

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：「生物機能を強化した水環境のバイオレメディエーション」
2. 研究期間：平成 21 年 1 月～平成 24 年 3 月
3. 支援額： 総額 18,930,000 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	細見正明	東京農工大学大学院・工学研究院	教授
研究者	中井智司	広島大学大学院・工学研究科	准教授
研究者	周 勝	東京農工大学大学院・工学研究院	助教
研究者	瀧澤英紀	日本大学大学院・生物資源科学研究科	講師
研究者	利谷祥平	東京農工大学大学院・工学府	PhD学生
参加研究者 のべ 5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	Shi Weiming	中国科学院南京土壤研究所	教授
研究者	Li Renhui	中国科学院水生生物研究所	教授
研究者	Song Xiangfu	上海市農業科学院	教授
研究者	Zou Guoyan	上海市農業科学院	教授
研究者	Yang Linzhang	中国科学院南京土壤研究所	教授
研究者	Wu Zhongxing	中国科学院水生生物研究所	助手
参加研究者 のべ 11 名			

5. 研究・交流の目的

本研究では、富栄養化した水環境及び水環境に係わる農地における窒素や炭素の循環を解明することと共に植物の生理機能を利用することにより、生物機能を強化した水環境のバイオレメディエーション技術、さらには生態系の機能回復を目指したエコレメディエーション技術の確立を目的とした。具体的には、(1)農地における面源負荷の削減対策の実施と評価（中国側）、(2)水田の自然浄化及び生産機能を強化した水質浄化及び栄養塩除去機能の定量的評価（日本側）、(3)水生植物を利用した人工施設による水質浄化機能の評価（日中共同）、(4)アレロパシーによる藍藻類の増殖抑制のために、アレロパシー効果のある植物の選定とアレロパシー・メカニズムの解明といった研究を実施した（日中共同）。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

(1) 農地面源負荷の削減（中国側）及び水田の浄化機構の強化（日本側）

中国側：太湖流域にある水田及び畑の栄養塩流出特性を調査した。その結果、イネ－小麦

輪作体系において稲作の時期においてアンモニア揮散はメインの環境負荷であることに對して、小麦栽培時期において表面流出はメインの環境負荷となることがわかった。また、面源負荷を削減するために、39種類の浮草をスクリーニングして、HZ1という品種が得られた。この品種は窒素除去能力が最も高く、窒素除去率85%に達した。

日本側：茨城県つくば市の試験水田において、畜産ふん尿を液肥として利用し、飼料イネを栽培した。栽培に伴う地下浸透や温室効果ガスの排出などの環境負荷量を最小化する試みや水管理による水田の浄化機能の強化を目指した実験を行った。その結果、投入した窒素の大半は飼料イネの吸収や硝化・脱窒等微生物反応により除去された。また、アンモニア揮散や浸透流出など環境への負荷量を評価した。また、水田浄化装置による水田流出水の栄養塩（窒素、リン）除去率は約80%に達したことが分かった。一方、水田の水管理により浄化能力を強化するメカニズムを解明するために、窒素安定同位体を用いた室内ポット実験も行った。その結果、湛水の水田において硝化反応が抑制されたため脱窒反応も抑制されたことに対して、湛水・落水の水田において、硝化反応が促進され、脱窒反応も促進されたことが示された。

#### (2) 水生植物による水質浄化（日中共同）

中国側：太湖沿岸において水生植物の分布や組成及び藍藻類との関係を調査した。また、沈水植物、抽水植物及び浮葉植物を用いて水環境にある栄養塩の吸収能力を評価した。窒素に対して、抽水植物の吸収能力が一番高いが、磷に対して、沈水植物及び浮葉植物の吸収能力が抽水植物より高いことがわかった。

日本側：霞が浦の流入河川（恋瀬川・山王川）において水生植物の有無による新規窒素除去プロセスであるアナモックス活性の解明を行った。その結果、サンプリング地点や季節、植生の有無によってアナモックス活性が大きく変わることが分かった。さらに、アナモックス反応が硝酸態窒素・亜硝酸態窒素との関係について初めて解明した。

#### (3) アレロパシー効果による藻類の増殖抑制（日中共同）

人工浮島に使用する植物のシアノバクテリアに対するアレロパシー効果（増殖抑制効果）を確認した。これにより、従来は栄養塩の除去や物理的な汚濁物質の除去を主体としていた人工浮島の浄化メカニズムに植物のアレロパシーを組み込むことが可能であることが明らかとなり、こうした機能を付加した人工浮島を用いた水質浄化技術への道を拓いた。

日本側において沈水植物ホザキノフサモシアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* 間のアレロパシーについては、その半分以上を説明できるアレロパシー物質を明らかにした。沈水植物のシアノバクテリアに対するアレロパシー効果の解明において、このような成果は世界初であった。一方、中国側はアレロパシー物質による藍藻類の増殖抑制効果のメカニズムを解明するために、Pyrogallo, Nonanoic acid, L-lysin,  $\beta$ -ionone を用いて実験した。その結果、それぞれのメカニズムが異なることを明らかにした。

### 6-2 人的交流の成果

研究交流を深めるために、今まで協力研究の基礎に基づいて、日中プロジェクト全体の

交流、個別課題に係る研究者の交流及び若手研究者の交流という 3 つのレベルの交流を実施した。全体の交流としてワークショップやシンポジウムなど計 5 回を実施した上、他の JST-NSFC 国際推進事業との交流も行った。個別課題に係る研究者の交流は計 6 回を実質した。さらに、若手研究者を育つために、日本の東京農工大学と中国科学院土壤研究所の博士学生を相手機関に計 4 回を派遣し、互いに協力して現場実験を行った。得られたデータを共有し、共著の形で投稿論文をまとめた。今後、相手側との交流を密にすることで、本プロジェクトに係る各研究分野をさらに発展させられると期待できる。

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 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 ・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	備考
論文	Weiwei Lu, Shohei Riya, Sheng Zhou, Weiming Shi, Masaaki Hosomi, <i>In Situ</i> Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonium in a Paddy Soil Fertilized with Liquid Cattle Waste. <i>Pedosphere</i> (accepted) 2012	日中 共著
論文	Shohei Riya, Sheng Zhou, Yoichi Watanabe, Masaki Sagehashi, Akihiko Terada and Masaaki Hosomi, CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O Emissions from Different Varieties of Forage Rice Treating Liquid Cattle Waste, <i>Science of the Total Environment</i> , 419,178–186, 2012.	
論文	Xinhong Liu, Weiming Shi, Sheng Zhou, Masaaki Hosomi, An Improved Capillary Electrophoresis Method with a New Buffer for the Determination of Major Cations in Soil Extracts, <i>Communications in Soil Science and Plant Analysis</i> ,43(5), 788-798, 2012	日中 共著
論文	Sheng Zhou, Sho Sugawara, Shohei Riya, Masaki Sagehashi, Koki Toyota, Akihiko Terada, Masaaki Hosomi, Effect of infiltration rate on nitrogen dynamics in paddy soil after high-load nitrogen application containing <sup>15</sup> N tracer, <i>Ecological Engineering</i> , 37, 685-692, 2011.	
論文	Satoshi NAKAI, Guoyan ZOU, Tetsuji OKUDA, Tsung-Yueh TSAI, Xianfu SONG, Wataru NISHIJIMA, Mistumasa OKADA: Anti-cyanobacterial allelopathic effects of plants—used for artificial floating islands, <i>Allelopathy Journal</i> , 26 (1), 113-122, 2010.	日中 共著