

## 農業用ため池の流入・流出水中の溶存態セシウム濃度の比較

### Comparison of dissolved radiocesium concentration in the in-flow and out-flow water of agricultural ponds

○宮津 進\* 保高徹生\*\* 中村公人\*\*\* 辻 英樹\*\*\*\* 鈴木弘行\*\*\*\*\*

川辺能成\*\* 渡邊未来\*\*\*\* 高田モモ\*\*\*\*\*

Susumu Miyazu, Tetsuo Yasutaka, Kimihito Nakamura, Hideki Tsuji, Hiroyuki Suzuki,  
Yoshishige Kawabe, Mirai Watanabe, Momo Takada

#### 1. 研究背景

東日本大震災により発生した東京電力福島第1原子力発電所事故によって、放射性セシウム(以下、rCs)が福島県を中心に拡散した。本事故を契機として、アジアモンスーン地域特有の土地利用形態である水田内のrCs動態評価に関する研究が多数報告されている。一方、その灌漑用水源として利用され、福島県内に約3,700ヶ所存在する農業用貯水施設におけるrCs動態は未解明な点が多い。本研究では、平水時におけるため池の流入水および流出水の溶存態rCs濃度について評価した。

#### 2. 調査方法

##### 2.1 調査対象地

福島第一原子力発電所から80-90km圏内に位置する福島県A村( $^{137}\text{Cs}$ 沈着量:100-300k Bq m<sup>-2</sup>)を対象地とした。A村内において、形状および水源(湧水・渓流水・農業用水)の異なる8ヶ所の農業用ため池を選定した。

##### 2.2 現地調査

各ため池において流入・流出水をポンプ・バケツを用いて20-60Lずつ採水した。なお、採水は無降水継続日数が3日以上を対象日として、5・7・8・10月に1回ずつ実施した。

##### 2.3 サンプルの前処理・測定方法

**2.3.1 Cs分析装置** rCs分析は、ゲルマニウム半導体検出器(以下、Ge検出器, SEG-EMS GEM20-70およびGEM35-70; Seiko EG&G Co. Ltd.)を用いて実施した。一連の評価においては $^{137}\text{Cs}$ を用い、各試料の測定値は試料採取時点に減衰補正した。

**2.3.2 流入出水サンプル** 水試料は採水後直ちに懸濁物質回収・溶存態rCs回収カートリッジ(Tsuji et al., 2014; Yasutaka et al., 2015)を用いて懸濁態および溶存態に分離し、Ge検出器によって $^{137}\text{Cs}$ を測定した。また、pH, EC, TOCおよび各種イオン濃度を測定した。

#### 3. 結果と考察

##### 3.1 ため池水中の溶存態Cs濃度

流入・流出水中の溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度は3-511 mBq L<sup>-1</sup>であった。流出水と流入水中濃度を比較すると流出水の方が高い傾向にあり、0.82倍-40.9倍(平均8.56倍)であった(図1)。

##### 3.2 各種イオン濃度

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度, TOC濃度は流出水の方が流入水より高い傾向にあり, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度:0.93倍-124倍(平均31.7倍), TOC濃度:0.92倍-5.80倍(平均1.90倍)であった(図2, 3)。一方, K<sup>+</sup>濃度は流入・流出水で同程度であった(0.84倍-1.88倍, 平均1.10倍)。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, TOC濃度の上昇要因として、ため池底質からの溶出・有機物分解が考えられるが、十分な検証データがないため今後の検討課題である。

##### 3.3 溶存態Csの変化要因

ため池内における溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の上昇要因として、以下3つの仮説を設け、各仮説の影響を検証した。

**3.3.1 懸濁物質中のCs濃度の上昇** 懸濁物質中のCs濃度が上昇した場合、溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度も増加すると考えられる。流入水と流出水中のSS当りの $^{137}\text{Cs}$ 濃度を比較した結果、両者に相関関係は確認できず(R<sup>2</sup>=0.05)、本仮説

\* (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 National Agriculture and Food Research Organization

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

\*\*\* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

\*\*\*\* (国研) 国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies

\*\*\*\*\* 千葉大学大学院薬学研究科 Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Chiba University

\*\*\*\*\* 広島大学大学院総合科学研究科 Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

キーワード: 放射性セシウム, 農業用ため池, 流入出水

の影響は限定的であると考えられた。

**3.3.2 懸濁物質と溶存態間の固液分配係数 ( $K_d$ ) の低下** 河川水の  $K_d$  は、TOC 濃度および  $K^+$ ,  $NH_4^+$  の共存イオン濃度と負の相関を持つことが報告されている(日本原子力研究開発機構, 2015). 本調査ため池においても, 流入水と流出水の  $K_d$  を比較すると,  $NH_4^+$  濃度および TOC 濃度が高い流出水の  $K_d$  が低い傾向が確認された (図 4).

**3.3.3 有機物・ため池底質等からの溶存態  $^{137}Cs$  の供給** 有機物吸着態  $^{137}Cs$  は粘土鉱物吸着態と比較して溶出しやすい傾向にあると知られている. 本調査では TOC 濃度と溶存態  $^{137}Cs$  濃度は正の相関が確認されており ( $R^2=0.48$ ), 有機物吸着態  $^{137}Cs$  の供給の可能性が示唆された. また, 濱田ら(2013)は, ため池底質からの溶出による水中の溶存態  $^{137}Cs$  濃度上昇を室内試験によって立証した. しかし, 本研究では底質の採取/分析を実施していないため, その影響評価は今後の検討課題である.

**4. まとめ**

本研究では, 平水時における農業用ため池の溶存態  $^{137}Cs$  濃度特性および変化要因を評価した. その結果, 本調査ため池では, 流入水と比べて流出水中の溶存態  $^{137}Cs$  濃度が高いことが確認された. また, その変化要因として, ① $NH_4^+$  濃度上昇に伴う  $K_d$  の低下および②有機物からの  $^{137}Cs$  供給の可能性が示唆された. 今後は, ため池底質からの  $^{137}Cs$  供給の可能性について検討を進める予定である.

**参考文献**

- 1) 濱田ら (2013) 農村工学会誌. 81(9), 713–716. 2) 日本原子力開発機構 (2015) <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/560/list-1.html>. 3) Tsuji et al. (2014) J. Radioanal. Nucl. Chem. 299, 139–147. 4) Yasutaka et al.

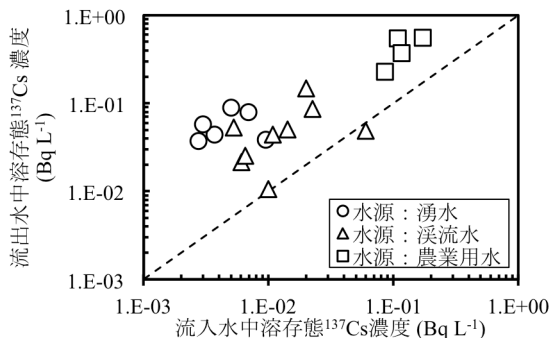


図 1 ため池流出水と流入水中の溶存態 Cs 濃度  
Dissolved  $^{137}Cs$  concentration in the pond outflow and inflow water

(2015) J. Nucl. Sci. Technol. 52(6), 792–800.

謝辞: 本研究は科研費(26241023)の一環で行った.

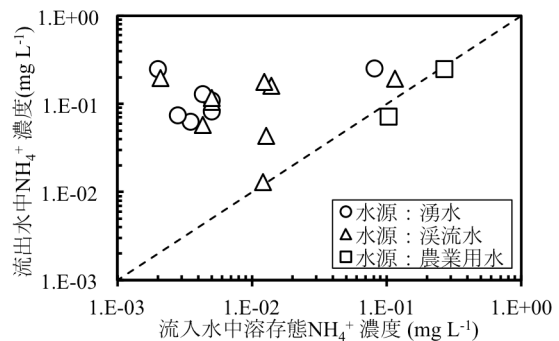


図 2 ため池流出水と流入水中の  $NH_4^+$  濃度  
 $NH_4^+$  concentration in the pond outflow and inflow water

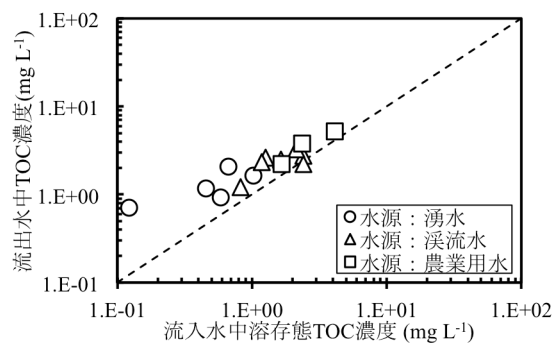
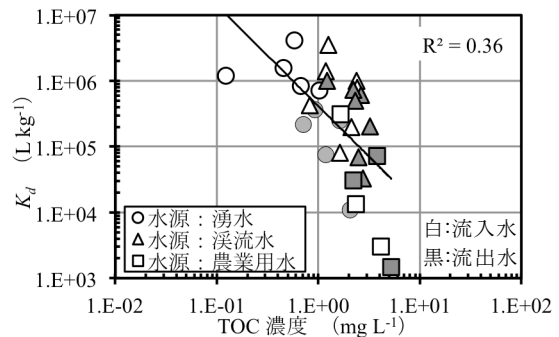
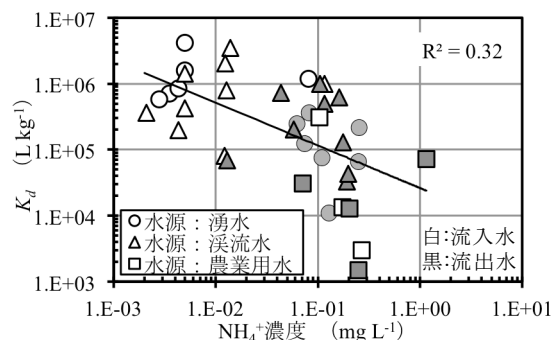


図 3 ため池流出水と流入水中の TOC 濃度  
TOC concentration in the pond outflow and inflow water



(a) TOC



(b)  $NH_4^+$

図 4 ため池水中の  $K_d$  と水質との関係  
Relationships between  $K_d$  value and water qualities in the pond water