



ICAS 年報

2007

茨城大学

地球変動適応科学研究機関 (ICAS)

巻頭言

現代の社会は、環境、エネルギー、水、食糧、人口問題など、地球規模に拡大し複雑に絡み合う諸問題に直面しています。地球社会を持続可能なものへと導くために、経済システムや生産・消費活動のあり方、環境負荷の少ない革新的な技術の開発、国や地方の政策、さらには一人一人のライフスタイルまで大きな転換が必要とされています。そのため、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。IR3Sは、21世紀に人類が直面するこれらの問題に取り組み、サステナビリティ（持続可能性）の確保と安全で豊かな社会を構築するビジョンの提示を目指しています。

これを受けて、茨城大学は2006年5月に「地球変動適応科学研究機関（Institute for Global Change Adaptation Science: ICAS）」を設立しました。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と教育を進めます。それを通じて、気候変動の影響予測と適応技術・政策の提言、アジア各地域との比較による茨城の地域サステナビリティ・ビジョンの提示をめざします。さらに、日本人学生と留学生を共に教育し、現代の諸問題を俯瞰的に見つつ個別問題の解決に挑戦するサステナビリティ学の視点をもった国際的に活躍できる学生を育てる計画です。ICASは28名の兼務教員と23名の協力教員、2名の特任研究員、数名の招聘教員、さらに4名の事務スタッフによって運営されており、気候変動と適応科学から幅広いサステナビリティ学関連分野の研究教育へと取り組みを広げていくことを展望しています。

当年報は、ICASの発足から最初の約一年間(2006年度)の研究活動、教育・アウトリーチ活動の状況を整理したものです。ICASによるこれらの取組が、茨城大学の新しい力を引き出し、それによって持続可能で豊かな社会の構築に貢献していくことを願っております。

2007年10月

茨城大学地球変動適応科学研究機関 機関長
三村 信男

目次

巻頭言	1
A. 概要	3
1. ICAS とは	3
2. 研究活動報告	4
2.1. 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門).....	4
2.2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第 2 部門).....	5
2.3. 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).....	6
3. 教育・アウトリーチ活動報告	7
3.1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発.....	7
3.2. アウトリーチ活動	8
B. 研究活動報告	10
1. 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門).....	10
1.1. 全球及びアジア太平洋広域評価	10
1.2. アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究.....	13
1.3. 複合影響評価と適応技術に関する実験的研究.....	18
1.3.1. 複合災害	18
1.3.2. 複合災害と適応技術	21
1.4. IT 技術を用いた防災・適応策の検討.....	24
2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第 2 部門).....	28
2.1. 気候変動下での土地利用・農牧業システム 1.....	28
2.2. 気候変動下での土地利用・農牧業システム 2.....	31
2.3. 適応型栽培技術の開発	34
2.4. 土壌・水系物質循環保全	42
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).....	48
3.1. 環境変動への適応計画と適応政策	48
3.1.1. ベトナム・フエにおける洪水頻発地域の生活世界.....	48
3.1.2. 津波太郎と呼ばれた町の現状から適応策を再考する.....	49
3.1.3. 茨城県久慈川流域における持続的社会的構築の課題.....	51
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.....	54
3.2.1. ベトナム国フエにおける土地被覆の観点から見た適応策提案に関する検討.....	54
3.2.2. ベトナム国ハノイにおける土地被覆の観点から見た適応策提案に関する検討.....	56
3.2.3. 日本とオーストリアの戸外利用活動の差異の比較計測ーシェーンブルン庭園と偕楽園の 利用の違いー	57
C. 教育活動・アウトリーチ活動報告	61
1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発.....	61
2. アウトリーチ活動	63
3. 2006 年度 ICAS 活動記録	66

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(CAS)」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6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)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))。

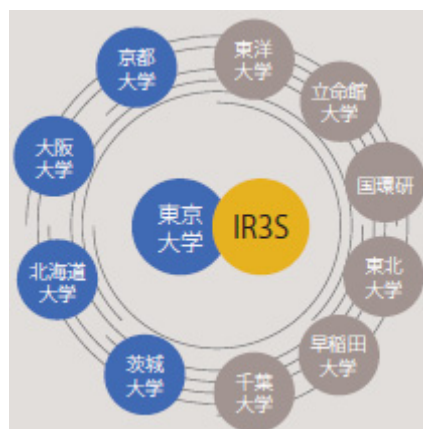


図1-(1) サステイナビリティ学連携研究機構



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)「地球変動適応科学」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、気候変動と適応科学から幅広いサステナビリティ学関連分野の研究教育へと取り組みを進めていく。



図 1-(3) 3 つの目標

2. 研究活動報告¹

2.1. 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) アジア太平洋を対象として均一の精度で、高潮を伴う温暖化の沿岸域のリスク評価をおこなった。その結果、浸水域は沿岸域、特にメコン川河口をはじめとする大河川デルタやインドネシアなどの低平地に広がること、高潮による被害は緯度 15 度より高緯度の地域で大規模に広がることがわかった。アジア太平洋全域では、浸水面積の拡大と浸水人口の 2000 年から 2100 年(海面上昇量 50cm)までの 100 年間における増加は、13 万 km² と 1 億 2000 万人であった。このように、2100 年までの 100 年間における被害の拡大を時系列で示したこと、および、危険な水準を示したことは、適応策を提案する上で、極めて有効な成果である。
- 2) マーシャル諸島のマジュロ環礁およびベトナムのハイファイ地域の海岸侵食調査を行って、海岸地形性状と後背地利用の関係が非常に重要であること、海岸侵食が気候変動の影響を受けていることがわかった。
- 3) シンポジウム実施を通じて以下のような成果が得られた。
 - ①国内ワークショップ： 2006 年 12 月水戸において、様々な分野で、地球変動(気候・環境・社会基盤・人間社会の変動)に適応するための思想や考え方、技術について講演と討論を行い、分野融合や文理融合による適応策の提案が必要であることが確認された。

¹当年報は 2006 年度(2006 年 4 月から 2007 年 3 月)の ICAS の活動記録を掲載している。

- ②海外シンポジウム等： サモアにおけるワークショップでは、国際連携によって、IT による適応策の可能性が示唆された。また、ハノイ科学大学において行われた気候変動に起因する災害に関するセミナーでは、災害へ及ぼす気候変動の影響およびそれに対する適応策は、個々の国の自然的、社会的および人間的背景に依存して異なることがわかった。
- 4) IC タグによる社会基盤センシング技術の可能性を調査・実験するとともに、橋梁環境センシングについては実地実験を行い、システムパッケージの改良に着手するところまで研究を進めた。また、IC タグを利用した CO₂ センサを開発し、これを茨城県内の百葉箱に取り付ける、“茨城 CO₂ グリッド構想”を提案した。

2.2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第 2 部門)

本業務の目的は、気候変動に対して、人類の生存基盤である食料生産と自然生態系に対する影響評価と適応策を検討することである。2006 年度は、中国の内蒙古とインドネシアを中心に現地調査を行い、農耕地と草原の生産力及び乾燥地域の農牧業・熱帯農業への影響評価手法を明確にし、減農薬栽培システムの開発と物質循環、農地土壌保全システムに関する研究手法の構築を行った。具体的には、次の 3 項目の業務を行った。

1) 気候変動の下での土地利用・農牧業システムの研究

気候変動と砂漠化の影響が懸念される中国・内モンゴル草原において、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した。また、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った。

農牧業システムの観点からは、中国・内モンゴル草原において最近展開している竜頭企業の農村進出を契機に成立しつつある新しい農牧システムの経済効果及び環境効果について現地調査を実施した。竜頭企業と農民の関係は農業産業化経営と呼ばれ、竜頭企業は原材料を安定的に確保することが可能になり、また農民は安定的な販路の確保と所得向上を実現したことが確認された。ただし、企業と農民との間の「利益共分配・コスト共負担」という理念が遵守されていないケースもしばしば見られ、経済的及び環境保全的視点から見て生産システムはまだ流動的であることを明らかにした。

2) 適応型栽培技術の開発

インドネシア及びマレーシアでの米生産の現状と課題の現地調査を行い、イネ品種選択に関する地域社会及び地域環境の要因を明らかにした。特に、インドネシア・バリ州では、社会的・宗教的な要因と標高の高低差という地理的要因で多様な品種が保持されており、適応型栽培を考える上での有用な遺伝子資源になることが推察された。また、ヤシ科作物のサゴヤシに着目し、インドネシア及びマレーシアでの現地生態調査と試料採取を行い、組織学的にデンプン生産性を分析した。サゴヤシは、多量の肥料を必要とせず、pH が低い土壌 (pH2 程度まで) でも生育が可能であることから、熱帯に広がる未利用の泥炭土壌での栽培が期待されるデンプン資源作物である。分析の結果、雨期開始時期の遅延と極端な雨量の減少が起る条件下では、肥培管理・栽培制御技術の研究や、変種、幹立ち後年数などを調査する必

要性を明らかにした。

作物の分子育種の研究に関しては、イネ科植物での安定した遺伝子発現系を得るために、レポーター遺伝子の上下流にインスレーターを 1 つないし 2 つ含む 8 種のプラスミドを調製し、これらを用いてイネ品種日本晴の形質転換を行う技術を開発した。また、減農薬栽培システムの開発では、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（サクラネチン）の利用開発を検討し、サクラネチンからゲンクワニンへの代謝変換の制御が、イネの感染抵抗性を高める面で重要であることを明らかにした。

3) 土壌・水系物質循環保全の研究

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を検討した。その結果、カバークロップの利用は、土壌の炭素収支を改善し、耕地内の余剰窒素を回収・再利用すると同時に、作物収量を維持向上させることが認められた。一方で、カバークロップ残渣の供給に伴う亜酸化窒素の放出の増加が認められ、これらの温暖化ガス排出抑制技術を組み合わせることの必要性を明らかにした。次に、この亜酸化窒素発生活性を担う主要な土壌微生物の分離と同定を行った。その結果、本試験場の土壌では、糸状菌が亜酸化窒素の生成に深く関与していること、その多くは *Mortierella* 属であることを明らかにした。

また、モンスーンアジア農業の特徴である稲作地帯として霞ヶ浦流域、インドネシア及びブラオスを選び、水系の窒素循環の実態調査、農地からの窒素負荷の流出量の測定を行い、水質流出モデルを利用した汚濁負荷流出の将来予測、特に、気象条件等の水循環の変化と汚濁負荷の変動性を明らかにした。さらに、インドネシア及びブラオスの事例では、この将来予測に基づき人口の増加による汚濁負荷の増加等について検討を行い、対策案の効果について検証した。

2.3. 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)

本業務の目的は、気候変動による人間社会への影響を軽減するため、都市生活圏の適応計画及び適応政策を検討することである。具体的には、生活圏防災と自然資源（緑地、水辺、生物、気候）保全の観点から見た生活圏計画、適応に資する環境教育のあり方を研究する。さらに、社会の適応力は地理的・歴史的・社会的特性（地域性）を強く反映するため、アジア・太平洋諸国の国際比較を行うことによって、各国・各地域固有の知識と近代的な西欧科学・技術との最適な組み合わせを検討し、アジア・太平洋地域の地域性を生かした適応策を提案することを目的としている。

本年度は、研究の内容を 1) 環境変動への適応計画と適応政策、2) 都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策に分け、それぞれ以下の業務成果を得た。これらの成果の多くは、学会、シンポジウムおよび学術雑誌に発表されている。また、2006年9月に開催されたハノイ科学技術大学・フエ科学技術大学との研究ディスカッションに参加し、多くの知見を得た。

1) 環境変動への適応計画と適応政策に関する研究

① ベトナム国フエにおける洪水頻発地域の生活世界

ベトナムの古都フエにおいて、フオン川の洪水頻発地区にもかかわらず居住する多くの人々を対象にインタビューおよび生活の観察を行い、社会心理学的な視点から、人々がその

ような場所で生活が続ける理由とそこでの生活に対する意識を探った。その結果、洪水頻繁地区に住む人々は、洪水を当然のことと捉えており、それが畑の土を豊かにすることをよしとしていることなどが明らかになった。

② 津波太郎と呼ばれた町の現状からの適応策

明治三陸地震の状況とその地震や津波から得た教訓がどのようなものであったかを探るため、近年「津波防災ガルト」が作られた岩手県宮古市において、現地調査およびインタビューを実施し、津波に対する防災の知恵や適応策に関する資料を収集するとともに、住民が厳しい自然観・世界観を有していることが適応策の鍵であることを確認した。

③ 茨城県久慈川流域における持続的社會構築の課題

茨城県久慈川流域において、「生活の安全性が保証されているか」、「生き甲斐のもてるワークスタイルを選択できるか」、「環境共生型のライフスタイルが実践されているか」という持続可能性の3要件に関する実態調査を行い、土砂災害危険箇所の分布、高齢化と福祉サービスの仕組みの崩壊状況、耕作放棄地の増加と分布、林業・観光業の不振の状況などを明らかにし、経済と環境保全が両立する新たなライフスタイル確立の必要性を示した。

2) 都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策

① ベトナム国フエにおける土地被覆の観点から見た適応策

ベトナム国フエを対象として、土地利用に関する現地調査、整備途上にある地理情報を用いた標高別の土地被覆状況調査を行い、今後の研究展開のためのデータセット項目の整理、洪水氾濫解析のための数値標高データの作成、標高区分毎の土地被覆の整理を行った。また、それらのデータ解析から、過去の洪水氾濫地域を推定し、洪水防護対策の必要な地域を明らかにした。

② ベトナム国ハノイにおける土地被覆の観点から見た適応策

気候変動に伴う都市内洪水と市街地が受ける影響を分析することを目的として、ハノイ市内の代表的な湖面を有する公園を対象として、湖面標高の測定、GPSカメラによる現況写真撮影および公園利用者へのインタビューを行った。その結果、公園の主要素である水辺は住民生活における親水機能を有する一方で、降水に伴う洪水被害の危険性が高いことが確認された。

③ 日本とオーストリアの戸外活動の差異の比較

本研究は、気候風土と生活文化の異なる日本とオーストリアにおける戸外活動を比較し、気候や文化などの生活環境と人間行動の関連性を探ることを目的としている。本年度は、茨城県水戸市の偕楽園公園の利用実態調査データと、共同研究者であるウィーン生命科学大学のArne Arnberger博士によるシェーンブルン庭園の利用者実態調査データを比較した結果、両公園ともに、自然環境や健康に関わる利用目的が共通して大きいことが確認できた。

3. 教育・アウトリーチ活動報告

3.1. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発

大学院における ICAS 国際教育プログラム開発の一環として、海外から 6 名の教員と国内から 3 名の教員を招聘し、大学院理工学研究科、農学研究科、人文学研究科、教育学研究科で大学院修士課程の講義を開講した。海外招聘教員による講義は全て英語で行われた。一部の講義につい

ては、VCS を使って 3 キャンパス同時開講も実験的に試みた。学部学生に対しては全学部からの教員参加による「サステナビリティ学入門」を開講した。これらの業務実施を踏まえて今後の ICAS 教育プログラムのあり方を検討し、2009 年 4 月開設予定の大学院理工学研究科サステナビリティ学専攻の開設準備を進めた。

また東京大学主催で 2006 年 9 月にタイで開催された国際実践教育プログラム IPoS に 2 名の学生を参加させ、この経験を踏まえて ICAS 国際実践教育プログラムのあり方を検討した。平成 18 年 11 月には招聘教員も参加した国際セミナー「持続可能な開発と自然、人間—西洋と東洋の対話から新しいエコフィロソフィーを求めて—」を開催し、エコフィロソフィーの視点からサステナビリティ教育のあり方を検討した。

3.2. 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、学内外を対象にして、ICAS のパンフレット 2 種類、活動紹介のポスター、学内向け ICAS ニュースなどを発行している。また、学長を会長として設立した「茨城大学社会連携事業会」との関係重視し、ICAS の行事を社会連携事業会の会員に広報しており、大きな反響を得ている。

シンポジウムなどによるアウトリーチでは、以下の活動を行った。

- 2006 年 6 月 1 日に、サステナビリティ学及び茨城大学 ICAS のめざすものを広く社会に示すため、茨城大学社会連携事業会との共催で、ICAS 設立記念シンポジウムを開催し、220 名以上の参加を得た。
- 2006 年 11 月 27、28 日には、サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）、国連大学、国立環境研究所と共催で、温暖化に関する国際シンポジウムを開催し、延べ 210 名が参加し、市民、学生と専門家の間で活発な議論が行われた。
- 2006 年 8 月には日中共同シンポジウム「中国北方地域における経済開発と環境保全」を開催し、中国北方地域における経済開発と環境保全をテーマに日中の研究者間で情報交換を行った。
- 2006 年 9 月 18～21 日には、インドネシア・ボゴール農科大学との共催で「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウム—環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦—」を開催し、気候変動下での農業のあり方と環境問題と農業の関わりを議論した。
- 2007 年 2 月には、東京大学 TIGS との共催で、ハワイにおいて「社会科学と自然科学の対話」を開催し、地球温暖化対策を中心にサステナビリティ学構築に関する学際的討論を行った。
- この他、東洋大学との共催ワークショップや ICAS 第 1 部門でのワークショップを行った。

その他の社会貢献面では、ICAS のメンバーは、IPCC 第 2 作業部会の CLA(Chief Lead Author)として第 4 次報告書の執筆作業に参加し、IR3S の研究成果を反映した。また、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、各研究部門では独自にアウトリーチ活動を行っている。アウトリーチの詳細な活動記録は C「教育活動・アウトリーチ活動報告」を参照のこと。

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	人文コミュニケーション学科・教授	葉 倩瑋	社会科学科・准教授
	稲葉奈々子	人文コミュニケーション学科・准教授	原口弥生	社会科学科・准教授
	蓮井誠一郎	社会科学科・准教授		
教育学部	大辻 永	学校教育教員養成課程・准教授	木村 競	人間環境教育課程・教授
	郡司晴元	人間環境教育課程・准教授	國枝タカ子	保健体育・准教授
			上地 勝	人間環境教育課程・准教授
理学部	堀 良通	理学科・教授	天野一男	理学科・教授
	山村靖夫	理学科・准教授	大西和榮	理学科・教授
			北 和之	理学科・准教授
工学部	安原一哉	都市システム工学科・教授	沼尾達弥	都市システム工学科・教授
	小柳武和	都市システム工学科・教授	小山田弥平	メディア通信工学科・教授
	小澤 哲	理工学研究科・教授	米倉達広	情報工学科・教授
	湊 淳	理工学研究科・准教授	鎌田 賢	情報工学科・教授
	金 利昭	都市システム工学科・准教授	山田 稔	都市システム工学科・准教授
	小峯秀雄	都市システム工学科・准教授	寺内美紀子	都市システム工学科・准教授
	桑原祐史	都市システム工学科・講師	原田隆郎	都市システム工学科・講師
	信岡尚道	都市システム工学科・講師		
	村上 哲	都市システム工学科・講師		
農学部	太田寛行	資源生物科学科・教授	久留主泰朗	資源生物科学科・教授
	中川光弘	地域環境科学科・教授	吉田正夫	生物生産科学科・教授
	新田洋司	生物生産科学科・准教授	田附明夫	地域環境科学科・准教授
	小松崎将一	農学部附属農場・准教授	成澤才彦	資源生物科学科・准教授
	西原宏史	資源生物科学科・准教授	長澤 淳	地域環境科学科・講師
	小林 久	地域環境科学科・准教授	長谷川守文	生命生産科学科・講師
	加藤 亮	地域環境科学科・講師	金澤卓弥	資源生物科学科・講師
IT 基盤センター	外岡秀行	同センター・准教授	野口 宏	同センター・講師
地域総合研究所	斎藤義則	同所、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・准教授		
ICAS	佐藤嘉則	ICAS 特任研究員		
	田村 誠	ICAS 特任研究員		
	林瑠美	アカデミックスタッフ		
	折笠志津子	ICAS スタッフ		
	朝倉希美代	ICAS スタッフ		

(2007 年 10 月現在)

B. 研究活動報告

1. 適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門)

1.1. 全球及びアジア太平洋広域評価

研究分担者 三村信男、横木裕宗、信岡尚道、桑原祐史

[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海面上昇シナリオに基づく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を地域ごとに算定
- (3) アジア太平洋地域における海面上昇・高潮による大規模な影響の特徴抽出

[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構築する。外力である海面上昇、潮汐のデータを整備するとともに、改良された算定方法によって台風による高潮の分布を推定する。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、広域影響評価の手法を開発する。

[3] 研究成果

(1) 評価システムの開発

まず潮汐、台風、人口、社会基盤施設およびマングローブの全球データを収集し、全海岸線または 1 分緯経度メッシュの均一データベースを整備した。次に、算定した海岸線の潮汐と高潮に、海面上昇値を加えたものから、陸上の氾濫浸水解析を実施した。本年度の海面上昇シナリオには 2100 年に上昇量が約 50cm となる IPCC 第 3 次報告書(2001)の A1FI シナリオの平均値(図 1.1-(1))を用いている。氾濫解析には、ケーススタディの結果に基づき陸上での水位減衰効果を導入している。最後に氾濫域を 1 次影響、氾濫域の人口や社会自然系への影響を 2 次影響として、2100 年まで 25 年間隔に被害を算定した。

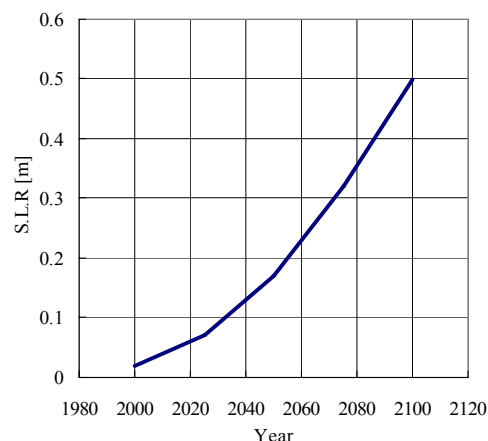


図 1.1-(1) 海面上昇量のシナリオ (IPCC 第 3 次報告書(2001)より判読)

(2) 全球及びアジア太平洋広域評価

図 1.1-(2)の赤塗り域が 2100 年における満潮、海面上昇と高潮が重なった場合に潜在的に一時的浸水（護岸崩壊を含む）を受ける危険性がある地域である。アマゾンなどにも大規模な浸水域が見られるが、アジアに浸水域が集中していることがわかる。アジアの中では、メコン川河口をはじめとする大河川デルタやインドネシアなどの低平地に浸水域が広がること、その中で緯度 15 度より高緯度で大規模に広がることがわかった。

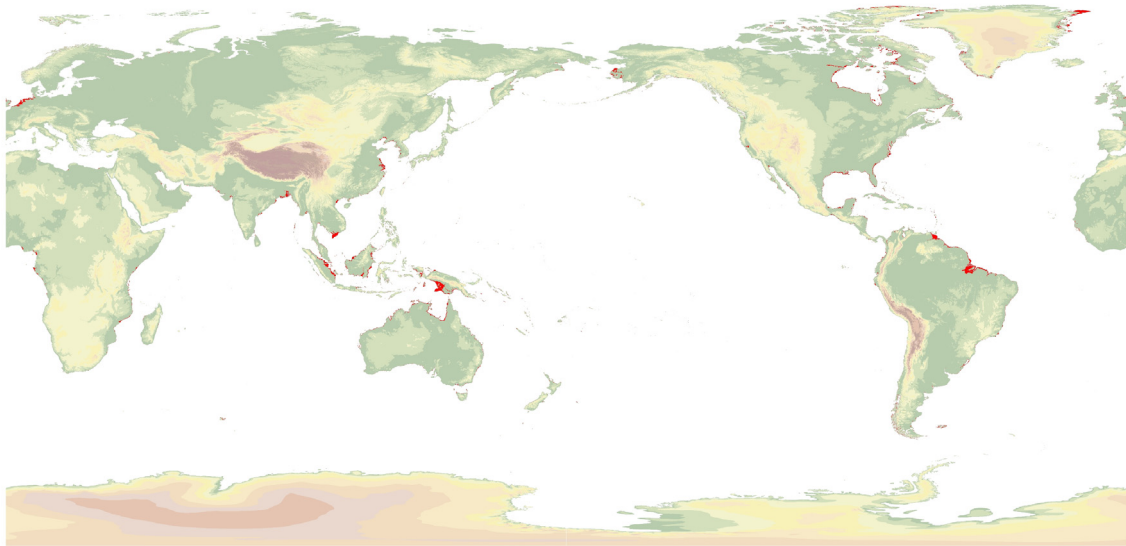


図 1.1-(2) 2100 年の高潮による潜在的浸水域の分布（赤色が浸水地点）

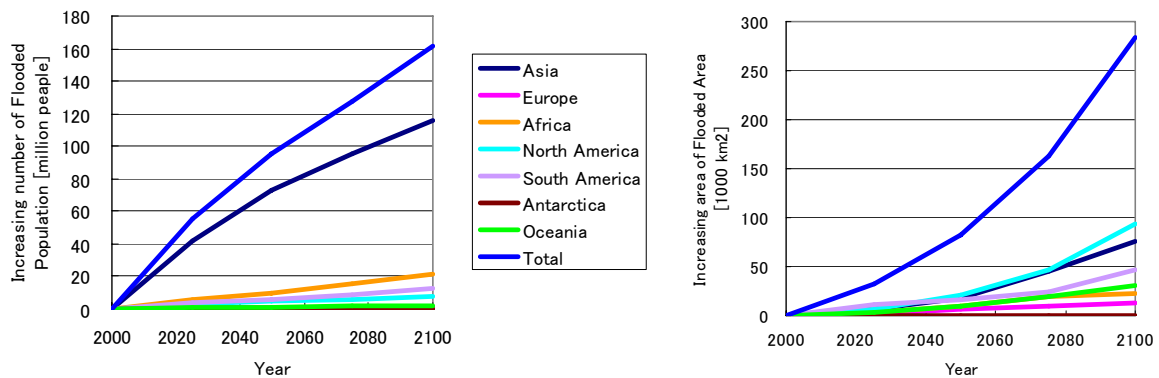


図 1.1-(3) (a) 各地域の潜在的浸水域の拡大 (b) 各地域の潜在的浸水人口の増加

図 1.1-(3)(a)、(b)は 6 地域、南極大陸と全球における、潜在的な一時浸水（満潮＋高潮＋海面上昇）を受ける面積と人口の増加を示したものである。図 1.1-(3)(a)をみると、高潮による浸水の拡大傾向は海面上昇の傾向と似ており、アジアと北アメリカが比較的拡大が大きな地域である。図 1.1-(3)(b)の浸水人口の結果をみると、アジアが他地域に比べて影響を受ける人口が非常に多いことがわかる。また、海面上昇の増加や浸水面積の拡大に比べて、アジアの浸水人口の増加が 2000 年前半の早い時期に起こることがわかる。

このアジアにおける一時的な浸水人口（浸水を受ける可能性がある人口）の増加上位国を図 1.1-(4)に示す。バングラディシュやベトナムでは、温暖化・海面上昇による浸水面積の拡大よりも、沿岸域の人口増加が大きい。また、インドネシアの鉄道やサウジアラビアのユーティリティー施設などの影響も同様の特徴があった。このように、海面上昇や浸水面積と、浸水人口や浸水社会基盤で影響の拡大の仕方が異なる場合や国があることがわかった。

(3) サステナビリティ学／地球変動適応科学の構築にとっての意義

開発した本システムは、地域や国ごとの温暖化・海面上昇の進行に伴う被害拡大の傾向や値を示せ、危険なレベルを判断するのに有効なものと言える。したがって算出された結果は、具体的な適応策や抑制策に活用できるものである。

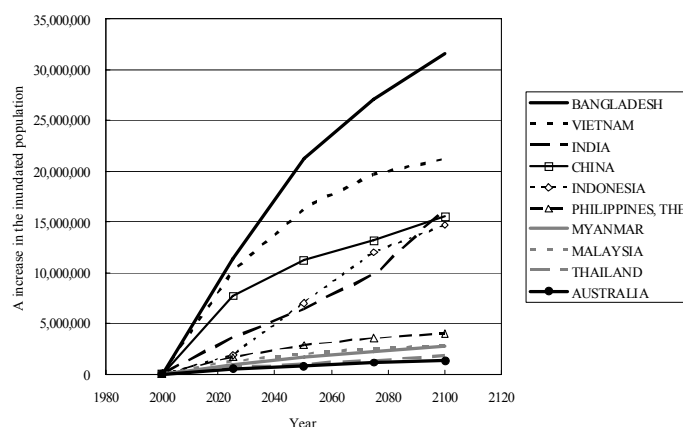


図 1.1-(4) 浸水人口の増加が大きなアジアの国

[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

信岡尚道, 三村信男, 藤巻英明, 林佑合子: 茨城県沿岸の長期の高潮・津波浸水リスク, 海岸工学論文集, 53, 1296-1300, (2006)

3) その他の論文

Hisamichi Nouboka, Nobuo Mimura and Naoki Fukuhara: VULNERABILITY ASSESSMENT for SEA-LEVEL RISE in THE ASIA and PACIFIC REGION, Proceeding of Asian and Pacific Coasts 2007, (accept, 2007)

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

研究分担者 小峯秀雄、安原一哉、横木裕宗、桑原祐史、信岡尚道、村上哲、伊藤哲司
内田佳子(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、実際に被災した地域の現地調査を行うと共に、文献調査や実験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

2006年度は、以下の項目について実施した。

- (1) 地球温暖化に起因する海面上昇による陸域への影響評価を目的として、マーシャル諸島マジュロ環礁およびタイ西海岸への影響の現況調査と適応策の検討
- (2) 地球温暖化に起因する海面上昇に伴う高潮、河川部汽水域の拡大が日本国内の河川へ及ぼす影響評価と適応策
- (3) 地球温暖化に起因すると考えられる集中豪雨と地震が複合的に発生することによる影響評価として、中越地震を事例とした適応策の検討

[3] 研究の成果

- (1) マーシャル諸島マジュロ環礁およびタイ西海岸への影響の現況調査と適応策の検討

マーシャル諸島マジュロ環礁は、標高数mと低く、幅数十mの細長い州島が、幅数百mのサンゴ礁の上に連なっている。これらの州島は所々都市化されており、淡水資源（雨水が地下の淡水レンズに蓄積したもの）や農産物資源が非常に乏しい。また、海岸も高波浪に対してほぼ無防備といえ、将来予測されている海面上昇により甚大な影響を受ける可能性が高い。そこで、現地にて海岸地形や波浪場の測量調査を行うと共に、環境保全局を訪問し、将来の海面上昇に対する狭隘沿岸域の適応策について調査した。その結果、マジュロ環礁の州島は、長い距離にわたって一つの漂砂系を形成しているところがあり、局地的な侵食対策とそれが全体の漂砂系へ及ぼす影響への対策の両方を検討する必要があることなどを明らかにした。

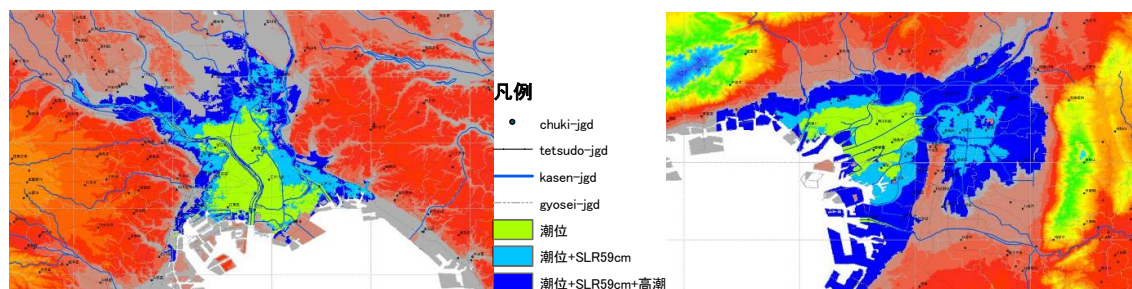
一方、タイ西海岸を対象に、スマトラ沖地震津波による被害の状況とその復興のための政府・自治体・一般市民の活動を調査し、将来気候変動によって生じるであろう異常気象に対しての適応策の可能性について検討した。タイでは、津波によって破壊された集落に対し、軍隊を派遣して復旧活動を行っていた。タイ国軍は、被災地に近いホテルを基地として借用し、被災状況、復興状況、物資の動きを逐一把握していた。被災地の状況も、住民自らが家屋の復旧作業をしているところもあれば、軍隊が応急処置として仮設住宅を建設しているところもあった。国民性と考えられるが、亡くなった人を偲ぶ以外は、比較的明るい表情の住民が多かった。建物で最も被害を受けたのは、海岸前面に建設されたリゾート施設であった。今回のような被災を再び受けたくないよう、構造上の変更も加えられるも

のと思われる。タイをはじめとする東南アジア諸国では、日本と異なり、堅牢な防波堤や防潮堤を建設するための経済力を有しているとは限らない。構造物で沿岸域一体を守れなければ、個々の構造物の対応で人命・資産を守る必要がある。また、人々が逃げやすい沿岸域の都市計画、土地利用計画なども重要と考えられる。

(2) 地球温暖化／海面上昇による日本国内河川部への影響評価

本課題では地理情報システムを活用した河川部影響評価と河川堤防堤体材料の室内土質試験データベースの構築とそれによる影響評価を実施している。

地理情報システムを活用した河川部影響評価に関する研究では、洪水や海面上昇、高潮といった災害による人的あるいは物的被害を代表的河川流域において定量的に推定することを目指し、代表的河川流域（全国11河川）を対象とした地理情報データセットを構築した。また、レベル湛水法により、河川下流部の潜在的水没域を推定し、人口・土地利用の被害規模を試算した。図1.2-(1)に東京湾・大阪湾両沿岸域の潜在的水没域を示す。また対象とした11河川流域の潜在的水没域毎に、人口および土地利用を集計した結果から、河川下流部の地形や土地利用形態により異なる傾向を読み取ることができた。以上より、河川の地



東京湾沿岸域の潜在的水没域

大阪湾沿岸域の潜在的水没域

図 1.2-(1) 東京湾および大阪湾の潜在的水没域

域性に応じた防護策を十分に検討しておくことが重要である。

一方、河川堤防堤体材料の室内土質試験データベースの構築とそれによる影響評価に関する研究では、社会基盤施設として日本国内に多数存在する河川堤防を調査対象に取り上げ、地球温暖化に起因する海面上昇により河川水の塩類濃度の上昇、汽水域の拡大を想定して、このような事象が生じた場合の河川堤防の脆弱性に関して、地域性を考慮して評価することを目的とした。また脆弱性評価結果に基づき、適切な適応策の選定を行うことも目的とした。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）、信濃川堤体材料（新潟県）、対雁築堤材料（北海道）、江別（北海道）の9種類を選定し、JIS A 1205:1999「土の液性限界・塑性限界方法」およびJIS A 1227「土の定ひずみ速度載荷による圧密試験方法」に準拠して、陸水を想定した蒸留水および海水を想定した人工海水それぞれの水質環境における土質物性データベースの構築を行った。その結果、陸水と海水の環境において、堤防堤体材料の土質物性が変化することが明らかとなった。また、これらの土質物性データベースから、図1.2-(2)に示すように、地球温暖化／海面上昇に伴う河川部の汽水域の拡大による河川堤防堤体材料の脆弱性評価マップを提示した。

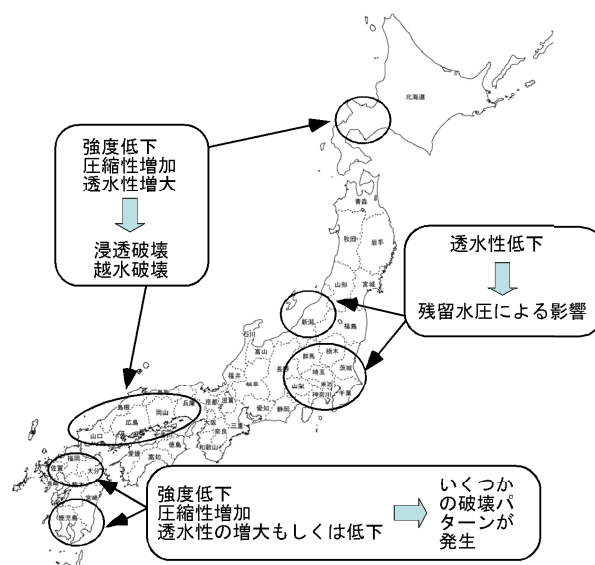


図 1.2-(2) 地球温暖化／海面上昇に伴う河川部の汽水域の拡大による河川堤防堤体材料の脆弱性評価マップ

(3) 集中豪雨と地震の複合災害による適応策の検討（中越地震を例に）

新潟県の旧山古志村では 2004 年 7 月の新潟・福島豪雨、福井豪雨後も断続的に雨が降り続き、地震発生直前に台風 23 号が上陸し、斜面崩壊により多くの道路が寸断された。ここでは適応策の事例として、当該地域において寸断された道路の復旧状況について検討した。

図 1.2-(3)は、旧山古志村の復旧に要する期間を他の地域と比較するため、新潟県中越地震と兵庫県南部地震における道路被災箇所とその復旧状況を時系列的に図示したものである。兵庫県の道路復旧率は、地震発生から 5 ヶ月までに 49%であるのに対し、新潟県は 2%、旧山古志村については 0%であることがわかる。また、融雪後である地震発生から 20 ヶ月後の道路復旧率は、新潟県が 68%であるのに対し、旧山古志村は 6%である。すなわち旧山古志村は、新潟県の中でも復旧に長期間を要していることがわかる。一方、都市地域である兵庫県の復旧は早期に多くの復旧工事箇所が完了していることがわかる。

以上のことから、旧山古志村の被災・復旧事例より、地域の災害に対する適応性は、自然外力に対する防災・減災能力を評価するだけではなく、被災後の復旧・回復力の双方を考慮することが必要である。この復旧・回復力の評価については、1.3 節の「複合影響評価と適応技術に関する実験的研究」において詳述する。

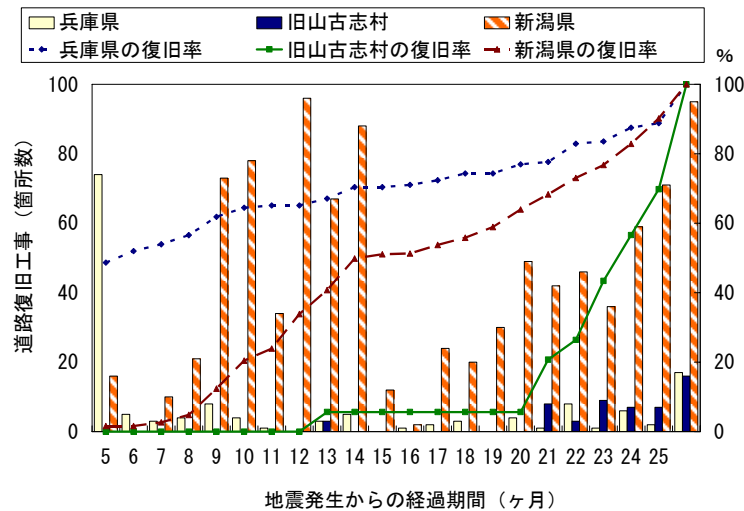


図 1.2-(3) 兵庫県と新潟県と旧山古志村の道路復旧状況

以上のような現地調査および実験的検討を通じて、気候変動の複合影響および対象地域毎の災害への社会の応答・適応の実体が把握でき、気候変動・自然災害などを含む地球変動に適応するための社会基盤工学と持続可能な社会基盤にするための工学体系の構築に資することができる。

[4] 発表およびアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

なし

2) 論文 (査読つき)

Yasuhara, K., Murakami, S., Mimura, N., Komine, H. and Recio, J. : Influence of global warming on coastal infrastructural instability, Sustainability Science, Vol. 2, No.1, 13-25, (2007).

Nohno, S., Komine, H., Yasuhara, K., Murakami, S., Ito, T. Konami, T., and Kudo, Y. : Experimental study on washing of coal fly ashes by water with carbon dioxide, -washing effect of chromium(VI) and boron-, ISSMGE's : 5th International Congress on Environmental Geotechnics, (2006).

3) その他の論文

Komine, H. : Changes of fundamental properties of riverbank material by sea-level rising due to Global Warming, Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters, (2007) (to be submitted).

Uchida, Y., Komine, H., Yasuhara, K., Murakami, S.: Soil water characteristic curve and one-dimensional deformation of riverbank soils in Japan, Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters, (2007) (to be submitted).

4) 口頭発表

工藤竜太、小峯秀雄、安原一哉、村上哲、内田佳子：塑性指数の観点からの堤防堤体材料の豪雨時脆弱性簡易評価, Geo-Kanto2006 (第3回地盤工学会関東支部研究発表会), (2006).

土田敦司、村上 哲、安原一哉、小峯秀雄：旧山古志村における新潟県中越地震時の実効雨量に関する検討, Geo-Kanto2006 (第3回地盤工学会関東支部研究発表会), (2006).

小峯秀雄、安原一哉、村上哲、篠田光貴：液性限界・塑性限界の観点からの温暖化／海面上昇による河川堤防堤体材料に及ぼす影響の簡易評価, 土木学会第34回関東支部技術研究発表会, (2007).

内田佳子、小峯秀雄、安原一哉、村上哲、工藤竜太：河川堤防を想定した堤体地盤材料の排水過程における一次元変形特性, 第42回地盤工学研究発表会発表論文集, (2007)(投稿中).

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

ICAS 第一部門ワークショップ (茨城大学インフォメーションセンター) 2006 年 12 月 15 日 (金) および 16 日 (土) .

(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

1.3.1. 複合災害

研究分担者 安原一哉、伊藤哲司、稲葉奈々子、小峯秀雄、桑原祐史、村上哲、原田隆郎

[1] 課題の目的

気候変動に起因する複合的要因が重なり合って生じる事象に対してどのように適応していけばよいか、実験、調査および解析によって、明らかにするとともに、地域の状況に応じた適応のための適応戦略と適応技術を提案する。ここで言う複合的災害とは以下のようなものをさしている。

- (1) 温暖化によってもたらされる事象が重なり合って生じる災害（高波、浸水、水没など）
 - (2) 温暖化によってもたらされる事象と温暖化とは原因の異なる他の自然現象（地震、地盤沈下など）が重なって生じる災害
 - (3) 上記の（１）、（２）が脆弱な社会背景や生活環境にあるところに生じる自然災害
- これらをまとめると図 1.3-(1)の通りである。

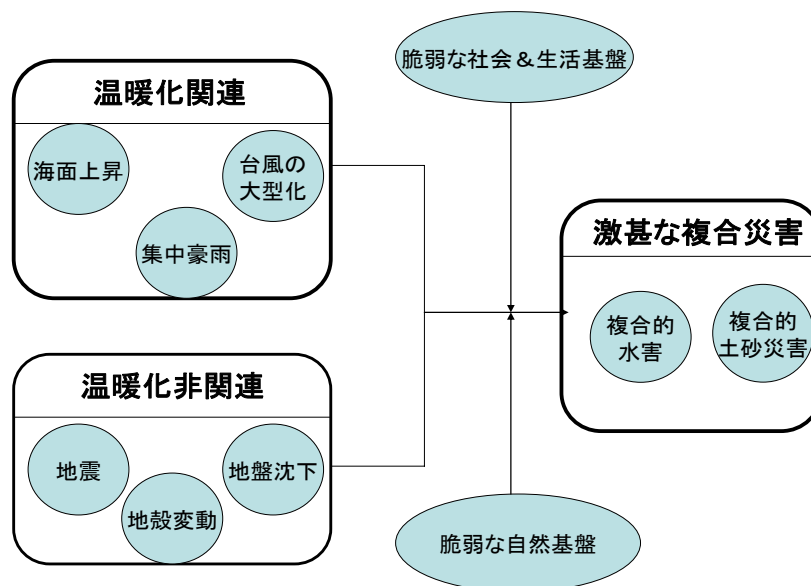


図 1.3-(1) 複合災害の例

[2] 研究概要

上記の研究目的を達成するために、具体的な研究課題は以下の通りである。

- (1) 気候変動への脆弱性評価と地域の事情に応じた適応技術
 - ・物理的影響評価
 - ・津波被害と復興
 - ・複合災害評価
 - ・適応技術メニュー
 - ・被災社会修復・環境難民問題

- (2) 影響評価手法の体系化と高度化
- (3) RS, GPS, GIS など IT 技術の提案

なお、これらの研究を通じて得られる具体的な最終的アウトプットとしては以下のことが考えられる。

- ・ 気候変動・海面上昇に対する影響・適応予測モデルの提案
- ・ 複合災害影響予測統合モデルの提案
- ・ アジア・太平洋地域空間情報データベースの構築
- ・ 気候変動（または、地球変動）適応技術メニューの提案と適応技術マニュアルの作成

[3] 研究成果

(1) 気候変動影響調査の成果

- 1) マーシャル諸島調査：2006 年 8 月 8 日～23 日に、マーシャル諸島共和国のマジュロ環礁の現地調査を実施した。海岸地形性状と後背地利用の関係が非常に重要であることが分かった。
- 2) ベトナム調査：ハノイのハイファイ地域の海岸侵食視察を行い、気候変動の影響に関する情報収集を行った。また、適応策の策定のために、フエでは、沿岸域において被災を受けた住民の意識調査を行った。

(2) ワークショップとセミナー実施の成果

- 1) 国内ワークショップ：2006 年 12 月水戸において、様々な分野で、地球変動（気候・環境・社会基盤・人間社会の変動）に適応するための思想や考え方、技術について講演と討論を行った。適応科学に対する文理融合による合意形成の基礎作りの可能性を確認した。
- 2) 海外ワークショップとセミナー：
 - ① 2007 年 2 月にサモアにおいて、Workshop on ICT and Sustainability Science を実施した。ワークショップには、サモア国立大学スタッフ以外にサモア政府関係者、太平洋地域環境研究所、マスコミ関係者らが参加し、盛況であった。適応策に関する国際的連携の基礎作りに貢献できた。
 - ② 2006 年 9 月の調査の折に、ハノイ科学大学において気候変動に起因する災害に関するベトナム・日本間の情報交換のためのセミナーを実施し、2007 年のシンポジウム開催につなげることができた。

(3) 大学院講義の実施の成果

- 1) 英語による授業の実施：大学院理工学研究科において「適応科学」と「地盤災害適応学」の 2 授業を試みた。
- 2) 自主開講授業の実施：人・理・工・農を VCS で連動させた自主開講授業「空間情報統合技術論」を実施した。

これらによって、地球変動適応科学の拠点形成のための教育的、研究的な基礎を構築することができた。また、気候変動に起因して自然災害のリスクが高まる可能性のある、社会的に脆弱な地域において、IT 技術で対処する施策（Adaptation）を構築するために、アジア太平洋地域で連携していくための具体的な方策も提案することができた。これらは、サステイナビリティ学と地球変動適応科学の構築と推進に寄与できると考えられる。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

なし

2) 論文 (査読つき)

Yasuhara, K. and Recio, J.: Geosynthetic-wrap around revetments for shore protection, Geotextiles and Geomembranes, Vol. 10, No. 1, (2007.4) (in press).

Yasuhara, K, Murakami, S, Mimura, N., Komine, H. and Recio, J.: Influence of global warming on coastal infrastructural instability, Sustainable Science, Vol. 2, No. 1, 13-26, (2007).

Hyde, A F L, Higuchi, T. and Yasuhara, K.: Post-cyclic recompression, stiffness and consolidated cyclic strength of silt, J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 133, No. 4, (2007).

Hyde, A F L, Higuchi, T. and Yasuhara, K.: Liquefaction, cyclic mobility and failure of silt, J. Geotechnical and Geo-environmental Engineering, ASCE, Vol. 132, No. 6, pp. 718-736, (2006.6).

Murakami, S., Yasuhara, K., Suzuki, K. and Komine, H.: Reliable land subsidence mapping using a spatial interpolation procedure based on geostatistics, Soils and Foundation, Journal of Japan Geotechnical Society, Vol. 46, No. 2, pp.123-134, (2006).

信岡尚道、三村信男、藤巻英明、林佑合子：茨城県沿岸の長期の高潮・津波浸水リスク、海岸工学論文集, 53, 1296-1300, (2006).

安原：地盤工学から地盤環境工学、そして、持続可能地盤工学へ、土と基礎（地盤工学会誌）, Vol. 56, No. 1, pp. 5-8, (2006).

3) その他の論文

村上、安原、鈴木：地下水位変動に伴う広域地盤沈下とその予測、基礎工（総合土木研究所）, Vol. 34, No. 6, pp. 94-97, (2006.6).

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

1) シンポジウム

Suzuki, K., Murakami, S. and Yasuhara, K.: Influence of land subsidence on inundation damage, Proc. Intn'l Conf. on Lowland Technology, Vol. 1, G6-2, 2006.9.

2) セミナーの開催（主催のもの）

Yasuhara, K.: Coastal Erosion in Ibaraki, Japan, Vietnam-Japan Joint Seminar on Natural Disaster Mitigation, September 6, 2006, Hanoi University of Science, Hanoi, and September 8, 2006, Hue University of Science, Vietnam

(3) マスコミ等への公表・報道等

NHK からの取材を受け、5月3日のNHK ニュースウォッチ9で、三村、信岡、桑原各先生の成果（サブサブ②）が報道された。

1.3.2. 複合災害と適応技術

研究分担者 安原一哉、村上哲、小峯秀雄
増田卓也、石田達久、土田敦司(以上、理工学研究科)

[1] 新潟県中越地震から見る複合災害

近年、日本各地で豪雨・地震による地盤災害の被害が報告されている。特に、新潟県の旧山古志村では 2004 年 7 月の新潟・福島豪雨、福井豪雨後も断続的に雨が降り続き、地震発生前に台風 23 号が上陸し、地震時における崩壊に先行降雨の影響が指摘されている。複合災害である。

図 1.3-(2)は、地震における崩壊面積とその斜面勾配の関係を示したものである。この図より、勾配が $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲といった比較的なだらかな斜面が崩壊していることが分かる。図 1.3-(3)に示した斜面崩壊と実効雨量の関係から、地震発生時の実効雨量が 55mm~90mm で生じており、地震発生前の先行降雨の影響があったものと推測される。この視点から、複合災害における地域の脆弱性を今後明らかにしていく必要があると考える。

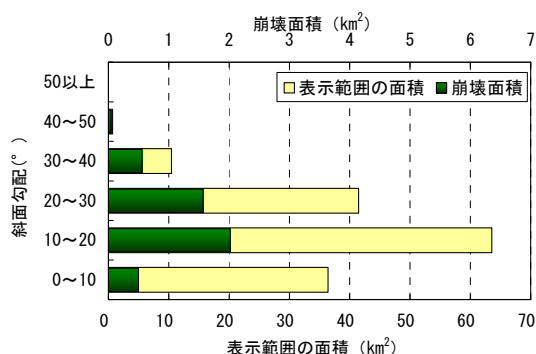


図 1.3-(2) 斜面崩壊地と崩壊面積の関係

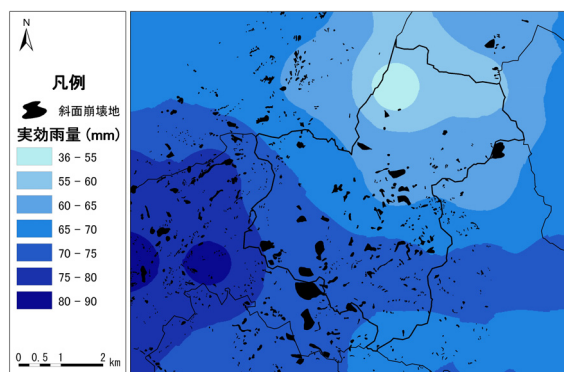


図 1.3-(3) 斜面崩壊地と実効雨量の分布図

[2] 水浸を受ける土の地震時強度・変形

一般に不飽和状態の地盤は飽和状態に比べ強度・剛性が高く、変形に強い。これは保水性がよい土、すなわち飽和度が高くても比較的高いサクションを維持しうる土は雨水の供給などによっても変形に対する抵抗力を持ち続けるということになる。しかし地震などの繰返し荷重が作用した場合、保水性がよいことによって土中の間隙内に過剰間隙水圧が発生し、地盤の強度・剛性は低下、変形に対する抵抗力を失うこととなると考えられる。

図 1.3-(4)は、飽和度を種々変化させて作製された 2 種類の土供試体（シルト (DL クレイ)、砂 (豊浦標準砂)) に対する液状化強度と飽和度の関係を示したものである。この図より、不飽和状態から飽和状態に至る過程で液状化強度は低下していき、飽和に近くなるにつれ著しく低下することが分かる。図 1.3-(5)、(6)は、シルトに対する繰返し荷重履歴による強度・剛性の低下を繰返し履歴によって生じた過剰間隙水圧との関係とプロットしたものである。これによれば、液状化に至る過程において不飽和から飽和になると剛性は劣化しやすく、液状化状態の剛性は飽和度が高いほど低下することが分かる。以上の結果から、実地盤の斜面においては、降雨の影響が無く、比較的飽和度が低い状態であれば、地震による地盤の変状に対する抵抗は期待できるが、降雨などにより地盤の飽和度が上昇するに従って、地盤の変状が起りやすくなると推察される。

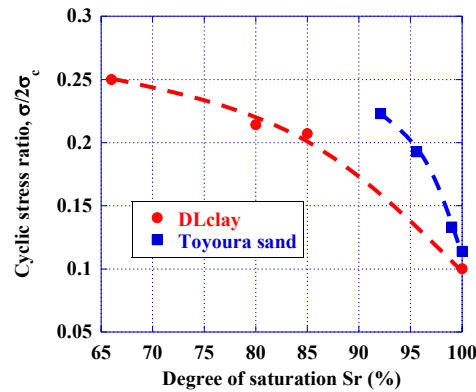


図 1.3-(4) 液状化強度と飽和度の関係

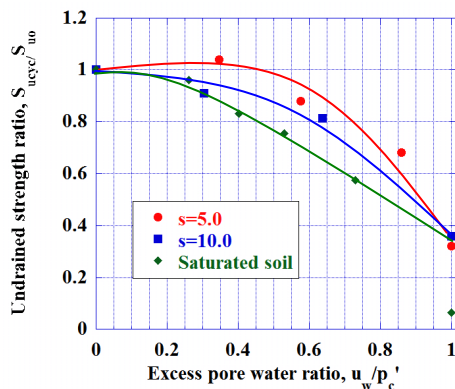


図 1.3-(5) 繰返し載荷による強度劣化

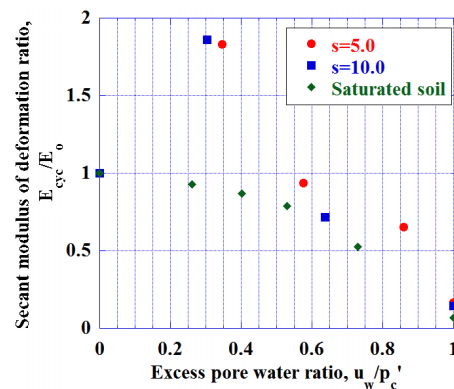


図 1.3-(6) 繰返し載荷による剛性劣化

[3] 振動台模型実験による降雨と地震による斜面崩壊に関する研究

上述した降雨と地盤災害に関する土要素レベルでの結果を検証するために、緩斜面の振動台模型実験を実施した。実験では、降雨を 0、10、20mm の条件で与え、模型土層を所定の地震波を与えた。図 1.3-(7)、(8)は加震後の写真であり、図 1.3-(9)は斜面に設置されたターゲットの変位量を表している。これらの結果より、降雨量の増加によって加震後の地盤の流動は大規模なものとなり、飽和度の増加によって著しく剛性は低下したことが確認された。本研究ではシルト質土について行ったものであるが、砂質土などでは、限りなく飽和に近い状態でも液状化強度がシルトに比べ高い状態を維持すると推察されることから、地震後の流動の可能性はシルトに比べ低いと考えられる。すなわち、このことは地盤中にシルトなどの細粒分を含む場合、液状化による流動の危険性や、大規模の斜面崩壊へと繋がる可能性を示唆している。今後は砂質土の不飽和時の動的挙動や繰返し載荷後の静的せん断を求め、斜面の流動に与える各々の影響を検討する必要がある。またシルト質土に関しても塑性の影響や拘束圧の影響など、流動に影響する諸要因について検討することも必要と考えられる。

以上のように、降雨の影響が、地震地盤災害の大きさを変化させることが実験的に明らかになった。このような災害が、地球環境の変化、とりわけ、降雨特性の変化に大きく依存することを示している。今後起こりうる地球変動に適応するためには、更なるメカニズムの解明、土・地盤挙動の定量的評価手法の確立および災害を低減させる技術の開発必要であると考えられる。これにより、地域の持続可能な発展を支えうると考える。



図 1.3-(7) 降雨量 10mm



図 1.3-(8) 降雨量 20mm

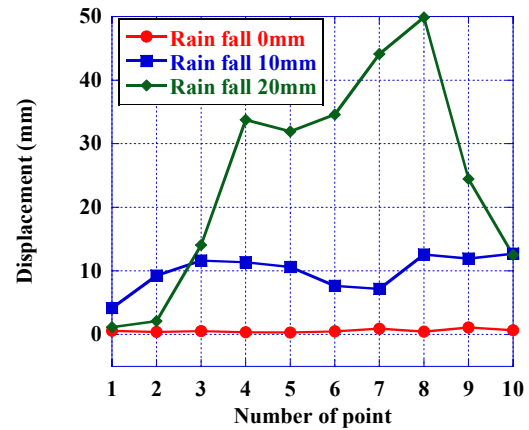
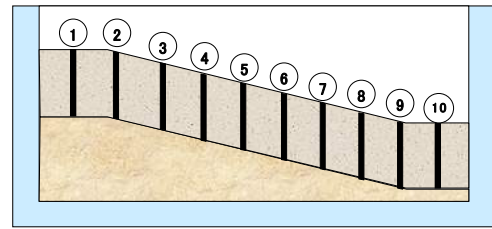


図 1.3-(9) 各地点の総変位量

[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)

石田達久、安原一哉、小峯秀雄、村上哲：衝撃荷重を受ける砂質地盤の液状化に及ぼす地下水位上昇の影響，日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.12, pp.550-553, (2006).

増田拓哉、安原一哉、小峯秀雄、村上哲：非塑性シルトにおける繰返し載荷後の静的せん断挙動に及ぼす排水履歴の影響，日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.12, pp.534-537, (2006).

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

土田敦司、村上哲、安原一哉、小峯秀雄：旧山古志村における新潟県中越地震時の実効雨量に関する検討，地盤工学会関東支部研究発表会，(Geo-Kanto2006) 講演概要集，177-180, (2006).

土田敦司、村上哲、安原一哉、小峯秀雄：GIS を用いた新潟県中越地震時の実効雨量に関する検討，地盤工学会研究発表会講演概要集，(2007). (投稿中)

増田拓哉、安原一哉、村上哲、小峯秀雄：不飽和シルトの飽和化に伴う繰返し劣化特性，地盤工学会研究発表会講演概要集，(2007). (投稿中)

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

(3) マスコミ等への公表・報道等

なし

1.4. IT 技術を用いた防災・適応策の検討

研究分担者 小澤哲、湊淳、外岡秀行、野口宏
G. Dassayake, V. Patu

本グループでは、IT 技術を用いた防災・適応策の検討の一環として、カイトを利用した簡易リモートセンシングシステムの開発、ならびに環境・リスク情報共有システム（ERISS）の開発を柱とする研究開発を進めている。平成 18 年度は、これらの初期開発を実施したほか、サモア国立大学にてワークショップを開催した。以下、これらの詳細を述べる。

[1] カイトによる簡易リモートセンシングシステムの開発

衛星や航空機をプラットフォームとするリモートセンシングは、自然災害等による環境変化を広域に渡って調査するのに有効である。しかし、光学センサの場合には雲の問題が付きまとうのと、高分解能衛星データの購入や航空機観測の発注はユーザー側のコスト負担が大きいといった問題がある。したがって、雲に覆われることが多い熱帯収束帯の地域や、資金に乏しい発展途上国においては、自前での空間データ収集が必ずしも容易ではない。一方、観測範囲は局所的であるものの、カイトを使った上空からの撮影（カイトフォトグラフィ）はきわめて低コストで導入・運用することができ、発展途上国の人々が継続的に、かつ楽しみながら実施でき、かつ環境教育にも有効な空間データ収集ツールである。こうした背景の下、本グループでは、カイトによる簡易リモートセンシングシステムを開発し、本グループが対象とするサモア等の国々にこれを提供し、継続的に自然災害等による環境計測ツールとして、また環境教育ツールとして運用してもらうことを目指している。

平成 18 年度は、カイトやデジタルカメラ、リグ（カメラ設置用器具）用材料、位置・角度計測器（GPS、クリノコンパス、レンジファインダ等）を用意し、本学グラウンドや海岸などで観測試験を積み重ね、システムの改良を進めた。図 1.4-(1)は本学グラウンド及び日立市河原子海岸にてテスト取得したカイト画像の例であり、カイト画像が空間データ取得ツールとして有効であることを示している。なお、現在のカイトシステムには、撮影時の安定化やリグの軽量化等、改善の余地がある。また、撮影画像の高度利用のため、カメラの三次元位置及び姿勢をいかに簡易かつ精度よく把握するか、また GIS の中にいかに取り込むか、等についても研究を進める必要がある。



図 1.4-(1) カイト画像の例（左：茨大日立地区グラウンド、右：日立市河原子海岸）

[2] 環境・リスク情報共有システム（ERISS）の開発

持続可能社会を築くための基盤技術として、IT を活用した情報共有技術が挙げられる。先進諸国や中進諸国に比べ、自然災害や環境変動に脆弱であると言われる南太平洋諸国を始めとする発展途上国においては情報共有基盤が未熟であり、環境情報や災害等のリスク情報を相互にリアルタイムに伝達する仕組みがほとんど無いのが実情である。こうした背景の下、本グループでは、環境・リスク情報共有システム（Environmental and Risk Information Sharing System, ERISS）を本学とサモア等の対象国との間で構築することを計画している。本システムは、コミュニケーションソフトウェア Xoops や WebGIS により環境情報やリスク情報を共有可能なサーバ群から構成され、前述の簡易リモートセンシングシステムで観測された画像も、ERISS サーバに格納され、共有される。H18 年度は、プロトタイプの開発を行い、本学およびサモア国立大学に設置するサーバに搭載した。図 1.4-(2)に ERISS におけるカイト画像アーカイブ機能の画面例を示す。今後は、ユーザインタフェースの改善やメニューの充実などを予定している。

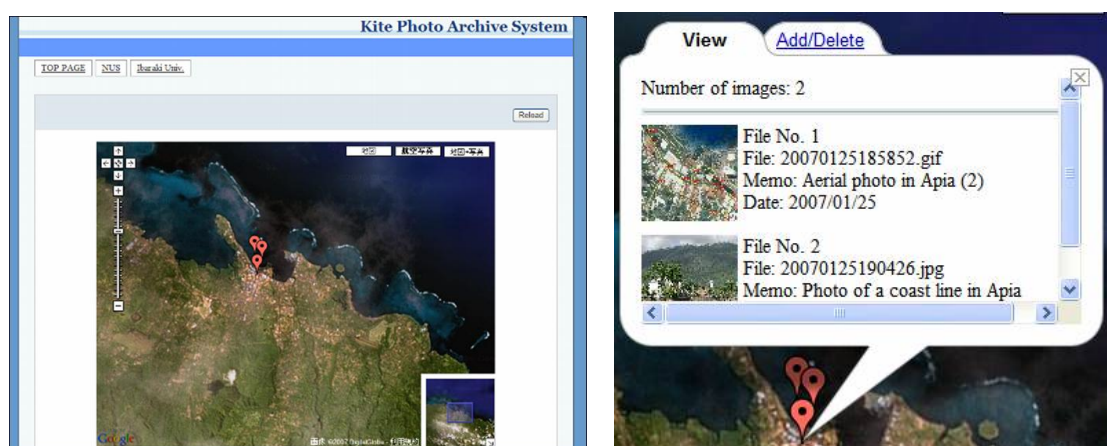


図 1.4-(2) ERISS におけるカイト画像アーカイブ機能の画面例

[3] サモア国立大学におけるワークショップの開催

2007 年 1 月 31 日～2 月 1 日にサモア国立大学にて、本学及びサモア国立大学共催によるワークショップ「A Special Public Workshop on ICT and Sustainability Sciences（情報通信技術及び持続可能科学に関するワークショップ）」を開催した。第 1 日目は、講演セッションが開催され、小澤による「Role of Teacher's Community for developing E-learning and Sustainability Science（E ラーニング及び持続可能科学の発展のための教育者コミュニティの役割）」、外岡による「Remote Sensing and GIS for Sustainability Science（持続可能科学のためのリモートセンシング及び GIS）」、Ioana Chan Mow サモア国立大学理学部長による「Present Status of E-learning activities and the Future Scope in NUS（サモア国立大学における E ラーニング活動の現状と将来展開）」の計 3 件の講演があった。第 2 日目は、デモンストレーションセッションが開催され、小澤による「How to Use Web-Authoring Tool, “Web Com” to Develop Multimedia Contents for E-learning and Sustainability Sciences（Web オーサリングツール “Web Com” の使い方～E ラーニング及び持続可能科学のためのマルチメディアコンテンツ開発）」、外岡による「Demonstration of Kite Aerial Photography and the Environmental Photo Archive System（カイトフォトグラフィ及び環境フォトアーカイブシステムのデモ）」の計 2 件の

解説・実演があった。

各日の出席者はサモア国立大学長を始め、政府関係者（気象庁長官ほか）、国際研究機関関係者、JICA 関係者、現地報道関係者など 30～40 名程度はいたものと思われ、その模様が現地テレビ（図 1.4-(3)）や新聞（図 1.4-(4)）でも放映されるなど、現地での関心は予想以上に高いものであった。



図 1.4-(3) ワークショップの様子を伝える現地テレビ放送

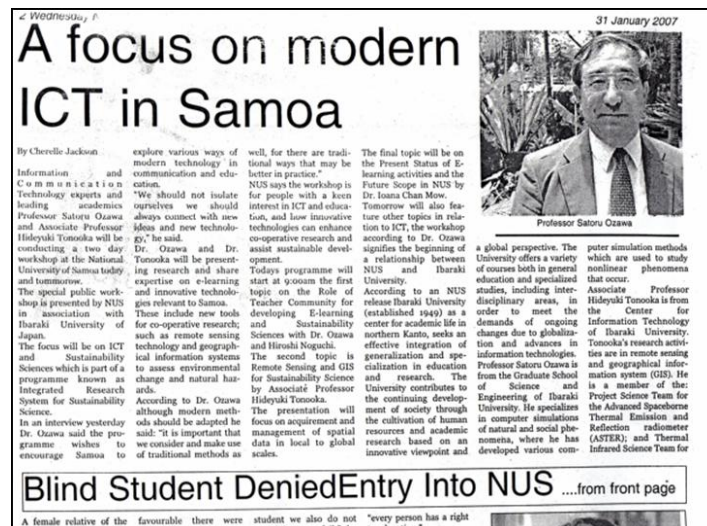


図 1.4-(4) ワークショップの開催を伝える現地新聞による報道

[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）

Ozawa, S., Minato A., Fuse, M., Suzuki, M., Noguchi, H. and Yonekura, T.: Improvement of University and Technical College Level Education by Means of Information and Communication Technologies, Proc. Intern. Sympo. Virtual University 2006, CD version.

綿引隆文、湊淳、小澤哲：エントロピー概念を用いたエネルギー環境教育の実践、物理教育、54-2、108-115.

石崎英司、湊淳、小澤哲：グラフィックス・コンピュータ・シミュレーションを活用した

社内教育及びセールスエンジニアのための E ラーニングコンテンツの開発、コンピュータ&エデュケーション、21, 88-94, (2006).

布施雅彦、鈴木三男、根本信行、小泉康一、小澤哲：ハイビジョン映像による授業ビデオのネット配信と e ラーニングシステムによる学習支援, 高専教育, 30, (2006).

3) その他の論文

なし

4) 口頭発表

サモア国立大学・茨城大学主催によるワークショップにて

Ozawa, S., Noguchi, H.: Role of Teacher's Community for developing E-learning and Sustainability Science

Tonooka, H.: Remote Sensing and GIS for Sustainability Science.

Ozawa, S., Noguchi, H.: How to Use Web-Authoring Tool, "Web Com" to Develop Multimedia Contents for E-learning and Sustainability Sciences.

Tonooka, H.: Demonstration of Kite Aerial Photography and the Environmental Photo Archive System.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

サモア国立大学・茨城大学共催によるワークショップ (A Special Public Workshop on ICT and Sustainability Sciences) 2007 年 1 月 31 日～2 月 1 日、於アピア（サモア）.

(3) マスコミ等への公表・報道等

本学及びサモア国立大学共催によるワークショップ (A Special Public Workshop on ICT and Sustainability Sciences) 2007 年 1 月 31 日～2 月 1 日、於アピア（サモア）の内容を現地のサモア国営テレビ及び新聞 (Newline, 2007.1.31) で紹介された。

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. 気候変動下での土地利用・農牧業システム 1

研究分担者 中川光弘、田附明夫、長澤淳、金澤卓弥
草野栄一(連合農学研究科)

[1] 課題の目的

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とともに砂漠化防止、植林、バイオマス利用など農村地域での適応技術と持続可能な土地利用・農牧業システムを検討する。

[2] 研究の概要

- (1) 砂漠化が進行しつつある中国内モンゴル草原における持続可能な土地利用・農牧業システムに関する研究

過放牧が主因となって砂漠化が進行している中国・内モンゴル草原において最近展開している竜頭企業の農村進出を契機に成立しつつある新しい農牧システムの経済効果及び環境効果について現地調査を実施した。

- (2) 中国北方地域における経済開発と環境保全に関する日中共同シンポジウム

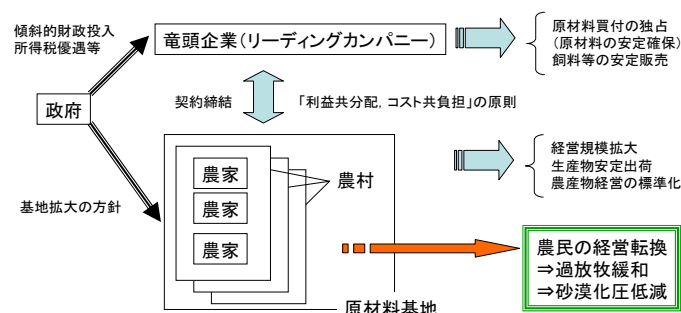
中国内蒙古自治区フフホト市で、「中国北方地域における経済開発と環境保全」をテーマに日中共同シンポジウムを開催し、この分野の情報交換を行った。

[3] 研究成果

- (1) 砂漠化が進行しつつある中国内モンゴル草原における持続可能な土地利用・農牧業システムに関する研究

中国内蒙古自治区では過放牧を主因とした草原の砂漠化を防止するために、牧畜農家の放牧を主体とする経営方式を竜頭企業と呼ばれる農産品加工企業との契約を通して変化させることが目指されている。このような竜頭企業と農民の関係は農業産業化経営と呼ばれる(図 2.1-(1)参照)。現地調査によると、農業産業化経営によって竜頭企業は原材料を安定的に確保することが可能になり、また農民は安定的な販路の確保と所得向上を実現したことが確認された。ただし、企業と農民との間の「利益共分配・コスト共負担」という理念が遵守されていないケースもしばしば見られ、経済的及び環境保全的視点から見て生産システムはまだ流動的であることを明らかにした。

農民の経営転換と農業産業化経営



資料：朝克図・草野・中川(2006)中国内蒙古自治区における龙头企业の展開にともなう農村経済の変容
—フフホト市における乳製品メーカーと酪農家の対応を事例として—, 開発学研究16(3), pp.55-62を参考に作成。

図 2.1-(1) 農民の経営転換と農業産業化経営

(2) 中国北方地域における経済開発と環境保全に関する日中共同シンポジウム

平成 18 年 8 月 25～27 日間、中国内蒙古自治区フフホト市昭君ホテル会議室で茨城大学・内蒙古財經学院共催の日中共同シンポジウム「中国北方地域における経済開発と環境保全」を開催した(図 2.1-(2))。参加者は約 180 名で、日本からは拓殖大学、京都大学、弘前大学、新潟大学、国士舘大学、龍谷大学が、中国からは内蒙古大学、内蒙古師範大学、内蒙古農業大学、中国国务院、中国林業部も参加した。茨城大学からは中川光弘、中村耕二郎、長澤淳、田附明夫、金澤卓弥が参加した。約 30 の個別報告が行われ、中国北方地域における農地の荒廃や草原の砂漠化、持続可能な地域開発手法などに関して、情報交換が行われた。今後の日中間のこの分野の研究協力についても議論が行われた。



図 2.1-(2) 日中共同シンポジウム参加者の集合写真

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 論文 (査読つき)

朝克図、草野、中川：中国内蒙古自治区における竜頭企業の展開にともなう農村経済の変容—フフホト市における乳製品メーカーと酪農家の対応を事例として— (開発学研究 16, pp. 55-62)

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

国際シンポジウムの開催

日中共同シンポジウム「中国北方地域における経済開発と環境保全」(中国内蒙古自治区フフホト市昭君ホテル、平成 18 年 8 月 25～27 日間)

2.2. 気候変動下での土地利用・農牧業システム 2

研究分担者 堀良通、山村靖夫

[1] 課題の目的

中国の内蒙古において、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。

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) 乾燥化及び人為的攪乱が植物群集に与える影響に関する研究成果

1) 乾燥化が植物群集に与える影響に関する研究成果

2006 年 7 月 31 日から 8 月 2 日において、中国内蒙古鄂爾多斯（オルドス）地域において塩集積の程度が異なる代表的な 3 地点（強度、中度、軽度）で調査を行った。調査地点の選定は鄂爾多斯市伊金霍洛旗阿勒騰席熱鎮伊金霍洛旗草原站の研究者の協力によった。3 地点の土壌浸出水の電気伝導率は 2.98 ± 2.44 mS/m（平均 $\pm$ SD、 $n=10$ ）、 0.47 ± 0.10 、 0.11 ± 0.04 であった。それぞれの地点で 50m のライン上に 50cm $\times$ 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 4 つの 25cm $\times$ 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。解析はべき乗則モデルを利用した。

結果を表 2.2-(1)に示す。調査全面積（25m²）内の出現総種数は強度塩集積化した *Suaeda glauca* + *Nitraria sibirica* 草地（以下強度塩集積化草地と呼ぶ）と中度塩集積化した *Suaeda glauca* + *Halerpestes ruthenica* 草地（中度塩集積化草地）の両者で少なく、軽度塩集積化した *Leymus chinensis* + *Achnatherum splendens* 草地（軽度塩集積化草地）で多かった。0.25m²

のコドラート当りの平均種数は強度塩集積化草地で著しく少なく、中度塩集積化草地で多かった。群集全体の空間的不均一性 δ_c は軽度塩集積化草地では著しく小さい値、強度・中度塩集積化草地の両者は大きい値をとった（0 より大きい値はランダムより高い不均一性、 $\delta_c=0$ のときランダム分布）。これは軽度塩集積化草地では 0.3 以下の低い δ_c 値をもつ種、あるいはランダム分布している種（ $\delta_c=0$ ）が多く、強度と中度塩集積化草地では 0.3 以上の高い δ_c 値、かつ中度塩集積化草地が大きい p 値をもつ種が多かったためであると考えられる。

表 2. 2-(1) 内蒙古鄂爾多斯市伊金霍洛旗の塩集積化強度が異なる 3 つの草地の種数及び空間的不均一性

	<i>Suaeda glauca</i> + <i>Nitraria sibirica</i> 強度塩集積化草地	<i>Suaeda glauca</i> + <i>Halerpestes ruthenica</i> 中 度塩集積化草地	<i>Leymus chinensis</i> + <i>Achnatherum splendens</i> 軽度塩集積化草地
総種数 (25m ²)	13	15	25
コドラート当りの種数 (/0.25m ²)	1.96±1.014	7.55±1.585	5.13±1.515
群集全体の空間的不均一性 (δ_c)	0.455	0.415	0.178

2) 人為的攪乱が植物群集に与える影響に関する研究成果

2006 年 8 月 4 日から 8 月 6 日において、中国内蒙古錫林和特（シリント）草原において人為的攪乱による草原退化の勾配にそった代表的な 3 地点で調査を行った。調査地点の選定は錫林郭勒盟賽汗塔拉鎮蘇尼特右旗草原站站長及び同草原站の研究者の協力によった。調査方法は塩集積地における調査方法と同じである。

結果を表 2.2-(2)に示す。調査全面積（25m²）内の出現総種数は強度放牧で草丈が低い *Convolvulus ammannii* 退化草原（以下強度放牧草原と呼ぶ）と軽度放牧で草丈が高い *Stipa breviflora* + *Cleistogenes squarrosa* 草原（軽度放牧草原）では同じ 24 種で、中度放牧で草丈が中程度の *Cleistogenes squarrosa* + *Allium Polyrrhizum* 草原（中度放牧草原）では 25 種で、放牧強度に対する変化はほとんどなかった。0.25m² のコドラート当りの平均種数は放牧強度にしたがって、減少する傾向が見られた。群集全体の空間的不均一性指数 δ_c は強度放牧の方が中度・軽度放牧より大きい値をとった。これは強度放牧草原の方が 0.3 以上の大きな δ 値をもつ種が、高い出現率 p を有することに依存すると考えられる。

表 2. 2-(2) 内蒙古錫林郭勒盟の放牧強度が異なる 3 つの草原の種数、空間的不均一性指数

	強度放牧	中度放牧	弱度放牧
	<i>Convolvulus ammannii</i> 退化草原(平均草丈 4.7 cm)	<i>Cleistogenes squarrosa</i> + <i>Allium Polyrrhizum</i> 草原 (平均草丈 7.9cm)	<i>Stipa breviflora</i> + <i>Cleistogenes squarrosa</i> 草原 (平均草丈 16.0cm)
総種数 (25m ²)	24	25	24
コドラート当りの種数 (/0.25m ²)	7.17±1.864	10.46±1.726	11.31±1.774
群集全体の空間的不均 一性 (δ_c)	0.277	0.229	0.234

(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

錫林和特草原の植物と綿羊などの生産量は図 2.2-(3)のような概念で表される。この概念を微分方程式で表現し、解析すれば、植物や綿羊の生長量を時々刻々予測でき、現実の環境変化に合わせて、放牧の制御が可能になる。すでに、いくつかの現実的な数値例が得られている。

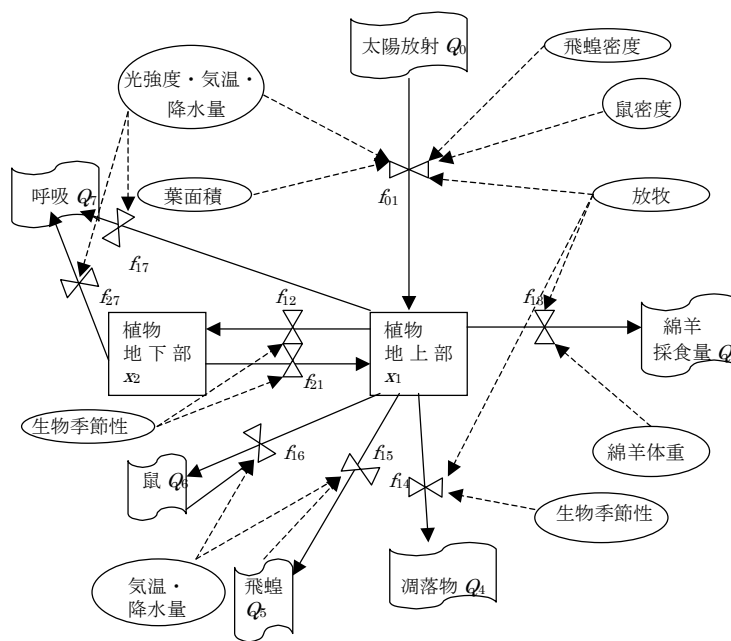


図 2.2-(3) 錫林和特草原のモデルの概念

注) 実線はエネルギー(または炭素)の流れ、点線は情報の流れを示している。◇は情報の流れがエネルギーの流れを制御(調節)している位置を、 f_{ij} は制御関数を示している。□はエネルギーが蓄積されている場所を、 x_i は蓄積されているエネルギー量を表している。また、☁はエネルギーのソースまたはシンクを示している。ここに、植物地上部重 x_1 と地下部重 x_2 の時間的変化は次の方程式で現されるとした (t は時間)。

$$\text{植物地上部: } \frac{dx_1}{dt} = f_{01}Q_0 - f_{21}x_2 - (f_{12} + f_{13} + f_{14} + f_{15} + f_{16} + f_{17})x_1$$

$$\text{植物地下部: } \frac{dx_2}{dt} = f_{12}x_1 - f_{21}x_2 - f_{27}x_2$$

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 論文 (査読つき)

Chen, J., D. Huang, M. Shiyomi, Y. Hori, Y. Yamamura, and Yiruhan: Spatial heterogeneity and diversity of vegetation at the landscape level in Inner Mongolia, China, with special reference to water resources. (in press, Landscape and Urban Planning, 2007).

2.3. 適応型栽培技術の開発

研究分担者 新田洋司、安西弘行、長谷川守文
藁科伸哉、篠木佑、中山智美、矢田堀洋子(以上、農学系研究科)

[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。

[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
ケーススタディの場としてインドネシアとマレーシアを選び、米生産の現状と課題の現地調査を行い、イネ品種選択に関する地域社会及び地域環境の要因を明らかにする。また、ヤシ科作物のなかでサゴヤシに着目し、インドネシア及びマレーシアでの現地生態調査と試料採取を行い、組織学的に分析してデンプン生産性を解明する。
- (2) 植物での安定した遺伝子発現に関する研究
本研究では動物由来のユニインスレーターを1つあるいは2つ含み、また、その挿入方向の異なる様々な植物導入用プラスミドを作成する。これらのコンストラクトをアグロ感染法によりイネに導入し、複数のレポーター遺伝子によりその効果と機能を詳細に解明する。
- (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イネ植物体内での代謝および“いもち病菌”による代謝を解明する。
- (4) 「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウムー環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦ー」の開催（「土壌・水系物質循環保全」研究チームと合同開催）
アジアでの持続的農業の推進に向けて、日本とインドネシアでの栽培技術に関する取組状況について情報交換と現地調査を行い、今後の研究のあり方、共同研究の方向性を討議する。

[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
インドネシアにおける米生産の現状と課題を、従前より灌漑設備が整い収量性が高いバリ州を例にとり、現地調査（2006年9～12月）を行って検討した（図2.3-(1)）。その結果、

バリ州で栽培されている水稻品種は、IRRI で育成され高収量性を示す IR64 および IR 系統が、栽培面積の 80%を占めていた。ついでハイブリッド品種（10%）、在来品種（4%）であった。在来品種の一部はジャワ型であり、収量は必ずしも高くはないが、食味が良いばかりではなく、バリ州で多数を占めるヒンドゥー教の行事には不可欠であることが判明した。また、このような品種選択の傾向は、気候変動が顕著になった近年になっても大きく変わらなかった。したがって、バリ州では、高収量性を目指す一方で、社会的・宗教的な理由から水稻品種が選択されて、伝統的に栽培されていることが明らかになった。また、バリ州では標高の高低差が大きく、品種選択の大きな要因であることもわかった。このように、収量性が高いバリ州における稲作は、IR 系統の導入で高収量性を目指す一方、社会的・宗教的な要因や標高の高低差などから、在来品種などが伝統的に選択されていることが明らかになった。このようなバリ州における品種の多様性は遺伝子資源としても注目される。



図 2.3-(1) インドネシア・バリ州での水田風景

サゴヤシは茎に多量のデンプンを蓄積するヤシ科の単子葉作物である。多量の肥料を必要とせず、pH が低い土壌（pH2 程度まで）でも生育が可能であることから、熱帯に広がる未利用の泥炭土壌での栽培が可能なデンプン資源作物であると期待されている。本年度はインドネシアおよびマレーシアで現地調査を行い、試料を採取して生態学的・形態学的調査を行った（図 2.3-(2)）。

まず、マレーシアの現地調査（2006 年 9 月、12 月）の結果は以下のとおりである。サゴヤシは単子葉植物であるため 2 次肥大生長を行う形成層を持たない。しかしながら、地上 10m 以上、直径 50cm ほどの頑強な茎を有している。茎の内部形態を観察した結果、茎内には大きな細胞間隙が形成され、それを取り囲む細胞が“蜂の巣状”となって茎組織を強化させていることが判明した（図 2.3-(3)）。また、細胞間隙は茎の生長点近傍において形成され、生長点から基部側に向かって拡大することもわかった。一方、デンプンが蓄積するアミロプラストの大きさは茎の基部側ほど大きく、細胞間隙の大きさとの関係も示唆された。近年、サゴヤシ生育地では雨期開始時期の遅延と極端な雨量の減少が認められている。

このような気候変動下において、デンプン生産性の高い肥培管理・栽培制御技術や、変種、幹立ち後年数などについても検討する必要がある。



図 2.3-(2) マレーシア・ムカの農園でのサゴヤシ栽培の様子

サゴヤシの起源地の 1 つと考えられているインドネシア国パプア州において、ジャヤブラ近郊スタニ湖畔で生育する 6 変種（抽だい期から花芽形成期まで）のサゴヤシについて、2005 年 9 月に採取した試料を用いて、茎におけるデンプンの蓄積の様相等を走査電子顕微鏡（SEM）で観察して形態学的特徴を検討した（図 2.3-(4)）。まず、茎基部から 180～270cm の部分を調査した。デンプン含有率は、アミロプラストの長径および単位横断面積当たりのアミロプラスト数との間に有意な相関関係は認められなかった。また、アミロプラストの長径と単位横断面積当たりのアミロプラスト数との間にも有意な相関関係は認められなかった。しかしながら、これらの相関係数は比較的高く、とくにデンプン含有率が高い変種では、アミロプラストの長径および単位横断面積当たりのアミロプラスト数が多い傾向があるものと判断された。したがって、デンプン含有率の高い変種や茎部分では、プラスチックドーアミロプラスト系の分離・分割が盛んに行われ、アミロプラストにおけるデンプン蓄積量も多いことが示唆された。そして、デンプン含有率が高かった Para Hongleu や Rondo はアミロプラストの長径が長く、柔組織の単位横断面積当たりのアミロプラスト数も多いことが、逆にデンプン含有率が低かった Para Waliha などはアミロプラストの長径が短く、柔組織の単位横断面積当たりのアミロプラスト数も少ないことが明らかになった。以上のように、スタニ湖畔で生育するサゴヤシ 6 変種には、アミロプラストの大きさや数に差異が認められた。また、デンプン含有率の高い変種や茎部分では、プラスチックドーアミロプラスト系の分離・分割が盛んであり、アミロプラストにおけるデンプン蓄積量も多いことが示唆された。

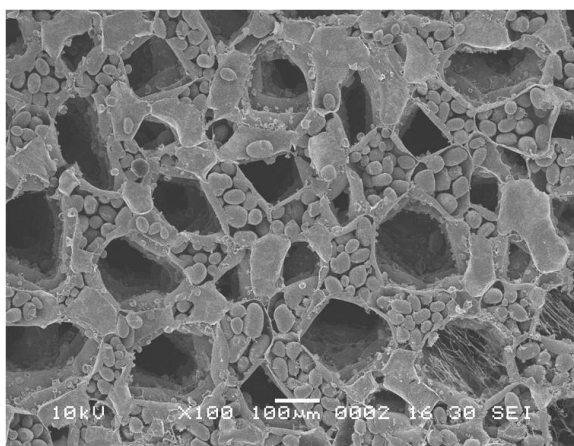


図 2.3-(3) サゴヤシにおける“蜂の巣状”の茎組織（走査電子顕微鏡写真）

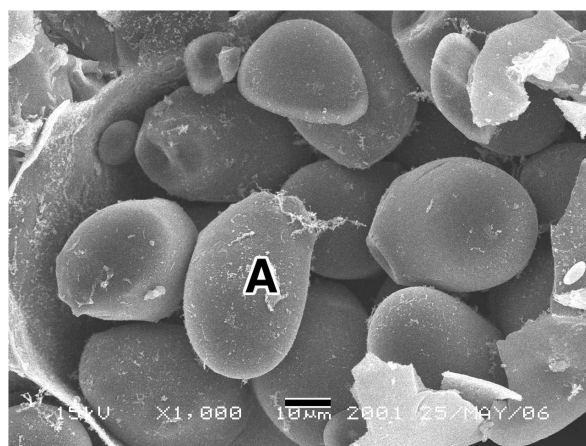


図 2.3-(4) サゴヤシの細胞のアミロプラスト（デンプン粒）（走査電子顕微鏡写真）

つぎに、茎基部から 0～90cm、180～270cm、360～450cm の部分（以下、「基部、中部、頂部」と呼んだ）を供試し、アミロプラストの発達および増殖の様相を品種間比較において検討した。デンプン含有率は、基部では 55.5～69.9%の間で、中部では 57.3～75.4%の間で、頂部では 56.1～71.0%の間で、それぞれ変種間差が認められた。アミロプラストの長径は基部では 29.4～35.1 μm の間で、中部では 27.7～38.7 μm の間で、頂部では 22.5～29.5 μm の間で、同短径は基部では 23.3～28.5 μm の間で、中部では 20.0～29.9 μm の間で、頂部では 17.9～25.6 μm の間で、それぞれ変種間差が認められた。すなわち、アミロプラストは頂部では小さく、基部と中部では大きい傾向が認められた。単位横断面積当たりのアミロプラストの数は、基部では 182.6～524.0 の間で、中部では 184.4～262.4 の間で、頂部では 486.6～857.8 の間で、それぞれ変種間差が認められた。中部と頂部ではいずれの変種においても楕円型のアミロプラストが多かったが、基部ではアミロプラストが分離・分割したことによって、楕円型のものは少なくなっていた。そのため、中部と頂部のアミロプラストの長径と短径の間には、有意な正の相関関係が認められたが、基部のアミロプラストでは認められなかった。各部位のデンプン含有率は、同部位のアミロプラストの長径との間に有意な相関関係は認められなかった。しかし、中部でアミロプラストの短径とデンプン含有率との間に有意な正の相関関係が認められた。このことから、同部位のアミロプラストの短径との間に有意な正の相関関係が認められた同長径は、中部のデンプン含有率との間に、相関関係があるのではないかと考えられた。このことから、頂部から中部にかけては、アミロプラストの長径・短径がともに長くなることによってデンプン含有率が高くなることが考えられた。柔組織の単位横断面積当たりのアミロプラストの数とデンプン含有率との相関図では、相関係数は中部、頂部では低かったが、基部では有意な相関関係が認められた。このことから、中部から基部にかけてはアミロプラストの分離・分割が盛んに行われ、その数が増えることによって、デンプン含有率が高くなることが示唆された。以上の結果から、サゴヤシのアミロプラストの発達および分離・分割は頂部よりも基部で盛んであることが、そして、基部ではアミロプラストの分離・分割が盛んな場合デンプン含有率が高いことが示唆された。さらに、アミロプラストの発達および分離・分割の

程度が、デンプン収量の変種間差異、部位間差異に大きく影響することが考えられた。

(2) 植物での安定した遺伝子発現に関する研究成果

図 2.3-(5)に示すようなコントロール用の pCAMBIA1390-sGFP を作成し、このレポーターである GFP 遺伝子の上下流にインスレーターを 1 つないし 2 つ含む 8 種のプラスミドを作成できた。これらをアグロバクテリウムに導入の後、イネ品種日本晴の形質転換を精力的に進め多数の組換えイネが得られつつある。今後、GFP の発現をカルス、植物体（特に葉）について定量予定である。

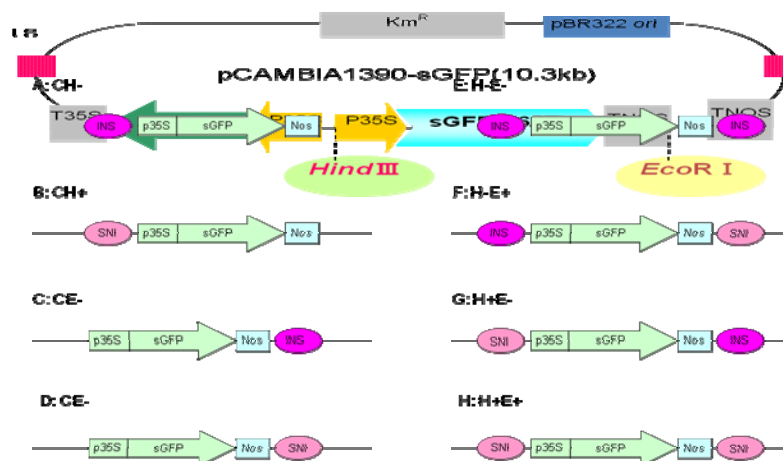


図 2.3-(5) pCAMBIA1390-sGFP プラスミドの遺伝子構造

(3) 減農薬栽培システムに関する研究

イネのフラボノイド系ファイトアレキシンであるサクラネチンの重水素標識体を調製し、そのイネ体内での代謝について質量分析計を用いて調べたところ、サクラネチンがゲンクワニンへと代謝されていることが確認された(図 2.3-(6))。ゲンクワニンはサクラネチンとは違い全くいもち病菌に対して抗菌活性を持たず、それ自身はファイトアレキシンではなくサクラネチンの代謝産物であった。減農薬栽培に適した作物の育種方針として、ファイトアレキシンの生産性を高めるということも考えられているが、そのためには生合成活性を高めるだけでなく、このような代謝分解経路の抑制という方向性も必要あるいは有効であるということが示唆された。また、大変興味深いことにサクラネチンをゲンクワニンに代謝して無毒化する能力をイネの病原菌である“いもち病菌”が有することも明らかになった。“いもち病菌”はイネに感染する能力を進化によって獲得してきたと考えられ、その能力の一つとしてファイトアレキシンの解毒能力も持つようになったのではないかと推定される。

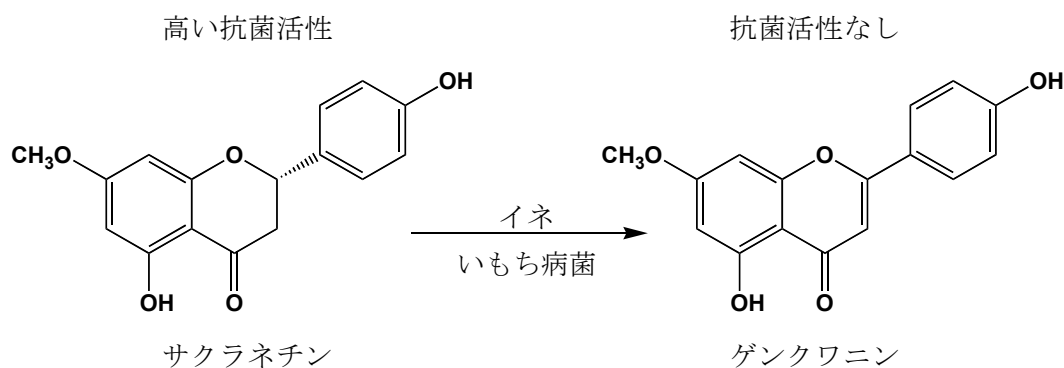


図 2.3-(6) サクラネチンからゲンクワニンへの代謝

(4) 「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウムー環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦ー」の開催

標記シンポジウムを 2006 年 9 月 18～21 日にインドネシア・ボゴール農科大学(Institut Pertanian Bogor、IPB)で開催した(図 2.3-(7))。参加者総数は約 70 名であり、茨城大学側からは、ICAS の「気候変動適応型農業開発部門」に係わる教員 8 名と関連する研究を行っている学生 9 名(修士課程学生と学部 4 年生)が参加した。インドネシア側からは、IPB を中心に他大学と国立研究所からの参加者があった。シンポジウムは、4 つの学術セッション、研究所でのミーティング、ボゴール市近郊での有機栽培農地の野外調査から構成され、さらに今後の共同研究に関する会議も行われた。

第 1 日目は、IPB 副学長、Asep Saefuddin 博士による開会挨拶、「環境問題の解決に向けて、微生物の代謝ポテンシャルを探る」と題した基調講演(茨城大学、太田寛行)から始まり、セッション 1「農業と環境問題におけるバイオテクノロジーの挑戦」(4 演題)、セッション 2「環境問題における土壌と水の管理をめぐって」(4 演題)、セッション 3「環境教育としての農業」(3 演題)の講演が行われた。第 2 日目は、セッション 4「持続的農業に向けた栽培技術」(4 演題)、共同研究に関する会議、IPB 内の研究所と附属農場の見学があった。また、2 日間にわたって、IPB 及び周辺教育研究機関と 15 題のポスター発表も行われた。第 3 日目は、ボゴール市内にある国立研究所(土壌研究センター、遺伝子・バイオテクノロジー研究センター、医用植物研究センター、農業気象学・水文学研究所)を訪問して研究情報の交換を行った。第 4 日目には、バンドゥン市近郊のチアンジュール町にある、財団経営の有機栽培農場および個人経営の有機栽培水田を訪ね、栽培管理状況の聞き込み調査を行った。



図 2.3-(7) アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウム参加者の集合写真

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) その他の論文

Nitta, Y. and T. Matsuda: Japan has chosen high-palatability and quality rice production than high-yielding □ some characteristics of high-palatability and quality rice (Proceeding of International Symposium on Sustainable Agriculture in Asia: Challenges for Agricultural Sciences on Environmental Problems under Global Changes, pp. 56-61, Office of International Programs, Bogor Agricultural University, 2006, ISBN 979-15338).

Anzai, H.: Production of lactoferrin in transgenic plants (Proceeding of International Symposium on Sustainable Agriculture in Asia: Challenges for Agricultural Sciences on Environmental Problems under Global Changes, pp. 12-17, Office of International Programs, Bogor Agricultural University, 2006, ISBN 979-15338).

2) 口頭発表

加藤恵、角康一郎、清水力、安西弘行：イネ MADS-box 遺伝子を導入した形質転換植物の解析（日本育種学会, 2007 年 3 月 30 日）。

新田洋司、水間宗、松田智明、山本由徳、吉田徹志、宮崎彰：インドネシア国パプア州ジャヤプラ近郊スンタニ湖畔に生育するサゴヤシの茎におけるデンプン蓄積様相の変種間差異－電子顕微鏡観察－（サゴヤシ学会第 15 回講演会要旨集, 17-19, 2006）。

新田洋司、中山智美、松田智明：サゴヤシ茎における細胞間隙の形成の様相－電子顕微鏡観察－（サゴヤシ学会第 15 回講演会要旨集, 21-24, 2006）。

Warashina, S., Y. Nitta, T. Matsuda, T. Nakayama and Y. Sasaki: Formation portion of intercellular spaces and feature of starch accumulation in sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.)(Japanese Journal of Crop Science **76**, 356-357, 2007).

Nakayama, T., Y. Nitta and T. Matsuda: Structure and function of intercellular spaces of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.)(Japanese Journal of Crop Science **76**, 358-359, 2007).

Mizuma, S., Y. Nitta, T. Matsuda, Y. Yamamoto, T. Yoshida and A. Miyazaki: Starch

accumulation of sago palm grown around lake Sentani, near Jayapura of the Papua province, Indonesia (Japanese Journal of Crop Science **76**, 360-361, 2007).

Sasaki, Y., Y. Nitta, T. Matsuda, Dewa Ngurah Suprpta, G. N. Alit-Susanta Wirya, I Ketut Sumiartha and I Putu Sudiarta: Present situation of rice production in Indonesia. -Bali as a case of high yielding- (Japanese Journal of Crop Science **76**, 368-369, 2007).

2.4. 土壌・水系物質循環保全

研究分担者 小松崎将一、加藤亮、佐藤嘉則

梅津昌史、鶴田和人(以上、農学研究科)、牟英輝、昭日格図(以上、連合農学研究科)

鈴木光太郎、楠本理香(以上、農学研究科)、大木葉ちはる、久保田舞、劉遠(農学部)

兒島建(農学研究科)、服部雄太、杉下新(以上、農学部)

[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農地土壌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気候変動適応型農地土壌保全システムに関する研究

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。また、畑地からの温室効果ガス（亜酸化窒素）発生に関わる主要な土壌微生物を解明し、亜酸化窒素発生を制御する土壌管理技術を開発する。

(2) 水系における農地からの窒素負荷流出に関する研究

モンスーンアジア農業の特徴である稲作地帯について、水系の窒素循環の実態調査、農地からの窒素負荷の流出量の測定を行い、水質流出モデルを利用した汚濁負荷流出の将来予測、特に、気象条件等の水循環の変化と汚濁負荷の変動について研究する。

(3) 「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウムー環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦ー」の開催（「適応型栽培技術の開発」研究チームと合同開催）

アジアでの持続的農業の推進に向けて、日本とインドネシアでの窒素循環に関わる土壌・水系管理技術について情報交換と現地調査を行い、今後の研究のあり方、共同研究の方向性を討議する。

[3] 研究成果

(1) カバークロップを活用した気候変動適応型農地土壌保全システムに関する研究

1) カバークロップを活用した土壌保全システム

農法と土壌有機物およびそれに関与する土壌微生物の動態は、耕地土壌生態系における炭素吸収源としての機能、温室効果ガス排出とのトレードオフ関係、および耕地生産の持続性に深く関わっている。また、農業生産の持続性確保に向けて、土壌有機物増加を増加させることは、二酸化炭素の吸収源のほかに、投入施肥量削減、長期的な収量の安定などの効果があり、ますます注目されるものと考えられる。しかしながら、現状での土壌管理手法の多くが有機物投入を促す事項が多く、積極的に土壌養分を回収・ストックする機能への関心は高くない。本研究では、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目的として、異なる耕うん方法とカバークロップを利用する長期輪作圃場を設定し、農法と窒素および炭素の動態について詳細に検討した。そ

の結果、カバークロップの利用は、土壌の炭素収支を改善し、耕地内の余剰窒素を回収・再利用すると同時に、作物収量を維持向上させることが認められた。一方で、カバークロップ残渣の供給に伴う亜酸化窒素の放出の増加が認められ、これらの温暖化ガス排出抑制技術を組み合わせることの必要性を明らかにした。

これらの研究成果について、日本農作業学会、日本微生物生態学会、農業機械学会、アメリカ農学会において講演発表を行った。本研究課題は、平成 19 年度日本農作業学会学術賞を受賞した。また、本研究の一部は、独立行政法人国際協力機構（JICA）による「農漁村開発分野での途上国における有用技術集」として取り上げられ、国際協力関係者に広く公表された。

2) 亜酸化窒素発生を制御する土壌管理技術

カバークロップ残渣の供給に伴う亜酸化窒素の放出の増加の原因を明らかにするために、オカボ輪作体系試験圃場（茨城大学農学部附属農場）の土壌について、亜酸化窒素発生活性を有する土壌微生物の分離と同定を行った。亜酸化窒素は、微生物の硝化と脱窒反応のそれぞれの過程から生成することが知られているので、培養容器の気相に異なる濃度のアセチレン（硝化阻害は 10 Pa、脱窒阻害は 10 kPa）を加えて、両者を選択的に測定した。また、糸状菌と細菌による亜酸化窒素生成の寄与率を調べるために、糸状菌阻害剤としてシクロヘキシミド（15 mg/g 乾土）を細菌阻害剤としてストレプトマイシン（10 mg/g 乾土）、テトラサイクリン（10 mg/g 乾土）を土壌に添加処理した。なお、すべての実験は、121 ml 容のバイアル瓶に土壌を 5 g 加えて密閉した条件で行い、30℃で 10 日間の培養から亜酸化窒素の生成速度を算出した。

無処理土壌と滅菌土壌との比較から、オカボ輪作体系試験場の土壌から生成する亜酸化窒素の 98 %は微生物活動に由来することが示唆された。アセチレンを用いた脱窒と硝化の阻害試験から、土壌の水分量が最大容水量の 57 %のとき亜酸化窒素の生成量で脱窒由来が 62 %、硝化由来が 38 %であった。また、最大容水量の 71 %のとき脱窒由来が 77 %、硝化由来が 23 %であった。硝化由来の亜酸化窒素生成量は土壌の水分含量の影響を受けたが、脱窒の場合では受けなかった。これは、水分含量の増加に伴って全脱窒量が増大するが、亜酸化窒素還元酵素活性も高くなるため見かけの亜酸化窒素生成量が変化しないためと考えられた（図 2.4-(1)）。また、シクロヘキシミド処理した土壌は、ストレプトマイシンとテトラサイクリン処理した土壌より亜酸化窒素の生成が抑えられたことから、供試土壌では糸状菌が亜酸化窒素の生成に深く関与していることが示唆された。さらに、土壌から糸状菌を分離して、亜酸化窒素生成を有する菌株を同定した結果、その多くは *Mortierella* 属の糸状菌であった。

以上の結果より、亜酸化窒素発生は、主に土壌微生物の脱窒反応の副産物として生じること、全脱窒量（窒素ガス生成量）のなかで占める亜酸化窒素ガスの割合はそれほど高くないが、土壌の水分含量の上昇にともない、亜酸化窒素ガス発生量も高くなることが明らかになった。

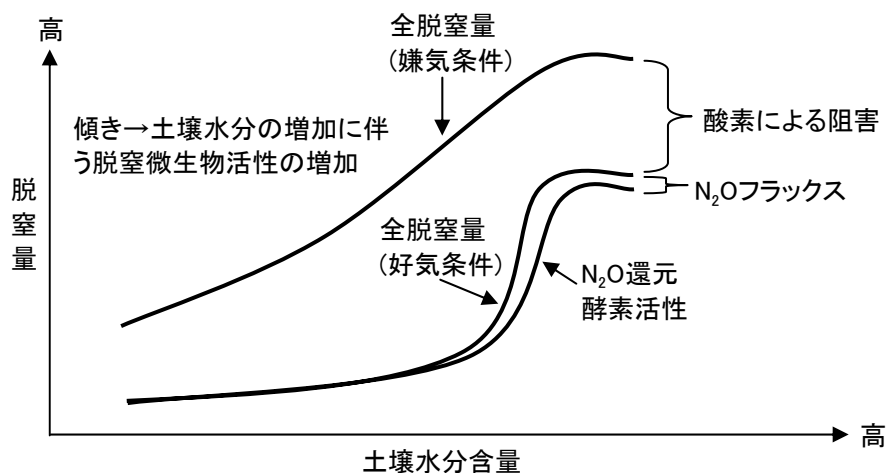


図 2.4-(1) 土壌水分含量と脱窒活性の関係

(2) 水系における農地からの窒素負荷流出に関する研究

1) 霞ヶ浦における事例

水系の窒素負荷の実態調査のため、霞ヶ浦流域河川における水質調査、および汚濁負荷量の調査を行った。特に、畜産地帯から流出する窒素負荷が農業排水路および河川にどの程度影響を及ぼすかについて検討を行った。調査は、現地に自動採水器や雨量計、水位計から構成されるモニタリングステーションを設置し、定期的にデータを回収することで連続的に1年間の長期間にわたってデータを取得した(図2.4(2))。解析したデータから畜産の素掘り貯留池跡からの窒素流出があることが認められ、畜産糞尿の処理が問題であることが示された。特に、素掘り貯留池による蓄積された窒素負荷の影響が大きいことも示され、その蓄積量が今後も継続的に排水に影響を与えることが示唆された。

また、畜産排水は農業排水路の水質に多大な影響を与えており、自然浄化能以上の窒素負荷が流出しており、農業排水路に接続する河川への影響も少なからず見られた。ただし、この農業排水は対象地区でため池、ポンプを利用して循環的に利用されており、河川への影響を若干は緩和していた。このことは、灌漑農業の多面性の一つを示しており、水・物質循環における灌漑農業の役割の複雑さを示す結果ともなった。



図 2.4-(2) 霞ヶ浦農業排水路における測定風景

2) 開発途上国における事例

流域における水系の窒素負荷の、汚濁源から河口までどの程度の割合で流出しているのかを示す流達率について現地調査とモデル解析から検討を試みた。開発途上国であるインドネシアおよびラオスでの水質測定および流量観測データと GIS による水路網、土地利用データ、人口データ等のオーバーレイにより、流域内の宅地や農地における窒素の発生負荷量を推定する手法を開発した。また、この発生負荷量に河川の流下距離を変数とする流達関数を開発し、宅地や農地からの流達負荷を求めた（図 2.4-(3)）。結果として、開発途上国における下水道整備の遅れや、モンスーンアジア特有の降雨量の多さによる肥料の流出の影響を評価することが可能となった。また、システムダイナミクスモデルにより、宅地や農地の増減、人口の増減についても予測する手法を開発し、上記の流達モデルと組み合わせることで、流域の汚濁負荷の流出について将来予測を行った。この将来予測に基づき人口の増加による汚濁負荷の増加等について検討を試み、対策案の効果について検討した。

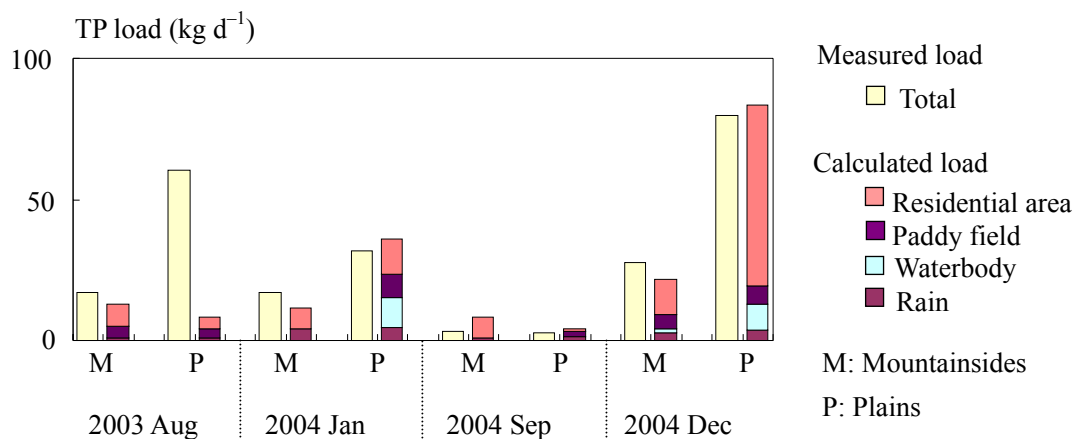


図 2.4-(3) 流達モデルによる排水河川のリン負荷のシミュレーション結果

- (3) 「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウムー環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦ー」の開催

2.3 節の「適応型栽培技術の開発」で記載した。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

小松崎将一：カバークロップを組み込んだ持続的農業システムの構築（独立行政法人農業・食品産業技術研究機構編, カバ-クロップ研究, pp. 6-9, 2007）。

2) 論文（査読つき）

牟英輝、小松崎将一、森泉昭治、辜松、荒城雅昭、荒木肇、平田聡之：オカボ栽培でのカバークロップの利用と耕うん方法が土壌物理性に及ぼす影響（農作業研究, **42**, 11-20, 2007）。

小松崎将一、甲斐良輝、中村豊：カバークロップの飼料栄養価（農作業研究, **42**, 印刷中, 2007）.

Komatsuzaki, M.: New weed management strategy using subterranean clover reseeded under different tillage systems: Numerical experiments with the subterranean clover-tillage dynamics model (Weed Biology and Management, **7**, 3-13, 2007).

Komatsuzaki, M., Ohata, H.: Soil management practices for sustainable agro-ecosystems (Sustainability Science, **2**, 103-120, 2007).

Kato, T. and M. Shimura: Impact of earthen waste storage on nitrate concentration of surface water (Paddy and Water Environment **5**, in press, 2007).

Matsuno, Y. K. Nakamura, T. Masumoto, H. Matsui, T. Kato and Y. Sato: Prospects for multifunctionality of paddy rice cultivation in Japan and other countries in monsoon Asia (Paddy and Water Environment **4**, 189-197, 2006) .

平野真弓、黒田久雄、加藤亮、中曽根英雄：光条件が湛水土壌の窒素除去能力に与える影響（農業土木学会論文集 **245**, 31-38, 2006).

加藤亮、石島智恵、黒田久雄、中曽根英雄、桐 博英：畜産排泄物規制前後の栄養塩の流出特性（水環境学会誌 **29**, 687-692, 2006).

山本富久、中曽根英雄、黒田久雄、加藤亮：茶園流域における農業用ため池の水質特性（水環境学会誌 **29**, 561-564, 2006).

加藤亮、鹿崎隆広、黒田久雄、中曽根英雄：自然流下型実験圃場の窒素除去（農業土木学会論文集 **244**, 257-262, 2006).

山本富久、中曽根英雄、黒田久雄、加藤亮：降雨時における集団茶園流域の河川水質と流出負荷特性（水環境学会誌 **29**, 415-421, 2006).

Kato T., H. Kuroda and H. Nakasone: A distributed water quality tank model for nitrogen load reduction by artificial wetlands (Journal of Water and Environment Technology **3**, 235-242, 2006).

Kuroda H., T. Kato and H. Nakasone: The nitrate nitrogen pollution and the nitrogen removal used by paddy field in agricultural area (Journal of Water and Environment Technology **3**, 165-168, 2006).

山本富久、中曽根英雄、黒田久雄、加藤亮：茶園-ため池-水田-水路系の連鎖による窒素除去の推定（水環境学会誌 **29**, 15-20, 2006).

3) 口頭発表

牟英輝、小松崎将一、森泉昭治、坂井翔、荒木肇、平田聡之：カバークロップと耕うんシステムが土壌窒素動態に及ぼす影響（農作業研究, 41 別 1, 143-144, 2006）.

昭日格図、小松崎将一、太田寛行、諏訪裕一、山岸昂夫：カバークロップと耕うん方法が土壌微生物相および N_2O フラックスに及ぼす影響（農作業研究, 41 別 1, 145-146, 2006）.

楠本理香、小松崎将一、山口彩子、荒城雅昭：異なる耕うん方法とカバークロップの利用が土壌生物相に与える影響（農作業研究, 41 別 1, 147-148, 2006）.

堂本晶子、梶川吉美、松村昭治、小松崎将一、岡崎正規：緑肥導入による圃場養分収

- 支の改善－緑肥作物の特性および後作コマツナへの影響（農作業研究, 41 別 1, 149-150, 2006）.
- 鈴木光太郎、小松崎将一：カバークロップ利用による土壌風食防止効果（農作業研究, 41 別 1, 151-152, 2006）.
- Komatsuzaki, M., Y. Mu, Zhaorui Getu, R. Kusumoto, H. Ohta, M. Araki, H. Araki, S. Hirata : Interaction between Winter Cover Crop and Tillage System Effects on Soil Organic Carbon and Soil Biological Diversities (The ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings, Indianapolis, 2006) .
- 牟英輝、小松崎将一、清水浩、森泉昭治、荒木肇、平田聡之：耕地生態系のサステイナビリティ向上のための農作業システムに関する研究（農業環境工学関連学会 2006 合同大会, P1302）.
- 王金武、牟英輝、森泉昭治：中国東北部における農業機械化の現状（農作業研究, 42 別 1, 103-104, 2007）.
- 牟英輝、小松崎将一、森泉昭治、劉遠、荒木肇、平田聡之：耕うん方法とカバークロップの利用が CO₂ フラックスとオカゴ収量に及ぼす影響（農作業研究, 42 別 1, 45-46, 2007）.
- 昭日格図、小松崎将一、太田寛行：カバークロップと耕うん方法が N₂O フラックスに及ぼす影響（農作業研究, 42 別 1, 47-48, 2007）.
- 佐藤嘉則、梅津昌史、鶴田和人、成澤才彦、小松崎将一、太田寛行：畑地土壌における亜酸化窒素の生成に係る微生物群の分析（日本微生物生態学会第 22 回大会, 2006）.
- Sato, Y., M. Umezu, K. Tsuruta, K. Narisawa, M. Komatsuzaki and H. Ohta: Microbial processes of nitrous oxide emission from agricultural field soils (International Symposium on Sustainable Agriculture in Asia: Challenges for Agricultural Sciences on Environmental Problems under Global Changes, 2006).
- (2) マスコミ等への公表・報道等
- 「水戸で農業推進大会 生産者と消費者 連携テーマに討論」（茨城新聞 2007 年 2 月 3 日）.

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. 環境変動への適応計画と適応政策

3.1.1. ベトナム・フエにおける洪水頻発地域の生活世界

研究分担者 伊藤哲司
加藤美穂(人文科学研究科)

[1] 課題の目的

ベトナム社会主義共和国の中部は、台風等の影響を受けることが従来から多く、たびたび水害が起きている。近年では、1999年11月に古都フエのフオン川が溢れ、犠牲者が350人を越す大惨事となった。それにもかかわらず、フオン川の流域には堤防等は築かれてはおらず、洪水頻発地域に多くの人が居住し、かつ水上生活を営む人々も少なくない。なぜ人々がそのような生活を維持し続けているのか。その理解のために、人々の居住地域に出向きインタビューを試みることによって、社会心理学的な視点から人々の生活世界を描き出すことを試みた。

[2] 研究の概要

調査はすべてフエ外務部の協力を得て行った。そのために調査の自由度が狭まるということは基本的になかった。外務部から派遣してもらった通訳兼ガイドの30歳代の男性——実は筆者の友人でもある——の案内で、フエのドンバ市場近くの水上生活者たちのボートを訪問し、また王宮がある旧市街側の地域を歩いて、そこで出会えた人たちにその場で了解を得て、通訳を介して話を聞いていくという作業を繰り返した。同時に、生活の場であるボートや家の中の様子の観察も行った。

[3] 研究成果



図3.1-(1) 水上生活者の家族



図3.1-(2) フエ旧市街側の洪水頻発地域

水上生活者たちは、ひとつの小さなボートに数人の家族と一緒に生活をしているケースが多く、2人までというベトナムにおける産授制限は実質的には無視されており、数人の子どもがいることが多い。学齢期の子どもたちで学校に行けているケースと、行けていないケースの両方があり、学校に行けないのは主に経済的な理由によるものであった。タニシ取りや川底の砂取りなどを生業としているケースが多い親たち自身が学校にかつて行けず、読み書きができないということが少なくない。親たちは、自分の子どもたちには陸地で生活することを望み、しかしそれが叶えられるかどうかの見通しがなかなか立たない様子が窺えた。それでも陸地の家々から電気をもらい

受け、テレビが据えられていることが多く、かつてに比べれば生活は“豊か”になっているようであった。

一方、洪水頻発地域の陸地で生活している人たちは、年に何度か水が溢れてくるということを当然のように捉えており、それが畑の土を豊かにすることをよしとして生活していることが窺えた。1999年の大洪水のような被害は困るが、むしろ洪水がまったくないほうが畑にとっては困るようで、簡素な家々も、水につかっても壊れないくらいの頑丈さにはしたいと話している人もいた。転居の自由が実質的に乏しいということもあるようだが、高台に引っ越しをしたいという様子はみられなかった。ただし、排水設備などが欠けている地域があり、それを自分たちの手で何とかしようという努力をしていないように見えることが気にかかった。

[4] 発表およびアウトリーチ

該当の成果発表はまだない。

3.1.2. 津波太郎と呼ばれた町の現状から適応策を再考する

研究分担者 大辻永

[1] 課題の目的

『サステナ』4号（茨城大学責任編集）において、安政時の和歌山県広川村を舞台にした、濱口梧陵による村民救助と村の適応策（堤防建設）、その後の逸話（稲むらの火）の誕生が取り上げられる。その取材の中で、逸話に描写されたものが、実は安政期に実際に和歌山に起こった津波の状況ではなく、逸話が創られる引き金となった明治三陸地震の状況であったことなどを、地元有力者が強調されていた。また、その地震・津波の教訓を次世代に残す適応策として、平成18年度、「津波かるた」を作成した小学校が岩手県宮古市にあることを知った。

そこで、明治三陸地震とその適応策がどのようなものであったのか、どのように語り継がれているか、小学校の「津波かるた」はどのようなものかなど、状況と適応策を調査した。

[2] 研究の概要

岩手県宮古市田老を訪問し、

- （１）町を取り囲むようにして町を津波から守っている津波堤（地元では「防浪堤」と呼ぶ）を見学した。
- （２）「津波防災ガルタ」を新しく作成した小学校（宮古市立田老第一小学校）を訪問、インタビューし、作成の経緯やねらい、使用の実態などを調査した。
- （３）合併前の地方自治体が発行した資料を収集。また、町の古老にインタビューし資料を収集した。

[3] 研究成果



図3.1-(3) 宮古市田老の防浪堤



図3.1-(4) 田老第一小学校の津波防災がらた

宮古市田老は、明治三陸地震だけでなく、昭和三陸地震でも壊滅的な打撃を受けた。「津波太郎」と呼ばれ、一時、廃村、集団移民も一案として挙がった。結局、町を取り囲むような巨大堤防が建設された。三陸鉄道では、田老駅のアナウンスが特別に車中に流れ、「日本一の防浪堤に守られた田老」と紹介される。しかし、適応策は防浪堤建設だけではなかった。避難しやすい方向に道の向きを揃えた上に、辻の角を切ることにより、一刻を争う避難時の滞りをなくすよう工夫された。ハード面のみではない。子どもの通学経路は、高台に上がった後、それに沿うように学校に行くルートとなっている。

宮古市立田老第一小学校では、相模貞一校長の津波体験もあって、津波防災ガルトが作成された。昭和三陸地震を体験された老人の中には、手製の紙芝居で子ども達に悲惨さを伝えている方もいる。その他、同市立鯨ヶ崎小学校でも、平成18年度末、6年生が卒業記念に「津波防災かるた」を作成し、後輩に残している。「命を守るのは、最後は自分以外にない」という言い回しもあり、住民は厳しい自然観・世界観を有していることも明らかになった。

ハード面だけでなく、住民の心の中に根付いてこそその適応策であることを再認識した。

[4] 発表およびアウトリーチ

現地調査した時期が平成18年度末期であったこともあり、該当の成果発表はまだない。

3.1.3. 茨城県久慈川流域における持続的社会構築の課題

研究分担者 齊藤義則

[1] 課題の目的

自然災害が少なく、山間地域にあり海面上昇などの気候変動の著しい影響を当面は受けにくいと想定される研究対象地域において、持続可能な地域社会を構築するための課題は何かを明らかにしそのための地域システムを検討することが当課題の目的であり、2006年度は実態調査を行った。

[2] 研究の概要

今年度は、持続可能性の要件として、「生命の安全性が保障されているか」「生き甲斐のもてるワークスタイルを選択できるか」「環境共生型のライフスタイルが実践されているか」という三つの要件を挙げ、環境―地域経済―ライフスタイルの三つの観点から実態調査を行った。

[3] 研究成果

(1) 3つの要件

■生命の安全性が保証されているか

- ①大子町だけでも、山間地という地形条件から降雨時の土砂災害危険箇所がきわめて多い。農林業不振のため山林が荒廃しており、土砂や放置されている倒木等が流出する危険がある。
- ②山間過疎地のため高齢化が極端に進み、一人暮らし老人を世話する仕組みが崩壊しつつある。また、バスなどの公共交通機関や医療、福祉などの公共サービスが十分受けられず、今後、廃村となる集落が多く発生するという地元住民の予測もある。

■生き甲斐のもてるワークスタイルを選択できるか

- ①第一次産業の生産効率向上を至上命題とする政策の影響を受け、農業、林業ともに小規模零細経営がほとんどを占める当山間過疎地域では、第一次産業以外の雇用機会が少なくこともあり、生計を維持することすら困難な状況にある。観光業も不振が続いている。
- ②林業ではその維持管理費が木材価格を上回る小規模な経営体が多いため、間伐、下草刈りなどの維持管理が行われず放置され、農業においても久慈川流域では耕作放棄地が25%以上を占めて県内で最も高く、土砂災害等を促進する要因の一つになっている。

■環境共生型のライフスタイルが実践されているか

環境共生型のライフスタイルの実践は、当対象地域に限定されるものではないが、再評価すべき伝統的な農村の暮らしが継承されているかどうか実態調査を試みたが、対象数が少なく今後の課題とするが、都市住民とあまり変わらないようである。また地域外からのゴミの不法投棄も大きな問題になっている。なお、ライフスタイルだけではなく農山村における持続可能な暮らしの知恵の収集を行う予定である。

(2) 3つの要件とその関係からみた持続可能性

■個別要件ごとの改善策の限界性

対象地域の現状は、個別要件からみて持続可能社会とはとうていいえる状況にないことが確認できたが、気候変動はさらにこれらを助長することはあっても、抑制することには

ならないだろう。さらに問題なのは、個別要因ごとの改善策を検討しようとする、域特性と相反する適応策を強いられ、相互の矛盾すら生じることになることである。生産効率性をあげるために「農業の担い手の集中化・重点化」（「食料・農業・農村基本計画」平成17年閣議決定）が推進されれば、ほとんどの小規模零細農林家が適応できず、ますます耕作放棄地と維持管理がされない山林が増えることになりかねず、潜在的な災害危険度も増す。逆に集中化・重点化により人工林が増え、生産性が高まっても自然災害危険度が増すこともあり得る。山間過疎地域では、第一次産業の生産効率を高める産業政策はその地域特性（土地・経営・労働の担い手）から困難であり、自然災害を防止する環境保全と両立させるには生産至上主義を見直すことが不可欠で、経済と環境保全が両立する新たなライフスタイルを確立する必要がある。

(3) 適応計画・適応政策への展開のために

- 農山村地域における持続可能な伝統的暮らしの知恵の収集と再評価
- 広域流域圏における上流山間過疎地域の目標とする地域像と役割の検討
- “Well Being” な暮らしを担保する地域システム（環境保全－ライフスタイル－地域経済・社会の関係）の検討

表 3.1-(1) 茨城県災害危険箇所数

	土砂災害危険箇所数
土砂流危険渓流	1,655
急傾斜地崩壊危険箇所	2,309
地すべり危険箇所	105
計	4,079

表 3.1-(2) 大子町危険箇所数

	土砂災害危険箇所数
土砂流危険渓流	488
急傾斜地崩壊危険箇所	127
地すべり危険箇所	21
計	636

(表 3.1-(1), (2)共に茨城県庁 土木部河川課ダム 砂防室の調査結果から作成)

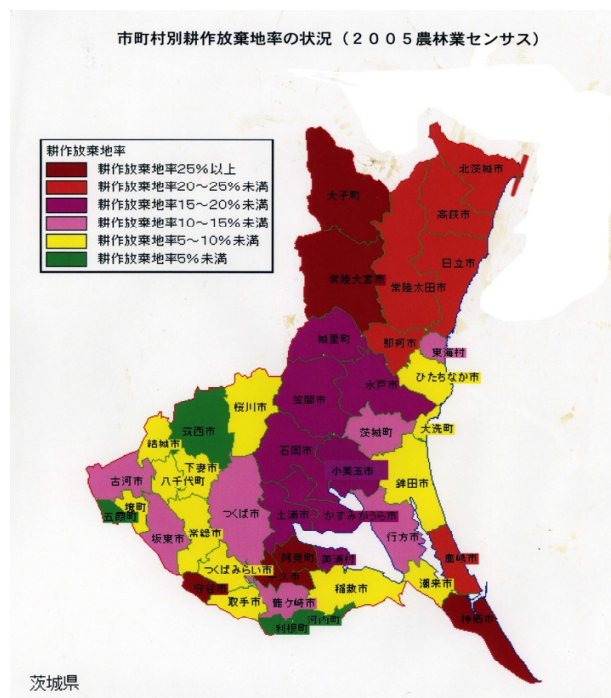


図3.1-(5) 市町村別耕作放棄地率(2005年)

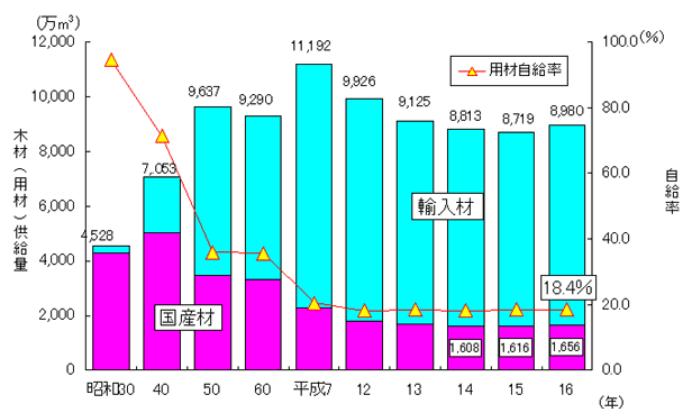


図 3.1-(6) 我が国の用材の木材供給量と自給率（林野庁）

表 3.1-(3) 大子町経営耕地規模別農家数

耕地規模	農家数
0.5ha 未満	614 戸
0.5～1.0ha	765 戸
1.0～2.0ha	332 戸
2.0～3.0ha	39 戸
3.0ha 以上	18 戸
計	1,768 戸

（農林水産省 2000 年世界農林業センサス）

[4] 発表およびアウトリーチ

斎藤義則：地域の自立と持続可能性、JOYO ARC、財団法人常陽地域研究センター、
第 39 巻 450 号、10-13（2007 年 4 月）。

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

研究分担者

小柳武和、大辻永、郡司晴元、上地勝、桑原祐史、沼尾達弥、金利昭、山田稔、寺内美紀子

3.2.1. ベトナム国フエにおける土地被覆の観点から見た適応策提案に関する検討

研究分担者 桑原祐史、小柳武和

Maokhamphiou Sisouk(理工学研究科)

近年、洪水氾濫による災害を罹災している（1985,1999,2001,2005 各年等）ベトナム国フエを対象とした気候変動に対する適応策提案に向けた研究を開始した。本年度は、①土地利用に関する現地調査、および②整備途上にある地理情報を用いた標高別の土地被覆現況の考察、以上の2点について現地調査、およびデータ分析を実施した。

[1] 課題の目的

本研究の目的は、以下の4点である。

- (1) フエ市内を流下するフォン川河口付近および中心市街を対象とした土地利用現況の調査結果を整理し、対象領域の注目点を整理する。
- (2) 地理情報を整備し、今後の研究展開に向けたデータセット項目を整理する。
- (3) 洪水氾濫解析で重要となる数値標高データ (DEM: Digital Elevation Model) を作成する。
- (4) 作成した DEM より標高区分図を作成し、標高区分毎に顕著に見受けられる土地被覆を整理する。

[2] 現地土地利用の特徴

2006 年 3 月および 2006 年 8 月に現地調査を実施した。現地土地利用の調査に際しては、GPS 座標を画像と一体化させて取得することができる GPS カメラを持参することで、現地地物と各種 GIS データとのリンクを図ることとした。図 3.2-(1)に、調査経路を示す。このうち、フエにおける洪水氾濫を考える上で重要な4つのポイントについて要点を整理する。

- (1) 南シナ海沿岸の砂嘴の頂上部は樹林が分布している。ラグーン側の南側斜面とラグーン沿岸部には、道路に沿って民家が密集している。現地でのヒアリングによると、1999 年の洪水時には、海水が砂嘴を超えてラグーンにまで達したとの声もあった。(写真①参照)
- (2) 王宮北東部には、1 または 2 階建の低層家屋が密集している。現地でのヒアリングによると、洪水時には 1 m を超える浸水が過去にあったとの声があった。(写真②参照)
- (3) フォン川中流部から下流にかけて、大規模な河川堤防が整備されている地域は見受けられなかった。(写真③参照)
- (4) 前述した住宅地近傍の市場に、1999 年洪水氾濫時の浸水高さの記録が残されていた。現地の標高で 4.551m の浸水高さがあったとの記録がある。GPS による座標が付与されており、GIS による分析の根拠となる。この地点における地表面からの水位は 2.2m であったことが計測の結果わかった。(写真④参照)

[3] DEM の構築と標高区分図の作成

本研究では、分析に用いるデータセットとして、衛星画像、標高データ、社会基盤ベクトルデータ、GPS 現地画像、以上を整備している。本研究では、DEM として SRTM(シャトル DEM)を使用した。図 3.2-(2)に、各種のノイズを補正した DEM の 4m 以下の領域（図中青で示す領域）を衛星画像 (Landsat ETM+) 上にオーバーレイ処理した結果を示す。写真④の痕跡から推定すると、図 3.2-(2)に示す領域は洪水氾濫があった領域と推定される。王宮近傍の旧市街では、痕跡記録のあった北東部に浸水推定地域が分布し、現在の中心市街であるフォン川右岸は旧市街北西部と比較すると洪水氾濫の危険性が低い地域であることがわかる。

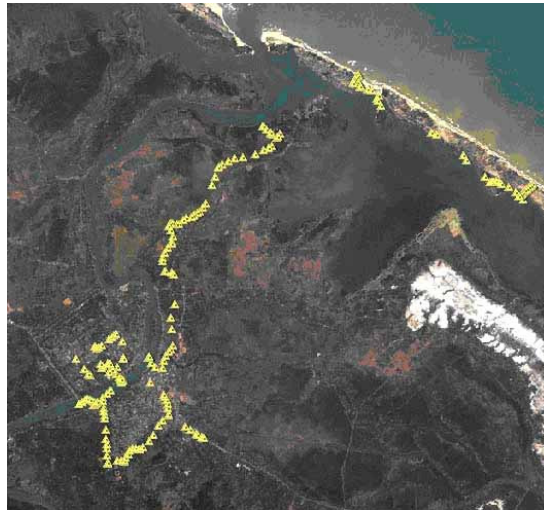


図 3.2-(1) 現地調査経路および写真撮影地点



図 3.2-(2) 標高区分および衛星画像〔図中青：標高 4m 以下の領域〕



写真①
砂嘴の様子



写真②
王宮北西部の低層住宅地



写真③
フォン川中流部



写真④
洪水氾濫の痕跡

[4] まとめ

現地調査による土地利用現況、洪水氾濫の痕跡に基づく標高区分及び衛星画像より、洪水氾濫の危険性は王宮北東部が高いことが分かった。この地域には一般低層住宅地が広く分布しており、生活人口が多いものと推定される。このため、過去の洪水氾濫から推察すると、洪水氾濫に対する防護対策の重要性は王宮北東部が高いことがわかる。今後、気候変動に伴う海面上昇の影響を考慮に入れた洪水氾濫シミュレーションを進め分析を高度化してゆく予定である。

3.2.2. ベトナム国ハノイにおける土地被覆の観点から見た適応策提案に関する検討

研究分担者 小柳武和、桑原祐史

Maokhamphiou Sisouk(理工学研究科)

ハノイにおける検討では、気候変動に伴う都市内洪水氾濫と市内被覆が受ける影響を分析することを目的とし、現地調査とデータ分析を進めた。

[1] 現地調査項目

親水公園の湖面標高および公園利用実態の把握を目的とした。ハノイ市内の代表的な公園を対象として、湖面標高の計測、アンケート調査および GPS カメラによる現況写真を取得した。

[2] 現地土地利用の特徴

- (1) ホアンキエム湖の湖面高さは、周回道路より-52cm、バイマウ湖では-97cm、タイ湖では-43cm であることが分かった。この数値を標高データより減ずることで、湖面標高を含む DEM を構築することができる。
- (2) バイマウ湖の調査時にスコールがあった。約 2 時間の待機中に、同一地点の水面が 63cm 上昇した。周辺市街より流入する水路が多数確認され、遊水地的役割を果たしていることが推定された。
- (3) 公園利用現況調査の結果は、図 3.2-(4)に示すとおり、自然鑑賞としての利用が最も多いことが確認された。このため、親水や排水の機能は、気候変動に伴う洪水氾濫頻度が高くなっても保つ方法を考案してゆくことが重要と考えられる。
- (4) GPS カメラによる公園緑地のアーカイブス画像を構築した。

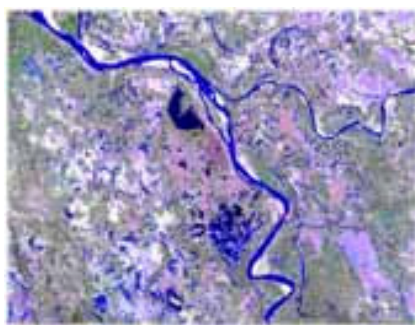


図 3. 2-(3) (a) ハノイ LANDSAT/TM



図 3. 2-(3) (b) ハノイ LANDSAT/ETM+

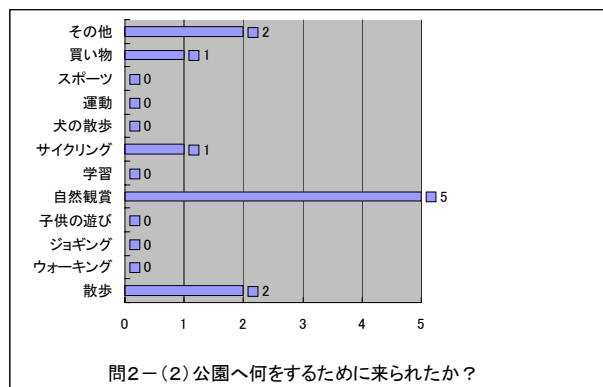


図 3.2-(4) 来園の動機のアンケート結果

[3] まとめ

SRTM データの欠損部分の修正作業を行い、ハノイ及びハノイ周辺地形状況をより近似再現した DEM を構築することができた。DCW の地理情報データと組み合わせることにより、市街を広域に捉えた分析を進めることが可能となった。また、湖と都市拡大の変化を捉えるとともに、湖面標高の現況と浸水公園の利用実態の一端を把握した。再度現地調査を実施することで、より多くの湖面標高を再現した DEM を構築し、都市内洪水を再現するシミュレーションを行い、気候変動に伴う親水公園の機能保全に向けた適応策案を考案してゆく予定である。

3.2.3. 日本とオーストリアの戸外利用活動の差異の比較計測—シェンブルン庭園と偕楽園の利用の違い—

研究分担者 小柳武和、桑原祐史

石内鉄平(理工学研究科)、青木陽二(国立環境研究所)

Arne Arnberger (University of Natural Resources and Applied Life Sciences)

本研究は、独立行政法人国立環境研究所およびウィーン生命科学大学 Arne Arnberger 博士との共同研究であり、日本とオーストリアにおける屋外空間利用の比較研究を行うものである。

[1] 研究の目的

日本とオーストリアにおける屋外空間利用の比較研究は、気候風土と生活文化の異なる民族の戸外活動を把握する研究である。今まで世界各地の人間の行動に漠然とした違いがあることを人々は知っていたが、これを計量化して測定することはなかった。屋外空間利用の違いを計測し、定量的に明らかにすることにより、環境に対する人間行動の差を実証するものである。

[2] 研究の方法

茨城大学では、日本三名園の一つである偕楽園公園を対象に、2005 年 12 月から 2007 年 3 月までの計 7 回、利用実態調査（利用者の性別、年代、出発地、交通手段、利用目的、利用頻度、回遊ルート、滞在時間、利用動機の重要性等）を行い、Arne Arnberger 博士によるシェンブルン公園における調査結果と整合させた。

[3] 調査結果

利用実態調査による調査データは膨大であるため、一部抜粋した結果を示す。偕楽園公園を利用するにあたり以下に挙げた来園動機の重要度を図 3.2-(5)、シェーンブルン公園における調査結果を図 3.2-(6)に示す。重要ではない=1p、あまり重要ではない=2p、重要である=3p、とても重要である=4p として集計し、数値が高い動機ほど重要な動機と考えられる。景観を楽しむ、休養・気晴らし、自然を満喫、健康のために偕楽園公園、シェーンブルン公園ともに高い評価を受け、類似性が把握された。

調査日	2006.5	2006.6	2006.9	2006.10	2006.12	2007.3	
イベント	つつじまつり					梅まつり	
来園動機	平均値						全平均
景観を楽しむ	3.2	3.1	3.0	3.2	3.0	3.1	3.1
休養・気晴らし	3.0	3.0	3.0	3.2	3.1	3.0	3.1
自然を満喫	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2
健康のため	2.7	3.0	2.9	2.9	3.1	2.7	2.9
静けさを求める	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5
スポーツのため	1.9	2.4	2.3	2.4	2.4	1.8	2.2
ストレスの解消	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9
一人で考える場所	2.1	2.1	2.0	2.3	2.4	1.9	2.1
都会からの逃避	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0
休養できる場所の探索	2.6	2.5	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6
他の人見物	1.6	1.9	1.7	1.6	1.8	1.6	1.7
友達や家族と会う	2.1	2.3	2.3	2.3	2.2	2.4	2.3
場所から隔絶されていること	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.2
子供を遊ばせる	1.9	2.4	2.3	2.7	2.4	1.8	2.3
犬の散歩	1.3	1.7	1.7	1.8	1.9	1.4	1.6

図 3.2-(5) 来園動機の重要性（偕楽園公園）

Motives	Mean
Enjoy the park landscape	3.5
Recreation	3.3
Experience nature	3.3
Health	3
Quietness	2.9
Sport/fitness	2.4
Stress reduction due to occupation	2.4
To be alone with my thoughts	2.3
Escape from the city	2.2
To explore the park area	1.9
Watching other people	1.8
Meeting friends, family	1.6
Solitude	1.6
Take children outside	1.4
Dog walking	1

図 3.2-(6) Importance of motives of visiting

また、両公園における回遊行動を把握した。偕楽園公園における回遊行動を図 3.2-(7)、シェーンブルン公園における回遊行動を図 3.2-(8)に示す。図 3.2-(7)において暖色系は回遊が多い園路、寒色系は回遊が少ない園路を示す。偕楽園公園において、普段の休日、千波湖周辺に利用者が多いことがわかる。



図 3.2-(7) 回遊行動（普段の休日 2005 年 12 月）

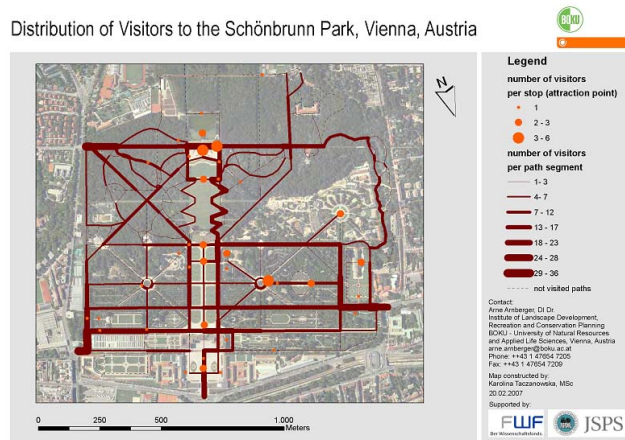


図 3.2-(8) Spatial distribution and stopping point

[4] まとめ

偕楽園公園とシェーンブルン公園において、調査項目を一致させることにより、調査結果の比較・考察が可能となった。空間構成の違いはあるが、名園観賞行動の国際比較は世界で初めての試みである。現段階では単集計結果のみによる考察であるが、今後、利用目的、気候風土、季節等に着目し、より詳細な分析を進めていく予定である。

[5] 発表及びアウトリーチ

本研究については、下記のシンポジウム及び学会に発表した。

Teppey Ishiuti, Takekazu Koyanagi, Yuji Kuwahara (2006.9). Researches on the Visitor's Activities and the Barrier Status around Kairakuen Park, "Exploring the Nature of Management" Proceedings of The Third International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas, pp.438-445.

石内鉄平、桑原祐史、小柳武和：偕楽園公園管理業務の高度化を想定した公園利用・地理情報データセットも構築とその利用、土木学会関東支部第 34 回技術研究発表会講演概要集、Vol.34, 2007. 3.

小野浩伸、桑原裕史、宮田明憲、小柳武和：大規模講演を対象とした CG シミュレーション

ンの注目点と課題、土木学会関東支部第 34 回技術研究発表会講演概要集、Vol.34, 2007.3.
 石内鉄平、桑原祐史、小柳武和：偕楽園公園の利用実態および P R に着目した公園管理業務に対する新たな提案、日本測量協会「応用測量論文集」 Vol.18, 2007（印刷中）。

C. 教育活動・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] 業務の目的

地球変動適応科学及びサステナビリティ学研究成果を生かして、アジア・太平洋地域の現場の問題解決を担う人材育成を行うために、大学院を中心とした教育プログラムを開発する。具体的には、英語の講義と現場型実習を組み合わせた ICAS 国際教育プログラムを開発し、大学院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] 業務の内容

大学院における ICAS 国際教育プログラムのカリキュラムを検討する。国内外から教員を招聘し、試行的に理工学、農学の各研究科において英語による講義を開講する。また、タイで開催される東大企画の国際実践教育プログラムに参加し、これを通して ICAS 国際教育プログラムの構成と内容の概要を明確にする。学士教育では「サステナビリティ学入門」を開講する。

[3] 業務成果

大学院における ICAS 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（オークランド大学）、Do Minh Duc 講師（ハノイ国立大学）、Iswandi Anas 教授（ボゴール農業大学）、Jeff Clark 講師（NHK）、David Douglas 教授（ゲルフ大学）、Victor Elderton 校長（北バンクーバー野外学校）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の講義を開講した。これらの講義は全て英語で行われた。また国内からは矢守克也准教授（京都大学）、竹村牧男教授（東洋大学）、町田聡講師（パシフィックコンサルタンツ）を招聘し、サステナビリティに関連する大学院修士課程の講義を開講した。各招聘教員の担当した授業科目は、表 1-(1)の通りである。一部の講義については、VCS を使って 3 キャンパス同時開講も実験的に試みた。3 キャンパス同時授業を恒常的に開講するためには、遠隔授業施設の充実を図る必要があることを確認した。

学部学生に対しては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。この授業は公開授業とし、一般人の受講生も受け入れた。80 人近くの受講者があった。現在この授業での教材をもとにサステナビリティ学のテキストの出版も企画されている（図 1-(1)）。

また東京大学主催で 2006 年 9 月にタイで開催された国際実践教育プログラム IPoS に 2 名の学生を参加させ、この経験を踏まえて ICAS 国際実践教育プログラムのあり方を検討した。2006 年 11 月には招聘教員も参加した国際セミナー「持続可能な開発と自然、人間—西洋と東洋の対話から新しいエコフィロソフィーを求めて—」を開催し、エコフィロソフィーの視点からサステナビリティ教育のあり方を検討した。

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理工学研究科サステナビリティ学専攻の開設準備を進めた。このサステナビリティ学専攻では、①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、②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、③我が国を含むアジア・太平洋地域のサステナビリティ

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 1-(1) 2006 年度 ICAS 招聘教員大学院講義

氏 名	所 属	教 科 名
John Hay	オークランド大学名誉教授	地球環境変動適応学特論Ⅰ －気候変動の影響と対応に関する科学
Do Minh Duc	ハノイ国立大学講師	地球環境変動適応学特論Ⅱ
Iswandi Anas	ボゴール農業大学教授	地球環境変動適応学特論Ⅲ (農業化学生態学特別講義Ⅳ)
町田 聡	パシフィックコンサルタンツ	空間情報総合技術論
矢守 克也	京都大学助教授	防災心理学研究 (社会行動論研究Ⅱ)
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Ⅰ)
Jeff Clark	NHK 講師	環境文化特論 (緑環境システム科学特別講義Ⅱ)
David Douglas	ゲルフ大学教授	地域開発学特論 (緑環境システム科学特別講義Ⅲ)
Victor Elderton	North Vancouver Outdoor School 校長	理科教育演習Ⅰ



図 1-(1) 「サステナビリティ学入門」授業風景

[4] 発表およびアウトリーチ

国際セミナーの開催

茨城大学・東洋大学共催国際セミナー「持続可能な発展と自然、人間－西洋と東洋の対話から新しいエコフィロソフィーを求めて－」(茨城大学農学部こぶし会館セミナー室、2006 年 11 月 17 日)

2. 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、学内外を対象にして、ICAS のパンフレット 2 種類、活動紹介のポスター、学内向け ICAS ニュースなどを発行している。また、学長を会長として設立した「茨城大学社会連携事業会」との関係を重視し、ICAS の行事を社会連携事業会の会員に広報しており、大きな反響を得ている。

シンポジウムなどによるアウトリーチでは、以下の活動を行った。

- ・ 2006 年 6 月 1 日に、サステナビリティ学及び茨城大学 ICAS のめざすものを広く社会に示すため、茨城大学社会連携事業会との共催で、ICAS 設立記念シンポジウムを開催し、220 名以上の参加を得た。
- ・ 2006 年 11 月 27、28 日には、サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）、国連大学、国立環境研究所と共催で、温暖化に関する国際シンポジウムを開催し、延べ 210 名が参加し、市民、学生と専門家の間で活発な議論が行われた（図 2-(1)、(2)）。
- ・ 2006 年 8 月には日中共同シンポジウム「中国北方地域における経済開発と環境保全」を開催し、中国北方地域における経済開発と環境保全をテーマに日中の研究者間で情報交換を行った。
- ・ 2006 年 9 月 18～21 日には、インドネシア・ボゴール農科大学との共催で「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウム—環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦—」を開催し、気候変動下での農業のあり方と環境問題と農業の関わりを議論した。
- ・ 2007 年 2 月には、東京大学 TIGS との共催で、ハワイにおいて「社会科学と自然科学の対話」を開催し、地球温暖化対策を中心にサステナビリティ学構築に関する学際的討論を行った。
- ・ この他、東洋大学との共催ワークショップや ICAS 第 1 部門でのワークショップを行った。

その他の社会貢献面では、ICAS のメンバーは、IPCC 第 2 作業部会の CLA として第 4 次報告書の執筆作業に参加し、IR3S の研究成果を反映した。また、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。シンポジウム等の詳細な開催記録は表 2-(1)、(2)を参照のこと。



図 2-(1) 第 1 回 IR3S/ICAS 国際シンポジウム会場の様子 図 2-(2) 朝日新聞茨城版 掲載記事

表 2-(1) シンポジウム開催記録

シンポジウム	主催	開催日	開催場所	参加人数	テーマ
茨城大学「地球変動適応科学研究機関」 設立記念シンポジウム 「地球環境と地域のサステイナビリティを目指す新しい学問－気候変動への対応からエコ・ライフ、環境教育まで－」	茨城大学	2006 年 6 月 1 日	茨城県水戸市 茨城県立図書館	220 名以上	「地球環境と地域のサステイナビリティを目指す新しい学問」をテーマに ICAS 設立を記念して開催。本シンポジウムにより ICAS 設立が地域社会に認識された。
日中共同シンポジウム 「中国北方地域における経済開発と環境保全」	茨城大学 拓殖大学 内蒙古大学 内蒙古師範大学 内蒙古農業大学 内蒙古財經学院 中国國務院 中国林業部	2006 年 8 月 25～27 日	中国内蒙古地区フフ ホト市昭君ホテル会 議室	180 名	中国北方地域における経済開発と環境保全をテーマに中国北方地域における農地の荒廃や草原の砂漠化などの環境問題の深刻化に対する認識を深め、持続可能な地域開発のあり方とその開発手法などに関して、日中両国の研究者が情報交換することを目的として開催。
アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウム「－環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦－」	ICAS 第 2 部門 ボゴール農科大学	2006 年 9 月 18～21 日	インドネシア ボゴール農科大学	約 70 名	インドネシア・ボゴール農科大学との共催で「アジアにおける持続的農業に関する国際シンポジウム－環境問題と地球環境変動に対する農学の挑戦－」を開催し、気候変動下での農業のあり方と環境問題と農業の関わりを議論した
第 1 回 IR3S/ICAS 国際シンポジウム 「地球環境の将来－温暖化の予測と対応策の課題」	IR3S 茨城大学 国連大学 国立環境研究所	2006 年 11 月 27, 28 日	茨城大学水戸キャン パス 理学部インタビュー スタジオ	延べ 210 名	地球環境の将来－温暖化の予測と対応策の課題をテーマにサステイナビリティ学連携研究機構(IR3S)のフラッグシップ・プロジェクト「サステイナブルな温暖化対策」の一環として今後の中長期的な温暖化対策における課題を検討することを目的として開催。
International Symposium on Dialogue between Social and Natural Science	東京大学 TIGS 茨城大学 ICAS	2007 年 2 月 26～28 日	ハワイホノルル プリンセスカイウラ ニホテル		社会科学と自然科学の対話をテーマに各国の研究者が集い開催。茨城大学 ICAS からは 3 名が登壇した。

表 2-(2) ワークショップ等開催記録

ワークショップ他	主催	開催日	開場所	参加人数	テーマ
茨城大学 ICAS・東洋大学 TIEPh 共催国際セミナー 「持続可能な発展と自然、人間－西洋・東洋の対話から新しいエコ・フィロソフィを求めて－」	茨城大学 ICAS 東洋大学 TIEPh	2006 年 11 月 17 日	茨城大学 農学部 こぶし会館 研修室	40 名	持続可能な発展と自然、人間－西洋と東洋の対話から新しいエコ・フィロソフィを求めて－をテーマに東洋と西洋の対話を通じて現在人類が直面している持続可能な発展に関する諸問題の実相の理解を深め、特に自然と人間のあり方についての見直しを行い、新しいエコ・フィロソフィの創出を試みることを目的に開催。
ICAS 第 1 部門ワークショップ	茨城大学 ICAS	2006 年 12 月 15, 16 日	茨城大学 インフォメーション センター	50 名	ICAS 第 1 部門の研究・活動報告を行うとともに、様々な分野における地球変動(気候・環境・社会基盤・人間社会の変動)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研究者が講演した。

3. 2006 年度 ICAS 活動記録

4 月	10 月 第 4 回運営委員会 (10/11)
5 月 ICAS 設立	11 月 ICAS・TIEPh 共催国際セミナー「持続可能な発展と自然、人間-西洋と東洋の対話から新しいエコ・フィロソフィを求めて」(11/17) 第 5 回運営委員会 (11/20) 第 1 回 IR3S/ICAS 国際シンポジウム (11/27-28)
6 月 ICAS 設立シンポジウム (6/1) 第 1 回運営委員会 (6/19) 第 1 回研究交流会	12 月 ICAS 第 1 部門ワークショップ (12/15-16)
7 月 第 2 回運営委員会 (7/18) 第 2 回研究交流会	1 月
8 月 第 3 回日中共同シンポジウム 「中国北方地域における経済開発と環境保全」(8/25-27) 第 3 回運営委員会 (8/29)	2 月 IR3S・IARU Joint Symposium「エネルギー・資源・環境-サステイナビリティ学の展開-」(2/1-2) IR3S シンポジウム「資源と環境が支える地球と人類の未来」(2/3) 第 6 回運営委員会 (2/7) 国際シンポジウム “Dialogue between Social and Natural Science” (2/26-28)
9 月 IR3S 第 5 回国内ワークショップ (9/1) 気候変動と熱帯農業に関するシンポジウム (9/18-21)	3 月 第 1 回 ICAS サステイナビリティフォーラム (3/27)