

農業集落排水高度処理水を利用した水田における生活排水由来医薬品の除去 -Pharmaceuticals Removal Function of Paddy Field Irrigated with Advanced Treated Wastewater of Rural Sewerage-

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

1. はじめに

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。集落排水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更なる向上といった効果も期待できる。一方、生活排水処理水中には生活排水由来の医薬品が含まれることがあり、それが生態系に悪影響を及ぼす可能性が近年指摘されている。そのため、集落排水高度処理水中の医薬品に対する水田の浄化機能が明らかになれば、その機能を利用して、水田をこれまで以上に地域の水質保全に貢献させることや、処理水利用の促進に繋げることができると考えられる。そこで本研究では、集落排水高度処理水を利用した水田における医薬品除去機能の有効性と、その除去メカニズムを検討することを目的とし、集落排水高度処理水を無希釈利用した実水田で調査を行った。

2. 研究方法

調査は、平成 23 年灌漑期に愛媛県の圃場整備済み水田 (1,250m², 浸透速度 1cm/d, 灌漑水量 6,000mm) で行った。この水田には、集落排水施設 (凝集剤添加型間欠曝気 OD 法) の高度処理水が、平成 12 年以降、無希釈で利用されている。調査水田の処理水 (灌漑水) 流入口は 1ヶ所で、その対角線上に表面水流出口が 1ヶ所ある。採水は、灌漑水流入口、表面水流出口、表面水流出口付近に設置した地下浸透水採水管 (採水深さ 50cm) の 3ヶ所で実施した。また、水田への処理水流入量と表面流出量は流量計で連続測定を行った。土壌 (作土層 15cm) と水稻 (3 株) は、灌漑期前後に灌漑水流入口付近で採取した。今回の分析対象医薬品は、解熱消炎鎮痛剤 3 種類 (Ketoprofen, Indometacin, Diclofenac Sodium) とした。水質分析について、溶解態医薬品は、ガラスフィルタ

に通水させた試料に対して OasisHLB カートリッジで固相抽出を行い、LC/MS/MS で分析した。懸濁態医薬品は、上記ガラスフィルタ上の懸濁成分から超音波でメタノールに溶出させ、LC/MS/MS で分析した。土壌と水稻 (粉碎試料とし、茎・葉と籾を分別) 中の医薬品は、超音波でメタノールに溶出させて LC/MS/MS で測定した。

3. 結果と考察

(1) 医薬品の水田での除去状況

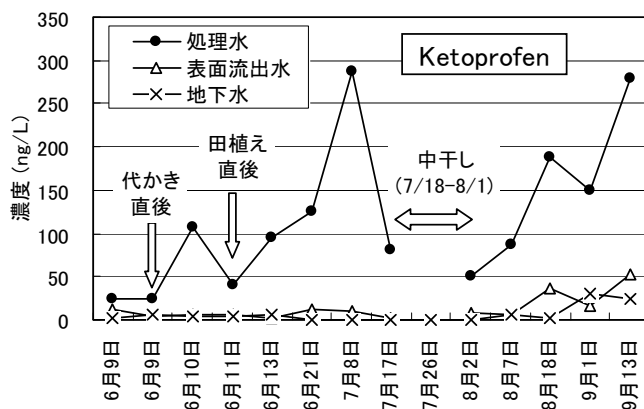


図 1 水田における医薬品濃度変化例
Pharmaceutical Concentration Changes in Paddy Field

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

図-1 には水田での医薬品濃度変化例として、Ketoprofen (溶解態+懸濁態)の灌漑期全般に渡る濃度変化を示した。

Ketoprofen は、全ての調査時で、表面流出水と地下水の濃度は処理水を下回っていた。そして、負荷量から計算した除去率は 87.8%であった。

Indometacin, Diclofenac Sodium について、表面流出水、地下水の濃度は、中干し以前は処理水を大きく下回ったものの、中干し以降は、処理水と同程度か、それ以上になる場合があった。ただし、そうであっても、灌漑期全体の負荷量から計算した除去率は、ともに 44.5%と、水田での明確な除去効果が得られた。

以上より、水田における水質浄化機能は、集落排水高度処理水中の解熱消炎鎮痛剤に対しても働くことが分かった。

(2) **土壌の医薬品含有量** 図 2 には、灌漑期前後における水田土壌の医薬品含有量の変化状況を示す。田植え前と刈り取り後ともに 3 種類の医薬品は全て検出されたものの、刈り取り後で、土壌の含有量は減少していた。このことは、灌漑期の土壌中では、今回分析対象とした医薬品の蓄積は進行しにくく、分解が進行したことを示唆する。

(3) **水稲の医薬品含有量** 図 3 には、灌漑期の水田での医薬品除去量と水稲の医薬品含有量を併せて示した。水稲からは、3 種類の医薬品の全てが検出された。また、それら医薬品の水稲中の含有量は、水田での Ketoprofen 除去量の 36.0%、Indometacin 除去量の 88.8%、Diclofenac Sodium 除去量の 20.9%であった。この結果は、水田での医薬品除去に水稲吸収が大きく寄与していることを示唆した。また、その寄与度は、医薬品によって異なり、今回測定した 3 種類の医薬品の中では、特に Indometacin で大きいことが分かった。一方、水稲中の医薬品は、全て茎・葉から検出され、籾からは検出されなかった。今回の調査水田では、籾は収穫時に水田外に持ち出されるが、茎・葉は裁断されて土壌に戻されている。従って、水稲に吸収された医薬品が、図 2 に示した土壌で検出された医薬品の供給源となっている可能性が考えられた。

4. まとめ

本研究により、農業集落排水施設の高度処理水を無希釈利用した水田は、生活排水由来の医薬品(解熱消炎鎮痛剤)の除去機能を有しており、その機能には土壌での分解作用と水稲吸収が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。

本研究は、科学研究費基盤研究(B)22380131 の助成で行った。記して感謝の意を示す。

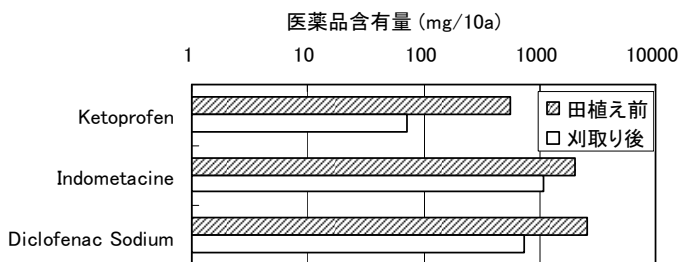


図 2 灌漑期前後における水田土壌の医薬品含有量
Pharmaceutical Concentration Changes in Paddy Soil

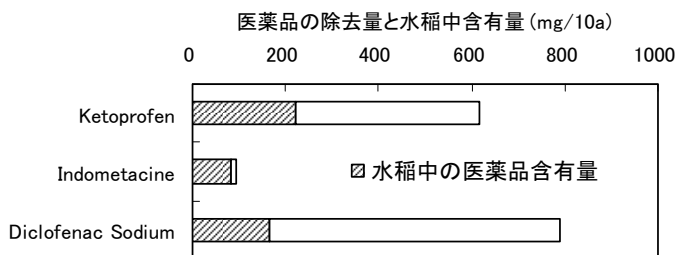


図 3 水田での医薬品除去量と水稲中の医薬品含有量
Pharmaceutical Removal in Paddy Field
and Accumulation in Rice Plant