



大気中放射性セシウムの濃度変化には 周辺の粒子供給源のセシウム沈着密度が 影響していることを明らかにしました



環境影響研究部
長谷川 英尚

放射性セシウム (^{134}Cs 、 ^{137}Cs) は、2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出され、福島県ではその沈着密度が高く、一部住民の帰還を妨げる原因になっています。また、六ヶ所村の大型再処理施設でも放出が想定されている放射性核種の一つであるため、わずかな放射性セシウムの環境中での動きを理解することは重要です。しかし、一般環境に存在する放射性セシウムは極微量のため、容易に検出することができません。そこで、福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性セシウムの沈着密度が比較的高い福島県浪江町で、2012年10月から大気環境中の放射性セシウムの調査を開始しました (図1)。

福島第一原子力発電所からの放射性セシウムの放

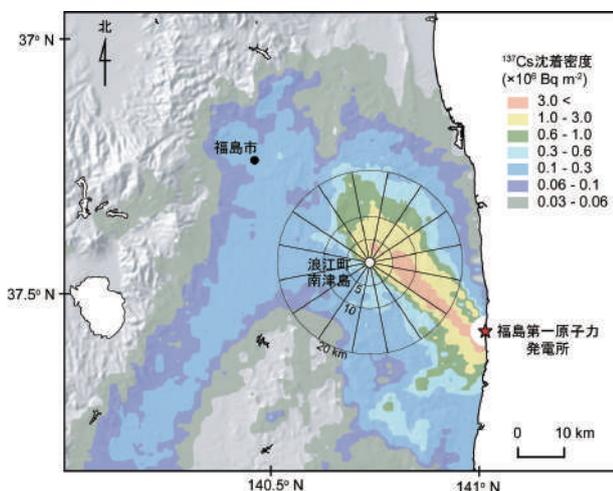


図1 福島県浪江町の調査地点の位置と周辺の ^{137}Cs 沈着密度 (第3次航空機モニタリング結果をもとに作図)

出が収束した後に大気中に検出される放射性セシウムの大部分は、地表面から再浮遊 (主に風により地表面の様々な物質が舞い上がる) したものと考えられています。再浮遊の影響を評価するためには、大気中の粒子状物質を採取し、含まれている放射性セシウムを定量して調査を行います (図2)。ここでは、約1ヶ月間隔で採取した大気中放射性セシウム (以降は ^{137}Cs) 濃度変化の調査結果を紹介します。

浪江町での大気中 ^{137}Cs は、調査開始後の2012年から2015年まで次第に減少し、2016年から2017年にかけて横ばいとなる濃度変化が観測されました (図3下段の棒グラフ)。これは、地表面に沈着した ^{137}Cs が時間の経過とともに、再浮遊しにくくなっているためと考えられます。一方、大気中 ^{137}Cs 濃度は、季節変化があり、夏季 (主に6~



図2 大気中粒子状物質を採取するためのハイボリウムエアサンプラー (中央)

9月)に高く、それ以外の季節で低くなっていました。再浮遊による大気中¹³⁷Cs濃度の主な変化要因としては、粒子状物質の増減、または、¹³⁷Cs量の増減が考えられます。図3の上段には、大気中の粒子状物質の濃度変化を示しましたが、粒子状物質は春季に増加し、大気中¹³⁷Cs濃度の変動パターンとは一致しないことがわかりました。従って、浪江町で観測した大気中¹³⁷Cs濃度の変化は、粒子状物質に付着した¹³⁷Cs量の増減の影響(粒子状物質の供給源の違い)を受けていたと推測されます。そこで、観測地点の大気中¹³⁷Cs濃度が、¹³⁷Cs沈着密度が高い東側から風が吹いてくる夏季に高くなっていったことに着目し、風向を考慮して粒子状物質の供給源となった領域の¹³⁷Csの平均沈着密度を推定し、大気中¹³⁷Cs濃度と比較・評価する方法を新たに考案しました(Ochiai, S. et al. DOI:10.1016/j.jenvrad.2016.09.014)。この方法は、観測地点の周囲を16方位に分割して、方位毎に¹³⁷Cs沈着密度を求め、さらに、各月の風向の頻度で加重平均した値を粒子供給源の¹³⁷Cs沈着密度として評価する方法で、観測期間内に沈着密度の多い領域から吹いた風の頻度が高いほど相対的に平均値が高

く計算されます。この方法で計算した平均沈着密度と¹³⁷Csの大気中濃度の変化は良く一致しています(図3下段)。これは、浪江町で観測した大気中¹³⁷Cs濃度の変化が、粒子状物質に付着した¹³⁷Cs量の増減、すなわち、粒子状物質の供給源の違いにより説明できることを示しています。今後、さらに観測を継続し、大気中¹³⁷Cs濃度の長期的な変化を把握する計画です。なお、仮に観測期間中の最も高い放射性Cs濃度の空気を1年間吸い続けた場合、その内部被ばく線量は0.43 μSvとなります。

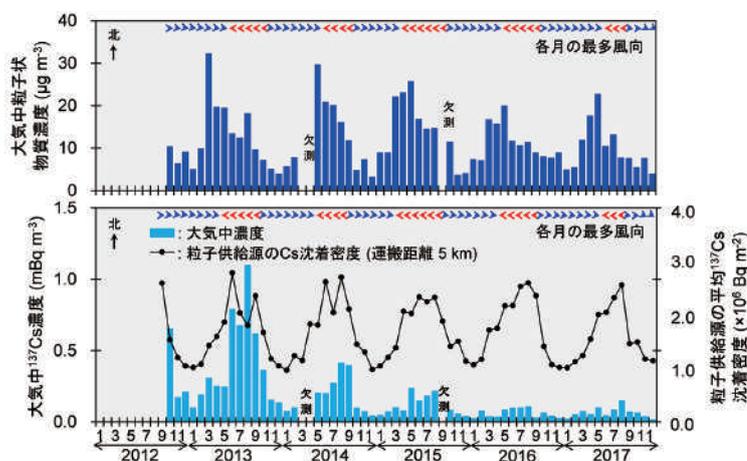


図3 大気1立方メートルあたりの粒子状物質濃度の変化(上段)と¹³⁷Csの濃度変化(棒グラフ)及び粒子の運搬距離を5 kmに仮定した時の粒子供給源の¹³⁷Cs平均沈着密度(下段の折れ線グラフ)の変化。図上部の矢印は各月の最多風向を示す。

平成29年度の事業報告及び決算、並びに理事の選任について 理事会、評議員会において審議、承認されました

環境科学技術研究所の理事会が6月6日に開催され、平成29年度の事業報告と決算等が審議、承認されました。また、6月21日に評議員会が開催され、平成29年度決算と理事の選任等が審議、承認され、同日に理事会が開催されました。

事業報告では、青森県から受託した10課題の調査研究、その他の受託調査研究、科研費による調査研究及び自主研究の結果を報告し、さらに、それらの成果等の普及活動及び人材育成活動について報告しました。それらの概要を以下に紹介します。



評議員会の様子(6月21日)

1. 排出放射能の環境移行に関する調査研究

大型再処理施設（以下、施設）から排出される放射性核種による中長期にわたる現実的な被ばく線量を評価することを目的として、平成 27 年度までに開発した総合的環境移行・線量評価モデル（総合モデル）の更なる高度化を継続し、加えて、モデル検証のために施設周辺等の実測データを取得している。

平成 29 年度は、総合モデルに組み入れる大気中放射性核種濃度実測値データ同化機能の導入及び大気-作物間 ^{14}C 移行モデルの基本設計を行った。また、福島県における各種環境試料中 ^{137}Cs 濃度測定を継続し、 ^{137}Cs の環境移行パラメータを取得している。

2. 青森県産物への放射性物質移行に関する調査研究

施設の稼働に伴い放射性炭素や放射性ヨウ素等が排出され、また、異常放出時には放射性セシウム及びストロンチウムの放出も考えられるため、果樹（リンゴ）及び海産物（ヒラメ）等の経済的に重要な青森県産物を対象としたそれぞれの移行・蓄積サブモデルの構築を行っている。

平成 29 年度は、モデルに用いる各種パラメータ取得のため、リンゴ幼木を用いた生育段階別 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験、ヨウ素等のリンゴ果実表面や樹皮表面への負荷による吸収及び転流に関する実験を行い、加えて、安定同位体のストロンチウム 86 を用いたヒラメへのばく露実験を継続している。

3. 人体内における放射性炭素・トリチウム代謝に関する調査研究

放射性炭素、トリチウムによる内部被ばく線量の現実的評価を目的として、炭素 13 で標識した多種類の脂質及びアミノ酸等をそれぞれ被験者に投与し、放射性炭素代謝モデルを構築するとともに、水の代謝モデルと組み合わせてトリチウム代謝モデルを構築するための調査を行っている。

平成 29 年度は、 ^{13}C 標識フェニルアラニン及びグルコースをそれぞれ被験者に投与する実験、並びに平成 28 年度の ^{13}C 標識オレイン酸及びグリシン投与実験で得られた毛髪試料の分析を行った。

4. 陸圏における放射性物質蓄積評価に関する調査研究

施設周辺の各種環境における土壌への放射性炭素及びトリチウムの蓄積を評価するため、クロマツ林、牧草地土壌等への蓄積モデルを構築している。

平成 29 年度は、クロマツ林、牧草地土壌等における降水の土壌内浸透に関する水文学的データ及び有機物の挙動についてのデータを取得するとともに、これまでに得られたデータを用いて、クロマツ林の有機物生成モデル及び牧草のトリチウム代謝モデルの基本設計を行った。

5. 樹木の被ばく線量評価法の開発に関する調査研究

施設周辺に広く分布し、放射線感受性が高いとされるクロマツの被ばく線量率を計算する手法を開発し、その手法を用いて自然被ばく線量率を求めるとともに、大気放出される放射性ヨウ素によるクロマツの被ばく線量評価に必要なパラメータを求める調査を行っている。

平成 29 年度は、調査区内のクロマツ 1 個体について、地上部及び根部の部位別形状や放射性核種濃度等の測定を行った。さらに、クロマツ林内外におけるヨウ素降下量及び大気中ヨウ素濃度を測定し、大気中ヨウ素のクロマツへの沈着速度及び降雨等による洗浄速度を求めた。

6. 放射性物質の移行低減化に関する調査研究

放射性物セシウムの作物または可食部への移行を低減化することを目的として、土壌から牧草への放射性セシウムの移行を低減化する手法を土壌要因に応じて確立するとともに、玄米へのセシウムの転流を制御する手法の開発を行っている。

平成 29 年度は、上北地方の牧草地土壌を対象として、 ^{137}Cs を添加した土壌を用いた短期のポット栽培実験により、 ^{137}Cs の移行性、土壌特性及び有効な移行低減化手法の関連を検討し、それぞれの土壌特性に応じた手法を選定した。加えて、玄米へのセシウム転流抑制に有効であった転流・蒸散抑制剤に関して、効率の良い薬剤散布時期を明らかにした。

7. 低線量放射線生物影響実験調査（継世代影響・線量率効果解析）

0.8 グレイ / 分の高線量率ガンマ線を急照射あるいは 20 ミリグレイ / 日の低線量率ガンマ線を長期照射したオス親マウスを非照射メス親マウスと交配して仔を得、その寿命、発がん、遺伝子変異等を調べている。

平成 29 年度は、オス親マウスへの照射・交配・終生飼育、死亡マウスの寿命・死因・がん発生解析並びに遺伝子変異解析を平成 28 年度に引き続いて実施した。

8. 母体内における低線量率放射線被ばく影響実験調査

発生初期から胎児期にかけての時期における低線量率放射線長期被ばくの健康影響を評価するため、受精卵の生死、死亡胎子数等の出生前までに現れる短期的影響、出生後に見られる出産仔数、寿命、死因などに関する長期的影響について調査を行っている。

平成 29 年度は、短期的影響解析では受精から胎仔期までの全期間、もしくは一部の期間に照射し、胎仔期にあるいは生後 10 週齢までに発現する影響についてのデータを蓄積しその概要を把握した。また、長期的影響解析では、受精から出生直前までの全期間照射したマウスの終生飼育及び死亡マウスの病理学的検索を実施した。

9. 低線量率放射線による細胞応答分子への影響解析

低線量率放射線長期連続照射マウスで見られたがん発生による寿命短縮を起こす原因の 1 つと考えられる低線量率放射線が個々の細胞に対して引き起こす応答（細胞応答）、細胞応答の結果として細胞のゲノム等に刻印される永続的な影響を明らかにするため調査を行っている。

平成 29 年度は、細胞応答の影響解析では、オスマウスへの低線量率放射線長期照射と経時的組織サンプリング、肝臓及び精巣サンプルを用いた網羅的遺伝子発現解析を行い、線量率依存性や臓器依存性を明らかにした。また、ゲノムへの影響解析では、平成 27 年度から進めていた低線量率と高線量率間の 5 線量率での染色体異常の線量率依存性解析作

業が完了し、その実態を明らかにした。

10. 低線量率放射線に対する生理応答影響実験調査

生物個体が備えている生理学的恒常性維持のための各種調節システム（造血系、免疫系、内分泌系）が低線量率放射線照射に対してどのような反応をするか、そして低線量率放射線がこのような調節システムへの影響を通して生物個体に最終的に及ぼす影響（寿命短縮やがん発生）を明らかにするため、調査を行っている。

平成 29 年度は、造血系解析ではマウス個体を用いた造血幹細胞周辺環境を解析する実験及び造血幹細胞に対する影響を培養系で解析する実験、免疫系解析では、がん細胞を照射マウスに移植する実験系を用い、低線量率放射線照射によって生じる抗がん免疫能低下に対する飼育環境変化の影響を観察する実験を行った。また、内分泌系解析では低線量率放射線を照射したメスマウスへの非照射卵巣移植処置及び非照射メスマウスの卵巣切除処置を終了した。手術後のメスマウスを長期もしくは終生飼育し、性周期解析、体重測定、発がん及び寿命の解析を継続して行った。

11. その他の調査研究

日本原子力研究開発機構より福島原発事故で汚染された土壌試料の放射性核種分析を受託し、環境省からは低線量率放射線長期被ばくによる生体影響の研究を受託し実施した。また、研究領域の拡大や新たな調査研究の展開を目指す自主研究を 4 件実施し、競争的研究資金による調査研究としては、科研費 7 件、その他 1 件を実施した。

12. 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する普及啓発及び人材育成支援

調査研究によって得られた成果等を青森県民に発信するため、成果報告会を県内 4 か所で行い、出前説明会を各地で 20 回実施するとともに、ホームページや印刷物による情報発信を行った。また、研究施設の一般公開や学生、生徒を対象とした講習や学生実習生の受け入れ、村内の小学生を対象とした理科教室を行い、普及啓発、人材育成に努めた。



新理事あいさつ

理事
伊藤 宗太郎



7月から総務担当理事に就任しました。文部科学省や関連研究機関において原子力や宇宙など科学技術研究の振興全般に長く携わって参りました。今回こちらで働くことに深いご縁と責任を感じております。本研究所は設立から間もなく30年を迎え、関係者のご支援もあり、課せられた重要な役割を果たしつつ、組織も大きく育ってきています。他方、具体的なミッションを担う研究機関として、社会全体の変化、そこからの要請に的確に応えることも求め続けられてきました。

設立当初の、大型再処理工場の立地予定地である六ヶ所村で、「優秀な研究者が集う最先端の研究所を存立させ世界的な取り組みを行うこと」に始まり、

その後は、「優秀な研究成果を生み出しそれを広く発信すること」が求められてきました。そして大型再処理施設の運転開始が迫っている現在では、「我々の研究の結果を活かすこと」、つまり安全規制・関連行政への反映、国民的な議論への素材の提供、住民の方々の安心感の醸成などにつなげることが強く求められております。

もちろん、我々が取り組んでいる放射線の環境影響・生体影響の解明は、極めて複雑・広範であり、また検知するのが難しいレベルに挑戦しており、そのための調査研究は長期に渡る地道な取り組みの連続です。一朝一夕には結論の出るものではありません。しかしながら、外部から我々に日々求められるミッションに真摯に取り組んでいくことが重要と考えております。このためには、これまで以上に関係機関との連携の強化等が重要と考えており、皆様方の引き続きのご指導・ご協力をよろしくお願い申し上げます。



環境科学技術研究所 施設公開を開催しました

環境科学技術研究所施設公開を7月29日（日）に開催しました。日頃は気軽に見ることができない研究施設を一般に公開し、当研究所の研究内容を皆様に知ってもらうとともに、研究員や職員が企画する様々な科学体験をあわせて行うもので、例年この時期に実施しているものです。今年は、同じ六ヶ所村内にある量子科学研究開発機構六ヶ所核融合研究所、青森県量子科学センターと連携し、同日開催で行いました。

今年は科学体験として本所エリア（尾駈）の全天候型人工気象実験施設では「植物も息をしている？観察してみよう！」、本館では恒例の霧箱やスパークチャンバー、放射線測定器を用いた放射線観察・測定体験や、工作体験「プラ板キーホルダー作り」に加え、特別展示として「六ヶ所村の自然写真展」や六ヶ所村近隣の川や沼、沿岸に住む魚やウミウシなどの水中生物を展示した「環境研アクアリウム」

を行いました。

また、先端分子生物科学研究センター（鷹架）では「ペットボトルロケットを飛ばそう！」やマウスの病理切片、家畜や魚に寄生する回虫等の顕微鏡観察を行いました。

今年も予定していた「太陽望遠鏡観察」が中止になる、あいにくの天気ではありましたが、両施設あわせて200名を越える来場者があり、施設公開を無事に行うことができました。



施設公開の科学体験の様子

村内中学生の職業体験学習を行いました

六ヶ所村立千歳中学校、第一中学校の3年生の生徒各1名の職業体験学習を、それぞれ8月7～9日、9月4～5日に行いました。村内の企業や飲食店等においてキャリア教育の一環として行われており、当所も毎年受け入れを行っています。

当所では技術・安全課が主体となり、研究支援業務として重要である施設の維持・管理に関する業務体験を行いました。生徒達は、日頃実施している業

務が多岐にわたることに驚きながらも、真剣に取り組んでいる様子でした。



新職員の紹介

総務部 次長
今田 順



本年5月に総務部に着任しました今田順と申します。前職は東京電力グループの研究所組織で研究企画や広報また新規事業開発に携わってきました。

東日本大震災以降は、被災地福島での原子力損害賠償に当たり、将来の見通せない避難生活を余儀なくされた被害者の方々に向き合ってきました。お金では取り返すことのできない損害・損失にお応えしていくことは難しいことではありましたが、避難等対象エリア以外（郡山など）の被害者の方々が放射線によるご家族への影響を切実に訴えられる姿に接して、「科学的な知見を単なる知識に終わらせていてはいけない。自分にできることはないか」と自問し続けたことを鮮明に記憶しています。

その後、福島で「感じて」「考えた」放射線または将来原子力への問題意識を市民との対話を通じて「実践して」いきたいと強く思うようになり、ご縁があって採用いただいた次第です。

「初心忘るべからず」ではありませんが、科学（技術）と社会の交点を引き続き意識して、職務に臨む所存です。

人事異動

- 平成30年5月1日付
採用
今田 順 総務部 次長
- 平成30年6月30日付
村上 正一 理事 退任
- 平成30年7月1日付
伊藤 宗太郎 理事 就任

発行 公益財団法人 環境科学技術研究所 総務部 企画・広報課
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村尾駸家ノ前1番7
TEL：0175-71-1200(代) FAX：0175-72-3690
環境研ニュースに関するお問い合わせ 0175-71-1240
E-mail：kanken@ies.or.jp ホームページ：http://www.ies.or.jp/