

## 現地水田模型による懸濁態セシウムの挙動の解明

Elucidation of particulate radiocesium behavior in a paddy plot using an experimental paddy field model

○吉川夏樹<sup>1</sup> 稲葉麟士<sup>2</sup> 槇島みどり<sup>3</sup> 宮津進<sup>1</sup> 鈴木啓真<sup>2</sup>  
鈴木一輝<sup>4</sup> 野川憲夫<sup>5</sup> 原田直樹<sup>1</sup>

Natsuki YOSHIKAWA Rinji INABA Midori MAKISHIMA Susumu MIYAZU  
Yoshimasa SUZUKI Kazuki SUZUKI Norio NOGAWA Naoki HARADA

### 1. はじめに

これまでの筆者らの現地実験で灌漑が水田水口近傍のイネの放射性セシウム(以下, Cs)濃度を局所的に上昇させることが示された。イネの吸収に寄与するのは溶存態 Cs と考えるのが一般的であるが, 田面水中の懸濁態 Cs 濃度変化が水田土壌およびイネ体中 Cs 濃度の変化傾向と類似することから, 懸濁態 Cs の影響は無視できないと考えた。そこで, 灌漑水中の比較的粒径の大きい懸濁態 Cs が圃場流入直後の流速低下によって水口近傍に沈降し, 水田土壌中 Cs 濃度を上昇させるという仮説を立て, 2018年度に室内水田模型実験を実施した結果, 灌漑水を通じて圃場に流入する懸濁態 Cs の約95%が水口20m<sup>2</sup>に沈降することが確認された。

本研究では, 実際の栽培環境下において灌漑水由来で圃場に流入する懸濁態 Cs の堆積量および範囲を観測し, これがイネの吸収に与える影響を評価することを目的に, 現地試験圃場において模型実験を実施した。

### 2. 研究対象地

東京電力福島第一原子力発電所から北西約10 km 県内に位置する福島県双葉郡浪江町酒田地区に試験圃場を設けた。灌漑水は水源の大柿ダムから苜宿頭首工, 幹線用水路, 末端用水路を経由して圃場に到達する。苜宿頭首工は2019年に復旧したため, 試験栽培は震災後初めて開水路を経由して供給された灌漑水を使用した。

### 3. 研究方法

#### 3.1 現地水田模型実験概要

現地圃場の水口部分に5 m 四方, 面積25 m<sup>2</sup>

の水田模型を造成した(図1)。模型全体をビニールシートで被覆し, 新潟県新発田市の非汚染土壌(497 Bq m<sup>-2</sup>)を概ね15cm厚で充填した。非汚染土壌を供したの, 現地試験圃場の土壌中 Cs 濃度(59,800 Bq m<sup>-2</sup>)に対して, 灌漑水経路で圃場に流入する懸濁態 Cs の総量が小さい(300 Bq m<sup>-2</sup>)ことが予想され, 現地土壌では僅かな濃度変化を捉えることが難しいと考えたからである。

現地灌漑水を模型内に供給後, 代掻きを実施し, 福島県水稻施肥基準に基づき窒素, リン, カリを液肥で施用した。その後, 水田模型内に苗を現地圃場の慣行に従って流下方向15 cm, 横断方向30 cmの植栽間隔で移植した。

#### 3.2 サンプリング

現地圃場の稲刈り時期と同じ9月22日および23日に水田模型内の土壌および稲わらをサンプリングした。土壌試料はハンドサンプラーを用いて表層5 cmを採取したが, 分析には, 表層2 cmを供した。懸濁態 Cs の沈降が大きいと予想された水口近傍では密に, その外側では粗にサンプリングした。試料調整後, Cs 濃度を測定した。

#### 3.3 灌漑方法

用水路と模型水田を現地圃場の取水口の口径に準じて塩ビ管VUΦ100で接続し, 流量調整のためのボールバルブと流量計測のための流量計を塩ビ管に設置した。栽培期間中は, 現地農家がボールバルブを操作して, 現地圃場に準じた水管理を行った。灌漑期間中の通水量は流量計で10分毎に計測した。

1 新潟大学自然科学系

2 新潟大学自然科学研究科

3 新潟大学農学部

4 新潟大学研究推進機構超域学術院

5 東京大学アイソトープ総合センター

## 4. 結果

### 4.1 水口における懸濁態 Cs の堆積範囲

流入点付近に顕著な Cs の蓄積が確認された (図2)。特に  $1.5 \times 10^5 \text{ Bq m}^{-2}$  以上の蓄積量が確認された地点は、流入点から流下距離 1.5 m、模型水田中央 1 m の範囲に集中していた。同範囲内の蓄積量は他の地点の蓄積量に対し有意に高かった (Tukey 法,  $p < 0.05$ )。

灌漑期間中に水田模型内に流入した総流入懸濁態 Cs 量は  $8.92 \times 10^5 \text{ Bq}$  であり、そのうち系内に堆積したのは約 59% であった。

### 4.2 籾の Cs 濃度

流入点付近で栽培されたイネから比較的 Cs 濃度の高い籾が検出された。  $20 \text{ Bq kg}^{-1}$  を超過した地点は流入点から流下方向 2.0 m、模型水田中央部 1.0 m に集中していた。

模型水田内を 1 m 四方に区切った場合の単位面積あたりの Cs 蓄積量と籾中 Cs 濃度の相関を図3に示す。両者には正の相関が確認された。

### 4.3 灌漑水供給の影響

水田模型内の土壌中の最大 Cs 濃度は、  $53 \times 10^3 \text{ Bq kg}^{-1}$  ( $22 \times 10^4 \text{ Bq m}^{-2}$ ) であった。これは懸濁態 Cs として供給される請戸川浮遊砂の単位重量当たりの Cs 濃度の約  $30 \times 10^3 \text{ Bq kg}^{-1}$  を超過しており、模型水田内に他の経路による Cs 流入があったことが疑われた。

この要因として考えたのが、用水路内で確認された植物由来の有機物の流入である。これを採取・風乾した後、Cs 濃度を測定したところ  $59 \times 10^3 \text{ Bq kg}^{-1}$  であった。これは、水田模型内の土壌の最高濃度と同程度であり、模型水田内には灌漑水中の懸濁物質に加えて、この有機性懸濁物質の流入・沈降があったと示唆された。

## 5. まとめ

現地水田模型実験によって、イネの Cs 吸収は、溶存態のみではなく懸濁態も寄与することが示された。懸濁態 Cs は、水口近傍に沈降・堆積し土壌中 Cs 濃度を上昇させ、イオン交換や有機物分解などの過程を経て間接的にイネに吸収されることが予想される。さらに、開水路床や壁での藻類等の有機物の繁茂、離脱によっ

て土壌中 Cs 濃度が上昇する可能性が示唆された。

今後は堆積した懸濁態 Cs のイネへの移行メカニズムおよびその寄与度を明らかにするとともに、継続的に灌漑水のモニタリングを実施し、開水路中で発生する有機物の影響についても定量的に評価する予定である。

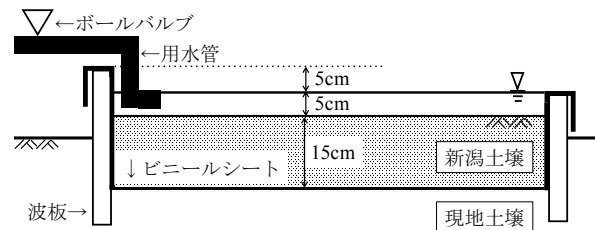


図1. 水田模型概要図

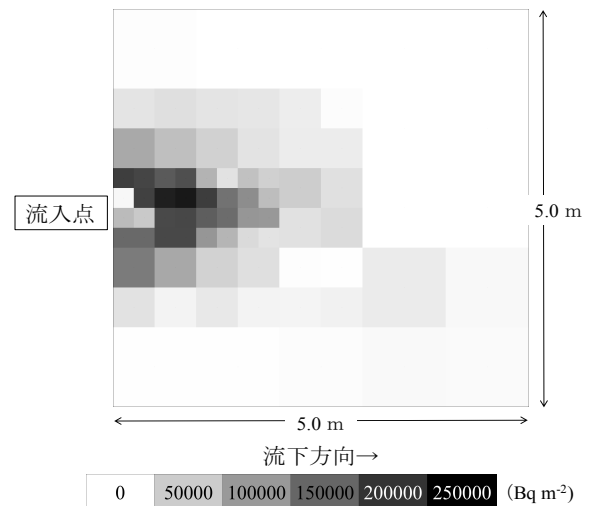


図2. 水田模型内の懸濁態 Cs 蓄積状況

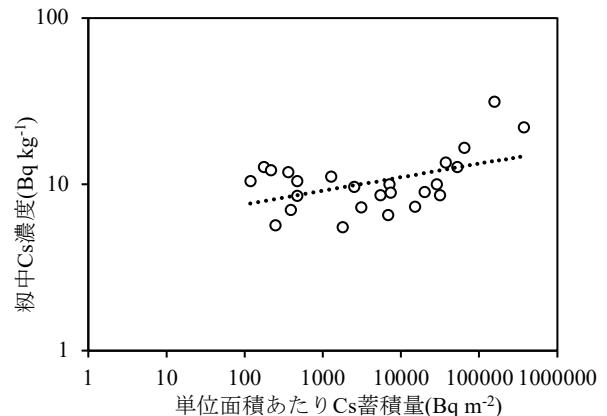


図3. Cs 蓄積量と籾中 Cs 濃度の相関関係