

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：82303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07894

研究課題名(和文)閉鎖性山岳湖沼の放射性セシウム濃度の下げ止まり現象の原因究明

研究課題名(英文)For elucidate of bottom stop phenomenon in radiocesium concentration in closed mountain lakes

研究代表者

新井 肇 (Arai, Hajime)

群馬県水産試験場・その他部局等・研究員

研究者番号：60450384

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：赤城大沼におけるワカサギの放射性Cs濃度下げ止まり現象の原因究明のため、イメージングプレートを用いて、ワカサギの餌料となるプランクトンに吸着している放射性物質の可視化を行った。その結果、放射能の高い粒子は不溶性粒子として植物プランクトンに存在した。赤城大沼の周辺土壌、湖底質、水生生物に含まれる放射性Csの含有量並びに溶出形態の評価を行った結果、放射性Csが底質から湖水へとゆっくり供給されることで、水生生物の放射性Cs濃度の下げ止まりが生じているものと結論づけられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、内陸湖沼における放射性物質汚染の影響とその動態解明のために、水圏生態系の食物連鎖に着目し放射性Csの動態の季節変化を踏まえつつ、化学形態別分析および極微量放射能分布測定を用いてその鍵となる植物プランクトンの放射性Cs汚染の実態を解明するアプローチはこれまで報告事例がない。また、放射性Cs汚染の現況把握を継続し、データの蓄積に努めることは、安全安心を大前提に国が施策として放射性物質を利用する以上、研究者としてその責務を担わなければならない。さらに科学的根拠に基づいた汚染対策を検討する際にも本研究成果が活用でき、国際的な放射能汚染問題の解決に波及する可能性は極めて高い。

研究成果の概要(英文)：For elucidate of bottom stop phenomenon in radiocesium concentration in wakasagi of Lake Onuma on Mt. Akagi, we researched distribution of radioactive materials in seston (zooplankton and phytoplankton) by using imaging plate. As a result, insoluble particles contaminated by radiocesium materials existed phytoplankton.

We evaluated dissolution form and content radiocesium in surrounding soil, bottom sediment and aquatic of Lake Onuma. We conclude that radiocesium concentration in aquatic has stopped lowering, because radiocesium is slowly supplied from sediment to lake water.

研究分野：水産学

キーワード：放射性セシウム 下げ止まり 湖底堆積物 湖水 ワカサギ プランクトン 化学形態別分析 イメージングプレート

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災に伴う福島第一原発事故は環境中に多量の放射性物質を放出し、群馬県では北部の山間部を中心に土壌や水圏が放射性物質に汚染された。閉鎖性山岳湖沼である赤城大沼では事故現場から 190 km 離れているにもかかわらず、採捕したワカサギから食品の暫定規制値 (500 Bq/kg) を超える 640 Bq/kg の放射性 Cs を検出した。

赤城大沼は、全国的に人気のワカサギ漁場であり、地域経済の重要な観光資源になっていた。しかし、ワカサギから高濃度の放射性 Cs が検出されて以来、出荷自粛と観光客への風評被害が重なり、地域経済への損失額は数億円 (推定) に上り、地元は将来への不安を抱え生活せざるを得なかった。

そのため、申請者らは放射性 Cs 汚染の実態把握と将来予測を行うため研究チームを組み、赤城大沼の魚類、湖水、セストン (主に動植物プランクトン)、湖底質などの放射性 Cs 濃度推移を調査した。その結果、ワカサギの放射性 Cs 濃度は事故後から急激に減少したが、2012 年 10 月以降は漸減傾向を示し、2014 年以降から魚体サイズや年齢による差異が認められなくなった。そして、ワカサギの放射性 Cs 濃度が食品の基準値 (100 Bq/kg) を安定的に下回っていることを確認し、2015 年 8 月のワカサギの出荷自粛要請解除に大きく貢献した。また、植物プランクトンの放射性 Cs 濃度は食物連鎖の関係と逆に動物プランクトンより高い傾向にあること、湖水中の放射性 Cs 総量を見積もったところ、底質から放射性 Cs が溶脱している可能性があることを示唆した。さらに、水生生物、湖底質および周辺土壌の放射性 Cs の濃度測定と化学形態別分析により、植物プランクトンに含まれる難溶態が湖内の浮遊懸濁物質 (SS) に由来し、魚類は可溶態を優先的に摂取している可能性が示唆された。

しかしながら、湖内における放射性 Cs の現象を捉えたに過ぎず、除染対策に資する詳細なメカニズム解明には至っていなかった。また、ワカサギの放射性 Cs 濃度は下げ止まり現象となり、植物プランクトンの放射性 Cs 濃度は動物プランクトンより高く、食物連鎖による濃縮が見られない。このような状況下で、現地では未だに抜本的な汚染対策を施せず、現状を見届けるしかない状況が続いており、効果的かつ効率的な汚染対策を望む声が高まっている。

2. 研究の目的

福島第一原発事故が発生して以降、群馬県赤城大沼の水生生物、底質および周辺土壌での放射性セシウム (Cs) の汚染が長期化していることを突き止めた。特に、2014 年末から 2016 年にかけてワカサギの放射性 Cs 濃度が下げ止まりしていること、植物プランクトンの放射性 Cs 濃度が動物プランクトンよりも高く、食物連鎖の観点から矛盾が生じていることが明らかとなった。本研究では、赤城大沼で生じているこうした現象の原因を究明するため、「植物プランクトンへの浮遊懸濁物質の吸着状態の解明」、「底質から湖水への放射性 Cs の溶出および水生生物への移動経路を分配係数と移行係数を用いて解明」、「水圏生態系のモニタリング調査」の 3 課題に取り組み、閉鎖性山岳湖沼における抜本的放射能汚染対策立案のための基礎を提供する。

(1) プランクトンの放射性 Cs の実態解明

植物プランクトンの放射性 Cs 濃度が動物プランクトンよりも高くなった原因として、植物プランクトンに吸着した湖水中の浮遊懸濁物質 (SS) の影響が考えられる。そこで、イメージングプレート (IP) を用いた極微量放射線分布測定と化学形態別分析により、植物プランクトンに存在する SS の吸着状態を解明し、食物連鎖が矛盾した原因を明らかにする。

(2) 放射性 Cs の分配係数と移行係数の解明

ワカサギの放射性 Cs 濃度の下げ止まりは、湖水中の放射性 Cs だけでなく、底質からの放射性 Cs の再溶出が影響しているものと予想し、底質の放射性 Cs の溶出量から分配係数を算出し、さらに水生生物への移行係数を見積もる。これにより、食物連鎖と周辺環境 (湖水、底質) の両面からワカサギの放射性 Cs 濃度の下げ止まりの原因を明らかにする。

(3) 水圏生態系の放射性 Cs 濃度モニタリングによる食物連鎖の解明

魚類 (特にワカサギ)、湖水、プランクトンの放射性 Cs 濃度を把握すると共に、(1) によるプランクトンの放射性 Cs の実態と (2) による底質から湖水への分配、水生生物間の移行経路を照合し、ワカサギの放射性 Cs 濃度が一定に推移している要因を食物連鎖から解明する。

3. 研究の方法

(1) 試料採取

土壌は赤城大沼周辺とその上流に位置する覚満淵の周辺を採取し、風乾した後、粒径 2 mm 以下にふるい分けしたものを試料とした。大沼湖心の底質はコアサンプラーにより採取し、凍結乾燥後、土壌と同様にふるい分けしたものを試料とした。赤城大沼に生息するワカサギは釣りや投網で、植物プランクトンおよび動物プランクトンはプランクトンネットを用いて水深約 1 m 付近を水平曳きすることで採取した。湖水は地下水採取用水中ポンプを用いて採水を行った。

(2) 試料の物性解析

試料の物性調査として各種測定手法・機器を用いた固体分析を行った。強熱減量による有機物含有率、元素分析による有機元素含有率の測定、蛍光 X 線による構成金属元素の分析、X 線回折による鉱物組成の分析、IP による放射性物質の可視化、走査型電子顕微鏡+エネルギー分散型 X 線分析による元素マッピングを行った。

(3) 放射性 Cs の定量及び化学形態別分析

試料及び各種サンプルに含まれる放射性 Cs (134Cs 及び 137Cs) 濃度は Ge 半導体検出器により測定した。逐次抽出法による化学形態別分析では、試料から塩化マグネシウムにより抽出した Cs をフラクション 1 (F1)、その残渣から酢酸-酢酸塩により抽出した Cs を F2、その残渣から塩酸ヒドロキシルアミン-酢酸により抽出した Cs を F3、その残渣から硝酸、過酸化水素、酢酸アンモニウムにより抽出した Cs を F4、その残渣を蒸発乾固したものに含まれる Cs を F5 と定義した。

(4) 放射性 Cs の分配係数

湖底質と湖水間の放射性 Cs の分配係数の測定を行った。分配係数は固相中と液相中の放射性核種の濃度の比、すなわち次式で定義される。

$$K_d = \frac{C_s - [(C_w - C_{w0}) / SS]}{C_w}$$

K_d : 分配係数、 C_s : 実験前の底質の¹³⁷Cs濃度、
 C_{w0} : 実験前の水の¹³⁷Cs濃度 (0 Bq/kgとみなす)、
 C_w : 実験後の水の¹³⁷Cs濃度、 SS : 浮遊物質質量 (kg/L)

本研究ではこの式を用いて分配係数を算出するため、水試料に乾燥底質試料を加え、24 時間攪拌、さらに半日以上静置して完全に平衡化したのち、水試料中の放射性 Cs 濃度を、リンモリブデン酸アンモニウム共沈法と Ge 半導体検出器で測定した。実験条件として、底質試料と水試料の量比、共存イオン (イオン強度) さらに底質試料の乾燥法など、様々な実験条件において分配係数の測定を行い、それら実験条件の係数に与える影響を検討した。なお、底質試料には湖心付近の底質試料 (表層 0 ~ 4 cm)、水試料には赤城大沼に流入する湧水を用いた。

4. 研究成果

(1) 固体分析

粒度分布、強熱減量による有機物含有率の測定、XRD による鉱物組成の分析により粒径が小さい土壌や有機物を多く含む土壌、粘土鉱物が含まれる土壌は放射性 Cs 濃度が高くなる傾向が見られた。赤城大沼底質の分析から、赤城大沼底質中の放射性 Cs は表層に存在していることがわかった。これは赤城大沼が閉鎖的な湖沼であり上流の土壌や周辺土壌の流入が少なく福島第一原子力発電所事故当時に放射能汚染された表層がとどまっているためであると考えられる。

(2) 放射性 Cs の定量及び化学形態別分析

放射性 Cs の化学形態別分析により赤城大沼底質および周辺土壌中の放射性 Cs の多くは最も溶出しにくい F5 として存在していることがわかった。水生生物中の放射性 Cs の化学形態は食物連鎖の上位になるほど可溶態の割合が高くなった (図 1)。この結果から水生生物は可溶態の放射性 Cs を優先的に取り込んでいることが示唆された。また、赤城大沼で採取した植物プランクトンには底質由来の懸濁物質が含まれている可能性が示唆されたため、今後は植物プランクトンと懸濁物質を分離する方法を見出す必要がある。

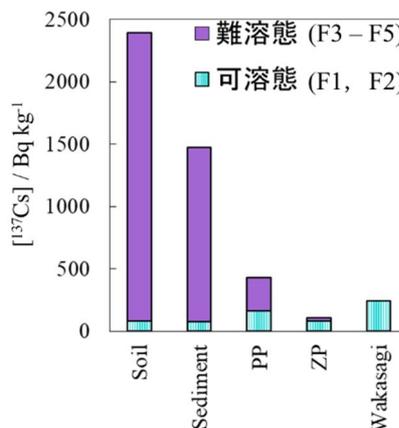


図 1 各試料中の¹³⁷Csの化学形態の比較

Soil: 土壌 (寛満淵), Sediment: 大沼底質, PP: 植物プランクトン, ZP: 動物プランクトン, Wakasagi: ワカサギ

(3) IP による放射性物質の可視化

底質、植物プランクトンおよび動物プランクトンについて、IP を用いた 線放出核種 (40K, 134Cs, 137Cs) の可視化を行った結果、植物プランクトンには湖心底質と同様、放射性 Cs を高濃度に含む粒子 (ホットスポット) が散在していることがわかった (図 2)。また、植物プランクトンには湖心底質と同様、逐次抽出後の残渣 (F5) にホットスポットが残存していることから、植物プランクトン表面に放射性 Cs を高濃度に含む不溶性粒子が付着している可能性が示唆された。さらに、F5 サンプルを光学顕微鏡で観察すると、ケイ酸質の珪藻の殻が多く確認されたため、これらが放射性 Cs の吸着している不溶性粒子である可能性も示唆された。

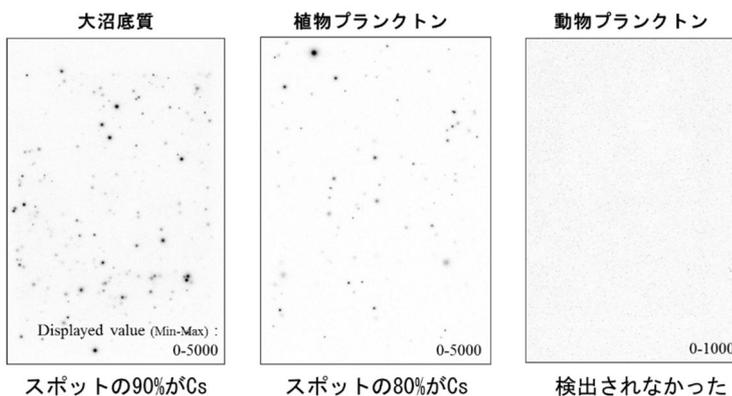


図 2 逐次抽出後の残渣 (底質、プランクトン) の IP

事故から 5 か月後のワカサギでは放射性 Cs が筋肉全体に均一に蓄積しており、ワカサギ

が高濃度の放射性Csを湖水から吸収・蓄積したものと推察された。しかし、事故から8か月後のワカサギの筋肉では局所的に放射性Csが蓄積していた(図3)。この現象は、事故直後には高濃度で存在していた湖水の放射性Csが湖水の流出や湖底質へ移行し、急激に湖水の濃度が減少したことに起因すると考えられる。つまり、湖水からの吸収・蓄積よりもワカサギの代謝等による放射性Csの排出が大きくなり、筋肉に放射性Csが局所的に残留したと推察された。そのため、湖水の放射性Cs濃度が安定した後に生まれたワカサギ(事故から18か月後)の放射性Csは筋肉全体に蓄積していた。

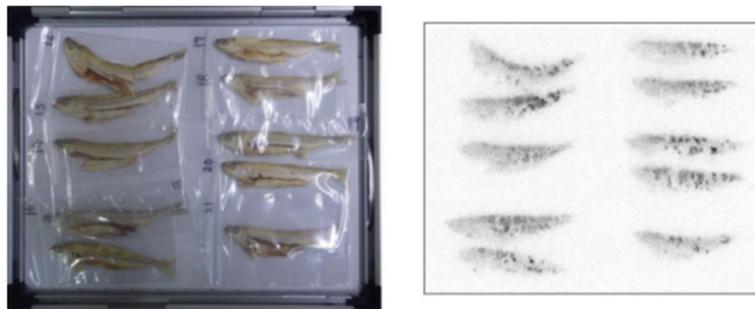


図3 2011年11月のワカサギのIP

(4)放射性Csの分配係数

実験で得られた底質と水試料の質量比と分配係数の関係を図4に示す。底質の質量を増加させると分配係数の値は減少する傾向が見られた。しかし、2.0 g以上で頭打ちになっている。これらの値は、荒居らの霞ヶ浦のデータとオーダーとして一致し、両者の底質の環境が近いことが示唆された。一方、湧水試料に塩化アンモニウムを添加し、分配係数の測定を行ったところ、

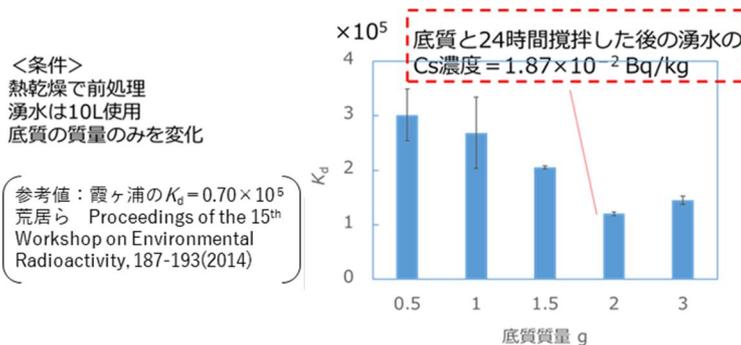


図4 底質と水試料の質量比と分配係数の関係

分配係数は5分の1程度まで減少したが、1 mM程度で頭打ちとなった。すなわち、夏季などで、微生物の活動が活発になり、底質付近の湖水中のアンモニウムイオンを含むイオン濃度が增大すると、溶解する放射性Csの濃度が上昇することが分配係数の測定からも示唆された。なお、底質の乾燥法(115 乾燥と凍結乾燥)による分配係数の値の違いはなかった。

(5)水圏生態系の放射性Cs濃度モニタリング

ワカサギの放射性Cs濃度は、2011年8月から2012年9月までは急激に減少したが、2012年10月以降は漸減傾向を示している。放射性Cs濃度の経時変化から実効生態学的半減期(T_{eff})を計算したところ、速く減衰する成分は、0.6年、遅く減衰する成分は、17.2年と算出された(図5)。また、夏季に湖水を深度別に細かく採水した結果、水深が増えるにつれて溶存態の濃度が上昇したことから、湖底堆積物から溶出し、湖全体に供給されていると考えられた。

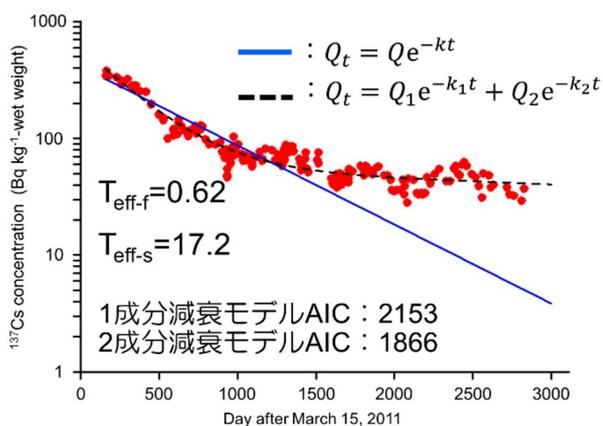


図5 ワカサギの¹³⁷Csの減衰過程

このようなことから、赤城大沼の周辺土壌、湖底質、水生生物に含まれる放射性Csの含有量並びに溶出形態の評価を3年間継続して行った結果、放射性Csが底質から湖水へとゆっくり供給されることで、水生生物の放射性セシウム濃度の下げ止まりが生じているものと結論づけられた。

<引用文献>

荒居博之、福島武彦、恩田裕一、霞ヶ浦における福島第一原子力発電所事故後の放射性セシウムの分布と動態、Proceedings of the 15th Workshop on Environmental Radioactivity, 2014, 187 - 193

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 鈴木究真、渡辺峻、湯浅由美、新井肇、田中英樹、久下敏宏、角田欣一、森勝伸、野原精一、薬袋佳孝、岡田住子、長尾誠也 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 赤城大沼を中心とした水圏生態系における放射性セシウムの動態 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 19th Workshop on 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） なし | 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 渡辺峻、鈴木究真、湯浅由美、新井肇、田中英樹、久下敏宏、角田欣一、森勝伸、野原精一、薬袋佳孝、岡田住子、長尾誠也 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 赤城大沼におけるイワナ <i>Salvelinus leucomaenis</i> 137Cs濃度の推移 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 19th Workshop on Environmental Radioactivity | 6. 最初と最後の頁 122-127 |
| 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 オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Xiaotong Sun, Shizusa Kobayashi, Ai Tokue, 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 59-65 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/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 Xiaotong Sun, Huijiao Mo, Ken-ichi Hatano, Hideyuki Itabashi, Masanobu Mori | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Simultaneous suppression of magnetic nanoscale powder and fermented bark amendment for arsenic and cadmium uptake by radish sprouts grown in agar medium | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research | 6. 最初と最後の頁 1-11 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s11356-019-04756-4 | 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, Nobuhiko Wada, Haruka Shinozaki, Noriaki Seko, Masanobu Mori, Hideyuki Itabashi | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Monitoring of Palladium Concentration in River Water and Sediment at an Acidic Hot Spring Spa Area in the Gunma Prefecture | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Analytical Sciences | 6. 最初と最後の頁 1357-1364 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2116/analsci.18P211 | 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 長尾誠也, 金森正樹, 鈴木究真, 落合伸也, 井上睦夫 | 4. 巻 66 |
| 2. 論文標題 利根川上流における河川水中の134Cs及び137Csの放射能濃度 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 分析化学 | 6. 最初と最後の頁 243-249 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2116/bunsekikagaku.66.243 | 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 相澤 省一, 森 勝伸, 小池 優子, 角田 欣一 | 4. 巻 66 |
| 2. 論文標題 福島第一原子力発電所事故により赤城大沼一帯に降下した放射性セシウム | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 分析化学 | 6. 最初と最後の頁 271-279 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2116/bunsekikagaku.66.271 | 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 相澤省一, 角田欣一 | 4. 巻 66 |
| 2. 論文標題 福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムの群馬県域での分布 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 分析化学 | 6. 最初と最後の頁 281-297 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2116/bunsekikagaku.66.281 | 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 Kyuma Suzuki, Shun Watanabe, Yumi Yuasa, Yasunori Yamashita, Hajime Arai, Hideki Tanaka, Toshihiro Kuge, Masanobu Mori, Kin-ichi Tsunoda, Seiichi Nohara, Yuichi Iwasaki, Yoshitaka Minai, Yukiko Okada, Seiya Nagao | 4. 巻 622-623 |
| 2. 論文標題 Radiocesium dynamics in the aquatic ecosystem of Lake Onuma on Mt. Akagi following the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Science of the Total Environment | 6. 最初と最後の頁 1153-1164 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.017 | 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 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 - |
| 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 | 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 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) https://doi.org/10.2116/analsci.19P146 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 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) https://doi.org/10.2116/analsci.19P077 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 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 59-65 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.02.008 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 - |

[学会発表] 計12件(うち招待講演 1件/うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 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、薬袋佳孝、岡田住子、長尾誠也 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 「環境放射能」研究会 |
| 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 徳江愛、森勝伸、権田貴裕、角田欣一、鈴木究真、湯浅由美、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 群馬県赤城大沼底質中の放射性セシウムを経時的モニタリング |
| 3. 学会等名 第78回分析化学討論会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 権田貴裕, 森 勝伸, 角田欣一, 鈴木究真, 湯浅由美, 新井 肇, 渡辺 峻, 久下敏宏, 野原精一, 板橋英之 |
| 2. 発表標題 逐次抽出法を用いた群馬県赤城大沼の周辺土壌, 底質及び水棲生物に含まれる放射性セシウムの化学形態別分析 |
| 3. 学会等名 第26回環境化学討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 宮坂将平, 長尾誠也, 落合伸也, 鈴木究真, 森 勝伸 |
| 2. 発表標題 群馬県山岳湖沼における放射性セシウムの堆積過程 |
| 3. 学会等名 2017日本放射化学年会/第61回放射化学討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 長谷川 涼, 相澤 省一, 佐藤 記一, 角田 欣一, 権田 貴裕, 森 勝伸, 湯浅 由美, 鈴木 究真, 渡辺 峻, 新井 肇, 久下 敏宏, 岡田 住子 |
| 2. 発表標題 赤城大沼における放射性セシウムの底質と湖水間の分配係数の測定 |
| 3. 学会等名 日本分析化学年会66年会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 権田 貴裕, 森 勝伸, 角田 欣一, 鈴木 究真, 湯浅 由美, 新井 肇, 渡辺 峻, 久下 敏宏, 野原 精一, 葉袋 佳孝, 岡田 住子, 板橋 英之 |
| 2. 発表標題 群馬県赤城大沼の周辺土壌, 底質及び水生生物中の放射性セシウムの化学形態別分析及び動態 |
| 3. 学会等名 日本分析化学年会66年会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森 勝伸, 権田貴裕, 角田欣一, 鈴木究真, 湯浅由美, 新井 肇, 渡辺 峻, 久下敏宏, 野原精一, 板橋英之 |
| 2. 発表標題 逐次抽出法による化学形態別分析からみる群馬県赤城大沼の土壤及び水生生物の放射性セシウムの動態挙動 |
| 3. 学会等名 第54回フローインジェクション分析講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡辺峻, 鈴木究真, 湯浅由美, 新井肇, 田中英樹, 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 |
| 2. 発表標題 赤城大沼におけるイワナ ¹³⁷ Cs濃度の推移 |
| 3. 学会等名 「環境放射能」研究会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鈴木究真, 渡辺峻, 湯浅由美, 新井肇, 田中英樹, 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 |
| 2. 発表標題 赤城大沼を中心とした水圏生態系における放射性セシウムの動態 |
| 3. 学会等名 「環境放射能」研究会(招待講演) |
| 4. 発表年 2018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, 岡田往子, 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壤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 |

〔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 | 久下 敏宏 (Kuge Toshihiro) (20450380) | 群馬県水産試験場・その他部局等・研究員 (82303) | |
| 研究分担者 | 角田 欣一 (Tsunoda Kin-ichi) (30175468) | 神戸大学・海事科学研究科・学術研究員 (14501) | |
| 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) | |
| 研究分担者 | 鈴木 究真 (Suzuki Kyuma) (80450386) | 群馬県水産試験場・その他部局等・研究員 (82303) | |
| 研究分担者 | 神澤 裕平 (Kanzawa Yuhei) (90450387) | 群馬県水産試験場・その他部局等・研究員 (82303) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 | 渡辺 峻 (Watanabe Shun) | | |
| 研究協力者 | 野原 精一 (Nohara Seiichi) | | |
| 研究協力者 | 岡田 往子 (Okada Yukiko) | | |