

高度処理水利用を継続した水田における土壌化学性と水稻含有成分
 — 農業集落排水処理水の農地への再利用 (XXV II) —
 Soil Chemical Property and Contents of Rice Plant in the Paddy
 Continuously Applied by Advanced Treated Wastewater
 — Reuse of Rural Sewerage Reclaimed Wastewater to Farm Land (XXV II) —

○治多伸介*, 中矢雄二*
 Shinsuke Haruta*, Yuji Nakaya*

1. はじめに 農業集落排水施設では、今後、高度処理が更に普及することが見込まれる。農業集落排水施設の高度処理水を水田に灌漑水として利用すれば、高度処理水は新たな水資源となり、処理水中の肥料源の有効活用、水田での浄化作用による水質のさらなる向上といった効果も期待できる。ただし、そのような効果を得るためには、処理水利用による水稻生育や、その水稻を食した人体に悪影響が生じないことが前提となる。処理水を長期的に利用した水田では、土壌の化学性が徐々に変化し、それによって短期的には生じにくい影響が水稻に生じることが危惧される。そこで本研究では、10年以上にわたって、農業集落排水施設の高度処理水を無希釈で灌漑利用した水田における土壌化学性と水稻に含有される成分濃度の経時変化を、重金属とカチオン類について検討した。

2. 研究方法

本研究では、平成12年の中干し以降から農業集落排水施設の高度処理水を無希釈で灌漑利用している愛媛県O地区の水田(以下、処理水田)を調査対象とした。また、比較対象として、処理水田と隣接し、処理水田と同耕作者で同一施肥が実施されており、河川水を灌漑利用している水田(以下、河川水田)も調査した。すなわち、処理水田と河川水田で、平成13年から継続して土壌と水稻サンプルを採取して分析した。土壌は春の田起こし後に、水稻は刈り取り時に、ともに水田の灌漑水流入口付近、中央、表面排水口付近の3ヶ所で採取し、混合サンプルを作成して分析した。表-1には、H12年から灌漑利用した高度処理水と河川水の毎年の平均水質の分布範囲を示した。ただし、重金属(検出下限0.5 $\mu\text{g/L}$)については、分析値のある平成22年の値のみを示した。

表-1 高度処理水と河川水の水質
 Water Quality of Advanced
 Treated Wastewater and River Water

| | 処理水 | 河川水 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
| COD (mg/L) | 3.91-5.99 | 2.80-4.99 |
| T-P (mg/L) | 0.12-0.29 | 0.08-0.21 |
| T-N (mg/L) | 1.22-5.07 | 1.15-2.25 |
| K ⁺ (mg/L) | 12.1-14.8 | 1.90-2.30 |
| Na ⁺ (mg/L) | 40.9-52.7 | 10.4-13.0 |
| Ca ²⁺ (mg/L) | 34.5-69.1 | 21.2-29.5 |
| Mg ²⁺ (mg/L) | 6.77-8.55 | 4.36-5.73 |
| Cl ⁻ (mg/L) | 64.0-86.2 | 10.0-15.0 |
| SO ₄ ²⁻ (mg/L) | 55.6-73.6 | 29.8-46.7 |
| Cr ($\mu\text{g/L}$) | 1.52 | 1.45 |
| Mn ($\mu\text{g/L}$) | 61.41 | 10.33 |
| Ni ($\mu\text{g/L}$) | 2.52 | 1.99 |
| Cu ($\mu\text{g/L}$) | 3.65 | 4.25 |
| Zn ($\mu\text{g/L}$) | 23.04 | 8.74 |
| Pb ($\mu\text{g/L}$) | 検出なし | 0.87 |
| Cd ($\mu\text{g/L}$) | 検出なし | 検出なし |

3. 結果と考察

(1) 土壌化学性

図-1には処理水田の土壌における重金属含有率の経年変化を示す。重金属に関しては、Cdは検出されず、他の成分についても経年的な上昇傾向は見られなかった。また、図示はしていないが、河川水田との含有濃度の差も殆ど見られなかった。交換性陽イオン(K, Ca, Na, Mg)については、河川水田では、どの成分も経年的に徐々に低下したが、処理水田では、Mgの低

*愛媛大学農学部, Faculty of Agriculture, Ehime University キーワード:集落排水, 処理水利用, 水田

下が河川水田より顕著で、Kは河川水田と違って低下しなかった。

交換性陽イオンの水稲への吸収は、土壌中の濃度ではなく、含有比率に影響される場合がある。そこで、図-2には、交換性カチオンの含有比率の経年変化を示す。処理水田での交換性K含有比率は経年的に増加傾向、交換性Mg含有比率は減少傾向が顕著であった。このような現象が起こるのは、KとMgの土壌への吸着には拮抗作用があり、処理水中にはKがMgよりも多く含まれていることが原因と考えられた。以上より、高度処理水を長期にわたって灌漑利用した水田土壌では、Kの蓄積とMgの溶脱が生じることが明らかとなった。

(2) 水稲含有成分

重金属に関しては、処理水田の玄米では、土壌と同様にCdは検出されず、それ以外の成分でも経年的な上昇傾向はなかった。

一方、図-3には、水稲地上部全体でのK、Mg含有率の経年変化を示す。処理水田のK含有率とMg含有率は、河川水田との差は殆どなくMg含有率が低下することはなかった。すなわち、処理水田の土壌においては、交換性K含有比率が増加、交換性Mg含有比率が減少したものの、水稲のK吸収と拮抗してMgの吸収阻害は起らなかった。

4. まとめ

農業集落排水施設の高度処理水を10年以上連続して水田灌漑水として利用しても、土壌の重金属濃度は上昇せず、玄米中の重金属含有率も上昇しなかった。一方、カチオン類については、土壌中の交換性K含有比率が増加、交換性Mg含有比率が低下するという独特の経年変化が見られた。ただし、10年程度では、K、Mgの水稲含有率には、河川水田との差は殆ど見られなかった。以上より、重金属とカチオン類の面からは、集落排水施設の高度処理水を10年程度連続して水田に灌漑利用しても問題は生じにくいと考えられた。

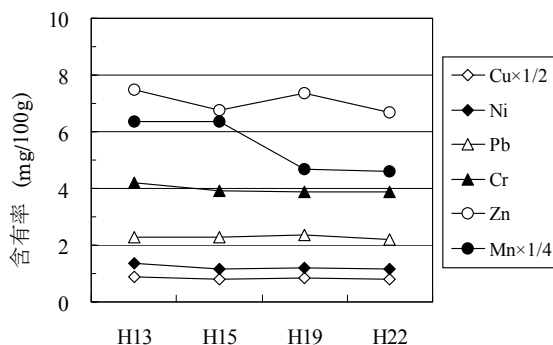


図-1 土壌の重金属含有率
Heavy Metal Concentrations in Soil

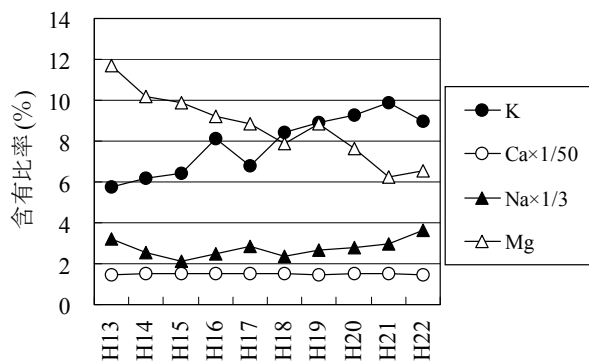


図-2 土壌の交換性陽イオン含有比率
Ratios of Exchangeable Cations in Soil

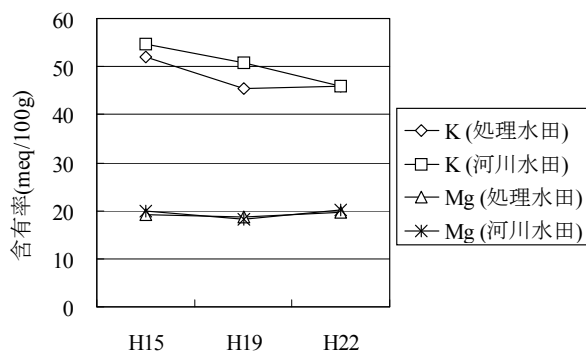


図-3 水稲のKとMgの含有率
K and Mg Concentrations in Rice Plant