

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04995

研究課題名(和文) 赤城大沼における放射性セシウムの特異性分析による動態解明

研究課題名(英文) Dynamics of radioactive cesium in Lake Onuma of Mt. Akagi by speciation analysis.

研究代表者

岡田 往子 (Okada, Yukiko)

東京都市大学・理工学部・准教授

研究者番号：60287860

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：赤城大沼湖水の放射性Csの汚染が遷延している原因を追究し、放射性Cs汚染の実態把握と将来予測を目的として、放射性Csと安定Csによる逐次抽出法や吸着実験、XAFS分析、XRD分析、SEM観察、ICP-MS分析などを用いたスペシエーション分析及び高密度現地モニタリングを中心に多角的に調査研究を継続した。

その結果、赤城大沼の底質は群馬県の他の湖沼と比べ放射性Csの吸着率が低く、脱離率が高かった。赤城大沼の特徴である夏期におこる湖水の停滞期が深水層で無酸素状態を引き起こし、放射性Csの再溶出を誘発する可能性が分かった。赤城大沼は自然湖であり閉鎖性の強いことで、放射性Csの溶出が顕著に観察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

内陸湖沼の放射性物質動態に関する知見は、決定的に不足している。内陸湖の汚染が遷延を考えるうえで、底質からの放射性Csの再溶解の寄与を考えざるを得ない。この寄与を考える上で、赤城大沼のような閉鎖的火山性湖沼は、攪乱が少なく比較的安定した生態系を維持していると考えられ、放射性Csの汚染機構の解明と将来予測のために適した対象である。従って、本研究の成果は、多くの陸水生態系の放射性Cs汚染の研究者の学際的な基礎となる情報を与えるものである。

研究成果の概要(英文)： In order to investigate the cause of the prolonged contamination of the lake water of Lake Onuma on Mt. Akagi with radioactive Cs, and to understand the actual situation of radioactive Cs contamination and to predict its future, we continued our multifaceted researches focusing on the sequential extraction method using radioactive Cs and stable Cs, adsorption experiments, speciation analysis using XAFS analysis, XRD analysis, SEM observation, ICP-MS analysis, and high-density field monitoring.

The results showed that the adsorption rate of radioactive Cs in the bottom sediment was lower and the desorption rate was higher than that in other lakes in Gunma Prefecture. It was found that the retention period of the lake water in summer, which is a characteristic of Lake Onuma, may cause anoxic conditions in the deep water, triggering the re-leaching of radioactive Cs. Because Lake Onuma is a natural lake and is strongly closed, the leaching of radioactive Cs was remarkably observed.

研究分野：放射化学、分析化学

キーワード：放射性Cs 内陸湖沼 赤城大沼 放射性Csの再溶出 スペシエーション分析 放射性Csの吸着 逐次抽出法 無酸素状態

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

H23年3月の福島第一原子力発電所の事故で大気とともに放射性物質は拡散した。群馬県赤城大沼では、同年8月に採捕したワカサギから当時の食品暫定規制値(500 Bq/kg)を越える640 Bq/kgの放射性Cs (^{134}Cs , ^{137}Cs) が検出された。群馬県赤城大沼では、その汚染が遷延した。湖水の放射性Cs濃度の継続的な測定値から、事故直後の湖水濃度を外挿し推定すると、湖底質中の放射性Cs総量推定量から、事故時に大気中から降下した放射性Csの約90%は湖底質に沈み、残りの10%が湖水に滞留したと推定された。湖水の放射性Csレベルは、H26年までの調査結果から図1に示すような収支モデルとなり、周辺からの放射性Csの流入量はほぼ無視でき、湖水中の放射性Cs量は流出量だけで説明できると考えてきたが、H27年以降、湖水の放射性Csレベルはほぼ一定となった。湖水の放射性Csレベルと強い相関を持つワカサギ中の放射性Csレベルもほぼ一定となった。放射性Csの環境動態の機構については、これまでの研究・調査から予想された機構とは異なっていた。本研究では、放射性Csと安定Csのスペシエーション分析(化学形態別分析)と高密度の現地モニタリングを検討する。

2. 研究の目的

課題(a): 事故時に大気中に放出された放射性Csが、可溶性の高い形態として存在していたとしても、土壌粒子などとの相互作用で90%が速やかに沈降した現象を説明する。

課題(b): 引用論文¹⁾などとは異なり、閉鎖的な生態系では土壌・底質からの放射性Csの再溶出が無視できないことを示している。これらの課題を解決するため、放射性Csと安定Csのスペシエーション分析を軸に以下の検討を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では放射性Csは ^{137}Cs に注目し、安定Csは ^{133}Cs を指している。

課題(a): 事故直後に90%の放射性Csが湖底質に分布するに至った原因

- (1) 逐次抽出法²⁾による土壌・底質中の放射性Csと安定Csのスペシエーション分析を行い、可溶態の割合、鉱物・生態系との結合状態などの違いを明確にする。
- (2) 土壌・底質中における高線量粒子が存在しているか、イメージングプレートと電子顕微鏡で確認する。
- (3) 湖水中の安定Csと放射性Csの濃度分布を調査し、同位体効果を評価する。

課題(b): H27年以降に湖水およびワカサギの放射性Cs濃度が一定となった原因

- (1) 底質中の放射性Csのスペシエーション分析や分配係数評価^{3,4)}を用い、還元条件下において、放射性Csの溶出を加速させる因子と考えられている Fe^{2+} や NH_4^+ の影響を明らかにする。
- (2) 現地モニタリングに関しては、放射性Cs濃度の多地点での集中的高密度モニタリング(季節変動、深さ方向分布等)を行うことにより、底質からの放射性Csの溶出量を明らかにし、評価する。
- (3) 安定Csと底質、土壌、火山灰などの吸着状態をX線吸収微細構造(XAFS法)分析、底質の中性子放射化分析法で微量元素分析を行うことで、無機元素及び有機元素由来の知見を得る。また、走査型電子顕微鏡を用い土壌粒子の観察する。

4. 研究成果

課題(a): 事故直後に90%の放射性Csが湖底質に分布するに至った原因

- (1) 逐次抽出法による土壌・底質中の放射性Csと安定Csのスペシエーション分析
 - ① 逐次抽出法による安定Csと放射性Csの化学形態別分析

覚満淵土壌(流入する河川の赤城大沼への河口周辺)及び湖心底質を逐次抽出法で分析した結果、覚満淵土壌は可溶態中の放射性 Cs の割合は徐々に減少し、難溶態が増加する傾向がある一方、安定 Cs の化学形態に経時変化が見られない。これは、原発事故により土壌に沈着した放射性 Cs と元々土壌に含まれている安定 Cs との違いを表している。一方、湖心底質では安定 Cs も放射性 Cs も化学形態の経時変化が見られなかった。

② 逐次抽出法による赤城大沼を含む群馬県の 4 湖沼底質中の放射性セシウムの化学形態別分析

4 湖沼底質(赤城大沼, 榛名湖, 近藤沼, 赤谷湖)の逐次抽出法による放射性 Cs の化学形態別分析により, 得られた各フラクション割合を図 1 に示す。どの湖沼の底質も放射性 Cs が難溶態(F5)で存在している。

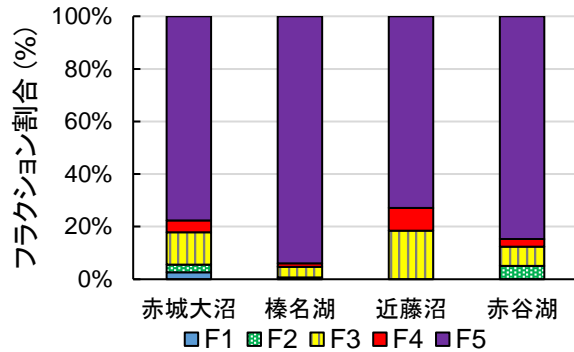


図 1 赤城大沼、榛名湖、近藤沼、赤谷湖の放射性 Cs の化学形態分析

放射性 Cs がケイ酸塩鉱物等の結晶中に強く保持され, 自然環境下では溶出する可能性は極めて低いと考えられる。また, 酸化物態(F3)の放射性 Cs は無酸素のような還元条件下では溶出挙動に変化が起きる可能性がある。赤城大沼及び赤谷湖の可溶態(F1+F2)は他の湖沼に比べ, 5%程度と多く存在していた。これらのことから, 赤城大沼及び赤谷湖の底質からは他の湖沼と比べて, 放射性 Cs が溶出しやすい状態で存在している可能性がある。

③ 赤城大沼を含む群馬県の 6 湖沼底質への放射性 Cs 吸脱着試験

6 湖沼底質(赤城大沼, 赤谷湖, 近藤沼, 榛名湖, 丹生湖, 神流湖)に放射性 Cs を添加し 1 時間攪拌後, 静置期間を 1 時間, 1 日, 2 日, 3 日を設け, その後の吸着率を図 2 に示す。いずれの湖沼も静置時間の長さによる吸着率の変化はなかった。

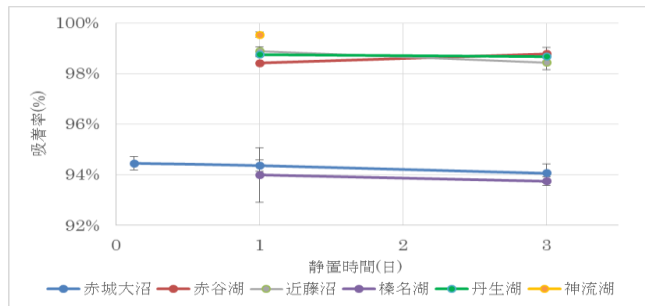


図 2 放射性 Cs の吸着率(添加後の静置時間別)

このことから, 比較的短時間で吸着平衡に達することが分かった。吸着率を比較すると, 赤城大沼と榛名湖は 94%程度に対し, 近藤沼, 赤谷湖, 神流湖は 99%程度と 5%程度の差があった。赤城大沼湖底質は放射性 Cs の吸着能力が低い。放射性 Cs の蒸留水への脱離実験を行った。脱離率では, 榛名湖が 2.5%, 赤城大沼が 1.5%, 丹生湖が 0.6%, 赤谷湖, 近藤沼が 0.3%であった。赤城大沼湖底質は榛名湖の次に放射性 Cs の保持能力が低いことが明らかになった。

(2) 土壌・底質中における高線量粒子が存在しているか, イメージングプレートと電子顕微鏡で確認

① イメージングプレート(IP)と電子顕微鏡による高線量粒子の確認

本研究では 2019 年から国立環境研究所の協力のもと, IP による高線量粒子の分取作業を行ってきたが, コロナ禍の影響で 2020 年は最後の詰めまで, 行うことができなかった。

(3) 湖水中の安定Csと放射性Csの濃度分布を調査し, 同位体効果を評価

① 湖水中の安定 Cs 濃度の季節変動と深度分布による溶存成分濃度との相関

湖水の安定 Cs 濃度は, 溶存態濃度(0.45 μm フィルター濾過試料)と全安定 Cs 濃度(無濾過

試料)とについて求めた。湖の成層期と循環期とで安定 Cs 濃度の深度プロファイルは異なり、成層期には深度で濃度に違いが生じるが、循環期には濃度差が小さくなる。成層期においては表層と低層とでは湖水中の安定 Cs の存在形態が大きく異なることは明らかである。

課題(b): H27 年以降に湖水およびワカサギの放射性 Cs 濃度が一定となった原因

(1) 底質中の放射性 Cs のスペシエーション分析や分配係数評価^{3,4)}を用い、還元条件下において、放射性 Cs の溶出を加速させる因子と考えられている Fe^{2+} や NH_4^+ の影響を明らかにする。

① 赤城大沼底質を用いた安定 Cs 吸着試験

共存イオン存在下における吸着平衡実験の結果から、アルカリ金属が共存する場合には、 Cs^+ に対して K^+ および NH_4^+ が大過剰に存在した場合に、底質への Cs^+ の吸着が大きく阻害されることが示された(図 3)。実際の赤城大沼の溶存 Cs 濃度に対する K^+ および NH_4^+ の量比からすれば、溶存セシウムは共存するイオン種によって底質への吸着を阻害される環境に置かれていると推察される。

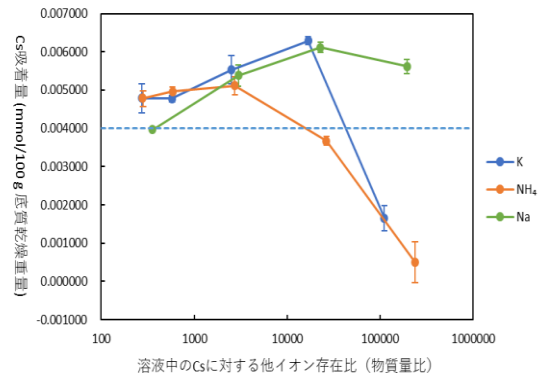


図 3 赤城大沼底質への 0.1 mg/L CsCl 水溶液の吸着実験の結果

② 赤城大沼底質と湖水間の分配係数実験

湖心でサンプリングした底質試料(表層から 0~4 cm)と赤城大沼に流入する湧水と超純水で分配実験を行った。底質の放射性 Cs 濃度が高いものほど分配係数の値も高くなる結果が得られた。これは溶出濃度がほぼ一定であることを示している。湧水と超純水の分配係数の比較から、分配係数はイオン強度に依存することがわかった。さらに Cs^+ とイオン半径が特に近い NH_4^+ を有する NH_4Cl を湧水および超純水に添加して分配実験を行った。湧水と超純水の両条件において NH_4Cl を添加しなかったときに比べ NH_4Cl を添加したときのほうが分配係数の値は小さくなった。このことにより NH_4^+ が水試料中に存在することにより放射性 Cs は溶出しやすくなることがわかる。

③ 湖底質とミリQ水、湖水による放射性 Cs の溶出実験

2017 年に採取した赤城大沼湖底堆積物を用いて、ミリ Q 水と湖水に対する放射性 Cs の溶出性をバッチ実験により検討した。その結果、溶出率は 1%未満であるが、堆積物の放射性 Cs 濃度が堆積物表層の深さ 0 - 5 cm で 1930~3100 Bq/kg と高いことから、溶出液の濃度は 0.34~2.96 Bq/L と高く、夏季の底層水の放射性セシウム濃度増加に寄与する可能性が考えられる。酢酸アンモニウムでの溶出実験では、6~12%の放射性 Cs が溶出し、イオン交換反応による夏季の成層期の底層水で溶存態の放射性 Cs の放射能濃度が増加することと調和的である。冬季間の湖沼表面に生じる結氷で深水層が無酸素状態になり、有機物の分解で窒素、リン、微量元素元素等の溶出の可能性が考えられる。2021 年 2 月に赤城大沼最深部の深水層水にアンモニウムイオン、2 価鉄の存在を確認した。夏期同様に冬季でも深水層の懸濁粒子、あるいは、底質からアンモニウムイオンとの交換反応により放射性 Cs の溶出が起こる可能性を示唆している。

(2) 現地モニタリングに関しては、放射性 Cs 濃度の多地点での集中的高密度モニタリング (季節変動、深さ方向分布等)を行うことにより、底質からの放射性 Cs の溶出量を明らかにし、評価する。

① 湖水深水層の放射性 Cs の濃度分布と生息するワカサギの放射性 Cs 濃度

夏季の成層期(8月)に深水層水を深さ 1 m ごとに採取し、放射性 Cs 濃度を測定した結果、深

水層内でも深くなるにつれて放射性 Cs 濃度が上昇することを確認した。

② 流入河川(利根川)の放射性 Cs の調査

赤城大沼の流出河川が流入する利根川上流での放射性 Cs (Cs-134, Cs-137) の移行動態の調査は 3 ヶ月に 1 回の定期観測とともに、雪解け期間に 3 回、降雨後の観測を 3 回実施した。降雨時には放射性 Cs の放射能濃度が最大で 411 mBq/L まで増加し、粒子態放射性セシウムも流出が継続して起こっていることを示している。

(3) 安定 Cs と底質、土壌、火山灰などの吸着状態を X 線吸収微細構造 (XAFS 法) 分析、底質の中性子放射化分析法で微量元素分析を行うことで、無機元素及び有機元素由来の知見を得る。また、走査型電子顕微鏡を用い土壌粒子の観察する。

① 赤城大沼を含む群馬県の 12 湖沼底質中のセシウム錯体構造解析

12 湖沼底質(赤城大沼, 榛名湖, バラキ湖, 丹生湖, 鳴沢湖, 近藤沼, 碓氷湖, 赤谷湖, 草木湖, 奥利根湖, 梅田湖, 神流湖)に安定 Cs を吸着させた試料の X 線吸収微細構造 (XAFS) 分析を行った。配位数から赤城大沼は, Cs が配位しにくい底質である。第一近傍と第二近傍の配位数比をとると, 赤城大沼は最も大きい値である 0.92 を示した。これは水和物由来の酸素と配位している Cs の割合が多いことを意味する。即ち, 赤城大沼湖底質中は他の湖沼より容易に溶脱しやすい状態で存在していることが示された。赤城大沼の底質から湖水への放射性 Cs の再溶出に関わっている可能性が示唆された。

② 赤城大沼を含む群馬県の 12 湖沼底質の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察, X線回折法 (XRD 分析), 中性子放射化分析法 (INAA) による分析

12 湖沼の SEM 観察の結果, 赤城大沼, 榛名湖とバラキ湖, 丹生湖, 鳴沢湖, 近藤沼はプランクトンの殻が観察されたが, ダム湖の碓氷湖, 神流湖, 奥利根湖, 草木湖, 梅田湖, 赤谷湖は少なく, 鉱物由来や土壌成分のようなものが観察され, XRD 分析でも, 粘土鉱物のピークが観察されたが, 赤城大沼底質からは, 粘土鉱物は検出されなかった。赤城大沼底質と赤城大沼に棲息する植物プランクトンを INAA で元素分析をした結果, 類似した組成を示した。これらのことから, 赤城大沼底質は植物プランクトンの殻の割合が多いことが示唆された。

以上の結果より, 今回の研究調査で赤城大沼の放射性 Cs 濃度の遷延は湖底質からの再溶出の影響があると結論付けた。赤城大沼のような閉鎖的火山性湖沼は, 攪乱が少なく比較的安定した生態系を維持しているため, 放射性 Cs の汚染の遷延が自然で観察されたと考える。今後もさらなる放射性 Cs の汚染機構の解明と将来予測のために調査を継続することが必要である。

<文献>

1. T. Saito et al., *J. Environ. Radioact.*, 2014, **138**, 11.
2. A. Tessier et al., *Anal. Chem.*, 1979, **51**, 844.
3. 内田滋夫(1995) 分配係数の測定法及び利用法, JAERI-Review, 95-009
4. H. Arai et al, Proceedings of the 15th Workshop on Environmental, Radioactivity, 187-193 (2015).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 渡辺峻、鈴木究真、新井肇、久下敏宏、角田欣一、森勝伸、野原精一、薬袋佳孝、岡田往子、長尾誠也	4. 巻 1
2. 論文標題 赤城大沼におけるワカサギの放射性Cs濃度下げ止まり要因の究明に向けて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 20th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, Tsukuba, Japan	6. 最初と最後の頁 84 - 89
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 -
1. 著者名 Sakura Yoshii, Masanobu Mori*, Daisuke Kozaki, Takayuki Hosokawa, Hideyuki Itabashi	4. 巻 35
2. 論文標題 Utilization of Anion-exchange Guard Column as an Ion Chromatographic Column of Anions Including Application to Simultaneous Separation of Anions and Cations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1117-1122
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2116/analsci.19P146	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 Meichao Zhao, Haruka Shinozaki, Hideyuki Itabashi, Daisuke Kozaki, Masanobu Mori	4. 巻 35
2. 論文標題 Dynamic four-step sequential extraction procedure using a four-channel circulating flow system for extracting Cd, Cu, Pb, and Zn from solid environmental samples	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1089 - 1096
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2116/analsci.19P077	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 Xiaotong Sun, Shizusa Kobayashi, Ai Tokume, Hideyuki Itabashi, Masanobu Mori	4. 巻 202
2. 論文標題 Enhanced radiocesium uptake by rice with fermented bark and ammonium salt amendments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 1117-1122
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvrad.2019.02.008	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 Kazuhiro Tanaka, Masanobu Mori	4. 巻 37
2. 論文標題 Milestone Studies on Ion-exclusion Chromatography of Ionic and Nonionic Substances Utilizing Multifunctional Separation Mechanism of Ion-exchange Resins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 93-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20SAR06	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 Nobuhiro Wada, Gao Di, Hideyuki Itabashi, Masanobu Mori et.al.	4. 巻 36
2. 論文標題 Variations in Cadmium Concentrations in Rice and Oxidation-reduction Potential at the Soil Surface with Supplementation of Fermented Botanical Waste-based Amendment in Large-scale Farmland	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 531-538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19SBP01	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 Masanobu Mori, Satoshi Honda, Daisuke Kozaki	4. 巻 36
2. 論文標題 Selective Recovery of Copper() from Incineration Ash Produced from aMunicipal Waste Incineration Facility Using aFlow-through Type Electrolysis Method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 611-615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19SBN01	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 -

〔学会発表〕 計19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 宮坂将平、長尾誠也、落合伸也、鈴木究真、渡辺峻、新井肇、森勝伸
2. 発表標題 群馬県山岳湖沼における福島原発事故由来放射性セシウムの体積評価
3. 学会等名 2018日本放射化学会年会・第62回放射化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nagao, S. Miyasaka, S. Watanabe, K. Suzuki, S. Ochiai
2. 発表標題 Study on deposition of 134Cs and 137Cs from atmosphere to freshwater environment using a mountainous lake, Lake Haruna in Gunma Prefecture, Japan.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 D. I. P. Putra, S. Ochiai, S. Tomihara, S. Watanabe, K. Suzuki, S. Nagao
2. 発表標題 Migration behavior of radiocesium derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident in Matsui River and Tone River.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾誠也、宮坂將平、渡辺峻、鈴木究真、落合伸也
2. 発表標題 山岳湖沼の赤城小沼における放射性セシウムの堆積解析
3. 学会等名 日本放射化学会第63回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾誠也、落合伸也、渡辺峻、鈴木究真
2. 発表標題 利根川上流河川水における放射性セシウム濃度の時系列変動
3. 学会等名 日本陸水学会第84回金沢大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 徳江愛、森勝伸、角田欣一、鈴木究真、新井肇、渡辺峻、久下敏宏、野原精一、薬袋 佳孝、岡田住子、板橋英之
2. 発表標題 群馬県赤城大沼の底質および周辺土壌の物性と含有放射性セシウムの化学形態との関連性評価
3. 学会等名 日本分析化学年会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺峻、鈴木究真、新井肇、久下敏宏、角田欽一、森勝伸、野原精一、薬袋佳孝、岡田住子、長尾誠也
2. 発表標題 群馬県赤城大沼におけるワカサギの放射性Cs濃度について
3. 学会等名 陸水学会年会第84回金沢大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊谷尚人、松浦治明、鈴木究真、渡辺峻、野原精一、岡田住子
2. 発表標題 赤城大沼底質のセシウム吸着特性の温度依存性
3. 学会等名 日本原子力学会2019年秋の大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川涼、角田欣一、渡辺峻、鈴木究真、岡田住子
2. 発表標題 赤城大沼における放射性Csの底質中の挙動と底質と湖水間の分配係数の測定
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺峻、鈴木究真、新井肇、久下敏宏、角田欣一、森勝伸、野原精一、葉袋佳孝、岡田往子、長尾誠也
2. 発表標題 赤城大沼におけるワカサギ放射性Cs濃度下げ止まり要因の究明に向けて
3. 学会等名 第20回環境放射能研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 NAGAHASHI, T., MATSUURA, H., IMAGAWA, S., UCHIYAMA, T., SUZUKI, K., WATANABE, S., ARAI, H., TSUNODA, K., MORI, M., OKADA, Y.
2. 発表標題 EXAFS analysis of cesium in the sediment at the Lake Akagi Onuma
3. 学会等名 XAFS18 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 熊谷尚人、岡田往子
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの挙動解明
3. 学会等名 日本原子力学会2019年度春の大会 学生ポスターセッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田往子、羽倉尚人
2. 発表標題 中性子放射化分析による赤城大沼底質中の微量元素の定量
3. 学会等名 日本放射化学会第63回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田往子、熊谷尚人、渡辺峻、野原精一
2. 発表標題 中性子放射化分析による群馬県内の湖沼底質中の微量元素の定量
3. 学会等名 日本放射化学会第64回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 熊谷尚人、長橋孝将、松浦治明、渡辺峻、野原精一、岡田往子
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの動態解明
3. 学会等名 日本原子力学会秋の年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 熊谷尚人、松浦治明、内山孝文、渡辺峻、野原精一、岡田往子
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの動態解明
3. 学会等名 環境放射能研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田往子、熊谷尚人、松浦治明、渡辺峻、野原精一、木川田喜一、森勝伸、葉袋佳孝、長尾誠也
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの動態解明(1)湖水中放射性セシウムの溶存態と懸濁態の季節変動
3. 学会等名 日本原子力学会春の年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松浦治明、長橋孝将、坂下航輝、熊谷尚人、岡田往子、渡辺峻、野原精一
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの動態解明(2)底質におけるセシウムの存在状態解析
3. 学会等名 日本原子力学会春の年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊谷尚人、松浦治明、内山孝文、渡辺峻、野原精一、岡田往子、
2. 発表標題 赤城大沼湖底質における放射性セシウムの動態解明(3)底質からの再溶出機構解明のための放射性セシウム吸着試験
3. 学会等名 日本原子力学会春の年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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	葉袋 佳孝 (Minai Yoshitaka) (10157563)	武蔵大学・人文学部・教授 (32677)	
研究分担者	長尾 誠也 (Nagao Seiya) (20343014)	金沢大学・環日本海域環境研究センター・教授 (13301)	
研究分担者	角田 欣一 (Tsunoda Kin-ichi) (30175468)	群馬大学・大学院理工学府・教授 (12301)	

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	木川田 喜一 (Kikawada Yoshikazu) (30286760)	上智大学・理工学部・教授 (32621)	
研究分担者	渡辺 峻 (Watanabe Shun) (30739024)	群馬県水産試験場・その他部局等・研究員 (82303)	
研究分担者	松浦 治明 (Matsuura Haruaki) (70262326)	東京都市大学・工学部・准教授 (32678)	
研究分担者	森 勝伸 (Mori Masanobu) (70400786)	高知大学・教育研究部総合科学系複合領域科学部門・教授 (16401)	

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
---------	---------