



# 環境儀

No. 40 MARCH 2011

国立環境研究所の研究情報誌

## VOCと地球環境

大気中揮発性有機化合物の実態解明を目指して



独立行政法人

国立環境研究所

<http://www.nies.go.jp/>



地球環境を支配する重要な要素のひとつである大気中VOCの  
発生源解析と動態解明のためには、系統的な観測が不可欠です。



地球を取り巻く大気圏には、様々な揮発性有機化合物 (VOC) が存在しています。自動車排ガス中の炭化水素や工業製品として作られたフロンなどが、都市の光化学オキシダントやオゾン層破壊などの問題を引き起こしてきたことはよく知られています。しかし、こうした人為起源VOCの他に自然界からもVOCが放出されており、例えば、地球上の植物が出すVOCの発生量が年間10億トンにも及ぶこと等は、あまり知られていません。

植物起源のVOCは人為起源VOCとは違った成分ですが、やはり大気中の反応に関わったり、成層圏オゾンを壊したりしています。また、海洋から放出される硫黄を含むVOCは雲の素になるエアロゾルを作ります。それらの存在は私たち人間や現代の動植物には都合のよいものだったはずですが、しかし、そのバランスは大気汚染や気候変動によって乱されるかもしれません。国立環境研究所では、このような地球環境と深く関わっている自然起源VOCについて、人為起源VOCと同様に、その発生～変質～影響を解明するための研究を進めてきました。

今号ではこの自然起源VOC研究への取り組みと、温室効果気体として近年、問題となっている代替フロン類の観測・解析研究について、ご紹介します。

# C O N T E N T S



## VOCと地球環境

大気中揮発性有機化合物の実態解明を目指して

- Interview  
研究者に聞く!!.....p4～9
- Summary  
地球環境に影響を及ぼす VOC の  
動態解明を目指す ..... p10～11
- 研究をめぐって  
「自然起源 VOC の観測研究」  
「人為起源ハロカーボン類の観測研究」....p12～13
- 「VOC と地球環境」に関する  
研究のあゆみ.....p14

# Interview 研究者に聞く!!

大気中の揮発性有機化合物（VOC）は光化学オキシダント生成、成層圏オゾン破壊、地球温暖化など様々な環境問題に関わっています。国立環境研究所の横内さんは、観測をベースに、発生源・変質過程を明らかにするという地球化学的手法によりVOCの研究を進めてきました。今回は人為起源VOCより大量に放出されているという植物起源VOCの環境における役割解明と代替フロン<sup>①</sup>の観測に基づく排出分布の推定についてお話を伺いました。



横内陽子 / 化学環境研究領域 動態化学研究室 室長

## 自然界由来のVOCの実態を 次々に明らかに

1：植物起源VOCによる森林エアロゾル生成を実証

Q：VOCとは何か説明してください。

横内：「VOC」（Volatile Organic Compounds）は、室温レベルで容易に揮発するメタン以外の有機化合物を指します。炭化水素、エステル、アルコール、ハロカーボンなど、多くの種類の化合物が含まれています。VOC類の発生源は私たちの周りに非常にありふれていて、自動車の走行、ペンキ塗り、溶剤やスプレーの使用、調理など様々です。人間活動だけでなく、森林、海、土壌などからも発生しています。

Q：VOCは環境問題とどう関わっているのですか？

横内：都市の場合、自動車や工場から排出されるVOCが窒素酸化物との光化学反応によって、オキシダントやスモッグの原因になっています。また、ベンゼンのように人体への直接的な有害性が問題になるものもあります。都市のVOCについては、環境儀No.5「VOC揮発性有機化合物による都市大気汚染」でわかりやすく紹介されています。また、成層圏オゾン破壊や地球

温暖化などの地球環境問題にも、人類が作り出したフロンやハロンなどのVOCが関わっています。自然界から放出されるVOCについては、地球環境問題がクローズアップされるようになるまで余り注目されていなかったのですが、実は気候を左右するエアロゾルの原因物質としてとても重要な役割を担っています。

Q：横内さんは1980年頃から自然起源VOCを研究していますが、どういう経緯で取り組み始めたのですか？

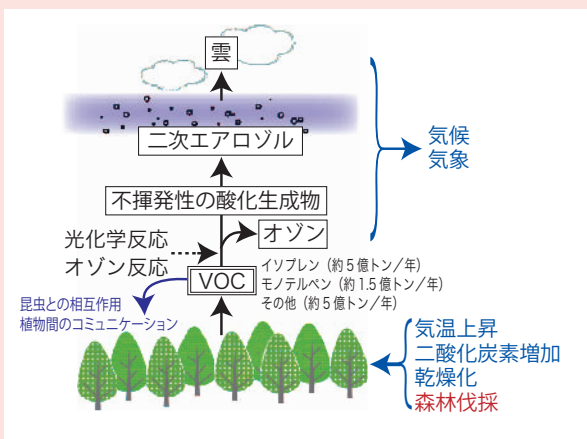
横内：直接のきっかけは、米国のF.W.Went博士が書いた「Blue hazes in the atmosphere」（1960）という論文です。ここには、夏の日の田園地帯で見られるブルーヘイズ<sup>もや</sup>（青い霧）が植物の葉から放出されるVOC（主にテルペン類\*）の反応によってできる微小粒子ではないか、さらに、植物起源VOCの年間放出量は地球全体では数億トンに及ぶだろうと書かれていました。た

\*テルペン類

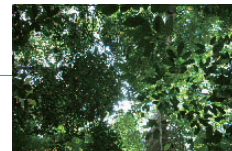
イソプレン（ $C_5H_8$ ）の整数倍の分子式を持つ炭化水素の総称で、生体物質です。倍数が2以上のテルペン類は、モノテルペン（ $C_{10}$ ）、セスキテルペン（ $C_{15}$ ）、ジテルペン（ $C_{20}$ ）、セスタテルペン（ $C_{25}$ ）、トリテルペン（ $C_{30}$ ）、テトラテルペン（ $C_{40}$ ）等と呼ばれています。天然ゴムはイソプレンのポリマーです。大気中で検出されているテルペンはイソプレン、モノテルペンとセスキテルペンです。

### 気象・気候変動に影響する 植物起源のVOC

植物から放出されるVOC類は大気中の反応によって、不揮発性の酸化生成物に変わります。その一部は微小な二次エアロゾルとなって太陽放射を反射し、地球大気を冷却します。さらに、雲凝結核として働けば、雲量の増加などの間接効果によって気象・気候に影響を与えます。また、イソプレンは大気中の窒素酸化物濃度が高い場合、光化学反応によって温室効果気体であるオゾン<sup>②</sup>を生成します。従って、気候の変動や森林伐採による植物起源VOC発生量の変動は環境に対して大きなフィードバックをもたらすことが懸念されています。また、植物起源VOCの量的・質的な変化は植物と虫あるいは植物間の相互作用に影響を及ぼして森林生態系を撓乱する可能性もあります。



■図1 大気中植物起源VOCの環境との相互作用



だ、その論文が出てから20年近く経っていたにも関わらず、大気中の植物起源VOCの動態やその反応生成物について研究はあまり進んでいないようでした。当時は国立公害研究所であり、「公害」研究が主要な業務でしたが、年間約1億トンという人為起源VOCよりも大量に放出されている自然起源VOCの実態を知りたく、また本当にブルーヘイズの原因になっているだろうかと興味を持ちました。幸い上司の理解も得られましたので、まず大気中のモノテルペンの測定法を開発しました。

**Q:** どのような観測を行って、何がわかりましたか？

**横内:** 研究所の敷地内に松林がありますので、そこでモノテルペン類の測定を毎日1回行うことにして、1年間継続しました。その頃は松林は今よりも鬱蒼としていました。モノテルペン濃度は季節的には夏～秋に高濃度となり、日毎にとっても大きな変動を示しました。大気中のオゾン濃度と比較することにより、オゾンが多い場合、モノテルペン濃度が低くなるということがわかりました。このことは、松の葉から放出されたモノテルペンが大気中で短時間のうちにオゾンと反応してしまうことを示していました。それでは、この反応によって何ができるかということで、3種類のモノテルペンをそれぞれオゾンと反応させる室内実験をしました。この反応実験で生成したものを集めて、構造解析を行い、主な生成

物を同定しました。これらを森林のエアロゾル中に見つけることができれば、ブルーヘイズの正体に近づくわけです。そこで、もっと規模の大きい千葉県清澄の東京大学演習林へ行き、ハイボリュームサンプラーという装置を使って、エアロゾルをろ紙の上に捕集しました。このろ紙から溶媒抽出した成分を分析した結果、 $\alpha$ -ピネンの主要な反応生成物であるピノンアルデヒドが大量に存在することが見つかりました。これによって、植物起源VOCがブルーヘイズ、少なくとも森林エアロゾル中に存在し、ブルーヘイズの原因になることを支持する証拠を得たわけです。この研究で、2000年にHaagen-Smidt賞をいただきました。現在ではテルペン類の様々な反応生成物が森林地帯で見つかっています。

**Q:** ブルーヘイズは最近見られない気がします。

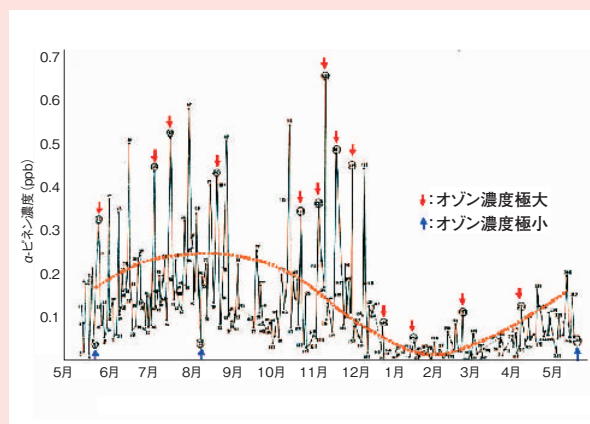
**横内:** 確かに遠くの山は青く見えることが多いですが、「青い霧」を実感することは少ないですね。昔の本、たとえば、赤毛のアンの小説には「夏の屋下がりには青いもやが畑の斜面を覆っていた」とありますし、日本でも、昭和の初めの俳句に「分け入つても分け入つても青い山」(種田山頭火)というのがあります。おそらく、今の日本では人間活動による粒子が多く存在するため、植物起源VOCの反応生成物が、新粒子(二次エアロゾル)を生成する前に既存の大粒子にくっついてしまい、青色を反射する微小な新粒子ができにくいのではないかと考えています。数年前の4月下旬に、真っ青な筑波山を見ました。朝方に強い雨が降り、その後急に日が射してきた時でしたので、今のような感想を強く持ちました。最近では、ディーゼル車排ガス規制などによってエアロゾルが減る傾向にありますので、将来、郊外でブルーヘイズに遭遇したり、もっと青い山を見ることができるようかもしれませんね。

**Q:** モノテルペン以外にどんなVOCが出ていますか？

**横内:** 植物から放出されるVOCは大きく3つに分けられます。今お話しした「モノテルペン」と「イソプレン」

## 大気中モノテルペン濃度の 通年変化

松林内の大気観測によって、 $\alpha$ -ピネンに代表されるモノテルペンの日中の大気濃度は夏～秋に高く、冬に低いこと、日々間の変動が大きいこと等がわかりました。この変化は、モノテルペン放出量と気温の間に正の相関があり、また、大気中に放出されたモノテルペンがオゾンとの反応によって失われていることによって説明されました。林内でのモノテルペンの消失がすべて反応によると仮定して、松林からのモノテルペン放出量は1時間、1m<sup>2</sup>当たりおよそ1900 $\mu$ gと推定されました。また、夜間にはオゾン濃度がしばしばゼロ近くなり、数ppbを上回る $\alpha$ -ピネン濃度が観測されました。



■図2 松林で観測された大気中 $\alpha$ -ピネン濃度の季節変化(国立環境研究所敷地内、午前11時、1980年5月～1981年5月)

および「その他」です。「その他」には、いろいろな化合物が含まれますが、草の匂い成分として知られる青葉アルコールやセスキテルペン、メタノール等もこのカテゴリーに入ります。現在これらの地球全体での年間放出量の見積もりは、モノテルペンが約1.5億トン、イソプレンが約5億トン、その他が約5億トンですから、全体では全植物による純一次生産量（光合成による炭素吸収量から呼吸による炭素放出量を引いたもの）約600億トン（炭素換算）のおよそ2%に匹敵するものすごい量です。多くの植物がイソプレンとモノテルペンを放出しますが、特に熱帯林はイソプレンを多く放出しています。イソプレンとモノテルペンの大きな違いは、イソプレンが日中にしか放出されないのに対して、モノテルペンは1日中放出されていることです。また、モノテルペンより分子量の小さいイソプレンの反応生成物はエアロゾルにならないと思われていましたが、最近では極性が高い化合物が生成されており、粒子化するという報告がいくつかあります。植物起源VOCによって作られるエアロゾルの量がどのくらいかという、非常に幅のある数字ですが、1000～5000万トンの範囲だろうという報告が多く、人為起源VOCから生成する二次エアロゾルの見積もりを一桁上回っています。

**Q：**植物起源VOCが気候と関係しているというお話でしたが？

**横内：**実はこのエアロゾルが気候にとって重要な意味を持っています。VOC等の反応によって作られる微小な二次エアロゾルは太陽光を反射するので、地球を冷却化する方向に働きます。さらに一部は雲を生成するので、降水量やその分布も左右することになります。また、イソプレンの光化学反応ではオゾンが生成することが多く、同時にメタンの反応相手であるOHラジカルが消費されるので、メタンの増加につながります。オゾンもメタンも温室効果気体ですので今後の気候温暖化によって植物起源VOCが増えるか減るかは気候に重



ブルーヘイズに包まれた筑波山

大な影響を及ぼし得るのです。

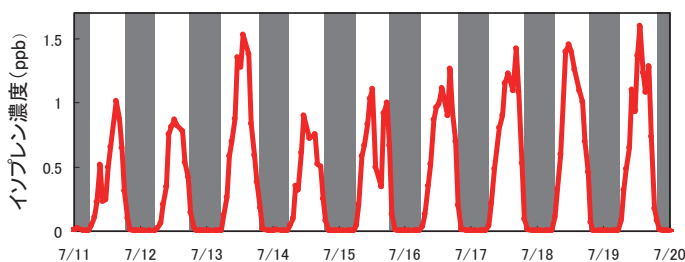
**Q：**そもそも植物は何のためにVOCを放出しているのですか？

**横内：**植物がせっかく光合成によって蓄えた炭素からわざわざ有機物を作ってなぜ大気中に放出するかは本当に不思議です。これまでに、イソプレンを放出することによって耐熱性を増す、虫よけや植物同士のコミュニケーションに役立つ、エネルギーと物質の排出手段であるなどの説が報告されています。大気中に放出された後の変質まで考えれば、エアロゾルを作ることが、植物の日よけになっているかも知れないと思っています。アマゾンの熱帯林の写真ではよく樹冠上に霧が広がっているでしょう。もちろん水蒸気も必要ですが、霧（エアロゾル）になるためには、凝結核が必要であり、テルペン類の反応がそれを供給しているとも考えられます。この点、日中にしか放出されないイソプレンは、日中の日傘だけを供給するので、合理的かもしれません。

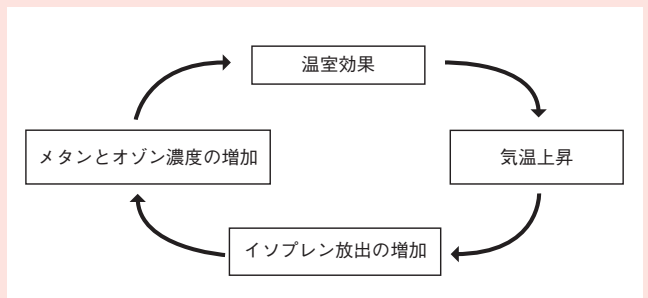
## 2：熱帯林による塩化メチルの大量発生を発見

**Q：**塩化メチルについても報告されていますね。

**横内：**塩化メチルは大気中の平均濃度が550pptくらいあり、VOCの中では濃度が高いものです。9割くらいが自然起源ですが、寿命が長いので、成層圏まで



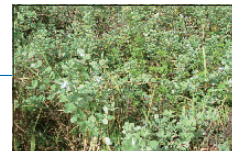
■図3 大気中イソプレン放出濃度の日変化(長崎県・福江島、2009年7月)  
植物からのイソプレン放出は日射量に強く左右されるため、その大気中濃度は日中に最大となります。



■図4 イソプレンの温暖化に対する正のフィードバック  
気温上昇により短期的にはイソプレン放出量は増えます。イソプレンの光化学反応によってオゾンが生成し、メタンの反応相手であるOHラジカルが減少します。その結果、温室効果気体であるメタンとオゾンが増え、温暖化を加速する可能性があります。



つくば都市振興財団提供



到達して塩素原子を放出し、フロンなどと同じようにオゾン層を破壊します。長い間、海が最大の発生源とされていました。私たちの研究によって熱帯植物が重要な発生源だとわかりました。

**Q:** どうしてわかったのですか？

**横内:** 私たちは世界のいろいろな地域・海域で大気を集めてもらい、VOCの測定を行っています。塩化メチルの濃度を緯度別に調べると、赤道付近で最も高く、南北両半球共に、高緯度に行くにつれてほぼ対称に濃度が下がることがわかりました。もし、海が主要な発生源であれば、南半球の方が高濃度になるはずですね。また、熱帯の島に近づくとも塩化メチル濃度が高くなるし、島で測ると、風が島の中から吹いた時の方が濃度が高い。それで、ひょっとすると今まで海と聞いていたが、陸なんじゃないかというふうを考えました。熱帯植物があやしいと思いましたが、これをどうやって調べていくか。ただいきなり熱帯、亜熱帯に行って、いろんな植物の放出量を測るというわけにもいかない。幸い、国立博物館の筑波実験植物園に熱帯植物温室があり、ここで実験させてもらうことにしました。熱帯植物から発生していれば、温室内の塩化メチル濃度は外よりも高いはずですね。確かに窓を閉めると、塩化メチル濃度は上がり、窓を開けると下がる。つまり熱帯植物は塩化メチルを放出していることをほぼ証明できたわけで

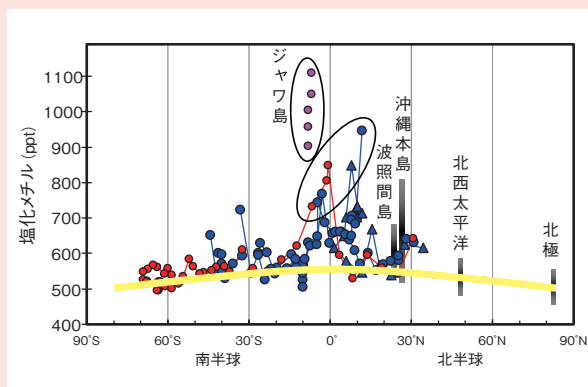
す。そして、犯人(?)はこの200種類以上の植物の中に必ずいるはずでした。そこで、枝に袋をかぶせて、一定時間たってから袋の中の空気を集めて研究所に持ち帰り、分析するという作業を行いました。1日に10種調べるのがせいぜいでした。ところが何日か調べても塩化メチルを放出する植物に行き当たらず、空振りが続きました。そうすると、塩化メチルは出たり出なかったりして全部調べても駄目なんじゃないかなと、だんだんそんな気持ちになってきたのと、他の仕事も忙しいので、いったん中止してしまいました。その頃、沖縄に別の調査に行く機会があり、本当にたまたま大きなシダの放出ガスを集めて帰りました。そうしたら、大量の塩化メチルが出ていることがわかりました。植物の名前がわからなかったので、生物が専門の方に写真を持って行って聞くと、「ヒカゲヘゴ」という古代から存在する木性シダの一種でした。よく恐竜時代の絵に出てくるような大型のシダです。どうやら温室では、袋をかぶせにくいシダを無意識のうちに後回しにしていたようです。さらに、この温室内で、「フタバガキ」という東南アジアの熱帯雨林の代表的な樹種も、塩化メチルを大量に出していることがわかりました。その後、実際の熱帯・亜熱帯林でこれらの大量放出を確認しました。

**Q:** 熱帯林がオゾン破壊物質である塩化メチルを出しているとなると、伐採した方がよいなどという過激な意見が出ませんか？

**横内:** 自然界から放出されている塩化メチルが壊すオゾンはそれでバランスが取れていたわけで、現存の生態系にはちょうどよいのだと思います。人間活動によって塩化メチルの何倍もの塩素化合物を成層圏に送り込んで、オゾン層のバランスを崩したことが問題です。ただし、今後の自然生態系の変動が塩化メチルの放出量をどのように変化させるかには気をつけて見ていく必要

## 大気観測による 塩化メチル発生源の推定

北極(アラート)、北西太平洋、波照間島におけるモニタリング(灰色バー)、南極観測「しらせ」航海(北緯31度~南緯69度)(赤丸)、白鳳丸航海(青丸)のデータとMooreら(1996)による低中緯度の外洋上大気観測値から推定されたベースライン濃度の緯度分布(黄色線)、およびジャワ島(桃色丸)と沖縄本島(灰色バー)におけるスポット観測の結果。○で囲んだデータはジャワ島と航海中に島の付近で観測されたもの。この図から大量の塩化メチルが熱帯域の島から放出されている可能性が示唆されました。



■図5 大気中塩化メチル濃度の緯度分布(1996-1998)

があります。

**Q:** シダとフタバガキ以外の植物は塩化メチルを放出しないのですか？

**横内:** たくさんの植物について調べるためには簡易な方法が必要でした。そこで、切り取ってガラス瓶の中に入れた葉も、短時間なら自然の状態とそれほど変わらずに塩化メチルを放出することを確認して、そのサンプリング方法を使って西表島とマレーシアで数十種類の塩化メチル放出植物を見つけました。特に放出量が多いものは、シマシラキというマングローブの一種やハマゴウ、クロヘゴやコシダなどのシダです。オヒルギ、メヒルギといった沖縄に一般的なマングローブは出していないのに、なぜシマシラキは塩化メチルを出すのか？ワラビなど温帯のシダは出さなくて、熱帯・亜熱帯のシダだけが塩化メチルを出すのか？謎です。また、温暖な石炭紀にはヒカゲヘゴと似た木性シダが繁茂していたらしいので、古代の大気中にはもっと塩化メチルが存在していたと想像されます。

**Q:** 海洋起源のVOCはどうですか？

**横内:** 自然のVOC発生源としては、広大な面積を持つ海洋も重要です。これに取り組むようになったきっかけは、1992年に北極のポーラーサンライズエクスペリメントという国際プロジェクトに参加したことです。このプロジェクトの目的は、北極の地表オゾンが春にほとんどゼロになる現象を解明することで、私は大気中VOCの測定を担当しました。カナダ・エレスメア島の北端にあるアラートで観測していましたが、オゾンが減少する時には、風が北極海の方から吹いていました。その時、多くのVOCも減少したのですが、プロモホルムは逆に増加しました。プロモホルムは海藻によって作られる臭素化合物で、これが北極海の水氷の割れ目から放出されていたものと思われます。臭素やヨウ素を含む化合物は成層圏だけでなく、対流圏のオゾンも破



ヒカゲヘゴ(沖縄本島)



シマシラキ(西表島)



ハマゴウ(西表島)

塩化メチルを放出する(亜)熱帯植物の例

壊しますので、海洋の大気化学を考える上で重要な成分だと認識しました。この他に、海から放出されるジメチルスルフィドという硫黄化合物は大気中で硫酸に変わり、雲凝結核を作りますので、気候に関わっています。これらの海洋起源VOCの動態を調べるために、国内外の多くの研究者の協力をいただいて、熱帯～極域の広域で大気サンプルを定期的に集め、海洋起源VOCの緯度分布、季節変化の測定を続けています。(成果の一部はSummary参照)

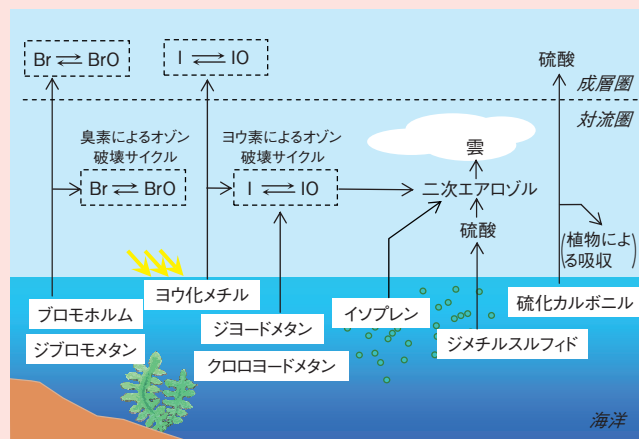
### 3: 東アジアにおけるハロカーボン排出状況を把握するための高頻度多成分VOCモニタリングを立ち上げ(2004年～)

**Q:** 人為起源VOCとしてハロカーボン類を測られていますが、ここでは何が問題ですか？

**横内:** ハロカーボンはハロゲン(フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)を含むVOCの総称ですが、地球温暖化問題で登場する時にはフッ素化合物を指しています。フッ素化合物のうちCFC(クロロフルオロカーボン)が成層圏オゾン破壊物質として生産・使用が禁止されたため、代わって使われるようになったHCFC(ハイドロクロロフルオロカーボン)、HFC(ハイドロフルオロカーボン)等を代替フロンと呼んでいます。これらの代替フロンはCFCと同様に強力な温室気体であり、例えば、六フッ

## 大気環境に大きな影響を与える海洋起源VOC

海洋には植物プランクトン、大型藻類、バクテリアのような生物や溶解有機物の光化学反応によって作られた様々なVOC類が存在しています。磯の香りとして知られるジメチルスルフィドは大気中の反応によって硫酸に変わり、二次エアロゾルを生成します。ジヨードメタン等のヨウ素化合物は大気中に放出されると容易に光分解して、ヨウ素ラジカルを作ります。このヨウ素ラジカルは対流圏オゾンに触媒的に壊し、また、反応によってエアロゾルを作りやすいことが知られています。ヨウ素化合物に比べて寿命の長いプロモホルムやジプロモメタン等は一部が成層圏まで運ばれて、オゾン層破壊に寄与すると考えられています。海洋からはイソプレンも放出されていますが、陸上植物起源のものに比べるとずっと少ない量です。



■図6 海洋から大気中に放出される主なVOCとそれらの大気中における反応





波照間、落石に続いて観測が開始された韓国の Gosan、中国のShangdianziの高頻度観測値と合わせて、ノルウエーのStohl博士がモデル計算を担当して、東アジアにおけるHCFC類とHFC類の詳細な排出マップを得ました。このような大気観測に基づくトップダウンの排出量推定は、排出源調査の積み上げによるボトムアップの推計値を検証する上で、また、何らかの事情で排出データの得られない物質や地域に対しても排出量の推定を可能にするという点で、今後ますます重要になると思います。

化硫黄 (SF<sub>6</sub>) は単位重量当たりで比べると、二酸化炭素の2万3900倍もの温暖化効果を持っています。私たちはこれら代替フロン類の排出実態、特に経済発展の著しい東アジアの影響を調べることを主目的として、国環研の地上ステーション(無人)がある波照間島と落石岬で観測を進めています。

**Q:** 観測結果を紹介してください。

**横内:** 多くの代替フロン類が大気中で蓄積されつつあることがわかりました。カーエアコンに使われるHFC-134a等は毎年10%の増加を続けています。また、波照間島では冬から春にかけてアジア大陸から気団が流入しますが、その時にはハロカーボンも高濃度になります。このような汚染ピークの成分比を調べることで、排出国からのハロカーボンの排出量がある程度推定することができました。最近では、大気輸送モデルを使って大気中濃度の詳細な変動を基に排出分布を求める解析手法が進んできました。2009年には、

**Q:** これまでの研究で一番苦労された点は何ですか？

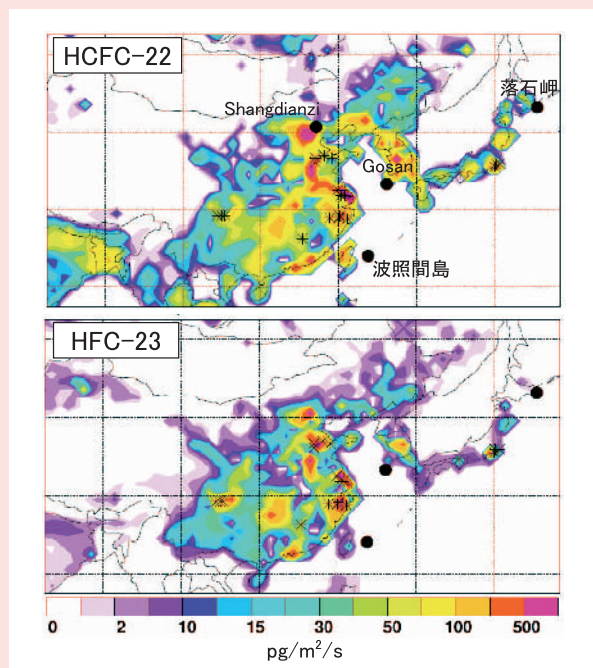
**横内:** 高精度の測定を目指す研究に共通の問題ですが、やはり定量の基準となる標準の管理が大変です。大気の場合は、標準ガスになりますが、すべての成分について容器内でどの程度安定であるのか、時間と共に減る成分については、その標準ガスそのもののチェックをしなくてはなりません。また、データのグローバル利用を考えると、他機関との相互比較が必要で、神経をすり減らします。しかし、この点の力を抜くと、せっかくの測定を活用できないことになってしまいます。

最後に、今日お話ししましたVOC研究では、国立環境研究所の上司、先輩、同僚、後輩の皆さま、内外の大変多くの共同研究者、支援部門の方々、学生さんに支えられたものです。装置開発や標準ガス製作に当たっては企業の方々にもお世話になっています。

**Q:** ありがとうございます。

## 高頻度観測が可能にした 詳細な代替フロン排出分布の推定

波照間島、落石岬に続いて、韓国・Gosanでソウル大学が、中国・Shangdianziで中国気象局がハロカーボンの高頻度観測を開始しました。これらの観測データと大気輸送モデルを用いて東アジアにおけるハロカーボンの排出分布マップを得ることが可能になりました。上図はHCFC-22、下図はHFC-23の排出量分布(2008年)の推計結果です。HCFC-22は冷媒として広く使われている代替フロンであり、HFC-23の大半はこのHCFC-22生産の副産物として非意図的に放出されています。HFC-23は大気寿命が長く(246年)、単位重量当たりで二酸化炭素の14800倍という非常に強い温室効果を持っています。この化合物は、先進国では排ガスの加熱処理やプロセスの最適化などによって排出はかなり低く抑えられていますが、発展途上国ではまだ十分な対応ができていない所があります。HFC-23の排出量が特に多い地域は、HCFC-22生産工場(米印)と一致していることが分かります。このことは、本研究に用いられた観測データとモデル解析が非常に精度の高い排出源マップを与えていることを示しています。



■ 図7 大気観測データの逆解法により得られた東アジアにおけるHCFC-22とHFC-23の排出分布[Stohl et al., 2010]

## 地球環境に影響を及ぼす VOC の

大気中に存在する多種多様なVOCはその発生源や変質過程などが成分によって大きく異なり、環境への影響も様々です。国立環境研究所では、地球環境にとって重要なVOCを取り上げて、その動態解明のための観測研究を行っています。ここでは、2000年以降のVOC観測研究のうち、3課題の概要を紹介します。

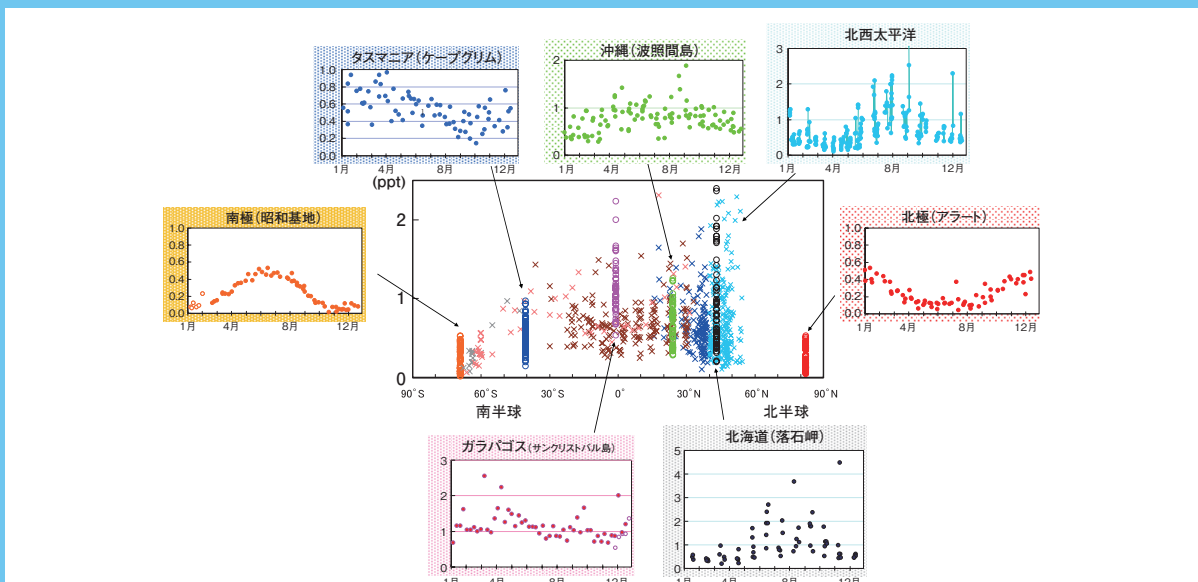
### 1.南北両半球におけるVOCのベースラインモニタリング

国内外の研究者の協力を得て、北極域のアラート（北緯82度、西経62度）、南半球のケーブグリム（南緯41度、東経145度）、波照間島、落石岬、北西太平洋、八方岳、相模湾上空、西太平洋において定期的な大気採取を行い、VOC約20種類のモニタリングを実施しました。そのほかクリスマス島、沖縄本島において不規則なサンプリングを、2004年にはガラパゴス、昭和基地において通年測定を実施しました。これによって多くのVOC類の緯度分布、季節変動、経年変化が明らかになり、以下のような結果が得られました。(1) 北半球の大気中臭化メチルは1990年代半ばから2002年ごろまで年平均4-6%の割合で減少したが、その後は8ppt前後で推移している。(2) 塩化メチル濃度は赤道付近で最も高く、南北両半球ともに高緯度に行くにつれてほぼ対称に低下する傾向を示した。その後の調査によって、東南アジアの熱帯林に繁茂するフタバガキ科の植物やヘゴなどのシダ植物等が大量の塩化メチルを放出することが明らかになった。(3) 相模湾上空で観測された上層大気と下層大気中のVOC濃度差の相対比を利用して、わが国における年

間VOC排出量（2003年）の推定値が得られた（SF<sub>6</sub>: 150トン、HFC-134a: 4800トン、HCFC-141b: 8300トン、HFC-23: 130トン、CFC-12: 2100トン等）。(4) 3種類の臭素化合物濃度の相対比を解析して、プロモホルムのグローバルな発生量が年間82万トンと見積もられた。(5) 硫化カルボニル濃度は低緯度で高く、その季節変動パターンは植物による吸収が最大の消失過程であるという知見と一致した。波照間の観測では中国の人為排出の大きな影響が確認された。(6) 南北両半球において代替フロン類の増加傾向を検出した。波照間島では、冬季には北半球ベースライン濃度を上回り、夏季には南半球の値に近づいた。(7) ヨウ化メチルは顕著な緯度分布（低中緯度>高緯度）と季節変化（中緯度では夏>冬、極域では夏<冬、低緯度では季節変化なし）を示した。（図8参照）

### 2.西表島における塩化メチル放出植物の検索とフラックス調査

(亜)熱帯植物が繁茂する西表島で、自然起源オゾン破壊物質である塩化メチル放出植物の検索と放出速度の調査を行いました。まず、西表島に生育する植物のうち72科187種の葉を採取して塩化メチル放出量の有無を調べたところ、そのうちの18%強が塩化メチル放出植物であり、その平均放出量は乾燥葉1g当たり1時間に0.14 $\mu$ gでした。特に塩化メチルを多く放出する植物は、クロヘゴなどの木性シダとハマゴウ、シマシラキなどでした。次に、西表島の植物全体の18%が塩化メチル放出植物であると仮定して、単位面積当たりの葉重量データを基に、亜熱帯林からの放出速度を



■ 図8 大気中ヨウ化メチルの緯度分布と季節変化  
中央が緯度分布、周囲の図は対応する地点における季節変化（1月～12月）



# 動態解明を目指す

およそ $24\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{時}$ と推計しました。また、この島は円形に近く島全体が(亜)熱帯植物に覆われているため、島の風上側と風下側で大気中塩化メチル濃度を測定し、その差分を基に森林からの放出速度を算出することができました。その結果は、先に述べた葉の放出速度からの推計値とほぼ一致しました。そこで西表島で得られた塩化メチル放出速度をそのまま世界の(亜)熱帯林に外挿すると、年間およそ200万トンに上りました。非常におおまかな推定ですが、その後の観測／モデル研究は、われわれの推定値が妥当であったことを示しています。

## 3.波照間島と落石岬における高頻度VOCモニタリング

液体窒素のような寒剤を使用しないで極低沸点のVOC測定を可能にするため、小型冷凍器を利用した自動低温濃縮／ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)システムを開発しました。本システムを波照間島と落石岬の観測ステーションに設置して、代替フロン類を含むVOC30数成分の無人連続測定を開始しました(それぞれ2004年2月、2006年8月)。図9に示すように、代替フロン類のベースライン濃度は年々増加を続けていますが、その他に周辺地域からの汚染の影響もしばしば観測されています。私たちは、2004年～2005年の波照間における汚染イベントについて、大気輸送モデルを使って排出地域を特定し、中国のみの影響を抽出して、トレーサー比法\*1による排出量の推定を行いました。その結果、中国からの主な代替フロンのおよその年間排出量として、HCFC-22：52,000トン、HFC-134a：3,900トン、HFC-23：10,000トン、HFC-152a：

4,300トンが得られました。HFC-23の排出量は世界全体の1/2以上に匹敵すること等がわかりました。次に、国際共同研究に参画して、波照間を含む世界の9ステーションの高頻度モニタリングデータを基に、大気輸送モデルと逆解法\*2を使って、2005年と2006年の代替フロン類の排出量を地球全体と地域別に推定しました。その後、北海道の落石岬の他に韓国・Gosan、中国・Shangdianziにおいても高頻度観測がおこなわれるようになったため、東アジア地域については4つのステーションのデータを活用した詳細な排出分布の推定が可能になりました。東アジアで最大の発生源である中国については、2008年の排出量は、HCFC-22：65,300トン(世界の17%)、HCFC-141b：12,100トン(2%)、HCFC-142b：7,300トン(1%)、HFC-134a：12,900トン(9%)、HFC-152a：3,400トン(7%)、HFC-23：6,200トン(>50%)と推計されました。なお、波照間で観測された代替フロンの各年平均濃度はWMOオゾンアセスメント2010にアジアを代表するデータとして掲載されました。

波照間・落石では、ジメチルスルフィド、インブレン、塩化メチル、ヨウ化メチル、ジヨードメタン、硫化カルボニルなどの自然起源VOCの観測も同時に行っています。これらの詳細な濃度変動を基に、その変動要因、発生源、発生量を解析し、将来の気候変動の生態系への影響予測、環境変動の検出に役立てる計画です。

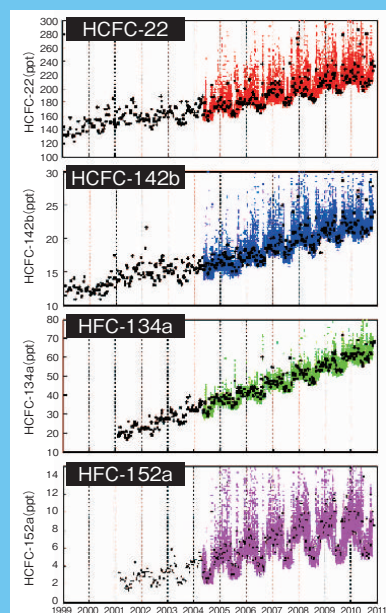
\*1 トレーサー比法：ここでは、汚染イベント時の濃度増加分の比＝排出源における排出割合と仮定して、排出量既知の成分を基に、他の成分の排出量を推定する方法を指す。

\*2 逆解法：ここでは、観測データから排出源や吸収源を推定する手法を指す。現段階で知りうる最適の知見の排出分布を与えて、大気輸送モデルにより各地で観測される濃度の時系列を計算し、実測値と合致するように排出分布をくり返し改善する。

## 年々増加する大気中代替フロン

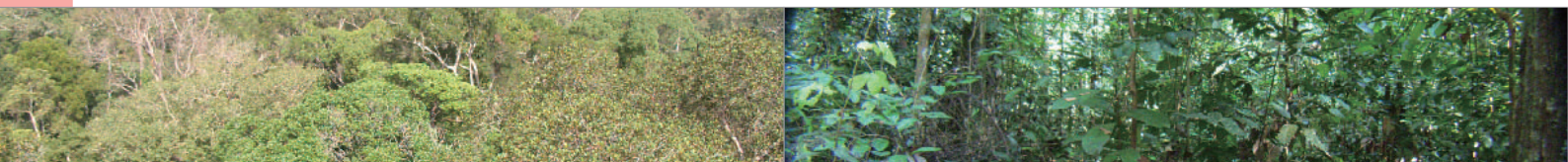
国立環境研究所では、沖縄県・波照間島と北海道・落石岬にある地上モニタリングステーションで大気中ハロカーボンの毎時間測定を実施しています。図は波照間島で2004年5月～2009年12月に観測されたHCFC-22、HCFC-142b、HFC-134a、HFC-152aの濃度変動です。これらの化合物はモントリオール議定書によって製造・使用が禁止された特定フロン類の代替品として冷媒や洗浄剤として使われるようになり、年々大気中で蓄積が進んでいます。また、波照間島は冬にはアジア大陸から、夏には低緯度から大気が流入しやすいため、代替フロンの濃度に顕著な季節変動が見られます。なお、HCFC類もモントリオール議定書によって規制され、先進国では2020年に、発展途上国では2030年に全廃される予定です。HFC類は二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、PFC、六フッ化硫黄と共に地球温暖化防止のための京都議定書によって規制されています。

■ 図9 波照間島で観測された大気中代替フロン濃度の変動  
黒：月2回の定期サンプリングによる測定値、カラー：現場測定値(毎時間)



# 「自然起源VOCの観測研究」

大気中 VOC はローカル～グローバルスケールの様々な環境問題に関与しています。  
ここでは、地球環境に関わる植物起源 VOC と人為起源ハ



## ■世界では

植物が大量のVOCを放出している事実がF.W.Went博士やR.A.Rasmussen博士らによって明らかにされた後、個々の植物からのVOCの放出量を調べる研究が始まりました。米国では1980年代から種々の植物によるVOC放出量データが蓄積され、ヨーロッパでも1990年代はじめの大型プロジェクトを契機に、植物起源VOC放出に関する研究が急速に進みました。光や気温が植物からのVOC放出量にどのように影響するかは、A. Guenther博士によって数値モデル化されたものが広く使われています。近年、高感度でリアルタイム測定が可能なプロトン移動反応質量分析計 (PTR-MS) が普及し、植物によるVOC類の発生/吸収メカニズム解明やフラックスの測定に大きな進展がみられます。また、衛星によってイソプレンの主要な反応生成物であるホルムアルデヒドを観測することが可能になり、イソプレンのグローバルな発生分布の解析に使われています。今後、イソペン放出量の経年変化や季節変化を知るための有効なツールになると思われます。将来の環境変化（二酸化炭素の増加、気温の上昇、乾燥化など）が植物からのVOC発生量の増減にどのように影響するかを調べる大規模フィールド実験も始められています。

一方、陸上植物起源VOCに比べて、観測データの少ない海洋起源VOCに対する理解は遅れています。しかし、2003年にSOLAS（海洋大気間物質相互作用研究計画）がIGBP（地球圏-生物圏国際協同研究計画）のコアプロジェクトの1つとして、立ち上がり、海洋から放出される微量ガスの研究が各国で加速されています。

## ■国内では

国内では植物起源VOCの大気観測が始まるよりも前に植物の香り成分として生理作用や代謝経路について研究が行われていました。また、神山恵三博士によっ

てテルペン類の殺菌作用や森林浴効果が紹介されました。大気中植物起源VOCの動態に着目した研究は1980年代には国立環境研究所等ごく少数の研究機関で大気中濃度の季節変動や反応生成物などが測定されていましたが、現在では、静岡県立大学、北海道大学、京都大学、大阪大学、首都大学東京、石油産業活性化センター等が、放出メカニズム、大気濃度変動、放出量、反応生成物などに関する研究を幅広く進めています。また、光化学オキシダントのシミュレーションにおいても植物起源VOCの影響が考慮されるようになっていきます。そのため、わが国に自生する植物からのVOC放出量インベントリーの構築が喫緊の課題になっています。

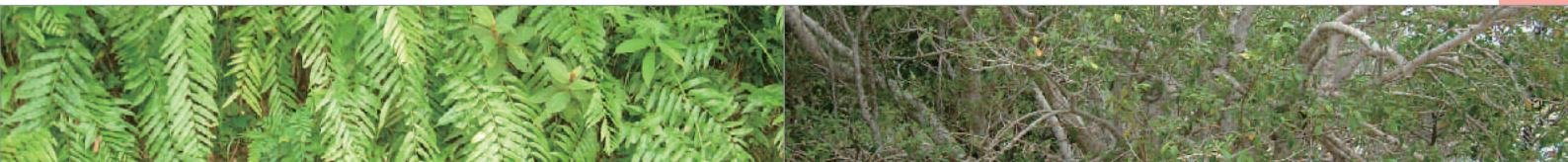
海洋起源VOCについては、大気海洋物質循環プロジェクト研究 (W-PASS) の一環として、国立環境研究所、日本大学、北海道大学などが海水中の生物起源VOCのフラックス観測を進めています。

## ■国立環境研究所では

国立環境研究所では30年以上にわたって自然起源VOCの動態解明研究に取り組んでいます。モノテルペン、イソペン、塩化メチル、ヨウ化メチル、プロモホルム、ジメチルスルフィドなど多くの自然起源VOCの系統的な観測によってそれらの分布と変動、発生源、大気中における変質過程などを明らかにしてきました。現在は、東南アジアの熱帯林と西表島において植物起源VOCのフラックス観測、安定同位体比を使った収支見積り研究を進めています。また、南北両半球における多地点のVOCモニタリングおよび波照間・落石における大気中自然起源VOCの高頻度観測を継続しています。海洋起源VOCについては、乗船機会のある研究航海中に大気/海水中VOCを自動観測して、海洋からのVOCフラックスのマッピングを進めています。また、自然起源VOCをそれらの発生源である生態系の活性度を知るためのトレーサーとして活用する新しい試みに取り組む予定です。

# 「人為起源ハロカーボン類の観測研究」

それらの問題解決、実態解明、将来予測のための研究が世界中で進められています。  
ロカーボンについてその観測研究の動向を簡単に紹介します。



## ■世界では

成層圏オゾン破壊、地球温暖化などで問題になる大気中ハロカーボンの観測は、J.E.Lovelock博士（英）が自身で発明した電子捕獲型検出器（ECD）を使って、大気中にCFC-11の存在を見出したときに始まりました（1971年）。1974年にMolinaとRowland両博士によって大気中CFCが成層圏オゾンを破壊する可能性が指摘されてから、世界各国で観測が行われるようになりました。現在、組織的観測として代表的なものはMITのRonald Prinn教授を中心としたAdvanced Global Atmospheric Gases Experiment（AGAGE）プロジェクトで、1978年から世界の5地点（地図参照）でハロカーボンのバックグラウンドモニタリングを進めています。また、米国のNOAA/ESRLもフラスコサンプリングによるハロカーボン観測を1977年に開始し（現在は12地点で継続）、1986年以降は6地点でオンライン観測も実施しています。AGAGEはヨーロッパのSystem for observation of halogenated greenhouse gases in Europe（SOGE）（アイルランド、スイス、ノルウェー、イタリアで観測を実施）、国立環境研究所（波照間島と落石岬で観測）、韓国・ソウル大学（チェジュ島・Gosanで観測、2007年～）中国気象局（Shangdianziで観測、2009年～）など、代替フロンを含むハロカーボンのオンライン観測を実施している他機関と連携しています。

## ■国内では

東京大学は、1979年から北海道で、1981年から南極昭和基地でフラスコサンプリングにより、ハロカーボン類の観測を続けています。また、環境省が1988年から北海道及び川崎市でハロカーボン15物質の観測を実施しています。気象庁では、1990年から岩手県三陸町綾里で特定物質（ハロカーボン類のうち、オゾン層破壊物質として政令で定められているもの）のオンライン観測を始めると共に、観測船「凌風丸」によって北西太平洋における特定物質の観測を行っています。また、多くの地方自治体においても、特定物質の大気中濃度の測定が行われています。

## ■国立環境研究所では

1990年代後半に南北両半球におけるVOCモニタリングの一環として、代替フロンの測定を開始しました。東アジアにおけるハロカーボン類の排出実態を把握するために、独自に高頻度の自動VOC連続測定システムを開発し、波照間島（2004～）と落石岬（2006～）で無人の高頻度オンライン観測を実施しています。データを国際的に共有するため、標準ガス他機関との相互比較を進めています。観測を基に経年変化の解析や東アジアにおけるハロカーボン排出分布の解析に取り組んでいます。



■図10 AGAGEの観測ステーション（赤）と連携観測ステーション（緑：SOGE、紫：国立環境研究所、黒：ソウル大学、青：中国気象局）  
出典：AGAGEホームページ



2006年10月につくば市で開催された「第34回AGAGE／連携ネットワーク会議」の集合写真

## 「VOCと地球環境」に関する研究のあゆみ

国立環境研究所では30年以上にわたる大気中VOC研究の実績がありますが、ここでは2000年以降の研究について、そのあゆみを紹介します。

**課題名** 成層圏オゾン破壊物質である塩化メチルの陸域発生源に関する研究 (2000)\*<sup>1</sup>

**課題名** 熱帯域において植物から大気中に放出される極性有機化合物の分布と変動に関する研究 (2000-2002)\*<sup>2</sup>

**課題名** 南北両半球におけるVOC(揮発性有機化合物)のベースラインモニタリング(2001-2005)\*<sup>1</sup>

**課題名** 東アジアにおけるハロカーボン排出実態解明のためのモニタリングシステム構築に関する研究(2002-2004)\*<sup>3</sup>

**課題名** 亜熱帯における塩化メチル放出植物の検索と塩化メチル放出量を支配する環境要因の解明(2004-2005)\*<sup>2</sup>

**課題名** アジアにおけるハロゲン系温室効果気体の排出に関する観測研究(2005-2008)\*<sup>4</sup>

**課題名** 大気中非メタン炭化水素の成分別リアルタイム測定システムの開発に関する研究(2006-2007)\*<sup>5</sup>

**課題名** 熱帯林発生源調査と安定同位体比測定による大気中塩化メチルの収支バランスの解明(2006-2007)\*<sup>2</sup>

**課題名** 海洋起源ハロカーボン類のフラックスと生成過程(2006-2010)\*<sup>2</sup>

**課題名** 九州北部地域における光化学越境大気汚染の実態解明のための前駆体観測とモデル解析(2008-2010)\*<sup>1</sup>

**課題名** 東アジアにおけるハロカーボン排出実態解明のための高頻度・高精度モニタリング研究(2009-2011)\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup> 所内公募研究、\*<sup>2</sup> 文部科学省科学研究費補助金 \*<sup>3</sup> 環境省地球環境総合推進費 \*<sup>4</sup> 環境省地球一括計上 \*<sup>5</sup> 環境省技術推進費

これらの研究は以下のスタッフ・組織によって実施されました(所属は当時、敬称略)

<研究担当者>

化学環境研究領域…………… 横内陽子、斉藤拓也、大木淳之、野副晋、伊藤裕康、功刀正行、犬塚洋子  
地球環境研究センター…………… 野尻幸弘、向井人史、藤沼康実、町田敏暢、白井知子、Shamil Maksyutov、古山祐治  
大気環境研究領域…………… 菅田誠治、遠嶋康徳、谷本浩志  
アジア自然共生研究グループ…………… 大原利真、高見昭憲、森野悠  
(旧)計測技術部…………… 安部喜也、藤井俊博、安原昭夫、佐竹研一、中杉修身、不破敬一郎  
(旧)地球環境研究グループ…………… 秋元肇、奥田敏統、坂東博  
(旧)大気圏環境部…………… 鶴野伊津志

<共同研究機関>

北海道大学、東北大学、東京大学、東洋大学、東京水産大学、名古屋大学、京都大学、琉球大学、長野県環境保全研究所、産業技術総合研究所、宇宙航空研究開発機構、海洋研究開発機構、国立極地研究所、国立科学博物館筑波実験植物園、埼玉県青空再生課、Meteorological Service of Canada、CSIRO(豪)、National Center for Atmospheric Research(米)、National Oceanic & Atmospheric Administration(米)、Forest Research Institute Malaysia、AGAGE(Advanced Global Atmospheric Gases Experiment)関係機関

## ● 過去の環境儀から ●

これまでの環境儀から、揮発性有機化合物（VOC）に関連するものをいくつか紹介します。

### No.33 越境大気汚染の日本への影響 光化学オキシダント増加の謎

光化学オキシダント（Ox）が増加しているのに、国内の窒素酸化物（NOx）と揮発性有機化合物（VOC）は減少しています。なぜ原因物質が減少しているのに光化学 Ox が増加しているのか。なぜ、発生源が近くにない地域でも光化学 Ox が増加しているのか。本号では、これらの原因の 1 つとして考えられるアジア大陸からの越境汚染の影響を紹介します。

### No.5 VOC 揮発性有機化合物による都市大気汚染

光化学大気汚染の主要原因物質でもある揮発性有機化合物（VOC）への関心が高まっています。本号では、平成 10～12 年にかけて行われた特別研究「都市域における VOC の動態解明と大気質に及ぼす影響評価に関する研究」を取り上げ、その中でも VOC 発生源と自動車の寄与およびトンネル調査の結果を中心に紹介します。

## 環境儀 No.40

—国立環境研究所の研究情報誌—

2011 年 3 月 31 日発行

編集 国立環境研究所編集委員会

(担当 WG: 西川雅高、横内陽子、遠嶋康徳、梅津豊司、森 保文、  
滝村 朗)

発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

問合せ先 (出版物の入手) 国立環境研究所情報企画室 029 (850) 2343

(出版物の内容) // 広報・国際室 029 (850) 2310

環境儀は国立環境研究所のホームページでもご覧になれます。

<http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/index.html>

編集協力 財団法人日本宇宙フォーラム

〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7 階

無断転載を禁じます

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「A ランク」のみを用いて作製しています。

## 「環境儀」既刊の紹介

No.1	環境中の「ホルモン様化学物質」の生殖・発生影響に関する研究	2001年 7月
No.2	地球温暖化の影響と対策— AIM: アジア太平洋地域における温暖化対策統合評価モデル	2001年 10月
No.3	干潟・浅海域—生物による水質浄化に関する研究	2002年 1月
No.4	熱帯林—持続可能な森林管理をめざして	2002年 4月
No.5	VOC—揮発性有機化合物による都市大気汚染	2002年 7月
No.6	海の呼吸—北太平洋海洋表層のCO <sub>2</sub> 吸収に関する研究	2002年 10月
No.7	バイオ・エコエンジニアリング—開発途上国の水環境改善をめざして	2003年 1月
No.8	黄砂研究最前線—科学的観測手法で黄砂の流れを遡る	2003年 4月
No.9	湖沼のエコシステム—持続可能な利用と保全をめざして	2003年 7月
No.10	オゾン層変動の機構解明—宇宙から探る 地球の大気を探る	2003年 10月
No.11	持続可能な交通への道—環境負荷の少ない乗り物の普及をめざして	2004年 1月
No.12	東アジアの広域大気汚染—国境を越える酸性雨	2004年 4月
No.13	難分解性溶存有機物—湖沼環境研究の新展開	2004年 7月
No.14	マテリアルフロー分析—モノの流れから循環型社会・経済を考える	2004年 10月
No.15	干潟の生態系—その機能評価と類型化	2005年 1月
No.16	長江流域で検証する「流域圏環境管理」のあり方	2005年 4月
No.17	有機スズと生殖異常—海産巻貝に及ぼす内分泌かく乱化学物質の影響	2005年 7月
No.18	外来生物による生物多様性への影響を探る	2005年 10月
No.19	最先端の気候モデルで予測する「地球温暖化」	2006年 1月
No.20	地球環境保全に向けた国際合意をめざして—温暖化対策における社会科学的アプローチ	2006年 4月
No.21	中国の都市大気汚染と健康影響	2006年 7月
No.22	微小粒子の健康影響—アレルギーと循環機能	2006年 10月
No.23	地球規模の海洋汚染—観測と実態	2007年 1月
No.24	21世紀の廃棄物最終処分場—高規格最終処分システムの研究	2007年 4月
No.25	環境知覚研究の勧め—好ましい環境をめざして	2007年 7月
No.26	成層圏オゾン層の行方—3次元化学モデルで見るオゾン層回復予測	2007年 10月
No.27	アレルギー性疾患への環境化学物質の影響	2008年 1月
No.28	森の息づかいを測る—森林生態系のCO <sub>2</sub> フラックス観測研究	2008年 4月
No.29	ライダーネットワークの展開—東アジア地域のエアロゾルの挙動解明を目指して	2008年 7月
No.30	河川生態系への人為的影響に関する評価—よりよい流域環境を未来に残す	2008年 10月
No.31	有害廃棄物の処理—アスベスト、PCB処理の一翼を担う分析研究	2009年 1月
No.32	熱中症の原因を探る—救急搬送データから見るその実態と将来予測	2009年 4月
No.33	越境大気汚染の日本への影響—光化学オキシダント増加の謎	2009年 7月
No.34	セイリング型洋上風力発電システム構想—海を旅するウィンドファーム	2010年 3月
No.35	環境負荷を低減する産業・生活排水の処理システム—低濃度有機性排水処理の「省」「創」エネ化～	2010年 1月
No.36	日本低炭素社会シナリオ研究—2050年温室効果ガス70%削減への道筋	2010年 4月
No.37	科学の目で見える生物多様性—空の目とミクロの目	2010年 7月
No.38	バイオアッセイによって環境をはかる—持続可能な生態系を目指して	2010年 10月
No.39	「シリカ欠損仮説」と海域生態系の変質—フェリーを利用してそれらの因果関係を探る	2011年 1月

## 「環境儀」

地球儀が地球上の自分の位置を知るための道具であるように、「環境儀」という命名には、われわれを取り巻く多様な環境問題の中で、われわれは今どこに位置するのか、どこに向かおうとしているのか、それを明確に指し示すべしという意図が込められています。『環境儀』に正確な地図・行路を書き込んでいくことが、環境研究に携わる者の任務であると考えています。

2001年7月 合志 陽一  
(環境儀第1号「発刊に当たって」より抜粋)



このロゴマークは国立環境研究所の英語文字NIESで構成されています。

N=水(大気と水)、I=木(生命)、E=Sで構成されるOで地球(世界)を表現しています。

ロゴマーク全体が風を切っただけに進もうとする動きは、研究所の躍動性・進歩・向上・発展を表現しています。