

Effectiveness of Tetrahydrofuran at Enhancing the 1,4-Dioxane Degradation Ability of Activated Sludge Lacking Prior Exposure to 1,4-Dioxane

井上 大介（大阪大学大学院工学研究科・准教授）

このたびは栄誉ある論文賞を授与いただきましたこと、選考委員会の先生方、日本水環境学会の関係者の皆様にご心より御礼申し上げます。

主要対象論文¹⁾は、化学的・生物学的に安定な物質であり、水環境中での残留性が高く、ヒトに対して発ガン性の可能性がある有害化学物質1,4-ジオキサン（DX）の微生物分解に関連する研究成果を取りまとめた論文になります。私たちの研究グループでは、DXの微生物分解およびDX汚染排水・地下水の生物学的浄化に長年取り組んで参りましたが、この論文では、過去にDXへの曝露履歴がなく、明確な分解活性を示さない活性汚泥を対象とし、DXよりも有害性の低い物質を用いてDX分解能を強化することを目指しました。具体的には、DXよりも生分解性が高く、有害性が低い構造類似物質の一つであり、DX分解菌の有望な増殖基質ならびにDX共代謝分解の代表的な一次基質としても知られるテトラヒドロフラン（THF）に着目し、THFによってDXを資化する分解菌群を集積し、DX分解能を強化することができるか、また、THFにより集積される分解菌群はDXを用いた場合と異なるかを調査しました。一連の検討から、元々明確なDX分解能を示さない活性汚泥であっても、THFにより、DXを用いた場合と同程度の効率でDX分解能を発揮させることができ、さらに、その分解が共代謝によるものではないことを明らかにしました。また、16S rRNA遺伝子、ならびにDXの初発酸化を触媒する可溶性鉄（II）モノオキシゲナーゼ（SDIMO）をコードする遺伝子のアンプリコンシーケンス解析により、DXで集積した場合には*Mycobacterium*属が優占し、SDIMOではGroup 5A（グラム陽性菌のプロパン／メタンモノオキシゲナーゼから構成されるグループ）が大半を占めるのに対して、THFで集積した場合には*Pseudonocardia*属が顕著に増加し、SDIMOはGroup 5C（THF/DXモノオキシゲナーゼで構成されるグループ）が優占することを確認し、使用する基質により微生物叢および主要な分解菌が顕著に異なることを明らかにしました。以上の成果より、THFはDXとは異なる分解菌群を活性化・優占化することにより、DXと同等にDX資化能を高めうることを示しました。

この論文は、当時の博士前期課程学生であった久田一輝氏が取り組んでくれた成果の一部を取りまとめたもの

です。また、この研究の着想や結果の解釈では、北里大学の清和成教授、大成建設株式会社技術センターの斎藤祐二氏、山本哲史氏、大阪府立環境農林水産総合研究所の矢吹芳教氏らとの長年にわたる共同研究で得た多くの知見が生かされました。この場を借りて皆様に厚く御礼申し上げます。

また、2本の関連論文では、DXと同様に難分解性の水環境汚染物質であるビスフェノールAとその構造類似物質（ビスフェノール類）を対象とし、水生植物であるヨシとその根圏の微生物群との共生作用により分解除去が促進されることをボトル試験²⁾、ならびにカラム型人工湿地試験³⁾において明らかにしました。これらの論文は博士研究員であったRajani Ghaju Shrestha氏、博士前期課程学生であった中井美希氏、西畑和貴氏が汗水を流して実験し、取りまとめてくれた研究成果であり、彼ら彼女らの尽力に深く感謝申し上げます。

今回の受賞成果は大阪大学の所属研究室で長年取り組まれてきた生物機能を利用した環境保全・浄化技術に関する研究開発において培われた知見や実験・解析技術の基盤があって得られたものです。研究室を主宰し、常に温かくご指導・ご支援くださっている池道彦教授をはじめ、研究室の歴代の先生方や研究員、卒業生の皆様に心より感謝申し上げます。今回の受賞を励みに、生物機能を活用した環境保全・浄化およびエネルギー・資源生産に関して、より一層社会的・学術的に意義のある研究開発を進めていく所存です。変わらぬご指導ご鞭撻をよろしくお願いいたします。

参 考 文 献

- 1) Inoue, D., Hisada, K., Ike, M., 2022. Effectiveness of tetrahydrofuran at enhancing the 1,4-dioxane degradation ability of activated sludge lacking prior exposure to 1,4-dioxane. *Water Science and Technology* 86(7), 1707-1718.
- 2) Ghaju Shrestha, R., Nakai, M., Inoue, D., Ike, M., 2021. Potential for enhanced degradation and removal of various bisphenols by interaction between common reed (*Phragmites australis*) and microorganisms. *Journal of Water and Environment Technology* 19(1), 13-23.
- 3) Ghaju Shrestha, R., Inoue, D., Ike, M., 2021. Effects of selection and compiling strategy of substrates in column-type vertical-flow constructed wetlands on the treatment of synthetic landfill leachate containing bisphenol A. *Water Science and Technology* 84(6), 1428-1437.