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土壌蓄積
-Pharmaceuticals Accumulation in Paddy Soil Irrigated with Advanced Treated Wastewater of Rural Sewerage-

○治多伸介*，中矢雄二*，久米 崇*
Shinsuke Haruta*, Yuji Nakaya*, Takashi Kume*

１．はじめに

集落排水処理施設では，今後，高度処理が更に普及することが見込まれる．この高度処理水を水田に灌漑水として利用すれば，水資源不足の解消につながり，水田の水質浄化機能によって更なる水質向上も見込まれる．水田の水質浄化機能は，これまで窒素・リンについて主に検討されてきたが，生態系に悪影響を及ぼす可能性が近年指摘されている PPCPs（Pharmaceuticals and Personal Care Products：医薬品及び身体ケア製品由来物質）についても除去効果がある[1)]．ただし，処理水を長期的に灌漑利用した場合には，土壌への PPCPs の蓄積が生じることが危惧され，高度処理水の灌漑利用を安心かつ安全に行うためには，水田土壌への PPCPs の長期的な蓄積状況を検討する必要性がある．そこで本研究では，平成 12 年度中干し以降から 12 年にわたって高度処理水を無希釈で灌漑利用した水田での，PPCPs の土壌蓄積状況を明らかにすることを目的に，現場調査を行った．

２．研究方法

調査は，平成 23，24 年度の灌漑期に愛媛県 A 地区の圃場整備済み水田（1,250m²）で行った．この水田には，同地区の農業集落排水施設（間欠曝気オキシデーションディッチ方式）の高度処理水が 12 年間，約 3,000~13,000mm/年で無希釈利用されている．調査水田の灌漑水（処理水）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．平成 23，24 年度は，流入口で流入水量を連続測定するとともに，PPCPs 分析用の灌漑水を採取した．さらに，土壌については，平成 23，24 年度灌漑期前後，平成 24 年度中干し前に，水田中央部分の作土層（15cm）を採取した．

灌漑水の分析は 15 成分の PPCPs に対して実施したが，土壌分析は，平成 23，24 年度の灌漑期全般にわたって継続して検出された８成分を対象とした．分析は，LC/MS/MS で行い，灌漑水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った試料を溶存態として分析した．懸濁態 PPCPs 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たものを分析した．土壌中の PPCPs は，QuEChERS 法で抽出して分析した．

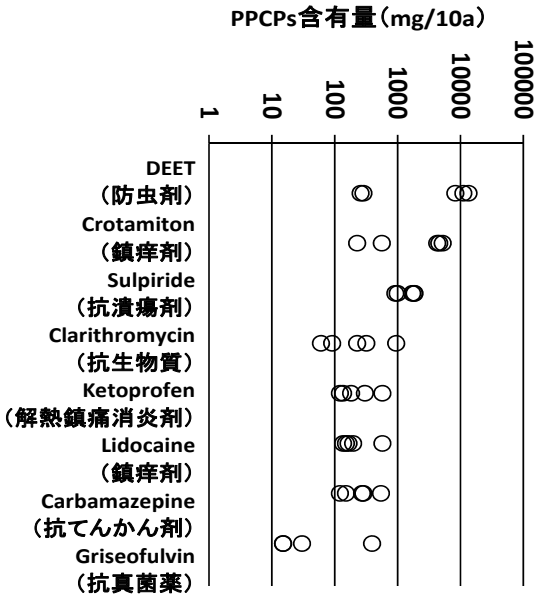

図１ 水田土壌の PPCPs 含有量
PPCPs Concentrations in Paddy Soil

*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

３．結果と考察

(1) 土壌の PPCPs 含有量　図 1 には，検出された土壌中の PPCPs 含有量を，10a あたりの作土層に蓄積した量に換算して示した．例えば，最大値でみた場合，DEET は 13,000 (mg/10a) 程度，Griseofulvin は 400 (mg/10a) 程度と成分によって含有量は大きく異なったが，分析対象の 8 成分は全て土壌から検出された．

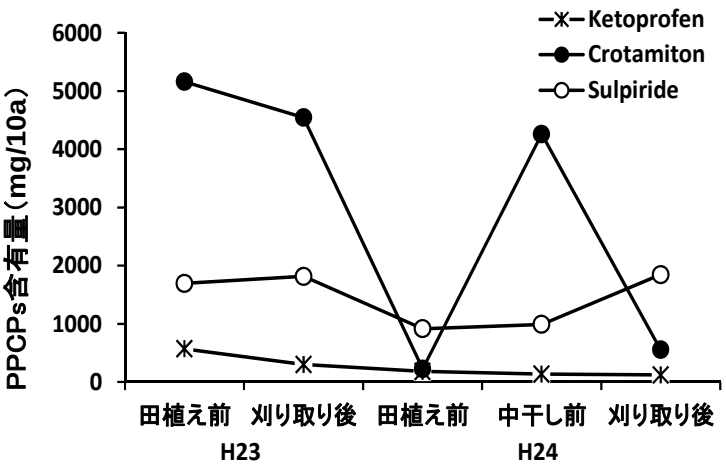

図 2 水田土壌の PPCPs 含有量の経時変化
Changes of PPCPs Concentrations in Paddy Soil

(2) PPCPs 含有量の経時変化　図 2 には,PPCPs 含有量の経時変化において，代表的傾向を示した Ketoprofen，Crotamiton，Sulpiride の例を示す．Ketoprofen の PPCPs 含有量は，時間とともに徐々に減少した．Crotamiton は，平成 24 年度中干し前には増加したものの，平成 23 年度田植え前より平成 24 年度刈り取り後の方で，PPCPs 含有量は減少した．Sulpiride は，調査した 2 年間で殆ど変化しなかった．このように，成分によって変化傾向の違いはあったものの，いずれの成分も，調査した 2 年間では，時間経過につれて PPCPs 含有量が増加し続ける傾向はなかった．この理由としては，土壌の PPCPs 吸着量が既に飽和吸着量の近くまで達していたり，土壌中での微生物分解が活発に行われていること等の可能性が考えられる．

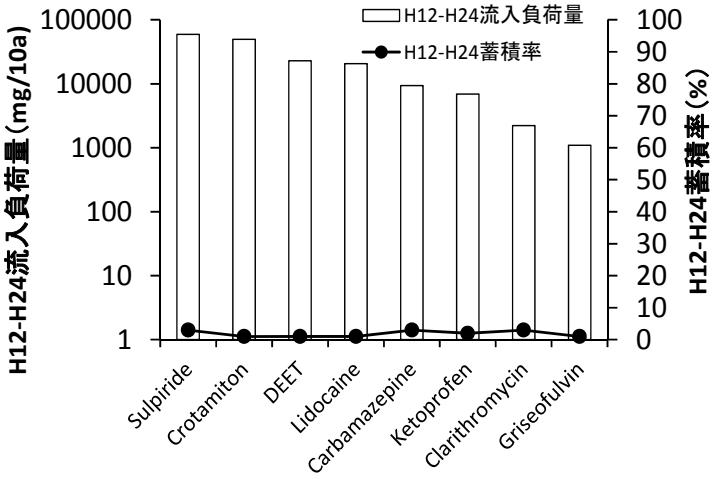

図 3 PPCPs の流入負荷量と蓄積率
Loads and Accumulation Rates of PPCPs

(3) PPCPs の土壌蓄積率　図 3 には，平成 12～24 年度の PPCPs 流入負荷量(溶存態+懸濁態)と土壌蓄積率を示した．流入負荷量は，平成 23，24 年度の灌漑水中の PPCPs 濃度 (n=18) の平均値に 12 年間の灌漑処理水量を乗じて求めた．蓄積率は，平成 24 年度刈り取り後における土壌の PPCPs 含有量を 12 年間の流入負荷量で除して求めた．図 3 より，蓄積率は，どの成分も 1～3%と小さく，流入した PPCPs の多くは，土壌中や田面水中で分解した可能性が示唆された．

４．まとめ

本研究により,処理水を無希釈利用した水田の土壌に,PPCPs は蓄積しうることが示された．ただし，12 年の灌漑期間での最終 2 年間で，土壌蓄積量の増加傾向は無く，12 年間の土壌への PPCPs 蓄積率は，流入負荷量の数%程度と推定された．すなわち，処理水を長期的に水田に利用しても，PPCPs 土壌蓄積量の単純な増加には必ずしも繋がらないことが明らかとなった．

謝辞：本研究は，科学研究費基盤研究(B)22380131 の助成を得て行った．記して感謝の意を示します．

引用文献：1)治多・中矢：平成 24 年度 農業農村工学会全国大会講演要旨集，2012.