

# 途上国が適用可能な下水処理技術の創成

実施予定期間：平成 20 年度～平成 22 年度

代表機関：東北大学大学院工学研究科

代表者：原田 秀樹

国内参画機関：長岡技術科学大学

代表者：山口 隆司

国外参画機関：インド工科大学ルーキー校、アジア工科大学

代表者：Absar Ahmad Kazmi、Chettiyappan Visvanathan

## I. 概要

途上国が適用可能な下水処理技術を創成するためにインド政府によって建造設置された DHS 実証プラント（ハリヤナ州カルナル市、現在第 3 世代型 [ソフトスポンジ・ランダムパッキング型] として稼働）に仕切りを設け、そこに第 6 世代型担体（ハードスポンジ・ランダムパッキング型）を投入し、長期連続処理試験を実施し、両者を比較させながら、途上国の気候や下水性状に合致したプラクティカルな条件下での実規模での問題点の把握と対応策を検討して、実用化技術を完成させる。また、システムの詳細な微生物反応学的メカニズムの解明やそれらの検出・定量・モニタリング技術の開発・確立を行う。この他、汚染実態および水利用実態調査、途上国における UASB+DHS システム普及に向けた社会工学的評価を行う。本研究プロジェクトは国内（東北大学・長岡技術科学大学）と海外（インド工科大学ルーキー校 [インド]・アジア工科大学 [タイ]）のあいだで国際共同研究体制を構築して行う。

### 1. 研究の目的

本研究の目的は、途上国の人々の健康に重大な脅威を与えている劣悪な水環境汚染を修復・改善し、安全で快適な水環境を取り戻すために、現地一体型の新たな枠組の国際共同研究体制を形成して、途上国自体の国情や社会経済的条件に合致した適用可能な下水処理技術を創成することである。

### 2. 研究内容

- 途上国が適用可能な“self-sustainable”な新規下水処理技術の創成
- 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の確立
- 途上国における UASB+DHS システム普及に向けた社会工学的評価
- 汚染実態および水利用実態調査

### 3. 国外参画機関の参画

インド工科大学ルーキー校は、パイロットプラントを用いた新規下水処理技術の創成および汚染実態及び水利用実態調査に関わる。また、アジア工科大学は、途上国における UASB+DHS システム普及に向けた社会工学的評価に関わる。

### 4. 政策的ニーズ

途上国の人々の健康に重大な脅威を与えている劣悪な水環境汚染を修復・改善し、水起因衛生リスクを低減し、

安全で快適な水環境を取り戻すためには、途上国の国情や社会経済の状況と技術的条件に合致した下水処理技術を開発・普及していく必要がある。わが国はアジア圏の経済・技術両面のリーダーとして、この問題に積極的に取り組んでいく責務があり、わが国の科学技術政策上最優先させるべき緊急課題である。

## 5. 共同研究内容の先端性

プロジェクトが成功すれば、参画機関のあるインド、タイのみならず、途上国世界全体への連鎖的な広範囲の普及という大きなインパクトが期待でき、我が国の途上国地域への真の国際貢献として大きな意義を持つとともに、我が国の科学技術が世界に誇るべき知的資産の形成と云える。

## 6. 制度の付加価値

本プロジェクトのような現地一体型の研究は、現地大学機関などのカウンターパートの協力が不可欠である。本制度は、現地機関と協力体制を築いて研究を推進するのに有用であり、研究を加速するものである。

## 7. 過去の蓄積

東北大学・原田（研究代表者）は、'89-'91 の 2 年間アジア工科大学の准教授として勤務した経験を有する。それ以来、途上国の適正技術（Appropriate Technology）をライフワークとしており、アジア工科大学時代の同僚教員をはじめとするアジア諸国の研究機関との連携を推し進め、最適な研究体制を形成するための万全なネットワークをすでに構築している。

## 8. 研究の背景等

途上国での下水処理システムを普及させていくためには、今ある日本の“技術”をそのまま移転すれば事足りるのではなく、アジア地域の経済構造、社会構造等の実状に適した技術を創生しなければならない。原田は、低コスト（省エネルギー＝エアレーションが不要、創エネルギー＝メタンガス回収）で維持管理が容易な新規の下水処理プロセスの開発に多年にわたって携わってきた。本提案プロセスは、汚泥保持能を向上させた改良型の上昇流嫌気性スラッジブランケット（UASB）反応器と、その後段処理として新規のスポンジキューブ懸垂型（Downflow Hanging Sponge-cubes: DHS）リアクターを直列でつなげたシステムとして構成されている。

インド政府環境森林省は、原田が長年にわたって開発を進めてきたこの UASB+DHS システムの実証規模試験装置をデリー郊外ハリヤナ州カルナル市に建設し、その処理性能を原田と共同で実証試験してきた。その結果、世界中の研究機関がしのぎを削って展開してきた“途上国地域の持続可能な下水処理技術”の開発競争に打ち勝って、UASB+DHS システムは高い評価を得るに至った。インド政府の「環境白書（環境森林省）」の公式ウェブサイトでは、原田が開発した UASB+DHS システムの処理性能を高く評価している。インド政府は、ガンジス川、ヤムナ川浄化計画の国家プロジェクトのなかで建設予定の多数の下水処理場に本 UASB+DHS システムを採用することを本格的に検討し始めた。これまで、本邦オリジナルの

環境保全技術が海外で普及した前例はない。日本の科学技術が生み出した環境技術が途上国地域の標準技術となれば、まさに世界に誇れる知的資産の形成と云える。

## 9. 生命倫理・安全面への配慮について

特になし

## 10. 実施体制

東北大学と長岡技術科学大学からなる国内研究開発コンソーシアムを組織して、国外参画研究機関（インド工科大学ルーキー校・アジア工科大学）と緊密に連携しながら現地研究拠点型の実証的研究を推進する国際共同研究体制によって、途上国の実状に合致した適用可能な超低コスト・エネルギー節約型の新規の下水処理システムの実用化のための技術体系を構築する。

氏名	所属部局・職名	提案課題における役割
◎原田 秀樹	東北大学大学院工学研究科・教授	研究総括、新規下水処理技術の創成、インドにおける汚染実態および水利用実態調査、新規下水処理技術の普及への社会工学的評価
李 玉友	東北大学大学院工学研究科・准教授	新規下水処理技術の創成
久保田 健吾	東北大学大学院工学研究科・助教	処理メカニズム解明、重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発
○山口 隆司	長岡技術科学大学工学部環境・建設系・准教授	新規下水処理技術の創成、新規下水処理技術の普及への社会工学的評価
○Absar Ahmad Kazmi	Indian Institute of Technology Roorkee, Department of Civil Engineering ・ Assistant Professor	新規下水処理技術の創成、インドにおける汚染実態および水利用実態調査
○Chettiyappan Visvanathan	Asian Institute of Technology, School of Environment Resources and Development Environmental Engineering and Management Program ・ Professor	新規下水処理技術の普及への社会工学的評価

## 11. 各年度の計画と実績

### a. 平成 20 年度

#### ・計画

日本国内の下水を用いて UASB+DHS システムの開発を行う（東北大学・長岡技術科学大学）。またそのシステムを用いて処理メカニズム解明および重要微生物の検出・同定・モニタリングする技術の開発を行う（東北大学）。インドにあるパイロットプラントに投入するための G6 型担体を作成し、インドに運ぶ。また H21 年度に行う予定であるパイロットプラント改造のための打ち合わせを行う（東北大学）。インド・タイにおける水質汚染状況に関する情報収集を開始する（東北大学・長岡技術科学大学・インド工科大学ルーキー校・アジア工科大学）。

#### ・実績

長岡技術科学大学と協力し、国内実験サイトでの UASB+DHS システムの開発を行った。また、このシステムを用いて、汚濁除去メカニズムの解明を、分子生物学的手法を用いた微生物学的観点から試みた。技術開発においては、微生物を機能遺伝子情報に基づいて検

出する技術の開発を行った。インドの DHS リアクターに投入するための G6 型担体を 486,000 個作成した。DHS リアクター改造のため、現地建設業者と設計案や工程について打合せを行った。インド・タイにおける水質汚染状況に関する情報収集を、インド工科大学ルーキー校とアジア工科大学と共同で実施した。

### b. 平成 21 年度

#### ・計画

平成 20 年度から引き続き国内サイトの UASB+DHS システム開発（東北大学・長岡技術科学大学）や処理メカニズム解明および重要微生物の検出・同定・モニタリングする技術の開発（東北大学）を行う。平成 20 年度に作成したスポンジ担体をリアクターサイトに搬送するとともに、新型担体を投入するためにパイロットプラントを改造する（東北大学）。改造後パイロットプラントを用いて処理水質などのモニタリングを行うことで途上国の実情に即した環境下での技術適用性について検討する（東北大学・長岡技術科学大学）。またインド・タイにおける水質汚染状況に関する情報収集を

継続して行うことで技術普及に必要な情報を蓄積する（東北大学・長岡技術科学大学・インド工科大学ルーキー校・アジア工科大学）。

・実績

新規 DHS 担体(G6 型)と既存 DHS 担体(G3 型)の比較実験を行うため、インドカルナール市に設置されている DHS パイロットプラントの改造工事を行った。パイロットプラント改造後、それぞれのスポンジ担体をリアクターに充填し、本開発システムの処理水質モニタリング実験を開始した。日本国内では、分子生物学的手法により、本システムにおける処理メカニズムの解明を試みた。また、共同研究者である、アジア工科大学の Prof. Visvanathan を日本へ招聘し、本プロジェクトで提案する UASB-DHS システムのアジア地域への適用可能性に関してディスカッションを行い、今後の研究方向性を定め

た。またタイの下水処理に関する現在の動向について講演会を行い情報共有し、本システムのタイ国への適用可能性について必要な情報を得た。

c. 平成 22 年度

・計画

引き続き国内サイトの UASB+DHS システム開発（東北大学・長岡技術科学大学）や処理メカニズム解明および重要微生物の検出・同定・モニタリングする技術の開発（東北大学）を行う。インドでは引き続き新型リアクターのモニタリングを行い、途上国での技術適用性について評価する。また、タイで行った情報収集を元に、技術普及に向けた社会工学的評価を行う。

12. 年次計画

研究項目	1年度目	2年度目	3年度目
途上国が適用可能な”self-sustainable”な新規下水処理技術の創成 ・国内サイトでの実験 ・新型スポンジの製作・インドへの輸送 ・インド DHS リアクター改造設計・工事 ・インド DHS リアクターモニタリング			
	→		→
		→	
			→
処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の確立			→
途上国における UASB+DHS システム普及に向けた社会工学的評価			→
汚染実態および水利用実態調査		→	