

被災地の環境回復と創生のための

# 災害環境研究Q&A 2015

# 災害からの再生を「環境」の視点で支えたい。

2011年3月11日に発生した東日本大震災から4年。

被災地ではいまだ復興を目指して懸命の努力が続いています。

しかし、地震と津波の被害に加え、原子力発電所事故という三重苦を背負った福島県では地域の復旧・復興を妨げる困難な課題が山積していることも事実です。

放射線量の高い地域のみなさんが、

再びわが家に帰って、平穏な一家団らんのときを過ごすことができるように…

雑草に覆われた田や畑にゆたかな収穫の喜びが戻るように…

風評被害に苦しむ海の幸の魅力が全国の人びとに分かってもらえるように…

そして、地域の賑わいが新しい世代に受け継がれ、

土地に根ざした文化や産業がいままでも増して輝くように…

わたしたち国立環境研究所は、被災地に寄り添いながら

災害で傷ついた環境の再生と、新たな環境を創生するための調査・研究をとおして多くの被災地のお役に立ちたい、と願いながら活動しています。



被災地の環境回復と創生のための

# 災害環境研究Q&A 2015

国立環境研究所の新たな取り組み…………… 04

## 環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム

- Q01：焼却炉でゴミを燃やすと、放射性セシウムはどれくらい灰に移るのでしょうか？ …… 06
- Q02：焼却炉の中に放射性セシウムが溜まることはないのでしょうか？ …… 07
- Q03：ゴミ焼却によって出た灰から放射性セシウムが溶け出すことはないのでしょうか？ … 08
- Q04：ゴミ焼却によって出た灰に含まれる放射性セシウムの量は  
どのように変化しているのでしょうか？ …… 09
- Q05：大量にある汚染廃棄物の放射能を短時間に測定することは可能なのでしょうか？ …… 10

## 環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

- Q06：放射性セシウムは森林でどのように移動しているのでしょうか？ …… 11
- Q07：放射性セシウムは、湖沼や干潟にも蓄積しているのですか？ …… 12
- Q08：河川を通じて、どのくらいの放射性セシウムが流れ出ているのですか？ …… 13
- Q09：放射性セシウムは河川流域においてどのように移動・蓄積しているのでしょうか？ … 14
- Q10：東日本大震災後、福島県の水辺の生き物に何か変化はあるのでしょうか？ …… 15
- Q11：原発事故による植物への放射線の影響はあるのでしょうか？ …… 16
- Q12：原発事故による放射線被ばくの主な原因は何でしょうか？ …… 17

## 環境創生研究：被災地の着実な環境回復・復興

- Q13：被災地の復興支援を進めるために必要な地域情報をどのように収集しているのですか？ 18
- Q14：復興と地域発展のための将来像づくりは進んでいるのでしょうか？ …… 19
- Q15：地域エネルギーを活かした復興を進めるためには何が必要でしょうか？ …… 20

## 災害環境マネジメント研究：将来の災害に備えた環境マネジメントシステムの構築

- Q16：災害廃棄物の発生量はどのように計算するのですか？ …… 21
- Q17：災害廃棄物の処理を円滑に進めるにはどうすればよいのでしょうか？ …… 22
- Q18：災害廃棄物の処理に必要な人や情報をどのように整えておけばよいのでしょうか？ … 23

## 国立環境研究所の新たな取り組み

わたしたち国立環境研究所は、  
「災害環境研究」という新たな取り組みによって  
被災地の1日も早い復興と再生を支援するため  
福島県をはじめ被災自治体、他の研究機関と  
緊密な協力・連携を図りながら、  
3つの大きな研究テーマを推進しています。



## 環境回復研究

被災地の環境回復に貢献します

### ① 廃棄物の処理処分 技術・システム

放射性物質に汚染された廃棄物や土壌を処理する技術・システム開発や、処理・処分施設を長期的に管理する方法などを研究します。

### ② 環境動態、被ばく、 生物・生態系

森林や河川などの放射性物質の汚染実態や動きを把握して、将来の予測をします。また、人への被ばく量の推計や、生物・生態系に対する影響を研究します。

### 環境創生研究

被災地の新しいまちづくりに  
貢献します

災害地域が復興し、新たな環境を創るまでの流れを支援する方法を研究します。それらを活用して、自治体と協力しながら、地域の実態に合わせた環境都市づくりを支援します。

### 災害環境 マネジメント研究

将来の災害に備えます

災害と環境に関する研究で得られた知識をまとめ、災害が環境にどう影響するか、また、災害に対応できる社会づくりを支援するための研究を進めます。

被災地の着実な環境回復・復興に貢献します

将来の災害に備えて、環境と安全を守る社会づくりに貢献します

# Q01

## 焼却炉でゴミを燃やすと、放射性セシウムはどれくらい灰に移るのでしょうか？

環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム

# A

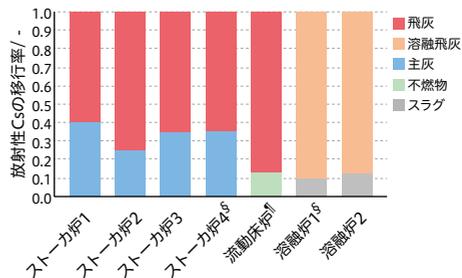
放射性セシウムの多くは、飛灰\*<sup>1</sup>に移り、主灰\*<sup>2</sup>や不燃物には少ないことが分かりました。飛灰への移行は、炉の形式によって違いがあります。

\*1：排ガスの集じん機から“ばいじん”として排出される灰    \*2：炉の底から“もえがら”として排出される灰

### 解説

東日本にある3つの処理施設でゴミの投入量と灰の発生量を調べ、灰に含まれる放射性セシウムの濃度をもとに、灰への放射性セシウムの移行率を算出しました。その結果、ばいじんとして排出される飛灰(熔融炉の場合は熔融飛灰)への移行率が炉の底に溜まる主灰や不燃物(熔融の場合はスラグ)への移行率より高いこと、また、飛灰の移行率は炉の形式で異なり、流動床炉、熔融炉、ストーカ炉の順で大きいことが分かりました(図1)。熔融炉はストーカ炉より高温で処理されるため、放射性セシウム化合物がガス化して飛灰への移行が高くなったと考えられます。一方、流動床炉の場合は、主灰も飛灰となる構造のため、飛灰への移行が高くなったと考えられます。

焼却施設内を処理機能ごとのゾーンに分けて放射性セシウムの場所ごとの化学形態と生成量を計算するシミュレータを開発しました。その結果、主灰と飛灰の組成を予想でき、飛灰中の放射性セシウムは、主に塩化セシウム(CsCl)として存在する可能性が示されました(図2)。



S:阿部ら, 第1回環境放射能除染研究会(2012),  
I:原田ら, 都市清掃(2014)

図1 処理施設の形式と各種灰への放射性セシウム(Cs)の移行率

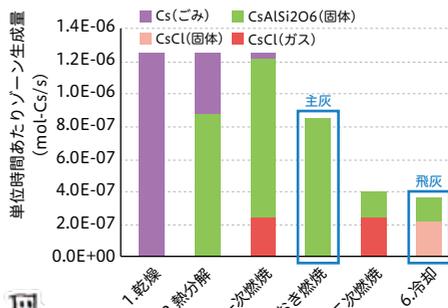
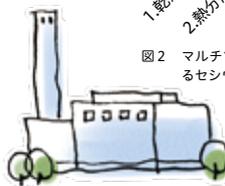


図2 マルチゾーン平衡計算による各ゾーンにおけるセシウム(Cs)化合物の生成量



# Q02

## 焼却炉の中に 放射性セシウムが溜まることは ないのでしょうか？

環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム

# A

セシウムは焼却炉内の耐火物(レンガ)に溜まっており、その蓄積状況は、セシウムの濃度や炉内の場所・温度によって変化します。



### 解説

現在稼働中の焼却施設を補修工事するときに出された耐火物廃材への放射性セシウムの浸透・蓄積状況を調べたところ、複数の焼却施設で炉の内側の表層から耐火物の深部まで放射性セシウムの存在が確認されました。いずれの施設でも焼却炉内の表層の濃度が最も高いことが分かりました(図1)。このことから、解体・維持管理にあたっては、表層部分の除去により空間線量率を効果的に下げることが可能と考えられます。

炉内耐火物の蓄積状況を調査すると、最も温度の低い地点で放射性セシウム濃度が高く、高温になるほど蓄積濃度は低下することが分かりました。また、耐火物廃材の放射性セシウム溶出試験から、ケイ素の含有率によって放射性セシウムの溶出性が異なることが示唆されました(図2)。

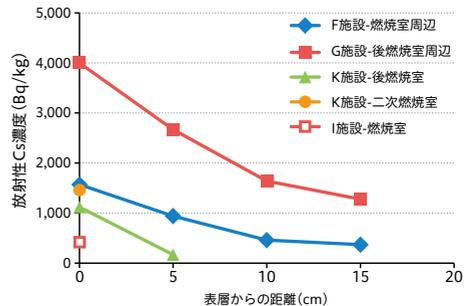


図1 調査施設ごとの炉内耐火物への放射性セシウム(Cs)の蓄積状況

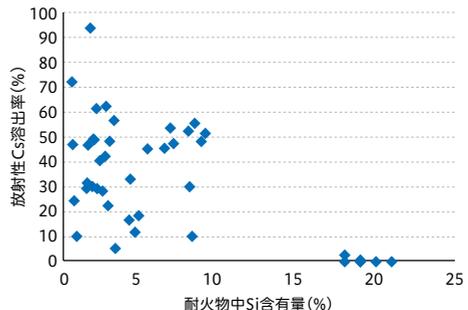


図2 炉内耐火物廃材中のケイ素(Si)含有量と放射性セシウム(Cs)溶出率の関係

# Q03

## ごみ焼却によって出た灰から放射性セシウムが溶け出すことはないのでしょうか？

環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム



# A

都市ごみ焼却の主灰<sup>\*1</sup>や、下水汚泥<sup>\*2</sup>を燃やした灰から溶け出すセシウムは比較的少ないです。一方、都市ごみ焼却の飛灰<sup>\*3</sup>からは溶け出しやすいため、埋め立て処分をする場合は、雨水の浸透を防ぐ必要があります。

### 解説

\*1：炉の底から“もえがら”として排出される灰    \*2：下水を処理するときに出る灰  
\*3：排ガスの集じん機から“ばいじん”として排出される灰

放射性セシウムに汚染された都市ごみ（一般廃棄物）や下水汚泥の焼却灰を安全に埋立処分するために、焼却灰からの放射性セシウムの溶出特性や土壌層の吸着特性を調べ、これらの結果を用いた挙動予測シミュレーションによって、埋立地からの排水（浸出水）中の放射性セシウム濃度を十分に低減させるための埋立処分の方法を検討しました。

都市ごみを焼却した主灰と下水汚泥の焼却灰からの放射性セシウムの溶出率は比較的小さく、約半年間にわたる溶出試験の結果、大きい場合でも数%程度でした。一方、都市ごみ焼却炉の飛灰は重金属等の溶出防止のために行われる処理（キレート固化処理）をしても放射性セシウムの溶出性は著しく高く、長期的には含まれるほとんどの放射性セシウムが溶け出すと考えられます（図1）。飛灰のような溶出性の高い廃棄物を埋立処分する場合には、水に触れされないため、雨水浸透を防ぐ隔離層が重要です。雨水の浸透を抑制し、放射性セシウムを埋立処分場内により長く保持することで、放射性セシウムは埋立地内で自己崩壊して減少してゆきます。

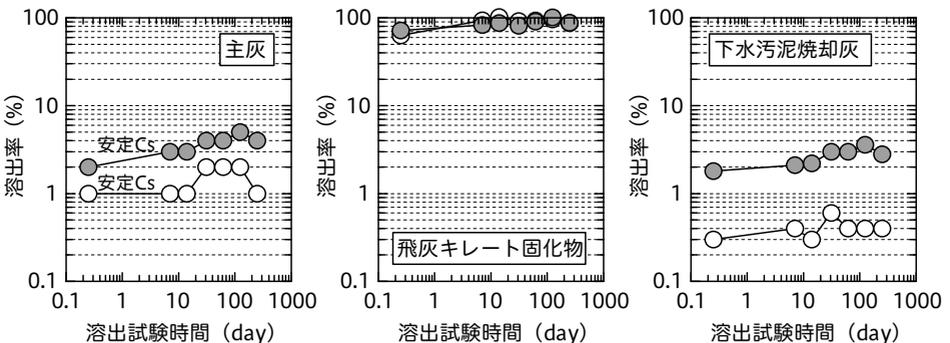


図1 主灰の安定セシウムの溶出率および飛灰キレート固化物、下水汚泥焼却灰からの放射性セシウムの溶出率（白丸は純水を溶媒、黒丸は海水を溶媒とした溶出試験結果を表わす）

# Q04

## ごみ焼却によって出た灰に含まれる放射性セシウムの量はどのように変化しているのでしょうか？

環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム

# A

都市ごみ焼却によって出た灰では、1年間に40%程度の割合で低下していますが、下水汚泥\*1は初期に半減し、その後は低下率が小さくなっています。

\*1：下水を処理するときに出る泥

### 解説

放射性物質に汚染された都市ごみ（一般廃棄物）焼却残渣や下水汚泥の廃棄物について、汚染の推移や地域・施設による特徴を分析し、都市ごみ焼却や下水処理への放射性セシウム流入量の推計を行いました。都市ごみ焼却残渣の放射性セシウム濃度は季節変動を繰り返しながら全体としては1年間に40%程度の割合で低下していることが分かりました。下水汚泥の放射性セシウム濃度は初期に半減以上と大きく低下し、その後は大きな低下はしていないことが分かりました(図1)。

都市ごみ焼却残渣や下水汚泥の発生量と放射性セシウム濃度、放射性セシウムの土壌沈着量データをもとに都市ごみ焼却や下水処理への放射性セシウム流入量を推計しました。都市ごみ焼却へは1年あたり土壌沈着量の0.03~0.05%程度、下水処理へは0.5~3%程度の流入と推定されました(図2)。都市ごみ焼却へ流入した放射性セシウムは、一部が資源化プロセスへ入った可能性もありますが大部分は最終処分または指定廃棄物相当物としての保管に移動しと試算されました。

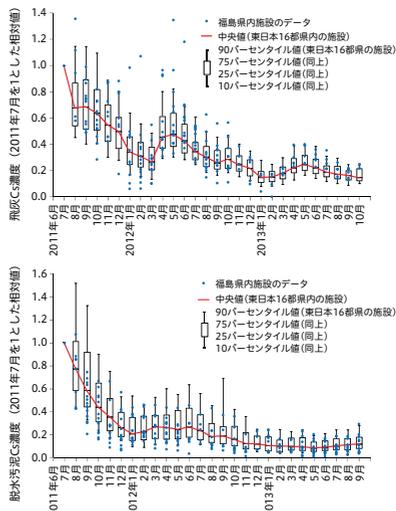


図1 都市ごみ焼却残渣(上)、下水脱水汚泥(下)の放射性セシウム濃度の推移(2011年7月の測定値を1とした相対値)

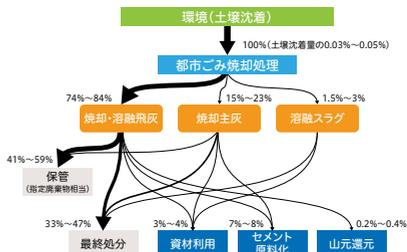


図2 都市ごみ焼却処理に伴う放射性セシウムのフロー(流れ)の試算結果。%の値は、都市ごみ焼却処理量を100%とした時の割合を示す。

# Q05

## 大量にある汚染廃棄物の放射能を短時間に測定することは可能なのでしょうか？

環境回復研究①：廃棄物の処理処分技術・システム

# A

現在、複数の企業で測定装置の開発が進められています。その一つを対象に現場で実証試験を行った結果、数分間で測定可能であることが分かりました。

### 解説

放射性物質に汚染された廃棄物を安全・安心に処理するためには、放射能濃度や放射線量を正確に分析・把握し、そのレベルに応じて適切な対応をとることが重要です。しかし、廃棄物関連試料の放射能分析に関する知見は十分でなく、調査計画や試料採取方法、分析精度管理など多くの課題があります。

その一つに、災害廃棄物や除染土壌などの大容量試料の放射能濃度を短時間でスクリーニングできる測定技術の開発があげられます。現在、複数の企業によって測定装置の開発が進められていますが、その性能を現場で確かめることが重要な課題となっていました。そこで、1 m<sup>3</sup>容量のフレコンバッグに充填した試料の放射能濃度を測定できる「フレコンバッグ放射能測定装置」（写真1）の実証試験を開発企業と共同で実施しました。廃棄物を詰めたフレコンバッグの放射能濃度を同装置で測定した後、内容物から7～9か所の試料を採取して個々に放射能濃度を測定し、その平均値をフレコンバッグの放射能濃度としました（従来法）。同装置では、300～20,000 Bq/kgの濃度範囲の試料が数分間で測定可能であり、測定濃度は従来法とほぼ一致しました。



写真1 フレコンバッグ放射能測定装置

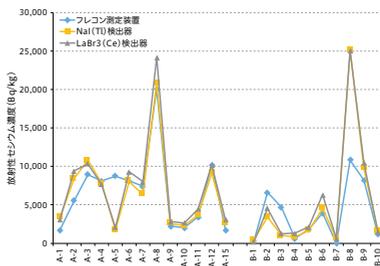


図1 フレコンバッグの測定結果



# Q06

## 放射性セシウムは森林でどのように移動しているのでしょうか？



環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

# A

樹木に付着したセシウムのほとんどは、雨に洗われたり落葉して、事故後1年以内に土に移動しました。森林の土の中のセシウムは2年以上経ってもほぼ地表に留まり、森林から川に流れ出したものはごくわずかです。

### 解説

福島第一原発事故によって放射性セシウムに汚染された地域の大部分は森林です。そこで、半減期が長いセシウム137(約30年)に焦点を絞り、森林への沈着から樹木や土への移行、そして河川への流出までを事故直後から調査し、森林域においてセシウム137がどのように移動するのかを明らかにしました。

茨城県の筑波山林で樹木に付着・吸収されたセシウム137は、雨に洗い流されたり落葉により土へ移行しました。土に含まれるセシウム137は、事故後1年目では事故直後より増加したものの、2年目では前年とほぼ変わらなかったことから、樹木から土への移行は事故後1年以内に終息したものと考えられます(図1)。土中のセシウム137の深度別分布の経年変化については、土中セシウム137の70%以上が事故から2年以上経過しても表層6cmに留まっていることがわかりました(図2)。また、セシウム137の森林から河川への流出は、多くても0.3%以下と見積もられ、森林からの流出はごくわずかでした。これらと同様な結果が福島県宇多川上流域の森林でも得られています。

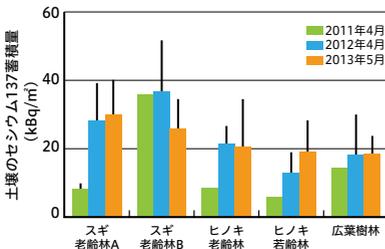


図1 茨城県筑波山林における土の深さ10cmまでのセシウム137蓄積量の経年変化

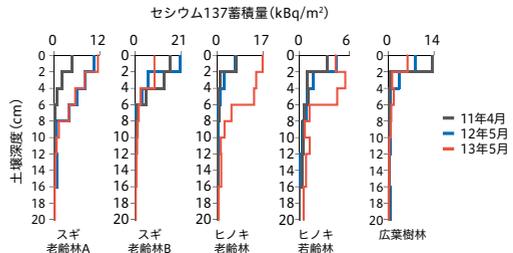


図2 茨城県筑波山林における土中セシウム137の深さ別分布の経年変化

# Q07

## 放射性セシウムは、湖沼や干潟にも蓄積しているのですか？



環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

# A

湖沼や干潟の底に不均一に蓄積しています。これは事故直後の大気からの沈着や川からの流入、湖内の水流の影響と考えられます。霞ヶ浦(茨城県)では降雨時の土砂流入に伴うセシウムの増加は見られません。

### 解説

福島第一原発事故により放出され、河川流域へ大量に沈着した放射性セシウムが、湖沼や沿岸干潟へどのように流入し、底質へ蓄積しているか、その実態を調査しました。

図1は、2012年12月と2013年10月に霞ヶ浦(西浦)の底泥を68地点で採取し、その結果をもとに推定したセシウム137の蓄積分布です。湖の西側で蓄積量が高いのは、原発事故時の湖面への直接沈着の影響と考えられ、桜川や恋瀬川の河口付近の蓄積量の高さも陸域からの流入の影響と確認されました。2012年の湖底への総蓄積量は、深さ15cmまでの単位面積当たりで18kBq/m<sup>2</sup>と推定されたのに対し、2013年でも15kBq/m<sup>2</sup>とほとんど増加は見られず、水深の浅い霞ヶ浦では、風による巻き上げ等の影響を受けて鉛直方向の混合が生じていることが確認されました。以上から、霞ヶ浦湖底に蓄積している放射性セシウムの多くは、事故後の湖面への直接降下と、事故後初期の降雨によって周辺市街地から流入したものに由来しており、降雨時に陸域から土砂とともに流入することによる影響は小さいと考えられました。

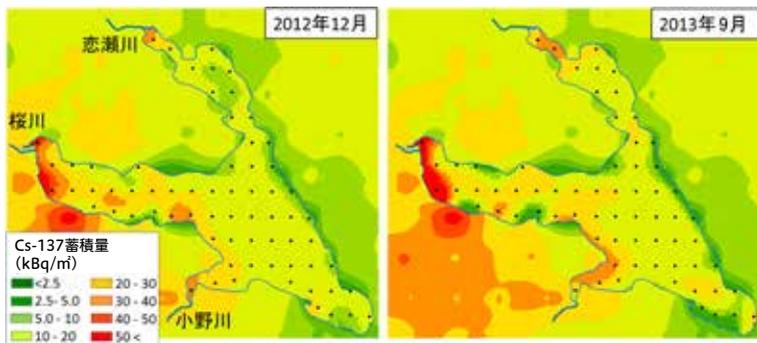


図1 霞ヶ浦底質へのセシウム137蓄積量分布推定結果(図中の●印は採泥地点を示す。陸域への沈着量は、文部科学省による航空機モニタリングデータ(文部科学省, 2011)を使用)



# Q09

## 放射性セシウムは河川流域においてどのように移動・蓄積しているのでしょうか？

環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

# A

大気中に放出されたセシウムは雨によって森林に落ち、その大部分は地表に留まり続けると予測されます。海底のセシウムの移動も非常に少ないと考えられます。

### 解説

福島第一原発から放出された放射性物質の環境中での移動を明らかにするために、大気・陸域・海域のモデリング研究を進めています。

**大気モデル：**福島第一原発から大気中に放出されたセシウム137の2～3割が2011年3月15～16日と3月20～23日に、雨とともに日本の陸域に沈着したと推定されました。また、シミュレーション結果は、実測された高線量地域(ホットスポット)をよく再現していました(図1)。

**陸域モデル：**陸域に沈着したセシウム137の約7割は森林域に沈着し、その大部分は地表面に長期間留まることが推定されました。

**海域モデル：**海底土のセシウム137の大部分は、2011年5月末に通過した温帯低気圧の強風によって海底より巻き上がった濁質に吸着して沈降・堆積したものであること、堆積後のセシウム137の移動・拡散速度は海中と比べて非常に遅いことが明らかになりました。

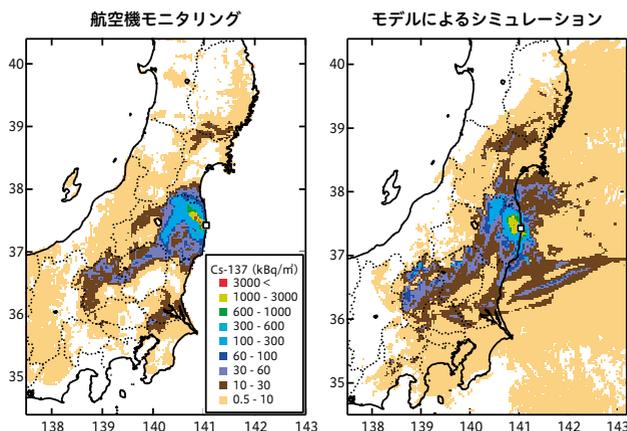


図1 航空機モニタリング(左)とシミュレーション(右)で推計されたセシウム137の積算沈着量(kBq/m<sup>2</sup>)

# Q10

## 東日本大震災後、 福島県の水辺の生き物に 何か変化はあるのでしょうか？

環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

# A

東日本大震災後、沿岸の生き物(魚介類)の棲息量が減ったり、種類が変わったりした可能性があります。今後、この原因を調べる必要があります。

### 解説

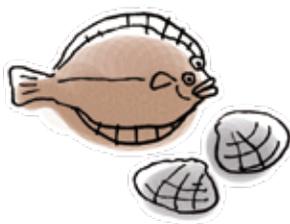
警戒区域(当時)を含む福島県各地で、潮間帯(海岸の高潮線と低潮線との間の帯状の部分)の無脊椎動物(2011年12月～)、陸水域のカエル類(2012年8月～)、松川浦及び沿岸の底棲魚介類(2012年10月～)を対象に、水質や底質・土壌、生物体内の放射性物質濃度の測定、種別の個体数や重量、種組成などの調査を行ってきました。その結果、東京電力が1995年に実施した調査の結果などと比べて、潮間帯の無脊椎動物と沿岸の底棲魚介類の棲息量の減少や種組成の変化が観察されました。しかし、その原因は津波か、放射性物質か、他の要因によるものかは、現時点では不明です。引き続き現地調査を行って経年変化を追跡するとともに、室内実験も行うことで、その原因究明を進めます。



図1 調査風景(左：潮間帯調査、右：底棲魚介類等の調査)



図2 福島第一原発の南側約1kmの大熊町の調査地点(2012年4月)。消波ブロックにフジツボ類(黄色の円内)とカサガイ類(紫色の円内)が棲息していましたが、小型且つ少数でした(右上は白い軍手)。



# Q11

## 原発事故による植物への放射線の影響はあるのでしょうか？



環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

**A** 放射線によるDNA損傷に着目すると、植物自身を持つ修復能力により、現状の放射線量ではDNAの変異が蓄積していないと考えられます。

### 解説

生物のDNAは放射線を含めた環境からのストレスにより常に損傷を受けています。一方で、生物はDNAの損傷を速やかに修復する力があります。しかし、このバランスが崩れると、DNAの損傷が蓄積し、低確率ですが突然変異した変異体が出現することがあります(図1)。

福島県における植物のDNA損傷生成と修復能力とのバランスを調べるために、修復の回数が斑点として現れるように遺伝子を組換えたシロイヌナズナ(図2)を、福島県内で採取した汚染土壌を用いて栽培しました。30日間の栽培期間に植物が浴びた積算放射線量は低い順にそれぞれ、57.6, 261, 1340, 2840  $\mu\text{Sv}$ となりました。観察の結果、浴びた放射線量に応じて修復量は増加しており、変異が蓄積している傾向は確認されませんでした(図3)。



図2 DNA修復が斑点として現れた植物

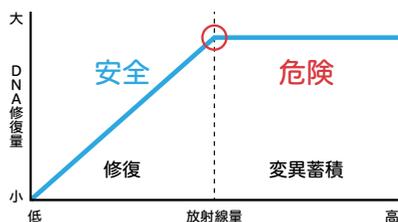


図1 放射線量とDNA修復との関係

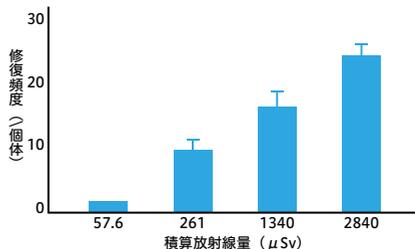


図3 汚染土での栽培によるDNA修復への影響

# Q12

## 原発事故による放射線被ばくの主な原因は何でしょうか？

環境回復研究②：環境動態、被ばく、生物・生態系

# A

大部分は外部被ばくで、東日本での事故後1年間の原発事故由来の被ばく線量の90%以上は外部被ばくによるものと推計されます。



### 解説

原発事故直後から福島県飯館村や関東周辺のホットスポットと呼ばれる地域で、追加被ばく(本来自然界にある放射線とレントゲン等の医療被ばく以外の被ばく)線量を調べています。外部被ばく線量に関しては、放射性セシウムの土壌沈着量をベースに、屋外滞在時間、建物による遮蔽を考慮したモデル式を構築しました。内部被ばく経路は、食事の摂取、屋外での土壌の摂食(砂遊びなどで手に着いた土を口にする)、大気粉塵の吸引、室内ダストの摂食、室内空気の吸引を想定し、外部被ばくと同様、土壌沈着量をベースにモデル化しました(図1)。

文部科学省の放射線量データ(2011年)をもとに、このモデルを用いて最初の1年(初期の放射性雲による被ばくを除く)の被ばく線量を推計しました。その結果、全追加被ばく線量の90%以上は外部被ばくと推定されました(図2)。

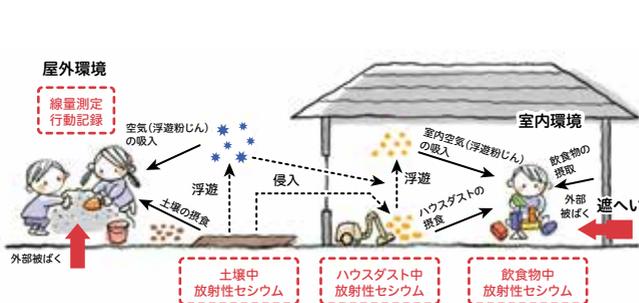


図1 放射性セシウムによる主な被ばく経路

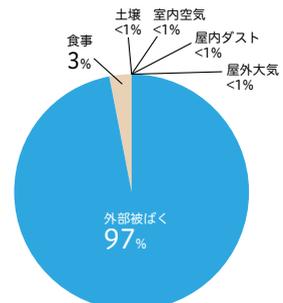


図2 福島県のある市町村における追加被ばく線量の内訳

# Q13

## 被災地の復興支援を進めるために必要な地域情報をどのように収集しているのですか？

環境創生研究：被災地の着実な環境回復・復興



# A

たとえば、福島県新地町ではタブレット端末による地域情報の収集・発信システムを開発、実証中です。その一環として、システムを通じた省エネルギー行動促進は一定の効果があることが分かりました。

### 解説

新地町で実証している地域情報収集・発信システム「くらしアシストタブレット」は、次の3つの機能を備えています。

**(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電気・ガス・水道などのエネルギー使用量を「見える化」することで省エネルギー意識を高めます(図1)。「くらしアシストタブレット」を活用した省エネキャンペーンでは、参加したモニター 22世帯平均で7% (最大は26%)の節電を達成し、見える化による省エネ効果の可能性が示唆されました。

**(2)生活アシスト** 被災地復興に欠かせないまちづくり情報や災害情報、イベント情報など自治体からの情報発信と、それに対して住民がフィードバックできる機能を設け、生活情報の効果的な提供を目指します。また、地域の公共交通、住民の健康・福祉に関する機能を付加することも検討しています。

**(3)情報共有アシスト** 掲示板やアンケート、住民が地図上に地域情報を書き込んで共有できる地域情報マップは、自治体の住民ニーズ把握に役立てるとともに、住民同士のコミュニケーションと地域の絆づくりに寄与します。



図1 地域エネルギーアシスト機能による家庭消費電力の見える化



図2 省エネキャンペーンの経過表示画面の例

# Q14

## 復興と地域発展のための 将来像づくりは 進んでいるのでしょうか？



環境創生研究：被災地の着実な環境回復・復興

# A

シミュレーションモデルを用いた将来像の分析と提案を進めています。一例として、福島県新地町では、人口を維持しながら復興・地域発展を続けられる産業のあり方や雇用状況、新たなエネルギー供給システムの姿を具体的に示しました。

### 解説

地域の特徴や個性を活かした将来像づくりには、シミュレーションモデルを用いた分析から有用な知見を得ることができます。

これまでに、福島県浜通りの最北部に位置する新地町で2050年までを見据えた復興と地域発展のための将来像づくりを進めてきました。

新地町の将来像を描くにあたっては、2011年までの傾向が今後も続く「なりゆき」シナリオと、エネルギーを効率的に融通し合う製造業や野菜工場を戦略的に誘致し、省エネ・省資源となる産業共生型まちづくりを推進する「環境産業共生」シナリオの二つを想定しました。

分析の結果、「なりゆき」シナリオでは、少子化・高齢化に加えて若年層の流出が続くことで、2010年に約8千人だった人口が2050年には約5千人まで減少し、産業の総生産額も20%以上減少すると推計されました。一方、「環境産業共生」シナリオでは、戦略的な産業振興と定住促進策により人口は2050年に約9千人とやや増え、総生産額は50%近く増加すると推計されました(図1)。

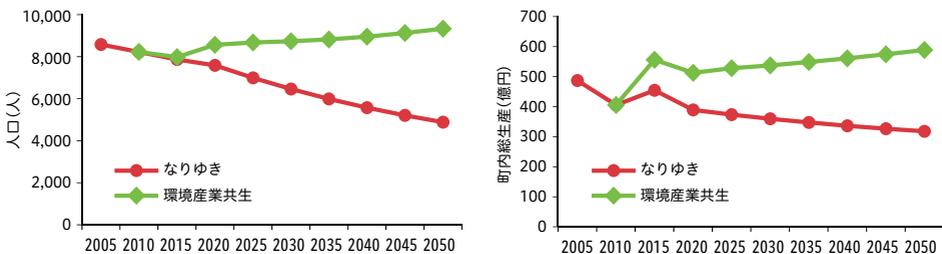


図1 新地町の二つの社会経済シナリオでの人口(左)と総生産額(右)の将来推移  
2015年の総生産額は復興需要によるもので、なりゆきシナリオでは従前のトレンドに収束していく。

# Q15

## 地域エネルギーを活かした復興を進めるためには何が必要でしょうか？

環境創生研究：被災地の着実な環境回復・復興



# A

現在の都市計画を前提に、都市・産業・農業の連携による地域発展を見据えて、再生可能エネルギーやLNG(液化天然ガス)等の地域エネルギー源を活用したエネルギーシステムを設計、実現させていくことが重要です。

### 解説

地域のエネルギー資源を活かした復興には、地域資源を最大限活用したエネルギーシステム設計と実現方策の検討が重要です。

たとえば、福島県浜通りでは相馬港LNG基地とパイプラインの整備とともに、天然ガス火力発電所の計画も進んでいます。2017年の新駅開業に向けて建物やインフラの整備が進むJR常磐線新地駅周辺は、パイプラインが近隣を通るため、コージェネレーション等を活用した低炭素かつ低コストなエネルギー供給が可能となる先進的な地域開発が期待されています。

図1は、新地駅周辺のエネルギー需要と供給量を比較したものです。現在の都市計画(左)では、供給と比較して熱需要が大きく不足していますが、区画整理事業を拡大して野菜工場等を誘致すれば(右)、需給バランスが大幅に改善することが分かります。また、野菜工場は、一般的な民生系用途とは逆に、夜間のエネルギー使用が大きいため、需要の平準化にも寄与することが期待されます。加えて、LNG基地のボイルオフガス(気化ガス)や冷熱を活用した産業の誘致も、地域の雇用を増やし、地域の復興促進に寄与すると考えられます(図2)。

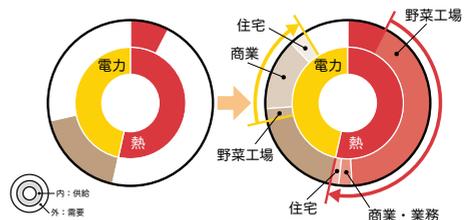


図1 新地駅周辺地区におけるエネルギー需給バランスの評価結果



図2 地域エネルギー事業を活かした復興都市づくりのイメージ

# Q16

## 災害廃棄物の発生量はどのように計算するのですか？



災害環境マネジメント研究：将来の災害に備えた環境マネジメントシステムの構築

# A

災害廃棄物の発生量は、地震や津波などの災害情報、被害情報、災害廃棄物の発生量原単位（家屋一棟当たりの発生量）を用いて計算します。

### 解説

被災地域の迅速な復興のためには、災害廃棄物処理を適正かつ円滑に実施することが東日本大震災において再認識されました。適正かつ円滑な災害廃棄物処理を実現するためには、災害による被害様相を把握し、災害廃棄物の発生量、処理量を、過去の経験を活かしながら精度よく推定することが必要となります。災害廃棄物の発生量は、住家の被災区分別での災害廃棄物発生量原単位、つまり、全壊116.9トン/棟、その他半壊23.4トン/棟、床上浸水4.6トン/世帯、床下浸水0.62トン/世帯と災害による住家被害棟数や被害世帯数を用いることで、実務的に活用しやすくかつ精度よく推定することができます。

適正かつ円滑な災害廃棄物処理を実施するためには、あらかじめその地域の地震や洪水ハザードマップ等で被害想定を行い、処理に必要な人員、資機材や土地などの災害対応資源の確保、情報収集、分析、広報渉外の手順などを定めておくことが重要です(図1)。

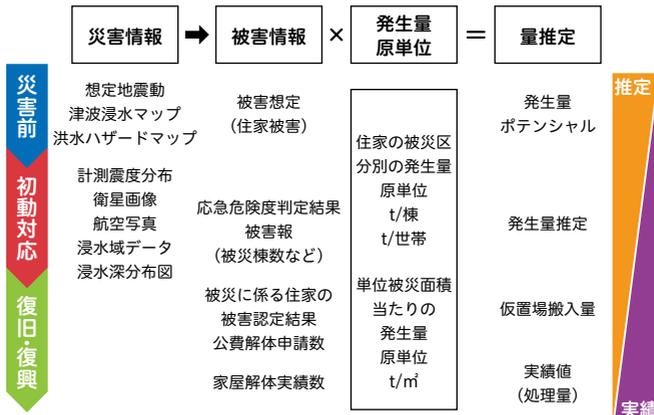


図1 災害の時間スケールからみた災害廃棄物発生量推計フロー

# Q17

## 災害廃棄物の処理を円滑に進めるにはどうすればよいのでしょうか？

災害環境マネジメント研究：将来の災害に備えた環境マネジメントシステムの構築

# A

災害廃棄物処理は、撤去から最終処分までの処理の流れだけでなく、人、モノ、資金、情報のマネジメントや、発災後の制度対応についても予め検討しておくことが重要です。

### 解説

災害廃棄物を円滑かつ適正に処理するために求められるマネジメントについて、制度、具体業務、計画論から検討を行いました。

東日本大震災で被災した自治体での聞き取り調査などから、以下のことが分かってきています。

まず、災害廃棄物処理を進めるためには、技術的に検討される処理プロセス以外にも、制度やマネジメントが影響することです(図1)。また、災害廃棄物の処理を完了するまでに行われる具体業務は、現場での処理業務を指す「事案処理」の他に、意思決定・調整・広報などを指す「指揮調整」、人材・資機材・施設などの調達や管理を指す「資源管理」、財源の確保や支払いを指す「庶務財務」、情報の収集・分析・共有と計画の作成及び見直しを指す「情報作戦」という災害対応に係る基本機能の体系で整理できることです(図2)。これらの知見をふまえ、表1のように整理された6つの要点をおさえて、災害が起きる前に、災害廃棄物処理計画づくりを進めておくことが重要です。

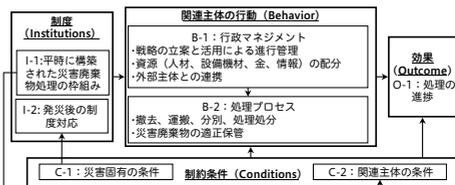


図1 災害廃棄物処理に関係する様々な要素の関係

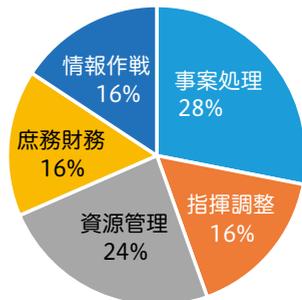


図2 各基本機能に分類された具体業務の割合 (n=146)

表1 災害廃棄物処理計画策定の要点

(1)	計画文書そのものよりも、計画づくりの過程を通した学習を重視する
(2)	計画づくりを通して、関連主体との調整・関係向上を図る
(3)	災害と、災害に対応する人間社会に関する正しい知識に基づいて策定する
(4)	発災後の柔軟な対応を可能とするよう、対応の細部よりも、原則を重視する
(5)	「持続可能な」災害対応を考慮する
(6)	災害マネジメントサイクルを通した計画とする



# Q18

## 災害廃棄物の処理に必要な人や情報をどのように整えておけばよいのでしょうか？

災害環境マネジメント研究：将来の災害に備えた環境マネジメントシステムの構築

# A

自治体は、普段から災害の発生を想定した廃棄物の処理計画を立て、関係機関との協力体制を整えて、職員の訓練や研修に努めることが大切です。



### 解説

大規模災害時に発生した災害廃棄物の迅速かつ適切な処理は、被災地の復興のために極めて重要です。自治体では平常時から災害発生を想定した廃棄物の処理計画を定め、関係機関との連携・協力体制の構築や職員の訓練・研修等に努めておく必要があります。

国立環境研究所では、災害廃棄物処理に関する過去の情報、自治体で策定している処理計画等の内容、公・民諸団体の災害廃棄物に関する取組内容等をWebページで見やすく整理した「災害廃棄物情報プラットフォーム」を公開しています(<http://dwasteinfo.nies.go.jp>) (図1)。

このWebページでは、既存情報だけでなく、災害廃棄物処理の実務経験者へのインタビューや処理現場での取材記事など、災害廃棄物処理に関する情報を積極的に発信しています。また、会員登録したサイト利用者への新着ニュースのメール配信、災害廃棄物に関するお問い合わせも受け付けています。



図1 災害廃棄物情報プラットフォームのトップページ  
<http://dwasteinfo.nies.go.jp>

国立環境研究所は  
わたしたちにできること、  
わたしたちにしかできないことを  
「環境」のさまざまな現場に立って探究します。  
いのちあるすべてのために、  
これからも、ずっと——。

