

水田を介した放射性セシウムの動態と水田の役割

Behavior of Radiocesium in Irrigation Water on Paddy Field

○中島浩世¹⁾・吉川夏樹²⁾・坂場将人³⁾・鶴田綾介¹⁾・宮津進⁴⁾・保高徹生⁵⁾・鈴木啓真¹⁾・
原田直樹²⁾・野中昌法²⁾・野川憲夫⁶⁾・伊藤久生⁷⁾

Kosei NAKASHIMA Natsuki YOSHIKAWA Masato SAKABA Ryosuke TSURUTA
Susumu MIYAZU Tetsuo YASUTAKA Yoshimasa SUZUKI Naoki HARADA
Norio NOGAWA Masanori NONAKA Hisao ITO

1. 研究目的と背景

水田耕作は大量の用水を取水し土壌攪乱を伴うため、2011年の原発事故によって降下した水田内の放射性物質が系外に流出し、河川水経由で下流域に輸送されることが予想される。

筆者らの研究グループは水田耕作による下流域への影響を評価するため2014年から南相馬市原町区N地区において水田のCs収支を観測している。その結果、用水経由で水田に流入するCsに比べ、排水に伴う流出は小さく、下流域に対してCsのソースとはならないということが示唆された。

本研究では、こうした現象が、時期、場所や水管理方法に依存するものか、あるいは水田耕作に共通するものであるのかを検証するため、N地区における調査の継続に加え、水管理方法の異なる小高区B地区での調査を行うこととした。

2. 研究対象地

南相馬市原町区N地区は福島第一原子力発電所から北北西約20 kmに位置する。試験水田の農業用水は、太田川の河川水である。太田川は上流に鉄山ダムと横川ダムをもち、両ダムの上流域には、事故直後に放射性プルームが通過した土壌汚染が深刻な地域(約3000 kBq/m²)が含まれる。本試験水田は扇状地に位置するため、減水深(18-37 mm/day)が我が国の標準的な水田(15-25 mm/day)と比較して大きいという特徴をもつ。

南相馬市小高区B地区は福島第一原子力発電所から約13 kmに位置し、試験水田の農業用水は宮田川の河川水である。N地区とは対照的に、試験水田の減水深は小さい(7-10 mm/day)。

3. 研究方法

3.1 水収支の把握

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、全幅堰の公式を用いて取水量を観測した。排水側には流量計と水位センサーを設置し、排水量と減水深を観測した。雨量は試験水田付近に設置した気象観測機、転倒マス雨量計で観測した。

3.2 採水と¹³⁷Csの定量

用水試料は毎月同地点で60 L採水した。2014年の調査結果より、落水イベント(代かき落水、中干し落水)では、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ことが予想された。そのため、落水初期は高頻度で採水した。採水量は10 Lとした。

採水した用排水の試料を吸引ろ過し、ろ液(溶存態Cs)と残渣(懸濁態Cs)に分離した。ろ液は検出限界値以上の濃度を確保するために、蒸発濃縮した。ろ液と懸濁物質はゲルマニウム半導体検出器でCsを定量した。通常排水のCs濃度は濁度計の記録より算出した。

¹⁾ 新潟大学自然科学研究科 Graduate school of science and technology, Niigata University

²⁾ 新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

³⁾ 新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

⁴⁾ 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

⁵⁾ 産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

⁶⁾ 福島大学うつくしまふくしま未来支援センター FURE, Fukushima University

⁷⁾ 愛知時計電機株式会社 Aichi Tokei Denki Co., Ltd

キーワード：放射性セシウム、水田、地表排水

3.3 水田の ^{137}Cs 収支の把握

水田への ^{137}Cs のインプットは農業用水の取水による新規流入のみである。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を考慮した。

4. 結果

4.1 水田の水収支

N 地区圃場, B 地区圃場の用水取水量は, それぞれ 1,023 mm, 419 mm, 排水量は, それぞれ 386 mm, 697 mm, 灌漑期間中の降水量は, それぞれ 974 mm, 1,131 mm, 減水量は, それぞれ 2,196 mm, 854 mm と推定された。

4.2 用排水中の ^{137}Cs 濃度

農業用水中の平均の ^{137}Cs 濃度は, N 地区圃場, B 地区圃場でそれぞれ, $0.23 \pm 0.01 \text{ Bq/L}$, $0.10 \pm 0.01 \text{ Bq/L}$ であった。通常排水中の平均の ^{137}Cs 濃度は N 地区, B 地区圃場でそれぞれ, 0.055 Bq/L , 0.41 Bq/L であった。代かき, 中干し落水中の ^{137}Cs 濃度の存在形態の割合は懸濁態 ^{137}Cs が約 90% を占めていた。これらの落水イベントでの ^{137}Cs 濃度は, おおむね落水開始から時間経過に伴って低下した (図 1)。

4.3 水田の ^{137}Cs 収支

^{137}Cs のインプットとアウトプットを比較すると, N 地区圃場, B 地区圃場ともにアウトプットが上回った (図 2, 図 3)。取水・排水に伴う ^{137}Cs の移動のみで比較すると, N 地区圃場では 2014 年と同様, インプットが上回った。一方, B 地区圃場では排水によるアウトプットがインプットを上回った。

すなわち, 2014 年, 2015 年の N 地区圃場で観測された水田が Cs のシンクとして機能する現象は, 水田耕作に共通するものではなく, 場所や水管理方法に依存するものであることが示唆された。

5. まとめ

水田耕作による Cs の移動は, 水管理に依存することが示唆された。水管理は減水深の多寡が影響し, 減水深が大きければ取水量に対して排水量が小さくなる傾向がある。

今後, さらに多様な地区での調査を行い, 水田が Cs のシンクとして機能する条件, ソースとして機能する条件を評価する。

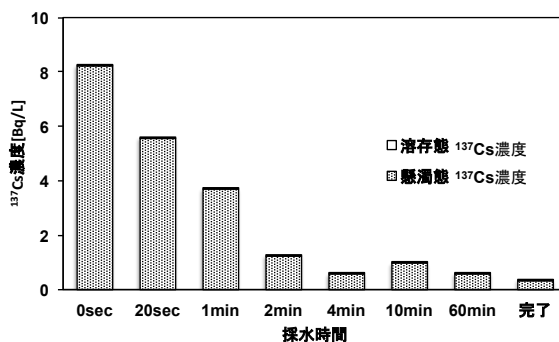


図 1. N 地区圃場代かき落水時の ^{137}Cs 濃度

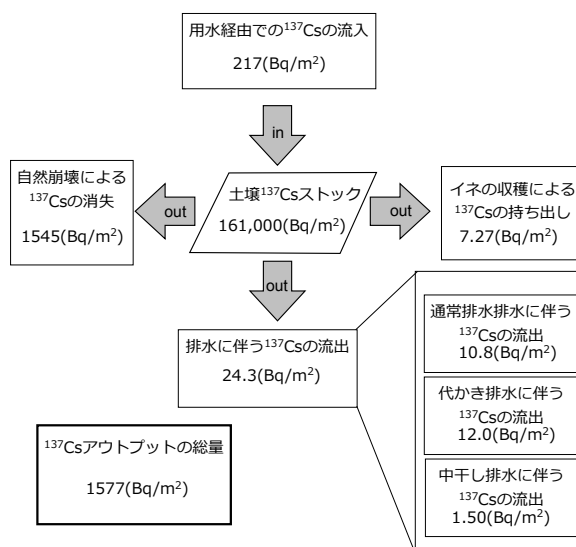


図 2. N 地区圃場の ^{137}Cs 収支

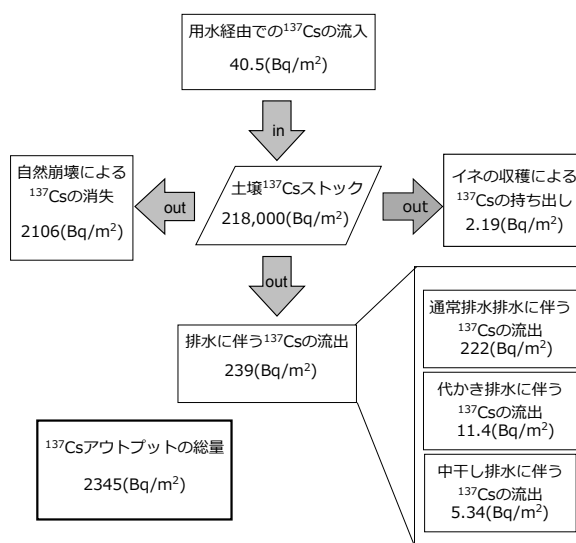


図 3. B 地区圃場の ^{137}Cs 収支