



ICAS 年報

2009

茨城大学

地球変動適応科学研究機関 (ICAS)

巻頭言

2006年に、東京大学を統括大学として「サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)」がスタートし、茨城大学もその一員として参加しました。それを受けて、茨城大学では、2006年5月に「地球変動適応科学研究機関(Institute for Global Change Adaptation Science: ICAS)」を設立し、サステナビリティ学の研究に参加しました。それ以降、今年で3年強が過ぎたこととなります。

ICASは、アジア・太平洋地域、すなわち、大きな人口増加と経済の成長が見込まれる一方、気候変動や自然災害の厳しい影響を受ける地球変動の現場を対象にして、「気候変動への適応」を中心にサステナビリティ学の研究・教育を進めることを当初の目的にしています。ICASは29名の兼務教員と36名の協力教員、1名の専任教員と4名の研究員、数名の海外招聘教員、さらに4名の事務スタッフによって運営されており、気候変動適応科学にとどまらずさらに幅広いサステナビリティ学関連分野の取り組みを進めています。

この年報は、2008(平成20)年度におけるICASの研究活動、教育・アウトリーチ活動の状況をまとめたものです。2008年度には、気候変動の影響予測や熱帯農業、ハノイ、フエなど東南アジアの都市の脆弱性の解析などの研究成果をあげるとともに、大学院におけるサステナビリティ学全学教育プログラムの設置を計画し、大学院での教育体制を整えました。その結果、2009年4月には、全ての研究科でサステナビリティ学教育プログラムがスタートしました。また、地域と地球規模の課題の解決を目指して地域サステナ活動に取り組みましたが、これらの取り組みはマスコミを通じて広く紹介されました。

サステナビリティ学の特徴は、文系理系の枠を超えた「対話の構造」を持っていることにあります。今後、一層多くの分野の方々の対話と協力によって、茨城大学発の持続可能で豊かな社会に向けたビジョンの提示ができるように、さらに多くの教員の参加をお願いしたいと思います。

2009年8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. I C A S とは.....	1
2. 研究活動報告の概要.....	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	9
1. 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門).....	9
1.1. 全球及びアジア太平洋地域広域評価.....	9
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.....	12
1.3. 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究.....	16
1.4. IT 技術を用いた防災・適応策の検討.....	20
2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第 2 部門).....	23
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.....	23
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.....	28
2.3. 適応型栽培技術の開発.....	36
2.4. 土壌・水系物質循環保全の研究.....	49
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).....	61
3.1. 気候・環境変動への適応計画と適応政策.....	61
3.1.1. 福岡県西方沖地震の被災地域(西浦地区および玄界島)のその後の生活世界.....	61
3.1.2. 自然災害に適応した先人の事例研究.....	63
3.1.3. 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.....	65
3.1.4. 再生可能資源の評価と再生可能エネルギー(小水力)の開発ポテンシャル.....	67
3.1.5. ラオスにおける開発・安全保障の平和学からの研究.....	68
3.1.6. 気候安全保障論に関する研究.....	70
3.1.7. 緩和策、適応策の社会・経済学的分析.....	72
3.1.8. 地域環境分析に向けた都道府県別 CO ₂ 排出量の推計と考察.....	75
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.....	79
3.2.1. バングラデシュ ダッカ市を対象とした緑地に関する研究.....	79
3.2.2. 偕楽園公園における公園管理手法の高度化に関する研究.....	81
3.2.3. 環境的に持続可能な交通(EST)としての自転車の通行帯サービスレベルの設定.....	84
3.3. 地域(茨城)サステイナビリティ.....	87

C 教育・アウトリーチ活動報告	88
1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発.....	88
2. 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化.....	91
3. アウトリーチ活動.....	91

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)。

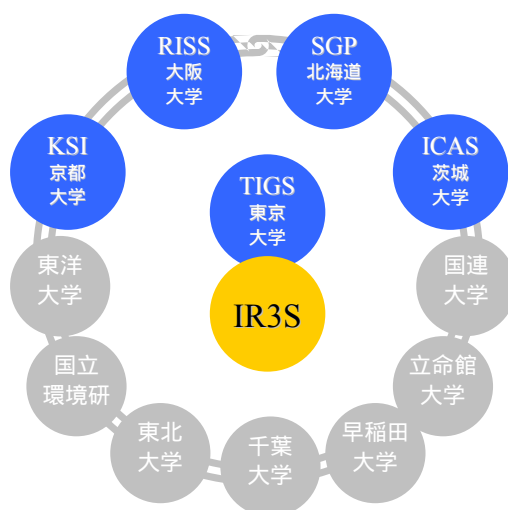


図1-1) サステイナビリティ学連携研究機構

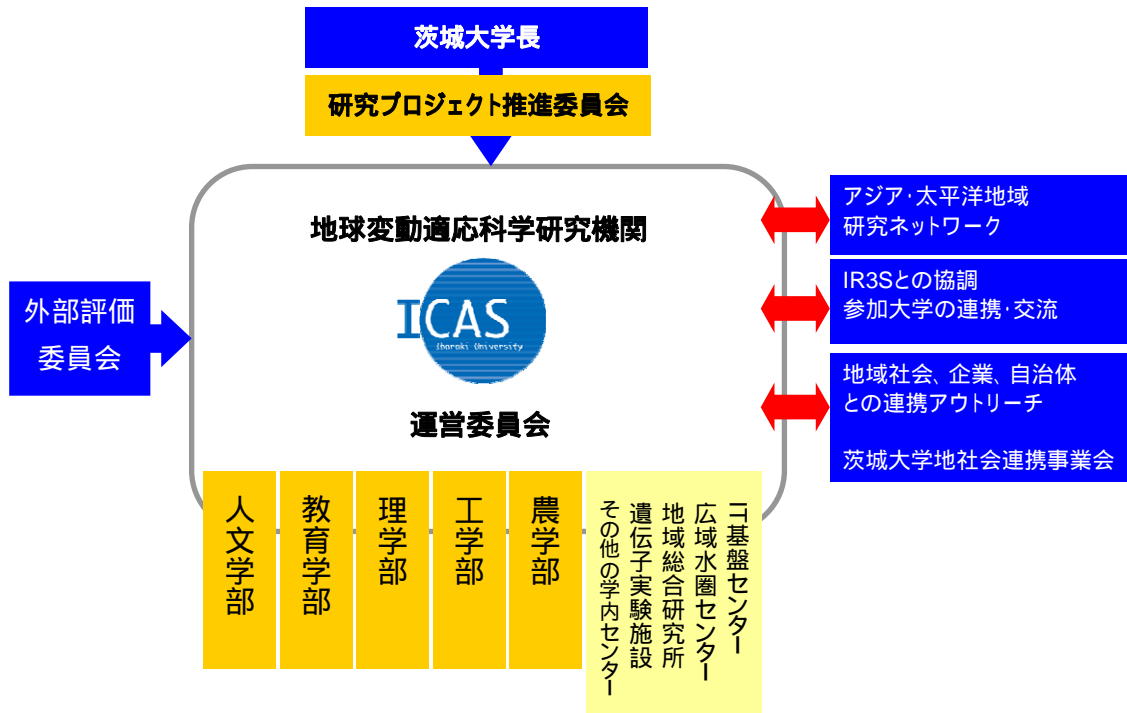


図 1-(2) 地球変動適応科学研究機関(ICAS)の構成組織

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。

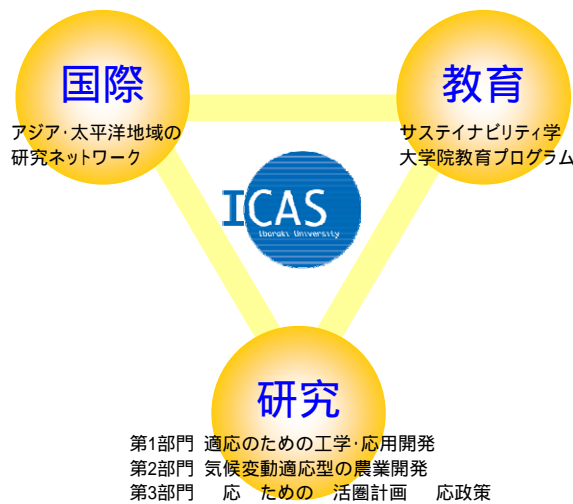


図 1-(3) 3 つの目標

表A 地球変動適応科学研究機関(ICAS)兼務教員及び協力教員等

学部等	兼務教員		協力教員	
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 斎藤 義則 蓮井 誠一郎 原口 弥生	人文エデュケーション学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・准教授 社会科学科・准教授	高橋 修 鈴木 敦 稲葉 奈々子 葉 倩瑋 三輪 徳子 小原 規宏	人文エデュケーション学科・教授 人文エデュケーション学科・教授 人文エデュケーション学科・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	大辻 永 郡司晴元	学校教育教員養成講座・准教授 人間環境教育講座・准教授	山本 勝博 富樫 泰一 上地 勝 伊藤 孝 木村 競 清木 徹 関 友作 大谷 忠	学校教育教員養成講座・教授 学校教育教員養成講座・教授 学校教育教員養成講座・准教授 学校教育教員養成講座・准教授 人間環境教育講座・教授 人間環境教育講座・教授 人間環境教育講座・准教授 学校教育教員養成講座・准教授
理学部	堀 良通 山村 靖夫	理学科・教授 理学科・教授	天野 一男 大西 和榮 北 和之	理学科・教授 理学科・教授 理学科・准教授
工学部	安原一哉 小柳武和 金 利昭 小峯秀雄 桑原祐史 信岡尚道 村上 哲 小澤 哲 湊 淳 外岡 秀行	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 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	小山田 弥平 米倉 達広 鎌田 賢 沼尾 達弥 山田 稔 寺内 美紀子 原田 隆郎 藤田 昌史	メディア通信工学科・教授 情報工学科・教授 情報工学科・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 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・講師
農学部	太田 寛行 中川 光弘 小林 久 新田 洋司 成澤 才彦 加藤 亮 小松崎 将一	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 生物生産科学科・教授 資源生物科学科・准教授 地域環境科学科・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	吉田 正夫 久留主 泰朗 戸嶋 浩明 安江 健 田附 明夫 黒田 久雄 長谷川 守文 金澤 卓弥 長澤 淳	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 生物生産科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 資源生物科学科・講師 地域環境科学科・講師
II 基盤センター			野口 宏	同センター・講師
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	横木 裕宗	同センター・准教授	中里 亮治	同センター・准教授
遺伝子実験施設	安西 弘行	同施設・教授		

ICAS	田村 誠 佐藤 嘉則 長谷川 良二 金 鎮英 齋藤 修 郡司 真弓 折笠 志津子 朝倉 希美代	ICAS 准教授 ICAS 科学技術振興研究員 ICAS 科学技術振興研究員 ICAS 科学技術振興研究員 ICAS 科学技術振興研究員 ICAS アカデミックスタッフ 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 2009 年 7 月末日現在)

2. 研究活動報告の概要

(1) 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門)

1) 全球及びアジア・太平洋地域広域評価

全球およびアジア・太平洋地域を対象にして、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に、地球規模環境情報データベースを拡充した。外力である海面上昇、潮汐、既往の高潮のデータを整備し、これを用いて算定された台風による高潮・浸水の分布と比較した。さらに、各国の経済成長と人口増加を IPCC の SRES シナリオに従って推定し、経済成長に伴って護岸構造物が整備される、という護岸シナリオを導入し、気候変動に対抗する各国の適応力を考慮した水没・浸水影響評価を行えるようにした。これらを地理情報システム(GIS)上で統合することによってより現実的な広域評価手法を開発した。

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

タイやベトナムにおいて、津波や洪水、地震と集中豪雨、塩水化の被害に関する現地調査を行うとともに、復興過程状況、適応策に関して調査を行った。また、入手した各種関連文献などから、適応技術に関する分析を行った。

マーシャル諸島やツバルにて現地調査を行い、現状の海岸管理の状況や過去の海岸侵食の被災状況およびその復興過程についての文献を収集し、ヒアリングを行った。その結果を踏まえて、現地の事情に合わせた災害適応策を提案した。

3) 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究

高潮浸水災害低減のための模型実験、地下水位の上昇を受けた沿岸域地盤とインフラストラクチャの地震時脆弱性に関する模型実験を通じて具体的な適応技術の可能性を明らかにした。また、これらの成果に基づいて、適応策の具体的なメニューを整理した。

豪雨時の河川下流域の洪水・浸水リスクを評価するとともに、遊水池などの対策工によるリスク軽減効果を解析した。

4) IT 技術を用いた防災・適応策の検討

E ラーニングの手法(Knowledge Integration Servers System for E-Learning; KISSEL)で教育者集団との知識共有を図るため、サモア国立大学及びダッカ大学(バングラデシュ)向けに新たに KISSEL サーバを構築し、各大学に送付した。次いで、サモア国立大学を訪ね、サーバ設定作業を行い、関連セミナーを開催した。また、フィジーの南太平洋大学(USP)を訪ね、USP に KISSEL サーバを設置することで合意した。

第一部門では様々な分野で地球変動や自然災害に適応するための思想や考え方、技術について造詣の深い講師によるワークショップを毎年開催している。平成 20 年度は「様々な学問分野から見た地球変動と自然災害」をキーワードに、気象学、地盤・地質学、都市工学などの学問から地球変動や自然災害に関する研究を鋭意進められている 3 名の講師を招き、12 月 12 日に延べ 50 名程度の一般市民の方々、企業の方々、学生、教職員の出席の下、第 3 回 ICAS 第一部門ワークショップ「気象・地盤・都市工学から見た地球変動と自然災害」を開催した。本ワークショップ後には、講演者と一般市民、企業人、学生、ICAS メンバー

等と共に円卓形式での座談会によって活発な意見交換が行われた。

さらに、第3部門と連携して11月下旬にはベトナム・ハノイで第2回国際シンポジウム「気候変動への適応と社会の持続可能な開発」を開催し、気候変動の影響と適応策に関して有意義な情報共有がなされた。また平成21年3月下旬には、4)の“Eラーニングの手法展開”の研究に関連したバングラデシュ及びスリランカにおいてセミナーを開催した。

(2) 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門)

昨年度に引き続き、中国、ネパール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技術的及び社会的位置づけを明らかにする調査を行い、まちサゴヤシのデンブン生産性を規定する環境要因の調査を展開した。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選択を行った。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系状菌の土壤生態調査と農法との関係を探り、また水系の窒素負荷軽減を図るために、灌漑農業の水質保全機能の強化策を検討した。業務の具体的内容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、気候変動の影響が懸念される中国、ネパールで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、サゴヤシのデンブン生産性を、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た。適応型栽培技術開発の資源として暖地性共生菌類を探索し、高温ストレス条件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。水系の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、日本型灌漑農業の水質保全機能の強化策を検討した。

なお、1月12、13日に開催された大学院 GP 教育ワークショップ「環境科学からサステ

イナビリティ学へ「アジアの農学の役割を考える」において、気候変動等の環境変化と持続的農業の在り方に関する部分で、ICAS メンバーが主導的な役割を果たし、インドネシアをはじめとするアジア各国との連携を強化した。

(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)

各国・各地域における持続可能な生活圏計画・適応政策のあり方を探る目的で、アジア・太平洋諸国並びに国内を対象として、気候変動や自然災害に対する考え方や適応行動および再生・適応策の事例調査、環境教育の地域連携・実践に関する調査分析を進めるとともに、エネルギー消費やCO₂排出量の経済学的分析と適応力評価、持続可能な都市交通政策に関する調査分析、公園緑地や水辺の環境機能の評価分析と情報化を進め、以下の成果を得た。

気候変動への適応計画と適応政策に関する研究

津波や地震などの被災地域における適応行動やその後の再生・復興の事例調査により、自然災害に対する適応策の特質と課題およびそのあり方に関する成果を得た。また、多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費とCO₂排出量の変化の分解分析の有効性評価、都道府県別の人間開発指標(HDI)による適応力の検討、地域—産業エネルギー消費マトリックス表の作成と都道府県別CO₂排出量の推計に成果を得た。更に、環境教育活動の事例調査により、地域環境教育のあり方に関する知見を得た。

これらは、以下の研究成果としてまとめられている。

- ・福岡県西方沖地震の被災地域(西浦地区および玄界島)のその後の生活世界
- ・自然災害に適応した先人の事例研究
- ・緩和策、適応策の社会・経済学的分析
- ・地域環境分析に向けた都道府県別CO₂排出量の推計と考察
- ・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

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

都市内の公園緑地・水辺の環境・景観機能保全の観点から、バングラディッシュのダッカにおける緑地・オープンスペースの分布分析を行い、緑地ネットワークの提案を行った。また、同じ観点から、水戸偕楽園公園・緑地の都市環境機能の調査分析と公園管理システムおよび情報提供技術の提案を行った。更に、環境的な都市交通として自転車交通レーン導入のあり方に関する知見を得た。

これらは、以下の研究成果としてまとめられている。

- ・バングラディッシュ・ダッカ市を対象とした緑地に関する研究
- ・偕楽園公園における公園管理手法の高度化に関する研究
- ・環境的に持続可能な交通(EST)としての自転車の通行帯サービスレベルの設定

地域におけるサステイ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、「地域サステイナビリティ・ワークショップ」の

開催(6月、9月)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。今後は、それらの成果をまとめ、ローカル・サステナビリティのビジョンを構築することを試みる。

(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 年度からの大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムの開始に向けて、教材開発などの開講準備を進めた。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した大学院授業を開講するとともに、12 月には教育国際シンポジウム「持続可能な社会に向けた教育のための大学院カリキュラムと教育方法」を開催した。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)に学生 2 名をタイへ派遣した。学士教育では 6 月に『サステナビリティ学をつくる：持続可能な地球・人間・社会システムを目指して』(新曜社)を刊行し、集中講義「サステナビリティ学入門」を開講した。

(5) 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化

特任研究員 2 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、「地域サステナビリティ・ワークショップ」を組織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

IPCC 科学シンポジウム(4月 17、18 日:東京大学)を IR3S 全体の取り組みとして実施した。4 月 17 日のサイエンスシンポジウムには 1063 人、4 月 18 日の専門家会合には 63 名が参加した。ベトナム・ハノイで第 2 回国際シンポジウム「気候変動への適応と社会の持続可能な開発」(11 月)、東洋大学との共催セミナー(11 月)、サステナビリティ・フォーラム(5 月、11 月)、「地域サステナビリティ・ワークショップ」(6 月、9 月)、第 3 回 ICAS 第一部門ワークショップ(12 月)などの各種ワークショップやセミナーを開催した。10 月には地域の諸団体との協働態勢強化の一環として、茨城大学・茨城県・茨城産業会議連携講演会「地球温暖化防止とエネルギーの持続可能性」(10 月)を開催し、ICAS 機関長が総合司会を務めるなど全面的に協力した。

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 19 年度の主要な活動成果をまとめた「ICAS 年報 2008」を公表した。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」の長期連載を継続し、ICAS メンバーを中心に IR3S 関連教員等からの寄稿を発表した。また、ICAS メンバーの研究成果は、4 月から茨城放送で毎月連続インタビュー(計 12 回)、新聞各紙および NHK、TBS テレビなどを通して広く社会に紹介された。これらを通じて活発なアウトリーチ活動を行った。

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
丸山陽祐 (理工学研究科)

[1] 課題の目的

- (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。外力である海面上昇、潮汐のデータを整備するとともに、台風による高潮の推定方法を検討し、海面上昇による水没域と高潮氾濫域、さらにはそれによる影響人口などを推定する。また、IPCC SRES シナリオを用いて、人口増加と経済成長を組み込んだ護岸シナリオを作成し、温暖化の進展と護岸強化の効果の効果を比較する。これらを地理情報システム(GIS)上で統合することによって、広域影響評価手法の開発を継続する。

[3] 研究成果

(1) 水没地域と影響人口

海面上昇の経年変化を導入するため、IPCC 第四次評価報告書に示された予測結果に基づいて、図 1.1-(1)に示すように、海面上昇は 2000 年をゼロとし 2100 年で最大値に達するよう直線的に変化すると仮定した。また、プログラムを少ないメモリで計算できるように変更し、恒久的の水没域(海面上昇+潮汐偏差による

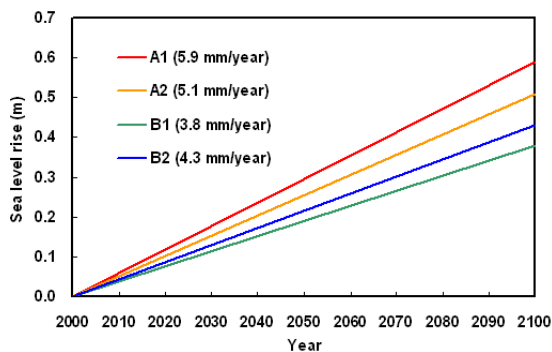


図 1.1-(1) 本研究における海面上昇の経年変化

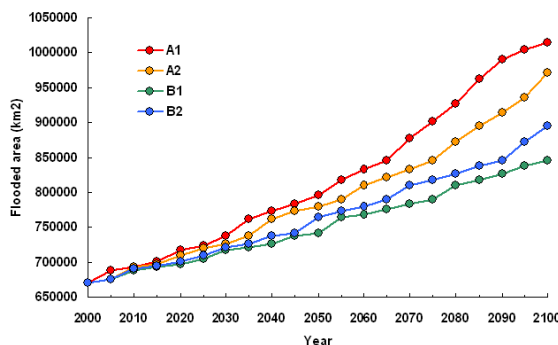


図 1.1-(2) 恒久的の水没域(護岸なし)

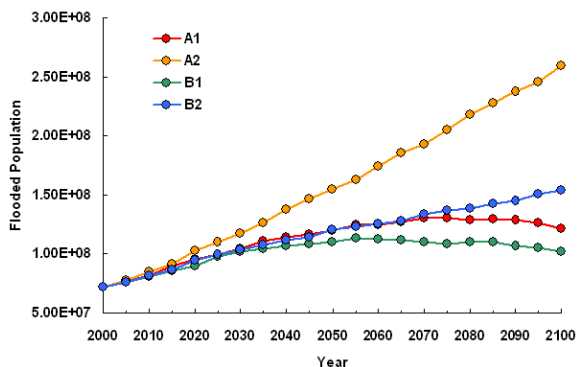


図 1.1-(3) 恒久的の水没域の影響人口(護岸なし)

水没域)を計算した。なおシナリオ間の差を反映するために、人口に関しては各シナリオの国別人口成長率を与え計算している。

図 1.1-(2)は護岸を設けなかった場合の恒久的水没域の推移、図 1.1-(3)は同条件での影響人口の推移である。これを見ると、SRES 排出シナリオの違いによって、世界規模の影響による差があることが見て取れる。

また、SRES A1 シナリオにおける各地域別の恒久的水没域を図 1.1-(4)に、影響人口の推移を図 1.1-(5)に示す。これを見ると、アジア地域でその影響が大きい、これには将来の人口増加が大きく寄与している。

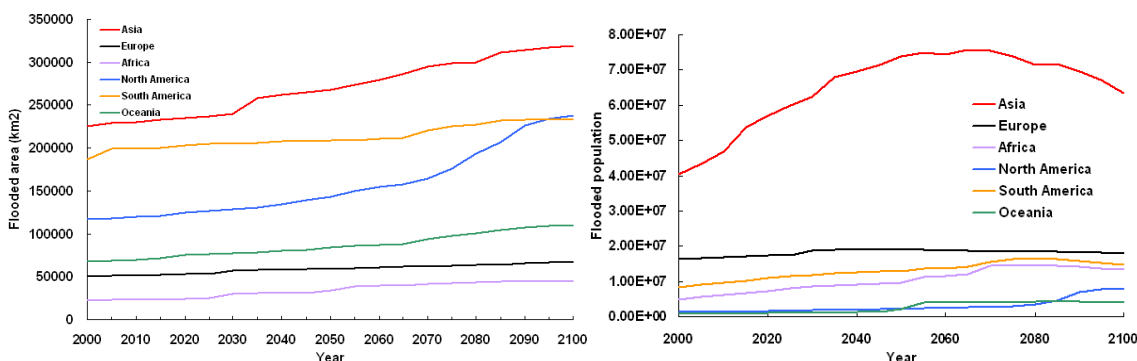


図 1.1-(4) 地域別恒久的水没域 (護岸なし)

図 1.1-(5) 恒久的水没域における地域別影響人口 (護岸なし)

(2) 確率高潮偏差の検討

確率高潮偏差の推定は、一時的な水没域 (海面上昇値+潮汐偏差+高潮偏差による水没域) の影響評価に関係するのはもちろん、護岸の設置にも反映されることから、本研究においては特に重要なパラメータである。図 1.1-(6)に示すのは、本研究で推定された再現期間に伴う確率高潮偏差である。河合ら (2007) によって示された同様の結果と比較すると、概ね同様の値を示している。極値資料となる高潮の計算精度や標本数は両者で大きく異なっているため、ここでは結果を比較するにとどめる。日本国内の比較以外に、海外のデータを見てみると高潮偏差が大きく計算される地点 (アメリカ、中国、オーストラリアなど) では、採用された分布関数によっては 1000 年確率高潮偏差が 25m を超えるような点が出現しており、極値統計の取り方で結果が大きく異なることが分かる。

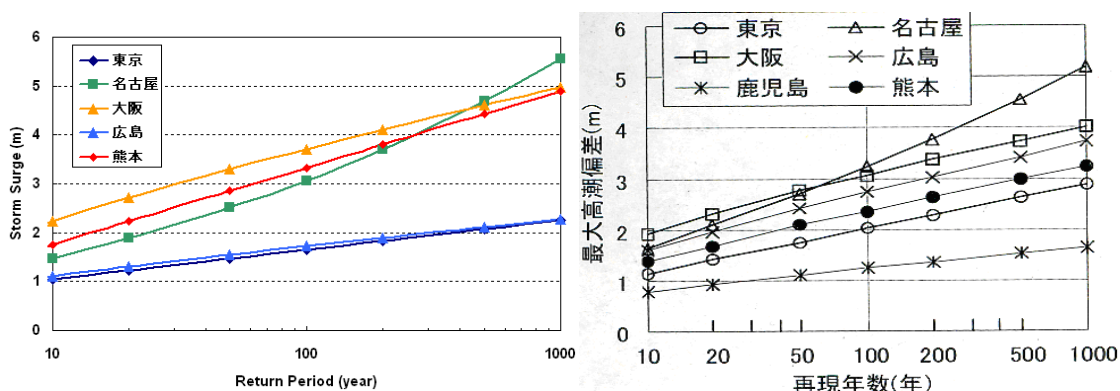


図 1.1-(6) 確率高潮偏差 (左: 計算結果、右: 河合ら(2007))

引用文献

河合弘泰・橋本典明・松浦邦明 (2007) 確率台風モデルを用いた内湾の高潮の極値と継続時間の推定, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.301-305

[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)

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 第 56 巻.

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

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

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、齋藤修
 胸組智光（理工学研究科）、宮部紀之（理工学研究科）
 谷口雄太（理工学研究科）

[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

2008 年度は、以下の項目について実施した。

- (1) 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に関する研究
- (2) 斜面崩壊危険度評価のための降雨特性の分析方法に関する研究
- (3) IC タグを利用した気候変動に伴うインフラの劣化診断および環境計測技術の開発に関する研究

[3] 研究成果

(1) 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に関する研究成果

地球温暖化に伴い異常降雨、異常少雨の地域が顕著に分かれ、大雨の発生する頻度が増加する可能性が高いとの評価が示されている。実際、日本において集中豪雨の発生件数は増加しており、集中豪雨により、大規模河川の堤防の破堤など多くの災害や事故が発生している。そこで本研究では河川堤防や高水敷・河岸を対象として、簡易な方法で地球温暖化に伴う集中豪雨頻発化の影響を想定し、河川堤防堤体材料や高水敷・河岸を構成する土質材料への物理的影響を推察した。また、この推察結果を踏まえて、河川堤防堤体材料や高水敷・河岸の降雨に対する脆弱性評価と対策マップを提示した。本研究では、降雨に伴

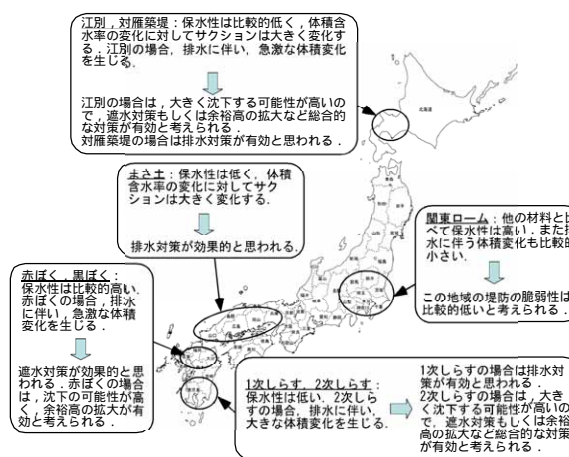


図 1.2-(1) 河川堤防堤体や高水敷、河岸の土質材料の降雨に対する脆弱性評価と対策マップ

う河川堤防や高水敷・河岸の挙動を評価することを目的に、「土の保水性試験」を実施した。実験に供した土質試料は、関東ローム(茨城県)、赤ぼく(大分県)、黒ぼく(大分県)、1次しらす(鹿児島県)、2次しらす(鹿児島県)、まさ土(山口県)、対雁築堤材料(北海道)および江別(北海道)の8種類である。特に今回は、排水過程すなわち降雨や河川水位の上昇により水浸を受けた後の排水を想定した「土の保水性試験」を行い、それにより得られた水分特性曲線と一次元変形特性を考察した。その結果に基づき、河川堤防堤体材料や河岸の降雨や河川水位上昇による脆弱性評価マップを提示した(図1.2-(1))。

(2) 斜面崩壊危険度評価のための降雨特性の分析方法に関する研究成果

降雨による斜面崩壊の多くは、降水の浸透に伴う斜面地盤の飽和度の増加、および地下水位上昇により、地盤の安定性が低下するために生じる。したがって、地盤の不安定化の要因は、降雨強度だけでなく、降水履歴や周辺の地形・地質、斜面を構成する土質などに起因すると考えられるため、対象とする斜面を不安定化させる降雨特性(例えば、集中豪雨のような短期集中型の降雨や梅雨のような長期分散型の降雨など)を考慮した検討が重要であると考えられる。そこで、過去の豪雨による土砂災害を対象とし、ひと雨と降雨特性インデックスを用いる分析方法を提案した。提案方法による各地域における土砂災害の降雨の特性を雨量観測結果に基づいて分析し、斜面の崩壊危険度評価のための降雨シナリオ作成法を提案した。具体的には、広島県および新潟県の総降水量と最大9時間降水率および最大9時間降水率と降水継続時間の降雨分類図を整理し、降雨特性に関する差異を確認すると共に、各地域の地形や地盤特性の観点から考察した(図1.2-(2), (3)参照)。以上のように土砂災害をもたらす降雨特性に基づいた降雨シナリオを設定し、現状の斜面崩壊危険度評価のみでなく、将来の気候変動に起因する斜面崩壊危険度評価にも活用できると考える。

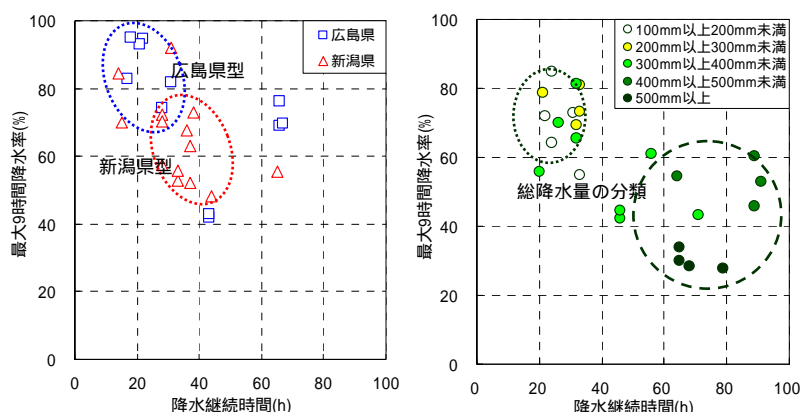


図 1.2-(2) 広島県、新潟県の最大9時間降水率と降水継続時間(左)

図 1.2-(3) 鹿児島県の最大9時間降水率と降水継続時間(右)

(3) IC タグを利用した気候変動に伴うインフラの劣化診断および環境計測技術の開発に関する研究成果

IC タグを利用して、都市内のインフラストラクチャー（水理構造物・基礎構造物・基礎地盤を含めて）の健全性把握技術の開発を行っている。本年度は、橋梁や土構造物への加速度センサ設置により列車や車両通過時

の振動特性を把握し、健全性把握のための特徴量分析方法を開発した。具体的には、茨城県ひたちなか市内のひたちなか海浜鉄道湊線において、列車通過時の盛土、切土の振動測定を行った。また、CO₂ 計測器による観測では、日立市の生活環境圏の濃度変動特性が、朝夕は呼吸活動が卓越し、昼は光合成活動の影響が卓越するという植生から受ける影響が顕著に現れていることを計測した。今後、インフラストラクチャーの健康診断に関しては波形特徴量分析の高度化（1/f ゆらぎ等）地震動観測による新たな土構造物特性把握、CO₂ 計測に関しては多地点観測体制の実現とセンサ IC タグの広域ネットワークとの一体化運用を実現するために、技術構想を取りまとめている。図 1.2-(4)に広域の CO₂ 計測ネットワークシステムを実現する、茨城県 CO₂ グリッドの構成を示す。

以上の研究成果より、地球温暖化に伴う自然災害の甚大化による各種の社会基盤への影響を評価してきた。これらの成果は、サステナビリティ学/地球変動適応科学の基礎となる学術的知見となるものである。

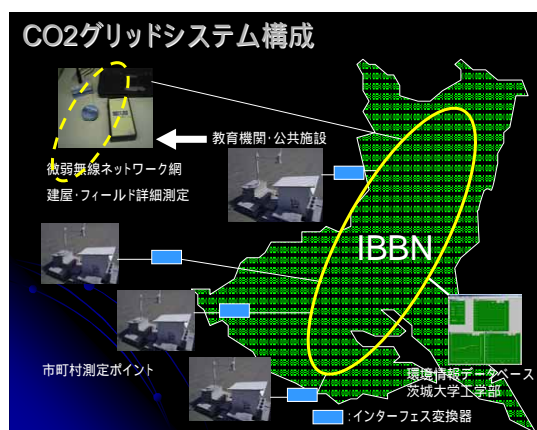


図 1.2-(4) 茨城県 CO₂ グリッド構成図

[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）

Komine, H. (2008) Adaptations and countermeasures for mitigating impacts due to global warming in geotechnical and geoenvironmental engineering, 2nd Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters.

Munegumi, T., Komine, H., Yasuhara, K. and Murakami, S. (2008) Vulnerability evaluation of soil material simulated river bank material in torrential rainfall, 2nd Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters.

齋藤修・堀江和也・石山大祐・安原一哉・桑原祐史 (2008) MEMS 加速度センサを用いた

IC タグによる地盤振動の解析と可能性, (社)日本測量協会 応用測量論文集, 19 : 81-90.
 齋藤修・桑原祐史・安原一哉・宮部紀之 (2008) 茨城県 CO₂ グリッド構想に関する検討, (社) 土木学会 情報利用技術論文集, 17 : 219-224.

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・内田佳子 (2008) 河川堤防堤体材料としての関東ローム・しらすの水分特性曲線および一次元変形特性の比較, 第 43 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 (2008) 河川堤防堤体材料としての火山灰質粘性土の水分特性曲線および一次元変形特性の比較, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008/09.

谷口雄太・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・胸組智光 (2009) 土粒子の密度, 土の粒度, 自然含水比, 液性限界による河川堤防堤体材料の侵食特性の推察, Geo-Kanto2008 (第 5 回地盤工学会関東支部研究発表会).

宮部紀之・桑原祐史・齋藤修・安原一哉 (2008) 茨城大学工学部周辺を対象とした生活環境圏における CO₂ 計測システムの構築, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会, -069.

宮部紀之・桑原祐史・齋藤修・安原一哉・小柳武和 (2008) 生活環境圏を対象とした CO₂ 濃度観測システムの提案, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 7-118 : 235-236.

齋藤修・桑原祐史・安原一哉・宮部紀之 (2008) ユビキタスネットワークを構成する CO₂ センサシステムの開発, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 7-196 : 391-392.

(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

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、横木裕宗、桑原裕史、齋藤修

[1] 課題の目的

(1) 地球規模環境情報データベースを構築して広域影響評価手法を開発するとともに、海外及び国内における現地調査と沿岸域地形変化・地盤変状に関する実験・モデル解析を実施し、気候変動に対する適応・防災に関するリスク情報システムの開発を行う。

(2) サイトに応じた適応戦略・適応策を提案するための事例研究を推進するとともに、適応力に関する考え方も整理する。これらによって、主として東南アジア地域影響評価と適応技術メニューを提示するためのデータ整備と手法の開発を行う。

(3) 適応策のうち、代表的なハード技術を選択してその可能性と効果を評価する。併せて課題も明らかにする。

(4) ソフトな適応技術として、IC タグ(Integrated Circuit Tag)を利用した生活空間と社会基盤施設の健全性診断技術の可能性を探る。

[2] 研究の概要

(1) 地域の実情に応じた複合影響評価・適応技術に関する研究

国内と東南アジア(タイ、ベトナム)における複合災害の種類と被災・復興過程に関する現地調査を行う。これらを通して、気候変動の複合影響及び対象地域毎の災害への社会の応答・適応の実体を把握する。

(2) 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究

文献調査などによって起こりうる複合的自然災害ケースを整理する。その中でも、海面上昇と地震の重なりによる沿岸域地形変化と地盤変状のメカニズムを解明するため、室内実験を行うとともに地下水位上昇を受けた後に地震を経験する基礎地盤の支持力の低下や基礎構造物の変状予測方法とメカニズムに応じた適応策を明らかにする。

(3) ICタグを利用した気候変動に伴うインフラの劣化診断技術の開発に関する研究

鉄道盛土の車両走行時の盛土と切土の加速度を測定しこれに基づく健全度診断手法を開発する。

(4) 上記研究の事項に関する成果を「第2回気候変動に起因する災害とサステナビリティに関する国際会議」(ベトナム、ハノイにて開催)において発表する。

[3] 研究成果

(1) 気候変動に起因する複合災害としては種々考えられるが、ここでは以下のものを具体的な課題として取り上げることとした。

海岸侵食

低平地（地盤沈下地帯）における水害や地震時災害

気候変動と地震の複合化による災害

（2）適応技術に関する研究成果

わが国における複合災害の例として海面上昇と集中豪雨によって齎された地下水位上昇を受けた沿岸域の社会基盤やそれを支える基礎地盤が同時に大きな地震動を受けたときに齎される不安定性に対する適応技術を取り上げ、既存構造物に対する連続地中壁の打設が構造物の浮上対策として有効であることを実験によって確かめた(図 1.3-(1))。

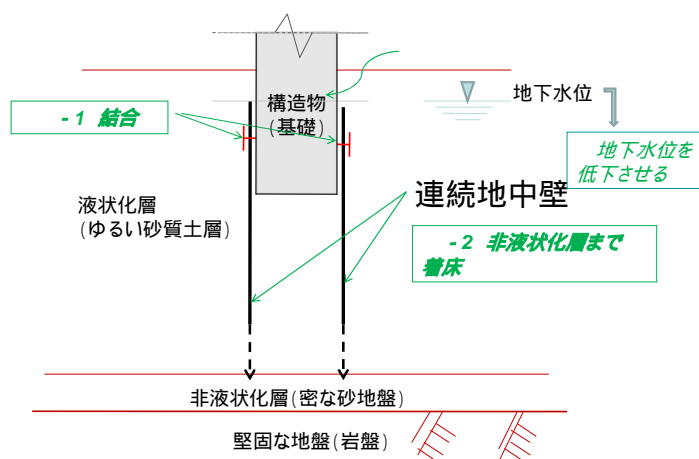


図 1.3-(1) 地下水位上昇を受けた構造物の地震時変状と対応策

（3）気候変動に伴うインフラの劣化診断技術開発に関する研究成果

CO₂ センサとしての可能性が確かめられつつある IC タグを用いて都市内のインフラストラクチャ（水理構造物・基礎構造物・基礎地盤を含めて）の健康診断技術の開発を開始した。具体的には、図 1.3-(2)、図 1.3-(3)に示したように、県内の鉄道用の軌道内の切土・盛土部に IC タグを設置し、季節ごとに列車走行に伴う振動特性を計測した。さらに、“1/f ゆらぎ”理論を応用して、健全な状態が気候変動に伴ってどのように変化していくかを調べた。このことを継続することによって気候変動に伴う新しくまた簡便な盛土斜面と切土斜面の劣化診断技術の開発に繋げていく手がかりが得られると考えられる。また、これ等の成果は気候変動に伴う複合的災害の具体的な適応策の提言に繋げていくことができると考えられる。

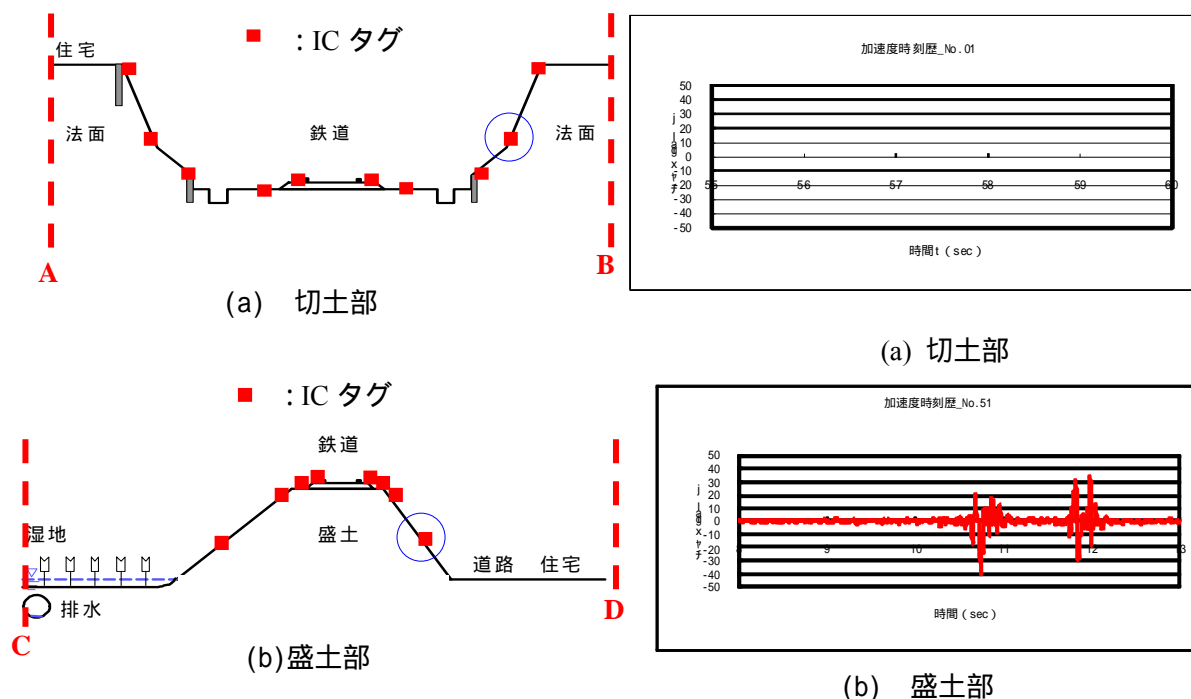


図 1.3-(2) IC タグの設置位置

図 1.3-(3) 代表的な加速度測定結果

(4) 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

気候変動に伴う災害の複合化や巨大化が懸念されているので、これらのメカニズムを明らかにし、ソフト面とハード面の両方向から地域の事情に応じた具体的な適応策を提言していくことは、気候変動適応科学の目的に適うものであり、地域住民の安心・安全を保障していくと言う点でサステナビリティ学の構築に貢献していくことが出来ると考える。

[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)

齋藤 修・桑原祐史・安原 一哉・宮部 紀之 (2008) 茨城県における CO₂ グリッド構想に関する検討、土木情報利用技術論文集 17: 219-224.

3) その他の論文 (シンポジウム)

なし

4) 口頭発表(国際会議)

Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S. and Shibata, H. : Instability of foundations undergoing rise in groundwater level, Proc. International Conference on Foundations, No. 136, 1615-1624, 2008.

Duc, D.M., Yasuhara, K., Murakami, S. and Komine, H (2008) Coastal erosion in the tropical rapid accretion delta- A case study of the red river delta, Vietnam, Proc. Fourth International Conference on Scour and Erosion, B-27, Tokyo, 372-377.

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

“ 第2回気候変動に起因する災害とサステナビリティに関する国際会議(ベトナム、ハノイにて開催)に企画・運営に協力の上、会議に参加し、研究発表を行った。

(3) マスコミ等への公表・報道等

“ 防ぎきれぬ複合災害”(2009年2月20日、朝日新聞 夕刊)

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)を開発し、サモア、スリランカ、バングラデシュ、フィジー等の諸国に KISSEL サーバを設置することにより、関係国間での情報共有を実現することを目的とする。

[2] 研究の概要

2008 年度は、KISSEL サーバをサモア、スリランカ、バングラデシュの各国へ送付し、設置作業を行うと共に、さらにフィジーに設置するための事前準備を行った。また、サモア、スリランカ、バングラデシュにおいて、関連セミナーを開催した。

[3] 研究成果

サステナブルな社会を築くためのキーの一つは知(ナレッジ)の集積と共有であると考え、本グループでは、我が国と、とりわけ自然災害や環境変動に脆弱な諸国(南太平洋諸国、スリランカなど)との間におけるインターネットを活用した知識共有型のeラーニングシステム(Knowledge Integration Servers System for E-Learning, KISSEL)の構築を目指している。2008 年度は、KISSEL サーバをサモア(サモア国立大学)、スリランカ(バングラネイク短期大学)、バングラディシュ(ダッカ大学)に設置した。また、サモアでは、サモア国立大学にてセミナーを開催すると共に(図 1.4-(1)) 同国首相を表敬訪問し、KISSEL プロジェクトの趣旨を説明した(図 1.4-(2))。セミナーの内容は、Eラーニングの手法(KISSEL)で教育者集団の知識共有を図り、地域に適合したサステナビリティ学の創生と啓蒙を目指す、というものである。また、バングラデシュでは2名の大臣及び2名の学長を表敬訪問し、同様のセミナーを4回開催した。また、スリランカでは同様のセミナーを2回開催した。



図 1.4-(1) サモア国立大学でのセミナーの様子(2009/3/4)



図 1.4-(2) サモア国首相を表敬訪問(2009/3/5)

加えて、今後、フィジー（南太平洋大学）に KISSEL サーバを設置するための事前準備として、同大学の IT サービス長であるキシオネ・フィノウ氏と打ち合わせを行い、KISSEL サーバを設置する方向で具体的な問題点のすり合わせを行うことで合意した（南太平洋大学側のコンタクトパーソンは同氏及びエシ・ナバルア副学長である）。

本グループが構築を進めている KISSEL は「知」の集積と共有を目指すものであり、減災を始めとするサステイナブルな社会作りの一助となるものと考えている。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

なし

2) 論文（査読つき）

Dassanayake G., Patu V., Minato A. , Fernando S., Wijewickrama S., Fuse M., Noguchi H. and Ozawa S. (2008) Improvement of Graduate Education Using High definition Video Course Material, International Journal of Learning, 15 (3) : 79-88.

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

Dassanayake, G., V. Patu, A. Minato, and S. Ozawa (2008) Development of E-learning Community in Asian Pacific Countries, Proc. International Conference on Social Sciences, p. 221, Kelaniya, Jul., 2008.

Ozawa, S., G. Dassanayake, V. Patu, M. Itaba, and A. Minato (2008) Message Formation and Message Transfer, Proc. International Conference on Social Sciences, Kelaniya, p. 222, Jul., 2008.

Dassanayake, G., V. Patu, R. Jayasekara, A. Minato, S. Fernando, S. Wijewickrama, N. Warnajith, N. G. J. Dias, and S. Ozawa (2008) Teaching using information and communication technology: Do high school teachers have the confidence? – A Case Study from Sri Lanka, Proc. 4th Ibaraki University International Student Conference, p. 265, Mito, Nov., 2008.

Warnajith, N., G. Dassanayake, S. Wijewickrama, N. G. J. Dias, and S. Ozawa (2008) The Use of Templates to Manage On-line Discussion Forums, Proc. 4th Ibaraki University International Student Conference, p. 264, Mito, Nov., 2008.

Ozawa, S., G. Dassanayake, V. Patu, H. Tonooka, H. Noguchi, A. Minato, and K. Karunathilake (2008) Development of Social Networks for Education of Risk Managements of Natural Disasters in Asian Pacific Countries, Proc. International Conference on Social Sciences, Sri Lanka, 2008 (in press).

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

Workshop on Improving University and High School Education through Information and Communication Technologies, 16 July 2008, University of Kelaniya, Sri Lanka.

Workshop on Introduction of E-learning Methods to Higher Education, 4 March 2009, National University of Samoa, Samoa.

(3) マスコミ等への公表・報道等

なし

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蒙古自治区、雲南省、ネパールで現地調査を行い、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。内蒙古自治区については当地域の伝統産業である牧畜業について地域産業連関表から他産業との連関構造の変化、持続的発展のための政策支援のあり方について検討する。雲南省については、世界最高水準の水稲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を明らかにするとともに気候変動への適応の視点から持続可能なアジア稲作のあり方を検討する。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平坦地、丘陵地、山間地ごとの気候変動への適応策について検討する。

[3] 研究成果

中国の内蒙古自治区と雲南省、ネパールで現地調査を行い、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を検討した。

内蒙古自治区については、同地区の風土条件に最も適応して発展してきた牧畜業を対象に地域産業連関表を使って地域資源や付加価値の地域内循環や他産業との産業連関構造の変化について分析を行った。内蒙古自治区においては、牧畜業と他産業の連関性が依然強いが、最近では飼料産業や食品産業、運輸産業との連関性が高まっており、都市部での最終消費も増加しており、生産物の域外移出も増加していることを確認した。牧畜業を持続的に発展させるためには、飼料供給基盤や畜産物流通市場への政策的投資を増やすことが有効であることを明らかにした。

中国の雲南省については、少数民族の納西族が多く居住する麗江市で現地調査を行い、近代化の中での少数民族の持続可能な稲作のあり方を検討した。気候条件に恵まれた麗江市ではここ数年ハイブリッド米「協優」を使って ha 当たり 19 トン(籾ベース) という世界最高の米単収が記録されている。しかし実際の農村レベルでは、種子の更新問題や生産資材の増投、技術普及制度の不備などのためハイブリッド品種の普及が一部の地域に限られている。標高差の激しい麗江市では従来から標高に応じて多様な在来品種を活用して気候変動に適応してきたが、最近の近代稲作の普及に伴って少数民族が維持してきた在来品種

の喪失が進行しており、長期的視点に立った稲作システムの見直しが必要であることを明らかにした。

ネパールについては、全国を平坦地、丘陵地、山間地の 3 地区に分けて、気候変動の稲作への影響を検討した。ネパールにおいては、地球温暖化の影響のためか 1980 年代以降平均気温やモンスーン期降水量の増加傾向が認められる (図 2.1-(1)、(2))。亜熱帯地域に位置するネパールでは、米の生産性は丘陵地が最も高く、単収の変動性も丘陵地が最も高い (表 2.1-(1))。気候変動の稲作への影響は、平坦地では 6 月と 8 月の高温の影響が、丘陵地では 9 月の低温の影響が認められ、山間地では気候要因の制約は弱いことが認められた (表 2.1-(2))。今後のさらなる地球温暖化の影響は、特に平坦地での高温障害として稲作に発現することが予想され、地区ごとの品種の変換や栽培法の改良、灌漑化の推進などの気候適応策が必要であることを明らかにした。

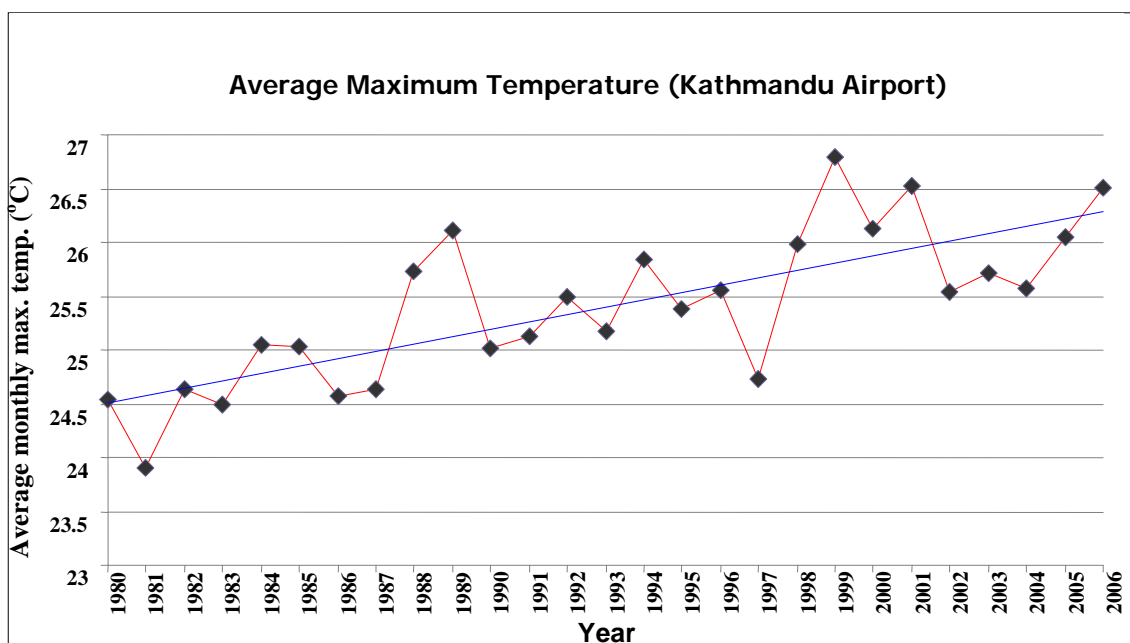


図 2.1-(1) Average Maximum Temperature Trends in Kathmandu Airport, Nepal (Pnadey and Nakagawa, 2008)

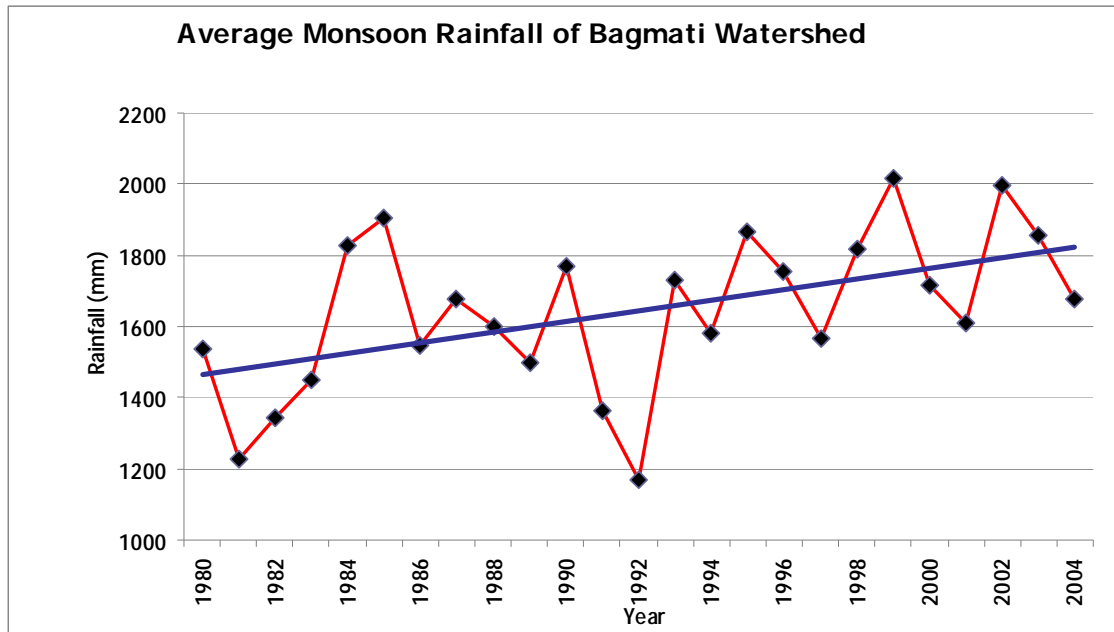


圖 2.1-(2) Average Monsoon Rainfall of Bagmati Watershed in Nepal (Pandey and Nakagawa, 2008)

表 2.1-(1) Rice Yield Summary and Yield Index Coefficient of Variation (Pandey and Nakagawa, 2008)

Agro -Eco. Region	Av. Yield	CV of Yield Index	District
Plain	2.29	0.0993	Sarlahi
Hill	2.65	0.2584	Kavre
Mountain	2.10	0.0984	Dolakha

表 2.1-(2) Estimated Regression Equation of Rice Yield by Agro-ecological Regions in Nepal
(Pandey and Nakagawa, 2008)

Agro-Eco. Region	Plain		Hill		Mountain	
	Coefficients	t value	Coefficients	t value	Coefficients	t value
Intercept	7.7796	2.2869	-5.2120	-0.3005	-1.4822	-0.4848
T6	-0.2482	-4.0740	0.1320	0.3704	0.1377	1.1333
T7	0.1883	2.3085	-0.3157	-0.5955	-0.0018	-0.0146
T8	-0.2509	-2.3958	-0.0791	-0.1368	-0.0660	-0.3827
T9	0.1026	1.0291	0.6322	1.7608	0.0795	0.7890
R6	-0.0002	-0.5784	-0.0001	-0.0789	0.0002	0.1961
R7	0.0002	1.0120	0.0014	0.9475	-0.0001	-0.2539
R8	-0.0001	-0.4907	-0.0009	-0.4344	0.0000	-0.0956
R9	0.0010	2.7567	-0.0035	-1.3179	0.0003	0.7407
Trend	0.0334	4.7968	-0.0014	-0.0308	0.0304	3.0783
Adjusted R ²	0.7939		0.8112		0.5097	

Note: T6: Average temperature of June, T7: Average temperature of July, T8: Average temperature of August, T9: Average temperature of September, R6: Rainfall of June, R7: Rainfall of July, R8: Rainfall of August, R9: Rainfall of September

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

中川光弘 (2008) 「世界の食料問題とサステナビリティ」三村信男他編著 『サステナビリティ学をつくる - 持続可能な地球・社会・人間システムを目指して - 』新曜社、pp.109-119.

Kusano E., M. Nakagawa and L. Apedaile (2008) Trade Liberalization and Rural Revitalization: A System Dynamics Model for Iitate Village, Japan, L. Apedaile and N. Tsuboi ed. “Revitalization: Fate and Choice”, pp.30-41.

2) 論文 (査読付)

Suadi and M. Nakagawa (2008) Resource Management Failures, Fishery Depletion and Conflicts in Indonesian Marine Fisheries, Journal of Rural Economics, Special issue, pp.334-340.

3) その他の論文

Pandey P. R., H. Pandey, J. Nagasawa and M. Nakagawa (2008) Challenges of Nepalese Rice Industry under Climate Change Condition, Journal of Agriculture, Environment and Development, 8(2), pp.1-15.

4) 口頭発表

Suadi and M. Nakagawa (2008) Sharing Nicely the Commons, 2008 年共生社会システム学会大会, 東京農工大学, 2008 年 7 月 26 日 .

金澤卓弥・稲葉孝宏・額賀美陽 (2008) C57BL/6 および BALB/c マウス系統間における高脂肪食餌給与による代謝症候群誘導性の差異, 日本遺伝育種学会第 9 回大会, 岡山大学, 2008 年 11 月 29 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

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（中国・西北農林科技大学）、烏云娜（中国・大連民族学院）

塩見正衛（茨城大学名誉教授）

[1] 課題の目的

(1) 中国の内モンゴルにおいて、農耕地と草原の生産力に対する気候変動の影響評価および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) 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にした現地調査を行い、草原の生産力に与える影響評価手法を開発する。

[2] 研究の概要

(1) 乾燥化および人為的攪乱が植物群集に与える影響に関する研究および気象条件が草原生産力と植生に与える影響のモデル構築

1) 乾燥化及び人為的攪乱が植物群集に与える影響に関する研究

小面積における種の多様性とその空間的不均一性は、その地域における種の保存にとって重要な特性である。そのような観点から、塩集積が激しい地域及び過放牧によって草原植生が退行している地域で植生調査を行い、種の多様性とその空間的不均一性における特徴を明らかにする。

2) 気象条件が草原生産力と植生に与える影響のモデルの構築

シリングル気象台において数十年間にわたって収録された気温・降水量の日別データを利用して、シリングル地方の植物の生育期における気象を5～6の類型に分類する。一方、シリングル草原のエネルギー動態を模した植物地上部-地下部-家畜-植物枯死体-植物リター-飛蝗-鼠の動態モデルを作り、気象類型ごとに草原生態系の予測を行う。長期予報にもとづいた草原の生産動態を予測することが困難な現在、農家・農業団体レベルで行う草地生産の一予測方法として考えられる。また、地域環境と地球環境に優しい牧畜方法の実施に寄与できる可能性がある。

[3] 研究成果

(1) 乾燥化および人為的攪乱が植物群集に与える影響に関する研究および気象条件が草原生産力と植生に与える影響のモデル構築

中国北方草原では、農地や草原のいたるところに塩集積が発生して、農業や牧畜が継続できない環境が広がり、大きな社会問題となっている。塩集積は、乾燥・半乾燥地域に灌漑水を導入したため水位が地表面から1m程度まで上昇したところや、低湿地において水位を地表面から1m程度まで低下させるために暗渠・明渠を施設したところで多く発生していると言われている。塩集積は、このような乾燥・半乾燥地における人口増加と、

産業・経済の活性化がもたらしてきた人災とも言えるところが多いようである。気候変動の進行に伴って、草原における塩集積と草原での人間活動の相互作用が、草原の植生や生産性にどのような影響を与えているかを明らかにする問題は、現在の重要な研究テーマである。

このような塩集積が生じている草原の植生が、塩集積が全く起こっていないか多少生じている草原の植生とどのように異なっているかを明らかにするために調査を行った。特に、塩濃度の環境が異なると、単に植物種が異なるだけではなく、植物種の多様性と植物の群れが形成する空間的な構造（空間的不均一性）が異なっているのではないかと、この点に注目して統計生態学的な研究を行った。

中国内蒙古自治区中央部の、塩集積化程度が異なる 3 つの天然牧草地を調査地に設定した。それらの草地は、2000 年以前は毎年 4 月 20 日～8 月 20 日の植物の生育期間中は休牧し、秋と冬の間は放牧を行っていたが、2000 年からは通年禁牧管理をしてきている。図 2.2-(1)に示すように、本草地は土壌表面が塩類の結晶で白色になるほど強い集積が生じている地点ではなく、景観的には普通の草原と大きな差異はない。しかしながら、調査地の中でも、塩集積の高い地点の植物や土壌を口に含むと塩味がするなど、明らかに塩が集積している。



図 2.2-(1) 塩集積化草地における調査地の景観(2006 年 7 月下旬)

本研究の目的は次の 2 項目である：

- (1) 塩集積化の程度は、草地植生を構成している種多様性（種数、種構成）にどのように影響しているかを明らかにする。
- (2) ある・なしの二値の出現頻度とべき乗則モデルを組合わせた手法によって、塩集積

化の程度の異なる 3 つの草地植生の空間構造がどのように異なっているかを明らかにする。

調査地

調査を行った地点は、内蒙古自治区鄂爾多斯市伊金霍洛旗阿勒騰席熱鎮の近辺（東経 109°31'~109°53'，北緯 39°30'~39°38'，標高 1321~1381m）で、阿勒騰席熱鎮の南 10km に位置する(図 2.2-(2)参照)。

調査地における気象条件は、当地の気象台の記録によると次のとおりであった。

年平均降水量：340~400mm

年平均日照時間：2740~3100h

年平均気温：6.2

極端最高気温：36.6

極端最低気温：-31.4

また、調査地点土壌の電気伝導度 EC(s/cm)と含水率は、重度塩集積化草地 2.98±0.47 (24%)、中度塩集積化草地 0.47±0.06 (20%)、軽度塩集積化草地 0.11±0.06 (20%) (()は含水率) であった。図 2.2-(1)に見られる草原景観に、塩集積化程度が異なる 3 つの天然牧草地を選んで植生調査を行った。

調査と解析方法



図 2.2-(2) 塩集積化程度が異なる 3 つの自然牧草地の地点

2006年7月31日から8月2日に、上記の異なる塩集積化程度（重度、中度、軽度）の3つの草地で調査を行った。それぞれの草地では、50mのライン上に50cm×50cmのコドラート（Lコドラート）を100個ずつ設置した。Lコドラートをさらに4つの25cm×25cmの小コドラート（Sコドラート）に分割し、Sコドラートごとに出現した種をすべて記録した（図2.2-(3)）。解析にはべき乗則を利用した（Shiyomiら 2001；陳ら 2008）（図2.2-(4)）。

表 2-2-(1) Sコドラートへの出現率 p による上位6種の優占種および種ごとの不均一性指数

順位	強度塩集積化草地		中度塩集積化草地		軽度塩集積化草地	
	種名	p	種名	p	種名	p
1	碱蓬	0.800	寸草苔	0.953	羊草	0.998
2	砂引草	0.488	草地風毛菊	0.875	寸草苔	0.993
3	虎尾草	0.068	羊草	0.788	海乳草	0.370
4	乳苣	0.053	海乳草	0.690	虎尾草	0.283
5	西伯利亚白刺	0.035	黄戴戴	0.668	芦葦	0.198
6	寸草苔	0.030	碱蓬	0.483	乳苣	0.183

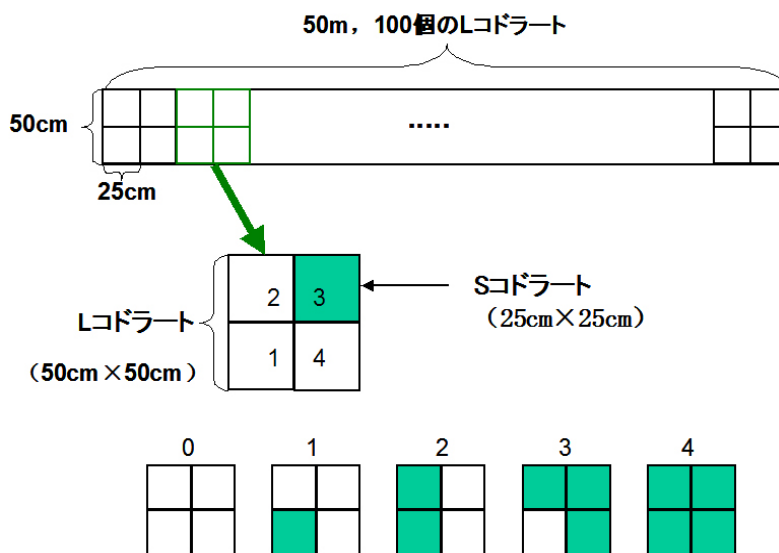


図 2.2-(3) 調査方法の概略(本文参照)

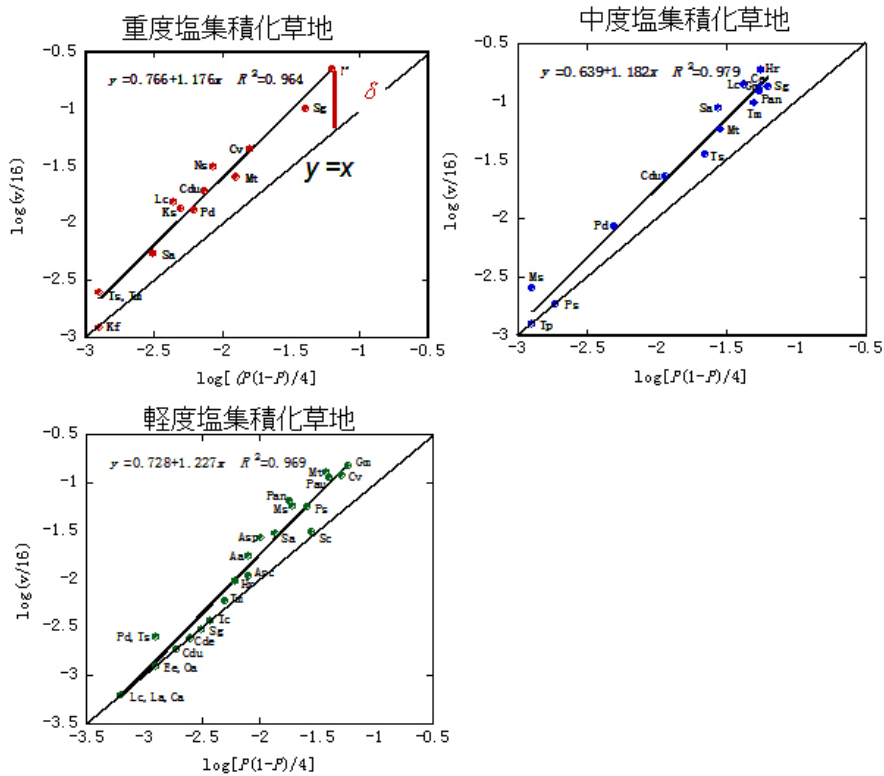


図 2.2-(4) ベキ乗則の適用による単回帰式の適合

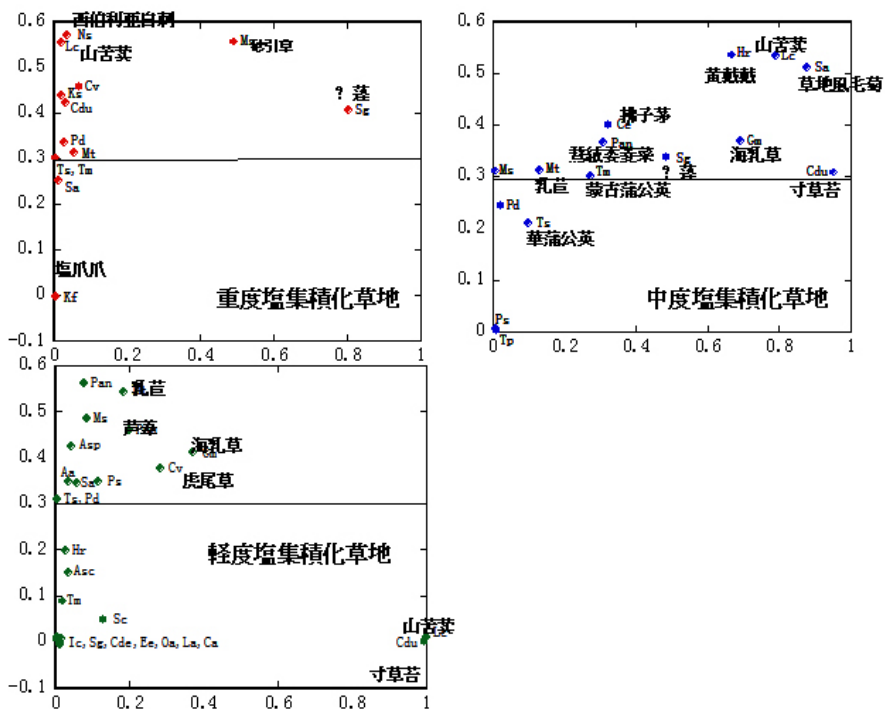


図 2.2-(5) 出現率と空間的不均一性の関係

図 2.2-(4)では、軸に、それぞれの種の実際に観察した出現率 p の S コドラート間における分散の対数をとっている。いずれの草地においても、べき乗則を表す直線回帰式はよく適合しているといえる。図 2.2-(4)の重度塩集積化草地に示した値は、それぞれの種の縦軸の値と、それぞれの種が S コドラート間でランダムに分布していると仮定した場合の値 ($y=x$ の直線上の値) の差を示している。換言すると、値はそれぞれの種のランダム分布からのはずれ、すなわち「塊り程度、空間的不均一性の強さ」を表している。大きな値は高い空間的不均一性、すなわちランダム分布からの大きな差異を示している。この様子をもっと分かりやすく表わしたのが、図 2.2-(5)である。図 2.2-(5)は、横軸にそれぞれの種の S コドラートへの出現率 p を、縦軸に値を与えている。

重度塩集積化草地の出現率 p の高い種である碱蓬 (*Suaeda glauca*) と砂引草 (*Messerschmidia sibirica*) 2 種だけが大きな空間的不均一性を示した。中度塩集積化草地では、上位種から下位種まで出現率 p の漸次的な減少にともなって、空間的不均一性もだんだん低くなった。 p の大きな種は比較的に大きな値をとった。高品質の牧草羊草 (*Leymus chinensis*) の値はほとんど 0 に近かった (ランダムな空間分布)。軽度塩集積地では、ほぼ 1.0 の出現率で現れた羊草 (*L. chinensis*) と寸草苔 (*Carex duriuscula*) の値は 0 に近く、草地全体内でランダムに分布していた。それら以外の種は比較的小さな割合と大きな不均一性をもっていた。

植生全体の空間的不均一性指数 (c の出現率による加重平均) は、重度塩集積草地と中度塩集積草地が軽度塩集積草地よりはるかに高かった。

(1) 種の多様性

3 つの草地の種数、種多様性と植生全体の空間的不均一性指数値を表 2.2-(2) に示す。調査全面積 ($25m^2$) 内に出現した総種数は、軽度塩集積草地の 25 種がはるかに中度塩集積化草地 (15 種) と重度塩集積化草地 (13 種) より多かったが、小面積 ($0.25m^2$ コドラート) 当たりの平均種数は中度塩集積草地の方が軽度塩集積草地と重度塩集積草地より多く、重度塩集積草地では $0.25m^2$ 当たりで 2 種しか出現しなかった。種多様性指数 H' と均等度指数 J' はともにコドラート当たりの平均種数と同様の傾向で中度塩集積草地 > 軽度塩集積草地 > 重度塩集積草地であった。

表 2.2-(2) 塩集積化程度の異なる 3 つの草地における種多様性と空間的不均一性

項目	重度塩集積化草地	中度塩集積化草地	軽度塩集積化草地
総種数($25m^2$) ⁻¹	13	15	25
枠当たり平均種数($0.25m^2$) ⁻¹	1.96	7.55	5.13
種多様性指数 H'	1.383	2.255	2.193
均等性指数 J'	0.539	0.833	0.681
群集全体の空間的不均一性 c	0.455	0.415	0.176

おわりに

以上の調査結果をまとめると、次のとおりである：

(1) $0.25m^2$ コドラート当たり種数、種多様性指数 H' と均等度指数 J' はともに中度塩集積草地 > 軽度塩集積草地 > 重度塩集積草地の傾向であった。

- (2) 植生全体の空間的不均一性指数 α は、重度と中度塩集積草地が軽度塩集積草地よりはるかに高かった。
- (3) 重度塩集積化草地では、碱蓬 (*Suaeda glauca*) と砂引草 (*Messerschmidia sibirica*) 2種だけが優占、中度塩集積化草地では、上位種から下位種まで出現率は漸次的に減少、軽度塩集積地では、羊草 (*L. chinensis*) と寸草苔 (*Carex duriuscula*) はほぼ 1.0 の出現率で現れ、草地全体内でランダムに分布していた。

引用文献

- Shiyomi, M., S. Takahashi, J. Yoshimura, T. Yasuda, M. Tsutsumi, M. Tsuiki and Y. Hori (2001) Spatial heterogeneity in a grassland community: use of power law. *Ecological Research* 16: 487-495.
- 陳俊・堀良通・山村靖夫・塩見正衛 (2008) 小面積当たり二値出現数, 被度, バイオマスで測った種数, 種構成, 空間的不均一性の関係. *日本草地学会誌* 54: 115-122.

附録

出現した主な種の中国名と学名の対応

碱蓬 : <i>Suaeda glauca</i>	草地風毛菊 : <i>Saussurea amara</i>
砂引草 : <i>Messerschmidia sibirica</i>	羊草 : <i>Leymus chinensis</i>
虎尾草 : <i>Chloris virgata</i>	海乳草 : <i>Glaux maritima</i>
乳苣 : <i>Mulgedium tataricum</i>	黄戴戴 : <i>Halerpestes ruthenica</i>
西伯利亚白刺 : <i>Nitraria sibirica</i>	芦苇 : <i>Phragmites australis</i>
寸草苔 : <i>Carex duriuscula</i>	

[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)

陳俊・堀良通・山村靖夫・塩見正衛 (2008) 小面積当たり二値出現数, 被度, バイオマスで測った種数, 種構成, 空間的不均一性の関係. *日本草地学会誌* 54: 115-122.

Chen, J., Shiyomi M., Bonham, C.D., Yasuda, T., Hori, Y., & Yamamura, Y. (2008) Plant cover estimation based on the beta distribution in grassland Vegetation. *Ecological Research* 23:813-819.

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

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）
 姚群（資源生物科学専攻）、古池秀平（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。
- (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、DSE の植物根部への定着を促進する栄養条件を明らかにし、作物栽培への適用を検討する。

[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、水稻の生産技術的・社会的位置づけを明らかにする。また、同地域における水稻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。
- (3) 減農薬栽培システムに関する研究
 - 本研究では、イネのファイトアレキシンの生合成前駆体の単離・構造解析・定量

法の開発を行う。

(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) アジアサステナビリティについてのワークショップの開催(「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1月12-13日に茨城大学において、筑波大学との共催で、また、大学院教育改革支援プロジェクト(大学院GP、文部科学省採択、平成19~21年度)と連携して、アジアの地域サステナビリティについてのワークショップを開催する：ワークショップタイトル、「環境科学からサステナビリティ学へ - アジアの農学の役割を考える -」。ワークショップでは、アジアの環境変化に対する理解を最新化する、現在の食料とエネルギー問題における農業の役割を考える、農業技術革新が進む中で、持続的農業のあり方を考え直す、の3項目について話題提供と論議を行なう。参加者は、茨城大学と筑波大学以外に、ボゴール農科大学、ガジャマダ大学、ウダヤナ大学(以上はインドネシア)、バングラデシュ農科大学、中国農業科学院、スリランカ・ルフナ大学から教員の参加を予定している。

[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) サゴヤシ茎および吸枝の構造・デンブン蓄積と栽培要因との関係に関する研究成果

マレーシア国やインドネシア国など熱帯地域では、サゴヤシの栽培は一般に吸枝(サッカー)の移植によって行われている。母茎の基部に形成され、数枚の葉を展開し、茎基部の直径がおおよそ10cm以上に生長した吸枝を切り出し、そのままあるいは一時的に育苗した後移植される。したがって、移植後にすみやかな生長を確保し、デンブンの効率的な多収穫をめざすためには、吸枝の形態学的・生理学的素質を把握し、移植後の適切な管理を行う必要がある。

一方、サゴヤシ茎基本柔組織には大きな細胞間隙が形成される。すでに著者らは、細胞間隙が基本柔組織に占める割合が低いほど茎乾物率が高いことを明らかにしている(Warashina et al. 2005)。したがって、細胞間隙の大きさや様相がデンブン収量に強く関わっていることが考えられる。

本研究ではサゴヤシの生育およびデンブン収量を左右する吸枝内部の組織構造と、茎基本柔組織における細胞間隙の形成の様相を、現地の栽培要因との関係で明らかにすることを目的とした。マレーシア国およびインドネシア国の材料について解析を進めた結果、両国間で同様の結果が得られたため、ここでは、解析が進んでいる

マレーシア国の結果を中心に述べる。

1. 乾燥状態で栽培されたサゴヤシの茎の構造とデンプン蓄積

若い葉が着生する茎の生長点近傍(0cm)から40cm基部側までの部分では、柔組織・細胞および細胞間隙の拡大は顕著であった(図2.3-(1))。柔細胞および細胞間隙の横断面積は、生長点近傍から80cm基部側までの間の部分で増加した。茎の直径と柔細胞・細胞間隙の大きさとの間には有意な正の相関関係が認められた。プラスチックは、生長点近傍(0cm)でデンプン蓄積をはじめたが、アミロプラストの大きさ(長径、短径)と柔細胞の大きさとの間には、有意な正の相関関係が認められた。生長点近傍より40cm基部側よりも基部側の部分では、アミロプラストの大きさ(長径、短径)は、茎の内側や中心部よりも外側で大きかった。

以上より、サゴヤシ茎柔組織の伸長・肥大および細胞間隙の拡大は、生長点(0cm)から40cmまでの部分で起こることが明確になった。また、生長点から80cmよりも基部側では、それらはほとんど変わらないことも判明した。これらには、若い葉の着生位置と関係があること(渡邊ら2008)が示唆された。さらに、アミロプラストの大きさは、茎の内側部分や中央部よりも外側部分で大きいことが明らかになった。茎における維管束の走向は茎の外周部で多いことから、同化産物の供給に有利であると考えられる(渡邊ら2008)。

2. 乾燥状態で栽培されたサゴヤシの吸枝の構造とデンプン蓄積

柔細胞の横断面積および細胞間隙が茎横断面積に占める割合は茎の基部側で高く、横断面では外側で高かった(図2.3-(1))。アミロプラストの長径および短径は茎の基部側で大きかった(図2.3-(1)、図2.3-(2))。これらの結果は、アミロプラストの大きさの増大は、プラスチックにデンプンが蓄積した後に起こることを示している。柔細胞の横断面積および細胞間隙が茎横断面積に占める割合を、母茎の結果(Warashina et al. 2009)と比べると、生長点近傍から同一の距離では、母茎よりも吸枝で大きかった。一方、アミロプラストの大きさも吸枝で大きかった。したがって、生長点近傍から同一距離では、柔細胞・組織の生長とアミロプラストへのデンプン蓄積は母茎よりも吸枝で早いことが明らかになった。

こうして、サッカーは母茎に比べて、生長点近傍の分裂組織からの距離の比較で、柔細胞・組織の伸長が早いこと、そしてアミロプラストへのデンプンの蓄積が早いことが明らかになった。これらの形質が、移植後の初期生育に影響をおよぼすことが推察された。

以上より、気候変動下の乾燥条件におけるサゴヤシでは、生長点近傍から80cmまでの部分で柔組織の伸長・肥大が行われることが明らかとなった。また、茎の上部に着生する若い葉の活力を高く維持することが重要と考えられ、それには個体管理と除草を適切に行い、出現する吸枝の数と大きさの制御が重要であると考えられる。また、吸枝の移植は、その特性を生かして、移植後の初期生育のエネルギー源とな

るデンプンが蓄積したあとに行うのが適当と考えられる。

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

人口 2 億 2000 万人のインドネシア国は、世界でもっともイスラム教徒の多い国である（1 億 7000 万人）。その中にあってバリ州（バリ島）は古来よりヒンドゥー教徒が大半を占め（約 9 割）、他の地域とは異なる独特の生活習慣や農業技術が根強く残っている。

バリ島の水田では灌漑設備が整備されているが、これはスバック（subak）と呼ばれる伝統的な水利組合によって管理・運営されている。スバックは村や地域を単位として編成されており、管理区域内水田の水稲の作付時期や品種、水の分配時期と量を決定する。

本研究では、2008 年 8～12 月に調査した 3 つのスバックにおける水稲の栽培方法および品種選択基準についてまとめ、バリ島および地域における品種選択基準を明らかにすることを目的とした。

1. スバック アユナン（Subak Ayunan）での水稲栽培

2008 年 9 月に栽培中の品種はチヘラン（Ciherang）であった（図 2.3-(3)）。播種後 21 日間育苗した草丈がおよそ 15cm の苗を、6 月 28 日に移植した。収穫は 10 月 1 日の予定とのことであった。施肥は、移植後 2 週目に 1a あたり尿素を 0.5kg、窒素、リン酸、カリをそれぞれ 1.0kg 施用した。その後 1 週目に、尿素を 1.0kg、窒素、リン酸、カリをそれぞれ 1.0kg、さらにその後 2 週目に尿素を 0.5kg 施用した。したがって、合計で、尿素、窒素、リン酸、カリをそれぞれ 1a あたり 2kg ずつ施用した。また、追肥の目的で、FELO RGO3（商品名）を、移植後 2 週目から 2 週間ごとに 2～3 回、葉面散布した。

同スバックでは 342 人の農家が 4 グループに分かれ、規定を作成して、圃場管理および水配分を行っている（図 2.3-(4)）。水稲品種は、IR64、チヘラン（Ciherang）、チグレス（Cigelis）、チボゴ（Cibogo）の 4 品種を採用している。IR64 以外はジャワ島で育成された品種である。このうち IR64 は、茎数、1 穂粒数が多く、平均収量が 8 トン/ha（籾）ともっとも多い。しかし、要水量が多い。チヘランは、ねばりがあり良食味で、においもよく、要水量があまり多くない。バリ島でもっとも多く栽培され、害虫の発生は少なく、収量はふつう 5～7.6 トン/ha（籾）である。売り値も高い（1kg あたり Rp2400～2500）。チグレスも生育型がチヘランに似ており、要水量があまり多くない品種である。

なお、ヒンドゥー教の行事に関係する品種として、バリ島の在来品種で赤米のジャティルウィ（Jatiluwih）があげられる。標高の高い地域で栽培されている。

2. スバック セガナン（Subak Seganan）（セガナン（Senganan）村）での水稲栽培

2008 年 12 月に調査した。同スバックでは、1 年に、IR64 とブルスメラ（Beras Merah）

を栽培していた。ブルスメラは赤米であり、「ブルス (Beras)」とはバリ語で「米」、
「メラ (Merah)」は「赤」の意である。同スバックで、以前は、IR64 を 1 年に 2~3
回栽培していたが、同品種は水を多量に必要とすることから敬遠され、現在では IR64
とブルスメラを交替で栽培している。ふつう家庭では、玄米 2kg にたいしてブルス
メラを 1kg 混ぜて炊飯する。市場での小売価格は、ブルスメラが 1kg あたり Rp10000
であるのに対して、IR64 はその半分の Rp5000 であった。

6 月 20 日ごろ播種し、55 日間育苗した草丈がおよそ 35cm の苗を、8 月 15 日ごろ
に、約 20cm に切りそろえて移植した。収穫は 1 月下旬の予定とのことであった。施
肥は、移植後 2 または 3 週目に尿素を 1a あたり 1kg、リン酸およびカリをそれぞれ
1a あたり 0.5kg 施用した。有機物などは投入しておらず、施肥は 1 回のみである。茎
葉はすき込んでいる。

3. スバック スリナディ (Subak Srinadi) での水稲栽培

2008 年 12 月に調査した。同スバックは 35 名の農家で結成されているが、そのほ
とんどが、大工、畜産業、カカオ栽培、野菜栽培などを行う兼業農家である。

同スバックでは、IR64、ブルスメラ、マンスールの 3 品種を栽培している。基本
的には、1 月に IR64 を移植し、5~6 月に収穫後、7~8 月から約 6 ヶ月間、ブルス
メラまたはマンスールを栽培する。とくに 7~8 月は気温が低いため、これらの品種が
適しているとのことである。また、ブルスメラやマンスールは、神への感謝の意を
込めてまつるペンジョール (penjor) (図 2.3-(5)) にも使われる。

収量はふつう、IR64 では 550kg/10a (玄米) であるが、ブルスメラおよびマンス
ールは、穂の状態では 700kg/10a であった。

4. インドネシア国バリ島における水稲栽培の際の品種選択基準

以上の結果をもとに、インドネシア国バリ島における水稲栽培の際の品種選択基
準をまとめると、次のようになる (図 2.3-(6))。なお、品質については、ここでは完
全米 (白色不透明部や形態的異常を含まない米) の比率が高いことや、食味がよい
ことを意味している。

一般に水稲栽培において、高収量と米粒の高品質を両立するのは困難である。す
なわち、品種は、「高品質・低収量」型と「低品質・高収量」型を両端にして分布し
ている。また、施肥量が多いと収量は向上するが品質は低下し、少ないと品質は向
上するが収量は低下する。一方、消費者 (人間) の米にたいする嗜好性は品質・収
量とも高いものを求めている。風水害や病虫害は品質・収量を低下させる要因であ
る。

これらの要因に加えてバリ島では、水分配、気象条件、スバック、ヒンドゥー教
行事などが品質や収量を左右している。とくに、地域の水稲作計画や水分配を決定
するスバックが演じる役割が大きい。前作までの品種ごとの収量や収益、品種の要
水量、栽培時期の水確保量を基礎にして、ヒンドゥー教行事での必要性を勘案しな

から栽培品種を選定する。

上述のように、バリ島では、IR64、チヘラン (Ciherang)、チグレス (Cigelis)、チボゴ (Cibogo) の4品種に加えて、ジャティルウィ (Jatiluwih) などの赤米が栽培されている。これらの品種の収量と品質水準は図 2.3-(6) のようである。品種の選定基準は、基本的には、1年2~3作のうち1作は、収量をもっとも多いIR64がまず選定されている。IR64によって生産量が確保されたのちに、他の1~2作は、スパックで上記の要因が検討されて品種選定が行われる。これには、収量性あるいは品質の概念にとらわれない、伝統的・社会的な判断基準が反映される。

なお、現在、これらの品種のデンプン蓄積構造について、走査電子顕微鏡を用いた形態学的観察を進めている。品質・収量性との関連を検討する予定である。

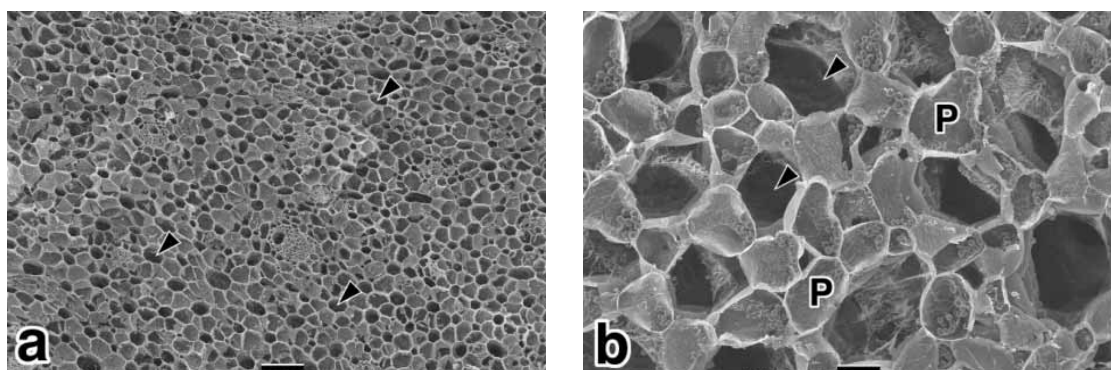


図 2-3-(1) サゴヤシ茎横断面の走査電子顕微鏡写真。a : 生長点近傍、b : 生長点近傍から 200cm 基部側の部分。P : 柔細胞、矢じり : 細胞間隙。Bar : 100 μ m。

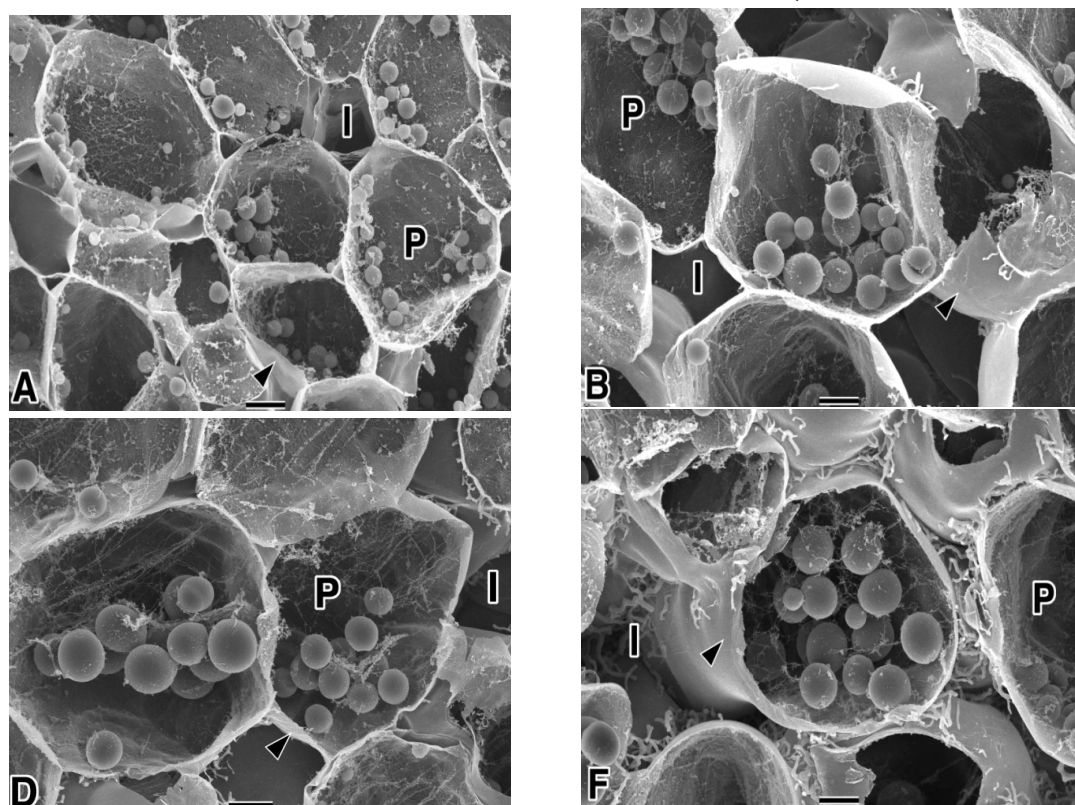
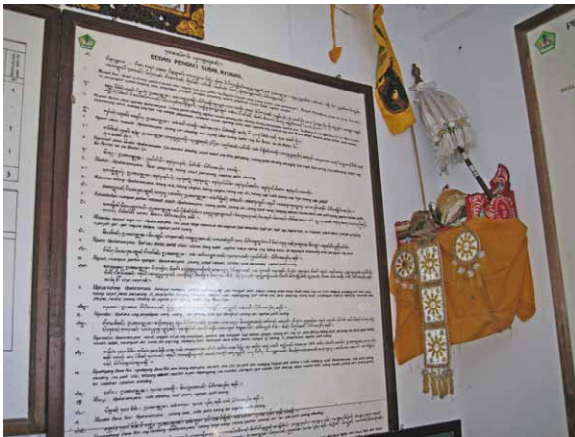


図 2.3-(2) サゴヤシ茎横断面の走査電子顕微鏡写真。A : 生長点近傍、B、F : 生長点近傍から 8、15cm 基部側の部分。D : B の外側部分。I : 細胞間隙、P : 柔細胞、矢じり : 細胞壁。



図 2.3-(3) スバックアユナンで栽培されている水稲品種チヘラン。



(上) 図 2.3-(4) スバックアユナンにおける運営規則。



(右) 図 2.3-(5) スバックアユナンに向かう道沿いのペンジョール。
ココヤシの葉やイネで作られ、神への感謝の意を込めている。「天と地をむすぶ龍」をあらわすとされる。

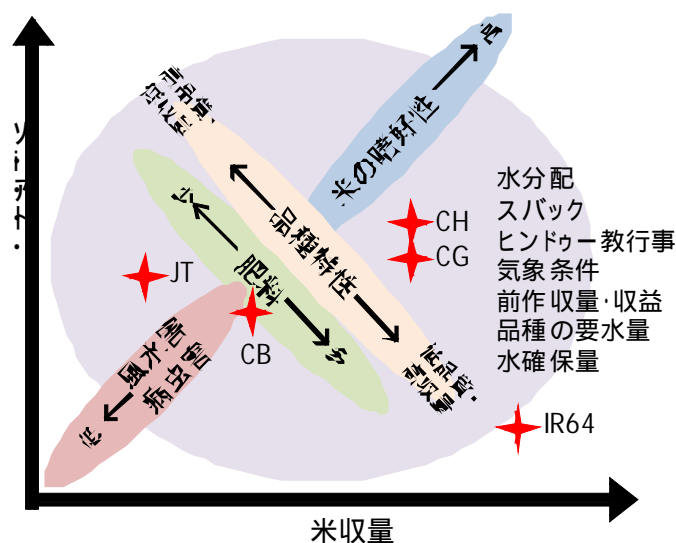


図 2.3-(6) インドネシア国バリ島における水稲品種選定の考え方。
 CB：チボゴ、CG：チグレス、CH：チヘラン、
 JT：ジャティルウィ。

引用文献

Warashina, S., Nitta, Y., Matsuda, T., Yamamoto, Y., Yoshida, T. and Miyazaki, A. 2005. Amyloplast accumulation and starch yield of sago palms (*Metroxylon sagu* Rottb.) grown around lake Sentani, near Jayapura of the Papua (Irian Jaya) province, Indonesia. Japanese Journal of Tropical Agriculture 49(Extra issue 2):3-4.

Warashina, S., Nitta, Y., Arai, Y., Goto, Y., Nakamura, S., Nakamura, T., Watanabe, M. and Matsuda, T. 2009. Morphological relations between thickening growth and structure of ground parenchyma tissue and/or starch accumulation of sago palm stem. Japanese Journal of Crop Science 78(Extra 1): 324-325.

渡邊学・中村聡・新田洋司・山本由徳・後藤雄佐 2008. 幹立ち後のサゴヤシ茎における維管束走向の推定. 第 17 回サゴヤシ学会講演要旨集 79-82.

(2) 植物での安定した遺伝子発現に関する研究

2007 年度、ウニインスレーターの位置、数に応じて、イネに導入した外来遺伝子としての GFP の発光量につきそのばらつきの抑制を確認することは出来たが、期待されたほどの効果は認められなかった。そこで 2008 年度は更にマウス CTCF 蛋白質を導入した個体の作成とウニインスレーターへの相乗効果を見ることとしたが、遺伝子の単離が思うように進まずこれらの実験系も中断することとした。

(3) 減農薬栽培システムに関する研究

昨年度同定したイネ葉からの新規ストレス誘導性化合物 9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol (図 2.3-(7)) について、同位体希釈内部標準法を用いた定量方法の開発を行った。イネの籾殻から抽出したモミラクトン A を重水素化アルミニウムリチウムによって還元し、9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol-*d*₃ を合成した。この化合物を内部標準物質として用いたガスクロマトグラフ-質量分析計による定量分析法を開発し、イネ葉中での 9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol の正確な定量を可能とした。確立した定量法を用いて紫外線照射イネ葉片におけ

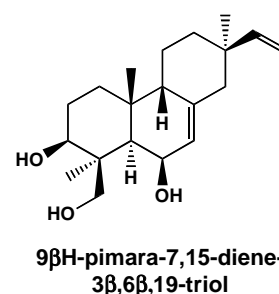


図 2.3-(7) 新規ストレス誘導性化合物の化学構造

る 9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol の定量を行ったところ、モミラクトン A の蓄積に先立って 9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol の蓄積は紫外線照射後 72 時間で最大値に達していることが明らかとなった。この結果は、9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol が、イネのジテルペン系ファイトアレキシンであるモミラクトン類の生合成前駆体であるという仮説を支持する結果である。

また、9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol のイネいもち病菌孢子発芽阻害活性を測定したところ、50%発芽阻害濃度は 180 ppm であり、モミラクトン A (50%阻害濃度 100 ppm) よりも弱い活性を示した。この結果から、9 β H-pimara-7,15-diene-3 β ,6 β ,19-triol からモミラクトン A へ変換されることによって抗菌活性が高まることが明らかになった。

本研究の結果、重要な栽培植物であるイネのファイトアレキシン生合成前駆体の一つが明らかになったことは、植物の持つ自己防御機構を有効に利用した栽培技術開発や耐病性品種育種の基盤となるものである。

(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

昨年度までの研究で、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 DSE を獲得するため、沖縄や屋久島等、西南暖地における DSE の探索を行った。その結果、屋久島から選抜した菌株 *Veronaepsis simplex* の分離に成功し、新たな DSE 種として提唱している。

そこで、本年度は、これら新規 DSE の利用法を検討した。まず、茎に高濃度の糖を含量し、短期間で大きなバイオマスを得ることが出来るため、バイオ燃料作物として注目されているスイートソルガムをメインに、さらにナタネも供試し、これら作物の生育を促進する菌株の選抜を行った。*Cadophora finlandica*, *Heteroconium chaetospora*, *Phialocephala fortinii*, *Leptodontidium orchidicola*, *Pseudocercospora abelmoschi*, *Helminthosporium velutinum*, および *V. simplex* など合計 20 菌株を供試し

た。

その結果、スイートソルガムおよびナタネのそれぞれに生育の促進を生じる DSE はそれぞれ 7 菌株であった。スイートソルガムでは、*V. simplex* 処理区で最も地上部乾燥重量の増加が認められた (11.0%)。次に、*H. velutinum* 処理区で 7.4% の増加があった。また、ナタネでもスイートソルガム同様に、*V. simplex* 処理区で最大の 34.7% の生育促進が認められ、*H. velutinum* 処理でも有意な生育促進効果があった (図 2.3-(8))。

そこで、スイートソルガムの生育を促進することで選抜された *V. simplex* の根部への定着様式を顕微鏡で観察したところ、主に表皮部分に褐色菌糸が確認され、根面全体をカバーする様に定着していた。また、一部の菌糸は皮層細胞内にも伸展していた (図 2.3-(9))。

図 2.3-(8) スイートソルガム及びナタネの DSE 接種栽培結果

スイートソルガム及びナタネの DSE 非接種区 (対照区) の地上部乾燥重量を 100% とし、処理区の地上部乾燥重量を%で示した。

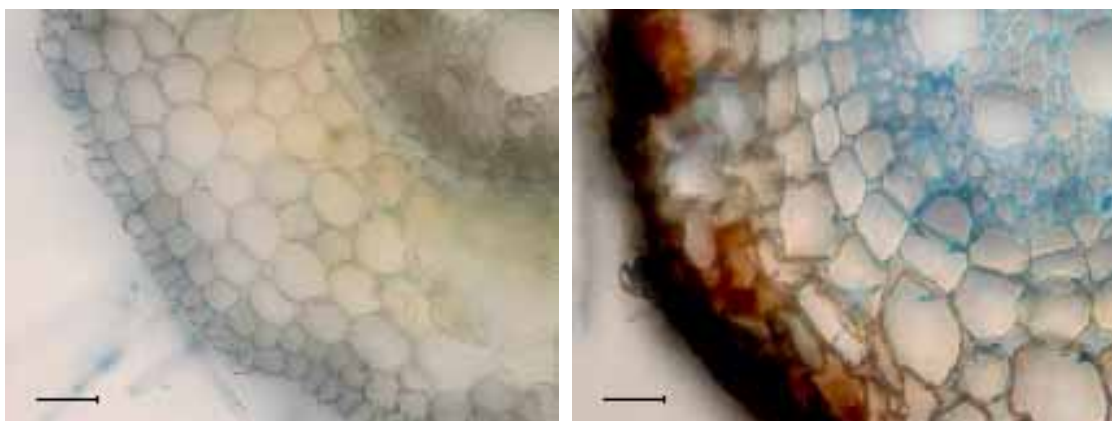
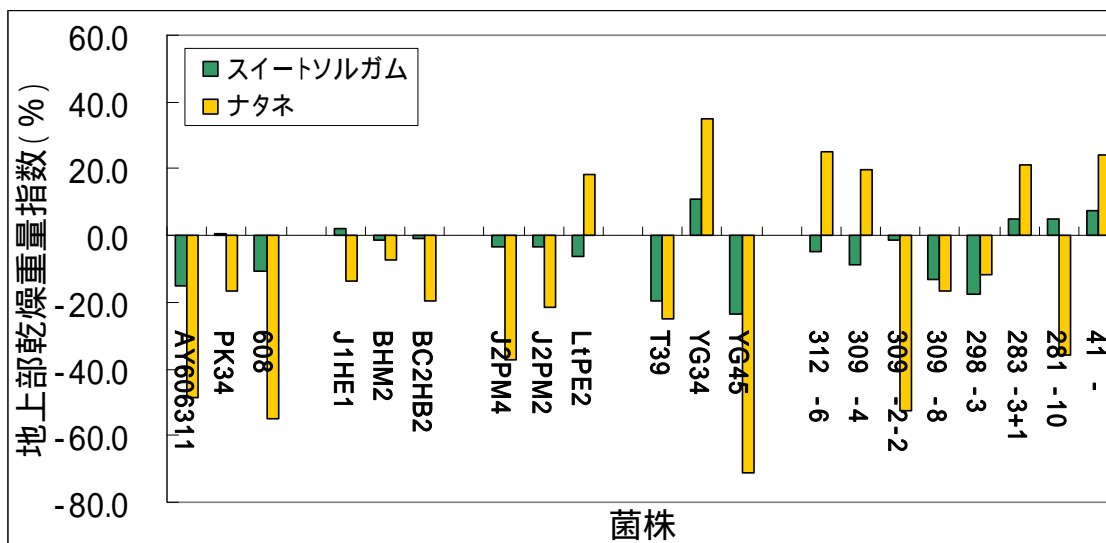


図 2.3-(9) 対象区(左)および *V. simplex* 処理(右)のスイートソルガムの根片(横断面)観察結果

(5) アジアサステイナビリティについてのワークショップの成果

2009 年 1 月 12-13 日に茨城大学において、ワークショップ「環境科学からサステイナビリティ学へ - アジアの農学の役割を考える -」を開催した。参加者は、インドネシア、バングラデシュ、中国、スリランカから計 25 名、国内参加者を合わせると約 100 名にのぼった。本ワークショップでは、アジアにおける地域サステイナビリティを考えるなかでの農学の教育研究の役割を、国際的な視点で議論した。その成果は、アジア・太平洋地域での適応科学研究のネットワーク形成に寄与することが期待される。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

成澤才彦 (2008) 誘導抵抗による生物防除-内生菌類による誘導抵抗-、微生物と植物の相互作用：病害と生物防除 ソフトサイエンス社：167-172 .

2) 論文 (査読付)

新田洋司・伊能康彦・松田智明・飯田幸彦・塚本心一郎 (2008) 水稻玄米の粒重・粒厚と食味関連形質との関係 - 2005年茨城県産コシヒカリの事例から - , 日本作物学会紀事77 : 315-320 .

Nakamura, S., Nitta, Y., Watanabe, M. and Goto, Y. (2009) A method for estimation sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) leaf area after trunk formation, Plant Production Science 12: 63-69.

3) その他の論文

Warashina, S., Y. Nitta, T. Matsuda, T. Nakayama and Y. Sasaki (2007) Formation of intercellular spaces and their function of sago palm stem, In K. Kainuma et al. eds., New Frontiers of Sago Palm Studies. In Y. Toyoda et al. eds., Sago: Its Potential in Food and Industry. TUAT Press, Tokyo. 175-179.

Nitta, Y., T. Matsuda, S. Mizuma, Y. Yamamoto, T. Yoshida and A. Miyazaki (2008) Starch accumulation in sago palm stems, In K. Kainuma et al. eds., New Frontiers of Sago Palm Studies. In Y. Toyoda et al. eds., Sago: Its Potential in Food and Industry. TUAT Press, Tokyo. 23-28.

小越美和・松田智明・荒川市郎・岩澤紀生・新田洋司 (2008) 水稻糯品種の完全米と不完全登熟粒の胚乳構造, 日本作物学会東北支部会報51 : 35-36 .

4) 口頭発表

Nitta, Y., Arai, Y., Warashina, S., Matsuda, T., Yamamoto, Y., Miyazaki, A. and Yoshida, T. (2008) Internal structure and starch accumulation within the stem of sago palm variety Wanny, The 17th Conference of The Society of Sago Palm Studies: 42-43.

Warashina, S., Nitta, Y. and Matsuda, T. (2008.) Starch accumulation structure within the stem of sago palm grown in Brauen, Leyte province, Philippines, The 17th Conference of The Society of Sago Palm Studies: 44-45.

新田洋司・松田智明・田村祐一・長谷川拓也・包智泉 (2008) 水稻1穂内穎果の初殻重・玄米重のシンク・ソース強度の変化による変動, 日本作物学会関東支部会報 23 : 24-25 .

大川峻・松田智明・新田洋司 (2008) 水稻系統北陸200号における炊飯の経過にともなう糊化過程の構造的特徴, 日本作物学会関東支部会報23 : 38-39 .

小越美和・松田智明・荒川市郎・岩澤紀生・新田洋司 (2008) 水稻糯品種の完全米と不完全登熟粒の胚乳構造, 日本作物学会東北支部会報51 : 35-36 .

佐藤敦・中嶋信夫・中村聡・斉藤満保・新田洋司・後藤雄佐 (2008) スイートソルガム節間の形質に及ぼす施肥の影響, 日本作物学会紀事77 (別2) : 106-107 .

小越美和・松田智明・新田洋司 (2008) 登熟過程で水稻糯品種の胚乳中心部に認められたアミロプラストの異常構造, 日本作物学会紀事77 (別2) : 142-143 .

長谷川守文・姚群・古池秀平・戸嶋浩明 (2009) 紫外線照射によって誘導されるイネ葉片中のジテルペン化合物の同定および定量, 日本農芸化学会2009年度大会講演要旨集 .

Diene O. and Narisawa K. (2008) The nature of a new fungal endophyte, species of *Pseudosigmoidea*, isolated from natural forest soil in Ibaraki (Abstract), Proceeding of the 24th Annual Convention of the Japanese Symposium on Microbial Ecology (JSME) and International Symposium on Microbial Ecology (JSME).

Diene O. and Narisawa K. (2008) The nature of a new fungal endophyte, species of *Pseudosigmoidea*, isolated from natural forest soil in Ibaraki, under press

Diene O. and Narisawa K. (2008) The use of symbiotic fungal association with crops for a sustainable Agriculture production, International symposium on Agricultural Education for Sustainable Development (AgESD) (Tskuba Univ.)

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

アジアサステナビリティについてのワークショップ「環境科学からサステナビリティ学へ - アジアの農学の役割を考える -」. 2009年1月12から13日 . 茨城大学農学部こぶし会館

(3) マスコミ等への公表・報道等

新田洋司(2008)「茨城大学発 持続可能な世界へ (65) バイオエタノール」茨城新聞 2008年10月21日付

新田洋司(2008)「茨城大学発 持続可能な世界へ (67) バイオエタノール」茨城新聞 2008年11月4日付

新田洋司(2008)「茨城大学発 持続可能な世界へ (70) バイオエタノール」茨城新

聞 2008 年 11 月 25 日付

新田洋司 「メカトップ関東」での研究紹介・情報提供（2009 年 1 月 5 日 日本機械学会関東支部ニュースレター）

新田洋司 「茨城経協」での研究室紹介・情報提供（2009 年 3 月 社団法人茨城県経営者協会会報）

新田洋司 NHK 総合テレビ「おはよう日本 首都圏」での「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（2009 年 2 月 25 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）梅津昌史（資源生物科学専攻）

鶴田和人（資源生物科学専攻）Purba Islam（資源生物科学専攻）

柴田鑑三（地域環境科学専攻）白田薫（地域環境科学専攻）

[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) カバークロップを活用した土壌保全システム

土壌養分の最適なマネジメントとしてカバークロップの利用に注目し、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

温暖化により、将来的な農業用水の需要/供給量が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影響の予測モデル（SWATモデル）の構築にデータベースを構築する。

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、消化液の効果と環境影響評価を行う。

(4) アジアサステナビリティについてのワークショップの開催(「適応型栽培技術の開発」研究チームと合同開催)

2009年1月12-13日に茨城大学において、筑波大学との共催で、また、大学院教育改革支援プロジェクト(大学院GP、文部科学省採択、平成19~21年度)と連携して、アジアの地域サステナビリティについてのワークショップを開催する:ワークショップタイトル、「環境科学からサステナビリティ学へ - アジアの農学の役割を考える -」。ワークショップでは、アジアの環境変化に対する理解を最新化する、現在の食料とエネルギー問題における農業の役割を考える、農業技術革新が進む中で、持続的農業のあり方を考え直す、の3項目について話題提供と論議を行なう。参加者は、茨城大学と筑波大学以外に、ボゴール農科大学、ガジャマダ大学、ウダヤナ大学(以上はインドネシア)、バングラデシュ農科大学、中国農業科学院、スリランカ・ルフナ大学から教員の参加を予定している。

[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

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

本研究では、土壌炭素の保全に関して、管理方法の違いによる検証とモデル利用による将来予測を行った。土壌炭素の予測モデルはRothC(ローザムステッドカーボンモデル)を用いた。2008年度の土壌炭素は試験開始時の2003年度と異なり、農法の違いによって有意差が認められるようになった。特に表層土においてカバークロップ、耕うん、施肥のいずれについても有意差が認められた。炭素貯留量は不耕起・施肥・ライムギ区で最も高い値(89~90Mgha⁻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(65~68Mgha⁻¹)を示した。モデルによる予測値と圃場試験での実測値との関係から一定の近似関係(R²=0.8454)があった。モデルからライムギ区は今後炭素貯留量が増加し(+4~5Mgha⁻¹)、ヘアリーベッチ区ではやや変化し(-1~+2Mgha⁻¹)、裸地区では減少する(-5~7Mgha⁻¹)という予測がされた。

カバークロップ利用条件下での不耕起播種機の作業性

不耕起栽培は土壌浸食防止、土壌有機物含有量の増加、地力の維持、水分保持、省力化、低コスト化など多くの利点があり注目されている。カバークロップ栽培は雑草を抑制、栄養循環促進、環境負荷を軽減するなど効果があり、土壌と環境保全効果および地域環境の持続性向上に注目した技術として注目されている。

本研究では、カバークロップ利用条件下での不耕起播種機の作業性を研究するため、不耕起播種機の利用体系と作業性について検討した。その結果、カバークロップ播種作業における不耕起作業と慣行作業時間と比べると、不耕起作業時間は慣行より 80%減少した。不耕起播種作業機の作業性をみると、作物残渣の量が多くなるとトルクが大きくなり、作業動力も大きくなったが、耕深が浅くなった。カバークロップ生育の評価システムに関する研究

カバークロップは農耕地の環境保全や土壌保全のために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。本研究では、カバークロップの乾物重と窒素含有量を携帯型ハイパースペクトルカメラ等を利用して、圃場で簡易に測定できる方法を開発することを目指した。研究結果から、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、圃場でカバークロップの乾物重や窒素含有量を予測するシステム開発の可能性が示唆された。

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

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。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。

実験結果から、農耕地生態系の耕地内にカバークロップ導入により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作物生産性を向上させるなど、循環プロセスを最適化することが認められた。

(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 発生に対する寄与を検討する必要性があると考えられる。昨年度までの研究において、茨城大学内の畑地土壌(以下、FSC 土壌と省略する)を異なる耕起条件と異なる冬季カバークロッ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

N₂O 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。また、FSC 土壤試料では、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壤は、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壤より亜酸化窒素の生成が抑えられたことから、糸状菌による N₂O 発生が細菌の活性を上回ることが示唆されている。さらに、そこから分離した糸状菌株 (54 株) について N₂O 生成活性を測定した結果、13 種 41 株で N₂O 生成活性が検出されている。

2008 年度は、さらに研究を展開し次の 3 項目について検討をおこなった。N₂O 生成と関係づけた糸状菌分離株データベースの拡充を目指し、九州沖縄農業センター内堆肥施用土壤からの糸状菌分離株について N₂O 生成活性の検討、分離株コレクションのなかで有機態窒素化合物からの N₂O 生成活性を行う菌株が認められたことから、新たな N₂O 生成経路の解明を目的とした解析、N₂O 生成活性を有する糸状菌の一部に細胞内生細菌が検出されたことから、糸状菌細胞内生細菌による N₂O 生成活性の寄与についての検討を行った。

N₂O 生成と関係づけた糸状菌分離株データベースの構築

九州沖縄農業センター内堆肥施用土壤 (以下、NARC 土壤と省略する) から糸状菌を 46 株分離し、18S-28S ITS 遺伝子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。昨年度の解析では、FSC 土壤試料において Zygomycota に属する *Mortierella elongata* に近縁な種が 40% と多く検出され、両地点から分離された糸状菌の構成は大きく異なるという結果になった。糸状菌の群集構造の違いは、土壤管理方法の違いが大きな影響を与えるといういくつかの報告があるが、本研究においても、不耕起、無施肥の栽培体系である FSC 土壤と家畜スラリーを年間 600 t/ha 施肥している NARC 土壤において、この施肥条件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。一方、分離株の N₂O 生成活性では、44% の分離株が硝酸からの N₂O 生成を示し、亜硝酸からはほぼ全ての分離株が N₂O 生成活性を有していた (表 2.4-(1))。この結果から、畑地土壤における N₂O 生成には多種類の糸状菌が関わっていることが考えられる。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 N₂O 生成活性がみられた。これらの結果をまとめると、畑地土壤における糸状菌の群集構造は土壤管理の違いによって大きく変化し、N₂O 生成活性は種の違いによって大きく異なることから、活性の高い糸状菌が優占しないような土壤管理が必要であると考えられた。

表2.4-(1) 18S-28S rDNA 塩基配列解析に基づく分類群と亜酸化窒素生成活性

Order	Family	Genus	Species	Number of selected isolates		N ₂ O-producing activity		
				FSC	NARC	NaNO ₂	NaNO ₃	peptone
Capnodiales	Davidiellaceae	Cladosporium	cladosporiades	2		++~+++	+	+
	Trichomaceae	Penicillium	pinophylum	2		+++	+	-
Eurotiales		Aspergillus	verruculosum	1		+++	++	-
			Talaromyces	flavus	2		+++	++
	Elaphomycetaceae	Monascus	purpureus	1		+++	++	-
			Clavicipitaceae	Metarhizium	anisopliae	3		+++
Hypocreales		Myrothecium	verrucaria	2		+++	+++	+
			Bionectriaceae	Clonostachys	intermedia	1		+++
	Fusarium	oxysporum	1	1	+++++	++++	+	
		solani	1		+++++	++++	+	
		Hypocreaceae	Hypocrea	lixii	3		NT	+++
Trichoderma	velutinum	1		+++	+	+		
Sordariales	Sordariaceae	Sordaria	tomento-alba	2		+++	-	-
Phieziales	Chaetomiaceae	Chaetomium		1		+++	+	-
			Cheilymenia	stercorea	1		+++	-
Mortierellales	Mortierellaceae	Mortierella	elongata	9		++~+++	-	-
			alpina	2		+++	-	-
			Basidiomycetes		1		+++	+
Tremellales	Trichosporon	T. middelhovenii		1		NT	+	
			Cryptococcus	C. laurentii	1		NT	+++
Filobasidiales	Cryptococcus	C. magnus		1		NT	+++	NT

N₂O生成活性 +:3.0-80pgN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹, ++:80-800pgN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹ +++>800~8000pgN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹
 ++++:3.0-80ngN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹,++++:80-800ngN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹ +++++>800ngN₂O-Ntube⁻¹·day⁻¹

糸状菌による新規 N₂O 生成経路の解明

本研究での糸状菌分離株 *Metarhizium anisopliae* FMR Cy14 株は、これまでに知られる硝酸、亜硝酸からの N₂O 生成に加えて、有機体窒素源（ペプトン、カザミノ酸、グルタミン酸）から有意な N₂O 生成活性が認められた。この経路は、硝化反応(従属栄養的)によって、有機体窒素やアンモニウムイオンが硝酸イオンに酸化され、続いて脱窒反応により硝酸イオンから N₂O を生成する経路、アルギニンから一酸化窒素を生成し、さらに一酸化窒素から N₂O を生成する経路、

硝化(従属栄養的)過程から副産物として N₂O を生成する経路、の3つの経路のいずれかであると想定される。今後、窒素の安定同位体を用いた解析によって経路の特定を行っていく予定である。

N₂O 生成糸状菌の細胞内生細菌による N₂O 生成活性の寄与

近年、いくつかの糸状菌に細菌との細胞内共生が認められており、糸状菌の代謝の一部に内生細菌が関わっているという結果が報告されている。先述の N₂O 生成活性を有する *Mortierella elongata* 分離株に細胞内生細菌が認められたことから、N₂O 生成への内生細菌の寄与を明らかにすることを目的とし解析を行った。N₂O 生成活性は、グリセロール培地に亜硝酸を添加し、さらに内生菌の密度を変化させるため 10 種の抗生物質を添加して、測定を行ったところ、内生細菌の密度と亜硝酸からの N₂O 生成活性との相関関係は明確ではなかった。本課題については、硝酸からの N₂O 生成活性を有し、内生菌を保有する分離株をもちいて、さらに検討を行っていく必要がある。

(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

農業集水域からの高濃度の硝酸態窒素やリンの流出が、湖沼やため池の水質汚濁の一因として問題視されており、面源からの汚濁負荷の流出対策や適正な流域管理による負荷の軽減が求められている。霞ヶ浦流域は低平地に水田地帯が広がり、上流から流出する窒素濃度が高い場合、その負荷が水田の水質浄化機能により軽減できることが期待されている。しかし、水田の灌漑方式が多岐に渡るため、流域管理手法としては確立されていない。そこで、将来的に霞ヶ浦流域の河川（桜川）の小流域に、流域管理計画立案・評価に向けた、水質モデルを適用するため、灌漑方式の異なる水田地帯の水・物質収支を求める。モデルには米国で開発された SWAT(Soil Water Assessment Tool)を利用することを検討した。特に、水田の灌漑様式や細かい土地利用、土壌の違いを考慮し、水田の窒素除去能力を活用した流出対策の評価や水利用、土地利用が変化する際の流域管理のモデルケースを予測することを検討した。

対象流域は、茨城県土浦市旧新治村の低平地水田地帯を含む小流域（9.53km²）である。調査は2007年5月28日から、定例観測に加えて自動採水機、水位計、流量計による連続測定を行っている。霞ヶ浦への流入河川である桜川の周囲に低平地水田地帯が広がり、上流部に畑地、宅地が広がっている。この流域を、灌漑形態の違いに合わせて上流部台地と低平地水田をそれぞれ二分割し、四つの小流域に分割した。

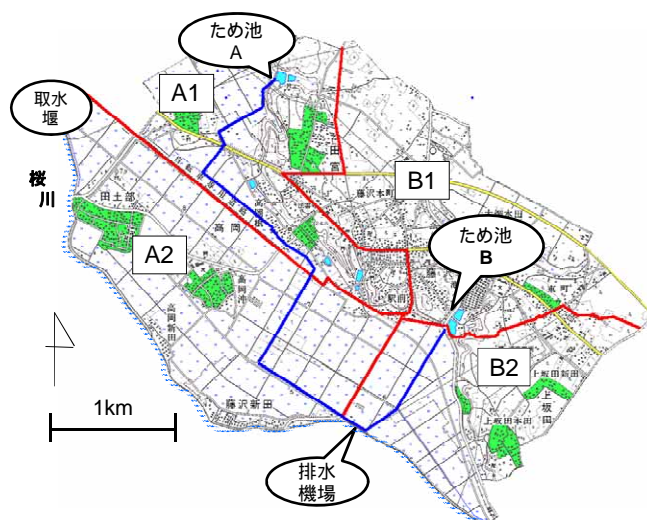


図 2.4-(1) 調査地概要
Study Area

流域内には霞ヶ浦用水を水源とするため池 A から排水路 A と、流域排水を集めるため池 B を水源とする排水路 B の二本が通っている。ため池 A を水源とする流域の上流部をブロック A1、下流部をブロック A2、ため池 B を流出口とする流域の上流部をブロック B1、下流部をブロック B2 とし、流域末端で観測を行った。ブロック A2 は河川水による重力灌漑、ブロック B2 はポンプによる反復灌漑を行い、灌漑期の水利用が大きく異なった。

ブロック A2・B2 末端の水質変動を図 2.4-(2)、図 2.4-(3) に示す。灌漑期は両ブロックともに全窒素濃度が低下していた。これは用水による希釈の影響が大きく、加

えて水田での作物吸収と脱窒による浄化が起きていると考えられる。ブロック A2 では河川水をかけ流しているが、ブロック B2 ではポンプによる反復灌漑を行っているため、脱窒による浄化傾向が顕著であった。

非灌漑期は用水が流入せず、生活雑排水やため池からの排水、上流の畑地からの排水が流入するため、両ブロックで全窒素濃度が高くなっている。SS 濃度の変動から、晴天時は殆ど流域外に流出せず、降雨時に流出していることが判る。これらの結果から、今後、用水の流入がなく人為的かく乱が起きていない非灌漑期において、水質モデルの適用を目指す。

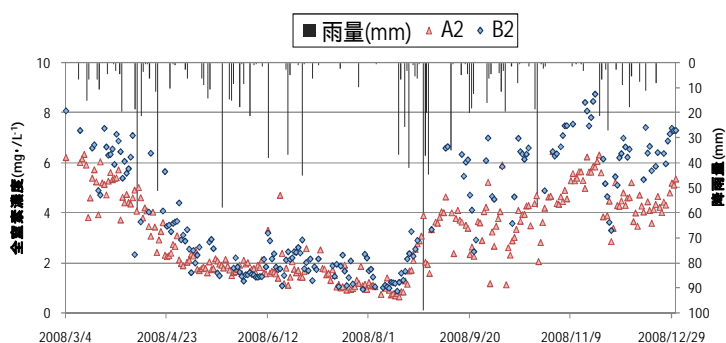


図 2.4-(2) 全窒素濃度日変動

Daily changes in T-N concentration

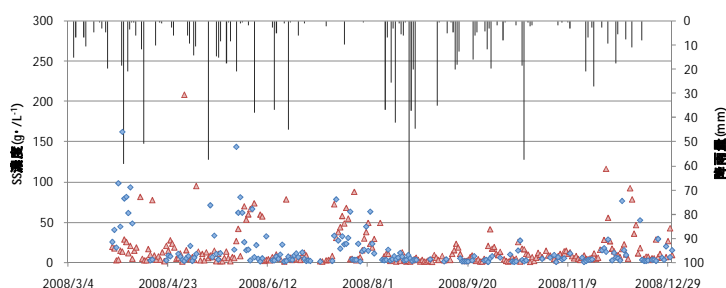


図 2.4-(3) SS 濃度日変動

Daily changes in SS concentration

2) メタン発酵消化液の液肥利用についての検討

近年、バイオマスの利活用の観点からメタン発酵技術が注目されている。農業分野では、実際に畜産廃棄物や排水処理汚泥などをメタン発酵処理し、得られるメタン発酵消化液（以下、消化液）を液肥として牧草地や水田へ利用する試みが行われている。消化液は、図 2.4-(2)に示すように窒素を多量に含んでおり、肥料効果が期待できる。原料に農業集落排水汚泥、生ゴミを用いる消化液の液肥利用の調査事例は少ない。そこで本研究では、農業集落排水汚泥や生ごみを原料とする消化液を液肥として利用する栽培実験を実施し、液肥の肥料効果の調査および環境に対する影

響、特に地下への窒素溶脱及び土壌への窒素の蓄積に主眼を置いて検討を行った。

本研究では、2種類のポット栽培試験、および実際の圃場におけるフィールド栽培試験を行った。肥料効果の確認には、評価指標として栽培作物の生育量・収量を用いた。ポット栽培試験では作物の

表 2.4-(2) 消化液中の成分
Contents of methane fermentation effluent

成分	度 g ⁻¹	成分	濃度 (mg·L ⁻¹)
T-N	3.53	Fe	272.8
NH ₄ -N	1.88	Al	684.7
Org.-N	1.63	Pb	-
T-P	0.83	Zn	14.63
COD	12.58	Cd	-
Cu	0.06	Ni	0.29

乾物体重量を測定し、フィールド栽培試験では作物 1 株あたりの生育量・収量を測定した。環境への影響については土壌の全窒素量 (T-N) や全炭素量 (T-C)、消化液由来の窒素や重金属の溶脱量などから検討・評価を行った。

3.1 ポット栽培試験

本試験は、降雨遮断条件にて日本土壌肥料学会の植物栄養実験法を参考に行った。試験には、上面の面積が約 0.7/2000 アールのポットを用い、黒土：腐葉土を体積比 2：3 でよく攪拌した土壌を 4kg 充填した。試験区は、無施肥区、化学肥料区、液肥半分区、液肥区の計 4 試験区を設定し、3 反復行った。供試植物にはコマツナを用い、実験期間は約 1 ヶ月間であった。

図 2.4-(3) に地上部乾物体重量の平均値を示す。その結果、1 株あたりの乾物体重量の平均値は、消化液区は 0.46g、化学肥料区は 0.40g であり、消化液区と化学肥料区間に有意差は認められなかった。よって、消

図 2.4-(3) 地上部乾物体重量の平均値
Average dry weight for Ex-1 and Ex-2.

	試験	試験
無施肥	0.26 ± 0.08g	0.06 ± 0.02g
化学肥料	0.40 ± 0.13g	0.50 ± 0.15g
液肥1/2	0.40 ± 0.17g	-
化肥/液肥	-	0.36 ± 0.13g
液肥	0.46 ± 0.12g	0.36 ± 0.11g

化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有することが分かった。

3.2 ポット栽培試験

本試験は、用水供給量を大きくし、地下への溶脱を想定した場合における消化液の肥料効果、および地下への窒素溶脱について検討した。試験区は、無施肥区、化学肥料区、化肥/液肥区、液肥区の計 4 試験区を設定し、3 反復行った。ポット底部からの排水があり、これを地下への溶脱分とした。その結果、1 株あたりの乾物体重量の平均値は、消化液区は 0.36g、化学肥料区は 0.50g であり、この 2 試験区間で 5% 水準の有意差が認められた。また、栽培期間中の窒素溶脱量の合計は、1 ポットあたり、消化液区は 193mg、化学肥料区は 159mg、無施肥区は 132mg であり、消化液区が最も大きい値を示した。これより、消化液は化学肥料よりも窒素溶脱が生じやすい可能性が示唆された。

3.3 フィールド栽培試験

本試験は、ポット栽培試験 および試験 の結果を受け、実際の圃場における消化液の肥料効果、および環境への影響を調査した。茨城大学農学部試験農場を 9 区画に分割し、無施肥区、化学肥料区、消化液区をそれぞれ 3 区画ずつランダムに設置した(1 区画 21m²)。供試作物はナタネと小麦で、栽培期間は約 7 ヶ月間であった。その結果、Tukey 法により検定を行ったが、ナタネ収量、小麦収量ともに消化液区と化学肥料区間のほとんどの

項目で有意差は認められなかった。これより、消化液は実際の圃場においても化学肥料と同程度の肥料効果を有することが明らかとなった。また、ナタネ栽培農場の地下水 T-N 濃度の平均

表 2.4-(4) 農場地下水の T-N 濃度平均値と有意差検定
Average T-N concentration of groundwater in the test field and a test of significance

	ナタネ栽培区		小麦栽培区	
Control	0.99	B	1.27	B
無施肥	0.76	B	1.61	A
化学肥料	1.42	A	1.80	A
消化液	1.62	A	1.28	B

値は、消化液区は 1.62mg・L⁻¹、化学肥料区は 1.42mg・L⁻¹ であり、この 2 試験区間に有意差は認められなかった(表 2.4-(4))。また、小麦栽培農場の地下水 T-N 濃度の平均値は、消化液区で 1.28mg・L⁻¹、Control 区で 1.27mg・L⁻¹ となり、消化液区と Control 区間で有意差は認められなかった。これより、実際の圃場栽培において、消化液は化学肥料よりも窒素溶脱が生じやすいと一概には言えないことが分かった。しかし、窒素の地下への溶脱は時間がかかるため、今後も農場地下水中の窒素の動向調査を継続する必要がある。

コマツナのポット栽培試験により、消化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有することが分かった。しかし、消化液は化学肥料よりも窒素、一部重金属の溶脱が生じやすい可能性が示唆された。そこで、実際の圃場におけるフィールド栽培試験を行った結果、消化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有し、なおかつ、化学肥料を上回る地下への窒素、および重金属の過剰な溶脱はないと考えられる結果が得られた。

(4) アジアサステイナビリティについてのワークショップの成果

「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

Komtsuzaki, M. (2008) Ecological significance of cover crop and no tillage practices for ensuring sustainable of agriculture and eco-system service, (ed) Columbus, F, In;

Ecosystem Ecology Research Development, Nova Science Publishers, pp177-207, New York, USA.

小松崎将一(2008) 地域と響きあう農学教育の新展開—農学系現代GPの取り組みから, 中島紀一編, 筑波書房.

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, In press.

Yasue,T.,and M.Komatsuzaki (2009) Cover Crops Contribute to Animal Production and Reduce Nitrogen Loss from Fields in Integrated Farming System. Nova Science Publishers, In press.

2) 論文 (査読付)

小松崎将一・鈴木光太郎(2008)ハクサイ栽培でのカバークロープ利用による土壌風食の抑制, 農作業研究, 43(4), pp187-197.

Yinghui MU, Zhiya MA, Masakazu KOMATSUZAKI, Hiroshi SHIMIZU, Hiroshi OKAMOTO (2008) Assessing Soil Organic Carbon in Relation to Land Use Management Using a Portable Hyper Spectral Camera in Andisols. 農業機械学会誌, 70(3), pp. 124-128.

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. 農業教育学会誌(印刷中)

3) その他の論文

小松崎将一(2008) 米国における農生態学の取組みについて—国際農生態学ショートコースに参加して—. 農業および園芸, 83(2), pp. 233-240.

小松崎将一(2008)農耕地における土壌風食の実態とカバークロープ利用によるその抑制, 農業および園芸, 83(10) 1-10.

小松崎将一(2008)環境に配慮したイタリアンライグラス ハナミワセの水田裏作緑肥への利用について. 牧草と園芸, 56(6), pp.10-14.

小松崎将一(2009)インドネシアにおける有機農業の展開. 国際農業機械化研究会 News Letter, 414, pp.1-2.

4) 口頭発表

小松崎将一(2008)コミュニティーガーデンを活用した有機野菜生産の現代的意義, 日本農業教育学会誌, 39(別), 27-30.

牟英輝・小松崎将一・荒木肇・平田聡之・三浦重典(2008)土壌炭素貯留型の耕うんシステムに関する研究. 農業機械学会第67回年次大会.

小松崎将一・白幡尚子(2008)サブタレニアン・クローバを用いた有機栽培トマトの生産性. 農作業研究, 43(別1), 17-18.

小松崎将一・牟英輝・昭日格図・太田寛行・荒木肇・平田聡之・三浦重典(2008)カバ

- ークロップ利用による炭素貯留機能と亜酸化窒素によるオフセット．農作業研究、43(別1), 15-16.
- 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(別1)
- 小松崎将一・M.Faiz Syuaib(2008)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壌炭素隔離機能．農作業研究, 44(別1)
- 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壌炭素貯留量に及ぼす影響．農作業研究, 44(別1)
- 趙鉄軍・趙艶忠・小松崎将一・岡本博史(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(別1)
- 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(別1)
- 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)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．日本土壌動物学会．Komatsuzaki, M., Y. Mu, Zhaorilgetu, H. Ohta, M. Araki, H. Araki, T. Hirata and S. Miura (2008) Cover Crop and No Tillage Practices Enhance the Ecological Significance of Soil Biodiversity and Carbon Sequestration. International Conference on Sustainable agriculture, Sapporo, Japan.
- 昭日格図・西澤智康・佐藤嘉則・小松崎将一・太田寛行(2008)不耕起栽培における糸状菌多様性の評価．日本土壌微生物学会大会．
- 昭日格図・西澤智康・佐藤嘉則・鶴田和人・小松崎将一・太田寛行(2008)不耕起畑地土壌での糸状菌群集と亜酸化窒素生成．日本微生物生態学会大会．
- 梅津昌史・佐藤嘉則・鶴田和人・西澤智康・新美洋・橋本知義・小松崎将一・太田寛行(2008)土壌微生物群集の定量的 T-RFLP 解析：窒素負荷量の異なる土壌について．日本土壌微生物学会大会．
- Yoshinori Sato, Kazuhiko Narisawa, Hiroyuki Ohta (2008) Detection and identification of endosymbiotic bacteria in the nitrous oxide producing fungus, *Mortierella elongata*. The 12th International Symposium on Microbial Ecology.
- Masafumi Umezu, Kazuhiko Narisawa, Hiroyuki Ohta (2008) Relationship between bacterial and fungal denitrification in upland soils: effect of N source and soil moisture. The 12th International Symposium on Microbial Ecology.
- 鶴田和人・佐藤嘉則・昭日格図・成澤才彦・小松崎将一・太田寛行(2008)畑地土壌からの亜酸化窒素生成糸状菌の解析．日本土壌肥料学会
- 佐藤嘉則・鶴田和人・梅津昌史・成澤才彦・小松崎将一・太田寛行(2008)糸状菌細胞内生細菌の検出および系統解析．日本微生物生態学会大会．

梅津昌史・佐藤嘉則・西澤智康・新美洋・橋本知義・成澤才彦・小松崎将一・太田寛行(2008)有機物連用土壌における亜酸化窒素発生に関わる微生物群集構造の解析．日本微生物生態学会大会．

鶴田和人・佐藤嘉則・昭日格図・成澤才彦・小松崎将一・太田寛行(2008)畑地土壌由来糸状菌の分類群と亜酸化窒素生成活性の関係について．日本微生物生態学会大会．

Purba Islam, Yoshinori Sato, Zhika Bao, Kazuto Tsuruta, Masafumi Umezu, Hiroyuki Ohta (2008) 種々の窒素化合物培地における *Metarhizium* strain CY-14 の亜酸化窒素生成．日本微生物生態学会大会．

杉下新・中曽根英雄・黒田久雄・加藤亮(2008)低平地水田を含む小流域の窒素負荷量に関する長短期変動の解析．農業農村工学会関東支部大会

柴田鑑三・黒田久雄・加藤亮・井上栄一・佐藤達雄(2008)メタン発酵消化液の液肥利用における環境への影響．平成 20 年度農業農村工学会

臼田薫・杉下新・加藤亮(2008)灌漑方式が異なる水田地帯の水・物質収支特性．平成 20 年度農業農村工学会

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

アジアサステナビリティについてのワークショップ「環境科学からサステナビリティ学へ - アジアの農学の役割を考える -」．2009年1月12 - 13日．茨城大学農学部こぶし会館

霞ヶ浦流域再生プロジェクト 第二回公開シンポジウム．2009年2月21日．茨城大学農学部こぶし会館

(3) マスコミ等への公表・報道等

小松崎将一「茨城大学発 持続可能な世界へ(68)バイオエタノール」(2008年11月11日付 茨城新聞)

小松崎将一「インドネシアにおける有機農業の展開」(2008年2月10日付 農機新聞)

小松崎将一「大学連携 園芸療法」(2009年4月6日付 朝日新聞)

加藤亮「茨城大学発 持続可能な世界へ(69)バイオエタノール」(2008年11月19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. 福岡県西方沖地震の被災地域（西浦地区および玄界島）のその後の生活世界

伊藤哲司

[1] 課題の目的

福岡県西方沖地震（2005年3月20日）の発生から3年以上が経過した。その地震災害による死者は1名であったが、住宅が全壊もしくは半壊したところが多く、多くの住民が避難生活を余儀なくされた。玄界島のように、島の集落全体が取り壊されることになったところもある。この地域の生活世界が、以前と比べてどのように変化しているのかについて、観察およびインタビューによって明らかにしていくことが本研究の目的である。

[2] 研究の概要

福岡県西方沖地震の被災地域である西浦地区および玄界島を訪れ（2008年5月3日～7日）震災から3年以上が経過した復興の様子を観察すると同時に、住民へのインタビューを行った。

西浦地区は、糸島半島に位置する漁村であり、木造家屋が密集する集落には地域コミュニティの密接な人間関係が存在しており、震災後の避難生活では「妙に明るい地域」であったと聞いていた。震災後などには「心のケア」の必要性がすぐに叫ばれる昨今の日本の社会状況に、何か再考を促すような示唆が得られるとだろうと予想し、そのときの避難生活の様子とその後の地域コミュニティの復興について焦点を当てたインタビューを行った。なお今回は2回目の訪問であった。

玄界島は、震災によって斜面に沿って広がっていた集落 かつては石垣のある風景が広がっていたという がほぼ壊滅状態になったところで、福岡市によって集落全体の再構築がなされた。その復興後の集落がどうなっているのか、またそこでの暮らしを再び始めた人々はどんな感想や意見を抱いているのか、それらの点を明らかにすることを試みた。こちらは3回目の訪問であった。

[3] 研究成果

(1) 西浦地区

この地区では、知人の紹介で、数人の年輩女性たちに話を伺うことができた。細く込み入った路地が走るこの地区（写真左）では、地域コミュニティの中の深い人間関係がある。かつて大火事を経験してから、地域での防火にも力を入れ、近くの神社にも定期的に地域を代表してお参りにいくのだという。そのような地域での避難生活は、夜中まで膝をつき合わせて話をするなど「楽しかった」ものだったという。しかし過疎化が進み、子どもの数が減り、そのような関係を維持しているのは

主に年輩者たちであり、若い世代がその中になかなか入っていけない実態がうかがわれた。地域で力を合わせての復興が図られたが、今後のこの地域も必然的に変化していくことが予想される。

(2) 玄界島

集落の家々が基本的にすべて取り壊され、新たな住宅地が作られ、そこに元の住民たちで希望した人々が戻ってきていた。震災以前の様子を、筆者は直接見ていないのだが、西浦地区とも似ていたのではないかと想像される。現在は、まるで住宅展示場を見ているかのような新たな住宅が整然と並んでおり、道路もまっすぐに整備された。そこに戻ってきた玄界島生まれの70歳ぐらいの男性は、「昔は隣の声が聞こえるほどで暖かみがあった」と、現在との違いを語った。ここで被災を経験した子どもたちが書いたレリーフが飾られるなど、震災の記憶を留めようという努力がなされてはいる。しかし、地域コミュニティのあり方は、かなり大きく変容することを余儀なくされたことだろう。



図 3.1-(1) 西浦地区の込み入った細い路地と家々(写真左)、玄界島の新しい集落の道路と家々(いずれも 2008 年 5 月撮影)(写真右)

(3) サステナビリティ学における本研究の意義

これら2つの地域は、同じように被災をしているが、対照的な復興の仕方を進んできている。もちろん家々の倒壊の程度によって異なる対応がなされたということだろうが、それが今後さらにどのような影響をもたらしていくのかに注目したい。

サステナビリティ学における人間システムの問題を考えていく上で、このような災害と地域コミュニティのあり方の関係を問うていくことは大事な点である。

[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

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

伊藤哲司(2008a)「「途上国」から学ぶ価値観：ベトナムの水上生活」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年4月8日(火) 朝刊 11面.

伊藤哲司(2008b)「「共生の知」の創出へ：外国籍住民と日本人」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年4月15日(火) 朝刊 11面.

伊藤哲司(2008c)「文系理系の枠越えた講義：サステナビリティ」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年7月22日(火) 朝刊 11面.

伊藤哲司(2008d)「タイ被災地で実践教育：次世代につなぐ(4)」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年12月23日(火) 朝刊 5面.

伊藤哲司(2008e)「ICASの取り組み」茨城放送(ほっとで地球を考える)出演, 2008年4月15日(火)

伊藤哲司(2009)「ICASの「これまで」と「これから」」茨城放送(ほっとで地球を考える)出演, 2009年3月17日(火)

3.1.2. 自然災害に適応した先人の事例研究

大辻 永

[1] 課題の目的

- ・ 先人が如何に自然環境の変化に対処したのか。その事例を追い、可能な限り一般化して次世代への教訓として残す。
- ・ これまで追究してきた、和歌山県での安政南海地震での事例をまとめ公表する。

[2] 研究の概要

国語教材「稲むらの火」のモデル濱口梧陵が、紀州広村で実行した地震津波後の村の復興について、現地調査などを行って追究してきた。これまでにない視点から考察ができたので、本学で編集した書籍『サステナビリティ学をつくる』の一章として成果公開した。

[3] 研究成果

- ・ 醤油屋の頭領であった濱口は、私財を投げ打って村を復興した人物として知られている。その復興モデルは、地震津波災害という状況にあった小さな経済を回そうとした、と解釈できる。
- ・ 地震災害が発生したとき、単に援助物資を外部から送るだけではなく、被災者自身が動く「しくみ」を巧みに導入することの有効性が示唆された。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

大辻永(2008)「「稲むらの火」のモデル濱口梧陵：人間愛と機転に満ちたハードとソフトの適応策」、三村信男・伊藤哲司・田村誠・佐藤嘉則編『サステナビリティ学をつくる - 持続可能な地球・社会・人間システムを目指して - 』, 第14章, pp.173-182, 新曜社.

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

3.1.3. 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。2008 年度も昨年度に引き続き「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」(今年度は茨城大学ネイチャーゲーム研究会の主催行事)の実施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実施(大塚池探検隊)

[3] 研究成果

(1) 実施する環境教育プログラム内容に関する研究成果

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。今年度は月に一度の開催を基本としたため、次第に水質調査と何かの組み合わせになっていった。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) 実施する指導者の支援に関する研究成果

これまでの「放課後子どもプラン」の支援経験もあわせ、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の必要性が高いと考察した。また、市の環境フェスタで活動内容をブース展示するような機会が、自分たちの活動のふりかえりとして機能することが示唆された。

(3) 大塚池に関するワークショップ(大塚池探検隊)の成果

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。これらはサステイナビリティ学/地球変動適応科学に対する市民の意識を向上させ、持続可能な地域づくりに取り組む市民の育成に、直接的にも間接的にも必要な知見である。

表 3.1-(1) 「大塚池探検隊」実施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27日	パックテストで水質調査をしよう
5月25日	パックテストで水質調査をしよう+
6月29日	パックテストで水質調査+大塚池一周ウォーク(雨天中止)
7月19日	パックテストで水質調査+大塚池一周ウォーク
8月17日	大塚池のまわりのエコマップづくり(雨天中止)
9月28日	水質調査か雨でもできるネイチャーゲーム
10月19日	水質調査と秋を感じるネイチャーゲーム
11月16日	水質調査と「公園のミクロな世界を見てみよう」(雨天中止)
12月14日	水質調査と「木と友達になろう!!」(雨天中止)
1月24日	水質調査と「pHってなんだろう?！」
2月15日	水質調査と「めざせ公園の名探偵！」
3月15日	水質調査と「CODってなんだろう?！」

[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

第1回水戸市環境フェスタ(2008年10月5日、於:水戸市役所)にて活動内容をブース展示した。

日常の活動は「『大塚池探検隊』コーディネーターぶろぐ」に随時掲載。

3.1.4. 再生可能資源の評価と再生可能エネルギー（小水力）の開発ポテンシャル

小林 久

[1] 目的

再生可能資源の利用システムを評価すること、小水力開発の可能性を把握・評価することを主な研究課題として、地域に潜在する再生可能資源を活用する持続的な地域社会のあり方について考究することを目的とする。

[2] 研究概要

- ・ 再生可能資源利用の妥当性評価の考え方を整理するために、農業活動における物質フロー分析およびLCAアプローチの活用法について、事例研究を含めた検討を行った。
- ・ 小水力によるエネルギー開発可能性の事例分析を行うとともに、流域～全国規模のポテンシャル推計の拡張方法について検討した。

[3] 研究成果

- (1) オアシス活動の資源・土地利用実態を把握することで、農業における資源利用と地域環境との関連性について分析し、デーツ栽培などの農業と畜産の有機的連携がオアシスの資源循環を維持するために重要であることを明らかにした。
- (2) 環境保全型農業、バイオ燃料、コメ精米を対象とした LCA を実施し、農と食に関する情報提供のための LCA の意義について考察することで、「農」の温暖化評価と活用法について取りまとめ、多様な尺度の持続性に関する評価手法開発の必要性を明らかにした。
- (3) 黒部川扇状地上の農業用水路系（黒西合口用水路）の6用水系統内の 282 水路（図 3.1-(2)）を対象として、水路全体の発電ポテンシャルを調査推計し、総出力が 2,234kW（代掻期）、764kW（普通期）になること、農地 1ha 当たりで 3.9kW/ha（代掻期）、1.3kW/ha（普通期）の小水力ポテンシャルがあることを示した（図 3.1-(3)）。

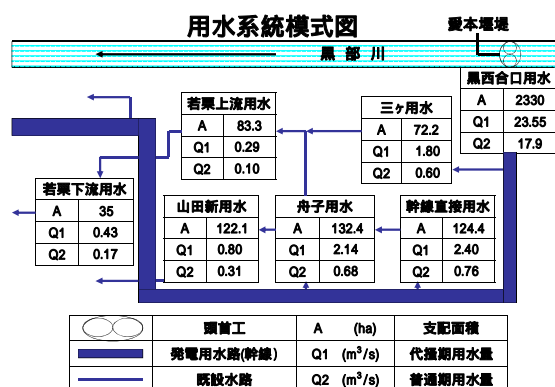


図 3.1-(2) 用水系統図

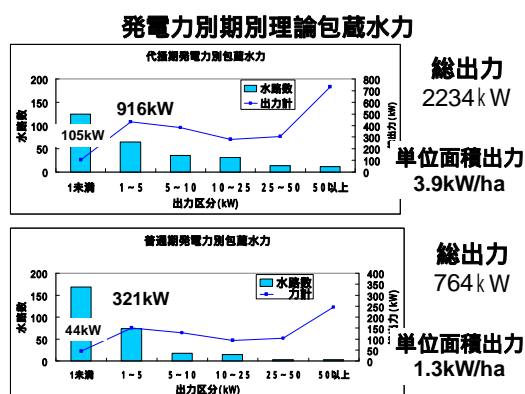


図 3.1-(3) 出力別ポテンシャル推計

[4] 研究成果

(1) 成果の発表

1) 著書

小林久(2008)「バイオ燃料のライフサイクル分析」, 持続可能エネルギー講座第 2 巻:『持続可能エネルギーと LCA』, 太陽エネルギー学会編, pp.113-133.

小林久(2009)「農における LCA - 脳の温暖化評価と活用」, シリーズ 21 世紀の農学: 『地球温暖化問題への農学の挑戦』 日本農学会編, 養賢堂, pp.75-96.

2) 論文(査読つき)

財津吉寿・小林久(2008)「モーリタニアのオアシス活動における土地利用と資源利用の関連」『開発学研究』, 19(1), pp.39-46.

佐合隆一・新井愛希・小林久(2009a)「水稻の有機栽培における雑草防除と施肥のライフサイクル分析」『雑草研究』, 54(1), pp.1-6.

白波瀬京子・小林久(2009b)「土地利用型畜産の飼料調達実態と窒素フローによる評価」『農工論集』 259, pp.27-33.

3) その他の論文

小林久(2007)「自然エネルギーがかっこいい時代」『地上』, 2007 年 5 月号, pp.40-43

小林久(2009a)「バイオ燃料の LCA」『太陽エネルギー』, 34(5), pp.29-34.

小林久(2009b)「農業における LCA 手法の適用と課題」『今月の農業』, 53(1), pp.86-91.

4) 口頭発表(省略)

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

シンポジウム「地域の小水力」(魚津市新川文化ホール 104, 2009 年 3 月 22 日)

(3) マスコミ等への公表・報道等

「ながれる水の物語」小水力利用推進協議会パンフレット(編集責任者)

3.1.5. 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2~9日)

環境を守りながら発展するために観光立国を掲げるラオスにとって、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) ラオス北部フアパン県における不発弾被害調査(3月14~18日)

ラオスの現政権発祥の地であるフアパン県は、70年代初頭まで激しい戦闘が行われ、空爆による不発弾も大量に発見されていて、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) ラオス中部ヴィエンチャン県における不発弾被害調査(3月25~28日)

UXOLao 本部にて、ラオス全体の不発弾被害のデータ収集と、今後の調査への協力をとりつける。

[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2~9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) ラオス北部フアパン県における不発弾被害調査(3月14~18日)

県都サムヌアにて、UXOLao 事務所だけでなく、地元の建設業協会長、県知事とも会談し、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。

(3) ラオス中部ヴィエンチャン県における不発弾被害調査(3月25~28日)

UXOLao 本部にて、これまでの不発弾処理事業のデータと、今後の調査への協力約束をとりつけることができた。

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
- 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

蓮井誠一郎(2008a)「兵器が有害物質に：戦争による環境破壊」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年4月29日(火) 朝刊7面.

蓮井誠一郎(2008b)「深刻な「クラスター」汚染：ラオスの不発弾被害」茨城新聞『茨城大学発 持続可能な世界へ』, 2008年5月6日(火) 朝刊9面.

3.1.6 気候安全保障論に関する研究

蓮井誠一郎

[1] 課題の目的

- ・ 気候安全保障について、概念整理を行う。
- ・ 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。

[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、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、分析を行う。

[3] 研究成果

(1) 概念整理に関する研究成果

立命館大学 RCS でのワークショップ(1月22日)で報告し、その議論をふまえて後、筑波大学の平成19年度-20年度戦略イニシアティブ推進機構・プレ戦略「サステイナビリティ・スタディーズの構築」研究プロジェクトのための研究会(1月25日)で報告・討論を行った。これらをもとに、IR3Sの最終報告書と KSI の最終報告書への執筆を予定している。

(2) 学説史に関する研究成果

立命館大学 RCS でのワークショップ(1月22日)で報告し、その議論をふまえて後、筑波大学の平成19年度-20年度戦略イニシアティブ推進機構・プレ戦略「サステイナビリティ・スタディーズの構築」研究プロジェクトのための研究会(1月25日)で報告・討論を行った。これらをもとに、IR3Sの最終報告書と KSI の最終報告書への執筆を予定している。

(3) 政策適用性についての分析、評価

立命館大学 RCS でのワークショップ(1月22日)で報告し、その議論をふまえて後、筑波大学の平成19年度-20年度戦略イニシアティブ推進機構・プレ戦略「サステイナビリティ・スタディーズの構築」研究プロジェクトのための研究会(1月25日)で報告・討論を行った。これらをもとに、IR3Sの最終報告書と KSI の最終報告書への執筆を予定している。

[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

なし

4) 口頭発表

立命館大学 RCS でのワークショップ報告(2009年1月22日)

筑波大学の平成19年度-20年度戦略イニシアティブ推進機構・プレ戦略「サステイナビリティ・スタディーズの構築」研究プロジェクトのための研究会報告(2009年1月25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

3.1.7 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、エネルギー消費量や CO₂ 排出量の変化に関するエネルギー経済学的な分析を行う。
- ・ 気候変動に対する適応能力(adaptive capacity)の評価モデルの構築、脆弱性(vulnerability)を軽減するための適応策を検討する。

[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と CO₂ 排出量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けることが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や CO₂ 排出量の変化に関するエネルギー経済学的な分析を行った。さらに、既存の分解分析手法である構造分解分析(Structural Decomposition Analysis: SDA)との比較を通じて、当手法の理論的な頑健性を検証した。

(2) 適応能力の検討

気候変動に対する適応能力(adaptive capacity)の評価モデルの構築、指標化を行い、脆弱性(vulnerability)の軽減をもたらす適応策を検討するための判断材料の提供を目指した。

[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と CO₂ 排出量の変化に関する分解分析

MCDA により、1970 年以降の日本では総じて経済成長による最終需要効果がエネルギー消費や CO₂ 排出の増加要因となる一方、エネルギー財の価格代替効果、エネルギー・労働財の技術変化効果が主たる減少要因として機能していることが明らかになった(表 3.1-(2))。加えて、既存の分解分析手法である構造分解分析(SDA)との比較を行った。これらを通じて、当手法の理論的な頑健性を検証した。本研究は、導入が検討されている炭素税をはじめとする環境政策の経済的手法の有効性評価に示唆を与えるものである(Okushima and Tamura, 2008; 2009a, b)。

表 3.1-(2) MCDA による CO₂ 排出量変化の分解, 1970-1990 [Mt-C]

	COAL	OIL	GAS	TOTAL
KLEM effects				
Capital CFI	15.5	65.1	9.8	90.4
Capital TC (KTC ^{MC})	15.5	65.1	9.8	90.4
Labor CFI	-5.6	-25.7	-4.7	-36.1
Labor TC (LTC ^{MC})	-5.6	-25.7	-4.7	-36.1
Energy CFI	-8.2	-12.6	10.9	-9.9
Energy TC (ETC ^{MC})	-9.7	-5.8	5.6	-9.9
Energy PS (EPS)	1.4	-6.8	5.3	-0.1
Material CFI	9.9	46.6	7.4	63.8
Material TC (MTC ^{MC})	6.1	37.4	5.6	49.1
Material PS (MPS)	3.8	9.2	1.8	14.7
Final demand effects	24.6	91.5	23.1	139.3
Interaction effects	-20.9	-111.4	-23.8	-156.1
Total	15.2	53.5	22.7	91.4

(2) 適応能力の検討

都道府県別の人間開発指数(Human Development Index: HDI)を計測し、潜在的な適応能力の把握と適応策のあり方を論じた(Tamura, 2008a)。HDI は、ゴールポストとよばれる先験的に設定された(社会基盤整備を含む広義の)開発目標とその達成度を数値化した指標であり、適応能力の代理指標としてしばしば用いられる。そこで、適応能力評価のための第一段階として都道府県別の HDI を計測し、当該指標が社会によって異なり、その配分には社会・経済プロセスが決定要因となることを定量的に示した。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

三村信男・伊藤哲司・田村誠・佐藤嘉則編(2008)『サステナビリティ学をつくる - 持続可能な地球・社会・人間システムを目指して - 』新曜社.

田村誠・三村信男(2008)「21世紀の諸課題とサステナビリティ学」, 三村信男・伊藤哲司・田村誠・佐藤嘉則編『サステナビリティ学をつくる - 持続可能な地球・社会・人間システムを目指して - 』, 第1章, pp.3-42, 新曜社.

2) 論文(査読つき)

Okushima,S. and M.Tamura(2009a) “What Causes the Change in Energy Demand in the Economy?: The Role of Technological Change,” *Energy Economics* (forthcoming).

Okushima,S. and M.Tamura(2009b) “A Double Calibration Approach to the Estimation of Technological Change,” *Journal of Policy Modeling* 31(1), pp.119-125.

3) その他の論文

Okushima,S. and M.Tamura(2008) “How Can We Gauge the Sources of Energy Use Change?:

Multiple Calibration Decomposition Analysis and Structural Decomposition Analysis,”
Department of Social Systems and Management Discussion Paper Series, No.1216,
University of Tsukuba.

田村誠・三村信男(2008b)「適応科学への挑戦：茨城大学地球変動適応科学研究機関の
取り組み」『応用数理』, 18(3), pp.58-60.

4) 口頭発表

Tamura,M.(2009) “What Determines the Change in Energy Use and CO₂ Emission in the
Economy?: Japan’s Case,” *Postgraduate GP Education Workshop 2009: From
Environmental To Sustainable Science -thinking the shift and the role of Asian agricultural
science-*, Ami, Ibaraki, Japan, January 12, 2009.

Tamura,M.(2008a) “Socio-economic Conditions and Capacity of Adaptation toward the
Climate Change,” *2nd Vietnam-Japan Symposium on Climate Change and the Sustainability*,
Hanoi, Vietnam, November 28, 2008.

Tamura,M.(2008b) “Mitigation and Adaptation Strategies in Response to Climate Change:
Japan’s Case,” *Proceedings of 2nd Asian Conference of the International Association for
Energy Economics*, Perth, Australia, November 7, 2008.

Tamura,M.(2008c) “Mitigation and Adaptation Strategies toward Sustainable Society: Japan’s
Case,” *3rd International Conference on Environment*, Athens, Greece, May 22, 2008.

(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

田村誠(2009)「環境、経済、社会：中長期的視点で再考必要」茨城新聞『茨城大学発
持続可能な世界へ』, 2009年3月31日(火) 朝刊12面.

三村信男・田村誠(2009)「2009年の展望：社会の在り方問われる年」茨城新聞『茨城大
学発 持続可能な世界へ』, 2009年1月13日(火) 朝刊11面.

田村誠(2008a)「新しい学問の創出：現代社会の問題克服」茨城新聞『茨城大学発 持続
可能な世界へ』, 2008年8月12日(火) 朝刊11面.

田村誠(2008b)「目指す社会像とは：資源の無駄使いなくそう」茨城新聞『茨城大学発 持
続可能な世界へ』, 2008年8月5日(火) 朝刊5面.

田村誠(2008c)「洞爺湖サミット：総合的な対応を目指す」茨城新聞『茨城大学発 持続可
能な世界へ』, 2008年6月24日(火) 朝刊8面.

3.1.8 地域環境分析に向けた都道府県別 CO₂ 排出量の推計と考察

長谷川 良二

[1] 課題の目的

現在、日本は京都議定書に基づく温室効果ガス削減義務(1990年比で6%減)を負っており、これを受けて政府は各自治体に温暖化防止のための自主的な取り組みを促している。これに伴い都道府県(以下、「県」と省略)や多くの政令指定都市は独自の温室効果ガス削減目標を掲げさまざまな温暖化対策を模索している。地球温暖化問題はもはや国家レベル、国際レベルだけの問題ではなく、地域政策における重要課題の1つにもなっている。

自治体が温暖化対策を実施するための前提条件として、地域レベルの温室効果ガスの排出実態を把握する必要がある。各県庁は自地域の排出量の算定を行っているものの、地域特性の考慮、算定方法の統一性などの点で一定の問題を抱えており、異なる県庁の排出量の公表値を比較することは問題がある。

以上を踏まえると地域特性を考慮したうえで統一された手法による地域間比較が可能な地域別排出量の導出は大変意義深い。本課題は最も代表的な温室効果ガスである CO₂ 排出量を全県別に推計し地域間の排出量や増減率の違いを検討した上で、自治体レベルの温暖化対策の可能性を考察することが目的である。

[2] 研究の概要

県別の CO₂ 排出量を導出するために、日本の年間のエネルギー消費量を図 3.1-(4)のように県(*i*)別、部門(各種産業と家計)(*j*)別、化石燃料(石灰石、電力も含む)(*k*)別に捉え、図 3.1-(5)のように各種化石燃料に対して地域 産業エネルギー消費マトリックス表を作成した。図 3.1-(5)のようなエネルギー消費マトリックス表に該当する CO₂ 変換係数を乗じて、全てのマトリックス表を足し合わせれば各県の部門別 CO₂ 排出量を導出することが可能である。

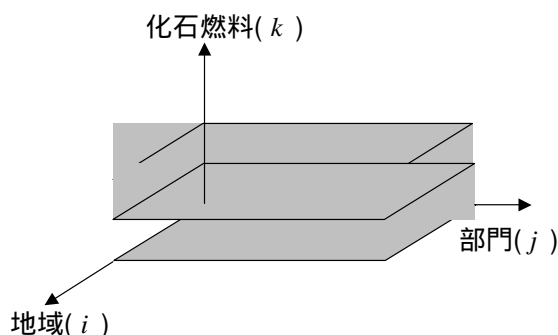


図 3.1-(4) 日本のエネルギー消費量の分割概念図

	……産業・家計(j)……	合計
・ ・ ・ 県 (i) ・ ・ ・	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">「既知部門」</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">「未知部門」</div> </div>	地域 総 消費 量
合計	部門別の全国消費量	

「断片的データ」

図 3.1-(5) 地域-産業エネルギー消費マトリックス

図 3.1-(5)のように地域 産業エネルギー消費マトリックスは行方向と列方向に 2 種類の合計値が存在する。行和は各県のある化石燃料の総消費量を表し、列和は各部門の県の合計、つまり全国の部門別エネルギー消費量を表している。行和や列和である地域総消費量や部門別全国消費量をコントロール・トータルとして図 3.1-(5)のマトリックス表の各要素を推計した。

各産業部門において、入手した統計資料から全県の燃料別エネルギー消費量を知ることのできる部門を「既知部門」、そうではない部門を「未知部門」と名付けた。また県庁などによるエネルギー消費に関する調査報告書などから把握可能な、ある県の、ある部門による、ある化石燃料の投入量に関して、利用するに値するデータがいくらか存在している。本分析では、それらを「断片的データ」と称し、地域特性を反映させるために「未知部門」の範囲に該当するものについては「未知部門」に組み込んだ。「既知部門」については統計資料の数値を使用し、「未知部門」については「断片的データ」の数値をそのまま採用したうえで図 3.1-(5)の行和・列和との整合性が保たれるように推計を行った。このような推計を行うために産業連関論における投入係数予測でよく用いられる RAS 法を応用した。

[3] 研究成果

推計結果は主に 2 つの視点で考察した。1 つ目は 1 時点(2000 年)における排出量の県間の特徴、2 つ目は県別の排出量の推移(1995 ~ 2000 年)である。以下、推計結果の一部を抜粋する。

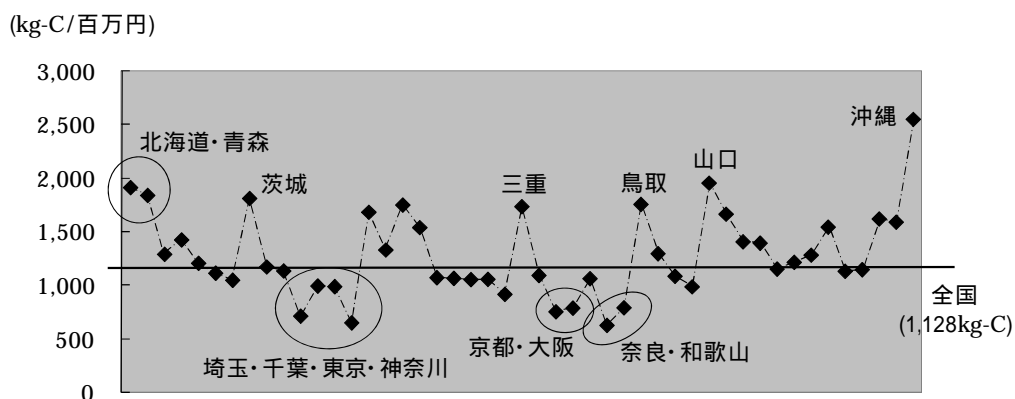


図 3.1-(6) 2000 年における各県の運輸部門の排出原単位

図 3.1-(6)、図 3.1-(7)より、日本の CO₂ 排出は構造や増減が県レベルでさまざまな様相を呈していることが判明しており、地域に根ざした自治体独自の温暖化対策が効果を発揮しうる可能性を示すことができた。また自治体の対策に大きな裁量の余地があるのは家計などの民生部門であるが、図 3.1-(7)より家計部門の排出はほとんどの県で排出量も排出原単位も増加していることも認められ、自治体による家計部門への対策が強く求められていると判断することができた。

今後、本研究で推計した県別 CO₂ 排出量が地域環境分析のためのデータベースとして利用され、自治体レベルの温暖化対策の定量的な効果が検証されていくことが期待される。

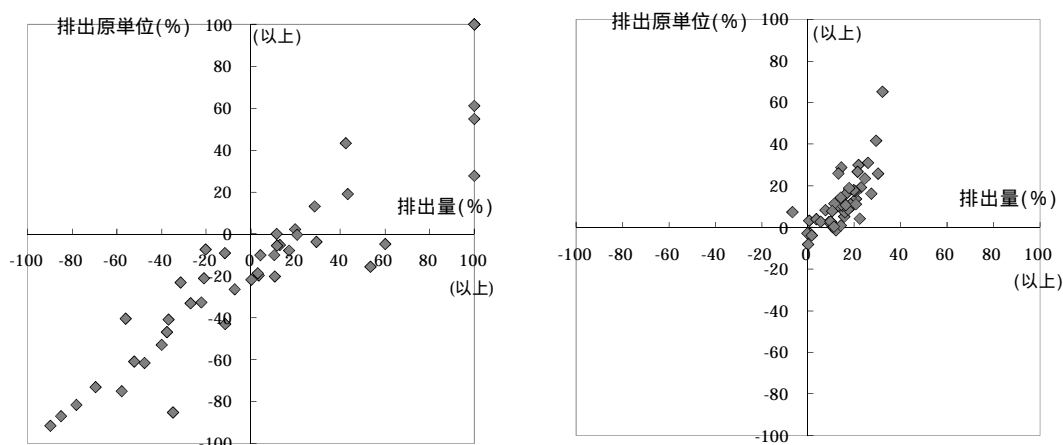


図 3.1-(7) 1995～2000 年の各県の排出量と排出原単位の変化
(左：電気・ガス・熱供給業、右：家計部門)

[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(2008)「改訂 RAS 法を用いた都道府県別 CO₂ 排出量の推計」『産業連関 - イノベーション&I-O テクニーク - 』第 16 巻 2 号, pp.42-54.

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

長谷川良二(2008a)「温暖化対策への合意、協力：洞爺湖サミット 2」茨城新聞『茨城大学発持続可能な世界へ』, 2008 年 7 月 1 日(火) 朝刊 11 面.

長谷川良二(2008b)「地域に見合った戦略を：環境団体の連携」茨城新聞『茨城大学発持続可能な世界へ』, 2008 年 7 月 29 日(火) 朝刊 17 面.

長谷川良二(2009)「政策効果、予測が重要：個のネットワーク」茨城新聞『茨城大学発持続可能な世界へ』, 2009 年 2 月 10 日(火) 朝刊 5 面.

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. バングラデシュ ダッカ市を対象とした緑地に関する研究

小柳武和、桑原祐史

Fatema Tuz Zohra(理工学研究科)

[1] 課題の目的

アジアの多くの国々では、人口の首都集中が顕著であり、社会基盤施設・交通・居住空間・エネルギー・飲料水確保に対して過剰な負荷が発生している。このうち、住民の心理面・熱や大気環境・防災の各側面で重要となる都市内緑地の把握を通して、緑化の方法について検討を進めることを目的とした。

[2] 研究の概要

- (1) 地理情報と現場写真を用いたダッカ市内緑地パターンの分類
- (2) 緑地の面的充足と緑地パターンの援用に関する研究

[3] 研究成果

- (1) 地理情報と現場写真を用いたダッカ市内緑地パターンの分類

南アジアのメガシティであるダッカでは、自然環境の現況に即した緑地の保全とそれを含めた都市計画が進められつつある。しかしながら、都市とその近傍のオープンスペースとその散布状況を定量化した事例は少なく、特にダッカ市の将来構想では緑地計画が希薄であるのが現状である。このような事情に対して、本研究では、現地調査時に撮影した現場写真とダッカ市土地利用図を用いて緑地を確認し、面的な分布形状を高空間分解能衛星画像で確認した。結論として、市内を代表する緑地パターンが5つの典型例で示すことを、実現した。図 3.2-(1)および図 3.2-(2)に「その他」を除く4つの典型例の分類結果を示す。

- (2) 緑地の面的充足と緑地パターンの援用に関する研究

(1)で検討した緑地パターンを市内随所に展開することを試み、ダッカ市の高密度地域から周辺地域に向けて、緑化のレベル分けに基づく計画を提案した。しかし、対象領域のいくつかの局所では、緑化の推進に適さない場所もあった。これは将来、更なる緑化の必要性が生じた場合に考えるべき場所として指摘した。

緑化の推進は、持続可能な都市形成のために多くの国と都市で試みられている。本研究では、既に高密度な人間居住がなされているメガシティにおいて、緑化を進めることができるスペースはあるのか、否か、という点から映像判読を開始した。その結果、河川沿岸部および内水湖沼沿岸部、都市内局地に散在する小さな裸地を見出すことができ、このような地点は少なくとも緑化候補地となりえることを確認した。広域な緑地を急速に拡大するには至らないが、小規模ながら可能性を見出せた点を成

果と考える。

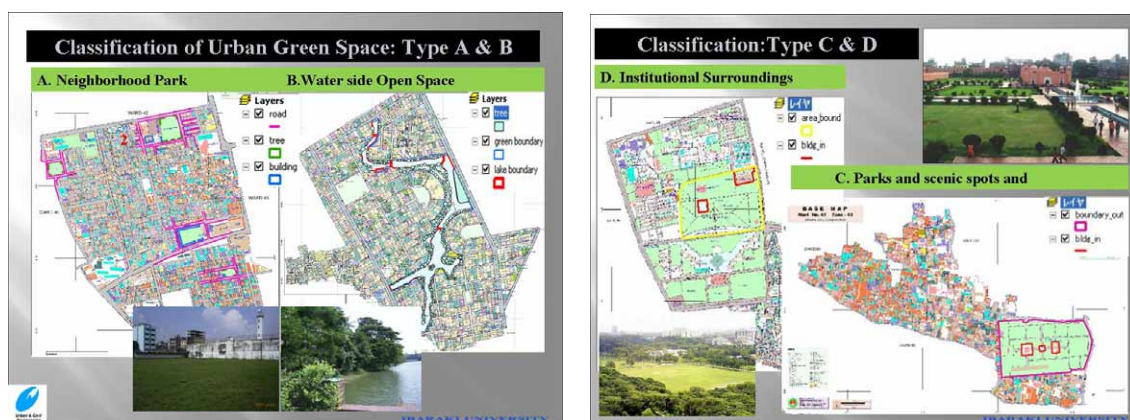


図 3.2-(1) 緑地パターンの分類結果(A および B) 図 3.2-(2) 緑地パターンの分類結果(C および D)

[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

Fatema-tuz-Zhora, YujiKuwahara, Takakazu Koyanagi(2008a) ”Distribution and characterization of openspaces DHAKA, BANGLADESH using satellite image and topographical map”, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会, -000, 2008.

Fatema-Tuz-Zohra, Yuji Kuwahara and Takekazu Koyanagi(2008b) “QUANTIFYING AND QUALIFYING URBAN GREEN BY INTEGRATING SATELLITE IMAGE AND TOPOGRAPHICAL MAP”, 2nd International Symposium climate change and the sustainability, pp.227-232, 2008.

(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. 偕楽園公園における公園管理手法の高度化に関する研究

小柳武和、米倉達広、桑原祐史

石内鉄平 (VBL 研究員)、小野浩伸(理工学研究科)

[1] 課題の目的

近年、気候変動等の環境問題やライフスタイルの多様化を背景として都市公園・緑地に対する関心が高まりつつある。そのような中、豊かな環境資源や歴史・文化資源を有する水戸偕楽園公園は重要な地域資源の一つであり、その環境機能の保全・再生方法の改善は緊急を要する課題である。そこで本研究は、公園施設の空間情報に加え、利用者ニーズや動態情報を加味した新たな公園管理手法の提案および偕楽園公園 CG データの評価を目的としたものである。

[2] 研究の概要

- (1) 公園施設位置情報および利用者行動データを活用した公園整備手法の提案
- (2) Google マップを用いた利用者体験情報の収集と管理への利用
- (3) 偕楽園公園 CG データ (仮想空間) の視覚的評価に関する研究

[3] 研究成果

- (1) 公園施設位置情報および利用者行動データを活用した公園整備手法の提案

効果・効率的な公園整備を目的とした利用者行動データの活用は、全ての公園における共通の課題である。本研究では、昨年度に収集した利用者行動データや公園施設の位置情報、利用頻度、利用時間を説明変数とした公園施設整備優先地点を求める数式を提案した。これにより利用者の混雑度だけでなく、施設の設置密度や利用頻度・利用時間・季節変化を勘案した整備が可能となった。図 3.2-(3)は数式によって得られた偕楽園公園休憩施設整備優先マップであり、赤色が最も優先されるべき整備地点である。

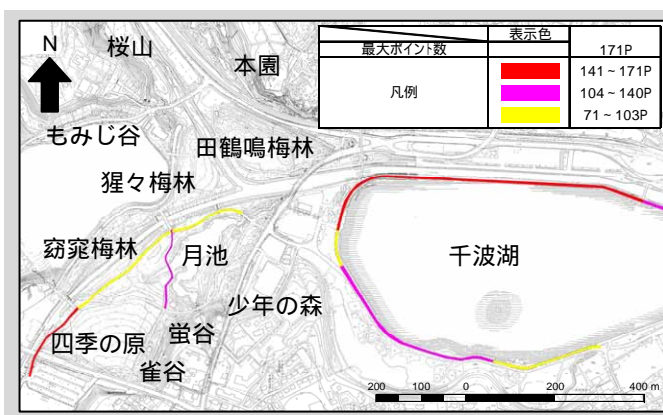


図 3.2-(3) 休憩施設整備優先マップ

- (2) Google マップを用いた利用者体験情報の収集と管理への利用

従来、利用者ニーズや苦情の把握には公園利用調査の実施が一般的であったが、管理団体である自治体の財政難を背景として継続的な実施が困難となっている。そこで

本研究では、携帯電話を用いた利用者の体験情報（口コミ情報）収集 Web システムを構築した。投稿される情報は位置座標・コメント・写真画像によって構成され、これにより携帯電話を介した利用者間のリアルタイムな情報共有が可能になった。本システムは Google 社が広く公開している API を利用しているため開発費も安価である。加えて、管理者に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できるメリットがある。図 3.2-(4)に携帯電話を用いて情報提供する際の画面遷移を示す。



図 3.2-(4) 携帯電話を用いて投稿する際の画面遷移

(3) 偕楽園公園 CG データ（仮想空間）の視覚的評価に関する研究

都市公園・緑地の保全・再生方法において、CG データによる検討・実験は効果的な手法である。本研究では、昨年度に作成した偕楽園公園 CG データが有する実空間の再現性に着目し、CG データおよび現実空間における経路選択比較実験を行った。その結果、利用者は「水辺」「橋梁」「見通しの良さ」に魅力を感じて回遊し、橋梁では水辺を近くに感じた時に渡りたいという意識が高まることがわかった。また、偕楽園公園内の建築物は少ないため、好文亭やトイレが経路を選択する際の目印になっている。逆に街灯、案内板（警告）、彫刻類は回遊行動に影響を与えていないことを把握した。



図 3.2-(5) 仮想空間と現実空間における被験者実験

[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・小柳武和・桑原祐史(2008)「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」, 『応用測量論文集』, No.19, pp.71-80, 2008.6

3) その他の論文

Tepei ISHIUCHI, Takekazu KOYANAGI, Yuji KUWAHARA, Tatsuhiro YONEKURA(2008) “Maintenance of the Park Facilities based on the Needs of Users for Urban Park”, 2nd Vietnam-Japan Symposium on Mitigation and Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters, pp.181-188, 2008.11

4) 口頭発表

石内鉄平・小泉遼・小柳武和・桑原祐史・米倉達広(2008)「緑のリサイクルを適応した循環型管理手法に関する研究 - 水戸偕楽園公園を対象として - 」, (社)土木学会全国大会第 63 回年次学術講演会, No.63, -198, 2008.9

小野浩伸・小柳武和・桑原祐史・石内鉄平(2008)「偕楽園公園における回遊特性分析を目的とした CG データ構築とその評価」, (社)土木学会全国大会第 63 回年次学術講演会, No.63, -170, 2008.9

川村浩雅・小柳武和・桑原祐史(2008)「茨城県における気候変動によって影響を受けると考えられる観光資源の把握」, (社)土木学会第 63 回年次学術講演会, No.63, -169, 2008.9

石内鉄平・小柳武和・米倉達広(2008)「市民参加と協働によるパークマネジメントモデル」, ビジネスモデル学会 2008 年秋季大会講演概要集, pp.79-86, 2008.10

石内鉄平・岩上大輔・佐藤弘樹・米倉達広(2008)「Web を利用したユーザ参加型による公園管理システムの提案」, (社)電子情報通信学会技術研究報告サイバーワールド研究会講演概要集, No.20, pp.21-26, 2008.12

Takekazu Koyanagi, Yuji Kuwahara, Tepei Ishiuchi and Arne Arnberger(2008) “A data book of outdoor activities in Austria and Japan”, Research Report from National Institute for Environmental Studies, No.200, pp.33-41, 2008.12

小野浩伸・小柳武和・桑原祐史・石内鉄平(2009)「偕楽園公園における回遊特性分析を目的とした CG データ構築とその評価」, (社)土木学会関東支部第 36 回技術研究発表会講演概要集, No.36, -065, 2009.3

(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）としての自転車の通行帯サービスレベルの設定

金 利昭

[1] 課題の目的

環境的に持続可能な交通（Environmentally Sustainable Transport）として自転車は重要な役割が期待されている。このため欧米では自転車交通を強力に推進する政策が展開されている。しかし我が国においては、これまで自転車は都市交通の中で明確に位置づけられてこなかった。本課題の目的は、自転車利用者の満足度を用いて自転車走行環境を評価し、自転車レーンのサービス水準を設定することである。

[2] 研究の概要

- (1) 利用者意識から信頼できる満足度データを得るための調査方法を検討し、信頼性のあるデータ収集方法を確定する。
- (2) 利用者の満足度を用いてさまざまな自転車走行環境を評価し、自転車レーンの満足度モデルを構築する。
- (3) 構築した満足度モデルを用いてさまざまな道路状況における自転車レーン走行環境のサービス水準を設定する。

[3] 研究成果

- (1) 利用者の意識調査から満足度データを収集する手法として、通常用いられる写真を見せるアンケート調査や一回きりの体験から収集された満足度データは、実走行を繰り返すことから得られる安定した満足度データと比べると、新しい交通環境に不慣れなために満足度が低く不安定となるため、自転車レーンにおける満足度評価の安定には 10 回程度の実走行が必要であることを明らかにした。
- (2) 道路交通環境（レーン幅員、第一車線幅員、第一車線自動車交通量、第一車線自動車速度、大型車混入率、車線数、レーン端と自動車の間隔）が異なる 23 地区の自転車走行環境を、8 人の被験者が期間をおいて 10 回程度の走行を繰り返すことで満足度データを収集し、交通環境と満足度の関係を分析し、満足度モデルを構築した。決定係数は 0.5 と十分高いわけではないが、有意な変数が得られた。
- (3) 構築した満足度モデルを用いてさまざまな道路状況における自転車レーン走行環境のサービス水準を設定した（表 3.2-(1)）。これにより、利用者の満足度指標を用いた自転車レーンの評価を可能とした。

表 3.2-(1) 自転車レーンのサービス水準

一車線単線道路				レーン幅員				
車線幅(m)	速度(km/時)	交通量(台/時)	大型車混入率	0.5	1	1.5	2	2.5
2.75	40	400	0	C	C	B	A	A
			0.1	C	C	B	A	A
	800	0	D	C	C	A	A	
		0.1	D	D	C	B	A	
		0	D	D	C	B	A	
		0.1	E	D	C	B	A	
60	400	0	E	D	C	B	A	
		0.1	E	D	C	B	A	
	800	0	E	D	C	B	A	
		0.1	E	E	D	C	C	
3	40	400	0	C	B	A	A	A
			0.1	C	C	B	A	A
	800	0	D	C	B	A	A	
		0.1	D	C	C	A	A	
		0	D	C	C	B	A	
		0.1	D	D	C	B	A	
60	400	0	E	D	C	B	A	
		0.1	E	D	C	B	A	
	800	0	E	D	C	C	A	
		0.1	E	D	C	C	A	
3.25	40	400	0	C	B	A	A	A
			0.1	C	B	A	A	A
	800	0	C	C	A	A	A	
		0.1	D	C	B	A	A	
		0	D	C	B	A	A	
		0.1	D	C	C	B	A	
60	400	0	D	C	B	A	A	
		0.1	D	C	C	B	A	
	800	0	D	D	C	B	A	
		0.1	E	D	C	C	A	

二車線単線道路				レーン幅員				
車線幅(m)	速度(km/時)	交通量(台/時)	大型車混入率	0.5	1	1.5	2	2.5
3.25	40	400	0	D	C	B	A	A
			0.1	D	C	B	A	A
	800	0	D	C	C	A	A	
		0.1	D	D	C	B	A	
		0	E	D	C	C	A	
		0.1	E	D	C	C	B	
60	400	0	E	D	C	C	A	
		0.1	E	D	C	C	B	
	800	0	E	D	D	C	B	
		0.1	E	E	D	C	C	
3.5	40	400	0	C	B	A	A	A
			0.1	C	C	B	A	A
	800	0	D	C	B	A	A	
		0.1	D	C	C	A	A	
		0	D	C	C	B	A	
		0.1	D	C	C	B	A	
60	400	0	D	C	C	B	A	
		0.1	D	D	C	B	A	
	800	0	E	D	C	C	A	
		0.1	E	D	D	C	B	

サービスレベル	満足度指標	コメント
A	9以上	とてもよい
B	8.00 ~ 8.99	よい
C	6.00 ~ 7.99	多くの改善が必要
D	4.00 ~ 5.99	自転車利用には乏しい
E	4未満	とてもひどい

[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)」『自転車の「走」と「駐」を考える』,自転車まちづくりフォーラム実行委員会,(株)地域科学研会,印刷中

金利昭(2008)『高齢者対応型交通手段の需要動向と共存性(コンパティビリティ)』
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」, 『2008年度第43回日本都市計画学会学術研究論文発表会』, 6P. 投稿中
金利昭(2008 依頼論文)「自転車利用空間とコンパティビリティ」, 『交通工学』, 交通工学研究会, Vol.43-2, pp.13-21

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」
『第39回土木計画学研究発表会』, 土木学会, 4P
金利昭(2008)「Bicycle Compatibility Checklistの作成と自転車道先行事例の評価」,
『第37回土木計画学研究発表会』, 土木学会, 4P

4) 口頭発表

金利昭(2009a)「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』,
4P
金利昭(2009b)「自転車利用空間とコンパティビリティ(共存性)」『自転車の「走」と
「駐」を考える』, 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

(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

金利昭(2008a)「自転車走行空間の先進事例と今後の展開」『自転車モデル地区説明会(関東地区)』, 国土交通省・警察庁主催
金利昭(2008b)「自転車走行空間～歩行者混在空間の限界と今後のあり方～」『第81回交通工学講習会』, (社)交通工学研究会
金利昭(2008c)「高齢者対応型交通手段の需要動向と共存性(コンパティビリティ)」
『JAMAGAZINE』, 日本自動車工業会

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、茨城地域における住民、企業、行政などの各主体が実際に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」を定期的に開催している。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6月に第2回目、9月に第3回目となるワークショップを開催した。

「第2回いばらき地域サステナ・ワークショップ」では、地球温暖化防止活動に焦点を当て、茨城県内で先進的な環境活動に取り組んでいる市民団体・企業・自治体などの各社会セクターによる活動報告が行われた。CO₂排出抑制の取組み、バイオ燃料の利用状況、環境教育などの事例が紹介された。そして各団体の活動内容を踏まえた上で、茨城での低炭素地域社会構築の取組みを展開するために、多様な社会セクターやグループがいかに連携し、どのような活動戦略をとりうるかについて議論した。その結果、各団体による数多くの地道な取組みが展開されており環境問題への関心は高まっている一方で、各団体のつながりが弱いことが指摘された。また本ワークショップのPR不足を指摘する意見もあり、ホームページの活用や団体間の連携強化が主張された。そしてこれらの議論を踏まえ、今後より地域に密着した活動を行っていくことを目的として、学外者も含めたワークショップの運営委員会を結成し、地域連携の強化を図った。

また「第3回いばらき地域サステナ・ワークショップ」では「見える化の実践と効果」をテーマとして開催された。茨城県におけるCO₂の排出状況や濃度の実態に関する報告の他、NPOによるエコロジーを意識した商店街活性化プロジェクト、やガールスカウトによるエコ・キャンプの取組み、小学生を対象にした実験器具を用いた環境教育の効果などが紹介された。また総合討論では今回のテーマに関連して、地球温暖化などの環境問題の可視化を通して、環境対策やその成果の可視化をいかに行っていくかが議論された。特に焦点になったのは家庭の省エネ・モニタリングやCO₂排出の「見える化」の次のステップであった。さらにエコ・カルタや環境教育用の実験機材の展示も行われ、環境教育や啓蒙活動に携わる方々の実践が視覚的にも紹介された。

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の成果を生かして、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、大学院を中心に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 年度からの大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムの開始に向けて、教材開発などの開講準備を進めた。国内外から特任教員を招聘し、各研究科において英語を中心とした大学院授業を開講した。

12 月には教育国際シンポジウム「持続可能な社会に向けた教育のための大学院カリキュラムと教育方法」を開催した。また昨年度に引き続き、8 月には東京大学企画でタイで開催された国際実践教育プログラム(IPoS)へ学生 2 名を派遣した。

学士教育では 6 月に『サステナビリティ学をつくる：持続可能な地球・人間・社会システムを目指して』(新曜社)を刊行し、また集中講義「サステナビリティ学入門」を開講した。なお、本事業の一部は 2008 年度に採択された環境省「アジア環境人材育成イニシアチブ」の助成を受けて実施した。

[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)、Do Mihn Duc(ハノイ科学大学)、Bruno Jean 教授(ケベック大学)を招聘し、それぞれのキャンパスに分かれて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 4-(1)の通りである。さらに、3 月 2-4 日にかけては、IR3S 共通コア科目「サステ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。

1 2 月に、サステナビリティ学教育プログラムのあり方、各研究科や他大学の動向について議論するため教育国際シンポジウム「持続可能な社会に向けた教育のための大学院カリキュラムと教育方法」シンポジウムを実施した。3 月には「第 2 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。また、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 2 名の学生を派遣し

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、200人以上の受講者があった。2006年から開始した本講義の蓄積に基づき、初学者向け教材として6月に『サステナビリティ学をつくる：持続可能な地球・人間・社会システムを目指して』（新曜社）を刊行し、講義をいっそう充実化することができた（図4-(2)）。

以上のような事業実施の経験を踏まえて、2009年4月に開設予定の大学院修士課程専攻のサステナビリティ学教育プログラムの開設準備を進めた。そこで、主専攻型の「サステナビリティ学コース」（理工学研究科）、および副専攻型の「サステナビリティ学プログラム」（人文、教育、理工学、農学研究）の設置準備、カリキュラム、「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。このサステナビリティ学教育プログラムでは、サステナビリティに関する幅広い俯瞰的な知識を持った専門家、サステナビリティに関連する特定分野における高度な専門知識を持った専門家、我が国を含むアジア・太平洋地域のサステナビリティ問題を解決しようとする意欲と国際性を持った専門家の養成を目指すべきであることが確認された。

表 4-(1) 2008 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
Iswandi Anas	ボゴール農業大学教授	地球環境変動適応学特論 (農業化学生態学特別講義)
Jeffrey Clark	NHK 講師	環境文化特論 (緑環境システム科学特別講義)
Do Mihn Duc	ハノイ科学大学准教授	基礎地盤工学特論
Bruno Jean	ケベック大学教授	持続可能な地域開発特論
矢守 克也	京都大学教授	社会行動研究
竹村 牧男	東洋大学教授	環境倫理学特論 (緑環境システム科学特別講義)



図 4-(1) 「サステイナビリティ学入門」授業風景



図 4-(2) 「サステイナビリティ学をつくる」の刊行

2. 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化

2008年4月に特任研究員2名、2009年3月にはアカデミックスタッフ1名、5月に研究員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。地域のサステイナビリティへの課題を研究するため、「地域サステイナビリティ・ワークショップ」(6、9月)を組織し、10月には地域の諸団体との協力態勢強化の一環として、茨城大学・茨城県・茨城産業会議連携講演会「地球温暖化防止とエネルギーの持続可能性」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、他の研究機関及び地域社会に対する情報発信のために、積極的に広報に努めている。

- ・ 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、毎週火曜「くらし」欄に掲載されている。本年度もこれを継続させ長期連載を実現させた。特に2008年8月以降は小シリーズを設定し、読者にわかりやすい紙面になるよう心がけた。詳細は表6-(1)を参照。
- ・ シンポジウム、サステイナビリティ・フォーラムの開催を通じて、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6-(3)、(4)を参照のこと。
 - ・ IPCC 科学シンポジウム(4月17、18日：東京大学)を IR3S 全体の取り組みとして実施した。4月17日のサイエンスシンポジウムには1063人、4月18日の専門家会合には63名が参加した。
 - ・ ベトナム・ハノイで第2回国際シンポジウム「気候変動への適応と社会の持続可能な開発」(11月)、東洋大学との共催セミナー(11月)、サステイナビリティ・フォーラム(5月、7月)、「地域サステイナビリティ・ワークショップ」(6月、9月)、第3回 ICAS 第一部門ワークショップ(12月)などの各種ワークショップやセミナーを開催した。10月には地域の諸団体との協力態勢強化の一環として、茨城大学・茨城県・茨城産業会議連携講演会「地球温暖化防止とエネルギーの持続可能性」(10月)を開催し、ICAS 機関長が総司会を務めるなど全面的に協力した。
- ・ 本年度も教養科目「サステイナビリティ学入門」(集中講義)を開講した。今回で3回目となった本科目は、学外受講者も含め約200名が受講した。分野、学部横断的な講義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。
- ・ 大学生や一般読者を対象にしたサステイナビリティ学の入門書である『サステイナビリティ学をつくる』(三村信男・伊藤哲司・田村誠・佐藤嘉則編著、新曜社 2008.6, 297p.) を発刊した。本書の執筆者29名のほとんどが ICAS の兼務教員と協力教員であり、ICAS が総力を挙げて作成した書籍と言える。本書は教養科目「サステイナビリティ

学入門」などで教科書として広く活用された。

- ・ TV 等のマスメディアへの掲載や出演も随時行っている。
 - ・ NHK 総合特別番組・科学ライブ「温暖化・あなたのギモンに答えます」他
 - ・ 朝日新聞、茨城新聞他
- ・ IBS 茨城放送ラジオ（水戸 1197kHz、つくば 1458kHz）の番組「夕刊ほっと」内に、「ほっと Voice」というインタビュー時間が設けられている（毎月第 3 火曜日 17:10-20）。この時間枠に、ICAS と IBS が連携し、2008 年 4 月から 2009 年 3 月まで「ほっとで地球を考える」というシリーズが組まれた。放送日と担当者は表 6-(2)の通りである。これにより、ラジオというメディアを通して、持続可能な社会に向けた取組の必要性、ICAS の活動状況などを広めることができた。
- ・ 複数の媒体を通じて広報活動を行っている。
 - ・ 2008 年 9 月には ICAS の発足から 2007 年度までの主要な活動成果をまとめ、「ICAS 年報 2008」を公表した。
 - ・ WEB サイトの更新、リニューアル
 - ・ ICAS News を 2008 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。

その他の社会貢献面では、ICAS のメンバーは、地球変動研究アジア・太平洋ネットワークの科学企画グループ議長として、アジア・太平洋地域の途上国における研究能力向上のために協力した。国内では、日本学術会議、総合科学技術会議環境 PT、文部科学省、環境省、国土交通省、気象庁などの地球環境問題に関係する委員会において、研究成果に基づいて議論に参加した。さらに 2009 年 1 月には日立市立久慈中学校の生徒に ICAS のメンバーが地球温暖化問題に関する特別授業を行い、中学校の課外活動にも貢献した。

表 6-(1) 茨城新聞「茨城大学発：持続可能な世界へ」記事一覧

掲載日	タイトル	副題またはシリーズ名	執筆者
2008.04.01	英知、努力で自然保護を	大地のエコ・フィロソフィ	竹村牧男
2008.04.08	「途上国」から学ぶ価値観	ベトナムの水上生活	伊藤哲司
2008.04.15	「共生の知」を創出へ	外国籍住民と日本人	伊藤哲司
2008.04.22	都市農村交流で維持へ	集落コミュニティ	斎藤義則
2008.04.29	兵器が有害物質に	戦争による環境破壊	蓮井誠一郎
2008.05.06	深刻な「クラスター」汚染	ラオスの不発弾被害	蓮井誠一郎
2008.05.13	強制力高い国政で抑制	内モンゴルの草原劣化	草野栄一
2008.05.20	輝く日本の生物資源	石油農業行き詰まり	大崎 満
2008.05.27	地域観光資源に大打撃	温暖化で景観変える	小柳武和
2008.06.03	温暖化対策も総合的に	3段階予防行動	上地 勝
2008.06.10	意識変革が重要要素	公害問題とサステナ	清木 徹
2008.06.17	殺虫剤の危険性を訴え	環境汚染	原口弥生
2008.06.24	総合的な対応目指す	洞爺湖サミット	田村誠
2008.07.01	温暖化対策への合意、協力	洞爺湖サミット2	長谷川良二
2008.07.08	生活に密着した食糧問題	洞爺湖サミット3	草野栄一
2008.07.15	温暖化対策の現状を理解	洞爺湖サミット4	三村信男
2008.07.22	文系理系の枠越えた講義	サステイナビリティ	伊藤哲司
2008.07.29	地域に見合った戦略を	環境団体の連携	長谷川良二
2008.08.05	資源の無駄使いなくそう	目指す社会像とは	田村誠
2008.08.12	現代社会の問題克服	新しい学問の創出	田村誠
2008.08.19	同時発生なら大災害に	温暖化と自然災害-1-	安原一哉
2008.08.26	「土砂ダム」対策急務	温暖化と自然災害-2-	本田尚正
2008.09.02	地域の適応力を向上	温暖化と自然災害-3-	村上哲
2008.09.09	高潮対策、県民で議論を	温暖化と自然災害-4-	信岡尚道
2008.09.23	高まる水災害の危険性	温暖化と自然災害-5-	金鎮英
2008.09.30	廃棄物は復旧工事に活用	温暖化と自然災害-6-	小峯秀雄
2008.10.07	地域に応じて施策や技術	温暖化と自然災害-7-	安原一哉
2008.10.21	世界中で需要量増加	バイオエタノール(1)	新田洋司
2008.10.28	ガソリンに代わる燃料に	バイオエタノール(2)	長南茂
2008.11.04	有望なスイートソルガム	バイオエタノール(3)	新田洋司、成澤才彦
2008.11.11	輪作体系つくり環境浄化	バイオエタノール(4)	小松崎将一
2008.11.18	環境共生型社会への鍵	バイオエタノール(5)	加藤亮
2008.11.25	耕作放棄地の再生が鍵	バイオエタノール(6)	新田洋司
2008.12.02	四つの次元で適応必要	次世代につなぐ(1)	中川・大辻
2008.12.09	理科教育に重要な役割	次世代につなぐ(2)	Taylor・大辻
2008.12.16	実践始まる持続発展教育	次世代につなぐ(3)	郡司晴元
2008.12.23	タイ被災地で実践教育	次世代につなぐ(4)	伊藤哲司
2009.01.13	社会の在り方問われる年	2009年の展望	三村信男・田村誠
2009.01.20	熱心に議論する学生の姿	アジアにおける交流	太田寛行
2009.01.27	「養豚」糸口に地域理解を	新教育プログラム	橋浦洋志
2009.02.03	茨城の固有性活かし展開	個のネットワーク(1)	原口弥生
2009.02.10	政策効果、予測が重要	個のネットワーク(2)	長谷川良二
2009.02.17	CO2の「見える化」必要	個のネットワーク(3)	斎藤修
2009.02.24	環境がつなぐ連携と協働	個のネットワーク(4)	永盛清
2009.03.03	グリーンジョブの増加を	個のネットワーク(5)	島田敏
2009.03.10	子どもたちに理科を	個のネットワーク(6)	荒木昌三
2009.03.17	地域との環境活動を	個のネットワーク(7)	須貝和弘
2009.03.24	対話しよう「次世代の姿」	個のネットワーク(8)	渋谷敦司
2009.03.31	中長期的な視点で再考必要	環境、経済、社会	田村誠

表 6-(2) IBS 「ほっとで地球を考える」

2008 年	4 月 15 日(火)	伊藤哲司
2008 年	5 月 20 日(火)	中川光弘
2008 年	6 月 17 日(火)	三村信男
2008 年	7 月 15 日(火)	上地勝
2008 年	8 月 19 日(火)	稲葉奈々子
2008 年	9 月 16 日(火)	堀良通
2008 年	10 月 21 日(火)	太田寛行
2008 年	11 月 25 日(火)	安原一哉
2008 年	12 月 16 日(火)	原口弥生
2009 年	1 月 20 日(火)	大辻永
2009 年	2 月 17 日(火)	小峯秀雄
2009 年	3 月 17 日(火)	伊藤哲司

表 6-(3) I 2008 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
5月19日	第7回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム「気候、エネルギーと環境にやさしい化学－教育の課題と可能性－」	45名	水戸キャンパス 茨城会館	講師：Jeffery I. Steinfeld マサチューセッツ工科大学(MIT)教授による世界のエネルギーシステムを改善させるための MIT の教育取組みの講演
6月4日	第2回 いばらき地域サステナ・ワークショップ	50名	水戸キャンパス 理学部	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)各団体の活動報告と、茨城地域に根ざした環境戦略のあり方とその具体化に向けた議論
6月14日 6月28日 7月12日	集中講義「サステイナビリティ学入門」	201名	水戸キャンパス 共通教育棟	ICAS の教員による、サステイ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
7月9日	第8回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム「地域に根ざした環境共生社会と農業－アメリカでの環境保全型農業の展開から考える－」	95名	水戸キャンパス 理学部	報告：Upendra. M. Sainju博士(アメリカ農務省農業研究サービス)、村本稯司博士(カリフォルニア大学サンタクルーズ校)、小松崎将一(茨城大学農学部)他 アメリカでの環境保全型農業や有機農業の展開、茨城での事例の講演と総合討論
9月26日	第3回 いばらき地域サステナ・ワークショップ「見える化の実践と効果」	34名	水戸キャンパス 理学部	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)各団体の活動報告と、CO ₂ 排出の「見える化」の次のステップなどの議論
11月1日 ～11月2日	ISCIU4 第4回茨城大学国際学生会議	200名	茨城県立図書館	学生主催の国際会議 基調講演：山海嘉之(筑波大学)、John E. Hay(ICAS 特任教授) イノベーション・機械、生態、エネルギー、コミュニケーション、都市システム、医療・福祉等の分野での今後の技術革新－
11月8日	第3回茨城大学 ICAS・東洋大学 TIEPh 共催国際	30名	茨城県南生涯学	解説・講演：三村信男(茨城大学長特別補佐・ICAS機関長)、中村耕

	セミナー「持続可能な発展と自然・人間」ー西洋と東洋の対話から新しいエコフイロソフイーを求めてー			習センター	二郎(NPO)農業とみどり研究所専務理事、上柿崇英(東京農工大学大学院特別研究員)、小坂国継(日本大学教授)、ケネス田中(武蔵野大学教授)、竹村牧男(東洋大学教授)、ジェフリー・クラーク(茨城大学特任教授)、中川光弘(茨城大学教授)、岡野守也(サンダラハ教育心理研究所代表)他 エコフイロソフイーをめぐっての思想的・理論的な立場と社会的・実践的な立場からの多角的な議論
11月17日	第9回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム「地球変動と地域開発のサステイナビリティ」	50名		水戸キャンパス 理学部	報告：John Edward Hay (ICAS 特任教授)、Do Mihm Duc (ハノイ科学大学准教授)、Jeffrey Clark (ICAS 特任教授)他 持続可能な社会を導くための技術と社会をつなぐ精神の役割、自然災害の現状と適応策、多様な問題に包括的に取り組むための国際的な枠組みや研究事例等についての講演
11月28日 ～11月29日	第2回ベトナム・日本国際シンポジウムー気候変動と持続可能性に関する国際会議ー	111名		ベトナム・ハノイ ハノイ科学大学	主催：ハノイ科学大学、ハノイ国家大学、茨城大学、IR3S 気候変動と持続可能性に関する国際会議
12月8日 ～12月9日	ジレンマストーリー・ワークショップ	10名		水戸キャンパス 教育学部	講師：Peter C.Taylor(カーティン工科大学)、Elizabeth Settlemaier(カーティン工科大学) ジレンマストーリーの理論と実践に関するワークショップ
12月11日	第2回 ICAS 国際教育シンポジウム	54名		水戸キャンパス 理学部	講師・解説：三村信男(茨城大学工学部)、Peter C.Taylor(カーティン工科大学)、S. Sakoolthap and S.Vongtanaboon(ラジャバト大学)、Elizabeth Settlemaier(カーティン工科大学)、石筒寛(高知大学)、太田寛行(茨城大学農学部) 持続可能な社会に向けた教育のための大学院カリキュラムと教育方法
12月12日	第3回 ICAS 第一部門ワークショップ	40名		茨城大学インフォ メーションセンタ ー	テーマ：「気象・地盤都市工学から見た地球変動と自然災害」 各分野の専門家による講演及び、参加者全員によるディスカッション。
1月12日	農学部大学院 GP 教育ワークショップ 2009	100名		阿見キャンパス	講師・解説：池田幸雄(茨城大学学長)、田島淳史(筑波大学)、Sam

～1月13日			こぶし会館	Herodian(ボゴール農業大学)、Thakshala Seresimhe(ルフナ大学)、太田寛之(茨城大学農学部)他多数 「環境科学からサステイナビリティ学へアジアの農学の役割を考える」1. アジアの環境変化：私たちの理解の最新化 2. 今の時代の食料とエネルギーの問題：農業の役割 3. 守るべきか、変えるべきか：持続的農業のあり方の再考
2月26日 ～2月28日	Cities at Risk ワークショップ 2009	80名	タイ・バンコク	主催：国際START事務局、東洋西洋センター、茨城大学・IR3S 講演：Karen Seto(イェール大学)、三村信男(茨城大学)、Roger Jones(ブイクトリリア大学)、Fei-Yu Kuo(台湾都市住宅開発局)他 アジアの沿岸大都市における気候変動リスクに対応するための、郊外適応能力の発展や科学と政策の統合の長期的な活動の始動。
3月2日 ～3月4日	集中講義 IR3S 共通コア科目 「サステイナビリティ学最前線」	15名	水戸キャンパス 共通教育棟	IR3S 共通教育プログラムの集中講義。IR3SS 大学の遠隔講義システムにより実施。 講師：小宮山宏(東京大学総長)、佐藤仁(東京大学)、柳沢幸雄(東京大学)、増井利彦(国立環境研究所)、大崎満(北海道大学)、蔵田伸雄(北海道大学)、三村信男(茨城大学)、伊藤哲司(茨城大学)、伴金美(大阪大学)、溝口理一郎(大阪大学)、井台進(京都大学)、植田和弘(京都大学)
3月9日	第2回学生サステナ・フォーラム	53名	水戸キャンパス 茨苑会館	サステイ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

表 6-(4) 2008 年度 ICAS 活動記録

<p>4 月 ICAS セミナー開始(4/7 ~ 毎週月曜) 第 1 回 ICAS 運営委員会(4/25)</p>	<p>10 月</p>
<p>5 月 第 7 回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム (5/19)</p>	<p>11 月 ISCIU4 第 4 回 茨城大学国際学生会議 (11/1-11/2) 第 3 回 ICAS 運営委員会(11/5) 第 3 回 茨城大学 ICAS・東洋大学 TIEPh 共催国際 セミナー(11/8) 第 8 回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム (11/17) 第 2 回 日本-ベトナム国際シンポジウム (11/28-11/29)</p>
<p>6 月 第 2 回 いばらき地域サステナ・ワークショップ (6/4) 集中講義サステイナビリティ学入門(6/14) 第 2 回 ICAS 運営委員会(6/27) 集中講義サステイナビリティ学入門(6/28)</p>	<p>12 月 ジレンマストーリー・ワークショップ (12/8-12/9) 第 2 回 ICAS 教育国際シンポジウム(12/11) 第 3 回 ICAS 第 1 部門ワークショップ(12/12)</p>
<p>7 月 集中講義サステイナビリティ学入門(7/12) 第 2 回 ICAS サステイナビリティ・フォーラム (7/9)</p>	<p>1 月 農学部大学院 GP 教育ワークショップ 2009 (1/12-1/13)</p>
<p>8 月</p>	<p>2 月 Cities at Risk ワークショップ(2/26-28) 第 4 回 ICAS 運営委員会(2/23)</p>
<p>9 月 第 3 回 いばらき地域サステナ・ワークショップ (9/26)</p>	<p>3 月 集中講義 IR3S 共通コア科目「サステイナビリ ティ学最前線」(3/2-3/4) 第 2 回 学生サステナ・フォーラム(3/9) IR3S 運営企画会議(3/23)</p>