

独立行政法人 国立環境研究所

所在地：〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2  
 交通アクセス：JR常磐線「ひたち野うしく駅」よりバス13分  
                   ：つくばエクスプレス「つくば駅」よりバス10分  
                   ：東京駅より高速バスで65分「つくばセンター」よりバス10分  
                   ：※いずれも「環境研究所」バス停で下車  
 公式ホームページ：http://www.nies.go.jp/  
 E-mail：kouhou@nies.go.jp/  
 お問い合わせ：企画部広報室 TEL.029-850-2309

**リサイクル適性** この印刷物は、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従い、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。



# 大震災と環境再生

～災害に立ち向かう環境研究の最前線～

## 要旨集

**6/15** 東京会場 12:00～17:30  
 金 ヌルパルクホール

**6/22** 京都会場 12:00～17:30  
 金 シルクホール(京都産業会館8階)



## ごあいさつ

独立行政法人 国立環境研究所 理事長 大垣 眞一郎

平成23年3月11日に発生した東日本大震災から1年以上が経過しました。この間、国をあげて被災地の復旧・復興が進められましたが、国立環境研究所も大震災直後から、大量に発生したがれきの処理・処分に取り組むとともに、環境中に放出された放射性物質のモニタリングや動態の予測を行ってきました。さらに、復興都市づくりや環境とエネルギー問題についても、これまでの環境研究の成果を活かした取り組みを行ってきました。

国立環境研究所公開シンポジウムは、毎年6月の環境月間に東京と京都で開催し、環境研究の最新成果を報告する恒例の公開シンポジウムです。当研究所のこの1年間の取り組み、とくに被災地や当研究所において実施した観測、調査・研究、対策支援を通じて得られた経験や知見を広く皆様にご報告する機会として公開シンポジウム2012を企画いたしました。多数の皆様のご参加を心よりお待ちしております。

## プログラム

ポスターセッションの要旨は7ページより

12:00～13:00 ■ ポスターセッションI

13:00～13:10 ■ 開会挨拶

..... (独)国立環境研究所理事長 大垣 眞一郎

13:10～13:50 ■ ①廃棄物と放射能問題のこれまでとこれから～研究所での取り組みを中心に～

..... 資源循環・廃棄物研究センター 大迫 政浩

13:50～14:30 ■ ②災害廃棄物および放射性物質汚染廃棄物の焼却処理に関する課題への対応

..... 資源循環・廃棄物研究センター 倉持 秀敏

14:30～15:10 ■ ③放射性物質の環境中の挙動を追う～多媒体(マルチメディア)モデルの開発と応用～

..... 環境リスク研究センター 鈴木 規之

15:10～15:25 ■ 休憩

15:25～16:05 ■ ④宮城県内津波被災地における長期的環境モニタリング

..... 環境健康研究センター 中山 祥嗣

16:05～16:45 ■ ⑤環境にやさしく情勢変化にも強い都市に向けて～資源の有効利用の視点から～

..... 社会環境システム研究センター 藤井 実

16:45～16:50 ■ 閉会挨拶

..... (独)国立環境研究所理事 佐藤 洋

16:50～17:30 ■ ポスターセッションII



# ① 廃棄物と放射能問題のこれまでとこれから ～研究所での取り組みを中心に～

大迫 政浩

東日本大震災に伴う津波や地震動によって2千万トン余りの災害廃棄物が生じました。そのほとんどは依然として仮置き場に山となって残っており、その後の処理は遅々として進んでいません。その原因のひとつに、原発事故により生じた放射能汚染の影響が挙げられ、問題解決を複雑かつ困難にしています。

私たちは、震災直後から被災地に足を運び、現場で起こっている問題を把握して、全国の専門家ネットワークを使って技術的な解決策を取り纏め、被災地に発信し続けてきました。科学的な知見がない問題については、自ら研究を行って根拠となるデータ等を提供してきました。また、放射性物質に汚染された廃棄物が東日本の広い地域で生じたため、どのように安全にかつ適切に処理を進めていけるか、焼却処理や埋立処分過程における放射性セシウム挙動の把握するための研究を進めました。それらは、国の法律における基準や指針に反映されています。

## 津波廃棄物への対応

震災直後に問題になったのは、特に宮城県の水産加工場から発生した水産廃棄物の問題でした。腐敗によって悪臭が酷く衛生上の問題が生じました。消石灰散布による腐敗防止、適切な埋設処分、海洋投入処分の提案などを行い、一部は実際に海洋投入処分が行われました。海水を被った塩分を多く含む廃木材等は焼却処理の際にダイオキシン類等の生成が懸念されました。実験プラントや実際の焼却施設での試験により、適切な条件を確保すればダイオキシン類の生成を抑制できることを示しました。仮置き場に山積みされた廃棄物が微生物の作用で分解し、発熱して熱が蓄積することで、火災に至る可能性があります。5m以上に積み上げないこと、温度や一酸化炭素をモニタリングすること、延焼防止のために山を小分けにすることなどを、仮置き場に足を運んで指導助言しました。その他、アスベストを含む廃棄物の事前判別や分別方法なども示しました。この

ように、多くの現場課題に対する解決策を示しましたが、非常時の中で力及ばず、問題解決に繋がらなかったことも多くあります。今後の課題として、仮置き場に置かれている廃棄物の適切な処理、特に被災地の復興にも役立つ再生利用を早急に進めていくための技術的方策を提示していくことが重要です。

## 放射能汚染廃棄物への対応

原発事故に伴い放出された放射性セシウムは、東日本の広い地域に風に乗って拡散し降雨に伴って地上に降下沈着しました。福島県内では災害廃棄物が汚染されています。また、放射線量の高い地域では、雑草除去や剪定により生じた草木類が一般ごみに混入し、焼却処理の際に放射性セシウムが濃縮され、高濃度の焼却灰が生じています。放射性セシウムが付着した土壌粒子は汚濁物とともに下水道に流入し、終末処理場において下水汚泥に濃集しました。上水の場合も同様に、取水域に懸濁物が流入し浄水過程で除去された上水汚泥中に濃集して問題になりました(下図参照)。私たちは、このような放射能汚染廃棄物の処理過程における放射性セシウムの挙動解明に関する研究に取り組んでいます。セシウム化合物の揮発のしやすさを表す蒸気圧、水への溶けやすさを表す溶解度、焼却灰などからの溶出性、土壌への吸着能など基本的な物性を、理論的考察や実験的検討により明らかにしました。また、実際の焼却施設の詳細調査や埋立処分における放射性セシウムの長期的な挙動シミュレーション解析、浸出水処理施設での実証試験によって、放射性セシウムが制御できることを示しました。その他、廃棄物等の放射能調査分析法に関するマニュアルも整備しました。しかし、放射能問題等への国民の不安感を解消するために、私たち研究者は今後も一層努力する必要があります。科学的知見をわかりやすく情報提供し、リスクコミュニケーションの手助けをしていく役割を果たさなければならないと考えています。

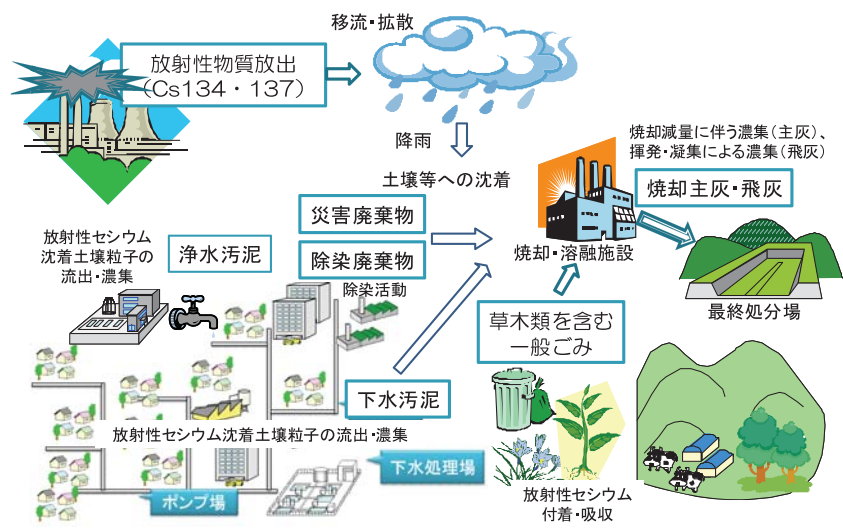


図1 放射能(放射性セシウム)に汚染された様々な廃棄物の発生

# ② 災害廃棄物および放射性物質汚染廃棄物の 焼却処理に関する課題への対応

倉持 秀敏

東日本大震災と東京電力福島第1原子力発電所の事故で、廃棄物処理は今までに経験のない課題に直面しました。一つは、地震や津波による大量の瓦礫の発生に加えて、瓦礫の多くが海水を被ってしまったこと、もう一つは、原子力発電施設の事故により放出された放射性物質で瓦礫を含む廃棄物が広範囲に汚染されてしまったことです。このような未知の事態に直面すると、これまでの経験や知識だけで、廃棄物の処理や処分を行って良からなくなります。そこで、新しい課題に関連した科学的データを収集し、それを分析し、解決策に必要な科学的知見を提供することが研究者の役目です。今回の発表では、二つの大災害に対応して、国立環境研究所が行ってきた具体的な科学的知見の提供例を紹介します。

## 海水被りの廃木材への対応

海水には、塩分が塩化ナトリウムとして約3%含まれ、塩素として約1.9%が含まれています。それゆえ、海水を被った廃木材等の瓦礫は被っていないものより塩素分が高くなり、これらを焼却処理もしくは燃料として燃焼する場合には、難分解性や有害性等を示すダイオキシン類がより多く発生するのではないかと懸念がありました。この懸念が廃木材の処理や有効利用の障害になります。そこで、実際に廃木材の塩素分のレベルはどの程度か、塩素分はどういう特徴があるのか、さらに焼却しても本当に問題ないのかということを確認することに取り組みました。様々な形状の廃木材を集め、それらの塩素分を分析しました。塩素分は中央値として0.167重量%(0.005~3.63重量%)であり、都市ごみの塩素分(0.4~0.8%:我々の分析値)と比べると概ね低いことがわかりました。塩素分の傾向は、図1のように、海水と接する表面積の大きい合板と、海水が浸透しやすい軽い流木や樹皮を有する倒木は、塩素分が高くなり、一方、表面積が小さい柱材は塩素分が低い結果となり、塩素分の大小を判断するには海水と接触する面積が重要であることがわかりました。さら

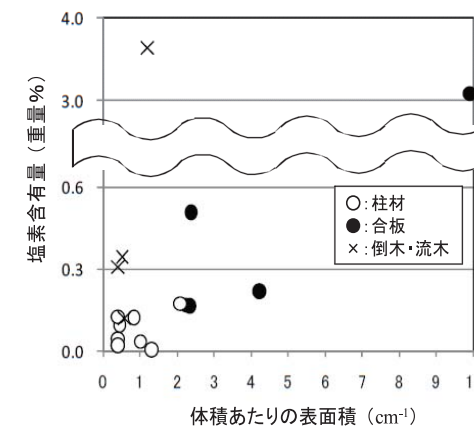


図1 廃木材の表面積と塩素含有量  
ただし、表面積は、体積あたりの表面積(=表面積/体積)とした。

に、これらの廃木材を焼却して排ガス中のダイオキシン類の濃度を測定したところ、通常のごみの焼却と同等レベル以下であり、燃焼温度の管理をして、排ガス処理をすれば、安全に焼却処理できることを確認しました。

## 放射性物質汚染廃棄物への対応

震災から数カ月後に、都市ごみや水処理汚泥を焼却した時に発生する灰に原発事故由来の放射性セシウム(Cs)が濃縮されていることが明らかになりました。一方、焼却施設の排ガスでは放射性Csは検出されませんが、それだけでは、放射性Csが排ガスとして焼却施設から放出されているのではないかと懸念は晴れません。そこで、放射性Csはどのような性質の物質なのか、焼却過程においてどう振る舞うのか、灰から放射性Csが溶け出し始めるのかということを確認するための検討を行いました。放射性Csは環境中ではイオンもしくは電解質(Cs塩)の形態で存在すると考えられ、まず、Cs塩の揮発のしやすさ、つまり、飽和蒸気圧を実測データから推定しました。その結果、Cs塩の一つで、その存在量が多いと予想される塩化セシウム(CsCl)の蒸気圧は極めて低く(例えば、170°Cで3.37×10<sup>-11</sup> Pa、ちなみに、1気圧は1.013×10<sup>5</sup> Pa)、常温では極めてガスになりにくいと考えられました。さらに、燃焼過程におけるCsの形態を考えるため、Csと同じアルカリ金属であり、似た性質を示すカリウム(K)について、高温下で熱力学的に安定な形態を理論計算によって求めました。その結果を図2に示します。計算結果は燃やすものによって、ガスとなるものと固体として残るものの割合が異なることを示しています。またこの結果、都市ごみの飛灰(排ガスに含まれるばいじん)からのCsの溶出が大きいこと、主灰(焼却炉に残る灰)で小さいことも示しています。このような計算結果の妥当性は実験により検証してゆく予定です。今後も以上のような科学的な知見を提供することで、災害廃棄物と放射性物質汚染廃棄物の適正な処理が進むよう支援したいと考えています。

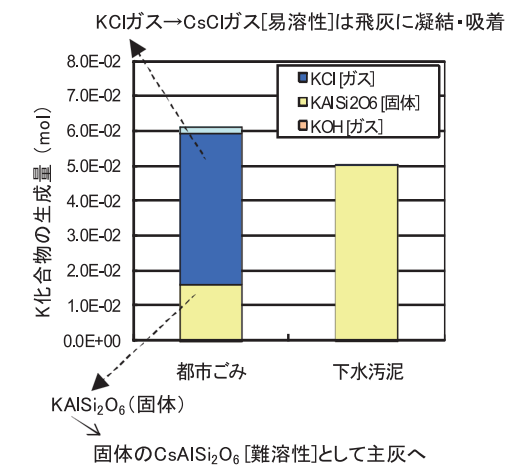


図2 熱力学平衡計算による都市ごみおよび下水汚泥の焼却におけるカリウム(K)化合物の生成挙動(850°C)



### ③ 放射性物質の環境中の挙動を追う ～多媒体(マルチメディア)モデルの開発と応用～

鈴木 規之

大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、大気と海水中に放射性物質が排出されました。このうち、大気中に排出された放射性物質は風に乗って輸送され、各地で地表に沈着(大気中の物質が地表に落下して地表の土壌などに移行すること)して土壌や河川水に流入したと考えられます。この一連のプロセスを、大気から地表への沈着、沈着を受けた土壌から河川への流出、また、河川の流れに乗った輸送などを一体として推定する多媒体(マルチメディア)モデルの手法によって解明し、今後の放射性物質の環境挙動や対策効果の予測を可能にすることを旨とする研究について紹介します。

#### 多媒体モデルとは

私たちが暮らす環境は、大気、水(河川、湖沼や海洋)、土壌、また底質(水域の底泥)、更に森林や植生などの「媒体」で構成されていると考えることが出来ます。

本研究では、国立環境研究所で開発されたG-CIEMSという多媒体モデルを大気輸送モデルと連結したモデルの開発を進めています。G-CIEMS多媒体モデルは、河川の流域(例えば阿武隈川水系、利根川水系のような)ごとの川の流れ、各河川の集水域内の土壌中の挙動、それと大気との物質交換や輸送を記述するモデルです。土壌からの汚染物質の流出とその河川への流入、河川の流れに沿った物質の輸送、土壌や河川表面と大気との物質交換などを計算することが出来ます。

#### シミュレーションの概要

G-CIEMSモデルは有機物を対象に開発されたモデルなので、本研究では放射性物質への新たな応用のために流出・吸着などの新たな計算過程を導入する開発を進めています。大気輸送も計算可能ですが、今回の放射性物質の輸送では汚染物質の拡散を高い分解能で再現することが求められたため、その

目的によりよく適合する大気シミュレーションモデルとG-CIEMSモデルを連結することを目標に検討を進めています。図1にモデルの概要を示します。

ここでは、福島県の太平洋沿岸、阿武隈川流域と関東北部、利根川水系までを含めた15水系を対象として放射性物質の環境中動態を計算しました。15水系の中は更に3,532個の、一つの面積がおよそ10km<sup>2</sup>の小流域という単位に分割され、水系内部の輸送や濃度分布を再現出来るようにしています。図1に示すとおり、最初の試みとして大気モデルの計算(<http://www.nies.go.jp/shinsai/index.html>の項目4.参照)で得られた放射性物質(セシウム137)の沈着量を多媒体モデルに入力し、ここから多媒体の輸送や流出過程の再現を目指しました。計算は2011年3月を中心に行いました。

#### 考察と今後の展望

図2では、2011年3月23日時点での土壌、河川水中セシウム137の濃度分布の予測結果を示しています。本計算結果は、福島県太平洋側の土壌や河川に高い濃度地域が認められ、更に、より離れたいくつかの地域でレベルの低い汚染が予想される結果となっています。この結果は、おおよそこれまでの大気輸送の推定結果や観測されている放射線量の分布と類似しています。確実な予測結果を得るにはなお検討が必要ですが、今後更にモデルの改良と検証を進め、今後例えば、長期間にわたる放射性物質の動態(例えば10年後にはどの程度が残留し、どの程度はどこに移動しそうか、など)や、対策効果の予測(除染活動などによる環境汚染全体の変化)などの将来予測に役立つ手法とするよう、研究を進めていきたいと考えています。

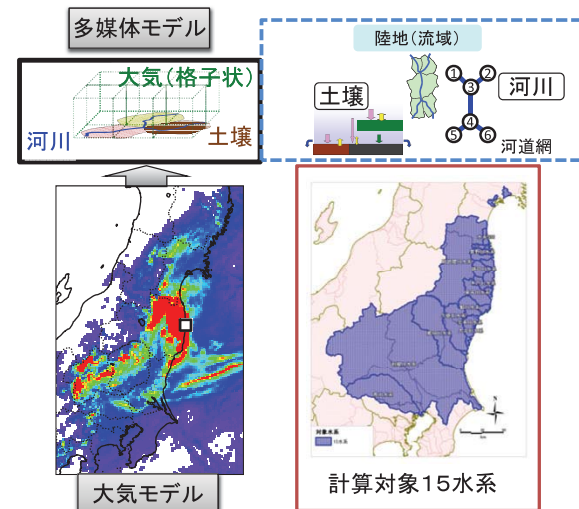


図1 大気-多媒体モデルの概念図と本計算の対象水系

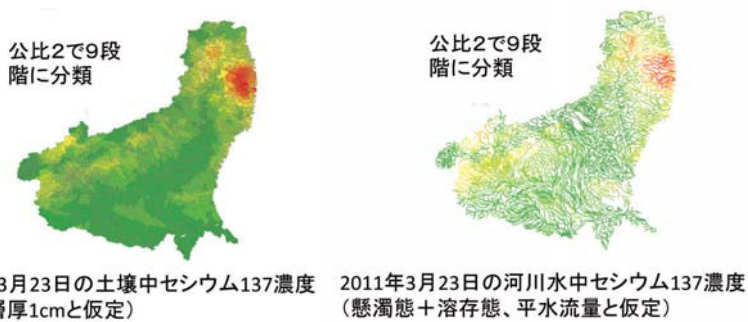


図2 土壌中および河川水中放射性物質濃度の再現計算の結果

### ④ 宮城県内津波被災地における長期的環境モニタリング

中山 祥嗣

平成23年3月11日に発生した東日本大震災における津波被災地では、海底汚泥の打ち上げ、被災地域に貯蔵されていた重油や化学物質の拡散、火災の発生等により多種多様な化学物質が生活環境を汚染した可能性があります。被災地の環境は災害当初から復興へ向けて刻々と変化しています。現在は仮置き場での災害廃棄物の分別、仮置き場から二次処理場への運搬や中間・最終処理が進められています。これに伴い、化学物質の再拡散による健康影響が懸念されます。

そこで、国立環境研究所では、環境省や宮城県と協力しながら、緊急復旧時には気仙沼市、南三陸町および石巻市の避難所周辺での健康影響調査を行ってきました。これまでの結果から屋内粉じんの粒径分布測定結果に基づいた適切なマスクの選定に対する提言を行い、また避難所における清掃の効果を定量的に評価するなど一定の成果を上げました。あわせて屋外空気についてもサンプリングを実施し、大気粉じん中の重金属濃度を宮城県に報告しました。復興過程に入った平成23年6月からは震災廃棄物の一次仮置き場に隣接している高校を調査地点に追加し、室内外空気の調査を進めています。また、宮城県石巻市で進行中の災害廃棄物の二次処理(選別、分別、焼却など)に伴う粉じんの巻き上げによる周辺住民の健康影響の評価も進めています。

集めたサンプルは、有害化学物質の量を測定したり、発がん性や内分泌かく乱作用などがあるかどうかを評価するバイオアッセイと呼ばれる生物を用いた試験を行います。バイオアッセイの中には、肺炎などのすぐに現れる健康影響(急性影響といいますが)やがんなど後になって現れる影響(慢性影響といいますが)を評価する試験があります。災害時の環境を評価する際、どのような有害化学物質が環境を汚染したのかわからず、何を測ればいいのかすぐには決められない場合が多くあります。そこで、まずは、生物を用いたバイオアッセイを行って、たとえば、空気や津波をかぶった土や水に毒性が無いかどうかを調べます。国立環境研究所では普段から大気試料や水の中のさまざまな化学物質に関するデータをたくさん集めています。また多くの化学物質のバイオアッセイの結果から、災害環境中の問題となる化学物質の推定を行うことができます。

これらの研究を通して、健康被害を起こす可能性のある化学物質を推定し、大気経路あるいは復興作業由来の粉じんや、災害廃棄物置き場からしみ出た水の中の化学物質への曝露(有害な環境にさらされること)を明らかにします。また、国・自治体に対し、緊急復興時、中・長期復興期の化学物質曝露に由来する急性・慢性健康影響の低減策を提言していきます。さらに、将来の同じような災害時にも貢献したいと考えています。



写真1 大気試料の捕集:  
高校のすぐ後ろにがれきが積み重なっている

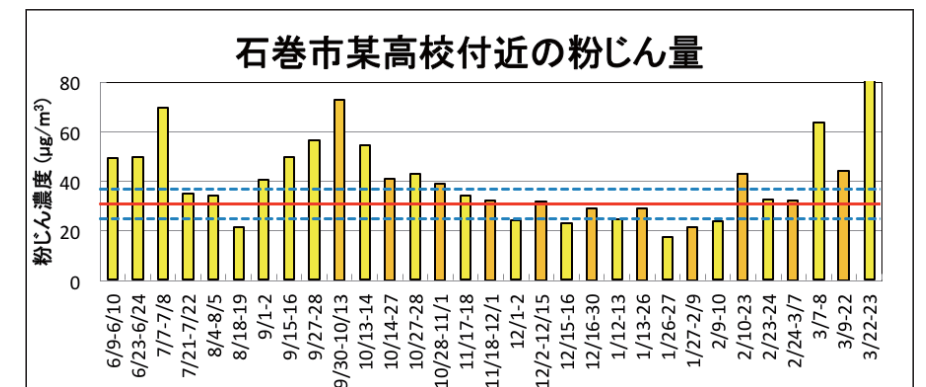


図1 左記高校屋上での粉じん量:赤線(同地点での過去のデータの平均値)、青点線(95%信頼区間)



⑤ 環境にやさしく情勢変化にも強い都市に向けて  
～資源の有効利用の視点から～

藤井 実

この講演では、リサイクルやエネルギーの有効利用によって資源消費を上手に抑制し、付随する環境負荷を削減することで、環境にやさしく、情勢変化にも強い都市を構築する方法について考えます。

都市は、我々の生活に必要な衣食住やエネルギー、交通、医療、教育など、様々な機能を提供してくれる場です。しかし、人類の活動規模が拡大するにつれて、地球温暖化や資源枯渇の問題など、都市の持続可能性を脅かす様々な存在が顕在化してきました。これらに対処するには、ライフスタイルの変革や製品の生産構造の積極的な改善が求められます。都市の持続可能性に影響する要素としては他にも、少子高齢化による将来の人口減少のように、ある程度予想される変化もあれば、東日本大震災のような大規模自然災害、リーマンショックのような経済情勢急変など、いつどのような規模で起こるか予測困難な情勢変化もあります。都市を健全に維持・発展させるためには、これらの変化に柔軟に対応できるシステムを作っていく必要があります。

現状の改善には、例えば、リサイクル施設や廃熱の回収・供給施設の設置といった、環境にやさしい技術や制度からなるシステムの導入が必要ですが、せつかくお金や資源を投じて作るシステムですから、現時点で多くの環境負荷を効率的に削減できるのは勿論のこと、将来大きく情勢が変化することがあっても、十分に働くものであることが望ましいと言えます。

目指すシステムの構築には、3つの視点を取り入れることが有効です。1つ目の視点は「既存施設の利用」です。ただし、あるものは何でも使うのではなく、その性能を見極めて、効率のよいものを使うことが重要です。これにより、新たな施設建設に必要な投資を抑制できるので、将来無駄が生じる可能性

を低減できます。2つ目は「機能の多様性」です。参考になるのは生態系です。生物は長い地球の歴史の中で、様々な環境の変化により部分的には絶滅しながらも進化をとげ、全体としては持続的に維持できる生態系を築いてきました。それを可能とした1つの重要な要素が多様性ですが、廃棄物のリサイクル・適正処理やエネルギーの有効利用を行うシステムも、多様な機能を持った施設があることで、情勢が変化しても高い効率を維持できます。ただし、単に雑多に構成されているのでは上手く働きません。リサイクルやエネルギーの有効利用に関わる各施設は、通常長所と短所を持っていますが、お互いの長所で短所を補えるよう、適切な規模のバランスで組み合わせられていることが重要です。3つ目は「必要性の高いリサイクル」を行い、システムが上手く動く確率を高めることです。リサイクルでは、市況によって再生製品が売れないことがしばしば問題になりますが、理屈上使った分だけまた必要となる元の製品に戻るリサイクルを行ったり、生活に必要性の高い製品を製造するための原料や燃料としてリサイクルしたりすることで、常に高い需要が見込め、システムが働く確率を上げることができます。これらを考慮することで、図のように化石資源への依存を減らし、環境にやさしく将来の情勢変化にも強い都市を構築するシステムができると考えられます。

また、新しいシステムを作る際には、それがどの程度優れているのかを測るものさしが必要です。エネルギーであれば、蒸気機関の発明以来発展してきた熱力学という学問体系により、理論的な最大効率を知ることができます。リサイクルでも同様に、理論最大効率を考えることができます。上記の3つの視点に加えて、最大効率に対する到達度を評価することも、よりよいシステム作りを考える上で大切です。

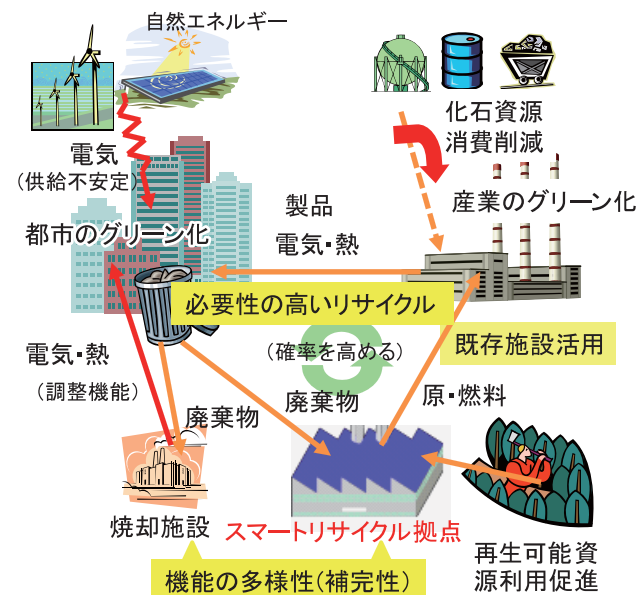


図1 環境にやさしく情勢変化にも強い都市を構成するシステムの例

ポスターセッション

1. ■ 東日本大震災からの復旧・復興への取り組み
2. ■ 都市ごみ焼却灰や土壌などへ集まった放射性セシウムの水への溶出しやすさ
3. ■ 津波堆積物の化学性状把握に向けた取り組み～化学分析調査と汚染可能性分類手法の検討～
4. ■ 化学物質で汚染された津波堆積物の早期特定に向けて～津波氾濫シミュレーションの活用と課題～
5. ■ 津波被災地の化学物質汚染をバイオアッセイで検証する～化学分析と生体異物センサーの適用～
6. ■ 震災後の東日本沿岸域の海水と二枚貝中の放射性物質～環境試料タイムカプセルを開いてみると～
7. ■ 湿地生態系から見た流域の環境放射性物質汚染
8. ■ 『沈黙の春』から50年—レイチェル・カーソンの環境思想と放射能汚染
9. ■ 東日本大震災後のエコチル調査の進捗状況
10. ■ これからの日本の電力供給の姿とは～短期的・中長期的シナリオの定量的検討～
11. ■ 省電力型研究環境の構築に向けて～低炭素社会実現に向けた国立環境研究所の試み～
12. ■ 地球環境研究センターで展開される温室効果ガス観測
13. ■ 地球温暖化で何がおこるか：将来環境予測の最前線
14. ■ 北極高緯度土壌圏における近未来温暖化影響予測の高精度化に向けた観測及びモデル開発研究～極地アラスカと温暖化(3年間の現地調査から分かったこと)～
15. ■ 生物多様性の広域評価と効果的な保全に向けた対応策の検討
16. ■ 長江流域圏から東シナ海への汚濁負荷量の再現



## ① 東日本大震災からの復旧・復興への取り組み

発表者 佐治 光

国立環境研究所では、震災直後に東日本大震災復旧・復興貢献本部を設置し、①災害廃棄物対策、②地元の環境研究所等との協働、③適時適切な情報提供、を三本柱とした貢献活動を開始しました。特に、災害廃棄物対策に関しては、環境省や関係自治体等と連携し、被災地における津波堆積物等の災害廃棄物処理に関する技術的支援を行ってきたほか、放射性物質に汚染された廃棄物の処理・処分に関する調査研究を行い、科学的知見を提供しています。また、福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の環境中での実態把握と動態解明のための研究を進めています。

本ポスターでは

(1) 災害廃棄物対策・放射性物質汚染廃棄物の処理(図1)

(2) 環境中(大気・水・土壌・生物・生態系等)の放射性物質の実態把握・動態解明(図2)

を中心に、被災地の環境研究所等と協力した活動を含め、研究所としての東日本大震災からの復旧・復興への取り組みの概要をご説明します。

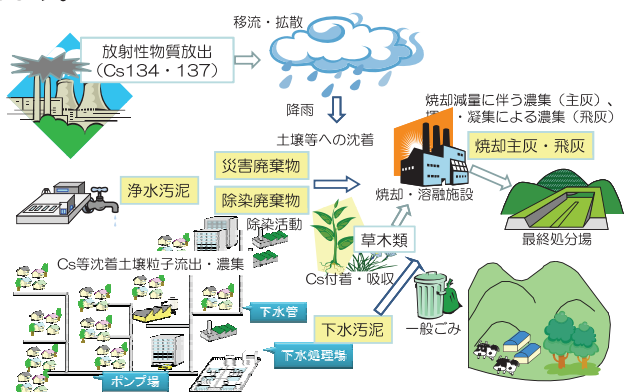


図1 原子力発電所から排出された放射性物質(セシウム)の環境中での動きと廃棄物としての管理

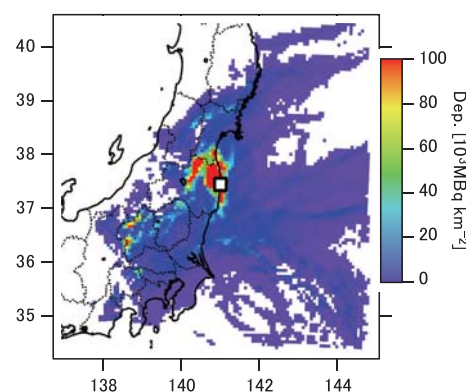


図2 福島第一原子力発電所から排出されたセシウム137の積算沈着量分布のシミュレーション結果

## ② 都市ごみ焼却灰や土壌などへ集まった放射性セシウムの水への溶出しやすさ

発表者 肴倉 宏史

東日本大震災により福島第一原子力発電所から放出された放射性物質は、雨などに伴い東日本の広い範囲に降下し、沈着しました。それらの一部は廃棄物(都市ごみなど)へ付着したまま集められたり、雨で洗い流されて下水汚泥へ集積したりしています。廃棄物や下水汚泥の大部分は主に容積を減らすために焼却処理されますが、その結果生じる焼却灰(写真1)には放射性物質が濃縮されることが判明したことから、二次、三次の影響を生じさせないための管理が大きな課題となりました。

今回の事故で放出された主要な放射性物質である放射性セシウムは、水にたいへん溶けやすい性質と、土壌の鉱物へ固定されやすい性質を持っています。そこで放射性セシウムを含んだ焼却灰や土壌について、水への溶出しやすさを調べるために様々な方法の溶出試験を行いました。その結果、放射性セシウムは、都市ごみを焼却したときに舞い上がる細かいチリやガスが冷やされて集められる灰(焼却飛灰)にはとても溶出しやすい水溶性画分やイオン交換態がとて多く含まれる一方、焼却炉の底部から排出される灰(焼却主灰)や、下水汚泥焼却灰、浄水発生土、および、土壌には非常に溶出しにくい残留態として保持されているものが多いということがわかりました(図1)。

一連の成果は、焼却飛灰は降雨にさらされないように遮水層を設けるなどの、放射性物質で汚染された廃棄物の最終処分方法のルール作りに活かされています。

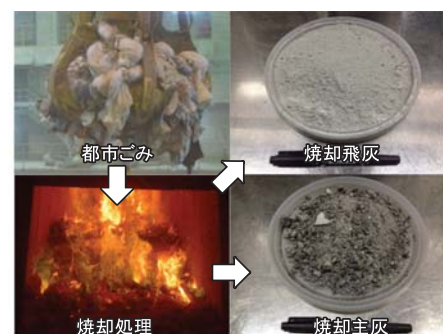


写真1 都市ごみの焼却によって発生する焼却飛灰と焼却主灰

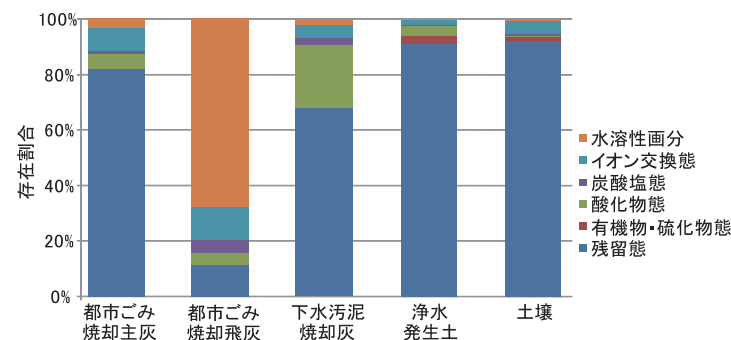


図1 放射性セシウム(Cs137)存在形態の推定結果(抽出溶媒を変えた溶出試験による。大まかには、凡例の下にあるものほど水へ溶出しにくいと考えてよい)

## ③ 津波堆積物の化学性状把握に向けた取り組み～化学分析調査と汚染可能性分類手法の検討～

発表者 小口 正弘

東日本大震災では、巨大な津波によって大量の土砂や泥状物が打ち上げられ、沿岸部に堆積しました。津波堆積物の量は被災6県(青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉)合計で1,300～2,800万トンと推計されており、その処理は災害がれきの処理とともに被災地の復旧・復興における大きな課題となっています。津波堆積物は被災した事業所等に由来して有害物質を含んでいる可能性もあり、適切な有効利用や処理処分を行っていくためにはその化学性状を把握することが必要です。

そこで私達は、廃棄物資源循環学会災害廃棄物対策・復興タスクチームや埼玉県環境科学国際センターと連携して、津波堆積物の試料採取、油分・重金属類・残留性有機汚染物質(ダイオキシン類、PCB、POPs農薬類)などの分析を行い、津波堆積物の化学性状を調査しました。一部の調査地点では油分や重金属類が基準値等を超過する濃度で検出されましたが、ほとんどの地点においては各種の物質による高濃度の汚染は見つかりませんでした。この調査結果について津波浸水域の土地利用や施設立地状況との関係を考察してみると、油分や重金属類が高濃度で検出された地点はいずれも工場地区や検出された物質に関連する施設付近であり、施設が立地しない地域では高濃度汚染は見つかっていないことがわかりました。これらの結果をふまえ、土地利用や施設立地状況の情報から出発して地域ごとの津波堆積物の汚染可能性を分類(ゾーニング)するための枠組み(案)を提示しました。これらの調査・検討内容は廃棄物資源循環学会の「津波堆積物処理指針(案)」や環境省の「東日本大震災津波堆積物処理指針」の策定に活かされています。



写真1 津波堆積物と試料採取の様子

## ④ 化学物質で汚染された津波堆積物の早期特定に向けて～津波氾濫シミュレーションの活用と課題～

発表者 東 博紀

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、巨大津波の発生・襲来により東日本の太平洋沿岸部に甚大な被害をもたらしました。被災地では、津波によって大量に巻き上げられた海底土砂・底泥が瓦礫とともに大量に堆積したため、早急かつ適切な撤去・処理が求められています。しかし、津波堆積物は陸上の様々なものを巻き込んでおり、とくに工場などの事業所周辺では、施設の損壊によって漏出した有害物質が高濃度で検出されたところもあります。堆積物の撤去・管理・処理方法はその性状・組成によって異なる(環境省マスタープラン参照)ため、それを迅速・効率的に実施するためには堆積物の性状およびその空間分布を早急かつ的確に把握する必要があります。

東日本大震災の事例を教訓とし、将来類似の事態が発生した場合に備えて、私達は津波氾濫・化学物質輸送シミュレーションを活用した堆積物中に有害物質が含まれている可能性が高い地域とそうでない地域を素早く特定(ゾーニング)する手法について研究を行いました。津波被災地である仙台湾沿岸部を対象として、本震災の津波の襲来、陸域での氾濫をシミュレーションしたところ、沖合の津波

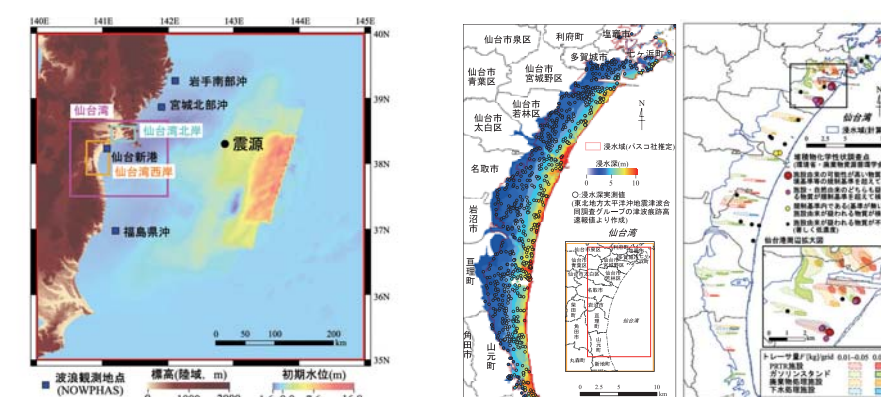


図1 対象領域と初期海面水位(Fujii et al., 2011) 図2 津波氾濫・化学物質輸送解析結果の一例

波形や陸域の津波痕跡高をうまく再現しました。化学物質輸送シミュレーションは化学物質・廃棄物取扱施設の位置情報のみという制約の下で行わざるをえませんでした。計算結果からゾーニングに活用できる情報が得られることがわかりました。ゾーニングの精度を高めるためには、被災施設からの化学物質漏出の詳細情報が必要であり、化学物質の種類・貯蔵量等の施設情報をあらかじめ整備しておくことが不可欠といえます。



### ⑤ 津波被災地の化学物質汚染をバイオアッセイで検証する ～化学分析と生体異物センサーの適用～

発表者 中島 大介

東北地方太平洋沖地震における津波では多くの命が失われ、甚大な被害がありました。そればかりではなく、今なお懸念すべき環境問題があります。

災害廃棄物の仮置き場では、津波堆積物を含む雑多な廃棄物が積み上げられています。この仮置き場は遮水等の措置がとられていないことが多く、周辺環境の汚染が懸念されています。国立環境研究所では被災地の津波堆積物の化学物質汚染を調査するとともに宮城県石巻市、気仙沼市の仮置き場周辺の水環境について継続的に調査を実施しています。

仮置き場周辺で採取した環境水について約900種の化学物質濃度を調べたところ、環境ホルモン作用が疑われているフタル酸エステル類が高濃度に検出されたほか、し尿由来のコプロスタノール等も検出されました。

一方、化学分析だけでなく、生物への影響を直接評価する方法も採用しています。生体には汚染化学物質が体内に侵入した際に代謝分解しようとする機能があり、これはAh受容体(AhR)やCA受容体(CAR)と呼ばれる受容体(生体異物センサー)を介して起こります。そこで、これらの受容体と汚染物質との結合を迅速に測定できる特殊な酵母を用いて、津波被災地のさまざまな環境試料に含まれる生体異物の量(影響量)について調べています。



例えば、岩手県の津波堆積物抽出物のAhR結合活性を調べたところ、宮古や釜石のサンプルから強い活性が認められました。これらを化学分析手法により調べたところ、重油に含まれる発がん性のベンゾ[a]ピレンなどの成分が含まれていることがわかりました。

今回のような稀有な災害では、まずバイオアッセイを用いて「影響のあり・なし」を判定し、続いて化学分析によりその原因となる物質を探索するといった、両手法を併用した現地調査が有効だと考えられます。

写真1 災害廃棄物仮置き場付近の水環境

### ⑥ 震災後の東日本沿岸域の海水と二枚貝中の放射性物質 ～環境試料タイムカプセルを開いてみると～

発表者 田中 敦

国立環境研究所では、将来の新たな環境問題や汚染物質の発生に備える目的で、2002年から環境試料タイムカプセルと名づけた環境試料長期保存システムをつくりあげ、現在もこれを維持しています。長期保存試料の1つに、イガイ類などの二枚貝が含まれており、これまでに日本中の沿岸域の試料を収集・保存しています。東日本大震災後、青森県から千葉県にかけての東日本沿岸域の調査を行うとともに、震災以前に採取した二枚貝タイムカプセル試料を取り出して放射性物質の濃度を比較しました。

2011年4月から12月にかけて、図に示した各地点で、イガイ類(ムラサキインコガイなど)や海水試料を採取しました。二枚貝は身の部分を取り出し、海水はセシウム捕集フィルターで濃縮したものの放射能を分析しました。放射性ヨウ素(ヨウ素131)は、4月にもっとも高い濃度を示し、その後は濃度が減少して不検出となっています。一方、放射性セシウム(セシウム134とセシウム137)は6月から7月にかけて、福島第一原発に近い地点でもっとも高い濃度を示し、その後は濃度の減少が続いています。最大値は220ベクレル/kgであり、当時の食品暫定規制値を下回っていました。海水中の放射性セシウム濃度は、原発から離れた地点(房総半島南端や三陸海岸中部)で不検出(約0.01ベクレル/kg以下)、最大で原発から約70km南の地点で7ベクレル/kg程度でした。事故以前に採取したタイムカプセル試料のいずれからも、放射性ヨウ素及び放射性セシウムは検出されていません。なお、東日本大震災での津波堆積物によってもたらされた有害化学物質が二枚貝類に取り込まれることも想定されるため、放射性物質だけでなく、化学物質についても調査を行っております。



図1 東日本大震災後の調査地点 (●:二枚貝と海水、○:海水のみ)

### ⑦ 湿地生態系から見た流域の環境放射性物質汚染

発表者 野原 精一

霞ヶ浦および福島県浜通地方の流域において、福島原発事故に伴って放出された放射性物質(特にCs137、Cs134)の汚染実態の把握、環境動態の解明を行っています。さらに湖沼・ダム堆積物による過去の履歴評価、河川植生や土地利用の違いによる汚染の評価も行っています。

霞ヶ浦浮島湿原では、代表的植生の調査区内に出現した植物の現存量を測定し、湿原の底質の有機物量や環境放射性物質の垂直分布を測定しています。また、植生に出現した植物、湖岸に生息する底生動物の放射性線量の測定も行っています。

福島県浜通地方では、4河川で40ヶ所から河川底質を採取し、粒度や環境放射性物質量を測定する等、水文、水質・底質の各環境のモニタリングをしています。セシウム物質動態を把握するため、主な移動因子である河川懸濁粒子の体積濃度を測定しましたが、ダム湖下の河川では<math>5\mu\text{m}</math>が非常に少なく、真野川は<math>5\mu\text{m}</math>が他に比べて多いようです。これらの研究から、湖沼や河川、干潟などにおける湿地は流域の放射性物質を保持している重要な生態系であることが判りました。

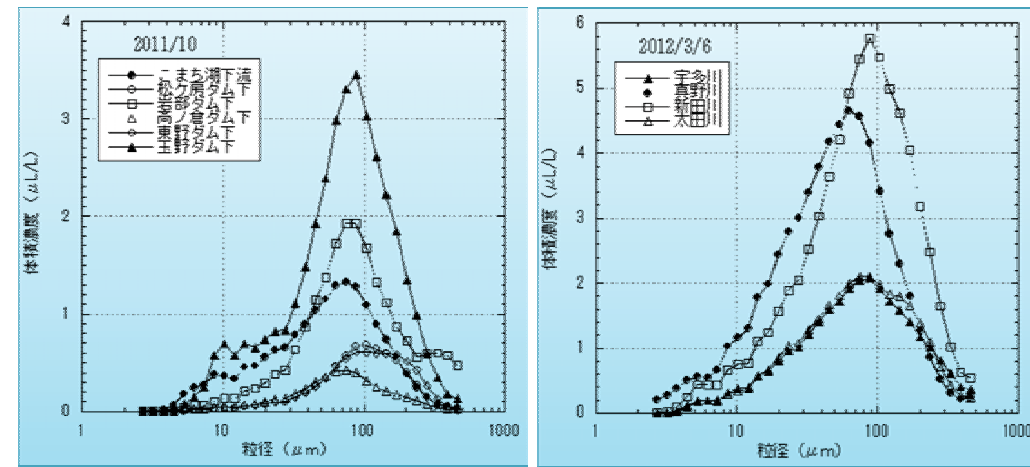


図1 福島県浜通地方の河川における河川懸濁粒子の体積濃度の粒径分布

### ⑧ 『沈黙の春』から50年 —レイチェル・カーソンの環境思想と放射能汚染

発表者 多田 満

レイチェル・カーソン(Rachel Carson, 1907-1964)は、環境問題の古典といわれる『沈黙の春(Silent Spring, 1962)』で、「人間の営みが自然環境を大規模に変貌させ、それによって広範な規模で人間の生活自体が急速に、あるいは徐々に、危機にさらされる」という構図の「範型(パラダイム)」を、詳細な観察という生態学の方法で示しました。このパラダイムは、カーソンの環境思想に結びつきました。

そこで、カーソンの残した『沈黙の春』と『センス・オブ・ワンダー』(1965)、ならびに『潮風の下で』(1941)、『われらをめぐる海』(1951)、『海辺』(1955)、以上「海の三部作」と遺稿集である『失われた森』(1998)を読み解き、カーソンの環境思想に関する6つのセンス(Sense)、すなわち、Sense of Wonder(センス・オブ・ワンダー、神秘さや不思議さに目を見はる感性)、Sense of Respect(生命に対する畏敬の念)、Sense of Empowerment(自然との関係において信念をもって生きる力)、Sense of Science(科学的な洞察)、Sense of Urgency(環境破壊に対する危機意識)、Sense of Decision(自主的な判断)を抽出しました。次にこれら6つのセンスの関係性を自然と社会との関連で検討して、カーソンの環境思想を図式化しました。さらに図式化された環境思想に基づいて、放射能汚染(原発依存)からカーソンのいう「べつの道(たとえば、持続可能な社会への道)」「(脱原発依存)に関する考察をおこないました(図1)。

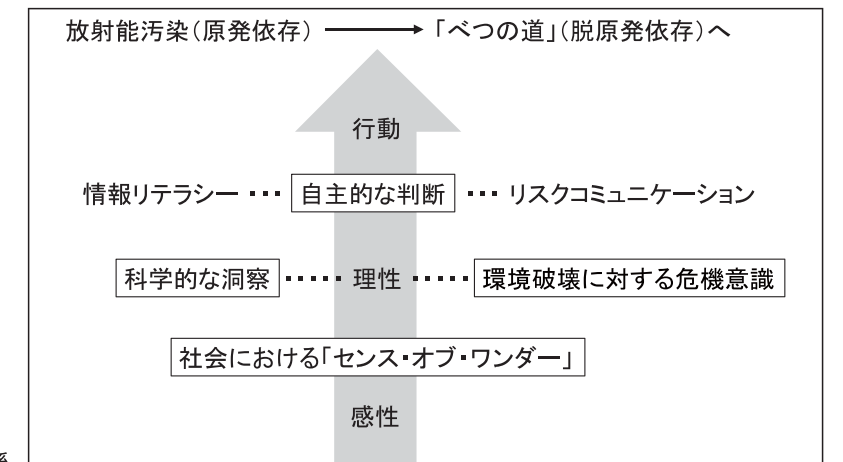


図1 カーソンの環境思想と放射能汚染の関係



### ⑨ 東日本大震災後のエコチル調査の進捗状況

子どもは成長段階にあり、大人と比べて化学物質の影響を防ぐ体の働きも十分でないことから、化学物質をはじめとする環境要因の影響を受けやすいのではないかと考えられています。そこで環境省は、子どもがお母さんのお腹にいる時から生まれて成長していく過程での化学物質へのばく露や生活環境が、子どもの健康に与える影響を明らかにして、環境改善に生かすために、「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)」をスタートさせました。国立環境研究所は研究実施機関として、全国15カ所のユニットセンター(大学医学部)および国立成育医療研究センターと協働して調査を進めています。

本調査では、昨年1月から3年間の予定で妊婦さんの参加募集を開始しましたが、開始直後に発生した東日本大震災の影響で、宮城県、福島県等の対象地域も甚大な被害を受けました。一時、それらの地域における調査継続は困難と思われましたが、妊婦さんからの調査継続を望む声の後押しもあり、順次調査を再開しました。その後、全国の調査はおおむね順調に進行しており、2012年3月末時点で、30,046名の妊婦さん、13,451名のお父さんに参加頂き、採血や質問票調査などへの協力を頂いています。また、すでに1万5千名を超えるお子さんも誕生しています。

エコチル調査は、全国規模で長期(約20年)に渡ることから、調査継続にあたっては、参加者のみならず、社会全体の理解と応援を必要とします。そこで、調査に参加頂けない方でもサポーター登録を行い(<https://www.env.go.jp/chemi/ceh/entry/>)、応援して頂けるようになっていきます。調査の趣旨にご賛同頂き、応援をお願い致します。

発表者 道川 武紘

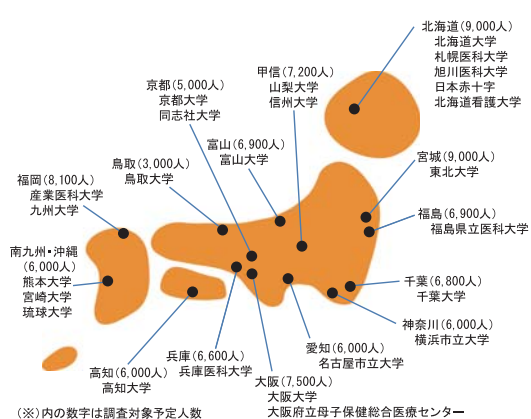


図1 調査地点と募集人数

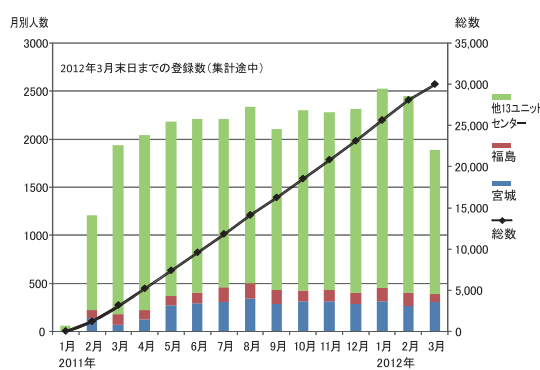


図2 参加登録者数の推移(妊婦さん)

### ⑩ これからの日本の電力供給の姿とは ～短期的・中長期的シナリオの定量的検討～

発表者 芦名 秀一

2011年3月11日に発生した東日本大震災およびそれに続く事象を受けて原子力発電からの電力供給量が低下し、2011年春季および夏期には電力供給が逼迫することになりました。今後の原子力発電所の見通しが不確定な中では、2012年度以降も引き続いて電力供給の逼迫が生じる可能性は高いといえます。

中長期的には、2050年に向けて原子力発電所への依存を下げつつ、かつ日本低炭素社会を実現していくことができるかは、将来の日本のエネルギー供給シナリオを考える上で重要な視点のひとつといえます。

そこで、本発表では将来の原子力発電のシナリオを複数想定して、それぞれに短期的な安定供給と中長期的な低炭素化を両立できる答えがあるかを検討した成果を報告します。

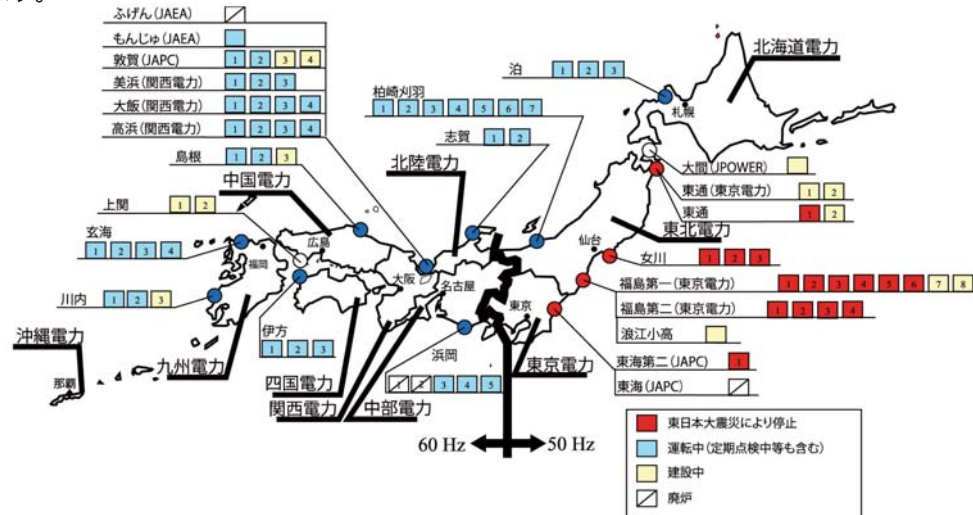


図1 日本の原子力発電の現状

### ⑪ 省電力型研究環境の構築に向けて ～低炭素社会実現に向けた国立環境研究所の試み～

発表者 松橋 啓介

東日本大震災の影響もあり、首相官邸に設置された電力需給緊急対策本部(現・電力需給に関する検討会合)では、2011年5月13日に電気事業法第27条に基づく電気の使用制限を発動することが決定されました。対象は東北電力及び東京電力管内の契約電力が500kW以上の大口事業者で、期間は7月1日から東京電力管内においては9月22日までとなっていました。国立環境研究所は、契約電力5,600kWの大口事業者であり、この使用制限の対象となっていますが、「地球温暖化研究をはじめとする国内外の環境研究の中核的機関として、また、政策貢献型機関としての社会的責任及び使命に鑑み」、目標値を業務を維持しつつ契約電力比20%削減することとしました。

図1は、2011年の7月から9月にかけての各日9時から20時内の電力消費量の最大値の実績を示したものです。電力使用制限が開始された7月1日以降、最大値が省電力目標値を超えたことはないことがわかります。最大消費電力がもっとも大きくなったのは9月14日(水)11時で、3,790kWhを記録しています。しかし、この日でも基準値(契約電力量、5,600kW)と比較すると32.3%の削減となっており、省電力目標値を超えた大幅な省電力を達成することができています。

節電への取り組みとその効果を、各種データを参照して検討したところ、図2に示すようなNAS電池によるピークカットで最大800kWh、スーパーコンピュータの停止で平均250kWh、実験に際して温度や湿度の条件を一定に保つ恒温恒湿室の設定変更で最大600kWh、照明の見直しで85kWhなど、様々な取り組みによって最大で2,300kWhもの節電が達成できたことが明らかになりました。

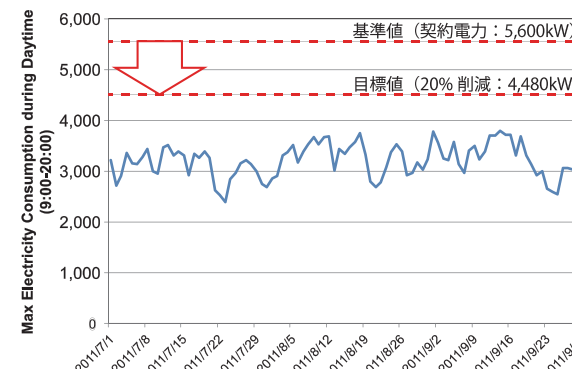


図1 日中(9時～20時)の最大電力消費の推移

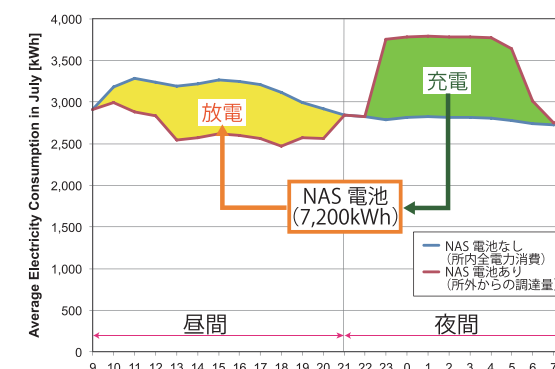


図2 2011年7月平日の平均的な電力消費パターン

### ⑫ 地球環境研究センターで展開される温室効果ガス観測

発表者 寺尾 有希夫

国立環境研究所・地球環境研究センター(CGER)では、地球環境モニタリング事業ならびに、温暖化研究プロジェクトとして、現場に大気観測システムを設置するか、もしくは、大気を採取したりする方法により観測を広域的に展開しています。例えば、地上観測ステーション、船舶、航空機などを利用して、大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン、一酸化二窒素、ハロカーボンなどの温室効果ガスの長期観測を行っています。本発表では、これまでに以下の地点で得られた温室効果ガス観測結果を紹介し、大気中濃度分布とその変動について解説します。

- 地上観測ステーション: 沖縄県波照間島(1992年～)、北海道落石岬(1994年～)
- 民間貨物船舶: 日豪航路(1992年～)、北米航路(1995年～)、東南アジア航路(2007年～)
- シベリア: 航空機(1992年～)、タワー(2004年～)
- 中国・貴陽(2004年～)、インド・ナイニताल(2006年～)、富士山(2009年～)、ボルネオ島ダナンバレー(2010年～)、ハワイ・マウナロア(2010年～)



図1 地球環境研究センターが展開している温室効果ガス観測地点

これらの様々な地点・高度の観測データを組み合わせることで、温室効果ガス濃度の三次元分布を高精度に得ることができます。得られたデータは、温室効果ガスの分布と変動特性の解明や吸収排出量の推定に利用されます。例えば、図に示した波照間と落石で観測されたCO<sub>2</sub>の結果からは、1998年、2002年、2010年にCO<sub>2</sub>濃度が大きく増加したこと、特に1998年では陸域からのCO<sub>2</sub>排出量が増加したことなどが明らかになりました。

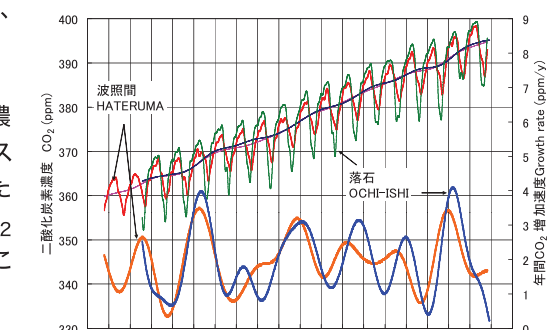


図2 波照間と落石で観測されたCO<sub>2</sub>濃度と増加速度



### 13 地球温暖化で何がおこるか: 将来環境予測の最前線

発表者 横畠 徳太

産業革命以降、大気中の温室効果ガス濃度が増加し、これにより地表気温も上昇しています。この傾向が今後どう変化するかは、我々の社会にとって大きな問題です。国立環境研究所では、社会が温暖化の問題に対応するための研究を行っています。この発表では、1)なぜ地表気温は上昇しているのか、将来の気候はどう変わると予測されているか？ 2)なぜ大気中の二酸化炭素が増えているのか、将来大気中の二酸化炭素を増やさない、そして温暖化を止めるためにはどうすればいいか？ 3)気候変化によって人間社会や生態系にどのような影響が及ぶか？

の3つに関してお伝えします。例えば、下図に示すのは上記3)の「将来の気候変化が生態系に及ぼす影響」に関する我々の研究です。将来の気候変化は、世界の気候研究機関によって開発された気候モデルによって予測されています。ここで「気候モデル」とは、大気や海洋の温度・降水・風速などをコンピュータによって計算するプログラムのことです。気候モデルによる将来気候予測の結果を利用し、森林火災による二酸化炭素排出量が、将来どのように変化するかを予測を行いました。この予測は、世界の植物が行う光合成や呼吸を評価することで、どの程度二酸化炭素が排出・吸収するかを計算する「生態系モデル」を利用して行ったものです。これによると、将来の気候変化に伴う乾燥化によって森林火災が増加し、その二酸化炭素排出により、温暖化がさらに強化される可能性があります。このように、気候や生態系が複雑に作用しあうことで、将来の環境は変わっていくことが予測されています。地球温暖化に関わる研究の最前線を、分かりやすくお伝えします。

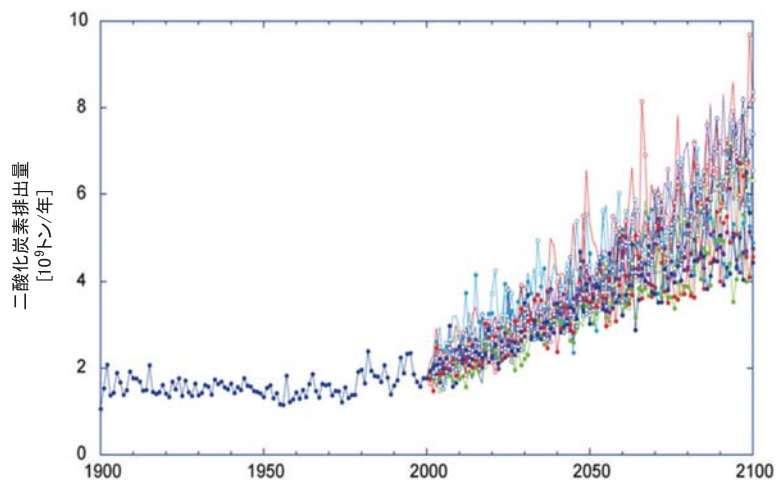


図1 生態系モデルによって推定した、将来の森林火災による二酸化炭素放出量。将来の気候変化に関しては、世界の気候モデルの結果を利用し、複数の計算を行いました。色の違いは与えた気候モデルの違いです。横軸は西暦、縦軸は炭素の量として表現した、二酸化炭素の排出量

### 14 北極高緯度土壌圏における近未来温暖化影響予測の高精度化に向けた観測及びモデル開発研究～極地アラスカと温暖化(3年間の現地調査から分かったこと)～

発表者 近藤 美由紀

北極・高緯度域は、温暖化をはじめとする気候変動の影響を最も受けやすい地域の一つと言われています。気候変動によってどのように影響を受けるかの将来予測のシナリオの中で、その不確実性が高いとされる要素の一つに、土壌圏に大量に存在している有機物の分解があります。北極域の土壌に蓄積する炭素の量は、現在の試算で160億トンにもなります。これらの炭素は、過去数万年から10万年の間、枯れた植物がゆっくりと地中に貯まったものです。もともと北極地域は、植物の生産は低いために1年間に土中に貯まる量はわずかなわけですが、気温が低く、湿地帯のような環境(水分過多で酸素が欠乏している嫌気的な環境で分解が進まない)であるため、数万年間にはその量は膨大になります。しかし現在、北極域でも海水減少など、地球規模の温暖化と関連した変化が起きています。陸域では、特に気温上昇によって、土壌有機物の分解が促進され、CO<sub>2</sub>だけでなく、凍土中の氷中に閉じ込められていた温室効果ガスであるメタンや亜酸化窒素の放出が進んでいます。また、近年自然火災(山火事)などの発生件数も増加しており、土壌有機物の焼失によって放出されるCO<sub>2</sub>の量も少なくありません。これら土壌からの温室効果ガスの放出の増加は、さらなる温暖化を引き起こすため、そのメカニズムの解明と将来予測が必要になります。しかしながら、温暖化影響の程度を予測するために必要な気象や土壌に関する観測データ、特にモデル開発に不可欠なデータは、他の地域と比較して極端に不足しています。本研究では、現在北極圏で起きている温暖化影響の実態の解明と将来起こりうる温暖化の予測精度の向上のため、北米アラスカにおいて気象、土壌有機炭素蓄積、CO<sub>2</sub>及びメタン放出に関する広域観測を実施しています。太平洋から北極海までの総延長南北1,800kmにまたがるタイガ林、ツンドラ生態系での観測を紹介いたします。



写真1 北米アラスカの北方林土壌(左)及びツンドラ土壌(右)の写真。黒い部分は有機物が貯まっている層です

### 15 生物多様性の広域評価と効果的な保全に向けた対応策の検討

発表者 角谷 拓

人口の減少による里山の放棄や、ニホンジカなどの大型哺乳類の増加といった様々な社会・自然要因の影響により絶滅危惧種の存続が脅かされています。絶滅危惧種の保全のために、限られた時間とコストの中で、できる限りの効果的な対策を講じる必要があります。本発表では、日本植物分類学会から提供された絶滅危惧種を含む1,910種の維管束植物の個体数と変化率のデータから、今後100年間でどのくらいの種が絶滅する危険性があるかを定量的に予測しました。予測にあたっては、農地の減少や森林の増加など今後起こりうる全国規模での土地利用変化の影響も考慮しました。その結果、100年後には解析対象とした種の約30%が絶滅するとの予測が得られました。これは、現在の生物多様性喪失の危機的な現状を示すものです。さらに、このような状況で効果的な対策を行うための保全地域の優先付けに関する新たな指標と計算手法を開発し、維管束植物データへ適用するとともに既存の手法との性能の比較を行いました。その結果、複数のメッシュの保全によるトータルの絶滅リスク低減を目的とする本手法は、既存の手法に比べて高い効果をあげることが明らかになりました。また、トータルの絶滅リスク低減という観点から評価した場合、既存の手法は特に保全可能な面積が限られている状況下で十分な効果があげられない可能性が示されました。

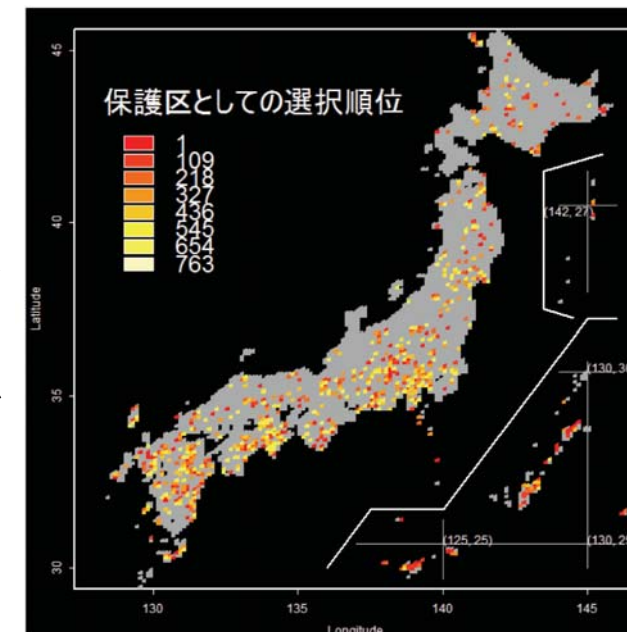


図1 対象種全体の絶滅リスク低減効果にもとづいた保全優先順位地図

### 16 長江流域圏から東シナ海への汚濁負荷量の再現

発表者 王 勤学

長江などの東アジアの流域圏では、急速な経済発展により水需要量や水質汚濁負荷が増大し、河口域のみならず東シナ海の海洋環境・生態系にも影響を及ぼすことが懸念されています。本研究では、長江流域圏を一つの物質循環システムとみなし、その中で水・窒素・リンなど環境負荷物質の動態を日・月・年単位の時間スケールで把握することを目的としました。そのため、米国農務省(USDA)が開発したSWAT(Soil and Water Assessment Tool)モデルの適用を試みました。このモデルは、多様な気象条件、土壌、土地利用、そして土地管理方法が複雑に存在する集水域において、水量、栄養塩そして農業に関わる様々な化学物質の循環に土地利用・管理事業が及ぼす影響予測のために開発されたものです。入力データとして、長江流域圏を対象とする気象、地形、土地利用、土壌類型や土質特性などのデータが必要となります。

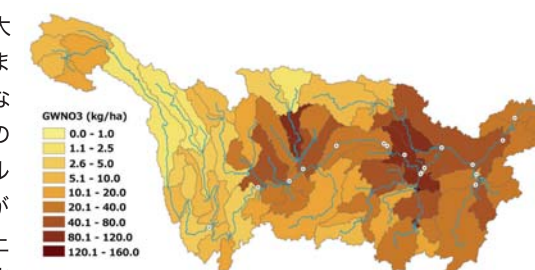


図1 長江各支流域における地下水による硝酸態窒素負荷量(GWNO3)の再現結果(2008年)

本研究では、アメリカ航空宇宙局(NASA)が開示した90mメッシュの標高データ、MODIS(MODerate resolution Imaging Spectroradiometer)衛星データを用いて作成した1kmメッシュの土地利用データ、中国科学院南京地理・湖沼研究所による土壌分布データなどを用いました。また、モデル検証のため、中国水利部長江水利委員会と共同で気象、水文、水質データベースを構築しました。モデルの検証は、長江の主な支流の下流や本流の主な観測点で行いました。

モデルの再現計算結果によると、降水量が上流から下流まで増加しつつありますが、上流域の四川盆地や中流域の江漢平原は汚染物質の主な発生地域です(図1)。また、2001-2010年の平均値を見ると、長江の河口域で年平均流出量(FLOW)は9,391億トンで、それによって運ばれた有機窒素(ORGN)は17.5万トン、硝酸態窒素(NO3-N)は180.9万トン、アンモニア性窒素(NH4-N)は16.7万トン、有機リン(ORGP)は0.4万トン、無機リン(MINP)は5.2万トンです(表1)。Duanら(2000)やWangら(2006)の研究結果と比べると、この10年間の硝酸態窒素は1980年代の約3倍に、亜硝酸態窒素は約2倍に、そして、アンモニア性窒素は約1.3倍に増大したことがわかりました。

年次	河川流量 (億トン)	GWNO3 (kg/ha)				
		有機態窒素	有機態リン	硝酸態窒素	アンモニア態窒素	亜硝酸態窒素
2001	8136	15.2	0.3	172.5	15.6	5.0
2002	11107	23.1	0.6	209.2	21.0	6.6
2003	10133	17.6	0.4	181.7	16.6	5.2
2004	8836	11.8	0.3	161.6	12.0	4.0
2005	9814	20.2	0.5	198.0	18.4	5.7
2006	7764	16.5	0.3	152.3	15.2	4.7
2007	8669	12.7	0.3	166.3	13.1	4.4
2008	9265	15.5	0.4	169.6	15.4	4.8
2009	8590	12.4	0.3	169.5	13.2	4.4
2010	11643	30.5	0.5	228.6	26.6	8.5
平均	9391	17.5	0.4	180.9	16.7	5.3

表1 長江河口域での年間総流出量と汚濁負荷量の再現結果



No. ....

Date . . . . .

## お知らせ

国立環境研究所では、毎年6月の環境月間にあわせて公開シンポジウムを開催しています。また、4月と7月には、つくばキャンパスで一般公開を行い、講演、パネル展示、体験型イベントなどにより、環境問題についてわかりやすく説明します。

今年の「夏の大公開」は7月21日(土)の予定です。「夏の大公開」の情報は、国立環境研究所のホームページ(<http://www.nies.go.jp/>)で随時お知らせします。

### 編集：2012年度セミナー委員会

青野 光子	吾妻 洋	(安西 正浩)	一ノ瀬 俊明
久保 恒男	塩竈 秀夫	杉山 徹	田崎 智宏
永島 達也	成島 克子	原澤 英夫*	藤谷 雄二
伏見 暁洋	前川 文彦		

(注)あいうえお順、\*印は委員長、かっこ書きは、途中交代した委員

### 国立環境研究所研究報告 第208号 R-208-2012

RESEARCH REPORT FROM THE NATIONAL INSTITUTE  
FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN, No.208, 2012

2012年5月9日編集委員会受理

2012年6月15日発行

発行：独立行政法人国立環境研究所

印刷：株式会社ステージ