

2019 年度

放射能環境動態・影響評価

ネットワーク共同研究拠点

共同研究年次報告書

**【拠点間共同研究】**

採択番号	氏名	課題名	共同研究者氏名	共同研究者所属機関
19-01	恩田 裕一	山木屋における除染された斜面における放射性物質の移行観測	脇山 義史	IER
19-02	古川 純	コシアブラにおける放射性セシウム吸収特性の解析	玉置 雅紀	NIES
19-03	加藤 弘亮	森林源頭部における水系を通じた溶存態放射性セシウムの流出メカニズムの解明	新里 忠史	JAEA
19-04	加藤 弘亮	Temporal change of radiocesium leaching from forest canopies following the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident	Vasyl Yoschenko	IER
19-05	坂口 綾	環境中のアクチノイド測定法開発とその応用	Jian Zheng	GST
19-06	高橋 純子	ゼロテンションライシメータを用いた土壤中放射性セシウムの下方移行量の評価	塚田 祥文	IER
19-07	青山 道夫	河川から海洋への寄与と天然起源トリチウムを考慮した福島沿岸のセシウムとトリチウムの挙動	高田 兵衛	IER
19-08	脇山 義文	出水時の河川水の <sup>137</sup> Csおよび <sup>129</sup> I濃度の時系列変化	笹 公和 松中 哲也 松村 万寿美 平尾 茂一	CRIED 金沢大学 筑波大学 IER
19-09	兼子 伸吾	照射実験個体を対象とした塩基配列突然変異の検出法の開発—マイクロサテライトマーカーによる突然変異率評価—	渡辺嘉人	GST
19-10	吉田 光明	低線量率放射線により誘発された癌の遺伝学的変化の解析-放射線照射したマウスの造血系組織における染色体異常の経時的変化の解析-	山田 裕	GST
19-11	赤田 尚史	液体シンチレーションカウンターを用いたトリチウムの精密計測に関する研究	藤原 健壯 平尾 茂一	JAEA IER
19-12	石庭 寛子	イノシシにおける二動原体染色体の検量線作成	三浦 富智 吉田 光明 有吉 健太郎 難波 謙二	IREM IREM 福島県立医科大学 IER
19-13	田副 博文	表面電離型質量分析装置を用いた高精度Cs-134/Cs-137同位体比分析	高貝 慶隆	IER
19-14	鶴田 忠彦	水温・溶存酸素濃度環境を考慮したダム湖底質からの <sup>137</sup> Cs溶出現象再現モデルの構築	林 誠二 中西 貴宏 吉村 和也 舟木 宏則 佐久間 一幸 越智 康太郎 辻 英樹 尾崎 宏和	NIES JAEA JAEA JAEA JAEA JAEA NIES NIES
19-15	中西 貴宏	流域環境における放射性物質移行挙動の解明	吉田 光明 有吉 健太郎 三浦 富智 鶴田 忠彦 舟木 宏則 佐久間 一幸	IREM 福島県立医科大学 IREM JAEA JAEA JAEA
19-16	青野 辰雄	河川-沿岸における粒子態放射性セシウムの形態に関する研究	中西 貴弘	JAEA
19-17	渡辺 嘉人	Comparative studies between field and irradiation experiments for elucidation of environmental effects by the Fukushima-daiichi nuclear power plant accident	Vasyl Yoschenko 山田 裕 府馬 正一 丸山 耕一	IER GST GST GST
19-18	林 誠二	太田川森林域からの溶存態 <sup>137</sup> Cs流出特性評価	鶴田忠彦 中西 貴宏 吉村 和也 舟木 宏則 佐久間 一幸 越智 康太郎	JAEA JAEA JAEA JAEA JAEA JAEA
19-19	玉置 雅紀	アカネズミ精巣における8-OHdG陽性細胞の簡易測定法	石庭 寛子 大沼 学 中村 織江	IER NIES NIES
19-20	石井 弓美子	太田川の水生昆虫における放射性セシウムの生物利用性と放射性セシウム粒子	和田 敏裕 難波 謙二 林 誠二	IER IER NIES
19-21	細田 正洋	天然放射性核種のトレーサー利用に関する基礎研究	平尾 茂一 床次 眞司 赤田 尚文 玉熊 佑紀	IER IREM IREM IREM

# Effect of the formation of the micro-terraces on the Cs-137 and sediment transport on sandy granitic soil in Yamakiya decontaminated hillslopes

Yuichi Onda\*<sup>1</sup>, Yoshifumi Wakiyama<sup>2</sup>, Syohei Kozuka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CRiED, University of Tsukuba

<sup>2</sup>IER, Fukushima University

\*Corresponding author: [onda@geoenv.tsukuba.ac.jp](mailto:onda@geoenv.tsukuba.ac.jp)

To study the activity concentration of eroded soil, we focused on the step-like erosion and deposition and discuss the step-like erosion and deposition process. Our study was conducted in Yamakiya USLE soil erosion plot (5 m wide and 21 m long), Fukushima, Japan. This area was decontaminated in 2014 by Ministry of Environment to reduce the air dose rate by removing topsoil and overlaying decomposed granite soil (organic matter: 4.6%, sand: 68.8%, silt: 19.7%, clay: 6.9%). The topography in the plot was measured by UAV-SfM method. UAV used in this study was Phantom4 Pro and flying height was 5 – 10 m. 200 – 400 photos were taken for each survey. Photos were imported to Photoscan, and 3D point clouds were reconstructed. 3D point clouds were imported to ArcGIS pro and converted to DSM data. Finally, soil surface changes were calculated for each survey period. Transport distances of soil particles were measured by RFID tags. RFID tags were coated with cement, bronze powder, fluorescent paint and topcoat and had 3 – 5 mm size and 2.0 – 3.0 g cm<sup>-3</sup> density. 100 RFID tags were set to the soil surface. Step-like erosion and deposition were observed between 8/28/2019 – 10/16/2019. Soil surface change in this period showed that erosion and deposition were repeated and higher erosion on the lower slope position. Topography data also showed steeper step structures in the eroded area than the depositional area. Median transport distance of RFID tags in interrill areas is 4.1 cm, and 76 cm in terracet areas. Therefore, we found the effect of soil mounds and terracettes on the bare soil connectivity significantly increase the sediment connectivity and sediment transport distance, affecting high activity concentration of Radiocesium from eroded sediment.

**Keywords:** soil erosion, Cs-137, decontamination

## 山木屋における除染された斜面における放射性物質の移行観測

恩田裕一\*<sup>1</sup>、脇山義史<sup>2</sup>、小塚翔平<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者: [onda@geoenv.tsukuba.ac.jp](mailto:onda@geoenv.tsukuba.ac.jp)

除染された土壌のからの放射能物質濃度を調査するために山木屋 USLE 土壌侵食プロット (幅 5 m、長さ 21 m) において研究を行った。研究サイトは日本の福島県山木屋地区にあり、2014 年に環境省によって除染され、表土を除去し、花崗岩の真砂土により土壌を被覆することにより、空間線量率の低減をはかったものである (有機物: 4.6%、砂: 68.8%、シルト: 19.7%、粘土: 6.9%)。プロット内の微小地形は、UAV-SfM 法によって測定した。この研究で使用した UAV は Phantom4 Pro で、飛行高度は 5~10 m、各調査で 200~400 枚の写真の撮影を行った。写真は、Photoscan にインポートし、3D 点群がを構築した後、ArcGIS pro にインポートされ、DSM データに変換することによって、調査期間ごとに土壌表面の変化が計算した。土壌粒子の輸送距離は、RFID タグによって測定した。RFID タグは、セメント、青銅粉、蛍光塗料、トップコートでコーティングされ、サイズは 3~5 mm、密度は 2.0~3.0 g cm<sup>-3</sup> である。100 個の RFID タグが土壌表面に設置し、その変化を測量した。2019 年 8 月 28 日から 2019 年 10 月 16 日の間に、階段状の侵食と堆積が観察された。この期間の土壌表面の変化は、侵食と堆積が繰り返され、より低い斜面位置でより高い侵食を示した。地形データは、堆積領域よりも侵食領域のより急なステップ構造も示した。インターリル領域での RFID タグの輸送距離の中央値は 4.1 cm であり、テラセット地形を有する領域では 76 cm となった。これらのことから、除染後の砂質土を表層に敷いた場合、堆積物の接続性と堆積物の輸送距離を大幅に増加させることがわかった。またこのことは、侵食された堆積物からの放射性セシウムが高い値を示すことに影響することが推察される。

キーワード: 土壌侵食, 除染, Cs-137

# Radioactive cesium uptake in Koshiabura (*Eleutherococcus sciadophylloides*)

Jun Furukawa\*<sup>1</sup>, Masaki Tamaoki<sup>2</sup>, Takafumi Mizuno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

<sup>2</sup>Fukushima Branch, National Institute for Environmental Studies

<sup>3</sup>Faculty of Bioresources, Mie University

\*Corresponding author: furukawa.jun.fn@u.tsukuba.ac.jp

It has been often reported that the radioactive cesium released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Accident is highly accumulated in the perennial mountain herb, Koshiabura (*Eleutherococcus sciadophylloides*), but its specific mechanism is not clear. Therefore, sampling of wild Koshiabura by field survey and analysis using plants cultivated in the laboratory were performed. A comparison of the radioactive cesium amount contained in the buds before development between Koshiabura and Taranoki (*Aralia elata*), a mountain herb belongs the same family, sampled in the Iitate and the Yamakiya area in Fukushima prefecture showed that the cesium contained in Koshiabura buds was about 12-fold or 3-fold higher than that in Taranoki per fresh or dry weight, respectively. In order to elucidate the mechanisms of cesium absorption and accumulation in Koshiabura more in details, we are applying several growth conditions for establishing a cultivation system at the laboratory level using Koshiabura seeds.

**Keywords:** Radioactive cesium, Koshiabura (*Eleutherococcus sciadophylloides*), Mountain herbs

## コシアブラにおける放射性セシウム吸収特性の解析

古川 純\*<sup>1</sup>、玉置 雅紀<sup>2</sup>、水野 隆文<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>2</sup>国立環境研究所福島支部

<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所

\*責任著者: furukawa.jun.fn@u.tsukuba.ac.jp

福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性セシウムが、多年生の山菜であるコシアブラに高濃度に蓄積されることが報告されているが、その具体的な機構についてはいまだ明らかではない。そこで現地調査による野生個体のサンプリングと、実験室において栽培された個体を用いた解析を実施した。福島県飯舘地区と山木屋地区においてサンプリングされたコシアブラと、同じくウコギ科の山菜であるタラノキを用いて、それぞれの展開前の芽に含まれる放射性セシウム量を比較したところ、新鮮重量当たりでは約 12 倍、乾燥重量当たりでは約 3 倍の放射性セシウムがコシアブラの芽に含まれていた。より詳細な吸収ならびに蓄積機構を解明するために、種子から栽培したコシアブラを用いた実験室レベルでの栽培系の確立に向けて条件検討を進めている。

キーワード: 放射性セシウム、コシアブラ、山菜

# The mechanisms of dissolved radiocesium discharge through stream system in a headwater forest catchment

Hiroaki Kato<sup>\*1</sup>, Satoru Akaiwa<sup>2</sup>, Tomoki Shinozuka<sup>2</sup>, Zul Hilmi Saidin<sup>2</sup>, Hikaru Iida<sup>3</sup>, Yuichi Onda<sup>1</sup>, Tadafumi Niizato<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

<sup>2</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

<sup>3</sup>College of Geoscience, University of Tsukuba

<sup>4</sup>Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency

\*Corresponding author: kato.hiroaki.ka@u.tsukuba.ac.jp

This study investigated the formation mechanisms of dissolved cesium-137 concentration in stream water discharged from a headwater forest catchment. The water flow rate from both spring point and the lower stream was monitored, and the concentration of cesium-137 and other ions dissolved in the water were measured. In addition, the concentration of particulate cesium-137 concentrations in suspended sediment and coarse organic matter were measured. The monitoring period was approximately one year and six months extended from June 2018 to December 2019. The monitoring results showed that dissolved cesium-137 concentration in stream water increased with increasing temperature from spring to early summer, and then decreased in summer with increasing stream flow rate. In winter, stream water tended to show slight increase of dissolved cesium-137 concentration. The concentrations of dissolved cesium-137 in stream water and soil water showed a positive correlation. Furthermore, the concentration of dissolved cesium-137 in stream water tended to increase with downstream distance (< 30 m) from the spring point to the lower part of the catchment. These results indicated that the concentration of dissolved cesium-137 in stream water showed marked seasonal changes probably in association with the dilution effects due to the fluctuation of stream water flow rate, the mixing with soil water during the stream water flowing down along channels, and the entrainment of cesium-137 from coarse organic materials deposited on forest floors and river channels.

**Keywords:** Fukushima accident, forest headwater catchment, dissolved radiocesium, stream water, discharge

## 森林源頭部における水系を通じた溶存態放射性セシウムの流出メカニズムの解明

加藤弘亮<sup>\*1</sup>、赤岩哲<sup>2</sup>、篠塚友輝<sup>2</sup>、飯田光<sup>3</sup>、恩田裕一<sup>1</sup>、新里忠史<sup>4</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

<sup>3</sup>筑波大学生命環境学群地球学類

<sup>4</sup>日本原子力機構福島環境安全センター

\*責任著者:kato.hiroaki.ka@u.tsukuba.ac.jp

本研究では、森林源頭部における渓流水に含まれる溶存態セシウム 137 濃度の形成機構について調査を行った。福島県浪江町の高沈着量地域に位置する森林流域を対象として、湧水及び渓流水の流量を観測するとともに、湧水・渓流水・土壌水に含まれる溶存態セシウム 137 濃度及び各種溶存イオン濃度を測定した。また、粗大有機物と渓流水中の浮遊砂の懸濁態セシウム 137 濃度を測定した。調査期間は 2018 年 6 月から 2019 年 12 月の約 1 年 6 か月間とした。観測結果から、春から夏にかけて気温の上昇とともに渓流水中の溶存態セシウム 137 濃度が増加し、夏には流量の増加とともに溶存態セシウム 137 濃度が減少する傾向が認められた。冬季にはわずかに濃度が上昇する傾向が観測された。渓流水と土壌水の溶存態セシウム 137 濃度は正の相関を示した。さらに渓流水の溶存態セシウム 137 濃度は、湧水点から下流方向 (約 30 m) に向かって増加する傾向を示した。以上の結果から、渓流水の溶存態セシウム 137 濃度は季節変化を示し、流量増加による希釈効果や、渓流水が流下する過程での土壌水との混合、林床や河道に堆積した粗大有機物からの溶出などの影響が示唆された。

キーワード：福島原発事故、森林源頭部流域、溶存態放射性セシウム、渓流水、流出

# Temporal change of radiocesium leaching from forest canopies following the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident

Hiroaki Kato<sup>\*1</sup>, Tomoki Shinozuka<sup>2</sup>, Zul Hilmi Saidin<sup>2</sup>, Hikaru Iida<sup>3</sup>, Satoru Akaiwa<sup>2</sup>, Yuichi Onda<sup>1</sup>, Vasyil Yoschenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

<sup>2</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

<sup>3</sup>College of Geoscience, University of Tsukuba

<sup>4</sup>Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: kato.hiroaki.ka@u.tsukuba.ac.jp

This study investigated the leaching of canopy-intercepted radiocesium by rainwater and the formation mechanism of its concentration in the cedar forest stand in Namie town, Fukushima prefecture. Using rainwater samplers installed inside and outside of the forest, throughfall (6 samplers), stemflow (3 samplers), and incident open rainfall (3 samplers) were collected, and the cesium-137 concentration were quantified. The throughfall amount was correlated with the canopy openness, locations with the lower canopy density tended to accumulated greater amount rainwater. The cesium-137 concentration in throughfall particularly in particulate form decreased by delusion with increasing event rainfall. On the other hand, the ratio of dissolved cesium-137 in throughfall tended to increase with increasing rainfall. The stemflow showed higher cesium-137 concentration compared to throughfall. The cesium-137 in stemflow was mostly in dissolved form. The permeation flux of water and dissolved cesium-137 into soil by infiltration water showed higher values nearby the basal area of tree stem. These results suggested that the continuous deposition input by throughfall and stemflow increases the heterogeneity of radiocesium at forest floor over time.

**Keywords:** Fukushima accident, forest, throughfall, stemflow, radiocesium, leaching

## 福島第一原子力発電所事故後の森林樹冠からリーチングされる放射性セシウムの時間変化の解明

加藤弘亮<sup>\*1</sup>、篠塚友輝<sup>2</sup>、飯田光<sup>3</sup>、ズル・サイディン<sup>2</sup>、赤岩哲<sup>2</sup>、恩田裕一<sup>1</sup>、ヴァシル・ヨシエンコ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

<sup>3</sup>筑波大学生命環境学群地球学類

<sup>4</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者:kato.hiroaki.ka@u.tsukuba.ac.jp

本研究では、福島県浪江町のスギ林を調査対象として、樹冠中の放射性セシウムの雨水によるリーチングとその濃度の形成機構について調査を実施した。林内外に設置した雨水サンプラーを用いて、樹冠通過雨（12箇所）、樹幹流（6箇所）及び林外雨（3箇所）を採取し、雨量とセシウム 137 濃度を定量した。樹冠通過雨量は上部の開空度の間に相関が認められ、樹冠密度が低い地点ほど樹冠通過雨量が多いことが分かった。樹冠通過雨に含まれるセシウム 137 濃度は、雨量の増加とともに低下する傾向が認められ、特に懸濁態セシウム 137 濃度が希釈効果により低減することが示唆された。一方で、樹冠通過雨中の溶存態セシウム 137 の割合は、雨量の増加とともに上昇する傾向が認められた。樹幹流は、樹冠通過雨と比較して高いセシウム 137 濃度を示し、大部分が溶存態であることが分かった。土壌浸透水による水及びセシウム 137 の浸透フラックスは、ともに樹幹周辺のほうが大きい値を示した。以上の事から、樹冠通過雨や樹幹流の影響により、林床の放射性セシウムの偏在性が時間とともに増大する可能性が示唆された。

キーワード：福島原発事故、森林、樹冠通過雨、樹幹流、放射性セシウム、リーチング

# Measurement and Application studies on the Environmental Actinides

Z. Huang<sup>1,2</sup>, Y. Ni<sup>3</sup>, H. Wang<sup>4</sup>, J. Zheng<sup>1\*</sup>, S. Yamazaki<sup>1</sup>, A. Sakaguchi<sup>5</sup>, X. Long<sup>2</sup>, S. Uchida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Radioecology and Fukushima Project, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

<sup>2</sup>Institute of Nuclear Physics and Chemistry, China Academy of Engineering Physics

<sup>3</sup>School of Physics, Peking University

<sup>4</sup>School of Nuclear Science and Technology, University of South China

<sup>5</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

\*Corresponding author: zheng.jian@qst.go.jp

This work presents a method developed for simultaneous analysis of ultra-trace level <sup>237</sup>Np and Pu isotopes in soil and sediment samples by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry (SF-ICP-MS). <sup>242</sup>Pu was used as a yield tracer for <sup>237</sup>Np as well as for Pu isotopes. A simple single chromatographic column packed with anion exchange resin (AG MP-1M) was used for the separation of <sup>237</sup>Np and Pu isotopes from the matrix elements and other potential interferences. The SF-ICP-MS measurement precision of the <sup>237</sup>Np/<sup>242</sup>Pu atom ratio for sub-fg/mL level <sup>237</sup>Np and <sup>242</sup>Pu was 0.97%, and the overall fractionation between <sup>237</sup>Np and <sup>242</sup>Pu for the whole analysis procedure was  $1.010 \pm 0.038$ . Besides, the single column chromatographic separation realized high decontamination factor of U ( $1.8 \times 10^6$  to  $1.7 \times 10^7$ ), and that ensured the interference effect of <sup>238</sup>U to the <sup>237</sup>Np, <sup>239</sup>Pu and <sup>240</sup>Pu measurements was negligible or could be easily corrected. Four standard reference materials were analyzed for method validation, and the results illustrated <sup>242</sup>Pu was an effective non-isotopic tracer for <sup>237</sup>Np determination. Finally, the developed method was successfully employed in the analysis of the global fallout level of <sup>237</sup>Np and Pu isotopes in Japanese paddy soil samples to study their environmental behaviors.

**Keywords:** SF-ICP-MS, Plutonium, Neptunium, Global fallout

## 環境中のアクチノイド測定とその応用

Z. Huang<sup>1,2</sup>, Y. Ni<sup>3</sup>, H. Wang<sup>4</sup>, J. Zheng<sup>1\*</sup>, S. Yamazaki<sup>1</sup>, A. Sakaguchi<sup>5</sup>, X. Long<sup>2</sup>, S. Uchida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構, 福島再生支援研究部

<sup>2</sup>核物理・核化学研究所, 中国工学物理アカデミー

<sup>3</sup>北京大学, 物理学部

<sup>4</sup>南華大学, 核科学技術学院

<sup>5</sup>筑波大学, アイソトープ環境動態研究センター

\*Corresponding author: zheng.jian@qst.go.jp

本研究では、高分解能質量分析計を用いて、環境中の極微量 Np および Pu 同位体測定を行う手法の開発とその応用研究を行った。質量分析のための、環境試料マトリクスや妨害元素からの Np と Pu の精製は、簡便かつ安価な陰イオン交換樹脂(AG-MP-1M)を用いる事とした。また、ここでは、Np と Pu 両同位体測定のために Pu-242 を収率トレーサーとして利用した。結果として、本研究で採用したシンプルな化学分離法では、環境試料中に大量に含まれる <sup>238</sup>U の除去係数は  $1.8 \times 10^6$  から  $1.7 \times 10^7$  と高く、本研究で測定対象としている <sup>237</sup>Np, <sup>239</sup>Pu そして <sup>240</sup>Pu 測定において、U は無視できるくらい小さい、あるいは補正可能であることが確認されている。また、高分解能質量分析計 (SF-ICP-MS) による測定において、<sup>237</sup>Np と <sup>242</sup>Pu がそれぞれサブフェムトグラムオーダー(sub-fg/ml)の場合には、<sup>237</sup>Np/<sup>242</sup>Pu 原子数比の不確かさは 0.97% であり、測定の全工程から得られる <sup>237</sup>Np と <sup>242</sup>Pu のフラクショネーションは  $1.010 \pm 0.038$  と見積もられた。

本研究で開発した方法を、4つの市販の標準物質に適応し、手法の妥当性を検討した。その結果、Np 検出の際には <sup>242</sup>Pu は非同位体トレーサーとして十分に利用可能であることが示された。また確率した方法で水田土壌中のグローバルフォールアウト由来 Np と Pu 同位体組成を明らかにし、環境中における Np や Pu の挙動に関して考察した。

キーワード : SF-ICP-MS, プルトニウム, ネプツニウム, グローバルフォールアウト

# Estimation of downward migration of radiocesium in forest soils using zero-tension lysimeter

Junko TAKAHASHI<sup>\*1</sup>, Takuya SASAKI<sup>1</sup>, Daichi HIHARA<sup>1</sup>, Yuichi ONDA<sup>1</sup>, Hirofumi TSUKADA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

<sup>2</sup>Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: takahashi.junko.ka@u.tsukuba.ac.jp

There are many reports about estimation of downward migration of radiocesium using model based on the changes in vertical distribution of radiocesium in soil. However, the measured values of the amount of downward migration such as soluble radiocesium in saturation water are limited. Therefore, in the present study, we collected the saturation water under litter, 10 cm and 20 cm depth of soil layers using zero-tension lysimeter and evaluated the contribution rate of the saturation water to the estimated amount of downward migration based on the changes in vertical distribution of radiocesium in soils where we have monitored from 2011.

Study sites are Mixed Forest (MF), Mature Cedar Forest (MC) and Young Cedar Forest (YC) in Yamakiya district, Kawamata town, and the estimated deposition density is 450 kBq/m<sup>2</sup>. Zero-tension lysimeters were installed under litter, 10 cm and 20 cm depth of soil layers in each site, and the saturation water samples were collected every one or two months. The collected water samples were filtered by 0.2μm membrane filter and Cs-137 concentration were measured using Ge-semiconductor detector.

The Cs-137 concentrations in the saturation water under litter layer are YC site (0.3-5.6 Bq/L) > MF site (0.6-3.9 Bq/L) > MC site (0.06-1.9 Bq/L) in descending order, and larger in summer than in winter. Those under 10 cm and 20 cm depth of soil layers are significantly smaller than those under litter layer, but not significantly different between each other. The collection efficiency of the saturation water by zero-tension lysimeter depends on the catchment area, therefore the underestimated volume of the water samples were corrected. As results, the contribution rate of the saturation water to the estimated amount of downward migration were estimated to be less than 10% under litter layer and more than 50% under 10cm and 20cm depth of soil layers.

**Keywords:** vertical distribution of radiocesium, forest soil, tension-free lysimeter

## ゼロテンションライシメータを用いた土壤中放射性セシウムの下方移行量の評価

高橋純子<sup>\*1</sup>、佐々木拓哉<sup>1</sup>、日原大智<sup>1</sup>、恩田裕一<sup>1</sup>、塚田祥文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者: takahashi.junko.ka@u.tsukuba.ac.jp

従来、土壤中の放射性セシウムの下方移行量は、その深度分布変化に基づくモデルから推定されたものが多く、実測に基づく評価は限られている。そこで、本研究ではこれまでに放射性セシウムの深度分布モニタリングを実施してきた森林3地点において、ゼロテンションライシメータにより定期的にリター浸透水および土壌浸透水を採取し、降雨とともに下方移行している放射性セシウム量を実測するとともに、深度分布の変化から推定される下方移行量に占める浸透水の寄与率を評価することを目的とした。

調査地として川俣町山木屋地区のスギ壮齢林、スギ若齢林および混交林（初期沈着量約450kBq/m<sup>2</sup>）を選定し、リター直下、10cm深、20cm深にゼロテンションライシメータを設置した。1-2ヶ月に一度の浸透水採取を行い、採取試料は0.2μmフィルターでろ過した後、Ge半導体検出器を用いてCs-137濃度を測定した。

リター直下の浸透水中Cs-137濃度は若齢林(0.3-5.6 Bq/L) > 混交林(0.6-3.9 Bq/L) > 壮齢林 (0.06-1.9 Bq/L) の順に高く、また夏に高く冬に低くなる傾向が認められた。10cm深と20cm深の浸透水中Cs-137濃度については、リター直下のものよりは有意に低かったものの、両者に有意な差は認められなかった。ゼロテンションライシメータによる浸透水の採水量はその集水面積に大きく影響を受けることが知られている。そのため、浸透水量の補正を行ったところ、浸透水による下方移行の寄与率はリターから土壌表層では10%以下であるのに対し、土壌中では50%以上と推定された。

キーワード：放射性セシウムの深度分布、森林土壌、テンションフリーライシメータ



# Comparative behavior of radiocesium and tritium along a river-to-coast transect

Hyoe Takata\*<sup>1</sup>, Michio Aoyama<sup>2</sup>, Toshiya Tamari<sup>3</sup>, Junji Yamanaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fukushima University, Institute of Environmental Radioactivity

<sup>2</sup>University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences

<sup>3</sup>Kyushu Environmental Evaluation Association

\*Corresponding author: h.takata@ier.fukushima-u.ac.jp

Of the radiocesium released to the environment after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, radiocesium deposited on land is continuously transported to coastal areas through the rivers. In this study, we estimate the contribution of riverine radiocesium to the coastal areas using naturally occurring tritium as a radio tracer for riverine input, and also discuss the comparative behavior of radiocesium and tritium on the coastal area. Sampling was conducted in May 2019 on rivers and coastal areas in the southern part of Fukushima Prefecture. Water samples were also collected in the downstream of the Tomioka River and its nearest coastal area from July to October 2019. Dissolved radiocesium (<sup>137</sup>Cs) in rivers in the southern part of Fukushima Prefecture ranged from 0.71 to 4.5 Bq/m<sup>3</sup>. In the coastal areas (salinity: 27-32) dissolved <sup>137</sup>Cs concentration varied in a range of 3.6-5.8 Bq/m<sup>3</sup>, which was higher than that of rivers. In the downstream of the Tomioka River dissolved <sup>137</sup>Cs ranged between 8.5 and 19 Bq/m<sup>3</sup>, but varied in a wide range of 9.9-86 Bq/m<sup>3</sup> in the coastal water (salinity: 29-34), while tritium concentration had almost constant values of 71-100 Bq/m<sup>3</sup>. The highest value in the coastal water was observed after the Typhoon Hagibis in October 2019. A discussion about the contribution of riverine input to the ocean in relation to desorption from riverine particles on estuarine mixing will be made in the presentation.

**Keywords:** Tritium, cesium, river, coastal area, Typhoon Hagibis

## 河川から海洋への寄与と天然起源トリチウムを考慮した福島沿岸のセシウムとトリチウムの挙動

高田 兵衛\*<sup>1</sup>、青山 道夫<sup>2</sup>、玉利 俊哉<sup>3</sup>、山中 潤二<sup>3</sup>

<sup>1</sup>福島大学 環境放射能研究所

<sup>2</sup>筑波大学 生命環境系 アイソトープ環境動態研究センター

<sup>3</sup>九州環境管理協会

\*責任著者: h.takata@ier.fukushima-u.ac.jp

福島第一原子力発電所の事故により環境中に放出された放射性セシウムのうち、陸域に沈着した放射性セシウムは、河川等を通じて沿岸域に継続的に供給される。そこで、トリチウムを指標とした河川から海洋への放射性セシウムの寄与を見積もることを試みるとともに、沿岸での放射性セシウムとトリチウムの挙動の違いについても議論する。調査は2019年5月において、福島県南部の河川及び沿岸を、7~10月において、富岡川下流及びその河口付近の沿岸（富岡沿岸）において河川水と海水を採取し、ろ過後、ろ液中の放射性セシウムとトリチウムを測定した。福島県南部の河川中の溶存態放射性セシウムは0.71~4.5Bq/m<sup>3</sup>であった。沿岸（塩分：27~32）においては3.6~5.8Bq/m<sup>3</sup>であり、河川よりも高い結果となった。一方、富岡川下流の溶存態放射性セシウムは8.5~19 Bq/m<sup>3</sup>であった。富岡沿岸（塩分：29~34）においては9.9~86 Bq /m<sup>3</sup>であったが、トリチウム濃度は71~100 Bq/m<sup>3</sup>と大きな変化は見られなかった。なお、溶存態セシウムの最大値は台風19号後に採取した富岡沿岸試料であった。発表では懸濁粒子からの放射性セシウムの溶脱との関連性も含めて、河川から海洋への寄与について議論する。

キーワード：トリチウム、台風19号、懸濁態放射性セシウム、溶脱

# Temporal variations in riverine $^{137}\text{Cs}$ and $^{129}\text{I}$ concentrations under high-flow events

Yoshifumi Wakiyama <sup>\*1</sup>, Masumi Matsumura <sup>2</sup>, Tetsuya Matsunaka <sup>3</sup>, Shigekazu Hirao <sup>1</sup>, Kimikazu Sasa <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

<sup>2</sup> Accelerator Mass Spectrometry Group, University of Tsukuba

<sup>3</sup> Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

\*Corresponding author: wakiyama@ipc.fukushima-u.ac.jp

Iodine-129 is one of long-lived radionuclides released by the Fukushima accident. Due to its chemically reactivity, environmental behavior of  $^{129}\text{I}$  could be different from those of  $^{137}\text{Cs}$ . Understanding its long-term fate from terrestrial to the ocean are necessary. Although previous studies indicated large  $^{137}\text{Cs}$  wash-off during high flow events, there are few studies on  $^{129}\text{I}$  under high-flow conditions. This study aims to elucidate transfer process of  $^{129}\text{I}$  through river and presents a sampling campaign on the Abukuma River during a high flow event. River water samples were taken at the Kuroiwa site at midstream of the Abukuma River during high-flow events in July and October 2018. Suspended sediment and filtrate samples were obtained by decantation and subsequent filtration, respectively. These samples were measured for dissolved and particulate  $^{137}\text{Cs}$  concentrations ( $\text{Bq L}^{-1}$ ). In both events, dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentration tended to decrease and particulate  $^{137}\text{Cs}$  concentrations were highest at the peak water discharge due to increased suspended sediment concentrations. As of 24 January 2020, the suspended sediment and filtrate samples are being prepared for measurements with accelerator mass spectrometer for  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  ratio and with ICP-QQQ-MS for  $^{127}\text{I}$  concentration. Based on the measurements, we will present temporal variations in dissolved and particulate  $^{129}\text{I}$  concentrations and discuss differences from those of  $^{137}\text{Cs}$ .

**Keywords:**  $^{129}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , High-flow events, River

## 出水時の河川水の $^{137}\text{Cs}$ および $^{129}\text{I}$ 濃度の時系列変化

脇山義史<sup>\*1</sup>、松村万寿美<sup>2</sup>、松中哲也<sup>3</sup>、平尾茂一<sup>1</sup>、笹公和<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福島大学環境放射能研究所

<sup>2</sup> 筑波大学応用加速器部門

<sup>3</sup> 金沢大学環日本海環境研究センター

\*責任著者: wakiyama@ipc.fukushima-u.ac.jp

福島第一原子力発電所事故によって放出された長寿命の  $^{129}\text{I}$  (半減期: 1,570 万年) は、高い化学的活性や  $^{137}\text{Cs}$  との挙動の違いなどの観点から、陸から海洋への挙動を長期的に把握することが必要な核種の 1 つである。出水時に多量の  $^{137}\text{Cs}$  が流出することが知られているが、 $^{129}\text{I}$  の出水時における動態を観測した例は少ない。本研究では、河川を通じた  $^{129}\text{I}$  の移行プロセスの解明を目的として、阿武隈川出水時の河川水の  $^{129}\text{I}$  濃度変化を調べ、 $^{137}\text{Cs}$  との比較を行っている。阿武隈川中流の黒岩地点 (流域面積 2880  $\text{km}^2$ ) において、2018 年 7 月、10 月の出水イベント時に河川水の採取を行った。河川水試料はデカンテーション・ろ過により浮遊土砂とろ液に分離し、溶存態・懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  濃度 ( $\text{Bq L}^{-1}$ ) の測定を行った。いずれのイベントにおいても、溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度は出水期間中に時間とともに低下する傾向が見られ、懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  濃度は浮遊土砂濃度の上昇により、出水ピーク時に最高となった。1 月 24 日現在、溶存態・懸濁態  $^{129}\text{I}$  の測定を行っている。浮遊土砂およびろ液試料の前処理後、加速器質量分析法にて  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比を測定し、ICP-QQQ-MS を用いて  $^{127}\text{I}$  濃度を測定する。得られる結果を踏まえて、出水時の懸濁態・溶存態  $^{129}\text{I}$  濃度の時系列変化を示し、 $^{137}\text{Cs}$  の動態との違いを議論する予定である。

キーワード:  $^{129}\text{I}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、河川、出水

# Mutation rate evaluation using microsatellite marker

Shingo KANEKO<sup>\*1,2</sup>, Yuta MURAYAMA<sup>1</sup>, Yoshito WATANABE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fukushima University, Faculty of Symbiotic System Science

<sup>2</sup>Fukushima University, Institution of Environmental Radioactivity

<sup>3</sup>National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

\*Corresponding author: E-Mail

Few studies have reported on the genetic effects such as nucleotide sequence mutations by chronic exposure of low dose rates. In this study, we tried to measure the mutation rate of Japanese red pine growing in evacuation zone in Fukushima Prefecture using female gametophytes, which are haploids derived from maternal germ cells. The seeds (female gametophytes) were collected from the Japanese red pine growing in Okuma Town (about 4-7 $\mu$ Gy/h). Genotypes of female gametophyte were determined for 9 microsatellite loci. So far 484 samples (4270 site) have been genotyped and no mutations have been identified. To measure the mutation rate, it is expected that a total of 10,000 or more data is required in terms of the number of samples and loci. However, it can be achieved by using female gametophytes due to the low cost for collecting large number of samples.

**Keywords:** chronic exposure of low dose rates, microsatellite marker, mutation rate.

## 照射実験個体を対象とした塩基配列突然変異の検出法の開発

### —マイクロサテライトマーカーによる突然変異率評価—

○兼子伸吾<sup>1</sup>、村山悠太<sup>1</sup>、渡辺嘉人<sup>2</sup>、

<sup>1</sup>福島大学共生システム理工学類

<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

<sup>3</sup>量子科学技術研究開発機構

\*責任著者: kaneko.shingo@gmail.com

毎時数マイクロシーベルト以下の低線量率を長期に被ばくした際の塩基配列突然変異等の遺伝的影響について報告した研究は少ない。そこで本研究では、母親の生殖細胞由来の半数体である針葉樹の雌性配偶体を用いて、福島県内の帰還困難区域に生育するアカマツを対象に、突然変異率の実測を試みた。福島県大熊町内の調査地（約 4  $\mu$ Gy/h）に生育するアカマツから、母樹の葉および種子（雌性配偶体）を採取しDNAを抽出した。マイクロサテライトマーカー9 遺伝子座を用いて雌性配偶体の遺伝子型を決定した。これまでに 484 サンプルについて遺伝子型を決定したが、突然変異は確認されなかった。突然変異率の実測のためには、サンプル数と遺伝子座数でのべ1 万以上のデータ量が必要と予想されるものの、サンプル収集が容易な雌性配偶体の解析であれば、十分達成可能であると考えられる。

キーワード: マイクロサテライトマーカー、長期低線量被ばく、突然変異率

# Analysis of genetic changes in cancer induced by low dose rate radiation

-Time course-dependent analysis of chromosomal abnormalities in hematopoietic tissues of irradiated mice-

Kodai Suga<sup>1,2</sup>, Ikue Asari<sup>1</sup>, Masato Umetsu<sup>2</sup>, Yuma Imai<sup>2</sup>, Yohei Fujishima<sup>3,4</sup>, Valerie Swee Ting Goh<sup>3</sup>, Naomi Sasaki<sup>1</sup>, Kentaro Ariyoshi<sup>1,5</sup>, Tomisato Miura<sup>2,3</sup>, Yutaka Yamada<sup>6</sup> and Mitsuaki Yoshida\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Inst. Radiate. Emerge. Med. (IREM/HU), <sup>2</sup> Sch. Health Sci., <sup>3</sup> Grad. Sch. Health Sci., <sup>4</sup> Tohoku Univ. Sch. Med., <sup>5</sup> Fukushima Medical Univ., <sup>6</sup> Quantum and Radiological Science and Technology.

\*Corresponding author: myoshida@hiroskai-u.ac.jp

Epidemiological analysis of atomic bomb survivors has indicated that the frequency of hematopoietic tumors increases several years after the bombing. In this study, we analyzed temporal changes of chromosomal abnormalities in hematopoietic tissues from irradiated mice as a preliminary experiment. Also, we compared the chromosome abnormalities between the two mice strains using radiation-sensitive mice (C3H) and radiation-resistant mice (B6). Eight-week-old C57BL/6Njcl mice and C3H/HeJcl mice were irradiated with 4 Gy (1 Gy/min) X-rays, and at 1, 2, 3 and 6 months after irradiation, chromosomes from hematopoietic tissues (bone marrow, spleen, blood) were prepared and were analyzed by Hoechst-quinacrine double staining. The frequency of chromosome abnormalities was high even at 6 months after irradiation in both strains. Although the chromosome involved in the abnormality was relatively random in C3H, specific chromosomes (chromosomes 1, 8, 10, 11, 12, 13, and 15) tended to have a high abnormality frequency in B6. In addition, clonal abnormalities common to bone marrow, peripheral blood, and spleen were confirmed in some individuals. These results suggest that various chromosomal abnormalities are induced by irradiation, but that cells with superior proliferative ability may expand clonally over time and become malignant. In the future, the trend of chromosomal abnormalities after 6 months or more after irradiation will be noted. Based on these results, we would like to analyze the effects of low dose rate radiation in the future.

**Keywords:** radiation exposure, chromosome abnormality, time course dependent analysis, hematopoietic tissue

## 低線量率放射線により誘発された癌の遺伝学的変化の解析

-放射線照射したマウスの造血系組織における染色体異常の経時的変化の解析-

菅 弘大<sup>1,2</sup>, 浅利 郁江<sup>1</sup>, 梅津 真人<sup>2</sup>, 今井 佑磨<sup>2</sup>, 藤嶋 洋平<sup>3,4</sup>, Valerie Swee Ting Goh<sup>3</sup>, 佐々木 直美<sup>1</sup>, 有吉 健太郎<sup>1,5</sup>, 三浦 富智<sup>2,3</sup>, 山田 裕<sup>6</sup>, 吉田 光明\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>被ばく医療総合研究所、<sup>2</sup>保健学科、<sup>3</sup>保健学研究科、弘前大学、<sup>4</sup>東北大学、<sup>5</sup>福島県立医科大学、<sup>6</sup>量子科学技術研究開発機構、

\*責任著者: myoshida@hirosaki-u.ac.jp

原爆被爆者を対象とした疫学解析では被爆して数年後に造血系腫瘍の発生頻度が上昇することが示されている。そこで、本研究では低線量率放射線の影響を解析する予備実験として、マウスを対象とし、放射線被ばく後に起こる染色体異常について経時的変化を解析した。さらに、放射線感受性マウス (C3H) と放射線耐性マウス (B6) を用いて、2 系統間の差についても解析を行った。8 週齢 C57BL/6Njcl マウス及び C3H/HeJcl マウスに 4Gy (1Gy/min) の X 線を照射し、1、2、3、6 ヶ月後に造血系組織 (骨髄、脾臓、血液) から染色体標本を作製し、ヘキストキナクリン二重染色で染色体異常を解析した。その結果、C3H と B6 とともに 1、2、3、6 ヶ月後に染色体異常を解析したが、両系統とも照射後 6 ヶ月経過した段階でさえ異常頻度は高く、また、C3H では比較的ランダムに染色体異常が生じる傾向がみられたが、B6 では特定の染色体 (1、8、10、11、12、13、15 番染色体) が高い異常頻度を生じる傾向にあった。また、個体によっては骨髄、末梢血、脾臓に共通したクローン性の異常も確認された。これらの結果から、照射時には様々な染色体異常が誘発されるが、時間の経過とともに増殖能の優位な細胞がクローナルに拡大し、悪性化していく可能性が示唆される。今後は、照射後 6 ヶ月以上の時間の経過後の染色体異常の動向が注目される。これらの結果をもとに、今後は低線量率放射線の影響を解析したい。

キーワード: 放射線照射、染色体異常、経時的変化、造血系組織

# Precision analysis of tritium using low-background liquid scintillation counter

Naofumi Akata\*<sup>1</sup>, Hirofumi Tazoe<sup>1</sup>, Chutima Kranrod<sup>1</sup>, Kenso Fujiwara<sup>2</sup>, Toshiharu Misonou<sup>2</sup>, Haruka Kuwata<sup>2</sup>, Shigekazu Hirao<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Radiation Chemistry Department, Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

<sup>2</sup>Fukushima Environmental Safety Center, Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency

<sup>3</sup>Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: akata@hirosaki-u.ac.jp

In this study, low-background liquid scintillation counter (LSC-LB5, Hitachi) installed at Hirosaki University was employed in the evaluation of performance characteristics. The 50 mL of water sample was mixed with 50 mL of a liquid scintillation cocktail (Ultima Gold LLT, PerkinElmer, USA) in a 145 mL low diffusion polyethylene vial with an inner Teflon coating. After the vial was set in the liquid scintillation counter, counting time was performed for 1,000 min. As a result, background count rate was quite low at about 2.3 cpm, and minimum detection level (MDL) was approximately 0.29 Bq/L. In addition, enrichment factor of solid polymer membrane electrolytic concentrator-1 installed at Hirosaki University was 8.68, and MDL of combined with enrichment procedure was approximately 0.035 Bq/L.

**Keywords:** Tritium, Low-background liquid scintillation counter

## 液体シンチレーションカウンターを用いたトリチウムの精密計測に関する研究

赤田 尚史\*<sup>1</sup>、田副 博文<sup>1</sup>、Kranrod Chutima<sup>1</sup>、藤原 健壮<sup>2</sup>、御園生 敏治<sup>2</sup>、桑田 遥<sup>2</sup>、平尾 茂一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>弘前大学被ばく医療総合研究所放射線化学部門

<sup>2</sup>日本原子力研究開発機構福島研究開発部門福島環境安全センター

<sup>3</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者: akata@hirosaki-u.ac.jp

本研究では、弘前大学に整備されている低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置 (LSC-LB5, 日立) の性能評価を実施するとともに、固体高分子膜電解濃縮装置と組み合わせた際の定量下限値について検討を行った。測定は、試料水 50 mL に対し、シンチレーター 50 mL を混合し、装置内で 1 週間程度静置した後、1,000 分測定を行った。その結果、バックグラウンドカウントは 2.3 cpm 程度と十分低いことが確認できた。この時の検出下限値はおおよそ 0.29 Bq/L であった。また、所有する固体高分子膜電解濃縮装置-1 を用いて、初期水量 800 mL から約 60 mL まで濃縮した結果、トリチウム濃縮倍率は 8.68 であり、両者を組み合わせた際の定量下限値は 0.035 Bq/L 程度であった。

キーワード: トリチウム, 低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置

# Establishment of a dose response curve for dicentric chromosome analysis in wild boar

Hiroko Ishiniwa\*<sup>1</sup>, Donovan Anderson<sup>2</sup>, Yohei Fujishima<sup>3</sup>, Kei Okuda<sup>4</sup>, Mitsuaki Yoshida<sup>5</sup>, Toshiya Inaba<sup>6</sup>, Akiko Nagamachi<sup>6</sup>, Nanba Kenji<sup>1,2</sup>, Tomisato Miura<sup>5,7</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

<sup>2</sup>Symbiotic Systems Science and Engineering Graduate School, Fukushima University

<sup>3</sup>School of Medicine, Tohoku University

<sup>4</sup>Faculty of Human Environmental Studies, Hiroshima Shudo University

<sup>5</sup>Department of Radiation Biology, Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

<sup>6</sup>Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University

<sup>7</sup>Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

\*Corresponding author: [ishiniwa@ier.fukushima-u.ac.jp](mailto:ishiniwa@ier.fukushima-u.ac.jp)

Dicentric chromosomal aberration is a radiation induced DNA lesion that is used to estimate radiation dose as its frequency of occurrence increases in a dose-dependent manner. To accurately estimate radiation dose, it is essential to establish a dose response curve obtained from the relationship between radiation dose and the frequency of dicentric chromosome aberrations. In this study, we tried to establish a dose response curve to estimate radiation doses for wild boar living in the evacuation zone in Fukushima. The blood of wild boar collected in non-contaminated areas were irradiated at 0, 25, 50, 75, 100, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 mGy using both a high and low dose Cs-source (85 mGy/h, 0.2 Gy/min, respectively), then blood cells were cultured according to standard protocol of the International Atomic Energy Agency, and lymphocytes were collected. In this presentation, we will introduce the current results of dicentric chromosome frequency.

**Keywords:** Radiation, Dicentric analysis, Standard curve, Wild boar

## イノシシにおける二動原体染色体の検量線作成

石庭 寛子\*<sup>1</sup>、アンダーソン ドノヴァン<sup>2</sup>、藤嶋 洋平<sup>3</sup>、奥田 圭<sup>4</sup>、吉田 光明<sup>5</sup>、稲葉 俊哉<sup>6</sup>、長町 安希子<sup>6</sup>、難波 謙二<sup>1,2</sup>、三浦 富智<sup>5,7</sup>

<sup>1</sup>福島大学 環境放射能研究所

<sup>2</sup>福島大学 共生システム理工学類

<sup>3</sup>東北大学大学院 医学系研究科

<sup>4</sup>広島修道大学 人間環境部

<sup>5</sup>弘前大学大学院 保健学研究科

<sup>6</sup>広島大学 原爆放射線医科学研究所

<sup>7</sup>弘前大学 被ばく医療総合研究所

\*責任著者: [ishiniwa@ier.fukushima-u.ac.jp](mailto:ishiniwa@ier.fukushima-u.ac.jp)

二動原体染色体は放射線被曝によって起こる DNA 損傷の一種であり、被ばく線量依存的に発生頻度が増加することから、被ばく線量推定に利用されている。被ばく線量を正確に推定するためには、放射線量と二動原体染色体の発生頻度との関係から得られる検量線の確立が必須である。本研究では、福島県の帰還困難区域に生息するイノシシの被ばく線量を推定するため、検量線の作成を行った。非汚染地域で捕獲されたイノシシの血液に 0, 25, 50, 75, 100, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 mGy の異なる線量率(約 85 mGy/h, 0.2 Gy/min) のセシウム線源放射線を照射し、国際原子力機関の標準プロトコルに従い培養し、リンパ球を回収した。本発表では、二動原体染色体の発生頻度の計測結果について紹介する予定である。

キーワード: 放射線、二動原体染色体、検量線、イノシシ

# Development of precise analysis Cs-134/Cs-137 ratio using thermal ionization mass spectrometer

Hirofumi Tazoe\*<sup>1</sup>, Yoshitaka Takagai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

<sup>2</sup> Faculty of Symbiotic Systems Science/ Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: tazoe@hirosaki-u.ac.jp

Inventory of radioactive cesium isotopes (Cs-134, Cs-135, Cs-137) which generate by thermal neutron fission in the nuclear reactor and its isotope ratios depends on type of nuclear fuel and burnup time. Radioactive decay also varies Cs isotope ratio with elapsed time because of their different physical half lives. Therefore, Cs isotope ratios can be useful tracer for the source. Cs isotope analysis using thermal ionization mass spectrometer (TIMS) is expected high precision, but removal of isobaric interference from barium (Ba) must be accomplished completely prior to TIMS analysis. In this study, improvement of Cs preconcentration and Ba removal has been examined. Cs in leachate from soil was preconcentrated by AMP. After dissolution in ammonium solution, Ba was removed by MnO<sub>2</sub> resin and ion exchange chromatography.

**Keywords:** Thermal ionization mass spectrometer, Cs isotope ratio

## 表面電離型質量分析装置を用いた高精度 Cs-134/Cs-137 同位体比分析

田副 博文\*<sup>1</sup>、高貝 慶隆<sup>2</sup>

<sup>1</sup>弘前大学被ばく医療総合研究所

<sup>2</sup>福島大学共生システム理工学類環境システムマネジメント・環境放射能研究所

\*責任著者: tazoe@hirosaki-u.ac.jp

原子炉内で熱中性子核分裂反応により生成する放射性セシウム(Cs-134, Cs-135, Cs-137)の生成量や同位体比は燃料の種類や燃焼時間によって異なる。また、同位体ごとに物理学的半減期も異なるため、減衰によっても変化する。そのため、Cs 同位体組成を調べることで供給源の情報を与える。表面電離型質量分析装置による Cs 同位体比分析は精度の高いデータが得られることが期待されるが、装置自体ではバリウム (Ba) による同重体干渉を除去することが困難である。そのため、化学分離法を再検討し、Ba の除去効率の向上を目指した。土壌抽出液から AMP に Cs を吸着後、アンモニア水に溶解し、アイクロム社製 MnO<sub>2</sub> レジンおよびイオン交換樹脂により Ba を除去した。

キーワード：表面電離型質量分析計、セシウム同位体

# Development of a Model to Reproduce $^{137}\text{Cs}$ Dissolution from Dam Lake Sediment Considering Temperature and Dissolved Oxygen Condition

Hideki Tsuji\*<sup>1</sup>, Seiji Hayashi<sup>1</sup>, Hironori Higashi<sup>1</sup>, Kazuyuki Sakuma<sup>2</sup>, Kazuya Yoshimura<sup>2</sup>, Hironori Funaki<sup>2</sup>, Takahiro Nakanishi<sup>2</sup>, Tadahiko Tsuruta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Institute for Environmental Studies

<sup>2</sup> Japan Atomic Energy Agency

\*Corresponding author: tsuji.hideki@nies.go.jp

In the dam lake near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, dissolution of  $^{137}\text{Cs}$  from the lake bottom sediment accelerated with high water temperature with low dissolved oxygen concentration (presented at the 4th IER Progress Report Meeting, 2018). As a chemical mechanism, the dissolution rate of  $^{137}\text{Cs}$  is mainly determined by the kinetics of  $\text{NH}_4^+$  and other co-existing substances in pore water and above water. In this study, we constructed a numerical model to reproduce the distribution of dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentration in sediment pore water and diffusion of  $^{137}\text{Cs}$  from sediment to above water and applied this model to the results of a static dissolution experiment using undisturbed sediment core collected in the central part of the Yokokawa Dam Lake in Fukushima Prefecture. Under the assumption that dissolved  $^{137}\text{Cs}$  in the pore water was supplied by the microbial decomposition of organic matter and the chemical redistribution between mineral particles and pore water, parameters such as the decomposition rate of organic matter depending on temperature and dissolved oxygen concentration was incorporated into the calculation formula with reference to literature values. We also assumed that the equilibrium of  $^{137}\text{Cs}$  between solid and liquid phase in sediment was determined by Radiocesium Interception Potential (Wauters et al., 1994) which regulates the distribution coefficient of  $^{137}\text{Cs}$  by the  $\text{K}^+$  and  $\text{NH}_4^+$  concentration in pore water, and also introduced the rate at which the distribution equilibrium was reached (Fiengo-Perez et al., 2015). The vertical distribution of dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentration and  $^{137}\text{Cs}$  diffusion to the above water under both anaerobic and aerobic conditions were well reproduced by this model. In the future, this model would be improved by incorporating experimental results on sediment properties such as the decomposition rate of organic substances.

**Keywords:** sediment, dam lake,  $^{137}\text{Cs}$ , dissolution, diffusion

## 水温・溶存酸素濃度環境を考慮したダム湖底質からの $^{137}\text{Cs}$ 溶出現象再現モデルの構築

辻 英樹\*<sup>1</sup>、林 誠二<sup>1</sup>、東 博紀<sup>1</sup>、佐久間 一幸<sup>2</sup>、吉村 和也<sup>2</sup>、舟木 泰智<sup>2</sup>、中西 貴宏<sup>2</sup>、鶴田 忠彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所

<sup>2</sup> 日本原子力研究開発機構

\*責任著者: tsuji.hideki@nies.go.jp

福島第一原子力発電所近傍のダム湖では湖底堆積物からの  $^{137}\text{Cs}$  溶出が生じており、湖底の水温上昇および酸素濃度の低下に伴って  $^{137}\text{Cs}$  溶出速度は上昇する(第4回 IER 成果報告会にて既発表)。化学的メカニズムとして、 $^{137}\text{Cs}$  溶出速度は主に間隙水および直上水中における  $\text{NH}_4^+$ 等の共存溶存物質の動態によって規定されることから、本研究では底質中および底質から直上水への  $^{137}\text{Cs}$  の拡散移動現象を再現するモデルを構築し、福島県横川ダム湖心部の不攪乱底質試料を用いた静置溶出試験における底質間隙水中  $^{137}\text{Cs}$  濃度分布等の結果に対する適用を試みた。底質固相から間隙水への  $^{137}\text{Cs}$  供給量は有機物の微生物分解と鉱物粒子-間隙水間の化学的再分配によって規定されるという前提のもと、有機物分解速度等のパラメータを計算式に組み込んだ。また底質中の  $^{137}\text{Cs}$  の固液間分配は放射性セシウム捕捉ポテンシャル(Wauters ら, 1994)の式によって平衡状態が定められると仮定し、間隙水中の  $\text{K}^+$ ・ $\text{NH}_4^+$ 濃度から  $^{137}\text{Cs}$  分配係数を求め、さらに分配平衡に達するまでの速度を考慮した式 (Fiengo-Perez et al., 2015) を導入した。各パラメータを文献値の範囲等で変動させ適用した結果、嫌気および好気条件における溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度の底質中鉛直分布および直上水への拡散速度を同時に再現することができた。今後は有機物分解速度等を別途測定することでモデルの精緻化を進める必要がある。

キーワード: ダム湖、底質、 $^{137}\text{Cs}$ 、溶出、拡散モデル



# Study on Transport of Radionuclides in Watershed Environment

Takahiro Nakanishi<sup>\*1</sup>, Tadahiko Tsuruta<sup>1</sup>, Hironori Funaki<sup>1</sup>, Kazuyuki Sakuma<sup>1</sup>, Tomisato Miura<sup>2,3</sup>, Mitsuaki A. Yoshida<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency

<sup>2</sup>Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

<sup>3</sup>Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

\*Corresponding author: nakanishi.takahiro@jaea.go.jp

To elucidate the mechanism of transport of dissolved radiocesium to masu trout, a feeding experiment was conducted in a culture pond introduced with mountain stream water (dissolved <sup>137</sup>Cs concentration: 0.1 - 0.2 Bq / L) using a non-contaminated bait. The <sup>137</sup>Cs concentration in the muscle of the adult masu trout (n = 10) was relatively high, showing individual differences (30 - 200 Bq / kg-wet). Pond bottom gravel was found in their stomach, suggesting a source of <sup>137</sup>Cs other than bait and stream water. As a result of dietary analysis using stable isotope ratios, the contribution of aquatic organisms was higher in masu trout with higher <sup>137</sup>Cs concentration in the muscle. This suggests that the <sup>137</sup>Cs concentration in masu trout does not exceed the Japanese limit of 100 Bq/kg for general foodstuffs by transport only from the dissolved <sup>137</sup>Cs.

**Keywords:** <sup>137</sup>Cs, foodweb

## 流域環境における放射性物質移行挙動の解明

中西 貴宏<sup>\*1</sup>、鶴田 忠彦<sup>1</sup>、舟木 泰智<sup>1</sup>、佐久間 一幸<sup>1</sup>、三浦 富智<sup>2,3</sup>、吉田 光明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構福島環境安全センター

<sup>2</sup>弘前大学大学院保健学研究科

<sup>3</sup>弘前大学被ばく医療総合研究所

\*責任著者: nakanishi.takahiro@jaea.go.jp

福島第一原子力発電所事故により流域環境に沈着した放射性物質について、ヤマメやアカネズミ等、ICRP の標準動物への移行及び放射線影響を評価するため、生態系と環境媒体の調査を共同で実施している。その一環として、ヤマメへの溶存態放射性セシウム移行メカニズム解明のため、渓流水（溶存態 <sup>137</sup>Cs 濃度：0.1～0.2 Bq/L）を導入した養殖池で清浄餌を用いた飼育実験を行った。飼育したヤマメ成魚（n = 10）の筋肉中 <sup>137</sup>Cs 濃度は比較的高く、個体差が見られた（30～200 Bq/kg-wet）。胃内容物に池底の砂礫が存在したことから、餌・渓流水以外の <sup>137</sup>Cs ソースが考えられた。安定同位体比を用いた食性解析の結果、<sup>137</sup>Cs 濃度が高い個体ほど水生生物（<sup>137</sup>Cs 濃度：数百～数千 Bq/kg-wet）の摂食割合が高かった。言い換えれば、溶存態 <sup>137</sup>Cs からの移行だけではヤマメの <sup>137</sup>Cs 濃度は食品中の放射性物質に関する基準値（100 Bq/kg）を上回らないことを示唆する。

キーワード：<sup>137</sup>Cs、移行、生態系

# Dynamics of particulate radiocaesium in river and coastal area in Fukushima Prefecture

Tatsuo Aono\*<sup>1</sup>, Takahiro Nakanishi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute for Quantum and Radiological Science and Technology, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency

\*Corresponding author: aono.tatuso@qst.go.jp

In order to elucidate the distribution, behavior and runoff process of radiocaesium in stream water collected from forest catchments, the activity concentrations of dissolved and particulate radiocaesium were monitored in this area. Although there is a very strong correlation between annual mean activity concentration of dissolved Cs-137 and mean air does rate in catchment area, no features were found with activity concentrations of particulate Cs-137 and mean air does rate in the area. The river water increased due to heavy rains caused by two typhoons in October 2019, and then the topography changed drastically with the inflow of sediment. The radioactivity concentrations of dissolved Cs-137 were decreased by about 50% compared to before the heavy rain. However, the change of radioactivity concentrations of particulate Cs-137 have not been observed. It is considered that the condition of the forest basin has changed as one of reasons.

**Keywords:** Radiocaesium, Forested watershed

## 河川-沿岸における粒子態放射性セシウムの形態に関する研究

青野辰雄\*<sup>1</sup>、中西貴宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構 <sup>2</sup>日本原子力研究開発機構

\*責任著者: aono.tatuso@qst.go.jp

帰還困難区域の森林流域の猿田川と合流する高瀬川において、河川水中の放射性セシウム濃度について調査を行った。猿田川では、溶存態放射性セシウム-137 濃度の範囲は20~200 mBq/Lであった。本流よりも支流から流入する沢水では300 mBq/Lを超え、また下流に向かって、溶存態放射性セシウム濃度が増加する傾向にあった。粒子態放射性セシウム-137 濃度範囲は、10~400 mBq/Lであった。2019年10月の台風等に伴う大雨により河川は増水し、土砂の流入に伴い地形も大きく変化した。出水後に河川中のSS濃度が高くなった傾向はあったが、粒子態放射性セシウム-137濃度に変化は認められなかった。一方で溶存態放射性セシウム-137濃度が大雨以前よりも約50%低下した。大雨による土砂流出に伴い、森林流域の状態が変化したものと考えられる。

キーワード: 放射性セシウム、森林流域

# Comparative studies between field and irradiation experiments for elucidation of environmental effects by the Fukushima-daiichi nuclear power plant accident

Yoshito Watanabe\*<sup>1</sup>, Vasyl Yoschenko<sup>2</sup>, Shoichi Fuma<sup>1</sup>, Kouichi Maruyama<sup>1</sup>, Yutaka Yamada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Center for Advanced Radiation Emergency Medicine, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST),

<sup>2</sup>Institute of Environmental Radioactivity (IER), Fukushima University

\*Corresponding author: watanabe.yoshito@qst.go.jp

For the purpose to elucidate radiation effects on the environment after the Fukushima-daiichi nuclear power plant (F1NPP) accident, IER has a great advantage in field study of contaminated areas. On the other hand, QST has a potential in biological experiments using irradiation facilities. Accordingly, we undertook collaborative studies between the field and irradiation experiments on wild organisms including forest trees. In forest trees, a field study by IER has reported increased frequency of morphological changes in Japanese red pine in highly contaminated area near the F1NPP. To verify the relationship between radiation exposure and morphological changes in pine trees, irradiation experiments were conducted under a well-controlled conditions at the irradiation facility in QST. The irradiation facility is equipped with <sup>137</sup>Cs radiation source, which enables long-term irradiation of the organisms at 100 μGy/day – 50 Gy/day. Potted young seedlings of Japanese red pine are set up at plots within the irradiation facility to cover the range of the estimated radiation dose rates of the wild pine trees between 0 (control) and 2 mGy/day. The experiment was carried out under environmentally controlled conditions simulating seasonal temperature changes. After 6 months of continuous irradiation, most trees were transplanted to a field for a long-term growth observation in IER, whereas the other trees are still under irradiation for analyses of effects by years of continuous irradiation.

**Keywords:** Radiation effects, Japanese red pine, irradiation experiments

## 福島第一原子力発電所事故による環境影響を解明するための 野外と照射実験の比較研究

渡辺嘉人\*<sup>1</sup>、Vasyl Yoschenko<sup>2</sup>、府馬正一<sup>1</sup>、丸山耕一<sup>1</sup>、山田裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構高度被ばく医療センター、<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者: watanabe.yoshito@qst.go.jp

福島第一原発事故による環境影響を解明するために、福島大学環境放射能研究所では野生生物の野外調査を行っている。一方量研では、放射線照射装置を用いた生物の屋内照射実験が可能である。そこで本拠点間共同研究では、高線量地域の野外で報告されている野生生物の変化と放射線被ばくとの関係について、屋内照射実験との比較により検証することを目的としている。ここでは、福島大学環境放射能研究所が報告している「高線量地域におけるアカマツの形態変化」を検証するため、量研のガンマ線照射施設でアカマツの被ばく状況を再現する方法を検討した。高汚染地域におけるアカマツの被ばく線量率の推定に基づき4段階の照射区を設け、野外の気温・日照を模擬した人工気象下でアカマツのポット苗を栽培した。夏～春まで照射した苗についてフィールドに移植して生育の観察を続ける一方で、一部の植物体については1年以上にわたってガンマ線照射を継続している。

キーワード：放射線影響、アカマツ、照射試験

# Evaluation of dissolved $^{137}\text{Cs}$ discharge characteristics from a forested catchment of the Ohta River

Kazuyuki Sakuma<sup>\*1</sup>, Kazuya Yoshimura<sup>1</sup>, Takahiro Nakanishi<sup>1</sup>, Hironori Funaki<sup>1</sup>, Tadahiko Tsuruta<sup>1</sup>, Kotaro Ochi<sup>1</sup>, Seiji Hayashi<sup>2</sup>, Hideki Tsuji<sup>2</sup>, Hirokazu Ozaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency

<sup>2</sup> Fukushima Branch, National Institute for Environmental Studies

\*Corresponding author: sakuma.kazuyuki@jaea.go.jp

Cesium-137 leaching from decomposing forest litter is thought to be one pathway by which dissolved  $^{137}\text{Cs}$  enters rivers from forests (Tsuji et al., 2016). To clarify whether this process contributes or not, we studied the correlation between humin-like matter from microorganism-induced plants decomposition and dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentrations.

River water samples were collected approximately once a month from April 2017 to August 2019 at 10 locations (7 locations from April 2019) from the upstream of the Ohta River in the Namie and Minamisoma districts. These samples were filtered through 0.45- $\mu\text{m}$ -pore size membrane filters. Measurements of the dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentrations were made with HPGe detectors. Fluorescence intensities of humin-like matter were measured using a three dimension excitation-emission matrix (excitation wavelength: 335 nm, emission wavelength: 435 nm).

A positive correlation was found between the fluorescence intensities of humin-like matter and normalized dissolved  $^{137}\text{Cs}$  ( $R^2=0.17$ ,  $p<0.001$ ,  $^{137}\text{Cs}$  concentrations were normalized by the  $^{137}\text{Cs}$  inventory in the catchment). The results indicate that  $^{137}\text{Cs}$  leaching from forest litter because of litter decomposition can contribute to increasing the dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentration in river water in forested catchments.

**Keywords:** forested catchment, river water, dissolved  $^{137}\text{Cs}$ , litter, humin

## 太田川森林域からの溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 流出特性評価

佐久間 一幸<sup>\*1</sup>、吉村 和也<sup>1</sup>、中西 貴宏<sup>1</sup>、舟木 泰智<sup>1</sup>、鶴田 忠彦<sup>1</sup>、越智 康太郎<sup>1</sup>、林 誠二<sup>2</sup>、辻 英樹<sup>2</sup>、尾崎 宏和<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構福島環境安全センター

<sup>2</sup> 国立環境研究所福島支部

\*責任著者:sakuma.kazuyuki@jaea.go.jp

森林流域から河川を通じて流出する溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の起源の一つとして、リター分解に伴う  $^{137}\text{Cs}$  のリターからの溶出が考えられている(Tsuji et al., 2016)。本研究では直接的にリター分解が溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の発生源として寄与していることを示すために、植物などが微生物による分解を経て形成されるフミン質(腐植物質)に着目し、フミン質と溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度の関係性を評価した。

浪江町と南相馬市に位置する太田川上流の森林流域の 10 地点において、2017 年 4 月から 2019 年 8 月まで(2019 年 4 月以降は 7 地点)、河川水を月 1 程度の頻度で採水した。サンプルは実験室にて 0.45  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターでろ過後、高純度 Ge 半導体検出器で溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度を測定し、3 次元励起蛍光スペクトル法を用いて、フミン質様蛍光強度を測定した(励起波長 335 nm、蛍光波長 435 nm の値を使用)。

その結果、河川水中のフミン質様蛍光強度と流域沈着量で規格化した溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度は正の相関( $R^2=0.17$ ,  $p<0.001$ )を示し、森林流域から発生する溶存態  $^{137}\text{Cs}$  は、リター分解に伴って溶出していることが示唆された。

キーワード: 森林流域、河川水、溶存態  $^{137}\text{Cs}$ 、リター、フミン質

# Establishment of a simplified approach to detect oxidative stress using 8-OHdG positive testicular cell measurements in the large Japanese field mice

Masanori Tamaoki\*<sup>1</sup>, Manabu Onuma<sup>1,2</sup>, Hiroko Ishiniwa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fukushima Branch, National Institute for Environmental Studies

<sup>2</sup>Center for Environmental Biology and Ecosystem Studies, National Institute for Environmental Studies

<sup>3</sup> Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: mtamaoki@nies.go.jp

The generation of 8-OHdG (8-hydroxy-2'-deoxyguanosine), which is produced from the reaction between hydroxide with guanine, is a major method to detect oxidative stress. Since oxidative stress is also induced by radiation exposure, large Japanese field mouse (*Apodemus speciosus*) were collected from multiple areas within the difficult-to-return zone in Fukushima to evaluate radiation effects on reproductive organs, such as testicular tissues, have a high sensitivity to radiation exposure and have a biological importance, thus we investigated possible production of 8-OHdG in these organs. However, specialized knowledge and techniques are required to effectively evaluate testicular tissues, such as the analysis of discriminating between spermatogenesis stage which proficiency requires time and effort. Therefore, the aim of this study was to establish a simplified measuring method of testicular 8-OHdG positive cells that can be performed by inexperienced persons while maintaining a certain degree of accuracy. Using testicular tissues of large Japanese field mice captured from the difficult-to-return zone, 100 testicular cells were selected without bias from each spermatogenesis stage to be evaluated using the conventional method and 100 testicular cells were randomly selected to be evaluated using the simplified method, then the number of 8-OHdG positive cells was counted for each. In consequence, the number of positive cells had a positive correlation between the conventional and simplified methods (Kendall's tau=0.672, z=8.781, p<0.01) indicating that the simplified measurement method was effective.

**Keywords:** Oxidative stress, 8-OHdG, Radiation, Large Japanese field mouse, *Apodemus speciosus*

## アカネズミ精巣における 8-OHdG 陽性細胞の簡易測定法

玉置雅紀\*<sup>1</sup>、大沼学<sup>2</sup>、石庭寛子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所 福島支部

<sup>2</sup> 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター

<sup>3</sup> 福島大学 環境放射能研究所

\*責任著者: mtamaoki@nies.go.jp

DNA を構成する塩基の一つであるグアニンに OH が付加されることで生成される 8-OHdG は酸化ストレスを評価する主要な方法である。酸化ストレスは放射線ばく露によっても引き起こされることから、著者らは福島県の帰還困難区域においてアカネズミを捕獲し、放射線感受性が高く生物学的にも重要な生殖組織について 8-OHdG を酸化ストレスマーカーとして放射線影響の評価を行ってきた。しかし、精巣組織の評価には精子形成ステージを判別するなど専門的な知識と技術が要求され、その習熟には多大な時間と労力が必要になる。そこで、非熟練者であってもある程度の精度を保って 8-OHdG による酸化ストレス測定を行うことが可能な簡易測定法について検討した。本研究では従来法として帰還困難区域において捕獲されたアカネズミ精巣より精子形成各ステージから偏りなく 100 細胞を選出、また、簡易法としてランダムに 100 細胞を選出し、8-OHdG 陽性細胞数を計測した。その結果、従来法と簡易法の陽性細胞数は正の相関が見られ (Kendall's  $\tau = 0.672$ ,  $z = 8.781$ ,  $p < 0.01$ )、簡易測定法が有効であることが明らかになった。

キーワード: 酸化ストレス、8-OHdG、放射線、アカネズミ、*Apodemus speciosus*

# Radiocesium bioavailability and radiocesium-bearing microparticles in aquatic insects of Ota River

Yumiko ISHII\*<sup>1</sup>, Jaeick JO<sup>1</sup>, Seiji HAYASHI<sup>1</sup>, Hikaru MIURA<sup>2</sup>, Daisuke TSUMUNE<sup>2</sup>, Toshihiro WADA<sup>3</sup>, Tsutomu KANASASHI<sup>3</sup>, Kenji NANBA<sup>3,4</sup>, Wataru TERAMOTO<sup>5</sup>, Tadahiro SOHTOME<sup>5</sup>, Rie SAITO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Fukushima Branch, National Institute for Environmental Studies, <sup>2</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry, <sup>3</sup>Institute of Environmental Radioactivity at Fukushima University, <sup>4</sup>Faculty of Symbiotic System Science, Fukushima University, <sup>5</sup>Fukushima Prefectural Inland Water Fisheries Experimental Station, <sup>6</sup>Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation

\*Corresponding author: ishii.yumiko@nies.go.jp

Aquatic insects are thought to be an important food resource for freshwater fish to take up radiocesium in mountain streams. Relatively high <sup>137</sup>Cs concentrations in *Stenopsyche marmorata* have been reported, which is due to the contents of the digestive tract of this species feeding on algae and litter with high <sup>137</sup>Cs concentration. However, bioavailability of <sup>137</sup>Cs in aquatic insects is unknown: how much of <sup>137</sup>Cs is absorbed into aquatic insect tissues and fish body tissues? In this study, we measured directly <sup>137</sup>Cs concentrations in contents of gastrointestinal tract and muscles of aquatic insects by dissecting aquatic insects of different feeding habits including *S. marmorata*. The trophic transfer factor, which is calculated by dividing <sup>137</sup>Cs concentration in muscle by <sup>137</sup>Cs concentration in contents of gastrointestinal tract, was compared as an indicator of bioavailability. As a result, the trophic transfer factor varied depending on the feeding habits of aquatic insects. In addition, individual measurement of <sup>137</sup>Cs concentrations of *S. marmorata* sometimes showed extremely high concentrations. The analysis of the aquatic insect samples using autoradiography with imaging plates and electron microscope identified the radiocesium-bearing microparticles in some samples. This result indicated that the presence of high radioactivity particles such as radiocesium-bearing microparticles is one of the causes of the high variation in the <sup>137</sup>Cs concentration, especially when measuring a small amount of sample such as aquatic insects.

**Keywords:** <sup>137</sup>Cs, Aquatic insects, River, Trophic transfer factor, Cesium ball

## 太田川の水生昆虫における放射性セシウムの生物利用性と放射性セシウム粒子

石井弓美子\*<sup>1</sup>、趙在翼<sup>1</sup>、林誠二<sup>1</sup>、三浦輝<sup>2</sup>、津旨大輔<sup>2</sup>、和田敏裕<sup>3</sup>、金指努<sup>3</sup>、難波謙二<sup>3,4</sup>、寺本航<sup>5</sup>、早乙女忠弘<sup>5</sup>、斎藤梨絵<sup>6</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所 福島支部、<sup>2</sup>電力中央研究所 環境科学研究所、<sup>3</sup>福島大学 環境放射能研究所、<sup>4</sup>福島大学 共生システム理工学類、<sup>5</sup>福島県内水面水産試験場、<sup>6</sup>福島県環境創造センター

\*責任著者: ishii.yumiko@nies.go.jp

水生昆虫は、溪流において淡水魚類が放射性セシウムを取り込む際の重要な餌資源であると考えられる。放射性セシウム濃度の高い藻類やリターを餌とするヒゲナガカワトビケラでは、消化管内容物の影響で高い<sup>137</sup>Cs濃度が検出されるが、それがヒゲナガカワトビケラの体組織、また餌として食べられた際に魚の体組織に、どの程度吸収されるかといった生物利用性については未知である。本研究では、ヒゲナガカワトビケラを含む藻類食・肉食の水生昆虫を解剖することによって、水生昆虫の消化管内容物と筋肉部の<sup>137</sup>Cs濃度を直接測定し、筋肉部の<sup>137</sup>Cs濃度を胃内容物の<sup>137</sup>Cs濃度で割った栄養段階間移行係数を、生物利用性の指標として比較した。その結果、栄養段階間移行係数は、水生昆虫の食性によって異なっていた。また、ヒゲナガカワトビケラの<sup>137</sup>Cs濃度を個体ごとに測定すると、極端に濃度の高い個体が観察された。これらの個体から湿式分離法により高線量粒子を単離し、放射能測定と電子顕微鏡での観察を行った結果、これまでに報告されている放射性セシウム粒子の特徴と一致した。水生昆虫などの微量試料の測定の際には、放射性セシウム粒子などの高線量粒子の存在が、放射性セシウム濃度を大きくばらつかせる原因の一つになっていると考えられる。

キーワード: <sup>137</sup>Cs、水生昆虫、河川、栄養段階間移行係数、放射性セシウム粒子

# Fundamental research on tracer use of natural radionuclide

Masahiro Hosoda\*<sup>1</sup>, Shigekazu Hirao<sup>2</sup>, Yuki Tamakuma<sup>1</sup>, Naofumi Akata<sup>1</sup>, Shinji Tokonami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

<sup>2</sup>Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

\*Corresponding author: m\_hosoda@hirosaki-u.ac.jp

Many papers about the tracer use of environmental radon have been published in the journal. Recently, an electrostatic collection type radon monitor (ERM-I) was introduced in the Institute of Radiation Emergency Medicine of Hirosaki University for tracer use of environmental radon. In this study, we carried out a calibration experiment of ERM-I using a radon calibration chamber which was developed by the Institute of Radiation Emergency Medicine. We obtained the conversion factor from counting rate to the radon concentration. We will carry out the further experiments to know the performance of the radon monitor.

**Keywords:** natural radionuclide; tracer; radon monitor; calibration chamber

## 天然放射性核種のトレーサ利用に関する基礎研究

細田 正洋\*<sup>1</sup>、平尾 茂一<sup>2</sup>、玉熊 佑紀<sup>1</sup>、赤田 尚史<sup>1</sup>、床次 眞司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>弘前大学被ばく医療総合研究所

<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

\*責任著者: m\_hosoda@hirosaki-u.ac.jp

天然放射性核種であるラドンは大気科学、地球科学、水文学などの分野においてトレーサ利用がされている。本研究では、弘前大学被ばく医療総合研究所に導入された静電捕集型ラドンモニタ（ERM-I）を本研究所に設置されているラドン校正場によって校正実験を実施し、計数値からラドン濃度への換算係数を評価した。今後、ラドンのトレーサ利用のために、湿度変化に対するERM-Iの応答特性を評価する予定である。

キーワード：天然放射性核種; トレーサ; ラドンモニタ; 校正場