

## 凝集－MF 膜ろ過プロセスにおける 不可逆的膜ファウリングの制御理論の確立

Mitigation of irreversible membrane fouling in coagulation-MF membrane filtration process

中央大学 丁 青



この度は、平成 30 年度日本水環境学会博士研究奨励賞（オルガノ賞）最優秀賞の授与を賜り、誠にありがとうございます。オルガノ株式会社様およびご選考いただいた先生方をはじめとする学会関係者皆様に厚くお礼申し上げます。

膜ろ過法は浄水処理分野において、次世代の固液分離技術として注目されています。一方で、膜目詰まり（膜ファウリング）の発生が膜ろ過法の広範的な普及の妨げとなっています。そのため、膜ファウリング、とくに物理的な洗浄で解消できない不可逆的膜ファウリングの抑制を目的とした「凝集－膜ろ過」プロセスを検討・実施した研究が多いです。しかし、不可逆的膜ファウリングの抑制と有機物の除去を達成しうる凝集条件は異なり、これらを同時に達成する最適凝集条件の決定は非常に困難です。ゆえに、凝集－膜ろ過プロセスの効率的な運用を目指すにあたり、不可逆的膜ファウリングの進行に寄与する凝集フロックの特性を明らかにした上で、最適凝集条件を容易に探索しうる指標を提案する必要があると考えます。そこで、本研究では、凝集－精密（MF）膜ろ過プロセスに適した凝集条件を決定するための指標を検討しました。

凝集後に形成される粒径が 20 nm から 0.5 μm までの粒子（メソ粒子と定義）が荷電中和される凝集条件において、不可逆的膜ファウリングが最も抑制されることが明らかになり、「メソ粒子の荷電特性」が凝集－MF 膜ろ過において重要な指標となることが示唆されました。また、中性 pH 付近でメソ粒子の荷電中和による不可逆的膜ファウリングの抑制が求められる浄水場では、アルミニウムクロロヒドロレート（ACH 80）のような中性 pH においても荷電密度の高いアルミニウム核種を有する凝集剤を使用する必要があると考えられます。今後は、今回の受賞を励みに、これまで進めてきた研究を発展させ、水処理分野に大きく貢献できるよう一層努力していきたいと思っております。

最後になりますが、本研究を遂行するにあたり懇切丁寧なご指導を賜りました中央大学の渡辺義公先生、山村寛先生、メタウォーター株式会社の米川均様、青木伸浩様、村田直樹様をはじめ、ご協力・ご助言をいただきました諸先生方ならびに所属研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。

## 排水処理施設で N<sub>2</sub>O 削減に寄与する細菌の探索： 単離，生理生態評価と包括固定化

Evaluation of nitrous oxide respirometric activity under the various oxygen levels and application of immobilized gel to nitrous oxide-reducing bacteria

東京農工大学大学院応用化学専攻システム化学工学専修博士後期課程 末 永 俊 和



この度は、平成 30 年度日本水環境学会博士奨励賞（オルガノ賞）優秀賞を授与いただき、誠にありがとうございます。オルガノ株式会社様、ご選考いただいた先生方、ならびに学会関係者の皆様にご厚くお礼申し上げます。この受賞を励みに水環境や地球環境の保全に向けた調査・研究により一層努めてまいりたいと思っております。

亜酸化窒素（通称：N<sub>2</sub>O）は、二酸化炭素やメタンに次ぐ温室効果ガス、また 21 世紀最大のオゾン層破壊物質として知られています。自然界と比べて高い窒素化合物を含有する田畑や排水処理施設からは、微生物反応を介して N<sub>2</sub>O が生成・放出されます。その反応経路や媒介する微生物群が多岐にわたることから、放出削減に向けた技術開発は現在でも困難な課題です。本研究では、N<sub>2</sub>O を N<sub>2</sub> に嫌気環境下で無害化する N<sub>2</sub>O 還元細菌に着目し、その分類、生理活性の解明と工学的応用に向けた検討を行いました。N<sub>2</sub>O を供給可能なガス透過膜を利用した集積培養装置を開発し、高い N<sub>2</sub>O 還元活性を有する細菌種の集積化と単離に成功しました。そこでさらに、酸素の N<sub>2</sub>O 還元反応への影響に着目し実験したところ、細菌種によって酸素の影響に差が見られ、得られた単離株は酸素阻害からの回復が既往の脱窒細菌と比べて早いことを見出しました。また N<sub>2</sub>O 還元細菌の排水処理施設への適用方法として、微生物包括固定化ゲルの利用可能性を検討しました。包括固定化ゲルは N<sub>2</sub>O 還元反応への酸素阻害の影響を緩和し、好気槽のような微好気環境でも N<sub>2</sub>O 還元活性の維持が期待できることが分かりました。本研究成果は N<sub>2</sub>O 還元細菌の活用や活性化に向けた基礎的知見ではありますが、将来的には人為的 N<sub>2</sub>O 放出の削減技術の開発に繋がればと考えております。

最後に、本研究を遂行するにあたって懇切なるご指導、ご助言を賜りました東京農工大学の寺田昭彦先生、細見正明先生、利谷翔平先生、産業技術総合研究所の堀知行先生、青柳智先生、デンマーク工科大学の Barth F. Smets 先生をはじめとする諸先生方、研究活動を支えてくださった所属研究室の皆様と家族にご心より感謝申し上げます。重ねて、ご支援いただきました日本学術振興会にこの場を借りてお礼申し上げます。

---

# ペルおよびポリフルオロアルキル物質 (PFASs) の Fragmentation flagging に基づいたノンターゲット分析手順の提案



Proposal for a Procedure of Non-Target Analysis Based on Fragmentation  
Flagging for Per – and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)

京都大学大学院地球環境学舎博士後期課程 2 年 雪 岡 聖

この度は、平成 30 年度日本水環境学会博士研究奨励賞（オルガノ賞）優秀賞を授与いただき、誠にありがとうございます。オルガノ株式会社様および選考いただいた先生方をはじめとする学会関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

現在、航空・軍事関係施設で使用されている消火剤には、遺伝子損傷性を有するペルおよびポリフルオロアルキル物質 (PFASs) が含まれており、周辺環境への悪影響が懸念されています。一部の代表物質が規制されても、産業界はまた新たに類似構造の未規制物質を使用・排出する傾向にあり、評価や管理に関する対策が追いついていないのが現状です。このような化学物質管理における悪循環を食い止めることを目指した分析法の開発が必要とされています。従来の分子関連イオンの精密質量値のみを考慮した分析法では、規制物質と少し構造が異なる新たな未規制物質に対応することが困難であるため、未知の PFASs 汚染を完全に捉えることができないと予想されます。そこで本研究では、基盤構造であるフルオロアルキル基に着目し、それを標識 (Flag) として活用する分析法 (Fragmentation flagging) を提案しました。具体的には、対象物質にコリジョンエネルギーをかけて生じる断片イオンを体系的に整理し、そのデータベースを構築するという方法です。さらに、分子関連イオンの精密質量値を推定する際に、イオンモビリティを活用する方法を提案しました。本分析法は、対象物質を基盤構造で評価するとともに、断片イオンのデータベースを活用しているため、従来の分析法のみでは見逃されてきた新たな未知の PFASs による汚染を正確に理解することができると考えています。現在は、「本当に人々に利用してもらえ分析法にするには、どうするべきか」を重要視し、環境試料に対する最適化や妥当性を検証しています。今後は、本分析法の実用化を目指した研究を展開していきたいと思っています。

最後に、本研究の遂行にあたり懇切なるご指導を賜りました京都大学 藤井滋穂教授、田中周平准教授、原田英典助教、国立研究開発法人 土木研究所 鈴木裕識氏、国立保健医療科学院 越後信哉氏、アジレント・テクノロジー株式会社 林明生氏をはじめ、ご協力・ご助言をいただきました諸先生方、ならびに所属研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。

---