

## 灌漑水取水に伴う放射性物質の水田内動態 Behavior of Radiocesium in Irrigation Water inside Paddy Fields

○鶴田綾介\*・吉川夏樹\*\*・中島浩世\*・原田直樹\*\*・鈴木啓真\*・野川憲夫\*\*\*・野中昌法\*\*  
Ryosuke TSURUTA Natsuki YOSHIKAWA Kosei NAKASHIMA Naoki HARADA  
Yoshimasa SUZUKI Norio NOGAWA Masanori NONAKA

### 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故を契機に放出された放射性 Cs (以下 Cs) による農作物の汚染は、放射性降下物の付着による直接的な汚染のみならず、灌漑水を媒体とした降下物の運搬に伴う二次汚染が懸念される。

灌漑水に含まれる Cs の農作物への移行可能性は、取水量と農作物の汚染程度に相関がないことや流入負荷量が水田土壤の Cs 蓄積量に対してわずかであることから否定されている<sup>1)</sup>ものの、筆者らが実施している福島県南相馬市におけるイネ・水田土壤のモニタリング結果からは、水口付近のイネ・土壤から他の地点に対して比較的高濃度の Cs が検出され (図 1)、灌漑水に含まれる Cs のイネへの影響が示唆された。

そこで本研究では灌漑水に含まれる Cs のイネへの移行可能性およびその移行経路を田面水・土壤中の Cs の定量分析によって検証するとともに、数値モデルを用いた Cs の水田内動態の再現によって水田土壤への影響範囲を推定し、イネの汚染メカニズムの解明に寄与することを目的とする。

### 2. 研究対象地

東京電力福島第一原子力発電所から約 20 km 圏内に位置する福島県南相馬市原町区 N 地区に試験水田を設けた。本地区は太田川流域に属し、灌漑水は太田川から用水路を通じて水田へ流入する。太田川は利水を目的とした横川ダムを擁しており、その集水域には Cs 沈着量が 3000 kBq/m<sup>2</sup> を超過する高濃度汚染域を含む。

### 3. 研究方法

#### 3.1 <sup>137</sup>Cs のイネへの移行の仮説

灌漑水に含まれる Cs がイネあるいは土壤へ移行すると仮定すれば、流下過程における要因に応じた存在形態別の Cs の量的変化が推測される。そこで、本研究では田面水中に含まれる Cs の流下過程における量的変化を存在形態ごとに把握することで、灌漑水に含まれる Cs のイネへの移行可能性およびその移行経路を検証した。

#### 3.2 現地試験の概要

流入点から主流方向に対し平行に波板を設けることで、水流の拡散を抑制し、水田内に一次的な流れを創出した (図 2)。流入点からの距離に応じて、田面水・土壤を採取し、水試料の懸濁態・溶存態 Cs 濃度および SS 濃度、土壤試料の Cs 濃度をそれぞれ測定した。水試料は各地点で採水した田面水 20 L、土壤試料は Cs の沈着が予想される各地点の水田土壤表層 15 cm を試料とした。本試験はイネの成長度合いが異なる時期 (7 月 3 日, 8 月 2 日, 8 月 23 日) に合計 3 度行った。

採水した水試料は減圧ろ過によってろ液 (溶存態 Cs) と残差 (懸濁態 Cs) に分離した後、各試料中の <sup>137</sup>Cs をゲルマニウム半導体検出器を用いて定量した。

#### 3.3 モデルを用いた懸濁態 <sup>137</sup>Cs 動態の検証

系外から灌漑水に伴い水田へ流入する懸濁態 Cs による水田土壤 Cs 濃度への影響を検討するために、試験水田の耕区を対象として、流入する浮遊物質の動態 (浮上・沈降・輸送) を表現する二次元モデルを構築した。モデルの妥当性を検証するために、モデルによって再現された懸濁物質の沈降に伴う水田土壤の

\*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate school of science and technology, Niigata University

\*\*新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

\*\*\*福島大学うつくしまふくしま未来支援センター Fukushima Future Center for Regional Revitalization, Fukushima University

キーワード：放射性セシウム、水田農業

Cs 濃度変動値と現地試験の観測値を比較検討した。その後、試験流路が存在しない通常の水耕栽培環境を想定し、試験水田の灌漑期間を対象とした懸濁物質の動態シミュレーションを行った。モデル中の各パラメータについては適宜、分析・現地観測によって設定した。

#### 4. 結果

##### 4.1 $^{137}\text{Cs}$ 濃度分析結果

田面水の溶存態 Cs 濃度は流入点近傍の 1 m 地点が水尻の値に対し有意に高く (2.2~7.1 倍)、水口から水尻にかけて線形的な低下傾向が確認された (図 3)。

土壌の Cs 濃度は流入点近傍の 1 m 地点が最も高く (21 m 地点の 1.6 倍)、流入点からの距離に応じた非線形的な低下傾向があった。田面水 1 L あたりの懸濁態 Cs 放射能については各地点間に有意差はないものの、水尻で低下する傾向があった。

##### 4.2 $^{137}\text{Cs}$ 動態の再現結果

数値モデルによる再現結果では、流入点近傍における灌漑水中の懸濁物質の沈降・堆積に伴う水田土壌の Cs 濃度上昇が再現された。水田土壌の Cs 濃度変動の再現値と実測値は、その程度・傾向ともにおおむね一致した (図 4)。試験水田と同様の灌漑期間を対象とした再現結果では、流入点を中心とした 2 m 程度の範囲に懸濁物質の沈降に伴う水田土壌の Cs 濃度上昇がみられ、最も変動値が大きかった計算格子では 340 Bq/kg の濃度上昇が確認された。この値は、耕起前の試験水田土壌の平均 Cs 濃度 810 Bq/kg を 1.4 倍にも上昇させる。

#### 5. まとめ

流下過程における田面水の溶存態 Cs 濃度には低下傾向があることが明らかとなり、イネへの移行可能性が示された。現地試験において流路区間の水田土壌の Cs 濃度変化と溶存態 Cs の濃度変化の傾向が異なっていたことに加え、数値モデルによる再現結果において水田内流入後の灌漑水に含まれる懸濁物質が流入点近傍へ局所的に堆積したことから、水田土壌の Cs 濃度上昇の主要因が灌漑水中の懸濁態 Cs であると推測した。また、濃度変化がみられた範囲は実測値・再現値ともに流入点近傍の 2~3 m 程度であり、その影響

が局所的であることが明らかとなった。今後は灌漑水中に含まれる懸濁物質の組成を特定する予定である。

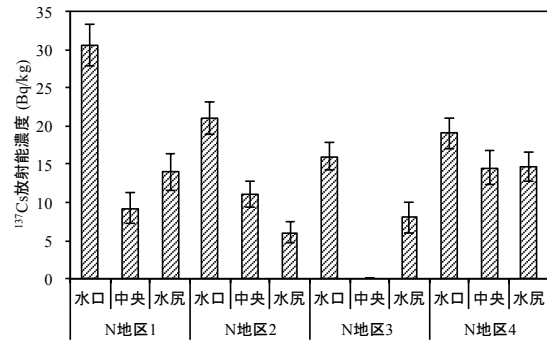


図 1 稲わらの  $^{137}\text{Cs}$  濃度 (2014)

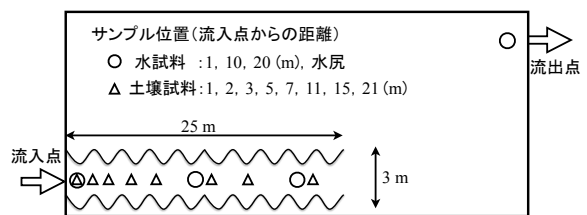


図 2 現地試験概要図

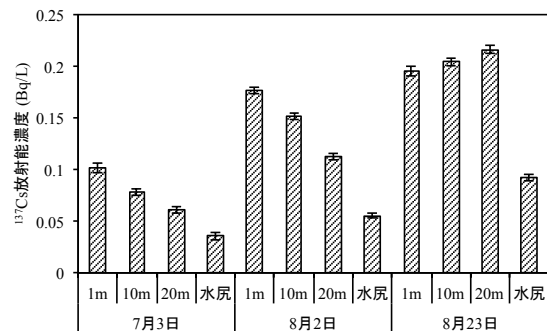


図 3 流下過程における溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度の変化

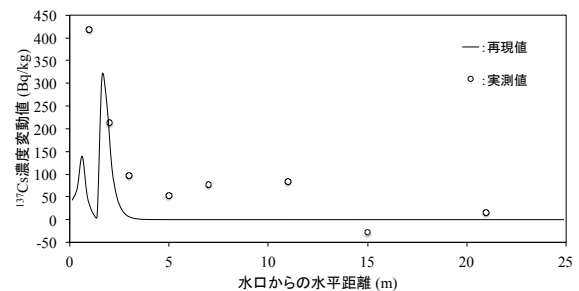


図 4 流路横断面の  $^{137}\text{Cs}$  濃度変動値

#### 参考文献

- 1) 塩沢昌 (2012) : 土壤汚染の新知見-放射セシウム  
の土壤中の挙動と水稻への移行, 学術の動向, Vol.17,  
No.10, pp.28-35