

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03072

研究課題名(和文) 無視できない灌漑水由来の放射性Cs：その水田内挙動とイネへの移行メカニズムの解明

研究課題名(英文) Behavior of radiocesium derived from irrigation water in paddy fields and its effects on radioactivity in rice

研究代表者

原田 直樹 (HARADA, NAOKI)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：50452066

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は放射性Cs(rCs)を低濃度に含む灌漑水の流入が水口イネのrCs濃度を高める原因の解明を目的に、現地の農業用水路で灌漑水中137Csの挙動調査や水路内植生の137Csストック量の推定、トレーサー実験による溶存態137Csのイネ基部から籾への移行の確認を行った。また土壌表面の懸濁物質からイネへの137Csの移行を確かめた他、非汚染土壌を充填した模型水田を現地に設置して灌漑水中137Csの土壌表面への沈着を2次元で表した。溶存態137Csは水口イネの137Cs濃度をボトムアップ的に増加させ、懸濁態137Csは土壌表面に沈着後イネに移行して137Cs濃度をさらに上昇させることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、放射性セシウム(rCs)を低濃度に含む灌漑水の流入が有意に水口のイネのrCs濃度を高める原因の解明のため、現地調査と模型水田実験およびポット実験等に取り組んだ。その結果、灌漑水中に含まれる溶存態rCsは水口イネのrCs濃度のボトムアップ的な増加に寄与し、さらに懸濁態137Csが水口近傍の土壌表面に沈着後、イネに移行してそのrCs濃度をさらに上昇させることが示された。本研究により、灌漑水に含まれるrCsの水田内での詳細な動態とイネへ移行してそのrCs濃度の上昇に至るメカニズムが初めて明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to elucidate the mechanisms by which the inflow of irrigation water containing low concentrations of radiocesium (rCs) increases rCs concentration in rice plants near the water inlet. 137Cs in irrigation water was monitored in an agricultural channel in Hamadori district, Fukushima, and the stock of 137Cs in the water vegetation was estimated. The tracer experiment confirmed that dissolved 137Cs migrates from the base of rice plants to the paddy. 137Cs in the irrigation water-derived sediments added to the soil surface was shown to be absorbed by rice plants. A model rice field filled with non-contaminated soil installed in Namie Town showed the two-dimension deposition of 137Cs in irrigation water onto the soil surface. It was concluded that dissolved 137Cs bottomed up rice 137Cs concentration, while suspended 137Cs was transferred to rice plants after deposition on the soil surface near the water inlet, further increasing the rice 137Cs concentration.

研究分野：土壌学

キーワード：放射性セシウム イネ 水田 灌漑水 水口 懸濁態画分 溶存態画分

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

平成 23 年 3 月に発生した福島第一原発事故によって東日本各地は放射性セシウム (rCs) により広く汚染された。それから 7 年半が経過した 2018 年 10 月時点で、自然減衰により  $^{134}\text{Cs}$  は当時の 1 割程度にまで減ったが、 $^{137}\text{Cs}$  はまだ約 84% が環境中に残存している。

水田における rCs に関するこれまでの研究は、玄米中の rCs 濃度の低減に重きが置かれ、その成果としてカリ増施が rCs 移行抑制対策として福島県内では広く普及している。その一方、水田を中心とした rCs の環境動態については、rCs の鉛直方向への浸透や粘土鉱物への吸脱着現象等を除き、研究が進んでいるとは言い難い。中でも灌漑水がイネの rCs 濃度に与える影響については、極めて重要な視点であるにも関わらず、これまでほとんど無視されてきた。

例えば塩沢 (2012) は、フォールアウト由来の土壌 rCs 濃度と比べて灌漑水中の rCs 濃度は極めて小さいことから、イネへの影響は無視できるほど低いだろうと予測した。Suzuki et al. (2015) は灌漑水に含まれる比較的高濃度の rCs (10 Bq/L) が玄米中の rCs 濃度を上昇させ得ることをポット試験で示したが、同時に低濃度 (1, 0.1 Bq/L) ではほぼ影響はないとしている。

その一方、我々が実施した南相馬市の現地圃場での先行研究では、水口付近の玄米の rCs 濃度が水田内の他地点より有意に高いことが見出された (鈴木ら, 2019)。この現象には、水口土壌に含まれる rCs 濃度が他の地点より高い傾向にあることが影響しているが、水口では  $^{137}\text{Cs}$  の移行係数 (TF 値 = [イネ試料中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度 (Bq/kg) / 土壌試料中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度 (Bq/kg)]) も有意に高いことから、灌漑水の流入が水口イネへの rCs 移行に、直接的あるいは間接的に影響していることが強く示唆された。また、水口からの距離と玄米の  $^{137}\text{Cs}$  濃度の関係を  $3 \times 25$  m の長方形の圃場を現地に導入して検証した結果、玄米中  $^{137}\text{Cs}$  濃度や TF は水口に近い地点でより高い値を示した。この際の灌漑水中  $^{137}\text{Cs}$  濃度は平水時 0.14-0.32 Bq/L で、うち 60-70% が溶存態であった。水口から 1, 10, 20 m 地点と水尻 (水口から 100 m) で田面水を採取して  $^{137}\text{Cs}$  濃度を比較すると (採水時の灌漑水はかけ流し状態)、その総  $^{137}\text{Cs}$  濃度は水口からの距離が遠い程減衰する傾向を示した。溶存態  $^{137}\text{Cs}$  は水口からの距離に応じて線形的に、懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  は水口近傍で急速に濃度が低下した。さらに 2017 年には福島第一原発から北西約 10 km に位置する福島県浪江町の現地圃場に  $5 \times 80$  m の試験区を設定し、取水元の請戸川から灌漑水を導水した。ここでも南相馬市での結果と同様、溶存態  $^{137}\text{Cs}$  は線形的に、懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  は水口近傍で急速に濃度低下し、イネの  $^{137}\text{Cs}$  濃度は流入点から 5 m 以内で下流側より高く、懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  の濃度変化と類似した。

また、灌漑水中の溶存態および懸濁態 rCs がイネの rCs 濃度にどの程度寄与するか検討するため、同圃場内にコンテナを設置し、ここに 1/5000 a ワグネルポットを 12 個ずつ入れ、コンテナ内に請戸川からの灌漑水を通水してイネを栽培した。供試土壌には現地土壌 ( $^{137}\text{Cs}$ : 2600 Bq/kg) および新潟土壌 (同 38 Bq/kg) を用い、さらに一部には懸濁物質 (SS) の影響を防ぐためにビニールマルチを施した。その結果、供試土壌の違いは玄米中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度に影響を与えず、灌漑水の影響が卓越することが示唆された。さらにマルチをした新潟土壌でも同程度の  $^{137}\text{Cs}$  が検出され、水口イネには溶存態  $^{137}\text{Cs}$  が明らかに影響することが確認できた。なお収穫までの灌漑水中  $^{137}\text{Cs}$  濃度は平均 0.19 Bq/L (溶存態 0.14 Bq/L, 懸濁態 0.05 Bq/L) で、水稻栽培期間中の総取水量からポットあたりの新規負荷量は 15 kBq、玄米への移行率は 0.017% (溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の 0.023%) と計算された。また新潟土壌の表層から 330 ~ 520 Bq/kg の  $^{137}\text{Cs}$  が検出され、土壌への新規付加量は 7.5 ~ 13.0 kBq/m<sup>2</sup> と見積もられた。

### 2. 研究の目的

上述の通り、南相馬市や浪江町などの現地水田で実施した我々の先行研究の結果、灌漑水の流入は有意に水口のイネの rCs 濃度を高めること、また非汚染土壌であっても現地土壌とほぼ同程度の玄米の rCs 汚染が生じることが明らかとなった。このことは、灌漑水に含まれる rCs が水口イネに相当程度吸収されていることを示唆している。そこで本研究では、灌漑水由来の rCs が水田内でどのような挙動を示して、どういった経路を経てイネへ吸収されるのか、つまりは水田における「水 土壌 イネ」へと至る rCs の動態解明を目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 灌漑水由来 $^{137}\text{Cs}$ の挙動調査

震災以降通水初年度となる 2019 年に、請戸川水系の K 用水路において、頭首工直下、支線用水路、水田直前の小用水路の 3 地点で灌漑水試料を定期的に採取した。これを 0.45 μm のフィル

ターでろ過し、ろ液中の<sup>137</sup>Csを溶存態、残渣中の<sup>137</sup>Csを懸濁態としてそれぞれの濃度の経時変化を調べた。請戸川の河川水についても定期的に採水し、同様に溶存態および懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度を調べた。

#### (2) 溶存態<sup>137</sup>Csのイネ基部からの吸収

溶存態<sup>137</sup>Csのイネへの移行性を確認するため、トレーサー実験を行った。栄養生長期および出穂期のイネの基部あるいは根部に<sup>137</sup>Cs溶液を付加し、その後の<sup>137</sup>Csのイネ体内への移行をイメージングプレートで可視化するとともに各部位の<sup>137</sup>Cs濃度を測定して分布を調べた。

#### (3) 懸濁態<sup>137</sup>Csのイネへの移行性

<sup>137</sup>Csをほとんど含まない新潟土壌を1/5000 aワグネルポットに充填してイネを移植し、その土壌表層に<sup>137</sup>Csを含むSSを400 Bq相当添加した。SSとしては浪江町S地区の水田土壌(2.19 Bq/g)、灌漑水由来水田流入堆積物(59.8 Bq/g)およびダム底泥(127 Bq/g)を供試し、添加時期は移植時または出穂期とした。また、<sup>137</sup>Csを含むSSの添加位置(深さ)の影響を調べるため、400 Bq相当のダム底泥を表層、表層から0-2 cm、4-6 cm、8-10 cmに添加したポットを作製し、イネを栽培した。いずれも収穫後、籾中の<sup>137</sup>Cs濃度を調べて比較した。

#### (4) 灌漑水由来<sup>137</sup>Csの水田内挙動

予備実験として、<sup>137</sup>Csをほとんど含まない新潟土壌を用いて模型水田(5×4 m)を作製し、灌漑水とともに<sup>137</sup>Csを含むSSを流入させて、その面的な拡散を調べた。その結果、流入懸濁態<sup>137</sup>Csの約95%は水口から幅0.8 m×長さ2.4 mの範囲に沈着することが分かった。

次いで浪江町S地区の水田水口に、予備実験と同様の模型水田(5×5 m)を設置し、現地灌漑水を供給して水稻栽培を行った。土層厚は15 cmとした。予備実験の結果を参考に、模型水田内を水口から幅1 m×長さ2 m部分をZone 1、Zone 1の周囲1 m部分をZone 2、縁辺部をZone 3と定めた。Zone 1から表層土壌試料(0-2 cm)32点とイネ試料12点、Zone 2からはいずれも28点、Zone 3からは16点を採取し、土壌は絶乾後、イネ試料からは籾を採取して風乾後に<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。土壌については交換性カリ含量(Ex-K)も測定した。

#### (5) 農業用水路内植生が保持する<sup>137</sup>Csストック量の推定

請戸川水系の二つの農業用水路において、壁面や底面に発生する植生に保持される<sup>137</sup>Cs量を二つの方法で推定した。

まず、2020年5~10月にK用水路4か所及びT用水路3か所の計7か所(支線を含む)において、用水路内の壁面・底面の苔類や藻類をヘラで回収した。2日間絶乾後、バイオマス量と<sup>137</sup>Cs濃度を測定し、用水路内部の<sup>137</sup>Csストック量を求めた(第1法)。

別法として、同時期にカメラを積載した筏を流下させ、底面を撮影した動画から藻類の繁茂面積を推定するとともに、藻類を回収してその<sup>137</sup>Cs濃度から<sup>137</sup>Csストック量を求めた(第2法)。

#### (6) 開水路からの灌漑水供給による水田への懸濁態<sup>137</sup>Csの新規付加量の推定

2020年に浪江町S地区の3水田で水稻栽培を行った。いずれも請戸川を水源にK用水路経由で取水した。1水田(以下、トラップ水田)の水口にはコンテナを設置し、灌漑水とともに流入するSSを捕捉してその<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。他の2水田はコンテナを設置せず、対照とした(以下、CT水田)。各水田でイネを栽培し、水口から1、3、5、10 m地点と水尻で土壌とイネを採取して<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。また灌漑期間中に灌漑水試料を採取して<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。

#### (7) 沈砂樹設置による灌漑水由来<sup>137</sup>Csのイネへの移行低減効果の検証

(6)で水稻栽培期間中に相当量の<sup>137</sup>Csを含むSSが灌漑水とともに水田に流入することが明らかとなったことから、水口への沈砂樹の設置によるSSの捕捉が土壌およびイネへの<sup>137</sup>Cs付加抑制が可能か検証した。

浪江町S地区に沈砂樹(コンテナ)設置水田(トラップ水田)と設置しない対照水田(CT水田)を各3圃場用意してそれぞれイネ栽培を行い、土壌、イネ、トラップ中SSおよび田面水試料を採取して<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。土壌試料は移植期、中干期、出穂期および収穫期に表層0-5 cmを採取し、0-2 cm及び2-5 cmに切り分け、それぞれの<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。

また(4)と同様の模型水田(3×3 m)を浪江町S地区の2つの水田水口に設置し、イネ栽培実験を実施した。ここで一方の水口にはコンテナを設置し、懸濁物質を補足することで、灌漑水中の溶存態と懸濁態、どちらの<sup>137</sup>Csがより土壌やイネの<sup>137</sup>Cs濃度に大きな影響を与えるかを比較した。

## 4. 研究成果

### (1) 灌漑水由来<sup>137</sup>Csの挙動調査

2019年の請戸川水系K用水路における灌漑水中<sup>137</sup>Csの濃度変化を図1に示す。溶存態<sup>137</sup>Cs

の平均濃度は、頭首工直下で 0.14 Bq/L, 支線用水路で 0.16 Bq/L, 水田直前の小用水路で 0.16 Bq/L となり, また懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  は同順に 0.20 Bq/L, 0.12 Bq/L, 0.24 Bq/L となった。これに対して請戸川河川水の溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の平均濃度は 0.10 Bq/L, 懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  は 0.09 Bq/kg であり, いずれも用水路内の方が若干高い傾向が認められた。

(2) 溶存態  $^{137}\text{Cs}$  のイネ基部からの吸収

トレーサー実験において, 基部に溶液として付加された  $^{137}\text{Cs}$  は添加時期に関わらずイネ体内に移行し, 収穫期には籾にも転流されることがイメージングプレートで確認された。収穫後のイネにおける  $^{137}\text{Cs}$  の体内分布を図 2 に示す。栄養生長期に  $^{137}\text{Cs}$  が基部から吸収された場合は第 1 葉に, 根部からの場合は根に留まる傾向にあったが, 出穂期の付加の場合は吸収部位にかかわらず籾に移行し易かった。

(3) 懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  のイネへの移行性

灌漑水由来堆積物やダム底泥を SS として土壌表面に添加した場合, 水田土壌を添加した場合よりも籾米中  $^{137}\text{Cs}$  濃度が有意に高かった (Tukey 法,  $P < 0.05$ )。このことから, 灌漑水由来堆積物やダム底泥からの方が水田土壌からよりイネへの  $^{137}\text{Cs}$  の移行が容易であることが示された。また SS の添加位置 (深さ) を変えた場合, 籾中  $^{137}\text{Cs}$  濃度は表層添加区で 18.3 Bq/kg, 0-2 cm 添加区で 14.7 Bq/kg となった一方で, 他区では検出限界以下で, 土壌表面に付加された懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  はイネに移行し易いと考えられた。

(4) 灌漑水由来  $^{137}\text{Cs}$  の水田内挙動

灌漑水と流入する総  $^{137}\text{Cs}$  の約 6 割が  $5 \times 5$  m の模擬水田内に沈着した。また, 表層土壌および籾米中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は水口付近 (Zone 1) で他の場所 (Zone 2 および 3) よりも有意に高く (図 3), 土壌 Ex-K は有意に低かった。表層土壌中  $^{137}\text{Cs}$  濃度と籾米の  $^{137}\text{Cs}$  濃度には強い相関が認められ, 水稻栽培期間中の土壌表層への  $^{137}\text{Cs}$  の蓄積がイネの  $^{137}\text{Cs}$  吸収に寄与していることが示された。TF 値は縁辺部で最大 1.4 と高い傾向にあり, 土壌からの  $^{137}\text{Cs}$  の移行のみならず, 灌漑水中の溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の直接吸収が大いに寄与しているものと思われた。すなわち, 模擬水田に流入した溶存態  $^{137}\text{Cs}$  はイネの  $^{137}\text{Cs}$  濃度をボトムアップ的に増加させ, 懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  は水口近傍の土壌表面に沈着後, イネに移行することでイネの  $^{137}\text{Cs}$  濃度をさらに押し上げるものと考えられた。さらに水口近傍で生じる土壌 Ex-K の低下もイネの  $^{137}\text{Cs}$  吸収を促進させる要因となり得ることが示唆された。

(5) 農業用水路内植生が保持する  $^{137}\text{Cs}$  ストック量の推定

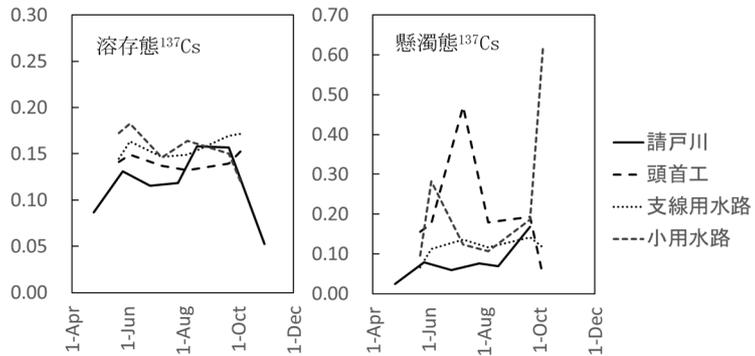


図1 請戸川水系K用水路における灌漑水中 $^{137}\text{Cs}$ の濃度変化 (2019年)

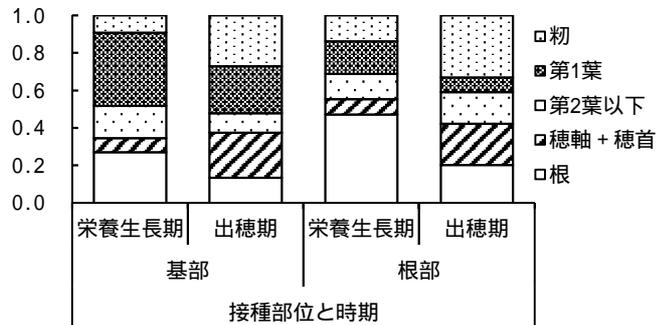


図2 収穫時のイネにおける $^{137}\text{Cs}$ の体内分布 (トレーサー実験による)

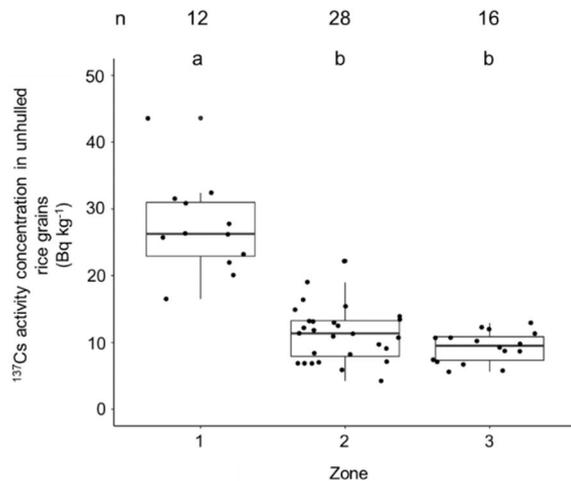


図3 籾試料中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度: n は各ゾーンの試料数, 異なるアルファベットは統計的有意差を示す (Wilcoxon rank-sum test with BH correction)

第 1 法で求めた水路内バイオマス量の全平均値は、K 用水路で  $3.2 \pm 1.1$  g/m、T 用水路で  $11.8 \pm 4.0$  g/m であり、7~8 月に最も多かった。藻類ではネンジュモやアオミドロなど、苔類ではヤスデゴケなどが観察された。 $^{137}\text{Cs}$  濃度は K 用水路で  $2.4 \sim 74.9$  (平均  $14.2 \pm 3.2$ ) Bq/g、T 用水路で  $0.9 \sim 13.3$  (同  $5.4 \pm 0.5$ ) Bq/g で、農業用水路 1 m あたりそれぞれ  $12 \pm 4$  および  $69 \pm 27$  Bq に相当した (異常値 1 点を除いて計算)。

第 2 法の動画から推定された水路底面の藻類繁茂面積は K 用水路では  $116(6/22) \sim 262(7/25) \sim 237(9/2)$   $\text{m}^2$ 、T 用水路では  $26 \sim 7 \sim 36$   $\text{m}^2$  と推移した。藻類の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は K 用水路で平均  $6.8$  Bq/g、T 用水路で  $3.6$  Bq/g であった。用水路底面の藻類の  $^{137}\text{Cs}$  ストック量は、K 用水路では  $20$  Bq/m、T 用水路ではその  $1/10$  程度と推定された。

以上の結果から、請戸川水系の二つの農業用水路内の植生が保持する  $^{137}\text{Cs}$  ストック量は最大でも  $100$  Bq/m 程度と考えられた。

#### (6) 開水路からの灌漑水供給による水田への懸濁態 $^{137}\text{Cs}$ の新規付加量の推定

栽培期間中にトラップ水田の水口で捕捉された SS 中の総  $^{137}\text{Cs}$  量は  $1033$  kBq で、圃場面積当たり  $3610$  kBq/ha に相当した。この値はトラップ水田への灌漑水の総供給量と平水時の用水中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度から求めた  $^{137}\text{Cs}$  の付加量、 $147$  kBq の約 7 倍に相当した。用水中の懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  濃度は小用水路までの流下過程で上昇する傾向が見られた。以上のことから、上流から運搬される SS に加え、荒天時には用水路内に蓄積された  $^{137}\text{Cs}$  を含む堆積物が水田に流入しているものと思われる。土壌およびイネ中  $^{137}\text{Cs}$  濃度は、CT 水田では水口から  $1$  m 地点で最大となり、水口から離れるにつれて減少傾向にあったが、トラップ水田では同様の傾向は見られなかった。

#### (7) 沈砂柵設置による灌漑水由来 $^{137}\text{Cs}$ のイネへの移行低減効果の検証

トラップ水田では CT 水田よりも土壌への  $^{137}\text{Cs}$  付加が減少し、灌漑水中の SS の捕捉による土壌への  $^{137}\text{Cs}$  新規付加抑制効果が示唆された。しかし、玄米や稲わら中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は両者間でほとんど差がなく、トラップ設置によるイネの  $^{137}\text{Cs}$  移行抑制効果は確認されなかった。

また模型水田実験において、沈砂柵を設置した水田の表層土壌 ( $0\text{-}2$  cm) の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は  $448 \pm 57$  Bq/kg となり、対照水田の  $1417 \pm 311$  Bq/kg より有意に低かった (paired Wilcoxon signed-rank test,  $P < 0.001$ )。一方、籾試料の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は前者が  $28 \pm 2$  Bq/kg、後者が  $32 \pm 5$  Bq/kg と有意差がなかった (同,  $P > 0.05$ )。対照水田でのみ、表層土壌中  $^{137}\text{Cs}$  濃度と籾試料の  $^{137}\text{Cs}$  濃度に正の相関が認められた。以上の結果は、(4) で述べた灌漑水中の溶存態  $^{137}\text{Cs}$  と懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  のイネへの移行メカニズムを支持するものであった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yoshikawa Natsuki, Nakashima Kosei, Suzuki Yoshimasa, Miyazu Susumu, Suzuki Kazuki, Nogawa Norio, Harada Naoki	4. 巻 225
2. 論文標題 Influence of irrigation water intake on local increase of radiocesium activity concentration in rice plants near a water inlet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 106441 ~ 106441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2020.106441	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 Nishikiori T, Kubota T, Miyazu S, Harada N, Yoshikawa N, Fujiwara H, Saito T	4. 巻 15
2. 論文標題 Input and output pathways determining potassium budgets in two paddy fields subjected to countermeasures against radiocesium in Fukushima, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0232139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0232139	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 原田直樹	4. 巻 150
2. 論文標題 放射線災害後の福島の農業 - 数字が語るこの10年 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 耕	6. 最初と最後の頁 35 ~ 40
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 Suzuki Yoshimasa, Shoji Ryosuke, Tsurumaki Takahiro, Tamaki Syohei, Nakashima Kousei, Miyazu Susumu, Yoshikawa Natsuki, Ishii Hideki, Nogawa Norio, Nonaka Masanori, Suzuki Kazuki, Harada Naoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Elevated rice 137Cs concentrations near the water inlet in paddy fields after the Fukushima nuclear accident	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10967-022-08350-w	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15件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 高橋篤広・鈴木啓真・稲葉麟士・久保田富次郎・錦織達啓・川崎照夫・宮津進・吉川夏樹・野川憲夫・鈴木一輝・原田直樹
2. 発表標題 灌漑水を介した粗大有機物流入による水田土壌への <sup>137</sup> Cs付加の可能性
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2020年度岡山大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川夏樹・稲葉麟士・榎島みどり・宮津進・鈴木啓真・鈴木一輝・野川憲夫・原田直樹
2. 発表標題 現地水田模型による懸濁態セシウムの挙動の解明
3. 学会等名 第69回農業農村工学会大会講演会鹿児島大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木啓真・松原達也・稲葉麟士・宮津進・五明智夫・伊藤健太郎・吉川夏樹・尹永根・鈴木伸郎・河地有木・野川憲夫・鈴木一輝・原田直樹
2. 発表標題 各生育ステージにおける放射性セシウムのイネへの移行
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. SUZUKI, T. IIZUKA, T. MATSUBARA, R. INABA, S. MIYAZU, T. GOMEI, K. ITO, M. SHIN, N. YOSHIKAWA, N. NOGAWA, K. SUZUKI, N. HARADA
2. 発表標題 Transfer of radiocesium from irrigation water to rice
3. 学会等名 5th International Conference on Environmental Radioactivity (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田直樹・鈴木一輝・宮津 進・吉川夏樹
2. 発表標題 天水田における作土中 <sup>137</sup> Cs の滞留半減時間の推定
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2019年度静岡大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安瀬大知・松原達也・鈴木啓真・稲葉麟士・原田直樹・吉川夏樹・宮津進・五明智夫・伊藤健太郎・野川憲夫・鈴木一輝
2. 発表標題 土壌表層へ付加された底泥からイネへの放射性Csの移行
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2019年度静岡大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星野大空・荒井俊紀・鈴木啓真・稲葉麟士・宮津進・五明智夫・伊藤健太郎・吉川夏樹・野川憲夫・鈴木一輝・原田直樹
2. 発表標題 灌漑水由来放射性Csの水田土壌表層への <sup>137</sup> Csの蓄積
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2019年度静岡大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲葉麟士・吉川夏樹・鶴田綾介・青山尚樹・上山直樹・原田直樹・宮津進・鈴木啓真・松原達也・申文浩・五明智夫・伊藤健太郎・野川憲夫
2. 発表標題 灌漑水由来の懸濁態放射性セシウムの水田内動態
3. 学会等名 2019年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田富次郎・錦織達啓・申文浩・宮津進・吉川夏樹・原田直樹
2. 発表標題 水田湛水中における溶存態放射性Csの濃度変化
3. 学会等名 2019年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 錦織達啓・久保田富次郎・宮津進
2. 発表標題 放射性セシウム対策実施水田におけるカリウム収支
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2019年度静岡大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kakahata H, Hoshino H, Nogawa N, Miyazu S, Yoshikawa N, Harada N, Suzuki K
2. 発表標題 Estimation of the origin of organic matter containing high levels of $^{137}\text{Cs}$ flowing into paddy fields via agricultural waterways
3. 学会等名 ISFAE 2021 NIIGATA (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takahashi A, Klevtsova A, Takahashi M, Miyazu S, Yoshikawa N, Nogawa N, Suzuki K, Harada N
2. 発表標題 Impacts of $^{137}\text{Cs}$ supplied as suspended solids in irrigation water on rice plants
3. 学会等名 ISFAE 2021 NIIGATA (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ichii S, Anze T, Nogawa N, Miyazu S, Yoshikawa N, Suzuki K, Harada N
2. 発表標題 137Cs added to the soil surface as suspended solids is easily absorbed by rice plants
3. 学会等名 ISFAE 2021 NIIGATA (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Harada N
2. 発表標題 Radioactivity pollution problems and potential solutions in Japan related to Fukushima Disaster
3. 学会等名 Soil Science Society of Turkey, GLOBAL SOIL THREATS Third panel series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿畑仁司・星野大空・鈴木一輝・野川憲夫・宮津進・吉川夏樹・原田直樹
2. 発表標題 請戸川水系の農業用水路内植生が保持する137cSストック量の推定
3. 学会等名 日本土壤肥料学会2021年度北海道大会
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	吉川 夏樹  (Yoshikawa Natsuki)  (90447615)	新潟大学・自然科学系・教授    (13101)	

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	鈴木 一輝  (Suzuki Kazuki)  (40801775)	新潟大学・研究推進機構・助教    (13101)	
研究分担者	宮津 進  (Miyazu Susumu)  (30757844)	新潟大学・自然科学系・助教    (13101)	

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