

集落排水処理水に含まれる生活系医薬品の水田土壌における除去 Elimination of PPCPs from Reclaimed Wastewater Using Paddy Soil

久米崇¹, 治多伸介¹

KUME, Takashi and HARUTA, Shinsuke

1. はじめに

集落排水処理水中には人間生活に起因する PPCPs (Pharmaceuticals and personal care products: 医薬品及び身体ケア製品由来物質) が含まれており高度浄化処理を行っても残留する可能性がある。PPCPs は生態系に悪影響を及ぼす可能性が指摘されていることから、公共下水道では紫外線処理などの導入が検討されている (福永ら、2006)。しかし、この除去方法はコストが高いため、農業集落排水施設への導入は難しい。そこで、本研究では処理水を灌漑用水として用い、残留した PPCPs を水田で除去する方法を導入するために、土壌カラム実験により水田土壌による PPCPs の除去能力を検討した。

2. 実験方法

本研究では、水田土壌による集落排水処理水中の PPCPs の除去能力を検討するために、土壌カラムを用いて浸透実験を行った。実験には表 1 に示す各成分の濃度が 500 ng/L となるように PPCPs を超純水に添加した試験溶液 (溶液) を流入水として作成し土壌浸透させ、浸透流出水を採取し LC/MS/MS で PPCPs の濃度を測定した。PPCPs の一部は紫外線によって光分解するものがある (金ら、2006)。そこで、水田土壌以外による PPCPs の除去を排除するため実験条件を暗

表 1 分析に用いた PPCPs
Table 1 Examined PPCPs in this study

| 化合物名 | 分類 |
|----------------|---------|
| Carbamazepine | 抗てんかん剤 |
| Clarithromycin | 抗生物質 |
| Griseofulvin | 水虫薬 |
| Ketoprofen | 解熱消炎鎮痛剤 |
| Lidocaine | 鎮痒剤 |
| Propyphenazone | 解熱消炎鎮痛剤 |

所とした。また、温度変化による影響を排除するため室温を常温 20°C に保って実験を行った。土壌カラムは、代表的な水田土壌である灰色低地土をアクリルカラム (内径 5 cm、長さ 25 cm) に 2 種類の土壌厚さ (5 cm、10 cm) で充填し設置を行った。浸透実験は土壌を溶液で 24 時間飽和させたのち開始した。この時、常時湛水深が 2 cm となるようにした。浸透流出水の採取は水田の浸透速度を 1.5 cm/day と想定しそれに一致するように、土壌厚さ 5 cm、10 cm で、それぞれ 2 日、4 日で 1 Pore Volume (PV) を採取した。変質を防ぐため採取したサンプルに EDTA・アスコルビン酸溶液を入れ冷蔵庫で保存をした。

3. 結果と考察

図 1 に分析した 6 成分のうち 4 成分 (Carbamazepine、Lidocaine、Griseofulvin、Propyphenazone) の除去率変化を示す。4 成分の除去率変化に着目したところ、Carbamazepine は土壌厚さ 5 cm、10 cm とともに馴養期間が短く、4PV でそれぞれ 90%、96% と高い除去率を示した。また、Lidocaine と Griseofulvin は Carbamazepine と同様に高い除去率は示しているが、それぞれ 5PV、7PV まで徐々に除去率が上昇する傾向を示しており、

¹ 愛媛大学農学部, Faculty of Agriculture, Ehime University

キーワード: 集落排水処理水、水田土壌、PPCPs、土壌カラム、浸透実験

Carbamazepine より馴養期間が長かった。これらの馴養期間の存在は土壌の吸着反応では説明されにくく、近年の研究で PPCPs は微生物によって分解されることが明らかになっていることから、微生物分解が除去率の上昇に関係している可能性が考えられる。Propyphenazone は土壌厚さ 5 cm では約 41%、土壌厚さ 10 cm では約 66%と除去率が低く、大きく上昇しなかった。

4 成分の土壌厚さごとの除去率を比べたところ、Carbamazepine は 2PV、3PV を除き、土壌厚さ 5 cm、10 cm でほぼ同じ除去率を示した。Lidocaine は Carbamazepine よりも土壌厚さ 5 cm と 10 cm の除去率変化が一致していた。このことから、Carbamazepine と Lidocaine は土壌上層部で除去の大部分が行われているといえる。一方で Griseofulvin と Propyphenazone は土壌厚さ 5 cm より 10 cm の方が高い除去率を示した。これらの結果から、Griseofulvin と Propyphenazone は、土壌上層の 5 cm だけでなく、土壌下層の 5 cm でも除去されていると考えられる。

以上のことから、水田土壌での PPCPs の除去に以下の 3 つの傾向が確認された。1) 早い段階から高い除去率を示すもの、2) 徐々に除去率が上昇するもの、3) それらより比較的除去率が低く大きく上昇しないもの、である。また、土壌厚さが増加することで除去率が上昇するものがあることが明らかになった。

4.おわりに

水田土壌は高い PPCPs の除去能力を有し、PPCPs 除去には少なくとも 3 つの傾向が存在すること、土壌厚さによって除去能力が増加することが示された。また除去には馴養期間を必要とする物質があることが示された。馴養期間が必要なのは微生物分解が関与している可能性が高いと考えられる。この点を明らかにするには、土壌環境の違いを明確にした上で、微生物による影響を検討していくことが必要となる。

(参考文献) 金一昊ら (2006) : 環境工学研究論文集、vol.43、pp47-56、福永彩ら (2006) : 環境工学研究論文集、vol.43、pp57-63

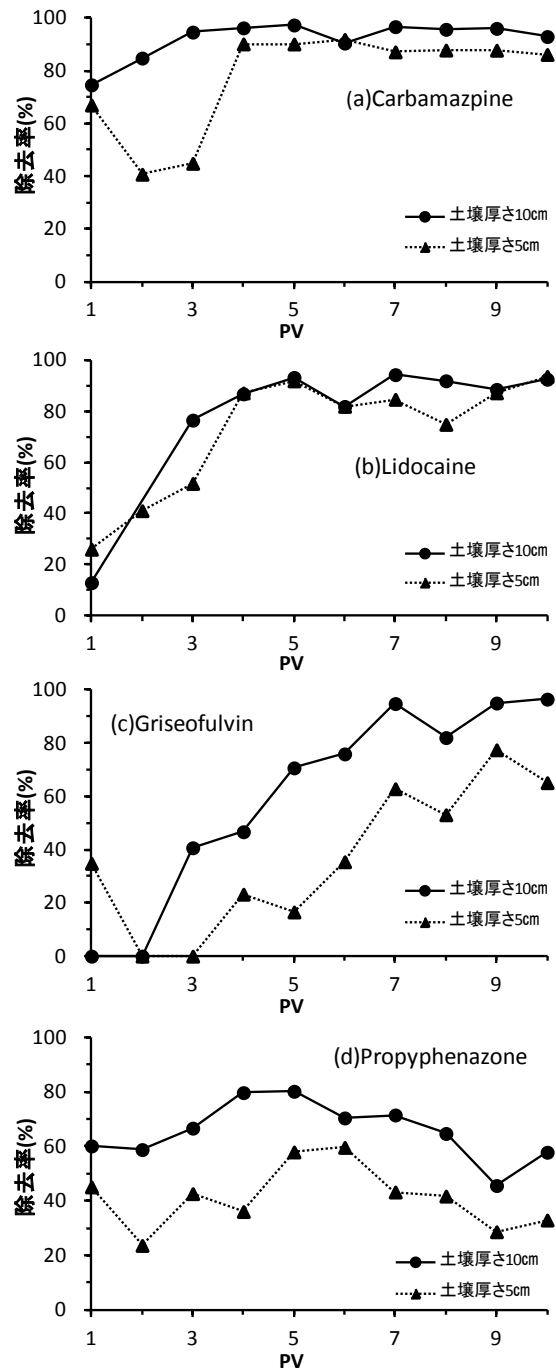


図 1 水田土壌による PPCPs の経時的な除去率変化
Fig.1 Temporal changes in elimination ratio of PPCPs using paddy soil