

水田湛水中における亜鉛の形態分析 Examination of Zinc Fractionation on Ponded Water in a Paddy Field

○人見忠良，白谷栄作，濱田康治
HITOMI Tadayoshi, SHIRATANI Eisaku, HAMADA Koji

1. はじめに

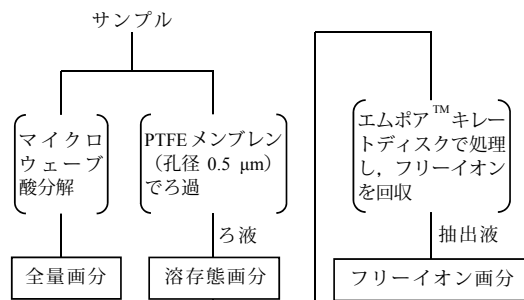
水田における重金属の動態は，営農活動に伴う水移動および土壌条件への人為的介入によって影響されると想定される．一方，環境水中の重金属の毒性は，その存在形態によって大きく異なり，亜鉛(Zn)はフリーイオンの状態では水生生物に対して強い毒性を示し，錯体の形成や懸濁物質への吸着によって，その毒性が弱められることが報告されている¹⁾．本報では低濃度で水生生物に毒性を示し，環境基準項目に指定されている Zn を対象物質として，水田湛水中の形態分析，およびその移動量にかかる調査結果を報告する．

2. 現地調査概要

霞ヶ浦沿岸に位置する面積 30 a の単位水田圃場において灌漑期間(2010/4/30～2010/8/29)の現地観測を実施した．圃場への灌漑水は，農地排水と霞ヶ浦の水との混合水が揚水機場を通して管路で供給される．灌漑水量および表面排水量は，それぞれ水口および水尻に設置した三角せきによって測定した．降水量は試験圃場近傍のアメダス観測所(土浦)のデータから推定した．灌漑水および田面水を灌漑初期は高頻度で，移植後は1週間に1回の頻度でサンプリングし，実験室内で後述する形態分別法による前処理を行い，Zn 濃度を誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS; PerkinElmer Inc., ELAN DRC-II)で定量した．

3. 重金属の形態分別法

Zn の形態分析のための前処理として，図1に示す形態分別法を採用した．サンプルを PTFE メンブレン(ADVANTEC H050A047A)でろ過し，さらに，このろ液中のフリーイオンをキレートディスクカートリッジ(エムポア™)で回収した．サンプル原水をマイクロウェーブ前処理装置(Milestone General K.K., Ethos TC)で加圧式酸分解した試料，PTFE メンブレンを通したろ液，およびキレートディスクカートリッジによる抽出液の定量値を，それぞれ全量画分濃度，溶存態画分濃度，およびフリーイオン画分濃度とした．なお，溶存態画分およびフリーイオン画分の試料に対しては前処理として分解処理を行わず，0.1～0.2 M の硝酸酸性に調整するのみとした．懸濁態画分濃度は全量画分濃度と溶存態画分濃度の差から，非フリーイオン溶存態画分濃度は溶存態画分濃度とフリーイオン画分濃度の差から計算した．



$$\begin{aligned} \text{懸濁態画分} &= \text{全量画分} - \text{溶存態画分} \\ \text{非フリーイオン溶存態画分} &= \text{溶存態画分} - \text{フリーイオン画分} \end{aligned}$$

図1 重金属の形態分別法
Process of heavy metal fractionation

4. 調査結果および考察

調査期間の灌漑水量は 962 mm, 降水量は 395 mm, 表面排水量は 444 mm であった (図 2). 表面排水は灌漑水が連続的に供給され, 梅雨の時期でもある 6 月中旬から 7 月中旬にかけて集中的に発生した.

灌漑水では懸濁態画分濃度は 6.7 ~ 11.9 $\mu\text{g/L}$, 非フリーイオン溶存態画分濃度は 0.0 ~ 0.7 $\mu\text{g/L}$, フリーイオン画分濃度は 0.8 ~ 3.2 $\mu\text{g/L}$ であった (図 3).

田面水では懸濁態画分濃度は 2.2 ~ 177 $\mu\text{g/L}$, 非フリーイオン溶存態画分濃度は 0.0 ~ 3.1 $\mu\text{g/L}$, フリーイオン画分濃度は 0.8 ~ 3.4 $\mu\text{g/L}$ であった (図 4). 懸濁態画分濃度の全量画分濃度に占める割合は平均すると灌漑水では 83%, 田面水では 80% であり, ほとんどの期間で懸濁態画分が主要な画分であった. “5/16 16:20” および “5/19 15:00” は, それぞれ代かき直後および移植直後のサンプルであり, 懸濁態画分濃度が直前のサンプルから 24 倍および 11 倍に上昇した. 代かき濁水等の流出は水田からの Zn の排出負荷量を著しく増大させると考えられる. 一方, 代かきや移植の影響を受けない期間では, 田面水の懸濁態画分およびフリーイオン画分の濃度は灌漑水に比較して低い傾向を示した. このため, これらの画分の灌漑期間の表面排水負荷量は灌漑負荷量に比較して, 水量の減少比率以上に減少した (表 1). 田面水の Zn 濃度の大きな変化は灌漑初期の短期的な懸濁態画分濃度の上昇のみであり, 水田湛水面の流下過程における Zn による水生生物への直接的有害性の付加は小さいと考えられる.

参考文献

- 1) J. W. Rijstenbil and T. C. Poortvliet (1992) Copper and Zinc in Estuarine Water: Chemical Speciation in relation to Bioavailability to the Marine Planktonic Diatom *Ditylum Brightwellii*, Environmental Toxicology and Chemistry, 11, 1615-1625.

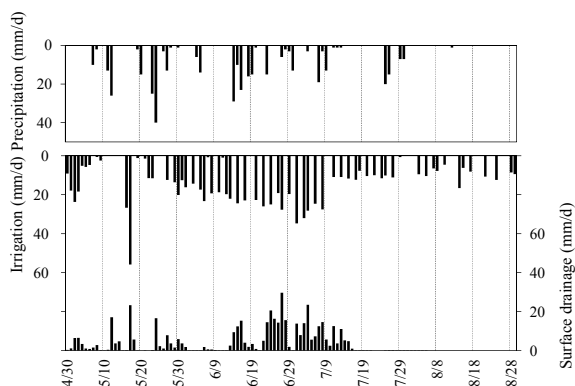


図 2 灌漑水量および表面排水量の変化
Time changes of water volume of irrigation and surface drainage

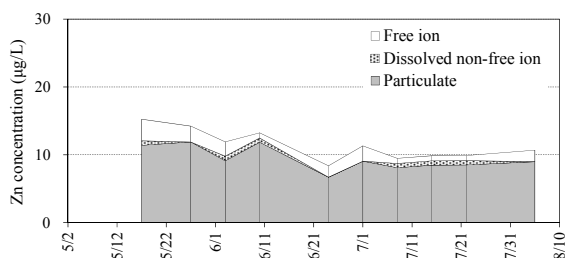


図 3 灌漑水における形態別 Zn の濃度変化
Time changes of concentration of each Zn fractionation in irrigation water

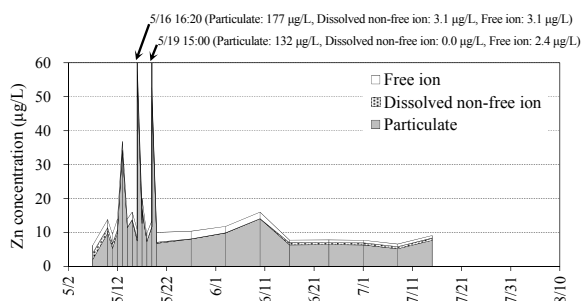


図 4 田面水における形態別 Zn の濃度変化
Time changes of concentration of each Zn fractionation in ponded water

表 1 灌漑期間の形態別 Zn の負荷量
Loads of each Zn fractionation for irrigation period

	Zn load (g/ha)			
	Total	Particulate	Dissolved non-free ion	Free ion
Irrigation	113.4	92.2	3.6	17.6
Surface drainage	42.0	33.4	2.9	5.7