

大型研究成果

生態工学技法としての沈水植物再生による湖沼の水環境回復とバイオマスリサイクル統合システムの開発

研究代表者 共生システム理工学類 稲森 悠平

1. 研究目的

本研究開発は、湖沼法改正の重要課題である面源負荷削減のための流出水対策および湖沼内のアオコ等発生対策としての植生復元による湖沼の水環境回復に極めて有効な沈水植物再生を利用した生態工学技法の確立を目的とし、全国に4万カ所程度存在する適用可能な湖沼・池沼を対象とし、沈水植物再生による水環境回復と派生バイオマスのリサイクルまでを包括した国際的にも活用可能な新しい統合システムを構築するのである。

2. プロジェクトチーム

<研究代表者>

福島大学共生システム理工学類教授 稲森 悠平

<研究分担者>

福島大学共生システム理工学類研究員 稲森 隆平、埼玉県環境科学国際センター総長 須藤 隆一、東北大学大学院工学研究科教授 中野 和典、(株)フジタ技術センター主任 袋 昭太、主任 久保田 洋、主任研究員 島多 義彦、主任研究員 仲沢 武志、埼玉県環境科学国際センター水環境分野専門研究員 田中 仁志、千葉県立中央博物館上席研究員 林 紀男

3. 研究活動

本プロジェクト研究は、以下のテーマから構成されている(図1)。

統括テーマ：沈水植物再生による湖沼の水環境回復と派生バイオマスリサイクル統合システムの開発

サブテーマⅠ：沈水植物再生規模の算定手法の開発

サブテーマⅡ：沈水植物の水環境適合型再生手法の開発

サブテーマⅢ：沈水植物の維持管理と派生バイオマスリサイクル手法



図1 研究計画の全体構造

4. 研究成果

4.1 沈水植物再生規模算定手法の開発

4.1.1 実湖沼に設置した隔離水界を用いた沈水植物再生浄化実証試験解析

沈水植物を再生する隔離水界と未再生の隔離水界および隔離水界外の池水を一定流量で処理区と対照区へ導入することにより、水質変化、生物群集構造の変化を沈水植物群落の有無の試験区間の比較解析により水環境回復効果を評価した。

低栄養湖沼沈水植物浄化試験研究において、沈水植物群落により主に植物プランクトン由来の懸濁物質および窒素、リンが減少するなどの浄化効果や甲殻類の増加効果を確認すると同時に、多様な季節特性の種の選定の重要性が示唆された。

高栄養湖沼沈水植物浄化試験研究において沈水植物の再生試験を行い(図2)、これまでのところ、処理区では明確な水質改善効果が見られ、水質指標について著しい改善が見られている。

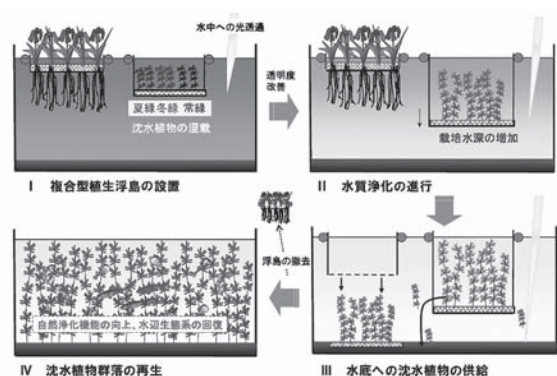


図2 植生浮島による沈水植物の再生方法

4.1.2 沈水植物群落の機能解析

沈水植物各種の繁茂域において、シダ、マルミジンコ、シカクミジンコの3種のミジンコ類が植物体の繁茂状態に応じた個体密度増減を示すことが見いだされ、沈水植物の繁茂に応じ棲息密度を高め捕食能が強化されるという重要な知見が得られた。

沈水植物ササバモは9～12月において繁茂しており、さらにササバモ群落（11月以降はエビモとの混合群落を形成）から得た水はいずれも *M.aeruginosa* に対する増殖抑制効果を有し（図3）、アレロパシー効果が示唆された。

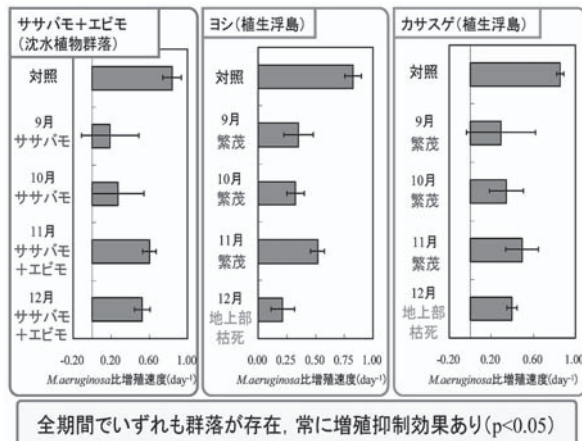


図3 水生植物種と藻類増殖抑制効果

4.2 沈水植物の水環境適合型再生手法の開発

沈水植物の存在しない試験区では低負荷でも高濃度の植物プランクトンが発生するのに対し、存在する試験区では高負荷量においても植物プランクトンの発生を効果的に抑制する等の知見が得られた。

また、強光下においては常緑性植物の一部の種で生育阻害が確認された。水温については、夏緑性のクロモは28℃で成長速度が最大となり、35℃の高水温でも成長は良好であったが、常緑性のイトモは21℃で成長が最大となり、水温が高くなると成長速度は減少し、ホザキノフサモについては35℃で枯死することがわかった。

また、水生動物の組み合わせを変化させて機能解析した結果、共生する動物の多様なほど水質浄化能力および沈水植物の成長能が高まる傾向にあった。

4.3 沈水植物の維持管理と派生バイオマスリサイクル手法の開発

沈水植物は、タンパク質やアミノ酸、脂肪の割合は牧草などの陸上草本植物と同程度含まれ、沈水植物を飼料の資源として活用する上での重要な成分組

成を明らかにできた。

沈水植物は水田への緑肥として有効であることが実証された。

また、沈水植物はいずれも、炭素含有量に応じて40～70 m³・湿重 t⁻¹のバイオガスが得られることが示唆された。

更に、地産地消評価モデルでは、GISを用いて湖沼を中心とした地理情報、距離別の水田や畑として利用されている面積、化成肥料量から代替可能な沈水植物量を基に、エネルギー収支の観点から利用可能距離を算出する可能性を見いだしている。

本研究開発より、沈水植物再生を利用した水環境の回復とバイオマスリサイクルまでを包括した新しい統合的、国際的にも活用可能な水環境再生国際戦略システムを構築することができると考えられる。

<引用文献>

- 1) 武田文彦, 塩入万莉子, 野村宗弘, 中野和典, 西村修: 藻類を用いた生態影響評価試験における新バイオアッセイ手法と既往手法の比較, 環境工学研究論文集, 45, 163-168 (2008)
- 2) 林紀男, 稲森隆平, 尾崎保夫: ミジンコ個体群動態に及ぼす水生植物代謝産物の影響, 日本水処理生物学会誌, 45 (1), 57-62 (2009)
- 3) 稲森悠平編: 最新環境浄化のための微生物学, 講談社サイエンティフィック, 東京, (2008)
- 4) Yuhei INAMORI, Xiangcan JIN, Jun-Dae PARK, Kaiqin XU: Guideline on the Management for Establishment of Eco-Sound Watershed Environment of Lakes and Marshes (共著), The Industrial Water Institute Co., Ltd., Tokyo, (2008)
- 5) Ryuhei INAMORI, Tomonao MIYASHIRO, Kai-Qin XU, Akira SANO, Norio SUGIURA and Yuhei INAMORI: Developing Emission Reduction Technologies for CH₄, N₂O and Other Greenhouse Gases in Bio-Ecosystems, 13th World Lake Conference Proceeding Nov. 2009.
- 6) Yuhei INAMORI, Ryuhei INAMORI, Kai-Qin XU, Reiko KANDA, Munesato SUGAWARA and Ryuichi SUDO: Conservation and Reclamation Strategies for Water Environment using Bio-Eco System, 13th World Lake Conference Proceeding Nov. 2009.

中国政府からの「友誼賞（友誼賞）」受賞による福島大学の国際展開

中華人民共和国建国60周年の節目の年にあたる平成21年9月29日に北京人民大会堂で中国の発展に貢献した海外の研究者等を対象とした「友誼賞」を受賞しました。

本賞は「中華人民共和国国家外国專家局」が中国の社会開発、経済、科学技術、教育、文化等の発展のために突出した成果を得て日中友好に貢献した外国人専門家に中国政府から授与される最高の賞です。

昭和59年 JICA 専門家として中国長春、内モンゴルに羊の毛脂からの有機物質回収の技術指導に赴任したのが最初でしたが、その後これまで150回以上訪中しております。

その間の生物処理工学としてのアオコの発生原因となる生活排水中に含まれる窒素・リン等の除去可能な小規模排水処理技術いわゆるバイオエンジニアリング、自然水域に工学の技術を導入した水環境再生手法としての水生植物・土壌の浄化能を強化する生態工学いわゆるエコエンジニアリング、更にこれらを流域特性に応じて配備するバイオエコシステム技術の移転を20年以上にわたって実施してきた成果および福島大学に赴任後、入戸野修先生方の暖かい御指導のもとに上海交通大学、中国地質大学、北京大学等との共同研究実施により得られた多大な成果が高く評価されたものです。

なお、平成13年～19年 JICA プロジェクト技術協力として中国の最重要湖沼としての太湖の再生を目途とした「太湖水環境修復モデルプロジェクト」の日本側研究責任者として参画し中国環境科学研究院（中国環境省の直轄研究機関：孟偉院長）を中核としてバイオエコシステムの技術移転に成功し、日中友好の重要な基盤が構築されました。孟偉院長は中国の環境保全再生を目指す新たな10年間1兆円の温家宝プロジェクトの最高責任者で福島大学との連携が大きく期待されております。

大学を卒業後、(株)明電舎中央研究所での下水処理システムにおけるアオコ・赤潮発生防止のための富栄養化対策としての窒素・リン除去削減のための実用化研究開発に従事し、民間の厳しさを体験した後、昭和55年7月～平成19年3月の間、国立環境研究所に勤務後、現在、福島大学理工学群理工学研究科教授としてバイオ・エコエンジニアリングの国際化を目途として研究・教育にかかわる中国での技術移転、環境技術教育等を上海、北京、大理等の機関で毎月行っているところです。

日本政府は中国重視政策を打ち出しております（民主党政権で更なる強化が見込まれています）が、父が韓国のソウル大学医学部（当時京城医専）で学んだあと戦時中軍医として中国に従軍しておりましたが、私も小さい時から韓国、中国のために貢献できたらと努力してきました。特に、韓国漢口（ハンガン）における父のポート部での活躍、人間の協調性の重要性の教えは心に深く刻まれました。1999年には JICA 韓国水質改善プロジェクトの6年間の成果を基に外国人として初めて韓国総理大臣表彰を受賞致しましたが、それに引き続き今回、中国で受賞できること、これまでの業績が評価されたものと関係者に深く感謝している次第です。

福島大学に赴任して3年近くがたちましたが、稲森隆平研究員、大学院生8人、学部生11人、研究生1人、客員研究員5人、秘書鹿目真理子氏、伊藤裕子氏の20名以上の大所帯となっております。また、入戸野修先生の御尽力のおかげで大学院博士課程の進学を目指す人材も数多くおります。今回の受賞をバネに更に福島大学が国際的にも超一流の大学に発展することを目指して努力する所存でおります。

福島大学理工学群理工学研究科 教授

（ 独 ） 国立環境研究所客員研究員 ）

稲森 悠平

福島民報社提供

環境貢献で中国政府「友誼賞」
稲森教授（福島大）受賞へ

福島大生システム
稲森教授は環境生態
工学水処理工学（微生物学）が専門生活
排水に含まれる薬素や
リンの除去が可能示
て太湖水環境修復モ
た。また、JICA
国際協力機構が「友誼賞」を授ける
ことが十五日まで決
まっています。

同賞は、中国国家外
国專家局が同国の経済
建設・社会発展に貢献
した外国人専門家に贈
る。稲森教授は「大規模排水処理技術や、
水生植物土壌の浄化
能力強化するエロメ
ンシリアリンなどの
技術転を十年以上
にわたって実施してき
たこと」が評価され、
稲森教授は「これまで
の業績が評価された
もので、関係者に深く
感謝したい」と話して
いる。

デルフロンエクトの
日本側研究責任者を務
め、バイオエシステ
ムの技術転に成功す
るなど実績を挙げた。
稲森教授は「これまで
の業績が評価された
もので、関係者に深く
感謝したい」と話して
いる。

Professor Yuhei
INAMORI awarded
a Prize from CHINA
GOVERNMENT

国家外国专家局
State Administration of Foreign Experts Affairs (SAFEA)
No. 1 Zhongnanmen South Street, Haidian, 100071 Beijing, P. R. of China
Tel: (010) 68425528, 68940099-1 or (010) 61116101/0101 http://www.safea.gov.cn

国家外国专家局局长季允石先生
致获“友谊奖”专家的信

尊敬的稻森 悠平先生/女士：
为了表彰外国专家在中国经济建设和社会发展中所做出的突出成绩和奉献精神，中华人民共和国国务院授权国家外国专家局设立了“友谊奖”。
鉴于您在华期间不辞辛劳，努力工作，创造了出色的成绩，促进了两国间的合作和友谊，赢得了您的中国同事们的赞赏和尊敬。经聘请您的单位及其上级主管部门的推荐和“友谊奖”评审委员会的评审，并报国务院批准，决定授予您二〇〇九年度“友谊奖”。在此，我荣幸地通知您并向您致以热烈的祝贺和崇高的敬意。同时，借此机会，我高兴地邀请您和您的夫人/丈夫来北京出席“友谊奖”颁奖大会，并参加中华人民共和国建国60周年庆祝活动。
最后，请允许我对支持您来华工作的您的家人表示诚挚的感谢。
我期望着在北京与您会面。

中华人民共和国国家外国专家局
局长 季允石
二〇〇九年八月二十八日

地址：北京市中关村南大街1号友谊宾馆五号楼
邮编：100073 电话：(010) 68425528, 68940099
传真：(010) 68460001



中华人民共和国国家外国专家局
STATE ADMINISTRATION OF FOREIGN
EXPERTS AFFAIRS OF THE P. R. C.

友谊奖
FRIENDSHIP AWARD



パプティック機能を持つやさしくやわらかい 次世代ロボットハンド・アームシステムの開発と 医療支援システムへの応用

研究代表者 共生システム理工学類 高橋 隆行

1. 研究目的

ロボットによる人支援を現実化するには、未解決の難問が山積していることは言うまでも無い。例えば、福祉分野に関する調査では、介護者もしくは第三者からはロボットの導入が期待される一方で、被介護者からはロボットは敬遠される傾向がある。これは、現在の対人用途ロボット技術のレベルを端的に物語るものである。

本研究テーマでは、材料、センサ、システム等、異分野の専門家を密に連携させ、複合機能材料を用いた最適構造設計や軽量小型直動アクチュエータ等を用いた関節機構のシステム化などを通して、限界の軽量化を図ったロボットハンド・アームシステムを実現する。また、研究参加者のこれまでの研究成果を活用した高度なセンサデバイスや軽量・柔軟な筐体を実現し、また、心理学の専門家による解析・評価を設計に取り入れることで、人間共存型ロボット用次世代ハンド・アームシステムとしての有用性を高めることを試みる。

また、本研究で開発する要素デバイスは、基本的に全て単体として製品化することを目標として強く意識しており、裾野の広いロボット産業の特徴を最大限に生かした成果を目指す。

2. プロジェクトチーム

<研究代表者>

高橋 隆行 (福島大学)

<研究分担者>

小沢 喜仁、福田 一彦、島田 邦雄、鄭 聖熹、鄭 耀陽、浅岡 章一 (福島大学)、佐々木裕之 (鶴岡工業高等専門学校)、尾股 定夫、村山 嘉延 (日本大学)、Anton Shiriaev (ウメヲ大学)、渡邊 真義 (福島県立郡山高等技術専門学校)、菊地 時雄 (福島県ハイテクプラザ)

3. 研究活動

本研究は、平成18年度から20年度まで3年間の研究プロジェクトであり、以下の5つのサブテーマから構成されている：(1)指関節駆動用アクチュエータと制御系、(2)指骨格用複合強化材料、(3)触覚センサ埋め込み樹脂、(4)腕関節駆動用アクチュエータ、(5)心理学的評価に基づく工学設計支援と素材。当初2年間は、上記サブテーマ毎に要素技術開発を行い、最終年度には、これらのグループを、最終目標達成を念頭に編成し直し、以下のような新しいグループにて実施した：(1)高精度に加工された立体カムを用いた指関節機構、(2)超軽量構造材と上記指関節機構を用いた5指ロボットハンド・システム、(3)摺動部などへの応用を可能とする超軽量構造材、(4)小型軽量アクチュエータならびに超軽量構造材を用いた8自由度ロボット・マニピュレータ、(5)ロボットハンドならびにマニピュレータの制御システム、(6)心理評価に基づいて設計された心地よい触感をもち、さらに高感度・高引張特性を有するMCF触覚センサ、(7)全体システム・インテグレーション。

研究プロジェクトでは、3年間で、特許7件 (内外出国願2件)、論文発表29件、口頭発表86件、報道23件、特許実施契約1件、等の成果を挙げた。

4. 研究成果

4-1 高精度に加工された立体カムを用いた指関節機構

ロボットハンドの指関節機構は、これまで世界中で多くの試作例があるにも関わらず機能・性能面で十分なものが無いという状況であった。研究代表者らは、新しい立体カムを用いた指関節機構開発し、この課題を解決した。最終試作では、カム直径を約12mmまで縮小することに成功し、カムの全動作領域 (0~180 [deg]) においてフォロア軸換算で0.02[deg]以下のバックラッシュであることを確認した。また、DLCコーティングを施したカムを用いて耐久試験を実施

し、フォロア軸に約10[mNm]の荷重をかけた状態で、10,000回の往復摺動後のバックラッシュが約0.04[deg]以下であり、十分な耐久性があることを確認した。この立体カムは、平成21年9月に特許を取得するとともに、国際特許出願を行っている。また、県内企業1社との間で通常実施契約を締結した。

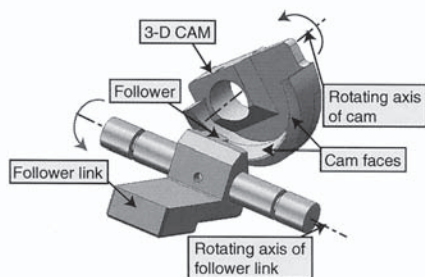


図1 立体カム

4-2 超軽量構造材と上記指関節機構を用いた5指ロボットハンド・システム

上記4-1で試作したカムを用いたハンドの試作を行い、全長216 [mm]、幅139 [mm]のロボットハンドを完成させた。成人男性の標準的な手の大きさ（全長200 [mm]、幅110 [mm]）と比較して若干大きくなったが、目標はほぼ達成されたと考えられる。

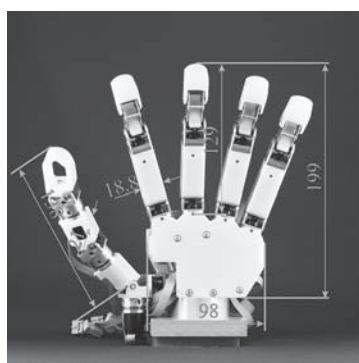


図2 試作したロボットハンド

4-3 摺動部などへの応用を可能とする超軽量構造材

醸造酢の生産工程で産業廃棄物として排出されるバクテリアセルロース (BC) とフェノール樹脂を用いて nano-C/C コンポジットを作成しその摩擦・磨耗特性を測定した。測定結果は、比磨耗量 $3.77E-10$ [mm²/N]、動摩擦係数 $\mu 0.17\sim 0.18$ と通常の炭素材よりも優れた低磨耗量であり、炭化ケイ素に近い材料であることがわかった。またこのきわめて少ない磨耗量は、マトリックス中に複雑に分散した直径がナノオーダーの BC 由来の炭素繊維によるものであることがわかった。バイオマスであり、ナノスケールのマイクロフィブリルである BC は、きわめて大きなパフォーマンス

を秘めた魅力あふれる材料であることを再確認した。

4-4 小型軽量アクチュエータならびに超軽量構造材を用いた8自由度ロボット・マニピュレータ

人支援ロボットに搭載し、安全に重作業が行える8自由度マニピュレータを試作した。運用に必要な制御システムは、リアルタイム Linux の一種である ART-Linux を OS として、FPGA に各種 I/O を実装したものを構築した。

4-5 ロボットハンドならびにマニピュレータの制御システム

上記の要素技術を用いて、ロボットハンドならびにマニピュレータを統合的に制御するシステムの構築を行った。ロボットハンド用には、CPU として SH-4 を搭載したゼネラルロボティクス社製 HRP-3 P-CN と専用 I/O モジュールを使用し、モータードライバ基板も、小型のものを新規に設計した。マニピュレータ用には、CPU として Pentium III 1 GHz を搭載した FA 用 PC-AT モジュール (JUKI-3711PT) と研究室で開発した FPGA ボードを使用した。これらのシステムを RS-232C ならびに Ethernet を利用して相互接続して統合制御システムを構築し、目的の動作が行えることを確認した。

4-6 心理評価に基づいて設計された心地よい触感をもち、さらに高感度・高引張特性を有する MCF 触覚センサ

(1)MCF 触覚センサ

MCF ゴムに、混合粒子として導電性ペーストを採用することにより、圧力による導電率変化が生じる新しい素材を開発した。また、この素材を触覚センサとし、これらを複数搭載したロボットハンド用の触覚ゴムを製作した。

(2)心理学的評価に基づく工学設計支援と素材開発

人共存型ロボットの手のひらや指先に用いる触り心地のよい「柔らかさ」を持つ素材開発を行った。実験の結果、ある特定の割合でシリコンとシンナーを混合したシリコン樹脂素材の持つ柔らかさが最も望ましいと示唆された。また、表面の質感の異なる素材を複数用意し、その表面素材の触り心地について、主観的評価による検討を行った。20人の被験者に対する実験の結果、ロボットハンドの表面素材として最も好ましいと判断されたものはタオルであり、ラテックスも高い評価を得た。

大都市圏廃棄物の持続循環型産業システム体系の構築 —廃棄物管理システムの戦略的研究—

研究代表者 共生システム理工学類 入戸野 修・星野 瑛二

1. 研究概要

大都市圏廃棄物を研究対象に大学と地域の生産・流通等の関係者が連携して、3R（削減、再利用、再生）対応の研究と2R（修理、使用拒否）の啓発活動を含めた戦略的研究により、持続開発可能な社会を実現する廃棄物管理システム体系を構築する。

2. プロジェクト構成員

プロジェクトは、次のとおり、共生システム理工学類の教員で構成されている。

<研究代表者>

入戸野 修教授

星野 瑛二教授

<研究分担者>

金澤 等教授、董 彦文教授、浅田 隆志准教授、大山 大准教授、杉森 大助准教授、難波 謙二准教授、樋口 良之准教授（幹事）

3. 研究目的

本研究プロジェクトでは、廃棄物を対象に3R（Reduce, Reuse, Recycle）の技術的対応と、2R（Repair, Refuse）の啓発教育とを融合した戦略的な研究を大学と地域が連携し取組むことで、技術・システムを開発し、それらを発信するとともに、新しい学問体系として構築することを目指している。具体的には、図1に示すように、福島大学の研究者と地域関係者（製造技術者、廃棄物回収業者、流通・サービス関係者、行政関係者）が連携しながら戦略的研究を実施し、次のような技術開発につなげる。

- ・低コスト廃棄物処理技術
- ・高効率再資源化技術
- ・高効率運用管理技術

これらの研究成果をできる範囲で企業移転することにより地域産業の活性化を行う。同時に、物循環に関する新しい持続循環型産業システム体系を構築する。

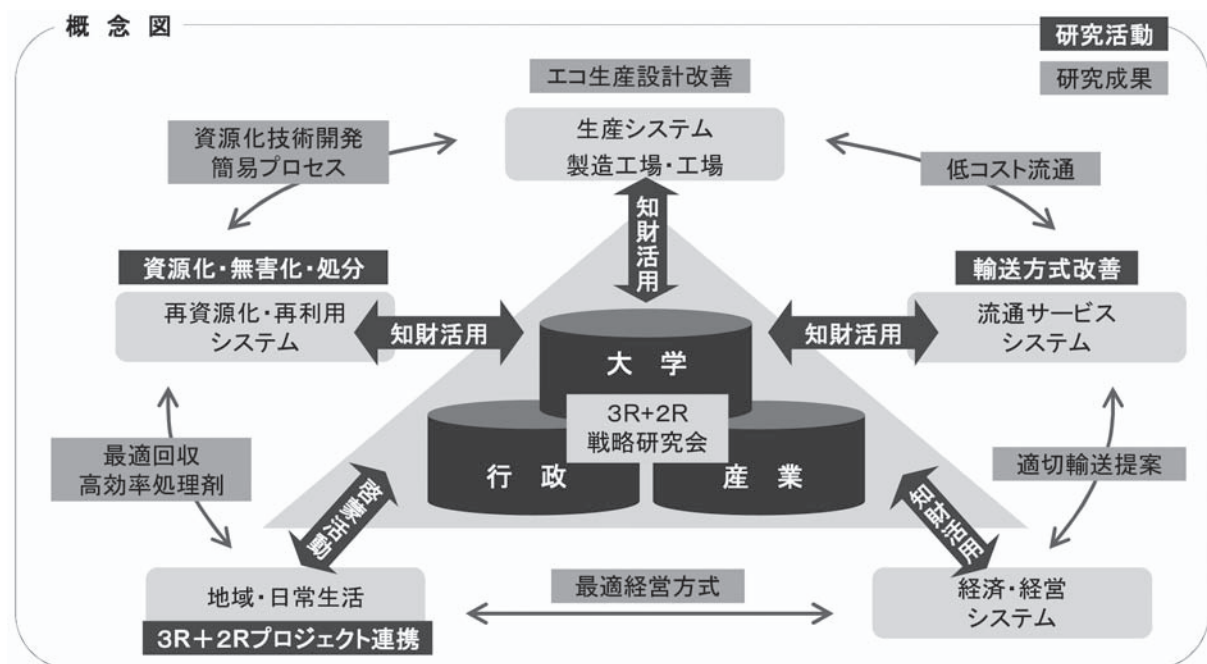


図1 プロジェクト研究の対象と進め方

区分	教員	テーマ	科学研究政策		産業技術政策			環境教育政策	備考
			基礎科学	応用科学	技術開発	実用化	市場化	啓蒙	
Reduce	削減	入戸野	ソル・ゲル・焼結法で合成した二酸化チタン粉体の可視光触媒の開発	光触媒	→				感染性廃棄物の削減
		樋口	一般廃棄物の効率的な収集運搬、処理処分の実態調査				家庭ごみ有料化、管理システム、収集運搬	→	一般廃棄物の削減
Reuse	低負荷	浅田	廃棄物系バイオマスの炭化処理における効率的な水素製造法の確立と得られる炭化物の特性評価		木質バイオマス、水素ガス生成	→			製材残材利用
		杉森	オフィス古紙糖化酵素の開発	古紙糖化酵素	→				再生利用不可古紙の利用
Recycle	再利用	金澤	廃棄高分子材料の再利用による新機能性材料の製造	高分子材料の改質、新機能性材料	→				廃プラ再資源化
		大山	炭酸ガスの還元資源化を指向した分子触媒の開発	炭酸ガス資源化	→	分子触媒			炭酸ガス資源化
Repair	循環型産業システム	星野・董	不確実性を考慮した生産物流システムに関する研究		3R生産物流システム解析	→			廃棄物-生産物流システム設計
		樋口	リアルタイム産業廃棄物管理システムの開発と実証試験			リアルタイム廃棄物管理	→		産業廃棄物管理
Refuse	使用推奨 使用拒否	難波	猪苗代湖水の大腸菌群の問題					→	環境啓蒙教育

図2 研究内容と位置付け

4. 研究活動と成果

平成20年度には、図2に示すように研究活動を行い、成果をあげた。主な成果を次に示す。

【書籍】

1. 入戸野修：材料科学への招待「新しい視点に立って」、共著（編者）7刷発行，培風館2008.3.
2. 稲森悠平・編，杉森大助ら：「最新 環境浄化のための微生物学」，講談社サイエンティフィク，2008.11.
3. 入戸野修：「表面処理技術」（材料の科学と工学の基礎），県北技塾テキスト，2008.

【翻訳】

1. 入戸野修：材料の科学と工学1－材料の微細構造，（編者）6刷発行，培風館，2008.
2. 入戸野修：材料の科学と工学2－金属材料の力学的性質，（編者）6刷発行，培風館，2008.
3. 入戸野修：材料の科学と工学3－材料の物理的・化学的性質，（編者）6刷発行，培風館，2008.

【学術論文・国際会議（フルペーパー査読付）】

1. K.Yamaguchi, K.Suzuki, O.Nittono, T.Takagi & K.Yamada: Angle-resolved analysis of magnetic hysteresis for micro-magnetic clustrers with local deformations, Physica B, vol. 403, 354-359, 2008.

2. 金澤等，大波哲夫：廃棄繊維素材の利用による環境浄化機能材料の設計：水中溶存界面活性剤とアンモニアの除去，自然共生・再生研究，Vol.6, pp73-75, 2008.
3. 金澤等，大波哲夫：Adsorption of Surfactant and Ammonium Ion to Chemically Modified Cellulose Fiber，福島大学年報，pp1-8, 2008.
4. Daisuke Sugimori: Edible oil degradation in wastewater by using a coculture of Rhodotorula pacifica ST3411 and Cryptococcus laurentii ST3412, Appl. Microbiol. Biotechnol., 82, 351-357, 2009.
5. Daisuke Sugimori: Purification, characterization, and gene cloning of sphingomyelinase C from Streptomyces griseocarneus NBRC13471, J.Biosci. Biotechnol., accepted.
6. D.Oyama, A.Asuma, and T.Takase: Stereospecific formation of polypyridylruthenium (II) complexes incorporating an asymmetrical bidentate ligand: Influence of colingads, Inorganic Chemistry Communications, 11, pp. 1097-1099, 2008.

これらの他に、学会講演での発表27件、解説記事1件、金澤教授特許1件、杉森准教授特許1件、報道記事15件、その他の講演が32件、4回の展示会出展という状況であった。

阿武隈川流域水循環系の健全化に関する研究

研究代表者 共生システム理工学類 渡 邊 明

1. 研究目的

2004年10月福島大学の理工系学部として共生システム理工学類が発足し、2005年度に福島県から「自然共生・再生研究」の委託を受け、自然共生・再生研究プロジェクトの具体例の一つとして、発足当時東北地方の一級河川で最も生物化学的酸素要求量（BOD）が高く、汚い川の代表となりつつある阿武隈川の実態を把握し、その改善のための方策を研究することを目的として「阿武隈川流域水循環系の健全化に関する研究」がスタートした。しかし、流路延長240kmに及ぶ阿武隈川の研究は、1年で解決できる問題ではなく、これに引き続き2006年度からは文部科学省の支援を受けて福島大学地域連携推進研究として5年計画が認められ、今日まで研究が続けられている。

この研究プロジェクトは、流域における気圏、水圏、地圏を通じた水循環と、それに伴う物質循環に注目し、さまざまな人間活動が水循環系と自然・生態系に及ぼす影響を明らかにするとともに、新たな水循環系改善技術ツールの研究開発と適用性の吟味を行い、文理融合したアプローチによって、人間の営みと自然環境の保全が調和し、持続性を有するシステムを構築することを目的としている。まさに、共生システム理工学類が創設の目標として掲げ、その課題解決に向けた人材養成をすとした、一つの課題と合致したプロジェクトである。

2. プロジェクトチーム

第1図にこのプロジェクトの概念と研究担当者を示す。福島大学内はもとより、学外のメンバーも含めた総合的な研究プロジェクトで、水循環系に沿って課題と研究担当者が揃えられている。また、これ以外にこのプロジェクト研究では、国土交通省、福島県、福島市、白河市などの流域自治体担当者や関係団体が参加し、地域連携事業として水循環系にかかわる研究が総合的に実施されてきた。まさに文理融合して水循環系に沿ってこれだけの研究者が集まったプロジェクトの研究は初めてである。それだけに、研究内容や研究成果に対する期待も大きく、国内外から注目されてきた。



図1 プロジェクトの概念と研究担当体制

3. 研究活動

阿武隈川は支流も含め5400km²の流域面積を有するとともに、安積疎水を通して、苗代湖から集水域を超えて水が流入している。初年度は研究を始めるにあたり、阿武隈流域の全体の概要を理解するため、流域管理者の支援を受けて、流域全体の調査を行った。また、流域管理が分断されているために分散している阿武隈流域に関する全体のデータを収集し、データベースを構築することを目的として研究がスタートした。流域の実態把握の基礎データは、福島県、国土交通省福島河川国道事務所、福島市等流域管理者の共同により収集されたが、全体像を明らかにするために、さらに多くのデータ収集と住民が使用しやすいように加工する必要性が浮き彫りになった。

個別的には、河川堆積物の供給に関する課題や河床環境の重要性、大気汚染、農業・畜産排水、産業・生活廃水等による水質汚濁の現状等多くの課題を確認す

ることができた。なお、同時に推進していた改善技術の開発については、微生物処理による油脂含有廃棄物の浄化の方策、畜産廃棄物の資源化にともなう汚染負荷量の低減方策などの検討が開始された。

2年目には水生植物、ボーリングデータ、流域管理データ等の収集が続けられると同時に、雨水、河川水、河川底生動物、河床マット等の観測が継続して実施された。また、流域自治体や阿武隈流域を研究している他団体とも連携しつつ、研究が進められた。特に、下水汚泥の減量化について実証試験が開始されたり、深度別層相区分を用いた3次元地下水流動シミュレーションが稼動し始めたり、水循環シミュレーションモデルによって温暖化に伴う強雨対策として、雨水浸透の促進が重要であることなどが具体的に示された。連携組織もさらに拡大した。

3年目は継続的に水生動植物観測、既存のボーリングデータ・流域管理データ等の収集が続けられると同時に、気象データ、雨水、河川水、河川底生動物、河床マット等独自の観測も継続して実施された。そしてこれらのデータは、一部ホームページにも公開し始めた。

また、流域自治体や阿武隈流域を研究している他団体との協議も進み、データ提供、課題確認等がなされている。特に、猪苗代湖については3大学18機関が共同して一斉観測を行い、データを共有しながら実態把握と環境改善の方策を検討した。さらに「清らかな湖、美しい猪苗代湖の水環境研究協議会」を立ち上げ、日本大学や猪苗代地域団体、NGO等連携し、大腸菌増殖の因果関係が把握できた。また、浄化方法についても、下水汚泥の減量化・燃料化の研究や廃食用油の再利用、排水からのリン等の資源回収、温室効果ガス排出削減方法と適応策等、新たな課題も追加され、総合的な流域水循環系健全化の方策の具体的研究が進められた。

4年目の本年は、これまでの個々の研究成果を生かしながら、研究者間で研究成果を共有した研究が進められている。特に、降雨大気モデルと阿武隈流域における流出モデルの結合による、洪水予測モデルの可能性の検討や大気降下物の分析など、wet depositだけではなくdry depositについても分析が開始され、大気環境場から流域環境場への総合的な負荷量の見積もりや、水環境変化による水生生態系の変遷の把握などが進められている。

なお、最終年度には、これまでの個々の成果を、阿武隈川流域水循環系健全化のために必要な施策として

総合的に纏めると同時に、多くの労力によって集められたデータを有効活用できるよう工夫をし、公開したいと考えている。特に、流域管理の観点から流域団体における研究成果の共有は重要な課題である。研究成果を生かし、流域管理の連携強化を図ることで阿武隈川流域水循環系健全化の更なる進展を図りたいと考えている。なお、猪苗代湖の大腸菌の課題についても関係団体と連携しつつ積極的に実態把握や浄化方法に関与し、日本一きれいな猪苗代湖復活の方策を提案したいと考えている。

4. 研究成果

システム科学の具体的研究として始めたこのプロジェクト研究は、多くの成果を出した。特に、この研究の初期目的であった阿武隈流域での汚染源の解明やそれに伴う汚染の改善方策について明らかにすることができた。また、油脂汚染排水処理のための微生物の研究では、これまでの10倍もの分解する能力を有する微生物を特定し、特許を取得した。また、ダイオキシン等微量物質の水の分析方法でも3件の特許を取得した。さらに、今後の環境対策に重要な福島全体の雨水による環境負荷量が見積もられたり、洪水予測などに不可欠な1km²の空間分解能で降水量を最適に求める方法が開発されたり、河床マットの役割が解明されたり、温暖化に伴う強雨対策として浸透促進の重要性が研究成果によって明らかにされた。

一方、こうした総合的な研究プロジェクトを推進するためには緊密な研究者間の連携や研究組織間の連携等が必要で、片手間のマネジメントではなかなか地域と連携して研究プロジェクトを推進することはできず、具体的な施策提言にむけた課題が残されている。そもそもこの水循環系健全化のためには流域住民の理解と協力が不可欠で、科学的な成果を示すだけでは目的を達成することは困難である。これまで多くの研究成果を有用に活用する方策を示すことが最終年度の課題である。

実施年度ごとの研究成果については、共生システム理工学類が公刊している「共生のシステム」Vol.2 (2006), Vol.5 (2007), Vol.6 (2008), Vol.7 (2009)を参照願いたい。

