

国立環境研究所 ニュース

Vol.34
No.2

平成27年(2015)6月

National Institute for Environmental Studies



災害環境研究で進めている様々な取り組み

特集 | 災害環境研究 —被災地の環境回復と創生に向けて—

国立環境研究所で進める災害環境研究の現状とこれから | 2

ダム湖における放射性セシウムの挙動 | 4

焼却過程における放射性セシウムの挙動把握と化学形態の推定 | 7

双方向環境情報ネットワークを活用した省エネ・低炭素な復興まちづくり | 10

災害廃棄物の適切なマネジメントに向けた人材育成研究 | 13

科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」開催報告 | 16

国立環境研究所で進める災害環境研究の現状とこれから

大原 利真

2011年3月に発生した東日本大震災から4年が過ぎました。福島県をはじめとする被災地では徐々に環境回復・復興が進みつつありますが、未だに、地震、津波、そして原子力発電所事故によって引き起こされた大きな問題・課題を抱えています。

国立環境研究所では、長年にわたり培ってきた環境研究の蓄積をもとに、発災直後から、がれき等の災害廃棄物や放射能に汚染された廃棄物の処理処分、放射性物質の環境動態などの調査研究を開始し、また、生物・生態系影響や人被ばく評価、地震・津波による環境変化・影響に関する研究にも着手しました。2012年度からは全所的な取り組みとして災害環境研究を本格的に推進し、被災地の復興まちづくりを環境の視点から支援する環境創生研究も開始しました。翌2013年度には研究所の中期計画を変更して「災害と環境に関する研究」を明記するとともに、2016年春に福島県三春町に設置される環境創造センター（写真1；放射性物質により汚染された環境を早急に回復し、将来にわたり安心して暮らせる環境を創造することを目的として福島県が設置する施設）に国立環境研究所の支部を開設する準備を進めるための福島支部準備室を設置しました。そして、現在、以下の3つの研究プログラム（PG）において、環境省や福島県などの地元自治体、日本原子力研究開発機構（JAEA）などの研究機関や大学、民間機関などと連携して調査研究を進めているところです。

- ・環境回復研究プログラム（PG1）は依然として大きな社会課題となっている放射能汚染からの環境回復に貢献する研究であり、その中心は、様々な環境中での放射性物質の動きや生物・生態系影響などを把握する環境汚染研究、並びに放射性物質によって汚染された廃棄物の処理処分に関する汚染廃棄物研究です。
- ・環境創生研究プログラム（PG2）は、低炭素・自然共生・循環型社会を意識しつつ、被災地の持続可能な復興の道筋、更には、地域の将来像を提示することにより、被災地の復興まちづくりを支援する研究です。

- ・災害環境マネジメント研究プログラム（PG3）は、東日本大震災等の検証研究や災害環境研究で得られた知見を一般化・体系化することにより、将来発生が予想される災害への備えとして、環境影響の評価や対応できる社会づくりに貢献するための研究です。

本特集では、PG1の環境汚染研究と汚染廃棄物研究、PG2の環境創生研究、PG3の災害環境マネジメント研究のそれぞれの代表的な研究について紹介しています。

PG1の環境汚染研究では、森林、河川、湖沼、沿岸域などの様々な自然環境における放射性物質の動きを観測とモデルシミュレーションによって把握する研究を進めています。最初の「ダム湖における放射性セシウムの挙動」は、その代表的な研究として、福島県浜通り地方にあるダム湖を対象にした観測をもとに、原発事故由来の放射性セシウムが、ダム湖の底にどのように蓄積しているのか、ダムから下流河川へどのように放流されているのか、を紹介したものです。

二番目の「焼却過程における放射性セシウムの挙動把握と化学形態の推定」は、PG1において実施している汚染廃棄物を対象とした研究です。放射性物質によって汚染された廃棄物を、いかに安全かつ効率的に処理処分するのかが非常に大きな社会的課題となっています。ここでは、都市ごみ焼却処理施設のごみ焼却時における放射性セシウムの振る舞いを理解・予測するため、焼却処理において生成される放射性セシウムのシミュレーション手法とその結果を紹介しています。

三番目の「双方向環境情報ネットワークを活用した省エネ・低炭素な復興まちづくり」は、PG2において福島県新地町で実施している研究です。国立環境研究所は新地町と2013年に協定を結び、環境を考慮した復興まちづくりを支援するために、地域に適した情報・エネルギーシステムの構築を目指した研究を進めています。ここでは、情報通信技術を活用

した省エネルギーと地域づくりを目指す研究について紹介しています。

最後の「災害廃棄物の適切なマネジメントに向けた人材育成研究」は PG3 の研究です。PG3 では、東日本大震災等に関する検証研究を通して、将来の発生が予想される災害への備えとして、資源循環・廃棄物マネジメントの強靱化や環境・健康リスク管理戦略の確立など、社会の環境防災力・減災力を向上するための研究を実施しています。ここでは、災害廃棄物管理を対象とした「人材育成」の視点から進めている研究について紹介しています。

災害環境研究は、2016年4月以降、環境創造センター内の福島支部とつくば本構とで一体的に実施します。福島支部には、つくば本構の経験豊富な研究員、本年度に新規採用されたフレッシュな研究員、総務や企画・広報などを担当する事務系職員、現地などで採用する予定の研究・事務補助員など併せて70～80名の職員が勤務する予定です。そして、環境創造センターと一緒に活動する福島県と JAEA をはじめとして、様々な行政・研究・民間機関と密接に

連携して研究を進める予定です。

私達は、これらの災害環境研究を進めることにより、被災地における環境回復と創生に貢献するとともに、得られた知見を一般化・体系化して今後の災害に備える「災害環境学」の構築を目指すという高い目標を掲げて中長期的に取り組みたいと考えています。また、得られた科学的な知見や情報を世界に発信することによって災害環境研究ネットワークの世界的拠点になることを目指します。本研究所で進める災害環境研究に引き続きご期待ください。

(おおはら としまさ、企画部フェロー

(福島支部準備室研究総括))

執筆者プロフィール：

昨年3月の定年後、ジョギングを始め、毎週末、愛犬と一緒に近くの手賀沼遊歩道を20～30km走っています。今年は体力と精神力を鍛えて、来年の福島支部勤務に備えたいと思います。皆さん、来春は三春と一緒に花見しましょう。



写真1 福島県三春町に整備される環境創造センターのイメージパース
研究棟の一部（○印に示す）に国立環境研究所 福島支部を開設します。

災害環境研究のこれまでの成果については以下の資料をご覧ください。

- ・「東日本大震災後の災害環境研究の成果」（平成25年3月）<http://www.nies.go.jp/shinsai/outcome>
- ・『災害環境研究』報告交流会予稿集」（平成26年3月）<http://www.nies.go.jp/event/yoko2014.pdf>
- ・「災害環境研究サマリー2014」（平成26年12月）<http://www.nies.go.jp/shinsai/summary.html>
- ・「災害環境研究 Q&A 2015」（平成27年3月）<http://www.nies.go.jp/shinsai/Q&A.html>

【環境回復研究プログラム (PG1) —環境汚染研究の紹介】

ダム湖における放射性セシウムの挙動

林 誠 二

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって飛散した大量の放射性セシウムは、福島県を中心に、森林を主とする山地上流域に大量に沈着しました。本ニュースでも以前に紹介させていただいたように(国立環境研究所ニュース 32 巻 1 号「放射性セシウムは森林域にどのように沈着し、どのように動いているのか」)、森林域からの放射性セシウムの流出は、原発事故に由来する沈着量と比べて非常に少ない(原発事故由来の放射性セシウム総沈着量に対する流出量が、年間当たり 0.3%未満である)ことが、これまでの調査から分かってきました。一方、一般に、河川上流域には灌漑や浄水等の利水や洪水防止等様々な目的でダムが数多く造られており、高汚染状況にある福島県浜通り地方の河川においても利水目的で多くのダムが建設、運用されています。上述したように流域からの放射性セシウム流出量は少ないかもしれませんが、それが流入し集積するダム湖にとっては、必ずしも少ない量とは言えないかもしれません。特に、ダム湖の底に溜まり続けることで汚染状況を悪化させるのではないかと、降雨時に底泥が巻き上がって、高濃度の放射性セシウムを含む土砂が、下流へ流されるのではないかと懸念が生じています。

以上を踏まえ、当研究所の地域環境研究センターの土壤環境研究室と湖沼・河川研究室は、福島県浜通り地方にある宇多川上流の松ヶ房ダム湖である宇多川湖を対象に観測体制を整備し、調査を行っています。それにより、原発事故由来の放射性セシウムが、ダム湖の底にどのように蓄積しているのか、ダムから下流河川へどのように放流されているのかを明らかにすることを試みてきました。以下に、調査の概要とこれまでに得られた調査結果について紹介いたします。

2. ダム湖における蓄積実態

2012 年 11 月に 1 地点(ダム堤体近傍)と 2013 年

10 月に 3 地点(上流河川から宇多川湖への流入部近傍と湖心、ダム堤体近傍)で、それぞれ不攪乱の柱状コア試料を採取し、底泥表面から深度別に底泥中の放射性セシウム濃度を測定し、原発事故由来の放射性セシウム蓄積量分布を求めました。なお、本研究では放射性セシウムとしてセシウム 134 とセシウム 137 を測定対象としましたが、それらの挙動は同一の傾向を示したので、以下では半減期の長いセシウム 137 の結果について報告します。図 1 には、上述の採取地点とともにセシウム 137 についての測定結果を示しています。また、図 1 には、深度別に切り分けた底泥コア試料体積当たりの泥の乾燥重量を底泥の乾燥(バルク)密度として算定し、その鉛直分布も記しました。原発事故から 2 年 7 か月経過した時点(2013 年 10 月)での宇多川湖の湖底へのセシウム 137 の蓄積深さや深さ方向の分布状況は、湖内の流下方向で大きく異なる結果が得られました。特に、底泥表層(2 cm 深)における単位乾燥重量当たりのセシウム 137 濃度は地点間で大きく異なり、流入部と湖心では 10,000 Bq(ベクレル)/kg 程度であったのに対して、堤体付近では 2 倍近い高い濃度を示しました。また、底泥の乾燥密度も地点間で大きく異なり、宇多川湖の流入部から湖心、堤体付近へと行くに従って小さくなる結果が得られました。これは、降雨時に上流域から流入した土砂が、湖への流入による流速の低下に伴って比較的粒径の大きい砂成分から順に沈降し、粒径の小さい泥(シルトや粘土)成分は湖心さらには堤体付近まで流下しつつ沈降していることを示唆しています。一般に、放射性セシウムは、砂よりもシルトや粘土に強く吸着し高濃度を呈することを踏まえると、採取地点間での底泥表層のセシウム 137 濃度の違いは、湖内の流入土砂の挙動を反映した結果と言えます。

さらに、図から、ダム堤体付近ではセシウム 137 を著しく蓄積した層が、表層よりも若干深いところに形成されていることがわかります。また、2012 年と 2013 年の測定結果の比較から、相対的に蓄積量の

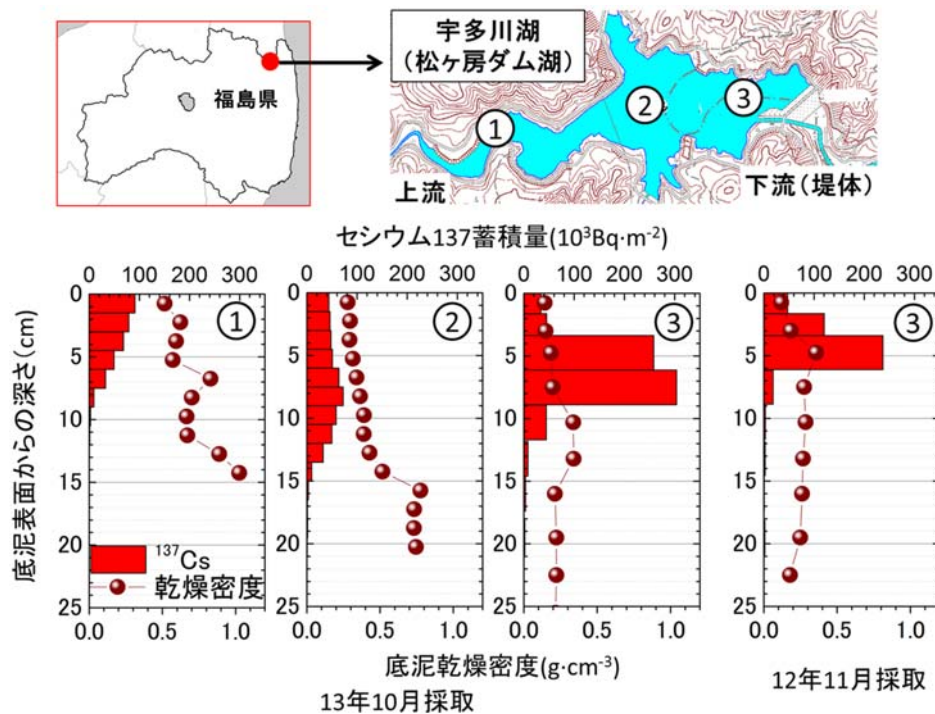


図1 宇多川湖（松ヶ房ダム湖）における採泥地点と採泥コアのセシウム 137 蓄積量と底泥乾燥密度の鉛直分布

少ない底泥の層厚が増すことによって、この高蓄積層が時間とともに鉛直下方へ移動していることもわかります。2013年の試料では、底泥表層のセシウム 137 濃度に比べ、高蓄積層の濃度は 4 倍近い値を示す一方で、底泥の乾燥密度については、表層と高蓄積層に顕著な差を見出すことができません。これらから、このセシウム 137 の高蓄積層は、原発事故直後に湖面に直接降下したものや、土壌と比べ吸着されにくい流域内の道路や建物の屋根等に沈着したものが、事故後初期の降雨によって速やかに洗い出され、流入してきたものによって形成されたと考えられます。さらに、事故後から現在に至るまでの降雨流出によって流入する、事故直後の直接降下や初期流入に比べ相対的に濃度の低い放射性セシウムが吸着した微細な土粒子が堆積することで、高蓄積層が遮蔽されるような状況が生じています。

3. ダム湖による放射性セシウム貯留作用

ダムからの放射性セシウム放流実態を把握するため、放流水を対象として、流量や水の濁りの程度を表す濁度の連続観測、放射性セシウム濃度の測定等を実施しました。図2は、観測結果の一部として、2013年秋季における宇多川湖への流入水量とダム

放流量とともに、放流水中の濁度観測値と粒子吸着態のセシウム 137 の放流フラックス（単位時間当たりの放流量）推定値の時間変化を示したものです。9月と10月に日本列島を大型台風が直撃した際に、降雨流出によって宇多川湖への流入水量が大きく増加している一方で、放流量は、ダムでの貯水操作でコントロールされ、必ずしもそれに対応して増加しませんでした。これにより、流入水のピーク時の濁度の 1/10 程度と放流水の濁度上昇も抑えられたため、粒子吸着態のセシウム 137 放流フラックスの増加も小さくなりました。では、宇多川湖は、流入してくる放射性セシウムを湖底にどの程度貯留しているのでしょうか。それを明らかにするため、放流水の濁度等の観測を開始した2013年5月から1年間を対象に、宇多川上流の森林域を対象とした調査から求められた放射性セシウムの年間流出率（0.2%）を用いて算定した宇多川湖へのセシウム 137 流入量と、ダムからのセシウム 137 放流量を比較してみました。その結果、セシウム 137 の年間流入量が 13×10^9 Bq と見積もられたのに対して、その 10% に満たない量（ 1.1×10^9 Bq）しか放流されていないことが分かりました。調査対象とした松ヶ房ダムは、福島県浜通り地方にある多くのダムと同様に灌漑用水の

特集 災害環境研究—被災地の環境回復と創生に向けて—

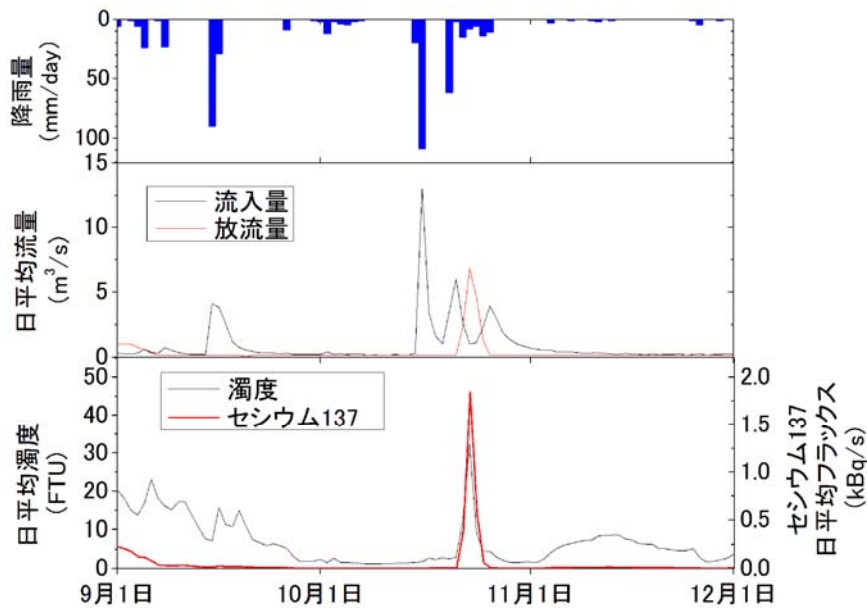


図2 2013年秋季における宇多川湖への流入水量とダムからの放流量ならびに濁度、セシウム137推定フラックスの日変化

確保を目的として造られました。取水は、通常年間通じて表層付近で行われるため、湖内で沈降した放射性セシウムを吸着した流入土砂は、湖底に安定的に堆積し、その結果、放射性セシウムの放流が抑えられたと考えられます。本調査から、宇多川湖に代表されるように多くのダム湖は、その貯留機能によって上流域から流出した放射性セシウムの下流域への移動と再集積を妨げる重要な役割を担っていることが、より具体的に明らかとなりました。

4. おわりに

一般に、ダムは100年間に貯まると想定される土砂の量を堆砂容量として、治水・利水容量とは別に確保して造られます。調査対象である松ヶ房ダムを始めとした福島県浜通り地方の大部分のダムは、1980年代から90年代にかけて竣工されているため、まだまだ十分な堆砂容量が確保されています。この堆砂状況と本研究で明らかとなったダム湖への放射性セシウムの蓄積実態（事故直後の蓄積に比べ、その後の流入土砂の寄与は小さい）を踏まえると、貯水位や放流量のコントロールをしっかりと行うことによって、安定的な底質環境を維持しつつ、流入してくる放射性セシウムを今後も湖底に蓄積し続けることは、下流域の再汚染を防止するための有効な手段と考えられます。一方で、湖底に放射性セシウム

が蓄積され続けることが、地元住民の方たちに対して、利水や水生生物の汚染等に関する不安や懸念を少なからず与えていることも事実です。このような状況を考慮して、私たちは、地元自治体の方達のご理解とご協力を得て、調査対象とするダム湖を増やしつつ、これまでの調査に加え、シルトや粘土といった微細な土粒子に吸着している状態よりも、生物が利用しやすい溶存態（水に溶けている状態）や落葉等を由来とする粒状の有機物に吸着している放射性セシウムの挙動についても、利水に対する安全性の評価や、湖や下流河川における生態系の汚染メカニズムの解明と今後の汚染推移の予測に役立てるよう、現在、鋭意調査を行っています。

（はやし せいじ、地域環境研究センター
土壌環境研究室長）

執筆者プロフィール：

国道6号線に続いて、先日常磐自動車道が全面開通し、福島が復興へ向けて着実に歩んでいるのを感じます（調査に行くのも便利になりました）。一方で、車中から見える無人の街と水田一面に咲き誇るセイタカアワダチソウから、真の復興への道のりの陰しさも改めて実感させられています。研究者として何ができるのか、模索する日々を過ごしています。



【環境回復研究プログラム (PG1) - 汚染廃棄物研究の紹介】

焼却過程における放射性セシウムの挙動把握と化学形態の推定

倉持秀敏、由井和子

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が放出され、残念ながら、我々が居住している周囲の土、草、枝、葉が放射性セシウムによって汚染されました。日常生活や草刈り等によってこれらの汚染物は我々の身の回りのごみと一緒に、結果として家庭から排出される都市ごみも汚染されるという状況になりました。我々が出す都市ごみは、通常、一般廃棄物焼却処理施設において焼却処理されます。放射性セシウム自体は焼却の際に放射能を失うわけではないので、放射性セシウムは物理化学的にどう変化するのでしょうか？そこで、一般廃棄物焼却処理施設に対して調査を実施し、焼却における放射性セシウムの振る舞い、つまり、挙動を整理しました。また、その挙動を理解・予測するため、焼却処理において生成される放射性セシウムの化合物を特定しつつ、その生成量を計算する方法を開発しています。

一般的な焼却処理方式は、火格子上でごみを燃やすストーカ式及び浮遊した熱砂でごみを燃やす流動床式であり、加えて焼却より高温で熱処理して燃え残りの灰まで溶かす溶融があります。それぞれの施設数割合は、ストーカ式が 73%、流動床式が 17%、溶融が 10%です。細かい処理プロセスは後で述べますが、ごみの焼却処理は、ごみの燃焼-排ガスの冷却-集じん処理から成り立っています。焼却炉内でごみが燃焼されると、ごみ中の可燃分は二酸化炭素や水

になり、灰分は、燃焼して気体となるものは他の排ガスとともに排ガス冷却処理ラインへと移行しますが、燃焼温度で固体や溶融物となるものは、一部は火炎や燃焼用ガスの流れにのって排ガスラインに混入し、残りはそのまま冷却されて排出されます。排出される共通なものとしては、排ガスと、排ガス処理において排ガスから分離されるばいじん（細かい固体粒子）、つまり、飛灰（溶融の場合には溶融飛灰と呼ばれる）があります。さらに、燃焼で気体にならなかったものとして、ストーカ式の炉底から主灰が、流動床式の炉底から不燃物が排出されます。また、溶融処理の場合には、主灰の代わりにスラグというガラス質の固体が排出されます。では、放射性セシウムはどこに排出されるのでしょうか？

東日本の一部の焼却処理施設および溶融施設に対して、ごみの投入量、排ガスおよび飛灰等の排出量を調査し、採取した排ガスや飛灰等に含まれる放射性セシウムの濃度を測定しました。どの施設においても排ガス処理後の排ガスには放射性セシウムは検出されませんでした。したがって、ガス状の放射性セシウム濃度はゼロと見なせるレベルと考えられます。一方、飛灰や主灰等の固体排出物には放射性セシウムが検出され、それらの濃度は処理前の都市ごみよりも高いことが確認されています。これは焼却によって可燃分の重量が大きく減少したためです。これらの濃度測定結果と排出量調査により、各種灰

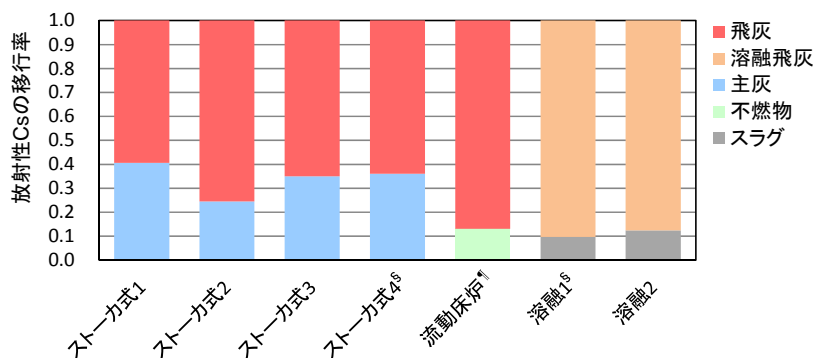


図1 処理施設形式における各種灰等への放射性セシウム (Cs) の移行率
 §:阿部ら, 第1回環境放射能除染研究会(2012)、¶:原田ら, 都市清掃(2014)

特集 災害環境研究—被災地の環境回復と創生に向けて—

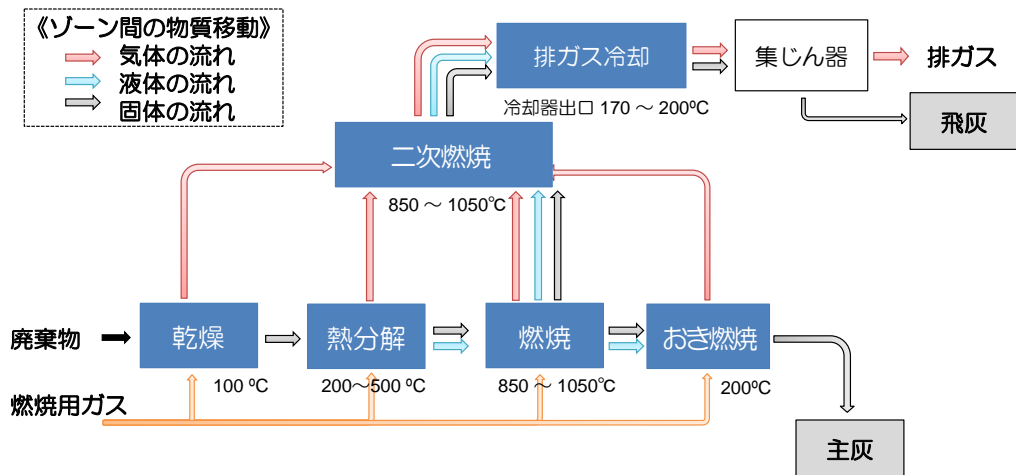


図2 焼却施設（ストーカ式）に対するマルチゾーン平衡計算の概略

等への放射性セシウムの移行率を算出し、その結果を図1に示します。全体的には、飛灰もしくは熔融飛灰への移行率は、炉底から排出される主灰、不燃物もしくはスラグへの移行率に比べて高いことがわかりました。高い飛灰への移行率から、ごみ燃焼処理の過程で放射性セシウムがガスとして揮発し、排ガスの冷却過程においてばいじん粒子に凝結したと考えられます。しかし、飛灰の移行率の大きさは方式で異なり、流動床式、熔融、ストーカ式の順番になりました。流動床式の場合にはストーカ式の主灰に相当するものの多くが細かい粒子となって飛灰となることから、ストーカ式であれば主灰に含まれるはずの放射性セシウムも飛灰になり、飛灰への移行率が高くなったと考えられます。一方、熔融の場合には、焼却よりもかなり高温で処理されるため、放射性セシウムがガスとしてより多く発生し、飛灰への移行率が高くなったと考えられます。

焼却施設の調査結果では、放射性セシウムは飛灰へ移行しやすいことがわかりましたが、どんな化合物として存在しているのでしょうか？我々は、まず、飛灰および主灰に対して溶出試験を行いました。溶出試験とは、各種灰と水を混合・攪拌し、一定時間後に水の中の放射性セシウム濃度を分析する試験です。この試験結果では、飛灰からの放射性セシウムの溶出率は高く、主灰からの溶出率がかなり低いことがわかりました。つまり、飛灰と主灰とでは放射性セシウムの主な化学形態が異なっています。次に、分析化学的な方法で化学形態を決定すれば良いのですが、放射性セシウムの濃度は極めて低く（例えば、

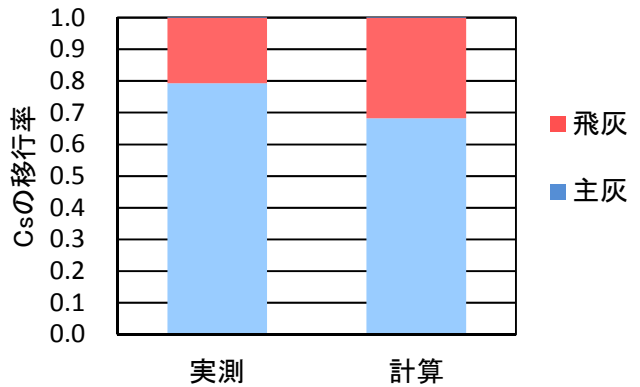


図3 マルチゾーン平衡計算によるセシウム (Cs) の各種灰への移行率と実測値との比較

1 Bq/kg は 2.5×10^{-16} mol/kg)、実験的に化学形態を決定することは困難です。そこで、焼却施設内において放射性セシウムの化学形態とその生成量を明らかにするために、Ginsberg らが提案したマルチゾーン平衡計算を用いました。

マルチゾーン平衡計算とは、各種プロセスをいくつかのゾーンに分割し、ゾーンごとに温度や反応率を設定して平衡計算を行う方法です。本研究では図2のように焼却施設内を乾燥、熱分解、燃焼、おき燃焼、二次燃焼、排ガス冷却というゾーンに分解して、それぞれの条件を設定して計算に使用しました。これまでの計算により、排ガスの主要成分 (CO, CO₂, O₂, H₂O 等) の濃度については妥当な値が得られていることを確認しています。また、図3に放射性セシウムの各種灰への移行率の計算結果を示しますが、計算値は実測値を比較的良好に再現できています。

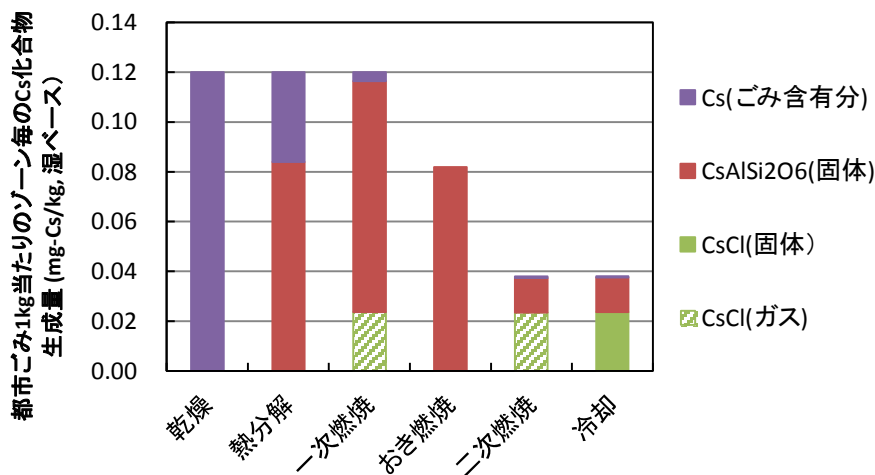


図4 マルチゾーン平衡計算による各ゾーンにおけるセシウム (Cs) 化合物とその生成量

図4にストーカ式の焼却施設に対して、各ゾーンごとのセシウムの化学形態と生成量を示します。おき燃焼ゾーンで排出される主灰では放射性セシウムはアルミノシリケートであること、排ガスの冷却ゾーンで排出される飛灰では主に塩化セシウム (CsCl) として存在していることが示唆されました。各種灰中での化学形態が明らかになると、灰の性状、例えば、放射性セシウムの溶出性も予想できます。アルミノシリケートは水に対して難溶性であることから主灰からの放射性セシウムの溶出率は極めて低く、塩化セシウムは易溶性であることから飛灰の溶出性が高いことが計算結果から予想されます。この予想は上で述べた実際の主灰および飛灰の溶出率の違いをうまく説明できています。これだけでは計算結果の妥当性を示す材料としては不十分であり、現在、主灰の主要成分の鉱物相を再現できるように改良し、かなりの部分を再現できるようになってきました。また、実際の焼却温度は、計算のように一定ではなく、部分的に高温になって一部が熔融することもあるので、熔融現象も取り込みながら改良を進めています。これらの改良により、都市ごみとは組成が異なる災害廃棄物や除染廃棄物を焼却処理した際の放射性セシウムの挙動や排出される灰の性状に対する予測・制御が期待されます。また一方、放射性セシウムが焼却施設内の耐火物へ蓄積することも知られ

ています。耐火物相をマルチゾーン平衡計算へ組み込むことで耐火物中におけるセシウムの化学形態についても予測可能ではないかと期待しています。最後に、環境回復研究で得られた方法を、資源循環研究分野、つまり、焼却および熔融処理における有用金属及び有害金属の挙動予測に適用し、資源回収や安全性の面で焼却処理の高度化に寄与できればと思っています。

(くらもち ひでとし、資源循環・廃棄物研究センター
循環資源基盤技術研究室長)

(ゆい かずこ、資源循環・廃棄物研究センター
循環資源基盤技術研究室)

執筆者プロフィール：

(倉持) 震災以降、減容化技術の問題に対応し、忙しい毎日ですが、自身は減容できずプライベートでも効率的な対策を思案中。



(由井) 入所して早や2年、廃棄物処理研究の奥深さと現実的な重要性をひしひしと感じております。頑張ります。



【環境創生研究プログラム（PG2）の紹介】

双方向環境情報ネットワークを活用した省エネ・低炭素な復興まちづくり

五味 馨、中村省吾

1. はじめに

福島県相馬郡新地町と国立環境研究所が協力して取り組んでいる「スマート・ハイブリッドタウン」構想から、情報通信技術を活用した省エネルギーと地域づくりを目指す「くらしアシストタブレット」の研究をご紹介します。

2. 福島県新地町の紹介

新地町は福島県沿岸部の最北端にある、人口8千人程度の小さな町です。仙台から南へ約50kmに位置し、この地域の他の自治体と同様に東日本大震災では津波による甚大な被害を受けました。以前から高齢化と人口減少の傾向があり、震災によりそれらが加速されるのではないかという危機感があります。そのような中、新地町は2011年に内閣府から震災前からの取組みを復興計画の中で更に前進させる提案を評価され、他の5ヶ所の被災地域とともに環境未来都市の指定を受け、特に低炭素化と高齢化対策の取組を進めています。私たち国立環境研究所は、町の先進的な取組をお手伝いすべく、2013年に新地町と協定を結び、新地町に適した情報・エネルギーシステムの構築を目指して研究を開始しました。

3. スマート・ハイブリッドタウン構想

町は国立環境研究所と協力して、住宅、公共施設、工場、エネルギー施設を情報システムでつなぎ、地域のエネルギー資源を高度かつ効率的に活用すること、高齢化に対応した健康・福祉分野の活動を支援すること、そして町のコミュニティ機能を高めることを目標として「スマート・ハイブリッドタウン構想」を策定しました。

4. くらしアシストタブレットシステム

スマート・ハイブリッドタウン構想を実現するため、現在実証実験を行っているのが「くらしアシストタブレット」システムです。行政と住民が双方向かつ即時的な情報のやりとりができるネットワーク

機能を持ち、タブレット端末を通じて地域コミュニティでの生活や環境行動を支援するための技術です。これまでに約60世帯のご家庭にモニターとして応募して頂き、設置してきました。

くらしアシストタブレットには以下の3つのアシスト機能があります。

(1) 地域エネルギーアシスト

タブレット端末を通じて各家庭のエネルギーの利用状況を「見える化」することで、省エネルギー行動を促します(図1)。エネルギーの利用パターンは世帯構成などの様々な特性によって異なるため、データの蓄積を通じて各特性を踏まえた省エネ処方箋を提供し、地域全体のエネルギー需給効率を高めるシステムの構築を目指します。

(2) 生活アシスト

復興まちづくり情報や災害情報、イベント情報といった自治体からの情報を集約するとともに、住民が自治体にフィードバックできる機能を設けることで、効果的な情報提供の実現を目指します。今後は地域の公共交通や住民の健康福祉に関する機能も検討しています。

(3) 情報共有アシスト

掲示板機能やアンケート機能、住民自身が地図上で地域の情報を書き込み共有できる地域情報マップ機能により、自治体が住民のニーズをきめ細かに把握できるとともに、住民同士のコミュニケーションを通じた地域コミュニティづくりに貢献します。

5. 省エネキャンペーン

これまでは、このうち特に「地域エネルギーアシスト」機能を活用した省エネルギー研究に取り組んできました。各家庭で電力の系統(例えば「キッチン」「居間」「寝室」「浴室」など)別に15分毎の電力消費データを測定して可視化することで、省エネ

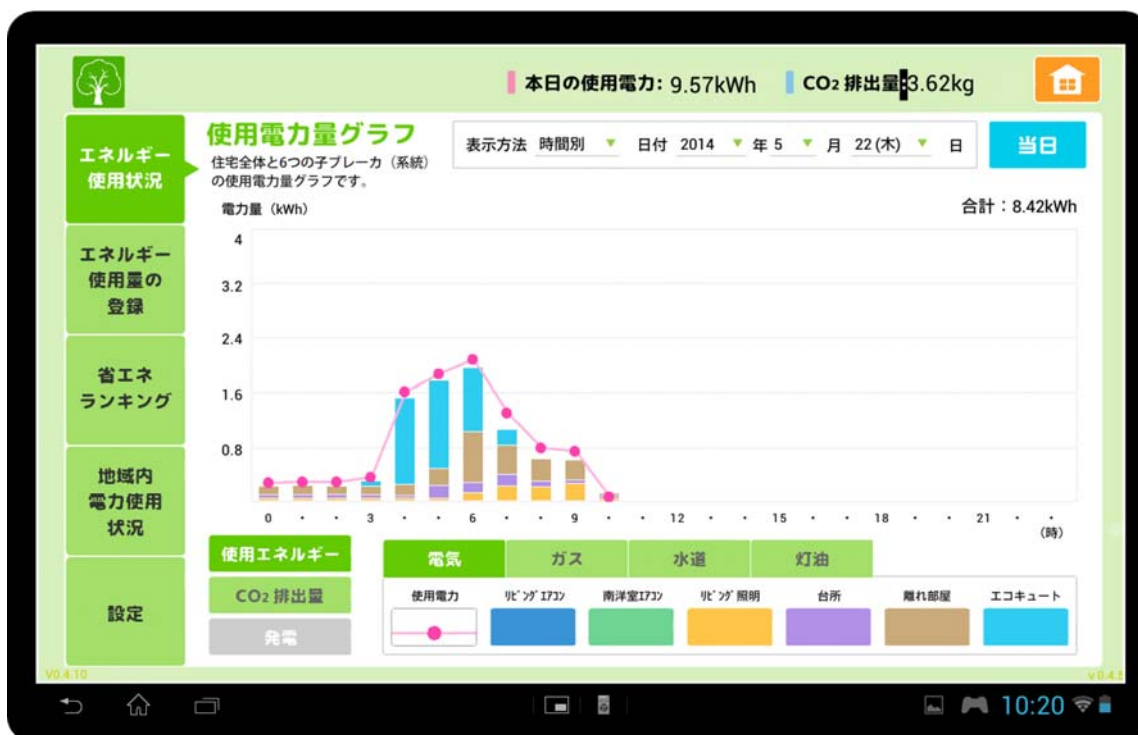


図1 タブレットによるエネルギーの「見える化」の例

行動を促すだけでなく、その日の天気や曜日、ご家庭の世帯属性（人数や年齢構成など）を合わせ、その家庭で無理なく効果的に節電する方法を分析・提案・実証することを目指しています。

その一環として、2014年度は省エネキャンペーンの実証実験を行いました。本実験では、2週間のキャンペーン期間を設定し、キャンペーン期間前の1週間の平均消費電力量に対して期間中にどの程度節電できたのかを節電率として指標化します。指標をもとにランキングが算出され、節電率と合わせてタブレット端末で随時確認することができます。第1回の実証実験ではモニター50世帯中22世帯が参加し、全体平均で5%（1位の世帯は28%）の節電を達成したことから、本システムが一定の効果を持つ可能性が示唆されました。第2回は同じ仕組みで実施し、第1回と第2回の結果を受け、第3回のキャンペーン前には各家庭別のエネルギー消費パターンから省エネ診断を作成・配布しました。この記事執筆している時点では第3回キャンペーンの実施中です。これらの結果を分析し、省エネ行動の促進に有効な可視化の方法や、タブレット端末に提示する情報の選択、さらに紙媒体による情報提示等も組み合わせ、省エネ行動を促進するコミュニケーション

ン・デザインを明らかにしていきます。

6. アンケートを用いた電力消費・省エネルギー行動の分析

また、タブレットシステムのアンケート機能を活用し、省エネへの意識と実際の電力消費・省エネルギー行動の関係の分析も行いました。一般に、省エネ意識の高い家庭ほど電力消費が少ないのではないかと考えられますが、これまでの分析では省エネ意識の高さに関するアンケート回答と一人当たり電力消費の間には関係性がほとんど確認できませんでした。また、節電キャンペーンの際には、省エネ型の家電を多く保有している世帯ほど、むしろ節電率が低いという傾向がありました。これは既に機器が省エネ型であり、またそのような家庭では既に実行可能な省エネ行動が行われているため、これ以上の節電の余地があまりなかった可能性が考えられます。

7. おわりに

新地町では今も仮設住宅で暮らしている住民の方々がいっぱいます。2014年後半から防災集団移転団地と災害公営住宅が徐々に完成、入居が始まりました。また2017年春にはJR常磐線の新地駅が

特集 災害環境研究—被災地の環境回復と創生に向けて—

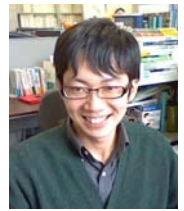
営業を再開し、これから本格的に震災後の復興まちづくりが進んでいきます。タブレットシステムではただ電力消費量を可視化するだけでなく、コミュニティや生活アシスト機能を組み合わせることで利用を促進し、その相乗効果を検証することで、近い将来に低炭素・効率的な地域エネルギーシステムの設計に繋がるよう、これからも研究を進めていきます。

(ごみ けい、社会環境システム研究センター
持続可能社会システム研究室)

(なかむら しょうご、社会環境システム研究センター
環境経済・政策研究室)

執筆者プロフィール：

(五味) 国内外 16 か国・都市で低炭素社会政策シミュレーションに取り組んだ後、2014 年から震災復興支援のため環境・防災・地域振興の両立を目指して研究しています。研究室では PC が相棒、昼休みには野球（捕手）、自宅では趣味の料理に励む日々。



(中村) 昨年 5 月に着任して早 1 年、専門の農学（農村計画）をいかに災害環境研究に活かすか模索する毎日です。クールビズの季節ということで、昨年と同様、地元沖縄のかりゆしウェアにそろそろ着替えたいと思います。



木漏れ日便り

5 月の中頃、構内に何本か植えられているハコネウツギの花が咲きます（写真 1）。箱根という地名がついていますが、本州の太平洋側に広く分布していますし、庭にもよく植えられます。赤、白、ピンクの花がまざって咲いていますが、どの花も最初は白で、そのあと数日かけて赤くなります。花を訪れる昆虫に、もう受粉済みの古い花を避けて回ってもらうと植物としても受粉の効率がよいので、色で新しい花が区別できるように進化したと言われていました。

ハコネウツギにいろいろな昆虫が集まります。その一種がクマバチです（写真 2）。見た目はちょっと怖そうですがとてもおとなしく、人間が刺される心配はまずありません。ハコネウツギに来たクマバチは、花の中に頭を突っ込むのではなく、花に横から抱きついて口先を花の付け根に刺して蜜を吸っています（写真 3）。こうした行動は盗蜜（とうみつ）と呼ばれます。花粉の運び手としては役立たず。植物にとっては迷惑なお客ですね。（竹中明夫）



【災害環境マネジメント研究プログラム（PG3）の紹介】

災害廃棄物の適切なマネジメントに向けた人材育成研究

平山修久、多島 良

1. はじめに

災害時において人命や財産を守ることが優先されることは議論の余地がないといえます。しかしながら、災害発生後の初動対応期、応急復旧期、復旧・復興期という長期的な時間スケールで災害を捉えると、災害による社会環境システムへの影響は、重要な社会的課題といえます。つまり、災害と環境という視点から、災害時の資源循環システムや環境・健康リスク管理を検討することが重要であります。災害環境マネジメント研究プログラムでは、災害時における廃棄物等管理を中心に、予防対応・応急対応・復旧復興対応の円滑化に資するマネジメント手法及び制度の設計・評価といった東日本大震災等に関する検証研究を行ってきています。そして、それらの知見を一般化・体系化することにより、将来の発生が予想される巨大災害やその他災害への備えとして、資源循環・廃棄物マネジメントの強靱化や環境・健康リスク管理戦略の確立など、社会の環境防災力・減災力を向上する、つまり、災害時においても環境や健康への影響や被害を抑止、軽減することができる社会環境システムを構築するための研究を実施してきています。その中で一つの大きな柱となるのが、「人材育成」です。

災害が発生すると、公衆衛生の確保と早期の復旧復興のため、災害廃棄物の処理を適正かつ円滑に行う必要があります。このためには、平時から災害時に備えた災害訓練や人材育成を進めておくことが重要です。災害廃棄物の処理は、一般的に、被災家屋から出される廃棄物や散乱したがれきを収集・撤去し、仮置場に集積、粗分別・細分別したうえで、性状に応じた中間処理、リサイクル、最終処分を行うことで終了します。この際、技術的な知識・ノウハウだけでなく、人材・資機材・資金・情報を適切に活用するマネジメント能力も必要になります。本稿では、将来の災害時に適正かつ円滑な災害廃棄物処理を行うことができる行政職員の育成を念頭に、災害廃棄物処理をマネジメントする行政職員として

必要な能力を体系的に明らかにした研究成果を紹介いたします。

2. 災害廃棄物のマネジメントに求められる行政能力の抽出

そもそも、「能力」とは何を指すのでしょうか。これまで経営学と防災の分野で蓄積されてきた知見をふまえ、本研究では「知識」「スキル」「マインド」の3種類があると考えました。なかでも、物事を実行する力であるスキルは、専門的な業務遂行能力である「技術スキル」、相互理解や関係作りの力である「対人スキル」、業務の構成要素の関係性を認識してビジョンを描く能力である「概念化スキル」に分けて理解することとしました。

能力の具体的な中身は、東日本大震災の災害廃棄物処理において宮城県と岩手県で中心的な役割を果たした市町村・県の行政職員と民間事業者が参加するワークショップを通して抽出しました。ここでいうワークショップとは、多様な人たちが主体的に議論等に参加することを通して新しい創造と学習を生み出す場を指します。典型的には、6人程度のグループで模造紙を囲み、意見を書いた付箋紙を張り付けながら、出された意見の類型化等の整理作業を行い、一つの成果物を作っていきます。

本ワークショップでは、ある程度網羅的に能力を抽出することを担保するため、①災害廃棄物処理において直面した課題を抽出し、②課題解決のために実施した/実施すべきであった解決策を議論してから、③その解決策を実行するために求められる能力は何か、という論理的思考のプロセスを再現する形でプログラムを設計しました。また、最後には特に重要と思われる能力に対して投票してもらいました。26名の参加者には4つのグループに分かれてもらい、2日間にわたって熱心な議論を行っていただいた結果、課題、解決策、必要能力のそれぞれについて250程度の意見（黄色付箋）とそれをグループ化しラベル（青付箋）を付けて整理した成果物が得られまし

特集 災害環境研究—被災地の環境回復と創生に向けて—

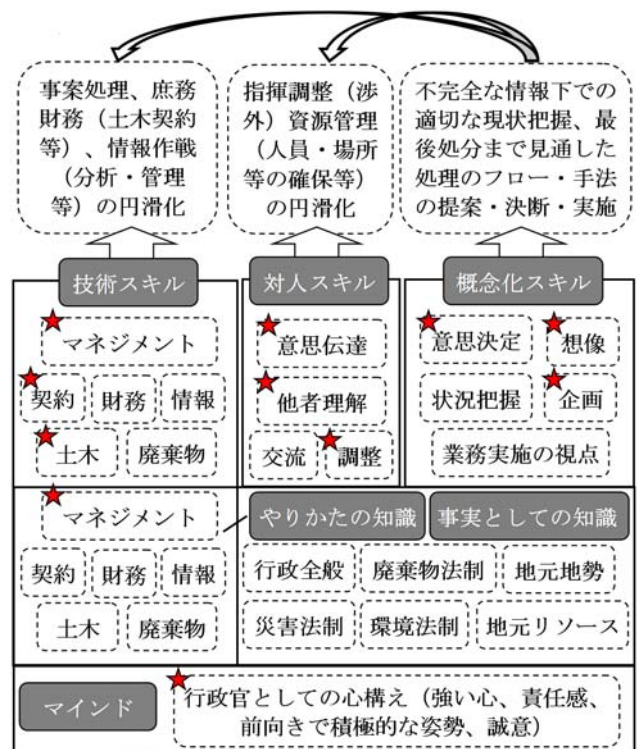


写真1 ワークショップの成果物の一例（左）と議論の様子（右）

た（写真1）。例えば、課題としては「可燃物のはずがうまく燃えない」「悪臭対策が不十分だった」などの処理現場の技術的課題や、「腹をくくることが困難」といった意思決定の課題、「人材が不足（土木系）」「仮置場が決まらない、足りない」「補助金請求の事務が非常に大変だった」といった必要資源を確保する上での課題、「全体量の推計が難しい」といった情報収集・分析関連の課題など、幅広く指摘されています。この作業を通して、参加者が一人では気付かなかったような意見が出され、課題・解決策・能力の構造や本質について理解が深まりました。

必要能力に関する意見（成果物の黄色付箋）は、ワークショップ終了後に4グループ分を統合し、統一した基準で再分類作業を行うことで、「知識」「スキル」「マインド」の類型を基本とした体系に整理しました。そのうえで、能力と課題・解決策の対応関係をワークショップの結果から確認することで、得られた能力の体系の妥当性を確認しました。この結果、得られた必要能力の体系は、図1の通りです。図1からは、まず、災害廃棄物処理には知識、スキル、マインドを幅広く必要とすることが分かります。また、ワークショップの参加者が特に重要と考えた能力は、知識よりもスキルやマインドであることも分かります。内容を見てみますと、まず、行政官としての強い心、責任感、前向きで積極的な姿勢や誠意というマインドが重要と考えられます。自らも被災者でありながらも、発災直後から数年間にわたり災害廃棄物処理業務に従事することは、肉体的にも

精神的にも大きな負担になります。例えば、災害廃棄物を処理する中でご遺体や思い出の品と対面することもありますし、住民をはじめとした関係者との信頼関係の構築が必要になることから、この重要性が理解できます。知識としては、技術スキルの基礎として求められる「やりかた」についての知識の他



【凡例】 ★：重要能力として2票以上の得票があった能力が含まれていたカテゴリー

図1 災害廃棄物処理のマネジメントに求められる能力の全体像

にも、人員や施設を確保するために必要となる地元の地理やリソースの知識、柔軟な制度運用のための各種法制度に関する事実についての知識が必要です。災害廃棄物とはいえ、普段の廃棄物処理に適用される法制度に基づいて処理を行うことになるうえ、普段あまりなじみのない防災系の法制度等も関係してきます。技術スキルとしては、マネジメント、廃棄物、土木、財務、情報技術等の専門能力が必要です。なかでも、土木契約に係る技術スキルは撤去等の業務発注のために、マネジメントに係る技術スキルは災害廃棄物処理計画の見直しと実施のために、特に重要といえます。対人スキルとしては、住民やマスコミへの対応、制度等に関する国への要望、関係機関との調整、人員や仮置場の確保等を円滑に行うために、災害廃棄物担当部局としての意思を適切に伝達し、相手の立場を理解しつつ、調整する能力が必要です。最後に、廃棄物の量や性状、関係主体の状況に関する不完全な情報の下で、最終処分までを見据えた決定を行うために想像力を働かせて提案や判断を行う概念化スキルが必要といえます。

図1のような形で必要能力が体系的に整理できたことから、以下の2点が示唆されます。まず、従来の座学型研修でカバーされるような専門的知識の他にも、技術・対人・概念化に係る様々なスキルを身に着ける必要があり、そのためには演習型の研修や、職場内教育（on the job training: OJT）を通じたスキルアップのあり方の検討が重要であることです。また、従来の経営学等で重要と指摘されている能力類型を用いて災害廃棄物処理に必要な能力を整理することが可能であることから、平時より質の高い行政職員を育成していくことが重要であることも示唆されます。特に、対人スキルや概念化スキルは一朝一夕で身につくものではありません。様々な手法による研修と、人事異動や人事交流も活用しつつ、長い目で見てどのようにこれら能力をもつ人材を育てていくのかという、広い意味での人材マネジメントが重要といえます。

3. おわりに

1995年阪神・淡路大震災や2004年新潟県中越地震、2011年東日本大震災などの災害を経験してきており、かつ、南海トラフ巨大地震や首都直下地震の発生が危惧されています。また、近年では、降雨の様相が異なってきており、台風災害や風水害が頻発してきています。つまり、我が国においてはどこにでも災害は起こりえることから、災害と向き合うことが必要不可欠であるといえます。災害環境マネジメント研究プログラムでは、今後、将来の災害に備えて社会の環境防災・減災力向上を実現するための、技術やシステムに関する問題解決型の実践的研究として、国や地方自治体をはじめとした関係機関と協働しながら取り組んでいきたいと考えています。

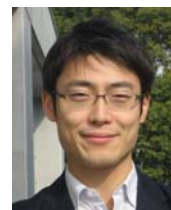
(ひらやま ながひさ、資源循環・廃棄物研究センター
研究開発連携推進室 主任研究員)
(たじま りょう、資源循環・廃棄物研究センター
循環型社会システム研究室)

執筆者プロフィール：

(平山) 2011年東日本大震災をはじめとして、米国ハリケーン・カトリーナ災害など国内外の自然災害での被災地調査や現地支援活動を多数経験。また、前職の「人と防災未来センター」での人材育成に係る業務も活かしつつ、現在、災害環境マネジメントの構築に向けて模索中であります。



(多島) 東日本大震災から4年が経過し、良くも悪くも、形にされていない記憶は次第に薄れつつあります。「歴史は繰り返す」とならないよう、研究所の果たすべき役割は大きいのではないかと感じています。



科学技術週間に伴う一般公開 「春の環境講座」開催報告

一般公開実行委員会事務局

4月18日（土）に科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」を開催しました。当日は、やや風が強いものの、好天に恵まれ、多くの皆様にご来所いただきました。職員一同心より御礼申し上げます。

講演会「温度とくらしのふしぎな関係～身近な熱の世界」では、赤外線サーモカメラを用いて身の回りの熱環境とくらしの関係を学んでいただき、パネルディスカッション「徹底討論 温暖化で生態系はどうなる？－私たちにできることは－」では、多くの皆様にご参加いただき、どちらの催しも大変好評でした。

展示コーナーでは、パネル等を用いた研究者の説明に対して、熱心に耳を傾けられている姿が多く見受けられ、環境問題に対する関心の高さを実感しました。

体験を通じて環境問題を楽しく理解いただく参加型イベントは、つくば市の協力を得て行いましたセグウェイの試乗や極小電動乗り物の試乗、自転車による発電体験、などを実施し、多くの皆様にご参加いただきました。

また、所内ミニツアーでは、研究所内を散策しながら普段見ることができない研究施設をご紹介します。

近年、地球温暖化問題等環境問題が大きくクローズアップされ、市民の環境問題に対する関心は高まる一方だと思われま。そういった状況の中、国立環境研究所が、「春の環境講座」を開催し、市民の方々と環境問題に関する議論をしたり、市民の方々に環境問題に関する最先端の研究内容をわかりやすくお伝えしたりすることは、とても意義のあることであつたと思ひます。

今後とも私たちの研究活動を、よりわかりやすくお伝えできるように工夫、努力を重ねてまいります。国立環境研究所へのご支援、ご協力をよろしくお祈り申し上げます。



パネルディスカッション風景



大山記念ホールの展示風景



極小電動乗り物の試乗会風景

7月18日（土）には、「夏の大公開」を開催いたします。

子供から大人まで、年齢に応じて楽しんでいただける企画を開催予定です。

ご来所をお待ちしております。



表彰

第 17 回（2014 年度）地域シンポジウムポスター優秀発表賞（日本環境共生学会）

受賞者：平野勇二郎

受賞対象：低炭素型ライフスタイル実現する都市の環境創生に向けた検討

受賞者からひとこと：これまでは低炭素型ライフスタイルというと、例えば冷房の設定温度を上げるとか、できるだけ自家用車を使わず公共交通機関を利用するなど、省エネルギーによって CO₂ 排出量を削減することが中心であったと思います。しかし実際には直接的なエネルギー消費による CO₂ 排出よりも、製品やサービスを利用することによって工場や事業者から排出される間接的な CO₂ の方が多いのです。そこで、間接的な CO₂ を削減するライフスタイルを実現するために、どのような都市を造ればいいのかという検討を行った内容をポスターにまとめて発表しました。今回の受賞は、こうした問題提起と解決に向けた提案を評価していただいたと考えています。研究自体はまだ始まったばかりですが、今後ますます重要になるテーマだと考えておりますので、社会的に貢献できるように研究を進めていきたいと考えています。

2014 年度堀内賞（日本気象学会）

受賞者：町田敏暢

受賞対象：航空機を用いた温室効果気体のグローバル変動の観測とその解析

受賞者からひとこと：世界には依然として温室効果ガスの観測空白域が残っており、「上空」のデータも著しく不足しています。今回の受賞は、日本航空の旅客機を使った CONTRAIL プロジェクトやシベリアの航空機モニタリングなどで上空の温室効果ガスの観測に貢献したことを評価していただきました。これらの大きなプロジェクトでは私以外に多くの方が力を注いでおり、この賞はそのようなみなさんと共にいただいたものだと思います。

第 11 回環境情報科学ポスターセッション理事長賞（環境情報科学センター）

受賞者：平野勇二郎、戸川卓哉

受賞対象：ライフサイクル CO₂ を削減する都市環境構築に向けた方策の提案（環境情報科学, 44(1), 112, 2014）

受賞者からひとこと：都市環境、ライフサイクルアセスメント、環境経済の 3 分野を結びつけた低炭素型ライフスタイルの研究プロジェクトを進めています。これらの 3 分野は相互補完的な関係にあると考えており、これらを結びつけることで個別の分野では検討できなかった新しい低炭素社会のシナリオが描けるのではないかと考えています。賞をいただいたポスターはその研究コンセプトと、これまでの成果を紹介したものです。研究プロジェクトはまだ多くの課題が残されている段階ですが、今回の受賞を励みにこの研究プロジェクトを進めていきたいと思っています。

ベスト新分野開拓賞（一般財団法人茨城県科学技術振興財団つくばサイエンス・アカデミー）

受賞者：山口晴代

受賞対象：藻類リソース その多様な世界と応用利用（SAT テクノロジー・ショーケース 2015, プログラム&アブストラクト, 57, 2015）

受賞者からひとこと：「SAT テクノロジー・ショーケース 2015」において「藻類リソース その多様な世界と応用利用」と題したポスター発表が評価され、受賞に至りました。NIES コレクションでは現在、シアノバクテリアや緑色植物を中心に 2,451 の藻類培養株が利用可能で、昨年度実績で年間 1,100 株程度が国内研究者を中心に海外の研究者からも利用されています。NIES コレクションの中には、食品や化粧品、バイオ燃料等への利用が期待される藻類株もたくさん含まれており、今後さらなる需要が見込まれます。NIES コレクションのプレゼンスを高め、研究者に広く利用される高品質の培養株の提供が行えるようより一層の努力をする所存です。

Excellent Poster Award, Gold (The International Conference on Anaerobic Digestion: AD Technology and Microbial Ecology for Sustainable Development (ADTech2015))

受賞者：珠坪一晃、小野寺崇

受賞対象：HIGH RATE ANAEROBIC TREATMENT OF MOLASSES-BASED WASTEWATER (ADTech 2015 International Conference on Anaerobic Digestion AD Technology and Microbial Ecology for Sustainable Development, Abstracts, 106, 2015)

受賞者からひとこと：糖蜜を原料としたバイオエタノールの生産工程から排出される蒸留廃水の高効率メタン発酵処理、循環利用方法に関する研究成果に対して、最優秀ポスター賞をいただきました。タイで初めて開催された嫌気性消化に関する国際会議で、国環研とタイの研究機関（コンケン大学、ミットポンサトウキビ研究所）との連携により得られた研究成果が表彰され、大変嬉しく思います。今後も、東南アジアの国々で問題となっている廃水による水環境汚染・温室効果ガスの放出などの問題解決に資する研究開発を着実に進めていきたいと思えます。

遠山椿吉記念第4回食と環境の科学賞（一般財団法人東京顕微鏡院/医療法人社団こころとからだの元気プラザ）

受賞者：新田裕史

受賞対象：環境疫学手法によるPM2.5等の大気汚染物質の健康影響の評価に関する研究

受賞者からひとこと：この賞は明治期の我が国における衛生学・公衆衛生学の先達のひとりである遠山椿吉先生の業績を記念したものです。環境疫学における最も大きな課題である曝露量の定量評価や多種多様な環境要因を解析するための統計手法を適用するなどして、自動車排ガス曝露に関わる幹線道路沿道住民における疫学研究やPM2.5などの短期曝露及び長期曝露による健康影響に関する疫学研究を実施してきました。このような実施上ならびに解析上の多くの困難を内包する環境疫学研究に長年取り組んで来ましたことを評価していただきました。環境疫学は全てがチームとしての研究であり、共同研究に関わった多くの研究者を代表して賞をいただいたものと考えています。

編 集 後 記

東日本大震災後に人生が変わったと感じている日本人は多いと思います。直接の被害によって人生設計を大きく変えることを余儀なくされた方々が、一日も早く穏やかな暮らしを取り戻されることをお祈りします。また、直接の被害をうけなくても、人生で大切にしたい事の順番が変わった、など生き方に影響を受けた方もいらっしゃると思います。今回お届けするニュース

は、震災直後から「自分が取り組まなくては」という強い意志を持って災害環境研究に心血を注いできた研究者や、その呼びかけに応じて新しい研究分野に身を投じる決心をした研究者が執筆しました。この困難かつ重要な課題に取り組む同僚の努力が結実することを信じて、自分もできる限り協力したいと考えています。(M.K.)

国立環境研究所ニュース Vol. 34 No. 2 (平成27年6月発行)

編 集 国立環境研究所 編集委員会
ニュース編集小委員会

発 行 国立研究開発法人 国立環境研究所
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

問合せ先 国立環境研究所情報企画室 pub@nies.go.jp

●バックナンバーは、ホームページからご覧になれます。
<http://www.nies.go.jp/kanko/news/>

無断転載を禁じます



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。