

国立環境研究所研究報告 第134号

Research Report from the National Institute for Environmental Studies, Japan, No. 134, 1995

R-134-'95

宮床湿原の生態系構造

Ecosystem Structure of Miyatoko Mire

湿原の環境変動に伴う生物群集の変遷と
生態系の安定化維持機構に関する研究

Characteristics of Wetland Ecosystems and their
Stability against Environmental Changes

岩熊 敏夫 編

Edited by Toshio IWAKUMA

NIES

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

環境庁 国立環境研究所

宮床湿原の生態系構造

Ecosystem Structure of Miyatoko Mire

湿原の環境変動に伴う生物群集の変遷と
生態系の安定化維持機構に関する研究

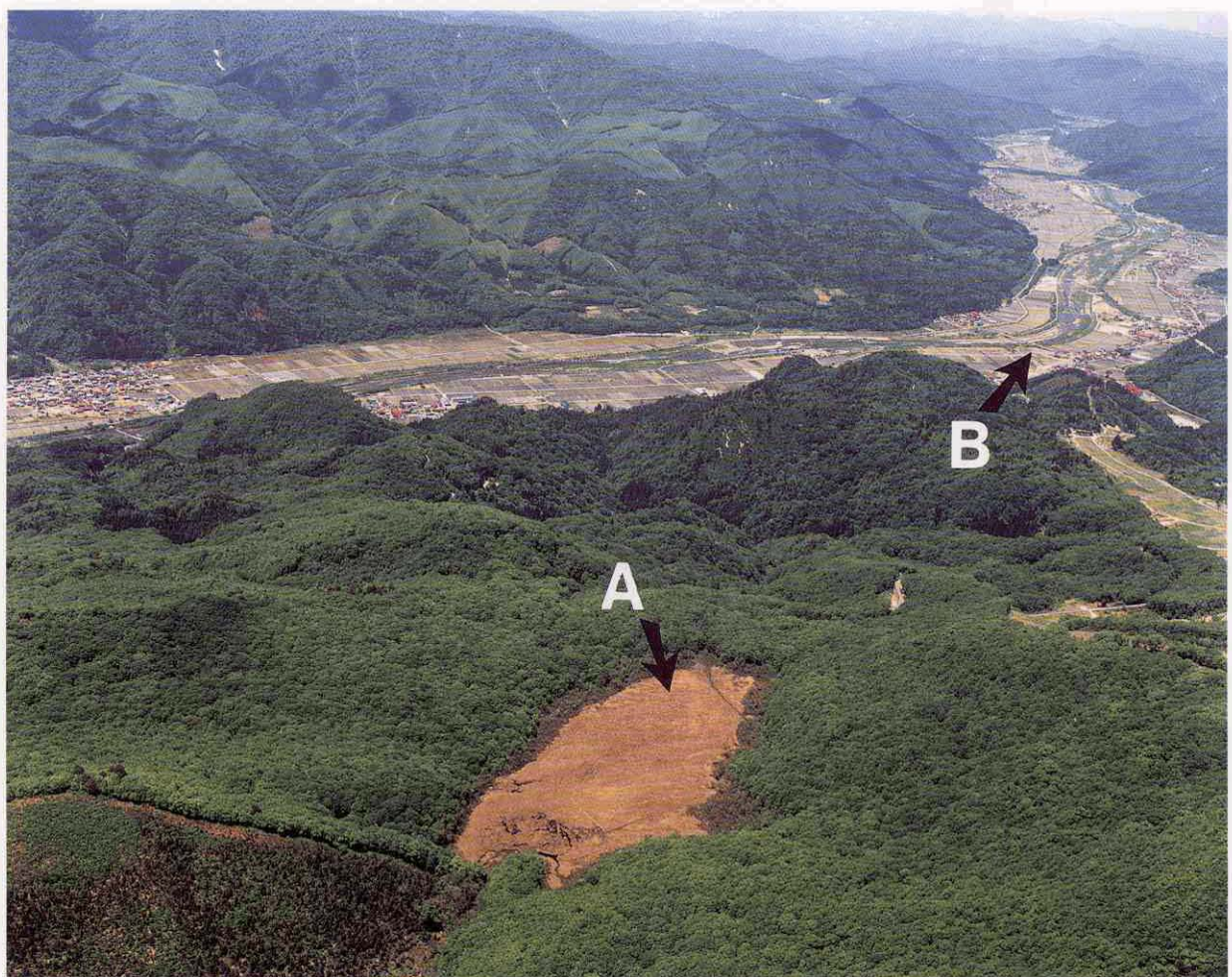
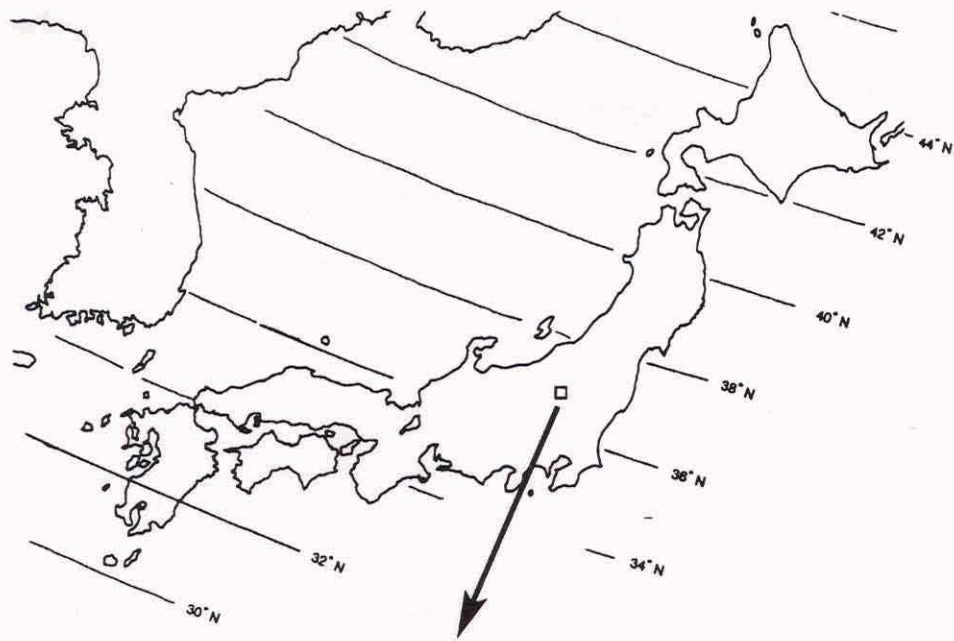
Characteristics of Wetland Ecosystems and their
Stability against Environmental Changes

岩熊 敏夫 編

Edited by Toshio IWAKUMA

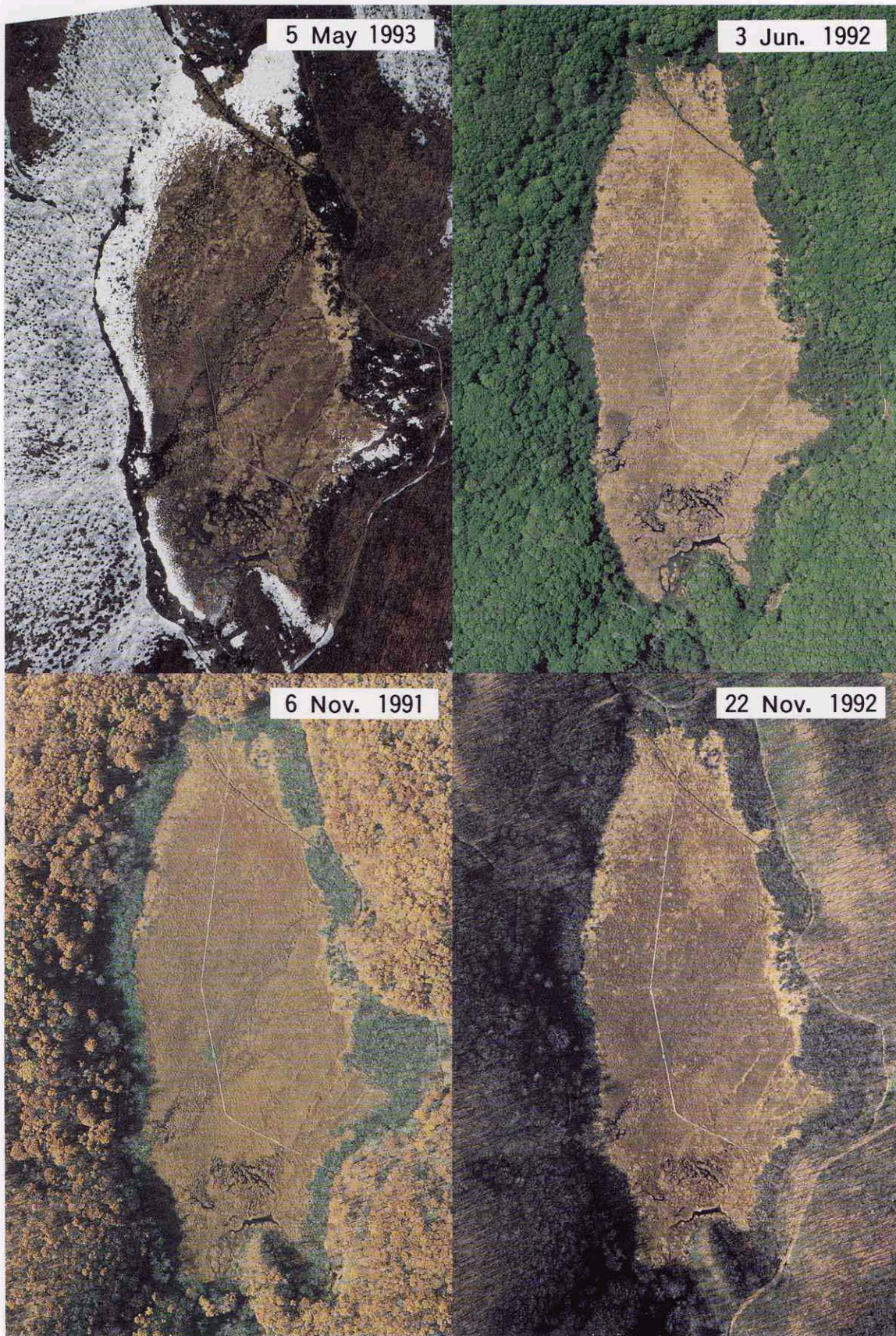
環境庁 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

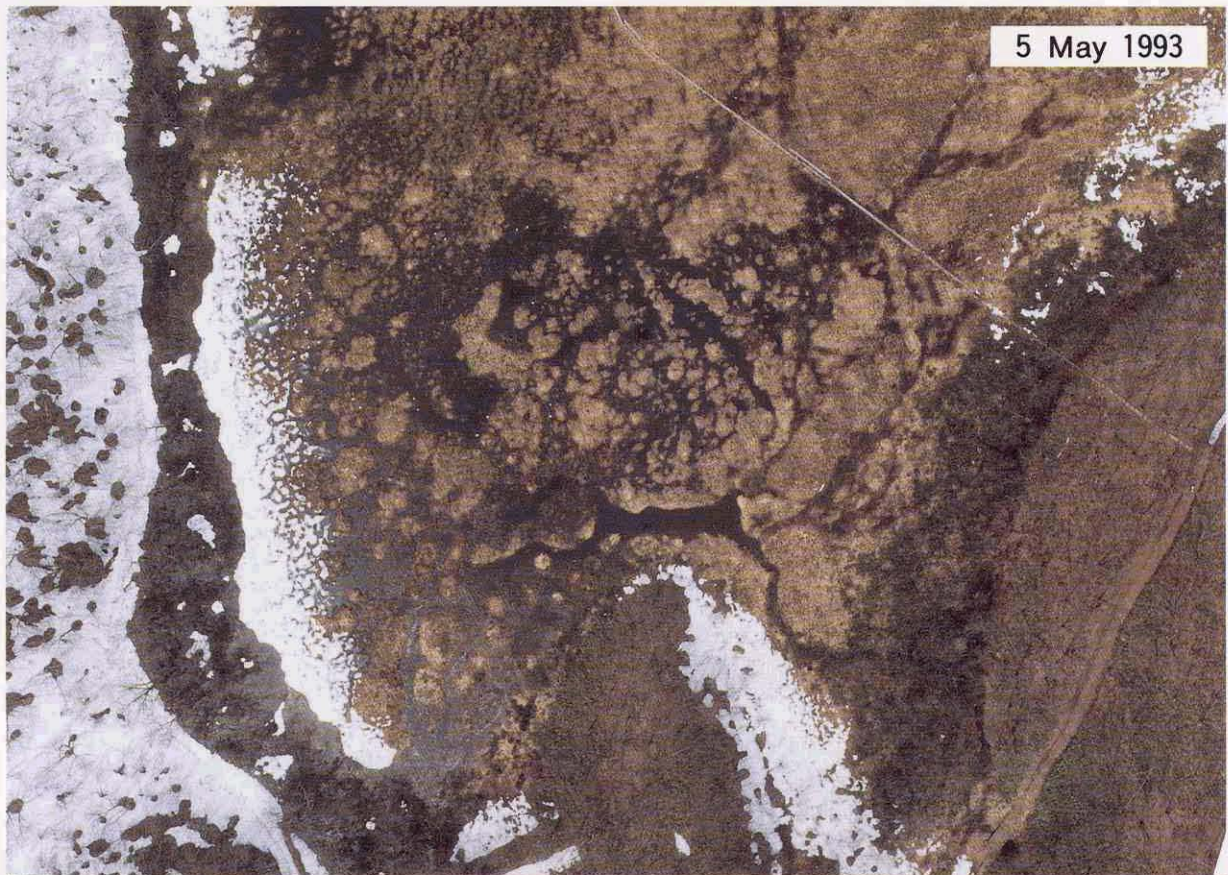


I. 南東から眺めた宮床湿原(1994年6月2日撮影)
 A: 湿原内の気象観測装置設置地点; B: 伊南川岸の南郷地域気象観測所

I. Miyatoko Mire viewed from southeast on 2 June 1994.
 A: location of the meteorological monitoring tower in the mire; B: Nango Meteorological Observatory beside the River Ina.



Ⅱ. 宮床湿原の空中写真
Ⅱ. Aerial photographs of Miyatoko Mire.



Ⅲ. 融雪期(上, 1993年5月5日)と初夏(下, 1992年6月3日)の宮床湿原の池塘の空中写真
Ⅲ. Aerial photographs of pools of Miyatoko Mire taken during snow melt (upper, 5 May 1993) and early summer (lower, 3 June 1992).



IV. 宮床湿原池塘3の水生植物群落の月変化

IV. Monthly change of aquatic plant community in pool 3 of Miyatoko Mire.

序

湿原・湿地は生物にとって多様な生息環境を提供していることはもとより、景観上、また保水などの環境保全機能の面からも重要な働きを行っている。湿地の重要性が我が国でも広く一般に認識されることになったきっかけは、1993年の第5回ラムサール条約締約国会議の釧路における開催であろう。この条約は主として水鳥の生息に重要な生息地の保全を目的としており、その目的にとって重要な湿地は、泥炭地を形成する湿原よりもむしろ沿岸部や河口域などの平地部に位置している。しかしながら我が国の湿原において、自然環境の保全と人間活動の軋轢は早くから問題となっていた。たとえば昭和40年代の尾瀬ヶ原における開発と保全にかかる論議は記憶されている方も多であろう。この時期はまた、我が国における環境行政の転換期でもあった。

平成2年7月に当研究所は国立環境研究所に改組され、従来の公害研究に加え地球環境研究及び自然環境保全に関する研究に取り組むこととなった。その一環として平成3年度からは、5カ年の計画で湿原の保全を目的とした特別研究「湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究」が開始された。本報告書はその研究のうち宮床湿原についてまとめられている。一つの湿原におけるケーススタディーという形式をとっているが、湿原の環境と生態系を理解する上で、このようなアプローチをとることに意味があると考えており、いくつものケーススタディーが積み重ねられた上で全体の理解が可能になると信じている。なお、この研究の中で従来の湿原研究とは異なる視点からの、新しい取り組みもなされていることを付言しておきたい。本報告書は、生態学や陸水学の研究者、自然環境保全に携わる行政、実務の方々にとって、必ずや有用なものとなると考える次第である。

平成7年3月

国立環境研究所

所長 鈴木 継美

目 次

Abstract	1
要 旨	3
研究の概要	5
岩熊敏夫	
1. 宮床湿原とその環境	9
岩熊敏夫	
2. 宮床湿原の地下水と表流水の水質変動	23
平田健正・野原精一・岩熊敏夫・唐 常源	
3. 宮床湿原の微地形、水理環境と植物分布	35
野原精一・岩熊敏夫	
4. 宮床湿原とその周辺地域の植生	45
竹原明秀	
5. 宮床湿原の植物季節と景観	81
野原精一	
6. 宮床湿原の訪花昆虫	89
上野隆平	
7. 宮床湿原 2 池塘における底生藻類の現存量、種組成及び多様性	97
渡辺 信・真山茂樹・野崎久義	
8. 宮床湿原の底生動物相	109
岩熊敏夫	
9. 宮床湿原のユスリカ相	121
上野隆平・岩熊敏夫	
10. 宮床湿原の池塘におけるユスリカ幼虫の生産特性	127
岩熊敏夫	
11. ナイロンメッシュ法による湿原泥炭土のセルロース分解活性測定	139
広木幹也・渡辺 信	
12. 宮床湿原の泥炭土壌における微生物群集とセルロース分解	143
広木幹也・渡辺 信	
13. 宮床湿原の泥炭土壌の有機物組成と理化学的特徴	151
隅田裕明・岡 洋一・棚橋弘子・山本一彦	

付1	宮床湿原気象データ	161
	野原精一・岩熊敏夫	
付2	宮床湿原水質・地下水位観測データ	177
	平田健正・野原精一・岩熊敏夫	
付3	宮床湿原地域の高等植物目録	181
	竹原明秀	

CONTENTS

Abstract in English	1
Abstract in Japanese	3
Outline of the Project	5
Toshio IWAKUMA	
1. Miyatoko Mire and its Environment	9
Toshio IWAKUMA	
2. Chemical Change of Ground and Surface Waters in Miyatoko Mire	23
Tatemasa HIRATA, Seiichi NOHARA, Toshio IWAKUMA and Changyuan TANG	
3. Micro-topography, Hydrological Environment and Plant Distribution in Miyatoko Mire	35
Seiichi NOHARA and Toshio IWAKUMA	
4. Vegetation of Miyatoko Mire and its Surrounding Area	45
Akihide TAKEHARA	
5. Phenology of Higher Plants and Landscape in Miyatoko Mire	81
Seiichi NOHARA	
6. Anthophilous Insects in Miyatoko Mire	89
Ryuhei UENO	
7. Biomass, Species Composition and Diversity of Benthic Algae in the Two Pools in Miyatoko Mire	97
Makoto M. WATANABE, Shigeki MAYAMA and Hisayoshi NOZAKI	
8. Zoobenthos Fauna in Waters of Miyatoko Mire	109
Toshio IWAKUMA	
9. Chironomid Fauna in Miyatoko Mire	121
Ryuhei UENO and Toshio IWAKUMA	
10. Characteristics of Secondary Productivity of Chironomid Larvae in a Pool of Miyatoko Mire	127
Toshio IWAKUMA	
11. Measurement of Cellulose Decomposition Activity by Nylon-mesh Method in Mire Histsols	139
Mikiya HIROKI and Makoto M. WATANABE	
12. Microbial Community and Activity of Cellulose Decomposition in Peat Soil of Miyatoko Mire	143
Mikiya HIROKI and Makoto M. WATANABE	
13. Characteristics of Chemical Properties and Organic Components in Peat Soils of Miyatoko Mire	151
Hiroaki SUMIDA, Youichi OKA, Hiroko TANAHASHI and Kazuhiko YAMAMOTO	

Appendix 1	Meteorological Data in Miyatoko Mire	161
	Seiichi NOHARA and Toshio IWAKUMA	
Appendix 2	Data on Water Chemistry and Groundwater Table in Miyatoko Mire	177
	Tatemasa HIRATA, Seiichi NOHARA and Toshio IWAKUMA	
Appendix 3	Enumeration of Higher Plants of Miyatoko Mire and its Surrounding Area	181
	Akehide TAKEHARA	

Abstract

This volume forms a progress report of a 5 year project started in the fiscal 1991 entitled: "Characteristics of wetland ecosystems and their stability against environmental changes". The objectives of the project is to clarify the characteristics of mire ecosystems and the dynamics of biological communities and to elucidate the stabilization mechanisms of the ecosystems. Research papers on the ecosystem of Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture, are presented based on the results obtained during 1991-1994. The regular survey of Miyatoko Mire was initiated in May 1991 when topographical mapping was performed and the investigation wells were set up. A meteorological monitoring tower was set up in the mire in August 1991.

The volume is consisted of four parts. The first three chapters deal with the meteorology, geography and geology and hydrology of the mire. A map of pools and streams was made and the hydrology were clarified for these waters. Miyatoko Mire is not a bog but a fen affected by the inflow from the watershed area. It may receive thawing water from southwest slope of the adjacent mountain. Environmental changes during the past 45 years were examined based on aerial photographs. Flow of groundwater was analyzed by the seasonal changes of groundwater table. There had been little chance of mixing between surface and ground waters except for that near soil surface judging from the comparison of water chemistry between surface and ground. For the measurement of groundwater table, we used piezometers, i.e. 10-250 cm long vinyl chloride tubes both ends of which are open to air and soil. The water table and water potential were measured for soil near surface in relations to the micro topography of mire and precipitation.

Vegetation, flora, fauna and interactions among mire organisms are reported in the next part, chapters 4-10. As for mire vegetation, 11 communities comprising six groups and six subgroups were recognized. High mire (= bog) vegetation characterized the mire and no low mire (= fen) vegetation was found. Summer-green broad leaved forest developed in the watershed of the mire. A newly-developed serial photography system was used to record the phenology of mire plants, diel flowering cycle and the depth of snow. Species richness and number of individuals of anthophilous insects in this mire were lower or smaller than those reported for other mires and forests so far. One possible reason might be that the mire is isolated and small. From two pools, 67 and 93 species of benthic algae were collected, of which diatoms were predominant. In one of these pools, desmids were also dominant. A total of 37 taxa of benthic invertebrates were collected from eight sites in spring, pool or stream in and out of the mire. The fauna differed much between spring sites and sites in the mire: odonate larvae were rarely found in springs whereas they were abundant in mire waters. A total of 32 species of adults of chironomids were collected from the mire. The species composition differed among localities. Chironomid fauna was similar to those reported for Canadian bogs. Population dynamics, production and trophic interactions were studied for two dominant chironomids in a pool. Chironomid production was as high as that for eutrophic lakes, suggesting that nutrients and organic matters had been transported from outside the pool.

Soil properties are reported in the third part, chapters 11-13. Conventional filter paper was proved to be useful for the measurement of rate of cellulose decomposition in soil when packed in a nylon-mesh bag and placed in peat soil. Rate of cellulose decomposition and microbial community differed widely in the mire depending on the micro environments. Physico-chemical properties were examined for peat soil collected from the mire to the depth of 300 cm. A wooden layer was found at the depth of 140-150 cm from soil surface.

Meteorological data, chemical data of mire waters, groundwater table and a flora list of higher plants are also included at the end of this volume. As such, the present report includes data on the biological communities other than higher plants and on the seasonal changes of environmental factors, which have often been neglected in the preceding surveys. For example, little have been known so far for algal flora and chironomid fauna. These small organisms were proved to

have high species diversity in this mire. Behavior of groundwater was also clarified to some extent. Thus we are now able to understand the ecosystem structure of Miyatoko Mire. In fact the next step is to comprehend its ecosystem function.

However Miyatoko Mire seems to be a little far from typical ones. This mire was considered to be a fen based on water chemistry and hydrology, whereas vegetation and chironomid fauna had features of bog ecosystems. Further studies are necessary to solve this problem and also to clarify the historical process of mire formation to explain, for example, the existence of wood layer in the peat column.

要 旨

本報告は平成3年度から5カ年の計画で進められている特別研究「湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究」において行われた研究のうち、福島県の宮床湿原の調査結果について、平成6年度までの成果を中間報告としてまとめたものである。本特別研究は湿原生態系の特性と生物群集の変動特性の把握を行い、湿原生態系の安定化維持機構を明かにすることを目指している。平成3年5月に宮床湿原の地形測量、観測井戸の設置等を行い定期調査を開始した。8月には湿原内に気象観測装置を設置した。以後湿原の調査を継続している。

本報告書の内容は大きく4つに分けられる。まず1～3章では気象、地理、地形及び水文について述べた。湿原内の気象特性を明らかにし、池塘及び水路等の開水面の地図を作成した。この湿原は降水涵養型のボグではなく、むしろ集水域からの影響を受ける流水涵養型のフェンであり、山の南西斜面からの融雪水も流入してることが示唆された。さらに過去45年間の湿原環境の変遷を空中写真から読みとった。湿原の地下水位の周年変動パターンから地下水の流れを調べ、その水質を表流水と比較することにより、表流水と地下水の混合は地表面付近を除いては起こっていないと判断された。地下水位の測定には、10～250cmの長さの塩化ビニル管を差し込んで行ったが、管の側面に穴をあけることはせずに、管の下端を泥中に、上端を空中に開口し、それぞれの深さでの水圧に対応した地下水位が測れるピエゾメーター方式を採用した。表層に近い浅い井戸の地下水位と土壌水分量の測定を行い、湿原の微地形との対応、降水との関係などを調べた。

4章から10章には植生、動植物相及び生物間相互作用について報告してある。湿原の植生は11群落6群6小群が確認され、高層湿原(=ボグ)植生が広範囲に発達しており低層湿原(=フェン)植生は見られなかった。集水域の森林は人為影響を受けた夏緑広葉樹林であった。新たに開発された連続写真撮影装置による、植物季節及び開花日周期の記録や積雪深の測定への応用例を示した。宮床湿原の放花昆虫相はこれまでに報告されている林地や湿原に比べて、種数が少なく訪花頻度も低かった。宮床湿原が孤立した小面積の湿原であることもその原因であると考えられた。

7～10章は水生生物に関する報告である。2つの池塘からそれぞれ67種類及び93種類の藻類が出現し、珪藻類が優占したが、一方の池塘では鼓藻類も多かった。湿原内外の湧水、水路、池塘の8地点から37分類群の底生無脊椎動物が出現した。湧水部の底生動物相は湿原内の池塘や水路とは大きく異なり、トンボ目昆虫は湧水部にはほとんど出現しなかった。一方ユスリカ類は全域に分布していた。9章では底生動物の中でも個体数で優占するユスリカ相を調べた。32種類のユスリカ成虫が採集されたが、種類は地点ごとに偏っていた。ユスリカ相はボグの特徴を示していた。10章では池塘のユスリカ群集の中で現存量の高い2種の幼虫個体群の変動、種間関係と生産量を調べた。ユスリカ幼虫の年生産量は富栄養湖の値に匹敵し、池塘への栄養塩及び有機物の供給が起きていることが示唆された。

11章から13章は土壌に関する報告である。ろ紙をナイロンメッシュ袋に入れ泥炭土壌に埋め込み、分解に及ぼす要因を検討した結果、セルロース分解活性を測定する方法として妥当であることを確認した。この方法で調べたセルロース分解活性及び微生物組成は、湿原内の微環境により大きく変動していた。湿原内で得られた深さ300cmまでの泥炭試料の有機物組成と理化学的特徴を調べた。140～150cm深さに木質層が認められた。巻末の付1～付3に気象観測データ、水質及び地下水位データ、高等植物フロラリストを収録した。

本報告書では、高等植物以外の生物相、環境要因の連続測定等、これまでの研究で見過ごされた点についても補うことができたと考えられる。藻類やユスリカ相はこれまであまり着目されていなかったが、多様性に富むことが示された。また連続観測や定期調査により、地下水の挙動を推定することができた。これにより宮床湿原の生態系構造がかなり明らかにされたといえる。次には生態系の機能に関する研究が必要とされる。

しかしながら、我々が見る限り、この湿原には典型的という表現は当てはまらないようである。たとえば、水質や水理上はフェンであると考えられるが、植生やユスリカ相はボグとしての特徴を示した。この問題を明らかにするためには、そしてまた泥炭層に木質層が混入するなどの湿原の発達過程の未解明の部分の部分を明らかにするためには、さらに詳しい研究が必要である。

研究の概要

Outline of the Project

岩熊敏夫¹

Toshio IWAKUMA¹

本報告は平成3年度から5カ年の計画で進められている特別研究「湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究」において行われた研究のうち、福島県の宮床湿原の調査結果について、平成6年度までの成果を中間報告としてまとめたものである。

湿原・湿地は多様な環境を形成し、多様な生物の生息の場を提供していることから、現在、その保全や生物的多様性の保全が国際的な関心事となってきた。湿地の中でも湿原は過湿のために泥炭を形成し、農学や地学では泥炭地と呼ばれている。地理的には北緯50度から70度の間に世界の湿原の90%以上が分布し、北欧では湿原面積が国土の10%以上を占めている (Gore, 1983)。世界的な湿原の分布から見ると、日本はその分布域の南端に位置すると言える。北海道で行われたボーリング調査からは、島の面積の2.4%がかつて湿原であり、その68%は開発により失われたとされている (Sakaguchi, 1979)。古くから人々の住み着いた本州、四国、九州については、失われた湿原面積を推定することは難しい。

かつては農地や宅地等の有用地に転換することが急務であった不毛の地、湿原もいまや保全上最優先すべき生態系となりつつある。しかし一方で、保全すべき湿原生態系の特性が十分に明らかにされていないという大きな問題がある。

湿原 (mire) は水理上二つに分類され、明確な流入河川を持たず、降水だけが養分の供給源であるポッグ (bog) と、周辺の土地からの流入水があり栄養塩の供給を受けるフェン (fen) に分けられる (Gore, 1983; Mitsch and

Gosselink, 1993)。ポッグはミズゴケ類により、フェンはスゲ類によりそれぞれ特徴づけられる。しかし植生学上分類される、高層湿原、低層湿原は水理条件による分類とは厳密には対応していない。湿原にとって水は主要な要素であるにもかかわらず、多くの場合、湿原の水理は明らかにされていない。特にその季節変動と水収支に関する情報は不足している。

このような背景から、本特別研究では湿原の水系の解明を重視し、そのために陸水学的な調査手法を取り入れた。連続写真の撮影など湿原生態系の調査手法の開発を進める一方で、空中写真の活用により、過去から現在までの湿原の変遷の実態解明を試みた。さらに湿原生態系の特性と生物群集の変動特性の把握を行い、湿原生態系の安定化維持機構を明らかにすることを目指した。

調査対象の宮床湿原は、集水域も含め、昭和50年 (1975年) に福島県の自然環境保全地域に指定されている。過去に、1967年から1969年にかけて東京理科大学の生物研究部のグループにより (鈴木・西田, 1973) 湿原全般の調査が、1969年には馬場 (1969) により植物相の調査が行われた。同年及び1970年夏には、五十嵐 (1975) が植生を、1974年には樋口 (1975) が藓類相を明らかにしている。また試料採取年は明らかにされていないが、ボーリング調査も行われている (崔・日比野, 1985; 叶内, 1991)。

今回の調査に先立ち平成2年に視察と予備調査を行い、平成3年2月から3月にかけて関係機関との調整、協議を行った。平成3年5月に湿原の地形測量、観測井戸の設置等を行い定期調査を開始した。8月には湿原内に気象観測装置を設置した。以後湿原の調査を継続している。

本報告書の内容は大きく4つに分けられる。

まず1~3章では気象、地理、地形及び水文について述べた。1章では地理と湿原内の気象特性を明らかにし、

1. 国立環境研究所 生物圏環境部

〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba Ibaraki 305, Japan

池塘及び水路の地図を作製した。この湿原は降水涵養型ではなく、むしろ集水域からの影響を受ける流水涵養型であり、融雪水も流入してくることが示唆された。さらに過去45年間の湿原環境の変遷を空中写真から読みとった(岩熊, 1995a)。2章では湿原の地下水位の周年変動パターンから地下水の流れを調べ、その水質を表流水と比較することにより、表流水と地下水の混合は地表面付近を除いては起こっていないことが明らかにされた(平田他, 1995a)。地下水位の測定には、観測棟井戸として、10~250cmの長さの塩化ビニル管を差し込んで行った。管の側面に穴をあけることはせず下端のみ開口し、それぞれの深さでの水圧に対応した地下水位が測れるピエゾメーター方式を採用した。第3章では表層に近い観測井戸の地下水位と土壤水分量の測定を行い、凹凸の微地形との対応、降水との関係などを調べた(野原・岩熊, 1995)。

4章から10章には植生、動植物相及び生物間相互作用について報告してある。湿原の植生は11群落6群6小群確認され、高層湿原植生が広範囲に発達し中間湿原植生が凹地や周縁部に見られ、低層湿原植生は見られなかった。周辺域の森林植生として8群落6群2小群、草原として2群落が確認された。集水域の森林は人為影響を受けた夏緑広葉樹林であった(竹原, 1995a, 4章)。5章では新たに開発された連続写真撮影装置による、植物季節や開花日周期の記録や積雪深の測定への応用例を示した(野原, 1995)。宮床湿原の放花昆虫相はこれまでに報告されている林地や湿原に比べて、種数が少なく訪花頻度も低かった。宮床湿原が孤立した小面積の湿原であることもその原因であると考えられた(上野, 1995, 6章)。7~10章は水生生物に関する報告で、7章では池塘の底生藻類の現存量と種組成を示した。2つの池塘からそれぞれ67種類及び93種類の藻類が出現し、ケイ藻類が優占したが、一方の池塘では鼓藻類も多かった(渡辺他, 1995)。湧水、水路、池塘の8地点から37分類群の底生無脊椎動物が出現した。湧水部の底生動物相は湿原内の池塘や水路とは大きく異なり、トンボ目昆虫は湧水部にはほとんど出現しなかった。一方ユスリカ類は全域に分布していた(岩熊, 1995b, 8章)。9章では底生動物の中でも個体数で優占するユスリカ相を調べた。32種類のユスリカ成虫が採集されたが、種類は地点ごとに偏っていた。ユスリカ相はボググの特徴を示していた(上野・岩熊, 1995)。10章では池塘のユスリカ群集の中で

現存量の高い2種の幼虫個体群の変動、種間関係と生産量を調べた。ユスリカ幼虫の年生産量は富栄養湖の値に匹敵し、池塘への栄養塩及び有機物の供給が起きていることが示唆された(岩熊, 1995c)。

11章から13章は土壌に関する報告である。11章ではろ紙をナイロンメッシュ袋に入れ泥炭土壌に埋め込み、分解に及ぼす要因を検討した結果、セルロース分解活性を測定する方法として妥当であることを確認した(広木・渡辺, 1995a)。この方法で調べたセルロース分解活性及び微生物組成は、湿原内の微環境により大きく変動していた(広木・渡辺, 1995b)。13章では湿原内で得られた深さ300cmまでの泥炭試料の有機物組成と理化学的特徴を調べた。140~150cm深さに木質層が認められた。

巻末の付1~付3に気象観測データ(野原・岩熊, 1995b)、水質及び地下水位データ(平田他, 1995b)、高等植物フロラリスト(竹原, 1995b)を収録した。

本報告書では、高等植物以外の生物相、環境要因の連続測定等、これまでの研究で見逃された点についても補うことができたと考えられる。藻類やユスリカ相はこれまであまり着目されていなかったが、多様性に富むことが示された。また連続観測や定期調査により、地下水の挙動を推定することができた。これにより宮床湿原の生態系構造と湿原の現況がかなり明らかにされた。一部生態系の機能に関する研究も含まれているが、まだ全容を明らかにするには至っていない。

しかしながら、この湿原には典型的という表現は当てはまらないようである。たとえば、水質はフェンとしての特徴を示し、水理上もフェンであると考えられるが、生物相からはボググとしての特徴が見られた。また泥炭層に木質層が混入するなど、湿原の発達過程の解明にはさらに詳しく検討を加える必要があると考えられる。

本報告書で扱った宮床湿原の他、赤井谷地湿原、釧路湿原そして尾瀬ヶ原でも調査を行っている。本報告書で取り上げなかったこれらの湿原における調査結果は別途報告する予定である。

本研究を進めるに当たっては、福島県環境保全課、福島県農地林務部、福島県南会津行政事務所、福島県田島林業事務所、南郷村役場企画観光課、南郷村営温泉さゆり荘、南郷村営スキー場にご協力頂いた。記して謝意を表する次第である。

本研究は以下の担当者、客員研究員、共同研究員により進められた。

【研究担当者】

生物圏環境部	岩熊敏夫
生態機構研究室	野原精一・上野隆平
環境微生物研究室	渡辺 信・野崎久義・ 広木幹也
分子生物学研究室	田中 淨
社会環境システム部	
情報解析研究室	山形与志樹
地域環境研究グループ	内藤正明
水改善手法研究チーム	平田健正
新生生物評価研究チーム	中嶋信美

【客員研究員】

福島大学教育学部	櫻村利道 (3~6年度)
国立極地研究所	神田啓史 (3~4年度)
日本大学農獣医学部	隅田裕明 (3~6年度)
岩手大学人文社会科学部	竹原明秀 (3~6年度)
北海道大学農学部	辻井達一 (3~6年度)
名古屋大学大気水圏科学研究所	永田 俊 (3~4年度)
信州大学理学部	林 秀剛 (3~6年度)
東京学芸大学	真山茂樹 (3~6年度)
富山県立大学短期大学部	安田郁子 (3~5年度)
日本大学農獣医学部	山本一彦 (3~6年度)
弘前大学教育学部	大高明史 (4~6年度)
北海道大学農学部	富士田裕子(4~5年度)

【共同研究員】

東邦大学大学院理学研究科	加藤秀男 (6年度)
--------------	------------

研究成果一覧

【誌上発表】

- 岩熊敏夫 (1992) : プロジェクト研究の紹介: 湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究. 国立環境研究所ニュース, 11(5), 6-7.
- 岩熊敏夫 (1993) : 湿原生態系の研究. グローバルネット, 1993年5月号, 20-21.
- 岩熊敏夫 (1993) : ネットワーク: 知られざる湿原. 国立環境研究所ニュース, 12(2), 10.
- Hirata, T., S. Nohara, T. Iwakuma, C. Tang and K. Nakatsuji (1994): Seasonal changes of groundwater chemistry in Miyatoko Mire. In: Wetland management,

Thomas Telford, London.

- Iwakuma, T., T. Hirata, S. Nohara and M. M. Watanabe: Limnological aspect of mires: background and a case study. Proceedings of the 7th International Symposium on River and Lake Environments (in press).
- Iwakuma, T.: Status of the mires in Japan. Proceedings of the 6th International Mire Conservation Group Symposium (in press).
- 渡辺 信・真山茂樹・野崎久義: 宮床湿原における底生藻類群集の特性と多様性. 藻類, 43 (印刷中).

【口頭発表】

- 岩熊敏夫・野原精一・渡辺 信・平田健正: 福島県宮床湿原の環境と生物について. 日本生態学会第39回大会 (1992年4月, 名古屋).
- 岩熊敏夫・上野隆平: *Procladius* 幼虫の食性と成長—餌ユスリカとの関連について. 第3回ユスリカ研究会大会 (1992年7月, つくば).
- 岩熊敏夫・上野隆平・野原精一・平田健正: 福島県宮床湿原の水生無脊椎動物の分布と現存量. 第1回湿原研究会大会 (1992年8月, 浜中町).
- 野原精一・岩熊敏夫・平田健正: 福島県宮床湿原の高等植物と微環境Ⅱ 第1回湿原研究会大会 (1992年8月, 浜中町).
- Iwakuma, T. and R. Ueno: Zoobenthos communities in bog waters with special reference to Chironomidae (Diptera). INTECOL's 4th International Wetlands Conference (September 1992, Columbus, Ohio).
- 岩熊敏夫・平田健正・野原精一: 湿原の水路・池の水質変動特性. 日本陸水学会第57回大会 (1992年10月, 別府).
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫: 湿原における地下水の挙動. 日本陸水学会第57回大会 (1992年10月, 別府).
- 岩熊敏夫: 湿原の生態学. 京都大学生態学研究センター公開講座「生態学と地球環境」(1992年10月, 京都).
- 山形与志樹・安岡善文: SAR (合成開口レーダー) 画像のテクスチャー解析による湿原の環境評価. 計測自動制御学会第23回パターン計測部会研究会 (1993年5月, つくば).
- 山形与志樹: 衛星画像による釧路湿原の解析. 1993年ラムサール釧路会議 (1993年5月, 釧路).
- 山形与志樹・安岡善文・小熊宏之・中谷幸宏・森山 隆

：湿原植生判別に有効な波長帯の選定—航空機MSSによるシミュレーション。第19回リモートセンシングシンポジウム（1993年5月，東京）。

岩熊敏夫：泥炭地湿原の池塘におけるユスリカの成長と生産。第4回ユスリカ研究会大会（1993年6月，滋賀）。

岩熊敏夫：湿原池塘に高密度で生息するユスリカ（*Stictochironomus Procladius*）の生態。日本陸水学会第58回大会（1993年11月，松江）。

Iwakuma, T. and R. Ueno: Ecology of benthic invertebrates in mire waters. 6th International Mire Conservation Group Symposium (July 1994, Trondheim).

Watanabe, M. M., S. Mayama and H. Nozaki: Diversity of benthic algae in two small moorland pools. Fifth International Phycological Congress (June 1994, Qingdao).

Iwakuma, T., T. Hirata, S. Nohara and M. M. Watanabe: Limnological aspect of mires: background and a case study. 7th International Symposium on River and Lake Environments (October 1994, Matsumoto).

渡辺 信・真山茂樹・野崎久義：宮床湿原における底生藻類の現存量・種組成及び多様性。日本藻類学会第19回大会（1995年3月，高知）。

野崎久義・相沢賢一・片桐正幸・渡辺 信：福島県宮床湿原産及び世界5大藻類カルチャーコレクションの *Chlorogonium*（緑藻・オオヒゲマワリ目）株の比較形態学的観察による種の識別。日本藻類学会第19回大会（1995年3月，高知）。

引用文献

馬場義伸（1969）：宮床湿原調査資料。南郷村湿原調査委員会，20pp.

Gore, A. J. P. (1983): Introduction. In: Gore, A. J. P. (ed.), *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor*. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York, pp. 1-34.

樋口利雄（1975）：福島県に産する蘚類XIV。宮床湿原付近の蘚類。福島生物，18，29-32.

平田健正・野原精一・岩熊敏夫・唐 常源（1995a）：宮床湿原の地下水と表流水の水質変動。国立環境研究所

研究報告，R134，23-33.

平田健正・野原精一・岩熊敏夫（1995b）：宮床湿原水質・地下水位観測データ。国立環境研究所研究報告，R134，177-180.

広木幹也・渡辺 信（1995a）：ナイロンメッシュ法による高層湿原泥炭土のセルロース分解活性測定。国立環境研究所研究報告，R134，139-141.

広木幹也・渡辺 信（1995b）：宮床湿原の泥炭土壌における微生物群集とセルロース分解。国立環境研究所研究報告，R134，143-150.

五十嵐彰（1975）：南会西部の植物XVII。宮床大谷地について。福島生物，18，23-27.

岩熊敏夫（1995a）：宮床湿原とその環境。国立環境研究所研究報告，R134，9-22.

岩熊敏夫（1995b）：宮床湿原の底生動物相。国立環境研究所研究報告，R134，109-119.

岩熊敏夫（1995c）：宮床湿原の池塘における底生動物の生産特性。国立環境研究所研究報告，R134，127-136.

叶内敦子（1991）：山地湿原の発達史と古環境。植生史研究，7，15-23.

Mitsch, W. J. and J. S. Gosselink (1993): *Wetlands*, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York, 722pp.

野原精一（1995）：宮床湿原の植物季節と景観。国立環境研究所研究報告，R134，81-87.

野原精一・岩熊敏夫（1995a）：宮床湿原の微地形，水理環境と植物分布。国立環境研究所研究報告，R134，35-43.

野原精一・岩熊敏夫（1995b）：宮床湿原気象データ。国立環境研究所研究報告，R134，161-176.

崔基龍・日比野紘一郎（1985）：福島県宮床湿原大谷地湿原における花粉分析的研究。宮城県農業短大学術報告，33，81-82.

Sakaguchi, Y. (1979): Distribution and genesis of Japanese peatlands. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*, 11, 17-42.

隅田裕明・岡 洋一・棚橋弘子・山本一彦（1995）：宮床湿原の泥炭土壌の有機物組成と理化学的特徴。国立環境研究所研究報告，R134，151-159.

鈴木静夫・西田英郎（編）（1973）：湿原の生態学。内田老鶴園新社，東京，399pp.

竹原明秀（1995a）：宮床湿原とその周辺地域の植生。国立環境研究所研究報告，R134，45-78.

竹原明秀（1995b）：宮床湿原植物リスト。国立環境研究所研究報告，R134，181-191.

上野隆平（1995）：宮床湿原の訪花昆虫。国立環境研究所研究報告，R134，89-95.

上野隆平・岩熊敏夫（1995）：宮床湿原のユスリカ相。国立環境研究所研究報告，R134，121-125.

渡辺 信・真山茂樹・野崎久義（1995）：宮床湿原2池塘における底生藻類の現存量，種組成及び多様性。国立環境研究所研究報告，R134，97-107.

1 宮床湿原とその環境

Miyatoko Mire and its Environment

岩熊敏夫¹

Toshio IWAKUMA¹

要 旨

宮床湿原の環境を明らかにし、宮床湿原の特性とその形成過程について考察した。1947年から1992年に撮影された空中写真から、近年の宮床湿原内外の環境変動を解析した。カラー空中写真を基に池塘の形状を求めた。融雪直後は湿原内では表層の勾配に沿って北から南へ融雪水が流れ、湿原の南東側半分は広範囲にわたって冠水する。湿原北側の伝上山南西斜面の雪が他の斜面よりも早く融けて湿原に流れ込む。融雪直後の地温・水温の急激な上昇も、生物活性を加速すると考えられた。湿原面積より大きな集水域をもつ宮床湿原では、集水域から到達する栄養塩類の影響を無視できないことが示唆された。

Abstract

The environment of Miyatoko Mire was described and its characteristics and the process of mire formation were discussed. Environmental changes of the mire and its surrounding area were analyzed based on the aerial photographs taken during 1947-1992. Maps of pool distribution were made using color aerial photographs. Southeast half of the mire were inundated with snow melt water flowing down the slope just after the thaw. Snow on the southwest slope of the Mount Denjo, located north of the mire, melts earlier than other slopes. The sudden increase of surface soil temperature and pool water temperature might enhance the biological activity in the mire. Effect of nutrient supply from the watersheds should be taken into account since the watershed area of Miyatoko Mire is much larger the mire area.

1 はじめに

福島県の南会津地方には標高600mから1100mには面積数haから数十haの湿原が点在している。本調査の対象となった宮床湿原(南会津郡南郷村、面積6.5ha、標高830m、北緯37°15′、東経139°35′)以外にも、駒止(こまど)湿原(田島町・昭和村、面積27.3ha、標高1100m)、高清水湿原(南郷村、面積3ha、標高660m)、矢の原湿原(昭和村、面積20.6ha、標高660m)がある。地理的には尾瀬ヶ原の北に位置しているが、これらの湿原の存在はあまり多くの人には知られていないようである。

宮床湿原の調査研究は1967年から1969年にかけて東京

理科大学の生物研究部により「大谷地湿原」として調べられている(鈴木・西田, 1973)。1969年には馬場(1969)により植物相の調査が行われた。湿原のボーリング調査に基づく成因・変遷については崔・日比野(1985)、叶内(1991)に考察されている。

今回の調査は、1990年の予備的な調査を経て、1991年より開始され現在も継続中である。この章では湿原の概略と環境について述べるとともに、この湿原の特性について考察する。

2 方法

宮床湿原は、只見川水系の鹿水(かなみず)川支流の谷頭部、標高約850mに発達した面積約6haの湿原である。伝上山(標高999.5m)とその南側の山(標高904m)に挟まれた地域を集水域とし、集水域と湿原を合わせた面積は約53.6haである(図1)。

1. 国立環境研究所 生物圏環境部

〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

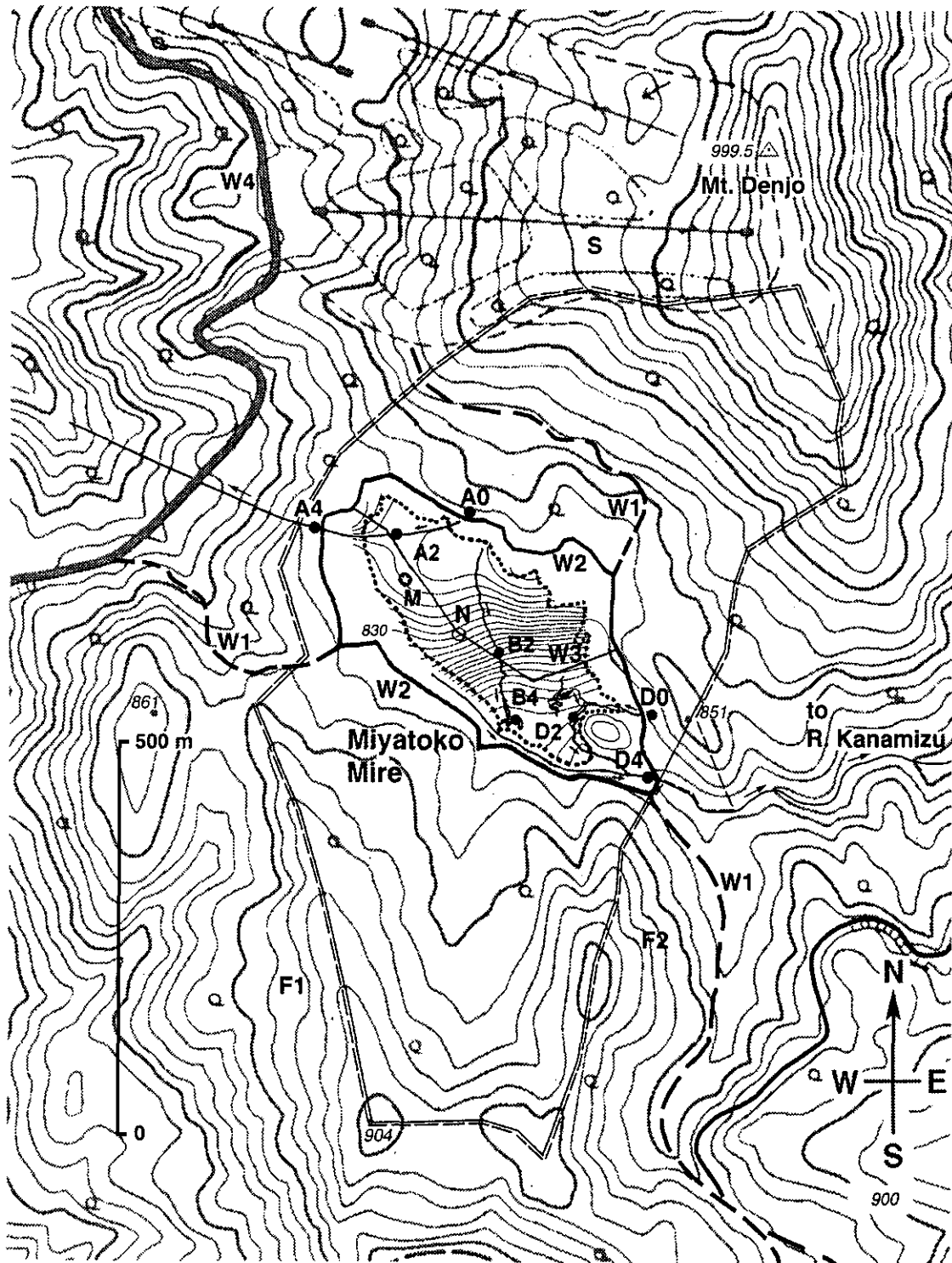


図 1 宮床湿原地形図，二万五千分の一地形図（会津山口及び和泉田，国土地理院，1990）に湿原内の測量結果（野原・岩熊，1995a）を合成したもの

M：気象観測装置；A0，A2，A4，B2，B4，C2，D0，D2，D4：水質及び生物調査地点，—：分水境界；—：遊歩道W2；---：湿原境界；---：福島県自然環境保全地域の境界。W1～W4は登山道，木道または林道。Sは南郷スキー場，F1，F2は森林。

Fig. 1 Topographical map of Miyatoko Mire. The map was made combining topographical maps with 1/25000 scale (Aizuyamaguchi and Izumida, Geographical Survey Institute, 1990) and the results of topographical survey in the mire (Nohara and Iwakuma, 1995a). Contour lines are given at 0.1 m intervals in the mire. M: meteorological monitoring tower; A0, A2, A4, B2, B4, C2, D0, D2, D4: sites for limnological and biological survey. —: Boundary of watershed; —: Walkway W2; ---: Boundary of mire; ---: Boundary for Fukushima Prefectural Nature Conservation Area. W1-W4 indicate paths or roads, S Nango skiing ground and F1 and F2 forests.

宮床湿原の空中写真は1947年11月に米軍により撮影され、それ以後1960年代からは林野庁が5、6年ごとにモノクロ写真を、1964年と1976年には国土地理院がモノクロとカラー写真を撮影している。1992年、1993年にはセスナ機により低空からの湿原のカラー写真撮影を行った。これらの写真から宮床湿原とその周辺の45年間の変遷を調べた。低空撮影のカラー写真を3原色分解し緑色の図を基に池塘の形状を求めた。木道は青色の図を反転し池塘の図に重ね合わせ、距離のスケール合わせに用いた。

湿原内外の地点A0、A2、A4、B2、D0、D2、D4、M及び湿原中央で、ニッコール8mm、F2.8レンズとニコンF-401を用い、レンズ面高さ地上40~60cmで全天写真撮影を行った(図1)。極座標から直交座標に変換し、さらに一定迎角ごとに空間率を計算・積算して全天中に占める空間の割合を計算した。

1991年8月22日に、湿原の北西よりの地点(図1、地点M)に気象観測装置を設置し、気温、日射量、風速、降水量の10分~20分ごとの測定を開始した。設置地点の標高は830.5m、気温、風向、風速の測定高さは地上から2mである。さらに10月22日からは湿度と10cm深さの地温の計測も開始した(野原・岩熊、1995b)。ただし12月から6月までの間は転倒樹式の雨量計を外しているため降水量の測定は行っていない。また1992年5月1日から6月23日までの間は、データロガーが落雷と考えられるパルス電流により作動を停止していたため欠測している。気象観測装置設置地点には樹木等の障害物はなく、光を遮るものは周囲の山だけである。この地点の全天開口率は84%で、湿原中央の値と全く同じであった(後出図6h、i参照)。

湿原に最も近い南郷地域気象観測所で得られている気象データを比較に用いた。ただし、この間に測定地点が移転しており、1991年2月までは南郷村営温泉さゆり荘(南会津郡南郷村界字朴木下555、37°15.7'N、139°32.7'E、標高540m)、1991年3月からは伊南川の右岸(南会津郡南郷村界字梨木203-1、37°15.8'N、139°32.4'E、標高494m)である。風速計の設置高さは8mである。測定間隔は1時間で、毎正時ごとに記録され、その値から日平均値、最大値、最小値が求められている(福島地方気象台、1990、1991、1992、1993)。

水質調査は湿原内の11地点で行った。小清水湧水部(地点A0、湿原外)、水路Aが湿原内の木道と交差する上

流側(地点A2)、水路Aが湿原から流出し外周遊歩道と交差する橋の下流側(地点A4)、水路Bが湿原内の木道と交差する上流側(地点B2)、池塘3(地点B4)、水路Cが木道と交差する下流側の池塘10(地点C2)、池塘26(地点E1)、大清水湧水部(地点D0、湿原外)、水路Dの池塘50への流入部(地点D1)、池塘50(地点D2)及び水路Dが湿原から流出し外周遊歩道と交差する橋の上流側(地点D4)である(図1、図2)。

地点B2及びD2で水温を1時間ごとに、自記水温計(RMT16000、離合社)により連続記録した(岩熊、1995)。湿原に流入する水路や池塘の水質は、冬季間を除き月に1回調査を行った(平田他、1995)。水温、pH及び電気伝導度は白金抵抗温度計または電極(横河電機、pH51及びSC51)により現場で測定した。

3 宮床湿原とその周辺の変遷

この地域は1975年3月福島県により、湿原を含む8haを特別地区として、集水域の46.10haを普通地区として、自然環境保全地域に指定されている(図1の実線で囲った範囲)。この湿原は北西から南東の方向の約400m、北東から南西にむけて約170mの長円形で、北から南に向かって高低差2.5mの下り斜面となっている(図1、2)。

空中写真から宮床湿原とその周辺の45年間の変遷を調べた(表1、口絵参照)。宮床湿原地域には、宮床から登り湿原の北を通り鹿水川に至る登山道と、湿原の北でこの道から分かれて伝上山頂を通り界に下る登山道(図1: W1)が古くから整備されていたようで、1947年の写真に明瞭に認められる。湿原の外周を回る遊歩道は1976年に整備されている(図1: W2)。また湿原中央には1979年に敷設された幅40cmの木道が縦貫している(図1: W3)。このように自然環境保全地域への指定とともに、湿原とその集水域には環境の変化が見られている。

一方1975年から1980年にかけてに集水域の外側では、宮床から湿原東150mの海拔770mを通り界に抜ける林道宮床界線(図1: W4)の延長・舗装と伝上山西から北西斜面の南郷スキー場(図1: S)の開発・整備が行われた。後者では牧草類の播種と定期的な刈払いが行われている。そして場所によっては融雪時等のエロージョンにより牧草類が定着せず、ススキ群落となっている(竹原、1995)。このような草原は1976年以後の写真に認めることができる。湿原南の山(標高904m)の南西斜面(図

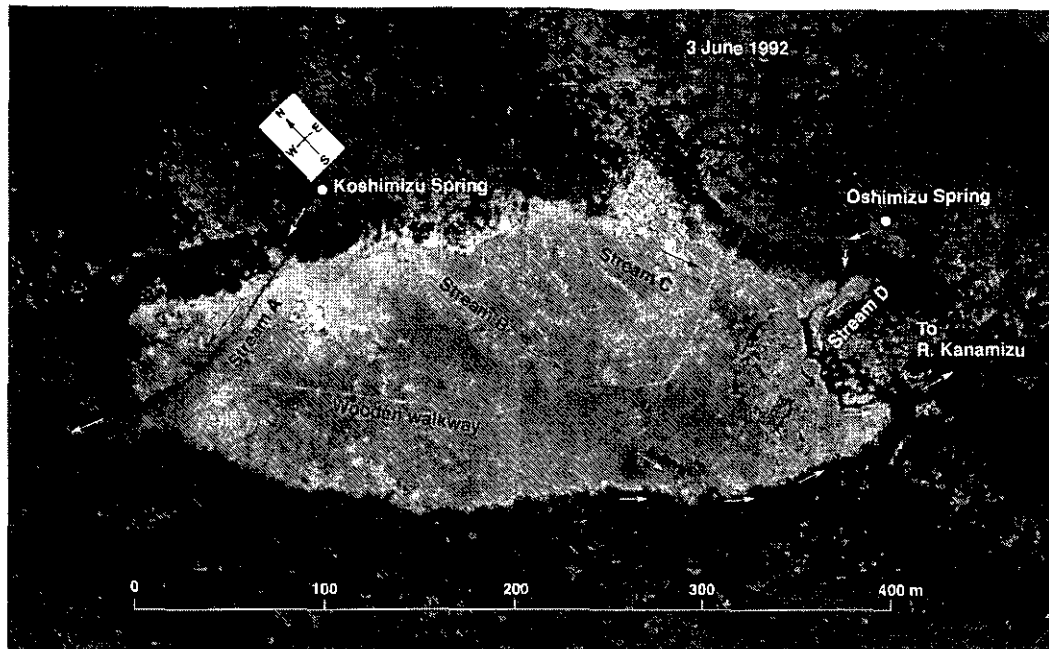


図 2 宮床湿原の空中写真(1992年6月3日撮影)と水系の概要
 Fig. 2 Aerial photograph of Miyatoko Mire (taken on 3 June 1992) showing springs and pools

表 1 空中写真による宮床湿原とその周辺域の変遷の把握

Table. 1 Environmental changes of Miyatoko Mire and its surrounding area based on areal photographs.

年	月日	撮影高度	整理番号	コース	色彩	撮影者	登山道W1	外周道W2	木道W3	林道W4	スキー場S	森林F1	森林F2
Date		Altitude	Series no.	Course	Color	Authority	Path to the mire W1	Path around the mire W2	Walkway W3	Forestry road W4	Skiing ground S NW slope	Forest F1 SW slope	Forest F2 SE slope
		(m)											
1947	11.04	?	M627	365,366	Monochrome	U.S.Army	○					●	●
1962	6.02	5120	Yama247	C12-1,2	Monochrome	Forestry Agency	○					●	×
1963	8.27	5200	Yama332	C12-34	Monochrome	Forestry Agency	○					●	-
1964	11.12	9600	TO-64-04Y	00613-6	Monochrome	Geographical Survey Inst.	○	△				●	-
1968	11.02	5680	Yama534	C14-2,3	Monochrome	Forestry Agency	○	△				×	-
1974	10.29	5160	Yama682	C12-7,8	Monochrome	Forestry Agency	○	?				-	●
1976	10.18	3015	CTO-76-27	C5A-7	Color	Geographical Survey Inst.	○	○		△	△	-	●
1979	5.22	4380	Yama848	C4-6,7	Monochrome	Forestry Agency	○	○		△	△	●	●
1984	9.23	4700	85-6	C4-6,7	Monochrome	Forestry Agency	○	○	○	△*	△*	●	×
1989	5.31	4700	89-7	C4-6,7	Monochrome	Forestry Agency	○	○	○	○	○	●	-
1992	11.22	2730			Color	Natl. Inst. Envir. Stud.	○	○	○	○	○	●	-

W1-W4, S, F1, F2. See Fig. 1 for location of the sites.

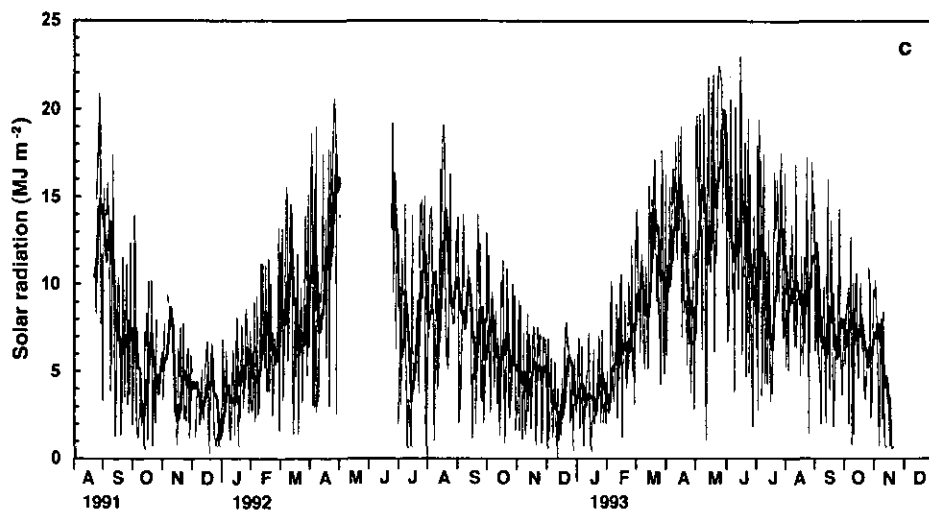
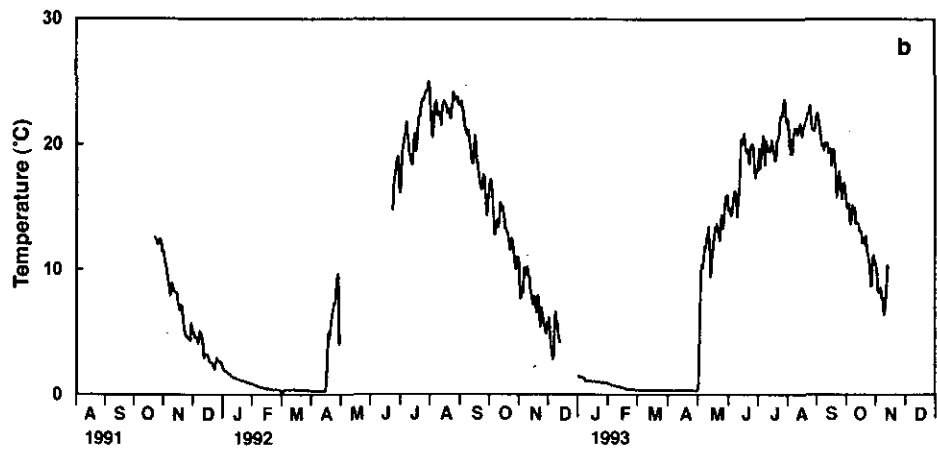
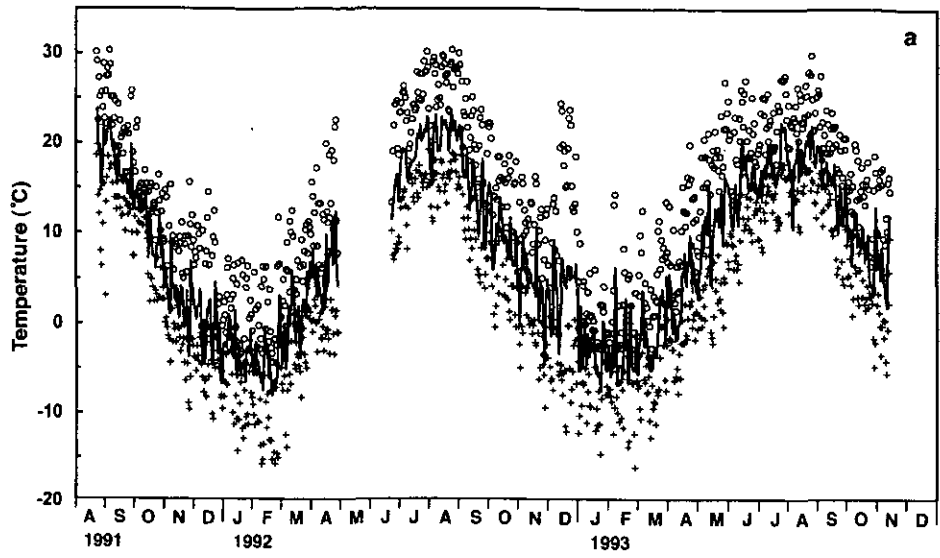
○: Completed; △: Partially completed; *: Completed for areas near the mire; ●: Trees present; ×: After cutting; -: Trees not discernible.

1: F1) の森林では1964年から1968年の間に皆伐が行われた。その後この落葉広葉樹林では大規模な伐採が行われていない。この山の南東斜面(図1:F2)の森林ではこの45年の間に2回皆伐が行われた。1947年から1962年6月の間と、1979年から1984年の間の2回である。第2回目の伐採の後の1992年の写真では高木が確認できる。1992年の植生調査ではここは樹高7mのスギ植林地であった(竹原, 1995)。森林F2の伐採後約10年後の空中写真で高木が確認できることから第1回目の伐採は

1958年頃から1962年の間に行われたものと推定される。

4 宮床湿原の気象

図3に1991年8月から1993年11月までの気象測定項目の変動を示す。また表2には月あたりの平均値、最高値、最低値または積算値を示す。気温は日平均値で約-7℃から約24℃まで、最低値と最高値では-16℃から30℃まで変化していた。また深さ10cmの地温は日平均値で0.4℃から約25℃まで変動していた(図3a)。降雪は11



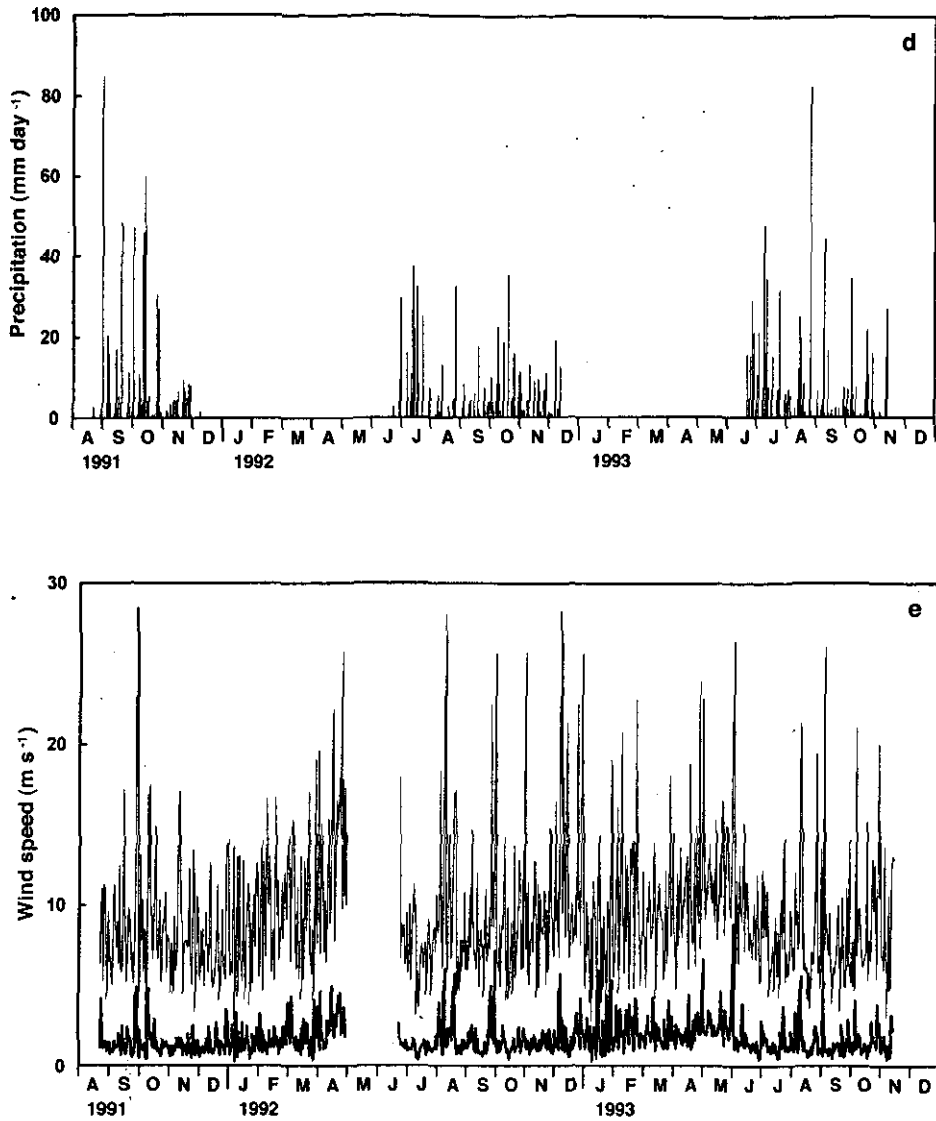


図 3 宮床湿原気象観測装置で観測された気象項目の季節変動
 値は日最大・最小値、日平均値または日積算値を示す。
 a: 日最大、最小及び平均気温; b: 日平均地温 (10cm 深); c: 日積算日射量及びその7日間移動平均値
 ; d: 日降水量; e: 日最大及び平均風速。

Fig. 3 Seasonal changes in meteorological factors recorded at a monitoring tower in Miyatoko Mire
 Data are presented as daily maximum, minimum or mean values.
 a: Daily maximum, minimum and mean air temperatures; b: Daily mean soil temperature; c: Daily solar
 radiation and its 7-day moving average; d: daily precipitation; e: Daily maximum and mean wind velocity.

月から4月の間みられ、1月から3月の間は湿原全面が雪に覆われる(野原, 1985)。地温は、2月から4月中旬までの間は約0.4℃でほとんど変動しないが、雪解けとともに急速に地温は上昇した(図3b)。1992年は4月16日から18日の間に融雪が完了したようで、日最高地温が0.4℃から7.3℃に上昇した。1993年は融雪が遅く、5月2日から4日の間で、日最高地温は0.4℃から9.2℃に上昇した。日射量は5月に最大となり日積算値で20 MJ m⁻²以上に、月積算値で464 MJ m⁻²(1993年)に達した(図3c, 表2)。降水量の測定は7月から11月に限られているが、1992年は8、9月の降水量が少なかった(図3d)。日平均風速は1~8 m s⁻¹の間を変動していたが、最大風速はしばしば20 m s⁻¹を越えた(図3e)。

南郷地域気象観測所における1990年から1993年にかけての年平均気温及び最低・最高気温(括弧内)は、1990年が10.5℃(-15.6℃~35.5℃)、1991年が9.7℃(-13.7℃~32.5℃)、1992年が9.4℃(-15.6℃~33.1℃)、1993年が9.1℃(-10.8℃~30.9℃)であった。

日照時間はそれぞれ、1342時間(1990年)、1239時間(1991年)、1389時間(1992年)、928時間(1993年)、また降水量はそれぞれ、1217mm(1990年)、1487mm(1991年)、1310mm(1992年)、1440mm(1993年)であった。1990年は降水量が少なく平均気温及び最高気温が高く、逆に1993年は降水量が多く日照時間も少なく、平均気温及び最高気温も低かった。

表2には南郷観測所の測定値と宮床湿原の気象観測装置の測定値を比較してある。宮床湿原における測定値の月平均値は南郷における測定値の月平均値に比べて、気温は低く、風速は小さく、降水量は多かった。1992年の7月から1993年の6月までの1年間の平均気温は湿原内で7.9℃で南郷の9.4℃に比べて1.5℃低かった。また平均風速は湿原内で1.9 m s⁻¹で南郷より0.6 m s⁻¹低かった。湿原内の最大風速が南郷よりも高かったが、これは湿原の気象観測装置の測定頻度が10分ないし20分と短く、南郷地域気象観測所における測定頻度の1時間の3~6倍であったためと考えられる。降水量については、1992年の7月から11月までの積算値で比較を行ってみる

表 2 宮床湿原気象観測装置と南郷観測所における気象データの比較。空白は月データなし。
Table.2 Comparison of meteorological data at Nango Observatory and those at Miyatoko Mire.

年/月 Year/ month	宮床湿原気象観測装置 (標高830 m) Miyatoko Mire (830 m a.s.l.)								南郷観測所 (標高540 m) Nango Observatory (540 m a.s.l.)									
	気温		風速		日射量		降水量		地温(10 cm)		気温		風速		日照時間		降水量	
	Air temperature	Wind	Solar radiation	Precipitation	Soil temperature (10 cm)	Air temperature	Wind speed	Sunshine duration	Precipitation	Air temperature	Wind speed	Sunshine duration	Precipitation	Air temperature	Wind speed	Sunshine duration	Precipitation	
	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean	最大 Max.	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	
°C	°C	°C	m s ⁻¹	m s ⁻¹	MJ m ⁻²	mm	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	m s ⁻¹	m s ⁻¹	h	mm	
1991 8	17.6	30.3	7.4	1.5	28.5	262.2	155.0				21.7	32.1	9.1	2.0	6.0	137.1	205	
9	10.7	22.4	2.4	1.5	17.5	120.2	289.0				19.4	31.0	10.5	1.8	12.0	98.9	146	
10	2.7	15.6	-9.6	1.2	17.1	104.0	77.5	7.2	11.4	1.1	4.6	16.8	-4.6	2.1	8.0	97.0	71	
11	-0.6	14.5	-10.7	1.4	14.1	92.6		3.4	5.6	1.1	1.3	13.4	-6.5	2.3	8.0	87.6	54	
12	-3.1	7.1	-14.3	1.4	13.7	142.3		1.3	2.1	0.8	-1.4	5.6	-10.4	2.2	10.0	90.3	87	
1992 1	-4.7	11.7	-15.8	1.7	16.7	180.8		0.5	0.9	0.3	-2.9	9.7	-15.6	2.6	9.0	93.6	89	
2	0.5	12.4	-13.9	1.9	19.1	270.2		0.4	0.5	0.1	1.8	12.3	-8.2	2.6	10.0	106.8	72	
3	6.0	22.5	-3.5	2.6	25.8	342.3		3.0	12.0	0.2	7.7	24.3	-2.2	3.3	11.0	155.4	107	
4											11.7	23.7	-0.8	2.8	10.0	109.0	123	
5											16.7	28.4	8.4	2.4	9.0	107.5	138	
6	19.1	30.2	8.2	1.1	11.3	197.4	227.5	21.1	26.9	13.9	20.9	32.2	10.0	1.9	7.0	128.1	186	
7	20.9	30.4	11.3	2.1	28.3	304.7	74.0	22.9	26.4	18.8	22.9	33.1	13.2	2.3	8.0	175.9	68	
8	15.2	30.0	3.9	1.8	25.6	216.8	74.0	19.1	25.5	13.5	17.2	31.7	6.2	2.3	10.0	137.5	65	
9	9.8	22.2	-0.4	1.4	25.7	199.5	171.0	13.6	19.1	8.4	11.7	24.6	0.8	1.9	8.0	110.8	165	
10	4.1	16.2	-9.5	1.4	14.8	145.0	88.5	7.8	10.9	4.4	5.6	17.9	-5.3	2.2	8.0	116.7	67	
11	3.9	24.4	-12.2	2.0	28.3	114.4		4.9	7.5	2.4	1.1	16.3	-12.4	2.3	10.0	57.1	143	
12	-3.2	8.8	-14.8	1.9	19.1	117.4		1.2	1.6	0.9	-1.5	8.0	-10.8	2.5	14.0	60.7	110	
1993 1	-3.2	14.2	-16.3	2.3	22.8	173.7		0.6	0.9	0.4	-1.4	8.4	-10.1	3.3	11.0	74.2	100	
2	-1.3	13.4	-12.9	2.0	18.1	328.7		0.4	0.5	0.4	0.5	12.9	-8.2	2.9	10.0	137.9	33	
3	3.4	19.8	-7.9	2.1	23.9	342.4		0.4	0.5	-0.1	5.6	21.5	-3.6	3.0	12.0	129.7	56	
4	10.3	26.8	-2.3	2.5	22.8	463.7		11.1	18.3	0.3	12.4	28.3	0.2	3.1	9.0	191.3	99	
5	15.1	27.0	4.6	1.8	26.4	363.7		17.7	24.1	12.2	17.3	28.5	8.2	2.5	10.0	95.0	190	
6	17.8	27.5	8.0	1.4	14.2	329.4	218.0	20.2	25.9	15.2	19.9	29.2	11.1	2.1	6.0	71.4	188	
7	18.3	29.8	-3.0	1.7	21.4	297.4	213.5	21.0	25.1	18.5	20.7	30.9	12.8	2.0	8.0	91.5	200	
8	15.5	27.5	4.3	1.3	26.0	235.8	118.0	19.1	24.3	13.8	17.4	28.8	6.5	1.8	8.0	82.0	80	
9	8.5	19.9	-5.0	1.5	21.0	205.8	151.5	13.0	17.0	7.0	10.6	21.6	-2.2	2.0	9.0	112.1	164	
10											6.4	22.7	-5.9	2.3	9.0	106.6	103	
11											0.3	14.7	-8.2	2.7	10.0	75.6	117	
12																		
1992 7~							635.0*										551*	
1993 6	7.9	30.4	-16.3	1.9	28.3	2967.2		10.1	26.9	-0.1	9.4	33.1	-12.4	2.5	14.0	1414.9	1282	

* 1992.7~1992.11

と、湿原内では635mmで南郷よりも84mm多かった。積雪深については、湿原内でインターバルカメラにより記録された値は南郷における測定値より大きく、1992年の最大積雪深は2月に160cmで、南郷の記録の2倍であった(野原, 1995)。従って宮床湿原における年間の降水量についても、南郷の測定値より高いと考えられる。

5 宮床湿原の地形と水理

湿原内には、水路が4本流下している(図2: 水路A, B, C, D)。このうち小清水湧水を起源とする水路Aは、江戸時代に水田灌漑の目的で人為的に掘削されたもので、等高線にほぼ平行して湿原の北西側を横切っている。この水路はさらに西の沢を下り宮床に至る。水路Bは、小清水湧水付近を出発点とし、斜面を南に下りながら湿原を横断し、池塘群(図4, 5a: 池塘1~3)に流入する。池塘2から流出した水路は湿原の南西縁を回って最終的に水路Dの出口に合流する。水路Bが等高線とほぼ直角に下っていることから、水路Aが掘られる前には水路Bが小清水からの本流であったと考えられる。いっぽう、大清水湧水を起源とする水路Dは、水量が多く、標高の低い湿原の南東部を流れる。この水路は池塘50を通過して湿原南から流出し鹿水川に合流する。水路Cは湿原の東北部斜面を南に下り、湿原東南部の大小の池塘群(池塘10~12, 14~17, 22, 23)に合流する。この水路Cはさらに池塘50に流入する(図4)。

これらの池塘を含め、湿原東南部には多くの池塘が存在するが(池塘1~54)、融雪時には増水するため相互に連結する(図5a, b)。図5bは1993年5月5日に撮影された空中写真をもとに作成されたが、先にも示したように、5月2日から4日の間に融雪が完了した直後の状態である。夏季の乾燥時には、水路Cの存在は不明瞭になる。

図6には、1992年7月21日に撮影した各調査地点における全天写真と全天中に占める空間の割合を示す。この値はそれぞれ、14%(A0), 73%(A2), 19%(A4), 20%(D0), 73%(D2), 30%(D4), 84%(B2), 84%(湿原中央)であった。地点A0及びD0を覆っている広葉樹は冬季には落葉する。図6a及び6dから葉部を消去し、空間の割合を算出すると、それぞれ約40%と約60%に増加することが示される。これと同様の現象が、地点A4, D4でも起こっている。

6 湧水、水路、池塘の水質

1時間ごとに連続記録された水路Bの地点B2の水温の季節変動(図7)は、気象観測装置における地温の測定結果(図3b)と非常によく似ていた。2月から4月にかけてはほぼ0℃であるが雪解けとともに急速に温度が上昇し、日最高温度は6℃に到達し1週間後には20℃を越えてしまう。いっぽう池塘50の地点D2では日平均水温の年間の変動幅は4~13℃であった。夏季には1日の間に最高と最低温度の差は10℃に達していた。

図8には冬季を除き毎月測定された水温、pH、電気伝導度の変動を示す。表3にはそれらの平動幅と地点の特性を示してある。湧水部(A0, D0)では水温の変動は小さく、年間で7.5~11.1℃の間であった。一方湿原内では、地点間での水温の違いが大きかった。浅い水路のB2地点では、夏季に30℃を越え、冬季にはほぼ0℃に下がった。水深30cmの池、D2地点では、5.9~20.6℃の間を年変動していた。図7と比較すると、冬季の水温変動が的確に把握されていないことと、同じ地点(B2, D2)でも夏季の水温が6~7℃高く記録されており、昼間に測定される水温は、日平均水温よりも高くバイアスがかかって測定されていることが分かる。pHは湧水部でも5.4から6.7の間の年変動がみられた。湿原の中で流速の低い水路、B2, D2地点では冬季に4.1から4.5まで低下したが、これらの値を除外すると、湿原内の地点におけるpHは4.9から7.0の間を変動していた(図8, 表3)。降水涵養型の湿原池塘水のpHはおおむね3~5である(Sakamoto, 1982; Zoltai, 1987; Mitsch and Gosselink, 1993)。Pjavchenko(1982)は、泥炭地をpH4.8を境に降水涵養型のボグ(bog)と流水涵養型のフェン(fen)に分けることを提唱した。調査地点の多くは湧水を起源とした水系に属しているという意味では、流水涵養型で、pHも4.9より低い値を示すことは少なかった。地点B2とD1で低いpHを示したことは、湿原内の水の動態を知る上で有用であろう。電気伝導度は、湧水部で15~29 $\mu\text{S cm}^{-1}$ の年変動を示したが、水路A, 水路Bとも流下に伴い値が減少した。これは滞留時間の短い降水由来の湿原表層水がこれらの水路や池塘に流入してきたためと推測されている(平田ら, 1995a)。

1994年7月の流量実測値は、地点A0で1.5 l min^{-1} 、地点A2で1.6 l min^{-1} 、地点A4で1.3 l min^{-1} 、地点D0で2.0 l min^{-1} 、地点D4で1.0 l min^{-1} であった(平田, 未発表)。この調査時期は雨の少ない時期で、他の時期



図 4 宮床湿原の池塘の分布図
 空中写真（1992年6月3日撮影）に基づき作成。イタリック数字は池塘番号。B2, B4, C2, D1, D2, E1, E2は調査地点。

Fig. 4 Location of pools in Miyatoko Mire based on the areal photograph taken on 3 June 1992. Italic numerals show pool numbers. B2, B4, C2, D1, D2, E1, E2: Observation sites.

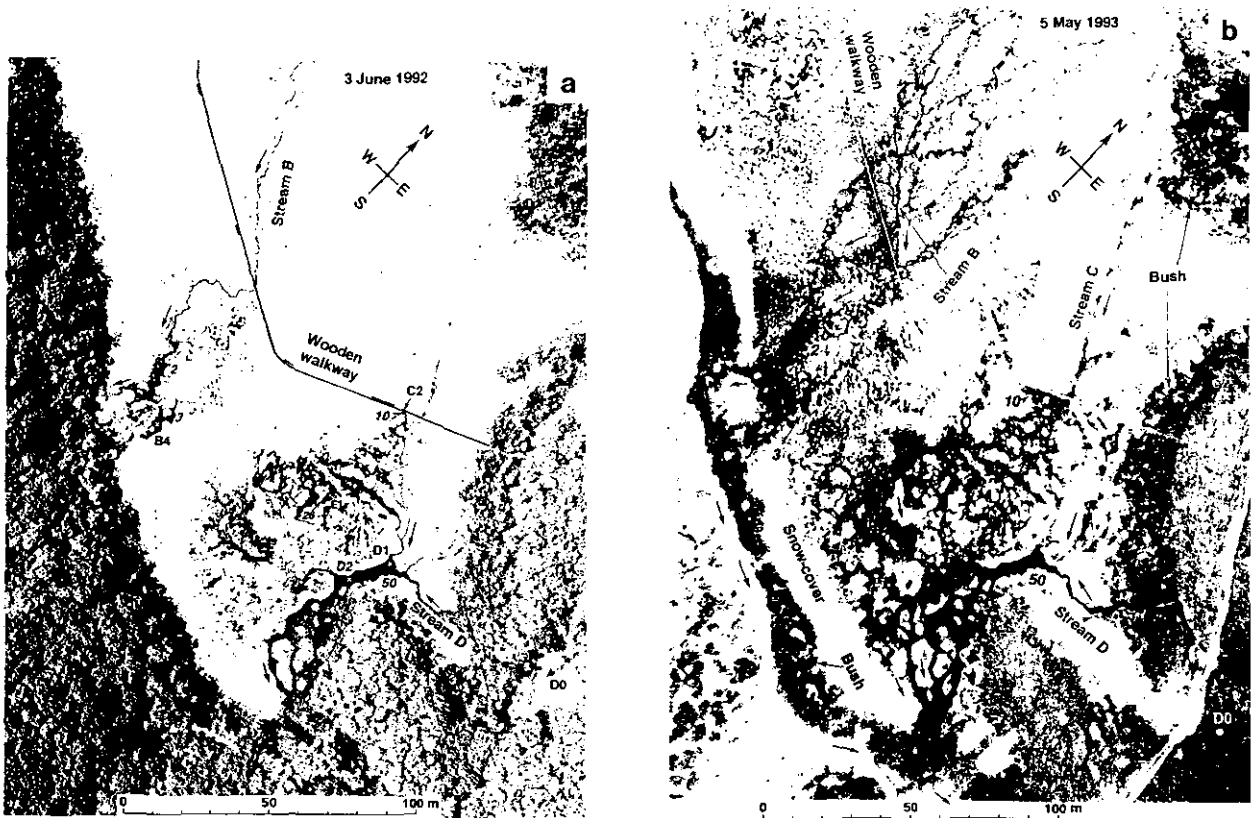


図 5 初夏 (a) と融雪期 (b) における宮床湿原の池塘の冠水状況の比較
 a: 1992年6月3日撮影の空中写真に基づき作成; b: 1993年5月5日撮影の空中写真に基づき作成。

Fig. 5 A comparison of inundance of pools between early summer and during snow melt in Miyatoko Mire
 a: Map drawn based on the aerial photograph taken on 3 June 1992; b: Map drawn based on the aerial photograph taken on 5 May 1993.

に比べ流量は少ないものと考えられる。また水路の流出部で水量の低下する理由が伏流によるのか流量が少ないための誤差によるのかは明らかでない。

湿原内の地下水は地形傾斜に沿って流れていると考えられ、北から南への傾斜に沿って地下水全水頭は低下している。但し湿原の短軸方向、すなわち北東-南西方向断面では、南西の縁ではなく、少し湿原の内側に入った部分に地下水が集まるようである (平田ら, 1995a)。

つぎに湿原に流れ込む栄養塩量を推定してみる。まず降水については、田淵・高村 (1985) のまとめた国内での実測値から雨量800~1700mmの地域での年間負荷量を用い、リン 0.04 g m^{-2} 、窒素 1 g m^{-2} と考える。6.5haの湿原全体ではリン2.6kg、窒素65kgとなる。湿原北東側 (伝上山南西斜面) の面積22.5haの集水域森林から到達する水は、湿原の下り斜面に沿って湿原内に到達すると考えられる。しかしながら湿原南西側の面積23.7haの集水域森林から到達する水の大部分は、湿原南西端の水路に集まり、湿原外に流出するものと考えら

れる。森林からの降水栄養塩の流出率を、リンは降水の75%、窒素は降水の30%とすると (田淵・高村, 1985)、22.5haの集水域森林から湿原へ到達する負荷量は、リン6.8kg、窒素68kgとなる。この量は直接降り注ぐ量のそれぞれ2.6倍 (リン)、1.0倍 (窒素) となる。湿原面積より大きな集水域をもつ宮床湿原では、集水域から到達する栄養塩類の影響を無視できないことが示唆された。

融雪期には湿原内では表層の勾配に沿って北から南へ融雪水が流れる。集水域では、湿原北側の伝上山南西斜面の雪が他の斜面よりも早く融け、湿原に流れ込む。口絵, 1993年5月5日撮影の空中写真では湿原北側の斜面、すなわち南西向き斜面の雪が融けて、湿原南東部の水位が上昇していることが示されている。一方南側の斜面にはまだ雪が残っている。このようにして湿原の水路Bより南東側半分は広範囲にわたって冠水する (図5b, 口絵参照)。この時、湿原土壌及び池塘には多くの栄養塩が供給されると考えられる。ただし栄養塩濃度の分析結

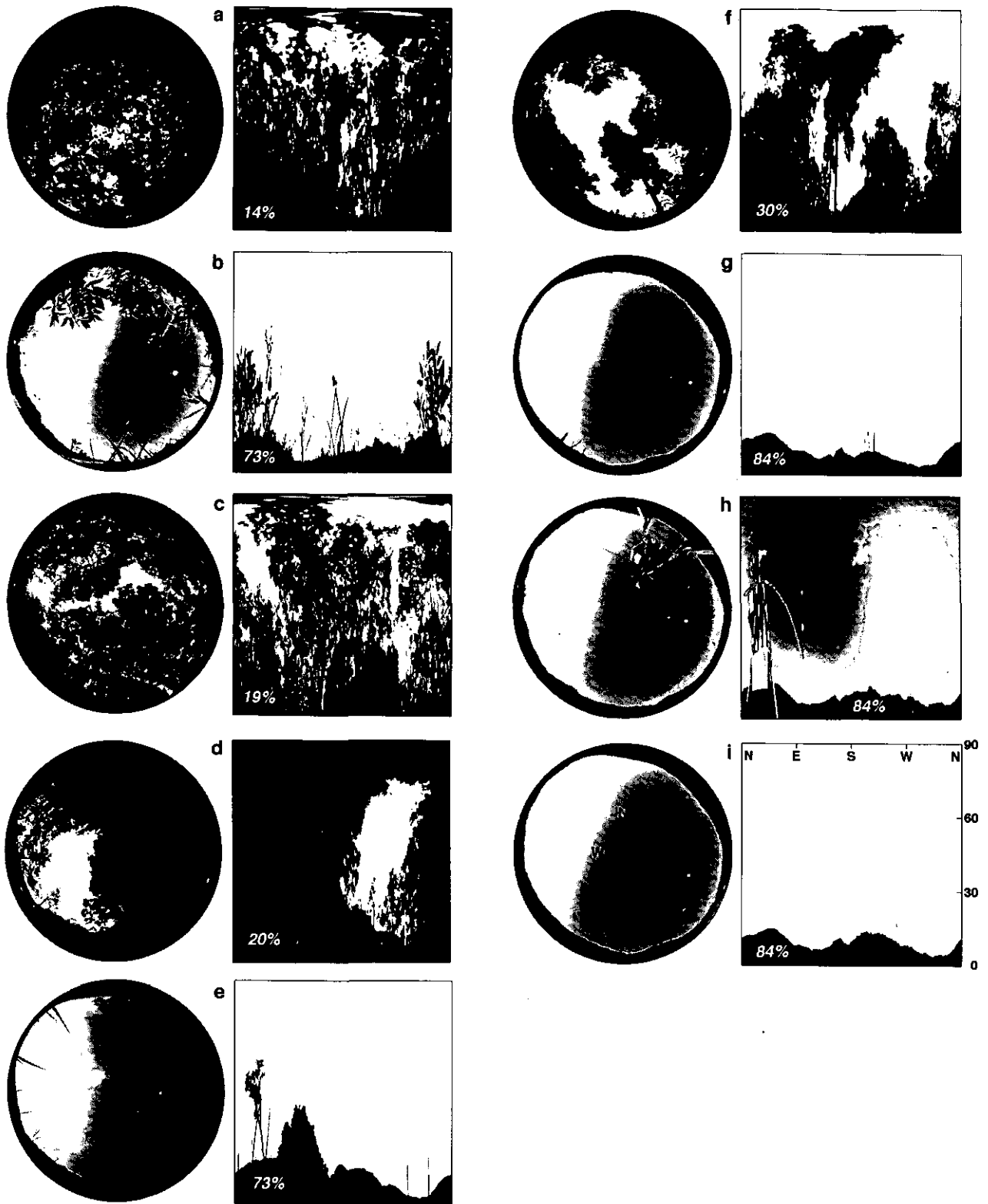


図 6 調査地点の全天写真

左の全天写真は地図上の方位に対応するように左右鏡像変換をし、右側の図はさらに極座標変換を施したものである。各図内の数値は全天中の空間開口率、a: 地点 A0; b: 地点 A2; c: 地点 A4; d: 地点 D0; e: 地点 D2; f: 地点 D4; g: 地点 B2; h: 気象観測装置設置地点; i: 湿原中央木道上

Fig. 6 Whole-sky photographs at sampling sites

Photographs were flipped into mirror images so as to coincide with the compass direction (left) and then transformed from polar axis system to normal axis system (right). Percentage value in the figure shows percentage of open sky to whole sky. a: Site A0; b: Site A2; c: Site A4; d: Site D0; e: Site D2; f: Site D4; g: Site B2; h: Site beside the meteorological monitoring tower; i: Center of the mire on the wood walk.

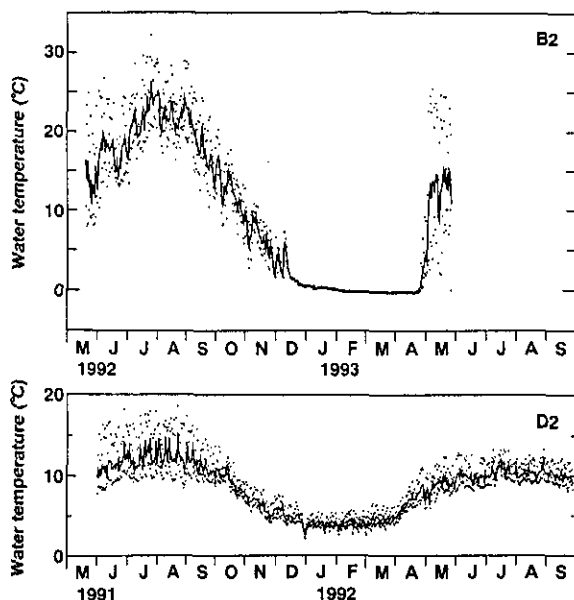


図 7 宮床湿原の池塘の日最高・最低水温及び日平均水温
a: 地点B2 (池塘4); b: 地点D2 (池塘50).
Fig. 7 Daily maximum, minimum and mean water temperatures in pools of Miyatoko Mire
Upper panel: Site B2 (Pool 4); Lower panel: Site D2 (Pool 50)

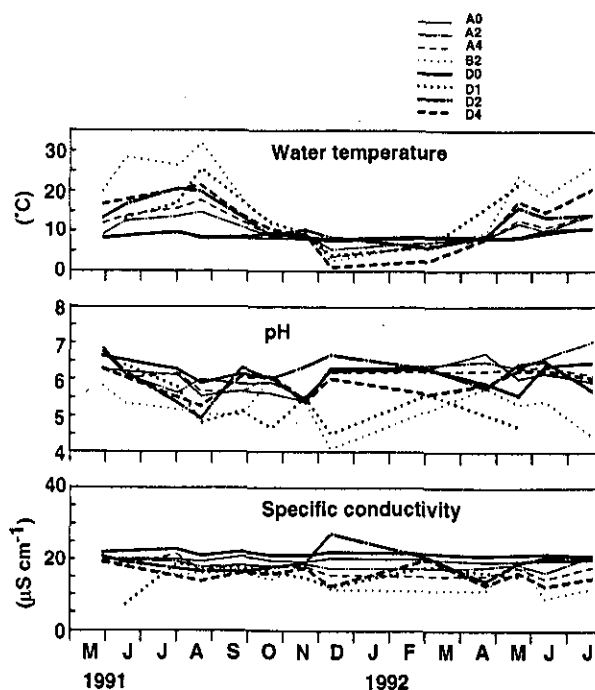


図 8 宮床湿原の湧水, 水路, 池塘の水温, pH, 電気伝導度の季節変動
Fig. 8 Seasonal changes in water temperature, pH and specific conductivity in springs, streams and pools in Miyatoko Mire

表 3 宮床湿原の湧水, 水路, 池塘の物理・化学特性と植生. 水温, pH, 電気伝導度は最小値と最大値を示す。

Table.3 Physico-chemical features and vegetation of the sampling sites in waters of Miyatoko Mire.

Minimum and maximum values are shown for water temperature, pH, and specific conductivity.

地点 Site	水深 Depth (cm)	幅 Width (m)	流速 Current speed (m s ⁻¹)	植生 Vegetation	底質 Sediment	水温 Water temperature (°C)	pH	電気伝導度 Specific conductivity (µS cm ⁻¹)
A0 小清水湧水 Koshimizu Spring	10	1.5	0.0	植生なし No vegetation	粘土, 落葉 Clay, litter	7.5 ~ 11.1	5.38 ~ 6.71	15.0 ~ 24.1
A2 水路A, 木道上流 Stream A, upstream of walkway	20	0.5	0.5	スゲ属 <i>Carex</i>	落葉 Litter	5.5 ~ 14.8	5.49 ~ 7.05	12.8 ~ 25.7
A4 水路A流出部 Stream A, outlet	20	1.5	0.5	フトヒルムシロ <i>Potamogeton</i>	シルト, 落葉 Silt, litter	3.6 ~ 17.8	5.45 ~ 6.35	10.7 ~ 22.0
B2 水路B, 木道上流 Stream B, upstream of walkway	15	0.3	0.1	ヨシ, ミズゴケ <i>Phragmites, Sphagnum</i>	落葉 Litter	2.6 ~ 31.9	4.08 ~ 6.03	7.6 ~ 22.7
C2 池塘10 Pool 10	20	3.0	0.0	ヒツジグサ, ミズゴケ <i>Nymphaea, Sphagnum</i>	落葉 Litter	2.4 ~ 17.0	4.81 ~ 5.35	11.5 ~ 18.7
E1 池塘26 Pool 26	20	3.0	0.0	ヒツジグサ, ミツガシワ <i>Nymphaea, Menyanthes</i>	落葉 Litter	2.5 ~ 28.4	4.69 ~ 5.18	9.8 ~ 16.3
D0 大清水湧水 Oshimizu Spring	20	2.0	0.0	植生なし No vegetation	粘土, 落葉 Clay, litter	8.0 ~ 10.8	5.39 ~ 6.63	16.6 ~ 29.3
D1 池塘50 Pool 50	20	1.5	0.0	ミツガシワ <i>Menyanthes</i>	落葉 litter	4.0 ~ 25.6	4.50 ~ 6.39	6.4 ~ 20.6
D2 池塘50 Pool 50	30	5.0	0.0	ミツガシワ, ヒツジグサ <i>Menyanthes, Nymphaea</i>	落葉 litter	5.9 ~ 20.6	4.92 ~ 6.83	11.0 ~ 25.0
D4 水路D流出部 Stream D, outlet	40	5.0	0.0	ミズバショウ <i>Lysichitum</i>	粘土, 落葉 Clay, litter	1.1 ~ 21.4	5.25 ~ 6.28	7.9 ~ 18.6

果からは融雪期の窒素・リン濃度の上昇は明瞭ではないため(平田ら, 1995b), 更に検討が必要である。栄養塩の供給に加え, 融雪後の地温・水温の急激な上昇(図3b, 7)も, 生物活性を加速すると考えられる。湿原の生物のダイナミクスと機能を明らかにする上で今後の検討課題である。池塘50における底生動物, ユスリカ幼虫の二次生産量は富栄養水域で報告されている値に匹敵していた(岩熊, 1995)ことも, このような栄養塩の水界生態系への供給を考慮すれば理解できる。

7 土壌と湿原の成因

鈴木・西田(1973)がまとめた湿原内20カ所におけるハンドオーガーによるボーリング調査結果では, 湿原中央部の泥炭層下部までの深さは約6mであった。そしてどの深さの泥炭層からも, ヨシヤスゲの遺体が確認されている。また彼らの報告では, 湿原の長径方向すなわち北西-南東方向の断面は, 泥炭層の下部の粘土層が湖盆状をなしていることが示されている。叶内(1991)が行ったボーリング調査では5.6mの泥炭層の下位には青灰色の粘土層が隣接し, この地域がかつて湖沼であったことが示唆されている。泥炭層下部の445~510cm深さには珪藻殻が集中して出現している(鈴木・西田, 1973)。

叶内(1991)によれば, 泥炭層下部(550~559cm深さ)の14C年代は11990±250yBPであった。また崔・日比野(1985)の採取した泥炭層(275~300cm深さ)の14C年代は7000±50yBPであった。この層より深い360~420cmの層は, 花粉分析の結果寒冷な気候を示すトウヒ(*Picea*)-モミ(*Abies*)-ツガ(*Tsuga*)-マツ(*Pinus*)-カラマツ(*Larix*)-シラカンバ(*Betula*)の花粉帯であった(崔・日比野, 1985)。

以上から宮床湿原は最終氷期の29000~20000年前以降10000年前までの温度上昇期の末期に泥炭が形成され始めたといえる。その起源は湖沼と考えられる。泥炭はヨシヤスゲなどフェンの構成植物で, 現在の植生と大きな違いはなかったものと思われる。ミズゴケ類も現在と同様分布していたのであろう。この湿原の成立初期には, 南西側の集水域からも栄養塩が流入していたものと考えられる。鈴木・西田(1973)は, 湿原全般にわたって深さ100cm前後の泥炭層から木が出現したことから, 一時期森林であったのではないかと推測している。今回の調査でも泥炭の140~150cm深さに木質層が確認されている(隅田ら, 1995)。湿原の変遷過程の解明にはさらに

詳しい調査が必要と考えられる。

宮床湿原については, これまでのボーリング調査では, 火山灰層(=テフラ)の存在については報告されていない。日本の湿原の多くが, 栄養塩に富む火山灰の供給を頻繁に受けていたこと(Wolejko and Ito, 1986), 及び近隣の駒止湿原や矢の原湿原からも火山灰層が認められており(駒止湿原保存対策調査会, 1989; 叶内, 1991), 宮床湿原においても火山灰が供給されていた可能性があり, 今後の検討課題である。

8 おわりに

宮床湿原が集水域からの流入と湧水の影響を強く受けていることが示唆された。融雪時の栄養塩供給と温度上昇が湿原生態系の維持にどうかかわっているかについては今後の検討課題と考えられる。また湿原の成立過程についても推測の部分がかなりあり, 今後の課題である。これらの課題の解明は, 湿原の保全を進める上で多くの示唆を与えるであろう。宮床湿原の気象特性は付近の南郷気象観測所の観測結果とは異なっていた。しかしながら欠測も生じており, 年間降水量の測定など環境のより正確な把握が今後必要である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり, また報告をとりまとめるにあたり, 助言をいただいた福島大学榎村利道博士ならびに岩手大学竹原明秀博士に感謝致します。

引 用 文 献

- 馬場義伸(1969): 宮床湿原調査資料。南郷村湿原調査委員会, 20pp.
- 福島地方気象台(1990, 1991, 1992, 1993): 福島県気象月報。
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫・唐常源(1995a): 宮床湿原の地下水と表流水の水質変動。国立環境研究所報告, R134, 23-33.
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫(1995b): 宮床湿原水質・地下水位観測データ。国立環境研究所報告, R134, 177-180.
- 岩熊敏夫(1995): 宮床湿原の池塘におけるユスリカ幼虫の生産特性。国立環境研究所報告, R134, 127-136.
- 叶内敦子(1991): 山地湿原の発達史と古環境。植生史研究, 7, 15-23.
- 国土地理院(1990): 二万五千分の一地形図, 会津山口, 和泉田。
- 駒止湿原保存対策調査会(1989): 駒止湿原保存対策調査報告書。福島県田島町教育委員会・福島県昭和村教育

- 委員会, 159pp.
- Mitsch, W. J. and J. S. Gosselink (1993): *Wetlands, 2nd ed.* Van Nostrand Reinhold, New York. 722pp.
- 野原精一 (1995) : 宮床湿原の植物季節と景観. 国立環境研究所報告, R134, 81-87.
- 野原精一・岩熊敏夫 (1995a) : 宮床湿原の微地形, 水理環境と植物分布. 国立環境研究所報告, R134, 35-43.
- 野原精一・岩熊敏夫 (1995b) : 宮床湿原気象データ. 国立環境研究所報告, R134, 161-176.
- Pjavchenko, N. J. (1982): Bog ecosystems and their importance in nature. In: *Proceedings of International Workshop on Ecosystem Dynamics in Wetlands and Shallow Water Bodies, Vol. 1.*, pp. 7-21 (cited by W. J. Mitsch and J. S. Gosselink 1993).
- 崔基龍・日比野紘一郎 (1985) : 福島県宮床湿原大谷地湿原における花粉分析の研究. 宮城県農業短大学術報告, 33, 81-82.
- Sakamoto, M. (1982): The chemical composition of pool waters on the Ozegahara Moor and its ecological significance. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the High-moor in Central Japan* (ed. H. Hara), pp. 243-261, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- 隅田裕明・岡 洋一・棚橋弘子・山本一彦 (1995) : 宮床湿原の泥炭土壌の有機物組成と理化学的特徴. 国立環境研究所研究報告, R134, 151-159.
- 鈴木静夫・西田英郎 (編) (1973) : 湿原の生態学. 内田老鶴園新社, 東京, 399pp.
- 田淵俊雄・高村義親 (1985) : 集水域からの窒素・リンの流出. 東京大学出版会, 東京, 226pp.
- 竹原明秀 (1995) : 宮床湿原とその周辺地域の植生. 国立環境研究所報告, R134, 45-78.
- Wolejko, L. and K. Ito (1986): Mires in Japan in relation to mire zones, volcanic activity and water chemistry. *Jpn. J. Ecol.*, 35, 575-586.
- Zoltai, S. C. (1987): Peatlands and marshes in the wetland regions in Canada. *Mem. Entomol. Soc. Canada.* 140, 5-13.

2 宮床湿原の地下水と表流水の水質変動

Chemical Change of Ground and Surface Waters in Miyatoko Mire

平田健正¹・野原精一²・岩熊敏夫²・唐 常源³

Tatemasa HIRATA¹, Seiichi NOHARA², Toshio IWAKUMA² and Changyuan TANG³

要 旨

本報告は1991年と1992年の観測結果を基に、宮床湿原の地下水流れ、地下水質と表流水質の特徴をまとめている。

宮床湿原の地下水は、一部は北西端から流出するものの、おおむね地形傾斜に沿って南東端から流出している。地下水の観測は50cm以深を対象にしているが、NH₄-NやSiO₂濃度が高く、滞留時間の長い、嫌気的な雰囲気にある泥炭地特有の性質を持つことも明らかになった。

湿原内にはいくつかの水流れが見られ、このうち主要な2本は湧水を起源としている。この表流水質の季節変化や流下方向変化を調べた結果、pH、SiO₂、Na、Kは湧水より湿原出口で濃度減少する傾向にあり、NH₄-N、Ca、Mgは両者に大差ないか、湿原出口で濃度上昇する傾向にあることが判明した。ただ、50cm以深の地下水はNH₄-NやSiO₂濃度が高まっており、これらの地下水の流出からは表流水質の変動パターンを説明することはできない。これに対し、地形傾斜に依存する湿原西側に形成される池塘の水質は、pHやSiO₂濃度が湧水より低く、NH₄-NやMg濃度が上回っていることから、地表面のごく近くにある土壌との接触時間の短い地下水の流出が、表流水質の変動をもたらしていることも明らかになった。

Abstract

The characteristics of the groundwater flow and chemical compositions of the ground and surface waters were clarified in Miyatoko Mire in 1991 and 1992. In general, the groundwater flew along the topological gradient of the mire from northwest to southeast although some amount leaked from the northwest margin. High NH₄-N and SiO₂ concentrations were observed for ground water at 50 cm depth, indicating that the ground water underwent anoxic conditions in peat soil due to a long retention time. Two major streams originated from springs flew through the mire. The pH value and the concentrations of SiO₂, Na and K decreased along the stream whereas those of NH₄-N, Ca and Mg remained constant or increased downstream. NH₄-N and SiO₂ concentrations were much higher in ground water deeper than 50 cm in the soil. The ground water might not have leaked into surface water. In ponds at the foot of the slope, higher pH value and SiO₂ concentration and lower NH₄-N and Mg were observed as compared with spring water. The fact indicated that the ground water retained for a short period in the near surface soil might have affected the chemical composition of surface water.

1. 国立環境研究所 地域環境研究グループ
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Regional Environment Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan
2. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan
3. 千葉大学大学院自然科学研究科
〒263 千葉県千葉市弥生町1-33
Graduate School of Science and Technology, Chiba University, 1-33 Yayoi-machi, Chiba, Chiba 263 Japan

1 研究目的

地下水は水界での水循環過程できわめて大きなバッファ効果を有し、流域からの水流出を調整するとともに、土壌水分や地表面からの蒸発散量と密接に関係している。一般に、地表面が植物で被覆されているときには、降雨時でも総降雨量が100mm以上の豪雨でない限り、河川に流出する水の95%以上は地中水(土壌水+地下水)で占められている(Hirata and Muraoka, 1988)。なかでも、湿原の地下水は地表面のすぐ近くにあり、地下水の流れや滞留特性は湿原の生態系維持に大きな役割を果たしている。言い換えると、流域変更や土地利用改変によ

る地下水流れや土壌水分の急激な変化は、湿原生態系に生息する種の変化をもたらす、湿原そのものの消失につながる恐れもある。

地下水は、降雨浸透や周辺流域境界から供給される水で涵養されているが、表流水と比べて流れは圧倒的に遅い。普通は一日数十 cm を流れる程度で、1 m を越えれば速い地下水流れである。そのため地下水の時空間的な水質変化は、地上の土地利用形態や流下過程での生物・化学的反応についての情報を有するし、表流水の水質と比較すれば地下水の流出や滞留特性など、流域の水循環を知る手がかりにもなる。その一方で、一度枯渇すれば元に復することはきわめて難しいことになる。これらの特性を持つ地下水の挙動をいくつかの湿原で明らかにできれば、湿原内の生物種の分布や遷移過程を説明できる可能性がある。さらに、湿原の安定的な維持機構についても知見を提供することができると期待される。本研究は、地下水の湿原維持に果たす役割を明らかにすることを目的に、福島県南会津にある宮床湿原で地下水や表流水の調査を行った。本報告はその結果の一部をまとめたものである。

2 現地観測

2.1 観測地点

宮床湿原は福島県南会津の伝上山の中腹にあり、標高約830mに位置する。周囲が山で囲まれており、湿原面

積は6.5ha、地形図の分水境界から求めた集水面積は54.1haである。図1には現地で行った測量から標高差10cm間隔で湿原の地形図を描いている。湿原は周縁部も含めると長軸方向に約400m、短軸方向に約170mの楕円に近い平面形を有している。図1は湿原内のある地点を起点に相対的な標高差を示しているが、地形は北西から南東に向かって傾斜し、長軸方向400mで2.2mの高低差がある。そのため湿原地下水は、この地形傾斜に沿って北西から南東に向かう基本的な流れ構造を持つと考えられる。

湿原周縁部では周辺山地からの地下水の浸出がみられ、特に小清水湧水(A0)と大清水湧水(D0)が卓越しており、いずれも湿原内を流れ、それぞれ湿原の両端から流出している。この2つの流れに加えて、BとCの2本の流路が形成されており、3～4月の雪溶け時から7月や9月の雨期にかけて表流水がみられる。

この湿原内の地下水流れを調べるため、湿原の長軸方向に設置された木道を利用してW1からW4までの4地点と、長軸方向流れの流水Dに流出すると考えられるW5の合計5地点を定期観測地点とした。W1地点では地表面から0.5mと1.5mの2深度、W2からW5の4地点では0.5、1.5、2.5mの3深度まで、それぞれ内径2cmの塩ビパイプを埋め込み観測井とした。W1地点では、2.5m深付近で粘土が現れたため、地下水の観測は深度1.5mまでとしている。鉛直方向に多点で地下水を観測

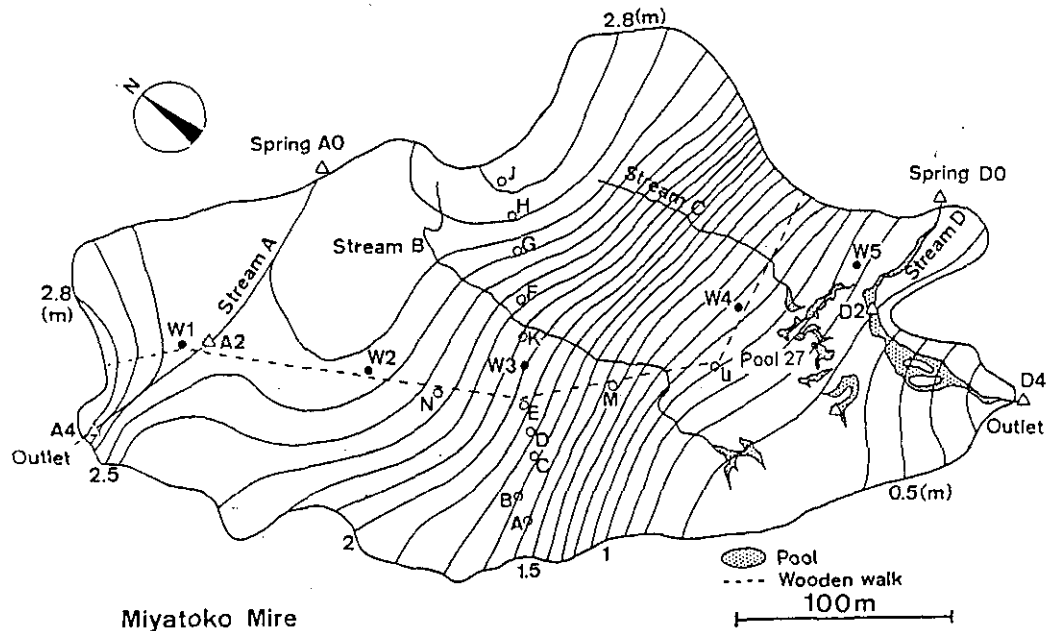


図 1 宮床湿原の地形図と観測地点

Fig. 1 Geographical map and measurement locations in Miyatoko Mire

するのは、地下水質の鉛直分布に加えて、地下水位の違いから地下水の鉛直方向流れを調べるためである。これら5地点の他に、湿原中央部では短軸方向の地下水流れを調べるためAからJまでの9地点と、長軸方向観測を補完するためのL, M, Nの3地点を追加した。これら12観測井の深度は1mである。

2.2 観測項目と水質分析

現地調査は、地下水位の観測と水質分析用の地下水と表流水の採取である。現地観測は、積雪の多い1月から3月を除き、月1回の割合で1991年より継続している。地下水位についてはW1からW5の5地点とこれ以外に設けた12地点で毎回測定し、地下水試料はW1からW5の5地点で採取している。表流水は、流水Aについては小清水湧水(A0)と流出地点A4, 流水Dについては大清水湧水(D0), 流出経路の中程にある池塘(D2)と流出地点のD4で毎回採取した。これら以外にも、適宜表流水を湿原内で採取している。

分析項目は、一般溶存物質濃度とpH, 電気伝導度(SC, 25℃換算)である。このうち、NaとKは炎光光度計、これら以外の物質はテクニコンオートアナライザーに依った。

3 地下水の流れと水質変化

3.1 鉛直方向流れ

地下水のポテンシャルは同じ観測地点でも鉛直方向に異なり、このポテンシャルの違いによって地下水は鉛直方向にも、水平方向にも流れている。図2には1991年5月から1992年11月までの各観測地点のトータルポテンシャル、すなわち基準点から測定した各観測井の地下水面の高さ(全水頭)をcm単位で描いた結果である。本研究では、水頭の基準点を地形図の基準点と同じとしているため、地下水の全水頭が地形図の標高と等しい場合は、地下水面は地表面にあることを示す。また図2には月雨量も載せているが、この値は宮床湿原の入り口にある南郷測候所の観測値を用いた。1990年から1993年までの年降水量(1月から12月まで)は、それぞれ1219, 1628, 1310, 1440mmで、平均値は1399mmであった。ただし、1991年2月17日から2月28日までの雨量は欠測しており、この期間は西会津の観測値を用いている。また解析対象とした1991年と1992年の可能蒸発散量をハーマン公式(土木学会, 1963)を用いて算出すると、それぞれ714,

680mmであり、流出に寄与する有効降水量は1991年: 914mm, 1992年: 630mmとなる。これらの値をみると、1991年の年降水量は4年間の平均値より229mm多く、また、有効降水量にしても1992年に比べて284mm多い多雨の年であったことが分かる。なお、宮床湿原は南郷測候所より標高にして300m程度高いため、湿原内の降雨量はこれらの観測値より数百mm多いと予想されるが、定性的な水移動の解析には支障ないものと考えられる。

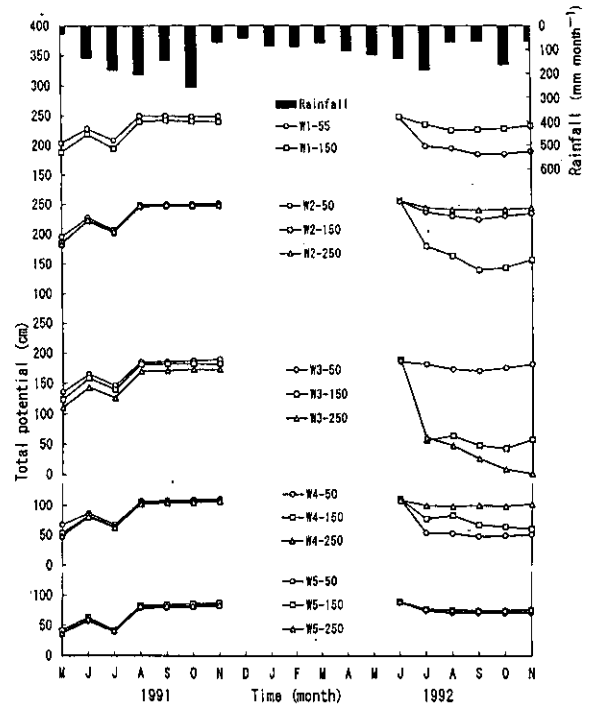


図 2 鉛直方向の地下水全水頭の季節変化

W1からW5に添えている数値はcm単位の井戸の深さを表す。

Fig. 2 Seasonal change of total potential of groundwater in vertical direction. The values following the well number of W1 to W5 denote the well depth.

各観測地点での鉛直方向の地下水の全水頭を比較すると、1991年と1992年では大きな違いが認められる。1991年では各観測点とも深度方向に全水頭の差は少なく、また浅い地下水(浅い観測井)ほど全水頭が大きく、地下水は鉛直下向きに動いていることが分かる。これに対して、1992年の全水頭には各観測井とも深度方向にかなりの差の現れていることが読み取れる。すなわち、観測井W1やW4では深い観測井ほど全水頭が大きく、地下水は鉛直上向きに、W3では鉛直下向きに流れていることを示している。W2では50cm深では下向きに、250cm深

では上向きに流れていることも分かる。また、湿原内で地下水の最下流に位置するとみられる W5 地点では 1991 年と同様、全水頭は鉛直方向に大きな差は現れていない。

これらの結果には降水量が強く影響していると考えられる。地下水は月 1 回の観測であり、個々の降雨に対する詳細な地下水位の応答を調べることはできないが、だいたいの地下水の挙動は推測できる。降雨量の多い 1991 年では地下水位が上昇し、多量の水が湿原内に貯留されていたとみられる。例えば、湿原北西に位置する W1 地点では 8 月以降全水頭は 250cm を維持し、この値は W1 の標高 2.49m にほぼ等しいことから、地下水面は地表面付近にあったことを示している。つまり地表面下はすべて水で満たされ、鉛直方向に水頭差ができなかったことを表している。一方、1992 年では降雨量が少なく、地下水面も 1991 年に比べて低下しているため、地形・地質特性に応じた鉛直上向きや下向きなどの地下水本来の特性が現れた結果と考えられる。

3.2 水平方向流れ

宮床湿原内には図 1 に描いたように 4 本の流路が形成されている。このうち、流水 A は北西端から流出し、他の 3 本の流水 B, C, D は南東端に向かって流れている。これらの表流水の動きからも北西に位置する地下水の一部は流水 A に沿って流出し、他の大部分の地下水は南東に向かって流動していると推定できる。

こうした地下水の水平流動を把握するため、図 3 には図 2 と同じ資料ではあるが同じ深度の地下水の全水頭の季節変化を描いた。各観測井での水頭差を比較すると、W1 と W2 の 50cm 深については 1991 年にはほとんど差はなく、1992 年には W2 の方が上回っている。さらに、150cm 深では 1991 年にはわずかではあるが W2 が、逆に 1992 年には W1 の方が高い。このように年によって地下水の流れは一樣ではないが、W1 や W2 の地表面近くの地下水はおおむね湿原北西端に向かって流出しているとみられる。図 1 に描いたように、湿原東部から北西端に向かってテラス状に標高 2.8m の等高線が伸びており、この地形傾斜に沿った地下水の流動を反映した結果と考えられる。

深度 150cm と 250cm の全水頭は、1991 年には W2, W3, W4, W5 の順に減少しており、これらの地下水は長軸方向の地形傾斜に沿って湿原南東端に向かって流れていると考えられる。1992 年には、W3 地点の 150cm と 250cm

深でかなりの全水頭の低下が観測されており、また W4 と W5 の 50cm 深で全水頭は逆転しているが、全体としては地形傾斜に沿った流れが卓越していると考えて差し支えない。

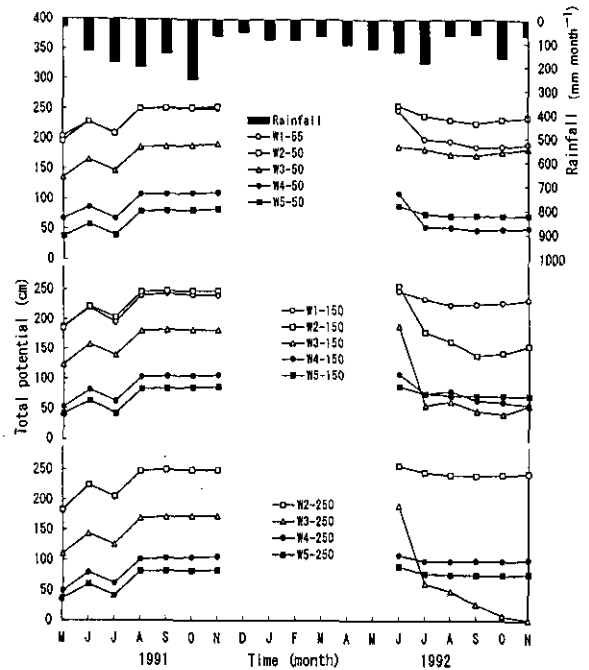


図 3 湿原長軸方向の地下水全水頭の季節変化
Fig. 3 Seasonal change of total potential of groundwater in longitudinal axis of Miyatoko Mire

さらに、図 4 は湿原短軸方向の全水頭の季節変化を描いている。観測井 A から J (図 1 参照) までの全水頭をみると、西からは A, B, C の順に、また東からは J, H, G, F, K, E, C の順に低下している。観測井 B と C の全水頭にはほとんど差がなく、これらの結果は湿原東端と西端において周辺山地から供給された地下水は地点 B や C に集水されることを表している。さらに長軸方向観測を補完するために設けた L, M, N 地点の全水頭も図 4 に載せているが、これらについても N, M, L の順に全水頭は減少しており、湿原南東端に向かう長軸方向流れの卓越していることを示している。

以上の観測結果より、宮床湿原の地下水は北西の一部で流水 A に沿った流出成分はあるものの、他の大部分は地形傾斜に基づく長軸方向流れが支配的であり、南東端に流出していると結論できる。

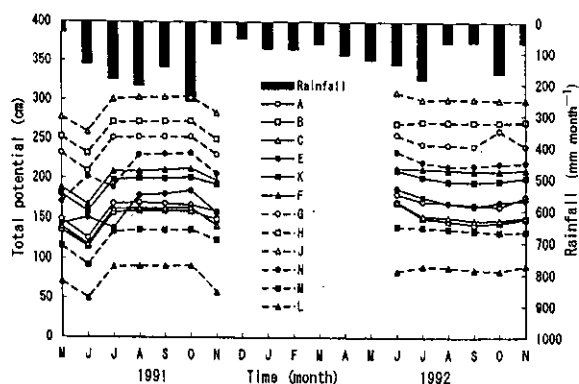


図 4 湿原短軸方向の地下水全水頭の季節変化
Fig. 4 Seasonal change of total potential of groundwater in lateral axis of Miyatoko Mire

3.3 地下水質の特徴

地下水流れはゆっくりしており、水質も通常は大きな変動はなく、安定的に推移する。宮床湿原では、図 5 に示すように pH に季節的な変動、すなわち夏季に高まり、秋季から冬季にかけて低下する傾向は認められる。Na にも春季から夏季にかけての濃度の高まりと冬季に減少する変動はみられるが、これ以外の物質については系統的な季節変動を見いだすことはできなかった。そのため表 1 に 1991 年と 1992 年の湿原地下水について、年平均値と最大値、最小値をまとめた。

W1 から W5 までの地下水流れについて、観測年や観測地点によっては鉛直上向き成分や下向き成分を持つ。こうした地下水流れを解析するには、通常は地下水流れの方に観測地点を設ける必要があるが、厳密な観測網を構築すると湿原植生を傷める恐れがある。そのため本研究では湿原内の木道を利用して観測しており、W1 から W5 の観測井は必ずしも地下水流れに合致しているわけではない。こうした事情はあるが、それでもいくつかの湿原固有の特徴を見いだすことができる。まず一般の表流水と比べて、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はかなり低く (平田・村岡, 1992)、これとは逆に $\text{NH}_4\text{-N}$ や SiO_2 濃度は高まっている。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、W2 から W4 では 2 年間の観測を通して年平均値でも 1 mg l^{-1} を超え、 SiO_2 濃度についても年平均値で 30 mg l^{-1} を超過する観測地点が多い。 SiO_2 は土壌起源の物質であり、水と土壌との接触時間の長いほど濃度は高まるが、この特徴から考えて湿原地下水の滞留時間はかなり長いと予想される。また、 $\text{NO}_3\text{-N}$ がほとんどなく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の高まりから、宮床湿原の地下水は泥炭地特有の嫌氣的雰囲気にあることも分か

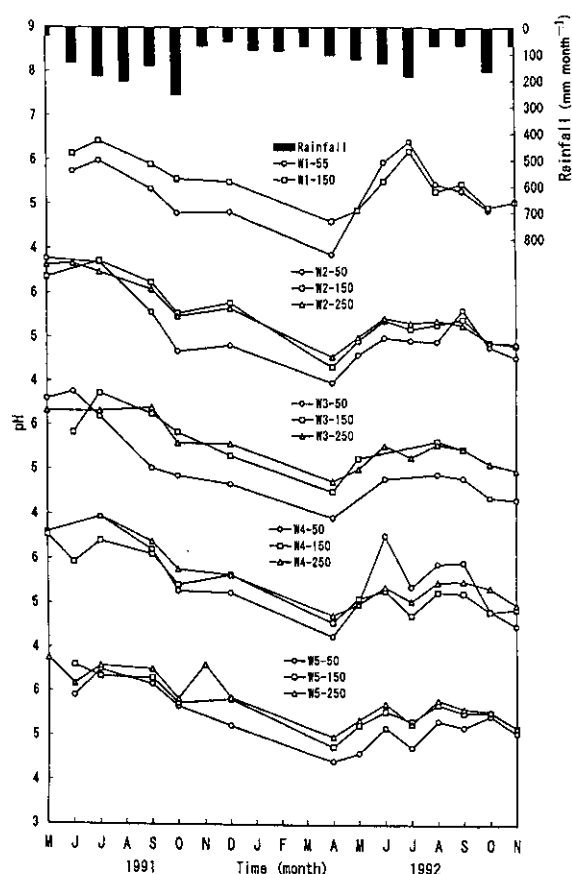


図 5 地下水の pH の季節変動
Fig. 5 Seasonal change of pH in groundwater of Miyatoko Mire

る。

図 6 には、1991 年の観測例を用いて湿原地下水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と SiO_2 濃度の空間的なパターンを描いている。W1 から W5 の濃度は、各地点とも左から深度 50, 150, 250 cm の観測値である。一般に、深くなるほど水と土壌との接触時間は長くなるため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と SiO_2 はともに深い地下水ほど濃度の高まっている地点が多い。図に見るように、W1 の SiO_2 濃度は他の 4 地点に比べて低く、滞留時間の短い地下水といえる。さらに、W1 の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は W2 から W4 の値に比べても低くなっている。これらの特徴に加えて、3.2 で述べたように、湿原北西部の地下水は流水 A に沿って流出していると考えられることから、長軸方向の地下水とは流動や滞留特性の異なる地下水であることが再確認できる。

施肥や土地利用改変などの人為的な影響が付加されない限り、地下水質には急激な変化は生じにくい。こうした流動に伴う地下水質の変化は、図形処理し、水質のパターンとしてとらえることが多い。本研究でもこれに倣って、1992 年 8 月 18 日の観測例を用いてヘキサダイア

表1a 宮床湿原の地下水質 (1991年)

Table 1a Groundwater chemistries of Miyatoko Mire in 1991

		NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SiO ₂	Cl	SO ₄	Na	K	Ca	Mg	pH	Sec. (μS cm ⁻¹)
Apr.-Dec. 1991 (mg l ⁻¹)														
W1-55	mean	0.330	0.029	0.008	0.11	9.87	5.7	5.65	2.04	3.95	2.07	0.951	5.32	29.2
	max.	0.785	0.091	0.028	0.294	11.3	23.2	7.9	2.83	20.3	3.5	1.73	5.47	46.9
	min.	0.066	0.005	0	0.014	6.7	1.0	4.4	1.47	0.550	1.5	0.62	4.78	7.64
W1-150	mean	0.282	0.014	0.005	0.027	21.1	11.2	4.18	2.29	8.14	2.15	1.44	6.90	68.7
	max.	0.821	0.02	0.018	0.051	22.5	61.0	4.9	3.99	46.5	4.1	2.32	6.42	201
	min.	0.091	0.008	0	0.009	20.5	0.7	3.0	1.82	0.28	1.0	0.94	5.49	11.8
W2-50	mean	1.32	0.100	0.005	0.14	28.1	12.4	9.07	1.87	9.63	4.87	2.50	5.71	92.1
	max.	2.20	0.41	0.03	0.22	34.5	55.2	12.5	2.76	54.6	9.2	4.87	6.77	224
	min.	1.00	0.014	0	0.075	24.4	2.3	7.8	1.14	0.401	1.3	0.91	4.89	32.8
W2-150	mean	2.28	0.023	0.003	0.067	30.6	4.62	7.03	1.68	2.43	5.32	2.97	6.13	60.4
	max.	2.85	0.032	0.013	0.095	36.8	15.5	7.8	2.03	12.1	13.8	6.99	6.72	195
	min.	1.98	0.009	0	0.047	27.9	2.1	5.4	1.22	0.454	1.3	0.98	5.55	21.3
W2-250	mean	2.93	0.015	0.008	0.044	32.5	3.85	5.53	1.77	2.25	4.88	2.39	6.17	85.5
	max.	3.60	0.021	0.02	0.057	36.8	14.1	6.4	2.0	10.9	14.2	6.5	6.87	111
	min.	2.83	0.01	0	0.029	30.6	1.4	4.6	1.44	0.338	1.3	0.91	5.48	20.3
W3-50	mean	1.49	0.022	0.001	0.085	14.6	5.32	9.0	1.79	2.23	4.07	2.05	5.68	45.4
	max.	2.42	0.029	0.008	0.1	21.0	15.5	12.0	2.15	11.2	8.9	4.02	6.76	88.1
	min.	1.23	0.014	0	0.027	11.1	2.8	7.7	1.44	0.361	1.6	1.01	4.87	17.7
W3-150	mean	4.00	0.044	0.011	0.13	37.8	5.34	13.1	2.34	1.71	5.7	3.45	6.0	66.6
	max.	4.82	0.054	0.037	0.178	40.4	10.1	17.8	2.86	6.39	7.9	4.34	6.73	103
	min.	3.48	0.026	0	0.028	33.7	2.6	10.6	1.66	0.41	2.9	1.54	5.31	29.8
W3-250	mean	4.21	0.031	0.005	0.075	42.9	4.05	9.07	2.35	1.97	5.38	2.96	6.05	66.2
	max.	4.86	0.053	0.02	0.147	47.0	10.0	11.1	2.80	8.94	15.3	8.2	6.41	112
	min.	3.94	0.012	0	0.016	40.7	1.7	6.9	2.00	0.572	0.7	0.57	5.58	6.38
W4-50	mean	1.01	0.017	0.006	0.056	23.8	4.15	7.02	3.0	3.11	4.57	2.19	6.08	44.8
	max.	1.55	0.023	0.012	0.073	26.4	15.7	9.0	3.42	13.3	7.5	3.43	6.95	72.7
	min.	0.795	0.011	0	0.019	20.9	1.1	6.3	2.53	0.368	1.5	0.99	5.25	6.85
W4-150	mean	2.073	0.031	0.001	0.092	37.0	4.43	5.34	2.86	3.18	2.7	1.49	6.01	47.0
	max.	2.65	0.067	0.005	0.186	40.3	17.8	7.0	3.36	16.9	6.5	3.27	6.54	85.2
	min.	1.73	0.01	0	0.017	35.2	0.6	3.9	2.49	0.137	0.6	0.47	5.42	5.32
W4-250	mean	2.70	0.023	0.008	0.064	37.1	3.82	2.94	2.71	2.68	2.32	1.46	6.20	38.9
	max.	3.39	0.045	0.038	0.169	38.4	16.4	3.6	3.44	13.9	4.5	2.98	6.96	87.8
	min.	2.389	0.007	0	0.011	36.1	0.6	2.0	2.21	0.214	0.3	0.26	5.65	3.07
W5-50	mean	0.51	0.013	0.008	0.157	30.8	4.1	6.12	4.04	2.47	2.97	1.55	5.89	27.8
	max.	1.11	0.022	0.022	0.647	37.8	16.9	7.1	6.33	13.6	8.6	3.76	6.49	41.3
	min.	0.124	0.007	0	0.028	9.7	1.0	4.3	3.37	0.458	1.2	0.73	5.23	3.24
W5-150	mean	0.34	0.010	0.009	0.026	32.3	2.8	2.88	4.09	2.03	2.77	1.51	6.16	31.2
	max.	0.54	0.025	0.02	0.041	34.1	10.4	5.5	4.40	10.5	5.1	2.52	6.59	44.6
	min.	0.173	0.005	0	0.01	31.2	0.8	1.4	3.63	0.282	1.3	0.94	5.74	3.76
W5-250	mean	0.256	0.012	0.005	0.035	30.3	3.2	3.3	4.29	1.98	3.09	2.05	6.33	45.5
	max.	0.54	0.02	0.021	0.056	32.1	11.1	4.9	5.52	10.8	6.5	3.2	6.75	73.8
	min.	0.084	0.006	0	0.012	29.4	0.8	1.6	3.51	0.441	0.8	0.7	5.83	3.16

グラム (永井ら, 1983) を作成した。図7に示すように、主要な陽イオンと陰イオンをイオン当量で表現している。また、重炭酸濃度については、陰イオンと陽イオンのバランスから、陽イオンのカウンターイオン濃度として算出している。地下水流れに伴い風化や有機物の分解などにより陽イオン濃度が増加し、そのカウンターイオンとして重炭酸濃度が高まる。宮床湿原では必ずしも地下水の流動方向に観測されていないことに注意する必要があるが、湿原周縁からの流達距離の長いW4の250cm深やW5の150と250cm深で重炭酸濃度の増加が認められる。

4 表流水の水質

4.1 表流水質の季節変化

湿原内には4本の流路が形成されており、このうち主

要なAとDの流下に伴う水質変化を年平均値として表2にまとめ、図8(a)と(b)には流下に伴う表流水質の季節変化を描いた。pHについて、小清水湧水A0の年平均値は1991年:6.4, 1992年:6.1, 小清水出口A4では1991年:6.2, 1992年:6.1である。同様に、大清水湧水D0について1991年:6.5, 1992年:6.0, 大清水出口D4では1991年:6.1, 1992年:6.1となっており、いずれも年平均値から見れば湧水地点と出口で大きな違いは認められない。季節変動について、1991年の6月から8月にかけて降雨量の増加に対応するように小清水出口や大清水出口のpHは低下し、その後冬季に向かって増加する。さらに、冬季から春季の融雪期にかけて低下する変動を示す。

SiO₂濃度について、大清水湧水や小清水湧水には月1回の観測値という制約はあるが、観測期間を通して安定

表1b 宮床湿原の地下水質 (1992年)

Table 1b Groundwater chemistries of Miyatoko Mire in 1992

		NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SiO ₂	Cl	SO ₄	Na	K	Ca	Mg	pH	SC(μS cm ⁻¹)
Apr. -Dec. 1992 (mg l ⁻¹)														
W1-55	mean	3.50	0.042	0.026	0.593	10.1	6.22	6.33	2.47	4.02	1.88	0.573	5.30	27.8
	max.	6.82	0.137	0.069	1.15	14.5	10.0	10.7	3.41	9.52	4.0	0.73	6.39	57.8
	min.	0.982	0.008	0	0.047	5.7	3.7	4.6	1.31	1.22	0.5	0.29	3.85	11.6
W1-150	mean	0.454	0.007	0.025	0.022	22.3	2.06	4.24	1.74	0.729	1.79	1.18	5.25	21.7
	max.	0.887	0.014	0.071	0.057	23.3	3.7	5.7	2.82	1.97	2.4	1.37	6.18	36.2
	min.	0.11	0.003	0	0.009	21.4	0.7	2.7	1.13	0.31	1.3	0.98	4.6	9.8
W2-50	mean	2.902	0.013	0.007	0.132	22.8	3.83	7.26	1.66	1.30	1.06	0.753	4.81	23.2
	max.	6.03	0.019	0.041	0.481	26.6	4.7	9.1	1.99	2.68	1.9	1.13	5.62	36.6
	min.	1.82	0.009	0	0.037	3.8	3.1	5.9	0.970	0.567	0.5	0.5	3.96	10.0
W2-150	mean	3.43	0.02	0.005	0.075	25.2	4.1	7.1	1.94	1.55	0.7	0.503	5.07	26.8
	max.	4.14	0.042	0.024	0.148	29.0	5.5	10.6	2.70	3.62	1.6	0.74	5.42	47.1
	min.	2.67	0.012	0	0.032	4.9	2.8	5.3	1.08	0.680	0.2	0.33	4.32	11.9
W2-250	mean	3.78	0.016	0.005	0.047	27.8	3.04	7.17	1.70	0.971	0.971	0.651	5.11	29.8
	max.	4.07	0.021	0.024	0.061	31.3	3.6	10.1	2.21	1.93	1.7	0.85	5.44	52.1
	min.	3.29	0.009	0	0.032	12.4	1.8	5.7	1.28	0.643	0.7	0.51	4.58	12.1
W3-50	mean	2.43	0.022	0.005	0.059	13.8	5.1	10.4	1.78	0.985	1.38	0.838	4.56	20.9
	max.	3.05	0.03	0.024	0.073	15.9	7.5	11.7	2.52	1.58	2.4	0.88	4.9	35.2
	min.	1.74	0.017	0	0.051	11.2	3.8	9.5	1.24	0.552	1.0	0.78	3.92	11.1
W3-150	mean	5.23	0.06	0.018	0.185	37.1	6.8	14.8	2.75	2.03	1.33	0.855	5.22	40.1
	max.	5.83	0.094	0.073	0.279	38.3	9.9	16.5	3.60	2.99	2.9	1.18	5.64	58.3
	min.	4.79	0.039	0	0.101	36.1	5.0	10.9	1.63	0.719	0.7	0.59	4.51	15.7
W3-250	mean	6.20	0.020	0.007	0.180	42.2	4.44	9.99	2.80	2.30	1.03	0.623	5.23	41.4
	max.	6.88	0.03	0.041	0.288	42.7	7.0	11.7	3.52	6.05	2.4	0.87	5.57	78.0
	min.	4.93	0.014	0	0.088	41.9	2.3	8.3	1.70	0.872	0.3	0.41	4.74	13.8
W4-50	mean	1.97	0.008	0.012	0.039	24.0	2.37	5.5	2.12	0.893	0.733	0.517	4.72	22.4
	max.	2.53	0.01	0.024	0.046	27.1	3.6	6.7	2.37	1.26	1.0	0.68	5.04	26.5
	min.	1.38	0.005	0	0.031	20.8	0.9	4.8	1.86	0.529	0.3	0.36	4.27	14.5
W4-150	mean	2.73	0.013	0.004	0.038	37.1	1.81	4.94	2.48	0.870	0.786	0.491	5.04	28.5
	max.	3.23	0.024	0.016	0.054	37.6	2.4	6.1	2.94	1.37	1.9	0.68	5.41	40.2
	min.	2.45	0.009	0	0.023	36.6	0.7	3.6	2.02	0.492	0.2	0.25	4.58	12.8
W4-250	mean	3.28	0.005	0.010	0.011	35.8	1.8	2.29	2.19	0.726	0.743	0.593	5.25	30.1
	max.	3.57	0.011	0.024	0.015	37.1	2.1	3.0	2.48	1.06	1.9	0.83	5.69	46.2
	min.	2.97	0.003	0	0.006	33.3	1.0	1.4	1.83	0.363	0.3	0.48	4.75	12.6
W5-50	mean	0.570	0.012	0.006	0.048	35.8	2.09	4.84	2.9	0.865	1.31	0.781	5.08	19.7
	max.	0.823	0.017	0.024	0.088	36.7	2.8	8.0	3.62	1.13	2.1	0.84	5.49	28.1
	min.	0.213	0.008	0	0.033	33.7	0.8	3.8	2.52	0.588	1.0	0.73	4.43	10.8
W5-150	mean	0.870	0.004	0.008	0.006	32.8	1.94	1.93	3.44	0.579	2.47	1.45	5.42	27.9
	max.	1.40	0.009	0.016	0.009	33.5	4.1	3.0	4.81	1.58	3.2	1.86	5.88	49.2
	min.	0.342	0.001	0	0	32.4	0.6	0.7	2.87	0.287	1.3	0.98	4.78	12.7
W5-250	mean	0.543	0.008	0.004	0.007	30.5	1.94	2.33	3.36	0.643	2.19	1.59	5.52	28.5
	max.	1.17	0.012	0.014	0.014	31.0	3.5	3.9	4.24	1.45	3.5	1.69	6.09	52.5
	min.	0.28	0.001	0	0	29.9	1.3	1.1	2.86	0.277	2.4	1.41	4.99	12.7

的に推移している。年平均濃度も大清水湧水 D0で1991年：20.5mg l⁻¹、1992年：20.7mg l⁻¹の値を取り、これらは関東から東北にかけての平均的な河川水濃度：21.5～23.1mg l⁻¹ (半谷, 1978) と比較しても大差ない。小清水湧水 A0の SiO₂濃度は大清水湧水 D0に比べて低くなっているが、季節的な変動は認められない。これに対し、湿原出口での濃度はいずれも湧水に比べて低下しており、季節変動も pHに近いパターンを描く。湧水と湿原出口ともに、SiO₂に似た挙動を示す溶存物質に Na と Kがある。

NO₃-N濃度は湿原地下水に見られたと同様に、湧水や湧水出口ともにほとんど含まれておらず、宮床湿原の特徴が現れている。また、図8(b)はNH₄-N、Ca、Mg濃度の季節変化を示している。かなりのバラツキは認められるが、これらの3物質は湧水濃度に比べて出口濃度

がわずかに上昇するか、ほとんど差の認められない物質群である。

4.2 地下水流出の影響

表流水の pH や SiO₂濃度などは比較的明瞭な季節変動を描く。これらの変動には地下水や降雨の流出が影響していると見られる。まず地下水の流出について、宮床湿原では地下50cm以深の地下水質が主に湿原長軸方向の5地点で調査されている。このうち、W5地点が水路Aに最も近いため、W5の地下水質と大清水湧水や湧水出口の濃度を比較してみる。大清水湧水出口D0の標高は図1に見るように0.75m程度、また流下途中にある池塘の深さも高々0.5mである。さらに、W5地点の標高が0.85mであることを考えると、W5地点の150cmや250cm深の地下水は流出しても池塘D2や湧水出口D4よりかな

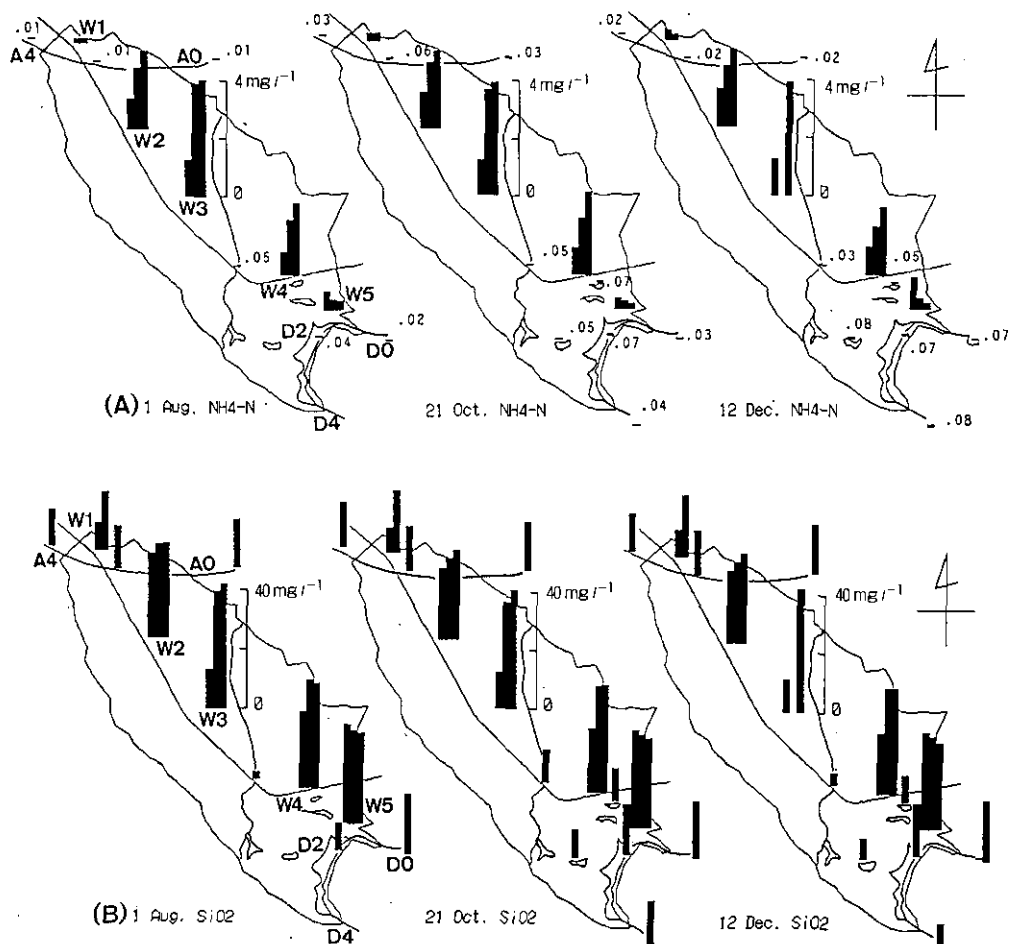


図 6 湿原地下水中のNH₄-N濃度 (A) とSiO₂濃度 (B) の平面分布 (1991年)

W1~W5は観測井戸設置地点を示し、縦棒は左からそれぞれ0.5m, 1.5m, 2.5m深さの井戸の地下水中の濃度を示す。

Fig. 6 Aerial distribution of NH₄-N (A) and SiO₂ (B) concentrations in the groundwaters of Miyatoko Mire in 1991. W1-W5 indicate sites of investigation wells and the solid bars show chemical concentrations in groundwater taken from 0.5m, 1.5m, 2.5m depth wells from left to right, respectively, at each site.

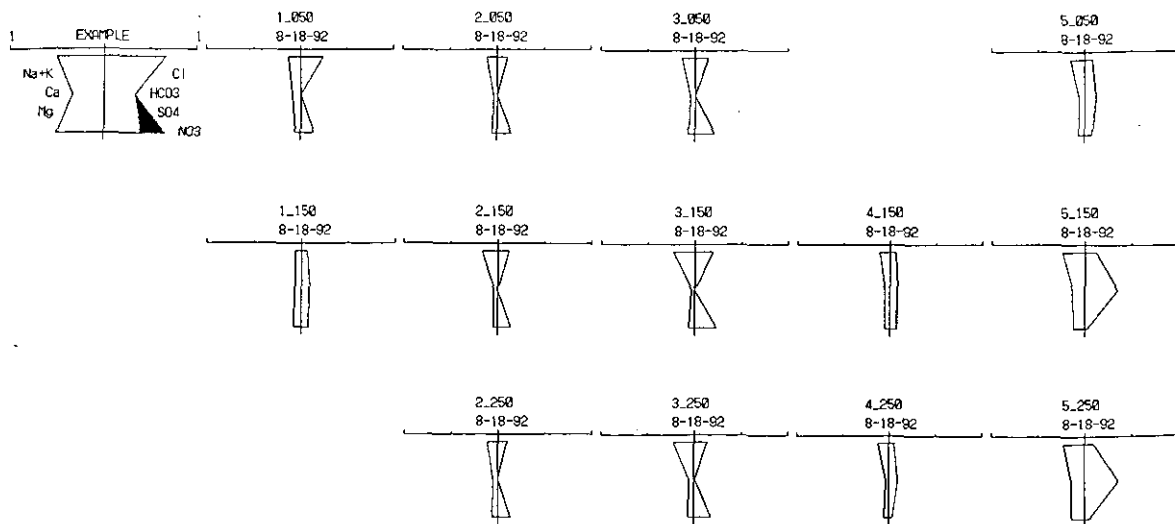


図 7 地下水質のヘキサダイアグラム (1992年8月18日)

Fig. 7 Hexadiagram of groundwater chemistries on 18 August 1992

表 2 宮床湿原の表流水質 (1991年と1992年)

Table 2 Surface water chemistries of the Miyatoko Mire during the two-year period of 1991 to 1992

		NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SiO ₂	Cl	SO ₄	Na	K	Ca	Mg	pH	SC ₂ ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Apr.-Dec. 1991 (mg l ⁻¹)														
Spring D0	mean	0.034	0.003	0.008	0.008	20.5	2.91	0.88	2.56	2.03	0.622	0.28	6.62	37.8
	max.	0.071	0.01	0.015	0.048	20.8	9.0	1.8	2.84	0.14	1.3	0.43	6.85	112
	min.	0.01	0.001	0	0.001	19.8	1.4	0.3	2.28	0.92	0.3	0.2	6.28	5.47
Pool D2	mean	0.070	0.004	0.002	0.028	14.7	3.11	1.8	2.15	2.11	0.643	0.317	6.25	28.1
	max.	0.096	0.011	0.008	0.177	18.8	8.8	3.1	2.85	8.89	1.5	0.48	6.67	64.1
	min.	0.044	0.002	0	0.001	6.4	1.4	0.8	1.57	0.51	0.3	0.23	5.58	8.43
Outlet D4	mean	0.077	0.004	0.009	0.028	12.7	4.33	2.05	1.95	2.81	0.675	0.389	6.11	36.8
	max.	0.161	0.011	0.025	0.185	17.8	14.3	3.8	2.65	13.9	1.9	0.81	6.57	74.7
	min.	0.033	0.001	0	0.002	5.4	1.7	1.0	0.914	0.434	0.2	0.23	5.52	11.1
Spring A0	mean	0.036	0.002	0.008	0.009	16.9	2.81	1.08	2.33	1.71	0.533	0.288	6.35	32.3
	max.	0.077	0.008	0.016	0.05	17.3	7.7	2.2	2.55	7.97	1.3	0.47	6.69	60.8
	min.	0.01	0	0	0.001	16.5	1.1	0	2.07	0.632	0.2	0.19	5.92	2.45
Outlet A4	mean	0.033	0.002	0.012	0.009	14.0	3.25	1.31	2.15	2.23	0.5	0.334	6.22	27.0
	max.	0.087	0.003	0.058	0.036	15.7	12.0	2.4	2.78	12.2	0.6	0.75	6.39	71.5
	min.	0.01	0.001	0	0.002	10.5	1.4	0.2	1.60	0.591	0.2	0.19	5.85	5.49
Apr.-Dec. 1992 (mg/l)														
Spring D0	mean	0.015	0.001	0.005	0.001	20.7	2.18	0.88	2.36	1.21	0.55	0.289	5.97	16.3
	max.	0.052	0.002	0.015	0.005	21.0	2.5	1.9	2.52	1.39	1.0	0.38	6.42	29.3
	min.	0	0	0	0	20.4	1.7	0	2.21	1.02	0.1	0.22	5.23	9.1
Pool D2	mean	0.045	0.002	0.008	0.001	18.3	2.39	1.33	2.12	1.04	0.81	0.278	6.10	15.1
	max.	0.15	0.008	0.017	0.009	20.8	3.3	2.3	2.58	1.39	1.0	0.35	6.51	25.0
	min.	0.008	0	0	0	11.7	1.9	0.4	1.39	0.743	0.2	0.2	5.39	8.7
Outlet D4	mean	0.077	0.004	0.009	0.028	12.7	4.33	2.05	1.95	2.81	0.68	0.389	6.11	36.8
	max.	0.161	0.011	0.025	0.185	17.6	14.3	3.8	2.65	13.9	1.9	0.81	6.57	74.7
	min.	0.033	0.001	0	0.002	5.4	1.7	1.0	0.914	0.434	0.2	0.23	5.52	11.1
Spring A0	mean	0.026	0.002	0.008	0.002	17.1	2.31	2.89	2.13	0.95	0.58	0.272	6.09	14.8
	max.	0.084	0.008	0.016	0.011	17.5	2.9	7.2	2.28	1.34	0.8	0.35	6.71	24.0
	min.	0	0	0	0	16.7	2.0	0	2.03	0.794	0.3	0.2	5.8	8.37
Outlet A4	mean	0.017	0.002	0.013	0.002	14.4	2.81	1.37	1.85	0.731	0.53	0.29	6.11	18.0
	max.	0.045	0.008	0.05	0.01	17.0	4.2	2.5	2.04	8.37	0.9	0.39	6.37	51.7
	min.	0	0	0	0	10.8	1.9	0.6	1.37	0.422	0.1	0.23	5.31	7.7
Apr.-Dec. 1991 (mg/l)														
Pool 27	mean	0.072	0.005	0.002	0.006	8.5	3.88	2.78	0.882	0.464	0.425	0.33	5.20	25.9
	max.	0.103	0.008	0.003	0.009	9.8	8.7	4.7	1.19	0.654	0.5	0.36	5.5	48.5
	min.	0.051	0.004	0	0.002	7.2	1.8	1.5	0.443	0.281	0.3	0.29	4.94	10.6

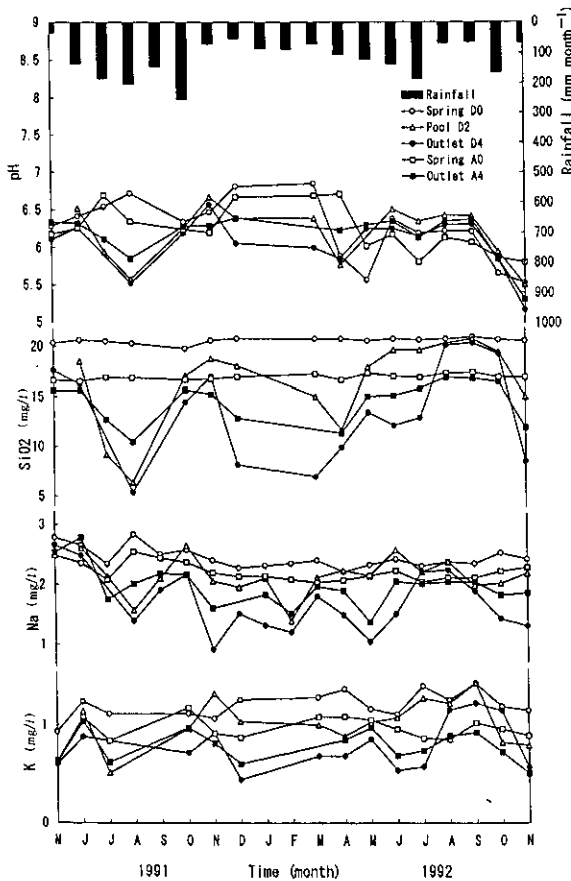


図 8a 表流水の流下方向の水質変化
Fig. 8a Downgradient chemical change of surface water in Miyatoko Mire

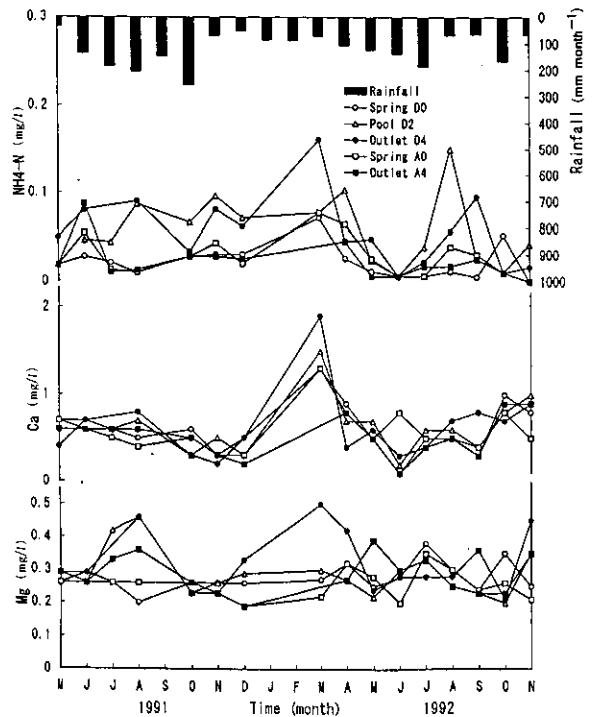


図 8b 表流水の流下方向の水質変化
Fig. 8b Downgradient chemical change of surface water in Miyatoko Mire

り下流側であり、池塘や湧水出口の溶存物質濃度には直接影響しないと見て差し支えない。そこでW5地点の50cm深について年平均濃度を見ると、2年間を通して $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は 0.5mg l^{-1} を超え、 SiO_2 濃度も 30mg l^{-1} を上回るなど、いずれも大清水湧水の濃度より高い。NaやK濃度もおおむね湧水濃度より高まっており、これらの水質特性を持つ地下水の流出では、溶存物質濃度の季節変化は説明できない。

ところが、土壌との接触時間のごく短い水の流出成分があれば、表流水で観測された SiO_2 やNaなどの挙動を説明できる可能性がある。特に、 SiO_2 は降雨にはほとんど含まれていない物質であり(平田・村岡, 1992)、地表面を流れる降雨の表面流出は表流水に SiO_2 濃度の減少をもたらすことになる。湧水出口で観測された冬季から春季の融雪期にかけてのpHや SiO_2 濃度の低下も説明できる。

こうした可能性を示唆する観測値もある。図4で述べたように、短軸方向の地下水流れはA-J断面においてBあるいはC地点に集水されている。そのため、流水Bや流水Cの終端部は湿原の中央部ではなく、西側に偏っており、この部分に池塘が形成されている。流水C下流部に位置する池塘27(地点E2)で1991年8月から12月まで計4回にわたって試料を採取しており、分析結果は表2最下段にまとめた。池塘27の年平均値を見ると、pH、 SiO_2 、Na、Kの全ての項目で大清水湧水D0の値を下回っており、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Mg、Caについては前二者で大清水湧水の値を上回っている。つまり、地表面に近いごく表層の、しかも土壌や植生と接触時間の短い地下水の流出が図8に描いた水質の季節変動を引き起こしている可能性が高い。

5 まとめと今後の課題

1991年5月から定期的に宮床湿原の地下水と湿原を流れる表流水の調査を行っている。この調査資料をもとに、本報告は1991年と1992年の宮床湿原の地下水流れ、地下水質と表流水質について考察した。

宮床湿原の地下水は、湿原長軸方向に5地点で深度別に観測している。湿原地下水は降雨浸透や周辺山地から流入する水で涵養されているが、この深度別に得られた地下水位からみて、湿原北西部の地下水は小清水湧水に始まる流水Aに沿って流出するものの、他の大部分は地形傾斜の方向に湿原南東部に流出することが明らかに

なった。さらに各地点ともに、 $\text{NH}_4\text{-N}$ や SiO_2 濃度は一般の表流水に比べて格段に高く、50cm以深の湿原地下水は泥炭地特有の嫌氣的雰囲気にあることも明らかになった。

これらの特性を持つ地下水が流出すると、当然のことながら表流水質に影響を与える。逆に、表流水質と地下水質の関連をとらえれば、湿原からの地下水の流出や滞留特性などの湿原内の水循環を知る手がかりになる。そこで、湿原内を流れる大清水湧水や小清水湧水の水質季節変化や流下方向変化を調べた結果、pH及び、 SiO_2 、Na、K濃度は湧水より湿原出口で低下する傾向にあり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Ca、Mgは両者に大差ないか、湿原出口で濃度上昇する傾向にあることが判明した。ただ、50cm以深の地下水は $\text{NH}_4\text{-N}$ や SiO_2 濃度が高まっており、これらの地下水の流出からは表流水質の変動パターンを説明することはできない。

湿原内の地下水は、おおむね地形傾斜に沿って長軸方向に流れているが、短軸方向の水位分布は西側境界に近い部分で最も低くなっており、全体的な地下水の流れは西側に偏り、南東部から流出していると推察される。事実、流水BやCは湿原西側に終わり、終端部で池塘が形成されている。この池塘水質を見ると、pH、 SiO_2 、Na、Kは大清水湧水より低く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Mg、Caは大清水湧水の値を上回るか大差ないことが明らかになった。つまり、50cm以深の地下水は、水質特性から考えて滞留性の高い地下水であり、流出するにしても湿原出口のさらに下流側であるし、湿原内の表流水にはあまり影響を与えない。これに対し、地表面近くの地下水は、pHにも明瞭な季節変動が認められ、降雨浸透や流出を通してかなり速やかに交換されている可能性がある。

ただ、表流水中のpHや SiO_2 濃度の挙動には流下途中にある池塘での藻類の増殖や栄養塩類の摂取速度も関係している。渡辺他(1995)によれば、流水Dの池塘50の地点D2付近では季節に関係せず、珪藻類は現存藻類の90~98%を占めることが明らかにされている(渡辺他, 1995)。しかも1992年の観測では、6月の藻類現存量は4月の約6倍にも上昇することも指摘されている。表層地下水の流出挙動を明確にするには、珪藻類の挙動に加えて、表層地下水の水質と湧水から池塘を通過し、湿原から流出するまでの表流水の流量を正確に把握する必要がある。

引用文献

土木学会編 (1963) : 水理公式集, pp.39-41.

半谷高久 (監修) (1978) : 日本環境図譜. 共立出版, pp.67-74.

Hirata, T. and K. Muraoka (1988): Separation of runoff components in a small mountainous watershed using stream solute data. Verh. Internat. Verein. Limnol., 23, 1354-1361.

平田健正・村岡浩爾 (1992) : 筑波森林試験地における水および物質の移動について. 水工学論文集, 36 : 579-585.

永井 茂・石井武政・黒田和男 (1983) : 熊本平野の地下水の水文化的研究. 工業用水, 296, 27-43.

渡辺 信・真山茂樹・野崎久義 (1995) : 宮床湿原 2 池塘における底生藻類の現存量, 種組成及び多様性. 国立環境研究所研究報告, R134, 97-107.



写真 1 観測井戸

内径 2 cm, 深さはそれぞれ 0.5 m, 1.5 m, 2.5 m の塩ビ。

Photo 1 Investigation wells. Vinyl chloride tubes of 2 cm inner diameter and 0.5, 1.5 or 2.5 m long.

3 宮床湿原の微地形、水理環境と植物分布

Micro-topography, Hydrological Environment and Plant Distribution in Miyatoko Mire

野原精一¹・岩熊敏夫¹

Seiichi NOHARA¹ and Toshio IWAKUMA¹

要 旨

福島県の南会津地方にある面積 8 ha の宮床湿原で微地形、高等植物の分布および泥炭地の水理環境について1991年から1992年に調査を行った。中央よりやや北部が最も高度が高く、湿原全体の比高差は約2.5mあった。北部を流れる水路は人為的に用水化したと考えられた。特徴的な景観としてハイヌツゲの低木帯が周囲の林に隣接して帯状に存在し、わい小木が中央に様に分布していた。ヤマドリゼンマイは北部のやや高い地域に多く、ヨシは中央の水路より東部に多かった。ワタスゲ・タテヤマリンドウはほぼ湿原全体に分布していた。周囲の山地斜面から湿原に移る水路沿いのハイヌツゲとハンノキの低木帯下にザゼンソウが分布していた。表層から深さ150cmのピエゾメータにより地下水位の変化を湿原の3カ所で連続モニターした。いずれも、異なる月変化をし降水量の変化とは関係なかった。凹地と凸地における150cm深のピエゾメータによる水位は場所によって異なっているが凹凸地による違いはなく、ともに月変化が小さかった。夏期の無降水期に、表層10cmの方が下層30cmより泥炭土壌の毛管ポテンシャルの絶対値は大きかった。凹地に比べ凸地で差が大きく表層はより乾燥していた。土壌水分の連続測定の結果、凸地の毛管ポテンシャルの減少量は降水量と相関が高く、表層10cmの点の方が下層の30cmの点より回歸直線の傾きが大きかった。凸地の毛管ポテンシャルの増加速度は夏期にほぼ同じ程度で、表層で $-3.6 \sim -7.1 \text{ g f cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (k Pa day^{-1})、下層で $-2.5 \sim -4.3 \text{ g f cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (k Pa day^{-1})であった。

Abstract

Studies of the microtopography, hydrological environment and plant distribution in a mire were carried out in Miyatoko Mire (Fukushima Prefecture, Japan) from 1991 to 1992. The northern land of the mire was approximately 2.5 m higher than the lower land. The landscape of the mire was characterized by a belt of *Ilex crenata* bush along the mire edge. *Lysichiton camtschaticense* (north side) and *Symplocarpus foetidus* (south side) were growing under the *Ilex* bush. Water levels, monitored at twenty wells (piezometers, 1.5 m deep), varied among the sites and were constant from May through October, 1991. The absolute value of peat matric potential in hummocks in summer was larger than that in hollows. The increasing rates of peat matric potential in hummock were -3.6 to $-7.1 \text{ k Pa day}^{-1}$ and were similar from August to September, 1991.

1 研究目的

多量の水が長い間保持される地形の上に湿原は存在できる。湿原はその名が示すように比較的平らな土地であるが、湿原の中には2~3mの高低があり水の多い所や少ない所が部分的に存在する。湿原生態系が他の生態系

と最も異なるのは土壌に含まれる豊富な水量であり、泥炭地の形成と泥炭地の性質を支配する最大の因子は水である(阪口, 1974)。湿原の群落の分布は湿原の地下水位によって決定されることは良く知られている(Lumiala, 1944; 宝月ら, 1954; Ratcliffe and Walker, 1958; Jeglum, 1971; Jasieniuk and Johnson, 1982)。たとえば水の量が多い池塘には深い水深に耐えられるミツガシワ等が存在し、比較的乾いたところにはヤマドリゼンマイ等が生育している。集水域の水量が何かの原因(降水量の変化、森林の伐採、流入河川からの取水等)で変

1. 国立環境研究所 生物圏環境部

〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

化したとき、湿原の水量等の水収支が変化し長期に及ぶと植物種数の増減や植物の成長に影響すると予測される。特に湿原の木の成長は成長期の降水量と関係している (Dang and Loeffers, 1989)。湿原に含まれる水が排水工事で減少すれば、湿原は乾燥し分解が進んで収縮してしまう (Fowler, 1933)。そこで、湿原の微地形を測量し、乾燥時期にどこの水がなくなり、湿潤時期にどこが冠水しどのように水が流れるのか、それらにどんな植物が分布しているか等の水収支研究・植物分布の研究は特定の湿原の保全・管理には必要なことであろう (Moore and Bellamy, 1974)。また、なぜそこに分布しているか明らかにできれば、絶滅に瀕している貴重な植物を保護し個体数を増加させたり、帰化植物・外来の陸上植物を取り除く手段を考える事が可能になる。

宮床湿原は福島県南会津地方の伝上山中腹、標高約830mにある面積6.5haの小さな泥炭地湿原であり、周囲を森林に囲まれ集水域が比較的分かりやすい湿原である (岩熊, 1995)。宮床湿原について今まで小規模な植生調査や泥炭の地学的調査等はいくつか行われてきたが (鈴木・西田, 1973)、微地形や植物の分布、環境の季節変化の調査は十分ではなかった。そこで総合調査のはじめとして、表層の水の流れ等の水収支を明らかにするために、光波測量機を用いて調査地の地形測量を行った。さらにこの報告では主な植物の分布を測量にあわせて明らかにした。湿原には植物の種組成が異なる凹凸地 (ブルテ・シュレンケまたはホローとハンモック) があるのが特徴である (宝月ら, 1954; 阪口, 1974)。ここでは5 m 以下の間隔で存在する凹凸地に着目して、地下水位の変化と土壤水分の変化を測定し、植生の違いと土壤の水分環境との関係、降雨期と無降雨期での凹凸地形の土壤水分の違いを明らかにすることを目的とした。土壤水分のデータから湿原の水分状態の把握手法の基礎とした。

2 方法

2.1 地形測量および植物の分布

1991年5月27日と28日に宮床湿原の中央部の本道上に光波測量機 (Nikon, DM13) を設置し、2台のプリズムとで高低差および座標を求めた。また1992年5月20日には湿原周囲の遊歩道で多角測量を行った。距離および高低の精度は1 mm, 角度の精度は20秒である。それと同時に一辺が1 mの十字形の枠を各測量点に置き、写真を

撮った。写真上から主な植物の前年の枯死体およびその時期の開花個体の存在の有無を読みとった。湿原全体の比高を明らかにするように10~30mおきに代表的な点にプリズムを置いた。全測量点は約560地点、植物の分布の確認点は340地点である。高低は中央 (標高830m) を2 m (標高828mの最も低かった地点を0 m) とした相対値にして等高線をスプライン曲線で近似し図化した (図1)。

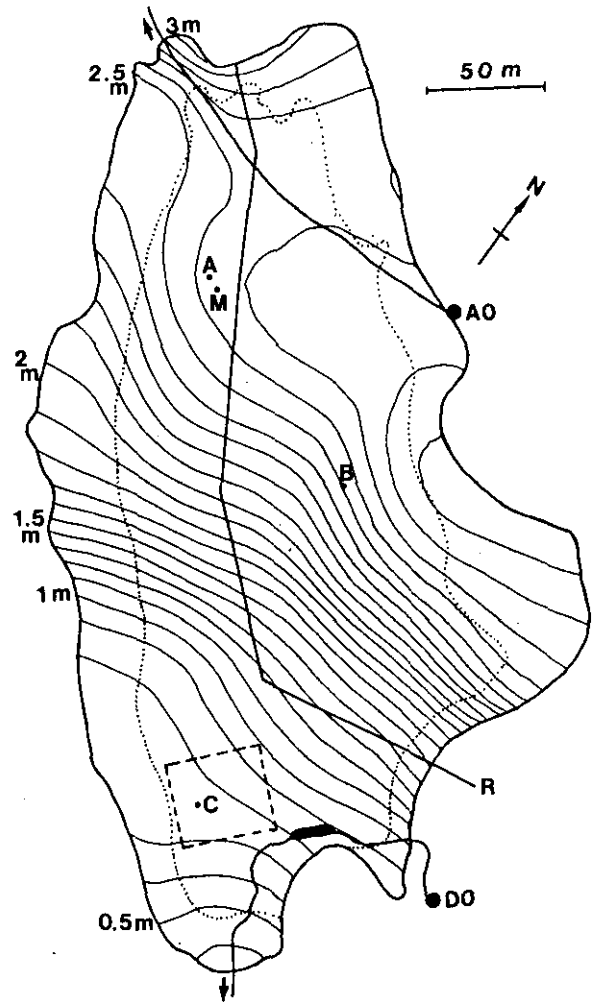


図 1 調査地点の地形図

等高線は0.1mごとに示し、湿原中央 (標高830m) を2 mにした相対値で示した。

A, B, C: 連続観測用の井戸, M: 気象観測塔, AO: 小清水, DO: 大清水, R: 木道, 破線の方角区: 土壤水分測定地点, 点線: 低木林の境界。

Fig. 1 Topographic map of study site in Miyatoko Mire. Contour lines are indicated for every 0.1 m by relative height from the center of Miyatoko Mire (830 m height above sea level). A, B, C: monitor site of water level of well, M: meteorological monitor tower, AO, DO: Spring, R: wooden road, quadrangle of broken line: soil moisture monitor area at eastern site, dotted line: boundary line of shrub.

2.2 地下水位および土壌水分の測定

一般に下方が開いているか一定の位置に開口部をもった管のことをピエゾメータと呼び、そのような管の中の水位は開口部によって土壌水と連絡している場所の水圧を示す (Hartge, 1978)。穴のたくさんあいた管での水位の測定は水位の平均値を与え、ピエゾメータの測定値と比較できない。その中の水位を以前に地下水位と呼んで多くの研究者に用いられてきたが、地下水が静止しているときにだけ地下水面と一致する。そこで特定の深さでの水位の変動を湿原内の位置や凹地と凸地で比較するためにピエゾメータの水位を地下水位とした。

宮床湿原の東部の凹凸地形のはっきりしている地域 (50×50m) を選び、1991年6月に1m四方の方形区を20カ所に設置した (図2)。一端に塩化ビニル製の円錐栓を仮止めした内径18mm長さ180cmの塩化ビニル管を土壌中に垂直に150cmの深さまで差し込んだ後、アルミの棒で円錐栓を押して塩化ビニル管の先端のみ開いた状態にし、塩化ビニルの蓋をした。1992年5～9月の月に一度、塩化ビニル管の端から土壌までの長さとの水面までの長さを銅線入りのメジャーのついた水位測定器で測定した。

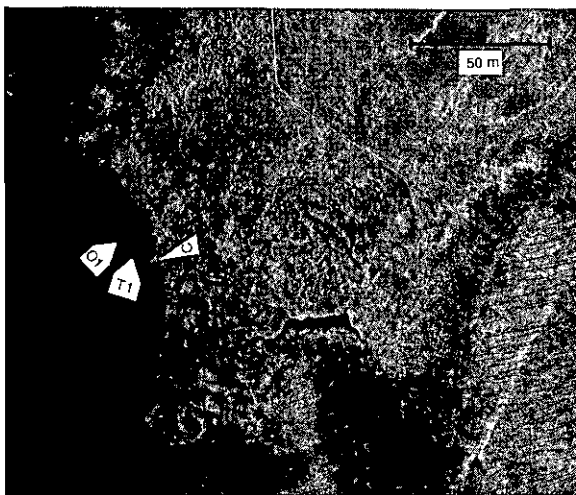


図 2 宮床湿原東部の凹凸地形調査の航空写真
航空写真の白い点は凹凸地形の方形区対角線を示す。
C: 連続水位測定点, O1: 凹地の土壌水分連続測定点,
T1: 凸地の土壌水分連続測定点

Fig. 2 Photograph of quadrat at eastern site in Miyatoko Mire
C: well for continuous monitor of water level,
O1: monitor point of soil moisture of hollow,
T1: monitor point of soil moisture of hummock

含水率の測定は土壌を切り出して測定するので湿原を破壊する度合いが大きい。土壌水分の測定はこの他に pressure plate 法, filter paper 法などがある (Griffith *et al.*, 1991)。毛管ポテンシャルは土壌の含水量に左右されるので土壌水分を連続的にモニターするには非破壊的で有効な手段である (Hanks and Ashcroft, 1980)。そこで、土壌水分をモニターするため、各方形区の一辺の中央にポーラスカップ (直径18mm) までの長さ10cmと30cmの2本のテンシオメータ (DIK-3130, 大起理化学工業KK) を泥炭に埋設し月に一度デジタル表示の携帯用マノメータ (PG-100, Copal Electronics Co., LTD) で圧力を測定した。

2.3 地下水位および土壌水分の連続測定

宮床湿原の3カ所 (図1, A, B, C) に地下水位連続測定用観測井戸を1991年8月に設置した (図3)。一端に塩化ビニル製の円錐栓を仮止めした内径50mm長さ180cmの塩化ビニル管を土壌中に垂直に150cmの深さまで差し込んだ後、アルミの棒で円錐栓を押して塩化ビニル管の先端のみ開いた状態にし、水圧測定方式の自記水位計 (改良型RMD, 離合社) のセンサーを固定した。水圧の対照を大気圧にするため圧力センサー内部からステンレス管を配置し水が入らないように先端をポリピンで被い、棒に固定した。データは1時間毎に取り込み、6カ月～1年ごとに携帯型コンピューターにデータを回収した。

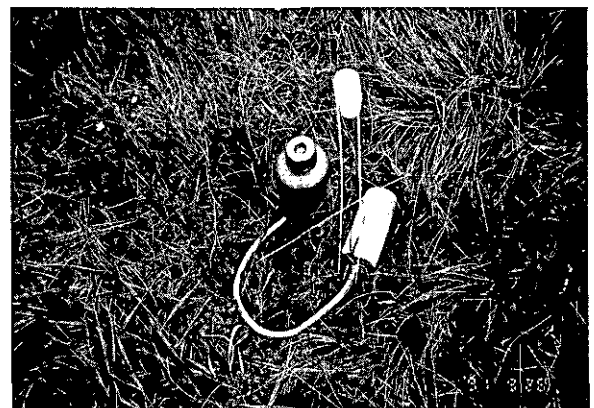


図 3 地下水位連続測定用観測井戸
一端に穴の開いた塩化ビニル管を用いたピエゾメータである。

Fig. 3 Photograph of well for continuous monitor of water level
The well of PVC tube was piezometer.

宮床湿原の東部の凹凸地形調査の方形区の2つ(凹地, 凸地)に灌水用のテンシオメータのセンサー(DIK-8000, 大起理化工業KK)と白金測温体(TS-101, 白山工業KK)(図4)を表層から10cmに1991年7月埋設した。凸地にはさらに30cmの深さに各センサーを埋設した。同時に、気温と光量子センサー(小糸工業KK)を設置した。測定の間隔は10分で、梅雨時から夏の約2カ月間に測定を行いデータロガー(LS-3000PtV, 白山工業KK)に記録した。



図 4 連続測定の方角区各センサー(水位観測井戸, 土壌水分, 温度)
測定の間隔は10分で、梅雨時から夏の2カ月間に測定を行った。A: 土壌水分センサー(10cm深), B: 土壌水分センサー(30cm深), C: 連続測定用の土壌水分センサー, D: 温度センサー

Fig. 4 Monitor system of water level, soil moisture and soil temperature.

Monitor was carried out at interval of 10 minutes from rainy season to summer. A: soil moisture sensor in 10cm depth, B: soil moisture sensor in 30cm depth, C: sensor of continuous monitor of soil moisture, D: sensor of continuous monitor of temperature.

3 結果および考察

図1は0.1mごとに描いた宮床湿原の地形図である。中央よりやや北部が最も高く、湿原全体の比高差は約2.5mあった。小清水、大清水の湧き水を水源とする2本の水路が湿原の両端を横切っている。北部を流れる水路は等高線の並び方から考えると一度高い場所を横切って不自然である。線も直線的であるので灌がい用に人為的に用水化したと考えられる。北から南にかけてほぼ平行した数本の水路が、中央から東部に存在する。中央部に一定定期的に小さく蛇行した流れが存在する。他は雪解け時期や多雨の時に一時的に存在し、夏期の通常には水は流れていない。他に小清水と大清水の間の周辺部と

西部の周辺部には、雪解け時に小さな流れが生じるが、夏期には流れはなく水は止まっている。全体の約1/4の南部には小清水、大清水に由来する水路が開水面をつくり、そのほか多数の浅い池塘が存在する。雪解け時には池塘の多くが水でつながる。湿原の微地形については国によって多くの呼び方があり成因について多くの研究がある(阪口, 1974)。ここでは単に凹地、凸地(hollow, hummock)と呼ぶ事にする。湿原の表面の約30cm以下の凹凸地形の間隔は5m以下程度であるので今回の測定点の間隔(約10~30m)からでは地図上には表現できていない。今後、凹凸地形を示すためにはより狭い範囲でさらに細かく測量する必要がある。Ingram(1982)は水文学的データや土壌物理学的データから楕円形の湿原表面形態をよく推定できるモデルを報告している。今後、宮床湿原においても土壌学的データを加え、Ingramのモデルを動かすことによって人工的水路の影響を評価検討できよう。

次に測量時に得られた写真から植物の分布を描いたのが次の図5である。日本の高層湿原に必ず出現するハイイヌツゲ(*Ilex crenata* var. *paludosa*)は宮床湿原の優占種であり、湿原全体に分布していた。中央にはハイイヌツゲのわい小木が一様に分布し、周囲の林に隣接して帯状に低木帯が存在していた。宮床湿原の景観の特徴としてこのハイイヌツゲの分布があげられる。水路近くの表層に水が豊富なところにも低木があるので周囲の森林からの栄養塩の供給が原因に考えられるが、今後の研究で明らかにされると思われる。タテヤマリンドウ(*Gentiana thunbergii* f. *minor*)・ワタスゲ(*Eriophorum vaginatum*)はほぼ湿原全体に分布していた。低層湿原に特徴的なヨシ(*Phragmites australis*)が宮床湿原にも多く分布していた。特に中央の水路より東部に多く、草高は2m以下で密度は比較的疎らである。ヤマドリゼンマイ(*Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*)は北部のやや高い場所に多くパッチ状に分布していた。特にハイイヌツゲ低木帯に隣接する個体は草高が大きい。湿原が乾燥してくると増加が予想される種である。ミツガシワ(*Menyanthes trifoliata*)は池塘に多いが、測量点から池塘は除いているのでここで表現された分布は過小評価になっている。湿原周辺西側には水路がありその周辺部分に特に多い。ゼンテイカ(ニッコウキスゲ, *Hemerocallis middendorffii* var. *esculenta*)は北部から東部の林縁部に多く、中央部にはわずかである。ザゼンソウ(*Symplocarpus foetidus*

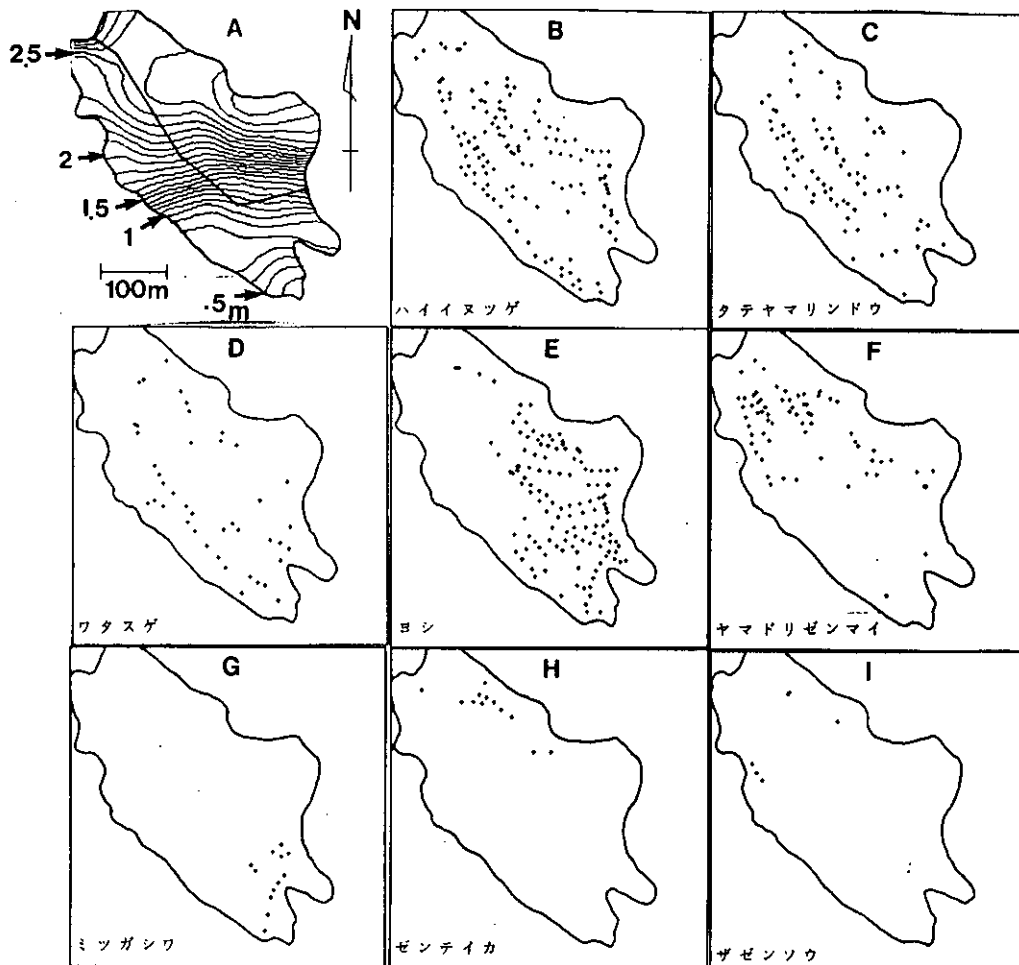


図 5 測量点での写真から得られた植物の分布図

Fig. 5 Distribution of plants determined by photographs of study site

B: *Ilex crenata* var. *paludosa*, C: *Gentiana thunbergii* f. *minor*, D: *Eriophorum vaginatum*, E: *Phragmites australis*, F: *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*, G: *Menyanthes trifoliata*, H: *Helicoverpa middendorffii* var. *esculenta*, I: *Symptlocarpus folidus* var. *latissimus*.

var. *latissimus*) は中央から北部のハイヌツゲの低木帯に分布していた。この他多くの種が存在するが、測量時の5月には地上部が枯死していて正確な位置は確認できていない。植物の分布を決定する最も重要な因子は表層の地下水位である事が数多く報告されている (Lumiala, 1944; 宝月ら, 1954; Ratcliffe and Walker, 1958; Jeglum, 1971; Schwintzer, 1978; Jasieniuk and Johnson, 1982; Damman and Dowhan, 1981)。地下水位が表層まで上がると表層が嫌氣的になり木の根に供給される酸素が減少する。土壤の冠水はたとえば木の実生の光合成を低下させる (Kozlowski, 1984)。個々の湿原の植物種の嫌氣的土壤環境への適応の違いが湿原の分布に反映されていると考えられ (Dang et al., 1991), 湿原の嫌氣的土壤を理解するためには地下水位の変動を明らかにする必要がある。分布の要因の解析には各植物種の嫌氣

的土壤の生理反応の研究が必要であろう。

湿原の3カ所の井戸 (ピエゾメータ) で地下水位の連続変化をモニターした (図6)。井戸のパイプは約30cmの長さ地表から出ている。いずれも表層からの深さは同じ150cmであるが、異なった季節変化をしている。最も変動がはげしいのは小清水に近いA (標高830.6m) で、10月、2月、3月に大きな増加があった。水位の増加は必ずしも降水の後ではなく、降水量とは関係なかった。A点は中央を流れる水路に近い。気象モニターの近く (B, 標高830.7m) では1991年8月に急激に低下し、春の雪解け時に増加し地表よりも高まった。凹凸地形の調査を行った場所 (図のC, 標高828.6m) では冬にやや低下した程度ではほとんど変化していない。湿原の場所によって水位が変わることが明らかになった。変化の原因を明らかにするためには今後水平・垂直に水位センサー

の数を増し地下水の流れをモニターし、泥炭各層の透水係数を調べる必要がある。

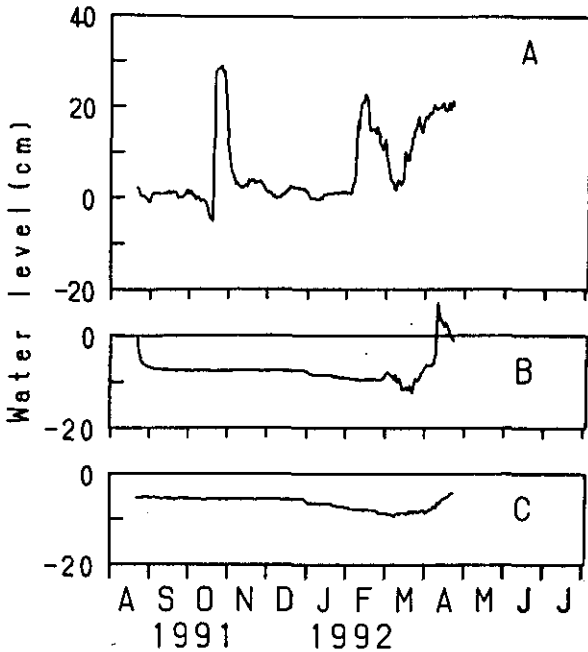


図 6 ピエゾメータによる地下水位の連続変化
A,B,Cは図1に示した井戸を示す。
Fig. 6 Changes in water level of piezometer
A,B,C: monitor site of water level of well.

凹地凸地での地下水位の違いを見るために設置した観測井戸の結果を図7に示した。水位は場所によって異なっているものの、凹地凸地ともに月変化が小さく安定していた。凹地の場所による水位の違いの幅がやや小さいが、凹地凸地による水位の違いは認められない。泥炭層の厚さは中心で6mあり(鈴木・西田, 1973), 測定地点でも1.5~6m程度と考えられる。近接した井戸でも一樣な水位を示さなかったことは地下水面は場所による違いが大きいためと考えられる。その理由について明らかにするために、さらに水平的、垂直的に数多く地下水位を調べ、各深さで透水係数の測定(Rycroft *et al.*, 1975a; 1975b)をする必要がある。1カ所徐々に減少した点は、池塘に近く、伏流水の水路に当たったものと考えられる。水位連続モニターの点(図C地点)でも季節的に一定しており、この付近はどこも安定していると思われる。一般に、不飽和帯の厚さと収容力の二つの要因が短期間の地下水位変動の程度の原因となっている。それらが小さいために季節変動も小さいと考えられる。泥炭の不飽和帯の厚さは好気層の厚さと関係し、植物の生理と関係し重要である。

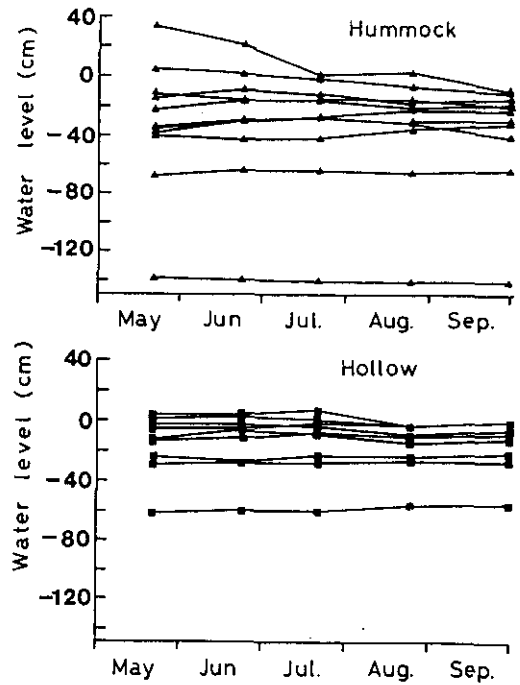


図 7 凹凸地でのピエゾメータによる地下水位の月変化
Fig. 7 Monthly changes in water level of piezometer at the eastern site of Miyatoko mire.

図8には凹凸地での土壌水分の日変化を示した。どの地点も毛管ポテンシャル(負圧)の絶対値が増加して夏に乾燥した。夏期の降水が少ない時に、表層10cmの方が下層30cmより毛管ポテンシャルは大きく、表層でより乾燥していた。その差は凹地より凸地で大きかった。乾燥は凹地より凸地表面でより強く現れると考えられた。

夏期の湿原環境の連続モニターの結果を図9, 10に示した。気温、地温、湿度、風速、毛管ポテンシャル、降水量、日射量の1992年7月末から9月の変化を示している。気温は4~30℃の間で日周変化し日格差25℃になることもあったが、地温は14~23℃で日較差は表層で3℃程度で比較的小さく日暮後に最も高かった。凸地と凹地では温度差は大きくなかったが、凹地は日較差が小さく日周の位相が遅い方にずれていた。土壌凍結が起こる泥炭地では生物の活動期間と活動域が土壌温度によって左右される(Mills *et al.*, 1987)。予備調査の地温データによれば宮床湿原は冬に雪で被われるために0℃より低下することが見られない。毛管ポテンシャルで示した土壌水分は日周変動をし、凹地の日周変化は大きかった。凸地の毛管ポテンシャルは徐々に増加したことからこの時期土壌は乾燥傾向であったことを示している。表層の10cmの方が下層の30cmより日変化が大きかった。降水

後に毛管ポテンシャルは急激に減少し土壌水分が多く泥炭は湿潤になった。毛管ポテンシャルの変化は大気相対湿度、風速、日射量等の気象要因の急変化とは同調せず、特に強い関係が見られなかった。得られたデータを基に降水開始から終わりの期間、24時間以上の無降水期間とに分けて各点での毛管ポテンシャルの変化を解析した。図11は一雨量と降水後の毛管ポテンシャルの絶対値の減少量との関係を見た図である。一般に見られるように宮床湿原でも毛管ポテンシャル絶対値の減少は降水量と相関が高く、表層10cmの点の方が下層の30cmの点より回帰直線の傾きが大きく、降水による効果が大いことを示していた。凹地の毛管ポテンシャルは降水量と相関はなかった。次の図12は無降水期間での毛管ポテンシャルの増加速度の月変化を見たものである。凸地の毛管ポテンシャル絶対値の増加速度は各月ではほぼ同じ程度で、表層で $3.6\sim 7.1 \text{ g f cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (k Pa day^{-1})、下層で $2.5\sim 4.3 \text{ g f cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (k Pa day^{-1})であった。穴のたくさん開いた管を使った井戸による表層地下水位は植物の分布を左右し(宝月ら, 1954)、土壌の水分状態を反映すると考えられて以前から環境指標としてよく用いられてきた。しかし、パイプを挿入した深さによって示す値が異なり、水理学的な地下水位(ピエゾメータ)と混乱するおそれがあるため土壌水分を示すには適切とは言えない。土壌水分(含水率)と地下水位は相関関係があるが、年によってその傾きは変化する(Munro, 1983)ので地下水位だけからでは水分状態の年変化の評価は誤差が大きいため、土壌水分の直接測定が必要であると考えられる。

テンシオメータによる土壌水分の測定を破壊を最小限にする必要のあるミズゴケ湿原にも応用できた。さらに多数の小型センサーを垂直・水平方向に埋設してモニターできれば水の流れを数値化できると考えられる。今後、土壌水分を同じ単位で評価するのに含水率と毛管ポテンシャルの比較が必要であり、さらには管理のためには湿原全体の乾燥度の指標化が必要であると考えられる。

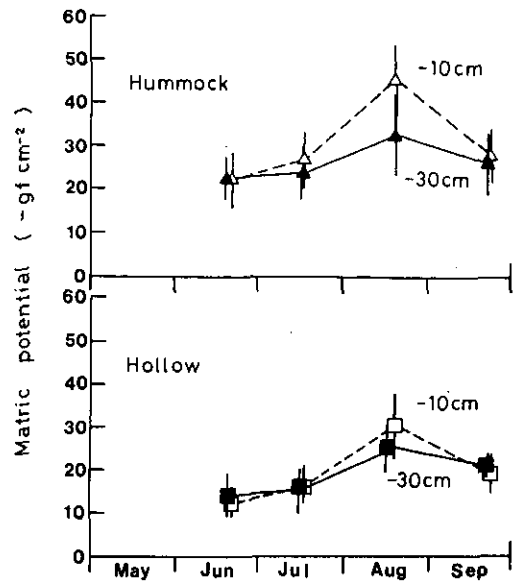


図 8 凹凸地での土壌水分(毛管ポテンシャル)の月変化
 △: 凸地10cm 深, ▲: 凸地30cm 深, □: 凹地10cm 深, ■: 凹地30cm 深, 縦線は標準偏差。
 Fig. 8 Monthly changes in soil moisture at the eastern site of Miyatoko mire.
 △: 10cm depth of hummock, ▲: 30cm depth of hummock, □: 10cm depth of hollow, ■: 30cm depth of hollow, Bars indicate standard deviation.

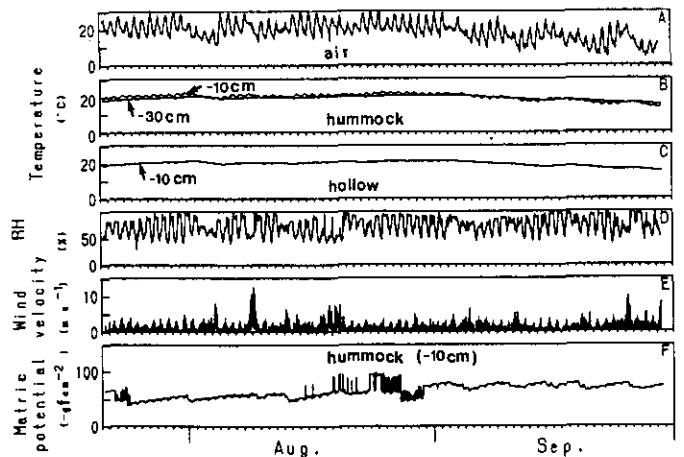


図 9 夏期の気象要因と土壌水分の連続変化(その1)
 A: 気温, B: 凸地10cm 深と30cm 深の地温, C: 凹地10cm 深の地温,
 D: 相対湿度, E: 風速, F: 毛管ポテンシャル
 Fig. 9 Changes in soil moisture and meteorological factor in summer (1)
 A: Temperature, B: Soil temperature of hummock, C: Soil temperature of hollow, D: Relative humidity (RH), E: Wind velocity, F: Matric potential

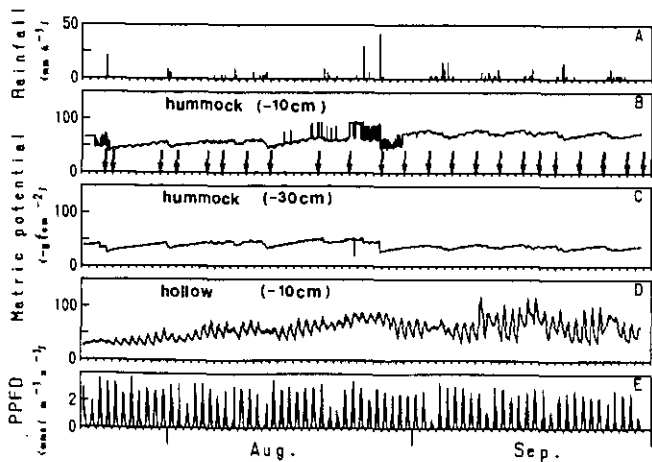


図 10 夏期の気象要因と土壌水分の変化 (その2)
A: 降水量, B: C: D: 毛管ポテンシャル, E: 光合成有効放射量, 矢印は降雨期間と無降雨期間とに分けた区切りを示す。

Fig. 10 Changes in soil moisture and meteorological factor in summer (II)
A: Rainfall, B: C: D: Matric potential, E: Photosynthetic photon flux density (PPFD), arrow: division of the period of rainfall and non rainfall.

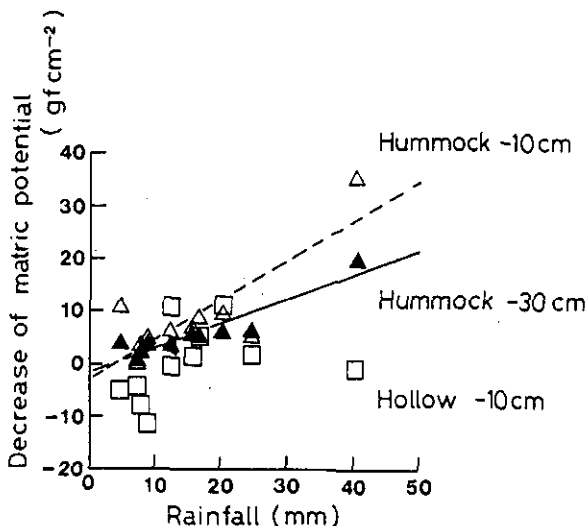


図 11 降水後の毛管ポテンシャルの減少量と一雨量の関係
降水前と降水後(図10に示した矢印の間)の毛管ポテンシャルの差を示す。
△: 凸地の10cm 深, ▲: 凸地の30cm 深, □: 凹地の10cm 深

Fig. 11 Relationship between decrease of soil moisture (matric potential) and rainfall
△: hummock at 10cm depth, ▲: hummock at 30cm depth, □: hollow at 10cm depth

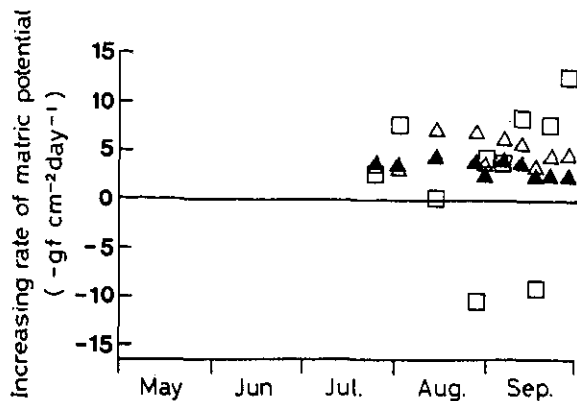


図 12 無降水期の毛管ポテンシャル増加率の時間変化
降水後から次の降水まで(図10に示した矢印の間)の毛管ポテンシャルの増加率の時間変化を示す。
△: 凸地の10cm 深, ▲: 凸地の30cm 深, □: 凹地の10cm 深

Fig. 12 Time changes in increase rate of matric potential
△: hummock at 10cm depth, ▲: hummock at 30cm depth, □: hollow at 10cm depth

謝 辞

宝月欣二博士(東京都立大学名誉教授)には貴重な文献を貸して頂いた。Dennis F. Whigham 博士(Smithsonian Institution, U.S.A.)には文献検索の便宜をはかって頂いた。ここでお礼申し上げる次第である。

引用文献

Damman, A.W.H. and J.J. Dowhan (1981): Vegetation and habitat conditions in Western Head Bog, a southern Nova Scotian plateau bog. *Can. J. Bot.*, 59, 1343-1349.
 Dang, Q.L. and V.J. Lieffers (1989): Climate and annual ring growth of black spruce in some Alberta peatlands. *Can. J. Bot.*, 67, 1885-1889.
 Dang, Q.L., V.J. Lieffers, R.L. Rothwell and S.E. Macdonald (1991): Diurnal variation and inter-relations of ecophysiological parameters in three peatland woody species under different weather. *Oecologia*, 88, 317-324.
 Fowler, G. (1933): Shrinkage of the peat-covered Fenlands. *Geogr. J.*, 81, 149-150.
 Griffith, G.W., R.J. Roughley, T.M. Pitman and L.J. Spour (1991): Factors affecting the determination of the moisture characteristics of peat by the filter paper method. *Soil Biol. Biochem.*, 23, 1065-1070.
 Hartge, K.H. (1978): Einführung in die Bodenphysik. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (福士定雄訳, 土壌物理学概論, 318pp, 博友社).
 Hanks, R.J. and G.L. Ashcroft (1980): Applied Soil Physics. Springer-Verlag, pp159.
 宝月欣二・市村俊英・堀正一・大島康行・笠永博美・小野和・高田和男(1954): 尾瀬ヶ原湿原の植物生態学的研究。尾瀬ヶ原, 尾瀬ヶ原学術調査団編, 日本学術

- 振興会, 840pp.
- Ingram, H.A.P. (1982): Size and shape in raised mire ecosystems: a geophysical model. *Nature*, 297, 300-303.
- 岩熊敏夫 (1995): 宮床湿原とその環境. 国立環境研究所報告, R134, 9-22.
- Jasieniuk, M.A. and E.A. Johnson (1982): Peatland vegetation organization and dynamics in the western subarctic, Northwest Territories, Canada. *Can. J. Bot.*, 60, 2581-2593.
- Jeglum, J.K. (1971): Plant indicators of pH and water level in peatland at Candle Lake, Saskatchewan. *Can. J. Bot.*, 49, 1661-1676.
- Kozłowski, T.T. (1984): Plant responses to flooding of soil. *BioScience*, 34, 162-167.
- Lumiala, O.V. (1944): Über die Beziehung eingier Moorpflanzen zu der Grundwasserhöhe. *Bull. Com. Geol. Fin.*, 132, 147-164.
- Mills, G.F., H. Veldhuis and R.G. Eilers (1987): Thermal and moisture regime characteristics of a veneer bog in North Central Manitoba. *Proceedings of Symposium '87 Wetlands / Peatlands*. Edmonton, Canada.
- Moore, P.D. and D.J. Bellamy (1974): *Peatlands*. Springer-Verlag New York Inc. 221pp.
- Munro, D.S. (1983): Summer soil moisture content and the water table in a forested wetland peat. *Can. J. For. Res.*, 14, 331-335.
- Ratcliffe, D.A. and D. Walker (1958): The Silver Flowe, Galloway, Scotland. *J. Ecol.*, 46, 407-445.
- Rycroft, D.W., D.J.A. Williams and H.A.P. Ingram (1975a): The transmission of water through peat. I. Review. *J. Ecol.*, 63, 535-556.
- Rycroft, D.W., D.J.A. Williams and H.A.P. Ingram (1975b): The transmission of water through peat. II. Field experiments. *J. Ecol.*, 63, 557-568.
- 阪口 豊 (1974): 泥炭地の地学, 環境の変化を探る. 東京大学出版会. 329pp.
- Schwintzer, C.R. (1978): Nutrient and water levels in a small Michigan bog with high tree mortality. *Am. Mid. Nat.*, 100, 441-451.
- 鈴木静夫・西田英郎 (編) (1973): 湿原の生態学 (鈴木静夫監修). 内田老鶴圃新社, 東京. 399pp.
- Turchenek, L.W. and A.E. Howard (1987): Organic soil temperature regimes in Central Alberta. *Proceedings of Symposium '87 Wetlands / Peatlands*. Edmonton, Canada.

4 宮床湿原とその周辺地域の植生

Vegetation of Miyatoko Mire and its Surrounding Area

竹原明秀¹

Akihide TAKEHARA¹

要 旨

福島県南郷村にある宮床湿原とその周辺地域において植生調査を行った。この地域には湿原植生として11群落 6群 6小群, 森林植生として6群落 6群 2小群, 草原として2群落が確認された。水生植物群落は湿原中の流路内と池塘内でみられる。高層湿原植生は最も広い範囲に発達し, 宮床湿原を特徴づけている。ヌマガヤーチャミズゴケ群落とヌマガヤーイボミズゴケ群落は厚いミズゴケカーペットや小隆起地を形成し, それらの中にある小凹地にミカツキグサーハリミズゴケ群落が発達している。中間湿原植生(ヌマガヤ群落, ミズギク群落)は乾燥気味の湿原周縁の傾斜地や滞水する凹地に発達している。しかし, 低層湿原植生はみられない。湿原は湿生林—ハンノキ群落によって取り囲まれている。さらに湿原周辺地域では夏緑広葉樹林(ブナ—ヒメアオキ群落やコナラ—オクチョウジザクラ群落)が広がっている。

Abstract

The phytosociological study was made on the Miyatoko Mire located in Nango-mura, Fukushima Prefecture, and its surrounding area. The following vegetation units were recognized in and around the mire: 1) Mire vegetation: 11 communities comprising Six groups and 6 subgroups, 2) Forest vegetation: Six communities comprising 6 groups and 2 subgroups, 3) Grassland vegetation: 2 communities. The hydrophytic communities are observed in the stream and the shallow ponds in the mire. The high mire vegetation develops most widely and characterizes the Miyatoko Mire. The *Moliniopsis japonica-Sphagnum fuscum* and the *Moliniopsis japonica-Sphagnum papillosum* communities usually form thick carpets or hummocks, and the *Rhynchospora alba-Sphagnum cuspidatum* community occurs in the hollows among the hummocks. The intermediate mire vegetation (*Moliniopsis japonica* community, *Inula ciliaris* community) occupies drained marginal sloping area and water-logged depressions. However, the low mire vegetation is not found in the mire. The mire is besieged by swamp forest - the *Alnus japonica* community. And the summer-green broad leaf forests (e.g. *Fagus crenata-Aucuba japonica* var. *borealis* community, *Quercus serrata-Prunus apetala* subsp. *pilosa* community) develop most widely around the mire.

1 はじめに

福島県南会津地方には大小多数の湿原が分布し, それぞれ異なる湿原形態からなり, 特色のある湿原植生が発達している。これらの湿原の中で駒止湿原(湿原群)は比較的規模が大きく, 多様な植物群落が発達していること(竹原, 1989)から, 1970年に国の天然記念物に指定

されている。一方, 宮床湿原は駒止湿原にくらべ面積的に小規模ではあるが, 多種のミズゴケ類が生育すること(鈴木, 1978), 湖沼由来で厚い泥炭堆積物からなること(鈴木・菊池, 1973), 強度の人為的かく乱を受けていないことなどで, 湿原生態系の特性をコンパクトに持ち合わせているといえる。

宮床湿原に関する研究は馬場(1969)による湿原の内部構造や植物相, 久保田(1973)による湿原内の湿原植物の分布, 五十嵐(1975)や樋口(1975)による湿原内に発達する植物群落や蘚類相, 他湿原との植物相の比較などがあり, おおよその概要は知られている。しかし, これらの研究からすでに20年程度を経ていること, 群落

1.平成3年度～ 国立環境研究所客員研究員(岩手大学人文社会科学部生物学教室 〒020 岩手県盛岡市上田3-18-34)
Visiting Fellow of the National Institute for Environmental Studies, Present Address: Department of Biology, Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University, 3-18-34 Ueda, Morioka, Iwate 020, Japan

に関する具体的な種組成が示されていないことから、現在の湿原植生の解明や他湿原との比較から本湿原の特徴を述べるまでに至っていない。そこで本報告では、湿原植生の実態を明らかにするとともに群落の類型化、主要植物の分布を記録することを目的とした。さらに湿原生態系を考える上で必要とされる湿原を取りまく植生についても記述する。

2 調査地の概要と調査方法

2.1 調査地の概要

宮床湿原(図1)は福島県南会津郡南郷村にある伝上山(海拔999.5m)とその西方のなだらかな尾根(海拔約900m)とに挟まれた凹状の鞍部にある(海拔830m; 北緯36°46', 東経138°06')。湿原の形状は長軸が北西から南東方向に伸びる楕円状を呈し、長軸約350m, 短軸約150m, 面積およそ6.5haある。湿原は北西部分でわずかに盛り上がったドーム状となっているが、全体として北東縁が最も高く、南西方向に約3.0m, 北西方向に約0.8mの標高差が認められる。この傾斜に沿って湿原内には明瞭な流路が3本あり、伝上山側から流れ出ている。湿原北部を西に向かって流れる流路(深さ50cm)は湿原に接する伝上山の山脚の湧水(大清水)から発した水流で、ほぼ直線的な形状をなしている。この水路は約150年前に人工的に掘られたものといわれ(聞き取りによる)、等高線にはあまり則していない。中央を流れる流路(深さ20cm)は湿原内の周縁部から滲出する水が集合し、自由蛇行を繰り返しながら湿原内を南下し、湿原縁でやや不定形の池澮となり、湿原周縁の低木林内を

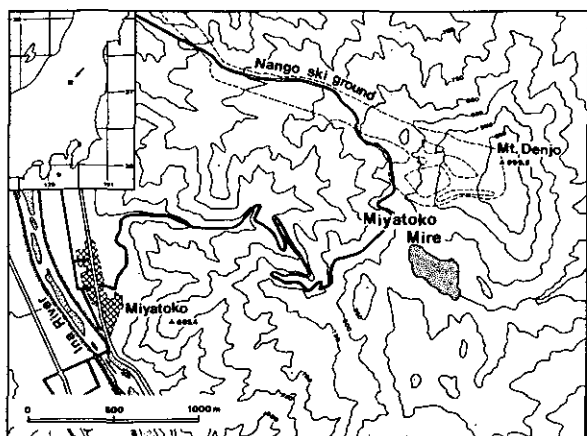


図 1 宮床湿原の位置図

Fig. 1 Map showing the location of the Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture.

通過し、南端から流れ出る。他方、南東部を流れる流路(深さ50cm)は北部の水路と同様に伝上山山脚の湧水(小清水)から発し、湿原内でやや幅を広げ池澮状となり、湿原縁を南下しながら湿原の外へ出る。これらの水流以外にも傾斜に沿って不明瞭な流路が湿原東部に数本認められ、融雪時には地表流水がみられる。これらの水流がいくつか集まる湿原南東部では不定形の池澮が等高線に沿うように排列し、きわめて小規模ながら一種のケルミーシュレンケ状の地形(阪口, 1974)を呈している。

2.2 植生概況

宮床湿原は近隣の宮床集落から山間部に約2km入ったところに位置し、湿原周辺は部落入会地として古くから薪炭林や採草地、植林地として利用されている。そのため、湿原周辺の植生はほとんどが二次植生で、ミズナラやコナラなどの落葉広葉樹が優占する二次林、あるいはそれらを伐採した後に植栽されたスギ、カラマツの植林が広い面積を占めている。また、伝上山の西~北西斜面ではスキー場が開設され、牧草の播種、定期的な刈払いによってゲレンデは草原状となっている。

湿原の周縁部の植生はハンノキを主体とした湿生林が取り巻き、湿原の中心に向かうにつれハンノキの樹高は低くなり、ハイイヌツゲ、ノリウツギ、イソノキなどからなる低木林へと移り変わる。湿原内は全体としてヌマガヤ、ワタスゲ、コバギボウシ、ミカヅキグサなどの湿原植物が優勢で、湿原西部ではヤマドリゼンマイ、東部ではヨシが目立っている。これらの植物の根元にはイボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、チャミズゴケ、ハリミズゴケなどのミズゴケ類が厚いマット状に生育し、凹状の低湿な場所にはハリミズゴケ、より地下水位が低い場所にはイボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、チャミズゴケなどが繁茂している。また、湿原南東部の池澮内にはヒツジグサ、ミツガシワなどの水生植物が生育している。

2.3 調査方法

植生調査は方形区法を用い、1992年6月と10月、1993年6月と9月に行った。相観と立地条件によって区分された均質な植分に調査区を設け、群落構成種とその優占度と群度(Braun-Blanquet, 1964)を記録した。調査面積は群落の大きさに準じて任意であるが、最小面積以上となるように草本群落では1~4m², 低木群落では4~25m², 高木群落では100~400m²を基本とした。

得られた植生標本について、立地条件と相観・種組成(優占種・識別種群)によって、群落を類型化した。

植物の学名や和名に関しては、種子植物は佐竹ら(1981, 1982, 1989)、シダ植物は岩槻(1992)、蘚類は岩月・野口(1973)に従った。

3 湿原植生

湿原は草本・ミズゴケ類を主体とする湿原植生からなり、水生植物群落2型、高層湿原植生6型、中間湿原植生3型が識別された。これらの湿原植生を構成する主要種の分布を付図に記した。

3.1 水生植物群落

湿原の流路内や池瀆内にはフトヒルムシロ、ヒツジグサなどの水生植物からなる群落が発達している。

3.1.1 フトヒルムシロ群落(表1)

フトヒルムシロ単独の沈水植物群落で、湿原北部の緩やかに流れる流水中に発達し、他の流路内や南東部の池瀆中にはみられない。この群落が発達する北部の流路は他の流路にくらべ水量が多く、渇水期でも渴れることはなく、水量の変動は少ない。

3.1.2 ヒツジグサーミツガシワ群落(表1)

湿原南東部の池瀆内に発達している挺水植物群落で、ヒツジグサ、ミツガシワ、ホタルイによって識別される。夏季以降、ミツガシワの葉が枯死することから、ヨシーヒツジグサという相観を呈する植分が多く、池瀆によっては枯死葉で水面が覆われる。

3.2 高層湿原植生

湿原は北西部を中心にやや盛り上がったドーム状となっており、池瀆や周辺地を除く広い範囲にわたってミズゴケ類を主体とする高層湿原植生が発達している。ここでは地表の微地形に沿って生育するミズゴケ類が異なり、小凹地(ホロー; hollow)と平坦地(ローン; lawn)~小隆起地(ハンモック; hummock)では異なる群落が成立している。

3.2.1 ミカヅキグサーハリミズゴケ群落(表2)

ハリミズゴケ、ミカヅキグサにより識別される群落で、地下水位が高く、わずかな地表停滞水がみられる小凹地

に発達している。

群落はミカヅキグサがやや散生から密生し、ヌマガヤ、ワタスゲ、ウメバチソウ、コバギボウシ、タテヤマリンドウなどが散生し、トキシソウ、モウセンゴケが高い常在度で出現するが、ハイイヌツゲ、ツルコケモモはほとんど生育しない。コケ層の発達—泥炭の露出程度によって次の2群に下位区分される。

(1) ミヤマイヌノハナヒゲ群

主に泥炭露出地に生育するミヤマイヌノハナヒゲ、ムラサキミカキグサ、ヤチスギラン、オオイヌノハナヒゲ、エゾホシクサにより区分される植分で、コケ層がほとんど発達しないものも含まれる。ここではシカクイが出現することで区分されるシカクイ小群とそれが出現しない典型小群に細分される。

シカクイ小群は湿原南東部の池瀆群にある水深2cm以浅の滞水凹地や浅い池瀆の池岸にみられ、常に過湿な環境におかれている。一方、典型小群は融雪期や降雨時に地表水がみられるが、常時滞水しない立地に成立している。湿原北部の水路沿いや湿原中央の流路に沿った東側一帯の平低地、湿原南東部の池瀆と池瀆間の小凹地などに発達している。

(2) 典型群

ミヤマイヌノハナヒゲ群の標徴種が生育しない植分で、群落構成種は3~13種(平均9種)とミヤマイヌノハナヒゲ群にくらべ少ない。コケ層は発達し、ハリミズゴケがマット状に密生にしている植分が多く、一部は周囲からイボミズゴケやムラサキミズゴケの侵入がみられ、イボミズゴケが優占する植分も含まれる。主に湿原東部や中央西部の平坦地に広がるヌマガヤ—イボミズゴケ群落内に点在する小凹地(流路状の形態とは異なり、不定形で、通常は滞水していない)に発達するが、いずれの植分も広がりはいくつかは大きくない。

3.2.2 ミカヅキグサーワタミズゴケ群落(表3)

ミカヅキグサ、ワタミズゴケにより識別される群落で、ミカヅキグサーハリミズゴケ群落と同所的な立地に発達し、種組成も酷似し、湿原中央西部の小凹地に局在している。

本群落は駒止湿原白樺谷地に発達するワタミズゴケ群落(竹原, 1989)と同様で、東北地方に広く分布する火山噴出物を基盤として発達する山地貧養湿原植生(斎藤, 1977)のミヤマイヌノハナヒゲ—ワタミズゴケ群集(藤

原, 1987a) とは立地環境や種組成が異なっている。

3.2.3 ヌマガヤイボミズゴケ群落 (表4)

イボミズゴケ, ムラサキミズゴケにより識別される群落で, 降水時でもほとんど地表水がみられない平坦からやや凸状の小隆起地に発達し, 宮床湿原では最も広い面積を占めている。

草本層はヌマガヤ, ワタスゲ, ウメバチソウ, ツルコケモモ, コバギボウシ, ハイイヌツゲなどが高い常在度で出現し, 草丈が1mを超すヤマドリゼンマイ (ヤマドリゼンマイ群に属する) あるいはヨシが上層を形成する植分も多い。コケ層はイボミズゴケとムラサキミズゴケが単独, あるいは混生, 共優占し, やや縮まった厚いミズゴケマットを形成している。特に小隆起の中心に近い場所ではチャミズゴケが点在する。

湿原の北部と南部では種組成に違いがあり, 次の2群に下位区分される。

(1) ヤマドリゼンマイ群

ヤマドリゼンマイ, レンゲツツジにより区分される植分で, 湿原北部の平坦地からやや凸状の小隆起地に広く分布している (付図)。ヤマドリゼンマイが上層を形成し, その根元を中心にムラサキミズゴケが盛り上がりように優占する植分 (ヤマドリゼンマイ・ムラサキミズゴケ群落; 樋口, 1975) が多く, やや乾性な立地に成立している。湿原北部中央の起伏地ではチャミズゴケが混生し, 周縁部ではそれが出現しないことから, 前者をチャミズゴケ小群, 後者を典型小群に下位区分される。

(2) 典型群

特別な区分種を持たない植分で, 湿原南部の池塘の縁や池塘内の小島, あるいは小凹地縁辺のやや地下水位が高い平坦地に発達している。ヤマドリゼンマイ群と同様にチャミズゴケ小群と典型小群に区分される。前者は湿原南部中央に発達し, イボミズゴケが優占し, チャミズゴケが混生している。後者は湿原西部の周縁や中央流路西側に発達している。

3.2.4 ヌマガヤチャミズゴケ群落 (表5)

チャミズゴケがコケ層で優占することで識別される群落で, 中央流路以東の斜面上部で不明瞭な流路と流路に挟まれた凸状地や湿原南-南東部の周縁付近にみられる小隆起地に分布し, 斑状からやや広がりを持って発達している。

草本層は被度がやや低く, 草丈1mを超すヨシが上層で点在し, ワタスゲ, ツルコケモモ, ヌマガヤ, ハイイヌツゲが高い常在度で出現する。コケ層は植被率100%で, チャミズゴケが全面を覆い, イボミズゴケ, ムラサキミズゴケが混生している。種組成的にはヌマガヤイボミズゴケ群落ヤマドリゼンマイ群チャミズゴケ小群に酷似している。

チャミズゴケを識別種とするヌマガヤチャミズゴケ群集は高層湿原において小隆起地を形成すること (藤原, 1987a) が知られ, 本州では5亜群集にまとめられている (松田ら, 1986)。宮床湿原の本群落はハイイヌツゲ, ミカヅキグサが出現することで駒止湿原 (松田ら, 1986; 竹原, 1989) に発達するハイイヌツゲ亜群集典型変群集に属すると考えられるが, アキノキリンソウ, ゼンテイカを欠き, ヨシが高い常在度で出現するという特徴を有している。

3.2.5 スギバミズゴケ群落 (表6)

スギバミズゴケにより識別される群落で, 湿原北部のやや乾燥気味の立地に局在している。スギバミズゴケはヤマドリゼンマイやヌマガヤ, レンゲツツジなどの根元に密生し, やや盛り上がるようなマットを形成しているが, 発達面積はきわめて狭い。

東北地方で知られているスギバミズゴケからなる群落は, ガンコウラン, イソツツジ, クロメノキなどの矮性低木を伴っている (藤原, 1987a) が, 宮床湿原ではそれらは生育せず, 群落としての特徴を備えていない。

3.2.6 ヌマガヤオオミズゴケ群落 (表7)

オオミズゴケとツルコケモモにより特徴づけられる群落で, 湿原周縁部のヌマガヤ群落や低木林 (ノリウツギーイソノキ群落やハンノキ群落ヌマガヤ群) に接して帯状に発達している。降雨時においてもほとんど地表水がみられない乾性な立地に成立し, 湿原側ではヌマガヤイボミズゴケ群落に移り変わる。

草本層はヌマガヤが散生からやや密生し, 植分によってはツルコケモモがマット状に覆い, コケ層はオオミズゴケがやや粗なマットを形成している。

オオミズゴケは沼沢地から中間湿原, 高層湿原, あるいは湿生林の林床まで生育し, 国内では最も広い分布域を持っている (Suzuki, 1972)。福島県におけるオオミズゴケが優占する群落で高層湿原植生と考えられるもの

は、ヌマガヤーイボミズゴケ群集オオミズゴケ亜群集(雄国沼湿原; 松田他, 1985), オオミズゴケムラサキミズゴケ群落(赤井谷地; 櫻村, 1991), ヌマガヤーオオミズゴケ群落(駒止湿原; 竹原, 1989) などがあり, 宮床湿原特有の群落とはいえない。

3.3 中間湿原植生

融雪期・降雨時に流水の影響を受ける流路内や湿原周辺部では高層湿原植生が成立する立地環境とは異なり, 別の群落が発達している。ここではそれらを中間湿原植生としてまとめる。

3.3.1 ヤチカワズスゲ群落(表8)

ヤチカワズスゲが優占し, 識別される群落で, 湿原北部の流路に沿った水路状の凹地に発達している。ここでは常時水深3cm程度であるが, 流路の水量が多い時期には溢れた水が侵入し, 泥炭が流亡することが多い。

3.3.2 ミズギク群落(表8)

ミズギクが生育することで特徴づけられる群落で, 湿原周縁の水が滲出する凹地や不明瞭な水路内などの地下水位が高い立地に発達している。

ミズギク(オゼミズギクを含む)を標徴種とするミズギクーヌマガヤ群集は尾瀬ヶ原湿原から報告(宮脇・藤原, 1970)され, 東北地方の多くの山地湿原からも知られ, 中間湿原植生の一型として扱われている(藤原, 1987b)。

本湿原では種組成の違いにより, 次の2群に下位区分される。

(1) ハリガネスゲ群

ハンノキ群落に出現するハリガネスゲ, ヒメシロネ, ハンノキによって区分される植分で, ミズゴケ類は生育していない。湿原南東部縁辺付近の網状となっている水路内に発達し, 常に地表水がみられ, わずかに流れが認められる。

(2) ハリミズゴケ群

ハリミズゴケ, ミヤマイヌノハナヒゲ, ムラサキミカキグサ, ヤチスギラン, トキソウによって区分される植分で, ミカツキグサーハリミズゴケ群落ミヤマイヌノハナヒゲ群に類似した構成種からなるが, 立地環境がやや異なっている。本群落は湿原東部の不明瞭な水路内や湿原中央東部周縁の凹地に発達し, 常に高い地下水位で,

地表停滞水〜地表流水(融雪期)がみられる。

3.3.3 ヌマガヤ群落(表9)

ヌマガヤにより識別される群落で, 相観的にはヌマガヤあるいはヤマドリゼンマイが群生し, ハイイヌツゲ, レンゲツツジなどの低木がこれらに混生している。コケ層はあまり発達せず, オオミズゴケやムラサキミズゴケが侵入しているが, 活力は低く, 散生している程度にすぎない。湿原中央〜北部の周縁部では水はけの良好なやや乾燥した立地に帯状からやや広がり, ミズゴケ類からなる群落から低木林への推移群落といえる。

3.4 湿原植生のまとめ

本湿原内に発達する湿原植生として, 上記の11型の群落が発達した(表10)。これらの群落はいずれもヌマガヤ, ヨシ, モウセンゴケ, ミカツキグサ, ワタスゲ, ウメバチソウ, コバギボウシ, タテヤマリンドウなどが高い常在度で出現するため, 本群落では維管束植物の出現有無による群落間の相違は大きくなく, 優占種や出現するミズゴケ類の相違によって群落はまとめられる。

4 森林植生

4.1 湿生林

湿原を取り囲む湿性にはハイイヌツゲ, レンゲツツジ, ノリウツギ, イソノキ, ハンノキなどからなる湿生林が帯状からやや広がりを持って発達している。

4.1.1 ノリウツギーイソノキ群落(表11)

ハンノキが出現せず, ノリウツギ, イソノキにより識別される低木林で, 湿原中央〜北部の湿原周縁のやや乾燥した立地に発達し, ヌマガヤ群落の背後に帯状に成立している場合が多い。

群落は樹高1.5〜2.5mのノリウツギ, イソノキ, ハイイヌツゲがやや密生し, ヌマガヤ, ワタスゲ, コバギボウシなどの湿原植物が散生からやや密生している。コケ層を形成しているミズゴケ類の違いにより, オオミズゴケ群とスギバミズゴケ群に下位区分される。

4.1.2 ハンノキ群落(表12)

ハンノキにより識別される湿生林で, 流路沿いや湿原周縁部に発達し, 湿原内部や縁辺部で低木林, 外周部で高木林となっている。次の2群に下位区分される。

(1) ヌマガヤ群

ヌマガヤ、ワタスゲ、ウメバチソウ、カキラン、モウセンゴケ、ゼンテイカにより区分される低木林で、湿原北西部の一部地域や東部の不明瞭な流路に沿って発達している。

群落は樹高2m以下のハンノキがブッシュ状に広がり、レンゲツツジ、ハイイヌツゲ、イソノキなどの低木に加え、ヌマガヤ群落、ツルコケモモオオミズゴケ群落を構成する種が多数生育している。また、流路沿いの植分ではミズギク群落と共通の種が出現し、苔類の一種も生育している。湿原内の群落と共通性が高く、湿原一森林をつなぐ役割を果たしていると考えられる。

(2) ハリガネスゲ群

ズミ、ヤマウルシ、ウワミズザクラ、ハリガネスゲ、ヒメシダ、ニッコウシダにより区分される植分で、地表水がみられるような過湿な立地に成立している。

群落は群落高の異なる植分が含まれ、湿原縁辺から離れるにつれて低木林(高さ5m以下)から高木林(高さ10~18m)へ連続的に推移している。低木林では樹高が不揃いでブッシュ状のハンノキ、ハイイヌツゲ、イソノキ、レンゲツツジなどの低木が密生し、草本類はあまり生育せず、林床にオオミズゴケのマットが広がっている。一方、高木林では樹高10~18mの直立した幹からなるハンノキやヤチダモが高木層を形成し、亜高木層・低木層でホオノキ、ウワミズザクラ、キタコブシ、ヤマモミジなどの高木の若木や稚樹、オオバクロモジ、ツタウルシなどが生育している。

本群は宮床湿原を取り囲むように発達する湿生林の中核で、群落構成種によってミズバショウ小群とザゼンソウ小群に下位区分される。

ミズバショウ小群はタチアザミ、ヒメシロネ、コハウチワカエデ、ミズバショウにより区分される植分で、湿原の東~南部の過湿でやや無機土壌が混入する立地に発達し、植分によっては水路状の凹地があり、湧水や滲出水によって灌水されている。一方、ザゼンソウ小群はミズバショウ小群の区分種を欠き、ザゼンソウが出現することで特徴づけられる植分で、湿原の北東~西部に広がっている。

4.2 夏緑広葉樹林

湿原を取り囲む適潤な斜面にはブナ、ミズナラ、コナラなどが優占する夏緑広葉樹林が発達している。これら

はいずれも人為的影響を受けており、原生林とはいいがたいが、当地域は標高的に温帯落葉広葉樹林(ブナ林)と中間温帯林(コナラ林)の推移帯に当たり、両群落が極相林として混在していたと考えられている(Kashimura, 1974; 櫻村, 1987)。このことは宮床湿原で行われた花粉分析学的研究(崔・日比野, 1985)において、最終氷期以降、*Quercus*と*Fagus*が相応に優占する夏緑広葉樹林が継続して成立していたという結果からもうかがえる。

4.2.1 ブナーヒメアオキ群落(表13)

ブナ、ヒメアオキ、オオカメノキにより識別される高木林で、湿原西方の林道宮床界線(宮床集落から湿原に至る道路)沿いのやや湿性な緩斜面~平坦面に局在している。

高木層はブナ(樹高20m, 胸高直径40cm前後)、ミズナラ、ホオノキが同程度に優占し、アカイタヤ、クリが混生している。低木層以下はオオカメノキ、オオバクロモジ、ミヤマガマズミ、ハイイヌツゲ、ヒメアオキなどの低木、ウワミズザクラ、ウリハダカエデ、ヤマモミジなどの高木の若木や稚樹が点在し、チゴユリ、シシガシラ、ツルアリドオシ、イチヤクソウなどの草本が混生しているが、種数・優占度とも低い。

福島県におけるブナ林には3タイプあることが知られ、当地域にはチシマザサ型ブナ林が分布している(櫻村, 1987)。ここで調査された植分ではチシマザサが出現せず、同型の特徴を完全に表していないが、他のタイプを特徴づけるスズタケやユキツバキもここでは生育していない。

4.2.2 ミズナラーヤマツツジ群落(表13)

ミズナラが優占し、ヤマツツジ、ネジキにより識別される高木林で、ブナーヒメアオキ群落が発達する斜面の上部、急傾斜面(傾斜30~55°)に分布している。ここでは母岩が露出し、リターがあまり留まらず、岩礫が点在するような未成熟土壌からなっている。

高木層は樹高20m, 胸高直径40cm前後のミズナラが優占し、クリ、コナラが混生している。亜高木層は斜上するハウチワカエデ、ハクウンボク、ネジキなどが生育している。低木層は亜高木層に出現する種の稚樹とヤマツツジ、ウラジロヨウラク、ムラサキヤシオツツジ、バイカツツジのツツジ科植物が多数生育しているが、草本

層は不安定な立地により植被率は低く、特に優占する種はみられない。

4.2.3 コナラーオクチョウジザクラ群落 (表13)

コナラ、ワラビ、タニウツギにより識別される群落で、湿原周辺の斜面～平坦面の適潤地に広がっている。

高木層は樹高16～21m、胸高直径20～40cmのコナラが優占し、ミズナラ、クリ、ホオノキなどが混生している。亜高木層は植被率0～40%であり発達せず、ヤマウルシ、コハウチワカエデ、コシアブラなどが点在し、特定の優占種はみられない。低木層は高さ4m以下で、クマイザサ(高さ1m)がやや密生～密生する植分(クマイザサ群)とそれを欠く植分(典型群)に下位区分されるが、いずれもヤマウルシ、コハウチワカエデ、アズキナシ、ウワミズザクラ、オクチョウジザクラ、アカイタヤなどの高木・亜高木の若木や稚樹、タニウツギ、ミヤマガズミ、ハナヒリノキなどの低木が混生している。草本層は高さ80cm以下で、植被率5～20%(クマイザサ群)、30～50%(典型群)で、ワラビ、クマバハグマ、イチヤクソウ、ツルリンドウ、チゴユリなどの草本にヤマウルシ、コシアブラ、ハイイヌツゲ、オクチョウジザクラ、ウワミズザクラなどの稚樹が生育している。なお、典型群はクマイザサ群とくらべて群落構成種数は15種多く(典型群、40～46種、平均42種;クマイザサ群、19～36種、平均27種)、レンゲツツジ、ミヤマナルコユリ、シシガシラ、ヤマブドウが出現するという特徴を持つ。

本群落が属すると考えられるオクチョウジザクラ～コナラ群集は日本海岸気候域に分布するコナラ林で、二次林として成立している植分が多い(鈴木, 1987)。宮床湿原周辺に発達するコナラーオクチョウジザクラ群落もワラビ、タニウツギ、チゴユリなどの草原生の植物が高常在度で出現することから、放棄された採草地あるいは明るい林床を持った薪炭林から発達した二次林と考えられる。しかし、一方では湿原南方の緩斜面には胸高直径80～130cmのコナラが生育し、直径50～80cmの切株も点在していることから、自然林として継続的に成立していたとも考えられる。

4.3 植林

宮床集落背後の山地斜面や沢沿い、伝上山東斜面にはスギの植林地が広がっている。

4.3.1 スギ植林 (表14)

スギが植栽されていることで特徴づけられる人工林で、湿原の南東端から流出する沢に沿った斜面にみられる。調査された植分では樹高7mのスギが点在し、樹間を埋めるようにクマイザサが密生し、ウチワドロコ、ミツバアケビなどのつる植物が絡みついている。フキ、ワラビ、ススキ、タニウツギ、トリアシショウマ、オカトラノオなどの草原生の植物が高い優占度で出現し、スギ植栽以前は草原状を呈していたと考えられる。

5 草原

伝上山の西～北西斜面にはスキー場が開設され、山頂から山麓(海拔500m付近)までゲレンデが延びている。ここでは牧草類の播種、定期的な刈払いが行われ、人工草地が広がっている。しかし、融雪時などに起こるエロージョンによって牧草類が定着せず、半自然草原のススキ群落が発達している場所もある。

5.1 ススキ群落 (表15)

ススキ、ワラビ、フキにより識別される群落で、斜面中部のやや湿性な立地に発達している。草丈1.2mのススキが塊状に点在し、オカトラノオ、ニガナ、ミツバツチグリなどのススキ草原を特徴づける種が混生し、モミジイチゴ、ニガイチゴなどの伐採跡地に出現する種も生育している。

5.2 人工草地 (カモガヤ群落:表15)

播種されたカモガヤ、オオウシノケグサ、シロツメクサなどの牧草類により識別される群落で、ススキ群落と共通する種が多い。調査された植分ではエロージョンによって表土が流出しつつある不安定な立地に成立したもので、裸地にヒメスイバ、ニガナ、ヒメハギなどが生育している。

6 まとめ—宮床湿原の植生上の特徴

これまでに記述したように、宮床湿原には高層湿原植生を主体に水生植物群落、中間湿原植生にあたる種々の植物群落が発達している。これらのうち、最も広い面積を占めているのがヌマガヤ～イボミズゴケ群落で、湿原北西～中央のやや盛り上がったドーム状の地域に発達している。本群落が属するヌマガヤ～イボミズゴケ群集は東北地方の高層湿原に普遍的な群落で、池塘の縁(土手

状起伏地)や小凹地の縁辺、池塘内の浮島などの小隆起地などに発達し、池沼から隆起しつつある途上の植分(いわゆる「ゆるぎ田代」を形成)も多い(藤原, 1987a)。宮床湿原においても本群落は池塘の縁や小凹地の縁辺などの地下水位が高い平坦地に分布している(イボミズゴケが優占する植分が多い)が、分布の中心はドーム上(ムラサキミズゴケが優占する植分が多い)で、平坦~小隆起地を形成している。このような状況は近隣の駒止湿原(特に白樺谷地)にもみられ、ドーム上の周縁部の斜面中~下部の小凹地ではミカツキグサーハリミズゴケ群落やミカツキグサーワタミズゴケ群落、小隆起地ではチャミズゴケが混生する群落(ヌマガヤイボミズゴケ群落チャミズゴケ小群やヌマガヤチャミズゴケ群落)がそれぞれ発達していることも共通している。したがって、両湿原の成因や発達過程は不明な点があるが、現植生から判断すると同質の湿原といえる。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、調査に際して種々の便宜を与えられた国立環境研究所岩熊敏夫博士、同研究所生態機構研究室の各氏、ならびに福島県南郷村役場などの関係機関の各位に対し、心から感謝の意を表したい。

引用文献

- 馬場義仲(1969):宮床湿原調査資料。南郷村湿原調査委員会。南郷村, 福島県, 20pp.
- Braun-Blanquet, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl. Springer-Verlag, Wien, 865pp.
- 崔基龍・日比野絃一郎(1985):福島県宮床大谷地における花粉分析的研究。宮城農業短期大学報, 33, 81-82.
- 藤原一絵(1987a):高層湿原植生。「日本植生誌東北」(宮脇昭編著)。pp.255-265。至文堂, 東京。
- 藤原一絵(1987b):中間湿原植生。「日本植生誌東北」(宮脇昭編著)。pp.265-268。至文堂, 東京。
- 樋口利雄(1975):福島県に産する蘚類(XIV)宮床湿原付近の蘚類。福島生物, 第18号, 29-32.
- 五十嵐彰(1975):南会西部の植物XVII(宮床大谷地について)。福島生物, 第18号, 23-27.
- 岩槻邦男(1992):日本の野生植物シダ。平凡社, 東京,

516pp.

- 岩月善之助・野口 彰(1973):日本産蘚類総目録。服部植物研究所報告, 37, 299-418.
- Kashimura, T. (1974): Ecological study on the montane forest in the southern Tohoku district of Japan. *Ecol. Rev.*, 18, 1-56.
- 榎村利道(1987):福島県の植生。「福島県植物誌」, pp.27-63。福島県植物誌編纂委員会。
- 榎村利道(1991):赤井谷地の植物群落および土壌についての近隣水田土壌との比較。「自然と人間」, 第2号, 37-46。福島大学。
- 久保田敏弘(1973):湿原の植物。「湿原の生態学」(鈴木静夫・西田英郎編), pp.99-170。内田老鶴園新社, 東京。
- 松田行雄・波田善夫・竹中則夫(1986):ヌマガヤチャミズゴケ群集について。植物地理分類, 34, 95-103.
- 松田行雄・波田善夫・竹中則夫・矢野悟道(1985):雄国沼における湿原植生第1報。第32回日本生態学会大会講演要旨集, 289.
- 宮脇 昭・藤原一絵(1970):尾瀬ヶ原の植生。国立公園協会, 東京, 152pp.
- 斎藤員郎(1977):湿原。「群落の分布と環境」(石塚和雄編), pp.242-261。朝倉書店, 東京。
- 阪口 豊(1974):泥炭地の地学—環境の変化を探る—。東京大学出版会, 東京, 329pp.
- 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫(編)(1989):日本の野生植物木本Ⅰ 321pp, Ⅱ 305pp。平凡社, 東京。
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫(編)(1981, 1982):日本の野生植物草本Ⅰ 単子葉類305pp, Ⅱ 離弁花類318pp, Ⅲ 合弁花類259pp。平凡社, 東京。
- Suzuki, H. (1972): Distribution of Sphagnum species in Japan and an attempt to classify the moors basing on their combination. *J. Hattori Bot. Lab.*, 35: 3-24.
- 鈴木兵二(1978):所産ミズゴケ類2種以上の湿地湿原目録。吉岡邦二博士追悼植物論集, pp.234-245。仙台。
- 鈴木伸一(1987):夏緑広葉樹二次林。「日本植生誌東北」(宮脇昭編著)。pp.299-311。至文堂, 東京。
- 鈴木康之・菊池冽明(1973):湿原の構造と歴史。大谷地湿原。「湿原の生態学」(鈴木静夫・西田英郎編), pp.291-305。内田老鶴園新社, 東京。
- 竹原明秀(1989):駒止湿原の植物群落, 湿原および森林の植生。「国指定天然記念物駒止湿原保存対策調査報告書」(駒止湿原保存対策調査会編), pp.18-35。田島町・昭和村教育委員会, 福島県。

表 1 水生植物群落の組成

I : フトヒルムシロ群落

II : ヒツジグサーミツガシワ群落

Table 1 Floristic composition of the hydrophytic communities.

I : *Potamogeton fryeri* communityII : *Nymphaea tetragona*-*Menyanthes trifoliata* community

Community type:	群落型	I	II						
Running number:	通し番号	1	1	2	3	4	5	6	7
Quadrat number:	調査番号	225	53	154	56	69	44	64	195
Date:	調査年月日	'93	'92	'93	'92	'92	'92	'92	'93
		9.28	10.2	6.26	10.2	10.3	10.2	10.2	9.27
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	0.3	1	1	1	1	2	1	1
Depth of water (cm):	水深 (cm)	20	12	40	18	20	10	15	20
Height of herb layer (H, cm):	草本層(H)の高さ (cm)	20	20	60	120	60	100	70	40
Cover degree of herb layer (H, %):	草本層(H)植被率 (%)	70	70	70	80	70	50	70	90
Number of species:	出現種数	1	2	3	3	3	3	4	4
<u>Differential species of community:</u>	<u>群落識別種</u>								
<i>Potamogeton fryeri</i>	フトヒルムシロ	H	4·4	.	.	.	.	.	.
<i>Nymphaea tetragona</i>	ヒツジグサ	H	.	3·3	3·3	3·3	2·3	2·3	3·3
<i>Menyanthes trifoliata</i>	ミツガシワ	H	.	4·5	3·3	1·2	1·2	.	2·2
<i>Scirpus juncoides</i>	ホタルイ	H	.	.	.	.	2·2	3·3	2·3
<u>Companion species:</u>	<u>随伴種</u>								
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	.	+	.	3·3	1·2	2·2	1·2
<i>Eriophorum gracile</i>	サギスゲ	H	.	.	+	.	.	.	.

表 2 ミカヅキグサ-ハリミズゴケ群落の組成

1: ミヤマイヌノハナヒゲ群 (a. シカクイ小群 b. 典型小群) 2: 典型群

Table 2 Floristic composition of the *Rhynchospora alba-Sphagnum cuspidatum* community.1: *Rhynchospora yasudana* group (a. *Eleocharis wichurae* subgroup b. typical subgroup) 2: Typical group

Community type:	群落型	1 a					1 b																
Running number:	通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Quadrat number:	調査番号	55	51	74	174	70	49	61	84	25	163	198	3	12	18	82	178	189	153	197	164	182	
Date:	調査年月日	'92	'92	'92	'93	'92	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'93	'93	'93	'93	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	10.2	10.2	10.3	6.26	10.3	10.2	10.2	10.3	6.24	6.26	9.27	6.24	6.24	6.24	10.3	9.27	9.27	9.26	9.27	9.26	9.27	
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	30	30	180	30	60	60	30	50	20	20	60	30	50	60	100	60	30	70	30	60	100	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	80	70	80	40	80	80	40	30	60	60	90	70	50	55	70	70	70	80	80	80	90	
Number of species:	出現種数	30	90	80	90	60	10	5	20	40	100	90	90	80	10	100	5	80	20	10	20	5	
		12	13	13	13	14	16	6	8	9	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	13	13	
Differential species of community:		群落種別種																					
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M	3-3	5-5	5-4	5-5	3-3	1-1	1-1	2-2	3-3	5-5	5-5	5-5	5-4	1-1	5-5	1-1	5-5	2-3	1-2	2-3	1-2
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ	H	4-4	4-4	3-3	2-3	3-3	2-2	3-3	+2	3-3	2-3	4-5	4-4	2-3	3-3	2-3	1-2	1-2	2-3	4-4	4-4	4-5
Differential species of under unit:		下位単位種別種																					
<i>Utricularia yakusimensis</i>	ムラサキミミカキグサ	H	-	1-1	+	1-1	1-2	3-3	-	-	-	2-3	-	1-1	+	2-3	1-1	2-3	1-1	2-2	+	1-2	-
<i>Rhynchospora fairiei</i>	オオイヌノハナヒゲ	H	-	+	-	-	+	4-4	+	3-3	1-2	1-1	1-2	-	+	-	1-2	2-2	-	-	1-1	1-2	1-1
<i>Rhynchospora yasudana</i>	ミヤマイヌノハナヒゲ	H	-	+2	+	1-2	1-2	1-2	+	+2	-	-	-	1-2	2-3	-	+2	4-4	4-4	-	+	-	-
<i>Leopodium inundatum</i>	ヤチスギラン	H	2-3	1-1	1-1	-	2-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	1-2	2-3	3-3	3-3	2-3
<i>Ericaculon monococcon</i>	エゾホシクサ	H	-	1-1	+	-	1-2	1-2	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Eleocharis wichurae</i>	シカクイ	H	1-2	1-2	1-2	1-1	1-2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Companion species:		随伴種																					
<i>Molinopsis japonica</i>	スマガヤ	H	+2	1-2	1-2	2-3	+2	+	1-1	+	1-2	2-3	1-2	1-1	2-3	1-2	2-3	+	1-1	+2	2-3	1-2	1-2
<i>Polygonia japonica</i>	トキノソウ	H	+2	+2	1-2	+	1-2	+2	-	+	1-2	+	1-2	+	+	+2	1-2	+	+	2-3	1-2	+2	1-2
<i>Dobera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+2	+2	+2	+2	+	1-2	-	-	1-2	+	-	-	+	+2	+2	-	+2	2-2	1-1	1-2	+2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	1-1	-	-	1-2	-	-	-	1-1	1-1	1-1	+	1-2	+	1-2	-	+	+	-	-	+2	-
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	+	-	1-2	-	1-2	1-2	+2	-	-	+	2-3	-	1-2	+2	2-3	+	+	1-2	-	1-2	2-3
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	1-1	-	1-1	-	-	-	-	+	1-1	1-1
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multisepta</i>	ウメバチソウ	H	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1-2	+
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	-	1-1	-	+	1-2	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	+
<i>Vaccinium oycoccus</i>	ツルコケモモ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis japonica</i>	サワラン	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	+	-	-
<i>Mercyanthes trifoliata</i>	ミツガシワ	H	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platanthera nipponica</i>	コバトソウ	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Utricularia bifida</i>	ミミカキグサ	H	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-2
<i>Inula ciliaris</i>	ミズギク	H	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Loxopus uniflorus</i>	エゾシロネ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnaceae</i> sp.	ハイゴケ科の一種	M	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus juncooides</i>	ホタルイ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ailus japonica</i>	ハンノキ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Community type:	2																									
Running number:	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Quadrat number:	190	67	116	135	93	65	97	16	134	11	231	168	26	202	4	63	120	151	212	194	204	229	236	17	85	89
Date:	'93	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'93	'92	'93	'92	'92	'92	'93	'93	'93	'93	'93	'93	'92	'92	'92
Quadrat size (m ²):	9.27	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.3	6.24	10.4	6.24	9.28	6.26	6.24	9.28	6.24	10.2	10.4	6.26	9.28	9.27	9.28	9.28	6.24	10.3	10.3	
Height of herb layer (H; cm):	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.5	
Cover degree of herb layer (H; %):	80	100	100	80	100	50	100	50	50	40	80	20	30	20	70	80	30	80	30	80	30	120	20	50	30	30
Cover degree of moss layer (M; %):	90	90	90	90	80	60	100	60	90	60	80	30	60	60	70	100	60	40	60	75	40	60	40	70	70	70
Number of species:	80	70	100	20	60	30	20	20	20	60	40	80	90	100	80	70	100	100	95	100	100	90	100	90	100	100

Differential species of community:

<i>Sphagnum cuspidatum</i>	M	4.5	4.5	5.5	1.2	4.4	3.3	2.2	+	2.3	4.4	3.3	5.4	5.5	5.5	5.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	3.3	3.3	4.5
<i>Rhynchospora alba</i>	H	4.5	2.3	4.5	2.3	3.3	4.5	3.3	2.2	2.3	3.3	3.3	2.3	4.5	3.3	4.5	4.5	2.3	4.5	4.5	3.3	2.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.5

Differential species of under unit:

<i>Utricularia yohusimensis</i>	H	2.3	2.3	1.1	2.3	2.3	2.3	2.3	+2	2.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora fauriei</i>	H	-	1.1	-	-	1.2	1.1	1.2	1.1	+	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora yasudana</i>	H	-	3.3	-	3.3	1.1	-	-	-	4.5	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopodium inundatum</i>	H	-	3.3	1.1	-	-	2.3	4.5	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ericacaulon monococon</i>	H	-	+2	-	2.2	+	-	1.2	+	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis uichurae</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-

Companion species:

<i>Molinopsis japonica</i>	H	2.3	+2	2.3	+	+	1.1	2.3	2.3	1.2	1.2	3.3	1.1	-	2.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	2.3	1.2	2.3	1.2	1.2	2.3	2.3		
<i>Pugnia japonica</i>	H	+	1.2	+2	+	1.2	1.2	1.2	+2	1.2	+	+2	-	1.2	1.2	+	+2	+	+	+2	+	+	+	+2	+	-	+2		
<i>Drosera rotundifolia</i>	H	+2	1.2	+2	+2	1.2	+	1.2	2.2	1.2	+	+	+	+2	+	1.2	+2	-	+	+	+	+2	+	+	+2	+	+		
<i>Eriophorum vaginatum</i>	H	+2	+	+	+	1.1	-	1.2	+2	+2	+2	+	+	1.2	2.3	+	1.1	1.1	+	+	+2	+	-	+2	2.3	1.2	1.2		
<i>Phragmites australis</i>	H	1.2	1.2	2.3	3.3	1.2	+	3.3	1.2	1.2	+	-	-	-	-	1.2	1.1	-	1.2	-	+2	-	2.3	-	1.2	+	-		
<i>Festa albo-marginata</i>	H	1.2	-	-	-	1.1	+	+	1.2	+	+	1.2	-	-	1.2	+	-	+	+	-	-	-	1.2	-	1.1	+	+		
<i>Pumassia palustris</i> var. <i>multisetata</i>	H	+	+	+	+	+	1.1	+	1.2	+	+	1.2	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+2	-	+	+2	+		
<i>Sphagnum papillosum</i>	M	+	-	1.2	2.2	+	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	2.3	+	+	+	+	-	-	-	4.4	4.4	-		
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	H	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-		
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	H	+	-	-	+	+	+	+	1.2	-	+	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	H	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	+2	+	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	M	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1.1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	+2	+2	-	1.2	-	+2	+
<i>Eleocharis japonica</i>	H	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Menyanthes trifoliata</i>	H	-	-	-	-	1.1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Platanthera nipponica</i>	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Utricularia bifida</i>	H	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Inula ciliaris</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Miscanthus intermedius</i>	H	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lycopodium uniflorum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hypnaceae sp.	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum palustre</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Scirpus juncoides</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Alnus japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum fuscum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Epipactis thunbergii</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Osmunda cinnamomea</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Community type:									
Running number:	48	49	50	51	52	53	54	55	
Quadrat number:	142	162	107	208	45	57	8	9	
Date:	'92	'93	'92	'93	'92	'92	'92	'92	
Quadrat size (m ²):	10.4	6.26	10.3	9.28	10.2	10.2	6.24	6.24	
Height of herb layer (H;cm):	0.5	1	0.5	1	0.5	1	1	1	
Cover degree of herb layer (H; %):	30	20	20	40	30	80	30	30	
Cover degree of moss layer (M; %):	30	70	60	70	60	80	80	80	
Number of species:	100	90	90	100	80	100	90	60	

Differential species of community:

<i>Sphagnum cuspidatum</i>	M	5-5	4-4	5-5	5-4	4-4	4-4	2-2	4-4
<i>Rhynchopora alba</i>	H	3-3	4-5	4-5	3-3	3-3	3-3	4-4	4-4

Differential species of under unit:

<i>Utricularia yabusimensis</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchopora fariei</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchopora yasudana</i>	H	-	-	-	-	+2	-	-	-
<i>Lycopodium inundatum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ericacolon monoocoon</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis uschurue</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-

Companion species:

<i>Molinopsis japonica</i>	H	+2	2-2	1-2	1-2	1-2	2-3	2-3	2-3
<i>Pogonia japonica</i>	H	+	+	+	+2	1-2	+	+	+2
<i>Drosera rotundifolia</i>	H	+	2-3	+2	+	+2	+2	+2	1-2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	H	1-1	+	+	2-3	-	1-2	1-2	3-3
<i>Phragmites australis</i>	H	-	-	-	-	+	2-3	-	-
<i>Hosta albo-marginata</i>	H	+	+	2-2	1-2	+	-	+	2-2
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseti</i>	H	-	+	+	-	+	+2	+2	+
<i>Sphagnum papillosum</i>	M	+	2-3	+2	1-2	2-2	3-3	4-4	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	H	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>Gentiana thumbergii</i> var. <i>minor</i>	H	-	-	+	-	-	+	+	+
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	H	+	+	-	+	+	+	+2	-
<i>Sphagnum magellanicum</i>	M	1-1	-	-	1-1	-	-	-	-
<i>Eleocharis japonica</i>	H	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Meryanthes trifoliata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	H	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Platanthera nipponica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Utricularia bifida</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inula ciliaris</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miscanthus intermedius</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopus sciflorus</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyppuraceae sp.	M	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum palustre</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus junceoides</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abus japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epipactis thumbergii</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Osmunda cinnamomea</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3 ミカツキグサ-ワタミズゴケ群落の組成

Table 3 Floristic composition of the *Rhynchospora alba*-*Sphagnum tenellum* community.

Running number:	通し番号	1	2	3	
Quadrat number:	調査番号	203	91	117	
Date:	調査年月日	'93	'92	'92	
		9.28	10.3	10.4	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	0.5	1	1	
Height of herb layer (H;cm):	草本層(H)の高さ (cm)	30	20	30	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	60	70	70	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	100	100	100	
Number of species:	出現種数	9	11	11	
<u>Differential species of community:</u>		<u>群落識別種</u>			
<i>Sphagnum tenellum</i>	ワタミズゴケ	M	5.5	5.5	4.4
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカツキグサ	H	3.3	4.5	4.5
<u>Companion species:</u>		<u>随伴種</u>			
<i>Moliniopsis japonica</i>	ヌマガヤ	H	+2	1.2	2.3
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+	+	1.2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	+	1.2	1.2
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	1.1	1.1	1.2
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	+	+	1.1
<i>Pogonia japonica</i>	トキシウ	H	+2	+2	.
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M	1.2	.	3.3
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	.	+	+
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	.	+	.
<i>Platanthera nipponica</i>	コバノトンボソウ	H	.	+	.
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	.	.	+2
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	H	.	.	+

表 4 スマガヤーイボミズゴケ群落の組成

1: ヤマドリゼンマイ群 (a. チャミズゴケ小群 b. 典型小群) 2: 典型群 (a. チャミズゴケ小群 b. 典型小群)

Table 4 Floristic composition of the *Molinopsis japonica*-*Sphagnum papillosum* community.

1: *Osmunda cinnamomea* group (a. *Sphagnum fuscum* subgroup b. typical subgroup) 2: Typical group (a. *Sphagnum fuscum* subgroup b. typical subgroup)

Community type:	群落型	1 a																				1 b																							
Running number:	通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Quadrat number:	調査番号	13	29	219	235	124	138	161	19	137	77	7	96	118	119	167	169	1	10	125	139	13	29	219	235	124	138	161	19	137	77	7	96	118	119	167	169	1	10	125	139				
Date:	調査年月日	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'93	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92						
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	6.24	6.24	9.28	9.28	10.4	10.4	6.26	6.24	10.4	10.3	6.24	10.3	10.4	10.4	6.26	6.26	6.24	6.24	10.4	10.4	6.24	6.24	9.28	9.28	10.4	10.4	6.26	6.24	10.4	10.3	6.24	10.3	10.4	10.4	6.26	6.26	6.24	6.24	10.4	10.4				
Height of herb layer (H; cm):	草本層 (H) の高さ (cm)	40	30	30	30	30	50	40	30	30	120	30	100	120	40	80	60	90	70	40	30	40	30	30	30	30	50	40	30	30	120	30	100	120	40	80	60	90	70	40	30				
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層 (H) 植被率 (%)	60	60	60	50	70	70	60	70	80	100	70	90	80	70	100	70	60	70	70	40	30	60	60	60	50	70	70	60	70	80	100	70	90	80	70	100	70	60	70	70	40	30		
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層 (M) 植被率 (%)	95	100	100	100	100	100	100	100	90	60	95	100	100	100	100	100	95	60	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	90	60	95	100	100	100	100	100	100	95	60	100	100			
Number of species:	出現種数	11	12	12	12	14	14	14	15	15	16	17	17	17	10	11	11	12	12	12	12	11	12	12	12	14	14	14	15	15	16	17	17	17	10	11	11	12	12	12	12	12			
Differential species of community:		群生種別種																																											
<i>Sphagnum papillosum</i>	ボミズゴケ	M	1-2	+2		2-3	+		4-5	+2	2-2	1-1	4-5	4-4	5-5	2-3				4-4		4-4	M	1-2	+2		2-3	+		4-5	+2	2-2	1-1	4-5	4-4	5-5	2-3				4-4		4-4		
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	4-4	5-5	4-4	5-4	5-4	5-5		5-5	4-4	4-4	+	2-3	+	5-5	5-5	5-5	4-5		4-4	2-3	M	4-4	5-5	4-4	5-4	5-4	5-5		5-5	4-4	4-4	+	2-3	+	5-5	5-5	5-5	4-5		4-4	2-3		
Differential species of under unit:		下位単位種別種																																											
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	2-2	2-3	1-1	+2	3-3	4-4		+	2-2	2-2		2-3		2-2	5-5	1-2	+	2-2	3-3	+	H	2-2	2-3	1-1	+2	3-3	4-4		+	2-2	2-2		2-3		2-2	5-5	1-2	+	2-2	3-3	+		
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H		+			+	+		+	+		+		+		+	+	2-2	+	1-2		H		+			+	+		+	+	+		+	+	+	+	2-2	+	1-2				
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ	M	1-2	1-1	3-3	+2	2-2	1-2	2-3	1-1	1-1	1-2	1-2	2-2	1-2								M	1-2	1-1	3-3	+2	2-2	1-2	2-3	1-1	1-1	1-2	1-2	2-2	1-2									
Companion species:		随伴種																																											
<i>Molinopsis japonica</i>	スマガヤ	H	3-3	2-3	2-3	1-2	2-3	3-3	2-3	2-3	3-3	2-3	1-2		1-1	3-3	2-3	4-5	2-3	3-3	3-3	1-2	H	3-3	2-3	2-3	1-2	2-3	3-3	2-3	2-3	3-3	2-3	3-3	2-3	1-2		1-1	3-3	2-3	4-5	2-3	3-3	3-3	1-2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H		1-2	1-1	1-1	2-2	1-1	+	1-2	+	1-2	1-1	2-3	1-2		+	+	1-2	1-2	3-3	2-3	H		1-2	1-1	1-1	2-2	1-1	+	1-2	+	1-2	1-1	2-3	1-2		+	+	1-2	1-2	3-3	2-3	2-3	
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	+2		+	1-2	1-2	2-3	+2	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1-2	H	+2		+	1-2	1-2	2-3	+2	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1-2	
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ	H		+2	2-3	2-3	2-3	2-2	+2	4-5	2-3		4-5	1-2	2-3	2-3	+2	+2	2-3	1-2	+	3-3	H		+2	2-3	2-3	2-3	2-2	+2	4-5	2-3		4-5	1-2	2-3	2-3	+2	+2	2-3	1-2	+	3-3		
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ツルコケモモ	H	1-2		1-2	1-2	1-2	1-2	+	1-2	+2	+	+2	1-2	1-2	+	+	+2		+	+	+2	H	1-2		1-2	1-2	1-2	1-2	+	1-2	+2	+	+2	1-2	1-2	+	+	+2		+	+	+2		
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	+2	2-3	+		+	1-1	+		+		1-2	1-2	+	+	1-1			1-1	1-1	+	H	+2	2-3	+		+	1-1	+		+		1-2	1-2	+	+	1-1			1-1	1-1	+		
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	H		+	2-3	2-2	2-2	+	2-3	1-1	3-3	1-1	2-2	3-3	3-3	1-1					3-3		H		+	2-3	2-2	2-2	+	2-3	1-1	3-3	1-1	2-2	3-3	3-3	1-1					3-3			
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エンゾリンドウ	H		+		+	+	+	+		+	1-1	1-2	+	+	+					+	+	H		+		+	+	+	+		+	1-1	1-2	+	+	+					+	+		
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+2				+	+	+2	+2	+	+	+2	+	+	+			+	+	+	+	H	+2				+	+	+2	+2	+	+	+2	+	+	+			+	+	+	+	+	
<i>Polygonia japonica</i>	トキシソウ	H	+		+	+		+	+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	H	+		+	+		+	+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H		+			+	+	+2	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	H		+			+	+	+2	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	+2											2-3		2-3	1-2				1-1		H	+2											2-3		2-3	1-2				1-1			
<i>Miscanthus intermedius</i>	オヒゲナガカリヤスモドキ	H													1-2		1-1						H													1-2		1-1							
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H														+	1-2						H														+	1-2							
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ	M			1-1																		M			1-1																			
<i>Peridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H					+															+	H					+															+		
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculentus</i>	ゼンテイカ	H							1-2														H						1-2																
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	H												+									H													+									
<i>Sphagnum amblyphyllum</i>	アオモリミズゴケ	H																					H																						
<i>Carex diaspalata</i>	カサスゲ	M																					M																						
<i>Carex omanica</i>	ヤチカワズスゲ	H																					H																						
<i>Rhamnus crenata</i>	インノキ	H													+								H													+									
<i>Acer japonicum</i>	ハウチワカエデ	H													+								H													+									
<i>Coptis trifolia</i>	ミツバオウレン	H																					H																						
<i>Menisies multiflora</i>	ウラジロヨウラク	H																					H																						
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	H																					H																						
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	H																					H																						
<i>Sasa palmata</i>	チマキザサ	H																					H																						
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M																					M																						
<i>Eleocharis japonica</i>	サワラン	H																					H																						
<i>Rhynchospora yasudana</i>	ミヤマイヌノハナヒゲ	H																					H																						

Community type:	2 a																									
Running number:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Quadrat number:	234	237	123	141	166	216	28	207	230	103	211	131	129	24	86	179	188	23	46	75	94	152	43	62	87	
Date:	'93	'93	'92	'92	'93	'93	'92	'93	'93	'92	'93	'92	'92	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	'92	'93	'92	'92	
Quadrat size (m ²):	9.28	9.28	10.4	10.4	6.26	9.28	6.24	9.28	9.28	10.3	9.28	10.4	10.4	6.24	10.3	9.27	9.27	6.24	10.2	10.3	10.3	6.26	10.2	10.2	10.3	
Height of herb layer (H; cm):	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cover degree of herb layer (H; %):	70	40	30	30	30	30	30	60	100	50	30	40	100	60	30	100	80	30	50	120	100	30	40	40	40	
Cover degree of moss layer (M; %):	90	80	80	60	80	70	70	90	60	70	80	60	90	70	60	80	55	60	50	40	60	40	40	70	60	
Number of species:	70	90	100	100	100	90	95	60	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Number of species:	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15	15	16	17	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	
Differential species of community:																										
<i>Sphagnum papillosum</i>	M	+2	-	+2	-	+2	2-3	3-3	+2	1-2	+	2-3	2-3	-	1-2	4-5	5-5	5-5	4-4	3-3	4-5	5-4	5-4	5-5	5-5	4-4
<i>Sphagnum magellanicum</i>	M	4-4	5-5	5-5	5-5	5-5	4-5	4-4	4-4	5-5	5-5	4-5	4-5	5-5	4-4	+	+2	+	+	4-4	3-3	-	-	-	-	1-1
Differential species of under unit:																										
<i>Osmunda cinnamomea</i>	H	4-4	4-4	1-1	2-2	+	2-2	1-2	4-4	+	3-3	3-3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron japonicum</i>	H	2-3	1-2	-	+	+	-	+2	1-1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3-3	2-3	2-3	+2	3-3	+2	1-2	2-3	2-3	+	1-2	3-3
Companion species:																										
<i>Molinopsis japonica</i>	H	2-3	3-3	4-4	3-3	1-2	2-3	3-3	3-3	1-2	2-3	4-4	3-3	2-3	1-2	3-3	2-3	2-3	+2	+2	1-2	1-2	2-3	1-2	2-3	2-3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	H	1-1	1-1	1-1	1-1	2-3	+	2-3	1-1	3-3	1-2	+	3-3	3-3	1-2	2-3	2-3	2-3	2-3	3-3	2-3	1-2	2-3	2-2	3-3	2-3
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	H	+	1-2	+2	+2	+	1-2	+	2-3	1-2	+2	1-2	1-2	+2	-	+	+	+	+2	+	1-2	+	+	+	+	+
<i>Rhynchospora alba</i>	H	1-2	3-3	3-3	2-3	4-5	2-3	+	1-2	+	3-3	3-3	1-2	1-1	-	+2	-	2-3	2-3	1-2	-	2-3	1-2	1-1	1-2	1-2
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	H	-	+2	+2	+	+2	+2	-	+2	-	1-2	1-2	+2	-	2-3	1-2	+2	+	+	+2	1-2	+2	+2	1-2	+2	1-2
<i>Hosta albo-marginata</i>	H	+	2-3	1-1	1-1	1-2	3-3	2-2	1-2	2-2	+	+	2-2	+	+	-	1-2	+	1-2	+	1-1	+	+	+	+2	+
<i>Ilex crenata</i> var. <i>pahudosa</i>	H	3-3	1-1	1-1	-	1-1	3-3	-	3-3	-	+	3-3	-	-	1-1	1-1	2-3	-	1-1	1-1	1-2	2-2	+	1-1	3-3	1-1
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	H	+	+	+	+	+2	1-1	+	1-1	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
<i>Drosera rotundifolia</i>	H	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+2	+	+	+	+	+2
<i>Pogonia japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+2	-
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	H	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i>	H	-	-	-	-	-	-	+2	-	+	-	-	+	+	2-3	-	2-3	-	+	-	+	-	+	+	-	-
<i>Miscanthus intermedius</i>	H	-	+	-	1-2	-	-	-	-	2-3	-	-	-	1-1	3-3	-	-	-	-	-	2-3	+	-	-	+	1-1
<i>Epipactis thunbergii</i>	H	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum palustre</i>	M	-	-	-	1-1	-	-	+	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculenta</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumuroe</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Sphagnum amblyphyllum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex dispalata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex omiana</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnus crenata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer japonicum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coptis trifolia</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menziesia multiflora</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrangea paniculata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sasa palmata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora yuzudana</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Community type:	2 b																							
Running number:	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
Quadrat number:	90	95	193	2	187	199	205	79	106	111	60	92	148	200	201	233	186	206	213	215	136	176	209	
Date:	'92	'92	'93	'92	'93	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'93	'93	'93	'93	'93	'93	'93	'92	'93	'93	
Quadrat size (m ²):	6 10.3	10.3	9.27	6.24	9.27	9.27	9.28	10.3	10.3	10.4	10.2	10.3	6.26	9.27	9.28	9.28	9.27	9.28	9.28	9.28	10.4	6.26	9.28	
Height of herb layer (H; cm):	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
Cover degree of herb layer (H; %):	30	20	100	20	160	50	30	100	30	120	50	30	30	30	40	30	20	30	20	30	30	60	100	
Cover degree of moss layer (M; %):	60	70	80	60	70	60	40	50	70	40	60	70	60	90	70	60	70	70	70	60	80	50	80	
Number of species:	100	90	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100	80	
Number of species:	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	9	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	15	
Differential species of community:																								
<i>Sphagnum papillosum</i>	M	5-5	4-5	4-4	1-2	4-5	5-4	4-5	5-5	1-2	4-5	5-5	1-2	1-2	1-2	2-2	2-3	2-2	1-2	1-2	2-2	+2	1-1	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	M	+2	+2	3-3	5-5	2-3	2-2	1-2	1-2	5-5	1-1	+2	5-5	5-5	5-5	5-4	4-5	5-4	5-5	5-5	4-4	4-5	5-5	4-4
Differential species of under unit:																								
<i>Oxurunda cinnamomea</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhododendron japonicum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum fuscum</i>	M	1-2	2-3	2-3	1-2	+	2-3	3-3	+2	1-1	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Companion species:																								
<i>Molinopsis japonica</i>	H	+	-	2-3	+	2-3	1-1	+2	+2	2-3	1-2	3-3	3-3	2-3	4-4	2-3	1-2	1-2	1-2	3-3	2-3	+	3-3	1-2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	H	1-2	2-3	2-2	1-1	3-3	1-1	2-3	2-3	1-1	3-3	1-1	+2	1-2	1-1	3-3	3-3	2-3	1-1	1-2	1-2	2-2	+2	1-1
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiaceta</i>	H	1-2	1-2	+	+	1-2	1-2	1-2	+2	1-2	+	-	1-2	1-2	1-2	1-2	+2	1-2	+2	+	+2	1-2	+	+
<i>Rhynchospora alba</i>	H	3-3	2-3	1-1	3-3	1-2	2-3	+2	+2	4-4	1-2	1-1	1-2	+2	1-2	3-3	3-3	4-5	2-3	2-3	4-5	1-2	+2	+2
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	H	+2	1-2	+2	+2	+2	1-2	+2	+2	1-2	+2	+2	1-2	1-2	+2	-	+2	-	+2	+	1-2	-	+2	+2
<i>Hosta albo-marginata</i>	H	+	+	-	+	+	+	+	1-1	+	2-3	-	1-1	2-3	-	2-2	2-3	2-2	1-1	1-2	3-3	1-1	-	+
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	H	2-2	4-4	2-3	2-3	+	2-2	3-3	2-3	3-3	3-3	-	2-2	-	3-3	-	1-2	3-3	3-3	2-3	2-3	3-3	-	3-3
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	H	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	1-1	-	+2
<i>Drosera rotundifolia</i>	H	-	+	+	+2	-	-	-	+	+	+	+2	-	+	+	+	-	+2	+	+	-	-	+	+
<i>Pogonia japonica</i>	H	+	+2	+	1-2	+	+	+2	+	+	+	2-3	-	-	+	+2	-	+	+	+	+	+	-	+
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	H	-	+	-	+2	+2	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
<i>Phragmites australis</i>	H	+	-	3-3	-	1-2	+2	-	1-2	-	1-2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	2-3
<i>Miscanthus intermedius</i>	H	-	-	1-1	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-2
<i>Epipactis thunbergii</i>	H	-	-	-	-	-	-	+	1-2	-	1-2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2
<i>Sphagnum palustre</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculenta</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum amblyophyllum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2
<i>Carex dispalata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2
<i>Carex omiana</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnus crenata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer japonicum</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coptis trifolia</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menziesia multiflora</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrangea paniculata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sasa palmata</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Eleocharis japonica</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Rhynchospora yasudana</i>	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2

表 5 スマガヤーチャミズゴケ群落の組成

Table 5 Floristic composition of the *Moliniopsis japonica*-*Sphagnum fuscum* community.

Running number:	通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Quadrat number:	調査番号	5	196	76	232	21	210	68	184	185	81	112	115	48	155	
Date:	調査年月日	'92	'93	'92	'93	'92	'93	'92	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	6.24	9.27	10.3	9.28	6.24	9.28	10.3	9.27	9.27	10.3	10.4	10.4	10.2	6.26	
Height of herb layer (H; cm):	草本層 (H) の高さ (cm)	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層 (H) 植被率 (%)	30	180	120	50	30	80	100	100	100	120	120	100	30	70	
Cover degree of moss layer (S; %):	コケ層 (M) 植被率 (%)	60	80	70	40	50	60	65	80	80	60	70	65	70	55	
Number of species:	出現種数	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		11	12	12	13	13	13	14	14	14	15	16	15	16	16	
Differential species of community:	群差識別種															
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ	M	4-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-4	4-5	4-4	4-4	4-5	5-4	5-5	4-4	5-5
Companion species:	随伴種															
<i>Moliniopsis japonica</i>	スマガヤ	H	2-3	2-3	2-3	2-3	+2	1-1	2-3	2-3	.	.	+	+2	1-2	2-3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	2-2	1-1	1-2	1-2	1-2	3-3	2-3	3-3	2-3	2-2	2-3	3-3	3-3	2-3
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	1-2	2-3	1-2	2-3	1-2	1-2	1-2	2-3	1-2	+2	2-3	1-2	+	.
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ツルコケモモ	H	+2	1-2	+2	1-2	1-2	1-2	+2	1-2	+2	1-2	+2	1-2	1-2	1-2
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	3-3	2-3	2-3	.	2-3	2-3	2-3	2-3	1-1	2-3	1-2	1-2	2-3	2-3
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	+	.	2-3	+	2-2	2-2	+	1-2	2-2	1-1	1-2	1-1	+	+
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	.	2-3	1-2	.	+	1-2	+2	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	+2	+2
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	H	2-2	3-3	1-1	3-3	2-3	2-3	.	2-2	3-3	1-2	1-2	2-3	1-1	.
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカツキグサ	H	.	1-2	.	+	2-3	.	+2	1-2	3-3	2-3	+	1-2	1-1	1-2
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+2	.	+	+	+	.	+2	+	+2	+	+	.	+	+2
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	+	+	.	1-2	.	.	+	.	+2	+2	+	+2	.	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エンリンドウ	H	.	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	+2	.	.	.	1-2	+2	+	+	2-2	1-2	+	.	.	.
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	.	+	1-2	.	.	.	.	.	.	+	1-2	+	+2	+
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	.	.	.	+	+	+	+	+	1-1	2-2	1-1	.	.	.
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pogonia japonica</i>	トキンウ	H	.	.	.	.	.	.	+2	.	+	.	.	.	.	+
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Coptis trifolia</i>	ミツバオウレン	H	.	.	.	1-2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Menziesia multiflora</i>	ウラジロヨウラク	H	.	.	.	.	.	1-2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculenta</i>	ゼンテイカ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Solidago virginiana</i> subsp. <i>asiatica</i>	アキノキリンソウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

表 6 スギバミズゴケ群落の組成

Table 6 Floristic composition of the *Sphagnum nemoreum* community.

Running number:	通し番号	1	2	3	
Quadrat number:	調査番号	102	173	218	
Date:	調査年月日	'92	'93	'93	
		10.3	6.26	9.28	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	1	1	1	
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	80	50	40	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	90	70	60	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	80	100	100	
Number of species:	出現種数	9	10	13	
<u>Differential species of community:</u>	<u>群落識別種</u>				
<i>Sphagnum nemoreum</i>	スギバミズゴケ	M	5.5	4.4	4.4
<u>Companion species:</u>	<u>随伴種</u>				
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	3.3	2.3	2.2
<i>Molinopsis japonica</i>	ヌマガヤ	H	3.3	2.3	2.3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	1.2	2.3	2.3
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	1.1	1.2	+
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	+	+2	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	+	+	+
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H	2.3	+2	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	.	2.3	+2
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H	1.2	.	+
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	.	+	.
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ	M	.	.	2.2
<i>Vaccinium corymbosum</i>	ツルコケモモ	H	.	.	1.2
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ	H	.	.	1.2
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	.	.	+

表 7 スマガヤーオオミズゴケ群落の組成

Table 7 Floristic composition of the *Moliniopsis japonica*-*Sphagnum palustre* community.

Running number:	通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Quadrat number:	調査番号	157	183	88	71	130	132	159	171	224	156	73	47	98	66	177	
Date:	調査年月日	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	'93	'93	'93	'92	'92	'92	'92	'93	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	6.26	9.27	10.3	10.3	10.4	10.4	6.26	6.26	9.28	6.26	10.3	10.2	10.3	10.3	6.26	
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	40	40	60	100	100	50	40	90	60	40	180	50	60	140	80	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	90	70	60	75	95	70	40	80	70	50	90	70	50	100	80	
Number of species:	出現種数	100	100	100	90	90	100	90	80	100	95	100	95	80	100	70	
Differential species of community:		群落識別種															
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ	M	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-4	5-5	5-5	4-4
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ツルコケモモ	H	5-5	1-2	1-2	3-3	-	2-3	1-2	-	-	1-2	1-2	1-1	-	+	-
Companion species:		随伴種															
<i>Moliniopsis japonica</i>	スマガヤ	H	1-2	4-5	2-3	2-3	5-5	3-3	2-2	2-3	4-4	2-3	1-2	2-2	3-3	1-2	4-5
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	2-3	1-2	1-1	1-2	+	2-2	+	1-2	+	1-1	2-3	2-3	+	1-1	+
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	H	-	-	3-3	-	+	-	1-2	+	2-2	2-2	+	1-1	1-1	1-1	+
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	-	-	-	+2	1-2	+	+	-	-	+	3-3	-	+	3-3	+2
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+	-	-	+2	-	-	+2	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	-	-	-	+	1-1	-	-	1-2	-	+	1-2	1-1	-	1-2	1-1
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	-	3-3	-	-	1-1	1-2	-	-	-	-	+	-	1-1	+	+
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H	-	-	+	+	-	-	2-2	1-1	-	+2	-	+	-	-	1-1
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	-	-	+	+	-	2-3	-	-	-	+	1-1	-	+2	+	-
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	-	-	-	1-2	+	+	-	-	+	-	1-1	1-2	-	1-1	-
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+2	+2	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	-	-	-	-	-	-	-	+	+2	+	+	+	-	-	-
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	-	+	-	-	-	-	-	4-5	+	-	-	-	-	-	2-3
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	H	-	-	1-1	-	-	-	-	1-1	-	+	-	-	-	-	+
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	H	-	-	1-1	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	1-1	+
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculenta</i>	ゼンテイカ	H	-	-	-	-	1-2	-	-	-	+	-	-	2-3	1-1	-	-
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Pogonia japonica</i>	トキソウ	H	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Meryanthes trifoliata</i>	ミツガシワ	H	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	1-2	-
<i>Carex dispalata</i>	カサスゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1-1
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i>	アキノキリンソウ	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopus machianus</i>	ヒメシロネ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heloniopsis orientalis</i>	ショウジョウバカマ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopodium clavatum</i>	ヒカゲノカズラ	H	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus crispula</i>	ミズナラ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Menziesia multiflora</i>	ウラジロヨウラク	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Carex omana</i>	ヤチカワズスゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	-	-
<i>Platanthera nipponica</i>	コバノトンボソウ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	-
<i>Sagittaria aginashi</i>	アギナシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Copis trifolia</i>	ミツバオウレン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3
<i>Rhamnus crenata</i>	イソノキ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Malus toringo</i>	ズミ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

表 8 ヤチカワズスゲ群落・ミズギク群落の組成

I : ヤチカワズスゲ群落

II : ミズギク群落 (1 : ハリガネスゲ群 2 : ハリミズゴケ群)

Table 8 Floristic composition of the *Carex omiana* community and the *Inula ciliaris* community.

I : *Carex omiana* community

II : *Inula ciliaris* community (1 : *Carex capillacea* group 2 : *Sphagnum cuspidatum* group)

Community type:	群落型	I	II-1	II-2						
Running number:	通し番号	1	1	2	3	4	5	6	7	8
Quadrat number:	調査番号	221	158	160	20	150	192	180	14	78
Date:	調査年月日	'93	'93	'93	'92	'93	'93	'93	'92	'92
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	9.28	6.26	6.26	6.24	6.26	9.27	9.27	6.24	10.3
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	1	0.5	1	1	0.5	1	1	1	1
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	30	30	20	60	30	80	100	0.4	0.4
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	80	100	70	100	80	100	85	80	80
Number of species:	出現種数	0	0	0	50	50	60	40	80	10
		10	10	13	9	11	13	14	18	20
Differential species of community:		群落識別種								
<i>Carex omiana</i>	ヤチカワズスゲ	H	4-4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inula ciliaris</i>	ミズギク	H	-	4-5	3-3	4-5	4-5	3-3	2-2	3-3 2-3
Differential species of under unit:		下位単位識別種								
<i>Carex capillacea</i>	ハリガネスゲ	H	-	1-2	1-1	-	-	-	-	-
<i>Lycopus maackianus</i>	ヒメシロネ	H	-	+	+2	-	-	-	-	-
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	H	-	+	+	-	-	-	-	+
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M	-	-	-	3-3	3-3	4-4	3-3	5-4 1-1
<i>Rhynchospora sessudana</i>	ミヤマイトノハナヒゲ	H	-	-	-	1-2	1-2	4-4	2-2	2-3 3-3
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカツキグサ	H	+2	-	-	1-2	+2	2-2	4-5	3-3 2-3
<i>Pogonia japonica</i>	トキノウ	H	-	-	-	+	-	+2	+2	1-2
<i>Utricularia yokusimensis</i>	ムラサキミミカキグサ	H	-	-	-	-	-	1-1	2-3	2-3 1-1
<i>Lycopodium inundatum</i>	ヤチスギラン	H	-	-	-	-	-	2-3	1-1	- 4-5
Companion species:		随伴種								
<i>Molinopsis japonica</i>	ヌマガヤ	H	2-3	+2	2-2	+	1-2	+2	2-3	1-2 1-2
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	+	-	+	2-3	+	2-3	+2	1-2 3-3
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	+	+2	2-2	-	-	+	1-2	1-2 +2
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	-	+	-	2-2	-	1-2	2-2	+
<i>Eriocaulon monococcum</i>	エゾホシクサ	H	3-3	-	+	-	-	1-2	-	2-3 +
<i>Meryanthes trifoliata</i>	ミツガシワ	H	-	2-3	2-3	3-3	2-3	-	-	-
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	-	-	1-2	-	1-2	-	+	+
<i>Rhynchospora furia</i>	オオイヌノハナヒゲ	H	+	+	-	-	-	-	-	1-2 2-2
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multisetata</i>	ウメバチソウ	H	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	-	-	-	-	+	+	-	+2
<i>Eleocharis uichuruae</i>	シカクイ	H	1-1	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ilex crenata</i> var. <i>palmosa</i>	ハイイヌツゲ	H	-	+	-	-	-	-	-	2-2
<i>Eleocharis japonica</i>	サワラン	H	-	-	-	-	+2	-	-	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Platanthera holoottis</i>	ミズチドリ	H	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus leschenaultii</i>	コウガイゼキショウ	H	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium inundatum</i>	タチアザミ	H	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Triadenum japonicum</i>	ミズオトギリ	H	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Alisma canaliculatum</i>	ヘラオモダカ	H	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ツルコケモモ	H	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	+2

表 9 ヌマガヤ群落の組成

Table 9 Floristic composition of the *Moliniopsis japonica* community.

Running number:	通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Quadrat number:	調査番号	22	121	140	214	27	30	127	217	122	149	228	126	104	
Date:	調査年月日	'92	'92	'92	'93	'92	'92	'92	'93	'92	'93	'93	'92	'92	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	6.24	10.4	10.4	9.28	6.24	6.24	10.4	9.28	10.4	6.26	9.28	10.4	10.3	
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	4	4	1	4	4	1	4	4	4	1	4	1	1	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	120	100	40	50	50	70	150	80	120	100	150	150	60	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	90	100	80	100	80	90	100	100	100	90	100	100	100	
Number of species:	出現種数	10	0	0	20	5	10	30	10	10	30	10	10	30	
		6	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	13	15	
Differential species of community:	群落識別種														
<i>Moliniopsis japonica</i>	ヌマガヤ	H	4-5	2-3	4-5	4-4	3-3	2-3	4-5	2-3	3-3	4-5	4-5	4-5	3-3
Companion species:	随伴種														
<i>Hasta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	2-3	1-1	+	2-3	2-3	1-2	1-1	1-1	+	-	1-2	1-2	1-2
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	-	5-5	2-2	2-3	3-3	3-3	3-3	4-4	2-2	-	-	+	4-4
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	-	+	1-1	1-1	2-3	+2	-	1-1	2-2	-	2-3	1-1	1-2
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	1-1
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H	+	1-1	+	-	1-1	-	1-2	2-2	1-1	-	2-3	-	+
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	-	-	2-3	-	+	-	-	+	+2	-	1-1	+	+2
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ	M	-	-	-	-	1-1	1-2	2-3	-	+	3-3	1-1	-	2-2
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	H	1-2	-	-	-	-	1-2	1-2	-	-	1-2	3-3	2-3	-
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	-	+	1-2	-	-	-	1-2	-	1-1	-	1-2	1-1	-
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multiseta</i>	ウメバチソウ	H	-	-	-	+	-	+2	-	-	+	+2	2-3	+2	-
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	1-1	1-1	+	-	1-1	1-1	1-1
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	H	-	-	-	1-1	-	+	+	-	3-3	+	-	-	-
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	H	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	-	-	-	2-3	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	+	+2	-
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ	H	-	-	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	+
<i>Sphagnum squarrosum</i>	ウロコミズゴケ	M	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopus uniflorus</i>	エゾシロネ	H	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum amblyphyllum</i>	アオモリミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Hepaticae sp.	苔類の一種	M	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemerocallis dumortieri</i> var. <i>esculenta</i>	ゼンテイカ	H	-	-	-	-	-	4-4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex hakonensis</i>	コハリスゲ	H	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnus crenata</i>	イソノキ	H	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Coptis trifolia</i>	ミツバオウレン	H	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Platanthera sachalinensis</i>	オオヤマサギソウ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	-	-
<i>Anemone debilis</i>	ヒメイチゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lycopus maackianus</i>	ヒメシロネ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Carex maximowiczii</i>	ゴウソ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cirsium inundatum</i>	タチアザミ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thuidium</i> sp.	シノブゴケ属の一種	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

表 10 宮床湿原の湿原植生の総合常在度表

ローマ数字（調査区数が4以下の場合はアラビア数字）は常在度クラス、添字は優占度の範囲を表す。

Table 10 Synthesis table for mire vegetation of the Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture.

Roman numerals (or Arabic numerals below four investigative quadrats) and subscripts represent the constancy class and the range of Braun-Blanquet's dominance, respectively.

- 1: フトヒルムシロ群落 *Potamogeton fryeri* community 2: ヒツジグサーミツガシワ群落 *Nymphaea tetragyna-Mercurialis trifoliata* community
- 3: ヤチカワズスゲ群落 *Carex orniana* community
- 4: ミズギク群落 *Inula ciliaris* community
 - a. ハリガネスゲ群 *Carex capillacea* group b. ハリミズゴケ群 *Sphagnum cuspidatum* group
- 5: ミカヅキグサーハリミズゴケ群落 *Rhynchospora alba-Sphagnum cuspidatum* community
 - a. ミヤマイヌノハナヒゲ群 *Rhynchospora yasudana* group b. 典型群 Typical group
 - 1. シカクイ小群 *Eleocharis uichurae* subgroup
 - 2. 典型小群 typical subgroup
- 6: ミカヅキグサーワタミズゴケ群落 *Rhynchospora alba-Sphagnum tenellum* community
- 7: スマガヤイボミズゴケ群落 *Moliniopsis japonica-Sphagnum papillosum* community
 - a. 典型群 Typical group b. ヤマドリゼンマイ群 *Osmunda cinnamomea* group
 - 1. 典型小群 typical subgroup 1. チャミズゴケ小群 *Sphagnum fuscum* subgroup
 - 2. チャミズゴケ小群 *Sphagnum fuscum* subgroup 2. 典型小群 typical subgroup
- 8: スマガヤチャミズゴケ群落 *Moliniopsis japonica-Sphagnum fuscum* community 9: スギバミズゴケ群落 *Sphagnum nemoreum* community
- 10: スマガヤオオミズゴケ群落 *Moliniopsis japonica-Sphagnum palustre* community 11: スマガヤ群落 *Moliniopsis japonica* community

Community:	群落	1	2	3	4	4	5	5	5	6	7	7	7	7	8	9	10	11	
Group, Subgroup:	群・小群				a	b	a1	a2	b		a1	a2	b1	b2					
Number of quadrat:	調査区数	1	7	1	2	6	6	26	23	3	13	22	13	20	14	3	15	13	
Number of species:	出現種数	1	5	10	16	25	24	30	19	14	23	20	25	29	24	15	38	35	
Average number of species:	平均出現種数	1	3	10	12	14	14	13	9	10	12	13	14	13	14	11	12	11	
<i>Potamogeton fryeri</i>	フトヒルムシロ	1																	
<i>Nymphaea tetragyna</i>	ヒツジグサ		V ₁₋₂																
<i>Scirpus juncoides</i>	ホタルイ			III ₁₋₂															
<i>Carex orniana</i>	ヤチカワズスゲ			I															
<i>Inula ciliaris</i>	ミズギク				2 ₃₋₄	V ₁₋₂	II												
<i>Carex capillacea</i>	ハリガネスゲ				2 ₁														
<i>Lycoptis maackianus</i>	ヒメシロネ				2 ₊														
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ				2 ₊												II ₁₋₂		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ					V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	V ₁₋₇	2 ₁₋₃									
<i>Rhynchospora yasudana</i>	ミヤマイヌノハナヒゲ					V ₁₋₄	V ₁₋₅	III ₁₋₂											
<i>Utricularia yakusimensis</i>	ムラサキミミカキグサ					IV ₁₋₄	V ₁₋₅	IV ₁₋₂											
<i>Lyopodium inundatum</i>	ヤチスギラン					III ₁₋₄	IV ₁₋₂	III ₁₋₂											
<i>Eleocharis uichurae</i>	シカクイ			I ₁		I ₊	V ₁₋₂												
<i>Sphagnum tenellum</i>	ワタミズゴケ								3 ₁₋₆										
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ							I ₁₋₂	II ₁₋₂		V ₁₋₅	IV ₁₋₅	V ₁₋₆	V ₁₋₇	V ₁₋₈	2 ₁₋₂	III ₁₋₂	III ₁	
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ											IV ₁₋₅	V ₁₋₅	III ₁₋₂	3 ₁₋₂	II ₁₋₂	IV ₁₋₅		
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ											II ₁	IV ₁₋₂	I ₊	2 ₁₋₂	III ₁₋₂	IV ₁₋₂		
<i>Sphagnum fuscum</i>	チャミズゴケ										V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	1 ₊				
<i>Sphagnum nemoreum</i>	スギバミズゴケ															3 ₁₋₆			
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ												I ₁	II ₁₋₂			V ₁₋₂	III ₁₋₂	
<i>Moliniopsis japonica</i>	スマガヤ		1 ₊	2 ₊	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	3 ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	V ₁₋₇	V ₁₋₈	V ₁₋₉	
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ		V ₁₋₂	1 ₊	1 ₊	V ₁₋₂	IV ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	1 ₊	II ₁₋₂	III ₁₋₂	II ₁₋₂	II ₁₋₂	V ₁₋₂		III ₁₋₂	III ₁₋₂	
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ		1 ₊	2 ₊	IV ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	3 ₁₋₂	IV ₁	IV ₁	III ₁	IV ₁	1 ₊	III ₁	II ₁₋₂		
<i>Rhynchospora alba</i>	ミカヅキグサ		1 ₊			V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	3 ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	IV ₁₋₂	1 ₊	I ₁₋₂	I ₁₋₂	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ				1 ₊	III ₁₋₂	II ₁	V ₁₋₂	V ₁₋₃	3 ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	3 ₁₋₂	V ₁₋₂	IV ₁₋₂	
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>multieta</i>	ウメバチソウ			1 ₊	II ₊	IV ₁₋₂	III ₁₋₂	2 ₊	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	V ₁₋₇	V ₁₋₈	3 ₁₋₂	IV ₁	III ₁₋₂	
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ			1 ₊	V ₁₋₂	I ₊	III ₁₋₂	IV ₁₋₂	3 ₁	IV ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	V ₁₋₆	3 ₁₋₂	III ₁₋₂	V ₁₋₂	
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ			1 ₊	I ₁						IV ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	III ₁₋₂	V ₁₋₂		IV ₁₋₂	II ₁₋₂	
<i>Polygonia japonica</i>	トキノウ					V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	2 ₊	IV ₁₋₂	III ₁₋₂	IV ₁	II ₁	II ₁			I ₁		
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ					II ₁	II ₁	III ₁₋₂	II ₁	1 ₊	II ₁	II ₁	III ₁	III ₁	II ₁	1 ₊	II ₁	III ₁₋₂	
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ					I ₊	III ₁₋₂	II ₁₋₂	IV ₁₋₂	3 ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	V ₁₋₄	V ₁₋₅	IV ₁₋₂	V ₁₋₂	I ₁	II ₁₋₂	
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ					II ₁	III ₁	II ₁			IV ₁	IV ₁	IV ₁	IV ₁	IV ₁	3 ₁	II ₁	IV ₁₋₂	
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ツルコケモモ					I ₊		I ₊	II ₁		IV ₁₋₂	V ₁₋₂	V ₁₋₃	IV ₁₋₂	V ₁₋₂	1 ₊	IV ₁₋₂		
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン					III ₁					I ₁₋₂	I ₁₋₂	I ₁₋₂	I ₁	III ₁₋₂		III ₁₋₂		
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ										II ₁₋₂	II ₁₋₂	I ₁	II ₁₋₂	III ₁₋₂		III ₁₋₂	II ₁₋₂	
<i>Menyanthes trifoliata</i>	ミツガシワ		V ₁₋₂		2 ₊	II ₁₋₂	I ₊	I ₁₋₂										I ₁	
<i>Rhynchospora furvei</i>	オオイヌノハナヒゲ		1 ₊	1 ₊	II ₁₋₂	III ₁₋₂	IV ₁₋₂												
<i>Eriocaulon monococcum</i>	エゾホシクサ		1 ₊	1 ₊	III ₁₋₂	IV ₁₋₂	II ₁₋₂												
<i>Eleocharis japonica</i>	サワラン				II ₁	I ₊	I ₁₋₂												
<i>Peridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ														I ₊	2 ₁₋₂		I ₁₋₂	
<i>Platanthera nipponica</i>	コバノトンボソウ						I ₊			1 ₊									
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ																	II ₁₋₂	II ₁

(以下、省略 Species of low frequencies are omitted)

表 11 ノリウツギーイソノキ群落の組成
1: オオミズゴケ群 2: スギバミズゴケ群

Table 11 Floristic composition of the *Hydrangea paniculata*-*Rhammus crenata* community.
1: *Sphagnum palustre* group 2: *Sphagnum nemoreum* group

Community type:	群落型						
Running number:	通し番号	1	2	3	4	2	
Quadrat number:	調査番号	165	226	105	181	227	
Date:	調査年月日	'93	'93	'92	'93	'93	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	6.26	9.28	10.3	9.27	9.28	
Height of shrub layer (S; m):	低木層(S)の高さ (m)	4	8	9	9	4	
Cover degree of shrub layer (S; %):	低木層(S)植被率 (%)	2.0	2.5	1.5	2.0	1.8	
Height of herb layer (H; m):	草本層(H)の高さ (m)	80	80	60	50	90	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	0.3	1.0	0.8	1.0	1.0	
Cover degree of moss layer (M; %):	コケ層(M)植被率 (%)	10	50	95	90	40	
Number of species:	出現種数	100	10	10	10	60	
		13	14	15	16	16	
Differential species of community:		群落識別種					
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	S	1·1	3·3	3·3	3·3	4·4
		H	·	+	+	+	·
<i>Rhammus crenata</i>	イソノキ	S	2·3	2·2	3·3	·	·
		H	·	+2	1·2	+	+
Differential species of under unit:		下位単位識別種					
<i>Sphagnum palustre</i>	オオミズゴケ	M	5·5	1·1	1·1	1·2	·
<i>Sphagnum nemoreum</i>	スギバミズゴケ	M	·	·	·	·	4·4
Companion species:		随伴種					
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	S	1·1	·	·	·	1·1
		H	·	1·1	2·2	+2	2·2
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	S	4·4	3·3	·	1·1	3·3
		H	1·2	+2	·	2·2	+2
<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	S	+	2·3	·	2·3	1·2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	ワタスゲ	H	+	·	+	+	1·1
<i>Moliniopsis japonica</i>	ヌマガヤ	H	·	3·3	2·3	4·5	1·1
<i>Osmunda cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	·	2·2	4·4	3·3	2·3
<i>Hosta albo-marginata</i>	コバギボウシ	H	·	+2	1·2	3·3	+
<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>	エゾリンドウ	H	·	+2	+	·	1·2
<i>Thelypteris japonica</i>	ハリガネワラビ	H	·	+	·	+2	+
<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	S	+	+	·	·	·
		H	+	+	·	·	·
<i>Symplocarpus foetidus</i> var. <i>latissimus</i>	ザゼンソウ	H	1·2	·	+	·	·
<i>Epipactis thunbergii</i>	カキラン	H	+	·	+	·	·
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	S	+	·	·	+	·
<i>Gentiana thunbergii</i> var. <i>minor</i>	タテヤマリンドウ	H	·	+2	+2	·	·
<i>Prunus grayana</i>	ウワミズザクラ	S	+	·	·	·	·
		H	+	·	·	·	·
<i>Castanea crenata</i>	クリ	H	+	·	·	·	·
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	·	1·1	·	·	·
<i>Pogonia japonica</i>	トキノウ	H	·	·	+	·	·
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	·	·	+	·	·
<i>Disporum smilacinum</i>	チゴユリ	H	·	·	+	·	·
<i>Cirsium inundatum</i>	タチアザミ	S	·	·	·	+2	·
<i>Carex dispalata</i>	カサスゲ	H	·	·	·	+2	·
<i>Lycopodium uniflorum</i>	エゾシロネ	H	·	·	·	+	·
<i>Platanthera sachalinensis</i>	オオヤマサギソウ	H	·	·	·	+	·
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	·	·	·	·	1·2
<i>Scirpus wichurae</i>	アブラガヤ	H	·	·	·	·	1·1
<i>Drosera rotundifolia</i>	モウセンゴケ	H	·	·	·	·	+
<i>Quercus serrata</i>	コナラ	H	·	·	·	·	+

Community type:	群落型		1	2	3	4	5	6	7	8	2 a	9	10	11	12	13	14	15	16	2 b	17	18	19	20	21	22	23
Running number:	通し番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Quadrat number:	調査番号		223	100	220	222	113	101	99	50	114	133	72	80	146	110	143	109	108	15	172	6	147	170	128		
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	1-1	+	2-2	1-1	1-1	-	1-2	2-2	-	2-2	+		
		H	+	+	+	1-1	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+2	+2	+	+2	-		
<i>Sphagnum pulstre</i>	オオミズゴケ	M	4-4	4-4	2-2	4-4	-	2-2	4-4	-	4-4	4-4	2-2	3-3	1-1	2-2	-	1-1	2-2	-	1-1	3-3	5-5	2-2	4-4		
<i>Rhamnus crataegus</i>	イソノキ	S	1-1	-	-	-	-	-	+	-	2-2	1-1	1-1	2-2	3-3	1-1	1-1	1-1	3-3	1-1	3-3	3-3	2-2	+	1-1		
		H	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	1-2	1-2	1-1	1-1	1-1	3-3	3-3	3-3	+	1-1	+	-	1-1	
<i>Oenanthe cinnamomea</i>	ヤマドリゼンマイ	H	+2	-	-	-	-	3-3	-	-	-	-	-	-	+	1-2	1-1	1-1	3-3	3-3	3-3	+	1-1	+	-	1-1	
<i>Carex maculosa</i>	ゴクウソ	H	-	-	-	1-1	1-1	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	1-1	-	+	+	1-1	-	+	-	-		
<i>Magnolia praecox</i>	キタコブシ	T, H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	
		S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Lycopodium uniflorum</i>	エゾシロネ	H	-	+	-	-	1-2	-	-	-	-	-	1-1	2-3	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hetaeris alba-marginata</i>	コバギボウシ	H	-	-	1-1	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	1-1	1-2	-	+	-	+		
<i>Scirpus uichuroi</i>	アブラガヤ	H	-	-	-	1-1	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		
<i>Rhus ambigua</i>	ツタウルシ	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	2-3	1-2	1-2	1-1	-	-	-	-	-	
<i>Acer amoenum</i>	ヤマモミジ	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	
		S, H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Triadenum japonicum</i>	ミズオトギリ	H	-	+2	+	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Fragaria mandshurica</i>	ヤチダモ	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	1-1	+	-	-	-	-	
		S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Gentiana triflora</i>	エゾリンドウ	H	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Platanthera sachalinensis</i>	オオヤマサグソウ	H	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Thelypteris japonica</i>	ハリガネワラビ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	
<i>Lycopodium serratum</i>	トウゲシバ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1-1	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sasa senanensis</i>	クマイザサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum squarrosum</i>	ウロコミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	
<i>Sorbus obusifolia</i>	アズキナシ	S, H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Oenanthe japonica</i>	ゼンマイ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum papillosum</i>	イボミズゴケ	M	2-2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Rhynchopora alba</i>	ミカヅキグサ	H	-	-	1-1	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	ハリミズゴケ	M	-	-	+	-	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Eriocaulon monoecoon</i>	エゾホシグサ	H	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhynchopora fauriei</i>	オオイトノハナヒゲ	H	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hepatica sp.</i>	香類の一種	M	-	-	-	-	2-2	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Inula ciliaris</i>	ミズギク	H	-	-	-	-	+	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gentiana thunbergii</i>	タテヤマリンドウ	H	-	-	-	-	-	+	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex dispalata</i>	カサスゲ	H	-	-	-	-	-	+	2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Miscanthus intermedius</i>	オヒビゲナガカリヤスモドキ	H	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Disporum amakianum</i>	チゴユリ	H	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hypnaceae sp.</i>	ハイゴケ科の一種	M	-	-	-	-	-	-	-	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Menziesia multiflora</i>	ウラジロヨウラク	S, H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	
<i>Sorbus cornuta</i>	ナナカマド	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Acanthopanax sciadoplyoides</i>	コシアブラ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	イワガラミ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lindera umbellata</i>	オオバクロモジ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Skimmia japonica</i>	ツルシキミ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acer rufigerum</i>	ウリハダカエド	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Viburnum plicatum</i>	ケナシヤブアマリ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Eucorymbus alatus</i>	コマユミ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Symplocos chinensis</i>	サワフタギ	S, H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Magnolia salicifolia</i>	タムシバ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Sasa palmata</i>	チマキザサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Peridium aquilinum</i>	ワラビ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	ムラサキミズゴケ	M	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphagnum arifolium</i>	アオモリミズゴケ	M	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex omanica</i>	ヤチカワズスゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	クサレダマ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Community type:	群 落 型		1	2	3	4	5	6	7	8	2 a	10	11	12	13	14	15	16	2 b	17	18	19	20	21	22	23
Running number:	通し番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Quadrat number:	調査番号		223	100	220	222	113	101	99	50	114	133	72	80	146	110	143	109	108	15	172	6	147	170	128	
<i>Fagus japonica</i>	トキノウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helioscopia orientalis</i>	ショウジョウバカマ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2-3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium trifidum</i> var. <i>brevipedunculatum</i>	ホンバノヨツバムグラ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1-2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ilex leucoclada</i>	ヒメモチ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ischnostachya</i>	ジュズスゲ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum album</i> subsp. <i>oxysepalum</i>	バイケイソウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus crispula</i>	ミズナラ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrangea petiolaris</i>	ゴトウヅル	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i>	アカイタヤ	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Wisteria floribunda</i>	フジ	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Kakapanax pictus</i>	ハリギリ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ilex palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	モミジイチゴ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Celastrus orbiculatus</i> var. <i>papillosus</i>	オニツルウメモドキ	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Actinidia arguta</i>	サルナシ	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vitis coignetiae</i>	ヤマブドウ	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castanea crenata</i>	クリ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum taylorianum</i>	ミヤマボク	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tripterispermum japonicum</i>	ツルリンドウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium deltoideifrons</i>	サトメシダ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scladego virgurea</i> subsp. <i>asiatica</i>	アキノキリンソウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syrax obassia</i>	ハクウンボク	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

表 13 夏緑広葉樹林の組成

- I : ブナ・ヒメアオキ群落
- II : ミズナラーヤマツツジ群落
- III : コナラーオクチョウジザクラ群落 (1 : 典型群 2 : クマイザサ群)

Table 13 Floristic composition of the summer-green broad leaf forests.

- I : *Fagus crenata-Aucuba japonica* var. *borealis* community
- II : *Quercus crispula-Rhododendron obtusum* var. *kaempferi* community
- III : *Quercus serrata-Prunus apetala* subsp. *pilosa* community (1 : typical group 2 : *Sasa senanensis* group)

Community type:	群落型	I	II	III-1			III-2						
Running number:	通し番号	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Quadrat number:	調査番号	31	32	34	40	145	39	42	33	144	36	41	
Date:	調査年月日	'92	'92	'92	'92	'93	'92	'92	'92	'93	'92	'92	
Altitude (m):	海拔高 (m)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	
Slope aspect (°):	方位 (°)	N30E	N	N20W	N70E	S70W	SW	S	N10E	S20E	S70W	S60W	
Slope degree (°):	傾斜 (°)	20	55	10	15	5	25	10	5	15	15	5	
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	200	400	400	225	225	225	225	400	225	400	225	
Height of tree layer- 1 (T1; m):	高木層(T1)の高さ (m)	20	20	16	16	21	16	18	16	20	18	18	
Cover degree of tree layer- 1 (T1; %):	高木層(T1)植被率 (%)	90	90	90	90	90	80	90	85	90	90	90	
Height of tree layer- 2 (T2; m):	亜高木層(T2)の高さ (m)	7	10	8	9	7	6	7	8	7	10	-	
Cover degree of tree layer- 2 (T2; %):	亜高木層(T2)植被率 (%)	5	30	30	20	40	10	30	20	5	20	-	
Height of shrub- 1 layer (S1; m):	低木第一層(S1)の高さ (m)	3.5	3.0	3.0	3.0	3.5	2.5	2.5	3.0	4.0	4.0	4.0	
Cover degree of shrub- 1 layer (S1; %):	低木第一層(S1)植被率 (%)	40	60	50	80	40	50	20	20	30	40	20	
Height of shrub- 2 layer (S2; m):	低木第二層(S2)の高さ (m)	-	-	-	-	-	-	1.2	1.0	0.8	1.0	1.5	
Cover degree of shrub- 2 layer (S2; %):	低木第二層(S2)植被率 (%)	-	-	-	-	-	-	60	70	70	60	95	
Height of herb layer (H; m):	草本層(H)の高さ (m)	0.6	0.5	0.8	0.5	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	50	20	40	50	50	30	20	20	10	20	5	
Number of species:	出現種数	41	41	43	40	40	46	36	27	26	25	19	
Differential species of community:		群落差別種											
<i>Fagus crenata</i>	ブナ	T1, T2	3-3	-	-	-	1-1	-	-	-	1-1	-	
		S1	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	
		H	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Aucuba japonica</i> var. <i>borealis</i>	ヒメアオキ	H	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Viburnum furcatum</i>	オオカメノキ	S1	2-3	1-2	-	-	-	-	-	-	-	+	
		H	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhododendron obtusum</i> var. <i>kaempferi</i>	ヤマツツジ	S1	-	2-2	-	-	-	1-1	-	-	-	-	
		H	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	ネジキ	T2	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Quercus serrata</i>	コナラ	T1	-	+	5-5	5-4	5-5	5-5	5-5	5-4	4-4	5-5	
		T2	-	-	+	1-1	-	1-1	-	+	-	-	
		S1	-	-	-	-	-	2-3	-	+	-	1-1	
		H	-	-	-	+	+2	+	+	+	+	-	
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H	-	-	1-2	1-2	+	1-2	1-2	1-2	+	+2	
<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	S1	-	-	+	2-3	-	+2	-	+	+	+2	
		H	-	-	-	-	+2	+	+	+	-	+	
Differential species of under unit:		下位単位差別種											
<i>Sasa senanensis</i>	クマイザサ	S2, H	+2	-	+	-	-	4-5	4-5	4-5	4-5	5-5	
Companion species:		随伴種											
<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	T2	-	-	2-2	1-2	-	-	+	1-2	-	1-1	
		S1	-	-	2-3	1-1	2-3	2-3	1-2	-	+2	2-3	
		S2	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+2	
		H	+	+	2-3	1-2	1-2	-	+2	1-2	+2	+	
<i>Acanthopanax sciadophtoides</i>	コシアブラ	T1, T2	-	-	1-1	-	1-1	-	+	-	+	-	
		S1	-	-	-	+	1-2	+	-	-	-	-	
		H	+	+	+	+	1-2	-	1-2	+	+	+	
<i>Prunus apetala</i> subsp. <i>pilosa</i>	オクチョウジザクラ	T2, S1	1-2	+	+	1-1	-	-	-	2-3	1-1	+	
		H	-	+	1-1	+	+2	+	1-1	1-2	-	-	
<i>Pteris rugicula</i>	クマルバハダマ	H	+	+	2-2	1-2	2-3	1-1	+	+	+	+2	
<i>Castanea crenata</i>	クリ	T1	+	2-2	-	1-1	1-1	-	+	+	-	-	
		S1	-	-	+	+	+2	+	-	-	-	-	
		H	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	
<i>Acer sieboldianum</i>	コハウチワカエデ	T2	1-1	+	+	-	1-1	-	1-2	-	-	2-3	
		S1	-	-	+	1-1	-	1-1	1-2	-	2-3	1-1	
		H	-	-	+	+2	1-2	-	+2	-	+	-	
<i>Schisaphragma hydrangeoides</i>	イワガラミ	T2	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	
		H	1-2	+2	+	1-1	1-1	+	+2	+	-	1-1	
<i>Prunus grayana</i>	ウワミズザクラ	T2, S1	+	-	-	3-3	+	+	+	+	-	1-1	
		H	-	+	+	1-1	+	-	1-2	+	-	-	
<i>Acer japonicum</i>	ハウチワカエデ	T2	-	1-1	+	-	-	-	-	1-1	-	-	
		S1	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
		H	+	+2	-	-	1-1	+	+	+	-	+	
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	S1, H	1-1	+	+	+	1-1	+	+	+	-	+	
<i>Sorbus alnifolia</i>	アズキナシ	T1, T2	-	-	-	+	+	+	1-1	+	-	-	
		S1	-	+2	1-1	+	-	+	1-2	+	-	1-1	
		S2, H	+	-	1-2	+	+	-	+	+	+	-	
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ	S1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H	2-2	+	+	+	1-1	-	+	+	-	1-1	
<i>Magnolia obtusa</i>	ホオノキ	T1	3-3	-	+	-	-	-	+	1-1	-	+	
		T2	-	1-1	-	-	+	-	-	-	+	+	
		S1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
		H	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	
<i>Acer rufinerve</i>	ウリハダカエデ	T2, S1	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	
		S2, H	+2	+	+	+	-	+	+	+	+	-	

Community type:	群 落 型		I	II	III-1			IV-2						
Running number:	通し番号		1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Quadrat number:	調査番号		31	32	34	40	145	39	42	33	144	36	41	
<i>Quercus crispula</i>	ミズナラ	T1	3-3	4-4	1-1	-	-	+	1-1	+	1-1	2-2	-	
		T2	-	-	1-1	-	-	+	1-1	-	-	+	-	
		S1, H	1-2	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	
<i>Viburnum urighii</i>	ミヤマガマズミ	S1, S2	-	1-2	1-2	+	-	-	+	-	+	1-2	-	
		H	-	+2	1-2	-	+2	+	-	-	+2	+	-	
<i>Fraxinus lanuginosa f. serrata</i>	アオダモ	T2, S1	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
		H	-	+	+	+	+	-	-	+2	-	+	-	
<i>Pyrula japonica</i>	イチヤクソウ	H	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
<i>Tripteropterium japonicum</i>	ツルリンドウ	H	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	S1	-	-	-	1-1	+	1-1	-	-	-	-	-	
		H	-	+2	1-1	2-2	+	2-2	1-1	-	-	-	+	
<i>Lindera umbellata var. membranacea</i>	オオバクロモジ	S1	2-3	1-2	1-2	+	+	-	+	+	-	-	-	
		H	+2	1-2	+2	-	+	-	+	+	-	-	-	
<i>Acer mono var. moyrii</i>	アカイタヤ	T1	2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		T2	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
		S1	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	
		H	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Syrax obtusa</i>	ハクウンボク	T2	-	1-1	1-1	-	-	-	-	-	-	+	-	
		S1	1-1	1-1	+	+	-	-	-	-	+	-	-	
		H	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Vaccinium japonicum</i>	アクシバ	H	+	1-1	-	-	-	+	-	+	+2	1-2	-	
<i>Clethra barbinervis</i>	リョウブ	S1	+	2-2	-	1-1	-	-	+	-	+	-	-	
		S2, H	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	
<i>Eucorymus alatus f. striatus</i>	コマユミ	S1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
		H	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	
<i>Koeleria picta</i>	ハリギリ	T1, T2	-	-	-	+	-	-	-	+	-	1-1	-	
		S1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Wisteria floribunda</i>	フジ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	-	+2	+	+	+	+	+2	+	-	
<i>Blechnum niponicum</i>	シシガシラ	H	1-2	+2	+	+	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Disporum smilacinum</i>	チゴユリ	H	1-1	-	+2	+2	-	+	1-1	-	-	-	-	
<i>Leucosthe grayana</i>	ハナヒリノキ	S1	-	-	+	1-1	-	+2	-	-	-	-	-	
		H	-	-	+	-	-	1-1	-	-	1-2	+	-	
<i>Osmunda japonica</i>	ゼンマイ	H	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Corylus sieboldiana</i>	ツノハシバミ	S1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
		H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Vitis coignetiae</i>	ヤマブドウ	H	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Polygonatum lasianthum</i>	ミヤマナルコユリ	H	-	-	+	+2	+2	+2	-	-	-	-	-	
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	S1, S2	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hydrangea petiolaris</i>	ゴトウヅル	H	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Menziesia multiflora</i>	ウラジロヨウラク	S1	+	1-1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Ilex macropoda</i>	アオハダ	T2	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
		S1, H	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Monotropastrum humile</i>	ギンリョウソウ	H	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	
<i>Rhus ambigua</i>	ツタウルシ	T2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Melampyrum roseum var. japonicum</i>	ママコナ	H	-	-	+	-	-	1-1	+	-	-	-	-	
<i>Prunus verecunda</i>	カスミザクラ	T1, H	-	-	-	+	+	-	1-1	-	-	-	-	
<i>Astilbe thunbergii var. congesta</i>	トリアシショウマ	H	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Vaccinium hirtum var. pubescens</i>	ウスノキ	H	-	1-2	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dioscorea nipponica</i>	ウチワドコロ	H	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Smilax riparia var. ussuriensis</i>	シオア	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	
<i>Solidago virgaurea subsp. asiatica</i>	アキノキリンソウ	H	-	-	-	+	-	+2	-	-	-	-	-	
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Symplocos chinensis var. leucocarpa f. pilosa</i>	サワフタギ	S1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Calamagrostis hakonensis</i>	ヒメノガリヤス	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Reynoutria japonica var. ussuriensis</i>	ケイタドリ	H	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	-	-	-	-	-	+	2-3	-	-	-	-	
<i>Carex oblichostachya var. glaberrima</i>	ミヤマカンスゲ	H	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Daphniphyllum macropodum var. humile</i>	エゾユズリハ	S1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Mitchella undulata</i>	ツルアリドシ	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aesculus turbinata</i>	トチノキ	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lindera praecox</i>	アブラチャン	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Celastrus orbiculatus var. papillosus</i>	オニツルクメモドキ	H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hamamelis japonica var. megalephylla</i>	オオバマンサク	T2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		S1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhododendron smilacifolium</i>	バイカツツジ	S1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Callicarpa japonica</i>	ムラサキシキブ	S1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhododendron albrechtii</i>	ムラサキヤシオツツジ	S1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex siderosticta</i>	タガネソウ	H	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acer distylum</i>	ヒトツバカエデ	H	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	ヤマカモジグサ	H	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lilium rubellum</i>	ヒメサユリ	H	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acer crataegifolium</i>	ウリカエデ	H	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Polygonatum fulcatum</i>	ナルコユリ	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Smilax china</i>	サルトリイバラ	S1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Tilia manshurica</i>	オオバボダイジュ	S1	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Acer micranthum</i>	コミネカエデ	S1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Cephalanthera longibracteata</i>	ササバギンラン	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aralia cordata</i>	ウド	H	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Berberis longiracemosa</i>	ホナガクマヤナギ	H	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	

Community type:	群落型		I	II	III-1			III-2						
Running number:	通し番号		1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Quadrat number:	調査番号		31	32	34	40	145	39	42	33	144	36	41	
<i>Carex lanceolata</i>	ヒカゲスゲ	H	-	-	-	-	-	2-3	-	-	-	-	-	-
<i>Benthamidia japonica</i>	ヤマボウシ	T2	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Viola violacea</i> var. <i>makinoi</i>	マキノスミレ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla freyniana</i>	ミツバツチグリ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	ヤマハギ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium borealinipponense</i>	オニアザミ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eupatorium chinense</i>	ヒヨドリバナ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Viola kusanoana</i>	オオタチツボスミレ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Synurus pungens</i>	オヤマボクチ	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tylophora aristolochioides</i>	オオカモメヅル	H	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mitsuba arvensis</i> subsp. <i>buergeri</i>	イヌエンジュ	S1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	S1	-	-
<i>Magnolia salicifolia</i>	タムシバ	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Dioscorea tokoro</i>	オニドコロ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

表 14 スギ植林の組成

Table 14 Floristic composition of the *Cryptomeria japonica* plantation.

Quadrat number:	調査番号	35
Date:	調査年月日	'92 6.25
Altitude (m):	海拔高 (m)	840
Slope aspect (°):	方位 (°)	N70E
Slope degree (°):	傾斜 (°)	10
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	25
Height of shrub layer (S; m):	低木層(S)の高さ (m)	7
Cover degree of shrub layer (S; %):	低木層(S)植被率 (%)	20
Height of herb layer (H; m):	草本層(H)の高さ (m)	1.2
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	95
Number of species:	出現種数	36
<hr/>		
<u>Planted species:</u>	<u>植栽樹種</u>	
<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ	S 2・3
<u>Companion species:</u>	<u>随伴種</u>	
<i>Sasa senanensis</i>	クマイザサ	H 4・5
<i>Petasites japonicus</i>	フキ	H 3・3
<i>Dioscorea nipponica</i>	ウチワドコロ	H 2・2
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	シオア	H 1・2
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	H 1・2
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H 1・2
<i>Disporum smilacinum</i>	チゴユリ	H 1・2
<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	H 1・1
<i>Aralia cordata</i>	ウド	H 1・1
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	H 1・1
<i>Viola verecunda</i>	ツボスミレ	H 1・1
<i>Astilbe thunbergii</i> var. <i>congesta</i>	トリアシショウマ	H 1・1
<i>Lysimachia clethroides</i>	オカトラノオ	H 1・1
<i>Rubus palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	モミジイチゴ	H +・2
<i>Prunus grayana</i>	ウウミズザクラ	H +・2
<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	S +
<i>Phellodendron amurense</i>	キハダ	S +
<i>Vitis coignetiae</i>	ヤマブドウ	S +
<i>Thelypteris palustris</i>	ヒメシダ	H +
<i>Reynoutria japonica</i> var. <i>uzensis</i>	ケイタドリ	H +
<i>Hypericum erectum</i>	オトギリソウ	H +
<i>Styrax obassia</i>	ハクウンボク	H +
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	ツリガネニンジン	H +
<i>Carex breviculmis</i>	アオスゲ	H +
<i>Wisteria floribunda</i>	フジ	H +
<i>Isæris dentata</i>	ニガナ	H +
<i>Aster ageratoides</i> subsp. <i>ovatus</i>	ノコンギク	H +
<i>Potentilla freyniana</i>	ミツバツチグリ	H +
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	ヤマカモジグサ	H +
<i>Eupatorium chinense</i> subsp. <i>sachalinense</i>	ヨツバヒヨドリ	H +
<i>Stachyurus praecox</i>	キブシ	H +
<i>Onoclea orientalis</i>	イヌガンソク	H +
<i>Rubus parvifolius</i>	ナワシロイチゴ	H +
<i>Blechnum niponicum</i>	シシガシラ	H +
<i>Senecio cannabifolius</i>	ハンゴンソウ	H +

表 15 草原の組成

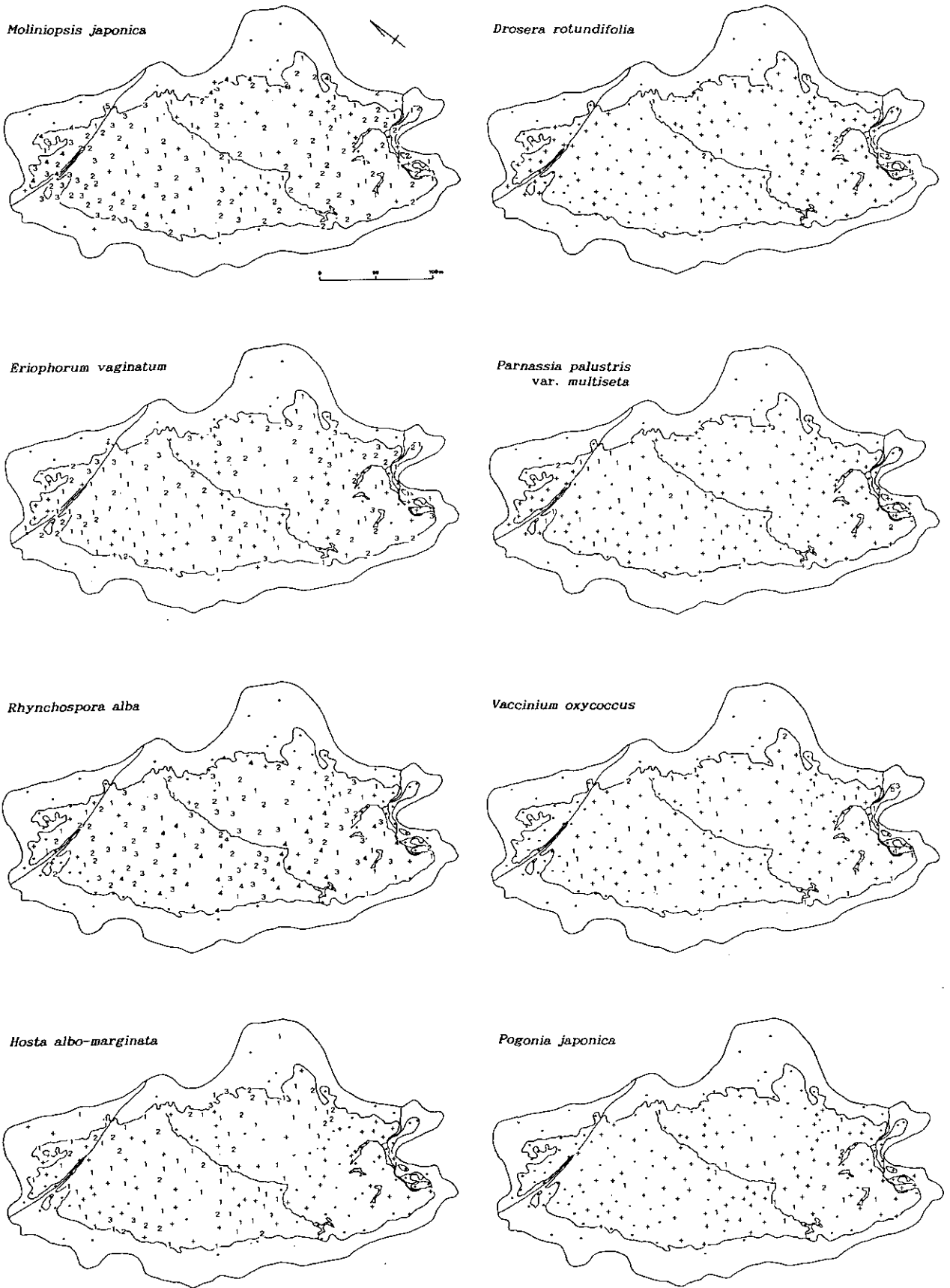
I : ススキ群落
II : 人工草地 (カモガヤ群落)

Table 15 Floristic composition of the grasslands.

I : *Miscanthus sinensis* community
II : Artificial grasslands (*Dactylis glomerata* community)

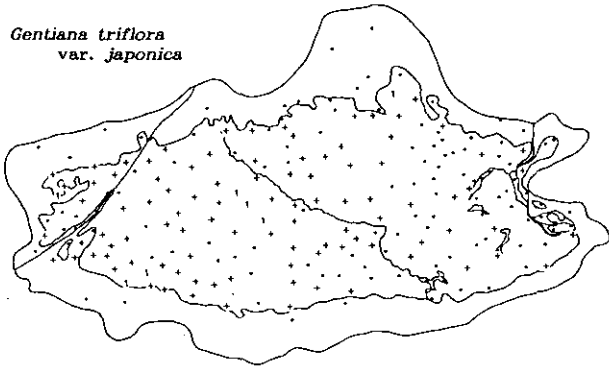
Community type:	群落型	I	II
Quadrat number:	調査番号	37	38
Date:	調査年月日	'92	'92
Altitude (m):	海拔高 (m)	6.25	6.25
Slope aspect (°):	方位 (°)	N70W	W
Slope degree (°):	傾斜 (°)	10	15
Quadrat size (m ²):	調査面積 (m ²)	25	9
Height of herb layer (H; cm):	草本層(H)の高さ (cm)	120	50
Cover degree of herb layer (H; %):	草本層(H)植被率 (%)	100	80
Number of species:	出現種数	18	14

Differential species of community:	群落識別種			
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	H	4.4	+
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	ワラビ	H	2.3	+
<i>Petasites japonicus</i>	フキ	H	3.3	.
<i>Dactylis glomerata</i>	カモガヤ	H	.	3.3
<i>Festuca rubra</i>	オオウシノケグサ	H	.	2.3
<i>Trifolium repens</i>	シロツメクサ	H	.	2.2
Companion species:	随伴種			
<i>Aster ageratoides</i> subsp. <i>ovatus</i>	ノコンギク	H	1.1	+
<i>Lysimachia clethroides</i>	オカトラノオ	H	1.2	3.3
<i>Laeris dentata</i>	ニガナ	H	+	3.3
<i>Cirsium borealinipponense</i>	オニアザミ	H	+	1.1
<i>Rubus palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	モミジイチゴ	H	1.1	.
<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	H	+	.
<i>Rubus microphyllus</i>	ニガイチゴ	H	+	.
<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	アキカラマツ	H	+	.
<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	H	+	.
<i>Hypericum erectum</i>	オトギリソウ	H	+	.
<i>Miscanthus intermedius</i>	オオヒゲナガカリヤスモドキ	H	+	.
<i>Wisteria floribunda</i>	フジ	H	+	.
<i>Astilbe thunbergii</i> var. <i>congesta</i>	トリアシショウマ	H	+	.
<i>Potentilla freyniana</i>	ミツバツチグリ	H	+	.
<i>Carex breviculmis</i>	アオスゲ	H	+	.
<i>Rumex acetosella</i>	ヒメスイバ	H	.	1.1
<i>Lactuca indica</i>	アキノノゲシ	H	.	+
<i>Patrinia villosa</i>	オトコエシ	H	.	+
<i>Eupatorium chinense</i> subsp. <i>sachalinense</i>	ヨツバヒヨドリ	H	.	+
<i>Polygala japonica</i>	ヒメハギ	H	.	+

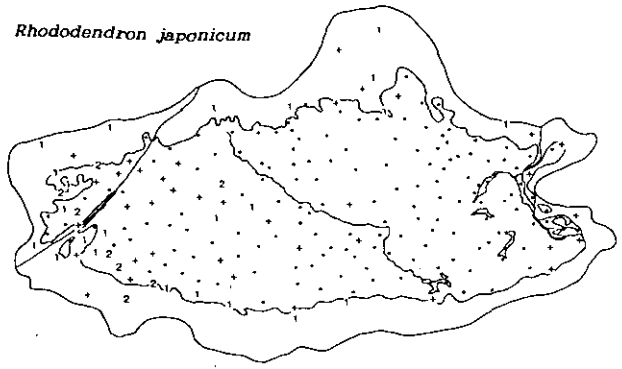


付図 宮床湿原における主要種の分布 (数値は優占度を示す)
 Appendix Distributions of main species in the Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture. Value: Braun-Blanquet's dominance.

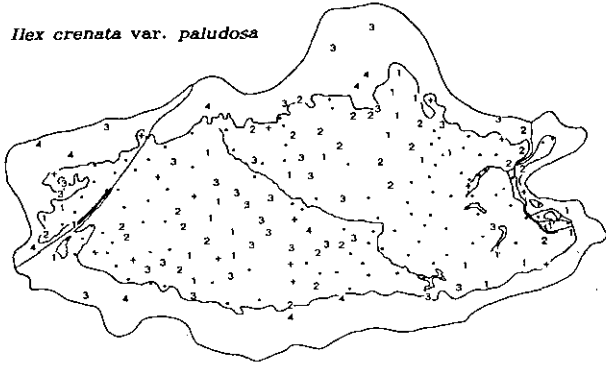
Gentiana triflora
var. *japonica*



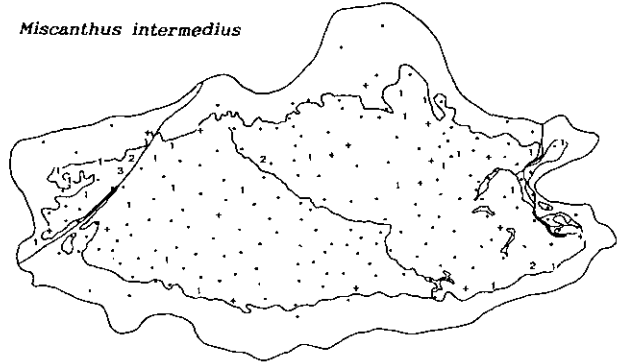
Rhododendron japonicum



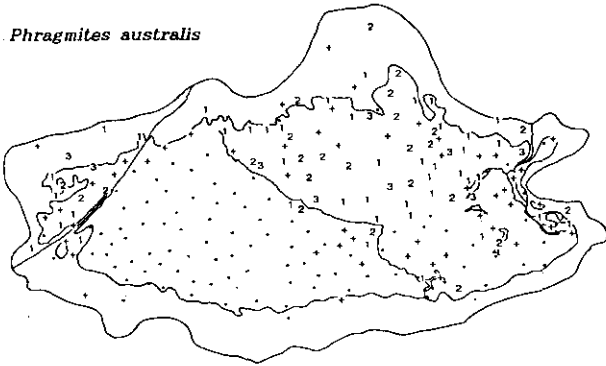
Ilex crenata var. *paludosa*



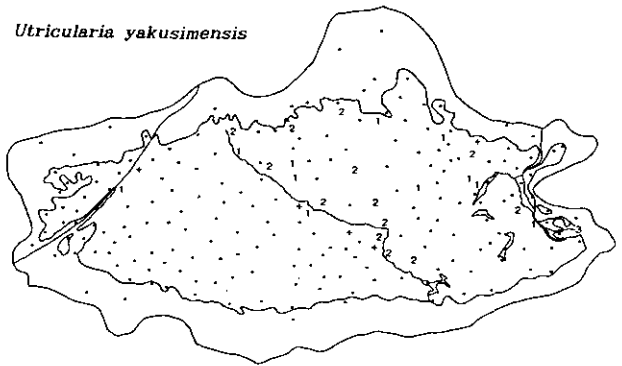
Miscanthus intermedius



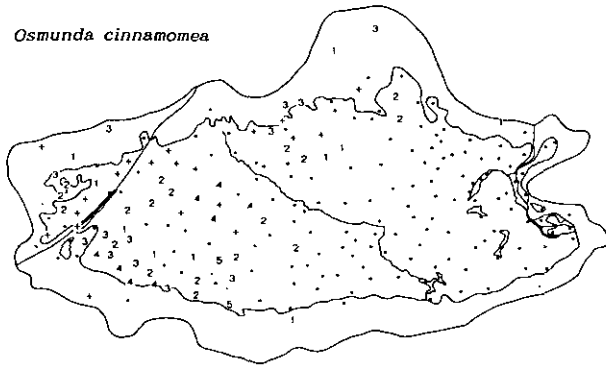
Phragmites australis



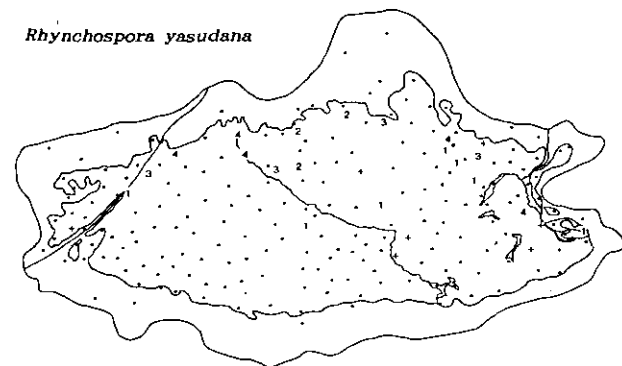
Utricularia yakusimensis



Osmunda cinnamomea



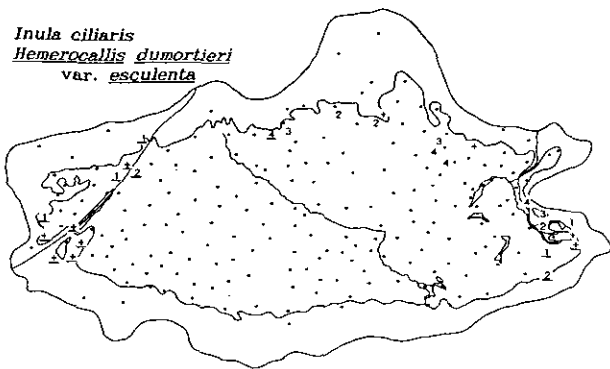
Rhynchospora yasudana



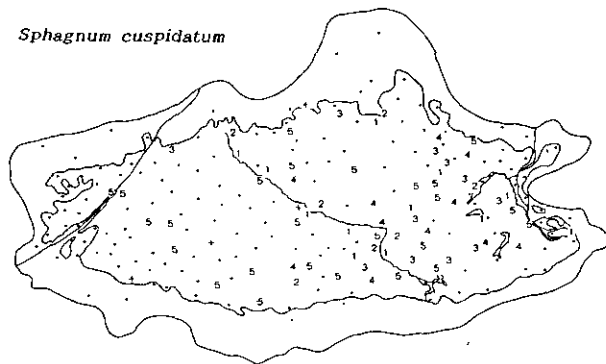
付図(続き) 宮床湿原における主要種の分布 (数値は優占度を示す)

Appendix(continued) Distributions of main species in the Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture. Value; Braun-Blanquet's dominance.

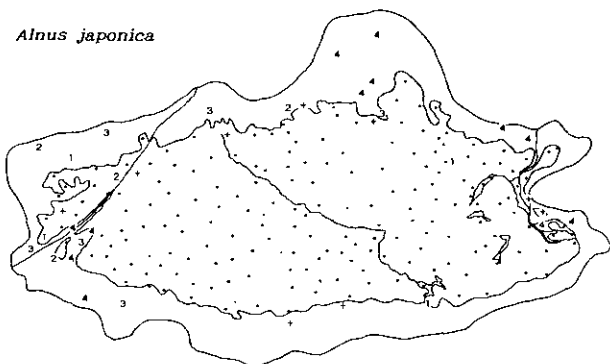
Inula ciliaris
Hemerocallis dumortieri
var. *esculenta*



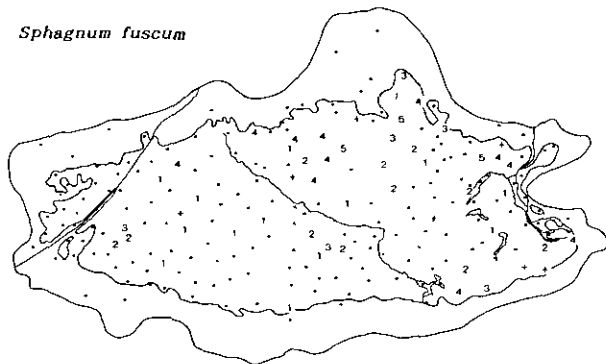
Sphagnum cuspidatum



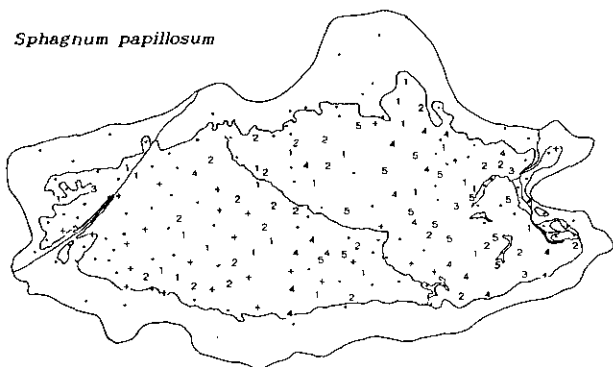
Alnus japonica



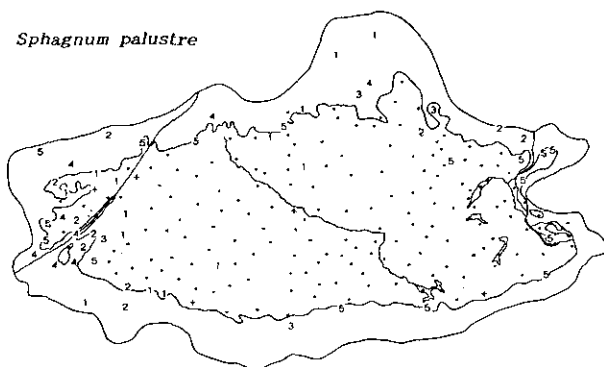
Sphagnum fuscum



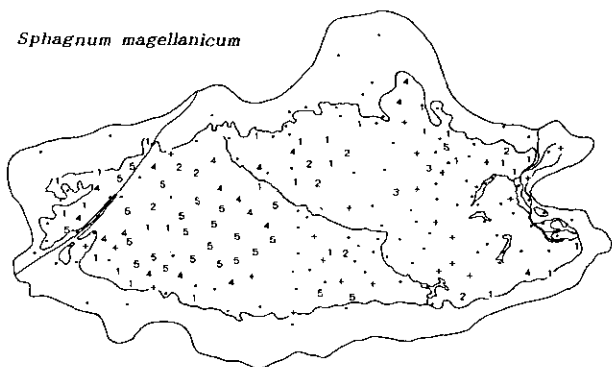
Sphagnum papillosum



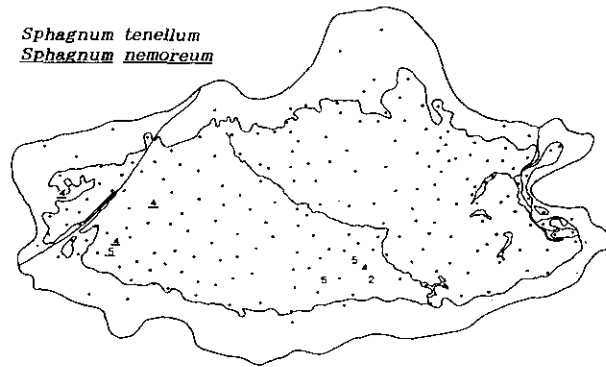
Sphagnum palustre



Sphagnum magellanicum



Sphagnum tenellum
Sphagnum nemoreum



付図(続き) 宮床湿原における主要種の分布(数値は優占度を示す)

Appendix(continued) Distributions of main species in the Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture. Value; Braun-Blanquet's dominance.



写真 1 北西から見た宮床湿原
Photo 1 General view of Miyatoko Mire from northwest

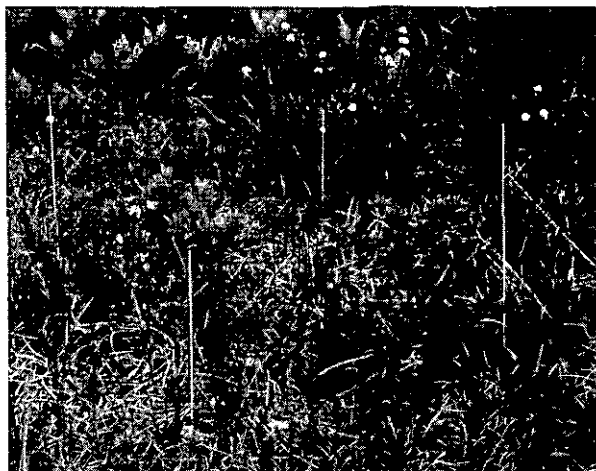


写真 2 湿原北西部に発達するヌマガヤイボミズゴケ群落ヤマドリゼンマイ群典型小群 (調査番号1)
Photo 2 Typical subgroup of *Osmunda cinnamomea* group (*Moliniopsis japonica*-*Sphagnum papillosum* community) (Quadrat no. 1)

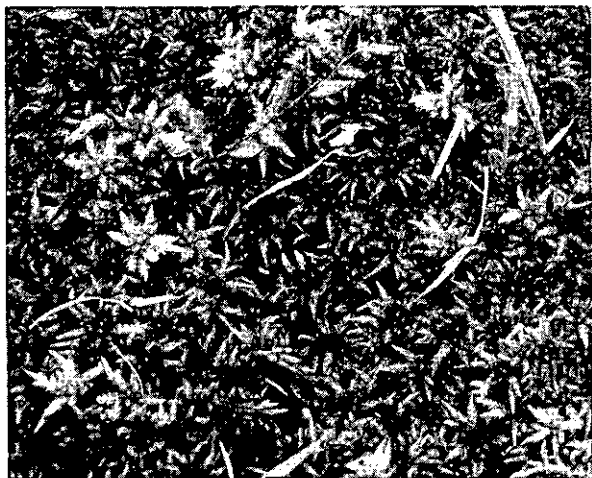


写真 3 ムラサキミズゴケ
Photo 3 *Sphagnum magellanicum*

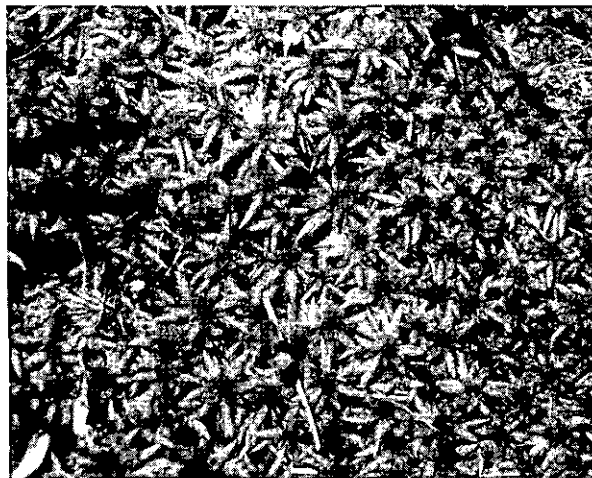


写真 4 イボミズゴケ
Photo 4 *Sphagnum papillosum*

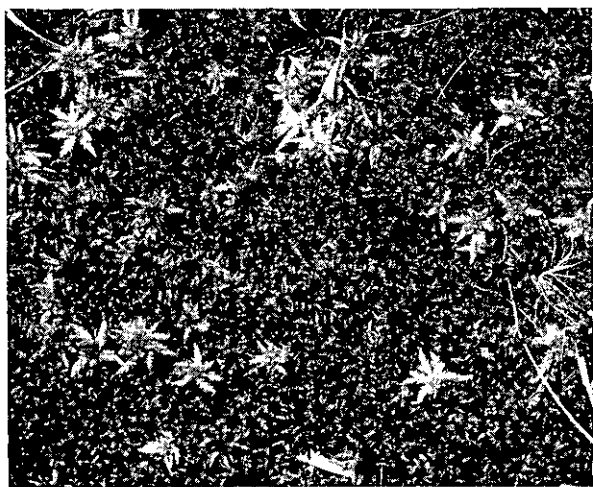


写真 5 チャミズゴケ
Photo 5 *Sphagnum fuscum*



写真 6 ハリミズゴケ
Photo 6 *Sphagnum cuspidatum*

5 宮床湿原の植物季節と景観

Phenology of Higher Plants and Landscape in Miyatoko Mire

野原精一¹

Seiichi NOHARA¹

要旨

連続写真撮影の簡易装置を制作し、福島県の宮床湿原（標高830m）において植物および景観の季節変化等の記録を行った。ミツガシワの花期は5月下旬から20日間、ヒツジグサの花期は長く6月下旬から40日間であった。池塘の水位は降水量の多少によって変化した。1992年冬の最大積雪深は140cmで標高494mの観測点の2倍であった。ザゼンソウ・ミズバショウの種子は成熟する前の6月に動物に食べられ消失した。最長約80日間の定時撮影が可能な簡易装置は季節的な被度変化や日リズムと環境要因の関係解析に有効であった。

Abstract

A simple system of serial photography was used to record the plant phenology and the changes of landscape in Miyatoko Mire (830 m above sea level), Fukushima prefecture, Japan. The flowering season of *Menyanthes trifoliata* was about 20 days from late May 1991 and that of *Nymphaea tetragona* was about 40 days from late June 1991 in a pool. The change of the water level of the pool due to rainfall was recorded by daily photographs. The maximum depth of snow in 1992 in Miyatoko Mire was 140 cm, that was twice of that at Nango Meteorological Station (494 m above sea level). The young seeds of *Lysichiton camtschatcense* and *Symplocarpus foetidus* were eaten by some animals in June before those were matured. The single system was effective for analysis of relationship between seasonal and daily change of coverage and environmental factors.

1 はじめに

冷夏、猛暑、長雨等の気象変化によって花ごよみや発芽時期などの生物の様々な季節現象は時間的なずれを引き起こすことはよく知られている。季節の移り変わりにつれての生命の躍動は生物学の古典的な研究テーマである (Lieth, 1974)。自然の中に住み丁寧に観察を続ければ平年との違いについて理解でき、自然界からの情報は長年の観測記録を重ねてはじめて信頼できるものとなる (只木ら, 1994)。気象は積算されて多様な植物種の現象に影響が現れ、その植物を利用している昆虫もまた植物季節に影響を受けている。また、人間の自然改変は生物季節にまで影響を与えている。たとえば、様々な利用

するため泥炭地はしばしば排水工事が行われているが、排水によって泥炭地の土壌水分が減少し土壌の熱容量を減少させて、湿原の低木の開花・萌芽時期を早めることも知られている (Liefers and Rothwell, 1986)。

生物季節のメカニズムは主に積算温度が調節していると多くの人によって考えられている (Flint, 1974)。しかし生物の変化は気象データだけからでは簡単には決められない。同一集団内では開花・萌芽時期のような生物季節の年変化は環境要因によって調節されているが、異なる生物集団間では遺伝子が重要な役割を示す (Liefers and Rothwell, 1986)。桜前線・桜開花予想は気象のデータと遺伝的に均一な品種ソメイヨシノの基準木から採取したサンプルの計測結果から行われ一般に利用されている。このように、自然の同じ個体を何かの方法で頻度高く観察できれば、生物季節を予測できると考えられる。

近年、湿原には従来の自然の保全に加え賢明な利用や持続可能な開発といった課題が挙げられ、環境保全につ

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

いての考え方に変化が生じてきている。各地域の歴史・自然環境に応じて、その地域の事情にあった個々の湿原の保全対策を考え実行しなくてはならない。これまで保全地域として指定するのに一時的な植生調査が行われてきた。植物の被度で植生を評価するため、地上に現れる期間の短い生活史を持つ植物（たとえば春植物）は時期を逃すと被度が小さく評価される恐れがある。そのため湿原の植生を十分理解するには季節を通じた継続的な調査が必要である。さらに度々足を踏みいれては調査自体が自然破壊につながる弱い湿原や遠い山岳地域にある湿原を連続的に観察する簡易な調査方法も必要になってきた。これまで長期的な観察の重要性から広範囲でのPhenologyの研究は航空機や衛星を使った狭義のリモートセンシング法では成果を上げてきている（Morain, 1974）が、自然環境下での地上の生物季節の近接リモートセンシングはこれまで十分研究されてきていない。そこで一般のカメラを用いて近接で高頻度に環境や生物の変化を観察し、野外の多様な生物季節現象を解析するための簡易方法を検討するために調査を行った。時間軸として様々な時間レベルが考えられるが、人が普通に認識でき、調査の行える月単位、日単位、分単位の植物現象を対象にした。総合調査の一環として気象データ等の参照ができるため福島県南会津郡にある標高830mの宮床湿原（岩熊，1995）を調査対象にして研究を進めた。

2 方法

2.1 月単位の景観の変化

定期的な生物調査のために宮床湿原を訪れた際、湿原の中央から一周するように景観を写真に撮った。同様に入り口、看板等の定点から写真を撮った。

2.2 日単位の植物の変化

湿原南部の池塘（B4，水深約20cm，最大幅約3m，長さ約15m）に水位標を固定した。自作の塩化ビニル製ケースを約150cmの高さに固定し、その中にカメラを設置した（図1）。一日一枚の頻度でハーフカメラ（サムライ，京セラ）のインターバル機能を利用して連続写真を1991年5月末から1992年10月まで撮った。約2ヶ月ごとに市販の35mmカラーフィルムを交換した。プリントした写真からヒツジグサ（*Nymphaea tetragona*）の花の数，ヨシ（*Phragmites australis*）の茎の数，ミツガシワ（*Menyanthes trifoliata*）の開花の個体数・種子を持つ個体数を計測した。1992年には水位標から水位を読みとった。雨量は最も近くの気象庁アメダス観測点（南郷，標高494m）における記録を用いた。同様の装置をザゼンソウ（*Symplocarpus foetidus*），ミズバショウ（*Lysichiton camtschalcense*），ゼンテイカ（ニッコウキスゲ，*Hemerocallis dumortieri*）を対象に1～2年写真を撮った。冬季にはメジャーを張り付けたポールを写真に写し込み、



図 1 連続撮影システム
池塘の水位標と塩ビ製ケースと三脚。ケースの中のハーフカメラでインターバル撮影を行う。

Fig. 1 Photographing system with interval function

Scale for water level in a pool, photographing system with a tripod. The camera in the PVC case can take a picture on the scheduled time.

積雪の変化を読みとった。積雪量は南郷観測点における記録と比較した。

2.3 分単位の植物の変化

定期生物調査時に生活防水型自動焦点カメラ (ZOOM90WR, Pentax) を用いて10~30分の間隔で1~3日間連続写真を撮った。対象としたのはヒツジグサ, エゾリンドウ (*Gentiana triflora*), ゼンテイカの開花個体である。

2.4 光環境測定

光量子センサー (LI-190SA/B) とデータロガー (LI-1000) を用いてザゼンソウ, ミズバショウ群落の連続観察個体上部の光環境を1992年8月25日 (快晴) に測定した。

3 結果および考察

宮床湿原での月一度の景観の写真はその時の天気とプリントの条件に大きく左右され色調が変化した (図2)。また, 撮影位置が必ずしも同一に成りにくかった。色調の問題についてさらに検討し, 定点におけるカメラの位置と向きを条件を検討する必要がある。

湿原の大まかな季節変化を知るには四季を通じた景観写真が最も簡潔に訴えることができるし, 訪れたことのない人にもその湿原の季節変化が理解できる安易な方法である。湿原を記録するにはよい手段であるので景観写真は湿原の報告書によく用いられる (たとえば「駒止湿原」, 1989)。イギリスのDenton Fenの排水工事によって起こった泥炭地の収縮を写真に写し込まれた鉄の支柱からその大きさを知ることができ (阪口, 1974), 湿原は生きていることを示した。さらに景観写真を用いれば特定の植物の花の位置や木本類の生死や侵入を認識する程度はできる。積雪の状態や流路の位置などの目的によっては基準となる構築物など変化しにくい物を写し込めば, 形態的变化は十分定量化できる可能性はある。湿原の変化を知りデータとして意味が得るためには目的を持って同じ方法で何十年と継続する必要がある。

日に一枚の撮影頻度で撮った写真データ (図3) から読みとって, 池塘の植物の個体数の季節変化と水位の変化を得た (図4)。ミツガシワは5月下旬から葉を展開し, 花期は約20日で40日程度で種子になり落下することが観察された。開花個体数は1992年より1991年の方がや

や多かった。種子はしばらく水面に浮いて存在した。秋になる前に葉は枯死して, ミツガシワの優占する池塘からヒツジグサの優占に変化した。ヒツジグサはミツガシワに遅れて葉を展開し, 花期は6月下旬から約50日と長いことが明らかになった。開花開始時期は1991年の方が約10日ほど早かった。一つの花の開花日数は1週間程度で比較的長い。生物季節の記録は長年の観察記録を重ねて信頼できるものとなる (只木ら, 1994) から, 規則性を見いだすには2年では不十分で何十年の観察が必要と考えられる。ヨシの茎密度はほとんど変化しなかった。ヨシの密な群落ではミツガシワが可塑的に生物季節等を変化させていることが知られている (Haraguchi, 1993) が, ここでは密度が低いため相互作用は比較的小さいと考えられる。池塘は貧栄養であったのでヒツジグサの葉が重なりあわない程度で現存量はそれほど多くなかった。波がなく, 密度が低いことから個葉を写真から識別できるので, さらに枯死の基準を色調から定義し個近接から葉の動態観察を行えば, 浮葉の寿命の解析が写真から可能と考えられる。

植物の変化と共に写真による水位の観測も可能であった (図4)。ここで観察した池塘は湧き水の小清水と水路でつながっていて通常水が枯れることはない。湿原の水を集めるため降雨の後には水位は増加した。水位変化は降水条件に大きく左右されて変化した。また, 別の場所では降水によって凹地に水がたまり徐々に水が減少してゆくこともこの方法で観察できた。土壌水分の計測と同時に泥炭地表面の変化を近接写真に記録すればミズゴケ等の成長・遷移の解析に応用できよう。

1992年春の最大積雪深は140cmでこれは標高494mの気象庁アメダス観測点 (南郷) における同日の記録の約2倍であった (図5)。南郷よりも宮床湿原の方が早く雪が積もり, 1~3月は完全に雪で被われた。初冠雪のような積雪記録にはならない少量の降雪にもインターバル撮影写真は情報を提供できた。毎日の写真から, 水の溜まっている凹地に降った少量の雪はすぐ消えたが, 凸地に降った雪はしばらく残ることが読み取れた。このことは土壌表面の水の有無を反映していたと考えられる。この現象はたまたま湿原に薄く積もった雪の残りぐあいが航空写真に写り, それを使って泥炭地微地形の解析に用いられた (Sakaguchi, 1961)。冬季 (1992年12月12日) に雪の積もった (平均14cm) 宮床湿原を調査したが, 凹地と凸地で積雪の有意な違いは認められなかったので

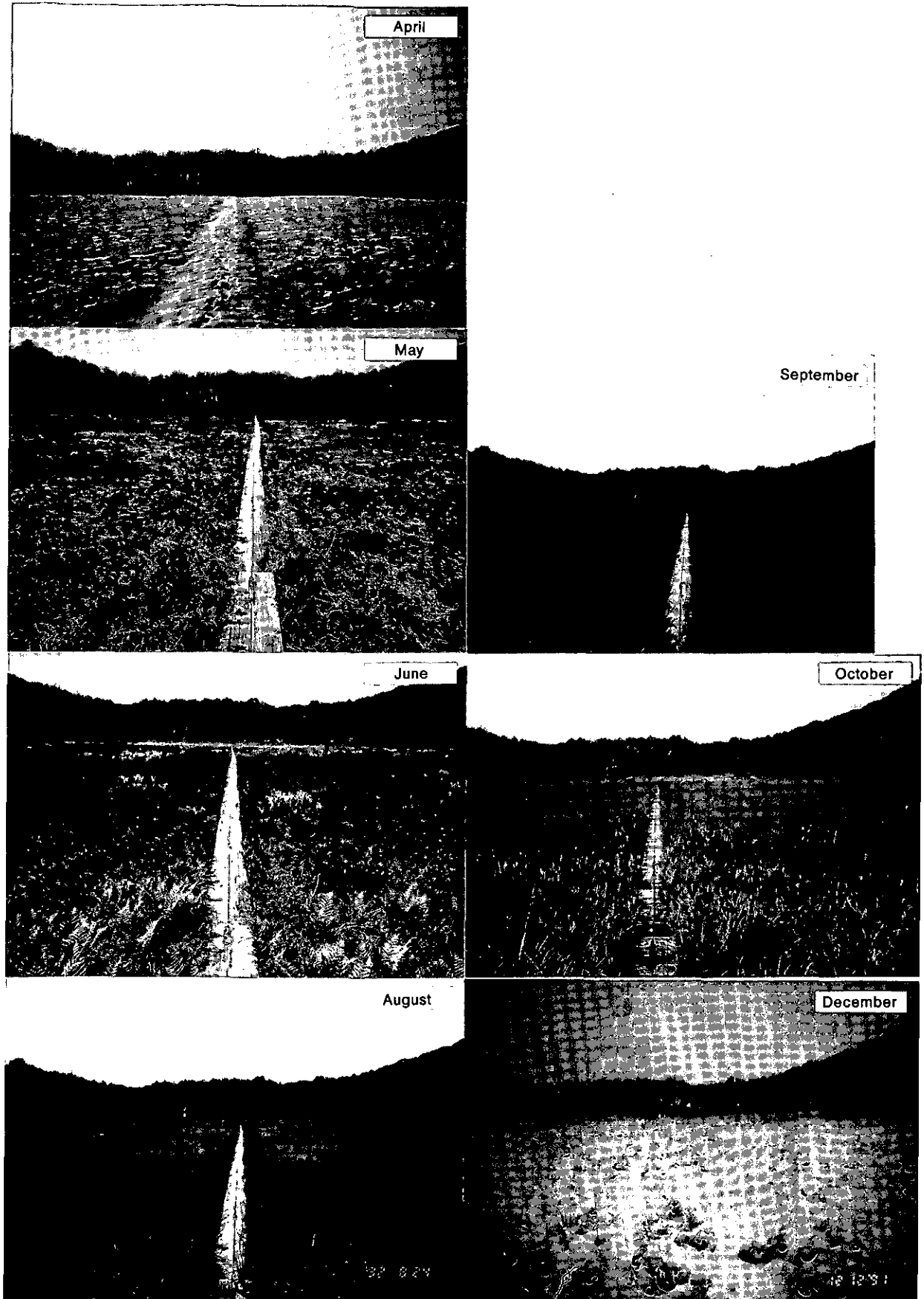


図 2 宮床湿原の景観の変化
撮影は湿原中央から北部に向けて行った。
Fig. 2 Seasonal changes in landscape in Miyatoko Mire
Photographs were taken from middle mire to northwest.

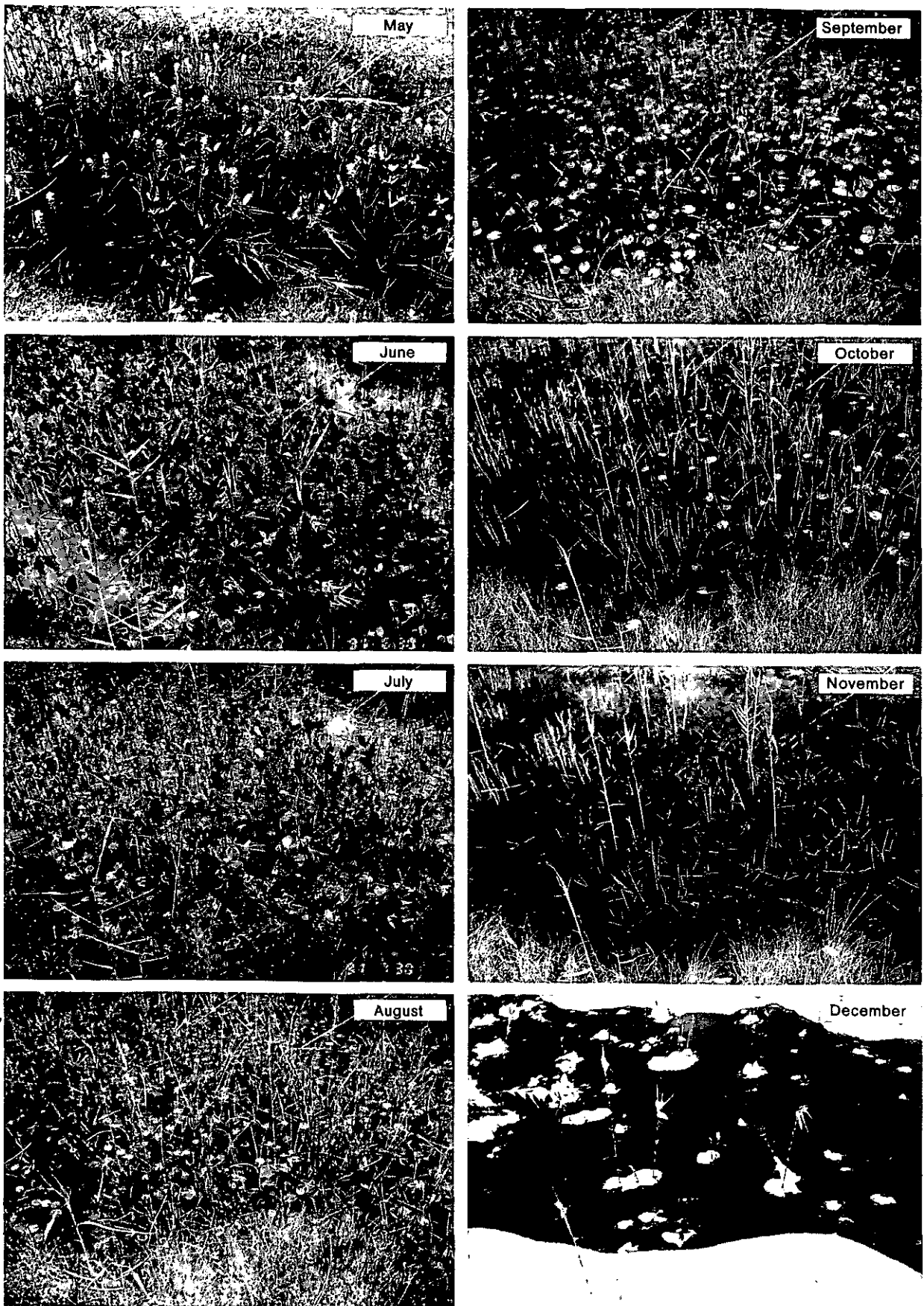


図 3 池塘のミツガシワ・ヒツジグサ・ヨシの季節変化 (1991年)

日に一枚の撮影頻度で撮った写真のうち毎月の様子。

Fig. 3 Seasonal changes in phenology of *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea tetragona* and *Phragmites australis*. Monthly change in phenology is shown using daily photographs.

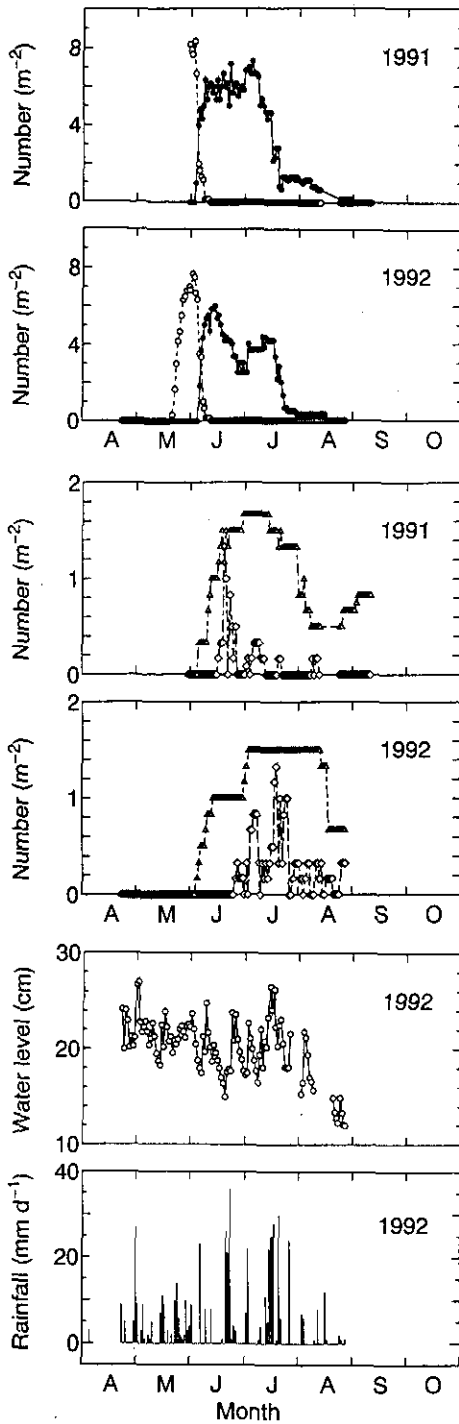


図 4 池塘の植物の個体数の季節変化(1991年, 1992年)と水位・降水量の変化(1992年)
 毎日連続した写真(図3)を基に約6m²の面積内の開花・結実等の個体数を数え、水位標の水位を写真から読み取った。雨量は気象観測塔の値を示した。○:ミツガシワの花序, ●:ミツガシワの実, ◇:ヒツジグサの花, △:ヨシのシュート。

Fig. 4 Seasonal changes in individual number of plants and water level and rainfall in the pool.
 Individual number in 6 m² area were counted by the daily photographs.
 ○: inflorescence of *Menyanthes trifoliata*, ●: fruit of *M. trifoliata*, ◇: flower of *Nymphaea tetragona*, △: shoot of *Phragmites australis*.

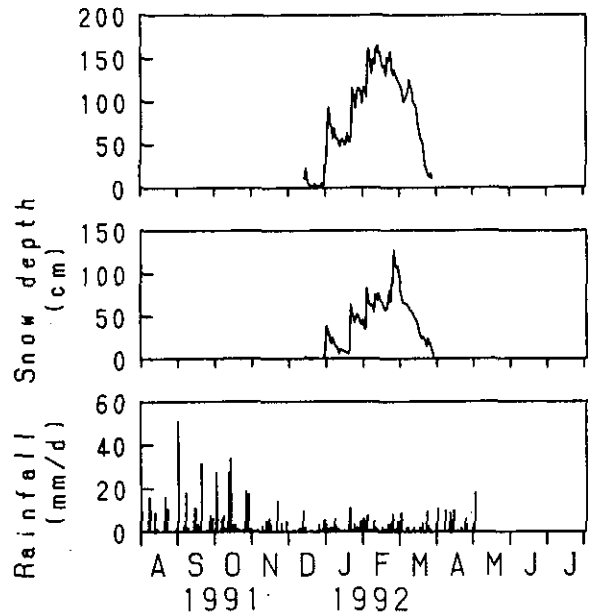


図 5 積雪と降水量の季節変化
 上から宮沐湿原の積雪, 南郷アメダス観測点の積雪と降水量を示す。1992年5~7月のデータはここでは記録していない。

Fig. 5 Seasonal changes in snow depth and rainfall
 Snow depth in Miyatoko Mire, snow depth and rainfall at Nango AMEDAS Station. No data was recorded from May to July in 1992.

微地形の解析に航空写真を用いる時には撮影のタイミングが重要と思われた。

サトイモ科のミズバショウとザゼンソウの毎日の写真から葉数の変化と寿命が読み取れた。特にミズバショウは春に垂直だった葉が夏から秋に水平に配置したが、葉柄の長いザゼンソウは大きな変化はなかった。1992年8月25日のミズバショウ生育地の光環境は相対量子密度約13%で、ザゼンソウのそれは約2%であった。今後2種の葉の位置や角度、寿命と環境についての写真の解析が必要である。また種子が成熟する前の6月に突然写真から消えてしまった。食べ跡のある花序が6月に観察されたことから観察個体の花序も何かの動物に食べられ消失したと考えられた。種子由来の個体が少ないのは成熟前の動物による摂食の影響と考えられ、ミズバショウやザゼンソウの個体群動態やその保護を考えると動物種の特異・捕食率・種子の生残率等を今後調査する必要がある。ミズバショウやザゼンソウは沢沿いに多く、種子の移動や生育に流水が適していることが予測されるが、動物による種子の運搬も分布を決める重要な要因の一つであろう。葉のフェノロジーは植物と草食動物の相互関係に重要な役割を果たしている (Collinge and Louda,

1989; Aide, 1991)。ミズバショウとザゼンソウの葉はそれほど食べられなかったが、今後種子の生残・分布に関した個体群動態に動物との相互関係の研究が重要と思われる。観察頻度の少ない定期撮影は草食動物の種の特定には有効でなく、センサーを取り付けたビデオ観察の方が適している。

分単位の撮影は花の開花周期の解析に用いた。ヒツジグサはその名の由来の一つの通り午後2時頃咲き出し、水面上に花を広げた。このことは時期が異なっても、天気が異なっても大きな変化はなかった。一つの花は数日間にわたって開花と閉花を繰り返した。ゼンテイカは花序上から咲き1日間咲くと一部図鑑には記載されているが、連続写真による観察の結果花序の順番は曖昧で約2日間開花していたことが明らかになった。エゾリンドウは開花の日周期があり、天気が悪いと開花が完全には成らなかった。ところが宮床湿原の主要な訪花性昆虫であるマルハナバチはエゾリンドウの開花が不十分でも花に潜り込んで行った(上野, 1995)。このように開花周期は植物種によって多様であり、一時的な観察からの記載もあることから野外における自然観察をあらためて確認する必要がある。天気と開花の関係、開花時間、開花周期等と訪花性昆虫との相互関係を研究し整理する際に、インターバル撮影は有効なデータを提供できると思われる。

インターバル撮影は他に8mmカメラを用いる方法が考えられるが、1台あたりの費用、画質、大きさ、電源の点から現時点では自動焦点カメラの方が優れている。生物種によって焦点距離を変え、多数の地点に設置すればこの自動焦点カメラシステムは生物季節の観察に有効な方法と考えられる。動物による摂食や種子の運搬など行動に関する観察にはインターバル撮影は不向きであるので、赤外線センサー等を使ったイベント撮影が必要であろう。生物の観察だけでなく目盛りを写せば温度、水位、積雪の観測等も可能になり記録計として応用できよう。また2台のカメラを距離をおいて設置し立体視する方法

(写真測量)を使えば、ミズゴケを含む植物の成長速度を測定できるなど様々な応用することができる。今後、記念写真だけに留まらないで、保護調査の目的にあったより長いフィルムを使用できる野外使用型の多機能カメラと、観察が1点に限られるという弱点を克服するため低価格のカメラの開発が望まれる。

引用文献

- Aide, T.M. (1991): Synchronous leaf production and herbivory in juveniles of *Gustavia superba*. *Oecologia*, 88, 511-514.
- Collinge, S.K. and S.M. Louda (1989): Influence of plant phenology on the insect herbivore/bittercress interaction. *Oecologia*, 79, 111-116.
- Flint, H.L. (1974): Phenology and genecology of woody plants. In *Phenology and Seasonality Modeling*. (ed. H. Lieth), pp.83-97. Springer-Verlag, New York.
- Haraguchi, A. (1993): Phenotypic and phenological plasticity of an aquatic macrophyte *Menyanthes trifoliate* L. *J. Plant Research*, 106, 31-35.
- 岩熊敏夫 (1994): 宮床湿原とその環境. 国立環境研究所研究報告 R134, 9-22.
- Sakaguchi, Y. (1961): Paleogeographical studies of peat bogs in northern Japan. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, 12, Pt. 3, 421-513.
- 阪口 豊 (1974): 泥炭地の地学, 環境の変化を探る. 東京大学出版会, 329pp.
- 上野隆平 (1995): 宮床湿原の訪花昆虫. 国立環境研究所研究報告 R134, 89-95.
- Lieffers, V.J. and R.L. Rothwell (1986): Effects of drainage on substrate temperature and phenology of some trees and shrubs in an Alberta peatland. *Can. J. For. Res.*, 17, 97-104.
- Lieth, H. (1974): *Phenology and seasonality modeling*. Springer-Verlag, New York. 443pp.
- Morain, S.T. (1974): Phenology and remote sensing. In *Phenology and Seasonality Modeling*. (ed. H. Lieth), pp.55-75, Springer-Verlag, New York.
- 只木良也・北村秀夫・蟹江清丞・佐野弘美・重松明子・大津慎一 (1994): 標高に伴うカラマツの葉の開葉と落葉の挙動. *日生態会誌*, 44, 305-314.
- 田島町教育委員会 (1989): 駒止湿原, 保存対策調査報告書, 159pp.

6 宮床湿原の訪花昆虫

Anthophilous Insects in Miyatoko Mire

上野隆平¹

Ryuhei UENO¹

要 旨

宮床湿原において、昆虫の植物の繁殖への寄与の尺度として、開花植物の記録と訪花昆虫の採集・観察を行い、23種の植物から21種124個体の昆虫を採集または観察した。宮床湿原の訪花昆虫相はこれまでに調査されている林地や湿原に比べて、種数・訪花頻度とも少なく貧弱なものであると考えられた。これら昆虫の中では、セイヨウミツバチ・トラマルハナバチ等の膜翅目とハナアブ類・ピロウドツリアブ等の双翅目の昆虫が活発に訪花し、これらが送粉に寄与していると考えられた。特にトラマルハナバチは多くの植物の送粉に関与していると考えられた。ゼンテイカとタニウツギについて、林縁部のタニウツギにおけるオオマルハナバチの盗蜜活動が結果的にトラマルハナバチの活動を湿原内のゼンテイカに向ける可能性が示唆された。湿原内に多数開花するゼンテイカおよびコバギボウシの花に袋を掛けて自家受粉による結実率を調査した。この結果、両種とも、大部分虫媒により結実していると考えられた。

Abstract

The anthophilous insect (flower-visiting insects) were studied in Miyatoko Mire monthly from June to October 1992 and monthly from May to September 1993 except for July 1993. A total of 124 individuals belonging to 16 taxa visited on two species of flowers. The anthophilous entomofauna in this mire had a smaller species richness than other regions reported so far. Hymenopterans made the most frequent visits followed by dipterans. Especially, *Bombus diversus* visited many kinds of flowers in high frequency, thus, they seemed to be very important species on the contribution to pollination in this mire. *Weigela hortensis*, a competitor with *Hemerocallis esculenta* for *B. diversus*, suffered specific nectar-robbing by *Bombus hypocrita* in high frequency and lost rewards for *B. diversus* to some extent. Thus, *B. hypocrita* potentially contribute to pollination by *B. diversus* on *H. esculenta*. Low fructification rate on insects-excluded flowers of *H. esculenta* and *Hosta sieboldii* f. *lancifolia* showed they depend on insect pollination.

1 はじめに

高等植物の多くは、結実のための花粉の媒介を昆虫の活動に依存している(虫媒花)。これらの花では、結実率は訪花昆虫の活動量に影響される。一方、昆虫にとって訪花の目的は採餌であり、採餌の方法によっては花粉が昆虫の体に付着せず、送粉に有効でない場合もある。したがって、送粉に有効な採餌形態で高頻度に訪花する昆虫が、植物にとって重要な送粉昆虫と考えられる。宮

床湿原内ではゼンテイカ(ニッコウキスゲ)などは虫媒花であると考えられる。そこで、宮床湿原における送粉を通した昆虫の植物の繁殖への寄与の尺度として、開花植物種とそれに飛来する昆虫相、訪花頻度、採餌形態、優占種である植物の自家受粉による結実率を調査した。

2 方法

訪花昆虫の採集および観察は、1992年5~10月および1993年5, 6, 8, 9月の各月の中旬頃になるべく晴天の3日を選んで午前10時から午後4時にかけて行った。小さなパッチを作る植物では各パッチに、ゼンテイカやレンゲツツジのように帯状に分布するものでは長軸に沿って約10mごとに、湿原全体に分布する植物では湿原

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

の長軸方向中央を横断する木道に沿って約10mごとにそれぞれ観察地点を設けた。1地点当たり5～10分の間に花に飛来する昆虫の採集を行い、植物種類当たりの観察時間は地点間の移動時間も含めて1時間以内になるようにした。昆虫は吸蜜行動を終えて花から離れる時に採集した。この内、甲虫類は比較的長時間同じ花に止まる傾向があるため、花の下に捕虫網を置いてその中にたたく落として採集した。また、遠距離で採集困難な場合でも、双眼鏡などで吸蜜行動が観察でき、種名が分かったものは記録した。

花粉の形態は植物種毎に異なっているため、昆虫に付着した花粉を、その昆虫が接触した植物の種名を知るために用いた。採集した昆虫の頭部や胸部に付着した花粉は両面テープを貼った電子顕微鏡用試料載台に採った。これらの花粉の同定のために、各種植物の開花直前の蕾または新鮮な花から同様の方法で花粉を採取した。花粉は4～6時間程度室温で乾燥させてから金を蒸着して、走査電子顕微鏡像を撮影した。

優占種であるゼンテイカ・コバギボウシについて自家受粉率を以下の方法で調査した。ゼンテイカでは1993年6月23日に、20花序について各1個の蕾に、コバギボウシでは1993年8月5日に、3から6個の蕾または花をもつ20花序の各花序全体に、それぞれナイロンネット(0.2×0.3mmメッシュ)の袋を被せ、花または花序の基部で昆虫が侵入する隙間ができないように縛った。この時の各花の状態を蕾・開花中・開花後に分類して記録した。約2週間後、個々の花が結実しているかどうかを調べ花単位、花序単位の結実率を求めた。この時、ゼンテイカについては周囲の袋掛けをしなかった花の結実率との比較も行ったが、コバギボウシについては調査期間中の悪天候により袋掛けを行わなかった個体の花序は損傷が大きかったため、それらとの比較は行わなかった。

3 結果

3.1 開花植物および訪花昆虫の季節変化

調査期間中に開花が見られた植物および昆虫はそれぞれ表1、2のとおりである。この内、タムシバ、ウラジロヨウラク、ノハナショウブ、ネジバナは数個体しか見られなかった。他の種は種々の大きさのパッチを作り、5月のタテヤマリンドウ、6月のゼンテイカ・トキソウ、8月のコバギボウシ、9月のエゾリンドウは高等植物の優占種となっていた。これら優占種は1992年、1993年と

も同様であった。観察された植物と訪花昆虫の組み合わせを図1に、昆虫に付着した花粉と対応する植物の花粉の形態を図2にそれぞれ示す。

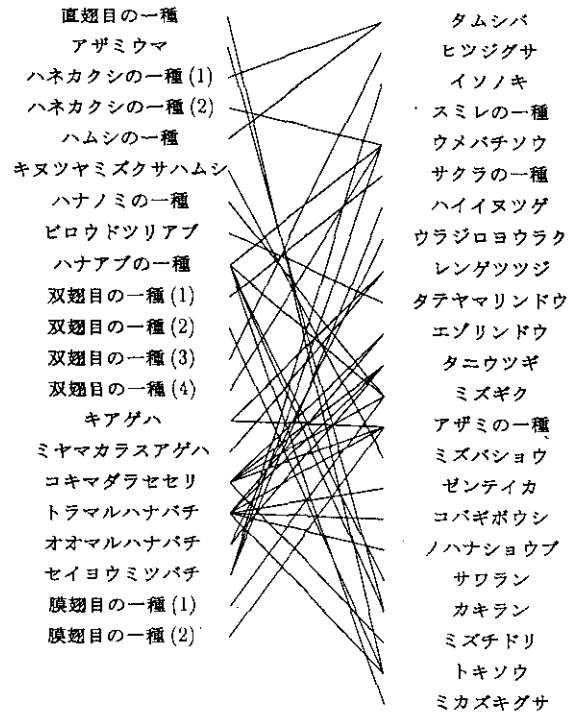


図 1 宮床湿原における植物と訪花昆虫の対応関係

Fig. 1 Summary of relationships between flowers and anthophilous insects

3.2 各種昆虫の訪花頻度と採餌形態

採餌が観察できた訪花昆虫について、調査期間を通じて(通算565分)観察された延べ個体数と採餌の状態を見られた個体数が多い順に示す。ここでは、採餌によって昆虫のからだがおしべの葯やめしべの柱頭に触れる場合を吸蜜、そうでない場合を特に盗蜜とした。

(1) セイヨウミツバチ： イソノキ(約30個体)、ハイヌツゲ(2個体)、ゼンテイカ(2個体)、ウメバチソウ(3個体)。イソノキでは林縁に近い特定の本を選んで、多数が群れていた。他の花でもおしべ・めしべに触れるように吸蜜していた。ゼンテイカに訪花した個体のうち1頭は吸蜜しなかった。

(2) トラマルハナバチ： ゼンテイカ(4個体)、タニウツギ(3個体)、レンゲツツジ(2個体)、ノハナショウブ(2個体)、コバギボウシ(6個体)、エゾリンドウ(4個体)、トキソウ(1個体)、ミズチドリ(1個体)、アザミの一種(1個体)。レンゲツツジとトキソウには訪花したが吸蜜しなかった。その他の植物では花の中に

表 1 宮床湿原で開花が見られた植物

Table 1 List of flowering plants in Miyatoko Mire.

5月	ノハナショウブ <i>Iris ensata</i> Thunb.
タムシバ	カキラン <i>Epipactis thunbergii</i> A. Gray
<i>Magnolia salicifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Maxim.	ミズチドリ <i>Platanthera hologlottis</i> Maxim.
スマレの一種*	コバノトンボソウ [†] <i>Platanthera tipuloides</i> Lindl.
<i>Viola</i> sp.	var. <i>nipponica</i> (Makino) Ohwi
サクラの一種*	トキソウ ミカズキグサ <i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl
<i>Prunus</i> sp.	
タテヤマリンドウ (コヒナリンドウ)	
<i>Gentiana aquatica</i> L. var. <i>laeviuscula</i> Ohwi	
ミズバショウ	
<i>Lysichiton camtschatcense</i> (L.) Schott	
ショウジョウバカマ [†]	
<i>Heloniopsis orientalis</i> (Thunb.) C. Tanaka var. <i>orientalis</i>	
6月	8月
ヒツジグサ	ヒツジグサ
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	ウメバチソウ <i>Parnassia palustris</i> L. var. <i>multisetata</i> Ledeb.
ウラジロヨウラク	タヌキモの一種 [†] <i>Utricularia</i> sp.
<i>Menziesia multiflora</i> Maxim.	アザミの一種 <i>Cirsium</i> sp.
レンゲツツジ	ミズギク コバギボウシ <i>Hosta sieboldii</i> (Paxton) J. Ingram f. <i>lancifolia</i> (Miq.) Hara
<i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suring.	カキラン コバノトンボソウ [†] ネジバナ [†] <i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames var. <i>amoena</i> (M. Bieberson) Hara
タニウツギ*	
<i>Weigela hortensis</i> Sieb. et Zucc.	
ミツガシワ [†]	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	
ゼンテイカ	
<i>Hemerocallis esculenta</i> Koidz.	
サワラン	
<i>Eleocharis japonica</i> (A. Gray) F. Maekawa	
トキソウ	
<i>Pogonia japonica</i> Reichb. fil.	
7月	9月
ヒツジグサ	ウメバチソウ エゾリンドウ <i>Gentiana triflora</i> Pall. var. <i>japonica</i> (Kusnez.) Hara
モウセンゴケ [†]	アザミの一種
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	
ハイイヌツゲ	
<i>Ilex crenata</i> Thunb. var. <i>paludosa</i> (Nakai) Hara	
イソノキ	
<i>Rhamnus crenata</i> Sieb. et Zucc.	
ミズギク	
<i>Inula ciliarid</i> (Miq.) Maxim. var. <i>ciliaris</i>	

* 林縁部の植物

† 昆虫の訪花が見られなかったもの

潜り込みおしべ・めしべに触れるように吸蜜していた。ゼンテイカ、コバギボウシおよびタニウツギから採集した個体の頭部から胸部には、それぞれの植物のみの花粉が付着していた (図2)。

(3) キヌツヤミズクサハムシ: ミズバショウ (18個体)。花粉を食いに集まっていた。全身にミズバショウの花粉が付着していた (図2)。

(4) ハナアブの一種: サワラン (1個体), ミズギク (2個体), ミカズキグサ (2個体), カキラン (2個体), ウメバチソウ (6個体), アザミの一種 (1個体), タテ

ヤマリンドウ (1個体)。吸蜜せず花粉を摂食する。花粉の付着は顕著ではないが、飛行中の個体で頭部にラン科のものと見られる花粉塊を付けたものが観察された。

(5) コキマダラセセリ: ミズギク (1個体), ミズチドリ (2個体), エゾリンドウ (2個体), アザミの一種 (2個体), タニウツギ (1個体)。エゾリンドウで潜り込んで吸蜜するのが1例確認されたが、それ以外では長い物を使って盗蜜した。飛行中の個体で頭部にラン科のものと見られる花粉塊を付けたものが観察された。

(6) ピロウドツリアブ: タテヤマリンドウ (6個体),

表 2 宮床湿原内で観察された訪花昆虫
Table 2 Anthophilous insects observed in Miyatoko Mire.

<p>5月</p> <p>ハネカクシの一種 (1) Staphylinidae sp.</p> <p>ハムシの一種 Chrysomelidae sp.</p> <p>キヌツヤミズクサハムシ <i>Plateumaris sericea</i> (Linnaeus)</p> <p>ビロウドツリアブ <i>Bombylius major</i> Linnaeus</p> <p>双翅目の一種 (1) Diptera sp. 1</p>	<p>7月</p> <p>ハナノミの一種 Mordellidae sp.</p> <p>ハナアブの一種 双翅目の一種 (3) コキマダラセセリ トラマルハナバチ セイヨウミツバチ <i>Apis mellifera</i> Linnaeus</p> <p>膜翅目の一種 (1) Hymenoptera sp. 1</p>
<p>6月</p> <p>直翅目の一種 Orthoptera sp.</p> <p>ハナアブの一種 Symphidae sp.</p> <p>双翅目の一種 (2) キアゲハ <i>Papilio machaon hippocrates</i> C. et R. Felder</p> <p>ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii tutanus</i> Fenton</p> <p>コキマダラセセリ <i>Ochlodes venata</i> Bremer et Grey</p> <p>トラマルハナバチ <i>Bombus diversus</i> Smith</p> <p>オオマルハナバチ <i>Bombus hypocrita</i> Perez</p>	<p>8月</p> <p>アザミウマの一種 Thripidae sp.</p> <p>ハネカクシの一種 (2) キアゲハ トラマルハナバチ</p> <p>9月</p> <p>セセリチョウの一種 (コキマダラセセリ?) Hesperiidae sp.</p> <p>ハナアブの一種 双翅目の一種 (4) トラマルハナバチ 膜翅目の一種 (2)</p>

スマレの一種 (1 個体)。タテヤマリンドウから採集したのものには、頭部から胸部にかけてタテヤマリンドウの花粉が付着していた。

(7) オオマルハナバチ： タニウツギ (4 個体)、ウラジロヨウラク (1 個体)。タニウツギのものはすべて花の基部を噛んで穴をあけ盗蜜していた。タニウツギから採集した個体の頭部から胸部にかけて、若干のタニウツギの花粉とともに他の植物の花粉が付着していた。ウラジロヨウラクでは花に潜り込んで吸蜜していた。

(8) ミヤマカラスアゲハ： レンゲツツジ (1 個体)。コキマダラセセリ同様、盗蜜に適した長い吻をもち、頭部から胸部には花粉は見られなかったが、後翅から腹部にかけて花粉が付着していた。

(9) キアゲハ： レンゲツツジ (1 個体)、アザミの一種 (1 個体)。レンゲツツジについては、訪花しているものでなく、飛行中の個体を採集して、後翅に付着していた花粉がレンゲツツジの花粉であると同定した。

3.3 センテイカおよびコバギボウシの自家受粉率

センテイカでは、無効なもの (袋が外れた等) を除く

9 個体の袋掛けした蕾すべてが結実しなかった (0%)。これら 9 花序は袋掛けした蕾の他に 12 個の蕾、5 個のすでに開花していた花を含んでおり、これら袋掛けしなかった花の結実率は 65% だった。実験を行った場所と水路をはさんで隣接する 2 グループのセンテイカの結実率はそれぞれ 68% (58 花中)、60% (67 花中) だった。コバギボウシでは、無効なものを除く 8 個体の結実率は 36% だった。袋を掛けた時にすでに開花していた花の割合は 41% で結実率に近かった。

4 考察

本調査では、延べ 565 分間で 23 種類の植物から 21 種 125 個体の昆虫が採集または観察された。

本調査と類似の方法による調査が各地で行われているので、それらと比較する。まず、京都府下の森林では 3 年間の長期にわたって非常に詳細な調査が行われており、一次林 (Kato *et al.*, 1990) では 91 種の植物から 715 種 2459 個体の訪花昆虫が、一次林と植林の混在する地域 (Inoue *et al.*, 1990) では 115 種の植物から 889 種 4603 個体が、そして、都市部 (Kakutani *et al.*, 1990) では 113

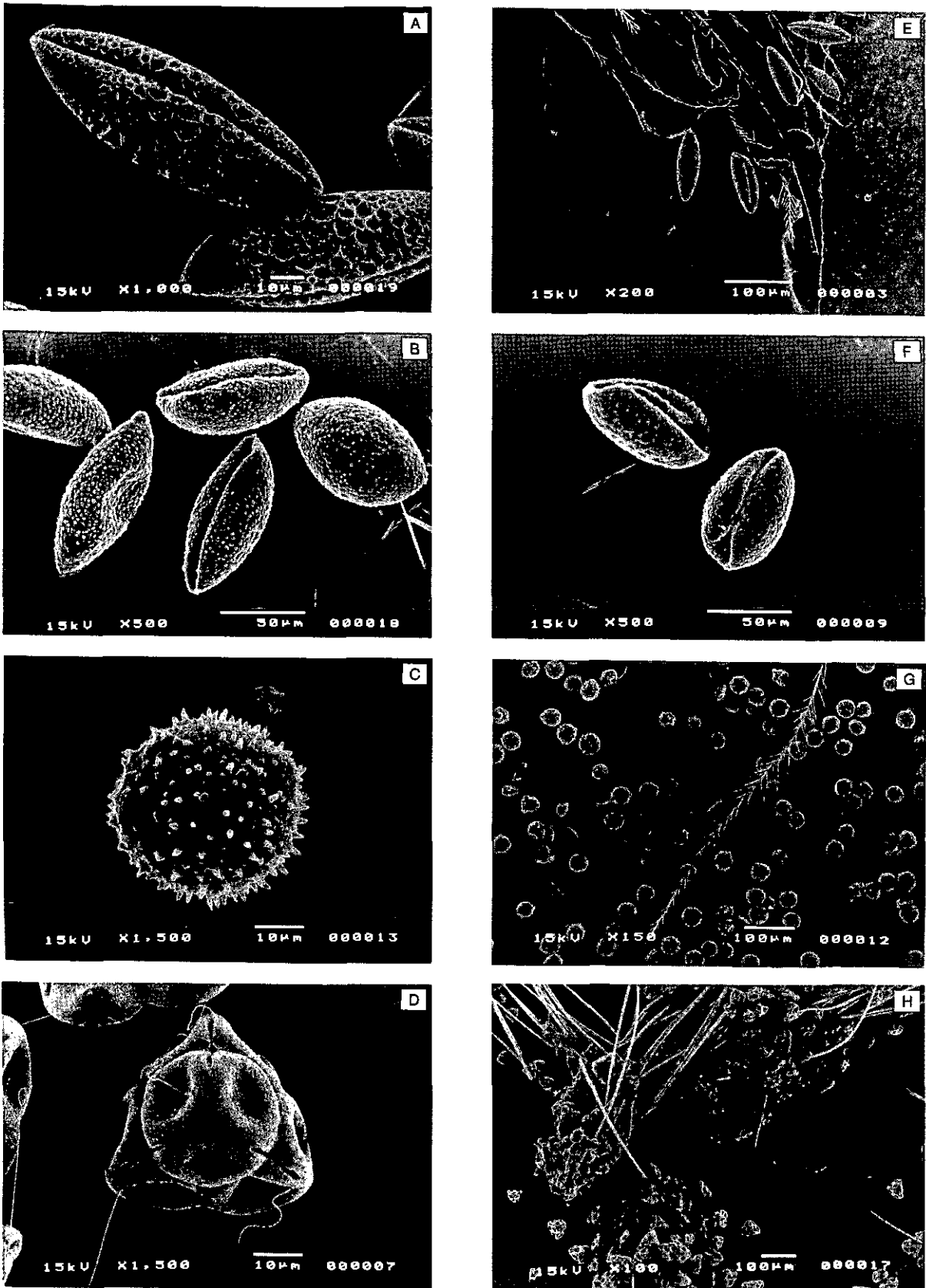


図 2 開花前の花または訪花昆虫の体表から採取した花粉; A, ゼンテイカ; B, コバギボウシ; C, タニウツギ; D, レンゲツツジ; E, ゼンテイカ上のトラマルハナバチ; F, コバギボウシ上のトラマルハナバチ; G, タニウツギ上のトラマルハナバチ; H, レンゲツツジ上のミヤマカラスアゲハ.

Fig. 2 Pollens taken from fresh flowers or surface of anthophilous insects; A, *Hemerocallis esculenta*; B, *Hosta sieboldii* f. *lancifolia*; C, *Weigela hortensis*; D, *Rhododendron japonicum*; E, *Bombus diversus* on *H. esculenta*; F, *B. diversus* on *H. sieboldii* f. *lancifolia*; G, *B. diversus* on *W. hortensis*; H, *Papilio machaon hippocrates*.

種の植物から320種2109個体が採集されている。高層湿原での調査として、尾瀬ヶ原 (Endo, 1982) では、延べ300分間の調査で11種の植物から25タクサ 300個体を超える訪花昆虫が採集されている。また、深泥池 (遠藤, 1981) では、特にミツガシワの訪花昆虫について報告されており、8~9月にかけて延べ975分間の調査で46種延べ468個体が確認されている。いずれの調査の場合も、調査者が肉眼で行った調査であり、中村ら(1986)の指摘にもあるように、調査者の個人差、調査年度や調査期間の違いから厳密な定量データとしての比較は困難であるが、森林に比較して湿原では高等植物相・訪花昆虫相ともに貧弱であるといえる。以上のデータについて訪花昆虫種数を植物種数で割って求めた、植物1種当たりの平均昆虫種数は、京都の森林では、一次林、植林地域および都市部でそれぞれ7.9種、7.7種および2.8種、尾瀬ヶ原で2.3種、深泥池で46種、そして本調査の宮床湿原で0.9種であった。同じ湿原の尾瀬ヶ原と比較しても宮床湿原では、特に昆虫相が貧弱であるが、この理由としては宮床湿原が孤立した小面積の立地であるため環境の多様さが尾瀬ヶ原より小さいと考えられることと、特に1993年は天候が不順だったため植物の開花量が少なく、昆虫の活動が不活発だったことが考えられる。深泥池で多くの昆虫の訪花が確認されたミツガシワは、宮床湿原でも1993年5月の調査では開花が見られたが昆虫の訪花は認められなかった。深泥池と宮床湿原の違いの原因は明確ではないがミツガシワの開花密度が深泥池では80~250m⁻²であるのに対して、宮床湿原では開花密度は10m⁻²未満と低かったことが、昆虫を誘引する効果に影響したのではないかと考えられる。他地域ではいずれの場合も、セイヨウミツバチやマルハナバチ等の膜翅目の昆虫が最も多く、ついで、ハナアブ等の双翅目が多いとされている。このことは、宮床湿原でも同様だった。

観察された訪花頻度ではセイヨウミツバチが最も高かったが、そのほとんどが林縁に近いイソノキに集中していた。一方、トラマルハナバチ、ハナアブ類およびコキマダラセセリは多くの種類の花を訪花し、特にトラマルハナバチの吸蜜の方法は受粉に寄与するものであり、複数の植物にとって重要な送粉者であると思われた。また、昆虫が少ない5月のピロウドツリアブもタテヤマリンドウの重要な送粉者と考えられた。

植物の優占種間での送粉者の競合はゼンテイカとタニウツギを除いては、開花時期の違いと主な送粉者の違い

により、ほとんどないと考えられた。唯一、ゼンテイカとタニウツギは開花時期が重なっており、ともにトラマルハナバチが受粉に寄与していると考えられるので、これら2種の植物が送粉者としてのトラマルハナバチについて競合している可能性がある。しかし、2種の植物の競合の強さを知るには、さらに詳細な調査を要する。ここで、オオマルハナバチがタニウツギの方からのみ盗蜜することは興味深い。もし、オオマルハナバチの盗蜜により、報酬としての蜜量が減ることによって、トラマルハナバチにとってのタニウツギの相対的価値が減る事実があれば、オオマルハナバチは間接的にゼンテイカの送粉に寄与することになる。しかし、これについても蜜量の時間的変化や糖分等の蜜の化学的性質とトラマルハナバチの誘因性に関して追加調査が必要である。

送粉と結実の関係について、ゼンテイカでは、袋掛けにより送粉を阻害した花では結実しなかったことから、自家受粉を行わずに結実を昆虫の送粉に依存していると考えられた。また、コバギボウシでは、袋を掛けた時にすでに開花していた花の割合が結実率に近かったことから、袋掛け時に蕾だった花については送粉が阻害されたため結実しなかったと考えられる。すなわち、結実を昆虫の送粉に依存していると考えられる。ただし、袋掛けの時にすべて蕾だった花序でも結実が見られた(蕾9個中1個)ことから、自家受粉を行う可能性もある。なお、これら2種の植物の主な送粉者はいずれもトラマルハナバチであった。

謝 辞

岩手大学の竹原明秀博士には植物の種名をお教えたいただいた。また、齋藤ヒロ子氏ならびに高橋嘉代子氏には結実率調査を協力していただいた。ここに、謝意を表す。

引 用 文 献

- 遠藤 彰 (1981): 深泥池のミツガシワの訪花昆虫相。深泥池の自然と人 深泥池学術調査報告書、深泥池学術調査団編、京都市文化観光局文化財保護課、京都市、268-276。
- Endo, A. (1982): A preliminary survey on the insects visiting several autumn flowers in the Ozegahara Moor, with ecological consideration on the flower preference of insects. In: *Ozegahara: scientific researches of the highmoor in Central Japan.*, (ed. H. Hara, Y. Sakaguchi, K. Hogetsu and N. Yamagata.), pp.425-437. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.

Inoue, T., M. Kato, T. Kakutani, T. Suka and T. Itino (1990): Insect-flower relationship in the temperate deciduous forest of Kibune, Kyoto: an overview of the flowering phenology and the seasonal pattern of insect visits., *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.*, 27, 377-463.

Kakutani, T., T. Inoue, M. Kato and H. Ichihashi (1990): Insect-flower relationship in the campus of Kyoto University, Kyoto: an overview of the flowering phenology and the seasonal pattern of insect visits., *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.*, 27, 465-521.

Kato, M., T. Kakutani, T. Inoue and T. Itino (1990): Insect-flower relationship in the primary beech forest of Ashu, Kyoto: an overview of the flowering phenology and the seasonal pattern of insect visits., *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.*, 27, 309-375.

中村和夫・松村 雄・久保田慶一・寺山 守 (1986) : 奥日光の野生ハナバチ類. 日光の動植物, pp.548-563, 日光の動植物編集委員会編, (株)月刊さつき研究社, 栃木.



写真 1 ゼンテイカ. スケールは10 cm.
Photo 1 *Hemerocallis esculenta*. Scale = 10cm.

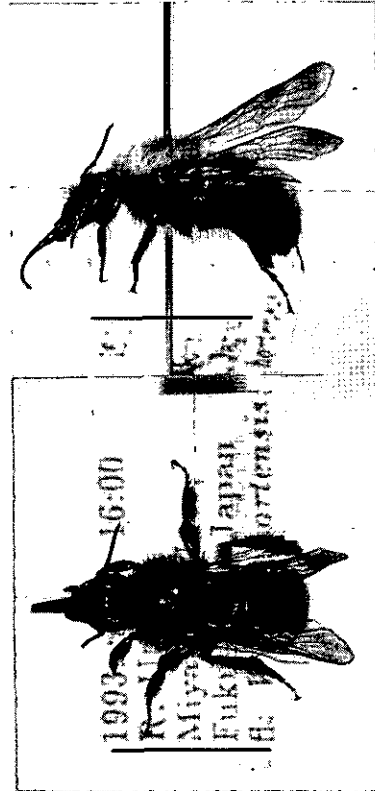


写真 2 トラマルハナバチ. スケールは10mm.
Photo 2 *Bombus diversus*. Scale = 10mm.

7 宮床湿原の2池塘における底生藻類の現存量, 種組成及び多様性

Biomass, Species Composition and Diversity of Benthic Algae in the Two Pools in Miyatoko Mire

渡辺 信¹・真山茂樹²・野崎久義¹

Makoto M. WATANABE¹, Shigeki MAYAMA² and Hisayoshi NOZAKI¹

要 旨

福島県宮床湿原の池塘50 (地点D2) 及び池塘3 (地点B4) における底生藻類の多様性を4月, 6月, 8月, 10月の隔月で定量的に解析した。調査期間を通じて, 地点D2及び地点B4に出現した藻類種はそれぞれ93種類及び67種類であった。地点D2では種類数及び現存量が雪解け後の4月に少なかったが, 6月に最も多く, 8月, 10月に減少した。珪藻類が全藻類の現存量の90%~98%を占めていた。4月には羽状目珪藻 *Frustulia rhomboides*, *Actinella punctata* が優占種であったが, 6月, 8月には藻類相が大きく変動し, 中心目珪藻 *Aulacoseira laevissima* が優占種となり, 全体の現存量の30%~40%を占めていた。10月には再び藻類相が変動し, 羽状目珪藻 *Actinella punctata*, *Stauroneis phoenicenteron* 及び *Pinnularia subgibba* 等が占める割合が多くなった。種の多様度を表現する指標として Simpson の多様度指数 (個体数及び現存量換算) を求めたところ, 種類数の変動とは全く逆の変動を示し, 4月, 10月に高く, 6月, 8月に低い。このことは, 地点D2では藻類の種類数は母集団の現存量が大きくなって種類数が増えたが, ある特定の種の個体数及び現存量が相対的に大きく増加したことを意味する。地点B4では種類数は4月~8月にかけて変わらず, 10月に著しく増加した。しかし, 現存量は4月に最も多く, 6月から10月にかけて徐々に減少した。珪藻類と鼓藻類がそれぞれ全藻類の現存量の33%~82%及び15%~63%を占めていた。池塘50 (地点D2) が珪藻類の地点であるのに対して, 池塘3 (地点B4) は珪藻類と鼓藻類の地点といえる。全期間を通じて羽状目珪藻類 *Frustulia rhomboides* が優占種し, $1 \sim 2 \mu\text{gC mm}^{-2}$ の現存量で存在していたが, 4月には鼓藻類 *Gloenblandia neglecta* var. *neglecta* が, 6月には *Bambusina brebissonii* var. *brebissonii* と *Netrium digitus* var. *digitus* が $0.6 \sim 1 \mu\text{gC mm}^{-2}$ の現存量で優占していた。多様度指数は現存量及び種類数の変動と対応して変動していた。現存量, 種類数, 多様度指数の双方で, どの季節も地点D2の方が地点B4と比べて高い値を示しており, 地点D2はB4と比べると種類が豊富で, かつ独占的な種に属する個体が相対的に少なく, やや複雑な群集であることが示された。両地点での水質変動の統計的解析より, 地点D2は環境かく乱のすくない水域であることが判明した。

Abstract

The survey of algal diversity of the two small pools, pool 50 (site D2) and pool 3 (site B4), in Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture, Japan was carried out in 1992. The samples of benthic algae were taken quantitatively with a cylindrical tube of 14 mm diameter. A total of 93 species and 67 species of benthic algae occurred at sites D2 and B4, respectively. Considerable differences were observed between the two sites in the seasonal fluctuations in species number, biomass and dominant species. At site D2, species number and biomass were small in April just after the snow-thawing, increased in June and decreased in August and October. Diatoms occupied 90%~98% of total biomass of algae. At site B4, species number changed little during April to August and increased markedly in October, while biomass was largest in April and decreased gradually during June to October. Diatoms and desmids occupied 33%~82% and 15%~63% of total biomass of algae, respectively. The

1. 国立環境研究所 生物圏環境部 〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan.

2. 平成4~6年度 国立環境研究所客員研究員, (東京学芸大学生物学教室 〒184 東京都小金井市貫井北町4-1-1)

Visiting Fellow of the National Institute for Environmental Studies, Present Address: Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Koganei, Tokyo 184 Japan.

Simpson's Index of diversity D and its modified index D' were calculated based on the number of individuals and on the biomass, respectively. Both D and D' values were always higher at site D2 than at site B4, suggesting that not only species number is larger at site D2 but also individuals belonging to dominant species are relatively few in number or little in biomass at site D2. The differences in algal diversity between the two sites were discussed in relation to the environmental factors of the two sites.

1 はじめに

湿原生態系における生産者の大部分はコケ類や高等植物で占められており、藻類は生産者としては極めて小さな存在である。しかしながら、わが国では、Hirano (1942, 1943a, b) が尾瀬ヶ原の鼓藻類について発表して以来、多くの研究者によって湿原の藻類の調査がなされた結果として、湿原の藻類は湿原生態系生産者としては極めて微弱なものでありながらも、極めて多様性に富む生物群であること、さらには多くの湿原固有種が存在することが判明してきた(広瀬・山岸, 1977)。この多様さはいったい何に起因しているのか。

湿原に散在する大小様々な池塘は、藻類にとって絶好の生息場所であり、各池塘の環境の差異により藻類相も異なる(鈴木・西田, 1973)。湿原に存在する池塘は狭い地域で多様な藻類相を形成する大きな要因となると考えられる。したがって、各地点の水質環境と藻類群集の調査・解析を行うことにより、湿原における藻類の種の多様性の要因を知ることができるであろう。しかしながら、今までの湿原での藻類研究のほとんどは植物相調査であり、藻類の出現頻度の格づけが行われている報告(Katoh, 1991)がいくつかみられるものの、定量的な採集に基づいた藻類多様性の生態学的な研究はほとんどみられない。このような状況は諸外国においても見られる(Lenzenweger, 1987; Kouwets, 1988)。湿原の池塘という生息池における藻類の生態及び多様性を明らかにするには、種の正確な分類は当然として、定量的な採集及び現存量の定量的な把握が必要となる。

福島県の宮床湿原は6.5haという狭い面積ではあるが、大小様々な地点が存在する。これら池塘の水質環境と藻類群集の調査・解析を行うことにより、湿原における藻類の種の多様さをもたらす要因を明らかにする研究の野外調査所として理想的な場である。1992年4月に、宮床湿原の水系が異なる2地点及び1河川を選び、そこでの藻類群集の定量的な調査を行った。本報告では藻類群集の現存量、種組成、多様性の変動を水質環境との関連で論議をした。

2 調査地点と方法

2.1 調査地点

宮床湿原は福島県南会津郡南郷村に位置し、標高約830mに発達した湿原である。この湿原の概要については岩熊(1995)の報告に詳しい。湿原には周縁から湧水を起源とする水路が3本流入しているが、今回報告する調査地点は、水路Bの支流である池塘3(地点B4;水深20cm, 面積40m²)及び水路Dの中流に形成される池塘50(地点D2;水深40cm, 面積109m²)である(図1)。また地点B2は水路Bの水質の測定点である。

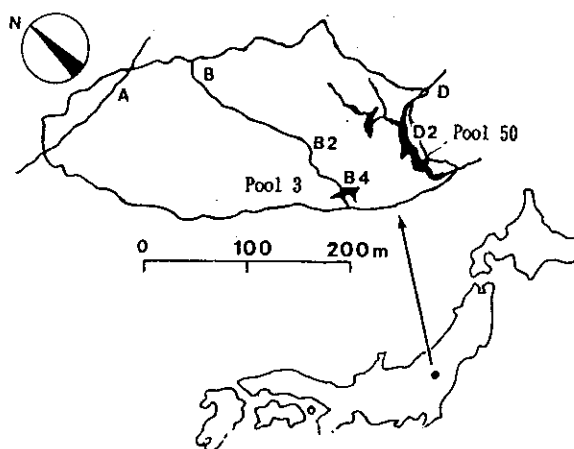


図 1 宮床湿原調査地点
Fig. 1 Study sites in Miyatoko Mire

2.2 調査方法

調査は1992年4月28日、6月22日、8月24日、10月1日の4回で、隔月に行った。底生藻類の採集は、直径14mm開口注射器を底泥表層にあてがい、6mlまで採取して行った。このような操作を各地点10カ所で行い、各箇所の全試料を混合して各地点60mlの試料とした。この試料は2.5%のグルタルアルデヒドで固定され、氷冷して持ち帰り、冷蔵庫にて保存し、観察及び個体数の計測に使用した。珪藻類については、小型の種類が多く、かつ個体数も多いため、水に封入した状態のまま同定し、計数することが困難であるので、1) 固定試料を20倍希釈し、2) 酸処理により洗浄し、3) 酸処理された珪藻懸

濁液0.3mlを18×18mmのカバーガラスに均等に広げ、ブルーラックスで封入し、4) x70の対物レンズを用いてカバーガラスを端から端まで1~3行観察して同定と計数を行った。珪藻類以外の藻類については、固定試料を10~20倍に希釈し、1 mlのSedwick-Rafter型の計算盤を使って同定と計数を行った。各試料で400以上の個体の同定と計数を行った。種の同定に関して、小型の種類について前述した方法だけでは同定が不確かな場合には、走査型電子顕微鏡あるいは光学顕微鏡でx100のレンズを使用して再確認を行った。珪藻類の同定は多くの種についてはKrammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b)の分類体系に基本的に従い、*Pinnularia*属についてはKobayasi and Ando (1977)とKrammer (1992)に、小型*Navicula*属の種についてはKobayasi and Nagumo (1988)に、*Eunotia*属についてはMayama and Kobayasi (1990, 1991)及びKobayasi *et al.* (1981)に、さらに*Synedra*属といくつかの*Navicula*の種についてはPatrick and Reiner (1966)に従い、鼓藻類の同定については、Růžička (1977), Prescott (1984), Prescott *et al.* (1975, 1977, 1981, 1982), Croasdale *et al.* (1983)に従い、藍藻類についてはGeitler (1932)に、他の藻類についてはHuber-Pestalozzi (1941, 1955), Komárek and Fott (1955), Bourrelly (1972)及びStarmach (1985)に従った。検鏡による細胞数の計数値より、試料1 ml当たりの細胞数に換算した。採集方法から、この値に3.9をかけた値が単位面積 cm^2 当たりの細胞数となる。各藻類種の体積は、細胞の長さ、幅あるいは直径、厚さを測定し、細胞の形状をふまえて計算した。羽状目珪藻の殻の厚さは著しく変異し、測定が困難であることから、殻の幅と同じと仮定した。このようにして計算された各種の体積をもとに、Strathmann (1967)の式を用いて炭素量へ換算した(表1)。

種の多様度を表現する指標として、群集の種数個体数の関係について多様度を測定できるSimpson (1949)の多様度指数(D)を用いた。すなわち

$$D = 1 / \left[\sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1) / N(N - 1) \right]$$

ここで、 s は総種類数、 N は総個体数、 n_i は第*i*番目の種に属する個体数である。また、藻類は種により細胞の大きさが著しく異なる。同じ個体数でも現存量ではかなり異なる場合も多い。したがって、 N を総現存量、 n_i を第

i 番目の種の現存量として多様度を求めた多様度指数 D も求めた。

地点B2及びD2における水温及び水中のアンモニア態窒素、塩素、珪酸、硫酸、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム等のイオン濃度は平田ら(1995b)による。

3 結果

3.1 藻類相(表1)

4回の調査を通じて、地点D2に出現した藻類種は93種類で、うち珪藻類65種類と圧倒的に多く、鼓藻類15種、他の緑藻類5種、藍藻類4種、他の藻類が4種となっている(表1)。地点B4に出現した藻類は67種類で、うち珪藻類40種、鼓藻類18種類、他の緑藻類4種、藍藻類4種、他の藻類1種となっている。いずれも種類数からみると珪藻類が多く占めている。

3.2 藻類現存量及び全細胞数の変動(図2, 3)

藻類の現存量は、地点D2では4月に1190 ngC mm^{-2} であったが、6月には5970 ngC mm^{-2} と著しく増加し、8月に2823 ngC mm^{-2} 、10月に2421 ngC mm^{-2} と減少する(図2)。同様の傾向は全細胞数を比較しても得られた(図3)。一方地点B4では、藻類の現存量は4月に4115 ngC mm^{-2} であったが、6月に2703 ngC mm^{-2} 、8月に2321 ngC mm^{-2} 、10月に1562 ngC mm^{-2} と減少した。全細胞数でも4月に最も多く、6月に約半分に減少し、8月にやや増加したものの、10月にはさらに減少し、4月の約1/4に減少した。このように、地点D2と地点B4においては、藻類の現存量及び全細胞数の変動パターンにおいて著しい差異が見られる。なお、4月を

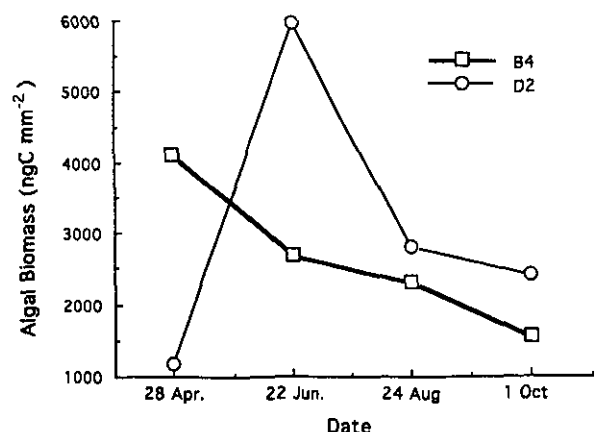


図2 地点D2及び地点B4における藻類現存量の変動
Fig. 2 Seasonal change of algal biomass at sites D2 and B4

表 1 宮床湿原の底生藻類. 1) サイズ: μm , L: 長さ, W: 幅, T: 厚さ, 2) 堆積: μm^3 , 3) 炭素量: $\text{pgC}/\text{細胞}$

Table 1 Algal Speices in Miyatoko Mire. 1) Size: μm , L: Length, W: Width, T: Thickness. 2) Volumn: μm^3 3) Carbon content: pgC/cell

Species	D2	B4	Size ¹⁾ (L,W,T)	Type of Cell Shape	Volume ²⁾	Carbon content ³⁾
Diatoms (硅藻)						
<i>Achnanthes helvetica</i>	+		18, 7, 7	Oblong cylinder	692	54
<i>A. minutissima</i>	+	+	10, 3, 3	Oblong cylinder	70	10
<i>A. nodosa</i>	+		12, 3, 3	Oblong cylinder	84	11
<i>A. pusilla</i>	+	+	15, 4, 4	Oblong cylinder	188	20
<i>A. subatomoides</i>	+		7.5, 4, 4	Elliptic cylinder	94	12
<i>Actinella punctata</i>	+	+	135, 6, 6	Cylinder	3815	196
<i>Anomoeoneis brachysira</i>	+	+	17.5, 5, 5	Rhombiform hexahedron	218	22
<i>A. serians</i> var. <i>acuta</i>	+	+	40, 9, 9	Rhombiform hexahedron	1620	103
<i>Aulacoseira alpigena</i>	+	+	13, 7, 7	Cylinder	500	42
<i>A. canadensis</i>	+		13, 9.5, 9.5	Cylinder	921	67
<i>A. laevissima</i>	+		15, 10, 10	Cylinder	1177	80
<i>A. valida</i>	+		30, 11, 11	Cylinder	2849	157
<i>Cymbella gracilis</i>	+	+	40, 5, 5	Triangular pentahedron	500	42
<i>C. minuta</i>	+	+	20, 5.5, 5.5	Triangular pentahedron	302	29
<i>C. naviculiformis</i>	+		45, 11, 11	Triangular pentahedron	3327	177
<i>C. sinuata</i>	+	+	12, 4, 4	Elliptic cylinder	150	17
<i>Eunotia curvata</i>	+	+	30, 3.5, 3.5	Rectangular hexahedron	367	33
<i>E. curvata</i> var. <i>linearis</i>	+	+	100, 5, 5	Rectangular hexahedron	2500	142
<i>E. diadema</i>	+		44, 17, 17	Rectangular hexahedron	12716	489
<i>E. exigua</i>	+	+	25, 4.5, 4.5	Rectangular hexahedron	506	42
<i>E. incisa</i>	+		19, 4.5, 4.5	Triangular pentahedron	384	34
<i>E. naegeli</i>	+	+	42, 2.5, 2.5	Rectangular hexahedron	262	26
<i>E. nipponica</i>	+	+	70, 10, 10	Rectangular hexahedron	7000	311
<i>E. parallela</i>	+	+	90, 6, 6	Rectangular hexahedron	3240	173
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i>	+	+	23, 5, 5	Rectangular hexahedron	595	48
<i>E. perminuta</i>	+		16, 3, 3	Rectangular hexahedron	113	14
<i>E. rhomboidea</i>	+	+	17, 3, 3	Rectangular hexahedron	153	17
<i>E. sera</i>	+	+	74, 19.5, 19.5	Rectangular hexahedron	28138	892
<i>E. tenelloides</i>	+	+	16, 2.5, 2.5	Rectangular hexahedron	100	12
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	+	+	35, 2.5, 2.5	Rhombiform hexahedron	100	13
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i>	+		11, 5, 5	Rhombiform hexahedron	137	16
<i>F. elliptica</i>	+		5.5, 4, 4	Ellipsoidal cylinder	69	9
<i>F. exigua</i>	+		16.5, 4, 4	Triangular pentahedron	132	15
<i>F. nitzschioides</i>	+		21.5, 4.5, 4.5	Rectangular hexahedron	435	38
<i>F. sp.</i>	+		14.5, 11, 11	Ellipsoidal cylinder	1377	91
<i>Frustulia rhomboides</i>	+	+	87, 28.5, 28.5	Rhombiform hexahedron	35332	1061
<i>F. rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	+	+	60, 13, 13	Rhombiform hexahedron	5070	243
<i>Gomphonema accuminatum</i>	+		51, 9.5, 9.5	Triangular pentahedron	2301	134
<i>G. gracile</i>	+		34, 5, 5	Rhombiform hexahedron	425	37
<i>G. parvulum</i>	+	+	23, 5, 5	Rhombiform hexahedron	287	28
<i>Meridion circulare</i>	+	+	30, 5, 5	Rectangular hexahedron	750	57
<i>Navicula mediocris</i>	+	+	12, 2.5, 2.5	Rectangular hexahedron	75	10
<i>N. minima</i>	+		11, 4, 4	Ellipsoid	138	16
<i>N. minuscula</i>	+		12.5, 4.5, 4.5	Rhombiform hexahedron	126	15
<i>N. notha</i>	+		43, 5, 5	Rhombiform hexahedron	537	44
<i>N. okadae</i>	+	+	36, 7.5, 7.5	Rhombiform hexahedron	1012	72
<i>N. parasubtilissima</i>	+	+	30, 4.5, 4.5	Rhombiform hexahedron	303	29
<i>N. pseudosctiformis</i>	+		11, 9, 9	Elliptic cylinder	699	54
<i>N. seminulum</i>	+		12.5, 4, 4	Elliptic cylinder	157	17
<i>N. subtilissima</i>	+	+	29, 6, 6	Rhombiform hexahedron	522	43
<i>Neidium iridis</i>	+		180, 32.5, 32.5	Rhombiform hexahedron	95062	2246
<i>Nitzschia amphibia</i>	+	+	18, 5, 5	Rhombiform hexahedron	225	23
<i>N. fontinalis</i>	+	+	17, 3, 3	Rhombiform hexahedron	76	10
<i>N. hantzschiana</i>	+		17, 3, 3	Rectangular hexahedron	153	17
<i>N. palea</i>	+	+	36, 5, 5	Rhombiform hexahedron	450	39
<i>Peronia fibula</i>	+	+	50, 4, 4	Triangular pentahedron	400	36
<i>Pinnularia bogotensis</i>	+		140, 16, 16	Rectangular hexahedron	35840	1072
<i>P. hilseana</i> var. <i>japonica</i>	+	+	64, 8, 18	Rectangular hexahedron	4096	207
<i>P. microstauron</i>	+		159, 13.5, 13.5	Rectangular hexahedron	28977	913
<i>P. subgibba</i>	+		100, 12, 12	Rectangular hexahedron	14400	537
<i>P. transversa</i>	+	+	160, 20, 20	Rectangular hexahedron	64000	1664
<i>P. viridis</i>	+	+	122, 21, 21	Rectangular hexahedron	53802	1459
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	+		152, 32, 32	Rhombiform hexahedron	77824	1930

Species	D2	B4	Size (L,W,T)			Type of Cell shape	Volume	Carbon content
<i>Stenopterobia curvula</i>	+	+	142,	6,	6	Rectangular hexahedron	5112	245
<i>S. delicatissima</i>	+	+	64,	5,	5	Rectangular hexahedron	1600	102
<i>Surirella linearis</i>	+		96,	23,	23	Elliptic cylinder	39865	1162
<i>Synedra acus</i>	+		148,	5.5,	5.5	Rhombiform hexahedron	2238	131
<i>S. ulna</i>	+	+	183,	5.5,	5.5	Rhombiform hexahedron	2767	154
<i>Tabellaria fenestrata</i>	+	+	93,	7.5,	7.5	Rectangular hexahedron	2615	147
<i>T. flocculosa</i>	+	+	33,	7,	7	Rectangular hexahedron	808	61
Green Algae: Desmids (緑藻: 鼓藻)								
<i>Bambusina brebissonii</i> var. <i>brebissonii</i>	+	+	33.4,	21.5		Ellipsoid	8079	832
<i>Closterium acerosum</i>	+		250,	23		Fusoid	34605	2951
<i>C. acutum</i> var. <i>acutum</i>		+	231,	4.86		Fusoid	1415	186
<i>C. costatum</i>	+		300,	50		Fusoid	196250	13291
<i>C. gracile</i>	+		180,	6		Fusoid	1695	219
<i>C. intermedium</i>	+	+	228,	16		Fusoid	15272	1445
<i>C. lunula</i>	+		400,	90		Fusoid	847800	46774
<i>C. parvulum</i> var. <i>maius</i>	+		200,	25		Fusoid	32708	2818
<i>C. peracerosum</i>	+		150,	12		Fusoid	5652	617
<i>Cosmarium angulare</i> var. <i>angulare</i>		+	14,	25		Ellipsoid x 2	5128	566
<i>Cylindrocystis crassa</i>	+		40,	20		Cylinder	12560	1230
<i>Euastrum crassum</i> var. <i>tumidum</i>	+	+	130,	80,	56	Rectangular hexahedron x 0.9	524160	31121
<i>E. didelta</i> var. <i>didelta</i>		+	43,	40-14,	27	Trapezoid hexahedron x 2	62694	4948
<i>Gloenbladia neglecta</i> var. <i>neglecta</i>	+	+	20,	13,		Cylinder	2653	320
<i>Mesotaenium degreyi</i> var. <i>breve</i>		+	44,	15,		Cylinder	7771	811
<i>Micrasterias apiculata</i> var. <i>apiculata</i>		+	172,	183,	15	Elliptic cylinder x 0.8	296503	19001
<i>M. denticulata</i>		+	200,	156,	13	Elliptic cylinder	318396	20210
<i>M. truncata</i>		+	104,	92,	8.5	Elliptic cylinder	63842	5026
<i>Netrium digitus</i> var. <i>digitus</i>	+	+	136,	33,		Ellipsoid	77507	5945
<i>Netrium digitus</i> var. <i>naegeli</i>		+	57.2,	17.6,		Ellipsoid	9272	945
<i>Pleurotaenium minutum</i> var. <i>crassum</i>		+	172,	28,		Cylinder	105855	7788
<i>Pleurotaenium minutum</i> var. <i>minutum</i>	+	+	110,	13.2,		Cylinder	15045	1438
<i>P. undulatum</i> var. <i>undulatum</i>	+	+	220,	10.5,		Cylinder	19040	1763
<i>Staurastrum geminatum</i>	+	+	14,	26,		Ellipsoid x 2	5333	586
<i>S. micron</i> var. <i>micron</i>		+	8,	7.2,	6.2	Triangular pentahedron x 2	533	78
				6,	2.5,	+ Cylinder x 6		
Green Algae: Others (その他の緑藻)								
<i>Bulbochaete</i> sp.		+	40,	20		Cylinder	12560	1229
<i>Glocofila turfosa</i>	+		25,	2		Cylinder	78	15
<i>Klebsormidium klebsii</i>	+	+	20,	7		Cylinder	769	109
<i>Microspora willeana</i>	+		15,	10		Cylinder	1177	158
<i>Oedogonium</i> sp.		+	50,	30		Cylinder	35325	3011
<i>Pediastrum boryanum</i>	+		15,			Sphere	1766	225
<i>Scenedesmus acutus</i>	+	+	15,	5		Fusoid	98	18
Blue-green Algae (藍藻)								
<i>Anabaena</i> sp.	+	+	10,			Sphere	523	78
<i>Chroococcus turgidus</i>	+	+	15,			Sphere	1766	225
<i>Merismopedia glaucum</i>	+		5,			Sphere	65	13
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	1,	4		Cylinder	12	3
<i>Stigonema ocellatum</i> f. <i>ocellatum</i>		+	10,			Sphere	523	78
Other Algae (その他の藻類)								
<i>Dinobryon sertularia</i>	+		30,	15		Ellipsoid	3532	410
<i>Gymnodinium</i> sp.	+		30,	20		Ellipsoid	6280	675
<i>Synula sphagnicola</i>	+		30,	15		Ellipsoid	3532	410
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	10,			Sphere	523	78

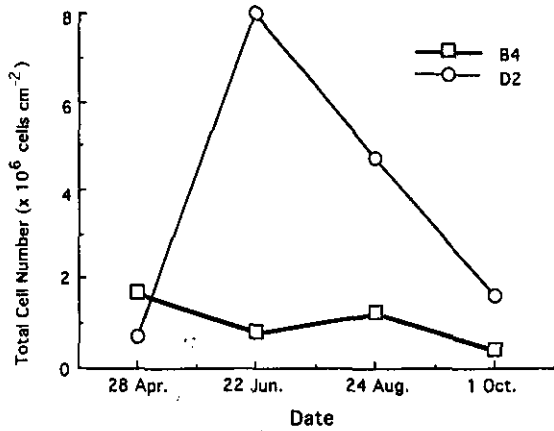


図 3 地点D2及び地点B4における藻類の全細胞数の変動
Fig. 3 Seasonal change of total cell number of algae at sites D2 and B4

除いて、藻類の現存量及び全細胞数は地点D2のほうが地点B4より多かった。

3.3 地点D2における各種藻類の現存量の季節的変動 (図4, 5, 6)

地点D2では、どの季節でも珪藻類の現存量が圧倒的に多く、藻類現存量の90~98%を占めている(図4)。鼓藻類は3~7%を占めているにすぎず、多い時でも6月の現存量で 413 ngC mm^{-2} で、この時の珪藻類の現存量 5554 ngC mm^{-2} の1/10以下であった。その他の藻類の現存量はすべて1%以下であり、きわめて微弱な存在であるといえる。地点D2は珪藻類の地点といえよう。珪藻類各種の現存量に関して、4月には*Frustulia rhomboides*, *Actinella punctata*等が目立ったが、いちばん現存量が多い*F. rhomboides*でも、全珪藻の現存量の10%強を占めているにすぎない(図5)。しかし、6月になると4月に相対的に現存量が多かった種がほとんど入れ替わり、中心目珪藻の*Aulacoseira laevisissima*が多くなり、全珪藻類の現存量の約40%を占めていた。その他に目立った珪藻類としては、*A. canadensis*, *A. alpigena*, *Eunotia serra*, *Pinnularia subgibba*であり、これらは4月には出現していなかった種あるいは出現していたとしても現存量が少ない種であったものである。8月になると珪藻類の現存量は減少したが、藻類相はさほど変動せず、*A. laevisissima*が優占し、全珪藻類現存量の32%を占めていた。しかし、10月になると再び藻類相が大きく変動し、*Actinella punctata*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Pinnularia subgibba*等が占める割合が多くなって来るが、いちばん現存量が多い*A. punctata*でも全珪藻類現存量の約16%

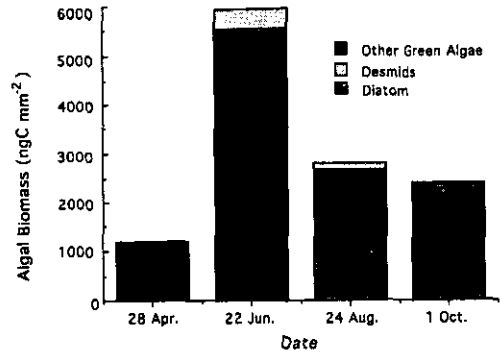


図 4 地点D2におけるケイ藻類と緑藻類の現存量の季節的変動
Fig. 4 Seasonal change of biomass of diatoms and green algae at site D2

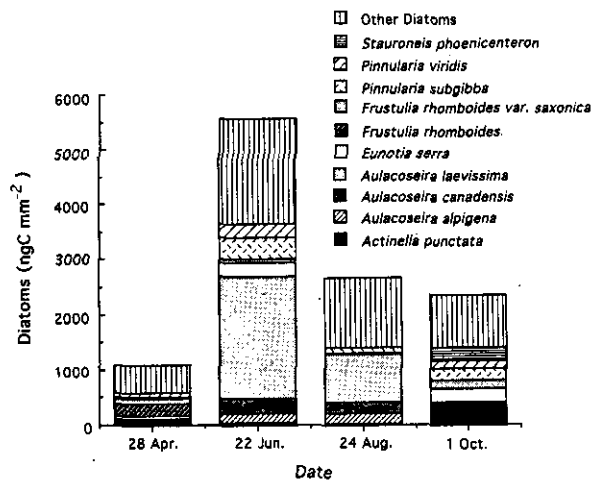


図 5 地点D2における各種ケイ藻類の現存量の季節的変動
Fig. 5 Seasonal change of biomass of each diatom species at site D2

を占めるにすぎない。前述したように緑藻類(鼓藻類を含む)の現存量は多いときでも 414 ngC mm^{-2} で全体の7%を占めているにすぎないが、その中で各種の現存量を比較すると、4月には糸状緑藻*Klebsormidium klebsii*が優占し、現存量で全緑藻の約50%を占めていたが、6月にはミカヅキモ*Closterium lunula*が増加し、現存量で全緑藻の約88%を占めた。しかし、8月になると*Closterium parvulum* var. *maius*が増加し、現存量で全緑藻の約80%を占めるようになる。10月には*Closterium costatum*と*Pleurotaenium minutum* var. *minutum*が増加し、それぞれ現存量で全緑藻の約32%及び約28%を占めていた(図6)。

3.4 地点B4における各種藻類の現存量の季節的変動 (図7, 8, 9)

地点B4では、4月には珪藻類が多くこの時期の藻類

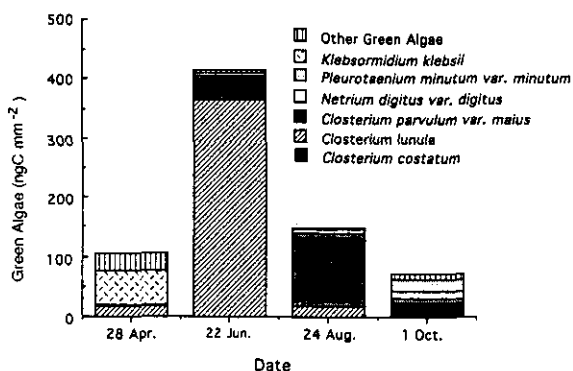


図 6 地点D2における各種緑藻類の現存量の季節的変動
Fig. 6 Seasonal change of biomass of each green algal species at site D2

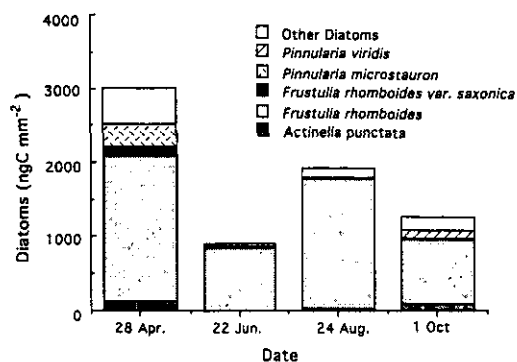


図 8 地点B4における各種ケイ藻類の現存量の季節的変動
Fig. 8 Seasonal change of biomass of each diatom species at site B4

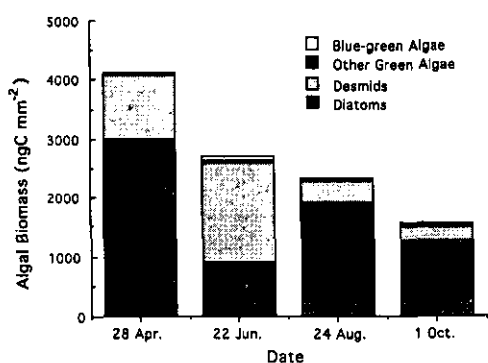


図 7 地点B4における藻類の現存量の季節的変動
Fig. 7 Seasonal change of algal biomass at site B4

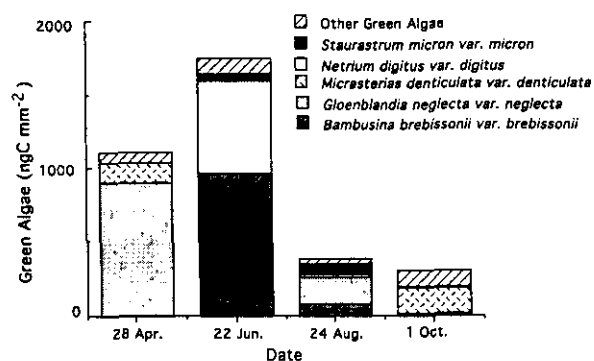


図 9 地点B4における各種緑藻類の現存量の季節的変動
Fig. 9 Seasonal change of biomass of each green algal species at site B4

現存量の約73%を占めるが、鼓藻類も多くみられ、現存量で全藻類の約26%を占める(図7)。6月になると、珪藻類の現存量が著しく減少したのに対して、鼓藻類の現存量が4月の約1.6倍に増加し、この時期の藻類現存量の約63%を占め、珪藻類より多くなった。しかし、8月になると再び珪藻類の現存量が増加し、この時期の藻類現存量の約82%を占めるようになったのに対し、鼓藻類の現存量は著しく減少し、現存量で全藻類の約16%を占めたにすぎない。同様の状況は10月にも見られる。しかし、地点B4は地点D2と比べると鼓藻類の占める割合が圧倒的に高く、地点D2がどの季節でも珪藻類が現存量で90%以上を占める珪藻類の地点であったのに対して、地点B4は珪藻類と鼓藻類の地点であるといえよう。珪藻類各種の現存量については、どの季節でも *Frustulia rhomboides* が圧倒的に優占種となっており、少ない時でも全珪藻現存量の約65%、多いときでは約96%を占めていた(図8)。鼓藻類各種の現存量については、4月には *Gloenblandia neglecta* var. *neglecta* が優占種となっており、この時期の緑藻類現存量の約82%を占めて

いた。6月になると *Bambusina brebissonii* var. *brebissonii* と *Natrium digitus* var. *digitus* が増加し、それぞれ全緑藻類現存量の約55%及び約36%を占めていた。4月に圧倒的に優占種となっていた *G. neglecta* var. *neglecta* の出現は確認できなかった。しかし、8月には再び *G. neglecta* var. *neglecta* が増加し、現存量でこの時期の緑藻類の約48%を占める。この他に6月に優占種であった *B. brebissonii* var. *brebissonii* と *Staurastrum micron* var. *micron* の現存量が多かった。10月になると *Micrasterias denticulata* var. *denticulata* が増加し、現存量でこの時期の緑藻類の約55%を占めていた(図9)。このように、地点B4では優占種となる珪藻類及び緑藻類の種が地点D2と明らかに異なっていることが分かる。

3.5 種類の豊富さと多様度(図10, 11)

地点D2では種類数は4月に49であったのが、6月に60と最も多くなり、8月に54、10月に48と減少した。しかし、多様度指数は D 、 D' とも4月と10月に高く、6月に最も低くなった(図10)。すなわち、種類の豊富さと

多様度指数は全く逆の相関をもって変動していた。地点B4では、種類数は4月、6月、8月でそれぞれ32、31、29とほとんど変動しないが、10月に43と増加した。多様度指数を個体数で計算したDは4月と10月に高く、6月と8月に低いが、多様度指数を現存量で計算したD'は4月、6月と変動せず、8月に幾分低くなるが10月になると4月、6月とほぼ同じ値となり、期間を通じてさほど変動を示さなかった(図11)。

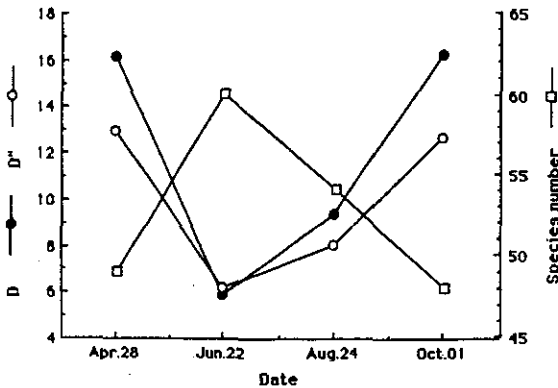


図 10 地点D2における藻類の種類数及び多様度指数の季節的変動

Fig. 10 Seasonal change of species number and diversity indices at site D2

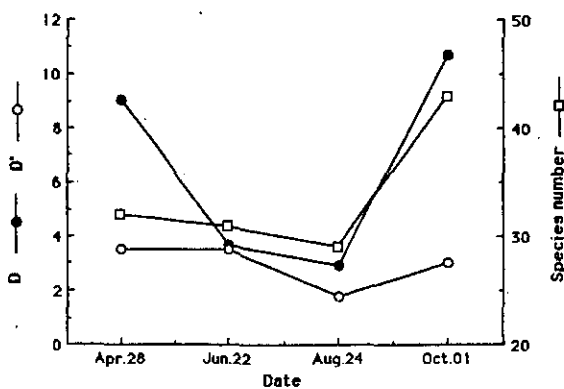


図 11 地点B4における藻類の種類数及び多様度指数の季節的変動

Fig. 11 Seasonal change of species number and diversity indices at site B4

4 考察

宮床湿原に生息するコケ類以上の植物は54種類であったのに対して(竹原, 1995), 底生藻類は2地点だけでもあわせて105種類に及んだ。地点D2からは93種類が確認され、その約42%にあたる39種類が地点D2にのみ出現した。また、地点B4からは67種類が確認され、その約18%にあたる12種類が地点B4にのみ出現した。池塘

50(地点D2)及び池塘3(地点B4)に注ぐ水路BのB2地点での水質調査(平田ら, 1995b)からこれら2地点の水質は、表2に示すようにならかなり異なっていることが分かる。特に平均水温、珪酸イオンについてはこれら2水路に著しい差がみられる。ナトリウム及びカリウムの一価イオンとpHは池塘50(地点D2)でやや高く、マグネシウム及びカルシウムの二価イオンと硫酸イオンは水路B(B2)でやや高い傾向がみられる。また、各水質項目の標準偏差も大きく、季節的にならかなり変動していることが分かる。以上のことから、地点D2と地点B4は互いに水質の異なった地点であり、ともに季節的に大きな水質環境変化を示す地点であることが分かる。多くの場合に時空間的な環境の不均一性が多様性の増大と関連しているといわれている(Wiens, 1976)。宮床湿原全体でのコケ以上の植物の種類数と比較して、わずか2池塘だけであっても底生藻類の種のほうが豊富であったということは、平坦な地形を有し、主に水位が植物の分布を規定する要因となっている湿原陸上と比べて、池塘が時空間的にも環境が不均一であることによるものと推定される。

池塘50(地点D2)は珪藻類がどの季節でも90%以上を占める珪藻類の池塘であったのに対して、池塘3(地点B4)は珪藻類と鼓藻類が優占する池塘であった。表2に示されたように、地点D2では、比較的低温であり、珪酸イオンの濃度は常に11.7~20.4 mg l⁻¹(平均18.25 mg l⁻¹)と高濃度であったのに対し、地点B4では相対的に高温で、そこに注ぐ水路Bの地点B2での珪酸イオン濃度は0.5~6.2 mg l⁻¹(平均2.56 mg l⁻¹)と極めて低濃度であった(平田ら, 1995b)。地点B4では珪酸イオンが珪藻類の現存量を制限している因子となっており、珪酸イオンを栄養として利用せず、相対的に高温をこのむ鼓藻類が共存して優占することができるものと考えられる。

地点D2の種類数の変動は総現存量と総個体数の変動と一致している(図2, 3)。すなわち、D2では種類数は母集団の大きさと関連しているといえる。しかし、多様度指数は全く逆の変動パターンを示した(図10)。このことは母集団が大きくなって種類数が増えたが、ある特定の種類の個体数及び現存量が相対的に大きく増加したことを示唆している。事実、多様度指数が低下した6月に珪藻 *Aulacoseira laevis* が増加し、全体の約40%を占めていたこと、多様度指数が低かった8月も同様で、

表 2 池塘50の地点D2及び池塘3の地点B2における水温・水質の季節的平均値(X), 標準偏差(SD), 分散(V), 自由度(Φ)及び母分散の違いのF検定

Table 2 Seasonal mean value (X), standard deviation (SD), variance (V), and degree of freedom (Φ) of temperatures and chemical concentrations in waters at sites D4 and B2 and the F-test for difference in variance between two sites.

水質	B2				D2				$F_{0.1}^{(1)}$	$F^{(2)}$
	X	SD	V	Φ	X	SD	V	Φ		
水温	20.36	8.24	8.49	8	12.90	3.32	1.38	8	6.15	4.43
pH	5.21	0.42	0.02	8	6.08	0.41	0.02	8	1.00	4.43
NH ₄ -N ³⁾	0.09	0.06	0.0004	9	0.05	0.04	0.0002	9	2.00	4.03
Cl ⁻	2.10	0.90	0.09	9	2.39	0.44	0.02	9	4.50	4.03
SiO ₂ ⁻	2.56	1.83	0.37	9	18.25	2.67	0.79	9	2.13	4.03
SO ₄ ⁻	2.81	0.55	0.033	9	1.33	0.63	0.044	9	1.30	4.03
Na ⁺	1.00	0.23	0.0059	9	2.11	0.29	0.0093	9	1.58	4.03
K ⁺	0.31	0.19	0.004	9	1.05	0.19	0.004	9	1.00	4.03
Mg ⁺⁺	0.46	0.15	0.0025	9	0.28	0.05	0.0003	9	8.33	4.03
Ca ⁺⁺	0.82	0.33	0.012	9	0.61	0.22	0.0054	9	2.22	4.03

1) $F_{0.1} = V_{B2}/V_{D2}$ あるいは V_{D2}/V_{B2}

2) $F(\Phi_{D2}, \Phi_{B2}; 0.025)$ あるいは $F(\Phi_{B2}, \Phi_{D2}; 0.025)$ のF分布表からの値

3) 各種イオンの濃度はmg l⁻¹

A. laevis が全体の約32%を占めていた。これに対して、母集団が小さく、種類数が相対的に少なかった4月と10月では現存量の一番多い種類でそれぞれ全体の約10%及び約16%を占めているにすぎず(図5), これらの月は種類数は少ないものの、独占的な種に属する個体数が相対的に少なかったといえる。これに対して、地点B4の種類数の変動, 多様度指数D及びD'の変動, 総現存量の変動及び総個体数の変動には明確な関連性をみることはできない。総個体数及び総現存量が最も低い10月に種数及び多様度指数Dが最も高くなっており, また総個体数及び総現存量が最も高い4月に種数は少ないが, 多様度指数Dは高い(図2, 3, 11)。この最大の原因として, 6月と8月に出現した藍藻類 *Oscillatoria* sp. があげられる。この藻類は細胞が長さ1 μm, 幅4 μmと小さく, 細胞当たりの現存量は3 pgCである。この藻類は6月と8月にそれぞれ 0.8×10^6 細胞 cm⁻² 及び 1.3×10^6 細胞 cm⁻² の濃度で出現し, 全個体数の約50%及び約54%を占める。しかし, 現存量に換算するとそれぞれ12 ngC mm⁻² 及び21 ngC mm⁻² となり。全体の約0.4%及び0.9%を占めるにすぎない。したがって, 個体数で多様度指数Dを計算すると6月と8月の値は低くなっていくが, これを現存量で多様度指数D'を計算すると, D'は顕著な変動を示さず, 図8, 9で示したように地点B4がどの季節も珪藻 *Frustulia rhomboides* と1~2種の鼓藻類で全体の約70%~90%を占めるとい状況と対応した結果を得ることができる。細胞のサイズに著

しい差が見られる藻類の場合には, 個体数で多様度指数を計算するよりも, 現存量で多様度指数を計算したほうが, 多様性の状況をより反映した結果を得ることができると思われる。

種類数, 多様度指数D, D'のいずれにおいても, どの季節も地点D2のほうが高い値を示しており, 地点D2は地点B4と比べて種類が豊富で, かつ独占的な種に属する個体が相対的に少なく, やや複雑な群集であることを示唆している。このことは, 地点B4がどの季節も珪藻 *Frustulia rhomboides* と1~2種の鼓藻類で全体の約70%~90%を占め, 特に8月には *F. rhomboides* だけでも全体の約75%を占めていた(図7, 8, 9参照)のに対して, 地点D2では全体の50%以上を占めていた種は存在せず, 図5に示すように他の珪藻類とした種類群の占める割合が約30%~50%もあったという結果を反映しているといえる。また, 4月を除いて, 地点D2における底生藻類の現存量は地点B4のそれよりも高い値を示している。なぜ, 地点D2のほうが底生藻類の現存量及び多様性が高いのか。地点D2及びB2で調査した水質の季節的な変動のデータ(平田ら, 1995b)から, それらの試料分散(V), 自由度(Φ)より各水質項目の母分散の違いを試料分散の比を上側確率0.025のF分布表と比較することによって求めたところ, B2地点の水温, 塩素イオン及びマグネシウムイオンの変動が大きいことが判明した(表2)。地点B4の水温はB2地点の水温と殆ど同様の変動を示し, また珪酸イオン濃度もB2地点のそ

れと同様の値と変動を示していることから(平田, 私信), B2地点の水質は地点 B4の水質を反映していると考えられる。したがって, 地点 B4は地点 D2と比較すると, 環境のかく乱を大きくうけていることが予想される。実際, 水路 Bは珪酸イオンが極めて少ないことから, 表層水であることが示唆される(平田ら, 1995a)。水路 Dと比べて雨水の影響の強い水路であり, 気象変動の影響を受けやすい水路であると考えられる。Scarsbrook and Townsend (1993) は, 流水系における藻類の現存量と無脊椎動物の種多様性は環境のかく乱が増加するとともに減少することを示唆した。環境のかく乱が少ないと考えられる地点 D2における藻類の現存量のみならず種多様性も高かったことは, 藻類の場合に現存量と種多様性の双方とも Scarsbrook and Townsend (1993) の示唆に対応していると思われる。

引用文献

- Bourrelly, P. (1972): *Les algues deau douce*, vol.1, 572pp. Editions N. Boubee & Cie, Paris.
- Croasdale, H., C.E.de M. Bicudo and G.W. Prescott (1983): *A Synopsis of North American Desmids Part II Section 5*, 117 pp. Univ. Nebraska Press., Lincoln.
- Geitler, L. (1932): Cyanophyceae. pp.1-1196 In: *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland. Oesterreich und der Schweiz*. 14. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Hirano, M. (1942): The desmid flora of the Oze-district. 1. *Act. Phytotax. Geobot.*, 11, 272-302.
- Hirano, M. (1943a): The desmid flora of the Oze-district. 2. *Act. Phytotax. Geobot.*, 12, 17-45.
- Hirano, M. (1943b): The desmid flora of the Oze-district. 3. *Act. Phytotax. Geobot.*, 11, 71-98.
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫・唐常源 (1995a): 宮床湿原の地下水と表流水の水質。国立環境研究所研究報告, R134, 23-33.
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫 (1995b): 宮床湿原水質・地下水位観測データ。国立環境研究所研究報告, R134, 177-180.
- 広瀬弘幸・山岸高旺編 (1977): 日本淡水藻図鑑。内田老鶴圃, 933pp.
- Huber-Pestalozzi, G. (1941): Chrysophyceae. Farblose Flagellaten Heterokonten. In: *Huber-Pestalozzi's Das Phytoplankton des Süßwassers*, Die Binnengewasser XVI, No.2, pp.1-365. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1955): Euglenophyceen. In: *Huber-Pestalozzi's Das Phytoplankton des Süßwassers*, Die Binnengewasser XVI, No. 4, pp.1-606. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- 岩熊敏夫 (1995): 宮床湿原とその環境。国立環境研究所研究報告, R134, 9-22.
- Katoh, K. (1991): Diatom assemblage in a high moor: an observed correlation between species composition and pool size. *Jpn. J. Phycol.*, 39, 363-368.
- Kobayasi, H. and K. Ando (1977): Diatoms from irrigation ponds in Musashikyuryo-shinrin Park, Saitama Prefecture. *Bull. Tokyo Gakugei Univ.*, ser. 4, 29, 231-263.
- Kobayasi, H., K. Ando and T. Nagumo (1981): On some endemic species of the genus *Eunotia* in Japan. In: R. Ross [ed.], *Proceedings of the sixth symposium on recent and fossil diatoms*. pp. 93-114, Otto Koeltz, Koenigstein.
- Kobayasi, H. and T. Nogumo (1988): Examination of the type materials of *Navicula subtilissima* Cieve (Bacillariophyceae). *Bot. Mag. Tokyo*, 101, 239-253.
- Komárek, J. and B. Fott (1983): Chlorophyceae, Chlorococcales. In: *Huber-Pestalozzi's Das Phytoplankton des Süßwassers*, Die Binnengewasser XVI, No.7, pp.1-1044. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Kouwets, F.A.C. (1988): Remarkable forms in the desmid flora of a small mountain bog in the french jura. *Cryptogamie, Algologie* 9(4), 289-309.
- Krammer, K. (1992): *Pinnularia*, eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica*, 26, 1-353.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot (1986): Bacillariophyceae. part 1. Naviculaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer [eds.], *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. vol.2., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot (1988): Bacillariophyceae. part 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In H.Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer [eds.], *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. vol.2., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot (1991a): Bacillariophyceae. part 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In H.Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer [eds.], *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. vol.2., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot (1991b): Bacillariophyceae. part 4. Acnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer [eds.], *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. vol.2., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lenzenweger, Von R. (1987): Beitrag zur Kenntnis der Zieralgenflora des Salzburger Lungau: Contribution to knowledge of desmids of Lungau (Salzburg -Austria). *Arch.Hydrobiol., Suppl.*, 78, 47-64.
- Mayama, S. and H. Kobayasi, (1990): Studies on *Eunotia* species in the classical "Degernas materials" housed in the Swedish Museum of Natural History. *Diatom Research*, 5, 351-366.
- Mayama, S. and H. Kobayasi (1991): Observations of *Eunotia arcus* Ehr., type species of the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). *Jpn. J. Phycol.*, 39, 131-141.

- Patrick, R. and C. Reimer (1966): The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Vol.1. Monogr. Acad. Nat. Sci. Phil., 13.
- Prescott, G. W. (1984): *Bibliographia Desmidiacearum Universalis* 612pp. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale and W. C. Vinyard (1975): *A Synopsis of North American Desmids*. Part II Section 1, 275pp. Univ. Nebraska Press., Lincoln.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale, W. C. Vinyard and C. E. de M. Bicudo (1977): *A Synopsis of North American Desmids* Part II Section 2, 413pp. Univ. Nebraska Press., Lincoln.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale and W. C. Vinyard (1981): *A Synopsis of North American Desmids* Part II Section 3, 720pp. Univ. Nebraska Press., Lincoln.
- Prescott, G. W., C. E. de M. Bicudo and W. V. Vinyard (1982): *A Synopsis of North American Desmids* Part II Section 4, 700pp. Univ. Nebraska Press., Lincoln.
- Růžička, J. (1977): *Die Desmidiaceen Mitteleuropas* Band 1. 735pp. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Scarsbrook, M. K. and C. R. Townsend (1993): Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: a habitat templet study of two contrasting New Zealand streams. *Freshwater Biol.*, 29, 395-410.
- Simpson, E. H. (1949): Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Starmach, K. D. (1985): Chrysophyceae and Haptophyceae. p.1-322. In: *Süßwasser-flora Mitteleuropas*. Band 1, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Strathmann, R. R. (1967): Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.*, 12, 411-418.
- 鈴木潤三・西田英郎 (1972) : 湿原の微生物, 「湿原の生態学」(鈴木静夫・西田英郎編), p.220-250, 内田老鶴圃, 東京。
- 竹原明秀 (1995) : 宮床湿原とその周辺地域の植生. 国立環境研究所研究報告, R134, 45-78.
- Wiens, J.A. (1976): Population responses to patchy environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 7, 81-120.

宮床湿原の主な珪藻類と鼓藻類
Diatoms and desmids from Miyatoko Mire

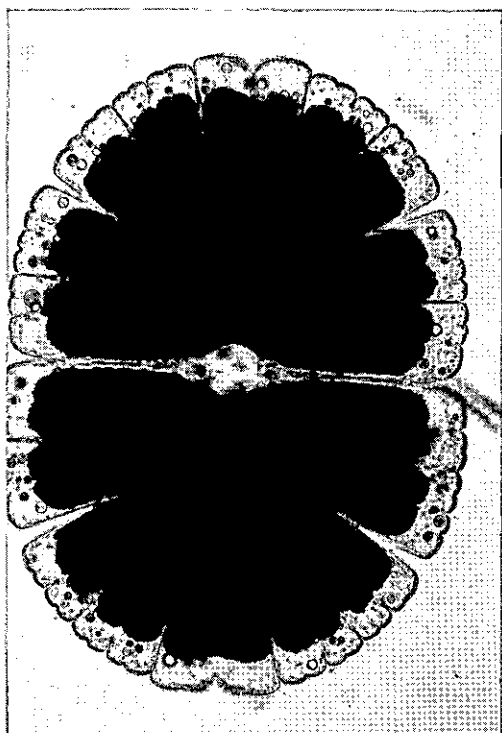


写真 1 *Micrasterias denticulata* var. *denticulata* (地点B4, 10月の優占種)

Photo 1 *Micrasterias denticulata* var. *denticulata* (Dominant species at site B4 in October)

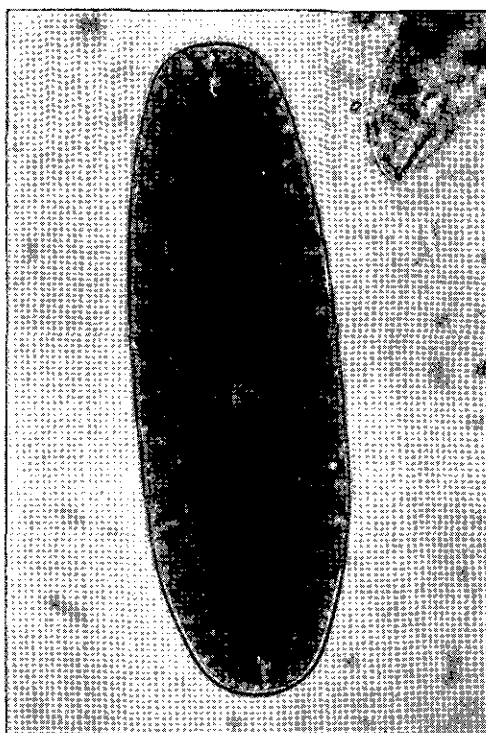


写真 2 *Netrium digitus* var. *digitus* (地点B4, 6月の優占種)

Photo 2 *Netrium digitus* var. *digitus* (Dominant species at site B4 in June)

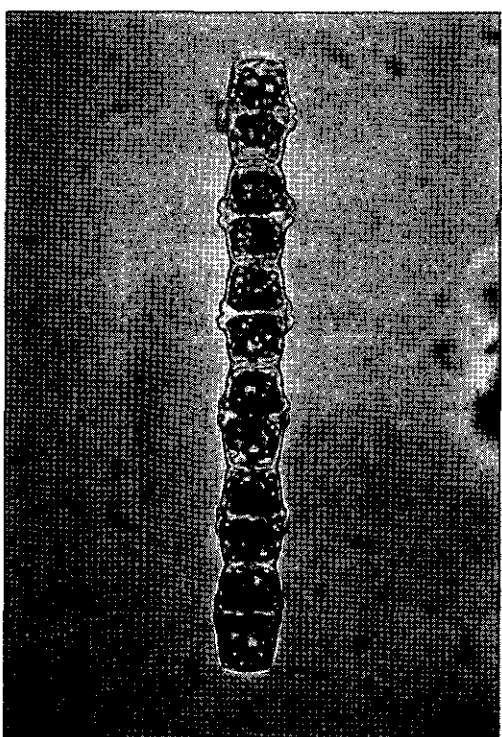


写真 3 *Bambusina brebissonii* var. *brebissonii* (地点B4, 6月の優占種)

Photo 3 *Bambusina brebissonii* var. *brebissonii* (Dominant species at site B4 in June)

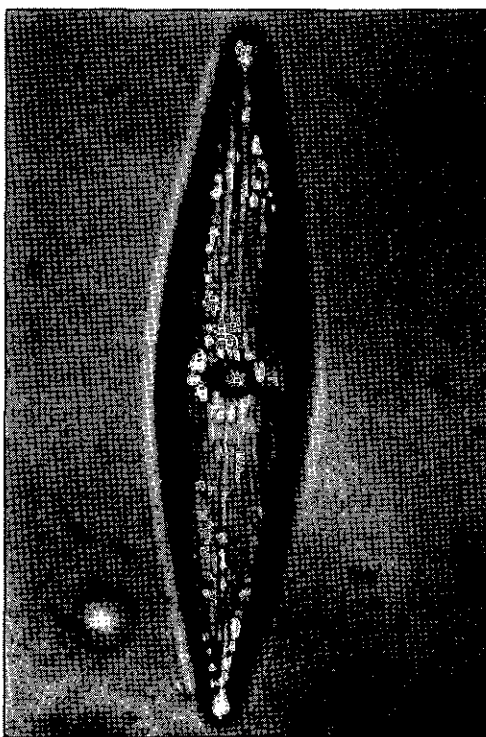


写真 4 *Stauroneis phoenicenteron* (地点D2, 10月の優占種)

Photo 4 *Stauroneis phoenicenteron* (Dominant species at site D2 in October)

8 宮床湿原の底生動物相

Zoobenthos Fauna in Waters of Miyatoko Mire

岩熊敏夫¹

Toshio IWAKUMA¹

要旨

福島県の宮床湿原で底生動物の分布と種類組成について1991年から1992年に調査を行った。8目31分類群の水生昆虫と甲殻類、環形動物、ミズダニ類、軟体動物等6分類群、合計37分類群の底生無脊椎動物が採取された。湧水部(地点A0, D0)と流水部(地点A2, B2)または池塘(地点C2, D2, E1)とでは底生動物の組成がかなり異なっていた。最も大きな違いはトンボ目昆虫相で、湧水部ではこのグループはほとんど採集されなかったが、湿原内の地点B2, E, D1からはそれぞれ8種類、4種類、6種類の幼虫が採集されていた。ユスリカ科幼虫、ヌカカ科(Ceratopogonidae)幼虫、貧毛類及びミズムシ(*Asellus hilgendorffii*)全域に分布していた。*A. hilgendorffii*は特に小水路の地点B2では最優占し個体数が多かった。センブリ属 sp. (*Sialis* sp.) コカクツツビケラ属 sp. (*Goerodes* sp.) 及びアミメトビケラ属 sp. (*Oligotricha* sp.) は湿原内の2, 3地点を除き、出現頻度が高かった。宮床湿原の池塘の底生動物の出現グループ数は、これまでに報告されている他の湿原池塘での調査結果に比べて多かった。

Abstract

Distribution and species composition of zoobenthos was studied in Miyatoko Mire, Fukushima Prefecture, during 1991-1992. A total of 31 taxa of aquatic insects belonging to eight orders and six other taxa (Crustacea, Annelida, Alachinoidea, Mollusca) were recorded. Zoobenthos faunae of springs (site A0 and site D0) differed much from those of running waters (sites A2, B2) or from pools (sites C2, D2, E1). Spring sites lacked Odonata whereas eight, four and six species were recovered from sites B2, E1 and D1 in the mire, respectively. Chironomidae larvae, Ceratopogonidae larvae, oligochaeta and *Asellus hilgendorffii* were distributed at all the sites. *A. hilgendorffii* was predominant in a small stream in the mire (site B2). Larvae of *Sialis* sp., *Goerodes* sp. and *Oligotricha* sp. were also common except for some sites in the mire. Number of zoobenthos taxa was larger for pools in Miyatoko Mire than for those in other mires reported so far.

1 はじめに

湿原の昆虫相は、多くは成虫で調べられているが、分類群により精粗の差が大きく、湿原全体での昆虫相は把握しにくい。また捕獲されている成虫と幼虫の生息場所の対応が付かないことが多い。活発に飛び回るトンボ目、カメムシ目のミズムシ科、ゲンゴロウ科などの成虫は幼虫が生育していない場所で捕獲されることが多い(Danks and Rosenberg, 1987)。

一方湿原の水域で、底生動物そのものを調べた例は少ない。尾瀬ヶ原では川合(1954)が沼尻川や下大堀川などの流水部について、Kurasawa *et al.* (1982)が池塘について、また谷田・竹門(1981)が深泥池で研究を行っているが、湿原の底生動物相については未解明の部分が多い。これまでの研究の多くは横断的な調査に基づいている。成虫期を持つ水生昆虫の生活史を考えると、生物相を明らかにする上では周年の調査が欠かせない。

本研究は、福島県の宮床湿原の水路、池塘、湧水部における底生動物相とその特徴を明らかにすることを目的としている。ただしユスリカ類については成虫による種の分類結果が別に報告されるので(上野・岩熊, 1995)、属までの分類は行っていない。また池塘におけるユスリ

1. 国立環境研究所 生物圏環境部

〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

カ个体群の動態については岩熊（1995b）に報告される。

2 方法

2.1 調査地点

宮床湿原（福島県南会津郡南郷村）は、只見川水系の鹿水（かなみず）川支流の谷頭部、標高約830mに発達した面積約6.5haの湿原である。伝上山（標高999.5m）とその南側の山（標高904m）に挟まれた地域を集水域とし、集水域面積は湿原を含めて約54haである（図1）。

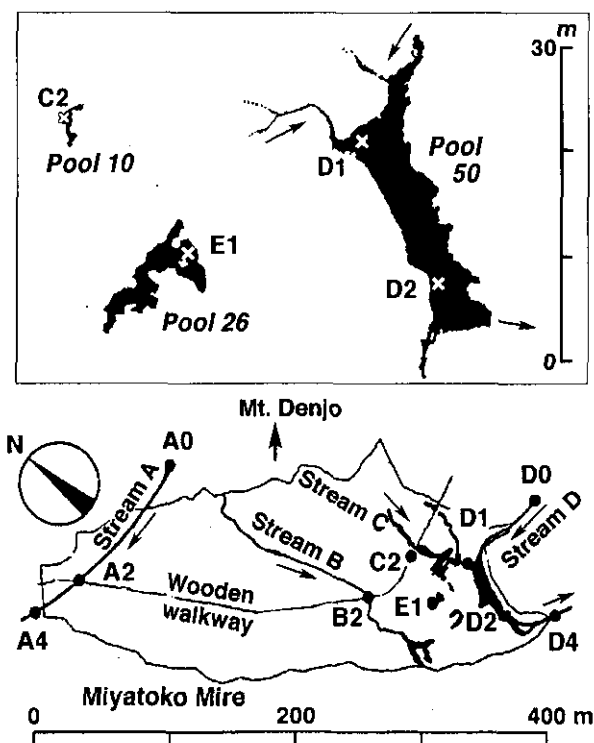


図 1 宮床湿原調査地点図

Fig. 1 Map of Miyatoko Mire showing sampling sites

湿原周縁からは、湧水を起源とする水路が3本流入している（水路A, B, D）。このうち小清水湧水を起源とする水路Aは、江戸時代に水田灌漑の目的で人為的に掘削されたもので、等高線にはほぼ平行して湿原の北西側を横切っている。水路Bは、同じく小清水湧水付近を出発点とし、斜面を南に下りながら湿原を横断し、さらに湿原の縁を回って最終的に水路Dの出口に合流する。一方、大清水湧水を起源とする水路Dは、水量が多く、標高の低い湿原の南東部を涵養し、池塘を形成し、湿原南から流出し鹿水川に合流する。これとは別に、湿原東南部の斜面には大小の池塘群があり、融雪時や降水時には連続したもう1本の水路（水路C）となり、これも水

路Dに合流する。降雪は11月から4月の間みられ、1月から3月の間は湿原全面が雪に覆われる（岩熊, 1995a）。

湿原の集水域はコナラ *Quercus serrata* Thumb. ex Murray, ミズナラ *Q. crispula* (Blume) Menitsky, ホオノキ *Magnolia obovata* Thumb., ハンノキ *Alnus japonica* (Thumb.) Steud. などの二次林植生になっている。湿原内はチャミズゴケ *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., ムラサキミズゴケ *S. magellanicum* Brid, オオミズゴケ *S. palustre* L., イボミズゴケ *S. papillosum* Lindb. などのミズゴケ類が覆い、湿原の周縁部にはハイイヌツゲ *Ilex crenata* Thumb. var. *paludosa* (Nakai) Hara が密生している。湿原東南部斜面の池塘群にはミツガシワ *Menyanthes trifoliata* L., ヒツジグサ *Nymphaea tetragona* Georgi., ヨシ *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. などの水生植物が生育している（竹原1995a）。

調査地点は、小清水湧水部（地点A0, 水深10cm, 湿原外）、水路Aが湿原内の木道と交差する上流側（地点A2, 水深20cm）、水路Bが湿原内の木道と交差する上流側（地点B2, 水深15cm）、水路Cが木道と交差する下流側の池塘10（面積3m², 地点C2, 水深10cm）、大清水湧水部（地点D0, 水深20cm, 湿原外）、水路Dの池塘50（面積110m²）への流入部（地点D1, 水深20cm）、池塘50内（地点D2, 水深30cm）及びD2の池塘西の池塘26（面積31m², 地点E1, 水深20cm）の8カ所である（図1, 表1）。

環境要因の調査結果は別に報告されているが（岩熊, 1995a）、概略を示すと以下の通りである（表1）。湧水部（A0, D0）では水温の変動は小さく、年間で7.5~11.1℃の間であった。一方湿原内では、地点間での水温の違いが大きかった。浅い水路のB2地点では、夏季に30℃を越え、冬季にはほぼ0℃に下がった。水深30cmの池、D2地点では、5.9~20.6℃の間を年変動していた。pHは湧水部でも5.4から6.7の間の年変動がみられた。湿原の中で比較的孤立した池塘の地点C2及び地点E1ではpHは低く、4.4から5.4の間を変動していた。その他の地点は水路または水路に接続しているが、B2, D2地点では冬季に4.1から4.5まで低下した。この冬季の値を除外すると、湿原内の地点A2, B2, D1, D2におけるpHは4.9から7.0の間を変動していた。電気伝導度は、湧水部で15~29 $\mu\text{S cm}^{-1}$ の年変動を示したが、水路A, 水路Bとも流下に伴い値が減少した（岩熊, 1995a）。電気

表 1 宮床湿原の湧水、水路、池塘の物理・化学環境と植生（岩熊，1995a）
水温，pH，電気伝導度は最小値と最大値を示す。

Table 1 Morphological and chemical features and vegetation of the sampling sites in waters of Miyatoko Mire.
Minimum and maximum values are shown for water temperature, pH and specific conductivity.

地点 Site	水深 Depth (cm)	幅 Width (m)	流速 Current speed ($m\ s^{-1}$)	植生 Vegetation	底質 Sediment	水温 Water temperature ($^{\circ}C$)	pH	電気伝導度 Specific conductivity ($\mu S\ cm^{-1}$)
A0 小清水湧水 Koshimizu Spring	10	1.5	0.0	植生なし No vegetation	粘土, 落葉 Clay, litter	7.5 ~ 11.1	5.38 ~ 6.71	15.0 ~ 24.1
A2 水路A, 木道上流 Stream A, upstream of walkway	20	0.5	0.5	スゲ属 <i>Carex</i>	落葉 Litter	5.5 ~ 14.8	5.49 ~ 7.05	12.8 ~ 25.7
B2 水路B, 木道上流 Stream B, upstream of walkway	15	0.3	0.1	ヨシ, ミズゴケ <i>Phragmites, Sphagnum</i>	落葉 Litter	2.6 ~ 31.9	4.08 ~ 6.03	7.6 ~ 22.7
C2 池塘10 Pool 10	20	3.0	0.0	ヒツジグサ, ミズゴケ <i>Nymphaea, Sphagnum</i>	落葉 Litter	2.4 ~ 17.0	4.81 ~ 5.35	11.5 ~ 18.7
E1 池塘26 Pool 26	20	3.0	0.0	ヒツジグサ, ミツガシワ <i>Nymphaea, Menyanthes</i>	落葉 Litter	2.5 ~ 28.4	4.69 ~ 5.18	9.8 ~ 16.3
D0 大清水湧水 Oshimizu Spring	20	2.0	0.0	植生なし No vegetation	粘土, 落葉 Clay, litter	8.0 ~ 10.8	5.39 ~ 6.63	16.6 ~ 29.3
D1 池塘50 Pool 50	20	1.5	0.0	ミツガシワ <i>Menyanthes</i>	落葉 litter	4.0 ~ 25.6	4.50 ~ 6.39	6.4 ~ 20.6
D2 池塘50 Pool 50	30	5.0	0.0	ミツガシワ, ヒツジグサ <i>Menyanthes, Nymphaea</i>	落葉 litter	5.9 ~ 20.6	4.92 ~ 6.83	11.0 ~ 25.0

伝導度は山地溪流について報告されている値の範囲にある（平田他，1995）。

2.2 底生動物の採集と分類

調査は1991年5月から1992年6月まで、1月、2月、4月を除き月1回の頻度で行った。底質の採取は、開口25cm、0.3mmメッシュのDフレームネットを深さ約5cmまで押し込み、15cmまたは20cm曳いて行った。このサンプルを2つに分け、一方はホルマリンで固定し、もう一方は固定せず氷冷して持ち帰り、ユスリカ成虫の羽化サンプル（上野・岩熊，1995）とした。ホルマリン固定したサンプルは底生動物の拾い出しに供した。分類には、トンボ目幼虫は石田ら（1988）、ゲンゴロウ科成虫は森・北山（1993）、ハエ目幼虫はMcAlpine *et al.*（1981，1987）、トビケラ目幼虫は川合（1985）、その他の水生昆虫は主にMerritt and Cummins（1984）を用い、川合（1985）及び平島ら（1989）を併用した。水生昆虫以外の無脊椎動物全般の属の検索はThorp and Covich（1991）に従った。

3 結果と考察

湧水部の地点A0、D0を含む8地点から、8目37分類群の水生昆虫と甲殻類、環形動物、ミズダニ類、軟体動物等6分類群、合計43分類群の底生無脊椎動物が採取された（表2、付表1）。このうち、イトトンボ亜目

（Zygoptera）sp.、ダビドサナエ属（*Davidius*）sp.、サナエトンボ科（Gomphidae） spp.、ヤンマ科（Aeschnidae）sp.、オオヒメゲンゴロウ属（*Rhantus*）sp.、およびトビケラ目（Trichoptera） spp. はそれぞれ種名の確定しているものと同一である可能性がある。ユスリカ科（Chironomidae） spp. はどの地点からも出現し、地点によっては高密度に生息していたが属までの分類は行っていない。

トンボ目はイトトンボ亜目2種、トンボ亜目9種が確認された。このうち高地に出現すると考えられている種はエゾイトトンボ（*Coenagrion lanceolatum*）、ダビドサナエ（*Davidius nanus*）で（Asahina, 1982; 石田他，1988）他は低地性の種とされている。

湧水部（地点A0、D0）と流水部（地点A2、B2）または池塘（地点C2、D2、E1）とでは底生動物の組成がかなり異なっていた。最も大きな違いはトンボ目昆虫相で、湧水部ではこのグループはほとんど採集されなかったが、湿原内の地点B2、E1、D1からはそれぞれ8種類、4種類、6種類の幼虫が採集されていた。湧水部でも地点D0ではエゾイトトンボ幼虫が採集されたが、この地点が地点A0に比べて樹木による被覆の程度が低かった（岩熊，1995a）ためとも考えられる。両地点間で水質及び水温には差異が見られない（表1）。

ハッチョウトンボ（*Nannophya pygmaea*）幼虫は8月21日から冬にかけての間、地点B2、C2、D1で採集された。

表 2 宮床湿原で採取された底生動物のリスト
地点下の括弧内は採集回数

Table 2 List of zoobenthos collected from Miyatoko Mire. Numerals in parentheses indicate number of samplings.

種名または分類群名	地点							
	A0 (8)	A2 (9)	B2 (10)	C2 (5)	E1 (5)	D0 (9)	D1 (9)	D2 (11)
節足動物門	Phylum Arthropoda							
昆虫綱	Class Insecta							
カゲロウ目	Order Ephemeroptera							
コカゲロウ科	<i>Baetidae</i>							
トビイロカゲロウ属 sp.	<i>Paraleptophlebia</i> sp. Imanishi							
カゲロウ目 spp.	Ephemeridae spp.							
トンボ目	Order Odonata							
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera							
エゾイトトンボ	<i>Coenagrion lanceolatum</i> (Selys)							
モートンイトトンボ	<i>Mortonagrion selenion</i> (Ris)							
イトトンボ亜目 sp.	<i>Zygoptera</i> sp.							
トンボ亜目	Suborder Anisoptera							
モイワサナエ	<i>Davidius moiwanus moiwanus</i> (Okumura)							
ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i> (Selys)							
ダビドサナエ属 sp.	<i>Davidius</i> sp.							
サナエトンボ科 spp.	Gomphidae spp.							
ハッチョウトンボ	<i>Nannophya pygmaea</i> Rambur							
ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i> Brauer							
サラサヤンマ	<i>Oligoaeschna pryeri</i> (Martin)							
ヤンマ科 sp.	Aeschnidae sp.							
シオヤトンボ	<i>Orthetrum japonicum japonicum</i> (Uhler)							
シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler)							
ヨツボシトンボ	<i>Libellula quadrimaculata asahinai</i> Schmidt							
ミヤマアカネ	<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i> (Selys)							
カワゲラ目	Order Plecoptera							
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae							
カメムシ目	Order Hemiptera							
ミズムシ科 sp.	Corixidae sp.							
コバンムシ	<i>Ilyocoris exclamatoris</i> Scott.							
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera							
センブリ属 sp.	<i>Sialis</i> sp.							
コウチュウ目	Order Coleoptera							
ハイケボタル	<i>Luciola lateralis</i> Motchulsky							
オオヒメゲンゴロウ (成虫)	<i>Rhantus erraticus</i> Sharp							
オオヒメゲンゴロウ属 sp.	<i>Rhantus</i> sp.							
ガムシ科 sp.	<i>Ametor</i> sp.							
ハエ目	Order Diptera							
ガガンボ科 spp.	Tipulidae							
ユスリカ科 spp.	Chironomidae							
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1							
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 2	Ceratopogoninae sp. 2							
ヌカカ科 Forcipomyiinae	<i>Atrichopogon</i> Kieffer sp.							
ケバエ属 sp.	<i>Bibio Geoffroy</i> sp.							
ハエ目 spp.	Diptera spp.							
トビケラ目	Order Trichoptera							
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goenades</i> sp. (Tsuda)							
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp. (Matsumura)							
クダトビケラ科 sp.	<i>Psychomyiidae</i> sp.							
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.							
甲殻綱	Class Crustacea							
マルミジンコ科 sp.	Chydoridae sp.							
ケンミジンコ sp.	Cyclopoida sp.							
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i> Bovallius							
環形動物門	Phylum Annelida							
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.							
クモ形綱	Class Alachinoidea							
ミズダニ	Water mite							
軟体動物門	Phylum Mollusca							
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.							
その他	Others							

体長約25mmと小さいハッチョウトンボの成虫は、6月から8月にかけて湿原の東南部の池塘群に出現する。特に池塘26（地点E1）ではミツガシワやスゲの葉上に、雄成虫が60cm～120cmの間隔を置いてなわばりを形成しているのが1991～1993年の各年とも観察された。雄成虫のなわばりの場所と、雌成虫の産卵場所すなわち幼虫の生息場所は、必ずしも一致していないようである。

湿原内の地点B2及びC2では採取されないものの、他の地点には普遍的に見られた種類は、センブリ属 *sp.* (*Sialis sp.*) 及びアミメトビケラ属 *sp.* (*Oligotricha sp.*) であった。*Sialis sp.* は通年体長20mm以上の個体と数mmの小型の個体が採集された。

トビケラ目幼虫では、地点A0でコカクツトビケラ属 *sp.* (*Goerodes sp.*) の密度が高かったが、地点B2では採集されていない。この水路沿いには巢材として適当な落葉は多くない。地点C2でも少数個体だけ採取されたが、この種はおもに水路A及び水路D沿いに生息しているようである。

どの地点にも出現した底生動物はユスリカ科幼虫、ヌカカ科 (*Ceratopogonidae*) 幼虫、貧毛類である。ヌカカ科は幼虫の形態から少なくとも3種類生息していると考えられる。Downs and Wirth (1981) の図によればヌカカ科の *Forcipomyiinae* と *Ceratopogoninae* の2つの亜科の形態に類似しているが、今後成虫で種の確認を行う必要がある。地点A0からは採取されなかったがこの地点にもヌカカ科幼虫が分布している可能性は高い。

全域に分布していたのはユスリカ、貧毛類以外ではミズムシ (*Asellus hilgendorffii*) で、特に小水路の地点B2では最優占し個体数が多かった。体長1～2mmの若齢個体は、この地点B2ともう一つの水路の地点A2でも6月に増加した。この他、湿原の浅い池塘の地点E1では11月に増加した。地点B2はヨシが繁茂し、地点A2の水路際にはハンノキが茂っている。主要な水生植物はミツガシワ、ヒツジグサの他ヨシである。本種の餌はこれらの植物遺体であると考えられる。

マメシジミ属 *sp.* は水路Aと水路Dに出現し、上流の湧水部では2000個体 m^{-2} を越える密度を記録していた。

ユスリカ幼虫の飼育実験からは、16種類の成虫が羽化している（上野・岩熊，1995：表1）。また上野・岩熊（1995）のユスリカ成虫の表には含まれていなくても、地点D2からは *Ablabasmyia sp.* や *Othoclaadiinae sp.* 等の

幼虫が得られている（岩熊，1995b）ことから、それぞれの地点にはより多くのユスリカ種が生息していると考えられる。

湧水部はトンボ目昆虫を欠くなど、湿原内とは底生動物相が異なっていた。ケバエ属 *sp.* (*Bibio sp.*) が地点A0から採集されたが、この属は湧水域に出現することが知られている（Hardy, 1981）。池塘ではトンボ目、ハエ目（ユスリカ科、ヌカカ科）、トビケラ目、貧毛類、ミズムシが共通して出現し、地点によってはさらにカゲロウ目、アミメカゲロウ目、カワゲラ目等が出現していた。

尾瀬ヶ原では13カ所の池塘で夏季の底生動物相が調べられている（Kurasawa *et al.*, 1982）。沖帯で優占していたのはユスリカ科と貧毛類で、ハエ目のフサカ (*Chaoborus*) はすべての池塘に分布していた。他にトビケラ目の *Polycentropus* (= *Plectrocnemia*) 属、ホソバトビケラ属 (*Molanna*)、ハエ目のヌカカ、まれに甲虫目のネクイハムシ属 (*Donacia*) とヒルが出現していた。沿岸帯の出現種も3カ所で調べられているが、沖とほとんど同じであった。ユスリカと貧毛類が優占している点は宮床湿原と類似していたが、宮床湿原の池塘で良く見られていたトンボ目やカワゲラ目、センブリ属、ミズムシなどは得られていなかった。英国のBlaxter Lough（水深1m）では、底生動物の優占種は3種のユスリカとセンブリ属であった。このほか、トビケラ目、カゲロウ目、トンボ目が出現していた（McLachlan and McLachlan, 1975）。これらの報告に比べると、宮床湿原ではより多くの目の底生動物が出現していた。

一般に湿原の池塘水のpHは、降水涵養型のボグと流水涵養型のフェンとでは大きく異なり、前者が低く酸性に偏っているが、その境界値は4.7～5.0である。フェンではpHは5から7の間を示す（Zoltai, 1987; Mitsch and Gosselink, 1993）。宮床湿原では、孤立した池塘の地点C2や地点E1ではボグとフェンにまたがるpHの変動が見られた。これ以外の地点では、地点D1やD2で冬季にpHが4.5ないし4.9まで下がることがあったが、おおむね4.9以下になることはなかった（岩熊，1995a）。また水理的にも、調査した池塘はボグではなくフェンの池塘である（岩熊，1995a）。尾瀬ヶ原の池塘水のpHは4.75～5.00で（Kurasawa *et al.*, 1982）、これはボグとフェンの中間の値であるといえる。Blaxter LoughはpHは約4のボグ湖である。

pHの低い酸性環境下ではカゲロウ目幼虫の個体数が減少することや、カワゲラ目やユスリカ科の昆虫は酸性に耐性が高く、場合によっては優占することが知られている (Elwood and Mulholland, 1989; Harvey, 1989)。しかし種によって生息域のスペクトラムが大きく異なり、低pHから高pHまでの広い範囲の水域に見いだされる種もある。底生動物相の違いをpHの違いだけで論ずるのは難しく、種間関係も考慮しなくてはならない (Eriksson *et al.*, 1980; Bendell and McNicol, 1987)。Danks and Rosenberg (1987) は、湿原に出現する水生昆虫は、湿原固有の種類は少なく、大部分は他の水域にも出現する種類であろうとしている。

湿原の池塘についての調査では、中心部で行われることが多いようであるが、池塘内では底生動物の分布に偏りが見られている。池塘の岸に近い地点では、中心部で採集されないもしくは個体数の少ないトンボ目の幼虫やカゲロウ目が採集されており、また縁に近い地点での出現種は沖の出現種を包括している (McLachlan and McLachlan, 1975; Harper and Cloutier, 1985)。したがって湿原池塘の底生動物相を明らかにするためには、沿岸部を重点的に調べるのが有効である。これまでの調査で池塘の中心で調べられている場合には、出現分類群数を過小評価している可能性がある。今回の宮床湿原の調査では、最も大きい池塘50でも、地点D2付近での兩岸の距離は5mであった。またどの地点も採集は岸から約50cmの地点で行っている。

尾瀬ヶ原の湿原内を流れる六兵衛堀、下大堀川、上大堀川ではカワゲラ目、トビケラ目、カゲロウ目そしてハエ目の3~9分類群の水生昆虫とミズムシ (*Asellus*) が採集されている (川合, 1954)。底質が砂泥のこれらの川では、オナシカワゲラ科等のカワゲラ目とハエ目が多い。しかし河床の石をを生息場所とするトビケラ類やカゲロウ類は生息していない (川合, 1954)。その後トビケラ目については横断的な調査により流水部、池塘での生息状況が調べられている (Tanida, 1982)。宮床湿原の流水部の底生動物相は、尾瀬での結果に類似する部分もあるが、池塘との共通種も多く見られた。流速が遅い小水路であるため、宮床湿原では池塘と河川の中間の底生動物相を示していると考えられる。

湿原環境の底生動物相を一般化して論じるだけの情報はまだ蓄積されていない。フェンについては、水生昆虫相ないしは底生動物相の情報が、ボグに比べて少ない

ことが指摘されている (Danks and Rosenberg, 1987)。本研究で得られた宮床湿原の底生動物相は、フェンにおける生物群集解明のための新しい知見を提供している。

謝 辞

大阪府立大学の谷田一三博士及び北海道立水産孵化場の伊藤富子博士にはトビケラ目の分類でご教示頂いた。また斉藤ヒロ子氏及び横島智子氏には底生動物の拾い出しを手伝って頂いた。記して謝意を表す。

引用文献

- Asahina, S. (1982): The Odonata of the Ozegahara Moor. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan*. (ed. H. Hara), 321-330, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- Bendell, B. E. and D. K. McNicol (1987): Fish predation, lake acidity and the composition of aquatic insect assemblages. *Hydrobiologia*, 150, 193-202.
- Danks, H. V. and D. M. Rosenberg (1987): Aquatic insects of peatlands and marshes in Canada: synthesis of information and identification of needs for research. *Mem. Ent. Soc. Canada*, 140, 163-174.
- Downes, J. A. and W. W. Wirth (1981): Ceratopogonidae. In: *Manual of Nearctic Diptera, Vol. 1*. (ed. J. F. McAlpine *et al.*), pp. 393-421. Minister of Supply and Services Canada, Quebec.
- Elwood, J. W. and P. J. Mulholland (1989): Effects of acidic precipitation on stream ecosystems. In: *Acidic Precipitation: Biological and Ecological Effects*. (ed. D. C. Adriano and A. H. Johnson), pp.85-135. Springer-Verlag, New York-Berlin-Heidelberg-London-Paris-Tokyo-Hong Kong.
- Eriksson, M. O. G., L. Henriksson, B.-I. Nilsson, G. Nyman, H. G. Oscarson and A. E. Stenson (1980): Predator-prey relations important for the biotic changes in acidified lakes. *Ambio*, 9, 248-249.
- Hardy, D. E. (1981): Bibionidae. In: *Manual of Nearctic Diptera, Vol. 1*. (ed. J. F. McAlpine *et al.*), pp. 217-222. Minister of Supply and Services Canada, Quebec.
- Harper, P.-P. and L. Cloutier (1985): Composition et phenologie de communautés d'insectes du lac Geai, lac dystrophe des Laurentides. *Naturaliste can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 112, 405-415 (in French with English summary).
- Harvey, H. H. (1989): Effects of acidic precipitation on lake ecosystems. In: *Acidic Precipitation: Biological and Ecological Effects*. (ed. D. C. Adriano and A. H. Johnson), pp.137-164. Springer-Verlag, New York-Berlin-Heidelberg-London-Paris-Tokyo-Hong Kong.
- 平嶋義宏・森本桂・多田内修 (1989) : 昆虫分類学, 川島書店, 東京, 597pp.
- 平田健正・野原精一・岩熊敏夫・唐常源 (1995) : 宮床湿

- 原の地下水と表流水の水質変動. 国立環境研究所報告, R134, 23-33.
- 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊 (1988): 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説. 東海大学出版会, 東京, 140pp.
- 岩熊敏夫 (1995a): 宮床湿原とその環境. 国立環境研究所報告, R134, 9-22.
- 岩熊敏夫 (1995b): 宮床湿原の池塘におけるユスリカ幼虫の生産特性. 国立環境研究所報告, R134, 127-136.
- 川合禎次 (1954): 尾瀬ヶ原流水の動物相. 「尾瀬ヶ原」. (尾瀬ヶ原学術調査団編), pp. 702-708. 日本学術振興会.
- 川合禎次 (編) (1985): 日本産水生昆虫検索図説. 東海大学出版会, 東京, 409pp.
- Kurasawa, H., Hayashi, H., Okino, T., Watanabe, Y., Ogawa, M., Morita, T., Isobe, Y., Fukuhara, H. and Ohtaka, A. (1982): Ecological studies on zooplankton and zoobenthos in the pool of the Ozegahara Moor. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan*. (ed. H. Hara), pp.277-298. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- McAlpine, J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth and D. M. Wood (eds.) (1981, 1987): *Manual of Nearctic Diptera, Vol. 1* (1981) and *Vol. 2*. (1987), Minister of Supply and Services Canada, Quebec, 1332pp.
- McLachlan, A. J. and S. M. McLachlan (1975): The physical environment and bottom fauna of a bog lake. *Arch. Hydrobiol.*, 76, 198-217.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins (eds.) (1984): *An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 2nd ed.* Kendall/Hunt Publ., Iowa, 722pp.
- Mitch, W. J. and J. S. Gosselink (1993): *Wetlands 2nd ed.* Van Nostrand Reinhold, New York, 722pp.
- 森正人・北山昭 (1993): 図説日本のゲンゴロウ. 文一総合出版, 東京, 217pp.
- 竹原明秀 (1995a): 宮床湿原とその周辺地域の植生. 国立環境研究所報告, R134, 45-78.
- Tanida, K. (1982): On the Trichoptera from Oze—a preliminary report. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan*. (ed. H. Hara), pp.355-365. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- 谷田一三・竹門康弘 (1981): 深泥池の水生昆虫—カゲロウとトビケラを中心に—. 「深泥池の自然と人—深泥池学術調査報告書」 pp.205-218, 京都市文化観光局.
- Thorp, J. H. and A. P. Covich (eds.) (1991): *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego -New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto, 911pp.
- 上野隆平・岩熊敏夫 (1995): 宮床湿原のユスリカ相. 国立環境研究所報告, R134, 121-125.
- Zoltai, S. C. (1987): Peatlands and marshes in the wetland regions of Canada. *Mem Ent. Soc. Canada*, 140, 5-13.

付表 1 底生動物密度(単位は個体数 m⁻²)
Appendix table 1 Density of zoobenthos in number m⁻².

地点A0

種名または分類群名	採集日							
	910801	910821	910926	911021	911212	920304	920520	920624
節足動物門	Phylum Arthropoda							
昆虫綱	Class Insecta							
カゲロウ目	Order Ephemeroptera							
トビイロカゲロウ属 sp.	<i>Pavleptophlebia</i> sp.							
カゲロウ目 spp.	Ephemeridae spp.							
カワゲラ目	Order Plecoptera							
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae							
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera							
センブリ属 sp.	<i>Sialis</i> sp.							
ハエ目	Order Diptera							
ガガンボ科 spp.	Tipulidae							
ユスリカ科 spp.	Chironomidae							
ケバエ属 sp.	<i>Bibio</i> sp.							
トビケラ目	Order Trichoptera							
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.							
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.							
クダトビケラ科 sp.	Psychomyiidae sp.							
甲殻綱	Class Crustacea							
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>							
環形動物門	Phylum Annelida							
貧毛類 spp.	<i>Oligochaeta</i> spp.							
軟体動物門	Phylum Mollusca							
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.							
その他	Others							

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点A2

種名または分類群名	採集日								
	910618	910801	910821	910926	911021	911119	911212	920520	920624
節足動物門	Phylum Arthropoda								
昆虫綱	Class Insecta								
トンボ目	Order Odonata								
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera								
モートンイトトンボ	<i>Mortonagrion selenion</i>								
トンボ亜目	Suborder Anisoptera								
ヤンマ科 sp.	Aeschnidae sp.								
カワゲラ目	Order Plecoptera								
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae								
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera								
センブリ属 sp.	<i>Sialis</i> sp.								
ハエ目	Order Diptera								
ユスリカ科 spp.	Chironomidae								
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1								
トビケラ目	Order Trichoptera								
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.								
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.								
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.								
甲殻綱	Class Crustacea								
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>								
環形動物門	Phylum Annelida								
貧毛類 spp.	<i>Oligochaeta</i> spp.								
軟体動物門	Phylum Mollusca								
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.								
その他	Others								

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 B2

種名または分類群名	採集日									
	910530	910618	910801	910821	910925	911021	911119	911212	920520	920624
節足動物門	Phylum Arthropoda									
昆虫綱	Class Insecta									
トンボ目	Order Odonata									
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera									
イトトンボ亜目 sp.	<i>Zygoptera</i> sp.									
トンボ亜目	Suborder Anisoptera									
モイワサナエ	<i>Davidius moiwanus moiwanus</i>									
ハッチョウトンボ	<i>Nannophya pygmaea</i>									
ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>									
サラサヤンマ	<i>Oligoaeschna pryeri</i>									
シオカラトンボ	<i>Orithetrum albietylum speciosum</i>									
ヨツボシトンボ	<i>Libellula quadrimaculata asahinai</i>									
ミヤマアカネ	<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i>									
コウチュウ目	Order Coleoptera									
オオヒメゲンゴロウ属 sp.	<i>Rhantus</i> sp.									
ガムシ科 sp.	<i>Ametor</i> sp.									
ハエ目	Order Diptera									
ユスリカ科 spp.	Chironomidae									
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1									
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 2	Ceratopogoninae sp. 2									
ハエ目 spp.	Diptera spp.									
トビケラ目	Order Trichoptera									
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.									
クダトビケラ科 sp.	Psychomyiidae sp.									
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.									
甲殻綱	Class Crustacea									
ミズムシ	<i>Asellus hülgendorffii</i>									
環形動物門	Phylum Annelida									
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.									
軟体動物門	Phylum Mollusca									
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.									

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 C2

種名または分類群名	採集日				
	910926	911021	911119	911212	920520
節足動物	Phylum Arthropoda				
昆虫綱	Class Insecta				
トンボ亜目	Suborder Anisoptera				
ハッチョウトンボ	<i>Nannophya pygmaea</i>				
シオヤトンボ	<i>Orithetrum japonicum japonicum</i>				
カワゲラ目	Order Plecoptera				
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae				
カメムシ目	Order Hemiptera				
コバンムシ	<i>Ilyocoris exclamatoris</i>				
コウチュウ目	Order Coleoptera				
オオヒメゲンゴロウ(成虫)	<i>Rhantus erraticus</i>				
ハエ目	Order Diptera				
ガガンボ科 spp.	Tipulidae				
ユスリカ科 spp.	Chironomidae				
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1				
ヌカカ科 Forcipomyiinae	<i>Atrichopogon</i> sp.				
トビケラ目	Order Trichoptera				
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.				
甲殻綱	Class Crustacea				
ミズムシ	<i>Asellus hülgendorffii</i>				
環形動物門	Phylum Annelida				
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.				

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 D0

種名または分類群名	採集日								
	910801	910821	910926	911021	911119	911212	920304	920520	920624
昆虫綱	Class Insecta								
カゲロウ目	Order Ephemeroptera								
トビロカゲロウ属	<i>Puraleptophlebia</i> sp.								
カゲロウ目 spp.	Ephemerae spp.								
トンボ目	Order Odonata								
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera								
エゾイトトンボ	<i>Coenagrion lanceolatum</i>								
カワゲラ目	Order Plecoptera								
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae								
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera								
ハエ目	Order Diptera								
ガガンボ科 spp.	Tipulidae								
ユスリカ科 spp.	Chironomidae								
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp.1	Ceratopogoninae sp.1								
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp.2	Ceratopogoninae sp.2								
ハエ目 spp.	Diptera spp.								
トビケラ目	Order Trichoptera								
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.								
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.								
クダトビケラ科 sp.	Psychomyiidae sp.								
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.								
甲殻綱	Class Crustacea								
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>								
環形動物門	Phylum Annelida								
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.								
軟体動物門	Phylum Mollusca								
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.								

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 D1

種名または分類群名	採集日								
	910618	910801	910821	911021	911119	921212	920304	920520	920624
節足動物門	Phylum Arthropoda								
昆虫綱	Class Insecta								
カゲロウ目	Order Ephemeroptera								
コカゲロウ科	Baetidae								
トンボ目	Order Odonata								
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera								
エゾイトトンボ	<i>Coenagrion lanceolatum</i> (Selys)								
トンボ亜目	Suborder Anisoptera								
モイワサナエ	<i>Davidius moiwanus moiwanus</i> (Okumura)								
ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i> (Selys)								
ダビドサナエ属 sp.	<i>Davidius</i> sp.								
サナエトンボ科 spp.	Gomphidae spp.								
ハッチョウトンボ	<i>Nannophya pygmaea</i>								
ヨツボシトンボ	<i>Libellula quachrimaculata asahinai</i>								
ミヤマアカネ	<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i>								
カワゲラ目	Order Plecoptera								
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae								
カメムシ目	Order Hemiptera								
ミズムシ科 sp.	Corixidae sp.								
コバンムシ	<i>Byocoris exclamationis</i> Scott.								
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera								
センブリ属 sp.	<i>Sialis</i> sp.								
コウチュウ目	Order Coleoptera								
ゲンジボタル	<i>Luciola cruciata</i>								
ハエ目	Order Diptera								
ユスリカ科 spp.	Chironomidae								
ヌカカ科ヌカカ亜科 sp.1	Ceratopogoninae sp.1								
トビケラ目	Order Trichoptera								
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.								
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.								
クダトビケラ科 sp.	Psychomyiidae sp.								
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.								
甲殻綱	Class Crustacea								
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>								
環形動物門	Phylum Annelida								
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.								
クモ形綱	Class Alachinoidea								
ミズダニ	Water mite								
軟体動物門	Phylum Mollusca								
マメシジミ	<i>Psidium</i> sp.								
その他	Others								

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 D2

種名または分類群名	採集日									
	910530	910618	910801	910821	910926	911021	911119	911212	920304	920420	920520
節足動物門	Phylum Arthropoda									
昆虫綱	Class Insecta									
トンボ目	Order Odonata									
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera									
モートンイトトンボ	<i>Mortonagrion selenion</i>									
トンボ亜目	Suborder Anisoptera									
ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>									
カワゲラ目	Order Plecoptera									
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae									
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera									
センブリ属 sp.	<i>Stalis</i> sp.									
コウチュウ目	Order Coleoptera									
ゲンジボタル	<i>Luciola cruciata</i>									
ハエ目	Order Diptera									
ガガンボ科 spp.	Tipulidae									
ユスリカ科 spp.	Chironomidae									
ムカカ科ムカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1									
トビケラ目	Order Trichoptera									
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.									
クダトビケラ科 sp.	Psychomyiidae sp.									
甲殻綱	Class Crustacea									
マルミジンコ科 sp.	Chydoridae sp.									
ケンミジンコ sp.	Cyclopoida sp.									
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>									
環形動物門	Phylum Annelida									
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.									

付表 1 (続き)
Appendix table 1 (continued)

地点 E1

種名または分類群名	採集日				
	910821	910926	911021	911119	911212
節足動物門	Phylum Arthropoda				
昆虫綱	Class Insecta				
トンボ目	Order Odonata				
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera				
エゾイトトンボ	<i>Coenagrion lanceolatum</i>				
トンボ亜目	Suborder Anisoptera				
モイワサナエ	<i>Davidius moiwanus moiwanus</i>				
サラサヤンマ	<i>Oligoaeschna pryri</i>				
シオヤトンボ	<i>Orthetrum japonicum japonicum</i>				
アミメカゲロウ目	Order Neuroptera				
センブリ属 sp.	<i>Stalis</i> sp.				
ハエ目	Order Diptera				
ガガンボ科 spp.	Tipulidae				
ユスリカ科 spp.	Chironomidae				
ムカカ科ムカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1				
ムカカ科ムカカ亜科 sp. 2	Ceratopogoninae sp. 2				
トビケラ目	Order Trichoptera				
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.				
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.				
甲殻綱	Class Crustacea				
ケンミジンコ sp.	Cyclopoida sp.				
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>				
環形動物門	Phylum Annelida				
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.				

宮床湿原の底生動物. スケールは 5 mm.
 Zoobenthos of Miyatoko Mire. Scale = 5mm



写真 1 センブリ属 sp.
 Photo 1 *Sialis* sp.



写真 2 モイワサナエ属 sp.
 Photo 2 *Davidius* sp.



写真 3 アミトビケラ属 sp.
 Photo 3 *Oligoticha* sp.



写真 4 ヌカカ亜科 sp. 1 (右), ユスリカ科 *Stictochironomus* sp.
 (左)
 Photo 4 Ceratopogoninae sp. 1 (right), Chironomidae
 (*Stictochironomus* sp.) (left).

9 宮床湿原のユスリカ相

Chironomid Fauna in Miyatoko Mire

上野隆平¹・岩熊敏夫¹

Ryuhei UENO¹ and Toshio IWAKUMA¹

要 旨

宮床湿原において、水路等において採取した底質の室内羽化、捕虫網の乱振法および灯火採集により32種、320個体のユスリカ成虫を得た。3つの方法の内、灯火採集による結果が他の方法と異なっていたが、これは湿原の外で羽化した成虫を誘引したものであると考えられた。止水の地点と流水の地点では種構成が異なり、また、多くの種が特定の地点に局在していることが示唆された。宮床湿原のユスリカ相の特徴として、モンユスリカ亜科の比率が高いことが示された。本報告の採集地点は成因上は低層湿原と考えられるが、モンユスリカ亜科が多いユスリカ相は、カナダの例では高層湿原に見られる特徴であった。

Abstract

We recovered 320 chironomid adults belonging to 32 species from Miyatoko Mire by rearing of larvae, net-sweeping and light-trapping. Light-trapping showed some difference in the species composition from the other two methods. The difference was possibly attributed to the individuals attracted forcibly by light from external areas of the mire. High habitat preferences of mire midges were clarified by rearing of larvae: five species preferred standing water and two species preferred running water. Tanypodinae-rich fauna was comparable to "bog" faunae reported in Canada, though the sampling sites were classified into "fen" in the geological aspects.

1 はじめに

ユスリカ科の昆虫は全世界からおよそ5000種が知られており(平嶋ら, 1989), 日本産のユスリカも十分に調査されれば1000種を超えるであろうといわれている(森谷, 1990a)。これらのほとんどは、湖沼や河川の調査が盛んに行われるのに伴って明らかにされてきたものであり、現在ではユスリカが湖沼・河川生態系の中で重要な位置を占めることが知られている。一方、湿原のユスリカについては、湿原自体が十分に調査される機会がなかったことから、その研究は著しく立ち遅れており、湿原が多く比較的ユスリカの研究が盛んなカナダでも湿原のユスリカに関する情報の不足が指摘されている(Wrubleski, 1987; Rosenberg *et al.*, 1988)。また、湿原

のユスリカ相が、多様性は低いものの多くの未記載種・未記録種を含む特異なものであることが示されている(Rosenberg *et al.*, 1988)。日本で種レベルの検討がされたものとしては、Hashimoto (1982)による尾瀬ヶ原からの4種のユスリカの採集報告があるのみで、それ以降、全く報告されていない。

そこで、本報告では、宮床湿原のユスリカ相を種レベルで検討し、その種構成の特異性を明らかにした。

2 方法

1991年6月に灯火採集を行った。1991年5月、8月、1992年5月、8月にA0, A2, A4, B2, D0, D1, D2, D4の8地点(図1)で室内羽化実験のために底質を採取した。A0, D0は池状湧泉, A2, A4, B2, D1は水路, D2は池塘, D4は湿原からの流出河川である。各地点で約1000mlの底質を採取し、これらを氷で冷やしながら研究所に持ち帰り、地点ごとの底質を直径25cmのプラスチック水槽に入れ、底質表面から水面まで4~5cmに

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba Ibaraki 305, Japan

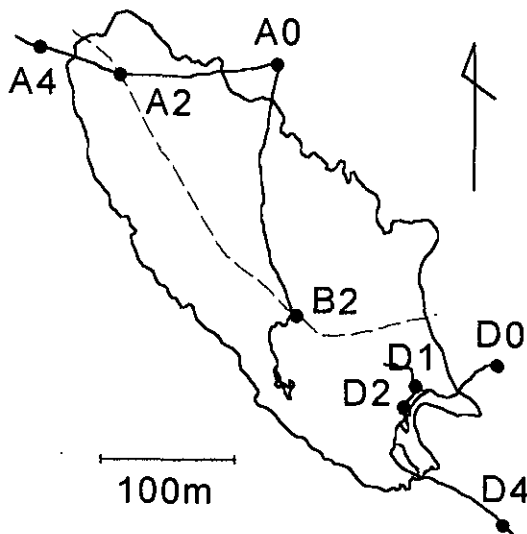


図 1 調査地点図
Fig. 1 Map of the sampling points

なるように水道水を加え、水温15℃、明暗各12時間の実験室内で通気しながら飼育した。2～3日おきに成虫および蛹の羽化殻の回収を行い、これを設置後約2ヶ月間続けた。また、不定期に捕虫網の乱振法による現場での成虫の採集を行った。同定はモンユスリカ亜科についてはFittkau (1962), Murray and Fittkau (1989), Roback (1970) に、*Doithrix* 属についてはSaether and Sublette (1983) に、*Heterotrissocladius* 属についてはSaether (1975) に、その他についてはSasa (1989) およびWiederholm (1989) によった。形態に関する用語は森谷 (1990b, 1991) によった。

3 結果及び考察

室内羽化により17種100個体を、捕虫網により13種126個体を、灯火採集により7種94個体および同定困難な雌成虫74個体を採集した(表1)。種構成は採集法によりかなり異なった。室内羽化と捕虫網、室内羽化と灯火、捕虫網と灯火ではそれぞれ共通種が4, 1, 0種であった。すなわち、灯火で採集したものの種構成が他の方法によった場合と大きく異なった。

室内羽化で得た種についてA, B, D3つの水系に分けてみると、3水系全てに共通する種は無く、AとBに共通の種も無かった。AとDの共通種は5種で、A水系ではA0, A2から、D水系ではD0, D1, D2から採集された。BとDの共通種は2種で、どちらもD水系ではD4から採集された。種数が最も多かった地点はA0(7種)で、D0(5種)がこれに次いだ。

亜科ごとの構成では、全32種中、モンユスリカ亜科が10種(31%)、オオヤマユスリカ亜科が1種(3%)、エリユスリカ亜科が8種(25%)、そしてユスリカ亜科が13種(41%)をそれぞれ占めた。

羽化数が多かった種は*Procladius culiciformis*, *Stictochironomus akizukii* および*Micropsectra* sp.の3種だった。*P. culiciformis* はすべて池塘の底質から、*Micropsectra* sp.のほとんどが湧泉の底質から羽化しており、生息場所について強い選好性を示した。一方、*S. akizukii* は湧泉(A0)の底質から最も多く羽化したものの、池塘や水路からも羽化しており、生息場所の選好性は先の2種ほど顕著でなかった。また、室内羽化で得られた17種のうち、半数近い8種が1地点のみから得られた。

3通りの採集法の内、灯火採集法は強い誘因性を利用するものなので、他の方法の場合と種構成が異なるのは、湿原外から飛来した個体を含んだためであろうと思われる。特に、灯火のみで採集された*Cricotopus sylvestris* や*Polypedilum unifascium* は貧栄養の水域からは報告されておらず、霞ヶ浦(Ueno et al., 1993)のような富栄養化した水域の優占種である。これらの種は比較的栄養度の低い湿原内で羽化したとは考えにくく、湿原外から飛来したものと推定された。このことは、湿原の富栄養化などの変化が起これば、こうしたユスリカが容易に侵入するであろうことを示している。

水系間の共通種について、AとDの共通種は52個体が得られ、この内46個体が止水の地点(A0, D0, D2)から得られたことから止水を好む傾向があり、BとDの共通種はすべての個体が流水の地点から得られたことから主に流水を好むと言える。また、3種の多産種を含む多くの種が生息場所について強い選好性を示したことから、池塘・水路といった水界の形態の多様化がユスリカ相の多様化に影響するものと考えられた。

宮床湿原のユスリカ相の特徴は、モンユスリカ亜科の比率が高いことである。Wrubleski (1987) はカナダ国内の湿原のユスリカについて、bog (高層湿原), fen (低層湿原), marsh (沼沢地)の湿原タイプ毎にユスリカの亜科の種数構成を示している。これによると、高層湿原ではモンユスリカ亜科33%, エリユスリカ亜科10%, ユスリカ亜科50%, 低層湿原ではモンユスリカ8%, エリユスリカ39%, ユスリカ47%, 沼沢地ではモンユスリカ21%, エリユスリカ24%, ユスリカ55%となっている。宮床湿原の調査地点はいずれも湧水由来であるから、成

表 1 宮床湿原で採集されたユスリカ
Table 1 Chironomids collected in Miyatoko Mire.

	室内羽化								捕虫網	灯火
	A0	A2	A4	B2	D0	D1	D2	D4		
Tanypodinae モンユスリカ亜科										
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linnaeus)									1	1
<i>Alotanypus ?venustus</i> (Coquillett)										2
<i>Apsectrotanypus</i> sp.				1						
<i>Conchapelopia quatuormaculata</i> Fittkau										11
<i>Macropelopia</i> sp.	1	1					1			
<i>Natarsia punctata</i> (Fabricius)					1			3		1
<i>Procladius culiciformis</i> (Linnaeus)							14			
<i>Procladius</i> sp. *										4
<i>Rheopelopia ?maculipennis</i> (Zetterstedt) *										3
Tanypodinae sp.	1					1				
Prodiamesinae オオヤマユスリカ亜科										
<i>Compteromesa</i> sp.					1					
Orthocladiinae エリユスリカ亜科										
<i>Brillia modesta</i> (Meigen)										2
<i>Cricotopus sylvestris</i> (Fabricius)										6
<i>Oricotopus</i> sp. tremulus gp.						2				
<i>Doithrix villosa</i> Saether and Sublette										1
<i>Heterotrissocladius marcidus</i> (Walker)	2					1				
<i>Limnophyes</i> sp.										2
<i>Parameteriocnemus</i> nr. <i>togadigitalis</i> Sasa and Okazawa										13
<i>Psectrocladius yunoquartus</i> Sasa				2				3		
Chironominae: Chironomini ユスリカ亜科ユスリカ族										
? <i>Chaetolabis</i> sp. *										74
<i>Chironomus ?yoshimatsui</i> *										5
? <i>Dirotendipes</i> sp. *	1									
<i>Polypedilum hasumiense</i> Sasa				4				1	1	
<i>Polypedilum unifascium</i> Tokunaga *										1
<i>Polypedilum</i> sp.	1		1							
<i>Sictochironomus okizukii</i> Tokunaga	14	2			1		4			3
Chironominae: Tanytarsini ユスリカ亜科ナガレユスリカ族										
<i>Micropsectra yunoprime</i> Sasa					1					
<i>Micropsectra</i> sp.	16	1			6					62
<i>Tanytarsus</i> sp. 1										6
<i>Tanytarsus</i> sp. 2										21
<i>Tanytarsus</i> sp. 3			11							
<i>Tanytarsini</i> sp.										1
unidentified *										74

* No males were collected.

因的には低層湿原と考えられるが、ユスリカの亜科の構成をカナダのデータと比較した限りでは、むしろ高層湿原に近いものであった。また、種数が少ない割りに多くの未記載・未記録種を含む点は、Rosenberg *et al.* (1988) が指摘した通りであった。

最後に、今まで日本から記録されていない種の形態的特徴を簡単に記す。

(1) *Alotanypus ?venustus*: 本属は前脛節末端に櫛状の剛毛列を持つことで *Macropelopia* 属と *Natarsia* 属以外のモンユスリカ亜科と区別でき、後盾板の剛毛列を欠くこ

とから上記2属と区別できる。翅の斑紋、体色、交尾器の形態、爪の先端の形態など重要な形態は、ほぼ北米産の *A. venustus* の記載 (Roback, 1970) に一致するが、腿節の褐色帯が北米産のものでは2つに分離しているのに対し、宮床湿原のものでは1つである。*Alotanypus* 属は新北亜区とオーストラリア区から記録されており (Murray and Fittkau, 1989)、旧北亜区からの記録は初めてである。

(2) *Natarsia punctata*: 本属は前脛節末端に櫛状の剛毛列を持ち、後盾板に剛毛列が有ることから

Macropelopia 属以外のモンユスリカ亜科と区別でき、盾板中央の突起を欠くことから *Macropelopia* 属と区別できる。翅の斑紋等の形態的特徴がヨーロッパの *N. punctata* の記載 (Fittkau, 1962) に一致する。

(3) *Compteromesa* sp. (図 2. A-C) : 翅脈に MCu があり, R_2 がなく, MCu が FCu より基部側にあることは, オオヤマユスリカ亜科の特徴であり, 翅に粗毛を有するのはこの亜科内では *Compteromesa* 属に固有の特徴である。この属については *Compteromesa oconeensis* が合衆国のサウスカロライナ州から記載されているのみであるが (Saether, 1981; 1985), 宮床湿原のものは交尾器, 特に

尾突起の形態が異なっており, *oconeensis* とは別種であり, 未記載種である。

(4) *Doithrix villosa* (図 2. D) : 本属は尾突起に非常に長大な剛毛を列生することで容易に他の属と区別できる。触角比が 1.1 であること, 尾突起の剛毛が基部から先端までであること, 生殖端節の剛毛が中央に集まっていること等の形態的特徴が, 北米産 *D. villosa* の記載 (Saether and Sublette, 1983) に一致する。本種は新北亜区から記録されており, 旧北亜区からの記録は初めてである。

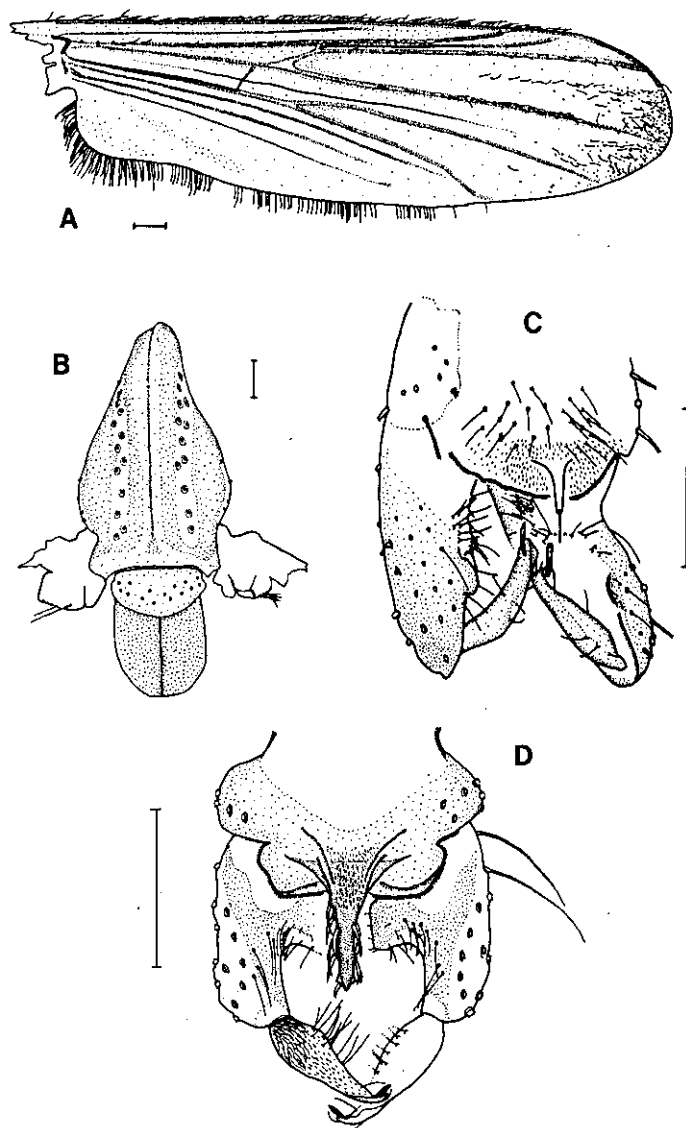


図 2 A-C. *Compteromesa* sp., A. 翅, B. 胸部背面, C. 雄交尾器; D. *Doithrix villosa*, 雄交尾器; スケールは 100 μ m.

Fig. 2 *Compteromesa* sp., A. Wing, B. Thorax, C. Male hypopygium; D. *Doithrix villosa*, male hypopygium; Scale indicates 100 μ m.

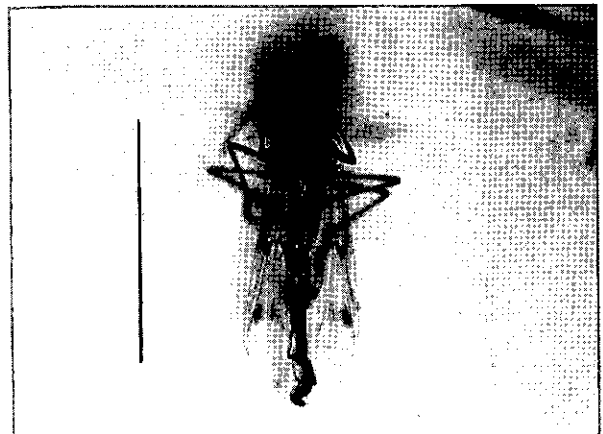
引用文献

- Fittkau, E. J. (1962): Die Tanypodinae (Diptera: Chironomidae). Die Tribus Anatopyniini, Macropelopini und Pentaneurini. Abh. Larvalsyst. Insekten, 6, 1-453.
- Hashimoto, H. (1982): Four species of Chironomidae (Diptera) obtained from the Ozegahara moor. In: *Ozegahara: scientific researches of the highmoor in Central Japan*. (ed. H. Hara, Y. Sakaguchi, K. Hogetsu and N. Yamagata), (pp. 367-370). Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- 平嶋義宏・森本 桂・多田内 修 (1989): 昆虫分類学. 川島書店, 東京, 597p.
- 森谷清樹 (1990a): 衛生害虫の同定法 (18). ユスリカの分類. 1. ユスリカ類の概要と成虫の形態—その1—. 生活と環境, 35 (10), 77-82.
- 森谷清樹 (1990b): 衛生害虫の同定法 (19). ユスリカの分類. 1. ユスリカ類の概要と成虫の形態—その2—. 生活と環境, 35 (11), 82-86.
- 森谷清樹 (1991): 衛生害虫の同定法 (20). ユスリカの分類. 1. ユスリカ類の概要と成虫の形態—その3—. 生活と環境, 36 (1), 83-90.
- Murray, D. A. and E. J. Fittkau (1989): The adult males of Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region - keys and diagnoses. In: *Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3. Adult males*, Wiederholm, T. (ed.), Ent. Scand. Suppl., No. 34, 37-123.
- Roback, S. S. (1970): The adults of the subfamily Tanypodinae (= Pelopiinae) in North America (Diptera: Chironomidae). Monogr. Acad. Nat. Sci. Phil., No. 17, 1-410.
- Rosenberg, D. M., A. P. Wiens and B. Bilyj (1988): Chironomidae (Diptera) of peatlands in northwestern Ontario, Canada. *Holarctic Ecol.*, 11, 19-31.
- Saether, O. A. (1975): Nearctic and Palaearctic *Heterotrissocladius* (Diptera: Chironomidae). *Bull. Fish. Res. Board Can.*, No. 193, 1-67p.
- Saether, O. A. (1981): *Compteromesa oconeensis* gen. n., sp. n., a new Prodiamesinae (Diptera: Chironomidae) from South Carolina. *Aquatic Insects*, 4, 193-198.
- Saether, O. A. (1985): The females of *Compteromesa oconeensis* Saether, 1981, and *Prodiamesa olivacea* (Meigen, 1818) (syn. *Trichodiamesa autumnalis* Goetghebuer, 1926, n. syn.) (Diptera, Chironomidae, Prodiamesinae). *Spixiana Suppl.*, 11, 7-13.
- Saether, O. A. and J. E. Sublette (1983): A review of the genera *Doithrix* n. gen., *Georthocladius* Strenzke, *Parachaetocladius* Wuelker and *Pseudorthocladius* Goetghebuer (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae). *Ent. Scand. Suppl.*, 20, 3-100.
- Sasa, M. (1989): Chironomidae of Japan: checklist of species recorded, key to males and taxonomic notes. *Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud.*, 125, 1-177.
- Ueno, R., T. Iwakuma and S. Nohara (1993): Chironomid fauna in the emergent plant zone of Lake Kasumigaura, Japan. *Jpn. J. Limnol.*, 54: 293-303.
- Wiederholm, T. (ed.) (1989): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3. Adult males. *Ent. Scand. Suppl.*, No. 34, 1-532.
- Wrubleski, D. A. (1987): Chironomidae (Diptera) of peatlands and marshes in Canada. *Mem. Ent. Soc. Can.*, 140, 141-161.



写真 1 飼育装置

Photo 1 Containers for rearing chironomid larvae

写真 2 ユスリカ成虫 (*Alotanypus ?venustus*)

スケールは 5 mm。

Photo 2 A chironomid adult (*Alotanypus ?venustus*)

Scale = 5 mm.

10 宮床湿原の池塘におけるユスリカ幼虫の生産特性

Characteristics of Secondary Productivity of Chironomid Larvae in a Pool of Miyatoko Mire

岩熊敏夫¹

Toshio IWAKUMA¹

要旨

宮床湿原の浅い池塘にはミツガシワ (*Menyanthes trifoliata*), ヒツジグサ (*Nymphaea tetragona*) 及びヨシ (*Phragmites australis*) が生育している。この池塘の底生動物は、デトリタス食者の *Stictochironomus akizukii* と肉食者の *Procladius culiciformis* の2種のユスリカ幼虫が優占し、羽化前の4齢幼虫の個体数は、いずれも4000 m⁻²以上であった。両種とも5月～8月に羽化をした。両種とも一部の個体は1年で成長を終えるものもあるが、多くは2年の生活環を持ち、2つの世代が重なり合いながら生息していた。年間の生産量は *S. akizukii* が4.36 g m⁻²で *P. culiciformis* が2.06 g m⁻²であった。これらの値は富栄養湖におけるユスリカの生産量に匹敵していた。*S. akizukii* 幼虫は *Aulacoseira* spp. 等の小型の藻類やデトリタスを摂食していたが、*P. culiciformis* 幼虫は *S. akizukii* の1齢～3齢幼虫及び *P. culiciformis* の1齢～3齢幼虫を捕食していた。しかし *P. culiciformis* の消化管内容物の多くは *Frustria*, *Suriella*, *Closterium*, *Euastrum* 等の大型のケイ藻や鼓藻類であった。*P. culiciformis* の生産の大部分は大型の底生藻類に依存しているが、他のユスリカ幼虫の捕食も成長の完了に一定の役割を果たしていると考えられた。*S. akizukii* の生産は藻類よりもむしろ水生植物遺体や池塘外から流入する有機物等が起源と思われるデトリタスに依存していると考えられた。

Abstract

In a shallow pool in Miyatoko Mire, where aquatic macrophytes, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea tetragona* and *Phragmites australis* covered the water surface, a detritivorous chironomid *Stictochironomus akizukii* and a carnivorous chironomid *Procladius culiciformis* dominated the zoobenthos community. Both species emerged during May-August. The densities of fourth instar larvae of both species exceeded 4000 m⁻² before emergence. Although some larvae completed their growth within a year, each chironomid species had two-year life cycle with overlapping two year classes. Annual secondary production was 4.36 g m⁻² for *S. akizukii* and 2.06 g m⁻² for *P. culiciformis*. These values are comparable to those reported for eutrophic lakes. *S. akizukii* larvae fed on small-sized algae such as *Aulacoseira* spp. and detritus while third and fourth instar larvae of *P. culiciformis* fed on first to third instars of *S. akizukii* as well as the first and second instars of *P. culiciformis*. Large-sized diatoms and desmids such as *Frustria*, *Suriella*, *Closterium* and *Euastrum* constituted the most of the digestive tract content of *P. culiciformis* larvae. *P. culiciformis* larvae depended mainly on benthic algae for their production but on other chironomids presumably for the completion of their growth. Production of *S. akizukii* larvae was achieved not only by algae but by detritus originated presumably from macrophytes and organic matter transported from outside pond.

1 はじめに

湿原の生物の中でも、底生動物については、植生や陸

上動物など他の生物相に比べると非常に情報が少ない。我が国ではこれまでに、Kurasawa *et al.* (1982) により尾瀬ヶ原の上田代と中田代の池塘群で底生動物相が、谷田・竹門 (1981) により深泥池でカゲロウ類とトビケラ類を中心とした水生昆虫相が調べられている。多くの湖沼の底生動物で優占し、物質循環に重要な役割を果たしているユスリカ類については、McLachlan and McLach-

1. 国立環境研究所 生物圏環境部

〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

Ian (1975) や Rosenberg *et al.* (1988) らにより研究されているが、幼虫の生態に関する情報が極めて少ないことは、多くの研究者が指摘しているところである (Mason and Standen, 1983; Wrubleski, 1987)。本報では福島県の宮床湿原の地塘の底生動物群集で優占する2種のユスリカ、*Stictochironomus akizukii* (Tokunaga) 及び *Procladius culiciformis* (L.) の生態と二次生産特性を明らかにする。

2 方法

2.1 調査地点

宮床湿原 (福島県南会津郡南郷村) は、只見川水系の鹿水 (かなみず) 川支流の谷頭部、標高約830mに発達した面積約6.5haの湿原である。伝上山 (標高999.5m) とその南側の山 (標高904m) に挟まれた地域を集水域とし、集水域面積は湿原を含めて約54haである。湿原に流入する水路のうち大清水湧水を起源とする水路Dは、水量が多く、標高の低い湿原の南東部を灌養し、池塘を形成し、湿原南から流出し鹿水川に合流する。これとは別に、湿原東南部の斜面には大小の池塘群があり、融雪時や降水時には連続したもう1本の水路 (水路C) となり、これも水路Dに合流する (岩熊, 1995a)。

湿原東南部斜面の池塘50は水路Dの中流部に位置し、ミツガシワ *Menyanthes trifoliata* L., ヒツジグサ *Nymphaea tetragona* Georgi., ヨシ *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. などの水生植物が生育している。調査はこの池塘の地点D2 (岩熊, 1995a) で行った。

2.2 底生動物の採集と分類

調査は1991年5月から1992年6月まで、1月、2月を除き月1回の頻度で行った。水温は自記水温計 (離合社 RMT16000) を池塘中央の底に設置し、1時間ごとの記録を行った。pH及び電気伝導度は白金抵抗温度計または電極 (横河電機, pH 51及びSC 51) により現場で測定した。

底質の採取は、幅25cm×高さ20cm, 0.3mmメッシュのDフレームネットを深さ約5cmまで押し込み、15cmまたは20cm曳いて行った。このサンプルを2つに分け、一方はホルマリンで固定し、もう一方は固定せず氷冷して持ち帰り、ユスリカ成虫の羽化サンプル (上野・岩熊, 1995) とした。底生動物については岩熊 (1995b) に報告した。表1に池塘50の底生動物リストを示す。

2.3 ユスリカ幼虫の体長と体重の関係

定期調査とは別にホルマリン固定せずに冷蔵して持ち帰り、翌日にユスリカ幼虫を拾い出し、*Stictochironomus* と *Procladius* に分類した。これは成虫との対応から、*Stictochironomus akizukii* と *Procladius culiciformis* の幼虫であることが分かる。幼虫はただちに万能投影機 (トプコン PP 70) 上で20倍または50倍に拡大し、頭部前端から尾部剛毛基部までを体の中心線に沿ってトレースし、デジタイザー (グラフテック KD 4030) で体長を測定した。体長トレース後、幼虫はろ紙の上に並べ、80℃で1日間乾燥し、マイクロ天秤で1個体ずつの体重を求めた。体長 (L , mm) と体重 (w , μg) との関係は以下のとおりである。*S. akizukii* では体長2.45~13.35mmの範囲で、

$$\ln w = -2.300 + 3.67 \ln L \quad (n = 61, R^2 = 0.989) \\ (w = 0.1003 L^{3.67})$$

P. culiciformis では体長2.26~9.90mmの範囲で、

$$\ln w = -0.421 + 2.78 \ln L \quad (n = 56, R^2 = 0.896) \\ (w = 0.6563 L^{2.78})$$

2.4 体長の頻度分布

定期調査で採集されたユスリカ幼虫は実体顕微鏡下で種類に分けた後、頭幅または頭長により齢期に分けた。頭幅の平均値は *S. akizukii* では4齢が0.40mm, 3齢が0.23mm, 2齢が0.14mm, *P. culiciformis* では4齢が0.59mm, 3齢が0.31mm, 2齢が0.20mmであった。幼虫は70%エタノールに保存し、後日万能投影機上で20倍に拡大し、頭部前端から尾部剛毛基部までを体の中心線に沿ってトレースし、デジタイザーで体長を測定した。

体長0.5mmごとに個体数を積算し、体長の頻度分布ヒストグラムを作成した。これをコーホートに分離するために、正規分布曲線を当てはめた。当てはめる正規分布曲線の数 (m) によりパラメータの数は $(3m - 1)$ に変化する。パラメータ値と正規分布曲線の数は次式で示される残差平方和 (V) が最小になるように最小2乗法により決定した (Iwakuma *et al.*, 1989)。

$$V = \sum (y_j - y_{\text{calc}})^2 / (s - 3m + 1)$$

ただし y_j は j 番目の体長階級の個体数頻度、 y_{calc} は計算により求められた j 番目の体長階級の個体数頻度、 s は体長の階級総数で *S. akizukii* では32 (0~16mm), *P.*

表 1 宮床湿原の池塘50 (地点D1及びD2) で採取された底生動物のリスト
 ○: 幼虫による分類結果. ユスリカ科は種に分類していない (岩熊, 1995b); ◎: 幼虫の飼育により得られた成虫によるユスリカの出現種 (上野・岩熊, 1995)

Table 1 List of zoobenthos collected from pool 50 (Sites D1 and D2) in Miyatoko Mire.

底生動物	Zoobenthos	地点D1	地点D2
節足動物門	Arthropoda		
昆虫綱	Insecta		
カゲロウ目	Ephemeroptera		
コカゲロウ科	Baetidae sp.	○	
トンボ目	Odonata		
イトトンボ亜目	Suborder Zygoptera		
エゾイトトンボ	<i>Coenagrion lanceolatum</i> (Selys)	○	
モートンイトトンボ	<i>Mortonagrion selenion</i> (Ris)		○
トンボ亜目	Suborder Anisoptera		
モイワサナエ	<i>Davidius moiwanus moiwanus</i> (Okumura)	○	
ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i> (Selys)	○	
ダビドサナエ属 sp.	<i>Davidius</i> sp.	○	
サナエトンボ科 spp.	Gomphidae spp.	○	
ハッチョウトンボ	<i>Nannophya pygmaea</i> Rambur	○	
ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i> Brauer		○
ヨツボシトンボ	<i>Libellula quadrimaculata asahinai</i> Schmidt	○	
ミヤマアカネ	<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i> (Selys)	○	
カワゲラ目	Plecoptera		
オナシカワゲラ科 spp.	Nemouridae spp.	○	○
カメムシ目	Hemiptera		
ミズムシ科 sp.	Corixidae sp.	○	
コバンムシ	<i>Ilyocoris exclamationis</i> Scott.	○	
アミメカゲロウ目	Neuroptera		
センブリ属 sp.	<i>Sialis</i> sp.	○	○
コウチュウ目	Coleoptera		
ヘイケボタル	<i>Luciola lateralis</i> Motchulsky	○	○
ハエ目	Diptera		
ユスリカ科	Chironomidae		
モンユスリカ亜科	Subfamily Tanypodinae		
	<i>Ablabesmyia</i> sp.		◎
	<i>Macropelopia</i> sp.	◎	
	<i>Procladius culiciformis</i> (Linnaeus)		◎
	Tanypodinae sp.	◎	
エリユスリカ亜科	Subfamily Orthoclaadiina		
	<i>Cricotopus</i> sp. <i>tremulus</i> sp.	◎	
	<i>Heterotrissocladius marcidus</i> (Walker)	◎	
ユスリカ亜科	Subfamily Chironominae		
	<i>Stictochironomus akizukii</i> Tokunaga		◎
	<i>Micropsectra</i> sp.		◎
ヌカカ科	Ceratopogonidae		
ヌカカ亜科 sp. 1	Ceratopogoninae sp. 1	○	○
トビケラ目	Trichoptera		
コカクツツトビケラ属 sp.	<i>Goerodes</i> sp.	○	
アミメトビケラ属 sp.	<i>Oligotricha</i> sp.	○	○
クダトビケラ科 sp.	Psychomiidae sp.	○	○
トビケラ目 spp.	Trichoptera spp.	○	
甲殻綱	Crustacea		
マルミジンコ科 sp.	Chydoridae sp.		○
ミズムシ	<i>Asellus hilgendorfii</i> Bovallius	○	○
環形動物門	Annelida		
貧毛類 spp.	Oligochaeta spp.	○	○
クモ形綱	Alachinoidea		
ミズダニ	Water mite	○	
軟体動物門	Mollusca		
マメシジミ属 sp.	<i>Psidium</i> sp.	○	
その他	Others	○	

culiciformis では24 (0~12mm) であった。

2.5 ユスリカ幼虫の生産量

2.4で分離された幼虫のコーホートごとの個体数と体長から平均の個体重を求め、次の増分加算法により各採集時点間の生産量を計算した。

$$P_k = (W_{k,i+1} - W_{k,i})(N_{k,i+1} + N_{k,i})/2$$

ただし P_k は k 番目のコーホートの生産量 ($g\ m^{-2}$)、 $W_{k,i}$ は時点 i におけるその平均個体重 (g)、 $N_{k,i}$ は時点 i におけるその個体数 (m^{-2}) である。これをコーホートで積算し1日当たりの数値にしたものである。

2.6 ユスリカの食性

幼虫を10%水酸化カリウム溶液に、個体の大きさにより20分~60分浸し、蒸留水で洗浄後、順次エタノール、キシレンに移しプレパラート上にカナダバルサムで封入し標本とした。これを顕微鏡観察により、消化管内のユスリカ幼虫、珪藻類、鼓藻類等の内容物の有無を確認した。

3 結果

3.1 環境要因

図1には池塘50の池底に設置した自記水温計の記録を示す。この水系は湧水を水源に持ち、水源での水温は冬季でも8.0℃であることから、湿原が雪で覆われる1月から3月の間も他の地点では0℃まで下がっているにもかかわらず(岩熊, 1995a)、池塘50での日平均水温は4℃であった。夏季の日平均水温は年によって違いがあるが、10~14℃の間であった。これらの値は1日の変動がかなり大きく、その幅は夏季には約10℃、冬季には2℃に及んだ。1991年5月30日から、1992年5月29日までの1年間の積算温度は2950℃-days、平均水温は8.1℃であった。

各採集日には、表層水の水温、pH、電気伝導度を測定しているが、水温は最も低い1月から2月の間は測定されていない。地点D2における測定値の年最小値と最大値のレンジは、水温が5.9~20.6℃、pHが4.92~6.83、電気伝導度が11.0~25.0 $\mu S\ cm^{-1}$ であった(岩熊, 1995a)。自記水温計の記録では、夏季の水温は底層でも1日に10℃も変化したことから、日中に測定された値は高めにバイアスがかかっていると考えられる。したがって、平均水温や積算温度の算出には図1で示される連続

測定値を用いた。

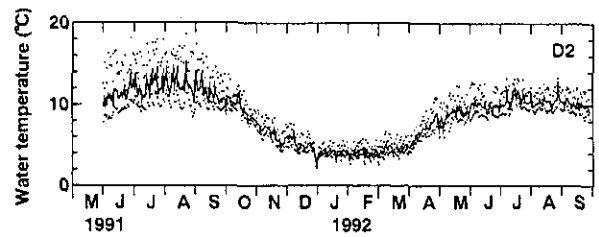


図 1 宮床湿原池塘50 (地点D2) の底の水温変動
1時間ごとに記録された日平均値を実線で、日最大値と最小値を点で示す。

Fig. 1 Seasonal changes in bottom water temperature in Pool 50 of Miyatoko Mire (Site D2)
Solid line shows the daily mean temperatures calculated from those recorded at 1 hour intervals and dots show daily maximum and minimum values.

3.2 ユスリカ幼虫の個体群動態

Stictochironomus akizukii 幼虫の個体数は $2400\ m^{-2}$ (1991年6月) から最大個体数 $10640\ m^{-2}$ (8月) の間を変動した。2齢幼虫は8月~12月まで出現し、8月には個体数は最大の $7000\ m^{-2}$ に達した3齢幼虫は8月から出現し、9月から10月には $7000\ m^{-2}$ のピークに達した。4齢幼虫は通年出現していたが、1992年の5月には $5500\ m^{-2}$ に達した。蛹は5月及び8月に出現し、この時期が成虫の羽化期であることを示していた(図2)。

Procladius culiciformis 幼虫の個体数は $3100\ m^{-2}$ (1992年5月) から最大個体数 $18500\ m^{-2}$ (1991年5月) の間を変動した。2齢から4齢までのどの齢期の幼虫ともほぼ1年中出現した。2齢幼虫は9月に最大個体数の $4000\ m^{-2}$ に到達し、3齢幼虫は10月に最大個体数の $3500\ m^{-2}$ になった。4齢幼虫は1991年5月には $10000\ m^{-2}$ であったが、1992年5月には $1000\ m^{-2}$ と少なかった。この月及び8月には胸部に成虫の翅・脚の原基が発達した前蛹状態の幼虫が出現し、成虫の羽化期であることを示していた。*S. akizukii*, *P. culiciformis* のいずれも、越冬中の幼虫個体数には、顕著な減少はみられなかった(図2)。

地点D2からは、この他に *Ablabesmyia* sp., *Micropectra* sp., *Orthocladiinae* spp. 等のユスリカ幼虫が採取されたが、その個体数は $1000\ m^{-2}$ 以下であった。

図3は2種のユスリカの体長の頻度分布を示す。正規分布曲線を当てはめてみると、両種とも各採集時点で2つのコーホートより成っていることが分かった。ただし、

P. culiciformis については、1991年5月～8月は3つのコーホートが存在するようである。このコーホートを追跡すると *S. akizukii* は8月に出現する若齢幼虫が冬の終わりまでに4～8mmに成長していた。冬季の12月から3月までの間は若干成長がみられ、翌年の1992年4月から5月にかけて急速に成長し体長4～10.5mm（平均7.5mm）までになった。しかしながらこのコーホートは2齢から4齢幼虫で構成され、体長も老熟幼虫の大きさには達していない。一方1991年5月には、前年から続く2つのコーホートが存在し、大きい方のコーホートは6月にはほとんどが泥中から姿を消し、この期間に羽化をしたと考えられた。小さい方のコーホートは5月には体長4.5～9.5mm（平均7.2mm）であったが、8月までに9.5～15.5mm（平均12.8mm）に成長し、一部はこの8月に羽化したものの、他は再び冬を越し、翌年の1992年4月から5月の間に泥中から姿を消し、ほとんどすべてが羽化をしたと考えられた。このコーホートは1990年の5月から6月にふ化したものと推定される。従って *S. akizukii* は1年ないし2年の生活環を持っていると考えられる。

P. culiciformis は1991年5月には、最も大きいコーホートは体長平均8.5mmで個体数約4000 m^{-2} であったが、このコーホートは6月までにはほとんどが羽化をした。次の大きさのコーホートは体長3.0～8.0mm（平均5.8mm）で、個体数は15000 m^{-2} と推定された。このコーホートは8月には7.5～11.0mm（平均8.6mm）に成長したが、個体数は約2000 m^{-2} に減少しこの間に成虫が羽化したことが推測された。8月には、一番小さいコーホートは体長が1.5～3.5mm（平均2.1～2.3mm）であったが、この時点での個体数は約1000 m^{-2} であった。ところが9月には体長1.0～5.5mm（平均2.6mm）の幼虫が個体数6000 m^{-2} 出現した。このコーホートは、6月から8月の間に羽化した成虫の産卵によるものと推定された。このコーホートはそれ以後翌年の1992年の4月まで体長はほとんどかわらず、5月にかけて少し成長し、体長1.5～6mm（平均3.3mm）になった。1991年の8月に羽化をしたコーホートの残りの幼虫はそれ以後ほとんどが成長が止まった状態で、体長7～10mmのまま翌年の春を迎え、5月から6月にかけて羽化をした。1991年の5月から8月にかけて成長すると見られるもう一つのコーホートは、5月に孵化した幼虫と考えられるが、9月以降は2年目のコーホートに合流し、区別がつかなくなっ

た。*P. culiciformis* は *S. akizukii* と同様1年ないし2年の生活環を持っているようであるが、成長する時期は約1カ月遅い。

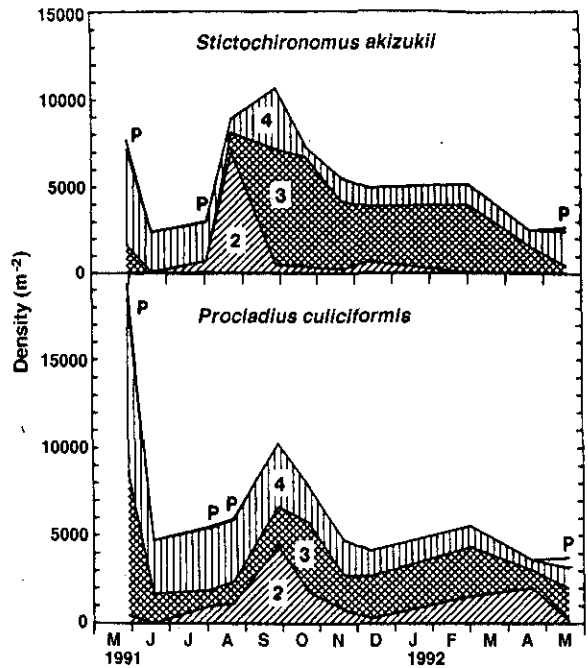


図 2 池塘50（地点D2）における優占する2種のユスリカ（*Stictochironomus akizukii*, *Procladius culiciformis*）の幼虫及び蛹の密度の季節変動。数字は幼虫の齢期、Pは蛹（*S. akizukii*）または前蛹（*P. culiciformis*）を示す。

Fig. 2 Seasonal changes in larval and pupal densities of two dominant chironomid species (*Stictochironomus akizukii*, *Procladius culiciformis*) in Pool 50 (Site D2). Numerals in the figure indicate larval instars and the letter "P" indicates pupae for *S. akizukii* or mature fourth instar larvae before pupation for *P. culiciformis*.

図4は体長のデータから体重を推定し積算したユスリカ幼虫の現存量の季節変動である。*S. akizukii* 幼虫の最大現存量は4.63 $g m^{-2}$ 、平均現存量は1.46 $g m^{-2}$ であった。このうち4齢幼虫が1.32 $g m^{-2}$ で90.2%を占め、平均個体数では幼虫の54%を占めている3齢幼虫の平均現存量は1.4 $g m^{-2}$ で9.5%、2齢幼虫では0.2%に過ぎなかった。

P. culiciformis 幼虫の最大現存量は1.51 $g m^{-2}$ 、平均現存量は0.44 $g m^{-2}$ であった。4齢幼虫の平均現存量は0.38 $g m^{-2}$ (86.7%)、3齢幼虫の平均現存量は0.05 $g m^{-2}$ (11.8%)であった。

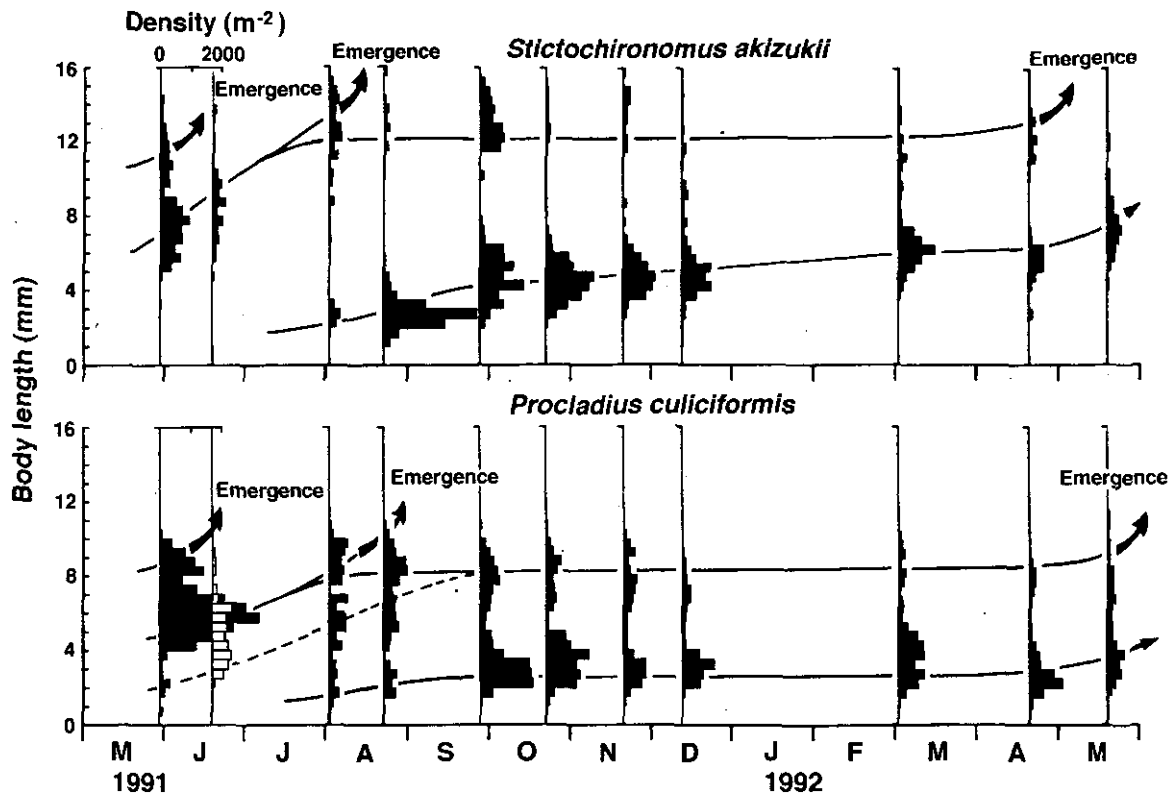


図 3 池塘50 (地点D2) における2種のユスリカ幼虫の体長頻度分布の季節変動
体長頻度分布は体長別密度に換算して示してある。曲線は体長の分布より分離されたコーホートの成長を示す。

Fig. 3 Seasonal changes in the frequency distributions of body lengths for *Stictochironomus akizukii* and *Procladius culiciformis* in Pool 50 (Site D2)

Usually two cohorts were recognized in the frequency distribution diagrams and these cohorts were traced by solid lines as growth curves.

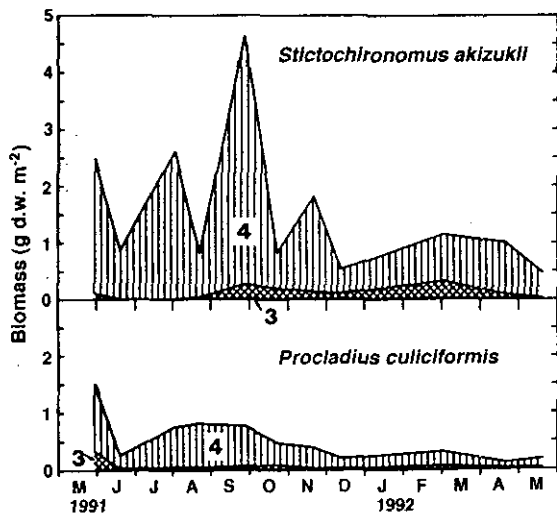


図 4 池塘50 (地点D2) における優占する2種のユスリカ (*Stictochironomus akizukii*, *Procladius culiciformis*) の幼虫現存量の季節変動
数字は幼虫の齢期を示す。

Fig. 4 Seasonal changes in larval biomasses of two dominant chironomid species (*Stictochironomus akizukii*, *Procladius culiciformis*) in Pool 50 (Site D2)
Numerals in the figure indicate larval instars.

3.3 幼虫の成長速度の温度依存性

図1の水温の1時間ごとの連続記録をもとに、ユスリカ幼虫の体長測定時点間の平均水温を求め、瞬間成長速度 (g, day^{-1}) との関係調べた (図5)。 g は

$$g = (\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)$$

ただし、 L_i は時間 t_i (day) における平均体長 (mm) である。*S. akizukii* 幼虫については平均水温 ($T, ^\circ\text{C}$) に対して、

$$g = 0.0055 + 0.0014T \quad (n = 9, R^2 = 0.591)$$

の関係が得られた。この関係より求められる発育零点は 3.8°C であった。

P. culiciformis 幼虫については、水温に依存する成長が見られるものの有意な回帰ではなかった。このことは、本種の成長が温度以外の要因に依存していることを示唆している。

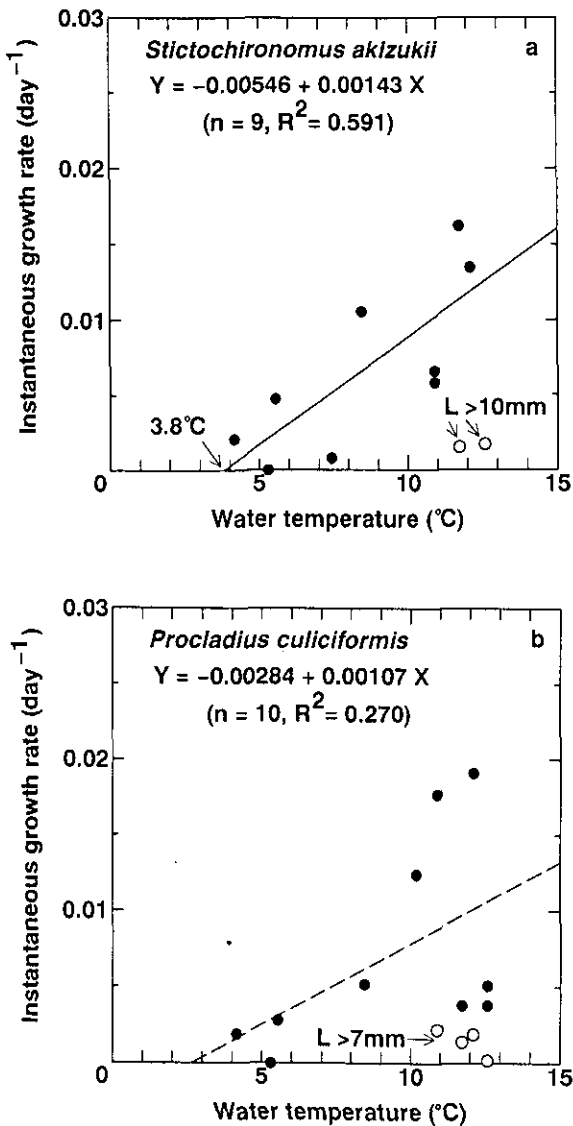


図 5 野外のユスリカ幼虫成長から求められた瞬間成長速度の水
 温に対する関係
 a: *Stictochironomus akizukii*; b: *Procladius culiciformis*.
 Fig. 5 Relationships of instantaneous growth rate of chironomid
 larvae observed in the field to water temperature
 a: *Stictochironomus akizukii*; b: *Procladius culiciformis*.

3.4 ユスリカ幼虫の生産量

図 6 にユスリカ幼虫の 1 日当たりの生産速度を示す。
S. akizukii 幼虫の最大生産速度は 6 月から 8 月にかけて
 の間で、 $63 \text{ mg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ であり、年を越したコーホー
 トの成長に対応していた。6 月にふ化した新しいコー
 ホートが成長する 8 月から 9 月にかけては、もう一つの
 小さいピークがみられた。年間の生産量は 4.36 g m^{-2} で、
 生産量/現存量比は 3.0 であった。冬季の 11 月から 3 月
 の間はほとんど生産が行われていなかった。

P. culiciformis 幼虫の最大生産速度は 5 月から 6 月に
 かけての間で、 $64 \text{ mg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ であり、これも年を越

したコーホートの成長に対応していた。8 月にふ化した
 新しいコーホートが成長する 9 月から 10 月にかけては、
 もう一つの小さいピークがみられた。年間の生産量は
 2.06 g m^{-2} で、生産量/現存量比は 4.7 であった。

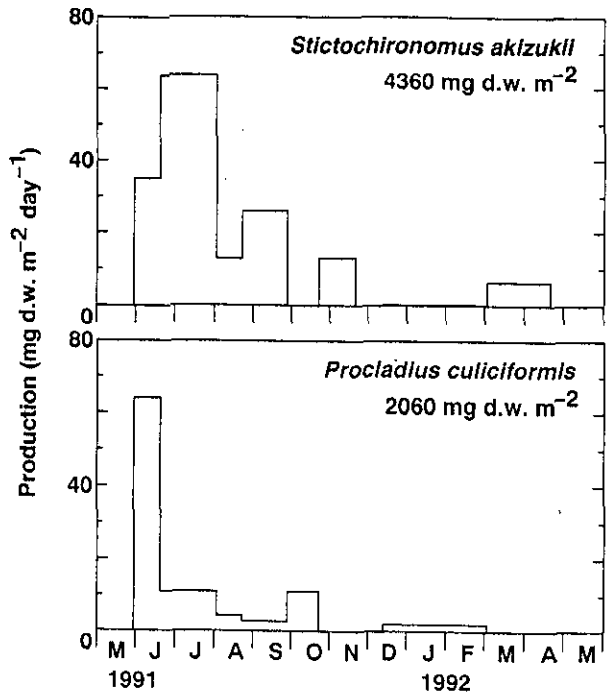


図 6 池塘 50 (地点 D2) における優占する 2 種のユスリカ
 (*Stictochironomus akizukii*, *Procladius culiciformis*) の生産
 速度の季節変動
 種名の下に数字は 1991 年 5 月末から 1992 年 5 月末までの年
 生産量を示す。
 Fig. 6 Seasonal changes in production rate of larvae for two domi-
 nant chironomid species (*Stictochironomus akizukii*, *Procla-
 dius culiciformis*) in Pool 50 (Site D2)
 Numerals below the species name indicate annual produc-
 tion during late May 1991 to late May 1992.

3.5 *P. culiciformis* 幼虫の食性

表 2 には *P. culiciformis* 幼虫の食性を示す。*S. akizukii*
 の若齢幼虫の出現する 8 月～9 月には *P. culiciformis* の
 3 齢, 4 齢幼虫は *S. akizukii* の 1 齢, 2 齢幼虫を捕食し
 ていた。9 月から 10 月には *P. culiciformis* の 4 齢幼虫は
S. akizukii の 3 齢幼虫も捕食していた。*S. akizukii* の 3
 齢幼虫は 8 月にも池塘底泥には出現していたが、*P.*
culiciformis の 3 齢, 4 齢幼虫とも、*S. akizukii* の 2 齢幼
 虫をより多く捕食している傾向がみられた。*P.*
culiciformis の 4 齢幼虫は、頻度は低いながら、同じ種
 の 2 齢幼虫も捕食していた。同じ Tanypodiinae に属す
 る *Ablabesmyia* 幼虫も捕食していた。消化管内の幼虫は

表 2 地点 D2より採取された *Procladius culiciformis* 幼虫の消化管内容物
消化管中にそれぞれの内容物の確認された *P. culiciformis* の個体数と、その個体数が総個体数に占める割合（出現頻度，%）を示す。

Table 2 Digestive tract contents of *Procladius culiciformis* larvae collected from site D2

日付 Date	令期 Instar	総個体数 N	餌の種類kが確認された個体数, n_k							出現頻度(n_k/N , %)		
			Food item							Percentage occurrence		
			<i>Stictochironomus</i>		<i>Procladius</i>		<i>Ablabesmyia</i>		藻類 ¹	<i>Stictochironomus</i>	<i>Procladius</i>	Chironomid total
instar 1	2	3	instar 2	instar 1	2							
30 May 1991	4	15	0	0	0	2	0	0	13	0	13	13
	3	29	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1 Aug	4	17	1	1	0	1	0	1	15	12	6	18
	3	15	1	2	0	0	0	0	13	20	0	20
21 Aug	4	14	0	4	0	1	1	0	8	29	14	43
	3	14	1	3	0	0	0	0	10	29	0	29
	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
26 Sep	4	20	0	1	1	1	0	0	15	10	5	15
	3	17	1	0	0	0	0	0	13	6	0	6
	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 Oct	4	19	0	1	1	1	0	0	16	11	5	16
	3	20	0	1	0	0	0	0	19	5	0	5
	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11 Dec	4	20	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0

¹主として珪藻類(*Aulacoseira*, *Suriella*)と鼓藻類(*Closterium*, *Euastrium*)

例外なく頭部が前方に、腹部が下面に向いていた。消化管の中にユスリカ幼虫が最も高頻度に確認された時期は8月で、*P. culiciformis* の4齢幼虫の43%、3齢幼虫の29%に確認された。この時期は *S. akizukii* の羽化期後の若齢幼虫の出現期である。12月には *P. culiciformis* 幼虫の消化管にはユスリカ幼虫はみられなかった。*P. culiciformis* の2齢幼虫については検査個体数は少ないが、ユスリカ幼虫を全く捕食していなかった。

いずれの採集時点においても、ほとんどすべて(3, 4齢の60~100%)の *P. culiciformis* 幼虫の消化管には、*Suriella* sp. 等の大型珪藻と *Euastrium* sp., *Closterium* sp. 等の大型の鼓藻類が確認された。

S. akizukii の幼虫の消化管内は大部分が植物遺体とみられる繊維状のものや鉱物粒子で占められ、その他 *Aulacoseira* spp. などの小型の珪藻類が確認された。*P. culiciformis* とは異なり、大型の珪藻や鼓藻類はみられなかった。このような消化管内容物組成は、どの齢期の *S. akizukii* 幼虫でも変わらなかった。

4 考察

S. akizukii は中禅寺湖、丸沼、西湖、山中湖、支笏湖、

洞爺湖、琵琶湖等、比較的標高の高い、貧栄養から中栄養の湖沼によく出現している種である (Sasa, 1989)。富栄養湖の湯の湖 (湖面標高1478m) にも出現しているものの、本種の密度は非常に低い (Iwakuma et al., 1993)。本種の湖内での分布は中禅寺湖や湯の湖では沿岸帯である (Sasa, 1984; Iwakuma et al., 1993)。なお、尾瀬ヶ原では *S. akizukii* の成虫が採集されているが (Hashimoto, 1982)、底生動物としてはこの属の幼虫は採集されていない (Kurasawa et al., 1982)。また日本以外の湿原水域では、この属はあまり報告されていないようである (Dowling and Murray, 1980; Wrubleski, 1987; Rosenberg et al., 1988)。

Procladius 属の幼虫は富栄養湖でしばしば高密度になる。これは、*Procladius* 幼虫が底泥表面を自由に動き回れることで、貧酸素条件を回避できること (Mundie, 1957) から、他の種よりも富栄養湖での生存に有利であるためとも考えられる。しかし池塘50での夏季における夜間の溶存酸素濃度は約 $7 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$ あり (岩熊, 未発表)、極端に酸素が不足しているということは考えられなかった。*Procladius* 属は湿原には普遍的に出現している (Dowling and Murray, 1980; Wrubleski, 1987; Kura-

sawa *et al.*, 1982)。尾瀬ヶ原の貧栄養な泥炭地池塘での幼虫の個体数は $15\sim 1260\text{ m}^{-2}$ である (Kurasawa *et al.*, 1982)。またこれまでに報告されている湖沼での本属の個体数は、高いものでも $1000\sim 5000\text{ m}^{-2}$ である (Dusoge, 1980; Siegfried, 1984)。宮床湿原の池塘における *Procladius* の個体数は、これまでの淡水域における数値をはるかに上回っていた。

S. akizukii の発育零点は 3.8°C であった。これは霞ヶ浦のオオユスリカ (*Chironomus plumosus* (L.)) で得られている値の 4°C (Iwakuma *et al.*, 1984) にほぼ一致していた。また湯の湖で全域に分布するヤマトユスリカ (*Chironomus nipponensis* Tokunaga) の発育零点 4.0°C (岩熊未発表) とも一致していた。この *C. nipponensis* は終齢幼虫の体長が $10\sim 20\text{mm}$ とやや大型であるが、湯の湖の沿岸帯では1年間の積算温度 $2724^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ の下で1年で成長を完了している (Iwakuma *et al.*, 1993)。宮床湿原の池底の積算温度 $2950^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ は湯の湖の沿岸帯とほぼ同等であり、また *S. akizukii* と *C. nipponensis* の発育零点もほぼ一致している。したがって水温の条件からは、宮床湿原においても *S. akizukii* は1年で発育を完了することが可能であると考えられる。しかしながら図3からは、*S. akizukii* の一部は1年で発育を完了しているものの、多くは発育に2年を要していることが示された。宮床湿原の池では富栄養湖の湯の湖に比較して、何らかの栄養条件が劣ることが考えられる。

地点D2におけるユスリカの年生産量 4.36 g m^{-2} (*S. akizukii*), 2.06 g m^{-2} (*P. culiciformis*) 及び合計の 6.42 g m^{-2} は富栄養水域におけるユスリカ生産量に匹敵している (岩熊, 1986)。年平均現存量は *S. akizukii* が 1.46 g m^{-2} , *P. culiciformis* が 0.44 g m^{-2} であった。*S. akizukii* の年平均現存量のうち1~3齢幼虫は約10%の 0.14 g m^{-2} にすぎないため、消化管内に見いだされるユスリカ幼虫だけでは *P. culiciformis* の生産を支えるには不十分であると考えられる。宮床湿原における、他の湖沼には例をみない高密度の *P. culiciformis* 個体群は、主に底生藻類により維持されているのであろう。

地点D2における底生藻類は藍藻類 (Cyanophyta) の *Anabaena* sp., *Chroococcus turgidus*, *Oscillatoria* sp., 珪藻類 (Bacillariophyta) の *Aulacoseira* spp., *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Actinella punctata*, *Suriella linearis*, *Pinnularia* spp., *Tabellaria* spp., 緑藻類 (Chlorophyta) の *Closterium* spp., *Euastrum crassum* var. *tumidum*,

Gloeblandia neglecta var. *neglecta*, *Pleurotaenium minutum* var. *minutum* 等である。緑藻類では大型の鼓藻類が優占している (渡辺ら, 1995)。*P. culiciformis* 幼虫はすべての期間を通じて、これらの底生藻類のうち *Suriella* 等の大型珪藻や *Closterium*, *Euastrum* 等の鼓藻類をよく摂食していた。小型で個体数の多い *Aulacoseira* spp. は、*S. akizukii* の消化管には多く見られたが、*P. culiciformis* 幼虫の消化管には見られていなかった。*P. culiciformis* 幼虫は大型の底生藻類を選択的に摂食しているように見受けられる。

Procladius 属の幼虫は肉食性であることはよく知られているが (Baker and McLachlan, 1979; Kajak, 1980), 藻類やデトリタスを食べていることも明らかにされている (Vodopich and Cowell, 1984; Hershey, 1986)。ただし実験的には、藻類やデトリタスを餌にした場合は、ユスリカや貧毛類を餌にした時と比較して、成長速度や生存率の低下がみられたり (Baker and McLachlan, 1979) 全く成長せず死亡してしまう (Vodopich and Cowell, 1984) という報告もある。Hilsenhoff (1967) は Winnebago 湖で、*Procladius* や *Coelotanytus* 等の肉食性のユスリカの羽化期がオオユスリカのそれよりも多少遅れて同調することを見いだした。彼は、オオユスリカの1齢幼虫が出現しそれを捕食することで肉食性のユスリカの羽化が促進されると考えた。Vodopich and Cowell (1984) の実験では、*P. culiciformis* を藻類とデトリタスのみで飼育した場合に28日間は生存したもののすべて死亡してしまった。その原因について彼らは、これらの餌だけではタンパク質等の栄養分の不足であろうと考えた。宮床湿原の *P. culiciformis* の羽化期のピークは *S. akizukii* の2齢幼虫の個体数のピークである8月にみられた (図2, 3)。*P. culiciformis* 4齢幼虫の成長の著しい6月から8月はじめにかけては (図3), *S. akizukii* の1齢幼虫が多数出現したと考えられ、*P. culiciformis* の羽化前の成長を促進していたのであろう。

この池塘50には、藻類・デトリタス食者としてはユスリカ以外に貧毛類、アミメトビケラ (*Oligotricha* sp.) やミズムシ (*Asellus hilgendorffii*) が生息している。上位の捕食者にはトンボ類の幼虫やセンブリ (*Sialis* sp.) が位置し、食物網を形成していると考えられる。これらの生物を含めた食物網と物質循環の解明が今後の課題である。

謝 辞

斉藤ヒロ子氏及び横島智子氏には底生動物の拾い出し及びユスリカ幼虫体長測定を手伝って頂いた。記して謝意を表す。

引用文献

- Baker, A. S. and A. J. McLachlan (1979): Food preference of Tanypodinae larvae (Diptera: Chironomidae). *Hydrobiologia*, 62, 283-288.
- Dowling, C and D. Murray (1980): The distribution of the Chironomidae (Diptera) in two irish blanket bogs. In: *Chironomidae: Ecology, Systematics Cytology and Physiology* (ed. D. A. Murray), pp. 53-61. Pergamon Press, Oxford.
- Dusoge, K. (1980): The occurrence and role of of the predatory larvae of *Procladius* Skuse (Chironomidae, diptera) in the benthos of Lake niardwy. *Ecol. Pol.*, 28, 155-186.
- Hashimoto, H. (1982): Four species of Chironomidae (Diptera) obtained from the Ozegahara Moor. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan* (ed. H. Hara), pp. 367-370. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- Hershey, A. E. (1986): Selective predation by *Procladius* in an arctic Alaskan lake. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43, 2523-2528.
- Hilsenhoff, W. L. (1967): Ecology and population dynamics of *Chironomus plumosus* (Diptera: Chironomidae) in Lake Winnebago, Wisconsin. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 60, 1183-1194.
- 岩熊敏夫 (1986): 陸水における二次生産, 特に底生動物の生産と富栄養化の関係について. *日本生態学会誌*, 36, 169-187.
- 岩熊敏夫 (1995a): 宮床湿原とその環境. *国立環境研究所報告*, R134, 9-22.
- 岩熊敏夫 (1995b): 宮床湿原の底生動物相. *国立環境研究所報告*, R134, 109-119.
- Iwakuma, T., M. Yasuno and Y. Sugaya (1984): Chironomid production in relation to phytoplankton primary production in Lake Kasumigaura, Japan. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22, 1150-1159.
- Iwakuma, T., K. Shibata and T. Hanazato (1989): Production ecology of phyto- and zooplankton in a eutrophic pond dominated by *Chaoborus flavicans* (Diptera: Chaoboridae). *Ecol. Res.*, 4, 31-53.
- Iwakuma, T., R. Ueno and S. Nohara (1993): Distribution and population dynamics of Chironomidae (Diptera) in Lake Yunoko, Japan. *Jpn. J. Limnol.*, 54, 199-212.
- Kajak, Z. (1980): Role of invertebrate predators (mainly *Procladius* sp.) in benthos. In: *Chironomidae: Ecology, Systematics Cytology and Physiology* (ed. D. A. Murray) pp. 339-348. Pergamon Press, Oxford.
- Kurasawa, H., Hayashi, H., Okino, T., Watanabe, Y., Ogawa, M., Morita, T., Isobe, Y., Fukuhara, H. and Ohtaka, A. (1982): Ecological studies on zooplankton and zoobenthos in the pool of the Ozegahara Moor. In: *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan* (ed. H. Hara), pp. 277-298, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- Mason, C. F. and V. Standen (1983): Aspects of secondary production. In: *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor-General Studies* (ed. A. J. P. Gore), pp. 367-382. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York.
- McLachlan, A. J. and S. M. McLachlan (1975): The physical environment and bottom fauna of a bog lake. *Arch. Hydrobiol.*, 76, 198-217.
- Mundie, (1957): The ecology of Chironomidae instorage reservoirs. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 109, 149-232.
- Rosenberg, D. M., A. P. Wiens and B. Bilyj (1988): Chironomidae (Diptera) of peatlands in northwestern Ontario, Canada. *Holarct. Ecol.*, 11, 19-31.
- Sasa, M. (1984): Studies on chironomid midges in lakes of the Nikko National Park. II. Taxonomical and morphological studies on the chironomid species collected from lakes in the Nikko National Park. *Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud.*, 70, 19-215.
- Sasa, M. (1989): Chironomidae of Japan: checklist of species recorded, key to males and taxonomical notes. *Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud.*, 125, 1-177.
- Siegfried, C. A. (1984): The benthos of a eutrophic mountain reservoir: influence of reservoir level on community composition, abundance, and production. *Calif. Fish Game*, 70, 39-52.
- 谷田一三・竹門康弘 (1981): 深泥池の水生昆虫—カゲロウとトビケラを中心に—。「深泥池の自然と人—深泥池学術調査報告書」pp.205-218, 京都市文化観光局。
- 上野隆平・岩熊敏夫 (1995): 宮床湿原のユスリカ相. *国立環境研究所報告*, R134, 121-125.
- Vodopich, D. S. and B. C. Cowell (1984): Interaction of factors governing the distribution of a predatory aquatic insect. *Ecology*, 65, 39-52.
- 渡辺 信・真山茂樹・野崎久義 (1985): 宮床湿原 2 池塘における底生藻類の現存量, 種組成及び多様性. *国立環境研究所報告*, R134, 97-107.
- Wrubleski, D. A. (1987): Chironomidae (Diptera) of peatlands and marshes, in Canada. *Mem. Ent. Soc. Can.*, 140, 141-161.



写真 1 北から見た池塘50
Photo 1 Pool 50 viewd from north

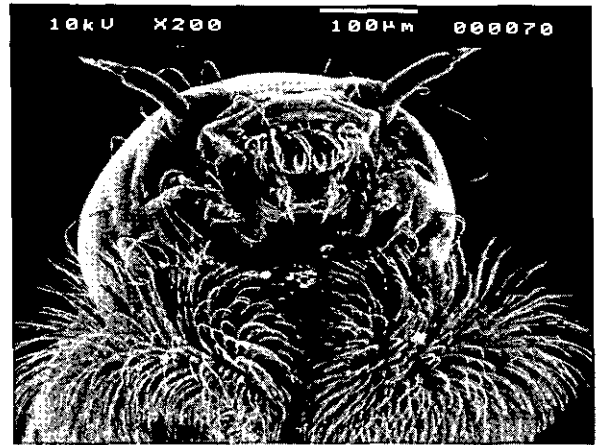


写真 2 ユスリカ (*Stictochironomus akizukii*) 幼虫頭部
Photo 2 Larval head of a chironomid, *Stictochironomus akizukii*

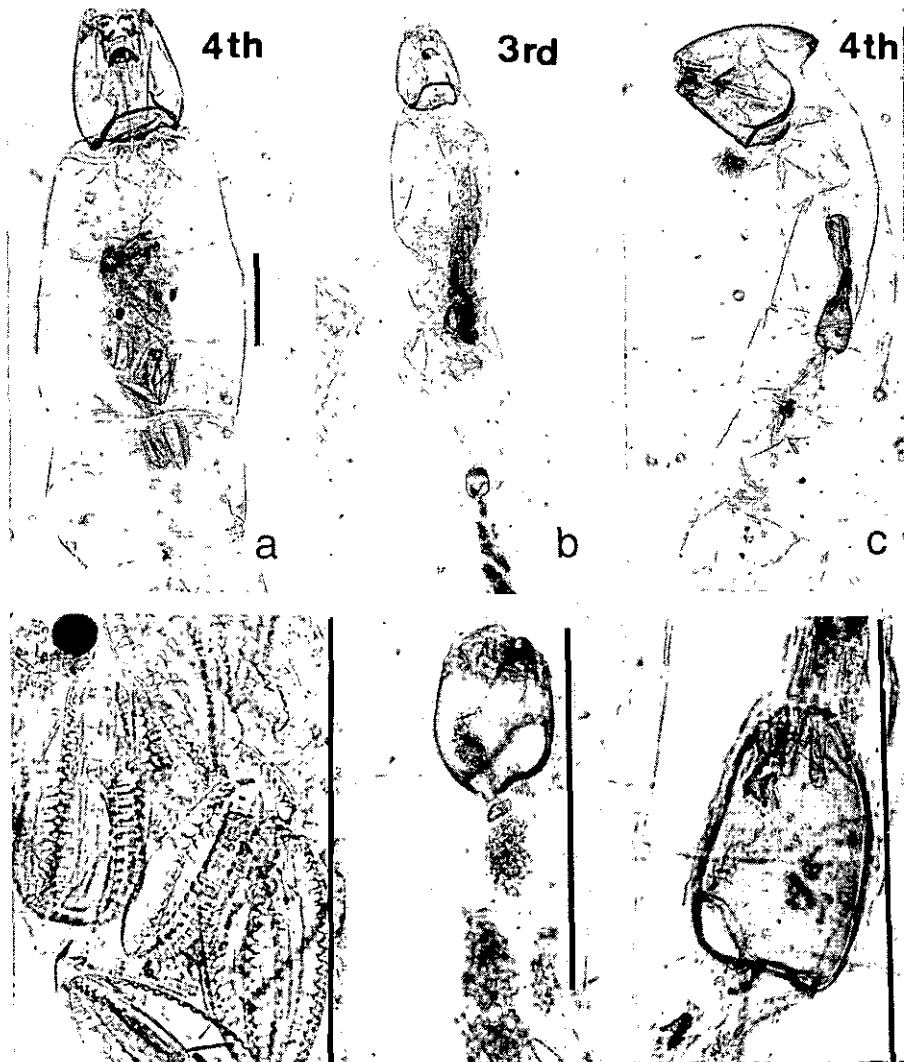


写真 3 ユスリカ (*Procladius culiciformis*) 4 齢幼虫とその消化管内容物
a: 珪藻 *Suriella*; b: *Stictochironomus* 2 齢幼虫; c: *Procladius* 2 齢幼虫
スケールは 1 mm。

Photo 3 Fourth instar larvae of *Procladius culiciformis* and their digestive tract contents. a: Diatoms (*Suriella* sp.); b: A second instar larva of *Stictochironomus*; c: A second instar larva of *Procladius*.
Scale = 1 mm.

11 ナイロンメッシュ法による湿原泥炭土の セルロース分解活性測定

Measurement of Cellulose Decomposition Activity by Nylon-mesh Method in Mire Histsols

広木幹也¹・渡辺 信¹

Mikiya HIROKI¹ and Makoto M. WATANABE¹

要 旨

高層湿原内の13カ所の泥炭土壌に厚さの異なる2種類のろ紙をナイロンメッシュの袋に入れて6ヵ月間埋め込み、ろ紙の分解率を調べた。ろ紙の分解率は0.01から0.83まで大きく変動したが、変動の要因としてろ紙の厚さの差は有意でなく、地点間差の寄与が大きかった。これらの結果から、ナイロンメッシュ法は泥炭地におけるろ紙分解活性に影響を及ぼす環境要因を評価する方法として有効であることが示された。

Abstract

Two types of cellulose filter paper in nylon meshes were buried in histsols at 13 sites in Miyatoko Mire for 6 months. The decomposition rates of the filter paper varied from 0.01 to 0.83. The difference of thickness between two types of filter paper did not affect significantly the decomposition rates, while the site differences affected significantly. This result shows that the nylon-mesh method is useful to estimate the environmental factors responsible for cellulose decomposition in a mire.

1 はじめに

湿原は、植物による生産量に対して土壌中の有機物分解量が少なく、長年月の間に植物遺体を中心とした有機物が泥炭として堆積することにより形成された生態系である。したがって、これらの有機物の分解量と分解特性を明らかにすることが、このような生態系の特性を把握するために、また、環境変化が生態系に及ぼす影響を予測、評価するために不可欠である。通常、土壌中の有機物分解活性は分解産物である炭酸ガスなどの発生量(土壌呼吸量)や分解基質の減少量で測られることが多いが、経時変化、日変化の大きい土壌呼吸量に比較して、分解基質の減少量を測定する方法は比較的長期間の分解活性を評価することに有利と思われる。このような目的で、

ナイロンメッシュなどの袋に現地で採取した植物体や泥炭を入れたリターバッグを泥炭中に埋め込み、一定期間後に回収してその重量の減少量を測定することがしばしば行われる(Ohlson, 1987; Farrish and Grigal, 1988; French, 1988; Brock and Bregman, 1989)。しかし、リターバッグに実際の植物体などを入れて埋め込む方法は、実際の分解量により近い値が求められることが期待される一方、環境要因とともに、基質によっても分解量が異なってくる(Ohlson, 1987; Farrish and Grigal, 1988)ことを考えると、このような方法は有機物分解率に影響を及ぼす環境要因を評価しようとする時の標準的方法として適当でない。そのため、分解に影響を及ぼす環境要因を評価する目的で均一なモデル有機物が土壌に埋め込まれてきた。モデル有機物としては植物体の主要な構成成分であると共に比較的分解されやすい成分でもあるセルロースがしばしば用いられ、ナイロン製のメッシュにセルロースろ紙を入れたり(メッシュ法, 斎藤, 1977; Farrish and Grigal, 1988), ろ紙の片面をポリエチレンで裏

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

打ちしたベンチコートシート（ベンチコートシート法, Tatsuyama *et al.*, 1981; 達山他, 1984; Katayama *et al.*, 1992）を土壤中に埋め込み、その分解量を測定することが行われてきた。しかし、無機質土壌と異なり泥炭地においてはベンチコートシートを長期間埋め込むと、ろ紙の繊維、泥炭を形成する植物遺体の分解物およびろ紙分解に寄与した菌糸状の微生物が互いにかみ合い、離れなくなるため、未分解のろ紙がポリエチレンの裏打ちより剥離し、ろ紙を回収することができない。そのため、ベンチコートシート法は泥炭土のセルロース分解活性の測定には適切な方法とは言えない。一方、メッシュ法においても表面に付着した土壌は回収後の重量測定においては大きな誤差の要因となるが、これは、ろ紙の表面積、形状によるところが大きいと思われる。そこで本報告では、有機物分解率に影響を及ぼす環境要因を評価するためにメッシュ法を湿原の泥炭土に適用してセルロースの分解率を求めるとし、ろ紙の種類による差、埋め込み地点による変動および誤差変動等から本方法が湿原泥炭地において環境要因による分解率の差を評価する方法として適切であるかどうかを検討した。

2 方法

実験は、福島県南会津郡南郷村の宮床湿原において行った。実験地の詳細については岩熊（1995）を参照されたい。

セルロースの分解活性は斎藤他（1977）の方法を一部改変した方法で測定した。まず、ナイロンメッシュ（メッシュの呼び寸法0.5~0.6mm）を用いて作成した袋にあらかじめ40℃で乾燥した後に重量を測定したクロマトグラフィー用ろ紙（東洋ろ紙No.514AまたはNo.526を2×5cmに裁断したもの）を2枚入れ、ポリシーラーで袋の口を封じたものを供試材料とした。No.526ろ紙はNo.514Aろ紙の約2倍の厚さのろ紙である（それぞれ325 g m⁻²および190 g m⁻²）。湿原内の13地点でNo.514AおよびNo.526ろ紙を入れた供試材、各1個ずつを深さ約5cmの泥炭層に互いに約5cmの距離で水平に並べて1992年4月27日または28日に埋め込んだ。埋め込んだ供試材は6ヵ月後の同年10月27日に回収し、付着した泥炭および植物遺体を水中で丁寧に落とした後、ろ紙片をナイロンメッシュの袋から取り出し、40℃で12時間乾燥した後、重量を測定し、埋め込み前の重量との差をろ紙の分解量とした。

3 結果及び考察

13地点に埋め込んだ26個の供試材のうち同一地点に埋め込まれた2種類のろ紙の分解率の関係を図1に示した。ろ紙の分解率は平均0.42であったが、最大0.83、最小0.01であり、変動が非常に大きかった（変動係数=0.56）。2地点でNo.526ろ紙の方がNo.514Aろ紙よりも分解率は高かったが、他の11地点ではNo.514Aろ紙の分解率の方がNo.526ろ紙の分解率よりも高かった。2種類のろ紙の分解率の間には非常に高い正の相関関係が認められた（ $r=0.668^*$ ）。埋め込み地点およびろ紙の種類がろ紙の分解率に及ぼす影響について分散分析表（表1）により有意性を検定すると、2種類のろ紙の種類の違いに基づく分散は誤差分散に対して有意でなく、また、湿原内の埋め込んだ場所による分散は誤差分散を大きく上回った。これらのことは、ろ紙分解率の変動が湿原内の場所による不均一な環境条件を反映したものであることを示す。土壌中の有機物分解を制限しているこれらの環境要因と分解量の関係については別に述べる（広

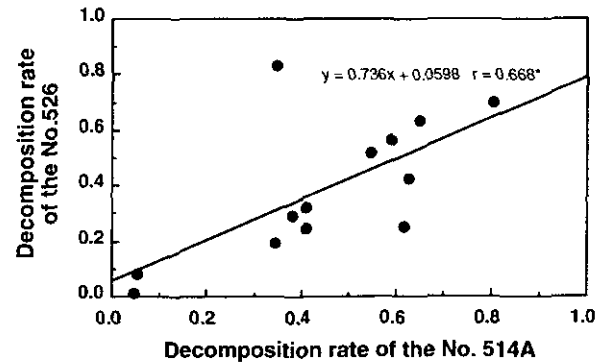


図 1 No.514A およびNo.526ろ紙の分解率
Fig. 1 Decomposition rate of cellulose filter paper, type No. 514A and No. 526, in peat soil.

表 1 セルロース分解率の変動要因と寄与率（分散分析）
Table 1 Contribution rate of the study site location and the filter paper types to the variation of cellulose decomposition rate in the peat soil

要因	自由度	変動	分散	分散比	純変動	寄与率(%)
A	12	1.110	0.093	4.97**	0.883	65.1
B	1	0.022	0.022	1.21		
e	12	0.224	0.019			
(e)	13	0.246	0.019		0.473	34.9
T	25	1.356	0.054		1.356	100.0

A: 地点間差; B: ろ紙種類間差; e: 繰返し誤差

木・渡辺, 1994) が, 本報告で述べたようなメッシュ法によるセルロース分解率の測定は, 湿原の泥炭土における有機物分解とそれを制限する環境要因との関係を明らかにしてゆくための指標に十分なり得ると考えられる。

一方, No.514A ろ紙に比較して単位重量当たり1/2の表面積しか持たないNo.526ろ紙の分解率はNo.514A ろ紙のそれよりも低い場合が多かったが, その差は有意ではなかった。これは, 泥炭地に長期間埋め込むことによりろ紙の内部にまで分解微生物が入り込むために, ろ紙の形状や泥炭との接触面積の影響が小さくなるためと考えられる。ろ紙を回収した後の付着した土壌の量は実験誤差の一因となり, これは土壌との接触面積に比例すると思われることから, No.526ろ紙の方が付着した土壌に基づく誤差は相対的に小さくなるであろう。さらに, 分解が進んだろ紙の取扱いやすさの点からも, 厚手のNo.526ろ紙を用いる方が良いと思われる。

引用文献

- Brock, T.C.M. and Bregman, R. (1989): Periodic growth, productivity, nutrient content and decomposition of *Sphagnum recurvum* var. *mucronatum* in a fen woodland. *Oecologia*, 80, 44-52.
- Farrish, K.W. and D.F. Grigal (1988): Decomposition in an ombrotrophic bog and a minerotrophic fen in Minnesota. *Soil Sci.*, 145, 353-358.
- French, D.D. (1988): Some effects of changing soil cellulose on a Scottish moor. *Oecologia*, 75, 608-618.
- 広木幹也・渡辺 信 (1995) : 宮床湿原の泥炭土壌における微生物群集とセルロース分解. 国立環境研究所研究報告, R134, 143-150.
- 岩熊敏夫 (1995) : 宮床湿原とその環境. 国立環境研究所研究報告, R134, 9-22.
- Katayama, A., E. Kaneda, K. Mihara and S. Kuwatsuka (1992): Effect of pesticides on interaction among cellulose decomposition, microflora and soil conditions: Insertion of cellulose sheets in flooded soil samples. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 38, 169-177.
- Ohlson, M. (1987): Spatial variation in decomposition rate of *Carex rostrata* leaves on a Swedish mire. *J. Ecol.*, 75, 1191-1197.
- 斎藤雅典・和田秀徳・高井康雄 (1977) : 水田土壌におけるセルロースの分解過程 (第1報) Tribe法の改良と各種染色法の検討, 日本土壤肥科学雑誌, 48, 313-317.
- Tatsuyama, K., H. Yamamoto, T. Shiota and H. Egawa (1981) : Measuring cellulose decomposition using Benchkote-paper for the estimation of soil pollution with copper. *Experientia*, 37, 131-132.
- 達山和紀・山本広基・佐々木篤・江川 宏 (1984) : ベンチコートシートを用いた土壌中のセルロース分解活性測定法, 日本土壤肥科学雑誌, 55, 180-182.

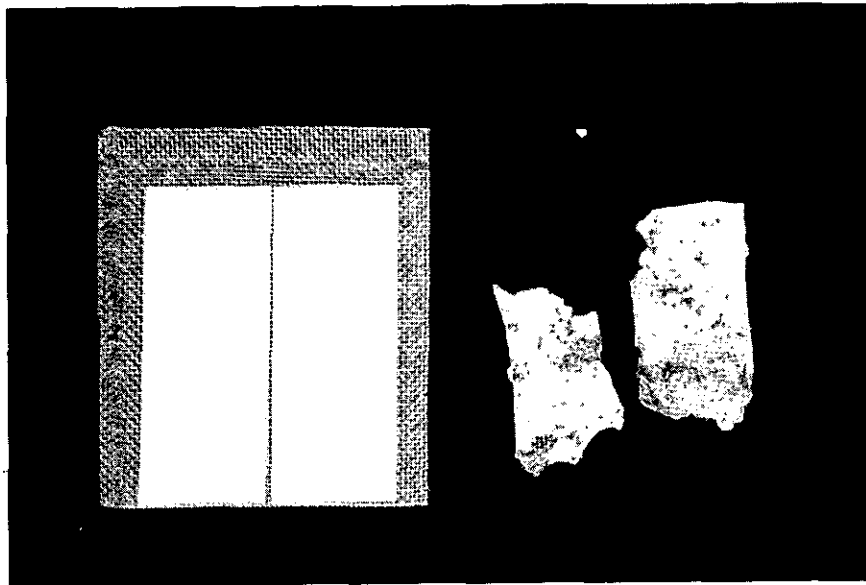


写真 1 分解率の測定に用いたろ紙サンプル
(写真左、埋め込み前のもの；写真右、実験後のサンプルをナイロンメッシュから取り出したもの)

Photo 1 The cellulose filter paper used in the experiment
The left sample in the nylon-meshes are before the experiment, and the right one are after the experiment.



写真 2 泥炭に埋め込まれたろ紙サンプル
Photo 2 The buried samples in peat soil

12 宮床湿原の泥炭土壌における微生物群集とセルロース分解

Microbial Community and Activity of Cellulose Decomposition in Peat Soil of Miyatoko Mire

広木幹也¹・渡辺 信¹

Mikiya HIROKI¹ and Makoto M. WATANABE¹

要 旨

福島県南会津郡南郷村宮床湿原において1992年4月から10月にかけて調査を行い、湿原の微地形、植生と泥炭中の微生物数、セルロース分解活性の関係について調べた。その結果、各調査地点は湿原内の微地形、植生等により(I)ムラサキミズゴケ、イボミズゴケ、チャミズゴケなどの分厚いマットによる“微高地”、(II)やや低い“窪地”のハリミズゴケ群落、(III)ミズゴケの少ない窪地、水路等、の3つに類型化された。泥炭分解度は殆ど未分解のミズゴケから分解の進んだ泥炭まで調査地点により大きく異なり、上記の区分でIII>II>Iの順に分解度は大きかった。糸状菌数(2~1000×10⁴CFU/g)、細菌数(8.5~9000×10⁵CFU/g)は調査地点、調査時による変動が大きくなり、特にIに区分された地点では季節変動が大きかった。セルロース分解細菌数(2~20×10⁵CFU/g)、セルロース分解糸状菌数(6~4000×10³CFU/g)も調査地点による変動が大きかったが、Iに区分された地点では糸状菌類が比較的優占する傾向にあり、IIIに区分された地点では細菌類が比較的優占する傾向にあった。4月から10月までの6ヵ月間のろ紙分解率は0.01から0.83の間で変動が大きかったが、概ね、II>I>IIIの順にろ紙分解率は大きかった。以上の結果から、湿原泥炭地における微生物性および分解活性は非常に不均一で変動が大きいが、これらと湿原の微地形および植生の間には相互に関連があることが示唆された。

Abstract

At a total of 14 study sites in Miyatoko Mire, including hummocks, hollows and soaks, a field survey was carried out from April to October in 1992 to determine the characteristics of microbial community and decomposition rates of cellulose in peat soil. The numbers of fungi (2-1000×10⁴CFU/g) and bacteria (8.5-9000×10⁵CFU/g) fluctuated with sites and sampling dates, especially the seasonal fluctuations of those were large at hummocks. The numbers of cellulolytic fungi (6-4000×10³CFU/g) and cellulolytic bacteria (2-20×10⁵CFU/g) fluctuated with sites also, and in Sphagnum peat at hummocks, cellulolytic fungi were predominant, while cellulolytic bacteria were predominant in the peat soil at soaks. Decomposition rates of cellulose filter paper for the 6 months varied from 0.01 to 0.83, and those were highest at hollows. These results suggest that microbial community and decomposing activity of organic matters in the mire were not uniform, and these vary with the configuration of ground and vegetation.

1 はじめに

湿原では植物による生産量に対する有機物分解量が種々の要因で低いために、植物遺体を中心とした有機物

が泥炭として蓄積した特殊な生態系が形成されている。このような生態系では土壌中での有機物の分解活性が低いために植物遺体に含まれている栄養塩類などの代謝回転速度が遅く、植物の生育の制限要因にもなっていると思われる。そのため、これら有機物の分解速度と、それを制限する環境要因を明らかにすることは、湿原生態系を理解するうえで重要である。冷涼な気象条件下で発達することの多い高層湿原では、一般に温度条件が分解を

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2
Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

制限する主要な要因の一つになっていると考えられるが、植生や微地形あるいは無機塩類の供給や土壌の化学性など他の要因によっても有機物分解活性は異なることが報告されている (Ohlson, 1987; Farrish and Grigal, 1988; French, 1988)。本報告では、湿原内の位置、地形および植生などと土壌の微生物性、分解活性との関係を調査した結果について述べる。

2 調査および実験方法

2.1 調査地

福島県南会津郡南郷村宮床湿原において1992年4月～10月に調査を行った。宮床湿原は福島県中部の標高約830mに位置する、南北約400m、東西約170m、面積約6.5haの長円形をした湿原である。湿原の東の山側には2ヵ所に湧水があり、そこから流れ出した水路が湿原内を流れ、湿原の西側と南側には小さな池澮が点在している。また、湿原の北部には人工的に作られた水路が横切っている。平年では1月から3月までの間、雪に覆われ、

夏季にはミズゴケ類、ワタスゲ、ヨシなど多種多様な植物が生育する。気温は夏季には最高30℃近くまで上がることもあるが期間は短く、分解されない植物遺体が堆積し、泥炭地を形成している(岩熊, 1995)。調査期間中(1992年4月28日～10月27日)の平均気温は約15℃、平均地温は約17℃であり、1992年7月の平均気温は19℃、平均地温は20℃(岩熊, 1995)であった。

長円形の湿原の南北方向の長軸上に6ヵ所 (No. 1～6)、東西方向の短軸上に9ヵ所 (No. 7～14およびNo. 4) の計14ヵ所に調査地点を設け (図1)、ろ紙分解活性および微生物数などを測定した。各調査地点は湿原内の微地形、植生等により、I) ムラサキミズゴケ、イボミズゴケ、チャミズゴケなどの分厚いマットが盛り上がった“微高地” (No. 2, 4, 6, 7, 13)、II) やや低い“窪地”にハリミズゴケのマットが形成されている地点 (No. 3, 8, 10, 12)、III) ミズゴケの少ない窪地、水路など (No. 1, 5, 9, 11, 14) の3つに区分された (表1)。IIIに区分された地点のうちNo. 5は

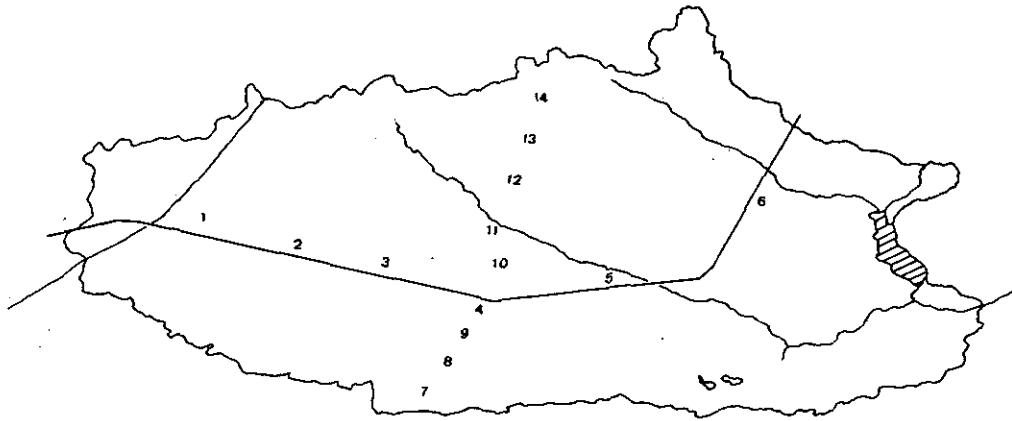


図 1 宮床湿原の概図と各調査地点の位置

Fig. 1 Locations of study sites in Miyatoko Mire.

表 1 各調査地点の概況

Table 1 Configuration of ground and vegetation at each study site.

No.	微地形・水位・乾溼	植生	
2	微高地	ムラサキミズゴケ	
4	微高地	イボミズゴケ, ミカヅキグサ, ヤマドリゼンマイ, ハイイヌツゲ等	
I	6	微高地	イボミズゴケ, ムラサキミズゴケ (少ない)
7	微高地	ムラサキミズゴケ	
13	微高地	ムラサキミズゴケ, イボミズゴケ, ヨシ	
3	窪地	ハリミズゴケ	
II	8	窪地	ハリミズゴケ
10	窪地	ハリミズゴケ, ヌマガヤ	
12	窪地	ハリミズゴケ	
1	川近く, 水位高い	モクセンゴケ少し	
5	水路の中	ヨシの間	
III	9	窪地	ハリミズゴケ (少ない), ヌマガヤ
11	水路のそば, 水位低い	ヨシ, ヌマガヤ	
14	水路の中	ヨシの間, ハリミズゴケ (少ない)	

湿原中央を流れる水路の中, No.11は湿原中央の水路の脇であるが, No. 1 は人為的に造られた水路の脇, No.14は湿原の端に近い水路の中, No. 9 はミズゴケの少ない窪地であった。

2.2 調査方法

ろ紙の分解活性はナイロンメッシュ法(斎藤ら, 1977)を一部改変した方法で測定した。すなわち, 重量を測定したろ紙(東洋ろ紙No.514AまたはNo.526を 2×5 cmに裁断したものを)を2枚, ナイロンメッシュの袋に入れ, 深さ5 cmの泥炭層に埋め込んだ。各調査地点についてNo.514AおよびNo.526ろ紙を入れたメッシュ袋を各1枚ずつ4月27日または28日に埋め込んだ。埋め込んだメッシュ袋は10月27日に回収, ろ紙の重量を測定し, その分解率を求めた。測定法の詳細は広木・渡辺(1995)に示した通りである。分解速度定数 k ($dm/dt = km$)をろ紙の残存率から求めた ($k = -\ln(m/m_0)/t$; m , 時間 t におけるろ紙重量(g); m_0 , 実験開始時のろ紙重量(g); t , 時間(year))。

4月28日, 6月22日, 8月24日および10月27日に各調査地点において, ろ紙を埋め込んだ近傍の深さ5 cm層の泥炭またはミズゴケをビニール袋に採取, 持ち帰り, 含水比, 泥炭分解度および微生物数を以下の方法で測定した。

含水比; 湿潤試料約3 gをビーカーに測り取り, 重量を測定した後, 105°Cで一昼夜乾燥させた後, 再び重量を測定した。この時の重量の減少分を試料が含んでいた水分量として, 単位乾燥重量当たりの含水比を求めた。

微生物数; 湿潤試料約3~5 gを滅菌水中でワーリングブレンダーで粉碎(15,000rpm, 2分間)した後, 好気性細菌数, 糸状菌数およびセルロース分解菌数(6月22日調査時のみ)を希釈平板法で測定した。好気性細菌数はアルブミン寒天培地で28°C, 7日間培養後に(土壤微生物研究会, 1992a), 糸状菌数はローズベンガル寒天培地で25°C, 4日間培養後に(土壤微生物研究会, 1992b)測定した。セルロース分解細菌数およびセルロース分解糸状菌数は基質としてカルボキシメチルセルロース(CMC)を含んだ培地を用いて25°C, 5日間培養した後, 生じたコロニーをコンゴレッドおよび1 M塩化ナトリウム溶液で染色し, 周囲にクリアーゾーンの生じたコロニーをセルロース分解活性のあるものとみなして(Suyama, 1993)計数した。微生物数はすべて乾土1 g

当たりの菌数として示した。

泥炭分解度; 採取した泥炭およびミズゴケの分解度は米国法(ペドロジスト懇談会, 1984)を改変した方法により求めた。すなわち, 少量の試料をプラスチック製の5 mlの注射筒(テルモ社製)に入れ, 内筒を指で強く押して水をしばり出した時の体積(V_1)を求めた後, 注射筒から取り出した試料を100メッシュ(150 μ m)のふるいの上で流水で洗い, 微細粒子を流し去った後の体積(こすらない時の繊維量; V_2)を注射筒を用いて同様に測定し, 再び100メッシュのふるいの上で指でもみながら流去するものを流し去った後の体積(こすった時の繊維量; V_3)を同様に求めた。通常は, それぞれの方法による繊維含量の比(V_2/V_1 , V_3/V_1)を泥炭の分解度の指標とすることが多いが, 本調査で用いた改変法では V_1 の値に誤差が大きくなるので V_3 と V_2 の比(V_3/V_2)を泥炭の分解度の指標とした。

pH; 8月24日および10月27日に採取した試料のpHを測定した。測定には携帯用小型pH計(堀場製作所Twin pH B-112型)を用い, 採取直後の泥炭試料を直接, pHメーターの電極に載せて測定した。

3 結果

3.1 pH

各調査地点の泥炭のpHは3.5~4.5の間であったが, 水路内のNo. 5およびNo.14の2地点ではpHは4.2~4.5であり, 他の地点に比較して高かった(図2)。これは, No. 5およびNo.14の2地点は湿原東側の湧水から湿原中央を流れる水路の影響を受けているためと考えられる。

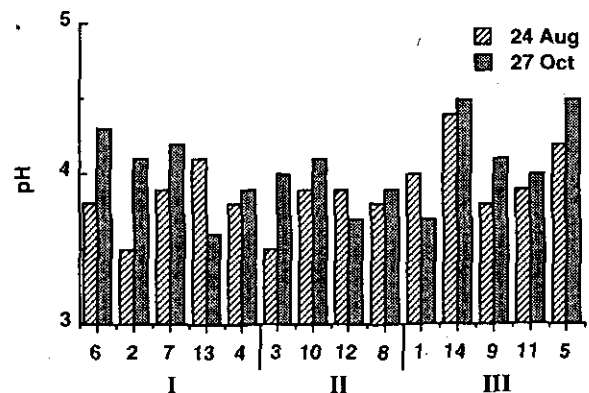


図 2 各調査地点の泥炭のpH

Fig. 2 pH value of peat soil at each study site

3.2 泥炭分解度

各調査地点の泥炭分解度を図3に示した。ミズゴケの部厚いマットが“微高地”を形成しているNo. 2, 7, 6およびNo.13の各地点の表層5 cm層はいずれもほとんど未分解のミズゴケであり、壊れにくい繊維含量の比率が高かった ($V_3/V_2 > 0.81$)。No. 4もヤマドリゼンマイやハイヌツゲなどの灌木類が生える“微高地”であったが、ミズゴケの分解は他の“微高地”の調査地点よりも進んでいた ($V_3/V_2 = 0.75$)。“窪地”のハリミズゴケのマット (No. 3, 8, 10, 12) では“微高地”よりもミズゴケの分解は進み ($0.58 > V_3/V_2 > 0.34$)、ミズゴケのほとんどない窪地 (No. 9) や水路の付近 (No. 1, 5, 11, 14) では泥炭の分解はさらに進み、壊れにくい繊維含量の比率は低かった ($0.34 > V_3/V_2 > 0.08$)。

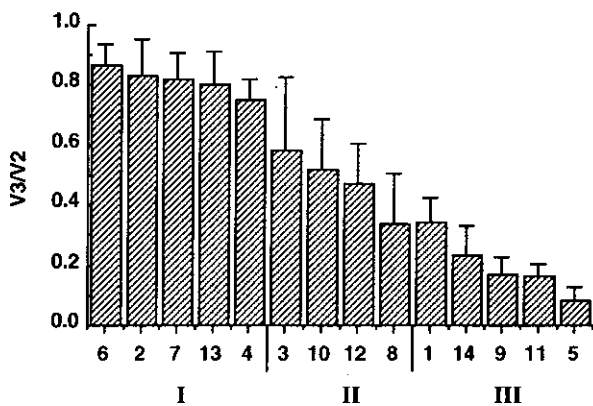


図 3 各調査地点の泥炭の分解度
4回の調査の平均値と標準偏差を示した。
Fig. 3 Degree of peat decomposition at each study site
Error bars show the standing deviations of the four sampling times.

3.3 水分含量

各調査地点の含水比の変化を図4に示した。孔隙率の大きい泥炭やミズゴケは試料の採取、運搬の過程で水分が絞り出されるため、水分含量の測定値には誤差が生じやすいことを考慮しなければならない。また、泥炭は分解が進むにつれてその空隙比が大きく減少し (梅田, 1984), 含水比の値のみから各地点の水分環境および通気性を直接比較することはできない。したがって、同じ地点での含水比の経時変化にのみ注目すると、No. 5, 14 (水路の中) やNo. 9 (ミズゴケの少ない窪地) では水分含量の変動は小さかった (変動係数 < 0.14) のに對

し、ミズゴケのマットを形成していた地点、特にNo. 2, 7, 3などでは変動が大きく (変動係数 > 0.299)、降水量の多い6月には含水比が高く、降水量の少ない8月には含水比は低下する傾向にあった。

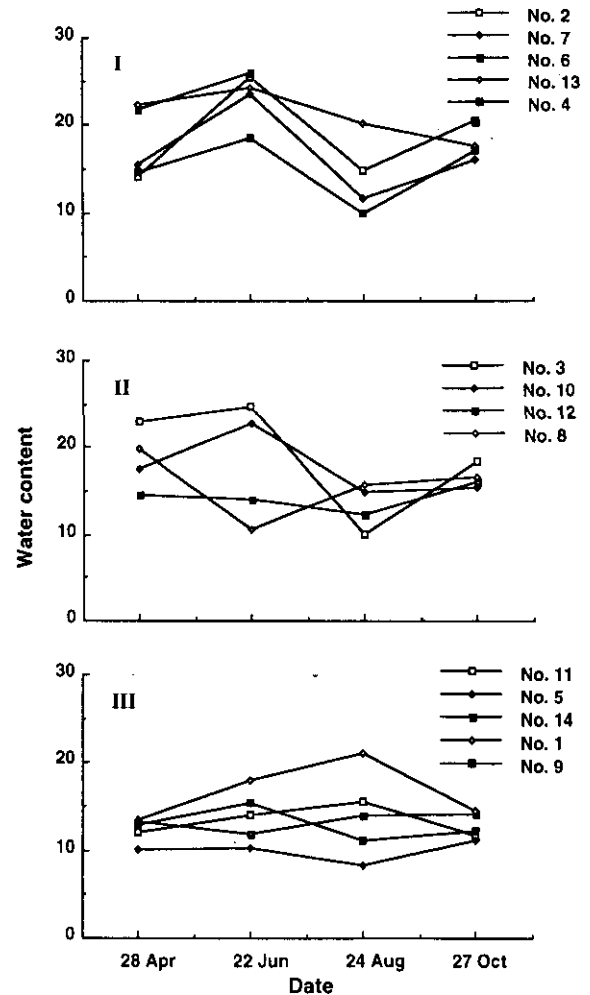


図 4 各調査地点の含水比の変動
Fig. 4 Fluctuation of water content in peat soil at each study site

3.4 微生物数

平板法による糸状菌数の変化を図5に示した。糸状菌数は $2 \sim 1000 \times 10^4$ CFU/g で、概ね $10^5 \sim 10^6$ CFU/g であった。No. 4 以外の“微高地” (No. 2, 7, 13) ではいずれも、6月22日に菌数は増加し、8月24日には菌数は大きく減少し、10月27日には再び増加して、含水比の変動に対応した菌数の変動を示した (No. 6 は8/24が欠測)。一方、“窪地”のハリミズゴケのマット (No. 3, 8, 10, 12) やミズゴケの少ない水路や窪地 (No. 1, 5, 9, 11, 14) ではミズゴケの盛り上がった“微高地”よりも糸状菌数の変動は小さく、No. 1, 8, 9, 11, 14などではむしろ、6月よりも8月の方が糸状菌数は高かった。

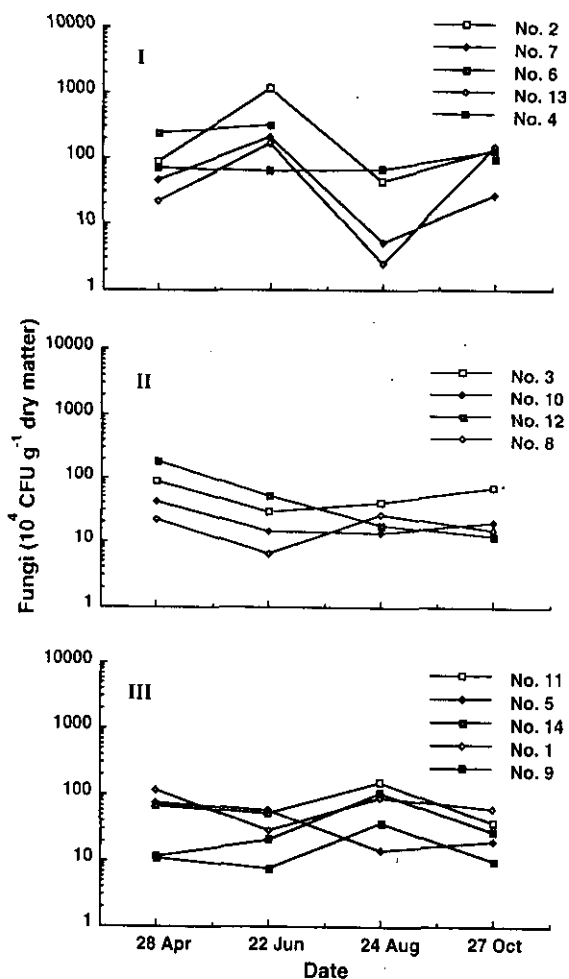


図 5 各調査地点の糸状菌数の変動
Fig. 5 Fluctuation of fungal count in peat soil at each study site

細菌数の変化を図6に示した。細菌数は $8.5 \sim 9000 \times 10^5 \text{CFU/g}$ で、概ね $10^6 \sim 10^8 \text{CFU/g}$ であったが、ミズゴケのマットが“微高地”を形成していたNo. 2およびNo. 7 (No. 6は8/24が欠測)では特に変動が大きく(変動係数はそれぞれ1.8および1.3)、糸状菌数と同じく6月に高く、8月に低かった。窪地や水路では微高地よりも菌数の変動は小さい傾向にあったが、No. 8, 11およびNo. 14では糸状菌数と同じく6月に低く8月に高い菌数の変動を示したのに対し、No. 1およびNo. 9では糸状菌数の変動と異なり、6月よりも8月の方が菌数は低かった。

6月22日のセルロース分解糸状菌 ($6 \sim 5000 \times 10^3 \text{CFU/g}$) およびセルロース分解細菌数 ($3 \sim 200 \times 10^4 \text{CFU/g}$) を図7に示した。No. 4以外の“微高地”(No. 2, 6, 7, 13)ではセルロース分解糸状菌数 ($> 2.5 \times 10^6 \text{CFU/g}$) は他の地点 ($< 10^6 \text{CFU/g}$) よりも著しく高かった。セルロース分解糸状菌数とセルロース分解細菌

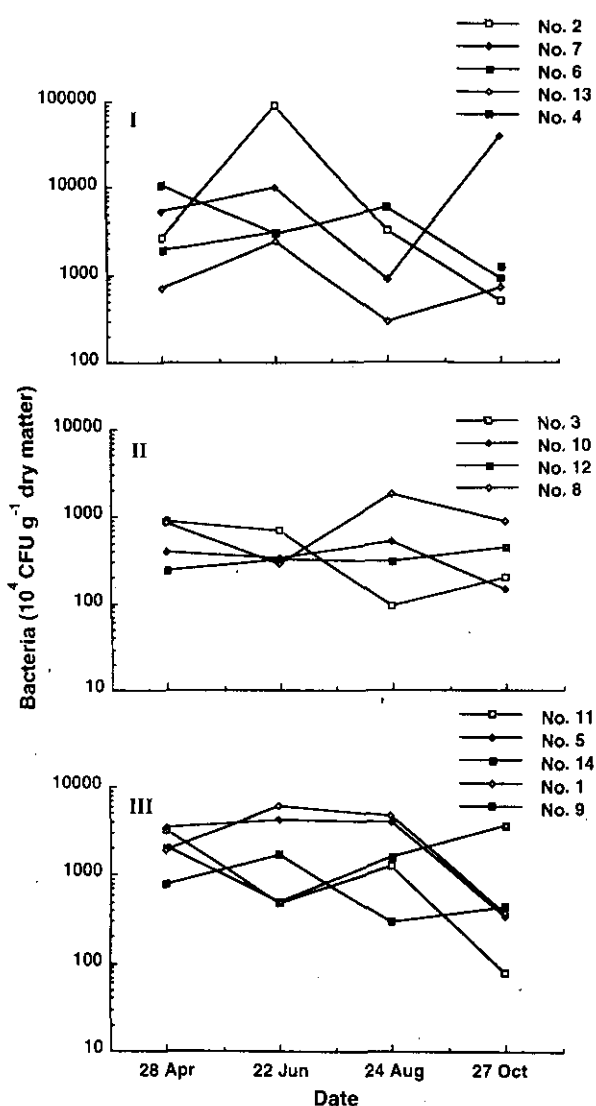


図 6 各調査地点の細菌数の変動
Fig. 6 Fluctuation of bacterial count in peat soil at each study site

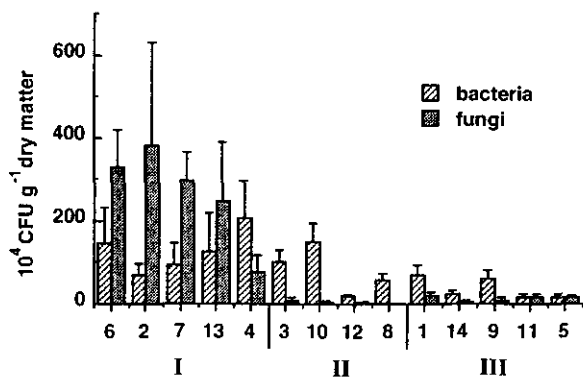


図 7 各調査地点のセルロース分解微生物数
測定を行った4枚の平板の平均値と標準偏差を示した。
Fig. 7 Counts of cellulolytic microorganisms in peat soils
Error bars show the standing deviations of four counting plates.

菌数の比はこれらの“微高地”(No. 2, 6, 7, 13; >2.0)では他の地点(<1.0)に比較して高く、セルロース分解菌相では糸状菌類が比較的優占していた。泥炭の分解が比較的進んでいた“微高地”であるNo. 4では(図3)セルロース分解糸状菌と細菌数との比(0.37)は他の“微高地”よりも低かった。

3.5 ろ紙分解率

各調査地点に埋め込んだろ紙分解率を図8に示した。泥炭中に6ヵ月間埋め込んだろ紙の分解率は0.01から0.83の間で変動が大きく、分解速度定数に換算して0.06~2.80(平均1.22) year⁻¹であった。ろ紙分解率と微地形または植生との間に有意な関係は認められなかったが、概ね、ハリミズゴケがマットを形成している“窪地”(No. 3, 8, 10, 12; 分解率0.432~0.753)は“微高地”(No. 4, 6, 7, 13; 分解率0.267~0.577)よりも分解率は高かった。ミズゴケの少ない水路の中や窪地では場所による分解率の差が大きく、No.11では分解率は高かった(0.642)がNo. 9およびNo.14では分解率は0.07以下であり、セルロースろ紙はほとんど分解されなかった。

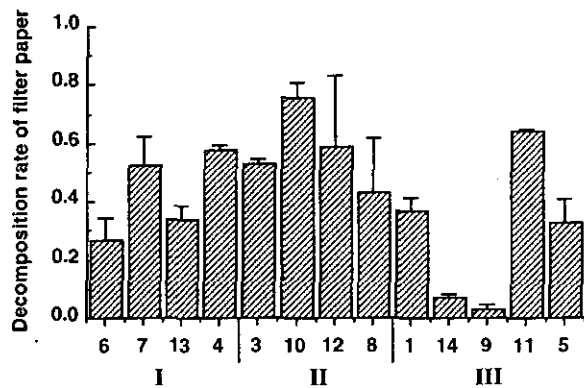


図 8 各調査地点に埋め込んだろ紙の分解率
図中の棒は測定を行った2つのサンプルの差を示した。
No.2は欠測値。

Fig. 8 Decomposition rates of cellulose filter paper buried in each study site
Bars shows the differences between the two samples buried in the same sites.

4 考 察

土壌中に埋められた有機物の分解速度がその残存量に比例する ($dm/dt = -km$) ならば、分解速度定数 (k) により土壌の有機物分解活性を評価することができる。宮床湿原と類似した温度条件にある Minnesota の泥炭地

(年平均気温 4℃, 6月の平均気温 19℃; Verry, 1975) に埋められたろ紙の1年後の残存率は46~84%であり (Farrish and Grigal, 1988), その分解速度定数は0.17~0.78 year⁻¹であった。また、達山ら(1984)は農耕地から採取した土壌にセルロースろ紙を埋め、室内で5週間培養したところ、15℃の湛水条件では初期重量の86%、畑条件では同じく90%が残存し、分解速度定数はそれぞれ1.57および1.10 year⁻¹であり、これらの値はいずれも宮床湿原におけるろ紙の分解速度定数(0.06~2.80, 平均1.22 year⁻¹)の変動の範囲内であった。Farrish and Grigal (1988)の実験は、ろ紙の分解がほとんど進まないと思われる冬季も含めた1年間の平均的な分解率を求めたものであり、夏季の分解速度定数は1年間の分解率から算出した値よりは高いであろう。また、達山ら(1984)の実験は5週間の分解率を求めたものであるが、土壌中に埋められたセルロースの表面で微生物が増殖し、分解を開始するまでにラグを伴うことが知られており(達山ら, 1984; Saito et al., 1990), 短期間の実験の分解率から求めた分解速度定数は長期間の平均分解速度定数よりも低い値となると思われる。このような理由から、これらの分解速度定数を単純に比較することはできないが、温度条件の似通った他の湿原や農耕地土壌との間の分解速度定数の差に比較して宮床湿原内での分解速度定数の変動が大きかったことは、湿原内での分解活性が非常に不均一であり、微環境条件の差が有機物分解活性に大きく影響していることを示唆する。

湿原泥炭土における有機物分解活性に影響を及ぼす要因を明らかにするために、Farrish and Grigal (1988)は降水栄養性の高位泥炭地の“微高地”、“窪地”および鉱物質栄養性の低位泥炭地に埋め込んだセルロースろ紙の分解率を測り、地下水から無機塩類の供給される低位泥炭地の方がこれらの供給を雨水に頼っている高位泥炭地よりも分解率が高く、また、高位泥炭地の内でも“微高地”の方が“窪地”よりも分解率が高いという結果を得ている。この理由として“窪地”が“微高地”よりも過湿な条件にあり、微生物活性が抑えられるためと考えた。また、Ohlson (1987)は湿原における植物体の分解に対する湧水の影響を調べ、無機塩類に富む湧水の付近では分解率が高いこと、および、湧水の付近に生育する植物体はN, P, Kなどの含有率が高く、植物体の分解開始時の栄養塩類の含有量とその後の分解率との間には正の相関関係が認められることを報告している。本研究

において調査の対象とした宮床湿原にはミズゴケに覆われた高位泥炭地が形成されているが、湿原の中の微地形は変化に富み、調査を行った地点も“微高地”、“窪地”、あるいは湧水の流れ込む水路の付近などが含まれていた。このような泥炭地におけるセルロースろ紙の分解率と微地形との関係はFarrish and Grigal (1988) の報告と異なり、“微高地”(No. 4, 6, 7, 13)よりも“窪地”(No. 3, 8, 10, 12)の方が分解率は高い傾向にあった。先に述べたように、異なった地点の水分環境を含水比の値のみから単純に比較することはできないが、本研究において調査を行った宮床湿原では“窪地”においても水分含量は“微高地”と同じく季節的に大きく変動したことから、Farrish and Grigal (1988) が考えたような常時過湿な条件にあったとは考えられない。むしろ、微生物数が比較的一定であった“窪地”に対し、“微高地”においては糸状菌や細菌数が水分含量の変動と対応して大きく変動したことは(図4~6)、これらの“微高地”では水分条件が微生物活動の制限要因となり、8月の乾燥期には微生物活動が抑制されたことを示唆している。したがって、乾燥期に微生物数が抑制される“微高地”よりも“窪地”の方がセルロースろ紙の分解率が高い傾向にあったと考える。

一方、“窪地”のNo. 8, 9や水路付近のNo. 1, 11, 14では6月よりも8月の方が糸状菌数が高かった。これらの地点では含水比の変動は比較的小さく、このような菌数の変動は水分条件の変化によるものではなく、温度条件の変化あるいは降水量の減少・蒸発量の増加による地下水からの水分上昇に伴う栄養塩類の供給等の影響を考慮すべきであろう。しかしながら、これらミズゴケの少ない水路内や窪地では場所によって分解活性には大きな差があった。このうち、水路内のNo. 5およびNo. 14の2地点は泥炭のpHが高いことから湧水の流入の影響を受けていると推測されるが、これら2地点のろ紙の分解率はそれぞれ、33%と6.9%であり、特にNo. 14ではろ紙の分解はほとんど進まなかった。この結果は、無機塩の供給される低位泥炭地の方がこれらの供給を天水に頼っている高位泥炭地よりも分解率が高いという報告(Farrish and Grigal, 1988)とは反する。したがって、これらNo. 9やNo. 14など分解活性の低い窪地や水路では無機塩類の供給やpHの違いなどといった湧水の影響よりも、水路内で常に過湿な条件におかれていた影響により強く受け、分解活性が抑制されたと思われる。

このように、ろ紙の分解活性は湿原内の微地形やそれに伴う植生とともに大きく変動したが、これら有機物分解を行っていると考えられる土壌中のセルロース分解糸状菌および細菌数とろ紙分解率の間には、全体として有意な相関関係は認められなかった(図9)。しかし、セルロース分解糸状菌数とろ紙分解率との関係は調査地点の微地形によって異なり、“微高地”では高い菌数に対して分解活性は相対的に低く、菌数当りの活性は“窪地”で最も高かった。また、ミズゴケの少ない窪地や水路などでは菌数当りの分解活性は“微高地”と“窪地”の中間であり、菌数と分解活性の間には正の相関関係が認められた。このように、微地形によって微生物数と分解活性の関係が大きく異なったのは、調査地点の微地形によって微生物相が大きく異なり、セルロース分解微生物の種類によって活性が異なること、さらに、平板法による糸状菌数測定は土壌中に分生子を多く形成する菌類では菌の現存量に比較して相対的に高く計数されるなど、生菌数が菌類の現存量を反映しない場合があることによると思われる。

一方、これら湿原の微生物群集の特性と湿原の微地形、それに伴う環境要因の関係については表2に示したよう

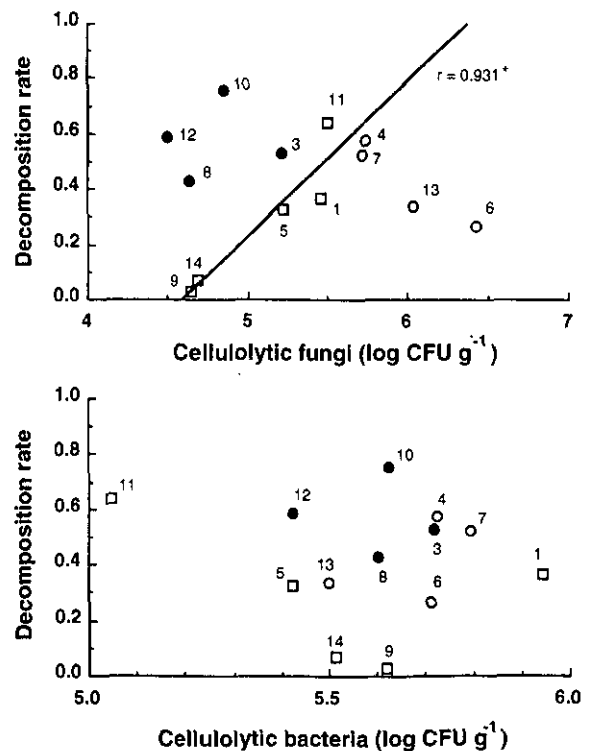


図 9 泥炭中のセルロース分解微生物数とろ紙分解活性の関係
Fig. 9 Relationships between the counts of cellulolytic microorganisms and the rate of cellulose decomposition.

表 2 宮床湿原における湿原の微地形、植生等と泥炭土の微生物性との関係

Table 2 Relationships among the configuration of ground, vegetation, and microbial community in peat soil of Miyatoko Mire

	I (No. 2, 4, 7, 6, 13)	II (No. 3, 8, 10, 12)	III (No. 1, 5, 9, 11, 14)
微地形	"微高地" (hummock)	"窪地" (hollow)	窪地または水路のそば
主要なミズゴケ	チャミズゴケ イボミズゴケ ムラサキミズゴケ 未分解のミズゴケ	ハリミズゴケ	ミズゴケ少ない
泥炭分解度		中程度に分解	分解進む
水分環境	不安定	不安定な地点がある	安定
微生物数	季節変動大きい	比較的安定	乾燥時に糸状菌類がやや増加
セルロース分解菌	糸状菌類が優占	細菌類が優占	細菌類が優占
セルロース分解活性	中程度	高い	低い場所が多い

に類型化することが可能である。本調査の結果は湿原における養分循環や植生に関連しているであろう有機物の分解活性が、それぞれの地点の微地形とそれに基づく水分条件などの環境要因および微生物活動と密接に関連しているであろうことを示唆している。

引用文献

土壤微生物研究会 (1992a) : 土壤細菌の計数, 分離, 同定. 土壤微生物実験法, 15-54. 養賢堂.
 土壤微生物研究会 (1992b) : 土壤糸状菌の計数, 分離, 同定. 土壤微生物実験法, 62-73. 養賢堂.
 Farrish, K. W. and D. F. Grigal (1988): Decomposition in an ombrotrophic bog and a minerotrophic fen in Minnesota. Soil Sci., 145, 353-358.
 French, D. D. (1988): Some effects of changing soil chemistry on decomposition of plant litters and cellulose on a Scottish moor. Oecologia, 75, 608-618.
 広木幹也・渡辺 信 (1995) : ナイロンメッシュ法による湿原泥炭土のセルロース分解活性測定. 国立環境研究所研究報告, R134, 139-141.
 岩熊敏夫 (1995) : 宮床湿原とその環境. 国立環境研究所研究報告, R134, 9-22.
 岩熊敏夫・野原精一 (1995) : 宮床湿原気象データ. 国立

環境研究所研究報告, R134, 161-176.
 Ohlson, M. (1987): Spatial variation in decomposition rate of Carex rostrata leaves on a Swedish mire. J. Ecology, 75, 1191-1197.
 ベドロジスト懇談会 (1984) : 泥炭土の調査方法. 土壤調査ハンドブック, 78-90. 博友社.
 斎藤雅典・和田秀徳・高井康雄 (1977) : 水田土壌におけるセルロースの分解過程 (第1報), Tribe法の改良と各種染色法の検討. 日本土壤肥科学雑誌, 48, 313-317.
 Saito, M., H. Wada and Y. Takai (1990): Development of a microbial community on cellulose buried in waterlogged soil. Biol. Fertil. Soils, 9, 301-305.
 Suyama, K., H. Yamamoto, T. Naganawa, T. Iwata and H. Komada (1993): A plate count method for aerobic cellulose decomposers in soil by congo red staining. Soil Sci. Plant Nutr., 39, 361-365.
 達山和紀・山本広基・佐々木篤・江川 宏 (1984) : ペンチコートシートを用いた土壌中のセルロース分解活性測定法. 日本土壤肥科学雑誌, 55, 180-182.
 梅田安治 (1984) : 日本の特殊土壌 (その9) - 泥炭 -. 農業土木学会誌, 52, 323-328.
 Verry, E. S. (1975): Streamflow chemistry and nutrient yields from upland-peatland watersheds in Minnesota. Ecology, 56, 1149-1157.

13 宮床湿原の泥炭土壌の有機物組成と理化学的特徴

Characteristics of Chemical Properties and Organic Components in Peat Soils of Miyatoko Mire

隅田裕明¹・岡 洋一²・棚橋弘子³・山本一彦¹

Hiroaki SUMIDA¹, Youichi OKA², Hiroko TANAHASHI³ and Kazuhiko YAMAMOTO¹

要 旨

泥炭土壌内で進行する物質変化の動態を検討するために、福島県南会津郡の宮床湿原泥炭土壌について、表層から300cmの深さにわたって20点の試料を採取し、無機成分及びWaksmanの近似分析法による有機物の分析を行った。得られた結果は以下のように要約できる。

- 1) 試料採取地点では40~70cmに不透水層、140~150cm及び240~260cmに木質層が存在していた。
- 2) 無機成分の含量は40~70cmの不透水層を境に上部と下部では異なっていた。すなわちほとんどの無機成分は上部では深さと共に減少するのに対し、下部では深さと共に増加する傾向を示した。さらに100cm、200cm前後の層位では過去における乾燥化による影響が推察された。
- 3) Waksmanの近似分析法による多糖類画分、ヘミセルロース画分及びセルロース画分として分画される有機物の組成とその量は、前述の3つの特徴的な層位の影響を強く受けていた。ヘミセルロース画分ではペントースが多く、セルロース画分ではヘキソースがその主体であった。この傾向は新鮮な植物遺体が存在する層位で顕著であった。また、糖由来の炭素が各画分の全炭素に占める割合は深さと共に減少し、下層では腐植物質の混入割合が高まることが推察された。

Abstract

The objective of this study was to make clear the behavior of chemical properties and compositions of organic matter in peat soil profile under natural conditions. Twenty peatsoil samples were collected from Miyatoko Mire according to depth of the profile. The results obtained were as follows;

- 1) Impervious layer was found at depths of 40-70 cm and woody fragment existed at depths of 140-150 cm and 240-260cm.
- 2) Most of mineral contents decreased gradually at the depth between 0-70 cm and these values increased with depth in lower layers of 70-200 cm. It seemed that layer of about 100 cm and 200 cm had been exposed to dry conditions in the past.
- 3) The forms of organic matter were measured as polysaccharides, hemicellulose and cellulose according to the Waksman's proximate analysis. Compositions and contents of fractionated organic matter were influenced by impervious and woody layers. Ratio of pentose to total saccharides was relatively high in hemicellulose fraction compared with cellulose fraction. These trends were prominent in the layer where the fresh plant residue existed. The percentage of saccharide form carbon in total carbon decreased with soil depth. This fact suggested that contents of humus substance increased in the lower layer.

1.平成3~6年度 国立環境研究所客員研究員(日本大学農獣医学部農芸化学科 〒154 東京都世田谷区下馬3-34-1)

Visiting Fellow of the national Institute for Environmental Studies, Present Address: College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon Univ., 3-34-1 Shimouma, Setagayaku, Tokyo 154, Japan

2.日本大学農獣医学部農芸化学科 〒154 東京都世田谷区下馬3-34-1 (現在、株式会社都市総合計画)

College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon Univ., 3-34-1 Shimouma, Setagayaku, Tokyo 154, Japan

3.ジャパマンマシナリー株式会社 〒144 東京都大田区東六郷2-4-12

Japan Machinery Company, 2-4-12 Higashirokugou, Otaku, Tokyo 144, Japan

1 はじめに

泥炭土壌は Histosols の代表的土壌であり、全世界の湿地帯に広く分布している。わが国においても主に北海道及び東北地方に分布している（阪口，1974）。泥炭土壌は還元状態で湿性の植物遺体が堆積し生成した土壌であるため、有機物含量は極めて高いもの、無機成分は僅かである。このような泥炭土壌の理化学的特徴は、それを構成する植物遺体の分解過程により左右されることが指摘されている（北海道開発局，1963; Puustjarvi and Robertson, 1975）。

従来、泥炭土壌は農業地、また有機物資源として大規模な開発・利用が進められてきた。その結果、土地改良、土壌改良及び栽培管理等の各分野にわたり多くの試験研究が行われ、農業生産上の大部分の問題は解決されてきていると言っても過言ではない（北海道農業試験場，1969；近藤，1978，1979）。しかし、近年、泥炭地生態系の特殊性や重要性が再評価され、その保全に力が注がれている。湿地は自然環境や人為的な環境変化の影響を受け易く、これは同時に泥炭土壌を構成する有機物にも影響をおよぼす。従って有機物の存在形態の把握は湿原の生成過程を明らかにするだけでなく、現在に至るまでの湿原に加わった外的要因の評価が可能であり、これらの結果から湿原の未来を予測することもまた可能となる。特に本研究で対象とした宮床湿原のような小規模な湿地では、このような影響は顕著に現われることが予想される。

なお、土壌中の有機化合物の分析に関しては多種の方法が提案されているが、Waksman の近似分析法（Waksman and Stevenson, 1930; Stevenson, 1965）は腐植物質の存在は考慮されないものの、分画された各グループごとに生体成分の概略を与える点で本研究の目的に適した方法であると考えられる。

2 実験方法

2.1 供試泥炭

福島県会津郡南郷村宮床湿原よりハンドオーガーを用い、5～25cm 間隔で 3 m までボーリング調査を行い 20 点の試料を採取した（図 1）。

2.2 試料の処理

採取した試料は凍結乾燥後、サイクロン粉細機により 200メッシュ以下に粉碎し分析試料とした。

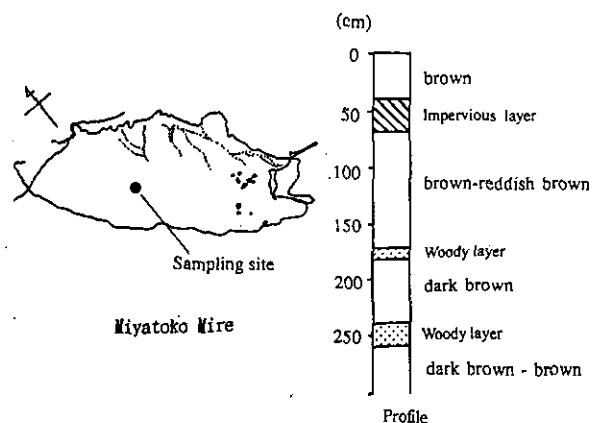


図 1 試料採取地点と断面形態

Fig. 1 Location of sampling site and a diagram of peat profile

2.3 一般理化学性

pH (H₂O) は 1 : 10 水けん濁液についてガラス電極法により測定し、全炭素及び全窒素は NC アナライザー（住友化学，NC-80）により定量した。また、灰分は常法（550℃）により求めた。

2.4 金属の定量

灰化終了後の試料に 1 M 塩酸を 10 ml 加え加熱溶解した後、1 M 塩酸で洗い込み 50 ml 定容とし、ICP 法（SPECTRO, MODEL-M）により定量した。

2.5 Waksman の近似分析による試料の処理 (Stevenson, 1965)

a) エタノール・ベンゼン抽出

泥炭土壌試料 0.5 g をガラス繊維ろ紙に包み、ソックスレー抽出器により 1 : 1 エタノール・ベンゼン 100 ml で、12 時間連続抽出した。抽出液は減圧乾固し、脂質抽出量を測定した。ついで残さを 1 : 1 エタノール・ベンゼン 5 ml に溶解し、300～700 nm の吸光曲線を測定した。

b) 熱水抽出

エタノール・ベンゼン抽出後の試料の溶媒を完全に除去した後、全量を耐熱ガラス遠沈管に移し、蒸留水 25 ml を加え、105℃ で 5 時間抽出した後遠心分離により熱水抽出部分を分離し、次いで蒸留水で 2 回洗浄し、抽出液と合わせ 100 ml の定容とした。

c) 塩酸加水分解

熱水抽出後の試料を容器と共に 105℃ で乾燥後、2 % 塩酸 25 ml を加え、105℃ で 5 時間抽出した。冷却後、2 % 塩酸及び蒸留水を用い各 1 回洗浄後、100 ml 定容とした。

d) 硫酸加水分解

塩酸抽出後の試料を105℃で完全に乾燥させた後、12 M硫酸 5 mlを加え、25℃で2.5時間放置後、蒸留水 115mlで250ml容耐熱ビンに洗い込み、105℃で5時間加熱した。冷却後、遠心分離により加水分解物を分離し、蒸留水により洗浄し、200mlの定容とした。

e) 残さ

加水分解が終了した試料を105℃で乾燥した。

2.6 熱水抽出、加水分解物の分析

a) 全炭素の定量

熱水抽出、硫酸加水分解画分についてはNCアナライザーにより直接全炭素を定量した。しかし、塩酸加水分解画分については塩素イオンによる妨害が考えられたため、硫酸銀を0.5g加え、12時間往復振とうを行い塩素イオンを塩化銀として除去した後、測定した。さらに加水分解残さについてもNCアナライザーにより定量した。

b) 全糖量の定量 (隅田ら, 1993)

熱水抽出画分については抽出液40mlに対し、12 Mトリフルオロ酢酸を最終濃度が2 Mとなるように加え、105℃で2時間加水分解を行い、ロータリーエバポレーターでトリフルオロ酢酸を除去した後、蒸留水15mlに溶解し供試した。

ヘキソース定量はグルコースを基準とするアンスロン法によった。また、ペントースはキシロースを基準とするオルシン法により定量し、両者の含量を全糖量とした。

3 結果及び考察

3.1 試料の概要

調査地点はミズコケ、シダ、ヌマガヤ等が生育し、地表が停滞水に被われた状態であった。0~40cmの試料は容易に採取できたが、40~70cmの層位ではヨシを中心とする未分解の植物残さが大量に存在し、粘土との混層を形成していたため、高い貫入抵抗を有すると共に不透水層が形成されていた。この層の下部には植物遺体を主とする土層が存在した。しかし、140~150cm、240~260cmの層位には木質を素材とする泥炭土壌がみられ、特に140~150cm層では木質混入量が極めて高く、この木質由来の泥炭層がこの湿原のほぼ全域に認められることから(鈴木・西田, 1973)、過去に一時期森林化されたことが推測される。

3.2 理化学的性質

深さごとに採取した泥炭土壌試料の一般理化学性を図2、3に示した。

pHは4~5の強酸性を示し、0~40cmの表層近くで低く、40~70cmの層位を境界として上部層により明らかに上昇している。このことから、表面停滞水は0~40cmの上部層では水平方向が主な移動方向であり、40~70cmの不透水層を境に水の移動方向が異なることがうかがわれる。また表層ほどpHが低下するのは植物残さの分解に伴う有機酸等の影響が考えられる。

全炭素量、全窒素とも40~70cm層にかけて表層から深さと共に減少し、特に植物遺体と粘土の混層である40~70cmの層位で最も低い。その下部では170cm層まで徐々に増加し、さらに多少の変動は認められるものの、190cm以下の層位では全炭素は50%、全窒素は1.5%前後を示した。また、C/N比はほとんどの層位で30~40の範囲であったが、40~70cm、及びその上下層及び140~150cm前後の層位では混入した粘土、木質の影響が認められ、約50以上の高いC/N比を示していた。

灰分は全試料の平均は8.2%であるが、0~70cmでは平均値を上回る層位が存在することから、外部からの土砂の流入が多少生じていることが推察される。また、100cm、200cm前後の層位では若干灰分の増加が認められることから、かつて乾燥化の影響を受けたことが推測される。

全塩基量及び全リンは現植生の影響がある表層で高く、以下90~110cmまで深さと共に減少するが、シルトの混入が認められる200cm前後の層位で全塩基が最高値を示し、以下再び減少する傾向を示した。この傾向はカルシウム、マグネシウムで顕著に認められる。

鉄含量は平均値で1.44mg g⁻¹であるが0~10cmの表層で最も高く、40~70cmの層位まで深さと共に減少し、190~200cmにかけて再び増加した後減少する(図3)。表層で鉄含量が最高値を示すことは地下水位の季節変動により、水田土壌と同様に表面に酸化層が形成され、鉄が沈積したためと考えられている。塩基含量、鉄及びアルミニウム含量ともに190~200cmの層位で増加しているが(図3)、これはこの層位の全炭素、全窒素含量が相対的に減少していることと、さらに灰分が若干増加していることから、外部からの土砂の流入等により、乾燥化が進行し泥炭の土壌化が進行したことがうかがわれる。

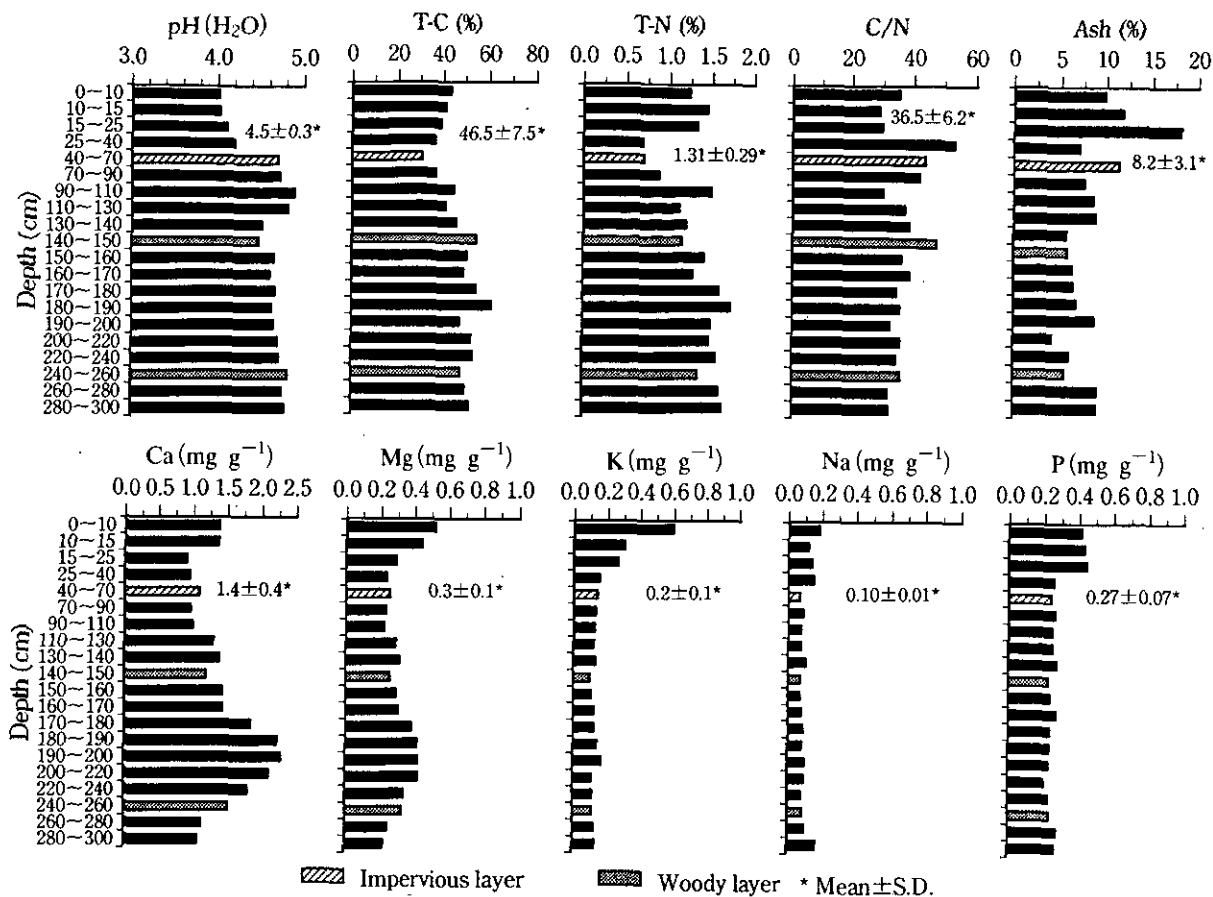


図 2 各層位の化学性

Fig. 2 Chemical properties in each soil layer

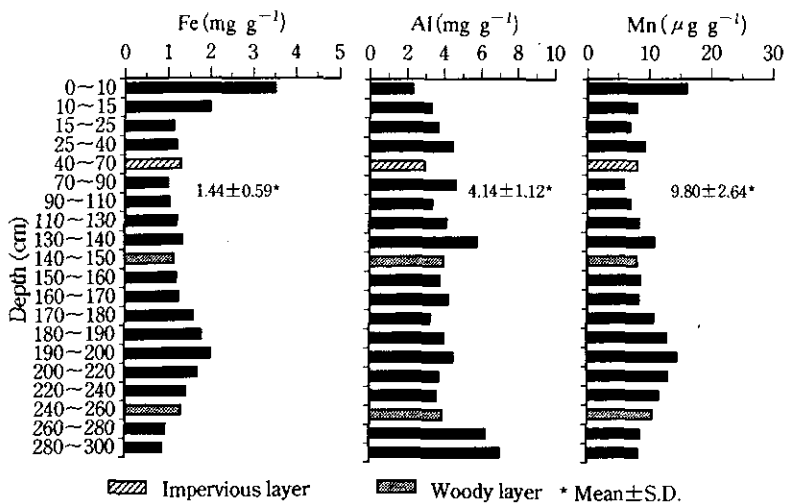


図 3 各層位の鉄、アルミニウム及びマンガン含量

Fig. 3 Iron, aluminum and manganese contents in each soil layer

図 4 に重金属の土層内の分布を示した。各重金属量の平均値は銅 $8.98 \mu\text{g g}^{-1}$ 、鉛 $16.31 \mu\text{g g}^{-1}$ 、亜鉛 $5.58 \mu\text{g g}^{-1}$ を示し、いずれも0~40cmの層位で明らかに高く、これは現在の周辺環境の影響と考えられる。また、140~150cmの木質泥炭層の上部層と、土壌化が認められた

190~200cmの層位でも重金属量の増加が認められた。

3.3 エタノール・ベンゼン抽出画分

図 5 にエタノール・ベンゼン抽出物量と光学的性質について示した。エタノール・ベンゼン抽出画分には脂質、

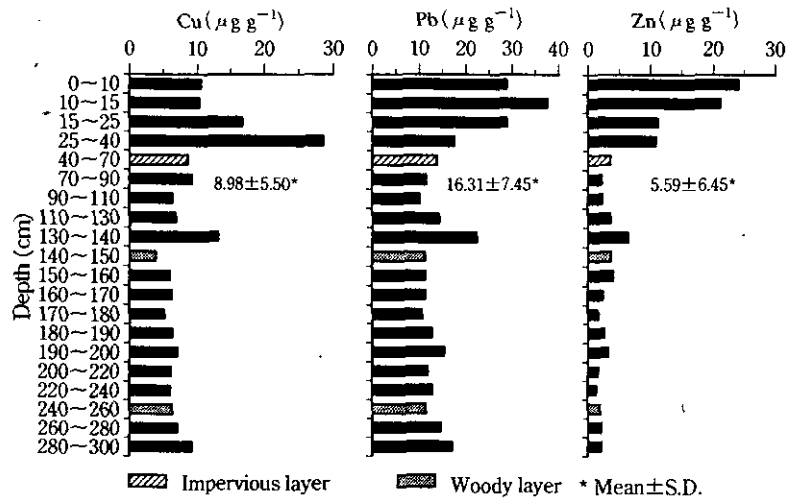


図 4 各層位の重金属含量

Fig. 4 Heavy metal contents in each soil layer

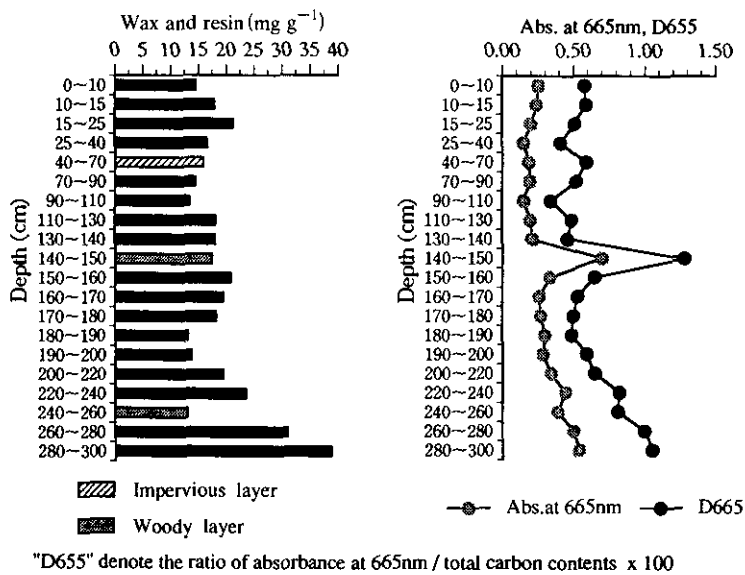


図 5 エタノール・ベンゼン抽出物量とその光学的性質

Fig. 5 Wax and resin contents, absorbance at 665 nm and D665 in ethanol / benzen extracted fraction of each soil layer

樹脂、フェノール類及び一部の糖類が含まれ、泥炭土壌ではこの画分は一般に 100 mg g^{-1} 以下であることが報告されている (Given and Dickenson, 1975)。供試した試料は $13.1 \sim 38.7 \text{ mg g}^{-1}$ の抽出量でその平均は 19.0 mg g^{-1} であり、層位によりかなり変動が大きかった。この層位による変動の要因は、エタノール・ベンゼン可溶成分は前述の通り化学組成の異なる多様な化合物により構成されているためである。また、土層内での抽出量は40~70cmの不透水層、140~150cm、240~260cmの木質層及び土壌化が進行していると考えられる200cm前後の層

位で平均値よりも低い。

すべての試料の抽出液の吸光曲線に420, 665nm付近に極大吸収と肩状吸収が認められたことから、エタノール・ベンゼン混液によりクロロフィルないしクロロフィル様物質が抽出されたと考えられる。和田ら (1971) は各種土壌のエタノール・ベンゼン抽出物について検討した結果、665nmの吸光度と全炭素の比 (以下、D665) は、土壌の粒径によって影響されると共に、さらに植物遺体でも分解により細粒化した画分ほど高いことを明らかにしている。そこでD665の土層内での変化から各層位で

の植物遺体分解程度を検討した。655nmの吸光度とD655の変化はほぼ一致し、D655の変化は40~70cmの不透水層及び140~150cm, 220~240cmの木質層で増加しているが、表層で若干高く、170cm以下の層位では深さと共に徐々に増加する傾向を示した(図5)。高等植物の遺体の分解は微細な粒子にまで分解されることが知られていることから、D655が下層ほど上昇する事実は下層ほど植物遺体が微細な粒子にまで分解されることを示している。また、不透水層及び木質層での増加はこれらの層位の植物遺体の組成が異なっていることと、細粒土壌画分が存在することに起因すると考えられる。なお、クロロフィル様物質の指標となる655nmの吸光度が0~40cmの層位では若干高い傾向を示したが、これはHoyt(1966)が指摘しているように表層部分では植物遺体由来するクロロフィル様物質だけでなく、植物性プランクトン由来するクロロフィル様物質も存在するためであると考えられる。

3.4 熱水抽出、塩酸加水分解及び硫酸加水分解画分

図6に各画分中のヘキソース、ペントース量の変化を示した。また、表1に各画分のヘキソース/ペントース比(以下、Hex/Pen)の変化を示した。

ヘキソース、ペントースとの含量から求めた全糖量は、いずれの層位の試料とも、塩酸加水分解>硫酸加水分解>熱水抽出の順を示し、塩酸により多量の糖類などの低

分子有機物が可溶化されることが認められた。また、Hex/Penは熱水可溶画分と塩酸加水分解画分では類似している。近似分析法では熱水抽出画分に含まれる炭水化物は多糖類が主体であるとされるが(Waksman and Stevenson, 1930; Stevenson, 1965), 土壌中の多糖類は塩酸によっても可溶化されることから(Given and Dicken-

表 1 各分画のヘキソース/ペントース比の変化

Table 1 Hexose/pentose ratio in Waksman's proximate fractions of each layer.

Depth (cm)	Hot Water soluble fraction	HCl hydrolysis fraction	H2SO4 hydrolysis fraction
0~10	2.33	3.34	24.44
10~15	2.49	3.66	14.24
15~25	3.46	3.25	18.45
25~40	1.60	3.05	17.26
40~70	3.49	2.38	15.25
70~90	3.02	2.07	17.43
90~110	3.90	2.53	14.59
110~130	3.19	2.35	14.13
130~140	3.74	1.96	14.76
140~150	2.17	0.96	10.58
150~160	2.52	1.50	10.74
160~170	2.22	1.44	13.29
170~180	1.94	1.41	8.67
180~190	1.71	1.57	11.11
190~200	2.37	2.07	10.85
200~220	1.64	2.32	15.93
220~240	1.64	2.44	16.22
240~260	2.05	1.72	14.95
260~280	1.57	1.98	9.76
280~300	1.78	2.03	9.44
Mean ± SD	2.44 ± 0.77	2.19 ± 0.73	14.00 ± 3.79

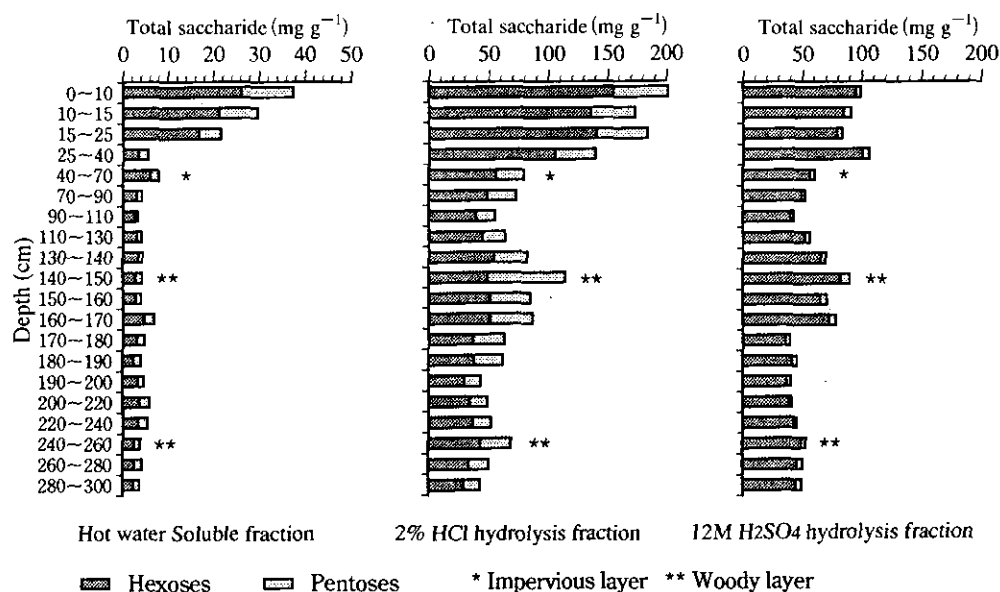


図 6 各層位における加水分解画分の全糖量
Fig. 6 Contents of total saccharide in hydrolysis fractions of each soil layer

son, 1975), 両画分の有機物は類似した性格を有し, その結果 Hex / Pen が類似する値を示したと考えられる。

熱水抽出画分は25cm以下の層位ではいずれも若干の変動が認められるものの, ほぼ 5 mg g^{-1} 前後の値を示していた。これに対し, 25cmまでの層位では表層で極めて高く, 深さと共に減少する傾向を示した。すでに著者らが明らかにしたように(隅田ら, 1993), 熱水可溶画分は易分解性有機物及び微生物代謝に由来する炭水化物を反映することから, 25cmまでの層位での微生物活性は下層に比べ明らかに高いことが推察される。また, 不透水層では全糖量が若干増加する傾向を示しているが, これは植物性プランクトンの集積に帰因していると考えられる。また, 木質層では逆に他の層位より低い傾向を示し, 炭水化物の性質が異なることが推測される。

塩酸加水分解画分では0~40cmまでの層位で全糖量が明らかに高く, 新鮮な植物遺体に由来する炭水化物が多いことを物語っている。また, 40cm以下の層位では硫酸加水分解画分に比べ, 若干高いかあるいはほぼ同様な含量を示した。しかし, 全糖量に占めるペントース量は塩酸加水分解画分が全層位で明らかに高い。ペントースは植物体に由来することが知られていることから(村山, 1984), 塩酸加水分解画分は植物遺体に含まれる加

水分解され易い画分を反映していることがうかがわれた。さらに乾燥化を受けたと考えられる200cm及び100cm前後の層位では全糖量が減少するとともに, Hex / Pen も増加することから, 炭水化物以外の有機化合物の存在も示唆された。

一般に鉍質土壌では塩酸加水分解後の硫酸加水分解画分には有機物がわずかに可溶化するに過ぎないが, 泥炭土壌では多量の植物遺体の存在によりかなりの量の有機物が可溶化する。0~40cmまでの層位には新鮮な植物遺体が多量に存在するため, 塩酸加水分解画分に比べ1/2程度を示しているが, 40cm以下の層位では塩酸加水分解画分にはほぼ匹敵する量の有機物が可溶化され, さらに有機物中に占めるヘキソースの割合が極めて高いことが特徴である。ヘキソースの割合は乾燥化の影響を受けたと考えられる層位で低く, 腐朽の進んでいない植物遺体が存在する層位で高い傾向を示した。さらに Hex / Pen にも規則性が認められ, 100cm, 200cm前後の乾燥化の影響を受けた層位でこの比が上昇した。これは植物遺体の腐朽化に伴いペントースの減少があったことを物語るものである。

図7に Waksman 近似分析法に従って抽出された各画分の全炭素量及び各画分の全炭素に占める糖由来の炭素

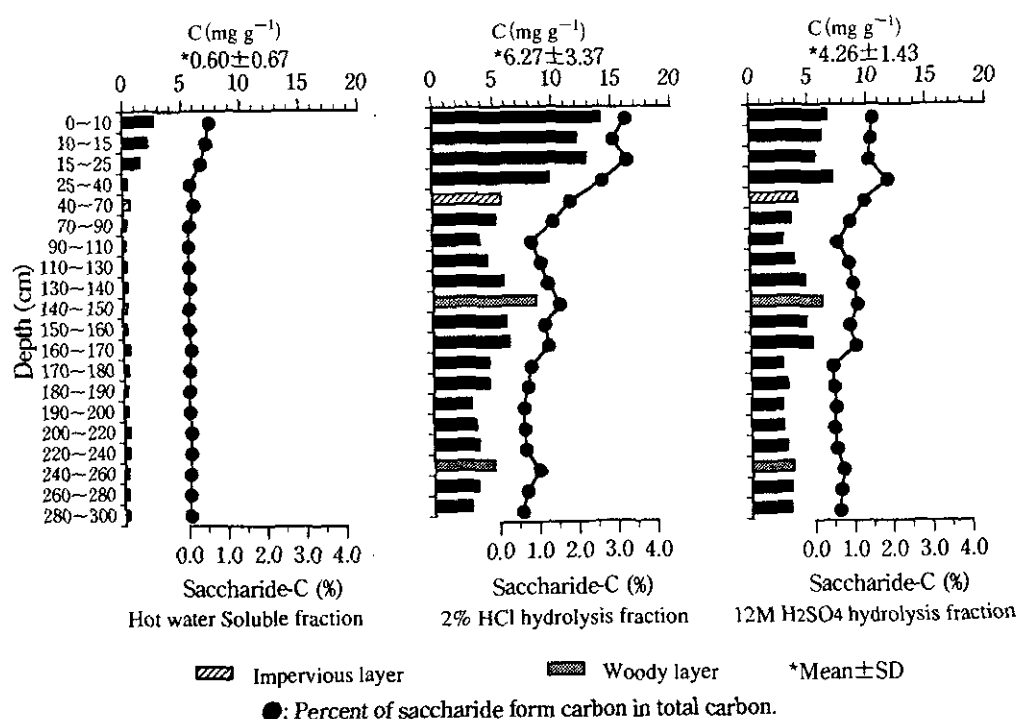


図 7 Waksman 近似分析法による各画分中の層別炭素含量及び糖由来炭素割合

Fig. 7 Carbon contents and percent of saccharide from carbon of Waksman's proximate analysis fractions in soil layer

割合を示した。全炭素量は全糖量と同様に、塩酸加水分解>硫酸加水分解>熱水抽出の順を示した。また、各画分の全炭素量に占める糖由来の炭素量は塩酸加水分解画分でペントース含量が他の画分に比べ高いことにより、塩酸加水分解>硫酸加水分解>熱水抽出の順を示した。従って、硫酸可溶の有機物中には塩酸のそれに比べ、糖以外の有機化合物を多量に含むことが示唆された。塩酸に可溶の有機物の主体はヘミセルロースであり、硫酸加水分解画分はセルロースに対応することから (Inoko *et al.*, 1979), 塩酸可溶の有機物は植物遺体の堆積時間の経過と共に減少することが認められた。また、このことは塩酸加水分解画分の炭素量が深さと共に減少する事実をも説明できる。さらに塩酸、硫酸加水分解画分とも、乾燥化の影響を受けたと考えられる100cm, 200cm前後の層位で炭素量が相対的に低く、乾燥化に伴う有機物への影響が認められた。

図8に各層位ごとのヘミセルロース、セルロース及びリグニン含量の変化を示した。なお、リグニン含量の測定に当たり、試料を完全に回収できなかったため、測定値はかなりの誤差を含んでいると考えられるが、これを考慮の上検討を加えた。

ヘミセルロース含量は平均値ではセルロース含量を上回っているものの、0~40cmの新鮮な植物遺体を多量に含む層位で高く、40cm以下の層位では、乾燥化を受けたと考えられる層位で多少減少するが、大きな変動は

認められなかった。これに対し、セルロース含量は40cm以下の層位ではヘミセルロースに比べ明らかに高く、特に木質層で高くなった。これはセルロースがヘミセルロースに比べ高い分解抵抗性を有することに起因すると考えられる。リグニン含量は層位間の変動が大きく、前述のような規則性は認められないが、深さと共に増加する傾向がうかがわれた。

今回の調査結果より宮床湿原は40~70cmの層位にヨシを素材とする不透水層を有し、その下層には140~150cm及び240~260cmに木質層が存在し、これら3つの特徴的な層位が他の層位の化学性及び有機物組成に大きく影響することが判明した。すなわち40cmより上部の層位にはヘミセルロースを主体とする比較的新鮮な植物遺体が多量に存在し、不透水層により表層と下層では有機物の分解、各種化学成分の動態が異なることが明らかとなった。さらに上部の層位での重金属量が下層に比べ明らかに高いことから、現在の湿原環境が大きく変化していることが認められた。また、下層の2つの木質層の上部では共に有機成分の減少と無機成分の増加が認められ、過去に乾燥化を受けた層位であることが明らかとなった。

本報では無機成分と炭水化物を中心に検討を加えたが、湿原生成の外部要因をさらに明確にするために今後、腐植及び脂肪酸組成等についても検討を加える必要がある。

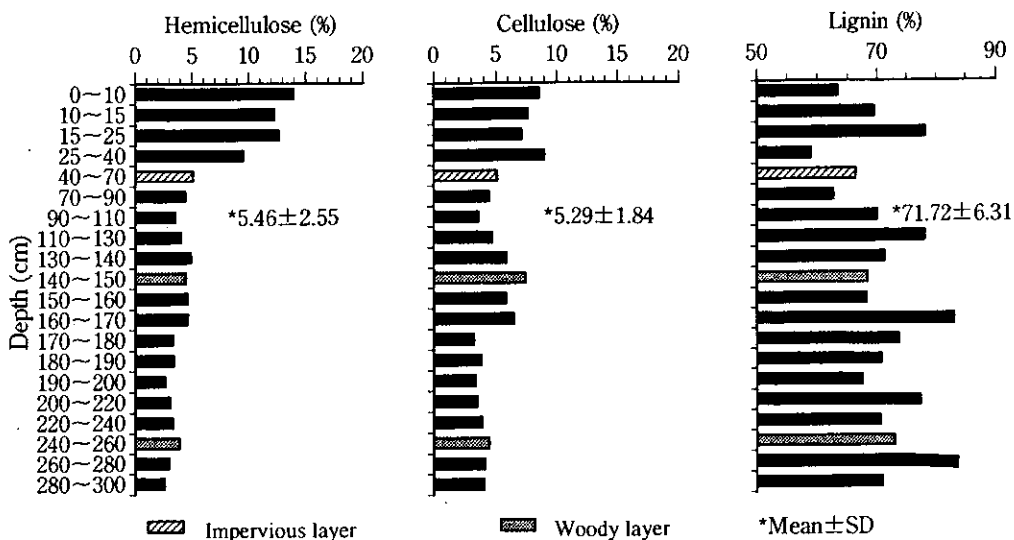


図 8 ヘミセルロース、セルロース及びリグニン含量の変化
 Fig. 8 Hemicellulose, cellulose and lignin contents in each soil layer

引用文献

- Given, P. H. and C. H. Dickenson (1975): The biochemistry in soil polysaccharides. In: *Soil Biochemistry*, Vol. 3, (ed. E. A. Paul and A. D. McLaren) pp. 165-198, Marcel Dekker, New York.
- 北海道開発局 (1963) : 北海道未開発泥炭調査報告, 156-175.
- 北海道農業試験場 (1969) : 泥炭地の農業, 泥炭地研究室創立50年記念論文集, 北海道農業試験場, 1-58.
- Hoyt, P. B. (1966): Chlorophyll-type compounds in soil. *Plant and Soil*, 25, 313-328.
- Inoko, A., K. Sugawara and Y. Harada (1979): On some organic constituents of city refuse compost produced in Japan, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 25, 225-234.
- 近藤鍊三 (1978) : 北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究 (第1報), *土壤肥料学会誌*, 49, 90-99.
- 近藤鍊三 (1979) : 北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究 (第5報), *土壤肥料学会誌*, 50, 547-554.
- 村山重俊 (1984) : 土壤糖の起源・分解・糖組成と土壤微生物, *土壤のバイオマス*, 日本土壤肥料学会編, 博友社, 65-114.
- Paustjarvi, V. and R. A. Robertson (1975): Plant nutrients in peat. In: *Peat in Horticulture*, (ed. D.W. Robinson and J.G.D. Lamb) pp. 23-49. Academic Press, New York.
- 坂口 豊 (1974) : 泥炭地の地学, 東京大学出版会, pp. 19-22.
- Stevenson, F.J. (1965): Grass chemical fractionation of organic matter, In: *Methods in Soil Analysis*, (ed. C.A. Black), pp. 1409-1414. Amer. Soc. Agr.
- 隅田裕明・山本一彦・松坂泰明 (1993) : 土壤粒径画分中の糖・アミノ酸の動態, *土肥誌*, 64, 642-649.
- 鈴木静夫・西田英郎編 (1973) : 湿原の生態学, 内田老鶴園新社, pp. 291-305.
- 和田秀徳・金沢晋二郎・高井康雄 (1971) : 土壤有機物の物理的分画法 (第3報), *土壤肥料学会誌*, 42, 109-117.
- Waksman, S. A. and K. R. Stevenson (1930): A critical study of the methods for determining the nature and abundance of soil organic matter, *Soil Sci.*, 30, 97-116.

付1 宮床湿原気象データ

Appendix 1 Meteorological Data in Miyatoko Mire

野原精一¹・岩熊敏夫¹

Seiichi NOHARA¹ and Toshio IWAKUMA¹

ここに収録した気象データは宮床湿原内北部(北緯139°70'05", 東経37°14'54")に設置した気象観測装置(気象ロボット)に記録されたデータの内1991年8月から1993年11月までのデータを整理したものである。気象ロボット(横河ウエザックKK)は1991年8月に設置(図1)、環境因子を通常は10分毎に測定したが、冬季の1992年12月14日~1993年4月26日は20分毎に測定を行い、雨量は計測しなかった。1993年5月~6月23日には雷の為にデータロガーが停止してデータ欠損となっている。データロガー(Datamark LS-3000PtV, 白山工業KK)にデータを収録した。A/D分解能は直流電圧100 μ V、温

度0.1 $^{\circ}$ Cである。測定の20秒前にセンサーに通電して測定準備の状態にした。記録データ数は127千データ(256KB)、アナログ入力8チャンネル、パルス入力1チャンネルである。7チャンネルを使い、約3ヶ月毎にデータロガーを交換し、データを回収した。気象ロボットで自動計測された環境因子と検出方式を表1に示す。圧縮ファイルは月毎にアスキーファイルに変換し、表計算ソフトで日平均、日最大値、日最低値等を求めた(表2)。

なお、この気象ロボットの設置に際し南郷村役場より御協力を得ている事を記し、ここに厚く感謝致します。

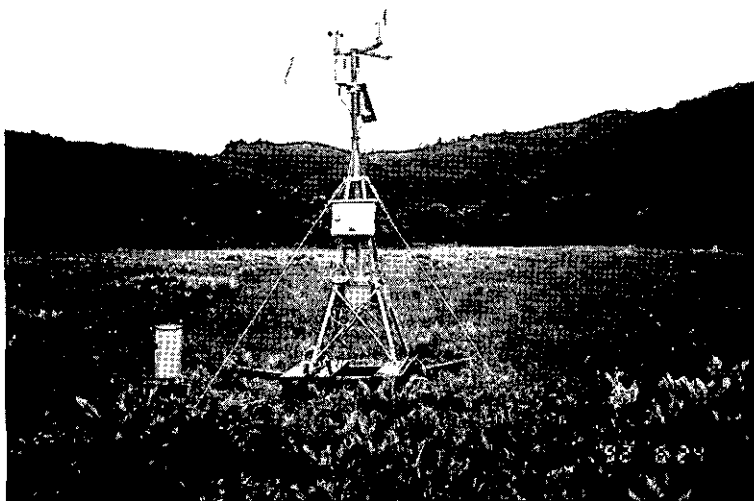


図 1 気象観測装置
Fig. 1 System of meteorological observations

1. 国立環境研究所 生物圏環境部
〒305 茨城県つくば市小野川16-2

Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

表1 気象測定項目及び仕様

測定項目	検出方式	型名	測定範囲・単位・精度	備考
気温	白金測温抵抗体 (JPT100)	E-705	-40~50℃・JIS A級	自然通風式・高度3m
湿度	静電容量式薄膜センサ	E-705	0~100%RH・±3%RH以内	自然通風式・高度3m
風向	矢羽~ポテンシヨメータ	A-802	0~360°・±5% 以内	耐風速70ms ⁻¹ ・高度3.3m
風速	風杯~発電式	A-702	2~50ms ⁻¹ ・フルスケール±5%以内	耐風速70ms ⁻¹ ・高度3.3m
日射量	太陽電池式	H-205	0~2kWm ⁻² ・フルスケール±5%以内	感度5mVkW ⁻¹ m ⁻²
降水量	転倒ます式	B-011	100mmh ⁻¹ 以下の雨で±3%以内	0.5mm/1転倒雨量・ヒーターなし
地温	白金測温抵抗体 (JPT100)	E-733	-50~100℃・JIS A級	10cm深

表 2 宮床湿原気象データ

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipi- tation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1991	8	1												
		2												
		3												
		4												
		5												
		6												
		7												
		8												
		9												
		10												
		11												
		12												
		13												
		14												
		15												
		16												
		17												
		18												
		19												
		20												
		21												
		22	23.6	30.1	18.6			1.1	6.4	10.43	3.0			
		23	23.9	29.1	19.8			1.8	10.7	11.45	1.0			
		24	19.0	22.5	14.1			4.2	11.1	8.32	0.0			
		25	19.7	27.2	12.1			1.1	5.3	17.50	0.0			
		26	19.6	25.1	14.7			1.4	11.3	16.66	0.0			
		27	14.9	22.2	8.0			1.4	11.1	20.90	0.0			
		28	15.7	25.6	6.4			1.5	8.3	18.95	0.0			
		29	18.2	23.9	11.0			0.9	4.2	7.68	1.0			
		30	22.3	28.8	15.4			1.3	9.6	11.72	2.5			
		31	20.3	22.7	3.1			1.5	6.5	3.30	85.0			
1991	9	1	19.8	25.7	13.4			0.8	6.8	15.46	0.0			
		2	20.7	27.4	16.1			1.1	5.2	12.49	0.0			
		3	22.2	28.3	18.5			1.1	5.0	14.26	0.5			
		4	21.6	27.5	18.4			0.9	10.5	13.93	0.0			
		5	22.7	30.3	17.0			1.6	11.3	15.78	20.5			
		6	22.2	28.7	17.6			1.3	8.7	13.63	16.0			
		7	20.2	25.1	17.5			1.1	7.4	9.56	2.5			
		8	19.1	21.9	15.5			1.3	9.0	3.85	4.0			
		9	20.2	25.1	17.6			1.2	6.4	7.02	0.0			
		10	17.9	22.7	13.9			2.0	12.5	17.38	0.0			
		11	18.6	24.6	13.9			1.2	6.1	12.46	0.0			
		12	15.8	19.5	12.6			0.7	5.8	6.46	1.0			
		13	15.3	17.0	13.9			1.2	6.3	1.25	15.0			
		14	19.6	24.3	15.7			2.5	17.2	3.10	17.0			
		15	16.3	19.5	13.9			1.1	10.5	6.95	2.5			
		16	16.3	22.4	12.7			0.9	8.2	10.37	5.5			
		17	15.5	20.5	11.8			0.7	5.2	9.67	0.0			
		18	16.0	20.9	12.0			1.4	6.2	6.83	4.0			
		19	16.9	18.7	15.6			2.4	9.8	1.33	48.5			
		20	16.5	21.5	13.7			1.8	9.3	3.58	0.0			
		21	15.7	21.1	10.2			1.8	8.1	11.58	0.0			
		22	16.4	21.1	13.4			0.7	5.8	9.49	0.0			
		23	14.3	16.6	12.9			0.6	7.0	3.48	0.0			
		24	15.6	21.8	12.0			0.8	5.1	8.16	0.0			
		25	15.8	20.9	13.1			0.8	7.3	11.16	1.5			
		26	13.7	16.7	12.6			2.0	10.0	3.08	11.5			
		27	19.8	25.1	14.1			4.9	28.5	7.99	0.5			
		28	17.2	25.8	10.0			4.6	28.5	3.62	3.0			
		29	12.5	18.9	7.5			0.7	6.3	12.40	0.0			
		30	13.1	17.7	7.4			0.5	3.6	5.88	1.5			

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipitation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature		
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C
1991	10	1	13.0	14.1	11.8			2.3	13.1	1.90	47.0			
		2	14.4	16.7	12.7			1.2	7.8	3.55	9.0			
		3	14.6	21.6	10.0			1.1	10.4	13.92	0.0			
		4	15.4	22.4	9.9			1.0	5.8	11.38	0.0			
		5	12.5	14.5	11.2			1.3	8.5	2.86	1.0			
		6	12.9	14.3	11.0			1.4	8.4	1.48	11.0			
		7	13.4	14.4	12.3			0.5	5.3	1.13	10.0			
		8	14.0	15.4	13.2			0.4	3.9	2.08	5.0			
		9	12.3	13.9	10.8			4.6	16.9	3.38	3.0			
		10	12.9	15.2	10.8			4.8	11.8	3.86	3.5			
		11	13.3	14.7	11.7			2.8	17.5	1.85	46.0			
		12	14.5	16.9	12.7			1.6	9.3	3.20	18.0			
		13	13.6	14.4	10.9			2.1	9.9	0.54	60.0			
		14	11.7	15.4	9.3			1.2	6.6	7.26	0.0			
		15	7.2	10.0	5.4			1.9	7.8	6.47	4.5			
		16	8.6	14.5	2.4			1.1	10.9	8.39	0.0			
		17	12.7	15.0	9.6			2.9	14.9	1.03	5.5			
		18	9.4	15.4	4.9			1.2	7.7	10.19	0.5			
		19	8.7	12.2	4.9	68	44	1.0	6.6		0.5			
		20	7.5	12.6	4.0	66	43	0.9	7.7		0.5			
		21	7.4	13.2	2.5	66	44	1.1	10.4	10.24	1.0			
		22	7.5	12.9	3.6	66	47	0.7	5.4	0.72	0.0	12.6	13.0	10.2
		23	6.1	9.1	3.2	68	53	0.6	5.2	4.57	1.0	12.4	12.7	12.1
		24	8.6	15.0	2.5	60	40	1.6	8.8	3.29	0.0	12.2	13.0	8.2
		25	8.6	12.1	7.2	71	54	1.2	8.9	1.99	30.5	12.0	12.5	11.1
		26	9.7	16.4	2.9	68	51	1.1	9.4	8.02	0.0	12.2	12.7	11.6
		27	11.7	13.5	9.4	73	61	1.3	10.8		27.0	12.4	12.9	9.5
		28	7.9	10.2	6.1	69	51	1.5	5.8		3.0	12.4	12.7	9.0
		29	7.4	12.3	2.7	61	43	1.3	8.1		0.0	11.9	12.3	8.5
		30	8.7	14.3	3.9	59	32	1.1	8.0	6.94	1.5	11.4	11.9	10.9
		31	5.6	9.3	2.7	63	49	1.1	7.8		0.0	11.5	11.8	8.0
1991	11	1	4.0	9.0	0.1	69	50	0.6	4.5	3.34	0.0	11.0	11.4	10.7
		2	5.5	14.7	0.6	63	32	1.3	7.7	4.88	0.0	10.4	11.0	7.6
		3	6.1	13.9	-0.5	63	39	1.2	6.8	7.78	0.0	10.1	10.7	9.4
		4	2.5	6.3	-1.4	73	68	0.7	4.5		2.0	9.4	10.2	5.9
		5	1.1	3.2	-1.8	72	65	1.3	9.3		1.5	8.9	9.2	4.8
		6	1.1	10.7	-4.4	58	20	1.0	5.9	9.40	0.0	8.5	8.9	8.0
		7	4.3	15.3	-4.3	57	24	1.3	6.2	8.95	0.0	7.9	8.5	7.3
		8	9.4	15.3	1.6	66	50	1.7	7.3		3.5	8.1	8.9	5.8
		9	3.9	8.9	-2.1	67	52	1.3	15.4		1.0	8.9	9.2	6.2
		10	4.3	9.6	-0.1	60	46	1.1	17.1	5.77	0.0	8.5	9.0	8.1
		11	2.6	5.9	-0.7	68	56	1.8	12.1		4.5	8.3	8.8	4.8
		12	2.3	8.4	-2.1	64	40	1.1	9.0	0.79	0.5	8.2	8.5	5.6
		13	4.2	8.7	1.9	64	39	1.7	9.0		4.5	8.2	8.6	4.8
		14	2.0	3.0	-0.4	69	56	0.7	4.5	1.63	4.5	8.0	8.4	7.9
		15	0.6	2.6	-0.6	72	59	1.3	7.5	1.72	6.5	7.4	7.9	7.2
		16	1.6	7.9	-1.6	62	37	1.2	7.8	0.76	1.0	7.0	7.5	3.4
		17	3.4	9.5	-3.1	59	26	1.3	7.8	6.34	0.0	6.7	7.2	6.3
		18	4.1	8.8	-0.3	65	46	0.7	7.3	4.67	0.0	7.1	7.7	6.7
		19	3.3	11.1	-2.4	60	30	1.5	7.4	7.56	0.0	7.1		6.5
		20	0.4	5.4	-1.7	72	56	2.0	12.3	2.76	9.5	6.4	6.9	5.9
		21	-0.5	5.0	-4.4	65	46	0.8	7.2	4.01	7.5	5.6	5.9	5.5
		22	0.2	8.7	-6.4	63	39	0.8	6.0	7.79	6.5	5.1	5.4	4.8
		23	3.6	9.6	-1.8	67	46	0.5	5.0	2.26	0.0	4.6	4.8	4.5
		24	0.3	5.6	-4.5	74	72	2.3	13.4		5.0	4.7	4.8	1.1
		25	-3.7	-1.8	-8.9	71	65	2.5	10.8	2.14	0.0	4.5	4.6	4.4
		26	-2.6	9.6	-9.6	64	37	0.7	3.4	5.87	8.5	4.5	4.5	4.4
		27	1.8	15.6	-6.0	59	26	0.7	4.7	6.37	2.0	4.4	4.5	4.3
		28	6.9	10.9	2.5	75	71	0.9	10.6	1.20	8.0	4.3	5.1	4.1
		29	4.5	8.4	-1.8	69	55	1.6	9.7	2.11	1.0	5.7	6.1	5.1
		30	2.9	11.9	-2.5	66	42	1.2	6.3	5.96	0.0	5.4	5.8	4.9

表 2 宮床湿原気象データ (続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipitation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature		
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C
1991	12	1	1.6	9.1	-3.7	69	50	0.6	5.4	4.93	0.0	4.9	5.3	4.5
		2	1.6	6.4	-3.9	68	46	0.9	8.4		0.0	5.0	5.4	1.9
		3	0.5	7.8	-5.3	65	44	0.9	6.2	5.98	0.0	4.5	5.1	4.2
		4	1.8	7.2	-2.5	65	39	1.2	8.5		0.5	4.5	5.0	1.7
		5	1.9	10.7	-3.6	60	30	1.0	5.0	1.21	0.0	4.5	4.8	1.2
		6	2.1	10.7	-4.2	60	34	0.8	6.9	3.88	0.0	4.1	4.5	3.8
		7	3.8	9.8	-1.6	66	44	1.2	9.6		0.5	4.3	4.8	1.1
		8	2.7	8.2	-1.1	69	49	1.7	7.8	3.95	1.5	5.1	5.6	4.7
		9	-2.6	-0.4	-4.6	73	65	1.6	5.9	1.91	1.5	5.0	5.4	4.8
		10	-4.1	-1.3	-6.0	72	68	0.8	5.8	2.35	0.0	4.6	4.8	4.5
		11	0.3	10.2	-7.7	65	0	2.4	12.6	5.12		4.1	4.5	3.0
		12	-4.5	-2.1	-6.4	71	61	1.8	12.4	2.51		2.9	3.1	2.8
		13	-3.6	0.0	-6.4	71	65	0.9	6.1	2.23		3.2	3.2	3.0
		14	-0.4	6.5	-8.2	64	42	0.8	4.9	5.11		3.2	3.3	3.2
		15	1.6	7.9	-2.1	67	43	0.8	5.1	5.39		3.2	3.3	3.1
		16	1.2	11.6	-4.6	62	30	1.1	5.7	6.74		3.1	3.2	2.9
		17	2.5	14.5	-6.0	48	20	1.2	6.5	6.72		2.8	2.9	2.6
		18	2.6	6.4	-1.5	69	54	2.1	8.0	0.29		2.6	2.6	2.5
		19	-2.4	-0.5	-4.1	69	62	2.7	11.2	1.80		2.6	2.6	2.5
		20	-4.7	-0.7	-10.1	61	46	1.4	7.6	3.84		2.6	2.6	2.5
		21	-3.2	7.4	-10.7	57	25	0.8	4.1	6.67		2.4	2.6	2.2
		22	1.4	9.5	-4.5	66	42	0.7	4.6	6.38		2.2	2.3	2.1
		23	3.7	12.4	-5.0	55	25	1.5	6.6	5.06		2.0	2.1	2.0
		24	4.6	8.9	-0.1	70	54	1.2	9.7	1.43		2.7	3.3	2.1
		25	-2.1	-0.2	-3.1	71	65	1.3	5.7	0.98		3.0	3.3	2.8
		26	-3.0	-1.5	-4.1	68	59	1.1	6.3	0.62		2.7	2.8	2.6
		27	-2.0	2.1	-4.9	65	56	0.7	5.4	1.33		2.7	2.7	2.6
		28	-0.5	2.9	-3.2	73	58	1.6	13.8	1.50		2.7	2.7	2.6
		29	-6.5	-3.2	-8.3	71	69	3.5	13.2	0.65		2.6	2.6	2.5
		30	-6.7	-5.4	-8.0	70	69	3.2	14.1	1.46		2.5	2.5	2.3
		31	-4.7	-0.3	-9.5	72	69	1.2	7.4	2.53		2.2	2.3	2.1
1992	1	1	-2.3	0.3	-6.3	74	71	0.7	5.6	3.11		2.0	2.1	1.9
		2	-2.2	2.3	-8.2	68	50	0.9	6.5	6.88		1.9	2.0	1.9
		3	-2.1	0.9	-6.6	70	58	1.3	5.7	2.02		1.9	1.9	1.8
		4	-2.7	-1.1	-3.5	69	60	2.6	13.4	3.10		1.8	1.9	1.8
		5	-1.4	3.1	-6.9	66	46	2.1	13.7	6.17		1.8	1.8	1.7
		6	-0.6	6.1	-3.2	69	47	0.3	2.6	3.70		1.7	1.8	1.7
		7	0.9	7.1	-1.6	71	55	0.8	6.6	4.10		1.7	1.7	1.6
		8	0.0	2.6	-3.0	66	56	3.3	13.0	3.70		1.6	1.6	1.5
		9	-1.3	1.6	-3.0	72	61	0.6	4.3	1.16		1.5	1.6	1.5
		10	-3.4	-1.0	-5.7	71	61	2.2	13.1	1.07		1.4	1.5	1.4
		11	-3.8	3.1	-10.0	63	45	1.5	6.6	2.96		1.4	1.4	1.3
		12	-3.9	4.9	-11.3	58	27	0.9	6.5	6.24		1.3	1.5	1.3
		13	1.3	6.4	-3.0	65	51	0.9	5.2	5.23		1.4	1.4	1.3
		14	-4.6	-0.5	-8.1	72	68	2.7	12.8	1.33		1.3	1.3	1.2
		15	-6.1	-2.1	-10.7	62	48	1.1	6.7	5.32		1.2	1.3	1.2
		16	-5.3	4.3	-14.3	56	30	1.0	4.1	8.15		1.2	1.3	1.2
		17	-2.4	6.6	-10.8	61	31	1.6	8.5	7.94		1.2	1.3	1.1
		18	-4.9	-2.5	-9.0	71	64	1.5	9.9	0.68		1.2	1.2	1.1
		19	-5.6	-3.5	-6.6	71	70	2.5	11.4	3.65		1.2	1.2	1.1
		20	-4.6	-3.2	-5.8	70	65	1.4	10.6	2.32		1.1	1.2	1.1
		21	-5.0	6.9	-11.8	59	30	0.4	3.8	7.66		1.1	1.1	1.1
		22	-4.2	5.3	-12.9	64	34	1.1	8.9	7.31		1.1	1.1	1.1
		23	-5.1	-1.8	-7.5	69	56	0.8	5.1	2.88		1.1	1.1	1.0
		24	-6.6	-4.4	-11.5	70	65	2.0	10.4	3.92		1.1	1.1	1.0
		25	-3.0	3.9	-10.5	59	37	1.5	10.7	7.02		1.0	1.1	1.0
		26	-2.6	4.9	-10.2	65	40	0.9	7.4	8.62		1.0	1.1	0.9
		27	-3.2	6.3	-11.3	64	33	1.8	11.7	7.39		1.0	1.0	0.9
		28	-2.9	0.5	-5.4	67	57	1.4	12.6	5.88		1.0	1.0	0.9
		29	-0.7	2.5	-4.7	67	53	2.4	11.5	2.57		0.9	1.0	0.9
		30	-2.8	0.9	-7.8	65	48	1.2	5.5	7.38		0.9	0.9	0.9
		31	-4.0	-0.9	-8.3	67	51	1.0	6.2	2.90		0.9	0.9	0.8

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1992	2	1	-5.7	-3.4	-9.1	71	68	3.3	13.2	2.68		0.8	0.9	0.8
		2	-5.8	-3.3	-10.3	71	68	2.7	14.0	3.55		0.8	0.8	0.8
		3	-2.9	5.6	-11.4	54	22	0.8	4.7	8.99		0.8	0.8	0.7
		4	-2.1	1.5	-5.1	71	64	2.2	12.7	2.15		0.7	0.8	0.7
		5	-4.7	-2.7	-5.6	71	63	1.8	10.7	3.61		0.7	0.7	0.7
		6	-4.3	1.9	-11.0	61	33	1.0	6.8	9.32		0.7	0.7	0.6
		7	-5.1	-0.3	-11.1	70	63	1.5	16.7	2.52		0.7	0.7	0.6
		8	-5.9	-2.9	-8.5	69	58	0.7	10.7	2.98		0.6	0.7	0.6
		9	-6.6	-1.8	-13.7	66	50	1.3	10.0	5.65		0.6	0.6	0.6
		10	-5.6	4.0	-15.8	51	20	1.4	13.1	11.22		0.6	0.6	0.5
		11	-7.5	-3.4	-15.3	65	47	2.2	10.7	7.02		0.6	0.6	0.5
		12	-4.3	6.2	-13.6	51	31	1.2	5.8	11.20		0.6	0.6	0.5
		13	-0.7	4.8	-5.8	62	32	1.5	7.3	7.88		0.5	0.6	0.5
		14	-3.4	-0.7	-8.8	68	56	1.7	8.5	5.23		0.5	0.6	0.5
		15	-2.2	6.2	-11.7	47	22	1.2	5.3	11.11		0.5	0.5	0.5
		16	-3.6	2.3	-7.9	62	37	2.5	16.7	3.88		0.5	0.5	0.5
		17	-6.1	-2.1	-10.6	71	67	2.2	13.2	3.83		0.5	0.5	0.4
		18	-3.8	3.7	-13.1	62	35	1.3	9.3	11.46		0.5	0.5	0.4
		19	-5.6	-1.0	-7.5	70	49	1.8	11.5	3.84		0.5	0.5	0.4
		20	-6.9	-2.8	-13.2	64	46	0.8	6.6	10.06		0.4	0.5	0.4
		21	-8.0	-3.4	-15.3	66	52	1.3	8.2	6.42		0.4	0.5	0.4
		22	-6.5	-4.4	-7.4	71	70	1.5	8.6	2.45		0.4	0.4	0.4
		23	-6.3	-1.9	-14.5	71	65	1.8	11.5	4.74		0.4	0.4	0.4
		24	-7.5	-1.8	-15.8	69	63	1.2	7.9	6.95		0.4	0.4	0.4
		25	-6.1	-4.5	-7.2	70	65	2.5	10.2	5.35		0.4	0.4	0.4
		26	-6.1	-2.5	-14.6	67	54	2.5	12.1	5.77		0.4	0.4	0.4
		27	-1.8	6.3	-15.1	61	33	2.1	9.9	7.64		0.4	0.4	0.4
		28	3.1	11.7	-4.8	54	19	1.4	9.1	13.26		0.4	0.4	0.3
1992	3	1	2.7	6.5	-1.1	75	59	2.3	14.0	1.58		0.2	0.3	0.2
		2	-2.5	0.6	-5.0	56	42	4.0	14.3	11.86		0.2	0.3	0.2
		3	-4.7	-1.8	-6.8	65	56	2.2	10.4	7.74		0.2	0.2	0.1
		4	-3.8	2.4	-7.5	57	35	1.5	6.5	13.20		0.3	0.5	0.1
		5	0.0	4.8	-5.9	61	49	4.0	14.4	3.36		0.4	0.5	0.4
		6	-0.8	1.9	-4.1	71	57	4.4	15.3	5.17		0.4	0.5	0.4
		7	-5.1	-0.4	-12.5	65	40	2.1	14.1	11.28		0.4	0.5	0.4
		8	-3.9	5.9	-13.9	43	13	1.4	11.8	15.61		0.4	0.5	0.4
		9	0.8	8.9	-7.5	45	27	1.3	7.3	14.81		0.4	0.5	0.4
		10	1.8	5.7	-2.1	61	49	1.0	6.0	5.58		0.4	0.4	0.4
		11	-0.3	3.4	-5.7	66	49	1.9	11.1	7.49		0.4	0.4	0.4
		12	1.6	11.2	-6.8	53	23	1.0	5.4	14.02		0.4	0.4	0.4
		13	3.4	10.0	-2.0	55	24	1.3	6.7	14.65		0.4	0.4	0.4
		14	5.8	12.4	-0.1	44	22	1.7	13.1	13.96		0.4	0.4	0.4
		15	4.0	9.6	1.5	69	51	0.7	4.2	5.05		0.4	0.4	0.4
		16	-0.2	3.6	-4.6	77	70	2.4	9.2	1.37		0.4	0.4	0.4
		17	-2.2	1.0	-5.1	55	41	1.1	5.4	8.26		0.4	0.4	0.4
		18	-0.2	3.2	-2.2	68	55	2.9	12.8	4.70		0.4	0.4	0.4
		19	0.2	4.8	-3.5	68	49	1.6	9.4	8.62		0.4	0.4	0.4
		20	1.9	6.9	-3.8	57	42	1.4	8.4	11.80		0.4	0.4	0.4
		21	-1.9	1.0	-4.8	74	66	2.7	12.3	1.42		0.4	0.4	0.4
		22	-3.9	-0.6	-5.4	70	56	2.7	17.1	6.71		0.4	0.4	0.4
		23	-1.1	6.2	-8.3	63	35	0.7	7.0	8.34		0.4	0.4	0.4
		24	2.6	9.2	-1.6	69	49	1.5	6.8	9.82		0.4	0.4	0.4
		25	2.4	4.6	-0.6	74	65	0.9	5.7	3.23		0.4	0.4	0.4
		26	2.5	6.4	-3.5	60	37	1.8	8.5	6.92		0.4	0.4	0.4
		27	0.7	7.9	-4.4	58	30	0.4	4.2	9.61		0.4	0.4	0.3
		28	2.7	10.3	-5.0	54	31	0.9	4.8	13.97		0.4	0.4	0.3
		29	5.7	10.9	0.8	62	47	4.2	19.1	10.09		0.3	0.4	0.3
		30	3.8	7.7	1.7	75	65	1.8	9.7	4.76		0.4	0.4	0.3
		31	4.2	11.2	0.5	57	37	2.0	7.6	15.20		0.4	0.4	0.3

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipitation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature		
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C
1992	4	1	6.8	10.6	1.2	62	52	3.7	19.6	6.35		0.3	0.4	0.3
		2	4.9	9.8	0.2	70	56	1.4	9.2	7.13		0.3	0.4	0.3
		3	6.1	15.6	-1.0	52	16	1.0	7.0	18.68		0.3	0.4	0.2
		4	8.0	14.0	0.3	45	15	4.7	15.1	15.52		0.3	0.4	0.2
		5	5.0	8.5	2.6	72	51	1.7	12.9	3.01		0.3	0.3	0.3
		6	6.5	12.2	1.9	65	35	2.1	10.1	15.53		0.3	0.4	0.2
		7	3.0	6.0	0.0	73	58	1.1	7.1	2.93		0.3	0.3	0.3
		8	5.7	17.2	-3.2	51	17	1.5	10.3	19.09		0.3	0.4	0.2
		9	6.1	8.5	3.1	66	51	1.2	6.5	2.68		0.3	0.3	0.3
		10	4.9	13.2	0.4	57	22	1.6	9.7	4.62		0.3	0.3	0.3
		11	3.3	6.4	1.1	73	57	2.9	15.4	3.26		0.3	0.3	0.3
		12	3.0	13.2	-1.6	65	35	2.0	13.3	9.54		0.3	0.3	0.2
		13	1.0	5.5	-1.8	67	51	2.1	8.9	9.01		0.3	0.4	0.3
		14	1.2	6.1	-0.4	64	39	2.3	10.1	10.32		0.3	0.4	0.3
		15	4.8	12.0	-3.1	51	20	5.0	20.5	17.50		0.3	0.3	0.2
		16	5.9	11.4	1.8	64	46	4.3	22.2	9.48		0.3	0.4	0.2
		17	2.2	6.4	-1.2	59	38	2.7	13.1	10.68		1.0	2.6	0.3
		18	9.8	19.9	-0.8	43	19	2.1	7.8	13.75		3.5	7.3	0.8
		19	5.5	12.3	-0.7	58	35	1.8	12.9	5.77		5.0	6.4	4.0
		20	4.1	11.1	-1.8	48	22	3.2	16.5	12.08		4.5	6.1	3.0
		21	8.2	18.6	-3.4	38	10	2.5	14.7	17.75		5.2	8.1	2.9
		22	7.4	11.6	2.6	62	42	3.5	15.9	3.00		5.9	6.8	5.0
		23	7.7	13.2	1.4	39	19	4.4	18.0	17.63		6.5	8.7	4.6
		24	11.2	19.1	1.5	38	6	4.0	14.1	11.76		6.9	8.6	5.0
		25	6.5	10.4	-1.2	41	27	4.6	25.8	14.60		7.4	8.7	6.1
		26	6.9	18.0	-3.5	38	8	2.0	9.8	20.06		7.3	9.9	4.9
		27	11.7	21.7	0.8	31	9	2.4	17.8	20.69		8.4	11.1	5.9
		28	12.4	22.5	1.4	38	12	2.1	10.6	19.64		9.5	12.0	7.1
		29	6.7	11.3	-1.0	49	27	3.7	17.3	17.64		9.7	11.3	8.4
		30	4.1	7.7	-1.1	67	41	1.9	10.0	2.58		4.0	9.0	0.3
1992	5	1												
		2												
		3												
		4												
		5												
		6												
		7												
		8												
		9												
		10												
		11												
		12												
		13												
		14												
		15												
		16												
		17												
		18												
		19												
		20												
		21												
		22												
		23												
		24												
		25												
		26												
		27												
		28												
		29												
		30												
		31												

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature						
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C		
1992	6	1																
		2																
		3																
		4																
		5																
		6																
		7																
		8																
		9																
		10																
		11																
		12																
		13																
		14																
		15																
		16																
		17																
		18																
		19																
		20																
		21																
		22																
		23																
		24	11.4	13.3	10.2	74	65	2.7	18.0		3.0	14.8	15.6	13.8				
		25	13.0	19.0	7.5	70	47	1.4	6.7	11.38	0.0	16.7	20.3	13.7				
		26	14.2	21.9	7.0	64	32	1.5	8.8	19.22	0.0	17.4	21.8	13.6				
		27	15.6	24.2	7.7	66	35	1.2	8.0	9.54	0.0	17.9	20.8	14.6				
		28	15.9	24.3	8.2	59	24	1.2	8.8	16.42	0.0	18.7	22.3	15.0				
		29	16.5	24.6	8.7	62	31	1.1	6.3	15.88	0.0	19.0	22.6	15.4				
		30	14.8	19.3	8.2	70	54	1.6	6.7	6.30	9.5	17.8	18.9	11.7				
1992	7	1	13.4	18.6	9.5	78	58	1.4	9.5		29.5	16.2	16.9	14.9				
		2	16.1	23.3	8.9	72	52	1.0	5.8	1.97	0.0	16.7	20.7	13.9				
		3	18.0	23.4	12.7	71	54	1.2	6.5	2.36	0.0	18.8	21.8	16.0				
		4	18.4	24.4	13.6	72	51	1.1	10.1	9.90	0.0	19.8	22.7	17.4				
		5	19.4	25.6	13.9	71	41	1.0	5.3	3.11	0.0	20.1	22.7	17.5				
		6	19.3	26.3	14.5	74	46	1.0	6.9	11.50	0.0	20.8	23.5	18.4				
		7	19.0	25.5	14.8	79	58	1.3	10.0	9.38	16.0	20.9	23.6	18.7				
		8	19.1	25.0	12.9	69	40	1.7	11.3		5.0	21.8	25.5	18.7				
		9	17.2	22.4	10.8	69	49	1.4	9.5	14.58	0.5	20.9	23.4	19.2				
		10	16.0	23.3	8.2	61	34	1.2	10.0	9.19	0.0	20.0	23.4	16.6				
		11	15.5	17.9	12.7	79	56	0.5	3.2	4.56	11.0	19.2	20.2	18.5				
		12	17.2	19.3	16.0	84	75	0.8	5.9	0.56	6.0	18.9	19.7	18.2				
		13	17.3	19.8	16.5	86	79	0.4	4.8	3.46	26.5	18.5	19.0	18.1				
		14	17.6	21.1	16.1	84	67	0.5	3.7	2.82	37.5	18.4	19.1	17.8				
		15	17.9	22.6	15.4	80	63	1.1	6.9	1.74	22.0	19.6	21.9	18.1				
		16	18.0	24.2	13.9	75	53	1.2	7.6	0.67	0.0	20.8	24.3	18.4				
		17	18.2	24.3	13.4	73	53	1.3	6.9	13.98	0.0	20.9	23.5	18.3				
		18	18.4	23.6	16.0	81	68	1.3	6.1	4.63	32.5	19.5	20.3	18.9				
		19	19.2	23.9	16.9	73	56	1.6	7.7		8.5	20.2	22.9	18.5				
		20	21.0	27.9	14.4	68	0	1.1	7.6		0.0	22.0	25.6	18.5				
		21	20.5	25.6	13.9	77	56	0.7	4.4	9.52	0.0	22.2	23.8	20.1				
		22	21.0	24.9	17.5	82	66	0.9	7.1		0.0	22.3	23.5	21.2				
		23	22.0	27.7	16.6	74	55	1.6	9.2	8.14	0.0	23.2	25.9	20.5				
		24	20.3	24.7	16.3	78	56	1.4	8.7	3.76	25.0	23.5	25.2	21.7				
		25	20.6	27.7	15.6	71	34	1.0	6.3	14.60	0.0	23.7	26.1	21.2				
		26	20.6	25.4	15.0	77	56	1.0	4.4	13.56	0.0	23.6	25.2	21.6				
		27	21.5	29.1	16.0	79	49	0.9	7.4	14.88	0.0	23.9	26.2	21.1				
		28	21.2	27.9	16.5	81	52	1.1	8.4	9.18	0.0	24.3	26.2	22.1				
		29	21.9	28.0	16.5	76	47	1.2	8.6	12.01	0.0	24.2	26.3	22.1				
		30	23.0	30.2	15.1	80	49	1.1	7.1	15.07	0.0	24.4	26.7	21.9				
		31	22.7	28.4	19.3	85	48	1.8	10.7	2.29	7.5	25.0	26.9	23.0				

表 2 宮床湿原気象データ (続き)
 Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipitation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1992	8	1	20.2	23.8	15.6	89	64	1.1	8.7	0.05	5.0	24.5	25.8	23.0
		2	17.1	21.9	15.3	85	65	2.0	8.2	5.22	0.0	22.8	23.8	21.7
		3	16.2	19.6	12.9	72	63	2.0	9.1	8.59	0.0	21.5	22.5	20.6
		4	15.3	20.1	11.7	73	59	4.0	18.4	13.80	0.0	20.6	21.7	19.7
		5	20.0	29.1	11.3	74	49	1.5	9.1	14.10	0.0	21.4	23.8	18.8
		6	22.2	29.5	15.9	80	46	1.1	6.1	14.51	0.5	23.1	25.3	20.8
		7	21.6	27.7	16.6	87	58	0.8	6.9	9.96	1.0	23.3	24.8	21.6
		8	23.2	28.7	18.1	75	57	4.7	23.9	8.47	0.5	23.5	25.3	21.4
		9	20.8	24.0	16.6	81	58	6.0	28.3	1.02	5.5	22.3	23.1	21.7
		10	19.1	24.8	12.8	80	49	1.5	8.0	10.81	0.0	22.3	24.3	20.2
		11	19.6	26.5	15.1	86	49	1.2	5.9	10.74	1.5	22.6	24.3	21.1
		12	19.1	25.0	14.6	86	61	1.3	6.2	3.98	1.5	22.3	23.6	21.0
		13	20.3	24.2	18.1	80	67	2.4	14.4	4.60	13.0	21.5	22.2	21.0
		14	22.9	28.5	17.8	74	56	2.3	11.3	7.55	0.0	23.1	25.5	20.1
		15	22.4	29.8	16.1	75	49	2.0	6.7	16.64	0.0	23.4	25.3	21.3
		16	22.1	29.6	16.5	77	52	1.6	6.9	10.51	0.0	23.5	25.5	21.4
		17	22.4	28.8	14.6	71	48	2.8	11.6	18.14	0.0	23.2	25.4	21.0
		18	22.5	27.5	15.4	63	47	4.8	17.0	19.14	0.0	23.2	25.1	21.3
		19	21.6	26.7	13.3	62	46	5.8	16.9	17.86	0.0	22.5	24.1	20.8
		20	21.7	27.7	16.5	77	50	2.1	17.2	10.44	3.0	22.9	24.5	21.2
		21	19.2	23.7	16.8	95	72	0.8	6.6	6.28	1.5	22.5	23.4	21.7
		22	20.2	23.5	16.0	92	74	0.8	4.5	5.51	0.5	22.1	23.0	21.0
		23	22.8	28.7	17.9	79	59	1.2	6.9	5.14	0.0	22.9	24.6	21.0
		24	23.1	29.0	16.9	79	57	1.3	4.7	9.79	0.5	23.3	25.2	21.2
		25	23.1	30.4	18.9	86	54	1.1	7.9	16.34	5.0	24.2	26.4	22.4
		26	21.4	26.2	18.8	90	63	0.8	5.9	9.52	2.0	23.6	24.8	22.6
		27	22.4	28.2	18.6	87	59	1.7	7.9	8.17	32.5	23.7	25.3	22.3
		28	22.4	28.3	18.2	87	58	1.1	7.1	7.72	0.5	23.8	26.0	21.7
		29	20.7	28.3	16.8	88	63	1.7	10.8	7.85	0.0	23.9	25.5	22.4
		30	20.3	28.4	14.9	85	56	1.4	6.0	9.85	0.0	23.3	25.6	21.1
		31	21.2	27.7	15.4	84	58	1.2	7.8	12.42	0.0	23.2	24.9	21.3
1992	9	1	22.0	30.0	16.2	84	53	1.2	5.9	13.06	0.0	23.4	25.5	21.3
		2	22.0	28.7	15.0	77	53	1.2	6.7	13.88	0.0	23.5	25.2	21.6
		3	20.1	21.5	18.7	97	80	2.1	10.7	2.03	2.5	22.7	23.5	22.2
		4	21.1	26.8	18.6	85	64	1.5	7.4	3.02	8.5	22.7	24.3	21.6
		5	16.8	19.5	14.3	81	70	2.3	14.7	4.69	5.5	21.6	22.5	21.0
		6	16.3	23.4	11.7	75	51	2.3	9.2	8.72	0.5	21.3	23.0	19.8
		7	16.1	23.0	10.3	74	57	2.6	8.8	14.04	0.0	21.0	22.7	19.2
		8	16.9	24.9	9.3	80	56	1.0	6.9	10.01	0.0	20.8	22.5	18.7
		9	18.9	26.8	12.9	86	60	1.2	6.6	9.85	1.0	21.2	23.2	19.1
		10	16.1	21.7	11.7	91	69	0.9	6.0		3.5	20.3	21.1	19.1
		11	14.4	18.0	10.4	84	67	2.4	12.0	7.82	4.5	19.8	20.6	19.0
		12	12.5	19.2	7.0	80	54	1.2	7.7	11.11	0.0	18.9	20.5	17.3
		13	14.0	20.6	9.4	81	51	0.8	4.9	9.55	0.0	18.5	20.0	17.2
		14	15.3	23.0	8.3	83	50	0.8	8.1	10.04	0.0	18.5	20.0	16.6
		15	18.1	25.1	13.8	90	60	0.8	8.5	5.53	6.0	19.8	21.6	18.2
		16	18.0	23.6	13.9	92	61	0.9	6.7	1.15	2.0	20.8	22.3	19.2
		17	15.5	19.8	10.3	91	57	0.6	7.5	4.30	0.0	20.0	20.8	19.1
		18	13.6	17.5	9.3	95	79	0.9	4.3	5.58	0.0	18.6	19.6	17.5
		19	14.3	19.3	11.3	85	63	1.5	10.1	7.04	17.5	18.6	19.7	17.5
		20	10.5	15.1	6.0	86	55	1.3	11.0	1.99	2.0	17.7	18.6	16.2
		21	9.6	16.0	5.4	90	58	0.8	6.5	9.96	1.0	16.9	18.5	15.6
		22	11.3	19.7	5.3	86	50	1.3	7.3	14.08	0.0	16.6	18.5	14.9
		23	13.5	22.8	4.5	78	44	2.0	9.3	9.50	0.0	16.4	18.3	14.3
		24	16.2	23.7	8.4	74	54	2.4	7.3	12.38	0.0	17.2	19.1	15.4
		25	18.2	22.0	15.2	78	63	5.0	22.5	3.54	7.5	17.6	18.3	17.0
		26	12.8	15.6	8.9	105	85	1.8	8.6	3.29	3.5	17.5	17.9	16.8
		27	8.2	13.2	3.9	85	51	2.2	12.1	8.28	1.5	16.2	16.9	15.2
		28	8.2	12.9	5.4	80	56	1.5	8.6	2.04	0.0	15.2	16.2	13.5
		29	11.0	13.2	7.2	74	57	7.2	25.6	3.65	3.0	14.4	14.7	13.9
		30	14.3	18.8	7.3	89	74	3.2	22.4	6.65	4.0	15.6	17.1	14.1

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation MJ m ⁻²	降水量 Precipitation mm day ⁻¹	地温 Soil temperature			
		平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	
1992	10	1	14.7	22.2	7.2	99	68	1.3	6.4	13.00	0.0	16.3	18.4	14.5
		2	15.6	21.8	12.4	103	73	0.8	6.4	7.88	10.0	17.2	18.7	15.9
		3	14.9	22.2	10.1	99	61	1.3	5.9	11.70	0.0	17.2	19.1	15.6
		4	13.7	20.5	9.1	104	71	1.6	8.8	5.10	4.0	17.0	18.1	15.9
		5	6.4	8.9	4.1	100	73	0.9	4.9	2.65	2.0	15.5	16.7	14.2
		6	5.9	12.0	1.0	94	55	1.1	7.8	8.95	1.5	14.2	15.5	13.2
		7	6.8	14.1	-0.4	82	49	1.5	9.0	9.60	0.0	12.8	14.2	11.1
		8	8.9	14.0	1.9	88	58	1.6	8.5	6.55	8.5	12.9	14.0	11.3
		9	11.1	15.0	8.7	103	80	2.5	14.2	4.09	22.5	13.7	14.4	13.2
		10	9.7	13.7	5.2	102	81	2.0	11.7	5.32	8.5	14.0	14.9	13.2
		11	10.1	18.5	3.3	96	68	1.4	6.4	8.52	0.0	13.4	15.4	11.5
		12	12.4	15.8	9.2	109	87	0.9	4.1	3.12	2.0	14.2	15.1	13.3
		13	14.0	18.5	10.4	103	85	1.1	9.9	6.97	0.0	15.4	16.8	14.3
		14	13.2	16.2	10.2	111	101	0.7	4.2	2.78	0.5	15.3	15.9	14.7
		15	11.7	12.9	9.7	112	111	0.5	4.4	1.33	18.5	14.8	15.3	14.5
		16	10.5	16.0	6.5	101	73	0.9	7.1	10.19	0.0	15.0	16.6	13.9
		17	8.9	15.9	3.1	98	69	1.0	9.0	9.34	0.0	14.3	15.8	13.0
		18	9.4	17.7	2.9	90	40	1.2	4.4	11.45	0.0	13.3	15.0	11.7
		19	9.8	15.6	4.9	100	73	1.1	4.6	5.96	0.0	13.4	14.7	12.2
		20	9.2	10.6	7.2	108	96	1.8	13.7	0.95	35.5	13.0	13.3	12.7
		21	7.5	12.9	2.6	101	78	0.9	5.5	4.19	0.5	13.0	13.8	12.1
		22	7.1	16.1	1.3	92	54	1.1	7.0	10.93	0.0	12.2	13.9	10.6
		23	8.8	18.6	-0.4	90	50	1.2	7.7	8.86	0.0	11.6	13.6	9.5
		24	11.8	16.9	7.4	99	69	1.3	9.3	3.12	5.0	12.4	13.3	11.2
		25	7.6	10.2	4.1	104	82	2.1	12.8	2.33	15.0	12.5	13.0	11.8
		26	6.6	9.5	4.1	98	77	2.5	12.0	4.75	16.0	11.8	12.3	11.6
		27	6.4	10.1	4.1	104	86	0.9	6.1	3.35	3.0	11.4	12.0	10.5
		28	6.4	15.4	0.9	89	53	1.2	6.0	10.06	0.5	10.6	12.3	8.9
		29	7.4	15.6	-0.4	96	61	1.6	11.6	5.42	0.5	10.1	11.4	8.4
		30	9.8	17.9	3.9	96	57	1.6	6.1	9.38	5.5	11.0	12.8	9.1
		31	6.7	8.9	5.5	107	74	2.3	25.7	1.64	11.5	11.0	11.7	10.7
1992	11	1	3.2	5.7	-0.4	110	98	2.1	7.3	2.80	11.5	10.6	10.9	9.8
		2	-0.3	3.9	-2.4	111	95	1.1	10.8	2.60	6.0	8.8	9.8	7.8
		3	3.1	13.4	-5.0	91	37	1.1	5.6	9.11	0.5	7.7	9.4	6.2
		4	5.6	9.3	-0.4	101	70	1.6	11.4	1.64	2.0	8.4	9.2	7.8
		5	6.6	16.2	-1.1	98	65	1.2	5.0	8.83	0.0	8.2	10.1	6.4
		6	9.7	15.5	4.1	96	58	0.8	7.2	4.24	2.0	9.1	10.6	7.6
		7	8.4	9.7	6.2	104	86	1.1	8.1	1.15	0.5	10.2	10.6	9.9
		8	6.7	12.5	3.4	84	56	1.7	9.0	7.27	0.0	9.9	10.9	8.9
		9	6.6	11.1	0.9	102	77	1.1	7.0	2.86	4.5	9.6	10.3	8.8
		10	7.7	10.2	3.9	111	111	1.4	12.8	1.43	3.0	10.3	10.9	9.9
		11	3.9	5.7	0.6	111	111	2.0	12.7	2.47	13.0	9.4	9.9	8.9
		12	4.3	11.5	-0.2	98	63	1.4	6.5	8.33	0.0	9.4	10.5	8.4
		13	4.5	10.9	-0.1	102	78	1.0	4.3	2.72	0.0	8.2	9.3	7.2
		14	5.6	13.4	0.2	95	59	1.4	11.3	7.21	0.0	8.0	9.4	6.8
		15	4.6	13.2	-1.2	98	63	1.0	4.9	5.69	0.0	7.4	8.7	6.2
		16	3.9	7.8	-0.3	110	94	1.7	10.7	1.74	9.0	7.2	8.1	6.4
		17	4.3	8.7	0.3	97	68	1.0	8.8	6.70	0.0	7.9	8.9	6.9
		18	2.9	10.9	-2.2	93	49	1.2	8.2	7.64	0.0	7.6	8.6	6.6
		19	6.6	16.2	-2.5	84	50	2.0	8.2	7.38	0.0	6.6	7.9	5.3
		20	10.4	15.4	3.6	89	61	2.3	10.9	1.48	9.5	7.9	9.0	6.7
		21	1.2	3.4	-1.1	110	99	1.7	10.7	0.78	6.5	8.0	8.6	7.1
		22	0.1	8.7	-6.3	93	52	1.2	5.1	7.60	0.0	6.3	7.1	5.3
		23	3.3	10.2	-5.0	90	44	2.0	9.7	5.86	1.5	5.5	6.3	4.4
		24	4.6	11.7	0.0	100	60	1.0	5.8	7.12	0.0	7.0	8.2	6.1
		25	4.0	12.6	-1.5	90	38	1.1	6.9	7.20	0.5	6.5	7.5	5.5
		26	0.3	4.9	-4.6	111	111	2.2	14.8	0.91	7.0	6.1	6.5	5.8
		27	-4.8	-3.6	-5.8	111	111	2.3	14.6	1.51	0.0	5.6	5.8	5.4
		28	-2.1	7.0	-9.5	107	73	0.9	9.2	7.08	11.0	5.1	5.4	4.9
		29	3.7	9.2	-3.9	94	68	1.3	9.2	6.72	0.5	4.9	5.2	4.6
		30	3.7	12.0	-2.4	92	42	0.8	6.8	6.92	0.0	5.9	7.0	5.1

表 2 宮床湿原気象データ (続き)
Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1992	12	1	4.9	12.7	-3.9	97	65	1.2	6.9	5.24	1.0	5.3	6.4	4.0
		2	2.7	6.4	-0.4	109	92	2.2	16.5	0.60	1.5	6.2	6.4	5.4
		3	-0.1	3.9	-4.9	87	61	1.7	9.3	6.95	0.0	5.3	6.0	4.8
		4	-1.5	0.7	-6.5	111	111	1.2	8.3	1.09	1.0	3.7	4.7	3.4
		5	-1.2	1.8	-6.2	102	79	1.2	10.8	2.21	1.0	3.8	4.5	3.5
		6	-0.9	8.9	-7.5	96	58	1.0	6.7	5.82	0.0	2.8	3.6	2.6
		7	8.3	13.2	0.4	86	72	5.7	28.3	1.94	0.0	3.1	4.9	2.4
		8	9.2	13.9	4.0	101	72	4.5	25.6	1.26	19.0	6.1	6.7	4.9
		9	4.8	8.1	-0.6	107	84	1.0	9.5	3.17	0.5	6.7	7.5	6.0
		10	5.8	12.4	-1.2	93	61	2.9	18.0	5.57	0.0	6.0	6.8	4.9
		11	0.2	7.5	-4.5	106	69	2.5	12.3	2.21	2.5	5.7	6.4	5.2
		12	-3.4	-1.3	-5.8	111	111	0.9	8.0	0.16	0.0	4.8	5.2	4.5
		13	0.6	6.9	-5.4	102	58	1.9	18.1	4.09	12.5	4.2	4.5	4.1
		14	1.4	19.5	-4.7	104	66	2.5	21.4	1.04				
		15	6.5	24.4	-6.4	101	60	1.1	10.1	3.19				
		16	7.2	23.6	-8.1	100	61	0.7	6.7	1.39				
		17	6.4	19.8	-5.6	101	58	0.6	7.5	4.64				
		18	4.7	17.5	-5.3	104	79	1.4	9.1	3.43				
		19	4.2	19.1	-11.6	99	63	1.8	10.1	3.54				
		20	3.9	15.1	-12.2	95	55	1.0	7.6	6.18				
		21	5.9	15.3	-0.3	95	58	1.2	8.6	7.82				
		22	6.4	19.4	-0.3	99	50	1.4	8.1	7.86				
		23	6.2	22.8	-5.1	92	44	2.2	10.6	6.25				
		24	4.8	23.7	-8.9	93	55	2.2	8.0	6.53				
		25	6.2	22.0	-7.4	95	63	3.3	22.5	2.09				
		26	5.0	15.2	-5.4	108	85	2.1	9.8	2.47				
		27	5.1	12.8	-2.5	94	53	2.1	10.9	5.57				
		28	5.3	12.4	0.4	94	56	1.1	7.5	0.46				
		29	5.0	13.2	-1.9	93	58	4.2	25.6	2.89				
		30	6.6	18.5	-6.8	97	71	2.4	17.7	5.76				
		31	1.3	10.1	-4.3	109	92	2.3	13.3	2.94				
1993	1	1	-5.4	-0.6	-12.4	108	84	1.7	5.7	2.69		1.5	1.6	1.4
		2	-2.6	4.6	-10.4	94	57	1.1	4.8	5.93		1.5	1.6	1.4
		3	1.8	8.8	-5.1	84	38	2.0	10.2	6.96		1.5	1.6	1.4
		4	-4.3	0.2	-9.3	112	111	1.6	6.9	1.75		1.4	1.5	1.4
		5	-4.9	-1.8	-6.6	110	81	3.0	9.3	3.77		1.4	1.5	1.4
		6	-2.8	4.1	-6.9	85	50	1.2	6.9	6.50		1.4	1.5	1.3
		7	0.5	4.6	-2.4	101	68	0.9	4.0	2.35		1.4	1.5	1.3
		8	-2.6	-0.2	-5.1	111	106	2.5	9.2	0.74		1.2	1.3	1.1
		9	-4.6	1.0	-11.2	104	78	0.3	2.8	2.64		1.1	1.2	1.1
		10	-1.3	3.4	-7.7	111	101	1.7	11.5	3.36		1.1	1.2	1.1
		11	-2.9	0.2	-5.7	94	61	1.4	10.2	5.06		1.1	1.2	1.1
		12	-3.8	0.7	-9.2	90	62	2.4	9.7	5.09		1.1	1.2	1.1
		13	-2.2	5.5	-9.4	87	51	1.2	7.5	7.25		1.1	1.2	1.1
		14	-1.4	0.8	-2.9	111	100	0.5	3.1	1.49		1.1	1.2	1.1
		15	-1.7	-0.8	-2.5	112	111	2.8	11.3	0.43		1.1	1.1	1.1
		16	-0.9	0.2	-3.1	112	111	5.9	14.3	2.06		1.1	1.1	1.1
		17	-2.9	-0.9	-4.9	112	111	2.1	10.1	2.30		1.1	1.1	1.1
		18	-5.6	5.9	-12.1	99	56	0.8	3.7	6.34		1.1	1.1	1.0
		19	-4.8	-2.8	-9.6	111	111	1.4	8.6	2.02		1.1	1.1	1.0
		20	-6.0	-2.2	-11.5	111	111	0.6	4.0	3.36		1.1	1.1	1.0
		21	-5.6	-2.6	-7.6	111	105	2.8	9.3	4.44		1.1	1.1	1.1
		22	-5.8	-2.9	-11.4	111	111	1.5	7.0	4.46		1.1	1.1	1.1
		23	-7.7	2.0	-14.8	97	54	0.7	6.2	7.13		1.0	1.1	1.0
		24	-4.2	1.9	-8.5	95	63	1.0	4.2	5.86		1.0	1.1	1.0
		25	0.2	1.9	-2.6	111	103	4.4	10.3	2.09		1.0	1.1	1.0
		26	0.0	1.2	-2.7	112	111	1.7	9.3	3.22		1.1	1.1	1.0
		27	-0.6	4.0	-4.5	98	68	0.9	4.6	7.46		1.0	1.1	1.0
		28	-5.2	-1.2	-8.0	111	97	3.5	19.1	2.04		1.0	1.0	1.0
		29	-5.4	-4.2	-7.1	111	111	5.3	18.4	3.10		1.0	1.0	1.0
		30	-3.6	-1.3	-8.0	111	111	2.0	7.6	3.46		1.0	1.0	0.9
		31	-2.5	-1.1	-4.5	111	111	1.0	5.5	2.02		1.0	1.0	0.9

表 2 富床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean °C
1993	2	1	-5.2	-2.2	-7.4	111	111	1.4	6.6	5.04		0.9	0.9	0.9
		2	-6.0	-3.8	-8.2	111	111	1.8	8.3	2.76		0.9	0.9	0.8
		3	-4.2	-1.2	-8.9	111	111	1.6	12.4	2.64		0.8	0.9	0.8
		4	-2.3	0.1	-5.4	111	111	3.8	16.1	2.83		0.8	0.8	0.8
		5	-5.0	3.6	-12.5	90	44	1.1	4.6	10.27		0.8	0.8	0.8
		6	2.8	13.1	-9.5	69	24	1.5	7.9	9.82		0.8	0.8	0.8
		7	6.2	14.2	-2.5	76	36	3.5	13.0	4.08		0.8	0.8	0.8
		8	-7.0	-2.5	-8.3	111	111	3.6	20.8	3.29		0.7	0.8	0.7
		9	-6.2	-2.9	-10.1	111	111	1.9	10.0	4.42		0.7	0.7	0.7
		10	-4.9	-2.7	-6.7	111	111	2.1	8.4	5.76		0.7	0.7	0.6
		11	-4.7	1.9	-11.1	104	65	0.8	5.8	8.93		0.7	0.7	0.7
		12	-4.8	-2.5	-6.6	111	111	2.2	13.1	2.35		0.7	0.7	0.6
		13	-5.0	-1.1	-10.7	111	101	2.0	7.7	8.14		0.7	0.7	0.6
		14	-6.2	-2.9	-7.5	111	111	3.5	12.5	4.56		0.6	0.7	0.6
		15	-3.7	2.0	-11.8	101	57	1.9	7.2	10.08		0.6	0.6	0.6
		16	1.3	8.2	-5.4	79	39	1.4	4.8	10.66		0.6	0.6	0.6
		17	2.7	5.6	0.1	109	65	3.8	13.5	1.25		0.6	0.6	0.6
		18	-1.3	0.9	-3.7	111	111	2.5	11.9	5.45		0.5	0.6	0.5
		19	-4.7	-2.6	-6.3	109	85	3.1	14.0	5.76		0.5	0.5	0.5
		20	-6.8	-1.6	-14.0	102	63	2.0	13.8	9.10		0.5	0.5	0.5
		21	-2.9	4.9	-13.3	97	56	1.0	4.8	4.75		0.5	0.6	0.5
		22	2.1	5.3	0.0	111	111	2.0	11.4	4.06		0.5	0.5	0.5
		23	-2.1	1.9	-4.5	104	51	4.2	22.8	6.14		0.5	0.5	0.5
		24	-5.1	-3.0	-6.7	111	111	4.1	10.9	10.18		0.5	0.5	0.4
		25	-5.4	-3.4	-6.8	111	111	2.1	10.1	7.99		0.5	0.5	0.4
		26	-5.3	-1.1	-12.5	110	87	1.4	8.6	6.12		0.5	0.5	0.4
		27	-4.8	3.3	-16.3	88	57	1.2	5.0	12.26		0.5	0.5	0.4
		28	-0.8	3.3	-5.3	111	99	1.8	7.8	5.04		0.4	0.5	0.4
1993	3	1	-3.8	-1.5	-6.5	111	111	2.0	7.6	6.41		0.4	0.5	0.4
		2	-5.8	-3.8	-7.3	111	111	1.9	12.1	3.12		0.4	0.4	0.4
		3	-2.4	3.0	-7.0	102	61	1.8	8.1	11.26		0.4	0.4	0.4
		4	-2.0	5.3	-9.6	79	47	1.3	7.9	13.97		0.4	0.4	0.4
		5	-1.2	9.7	-10.8	76	25	1.2	4.9	14.35		0.4	0.4	0.4
		6	3.6	7.8	-3.3	79	60	2.3	9.8	8.45		0.4	0.4	0.4
		7	3.4	12.4	-1.8	88	44	2.2	8.9	9.84		0.4	0.4	0.4
		8	-2.7	0.0	-6.3	111	111	3.1	11.5	6.10		0.4	0.4	0.4
		9	-2.6	2.2	-6.7	92	53	2.0	10.0	10.99		0.4	0.4	0.4
		10	-1.0	4.4	-4.8	94	67	1.5	7.9	11.74		0.4	0.4	0.4
		11	-2.1	1.7	-7.9	92	60	1.8	8.2	8.14		0.4	0.4	0.4
		12	-3.4	0.2	-7.7	90	69	1.8	8.7	6.07		0.4	0.4	0.4
		13	-4.7	-3.9	-6.0	110	88	4.3	13.9	5.16		0.4	0.4	0.4
		14	-5.3	-0.4	-11.0	92	57	3.3	12.2	11.02		0.4	0.4	0.4
		15	-3.5	3.7	-12.9	89	47	1.0	4.2	9.12		0.4	0.4	0.4
		16	-5.3	-2.9	-7.0	111	111	2.7	9.0	5.16		0.4	0.4	0.4
		17	-4.3	0.7	-9.6	90	53	2.1	10.3	15.67		0.4	0.4	0.4
		18	-2.8	2.9	-8.8	96	56	1.6	11.4	13.94		0.4	0.4	0.4
		19	-3.2	0.8	-9.0	101	56	2.4	9.7	10.80		0.4	0.4	0.4
		20	-3.8	2.5	-11.4	92	52	1.8	9.2	14.88		0.4	0.4	0.4
		21	-2.7	2.3	-7.7	92	57	1.4	9.0	11.50		0.4	0.4	0.4
		22	-1.4	5.4	-8.1	76	30	1.3	9.0	16.03		0.4	0.4	0.4
		23	0.9	10.2	-7.4	64	21	1.1	5.3	17.18		0.4	0.4	0.4
		24	3.0	11.3	-3.9	76	38	1.2	6.2	12.14		0.4	0.4	0.4
		25	2.3	6.0	-0.4	95	65	2.9	12.1	9.05		0.4	0.4	0.4
		26	3.7	9.2	-0.4	88	47	1.4	6.3	12.98		0.4	0.4	0.4
		27	2.5	7.1	-2.5	99	64	1.1	9.4	8.57		0.4	0.4	0.4
		28	2.4	8.3	-2.5	95	59	1.3	10.7	7.44		0.4	0.4	0.4
		29	-2.1	2.1	-6.4	111	99	4.1	18.1	4.27		0.4	0.4	0.4
		30	-0.9	7.4	-7.6	74	24	1.7	8.0	17.71		0.4	0.4	0.4
		31	5.2	13.4	-2.5	75	40	1.6	8.9	15.60		0.4	0.4	0.4

表 2 宮床湿原気象データ (続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1993	4	1	3.5	7.8	0.4	102	65	3.1	14.5	6.14		0.4	0.4	0.4
		2	1.8	6.7	-1.9	107	77	2.0	8.5	4.85		0.4	0.4	0.4
		3	5.4	12.9	-1.7	71	36	1.5	7.1	16.32		0.4	0.4	0.4
		4	1.9	6.4	-2.0	109	92	1.1	4.8	5.90		0.4	0.4	0.4
		5	-1.2	2.6	-3.0	99	64	2.6	12.0	11.21		0.4	0.4	0.4
		6	-0.6	2.9	-3.0	86	61	2.1	7.5	9.60		0.4	0.4	0.3
		7	0.9	10.3	-6.5	74	24	1.9	9.5	15.65		0.4	0.4	0.3
		8	-1.6	2.2	-6.4	103	68	2.3	13.6	10.73		0.4	0.4	0.3
		9	-1.9	1.3	-6.0	98	71	1.4	9.8	10.30		0.4	0.4	0.3
		10	-1.9	3.3	-5.1	95	49	2.0	8.0	16.66		0.4	0.4	0.3
		11	-0.2	6.2	-7.9	70	22	1.3	10.4	16.63		0.4	0.4	0.3
		12	-0.3	3.5	-3.5	89	57	1.9	9.9	12.77		0.4	0.4	0.3
		13	0.5	6.8	-6.2	84	32	1.5	11.3	18.22		0.4	0.4	0.3
		14	1.9	6.4	-2.3	81	49	1.9	12.5	13.54		0.4	0.4	0.3
		15	5.3	10.2	0.3	58	48	2.4	13.0	11.47		0.4	0.4	0.3
		16	5.6	15.1	-2.2	54	20	1.2	6.4	18.58		0.4	0.5	0.3
		17	5.1	12.4	-2.3	60	32	1.3	6.0	13.13		0.4	0.4	0.3
		18	7.7	12.3	2.1	51	42	4.4	18.8	15.82		0.4	0.4	0.3
		19	4.7	10.7	-1.3	40	23	2.5	12.6	19.08		0.4	0.4	0.4
		20	4.1	12.2	-1.8	65	30	1.1	8.0	6.96		0.4	0.4	0.3
		21	6.9	16.2	0.5	83	42	1.2	7.6	13.34		0.4	0.5	0.0
		22	6.5	15.4	1.9	97	52	1.7	7.8	8.40		0.4	0.5	0.4
		23	9.7	19.8	1.9	86	33	2.8	14.2	9.00		0.4	0.5	-0.1
		24	8.8	16.0	2.5	85	49	1.6	6.2	9.14		0.4	0.4	0.4
		25	3.5	8.6	-0.5	109	68	3.2	15.0	5.38		0.4	0.4	0.4
		26	7.1	13.8	0.4	62	29	2.3	10.0	15.18		0.4	0.5	0.3
		27	6.3	11.2	1.0	66	42	2.2	8.9	6.56		0.4	0.4	0.3
		28	5.1	14.0	-1.9	57	25	3.4	23.9	9.94		0.4	0.4	0.3
		29	3.4	5.7	1.3	111	111	2.0	7.3	3.78		0.4	0.4	0.3
		30	5.0	11.5	1.2	106	72	2.7	10.9	8.11		0.4	0.4	0.3
1993	5	1	2.7	8.0	-0.7	92	54	2.0	11.0	11.78		0.4	0.4	0.3
		2	4.4	7.5	0.9	90	54	6.6	22.8	2.88		0.4	0.4	0.4
		3	5.6	9.5	2.9	111	109	2.5	12.5	4.99		0.9	1.8	0.4
		4	5.6	12.4	0.6	84	42	2.1	9.1	19.02		4.7	9.2	1.0
		5	8.8	18.4	-0.4	79	37	2.0	11.0	19.69		8.0	12.8	3.2
		6	10.9	18.4	3.8	81	44	2.0	10.3	16.13		10.4	13.9	7.1
		7	7.8	15.1	1.9	88	38	2.0	12.6	14.27		10.2	12.9	7.9
		8	11.1	20.4	0.4	73	37	2.7	12.3	19.81		10.8	14.6	6.9
		9	11.9	18.5	4.3	87	57	3.5	13.8	14.17		11.9	13.9	9.4
		10	10.2	15.1	7.5	111	99	2.6	10.4	6.22		11.7	13.5	10.2
		11	9.8	15.6	5.3	71	25	3.3	11.8	20.14		12.5	15.4	9.9
		12	15.1	21.1	6.1	47	27	2.6	10.1	17.84		12.8	15.4	9.5
		13	14.1	18.2	8.5	108	71	1.9	11.6	5.05		13.5	15.3	11.7
		14	5.7	14.3	-1.0	112	111	1.9	8.9	1.08		11.8	13.9	9.2
		15	3.9	10.6	-1.6	90	55	2.5	15.3	13.84		9.5	12.4	7.1
		16	7.5	17.6	-2.3	67	26	1.9	11.2	21.84		10.8	14.8	6.6
		17	10.0	19.2	0.8	78	41	1.9	7.9	13.74		11.6	14.4	8.5
		18	10.9	17.3	6.8	107	80	1.9	9.3	10.73		12.5	14.6	10.8
		19	12.7	21.3	3.6	69	22	2.1	10.2	21.04		13.4	16.4	10.2
		20	11.7	18.4	4.9	73	41	2.6	13.1	17.05		13.4	15.5	11.0
		21	11.4	19.3	2.3	77	36	2.4	10.5	22.03		13.7	16.7	10.6
		22	12.8	17.0	7.6	75	39	4.6	16.6	6.14		13.0	13.9	12.1
		23	10.7	14.7	2.7	100	73	2.3	16.1	12.31		13.2	15.0	11.9
		24	11.1	18.5	1.5	80	49	1.3	8.2	11.71		12.3	14.3	10.1
		25	14.3	23.1	4.5	71	25	2.9	10.0	20.27		13.6	16.8	10.3
		26	10.2	16.4	1.2	60	33	3.5	14.9	22.28		14.4	16.6	12.4
		27	8.7	17.4	-0.4	65	30	2.4	14.9	22.49		13.3	16.0	10.4
		28	13.4	21.6	5.1	49	30	2.5	13.0	21.90		13.8	16.6	10.9
		29	16.1	26.8	4.6	64	24	1.7	10.1	21.50		15.0	17.9	11.7
		30	15.7	21.6	9.0	84	51	1.8	9.5	13.54		15.9	17.6	14.1
		31	15.4	23.4	8.7	80	32	2.1	9.2	18.17		15.8	18.3	13.7

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			平均 Mean °C	最高 Max. °C	最低 Min. °C
1993	6	1	15.2	24.7	6.9	81	33	2.4	13.2	19.70		16.0	18.5	13.2
		2	14.1	20.4	6.1	65	19	8.8	26.4	15.59		14.7	15.9	13.2
		3	14.2	21.0	10.0	94	57	5.1	20.6	12.24		15.0	16.9	13.9
		4	11.1	14.7	9.7	111	102	1.1	7.3	6.70		14.7	16.2	13.7
		5	10.7	13.2	8.8	112	108	1.6	6.4	6.91		14.3	15.4	13.5
		6	10.4	14.2	8.6	106	87	1.8	11.6	11.88		14.7	16.6	13.2
		7	12.6	21.3	6.0	91	48	1.6	8.7	20.64		15.9	18.8	13.1
		8	15.5	22.9	7.0	81	47	1.0	6.3	15.80		16.3	18.7	13.5
		9	13.7	18.2	7.6	95	61	1.6	12.5	9.72		16.3	17.6	15.2
		10	11.7	17.7	6.0	106	87	1.5	9.9	10.69		15.3	17.0	13.2
		11	10.8	13.3	6.6	112	111	1.4	9.0	3.86		14.2	15.0	13.7
		12	14.1	22.8	4.6	90	59	2.4	10.1	20.16		15.8	19.3	12.2
		13	15.9	20.3	9.2	89	68	3.9	15.1	10.88		16.2	17.8	14.3
		14	19.7	26.0	14.4	106	85	1.3	7.1	16.42		18.6	21.9	15.6
		15	20.5	24.7	16.6	112	103	1.2	11.5	9.71		20.4	22.2	18.8
		16	17.1	21.9	11.7	107	89	2.1	9.7	14.27		20.0	22.1	18.4
		17	17.4	25.6	10.4	90	51	1.4	11.4	23.04		20.5	23.9	16.9
		18	18.3	27.0	11.0	96	57	1.5	8.8	20.64		20.9	24.1	17.7
		19	16.3	18.3	14.1	112	112	1.5	7.2	6.00		20.0	21.1	19.0
		20	16.6	20.3	13.0	112	108	1.2	8.4	11.08		19.5	21.2	18.1
		21	14.6	18.5	11.7	112	105	0.9	7.6	10.48		19.4	21.5	17.7
		22	15.6	21.5	10.5	104	77	1.2	6.7	18.16		19.7	22.6	17.2
		23	15.6	18.4	13.9	112	111	1.5	8.3	4.72	15.5	18.8	19.8	18.2
		24	14.8	19.0	10.1	112	112	1.1	10.1	8.75	0.5	18.5	20.2	17.3
		25	17.5	25.1	9.1	97	70	1.2	8.1	19.50	5.0	19.8	23.3	16.2
		26	16.9	21.1	15.3	112	112	0.9	6.6	4.90	15.0	20.0	21.0	19.1
		27	17.4	22.3	12.1	103	88	1.6	11.9	16.32	0.0	20.1	22.6	17.7
		28	15.3	18.0	12.6	104	84	1.2	9.9	8.46	29.0	19.7	20.7	18.6
		29	15.1	17.5	13.5	112	111	0.6	7.3	4.62	10.0	18.2	18.8	17.7
		30	13.8	14.8	12.6	112	112	0.5	5.2	1.86	21.0	17.4	17.8	16.9
1993	7	1	14.0	18.9	9.4	98	62	0.6	5.4	13.97	0.0	18.0	20.1	16.4
		2	14.8	19.4	9.3	106	92	1.7	10.7	11.66	2.0	17.8	19.9	15.9
		3	15.8	19.9	12.9	112	108	2.8	12.2	6.35	10.5	18.1	19.1	17.2
		4	17.1	23.4	11.5	98	65	1.4	8.0	18.04	0.0	19.7	22.7	16.7
		5	13.6	15.4	8.5	112	106	2.3	11.2	2.80	21.0	18.1	20.0	16.8
		6	16.6	25.1	8.0	96	62	1.6	8.3	19.48	0.0	18.9	22.5	15.2
		7	17.1	23.2	12.4	99	75	1.8	8.1	14.47	0.0	19.9	22.0	17.9
		8	17.7	25.0	11.5	104	85	1.6	10.9	17.16	0.0	20.7	23.3	18.1
		9	16.1	18.8	13.5	112	112	1.0	8.0	3.65	7.5	19.7	20.9	19.1
		10	16.7	21.8	14.4	112	112	1.0	4.4	6.28	48.0	18.4	19.1	17.8
		11	19.9	25.6	15.3	105	85	1.3	6.0	17.52	0.0	20.3	23.5	17.5
		12	18.0	20.3	14.8	112	112	0.8	5.9	4.34	16.0	19.9	21.3	19.3
		13	18.8	22.1	16.5	112	112	1.0	7.5	8.12	34.5	19.5	20.6	18.6
		14	19.7	22.6	17.8	112	112	1.5	6.8	4.72	7.5	19.8	20.6	19.1
		15	17.0	19.1	14.2	112	112	0.9	4.7	4.28	7.5	19.4	19.8	18.9
		16	16.2	19.6	12.4	112	112	1.4	9.3	13.16	0.0	19.8	21.9	17.8
		17	17.7	23.6	13.9	111	99	1.0	7.4	9.74	0.5	20.4	22.1	18.7
		18	17.0	19.3	15.7	112	112	0.8	5.6	3.30	7.0	19.7	20.3	19.2
		19	15.9	19.7	14.5	112	112	0.5	8.3	5.32	15.0	19.3	20.3	18.5
		20	15.2	17.7	11.6	112	112	0.5	4.3	3.71	0.0	18.7	19.2	18.2
		21	15.9	21.4	10.4	110	101	2.2	9.4	12.16	0.0	18.8	20.7	16.7
		22	17.0	24.3	11.9	107	87	1.3	10.4	16.51	0.0	20.3	22.9	17.7
		23	17.1	23.7	11.0	109	99	1.1	7.3	13.10	0.0	20.5	22.6	18.1
		24	17.6	23.7	11.3	106	87	1.8	13.4	13.75	7.0	20.6	22.4	18.4
		25	22.4	27.1	16.6	104	89	3.7	14.2	16.06	0.5	21.8	24.3	19.7
		26	21.7	27.1	17.7	110	97	1.0	5.2	11.51	31.5	22.3	23.8	20.9
		27	21.4	27.0	17.2	112	108	1.3	7.1	9.07	1.0	22.2	23.9	20.8
		28	21.9	27.1	17.7	111	96	1.2	5.6	11.89	0.0	22.7	24.8	20.7
		29	21.9	27.5	16.2	106	89	0.9	5.6	17.59	0.0	23.6	25.9	21.1
		30	20.1	25.6	16.1	108	96	1.3	6.7	12.76	0.0	23.5	25.1	21.7
		31	19.4	22.7	16.2	112	109	1.0	9.7	6.95	1.0	22.2	23.1	21.3

表 2 宮床湿原気象データ(続き)

Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1993	8	1	17.9	19.6	16.4	112	112	2.2	9.3	7.00	6.0	21.7	22.5	21.0
		2	18.2	24.3	12.3	105	87	1.8	7.0	16.42	0.0	22.1	24.5	19.5
		3	16.0	19.5	14.7	111	103	1.3	6.0	5.24	4.0	21.2	22.2	20.4
		4	17.3	22.1	14.2	112	107	1.0	6.0	8.03	7.0	20.7	22.2	19.5
		5	11.1	21.9	-3.0	105	64	1.4	12.0	10.86	0.0	13.5	21.5	
		6	10.5	16.4	-2.6	110	90	3.4	8.8	5.09	5.5	14.1	20.0	
		7	17.7	22.9	14.4	108	97	3.1	9.7	11.76	1.5	20.2	21.9	18.5
		8	17.9	22.5	14.0	111	101	0.8	7.2	8.83	0.0	20.5	22.1	19.1
		9	18.2	24.2	14.0	110	95	1.6	7.9	13.46	0.0	21.3	23.2	19.3
		10	18.8	21.2	13.7	106	100	4.2	21.4	10.67	0.0	21.2	22.4	20.0
		11	20.4	26.2	14.9	107	99	5.6	20.6	8.36	2.5	21.4	22.7	20.2
		12	15.9	20.3	10.9	109	97	2.4	13.6	6.47	0.0	20.8	22.2	19.7
		13	17.8	25.6	10.3	97	64	1.0	6.0	16.97	0.0	21.0	23.4	18.5
		14	19.5	24.9	17.3	109	96	1.6	8.3	6.37	12.0	21.4	22.7	20.4
		15	19.0	22.4	16.9	110	101	1.1	5.8	9.06	12.0	21.7	23.1	20.3
		16	17.5	21.8	14.6	111	99	0.9	6.2	9.50	25.0	21.2	22.1	20.3
		17	18.5	22.3	15.4	112	112	0.9	6.0		19.5	20.7	21.4	19.9
		18	19.2	23.0	17.0	111	103	0.5	4.2	4.74	3.0	21.2	22.7	19.6
		19	20.5	26.5	17.4	104	80	1.0	5.8	11.64	8.0	21.6	23.3	20.3
		20	20.0	25.3	16.9	111	100	0.7	3.7	9.64	8.5	21.8	23.3	20.5
		21	19.8	23.2	17.0	112	111	0.8	3.5	5.39	0.5	21.9	22.9	20.8
		22	21.3	27.9	16.9	108	82	1.2	7.1	11.57	1.5	22.5	24.9	20.4
		23	18.3	20.9	17.0	112	106	0.8	6.7	6.64	0.0	22.4	23.2	21.7
		24	20.8	27.6	14.8	110	99	1.4	6.3	12.17	0.0	22.6	24.6	20.3
		25	22.0	29.8	16.0	101	70	1.5	8.5	17.28	0.0	23.1	25.1	21.0
		26	20.5	24.9	15.7	104	83	2.2	9.2	10.15	13.0	22.5	23.8	21.1
		27	19.2	21.4	18.0	112	108	2.5	19.4	1.44	82.5	21.3	22.4	20.6
		28	18.3	21.5	13.5	102	84	2.4	11.1	10.66	1.5	21.2	22.7	20.1
		29	17.4	23.4	13.4	105	87	0.7	5.7	10.70	0.0	21.1	22.7	19.6
		30	18.2	25.1	11.8	101	79	1.0	6.8	17.04	0.0	21.2	23.5	18.8
		31	19.8	25.2	14.7	99	75	0.9	4.8	14.24	0.0	22.2	23.9	20.3
1993	9	1	19.6	25.9	15.4	104	84	1.1	13.5	15.31	0.0	22.4	24.3	20.8
		2	19.6	25.5	16.8	103	80	0.8	6.9	11.12	0.0	22.5	24.2	21.1
		3	18.0	21.9	16.2	111	104	0.6	4.7	6.16	6.5	22.0	22.8	21.1
		4	19.8	27.5	15.4	104	84	5.2	26.0	12.18	2.5	21.6	23.1	20.3
		5	15.0	18.2	12.4	106	95	1.3	7.2	5.96	0.0	21.0	21.8	20.1
		6	16.0	22.4	10.9	102	80	0.9	9.5	11.52	0.0	20.4	22.0	18.8
		7	16.5	19.5	12.7	111	104	1.0	8.4	4.34	2.0	19.9	20.5	19.2
		8	17.4	21.0	15.4	112	108	0.9	7.3	5.08	3.0	20.0	20.9	19.2
		9	17.0	19.0	15.0	112	112	0.6	6.9	1.98	22.0	19.6	20.1	19.2
		10	18.0	23.7	15.4	111	97	1.1	9.5	7.81	44.5	20.2	22.2	19.2
		11	15.4	19.0	13.3	108	94	0.9	5.9	8.20	1.0	19.9	21.0	19.2
		12	17.0	22.2	13.2	105	87	0.9	5.7	9.89	0.0	20.2	22.1	18.4
		13	16.8	20.1	14.5	111	104	0.5	3.9	5.30	0.0	20.1	20.9	19.2
		14	16.3	19.0	13.9	112	112	1.5	6.2	2.09	16.5	19.3	19.8	18.9
		15	15.5	21.7	10.5	107	89	0.9	5.7	12.62	1.0	19.6	21.3	18.0
		16	16.3	23.4	10.3	97	56	1.1	6.5	16.06	0.0	19.7	21.8	17.8
		17	15.7	19.6	9.8	107	94	1.4	7.2	4.61	1.0	18.4	19.2	17.2
		18	17.8	21.7	15.4	111	104	1.4	9.2	3.91	2.0	19.0	19.9	18.3
		19	16.0	21.9	10.7	103	80	1.3	10.0	13.74	0.5	19.7	21.4	18.1
		20	13.3	19.9	7.2	99	75	0.9	6.6	10.57	0.0	19.0	20.6	17.1
		21	11.5	17.2	6.5	97	73	0.6	3.4	4.92	0.0	18.0	19.0	16.9
		22	10.0	13.9	6.2	99	66	1.2	6.8	1.85	2.5	15.8	16.9	15.4
		23	13.8	16.8	11.2	108	96	2.5	10.5	4.24	2.5	16.1	16.9	15.3
		24	15.3	21.0	11.3	107	89	0.7	7.0	7.15	0.0	16.9	18.3	15.7
		25	14.7	19.2	11.8	100	81	0.6	5.0	6.56	0.0	17.9	19.1	16.8
		26	10.9	15.3	6.9	105	83	0.7	4.9	5.68	2.5	17.2	17.8	16.3
		27	10.8	16.2	5.0	96	76	1.7	11.1	10.82	0.5	16.1	17.5	14.7
		28	12.0	20.5	4.3	92	61	1.2	7.1	14.36	0.0	15.7	17.4	13.8
		29	14.4	19.3	10.5	104	85	1.3	6.1	6.76	0.0	16.5	17.7	15.3
		30	15.6	20.5	10.9	103	85	2.9	14.1	4.98	7.5	17.0	17.9	16.2

表 2 宮床湿原気象データ(続き)
Table 2 Meteorological data in Miyatoko Mire (continued)

年 Year	月 Date	日 Date	気温 Air temperature			湿度 Humidity		風速 Wind speed		日射量 Solar radiation	降水量 Precipitation	地温 Soil temperature		
			平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃	平均 Mean %	最小 Min. %	平均 Mean m s ⁻¹	最大 Max. m s ⁻¹			MJ m ⁻²	mm day ⁻¹	平均 Mean ℃	最高 Max. ℃	最低 Min. ℃
1993	10	1	11.1	14.7	8.7	108	89	0.9	5.7	3.64	3.0	16.4	16.9	15.8
		2	9.1	13.6	5.1	105	82	1.0	5.2	7.72	2.5	15.7	16.7	14.9
		3	9.9	15.7	5.3	101	75	1.5	7.7	7.69	1.5	15.0	16.1	13.6
		4	10.6	14.8	7.2	110	99	0.8	4.9	5.41	7.0	15.2	16.3	14.4
		5	10.0	16.6	4.2	103	70	1.5	7.9	8.90	2.0	15.3	16.8	14.0
		6	6.4	12.4	0.8	97	69	1.0	4.7	8.62	0.0	13.9	15.1	12.4
		7	10.3	15.2	2.7	88	68	4.1	21.0	9.86	0.5	13.7	15.1	12.1
		8	10.7	12.1	9.8	112	111	1.1	6.8	2.00	34.5	14.2	14.6	13.9
		9	12.1	19.9	6.3	99	67	1.4	8.5	10.99	0.0	15.2	17.0	13.9
		10	12.1	19.2	5.6	97	68	1.6	9.7	12.76	5.5	14.6	16.6	12.5
		11	8.5	13.7	2.8	95	65	2.0	9.8	0.79	1.5	15.0	16.6	11.5
		12	10.0	18.1	2.0	99	67	1.2	7.7	10.14	0.0	13.7	15.5	11.8
		13	9.4	10.7	7.8	112	111	0.8	6.7	1.44	7.5	13.8	14.3	13.5
		14	9.0	13.9	5.9	100	71	0.8	6.1	7.85	0.0	13.7	15.0	12.7
		15	8.1	14.7	2.8	95	49	0.9	6.5	10.58	0.0	13.7	15.1	12.4
		16	9.6	17.3	2.9	98	65	1.4	6.8	10.66	0.0	13.1	14.7	11.4
		17	10.7	15.4	4.8	103	87	1.1	7.0	6.20	0.5	13.1	14.4	11.7
		18	8.5	14.1	2.1	96	63	1.0	15.1	4.62	1.0	13.1	13.7	12.3
		19	6.7	13.1	1.4	99	67	0.5	5.3	7.92	0.0	12.1	13.5	10.6
		20	8.5	15.3	2.7	94	58	1.3	7.6	10.13	0.0	12.2	13.6	10.5
		21	9.1	16.0	4.1	99	65	1.0	7.8	6.30	0.0	12.6	13.9	11.6
		22	9.8	17.9	1.7	90	45	1.2	6.5	7.56	1.0	12.0	13.4	10.3
		23	7.3	14.9	3.4	106	75	1.6	10.4	5.86	8.5	12.7	13.8	11.9
		24	4.1	7.4	2.9	111	102	2.8	12.8	3.49	21.0	11.4	11.8	11.0
		25	4.5	6.3	3.0	111	103	1.5	9.6	3.46	21.5	11.3	11.8	10.9
		26	3.6	7.3	2.2	110	89	1.6	12.4	5.02	10.5	10.8	11.3	10.4
		27	3.0	9.4	-1.8	99	63	1.5	8.9		1.5	10.1	11.2	8.4
		28	3.3	14.8	-5.0	84	42	1.1	5.4	11.03	0.0	8.7	10.2	7.2
		29	8.5	18.6	-2.3	71	28	2.2	11.5	9.95	0.0	8.7	10.4	7.0
		30	12.9	16.8	8.2	95	61	3.8	20.0	2.36	16.0	11.0	12.1	10.1
		31	5.9	10.2	2.0	108	91	1.9	10.5	2.82	4.5	11.2	11.7	10.3
1993	11	1	6.3	9.9	3.2	90	68	2.7	13.9	5.71	2.0	10.4	11.3	9.7
		2	7.9	15.2	1.1	85	50	0.8	6.8	9.76	0.0	10.5	12.0	9.2
		3	6.8	16.0	-0.4	86	37	1.1	6.8	9.34	0.0	10.0	11.3	8.8
		4	4.8	16.9	-3.7	76	28	1.1	5.9	10.28	0.0	8.4	9.5	7.1
		5	8.3	15.4	-0.4	84	58	1.9	13.6	8.23	0.0	8.2	9.4	6.9
		6	7.8	17.2	0.3	78	32	1.0	6.6	8.14	0.0	8.4	9.7	7.2
		7	4.8	9.4	-1.7	97	68	0.9	6.4	2.77	1.5	8.6	9.2	8.0
		8	2.9	5.1	0.2	111	92	0.4	3.1	0.82	1.0	7.7	8.1	7.3
		9	2.6	8.7	-4.4	97	58	1.3	10.6	7.44	0.0	7.8	8.7	7.2
		10	1.6	11.7	-5.8	91	35	0.9	4.7	8.10	0.0	6.4	7.2	5.5
		11	5.2	10.2	-0.8	104	63	0.6	4.7	2.27	0.5	6.8	7.8	5.8
		12	8.3	15.6	2.1	98	69	2.0	12.2	8.45	0.0	7.8	9.1	6.4
		13	12.0	16.2	5.6	110	98	3.2	13.0	1.51	15.0	8.8	10.2	7.8
		14	11.8	14.6	9.4	111	103	2.2	12.8	0.68	27.0	10.4	10.6	10.2
		15												
		16												
		17												
		18												
		19												
		20												
		21												
		22												
		23												
		24												
		25												
		26												
		27												
		28												
		29												
		30												

付2 宮床湿原水質・地下水位観測データ

Appendix 2 Data on Water Chemistry and Groundwater Table in Miyatoko Mire

平田健正¹・野原精一²・岩熊敏夫²

Tatemasa HIRATA¹, Seiichi NOHARA² and Toshio IWAKUMA²

採水地点を図1に示す。図には示されていないがA4の下流で林道宮床界線を横切る直前の堰でも採水を行った。この地点は「下堰」と表示した。

現場のpH及び電気伝導度(SC)はpHメーター(堀場, D-12)及び導電率メーター(堀場, ES-12)を用いて測定した。水はポリビン(イウチアイボーイ)にて直接採取し、水冷して実験室に持ち帰った。無機の窒素及びリンの測定にはオートアナライザー(テクニコン AA-II)を用いた。SiO₂, Cl, SO₄, Ca及びMgは表1に示した方法で、同じくオートアナライザー(テクニコン AA-II)により定量した。NaとKについては炎光光度計(東京光電, ANA-10BL)により測定した。TICは非分散型赤外線ガス分析計(O. I. Corporation, Model 700)により、TOCは湿式酸化の後同じ分析計を用いて測定した。表2に測定結果を示す。

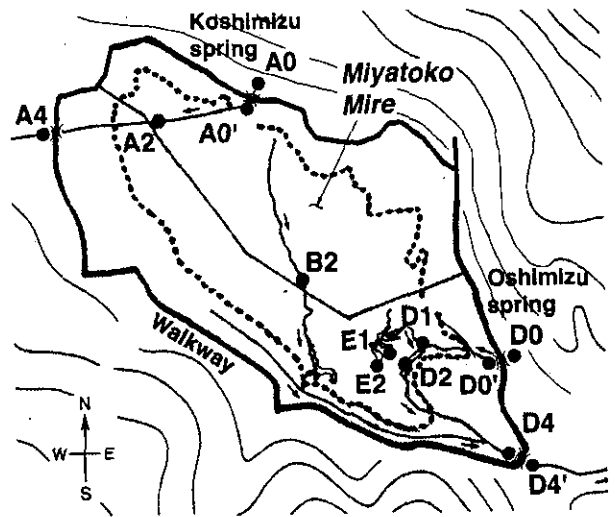


図1 宮床湿原採水地点図
 Fig. 1 Map of Miyatoko Mire showing sampling sites.

表1 水質の測定項目と方法

分析項目	方法・使用装置等	検出限界・精度
pH	pHメーター(堀場, D-12)	0.01
SC	導電率メーター(堀場, ES-12)	1 μS cm ⁻¹
NH ₄ -N	サリチル酸ナトリウム法(テクニコン, SM-Water)	0.01 mg l ⁻¹
NO ₂ -N	ナフチルエチレンジアミン法	0.005 mg l ⁻¹
NO ₃ -N	Cd-Cu還元・NO ₂ -Nとして測定	0.005 mg l ⁻¹
PO ₄ -P	モリブデン黄法	0.002 mg l ⁻¹
SiO ₂	モリブデン黄法	0.1 mg l ⁻¹
Cl ⁻	チオシアン酸水銀法	0.1 mg l ⁻¹
SO ₄ ²⁻	塩化バリウム・メチルチモールブルー法	0.1 mg l ⁻¹
Na ⁺	炎光光度計(東京光電, ANA-10BL)	0.1 mg l ⁻¹
K ⁺	炎光光度計(東京光電, ANA-10BL)	0.1 mg l ⁻¹
Ca ²⁺	ヒドロキシキノリン法	0.1 mg l ⁻¹
Mg ²⁺	キシリジルブルー法	0.1 mg l ⁻¹
TIC	非分散型赤外線ガス分析計(O. I. Corporation, Model 700)	0.2 mg l ⁻¹
TOC	湿式酸化法, 非分散型赤外線ガス分析計(O. I. Corporation)	0.2 mg l ⁻¹

- 国立環境研究所 地域環境研究グループ
 〒305 茨城県つくば市小野川16-2
 Regional Environmental Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan
- 国立環境研究所 生物圏環境部
 〒305 茨城県つくば市小野川16-2
 Environmental Biology Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

表2 宮床湿原のpH、電気伝導度(SC)及び栄養塩類濃度

Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹
A0	91/08/01	0.013	0.002	0.000	0.002	16.9	1.5	0.8	6.69	22.90	2.074	0.831	0.5	0.26	1.795	-0.61
	91/08/21	0.010	0.000	0.000	0.003	16.9	7.7	1.3	6.34	60.80	2.551	7.968	0.4	0.26	2.287	3.37
	91/10/21	0.028	0.001	0.010	0.001	16.7	1.1	2.2	6.24	2.45	2.444	1.165	0.5	0.26	1.840	0.08
	91/11/27	0.043	0.004	0.000	0.003	16.8	2.2	1.4	6.20	30.90	2.371	0.903	0.3	0.23	3.750	-0.18
	91/12/12	0.020	0.002	0.000	0.017	17.0	1.8	0.5	6.67	58.00	2.194	0.858	0.3	0.19	1.606	0.00
	92/03/04	0.077	0.008	0.000	0.002	17.3	2.6	1.9	6.69	27.20	2.130	1.065	1.3	0.22		
	92/04/22	0.064	0.006	0.000	0.001	16.7	2.3	2.9	6.71	15.00	2.081	1.065	0.8	0.32		
	92/05/09	0.018		0.016	0.011	16.7	2.3	0.8	5.87	17.40	2.139	1.343	0.3	0.20		
	92/05/21	0.026	0.001	0.003	0.001	17.4	2.1	7.0	6.02	15.10	2.035	1.028	0.5	0.28		
	92/06/12	0.006	0.002	0.000	0.000	17.1	2.1	0.5	6.17	24.00	2.069	0.933	0.8	0.20		
	92/06/24	0.062	0.000	0.016	0.001	17.3	2.0	7.2	6.18	15.30	2.145	0.842	0.5	0.36		
	92/07/23	0.006	0.001	0.007	0.000	17.0	2.3	2.4	5.81	21.10	2.230	0.837	0.5	0.35		
	92/08/18	0.039	0.000	0.015	0.000	17.4	2.3 *		6.13	9.84	2.036	0.829	0.5	0.30		
	92/09/08	0.030	0.003	0.005	0.000	17.5	2.9	0.0	6.07	14.50	2.103	0.994	0.4	0.24		
	92/10/08	0.010	0.002	0.000	0.000	17.0	2.3	1.9	5.87	10.50	2.103	0.928	0.8	0.26		
92/11/12	0.000	0.001	0.014	0.001	17.0	2.5	1.5	5.80	8.37	2.211	0.858	0.5	0.21			
92/12/10								6.41	9.58	2.279	0.794					
A0'	91/10/21	0.028	0.002	0.004	0.001	16.6	1.2	0.9	6.20	5.33	2.378	1.114	0.5	0.23	2.167	0.10

Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹
A2	91/08/01	0.013	0.002	0.000	0.002	14.9	1.5	1.3	6.41	20.30	2.009	0.776	0.5	0.29	2.059	2.08
	91/08/21	0.021	0.002	0.000	0.002	14.0	11.9	1.5	6.25	75.00	2.412	11.991	0.5	0.26	1.817	7.74
	91/10/21	0.063	0.004	0.003	0.004	15.8	2.9	1.2	6.31	5.37	2.312	1.063	0.5	0.26	0.465	-0.04
	91/11/27	0.033	0.004	0.000	0.004	16.4	2.0	0.8	6.40	25.30	2.303	0.853	0.3	0.26	2.734	0.14
	91/12/12	0.020	0.002	0.000	0.004	15.4	1.6	0.9	6.63	31.60	1.858	0.697	0.3	0.23	1.354	1.63
	92/04/22	0.045	0.004	0.000	0.000	14.8	2.5	1.4	6.49	14.00	1.919	1.065	1.0	0.32		
	92/05/09	0.018		0.016	0.002	15.3	2.7	0.9	5.88	15.60	1.932	1.106	0.6	0.24		
	92/05/21	0.013	0.008	0.004	0.000	16.3	2.3	0.4	6.32	16.00	2.035	1.012	0.6	0.28		
	92/06/12	0.011	0.000	0.008	0.000	16.3	2.1	0.3	6.60	23.50	2.069	0.879	0.1	0.41		
	92/06/24	0.011	0.000	0.000	0.000	12.7	2.1	1.3	6.12	13.40	1.630	0.628	0.6	0.35		
	92/07/23	0.106	0.002	0.006	0.002	16.7	2.6	1.5	6.09	22.30	2.501	1.286	0.5	0.38		
	92/08/18	0.217	0.000	0.015	0.000	17.2	3.2 *		6.34	10.66	2.517	1.361	0.5	0.78		
	92/09/08	0.145	0.001	0.000	0.003	16.9	2.5	1.0	6.39	16.30	2.137	0.994	0.4	0.24		
	92/10/08	0.021	0.001	0.000	0.000	16.7	2.2	1.5	6.13	11.20	2.103	0.928	0.9	0.23		
	92/11/12	0.016	0.001	0.007	0.014	14.0	3.2	2.0	5.58	7.40	2.144	0.858	0.8	0.28		
92/12/10								6.45	9.23	2.110	0.794					

Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹
A4	91/08/01	0.010	0.002	0.004	0.006	12.7	1.7	2.4	6.11	9.15	1.753	0.614	0.6	0.33	2.057	5.63
	91/08/21	0.013	0.003	0.058	0.010	10.5	12.0	2.2	5.85	71.50	2.009	12.178	0.6	0.36	1.873	10.48
	91/10/21	0.028	0.003	0.000	0.005	15.7	2.2	1.4	6.28	5.49	2.181	0.963	0.5	0.26	2.139	1.13
	91/11/27	0.028	0.003	0.000	0.004	15.3	1.8	0.9	6.29	24.70	2.169	0.803	0.3	0.23	3.199	0.44
	91/12/12	0.025	0.003	0.004	0.004	12.9	1.4	1.0	6.39	21.70	1.602	0.591	0.2	0.19	0.888	2.54
	92/04/22	0.045	0.006	0.050	0.001	11.4	2.3	1.6	6.23	12.00	1.517	0.827	0.8	0.27		
	92/05/09	0.018		0.016	0.010	13.6	4.2	0.9	6.06	14.60	1.830	0.911	0.5	0.25		
	92/05/21	0.006		0.024	0.004	15.1	1.9	1.7	6.30	15.60	1.966	0.950	0.5	0.39		
	92/06/12	0.006	0.000	0.008	0.000	15.2	2.0	0.6	6.35	51.70	1.895	0.669	0.1	0.30		
	92/06/24	0.022	0.002	0.000	0.000	10.8	1.9	1.8	5.92	12.20	1.372	0.422	0.4	0.30		
	92/07/23	0.017	0.002	0.006	0.001	15.9	3.1	0.9	6.13	19.20	2.041	0.717	0.4	0.33		
	92/08/18	0.017	0.000	0.015	0.001	17.0	2.7 *		6.35	9.52	2.003	0.862	0.5	0.25		
	92/09/08	0.025	0.001	0.000	0.001	16.9	2.6	0.6	6.37	15.70	2.036	0.895	0.3	0.23		
	92/10/08	0.010	0.001	0.000	0.000	16.5	2.4	1.7	5.85	9.90	2.036	0.699	0.9	0.23		
	92/11/12	0.000	0.001	0.007	0.004	12.0	3.0	2.5	5.31	7.70	1.815	0.486	0.9	0.35		
92/12/10								6.33	8.25	1.848	0.607					

Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	
B2	91/08/01	0.051	0.003	0.000	0.007	2.5	1.0	4.5	5.34	21.40	0.754	0.087	0.8	0.59	0.214	-0.27	
	91/08/21	0.080	0.006	0.000	0.006	2.6	33.3	3.5	5.14	161.20	1.691	35.483	1.0	0.55	1.179	18.26	
	91/10/21	0.046	0.004	0.000	0.006	10.7	7.3	2.1	6.15	18.38	1.927	6.841	0.5	0.29	1.595	6.02	
	91/11/27	0.152	0.006	0.000	0.006	6.7	2.6	2.5	5.68	23.70	1.137	0.556	0.5	0.32	1.157	9.16	
	91/12/12	0.025	0.003	0.019	0.004	4.0	1.2	1.7	5.56	22.60	0.530	0.281	0.3	0.26	0.162	5.95	
	92/04/22	0.180	0.004	0.040	0.003	6.2	2.1	1.9	5.66	9.10	0.930	0.670	0.6	0.23			
	92/05/09	0.132		0.024	0.007	3.3	1.9	2.3	4.86	10.50	1.169	0.567	0.6	0.29			
	92/05/21	0.108		0.000	0.006	2.3	1.4	2.9			1.138	0.355	0.8	0.29			
	92/06/12	0.039	0.002	0.006	0.001	1.1	1.5	3.2	5.41	15.42	0.689	0.100	0.5	0.48			
	92/06/24	0.028	0.002	0.000	0.000	1.1	0.6	3.1	5.25	8.30	0.509	0.104	0.4	0.45			
	92/07/23	0.172	0.004	0.004	0.035	5.2	2.0	2.4	5.74	15.50	1.437	0.249	0.6	0.43			
	92/08/18	0.083	0.003	0.012	0.004	0.5	1.6	2.9	5.61	7.94	0.909	0.167	1.1	0.55			
	92/09/08	0.145	0.002	0.000	0.004	1.1	2.9	2.3	5.15	15.50	0.909	0.167	1.0	0.72			
	92/10/08	0.021	0.002	0.000	0.000	1.4	3.3	3.8	4.67	10.60	1.019	0.288	1.5	0.64			
	92/11/12	0.021	0.002	0.006	0.001	3.4	3.7	3.3	4.52	8.20	1.153	0.426	1.1	0.53			
	92/12/10								5.47	8.11	0.935	0.338					
<hr/>																	
Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	
C	91/11/27	0.137	0.006	0.008	0.013	11.3	2.5	4.2	5.38	22.10	1.247	0.507	0.2	0.29	1.830	9.74	
C2	91/10/21	0.071	0.006	0.000	0.008	10.9	10.3	3.1	5.41	8.66	1.478	0.654	0.6	0.39	1.541	10.43	
C2	91/12/12	0.048	0.005	0.045	0.007	9.4	1.6	3.5	5.45	25.30	0.914	0.486	0.3	0.26	0.188	7.71	
C2	92/05/21	0.102		0.008	0.018	8.6	2.0	4.4			1.477	0.682	0.6	0.64			
<hr/>																	
Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	
D0	91/08/01	0.021	0.002	0.004	0.004	20.5	1.9	0.9	6.54	31.30	2.343	1.106	0.6	0.26	2.571	-0.22	
	91/08/21	0.010	0.002	0.000	0.001	20.3	9.0	0.8	6.72	111.90	2.838	9.135	0.5	0.20	2.411	2.04	
	91/10/21	0.028	0.003	0.000	0.004	19.8	2.6	0.9	6.34	5.47	2.508	1.105	0.6	0.26	1.814	0.27	
	91/11/27	0.030	0.003	0.000	0.008	20.6	1.8	0.6	6.47	26.50	2.578	1.054	0.3	0.26	2.829	-0.27	
	91/12/12	0.030	0.002	0.005	0.002	20.8	1.4	0.5	6.81	22.70	2.405	1.242	0.5	0.26	1.785	0.00	
	92/04/22	0.026	0.002	0.000	0.000	20.8	2.4	1.1	5.89	16.60	2.348	1.347	0.9	0.32			
	92/05/09	0.018		0.008	0.005	20.4	1.9	1.3	5.23	17.90	2.317	1.263	0.5	0.22			
	92/05/21	0.012		0.008	0.001	20.6	1.7	0.7	5.57	16.70	2.405	1.140	0.5	0.25			
	92/06/12	0.006	0.000	0.008	0.000	20.8	1.9	0.4	6.38	29.30	2.211	1.087	0.1	0.28			
	92/06/24	0.011	0.000	0.000	0.000	20.7	2.1	0.8	6.42	16.30	2.325	1.211	0.4	0.30			
	92/07/23	0.006	0.002	0.006	0.003	20.7	2.5	0.6	6.19	22.70	2.423	1.368	0.5	0.38			
	92/08/18	0.011	0.000	0.015	0.001	20.8	2.2	0.2	6.22	10.35	2.308	1.227	0.5	0.30			
	92/09/08	0.005	0.001	0.000	0.000	21.0	2.5	0.0	6.21	18.40	2.377	1.395	0.3	0.24			
	92/10/08	0.052	0.001	0.000	0.000	20.7	2.1	1.9	5.66	11.30	2.342	1.160	1.0	0.35			
	92/11/12	0.000	0.001	0.007	0.000	20.6	2.5	1.6	5.53	9.10	2.523	1.116	0.8	0.25			
	92/12/10								6.32	10.50	2.417	1.018					
D0'	91/10/21	0.030	0.002	0.000	0.003	19.8	8.4	1.3	6.38	10.35	3.008	8.182	0.7	0.26	1.273	10.75	
<hr/>																	
Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	
D1	91/08/01	0.092	0.002	0.000	0.004	14.1	2.3	2.2	6.04	15.45	1.944	0.722	0.6	0.39	2.347	7.84	
D1	91/08/21	0.146	0.004	0.002	0.007	4.1	22.0	3.5	5.63	104.00	1.944	21.968	1.0	0.49	1.253	17.18	
D1	91/10/21	0.066	0.006	0.000	0.007	9.1	2.7	2.7	5.39	9.31	1.137	0.556	0.6	0.29	1.394	11.68	
D1	91/11/27	0.124	0.005	0.000	0.006	10.3	2.4	3.0	5.28	23.40	1.247	0.556	0.5	0.32	3.010	10.19	
D1	91/12/12	0.048	0.005	0.017	0.023	8.4	2.1	1.8	5.34	21.30	0.862	0.486	0.3	0.33	0.310	8.19	
D1	92/03/04	0.116	0.009	0.000	0.004	11.4	3.4	1.5	6.38	25.10	1.615	0.827	1.4	0.33			
D1	92/05/21	0.120		0.008	0.012	4.2	1.7	4.3	4.71	16.30	1.320	0.535	0.6	0.32			

Site	Date	NH ₄ -N mg l ⁻¹	NO ₂ -N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	PO ₄ -P mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	pH	SC μS cm ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	TIC mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	
D2	91/08/01	0.044	0.003	0.000	0.006	9.2	1.4	2.7	5.94	14.40	2.141	0.507	0.6	0.42	1.795	11.68	
	91/08/21	0.087	0.003	0.000	0.003	6.4	8.8	3.1	5.58	64.10	1.569	8.889	0.7	0.46	1.212	13.98	
	91/10/21	0.066	0.004	0.000		17.1	2.6	3.0	6.25	8.43	2.103	0.953	0.3	0.23	2.491	3.52	
	91/11/27	0.096	0.004	0.000	0.003	18.8	2.2	0.8	6.67	34.10	2.648	1.309	0.5	0.26	2.465	1.58	
	91/12/12	0.071	0.002	0.005	0.003	18.1	1.8	0.8	6.39	21.00	2.058	1.021	0.3	0.29	2.023	1.57	
	92/03/04	0.077	0.011	0.000	0.001	15.1	3.2	1.0	6.39	26.80	1.954	0.986	1.5	0.30			
	92/04/22	0.103	0.003	0.017	0.001	11.7	2.1	1.4	5.77	11.00	1.389	0.866	0.7	0.27			
	92/05/09	0.042		0.008	0.009	18.2	1.9	0.6	5.39	16.40	2.104	1.169	0.7	0.35			
	92/05/21	0.024		0.000	0.002	18.0	2.7	1.6			2.116	1.008	0.7	0.22			
	92/06/12	0.006	0.000	0.008	0.000	19.7	2.0	0.4	6.51	25.00	2.232	1.048	0.2	0.30			
	92/06/24	0.011	0.000	0.000	0.000	19.4	2.2	2.3	6.35	16.80	2.145	1.062	0.4	0.28			
	92/07/23	0.039	0.006	0.002	0.001	19.7	2.8	0.6	6.35	23.80	2.580	1.244	0.6	0.33			
	92/08/18	0.150	0.000	0.015	0.001	20.4	2.3	0.9	6.43	10.49	2.205	1.193	0.6	0.25			
	92/09/08	0.025	0.001	0.000	0.000	20.8	2.7	1.8	6.42	17.70	2.377	1.395	0.4	0.23			
	92/10/08	0.010	0.000	0.000	0.000	19.5	1.9	1.7	5.95	10.70	1.978	0.794	0.8	0.20			
	92/11/12	0.042	0.002	0.006	0.000	15.1	3.3	2.0	5.51	8.70	2.010	0.763	1.0	0.35			
	92/12/10								6.33	10.01	2.177	0.922					
D4	91/08/21	0.090	0.004	0.000	0.005	5.4	14.3	3.8	5.52	74.70	1.392	13.931	0.8	0.46	0.092	1.24	
	91/10/21	0.033	0.005	0.000	0.008	14.5	2.6	3.4	6.19	11.10	1.908	0.703	0.3	0.23	2.184	4.36	
	91/11/27	0.081	0.003	0.004	0.004	17.0	1.7	1.0	6.57	27.20	2.169	0.903	0.2	0.23	1.930	2.58	
	91/12/12	0.061	0.003	0.012	0.004	8.2	2.3	1.7	6.05	24.40	0.914	0.434	0.5	0.33	0.900	5.93	
	92/03/04	0.161	0.011	0.025	0.011	7.0	3.8	1.7	6.00	24.60	1.517	0.670	1.9	0.50			
	92/04/22	0.045	0.004	0.028	0.000	10.0	2.0	1.4	5.85	9.90	1.204	0.670	0.4	0.42			
	92/05/09	0.048		0.024	0.012	9.6	1.8	1.3	5.28	11.90	1.318	0.643	0.5	0.27			
	92/05/21	0.048		0.000	0.002	13.5	1.6	1.9	6.25	16.00	1.805	0.833	0.6	0.24			
	92/06/12	0.006	0.000	0.008	0.000	12.2	1.8	1.8	6.25	18.64	1.494	0.522	0.3	0.28			
	92/06/24	0.050	0.003	0.012	0.003	7.7	2.0	2.5	5.90	10.60	1.040	0.422	0.4	0.35			
	92/07/23	0.022	0.003	0.005	0.003	13.0	2.3	1.1	6.15	16.00	1.504	0.558	0.4	0.28			
	92/08/18	0.056	0.002	0.013	0.001	20.2	2.4	2.2	6.30	10.44	2.205	1.127	0.7	0.28			
	92/09/08	0.095	0.001	0.000	0.001	20.4	2.7	1.1	6.31	17.50	2.239	1.193	0.8	0.36			
	92/10/08	0.010	0.001	0.000	0.000	19.3	2.2	1.7	5.84	10.50	1.880	1.116	0.7	0.21			
	92/11/12	0.016	0.002	0.000	0.000	8.6	3.4	2.8	5.17	8.40	1.413	0.546	0.9	0.45			
	92/12/10								6.20	8.90	1.296	0.426					
	D4'	91/10/21	0.036	0.006	0.000	0.006	14.7	2.5	1.4	6.34	11.56	1.908	1.156	0.3	0.26	2.170	3.78
E1	91/10/21	0.030	0.006	0.008	0.005	15.2	2.1	1.2	6.38	11.26	2.037	0.753	0.2	0.19	1.490	1.83	
	E2	91/08/21	0.103	0.004	0.000	0.002	0.7	8.7	1.5	4.94	48.50	0.443	7.540	0.4	0.29	1.178	10.14
	E2	91/10/21	0.053	0.006	0.000	0.009	9.8	2.5	4.7	5.50	10.58	1.029	0.458	0.5	0.32	0.660	11.20
	E2	91/11/27	0.051	0.004	0.003	0.008	8.5	2.5	2.2	5.14	22.80	1.192	0.654	0.5	0.35	0.895	10.84
	E2	91/12/12	0.081	0.004	0.003	0.005	7.2	1.8	2.7	5.23	21.47	0.862	0.281	0.3	0.36	0.970	8.53
	E2	92/05/21	0.114		0.000	0.009	3.3	1.5	3.5	4.69	15.00	1.138	0.462	0.6	0.32		
下堰	91/08/21	0.008	0.002	0.076	0.003	12.7	5.9	1.9	6.16	43.70	2.074	6.082	0.6	0.36	1.573	5.85	

付3 宮床湿原地域の高等植物目録

Appendix 3 Enumeration of Higher Plants of Miyatoko Mire and its Surrounding Area

竹原明秀¹

Akihide TAKEHARA¹

凡例

1. 本目録は、福島県宮床湿原(海拔830m;北緯36°46',東経138°06')を中心とする南北1.5km,東西1kmの地域において、1992年6月から1994年6月までに生育が確認された高等植物を記したものである。
2. 学名と科の配列はシダ植物:岩槻(1992),種子植物(草本):佐竹ほか(1981-2),種子植物(木本):佐竹ほか(1989)によったが、一部は最近の新知見を採用した。
3. 既に報告されている「宮床湿原とその周辺地域の植物目録」(馬場,1969)に記載されていない種には*を付した。
4. 帰化植物を(帰),栽培植物を(栽)として示した。
5. 生育が確認された場所を湿原内:湿,湿原周縁部:緑,周辺の森林内:林,ゲレンデ(南郷スキー場)や道路沿いなどの地域:他として付記した。

植物目録

PTERIDOPHYTA シダ植物

Lycopodiaceae ヒカゲノカズラ科

Lycopodium clavatum L.

ヒカゲノカズラ 湿,林,他

Lycopodium inundatum L.

1.平成3年度~ 国立環境研究所客員研究員
(岩手大学人文社会科学部生物学教室 〒020 岩手県盛岡市上田3-18-34)
Visiting Fellow of the National Institute for Environmental Studies, Present Address: Department of Biology, Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University, 3-18-34 Ueda, Morioka, Iwate 020, Japan

ヤチスギラン 湿

Lycopodium serratum Thunb.

トウゲシバ 緑,林

Equisetaceae トクサ科

**Equisetum arvense* L.

スギナ 緑,他

Osmundaceae ゼンマイ科

Osmunda cinnamomea L.

ヤマドリゼンマイ 湿,緑

Osmunda japonica Thunb.

ゼンマイ 湿,緑,林

Dennstaedtiaceae コバノイシカグマ科

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex Hall.

ワラビ 湿,緑,林,他

Blechnaceae シシガシラ科

Blechnum niponicum (Kunze) Makino

シシガシラ 林

Dryopteridaceae オシダ科

Arachniodes standishii (Moore) Ohwi

リョウメンシダ 林

**Dryopteris monticola* (Makino) C. Chr.

ミヤマベニシダ 緑,林

**Polystichum retro-paleaceum* (Kodama) Tagawa

サカゲイノデ 林

Thelypteridaceae ヒメシダ科

Stegnogramma pozoi (Lagasca) K. Iwats.

subsp. *mollissima* (Fischer ex Kunze) K. Iwats.

ミゾシダ 林,他

**Thelypteris japonica* (Bak.) Ching

ハリガネワラビ 緑

**Thelypteris nipponica* (Fr. et Sav.) Ching

ニッコウシダ 緑

Thelypteris palustris (Salisb.) Schott

ヒメシダ 緑, 他

Woodsiaceae イワデンド科

**Athyrium deltoideifrons* Makino

サトメシダ 緑, 他

Matteuccia struthiopteris (L.) Todaro

クサソテツ 緑, 林

**Onoclea orientalis* (Hook.) Hook.

イヌガンソク 林

Polypodiaceae ウラボシ科

**Polypodium fauriei* Christ

オシャグジデンド 林

SPERMATOPYTA 種子植物

GYMNOSPERMAE 裸子植物

Pinaceae マツ科

**Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.

カラマツ (栽) 林, 他

Pinus densiflora Sieb. et Zucc.

アカマツ 林, 他

Pinus parviflora Sieb. et Zucc.

キタゴヨウ 林

Taxodiaceae スギ科

**Cryptomeria japonica* (L. fil.) D. Don

スギ (栽) 林

Cephalotaxaceae イヌガヤ科

Cephalotaxus harringtonia (Knight) K. Koch

var. *nana* (Nakai) Rehder

ハイイヌガヤ 林

ANGIOSPERMAE 被子植物

DICOTYLEDONEAE 双子葉植物

ARCHICHLAMYDEAE 離弁花類

Juglandaceae クルミ科

Pterocarya rhoifolia Sieb. et Zucc.

サワグルミ 林

Salicaceae ヤナギ科

Salix bakko Kimura

ヤマネコヤナギ 林, 他

**Salix futura* Seemen

オオキツネヤナギ 他

**Salix gracilistyla* Miq.

ネコヤナギ 他

Salix integra Thunb.

イヌコリヤナギ 他

**Salix jessoensis* Seemen

シロヤナギ 他

**Salix sachalinensis* Fr.Schm.

オノエヤナギ 他

Betulaceae カバノキ科

**Alnus hirsuta* Turcz.

ケヤマハンノキ 林, 他

**Alnus inokumae* Murai et Kusaka

タニガワハンノキ (栽) 他

Alnus japonica (Thunb.) Steud.

ハンノキ 湿, 緑

Alnus pendula Matsum.

ヒメヤシャブシ 他

**Betula grossa* Sieb. et Zucc.

ミズメ 林

**Betula platyphylla* Sukatchev

var. *japonica* (Miq.) Hara

シラカンバ 緑

Carpinus laxiflora (Sieb. et Zucc.) Blume

アカシデ 林

Corylus sieboldiana Blume

ツノハシバミ 緑, 林

Fagaceae ブナ科

Castanea crenata Sieb. et Zucc.

クリ 緑, 林

Fagus crenata Blume

ブナ 林

Quercus crispula Blume

ミズナラ 緑, 林, 他

**Quercus serrata* Thunb. ex Murray

コナラ 緑, 林, 他

Urticaceae イラクサ科

Boehmeria tricuspis (Hance) Makino

アカソ 林

Loranthaceae ヤドリギ科

**Hyphear tanakae* (Franch. et Savat.) Hosokawa

ホザキノヤドリギ 林

Viscum album L. subsp. *coloratum* Komarov

ヤドリギ 縁, 林

Polygonaceae タデ科*Persicaria thunbergii* (Sieb. et Zucc.) H.Gross

ミゾソバ 縁, 他

Reynoutria japonica Houtt. var. *uzensis* Honda

ケイタドリ 他

**Reynoutria sachalinensis* (Fr. Schm.) Nakai

オオイタドリ 他

**Rumex acetosa* L.

スイバ 他

**Rumex acetosella* L.

ヒメスイバ (婦) 他

**Rumex japonicus* Houtt.

ギンギシ 他

Magnoliaceae モクレン科*Magnolia obovata* Thunb.

ホオノキ 縁, 林

**Magnolia praecocissima* Koidz. var. *borealis* Sarg.

キタコブシ 縁, 林

Magnolia salicifolia (Sieb. et Zucc.) Maxim.

タムシバ 縁, 林

Lauraceae クスノキ科*Lindera praecox* (Sieb. et Zucc.) Blume

アブラチャン 林

Lindera umbellata Thunb.var. *membranacea* (Maxim.) Momiyama

オオバクロモジ 縁, 林

Ranunculaceae キンボウゲ科*Anemone debilis* Fisch.

ヒメイチゲ 湿

**Aquilegia buergeriana* Sieb. et Zucc.

ヤマオダマキ 他

**Clematis japonica* Thunb.

ハンショウヅル 林

**Coptis trifolia* (L.) Salisb.

ミツバオウレン 湿

**Ranunculus silerifolius* Lév.

キツネノボタン 他

Thalictrum minus L.var. *hypoleucum* (Sieb. et Zucc.) Miq.

アキカラマツ 他

Lardizabalaceae アケビ科*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.

ミツバアケビ 林, 他

Nymphaeaceae スイレン科**Nymphaea tetragona* Georgi

ヒツジグサ 湿

Actinidiaceae マタタビ科*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.

サルナシ 縁, 林

Actinidia polygama (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Maxim.

マタタビ 林

Guttiferae オトギリソウ科*Hypericum erectum* Thunb.

オトギリソウ 他

Sarothra laxa (Blume) Y. Kimura

コケオトギリ 他

Triadenum japonicum Makino

ミズオトギリ 湿, 縁, 他

Droseraceae モウセンゴケ科*Drosera rotundifolia* L.

モウセンゴケ 湿, 縁

Hamamelidaceae マンサク科**Hamamelis japonica* Sieb. et Zucc.var. *megalophylla* (Koidz.) Kitam.

オオバマンサク 林

Saxifragaceae ユキノシタ科*Astilbe thunbergii* (Sieb. et Zucc.) Miq.var. *congesta* H. Boiss.

トリアシショウマ 縁, 林, 他

Hydrangea paniculata Sieb. et Zucc.

ノリウツギ 湿, 縁, 林, 他

Hydrangea petiolaris Sieb. et Zucc.

ツルアジサイ 縁, 林

Parnassia palustris L. var. *multiseta* Ledeb.

ウメバチソウ 湿, 縁, 他

Schizophragma hydrangeoides Sieb. et Zucc.

イワガラミ 縁, 林

Rosaceaeバラ科**Agrimonia nipponica* Koidz.

ヒメキンミズヒキ 他

**Aruncus dioicus* (Walt.) Fern.

- var. *tenuifolius* (Nakai) Hara
 ヤマブキショウマ 他
- **Duchesnea chrysantha* (Zoll. et Mor.) Miq.
 ヘビイチゴ 他
- **Geum japonicum* Thunb.
 ダイコンソウ 縁, 他
- Malus toringo* (Sieb.) Sieb. ex Vriese
 ズミ 湿, 縁
- **Potentilla centigrana* Maxim.
 ヒメヘビイチゴ 他
- Potentilla freyniana* Bornm.
 ミツバツチグリ 他
- **Prunus apetala* (Sieb. et Zucc.) Franch. et Savat.
 subsp. *pilosa* (Koidz.) H. Ohba
 オクチョウジザクラ 林
- Prunus grayana* Maxim.
 ウワミズザクラ 縁, 林, 他
- Prunus sargentii* Rehder
 エゾヤマザクラ 林
- Prunus verecunda* (Koidz.) Koehne
 カスミザクラ 林
- **Rubus crataegifolius* Bunge
 クマイチゴ 他
- Rubus microphyllus* L. fil.
 ニガイチゴ 他
- Rubus palmatus* Thunb. var. *coptophyllus* A. Gray
 モミジイチゴ 縁, 他
- Rubus parvifolius* L.
 ナワシロイチゴ 他
- Sorbus alnifolia* (Sieb. et Zucc.) C. Koch
 アズキナシ 縁, 林
- Sorbus commixta* Hedl.
 ナナカマド 縁, 林

Leguminosae マメ科

- **Amphicarphaea bracteata* (L.) Fernald
 subsp. *edge-worthii* (Benth.) Ohashi
 var. *japonica* (Oliver) Ohashi
 ヤブマメ 林, 他
- Lespedeza bicolor* Turcz.
 ヤマハギ 林, 他
- **Lespedeza juncea* (L. fil.) Pers.
 var. *subsessilis* Miq.

- メドハギ 他
- **Lotus corniculatus* L. var. *japonicus* Regel
 ミヤコグサ 他
- **Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.
 subsp. *buergeri* (Maxim.) Kitamura
 イヌエンジュ 縁
- Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi
 クズ 林, 他
- **Robinia pseudoacacia* L.
 ハリエンジュ (栽) 他
- **Trifolium pratense* L.
 ムラサキツメクサ (帰) 他
- **Trifolium repens* L.
 シロツメクサ (帰) 他
- Wisteria floribunda* (Willd.) DC.
 フジ 縁, 林

Daphniphyllaceae ユズリハ科

- Daphniphyllum macropodum* Miq.
 var. *humile* (Maxim.) Rosenthal
 エゾユズリハ 縁, 林

Rutaceae ミカン科

- Phellodendron amurense* Rupr.
 キハダ 林
- **Skimmia japonica* Thunb. var. *intermedia* Komatsu
 f. *repens* (Nakai) Hara
 ツルシキミ 縁, 林

Polygalaceae ヒメハギ科

- **Polygala japonica* Houtt.
 ヒメハギ 他

Anacardiaceae ウルシ科

- Rhus ambigua* Lavall. ex Dipp.
 ツタウルシ 縁, 林
- Rhus javanica* L. var. *roxburgii* (DC.) Rehd. et Wils.
 ヌルデ 他

- Rhus trichocarpa* Miq.
 ヤマウルシ 縁, 林, 他

Aceraceae カエデ科

- Acer amoenum* Carr.
 var. *matsumurae* (Koidz.) Ogata
 ヤマモミジ 縁, 林
- **Acer crataegifolium* Sieb. et Zucc.
 ウリカエデ 林

**Acer distylum* Sieb. et Zucc.

ヒトツバカエデ 林

Acer japonicum Thunb.

ハウチワカエデ 湿, 緑, 林

**Acer micranthum* Sieb. et Zucc.

コミネカエデ 林

**Acer mono* Maxim. var. *ambiguum* (Pax) Rehder

オニイタヤ 林

**Acer mono* Maxim.

var. *mayrii* (Schwerin) Sugimoto

アカイタヤ 林

Acer rufinerve Sieb. et Zucc.

ウリハダカエデ 緑, 林

Acer sieboldianum Miq.

コハウチワカエデ 緑, 林

Hippocastanaceae トチノキ科

Aesculus turbinata Blume

トチノキ 林

Aquifoliaceae モチノキ科

Ilex crenata Thunb. var. *paludosa* (Nakai) Hara

ハイイヌツゲ 湿, 緑, 林, 他

**Ilex leucoclada* (Maxim.) Makino

ヒメモチ 緑, 林, 他

Ilex macropoda Miq.

アオハダ 林

Celastraceae ニシキギ科

Celastrus orbiculatus Thunb.

ツルウメモドキ 他

**Celastrus orbiculatus* Thunb.

var. *strigillosus* (Nakai) Makino

オニツルウメモドキ 緑, 林

Euonymus alatus (Thunb.) Sieb.

f. *striatus* (Thunb.) Makino

コマユミ 緑, 林, 他

Rhamnaceae クロウメモドキ科

Berchemia longgeracemosa Okuyama

ホナガクマヤナギ 林

**Berchemia racemosa* Sieb. et Zucc.

クマヤナギ 林, 他

Rhamnus crenata Sieb. et Zucc.

イソノキ 湿, 緑

Vitaceae ブドウ科

Ampelopsis brevipedunculata (Maxim.) Trautv.

var. *heterophylla* (Thunb.) Hara

ノブドウ 他

Vitis coignetiae Pulliat ex Planch.

ヤマブドウ 緑, 林, 他

Tiliaceae シナノキ科

Tilia maximowicziana Shirasawa

オオバボダイジュ 林

Violaceae スミレ科

Viola grypoceras A. Gray

タチツボスミレ 林, 他

**Viola grypoceras* A. Gray var. *pubescens* Nakai

ケタチツボスミレ 林, 他

**Viola kusanoana* Makino

オオタチツボスミレ 林

Viola verecunda A. Gray

ツボスミレ 緑, 他

**Viola violacea* Makino

var. *makinoi* (H. Boiss.) Hiyama

マキノスミレ 林

Stachyuraceae キブシ科

Stachyurus praecox Sieb. et Zucc.

キブシ 林

Onagraceae アカバナ科

**Oenothera biennis* L.

メマツヨイグサ (帰) 他

Cornaceae ミズキ科

Aucuba japonica Thunb.

var. *borealis* Miyabe et Kudo

ヒメアオキ 林

**Benthamidia japonica* (Sieb. et Zucc.) Hara

ヤマボウシ 林

Swida controversa (Hemsl.) Soják

ミズキ 緑, 林

Araliaceae ウコギ科

Acanthopanax sciadophylloides Franch. et Savat.

コシアブラ 緑, 林

Aralia cordata Thunb.

ウド 他

Aralia elata (Miq.) Seemann

タラノキ 林, 他

Kalopanax pictus (Thunb.) Nakai

ハリギリ 縁, 林

Umbelliferae セリ科

**Hydrocotyle ramiflora* Maxim.

オオチドメ 他

METACHLAMIDEAE 合弁花類

Clethraceae リョウブ科

Clethra barbinervis Sieb. et Zucc.

リョウブ 縁, 林

Pyrolaceae イチヤクソウ科

**Chimaphila japonica* Miq.

ウメガサソウ 林

**Monotropastrum humile* (D. Don) Hara

ギンリョウソウ 林

Pyrola japonica Klenze

イチヤクソウ 林

Ericaceae ツツジ科

Gaultheria adenostrix (Miq.) Maxim.

アカモノ 林

Leucothoe grayana Maxim.

ハナヒリノキ 林

**Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude

var. *elliptica* (Sieb. et Zucc.) Hand.-Mazz.

ネジキ 林

Menziesia multiflora Maxim.

ウラジロヨウラク 湿, 縁

Rhododendron albrechtii Maxim.

ムラサキヤシオツツジ 林

Rhododendron japonicum (A. Gray) Suringar

レンゲツツジ 湿, 縁, 林, 他

Rhododendron obtusum (Lindl.) Planch.

var. *kaempferi* (Planch.) Wilson

ヤマツツジ 林, 他

**Rhododendron semibarbatum* Maxim.

バイカツツジ 林

**Vaccinium hirtum* Thunb.

ウスノキ 林

Vaccinium japonicum Maxim.

アクシバ 林

Vaccinium oldhamii Miq.

ナツハゼ 林

Vaccinium oxycoccus L.

ツルコケモモ 湿

Primulaceae サクラソウ科

**Lysimachia clethroides* Duby

オカトラノオ 他

**Lysimachia japonica* Thunb.

コナスビ 他

**Lysimachia thyrsiflora* L.

ヤナギトラノオ 縁

Lysimachia vulgaris L.

var. *davurica* (Ledeb.) R. Kunth

クサレダマ 縁

Styracaceae エゴノキ科

Styrax obassia Sieb. et Zucc.

ハクウンボク 縁, 林

Symplocaceae ハイノキ科

Symplocos chinensis (Lour.) Druce

var. *leucocarpa* (Nakai) Ohwi

f. *pilosa* (Nakai) Ohwi

サワフタギ 縁

Oleaceae モクセイ科

**Fraxinus lanuginosa* Koidz. f. *serrata* (Nakai) Murata

アオダモ 縁, 林, 他

Fraxinus mandshurica Rupr. var. *japonica* Maxim.

ヤチダモ 縁

**Ligustrum tschonoskii* Decne.

ミヤマイボタ 縁, 他

Gentianaceae リンドウ科

**Gentiana thunbergii* (G. Don) Griseb.

var. *minor* Maxim.

タテヤマリンドウ 湿

Gentiana triflora Pallas

var. *japonica* (Kusnez.) Hara

エゾリンドウ 湿, 縁, 他

**Gentiana zollingeri* Fawcett

フデリンドウ 他

Swertia bimaculata (Sieb. et Zucc.) Hook. et Thoms.

アケボノソウ 縁

Triplerospermum japonicum (Sieb. et Zucc.) Maxim.

ツルリンドウ 縁, 林

Menyanthaceae ミツガシワ科

Menyanthes trifoliata L.

ミツガシワ 湿

Asclepiadaceae ガガイモ科

- **Cynanchum sublancoelatum* (Miq.) Matsum.
var. *albiflorum* (Franch. et Savat.) Hara
アズマカモメヅル 縁

- **Tylophora aristolochioides* Miq.
オオカモメヅル 林

Rubiaceae アカネ科

- **Galium trifidum* L. var. *brevipedunculatum* Regel
ホソバノヨツバムグラ 縁

- **Galium trifloriforme* Komar.
var. *nipponicum* (Makino) Nakai
クルマムグラ 林

- **Mitchella undulata* Sieb. et Zucc.
ツルアリドオシ 林

Verbenaceae クマツヅラ科

- Callicarpa japonica* Thunb.
ムラサキシキブ 林

Labiatae シソ科

- **Ajuga nipponensis* Makino
ジュウニヒトエ 他

- **Clinopodium gracile* (Benth.) O. Kuntze
トウバナ 林, 他

- **Lycopus maackianus* (Maxim.) Makino
ヒメシロネ 縁

- **Lycopus uniflorus* Michx.
エゾシロネ 縁

- Rabdosia umbrosa* (Maxim.) Hara
var. *leucantha* (Murai) Hara
カメバヒキオコシ 林

Scrophulariaceae ゴマノハグサ科

- Melampyrum roseum* Maxim.
var. *japonicum* Franch. et Savat.
ママコナ 他

Lentibulariaceae タヌキモ科

- Utricularia bifida* L.
ミミカキグサ 湿

- Utricularia yakusimensis* Masam.
ムラサキミミカキグサ 湿

Plantaginaceae オオバコ科

- Plantago asiatica* L.
オオバコ 他

Caprifoliaceae スイカズラ科

- Viburnum dilatatum* Thunb.
ガマズミ 林

- Viburnum furcatum* Blume ex Maxim.
オオカメノキ 縁, 林

- **Viburnum plicatum* Thunb.
f. *glabrum* (Koidz. ex Nakai) Rehder
ケナシヤブデマリ 縁, 林

- Viburnum wrightii* Miq.
ミヤマガマズミ 林

- Weigela hortensis* (Sieb. et Zucc.) K. Koch
タニウツギ 林, 他

Valerianaceae オミナエシ科

- Patrinia villosa* (Thunb.) Juss.
オトコエシ 他

Campanulaceae キキョウ科

- **Adenophora triphylla* (Thunb.) A. DC.
var. *japonica* (Regel) Hara
ツリガネニンジン 他

- **Codonopsis lanceolata* (Sieb. et Zucc.) Trautv.
ツルニンジン 林

Compositae キク科

- **Artemisia montana* (Nakai) Pamp.
オオヨモギ 林

- **Artemisia japonica* Thunb.
オトコヨモギ 林

- Artemisia princeps* Pamp.
ヨモギ 他

- **Aster ageratoides* Turcz.
subsp. *leiophyllus* (Franch. et Savat.) Kitam.
シロヨメナ 林

- **Aster ageratoides* Turcz.
subsp. *ovatus* (Franch. et Savat.) Kitam.
ノコンギク 他

- Aster glehnii* Fr. Schm. var. *hondoensis* Kitam.
ゴマナ 縁, 他

- **Carpesium glossophyllum* Maxim.
サジガクビソウ 他

- **Chrysanthemum leucanthemum* L.
フランスギク (婦) 他

- **Cirsium amplexifolium* Kitam.
ダキバヒメアザミ 縁, 他

- **Cirsium borealinipponense* Kitam.
オニアザミ 他
- Cirsium inundatum* Makino
タチアザミ 湿, 縁
- **Cirsium japonicum* DC.
ノアザミ 他
- **Cirsium nipponicum* (Maxim.) Makino
ナンブアザミ 他
- Eupatorium chinense* L.
ヒヨドリバナ 他
- **Eupatorium chinense* L.
subsp. *sachalinense* (Fr. Schm.) Kitam.
ヨツバヒヨドリ 林, 他
- **Eupatorium lindleyanum* DC.
サワヒヨドリ 他
- **Hypochoeris radicata* L.
ブタナ (婦) 他
- Inula ciliaris* (Miq.) Maxim.
ミズギク 湿
- Ixeris dentata* (Thunb.) Nakai
ニガナ 他
- **Lactuca indica* L.
アキノノゲシ 林, 他
- **Lactuca raddeana* Maxim.
var. *elata* (Hemsl.) Kitam.
ヤマニガナ 林, 他
- **Pertya rigidula* (Miq.) Makino
クルマバハグマ 林
- Petasites japonicus* (Sieb. et Zucc.) Maxim.
フキ 他
- **Picris hieracioides* L.
subsp. *japonica* (Thunb.) Krylov
コウゾリナ 他
- Senecio cannabifolius* Less.
ハンゴンソウ 他
- **Solidago gigantea* Ait. var. *leiophylla* Fernald
オオアワダチソウ (婦) 他
- **Solidago virgaurea* L. subsp. *asiatica* Kitam.
アキノキリンソウ 湿, 縁, 林
- Stenactis annuus* (L.) Cass.
ヒメジョオン (婦) 他
- **Synurus pungens* (Franch. et Savat.) Kitam.

オヤマボクチ 他

MONOCOTYLEDONEAE 単子葉植物

Alismataceae オモダカ科

**Alisma canaliculatum* A. Br. et Bouché

ヘラオモダカ 他

Sagittaria natans (Lour.) Hara

アギナシ 湿

Potamogetonaceae ヒルムシロ科

**Potamogeton fryeri* A. Bennett

フトヒルムシロ 湿, 他

Liliaceae ユリ科

Disporum smilacinum A. Gray

チゴユリ 縁, 林, 他

Heloniopsis orientalis (Thunb.) C. Tanaka

ショウジョウバカマ 湿, 縁, 林

Hemerocallis dumortieri Morr.var. *esculenta* (Koidz.) Kitam.

ゼンテイカ 湿, 縁

**Hosta albo-marginata* (Hook.) Ohwi

コバギボウシ 湿, 縁, 他

**Hosta sieboldiana* (Lodd.) Engler

トウギボウシ 林

Lilium auratum Lindl.

ヤマユリ 林

**Lilium rubellum* Baker

ヒメサユリ 林, 他

Metanartheceum luteo-viride Maxim.

ノギリラン 林

**Paris tetraphylla* A. Gray

ツクバネソウ 林

**Polygonatum falcatum* A. Gray

ナルコユリ 林

Polygonatum lasianthum Maxim.

ミヤマナルコユリ 林

**Smilax china* L.

サルトリイバラ 林, 他

**Smilax nipponica* Miq.

タチシオデ 林, 他

Smilax riparia A. DC.var. *ussuriensis* (Regel) Hara et T. Koyama

シオデ 林

Tricyrtis affinis Makino

ヤマジノホトトギス 林

**Veratrum album* L. subsp. *oxysepalum* Hultén

バイケイソウ 縁

Dioscoreaceae ヤマノイモ科*Dioscorea gracillima* Miq.

タチドコロ 林

**Dioscorea nipponica* Makino

ウチワドコロ 林

**Dioscorea tokoro* Makino

オニドコロ 林

Iridaceae アヤメ科*Iris ensata* Thunb.var. *spontanea* (Makino) Nakai

ノハナショウブ 他

Juncaceae イグサ科**Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen.

イ 他

**Juncus leschenaultii* Gay

コウガイゼキショウ 湿

**Juncus tenuis* Willd.

クサイ 他

**Luzula capitata* (Miq.) Miq.

スズメノヤリ 他

Luzula plumosa E. Meyervar. *macrocarpa* (Buchen.) Ohwi

ヌカボシソウ 林, 他

Erlocaulaceae ホシクサ科*Eriocaulon monococcon* Nakai

エゾホシクサ 湿

Gramineae イネ科**Agrostis alba* L.

コヌカグサ (掃) 他

**Agrostis clavata* Trin. subsp. *nukabo* Ohwi

ヌカボ 他

Arundinella hirta (Thunb.) C. Tanaka

トダシバ 他

Brachypodium sylvaticum (Huds.) Beauv.

ヤマカモジグサ 林

**Calamagrostis hakonensis* Franch. et Savat.

ヒメノガリヤス 林

**Dactylis glomerata* L.

カモガヤ (掃) 他

**Festuca arundinacea* Schreb.

オニウシノケグサ (掃) 他

**Festuca parvigluma* Steud.

トボシガラ 林

**Festuca rubra* L.

オオウシノケグサ 他

**Lolium multiflorum* Lamar.

ネズミムギ (掃) 他

**Lolium perenne* L.

ホソムギ (掃) 他

**Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus

アシボン 縁, 他

**Miscanthus intermedius* (Honda) Honda

オオヒゲナガカリヤスモドキ 湿, 他

Miscanthus sinensis Anderss.

ススキ 林, 他

Moliniopsis japonica (Hack.) Hayata

ヌマガヤ 湿, 縁

**Oplismenus undulatifolius* (Arduino) Roemer et Schultes

チヂミザサ 林, 他

Phragmites australis (Cav.) Trin. et Steud.

ヨシ 湿, 縁, 他

**Poa annua* L.

スズメノカタビラ 他

**Sasa palmata* (Marliac) Nakai

チマキザサ 湿, 縁, 林, 他

**Sasa senanensis* (Franch. et Savat.) Rehder

クマイザサ 縁, 林, 他

**Zoysia japonica* Steud.

シバ 他

Araceae サトイモ科**Arisaema serratum* (Thunb.) Schott

マムシグサ 他

Lysichiton camtschaticense (L.) Schott

ミズバショウ 縁

**Symplocarpus foetidus* Nutt.var. *latissimus* (Makino) Hara

ザゼンソウ 縁

Typhaceae ガマ科**Typha orientalis* Presl

コガマ 他

Cyperaceae カヤツリグサ科

- Carex albata* Boott
ミノボロスゲ 他
- **Carex aphanolepis* Franch. et Savat.
エナシヒゴクサ 他
- **Carex blepharicarpa* Franch.
ショウジョウスゲ 林, 他
- **Carex breviculmis* R. Br.
アオスゲ 他
- **Carex capillacea* Boott
ハリガネスゲ 湿, 縁
- Carex dispalata* Boott
カサスゲ 湿, 縁, 他
- Carex dolichostachya* Hayata
var. *glaberrima* (Ohwi) T. Koyama
ミヤマカンスゲ 縁, 林
- **Carex fedia* Nees
var. *miyabei* (Franch.) T. Koyama
ピロードスゲ 他
- Carex foliosissima* Fr. Schm.
オクノカンスゲ 縁, 林
- **Carex hakonensis* Franch. et Savat.
コハリスゲ 湿
- Carex heterolepis* Bunge
ヤマアゼスゲ 他
- **Carex hondoensis* Ohwi
アイズスゲ 他
- **Carex ischnostachya* Steud.
ジュズスゲ 縁, 他
- **Carex kiotensis* Franch. et Savat.
テキリスゲ 他
- Carex lanceolata* Boott
ヒカゲスゲ 林, 他
- **Carex maximowiczii* Miq.
ゴウソ 湿, 縁
- **Carex mollicula* Boott
ヒメシラスゲ 林
- **Carex omiana* Franch. et Savat.
ヤチカワズスゲ 湿, 縁
- **Carex parciflora* Boott
var. *macroglossa* (Franch. et Savat.) Ohwi
コジュズスゲ 他
- **Carex sadoensis* Franch.
サドスゲ 他
- Carex siderosticta* Hance
タガネソウ 林
- **Eleocharis wichurae* Böcklr.
シカクイ 湿
- Eriophorum gracile* Koch
サギスゲ 湿
- Eriophorum vaginatum* L.
ワタスゲ 湿, 縁
- Rhynchospora alba* (L.) Vahl
ミカツキグサ 湿, 縁
- Rhynchospora fauriei* Franch.
オオイヌノハナヒゲ 湿, 縁
- **Rhynchospora yasudana* Makino
ミヤマイヌノハナヒゲ 湿
- Scirpus juncooides* Roxb.
ホタルイ 湿, 他
- Scirpus wichurae* Böcklr.
アブラガヤ 湿, 縁, 他

Orchidaceae ラン科

- **Cephalanthera longibracteata* Blume
ササバギンラン 林
- Cymbidium goeringii* (Reichb. fil.) Reichb. fil.
シュンラン 林
- Eleorchis japonica* (A. Gray) F. Maek.
サワラン 湿
- Epipactis thunbergii* A. Gray
カキラン 湿, 縁
- **Liparis kumokiri* F. Maek.
クモキリソウ 林
- Platanthera hologlottis* Maxim.
ミズチドリ 湿
- Platanthera nipponica* Makino
コバノトンボソウ 湿
- **Platanthera sachalinensis* Fr. Schm.
オオヤマサギソウ 縁
- Pogonia japonica* Reichb. fil.
トキソウ 湿
- Spiranthes sinensis* (Pers.) Ames
var. *amoena* (M. Bieberson) Hara
ネジバナ 他

引用文献

- 馬場義伸(1969)：宮床湿原調査資料. 南郷村湿原調査委員会. 南郷村, 福島県, 20pp.
岩槻邦男(1992)：日本の野生植物シダ. 平凡社, 東京.
516pp.

- 佐竹義輔・原 寛・亙理俊次・富成忠夫(編)(1989)：日本の野生植物木本Ⅰ 321pp, Ⅱ 305pp. 平凡社, 東京.
佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫(編)(1981, 1982)：日本の野生植物草本 Ⅰ 単子葉類 305pp, Ⅱ 離弁花類 318pp, Ⅲ 合弁花類 259pp. 平凡社, 東京.

国立公害研究所特別研究成果報告

- ※第1号 陸水域の富栄養化に関する総合研究—一霞ヶ浦を対象域として—昭和51年度.(1977)
※第2号 陸上植物による大気汚染環境の評価と改善に関する基礎的研究—昭和51/52年度 研究報告.(1978)

(改称)

国立公害研究所研究報告

- ※第3号 A comparative study of adults and immature stages of nine Japanese species of the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae).(1978)
(日本産ユスリカ科 *Chironomus* 属9種の成虫, サナギ, 幼虫の形態の比較)
- ※第4号 スモッグチャンバーによる炭化水素-窒素酸化物系光化学反応の研究—昭和52年度 中間報告.(1978)
- ※第5号 芳香族炭化水素-窒素酸化物系の光酸化反応機構と光酸化二次生成物の培養細胞に及ぼす影響に関する研究—昭和51,52年度 研究報告.(1978)
- ※第6号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(II)—一霞ヶ浦を中心として—昭和53年度.(1979)
- ※第7号 A morphological study of adults and immature stages of 20 Japanese species of the family Chironomidae (Diptera).(1979)
(日本産ユスリカ科20種の成虫, サナギ, 幼虫の形態学的研究)
- ※第8号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究—昭和52,53年度 研究報告.(1979)
- ※第9号 スモッグチャンバーによる炭化水素-窒素酸化物系光化学反応の研究—昭和53年度 中間報告.(1979)
- ※第10号 陸上植物による大気汚染環境の評価と改善に関する基礎的研究—昭和51~53年度 特別研究報告.(1979)
- ※第11号 Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity.(1980)
(大気汚染物質の植物影響およびその植物毒性の機構に関する研究)
- ※第12号 Multielement analysis studies by flame and inductively coupled plasma spectroscopy utilizing computer-controlled instrumentation.(1980)
(コンピュータ制御装置を利用したフレームおよび誘導結合プラズマ分光法による多元素同時分析)
- ※第13号 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1980)
Part 1. The distribution of chironomid species in a tributary in relation to the degree of pollution with sewage water.
Part 2. Description of 20 species of Chironominae recovered from a tributary.
(多摩川に発生するユスリカの研究
—第1報 その一支流に見出されたユスリカ各種の分布と下水による汚染度との関係
—第2報 その一支流に見出された Chironominae 亜科の20種について)
- ※第14号 有機廃棄物, 合成有機化合物, 重金属等の土壌生態系に及ぼす影響と浄化に関する研究—昭和53,54年度 特別研究報告.(1980)
- ※第15号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究—昭和54年度 特別研究報告.(1980)
- ※第16号 計測車レーザーレーダーによる大気汚染連続計測.(1980)
- ※第17号 流体の運動および輸送過程に及ぼす浮力効果—一臨海地域の気象特性と大気拡散現象の研究—昭和53,54年度 特別研究報告.(1980)
- ※第18号 Preparation, analysis and certification of PEPPERBUSH standard reference material.(1980)
(環境標準試料「リヨウブ」の調整, 分析および保証値)
- ※第19号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(III)—一霞ヶ浦(西浦)の湖流—昭和53,54年度.(1981)
- ※第20号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(IV)—一霞ヶ浦流域の地形, 気象水文特性およびその湖水環境に及ぼす影響—昭和53,54年度.(1981)
- ※第21号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(V)—一霞ヶ浦流入河川の流出負荷量変化とその評価—昭和53,54年度.(1981)
- ※第22号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VI)—一霞ヶ浦の生態系の構造と生物現存量—昭和53,54年度.(1981)
- ※第23号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VII)—一湖沼の富栄養化状態指標に関する基礎的研究—昭和53,54年度.(1981)
- ※第24号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VIII)—一富栄養化が湖利用に及ぼす影響の定量化に関する研究—昭和53,54年度.(1981)
- ※第25号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(IX)—一Microcystis(藍藻類)の増殖特性—昭和53,54年度.(1981)
- ※第26号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(X)—一藻類培養試験法によるAGPの測定—昭和53,54年度.(1981)
- ※第27号 陸水域の富栄養化に関する総合研究—研究総括—昭和53,54年度.(1981)
- ※第28号 複合大気汚染の植物影響に関する研究—昭和54,55年度 特別研究報告.(1981)
- ※第29号 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1981)
Part 3. Species of the subfamily Orthoclaadiinae recorded at the summer survey and their distribution in relation to the pollution with sewage waters.
Part 4. Chironomidae recorded at a winter survey.
(多摩川に発生するユスリカ類の研究
—第3報 夏の調査で見出されたエリユスリカ亜科 Orthoclaadiinae 各種の記載と, その分布の下水汚染度との関係について
—第4報 南浅川の冬期の調査で見出された各種の分布と記載)
- ※第30号 海域における富栄養化と赤潮の発生機構に関する基礎的研究—昭和54,55年度 特別研究報告.(1982)
- ※第31号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究—昭和55年度 特別研究報告.(1981)
- ※第32号 スモッグチャンバーによる炭化水素-窒素酸化物系光化学反応の研究—一環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究(フィールド研究1)—昭和54年度 特別研究中間報告.(1982)

- ※第33号 臨海地域の気象特性と大気拡散現象の研究—大気運動と大気拡散過程のシミュレーション—昭和55年度 特別研究報告。(1982)
- ※第34号 環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究—昭和55年度 特別研究報告。(1982)
- ※第35号 環境面よりみた地域交通体系の評価に関する総合解析研究。(1982)
- ※第36号 環境試料による汚染の長期モニタリング手法に関する研究—昭和55,56年度 特別研究報告。(1982)
- ※第37号 環境施策のシステム分析支援技術の開発に関する研究。(1982)
- ※第38号 Preparation, analysis and certification of POND SEDIMENT certified reference material.(1982)
(環境標準試料「池底質」の調整,分析及び保証値)
- ※第39号 環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究—昭和56年度 特別研究報告。(1982)
- ※第40号 大気汚染物質の単一及び複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究—昭和56年度 特別研究報告。(1983)
- ※第41号 土壌環境の計測と評価に関する統計学的研究。(1983)
- ※第42号 底泥の物性及び流送特性に関する実験的研究。(1983)
- 第43号 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1983)
Part 5. An observation on the distribution of Chironominae along the main stream in June with description of 15 new species.
Part 6. Description of species of the subfamily Orthoclaadiinae recovered from the main stream in the June survey.
Part 7. Additional species collected in winter from the main stream.
(多摩川に発生するユスリカ類の研究
—第5報 本流に発生するユスリカ類の分布に関する6月の調査成績とユスリカ亜科に属する15新種等の記録
—第6報 多摩本流より6月に採集されたエリユスリカ亜科の各種について
—第7報 多摩本流より3月に採集されたユスリカ科の各種について)
- 第44号 スモッグチャンパーによる炭化水素-窒素酸化物系光化学反応の研究—環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究(フィールド研究2)—昭和54年度 特別研究中間報告。(1983)
- ※第45号 有機廃棄物,合成有機化合物,重金属等の土壌生態系に及ぼす影響と浄化に関する研究—昭和53~55年度 特別研究総合報告。(1983)
- ※第46号 有機廃棄物,合成有機化合物,重金属等の土壌生態系に及ぼす影響と浄化に関する研究—昭和54,55年度 特別研究報告 第1分冊。(1983)
- ※第47号 有機廃棄物,合成有機化合物,重金属等の土壌生態系に及ぼす影響と浄化に関する研究—昭和54,55年度 特別研究報告 第2分冊。(1983)
- ※第48号 水質観測点の適正配置に関するシステム解析。(1983)
- 第49号 環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究—昭和57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第50号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(I)—霞ヶ浦の流入負荷量の算定と評価—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第51号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(II)—霞ヶ浦の物質循環とそれを支配する因子—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第52号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(III)—霞ヶ浦高浜入における隔離水界を利用した富栄養化防止手法の研究—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- 第53号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(IV)—霞ヶ浦の魚類及び甲かく類現存量の季節変化と富栄養化—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第54号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(V)—霞ヶ浦の富栄養化現象のモデル化—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- 第55号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(VI)—富栄養化防止対策—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第56号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(VII)—湯ノ湖における富栄養化とその防止対策—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第57号 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(VIII)—総括報告—昭和55~57年度 特別研究報告。(1984)
- 第58号 環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究—昭和55~57年度 特別研究総合報告。(1984)
- 第59号 炭化水素-窒素酸化物-硫黄酸化物系光化学反応の研究—光化学スモッグチャンパーによるオゾン生成機構の研究—大気中における有機化合物の光酸化反応機構の研究—昭和55~57年度 特別研究報告(第1分冊)。(1984)
- 第60号 炭化水素-窒素酸化物-硫黄酸化物系光化学反応の研究—光化学エアロゾル生成機構の研究—昭和55~57年度 特別研究報告(第2分冊)。(1984)
- 第61号 炭化水素-窒素酸化物-硫黄酸化物系光化学反応の研究—環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究(フィールド研究1)—昭和55~57年度 特別研究報告(第3分冊)。(1984)
- ※第62号 有害汚染物質による水界生態系のかく乱と回復過程に関する研究—昭和56~58年度 特別研究中間報告。(1984)
- ※第63号 海域における富栄養化と赤潮の発生機構に関する基礎的研究—昭和56年度 特別研究報告。(1984)
- ※第64号 複合大気汚染の植物影響に関する研究—昭和54~56年度 特別研究総合報告。(1984)
- ※第65号 Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Part 1.(1984)
(複合大気汚染の植物に及ぼす影響—第1分冊)
- ※第66号 Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Part 2.(1984)
(複合大気汚染の植物に及ぼす影響—第2分冊)
- ※第67号 環境中の有害物質による人の慢性影響に関する基礎的研究—昭和54~56年度 特別研究総合報告。(1984)
- ※第68号 汚泥の土壌還元とその環境影響に関する研究—昭和56~57年度 特別研究報告。(1984)
- ※第69号 中禅寺湖の富栄養化現象に関する基礎的研究。(1984)

- ※第70号 Studies on chironomid midges in lakes of the Nikko National Park.(1984)
Part I. Ecological studies on chironomids in lakes of the Nikko National Park.
Part II. Taxonomical and morphological studies on the chironomid species collected from lakes in the
Nikko National Park.
(日光国立公園の湖沼のユスリカに関する研究
ー第1部 日光国立公園の湖のユスリカの生態学的研究
ー第2部 日光国立公園の湖沼に生息するユスリカ類の分類学的, 生態学的研究)
- ※第71号 リモートセンシングによる残雪及び雪田植生の分布解析.(1984)
- 第72号 炭化水素-窒素酸化物-硫黄酸化物系光化学反応の研究-環境大気における光化学二次汚染物質生成機構の研究
(フィールド研究2)-昭和55~57年度 特別研究報告(第4分冊).(1985)
- ※第73号 炭化水素-窒素酸化物-硫黄酸化物系光化学反応の研究-昭和55~57年度 特別研究総合報告.(1985)
- ※第74号 都市域及びその周辺の自然環境に係る環境指標の開発に関する研究. 環境指標-その考え方と作成方法-昭和59年度
特別研究報告.(1984)
- 第75号 Limnological and environmental studies of elements in the sediment of Lake Biwa.(1985)
(琵琶湖底泥中の元素に関する陸水学及び環境化学的研究)
- 第76号 A study on the behavior of monoterpenes in the atmosphere.(1985)
(大気中モノテルペンの挙動に関する研究)
- ※第77号 環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究-昭和58年度 特別研究報告.(1985)
- 第78号 生活環境保全に果たす生活者の役割の解明.(1985)
- 第79号 Studies on the method for long term environmental monitoring-Research report in 1980-1982.(1985)
(環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究)
- ※第80号 海域における赤潮発生モデル化に関する研究-昭和57/58年度 特別研究報告.(1985)
- ※第81号 環境影響評価制度の政策効果に関する研究-地方公共団体の制度運用を中心として.(1985)
- ※第82号 植物の大気環境浄化機能に関する研究-昭和57~58年度 特別研究報告.(1985)
- 第83号 Studies on chironomid midges of some lakes in Japan.(1985)
(日本の湖沼のユスリカの研究)
- ※第84号 重金属環境汚染による健康影響評価手法の開発に関する研究-昭和57~59年度 特別研究総合報告.(1985)
- 第85号 Studies on the rate constants of free radical reactions and related spectroscopic and thermochemical
parameters.(1985)
(フリーラジカルの反応速度と分光学的及び熱力学的パラメーターに関する研究)
- ※第86号 GC/MSスペクトルの検索システムに関する研究.(1986)
- 第87号 光化学二次汚染物質の分析とその細胞毒性に関する研究-昭和53~58年度 総合報告.(1986)
- ※第88号 都市域及びその周辺の自然環境等に係る環境指標の開発に関する研究II. 環境指標-応用例とシステム-昭和59年
度 特別研究報告.(1986)
- 第89号 Measuring the water quality of Lake Kasumigaura by LANDSAT remote sensing.(1986)
(LANDSATリモートセンシングによる蘆ヶ浦の水質計測)
- ※第90号 ナショナルトラスト運動にみる自然保護にむけての住民意識と行動-知床国立公園内100平方メートル運動と天神崎
市民地主運動への参加者の分析を中心として.(1986)
- ※第91号 Economic analysis of man's utilization of environmental resources in aquatic environments and national
park regions.(1986)
(人間による環境資源利用の経済分析-水環境と国立公園地域を対象にして)
- ※第92号 アオコの増殖及び分解に関する研究.(1986)
- ※第93号 汚泥の土壌還元とその環境影響に関する研究(I)-昭和58~59年度 特別研究総合報告 第1分冊.(1986)
- ※第94号 汚泥の土壌還元とその環境影響に関する研究(II)-昭和58~59年度 特別研究総合報告 第2分冊.(1986)
- ※第95号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(I)-汚濁負荷の発生と流出・流達-昭和58~59年度 特別研究報
告.(1986)
- ※第96号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(II)-水草帯・河口域・池沼の生態系構造と機能-昭和58~59年
度 特別研究報告.(1986)
- ※第97号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(III)-水路及び土壌による水質の浄化-昭和58~59年度 特別研究
報告.(1986)
- ※第98号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(IV)-自然浄化機能を活用した処理技術の開発と応用-昭和58~
59年度 特別研究報告.(1986)
- ※第99号 有害汚染物質による水界生態系のかく乱と回復過程に関する研究-昭和56~59年度 特別研究総合報告.(1986)
- ※第100号 バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究-特定汚染選択的検出法及び高感度分
析技術の開発-昭和58~60年度 特別研究報告.(1986)
- 第101号 複合ガス状大気汚染物質の生体影響に関する実験的研究-昭和57~60年度 特別研究報告.(1986)
- ※第102号 地球規模大気質変動に関する予備的研究.(1986)
- 第103号 環境調和型技術としての電気自動車の評価に関する基礎的研究.(1987)
- ※第104号 Studies on chironomid midges in lakes of the Akan National Park.(1987)
(北海道阿寒国立公園の湖におけるユスリカ相の研究)
- ※第105号 畑地土壌における水分と諸元素の動態.(1987)
- ※第106号 筑波研究学園都市における景観評価と景観体験に関する研究.(1987)
- 第107号 遠隔計測による環境動態の評価手法の開発に関する研究-昭和59~60年度 特別研究報告.(1987)

- 第108号 植物の大気環境浄化機能に関する研究—昭和57～60年度 特別研究総合報告.(1987)
- ※第109号 地域環境評価のための環境情報システムに関する研究.(1987)
- 第110号 海域における赤潮発生のモデル化に関する研究—昭和59～60年度 特別研究総合報告.(1987)
- 第111号 Application of X-ray photoelectron spectroscopy to the study of silicate minerals.(1988)
(ケイ酸塩鉱物研究へのX線光電子分光法の応用)
- 第112号 光化学汚染大気中における有機エアロゾルに関する研究—有機エアロゾルの生成と挙動に関する研究—昭和58～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第113号 光化学汚染大気中における有機エアロゾルに関する研究—昭和58～61年度 特別研究総合報告.(1988)
- 第114号 水界生態系に及ぼす有害汚染物質の影響評価に関する研究—昭和60～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第115号 複合ガス状大気汚染物質の生体影響に関する実験的研究—昭和57～61年度 特別研究総合報告.(1988)
- 第116号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(V)—汚濁負荷の発生と流出・流達—昭和58～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第117号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(VI)—湖沼の生態系構造と自然浄化—昭和60～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第118号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(VII)—自然浄化機能を活用した水路・土壌による浄化と処理技術の開発—昭和60～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第119号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(VIII)—自然浄化システムの評価方法—昭和60～61年度 特別研究報告.(1988)
- ※第120号 自然浄化機能による水質改善に関する総合研究(IX)—昭和58～61年度 特別総合研究報告(1988)
- 第121号 Studies on the chironomid midges of lakes in Southren Hokkaido.(1988)
(北海道南部の湖におけるユスリカ相の研究)
- 第122号 擬似ランダム変調CWライダーの開発とフィールド観測への応用.(1989)
- 第123号 バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究(II)—離島及び山岳地における大気汚染成分濃度とその変動—昭和58～62年度 特別研究報告.(1989)
- ※第124号 環境科学研究用に開発したニホンウズラの遺伝学的及び微生物学的特性.(1989)
- 第125号 Chironomidae of Japan: checklist of species recorded, key to males and taxonomic notes.(1989)
(日本及び東アジア産ユスリカ科のカatalogと雄成虫の検索表)
- 第126号 バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究(III)—摩周湖における水試料の代表性と底質中の汚染記録—昭和58～62年度 特別研究報告.(1989)
- 第127号 新潟県六日町における消雪用揚水に伴う地盤沈下性状.(1990)

(改称)

国立環境研究所研究報告

- 第128号 Development of an intelligent decision support system for environmental modeling and planning.(1991)
(環境のモデリングと計画のための知的意思決定支援システムの開発)
- 第129号 先端技術における化学環境の解明に関する研究(I)—塩化ジベンゾフランとダイオキシン—昭和62年度～平成元年度 特別研究報告.(1991)
- 第130号 都市型環境汚染による健康影響・リスクの環境保健モニタリング手法に関する研究.(1993)
- 第131号 アスベストの新分析法に関する研究.(1993)
- 第132号 自由記述法による生活環境に関する地域住民の意識の調査と分析.(1994)
- 第133号 水環境における農薬流出に関する研究報告.(1994)
- 第134号 宮床湿原の生態系構造.(1995)

※ 残部なし

Report of Special Research Project of the National Institute for Environmental Studies:

- ※No. 1* Man activity and aquatic environment—with special references to Lake Kasumigaura—Progress report in 1976.(1977)
- ※No. 2* Studies on evaluation and amelioration of air pollution by plants—Progress report in 1976-1977.(1978)

Research Report from the National Institute for Environmental Studies*:

- ※No. 3 A comparative study of adults and immature stages of nine Japanese species of the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae).(1978)
- ※No. 4* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system—Progress report in 1977.(1978)
- ※No. 5* Studies on the photooxidation products of the alkylbenzene-nitrogen oxides system, and on their effects on cultured cells—Research report in 1976-1977.(1978)
- ※No. 6* Man activity and aquatic environment—with special references to Lake Kasumigaura—Progress report in 1977-1978.(1979)
- ※No. 7 A morphological study of adults and immature stages of 20 Japanese species of the family Chironomidae (Diptera).(1979)
- ※No. 8* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants—Research report in 1977-1978.(1979)
- ※No. 9* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system—Progress report in 1978.(1979)
- ※No. 10* Studies on evaluation and amelioration of air pollution by plants—Progress report in 1976-1978.(1979)
- ※No. 11 Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity.(1980)
- ※No. 12 Multi-element analysis studies by flame and inductively coupled plasma spectroscopy utilizing computer-controlled instrumentation.(1980)
- ※No. 13 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1980)
 - Part 1. The distribution of chironomid species in a tributary in relation to the degree of pollution with sewage water.
 - Part 2. Description of 20 species of Chironominae recovered from a tributary.
- ※No. 14* Studies on the effects of organic wastes on the soil ecosystem—Progress report in 1978-1979.(1980)
- ※No. 15* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants—Research report in 1979.(1980)
- ※No. 16* Remote measurement of air pollution by a mobile laser radar.(1980)
- ※No. 17* Influence of buoyancy on fluid motions and transport processes—Meteorological characteristics and atmospheric diffusion phenomena in the coastal region—Progress report in 1978-1979.(1980)
- ※No. 18 Preparation, analysis and certification of PEPPEBBUSH standard reference material.(1980)
- ※No. 19* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Lake current of Kasumigaura(Nishiura)—1978-1979.(1981)
- ※No. 20* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Geomorphological and hydrometeorological characteristics of Kasumigaura watershed as related to the lake environment—1978-1979.(1981)
- ※No. 21* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Variation of pollutant load by influent rivers to Lake Kasumigaura—1978-1979.(1981)
- ※No. 22* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Structure of ecosystem and standing crops in Lake Kasumigaura—1978-1979.(1981)
- ※No. 23* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Applicability of trophic state indices for lakes—1978-1979.(1981)
- ※No. 24* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Quantitative analysis of eutrophication effects on main utilization of lake water resources—1978-1979.(1981)
- ※No. 25* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Growth characteristics of Blue-Green Algae, *Mycrocystis*—1978-1979.(1981)
- ※No. 26* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Determination of algal growth potential by algal assay procedure—1978-1979.(1981)
- ※No. 27* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas—Summary of researches—1978-1979.(1981)
- ※No. 28* Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Progress report in 1979-1980.(1981)
- ※No. 29 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1981)
 - Part 3. Species of the subfamily Orthoclaadiinae recorded at the summer survey and their distribution in relation to the pollution with sewage waters.
 - Part 4. Chironomidae recorded at a winter survey.
- ※No. 30* Eutrophication and red tides in the coastal marine environment—Progress report in 1979-1980.(1982)
- ※No. 31* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants—Research report in 1980.(1981)

* Starting with Report No.3, the series title was changed.

- ※No. 32* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system—Progress report in 1979—Research on the photochemical secondary pollutants formation mechanism in the environmental atmosphere (Part 1).(1982)
- ※No. 33* *Meteorological characteristics and atmospheric diffusion phenomena in the coastal region—Simulation of atmospheric motions and diffusion processes—Progress report in 1980.*(1982)
- ※No. 34* The development and evaluation of remote measurement methods for environmental pollution—Research report in 1980.(1982)
- ※No. 35* Comprehensive evaluation of environmental impacts of road and traffic.(1982)
- ※No. 36* Studies on the method for long term environmental monitoring—Progress report in 1980-1981.(1982)
- ※No. 37* Study on supporting technology for systems analysis of environmental policy—The Evaluation Laboratory of Man-Environment Systems.(1982)
- ※No. 38 Preparation, analysis and certification of POND SEDIMENT certified reference material.(1982)
- ※No. 39* The development and evaluation of remote measurement methods for environmental pollution—Research report in 1981.(1983)
- ※No. 40* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants—Research report in 1981.(1983)
- ※No. 41* Statistical studies on methods of measurement and evaluation of chemical condition of soil—with special reference to heavy metals—.(1983)
- ※No. 42* Experimental studies on the physical properties of mud and the characteristics of mud transportation. (1983)
- No. 43 Studies on chironomid midges of the Tama River.(1983)
- Part 5. An observation on the distribution of Chironominae along the main stream in June, with description of 15 new species.
- Part 6. Description of species of the subfamily Orthoclaadiinae recovered from the main stream in the June survey.
- Part 7. Additional species collected in winter from the main stream.
- No. 44* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system—Progress report in 1979—Research on the photochemical secondary pollutants formation mechanism in the environmental atmosphere(Part 2).(1983)
- ※No. 45* Studies on the effect of organic wastes on the soil ecosystem—Outlines of special research project—1978-1980.(1983)
- ※No. 46* Studies on the effect of organic wastes on the soil ecosystem—Research report in 1979-1980,Part 1.(1983)
- ※No. 47* Studies on the effect of organic wastes on the soil ecosystem—Research report in 1979-1980,Part 2.(1983)
- ※No. 48* Study on optimal allocation of water quality monitoring points.(1983)
- No. 49* The development and evaluation of remote measurement method for environmental pollution—Research report in 1982.(1984)
- ※No. 50* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Estimation of input loading of Lake Kasumigaura—1980-1982.(1984)
- ※No. 51* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—The function of the ecosystem and significance of sediment in nutrient cycle in Lake Kasumigaura—1980-1982.(1984)
- ※No. 52* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Enclosure experiments for restoration of highly eutrophic shallow Lake Kasumigaura—1980-1982.(1984)
- No. 53* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Seasonal changes of the biomass of fishes and crustacea in Lake Kasumigaura—1980-1982.(1984)
- ※No. 54* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Modeling the eutrophication of Lake Kasumigaura—1980-1982.(1984)
- No. 55* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Measures for eutrophication control—1980-1982.(1984)
- ※No. 56* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Eutrophication in Lake Yunoko—1980-1982.(1984)
- ※No. 57* Comprehensive studies on the eutrophication control of freshwaters—Summary of researches—1980-1982. (1984)
- No. 58* Studies on the method for long term environmental monitoring—Outlines of special research project in 1980-1982.(1984)
- No. 59* Studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides-sulfur oxides system—Photochemical ozone formation studied by the evacuable smog chamber—Atmospheric photooxidation mechanisms of selected organic compounds—Research report in 1980-1982, Part 1.(1984)
- No. 60* *Studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides-sulfur oxides system—Formation mechanisms of photochemical aerosol—Research report in 1980-1982, Part 2.*(1984)
- No. 61* Studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides-sulfur oxides system—Research on the photochemical secondary pollutants formation mechanism in the environmental atmosphere(Part 1)—Research report in 1980-1982, Part 3.(1984)

- ※No. 62* Effects of toxic substances on aquatic ecosystems—Progress report in 1980-1983.(1984)
- ※No. 63* Eutrophication and red tides in the coastal marine environment—Progress report in 1981.(1984)
- ※No. 64* Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Final report in 1979-1981.(1984)
- ※No. 65 Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Part 1.(1984)
- ※No. 66 Studies on effects of air pollutant mixtures on plants—Part 2.(1984)
- ※No. 67* Studies on unfavourable effects on human body regarding to several toxic materials in the environment, using epidemiological and analytical techniques—Project research report in 1979-1981.(1984)
- ※No. 68* Studies on the environmental effects of the application of sewage sludge to soil—Research report in 1981-1983.(1984)
- ※No. 69* Fundamental studies on the eutrophication of Lake Chuzenji—Basic research report.(1984)
- ※No. 70 Studies on chironomid midges in lakes of the Nikko National Park.
Part I. Ecological studies on chironomids in lakes of the Nikko National Park.
Part II. Taxonomical and morphological studies on the chironomid species collected from lakes in the Nikko National Park.(1984)
- ※No. 71* Analysis on distributions of remnant snowpack and snow patch vegetation by remote sensing.(1984)
- No. 72* Studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides-sulfur oxides system—Research on the photochemical secondary pollutants formation mechanism in the environmental atmosphere—Research report in 1980-1982, Part 4.(1985)
- ※No. 73* Studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides-sulfur oxides system—Final report in 1980-1982.(1985)
- ※No. 74* A comprehensive study on the development of indices system for urban and suburban environmental quality—Environmental indices—Basic notion and formation.(1984)
- No. 75 Limnological and environmental studies of elements in the sediment of Lake Biwa.(1985)
- No. 76 A study on the behavior of monoterpens in the atmosphere.(1985)
- ※No. 77* The development and evaluation of remote measurement methods for environmental pollution—Research report in 1983.(1985)
- No. 78* Study on residents' role in conserving the living environment.(1985)
- No. 79 Studies on the method for long term environmental monitoring—Research report in 1980-1982.(1985)
- ※No. 80* Modeling of red tide blooms in the coastal sea—Research report in 1982-1983.(1985)
- ※No. 81* A studies on effects of implementing environmental impact assessment procedure—With particular reference to implementation by local governments.(1985)
- ※No. 82* Studies on the role of vegetation as a sink of air pollutants—Research report in 1982-1983.(1985)
- No. 83 Studies on chironomid midges of some lakes in Japan.(1985)
- ※No. 84* A comprehensive study on the development of assessment techniques for health effects due to environmental heavy metal exposure—Final report in 1982-1984.(1985)
- No. 85 Studies on the rate constants of free radical reactions and related spectroscopic and thermochemical parameters.(1985)
- ※No. 86* A novel retrieval system for identifications of unknown mass spectra.(1986)
- No. 87* Analysis of the photochemical secondary pollutants and their toxicity on cultured cells—Research report in 1978-1983.(1986)
- ※No. 88* A comprehensive study on the development of indices systems for urban and suburban environmental quality II—Environmental indices—Applications and systems.(1986)
- No. 89 Measuring the water quality of Lake Kasumigaura by LANDSAT remote sensing.(1986)
- ※No. 90* National trust movement in Japanese nature conservation—Trustworthy or illusion?(1986)
- ※No. 91 Economic analysis of man's utilization of environmental resources in aquatic environments and national park regions.(1986)
- ※No. 92* Studies on the growth and decomposition of water-bloom of Microcystis.(1986)
- ※No. 93* Studies on the environmental effects of the application of sewage sludge to soil(I)—Research report and papers(Part 1)in 1983-1984.(1986)
- ※No. 94* Studies on the environmental effects of the application of sewage sludge to soil(II)—Research report and papers(Part 2)in 1983-1984.(1986)
- ※No. 95* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(I)—Drainage and flowing down of pollutant load—Research report in 1983-1984.(1986)
- ※No. 96* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(II)—Structure and function of the ecosystems of littoral zone—Research report in 1983-1984.(1986)
- ※No. 97* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(III)—Self-purification in stream and soil—Research report in 1983-1984.(1986)
- ※No. 98* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(IV)—Development and application of wastewater treatment technologies utilizing self-purification ability—Research report in 1983-1984.(1986)
- ※No. 99* Effects of toxic substances on aquatic ecosystems—Final report in 1981-1984.(1986)
- ※No.100* Studies on the methods for long-term monitoring of environmental pollutants in the background regions

- Development of highly sensitive and selective analytical methods for measurement of pollutants in the background regions-Progress report in 1983-1985.(1986)
- No.101* Experimental studies on the effects of gaseous air pollutants in combination on animals.(1986)
- ※No.102* A review on studies of the global scale air quality perturbation.(1986)
- No.103* Technological assessment of electric vehicle from the environmental protection viewpoint.(1987)
- ※No.104 Studies on chironomid midges in lakes of the Akan National Park.(1987)
Part I .Distribution of chironomid larvae in Lake Akan, Lake Panke and Lake Kussyaro.
Part II .Chironomid midges collected on the shore of lakes in the Akan National Park, Hokkaido
(Diptera, Chironomidae)
- ※No.105* Formulation of the dynamic behavior of water and solutes leaching through the field soil.(1987)
- ※No.106* Appraised landscape and their environmental value in Tsukuba Science City.(1987)
- No.107* Studies on remote sensing for spatial and temporal analysis of environment-Research report in 1984-1985.
(1987)
- No.108* Studies on the role of vegetation as a sink of air pollutants-Final report in 1982-1985.(1987)
- ※No.109* Studies on environmental information system for regional environmental evaluation.(1987)
- No.110* Modeling of red tide blooms in the coastal sea-Final report in 1984-1985.(1987)
- No.111 Application of X-ray photoelectron spectroscopy to the study of silicate minerals.(1988)
- No.112* Study on the organic aerosols in the photochemically polluted air-Studies on formation and behavior of organic aerosols-Research report in 1983-1986.(1988)
- ※No.113* Study on the organic aerosols in the photochemically Polluted air-Final report in 1983-1986.(1988)
- No.114* Studies on the assessment of the hazard of chemical substances to aquatic ecosystems-progress report in 1985-1986.(1988)
- ※No.115* Experimental studies on the effects of gaseous air pollutants in combination on animals-Final report in 1982-1986.(1988)
- No.116* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(V)
-Drainage and flowing down of pollutant load-Research report in 1983-1986.(1988)
- ※No.117* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(VI)
-Lake restoration and ecosystems-Research report in 1983-1986.(1988)
- ※No.118* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(VII)
-Use of self-purification in soil and stream, and development of biological waste water treatment technology-Research report in 1985-1986.(1988)
- ※No.119* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(VIII)
-Evaluation methods of self-purification water treatment system-Research report in 1985-1986.(1988)
- ※No.120* Comprehensive studies on effective use of natural ecosystems for water quality management(IX)
-Final report in 1983-1986.(1988)
- No.121 Studies on the chironomid midges of lakes in Southern Hokkaido.(1988)
- No.122* Development of pseudo-random modulation CW lidar and its application to field measurements.(1989)
- No.123* Studies on the methods for long-term monitoring of environmental pollutants in the background regions (II)
-Atmospheric pollutants on the remote island and mountains : concentrations and variations-Research report for FY 1983-1987.(1989)
- ※No.124* Studies on the genetic and microbiological characteristics of the Japanese quail exploited for the research of environmental science.(1989)
- No.125 Chironomidae of Japan : checklist of species recorded, key to males and taxonomic notes.(1989)
- No.126* Studies on the methods for long-term monitoring of environmental pollutants in the background regions (III)
-Representativeness of water samples and historical change of pollutants in sediment of Lake Mashu-
Research report for FY 1983-1987.(1990)
- No.127* Land subsidence caused by pumping for melting snow in Muika-machi, Niigata Prefecture.(1990)
- No.128 Development of an intelligent decision support system for environmental modeling and planning.(1991)
- No.129* Studies for a systematic evaluation of chemosphere under highly advanced technologies (I)-Chlorinated dibenzofurans and chlorinated dibenzodioxins-Research report for FY 1987-1990.(1991)
- No.130* A comprehensive study on the methods of monitoring on the health effects/risk of environmental pollutions in urbanized area.(1993)
- No.131* Studies on the new methods of asbestos analysis.(1993)
- No.132* Analysis of Local Residents' Awareness of the Life Environment through Free Response Data.(1994)
- No.133* Studies on Runoff of Pesticides in Water Environment.(1994)
- No.134* Ecosystem Structure of Miyatoko Mire.(1995)

* in Japanese
※ out of stock

編集小委員会

委員長	松本幸雄	委員	田村正行
委員長代理	大政謙次	〃	柴田康行
委員	栗原崇	〃	鈴木明
〃	正木清郎	〃	鶴野伊津志
〃	原田茂樹	〃	服部浩之
〃	笹野泰弘	〃	神沢博
〃	米元純三	事務局	名取美保子

【平成6年10月31日編集小委員会受付】

【平成7年2月21日編集小委員会受理】

RESEARCH REPORT FROM
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN

No. 134

国立環境研究所研究報告 第134号
(R-134-'95)

平成7年3月31日発行

発行 環境庁 国立環境研究所

〒305 茨城県つくば市小野川16番2

電話 0298-51-6111 (代表)

印刷 株式会社 イセブ

〒305 茨城県つくば市天久保2-11-20

Published by the National Institute for Environmental Studies
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan
March 1995

本報告書は再生紙を使用しています。