

集落排水施設の汚泥に対する生活排水由来医薬品と分解中間生成物の混入実態

Contamination of Excess Sludge in Rural Sewerage by Pharmaceuticals and Transformed Products

○治多伸介*, 川原健太郎**, 中野拓治***, 久米 崇*
Shinsuke Haruta*, Kentaro Kawahara**, Takuji Nakano***, Takashi Kume*

1. はじめに

生活排水由来の医薬品については、これまで公共下水道、集落排水施設、家庭用合併処理浄化槽で、流入水や処理水への混入実態が調査され、処理水混入への対策に関しても検討が進んできた。一方、これらの施設の汚泥への混入実態は、調査が少なく、特に、集落排水施設での調査は未だ行われていない。さらに、医薬品は、排水処理施設内で完全には分解されずに毒性が残留した「分解中間生成物(Transformed Products: 以下, TPs)」として存在する場合がある。集落排水施設の汚泥は、農地還元されることが多く、高い安全性を確保するために、重金属の含有状況が検討されることが多かったが、今後は、生活排水由来の医薬品やTPsについても十分な検討を行うことが望まれる。そこで、本研究では、集落排水施設の汚泥に対する医薬品とTPsの混入実態を明らかにすることを目的に、集落排水施設の汚泥貯留槽内の汚泥を、実稼働中の農業集落排水施設(4施設)で調査した。

2. 研究方法

汚泥は実稼働中の4施設で、平成28年5月と平成29年1月に採取した。計画処理人口は約500~2,000人で、処理方式は、連続流入間欠曝気方式(2施設: 以下A・B施設)、膜分離活性汚泥方式(2施設: 以下C・D施設)である。汚泥は、各施設の汚泥貯留槽から採取し、凍結乾燥して保存した後、乾燥汚泥から医薬品をメタノールで超音波抽出した。抽出液はOASIS-HLBでクリーンアップを行い、LC/MS/MS(Waters社製, Acquity UPLC/MS/MS)で分析した。分析した医薬品とTPsは、集落排水施設ないし公共下水道の処理水からの検出実績がある28成分(TPs 8成分を含む)で、定量下限は約0.1~1 $\mu\text{g}/\text{kg-dry}$ である。

3. 結果と考察

(1) 検出された医薬品数

各施設で18~21成分の医薬品とTPsが定量された。また、定量された成分数と、施設規模、処理方式、調査時期との関係性はなかった。すなわち、汚泥に医薬品やTPsが含まれるのは、集落排水施設では一般的な現象であることが分かった。

(2) 医薬品と分解中間生成物の濃度

図1のように検出濃度は約0.1~1,000 $\mu\text{g}/\text{kg-dry}$ の範囲にあり、医薬品とTPsの濃度は成分によって異なっていたが、2回の調査で濃度変動や、施設毎の濃度差について、特別な傾向は明確には見出せなかった。一方、その濃度を、文献の公共下水道の返送汚泥と比較すると、集落排水施設で高濃度傾向の成分はなく、低濃度傾向の成分が多かった。低濃度傾向の成分は、Clarithromycin(抗生物質)、Ketoprofen(解熱鎮痛消炎剤)などがあつた。これらは集落排水施設の処理水で低濃度になりやすい、ないしは、嫌気環境下で分解され

*愛媛大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ehime University, **愛媛大学農学部 Faculty of Agriculture, Ehime University, ***琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, Ryukyu University

キーワード: 集落排水, 汚泥, 医薬品

やすい成分が主であった。Carbamazepine（抗鬱剤）などの、公共下水道と同程度の濃度であった成分は、いずれも嫌気環境で分解され難かったり、微生物処理による分解を受け難い成分が主であった。

(3) 医薬品と分解中間生成物の濃度比較

Carbamazepine はTPs(100H-CBZ など5成分)の積算濃度の方が高い施設が多かった(図2)。Ketoprofen の濃度も、TPs(3-Acetylbenzophenone, 3-Ethylbenzophenone) の積算濃度の方が、多くの施設で高かった(図2)。Bezafibrate, Clofibric acid とTPs(4-Chloro phenol)についても同様の傾向であった。

4. 結論

医薬品や分解中間生成物が汚泥に含まれるのは、集落排水施設では、季節よらず一般的な現象であることが分かった。ただし、今回の調査では、その濃度は公共下水道よりも低い成分が多く、それには、汚泥貯留槽での嫌気分解が寄与している可能性が考えられた。

謝辞 本研究は、科学研究費(課題番号 16H04998)によって行った。記して感謝の意を示します。

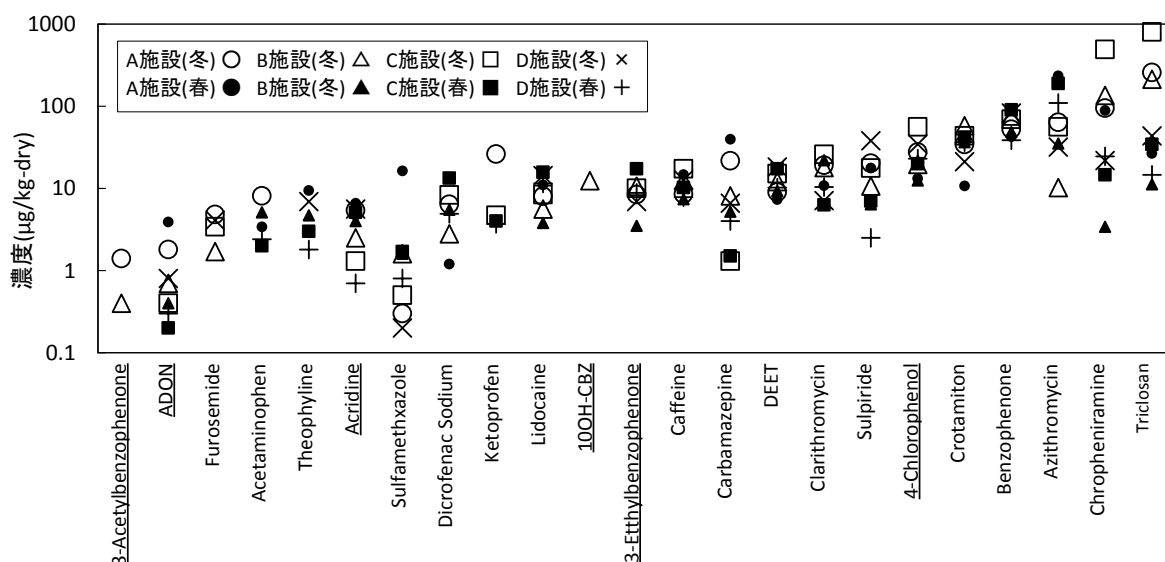


図1 医薬品と分解中間生成物の濃度
(下線は、分解中間生成物)

Fig.1 Concentrations of Pharmaceuticals and Transformed Products

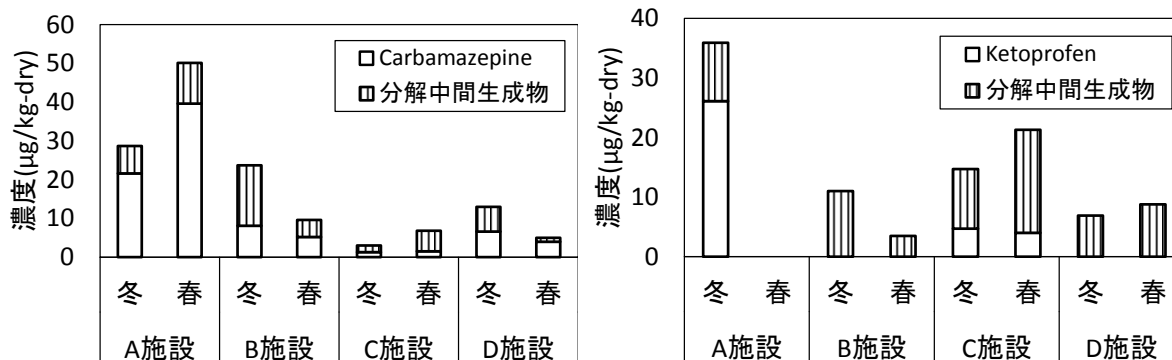


図2 医薬品と分解中間生成物の濃度比較

Fig.2 Comparison between Concentration of Pharmaceuticals and Transformed Products