

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－中国研究交流）
「水質汚染対策技術」 課題終了報告書

1. 研究交流課題：「高性能微生物を導入した無酸素ろ過および膜分離活性汚泥法を用いたコークス化廃水からの難分解性物質と高濃度窒素の除去」
2. 研究期間：平成 24 年 9 月～平成 28 年 3 月
3. 支援額： 総額 14,450,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	松山秀人	神戸大学工学研究科	教授
研究者	神尾英治	神戸大学工学研究科	助教
研究者	大向吉景	神戸大学工学研究科	特命助教
研究者	三好太郎	神戸大学工学研究科	特命助教
研究者	佐伯大輔	神戸大学工学研究科	特命助教
研究者	Saeid Rajabzadeh	神戸大学工学研究科	特命助教
研究期間中の全参加研究者数		24名	

相手側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	Jinren Ni	北京大学環境科学工学院	教授
研究者	Zhengfang Ye	北京大学環境科学工学院	准教授
研究者	Sitong Liu	北京大学環境科学工学院	研究員
研究者	Ying Xiong	北京大学環境科学工学院	研究員
研究者	Yingling Bao	北京大学環境科学工学院	研究員
研究者	Shou Yao	北京大学環境科学工学院	博士学生
研究期間中の全参加研究者数		16名	

4. 研究・交流の目的

コークス廃水は、数多くの複雑な化合物とアンモニア性窒素を多く含む典型的な工業廃水の一つであり、特に中国において近年その廃水量が急激に増加している（中国の総工業廃水の5%以上）。コークス廃水は、アンモニア濃度が高いことに加えて、多くの生物耐性物質を含むことから、その処理は容易ではない。従って能率的で低コストの処理方法が、特に中国における環境問題の解決という面から、切望されていた。

本交流研究では、コークス廃水を処理するため、固定化微生物と膜技術を融合させた新しい複合システムの構築を目指した。本研究により開発したプロセスを図1に示す。

本交流研究の目的は、北京大と神戸大の強みを融合させることにより、コークス廃水処理について、環境にやさしく効率的な新規生物処理プロセスを確立する事である。日本側は MBR に用いる性能低下の少ない（ファウリングしない）膜技術の開発やその性能分析を担当し、中国側は難分解性物質の分解が可能な高性能微生物システムの構築を担当した。

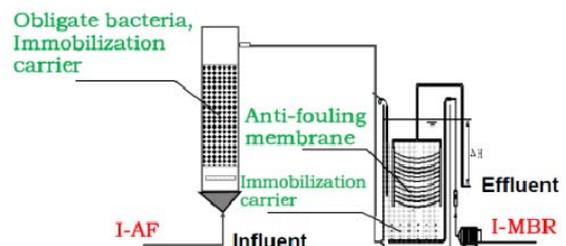


図1 本研究で提案した新規な廃水処理プロセス

5. 研究・交流の成果

5-1 研究の成果

膜分離活性汚泥法 (Membrane Bioreactor, MBR) では、操作中において、膜孔内への閉塞による膜性能の低下 (膜ファウリング) が大きな問題であり、その解決が早急に迫られていた。本研究交流により MBR 操作での膜ファウリングを格段に低減できる新規膜材料の開発と膜孔構造の最適化に関する学理の構築に成功した。MBR 法は現在世界中で急激に実用化が進んでおり、今回得られた MBR の膜ファウリングを低減させる膜材料と膜構造の知見は、コークス廃水のみならず、MBR のさらなる普及に大いに貢献するものと言える。

また中国側の成果としては、キノリン等の生物耐性物質を有効に分解する新規細菌の培養に成功し、さらに硝化脱窒性能の向上に寄与する新規菌株の開発を行った。

上記図 1 に示された I-AF と I-MBR を組み合わせた全く新しい廃水処理プロセスを構築し、アンモニア性窒素の高い除去と、コークス廃水の高効率処理を実現できた。中国における全工業廃水の 5% 以上を占めるコークス廃水について、有効な処理方法を確立したという点で、その社会への波及効果は大である。

5-2 人的交流の成果

図 1 に示される革新廃水処理プロセスの実現には、新規細菌 (北京大) と新規膜 (神戸大) の開発が不可欠であるが、新しい細菌が開発されれば、それに適した膜が必要になるといったように、それぞれは非常に密接にリンクしている。したがって、毎年開催されたワークショップ (計 3 回開催) では特に詳細に打ち合わせを行い、相互の意思疎通を図った。このような交流により、廃水処理技術の風上 (神戸大、膜開発) から風下 (北京大、実プロセス評価) に至る日中共同の人的ネットワークを築くことが出来た。

交流の成果により、日本側ではスタッフ 2 名が企業に、また 2 名が他大学に転出することができた。さらに大学院生の 2 名が博士の学位を、また 6 名が修士の学位を取得した。

プロジェクト終了後も協力関係をさらに深めており、今年の 7 月には北京大の Liu 研究員が来日予定であり、また下記以外の共著論文も投稿中である。

6. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記事項
論文	T. Miyoshi, K. Yuasa, T. Ishigami, S. Rajabzadeh, E. Kamio, Y. Ohmukai, D. Saeki, J. Ni, H. Matsuyama, Effect of membrane polymeric materials on relationship between surface pore size and membrane fouling in membrane bioreactors, Applied Surface Science, 330, 351–357 (2015), DOI: 10.1016/j.apsusc.2015.01.018	共著論文
論文	Z. Zhang, S. Liu, T. Miyoshi, H. Matsuyama, J. Ni, Mitigated Membrane Fouling of Anammox Membrane Bioreactor by Microbiological Immobilization, Bioresource Technology, 201, 312–318 (2016), DOI:10.1016/j.biortech.2015.11.037	共著論文
論文	Y. Sun, S. Rajabzadeh, W. Ma, Z. Zhou, Y. Kakihana, Y. Ohmukai, J. Miki, H. Matsuyama, Preparation of PVDF/Poly(Tetrafluoroethylene-Co-Vinyl Alcohol) Blend Membranes with Antifouling Propensities via Nonsolvent Induced Phase Separation Method, Journal of Applied Polymer Science, 133 (39) pp not assigned (2016) DOI: 10.1002/app.43780	膜ファウリング
論文	Z. Zhou, S. Rajabzadeh, A. R. Shaikh, Y. Kakihana, W. Ma, H. Matsuyama, Effect of surface properties on antifouling performance of poly(vinyl chloride-co-poly(ethylene glycol)methyl ether methacrylate)/PVC blend membrane, Journal of Membrane Science, 514, pp 537–546 (2016), DOI: 10.1016/j.memsci.2016.05.008	膜ファウリング
論文	W. Ma, S. Rajabzadeh, A. R. Shaikh, Y. Kakihana, Y. Sun, H. Matsuyama, Effect of type of poly(ethylene glycol) (PEG) based amphiphilic copolymer on antifouling properties of copolymer/poly(vinylidene fluoride) (PVDF) blend membranes. Journal of Membrane Science, 514, pp 429–439 (2016), DOI: 10.1016/j.memsci.2016.05.021	膜ファウリング

