

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－中国研究交流）

1. 研究課題名：「高機能微生物群集と根圏浄化能強化水生植物を用いた水環境汚染の修復」
2. 研究期間：平成21年 1月～平成24年3月
3. 支援額： 総額 19,100,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

|              | 氏名   | 所属        | 役職    |
|--------------|------|-----------|-------|
| 研究代表者        | 森 一博 | 山梨大学      | 准教授   |
| 研究者          | 鎌形洋一 | 産業技術総合研究所 | 研究部門長 |
| 研究者          | 田中靖浩 | 山梨大学      | 助教    |
| 研究者          | 遠山忠  | 山梨大学      | 特任助教  |
| 研究者          | 森川正章 | 北海道大学     | 教授    |
| 研究者          | 藤田正憲 | 大阪大学      | 名誉教授  |
| 参加研究者 のべ 23名 |      |           |       |

中国側（研究代表者を含め6名までを記載）

|              | 氏名   | 所属       | 役職  |
|--------------|------|----------|-----|
| 研究代表者        | 呉 曉磊 | 北京大学     | 教授  |
| 研究者          | 湯 岳琴 | 北京大学     | 教授  |
| 研究者          | 張 振家 | 上海交通大学   | 教授  |
| 研究者          | 張 潮海 | ハルビン工業大学 | 教授  |
| 研究者          | 李 偉英 | 同濟大学     | 副教授 |
| 研究者          | 李 彦  | 北京大学     | 助手  |
| 参加研究者 のべ 16名 |      |          |     |

5. 研究・交流の目的

本研究は、水資源・水環境問題の解決に資する低コスト環境低負荷型水環境浄化技術を開発することを目的に、植物-微生物共存システムを利用した浄化技術の開発を日中の研究交流の元に推進するものである。技術開発するにあたり、本研究では、従来の自然浄化作用では除去が困難な難分解性有機物と富栄養化の主要因である栄養塩の同時除去が可能な手法の開発を進める。有機物（難分解性を含む）、栄養塩による水系汚染は、

①工場廃水および農業・生活排水からの直接的な流入

②底泥からの水系への放出による流入

が考えられ、汚染水域の浄化には両者に対応した浄化技術の開発が必要となる。そこで、本研究では、日本の研究者チームが主として①に対応する有機物・栄養塩除去技術（研究テーマ1）を、中国の研究者チームが主として②に対応する有機物・栄養塩除去技術（研究テーマ2）を開発する。最終的に両チームがそれぞれ得た成果を融合することによって、①と②の両方に対応した有機物汚染・富栄養化水域浄化技術が提供される。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

本研究の結果、ノニルフェノール、ニトロフェノール、ビスフェノール、ブチルフェノール、マラチオンなど、産業的に広く用いられている、あるいは、広く環境中に排出され、生物難分解性や生態毒性から環境影響が危惧される様々な芳香族化合物や有機リン系農薬が水生植物の根圏において効率的に分解されることが明らかとなった。その作用機構を検討した結果、水生植物の根圏には多様な分解微生物が生息し、植物との相互作用の基に高い活性を示す微生物の存在も示された。このことから、水生植物根圏微生物がも

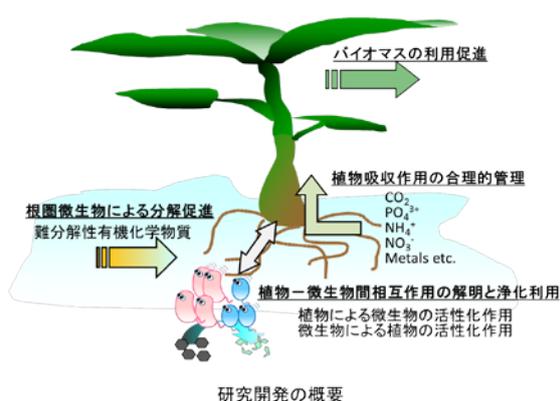
つ高い水質浄化ポテンシャルと、光合成により駆動するシステムとしての水生植物に由来する低コスト、低エネルギー消費、低炭素型の利点を併せもつ、難分解性化学物質をも対象とできる新たな水質浄化法が提案された。さらに、水生植物の根圏に導入した場合において高い残存性を示す微生物の存在を示し、根圏微生物叢制御の可能性が示された。すなわち、導入する微生物が、浄化や物質生産などに寄与する機能と共に、導入対象となる植物の根圏での残存能力を併せ持つことで植生がもつ機能を改変できることを示している。実証的な検討として化学物質分解菌を水生植物の根圏に導入することで通常栽培の植物に比べて飛躍的に浄化作用を向上させ、かつこれを安定的に維持できる成果も得られた。このように、水生植物の根圏に着目した環境浄化における新分野を開拓し、植物と微生物との間の相互作用を利用するという新たな技術シーズを提供することができた。

一方、植物は環境条件の影響を強く受けるため、栽培環境における生長や物質吸収作用を定量的に把握することが難しく、技術化や利用の促進を阻む要因の一つともなっている。そこで、環境因子とバイオマス生産の間に見られる関係をモデル化し、必要なパラメータ等のデータを整えることで、気象や環境条件を加味してサイトごとに合理的な予測を行うための基盤技術の構築を行った。さらに、特定の水生植物と富栄養化した環境水を利用しながら簡便な維持管理条件で効率的にデンプン資源を生産できることを明らかにし、エタノールなどへの変換が容易な新たな未利用バイオマスとして水生植物の価値を示した。このように、合理的な判断の下に植物を選択しシステムを設計、維持管理する基盤技術を提供するとともに、水生植物を利用した食料非競合型のバイオマスエネルギー生産という新たな技術シーズを開拓した。

今後、本研究で対象とした高機能な植生浄化手法は下排水処理における高度処理や工場排水処理への適用も期待される。その利用は我が国に限らず、特に急激な人口増加と経済発展に伴い水資源の確保と水質管理が喫緊の課題となっているアジアで高い需要が見込まれる。また、植物と微生物間の相互作用メカニズムを詳細に解明することで、光合成を利用したシステムとして、消費エネルギー、コスト、二酸化炭素排出などの面で大きな利点を有する新たな微生物利用技術の開発が展開されるものと期待される。この技術は、反応物だけでなく生成物に注目することにより、環境浄化・修復だけでなく、物質、エネルギー生産分野への波及効果も期待できる。

## 6-2 人的交流の成果

両国の研究チームによる公開の国際シンポジウムやワークショップを毎年開催し、多くの専門家に参加頂いた。これにより、両国の研究チームメンバーを含めた植物、微生物、化学物質、水処理技術など多様な専門分野の専門家（多数の大学、公的研究機関、企業等に所属）のネットワークの形成が促された。また、本交流には多数の若手研究者も積極的



に参加し国際的研究交流を経ながら研究を進めることができ、人材育成においても良い機会を提供することができた。さらに、日本側研究者が相手国に滞在し、植物を用いた実験手法などについての研究支援も数多く行った。同様に、中国側研究者から底泥微生物叢を用いた手法などについての支援を日本側研究者が受けることで、両国共に研究スキルが向上した。最終年には、中国側の若手研究者が日本側代表者の指導する日本の大学院に3年の予定で留学するなど、若手研究者の実質的な教育を含めた人材育成交流も活発に行われた。今後も研究の進展が期待されるため、共同研究を継続することで実用化までを見越した研究を進める予定である。

#### 7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

| 論文<br>or<br>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<br>・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,<br>出願番号, 出願人, 発明者等   | 備考     |
|----------------|---|--------|
| 論文             | H. Matsuzawa, Y. Tanaka, H. Tamaki, Y. Kamagata, K. Mori: Culture- dependent and independent Analyses of the Microbial Communities Inhabiting the Giant Duckweed ( <i>Spirodela polyrrhiza</i> ) rhizoplane and Isolation of a Variety of Rarely Cultivated Organisms within the Phylum <i>Verrucomicrobia</i> . <i>Microbes and Environments</i> Vol.25, no.4, pp. 302-308(2010)       |        |
| 論文             | Tadashi Toyama, Naonori Momotani, Yuka Ogata, Yuji Miyamori, Daisuke Inoue, Kazunari Sei, Kazuhiro Mori, Shintaro Kikuchi, Michihiko Ike: Isolation and characterization of 4-tert-butylphenol-utilizing <i>Sphingobium fuliginis</i> strains from <i>Phragmites australis</i> rhizosphere sediment, <i>Applied and Environmental Microbiology</i> , vol.76, no.20, pp.6733-6740 (2010) |        |
| 論文             | Tamaki H, Tanaka Y, Matsuzawa H, Muramatsu M, Meng XY, Hanada S, Mori K, Kamagata Y.: <i>Armatimonas rosea</i> gen. nov., sp. nov., of a novel bacterial phylum, <i>Armatimonadetes</i> phyl. nov., formally called the candidate phylum OP10, <i>Int J Syst Evol Microbiol.</i> , 61, 6, 1442-1447 (2011)  |        |
| 論文             | Risky Ayu Kristanti, Masahiro Kanbe, Tadashi Toyama, Yasuhiro Tanaka, Yue-Qin Tang, Xiaolei Wu, and Kazuhiro Mori: Accelerated biodegradation of nitrophenols in the rhizosphere of <i>Spirodela polyrrhiza</i> , <i>Journal of Environmental Sciences</i> , 24(5), 800-807 (2012)  | 相手国と共著 |
| 論文             | Wei-Min Chen <sup>1</sup> , Yue-Qin Tang <sup>1</sup> , Kazuhiro Mori, Xiao-Lei Wu: Distribution of culturable endophytic bacteria in aquatic plants and their potential for bioremediation in polluted waters, <i>AQUATIC BIOLOGY</i> , 15(2), 99-110 (2012)   | 相手国と共著 |