

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	菅田 伴
審査委員	主査 治多 伸介 副査 久米 崇 副査 藤原 拓 副査 松尾 芳雄 副査 山田 佳裕

論文名

農村地域における生活排水由来の医薬品による水質汚染の実態と対策に関する研究

審査結果の要旨

一般家庭で使われる医薬品の一部は、人体において代謝分解されずに尿尿に混入したり、塗布された医薬品の一部は洗い流されて生活雑排水に混入する。このような生活排水由来の医薬品は、水環境中に放出された場合には、 $\mu\text{g/L}$ 、 ng/L といった低濃度であっても、水圏生態系に悪影響を及ぼすことが、近年、明らかにされてきた。

本研究は、日本の農村地域での生活排水由来の医薬品による水質汚染の実態と対策を明らかにすることを目的としている。そして、水質汚染実態としては、農村の代表的な生活排水処理施設である農業集落排水処理施設(以下、集落排水施設)における、流入水と処理水に対する医薬品混入実態を調査するとともに、医薬品による水系汚染防止対策としての集落排水施設の有用性が検討された。また、医薬品が処理水に残留した場合に、処理水をため池に送水して、ため池の機能を活用して医薬品による水系汚染を軽減できる可能性が検討された。

すなわち、愛媛県下で実稼働中の5施設の集落排水施設で、解熱鎮痛消炎剤4種類(Indomethacin、Ketoprofen、Naproxen、Propyphenazone)、高脂血症用剤2種類(Bezafibrate、Clofibrac acid)、鎮痒剤2種類(Crotamiton、Lidocaine)、抗潰瘍剤(Sulpride)、強心剤(Caffeine)、抗真菌剤(Griseofluvin)、抗生物質(Clarithromycin)、抗てんかん剤(Carbamazepine)、紫外線吸収剤(Benzophenone)、防虫剤(DEET)の合計15種類の医薬品に関する調査が2012年の秋に行われ、それぞれの流入水と処理水への混入濃度が明確にされた。混入濃度は、流入水で $2\text{ng/L}\sim 21,746\text{ng/L}$ 、処理水で $3\text{ng/L}\sim 5,536\text{ng/L}$ の範囲にあり、いずれの施設でも15種類の医薬品が全て混入していた。その一方で、流入水と処理水の濃度を比較すると、多くの医薬品において処理水の濃度が低く、一般に微生物分解性が高いとされるBezafibrate、Caffeineは90%以上の濃度低下があり、微生物分解性が低いとされるCarbamazepine、Propyphenazoneにおいても30%程度の低下が見られた。そして、これらの実測濃度と、文献のPNEC(生態系への予測無影響濃度)を比較することで、調査した施設における流入水の医薬品濃度は、生態系へのリスクが危惧されるレベルにあるものの、処理水では、生態系へのリスクは無いと判断されるレベルになっていることが明らかとされた。また、処理方式別では、生物膜法よりも活性汚泥法の施設で、濃度低下率が高い成分が多く、

特に活性汚泥法の施設での医薬品濃度低下の効果が高いことが示唆された。

一方、水田灌漑期に処理水が送水された愛媛県下のため池では、処理水とため池からの表面流出水について 2013 年に週 1 回程度採水が行われ、8 月 21 日には、ため池内の水深方向の採水も行われた。そして、採水した試料に対して 5 種類の医薬品(Bezafibrate、Carbamazepine、Crotamiton、DEET、Ketoprofen)の分析が行われた。その結果、処理水の濃度に比較して、ため池流出水の濃度は低く、ため池流出水の平均濃度は、Bezafibrate 7.0ng/L、Carbamazepine 16.5ng/L、Crotamiton 130.1ng/L、DEET 42.9ng/L、Ketoprofen 1.0ng/L であり、処理水からみた、ため池流出水の濃度低下率は、Ketoprofen が 98 %、それ以外の 4 成分が 85%~87%という高い値であることが明らかとされた。そして、この濃度低下な主な原因は、ため池に流入した集水域からの流入水量と、ため池に送水された処理水量の比率から検討し、希釈であると推定された。また、Ketoprofen の大きな濃度低下は、希釈だけでは説明できず、その分解特性から、太陽光による分解も大きな要因であると考えられた。一方、ため池の深さ方向別の濃度については、Bezafibrate、Carbamazepine、Crotamiton、DEET の 4 成分は、表層の方が底層よりも濃度が高く、ため池内部では、医薬品濃度が不均一であることが明らかとされた。この原因は、水温躍層の上層に、処理水が混入しやすかったためと考えられ、調査ため池のような、完全混合ではない状態でも、大きな医薬品濃度低下効果が得られることが示された。

以上のように、本研究は、集落排水施設と、その処理水を送水したため池での医薬品の存在実態を明らかにした。そして、集落排水施設と、その処理水のため池への送水が、農村地域における医薬品による水系汚染を低減させる対策として有効であることを事例的に示し、その可能性を明らかにした。これらの知見は、これまで全く明らかとされていなかった新規性の高い内容であり、かつ、農村地域における医薬品による水質汚染対策を、今後、推進していくための基礎となる有用性も高い研究成果である。

本論文の学位論文公開審査会は、平成 27 年 8 月 1 日に高知大学農学部において開催され、論文発表と公開審査会が行われた。引き続き、学位論文審査会が開かれ、論文の内容について審査した結果、審査員全員一致して、本論文は博士(農学)の学位を授与するに値すると判定した。