



ICAS 年報

2010

茨城大学

地球変動適応科学研究機関 (ICAS)

巻頭言

この年報は、平成 21 年度における ICAS の研究、教育、アウトリーチ活動をまとめたものですが、この期間は文部科学省科学技術振興調整費（戦略的研究拠点育成）の育成期間の最後の年度に当たります。振り返って見ると、平成 18 年に開始したサステイナビリティ学連携研究機構（IR3S）の活動は社会的にインパクトのある非常に大きな成果をあげたといえます。その主要なものは以下の通りです。

①低炭素社会・循環型社会・自然共生社会の 3 つを統合した持続可能社会モデルの提唱
個別分野で標榜されていた社会的目標を一つにして、将来社会のビジョンを提案しました。この 3 社会統合モデルは、平成 19 年の環境立国戦略における基本的コンセプトとして取り入れられ、低炭素社会を目指すさまざまな活動につながりました。

②気候変動への適応の政策課題化

気候変動の影響は誰の目にも明らかになり、それを受けて緩和策（低炭素社会づくり）と適応策のベストミックスが必要という主張が国内、国際を問わず広く受け入れられました。IR3S がスタートしたときには「適応、何？」と言われていましたが、3 年間に政策化段階まで進みました。

③サステイナビリティ学の国際的ネットワーク

サステイナビリティ学といった非常に幅広い分野に挑戦する上で、IR3S が提案したアプローチはネットワーク型拠点でした。各国で「Sustainability」を関した学部や学科、研究所が生まれています。その連携のために、Sustainability Science 誌を Springer 社から発行し、サステイナビリティ学に関する国際会議を毎年、各国持ち回りで開催しています。

④サステイナビリティ学教育の広がり

東京大学、京都大学、大阪大学、北海道大学、茨城大学それぞれの形態でサステイナビリティ学教育プログラムが開発され、5 大学協力の下で運営されています。茨城大学でも平成 21 年度に大学院教育プログラムを設置し、初年度にもかかわらず 49 名の学生が履修しました。

こうした IR3S のネットワークの中で、茨城大学も相当な実績をあげて貢献したことをこの年報で確かめてください。同時に、こうした成果を引き継ぐべく、平成 22 年度には IR3S の一般社団法人「サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム（SSC）」への発展、ICAS の参加教員の充実などが図られました。サステイナビリティ学の展開は簡単ではありませんが、持続可能な社会を目指して大学に何ができるかという挑戦を続けていきたいと考えていますので、興味・関心のある方の一層の参加をお願いします。

2010 年 9 月

茨城大学地球変動適応科学研究機関 機関長
三村 信男

A 概要	1
1. ICASとは.....	1
2. 研究活動報告.....	5
(1) 適応のための工学的手法開発に関する研究(第1部門).....	5
(2) 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門).....	6
(3) 適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究(第3部門).....	7
(4) 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発.....	8
(5) 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化.....	8
(6) アウトリーチ活動.....	8
B 研究活動報告	10
1. 適応のための工学的手法開発に関する研究(第1部門).....	10
1.1. 全球及びアジア太平洋地域広域評価.....	10
1.2. アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究.....	18
1.3. 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究.....	25
1.4. IT技術を用いた防災・適応策の検討.....	29
2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門).....	32
2.1. 気候変動の下での土地利用・農牧業システムの研究1.....	32
2.2. 気候変動の下での土地利用・農牧業システムの研究2.....	35
2.3. 適応型栽培技術の開発.....	46
2.4. 土壌・水系物質循環保全の研究.....	64
3. 適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究 (第3部門).....	82
3.1. 気候・環境変動への適応計画と適応政策.....	82
3.1.1. 大規模水害の被災地域における都市再生と適応策.....	82
3.1.2. 日本の河川下流域における地球温暖化に伴う浸水被害の経済評価.....	84
3.1.3. 緩和策、適応策の社会・経済学的分析.....	87
3.1.4. ラオスにおける開発・安全保障の平和学からの研究.....	89
3.1.5. 気候安全保障論に関する研究.....	91
3.1.6. 福知山市接続産業連関表の作成の試み.....	93
3.1.7. 自然体験学習系環境教育の指導者養成カリキュラムの研究.....	97
3.2. 都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策.....	99
3.2.1. メコンデルタおよびチャオプラヤデルタを対象とした緑地に関する研究.....	99
3.2.2. 公園緑地・水辺の都市環境機能と利用実態情報を活用した公園緑地計画・管理 手法	102
3.2.3. 環境的に持続可能な交通 (EST) としての自転車の整備戦略.....	106
3.2.4. ICTを応用した環境情報可視化の研究.....	110
3.3. 地域 (茨城) サステイナビリティ.....	113

C 教育・アウトリーチ活動報告	114
1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発.....	114
2. 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化.....	117
3. アウトリーチ活動.....	117

A 概要

1. ICASとは

茨城大学では、文部科学省科学技術振興調整費(戦略的研究拠点育成)プロジェクトのサステイナビリティ学連携研究機構(IR3S: Integrated Research System for Sustainability Science)の参加大学の一つとして、2006年5月に全学の学内共同教育研究施設として「地球変動適応科学研究機関(ICAS)」を設立した。IR3Sは、東京大学が企画運営を統括し、本学、東京大学、京都大学、大阪大学、北海道大学の参加5大学に研究拠点を形成し、個別課題を担う7つの協力機関(東洋大学、東北大学、国立環境研究所、千葉大学、早稲田大学、立命館大学、国際連合大学)とともに世界トップクラスのネットワーク型研究拠点を形成し、サステイナビリティ学の構築を目指している(図1-1)。

ICASは、学長特別補佐を機関長に任命するとともに、地球変動適応科学研究機関規則によって全学委員会である研究プロジェクト推進委員会のもとで緊密な全学協調を図る運営体制とした(図1-2)。

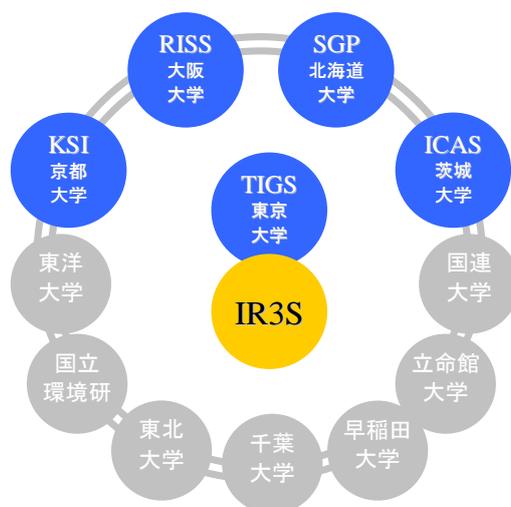


図1-1) サステイナビリティ学連携研究機構

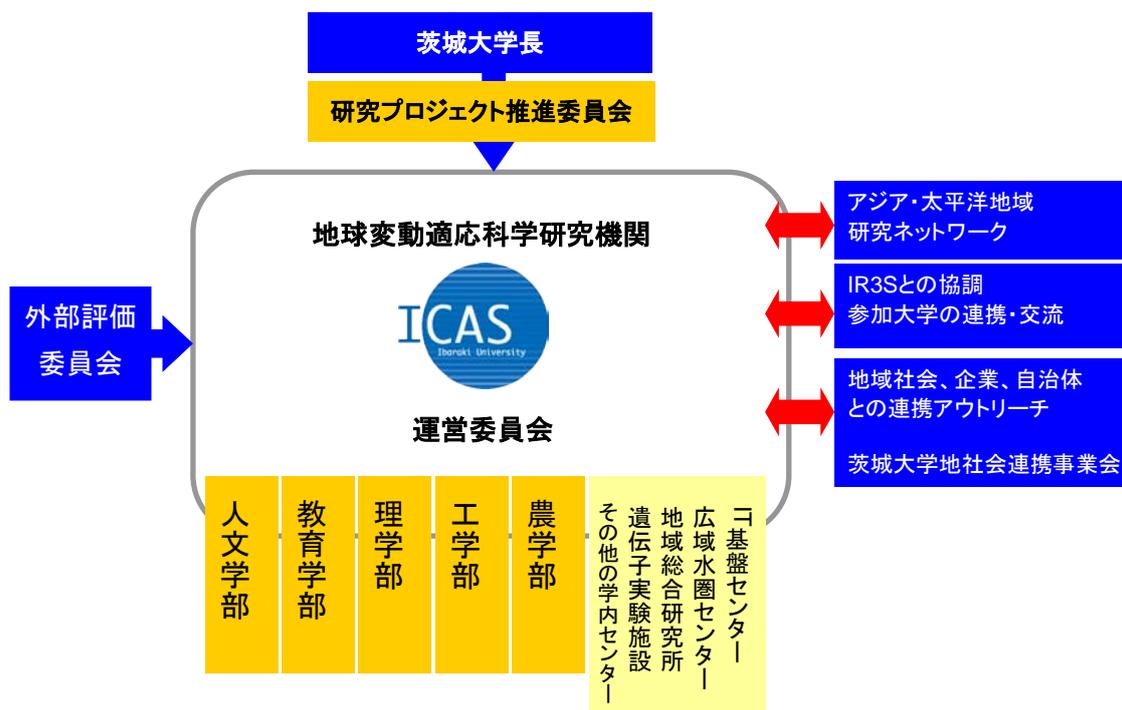


図 1-(2) 地球変動適応科学研究機関(ICAS)の構成組織

ICAS は 3 つの目標を掲げている(図 1-(3))。すなわち、1) 気候変動の影響予測と適応技術・政策の提案、2) アジア各地域と茨城における持続可能ビジョンの研究、3) 気候変動適応科学およびサステナビリティ学の創生とそれを担う人材育成を目指している。これらの目標に基づき、気候変動適応科学の観点からサステナビリティ学関連分野の幅広い研究教育へと取り組みを進めていく。



図 1-(3) 3 つの目標

表A 地球変動適応科学研究機関(ICAS)兼務教員等

機関長	三村信男	広域水圏環境科学教育研究センター・教授		
人文学部	伊藤哲司 三輪徳子	人文コミュニケーション学科・教授 人文コミュニケーション学科・准教授	蓮井誠一郎 原口弥生 土屋和子	社会科学科・准教授 社会科学科・准教授 社会科学科・講師
教育学部	清木 徹 大辻 永	学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授	伊藤 孝 郡司晴元	学校教育教員養成課程・准教授 人間環境教育課程・准教授
理学部	山村靖夫	理学科・教授	北 和之	理学科・准教授
工学部	小柳武和 金 利昭 沼尾達弥 小峯秀雄 呉 智深 村上 哲	都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・准教授	横木 裕宗 藤田 昌史 小澤 哲 湊 淳 外岡秀行	都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授 理工学研究科・教授 理工学研究科・准教授 情報工学科・准教授
農学部	中川光弘 小林 久 加藤 亮 木下嗣基 成澤才彦	地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 資源生物科学科・准教授	長谷川守文 新田洋司 安江 健 小松崎将一	資源生物科学科・准教授 生物生産科学科・教授 生物生産科学科・准教授 附属フィールドサイエンス 教育研究センター・准教授
地域総合研究所	渋谷敦司	同所長、人文学部・教授		
広域水圏環境科学 教育研究センター	桑原祐史	同センター・准教授		
遺伝子実験施設	安西弘行	同施設・教授		
大学院教育部 教育高度化推進 プロジェクト	柳島宏治	同プロジェクト・准教授		
ICAS	田村 誠 佐藤嘉則 長谷川良二 安原一哉 島田 敏	ICAS 准教授 ICAS 研究員 ICAS 研究員 産官学連携研究員 産官学連携コーディネーター	會田洋恵 内田尚子 神長美鈴 安田真由美 高松美枝	ICAS スタッフ ICAS スタッフ ICAS スタッフ ICAS スタッフ ICAS スタッフ
学務部	上柿 崇英	環境人材コーディネーター		

(所属等は 2010 年 8 月末日現在)

表 B 地球変動適応科学研究機関(ICAS)協力教員

人文学部	高橋 修 鈴木 敦 井上 拓也 木村 昌孝 葉 侑瑋	人文コミュニケーション学科・教授 人文コミュニケーション学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・准教授	金 光男 齋藤笑美子 中田 潤 小原 規宏	社会科学科・准教授 社会科学科・准教授 社会科学科・准教授 社会科学科・講師
教育学部	山本勝博 富樫泰一 村野井 均 木村 勝彦 木村美智子	学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授	西川 陽子 木村 競 関 友作 岩佐 淳一	学校教育教員養成課程・准教授 人間環境教育課程・教授 人間環境教育課程・准教授 情報文化課程・教授
理学部	堀 良通 天野一男 大西和榮	理学科・教授 理学科・教授 理学科・教授	野澤 恵 本田 尚正	理学科・准教授 理学科・准教授
工学部	米倉達広 鎌田 賢 栗原 和美 乾 正知	情報工学科・教授 情報工学科・教授 電気電子工学科・教授 知能システム工学科・教授	山田 稔 寺内美紀子 原田隆郎	都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授
農学部	太田寛行 吉田正夫 久留主泰朗 戸嶋浩明 田附明夫 黒田久雄 合田素行	資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授	吉田貢士 岡山 毅 長澤 淳 浅木直美 井上栄一 宮口右二 佐藤達雄	地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・助教 地域環境科学科・講師 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 附属フィールドサイエンス 教育研究センター・准教授
II 基盤センター	野口 宏	同センター・講師		
広域水圏環境科学 教育研究センター	中里亮治	同センター・准教授		

(所属等は 2010 年 8 月末日現在)

2. 研究活動報告

(1) 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門)

第一部門は気候変動による影響に対してどのように適応していくかについて、主として工学的立場から探究し、地域の特性に応じた災害低減技術の開発とその適用方法を提案することを旨とした。その具体的な研究課題は、①全球及びアジア・太平洋地域広域評価、②アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究、③複合影響評価と適応技術に関する実験的研究、及び、④IT 技術を用いた防災・適応策の検討である。これらの研究課題から得られた成果を気候変動の影響に対して特に脆弱な地域(特に、アジア・太平洋地域)の適切な政策立案と適応力養成に生かすための方策を提示した。

1) 全球及びアジア・太平洋地域広域評価

経済成長に伴って防護施設が整備されるという防護シナリオを導入することによって、各国の適応力を考慮した水没・浸水影響評価を行った。その結果、適応力の向上によって影響人口を大きく減少させることから適応策の有効性を示した。

2) アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究

マーシャル諸島マジユロ環礁を対象にした調査から海岸浸食に対する適応策を検証して、環礁内で調達できるサンゴ礁起源の砂を用いた養浜対策が持続可能な侵食対策として有効であることを明らかにした。また本年度の現地シンポジウムは、ベトナム現地調査および研究会合(ホーチミン市、9月)とベトナムの海岸浸食に関するワークショップ(水戸市、10月)とを組み合わせる形で実施した。これにより、ベトナム沿岸域における侵食に対してはマングローブのような伝統的な対策手法とジオシンセティックスのような近代技術との組み合わせが有効であることを示した。

3) 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究

(i)温暖化に伴う海面上昇による沿岸域・河川堤防における影響評価に関する氾濫シミュレーションを実施し、海域からの氾濫危険性の人口及び土地利用への影響を分析した結果、海面上昇の影響のみを考慮した際に、対象河川流域が受ける土地利用への影響は、「農業・都市域・農業および都市域」という3タイプがあることが明らかになった。したがって、適応策はこれらの結果に基づいて地域ごとに策定していくことの必要性を示唆した。(ii)河川汽水域の拡大による堤防堤体や高水敷・河岸の土質材料への影響評価簡易マップを提案するとともに、適応策適用に関する方針を提示した。(iii)気候変動に起因する地下水位上昇と地震による複合的な地盤災害をもたらす経済的損出評価手法を提案し、東京湾沿岸域における適用事例を示した。また、それに対する適応策の例として連続地中壁工法と地下水位低下工法の併用が有効であることを示した。

4) IT 技術を用いた防災・適応策の検討

(i)鉄道車両の走行時の、盛土・切土斜面における加速度を現地計測した結果から、降雨時や降雨後の地震時における斜面のモニタリングに IC センシングタグが有望であることを示

峻した。(ii)「E ラーニングのための知識統合サーバシステム」を構築し、サモアやスリランカ等の諸国における教育者コミュニティ内ならびに参加国間での情報共有を推進した。

(2) 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門)

中国内蒙古での草原生態系と農牧業システムの調査と、インドネシア地域での水稻生産の生産技術的・社会的位置づけ、サゴヤシのデンプン生産性を規定する環境要因の調査の展開に加えて、スイートソルガムの燃料作物としての有用性を調査した。減農薬栽培システムの開発では、植物自身の持つ自己防御機構と共生菌類の利用に焦点をあて、イネファイトアレキシンの代謝・生合成経路の全貌解明と暖地性共生菌類の分離と利用を行った。気候変動適応型の農法開発では、新たに発見した亜酸化窒素産生糸状菌の土壤生態調査を展開し、土壤炭素貯留と農法との関係の解析から、農耕地の炭素貯留能力を評価した。また灌漑農業の水質保全機能の強化策を霞ヶ浦とインドネシアでの実地モデル例で検討して窒素負荷軽減方策を図った。これらの技術を統合化して、気候変動適応型農業のあり方を追求した。各課題の業務内容と成果の概略は以下の通りである。

1)気候変動の下での土地利用・農牧業システム

気候変動と砂漠化の影響が懸念される中国内モンゴル草原を対象として開発してきた生態系モデルを用いて、気候変動が草原の生産力に与える影響を評価した。また、中国の西部半乾燥地域で取り組みが始まっている様々な政策を分析し、農村地域での適応技術と持続可能な土地利用・農牧業システムの体系化について研究した。

2)適応型栽培技術の開発

インドネシア地域での水稻生産の技術性と品種選択の地域社会性について現地調査を行い、気候変動下での水稻品種選択に関する持続的基準を作成した。また、サゴヤシのデンプン生産性を、インドネシア地域における現地調査での環境要因分析と電子顕微鏡観察による形態的分析で評価した。減農薬栽培システムの研究では、イネの病害抵抗性に寄与しているファイトアレキシンの生合成経路の解明を生化学的手法でさらに進め、暖地性共生菌類を探索して、高温ストレス条件下で植物の生育に有効となる菌株を選択した。作物の分子育種法の開発では、ユニンスレーターを利用した外来遺伝子の安定的発現系をほぼ確立した。

3)土壌・水系物質循環保全

畑地土壌の糸状菌による亜酸化窒素発生を定量的に分析して、様々な土壌条件における亜酸化窒素発生を測定し、土壌糸状菌による温室効果ガス発生と農法との関係性を評価した。汚濁メカニズムについてのシミュレーションモデルの構築では、米国テキサス A&M 大学の開発した SWAT(Soil & Water Assessment Tool)モデルを援用し、日本型 SWAT モデルの構築を行い、この SWAT モデルについて、灌漑農業の水質保全機能の強化策を検討した。

以上の研究成果を通じて、①気候変動下で機能する暖地性共生菌類の利用技術、②カバ

一クロープ利用技術による温室効果ガス削減・水圏環境低負荷型の農業技術、さらに①、②を統合した農作物栽培やソルガム燃料作物栽培法などの新たな気候変動適応型農業のあり方を提示した。

(3) 適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究(第3部門)

昨年度の成果を踏まえて、アジア・太平洋地域と国内の現地調査によって、各国・各地域固有の知識・伝統的適応技術に関する情報を収集し、伝統的な適応策や環境教育のあり方を検討した。また、地域・都市生活圏の地域特性や社会システムと環境問題あるいは持続可能性に関する分析を行い、適応計画及び適応政策に関する考察を進めるとともに、気候変動に対する地域の適応力やエネルギー対策など環境政策および適応技術の評価モデルの構築に向けて調査分析を進めた。さらに、ローカル・サステナビリティのビジョンの構築を試み、「地域サステナビリティ・ワークショップ」などを通じてビジョンを提示した。

1)気候変動への適応計画と適応政策に関する研究

気候変動に関わる自然災害や都市環境問題に関して、各国・各地域固有の知識・伝統的適応技術に関する情報を収集・分析し、地域に応じた環境緩和策や適応策および環境教育のあり方に関する成果を得た。

具体的には、ハリケーン災害後の都市復興プロセスの調査分析により、自然災害に対する地域固有の課題と適応策のあり方についての知見を得るとともに、地域の教育・文化的アプローチにより、持続可能型のコミュニティや社会形成に向けた環境教育のあり方や環境教育の指導者養成プログラムに関する知見を得た。また、ラオスにおける不発弾被害と環境破壊の調査や、日欧における気候安全保障の政策適応性の分析・評価により、持続的社會形成のための安全保障に関する知見を得た。また、気候変動に対する社会経済的アプローチから、日本の地域産業連関表などの分析ツールの作成、浸水被害の経済的評価と適応策の検討、多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費の分析・評価に関する知見を得た。さらに、センサネットワークシステムによるICT技術を利用した環境情報可視化と、広域の環境・空間情報を総合的にカバーできるアンビエントネットワークの構築を行った。

2)都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策に関する研究

都市生活圏・居住区域レベルにおける気候変動に対する自然環境や居住環境保全の観点から、国内外の都市生活圏において、緑地の分布状況の情報化、公園緑地や水辺の環境機能の評価分析、環境的持続可能な都市交通のあり方に関する研究に成果を得た。

具体的には、東南アジアデルタ地帯のマングローブの分布と変遷の情報化と課題の抽出、水戸偕楽園公園の都市環境機能の調査分析と公園緑地配置の提案、IT技術による地域情報提供に関する技術開発といった研究で成果を得た。また、持続可能な都市交通の観点から、

自転車を中心とした交通の整備戦略を構築した。

3) 地域におけるサステナビリティの課題とビジョンに関する研究

周辺自治体等との連携の実績を生かし、「地域サステナビリティ・ワークショップ」の開催などを通じて、ローカル・サステナビリティの課題について議論を行った。

また商工会によるまちづくりや環境活動にも協力し、茨城県城里町や筑西市における現場の視察やイベントの企画などの実践活動も行った。これらから地域固有の特徴や課題を明確にすることで、城里町の「エコ・グリーンショップ響」の運営や筑西市商工会エコの木プロジェクト部会など活動方針の策定段階においてローカル・サステナビリティのビジョンを提示した。

(4) 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発

平成 21 年度から開始した大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムに関連して、教材開発と開講を行った。理工学研究科に主専攻型のサステナビリティ学コース、その他の全研究科に副専攻型のサステナビリティ学プログラムが設置された。これに合わせて、国内外から特任教員 5 名(うち外国人 4 名)を招聘し、各研究科において英語を中心とする大学院授業を開講した。このうち、いくつかの科目は遠隔講義システム(VCS)を利用して、複数のキャンパスや IR3S 大学間で同時開講された。2009 年度は国内実践教育演習として茨城県大洗町、国際実践教育演習としてタイ・プーケットにおいてフィールド演習が実施された。また昨年度に引き続き、8 月には東京大学企画の国際実践教育プログラム(IPoS)へ学生 1 名をタイへ派遣した。学士教育では 6 月から 7 月にかけて集中講義「サステナビリティ学入門」を開講し約 160 名の受講があった。この他、11 月にはエコ・フィロソフィーに関するワークショップを開催した。

(5) 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化

科学技術振興研究員 1 名を増員し、「地球変動適応科学研究機関」の活動体制を一層強化した。地域のサステナビリティへの課題を研究するため、「茨城産業会議との共催シンポジウム」(10 月 17 日)や「地域サステナビリティ・ワークショップ」(2 月)を開催するなど学部や地域連携推進本部、関連する学内教育研究組織との連携を図った。

(6) アウトリーチ活動

各種シンポジウムやワークショップなどを通じて、アウトリーチ活動を積極的に行った。8 月 7 日に第二部門 WS、8 月 20 日に第三部門 WS を行い、これらを総括すべく 9 月 8 日には ICAS サステナ・フォーラムを開催した。10 月には 20-21 日に海岸浸食ワークショップ、26 日に Hay 特任教授と三輪准教授による ICAS サステナ・フォーラム、11 月に東洋大学との共催セミナー、12 月に第 3 回第一部門 WS の開催、バイオ燃料シンポジウムなどを行った。地域の諸団体との協力態勢強化の一環として 10 月に茨城県、茨城産業会議などとも

に連携シンポジウム「温暖化とエネルギー問題の解決の可能性ー持続可能な社会の構築に向けてー」、「地域サステナビリティ・ワークショップ」(2月)を開催した。学生へのアウトリーチとして、3月には修士・学士学生の研究発表を目的とした「学生サステナビリティ・フォーラム」を開催した。

その他の広報媒体としては、ICAS News を年間6回発行し、9月には平成20年度の主要な活動成果をまとめた「ICAS年報2009」を公表し、育成期間の総括として12月に実施した外部評価に基づき「2006-2009年度ICAS活動報告とその評価」を発行した。さらに、平成19年6月より開始した茨城新聞の毎週火曜日の紙面コラム「茨城大学発：持続可能な世界へ」は、平成21年8月まで全103回の長期連載をもって終了した。

B 研究活動報告

1. 適応のための工学的的手法開発に関する研究(第 1 部門)

1.1. 全球及びアジア太平洋地域広域評価

三村信男、信岡尚道、田村 誠
丸山陽佑（理工学研究科）

[1] 課題の目的

地球規模の温暖化・気候変動と地域レベルの環境劣化、経済開発・社会構造の変化などが同時に進行するため、それらの複合的影響に着目して影響評価と適応策を検討する。その一環として、全球及びアジア太平洋地域を対象にして、以下の目的で研究をおこなう。

- (1) 気候変動・海面上昇の沿岸域への影響に関する評価システムの開発
- (2) 全球における海面上昇・高潮による影響関数の地域別算定
- (3) 海面上昇による影響と人口増加の複合災害と、その経済との関係の定量評価

[2] 研究の概要

全球及びアジア太平洋地域を対象にして、地球規模環境情報データベースを活用して沿岸域に対する気候変動・海面上昇の影響を評価するため、地理情報システム(GIS)上で影響評価を統合する広域影響評価手法の開発を継続した。平成 21 年度は、従来考慮されていなかった防護施設を沿岸影響予測に取り込むことを目的とするとともに、熱帯低気圧・人口データなどを最新のものに更新することによって、2100 年までのアジア・太平洋地域を含む世界の氾濫リスクをより現実的に把握することを試みた(丸山、2010)。

(1) 外力設定

外力としては、海面上昇、潮汐偏差、台風による高潮偏差の 3 つを足し合わせた。

高潮の推定では、従来の簡単な高潮偏差計算モデルの計算精度が不十分なので改良を試みた。まず、台風のデータは NOAA と Joint Typhoon Warning Center が公表している 1949～2008 年に発生した台風のトラックデータから、データ欠損のないものを選んで用いた。高潮偏差の計算は気圧低下による海面の吸い上げと、風による吹き寄せを足し合わせて計算した。台風域内の気圧分布は Myers の式で与え、風速は気圧傾度風と場の風をベクトル合成して与えた。これまでの研究では、吹送距離の想定に問題があり、吹き寄せ量が大きく計算される地点があった。そのため本研究では地形から取りうる最大の吹送距離を与えるように改良を加えた。上記の 1949 年から 2008 年までに発生した 4000 例の台風を用いて緯度経度 1 分の海岸線毎に年最大高潮偏差の計算を行い、得られた年最大高潮偏差を母集団として、極値統計解析を行い高潮偏差の出現確率分布を推定した。

(2) 防護シナリオ

防護シナリオとは、対象メッシュの人口密度と一人当たり GDP の組み合わせによって、どの程度の水位(満潮位と高潮偏差の和)まで防護されるかを判定するものである。本研究では、3つの防護シナリオを用いた。

- ①固定防護シナリオ(2000年)
- ②将来の経済成長・人口増加に伴って変化する防護シナリオ(2000年防護レベル)
- ③将来の経済成長・人口増加及び海面上昇に伴って変化する防護シナリオ(適応防護シナリオ)

防護水準を区別するための経済レベルは、1999年 OECD の DAC(開発援助委員会)援助リストの分類に基づいて、世界の国を低収入国(800ドル以下)と中低収入国(801-2,999ドル)・中高収入国(3,000-9,999ドル)・高収入国(10,000-19,999ドル)・超高収入国(20,000ドル以上)の5つに分類した。また、人口密度に基づいて、以下のように都市の規模を分類した。大都市(5000人以上)、中都市(1,000-4,999人)、小都市(100-999人)、人口が少ない地域(0-99人)である。この組み合わせによって想定した②の防護シナリオを表 1.1-(1)に示す。

防護シナリオを適用する際に必要となる一人当たり GDP と人口密度及びこれらの将来の成長率は、まず 2000 年を基準年としてそのデータを用意し、将来の成長率を与えて経済や人口の予測を行った。

表 1.1-(1) 防護シナリオの基準(表中の数字は洪水レベルの再現期間)

		人口密度 (人/km ²)			
		<=99	100-999	1000-4999	>=5000
一人当たりGDP (US\$)	<=800	-	-	-	-
	801-2999	-	-	-	1
	3000-9999	-	-	1	10
	10000-19999	-	1	10	100
	>=20000	-	10	100	1000

(3) 浸水地域の計算

護岸は海岸線に沿って作られるものを想定しているが、それだけでは、護岸が設置海岸の背後地に、周囲の護岸なし海岸から浸水する。そのため、防護される海岸の背後の地域全体の標高を高くする方法で浸水地域を算定した。

(4) 被害額の算定

気候変動の影響による損失は、Stern Review によると、洪水や熱波などの極端現象による被害額は GDP の 0.5~1%に達するとされている。また水没に対する防護コストに関して Nicholls ら(2006)では特に影響の大きい 15 カ国に対して試算を行い、GDP の 1%に満たないことを示している。気候変動の影響と経済的損失に関する情報は多くの不確実性が伴うものの、定量的な試算は被害額と適応コスト共に将来の適応策実施の戦略や時期を検討するうえで IPCC(2007)でも将来的な研究の必要性が議論されている。そこで本研究では、浸水シミュレーションの結果を用いて、水没による沿岸域の被害額の算定方法を開発し、評価を行った。

本研究の地域区分は緯度経度 1 分メッシュであるため、それに合わせた簡略化した手法が必要となる。そこで、浸水被害額は、大局的には浸水影響人口と国毎の一人当たり GDP の積に比例すると仮定した。全球の総被害額を算定する式を以下に示す。

$$DC = \alpha \times \sum_{i=1}^N \{pGDP_i \times POP_{risk,i}\} \quad \dots\dots(1)$$

ここに DC は被害額、 α は浸水地域内の経済活動の総量と被害額との比率を表す係数、N は国の数、 $pGDP_i$ は i 国の一人当たり GDP、 $POP_{risk,i}$ は i 国の影響人口である。

係数 α は、2000 年の実際に発生した事例の被害額と、2000 年の防護ありの影響人口の計算結果から決定した。CRED の取りまとめる Disaster Database から 1995 年から 2005 年の間に発生した洪水・高潮の被害額の平均を算定し、その値 478 億ドルを 2000 年の被害額とした。2000 年の国別の影響人口は、再現期間毎(1 年、10 年、100 年、1000 年)の確率分布から、2000 年における国別影響人口の期待値を算定した。2000 年の全球の期待影響人口は 7138 万人であった。式 1 に基づいて求めた係数 α は、 $\alpha = 0.3068$ である。

[3] 研究成果

(1) 水没面積と影響人口

図 1.1-(1)に全球の水没面積を示す。水没面積は年々増加し、最悪の場合、2100 年には防護なしで 137 万 km²(全球総面積の 0.93%)に及ぶことが分かった。防護を考慮した場合は、SRES シナリオ毎に影響の現れ方に変化があった。防護ありと適応防護ありの結果を比較すると、防護基準に海面上昇を考慮することで水没が減少することをいずれのシナリオも示している。特に A1B シナリオや B1 シナリオでは防護の効果が強くみられ、2100 年時点では防護ありで 20%、適応防護ありで 25%の水没面積の減少が見られた。

図 1.1-(2)に全球の影響人口を示す。水没面積は全球の 1%にも満たないにもかかわらず、影響人口は 2100 年で最悪の場合、6.7 億人に達する。影響人口は将来発展シナリオに強く左右されるため、A2 シナリオで最も大きくなった。また、防護による水没面積の減少によ

って影響人口も減少し、2100年時点の A1B、B1 では、防護ありで 70%、適応防護ありで 80%の影響の減少が見られた。以上の結果から、経済力の発展シナリオの違いが影響人口を左右するといえる。

なお、水没や氾濫被害はそれぞれの地点の標高に左右されるが、全球レベルで精度の高い標高分布データは作られていない。そこで、NASA のスペースシャトルが計測したデータなどを利用して標高データの誤差評価方法を検討したところ、標高の推定値にもまだ相当の不確実性があることが分かった。全球広域評価における、こうした基本的データの精度向上は今後の課題である。

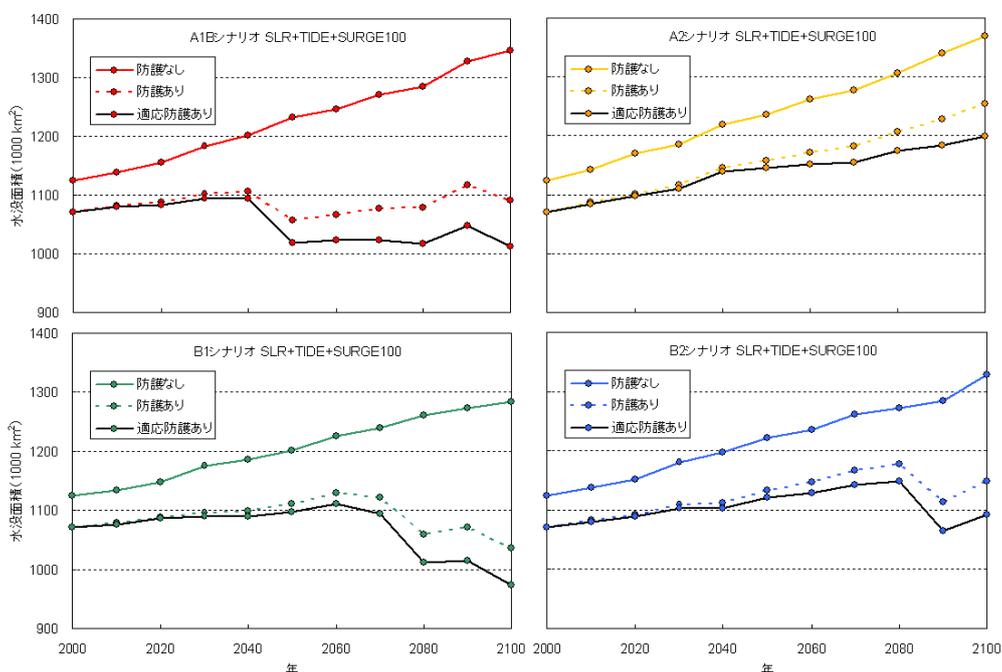


図 1.1-(1) 全球の水没面積

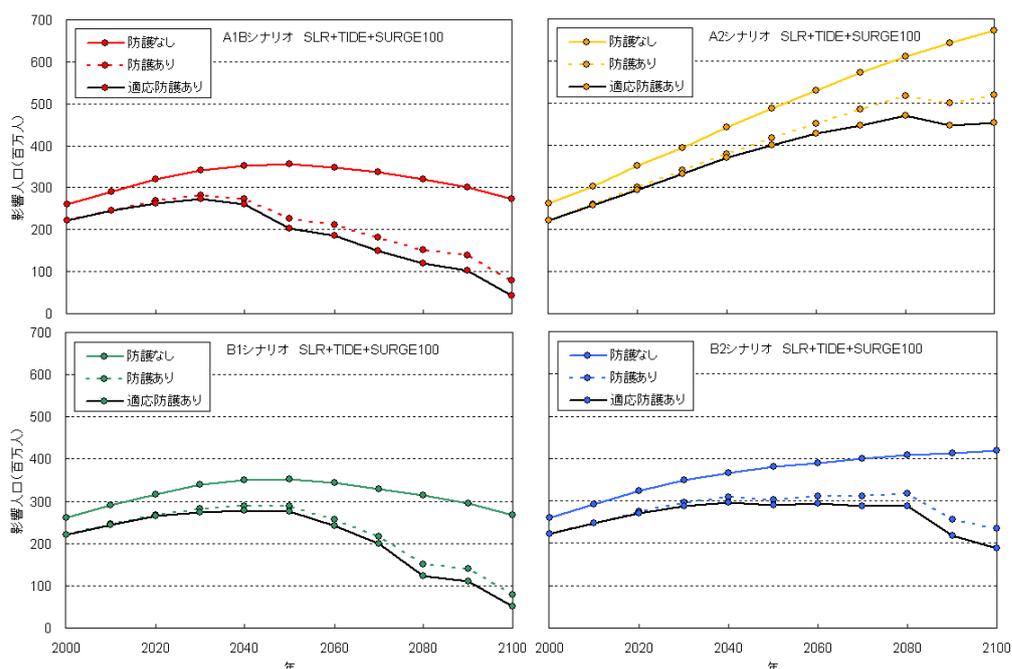


図 1.1-(2) 全球の影響人口

アジアは、デルタのような低平な土地に人口が密集し、脆弱性の高い地域であると懸念されている。アジアの水没域は、2100年に最大50万km²に達すると推定された。図1.1-(3)にアジアの影響人口を示した。影響人口が多い国は、中国やバングラデシュ、ベトナムである。影響人口は2100年に、最悪5.4億人に達することが分かった。2100年の全球影響人口のうち、約8割がアジアの影響人口である。防護を考慮した結果によると、A2では影響人口の減少が少ないのに対し、A1BやB1ではそれぞれ2030年、2050年以降、防護の効果が強く発揮される。将来的なアジアの途上国の経済成長が影響の抑制に効いていると考えられる。

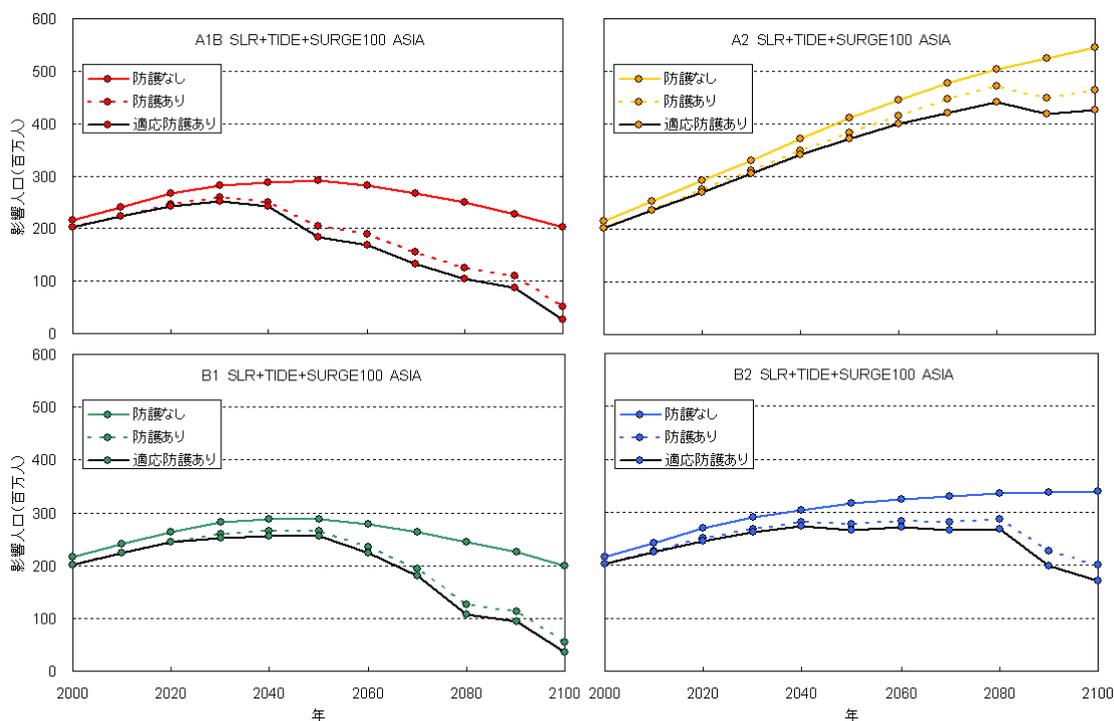


図 1.1-(3) アジアの影響人口

(2) 被害コスト

図 1.1-(4)に、A1B シナリオにおける防護ありと適応防護ありの場合の、全球被害額の推定結果を示す。被害額はシナリオ間で差があり、将来的に最も大きくなるシナリオが A1B である。海面上昇の進行の上に、再現期間 100 年の高潮が世界で同時に発生したとすると、2100 年で A1B では年間 2.1 兆 US\$(GDP 比 0.40%)、A2 では年間 1.6 兆 US\$(GDP 比 0.65%)、B1 では年間 1.1 兆 US\$(GDP 比 0.31%)、B2 では年間 1.2 兆 US\$(GDP 比 0.48%)となった。これに対し、適応防護の結果は、A1B では年間 0.8 兆 US\$(GDP 比 0.19%)、A2 では年間 1 兆 US\$(GDP 比 0.47%)、B1 では年間 0.6 兆 US\$(GDP 比 0.17%)、B2 では年間 0.8 兆 US\$(GDP 比 0.34%)となり、海面上昇を考慮した防護基準を設けることで被害額を抑えることが可能になる。

本研究では、気候変動の進展と経済成長や人口成長、さらに適応策の導入を総合的に考慮して、沿岸影響を予測・評価することを可能にする全球影響評価システムを開発した。その結果、防護能力の向上によってどの程度被害を抑えることができるかを評価できるようになり、国際交渉や政策決定に対して有用な情報を与えると考えられる。

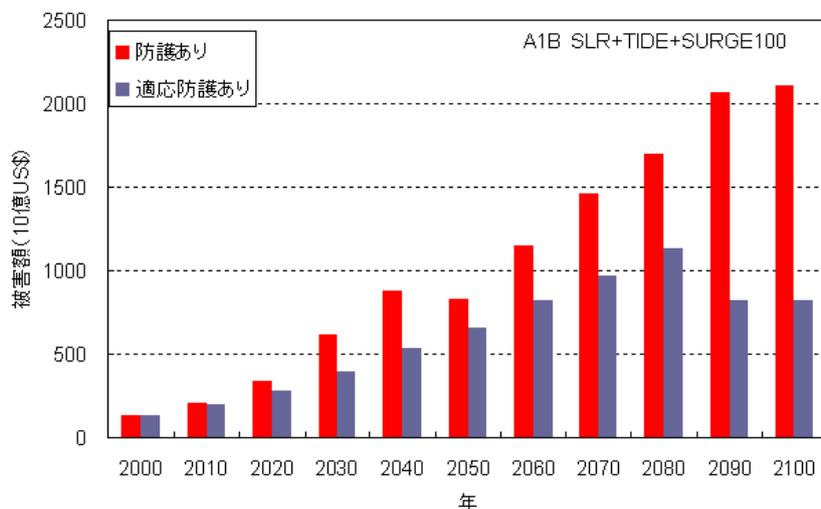


図 1.1-(4) A1B シナリオにおける被害額

引用文献

丸山陽佑 (2010) 「気候変動と経済成長を考慮した沿岸域の地球規模脆弱性評価」 茨城大学大学院修士論文

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Mimura, N. (2010) Scope and Roles of Adaptation to Climate Change, In Sumi, A. K. Fukushi and A. Hiramatsu (eds) : *Adaptation and Mitigation Strategies for Climate Change*, Springer.

2) 論文 (査読あり)

信岡尚道・三村信男 (2009) 「熱帯低気圧による全球の高潮と沿岸脆弱性の推定」『海岸工学論文集』 56, 371-375.

信岡尚道・三村信男・田村誠 (2009) 「21 世紀におけるアジア・オセアニア沿岸の基礎的脆弱性の推定」『地球環境研究論文集』 14, 123-132.

Nobuoka, H., Mimura, N. and Tamura, M. (2009) Asian and Oceanian Coastal-Risk Projection due to Sea-Level Rise and Population Growth, *5th International Conference on Asian and Pacific Coast*, 2, 194-200.

3) その他の発表

Takemoto, A. and Mimura, N. (2009) Study on prioritization of adaptation to climate change in ODA projects, 第 37 回環境システム研究論文発表会講演集, 土木学会, 281-291.

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）
なし
- (3) マスコミ等への公表・報道など
なし

1.2. アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究

小峯秀雄、安原一哉、横木裕宗、桑原祐史、村上 哲
佐藤大作（日本学術振興会特別研究員）

[1] 課題の目的

アジア・太平洋地域を対象に、地球温暖化とそれに伴う自然現象および地震などの自然災害が複合的に発生することを想定して、その影響程度の評価と適応技術について、実験的および解析的検討により各地域の適応事例の収集および適応策の提案を目的とする。

[2] 研究の概要

以下の項目について実施した。

- (1) 地球温暖化に伴う集中豪雨の発生頻度の増加による河川堤防や高水敷・河岸の脆弱性評価と適応策の提案
- (2) マーシャル諸島マジュロ環礁を対象とした海面上昇による海岸侵食の激化の予測とその対策の提案

[3] 研究成果

- (1) 地球温暖化に伴う集中豪雨の発生頻度の増加による河川堤防や高水敷・河岸の脆弱性評価と適応策の提案

降雨による河川堤防や高水敷・河岸の脆弱性を評価する上では、これらを構成する土質材料の降雨浸透や河川水流速に対する耐性を評価する必要がある。そこで本研究では、これらの土質材料の保水性、浸水に伴う沈下・変形特性の観点から室内実験を実施し、脆弱性の評価を行った。特に今年度は、集中豪雨の頻度増加を実験的に再現する条件で各種室内実験を実施した。すなわち、日本各地より河川堤防や高水敷・河岸の構成材料と想定される土質材

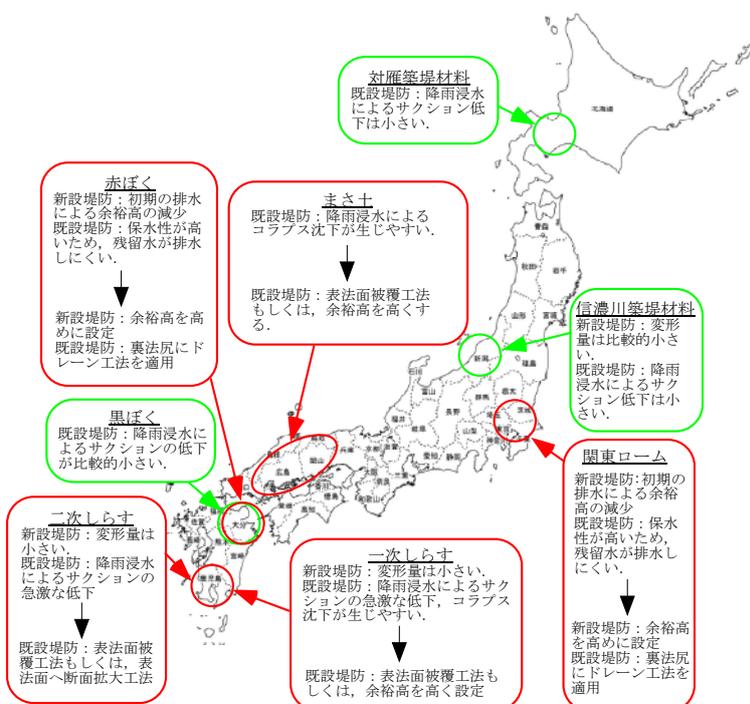


図 1.2-(1) 繰り返し一次元保水性実験および不飽和三軸圧縮試験の結果に基づく、降雨浸透が繰り返し頻発することによる河川堤防や高水敷・河岸の脆弱性評価と適応策マップ

料を選定し、地球温暖化に伴う集中豪雨の発生頻度の増加を想定して、吸水・排水を一連として、さらにそれを繰り返す実験条件において、一次元保水性実験および不飽和三軸圧縮実験を実施した。その結果に基づき、降雨浸透が河川堤防や高水敷・河岸に対して繰り返し頻発することによるそれらの脆弱性評価と適応策マップを図 1.2-(1)に示す。また、これらの成果を踏まえて、ベトナム・メコンデルタ周辺の低平地侵食状況調査を実施するとともに、集中豪雨等に伴う社会基盤施設の脆弱性評価に関する国際ワークショップを主催・実施した。

(2) マーシャル諸島マジュロ環礁を対象とした海面上昇による海岸侵食の激化の予測とその対策の提案

(a) マジュロ環礁における地形変化モデルの構築

地形変化モデルの構築にはこれまでの研究成果をもとに、「堆積物供給」-「運搬」-「堆積」というコンセプトを仮定した。堆積物供給にはマジュロ環礁各地域で推定された有孔虫による堆積物生産量を用いた。運搬においては、波による沿岸漂砂が主要な地形変化要因であると考え、SWAN モデル¹⁾を用いて波浪場の算定を行うと共に、それによって生じる沿岸漂砂量を CERC 公式²⁾で算定した。得られた沿岸漂砂量分布から正味の漂砂量を算定し、汀線位置の変化を求めた。図 1.2-(2)に地形変化モデルによる計算フローを示した。海面上昇を考慮した 100 年間という長期間の計算となるため、計算効率を損なわず、精度よく計算を行うために、波浪場の算定は 10 年毎に行うこととし、同じ波浪場での地形変化計算は

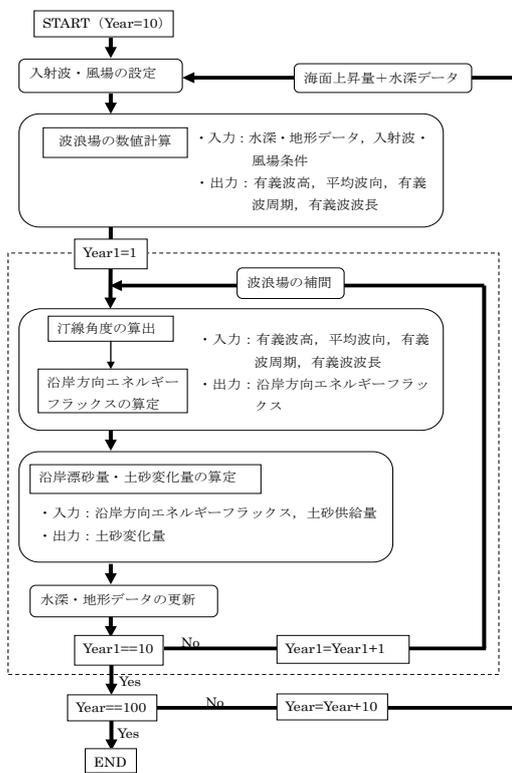


図 1.2-(2) 数値計算の流れ



図 1.2-(3) 計算領域

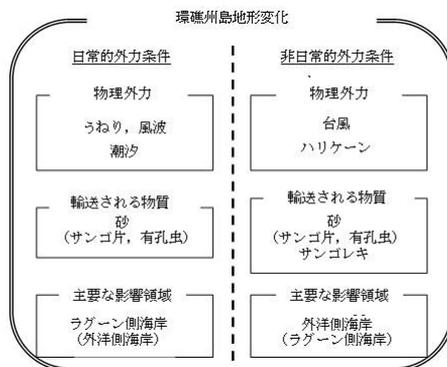


図 1.2-(4) 環礁州島地形変化の分類

1 年毎に繰り返すこととした。波浪場の計算領域はマジュロ環礁全体を含む領域とし、32m×32m の正方格子で分割した(図 1.2-(3))。入射波境界条件にはヨーロッパ中期予報センターから入手した 1990 年～1999 年のマジュロ環礁近傍 4 点における有義波高、平均波向き、平均周期を平均した値を与えた。また、風場はマジュロ環礁気象台で観測された 2002 年および 2003 年 10 月までの風速および風向を平均したものをを用いた。海面上昇量は IPCC AR4³⁾ を参考に 10 年毎に行う波浪場算定において、水深を増加させることで考慮した。なお、地形変化は日常的な波浪条件で砂が運ばれる現象を対象とするためラグーン側海岸のみを対象とした(図 1.2-(4))。得られた沿岸部の波浪諸元を元に、波浪エネルギーフラックスの沿岸方向成分を算定し、それをを用いて沿岸漂砂量の算定を行った。沿岸漂砂量は波浪場算定に用いた格子情報をもとに正味の漂砂量を算定した。

(b) 地形変化の将来予測

1) 地形変化予測結果

図 1.2-(5)に初期地形、10 年後、50 年後、100 年後の州島地形の計算結果を示した。海岸線メッシュの土砂量と汀線角度から各海岸線メッシュの代表点を計算して線で結ぶことで海岸線を表現した。Laura 島では 50 年後までは顕著な変化は無いが、100 年後までには大きく地形変化が生じる結果が得られた。特に 100 年後の北端部で激しい侵食が生じており、これまでの現地調査から得られた知見と一致するものであった。他の地域においても地形変化が生じ、LongIsland 東部では年を追うごとに大きな地形変化が見られ、100 年後には 50m 程度の侵食が計算される地点も確認された。

2) 養浜による州島保全対策

計算ではリーフ外にまで堆積が生じた場合は水深の深いラグーンへと土砂が流出したものと取り扱った。こうした流出土砂が環礁北部のラグーン側海岸に多く見られることが計算結果から明らかとなった。そこで、この流出土砂を資源とする養浜対策の検討を行った。対策案として、ローラ島からウリガ地域までの一連の州島のラグーン側海岸を対象として、10 年に一度、各海岸メッシュで汀線がそれぞれ 1m、5m、10m 後退した場合に流出土砂のみを養浜源として用いるという 3 種類の条件を設定した。また、流出土砂の堆積量を検討し、10 年に 1 度、汀線後退 5m を実施条件として、50 年後までは初期地形を維持するように、そして 50 年後から 100 年後までは流出土砂量のみを用いた養浜シナリオの計算も

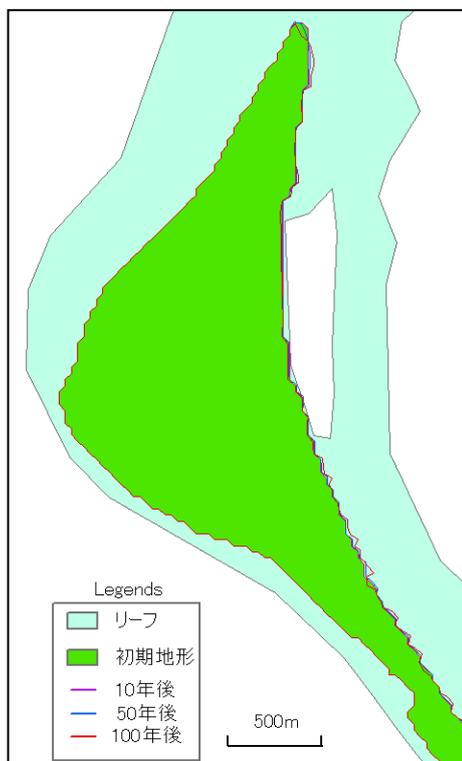


図 1.2-(5) 将来地形の予測結果
(環礁東部ローラ島)

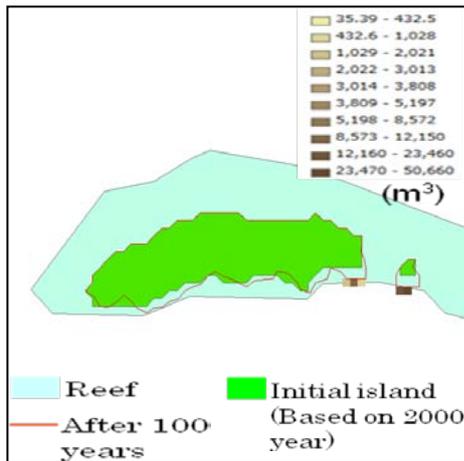


図 1.2-(6) 流出土砂の堆積

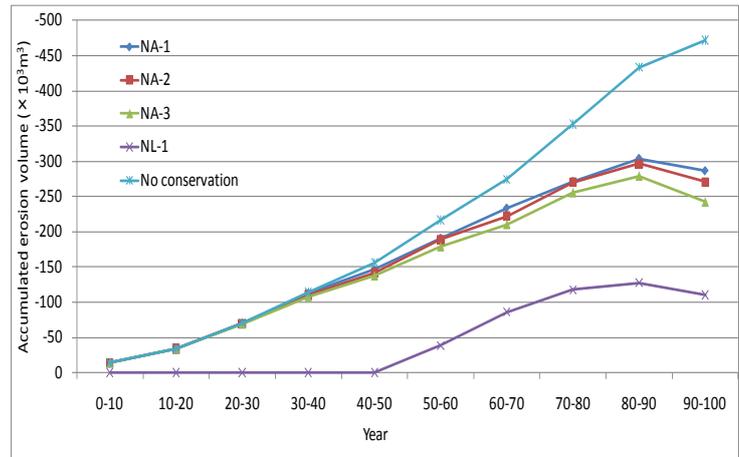


図 1.2-(7) 総侵食量の変化

行った。

流出土砂量のみを用いた養浜シナリオでは、10年後の段階で養浜の実施条件を満たす地点が発生するものの、北部の養浜源の海岸に十分な砂が堆積しておらず、満足な養浜が行えない状態が見られた。その後、50年までには養浜砂源に砂が堆積していくことで養浜実施が可能となり、その効果によって100年後では何も対策しない場合と比べて侵食量をおよそ30%減少させる効果があることが分かった。また、50年後から100年後までは流出土砂を用いるシナリオでは100年後の侵食量を60%減少させることが可能であることが明らかとなった。これより、完全に初期地形を維持することは難しいものの、環礁内で調達できる養浜砂を用いた持続可能な養浜対策の実施の定量的な有効性が明らかとなった。

引用文献

Booij, N.R., Ris, C. and Holthuijsen, L.H. (1999) A third-generation wave model for coastal regions1. Model description and validation, *Journal of Geophysical Research*,104(C4),7649-7666.
 Coastal Engineering Research Center (CERC) (1984) Shore Protection Manual.
 IPCC (2007) Climate Change : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S.,D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)].
 Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996.

[4] 発表及びアウトリーチ

- (1) 成果の発表
 - 1) 著書
 - なし

2) 論文 (査読つき)

- Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S., Chen, G. and Mitani, Y. (2010) Effect of climate change on geo-disasters in coastal zone, *Journal of Global Environmental Engineering*, 15, 15-23.
- 安原一哉・小峯秀雄・村上哲・陳光斉・三谷泰浩・田村誠 (2009) 「温暖化による気候変動が地盤災害に及ぼす影響」『地球環境』14(2), 247-256.
- 小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2009) 「温暖化に起因する海面上昇による河川堤防や高水敷・河岸の土質材料に及ぼす影響の簡易評価」『地盤工学ジャーナル』4(2), 185-195.
- 小峯秀雄・安原一哉・村上哲・内田佳子 (2009) 「各種土質材料の水分特性曲線に着目した集中豪雨による河川堤防や河岸の脆弱性簡易評価」『地盤工学会誌』57(4), 22-25.
- 佐藤大作・横木裕宗 (2009) 「Funafuti 環礁 Fongafale 島における作用外力と地形変化に関する現地調査」『地球環境研究論文集』17, 77-84.
- 桑原祐史・江田雄樹・横木裕宗・小柳武和・三村信男 (2009) 「南太平洋島嶼国を対象とした沿岸域防護のためのゾーニング図作成方法の高度化」『環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 地盤工学会』(8), 389-394.

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

- 木賀田賢太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・及川照靖 (2010) 「水槽模型試験による地球温暖化に伴う湖沼水質への影響に関する基礎的調査」『土木学会第 65 回年次学術講演会』
- 胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2010) 「不飽和三軸試験装置を用いた保水性試験による関東ロームの水分特性曲線および三次元変形特性」『土木学会第 65 回年次学術講演会』
- 谷口雄太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2010) 「土の粒度特性に着目した河川汽水域拡大を想定した堤防堤体材料の侵食性評価」『土木学会第 65 回年次学術講演会』
- Adewuyi, R., Komine, H., Yasuhara, K., and Murakami, S. (2010) Proximate and Chemical analysis of Segregated Municipal Solid Waste, 土木学会第 65 回年次学術講演会.
- 小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2010) 「一次元圧密特性の観点からの地球温暖化/海面上昇による河川堤防や高水敷・河岸を想定した土質材料に及ぼす影響の簡易評価」『第 45 回地盤工学研究発表会発表論文集』
- 木賀田賢太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・及川照靖 (2010) 「湖沼底泥が有する栄養塩溶出ポテンシャルおよび水温上昇が湖沼水質に与える影響に関する基礎的調査」『第 45 回地盤工学研究発表会発表論文集』

- 胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2010) 「河川堤防への降雨浸水, 排水の繰返しを想定した保水性試験による水分特性曲線および一次元変形特性」『第 45 回地盤工学研究発表会発表論文集』
- Adeuyi, R., Komine, H., Yasuhara, K. and Murakami, S. (2010) Physical and Chemical properties of segregated municipal solid waste (MSW), 第 45 回地盤工学研究発表会発表論文集.
- 胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2009) 「吸水および排水過程での保水性試験に基づく各地域における河川堤防堤体材料の脆弱性の比較」『土木学会第 64 回年次学術講演会』
- 谷口雄太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2009) 「新たな侵食試験の開発と河川堤防堤体材料を想定した土質材料の侵食メカニズムに関する一考察」『土木学会第 64 回年次学術講演会』
- Taniguchi, Y., Komine, H., Yasuhara, K. and Murakami, S. (2009) Evaluation of erosion vulnerability for river levee materials using physico-chemical properties of soil focusing on torrential rainfall due to climate change, *International Workshop on Erosion and Its Adaptation*.
- 胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲 (2009) 「河川堤防堤体材料と想定した一次しらすにおける保水性試験の吸水過程と排水過程による違い」『第 44 回地盤工学研究発表会発表論文集』
- 谷口雄太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・胸組智光 (2009) 「河川堤防堤体材料における侵食現象の簡易評価法と脆弱性評価」『第 44 回地盤工学研究発表会発表論文集』
- 江田雄樹・桑原祐史・横木裕宗・小柳武和・三村信男 (2009) 「沿岸域防護のためのゾーン図作成時の陸域土地被覆の分析」『土木学会第 64 回年次学術講演会 講演概要集』 VII-120.
- 江田雄樹・桑原祐史・横木裕宗・佐藤大作 (2010) 「マーシャル諸島マジュロ環礁を対象とした海岸防護レベル評価図作成に向けて」『土木学会関東支部第 37 回技術研究発表会』 IV-57.
- 江田雄樹・桑原祐史・横木裕宗・佐藤大作 (2010) 「南太平洋島嶼国を対象とした国土形状と緑地空間の研究」『土木学会第 65 回年次学術講演会』 IV.(投稿中)
- Sato, D. and Yokoki, H., (2010) Field Investigation and Numerical Calculation on Coastal Erosion in Atoll Islands, *International Forum 2010 "Effects of Climate Change on Natural Disasters and Their Adaptation"*, Mito.
- (2) シンポジウム, セミナーの開催 (主催のもの)
 第 4 回 ICAS 第一部門ワークショップ(2009 年 12 月 4 日(金))
 テーマ「過去から未来へ: 地球変動と自然災害」

International Workshop on Erosion and Its Adaptation (2009年10月20日(火)~21日(水))

- (3) マスコミ等への公表・報道等
なし

1.3. 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究

安原一哉、村上 哲、小峯秀雄

[1] 課題の目的

- (1) 気候変動と地震時液状化による複合影響評価に関する研究
- (2) 重量構造物の地震時沈下に対する適応策とその効果に関する研究

[2] 研究の概要

沿岸域を対象に、複合災害を含む気象災害・海面上昇の定量的・経済的な影響評価を実施し、温暖化の危険な水準を決定するための鍵となる知見を得ることである。影響事象としては、特に、地下水位上昇や集中豪雨による地盤変状、液状化危険度の上昇といった 1 次影響と、その波及効果としての人的影響、都市インフラ・防災インフラへの影響を対象とする。くわえて、複合的地盤災害によって失われる経済的損失を評価するとともに、災害低減のための具体的な適応策を提案する。

[3] 研究成果

- (1) 気候変動と地震時液状化による複合影響評価に関する研究成果

Murakami ら(2009)が提案した地震時液状化に起因する経済被害の評価式は、次式で表わされる。

$$Y_e = 0.0653 \times H \times Se \quad (1.0 \leq H \leq 3.63) \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 Se は民力総合指数 H は液状化による補正関数である。

この補正関数 H について、兵庫県南部地震における被害事例に適用し、被害額を算定できる次式で表わされる新しい評価関数を提案した。

$$Y_p = 0.0653 \times Se \times He \quad (1.0 \leq He \leq 18.44) \quad \dots\dots(2)$$

ここで、関数 He は液状化危険度 PL 値によって図 1.3-(1)のように変化する関数である。

東京都東部沿岸、川崎・横浜沿岸域における気候変動に起因する液状化による経済被害額について、式(2)による経済被害算出方法により算定した。その結果、2100 年における降雨・海面上昇のシナリオと現状とを比較した結果、東京都東部沿岸においてはおよそ 2.7 兆円の被害額の増加(図 1.3-(2)参照)となった。このことから、降雨および海面上昇による地下水位上昇もたらす液状化危険度の増加は、甚大な被害をも

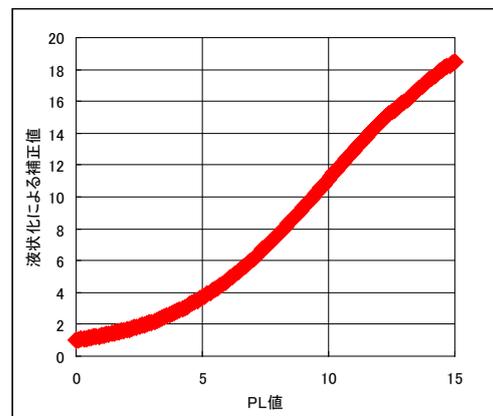
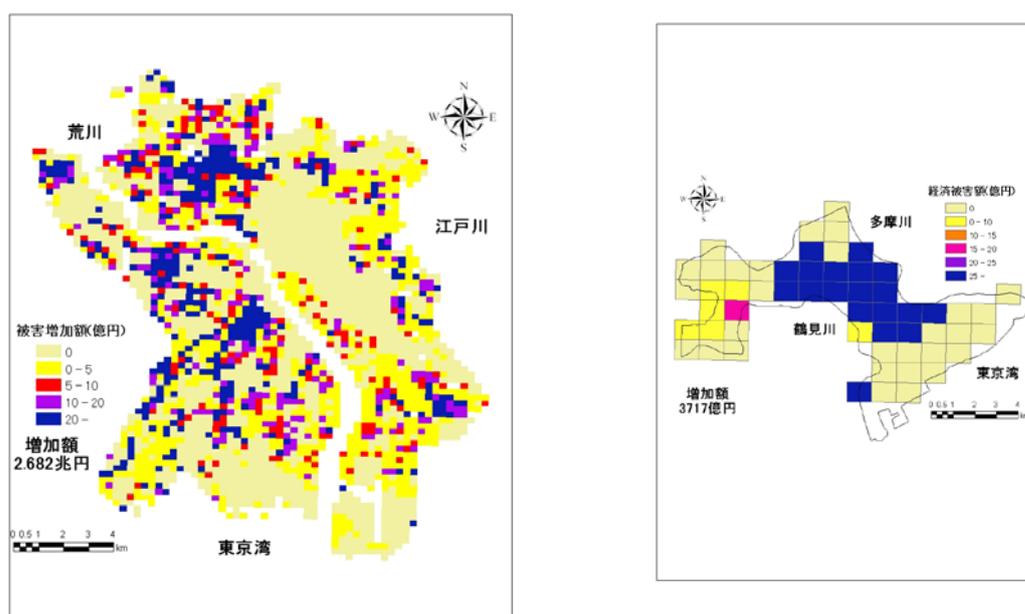


図 1.3-(1) 液状化による補正值 H_E

たらずこと、沿岸域において被害の増加は海岸線よりもむしろ内陸部でも高いことが分かり、気候変動に対する適応策を講じることが必要であることを示唆することができた。

この研究成果は、複合影響評価の手法を提案するだけでなく、具体的な影響地域を特定できることから、具体的な適応策が必要な地域を明らかにすることができ、気候変動を考慮した持続可能な地域の発展に貢献できるとともに、サステナビリティ学／地球変動適応科学の構築に寄与しうるものと判断される。



(1)東京都東部

(2)川崎・横浜沿岸域

図 1.3-(2) 気候変動に伴う液状化による経済被害額増加の分布

(2) 重量構造物の地震時沈下に対する適応策とその効果に関する研究成果

地震時における地盤の液状化とそれに伴う構造物の被害として、軽量構造物では浮上の問題、重量構造物では沈下の問題があげられる。重量構造物に対する適応策として、連続地中壁工法と地下水位低下工法を個別に用いた場合および併用した場合について図 1.3-(3)に示した 1g 場振動台模型実験による検討を行った。実験により得られた模型底部からの地下水位の位置における連続地中壁の根入れ深さと沈下量との関係を図 1.3-(4)に示す。この図より、連続地中壁の根入れ深さの増加および地下水位の低下に伴い、沈下量が減少することが分かる。このことから、連続地中壁工法は液状化後の構造物直下地盤の側方流動を抑制する効果があり、地下水位低下工法は液状化の発生を抑制する効果があることがそれぞれ示した。これら 2 種類の工法を併用することによって、さらなる沈下抑制効果が発揮できることが明らかとなった。

Improvement and Geosynthetics for Sustainable Mitigation and Adaptation to Climate Change including Global Warming, Bangkok, Thailand, 11-23.

Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S., Chen, G. and Mitani Y. (2009) Effects of Climate Change on Geo-Disasters in Coastal Zones, *Int. Sym. Geodisaster Prevention and Geoenvironment in Asia, JS-Fukuoka*, 102-109.

Murakami, S., Yasuhara, K., Komine, H. and Hasegawa, Y. (2009) Evaluation of Economic Damage on Liquefaction Hazard Induced by Global Climate Change in a Coastal Region, *Proc. Int. Sym. Geo-informatics and Zoning for Hazard Mapping*, 188-193.

Ogawa, H., Murakami, S., Yasuhara, K., Komine, H. (2009) A representative soil profile modeling with consideration of spatial correlativity of soils, *Proc. Int. Sym. Geo-informatics and Zoning for Hazard Mapping*, 216-219.

4) 口頭発表

西脇一樹・安原一哉・小峯秀雄・村上哲 (2009) 「地下水位の上昇履歴を受けた砂地盤基礎構造物の地震時変状と対策」『第 8 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集』381-384.

西脇一樹・安原一哉・小峯秀雄・村上哲 (2009) 「地下水位上昇に伴う既設構造物の地震時浮上対応策」『第 44 回地盤工学研究発表会発表論文集』

長谷川慶彦・村上哲・安原一哉・小峯秀雄 (2009) 「広域地盤モデルを用いた沿岸域の液状化による経済被害評価」『第 44 回地盤工学研究発表会発表論文集』

小川寛久・村上哲・安原一哉・小峯秀雄・長谷川慶彦 (2009) 「土質の空間相関性を考慮した地盤モデル作成手法」『第 44 回地盤工学研究発表会発表論文集』

小川寛久・村上哲・安原一哉・小峯秀雄 (2009) 「東京都東部における N 値空間分布推定手法の適用」『土木学会第 64 回年次学術講演会』

西脇一樹・安原一哉・小峯秀雄・村上哲 (2009) 「地下水位上昇に伴う既設構造物の地震時沈下対応策」『土木学会第 64 回年次学術講演会』

海老根裕希・村上哲・安原一哉・小峯秀雄 (2009) 「兵庫県南部地震における液状化と経済被害に関する考察」『第 6 回地盤工学会関東支部発表会(Geo-Kanto2009)』

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

- ・ 第一部門 WS に参画・協力
- ・ 2010 年 2 月に、工学部キャンパスにおいて、International Forum on Effects of Climate Change on geo-disasters を開催した。

(3) マスコミ等への公表・報道等

常陽新聞(2009/11/3)文献・資料でみる利根川下流の塩分 85 の記事において、地下水位変動に伴う広域地盤沈下に関する研究成果を取り上げられた。

1.4. IT技術を用いた防災・適応策の検討

小澤 哲、湊 淳、外岡秀行

[1] 課題の目的

深刻な影響が懸念される途上国において、IT 技術を用いた防災・適応能力の向上並びにサステナビリティ学の普及を目指すため、「E ラーニングのための知識統合サーバシステム」(Knowledge Integration Servers System for E-Learning, KISSEL)を構築し、サモア、スリランカ、バングラデシュ、フィジー等の諸国における教育者コミュニティ内ならびに参加国間での情報共有を推進する。

[2] 研究の概要

KISSEL サーバは、Linux サーバにオープンソースのコミュニティポータルシステム XOOPS を組み込み、さらにサーバ間連携機能を盛り込んだものである。本研究では平成 18 年度に KISSEL サーバの概念設計及び試作品の開発を行い、サモア国立大学に設置して、その効果を検証した。その後、平成 19 年度には改良版をバンダラネイク大学(スリランカ)に設置して試用しながら改修を進め、平成 20 年度には再改良版をサモア国立大学及びダッカ大学(バングラデシュ)に設置して、本格運用を開始した。

平成 21 年度は、既設サーバの運用を継続すると共に、新規にフィジー及びオーストラリアへの設置を目指すため、これらの諸国に訪問し、相手先の大学関係者等と打ち合わせを行った。フィジーについては、平成 20 年度に南太平洋大学へ設置のための事前折衝を行っており、今回、同大学理工環境学部計算情報数学科の Jito Vanualailai 准教授及び Sunil Lal 講師と打ち合わせを行い、今後の設置スケジュール等について話し合った。また、同大学にて衛星通信教育センターの建設援助を進めている JICA フィジー事務所の宮久保企画調査員及び村上ジュニア専門員、ならびに在フィジー日本国大使館の金田一等書記官に面会し、本プロジェクトの紹介を行い、今後の展開についてアドバイスを受けた。フィジーに送付するサーバは現在設定作業を進めており、作業終了後、送付する予定となっている。一方、オーストラリアについては、ビクトリア大学ビジネス法律学部管理情報システムスクールの John Zeleznikow 教授に面会し、本プロジェクトについて打ち合わせを行った。現地設備の都合などもあり、現時点ではビクトリア大学へサーバを設置できる可能性は高くないが、引き続き、オーストラリアへの設置を目指すべく、調整を進めている状況である。



図 1.4-(1) 南太平洋大学(フィジー)における打ち合わせの様子

[3] 研究成果

各諸国の KISSEL サーバについては利用者数も増加しつつあり、IT を活用した知(ナレッジ)の集積と共有において一定の効果が上がっている。さらにセミナー活動との相乗効果により、IT を活用した地域に適合したサステナビリティ学の創生と啓蒙、という当初目標を十分に達成できたものと考えている。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Ozawa, S., Joarder, M. M. A., Dassanayake, G. and Patu, V. (2010) Introduction to C and X Window Programming, *Godage International Publisher*, 1-256. (Preface, Chap. 1 は KISSEL サーバで公開)

2) 論文 (査読つき)

Ozawa, S., Dassanayake, G., Patu, V., Tonooka, H., Noguchi, H., Itaba, M., Minato, A. and Karunathilake, K. (2009) On natural disasters in the Asia Pacific Region, *Journal for Social Sciences- Sri Lanka*, 2, 186-195.

3) その他の論文

Ozawa, S. (2009) Formation of E-learning Networks in Asian Pacific Countries, *Proc. VU2009*, Warszawa, Invited.

Dassanayake, G., Patu, V., Minato, A., Ozawa, S., Wijewickrama, S., Warnajith, N. and Wijayanayake, J. (2009) Identify security issues when implementing knowledge integrated sever system for e-learning (KISSEL), *Proc. 5th ISCIU*, 79-80.

Debnath, B., Itaba, M., Minato, A. and Ozawa, S. (2009) Answer sharing system in academic education on LAMP, *Proc. 5th ISCIU*, 77-78.

Qaurmal, S. B., Dassanayake, G., Patu, V., Joarder, M. M. A., Itaba, M., Minato, A. and Ozawa, S. (2009) Use of ICT for disaster risk management education in rural Bangladesh: An approach to bridge the technology gap, *Proc. 5th ISCIU*, 37-38.

4) 口頭発表

Ozawa, S. (2009) Role of Science, scientists and ICT for Sustainable Development of Human Society, Science Education for Sustainable Development, Theme Seminar, 65th Annual Session, Sri Lanka Association for Advancement of Science, Sri Lanka Foundation Institute, Invited.

Ozawa, S. (2009) Improvement of University Education by Means of Information and Communication Technologies, *ICT Seminar*, Lviv Polytechnic, Ukraine.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

2009 科研費研究会「第2回協調的eラーニングシステム」室蘭工業大学, 2009/11

(3) マスコミ等への公表・報道等

スリランカ現地新聞, The Sunday Times, 21/03/2010, Human Resources is the Best
Endowment for our Nation Building.

2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門)

2.1. 気候変動の下での土地利用・農牧業システムの研究1

中川光弘、田附明夫、長澤 淳、金澤卓弥

[1] 課題の目的

気候変動の影響が懸念されるアジア諸国で現地調査を行い、気候変動の影響評価手法を開発するとともに農村地域での適応技術と持続可能な土地利用・農牧業システムのあり方を検討する。

[2] 研究の概要

気候変動の影響が懸念される中国の内モン自治区、雲南省、ネパール、インドネシアで現地調査を行い、気候変動下の農村における持続可能な土地利用・農牧業システムのあり方を検討する。内モン自治区については、同地区の風土条件に最も適応した牧畜業を対象に、特に最近の肉牛産業の発展について、持続可能な発展の諸条件を検討する。雲南省については、世界最高水準の米単収を実現している麗江市で現地調査を行い、高収量実現の諸条件と気候変動への適応策を検討する。ネパールについては、気候変動の稲作への影響を分析するとともに、気候変動下での安定的な単収向上の諸条件を検討する。インドネシアについては、バリ島で現地調査を行い、いわゆる「共有地の悲劇」が起こらない地域コミュニティを基盤とした共同的土地管理のあり方を検討する。

[3] 研究成果

中国の内モン自治区と雲南省、ネパール、インドネシアで現地調査を行い、気候変動下のアジア農村における持続可能な土地利用・農牧業システムのあり方について検討した。

内モン自治区については、同地区の風土条件に最も適合した牧畜業、特に最近その増産が著しい肉牛産業の展開について分析を行った。内モン自治区の肉牛産業は中国の中でも最も著しい発展を示している。この背景には、これまでの放牧経営から放牧・舎飼経営への変化があり、これに伴って土地利用も牧草利用から牧草・穀作複合利用への変化が見られる。経営学的に見ても、牧草・穀作利用と肉牛飼育の組み合わせによって、従来の放牧経営に比べて収益性が高まり、また草原への過放牧による負荷が軽減され、草原退化も抑制されていることが確認された。しかし、持続可能な肉牛産業の発展を実現するためには、肉牛の品種改良、食肉処理施設の近代化と牛肉流通市場の整備が喫緊の課題であることを明らかにした。

中国の雲南省については、世界最高の米単収を実現している麗江市で現地調査を行い、気候変動下のアジア稲作のあり方について検討した。麗江市では、平坦地の試験場では籼ベースでha当たり19トンの世界最高収量が実現している。しかし、これを納西族農家まで普及させるには、ハイブリッド種子の更新問題、標高差に応じた品種開発と栽培法の確立、

環境保全や伝統的稲作文化の継承にも配慮した村全体としての土地利用計画などが課題であることを明らかにした。

ネパールについては、気候変動の稲作への影響と気候変動下での単収向上の可能性について検討した。ヒマラヤ高原に位置するネパールでは、既に地球温暖化の影響で平均気温の上昇が起こっている。特に亜熱帯に位置する平坦地での稲作には夏季の高温障害が認められ、品種選択や栽培法の変更による気候変動への適応が必要である。アジア諸国の中でも米単収水準が低いネパールでは、単収上昇のポテンシャルは高いが、それを実現するためには標高差に応じた品種と栽培法の確立、そのための研究・普及への投資、化学肥料・農薬の適正価格での流通、適切な米政策の実施などが課題であることを明らかにした。

インドネシアについては、バリ島沿岸域の土地利用のあり方について現地調査を行った。インドネシア沿岸域では、1980年代以降マングローブ林が半減したことに象徴されるように「共有地の悲劇」が各地で起こっている。しかし、バリ島のケドガナン村では、海岸域を村で共有し、それを6つの部落に平等に分配し、部落ごとに4点ずつシーフードレストランを共同経営し、その出資を村金融組織が担当することによって、村内で1,000人以上の雇用が創出され、環境保全と経済的自立が実現している。この背景には、バリ・ヒンズー文化を基底とした農村共同体を基盤とした協働的地域ガバナンスの形成があり、このような共同的土地利用システムの形成により「共有地の悲劇」の発生が克服されていることを明らかにした。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

竹村牧男・中川光弘編(2010)『サステイナビリティとエコ・フィロソフィー—西洋と東洋の対話から—』ノンブル社。

2) 論文 (査読付)

Suadi and M. Nakagawa (2010) Sharing the Commons: Resolving the Tragedy of the Commons through Collaborative Management of Coastal Commons at Kedonganan Village, Bali, *Kyosei Studies* 3(1): 263-285.

Pandey P., H. Pandey and M. Nakagawa (2009) Assessment of Rice and Maize Based Cropping Systems for Rural Livelihood Improvement in Nepal, *Journal of Agriculture and Environment* 10: 67-75.

金鍵・中川光弘(2009)「伝統的地域資源活用による農村の活性化—吉林省敦化市の朝鮮人参産業を事例として—」『共生社会システム研究』, 3(1): 98-116.

Tazuke A., T. Wada and T. Kanazawa (2009) Effects of NaCl salinity on the sugar metabolism of comon bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. 'Tsurunashi Marusaya Kurosando' fruit Grown in solution culture, *J.ISSAAS* 15(1): 32-41.

田附明夫(2009)「果実周囲の相対湿度がキュウリ果実の成長、蒸散速度、呼吸速度に及ぼす影響」『植物環境工学』, 21(3): 123-127.

Azimuddin K., K. Hayakawa, Y. Adachi, A. Tazuke and T. Kanazawa (2010) In vitro susceptibility of 73 isolates of *Aeromonas hydrophila* to 20 Antimicrobial agents in American catfish, *Japanese Journal of Animal Hygiene* 34(4): 169-171.

3) その他の論文

中川光弘(2010)「世界の食糧増産とバイオエネルギー」『バイオマス燃料の意義と展望』, 日本農業研究所, 165-173.

4) 口頭発表

Yanagishima K., M. Nakagawa, A. Tazuke and J. Nagasawa (2010) Climate Change Induced Unfavorable Localized Weather Countries: Food Price Surge and Rice Ban, *2009 Annual Meeting of Japan Agricultural Economics Association* Kyoto University.

Ghimire R., P. pnadey, H. pandey and M. Nakagawa (2010) WTO Negotiation and LDCs Agriculture Sector: A Case Study of Nepal, *2009 Annual Meeting of Japan Agricultural Economics Association*, Kyoto University.

殷佩瑜・中川光弘(2010)「内モンゴル自治区における牛肉産業の展開」, 2009年日本農業経済学会京都大会.

張永勝・中川光弘(2010)「少数民族地域における近代化と伝統農業の変容—雲南省納西族農村におけるハイブリッド米導入を事例として—」, 2009年日本農業経済学会京都大会.

金澤卓弥(2010)「マウス各種脂肪組織による乳腺上皮の形態形成および分化支持能力の検証」, 日本畜産学会 112 回大会.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

なし

2.2. 気候変動の下での土地利用・農牧業システムの研究 2

堀 良通、山村靖夫

陳 俊、呼 天明（中国・西北農林科学技術大学）

程 積民（中国科学院水利部水土保持研究所）

塩見正衛（茨城大学名誉教授）

安田泰輔、中野隆志（山梨県環境科学研究所）

[1] 課題の目的

中国の黄土高原において禁牧環境下における草原植生の回復過程を明らかにし、持続可能な放牧・土地利用システムに基礎的知見を提供する。

[2] 研究の概要

（1）寧夏草原における禁牧環境下の群落動態に関する研究

持続可能な放牧・土地利用システムを構築する上で、草原の群落動態や回復過程、その速度などは基礎的かつ重要な知見である。寧夏回族自治区固原市に所在する草原において、禁牧処理年数が異なる草原を対象に種数、種構成、バイオマス（地上部現存量）を記載し、寧夏草原の回復過程を明らかにする。

（2）草原植生の種数及び種構成の空間的不均一性評価に関する研究

草原植生における植物種の空間分布やバイオマス、種数、種構成の空間的不均一性は植生を評価する重要な指標である。種数及び種構成の空間的不均一性の評価手法を寧夏草原の植生データに適用し、手法の有効性を検討する。

[3] 研究成果

（1）寧夏草原における禁牧環境下の群落動態に関する研究

はじめに

黄土高原は過度の人的利用の結果、バイオマスや植被率の低下、土壌流出、黄砂の発生などが生じており、今後、草原植生の回復と持続可能な放牧システムや土地利用が求められている。地域に適した持続可能な放牧形態・土地利用を構築するには、草原の生産性や種多様性など群落の基本的性質だけでなく、放牧を停止した場合に回復するまでに要する期間やその過程を理解することが重要である。本研究では黄土高原の草原植生の回復過程を明らかにすることを目的として研究を行った。

材料と方法

中国寧夏回族自治区固原市に所在する自然保護区において、禁牧年数が異なる7区を対象に2009年7月に現地調査を行った。この自然保護区は標高1800～2148 mに位置し、年

降水量 445 mm、平均気温 7°Cである。1982年に自然保護区として設立されたが、この目的は過放牧による草原植生の衰退を防止するためのものであり、それまでの放牧をやめ、禁牧環境として自然保護区を設立した。設立当時は面積 2333.3 ha、植物種数 53 種、単位面積当たりの種数は 5~8 種/m²であり、地上部生重 750~1200 kg/ha、被度 25~35%、草丈 10 cm という状況であった。その後、5年置きに保護区を拡大し、2008年には面積 6666.6ha、169 種、平均種数 20~25 種/m²、より多いところでは~33 種/m²、地上部生重 6000~12000 kg/ha、被度 95%、草丈 40-50 cm である。表 2.2-(1)にこの自然保護区内で対象とした調査地の概要を示す。

表 2.2-(1) 調査地の概要

禁牧年数	緯度	経度	標高 (m)	斜面方位	被度 (%)	乾物生産量 (t/ha)
0	N 36°06' 25	E 106°21' 29	1892	S30W	30	0.2
2	N 36°14' 41	E 106°23' 55	1953	S87W	45-50	1.3
7	N 36°14' 46	E 106°23' 46	1978	S74W	50	1.8
12	N 36°14' 50	E 106°23' 42	1979	S82W	60	2.7
17	N 36°16' 07	E 106°23' 22	2117	N65E	80	3.8
22	N 36°15' 08	E 106°23' 28	2066	S45W	95	4.0
27	N 36°14' 39	E 106°22' 58	2106	S80W	90	3.7

禁牧年数 0 年は、無保護区（放牧区）を示し、4~5 sheep unit (SU; 50kg 成羊換算) /ha の放牧がなされている。しかし、中国では 1990 年代から放牧が禁止されている地域がある。本調査地がそれらに該当するかどうかについて、現在中国の研究者と情報交換を行っている最中であるため、本報告では表 2.2-(1)の禁牧年数を用いて結果を報告している。また、乾燥地や半乾燥地の植生は斜面方位により大きく異なる。今回の調査では禁牧後の植生変化に着目しているため、斜面方位が異なる禁牧年数 17 年の調査区のデータは除いた結果を示している。

調査方法は各調査区に 100 m のライントランセクトを設置し(図 2.2-(1))、1m 置きに 25 cm × 25 cm の小コドラート 4 つからなる、50 cm × 50 cm のコドラートを 100 個設けた。各コドラートにおいて種ごとの出現頻度、地上部現存量、土壌硬度を調査した (図 2.2-(2))。



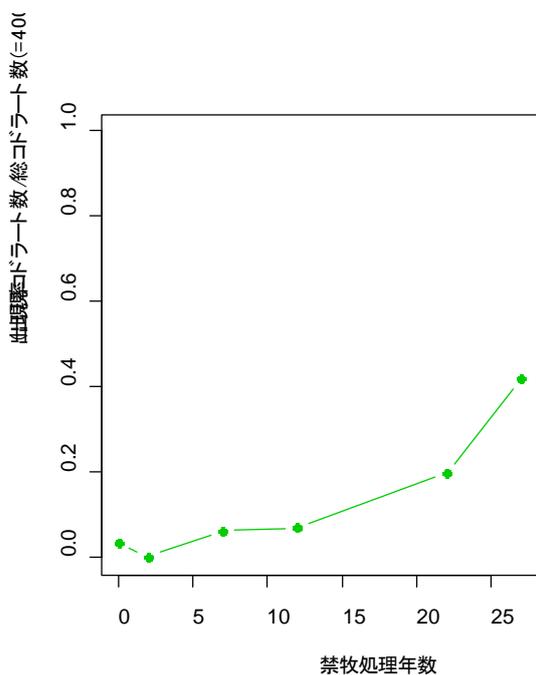
図 2.2-(1) 調査地の様子。



図 2.2-(2) 調査に用いたコドラート。

結果と考察

種構成の変化について(図 2.2-(3)左、6 調査区中の最大出現率が 0.2 以上の種のみを図示)、全調査区でホクシハネガヤ (*Stipa bungeana*) の出現率が高く、この地域の代表的な種であった。禁牧処理年数によって、出現率の高い種が入れ替わる傾向が見られ、特に 12 年で大きく変化する傾向が見られた。またヨモギ属 4 種には禁牧処理年数に応じて、種が入れ替わる傾向が見られた(図 2.2-(3)右)。ヨモギ属 4 種の出現時期が明確に異なっていたことから、ヨモギ属を草原の回復度合いを示す指標種として利用できるかもしれない。



地上部現存量と土壌硬度の禁牧処理年数による変化には対応関係が見られ（図 2.2-(4)）、地上部現存量は禁牧後 12 年以降で特に高い傾向があった。一方、土壌硬度は同時期に低下（やわらかい状態）していた。放牧環境下では家畜の踏圧により土壌が硬化しやすいが、この結果は禁牧にしても約 10 年は土壌が硬いままであり、この条件下では植物体の根系の成長が抑制されていたため地上部現存量の増加がわずかだったと考えられる。つまり土壌硬度低下が地上部現存量の回復に重要な要因であるといえるだろう。

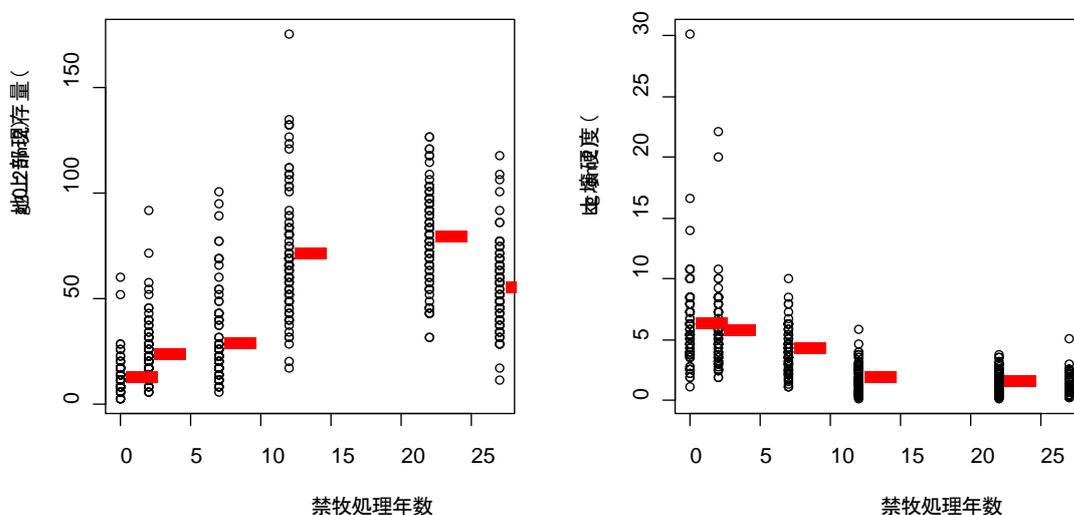
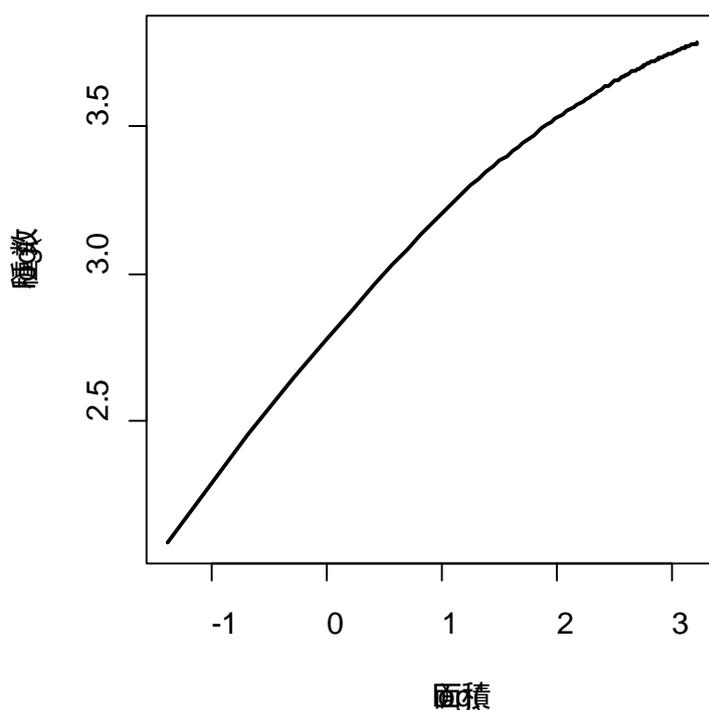


図 2.2-(4) 地上部現存量（左）と土壌硬度（右）の変化。図中の赤いバーは平均値を表す。

種数の変化について、種数面積曲線を用いて解析を行った（図 2.2-(5)）。その結果、空間スケール依存的な種数の変化が確認された。禁牧 0 年ではコドラート当たりあるいは小面積での種数は最も少なかったが、区画全体に出現した総種数は 27 年区に次いで高かった（図 2.2-(5)黒線）。禁牧 2～22 年では、小面積での種数は高かったが、総種数は低かった。禁牧 27 年では、すべてのスケール（面積）において種数が高い傾向があった（図 2.2-(5)桃色線）。このような種数の空間スケール依存的な変化の報告例は少ない。このような空間スケール依存的な種数の変化は乾燥地・半乾燥地に特異的に見られるのかもしれない。

ここで重要なことは小面積の種数は禁牧年数が進むにつれて、増加しているのに対して、総種数は 0 年から一度低下し、再度増加する傾向があることである。より詳細に各スケールで種数の変動を見ると、単調的な変化はむしろ少ない。この結果は、草原の回復状況を判断するときに単位面積当たりの平均種数を用いることがあるが、単一スケールでの判断よりも、様々なスケールで総合的に判断する必要があること示す。



種構成と種数、バイオマス（地上部現存量）の空間的自己相関について分析を行った。その結果、種構成と種数は禁牧直後から 10 年までの間に一度、高い正の空間的自己相関（パッチ状の空間パターン）が見られた。しかし、バイオマスは禁牧後 10 年以上経過してから正の空間的自己相関が見られた。最終的に禁牧後 27 年では、群落の種構成、種数、バイオマスすべてにおいて、有意な正の空間的自己相関が見られた。

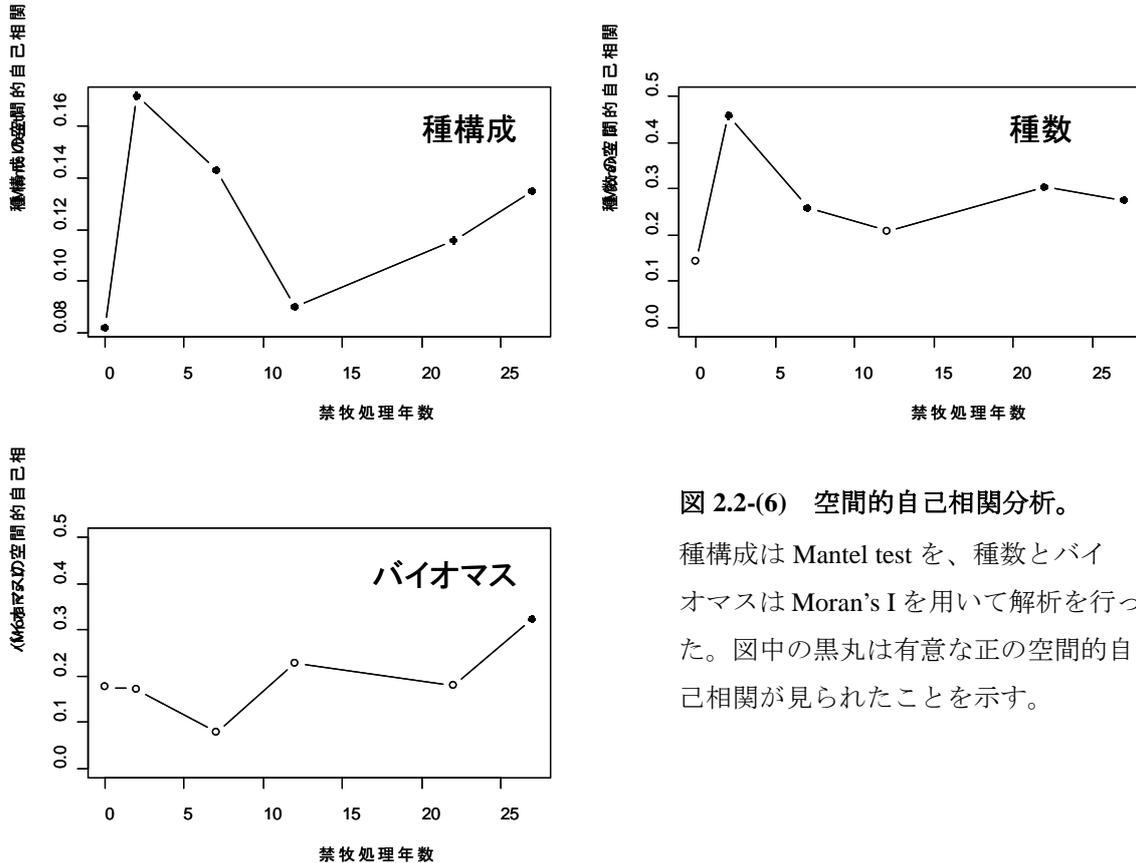


図 2.2-(6) 空間的自己相関分析。

種構成は Mantel test を、種数とバイオマスは Moran's I を用いて解析を行った。図中の黒丸は有意な正の空間的自己相関が見られたことを示す。

まとめ

寧夏草原の回復過程は禁牧環境下では少なくとも 10 年以上を必要とすることが示された。禁牧直後から約 10 年までは、植被率の増加とともに、小面積での種数も増加する傾向があった。また、この時期に種構成と種数に高い正の空間的自己相関が見られたことから、この期間はバイオマスの量的、空間的変化はあまり起こらないものの、種多様性の変化が相対的に大きく、空間スケール依存的な動態が生じていたことが示された。

種数一面積関係でみられた、この空間スケール依存的動態に関してあまり報告例がなく、乾燥地・半乾燥地での種多様性の回復過程あるいは時空間変動とそのメカニズムを解明することが今後重要である。そして、草原植生の回復度合いの判断には単一面積での平均種数だけでなく、様々なスケールで判断することが望ましいだろう。

(2) 草原植生の種数及び種構成の空間的不均一性評価に関する研究

はじめに

草原植生における植物種の空間分布やバイオマス、種数、種構成の空間的不均一性は植生を評価する重要な指標である。植物群落のプロセスに関して、仮説を提案するときに空間的な側面のデータ解析は非常に有効である。本研究では、種数及び種構成の空間的不均一性の評価手法を寧夏草原の植生データに適用し、手法の有効性を検討した。

材料と方法

(1) 寧夏草原における禁牧環境下の群落動態に関する研究で得られたデータを用いた。種数と種構成の空間的不均一性に関して、以下の手法により解析を行った。

【データ整理】コドラート当たり出現種数を頻度分布にまとめ、平均値、分散を推定した。また、種構成の空間的不均一性を表すために、各コドラートごとに、出現種には1を、非出現種には0を与え、100 枠間の2つのコドラート間ごとの種構成の相違を表した。ここに、コドラート i と j の間の相違度 S は Bray-Curtis の指数 (次式) を使って表わされる:

$$S = \sum_{h=1}^s |x_{ih} - x_{jh}| / \sum_{h=1}^s (x_{ih} + x_{jh})$$

ここに、 $s=46$ 種。そこで、 ${}_{100}C_2=4950$ 個の相違程度 S の平均値、分散を推定し、頻度分布にまとめた。

【帰無分布モデル】現実に出現した 46 種のそれぞれの出現回数の下で、どの種も任意の(ランダムな) コドラートに出現したとする。この仮定の下では、コドラート間および種間における出現は独立である (H_0)。 (1)このような出現をもつ植生を乱数を用いて作出、コドラートごとのそれぞれの種数の出現回数の平均値、分散および頻度分布の理論値を求めた (= H_0 における母集団値)。 (2)また、種構成の相違を示す S 値の平均値と分散および、0.1 きざみで表わした頻度分布を 4000 回のシミュレーションによって計算した (= H_0 における母集団値)。

結果と考察

禁牧年数 27 年の調査区に対して解析した結果を示す。コドラート当たり種数分布の観察値から推定した平均値、分散、同帰無分布における分散を図 2.2-(7) (左図) に示す。分散は有意 (χ^2 検定で両側 5% 水準→種数はランダム分布) になり、観察値の分散が帰無分布の分散より大きな値をとった。また、コドラート当たり S 値の観察値および帰無分布の平均値と分散を図 2.2-(7) (右図) に示す。平均値は正規分布の両側検定、分散は χ^2 検定の両側検定を行った結果、ともに有意にならなかった (→種構成はランダム)。

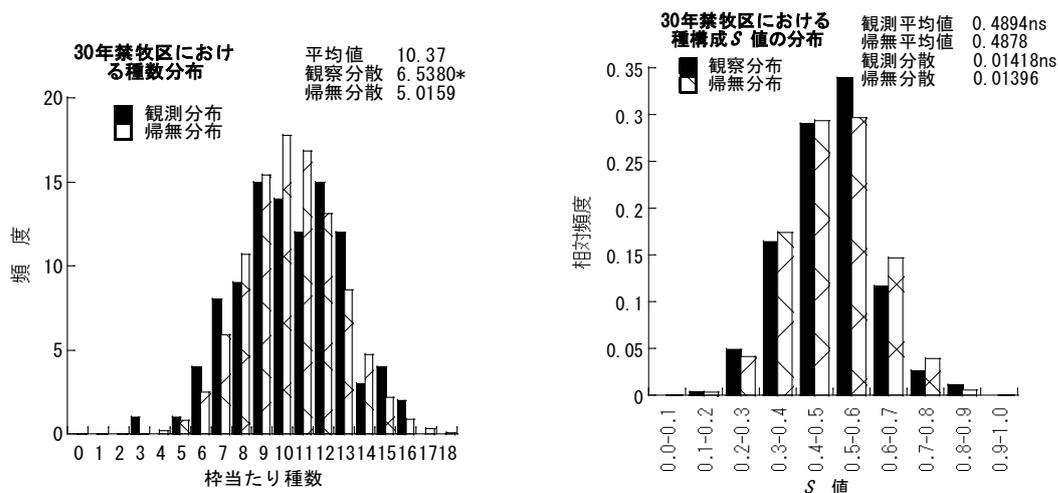


図 2.2-(7) 種数と種構成 (S 値) の頻度分布。

禁牧年数が 0 年、2 年、12 年の区画にこのデータ解析を行った結果、種数の分布は、禁牧 0 年と 2 年の草地ではランダム分布よりも高い分散を示したが、12 年目の草地ではランダム分布と認められた。種構成の S-値の分布は、0 年ではランダム分布であったけれども、2 年と 12 年目の草地ではランダム分布よりも小さい値を示した (→コドラート間で類似した種構成になる傾向が強い)。

これらの方法は“種間相互作用や局所的な環境条件の変化がまったくなく、種それぞれが独立に分布したときの群落の種数と種構成 (S 値) の分布”を想定し、野外データと比較することで、群落中にみられる偶然よりも偏った傾向を把握することができる。この方法は今後様々な応用が期待され、例えば種の空間分布は一定としながら、その分布位置だけを変化させるようなランダムマイゼーションを行うことで、種間の分布相関の検出やそれらが種数や種構成の空間的不均一性に及ぼしている影響を把握することなど、様々な応用が期待される。

(3) サステナビリティ学／地球変動適応科学の構築における意義

家畜生産と食糧生産の場である草原において、どの程度放牧が行えるか、あるいは過度に利用した場合、回復にどの程度の時間を要するのかという問題は人為的な草原利用の在り方とその生態系維持に重要な問題である。黄土高原は過去比較的豊かな草原生態系であったが、これまでの過度の人為的利用により草原の荒廃もしくは砂漠化が生じている。

本研究では寧夏草原の回復過程の解明を試みたが、これまであまり知られていないような種数と種構成の変動が示された。持続可能な草原の放牧システムはその地域の群落動態や生態系プロセスに立脚するため、今後、これらのメカニズムを解明し、適切な放牧システムの構築へと知見を提供することが望まれる。

草原がどの程度回復しているのか、あるいはどの程度攪乱を受けているのかなど草原植生を診断することは持続的な草原利用において有効である。草原植生の診断において、これまでは単一スケールでの平均種数や平均バイオマス量が用いられることが多かった。しかし、本研究で示されたように、種数や種構成、バイオマスには空間的な不均一性があり、回復過程において空間スケール依存的な種数の変化なども見られた。このことは単一スケールでの草原植生の診断では十分でなく、様々なスケール、つまりマルチスケールで草地植生を把握することが重要である。特に乾燥地・半乾燥地ではこのようなスケール依存的な変動が生じていると考えられるため、十分な注意が必要とされるだろう。

しかし、野外において様々なスケールで種数やバイオマスを調査するには多大な労力を必要とし、数日あるいは数週間の調査では十分なデータが得られないことも多い。特に空間的な構造を把握するには多くのサンプルを必要とする。著者らは草原植生における種の出現頻度や種数、種構成、バイオマスなどの調査において、労力を減少させつつも、同時に空間的不均一性を評価できる手法について一連の研究を行ってきた。これらの手法を用いたことで、7調査区それぞれで100コドラートの多量なサンプルを得ることができた。研究者だけでなく、現場の実務者や農業従事者にも扱える方法であるため、今後これらの調査手法を広く勧めていきたい。

草原植生の空間的側面は回復度合いもしくは攪乱状況の判断に用いられることはあまり多くない。しかし、近年空間的側面が群落動態や生態系機能に強い影響を及ぼしていることが知られるようになった。また、本研究のように空間スケールに依存した種数の変化も他地域で起こる可能性もある。そのため、今後草原植生の診断においても、この空間的な性質は活用されると思われる。

最後に、本研究は長期にわたる禁牧実験が行われていたことから、実現することができた。持続可能な草原の放牧システムだけでなく、様々な土地利用において生態系の長期的変動を把握することは非常に重要であり、世界各地で行われている長期生態系観測のより一層の充実とその活用がサステナビリティ学／地球変動適応科学の構築に重要であると思われる。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

なし

2) 論文 (査読付)

なし

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

塩見正衛・陳 俊・安田泰輔・堀 良通・山村靖夫・中野隆志・程 積民・呼 天明(2010)
種数と種構成の空間的不均一性: 寧夏乾燥地草原植生データを使って. 日本草地学会
2010 年度三重大会.

安田 泰輔・塩見正衛・陳 俊・程 積民・呼 天明・中野隆志・山村靖夫・堀 良通(2010)
寧夏乾燥地草原の禁牧環境下における群落動態. 日本草地学会 2010 年度三重大会.

陳 俊・程 積民・呼 天明・堀 良通・山村靖夫・安田泰輔・中野隆志・塩見正衛(2010)
寧夏乾燥草原における休牧年数 (0~15 年) の差異が植生に与える効果. 日本草地学
会 2010 年度三重大会.

安田泰輔・中野隆志・陳俊・呼天明・程積民・山村靖夫・塩見正衛・堀良通(2010) 中
国黄土高原における禁牧処理に伴う 30 年の種構成と種多様性の変遷. 日本生態学会
第 57 回大会 (ポスター発表).

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

なし

2.3. 適応型栽培技術の開発

新田洋司、安西弘行、戸嶋浩明、長谷川守文、成澤才彦
 藁科伸哉（生物生産科学専攻）、新井祐介（生物生産科学科）
 齋藤敦実（生物生産科学科）、吉川ともみ（生物生産科学科）
 吉田彩子（生物生産科学科）、渡邊一史（生物生産科学科）
 今井卓也（資源生物科学科）、米倉 茜（資源生物科学専攻）
 河合由貴（資源生物科学科）

[1] 課題の目的

（１）熱帯地域における、気候変動に対する稲作技術の適応性を明らかにする。また、デンプン資源作物としてのヤシ科作物の利用性を検討し、気候変動下で適応できる新規農業技術を開発する。

（２）気候変動適応型の農業開発における組み換え作物の有効利用において、導入した外来遺伝子の安定的発現は新品種育成において極めて重要である。この発現安定化のひとつの因子としてのインスレーターについてイネにおける利用を検討する。また、超好熱性古細菌由来耐熱酵素の植物における発現により、バイオマス利用に適した組換え作物の作出を目指す。

（３）減農薬栽培システムを構築する上では、植物自身の持つ自己防御能力を最大限に利用するということが重要である。その自己防御反応の一つとして、植物が病原菌による感染を受けたときに新たに蓄積する抗菌活性物質であるファイトアレキシンの利用開発を検討する。

（４）共生菌類 *Dark-septate endophytic fungi* (DSE)は、現在までに形態的および分子生物学的データより 5 種が報告されている。主に、米国・カナダ、北欧および日本の 4 グループを中心に研究が行われているが、フィールドは、全て冷涼環境下の森林土壌であり、南方地域における研究は皆無である。そこで本課題では、同菌類を効率よく得られる釣餌分離法を利用して、沖縄や屋久島等、西南暖地における DSE の生態解明や新規菌類を得ることを目的とする。さらに、得られた菌株の植物根部への定着を促進する栄養条件を明らかにし、その利用法を検討する。

[2] 研究の概要

（１）気候変動に対する適応型稲作技術やヤシ科作物の利用開発技術に関する研究

第 1 に、デンプン生産性の高いヤシ科作物サゴヤシにおいて、デンプン生産を規定する栽培、環境および形態学的要因について検討する。また、気象変動下におけるサゴヤシの組織構造の特徴を明らかにする。第 2 に、インドネシア国バリ州をモデル地域として、水稲の生産技術的・社会的位置づけを明らかにする。また、同地域における水稲品種の選定基準と持続的な栽培との関係について検討する。

(2) 植物での安定した遺伝子発現に関する研究

本研究では、ウニインスレーターの数と方向による効果の違いを導入された遺伝子のコピー数別に解析し、外来遺伝子の安定的発現系を確立する。また、超好熱性古細菌 *Thermococcus kodakaraensis* KOD1 由来の糖質代謝関連酵素に着目し、それらの酵素遺伝子をゲノム情報に基づいて単離し、アグロバクテリウム法によりイネへ導入し、その発現をカルス、葉、そして種子の各組織で解析する。

(3) 減農薬栽培システムに関する研究

本研究では、イネいもち病菌によるフィトアレキシンの分解について調べ、いもち病菌がイネの持つ防御システムをどのように回避するかを明らかにすることによって、新たな植物病害防除システムの開発のための基礎的知見を得る。

(4) 地球温暖化に適応できる作物生産に向けた共生菌類 (DSE) の選抜および利用に関する研究

本研究成果は、近年問題化している地球温暖化が進行した環境においても、植物と相互依存の関係を継続できる新規共生菌類獲得とその利用法確立につながり、植物の生育に対してストレスを生じる環境下での栽培を可能とする。

(5) バイオ燃料に関する一般公開ワークショップ・国際シンポジウムおよびバイオ燃料 (E10・E3) の実証走行の開催 (「土壌・水系物質循環保全の研究」研究チームと合同開催)

2009年4月24日に、茨城大学インフォメーションセンターにおいて、一般公開ワークショップ「首都圏近郊におけるバイオ燃料社会の構築と地域農業イノベーションを目指してー茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト (IBOS) の展開ー」を開催する。2009年12月11日に茨城県水戸市にて、バイオ燃料社会実験プロジェクトとの共催で、国際シンポジウムを開催する：シンポジウムのタイトルは「農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築」。また、2010年3月26日に、茨城大学水戸キャンパスにおいて、茨城大学が開発した材料と手法を用いて、公用車実証走行を行う。上記ワークショップ、シンポジウムおよび実証走行を通し、農業の持続可能性とバイオ燃料についての議論、地域との連携強化および研究成果のアウトリーチを図る。

[3] 研究成果

(1) 気候変動に対する適応型稲作技術やヤシ科作物の利用開発技術に関する研究

① サゴヤシ茎におけるデンプン蓄積と栽培要因との関係に関する研究成果

サゴヤシが栽培されているインドネシア国、マレーシア国などでは、サゴヤシ個体の増殖と維持は吸枝 (sucker) によって行われている。吸枝は、母茎の基部に形成され、数枚の葉を有する。直径 10cm になると吸枝は母茎から切り外され、直接または育苗後に移植される。したがって、移植後の迅速な生長の確保には、形態学的・生理学的特性の解明が不可欠である。本研究は吸枝におけるアミロプラストおよびデンプンの蓄積様相を明らかにすることを目的として解析した。

マレーシア国サラワク州ムカ地区で 2008 年 7 月 10 日に採取した材料を供試した。推定幹立ち後 4 年の個体を選び、母茎および吸枝の外部形態諸形質を調査した後、吸枝を母茎から切り外した。茎において、(A) 生長点近傍、生長点から 8 cm (B)、10 cm (C)、15 cm (D) の中心軸部分を採取した。なお、B と C はそれぞれ第 10 葉、第 12 葉着生部位であり、それぞれの茎周縁部を D、E として採取した。これらの試料を 70% エタノールに浸漬して日本に持ち帰り、細切して水に戻したのち、急速凍結-真空凍結乾燥法によって凍結乾燥させた。表面および切断面を白金で蒸着後、走査電子顕微鏡 (JSM6360A、日本電子) で観察した。組織・細胞の長さは市販ソフト (WinROOF、三谷商事) を用いてパーソナルコンピュータで測定した。

母茎の草高は 3.0 m、草丈は 2.7 m、生葉数は 17 であった。茎柔組織の横断面積は茎の基部側で大きかった (図 2.3-(1))。生長点近傍でも細胞間隙が形成され、基部側で拡大していた。プラステドにはデンプンが蓄積して拡大し、アミロプラストとなっていた。アミロプラストは茎の生長点近傍で形成され、形状は丸く表面が滑らかであった。本調査の試料では、アミロプラストの分離・分割の様相はあまり観察されなかった。アミロプラストの長径および短径は、茎の頂部側で小さかった (A: 4.7, 4.1、B: 7.9, 7.3、C: 10.7, 9.6、D: 8.2, 7.7、E: 10.1, 9.0、F: 12.5, 11.2 μm)。

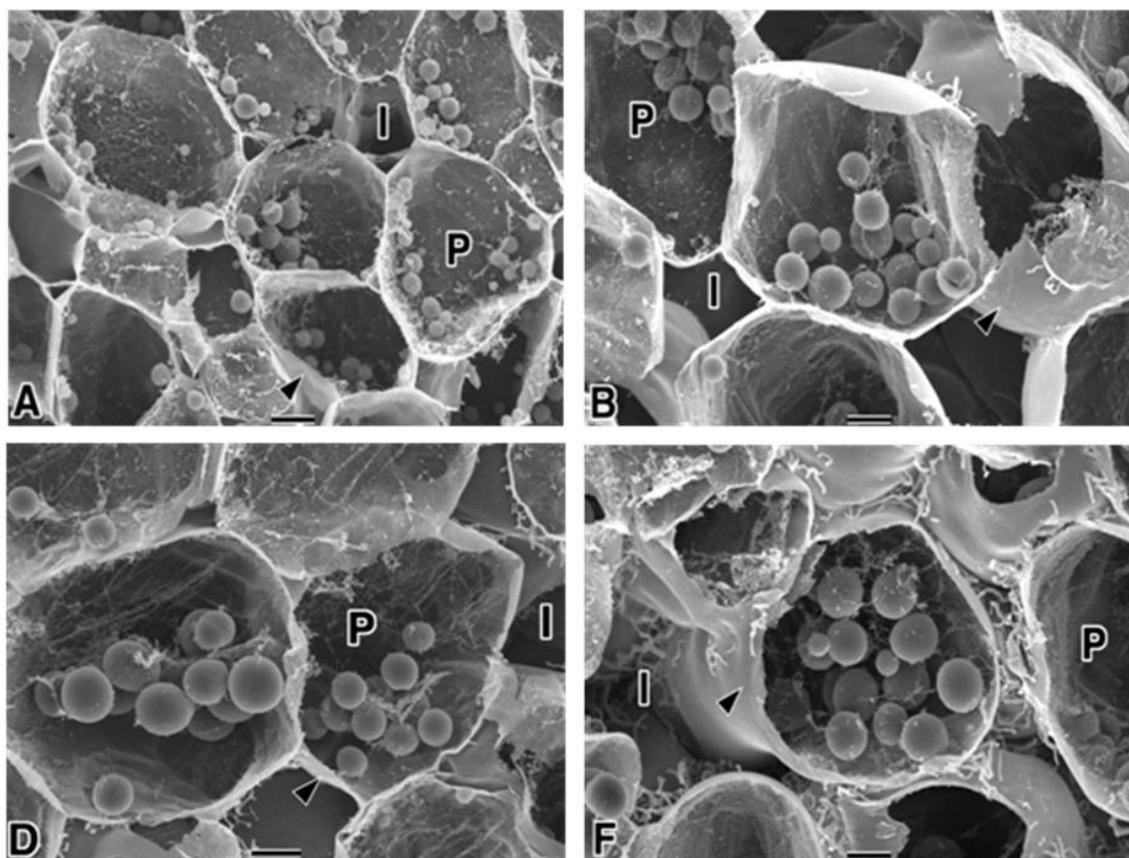


図 2.3-(1) サゴヤシ茎の柔組織の走査電子顕微鏡写真。

A: 生長点近傍, B, F: 生長点近傍からそれぞれ 8(B)または 15(F) cm 基部側の茎軸中心部分。D: B と同じ横断面の周辺部分。バーは 10 μm , P: 柔細胞, I: 細胞間隙, 矢頭: 細胞壁。

Arai ら(2009)は、生長点近傍からの同距離の茎部分では、吸枝は母茎に比べて柔細胞・組織の生長やデンプンの蓄積が早いことを示している。

以上の結果より、サゴヤシ吸枝ではアミロプラストは生長点近傍で形成されることが明らかとなった。アミロプラストの形状は丸く表面は滑らかで、分離・分割の頻度は高くないことも判明した。これらの様相は母茎とは異なり、アミロプラストの形成とデンプンの蓄積が母茎よりも早いことにより、吸枝の生長が確保されることが明らかとなった。また、本研究では、サゴヤシとバナナの混植栽培の事例を調査し、サゴヤシの葉の展開による周囲の光環境の変化を明らかにした。

引用文献

Arai, Y., Nitta, Y., Warashina, S., Goto, Y., Nakamura, S., Nakamura, T., Watanabe, M. and Matsuda, T. 2009. Internal structure and starch accumulation within the stem of sago sucker. Japanese Journal of Crop Science 78 (Extra 1): 326-327.

②水稲品種選択に関する持続的な基準に関する研究成果

(1) 世界およびわが国における米の生産の現状と品質

本研究ではまず、世界における米生産の現状を概観した。そして、わが国では1年間の1人あたり米(精米)消費量が1962年(118.3 kg)に比べて半減したこと(61.9 kg(2003年))を示し(図 2.3-(2))、その原因が1980年代以降みられた食生活の変化や、イネの多収穫栽培から高品質・良食味米生産への変化であることを明確にした。

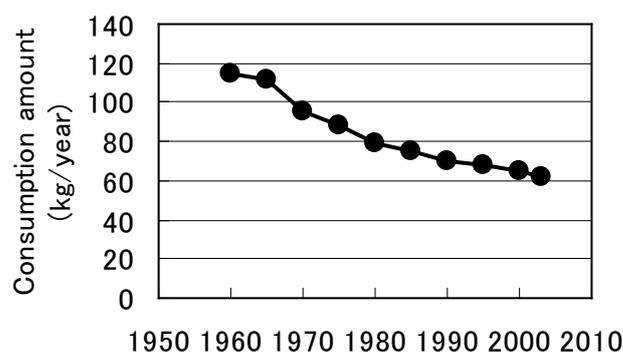


図 2.3-(2) 日本における精米の消費量の推移。

(2) 1穂内穎果の登熟が均一でない原因の解明

水稲の穎果は穂内の着生位置によって登熟量が異なることが知られている。安定的で高品質な玄米の生産には、1穂内穎果の登熟量の差異を明確にし、登熟量が劣る穎果の登熟特性を向上させる必要がある。本研究では、シンク・ソースの大きさを変化させることによって、穎果の開花日および最終玄米重・籾殻重におよぼす影響を調査し、1穂内穎果の登熟

特性を明らかにすることを目的とした。

2008 年に栽培して採取した材料を用いて解析した。1/5000a ワグナーポットに基肥を混入した水田土壌を充填後、水稻品種コシヒカリの催芽籾を円形に 20 粒ずつ播種し（2008 年 5 月 20 日）、分けつ除去・湛水栽培した。もっとも頻度が高かった止葉葉位の個体から、もっとも頻度が高かった 1 次枝梗数の個体を選んだ。幼穂形成期の発育順序にしたがって 1 次・2 次枝梗および穎果に番号をつけ、1 穂内全穎果の開花日を調査した。開花日は、同一穂内で最初に開花した穎花の開花日を 1 とし、その翌日を 2 とし、以降 3、4、5、・・・として表した。無処理区のほかに、出穂翌日に全葉身の頂部側半分を切除処理した葉身切除区、出穂翌日に頂部から数えて偶数番目の 1 次枝梗を切除処理した 1 次枝梗切除区を設けた。出穂後 40 日目（最終）に穂を採取した。通風乾燥後、着生率が 70%以上の穎果の最終玄米乾物重（以下、玄米重）および最終籾殻乾物重（以下、籾殻重）を測定した。

1 穂内全穎花および 1 次枝梗穎花の開花日は、葉身切除区で、無処理区と比べて有意に遅かった（表 2.3-(1)）。開花日の遅延は、1 次枝梗番号「VI」、「VII」、「VIII」に着生する 1 次枝梗穎花、穎花番号「5」の穎花で顕著であった。1 次枝梗切除区の開花日は、1 穂内全穎花、各 1 次枝梗、各穎花番号で、無処理区との間に有意差は認められなかった。

玄米重は、葉身切除区では無処理区よりも、IV II 3 および VII I 2 で有意に大きかった（表 2.3-(2)）。1 次枝梗切除区では、1 穂内全穎果の玄米重で無処理区との間に有意差は認められなかった。籾殻重は、葉身切除区では無処理区よりも、II 6 で有意に大きかった。1 次枝梗切除区では、多くの穎果で無処理区よりも有意に大きかった。

以上より、水稻穎花の開花は、同化産物供給量が減少すると遅延することが明らかとなった。とくに、1 次枝梗穎花で弱勢な穎花の開花が遅延することが明らかとなった。一方、1 粒当たりの同化産物供給量を増加させても、開花の早・遅に影響をおよぼさないことも明らかとなった。また、実験的な処理により同化産物供給量を変化させた場合、穂上位置を異にする多くの穎果の最終玄米重は変化しないが、籾殻重はシンクサイズの制限で大きくなることが明らかとなった。このことから、玄米よりも籾殻がシンクとして優先されると考えられた。また、穂上位置を異にする穎果の最終玄米重は、同化産物供給量の影響を受けず、他の要因に規定されていると考えられた。

表 2.3-(1) 水稻 1 穂内穎花の開花日。

	全穎花	1 次枝梗穎花	2 次枝梗穎花
葉身切除区	3.31**	2.80**	4.11
1 次枝梗切除区	2.93	2.38	3.96
無処理区	2.69	2.20	3.53

**：無処理区との間に 1%水準で有意差があることを示す。

表 2.3-(2) 1 穂内穎果の玄米重。

A. 無処理区														
1 次枝梗穎果						2 次枝梗穎果								
枝梗番号	穎果番号					枝梗番号	穎果番号			枝梗番号	穎果番号			
	1	2	3	4	5		6	1	2		3	1	2	3
I	17.7	19.0	20.2	19.8	19.0	18.8	I I	-	-	-	I II	-	-	-
II	18.9	19.0	19.4	19.2	19.3	18.6	II I	18.5	17.8	-	II II	-	-	-
III	18.5	18.7	19.2	19.2	19.1	18.4	III I	17.5	17.4	17.8	III II	-	-	-
IV	18.1	19.6	19.3	19.8	19.1	18.1	IV I	17.8	17.5	17.7	IV II	17.8	17.3	17.3
V	17.5	18.9	18.9	19.2	18.5	17.2	V I	17.9	17.1	16.8	V II	17.1	17.3	16.3
VI	17.7	18.7	18.8	18.8	18.4	17.7	VI I	17.8	17.0	16.6	VI II	17.4	17.3	16.3
VII	18.2	18.8	19.3	19.5	18.7	17.8	VII I	17.8	16.0	16.7	VII II	16.6	15.9	-
VIII	18.0	18.7	18.6	18.3	18.5	18.1	VIII I	16.9	16.5	-	VIII II	-	-	-
IX	18.2	17.5	18.2	19.5	-	-	IX I	-	-	-	IX II	-	-	-

B. 葉身切除区														
1 次枝梗穎果						2 次枝梗穎果								
枝梗番号	穎果番号					枝梗番号	穎果番号			枝梗番号	穎果番号			
	1	2	3	4	5		6	1	2		3	1	2	3
I	19.3	20.2	19.8	20.6	20.0	19.0	I I	-	-	-	I II	-	-	-
II	18.6	19.0	20.3	20.2	19.9	18.9	II I	18.1	17.6	-	II II	-	-	-
III	18.3	18.6	19.5	19.3	19.0	17.6	III I	18.2	17.9	13.0	III II	17.3	17.3	16.6
IV	18.9	20.0	20.1	20.1	19.6	18.5	IV I	18.7	18.3	18.3	IV II	15.3	18.3	18.0
V	17.0	19.3	18.6	19.5	19.1	17.5	V I	17.7	17.8	17.1	V II	17.4	17.2	16.7
VI	18.8	19.2	19.5	19.4	18.7	17.9	VI I	18.0	17.7	13.4	VI II	17.8	16.4	16.4
VII	18.4	18.6	19.4	19.5	19.5	-	VII I	17.9	17.9	-	VII II	16.9	16.2	15.3
VIII	18.1	19.1	19.5	19.0	18.7	18.4	VIII I	17.3	15.7	-	VIII II	-	-	-
IX	19.0	17.9	19.3	19.1	-	-	IX I	-	-	-	IX II	-	-	-

C. 1 次枝梗切除区														
1 次枝梗穎果						2 次枝梗穎果								
枝梗番号	穎果番号					枝梗番号	穎果番号			枝梗番号	穎果番号			
	1	2	3	4	5		6	1	2		3	1	2	3
I	18.5	18.8	19.2	19.4	19.1	17.9	I I	-	-	-	I II	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	II I	-	-	-	II II	-	-	-
III	17.8	18.2	18.9	18.8	18.1	17.4	III I	17.6	16.9	16.8	III II	-	-	-
IV	-	-	-	-	-	-	IV I	-	-	-	IV II	-	-	-
V	17.4	19.2	19.1	19.0	18.1	18.4	V I	17.9	17.4	16.9	V II	16.1	16.7	16.2
VI	-	-	-	-	-	-	VI I	-	-	-	VI II	-	-	-
VII	18.7	19.5	19.2	19.6	19.6	18.7	VII I	17.8	17.7	16.6	VII II	17.4	15.5	14.6
VIII	-	-	-	-	-	-	VIII I	-	-	-	VIII II	-	-	-
IX	18.8	17.3	18.5	19.5	-	-	IX I	-	-	-	IX II	-	-	-

太字は無処理区との間に 5%水準で有意差があることを示す。-は着生穎果なし。

(3) 水稻良食味米の炊飯米の微細骨格構造

従来、米の品質については、粒厚が厚く粒重が重い玄米は良食味・高品質であることが知られていたが、本研究の結果、粒厚が厚い玄米の場合では必ずしもそうではないことを明らかにした。そして、良食味米の炊飯米では、表面に網目状構造および細繊維状構造が、表層の内側には多孔質構造が発達していることを明確にした。

山形県で育成された良食味品種つや姫（山形 97 号）は、炊飯米表面には糊の糸が分散した細繊維状構造が、そのすぐ内側の層には多孔質の海綿状構造が発達しており、粘りや弾力性、柔らかさが良好であると考えられている（大川ら 2008）。本研究では、移植日の違いや高温登熟条件がつや姫炊飯米の微細骨格構造へ与える影響を明らかにし、同品種の良好な光沢（白度）の原因を検討することを目的とした。その結果、つや姫およびコシヒカリ炊飯米の表面および表層の微細骨格構造に、移植日の違いによる顕著な差異は認められ

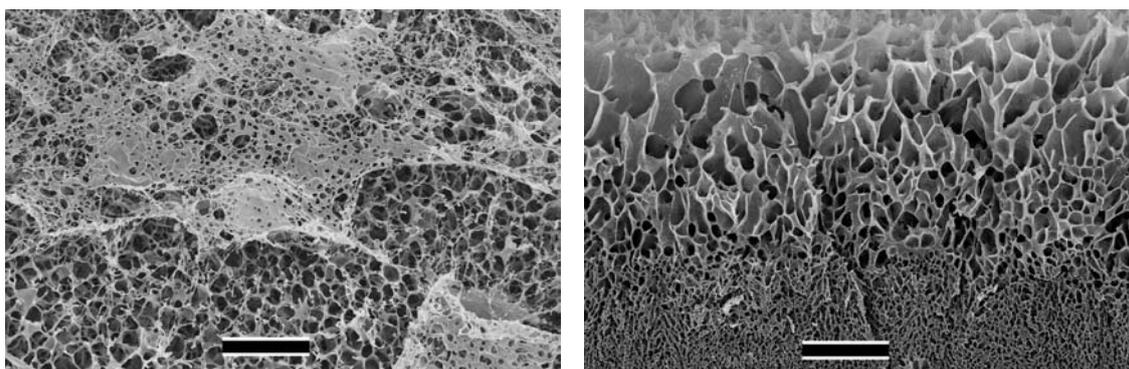


図 2.3-(3) つや姫炊飯米の表面（左）および表層（右）の走査電子顕微鏡写真。Bar：10 μm。

ず、食味に与える影響は少ないと考えられた。高温登熟のつや姫では、コシヒカリと同様、炊飯米表面で糊の十分な発達は認められず、表層の海綿状構造の発達が十分ではなかった。また、つや姫の表面で認められた糊の膜状構造が、良好な光沢（白度）の一因であると考えられた（図 2.3-(3)）。

一方、近年、「レンジでチンして食べる」包装米飯（いわゆる「パックごはん」）の需要が急激に伸びている。とくに最近では、食味が向上したとの声も聞かれる。本研究では、大手メーカーの包装米飯製造装置で製造した包装米飯の微細骨格構造を明らかにすることを目的とした。その結果、包装米飯は、電子レンジで調理する前でも通常炊飯米に類似した微細構造を有することが明らかとなった。電子レンジでの調理後は、通常炊飯米と同様の微細構造が認められたのに加えて、米粒内で糊化がより進み、良食味米が有する構造的特徴を有していた。さらに、包装米飯は、成形容器に無菌・密閉状態で包装後、容器内で差がなく、炊飯直後の状態が長期間維持されることも判明した。

引用文献

大川峻・松田智明・中場勝・新田洋司(2008) 良食味水稻新系統「山形 97 号」の炊飯米における微細骨格構造の特徴, 日本作物学会紀事 77 (別 1) : 156-157.

3) バイオ燃料作物スイートソルガムの栽培制御に関する研究成果

本研究では、スイートソルガムにおける糖の安定多収栽培技術を確立することを目的として、伸長節間数が糖収量におよぼす影響と、播種日と施肥方法が伸長節間の糖濃度におよぼす影響に着目して調査・検討した。

茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター（FS センター）内の圃場で栽培試験を行った。中生の高糖分ソルゴー（FS501）、極晩生のビッグシュガーソルゴー（FS902）、晩生のスーパーシュガー（KCS105）の 3 品種を供試した。2009 年 6 月 10、30 日に、条間 80 cm、株間 15 cm で播種し、1 株 1 個体とした。節間の急速伸長開始期に追肥した。茎糖含有量は「茎水分含有量×Brix 値/（100-Brix 値）」で求めた。

両播種日とも FS902 がもっとも伸長節間数が多かった。播種日間で伸長節間数を比較すると、6月10日播種区で比較的多い傾向を示し、とくに FS902 で顕著であった(表 2.3-(3)、(4))。施肥処理による一定の傾向は認められなかった(表 2.3-(3))。播種日間における播種から出穂まで日数の変動は品種によって異なっていた。すなわち、FS902 では6月10に比べて6月30日播種では14日間短かったのに対し、FS501 では6日、KCS105 では8日であった。この播種から出穂まで日数の変化は伸長節間数に大きく影響を与えていると考えられた。これらのことから伸長節間数の品種間差異と播種日に対する反応は、品種の早晚性に強く影響を受けていると考えられた。播種日と施肥区を込みにした場合、伸長節間数と茎糖含有量との間には有意な正の相関関係が認められた。FS902 では、6月30日播種では6月10日播種に比較して茎糖含有量、伸長節間数ともに低い値を示した。すなわち、伸長節間数の増加はシンク器官である茎のバイオマス量を増加させるため、茎糖含有量の向上に寄与すると考えられた。

6月10日播種区における伸長節間位間における茎の汁液の糖濃度勾配を検討したところ、品種、播種日、施肥区にかかわらず、Brix 値が最高を示す伸長節間は個体の中央部付近であり、ほとんどが中央部を最大値とする山型を描くことがわかった。6月30日播種区の結果もおおむね6月10日播種区と同様であった。出穂後45日と60日では出穂後15日に比較して伸長節間位全体で糖濃度の増加が認められた。また、山型以外にも特徴的な糖濃度勾配パターンが観察された。また、茎糖含有量の多い品種・処理区では、伸長節間位間に糖の濃度勾配は認められるものの、基部から頂部の伸長節間まで全体的に Brix 値が高い傾向が認められた。これらのことより、スイートソルガムにおける糖の多収栽培には、茎全体の糖濃度を高めるための栽培・収穫基準が必要であると考えられた。今後は、種子の成熟フェーズや出穂後の気象条件等も踏まえて、スイートソルガムの糖蓄積メカニズムを解明する必要がある。

表 2.3-(3). 各処理区における伸長節間数

播種日	収穫日 (出穂後日数)	施肥区	品種		
			FS501	FS902	KCS105
6月10日	15	A	13.5 cd	18.1 b	16.1 a
		B	14.6 b	17.1 c	15.5 b
	30	A	14.4 bc	17.7 b	15.1 b
		B	14.0 bc	17.8 d	15.2 b
	45	A	13.9 c	18.8 a	16.2 a
		B	14.6 b	18.3 ab	14.5 c
	60	A	14.0 c	19.2 a	16.1 a
		B	14.3 bc	17.0 c	15.1 b
6月30日	15	A	13.4 cd	14.4 e	13.3 de
		B	11.9 e	14.7 e	13.0 e
	30	A	13.4 cd	14.7 e	14.3 c
		B	13.5 cd	14.7 e	13.2 de
	45	A	13.0 d	14.5 e	13.7 d
		B	15.4 a	14.4 e	13.8 cd
	60	A	13.3 cd	14.9 e	14.6 bc
		B	13.6 cd	15.8 d	14.5 c

同一アルファベット間には5%水準におけるフィッシャーのLSD法による有意差はない

表 2.3-(4) それぞれの処理区における伸長節間数の播種日間での比較。

収穫日 (出穂後日数)	施肥区	播種日	品種					
			FS501		FS902		KCS105	
15	A	6月10日	13.5	ns	18.1	***	16.1	***
		6月30日	13.4		14.4		13.3	
	B	6月10日	14.6	***	17.1	***	15.5	***
		6月30日	11.9		14.7		13.0	
30	A	6月10日	14.4	**	17.7	***	15.1	*
		6月30日	13.4		14.7		14.3	
	B	6月10日	14.0	ns	17.8	***	15.2	***
		6月30日	13.5		14.7		13.2	
45	A	6月10日	13.9	**	18.8	***	16.2	***
		6月30日	13.0		14.5		13.7	
	B	6月10日	14.6	*	18.3	***	14.5	*
		6月30日	15.4		14.4		13.8	
60	A	6月10日	14.0	*	19.2	***	16.1	***
		6月30日	13.3		14.9		14.6	
	B	6月10日	14.3	*	17.0	**	15.1	*
		6月30日	13.6		15.8		14.5	

*, **, ***: それぞれ 5%, 1% および 0.1% 水準で t 検定による有意が認められることを示す。 ns: 有意差なし。

(2) 植物での安定した遺伝子発現に関する研究

T. kodakaraensis 由来 α -アミラーゼ遺伝子 (apkA) は461 アミノ酸をコードしており、その酵素最適活性温度は90°Cであることが報告されている。この遺伝子をPCR 法により *T. kodakaraensis* ゲノムDNA より単離し、植物バイナリーベクター pIG400 を構築した。これをイネ日本晴に導入した。形質転換体の各組織における試験は α -アミラーゼ活性について行った。形質転換系統由来の粗抽出溶液によって90°Cにおけるデンプン分解が確認された一方、非形質転換体では検出されなかった。この結果は、*T. kodakaraensis* 由来 α -アミラーゼが、形質転換イネにおいて発現し、かつ耐熱性を有していることを示している。また、後代における解析により、世代を経ても外来遺伝子が植物体内で発現していることが示唆された。更に、*T. kodakaraensis* 由来 α -グルコシダーゼ遺伝子 (gluA) についても α -アミラーゼと同様に研究を進めた。その結果は、*T. kodakaraensis* 由来 α -グルコシダーゼが、形質転換イネカルスにおいて発現し、かつ耐熱性を有していることを示している。また、より高効率で糖質代謝を行う形質転換イネの作出を目指し、上記2 遺伝子を形質転換イネにおいて同時に発現させることを試みている。

本研究は、植物で *T. kodakaraensis* 由来耐熱性酵素を発現させた初めての報告であり、地球温暖化対策に向けたバイオマス研究に知見を与えるものと考えられる。しかし *T. kodakaraensis* における発現量と比較すると、

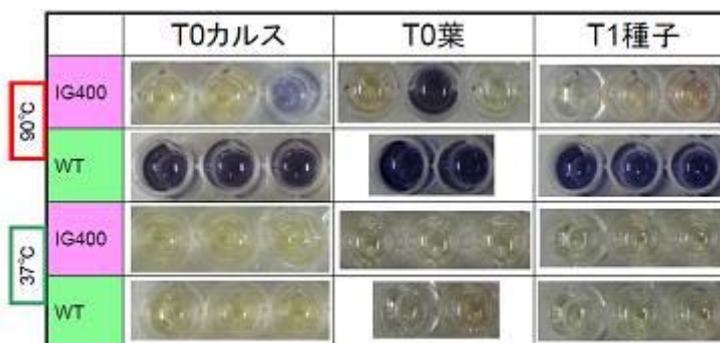


図 2.3-(4) イネ各生長段階の粗抽出タンパク質による ApkA 酵素活性。WT:非形質転換系統, IG400:形質転換系統。

形質転換イネが有する酵素活性は明らかに低い。今後、その改善が必要と考える。

(3) 減農薬栽培システムに関する研究

イネのフラボノイド系フィトアレキシンのサクラネチンがイネいもち病菌によって抗菌活性の低いゲンクワニンに代謝されることを既に報告している。本研究ではジテルペン系フィトアレキシンであるモミラクトン A のイネいもち病菌による代謝分解について検討した。

ポテトデキストロース寒天培地上で培養したいもち病菌を、ポテトデキストロース液体培地に植菌して培養した後モミラクトン A を終濃度 0.2 mM で添加し 0 ~ 24 時間振とう培養した。培養後、培養液に終濃度 70% になるようにメタノールを添加して、加熱抽出を行った。減圧濃縮後、酢酸エチルで抽出し、GC-MS によって分析を行った。

GC-MS 分析の結果、分子イオン m/z 286 と推定される物質がモミラクトン A を添加してから 8 時間後に顕著に蓄積していることが明らかとなった。この物質は、添加後 24 時間および 0 時間では検出されず、モミラクトン A を添加しなかった対照区においても検出されなかった。現在、この物質がモミラクトン A の代謝産物であるかどうかを、その化学構造と共に検討している。

イネいもち病菌はイネの持つ防御機構を回避することによってその感染を成立させていると考えられており、その回避メカニズムの一つとして、イネが生産する抗菌活性物質であるフィトアレキシンを解毒する機構の存在が示唆された。これらの成果は病原菌の持つフィトアレキシン解毒機構を抑制する栽培手法などの新たな減農薬栽培システムの開発につながる基礎的知見となるものである。

(4) 地球温暖化に適応できる作物生産に向けた共生菌類 (DSE) の選抜および利用に関する研究

菌類エンドファイトとは生きている植物体の組織や細胞内で生活する菌類の総称である。この中で、特に根部を主なすみかとする根部エンドファイト (dark-septate endophytic fungus: DSE) のグループは、宿主に定着することによって窒素やリン酸などの吸収促進や、*Fusarium* 属菌や *Verticillium* 属菌などによる萎凋病に対する耐病性を付与することが報告されている。本研究グループは昨年度、バイオ燃料作物であるスィートソルガム (*Sorghum bicolor*) に定着し生育促進効果を示す DSE の選抜に成功した。スィートソルガムは、低温条件で生育が遅延し (特に初期成育時)、収穫時のバイオマス量の減少を引き起こすため問題となっている。そこで本研究では、DSE を処理することでこの問題を解決すること、特に、貧栄養条件や低温条件での同菌による生育促進効果の検討を目的とし、さらに選抜された菌株の重金属 (Cd) 条件での利用法も検討した。

最適な栄養条件を検討するため、異なる 3 種窒素源それぞれ (硝酸態窒素、バリン、およびアミノ酸態窒素を含む有機の液肥) を添加した寒天培地を作成し、DSE を培養した後、

同コロニー上に表面殺菌したスイートソルガム種子を播種し、実験室内（23℃）および低温条件（13℃）において3週間無菌的に同処理植物の栽培を行った。栽培後、地上部の乾燥重量を求め、葉緑素を測定し対照区と比較した。

その結果、低温条件においても、処理区において生育促進が確認された。また、低温条件では、対照区のスイートソルガム地上部は小型であるばかりでなく黄化症状も認められたが、DSE 処理区では、緑色を維持しており、DSE 処理の有効性が示唆された（図 2.3-(5), (6)）。

Cd 耐性試験では、供試した菌株中、J1HE1 (*H. chaetospir*) と BCaPC1 (*P. fortini*) の2菌株にスイートソルガム及びナタネの生育促進効果が認められた（図 2.3-(7)）。両菌株は、寒冷なカナダを分離地としており、前年度選抜された温暖な屋久島森林起源の菌株 (*V. simplex*) と今回選抜した菌株を使い分けることで幅広い地域での作物栽培に対応可能である。BCaPC1 の Cd 耐性を確認し、さらに同菌株を接種したナタネは Cd 濃度 20 ppm の条件下でも 34.8% の生育促進効果が認められた。これは前年度選抜された菌株による生育促進効果よりも良好であった。また、スイートソルガムでは 10 ppm で効果の抑制がみられたものの、20 ppm では 12.4% の生育促進効果が認められ、前年度選抜菌でも同様の傾向を示した。

以上より、温暖-寒冷な地域における根部エンドファイトと燃料作物を利用した Cd の汚染土壌浄化の可能性が示唆された。

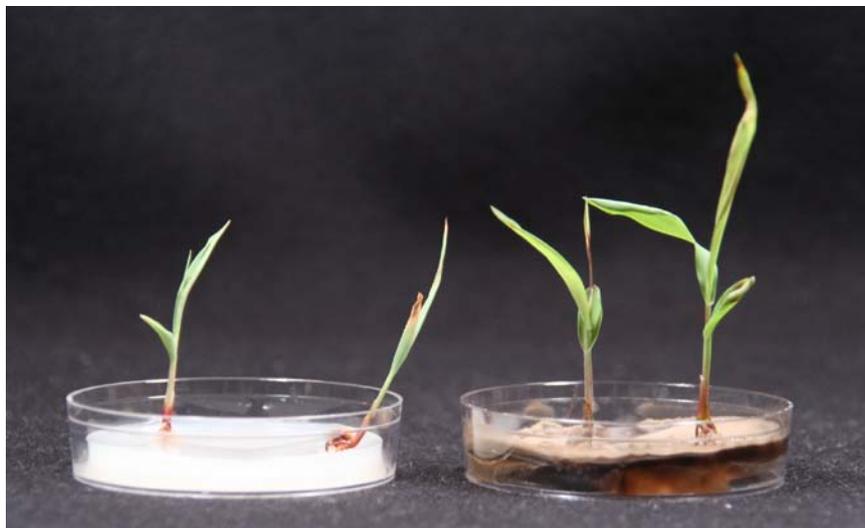


図 2.3-(5) DSE 処理によるスイートソルガムの生育促進効果。

左：対照区、右：DSE 接種区。

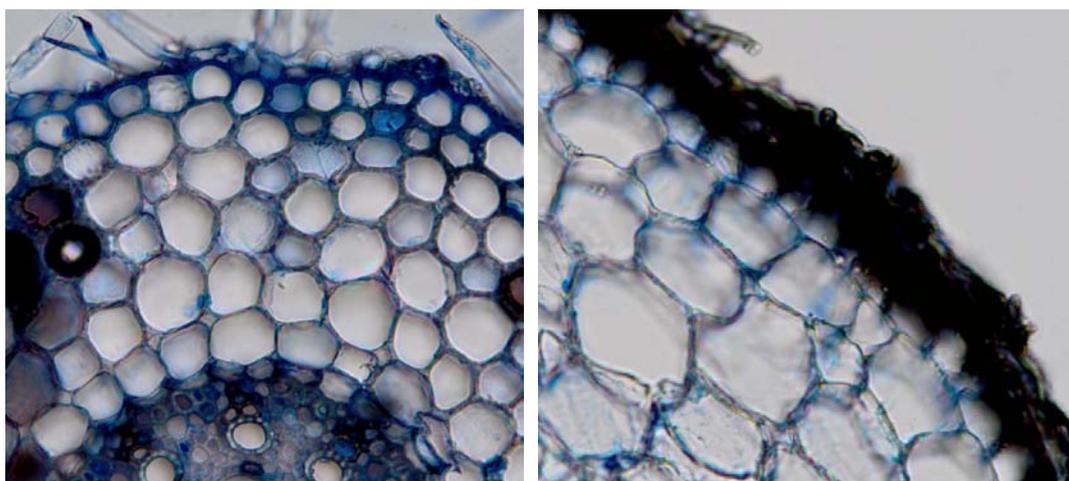


図 2.3-(6) DSE のスイートソルガム根部への定着様式。

左：対照区、右：DSE 接種区：主に表皮組織に定着している（黒色部）。

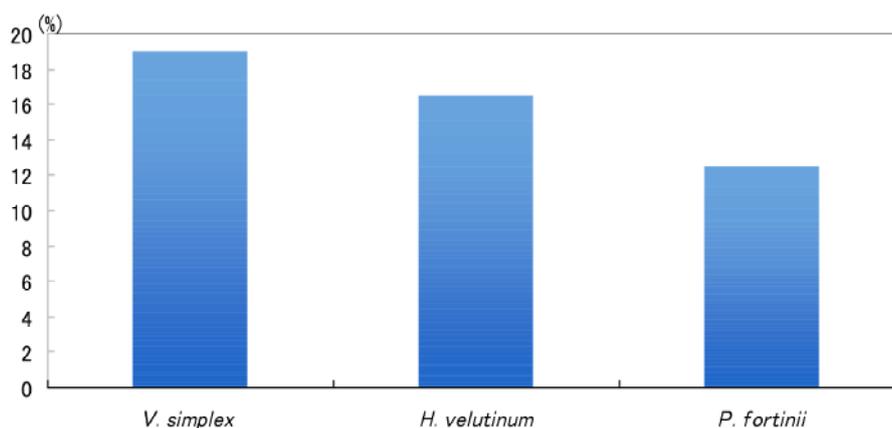


図 2.3-(7) Cd 添加培地における各処理区の対照区に対するスイートソルガムの地上部乾燥重量増加量。対照区を 0% として表示している。

(5) バイオ燃料に関する一般公開ワークショップ・国際シンポジウムおよびバイオ燃料 (E10・E3) の実証走行の成果 (「土壌・水系物質循環保全の研究」研究チームと合同開催)

1) バイオ燃料に関する一般公開ワークショップの成果

2009 年 4 月 24 日に、茨城大学インフォメーションセンターにおいて、一般公開ワークショップ「首都圏近郊におけるバイオ燃料社会の構築と地域農業イノベーションを目指してー茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト (IBOS) の展開ー」を開催した。主催は茨城大学、参加機関は茨城県、茨城県工業技術センター、日立市、阿見町であった。茨城県内・外からおよそ 100 名が参加した。茨城大学におけるバイオ燃料研究への取組みを紹介したあと、

持続的なバイオ燃料社会構築に際しての問題点や地方自治体・企業等の役割などについて議論した。その成果は、茨城大学と地域社会が連携して取り組まれるバイオ燃料社会研究に寄与することが期待される。

2) バイオ燃料に関する国際シンポジウムの成果

2009年12月11日に、茨城県立図書館において、バイオ燃料国際シンポジウム「農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築 International Symposium on Agricultural Innovation toward Bio-fuel Based Society」を開催した。主催は茨城大学、共催は茨城県立図書館、後援は茨城県、日立市、阿見町であった。茨城県内・外およびインドネシア国（大学院 GP 関係）から、計 235 名が参加した。ドイツ国の国際再生可能エネルギー研究機関長のバッサム教授、北海道大学の大崎教授、辻准教授、バングラデシュ農科大学のイスラム講師、筑波大学の野村講師の講演のあと、本学から「茨城の地域と連携したバイオ燃料生産の取組み」を新田が紹介した。総合討論「環境と調和したバイオ燃料社会の構築をめざして」では、インドネシア国 3 大学から計 4 名が加わり、研究ならびに地域課題についての情報が提供され議論を深めた。これにより、茨城大学およびわが国におけるバイオ燃料研究を広く世界に発信することができた。また、茨城大学および地域社会と連携したバイオ燃料社会構築の研究が、世界のケーススタディのなかでの位置づけが明確になり、議論の成果がプロジェクト推進に寄与することが期待される。

3) バイオ燃料（E10・E3）の実証走行の成果

2010年3月26日に、茨城大学水戸キャンパスにおいて、茨城大学が開発した材料と手法を用いて、公用車実証走行を行った。主催は茨城大学、茨城県、共催は日立市、かすみがうら市、阿見町であり、それぞれの公用車を実証走行させた。約 100 名と多くの報道関係者が出席し、記者会見も開催した。本実証走行は、1) E10 での自動車走行例は国内の大学初であること、2) スイートソルガムを本格的に使った世界初の走行であること、3) 環境問題・社会問題となっている耕作放棄地の有効利用を実証したこと、4) 地域の自治体と密接に連携した成果であること、5) 栽培適応域が広いスイートソルガムを使って、バイオ燃料の「地産地消」が実現したこと、などで、新しいエネルギー創出システムであることを広くアピールすることができた。「茨城の地域と連携したエネルギーの地産地消」を実証し、バイオ燃料社会構築のプロジェクトの一成果をとりまとめることができたとともに、今後の研究の足がかりを得ることができた。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

松田智明・新田洋司・後藤雄佐・平沢正・山本由徳・吉田智彦 編(2009)『作物学用語事典』農文協、東京。

新田洋司(2009) 松田智明・新田洋司・後藤雄佐・平沢正・山本由徳・吉田智彦 編『作

物学用語事典』, 1-406, 農文協, 東京.

松田智明・新田洋司・後藤雄佐・高野泰・平沢正・山本由徳・吉田智彦(2009)『新編作物学用語集(訂正版)』, 1-334, 養賢堂, 東京.

Nitta, Y. (2009) Sweet sorghum potential in Japan. In *El Bassam ed., Handbook of Bioenergy Crops -A complete reference to species, development and applications-*. earthscan, London/ Washington, DC., 330-333.

2) 論文(査読付)

Yamamoto, Y., Rembon, F. Omori, K., Yoshida, T., Nitta, Y., Pasolon, Y. and Miyazaki, A.(2010) Growth characters and starch production of three varieties of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in southeast Sulawesi, Indonesia. *Tropical Agriculture and Development* 54:1-8.

Nitta, Y. (2010) Japanese rice producers' shift from high yield to high palatability and quality -Characteristics of highly palatable rice-. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture* 5: 96-100.

3) その他の論文

Nitta, Y. (2010) Japanese rice producers' shift from high yield to high palatability and quality -Characteristics of highly palatable rice-. In *Proceedings of 2009 International symposium on Agricultural Education for Sustainable Development: Food Safety and Food Security in Agricultural ESD*. November 9-12, 2009 at University of Tsukuba.

Nitta, Y. (2009) Japan rice producers' shift from high yield to high palatability and high quality -characters of highly palatable rice-. In *Proceedings of 2nd National Symposium*. September 10, 2009 at The Faculty of Agriculture, The University of Ruhuna, Sri Lanka.

Kamiyama, A., Nitta, Y., Homma, T., Umehara, R., Kobayasi, R., Matsuda, T., Nakamura, S., Goto, Y., Inoue, E., Narisawa, K., Kurusu, Y., Ohta, H., Chohnan, S., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Kato, T., Kobayashi, H., Komatsuzaki, M., Sato, T. and Yoshida, K. (2009) Annual Differences of Sugar Production in Effect of Weather Condition on Sugar Yield in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Stem. *Tohoku Journal of Crop Science* 52: 41-42.

Kamiyama, A., Nitta, Y., Homma, T., Umehara, R., Kobayasi, R., Matsuda, T., Nakamura, S., Goto, Y., Inoue, E., Narisawa, K., Kurusu, Y., Ohta, H., Chohnan, S., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Kato, T., Kobayashi, H., Komatsuzaki, M., Sato, T. and Yoshida, K. (2009) Annual Differences of Sugar Production in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Stem. *Tohoku Journal of Crop Science* 52: 39-40.

Diene, O. and Narisawa, K. (2009) The use of symbiotic fungal associations with crops in sustainable agriculture. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture* 4: 50-56.

4) 口頭発表

- 新田洋司(2009) 基調講演「茨城大学におけるバイオ燃料への取組み」. 一般公開ワークショップ「首都圏近郊におけるバイオ燃料社会の構築と地域農業イノベーションを目指してー茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト (IBOS) の展開ー」. 2009年4月24日. 茨城大学インフォメーションセンター (茨城県三の丸庁舎. 水戸市).
- Nitta, Y. 2009. Keynote lecture「Bio-fuel Production Cooperation with Local Area in Ibaraki」. International Symposium on Agricultural Innovation toward Bio-fuel Based Society (農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築) . December 11, 2009. Ibaraki Prefectural Library.
- Homma, T., Kamiyama, A., Nitta, Y., Asagi, N., Matsuda, T., Inoue, E., Narisawa, K., Kurusu, Y., Sato, T., Watanabe, K., Oikawa, S., Yoshikawa, T., Kobayashi, R., Umehara, R., Nakamura S. and Goto, Y. (2010) The damage by the Typhoon No. 18 on above ground biomass and stem sugar yield of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in 2009. Japanese Journal of Crop Science 79 (Extra 1): 266-267.
- 中村聡・齋藤満保・佐藤敦・多賀谷友美・青木香奈子・新田洋司・後藤雄佐(2010) 極強耐倒伏性ソルガム品種「風立」の節間形質に及ぼす播種時期の影響. 日本作物学会紀事79 (別1) : 228-229.
- 中村聡・齋藤満保・佐藤敦・多賀谷友美・青木香奈子・新田洋司・後藤雄佐(2010) 極強耐倒伏性ソルガム品種「風立」の生育に及ぼす播種時期の影響. 日本作物学会紀事79 (別1) : 226-227.
- 後藤雄佐・中村聡・中村貞二・新田洋司・渡邊学(2010) サゴヤシにおける茎の匍匐生長とサッカーコントロール. 日本作物学会紀事79 (別1) : 220-221.
- 新田洋司・吉田彩子・堤隆一・浅木直美・松田智明(2010) 包装米飯の微細骨格構造. 日本作物学会紀事79 (別1) : 198-199.
- 田村祐一・新田洋司・浅木直美・長谷川拓也・包智泉・松田智明(2010) 水稻におけるシンク・ソースの大きさの変化が穂上位置を異にする穎果の最終玄米重および籾殻重におよぼす影響. 日本作物学会紀事79 (別1) : 114-115.
- 中村聡・新田洋司・渡邊学・中村貞二・後藤雄佐(2009) サゴヤシにおけるサッカー移植後の茎の生長と体積推定. 日本作物学会紀事78 (別2) : 250-251.
- 田村祐一・新田洋司・長谷川拓也・包智泉・松田智明(2009) 水稻におけるシンク・ソースの大きさの変化が穂上位置を異にする穎花の開花の早・遅におよぼす影響. 日本作物学会紀事78 (別2) : 94-95.
- 小越美和・新田洋司・松田智明(2009) 出穂前の葉身切除処理が糯米の胚乳構造に及ぼす影響. 日本作物学会紀事78 (別2) : 66-67.
- 新田洋司・齋藤敦実・浅野目謙之・森谷真紀子・松田智明(2009) 移植日の違いおよび高温登熟条件が水稻良食味品種つや姫 (山形97号) の炊飯米微細骨格構造にお

- よぼす影響. 日本作物学会紀事78, 別2: 58-59.
- Kamiyama, A., Nitta, Y., Homma, T., Umehara, R., Kobayasi, R., Matsuda, T., Nakamura, S., Goto, Y., Inoue, E., Narisawa, K., Kurusu, Y., Ohta, H., Chohnan, S., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Kato, T., Kobayashi, H., Komatsuzaki, M., Sato T. and Yoshida, K. (2009) Effect of sowing date and fertilizer application on sugar concentration of elongated internodes in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Japanese Journal of Crop Science 78(Extra 2): 44-45.
- Homma, T. Kamiyama, A., Nitta, Y. Umehara, R., Kobayasi, R., Matsuda, T., Nakamura, S., Goto, Y., Inoue, E., Narisawa, K., Kurusu, Y., Ohta, H., Chohnan, S., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Kato, T., Kobayashi, H., Komatsuzaki, M., Sato T. and Yoshida, K. (2009) Effect of sowing date and fertilizer application on the elongated internodes number and stem sugar content in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Japanese Journal of Crop Science 78(Extra 2): 42-43.
- 渡邊学・新田洋司・中村貞二・中村聡・後藤雄佐(2009) サゴヤシとバナナの混植栽培の事例とサゴヤシの葉の展開による周囲の光環境の変化, 第18回サゴヤシ学会講演要旨集, 51-54.
- 中村聡・新田洋司・渡邊学・後藤雄佐(2009) 幹立ち前サゴヤシの茎の形成, 第18回サゴヤシ学会講演要旨集, 43-46.
- Nitta, Y., Arai, Y., Warashina, S., Goto, Y., Nakamura, S., Nakamura, T., Watanabe, M. and Matsuda, T. (2009) Anatomical analysis on starch accumulation in sago palm sucker. The 18th Conference of The Society of Sago Palm Studies: 41-42.
- 後藤雄佐・渡邊学・新田洋司・中村聡・中村貞二(2009) ヤシ科植物による糖・デンプン生産—サトウヤシ(*Arenga pinnata*)からのGula ArenとSagu—, 第18回サゴヤシ学会講演要旨集, 29-32.
- 清水僚子・安西弘行(2008) 超好熱性古細菌*Thermococcus kodakaraensis* 由来耐熱性酵素遺伝子のイネにおける高度利用. 第31回日本分子生物学会年会要旨集: 329
- 清水僚子・安西弘行(2009) 超好熱性古細菌*Thermococcus kodakaraensis* 由来耐熱性酵素遺伝子のイネにおける高度利用. 育種学研究11 (別2) : 223
- Shimizu, T. and Anzai, H. (2009) Transgenic rice expressing thermostable enzymes from *Thermococcus kodakaraensis*. 8th Plant Genomics European Meeting: 191
- 今井卓也・大橋祐子・光原一朗・瀬尾茂美・戸嶋浩明・長谷川守文(2010) イネフィトアレキシン モミラクトンAのイネいもち病菌による代謝. 日本農芸化学会2010年度大会講演要旨集.
- 成澤才彦(2009) 共生菌を利用したサスティナブルな燃料作物栽培への試み. 日本作物学会関東支部第98回講演会.
- 成澤才彦(2009) エンドファイトを利用したアスパラガス土壌病害耐性付与の試み.

平成21年度 野菜茶業課題別研究会「アスパラガス連作障害発生要因解明の現状と対策技術の開発方向」.

米倉茜、成澤才彦(2009) 根部エンドファイト*Phialocephara fortinii*を利用したスイートソルガムの最適な栽培条件の検討. 日本微生物生態学会第25回大会.

河合由貴・高橋拓也・成澤才彦(2009) 根部エンドファイト*Veronaeopsis simplex*を利用した燃料作物によるCd汚染土壌浄化の試み. 日本微生物生態学会第25回大会.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

一般公開ワークショップ「首都圏近郊におけるバイオ燃料社会の構築と地域農業イノベーションを目指してー茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト (IBOS) の展開ー」を開催。2009年4月24日。茨城大学インフォメーションセンター (茨城県三の丸庁舎。水戸市)。主催：茨城大学。参加機関：茨城県、茨城県工業技術センター、日立市、阿見町。

バイオ燃料国際シンポジウム「農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築 International Symposium on Agricultural Innovation toward Bio-fuel Based Society」を開催。2009年12月11日。茨城県立図書館。主催：茨城大学。共催：茨城県立図書館。後援：茨城県、日立市、阿見町。

(3) マスコミ等への公表・報道等

茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーション」プロジェクトの紹介. 朝日新聞茨城版 2009年4月3日付

松田智明・中島紀一・久留主泰朗・新田洋司(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーション」プロジェクトについて茨城県庁で記者発表. 2009年4月20日

茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーションプロジェクト」の紹介. NHK 総合テレビ 茨城県域放送「昼のニュース」2009年4月21日

茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーション」プロジェクトの紹介. 日本経済新聞茨城版 2009年4月21日付, 毎日新聞茨城版 2009年4月22日付, 産経新聞茨城版 2009年4月22日付, 茨城新聞 2009年4月23日付, 東京新聞茨城版 2009年4月24日付

茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト」一般公開ワークショップ (2009年4月24日) の紹介. 茨城新聞 2009年4月25日付

茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーション」プロジェクトの紹介. 読売新聞茨城版 2009年4月27日付, 常陽新聞 2009年5月3日付

新田洋司(2009) 東芝社オンラインマガジン「ゑれきてる」で「おいしいコメの条件とは」が掲載される. 2009年5月版

- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009)「バイオ燃料・地域農業イノベーションプロジェクト」が紹介される. NHK 総合テレビ「おはよう日本 首都圏」2009年5月11日
- 新田洋司(2009) 日経 BP 社「日経おとなの OFF 2009年7月号」で「買っていい品いけない品一目瞭然図鑑」の紹介記事が掲載. 2009年6月
- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009) スイートソルガムの播種風景が放送される. NHK 総合テレビ茨城県域放送「ニュースワイド茨城」2009年7月1日
- 新田洋司(2009) 茨城放送「土曜の午後ワイド 恭ノ介のココで語れば」で, 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト (IBOS) および茨城大学地球変動適応科学研究機関 (ICAS) の紹介. 2009年11月14日
- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009) バイオ燃料国際シンポジウム (2009年12月11日開催) の案内. NHK 総合テレビ 茨城県域放送「とれたてワイドいばらき」2009年12月3日
- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2009) 「耕作放棄地からバイオ燃料」記事および国際シンポジウム案内記事が掲載. 産経新聞茨城版 2009年12月4日
- 新田洋司(2009) 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクトおよびバイオ燃料国際シンポジウム (2009年12月11日開催) の案内. 茨城放送「夕刊ほっと」2009年12月9日
- 新田洋司(2009) 「インタビューいばらき人」に出演. NHK 総合テレビ 茨城県域放送「ニュースワイド茨城」2009年12月22日
- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2010)「バイオ燃料 (E10・E3) の走行実証 (3月26日)」の記事が紹介される. 読売新聞茨城版 2010年3月25日, 水戸経済新聞 2010年3月26日, Yahoo ニュース 2010年3月26日, 読売新聞茨城版 2010年3月27日, 日本経済新聞茨城版 2010年3月27日, 茨城新聞 2010年3月27日。
- 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト(IBOS)(2010)「バイオ燃料 (E10・E3) の走行実証 (3月26日)」が放映される. NHK 総合テレビ茨城県域放送ニュース 2010年3月26日, 茨城放送「夕刊ほっと」2010年3月26日

2.4. 土壌・水系物質循環保全の研究

太田寛行、小松崎将一、加藤 亮、佐藤嘉則
 趙鉄軍（連合農学研究科）、東 達哉（地域環境科学専攻）
 西澤智康（農学部）、昭日格図（連携研究員）、梅津昌史（資源生物科学科）
 鶴田和人（資源生物科学科）、赤池 恵（資源生物科学科）

[1] 課題の目的

温室効果ガス発生を抑制する物質循環のあり方とそれに基づいた気候変動適応型の農地土壌・水系保全システムを開発する。

[2] 研究の概要

（1）カバークロープを活用した土壌保全システム

土壌養分の最適なマネージメントとしてカバークロープの利用に注目し、農耕地由来の温室効果ガスの発生抑制と耕地内の作物-土壌間の最適な窒素管理を両立させる農法の開発を研究する。

（2）亜酸化窒素を制御する土壌管理技術

畑地土壌の糸状菌活性由来亜酸化窒素発生を定量的に分析して、様々な土壌条件における亜酸化窒素発生を測定し、そのなかでの土壌糸状菌の寄与率を評価する。また、畑地土壌からの糸状菌分離株コレクションを体系的に作製し、亜酸化窒素生成活性と関係づけたデータベースを構築する。

（3）水系における農地からの窒素負荷流出に関する研究

1）水田地帯における栄養塩流出特性についてのモニタリングと予測モデルの開発

温暖化により、将来的な農業用水の需要／供給量に変化することが想定されている。特に日本の水田地帯では、伝統的な重力灌漑と近代になって発達したポンプ灌漑とが混合して存在しており、それぞれにおいて用排水量や、水田での栄養塩の流入量、流出量が異なる。近年では、主に作業効率の向上と水資源の制約のため、重力灌漑からポンプ灌漑へと切り替わってきたが、水田地帯からの環境負荷の流出特性は明らかではない。そこで水田群として、両灌漑方式の流出特性について測定し、ポンプ灌漑、重力灌漑における流出特性を明らかにし、水田地帯が環境に与える水環境データベースを構築する。また、このデータベースから水田地帯の水質予測モデルの構築を行う。

2）メタン発酵消化液の液肥利用についての検討

循環型社会の中で、農村地域における物質循環は大きな鍵であると言われている。その中で、農業地域から出る生ごみ等の有機性廃棄物をバイオマスとして利活用する技術が開発されている。農業関連では、バイオマスの堆肥化技術と、メタン発酵技術が大きな注目を浴びている。メタン発酵技術は、バイオマスから取り出したメタンガスをエネルギーに転換するため応用範囲が広いが、発酵の際に生じる消化液と呼ばれる残渣物が問題となる。

この消化液を処理する方法として、液肥として圃場に散布する方法が考えられている。ただし、肥料の地下水への溶脱や周辺への環境問題についてはまだ不明であるため、その肥料としての効果と環境への影響について評価が必要である。本研究では、消化液の効果と消化液の肥料設計について、各種野菜類の標準施肥量と全窒素濃度で換算する方法を提案する。

(4) バイオ燃料に関する一般公開ワークショップ・国際シンポジウムおよびバイオ燃料 (E10・E3) の実証走行の開催 (「適応型栽培技術の開発」研究チームと合同開催)

「2.3 適応型栽培技術の開発」の項に記載。

[3] 研究成果

(1) カバークロップを活用した土壌保全システム

①カバークロップと耕うんが土壌炭素貯留量に及ぼす影響

農業生産において、土壌へ有機物を供給することは重要である。土壌有機物は微生物の食料となるだけでなく、有機物は分解されると植物への栄養素となる。土壌中の有機物が増加することでその土地の生産性が向上すると言われている。また、地球温暖化の一因とされる二酸化炭素の吸収源として、農地を利用することがわが国でも検討されている。世界の土壌中には大気中の約 2 倍 ($1500\text{Pg}:1\text{Pg}=10^{15}\text{g}$) の炭素が存在していると予測されており (IPCC, 2001)、大気中の二酸化炭素濃度に影響力を持っていると考えられるが、わが国では農地の二酸化炭素吸収源としての実測データが少ないことから、実際に認証されるに至ってはいない。この研究では農地の管理方法の違いによる土壌炭素蓄積量の変化を試験した。さらに将来の土壌炭素動態を既存のモデルを用いて予測した。

カバークロップのすき込みにより圃場へ還元される炭素が増加した。特にライムギ区では窒素肥料の投入によって炭素量が増加した。土壌炭素の含有量は、2008 年では 2003 年度に比べて管理方法によって有意差が認められるようになった。特に表層に近いほど顕著であった。土壌炭素含有量はカバークロップ区が裸地区よりも高い値となった。炭素貯留量は不耕起・施肥・ライムギ区で最も高い値 ($89\sim 90\text{Mgha}^{-1}$) となった。一方で耕起区では施肥・ヘアリーベッチが最も高い値 ($65\sim 68\text{Mgha}^{-1}$) を示した。これに対してダイズの収量は裸地区が他の区よりも高い値となった。これは早植えによってダイズの植物体の成長が激しく、種子の成長が妨げられたためであると思われる。

モデルによる予測値と圃場試験の実測値との関係から一定の近似関係 ($R^2=0.8454$) があつた。モデルからライムギ区は今後土壌炭素量が増加 ($4\sim 5\text{Mgha}^{-1}$) し、裸地区では土壌炭素量が減少する ($-5\sim 7\text{Mgha}^{-1}$) という予測がされた (図 2.4-(1))。ヘアリーベッチ区では土壌炭素の変化はやや変化する ($-1\sim +2\text{Mgha}^{-1}$) こととなった。作付けを継続することで、農地の管理方法間に有意な差が生まれた。モデルからカバークロップの利用によって土壌炭素が増加すると予測された。農地の管理方法によって土壌炭素は変化した。

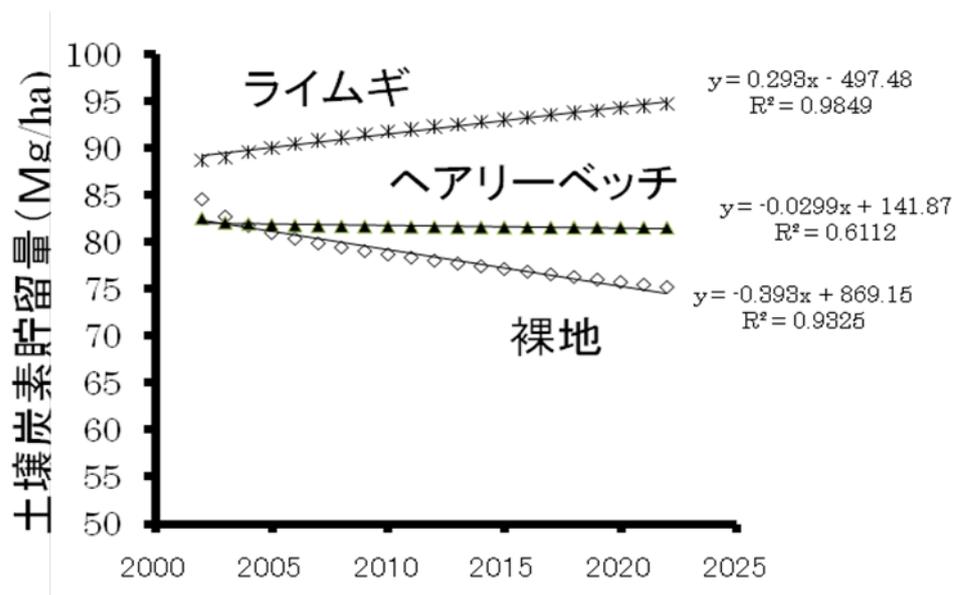


図 2.4-(1) RothC による土壤炭素貯留量の予測結果

②自然草生利用・不耕起による有機栽培体系に関する研究 —関東地域での栽培事例と土壤養分動態—

耕さず、雑草をカバークロープとして利用し、ごく少量の有機質資料の投入で作物栽培を行う「自然農法」は、農業生産におけるエネルギー投入が極めて少なく、かつ土壤の肥沃度が極めて高くなることが報告されている。しかしながら、自然農法が成立する技術的な側面についての検証は十分に行われていない。本研究では、自然農法圃場を対象として、そこでの物質循環とミミズを中心とする土壤生物相がどのような生態系サービスに貢献しているのかを明らかにした。

茨城県阿見町で実施されている自然草利用・不耕起栽培（継続して 11 年）での畑作野菜生産圃場（5 圃場）を対象として、土壤炭素および窒素の層別分布、雑草の草生量、発生雑草種、作付体系、および作物収量について調査した。

茨城県阿見町で自然農法を実践する浅野氏は、耕作放棄された土地などを借用して、畑約 500a（26 筆、一部自己所有）、竹林 10a および水田 10a にて経営を実践している。自然農法を開始したのは 1998 年であり、調査圃場は自然農法に転換して 11 年目である。同氏は野菜類を中心に、65 品目を引き売り、直売所および宅配便にて販売している。経営は、ご夫妻と長男の 3 人で行っている。栽培管理は、自然の草の変化に任せ、米ぬかなどをまいて作物生育の促進をはかるが、不耕起・草生で管理し、生産費はかけていなかった。

自然農法圃場での主な発生雑草は、メヒシバ、アキノエノコログサ、ギシギシ、カタバミ、イヌタデ、シロザ、エノコログサ、スギナ、カラスノエンドウ、コハコベ、ホトケノザ、ツユクサ、オオアレチノギク、ヒメジオン、ハルジオン、セイヨウタンポポ、カラス

ウリ、ヒメムカシヨモギであった。メヒシバやウシハコベなど優先種には 1 年生のものが多く認められた。6 月では草を刈り倒したため、雑草バイオマスが低くなった。

土壌炭素、無機態窒素ともに 0-2.5cm の層でそれぞれ最も高い値を示し、下層になるにつれ値が低くなった。これは圃場には根の浅い 1 年生の雑草が多くみられ、土壌有機物が土壌表面に集積されるためだと考えられる。

土壌全炭素と土壌全窒素の間には高い相関がみられた。また土壌全炭素と土壌無機態窒素の間にも有意な相関がみられ、土壌炭素が増加すると土壌無機態窒素が増加することが認められた。土壌全炭素と CN 比では、土壌炭素が増加すると CN 比は減少するという傾向がみられた。

自然農法畑地では雑草の根量も多く土壌生物による炭素隔離と雑草草生による植物バイオマスの供給により炭素蓄積が図られていると推察される。また、土壌の全窒素についても自然農法畑地で高い値を示していることから、有機物蓄積に伴う土壌肥沃度の向上が認められた。自然農法畑地における土壌肥沃度の向上には、雑草植生が圃場面に通年にわたり維持される事でミミズなどの土壌生物がニッチを確保し、土壌中での物質循環に貢献しているものと推察された。



図 2.4-(2) 自然農法畑での野菜生産。



図 2.4-(3) 自然農法畑での生産物。

③ダイズ不耕起栽培におけるカバークロップ利用とミミズ導入の効果

畑作における不耕起栽培は、省エネルギーや省力化のみならず土壌・環境保全に寄与することが期待されている。とくに、不耕起栽培は土壌のかく乱を防ぐために、耕起圃場に比べて農耕地の生物多様性保全に寄与する可能性が高い。著者らは不耕起栽培にカバークロップを導入することで土壌動物のバイオマスが耕起圃場に比べて 11 倍増加することを認め、とくに土壌動物の中でミミズが耕地内における窒素循環に極めて重要な役割を担っていることを報告している (Komatsuzaki 2008)。本研究では、農耕地にミミズを積極的に導入し、ミミズのもつ土壌保全や物質循環機能に及ぼす効果を、不耕起栽培でのカバークロ

ップ利用の有無とあわせて検討した。

茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター（FSC）内のカバークロープと耕うん方法を組合わせた長期試験圃場において、不耕起および無施肥区を対象として実施した。処理区はカバークロープの種類を3水準（ヘアリーベッチ、ライムギおよび裸地）およびミミズ導入の有無（ミミズ区・ミミズ無しの導入対象区）の2水準を設定し、4反復で行った。夏作物はダイズ（品種：エンレイ）を栽培した。ミミズは、FSC内の果樹園および自然農法畑で採取し、2009年4月にミミズ導入区に1㎡あたり70匹導入した。導入後、ミミズの生存率、土壌無機態窒素含有量（硝酸態窒素およびアンモニア態窒素）、亜酸化窒素フラックス、二酸化炭素フラックスを計測した。また、ダイズの収量調査を行った。

4月においてミミズ導入によりアンモニア態窒素が増加した。また、硝酸態窒素はカバークロープの違いによる有意差が認められた。9月では硝酸態窒素はミミズ導入により、ヘアリーベッチで増加した。ダイズの収量はカバークロープの違いによる影響が大きく、裸地での収量が最も高かった。また、亜酸化窒素フラックスは8月及び9月にミミズ導入区で高い値を示したが、10月ではミミズ導入区で低下した。二酸化炭素フラックスをみると、ミミズ導入により6月では減少する傾向が認められた。

農耕地にミミズを導入することで土壌中の硝化作用を促した。カバークロープの利用とミミズの導入を組み合わせることで、土壌中の硝化作用を促進したが、ダイズの収量増に対する貢献は少なく、亜酸化窒素の発生を増加させることとなった。

農耕地生態系の耕地内にカバークロープを導入することで、生物資源ソースを創出し、これらの体系にミミズの積極的導入を組み合わせることで、耕地内に還元された有機物の窒素の無機化を促した。しかし、ダイズ作においては収量に対する影響は少なく、逆に亜酸化窒素の発生を増加させた。今後、生物多様性と農業生産性の持続性について、長期的視点での研究が必要である。

④カバークロープを利用した水稻栽培の収量と食味について

水田稲作においてイタリアンライグラスを導入することで、土壌養分の溶脱の回避や有機物供給による化学肥料の投入量削減など多様なメリットがあることが多くの研究で報告されている。しかし一方で、イタリアンライグラスなどのイネ科のカバークロープは水田土壌中での分解が遅く、最高分けつ期以降も窒素を放出するために稲の倒伏を招くことや、食味を低下させることが危惧されている。本研究では、イタリアンライグラスを導入した水田で収量と食味を調査し、環境保全と高品質米の生産性向上の両立の可能性について検討した。

茨城県竜ヶ崎市内のカバークロープの有無と水稻の品種を組み合わせた水田圃場で調査を実施した。処理区はカバークロープ（イタリアンライグラス）導入の有無の2水準、および稲の品種（コシヒカリ、フクヒビキ）の2水準を設定した。カバークロープ導入後、

水稻の草丈、莖数、SPAD 値、収量、食味、および土壌無機態窒素含有量を調査した。

水田裏作で生産できたイタリアンライグラスは、3.0 Mg/ha であった。また、イタリアンライグラスを作付することで、裸地に比べて土壌無機態窒素が減少した。

イタリアンライグラスを作付することで、コシヒカリおよびフクヒビキともに有効分けつを多く確保した。収量は、イタリアンライグラスを作付することで、コシヒカリで 12.7%、フクヒビキで 6.7%の収量増となった。食味は、イタリアンライグラスの作付によって、コシヒカリでは食味値が向上したが、フクヒビキでは低下した。

水田裏作にイタリアンライグラスを作付することで、休閑期間中の土壌窒素を吸収し、有機物を供給できる。また収量を向上させ、食味もコシヒカリにおいて向上させることができた。

⑤カバークロップの生育量予測システムと不耕起播種技術の開発

カバークロップは農耕地の環境保全や土壌保全技術として利用が注目されている。カバークロップの利用は、土壌有機物を供給し、農業生産の持続性と関わりのある耕地内の土壌条件を改善する可能性がある。とくに、カバークロップを利用して、土壌炭素と土壌窒素の循環を改善することができる。この循環機能はカバークロップの生育量と関係が深い。また、不耕起栽培は、土壌保全の観点から、土壌水分保持、土壌浸食防止、土壌有機物含有量の増加、地力の維持など多くの利点があり世界的に主流になりつつある農法である。

本研究では、ハイパースペクトルカメラなどの画像診断技術を利用して、カバークロップの最適なすきこみ時期を簡易に把握するシステム開発を行なう。次に、カバークロップ不耕起栽培条件下で利用可能な不耕起播種技術を開発する。これにより、カバークロップを利用した不耕起栽培により土壌保全を十分に視野においた持続可能な農作業システム技術に関する基礎的な知見をえる。

本研究は茨城大学農学部フィールドサイエンス教育研究センター（洪積台地畑土性：CL、LiC）で実施した。試験区は、耕うん方法 3 水準（プラウ耕、ロータリ耕及び部分耕）、窒素施肥レベル 2 水準（無施肥、施肥）とした。本研究は同試験区のライムギ区の調査を行った。2007 年 10 月にカバークロップ（ライムギ）を播種し、その他の管理作業は、農場慣行とした。2008 年 3 月から、カバークロップの生長量とカバークロップ SPAD 値を調査した。またコドラーを用いて長 125 mm×幅 125 mm のカバークロップをサンプルリンした。太陽光を照明光源として、携帯型ハイパースペクトルカメラ（Spectral Imaging Ltd. B V10 波長範囲 454~1000 nm）を用いて、カバークロップを撮影した。カバークロップの草高は、レーザ距離計を用いて 1 cm 間隔で群落を測定するシステムを開発した。また、収穫したサンプルは 65°C で 48 時間通風乾燥させ、乾物重を計量した。乾燥されたカバークロップサンプルはケルダール自動分析機により全窒素含有量を求めた、土壌作物体総合分析計により Ca、Mg、K、P 含有量を求めた。

また、カバークロップ被覆条件下での不耕起播種技術の検討については以下の試験区で

実施した。2008年10月ロータリ耕後、カバークロープ（裸地、ヘアリーベッチ、ライムギ、ヘアリーベッチ+ライムギの4水準）を播種した。1区画の面積は25 m×4 mとした。

試験にはトラクタ MF133 (25 kw) を用い、不耕起播種機 MJSE18-6 を用いた(図 2.4-(4))。トルク計測には電磁式トルクセンサー (MP-981) をトラクタ PTO 軸に取り付け、アナログ計測変化器 AK-V1 (A/D コンバーター) を用いてパソコンに入力した。PTO の回転数は回転計 (TM-2130) によりを計測し、アナログ計測変化器 AK-A1 (A/D コンバーター) を用いて目的にパソコンに入力した。

カバークロープの残渣の処理方法は残渣除去、フレールモア、草刈機による刈倒しとした。刈り高さは9~16 cm として、フレールモアでの切断長さは18~25 cm とし、刈倒し区では90~140 cm とした。

カバークロープの乾物重は平均草高より群落断面積との相関が高く認められた。3月から5月にかけて窒素含有率は低下する傾向が認められた。カバークロープサンプルの窒素含有量の範囲は0.48~3.29%であった。PLS 回帰の結果、推定モデル作成用サンプル (2008) と検証用サンプル (2009) の窒素、Ca、Mg 吸収量の実測値と予測値から良好な予測ができた。K、P 吸収量の実測値と予測値から予測精度は低下した。

カバークロープの種類および残渣の処理方法が不後起播種機の作業動力に及ぼす影響をみるとライムギに比べてヘアリーベッチやライムギとヘアリーベッチの混播で作業動力が減少した。また、草刈り機による刈り倒しに比べてフレールモアでのカバークロープ残渣の細断により、作業動力は減少した。また、カバークロープをすき込む10日前に刈り取りを行うことで、作業動力を削減することができた。

レーザ距離計と携帯型ハイパースペクトルカメラを利用して、圃場でカバークロープの乾物重や窒素含有量や栄養塩類を予測するシステム開発の可能性が示唆された。

カバークロープの利用条件下で不耕起播種機の作業性を確保するには、イネ科とマメ科のカバークロープを混播し、十分な乾物重を確保しかつフレールモアによる細断と組み合わせることが有効であることが認められた。

これらの結果から、圃場でカバークロープの生育量予測し、圃場での物質循環を最適化する農作業システム開発に貢献できる可能性がある。



図 2.4-(4) カバークロープ利用条件下での汎用型不耕起播種機の作業動力の測定。

(2) 亜酸化窒素を制御する土壌管理技術

温室効果ガスである亜酸化窒素 (N_2O) を代謝産物とする脱窒活性が糸状菌の一部で明らかにされている。この微生物活性の発見によって、畑地土壌などの糸状菌密度が高い生態系において、糸状菌の N_2O 発生を抑制する農業技術の開発が求められている。そこで、畑地土壌の管理方法と N_2O 生成型の土壌糸状菌群集構造との関連性を明らかにし、 N_2O 生成抑制に最適な土壌管理方法の提案を行うことを目的として研究を行った。ここでは本年度の研究成果を含む 4 年間の研究成果について総括する。

これまでの研究において、茨城大学内の畑地土壌（以下、FSC と省略する）を異なる耕起条件と異なる冬季カバークロープの条件で管理して糸状菌密度を変化させた場合、土壌糸状菌バイオマス量と現場土壌での N_2O 発生量は正の相関関係を示すことが明らかとなっている (Zhaorigetu et al. 2008)。また、FSC 試料では、糸状菌のバイオマスの割合が高い傾向にあり、糸状菌阻害剤であるシクロヘキシミド処理した土壌は、細菌阻害剤であるストレプトマイシンとテトラサイクリン処理した土壌より N_2O の生成が抑えられたことから、糸状菌による N_2O 発生が細菌の活性を上回ることが明らかとなった (梅津、2009)。さらに、そこから分離した糸状菌株 (54 株) について N_2O 生成活性を測定した結果、13 種 41 株で N_2O 生成活性が検出されている (鶴田、2009)。

九州沖縄農業センター内堆肥施用土壌（以下、NARC と省略する）の解析では、糸状菌を 46 株分離し、18S-28S ITS 領域における塩基配列解析の結果、*Ascomycota* に属する *Cheilymenia stercorea* に近縁な種が 63% と多く検出された。これは、FSC 試料において *Zygomycota* に属する *Mortierella elongata* に近縁な種が 40% と多く検出された結果と比較すると、両地点から分離された糸状菌の構成は大きく異なることが示された。糸状菌の群集構造の違いは、不耕起、無施肥の栽培体系である FSC と家畜スラリーを年間 600 t/ha 施肥している NARC において、この土壌管理方法の違いが糸状菌の群集構造に影響を与えている可能性が高いと考えられる。分離株の N_2O 生成活性では、44% の分離株が硝酸からの N_2O 生成を示し、亜硝酸からはほぼ全ての分離株が N_2O 生成活性を有していた。この結果から、畑地土壌における N_2O 生成には多種類の糸状菌が関わっていることが明らかとなった。また、糸状菌の種の違いによって活性強度が大きく異なることが明らかとなった。具体的には、*Hypocreales* 目に属する *Metarhizium*、*Myrothecium*、*Clonostachys*、*Trichoderma*、*Fusarium* 属菌に近縁な分離株から高い N_2O 生成活性がみられた。

T-RFLP を用いた土壌糸状菌の群集構造解析では、FSC 試料と NARC 試料との間に糸状菌群集構造の違いが認められた。FSC 試料のなかでも N_2O 生成量の多かった不耕起処理・施肥区・ライ麦区 (NR) では、*Cryptococcus* 属菌が優占種であることが示された。そこで本年度は、畑地土壌から *Cryptococcus* 属菌を分離し、 N_2O 生成活性の解析を行うことを目的として解析を行った結果、*Cryptococcus* 属菌と高い相同性が認められる菌株の分離に成功した。そこで、得られた菌株において N_2O 生成活性を検討したところ、全ての分離株に N_2O 生成活性は認められなかった。

以上を総括すると、本研究の主な成果として次の 3 項目が挙げられる。①供試した畑地土壌において糸状菌バイオマス量と現場土壌での N_2O 発生量は正の相関関係を示し、②糸状菌の群集構造は土壌管理の違いによって大きく変化することが明らかとなった。しかし、*Cryptococcus* 属菌の場合では、優占種ではあっても N_2O 生成活性は認められず、*Metarhizium*、*Myrothecium*、*Clonostachys*、*Trichoderma*、*Fusarium* 属菌に高い活性が認められたことから、③ N_2O 生成活性は種の違いによって大きく異なることが明らかとなった。このことから、 N_2O 生成抑制に最適な土壌管理を行うためには、畑地土壌中の糸状菌バイオマスの総体量を抑えるのではなく、より活性の高い糸状菌が優占しないような管理方法が有効であると考えられる。

引用文献：

Zhaorigetu, M. Komatsuzaki, Y. Sato and H. Ohta (2008) Relationships between Fungal Biomass and Nitrous Oxide Emission in Upland Rice Soils under No Tillage and Cover Cropping Systems, *Microbes and Environ*, 23, 201-208.

梅津昌史(2009)「土壌管理が亜酸化窒素発生に及ぼす影響に関する研究」修士論文。

鶴田和人(2009)「畑地土壌からの亜酸化窒素生成に関わる糸状菌に関する研究」修士論文。

(3) 水系における農地からの窒素負荷流出に関する研究成果

1) 水田地帯における栄養塩流出特性についての研究成果

窒素、リンの流入による湖内の富栄養化は霞ヶ浦等の湖沼の水質に悪影響を与える。これらの汚濁物質は流域内に存在する点源、面源から流入する。工場排水や集落排水など、排水の集約、処理などのコントロールが容易な点源に対し、農地からの溶脱や家畜糞尿といった面源については、汚濁発生源が広範囲かつ負荷流出のメカニズムが極めて複雑であるという特性から、負荷量の定量化が困難であり、対策が遅れている。特に霞ヶ浦流域に広がる低平地水田地帯からの流出特性は、灌漑や河川からの背水などの影響が大きいいため定量化が極めて困難だとされている。

また、近年問題視されている地球温暖化に伴う気候変動は、今後の農業による水・土地利用の仕方を決定付ける大きな要因になると考えられており、特に降雨強度や降水量の変動と水・土地利用の変化は流域の面源負荷に多大な影響を及ぼすと予想される。

以上から、今後の流域管理における面源負荷の削減対策を検討する上で、予測シナリオに基づいたシミュレーションが有効な手段である。本研究では、対象流域で収集したモニタリングデータを利用し、Soil and Water Assessment Tool (SWAT モデル: 図 2.4-(5)) を霞ヶ浦流域低平地水田地帯に適用することを試みた。対象流域の流出解析、流出特性、パラメータの評価などから、モデルの将来的な利用方法を検討することを目的とした。

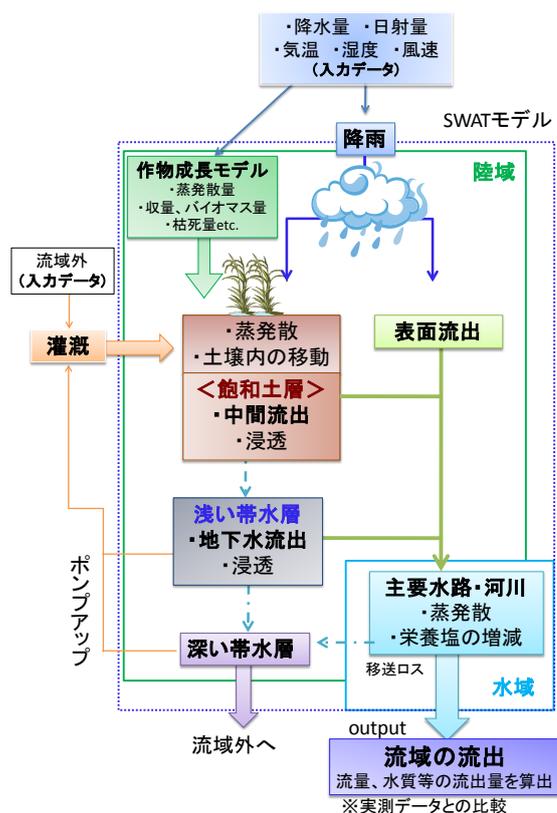


図 2.4-(5) SWAT モデル概念図。

対象流域は、茨城県土浦市新治の低平地水田地帯を含む小流域 1055.7ha である。本流域は、河川周囲の低平地に水田地帯が広がり、後背地として畑地、宅地、森林地帯が分布する、霞ヶ浦流域における典型的な地理条件、土地利用である。

本流域をモデル化するにあたって、インプットデータとして日雨量、気温、日射量、灌漑水量・水質などのデータを作成した。また、土地利用図、土壌分布図、標高図を GIS に取り込み、地理情報をまとめた。土地利用の分類は、水田、畑地、果樹、森林、宅地、更地、水域、道路の 8 種類、土壌タイプはグライ土、細砂グライ土、アンドソル、ピートソルの 4 種類である。傾斜から排水路、小流域、流域全体からの排水口を決定した。小流域毎に土地利用データ、土壌データ、傾斜がそれぞれ共通する不定形ポリゴン HRU (Hydraulic Response Units) を分類し、各 HRU 毎にパラメータの設定を行った。その結果、本流域の低平地の土地利用の大部分が細砂グライ土の水田であった。台地上はアンドソルが分布し、宅地、森林、畑地などの土地利用が混在していた。

モデルの評価にあたって、2008 年非灌漑期及び 2009 年灌漑期の実測データを利用した。流量、各種水質項目について実測値とモデルによる計算値の比較の評価を行った(図 2.4-(6))。

流量については、降雨に対するピークの出現傾向や水収支、無降雨時の流量などにおいてある程度の再現性がみられた。水質項目では、硝酸態窒素の降雨による希釈や無降雨期間の濃度上昇などの挙動の再現可能性を示した。ただし、非灌漑期の硝酸態窒素濃度で誤

差が大きく、その原因は、本流域に存在する素掘り貯留地からの流出負荷であり、無降雨期間の濃度上昇を追跡することができなかった。

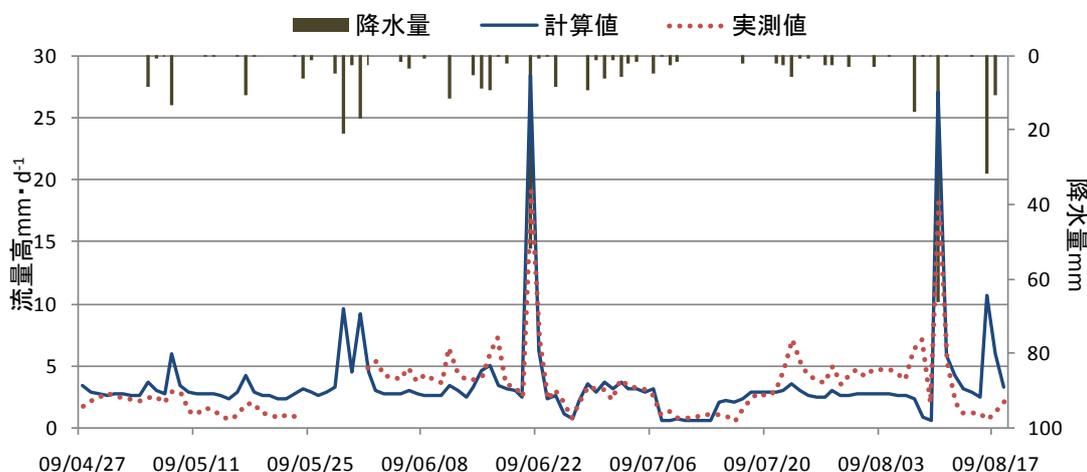


図 2.4-(6) 灌漑期 実測値・計算値比較。

また、降雨に対する窒素の流出傾向ではモデルと現実で大きく乖離した。灌漑期の主な原因は、水田地帯では湛水や水位管理等による流出の調節や、水田での窒素除去や分解が SWAT 上で再現できなかったためである。水田地帯の流出の特徴を再現に向けて、SWAT モデルに水田用のサブモデルを組み込むか、灌漑期／非灌漑期で各種パラメータを別々に変化させる事が必要だと考えられる。

2) メタン発酵消化液の液肥利用についての研究成果

消化液中のリン、カリウムの肥料効果を確認すること、葉菜類、根菜類以外の作物への肥料効果を確認することを本年度の目標とした。

消化液の肥料効果について確認するためにポット栽培試験を 3 種類行った。また、消化液を用いて栽培試験が行われている、茨城大学 FS センター内の圃場において、環境への影響の確認をするため地下水の採水・分析を行った。消化液の効果と消化液の肥料設計に向け、各種野菜類の標準施肥量を全窒素濃度で換算して施用した場合の作物への影響を検討した。本研究は JARUS と共同研究で実施し、用いた消化液は JARUS のメタン発酵施設で生成されたもので、集落排水汚泥を中心とし、生ごみ等が原料である。

この消化液を用いて、3 種のポット栽培を実施した。供試作物にコマツナ、トマト、ヒマワリを用いたポット栽培試験①、②、③を行った。ポットは面積 1/5000 a および 1/2000a のワグネルポットを用いた。

栽培試験①において、乾物重量のほか、生体重、草丈、葉枚数を比較した。ここでは、乾物重に着目して報告する。化学肥料区、消化液区、未調整区は無施肥区と比べると明らかに、平均値で異なり、フィッシャー法、シェッフエ法とも 1%水準で有意差が得られた(図 2.4-(7)、(8))。

しかし、肥料効果は化学肥料と消化液において差が無く、また消化液内のリン・カリも概ね利用可能と考えられ、施肥設計の際にリン・カリを差し引いた形で散布しても許容できると考えられる。

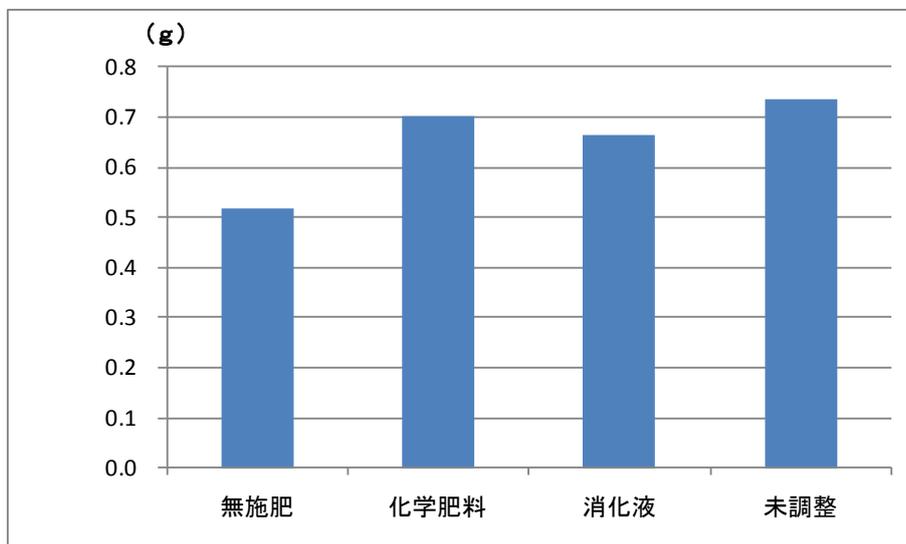


図 2.4-(7) 各区のコマツナ乾物重量の平均値。

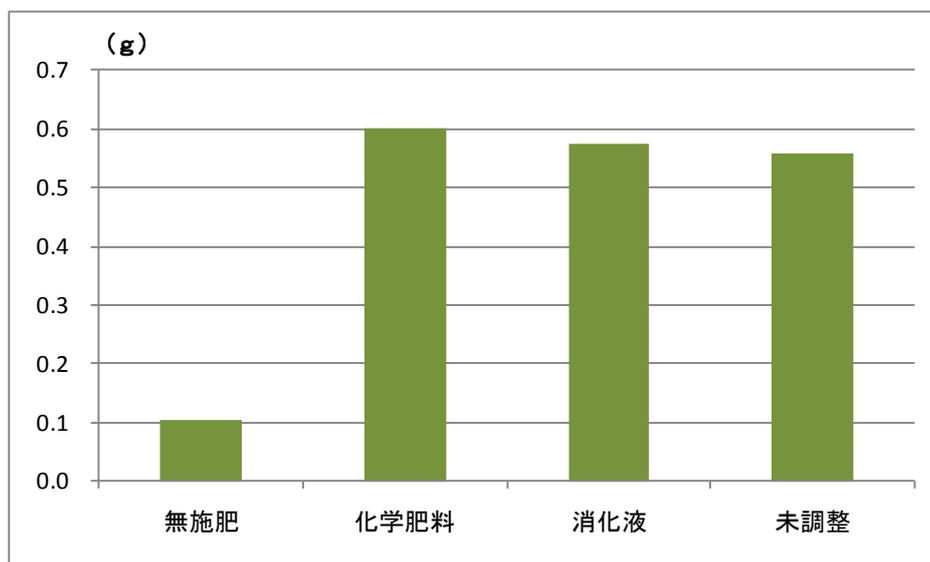


図 2.4-(8) 黒土 2 : 腐葉土 3 乾物重量 平均値。

栽培試験②のトマトについては、定植してから 130 日目まで継続して生育の調査を行った。最終的な地上部生体重においても、混用区および消化液区において他処理区と比較して有意に高い値であった。収穫した果実の生体重、乾物重および糖度についても混用区お

よび消化液区において他処理区と比較して高い値であり、トマトの栽培において消化液を化成肥料と遜色なく利用できることが明らかとなった。

栽培試験③のヒマワリについては、播種後 64 日目に収穫調査を行った。草丈では処理区間に有意差がみられなかったが、地上部生体重と乾物重では、消化液区が最も高く、無施肥区と比較して有意差がみられた (図 2.4-(9))。収穫時において、切り花としての品質に及ぼす諸形質を比較すると、花径や葉枚数、草丈などの形質に関しては処理区間で有意差がなかった。唯一、茎直径において、消化液区で他の処理区と比較して有意に高い結果が得られた。以上の結果より、ヒマワリの生育全般において、消化液の施用により化学肥料と同等の肥料効果が得られた。さらに、消化液の施用が茎の拡大生長の促進を通して、切り花としての品質を改善する可能性が示唆された。

本研究ではポット栽培試験の消化液の施肥量を決定する際に、全窒素量を標準施肥成分量に合わせ、不足分を化学肥料で補う方法をとった。この結果、化学肥料と同等の結果が得られた。このことから、消化液の施肥量は全窒素濃度換算で決定しても差し支えないと考えられる。また、地下水への影響に関しても 2 年間の調査では、大きく地下水濃度が変化するような結果は得られず、適正量の散布が守られれば化学肥料と比較して溶脱量の増加が見込まれるとは言い難い。

以上から、本研究では消化液の施肥利用について、全窒素換算での施用を実施し肥料効果および溶脱量に関する調査を行い、化学肥料とほぼ同等の成果を得ることが検証された。

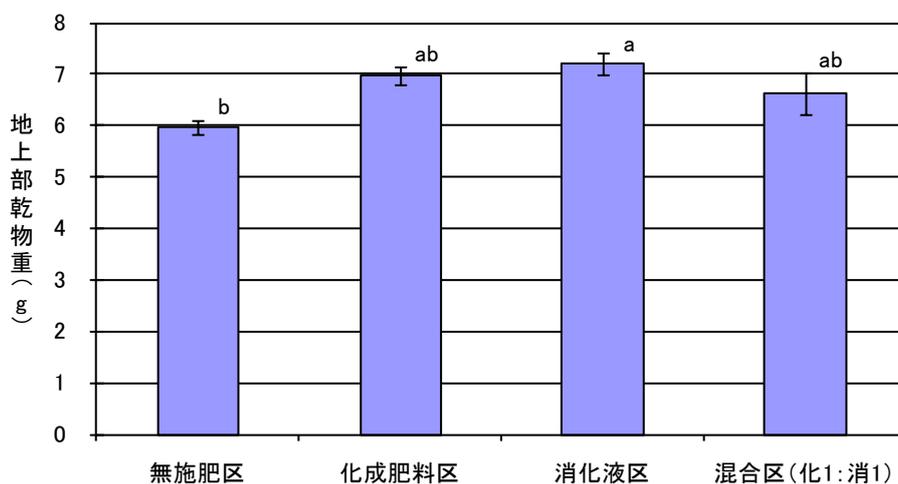


図 2.4-(9) 消化液の施用がヒマワリの地上部乾物重に及ぼす影響。

同一英文字は Tukey 検定 (5%有意水準) において有意差が認められないことを示す。

(4) バイオ燃料に関する一般公開ワークショップ・国際シンポジウムおよびバイオ燃料

(E10・E3) の実証走行の成果（「適応型栽培技術の開発」研究チームと合同開催）
「2.3 適応型栽培技術の開発」の項に記載。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Komatsuzaki, M. and H.Ohta(2010)Sustainable agriculture practices,(In) Sustaibility Science, Vol.4, UNU press. in press, 2010. (with peer review)

Komatsuzaki,M.(2009) Ecological Significances of Cover Crops on Carbon and Nitrogen Dynamics and Soil Conservation in Japan,(ed) Latos, T.H. (In) Cover Crops and Crop Yields, Nova Science Publishers. pp. 91-112. (with peer review)

Yasue, T. and Komatsuzaki,M.(2009) Cover Crops Contribute to Animal Production and Reduce Nitrogen Loss from Fields in Integrated Farming System, (ed) Latos, T.H. (In) Cover Crops and Crop Yields, Nova Science Publishers. pp. 91-112. (with peer review)

小松崎将一, 今、地産地消の意義を考える—健康づくりの立場から, 芽生え社.

2) 論文 (査読付)

小松崎将一(2010)カバークロップの利用と有機栽培, 有機農業研究, 2(1) (印刷中)

Komatsuzaki, M. and M.Faiz Syaib(2010) Comparison of the Farming System and Carbon Sequestration between Conventional and Organic Rice Production in West Java, Indonesia,Sustainability, 2, 833-843.

西澤智康・小松崎将一・金子信博・太田寛行(2010) 末端制限断片 (T-RFs) プロファイル情報に基づく土壌微生物群集構造解析, 土と微生物. (印刷中)

趙艶忠・趙鉄軍・小松崎将一(2010) カバークロップの種類と残渣処理が不耕起播種機利用時のトラクタの所要動力に及ぼす影響, 農作業研究, 45(1), 37-44.

小松崎将一・鈴木光太郎(2009)カバークロップの播種時期および播種量と土壌風食抑制効果, 農作業研究, 44(4), 189-199.

小松崎将一(2009)黒ボク土壌水田での裏作カバークロップの窒素吸収量と土壌窒素の動態, 農作業研究, 44(4), 201-210.

Komatsuzaki,M. and M. Faiz Syaib(2009)A Case Study of Organic Rice Production System and Soil Carbon Storage in West Java, Indonesia, Japanese Journal of Farm Work Research, 44(3), 173-179.

Sharifi,M.,Z., Matsumura,S., Hirasawa,T.,and Komatsuzaki,M.(2009)Apparent Nitrogen Mineralization Rates of Several Green Manures Incorporated in Soil and the Application Effects on Growth of komatsuna Plants, Japanese Journal of Farm Work Research, 44(3), 163-172.

Jinwu, W., Komatsuzaki, M., and Moriizumi, S.(2009) Influence of the driving intensity on

the tractor drivers physiological load. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 25(6):148-151.

小松崎将一(2009)大学農場を活用したフィールド科学の展開, 日本農業教育学会誌, 40(1), 1-7.

H. Lu, Y. Sato, R. Fujimura, T. Nishizawa, T. Kamijyo and H. Ohta (2010) *Limnobacter litoralis* sp. nov., a thiosulfate-oxidizing heterotrophic bacterium isolated from volcanic deposits on Miyakejima, Japan. (in press)

Y. Sato, K. Hosokawa, R. Fujimura, T. Nishizawa, T. Kamijyo and H. Ohta (2009) Nitrogenase activity (Acetylene Reduction) of an Iron-Oxidizing *Leptospirillum* Strain Cultured as the Pioneer Microbe from the Recent Volcanic Deposit in Miyake-jima Island, Japan, *Microbes and Environ*, 24, 291-296.

3) その他の論文

小松崎将一(2009)緑肥作物と農作業体系, 農業および園芸, 85(1), 169-176.

4) 口頭発表

Komatsuzaki, M., Mu, Y., Zhaorigetu, Ohta, H., Araki, M., Araki, H., Hirata, H., and Miura, S. (2009) Cover crop and no tillage practices enhance the ecological significance of soil biodiversity and carbon sequestration, ISTRO 18th Triennial conference proceedings, T1-044, Izmir, Turkey.

Komatsuzaki, M., Mu, Y., Zhaorigetu, Ohta, H., Araki, M., Araki, H., Hirata, H., and Miura, S. (2009) Cover Crop and No Tillage Practices Enhance the Carbon Sequestration in Japan, ASA-CSSA-SSSA 2009 International Annual Meetings, Pittsburg, USA.

Zhao, T., M. Komatsuzaki, and Y. Zhao (2009) Assessment System for Cover Crops Growth and Chemical Composition. ASA-CSSA-SSSA 2009 International Annual Meetings, Pittsburg, USA.

趙鉄軍・趙艶忠・小松崎将一(2009)カバークロップ利用条件下での不耕起播種機の作業性について, 農業機械学会関東支部第45回年次報告, 40-41.

小松崎将一・西澤智康・平出圭司郎・太田寛行・金子信博・三浦季子(2009)オカボおよびダイズの不耕起栽培におけるカバークロップ利用とミミズ導入の効果, 農作業研究, 44巻, 別号1, 37-38.

趙艶忠・趙鉄軍・小松崎将一(2009)カバークロップ利用条件下での不耕起播種機の作業性, 農作業研究, 44巻, 別号1, 117-118.

趙鉄軍・小松崎将一(2009)カバークロップ生育の評価システムに関する研究, 農作業研究, 44巻, 別号1, 115-116.

東達哉・小松崎将一・白戸康人・三浦重典(2009)カバークロップと耕うんが土壤炭素貯留量に及ぼす影響, 農作業研究, 44巻, 別号1, 111-112.

小松崎将一・M.FAIZ Syaib(2009)インドネシア・ジャワ島における有機水稻栽培の展開

- と土壤炭素隔離機能, 農作業研究, 44巻, 別号1, 103-104.
- 西澤智康・河村明寛・佐藤嘉則・小松崎将一・金子信博・太田寛行(2009)環境保全型農法を継続した畑地土壤における真核微生物の群集構造解析, 第25回微生物生態学会.
- 西澤智康・石井真英・小松崎将一・金子信博・太田寛行(2009)末端制限断片(T-RFs)データによる畑地土壤微生物多様性解析: 複数の解析手法を用いた評価方法の検討, 土壤肥料学会年次大会.
- 三浦季子・金子信博・小松崎将一(2009)ミミズがいる畑のリン循環～土着ミミズが土壤のリンの可給化と作物生産に果たす役割～, 土壤肥料学会年次大会.
- 小松崎将一・西澤智康・平出圭司郎・太田寛行・金子信博・三浦季子(2009)オカボおよびダイズの不耕起栽培におけるカバークロープ利用とミミズ導入の効果, 日本土壤動物学会年次大会.
- 三浦季子・金子信博・平出圭司郎・小松崎将一(2009)ミミズの土壤形成機能を見直す～自然農法土壤の団粒構造と炭素貯留機能～, 日本土壤動物学会年次大会.
- 山下幸祐・小松崎将一・嶺田拓也・竹崎義政・中島紀一(2009)自然草生利用・不耕起による有機栽培体系に関する研究—関東地域での栽培事例と土壤養分動態—, 日本有機農業学会年次大会.
- 趙鉄軍・小松崎将一(2009)カバークロープの生育量予測システムと不耕起播種技術の開発, 第4回カバークロープ研究会.
- 東達哉・小松崎将一・白戸康人・三浦重典, カバークロープと耕うんが土壤炭素貯留量に及ぼす影響, 第4回カバークロープ研究会.
- Tofyel. Ahamed, Tatsuya Higashi and Masakazu Komatsuzaki(2009)Cover Crop and Tillage System Affect Soil Organic Carbon and Active Carbon, 4th Cover Crop Workshop.
- 山下幸祐・小松崎将一・嶺田拓也・竹崎義政・中島紀一(2009)自然草生利用・不耕起による有機栽培体系に関する研究—関東地域での栽培事例と土壤養分動態—, 第4回カバークロープ研究会.
- 伊藤崇浩・小松崎将一・新田洋司(2009)カバークロープを利用した水稻栽培の収量と食味について, 第4回カバークロープ研究会.
- 高橋隆志・小松崎将一・西澤智康・太田寛行・金子信博・三浦季子(2009)ダイズ不耕起栽培におけるカバークロープ利用とミミズ導入の効果, 第4回カバークロープ研究会.
- Y. Sato, K. Narisawa, K. Tsuruta, M. Umezu, T. Nishizawa, M. Komatsuzaki and H. Ohta (2009) Identification of intracellular bacteria related to the genus *Burkholderia* in the mycelia of the nitrous oxide-producing fungus, *Mortierella elongata*, 19th International Symposium on Environmental Biogeochemistry.
- Y. Sato, K. Narisawa, K. Tsuruta, M. Umezu, T. Nishizawa, M. Komatsuzaki and H. Ohta

(2009) The *Burkholderia*-related bacteria presented in the mycelia of nitrous oxide-producing fungus, *Mortierella elongata*. The 1st Korea-Japan Symposium on Microbial Ecology.

佐藤 嘉則, 鶴田 和人, 梅津 昌史, 成澤 才彦, 太田 寛行(2009)糸状菌細胞内生細菌の存在と亜酸化窒素生成活性の関係, 2009年度日本土壌微生物学会.

Tasuku Kato(2009) Runoff Characteristics of nutrients from intensive livestock watershed in Kasumigaura basin, IWA DIPCON 2009, 13th International Specialized Conference on Diffuse Pollution and Integrated Watershed Management, Workshop 3, 2009/10/12.

Tasuku Kato(2009) Characteristics of Runoff and Nutrients from an agricultural area with low-land paddy fields, PAWEES 2009, 2009/10/07.

小山知昭・井上栄一・佐藤達雄・加藤亮・福司健司・岩下幸司(2009)メタン発酵消化液に含まれる窒素形態の変化と作物栽培への影響, 平成21年度農業農村工学会大会講演会.

松山広樹・臼田薫・黒田久雄・加藤亮(2009)低平地水田地帯における栄養塩類濃度の水文統計解析, 平成21年度農業農村工学会大会講演会.

柴田鑑三・井上栄一・加藤亮・福司健治・岩下幸司(2009)メタン発酵消化液を用いた作物栽培と環境への影響, 平成21年度農業農村工学会大会講演会.

臼田薫, 杉下新, 黒田久雄, 加藤亮(2009)SWATを用いた霞ヶ浦流域水田地帯の流出特性の解析, 平成21年度農業農村工学会大会講演会.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

一般公開ワークショップ「首都圏近郊におけるバイオ燃料社会の構築と地域農業イノベーションを目指してー茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト（IBOS）の展開ー」を開催. 2009年4月24日. 茨城大学インフォメーションセンター（茨城県三の丸庁舎. 水戸市）. 主催：茨城大学. 参加機関：茨城県、茨城県工業技術センター、日立市、阿見町.

研究交流ワークショップ「自然農法技術の科学的解明に関する研究交流ワークショップ」平成22年2月11日, 茨城大学農学部こぶし会館.

バイオ燃料国際シンポジウム「農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築 International Symposium on Agricultural Innovation toward Bio-fuel Based Society」を開催. 2009年12月11日. 茨城県立図書館. 主催：茨城大学. 共催：茨城県立図書館. 後援：茨城県、日立市、阿見町.

研究交流ワークショップ「自然農法技術の科学的解明に関する研究交流ワークショップ」平成22年2月11日, 茨城大学農学部こぶし会館.

霞ヶ浦流域再生シンポジウム、2009年10月4日、茨城大学農学部

霞ヶ浦流域再生シンポジウム、2010年2月20日、茨城大学農学部

(3) マスコミ等への公表・報道等

- 小松崎将一：園芸療法で統合失調症を治療，朝日新聞，2009年4月7日付．
- 小松崎将一：園芸療法で統合失調症治療，茨城新聞，2009年12月20日付．
- 小松崎将一：被覆植物で脱温暖化，日本農業新聞，2009年12月19日付．
- 小松崎将一：カバークロップ活用，日本農業新聞，2009年12月24日付．
- 佐藤 嘉則，太田 寛行「茨城大学発 持続可能な世界へ（100）未来への扉①」（2009年7月7日付 茨城新聞）
- 加藤亮「茨城大学発 持続可能な世界へ ー霞ヶ浦流域の保全と持続可能性ー」（2009年5月26日付 茨城新聞）

3. 適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究 (第3部門)

3.1. 気候・環境変動への適応計画と適応政策

3.1.1. 大規模水害の被災地域における都市再生と適応策

原口弥生

[1] 課題の目的

平成 21 年度業務計画において、以下の課題に関連した研究である。

- ・気候変動に伴う自然災害に脆弱な地域及び過去に被災経験のある地域を対象として、災害時の対応や適応行動を調査する。
- ・上記の調査に基づき、自然災害に対する各地域固有の課題と適応政策のあり方について検討する。

[2] 研究の概要

- ・本研究では、2005 年ハリケーン・カトリーナ災害により都市機能が完全に麻痺し、現在復興過程にあるニューオリンズを対象として、被災後、災害と都市・環境の関係性がどのように変化しようとしているのかについて分析する。
- ・ハリケーン災害を前提とした都市復興のプロセスを明らかにし、災害脆弱地域において、どのようなアプローチから被災レベルの緩和策が実施されているのかについて明らかにする。

[3] 研究成果

(1) レジリエンス概念の整理

近年、災害に関して注目されているレジリエンス（災害回復力、災害弾力性）概念について、以前から指摘されていた社会的脆弱性との関係に加え、「持続可能なハザード緩和策」(sustainable hazard mitigation)という文脈における意義という点から新たな意味づけを行った。また、この概念が災害復興過程にあるニューオリンズにおいては、復興の方向性を示す重要な概念であることを指摘した。

(2) ハリケーン災害後のニューオリンズにおいては、災害と都市・環境の関係性をめぐる認識が大きく変化しつつあることを現地調査によって明らかにした。当地では、市内に甚大な被害をもたらした 1965 年のハリケーン・ベッツィ以降、市街地を防潮壁・防潮堤により包囲する政策がとられてきた。しかし、物理的安全性の高まりが脆弱性についての認知的喪失という新しいリスクを生起させているとして、身近な水・湿地との関係を取り戻す動きがみられる。

とくに人的被害（死者数）が大きかった地域と、石油貯蔵タンクからの石油流出事故という複合災害が発生した背後には、湿地が広がっており、これらの湿地破壊が災害規模を拡大させたとする認識から、人工構造物だけではなく湿地保全を図る動きが急務と

されるなど、湿地がもつ高潮の調整機能という生態系サービスの強化という側面も確認された。

湿地保全が全般的に進んでいると思われるアメリカ国内において、ミシシッピ・デルタ地帯における湿地保全の進展の遅れという理由についても明らかにできた。

(3) ハリケーン災害後の都市復興プロセスについて、現地調査により、復興上の最大の問題である災害脆弱地域における土地利用問題が、どのように解決されてきたのかについて明らかにした。災害直後、都市計画専門家による水害脆弱地域での再開発を制限するという復興計画が提出されたものの、住民からは猛烈な反発が発生し、住居の嵩上げなどによって将来の水害についての対応が実施されている。「専門家の論理」と「住民の論理」の対立構造がみられた典型例であり、いかに都市文化と災害へのレジリエンスの共存を図っていくか、という課題が残されている。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文

原口弥生 (2010) 「環境政策における分配的公正—クリントン政権期を中心に」『茨城大学人文学部紀要 社会科学論集』第 49 号、pp.51-65.

原口弥生 (2009) 「現代の環境リスクと被害者救済」『よくわかる環境社会学』ミネルヴァ書房、京都、pp.154-156.

原口弥生 (2009) 「グリーン・ニューディールから分散型エネルギー社会へ」『JOYO ARC』2009 年 11 月号、財団法人常陽地域研究センター、水戸、pp.6-11.

4) 口頭発表

原口弥生, 「企業優遇策を通じた地域経済の環境配慮型への転換」、アメリカ学会第 43 回年次大会 (経済・経済史部会)、津田塾大学 (東京)、2009 年 6 月 7 日。

原口弥生, 「レジリエンス概念の射程—環境社会学的視点から」(シンポジウム)、第 40 回環境社会学会大会、京都教育大学 (京都)、2009 年 12 月 12 日。

原口弥生, 茨城県自治体問題研究所第 35 回総会記念講演「地域経済のグリーン化—環境配慮を組み込んだ企業優遇策」、茨城自治労会館、2009 年 7 月 11 日。

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.2. 日本の河川下流域における地球温暖化に伴う浸水被害の経済評価

長谷川良二、田村 誠、桑原祐史、横木裕宗、三村信男

[1] 課題の目的

2007 年の IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 第 4 次評価報告では、地球温暖化によって今世紀末までに 18~59cm の海面上昇が起こると予測されている。特に河川下流域においては、海面上昇に加えて潮位や高潮を伴った浸水被害のリスクに曝される地域が拡大することが懸念される。そのうえ河川下流域では人口や資産が集中していることが多く、経済構造が河川単位で形成されている傾向がある。したがって地勢的な側面、および経済活動の側面から浸水被害の特性は河川レベルで大きく異なることが予想される。

以上のことを踏まえ、本研究は日本の 4 河川の下流域を事例に、地球温暖化がもたらす浸水被害に関して間接的な影響も含めた経済影響を評価することで、河川単位での浸水被害の計測手法の開発、および適応策の検討を行う。

[2] 研究の概要

本研究では、利根川、信濃川、吉野川、筑後川の 4 河川を計測の対象とし、河川流域単位での浸水面積の予測に加えて間接的な影響も含めた経済的被害も推計する。直接的な浸水被害として、土地をより直接的な生産要素として利用する農業部門に注目し、GIS (Geographic Information System) 手法により農地の浸水面積に基づく直接的な経済的被害を算定する。次にそれらがもたらす間接的な被害に関して、産業連関分析手法を用いて地域間や産業間の取引関係を考慮した推計を行う。

具体的な作業手順として IPCC の第 4 次報告書が予測する今世紀末の最大海面上昇(59cm)を想定した上で、潮位と高潮を考慮した潜在的な浸水リスクをもつ流域面積を GIS 手法により予測した。計測の方法として、各メッシュの海面高さと地形効果のみを入力データとして浸水領域を探索するレベル湛水法と呼ばれる手法を用いた。

次に推計した浸水面積のうち、農業部門の直接的な被害額として、浸水する農地から得られる農業生産高を算定する。それらの直接的被害がもたらす間接的被害を推計するために、2000 年都道府県産業連関表から、都道府県単位で浸水面積を含む地域とそうでない地域に区分した地域間産業連関表を河川単位で作成し推計に用いた。各河川に対応して作成した地域間産業連関表は表 3.1-(1)の通りである。

通常の産業連関モデルでは、特定の最終需要の変化を外生値と見なし、間接的な経済波及効果を計測する。一方、浸水が与える直接的な経済被害は農地の土地生産性や工場の生産能力の低下などが考えられる。それゆえ、浸水被害の波及効果を分析するためには、浸水によって直接被害を受ける特定産業の生産損失を外生的に取り扱う方がより望ましい。したがって本研究では浸水地域における農業の生産額の損失を外生的に取り扱った、「農業生産額外生化」モデルによって経済波及効果を分析した。

表 3.1-(1) 本研究で作成された地域間産業連関表の概要

河川	浸水面積が含まれる県	作成する地域間産業連関表	
		地域数 ^{注2)}	産業部門数 ^{注3)}
(1) 利根川	千葉県、茨城県	3	104
(2) 信濃川	新潟県	2	168
(3) 吉野川	徳島県	2	104
(4) 筑後川	福岡県、佐賀県	3	103

注1) 2000年産業連関表を利用。

注2) 浸水面積が含まれる県とそれ以外の地域からなる。

注3) 入手可能であった最も詳細な部門数を採用。

[3] 研究成果

表 3.1-(2)より、直接・間接を合わせた総合的な経済的被害は、本研究の対象とした4河川間で直接的被害の1.66~1.76倍程度であり、地域間・産業間で波及する間接的な影響は決して無視できない規模になることが分かる。さらに間接的被害は農業が属する第1次産業よりも、第2、第3次産業で生じる割合ははるかに大きいこと、間接的被害がその他地域(対象河川の浸水面積を含まない都道府県)で発生する割合は4河川で58.1~42.7%の差があることも確認できる。

表 3.1-(2) 直接的被害と間接的被害の産業間・地域間の内訳

(100万円)

	(1) 利根川			(2) 信濃川			(3) 吉野川			(4) 筑後川		
	浸水地域	その他地域	合計	浸水地域	その他地域	合計	浸水地域	その他地域	合計	浸水地域	その他地域	合計
農業	22225 (100)	271 (1.2)	22497 (101.2)	4050 (100)	42 (1.0)	4091 (101.0)	14260 (100)	153 (1.1)	14413 (101.1)	20173 (100)	216 (1.1)	20389 (101.1)
その他の第1次産業	916 (4.1)	103 (0.5)	1019 (4.6)	306 (7.6)	19 (0.5)	325 (8.0)	879 (6.2)	59 (0.4)	938 (6.6)	1156 (5.7)	122 (0.6)	1277 (6.3)
第2次産業	2218 (10.0)	5142 (23.1)	7360 (33.1)	356 (8.8)	758 (18.7)	1114 (27.5)	968 (6.8)	3524 (24.7)	4491 (31.5)	2214 (11.0)	4400 (21.8)	6614 (32.8)
第3次産業	4302 (19.4)	3366 (15.1)	7668 (34.5)	737 (18.2)	457 (11.3)	1194 (29.5)	2630 (18.4)	2461 (17.3)	5091 (35.7)	5454 (27.0)	1840 (9.1)	7294 (36.2)
合計	29662 (133.5)	8882 (40.0)	38544 (173.4)	5449 (134.5)	1275 (31.5)	6724 (166.0)	18737 (131.4)	6197 (43.5)	24934 (174.9)	28997 (143.7)	6578 (32.6)	35575 (176.3)

注)表中のカッコ内の数値は直接的被害額を100とした場合の各被害額を示す。

本研究の結果、浸水による経済的被害は、単位面積当たりの直接的被害、間接的被害の相対的な大きさや及ぼす範囲が河川単位で異なることから、浸水に対する適応策が河川ごとに検討される妥当性が示唆された。

ただし、経済被害に関して、本研究では今世紀末の海面上昇に対して2000年産業連関表を用いるなど、現在の経済構造を前提に分析を行っている点には注意を要する。また本研

究で用いた地域間産業連関表は都道府県単位の地域分割であるが、より浸水地域に即した地域間産業連関表を構築するためには、市町村などのより小さな行政区分で地域間表を作成する必要がある。浸水被害の総合的な評価に向けて、農業以外の他産業の直接的被害も考慮すること、あるいは地球温暖化により脆弱でかつ農業がより主要な産業に位置づけられる途上国で本研究を適用させることなどが今後の展望として挙げられる。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

Hasegawa, Ryoji, Makoto Tamura, Yuji Kuwahara, Hiromune Yokoki, Nobuo Mimura (2009)
 “An Input-Output Analysis for Economic Losses of Flood caused by Global Warming: A Case Study of Japan at the River Basins Level,” *The 17th International Input-Output Conference*, July 13-17, 2009 at Sao Paulo University, Sao Paulo, Brazil

長谷川良二、田村誠、桑原祐史、横木裕宗、三村信男(2009)「日本の河川下流域における地球温暖化に伴う浸水被害の経済評価」、環境経済・政策学会 2009 年大会、2009 年 9 月

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

Hasegawa, Ryoji, Makoto Tamura, Yuji Kuwahara, Hiromune Yokoki, Nobuo Mimura (2009) “An Economic Analysis of Floods caused by Global Warming: A Case Study of Japanese River Basin,” IR3S/RISS 共催シンポジウム「持続可能社会への移行戦略」, 2009 年 7 月

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.3. 緩和策、適応策の社会・経済学的分析

田村 誠

[1] 課題の目的

- ・ 多時点カリブレーション法(Multiple Calibration Decomposition Analysis: MCDA)により、緩和策の検討に向けたエネルギー消費の変化に関する経済学的な分析を行う。
- ・ 持続可能性の観点から適応策と緩和策を検証し、両者が相乗効果を生む状況をもたらす対応策のあり方を議論する。

[2] 研究の概要

(1) 多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費の変化に関する分解分析
筆者らが開発した多時点カリブレーション法(MCDA)は、一般均衡モデルで広く利用されるカリブレーション法を事後分析に応用し、現実の時系列データに観察される一連の変化を一般均衡理論に基づき個々の要因に分解できることが大きな特徴である。当手法を用いて、日本の1970年代以降のエネルギー消費の変化に関するエネルギー経済学的な分析を行った。2009年度は、部門分類を拡張することで特にエネルギー集約型製造業の動向を詳細に分析した。

(2) 適応策と緩和策の理念整理

持続可能性の観点から適応策と緩和策を検証し、両者が相乗効果を生む状況をもたらす対応策のあり方を議論した。

[3] 研究成果

(1) 多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費の変化に関する分解分析
2009年度は、MCDAの対象部門分類を9部門から18部門へと拡張し、1970-1990年の日本のエネルギー集約型製造業(鉄鋼、紙パルプ、化学、窯業土石)におけるエネルギー価格変化がエネルギー消費にもたらす影響を詳細に分析した(Okushima and Tamura, 2009a, b, 2010)。そして、日本のエネルギー集約型製造業では1970年代にはエネルギー価格の高騰による価格代替効果がエネルギー消費を抑制する役割を担ったのに対して、化石資源減少型の技術変化は石油危機以降の1980年代に起きていることを定量的に明らかとした。

(2) 適応策と緩和策の理念整理

持続可能性の観点から適応策と緩和策を再検証し、両者が相乗効果を生む状況をもたらす対応策のあり方を論じた(田村, 2009; 田村・三村, 2010; Tamura and Mimura, 2010)。気候変動への賢い対応を進めることは、地域や社会のあり方を変え、その他の問題の同時解決を導く可能性がある。サステナビリティの確保という観点から低炭素社会、循環型社会、自然共生社会、安全・安心社会を統合的に捉えることによって、持続可能な社

会を構築することが望まれる。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Tamura,M and N.Mimura(2010) “Adaptation and Mitigation Strategies in Response to Climate Change,” In: A.Sumii, N.Mimura and T.Masui (eds.), *Sustainability Science II: Holistic and New Approach to Climate Change for Global Sustainability*, United Nations University Press (forthcoming).

Okushima,S. and M.Tamura(2009a) “Decomposing Change in Carbon Dioxide Emissions in the Japanese Economy,” In: M.Theophanides and T.Theophanides (eds.), *Environmental Engineering and Management*, ATINER, pp.37-48.

2) 論文 (査読つき)

Okushima,S. and M.Tamura(2010) “What Causes the Change in Energy Demand in the Economy?: The Role of Technological Change,” *Energy Economics* (forthcoming).

安原一哉・小峯秀雄・村上哲・陳光斉・三谷泰浩・田村誠(2009)「温暖化による気候変動が地盤災害に及ぼす影響」『地球環境』, 14(2), pp.247-256.

3) その他の論文

田村誠・三村信男(2010)「気候変動への対応とサステナビリティの課題」, 電子情報通信学会誌, Vol.93, No.1, pp.61-66.

田村誠(2009)「気候変動による影響と地域における持続可能な実践」, 『自治権いばらき』, Vol.96, pp.3-13.

4) 口頭発表

Okushima,S. and M.Tamura(2009b) “An Investigation of the Sources of Industrial Energy Use Change in the Japanese Economy,” *Proceedings of 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, Dubrovnik, Croatia, September 30, 11p.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.4. ラオスにおける開発・安全保障の平和学からの研究

蓮井誠一郎

[1] 課題の目的

- ・ラオスにおけるクラスター爆弾不発弾被害を調査する。
- ・既存の安全保障概念とその実践である戦争が、どのようにして地域住民の環境を破壊しつつ、その影響がどの程度にまで上るのかを、調査する。
- ・既存の国際政治の最重要パラダイムである安全保障が、サステナビリティといかに矛盾しているかを、実証的に研究する。

[2] 研究の概要

(1) ラオス北部ルアンパバーン県における不発弾被害調査 (8月1～8日)

環境を守りながら発展するために観光立国を掲げ、世界遺産もある観光地である現地での不発弾被害は、持続可能な経済発展を目指すラオスにとって、深刻な問題であるので、その現状を日本の NGO と、不発弾処理機関である UXOLao の協力で調査する。

(2) ラオス南部3県における不発弾被害調査 (2月25～3月10日)

ラオスにおける旧ホーチミンルート沿いの南部は、70年代初頭まで激しい空爆が行われ、不発弾が最も大量に発見される地域である。これが人びとの平和と開発の障害となっている。この現状を、ルアンパバーンやシェンクワンなどと比較するために調査を行う。

[3] 研究成果

(1) ラオス北部ルアンパバーン県における不発弾被害調査 (8月1～8日)

ルアンパバーン郊外における不発弾被害の実態について、調査を行い、詳細な被害データや、不発弾処理現場での資料収集、関係者へのインタビューにより、重要な資料を数多く収集できた。

(2) ラオス南部3県における不発弾被害調査 (2月25～3月10日)

サラワン、セコン、アッタプーの合計3カ所の UXOLao 事務所だけでなく、地元の人びとも会談し、現地における不発弾被害の状況を、現ラオス革命政権の歴史と共に調査し、貴重な資料を得ることができた。

これらの調査により、既存の安全保障政策である、「軍事力による国家安全保障の確保」の名の下に行われる武力行使が、戦後社会においても、その発展や、人びとの生活にどれほどのインパクトを与えているかについて、その一端を知ることができた。これは、既存の開発のあり方と並んで、既存の安全保障についても、サステナビリティ学からみた再考を行っていく必要について、実証的な観点から議論をおこなっていく研究の重要な一部を構成するものである。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき）なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

蓮井誠一郎（2010）「新しい安全保障の枠組み構築のための実例研究～ラオスの不発弾問題からみた社会開発を通じた検討と研究計画」立教大学フラッグシッププロジェクト「the Asian Institute for Intellectual Collaboration（AIIC）社会開発ユニット」合宿（2010年3月19～21日つくばグランドホテル）

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.5. 気候安全保障論に関する研究

蓮井誠一郎

[1] 課題の目的

- ・気候安全保障が、欧米と日本でどのように論じられてきたのかをあとづける。
- ・気候安全保障の政策適用性について分析、評価を行う。
- ・気候安全保障の日本外交への政策的反映の可能性について調査を行う。

[2] 研究の概要

(1) 概念整理に関する研究

これまでの論文や先行研究における、概念の成り立ちや、言葉の含意と変遷について、欧米と日本にて行われた議論をもとに理論的な整理を行った。

(2) 学説史に関する研究

欧米と日本での気候安全保障に関するシンクタンク、政府組織などでの議論を分類し、これまでの議論の経過をあとづけた。

(3) 政策適用性についての分析、評価

ドイツ連邦政府の諮問機関の報告書を参考に、国連の安保理改革における日本外交への適用可能性について、分析を行った。

[3] 研究成果

(1) 概念整理に関する研究成果

平成 20 年度からの計画通り、IR3S の最終報告書と KSI の最終報告書への執筆をおこなった。

(2) 学説史に関する研究成果

平成 20 年度からの計画通り、IR3S の最終報告書と KSI の最終報告書への執筆をおこなった。

(3) 政策適用性についての分析、評価

平成 20 年度からの計画通り、IR3S の最終報告書と KSI の最終報告書への執筆をおこなった。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

(共著) 蓮井誠一郎 (2009) 「気候安全保障と新しい世界秩序・日本外交」佐和隆光編 『グリーン産業革命』 (日経 BP 社)

2) 論文 (査読つき)

Hasui, Seiichiro (2009) "Climate Security and its implications for integrating paradigms of

development and security” in Susumu Iai, Sawa Takamitsu, Seiji Ikkatai eds. *Sustainability Science V: Policy Recommendation towards Global Sustainability*, (UNU-Press).

- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表
- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.6. 福知山市接続産業連関表の作成の試み

長谷川 良二

[1] 課題の目的

現在、都道府県や政令指定都市に比べ中小規模の市町村産業連関表の整備状況は十分ではない。しかし中小規模の自治体こそ、さまざまな地域間格差や経済の衰退に大きな打撃を受けている地域であり、産業連関表のような地域政策に対する分析ツールが求められている。とりわけ近年の経済のグローバル化や少子高齢化などに伴う地域経済の変容に注目すれば、複数年次を対象にした接続産業連関表の作成は特に有益であると考えられる。

このような状況に注目し本研究では、京都府福知山市を事例に事業所へのアンケート調査も反映させた 1980-1990-2000 年の福知山市接続産業連関表の作成を試みる。そして作成した表を用いて小規模ながら北近畿地方の中核をなす福知山市の経済構造を明らかにするとともに、市町村レベルの接続産業連関表作成の課題をまとめる。

[2] 研究の概要

本研究では事業所へのアンケート調査によって、表作成のための独自データを入手する。そしてノンサーベイ・アプローチによって作成した表をアンケートにより得られたデータによって補正する方法で、地域特性を反映した産業連関表を作成する。

アンケート調査は、福知山商工会議所の名簿より販売先の記録を比較的詳細に管理していると予想される業種を選定し、311 社を対象に郵送により実施した。調査内容は主に年次別の販売先の把握であり、地域別(福知山市内, 市外全国, 海外)、および業種別(自由記入形式)の販売先を売上高に占める割合という形で回答を求めた。なお返送数は 90 通(回答率 28.9%)であった。1980-1990-2000 年の接続産業連関表を作成するので、これら 3 時点の状況を聞いている。年次別の販売先の回答状況は表 3.1-(3)のようになった。

表 3.1-(3) 年次別販路の回答状況

			(社)	
2000年	1990年	1980年	業種別販路	地域別販路
○	○	○	53	45
○	+	+	15	17
○	×	+	13	16
×	×	×	7	11
×	○	○	1	1
○	×	○	1	0
合計			90	90

(○: 回答, ×: 無回答)

[3] 研究成果

本研究では接続産業連関表の作成のために 3 時点で販売状況等を調査するアンケートを実施した。その結果、表 3.1-(3)のように回答した事業所のうち半数以上が 3 時点全てで回答していることが分かる。このことから過去に遡った販売状況等の聞き取り調査を行っても一定割合の回答率が得られるという可能性が示唆された。

そして作成した産業連関表より福知山市のさまざまな経済特性を明らかにした。表 3.1-(4)のように、福知山市は 1980～2000 年にかけて域内需要よりも生産額がより成長していることが分かった。また 2000 年時点で京都府の約 3.5%の生産規模と約 3.2%の需要規模をもち、京都府内では相対的に域内自給率が高いことが判明した。産業構造では、重工業や建設などの第 2 次産業で生産額のシェアが高く、第 2 次産業でも食料品や繊維産業などの軽工業、および第 3 次産業で低い結果となった。

本研究のように、市町村レベルで 1980～2000 年にかけての接続産業連関表を作成することの利点として、(1)日本経済が大きく変化した期間であり地域経済の変容を解明するのに有益である、(2)1985 年、1995 年、さらには 2005 年の延長表の作成も可能であり応用範囲が広い、などが考えられる。一方で欠点として、(1)国民経済計算体系(SNA)が新体制に移行した時期を含み、正確な物価調整や部門統一が困難であり統計上の問題点が高まる、(2)アンケート調査の精度が落ちる、などが考えられる。

今後は作成した表が、現在検討されているさまざまな地域政策を検証するための経済・政策分析ツールとして活用されていくことが期待される。

なお、本研究で作成した産業連関表は 2009 年 6 月 10 日より福知山市商工会議所 HP(<http://www.fukuchiyama.or.jp/>)で公開されている(2010 年 5 月 31 日現在)。

表 3.1-(4) 福知山市の需給構造の推移

(百万円・2000年価格, %)

	統合部門	生産額 ^{注1)}	生産額比率 ^{注2)}	域内需要額 ^{注1)}	移輸出率 ^{注2)}	移輸入率 ^{注2)}
1980年	農林水産	2,903 [2.7]	0.8 (0.9)	5,024 [1.9]	15.1 (29.9)	50.9 (72.1)
	製造業(軽工業)	16,956 [1.1]	4.8 (13.2)	28,706 [2.2]	39.0 (74.4)	64.0 (70.5)
	製造業(重工業)	88,003 [3.9]	24.7 (19.7)	73,944 [3.1]	62.2 (82.3)	55.1 (83.1)
	建設	57,023 [4.8]	16.0 (10.4)	57,023 [4.8]	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	運輸	39,101 [6.1]	11.0 (5.6)	19,221 [2.9]	70.5 (22.8)	40.0 (25.1)
	商業・サービス	75,801 [2.6]	21.3 (25.2)	63,481 [2.7]	28.3 (37.6)	14.4 (22.8)
	その他	76,313 [2.7]	21.4 (25.1)	96,378 [3.2]	8.5 (3.5)	27.6 (8.4)
	合計	356,101 [3.1]	100 (100)	343,777 [3.1]	33.0 (37.9)	30.6 (36.2)
1990	農林水産	1,883 [1.8]	0.4 (0.6)	3,169 [1.5]	8.0 (19.9)	45.3 (62.1)
	製造業(軽工業)	10,784 [0.6]	2.1 (10.5)	34,532 [2.4]	28.2 (67.8)	77.6 (61.3)
	製造業(重工業)	169,536 [4.0]	32.3 (25.4)	119,054 [3.0]	65.3 (72.3)	50.6 (70.4)
	建設	73,585 [5.0]	14.0 (8.8)	73,585 [5.0]	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	運輸	39,377 [6.2]	7.5 (3.8)	20,493 [3.1]	61.6 (24.8)	26.3 (29.3)
	商業・サービス	119,951 [2.7]	22.8 (26.4)	103,744 [2.7]	39.8 (27.6)	30.4 (16.8)
	その他	110,432 [2.7]	21.0 (24.5)	131,154 [3.0]	9.4 (2.2)	23.7 (9.3)
	合計	525,548 [3.2]	100 (100)	485,731 [3.1]	37.4 (34.3)	32.2 (31.6)
2000	農林水産	4,195 [4.2]	0.7 (0.6)	6,882 [2.4]	9.7 (18.5)	44.9 (71.2)
	製造業(軽工業)	14,026 [0.9]	2.2 (8.5)	31,296 [2.5]	31.3 (77.3)	69.2 (71.8)
	製造業(重工業)	199,601 [4.5]	32.0 (24.4)	130,371 [3.2]	65.8 (80.3)	47.7 (78.5)
	建設	72,362 [5.0]	11.6 (8.0)	72,362 [5.0]	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	運輸	37,076 [4.9]	5.9 (4.2)	26,670 [3.4]	60.2 (36.2)	44.7 (39.1)
	商業・サービス	109,530 [2.7]	17.5 (22.7)	115,047 [2.9]	42.2 (43.0)	45.0 (40.9)
	その他	187,702 [3.3]	30.1 (31.6)	183,013 [3.1]	10.8 (3.4)	8.5 (5.4)
	合計	624,490 [3.5]	100 (100)	565,642 [3.2]	36.0 (38.6)	29.4 (37.0)

注1)カッコ内[]の数値は福知山市の京都府に占める比率(%)を示している。

注2)カッコ内()の数値は京都府の値を示している。

The screenshot shows the homepage of the Fukuchiyama Chamber of Commerce & Industry. A search bar is at the top right. On the left, there is a navigation menu with icons for 'Chamber of Commerce', 'Upcoming Events', 'Business Support', 'Mutual Aid/Insurance', 'Inspection/Testing', 'Hall Usage', 'Sightseeing Events', and 'Youth/Women's Association'. The main content area features a search bar and a 'Text Size' selector (Small, Medium, Large). Below this, a highlighted section titled '福知山市接続産業連関表について' (About the Fukuchiyama City Inter-industry Linkage Table) contains the following text:

九州産業大学 商学部 安高優司先生より『1980-1990-2000年福知山市接続産業連関表』の提供がありましたので公開いたします。
 本データを利用される方は、必ず以下の出典を記載いただきますようお願い申し上げます。
 出典名: 「長谷川良二・安高優司(2008)「福知山市接続産業連関表の作成の試み」環太平洋産業連関分析学会第19回(2008年度)大会報告論文」
 資料1: 福知山市接続産業連関表作成の試みについて (概要) 【PDFデータ】

図 3.1-(1) 福知山商工会議所 HP での公開

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書 なし

2) 論文 (査読つき)

長谷川良二・安高優司 (2009) 「福知山市接続産業連関表の作成の試み」『産業連関—イノベーション&I-O テクニーク—』第17巻3号, pp.74-86.

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表 なし

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.7. 自然体験学習系環境教育の指導者養成カリキュラムの研究

郡司晴元

[1] 課題の目的

自然体験学習系環境教育指導者の養成カリキュラムはどうあるべきかを考察することが本課題の目的である。引き続き「大塚池探検隊」という実際の環境教育活動をとおして、学部学生が実践力を高めていくにはどのような関わり方が必要かを考察した。

[2] 研究の概要

地域の子ども・家族向け環境教育イベント「大塚池探検隊」（茨城大学ネイチャーゲーム研究会の主催行事）に顧問教員として参画し、計画・立案・実施・報告の各場面で学生を支援しつつ、以下の点について研究した。

- (1) 実施する環境教育プログラム
- (2) 実施する指導者（学生）の支援
- (3) 大塚池に関する体験的環境学習の内容

[3] 研究成果

(1) 実施する環境教育プログラム

大塚池という場所柄と季節を活かしたプログラムを毎月用意した。月に一度の開催、水質調査と何かの組み合わせを基本とした。雨で中止になった回や、参加者が無く実施できなかったものもあるが、今後の実践をとおして改善されていくことが期待できる。

(2) 実施する指導者（学生）の支援

プログラム準備、実施、フィードバックなど、学生の実践力向上につながる活動のあり方を考察した。準備の早い段階では地域性や連続性などの巨視的な視点からの支援、実施段階での安全確認やフィードバックでは微視的な視点からの支援が必要である。地域の住民や大学周辺で同様の活動を行っている住民と学生を引き合わせる支援も効果的であった。

(3) 大塚池に関する体験的環境学習（大塚池探検隊）の内容

定期的なイベントを行い、地域の子ども、家族連れと共に、体験的に大塚池の環境を学習するほか、水質に関するデータを収集した。水質データは2年半にわたり収集されたことになる。このデータは大塚池の水質管理の基礎データともなり得るし、これを処理すること自体もプログラムになっていくはずである。

表 3.1-(5) 「大塚池探検隊」実施（予定含む）月日と参加募集チラシに掲載した
テーマ一覧

月日	参加募集チラシ掲載テーマ
4月26日	水質調査とネイチャーゲーム
5月17日	水質調査とちっそぐるぐるなおはなし
6月28日	水質調査・池の水のゆくえを探検しよう！！
7月26日	水質調査とジャングルゲーム
8月 9日	水質調査と虫マップ作り
9月13日	大塚池ピカピカ作戦（いつもの水質調査も）
10月19日	大塚池ピカピカ作戦2（いつもの水質調査も） ～市民の会のみなさんと～
11月29日	水質調査と、池の水のもとさがし（①の所から）
12月27日	水質調査と炭やき小屋の見学
1月10日	午前の部：午前10時から12時まで バードウォッチングしながら水を集めよう 午後の部：午後2時から4時まで 水質調査とバードコール工作
2月28日	水質調査、サイダーもしょうゆも！？
3月22日	水質調査と双葉台近りん公園の春探し

[4] 発表及びアウトリーチ

- (1) 成果の発表
 - 1) 著書 なし
 - 2) 論文（査読つき） なし
 - 3) その他の論文 なし
 - 4) 口頭発表 なし
- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2. 都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策

3.2.1. メコンデルタおよびチャオプラヤデルタを対象とした緑地に関する研究

桑原祐史、小柳武和、金 鎮英

[1] 課題の目的

- (1) 東南アジアデルタ地帯に顕著に見受けられるマングローブを衛星データより簡易に抽出する方法を提案する。
- (2) 提案方法の汎用性の確認を含めて、複数の地域における解析実験を行う。
- (3) マングローブ分布域を示した既存図面や資料と比較し、方法の妥当性を検証するとともに、マングローブ分布域の変化について考察をする。

[2] 研究の概要

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次報告書によると、海面上昇、熱帯低気圧の強度増加、高潮氾濫の危険性等、低平地が直面する多くの課題が指摘されている。これらの影響による災害の減災を目的とした適応策を考える上で、マングローブは重要な資源の一つとして注目されている。このため、我々の研究グループでは既存のマングローブ分布域の調査資料を参照の上で簡易に分布域を把握するための手順について検討を進めてきた。しかし、陸域内部に散在する水田や水路とその近傍等、マングローブの分布する沿岸部の土地被覆特性に類似した地域では抽出精度の点で課題が残されていた。そこで、本研究では海底地形の傾斜を推定し、潮位データに基づく潮間帯域を推定し、沿岸域の地形特性から分布域を再抽出する方法を検討した。結論として、既存のマングローブ分布域抽出の手順に、提案する再抽出方法を組み込むことにより、メコンデルタにおける抽出精度が向上することを確認した。加えて、チャオプラヤデルタおよび石垣島に対する検討を通して、提案する手順の効用と限界を考察した。

[3] 研究成果

海底地形勾配および潮位データを用い、最大潮位時の海岸線を求めることにより、地形特性の観点からマングローブ分布域を再抽出する方法を検討した。提案した方法を手順として取りまとめると図3.2-(1)に示す通りである。続いて、東南アジアを代表するメガデルタ地帯としてメコンデルタ、チャオプラヤデルタを対象とするとともに、極端に地形が異なるマングローブ分布域である石垣島を選定し、解析に用いる衛星データ(EOS-Terra/ASTER)を準備した。このデータに対して、図3.2-(1)に示す手順に従い、提案した方法の効果を検証した。紙面の都合上、最終的に導かれたマングローブ分布域の図を図3.2-(2)(メコンデルタ)に示す。

衛星データから求めたマングローブ分布域と、既存のマングローブアトラス(Mark Spalding, Francois Blasco, Colin Field: World MANGROVE ATLAS, p.178, 1997.)および調査結果

(環境省:石西礁湖自然再生調査報告書; 2002)との比較を行った結果、1)河川周辺領域への対応が必要となる、2)マングローブ分布域の隣接領域に樹林が展開している地域への対応が必要となる、といった課題が確認された。これらの点が、提案した手順の限界であり、今後の課題として取り組んでいきたい。



図 3.2-(1) マングローブ分布域推定の手順

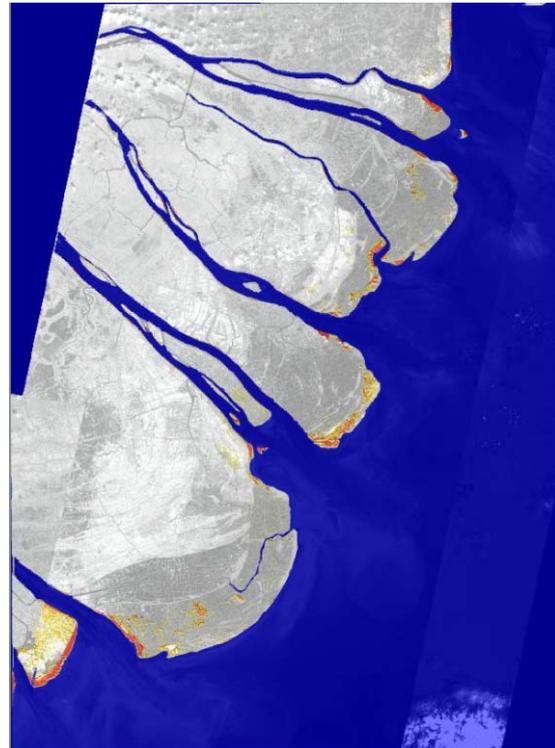


図 3.2-(2) マングローブ分布域 (メコンデルタ)

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書 なし

2) 論文 (査読つき)

桑原祐史・藤原博行・横木裕宗・金鎮英・伊東明彦・小柳武和・三村信男：メコンデルタを対象としたマングローブ分布域の推定方法に関する研究, (社)土木学会 地球環境研究論文集, Vol.17, pp.69-75, 2009.9

桑原祐史・田中健太・横木裕宗・金鎮英・石内鉄平・小柳武和・三村信男：東南アジアを対象としたマングローブ分布域の抽出精度向上に関する研究, (社)土木学会 地球環境研究論文集, Vol.18, 2010 (投稿中)

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

田中健太・桑原祐史・金鎮英・小柳武和：アジア低平地における ASTER からのマンダ
 ローブ抽出に関する一考察, (社)土木学会 関東支部技術研究発表会, IV-48, 2009.3
 桑原祐史・藤原博行・金鎮英・横木裕宗・小柳武和：衛星画像を用いたマンダローブ
 分布域の推定に関する基礎研究, (社)土木学会 第64回年次学術講演会 講演概要集,
 VII-118, 2009.9

Yuji KUWAHARA, Hiromune YOKOKI, Takekazu KOYANAGI: Research on simple
 approximation process of mangrove distribution region, Japan Geoscience Union Meeting
 2010, Session[Environmental Remote Sensing: Growth and Changes in Asia], 2010.

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.2. 公園緑地・水辺の都市環境機能と利用実態情報を活用した公園緑地計画・管理手法
小柳武和、米倉達広、桑原祐史

[1] 課題の目的

近年、地球温暖化など地球環境問題への関心が高まる中で、グローバルな環境問題とともにローカルな地域・都市環境問題を解決する方策を見出すことが緊急の課題となっている。そのため、都市公園・緑地自体の保全・再生手法の検討、広域な視点から市街地と緑地・水辺の関係性、グローバルな視点から公園緑地における利用実態の国際比較といった階層的な視野が重要であると思われる。そこで本研究は、口コミ情報を活用したユーザ参加型公園管理の提案と緑地・水辺が都市の微気象に及ぼす影響の把握、屋外空間における利用者行動の差異の国際比較を目的とする。

[2] 研究の概要

- (1) 口コミを活用した利用者ニーズの収集・共有と公園管理への利用
- (2) 市街地における緑地および水辺の環境的緩和効果と影響
- (3) 戸外利用活動の差異の国際比較計測-シェーンブルン庭園と偕楽園の利用の違い-

[3] 研究成果

- (1) 口コミを活用した利用者ニーズの収集・共有と公園管理への利用

従来の公園管理では、市民参加手法の一つとしてアンケート調査の実施が一般的であったが、自治体の財政難から継続的な実施が困難となっている。そこで本研究では、水戸偕楽園公園を対象とした口コミ情報共有 Web システムを開発した。口コミは座標・コメント・写真画像によって構成され、本システムにより、管理者は投稿された苦情やニーズに関する場所・意見・周辺状況の情報を一度に獲得することが可能となった。図 3.2-(3)に従来のアンケート調査による利用者ニーズの把握結果、図 3.2-(4)に口コミ Web システムによる利用者ニーズの把握結果を示す。

2006年12月(冬季) 利用者要望	件数
現状維持	2
トイレを増加	1
案内を明確に	1
トイレをきれいに	1
トイレにペーパーマットを設置して	1
ベンチの増加	1
犬の糞処理	1
マナー改善	1
ゴミ箱増加	1
ゴミ処理(花火大会後)	1
子供施設増加(少年の森近所など)	2
子供施設改善(日当たりのいいところ)	1
子供の遊び場所の増加	1
駐車場増加(イベント時混むから)	5
駐車場の確保	1
ジョギングコース増加(水辺以外)	1
食堂の増加	1
施設増加	1
水質浄化	3
公園有料化(美化するためなど)	2
自然を大切に	1
ブラックバスがいて欲しい	1
もっとPRを工夫したほうがいい	1
夜間照明を増やして	1
整備すること(いたみが多い)	1
合計	34

位置	日付	画像	要望内容
	2009/1/16		位置番号(2) 自動販売機がほしいです
	2009/1/16		位置番号(3) 外からトイレの中が見えるのでなんとかしてください
	2009/1/25		位置番号(7) 梅の咲き具合はまだでした

図 3.2-(3) アンケート調査による利用者ニーズ

図 3.2-(4) 口コミシステムによる利用者ニーズ

(2) 市街地における緑地および水辺の環境的緩和効果と影響

本研究は、市民の生活環境・都市環境に着目し、水戸市街地における緑地・水辺が有する気候緩和作用の把握を目的とした。緑地・水辺を含む市街地内複数地点に温度・湿度計を設置し、多点同時観測を行った。その結果、緑地では商業地と比較し平均約 2~3°Cの気温低減効果を確認した。また、水戸市における風の通り道を把握し、市街地に停滞する熱気を拡散させる提案を行った。図 3.2-(5)に温度・湿度同時観測測定地点、図 3.2-(6)に温度・湿度同時観測測定結果を示す。

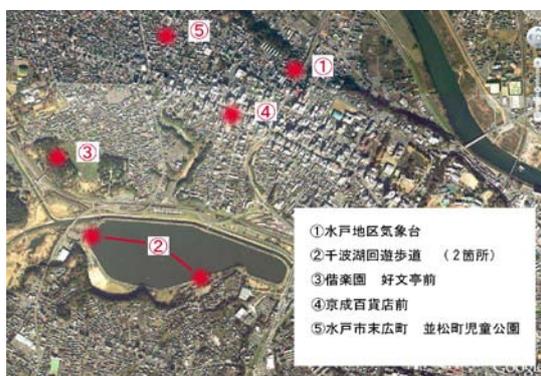


図 3.2-(5) 温度・湿度同時観測測定地点

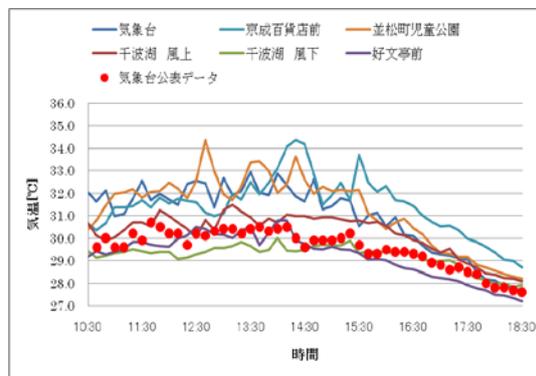


図 3.2-(6) 温度・湿度同時観測測定結果

(3) 戸外利用活動の差異の国際比較計測-シェーンブルン庭園と偕楽園の利用の違い-

本研究は、独立行政法人国立環境研究所およびウィーン生命科学大学 Arne Arnberger 博士との共同研究結果である。従来、世界各地の人間の行動に漠然とした違いがあることは知られていたが、これを計量化して測定することはなかった。本研究により、シェーンブルン庭園と偕楽園において、観光目的の利用者はメインゲートと目的地の最短ルートでの往復行動が多く、加えて普段から利用している散歩目的の利用者は、観光利用者を避け、緑陰や四季折々の草花が楽しめるより長い距離を回遊しているといった共通性が確認された。これは、緑地の環境機能効果を示すものである。図 3.2-(7)に偕楽園 2006 年 5 月つつじまつりにおける回遊行動、図 3.2-(8)にシェーンブルン庭園 2006 年 11 月における回遊行動を示す。

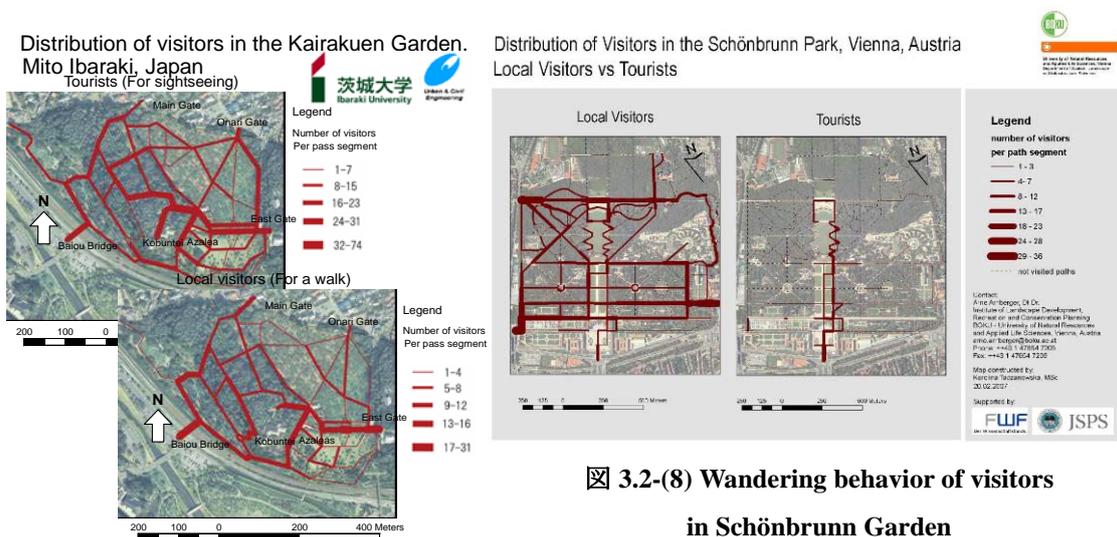


図 3.2-(8) Wandering behavior of visitors in Schönbrunn Garden

図 3.2-(7) Wandering behavior of visitors in Kairakuen Garden

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき)

石内鉄平, 米倉達広, 佐藤弘樹, 岩上大輔 (2009.6) : Google マップを用いたユーザ参加型公園管理に関する研究, (社)日本測量協会 応用測量論文集, Vol.20, pp67-76

Tepei Ishiuchi, Takekazu Koyanagi, Yuji Kuwahara, Tatsuhiro Yonekura (2009.9) : Comparative Research of Survey Results on the Usage Patterns of Traditional Garden between Japan and Austria, International Journal of Environmental Research (IJER) , Iran, Volume 3, Number 4, autumn 2009, pp.483-492

石内鉄平・米倉達広・桑原祐史・小柳武和(2009.10)：パークマネジメントにおける利用者体験情報共有システムの提案，(社)土木学会 土木情報利用技術論文集（旧：土木情報システム論文集），Vol.18, pp.101-108

石内鉄平・小柳武和・桑原祐史(2009.11)：偕楽園公園における利用実態および花木・草花の季節変化に着目した休憩施設設置に関する研究，(社)環境情報科学センター 環境情報科学論文集、No.23, pp.339-344

3) その他の論文

石内鉄平(2009.4)：偕楽園公園における公園利用調査を活用した休憩施設設置に関する研究，(社)日本測量協会 月刊誌「測量 THE JOURNAL OF SURVEY」4月号テクニカルレポート, Vol.59, No.4, pp14-17

4) 口頭発表

石内鉄平・佐藤弘樹・米倉達広・桑原祐史・小柳武和(2009.9)：Google マップおよび携帯電話を用いた利用者ニーズの収集と公園管理への利用，(社)土木学会 第64回年次学術講演会 講演概要集, VII-084

橋本和雄・小柳武和・桑原祐史(2009.9)：地方都市における用途地域と土地利用変化に関する考察-ひたちなか市を事例として-, (社)土木学会 第64回年次学術講演会 講演概要集, IV-138

柏崎晋弥・小柳武和・桑原祐史・石内鉄平(2009.9)：水辺・緑地が都市の微気候に及ぼす影響，(社)土木学会 第64回年次学術講演会 講演概要集, IV-124

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.3. 環境的に持続可能な交通（EST）としての自転車の整備戦略

金 利昭

[1] 課題の目的

環境的に持続可能な交通（Environmentally Sustainable Transport）として自転車は、高いモビリティを持ち、環境負荷の低い乗り物として利用ニーズが高まっていることから、世界的に自転車走行空間整備は急務の課題となっており、欧米のみならず韓国においても自転車交通を強力に推進する政策が展開されている。空間制約が強く幅広い利用層が混在する我が国の自転車走行空間整備では、多様な交通モードの共存可能性を探るとともに、どのような道路タイプを選択するのが重要である。しかし、現在明確な整備指針はなく、現場では試行錯誤的に整備が模索されている状況にある。結果として、安易に自転車歩行車道の整備が継続されているところが少なくない。このような背景には、自転車走行空間に対する人々のニーズがほとんど把握されていないという現状がある。本課題の目的は、大学生へのアンケート調査によって新しい自転車走行空間に対する利用者のニーズを把握し、筆者らのこれまでの研究蓄積と議論を踏まえて新しい自転車走行空間の整備戦略を構築することである。

[2] 研究の概要

本研究は、全国の大学生へのアンケート調査（2009年12月、有効回収数1100票）によって新しい自転車走行空間に対する利用者のニーズを把握し、今後の整備戦略を考察する。具体的な研究概要は以下4点である。

- ① 自転車対応型道路のタイプ（自転車道、自転車レーン、自歩道）の受容性とその規定要因（個人属性、交通特性、安全意識）を明らかにする。
- ② 様々な交通モード（手段・利用者：歩行者、高齢者、自転車、子供自転車、高齢自転車、自動車等）の中で、何を分離し、何を共存させるか判断する知見を得る。
- ③ 自転車通行帯に、自転車以外のESTである次世代交通モード（電動四輪車、小型電動原付）は共存可能かを探る。
- ④ 以上の分析結果とこれまでの研究蓄積をふまえて、今後の自転車走行空間の整備戦略を構築する。

[3] 研究成果

（1）大学生に対するアンケート調査に関する研究成果

- ① 自転車道の評価が圧倒的に高い。
- ② 自転車を自動車から分離し歩行者と共存させる「自歩道」と、自転車を歩行者から分離し自動車と共存させる「自転車レーン」を比較すると、「自歩道」のニーズが高い傾向にある。

- ③自転車レーンの走行頻度が、自転車レーンの評価を高める可能性がある。
 - ④通行帯別事故リスク説明後では、自転車レーンのニーズが高くなる。すなわち、現状では利用者の心理的安心感と事故リスク認知度が乖離している。
 - ⑤子供自転車と高齢者自転車は、歩道上で受容性が高く、自転車レーンの場合にはこの傾向がより強くなる。自転車通行帯では、電動四輪車や電動小型原付は受容されない。
- (2) 自転車走行空間の整備戦略に関する研究成果

筆者らがこれまでに行ってきた既存研究と議論及び今回の利用者意識を総合的に整理して自転車走行空間の整備戦略を考察した (図 3.2-(9))。

まず、検討対象とする自転車等の中速交通モードを分類することが肝要であり、次に制約条件ともなる現状の空間条件と利用者の現況意識を踏まえて今回の意識調査結果を解釈した。利用者の現状ニーズは自転車道であることは当然としても、自歩道と自転車レーンの比較では個人属性で若干異なる傾向がある。また遅い自転車は歩道での受容性は高いが、次世代モードの受容性は低い。以上を踏まえれば、現状の利用者意識を改変した周辺条件の整備を前提として、自転車走行空間の整備戦略は次のようになる。まず重要なことは、質の高い走行空間を整備し、制約条件の中で可能な通行帯の選択肢を増やすことである。このためには自歩道と自転車レーンの併用は現実的な選択肢と考える。次に自動車を制限することで快適走行レーンを増加させ、最終的には中速帯として整備して次世代モードも位置づける。このような整備段階を通じて、可能な自転車を段階的に自歩道から転換することができよう。

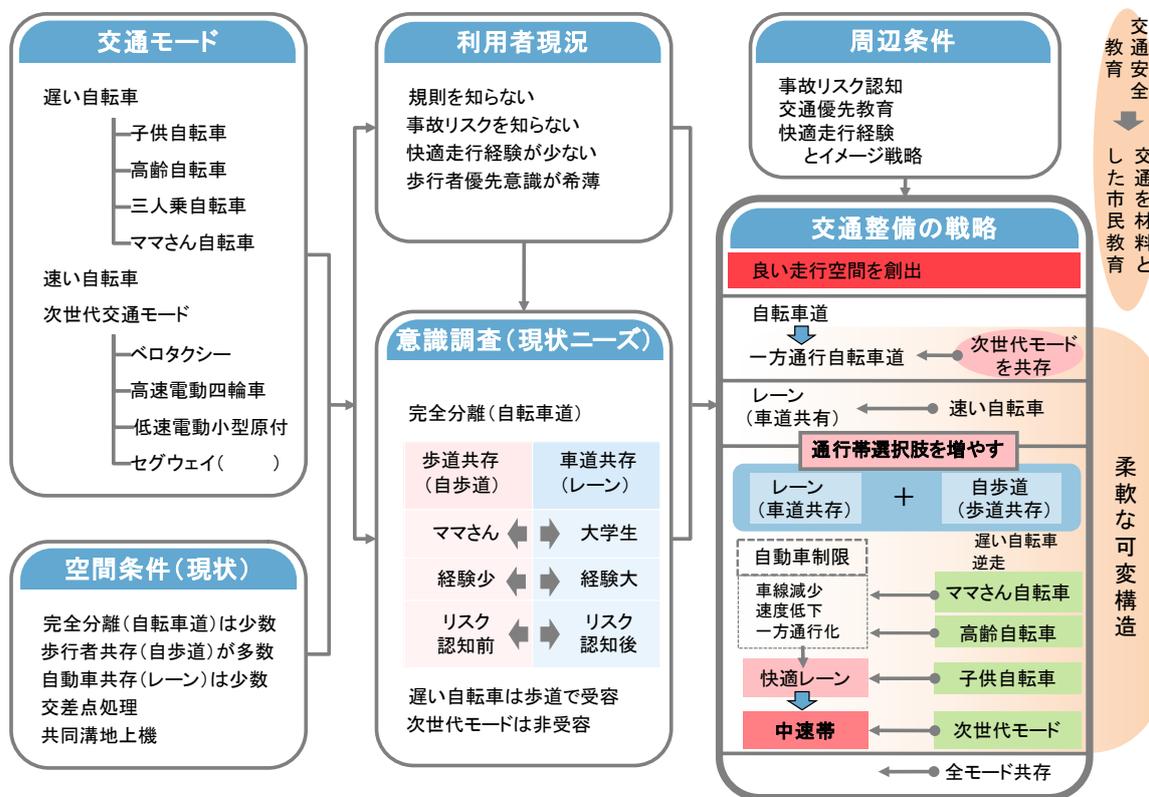


図 3.2-(9) 自転車空間整備の方針・戦略

(3) 環境的に持続可能な交通 (Environmentally Sustainable Transport) としての自転車交通を、他の交通モードの関わりの中で实际的に推進するための戦略を構築したことは、サステナビリティ学を現実社会に具体的に展開する上で意義ある成果と考える。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

金利昭 (2009) 「自転車利用空間とコンパティビリティ (共存性)」、自転車まちづくりフォーラム実行委員会、(株) 地域科学研究会 『自転車交通の計画とデザイン』、pp.65-73、pp.117-131

金利昭編著 (2010、印刷中) 『ストレス計測に基づく道路交通のコンパティビリティレベルの計測』、日本交通政策研究会

2) 論文 (査読つき)

金利昭 (2009) 「自転車利用者の満足度を用いた自転車レーンの評価とサービス水準の設定」、『都市計画論文集』 No. 44-3、pp.91-96

3) その他の論文

金利昭 (2009) 「自転車利用者の満足度を用いた自転車走行環境の評価に関する研究」
『土木計画学研究・講演集』39、CD-ROM、土木学会、4P.

中島豪太、金利昭、鹿島茂 (2009) 「拍間隔指標を用いたストレス計測による自転車
走行環境評価に関する基礎的研究」『土木計画学研究・講演集』40、CD-ROM、土木
学会、4P.

金利昭、木梨真知子、根本奈央子 (2010) 「新しい自転車走行空間の受容性と整備戦
略に関する研究」『土木計画学研究・講演集』41、CD-ROM、土木学会、4P.

4) 口頭発表

金利昭 (2009) 「BCC の提案と整備事例の評価」『土木計画学ワンディセミナー』No.53、

金利昭 (2010) 「道路空間構成に対する意識調査」『新道路技術会議第三回検討会、道路
空間構成の選択とネットワーク構成について』

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.4. ICTを応用した環境情報可視化の研究

齋藤 修

[1] 課題の目的

近未来の社会ニーズは持続可能な環境社会の構築である。これは安心・安全そして快適な社会の実現を目指すものに他ならない。この実現にはシームレスなユビキタス基盤の整備が必要である。次世代 IT 社会のキーワードは社会の中に多数の低廉なセンサを核とした IT 機器が自然に参加して環境情報を収集し、またそれを理解し状況判断を行い、快適な環境を構築するネットワーク世界である。本研究ではユビキタスコンピューティングに代表されるセンサネットワークシステム（ここではあえてアンビエント (Ambient) ネットワーク(環境情報ネットワーク)と呼ぶ)、による ICT 技術をどのように、環境情報可視化に利用し、データベース化を実現するかを目的とした。

[2] 研究の概要

特に土木技術の世界では、地圏・水圏・空圏の環境情報が可視化され、データベース化されることにより、防災・減災を始めとした種々の問題の解決手法が見出されると考えられる。これらの問題を解決する一つの手段として、アンビエント (Ambient) ネットワーク(環境情報ネットワーク)、による ICT 技術の利用が有効であると考えられる。本研究では、小型低価格で実現する環境情報の多点観測を目的として、センサと RFID(Radio Frequency Identification:無線 IC タグ)を組み合わせたセンサ IC タグの開発や応用を 2002 年に着手し、センサとして MEMS(Micro Electro Mechanical System:マイクロ・エレクトロメカニカル・システム)加速度や光学式 CO₂センサ、温度、湿度、気圧など環境情報を可視化できるセンサを選択し、低価格を目標にセンサ IC タグを作ることで、コストパフォーマンスに勝れた、広域の地盤・空間情報を総合的にカバーできるアンビエントネットワークの構築を行った。

[3] 研究成果

(1) 地盤振動測定による地盤特性の把握

地震動測定のための既存の強震計を、例えば 4km 以下のメッシュで配置し常時計測可能であれば、より狭い範囲での地盤特性の把握が可能であり防災システムの開発に有効である。そこで高価な強震計の補助ツールとして加速度センサ IC タグを利用した地震動測定が有効であると考えた。次に、地震計との性能比較を行うために 2009 年から、水戸地方気象台地震計の側に加速度センサ IC タグを設置し実測検証を行った。測定方法は、一定レベルの加速度が発生した時に発生前後の測定データを保持するインパクトセンサ機能を利用して 2010 年 1 月まで測定を実施した。

2009 年 12 月 18 日午前 5 時 41 分頃に発生した栃木県南部深さ 80km を震源地とした M5.1

の地震動を加速度センサ IC タグが捉えることに成功した。図 3.2-(10)に水戸地方気象台で捉えた同時刻の地震計の加速度データ NS 方向成分を重ね合わせて、差分をグラフ表示した。比較した波形から、地震計と遜色のない加速度データが測定され、今後、地震計との共用が可能である。また、双方のスペクトルも一致した。

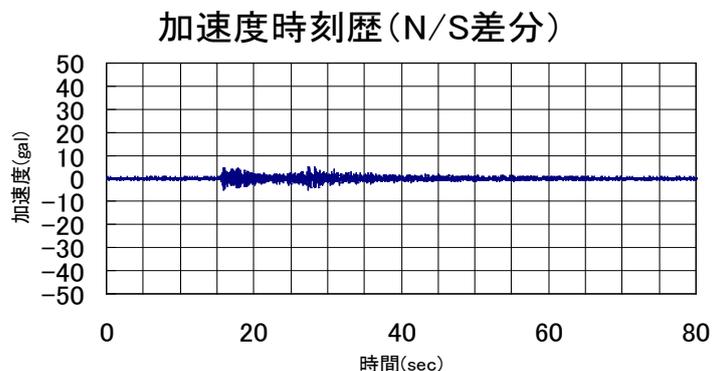


図 3.2-(10) 地震計加速度データとの比較(差分)

(2) 「茨城県茨城県 CO₂グリッド」の立ち上げ

空圏測定としてシステム構築を行ったのが CO₂を茨城県内で測定する「茨城県 CO₂グリッド」である。茨城県内市町村に図 3.2-(11)に示す CO₂センサを納めた電子百葉箱を設置し CO₂濃度を測定する。現在、長期連続測定が可能になった。2009 年度から、電子百葉箱の設置が進み、ネットワーク化は今後の予定だが、図 3.2-(12)に示す様に、県内 3 箇所で測定したデータの比較が可能になった。



図 3.2-(11) CO₂センサ部分概観

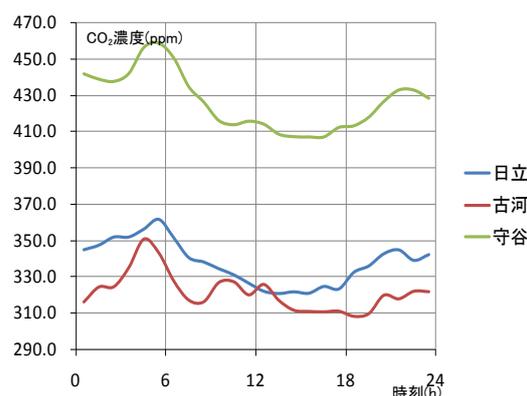


図 3.2-(12) 茨城県 CO₂グリッドによる測定データ

グラフは上から守谷，日立，古河の順である。この測定データから CO₂濃度の地域による違いが明確である。さらに長期的な測定が必要だが、午前，午後の CO₂濃度の変化から

植物活動の影響が読み取れる。また、茨城県南が平坦な土地であることから、都心からの影響についても考察が可能である。

長期観測時の問題点として、センサ自体の劣化や、温度特性が挙げられる。保障温度外の測定データの取り扱いや、センサの定期的なメンテナンス・補正の時期を設定することが今後の課題として残る。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

なし

2) 論文 (査読付)

齋藤 修, 安原一哉, 桑原 祐史, 宮部紀之: CO₂グリッドを応用した簡易気象観測システムの実現と地盤防災への適用性: 地盤工学会平成 21 年度第 8 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, No.142, 377-379, 2009.7.

3) その他の論文

齋藤 修, 堀江 和也, 安原一哉: 高機能型無線センサ IC タグによる、地盤振動のモニタリングの有効性について, 地盤工学会第 44 回地盤工学研究発表, 2009.7

齋藤 修, 安原一哉, 桑原 祐史, 宮部紀之: 気圧センサ IC タグの開発による簡易気象観測システムの実現: 土木学会第 17 回地球環境シンポジウム講演集, Vol.17, pp.13-17, 2009.9.

齋藤 修, 村上 哲, 安原一哉: 地震動時における加速度センサ IC タグの特性検証と地盤モニタリングシステムの可能性: 土木学会平成 21 年度全国大会第 64 回年次学術講演会, 2009.9.

齋藤 修, 千葉 宣朗, 村上 哲, 安原一哉: 加速度センサ IC タグを利用した地震動測定による地盤特性評価手法: 第 54 回地盤工学シンポジウム (創立 60 周年記念シンポジウム), 2009.11.

齋藤 修, 桑原祐史, 安原一哉: センサ IC タグ活用による環境情報簡易測定～ベトナム・ホーチミン市周辺における事例～: Geo-Kanto2009.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

なし

3.3. 地域（茨城）サステイナビリティ

第3部門全員

地域レベルのサステイナビリティを検討していくにあたって、実際に茨城地域における住民、企業、行政などの各主体がどのような取り組みを行っており、どのような課題を抱えているのかについて現状を把握する必要がある。同時に地元地域内の各主体の活動内容に関する情報をお互いが共有できる情報ネットワークを構築する必要もある。このような認識の下、ICAS では「いばらき地域サステナ・ワークショップ」を定期的開催している。これは企業、行政、市民団体など茨城県内のさまざまな主体が参加する地域密着型ワークショップであり、環境問題を基軸にして地域のサステイナビリティを考えるためのプラットフォームづくりを目指している。本年度は2月24日に第4回目となるワークショップを開催した。

さらに本年度は、これまでの本ワークショップを中心とした各団体との活動紹介や意見交換の成果が実を結び、ICAS(大学)と地域団体が連携して、地域サステイナビリティを具体化する実践にまで踏み込むことができた。中でも、商工会が運営する地域振興と環境活動の両立を目指した「エコ・グリーンショップ響」(茨城県城里町)のオープンには積極的に協力した。この「エコ・グリーンショップ響」の企画段階では、ICAS 関係者が城里町商工会の「まちづくり推進事業」の専門委員を務め、商工会会合の出席、空き店舗の選定、他団体のショップの視察、経済分析などを行い、ICAS は大きく貢献することができた。

「エコ・グリーンショップ響」は単に商品の販売にとどまらず、地域サステイナビリティの担い手とも言うべき商工会の新たな窓口となることを目標にしている。したがって、これまでの本ワークショップにおいて、各団体による地域サステイナビリティに関連する数多くの地道な取り組みが展開されている一方で、各団体のつながりが弱いことが指摘されたが、「エコ・グリーンショップ」は環境問題やサステイナビリティに関心をもつ各団体が情報発信や情報収集を行える場を提供し、団体間のネットワークを強化する役割を担っていくことが期待される。

そして「第4回いばらき地域サステナ・ワークショップ」では「エコをコンセプトとしたまちづくりの実践」をテーマとして開催された。上述の「エコ・グリーンショップ響」をはじめとする城里町商工会の取組みの他、茨城県内外での先進的な地域活動の事例報告、さらには地域・環境活動に対する支援事業が紹介され、地域に根ざしたまちづくりや環境活動を実践していくための課題や具体的アイデアについて意見交換を行った。このように本年度のワークショップでは環境活動やまちづくりの実践に注目して、地域サステイナビリティの具体像について議論した。

C 教育・アウトリーチ活動報告

1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発

[1] 目的

地球変動適応科学及びサステナビリティ学研究成果を生かして、アジア・太平洋地域の現場の問題解決を担う人材育成を行うために、大学院を中心とした教育プログラムを開発する。具体的には、英語の講義と現場型実習を組み合わせた国際教育プログラムを開発し、大学院修士課程専攻として本格的な教育を行う計画を立案する。また、大学院との接続を考えた学士教育の講義を開講する。

[2] 概要

2009 年度から開始した大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムに関連して、教材開発と講義の開講を行った。本教育プログラムの開始に伴い、理工学研究科に主専攻型のサステナビリティ学コース、その他の全研究科に副専攻型のサステナビリティ学プログラムが設置された。これに合わせて、国内外から特任教員 5 名(うち外国人 4 名)を招聘し、各研究科において英語を中心とする大学院授業を開講した。このうち、いくつかの科目は遠隔講義システム(VCS)を利用して、複数のキャンパスや IR3S 大学間で同時開講された。2009 年度は国内実践教育演習として茨城県大洗町、国際実践教育演習としてタイ・プーケットにおいてフィールド演習が実施された。また昨年度に引き続き、8 月には東京大学企画の国際実践教育プログラム(IPoS)へ学生 1 名をタイへ派遣した。学士教育では 6 月から 7 月にかけて集中講義「サステナビリティ学入門」を開講し約 160 名の受講があった。この他、10 月にはエコ・フィロソフィに関するワークショップを開催した。

[3] 成果

大学院における国際教育プログラム開発の一環として、海外から John Hay 教授(元ワイカト大学)、Iswandi Anas 教授(ボゴール農業大学)、Jeffrey Clark 講師(NHK)、Bill Reimer 教授(コンコルディア大学)を招聘し、それぞれのキャンパスで大学院修士課程において英語の講義を開講した。各招聘教員の担当した授業科目は、表 1-(1)の通りである。

8 月にタイで開催された東京大学主催の国際実践教育プログラム(IPoS)に 1 名の学生を派遣した。3 月には「第 3 回学生サステナビリティ・フォーラム」を開催し、3 キャンパス間の学生の研究交流の機会を設けた。

学部学生に対しては、昨年度に引き続き全学部からの教員参加による「サステナビリティ学入門」を 3 日間の集中講義形式で開講した。この講義は公開授業とし、一般人の受講生も受け入れ、150 名以上の受講者があった。

以上のような経験の蓄積のもと、2009 年 4 月に大学院修士課程において大学院サステイ

ナビリティ学教育プログラムが開設した。そこでは、主専攻型の「サステイナビリティ学コース」(理工学研究科)および副専攻型の「サステイナビリティ学プログラム」(人文、教育、理工学、農学)が設置され、基盤科目、演習科目、専門科目が開講された。基盤科目の一つとして、12-1月には IR3S 共通コア科目「サステイナビリティ学最前線」を開講し、IR3S の5大学6キャンパス間で遠隔講義システム(VCS)を使った講義が行われた。茨城大学では40名以上が履修し、IR3S 参加大学の中で最も多かった。演習科目については国内実践教育演習が茨城県大洗町、国際実践教育演習がタイ・プーケットにおいて実施された。これらを通じて、カリキュラムや「IR3S 共同教育プログラム修了認定証」の認定要件などの調整を行った。この他、10月8日には ICAS/TIEPh 共催国際セミナー「持続可能な発展と自然、人間—西洋と東洋の対話から新しいエコ・フィロソフィを求めて—」を開催した。

このサステイナビリティ学教育プログラムは、専門課程において個々の専門性を獲得しながらも、同時に俯瞰的知識と視野、問題解決に対するマインド、そしてコミュニケーション能力といった実践のための社会的なスキルを共通して兼ね備えた人材育成、すなわち「心技知にわたる教育」を目指すべきであると確認された。こうしたサステイナビリティ学教育の理念、目指すべき素養、その教授法について、書籍等で報告した(Tanaka et al, 2000; Tamura and Uegaki, 2010; Otsuji and Gunji, 2010 等)。

表 1-(1) 2009 年度 ICAS 招聘教員大学院講義

氏 名	所 属	教 科 名
John Hay	ワイカト大学元教授	地球環境変動適応学特論 I
Iswandi Anas	ボゴール農業大学教授	地球環境変動適応学特論Ⅲ (農業化学生態学特別講義Ⅳ)
Jeffrey Clark	NHK 講師	環境文化特論 (緑環境システム科学特別講義Ⅱ)
Bill Reimer	コンコルディア大学	持続可能な地域開発特論

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Tanaka,N., Nakagawa,M. and Uwasu,M. (2010) “Principles of Sustainability Education,” In: H.Komiyama, K.Takeuchi, H.Shiroyama and T.Mino (eds.), *Sustainability Science I: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press (forthcoming).

Tamura,M. and Uegaki,T. (2010) “Core Competencies,” In: H.Komiyama, K.Takeuchi, H.Shiroyama and T.Mino (eds.), *Sustainability Science I: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press (forthcoming).

Otsuji,H. and Gunji,H.(2010) “Pedagogies of Sustainability Education,” In: H.Komiyama,

K.Takeuchi, H.Shiroyama and T.Mino (eds.), *Sustainability Science I: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press (forthcoming).

2) 論文 (査読つき)

3) その他の論文

大辻永(2009)「文化に根づいたサステイナビリティと教育」『サステナ』, 11, pp.32-37.

4) 口頭発表

Tamura,M.(2009) “Core Competences for the Sustainability Science Education: Japan’s Case,” *Pathway toward Low Carbon Society and Global Sustainability*, University of East Anglia, Norwich, UK, May 20, 2009.

Tamura,M. and Otsuji,H. (2010) “Balancing knowledge, skill and motivation in sustainability education Knowledge and Skills for Sustainability,” *Addressing the Global Climate Crisis*, February 18, 2010, Australian Embassy, Tokyo.

2. 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化

科学技術振興研究員 1 名を増員し、「地球変動適応科学研究機関」の活動体制を一層強化した。地域のサステナビリティへの課題を研究するため、「茨城産業会議との共催シンポジウム」(10月17日)や「地域サステナビリティ・ワークショップ」(2月)を開催するなど学部や地域連携推進本部、関連する学内教育研究組織との連携を図った。

3. アウトリーチ活動

ICAS では、地球変動適応科学およびサステナビリティ学の研究成果を他の研究機関や地域社会に広く情報発信することで積極的に広報に努めている。

本年度も茨城大学地域貢献シンポジウム(5月)や茨城県・茨城産業会議・茨城大学共催シンポジウム(10月)をはじめ、ハノイ科学大学などのベトナムの研究機関との共催による海岸浸食に関する国際ワークショップ(10月)、サステナ・フォーラム(10月)、ICAS 第1部門ワークショップ(12月)、地域サステナ・ワークショップ(2月)、「第3回学生サステナビリティ・フォーラム」(3月)などのワークショップやフォーラムを数多く開催した。

定期的な広報活動として、ICAS 設立当初から定期刊行している ICAS News を本年度も継続させ、14号から19号まで6回の発行を行った。さらに9月には平成20年度の主要な活動成果をまとめた「ICAS 年報 2009」を、2月には ICAS 設立時から IR3S の育成期間終了年度までの活動記録とその評価をまとめた「2006~2009 年度 ICAS 活動報告とその評価」を発行した。

- ・ 2007年6月に執筆を開始した茨城新聞「茨城大学発・持続可能な社会へ」は、本年度の8月4日まで継続させた(本年度の連載の詳細は表3-(1)を参照のこと)。連載期間は約2年、連載回数は103回にも及び長期連載を実現させた。連載終了後はこれまでの執筆記事をテーマ別に編集し用語解説や総括を加筆するなどして一冊の書籍として記録化する作業が進められている。2010年度中には書籍が出版される予定である。
- ・ 数多くのシンポジウム、フォーラム、セミナーの開催を通じて、ICAS および IR3S の認知度を高める動きを続けている。シンポジウム等の詳細な開催記録は、表3-(2)、(3)を参照のこと。
- ・ 本年度も教養科目「サステナビリティ学入門」(集中講義)を開講した。今回で4回目となった本科目は、学外受講者も含め約160名が受講した。分野・学部横断的な講義と複数の教員によるパネル・ディスカッションからなる本科目は茨城大学では希少な取り組みであると同時に ICAS や IR3S を周知する役割を果たしている。
- ・ 本年度は大学院対象の IR3S 共通科目「サステナビリティ学最前線」(集中講義)を開講した。この講義は前年度に試行科目として行われたのに対し、本年度はサステナビリティ学教育プログラムのカリキュラムの一部として本格開講された。この講義は遠隔講義システムを利用して IR3S 参加5大学の学生が同時に受講することが最も大きな特徴

である。茨城大学では 40 名以上が履修し、IR3S 参加大学の中で最も多かった。

- ・ TV・新聞等のマスメディアへの掲載や出演も随時行っている。
 - 朝日新聞、茨城新聞他
 - NHK、TBS 他
- ・ 複数の媒体を通じて広報活動を行っている。
 - WEB サイトの設置、更新
 - ICAS パンフレットの日本語、英語版の発行
 - ICAS News を 2009 年度に 6 号発行し、学内及び IR3S 関係機関へ配布している。茨城大学社会連携事業会会報誌「茨苑」へ随時活動報告を掲載している。
 - 2009 年 9 月には前年度の主要な活動成果をまとめた「ICAS 年報 2009」を、2 月には ICAS 設立時から IR3S の育成期間終了年度までの活動記録とその評価をまとめた「2006～2009 年度 ICAS 活動報告とその評価」を発行した。
 - 大学院サステナビリティ学教育プログラムのパンフレット、および WEB サイトの作成

その他の社会貢献として、地域密着型ワークショップによる地域団体との交流が発展し茨城大学と地元商工会が協力した環境助成事業も運営されることになり、ICAS がまちづくりや環境啓発イベントの実践を担うまでに至っている。中でも、商工会が運営する地域振興と環境活動の両立を目指した「エコ・グリーンショップ響」(城里町)のオープンには積極的に協力し、ショップ内での ICAS を紹介するポスターの展示や、IR3S 機関誌『サステナ』の配布などを行い、ICAS や IR3S に関する情報発信をより一般的なレベルで行うことができた。

また、2010 年 3 月 26 日に茨城大学水戸キャンパスにおいて、バイオ・エタノール混合燃料車両の試乗会を開催した。この試乗会は、スイートソルガムという農産物から製造したバイオ・エタノールを実際に 3%、および 10% 配合したガソリン(E3、E10)を自動車に給油して、走行させるという企画である。現在、茨城大学農学部や ICAS 第 2 部門が中心となり、スイートソルガムからのバイオ・エタノール製造の研究を進めているが、この試乗会には、多くの自治体関係者や企業などが参加し、地元メディアでも大きく紹介された。

表 3-(1) 茨城新聞「茨城大学発：持続可能な世界へ」記事一覧(2009年度分)

掲載日	タイトル	シリーズ名	執筆者
2009.04.07	途上国の温暖化対策支援	環境、経済、社会②	三輪徳子
2009.04.14	日本の経験、技術協力	環境、経済、社会③	三輪徳子
2009.04.21	共通課題解決へ南南協力	環境、経済、社会④	三輪徳子
2009.04.28	中国、植林が生んだ格差	環境、経済、社会⑤	星野真
2009.05.05	廃棄にも掛かるコスト	環境、経済、社会⑥	長谷川良二
2009.05.12	新時代の気候変動政策を	環境、経済、社会⑦	一方井誠治
2009.05.19	「無限の経済成長」は虚構	環境、経済、社会⑧	上柿崇英
2009.05.26	流域全体、視野に入れる	霞ヶ浦①	黒田久雄
2009.06.02	水田生かして水質も浄化	霞ヶ浦②	小松崎将一
2009.06.09	緑肥で「土と水まもる」	霞ヶ浦③	中里亮治
2009.06.16	変化する底生動物群衆	霞ヶ浦④	加藤亮
2009.06.23	「ジオパーク」で国際化を	霞ヶ浦⑤	天野一男
2009.06.30	「流域の宝」どう再生	霞ヶ浦⑥	中島紀一
2009.07.07	地域に合わせ温暖化研究	未来への扉①	佐藤嘉則・太田寛行
2009.07.14	「環境適応」「減災」両立を	未来への扉②	安原一哉
2009.07.21	「成熟社会」に託す課題	未来への扉③	小柳武和
2009.08.04	「環境」社会の動き加速	未来への扉④	三村信男

表 3-(2) 2009 年度 ICAS イベント開催記録

開催日時	イベント名	参加人数	開催場所	テーマ
4月24日	茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト・ワークショップ	100名	三の丸インフォメーションセンター	「農業イノベーションによるバイオ燃料社会の構築」
6月13日 6月20日 7月4日	集中講義 「サステナビリティ学入門」	159名	水戸キャンパス 共通教育棟	ICASの教員による、サステナビリティ学をテーマにした全学部生対象の集中講義 各日最後の時間は講師全員が一堂に会して質疑応答・パネルディスカッションを行った。
8月22日 ～30日	ICAS 教育プログラム国際演習	16名	タイ・プーケット マイカオ村	演習協力：ラチャパット大学、マイカオ村地元の方々 村の6軒の家にホームステイをして、ウミガメ保護・植林・水田復活・廃棄物の4班に分かれての演習
9月8日	ICAS サステナ・総括フォーラム	27名	水戸キャンパス環境リサーチラボラトリー 遠隔講義室	JST 育成期間の最終年度を迎え、これまでの ICAS 各部門の成果を報告し総括するためのサステナフォーラムを開催した。
9月11日 ～13日	ICAS 教育プログラム国内演習	23名	大洗・涸沼	演習協力：茨城水産試験場、大洗町役場、NPO 法人大洗海の大学、大涸沼漁共同組合 地域産業の問題点を把握し、現場の声を聞き、調査し、解決策を学生自らが見出すための演習
10月10日	ICAS/TIEPh 国際セミナー	30名	東洋大学 白山キャンパス スカイホール (白山校舎2号館16階)	主催：茨城大学 ICAS、東洋大学 TIEPh 「持続可能な発展と自然、人間 - 西洋と東洋の対話から新しいエコ・フィロソフィを求めて」
10月17日	茨城県・茨城産業会議・茨城大学共催シンポジウム	120名	水戸三の丸ホテル	「温暖化とエネルギー問題の解決の可能性 - 持続可能な社会の構築に向けて」
10月20日 21日	第1部門海岸浸食と適応策の国際ワークショップ	52名	水戸キャンパス理学部 インタビュースタジオ	ハノイ科学大学、ビンディン県科学技術部、ベトナム水資源研究所、京都大学、茨城大学による海岸浸食とその適応策に関する講演とパネルディスカッション、および常陸那珂港へのフィールドトリップを実施

10月26日	ICAS サステナビリティフォーラム	15名	水戸キャンパス環境リサーチラボラトリー 遠隔講義室	主催：茨城大学ICAS 基調講演 J.E.Hay(茨城大学ICAS特任教授) 討論者 三輪徳子(茨城大学人文学部准教授) 「気候変動への適応:課題と将来への展望」
11月7日 8日	第5回国際学生会議 ISCIU5	200名	茨城大学インフォメーションセンター	学生主催の国際会議 基調講演：アストン大学 機械工学講座 ジェフ・タンスー教授 「今までの人工心臓開発から我々は何を学んだか？」
11月23日 24日	ICSS-Asia	145名	アジア工科大学 会議場	テーマ：エネルギー、都市と農村、施設・構造物、通信、競合と政府、食物と土地利用の変化、危機管理、健康と持続可能性
12月4日	第1部門ワークショップ	35名	茨城大学インフォメーションセンター	主催：茨城大学 ICAS、茨城大学工学部都市システム工学科 過去から未来へ：地球変動と自然災害
12月11日	バイオ燃料国際シンポジウム	222名	県立図書館視聴覚ホール	主催：茨城大学、茨城大学 IBOS、茨城大学 ICAS 共催：茨城県立図書館、後援：茨城県、日立市、阿見町 「農業イノベーションによりバイオ燃料社会の構築」
12月19日 1月9日 1月23日	集中講義 IR3S 共通コア科目 「サステナビリティ学最前線」	41名	水戸キャンパス環境リサーチラボラトリー 遠隔講義室	IR3S 共通教育プログラムの集中講義。IR3S5 大学の遠隔講義システムにより実施
2月22日	第1部門国際フォーラム	52名	日立キャンパス イノベーションルーム	「気候変動が自然災害に及ぼす影響とその適応に関する国際フォーラム」
2月24日	第4回いばらき地域サステナ・ワークショップ	22名	水戸キャンパス環境リサーチラボラトリー 遠隔講義室	主催：茨城大学（ICAS、地域総合研究所、地域連携推進本部、研究協力地域連携課） 「エコをコンセプトにしたまちづくりの実践」
3月2日	ガジヤマダ大学学長講演会・第3回 ICAS 学生サステナ・フォーラム	70名	水戸キャンパス 茨苑会館	サステナビリティ学研究に関わる茨城大学の学部生、大学院生による研究成果のポスター発表および研究交流
3月26日	バイオ燃料試走会	100名	水戸キャンパス本部棟前	スイートソルガムという農産物から製造したバイオ・エタノールを実際に3%、および10%配合したガソリン(E3、E10)を自動車に給油して試走させた。またマスコミ向けの記者会見も実施した。

表 3-(3) 2009 年度 ICAS 活動記録

<p>4 月 ICAS 研究発表会・開始(4/20～毎週月曜) 茨城大学バイオ燃料社会プロジェクト・ワークショップ(4/24)</p>	<p>10 月 ICAS/TIEPh 国際セミナー(10/10) ICAS 研究セミナー(10/14) 茨城産業会議・茨城大学共催シンポジウム(10/17) 第 1 部門海岸浸食と適応策の国際ワークショップ(10/20～21) ICAS サステナ・フォーラム(10/26)</p>
<p>5 月 ICAS 研究セミナー(5/1・25) IR3S/チンダルセンター国際シンポジウム(5/19～21) IR3S/豪大使館 日豪国際高等教育シンポジウム(5/25) 茨城大学地域貢献シンポジウム(5/30)</p>	<p>11 月 第 5 回国際学生会議 ISCIU5(11/7～8) ICAS 研究セミナー(11/9・16) S4 国際シンポジウム(11/16～17) ICSS-Asia(11/23～24)</p>
<p>6 月 ICAS 研究セミナー(6/8.15.22.29) IR3S/国際連合大学 教育シンポジウム(6/10～12) 第 1 回集中講義「サステナビリティ学入門」(6/13) 第 2 回集中講義「サステナビリティ学入門」(6/20)</p>	<p>12 月 第 1 部門ワークショップ(12/4) ICAS 研究セミナー(12/7・22) ICAS 外部評価委員会(12/8) バイオ燃料国際シンポジウム(12/11) 持続可能な地域開発ワークショップ(12/11) 集中講義 IR3S コア共通科目「サステナビリティ学最前線」(12/19)</p>
<p>7 月 ICSS-Asia 国際運営委員会第一回会合(7/1) 第 3 回集中講義「サステナビリティ学入門」(7/4) ICAS 研究セミナー(7/6) IR3S 教育担当者会議(7/28～29)</p>	<p>1 月 集中講義 IR3S コア共通科目「サステナビリティ学最前線」(1/9) ICAS 研究セミナー(1/12・18) 集中講義 IR3S コア共通科目「サステナビリティ学最前線」(1/23)</p>
<p>8 月 ICAS 研究セミナー(8/3.17) ICAS 第 2 部門 WS(8/7) ICAS 第 3 部門 WS(8/20) ICAS 教育プログラム国際演習(8/22～30)</p>	<p>2 月 ICAS 研究セミナー(2/10) 第 1 部門国際フォーラム(2/22) 第 4 回いばらき地域サステナ・ワークショップ(2/24)</p>
<p>9 月 ICAS 研究セミナー(9/1.25) ICAS 年報 2009 発行(9/4) ICAS サステナ・総括フォーラム (9/8) ICAS 教育プログラム国内演習(9/11～13)</p>	<p>3 月 ガジャマダ大学学長講演会・第 3 回 ICAS 学生サステナ・フォーラム(3/2) バイオ燃料試走会(3/26)</p>