

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03383

研究課題名(和文) 生物硬組織を指標とした原発事故直後の河川水中の生物利用性Cs-137の復元

研究課題名(英文) Reconstruction of bioavailable Cs-137 activity concentration just after the FDNPP accident using hard tissues memory as a proxy

研究代表者

田副 博文(Tazoe, Hirofumi)

弘前大学・被ばく医療総合研究所・准教授

研究者番号：60447381

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：福島第一原発事故直後の過渡期には、放射性核種の河川生態系への移行プロセスはその後の変遷と比べ量・質共に桁違いに大きく、多大なる影響を及ぼす。事故直後1ヶ月間で生物利用性の高い溶存態・移行性粒子態Cs-137が河川環境中でのどのように変遷していたかを明らかにするため、カワシンジュガイの貝殻を用いた復元を試みた。その結果、震災後の1カ月の期間内にSr-90およびI-129とともに震災前に対して500倍以上の濃度増加があった。また5月以降に比べても10倍以上の濃度増加に相当し、事故直後の過渡期に水溶性および有機体成分として多くの放射性Csが河川へと流入したことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

河川環境下で生息する生物にとって、河川水から溶存態として直接的に、あるいは移行性の高い有機態から食物網を通じて間接的に生体内へ取り込まれる放射性セシウムの動態に関する事故直後の情報が欠損している。事故直後の放射性セシウムの変遷は、詳細観測開始後の数か月から数年単位の変動から遡って予測されたものであり、過渡的な特性を反映させることは困難である。事故直後の動態を解明することで、今後、原子力関連施設での事故が再発してしまった際にも、河川環境に生息する生物への影響評価、さらには災害時の飲用水確保の対策としても有益な知見を与える。

研究成果の概要(英文)：During the transitional period immediately after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, the transfer process of radionuclides to the river ecosystem is orders of magnitude larger than the subsequent state, and has a tremendous impact on biota. In order to clarify how the highly bioavailable dissolved and mobile particle-form Cs-137 changed in the river environment during the first month immediately after the accident, we attempted to reconstruct the river environment using the shells of the Japanese mussel. The results showed that within one month after the earthquake, the concentrations of both Sr-90 and I-129 increased more than 500-fold compared to the pre-earthquake levels. The results also indicate that a large amount of radioactive Cs flowed into the river as water-soluble and organic components during the transitional period immediately after the accident.

研究分野：分析化学

キーワード：セシウム 河川 ストロンチウム-90 ヨウ素-129

## 1. 研究開始当初の背景

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い、原子炉内から放出された放射性セシウム( $^{137}\text{Cs}$ )の約20%に相当する $2\sim 2.9 \times 10^{15}$ ベクレル(PBq)が福島県を中心とした陸域に沈着した[1]。森林の植物表面や土壌表層のリター層(未分解の落ち葉・枝・樹皮など)へと沈着した放射性セシウムは、徐々に移行性の低い鉱物粒子へと捕獲され、不溶性粒子態となる。ここまでの過渡期には、溶存態や有機物と弱く結合した移行性の $^{137}\text{Cs}$ が多く、地下水や河川水にも高い割合で存在していたと考えられる。陸域へ沈着した $^{137}\text{Cs}$ の一部は河川を通じて輸送され、汚染度の低かった下流地域や海洋へと輸送されている。増水時の粒子態成分が $^{137}\text{Cs}$ 流出の支配的要因であり、溶存態成分としての寄与は少ないことが報告されている[2-4]。しかし、河川環境下で生息する生物にとって、不溶性の高い土壌粒子に結合した $^{137}\text{Cs}$ よりも極めて重要な河川水から溶存態として直接的に、あるいは移行性の高い有機態から食物網を通じて間接的に生体内へ取り込まれる $^{137}\text{Cs}$ の動態に関する事故直後の情報が欠損している。

2011年3月・4月期は、野外調査のための人員・資材の確保などを十分とは言えない状況であり、詳細な形態別の調査は実施されていなかった。そのため、震災直後からの連続的な河川水試料はもはや入手不可能となってしまった。過去の事例として旧ソビエト連邦時代のチェルノブイリ原発事故時ではさらに情報が不足している上に、日本の土壌よりも腐植物質を多く含み、鉱物粒子への取り込みが阻害されるなどの差異が報告されている。こうした状況から事故直後のセシウムの変遷は、詳細観測開始後の数か月から数年単位の変動から遡って予測されたものであり、過渡的な特性を反映させることは困難である。事故直後の動態を解明することで、今後、原子力関連施設での事故が再発してしまった際にも、河川環境に生息する生物への影響評価、さらには災害時の飲用水確保の対策としても有益な知見を与える。

## 2. 研究の目的

原発事故直後の過渡期には、現在とは異なる移行プロセスが優先していたと考えられる。この期間の放射性核種の沈着量や移行プロセスはその後の変遷と比べ量・質共に桁違いに大きく、多大なる影響を及ぼす。データ空白期間を生物試料から再現することは、フィールドベースの観測的手法では得られない独自性の高い知見となり、放射性核種の変動メカニズムの解明に革新的な知見を与え得る。東日本大震災のように地震や津波などとの複合災害にはライフラインが寸断され、飲用水や食料の確保が重要となる。こうした対策にも重要な知見を提供することとなる。移行性セシウムの精密な再評価を行い、存在形態に関する知見を蓄積することが今後の原子力災害の対策にとっても極めて有益である。事故直後1ヶ月間で生物利用性の高い溶存態・移行性粒子態 $^{137}\text{Cs}$ が河川環境中でのどのように変遷していたかを明らかにする。

## 3. 研究の方法

河川水および懸濁粒子からカワシジユガイへの移行を調査するため、河川における存在形態についても調査を実施した。また、異なる生物種への移行についても評価するため、ヤマメを採捕し、2012年から2016年の5年間の経年変化を調査した。

過去の河川水中の放射性核種の変遷を記録した媒体に淡水に生息する二枚貝の貝殻を用いる。二枚貝の殻は付加成長をするため、その殻に含まれる放射性核種を成長方向に沿って分析する事で、環境中の放射性核種の濃度を過去にさかのぼって経時的に復元する事が可能である。対象河川とする福島県請戸川には10年以上の生きたカワシジユガイが生息しており、震災以前から現在までのすべての情報を取得することができ、現在の $^{137}\text{Cs}$ 濃度との比較による妥当性の評価も容易である。2013年5月に阿掛地区で採取したカワシジユガイを分析に用いた。貝殻には $^{137}\text{Cs}$ だけでなく、福島第一原発由来の長半減期放射性核種 $^{90}\text{Sr}$ や $^{129}\text{I}$ の情報も保存されており、同一試料を分析に用いる。

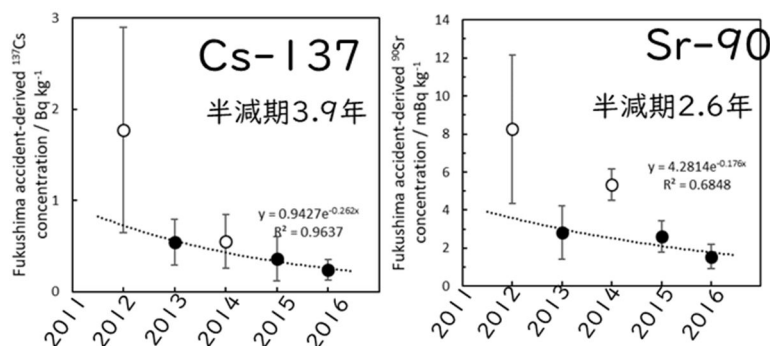
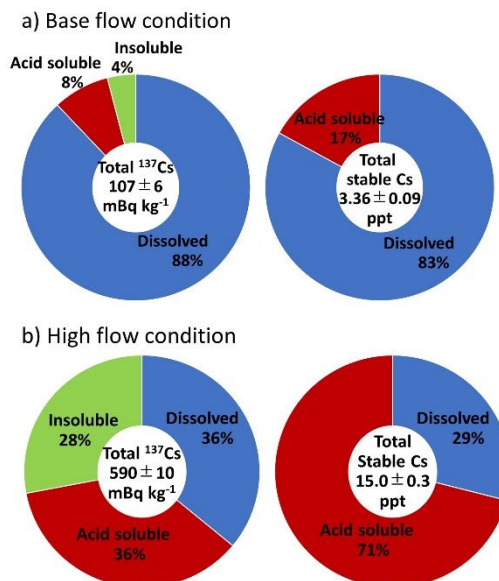
## 4. 研究成果

河川水に関する先行研究より、放射性セシウムの流出フラックスは、台風など増水時のイベントが主要な要因であることが報告されている。一方で、河川生物への取込は平水時の濃度レベルおよび存在形態が重要である可能性が考えられる。弘前大学にて保管している2012年から2015年の請戸川の河川水試料についてICP質量分析計による元素分析を実施したところ、Na、Ca、Mgに加え、Sr、Baなどの微量元素濃度に顕著な季節変動がないことが確認された。カワシジユガイの貝殻を季節ごとに切削し、Sr/Ca濃度比および $^{90}\text{Sr}$ 変動の分析結果には優位な季節変動が示されており、カワシジユガイの生理作用によって取込の効率に変化が生じていることを示している。これらの結果は春先に生じた福島第一原子力発電所事故による淡水中の放射性核種濃度の履歴を復元する上で考慮すべき課題となった。

ICP質量分析法による一斉分析法を確立し、河川水・生物試料に対して安定同位体の分析も実施したところ放射性核種、安定核種に共通する傾向であり、河川生態系における動態が一致していることを示している。さらにCsについては増水時に粒子態成分が増加することが確認された。

さらに粒子成分内の逐次抽出により酸可溶態と不溶態に分画したところ、平水時にも酸可溶態 Cs が多く存在することが示された。放射性 Cs の環境動態研究では、増水時の流出が年間フラックスに対して重要であることが指摘されているが、河川の生物相への移行を考慮する際には平常時の酸可溶態 Cs が重要となる。これはろ過食性であるカワシジユガイや付着藻類を摂餌する植物食水生昆虫に対して直接的な影響を及ぼしている。水溶性の高い Sr は、溶存態として存在しており、水位条件によらず、一定濃度であった。<sup>137</sup>Cs と <sup>90</sup>Sr が異なる移行過程を経て、水生生物へと取り込まれることを示唆している。

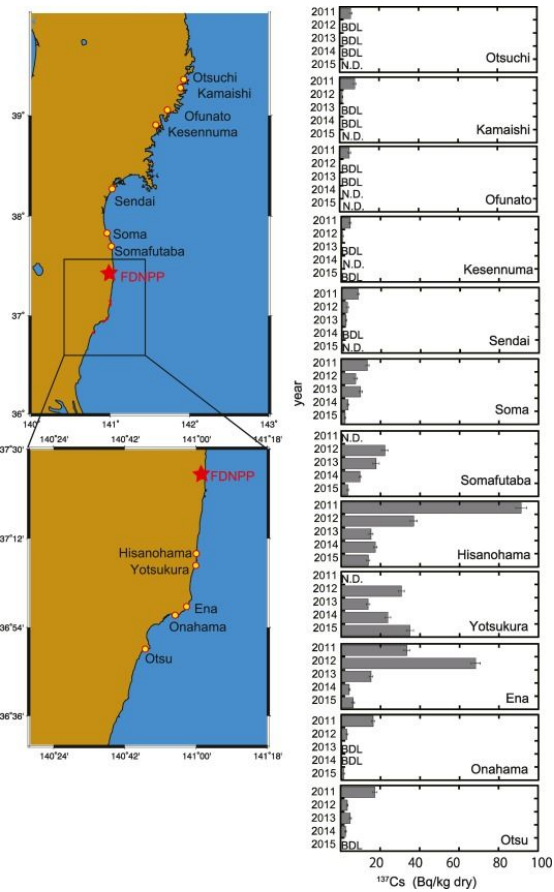
請戸川中流域で採捕されたヤマメの硬組織(骨部)中の<sup>137</sup>Cs および <sup>90</sup>Sr 濃度は、2012 年から 2016 年までのすべての個体において検出されており、震災前の値を大きく上回っていた。特に 2012 年から 2013 年にかけて大幅に減少しており、震災直後の急激な濃度変動が示唆された。2013 年以降は緩やかに減少し、<sup>137</sup>Cs で 3.9 年、<sup>90</sup>Sr は 2.6 年の実効半減期が得られた。この値は他の湖沼における報告値とおおむね一致していた。魚類の骨部への Cs および Sr の濃縮係数を決定する要因として、それぞれの同族元素である K、Ca 濃度の多寡が大きく影響することが知られている。研究対象地域である福島県の請戸川に加え、青森県弘前市の虹貝川を対照河川として安定元素および放射性核種分析を実施したところ、K および Ca 濃度には顕著な差が見られた。これに伴って放射性核種における河川水 生体間の濃縮係数に差が見られた。K 濃度および Ca 濃度が高い虹貝川(青森)では<sup>137</sup>Cs、<sup>90</sup>Sr とともに濃縮係数が請戸川(福島)に比べ高い傾向を示した。また、これらの結果は Cs および Sr の安定同位体についても同様であった。一方で、ことが観察された。



請戸川で採取した淡水性二枚貝の貝殻の成長輪に保存された放射性核種の分析から原発事故直後の濃度変動や存在状態を明らかにするため、難分析放射性核種 <sup>90</sup>Sr の分析法開発および微量元素の分析を実施した。2016 年に浪江町請戸川にて採取したカワシジユガイおよび河川水試料の放射性核種および元素分析を実施した。貝殻中に保持された放射性 Sr は 2011 年以降も極めて低濃度ながらも検出されている。さらに夏季に放射性 Sr 濃度が低く、冬季に高いという季節変動があることが確認された。<sup>137</sup>Cs は低濃度であるため通常の実験環境下では検出下限値以下であり、定量には地下実験施設などの低バックグラウンド線測定施設での測定が必要である。一方で貝殻内面の有機物層(殻皮)に貝殻全体の 44%から 76%に相当する<sup>137</sup>Cs が蓄積しており、高濃度に濃縮されていることがわかった。河川水中での有機物との親和性や藻類による濃縮過程に着目することが重要であり、水中の酸可溶態<sup>137</sup>Cs が移行に重要な役割を担っていると考えられる。また、付着藻類の濃縮係数が約 3000 と極めて高いとの結果も得られており、陸上からの昆虫類や落葉による供給だけでなく、河川水中での溶存態<sup>137</sup>Cs からの濃縮を再評価することが重要となる。河川生態系を食物連鎖を通じて重要な役割を果たしていると考えられる。特にカワシジユガイのように水中の有機物を水管から取り入れるろ過食者にとっての汚染経路を考えるためには水中での存在形態を理解することが重要となる。

東北太平洋沿岸で採取したムール貝中の<sup>137</sup>Csは、2011年のサンプルで検出されたが、2012年以降、仙台北部の地域のサンプルでは検出されませんでした。福島地域の多くのサイトでは、2012年から2015年まで<sup>137</sup>Csが検出された。<sup>137</sup>Cs濃度の変動は、海水中の浮遊粒子中の<sup>137</sup>Cs濃度を反映しているようであり、土壌堆積物の流入と海底堆積物の再懸濁があったことを示唆していた。また、河口に近い採取点では高い濃度が観測されており、陸上に沈着した高線量粒子が河川を通じて、沿岸環境の生物種に影響している可能性が示唆された。これらの結果は、付着性の二枚貝を用いた環境放射能モニタリングの有用性を示す結果となった。

水中の<sup>90</sup>Sr濃度および安定Sr濃度は季節や河川水量による変化が極めて少なく、溶存成分の指標として優れている。一方で、Csについては平水時には8%以下ではあるものの有機物と結合している化学形として存在していることが明らかになった。これは有機物と親和性の高いヨウ素同位体と類似している可能性が高く、貝殻中の分析を行った。その結果、震災後の1カ月の期間内に<sup>90</sup>Srおよび<sup>129</sup>Iともに震災前に対して500倍以上の濃度増加があった。また5月以降に比べても10倍以上の濃度増加に相当し、事故直後の過渡期に水溶性および有機体成分として多くの放射性Csが河川へと流入したことを示す結果となった。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hegedus Miklos, Tazoe Hirofumi, Yang Guosheng, Tamakuma Yuki, Hosoda Masahiro, Akata Naofumi, Tokonami Shinji	4. 巻 190
2. 論文標題 CAESIUM RETENTION CHARACTERISTICS OF KNIFC-PAN RESIN FROM RIVER WATER	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 320 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rpd/ncaa109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Zhao Liqiang, Tanaka Kentaro, Tazoe Hirofumi, Iizuka Tsuyoshi, Kubota Kaoru, Murakami-Sugihara Naoko, Shirai Kotaro	4. 巻 148
2. 論文標題 Determination of the geographical origin of marine mussels ( <i>Mytilus</i> spp.) using <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd ratios	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Marine Environmental Research	6. 最初と最後の頁 12 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marenvres.2019.05.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Tazoe Hirofumi, Yamagata Takeyasu, Tsujita Kazuki, Nagai Hisao, Obata Hajime, Tsumune Daisuke, Kanda Jota, Yamada Masatoshi	4. 巻 16
2. 論文標題 Observation of Dispersion in the Japanese Coastal Area of Released <sup>90</sup> Sr, <sup>134</sup> Cs, and <sup>137</sup> Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant to the Sea in 2013	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 4094 ~ 4094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph16214094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yang Guosheng, Rahman M. Safiur, Tazoe Hirofumi, Hu Jun, Shao Yang, Yamada Masatoshi	4. 巻 225
2. 論文標題 <sup>236</sup> U and radiocesium in river bank soil and river sediment in Fukushima Prefecture, after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 388 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.03.061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yang Guosheng, Hu Jun, Tsukada Hirofumi, Tazoe Hirofumi, Shao Yang, Yamada Masatoshi	4. 巻 250
2. 論文標題 Vertical distribution of 129I and radiocesium in forest soil collected near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant boundary	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 578 ~ 585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2019.04.053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shao Yang, Yang Guosheng, Tazoe Hirofumi, Ma Lingling, Yamada Masatoshi, Xu Diandou	4. 巻 192
2. 論文標題 A review of measurement methodologies and their applications to environmental 90Sr	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 321 ~ 333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2018.07.013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shao Yang, Yang Guosheng, Xu Diandou, Yamada Masatoshi, Tazoe Hirofumi, Luo Min, Cheng Hangxin, Yang Ke, Ma Lingling	4. 巻 197
2. 論文標題 First report on global fallout 236U and uranium atom ratios in soils from Hunan Province, China	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2018.11.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yang Guosheng, Rahman M. Safiur, Tazoe Hirofumi, Hu Jun, Shao Yang, Yamada Masatoshi	4. 巻 225
2. 論文標題 236U and radiocesium in river bank soil and river sediment in Fukushima Prefecture, after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 388 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.03.061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 田副 博文	4. 巻 31
2. 論文標題 キレート樹脂固相抽出法を用いた海水中の 難分析放射性核種ストロンチウム-90 の 新規分析法の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 海洋化学研究	6. 最初と最後の頁 45-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田副 博文	4. 巻 号外61
2. 論文標題 キレート樹脂固相抽出を用いた海水中90Sr新規分析法の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋	6. 最初と最後の頁 121-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirofumi Tazoe, Yuto Tomisaka, Naofumi Akata, Ben Russell, Peter Ivanov, Masahiro Hosoda, Shinji Tokonami	4. 巻 11
2. 論文標題 Rapid Chemical Separation Protocol for Optimized 90Sr Determination by ICP-MS in Water Samples for Radiological Incident	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Environment and Medicine	6. 最初と最後の頁 1758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.51083/radiatenvironmed.11.1_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Rahman M. Safiur, Mollah M. Mahtab Ali, Zaman M. Rakib-uz-, Jolly Yeasmin N., Akhter Shirin, Kabir M. Jamiul, Tazoe Hirofumi, Salam Sayed M. A.	4. 巻 232
2. 論文標題 Multipotential Trace Metal Concentrations in Soil Associated with the Ecological and Human Health Risk near the Rooppur Nuclear Power Plant, Pabna, Bangladesh	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Water, Air, & Soil Pollution	6. 最初と最後の頁 473-493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11270-021-05418-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tazoe Hirofumi, Amakawa Hiroshi, Suzuki Katsuhiko, Nishioka Jun, Hara Takuya, Obata Hajime	4. 巻 232
2. 論文標題 Determination of Nd isotopic composition in seawater using newly developed solid phase extraction and MC-ICP-MS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Talanta	6. 最初と最後の頁 122435 ~ 122435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.talanta.2021.122435	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kang Dong-Jin, Tazoe Hirofumi, Yamada Masatoshi	4. 巻 28
2. 論文標題 Effects of environmental conditions, low-level potassium, ethylenediaminetetraacetic acid, or combination treatment on radiocesium-137 decontamination in Napier grass	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 49602 ~ 49612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-021-14177-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shinonaga Taeko, G?ckel Katharina, Yamada Masatoshi, Gamo Toshitaka, Steier Peter, Christl Marcus, Wang Zhongtang, Czeslik Uta, Tazoe Hirofumi, Tschiersch Jochen	4. 巻 55
2. 論文標題 A record of $^{241}\text{Am}$ , $^{236}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$ , $^{134}\text{Cs}$ and $^{137}\text{Cs}$ in surface seawater and $^{241}\text{Am}$ in aerosols shortly after the FDNPP incident occurred	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 33 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0615	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Murakami-Sugihara Naoko, Shirai Kotaro, Tazoe Hirofumi, Mizukawa Kaoruko, Takada Hideshige, Yamagata Takeyasu, Otosaka Shigeyoshi, Ogawa Hiroshi	4. 巻 168
2. 論文標題 Spatiotemporal change of cesium-137 in the Pacific coast of Tohoku, Japan: The mussel watch approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 112413 ~ 112413
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2021.112413	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Miklos Hegedus , Thamaborn Ploykrathok , Yoshitaka Shiroma , Kazuki Iwaoka , Ryohei Yamada , Takakiyo Tsujiguchi , Masaru Yamaguchi , Takahito Suzuki , Koya Ogura , Yuki Tamakuma , Hirofumi Tazoe , Naofumi Akata , Masahiro Hosoda , Ikuo Kashiwakura , Shinji Tokonami	4. 巻 9
2. 論文標題 Environmental Monitoring of 134Cs and 137Cs Levels in Namie Town in 2018 and 2019	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Environment and Medicine	6. 最初と最後の頁 70-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 M. Hegedus, T. Ploykrathok, Y. Shiroma, K. Iwaoka, R. Yamada, T. Tsujiguchi, M. Yamaguchi, T. Suzuki, K. Ogura, Y. Tamakuma, H. Tazoe, N. Akata, I. Kashiwakura, S. Tokonami
2. 発表標題 The progress of environmental monitoring of 134Cs and 137Cs levels in Namie
3. 学会等名 第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 苅部甚一, 櫛井優志, 樽井美香, 中里亮治, 鈴木仁根, 加藤健一, 田副博文, 田中敦
2. 発表標題 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による陸水環境における汚染実態の把握
3. 学会等名 第28 回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田副博文
2. 発表標題 放射性ストロンチウム分析法の開発と福島原発事故後の環境試料への適用
3. 学会等名 海洋地球化学フォーラムIN富山
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田副博文, 三浦富智, 藤嶋洋平, 山田正俊
2. 発表標題 生物試料を指標とした福島県請戸川における放射性核種の経年変動
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田副博文, 天川裕史, 鈴木勝彦, 小畑元
2. 発表標題 新規固相抽出法およびMC-ICP-MS を用いた海水中Nd 同位体比分析の高度化
3. 学会等名 日本地球化学会年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tazoe
2. 発表標題 Development of analytical method for Sr-90 in seawater by using chelating resin solid phase extraction
3. 学会等名 2019 KIRAMS-Hirosaki University Joint Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tazoe
2. 発表標題 Reassessment of the status of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant based on the precise Sr-90 determination
3. 学会等名 2nd Workshop on Radiation Research and its relates issues 2019 (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tazoe, T. Hara, H. Obata, J. Nishioka
2. 発表標題 are Earth Elements (REEs) as Tracers of Oceanic Processes: New Insights into the Geochemical Mechanisms Behind Their Patterns and Profiles
3. 学会等名 Amarical Geophysical Unions Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田副 博文
2. 発表標題 キレート樹脂固相抽出法を用いた海水中の 難分析放射性核種ストロンチウム-90 の 新規分析法の開発
3. 学会等名 石橋雅義先生記念講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田副 博文
2. 発表標題 精密分析による化学トレーサーの探求と物質循環の研究
3. 学会等名 2021年度 東北分析化学賞 授賞講演 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirofumi Tazoe, Ryo Tachizaki, Yuto Tomisaka, Haruka Kuwata, Naofumi Akata
2. 発表標題 Dynamics of radioactive cesium in river environment in Ukedo River
3. 学会等名 International Symposium on the "Environmental Dynamics of Radionuclides and the Biological Effects of Low Dose-rate Radiation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田副 博文, 天川 裕史, 鈴木 勝彦, 西岡 純, 原 拓治, 小畑 元
2. 発表標題 新規固相抽出法およびMC-ICP-MSによる海水中Nd同位体比分析
3. 学会等名 第68回日本地球化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田副 博文, 富坂 侑斗, 赤田 尚史, 細田 正洋, 床次 眞司
2. 発表標題 原子力災害時に資する飲料水中の迅速ストロンチウム - 90 測定法の確立
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 柏倉幾雄, 細田正洋, 床次眞司, 三浦富智, 田副博文 他	4. 発行年 2020年
2. 出版社 弘前大学出版会	5. 総ページ数 170
3. 書名 知の散歩シリーズ2 福島に学ぶ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	永井 尚生  (Nagai Hisao)  (10155905)	日本大学・文理学部・教授   (32665)	山形氏に代わりヨウ素129分析の担当して平成31年度から研究分担者として参画したが、令和元年度に定年退職に伴い科研費申請資格を失効したため研究協力者へ変更した。

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三浦 富智  (Miura Tomisato)  (20261456)	弘前大学・被ばく医療総合研究所・教授    (11101)	
研究分担者	白井 厚太郎  (Shirai Kotaro)  (70463908)	東京大学・大気海洋研究所・准教授    (12601)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	山形 武靖  (Yamagata Takeyasu)  (00633554)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・助手    (12601)	本課題開始時は研究分担者として参画していたが、平成31年度より所属機関における専従業務へ変更になったため、研究協力者へ変更した。
研究協力者	永井 尚生  (Nagai Hisao)  (10155905)	日本大学・文理学部・教授    (32665)	山形氏に代わりヨウ素129分析の担当して平成31年度から研究分担者として参画したが、令和元年度に定年退職に伴い科研費申請資格を失効したため研究協力者へ変更した。

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関