

水田を介した放射性セシウムの動態

Behavior of radiocesium through irrigation of paddy field

○鶴田綾介*・吉川夏樹**・佐藤郁*・田巻翔平***・中島浩世*・原田直樹**・野中昌法**・
宮津進****・保高徹生****

Ryosuke TSURUTA Natsuki YOSHIKAWA Iku SATO Shohei TAMAKI Kosei NAKAJIMA
Naoki HARADA Masanori NONAKA Susumu MIYAZU Tetsuo YASUTAKA

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故によって大量の放射性Cs（以下Cs）が広範囲に放出された。これまでチェルノブイリの事故を契機に流域内のCsの動態に関する研究が数多く行われてきた。一方、水田はアジアモンスーン地域特有の土地利用形態であるため、水田を介したCsの動態に関する研究は少ない。そこで、本研究では、大量の水を利用し土壌攪乱を伴う水田耕作が流域内Csの移動に与える影響を、水田の物質収支の観点から明らかにすることを目的とする。

2. 研究対象地

本研究は福島県南相馬市原町区中太田に試験水田を設定した。南相馬市中太田は東京電力福島第一原子力発電所から北北西に約20kmに位置する。試験水田の農業用水は、太田川の河川水から取水する。太田川は上流に鉄山ダムと横川ダムを抱えた河川であり、ダムの水源には事故直後に放射性プルームが通過した土壤汚染が最も深刻な地域を含む。本試験水田では、2013年に事故以降3年ぶりに作付けが再開された。2013年の試験水田の玄米から出荷基準値100 Bq/kgを超えるCsが検出されたが、2014年の玄米のCs濃度は平均3.4 Bq/kgであった。

3. 研究方法

3.1 試料の採水と¹³⁷Csの濃度

用水試料は毎月同地点で100L採水した。落水イベント（代かき落水、中干し落水）では、一般的に排水中に含まれる懸濁物質の量は、落水初期に大きく変化し、その後の変化が小さい（山田ら、2006）。このことから、落水初期は高頻度で採水し、その後は時間間隔

をあけて採水した。採水量は1.5-20Lとした。

通常排水（落水イベント以外の排水）は2014年8月24日にA、B圃場で40L採水した。採水した用排水の試料を吸引ろ過し、ろ液（溶存態Cs）と残差（懸濁態Cs）に分離した。用水試料のろ液は蒸発濃縮し、排水試料のろ液は簡易AMP法で濃縮した。濃縮したろ液と懸濁物質はゲルマニウム半導体検出器で¹³⁴Csと¹³⁷Csを定量した。

3.2 水収支の計測

試験水田の取水量の観測のため、取水側に全幅堰の量水堰と水位センサーを設置した。水位センサーの記録から越流水深を求め、全幅堰の公式を使って灌漑期間の取水量を計測した。排水側には排水閘と水位センサーを設置して、減水深と排水量を計測した。雨量は試験水田付近に設置した転倒マス雨量計で観測した。

3.3 水田の¹³⁷Cs収支の把握

水田への¹³⁷Csのインプットは農業用水の取水による新規流入のみとした。一方、アウトプットは、自然崩壊による消失、イネの収穫による持ち出し、水田からの排水による流出とした。代かき落水、中干し落水のような人為的な落水は、通常排水とは流出特性が異なるため、それぞれ別項目として扱った。

4. 調査結果と報告

4.1 用排水中の¹³⁷Cs濃度

灌漑期間中の用水中¹³⁷Cs濃度は0.29 Bq/Lであった。A、B圃場の通常排水中¹³⁷Cs濃度はそれぞれ、0.08 Bq/L、0.15 Bq/Lであった。代かき落水中は懸濁態¹³⁷Csが90%を占めており、B圃場の懸濁態¹³⁷Cs濃度は、落水直後15.5 Bq/Lであったのに対し、落水1秒後は約1/30の0.53 Bq/Lに減少した（図1）。落水直

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

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

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

****産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

キーワード：放射性セシウム、水田、地表排水

後の SS 濃度は落水直後 9,400 mg/L であるのに対し、落水 1 分後は約 1/50 の 195 mg/L に減少した。一方で、SS 重量あたりの ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg-SS) は時間経過に伴って増加した (図 2)。A 圃場の代かき落水でも同様な変動がみられたが、中干し落水では SS 重量あたりの ^{137}Cs 濃度は変化がなかった。

4.2 水田の水収支

A, B 圃場の灌漑期間中用水取水量は、それぞれ 1,984 mm, 2,338 mm, 通常排水量は、それぞれ 1,136 mm, 1,619 mm, 代かき落水量は、それぞれ 56 mm, 63 mm, 中干し落水量は、それぞれ 38 mm, 40 mm であった。

4.3 水田の ^{137}Cs 収支

農業用水取水による ^{137}Cs の水田へのインプット (I) は土壌中の ^{137}Cs 蓄積量の 0.3-0.4% 程度であった。一方、アウトプット (O) は約 1% であった。この結果、アウトプットはインプットの約 3 倍であった (図 3, 図 4, 表 1)。しかし、用排水に伴う移動のみで比較すると、排水に伴う流出 (O_D) は A 圃場で 0.06%, B 圃場で 0.14% と、それぞれインプットの約 1/5, 1/2 であった。

すなわち、水田における耕作は流域内の Cs 動態において排水源になるのではなく、むしろ Cs を系内に蓄積する役割を持つことが示された。

5. まとめ

本研究の結果として、流入負荷量に対して流出負荷量が小さいことから、水田は流域内 Cs のバッファ的機能を持つことが明らかになった。一方、排水に伴う Cs の流出は、水管理方法や土壌中の Cs 沈着量によって大きく異なることが予想されるため、今後は、他地域の多様な条件下の水田の調査結果を整理して、広域スケールにおける Cs の動態に与える影響を検証する予定である。

表 1 水田の ^{137}Cs 収支の記号説明

記号	説明
I	インプット (用水取水による ^{137}Cs 流入量)
O	アウトプット
O_D	排水による ^{137}Cs 流出量
O_{OD}	通常排水による ^{137}Cs 流出量
O_{PD}	代かき落水による ^{137}Cs 流出量
O_{SD}	中干し落水による ^{137}Cs 流出量
O_{ND}	自然崩壊による ^{137}Cs 消失量
O_{HV}	イネの収穫による ^{137}Cs 持ち出し量

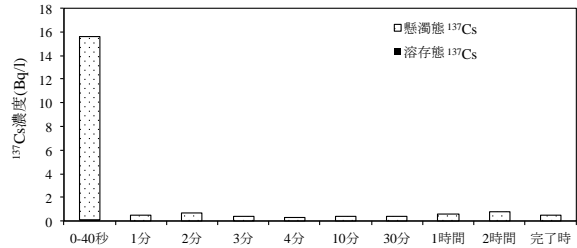


図 1 ^{137}Cs 濃度 (代かき排水, B 圃場)

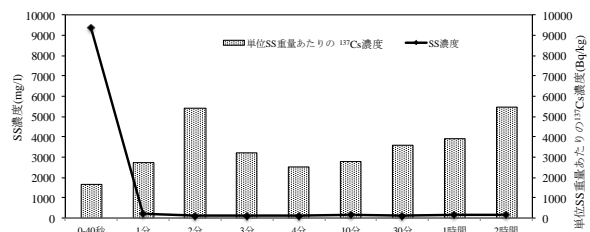


図 2 SS 濃度, 単位 SS 重量あたりの ^{137}Cs 濃度 (代かき排水, B 圃場)

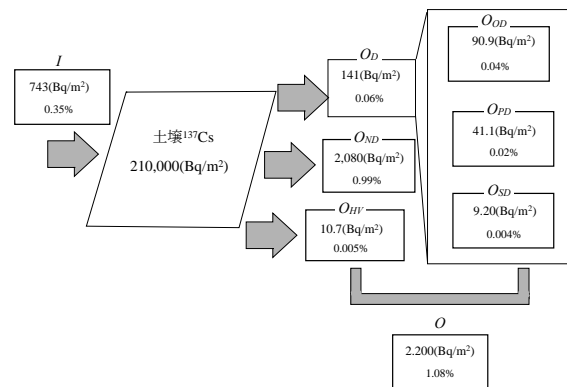


図 3 水田の ^{137}Cs 収支 (A 圃場)

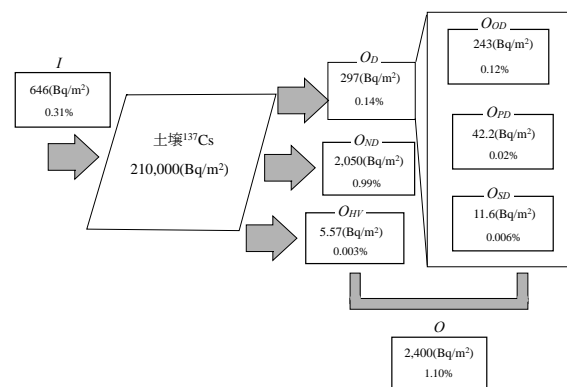


図 4 水田の ^{137}Cs 収支 (B 圃場)

参考文献

- 1) 山田佳裕・井桁明丈・中島沙知 他, 2006, しろかき期の強制落水における懸濁物, 窒素とリン流出-圃場における流出実験-, 陸水学雑誌, 67:105-112.