

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

【重点共同研究】

採択番号	氏名	所属	研究課題名	受入機関	受入研究者
F-19-01	石塚 正秀	香川大学	筑波実験植物園におけるバイオエアロゾルとセシウム濃度の時系列データ解析	CRIED	羽田野 祐子
F-19-02	猪股 弥生	金沢大学	日本海及び北太平洋における福島原子力発電所由来の放射性セシウム濃度の輸送の時定数と輸送量の推定	CRIED	青山 道夫
F-19-03	宇都宮 聡	九州大学	高濃度放射性セシウム含有微粒子(Cesium-rich microparticle, CsMP)の多角的精密分析に基づく炉内の情報と環境影響	CRIED	山崎 信哉
F-19-04	岡田 往子	東京都市大学	赤城大沼湖水中における放射性セシウム濃度の時系列データに関するモデル化	CRIED	羽田野 祐子
F-19-05	北 和之	茨城大学	大気エアロゾルと植物・菌類間での放射性セシウム移行可能性の研究	CRIED	古川 純 羽田野 祐子
F-19-06	熊本 雄一郎	海洋研究開発機構	現場観測とデータセット作成による2014年北太平洋全域における福島事故起源放射性セシウムの分布再現	CRIED	青山 道夫
F-19-07	五味 高志	東京農工大学	山地流域における溪畔林-渓流生態系における放射性セシウム動態評価	CRIED	加藤 弘亮
F-19-08	佐藤 志彦	日本原子力研究開発機構	シンクロトロン放射光を利用した放射性微粒子の物理化学性状解明2	CRIED	末木 啓介
F-19-09	末富 英一	東京都市大学	大気浮遊塵中の放射性Cs濃度の長期予測に関する数値モデルの開発	CRIED	羽田野 祐子
F-19-10	竹内 幸生	福島県環境創造センター	帰還困難区域及びその周辺の河川における溶存態及び河床土の放射性セシウムの濃度変化とその要因	CRIED	恩田 裕一
F-19-11	田中 万也	日本原子力研究開発機構	カルサイト及びアラゴナイト中のストロンチウム局所構造解析	CRIED	山崎 信哉
F-19-12	松中 哲也	金沢大学	樹木年輪に記録された原発事故由来C-14の分布	CRIED	笹 公和
F-19-13	保高 徹生	産業技術総合研究所	濃度プロファイルと物質移動シミュレーションに基づく放射性セシウムの挙動予測	CRIED	恩田 裕一 高橋 純子
F-19-14	山口 直文	茨城大学	波浪影響下での泥質堆積物の動態に関する造波水路実験	CRIED	関口 智寛 篠崎 鉄哉
F-19-15	横山 明彦	金沢大学	環境中ネプツニウム同位体測定法開発に関わる化学分離法の検討	CRIED	坂口 綾
F-19-16	頼 泰樹	秋田県立大学	主要作物(イネ、ダイズ)のセシウム吸収・輸送経路の全容解明	CRIED	古川 純
F-19-17	有馬 ポシールア ハンマド	山形大学	多孔性アモルファス Fe ₂ O ₃ による汚染水の吸着・分離に関する研究	IER	Rahman Ismail Md. Mofizur
F-19-18	遠藤 大二	酪農学園大学	福島原発事故立ち入り制限区域における野生アカネズミのゲノム変化推定方法の	IER	石庭 寛子
F-19-19	大手 信人	京都大学	福島県北部森林流域からの放射性セシウムの流出と貯水池における堆積メカニズムに関する研究	IER	和田 敏裕
F-19-20	折原 貴道	神奈川県立生命の星・地球博物館	福島原発事故後の森林環境における地下生きのこ類発生状況調査	IER	石庭 寛子
F-19-21	久保田 富次郎	農業・食品産業技術総合研究機構	帰還困難区域内のため池における形態別放射性Csの分画分析	IER	塚田 祥文
F-19-22	平良 文亨	長崎大学	特定復興再生拠点区域(帰還困難区域)における除染・解体作業による放射性セシウムの再浮遊・飛散性の動態把握	IER	平尾 茂一
F-19-23	津田 吉晃	CRIED	帰還困難地域で人間活動が減少した環境下における溪流魚類の集団遺伝学的動態の評価	IER	兼子 伸吾 和田 敏裕
F-19-24	長谷川 浩	金沢大学	土壌中の放射性ストロンチウムおよびセシウムに対するキレート洗浄処理技術の開発	IER	Rahman Ismail Md. Mofizur
F-19-25	保坂 健太郎	国立科学博物館	地下生菌(トリュフ類)と小動物を介した森林内の放射性セシウムの動態把握	IER	石庭 寛子
F-19-26	飯本 武志	東京大学	環境物質を利用した教育用自然放射線源の開発	IREM	床次 眞司
F-19-27	岩岡 和輝	量子科学技術研究開発機構	大気中放射性核種測定器校正のための曝露実験	IREM	床次 眞司 赤田 尚史 細田 正洋
F-19-28	菓子野 元郎	奈良県立医科大学	分泌性因子を介した放射線影響の発現機構	IREM	有吉 健太郎
F-19-29	苅部 甚一	近畿大学	河川環境における魚の骨を用いた福島第一原子力発電所事故由来の放射性ストロンチウム汚染の評価	IREM	田副 博文
F-19-30	神田 穰太	東京海洋大学	福島沿岸海域生態系における高線量粒子の分布・性状に関する研究	IREM	田副 博文
F-19-31	木野 康志	東北大学	福島県浪江町で捕獲されたネコの生殖器中放射性セシウムの測定と分析	IREM	吉田 光明 三浦 富智 有吉 健太郎
F-19-32	齊藤 敬	尚絅学院大学	2ノズルタイプ3Dプリンタを利用したガンマ線測定用基準線源の開発	IREM	田副 博文

採択番号	氏名	所属	研究課題名	受入機関	受入研究者
F-19-33	阪間 稔	徳島大学	高精細なMesh-type人体ファントムとPHITS計算を用いた原子力災害に伴う被ばく推定評価法の構築	IREM	赤田 尚史
F-19-34	佐瀬 卓也	自然科学研究機構	東日本大震災を経験していない児童等に対する放射線・震災教育の調査および最適な教育コンテンツの模索	IREM	赤田 尚史
F-19-35	清水 良央	東北大学	高線量環境に棲息するアライグマの歯、骨および軟骨を用いた放射性物質の取り込みにおける加齢要因の検討	IREM	三浦 富智
F-19-36	白井 厚太郎	東京大学	ムラサキイガイを用いた放射性核種のバイオモニタリング手法の開発	IREM	田副 博文
F-19-37	鈴木 正敏	東北大学	福島原発事故に被災した野生ニホンザル生体試料を用いた放射線影響解析	IREM	三浦 富智 吉田 光明 有吉 健太郎
F-19-38	高橋 温	東北大学	福島第一原発事故後の環境に棲息するアライグマの歯におけるESR測定を妨害する因子の特定とトラブルシューティング	IREM	三浦 富智
F-19-39	中田 章史	北海道科学大学	減数分裂に着目した継世代影響評価系の開発	IREM	三浦 富智 吉田 光明 有吉 健太郎
F-19-40	則末 和宏	新潟大学	日本周辺海域における超ウラン核種アナログ元素群の動態	IREM	田副 博文
F-19-41	樋口 健太	日本医療大学	桜島の火山活動とラドン及び子孫核種濃度の解析	IREM	床次 眞司
F-19-42	古川 雅英	琉球大学	水中ラドン濃度測定による海底湧水探索手法の検討	IREM	床次 眞司
F-19-43	箕輪 はるか	東京慈恵会医科大学	福島第一原子力発電所近傍の環境試料の核種分析による沈着状況の解明	IREM	田副 博文
F-19-44	安岡 由美	神戸薬科大学	環境中ラドンによる放射線施設監視モニタの感度確認	IREM	床次 眞司 細田 正洋
F-19-45	山城 秀昭	新潟大学	被災アカネズミの凍結保存精子を用いた受精能の継時的評価	IREM	三浦 富智 吉田 光明 有吉 健太郎
F-19-46	立田 穰	電力中央研究所	海洋動物プランクトン中易分解性セシウム画分の定量と生物移行モデルによる食物連鎖可給態寄与の解明	QST	青野 辰雄
F-19-47	谷口 圭輔	福島県環境創造センター	福島県森林集水域における放射性セシウムの動態解析研究	QST	青野 辰雄
F-19-48	村上 正志	千葉大学	福島県の森林における放射性セシウムの生物移行の年次変化	QST	石井 伸昌
F-19-49	落合 伸也	金沢大学	福島県沿岸域の河川水系における放射性セシウムの移行動態	JAEA	中西 貴宏
F-19-50	乙坂 重嘉	東京大学	沈降粒子特性の相互比較による陸域-海域間の懸濁態放射性核種の輸送過程の解明	JAEA	鶴田 忠彦
F-19-51	川村 秀久	九州環境管理協会	Cs _s 保持に関わる環境試料の前処理・分析手法の確立	JAEA	土肥 輝美
F-19-52	小西 博巳	新潟大学	放射性セシウムの移動媒体についての鉱物学的研究	JAEA	藤原 健壮 萩原 大樹
F-19-53	齊藤 拓巳	東京大学	Cs _s 用DGTデバイスを用いた放射性Cs _s の環境動態評価	JAEA	藤原 健壮
F-19-54	佐々木 隆之	京都大学	多面的な分光学的手法による多価金属イオンの収着状態評価	JAEA	藤原 健壮
F-19-55	二瓶 直登	東京大学	放射性微粒子の作物栽培への影響解析	JAEA	吉村 和也
F-19-56	津旨 大輔	電力中央研究所	宇多川・松川浦から海洋への放射性セシウムの供給過程の解明	NIES	林 誠二
F-19-57	根本 唯	福島県環境創造センター	遺伝子を用いた福島県におけるソキノワグマの地域間移出入の解明と放射性核種汚染の関係	NIES	玉置 雅紀

Analysis of temporal variations for Cs concentration and bio-aerosol in Tsukuba botanical garden

Ishizuka Masahide*¹, Tanaka Kuniaki², Miyamoto Erika¹, Hatano Yuko³, Hosaka Kentaro⁴, Kita Kazuyuki⁵, Maki Teruya⁶, Igarashi yasuhito⁷

¹Kagawa University, Faculty of Engineering

²Kagawa University, Graduate school of Engineering

³Tsukuba University, Center for research in isotopes and environmental dynamics

⁴National Museum of Nature and Science, Department of Botany

⁵Ibaraki University, Faculty of Science

⁶Kanazawa University, Institute of Science and Engineering,

⁷Kyoto University, Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science

*Corresponding author: E-Mail: ishizuka@eng.kagawa-u.ac.jp

At the National Museum of Nature and Science, Tsukuba Experimental Botanical Garden, field observations were conducted in July 2019 to evaluate the conditions for the release of mushroom spores. A video camera, a thermo-hygrometer, and a particle counter were used for the observation. As a result, we succeeded in measuring spore release from three different mushroom growing in summer. It became clear that the amount of mushroom spore differs depending on each mushroom growth process. In addition, the body shape of Shiitake mushroom is converted into three-dimensional data, and a 3-D numerical simulation is performed to examine the transporting characteristics at the time of spore release. The spore fall within the range of about 1.5 m. This agrees with the referenced research (Galante et al., 2011) .

Keywords: Mushroom, Spore, FDNPP accident, Particle Image Velocimetry

筑波実験植物園におけるバイオエアロゾルとセシウム濃度の時系列データ解析

石塚正秀*¹、田中邦明²、宮本えりか¹、羽田野祐子³、保坂健太郎⁴、北和之⁵、牧輝也⁶、五十嵐康人⁷

¹香川大学創造工学部

²香川大学大学院工学研究科

³筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

⁴国立科学博物館・植物研究部

⁵茨城大学理学部

⁶金沢大学理工研究域

⁷京都大学複合原子力科学研究所

*責任著者: ishizuka@eng.kagawa-u.ac.jp

国立科学博物館筑波実験植物園において、2019年7月にきのこ胞子の放出条件を算定するための現地観測を実施した。観測には、ビデオカメラ、温湿度計、パーティクルカウンタを用いた。その結果、夏季に成長するタマゴタケ、ニガイグチモドキ、ガンタケから胞子放出を計測することに成功した。きのこの放出量は、きのこの成長過程によってそれぞれ異なることが明らかとなった。また、シイタケの子実体を三次元データ化し、胞子放出時における飛散特性を調べるための数値シミュレーションを行い、胞子の落下範囲は約1.5 m以内であり、カサの下部や後背の流速変化をシミュレーションすることができた。この結果は、既往の研究結果 (Galante et al., 2011) と一致した。

キーワード: きのこ、胞子、福島第一原子力発電所事故、PIV解析

Estimate of ^{137}Cs derived from FNPP1 transport amount and time scale into the Sea of Japan

Yayoi Inomata*¹, Michio Aoyama²

¹ Kanazawa University, Institute for Nature and Environmental Technology

² Tsukuba University, Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics

*Corresponding author: E-Mail ynomata@se.kanazawa-u.ac.jp

The ^{137}Cs activity concentrations in the SOJ have been increasing since 2012–2013 and reached a maximum in 2015–2016 of approximately 3.4 Bq m^{-3} . The integrated amount of FNPP1-derived ^{137}Cs that entered the SOJ until 2017 estimated to be $0.27 \pm 0.02 \text{ PBq}$, 6.4 % of the estimated total amount of FNPP1-derived ^{137}Cs in the STMW. The integrated amount of FNPP1-derived ^{137}Cs that returned to the North Pacific Ocean through the Tsugaru Strait was estimated to be $0.11 \pm 0.01 \text{ Bq}$, 42 % of the total amount of FNPP1-derived ^{137}Cs transported to the SOJ and 2.7 % of the estimated total amount of FNPP1-derived ^{137}Cs in the STMW. We also estimated the apparent half residence time (T_{ap}) of ^{137}Cs in the surface sea water in the SOJ, ECS, and western North Pacific Ocean (wNPO) between 2000 and 2010. T_{ap} in SOJ, ECS, and wNPO are 18.0yr, 23.5yr, and 17.3 yr, respectively. The longer T_{ap} in SOJ and ECS suggests that ^{137}Cs derived from global fallout may be recirculated into the SOJ through ECS from wNPO.

Keywords: ^{137}Cs , FNPP1, re-circulation into the SOJ

日本海及び北太平洋における福島原子力発電所由来の放射性セシウム濃度の輸送の時定数と輸送量の推定

猪股弥生*¹、青山道夫²

¹ 金沢大学 環日本海域環境研究センター

² 筑波大学 筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者: ynomata@se.kanazawa-u.ac.jp

本研究では、2012–2017年に日本海に流入した東京電力福島第1原発事故由来の放射性セシウム (FNPP1- ^{137}Cs) の時空間変動を解析した。FNPP1- ^{137}Cs の濃度は、2012–2013年に増加し、2015–2016年に最大 (約 3.4 Bq m^{-3}) となった。これは、FNPP1事故前の約2倍に相当した。2017年までに、日本海に流入したFNPP1- ^{137}Cs は $0.27 \pm 0.02 \text{ PBq}$ で、これは亜熱帯表層水に取り込まれたFNPP1- ^{137}Cs の6.4%に相当していた。

さらに、FNPP1事故直前の2000–2010年までの ^{137}Cs の見かけの半減期は、日本海18年、東シナ海23.5年、北部北太平洋17.3年であった。このことから、大規模核実験で太平洋に注入された ^{137}Cs も、太平洋から東シナ海を經由して日本海へ再循環している可能性が示唆された。

キーワード: 放射性セシウム、福島第一原子力発電所、日本海再循環

Abundance and distribution of radioactive cesium-rich microparticles released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant into the environment

Ryohei Ikehara¹, Kazuya Morooka¹, Mizuki Suetake¹, Tatsuki Komiya¹, Eitaro Kurihara¹, Masato Takehara¹, Ryu Takami¹, Shinya Yamasaki², Satoshi Utsunomiya*¹

¹ Department of Chemistry, Kyushu University, 744Motooka Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395, Japan

² Faculty of Pure and Applied Sciences and Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

*Corresponding author : utsunomiya.satoshi.998@m.kyushu-u.ac.jp

To understand the dynamics of highly radioactive cesium-rich microparticles (CsMPs) released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) to the surrounding environment at an early stage of the nuclear disaster in March 2011, “quantification of CsMPs (QCP)” method was applied to 20 surface soils around FDNPP. The number and radioactivity fraction (RF) of CsMPs plotted in the map reveal that the distribution can be classified to three regions; near-northwest (N-NW), far-northwest (F-NW), and southwest (SW), of which the number and RF of CsMPs are determined to be 40.1 – 154 /g and 19.2 – 33.3%, 24.3 – 64.8 /g and 36.7 – 37.4%, and 0.869 – 8.00 /g and 27.4 – 77.9%, respectively. The distribution is comparable to the trajectories of the plumes released from the afternoon of March 14 until late afternoon of March 15, 2011, indicating that CsMPs only formed during the period. Unit 3 is the most plausible source of CsMPs based on the analysis of the sequence of the release events. The lower RF values in N-NW indicate the influence of the subsequent plume only consisting of soluble Cs species afterwards due to precipitation. Consequently, the quantitative distribution map of CsMPs obtained in the present study was useful for understanding the dynamics of CsMPs as well as the potential risk assessment in residential area and environmental impacts derived from CsMPs.

Keywords: Radiocesium, CsMPs, Fukushima, Distribution of CsMPs

高濃度放射性セシウム含有微粒子（Cesium-rich microparticle, CsMP）の多角的精密分析に基づく炉内の情報と環境影響

池原遼平¹、諸岡和也¹、末武瑞樹¹、小宮樹¹、栗原英太郎¹、武原政人¹、高見龍¹、山崎信哉²、宇都宮聡*¹

¹九州大学大学院理学研究院

²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者: utsunomiya.satoshi.998@m.kyushu-u.ac.jp

福島第一原発から放出された高濃度放射性セシウム含有微粒子(CsMP)の簡易定量法「QCP 法※」を原発周辺～福島県内の 20 の表層土壌に適用して、CsMP の個数と放射能寄与率(RF 値：全 Cs 放射能に対する CsMP の放射能の割合)を放射能測定マップに上に示した。原発から近いところではCsMP の個数が多いにもかかわらずRF 値は低く、水溶性セシウムの寄与が大きかったことが分かった。北西方向では、CsMP と水溶性セシウムがどちらも寄与しています。これは9つの主要なプルーム(大気の流れ)のうちプルーム3と8の軌跡に相当する。一方、南西方向では放射能は低いが、RF 値は80%程度と高い値を示した。これはプルーム2の軌跡に相当する。この結果からCsMPは2011年3月14日～15日にかけてのごく短い期間に形成されて放出されたこと、初期は3号機からCsMPが放出されたことが推定された。

キーワード：放射性セシウム、CsMPs、福島第一原子力発電所、CsMP の分布

Modeling of time series data of radioactive cesium concentration in lake water of Lake Onuma on Mt. Akagi

Yukiko Okada^{*1}, Eiichi Suetomi^{1,2}, Takafumi Uchiyama¹, Masakiyo Fujita³, Yuko Hatano³

¹Atomic Energy Research Laboratory Tokyo City University

²Faculty of Engineering, Information and Systems University of Tsukuba

³Graduate School of Systems and Information Engineering University of Tsukuba

*Corresponding author: yokada@tcu.ac.jp

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident released large amounts of radioactive cesium into the environment. Concentration of radioactive Cs-137 (RCs) exceeding the regulated value was also detected in fish such as wakasagi (*Hypomesus nipponensis*), a representative lake products in Lake Onuma on Mt. Akagi, Gunma Prefecture. After that, the RCs concentration of the lake water rapidly decreased, but its pollution was protracted. The purpose of this study is to develop a model that can reproduce the peculiar time-dependent RCs variation in the lake water of Lake Onuma on Mt. Akagi, and to predict the pollution level of the lake in the future. An analytical solution is obtained, assuming that vertical diffusion in the lake water is represented by a fractional diffusion equation with respect to time. The Mittag-Leffler function is known as a fundamental solution of such an equation. In this study, the Mittag-Leffler function is expanded to a series of up to 100. When this equation was fitted to the time-series data of the measured values, they agreed well. This gives the prospect of long-term prediction of the decay of RCs concentration.

Keywords: radiocesium (¹³⁷Cs), FDNPP accident, lake water, long-term prediction, fractional diffusion equation, Mittag-Leffler function

赤城大沼湖水中における放射性セシウム濃度の時系列データに関するモデル化

岡田往子^{*1}、末富英一^{1,2}、内山孝文¹、藤田真聖³、羽田野祐子³

¹東京都市大学 原子力研究所

²筑波大学 システム情報系

³筑波大学 大学院システム情報工学研究科

*責任著者: yokada@tcu.ac.jp

福島第一原子力発電所事故により放射性物質が環境中に放出された。群馬県赤城大沼の代表的水産物のワカサギをはじめとする魚類からも暫定規制値を超える放射性 Cs-137(RCs)が検出された。その後、湖水の RCs 濃度は急速に低下したがその汚染が遷延し、新基準値未満ではあるものの湖水中 RCs と強い相関を持つワカサギも RCs レベルがほぼ一定となり、全国の湖沼の中でも特異的な挙動を示している。本研究の目的は赤城大沼の湖水中 RCs に見られる特異な経時変化を再現できるようなモデルの開発を通して今後の赤城大沼の汚染レベルの予測に繋げることにある。湖水中の鉛直拡散が、時間に関する非整数階微分を含む拡散方程式で表されると仮定し、その解析解を求める。このような方程式の基本解として Mittag-Leffler 関数が知られている。本研究では Mittag-Leffler 関数を 100 項まで級数展開した。この式を測定値の時系列データにフィッティングしたところよく一致した。これにより RCs 濃度の減衰の長期予測の見通しを得た。

キーワード: 放射性セシウム (¹³⁷Cs)、福島第一原子力発電所事故、湖水、長期予測、非整数階拡散方程式、Mittag-Leffler 関数

Possibility of transition of radio-caesium between aerosol and vegetation

KITA Kazuyuki^{*1}, KANO Mizuki¹, NIYA Watamu², KIMURA Mao¹, FURUKAWA Jun², HATANO Yuko², IGARASHI Yasuhito^{1,3}

¹Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University

²Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, Tsukuba University

³Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

*Corresponding author: kazuyuki.kita.iu@vc.ibaraki.ac.jp

Radio-caesium emitted by the TEPCO FDNPP accident has been deposited on soil and vegetation after transpiration in the atmosphere. Atmospheric concentration of its radioactivity showed seasonal maximum in summer near forest areas, some studies showed it was caused by re-emission of radio-caesium by release of fungal spores and other bio-aerosols. We found that a significant part of radio-caesium in summer aerosol could be water-soluble, suggesting the possibility of circulation of radio-caesium between the atmosphere and the vegetation. To make clear this possibility, we performed the following experiments:

- 1) Aerosol samples collected in Namie site, Fukushima, throughout the year of 2018, were extracted by pure water. And rice was cultivated in the extracted solution to measure the fraction of water soluble and of absorbable by plants in the atmospheric radio caesium.
- 2) Some plants were cultivated in A:surface soil, B: soil under the surface soil, C:red ball clay soil at Namie sites, Fukushima, between May and September, 2019, to estimate radio-caesium absorbed by the plants from its dry and wet deposition.

The results of these experiments will be presented.

Keywords: Atmospheric radio-caesium, vegetation, fungi, precipitation, atmosphere-vegetation circulation

大気エアロゾルと植物・菌類間での放射性セシウム移行可能性の研究

北 和之^{*1}、加納 瑞季¹、二井矢 航²、木村 茉央¹、古川 純²、羽田野 祐子²、五十嵐康人^{1,3}

¹茨城大学・理

²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

³京都大学複合原子力科学研究所

*責任著者 : kazuyuki.kita.iu@vc.ibaraki.ac.jp

東京電力福島第一原発事故により放出され沈着した放射性セシウムは、一部が再飛散により大気中に放出され、拡散・移行している。森林近傍では大気放射性セシウムが夏季に増加する季節変化を示し、菌類孢子などにより植生から放出されたと思われる。これまでの実験により、この時期の大気粒子サンプル中の放射性セシウムの多くが水中に脱離することが分かった。このことから、菌類による放出、大気からの乾性・湿性沈着とその植生による吸収により、放射性セシウムが大気-植生間を循環している可能性が考えられる。そこで、以下の2つの実験を行った。

- 1) 福島県浪江町において2018年の1年間を通しハイボリュームエアサンプラーで捕集した大気粒子試料から、純水抽出した溶液によりイネを栽培し、大気粒子から水への移行割合および植物移行の割合、およびその季節変化を調べる。
- 2) 福島県浪江町の観測サイトにおいて、A:表土(0-5cm)、B:心土(5-20cm)、C:園芸土(参照用)の3種類の土で、幾つかの植物を5~9月にかけて栽培し、吸収された放射性セシウムを測定する。

これらの結果について、報告会にて発表を行う。

キーワード : 大気放射性セシウム、植物、菌類、降水、大気-植生間循環

Reconstruction of distribution of Fukushima-derived radiocesium in the North Pacific Ocean in 2014 by means of observation and dataset

Yuichiro Kumamoto^{*1}, Yasunori Hamajima², Michio Aoyama³

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

² Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University

³ Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: kumamoto@jamstec.go.jp

The accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant resulted in large amount release of radiocesium (about 40 PBq for ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs) into the North Pacific Ocean. The Fukushima-derived radiocesium deposited on and discharged into the north of the Kuroshio Front had been transported eastward along with the North Pacific Current. In summer 2012, about 1.5 years after the accident, relatively higher concentrations (decay-corrected ~10 Bq/m³) were observed in surface water in the central North Pacific Ocean (40-50°N/160°E-170°W). In this study, we measured radiocesium concentration in seawater samples collected during R/V Mirai (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) cruise MR14-04 in the subarctic area of the North Pacific. Using these new data and a dataset collected published radiocesium data in 2014 from previous studies, we reconstructed distribution of the Fukushima-derived radiocesium in surface water of the North Pacific Ocean in summer 2014, about 3.5 years after the accident. It is found that the high-¹³⁴Cs water mass (~7 Bq/m³) had been transported further eastward and reached to about 150°W.

Keyword: Radiocesium, North Pacific Ocean, Subarctic area

現場観測とデータセット作成による 2014 年北太平洋全域における福島事故起源放射性セシウムの分布再現

熊本 雄一郎^{*1}、浜島 靖典²、青山 道夫³

¹ 海洋研究開発機構

² 金沢大学環日本海域環境研究センター

³ 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任者: kumamoto@jamstec.go.jp

2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故により、約 40 PBq の放射性セシウム (¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の合計) が北太平洋に沈着・流入した。黒潮フロント以北に移行した放射性セシウムは、北太平洋海流に沿って海洋表層を日本近海から東へ運ばれたことが分かっている。事故から約 1 年半後の 2012 年夏季の観測データからは、¹³⁴Cs 濃度が相対的に高い表面海水 (事故時に放射壊変補正された濃度 ~10 Bq/m³) が、北緯 40~50 度/東経 160~西経 170 度の北太平洋中央部で観測された。本研究では、海洋研究開発機構の「みらい」航海 MR14-04 によって北太平洋亜寒帯域で得られた測定結果と、2014 年の北太平洋における観測データ報告値をまとめたデータセットを組み合わせることで、事故後約 3 年半後の 2014 年夏季における北太平洋表層海中の事故起源放射性セシウムの分布を再現した。その結果、高濃度の事故起源 ¹³⁴Cs (補正濃度 ~7 Bq/m³) を含む水塊は、西経 150 度付近までに東に運ばれたことが明らかになった。

キーワード: 放射性セシウム、北太平洋、亜寒帯域

The evaluation of radioactive cesium dynamics in forest-stream ecosystem of mountainous watershed

Yuiko Chino¹, Yoshito Oyama¹, Takashi Gomi^{*1}, Hiroto Toda¹

¹Tokyo University of Agriculture and Technology, Graduate school of agriculture

*Corresponding author: gomit@cc.tuat.ac.jp

The fate of radioactive cesium (¹³⁷Cs) in forest environment has been an important topic because of the long half-life of ¹³⁷Cs and the complicated forest ecosystem. Especially in manufactured cedar forests, ¹³⁷Cs migrates within the linkage of stream and riparian ecosystem via food web from the cedar litter as a primary food source to the highest consumer of fish. Whereas the ¹³⁷Cs contamination is strongly related to the stream-riparian ecosystem linkages, most of the previous studies about ¹³⁷Cs contamination in forest ecosystem have focused on one ecosystem or some specific species. In this study, we examined temporal change of ¹³⁷Cs concentration in a headwater stream-riparian catchment at Towa-region in Nihonmatsu-city, Fukushima for four seasons during two sampling periods; 2012-2013 and 2016-2017. The ¹³⁷Cs concentration significantly decreased among the sampling periods for all the samples; cedar litter from riparian and stream, terrestrial and aquatic insects, and white spotted char (*Salvelinus leucomaenis*). We also calculated ecological half-lives (T_{eco}), which is an indicator of temporal contamination change including various environmental processes commonly applied to the long-time assessment of environmental radioactive contamination. The calculated T_{ecos} were 1.6-3.9 years with the shortest of riparian litter and longest of stream litter. These T_{ecos} were relatively small compared to the previous studies for Fukushima and other contaminated area, which can suggest that headwater ecosystems have faster contamination decrease because of the faster nutrient cycle. Also, the T_{eco} values in aquatic components were larger than terrestrial components. It is estimated that ¹³⁷Cs contamination in stream ecosystems decreases more slowly than riparian systems because newly supplied litter which is less and less contaminated with time is the only source of contamination in the riparian systems, while fallen litter as well as resuspension of sediment and POM can keep the contamination stable in stream ecosystems.

Keywords: Radioactive cesium (¹³⁷Cs), Forest, Stream-riparian ecosystem, Ecological half-life (T_{eco})

山地流域における溪畔林-溪流生態系における放射性セシウム動態評価

千野 結子¹、大山 義人¹、五味 高志^{*1}、戸田 浩人¹

¹東京農工大学農学府

*責任著者: gomit@cc.tuat.ac.jp

スギ人工林等の森林溪流生態系では、主要餌資源であるスギリターから高次捕食者である魚類へ食物網を介した放射性セシウム (¹³⁷Cs) の移行が確認される等、¹³⁷Cs の汚染は溪畔・溪流の両方の生態系に関連する一方で、多くの先行研究は片方の生態系や特定の生物種のみ注目している。本研究では、福島県二本松市東和地区の上流域における ¹³⁷Cs 濃度の時系列変化を 2012-13 と 2016-17 の 2 期間において調べた。全採取項目 (溪畔・溪流内のスギリター、水生・陸生昆虫、イワナ (*Salvelinus leucomaenis*)) で ¹³⁷Cs 濃度は著しく減少し、生態学的半減期 (T_{eco}) は 1.6~3.9 年と計算された。これらの T_{eco} 値は先行研究と比較して小さく、上流域の溪畔・溪流生態系では栄養循環が速いため、汚染度が比較的早く減少すると考えられた。また、溪流域の T_{eco} は溪畔域より大きく、溪畔域では汚染度の低いリターが栄養源となる一方で、溪流域では ¹³⁷Cs を吸着しやすい堆積物や POM の再懸濁により、高い汚染度が維持されることが示唆された

キーワード: 放射性セシウム (¹³⁷Cs)、森林溪流生態系、溪畔・溪流生態系、生態学的半減期 (T_{eco})

Analyses for Physicochemical properties in Radioactive particles by a Synchrotron X-ray: Part 2

Yukihiko Satou*¹, Keisuke Sueki²

¹Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science, Japan Atomic Energy Agency

²Centre for Research in Environmental Dynamics, University of Tsukuba

*Corresponding author: satou.yukihiko@jaea.go.jp

New types of radioactive particle which is main component is silicon (Si) discovered in the environment at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident. Large amount of similar particles are expecting remain in reactor buildings needs prevent from exhausted to the environment at accident during decommissioning works. The particles contain valuable information not only its physicochemical properties but also the particles generated environment. Electron state of each element shows particle generated surrounding environment. This work focus on particle from Unit 1, which was released at hydrogen explosion in 12th March 2011 and obtained electron state of containing elements in the surface layer of the particles by a Hard x-ray photoelectron spectroscopy(HAXPES) in BL22XU, which is exclusive beamline for JAEA, at SPring-8.

Iron(II) oxide, CsSiFeO₄ and metallic iron(0) detected from all analysed particles. This result suggest iron capture process has occurred in a reduction environment or low concentration of oxygen. Presence of metallic caesium, which was observed in last year, could not detected in this experiment. Detection of the metallic cesium in experiments in last year predicted that the particle generated location would be more close to the reactor core which is a reducing atmosphere. Present evidence suggest that the particles generated in operation floor in reactor building.

Keywords: Radioactive particle, Synchrotron x-ray, HAXPES, Reduction, Oxidation

シンクロトロン放射光を利用した放射性微粒子の物理化学性状解明 2

佐藤 志彦*¹、末木 啓介²

¹日本原子力研究開発機構廃炉国際共同研究センター

²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者:satou.yukihiko@jaea.go.jp

福島第一原子力発電所事故では、過去の原子力災害で見られなかったケイ素が主成分の新しい放射性微粒子が環境中で発見された。同様な放射性粒子は原子炉の中にまだ多くが残留していると推定され、廃炉作業中に放出するといった新たなリスクとなりうることから、粒子の生成箇所を特定し放出抑止策を定めることが火急の課題である。以前から放射性粒子を分析することで、粒子そのものの性状に加え粒子が生成した時の情報も得られることが知られており、生成環境やケイ素の供給源の特定から飛散防止策の検討を行っている。本研究課題では前年に続き、筑波大学から提供された福島第一原発 1 号機から放出した放射性微粒子を、大型放射光施設(SPring-8)の JAEA 専用ビームライン(BL22XU)において、硬 X 線光電子分光(HAXPES)を行い、粒子表面付近に存在する元素の電子状態を観察することで、粒子生成時の周辺環境推定を試みた。

本年度の実験で対象とした粒子のすべてから酸化鉄(II) (FeO)と CsSiFeO₄の存在が示された。また酸化数 0 の金属鉄も確認された。一般的に鉄は参加されると酸化鉄(III) (Fe₂O₃)で安定することから、鉄が粒子に取り込まれる過程は極めて酸素が少ないあるいは還元的な雰囲気の中で生じたと推定された。一方、前年の実験で示唆された酸化数 0 の金属セシウム存在は裏付けるに至らなかった。

キーワード：放射性微粒子、放射光、硬 X 線光電子分光、還元、酸化

Development of mathematical model for long-term prediction of radioactive cesium concentration in airborne particulate matter

Eiichi Suetomi^{*1,2}, Yukiko Okada^{*1}, Naoto Hagura¹, Takafumi Uchiyama¹, Yuko Hatano³

¹Atomic Energy Research Laboratory Tokyo City University

²Faculty of Engineering, Information and Systems University of Tsukuba

³Graduate School of Systems and Information Engineering University of Tsukuba

*Corresponding author: esuetomi@tcu.ac.jp

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident released radioactive Cs-137 (RCs) into the environment and affected the Kanto region. The concentration of RCs in the atmosphere has been measured before the accident at Tokyo City University (TCU) Atomic Energy Research Laboratory in northern Kawasaki City, Kanagawa Prefecture, high concentrations of RCs were detected after the accident. After that, the concentration of RCs decreased rapidly, but after half a year the RCs decreased slowly. Several models have been proposed for the time dependent RCs concentration in the Chernobyl accident, and the same phenomenon has been successfully explained. However, these models need a large number of fitting parameters. In addition, there was a problem that the value diverged at time zero (at release time). In this study, we propose a long-term prediction model of RCs concentration by a new method to solve these problems. From the time dependent data analysis at the Chernobyl accident, transport phenomena of RCs in the atmosphere can be regarded as anomalous diffusion. The anomalous diffusion can be represented by the fractional diffusion equation (FDE). The analytical solution was obtained by separation of variables the FDE into time and space variables and averaging the space. The validity of the analytical solution was shown by comparing the analytical solution with the RCs concentration in airborne particulate matter measured by the Atomic Energy Research Laboratory at TCU.

Keywords: radiocesium (¹³⁷Cs), FDNPP accident, atmosphere, long-term prediction, fractional diffusion equation

大気浮遊塵中の放射性 Cs 濃度の長期予測に関する数理モデルの開発

末富英一^{*1,2}、岡田往子¹、羽倉尚人¹、内山孝文¹、羽田野祐子³

¹東京都市大学 原子力研究所

²筑波大学 システム情報系

³筑波大学 大学院システム情報工学研究科

*責任著者: esuetomi@tcu.ac.jp

福島原子力発電所事故では環境中に放射性 Cs-137 (RCs) が放出され、その影響は関東地方にも及んだ。神奈川県川崎市の東京都市大学原子力研究所では事故以前から大気中の RCs 濃度の計測を行ってきたが事故以前は検出限界下であった RCs が高濃度で検出された。その後 RCs 濃度は急激に減衰したが、半年後から RCs の減衰は緩慢になっている。チェルノブイリ事故の RCs 濃度の経時変化についてはいくつかのモデルが提案され同様の現象の説明に成功している。しかしこれらのモデルはフィッティングパラメータ数が多い。加えて時刻零(放出時)で値が発散する等の課題があった。本研究ではこれらの課題を解決すべく新たな手法により RCs 濃度の長期予測モデルを提案する。チェルノブイリ事故時のデータ解析から大気中の RCs の輸送現象は異常拡散とみなせる。異常拡散は非整数階拡散方程式(FDE)となることが知られている。本研究では FDE を時間と空間に変数分離し、空間について平均化することで時間依存の解を求めることで RCs 濃度の迅速な長期的予測を可能にすることができた。得られた解析解と東京都市大学原子力研究所で計測された大気浮遊塵中 RCs 濃度とを比較し、解析解の妥当性を示すことが出来た。

キーワード: 放射性セシウム (¹³⁷Cs)、福島第一原子力発電所事故、大気、長期予測、非整数階拡散方程式

Changes in Cs-137 concentration in dissolved form and sediment in the rivers in the difficult-to-return zone and the surrounding area, and their factors

Yukio Takeuchi*¹, Keisuke Taniguchi¹, Hirotsugu Arai¹, Hirofumi Yoshita¹, Kazuki Fujita¹, Yuichi Onda²

¹Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation

²Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

*Corresponding author: takeuchi_yukio_01@pref.fukushima.lg.jp

The Ministry of the Environment conducts the survey about the Cs-137 concentrations in the sediments and river waters in the Radioactive Material Monitoring in the Water Environment. In the survey, Cs-137 concentration in sediment was detected, however that in river water was not detected in many cases due to low level. Therefore, it enables to estimate the dissolved Cs-137 concentrations in river waters from that in the sediments, if the distribution coefficient (K_d value) in between the sediment and the dissolved form in river water is acknowledged.

In this study, to calculate the K_d value of Cs-137 in between the sediment and the dissolved form in river water, we conducted sampling of river water three times a year, and river sediment once a year in the 5 rivers in the difficult-to-return zone and the surrounding area. The sediments were taken by a core sampler (100 mL), and dried at 105°C for 48 hours. The river water was filtrated by a membrane filter with pore size of 0.45 μm , and was absorbed by a cation-exchange resin. The Cs-137 concentrations in both the sediment and the dissolved form in the resin, were measured by a germanium semiconductor detector.

The results of Cs-137 in sediment were from 410 to 3300 Bq / kg-dry. The results of dissolved Cs-137 were in the range from N.D. (<1.5 mBq/L) to 110 mBq/L in the 5 rivers. In the poster, we will present the relationships between the K_d value and the characteristics of the catchment(land use).(253 words)

Keywords: radiocaesium, river water, dissolved radiocaesium, sediment

帰還困難区域及びその周辺の河川における溶存態及び河床土の放射性セシウムの濃度変化とその要因

竹内幸生*¹、谷口圭輔¹、新井宏受¹、吉田博文¹、藤田一輝¹、恩田裕一²

¹福島県環境創造センター

²筑波大学

*責任著者: takeuchi_yukio_01@pref.fukushima.lg.jp

環境省は、水環境における放射性物質モニタリングとして、河床土と河川水の調査を実施している。その中で、河床土のCs-137濃度について定量されているが、河川水についてはCs-137濃度が低く定量できていない場合が多い。従って、河床土と河川水中の溶存態の間でのCs-137の分配係数(K_d 値)が既知であれば、定量できている河床土のCs-137濃度から、定量が難しい溶存態Cs-137濃度の推定が容易となる。

本研究では、河床土と溶存態の間での K_d 値を算出することを目的とし、帰還困難区域及びその周辺に位置する5つの河川で、年1回の河床土採取と年3回の採水調査を行った。河床土は、採土器(100 mL)を用いて採取し、48時間105°Cで乾燥した。溶存態の試料は、0.45 μm のメンブレンフィルタでろ過した後、陽イオン交換樹脂に吸着させた。河床土と溶存態のCs-137濃度を、Ge半導体検出器を用いて測定した。

結果より、河床土は、410~3300 Bq/kg-dryであった。一方、溶存態Cs-137濃度は、N.D.<1.5 mBq/L) ~110 mBq/Lであった。発表では、 K_d 値と流域の特徴(土地利用状況)との関係に関する解析結果も併せて示す。(437字)

キーワード: 放射性セシウム、河川水、溶存態セシウム、河床土

Local coordination structures of Sr in calcite and aragonite

Kazuya Tanaka*¹, Shinya Yamasaki²

¹Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency

²Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

*Corresponding author: tanaka.kazuya@jaea.go.jp

Marine organisms were contaminated by radionuclides released into the Pacific Ocean from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. One of the released radionuclides, ⁹⁰Sr, is accumulated into marine biogenic Ca carbonates such as shells and coral skeletons by substitution of Sr for Ca site. Most of coral species form aragonitic skeletons, while shells of bivalves are often composed of calcite. In general, Sr²⁺ is incorporated more in aragonite with 9-fold coordination Ca²⁺ site than in calcite with 6-fold coordination Ca²⁺ site. In this study, we investigated local coordination structures of Sr in the two carbonate polymorphs of calcite and aragonite using extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) spectroscopy. We measured stable Sr concentrations of limestone (calcite) and coral (aragonite) samples and then their K-edge Sr EXAFS spectra. Analysis of EXAFS spectra indicated that the local coordination structures of Sr in calcite and aragonite were different while Sr was substituted for Ca site in both calcite and aragonite. Corals had Sr concentrations (~7000 ppm) one order of magnitude higher than limestones (200 – 500 ppm), which is attributed to the difference of local coordination structures of Sr incorporated into calcite and aragonite. Considering almost the same chemical natures of stable and radioactive Sr, radioactive Sr is also accumulated into aragonitic marine carbonates.

Keywords: Sr, calcite, aragonite

カルサイト及びアラゴナイト中のストロンチウム局所構造解析

田中 万也*¹、山崎 信哉²

¹日本原子力研究開発機構原子力科学研究所部門原子力科学研究所先端基礎研究センター

²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者: tanaka.kazuya@jaea.go.jp

福島第一原子力発電所で発生した汚染水が海洋に放出された結果、様々な海洋生物が放射性核種により汚染された。中でも放射性ストロンチウムは、同族元素であるカルシウムと類似の挙動をするため、貝類の殻・サンゴ骨格などの炭酸カルシウムに濃縮する。貝殻及びサンゴ骨格の多くはアラゴナイトから成るが、一部同質多形であるカルサイトから成る種も存在する。一般的に、6配位Ca²⁺サイトを持つカルサイトに比べて9配位Ca²⁺サイトから成るアラゴナイトの方がSr²⁺を取り込みやすいと考えられている。そこで本研究では、EXAFS（広域X線吸収微細構造）法を用いてカルサイトとアラゴナイト中の安定Srの局所（置換）構造を調べた。石灰岩（カルサイト）とサンゴ（アラゴナイト）は異なるEXAFSスペクトルを示した。EXAFSスペクトルを解析した結果、Srの局所構造がカルサイトとアラゴナイトでは異なることが示唆された。こうした局所構造の違いは、6配位と9配位のCa²⁺サイトのサイズの違いに起因していると考えられる。また、サンゴ(Sr濃度~7000 ppm)は石灰岩(Sr濃度200 – 500 ppm)に比べてSr濃度が一桁高いことはこうした局所構造によるものであると考えられる。安定Srと放射性Srは化学的にはほぼ同じ挙動をすることから、放射性Srもアラゴナイト構造を持つ生物性炭酸殻に濃縮すると考えられる。

キーワード: ストロンチウム、カルサイト、アラゴナイト

Pre- and post-accident ^{14}C activities in tree rings near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

Tetsuya Matsunaka^{*1}, Kimikazu Sasa², Masumi Matsumura², Shigekazu Hirao³, Yoshifumi Wakiyama³, Keisuke Sueki²

¹Low Level Radioactivity Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

²Accelerator Mass Spectrometry Group, University of Tsukuba

³Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: matsunaka@se.kanazawa-u.ac.jp

Approximately 2.8 PBq of anthropogenic ^{14}C was released from nuclear facilities worldwide from the 1950s, produced mainly by neutron activation reactions such as ^{14}N (n, p) ^{14}C , ^{17}O (n, α) ^{14}C , and ^{13}C (n, γ) ^{14}C in nuclear fuel, fuel cladding, water coolant, and graphite moderators. Areas affected by routine ^{14}C discharges from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) and accidental releases in March 2011 were investigated by analysis of cores from Japanese cypress and cedar trees growing at sites 9 and 24 km northwest of the plant. ^{14}C concentrations in tree rings from 2008–2014 (before and after the accident) were determined by accelerator mass spectrometry, with ^{14}C activities in the range 231–256 Bq kg⁻¹ C. A total of 5.5 TBq of ^{14}C was released during the pre-accident period of 2008–2011. Activities during the period 2012–2014, after FDNPP shutdown, represent background levels, while the significantly higher levels recorded during 2008–2010 with excess ^{14}C activities of 7.8–23 Bq kg⁻¹ C, before the accident, indicate uptake of ^{14}C from routine FDNPP operations. An effective dose commitment via food ingestion of up to 1.3 μSv was estimated from the excess activity of <23 Bq kg⁻¹ C. The mean excess ^{14}C activity for the pre-accident period at the sites 9 and 24 km northwest of the plant were 21 and 12 Bq kg⁻¹ C, respectively, indicating that the area of influence during routine FDNPP operations extended at least 24 km northwest. The mean excess ^{14}C activity in the 2011 ring at 24 km northwest of the FDNPP was 5.8 Bq kg⁻¹ C, or about one-half of that at 9 km northwest (10 Bq kg⁻¹ C). The decrease in ^{14}C activities in 2011 rings with increasing distance from the FDNPP confirms that the possible impact of the FDNPP accident on ^{14}C levels in trees.

Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant; Radiocarbon release; Tree rings; Effective dose

樹木年輪に記録された原発事故由来 C-14 の分布

松中 哲也^{*1}、笹 公和²、松村 万寿美²、平尾 茂一³、脇山 義史³、末木 啓介²

¹金沢大学環日本海域環境研究センター

²筑波大学 AMS グループ

³福島大学環境放射能研究所

*責任著者: matsunaka@se.kanazawa-u.ac.jp

原子力発電所の稼働に伴って放出される ^{14}C ($T_{1/2}$: 5,730 yr) は、食物連鎖を通して内部被ばくに寄与する可能性のある核種として知られている。本研究は、福島第一原子力発電所から北西方向へ 9 km 地点と 24 km 地点に生育するヒノキとスギから採取した年輪 (2008–2014 年) の ^{14}C 濃度を調査し、通常運転と事故によって放出された ^{14}C の影響範囲を把握すると共に、食物摂取による年輪内 ^{14}C の実効線量を評価した。2008–2014 年における年輪中の ^{14}C 濃度は、加速器質量分析法により計測した結果、231–256 Bq kg⁻¹ C の範囲であった。 ^{14}C 濃度は、事故後の 2012–2014 年ではバックグラウンドレベルであったのに対し、2008–2010 年 (事故前) においてバックグラウンドより 7.8–23 Bq kg⁻¹ C 高く、通常運転時に放出された ^{14}C の取込みを示した。食物摂取による年輪内の余剰 ^{14}C (<23 Bq kg⁻¹ C) の実効線量は <1.3 $\mu\text{Sv yr}^{-1}$ であり、自然放射線による平均実効線量 (2.4 mSv yr⁻¹) より 3 桁低かった。事故前における平均余剰 ^{14}C 濃度は、9 km 北西地点で 21 Bq kg⁻¹ C、および 24 km 北西地点で 12 Bq kg⁻¹ C であり、通常運転時に放出された ^{14}C は少なくとも 24 km 北西地点まで影響を及ぼしていたことが分かった。2011 年の年輪における 24 km 北西地点の平均余剰 ^{14}C 濃度は 5.8 Bq kg⁻¹ C であり、9 km 地点 (10 Bq kg⁻¹ C) のおよそ 1/2 であった。原子力発電所からの距離の増加に伴う 2011 年の余剰 ^{14}C 濃度の減少は、原発事故由来 ^{14}C の影響の可能性を示唆している。

キーワード: 福島第一原子力発電所、C-14 放出、樹木年輪、実効線量

Prediction of Radiocesium Behavior Based on Concentration Profile and Mass Transfer Simulation

Tetsuo Yasutaka*¹, Koki Matsushita²

¹ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

² University of Tsukuba

*Corresponding author: t.yasutaka@aist.go.jp

The behavior of radiocesium in the soil is affected by soil physicochemical properties such as partition coefficient, organic matter content, soil nature. The partition coefficient of radioactive cesium in soil is generally determined by a batch adsorption test, but it has been pointed out that it is significantly different from the actual phenomenon. In this study, we estimated the partition coefficient by inverse analysis by the one-dimensional transfer simulation software HYDRUS-1D using the vertical profile data of radioactive cesium in soil obtained at the University of Tsukuba.

Keywords: radiocesium, partition coefficient, inverse analysis, mass transfer simulation

濃度プロファイルと物質移動シミュレーションに基づく放射性セシウムの挙動予測

保高徹生*¹、松下恒輝²

¹ 産業技術総合研究所

² 筑波大学

*責任著者: t.yasutaka@aist.go.jp

土壌中の放射性セシウムの土壌中での挙動は、分配係数、有機物含有量、土質等の土壌の物理化学性等に影響を受ける。土壌中の放射性セシウムの分配係数は、バッチ吸着試験で求めることが一般的であるが、実現象とは大きく異なるとの指摘もある。本研究では、筑波大学でこれまで取得してきた土壌中の放射性セシウムの鉛直プロファイルデータを活用し、1次元の物質移動シミュレーションソフトである HYDRUS-1D を用いて、逆解析による分配係数の推定を実施した。

キーワード：放射性セシウム、分配係数、逆解析、物質移動シミュレーション

Flume experiment for deposition of muddy sediment under waves

Naofumi Yamaguchi*¹, Tomohiro Sekiguchi², Tetsuya Shinozaki²

¹Center for Water Environment Studies, Ibaraki University

²Affiliated institution Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

*Corresponding author: naofumi.yamaguchi.sci@vc.ibaraki.ac.jp

We performed wave-flume experiments in order to examine depositional processes of muddy sediment. In the experiments, we investigated the effect of kind of muddy sediment (bentonite, D₅₀ ~ 13 μm; silt, D₅₀ ~ 37 μm) under same condition of wave and initial sand bed. In the present experimental series, either kind of muddy sediment did not deposit on the bed surface under the wave condition which can generate sandy wave ripples. The present result suggests that, it is difficult for even high-concentrated muddy water to deposit on rough bed.

Keywords: Muddy sediment, Wave, Sediment dynamics, Wave-flume experiment

波浪影響下での泥質堆積物の動態に関する造波水路実験

山口 直文*¹、関口 智寛²、篠崎 鉄哉²

¹茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者: naofumi.yamaguchi.sci@vc.ibaraki.ac.jp

沿岸域における放射性物質の動態を考える上で重要となる、波浪が作用する場での泥質堆積物の堆積について調べるため、造波水路を用いた実験を行った。実験では同じ波浪条件および初期のウェーブリップルが発達した砂床で、投入する泥質堆積物の種類（ベントナイト、中央粒径約 13 μm；石英質シルト、中央粒径約 37 μm）を変えて検討を行った。実験の結果、ウェーブリップルが発達しうる強度の波浪下では、いずれの泥質堆積物も底面に堆積しなかった。この結果は、波浪下で粗度のある砂床上には、高濃度の泥質堆積物でも堆積することは難しいことを示唆している。

キーワード：泥質堆積物、波浪、堆積物動態、造波水路実験

Development of chemical separation method of Np for the determination of Np-237 in environmental by accelerator mass spectrometry.

Y. Hayakawa¹, N. Matsumura², A. Sakaguchi³, A. Nakajima⁴, K. Teranishi¹, R. Morita¹, A. Yokoyama^{*5}

¹ Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

² College of Science and Engineering, Kanazawa University

³ Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

⁴ Mathematics and Science, University of Tsukuba

⁵ Institute of Science and Engineering, Kanazawa University

*Corresponding author: yokoyama@se.kanazawa-u.ac.jp

Development of a chemical separation method for the determination of ²³⁷Np, an isotope of minor-actinide Np, which is slightly present in the environment due to the release from nuclear facilities, is useful in various earth science fields such as surface material circulation, environmental pollution assessment and so on. The measurement of ²³⁷Np could be quantified by accelerator mass spectrometry, although an internal standard method for Np needs an appropriate spike. A candidate of the spike, ^{236m}Np, can be produced in some nuclear reactions with U or Th target material. However, the Np component should be isolated from a high matrix sample with the target material. In this experiment, techniques of nuclear chemistry were applied to purification of Np in the solutions of the irradiated samples by using a simple chromatography with TEVA and UTEVA resins in nitric acid and hydrochloric acid systems. As a result, obtained thus far, more than half of Np was recovered from high matrix samples. In addition, ICP-MS measurements indicate that more than 99.9% of interfering elements such as U and Th can be removed in the processes. From now on we will seek for a method with higher recovery of Np and utilize it for the application to accelerator mass spectrometry.

Keywords: minor actinide, nuclear chemistry, chromatography, accelerator mass spectrometry

環境中ネプツニウム同位体測定法開発に関わる化学分離法の検討

早川 優太¹、松村 夏紀²、坂口 綾³、中島 朗久⁴、寺西 翔¹、森田 涼雅¹、横山 明彦^{*5}

¹ 金沢大学自然科学研究科

² 金沢大学理工学域

³ 筑波大学環境動態センター

⁴ 筑波大学理工学群

⁵ 金沢大学理工研究域

*責任著者: yokoyama@se.kanazawa-u.ac.jp

核関連施設を起源として環境中にわずかに存在するマイナーアクチノイドの同位体、²³⁷Np の定量法の確立により、表層の物質循環、環境汚染評価などの様々な地球科学分野への応用が期待される。²³⁷Np は加速器質量分析による定量が期待されているが、定量分析のための内標準となるスパイクが必要である。スパイクの候補として有望視されている ^{236m}Np 核種は、核反応により製造でき、利用するためには照射ターゲット試料から分離する。この試料中には核分裂生成物が同時に製造されており、ターゲット物質を主体とする高マトリクス試料からの Np の精製が必要となる。本研究では核化学的手法によって得られた Np 同位体を含む照射試料を溶解して硝酸系・塩酸系に調整し、固相抽出樹脂である TEVA 樹脂, UTEVA 樹脂を用いた簡便な Np の分離法について検討を行った。今まで得られた結果では、高マトリクス試料からでも Np を半分以上回収することに成功している。また分離試料について ICP-MS による測定を行い、U, Th などの妨害となる元素（ターゲット物質）が 99.9% 以上除去できることを確かめた。今後はより Np が損失しない収率の高い手法を目指して検討を続け、加速器質量分析への適用を目指す。

キーワード：マイナーアクチノイド、核化学、固相抽出樹脂、加速器質量分析

Elucidation of the cesium absorption and transport pathway of major crops (rice and soybean).

Miku Kawabata¹, Ayano Amemiya¹, Jun Furukawa², Hiroki Rai^{*1}

¹Akita Prefectural University ²University of Tsukuba center for research in isotopes and environmental dynamics

^{*}corresponding author : raihiro@akita-pu.ac.jp

Radio-cesium (Cs) released by the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant in 2011 contaminated the widespread soils. Radio-Cs was strongly adsorbed by soil. However, the plant roots uptake a part of it, causing radio-Cs contamination of agricultural products. In rice, it was revealed that OsHAK1, a high affinity K⁺ transporter, contributes the most of Cs⁺ uptake. In Tohoku region, the conversion of the paddy fields to soybean cultivation had been progressed due to the adjustment of an excess rice production. However, the Cs concentrations of soybean were higher than rice, and its mechanism of Cs uptake is unknown.

We selected the four soybean mutants with low Cs (lcs) concentration in beans from the mutant lines induced by ion beam irradiation. In this study, we investigated the Cs uptake into the roots of the lcs mutants. The 2 weeks seedlings were transferred to three hydroponic solutions containing ¹³⁷Cs as a tracer (containing 10 ppb ¹³³Cs as a carrier) and K⁺ at 0.05, 0.5, or 1.25 mM, respectively.

In the lower K⁺ conditions, the ¹³⁷Cs uptakes in wild type were higher. It was suggested that the K transporter is involved in Cs absorption. At 0.05 mM of K concentration, the ¹³⁷Cs concentration in the roots in two lcs mutants was 1/2 and 1/3 lower than that of the wild type. The ¹³⁷Cs in the remaining two mutants are as same as the wild type. And at above 0.5mM K⁺, there was no difference in ¹³⁷Cs uptakes between lcs and the wild type. In conclusion, it was suggested that two lcs lines had mutations in the high-affinity K transporter in the root, and the remaining two lines had mutation in the process of Cs translocation from leaves to beans.

Keywords: Radio-Cs, soybean, high affinity K⁺ transporter, HAK

主要作物（イネ、ダイズ）のセシウム吸収・輸送経路の全容解明

河端美玖¹、雨宮あや乃¹、古川純²、頼泰樹^{*1}

¹秋田県立大学 生物資源科学部 ²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

^{*}責任著者: raihiro@akita-pu.ac.jp

2011年の福島第一原発の事故による放射性セシウム（Cs）の土壌汚染が問題となっている。放射性Csは土壌に強く吸着するが、その一部は植物の根から吸収され、農産物の放射能汚染をもたらす。Cs⁺は、水稻ではK⁺輸送体であるOsHAK1から吸収されることが明らかになっている。東北各県では、米の生産調整に伴い、ダイズへの転作が進んできた。しかし、ダイズはイネより放射性セシウム濃度が高く、そのCsの吸収機構は未解明である。

我々は、イオンビームで変異を誘発したダイズの変異系統から、子実のCs含有量が低い個体（lcs）を選抜した。本研究では、lcs変異体のCs動態を調べた。水耕液のK濃度を0.05、0.5、1.25 mMの3段階に調製し、¹³⁷Csを添加してトレーサー実験を行った。その結果、K濃度が低いほど、野生型の¹³⁷Cs吸収量が高くなり、Cs吸収にKの輸送体が関与していることが示唆された。また、0.05 mMのK濃度では、2系統で根の¹³⁷Cs量が野生型の1/2、1/3となった。残り2系統は野生型と同じ¹³⁷Cs量であった。しかし、0.5mM以上のK濃度では、野生型との差はなかった。以上から、2系統は根の高親和性のK輸送体に変異があり、一方で、残り2系統は葉から子実へのCsの転流が抑制されていると予測された。

キーワード: 放射性Cs, ダイズ, K輸送体, HAK

Removal of metal ion pollutants from waste water by using porous amorphous Fe₂O₃

Bashir Ahmmad Arima*¹, M. Ferdous Alam², Zinnat A. Begum³, Ismail M.M. Rahman⁴

¹Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan

²Graduate School of Symbiotic System Science and Technology, Fukushima University, Japan

³Venture Business Laboratory, Advanced Science and Social Co-Creation Promotion Organization, Kanazawa University, Japan

⁴Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Japan

*Corresponding author: arima@yz.yamagata-u.ac.jp

Mesoporous Fe₂O₃ was synthesized by a simple chemical route and later characterized by a set of complementary techniques such as XRD, XPS, SQUID and BET surface analysis. XRD and SQUID analyses show that the material is amorphous and superparamagnetic ferromagnetic, respectively. The BET surface area of the materials was measured to be 229 m²/g. The adsorption of cesium on the mesoporous Fe₂O₃ was studied in a batch process using aqueous solutions of CsCl at varying concentrations. The other variables include solution pH, initial element content, adsorbent volume, and sorption duration. The adsorption isotherm was analyzed using the Langmuir and Freundlich equations models. Kinetic and equilibrium aspects of the adsorption process were also studied.

Keywords: Iron oxide, Adsorption, Cesium

多孔性アモルファス Fe₂O₃ による汚染水の吸着・分離に関する研究

有馬 ボシール アハンマド*¹、エム フェルドース アラム²、ジンナット アラ ベガム³、エス エム エム ラハマン⁴

¹山形大学大学院理工学研究科

²福島大学大学院共生システム理工学研究科

³金沢大学先端材料・社会共創推薦機構、ベンチャービジネス・ラボラトリー

⁴福島大学環境放射能研究所

*責任著者: arima@yz.yamagata-u.ac.jp

簡単な化学反応法で多孔性の酸化鉄 (Fe₂O₃) を合成し、X-線回析、X線光電子分光法、SQUID、BET 比表面積測定などを用いて試料の分析測定を行った。その結果、合成した試料はアモルファスで超常磁性体である事が分かった。また、BET 比表面積測定から比表面積は 229m²/g である事が分かった。合成した試料を用いて汚染水から Cs の吸着・分離実験を行った。吸着量への汚染水の pH、濃度、吸着時間などの影響について調べた。吸着等温線はラングミュア及びフロイントリッヒのモデルを用いて考察した。また、セシウムの吸着に関するキネティック、化学平衡について考察した。

キーワード：金属酸化物、吸着、セシウム

Development of Estimation Method for Genome Alteration in Wild Mice living in the Fukushima Nuclear Accident Restricted Area

Daiji Endoh*¹, Hiroko Ishiniwa², Misaki Tanaka¹, Manabu Onuma³, Nobuyoshi Nakajima³

¹School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University

²Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

³Center for Environmental Biology and Ecosystem Studies, National Institute for Environmental Studies

*Corresponding author: dendoh@rakuno.ac.jp

In estimating genomic alteration in wild mice (*Apodemus speciosus*), mutations in the coding regions are the main observation targets. In this study, we examined a method for efficiently detecting alterations in exons, which are the coding regions of genes in the genome. Analyzing genome data registered in GenBank, the gene prediction software Augustus predicted 38,252 genes and 160,990 exons on the genome. For each exon, a base sequence containing 70 bases of the surrounding sequence was extracted, and a primer having a high possibility of amplifying the exon was designed. As a first step in primer design, we searched for a 5 base motif at the 3' end shared by multiple exons, and found that 51 motifs were in the amplification position in 145,134 exons. In designing primers using 51 motifs, 96 pairs of 16-mer primers were designed for simultaneous amplification of multiple exons and cost reduction. In the PCR performed using the purified mouse genome as a template, amplification products of 100 to 500 bases corresponding to the design length were obtained in 78 out of 96 sets. In the product in which a single band was obtained in 78 sets, amplification as intended was confirmed, and in the next-generation sequencer analysis of the mixed amplified product, reading of the exon base sequence was confirmed. From these results, it was suggested that amplification of the exon sequence using a 16-base primer was an effective method for examining gene changes in the wild mice genome.

Keywords: Apodemus, Exon trapping, Gene prediction, PCR Primer design.

福島原発事故立ち入り制限区域における野生アカネズミのゲノム変化推定方法の開発

遠藤 大二*¹、石庭 寛子²、田中 美沙希¹、大沼 学³、中嶋 信美³

¹酪農学園大学 獣医学群

²福島大学 環境放射能研究所

³国立環境研究所生物・生態系環境研究センター

*責任著者: dendoh@rakuno.ac.jp

野生アカネズミのゲノム変化推定においては、遺伝子のコード領域の変化が主な観察対象となる。本研究では、GenBankに登録されているゲノムデータを用い、遺伝子のコード領域であるエクソンの塩基配列変化を効率的に調べる方法を検討した。まず、遺伝子予測ソフト Augustus によりゲノムデータ上に 38,252 個の遺伝子と 160,990 個のエクソンを予測した。各エクソンについて、周囲配列 70 塩基を含む塩基配列を抽出し、エクソンを増幅する可能性の高いプライマーの設計を実施した。プライマー設計の最初のステップとして、複数のエクソンで共有する 3' 末端の 5 塩基モチーフを探索し、我々は、51 種のモチーフが 145,134 個のエクソンで増幅位置にあることを見出した。51 種のモチーフを用いたプライマー設計では、複数エクソンの同時増幅とコストを下げる目的で 96 組の 16 塩基長のプライマーを設計した。精製されたアカネズミゲノムを鋳型として実施した PCR では、96 組中 78 組で、設計長と一致する 100~500 塩基の増幅産物が得られた。78 組中単一バンドが得られた産物では、目的通りの増幅が確認され、混合した増幅産物の次世代シーケンサー解析では、エクソン塩基配列の読み取りが確認された。これらの結果から、16 塩基プライマーを用いたエクソン配列の増幅は、アカネズミゲノムの遺伝子変化を検討する上では有効な方法であることが示唆された。

キーワード: アカネズミ, エクソントラッピング, 遺伝子予測, PCR プライマー設計。

Study on the discharge of radioactive cesium from a forest basin in northern Fukushima and the sedimentation mechanism in the reservoir

Takuya Kawai¹, Nobuhito Ohte*¹, Naoto Nihei², Toshihiro Wada³

¹Graduate School of Informatics, Kyoto University

²Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo

³Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: nobu@i.kyoto-u.ac.jp

After the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident in March 2011, radioactive cesium (Cs), which has fallen into forest areas in the northern Fukushima prefecture, is now concentrated in the organic layers of the forest floor and the near surface horizons of soil profiles, and partly circulated between vegetation and soils. In the future, from the forest that is not decontaminated, these statically and dynamically stored radioactive Cs will flow out during storm events, and some will be deposited along with sediment in many agricultural reservoirs located in the middle stream. In order to quantitatively elucidate the mechanism of radioactive Cs outflow through forest mountain streams and the sedimentation mechanism in reservoirs, time sequential observation of radioactive Cs outflow from forest areas during storm events caused by typhoons and a survey was conducted on radioactive Cs in the sediments in the downstream reservoir. Result showed that during a large-scale rainfall event, it was possible to estimate and evaluate the characteristics of the time-dependent changes in the amount of radioactive Cs flowing out together with the suspended sediment, changes in the form of runoff, and the trapping effects of the reservoir.

Keywords: radioactive cesium, forested catchment, reservoir, discharge and sedimentation mechanism, northern Fukushima

福島県北部森林流域からの放射性セシウムの流出と貯水池における堆積メカニズムに関する研究

川井拓哉¹、大手信人*¹、二瓶直登²、和田敏裕³

¹京都大学大学院情報学研究科

²東京大学大学院農学生命科学研究科

³福島大学環境放射能研究所

*責任著者:nobu@i.kyoto-u.ac.jp

2011年の福島第一原発事故によって、県北部の森林地帯に降下した放射性セシウム (Cs) は、現在、林床の有機物層、土壌表層などに蓄積が集中し、一部は植生との間で循環している。今後、除染がされない森林からは、これら静的・動的に貯留されている放射性 Cs が降雨イベント時に流出し、中流に位置する多くの農業用貯水池で、一部は土砂とともに堆積する。森林溪流を通じた放射性 Cs の流出と中流域の貯水池における堆積のメカニズムを定量的に明らかにすることを目的として、台風による降雨・流出イベント時の森林域からの放射性 Cs 流出の経時的観測とその下流部の貯水池における土砂・放射性 Cs の堆積状況に関する調査を実施した。これによって大規模降雨イベント時、土砂とともに流出する放射性 Cs 量の経時変化の特徴と、流出形態の変化、貯水池の捕捉効果を推定・評価することができた。

キーワード：放射性セシウム、森林流域、貯水池、流出・堆積機構、福島県北部

Current occurrence of truffles and truffle-like fungi in forests near the Fukushima nuclear power plant accident

Takamichi Orihara*¹, Hiromi Sasaki², Muneyuki Ohmae³, Hiroko Ishiniwa⁴

¹ Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

² Mycologist Circle of Japan

³ Hokken Co. Ltd.

⁴ Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

People in Fukushima have traditionally preferred eating wild mushrooms. Truffles and truffle-like fungi, which produce fruitbodies below ground or the litters, have often been neglected in mushrooms hunting, and in result, their local abundancy and species diversity have been poorly understood. In addition, since the forest management near the Fukushima No. 1 Nuclear Power Plant has been confronted with unprecedented difficulties, we consider that continuous monitoring of microbial diversity helps our understanding of environmental changes in local forests in that region. We therefore made a large-scale field survey of truffles and truffle-like fungi in secondary or artificial forests near the nuclear power plant (i.e., Kawamata, Namie, and Tomioka Towns and Kawauchi Village in Fukushima Prefecture) in July 2019. We collected 19 specimens of truffles and truffle-like fungi, which comprised at least 12 species of 9 genera in Basidiomycetes and Ascomycetes. The study sites in Namie Town and Kawauchi Village were particularly species-rich. We will further relate our results to the accumulation of radioactive cesium in these truffle specimens, which will be obtained from another project.

Keywords: species diversity, hypogeous fungi, sequestrate fungi, taxonomy, radioactivity analysis

福島原発事故後の森林環境における地下生きのこ類発生状況調査

折原貴道*¹、佐々木廣海²、大前宗之³、石庭寛子⁴

¹ 神奈川県立 生命の星・地球博物館

² 菌類懇話会

³ 株式会社 北研

⁴ 福島大学 環境放射能研究所

*責任著者: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

福島県はきのこの食利用が伝統的に盛んだが、地中やリター層中にきのこを形成する菌類（地下生菌）については、一般的なきのこ狩りの対象になることも少なく、県内の地下生菌の多様性は十分に明らかでない。また、福島第一原発事故後、同原発周辺域の山林の維持管理は困難な状況であり、今後の森林環境の中長期的な変化を微生物多様性の観点からモニタリングしてゆく必要がある。本課題では、福島県川俣町、浪江町、富岡町、および川内村の二次林および人工林において、多数の地下生菌研究者による集中的な地下生菌探索を行い、原発事故後のこれら地域における地下生菌多様性を探ることを主な目的とした。7月に実施した野外調査の結果、担子菌門および子囊菌門に含まれる少なくとも9属12種の地下生菌計19標本が採集された。特に浪江町津島および川内村の調査地での結果を合計すると12種全てが記録され、両サイトは特に高い地下生菌多様性を有する環境であることが示唆された。10月にも調査を実施予定であったが、大型台風の被害により中止を余儀なくされた。今後、本調査で採取された地下生菌を基にした放射線量測定プロジェクトとの統合的考察も進める予定である。

キーワード：種多様性、地下生菌、分類、放射性セシウム

Radiocesium resuspension caused by the decontamination and demolition work at a special reconstruction and revitalization base of the difficult-to-return zone in Tomioka Town, Fukushima Prefecture

Yasuyuki Taira ^{*1}, Masahiko Matsuo ², Shigekazu Hirao ³

¹ Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University

² Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University

³ Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: y-taira@nagasaki-u.ac.jp

Based on "Specified Reconstruction and Revitalization Base Plan" for aiming at lifting evacuation orders and allowing the residents to return by the Act on Special Measures for the Reconstruction and Revitalization of Fukushima (May 2017), six municipalities near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (FDNPS) have made efforts of the decontamination work such like removing deposits from roofs, wiping off roofs and walls, high-pressure washing of houses and buildings, removing fallen leaves and stripping topsoil in garden and high-pressure washing of roads. Tomioka Town, Fukushima Prefecture is located 8.5 km south of the FDNPS. In Yonomori District (Tomioka Town), the decreasing time trends of the environmental radiation and confidence levels of radiocesium were consistent with the decreasing time trends of the ambient dose rates by the decontamination work. On the other hand, the radiation exposure level and resuspension by the decontamination work on the difficult-to-return zone have not been evaluated concretely. Therefore, the dust samples near the building where the decontamination work (including the demolition) is planned were collected using a high-volume air sampler (HV-1000R, Shibata Science Technology LTD, Saitama, Japan) during August to December, 2019, and analyzed using a high purity germanium detector (ORTEC[®] GMX series, Ortec International Inc., Oak Ridge, TN, USA) coupled to a multi-channel analyzer (MCA7600, Seiko EG&G Co., Ltd., Chiba, Japan) for 80,000 s. In the present study, ¹³⁷Cs, which is considered to be derived from the FDNPS accident, were detected in some samples. These levels were 0.11 mBq/m³ after the decontamination work next to the target building is completed and 0.14-0.73 mBq/m³ under the decontamination work next to the target building mBq/m³, respectively. On the other hand, ¹³⁷Cs was also detected in a sample collected at Tomioka Town Office (<0.034 mBq/m³). These data were not always consistent with the survey results by Fukushima Prefecture Office. Since the decontamination work of the target building is not still started, further investigation with detailed conditions is needed to confirm the mechanism of radiocesium by the decontamination work.

Keywords: Radiocesium, resuspension, decontamination, demolition

特定復興再生拠点区域（帰還困難区域）における除染・解体作業による

放射性セシウムの再浮遊・飛散性の動態把握

平良 文亨^{*1}、松尾 政彦²、平尾 茂一³

¹長崎大学原爆後障害医療研究所

²長崎大学原爆後障害医療研究所

³福島大学環境放射能研究所

*責任著者: y-taira@nagasaki-u.ac.jp

福島県富岡町では、2023年春頃までに帰還困難区域全域の避難指示解除を目指しており、現在「特定復興再生拠点区域」である夜の森地区を中心に先行除染しているが、除去・解体作業に伴い、福島第一原子力発電所事故由来と考えられる放射性セシウムが含まれる大気浮遊塵の再浮遊による影響が懸念されている。そこで、当該地区で除染・解体作業が予定されている建屋敷地内で大気浮遊塵を捕集し核種分析した結果、¹³⁷Csは<0.73mBq/m³の範囲であった（2019年9月～2020年2月）。一方、対照地区である富岡町役場では、<0.034mBq/m³であった。今回の結果は、福島県が実施している大気浮遊じん環境放射能測定結果（¹³⁷Cs：0.088～0.39 mBq/m³、夜の森地区、2019年4～10月）の範囲を一部超過し、対象建屋の隣接エリアが除染中であった時の¹³⁷Cs濃度（0.14及び0.73mBq/m³）は、除染完了後の¹³⁷Cs濃度（0.11mBq/m³）に比べやや高値を示したことから、除染・解体作業に伴う¹³⁷Csの再浮遊が示唆されるものの、対象建屋の解体作業がいまだ未着手であるため、今後の詳細な調査及び解析が期待される。

キーワード：放射性セシウム、再浮遊、除染、解体

Population genetic demography of mountain stream fishes under reduced human activities in the difficult-to-return zones, Fukushima, Japan

Yoshiaki Tsuda^{1*}, Masaki Akaike², Keisuke Yumoto³, Uchu Yamakawa³, Faulks Leanne Kay¹,

Shingo Kaneko⁴, Toshihiro Wada⁵

¹Sugadaira Research Station, Mountain Science Center, University of Tsukuba

²College of Biological Sciences, University of Tsukuba

³Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

⁴Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

⁵Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: tsuda.yoshiaki.ge@u.tsukuba.ac.jp

Abstract

It is important to evaluate how reduced human activities in the difficult-to-return zones of Fukushima Prefecture affect local biodiversity in order to design ecosystem management strategies. In addition, as the difficult-to-return zones are located along the Abukuma mountains, which have a unique biogeographic history, unique patterns of genetic diversity and demographic history of species in this area are expected, and this information is highly valuable for understanding and conserving local biodiversity and genetic resources. In this study, we focus on the mountain stream fishes white-spotted char (*Salvelinus leucomaenis*) and yamame a landlocked salmon (*Oncorhynchus masou*) and evaluate their genetic structure and infer population demographic history using maternally inherited mitochondrial DNA (mtDNA) variations. Moreover, we compared mtDNA genetic diversity of these species in and/or around the difficult-to-return zones with previous studies from other parts of Japan. So far, we detected one new mtDNA haplotype of white-spotted char around the difficult-to-return zones, highlighting the importance of local genetic resources. Further details of genetic structure and population demographic history will be discussed, as well as on-going work on biparental inherited nuclear DNA and the implications for the conservation of genetic diversity of species in Fukushima.

Keywords: Genetic diversity, Demographic history, the difficult-to-return zones, *Salvelinus leucomaenis*, *Oncorhynchus masou*

帰還困難地域で人間活動が減少した環境下における溪流魚類の集団遺伝学的動態の評価

津田吉晃^{1*}、赤池真樹²、湯本景将³、山川宇宙³、Faulks Leanne Kay¹、兼子伸吾⁴、和田敏裕⁵

¹筑波大学生命環境系・山岳科学センター菅平高原実験所

²筑波大学生物学類

³筑波大学大学院生命環境科学研究科

⁴福島大学共生理工学類

⁵福島大学環境放射能研究所

*責任著者: tsuda.yoshiaki.ge@u.tsukuba.ac.jp

人間活動が減少する帰還困難区域の設定が、自生の生物多様性にどのように影響するのか評価することは、これら地域の生態系管理の上でも重要である。特に独自の地史、生物史をもつ阿武隈高地麓に位置する帰還困難区域周辺では種の地域固有の遺伝的多様性や集団動態の歴史が期待され、これら情報は地域の生物多様性を理解し、地域の遺伝資源保全を考慮する上でも重要な情報となる。本研究では溪流魚類、特にイワナ(*Salvelinus leucomaenis*)およびヤマメ(*Oncorhynchus masou*)に着目し、母性遺伝するミトコンドリア DNA(mtDNA)変異を用いて、これら種の遺伝構造および集団動態の歴史を評価した。さらにこれら2種について全国各地で報告されている先行研究も参考に、帰還困難区域周辺のイワナおよびヤマメの mtDNA 変異を他地域と比較した。これまでにイワナでは先行研究で報告されていない新しい mtDNA ハプロタイプが帰還困難区域周辺より検出された。さらに詳細な遺伝構造、集団動態、現在進めている両性遺伝する核 DNA 変異の結果も踏まえ、帰還困難区域周辺にみられるこれら魚種の固有な遺伝的多様性の保全の意味および意義について議論する。

キーワード: 遺伝的多様性、集団動態の歴史、帰還困難区域、イワナ、ヤマメ

土壤中の放射性セシウムに対するキレート洗浄処理技術の開発

長谷川浩^{*1}、Zinnat Begum Ara²

¹金沢大学理工研究域物質化学系

²金沢大学先端科学・社会共創推進機構博士研究員

*責任著者: hhiroshi@se.kanazawa-u.ac.jp

汚染土壤中における放射性セシウム (^{137}Cs , 半減期 30.1 年) の除去技術には、熱処理による昇華、分級による細粒分の分離、無機酸による酸洗浄がある。一方、土壤粒子中の ^{137}Cs は主に一価カチオンとして存在するため、イオン交換反応に基づく分離が期待できる。そこで本研究では、従来の化学洗浄法に NH_4^+ や K^+ などの一価カチオンを併用して、実汚染土壤中における ^{137}Cs の除染に対して有効性を検証した。

実験では、粒径 2 mm サイズで分級した土壤試料に対して、化学洗浄液としてキレート剤酢酸アンモニウム又は硝酸カリウム水溶液により化学洗浄処理を適用した。 ^{137}Cs 除去率を測定した結果、酢酸アンモニウム水溶液、硝酸カリウム水溶液を用いた条件で除去率が 15% 向上した。これらに加えてキレート剤を混合した洗浄液を用いた条件でも、Cs 除去率はほぼ同等であった。キレート剤は一価カチオンに対して錯化能力が低く、セシウム除去についてはイオン交換反応が主に働くと考えられる。

キーワード: 放射性セシウム、汚染土壤、化学洗浄

Concentrations of radiocesium in truffle-like fungi and their potential importance in forest ecosystems

Kentaro Hosaka^{*1}, Kohei Yamamoto², Taiga Kasuya³, Kyung-Ok Nam¹, Hiroko Ishiniwa⁴

¹Department of Botany, National Museum of Nature and Science

²Tochigi Prefectural Museum

³Department of Biology, Keio University

⁴Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

*Corresponding author: khosaka@kahaku.go.jp

Fungi show the highest diversity and biomass in terrestrial ecosystems. Furthermore, fungi, especially mushrooms, are known to accumulate more radiocesium than many other terrestrial organisms. After the Chernobyl and Fukushima accidents, several studies demonstrated that ectomycorrhizal mushrooms (mushrooms having mutualistic association with trees) tend to effectively accumulate radiocesium. However, none of those studies have attempted to document the concentrations of radiocesium in truffle-like fungi, which mostly are ectomycorrhizal. This project aimed to sample diversity of truffle-like fungi from forest environment and from feces of mycophagous animals to assess their importance in radiocesium dynamics in forest ecosystems. Our preliminary survey indicated high radio cesium concentration, 500,000 Bq/kg (dry weight) or higher, from several truffle species from Fukushima Prefecture. It is noteworthy that Elaphomyces (truffle) and Tolyocladium (parasite on Elaphomyces) both showed high radio cesium concentration.

Keywords: fungi, hypogeous mushrooms, mycophagous animals, radiocesium, truffles

地下生菌（トリュフ類）と小動物を介した森林内の放射性セシウムの動態把握

保坂 健太郎^{*1}、山本 航平²、糟谷 大河³、南 京沃¹、石庭 寛子⁴

¹国立科学博物館植物研究部

²栃木県立博物館学芸部自然課

³慶應義塾大学生物学教室

⁴福島大学環境放射能研究所

*責任著者: khosaka@kahaku.go.jp

陸上生態系において菌類は種多様性が最も高く、バイオマスも最大である可能性が指摘されている。さらに菌類、特にきのこ類は放射線物質（セシウム）の蓄積特性が、他の生物に比べ高いという観察結果も示されている。きのこ類のうちで特に高い放射能濃度を示すものとしては、チェルノブイリ原発事故および福島第一原発事故後の研究により、樹木と共生する菌根性きのこが挙げられている。しかし、大部分が菌根性である地下生菌（いわゆるトリュフ類）については、放射性物質の蓄積特性が全くわかっていない。本研究では多様なトリュフ類を森林およびげっ歯類の糞中より採集・同定し、種ごとの放射性物質の蓄積特性を明らかにすることを目的とした。予備調査では福島県のトリュフ類数種から、乾燥重量あたり 500,000 Bq/kg を超える放射性セシウムを検出された。また、トリュフ類のツチダンゴ属およびそれに寄生するタンポタケの双方から高いセシウム濃度を検出した。

キーワード：菌食動物、菌類、地下生菌、トリュフ、放射性セシウム

Development of NORM Sources for Educational Application

Takeshi Iimoto^{*1}, Hiromi Koike², Hasan Md. Mahamudul²

¹Division for Environment, Health and Safety, The University of Tokyo

²Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

*Corresponding author: iimoto.takeshi@mail.u-tokyo.ac.jp

A thick 500-yen coin-shaped source can be created using a proprietary compression molding machine, using familiar substances of natural origin. Potassium chloride and kelp were molded by this machine, but some coffee and sinter collapsed, and oil oozed out from some sinter. In the development process, it was thought that factors related to stable molding were related to the moisture content of the material, the pressure for compression, the particle size of the powder. The moisture content was measured using a soil moisture meter. Those that could be molded had a moisture content of the order of 2%, and those that collapsed had a moisture content of less than 1%. As for the pressure, durability tests were conducted for potassium chloride and sinter by molding pressure with reference to the impact test of sealed radiation source. There was no difference on the durability of sinter in the various pressures, and it was found that 40 MPa or more was optimal for potassium chloride. In the budget year of 2019, we focused on optimizing the conditions for creating radiation sources of NORM, but in the next year we will proceed with quantitative analysis as radiation sources for the education application.

Keywords: NORM source、Radiation Education

環境物質を応用した教育用自然放射線源の開発

飯本 武志^{*1}、小池 弘美²、ハサン エムディー マハムドウル²

¹東京大学 環境安全本部

²東京大学大学院新領域創成科学研究科

*責任著者: iimoto.takeshi@mail.u-tokyo.ac.jp

身近な自然起源の物質を用いて、独自に開発した圧縮成型機を用いることで厚めの500円玉型の線源が作成できる。塩化カリウム、昆布では成型ができたが、コーヒー、湯の花については崩れたり油がこじみ出るものがあった。この開発のプロセスで、安定的な成型に関する要因には、材料の水分率、圧縮時圧力、粉末の粒径等が関係があると考えられた。その確認のために、水分率は土壌水分計を用いて測定した。成型できるものは2%台、崩れるものは1%未満の水分率であった。圧力に関しては、塩化カリウム、湯の花について密封放射線源の衝撃試験を参考とした成型圧力別の耐久度試験を行った。湯の花は耐久度に差は見られず、塩化カリウムでは40MPa以上の圧力が最適であると判明した。令和元年度は線源作成条件の最適化に着目したが、次年度は放射線源としての定量的な解析を進める。

キーワード：自然放射線源、放射線教育

Calibration test on instrument for natural radionuclides in the atmosphere

Kazuki Iwaoka^{*1}, Yuki Tamakuma², Masahiro Hosoda^{2,3}, Naofumi Akata², Shinji Tokonami²,

¹National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

²Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

³Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

*Corresponding author: iwaoka.kazuki@qst.go.jp

The quality assurance of instruments for natural radionuclides is important to correctly evaluate influences due to natural radionuclides. In this study, we performed a radon exposure test in the radon facility in Hirosaki University to validate the instruments for radon measurement. The devices were exposed to radon gas under stable conditions. The ratio of radon concentrations of the nominal value and the measured value (i.e., the nominal value/ the measured value) was 1.02.

Keywords: Atmosphere, Natural radionuclides, Radiation exposure

大気中放射性核種測定器校正のための曝露実験

岩岡和輝^{*1}、玉熊佑紀²、細田正洋^{2,3}、赤田尚史²、床次眞司²

¹量子科学技術研究開発機構

²弘前大学被ばく医療総合研究所

³弘前大学大学院保健学研究科

*責任著者: iwaoka.kazuki@qst.go.jp

自然核種の影響を正しく評価するには、自然核種の測定機器の品質を担保する必要がある。本研究では、自然核種の影響の主要因であるラドンについて、その測定器の品質を担保するために、弘前大学の放射性ガス曝露施設を用いて曝露実験を行った。安定したガス濃度(濃度に大きな変化がない環境下)で曝露できた。曝露期間におけるバックグラウンド値を考慮した公称値の算術平均値と校正対象装置の指示値の算術平均値を単純に比較した値(指示値/公称値)は1.02であった。

キーワード: 大気、自然核種、放射線被ばく

Mechanisms of radiation effects mediated by secreted factors

Genro Kashino*¹, Kentaro Ariyoshi², Jun Kumagai³

¹Nara Medical University

²Fukushima Medical University

³Nagoya University

*Corresponding author: kashino@naramed-u.ac.jp

To elucidate the secreted factors that lead to radiation resistance, we clarified that there were factors that lead to radiation resistance in the culture supernatant of rat glioma cell C6 and attempted to identify them. The results showed that VEGF (angiogenic endothelial growth factor) increased dramatically during the time of radiation resistance acquisition. Furthermore, it was shown that cells to which recombinant VEGF was added became radioresistant and that treatment with axitinib, which inhibits activation of VEGF receptor, resulted in radiosensitization. The action of VEGF is suggested not only to promote angiogenesis *in vivo*, but also to lead to radioresistance as one of the factor involving cell-cell communication.

Keywords: secretory factor, radioresistance, VEGF, cell-cell communication

分泌性因子を介した放射線影響の発現機構

菓子野元郎*¹、有吉健太郎²、熊谷純³

¹奈良県立医科大学

²福島県立医科大学

³名古屋大学

*責任著者:kashino@naramed-u.ac.jp

我々は放射線抵抗性に導く分泌性因子を解明するため、ラットグリオーマ細胞 C6 の培養上清中に放射線抵抗性に導く因子があることを解明し、その同定を試みた。その結果、VEGF（血管新生増殖因子）が、放射線抵抗性獲得の時期に劇的に増えることを明らかにした。さらに、組換え VEGF を添加した細胞では放射線抵抗性になること、VEGF 受容体の活性化を阻害する axitinib を処理すると放射線増感になることを明らかにした。これまで、VEGF の作用は、*in vivo* で酸素と栄養供給のために血管新生を促し、腫瘍組織などの放射線感受性に影響を及ぼすと考えられていたが、今回の結果は、VEGF が細胞間情報伝達の一つとして放射線抵抗性に導くシグナルの役割を果たすことを示している。

キーワード：分泌性因子、放射線抵抗性、VEGF、細胞間情報伝達

Radiostrontium monitoring of fish bone from river ecosystem in Fukushima

Zin'ichi Karube*¹, Ryoichi Fujino¹, Takummi Nagami¹, Hirofumi Tazoe²

¹Faculty of Engineering, Kindai University

²Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

*Corresponding author: karube@hiro.kindai.ac.jp

In this study, we investigated radiostrontium contamination using fish (*Salvelinus leucomaenis*) bone in Ukedo river ecosystem, Fukushima prefecture, Japan. Because fish bone has the property of accumulating radiostrontium in river water, we may be able to easily estimate radiostrontium contamination of river water or ecosystem from the activity of fish bone. Sampling was mainly undertaken in each site of Ukedo river basin (A: Omaru, B and C: Minamitsushima, D: Akougi) from 2015 to 2019. Activity of radiostrontium (⁹⁰Sr) in fish bone in Site B and D was 21–144 Bq/kg wet, indicating higher activity than that in other sampling sites (8–12 Bq/kg wet). This result suggested to be radiostrontium contamination of fish and the river ecosystem (site B and D). In addition to ⁹⁰Sr activity of fish bone, the activity of soil and river water in each sampling site showed higher activity in site B and D, similar to that of fish bone. These results suggest that ⁹⁰Sr activity of fish bone would be good indicator of radiostrontium contamination of river ecosystems and a part of Ukedo river ecosystem is still contaminated by radiostrontium derived from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident.

Keywords: radiostrontium, river ecosystem, fish bone

河川環境における魚の骨を用いた福島第一原子力発電所事故由来の放射性ストロンチウム汚染の評価

苅部甚一*¹、藤野凌太郎¹、永見拓夢¹、田副博文²

¹近畿大学工学部

²弘前大学被ばく医療総合研究所

*責任著者: karube@hiro.kindai.ac.jp

本研究では、福島県浪江町の請戸川流域において、魚骨を用いて福島第一原子力発電所（原発）事故由来の放射性ストロンチウム（Sr）による陸水環境汚染の評価を行った。魚骨は河川水に含まれる低濃度の放射性 Sr を濃縮する特性があり、この骨の放射性 Sr 濃度から河川水や陸水環境全体における放射性 Sr 汚染の状況を推定できると考えられる。調査は2015年から継続しており2019年も主に請戸川流域内の複数地区（A：小丸，B・C：南津島，D：赤宇木）で行った。各地点の魚骨中放射性 Sr（⁹⁰Sr）濃度は地点B・Dで21～144 Bq/kg wet と最も高くなり、B・Dの河川では原発事故による放射性 Sr 汚染の可能性があるといえる。同時に調査した土壌と河川水中の Sr-90 濃度も地点BやDで高い傾向があった。これらの結果は魚骨の放射性 Sr 濃度が陸水環境における放射性 Sr 汚染の指標となり得ること、請戸川流域の一部では今も原発事故の影響で放射性 Sr 汚染が続いていることを示している。

キーワード：放射性ストロンチウム、河川環境、魚骨

Distribution and properties of Radiocesium-rich microparticles in the coastal ecosystem off Fukushima

Jota KANDA*¹, Yukari ITO¹, Takashi ISHIMARU¹

¹Tokyo University of Marine Science and Technology

*Corresponding author: jkanda@kaiyodai.ac.jp

The plankton net samples and suspended particles collected off Fukushima were analyzed using an imaging plate (IP), and several types of radiocesium-rich particles with different shapes and radioactivity concentrations were discovered. The ¹³⁷Cs concentration of the plankton net sample collected off Shioyazaki immediately after the accident of F1NPP was as high as $16.6 \pm 0.4 \text{ Bq g}^{-1}\text{-dry}$, from which radiocesium-rich particles attached to a fiber reinforced plastic were obtained. The ¹³⁷Cs / ¹³⁴Cs ratio is 1.098 ± 0.020 , and is considered to be particles derived from Unit 2 or 3. In May 2012, the ¹³⁷Cs concentration of a plankton net sample collected about 20 km east-northeast of the F1NPP was $1.35 \pm 0.03 \text{ Bq g}^{-1}\text{-dry}$. Many particles having brightness values higher than that of a standard particle (ca. 1 Bq) were observed, and their contribution to the radioactivity concentration of the entire sample was about 10%. Although the ¹³⁷Cs concentration in the plankton net samples gradually decreased with time, radiocesium-rich particles were still observed in May 2017, and it is estimated that the contribution to the radioactivity concentration of the entire sample increased.

Keywords: radiocesium, plankton-net sample, suspended particle, microparticle

福島沿岸海域生態系における高線量粒子の分布・性状に関する研究

神田稯太*¹、伊藤友加里¹、石丸 隆¹

¹ 東京海洋大学

²*責任著者: jkanda@kaiyodai.ac.jp

福島沖で採集したプランクトンネット試料、懸濁粒子等をイメージングプレート (IP) により解析し、形状や放射能強度の異なる複数のタイプの高線量粒子を発見した。原発事故直後に塩屋崎沖で採集したネット試料の ¹³⁷Cs 濃度は $16.6 \pm 0.4 \text{ Bq g}^{-1}\text{-dry}$ と高く、この中から繊維強化プラスチックに付着した高線量粒子を得た。¹³⁷Cs/¹³⁴Cs 比は 1.098 ± 0.020 であり、2 又は 3 号機由来の粒子と考えられる。また、2012 年 5 月に福島第一原発の東北東約 20 km で採集したネット試料の ¹³⁷Cs 濃度は $1.35 \pm 0.03 \text{ Bq/g-dry}$ であったが、この試料には IP 上で基準粒子 (1Bq) 以上の輝度値を示す粒子が多数見られ、試料全体の放射能濃度に対するそれらの寄与率は約 10%であった。ネット試料の ¹³⁷Cs 濃度は次第に低下したが、2017 年 5 月においても高線量粒子は見られ、試料全体の放射能濃度に対する寄与率は大きくなったものと推定される。

キーワード: 放射性セシウム, プランクトンネットサンプル, 懸濁粒子, 微小粒子

Measurement and analysis of radioactive cesium in genitals of cats captured in Namie Town, Fukushima Prefecture

Youhei Fujishima¹, Yasushi KIno*², Takumi Ono², Kentaro Ariyoshi³, Mitsuaki Yoshida⁴, Kosuke Kasai⁵, Tomisato Miura⁵, Akira Nakata⁶

¹ Graduate School of Medicine, Tohoku University

² Department of Chemistry, Tohoku University

³ Integrated Center for Science and Humanities, Fukushima Medical University

⁴ Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

⁵ Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

⁶ School of Pharmacy, Hokkaido Pharmaceutical University

*Corresponding author: y.k@tohoku.ac.jp

After the evacuation of Namie residents due to the Fukushima nuclear power plant accident, pets and other animals left unavoidably wandered around the town. We collected genitalia isolated for castration and contraception of cats protected by a volunteer group in Namie Town, Fukushima Prefecture, and measured the radiocesium concentration. To date, there have been few studies in urban areas, and studies on the effects of radioactive materials in the living sphere and accumulation of data are complementary studies to the studies of raccoons, mice and Japanese monkeys, which are being conducted simultaneously. We analyzed the time course changes and distribution trends of radioactivity concentration in each area, and obtained trends in radioactive cesium uptake by animals living in the polluted environment after the accident.

Keywords: radiocesium, cat, genitalia

福島県浪江町で捕獲されたネコの生殖器中放射性セシウムの測定と分析

藤嶋 洋平¹, 木野 康志*², 小野 拓実², 有吉 健太郎³, 吉田 光明⁴, 葛西 宏介⁵, 三浦 富智⁵, 中田 章⁶

¹ 東北大・医学研究科

² 東北大・理学研究科

³ 福島県立医科大・総合科学教育研究センター

⁴ 弘前大・被ばく医療総合研究所

⁵ 弘前大・保健学研究科

⁶ 北海道科学大学・薬学部

*責任著者:y.k@tohoku.ac.jp

要旨を入力してください。(200~400字程度)

福島原発事故による浪江町民の避難の際、止むを得ず放置されたペットなどの動物は、その後町内を自由に徘徊していた。我々は、福島県浪江町内のボランティアグループによって保護されたネコの去勢・避妊のため摘出された生殖器を収集し、放射性セシウム濃度を測定した。これまで市街地での研究例は少なく、生活圏での放射性物質による影響調査・データの蓄積は、同時に進めているアライグマ、アカネズミ、ニホンザルなどの調査と相補的な研究となる。地区ごとの放射能濃度の経時変化や分布の傾向について解析を行い、原発事故後の汚染環境に生息する動物の放射性セシウム取込みの動向を得る。

キーワード：放射性セシウム、ネコ、生殖器

Development of a gamma-ray radiation source by using a dual nozzle type 3D printer

Takashi Saito*¹, Yuya Koike², Horofumi Tazoe³

¹Faculty of Comprehensive Human Sciences, Shokei Gakuin University

²School of Science and Technology, Meiji University

³Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

*Corresponding author: t_saito@shokei.ac.jp

A gamma-ray radiation source for accurately determining the radioactivity of samples of arbitrary shapes were developed by using a 3D printer and a 3D scanner.

The development of a radiation source using a fused deposition modeling type 3D printer that has dual nozzles and can mix two types of filaments at an arbitrary ratio, the strength of a 3D printer filament made by mixing lead oxide was not stable. Therefore, the expected performance could not be acquired.

However, by applying this method to a product made by mixing a natural radioactive mineral called "artificial hokutolite", we succeeded in non-destructively measuring radioactivity concentration by creating a source with the same geometry. Additionally, the authenticity of whether or not artificial hokutolite contained travertine derived from hokutolite could be confirmed.

Keywords: 3D printer, Gamma-ray radiation source

2 ノズルタイプ 3D プリントを利用したガンマ線測定用基準線源の開発

齊藤 敬*¹、小池裕也²、田副博文³

¹尚絅学院大学 総合人間科学系

²明治大学 理工学部

³弘前大学 被ばく医療総合研究所

*責任著者:t_saito@shokei.ac.jp

本研究は、近年低価格化・高精度化が進んでいる 3D プリント・3D スキャナを用い、任意形状の試料の放射能を正確に求めるためのガンマ線測定用基準線源を開発することを目的としている。

2つのノズルを持ち2種類のフィラメントを任意の割合で混合できる熱溶解積層方式 3D プリント用いた基準線源の開発に関しては、酸化鉛を混入させて作成した 3D プリントフィラメントの強度が安定せず思った通りのパフォーマンスが得ることができなかった。

しかし、「人工北投石」と呼ばれる天然放射性鉱物を混入させて作成した商品を、本方法を応用して同じ幾何学的形状の線源を作成し非破壊で放射能濃度を測定することに成功した。これにより、非破壊で人工北投石に北投石由来の湯花が含まれているかの真贋を確かめることができた。

キーワード：3D プリント、ガンマ線基準線源

Development of evaluating radiation exposure dose in association with nuclear disaster by PHITS code into which mesh-type reference computational phantoms (MRCPs) is incorporated and MRCPs is represented with high quality of organ/tissues of human body.

Minoru Sakama^{*1}, Takuya Saze², Naofumi Akata³

¹Radiological Science and Technology, Tokushima University, ²National Institute for Fusion Science, ³Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

In this study, we have generally performed to make progress according to the initial working scheme of our research subjects as follows,

1. Evaluation of internal exposure dose associated with the cause of SPM and PM which caught radioactive cesium (including cesium ball) of nuclear disaster in FDNPP, in addition external exposure dose occurred in the cause of their fraction which have subsided in the ground.
2. For simulation space of Monte-Carlo based PHITS code, we have constructed the human body voxel phantom to carry out the evaluation of exposure dose and maintained the calculation environment that could cope with the big phantom data.
3. Improved calculation environment of PHITS has included the construction based on applying the MRCPs with high quality to the human voxel phantom currently in use.

Keywords: Monte-Carlo calculation, PHITS, MRCPs

高精細な Mesh-type 人体ファントムと PHITS 計算を用いた原子力災害に伴う被ばく推定評価法の構築

阪間稔^{*1}, 佐瀬卓也², 赤田尚史³

¹徳島大学大学院医歯薬学研究部 放射線理工学分野, ²核融合科学研究所, ³弘前大学被ばく医療総合研究所

本研究では、以下に掲げた研究目的をもとに、研究計画通りに概ね進捗することができた。

1. 原子力災害起因の放射性セシウム（セシウムボールも含む）を捕捉した SPM, PM による内部被ばく線量の推定、さらに地面に沈降した成分からの外部被ばく線量の推定
2. この線量評価を行うために、モンテカルロシミュレーション計算コード PHITS の計算空間へ、人体ボクセルファントムを配置して、その莫大なデータによる計算負荷の少ない放射線輸送計算設定が可能な環境整備
3. 高精細なポリゴン Mesh-type リファレンス人体ファントム MRCPs を人体モデルに採用する新たな計算環境の整備

1) については、PHITS 計算機能におけるマイクロドジメトリー ([t-sed] タリー) と Track Structure を組み込み、それらが有効的に作用していることを確認することができた。2) については、モンテカルロシミュレーション計算では、放射線一つ一つの振る舞いを順に、物理的な現象をモデル化条件に合わせて、膨大な計算を実行するため、計算時間が長いことが欠点となっている。そこに人体ボクセルファントムデータが加わると、計算時間がいっそう長くなる。この問題点を解決するために、計算機の並列化（メニーコア化）での計算が必須となる。本研究では、既存の計算機環境だけではなく、Microsoft が提供するクラウドコンピューティング Azure を活用し、比較的安価なコストで簡易的なメニーコア化を図り、整備することができた。3) については、漢陽大学から提供されている高精細なポリゴン Mesh-type リファレンス人体データを、PHITS 計算空間に取り込むことが可能であるか検証し、さらに、これに関連した四面体構造メッシュ・ジェネレータである TetGen の活用についても検証を実施した。

キーワード：モンテカルロシミュレーション計算, PHITS, MRCPs

Survey of radiation and earthquake disaster education for children who have not experienced the Great East Japan Earthquake, and search for optimal educational content

Takuya Saze*¹, Minoru Sakama², Naofumi Akata³

¹ National Institute for Fusion Science

² Tokushima Univ.

³ Hirosaki Univ.

*Corresponding author: saze.takuya@nifs.ac.jp

Abstract (in English) Please input about 300 words or less.

About nine years have passed since the Great East Japan Earthquake, and there are an increasing number of people in Fukushima that have not experienced the disaster. The purpose of this research is to investigate the current status of radiation education and earthquake disaster education in Japan, identify the characteristics and issues, and propose optimal educational contents. All of the science textbooks used by elementary school fifth and sixth grade students and junior high school first to third grade students (elementary school: 12 books at 6 companies, junior high school: 15 books at 5 companies), the Great East Japan Earthquake, radiation, nuclear power Investigations were made to see if any descriptions were made regarding the locations and their environmental impacts. The publishers differed in the amount of description of each keywords, especially in the description of the environmental impact of the Fukushima nuclear disaster.

Keywords: government authorized textbook, science education, education for disaster prevention, education guideline

東日本大震災を経験していない児童等に対する放射線・震災教育の調査 および最適な教育コンテンツの模索

佐瀬卓也*¹、阪間稔²、赤田尚史³

¹核融合科学研究所

²徳島大学

³弘前大学

*責任著者: saze.takuya@nifs.ac.jp

要旨を入力してください。(200~400字程度)

東日本大震災から約9年を経過し、福島県内でも震災を経験していない世代や、転勤等で震災後に福島県に移住された保護者が増加している。本研究の目的は、東日本大震災を経験していない児童等に対して国内で現在行われている放射線・震災教育の状況を調査し、その特徴と課題を洗い出した上で、震災経験者と未経験者のギャップを埋める最適な教育コンテンツの模索と提案を行うことである。今年度は小学校5、6年生の及び中学校1~3年生で使用されている総ての理科検定教科書(小学校:6社12冊、中学校:5社15冊)について、東日本大震災、放射線、原子力発電所、及びそれらの環境影響に関する記述が為されているか調査を行った。出版各社において各項目の記述量に差があり、特に福島原子力災害における環境影響についての記述に差異がみられた。

キーワード: 検定教科書、理科教育、防災教育、学習指導要領

Age Factors in Uptake and Excretion of Radioactive Material using Raccoon Bone and Cartilage

Yoshinaka Shimizu^{*1}, Takahashi Atsushi¹, Miura Tomisato², Shinoda Hisashi¹

¹ Graduate School of Dentistry, Tohoku University

² Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

* Corresponding author: shimizu@dent.tohoku.ac.jp

Since bones and teeth take in radioactive materials during matrix formation, their use in investigation the exposure history of individuals has been studied. Bones unlike the teeth are expected to show changes in the accumulated amount due to remodeling in adult animals that have completed their formation, and may be affected by age-related changes in turnover. In this study, we examined the age-related change of radioactive materials taken in from outside. Raccoons in high-dose areas, which were exterminated as vermin, were used as materials. Raccoons from Hokkaido were used as a control. The dose of raccoon was measured for quadriceps muscle and liver for Cs134 and Cs137 using a germanium semiconductor detector, and quantitative evaluation was performed using an imaging plate for teeth, bone and cartilage. The results showed a positive correlation between liver, muscle (Bq/kg) and teeth and bone (QL value). Furthermore, Cs concentration of muscle and liver, QL value of bone and tooth did not significantly correlate with environmental doses. Cartilage (in 3 cases) showed high value in the elderly racoon, but its elderly samples lived in high-dose areas. Although the age-related change in accumulation of radioactive materials was not clear, it is necessary to consider increasing the number of cases.

Keywords: radioactive material, accumulation, age change, raccoon

高線量地域に棲息するアライグマ骨および軟骨を用いた放射性物質の取り込みと排泄における加齢要因の検討

清水良央^{*1}、高橋 温¹、三浦富智²、篠田 壽¹

¹ 東北大学大学院歯学研究科

² 弘前大学大学院保健学研究科

*責任著者：shimizu@dent.tohoku.ac.jp

骨や歯は、基質形成時に放射性物質を取り込むことから、個体の被曝履歴の検討に利用することが検討されている。骨は歯と異なり形成が完了した成獣個体では改造により蓄積量の変化を示すことが予測されるため、骨の代謝回転の経年的変化に影響を受ける可能性がある。本研究では、外部より取り込まれた放射性物質の経年変化について検討した。材料として害獣として駆除された高線量地域に棲息するアライグマを用いた。対照として北海道のアライグマを使用した。アライグマの線量を大腿四頭筋、肝臓をゲルマニウム半導体検出器で Cs134、Cs137 を測定し、また歯、骨、軟骨はイメージングプレートで定量的評価した。結果は、肝、筋 (Bq/kg) と歯、骨 (QL 値) は相関を示した。さらに筋、肝の Cs 濃度、骨、歯の QL 値は環境線量と相関を示さなかった。軟骨 (3例) は、高齢で高い値を示したが、高齢サンプルが高線量地域であった。加齢に伴う変化は明らかではなかったが、例数を増やして検討していく必要がある。

キーワード：放射性物質、蓄積、加齢変化、アライグマ

Development of biomonitoring method for radionuclides using mussels

Naoko Murakami-Sugihara, Kotaro Shirai, Hirofumi Tazoe, Kaoruko Mizukawa, Hideshige Takada, Takeyasu Yamagata, Shige-yoshi Otsuka, Hiroshi Ogawa

¹Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

²IREM, Hirosaki University

³Tokyo University of Agriculture and Technology

⁴MALT, The University of Tokyo

*Corresponding author: kshirai@aori.u-tokyo.ac.jp

Radioactive cesium released into the environment by the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) in March 2011 still remains in the environment. Particularly in coastal areas, continuous release from the FDNPP, inflow of soil and resuspension of sediments containing radioactive cesium requires an efficient monitoring method. In this study, we measured radioactive cesium in mussel mollusk tissue collected from the coastal area of the Tohoku Pacific from 2011 to 2015. As a result, ¹³⁷Cs was detected in a wide area from Iwate to Fukushima collected in 2011, but it became below the detection limit in the samples from north of Sendai after 2012. In contrast, ¹³⁷Cs was detected in many sites in Fukushima Prefecture from 2012 to 2015. In addition, although the ¹³⁷Cs concentration decreased in many locations with time, the decreasing rate in the ¹³⁷Cs from the Yotsukura stations was slower than other locations. The fluctuation of ¹³⁷Cs concentration in the mussel soft tissue seems to reflect the ¹³⁷Cs composition in suspended particles in seawater, suggesting a significant contribution from inflow of soil and resuspension of marine sediment.

Keywords: Mussel watch, Mytilus, Bio-monitoring, ¹³⁷Cs

ムラサキイガイを用いた放射性核種のバイオモニタリング手法の開発

杉原奈央子¹、白井厚太郎^{*1}、田副博文²、水川薫子³、高田秀重³、山形武靖⁴、乙坂重嘉¹、小川浩史¹

¹東京大学大気海洋研究所

²弘前大学 被ばく医療総合研究所

³東京農工大学

⁴東京大学タンデム加速器研究施設

*責任著者: kshirai@aori.u-tokyo.ac.jp

2011年3月に発生した福島第一原発の事故によって環境中に放出された放射性セシウムは未だ環境中に残留している。特に沿岸域では、福島第一原発からの継続的な漏洩や、放射性セシウムを吸着した土壌の流入、堆積物の再懸濁が懸念されているため、効率的なモニタリング手法が必要とされている。本研究では、沿岸域の放射性セシウムの時空間変動を把握することを目的として、2011年から2015年に東北太平洋沿岸から採取したイガイ類軟体部中の放射性セシウムを測定した。結果、2011年に採取した試料からは岩手から福島の広い範囲で¹³⁷Csが検出されたが、2012年以降仙台以北の地点で検出限界以下であった。それに対して福島県の多くの地点では2012以降2015年に採取した試料まで¹³⁷Csが検出され続けた。また、事故からの時間経過によって多くの地点では¹³⁷Cs濃度が低下していったものの、四倉から採取した試料の¹³⁷Cs濃度は、低下速度が他の地点の試料と比較して遅かった。イガイ軟体部の¹³⁷Cs濃度の変動は海水中の懸濁態粒子の¹³⁷Cs濃度を反映していると考えられ、土壌の流入や海底堆積物の再懸濁があったことを示唆している。

キーワード: マッセルウォッチ, ムラサキイガイ, バイオモニタリング, ¹³⁷Cs

Comprehensive Analysis of Radiation Effect(s) in Non-Human Primate exposed in the Ex-Evacuation Zone of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident

Masatoshi Suzuki*¹, Satoru Endo², Yuki Matsutani², Yasushi Kino³, Takumi Ono³, Toshitaka Oka⁴, Atsushi Takahashi⁵, Yoshinaka Shimizu⁵, Hisashi Shinoda⁵, Tomisato Miura⁶, Kentaro Ariyoshi^{7,6}, Mitsuaki Yoshida⁶, Manabu Fukumoto⁸

¹International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

²Quantum Energy Applications, Graduate School of Engineering, Hiroshima University

³Graduate School of Science, Tohoku University

⁴Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency

⁵Graduate School of Dentistry, Tohoku University

⁶Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

⁷Integrated Center for Science and Humanities, Fukushima Medical University

⁸Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN

*Corresponding author: masatoshi.suzuki.c7@tohoku.ac.jp

Following the accident of Fukushima Daiichi nuclear power plant (FNPP), wild Japanese macaque chronically exposed to ionizing radiation in the ex-evacuation zone at low dose/low dose rate. We have collected the biological samples of 584 Japanese macaque since 2013 and establish the sample archive of non-human primate in order to analyze radiation effect(s). Dose and dose rate of Japanese macaque was evaluated using PHITS Monte Carlo simulation or ESR analysis of enamel samples. Both methods indicate that the external dose evaluated by our current system is reliable at above 200 mGy. We also found some molecular or cellular alterations, but not morphological alteration, which were elicited depending on the internal dose rate. Our findings indicate that radiation exposure by the FNPP accident continuously affects at molecular and cellular level, but does not lead to health effect so far.

Keywords: Fukushima Daiichi nuclear power plant accident, Radiation effect, non-human primate

福島原発事故に被災した野生ニホンザル生体試料を用いた包括的放射線影響解析

鈴木 正敏*¹、遠藤 暁²、松谷 祐輝²、木野 康志³、小野 拓実³、岡 壽崇⁴、高橋 温⁵、清水 良央⁵、篠田 壽⁵、三浦 富智⁶、有吉 健太郎^{7,6}、吉田 光明⁶、福本 学⁸

¹東北大学災害科学国際研究所

²広島大学大学院工学研究科

³東北大学大学院理学研究科

⁴日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究センター

⁵東北大学大学院歯学研究科

⁶弘前大学被ばく医療総合研究所

⁷福島県立医科大学総合科学教育研究センター

⁸理化学研究所革新知能統合研究センター

*責任著者:masatoshi.suzuki.c7@tohoku.ac.jp

2013 年から収集を開始した旧警戒区域に生息している野生ニホンザル試料を用いて被ばく線量評価と生物学的解析を行い、福島原発事故による放射線被ばく影響の解析を行った。PHITS モンテカルロシミュレーションによって野生ニホンザルに最適化した線量率換算係数を算出し、外部被ばくと内部被ばくについて評価した。PHITS シミュレーション以外にエナメル質の ESR 分析による外部被ばく線量評価を行い、200 mGy 以上の線量域で両方法による評価結果が類似することを確認した。生物影響解析では、内部被ばく線量率に依存して変化する分子・細胞生物学的事象を明らかにした。その一方で、組織レベルで誘発される顕著な変化はこれまでに観察されていない。福島原発事故による低線量・低線量率放射線によって分子・細胞レベルでの影響が誘発されているが、組織レベルでの影響には及んでいないことが考えられる。

キーワード：福島原発事故、放射線影響、野生ニホンザル

Trouble shooting for ESR dosimetry of racoon teeth living in evacuation zone after Fukushima daiichi nuclear power plants accident - Identification of interfering factors-

Atsushi Takahashi¹, Toshitaka Oka², Kazuma Koarai², Hisashi Shinoda¹

¹Tohoku University Graduate School of Dentistry

²Japan Atomic Energy Agency

*Corresponding author: at@dent.tohoku.ac.jp

We are participating in a research project that investigates the effects of radiation on racoon living in evacuation zone after Fukushima daiichi nuclear power plants accident. When measuring the external dose of an individual using a biomaterial, electron spin resonance (ESR) dosimetry using tooth enamel is often applied. Although it is considered effective to determine the amount of external exposure to individuals by ESR method not only humans but also in wild animals, it cannot be successful in raccoons. The reason is that the ESR spectrum of racoon enamels is not a typical curve and cannot be fitted by the measurement program. Although several chemical treatment for enamels are recommended to remove interfering factors, acceptable spectrum of racoon enamel is not obtained even after these treatment. Therefore, it is necessary to know what factors interfere with ESR measurements using raccoon enamel. In this study, we determined the elements containing in the racoon enamel by inductively coupled plasma (ICP) and attempt to identify the interfering elements for ESR dosimetry using racoon teeth. As a result, in the elements examined in this study, each element concentration after NaOH treatment or EDTA showed a certain tendency. It was not possible to identify the element that showed a characteristic trend, and it was considered that other factors hindered the fitting.

Keywords: ESR, ICP, racoon.

福島第一原発事故後の環境に棲息するアライグマの歯における ESR 測定を妨害する因子の特定とトラブルシューティング

高橋 温*¹、岡 壽崇²、小荒井 一真²、篠田 壽¹

¹東北大学歯学研究科

²日本原子力研究開発機構

*責任著者: at@dent.tohoku.ac.jp

我々は福島第一原発事故後の環境における被ばくの影響をアライグマを用いて検討するプロジェクトに参画している。ヒトの被ばく線量評価を歯のエナメル質を用いて行う ESR 計測法は、野生動物の線量評価にも適用できると考えられるが、アライグマにおいては線量評価ができない。その理由はアライグマのエナメル質の ESR スペクトルが典型的な形をしていないからである。典型的なスペクトルを得るために推奨された化学処理を行うが、アライグマではそれでも典型的なスペクトルが得られない。そのため、アライグマの歯における ESR 計測を妨害する因子が何かを特定する必要がある。本研究ではアライグマのエナメル質を ICP により含有元素を測定し、妨害している元素の特定を試みた。その結果、今回検討した元素において NaOH 処理あるいは EDTA 後の各原子濃度はどの元素も一定の傾向を示した。本検討において、特徴的な動向を認めた元素は特定できず、他の要因がフィッティングを阻害しているものと考えられた。

キーワード : ESR、ICP、racoon

Development of method for evaluating transgenerational effects focusing on meiosis

Akifumi Nakata¹, Valerie Goh Swee Ting², Kosuke Kasai², Hirofumi Tazoe³, Kentaro Ariyoshi³, Hideaki Yamashiro⁴, Mitsuaki Yoshida³, Tomisato Miura^{*2,3}

¹ Faculty of Pharmaceutical Science, Hokkaido University of Science

² Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

³ Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

⁴ Faculty of Agriculture, Niigata University

*Corresponding author: E-Mail: tomisato@hirosaki-u.ac.jp

The risk of carcinogenesis and transgenerational effects from chronic low-dose radiation exposure are important health impacts that should be considered. However, studies on reproduction and development after radiation exposure are scarce. Although radiation-specific chromosomal abnormalities in somatic cells can be detected easily, the chromosome morphologies of spermatids are more unclear as they show different chromosome morphologies in the various stages of meiosis. It is thus difficult to detect chromosome abnormalities in the germ cell. The objective of this study was to develop a new evaluation method to determine the effects of radiation on germ cells. We evaluated the feasibility of the cytokinesis-block micronucleus (CBMN) assay used in somatic cells, which detects chromosomal fragments induced by radiation, on germ cells. Ten-week-old male mice were exposed to total body irradiation of 2 Gy of X-rays. After irradiation, mice were sacrificed and testes were removed. The testicular cells were cultured in 10 % fetal calf serum/RPMI 1640 medium. After incubation for 44 h, cells were blocked from entering cytokinesis by the addition of cytochalasin B. After a total of 72 h incubation, the cells were fixed in 3:1 methanol/glacial acetic acid. The slides were scored blindly using a light optical microscope. We report the results of CBMN assay for different stages of meiosis and chromosomal aberrations in testis cells.

Keywords: Germ cell, Meiosis, Cytokinesis-block micronucleus assay

減数分裂に着目した継世代影響評価系の開発

中田章史¹, Valerie Goh Swee Ting², 葛西宏介², 田副博文³, 有吉健太郎³, 山城秀昭⁴, 吉田光明³, 三浦富智^{*2,3}

¹ 北海道科学大学薬学部

² 弘前大学大学院保健学研究科

³ 弘前大学被ばく医療総合研究所

⁴ 新潟大学農学部

*責任著者: E-Mail: t tomisato@hirosaki-u.ac.jp

低線量慢性被ばくによる発がんのリスクと継世代影響が最も関心の高い生物影響であると考えられる。しかしながら、放射線の生物影響の解析において、生殖・発生に関する研究は乏しいのが実情である。体細胞では放射線特異的な染色体異常の検出が可能であるが、精巣細胞では、体細胞よりも染色体構造が不明瞭であり、減数分裂の様々なステージを経るため染色体形態も多様であることから、異常の検出が困難である。そのため、放射線による生殖細胞の影響は明らかにするためには新規の評価系の開発が必要不可欠である。

本研究では、体細胞で利用されている放射線によって生じる染色体断片を検出する微小核アッセイ法を生殖細胞に対して適用可能かどうか検討した。X線を全身照射した雄マウスの精巣を摘出し、精巣細胞を培養した。細胞懸濁液をサイトスピン法によって標本を作成し、評価を行った。本法による減数分裂におけるステージ分類および精巣細胞における染色体異常について報告する。

キーワード: 生殖細胞、減数分裂、微小核アッセイ法

Behaviors of analog elements of transuranic nuclides in the sea regions around Japanese archipelago

Kazuhiro Norisuye^{*1}, Daichi Asanuma², Shun Kakuta², Tohru Fukazawa², Ryo Hashimoto³

¹Faculty of Science, Niigata University

²Graduate School of Science and Technology, Niigata University

³Graduate School of Science, Hokkaido University

*Corresponding author: knorisue@env.sc.niigata-u.ac.jp

There has been a dispersion of various contaminants and by-products threatening ecosystem over the Japan Islands and nearby sea regions as a result of increase in human activity and nuclear industry. Individual substances display their own biogeochemical behavior in the marine environment, while they appear to be controlled also by a kind of universe property. Understanding of such properties may contribute to progress in our knowledge of the diffusion and biogeochemical cycles of anthropogenic nuclides released to the environment. We are investigating various elements in the sea regions characterized by unique topography and environmental properties. Here we show our new data and idea on bismuth and lead as an analog of transuranic radionuclides in these sea regions.

Keywords: Analog elements of transuranic nuclides, bismuth, lead

日本周辺海域における超ウラン核種アナログ元素の動態

則末和宏^{*1}、浅沼大地²、角田隼²、深澤徹²、橋本療³

¹新潟大学理学部

²新潟大学大学院自然科学研究科

³北海道大学環境科学院

*責任著者: knorisue@env.sc.niigata-u.ac.jp

人類活動や核産業の活発化に伴い、国土とその周辺海域に多様な汚染物質や生態系を脅かす副産物が拡散してきた。個々の物質は個々の生物地球化学的性質に起因した環境動態を示す一方で、共通の言わば普遍的特性にも支配されて循環しているようである。この普遍的な特性を把握することは、漏洩した人工放射性核種のグローバル拡散過程の理解に寄与する。そこで、多様な地形的・環境特性をもつ海域を対象として種々の元素の分布調査の研究を行っている。本研究では超ウラン核種のアナログ元素であるビスマスと鉛に着目し、日本周辺域における我々の知見を紹介する。

キーワード: 超ウラン核種アナログ元素, ビスマス, 鉛

Analysis of volcanic activity and radon and progeny nuclide concentrations in Sakurajima

Kenta Higuchi^{*1}, Masahiro Hosodo², Shinji Tokonami², Suminori Akiba³

¹Japan Health Care College

²Hirosaki University

³Kagoshima University Graduate School

*Corresponding author: k_higuchi@nihoniryo-c.ac.jp

To determine if there was an association between outdoor radon gas concentrations and volcanic activities, hourly average outdoor radon concentrations were measured at a monitoring post located 10 km south-southeast from Mt. Sakurajima during August 2003 to July 2007. During this period, Mt. Sakurajima was recorded to have erupted 145 times on 107 days. The geometric mean radon concentration at the monitoring post at hours with eruptions was 8.5 Bq m^{-3} , which was statistically significantly higher ($P < 0.001$) than that ($= 6.5 \text{ Bq m}^{-3}$) at hours without eruptions, when the data were restricted to hours with no wind. On the other hand, during hours with wind, outdoor radon concentrations were not affected by the eruptions. Next, the effects of tail winds were examined. At hours without eruptions, a tail wind blowing at a speed of 10 m s^{-1} resulted in a radon concentration of 6.6 Bq m^{-3} , which was significantly higher ($P < 0.001$) than that associated with a head wind with the same wind speed (6.2 Bq m^{-3}). However, at hours with eruptions, outdoor radon concentrations were not increased by tail winds. In conclusion, radon gas was released from the soil into the atmosphere during the eruption of Mt. Sakurajima, possibly in response to the increased seismic activity. In addition, the findings suggest that volcanic ejecta from Mt. Sakurajima also contributed to the outdoor radon concentrations.

Keywords: outdoor radon, Mt. Sakurajima, volcanic eruption

桜島の火山活動とラドン及び子孫核種濃度の解析

樋口 健太^{*1}、細田 正洋²、床次 眞司²、秋葉 澄伯³

¹日本医療大学

²弘前大学

³鹿児島大学大学院

*責任著者: k_higuchi@nihoniryo-c.ac.jp

屋外ラドン濃度と火山活動の関連性を疑いラドン濃度を測定した。その期間に桜島は107日間で145回の噴火回数を記録した。風のない場合、噴火があった時間帯の幾何平均ラドン濃度は 8.5 Bq m^{-3} で、噴火のない時間帯の場合よりも統計学的に有意に高い ($P < 0.001$) ($= 6.5 \text{ Bq m}^{-3}$) 濃度であった。一方、風のある場合、屋外のラドン濃度は噴火の影響を受けなかった。追い風の影響を調べた所、噴火のない時間で、 10 m s^{-1} の速度で吹く追い風の時のラドン濃度は 6.6 Bq m^{-3} で、これは同じ速度で吹く向かい風よりも有意に高い濃度 (6.2 Bq m^{-3}) であった ($P < 0.001$)。しかし、噴火のある時間では、屋外のラドン濃度は追い風によって増加しなかった。結論として、ラドンガスは桜島の噴火に関連して土壌から大気中に放出される可能性がある。さらに、桜島の火山噴出物が屋外のラドン濃度にも寄与していることが示唆された。

キーワード: 屋外ラドン、桜島、火山噴火

Examination of submarine groundwater discharge search method by measurement of radon concentration in water

Furukawa Masahide*¹, Shiroma Yoshitaka¹, Hosoda Masahiro², Akata Naofumi*², Sanada Tetsuya*³, Nakasone Shunya*¹, Ishimine Akinobu*¹, Nakamura Kaori*¹, Tokonami Shinji²

¹University of the Ryukyus

²Hirosaki University

³Hokkaido University of Science

*Corresponding author: m_furu@sci.u-ryukyu.ac.jp

Radon (²²²Rn) in environmental water have been used as a tracer to understand the water cycle process on the Earth's surface. Although it is important for assessing the impact of landwater on the marine environment, the method of applying to the quantitative search for seepage of groundwater is not established. In this joint research, to understand the submarine groundwater discharge area of terrestrial source groundwater and quantitatively understanding the amount and spread of the spring water, using the coral reef area under Okinawa prefecture as a test field. The samples were collected from Ohdohama coast where have reported of submarine groundwater discharge in southern part of Okinawa Island. The radon concentrations were measured with liquid scintillation counter (Tri-Carb2910TR, PerkinElmer) and portable ²²²Rn monitor (RAD7, DurrIDGE). Radon concentration in the water was ranged from 1.08 to 5.78 Bq / L, showing high concentrations around the groundwater seeping point and a declining tendency as the distance from the point. At several points along the shoreline from the groundwater discharge point, relatively high concentration levels (1.96 to 2.70 Bq / L) were observed, and the occurrence of terrestrial groundwater with a certain extent along the coast was confirmed. From the above, the outflow area of groundwater from land area to coastal area could be observed by measuring radon concentration in water.

Keywords: radon in water, submarine groundwater discharge, groundwater, coral reef area, water cycle

水中ラドン濃度測定による海底湧水探索手法の検討

古川 雅英*¹、城間 吉貴¹、細田 正洋²、赤田 尚史²、真田 哲也³、仲宗根 峻也¹、伊志嶺 聡伸¹、
中村 夏織¹、床次 眞司²

¹琉球大学

²弘前大学

³北海道科学大学

*責任著者:m_furu@sci.u-ryukyu.ac.jp

環境水中のラドン (²²²Rn) は、地球表層における水循環過程を知るためのトレーサーとして利用できるが、陸水の海洋環境への影響を評価する上で重要な「海底湧水」、つまり海底からの陸源地下水の湧出や浸みだしの定量的探索への応用については、手法が確立されているとはいえない段階である。本共同研究（研究組織）では、様々な高精度放射能測定技術を組み合わせることによって探索手法を開発し、波浪と河川の影響が比較的少ない沖縄県下のサンゴ礁域をテストフィールドとして、陸源地下水の海底湧出域の特定とその湧出量・拡散状況など、従来は情報が不足していた水循環過程の定量的把握を試みる。本研究では、これまでに海底湧水の報告例のある沖縄島南部の大度浜海岸をフィールドとした。コンパクト塩分計（HORIBA, Salt-22）を用いて淡水湧出地点を推定し、その地点を中心に計10地点でサンプリングを行い、液体シンチレーションカウンタ（Tri-Carb2910TR, PerkinElmer）で60分間測定した。また、静電捕集型ラドン測定器（RAD7, DurrIDGE）も用いて測定を行なった。その結果、水中ラドン濃度は1.08～5.78 Bq/Lの範囲であり、淡水湧出地点周辺で高い濃度を示し、地点から離れるに従い減少する傾向を示した。一部、減少傾向の緩やかな地点がみられ、湧出した淡水の流路と推測された。また、淡水湧出地点から海岸線に沿う複数の地点では、比較的濃度レベルの高い値（1.96～2.70 Bq/L）がみられ、沿岸域に一定の広がりをもつ陸源地下水の湧出が示唆された。以上の結果をふまえ、陸水の海洋への影響について、水中ラドン濃度測定による定量的な評価手法の検討を今後も継続する計画である。本講演では、これまでに内陸地域で観測した水中ラドン濃度データを示し、内陸地域から沿岸地域にかけての水中ラドンの濃度分布についても示す。

キーワード：水中ラドン、海底湧水、陸源地下水、サンゴ礁域、水循環

Study of the deposition situation by the isotope analysis of environmental samples near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant

Haruka Minowa*¹, Hideki Yoshikawa¹, Hirofumi Tazoe²

¹Radioisotope Research Facility, The Jikei University School of Medicine

²Institute of Radiation Emergency Medicine, Hiroshima University

*Corresponding author: minowa@jikei.ac.jp

The purpose of this study is to estimate the source reactor from environmental samples containing radioactive materials released by the Fukushima Daiichi nuclear accident. We plan to measure fission-derived nuclides from samples near the nuclear power plant by ICP-MS analysis. Prior to the experiment, we examined which nuclide to measure. From the Cs isotope ratio ($^{134}\text{Cs} / ^{137}\text{Cs}$) estimated from the burn-up of nuclear fuel, it is possible to discriminate between reactor No. 1 and others, but it is difficult to distinguish between reactor No. 2 and reactor No. 3. Other than Cs, we selected ^{234}U , ^{238}Pu , ^{241}Am , etc. as fission-derived nuclides that may be able to distinguish between Unit 2 and Unit 3 from their isotope ratios. We are sampling environmental samples from difficult-return areas. Each nuclide would be measured in these samples. Based on the results, we will identify the source reactor, estimate the degree of contamination of each reactor from each unit, and attempt to estimate the deposition process.

Keywords: environmental samples, isotope analysis, ICP-MS, source reactor

福島第一原子力発電所近傍の環境試料の核種分析による沈着状況の解明

箕輪 はるか*¹、吉川 英樹¹、田副 博文²

¹東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設

²弘前大学被ばく医療総合研究所

*責任著者: minowa@jikei.ac.jp

本研究の目的は、福島第一原発事故により放出された放射性物質を含む環境試料から、起源原子炉を推定することである。原発近傍の試料から ICP-MS 分析により核分裂起源の核種を測定する予定である。分析に先立ち、測定核種の検討を行なった。核燃料の燃焼度から推定した Cs 同位体比 ($^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$) からは、1 号炉由来とそれ以外の判別はできるが、2 号炉と 3 号炉の区別は困難である。Cs 以外で、同位体比から 2 号炉と 3 号炉が判別できる可能性のある核分裂由来核種として、検討の結果 ^{234}U 、 ^{238}Pu 、 ^{241}Am 等を選定した。現在、帰還困難区域からの土壌等の環境試料の採取を行っており、これらの試料からそれぞれの核種を測定する。その結果から起源原子炉を同定し、各地点における各号炉由来物質の混入程度を見積もり、沈着過程の推定を試みる予定である。

キーワード: 環境試料、同位体分析、ICP-MS、起源原子炉

Method for Checking the Sensitivity of Exhaust Monitors at Radiation Facilities Using Radon in the Environment

Yumi Yasuoka^{*1}, Shinji Tokonami², Masahiro Hosoda³, Takeshi Iimoto⁴, Takahiro Mukai⁵

¹Radioisotope Research Center, Kobe Pharmaceutical University

²Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

³Department of Radiation Science, Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

⁴Division for Environment, Health and Safety, The University of Tokyo

⁵Department of Biophysical Chemistry, Kobe Pharmaceutical University

Corresponding author: yasuoka@kobepharm-u.ac.jp

We examined whether activated-charcoal radon collectors (PICO-RAD) can measure indoor radon concentration levels to confirm the sensitivity of exhaust monitors at radiation facilities using radon in the environment. The World Health Organization (WHO) proposed a reference level of indoor radon concentration of 100 Bq m^{-3} . Therefore, it was decided whether the PICO-RAD was effective as a screening measuring instrument for measuring the reference level, and we determined the screening value. The reference monitor of this experiment (DGM-101, an exhaust monitor manufactured by Hitachi, Ltd., was used as a radon monitor) and PICO-RAD were calibrated in a standard radon chamber. When measuring radon concentration, simple linear regression analysis with the reference monitor as a dependent variable and the PICO-RAD as an independent variable was obtained, a 99% prediction interval was calculated. When the value measured by PICO-RAD was 88.8 Bq m^{-3} (PICO-RAD screening value), it was found that the radon concentration certainly did not exceed 100 Bq m^{-3} . When the value measured with the reference monitor was 70.8 Bq m^{-3} (reference screening value), it corresponded to the PICO-RAD screening value. Since the reference screening value exceeded 50% of the reference level, it was found to be effective as a screening measurement device. In the future, a similar experiment will be conducted using a radon measuring instrument as a radon monitor at a humidity of about 50%.

Key words: activated-charcoal radon collectors, PICO-RAD, screening value, radon

環境中ラドンによる放射線施設監視モニタの感度確認

安岡 由美^{*1}、床次 眞司²、細田 正洋³、飯本 武志⁴、向 高弘⁵

¹神戸薬科大学 放射線管理室

²弘前大学 被ばく医療総合研究所

³弘前大学大学院 保健学研究科

⁴東京大学 環境安全本部

⁵神戸薬科大学 薬品物理化学研究室

責任著者：yasuoka@kobepharm-u.ac.jp

環境中ラドンによる放射線施設監視モニタの感度確認に、活性炭型ラドン検出器 (PICO-RAD) が室内ラドン濃度レベルをどの程度測定できるか検討した。そこで、PICO-RAD が WHO の空气中ラドン濃度のリファレンスレベル 100 Bq m^{-3} を測定するスクリーニング測定器として有効かどうか判断し、スクリーニング値を求めることとした。本実験の基準器 (日立製作所製放射線施設監視モニタ DGM-101 をラドンモニタとして使用) と PICO-RAD を標準ラドン場で校正した。室内ラドンレベルにおいて、ラドン濃度を変動させ、そのラドン濃度を基準器と PICO-RAD で同時に測定した。基準器で測定したラドン濃度を独立変数とし、PICO-RAD で測定したラドン濃度を従属変数として示し、99% 予測区間を算出した。ラドンレベルが 100 Bq m^{-3} 以下であることを十分担保できる値は、PICO-RAD では、 88.8 Bq m^{-3} で、それは基準器の 70.8 Bq m^{-3} (スクリーニング値) に相当した。このスクリーニング値はリファレンスレベルの 50% を超えているので、スクリーニング測定器として有効とわかった。今後、本格的なラドン測定器をラドンモニタとして用い、湿度 50% 程度で実施する予定である。

キーワード：活性炭型ラドン検出器、PICO-RAD、スクリーニング値、ラドン

Effect of chronic radiation exposure associated with Fukushima accident on the freezability and fertility of the large Japanese field mice (*Apodemus speciosus*) sperm.

Hideaki Yamashiro*¹, Akifumi Nakata², Kosuke Kasai³, Kentaro Ariyoshi⁴, Mitsuaki Yoshida⁴, Tomisato Miura^{3,4}

¹ Faculty of Agriculture, Niigata University

² Faculty of Pharmaceutical Science, Hokkaido University of Science

³ Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University

⁴ Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

*Corresponding author: hyamashiro@agr.niigata-u.ac.jp

The objective of this study was to investigate the effect of chronic radiation exposure associated with Fukushima accident on the freezability and fertility of the large Japanese field mice (*Apodemus speciosus*) sperm. Male large Japanese field mice were captured from 2012 to 2018 in Fukushima Namie town. Female large Japanese field mice were captured at 2019 in Niigata city. Epididymal sperm collected from chronic radiation exposure large Japanese field mice were frozen in the ex-evacuation zone, and experiment was conducted to *in vitro* fertilization (IVF) with those of the cryopreserved sperm. The acrosome status of frozen-thawed sperm were also observed using FITC-PNA staining. IVF oocytes derived from cryopreserved sperm which frozen in 2012 to 2013 developed to 2-cell embryo. There were no differences between the development of the fertilised oocytes derived from either Fukushima cryopreserved sperm and control *in vitro*. Proportions of the acrosome of frozen-thawed sperm were also maintained. In conclusion, *in vitro* functional freezability, fertility of radiation exposure large Japanese field mice sperm were maintained. This suggested that the adverse radiation-induced effects were not observed in those of the sperm following chronic exposure. Further investigation on the effects of chronic radiation on the Fukushima derived large Japanese field mice sperm fertility should be continued.

Keywords: Large Japanese field mice (*Apodemus speciosus*), Cryopreserved sperm, *In vitro* fertilization, Fertility

被災アカネズミの凍結保存精子を用いた受精能の継時的評価

山城秀昭*¹、中田章史²、葛西宏介³、有吉健太郎⁴、吉田光明⁴、三浦富智^{3,4}

¹新潟大学農学部

²北海道科学大学薬学部

³弘前大学大学院保健学研究科

³弘前大学被ばく医療総合研究所

*責任著者: hyamashiro@agr.niigata-u.ac.jp

生殖巣は放射線高感受性組織の一つであるが、精子形成過程ならびに初期発生過程におけるバイアスリスクにより、生殖・発生における放射線影響は不明な点が多い。従って、個体より得られる生体試料の解析に加え、自然の環境に制御されない、生殖工学技術を用いた評価も必要不可欠である。本研究では、2012年から福島原発旧警戒区域内で継続して採取・凍結保存している被災アカネズミ凍結保存精子を用いて、受精能に及ぼす影響を解析することにより、継時的な生殖機能を評価することを目的とした。雄アカネズミは2012年から福島県浪江町、雌アカネズミは2019年から新潟市の角田山にてシャーメントラップを用いて捕獲した。精子は、精巣上体から採取し、ストローに充填し、液体窒素にて凍結保存した。凍結融解後の精子の先体の染色は、FITC-PNA 用いて蛍光染色を施した。卵子は、抗インヒビン血清 (IASe) 投与後、hCG を投与し採卵した。福島由来の凍結保存精子は、新潟アカネズミの排卵卵子と体外受精 (IVF) を施し、その後の体外発生率を評価した。2012年から福島旧警戒区域内で捕獲した雄アカネズミにおいて、凍結融解後の精子の生存率は60%以上で保存することができた。凍結融解後の先体の正常性は、維持されていた。凍結融解後の福島由来精子を IVF した場合、高い割合で2細胞期までの発生が認められた。以上、IVF の実験は継続中であるが、2012年から2014年までに捕獲した被災アカネズミの精子は、正常に卵子に受精する能力を維持していたことが示された。

キーワード: 被災アカネズミ、凍結保存精子、体外受精、受精能

Determination of labile ¹³⁷Cs fraction in zooplankton associated with model analysis of bioavailable cesium transfer in marine food chain

Yutaka Tateda*¹, Jun Nishikawa², Tatsuo Aono³, Shinnosuke Yamazaki³, Michio Aoyama⁴, Yasunori Hamajima⁵, Daisuke Tsumune¹, Takuya Kobayashi¹, Takashi Ishimaru⁶, Jota Kanda⁶, Yukari Ito⁶, Minoru Kitamura⁷

¹Environmental Science Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry

²Department of Marine Biology, Tokai University

³National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

⁴Center for Research in Isotope and Environmental Dynamics, University of Tsukuba,

⁵Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

⁶School of Marine Life Science, National Tokyo University of Marine and Technology

⁷Japan Agency of Marine Earth Science and Technology

*Corresponding author: tateda@criepi.denken.or.jp

The concentration ratio (CR) for radiocesium in zooplankton was 15 before the Fukushima accident. Since the ¹³⁷Cs levels in seawater was rapidly decreased and the turnover in zooplankton was fast enough, the CR was expected to be decreased. However, the reported CR in 2015 was still higher than the accident before. The radiocesium levels in organisms belong to planktonic food chain were decreased as expected, thus the comparatively higher ¹³⁷Cs levels may contain refractory fraction. The analyzed level in H₂O₂ extractable fraction in zooplankton during 2011-2018, demonstrated that the labile ratios were 0.2 - 0.6. The ¹³⁷Cs concentration in organisms belonging to planktonic food chain were reconstructed by model analysis using the bioavailable fraction derived in this study.

Keywords: Radiocesium, Marine ecosystem, Zooplankton, Bioavailable fraction

海洋動物プランクトン中易分解性 ¹³⁷Cs 画分の定量と生物移行モデルによる食物連鎖可給態寄与の解明

立田 穰*¹、西川 淳²、青野 辰雄³、山崎 慎之介³、青山 道夫³、浜島 靖典³、津旨 大輔¹、小林 卓也¹、石丸 隆³、神田 穰太³、伊藤 友加里³、喜多村 稔³

¹ (一財) 電力中央研究所 環境科学研究所

² 東海大学 海洋学部 海洋生物学科

³ 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所

⁴ 筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター

⁵ 金沢大学 環日本海域環境研究センター

⁶ 東京海洋大学 海洋環境学科

⁷ 海洋研究開発機構

*責任著者: tateda@criepi.denken.or.jp

福島原発事故以前の海洋動物プランクトン (PL) における放射性セシウム(Cs)の濃縮比 (CR) は 15 前後であり、水中 Cs 濃度が低下し、動物 PL における速やかな Cs 代謝から、早い時期に事故前に戻ると期待されていたが、2015 年までは事故以前の CR に戻ってはいない。PL 食性魚とこれを捕食する魚食性魚では、その濃度が低下したことから、事故後の PL 中放射性 Cs は、食物連鎖を移行しない難分解性画分を含むと仮定した。この仮説の検証を目的として、2011 年以降に東日本北太平洋で採取された試料を過酸化水素処理して、分解残差中の放射性 Cs 濃度を定量し、放射性 Cs 可溶性画分を求めた。その結果、全濃度に対する易分解性画分の比率は 0.2 - 0.6 であった。易分解性画分を生物可給態とみなして、動的生物移行モデルを用いて、プランクトン食物連鎖内魚類の濃度推移を再構築した。

キーワード: 放射性 Cs、海洋生態系、プランクトン、生物可給態

Radiocaesium Dynamics in forested watersheds in Fukushima Prefecture

Keisuke Taniguchi^{*1}, Yukio Takeuchi¹, Kazuki Fujita¹, Terumi Dohi², Seiji Hayashi³, Takayuki Kuramoto⁴, Naoki Nomura⁵, Tatsuo Aono⁶

¹Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation ²Japan Atomic Energy Agency ³National Institute for Environmental Studies

⁴Tokai University ⁵Fukui University of Technology ⁶National Institute for Quantum and Radiological Science and Technology

*Corresponding author: taniguchi_keisuke_01@pref.fukushima.lg.jp

Abstract (in English) Please input about 300 words or less.

In Fukushima Prefecture, although decontamination has been completed except for difficult-to-return areas, most of forests have not been decontaminated yet. From forests, radiocaesium may enter rivers and affect downstream areas. A survey was conducted in three forested watersheds of the Nanokazawa, Saruta, Nuno rivers located in Fukushima Prefecture to understand the amount and characteristics of radiocaesium flowing out. In each watershed, suspended solids (SS) were collected by a suspended sand sampler, water was collected every few months, and the water level and flow rate were measured. After freeze-drying the SS sample, the concentration of suspended Cs-137 was measured by a germanium semiconductor detector. The water sample was filtered through a membrane filter with a pore size of 0.45 μm , then the dissolved Cs-137 was collected by the solid-phase extraction disk method or AMP coprecipitation method, and the dissolved Cs-137 concentration was measured by a germanium semiconductor detector. The ranges of dissolved Cs-137 concentration in FY2019 were 69-190 mBq/L in the Saruta River, 9.7-16mBq/L in the Nanokazawa river, and ND-3.2 mBq/L in the Nuno River. In the poster, we will also present the results of SS measurements and flow observations.

Keywords: Radiocaesium, Forested watershed

福島県森林集水域における放射性セシウムの動態解析研究

谷口圭輔^{*1}、竹内幸生¹、藤田一輝¹、土肥輝美²、林誠二³、倉元隆之⁴、野村直樹⁵、青野辰雄⁶

¹福島県環境創造センター ²日本原子力研究開発機構 ³国立環境研究所 ⁴東海大学 ⁵福井工業大学

⁶量子科学技術研究開発機構

*責任著者: taniguchi_keisuke_01@pref.fukushima.lg.jp

要旨を入力してください。(200~400字程度)

福島県では、帰還困難区域を除き面的除染が完了した一方で、森林の大半は未除染のまま残されている。この森林流域から、放射性セシウムが河川に流入し下流に影響を及ぼす可能性がある。そのため、福島県内に位置する七日沢・猿田川・布川という3つの森林流域を対象に、流出する放射性セシウムの量と特徴を把握するための調査を実施した。各流域において、浮遊砂サンプラーによる懸濁粒子(SS)の捕集、数か月おきの沢水採取、水位および流量の測定を実施した。SS試料については、凍結乾燥後、ゲルマニウム半導体検出器により懸濁態Cs-137濃度を測定した。沢水試料については、孔径0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過したのち、固相ディスク法またはAMP共沈法で溶存態の放射性セシウムを捕集し、ゲルマニウム半導体検出器で溶存態Cs-137濃度を測定した。これまでに得られた2019年4月以降の溶存態Cs-137濃度の範囲は、猿田川で69~190mBq/L、七日沢で9.7~16mBq/L、布川で検出下限以下~3.2mBq/Lであった。ポスターでは、SSの測定や流量観測の結果をあわせて紹介する。

キーワード: 放射性セシウム、森林流域

Annual dynamics of the biotransfer of radio-Cesium in forest ecosystem

Masashi Murakami^{*1}, Nobuhiro Ishii²

¹Chiba University

²National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

*Corresponding author: muramasa@faculty.chiba-u.jp

A large amount of radionuclide was released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident after the disastrous earthquake and subsequent tsunami of March 2011. Cesium rapidly binds to aerosols and is thus washed out by rain from contaminated air masses and deposited and accumulated on the land surface. Since most of the Japanese land area is covered by forest, the distribution and transportation of radionuclides within forest ecosystems should be conscientiously monitored. Within a forest, a diverse array of connections among species within complex food webs are formulated. Detritus based food chains are one of the main component of the forest ecosystems along with the grazing food chains based on plant production. To explore the biological proliferation of ¹³⁷Cs within forest ecosystems, it is essential to track the ¹³⁷Cs concentrations of each organism component within complex food webs. In the present study, the accumulations of ¹³⁷Cs were monitored for each biological component of forest ecosystems, i.e., soil, fumes, plants, fungi, and animals. The trophic levels of these components were measured by the Nitrogen stable isotope (δ¹⁵N) ratio of the samples. This was repeated for four times from 2012, one year after the accidents to 2017. The results of this analysis will be presented on poster.

Keywords: carbon/nitrogen stable isotope, trophic levels, food webs, bio-proliferation, bio-accumulation

福島県の森林における放射性セシウムの生物移行の年次変化

村上 正志^{*1}、石井 信昌²

¹千葉大学

²放射線医学総合研究所

*責任著者: muramasa@faculty.chiba-u.jp

環境水中に放出された放射性セシウム (^{137/134}Cs) は、土壌や水の移動に伴って、非生物的に移動するのに加えて、生物に取り込まれることによって移動すると考えられる。さらに、生物間の食う食われるの過程、つまり、食物網を通じて、放射性セシウムは、高次の栄養段階へと生物拡散すると考えられる。今回の事故は、落葉樹林の開葉前の3月に起こり、放射性セシウムの環境中への放出は事故の初期に集中していたため、森林生態系において放射性セシウムは林床に最も多く付加された。したがって、森林におけるセシウム動態については、落葉からの洗い流しや溶脱、そして、分解を起点とした過程が影響すると考えられる。

そこで、本研究では、福島県伊達市上小国地域の森林小流域において、森林土壌と落葉層、植物、菌類(キノコ)、そして、動物に含まれる放射性セシウムを定量した。さらに、窒素・炭素安定同位体比も測定し、これを、栄養段階の指標とした。これらのデータを事故の翌年の2012、さらに2013、2015、2017年に収集し、窒素安定同位体比と放射性セシウム濃度の関係の経年変化を確認した。その結果、栄養段階に伴うセシウム濃度には、負の相関があることがいずれの年でも見られた。これは、セシウムは生体内で生物濃縮しないという従来の知見を反映している。さらに、その傾きが、年を経るごとに増加する傾向が確かめられた。これは、事故により放出された放射性セシウムが、経年的に土壌等にトラップされ、生物に移行しにくくなっていることを示している。この傾向は2017年次点では収束しておらず、土壌におけるセシウムの不動化が進行中であることを示唆している。

キーワード：炭素・窒素安定同位体、栄養段階、食物網、生物拡散、生物濃縮

Migration behavior of radiocesium in river systems in the coastal area of Fukushima Prefecture

Deddy Irawan Permana Putra¹, Shinya Ochiai^{*2}, Takahiro Nakanishi³, Tadahiko Tsuruta³, Seiichi Tomihara⁴, Shun Watanabe⁵, Kyuma Suzuki⁵, Seiya Nagao²

¹Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

²Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

³Japan Atomic Energy Agency

⁴Aquamarine Fukushima

⁵Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station

*Corresponding author: E-Mail: sochiai@se.kanazawa-u.ac.jp

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident has released a large amount of radioactive materials to the atmosphere due to the Tohoku earthquake, on March 11, 2011. This accident resulted in deposition of radioactive cesium (¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs) on land, rivers and sea around Fukushima Prefecture. In this study, activity of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs has been investigated for dissolved and particulate phase in river water in Fukushima and adjacent area (Natsui River, Tone River, Niida River, and Abukuma River) at normal and high flow condition during 2018-2019 to understand factors controlling transport of radiocesium during different condition. Suspended solids were separated using continuous flow centrifugation and dissolved cesium were co-precipitated using ammonium molybdophosphate (AMP) method. The AMP precipitated and suspended solids were dried to determined radioactive cesium concentration using HPGe gamma spectrometry. The maximum concentration of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs at normal condition was 0.7 mBq L⁻¹ and 7.9 mBq L⁻¹ in the Tone River, and 1.1 mBq L⁻¹ and 11 mBq L⁻¹ in the Natsui River, respectively. The concentration of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in river water was increased after the rainy events at high flow conditions. Total concentration of ¹³⁴Cs after the rainy events in the Tone River and the Natsui River was 18–37 mBq L⁻¹ and 40 mBq L⁻¹, and concentration for ¹³⁷Cs was 210–411 mBq L⁻¹ and 447 mBq L⁻¹, respectively. During the study period, 96-100 % of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs was distributed by suspended solid in the Tone River and 99-100 % of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in the Natsui River after the rainy events. These results indicate that behavior of suspended solids is a main factor controlling variation of concentration of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in both rivers. In this presentation, these results are compared with the data obtained from Niida River and Abukuma River.

Keywords: Radioactive Cesium, River water, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

福島県沿岸域の河川水系における放射性セシウムの移行動態

Deddy Irawan Permana Putra¹、落合伸也^{*2}、中西貴宏³、鶴田忠彦³、富原聖一⁴、渡辺峻⁵、鈴木究真⁵、長尾誠也²

¹金沢大学自然科学研究科

²金沢大学環日本海域環境研究センター

³国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

⁴公益財団法人ふくしま海洋科学館

⁵群馬県水産試験場

*責任著者: sochiai@se.kanazawa-u.ac.jp

本研究では様々な環境条件の河川における福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムの移行動態を把握するため、2018年から2019年にかけて福島県および周辺地域（夏井川、利根川、新田川、阿武隈川）の河川水中の溶存態・懸濁態放射性セシウム（¹³⁴Cs、¹³⁷Cs）濃度の観測を行った。平水時における河川水中の全¹³⁴Csおよび¹³⁷Cs濃度は、夏井川では最大でそれぞれ1.1 mBq L⁻¹、11 mBq L⁻¹、利根川では0.7 mBq L⁻¹、7.9 mBq L⁻¹であった。降雨イベント時ではこれらの濃度は増加し、全¹³⁴Csおよび¹³⁷Cs濃度は夏井川においては40 mBq L⁻¹、447 mBq L⁻¹、利根川では18–37 mBq L⁻¹、210–411 mBq L⁻¹であった。これらの降雨イベント後には夏井川においては99–100%、利根川では96–100%の放射性セシウムが懸濁態として存在していた。このことは河川水中の放射性セシウムの濃度の支配要因として懸濁粒子の挙動が重要であることを示している。本発表ではこれらの結果を新田川、阿武隈川における観測結果との比較を行う。

キーワード：放射性セシウム、河川水、福島第一原発事故

Transport of suspended radiocesium in coastal area off Fukushima

Shigeyoshi Otsaka^{*1}, Takashi Suzuki², Tadahiko Tsuruta², Toshiharu Misonou², Terumi Dohi², Yoshihisa Mino³, Chiho Sukigara⁴, Yukari Ito⁴, Jota Kanda⁴, Tahashi Ishimaru⁴

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

² Japan Atomic Energy Agency

³ Nagoya University

⁴ Tokyo University of Marine Science and Technology

*Corresponding author: otosaka@aori.u-tokyo.ac.jp

A time-series sediment trap was deployed from October 2017 to June 2018 at a station located in southeast of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant to clarify the transport process of suspended radiocesium from the coast to the offshore area. Sinking particles of 39 periods were collected by this experiment. Radiocesium was detected from sinking particles throughout the observation period, and the concentration showed clear seasonal variation. The observed flux of radiocesium showed maxima in winter (December-January) and spring (March-April). From detailed analysis of physical and chemical characteristics of sinking particles, it was found that sinking particles were composed of biological particles with relatively low degradation in winter and fine-grained terrestrial particles in spring. Especially in spring, high radiocesium flux was observed, and it was presumed due to lateral transport of radiocesium-bound lithogenic particles from the coastal area to the offshore. However, the effect of redistribution of radiocesium in seabed sediments by this process is considered to be limited.

Keywords: Radiocesium, Sinking particles, Seabed sediment.

沈降粒子特性の相互比較による陸域-海域間の懸濁態放射性核種の輸送過程の解明

乙坂 重嘉¹, 鈴木 崇史², 鶴田 忠彦², 御園生 敏治², 土肥 輝美², 三野 義尚³, 鋤柄 千穂⁴, 伊藤 友加里⁴, 神田 穰太⁴, 石丸 隆⁴

¹ 東京大学大気海洋研究所

² 日本原子力研究開発機構

³ 名古屋大学

⁴ 東京海洋大学

*責任著者: otosaka@aori.u-tokyo.ac.jp

福島沿岸の海底に蓄積した放射性セシウムの移動過程を明らかにするため、福島第一原子力発電所の南南東の陸棚縁辺域において、2017年10月から2018年6月にかけて時系列式セジメントラップを設置し、計39期間の沈降粒子試料を採取した。沈降粒子からは観測期間を通じて放射性セシウムが検出され、その濃度は明瞭な季節変動を示した。観測された放射性セシウムの粒子束は、冬季（12~1月）と春季（3月~4月）に極大を示した。沈降粒子特性の詳細な分析から、冬季は比較的分解度の低い生物粒子が、春季は陸起源粒子が沈降粒子を構成していることがわかった。特に春季には高い放射性セシウム粒子束が観測され、放射性セシウムを含んだ陸起源粒子が、沿岸域から沖合海域に水平移動したことが、高い粒子束の原因であると推測された。ただし、この過程による、海底堆積物中での放射性セシウムの再分布の効果は限定的であると考えられる。

キーワード：放射性セシウム, 沈降粒子, 海底堆積物

Development of pretreatment and analysis for environmental samples containing radiocaesium

Hisaya Tagomori¹, Hidehisa Kawamura*¹, Keiichi kusano², Terumi Dohi³

¹ Kyushu Environmental Evaluation Association

² Inspection Development Co., Ltd

³ Japan Atomic Energy Agency

*Corresponding author: Kawamura@keea.or.jp

To investigate their spatial distribution and physicochemical properties of the radiocaesium-bearing micro particles (CsMPs), an efficient methodology for determine and analysis them is required. Here we focused on CsMPs from litters as they may affect the radiocaesium cycling in forest ecosystem. In this study we developed a method to determine CsMPs (mostly 1-10 μm sizes) from litters by combine digestion treatment and automatic particle analysis with FE-EPMA. In total it took up to 3 days for detecting one CsMP from huge amounts of mineral-like and metallic particles. In the ToF-SIMS analysis for Cs isotope ratios of CsMPs to understand their emission source as the next step, pretreatment for easily detecting micron-sized samples is needed. To solve this problem, FIB technique was used for Gallium marking formation around target sample. Preliminary Cs isotope ratios (^{133}Cs , $^{134}(\text{Cs} + \text{Ba})$, ^{135}Cs , $^{137}(\text{Cs} + \text{Ba})$) and their distributions of CsMPs were determined by applying these approaches. We developed pretreatment for microscopy and ToF-SIMS analysis of CsMPs.

Keywords: ToF-SIMS, Cs isotope ratio, Radiocaesium-bearing micro particle.

Cs 保持に関わる環境試料の前処理・分析手法の確立

田籠久也¹、川村秀久*¹、草野桂一²、土肥輝美³

¹一般財団法人九州環境管理協会

²検査開発株式会社

³国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

*責任著者: Kawamura@keea.or.jp

筆者らは、森林生態系の Cs 循環に影響する可能性のあるリターに着目し、Cs 量が比較的高いとされる Cs 含有粒子 (CsMPs) の割合や特性を評価するため、それらの前処理・分析手法を検討した。粒径 1~10 μm 程度の CsMP については、有機物分解と電子顕微鏡を組み合わせることで数千~数万の土壌粒子を含むリター中から短時間 (3 日/1 粒子) で特定可能とした。Cs 同位体情報を得るための二次イオン質量分析法 (ToF-SIMS) を適用する上では、数 μm レベルの試料探索が課題であった。そこで、集束イオンビームで CsMP の周囲に Ga の目印を施すことで、ToF-SIMS による CsMP の探索を容易にした。また、同試料の Cs 同位体 (^{133}Cs , $^{134}(\text{Cs} + \text{Ba})$, ^{135}Cs , $^{137}(\text{Cs} + \text{Ba})$) スペクトルおよび二次元マッピングから各 Cs 同位体の分布情報を取得し、電子顕微鏡および ToF-SIMS を用いた微小試料の決定から同位体比測定までの一連の分析手法を確立することができた。

キーワード: 二次イオン質量分析法, Cs 同位体比, Cs 含有粒子

Mineralogical study of transporting radiocesium sorbed media

Hiroki Hagiwara*¹, Hiromi Konishi²

¹ Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency

² Faculty of Science, Niigata University

*Corresponding author: hagiwara.hiroki@jaea.go.jp

Identification of radiocesium sorbed minerals in sediments is important in view of adsorbed or desorbed mechanism between minerals and radiocesium in river water. Recently, the authors reported that not only micas but also mafic minerals could contribute toward the radiocesium migration in Fukushima river basin. In this study, we investigated crystal structure of hornblende in riverbed of mafic minerals using scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) within Tomioka river. The results showed a part of surface on hornblende is altered to clay minerals. We also confirmed hornblende had cleavages and fractures which filling altered minerals inner part. This implies that these altered minerals could be contribute radiocesium adsorbing.

Keywords: radiocesium, minerals

放射性セシウムの移動媒体についての鉱物学的研究

萩原 大樹*¹、小西 博巳²

¹ 日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門

² 新潟大学 理学部

*責任著者: hagiwara.hiroki@jaea.go.jp

河川堆積物中の放射性セシウムを吸着する鉱物種を特定することは、将来の鉱物との収脱着の観点から重要である。近年、著者らは福島県内の河川水系において、雲母鉱物だけでなく、有色鉱物にも放射性セシウムが吸着し、移動に寄与する可能性があることを報告した。本研究では、富岡川の河床土に含まれる有色鉱物のうち、特に角閃石の結晶構造を把握することを目的として、走査型電子顕微鏡 (SEM) および透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察を行った。結果、角閃石の表面の一部に角閃石が変質した粘土鉱物が含まれた。また、角閃石の内部には劈開や割れ目が確認され、これらの近傍にも変質した鉱物が充填していた。これらの変質鉱物が放射性セシウムの吸着に寄与する可能性が示唆された。

キーワード：放射性セシウム、鉱物

Environmental behaviors of radioactive Cs studied by Cs DGT

Takumi Saito^{*1}, Masafumi Fukuoka², Kenso Fujiwara³

¹Nuclear Professional School, School of Engineering, The University of Tokyo

²Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo

³Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency

*Corresponding author: saito@n.t.u-tokyo.ac.jp

Environmental behaviors of radioactive Cs is crucial to predict long-term changes of its distribution in soil or river environments. It is known that Cs is selectively bound to micaceous minerals in nature and inert for chemical exchange reactions. Nevertheless, dynamics of labile fractions of Cs in a given environment if any must play an important role for its environmental behaviors, as it directly contributes to the mobility and bioavailability of Cs. In this study, we perform in-situ evaluation of the labile Cs in soil and aqueous environments of Fukushima Prefecture by diffusive gradients in thin films (DGT), which is a technique designed for the lability measurement of trace elements in nature. Two types of DGT devices, one for aqueous environments and the other for soil environments, were developed and their applicability for environments have been tested by laboratory experiments. With the developed devices we have revealed that the labile fractions of radioactive Cs in river environments exceeds the dissolved ones, suggesting that the desorption of Cs from suspended particles modulates its behaviors in river water. Meanwhile, in soils we have found that the distribution of the labile fraction of radioactive Cs is heterogeneous with particulate materials rich in labile Cs and that the proportion of the labile Cs in a soil column becomes large at the depth deeper than 5 cm from the surface.

Keywords: saito@n.t.u-tokyo.ac.jp

Cs 用 DGT デバイスを用いた放射性 Cs の環境動態評価

斉藤拓巳^{*1}、福岡将史²、藤原健壮³

¹東京大学大学院工学系研究科原子力専攻

²東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻

³日本原子力研究開発機構福島環境安全センター

*責任著者:E-Mail を記入してください

森林や河川環境中での放射性 Cs の分布の変化を予測するためには、Cs の環境動態の理解が不可欠である。Cs は雲母様鉱物に選択的に吸着することが知られているが、その移行性、生物学的利用能は、このうち、液相中の共存陽イオンと容易に交換可能な成分(置換活性成分)の脱離挙動によって支配される。本研究では、微量金属イオンの置換活性な成分をサンプリングする装置である Diffusive gradients in thin films (DGT)を用いて、福島県内の水環境、土壌環境中の ¹³⁷Cs 置換活性成分をその場評価した。研究では、まず、水環境と土壌用の Cs DGT デバイスを構築し、その環境適用性を評価した。その後、福島県の河川水、および、土壌環境に適用した。河川への適用結果から、¹³⁷Cs 置換活性成分が溶存濃度を超え、¹³⁷Cs の動態が懸濁物質からの脱離によって規定されていることを明らかにした。また、土壌環境への適用結果から、¹³⁷Cs 置換活性成分が不均質に分布しており、置換活性成分を豊富に含む粒子状の土壌成分が存在することが分かった。また、深さ 5 cm 以深で、置換活性成分の割合が増加することも明らかになった。

キーワード：放射性セシウム、森林土壌、河川、動態、DGT

Evaluation of sorption condition of polyvalent metal ions by multidimensional spectroscopic approach

Takayuki Sasaki^{*1}, Taishi Kobayashi¹, Kenso Fujiwara², Terumi Dohi², Kazuki Iijima²

¹ Department of Nuclear Engineering, Kyoto University

² Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency

*Corresponding author: sasaki.takayuki.2a@kyoto-u.ac.jp

Development of more reliable sorption reaction model is essential for estimating a behavior of radionuclide migration in the environment, which contributes to the safety assessment of waste disposal of contaminated soil and wastes. Observation by various spectroscopic methods is helpful to understand a chemical condition of metal ions sorbed on soil and host rock surface. The TEM-EELS and TEM-EDS methods were used in the present study. These have been applied to lighter elements, while very few studies for heavier metals. Therefore, Eu and Zr as analogs of tri- and tetravalent actinides were examined. After attaching powder samples Eu_2O_3 , ZrO_2 (oxide), and $\text{Zr}(\text{acac})_4$ (acetyl-acetone complex) on a copper grid, a thin layer of carbon was deposited to prevent charge-up. No peak except 'zero loss' in the spectrum was obtained for Eu oxide, since the particle size was too large and the electron transmission in the sample might be suppressed. Meanwhile, Zr oxide was a nanoparticle, so peaks for Zr and O were observed in the TEM-EDS spectrum, and the lattice image showed a ZrO_2 single crystal. The EDS peaks of $\text{Zr}(\text{acac})_4$ were clearly observed, and also small sharp peaks in EELS were observed at the edges of Zr and O. Thus, the thinness of the sample was indispensable to obtain a better quality of spectrum.

Keywords: TEM-EELS method, sorption condition, rare earth element, zirconium

多面的な分光学的手法による多価金属イオンの収着状態評価

佐々木 隆之^{*1}、小林 大志¹、藤原 健壮²、土肥 輝美²、飯島 和毅²

¹ 京都大学大学院工学研究科

² 日本原子力研究開発機構福島環境安全センター

*責任著者: sasaki.takayuki.2a@kyoto-u.ac.jp

汚染土壌や事故廃棄物の処分安全評価に資する放射性核種の地中移行挙動を検討するには、収着反応モデル構築のための知見の蓄積が重要である。試料表面の収着元素の状態把握には、種々の分光学的手法による観察が有効である。本年度着目した TEM-EELS 法および TEM-EDS 法は、元素の配位環境に関する局所情報を得ることができ、軽元素の感度が高いが、重元素での検討例は殆ど無い。そこで 3・4 価アクチノイドのアナログとしての Eu および Zr を用いて、その適用可能性を検討した。粉末試料 Eu_2O_3 および ZrO_2 (酸化物)、 $\text{Zr}(\text{acac})_4$ (アセチルアセトン錯体) を銅製グリッドに付着させた後、チャージアップおよび飛散防止のためにカーボン蒸着した。Eu 酸化物の損失スペクトルには、ゼロロス以外のピークが得られなかった。粒子サイズが大きく、また Eu の損失エネルギーが 1100eV と大きく、電子の透過が制限されたと推測される。Zr 酸化物は 100nm 以下のナノパウダーである。TEM-EDS スペクトルには Zr、O ピークが見られ、格子像において ZrO_2 単結晶が観察された。一方、EELS スペクトルには 290eV に Zr のなだらかなエッジが確認されたが、O の K-edge は見られなかった。 $\text{Zr}(\text{acac})_4$ では明瞭な EDS ピークが得られ、EELS においても Zr、O の edge に小さいシャープなピークが観測された。以上より、良好なスペクトルを得るには試料厚みの調整が重要であることが示唆された。

キーワード: TEM-EELS 法、収着状態分析、希土類元素、ジルコニウム

Analysis of effects of radioactive particles on crop cultivation

Naoto Nihei^{*1}, Kazuya Yoshimura²

¹ Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

² Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency

*Corresponding Author : anaoto@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

To safely cultivate agricultural products in radiocesium-deposited areas, decontamination works have been carried out for agricultural fields. However, they have not been completed in the areas. Some of the deposited radiocesium have been in the ground surface and are continuously released into the atmosphere. Therefore, it is important to assess the radioactive deposition on plants. The purpose of this study was to assess the radiocesium deposition on crops caused by the resuspended matter. Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) as tested crop was cultivated in pots, and the pots were arranged 30 and 120 cm above the ground surface. Pots were set in the site of Okuma Town and Tomioka Town. In addition, water in a container was set beside the pot to evaluate the amount of radiocesium in atmospheric fallout. The radiocesium concentration of Komatsuna, 4–57 Bq/kg (dry weight), and fallout, 15-370 Bq / m², fluctuated seasonally at the same place. It suggests that the factors involved in the change were meteorological. The radiocesium concentration of Komatsuna washed with water after harvest was predominantly lower than in the un-washed plants. Furthermore, Komatsuna cultivated at 30 cm above the ground tended to have a higher radiocesium concentration than cultivated at 120 cm. Therefore, it can be posited that radiocesium detected in Komatsuna was present because of the adhesion of floating matter from the ground surface.

Keywords: Radiocesium, resuspended matter, crop

放射性微粒子の作物栽培への影響解析

二瓶直登^{*1}、吉村和也²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科

² 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

*責任者 : anaoto@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

放射性セシウム (Cs) が沈着した地域で安全に農業生産するために、除染作業が行われている。しかし、全ての地域で除染が実施されていないため、地面に降下した放射性 Cs が継続的に再浮遊している。そのため、再浮遊した放射性セシウムの作物への影響を評価することは重要であるが、これまでにほとんど報告がない。本課題の目的は、再浮遊した放射性 Cs が作物にどの程度沈着するか、またその要因を検討した。供試作物としてコマツナを用い、大熊町、富岡町でコマツナを地際から 30cm、120cm に設置したポットで栽培した。併せて大気降下物中の放射性 Cs 量を評価するためポット脇に容器に入れた水も設置した。コマツナ地上部の放射性 Cs 濃度は 4-57 Bq/kg (乾物重)、降下物は 15-370 Bq / m² であった。コマツナ、水盤の値は同場所においても季節により変動し、変動要因については気象が関与していることが示唆された。

収穫後水洗浄したコマツナの放射性 Cs 濃度は洗浄前に比べて低下した。更に、地際 30cm で栽培したコマツナの放射性 Cs 濃度は 120cm で栽培したコマツナに比べて高く、コマツナで検出された放射性 Cs は地表面からの浮遊物の付着であると想定される。

キーワード : 放射性 Cs、浮遊物、作物

Study on supply process of radioactive cesium from Uda River / Matsukawa-Ura to the ocean

Daisuke Tsumune^{*1}, Hikaru Miura¹, Seiji Hayashi², Hideki Tsuji², Yasunori Hamajima³, Michio Aoyama³

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

²Fukushima Branch, National Institute for Environmental Studies

³Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

³Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, Tsukuba University

*Corresponding author: tsumune@criepi.denken.or.jp

Radiocesium deposited on land due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, continues to be discharged to the ocean through rivers. It was difficult to detect the effects of river discharge of dissolved radiocesium in the ocean because the effects of direct release from the site were still dominant. The results of the regional ocean model considering direct release were underestimated offshore blackish lake, Matsukawa-Ura. The dissolved radiocesium concentrations in the Uda River and the ocean were almost the same, and those in Matsukawa-Ura were several times higher. In other words, the effect of the supply of dissolved radioactive cesium from Matsukawa-Ura to the ocean was detectable. The bottom sediment of Matsukawa-Ura was contaminated by the impact of high contaminated seawater at the beginning of the accident, and the concentration of dissolved radiocesium in pore water is still high. It is hypothesized that dissolved radioactive cesium in pore water is supplied to Matsukawa-Ura by tide. Water samples were corrected to measure the concentration of dissolved radioactive cesium at the time of rising and falling tides. The dissolved radiocesium concentrations are higher than the one in Uda River and ocean, and did not change with tide. The change of suspended radioactive cesium concentration from Uda River to Matsukawa-Ura was smaller than the increase of dissolved radiocesium concentration in Matsukawa-Ura. Therefore, it was suggested that the rise of dissolved radioactive cesium concentration in Matsukawa-Ura was not due to the suspended matter supplied from Uda River, but to the sediment.

Keywords: Dissolved radiocesium, Brackish lake, River discharge, Direct release, Regional ocean model

宇多川・松川浦から海洋への放射性セシウムの供給過程の解明

津旨 大輔^{*1}、三浦 輝¹、林 誠二²、辻 英樹²、浜島 靖典³、青山 道夫⁴

¹一般財団法人電力中央研究所

²国立環境研究所福島支部

³金沢大学環日本海域環境研究センター

⁴筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

*責任著者: tsumune@criepi.denken.or.jp

福島第一原発事故によって陸域へ降下した放射性セシウムは河川を通じて海洋へ供給され続けている。海洋においては、原発敷地から継続している直接漏洩の影響が支配的であるため、河川供給の影響の検出が困難であった。宇多川と汽水湖である松川浦の前面海域において、直接漏洩を考慮した領域海洋モデルの結果は過小評価となっていた。宇多川と海洋の溶存放射性セシウム濃度はほぼ同じで、松川浦の濃度はそれらに比べて数倍高かった。つまり松川浦から海洋への溶存放射性セシウムの供給の影響が見られる。松川浦は事故初期の高濃度汚染水の到達の影響によって湖底が汚染されており、間隙水中の溶存放射性セシウム濃度は高い。潮汐によって、間隙水中の溶存放射性セシウムが松川浦に供給されるという仮説が考えられる。松川浦において、潮汐の上げ潮時と下げ潮時に採水を行い、溶存態および懸濁態放射性セシウム濃度を測定した。松川浦の溶存態放射性セシウム濃度は宇田川と海洋よりも高かったが、潮汐による変化はなかった。また宇多川から松川浦にかけての懸濁態放射性セシウム濃度の変化は、松川浦における溶存放射性セシウム濃度の上昇量よりも小さかった。従って、松川浦における溶存放射性セシウム濃度の上昇は、河川から供給される懸濁態の影響ではなく、堆積物の影響によるものと示唆された。

キーワード: 溶存放射性セシウム、汽水湖、河川供給、直接漏洩、領域海洋モデル

Population genetic structure of Asian black bear in Fukushima prefecture

Yui Nemoto*¹, Rie Saito¹, Reiko Kumada¹, Natsuko Kondo², Yoshiki Morimitsu³, Masanori Tamaoki²

¹Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation

²National Institute for Environmental Studies

³University of Hyogo, Wildlife Management Research Center, Hyogo

*Corresponding author: nemoto_yui_01@pref.fukushima.lg.jp

Radionuclides were detected from the body of Asian black bear in Fukushima prefecture after TEPCO Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident. Large individual variation of radionuclide concentration in the same bear population was reported, and the migration between habitats was assumed as a reason why it. To show the migration of Asian black bear in Fukushima prefecture, we focused on population genetic structure of that bear population using DNA from the bears that was sampled for measurement of radionuclide concentration of the species. We extracted genomic DNA from 172 bears captured in Fukushima prefecture and 10 bears in Hyogo prefecture to estimate clear population genetic structure of the bears in Fukushima prefecture. Then, we analyzed population genetic structure of the bear population using these DNA samples.

Keywords: Asiatic black bear, *Ursus thibetanus*, Fukushima, DNA, population genetic structure

遺伝子を用いた福島県におけるツキノワグマの地域間移出入の解明と放射性核種汚染の関係

根本 唯*¹、斎藤 梨絵¹、熊田 礼子¹、今藤 夏子²、森光 由樹³、玉置 雅紀²

¹福島県環境創造センター

²国立研究開発法人国立環境研究所

³兵庫県立大学自然・環境科学研究所/兵庫県森林動物研究センター

*責任著者:nemoto_yui_01@pref.fukushima.lg.jp

東京電力福島第一原子力発電所事故後、福島県内のツキノワグマ体内から放射性核種が検出されている。ツキノワグマにおける放射性核種濃度は、同じ地域で捕獲された個体間でも大きく異なることが知られており、その原因の一つとして、捕獲された個体が、捕獲地域とは放射性核種汚染の程度が異なる地域から移入してきた個体である可能性が考えられる。そこで本研究では福島県内でのツキノワグマの移出入状況を把握するために、これまで福島県において放射性核種濃度を測定してきた個体の遺伝情報を用いて、福島県のツキノワグマにおける遺伝的集団構造を明らかにすることを目的とした。福島県において捕獲したツキノワグマ 172 個体、および、福島県内における集団構造を明確にするため、交雑の可能性が少ない兵庫県のツキノワグマ 10 個体からゲノム DNA を抽出した。これらの DNA を使用し集団構造を分析した。

キーワード：ツキノワグマ、*Ursus thibetanus*、福島県、遺伝子、集団構造