

水田湛水中における溶存態放射性 Cs の濃度変化 Change of concentration of dissolved radioactive Cs in water on paddy field

○久保田富次郎*・錦織達啓*・申文浩**・宮津進***・吉川夏樹***・原田直樹***

T. Kubota, T. Nishikiori, M. Shin, S. Miyazu, N. Yoshikawa and N. Harada

1. はじめに 2011 年 3 月に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い放射性物質の拡散が生じた。地上に沈着した放射性物質は、水の動きを通じて移動するが、灌漑により水田に流入する放射性 Cs の動態については、十分な知見があるとはいえない。特に農地では、溶存態 Cs の動態に関する知見の蓄積が求められることは言うまでもない。本研究では、水田湛水中の放射性 Cs、特に溶存態放射性 Cs の濃度変化について調査結果から報告する。

2. 調査分析方法 調査水田は、2017 年 3 月末に避難指示が解除された福島県浪江町の二級河川請戸川に隣接した沖積地に立地する。試験時は、用水系統は修復工事中であったため、河川から直接水中ポンプで取水し用水とした。調査圃場は、幅 5m × 長さ 80m の矩形であり、片端から給水され浸透や蒸発散消費分を除くと反対側から排水が流出する構造である (図 1)。

試験は、2017 年 8 月 26~27 日と 9 月 14~15 日の 2 回実施した。便宜上、8 月の試験を試験 1、9 月の試験を試験 2 とする。試験 1 では、灌漑水と水口から 10m 地点ならびに水尻で適宜採水調査を行った。試験 2 では、水口から 10m 地点と水尻で採水調査を行った。採水は、チューブポンプを用いて、約 30L を採取し、カートリッジ法を用いて、現地にて速やかに放射性 Cs を溶存態と懸濁態に分離した。得られたカートリッジは、Ge 半導体検出器により Cs-137 の測定を行った。また、別途、SS や無機イオンの分析を行った。得られた各態 Cs 濃度と SS 値から見かけの K_d を算出した。試験では、水口と水尻に電磁流量計、田面に水位計、隣接地に雨量計を設置し水収支を把握した。

3. 結果と考察 図 2 に試験 1 における各態 Cs-137 の推移を示す。懸濁態 Cs は、灌漑水で 0.07~0.13Bq/L とやや高く、水口 10m 地点では、灌水中でも 0.03~0.05Bq/L で、灌水停止後は最終的に検出限界未満 (<0.002Bq/L) と大きく低下した。さらに水尻地点では灌漑中から灌水停止後を含めて、0.003~0.005Bq/L と低濃度で推移した。

一方、溶存態 Cs は、灌漑水で 0.14~0.16Bq/L とほぼ一定であったが、水口から 10m 地点では、灌水中は、ほぼ灌漑水と同レベル (0.12~0.16Bq/L) であったが、灌水停止後、徐々に低下し、灌水停止後約 1 日で 0.06Bq/L まで低下した。水尻では、大きな濃度変化は見られず、特に灌水停止期間では、0.04~0.05Bq/L と安定的に濃度が推移した。それらの結果から、見かけの K_d は、灌漑水で $3 \times 10^5 \text{L/kg}$ 前後で安定していたのに対して、10m 地点では、 $6 \sim 9 \times 10^5 \text{L/kg}$ 、水尻では、 $0.1 \sim 1.1 \times 10^5 \text{L/kg}$ となった。灌漑水の K_d の安定さと比べて、連続的に存在する水田湛水中の K_d には、大きなバラツキがみられ、これ

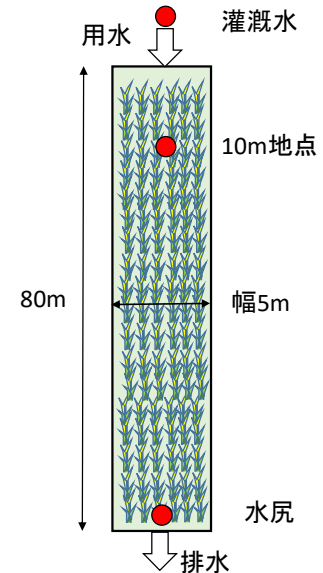


図 1 調査圃場

Fig.1 Experimental field

*農研機構 **福島大学 ***新潟大学

キーワード：溶存態放射性セシウム、水田、見かけの K_d

を連続的に理解することは難しいように見えた。一方、溶存態 Cs は、灌水停止期間中に 10m 地点でも若干の濃度低下を伴い、また、水尻では、ほぼ一定で 0.04~0.05Bq/L 程度に収束する傾向が見られた。これは、水中の溶存態 Cs が土壌や作物、その他の植物等に一方的に吸着・吸収されるのではなく、1 日程度の時間では一定程度が水中に残存する。言い換えると水田圃場中で新たな平衡状態を形成している可能性が高い。湛水中の溶存態 Cs が、水中の懸濁物質だけではなく、共存イオンの影響を含めて水と接する土壌や作物に含まれる懸濁態 Cs と平衡を形成している可能性がある。今回計算した Kd は、水中にごく限られた量しか含まれていない浮遊物質に含有される Cs 濃度から算定したものであり、これだけで、湛水内の溶存態と懸濁態の存在割合を説明するには不十分であり、水田内の局所的な環境を考慮する必要があるように考えられた。

また、試験 2 でも、10m 地点で灌水期間中に溶存態 Cs 濃度が 0.05Bq/L から 0.08Bq/L へとやや上昇したが、灌水停止期間中に濃度は低減し、再び 0.05Bq/L に収束した。また、水尻では 0.04Bq/L でほぼ一定であった。2 つの試験の結果

から、本圃場の湛水中の溶存態 Cs の平衡濃度は 0.04~0.05Bq/L であると考えられた。これには、水田湛水が置かれた局所的な環境、すなわち土壌や植物表面の放射性 Cs に加え、共存イオンの影響を含めて形成される平衡状態を反映している可能性がある。

4. まとめ 用水を通じて水田に流入した溶存態放射性 Cs は、一部は、土壌への吸着や植物吸収による固定化が進むものの、ある程度の溶存態 Cs は、少なくとも 24 時間程度の時間スケールで安定的に存在することがわかった。このときの平衡濃度は、本試験圃場において 0.04~0.05Bq/L であった。水田湛水中に含まれる溶存態 Cs の存在割合は、水中の浮遊物質に含まれる懸濁態 Cs との平衡だけでは説明できないことが示された。

参考文献 1)保高徹生ら(2014),計測と制御, 53(6), 511-516

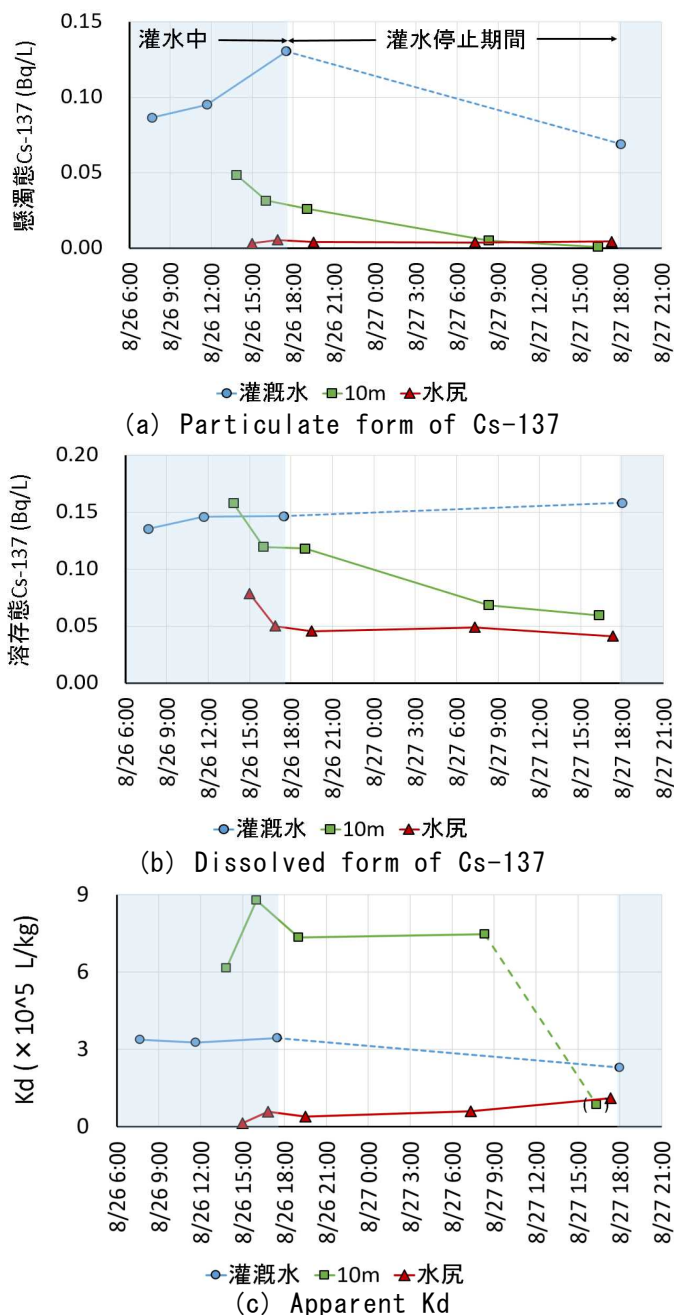


図 2 試験 1 における形態別 Cs と見かけの Kd
Fig.2 Fractions of Cs and apparent Kd in Exp. 1