

令和元年6月20日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H01791

研究課題名(和文)バックキャスト法による放射性物質汚染に対するモニタリング・対策の戦略研究

研究課題名(英文)Strategic research on monitoring and countermeasures against radioactive material contamination by backcast method

研究代表者

林 誠二(Hayashi, Seiji)

国立研究開発法人国立環境研究所・福島支部・研究グループ長

研究者番号：10300849

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 29,900,000円

研究成果の概要(和文)：溶存態放射性Csに着目した調査研究により、水環境中の濃度形成に対する森林リターからの溶脱やダム湖底質からの溶出の直接的寄与を明らかにした。一方で、農業用水による玄米中の放射性Cs濃度への影響は確認出来なかった。また、広域モニタリングデータの収集と解析によって、河川水系でのCs-137分配係数は水系によって異なるが時間的な変化傾向は認められないこと、河川水中の溶存態濃度形成に土地利用が強く影響することを確認した。これらから、中長期的な水環境における放射性Csモニタリングのあり方として、地点を合理的に絞りつつ、検出下限値を0.01-0.1Bq/Lに設定した溶存態濃度測定的重要性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義
生物生態系の長期的な放射能汚染に強く影響する溶存態放射性Csの環境中での生成機構を解明するとともにや将来予測に繋がる有用な科学的知見が得られた。これら知見を基に、中長期的な水環境行政における放射性Csモニタリングのあり方を示した。

研究成果の概要(英文)：By the strategic monitoring research focusing on dissolved radiocesium (r-Cs) in the highly contaminated area by the Fukushima accident, it was clarified that the generation of dissolved Cs-137 in a water body was directly caused by leaching from forest litter and elution from the bottom sediment in a dam lake. On the other hand, the effect of irrigation water on the r-Cs concentration in brown rice was not clearly confirmed. The analysis based on the collected Cs-137 data widely measured in river waters in the affected area clarified that the distribution coefficient did not show a temporal trend although it showed a regional dependency. Additionally, land use type was found to be a control factor deciding the dissolved r-Cs concentration in a river. These results suggest that measuring dissolved r-Cs by setting the detection low limit at 0.01 to 0.1 Bq/L with reasonably narrowing the monitoring points is crucial as the mid- and long-term role of the monitoring in water environment.

研究分野：環境工学

キーワード：モニタリング モデリング 動態解析 放射性Cs 流出特性 溶出特性 生物移行

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2011年の福島第一原発の事故から4年が経過し、各研究機関や省庁・自治体により、多くの地域・媒体中の放射性物質のモニタリングが行われてきた。申請者らは事故直後から環境中の放射性物質のモニタリングを主導的に進めており、河川・ダム・森林・農地での環境挙動および農作物への移行の実態、モニタリング技術開発に関して多数の成果を上げてきた。それらにより放射性物質の環境挙動に関して多く知見が集積されつつあった。

今回のような大規模な環境汚染に対するモニタリングは、環境動態評価、農作物や自然生態系への移行特性と影響評価、さらには人健康リスク評価や汚染管理・対策を講じるための基盤情報として重要である。しかし福島第一原発事故以降のモニタリングの実績を客観視すると、初期対応や今後実施される研究・モニタリング計画立案に対する課題が顕在化していた。具体的には、原発事故発生からの時間スケールは、放射性物質の環境中濃度レベルの変化から、初期・中期・長期の3つのフェーズに大別される。各フェーズにおける目下の課題として、初期(直後～半年後)においては、事故当初の混乱もあり、動態評価のために必ずしも適切なデータが取得出来なかった点、中期(半年後～5年後)においては、各機関のモニタリング対象が重複する一方で、人健康リスクや生態系への移行特性の評価や汚染の今後の推移を把握する上で、環境中の挙動に関して未解明な点も多く、研究対象の重点化が必要である点、長期(5年後以降)においては労力・コストの縮小に向けてモニタリングの効率化と集約化が必要である点が挙げられた。

2. 研究の目的

(1) 溶存態やイオン交換態、有機態等の生物に利用され易い形態で存在する放射性Cs(以下、生物利用性Cs)による、利水や生態系への移行に伴う人健康リスクの増加や環境汚染の長期化が懸念される一方で、その挙動の定量評価が十分でない実態を鑑み、1)高線量山地域からの生物利用性Cs流出特性の実態把握を行うとともに、2)底質からの溶出特性に着目したダム湖における生物利用性Cs挙動評価を行う。

(2) 福島第一原発事故由来の放射性Csの農作物への移行実態把握と移行抑制対策の構築ならびにその効果評価に資するデータ取得を可能とする、農地・ため池における戦略的モニタリング手法の確立とその実施を行う。

(3) 今後の水環境行政に係る放射性Csモニタリング地点を選定するための必須情報として、河川水中の溶存態放射性Cs濃度を規定する環境因子の抽出を行う。

(4) 河川水中の放射性Csの形態別存在状況を示す指標である分配係数Kdに着目して、本課題参画機関ならびに学術論文等既発表データの収集解析によって、福島第一原発事故後の福島県を主とする河川水系におけるKdの時間的、空間的分布特性を明らかにする。

(5) 土地利用・地形・汚染密度を考慮した中長期的に重要なモニタリングポイント・項目・手法を整理し、今後の30年に必要な中長期的なモニタリングプラン作成に関する検討を行う。

(6) 原発事故後の初期時モニタリング・初期環境管理方法の提案に向けて、事故後の放射性物質動態の再現計算を可能とするコンパートメントモデルを構築する。

3. 研究の方法

(1) 河川上流域における生物利用性Csの挙動評価

1) 高線量山地域からの生物利用性Cs流出特性の実態把握

福島県浜通り地方の太田川上流域(流域面積:20.2km²,森林率:98.5%)を対象として、水文・濁度自動連続観測と、平水時を対象とした定期採水(月1から2回)出水時の連続採水を実施した。また、河川水質形成に寄与する発生源として、流域内斜面や河畔域において林内雨(バルクサンプラー)や土壌水(ポーラスカップ:20cm深、50cm深、100cm深)湧水を月1回程度採取した。さらに、河畔域のリターと純水を用いた現地溶出実験によって、リターからの溶脱成分を採取した。採水試料は、カートリッジフィルタ装置を用いたろ過(1.0μm)および溶存態Cs-137の濃縮処理等の前処理を行い、Ge半導体検出器によって溶存態と懸濁態のCs-137濃度を測定した。併せて、SSやDOC、各種無機イオン濃度の測定も行った。これら測定値を用い、平水時の河川DOC濃度との相関解析や主成分分析と混合モデルを組み合わせた発生源解析を行い、リターが河川水の溶存態Cs-137濃度形成に及ぼす影響について検討を行った。

2) ダム湖における生物利用性Cs挙動評価

ダム湖底質からの放射性Cs溶出試験を、2016年11月に太田川水系横川ダムの湖心部において、内径11cm・高さ58cmアクリルカラムによって複数採取した不攪乱柱状底質試料を用いて実施した。実験開始直前に直上水を別途採取した現場湖水へ置換した後、直上水の水質を均一にするため、スターラーによる連続攪拌を行った。溶出環境条件は、ダム湖心部湖底の酸素濃度・水温環境を考慮して、嫌気・10、嫌気・20、好気・20の3条件とし、嫌気環境は、恒温槽内で簡易チャンパーにN₂ガスを連続供給することで作成した。実験を開始後、1日、3日、7日、14日後に底質カラムを1本ずつ回収し、0.45μm孔径のメンブレンフィルタで直上水のろ過を行った。また、底質試料を表層から深さ25cmまでN₂雰囲気下で1cm刻みで水平にスライスし、これを高速遠心分離機にかけて液相を抽出し、0.45μmフィルタでろ過することで間隙水を得た。間隙水の成分として、主要無機イオン濃度および溶存態Cs-137濃度の測定を行った。あわせて固相のCs-137濃度鉛直分布を測定し、底質から直上水へ移動したCs-137量[Bq/m²]を底質

0-15 cm の Cs-137 インベントリで割ることで溶出量を基準化し、比較した。

(2) 農地・ため池における戦略的モニタリング

福島第一原発事故により作付けが制限されている福島県請戸川水系を水源とする請戸川土地改良区の農業用水に含まれる放射性 Cs を形態別に調べるとともに、水田への出入りの定量化を図り、水田内における放射性 Cs の動態を分析し、農地・農業用水に係わる中長期的なモニタリング・対策の戦略に必要なデータを取りまとめた。

(3) 福島第一原発事故後のモニタリングデータの収集・整理

1) 河川水中における溶存態 Cs-137 濃度規定因子の抽出

環境省震災対応モニタリング地点から 66 地点を選定して、流況や季節変動の影響を極力除くため、河川採水を 2017 年 8 月～9 月の平水時に集中的に行った。形態別 Cs-137 測定のための前処理として、カートリッジフィルタ型装置を用いて、採水後速やかに固液分離および液相中の Cs-137 を濃縮した。処理済みのカートリッジフィルタは実験室に持ち帰り、Ge 半導体検出器に供して河川水中の溶存態の Cs-137 濃度を測定した。溶存態 Cs-137 濃度は集水域内の Cs-137 沈着量と強い正の相関を示すことから、Cs-137 沈着量以外の要因を明らかにするために、測定した溶存態 Cs-137 濃度を各採水地点に対応する集水域面積あたりの Cs-137 平均沈着量で割ることで基準化し、これを「基準化溶存態 Cs-137 濃度」と定義した。この値を目的変数として、流域における各土地利用の占める割合、土壌組成、および別途測定した共存溶存物濃度 (Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , DOC) を説明変数の候補とした重回帰分析を行った。

2) 原発事故後の Cs-137 の分配係数 Kd 時空間分布特性評価

本課題参画機関を含む国内外の研究機関が、学術誌ならびに報告書に公開した福島第一原発事故後の福島県内の 150 地点の河川水中の溶存態ならびに懸濁態の Cs-137 濃度データを収集し、懸濁態濃度 (Bq/kg) を溶存態濃度 (Bq/L) で割ることで分配係数 Kd (L/kg) を算定した。算定された Kd 値については、河川水採取時期や河川水系について整理し、統計解析を行った。また、上記 (3) の測定結果を活用し、Kd に対する河川水中の水質項目の影響について検討するため、Kd 値を目的変数とし、電気伝導度や pH、共存溶存物濃度 (Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , 溶存有機炭素) を説明変数とする単回帰ならびに重回帰分析を行った。

(4) 上記 (1) から (3) の結果を踏まえ、環境省が実施している現行の震災対応モニタリングをベースに、被災地の河川における放射性 Cs モニタリングのあり方について、汚染の実態と推移から生じるニーズとモニタリングに係るコストの両面から検討し、モニタリングプラン作成のための検討方法を提案した。

(5) 森林生態系内での放射性 Cs 循環特性を再現する数値モデル“FoRothCs”の開発と改良を進めるとともに、近似ベイズ計算による予測精度改善とパラメータ推定を実施する。また、上記 (1) の実験結果を基に、ダム湖底質からの放射性 Cs 溶出特性を再現する一次元動態モデルの構築と再現性を検討した。

4. 研究成果

(1) 河川上流域における生物利用性 Cs の挙動評価

1) 高線量山地域からの生物利用性 Cs 流出特性の実態把握

平水時における河川水の DOC 濃度と溶存態 Cs-137 濃度の関係は、調査期間全体でも有意な正の相関 ($R^2=0.22$, $p<0.01$) が確認されたが、年度別に見た場合、さらに明確であった (14 年度: $R^2=0.66$, $p<0.001$; 15 年度: $R^2=0.70$, $p<0.001$, 15 年度: $R^2=0.17$, $p<0.005$)。また、回帰直線の傾きは、14 年度に比べ 15 年度以降では明らかに低下した。リターからの溶脱成分は、森林河川水の DOC 濃度形成に寄与していることから、DOC 濃度と溶存態 Cs-137 濃度が正の相関関係にあることは、河川水の溶存態 Cs-137 に対するリター溶脱成分の寄与も示唆される。一方、その寄与は時間と共に小さくなることも示唆された。次いで、採取した全試料を対象とした主成分分析を、9 つの水質項目 (DOC, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Si) 測定値を用い、主成分の採用条件を累積寄与率 70%以上、固有値 1 以上として、実施した。上記条件を満たした第 1、第 2 主成分までの各得点をプロットしたところ、対象河川の水質を形成する発生源として、湧水 (地下水、溶存態 Cs-137: 0.01Bq/L 未満)、河畔域土壌水 (同: 0.1Bq/L 未満)、さらにはリターからの溶脱成分 (同: 0.24~3.7Bq/L) の 3 つが推定された。さらに、この 3 つの発生源と河川水の主成分得点を用いた発生源解析 (各発生源の寄与率を未知数とした 3 元連立方程式の解法) を出水イベントへ適用した。その結果、出水ピーク周辺でもリター溶脱成分の寄与は 30~40%あり、出水時の溶存態 Cs-137 濃度の増加に対するリター溶脱成分の直接的な関与が強く示唆された。

2) ダム湖における生物利用性 Cs 挙動評価

全ての試験区において、間隙水の Cs-137 濃度は直上水より高く、また深さ方向に高くなる傾向が見られたことから、間隙水から直上水へ濃度拡散による移動が生じていたことがわかった。酸素条件で比較すると、間隙水の Cs-137 濃度は好気系より嫌気系で高く、温度条件では 10 より 20 で濃度が高いという結果が得られた。また、嫌気・20 条件では溶出日数が長いほど濃度が高くなる傾向が見られた。以上の傾向は NH_4^+ についても同様であったことから、間隙水中では溶存態 Cs-137 と NH_4^+ が類似の挙動を示すことが示唆された。また、底質から直上水に移動した溶存態 Cs-137 の量は、いずれの条件でも溶出日数に対して増加し、溶出速度は、間隙水中の溶存態濃度と同様に、好気系より嫌気系で大きく、嫌気系では 10 より 20 条件で大きか

った。

底質間隙水中の Cs-137 濃度を規定する要因として、主に底質中有機物の微生物分解による Cs-137 の可溶化と、土壌鉱物中の Cs-137 の吸脱着反応が想定され、実際の底質中ではこれらのプロセスが複合的に生じている。本実験の結果をダム湖の現場現象に敷衍すると、夏場では湖底水温が上昇することで微生物活性が高まることで、 NH_4^+ とともに溶存態 Cs-137 の生成が促進される。さらに有機物分解に伴う貧酸素環境の形成が底層水の硝化阻害をもたらす、これにより蓄積した NH_4^+ が、Cs-137 の固相からの脱離や、固相への再吸着を阻害することで底層水の溶存態濃度の上昇をもたらすことが示唆された。

(2) 農地・ため池における戦略的モニタリング

これまで調査を行った河川や農業用水では、すべての地点において、水中の SS 濃度と懸濁態 Cs-137 濃度には、濁度と同様に地点毎に強い相関が認められた。また、平成 29 年度より大柿ダムから幹線用水路へ通水が始まることから、大柿ダムから供給される用水は、請戸川水系の一部の河川水に混入するため、農業者からは河川水中の Cs-137 濃度の上昇が懸念されていたが、大柿ダムから供給される用水路の用水中の Cs-137 の平均濃度(平水時)は約 0.22Bq/L であり、既に営農を行っている南相馬市内の農業用水中の濃度(不検出又は 0.2~0.7Bq/L)と同程度であった。また、平成 29 年度から大柿ダム由来の用水が混入する河川において、河川水中の Cs-137 濃度は、平成 28 年度と比べても大きな上昇は見られず、大柿ダムからの明らかな通水の影響は認められなかった。

用水中の Cs-137 は、主に懸濁態であり、降雨時には局所的に濃度が上昇したが、農業者は降雨時には基本的に水田への灌漑を行わないため、営農への影響は少ないと考えられた。一方、用水中の溶存態 Cs-137 濃度は、濃度が高まる傾向にある降雨時においても濃度変化は小さく、懸濁態と比べると濃度は格段に低く、時間とともに減少傾向であった。

水田内に流入した用水に関しては、水口周辺の田面水中の Cs-137 濃度が高く、水尻に向かって減少傾向がみられ、用水由来の Cs-137 は水口付近を中心に蓄積されると考えられた。しかし、対象水田に農業用水を通じて流入した Cs-137 の総量は、約 300 (Bq/m²/年)以下であり、水田内に存在する除染後の Cs-137 存在量に対して少なく、生産された玄米中の Cs-137 濃度が、食品中の放射性 Cs の基準値(100Bq/kg)の数%程度であったことから、農業用水による玄米中の Cs-137 濃度への影響は認められないことが示された。

これまで福島県営農再開支援事業で進めてきた吸収抑制対策としてのカリ施用が有効であると言えるが、今後吸収抑制対策の見直しや、避難指示区域内の農業用水中の Cs-137 濃度レベルを考慮すると、復興庁が解散する 2020 年度以降においても、公的機関による技術的、財政的支援を含む継続的に農業用水中の Cs-137 の中長期的モニタリングが必要であることが示された。

(3) 福島第一原発事故後のモニタリングデータの収集・整理

1) 河川水中における溶存態 Cs-137 濃度規定因子の抽出

河川水中の溶存態 Cs-137 濃度は、Cs-137 沈着量の多い原発近傍地域で高い傾向が見られたが、基準化溶存態 Cs-137 濃度は特に千葉県や茨城県で高い傾向が見られた。また重回帰分析の結果、全変数モデルでは p 値が最も低い変数として建物用地の割合が選択されたことから、これが溶存態 Cs-137 濃度の最重要因子であることが示された。都市域で溶存態 Cs-137 濃度が高い要因の一つとして、建物用地の割合と電気伝導度に有意な正の相関が見られたことから、高イオン強度の水質下で溶存態 Cs-137 の懸濁粒子への吸着阻害が考えられる。しかし、GIS モデル(建物用地を説明変数に含む)は再現性が高かった($R^2=0.61$)のに対し、水質モデルは特に都市域における基準化溶存態 Cs-137 濃度を大きく過小評価したことから($R^2=0.54$)、都市域に特有な Cs-137 のソースが溶存態 Cs-137 濃度の形成に大きく影響している可能性が示唆された。

2) 原発事故後の Cs-137 の分配係数 Kd の時空間分布特性

福島第一原発事故直後から 7 年余り経過する過程で、福島県全体あるいは、阿武隈川水系と浜通り地方の河川に区分した場合でも、河川水中の Kd 値は大きなばらつきを生じる一方で、有意な時間変化は確認できなかった。一方で、阿武隈川本流、阿武隈川支流、浜通り地方河川に区分して Kd 値を整理したとき、地域間で有意な差が確認できた。具体的には、他の 2 地域に比べ阿武隈川支流において Kd 値は有意に高い結果が得られた。また、いくつかの河川(真野川、太田川)については、河川水中の SS 濃度の増加によって Kd 値が有意に減少すること確認された。さらに、東日本広域 66 河川を対象とした河川水中の主要水質項目と Kd 値との関係については、いずれも両対数グラフ上で Kd 値と負の相関を示したが、特に電気伝導度との間に最も強い相関があり($R=0.54$)、次いで NH_4^+ ($R=0.49$)、SS ($R=0.46$) の順となった。また、電気伝導度と多重共線性を有する水質項目を除いた主要水質項目を説明変数とした重回帰分析の結果は、電気伝導度のみが有意な説明変数であることが確認された(t -value=-2.8, $p=0.01$)。これらから、河川流下過程における河川水中のイオン強度が、懸濁態あるいは河床堆積物における放射性 Cs の吸脱着過程に影響を及ぼしていることが示唆された。

(4) 水環境における中長期的な放射性 Cs モニタリングプランの提案

福島第一原発事故後の放射性 Cs の農作物や淡水生態系への移行に係る知見の収集と整理を踏まえ、水環境モニタリングにおける放射性 Cs 濃度の検出下限値を現行の 1.0Bq/L から引き下げ、0.01 から 0.1Bq/L に設定することが望ましい旨提示した。さらに、中長期的な水環境モニタリングにおける地点選定方法として、上記(4)成果を基に、既存のモニタリング地点を地域区分(行政区単位もしくは河川水系単位)ごとにグループ化し、利水や親水、水産等の社会的

ニーズを踏まえ候補地点を抽出するとともに、測定頻度や検出下限値等のモニタリング条件に基づく費用見積と予算規模との兼ね合いから決定される地点数を導出し、両者を適切に調整することで最適なモニタリング地点の選定を提案した。

(5) コンパートメントモデルの構築と適用

1) 森林生態系モデル "FoRothCs" の構築と改良

林業生産モデルと土壌炭素分解モデルをベースとし、各種放射性Csの移行プロセスをモデル化して、各要素の濃度やインベントリを予測するモデルを作成した。バイオマス生産モデルには、自己間引き効果を考慮した人工林動態モデルを利用し、施業と放射線Cs動態をリンクしてバイオマス(炭素)ベースでの物質循環を再現することによって、間伐等の人為要因を定量的に評価できるようにした。さらに、事故から7年が経過し、森林生態系におけるCs-137動態の時系列データが利用できるようになりつつあったことから、近似ベイズ計算を用いて、観測データに計算結果をフィットさせることによってFoRothCsモデルのCs-137移行プロセスに関連するパラメータの推定し、また予測精度の改善を試みた。その結果、予測精度の向上とともに、実測では把握することの困難な、樹木根からのCs-137吸収速度等のパラメータを間接的に推定することが可能となった。

2) ダム湖底質からの放射性Cs溶出モデルの構築

既往の知見を整理したうえで、他の物質(懸濁粒子、有機物、溶存酸素、窒素化合物等)との相互作用を踏まえた底質モデルを構築し、上記(1)の2)に示した横川ダム湖底質カラム溶出試験経過を用いて、モデルパラメータの設定および再現性を検討した。その結果、鉛直拡散係数が底泥直上水中のCs-137濃度や溶出速度に及ぼす影響が大きいことが確認された。また温度に応じて底質中の有機炭素分解速度を変化させることで、間隙水中のNH₄⁺濃度およびCs-137濃度の再現性が向上することを確認した。さらに、好気、嫌気いずれの条件においても、間隙水ならびに底泥直上水、溶出速度のいずれについてもCs-137濃度が概ね再現できることが確認された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

Shin M., Kubota T., Manpuku Y., Suzuki Y., Yasutaka T., Matsunami H., Ota T., Behavior of radiocesium in decontaminated paddy fields in Fukushima Prefecture, Japan, Paddy and Water Environment, 査読有, in print, 2019
DOI: 10.1007/s10333-019-00694-6

Tsuji H., Tanaka A., Komatsu K., Kohzu A., Matsuzaki S., Hayashi S., Vertical/Spatial Movement and Accumulation of 137Cs in a Shallow Lake in the Initial Phase after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Applied Radiation and Isotopes, 査読有, 147, 2019, 59-69
DOI: 10.1016/j.apradiso.2019.02.009

Nishina K., Hashimoto S., Imamura N., Ohashi S., Komatsu M., Kaneko S., Hayashi S., Calibration of forest 137Cs cycling model "FoRothCs" via approximate Bayesian computation based on 6-year observations from plantation forests in Fukushima, Journal of Environmental Radioactivity, 査読有, 193, 2018, 82-90
DOI: 10.1016/j.jenvrad.2018.09.002

Kato H., Onda Y., Determining the initial Fukushima reactor accident-derived cesium-137 fallout in forested areas of municipalities in Fukushima Prefecture, Journal of Forest Research, 査読有, 23, 2018, 73-84
DOI: 10.1080/13416979.2018.1448566

Ito S., Tsuji H., Nishikiori T., Hayashi S., Effect of mass of organic layers on variation in 137Cs distribution in soil in different forest types after the Fukushima nuclear accident, Journal of Forest Research, 査読有, 23, 2018, 28-34
DOI: 10.1080/13416979.2017.1418162

Hayashi S., Migration and accumulation of radioactive cesium in the upstream region of river watersheds affected by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: A review, Global Environmental Research, 査読有, 20, 2017, 45-53
http://www.airies.or.jp/ebook/Global_Environmental_Research_Vol.20.pdf

林 誠二, 辻 英樹, 伊藤祥子, 錦織達啓, 保高徹生, 平成27年関東・東北豪雨時における河川流域スケールでの放射性Csの流出実態, 土木学会論文集G(環境), 査読有, 72, 2016, III_37-III_43
DOI: 10.2208/jscej.72.III_37

Tsuji H., Nishikiori T., Yasutaka T., Watanabe M., Ito S., Hayashi S., Behavior of dissolved radiocesium in river water in a forested watershed in Fukushima Prefecture, Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 査読有, 121, 2016, 2588-2599
DOI: 10.1002/2016JG003428

[学会発表](計32件)

Shin M., Kubota T., Miyazu S., Suzuki Y., Lee S., Shinano T., Behavior of Radiocesium in Irrigation Water in Hama-dori District Fukushima Prefecture Japan, PAWEES & INWEPF International Conference 2018, 2018

Tsuji H., Hayashi S., Funaki H., Iijima K., Behavior of bioavailable radiocesium in dam reservoir after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, 4th International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 2017

Hayashi S., Tsuji H., Ishii Y., Nishina K., Mechanisms controlling the generation of dissolved radioactive Cs in a highly contaminated mountain river system in Fukushima, 4th International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 2017

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：恩田 裕一

ローマ字氏名：ONDA Yuichi

所属研究機関名：筑波大学

部局名：生命環境系

職名：教授

研究者番号(8桁)：00221862

研究分担者氏名：信濃 卓郎

ローマ字氏名：SHINANO Takuro

所属研究機関名：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

部局名：東北農業研究センター

職名：所長

研究者番号(8桁)：20235542

研究分担者氏名：申 文浩

ローマ字氏名：SHIN Moono

所属研究機関名：福島大学

部局名：農農学群食農学類

職名：講師

研究者番号(8桁)：20235542

研究分担者氏名：辻 英樹

ローマ字氏名：TSUJI Hideki

所属研究機関名：国立研究開発法人国立環境研究所

部局名：福島支部

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：50719599

研究分担者氏名：保高 徹生

ローマ字氏名：YASUTAKA Tetsuo

所属研究機関名：国立研究開発法人産業技術総合研究所

部局名：地質調査総合センター

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：60610417

研究分担者氏名：仁科 一哉

ローマ字氏名：NISHINA Kazuya

所属研究機関名：国立研究開発法人国立環境研究所

部局名：地域環境研究センター

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：60637776

(2)研究協力者

研究協力者氏名：有田 康一

ローマ字氏名：ARITA Koichi

研究協力者氏名：伊藤 祥子

ローマ字氏名：ITO Shoko