



---

# ICAS 年報

---

2015

---

茨城大学

地球変動適応科学研究機関 (ICAS)



## 巻頭言

この年報は、2014年度（平成26年度）における ICAS の活動をまとめたものです。三村信男前機関長が2014年（平成26年）9月に学長に就任したのに伴い、伊藤が新たに機関長としての重責を担うことになりました。社会心理学を専門とし、対話的な方法をも重視してきた私がこの役割に就いたのも、当初から「対話の構造」を重視してきた ICAS としても、意味があることかと考えています。

ところで、2011年3月11日に発生した東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の事故から丸4年がたちました。直後から立ち上がった様々な問題は、時間を経て、また少し違った様相で顕在化しつつあります。たとえば原発事故による避難生活が長引き、容易には故郷に帰れないことがはっきりしてきた人々の思いは、なかなかひとつにまとまりがたくなっていきます。また当初から、東北3県（岩手・宮城・福島）に注目が集まり、茨城は当初から「低認知被災地」として位置づけられることを余儀なくされ、それ故に「復興」に向けた取り組みがかえって弱まっているということもあるようです。

ICAS としては、これらを含め、今年度もさまざまな問題に取り組んだ研究成果を出し、かつ学生たちにサステナビリティ学に関わる学びの場を提供してきました。詳細は活動の一覧をご覧ください。そして、ICAS の内部にももちろん閉じることなく、外部に開かれた講演会等を企画・運営したり、これまで培ってきた国際的なネットワークの中でのシンポジウム等を開いたりしてきました。

三村前機関長（現学長）が指摘しているとおおり、震災復興と気候変動対応などの課題は離れたものではありません。それだけでなく、「ありとあらゆる」と言っても過言ではないこの社会の問題の数々が社会の持続性（サステナビリティ）に深く関連しており、将来の社会を考える上で欠かすことのできないテーマとなっています。それらをあらためて自覚し、サステナビリティ学という超学的な分野だからこそ取り組むべき具体的な課題に、これからも取り組んで参ります。

これから私たちが目指すべきひとつの社会像は、レジリエントな社会でしょう。それは、強固なハードウェアと優れたソフトウェアによって守られている社会というよりも、そのなかで私たちが一市民として懸命に判断し行動できるような、一見「弱い」ように見えて「強い」社会なのではないでしょうか。

サステナビリティ学に関わる国際的なコンソーシアムである Future Earth のフューチャービリティスタディに、私たちが参加することが決まりました。また環境省環境省環境研究総合推進費 S14 研究が6月より開始し、さらに2016年（平成28年）9月に修士課程から開学が予定されている「日越大学」への協力も期待されています。ICAS としての活動を着実に拡充させていきますので、今後も一層のご支援をお願い申し上げます。

2015年（平成27年）7月  
茨城大学地球変動適応科学研究機関 機関長  
伊藤 哲司

A	概要.....	1
1.	ICAS とは.....	1
B	研究活動報告.....	5
1.	適応のための工学的手法開発に関する研究(第1部門).....	5
1.1.	全球及びアジア太平洋地域広域評価.....	5
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.....	9
1.3.	複合影響評価と適応技術に関する実験的研究.....	19
2.	気候変動適応型の農業開発に関する研究(2部門).....	27
2.1.	気候変動下での土地利用・遊牧業システムの研究.....	27
2.2.	適応型栽培技術の開発.....	29
2.3.	土壌・水系物質循環保全の研究.....	38
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).....	47
3.1.	気候変動や自然災害に対する考え方、ライフスタイル、適応行動及び地域共同体 における人間関係等が地域レベルでの適応に与える影響.....	47
3.2.	適応からみた都市生活圏における土地利用、環境機能計画、交通政策の分析評価....	53
3.3.	地域資源の分析評価及び再生可能エネルギーの開発可能性.....	56
4.	新しい安全・安心社会のあり方(第4部門).....	59
4.1.	気候安全保障政策の提言.....	59
4.2.	社会的公平に関する研究.....	61
4.3.	「共生の知」の創出.....	63
4.4.	環境意識および環境教育のあり方.....	65
C	教育・アウトリーチ活動報告.....	67
1.	教育プログラムの推進.....	67
2.	国際連携.....	71
3.	地域連携、アウトリーチ.....	72

## 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。IR3Sは、2010年より一般社団法人サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)へ事業を継承している(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) 一般社団法人サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)

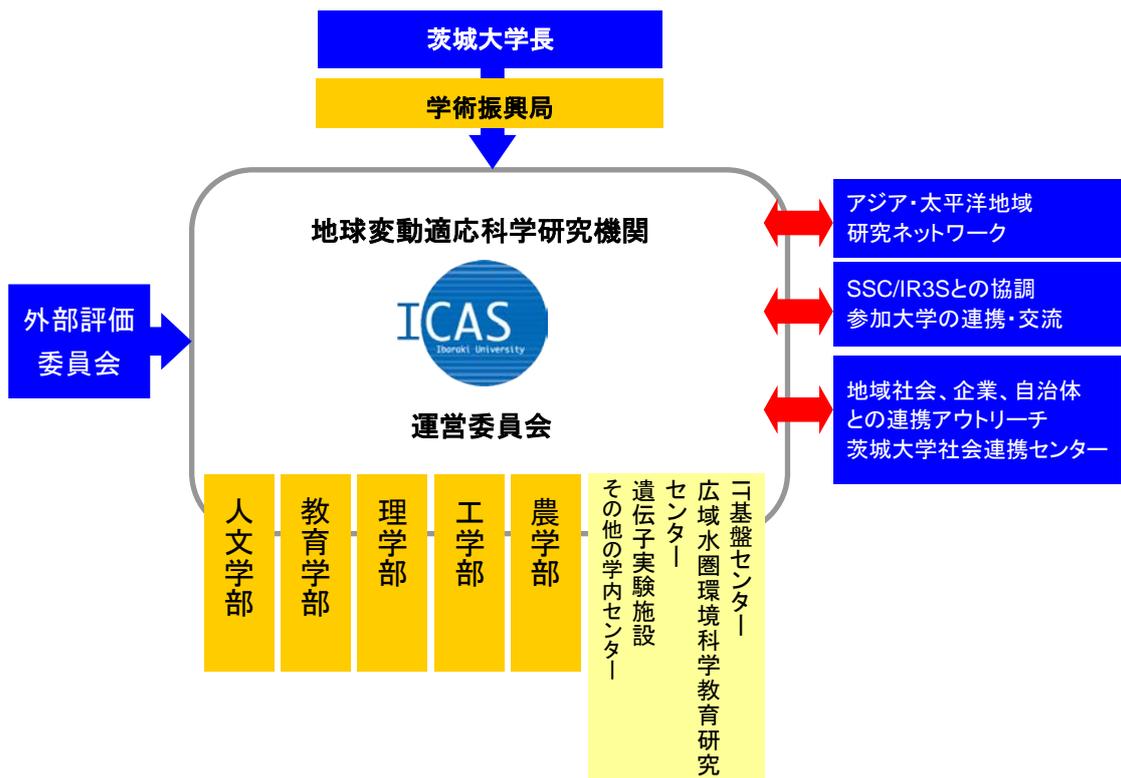


図 1-(2) 地球変動適応科学研究機関(ICAS)の構成組織

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。2010 年度より、第 4 部門「新しい安全・安心社会のあり方」を設置し、従来の 3 研究部門体制から拡充を図った。



図 1-(3) ICAS の 3 つの目標

表A 地球変動適応科学研究機関(ICAS)兼務教員等

機関長	伊藤 哲司	人文コミュニケーション学科・教授		
人文学部	渋谷 敦司 蓮井誠一郎	社会科学科・教授 社会科学科・教授	原口 弥生 土屋 和子	社会科学科・教授 社会科学科・講師
教育学部	伊藤 孝 大辻 永	学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授	上地 勝 郡司 晴元	人間環境教育課程・准教授 人間環境教育課程・准教授
理学部	山村 靖夫	理学科・教授	北 和之	理学科・教授
工学部	金 利昭 沼尾 達弥 呉 智深 村上 哲	都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・教授 都市システム工学科・准教授	横木 裕宗 藤田 昌史 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・准教授 理工学研究科・教授 情報工学科・准教授
農学部	中川 光弘 小林 久 成澤 才彦	地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授 資源生物科学科・教授	長谷川守文 新田 洋司 小松崎将一	資源生物科学科・准教授 生物生産科学科・教授 附属フィールドサイエンス 教育研究センター・教授
広域水圏環境科学 教育研究センター	桑原祐史	同センター・准教授		
遺伝子実験施設	安西弘行	同施設・教授		
ICAS	田村 誠 安原 一哉 安島 清武	ICAS 准教授 産学官連携研究員 ICAS 研究員	柴田 彩 磯崎 朝光 加藤 翔子 渋谷 眞樹	ICAS スタッフ ICAS スタッフ ICAS スタッフ ICAS スタッフ

(所属等は 2015 年 3 月末日現在)

表 B 地球変動適応科学研究機関(ICAS)協力教員

人文学部	高橋 修 鈴木 敦 木村 昌孝 葉 倩瑋 井上 拓也	人文コミュニケーション学科・教授 人文コミュニケーション学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・教授	金 光男 中田 潤 小原 規宏 長田 華子	社会科学科・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
教育学部	山本 勝博 富樫 泰一 木村 勝彦 木村美智子 佐藤裕紀子 石島恵美子	学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授 学校教育教員養成課程・准教授	西川 陽子 木村 競 関 友作 岩佐 淳一 乾 康代 金丸 隆太	学校教育教員養成課程・准教授 人間環境教育課程・教授 人間環境教育課程・准教授 情報文化課程・教授 情報文化課程・教授 大学院教育学研究科・准教授
理学部	天野 一男	理学科・教授	野澤 恵	理学科・准教授
工学部	鎌田 賢 栗原 和美	情報工学科・教授 電気電子工学科・教授	山田 稔 原田 隆郎	都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授
農学部	太田 寛行 久留主泰朗 戸嶋 浩明 西澤 智康 田附 明夫 前田 滋哉 増富 祐司 吉田 貢士 坂上 伸生	資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・准教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 ダブルディグリープログラム・助教	岡山 毅 木下 嗣基 西脇 淳子 長澤 淳 浅木 直美 井上 栄一 宮口 右二 佐藤 達雄	地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・准教授 地域環境科学科・助教 地域環境科学科・講師 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 附属フィールドサイエンス教育 研究センター・准教授
II 基盤センター	野口 宏	同センター・講師		
広域水圏環境科学 教育研究センター	加納 光樹	同センター・准教授		
遺伝子実験 施設	古谷 綾子	同センター・助教		

(所属等は 2015 年 3 月末日現在)

## 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

##### 1.1.1. 将来の人口予測を考慮した気候シナリオデータによる全球での浸水影響予測

横木裕宗(工学部)、桑原祐史(広域水圏)、藤田昌史(工学部)

研究協力者：四栗瑞樹、江口三希子

(工学部都市システム工学科、理工学研究科都市システム工学専攻)

#### [1] 研究目的

20世紀半ば以降に観測された地球温暖化の主な要因として、人間活動が挙げられている。その影響として、熱波、海面上昇、干ばつ、集中豪雨、台風やハリケーンといった様々な異常気象の多発あるいは激化が確認されている。IPCC第5次評価報告書によると、2081~2100年における世界平均地上気温の上昇及び世界平均海面水位の上昇の変化は、0.3~4.8℃、0.26~0.82mの範囲に入る可能性が高いとされている。海面上昇により、沿岸域及び低平地は浸水、海岸侵食の被害を受けると考えられ、早期の対策が必要とされている。

三浦(2014)は、中村(2013)が用いた気候モデルの出力データと全球の標高データを用いて、2100年の海面水位による沿岸域の浸水面積及び100年間の海面水位変動で浸水面積を全球で解析し、潜在的なリスクの高い地域を明らかにした。さらに、全球沿岸域の標高値分布を、実際の海面上昇による沿岸域への影響から評価を行った。浸水面積に着目した評価が行われたが、一方で浸水高や人口、土地利用の状況を考慮して評価を行うことが重要である。

本研究では、三浦(2014)の研究手法をもとに、中村(2013)が用いた気候モデルの出力データから、全球における浸水域計算を行い、その影響を受ける人口を解析することで、将来の影響人口の予測を行うことを目的とした。

#### [2] 研究概要

##### (1) 使用したデータ

海面水位データは、独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)から提供された気候モデルの計算結果の海面水位データを中村(2013)にならって解析したものを使用した。この海面水位データにはRCP4.5、RCP6.0、RCP8.5の3つの異なる温室効果ガス排出過程で計算された全球の海域での毎月の海面水位の計算結果が含まれており、天文潮は含まれていない。本研究では、RCP4.5、RCP8.5の2006年~2100年の海面水位と、現在の水位としてhistoricalの2001~2005年の平均海面水位を用いた。

標高データはGTOPO30を使用した。これはUSGS(米国地質調査所)が中心となり、NASAなどの複数の機関の協力を得て作成された数値標高モデルである。空間分解能30"、南緯90度から北緯90度、及び西経180度から東経180度までの全球を対象とする。標高値はジオイド面からの比高が整数(m)で表示されている。

人口データはSEDACが作成した「Population Count Grid Future Estimates, v3(2005, 2010, 2015)」の2.5'グリッドを使用した。また、国連が予測した2100年までの5年毎の出生率の異なるhigh、medium、lowの3つのシナリオを、2020年からの将来人口に用いた。それぞれのシナリオは、出生率における予測幅の小さな差異が、長期的には人口規模の大きな違いとなることから設定

されている。

## (2) 研究手法

本研究では、2.5' の人口データのグリッドに合わせることにし、標高データの平滑化を行った。GTOPO30 の解像度を 2.5' にするために、5×5 の 25 個の陸地ごとに区切り、その際に陸地の数が 25 個のうち半分以上であれば全体を陸地とし、それ以外の場合は海にするという平滑化を行った。平滑化によって本来陸地である領域が海と判定される領域があり、特に小島嶼などに多く見られた。

2.5' に平滑化した GTOPO30 と 2015 年の人口予測を用いて、全球で標高値における人口分布を調査した。標高 0~10m にかけて人口は急激に増加し、10m からはほぼ直線となっており、標高が 1m 高くなると約 6 千万人増加していることが分かった。また、標高値が 0m 以下である地域にも約 1.4 千万人の人々が存在している。このことから、海面が 1m 上昇すると少なくとも約 7.4 千万人に影響を与えられられる。また、人口が集中しているのは標高値が低い地域であるため、浸水被害対策を早期に行うことが必要である。

浸水計算は、個々の標高データを四方にある海面水位と比較し、海面水位の方が標高値よりも高い場合、その海面水位の値に書き換える。これを書き換えがなくなるまで何度も行う。GTOPO30 には、防波堤などの構造物の情報が無いので、本研究の浸水域は構造物がない場合の潜在的な浸水域となる。

## [3] 研究成果

### (1) RCP シナリオによる影響人口の全球分布

図 1.1-(1)、(2)に RCP シナリオでの 2100 年までの影響人口を示す。RCP4.5 では 2100 年までに約 250 万人となり最大であった。これは RCP4.5 の浸水面積が最も大きいため、影響人口も多くなったと考えられる。また、3つの人口シナリオにおいて、どのシナリオも 2100 年に向けて影響を受ける人口は増加していた。その中でも特に出生率が最も大きくなる high シナリオでの影響人口が多かった。

(2) 浸水面積と人口の関係

影響人口が 2100 年に向けて増加する原因は、浸水面積が大きくなること、人口が増加することの 2 つの理由が考えられる。そこで、RCP4.5 を用いて、浸水面積を変化させ、2010 年の人口データを用いた影響人口と、浸水面積は 2010 年のものを使用し、2100 年までの人口予測を用いた影響人口の計算を行い比較した。その結果浸水面積を増加させて行った計算では、2100 年に影響人口は約 100 万人、人口を増加させた計算では約 150 万人となった。このことから、人口を増加させて行った計算結果の方が、影響人口は多い。そのため人口の増加が浸水の影響により大きく関係していると考えられる。

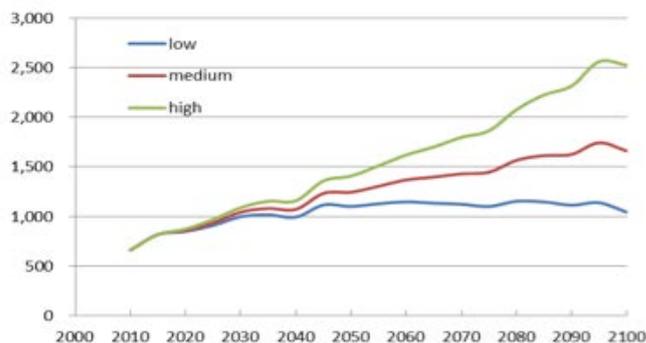


図 1.1-(1) RCP4.5 の 2100 年までの影響人口

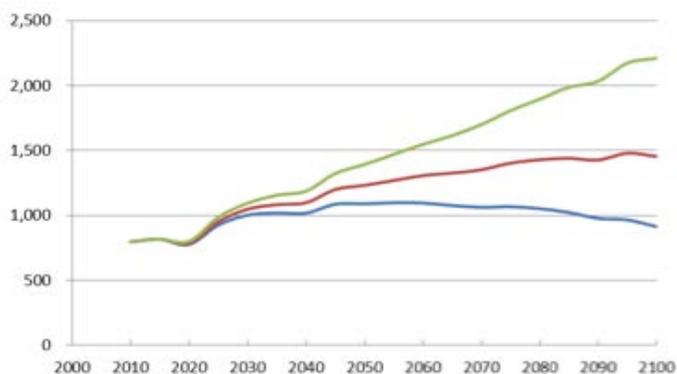


図 1.1-(2) RCP8.5 の 2100 年までの影響人口

(3) 海面水位 5m、10m による全球分布

IPCC 第 5 次評価報告書から、工業化以前に対する世界平均気温よりも約 1℃～4℃を超える気温上昇が続くと、1000 年あるいはさらに長期間をかけて、グリーンランド氷床が融解し、7m に達する世界平均海面上昇をもたらす可能性があると言われてしている。そこで、これからの将来で起こりうる可能性のある海面水位上昇を、仮に海面水位を一律に 5m、10m とした際の浸水域の予測を行った。2100 年までの影響人口は 5m では、約 8 千万人、10m では約 10 億人が影響を受け、RCP4.5 と比較してそれぞれ約 30 倍、約 80 倍に増加することが明らかとなった。

<引用・参考文献>

1. 中村円 (2013) : 気候シナリオデータを用いた将来 10 年間における最大海面上昇量および海面上昇リスク評価 平成 24 年度卒業論文、茨城大学、73p.
2. 三浦祥之介 (2013) : 気候シナリオデータを用いた全球沿岸海域での浸水面積の変化予測、平成 25 年度卒業論文、50p.
3. GTOPO30 (<https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>) (2014/11/01 参照)
4. IPCC[気候変動に関する政府間パネル]編 文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省 翻訳 (2013) : IPCC

5. 第 5 次評価報告書 第 1 作業部会の報告『気候変動 2013—自然科学的根拠』、  
第 2 作業部会の報告『気候変動 2014—影響・適応・脆弱性』
6. SEDAC (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/>) (2014/11/01 参照)

**[4] 研究成果の学術的・社会的影響度**

本研究成果は、気候変動・海面上昇に対する沿岸域での影響、適応を検討する上で有用な情報である。

**[5] 発表及びアウトリーチ**

- (1) 成果の発表 なし
  - 1) 査読付き英文論文
  - 2) その他査読付き論文
  - 3) 著書
  - 4) 国際会議論文
  - 5) 大学・研究所等紀要
  - 6) その他
- (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

### 1.2.1. マレー半島における降雨による土砂災害危険度評価

村上 哲（工学部）

研究協力者：西ヶ谷友美

#### [1] 研究目的

近年、マレーシアの都市部や幹線道路沿いの地域において斜面災害が発生しており、安定的な経済成長を阻害する大きな要因とみなされている<sup>1)</sup>。災害の低減には、斜面崩壊危険箇所の把握および周知が必要である。したがって、崩壊の危険がある斜面を示したハザードマップが有用であるが、広大な国土から斜面崩壊に関する情報を統一的に取得した上で危険性が高い斜面を抽出することは困難である。よって、斜面崩壊の危険性の高い地域を予めゾーニングした上で、該当地域のより詳細な検討を経て、ハザードマップを作成することが有効であると考えられる。そこで、ハザードマップ作成の第一段階として、相対的な斜面崩壊危険地域を抽出するための広域ハザードマップを作成する。斜面崩壊の要因としては、地質条件、地形条件、降雨条件および植生条件などがある<sup>2)</sup>。著者らは地質および岩の風化、降雨に着目し、斜面災害地点における各要因の地域性を分析し、斜面崩壊地域の特徴を把握した。本研究では、採点方式を用いて地質、岩の風化状況、降雨を複合的に考慮したマレー半島における斜面災害ハザードマップを作成し、その妥当性を検証することを目的とする。

#### [2] 研究概要

マレー半島における斜面災害発生地域の斜面崩壊に関する要因の地域性を分析するとりかかりとして、斜面災害データベースおよびデータベース中の位置情報を地図化した斜面災害履歴図を作成した。図 1.2-(1)に斜面災害履歴図を示す、この斜面災害履歴図および斜面崩壊地域における地質、岩の風化状況、降雨に関する分析結果を用いて斜面崩壊危険度の点数化を行った。

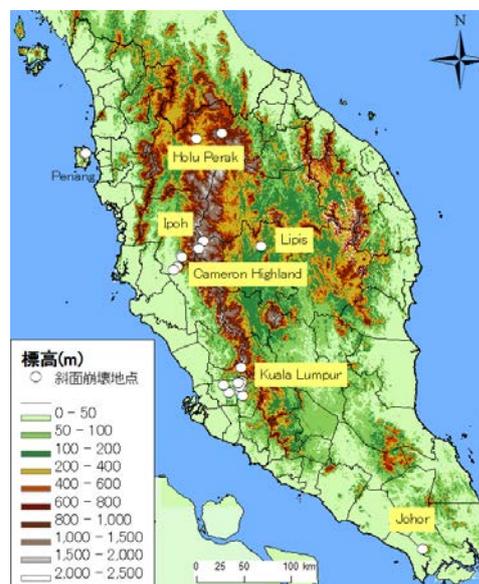


図 1.2-(1) 斜面災害履歴図

[3] 研究成果

2.1 地質

図 1.2-(2)に、著者らが作成したマレー半島の地質図を示すとともに、地質に関する分析結果を参考に与えた斜面崩壊危険度点数を示す。マレー半島には花崗岩と変成岩が広域に分布しており、これらの岩種の地域で斜面崩壊が生じている。花崗岩は、風化花崗岩に変化しやすく、風化花崗岩は、風化作用を受ける前よりもせん断強さが小さくなり、斜面の滑動に対する抵抗力は低下する<sup>4)</sup>。また、変成岩には片理構造をもつものがある。変成岩では風化作用を受けても残存した片理構造が由来となって岩石内で風化の進行度が異なることによる局所的な強度の違いが発現し、崩壊の原因となることがある。以上の分析結果をふまえ、地質に関する斜面崩壊危険度点数は、変成岩および花崗岩の地域に3点、その他の地域に1点を与えた。

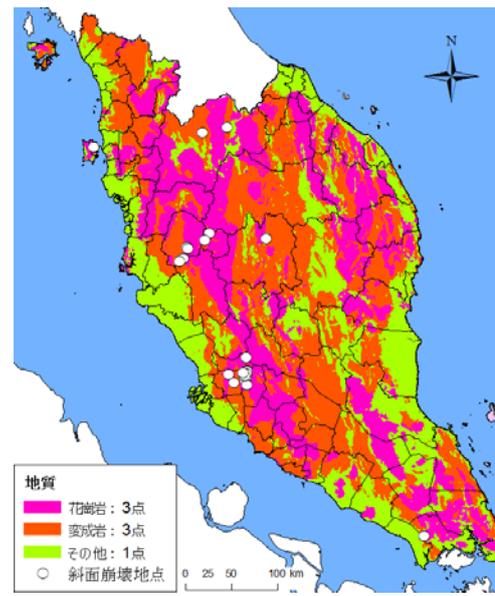


図 1.2-(2) 地質に関する斜面崩壊危険度点数

2.2 岩の風化

マレー半島を形成する花崗岩および変成岩は、当国の高温で湿潤な熱帯雨林気候に起因する強い風化作用を受けている<sup>5)</sup>。両岩石は風化作用を受け続けると、変質と破砕が進行して造岩鉱物の結合力が弱まり、源岩と比較して強度が大きく低下する<sup>4)</sup>。岩石内外への水の出入りが風化の進行を早めるが、現地においては降雨と日照が起因して地盤中で湿潤と乾燥が繰り返されることで造岩鉱物の変質と細粒化が進行し、徐々に斜面を構成する岩および岩層の強度が低下すると考えられる。そこで、乾燥と湿潤の繰り返しを示す指標として相対湿度の年較差を用いた。図 1.2-(3)にマレー半島における相対湿度の年較差と斜面災害履歴図を示すとともに分析結果を参考に与えた岩の風化に関する斜面崩壊危険度点数を示す。図 1.2-(3)から、相対湿度の年較差が9%以上と比較的大きい地域に37点中36点の斜面崩壊地点が分布していることが分かった。したがって、相対湿度の年較差の大小は地質の風化の進行を判断する指標になり得ると考えた。以上の分析結果より、湿度の年較差が大きい地域ほど高い得点になるように、1~3点を与えた。

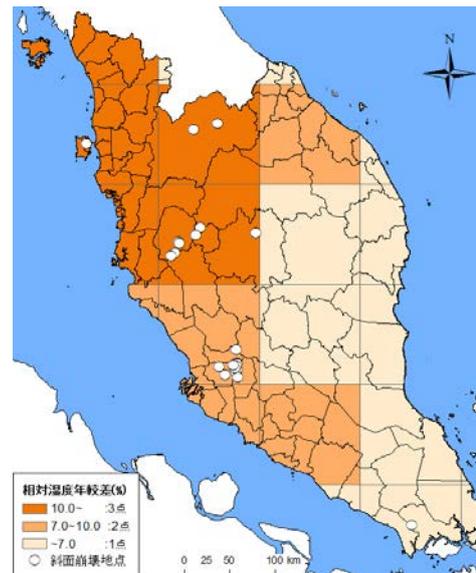


図 1.2-(3) 岩の風化に関する斜面崩壊危険度点数

(データは文献3より引用)

### 2.3 降雨

降雨時の斜面では、浸透流のために地下水位が上昇し、間隙水圧が増加するとともに有効応力が減少するため、斜面のせん断抵抗力は減少する。加えて、地盤に貯留した雨水によって斜面を構成する土塊の質量が増加するために滑動力は増加する。したがって、降雨は斜面崩壊発生への引金となる要因である。そこで、斜面崩壊地域の降雨特性を分析するために年降水量の記録を使用した。図 1.2-(4)にマレー半島における年降水量と斜面災害履歴図を示すとともに分析結果を参考に与えた年降水量に関する斜面崩壊危険度点数を示す。年降水量がマレーシアの年平均降水量平年値である 2672 mm を超過する地域で斜面災害が多く生じている傾向が見られた。したがって、年降水量が多い地域ほど、斜面災害が生じる危険性が高くなると考えた。以上の分析結果より、年降水量が多い地域ほど高い得点になるように、4~10 点を与えた。

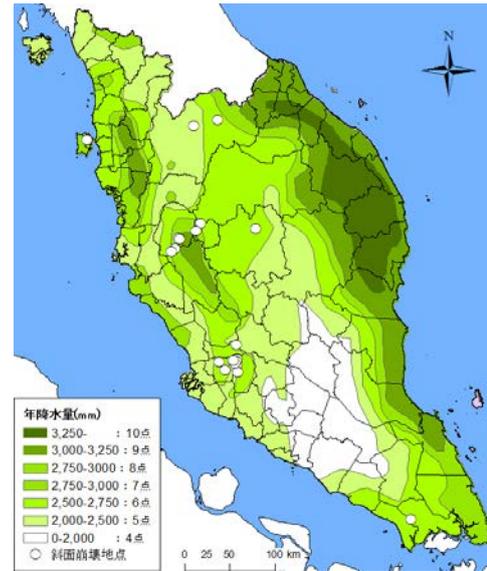


図 1.2-(4) 降雨に関する斜面崩壊危険度点数

### 2.4 斜面災害広域ハザードマップの作成

図 1.2-(5)に地質、岩の風化状況、降雨に関する斜面崩壊危険度点数の合計を表した斜面崩壊ハザードマップを示す。合計点数の最低点は 3 点、最高点は 14 点であり、点数が大きい順に、11~14 点を危険度高、8~10 点を危険度中、3~7 点を危険度低と表した。危険度を 3 段階で表したのは、本研究では斜面崩壊危険箇所の分布傾向を把握することを目的としたからである。ここで、作成した斜面災害ハザードマップの妥当性を検証するために、斜面災害データベースを利用した。斜面災害の位置情報には、分析に使用した 37 地点に、新たに 16 地点を追加した計 53 地点を用いた。その結果、53 点中 53 点が危険度中および高の地域に該当しており、本研究の分析結果を用いて採点法で作成したハザードマップは、斜面崩壊危険地域を概ね示すことができたと考える。以上のことから、斜面崩壊ハザードマップを作成するための第一段階として、斜面崩壊危険地域を把握するために使用できる広域ハザードマップが作成できたと判断する。今後は、過去の災害履歴を追加するとともに、各種情報の高精度化を図ることによって、より信頼度の高い広域ハザードマップへと展開していきたい。

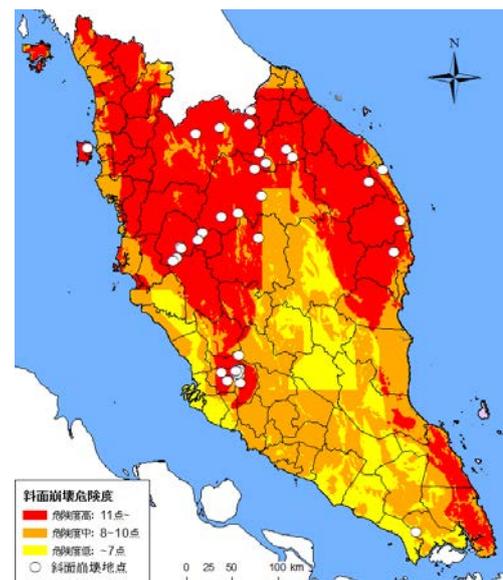


図 1.2-(5) 斜面災害広域ハザードマップ

### 謝辞

本研究の一部は地球規模課題対応国際科学技術協力事業「マレーシアにおける地すべり災害および水害による被災減低に関する研究」(研究代表者：登坂博之教授)の助成を受けて得ら

れた成果の一部をまとめたものです。また、Science University of Malaysia の Tay Lea Tien 様、Nazirah Azizat 様ならびに University Tenaga Nasional の Rohayu Omar 様の御協力を得ました。付記して謝意を示します。

<参考引用文献>

1. Country Report: Asian Disaster Reduction Center: <http://www.adrc.asia/countryreport/MYS/2008/malaysia2008.pdf#search='malaysia+country+report+2008'>(2013/10/29 参照)
2. 地盤工学会 (2006): 豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測、丸善株式会社、pp.63-71.
3. 西ヶ谷友美、村上哲、小峯秀雄：マレー半島における斜面災害履歴図の作成と斜面災害発生箇所地域性分析、第 49 回地盤工学研究発表会(投稿中)
4. 土壌物理研究会 (1985)：土の物理学、森北出版株式会社、pp12-15.
5. Bujang B. K. Huat (2004): Tropical Residual Soils Engineering, A.A. Balkema Publishers, a member of Taylor & Francis Group plc, p.15.

**[4] 研究成果の学術的・社会的影響度**

斜面崩壊危険地域を把握するために使用できる広域ハザードマップを作成したことにより、マレー半島における斜面災害の低減のためのソフト対策に一步貢献した。

**[5] 発表及びアウトリーチ**

(1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文

Murakami, S., Nishigaya, T., Tay, L. T. Habibah, L.(2014): Development of Historical Landslide Database in Malay Peninsula, IEEE International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT), pp. 161~165.

Nishigaya, T., Murakami, S.(2014): Hazard mapping of Slope failures in Malay Peninsula by using a Historical map of Slope disaster, IEEE International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT), pp. 247~250.

- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

西ヶ谷友美、村上 哲、小峯秀雄 (2014)：マレー半島における斜面災害履歴図の作成と斜面災害発生箇所の地域性分析、第 49 回地盤工学研究発表会発表論文集(CD-ROM)、pp. 1861-1862.

西ヶ谷友美、村上 哲、小峯秀雄 (2014)：マレー半島における斜面災害履歴図を利用した広域ハザードマップの作成、土木学会第 69 回年次学術講演会論文集(CD-ROM)、pp. 577-578.

- (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

## 1.2.2. Tuvalu 国 Funafuti 環礁に生息する底生有孔虫の抗酸化力評価

藤田昌史、横木裕宗（工学部）、桑原祐史（広域水圏）

### [1] 研究目的

中部太平洋に位置する Tuvalu 国などの環礁国では、砂の起源は主として有孔虫やサンゴである。近年、人為的な水質汚濁等の影響を受けて砂の生産量が低下していることが懸念されている。これは沿岸水質汚濁の問題だけではなく、将来の海面上昇に対する国土維持の問題にも発展する。したがって、早急な水質対策の実施が求められるが、現地の沿岸生態系保全の観点から対策の目標を検討することが望まれる。本研究では、抗酸化力を指標として有孔虫の環境ストレスの評価を試みた。

### [2] 研究概要

#### (1) 調査地点

Tuvalu 国の首都 Funafuti 環礁における Fongafale 島の高人口密度地域付近（BR-L）、低人口密度地域付近（CW-L、CW-O）、無人島海岸（Fuagea）を調査対象とした（図 1.2-(6)）。

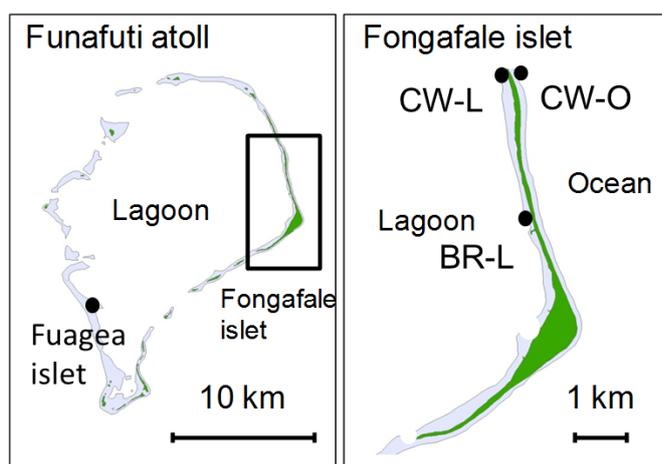


図 1.2-(6) 調査地点

#### (2) 抗酸化力の測定

採取した底質から顕微鏡観察により生きている有孔虫を分取した（*Baculogipsina* は 80 個体程度、*Amphistegina* は 150 個体程度）。そして、既報の測定手法を改良して抗酸化力（ORAC）を測定した。ORAC は、蛍光物質である Fluorescein を蛍光プローブとして使用し、一定の活性酸素の存在下で分解される Fluorescein の蛍光強度を経時的に測定し、その変化を指標として抗酸化力を測定する方法である。ORAC の値が高いほど、抗酸化力を有することから、より高いストレス環境に曝されていることを意味する。

### [3] 研究成果

#### (1) Tuvalu 沿岸の水質環境

各調査地点の海水の窒素濃度を調べた（n=3）。高人口密度地域である BR-L が最も窒素濃度が高いと予想したが、実際には低人口密度地域である CW-L、CW-O とほぼ同じレベルであった。

Fongafale 島沿岸の水質汚濁は、主に生活排水によるものであることが知られている。Fuagea は無人島であるにもかかわらず、窒素濃度はこれらと同レベルであった。Fongafale 島のような人為汚染があるとは考えにくい。この島では有孔虫が多く生産されていることから、それが死滅したことにより窒素成分が溶出した可能性が推測される。

(2) 有孔虫の抗酸化力の評価

各調査地点の ORAC の測定結果を図 1.2-(7)に示した。まず、*Baculogipsina* と *Amphistegina* を比較すると、*Amphistegina* の方がより高い ORAC を示した。これは、*Amphistegina* の方がより高い環境ストレスを受けているものと解釈される。一般的に環礁では、*Baculogipsina* は清浄な外洋側、*Amphistegina* は水の交換がされにくいラグーン側に生息する有孔虫である。その意味では、得られた結果は妥当性があるといえる。

*Baculogipsina* の ORAC では、CW-O よりも Fuagea の方が高い結果となった ( $p < 0.05$ )。前述したように、Fuagea は人為影響のない地域でありながらも、海水中の窒素濃度や底質の炭素・窒素含有量が相対的に高かったことから、これらが環境ストレスの要因になっていた可能性が考えられる。*Amphistegina* の ORAC では、BR-L と CW-L の間に有意差は認められなかった。CW-L は低人口密度地域であるが、既に高人口密度地域の BR-L とかわらないくらい人為的な環境ストレスを受けていることを示しているのかもしれない。

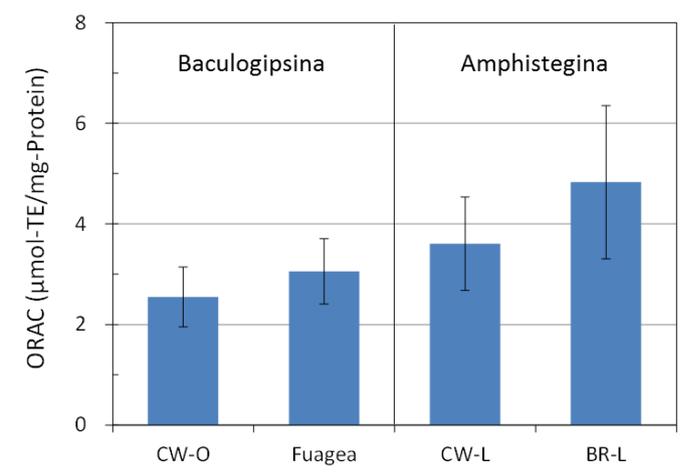


図 1.2-(7) 有孔虫の抗酸化力

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

環礁国に生息する有孔虫の環境ストレスを評価できるようになったことから、砂生産者保全の観点から沿岸水質対策の在り方を検討できるようになる。

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Fujita, M., Ide, Y., Sato, D., Kench, P. S., Kuwahara, Y., Yokoki, H., Kayanne, H.(2014): Heavy metal contamination of coastal lagoon sediments: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu, *Chemosphere*, 95, 628–634.

2) その他査読付き論文

王峰宇、石渡恭之、藤田昌史(2014)：ツバル国海岸の重金属汚染の評価と既設の Septic Tank の活用を想定した除去手法の検討、土木学会論文集 G (環境)、70 (7)、509-515.

- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他 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

### 1.2.3. 那珂川の洪水氾濫シミュレーションを用いた浸水域における孤立者数の推計

横木裕宗（工学部）、桑原祐史（広域水圏）、藤田昌史（工学部）

研究協力者：吉成千聖

#### [1] 研究目的

気候変動に関する政府間パネルでは、今後世界平均地上気温が 0.3~4.8℃の範囲で上昇すると予測されている。また、世界平均地上気温が上昇するにつれて、中緯度の陸域のほとんどの湿潤な熱帯域において、今世紀末までに極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いとされている。さらに北半球中緯度の陸域平均では、降水量が 1901 年以降増加していることを示した (IPCC、2013)。

茨城県を代表する河川の一つである那珂川では、古くから洪水が頻発し、多くの被害をもたらしてきた。また将来、気候変動により大雨の頻度や降水量が増加するとされ、堤防の決壊や越水等により氾濫が生じ、甚大な被害が発生することが懸念される。それに対して浸水面積や氾濫流量を指標とした氾濫リスクや、遊水池や排水機場による氾濫低減効果について評価する研究が行われてきた (宮田、2011)。しかし、氾濫した際の人的被害についての研究が少なく、十分な評価がされていない状況である。

本研究では、那珂川を対象に降水量増加を想定した氾濫解析を行い、浸水被害の規模とそれに伴う人的被害を、浸水面積と孤立者数を算出することで明らかにする。また孤立者数を指標とした氾濫被害リスクを評価するとともに、その軽減策を検討することを目的とした。

#### [2] 研究概要

##### (1) 解析方法及び解析条件

洪水氾濫解析には、2次元不定流モデルを用いた。基礎方程式は連続式及び運動方程式からなる。数値計算には差分法を用い、変数の配置には staggered 格子を、計算の進め方には leap frog 法を用いた。なお河道内も氾濫域と同じ計算を行った (中川、1999)。

氾濫計算の対象領域は上流端を野口水位観測所とし、下流端を河口とした。計算では領域を 50m×50m のメッシュで区切り、各メッシュで農用地や建物用地、海水域など 12 種類の格子情報とそれに対する粗度係数を与えた。また、河川に接する格子を不透過格子とし、流出地点からのみ氾濫することとした。

そして、あらかじめ流出地点、流出方向を設定し、水位がその地点の地盤高を越えたときに水が堤内に氾濫するようにした。流出地点は過去の水害や河川が蛇行し、流出により浸水被害が大きいと予想される地点とした。さらに流出地点は両岸で 6 地点ずつの計 12 地点を取った。

河道内の初期条件は、上流端に観測所における平常流量 75.03 m<sup>3</sup>/s、下流端に平均海面を与えて計算を行い、各格子の水深、流量フラックスを初期値として与えた。境界条件は、過去に発生した洪水時の流量を参考に、上流端で 3700 m<sup>3</sup>/s、4000 m<sup>3</sup>/s、5000 m<sup>3</sup>/s のピーク流量を設定し計算を行った。また計算開始から 24 時間後にピーク流量が現れ、48 時間後に平常流量に戻るような計算とした。

(2) 孤立者数の推計方法

池内ら (2011) は、一定以上の浸水深となった場合に、建物の外部における徒歩移動が困難となり孤立することとし、浸水深が避難困難となる水深に達した地域において避難しなかった人を孤立するものとした。

避難が困難となる浸水深は、以下の状況を踏まえて 60cm と設定した。

- ▶ 東海豪雨時に、ゴムボートなどで救助されて避難したときの浸水深は、膝の高さ以上であった。
- ▶ 米国の人的被害のシミュレーションモデルでは、避難が困難になる浸水深を約 60cm としている。

また、過去の水害時における避難率の調査結果から、避難率を 0%、40%、80% の 3 ケースとした。避難率は、浸水により避難困難となる地域において、その地域で避難困難となる浸水深になる前に安全な地域に避難した人の割合のことである (池内ら、2011)。孤立者数の算出は、避難困難となる浸水深以上の浸水が発生した場合、その区域内人口に避難率を考慮して求めた。

表 1.2-(1) 各流出点での浸水面積

洪水流量 3700m <sup>3</sup> /s			
左岸		右岸	
流出点 (河口から)	最大浸水面積 (1-2)	流出点 (河口から)	最大浸水面積 (1-2)
5km	5.70	6km	26.50
9.5km	5.78	10km	34.29
13km	9.56	14km	流出なし
15.5km	0.04	20km	2.37
18km	流出なし	24km	流出なし
25km	流出なし	30km	流出なし

[3] 研究成果

表 1.2-(1) に洪水流量 3700 m<sup>3</sup>/s の各流出点での浸水面積の結果を表す。左岸では流出が 13km 地点、右岸では流出が 10km 地点で浸水面積が最も大きく、氾濫リスクが高いといえる。

また左岸と右岸の浸水面積を比較すると、洪水流量が 3700 m<sup>3</sup>/s の場合、河口から近い 2 地点、流出点が左岸 5km、9.5km と右岸 6km、10km では右岸のほうに浸水域が広がっており、左岸よりも浸水面積がおおよそ 5~6 倍大きいことがわかった。これは、右岸のほうが河川一帯の地盤が低いため、洪水流量が小さくても浸水域が広がりやすいためであると考えられる。また、左岸では河川から離れるに従い地盤高が高くなっているため、洪水流量が 4000 m<sup>3</sup>/s、5000 m<sup>3</sup>/s と大きくなることで地盤高の高いところにも浸水し、面積が大きくなった。

表 1.2-(2) 洪水流量 3700m<sup>3</sup>/s の避難率別孤立者数

洪水流量 3700 m <sup>3</sup> /s				
流出点 (河口から)	孤立者数 (人)			
	避難率 0%	避難率 40%	避難率 80%	
左岸	5km	5211.1	3126.7	1042.2
	9.5km	4252.6	2551.5	850.5
	13km	4250.5	2550.3	850.1
	15.5km	15.2	9.1	3.0
	18km	孤立者なし		
	25km	孤立者なし		
右岸	6km	440.4	264.3	88.1
	10km	8510.4	5106.2	1702.1
	14km	孤立者なし		
	20km	147.4	88.4	29.5
	24km	孤立者なし		
	30km	孤立者なし		

表 1.2-(2) に洪水流量 3700 m<sup>3</sup>/s の避難率別の孤立者

数を示す。左岸では流出点が河口から 5km の地点で孤立者数が最も多く、右岸では流出点が 10km の地点で約 8500 人の孤立者が発生することがわかった。よって、左岸では 5km 地点、右岸では 10km 地点で氾濫被害リスクが高いといえる。

しかし、孤立者数は避難率を上げることで大幅に軽減することができ、洪水流量 3700 m<sup>3</sup>/s の流出点が左岸 5km では、避難率が 80%になると約 1000 人まで抑えることができる。これは右岸も同じで、最も孤立者数が発生する流出が 10km 地点でも避難率 80%と避難率 0%を比較すると、約 7000 人も軽減できることがわかった。

図 1.2-(8)は左岸 5km の浸水面積と孤立者数を表す。図 1.2-(8)から流出後 2 時間には浸水面積が 1km<sup>2</sup>となるが、孤立者はほとんど見られないことがわかる。また浸水面積は 5 時間から 6 時間に急激に増加しているが、孤立者は 6 時間から 7 時間に急増し、流出後 9 時間で浸水面積は最大となるが、流出から 10 時間で孤立者数は最大となっている。そして 22 時間から 23 時間で孤立者数は減少しているが浸水面積に変化は見られない。

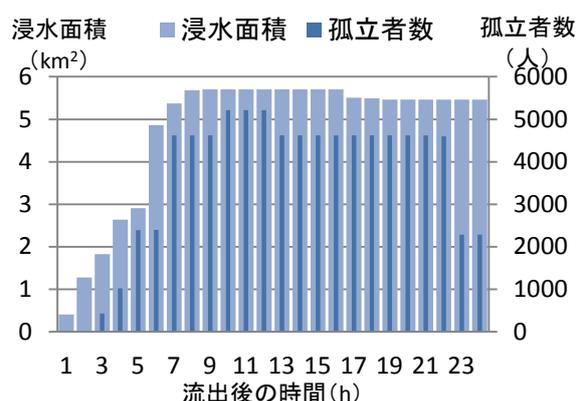


図 1.2-(8) 洪水流量 3700m<sup>3</sup>/s 左岸 5km

流出が右岸 10km 地点では、流出後 5 時間で浸水面積が約 2.5km<sup>2</sup>となり、4000 人以上の孤立者が発生する。また両岸で比較したときに、流出点右岸 10km で孤立者数が最も多いのは、10km 地点に人口が密集しているからであると考えられる。さらに洪水流量が 3700 m<sup>3</sup>/s から 4000 m<sup>3</sup>/s となっても浸水面積に大きな増加は見られないものの、孤立者数が大幅に増えていることがわかった。

これらの結果から、浸水面積と孤立者数は同時に増加しないことがわかった。浸水域は広がっているが、浸水深が 60cm 未満であるところも多い。つまり、氾濫し、浸水域が広がっても浸水深が大きくなり、孤立者が発生しなかったと考えられる。流出後 3 時間で孤立する人が出現するが、浸水深や浸水域はそれ以降さらに増加するため、早急な救助により孤立を防げる可能性がある。

<参考文献>

1. 池内幸司、越智繁雄、安田吾郎、岡村次郎、青野正志 (2011) : 大規模水害時における孤立者数・孤立時間の推計とその軽減方策の効果分析、土木学会論文集 B1、Vol.67、No.3、pp.145-154
2. 中川一 (1999) : 氾濫流の解析、水工学における計算機利用の演習会講義集  
宮田翔 (2011) : 那珂川における氾濫リスクとポンプの排水によるその低減効果の評価、茨城大学卒業論文
3. IPCC (2013) : 第 5 次評価報告書 第 1 作業部会報告書

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

本研究成果は、那珂川、久慈川における洪水・氾濫対策として、有用な情報である。

[5] 発表及びアウトリーチ

- (1) 成果の発表 なし
  - 1) 査読付き英文論文
  - 2) その他査読付き論文
  - 3) 著書
  - 4) 国際会議論文
  - 5) 大学・研究所等紀要
  - 6) その他
- (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

#### 1.3.1. 沿岸域地盤沈下地帯の防災耐力の評価と適応力の形成技術の提案

村上 哲（工学部）、安原一哉（ICAS）

研究協力者：杉本裕樹

##### [1] 研究目的

メコンデルタでは、過剰な地下水の汲み上げにより地盤沈下が生じている。しかし、水準測量による経年的な観測が行われていないため、地盤沈下の状況把握が不十分である。そこで、実測値を必要とせず、広域的な地盤沈下の観測が可能な技術として干渉 SAR がある。川瀬ら<sup>1)</sup>は、干渉 SAR を用いて 1990 年代における地盤沈下地域（ホーチミン市、ミトー市、カントー市）を特定した。（図 1.3-(1)参照）このような地域では、21 世紀に入り、人口の増加と共に地下水の揚水量が増加し、地盤沈下がさらに進行していることが考えられる。一方で、世界規模で進行する海面上昇と地盤沈下が複合的に生じた場合、将来、浸水域が拡大することが懸念される。したがって、本研究では、メコンデルタにおける地盤沈下地域を対象に、近年の地盤沈下の状況把握を行い、地盤沈下が激しい地域とその地理的な関係について調査した。



図 1.3-(1) 川瀬らが特定したメコンデルタの地盤沈下地域<sup>1)</sup>

##### [2] 研究概要

本研究では、川瀬らが特定した地盤沈下地域を対象とし、近年観測された SAR データを用いた干渉 SAR により、地盤沈下の現状を広域的に把握する。ここで、干渉できなかった地点の地盤沈下量には、空間補間法を適用し、対象領域全域の地盤沈下分布図を作成する。空間補間法には、Murakami ら<sup>2)</sup>により提案されている、クリギングにダミーデータを組み込むことにより地盤沈下の影響範囲を考慮した、広域地盤沈下量マップの作成手法を適用した。この手法は、従来のクリギングによる空間補間法に基づいており、観測地点から離れた推定値がゼロになるようにダミーデータを配置し、クリギングによる空間補間法を適用するものである。

##### [3] 研究成果

図 1.3-(1)に示した地域において、干渉 SAR により近年（2008 年と 2009 年）の地盤沈下の状況を把握した。しかし、干渉 SAR により把握できた地域は局地的であり、地盤沈下の状況を広域的に把握することができなかった。そこで、Murakami ら<sup>2)</sup>により提案されている広域地盤沈下マップの作成手法を適用し、地盤沈下の現況把握を行った。図 1.3-(2)に地盤沈下地域における、2008 年と 2009 年の地盤沈下量を足し合わせた 2 年間の広域地盤沈下量マップを示す。図 1.3-(2)より、ホーチミン市では、サイゴン川沿いにおいて 3 cm 以上の地盤沈下が集中している。このため、サイゴン川沿いの地域において、近年地盤沈下が深刻であると考えられる。ミトー市においては、西部と東部に分かれて地盤沈下が局地的に生じている。このため、西部と東部の地域で、近年地盤沈下が深刻であると考えられる。カントー市においては、メコン河沿いにかけて地盤沈下が生じている。このため、メコン河沿いの地域で、近年地盤沈下が深刻であると考えられる。したが

って、このような地盤沈下地域では、今後も人口の増加に伴う、地下水の揚水量の増加等により地盤沈下が進行し、今後さらに地盤沈下の深刻化が懸念される。

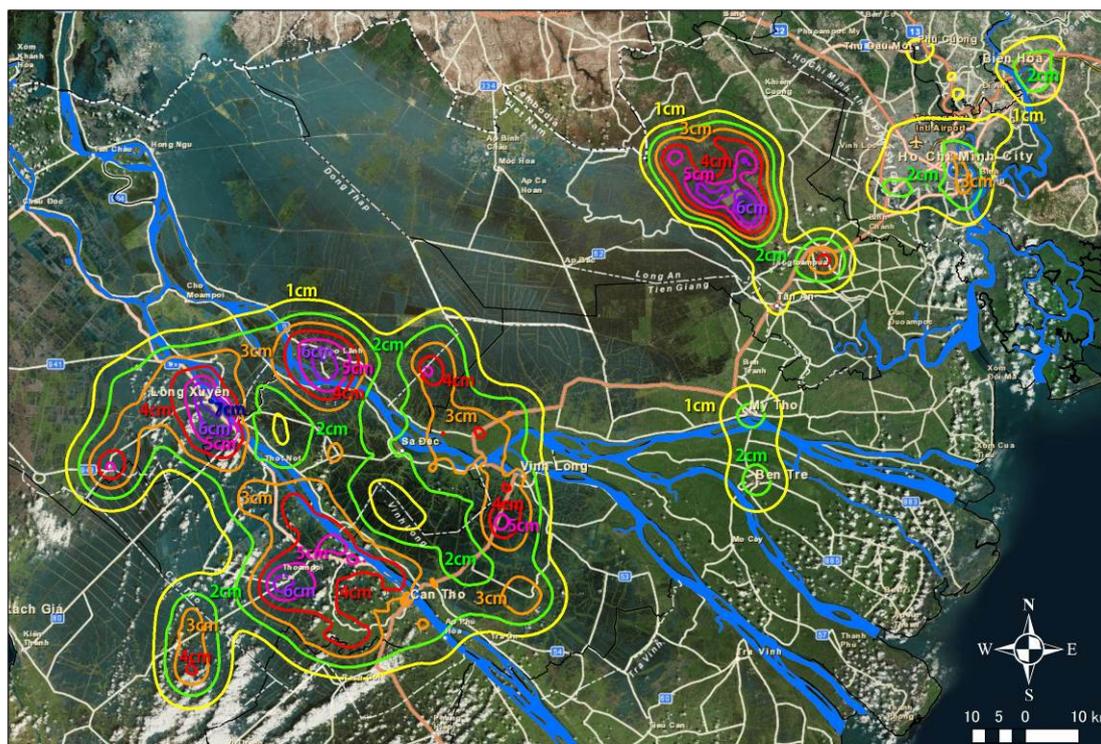


図 1.3-(2) メコンデルタにおける広域地盤沈下マップ  
(2008 年から 2009 年の約 2 年間の累積沈下量)

### 適応力の形成技術の提案

図 1.3-(2)のように各市では地盤沈下が大きく、とりわけ、河川沿岸域で生じていることが分かる。今後沈下が進行することにより、地盤沈下と海面上昇が複合的に生じた場合、浸水域が拡大する恐れがある。したがって、このような地域では、海面上昇のみならず、地盤沈下の将来予測を行うことによる将来の地盤高の予測と地盤沈下と海面上昇が複合的に生じることによる浸水域拡大の評価が重要である。適応力の形成技術の 1 つとして、まず、地盤沈下の観測および地盤沈下の主要因と思われる地下水揚水量をそれに伴う地下水位変動を広域的に観測することが有効である。また、今後も地盤沈下が進行する地域においては、将来の地盤沈下を考慮した都市の開発や発展が可能となる地盤沈下予測マップが有効であると考えられる。

### 謝辞

本研究は環境省地球環境推進研究「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合研究」（研究代表者：茨城大学・三村信男）におけるサブ課題「③アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果評価指標に関する研究」（課題代表者：茨城大学・安原一哉）において実施された研究成果の一部をまとめたものである。ここに、付記して謝意を表します。

### <参考引用文献>

1. 杉本裕樹・村上 哲 (2014)：ホーチミン市における干渉 SAR 解析を用いた地盤沈下進行

の把握、第 11 回地盤工学会関東支部発表会、pp.326～329.

2. Murakami, S., Suzuki, K., Komine, H (2006):Reliable Land Subsidence Mapping a Spatial Interpolation Procedure Based on Geostatistics, Soils and Foundations, 46(2), pp.123-134.

#### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

メコンデルタにおける地盤沈下はその問題が指摘されているにもかかわらず実測データがなく、定量的な影響評価が困難であった。本研究の成果は、この地域における地盤沈下量を広域に評価した初めてのケースであり、この結果がもたらす学術的・社会的意義は大きい。

#### [5] 発表及びアウトリーチ

##### (1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

川瀬将之・村上 哲、小峯秀雄 (2014)：干渉 SAR を用いた広域地盤沈下予測手法の確立とメコンデルタへの適用、第 49 回地盤工学研究発表会、pp.143～144.

杉本裕樹・村上 哲(2014)：ホーチミン市における干渉 SAR 解析を用いた地盤沈下進行の把握、第 11 回地盤工学会関東支部発表会、pp.326～329.

- (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

#### 1.3.2. 海面上昇に伴う波浪による海岸堤防の不安定性評価

村上 哲（工学部）

研究協力者：藤野友彰

研究協力者：安原一哉（ICAS）

##### [1] 研究目的

本研究では、海面上昇を考慮した波浪の作用に伴う海岸堤防の不安定性評価手法を提案し、本手法を Hai Hau 海岸に適用することにより、現地における堤防の不安定性および海面上昇が及ぼす影響を明らかにすると共に、堤防の維持・強化に対する効果的な適応策について提案することを目的とした。

##### [2] 研究概要

本研究では、まず、現地調査、並びに文献調査より Hai Hau 海岸の土質特性および海象特性を調査し、堤防の不安定化要因を抽出した。その後、気液二相流理論に基づいた浸透解析を実施することにより、堤体内の飽和状態を調査すると共に、自重解析を実施し、海水の浸透に伴う堤体および地盤の応力状態と変位量を調査することで、常時における堤防の不安定化について把握し

た。次に、波浪荷重による堤体および地盤の応力状態を調査すると共に、堤防の変位量についても調査した。そして、解析結果より堤防下地盤の沈下量と法尻の側方変位量を算出した後、盛土の施工管理図を援用し、堤防の不安定性を評価した。最後に、海面上昇が及ぼす Hai Hau 海岸への影響を評価し、効果的な適応策を提案した。

[3] 研究成果

本解析結果より、Hai Hau 海岸の堤防は砂層の上面から上に位置する軟弱な砂質粘土層と堤防部においてすべり面を形成し変形する可能性がある。図 1.3-(3)、(4)にそれぞれ本解析モデル、堤防および堤防下地盤内における最大せん断ひずみの分布を示す。続いて、解析結果より堤防下地盤の沈下量  $d$  と法尻の側方変位量  $\delta$  を算出し、盛土の施工管理図を援用することで堤防の不安定性評価を実施した。図 1.3-(5)に不安定性評価の結果を示す。図中の荷重比  $(p_j / p_i) = 1.0$  の等値線は破壊規準線を表し、この曲線に近づくということは堤防の不安定化を意味する。図 1.3-(5)は、波浪の繰返し荷重および海面上昇により、堤防が不安定化することを示す。ここでは、波浪の繰返し荷重として、地表面より鉛直上向き 6m の水位に相当する静水圧を繰返し作用させた。また、海面上昇として、2100 年までに海面水位が最大で 100cm 上昇すると仮定し解析を実施した。最後に、本研究では、波浪の繰返し荷重および海水の浸透を堤防の不安定化要因とし、それに対する適応策を提案した。図 1.3-(6)に本研究で提案した適応策を示す。これにより、各不安定化への効果的な適応策を講じることが可能であると考えられる。

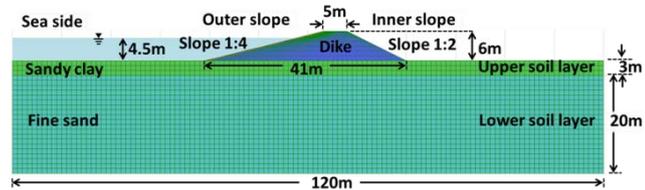


図 1.3-(3) 解析モデル

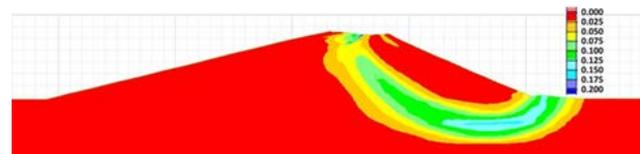


図 1.3-(4) 最大せん断ひずみ分布

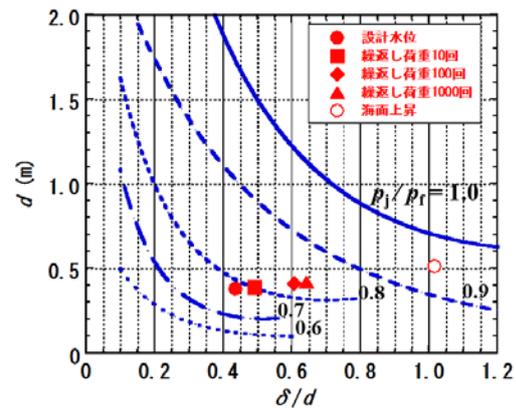


図 1.3-(5) 不安定性評価

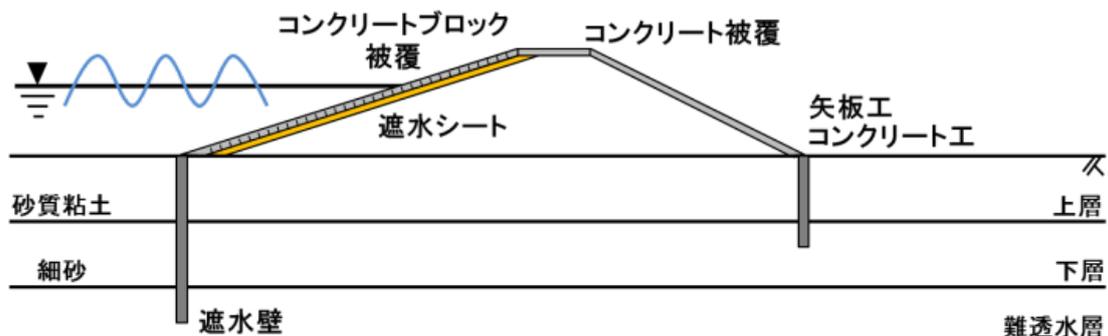


図 1.3-(6) 適応策

**[4] 研究成果の学術的・社会的影響度**

本研究の成果は、効果的な適応策を効率的に講じることを可能にし、Hai Hau 海岸における堤防の維持・強化への貢献が期待できる。さらに、ベトナムにおける他の沿岸域のみならず、同種の問題を抱えている東南アジア諸国の沿岸域に対するモデルケースになることが期待される。

**[5] 発表及びアウトリーチ**

(1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

藤野友彰・村上 哲・小峯秀雄・安原一哉(2014)：紅河デルタ南部における海岸堤防の破壊に及ぼす地盤工学的要因、第 49 回地盤工学研究発表会講演集、pp. 931～932.

(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

**1.3.3. 平面水槽を用いた環礁州島の州島間閉塞発生過程の解明**

**横木裕宗（工学部）、桑原祐史（広域水圏）、藤田昌史（工学部）**

**研究協力者：佐川卓矢、黒滝秀平**

**[1] 研究目的**

南太平洋を中心に環礁州島からなる国家が世界には多く存在している。環礁とは、サンゴ礁がリング状に形成した地形のことを指す。環礁州島とはこの環礁上に形成された島のことであり、リーフフラットと呼ばれる浅瀬を有する。主な構成物はリーフに存在するサンゴ片や有孔虫の遺骸である。環礁州島の形成初期は、リーフ上で切れ切れに存在していたとされており、外洋側から有孔虫やサンゴ片が州島間を通してラグーン側海岸に運搬されて堆積し、一連の州島形状になったと考えられている（近森、2007）。

このような一連の州島にまで成長した状態では、外洋側からラグーン内への漂砂経路は限られてしまい、切れ切れの状態の時に比べラグーン内の沿岸漂砂は非常に乏しいものとなる。また、環礁州島には、州島間の移動のために作られるコーズウェイという埋め立て道路がある。この道路の設置により、州島間を埋めてしまうことで供給源が絶たれてしまう。ツバル国フナフチ環礁フォンガファレ島ではラグーン側の海岸侵食は外洋側からの漂砂が大きく減少したためと予想される（佐藤ら、2011）。このため州島間でのサンゴ片等の挙動を調べることは、サンゴ州島保全のために重要である。

一方、サンゴ片の堆積状況や州島間の状態によってラグーン側への供給が阻害される可能性がある。志田(2013)は州島先端部での礫の挙動を確認した。その際、州島間の開口幅や阻害される条件までは考慮していない。本研究では、環礁州島の州島間において、サンゴ礫が波浪によってどのような挙動を示すか、特にラグーン側へのサンゴ片の供給が阻害される州島間での閉

塞に焦点を当て、平面水槽を用いた実験によりその過程の解明を目的とした。

**[2] 研究概要**

本研究では州島間の間隙を州島のギャップと呼ぶ。実験スケールの決定には、フルード数とシールズ数の 2 つの無次元数を用いた。これにより実験模型の縮尺を 1/100 に定め、フルード数により粒径を定めた。本実験では粒径 1mm の砂を使用したため、現地では、10cm 程度のサンゴ礫に相当することになる。

平面水槽とリーフ模型を用い、リーフ上に環礁州島をブロックで設置した。リーフ上水深を 1cm とし、州島模型前面に砂を厚さ 1cm で敷き詰めた。本実験では、ギャップ前周辺の砂も移動できるように州島模型をリーフエッジから 70° 傾けて設置した。入射波条件は実験装置により周期と波高を変化させ、計 52 ケースを設定した。1 ケースにつき 60 分間造波させ、造波後 20 分、30 分、60 分に閉塞の有無を確認した。またギャップ幅は 15cm と 20cm の 2 ケースを設定した。入射波 1 ケースにつき 2 回ずつ実験を行い閉塞の有無を確認した。閉塞の判断基準については、以下の条件とした。

- ・ギャップに砂が堆積している
  - ・ギャップにおける砂の堆積により、ラグーン側への波の入射が阻害される
- この 2 つの条件を満たした時、州島のギャップが閉塞しているとみなした。

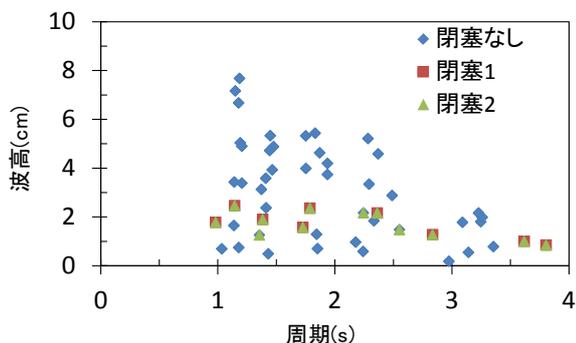


図 1.3-(7) 波高と周期の関係 (開口幅 15cm、造波後 60 分)

**[3] 研究成果**

ギャップ幅が 15cm の場合の造波後 60 分の波高・周期と閉塞の関係を図 1.3-(7)に示す。図より、閉塞するケースは波高が約 1.0~2.5cm の範囲に集中しており、周期は約 1.0~4.0s であった。また、ギャップ幅 20cm の場合は、閉塞するケースは波高が約 1.0~2.5cm であり、周期は 2.5s 以下であった。

造波後 60 分では、ギャップ幅による違いは周期に生じた。そのためギャップ幅 15cm と 20cm で、造波を開始してからの波高と周期の関係を時系列順に並べ、比較することとした。図 1.3-(8) にギャップ幅 15cm と 20cm における波高と周期の関係の時系列変化を示す。

図 1.3-(8)より最終結果である造波後 60 分を比較すると、ギャップ幅 15cm とギャップ幅 20cm のどちらも 1.0~2.5cm の波高で閉塞が生じた。また、時系列順に見るとどちらも周期が短いものから閉塞し、時間が経過につれて長い周期の閉塞ケースも閉塞が増加した。その閉塞範囲の経過時間による広がり方は、15cm と 20cm で類似していた(図中の黒線)。これより、ギャップ幅を広げることによって、閉塞が生じる波高の大きさにほとんど変化はないが、閉塞を始める時間に差が生じ、ギャップ幅 15cm の方が閉塞するのが早いことがわかった。ゆえに、ギャップ幅 20cm の造波時間 60 分の結果は閉塞する途中過程であり、長時間実験を行えば、長い周期の閉塞ケースが生じる可能性があると考えられる。

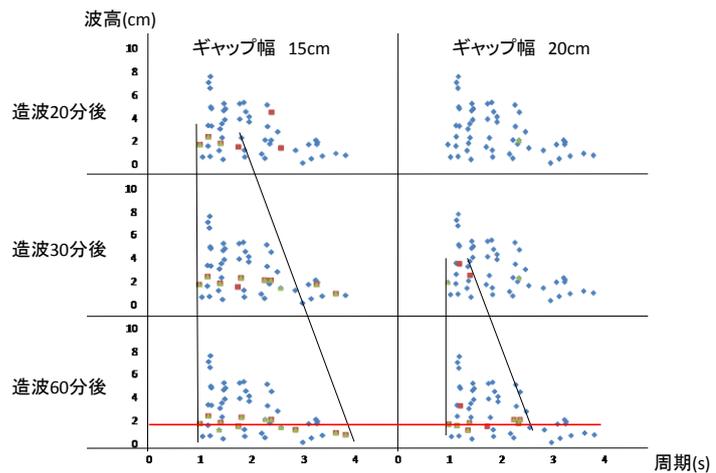


図 1.3-(8) 波高と周期の関係 (開口幅 15cm と 20cm の比較)

実験中、ギャップ幅や波浪状態によって、ラグーン側での回折の様子が変化しているのを観察した。回折しやすいほど、波の直進性が小さく、ギャップ周辺に堆積するため、早く閉塞を始めると考えられた。反対に直進性の大きい波ほどラグーン側に砂を流出させるため、ギャップに堆積しにくく、長時間経過しないと閉塞しないと考えられた。

しかし、実験結果をみると、全体的にも閉塞ありのプロット周辺のケースでも閉塞していないケースがある。そのため、閉塞ありだけのケースを見ると、回折効果が高い波から閉塞すると言えるが、全体のケースを見ると説明できない。よって、本実験ケースの範囲では回折と閉塞の関係に明確な関連性は見られなかった。

<参考文献>

1. 茅根創(2010)：環礁州島の地形形成維持に関わる生態プロセス、水環境学会誌、Vol.33(A)、No.8.
2. 佐藤大作、横木裕宗、茅根創(2011)：コースウェイ開削による環礁州島に環礁州島の持続的な州島保全の可能性、土木学会論文集 G(環境)、土木学会、Vol.67、No.5、pp.247-253.
3. 志田大和(2013)：平面水槽実験によるサンゴ礁の環礁州島先端部での移動・堆積メカニズムの解明、平成 24 年度茨城大学院修士論文
4. 近森正(2007)：ヘアヌ・村のある島：環礁州島の地形発達と人間居住、史学、76(2/3)、pp. 283 - 308
5. 土木学会(2000)：海岸施設設計便覧、pp36-39

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

本研究で得られた知見は、州島の形成メカニズムを明らかにする一助となるだけでなく、将来の州島周辺の漂砂制御実施の際にも非常に参考となるものである。

**[5] 発表及びアウトリーチ**

- (1) 成果の発表 なし
  - 1) 査読付き英文論文
  - 2) その他査読付き論文
  - 3) 著書
  - 4) 国際会議論文
  - 5) 大学・研究所等紀要
  - 6) その他
- (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. 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・遊牧業システムの研究

#### 2.1.1. 中国内モンゴルの半乾燥地における塩集積の草原植生への影響；種の豊富さの空間パターンの解析

山村靖夫、塩見正衛、堀 良通（理学部）

研究協力者：陳 俊、烏 云娜、亦 如瀚

##### [1] 研究目的

半乾燥地ではしばしば土壌の塩類集積が植生の変質・劣化を招き、牧畜・農業生産に重大な影響を与えている。草原植生の植物種の豊富さや種構成に対して塩類集積の程度がどのように影響するかを明らかにする。

##### [2] 研究概要

塩類集積レベルが異なる3つの放牧草地を調査し、植生構造を比較・解析した。調査地は中国内モンゴル自治区オルドス市の標高約 1300 m の場所であり、年平均気温 6.2°C、年間降水量は 340-400 mm、年間の潜在蒸発量は 2000-3000 mm である。3つの草地は互いに隣接し、土壌の塩類濃度以外の環境条件には差はないと見なされた。塩類レベルが高い場所を高塩区（電気伝導度 1.18-8.15 dS m<sup>-1</sup>）、中程度の場所を中塩区（0.38-0.70 dS m<sup>-1</sup>）、塩類集積のない場所を低塩区（0.07-0.20 dS m<sup>-1</sup>）として調査した。それぞれの場所に長さ 25 m の2本の帯状調査区を置き、0.25 m<sup>2</sup>の小区画を連続的に配置し、それをさらに4分割してその中の植物をすべて記録した。

##### [3] 研究結果

0.25 m<sup>2</sup>当りの植物種数は、中塩区>低塩区>高塩区の順だった。高塩区と中塩区では、種の豊富さの空間的不均一性がランダムパターンより有意に高かったが、低塩区では差はなかった。高塩区では2種の強塩性植物の空間パターンが高い空間的不均一性を生じさせていた。対照的に、低塩区では2種の弱塩性植物がランダムパターンを決めていた。中塩区では強塩性種と弱塩性種が共存することにより、高い空間的不均一性をもつ種数の豊富な群落となっており、Grime (1979) の仮説を支持した。塩性草原の植生と土壌を改善するためには、動物被食すなわち放牧を抑制することと土壌有機物を蓄積する種を育てることが有効であり、そのような種として、大きな空間的不均一性と大きなサイズをもつ植物が効果的である。

##### [4] 研究結果の学術的・社会的影響度

- (1) 環境条件の厳しさと種の豊富さの関係についての Grime (1979) の仮説を検証し、それを支持する結果を得た。
- (2) 塩性草原において植生と土壌を改善するための対策を提案した。

##### [5] 発表及びアウトリーチ

###### (1) 成果の発表

###### 1) 査読付き英文論文

Yiruhan, M. Shiyomi, T. Akiyama, S. Wang, Y. Yamamura, Y. Hori, Ailikun (2014) Long-term prediction of grassland production for five temporal patterns of precipitation during the growing season of plants based on a system model in Xilingol, Inner Mongolia, China. *Ecological*

Modeling 291: 183-192.

J. Chen, M. Shiyomi, Wuyunna, Y. Hori, Y. Yamamura (2015) Vegetation and its spatial pattern analysis on salinized grasslands in the semiarid Inner Mongolia steppe. *Grassland Science* 60 (in press) DOI: 10.1111/grs.12084

- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他 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

## 2.2. 適応型栽培技術の開発

### 2.2.1. 気候変動下での作物の品質低下および収量変動に関する要因の解明

新田洋司、浅木直美（農学部）

研究協力者：塩津文隆、小久保敏明、天井友加里、木内将高、塚本心一郎

#### [1] 研究目的

近年、全国で特色のある多様な品種が育成されているのに加えて、特徴的な名称や付加価値を有する銘柄米が栽培面積を拡大してきた。本研究では、2014年に茨城県で生産された同県育成の品種ふくまる（早生、大粒、良食、コシヒカリより多収）、一番星（極早生、あきたこまちより大粒、高温耐性、耐冷性、耐倒伏性）およびコシヒカリについて、米粒の理化学的特性と炊飯米の微細骨格構造の特徴を明らかにすることを目的とした。

また、近年、農業就業者の高齢化や後継者不足により離農者の増加や農家の経営規模の縮小がみられる一方、農地が地域の中核的農家や大規模経営農家に集積する動きがみられている。大規模経営農家では、農地の単位面積あたりの労働時間やコストが低減されるが、水稻作では移植期や収穫期が繁忙になり、それらの作業期間が長期化し、生育や収量、米粒品質への影響が懸念される。本研究では、大規模経営稲作農家の水田において、作期の違いが水稻の収量および米粒品質への影響を明らかにすることを目的とした。

#### [2] 研究概要

##### (1) 実験 1

2014年に茨城県水戸市内で栽培された品種ふくまる（茨城県農業総合センター農業研究所（水戸市）産（以下、農研産とよんだ）、コシヒカリ（農研産、水戸市内農家産（以下、水戸産とよんだ）、一番星（農研産）を供試した。穀粒判別機（サタケ社製、RGQI 10B）で玄米の諸形質を計測後、千粒重を測定し、米粒食味計（サタケ社製、RCTA11A）で食味関連形質を計測した。つぎに、玄米を試験用精米機（山本製作所製、VP-32T）で搗精後（搗精歩留 90%）、米粒食味計で食味関連形質を計測した。

玄米および炊飯米を急速凍結－真空凍結乾燥法により凍結乾燥し、白金で蒸着後、表面および断面の微細骨格構造を走査電子顕微鏡（日本電子社製、JSM6360A）で観察した。

##### (2) 実験 2

千葉県佐倉市内で大規模に水稻を栽培する農家の水田（木内浩行氏、水田 30ha）で調査した。水稻品種ふさこがね（中苗）およびコシヒカリ（中苗）を移植した（表 2.2-(1)）。移植後、14日ごとに生育調査を行った。収穫は、水稻の生育状況、収穫適期を勘案して、農家の作業日程を優先して実施された。収穫後、穀粒判別器（サタケ社製、RGQI 10B）で玄米の諸形質を計測後、千粒重を測定し、米粒食味計（サタケ社製、RCTA11A）で食味関連形質（アミロース含有率、タンパク質含有率、脂肪酸度、食味値（参考））を計測した。玄米を急速凍結－真空凍結乾燥法により凍結乾燥し、白金で蒸着後、表面および断面の微細骨格構造を走査電子顕微鏡（日本電子社製、JSM6360A）で観察した。

#### [3] 研究成果

##### (1) 実験 1

玄米の千粒重は 22.0（コシヒカリ（農研産））～23.5g（ふくまる）の範囲に、粒厚は 1.99（コ

シヒカリ（水戸産）～2.07mm（ふくまる）の範囲にあり、いずれも国内産銘柄米（新田ら 2014）の中では高い方であった。米粒食味計で計測した玄米および精米の理化学的特性は、すべての供試材料で、玄米千粒重は重く、粒厚は厚く、アミロース含有率およびタンパク質含有率は低く、食味値（参考）は高かった。

炊飯米表面を走査電子顕微鏡で観察した結果、すべての供試材料で、明るい部分（明部）よりも暗い部分（暗部）の面積が広がった。明部では、良食味米に認められる、糊化したデンプンによる細繊維状構造や網目構造が認められた。表層では、糊化したデンプンが緻密に蓄積した層が厚く、「おねば」の原因と考えられた（図 2.2-(1)）。とくに、ふくまるで顕著であった。内部では、糊化したデンプンによる多孔質構造が発達し、柔らかさの原因と考えられた。なお、ふくまるの内部では、大粒米の特徴であるデンプンの膨潤を抑制するタンパク顆粒も認められたが、ふくまるの場合は食味を向上させる適度な歯ごたえを与えていると考えられた。

以上より、供試した 2014 年茨城県産米は、いずれも良食味米の理化学的特徴と炊飯米の微細骨格構造を有していた。とくに、ふくまるの表層の糊化デンプンの緻密な層と内部構造が、特有の良食味をもたらしていると考えられた。

## (2) 実験 2

作期 1 と作期 3 とで、移植日はふさがねでは 6 日、コシヒカリでは 20 日の差があったが、穂揃日はふさがねでは 7 日、コシヒカリでは 10 日であり、コシヒカリの作期 2・3 の穂揃いが早くなった。

コシヒカリの作期 3 では、登熟歩合および千粒重が低く、収量が低かった（表 2.2-(1)）。また、玄米の粒幅および粒厚が小さかった。

ふさがねでは登熟期間中の高温により基白粒が、コシヒカリの作期 3 では登熟後期の気温の低下により乳白粒が増加した。

以上より、大規模経営稲作農家では、品種や栽培管理により収量および品質の維持の努力がなされているが、作期により収量および米粒品質が変動する場合のあることが明らかとなった。

## [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

本研究は、近年、夏期の気候変動（異常高温等）により米粒の品質や食味の低下が指摘されている水稲作において、全国で特色のある多様な品種が育成され、特徴的な銘柄米が栽培面積を拡大してきているのを背景にして、まず、茨城県で育成された水稲品種の米粒の構造的特徴を明らかにした。その結果、良食味の構造的特徴を有することが明らかとなり、今後の栽培管理技術や新品種の育成に寄与する知見が得られた。

一方、近年増えている大規模稲作農家では、作期の違いによって米粒品質が変動することが明らかとなった、この知見は、農事組合法人、集落営農、農業生産法人、一般法人等の増加によって栽培面積が拡大傾向にある水稲作において、省力・低コスト栽培の普及とともに品質や食味の維持・向上が課題であることを指摘するものである。

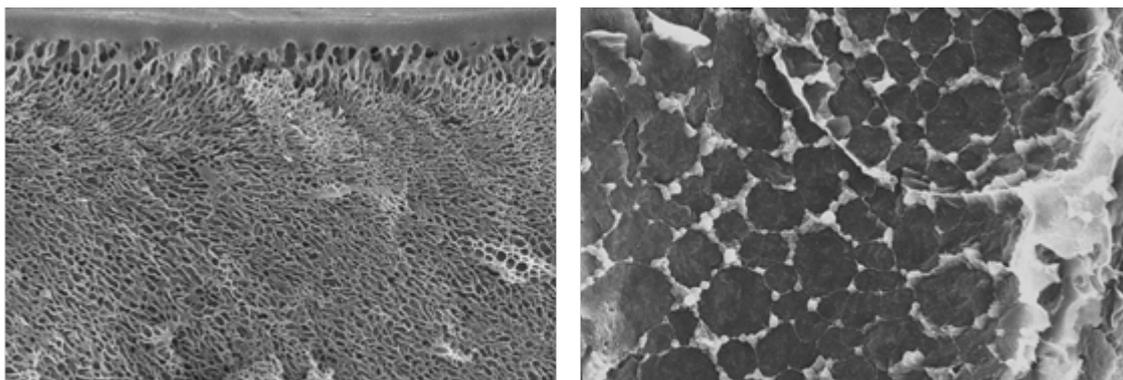


図 2.2-(1) ふくまる炊飯米の表層（左）および内部（内部）の走査電子顕微鏡写真

表 2.2-(1) 各品種・作期における玄米収量および収量構成要素.

品種	作期	玄米収量 (g/m <sup>2</sup> )*	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)*
ふさこがね	1	723	388 a	92 a	88 a	23.0 ab
	2	700	363 a	95 a	88 a	23.1 a
	3	655	370 a	94 a	83 a	22.7 b
コシヒカリ	1	615	353 a	105 a	75 a	22.0 b
	2	616	329 a	105 a	79 a	22.7 a
	3	465	358 a	95 a	63 b	21.7 c

各品種で同一アルファベットを含む作期間には5%水準で有意差がないことを示す.

\*: 水分15%換算.

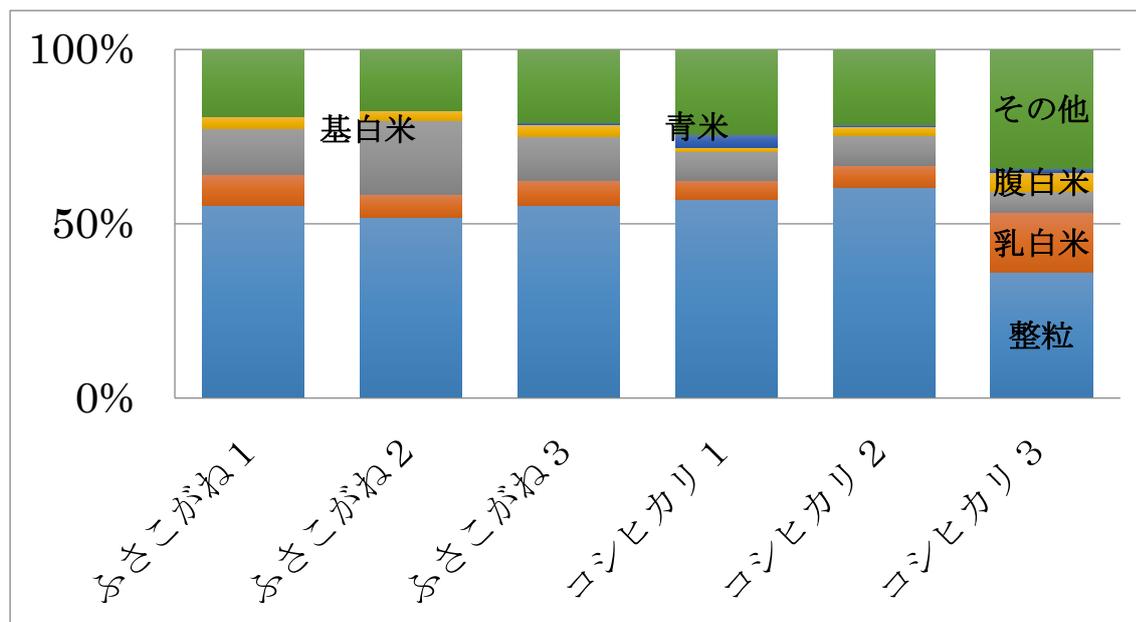


図 2.2-(2) 各品種・作期における整粒歩合と白色不透明部を有する米粒の割合

## 2.2.2. 熱帯地域で栽培される作物におけるデンプンおよび糖生産性の検討とその利用法の開発

新田洋司、浅木直美（農学部）

研究協力者：塩津文隆、小久保敏明、Nurwulan Agustiani

### [1] 研究目的

近年、土壌への塩類の集積によって作物体が栽培期間中に生理的な障害を受け、光合成活性が低下して生育が抑制され、収量が低下する障害が世界各地でみられている。世界で米生産量が第3位であるインドネシア国においても、塩ストレスによって水稲の収量が十分確保できない水田や地域が認められる。塩ストレスによる水稲収量の低下は、1 穂粒数の低下に加えて、登熟歩合の低下によって引き起こされること、またそれらには品種間差があることが明らかになっている。しかしながら、収量性および品質特性を明確にするためには、栄養成長期ばかりではなく生殖成長期に着目し、登熟特性を検討する必要がある。本研究では、水稲の日本型イネ品種およびインド型イネ品種を材料にして生殖成長期に塩ストレスを与え（幼穂形成前 10 日目から開花期）、生長量と登熟特性を明確にすることを目的とした。

### [2] 研究概要

2014 年 5 月から 10 月に茨城大学農学部内圃場でポット実験を行った。品種コシヒカリ、日本晴（以上、日本型イネ品種）、品種 Ciherang、Dandang、Siak Raya、Nona Bokra（以上、インド型稲品種）を供試した。このうち、品種 Ciherang はインドネシア国で広く栽培されている品種、Dandang および Siak Raya はインドネシア国で栽培されている塩ストレス耐性品種、Nona Bokra は国際稲研究所（フィリピン国）で育成された塩ストレス耐性品種である。1/5000a ワグナーポットに水田土壌を充填し、発芽種子を円形に 20 粒ずつ播種した。生育のそろった穂を得

るために、出現した分けつは随時ハサミで基部から切除して、主茎 1 本立てとした。肥料は、播種前に速効性肥料を基肥施用し、播種後 50 日および 70 日目には液体肥料で追肥した。幼穂分化期（葉齢指数 76-78 で判断）から出穂後 10 日目までの毎日、塩化ナトリウム 0（対象区）、40、80、120 mM を土壤に施用した。出穂後 40 日目に収穫し、穂を室温で乾燥させた。1 次枝梗数、穂長、稔実および不稔粒数、粒重を測定した。統計処理はダンカンの多重検定で分散分析を行った。

### [3] 研究成果

本実験では塩ストレス耐性品種もあわせて供試したが、塩化ナトリウム処理により、草丈、SPAD 値、葉齢、穂長、1 穂稔実粒数、粒重が有意に低下した（表 2.2-(2)）。また、低下の程度は、塩水の濃度が高いほど大きかった。

稔実粒割合は、対照区では品種により 73.2~86.5%であったが、塩化ナトリウム 40mM 区では 10.9~11.8%に低下した。

登熟期間の長さは塩化ナトリウム処理により大きな影響を受け品種間差も認められた。すなわち、コシヒカリ、日本晴、Nona Bokra では他の品種よりも短く（表 2.2-(2)）、稔実粒歩合は高かった。一方、Siak Raya は塩化ナトリウム 40mM 区で登熟期間が長くなり、穂の収穫が可能であった。

以上より、インドネシア国で栽培されている塩ストレス耐性品種でも栄養成長期に塩ストレスを受けると登熟量が低下すること、また低下の程度には品種間差があることが明らかとなった。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

本研究は、従来研究事例が少なかった生殖成長期のイネの塩ストレス耐性を明らかにしたものである。その結果、登熟量の低下と低下の程度には品種間差があることが明らかになった。記述のように、インドネシア国をはじめとする熱帯の国・地域では、近年、土壤に塩類が集積し、イネの成長、収量・品質の低下が指摘されている。本研究の成果は、これらの国・地域や水田におけるイネの栽培管理技術の改良や品種選択および新品種の育成に指針を与えるものである。

表 2.2-(2) 塩化ナトリウム処理が水稻の登熟形質におよぼす影響

#### A. コシヒカリ

	1 次枝梗数	穂長(cm)	1 穂粒数	稔実粒割合 (%)
S1 (Control)	8	17.9	72	85.27
S2 (40 mM NaCl)	8	17.2	67	10.93
S3 (80 mM NaCl)	6	10.8	44	0.00
S4 (120 mM NaCl)	6	10.7	37	0.00

B. 日本晴

S1 (Control)	9	19.0	80	80.88
S2 (40 mM NaCl)	7	9.7	46	0.00
S3 (80 mM NaCl)	4	6.5	17	0.00
S4 (120 mM NaCl)	-	-	-	-

C. Nona Bokra

S1 (Control)	8	24.1	92	73.56
S2 (40 mM NaCl)	8	20.5	73	11.78
S3 (80 mM NaCl)	6	13.2	46	0
S4 (120 mM NaCl)	4	8.7	18	0

D. Siak Raya

S1 (Control)	10	26.6	120	73.17
S2 (40 mM NaCl)	5	9.2	26	0.00
S3 (80 mM NaCl)	-	-	-	-
S4 (120 mM NaCl)	-	-	-	-

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Asagi, N., Miya, T., Homma, T., Shiotsu, F., Kokubo, T., Nitta, Y., Ueno, H., Sato, T., Komatsuzaki, M. and Kato, A. (2015). Fate of <sup>15</sup>N-labeled inorganic fertilizer in an upland soil applied with sweet sorghum bagasse and N uptake efficiency by komatsuna plants. *Plant Production Science*. in press.

Nabeya, K., Nakamura, S., Nakamura, T., Fujii, A., Watanabe, M., Nakajima, T., Nitta, Y. and Goto, Y. (2015). Growth behavior of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) from transplantation to trunk formation. *Plant Production Science*. in press.

Yamamoto, Y., Ohmori, K., Nitta, Y., Kakuda, K., Pasolon, Y. B., Gusti, R. S., Miyazaki, A. and Yoshida, T. (2014). Changes of leaf characters in sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) after trunk formation. *Tropical Agriculture Development* 58: 43-50.

2) その他査読付き論文 なし

3) 著書

Nitta, Y. (2014). Morphology. Starch granule formation in parenchyma. In *The Society of Sago Palm Studies ed., The Sago Palm -The food and environmental challenges of the 21st century-*. Kyoto University Press, Kyoto. 61-65. 210-216.

4) 国際会議論文 なし

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他

Nitta, Y. (2014). Rice quality, palatability and production in Japan: with special reference to anatomical and morphological study. Invited Keynote Speech in *International Rice Research*

Institute at March 11, 2014.

天井友加里・新田洋司・浅木直美・塩津文隆・小久保敏明・塚本心一郎 (2015). 茨城県産良食味米「ふくまる」および「一番星」に認められた理化学的特性と炊飯米の微細骨格構造の特徴. 日本作物学会第 239 回講演会要旨集. 113.

新田洋司・木内将高・浅木直美・塩津文隆・小久保敏明 (2015). 大規模経営稲作農家水田における収量および米粒品質の作期による影響. 日本作物学会第 239 回講演会要旨集. 110.

Nurwulan Agustiani, Youji Nitta, Naomi Asagi, Fumitaka Shiotsu and Toshiaki Kokubo (2015). Growth and grain filling of rice varieties under salinity stress during reproductive stage. Abstracts of the 239th Meeting of the CSSJ, March 27 & 28, 2015, Fujisawa, Japan. 13.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

2014 年 8 月 21 日 インドネシア国ウダヤナ大学で開催された「International Summer Course for Practical Agricultural Science towards Regional Sustainability 2014」で基調講演「We are seeking for High yield? or High quality/palatability? -Rice production in Asia and Japan -」.

2015 年 3 月 21 日 地域連携シンポジウム「地域創成と再生可能エネルギー—生態系修繕と両立するバイオ燃料の地産地消システムの構築と社会展開」で実行委員長として運営にあたる. また 1 題を講演. 主催: 茨城大学, 共催: 茨城県.

(3) マスコミ等への公表・報道等

2014 年 6 月 20 日 日刊工業新聞で、「茨城大学 バイオ燃料生産 産業化目指す」が掲載される。

**2.2.3. 共生菌類やイネ科植物間相互作用物質による作物の生育促進効果や自己防御機構の適応利用可能性の検討**

長谷川守文、戸嶋浩明、成澤才彦 (農学部)

研究協力者: 堀江清孝 (東京農工大学大学院連合農学研究科)

濱名一穂 (茨城大学大学院農学研究科)

武山恵典、酒井健伍、山口優衣 (茨城大学農学部)

**[1] 研究目的**

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ィトアレキシンの利用開発を検討する。また、高温環境下における作物の環境適応機作を明らかにするとともに、この機構を積極的に利用して環境変動適応性を付与する技術を開発する。本年度は、温暖化に伴い北上が予想される柑橘類の栽培に関して最適な根部エンドファイトの選抜を目的とした。

**[2] 研究概要**

イネの新規フィトアレキシンの同定およびイネいもち病菌によるフィトアレキシンの分解についての検討を行った。

柑橘類は耐寒性が低く、落葉・落果などの寒害も問題となっている。一方、柑橘類は菌類と共

生することが知られており、例えばアーバスキュラー菌根菌である *Glomus* 属菌により生育促進されることが報告されている (M.Senbayram *et al.*,1996)。また、根部エンドファイト Dark-saptate endophytic fungi (DSE)は植物と共生し、宿主の生育促進効果や、病害抑制、および環境ストレス耐性付与を示すが、柑橘類に関しては十分な研究がされていない。そこで、本研究では、柑橘類への生育促進効果や耐寒性の付与に最適な DSE を分離、選抜することを目的とした。

### [3] 研究成果

- ・紫外線照射イネ葉片から新規ジテルペン化合物として、*ent*-カサジエン骨格を持つファイトカサン F (1 $\alpha$ ,2 $\alpha$ -dihydroxy-*ent*-12,15-cassadiene-3,11-dione) を同定した。ファイトカサン F は紫外線照射だけではなく、いもち病菌の感染によっても蓄積が誘導され、いもち病菌に対しては既知のフィトアレキシンであるファイトカサン A と同程度の抗菌活性を示した。したがって、ファイトカサン F はイネの新規フィトアレキシンであることが明らかとなった。
- ・イネのフラボノイド系フィトアレキシンであるサクラネチンのいもち病菌による代謝産物として、ステルビン (3',4',5-trihydroxy-7-methoxyflavanone) を同定した。
- ・イネのジテルペン系フィトアレキシンであるモミラクトン A のいもち病菌による代謝産物 15,16-dihydroxy-3,6-dioxo-19-nor-9 $\beta$ -pimar-7-ene の化学合成法を確立した。
- ・紫外線照射イネ葉片に蓄積するアミド化合物を合成し、いもち病菌に対する抗菌活性を調べた結果、*N*-ベンゾイルトリプタミン、*N-trans*-シンナモイルチラミンが抗菌活性を有することが明らかとなった。
- ・茨城および青森のサンショウ、そして青森のリンゴの根部からそれぞれ 56 菌株、103 菌株、および 32 菌株の糸状菌を分離した。そのうち DSE 様菌株はそれぞれ 3 属 35 菌株 (63%)、14 属 32 菌株 (31%)、5 属 14 菌株 (44%) であり、DSE として報告されているものはそれぞれ 1 属 (*Chloridium* 属) 2 菌株、2 属 (*Chloridium* 属および *Exophiala* 属) 3 菌株で、青森のリンゴの根部からは分離されなかった。
- ・サンショウの根における DSE 様菌株の分離頻度は茨城では青森の 2 倍であった。しかし、サンショウの樹木周辺の土壌における DSE 様菌株の分離頻度は茨城と青森で差はなかった。サンショウでは茨城、青森ともに *Pleosporales* 目の菌が最も多く分離された。*Chloridium* 属菌は青森と茨城どちらのサンショウからも分離されたため、柑橘類に関連のある DSE である可能性がある。*Exophiala* 属菌は青森のサンショウからのみ分離された (図右は同菌が低温条件での生育促進の様子、左は対照区)。



### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

この研究の関連で 2010 年に *Molecular Plant-Microbe Interactions* 誌に掲載された論文は 2015 年 2 月 26 日現在で被引用数が 30 件になっている。

### [5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Hasegawa M., Mitsuhara I., Seo S., Okada K., Yamane H., Iwai T., and Ohashi Y. (2014) :Analysis on blast fungus-responsive characters of a flavonoid phytoalexin sakuranetin; accumulation in

infected rice leaves, antifungal activity and detoxification by fungus. *Molecules* **19**: 11404–11418.

Takashima Y, Narisawa K, Hidayat I, and Rahayu G. (2014). First Report on Fungal Symbionts of *Lycopodiaceae* Root from Mount Gede Pangrango National Park Indonesia. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture* 9(2) 81-88.

- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

2014年 10月24日、高島勇介、出川洋介、成澤才彦 接合菌類および子囊菌類における菌類内生バクテリアの検出率について 環境微生物系合同大会 静岡

2014年 10月24日、松岡勇人、Rida Khastini、成澤才彦 植物根部エンドファイト *Veranoeaopsis simplex* とその菌糸圏から分離されたバクテリアの相互作用 環境微生物系学会合同大会 静岡

- (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. 土壌・水系物質循環保全の研究

### 2.3.1. 温室効果ガス発生を指標とした環境保全型農法の評価と農法の最適化に関する研究

小松崎将一（農学部）

研究協力者：村松大輔（地域環境科学科）、Rahmatullah HASHIMI（農学研究科）

#### [1] 課題の目的

わが国では、京都議定書に定められた温室効果ガスの削減目標の達成が危ぶまれる一方で、二酸化炭素の吸収源として森林管理に加えて、農耕地土壌の炭素吸収機能に注目が集まっている。ここでは、農耕地における温室効果ガス吸収の面から、環境保全型農業の評価と農法の最適化について検討する。

#### [2] 研究の概要

(1) 刈敷を活用した不耕起・草生栽培ナスの生産性改善効果

##### 1) 背景

これまでの農業では生産性に重点が置かれ、収量を高めるために農業機械や農薬、化学肥料が積極的に導入されてきた。その結果、農地の地力低下が問題となるなど、環境に影響の少ない自然農法が注目されている。自然農法の中では“施肥に頼らず、土の力を生かして作物の生育に結びつける”という取り組みがある。そこでは、“土の肥沃度を向上させる”という農業生産の根本的な課題に立ち向かっている。

これまでの研究で自然農法による栽培の環境負荷の低減に関する報告はなされているが、生産性の向上技術についての報告はあまりなかった。そこで本研究では自然農法栽培での作物の施肥に依存しない土壌肥沃度向上と作物生産性向上を両立させる農業技術の開発を目的として、無施肥栽培における作物の生産性の向上を図るための地力増強技術（敷草・堆肥・草生）の方法と効果に関する比較研究を行った。

##### 2) 材料・方法

本試験は茨城大学 FSC 内の自然農法圃場にて 2014 年 5 月より実施した。試験区は耕うん方法 2 水準(耕起・除草、不耕起・草生)、施肥方法 2 水準(施肥、無施肥)を 4 反復で設定した。また、刈敷方法 2 水準（有、無）を加え、緑ナスを栽培した。

本研究では収量、品質を見るためにカリウム含有量、硝酸含有量、アスコルビン酸含有量を測定した。土壌中のアンモニア態窒素と硝酸態窒素を測定し、土壌団粒について刈敷の有無およびリター層、土壌間の土壌動物相の差異を調べた。

##### 3) 結果・考察

収量は 8 月で耕起区、不耕起区ともに刈敷ありが有意に高かった。不耕起区よりも耕起区の方が、収量が多かった（表 2.3-(1)）。

ナスの品質は耕起区、不耕起区ともに刈敷ありでカリウム含量が高くなることがわかった。土壌中のアンモニア態窒素含有量は表層について、刈敷ありで有意に高かった（図 2.3-(1)）。また、刈敷きにより土壌団粒径が増加することが認められた（表 2.3-(2)）。土壌動物相は刈敷ありで有意に高く、刈敷をすることによって生息する場になっていると考えられる。



写真 2.3-(1) 耕起区、刈敷の有無の緑ナス苗の違い



写真 2.3-(2) 不耕起区、刈敷の有無の緑ナス苗の違い

表 2.3-(1) 耕うん方法および刈敷の有無がナスの収量に及ぼす影響 (平均±標準誤差)

耕起方法	自然堆肥	刈敷処理	7月		8月	
不耕起	無処理	裸地	0.0	± 0.0	44.1	± 26.1
不耕起	無処理	刈敷	294.1	± 123.7	865.3	± 201.1
不耕起	自然堆肥	裸地	144.1	± 65.8	497.6	± 169.7
不耕起	自然堆肥	刈敷	234.3	± 158.6	944.6	± 148.3
耕起	無処理	裸地	251.5	± 130.4	537.2	± 158.5
耕起	無処理	刈敷	191.1	± 109.3	1120.3	± 305.2
耕起	自然堆肥	裸地	510.6	± 120.6	1420.7	± 423.7
耕起	自然堆肥	刈敷	508.3	± 88.0	1553.5	± 247.6
有意性検定						
耕起方法			0.0177		0.0024	
自然堆肥			0.0434		0.011	

刈敷処理	0.3097	0.0069
耕起方法×自然堆肥	0.1254	0.2546
耕起方法×刈敷処理×場所	0.1622	0.4189
刈敷処理×自然堆肥	0.6422	0.2315
耕起方法×刈敷処理×自然堆肥	0.4062	0.9107

表 2.3-(2) 耕うん方法および刈敷の有無が土壌団粒径に及ぼす影響

耕うん方法	刈敷	団粒径 (重量%)				
		>4mm	2mm	1mm	0.5mm	0.25mm
不耕起	裸地	14.5	15.4	18.0	15.6	10.2
不耕起	刈敷	11.0	20.0	20.9	13.9	11.9
耕起	裸地	8.1	14.7	15.7	21.4	20.0
耕起	刈敷	6.7	28.0	18.1	14.4	15.8
有意性検定						
耕うん方法		0.2429	0.3183	0.4514	0.3948	0.0099
刈敷		0.5842	0.0253	0.4343	0.2464	0.5866
耕うん方法×刈敷		0.8136	0.2384	0.9404	0.4721	0.2119

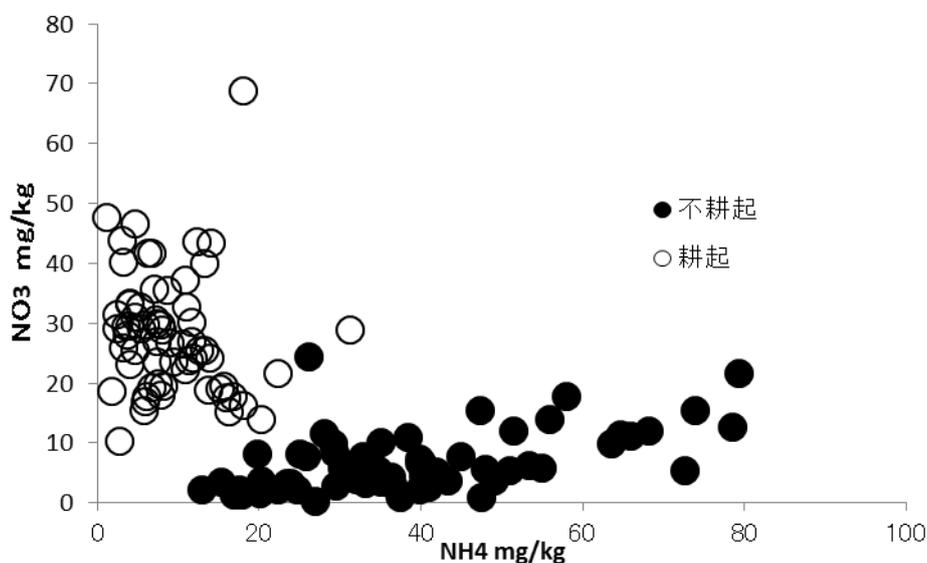


図 2.3-(1) 耕起・不耕起と土壌中の無機態窒素

### [3] 研究成果

緑ナス栽培で、刈敷を利用した場合、収量や品質、土壌動物相に影響を与えることがわかった。また、刈敷ありでは有機物分解に寄与する土壌動物相が多く生息し、刈敷を利用することで易分解性炭素が増加した。このことが刈敷ありで収量が多く、品質が高いことに結びついたものとする。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Niimura, N., K. Kikuchi, N. D. Tuyena, M. Komatsuzaki and Y. Motohashi, (2014) Physical properties, structure, and shape of radioactive Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident derived from soil, bamboo and shiitake measurements.

Journal of Environmental Radioactivity. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.12.020>.

Higashi, T., Y. Mu, M. Komatsuzaki, S. Miura, S. Hirata, H. Araki, N. Kaneko, H. Ohta. (2014) Tillage and cover crop species affect soil organic carbon in Andosol, Kanto, Japan. *Soil & Tillage Research* 138:64-72.

Yagioka, A, M. Komatsuzaki, and N. Kaneko. (2014) "The effect of minimum tillage with weed cover mulching on organic daikon (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus* cv. *Taibyousoufutori*) yield and quality and on soil carbon and nitrogen dynamics." *Biological Agriculture & Horticulture* 30(4): 228-242.

Windi Al Zahra, T. Yasue, N. Asagi, Y. Miyaguchi, B. P. Purwanto and M. Komatsuzaki, (2014) A New Strategy for Utilizing Rice Forage Production Using a No-Tillage System to Enhance the Self-Sufficient Feed Ratio of Small Scale Dairy Farming in Japan. *Sustainability* 6(8):4975-4989.

Yagioka, A., M. Komatsuzaki, H. Ueno, and N. Kaneko. (2015) Effect of no-tillage with weed cover mulching versus conventional tillage on global warming potential and nitrate leaching. *Agriculture, Ecosystems and Environment* .200:42-53.

Ito, T., M. Araki, M. Komatsuzaki, N. Kaneko, and H. Ohta. (2015) Soil nematode community structure affected by tillage systems and cover crop managements in organic soybean production. *Applied Soil Ecology*, 86, ; 137-147.

Ito, T., M. Higashi, T., Araki, M. Komatsuzaki, N. Kaneko, and H. Ohta. (2015) Responses of soil nematode community structure to soil carbon changes due to different tillage and cover crop management practices over a nine-year period in Kanto, Japan *Applied Soil Ecology*. 89:50-58.

2) その他査読付き論文

東達哉・小松崎将一・白戸康人・三浦重典 (2014), 黒ボク土壌における耕うん方法とカバークロップ利用別の土壌の炭素貯留量の予測への RothC 改良モデルの適用—北関東でのオカボおよびダイズ栽培での事例—, *農作業研究* 49(1): 1-12.

八木岡敦・伊藤崇浩・戸松正・嶺田拓也・小松崎将一 (2014), 屑コムギによる畝間リビングマルチ利用の有無が耕地生態系に及ぼす影響—栃木県有機野菜農家の栽培事例分析—. *有機農業研究* 5(2):46-58.

3) 著書 なし

4) 国際会議論文 なし

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他 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

## 2.3.2. アジアモンスーン地域における水・物質循環モデルの構築

吉田貢士（農学部）

### [1] 課題の目的

流域レベルの水循環－作物生産モデルを構築し、気候変動や営農変化による水環境への影響評価を行う。

### [2] 研究の概要

モンスーンアジア特有の土地利用である水田を適切にモデル化し、田面での水資源貯留による地下水涵養や現地の生産安定化戦略を組み込んだ流域モデルを構築した。

### [3] 研究成果

雨季開始からの積算降水量によって天水田の栽培面積を調節し、単位面積収量を安定化させる現地農家の営農戦略を適切にモデルに組み込むことで、米生産量の推定精度が大きく向上した。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

### [5] 発表及びアウトリーチ

#### (1) 成果の発表

##### 1) 査読付き英文論文

Yoshida, K., Tanaka, K., Hariya, R., Azechi, I., Iida, T., Maeda, S. and Kuroda, H. (2014) :

Contribution of ICT monitoring system in Agricultural Water Management and Environmental Conservation, The Proceedings of 2nd International Conference on Serviceology, 198-202.

##### 2) その他査読付き論文

田中健二・吉田貢士・針谷龍之介・安瀬地一作・乃田啓吾 (2014) : メコン川流域における天水田の収量安定化戦略を考慮した水循環－作物生産モデルの構築、土木学会論文集B1(水工学), 70, 4, I\_277-282.

田中健二・吉田貢士・前田滋哉・黒田久雄 (2014) : メコン川流域における栄養塩排出原単位および河川水中の栄養塩濃度の推定、土木学会論文集G(環境), 70, 5, I\_293-298.

##### 3) 著書 なし

##### 4) 国際会議論文

Yoshida, K., Tanaka, K., Hariya, R., Azechi, I., Iida, T., Maeda S. and Kuroda H. (2014)

Evaluation of Automatic Irrigation System in Paddy for Water and Energy Saving and Environmental Conservation, Proceedings of ICHE, 347-353

##### 5) 大学・研究所等紀要 なし

##### 6) その他

Yoshida, K., Hariya, R., Tanaka K., and Azechi, I. (2014): Impact analysis of future climate change on water resources and nitrogen load, International Symposium on Agricultural Meteorology, 2014.3.21

Yoshida, K., Tanaka, K., Akutsu, H., Pasouvang, S., Somphou, I., Sisouvanh, P., Chanthavong, V., Mizoguchi, M. (2014): Evaluation of Water Productivity and Nitrogen Uptake Efficiency on SRI

paddy fields in LAOS by using Plant Growth Model, International conference of PAWEES 2014 in Taiwan, 2014.10.31

- (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

### 2.3.3. 流域における水質保全のための排出負荷管理モデルの開発

前田滋哉、黒田久雄、吉田貢士（農学部）

#### [1] 研究目的

霞ヶ浦の水は生活用水、工業用水、農業用水などに広く利用されている。また、その水質は漁業や生態系に大きな影響を及ぼすため、その持続可能な管理が強く求められている。霞ヶ浦流域内から排出される全窒素量の4割が農地に代表される面源起源だが、農地の土中での窒素動態の推定は困難なため、窒素負荷の管理方法を科学的に研究する必要がある。本研究の目的は、湖沼の水質管理目標の達成を保証するレベルで、その流域での排出負荷量を管理する方法論を開発することである。

#### [2] 研究概要

水域への排出汚濁負荷の管理方法として2段階グレー・ファジィ線形計画法を用い、河川流域内の汚濁源（水田、畑地、市街地など）に最適な窒素排出負荷量を割り当てることを考えた。ここで、「最適」とは農業収益を最大化させること、河川で水質基準を満たすことなどを想定した。汚濁負荷の輸送は、排水が地中や地表を流れる際に浄化される機構を流下距離と関連付けてモデル化した。地理情報システム(GIS)上に土地利用、標高、水質等の各種データを集積し、数値解析をすることで、最適な窒素排出負荷量を算出した。

#### [3] 研究成果

本手法を霞ヶ浦流域内の清明川流域に適用し、この流域を50m×60mの矩形セルに分割した。水田、畑地、市街地をセル単位で扱い、これらを全窒素負荷の排出源とした。図2.3-(2)に流域内で考慮した汚濁源の位置と流域末端までの排水流下距離の分布を示す。2段階グレー・ファジィ線形計画法を適用した結果、図2.3-(3)のようなセルごとの許容全窒素負荷量が算出された。将来的にはこの許容負荷量の計算精度を上げることで、より合理的な施肥量管理が可能になると期待される。

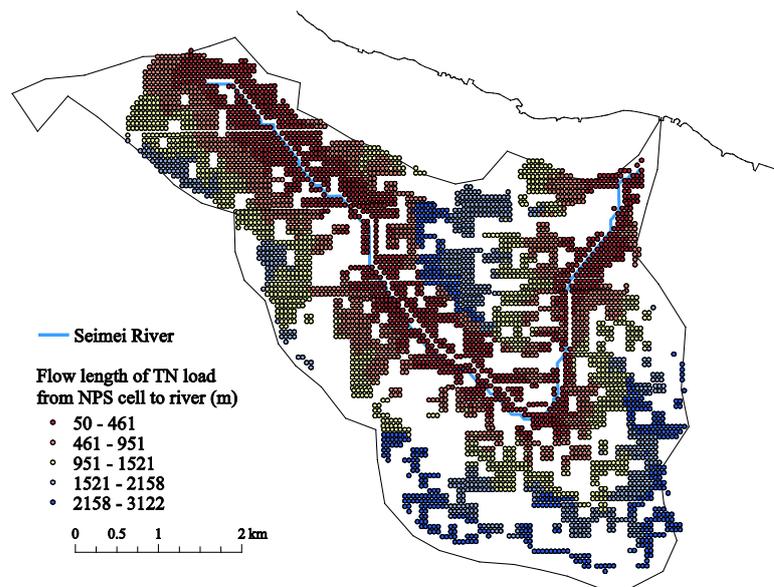


図 2.3-(2) 各セルから直近河川までの排水流下距離

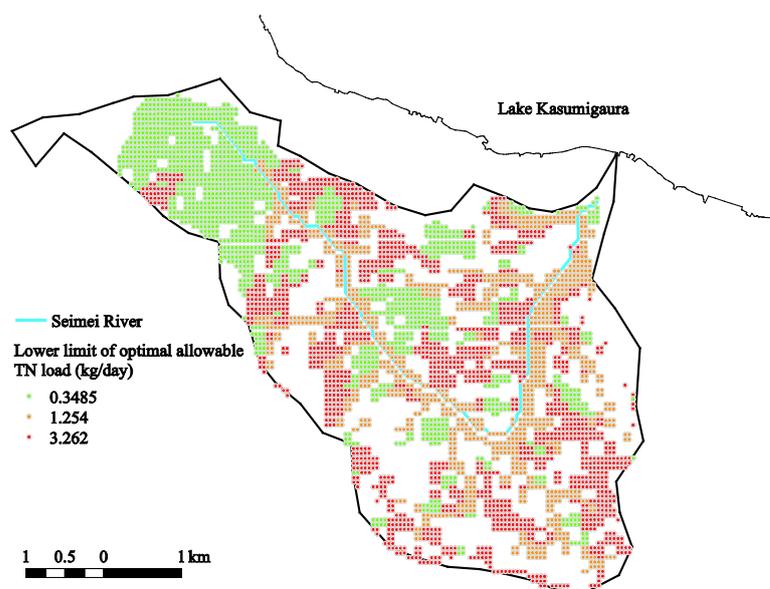


図 2.3-(3) 汚濁源での最適な窒素排出負荷量の計算例

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

[5] 発表及びアウトリーチ

- (1) 成果の発表
  - 1) 査読付き英文論文 なし
  - 2) その他査読付き論文 なし
  - 3) 著書 なし
  - 4) 国際会議論文

Maeda, S., Yoshida, K. and Kuroda, H. (2014): Grey fuzzy optimization of total nitrogen load allocation to nonpoint sources in watershed, Proc. of 11<sup>th</sup> International Conference on

Hydroscience & Engineering (ICHE2014), Hamburg, Germany, 28 September to 2 October 2014, 101-108.

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他

前田滋哉・吉田貢士・黒田久雄(2014): 区間計画法を用いた面源排出負荷量の多目的最適化. 平成 26 年度農業農村工学会講演会講演要旨集: 566-567.

(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

#### 2.3.4. 水稲白未熟粒の発生推計モデルの開発に関する研究

増富祐司（農学部）

##### [1] 研究目的

近年、日本の広い地域で登熟期の高温によって玄米が白濁化する白未熟粒の発生が問題となってきた。白未熟粒は調理時に多く含まれると食味が低下することや、搗精時に砕けやすく加工ロスをもたらすといった問題があり、消費者および加工業者から敬遠される傾向にある。このため、出荷時に白未熟粒が多く含まれると検査等級が下り価格を下げるため、農家収入を減少させる問題を引き起こす。このように白未熟粒の発生は現状の日本の水稲栽培における大きな問題の一つとなっており、早急に対策の検討・実施が必要となっている。

##### [2] 研究概要

本研究では白未熟粒が発生し始める閾温度  $T_{cr}$  と気温に対する発生率の感度  $S_t$  を白未熟粒のタイプ別（MAC: 乳白粒・心白粒；BAB: 腹白粒・背白粒；BSD: 基白粒）に同定し、これらのパラメーターを含んだ統計モデルを提案する。これにより気温（ $T_{30}$ : 出穂後 30 日間の平均気温）が与えられれば、白未熟粒の発生率が推計できる。このモデルは将来の発生率の推計などに用いて、将来影響の評価や対策の検討に利用できる。なお本研究では、米の品種として「彩のかがやき」を対象にする。「彩のかがやき」は埼玉県で育成された品種であり、埼玉県では 2 番目に作付面積が多い品種である。また 2009 年夏の高温により白未熟粒が多く発生し、その対策が喫緊の課題となっている品種でもある。パラメーター同定のためのデータは埼玉県水田農業研究所の圃場実験のデータを用いた。

##### [3] 研究成果

表に推計した  $T_{cr}$  と  $S_t$  の最適パラメーター値とその不確実性 (2.5 パーセンタイル値、中央値、97.5 パーセンタイル値) を示す。また図 2.3-(4): (a) (b) に  $T_{cr}$  と  $S_t$  の不確実性を表した箱ひげ図を示す。まず  $T_{cr}$  の最適パラメーター値は、MAC、BAB、BSD でそれぞれ 25.05°C、27.28°C、25.13°C だった。これらより、MAC と BSD が 25°C を超えたあたりで発生しはじめ、これは BAB に比べて 2 °C 程度低いことがわかる。また  $S_t$  の最適パラメーター値は、MAC、BAB、BSD でそれぞれ 2.61 [%/°C]、10.47 [%/°C]、10.27 [%/°C] であった (表 2.3-(3) 参照)。これより MAC の  $S_t$  は BAB と BSD に比べて非常に小さく、 $T_{30}$  が 1°C 上昇するたびに 2.61% 発生率が増加することがわかった。一方、BAB と BSD は同程度の  $S_t$  を持っており、 $T_{30}$  が 1°C 上昇するたびに発生率が 10% 以上増加することがわかった。BAB と BSD の  $S_t$  は MAC の 4 倍程度である。

表 2.3-(3) 最適パラメーター値と信頼区間

	MAC	BAB	BSD
$T_{cr}$ [degree]	25.05 (23.90, 24.89, 25.89)	27.28 (26.98, 27.23, 27.50)	25.13 (24.13, 25.08, 25.90)
$S_t$ [%/degree]	2.61 ( 1.71, 2.60, 3.77)	10.47 ( 8.24, 10.48, 12.96)	10.27 ( 7.23, 10.31, 14.60)

Values in parentheses indicate 2.5 percentile, median, and 97.5 percentile values

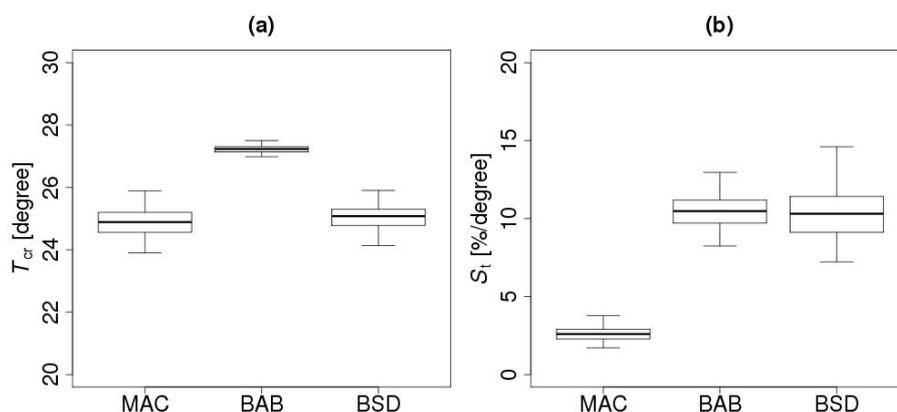


図 2.3-(4) (a) :  $T_{cr}$  and (b) :  $S_t$

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Masutomi, Y., Arakawa M., Minoda T., Yonekura T., Shimada T. (2015): Critical air temperature and sensitivity of the incidence of chalky rice kernels for the rice cultivar “Sai-no-kagayaki”. Agricultural and Forest Meteorology, 203, 11-16.

2) その他査読付き論文 なし

3) 著書 なし

4) 国際会議論文 なし

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他 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. 適応のための生活圏計画・適応対策に関する研究(第3部門)

#### 3.1. 気候変動や自然災害に対する考え方、ライフスタイル、適応行動及び地域共同体における人間関係等が地域レベルでの適応に与える影響

##### 3.1.1. 気候・環境変動への適応計画と適応政策

田村 誠、安原一哉、安島清武 (ICAS)

#### [1] 研究目的

本研究では、脆弱性評価や現地調査などからアジア太平洋地域における気候変動に対する適応策を検討する。さらに、緩和策の観点から電力需給のデマンドレスポンスの導入可能性を検討する。これらの適応策、緩和策の研究を通じて、持続可能な気候変動対策への指針づくりを行う。

#### [2] 研究概要

##### (1) アジア太平洋地域における気候変動の脆弱性評価

アジア太平洋地域は洪水や渇水、台風強度の増大などが顕在化しており、世界のなかでも気候変動に最も脆弱な地域の一つに挙げられる。これに急激な経済成長や都市部の人口増加が重なり、気候変動の悪影響を受けるリスクのさらなる増加が見込まれる。気候変動の悪影響を軽減するのに効果的な予見的適応を実施するためには、脆弱性評価が大きな役割を持つ。そして、メコンデルタにおける脆弱性評価から海面上昇、高潮などの物理影響とダウンスケーリングした人口シナリオ、貧困などの社会経済影響を加味して脆弱な地域の特特定を試みた。

##### (2) 賢い適応策のあり方の検討

適応策には、科学アプローチと地域アプローチがある。科学アプローチの最終形は、適応策を中長期的開発計画の中に組み込む「適応策の主流化」であるが、主流化を望めば予測や政策立案に関してより高い能力を必要とするというジレンマに陥る。一方、地域アプローチは地域の住民の理解を得やすい反面、現実のニーズへの対応が優先され、気候変動適応に合致しない場合も出てくる。本研究では、こうした課題に対する賢い適応策のありの理念整理を行った。

##### (3) 電力需給へのデマンドレスポンス(Demand Response)の導入可能性調査

デマンドレスポンス(DR)は、需要家が需要量を変動させて電力の需給バランスを一致させる方法である。従来の需要に合わせて電力の供給を変動させるのではなく、需要管理(DSM)によって、逼迫する電力需給に対応し、余剰設備の稼働を減らすこと期待される。本研究では、1000人規模の住民に対してピーク需要時の停電受入とその支払意思額に関するアンケート調査を行い、さらに発電コストとの費用効果分析から DR の導入可能性を検討した。

#### [3] 研究成果

##### (1) アジア太平洋地域における気候変動の脆弱性評価

脆弱性評価の結果、ベトナムのカマウ省、ソクチャン省などの沿岸域において、物理影響と社会経済影響の重なる脆弱な地域を同定した。そこで、脆弱性評価によって脆弱と同定されたソクチャン省において6月に浸食等に関する現地調査を行い、ベトナムの水資源大学と協働でソクチャン省3県19市鎮・社1,036世帯へアンケート調査(訪問調査法)を追加実施した。現地

では総じて自然災害のなかで大規模洪水、嵐、浸食の順に頻度が増えていると認知されていること、現状では家屋の修復や補強、高床化が共通した適応策であり、それ以外にも地区毎に想定される自然災害に応じた適応策が実践されていること、などが明らかになった(Tamura and Yasuhara, 2014; 田村, 2015; Ling et al., 2015)。

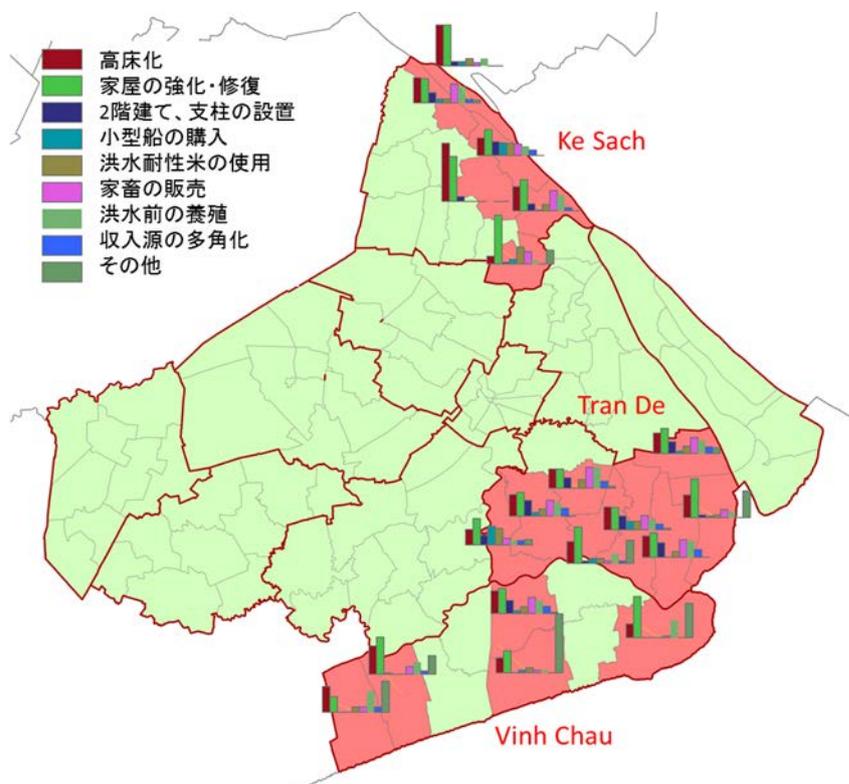


図 3.1-(1) ソクチャン省の住民レベルでの適応策(複数回答)

### (2) 賢い適応策のあり方の検討

日本の適応研究の現状と課題を整理し、科学アプローチと地域アプローチを組み合わせた「賢い適応策」の理念と意義を明らかにした(Tamura et al., 2014)。賢い適応のためには、科学アプローチの長期目標に向かう指向性と地域アプローチの現実に即した取り組みをいかに組み合わせるかに鍵がある。さらに、法政大学等と協働で災害分野の「適応戦略」を3つのタイプと3つのレベルに分けた適応戦略の整理と提案を行った(白井他, 2014)。

### (3) 電力需給へのデマンドレスポンス(Demand Response)の導入可能性調査

住民への停電受入とその参加受入費用に関するアンケート調査から、一定条件の下で DR に参加し、停電を受け入れる意思があることが分かった。例えば、電力会社が1世帯あたり2万円を支払えば、全世帯の50%がDR(30分\*3回)に参加する可能性がある。

さらに東電管内の電力負荷曲線と発電コストの比較から、電力負荷の最も高い年間5時間ほどは発電単価の高いピーク電力供給を行うよりも、参加者へ停電受入費用を支払ってでもDRによって需要量を減らした方が費用効果的になる可能性があることを示した(Tamura et al., 2014)。

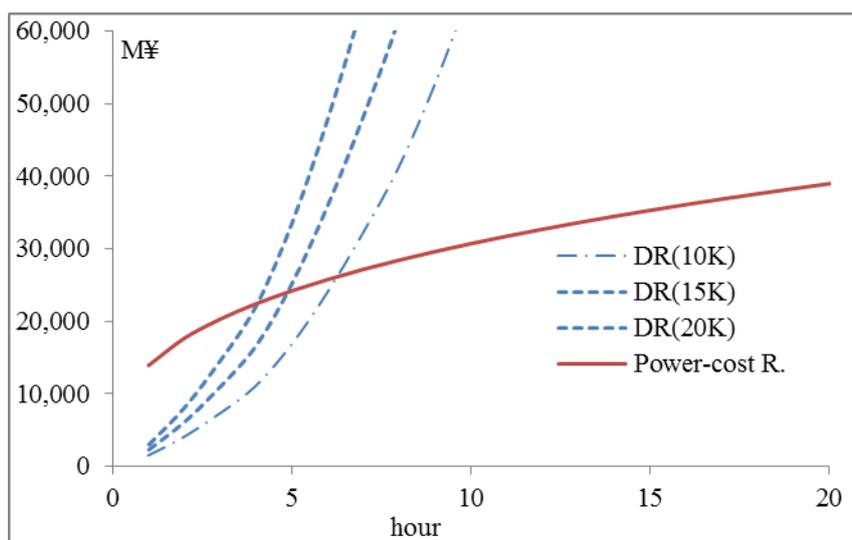


図 3.1-(2) ピーク需要時における Demand response と発電のコスト比較

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

- ・ 気候変動適応、災害リスク管理との融合などを含めて書籍『ポスト震災社会のサステイナビリティ学』を出版することができた(田村他, 2014)。
- ・ 日本の適応策の現状と特徴を海外、特に研究者のみならず行政、意思決定者を対象とした書籍で発信した(Tamura et al., 2014)。

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Tamura, M., Tabayashi, Y., Ling, F.H., Ajima, K., Mimura, N. and Yasuhara, K. (2014) “Analysis of Tsunami Evacuation Caused by the Great East Japan Earthquake: A Case Study of Ibaraki Prefecture,” *Journal of Japan Association for Earthquake Engineering*, 14(3), pp.1-20.

Ling, F.H., Tamura, M., Yasuhara, K., Ajima, K., Trinh, V.C. (2015) “Reducing flood risks in rural households: Survey of perception and adaptation in the Mekong Delta,” *Climatic Change* (in press).

2) その他査読付き論文

白井信雄・田中充・田村誠・安原一哉・原澤英夫・小松利光(2014) 「気候変動適応の理論的枠組みの設定と具体化の試行：気候変動適応策の戦略として」『環境科学会誌』、27(5), pp.313-323.

3) 著書

田村誠・伊藤哲司・木村競・加藤禎久・坂上伸生編/三村信男監修(2014) 『ポスト震災社会のサステイナビリティ学：地域と大学の新たな協働をめざして』国際文献社。

Tamura, M., Yasuhara, K., Shirai N, and Tanaka, M. (2014) “Wise adaptation to climate change: Japan’s case,” In: A. Prutsch, S. McCallum, T. Grothmann, R. Swart and I. Chauser (eds.), *Climate Change Adaptation Manual: Lessons Learned from European and Other Industrialized Countries*, Routledge, pp.314-319.

4) 国際会議論文

Tamura, M., Rohman, A, and Kobayashi, H. (2014) "Outage acceptance and feasibility of reducing reserve power capacity in Japan," *14th IAEE European Energy Conference*, LUISS University of Rome, Italy, October 30, 2014, 8p.

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他

田村誠(2015)「気候変動への賢い適応：東南アジアの経験に学ぶ」『環境会議』2015年春号, pp.62-67.

安原一哉・田村誠・齋藤修「UAV、ベトナムの空を飛ぶ」『地盤工学会誌』, 63(2), pp.48-49.

田村誠(2014)「気候変動に対する賢い適応は地域から」『クールアースいばらき』, 16, pp.1-2.

Tamura, M. and Yasuhara, K. (2014) "Vulnerability of climate change and its adaptation in the Mekong Delta: monitoring and resident's perception along the coast," 2014 AGU Fall Meeting, Marriot Marquis, San Francisco, December 16, 2014.

Tamura, M. (2014) "Perceptions and adaptations in the coastal area of Mekong Delta," International Joint Workshop on Sustainability in the Mekong Delta, Water Resource University, HCMC, Vietnam, November 7, 2014.

安原一哉・田村誠・信岡尚道・久保田泉 (2014)「ベトナム・メコンデルタにおける気候変動への災害脆弱性及び適応策」『第22回地球環境シンポジウム論文集』, pp.145-150.

田村誠 (2014)「サステナビリティ学の課題と実践」, 茨城大学地球変動適応科学研究機関・茨城大学社会連携センター主催「ポスト震災社会のサステナビリティ学」出版記念講演会, 茨城大学, 2014年6月13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

2014年8月30日、「ベトナム・メコンデルタの気候変動と海岸侵食」、NHKスペシャル「巨大災害 Mega disasters: 地球大変動の衝撃 第1集 異常気象"暴走"する大気と海の大循環」.

### 3.1.2. 持続社会における農業・農村の多面的機能の評価と活用

中川光弘（農学部）

#### [1] 研究目的

農業・農村は、食料生産だけでなく、水資源涵養、大気浄化、生物多様性保全、地域経済振興、伝統文化継承、グリーンケア（農業福祉）など多面的機能を果たしている。本研究では、持続社会を実現する上での農業・農村の持つ多面的機能の有効な活用のあり方を明らかにする。

#### [2] 研究概要

農業・農村の持つ多面的機能の中で特に安全な食料供給、食と健康の問題を中心に研究を行った。安全な食料供給については、我が国が大きく依存している中国産野菜の農薬汚染問題について分析した。食と健康の問題については、健康長寿日本一を実現した長野県を事例に、健康長寿化の要因分析を行った。

### [3] 研究成果

中国の野菜生産においては、生産性の向上と美しい外観を求めて農薬の使用量が増加を続けている。所得上昇に伴って、消費者の安全な野菜への関心が高まっているが、生産現場では農民の農薬に関する知識が十分でなく、毒性の高い農薬使用も起こっている。中国産野菜の輸出においては、輸入国の残留農薬規制によって野菜輸出の減少が起こっており、この輸出減少は規制農薬数増加の影響を大きく受けている。国内での残留農薬規制の厳格化は、中国の野菜輸出を増加させ、国内流通野菜の安全性を高める。このためには、農民の農薬使用知識の普及を図り、食の安全性の検査機能を高めて、政府の安全性保証に対する消費者の信頼性を高めることが有効であることなどを明らかにした。

我が国では健康長寿化の実現が課題となっているが、長野県はこの課題に長年取り組んできた結果、2010年には男女とも長寿日本一を実現した。長野県の特徴として、野菜摂取量の多さ、高齢者就業率の高さ、保健師数の多さなどがある。長野県の取り組みを参考にして、我が国の47都道府県ごとの男性の平均寿命について、重回帰分析を行った。分析結果として、野菜摂取量、所得、悪性新生物死亡率、脳卒中死亡率が、平均寿命に影響を及ぼす要因として確認された。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響

農業・農村の持つ多面的機能について、特に安全な食料供給、食と健康の問題を中心に、学会誌論文や書籍の刊行、学会報告などを通じて、社会に発信した。

### [5] 発表及びアウトリーチ

#### (1) 成果の発表

##### 1) 査読付き英文論文

Dou L., Nakagawa, M. (2015) "Pesticides Pollution Management and Agricultural Trade: A Case Study of Vegetable Exports from China," *Journal of Kyosei Studies*, 8(1), (in print)

Rayamajhi D. B., Kusano, E., Nakagawa, M. (2015) "Opportunities of Sustainable Sweet Orange Production in Sindhuli, Nepal," *Journal of Kyosei Studies*, 8(1), (in print)

##### 2) その他査読付き論文 なし

##### 3) 著書

竹村牧男・中川光弘監修、岩崎大・関陽子・増田敬祐編著(2015)『自然といのちの尊さを考える—エコ・フィロソフィとサステイナビリティ学の展開—』ノンブル社

##### 4) 国際会議論文 なし

##### 5) 大学・研究所等紀要 なし

##### 6) その他

浦田仁・中川光弘 (2014)「農業と健康長寿化—農業県長野県の長寿日本一の事例を参考に—」、日本農業経営学会大会、東京大学、2014年7月。

Suda M., Seki, N., Yanagishima, K., Nakagawa, M. (2015) "Global Warming and Crop Yield Volatility: A Case of World Maize Production," 日本農業経済学会大会、東京農工大学、2015年3月。

Wati R.I., Suadi, M. Nakagawa, M.(2015) "Establishing a Community-Based Microfinance Institution through Social Capital: A Case Study from Lembaga Perkreditan Desa (LPD) in Kedonganan Customary Village, Bali," 日本農業経済学会大会、東京農工大学、2015年3月。

月.

Dou L., X.Li, Nakagawa, M. (2015) “Farmers’ Perception and Behavior of Pesticide Use and its Implication on Agricultural Production in China,” 日本農業経済学会大会、東京農工大学、2015年3月.

李玉青・中川光弘 (2015), 「中国における生薬生産の国内振興対策の展開」、日本農業経済学会大会、東京農工大学、2015年3月.

関信彦・中出了真・中川光弘 (2015), 「農業におけるソーラーシェアリング発電の展開可能性」、日本農業経済学会大会、東京農工大学、2015年3月.

(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. 適応からみた都市生活圏における土地利用、環境機能計画、交通政策の分析評価

#### 3.2.1. CO<sub>2</sub>濃度変動に着目した新たな緑地評価指標に関する研究

桑原祐史（広域水圏）

研究協力者：今井友桂子、石井健太

##### [1] 研究目的

日本全国の市町村では、行政区域内の緑地環境を把握し評価する指標として「緑被率」を用い、都市環境整備の一端を議論している。しかし、緑被率算定の基礎となる「緑地」の扱いが、ある市町村では「壁面緑地や河川草地」が含まれているにも関わらず、含まれていない市町村もあり、取り扱う土地被覆のレベルで統一した方針が無いという現状にある。また、土地被覆に限定して緑地の議論をする場合にも、実地測量に基づくGISデータを用いる市町村がある一方で、衛星画像や空中写真を用いた遠隔探査データによって判定している市町村もある。

緑被率は、指標算定の方法や季節感、視認性といった点において、必ずしもすべての緑地機能の効果を一元的に表しているわけではない。このような中、茨城大学では茨城県内の生活環境圏を対象としたCO<sub>2</sub>濃度測定を2007年以来継続して進めてきた。現在までの研究において、昼夜のCO<sub>2</sub>濃度の変化量とそのパターンは、地域を覆う緑量と密接に関係があることが齋藤(2008)、宮部<sup>3)</sup>(2009)、桑原<sup>4)</sup>(2010)、山田(2012)、今井(2012)らの研究で明らかになってきた。そこで、本研究ではCO<sub>2</sub>濃度の変化と緑地が密接に関係ある点に注目し、茨城県を対象としてCO<sub>2</sub>濃度変化パターンに着目したCO<sub>2</sub>環境評価指標を提案した。その指標と緑被率とを比較し、緑被率を補足する指標を提案することを目的とした。

##### [2] 研究概要

観測されたCO<sub>2</sub>濃度の時間平均のグラフから植生の活性度を表す指標を提案する。グラフのうち、CO<sub>2</sub>濃度の最大値をCO<sub>2</sub>max、同最小値をCO<sub>2</sub>min、茨城県全体のCO<sub>2</sub>濃度の基準を全球平均の380ppm(評価基準多値)とする式3.2-(1)を提案する。

この式において、分母は植生等でCO<sub>2</sub>が吸収された後の地域の理想的なCO<sub>2</sub>濃度(=CO<sub>2</sub>min)と全球平均との差となる。このため、値が小さい程、人為的な影響が小さい地域であることを示す。分子は、地域最大の濃度値と吸収後の最小値との差となるため、値が大きい程、植生等吸収体の影響(活性度等)が高いことを示す。つまり、CO<sub>2</sub>濃度の観点から、地域が理想的な状態に近づけば近づくほど指標値が大きくなる。1ヶ月の時間平均から算出した結果をFig.2に示す。

$$\text{評価指標} = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} - \text{CO}_{2\text{min}}}{\text{CO}_{2\text{min}} - 380} \quad \dots \text{式 3.2-(1)}$$

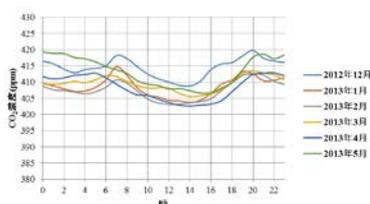


図 3.2-(1) CO<sub>2</sub>濃度値の変動(時間平均)  
日立市

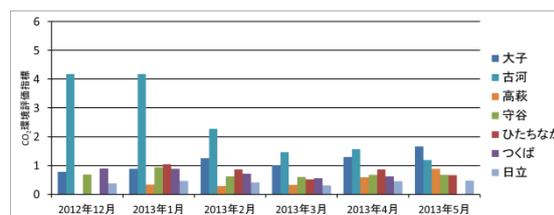


図 3.2-(2) 指標の算定結果

### [3] 研究成果

本研究の成果は以下の2点である。

- 1) 茨城県の各観測地点のCO<sub>2</sub>濃度データから地域ごとのCO<sub>2</sub>濃度変動の特徴を把握した。日立など観測地点周辺に工場が多い地点では、CO<sub>2</sub>濃度は季節による変動が少なく、大子のような周辺が森林で囲まれているような場所では、冬の変動は少ないが、春になるにつれて変動が大きく、いわゆる季節感が顕著であることが分かった。
- 2) CO<sub>2</sub>濃度変動のグラフから、植生の活性度を表すCO<sub>2</sub>環境評価指標を提案した。本研究では、緑被率と指標の結果の相関があるといえるため、緑被率を補足する指標が提案できたといえる。緑被率が年間を通して平均的な地域の緑量を表す指標であるのに対して、CO<sub>2</sub>濃度の変動に着目した本研究の環境評価指標が季節毎の緑量を表す補間的な指標として活用できることを示すと考える。

今後、多くの年代・他地域・気象条件別等、算定に用いるデータ条件を変え、指標の示す特長や安定性を十分に確認する必要がある、今後鋭意研究を展開したい。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

本研究テーマの内容は、名古屋産業大学、台湾育達科技大等との共同研究課題内容の1つとして取り上げられ、現在議論が進んでいる。

### [5] 発表及びアウトリーチ

#### (1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文

桑原祐史・山田貴弘・今井友桂子・神澤雅典(2014)：茨城県を対象とした生活環境圏におけるCO<sub>2</sub>濃度観測データの補正方法と地域性の検討、(社)日本測量協会 応用測量論文集、Vol.25,pp.15-23.

今井友桂子・石内鉄平・桑原祐史(2014)：都市域を対象としたCO<sub>2</sub>濃度の計測とその変動要因の分析、(社)日本測量協会 応用測量論文集、Vol.25, pp.3-14.

- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文

Kuwahara, Y., Fujita, M., Yokoki H., Numao, T., Nakano T., and Sato, D. (2014) : Investigation of Geographical Feature and Vegetation using for Planting Plan of the Coastal Zone at Funafuti Atoll, Tuvalu, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

Kurihara, K., Kuwahara, Y., and Numao, T (2014) : Proposal of Procedure to Analyze the Regionality of QOL in Evacuation Center in Hitachi-City, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

Imai, Y., Ishiuchi, T., Kanzawa, M., and Kuwahara, Y. (2014): Relevance of CO<sub>2</sub> Concentration and Green Spaces for Hitachi-shi, Japan, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

Kuwahara, Y., Fujita, M., Yokoki, H., and Numao, T., Nakano, T., and Sato, D. (2014) : Investigation

of Geographical Feature and Vegetation using for Planting Plan of the Coastal Zone at Funafuti Atoll, Tuvalu, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

Kurihara, K., Kuwahara, Y., and Numao, T. (2014) : Proposal of Procedure to Analyze the Regionality of QOL in Evacuation Center in Hitachi-City, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

Imai, Y., Ishiuchi, T., Kanzawa, M., and Kuwahara, Y (2014): Relevance of CO<sub>2</sub> Concentration and Green Spaces for Hitachi-shi, Japan, International symposium on remote sensing, CD-R. (Busan, Korea)

Kuwahara<sup>1</sup>, Y., Ishiuchi<sup>2</sup>, T., and Yokoki, H. (2014) : Research on the extraction accuracy improvement of mangrove forests, 35<sup>th</sup> Asian Conference on Remote Sensing, CD-R , 27-31 Oct 2014, Nay Pyi Taw, Myanmar

神澤雅典・桑原祐史・今井友桂子・石井健太：茨城県における生活環境圏の CO<sub>2</sub> 濃度を対象とした地域環境評価システムの構想、土木学会第 69 回年次学術講演会、VI-302, 20

今井友桂子・神澤雅典・桑原祐史 (2014)：生産活動で発生した CO<sub>2</sub> を用いた植生栽培促進システムに関する基礎技術、土木学会第 69 回年次学術講演会、VII-049, 2014.9

石井健太・神澤雅典・今井友桂子・桑原祐史 (2014)：CO<sub>2</sub> 濃度変動に着目した CO<sub>2</sub> 環境評価指標の提案に向けて - 茨城県を対象とした検討を通して -、土木学会第 69 回年次学術講演会、VII-050, 2014.9

桑原祐史・中郡俊文・安原一哉 (2014)：ハイハウ海岸を対象とした海岸堤防後背地土地被覆の経年変化分析、土木学会第 69 回年次学術講演会、VII-122, 2014.9

石井健太 (2014)：CO<sub>2</sub> 濃度変動に着目した新たな環境評価指標の提案に向けて、土木学会土木情報学シンポジウム講演集、vol.39, pp.117-118.

関根大樹 (2014)：合成開口レーダのコヒーレンス値に着目した都市域における被覆変化域推定方法の検討、土木学会土木情報学シンポジウム、vol.39, pp.119-120.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

### 3.3. 地域資源の分析評価及び再生可能エネルギーの開発可能性

#### 3.3.1. 地域における再生可能エネルギーの開発可能性

小林 久（農学部）

##### [1] 研究目的

ケーススタディに基づいて再生可能エネルギーを自給する自立的なエネルギー需給単位（再生可能エネルギー需給区（「セル」））のモデル化を行うとともに、制御機構のプロトタイプ等を開発して、自律分散的制御により「セル」群がエネルギーを相互融通・自給する分散エネルギーシステムを技術工学的・社会経済的観点からデザインし、基本設計や実証事業へ展開できる水準のシステム・技術の指針・仕様を明らかにすることを目的とする。

##### [2] 研究の概要

再生可能エネルギー需給区（再生可能エネルギー資源による分散型エネルギーシステム）は成り立つか？再生可能エネルギー需給区（「セル」）において、どのような再生エネルギー生産・供給と需要のマッチングが合理的で、可能か？どのような受容可能で、合理的なエネルギー需給シナリオが設定できるか？に対する答えを得るための課題に取り組んだ。今年度は、再生可能エネルギー需給区（「セル」）の需給に関するモデルやシナリオを確定し、「セル」成立領域を明らかにして、「セル」のエネルギー需給特性などを分析・評価するために、以下の作業を実施した。

- ・ 調査対象範囲を拡大して、電力需要の追加調査（夏期と冬期）を実施し、電力需要モデルの妥当性を確認する。
- ・ コミュニティ・エネルギー開発計画を支援するために、任意の「セル」のエネルギー需要推計が行える汎用的なコミュニティ・エネルギー設計支援ツールを開発し、期別時間別需要を推計する。
- ・ デマンドレスポンス（DR）による設備容量削減の可能性等を分析するとともに、DR 追加アンケート調査によりシステム設計に適用できる需要抑制を提案する。
- ・ 開発した再生可能エネルギーの需給バランス（需要充足度）分布図の作成手法を適用して、「セル」成立領域を明らかにする。

##### [3] 研究成果

- ・ コミュニティ・エネルギー設計支援ツール開発
- ・ DR による設備容量削減の可能性等分析  
省略
- ・ 需給バランス（需要充足度）分布図の作成

エネルギー需給バランス分布図は、需要を満たせる、あるいは需要以上の再生可能エネルギーを供給できる領域がどのようなところに見いだせるかを明らかにすることを目的に、小水力・太陽光の電源とバイオマス・太陽熱生産によるエネルギー供給の需要充足度分布図として作成し、図 3.3-(1)のように再生可能エネルギーによるエネルギー自給が成立する領域を明らかにすることができた。作成した分布図は、今後必要になる再生可能エネルギーの効率的利用に適した分散生産、周辺需要充足、余剰供出のしくみを具体的に検討するために有用であると考えられた。

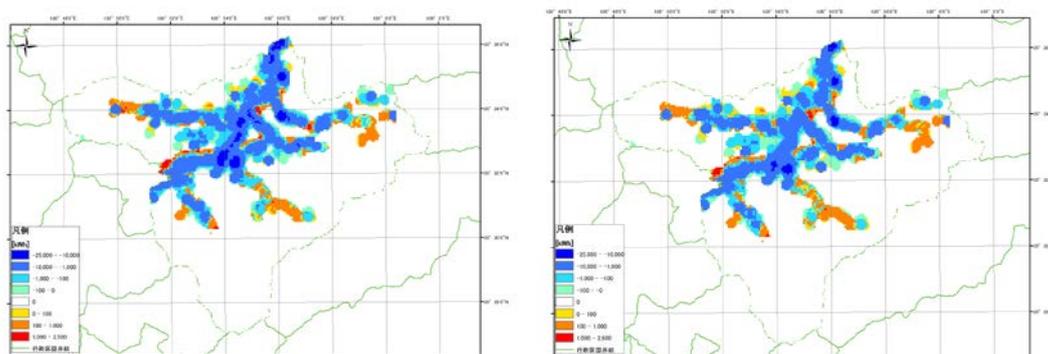


図 3.3-(1) 電力需給バランス分布 (上：夏、右：冬)

注) 日射量：8月と2月の日平均の中央値、PV パネル面積：建物面積の50%

[4] 研究成果の学術的・社会的影響度

- ・ 環境研究総合推進費の総括研究成果をとりまとめる結果を得ることができ、成果発表を行うことができた。
- ・ わが国の小水力開発の事例を収集紹介することで、地域の多様な主体、行政に対して事業化の方策や技法を書籍で発信した (小林・金田編、2014)。

[5] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 査読付き英文論文

Rohman, A., and Kobayashi, H. (2014) Estimation on possibility and capacity of residential peak electricity demand reduction by demand response scenario in rural areas of Japan

2) その他査読付き論文

小林久 (2014) 再生可能エネルギーに関連する法制度の規制緩和の動き -農山漁村の豊かな地域社会形成に貢献する地域資源の利用の視点から-、農業と経済、139-146

3) 著書

小林久・金田剛一 (2014) 事例に学ぶ小水力発電、オーム社、194 p.

4) 国際会議論文

Tamura, M., Rohman, A., and Kobayashi, H. (2014) "Outage acceptance and feasibility of reducing reserve power capacity in Japan," 14th IAEE European Energy Conference, LUISS University of Rome, Italy, October 30, 2014, 8p.

Rohman, A., Shirahase, K., and Kobayashi, H. (2014) Formulation of Energy Demand Model and Development of GIS based Application to Estimate of Energy Demand at Community Level, Grand Renewable Energy 2014 Proceedings, P-Po-5.

Fujiya, T., Shirahase, K., Tamura, T., and Kobayashi, H., (2014) Scenario Analysis of Regional Energy Supply - Demand Structure Translation by Renewable Energy : Case Study of The T City, Grand Renewable Energy 2014 Proceedings, P-Po-4.

Akisawa, A., and H. Kobayashi., (2014) Optimal Behavior of Local Energy Supply System with Sharing Excess Renewable Power among Communities, International Workshop on Environment and Engineering, 18-20, Nov., Tsukuba.

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他

白波瀬京子・小林久 (2014) 農山村地域における過程熱エネルギー需要モデル作成、農村計画学会 2014 春期大会要旨集.

小林久・伊東明彦・白波瀬京子 (2014) 再生可能エネルギーによる需要充足度の分布図作成、農業農村工学会 2014 年度大会講演集.

後藤眞宏・小林久・白波瀬京子 (2014)、地域用水路を利用する小水力開発の計画と合意のプロセス-F 地区の事例、環境経済・政策学会 2014 年大会報告.

小林久 (2014) 電力の自賄いと販売で持続的な「富」を得よう-求められる地域主導での開発-「潮流 14 どう根付かせる、再生可能エネルギー」、ニューカントリー61 (727)、20-23.

小林久 (2014) 水の機能と社会的役割、水利用のエネルギーと水のエネルギー利用、環境科学会 2014 年会講演要旨集、184-185.

小林久 (2014) 小水力発電の可能性と今後の課題 (講演録)、総研レポート (農林中金総合研究所) 26 (7)、71-87.

小林久 (2015) 自然エネルギーを地産する意義と実現性、次世代エネルギーシステムセミナー講演録 (<http://www.pref.aichi.jp/0000079767.html>)

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

2014年9月14日、環境経済・政策学会2014年大会企画セッション「地域で取り組む再生可能エネルギー事業のかたち」法政大学

2014年11月12日～14日、グリーンイノベーション EXPO、環境研究総合推進費プロジェクトの研究成果の展示・発表、東京

2015年1月8日、公開研究報告会「分散エネルギーシステムの開発・運営主体の形成と評価」、東京

(3) マスコミ等への公表・報道等

2014年9月15日、地球温暖化33巻11号 (日報ビジネス)、広がる規制緩和と増える導入事例 (地域に活かす小水力発電を) にコメント「共通認識を持てる「惣」レベルでの小水力開発を-急がれる設計・調達能力の向上」

2014年9月20日、新エネルギー新報 (89号、2-3)、「特集：FITが喚起する小水力発電に寄稿「水力発電プラントの供給拡大で拓ける市場」.

2014年9月27日、朝日新聞 (山梨県版)「小水力発電 歴史に学べ「奈良・都留市前部長『普及の魁』刊行」」の記事に、河川財団助成金による研究チーム (代表：小林) の成果紹介とコメント.

2014年10月1日、地域環境とエネルギー10月号 (47巻10号、14-17、特集：小水力を展望する) 小水力発電の現状と課題、将来展望-地域主体の開発で欧州並み普及を期待-.

## 4. 新しい安全・安心社会のあり方（第4部門）

### 4.1. 気候安全保障政策の提言

蓮井誠一郎、三輪徳子（人文学部）

#### [1] 研究目的

気候変動が世界各国の紛争や政治的不安定、あるいは戦後復興における人間の安全保障をふくむ広い意味での安全保障にどのように影響するのかをさぐり、日本外交への政策提言を行うのが本研究の目的である。

#### [2] 研究概要

文献資料と一次資料の調査にもとづき、下記3点を中心とした手法で研究を行っている。①気候安全保障の学界での議論のフォローアップ。②気候変動が人間の安全保障に与えるインパクトについてラオスの不発弾汚染事例を用いた調査を行う。③気候安全保障の政策適用性について分析、評価。

#### [3] 研究成果

①については、北極海航路が開けることによる国際関係の変化について、主に米ロ関係の変化をアメリカのオバマ政権に影響力をもつシンクタンク、米軍系のシンクタンクなどの議論をフォローした。

②については、科研費を用いた研究を進めてきたが、分担者の業務のために、研究を一時休止し、研究期間を延長した。

③については、IPCCのAR5(WGII)に初めて"Human Security"が章として登場し、気候変動とそれが与える安全保障環境への影響についての議論の集約が始まっていることを踏まえて、気候変動への適応策としての安全保障論による貢献の方策が議論され始めたことを評価して、関係文献の調査を開始した。

#### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

現在の所、日本国内で気候変動と安全保障との関係性についての学術研究はほとんどないといつてよい状態にある。国外や国際機関での政策レベルで議論が再度活性化してきたという状況にある中で、国内では防衛白書でわずかに気候変動が安全保障に影響するという認識が触れられているに過ぎない。この中で、BSフジ「プライムニュース」に蓮井が出演し、どのような過程で気候変動が紛争につながるか、安全保障への脅威としてどのような認識が共有されているかについて、解説を行い、成果を社会に還元した。

今後の出版による成果発表に向けて、日本が外交政策の柱とする「人間の安全保障」にどのように結びつけ、IPCCのAR5とも議論をリンクさせながら、独自の議論を展開するか、現在研究を進めている。すでに、2冊の共著書への執筆が決まっており、原稿を準備中である。

#### [5] 発表及びアウトリーチ

##### (1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし

- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文 なし
- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

2014年12月20日、(招待講演) 蓮井誠一郎「ラオスの不発弾問題とそれを悪化させる  
気候変動」政治経済法学研究会 2014年度第2回研究会

- (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

2014年5月22日、(スタジオ出演) 蓮井誠一郎『BS フジ プライムニュース』  
「迫る?エルニーニョ現象～異常気象&気候変動がもたらす政治・社会的リスクとは?～」

## 4.2. 社会的公平に関する研究

原口弥生、伊藤哲司、土屋和子（人文学部）、木村 競（教育学部）

### [1] 研究目的

サステナビリティ学に必要な社会的公平・不公平に関する（新しい）概念・考え方を人文社会科学の立場からの理論的に検討し、具体的な事象を分析することで、サステナビリティの視点を内部化した「サステナビリティ科学」群の成果を統合して地球社会の持続性を確保するためのビジョンを提示する作業に資すること。

### [2] 研究概要

東日本大震災と原発事故災害からこの方、震災被害を大きくした／小さくした社会のあり方、原発事故を起こした社会のあり方、これからの原発事故災害との社会の向き合い方、これからの社会の防災のあり方等について語られた多くの言説を分析した。

### [3] 研究成果

「自由」、「平等」、「理性」というような、近代社会におけるきわめて一般的な概念、（価値判断を含む点も考慮すれば）理念が、社会の分析、構想においても具体的な力を失っているなかで、それらに代わる概念として、「当事者性」、「相互性」、「コンテクスト」という概念を見出した。これらは「自由」、「平等」、「理性」に対応するところが大きいですが、一対一に対応するわけではない。これらの概念は社会的公平・不公平に関して事態を把握し、状況を分析・整理することに役立つと考えられる。

### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

### [5] 発表及びアウトリーチ

#### （1）成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書

原口弥生 (2014)、災害とサステナビリティ—災害リスク対応における社会的公正、ポスト震災社会のサステナビリティ学—地域と大学の新たな協働をめざして、国際文献社、207(121-122)。

原口弥生 2014,3.11 東日本大震災後の食生活と甲状腺検査についての調査結果報告～茨城県県北・県央・県南より、2013 年 北関東地域の被災者アンケート調査 福島県からの避難者アンケート調査 資料集、宇都宮大学国際学部附属多文化公共圏センター 福島乳幼児・妊産婦支援プロジェクト(FSP)・群馬大学社会情報学部附属社会情報学研究センター・茨城大学人文学部市民共創教育研究センター、69 (2-11)

原口弥生(2014)、2011-2013 年度科研費・基盤研究 (B) 研究成果報告書『東日本大震災・原発事故以後の生活と環境意識についての調査報告書』[原口担当：福島第一原発事故後のリスク回避行動と日常生活の変化、168 (13-39)]

茨城大学人文学部市民共創教育研究センター（調査責任者：原口弥生）（2015）、茨城県内への広域避難者アンケート 2014 結果報告書、茨城大学人文学部市民共創教育研究センター、53

4) 国際会議論文 なし

5) 大学・研究所等紀要 なし

6) その他

2014 年 11 月 1 日、木村競 (2014)「当事者性、相互性、コンテクスト」、哲学会第 53 回研究発表大会

2014 年 4 月 24 日、原口弥生、茨城県内の広域避難者へのサポートについて、いばらきコープ研修会、いばらきコープ

2014 年 12 月 13 日、原口弥生、震災・原発事故による 広域避難者へのサポート ～権利の保障に向けて～、第 23 回環太平洋社会福祉セミナー2014、日本社会事業大学

(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

#### 4.3. 「共生の知」の創出

伊藤哲司、蓮井誠一郎、金 光男（人文学部）  
木村 競（教育学部）、中川光弘（農学部）

##### [1] 研究目的

人々の生活の複合性・複次性を前提とし、予測不可能性を含む事態の中で、共通理解と信頼関係（「安心」）を築き、互いに手を差し伸べあって生き延びることができる（「安全」）ための「共生の知」を作り出すこと。

##### [2] 研究概要

東日本大震災と原発事故災害からこの方、震災被害を大きくした／小さくした社会のあり方、原発事故を起こした社会のあり方、これからの原発事故災害との社会の向き合い方、これからの社会の防災のあり方等について語られた多くの言説を分析した。

##### [3] 研究成果

コミュニティの中で「対話が継続している／していくこと」へ当事者として参加することこそが「安心」であり、そのような対話の継続が図られ、さまざまな人々が互いに関わり、それぞれの違いを変化させながら維持しているコミュニティでのみ、「安全」のための意味のある具体的な策を立て、検討し、実行していける。このように動的に理解することを可能にするために、「当事者性」、「相互性」、「コンテクスト」という概念が有効であることを見出した。

##### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

##### [5] 発表及びアウトリーチ

###### (1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文

乾康代(2014)、原子力発電所の立地規制と地帯整備基本計画 -わが国最初の東海原子力発電所の立地過程-、日本都市計画学会 都市計画論文集 49-3、pp.507-512、2014年10月

###### 3) 著書

乾康代(2014)：東京の住宅地第4版、日本建築学会関東支部、2014年10月。

###### 4) 国際会議論文 なし

###### 5) 大学・研究所等紀要

木村競 (2015) 「新しい安全・安心な社会と共生の知 その2」、茨城大学教育学部紀要（人文・社会科学、芸術）、vol.64,pp. 000-000.

乾康代(2014)：避難者受け入れ自治体の支援状況と課題、茨城大学教育学部紀要（教育総合）増刊号、pp.445-458、2014年11月。

###### 6) その他

2014年11月1日、木村競(2014)「当事者性、相互性、コンテクスト」、哲学会第53回研究発表大会、

乾康代 (2014)：避難者の実質的支援に向けた取り組みと調査、平成25年度茨城大学復興

支援プロジェクト調査研究報告書、pp.9-16、茨城大学大震災・放射能汚染復興支援運営委員会、2014年6月

本田尚正、乾康代、村上哲、田村誠、安原一哉(2014)：茨城県における液状化を中心とした2011.3.11東北地方太平洋沖地震災害データベースづくりとそれを利用した啓発活動の推進、平成25年度茨城大学復興支援プロジェクト調査研究報告書、pp.17-20、茨城大学大震災・放射能汚染復興支援運営委員会、2014年6月。

乾康代(2014)：東日本大震災と原発事故による避難者の類型別にみた避難状況と支援課題、日本建築学会大会学術講演懇概集、2014年9月

森田芳郎、乾康代(2014)：茨城県の区分所有マンションにおける居住と管理の現状、日本建築学会大会学術講演懇概集、2014年9月

乾康代(2015)：原子力施設地帯整備基本計画にいたる国の政策と茨城県の取り組みとその後-わが国最初の東海原子力発電所の立地をめぐる動き-、日本建築学会関東支部研究報告集、2015年3月

(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

#### 4.4. 環境意識および環境教育のあり方

葉 情璋、井上拓也（人文学部）、大辻 永（教育学部）  
研究協力者：戸田雅彦（大学院教育学研究科）

##### [1] 研究目的

本研究題目では、以下の3点を目的とした。

第一に、環境問題に関してセンシティブなオーストラリアにおいて、学校教育ではどのような環境教育が行われているのかについて明らかにすること。首都キャンベラでは、環境を意識した都市計画を実施し、市民と行政が一体となって'Carbon Challenge'などのキャンペーンが行われているほか、自然と共に生きてきたアボリジニの生活様式を紹介し奨励することなどにより、持続可能な都市を目指す取組みが行われている。本研究では、こうした行政と市民による具体的な取組みと学校教育での実施状況を考察する。

第二に、日本の消費者教育において重視されている、持続可能な社会の形成に参加する消費者を意味する「消費者市民」という理念が、海外からどのように輸入されたのか、消費者行政部局・消費者団体・教育関係者・弁護士などの間でどのように受容・展開されてきたのか、とくに自治体レベルの教育でどのように具体化されていこうとしているのかを検討する。

第三に、学習指導要領に即した放射線教育モジュールの開発を行った。「環境意識・環境教育」としては福島第一原子力発電所事故後、二酸化炭素濃度[ppm]に加え、空間放射線量率[ $\mu\text{Sv/h}$ ]も「見えない環境」として重要になっている。これまでの放射線教育は学習者の認識を軽視した「しくみ」の一方的伝達が多かったことから、教科の枠を超え学習指導要領に即した放射線教育モジュールの開発が待たれていた。

##### [2] 研究概要

- (1) キャンベラで実施されている様々な環境問題と都市計画との関連についてについて、主に文献から時系列的に整理しその進展状況を明らかにする。また ACT 政府（キャンベラ市政府）の環境問題への取組み、キャンベラの環境 NGO 団体、オーストラリア国立大学における環境関係組織などの活動について聞き取りなど実地調査を行う予定であった。
- (2) 行政や団体の関係者への取材を中心に、2012年の「消費者教育の推進に関する法律」（消費者教育推進法）の制定や2013年の「消費者教育の推進に関する基本的な方針」の閣議決定をめぐる過程について検討した。また「茨城県消費者基本計画」と「水戸市消費者教育推進計画」の策定には、自らも審議会委員として参画した。
- (3) 「学習指導要領に即した放射線教育モジュールの開発」においては、学習指導要領や教科書を精査して事項を列挙するだけでなく、教師と打ち合わせを重ねて教材を開発・実践し、また、科学館においても8コマにわたる講座を実施した。

##### [3] 研究成果

- (1) 昨年度は、キャンベラへ調査に出かける機会がなかったため予定していた調査を行うことはできなかった。しかし、キャンベラの都市計画の歴史と現状について、主に文献から整理を行った。
- (2) 2014年度末時点ではまだ研究の途中であり、その成果を下記の研究会で報告するとともに、茨城大学平成25年度前学期教養総合科目「大学生と消費生活」の授業内容に反映させた。

- (3) 「学習指導要領に即した放射線教育モジュールの開発」においては、学年を問わない PM2.5 屋内退避訓練、小学校 3 年理科「光の性質」の単元の発展に位置づく「プリズム」や「見えない光」（電磁波につながる）、小学校 4 年算数の「折れ線グラフ」での 2 つの減衰曲線（半減期と逆二乗則）、中学校での電力選択等の授業を開発し、国内外で発表した（Otsuji et al, 2014; 2015; 大辻 2014a, 2014b; 戸田・大辻 2014a, 2014b; 大辻・戸田 2014）。

#### [4] 研究成果の学術的・社会的影響度

#### [5] 発表及びアウトリーチ

##### (1) 成果の発表

- 1) 査読付き英文論文 なし
- 2) その他査読付き論文 なし
- 3) 著書 なし
- 4) 国際会議論文

Otsuji, H. Toda, M., Nobeoka, A, and Taylor, P.C. (2014). The developed inquiry-based spiral curriculum to promote the radiation literacy as STS and Sustainability Education. STEM 2014 (2014.7.12-15. UBC, Vancouver, Canada)

Otsuji, H., Toda, M., Iimura, H., Park, Y.S., Abe, H. and Fujioka T. (2015). Seeding for Future Radiation Learning: The Two Magical Compost-containers in Elementary Mathematics, KASE2015, Pusan National University, Korea, 2015.2.5.

- 5) 大学・研究所等紀要 なし
- 6) その他

井上拓也 (2014) 日本の消費者政策と消費者団体—比較の視点から—、第 116 回関西公共政策研究会、2014 年 9 月 6 日 (土)、京都大学人間・環境学研究科棟

大辻永. (2014a). 潤沼のラムサール条約登録にむけた新聞連載、茨城大学「あつまる、まじわる、つながる 5: 地域のサステナ活動をつなぐワークショップ」2014.8.10(日) 14:00-16:30 茨城大学環境リサーチ・ラボラトリー (ポスター発表) あつまるまじわるつながる

戸田雅彦・大辻永. (2014a). 3G2-L4 初等中等教育における現代的科学リテラシーの育成を目指した放射線教育カリキュラムの開発—先行研究と科学館での実践—、日本科学教育学会第 38 回年会、2014.9.15 12:30-14:30 セッション: 科学教育の現代的課題②、L 会場 (埼玉大学教育学部 A 棟 325 講義室)

##### (2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

大辻永・戸田雅彦. (2014). 放射線リテラシーを含む現代的科学リテラシーを育成するカリキュラム開発、日本理科教育学会第 64 回全国大会 シンポジウム 2 「東日本大震災後の理科教育: 持続可能な社会をつくる科学的リテラシーの育成」オーガナイザー: 藤岡達也 (滋賀大学教授)、2014.8.24, 9:00-11:00, 愛媛大学城北キャンパス

戸田雅彦・大辻永. (2014b). 大洗わくわく科学館夏休み特別講座「未来のために」2014.8.2-3.

##### (3) マスコミ等への公表・報道等

大辻永. (2014b). これからの防災教育のあり方、平成 26 年度「生き抜く力」を育む防災教育推進事業 (福島県教育委員会) 地区別研究協議会 2014.9.4 白河合同庁舎大会議室 13:30-14:20.

## C 教育・アウトリーチ活動報告

### 1. 教育プログラムの推進

#### 1.1. 大学院サステナビリティ学教育プログラム

ICAS では大学院サステナビリティ学教育プログラムおよび学部教育「サステナビリティ学入門」等のサステナビリティ学教育の企画運営補助を行っている。

2009 年度から開始した大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムでの教材開発と講義の開講を行った(表 6.1-(1))。本大学院教育プログラムは、2008～2010 年度まで環境省環境人材育成事業「アジアのサステナビリティを担う環境人材育成のための大学院教育プログラム—俯瞰力と人と環境を結ぶ実践力を備えた地域リーダーの育成」の支援を受け、それ以降に茨城大学の自主運営へと移行した。大学院サステナビリティ学教育プログラムでは、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)が設置され、基盤科目、演習科目、専門科目が開講される(図 6.1-(1))。

本教育プログラムは、「心技知にわたるサステナビリティ学教育」を標榜し、課題解決に向けて俯瞰的な知識、専門性、そのためのマインドを醸成することを目指している。基盤科目の一つとして、SSC 共通コア科目「サステナビリティ学最前線」を開講し、SSC 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。その他の基盤科目は、2013 年度からサステナビリティ学教育プログラムの大学院共通カリキュラムへの提供科目へ倍増し(3 科目から 6 科目)、茨城大学全体の大学院教育の拡充に貢献した。演習科目では国内実践教育演習として茨城県大洗町(2009-11 年度)、霞ヶ浦(2012 年度-14 年度)、茨城町(2015 年度～)、国際実践教育演習(2009-14 年度)としてタイ・プーケットにおいてフィールド演習を実施した他、山岸裕氏(大阪経済大学)を招聘し、「ファシリテーション能力開発演習 I・II」を開講した(図 6.1-(2)、(3))。

2015 年度から大学院サステナビリティ学教育プログラムの履修対象者を拡大するための制度見直しを行った。2015 年度から理工学研究科工学系では副専攻型プログラムが設置され、理学系では指定科目が拡充されることになった。

表 6.1-(1) 大学院サステナビリティ学教育プログラム(GPSS)コア科目受講者数

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
サステナビリティ学最前線	42	51	20	32	26	14
地球環境システム論 I	120	132	128	112	80	61
地球環境システム論 II	10	7	3	36	24	34
持続社会システム論 I	93	77	82	70	20	35
持続社会システム論 II	17	19	9	5	29	44
人間システム基礎論 I	63	61	57	44	23	21
人間システム基礎論 II	14	20	11	(休講)	17	19
国際実践教育演習	12	20	11	14	15	12
国内実践教育演習	20	24	23	22	20	9
ファシリテーション能力開発演習 I	20	41	16	21	15	11
ファシリテーション能力開発演習 II	-	-	10	18	15	9
サステナビリティ学インターンシップ	-	1	5	7	3	11

注) 表は GPSS だけではなく、大学全体の受講者数を示している。

大学院サステナビリティ学教育プログラムは、教育研究としても成果を挙げた。本教育プログラムを「心技知にわたるサステナビリティ学教育」として、その素養を規定し、効果的なカリキュラム開発、学生への教授法などを検討した(Nakagawa et al., 2011; Otsuji and Gunji, 2011; Tamura and Uegaki, 2012; 田村, 2012、田村, 2014 等)。こうして、その意義を環境人材育成コンソーシアム(EcoLeaD)や SSC、UN-CECAR、さらに Sustainability Science などの学術誌や書籍を通じて国内外へアピールした。

2014 年 1 月にサステナビリティ学教育プログラム修了者 91 名(2010-12 年度修了生)を対象としたアンケートを実施し、修了生が本教育プログラムから高い満足度を得ていることが確認された。

以上を通じて、2010 年度からサステナビリティ学教育プログラムの修了生が卒業し、所属研究科及びサステナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)が発行する 2 種類の修了認定証が授与されるようになった(表 1.1-(2)、(3))。2011、2012 年度には 5 大学で構成される SSC 共同教育プログラム修了者の全体の約 6 割を占める修了者を輩出しており、SSC 共同教育プログラムの推進にも大きく貢献した。なお、2012 年度までの修了生 91 名(SSC 修了者 86 名)の卒業生の進路は、公務員 9 名、教員 19 名、民間企業 40 名等となっている。

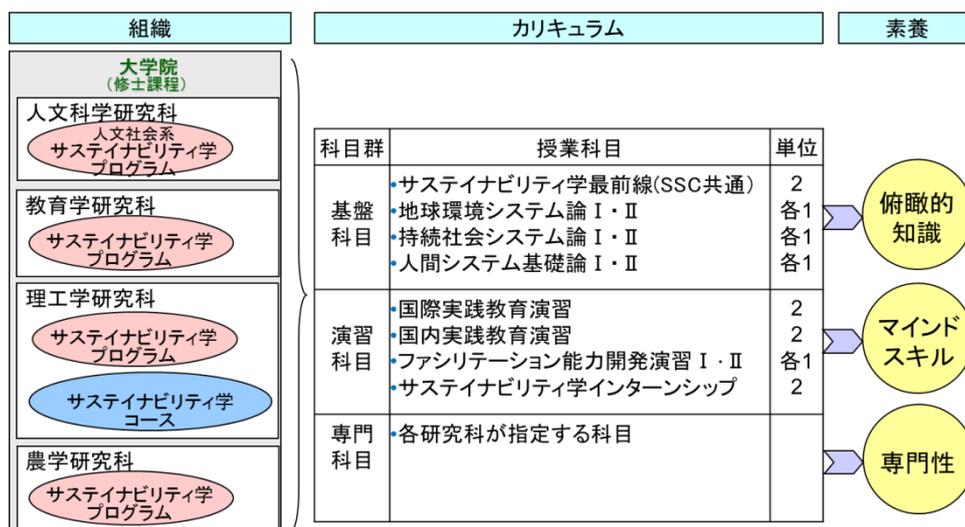


図 6.1-(1) 大学院サステナビリティ学教育プログラムの実施体制、カリキュラム、および目標となる素養



図 6.1-(2) 国際実践教育演習(左)と国内実践教育演習(右)



図 6.1-(3) ファシリテーション能力開発演習 I・II

表 6.1-(2) 大学院サステナビリティ学教育プログラム(GPSS)の履修者数と修了者数

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
サステナビリティ学コース	4(4)	5(4)	6(6)	6(6)	3(3)	3
サステナビリティ学プログラム	45(26)	49(36)	20(15)	31(24)	30(15)	9
(人文系)	3(0)	8(5)	0(1)	2(1)	2(1)	0
(教育系)	15(11)	12(8)	4(4)	9(9)	12(10)	1
(理学系)	11(8)	8(7)	8(5)	13(10)	12(4)	5
(農学系)	16(7)	21(16)	8(5)	7(4)	4(0)	3

注) (カッコ)は修了者数を示している。

表 6.1-(3) SSC 共同教育プログラムの履修者数と修了者数

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
サステナビリティ学コース	4(4)	5(4)	6(6)	6(6)	3(3)	3
サステナビリティ学プログラム	45(26)	49(31)	20(15)	31(24)	30(14)	9
(人文系)	3(0)	8(0)	0(1)	2(1)	2(0)	0
(教育系)	15(11)	12(8)	4(4)	9(9)	12(10)	1
(理学系)	11(8)	8(7)	8(5)	13(10)	12(4)	5
(農学系)	16(7)	21(16)	8(5)	7(4)	4(0)	3

注) (カッコ)は修了者数を示している。

## 1.2. AIMSプログラム

AIMS プログラムは東京農工大学、首都大学東京とのコンソーシアム型教育プログラムである。2013 年度に文部科学省「大学の世界展開力強化事業」に農学部、理学部と共同申請して採択された。日本の大学と AIMS 参画大学とで 1 学期間の交換留学を行う。茨城大学 AIMS プログラムでは 20 単位を修得した学生に修了認定を行う。ICAS メンバーも講義や AIMS 運営委員として講義等を担当し、大学の国際化の拡充に貢献した。9 月から 12 月の AIMS プログラムでは、AIMS 運営委員会委員として参加し、農学部以外の ICAS メンバーも 5 単位分の講義を担当した。

2014 年度はタイのカセサート大学、インドネシアのボゴール農科大学、ガジャマダ大学から学部生が合計 8 名(カセサート 2 名、ガジャマダ 3 名、ボゴール 3 名)が履修した。来年度以降はさらに履修者が増える予定である。



図 6.2-(1) AIMS プログラム

### 1.3. その他の教育活動の広がり

1. 学士課程教養教育では 2006 年度より「サステナビリティ学入門」を継続し、毎年 100 名前後の学生が受講している。12 名の講師とパネルディスカッションで構成され、サステナビリティ学を学部生に理解してもらうのに役立っている。さらに本講義は茨城高専、福島高専などの単位互換、一般の公開講座としても活用されている。
2. 環境人材育成コンソーシアム(EcoLeaD:環境省環境人材育成事業後継の人材育成ネットワーク)、SSC、UN-CECAR など国内外の環境、サステナビリティ学に関するネットワークに参加している。2013 年度より農学系研究科を中心に信州大学、横浜国立大学、広島大学と環境人材育成のためのグリーンマネジメントプログラム(GMP)に参加することとなり、12 月に「地球環境学概論」を遠隔講義で開講した。本サステナビリティ学教育プログラムの実績によるところが大きい。
3. サステナビリティ学教育を通じて茨城大学における教育の国際化に貢献している。特に、インドネシア、ベトナム、タイ等との連携が進展した。また、国連大学が中心になっている UN-CECAR(気候・生態系変動適応プログラム)の教育プログラムに協力している。
4. サステナビリティ学教育プログラムの実践が対外的に評価されている。2 月には田村准教授が JICA/SSC からマレーシア・サバ大学でのエコキャンパスプロジェクトの支援依頼を受けた。
5. 毎年、3 キャンパス 5 学部 4 研究科の学生の研究交流を目的に「学生サステナ・フォーラム」を開催してきた。2015 年 3 月に阿見キャンパスで開催されたフォーラムには 3 キャンパスから 42 名の学生がポスター発表に参加し、全体では約 70 名の参加があった。本学では学部、研究科を超えた学生の研究交流が従来少なく、本フォーラムによって学生同士が大きな刺激を受けている。

## 2. 国際連携

### 2.1. 海外招聘による講義、シンポジウム、セミナー等の開催

2014 年度は 6 人の外国人を招聘し、4 回の WS・講義等を開催した。特に、茨城大学他主催で IPCC WGII 共同議長 C.Field 氏の国際講演会(11/26)を担当し、400 名を越える参加者があった。

### 2.2. 大学連携

2011 年度より茨城大学重点国際交流事業に認定されたハノイ科学大学・ベトナム国家大学、タイ・プーケット・ラチャパット大学と研究、教育交流を行った。インドネシアのボゴール農科大学、ガジャ・マダ大学、ウダヤナ大学とは農学部を中心にダブルディグリープログラムを推進している。なお、2014 年度より開始した AIMS プログラムは上述の通りである。

#### 1. ベトナム

工学部とも連携し 9 月にベトナム・ハノイ科学大学の学生 5 名に対して一週間のショートコースを企画、運営した。1 月にはベトナム社会科学院東北アジア研究所と ICAS との学術交流協定を締結した。さらに、2016 年度に開学予定の「日越大学」構想にも参画する見込みである。

#### 2. ベトナム水資源大学

環境省 S-8-3(2010-14 年度)の一環で毎年の現地調査を実施している。6 月のソクチャン省での海岸浸食等の現地調査の様子は、NHK スペシャル「メガディザスター」でも放映された。2014 年 11 月にはホーチミンでメコンデルタの気候変動と適応策に関する WS を開催した。

#### 3. ボゴール農科大学、ガジャ・マダ大学、ウダヤナ大学

ボゴール農科大学、ガジャ・マダ大学、ウダヤナ大学とは農学系研究科を中心にダブルディグリープログラムを推進し、ICAS メンバーも協力した。この 3 大学とは 2009-10 年にかけて大学間協定を締結し、年 2 回のショートコース(派遣および受入、毎回 20 名規模)、修士課程のダブルディグリー制度を実施している。

ボゴール農科大学、ガジャ・マダ大学は 2014 年度から AIMS プログラムにも参加し、9-12 月にかけて学部生の受入、派遣を行った。

#### 4. プーケット・ラチャパット大学

2009 年度より大学院サステイナビリティ学教育プログラムの国際実践教育演習(9 月)を継続している。併せて、気候変動に関する現地調査も継続している。2009 年 2 月に ICAS とラチャパット大理工学部と学部間交流協定を締結したが、これまでの実績が認められ 2013 年 10 月に大学間交流協定の締結へと格上げされた。

#### 5. タイ・カセサート大学

AIMS プログラムを開講し、2 名の学生を受入れた。2 月 19 日には国際シンポジウムを水戸で開催し、学生、研究交流を図った。

#### 6. ISCIU(International Student Conference at Ibaraki University)

茨城大学学生国際会議を、大学院生のための教育と研究促進の一環として 2005 年度より開催している。学生にとっては、学生主催の国際会議として研究と運営の両方での教育機会となっている。

### 3. 地域連携、アウトリーチ

#### 3.1. 地域サステナビリティ

地域レベルのサステナビリティを検討していくにあたって、茨城県における住民、企業、行政などの各主体がどのような取り組みを行っており、どのような課題を抱えているのか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プラットフォームを構築することが重要である。

1. 大学院サステナビリティ学教育プログラム「国内実践教育演習」は、今年度より茨城町で 2015 年の涸沼のラムサール条約登録に向けた調査、実践をテーマとして、町との地域連携や PBL を充実させた。本演習は社会連携センターの戦略的地域連携プロジェクトの一翼を担った。2 単位の演習に留まらず、10 月には茨城町と連名で涸沼に関する住民 1000 件へのアンケート調査や、ラムサール条約向けパンフレット「ひぬまっふ」の作成協力を行った。
2. 2012 年 3 月に発足した「いばらき自然エネルギーネットワーク」の事務局として、県内の自然エネルギーに関心を持つ自治体、企業との連携を図った。6 月に講演会を開催した。さらに、環境省地球環境基金や茨城県の助成を受けて、いばらき自然エネルギーネットワーク(REN-i)、茨城県、茨城大学社会連携センターは、地域主導型再生可能エネルギーの開発推進を担う人材を養成するための研修プログラム「いばらき自然エネルギー開発コーディネータ養成」(10-12 月、現地見学を含む全 8 回)を実施した。その結果、行政・公共機関、市民団体、民間等から 8 機関 10 名に修了証を授与した。
3. 茨城大学・茨城県・茨城産業会議 3 者連携講演会「いばらきのエネルギーと持続可能社会の実現にむけて」(11/27)の企画運営に協力し、113 名が参加した。
4. 10 月に設立された「北関東カーボン・オフセット推進ネットワーク」の参加機関となった。
5. ICAS 第 4 部門では、地域のサステナ活動に取り組む研究者や市民が一堂に会し、それぞれポスター発表をしあう対話型 WS「あつまる、まじわる、つながる」を 2012 年度以降、年 2 回のペースで開催している。8 月の WS には約 40 名が参加した。
6. 10 月には図書館と連携して「村山康文写真展：ベトナム戦争と平和」を主催し、7 日間でのべ 692 名が訪れた。

#### 3.2. アウトリーチ

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

1. 「ポスト震災社会のサステナビリティ学」出版記念会(6/13)、「激甚災害に関する講演会」(9/29)を開催した。ベトナム東北アジア研究所との学術交流協定締結を記念して、1/19 にはサステナビリティ・フォーラムを開催した。
2. 茨城大学他主催で IPCC WGII 共同議長 C.Field 氏の国際講演会(11/26)を担当し、400 名を越える参加者があった。

3. 茨城大学、茨城県、茨城産業会議の3者連携事業の一環として、地球環境保全ご地域社会のあり方を市民と議論する講演会を2008年度以降毎年開催している。これまでに、2008「地球温暖化に関する国際的な動向と経済活動の将来」、2009「温暖化とエネルギー問題の解決の可能性—持続可能な社会の構築に向けて—」、2010「茨城における温暖化対策の見通し—猛暑の夏を経験して—」、2011「茨城における地震と復興をかたる」、2012「震災後の活力ある地域社会をつくる—防災と気候変動適応を問い直す—」、2013「茨城の地域資源とサステイナビリティ」2014「いばらきのエネルギーと持続可能社会の実現にむけて」をそれぞれ開催し、例年100名以上の参加者を得ている。
4. 映画上映・講演会「フタバから遠く離れて」(8月)、「フタバから遠く離れて[第二部]」(3月)を開催した。
5. 学内のインリーチとしてICASセミナーを3年ぶりに復活させた。
6. NHKスペシャル「巨大災害 Mega Disaster」(8/30)において、環境省S8研究の一環となるベトナムでの調査の同行取材とインタビューが放映された。
7. 「低認知被災地」として、NHK朝イチの取材協力を行い、3月11日に伊藤機関長、村上工学部准教授が出演した。
8. WEBサイトの更新、ICASパンフレットの日本語版および英語版の発行、大学院サステイナビリティ学教育プログラムのパンフレットの日本語版および英語版の発行、TV・新聞等のマスメディアへの掲載や複数の媒体を通じて広報活動を行っている。今年度は特にFacebookページの拡充、PRビデオ(2月)を作成した。

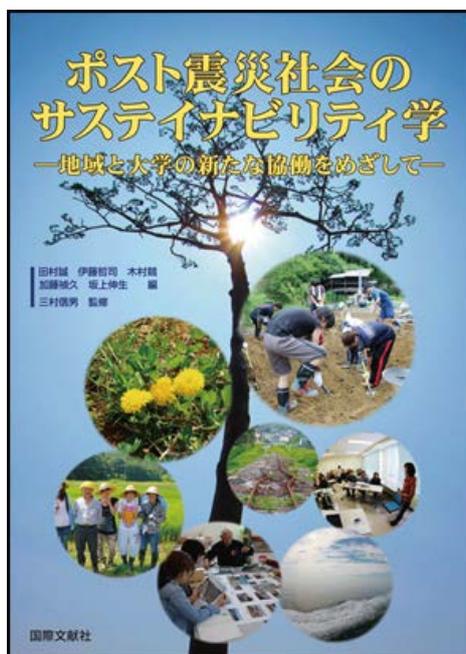


図 3.2-(1) ポスト震災社会のサステイナビリティ学



図 3.2-(2) 茨城大学国際講演会

表 3.2-(1) 2014 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・内容
5月16日、 17日	SSC 研究集会+公開シンポジウム	100名	国立環境研究所 (5/16) つくば国際会議場(5/17)	5/16 SSC 見学会・研究集会 テーマ「温暖化、低炭素社会と災害環境研究」 5/17 一般公開講演会 テーマ「サステナビリティと環境未来都市」
5月31日、 6月1日	ファシリテーション能力開発演習 I	11名	茨城大学 水戸キャンパス	大学院サステナ教育プログラム演習科目として、問題解決に向けて、関係者間の利害を調整し、共通の理解を形成することを目的としたファシリテーション能力開発プログラムを実施。山岸裕氏を非常勤講師として招いた。
6月7日、 14日、21日	集中講義 「サステナビリティ学入門」	71名	茨城大学 水戸キャンパス	ICAS の教員による、サステナビリティ学をテーマにした全学部生対象の集中講義。 各日最後の時間は講師全員が一堂に会して質疑応答・パネルディスカッションを行った。
6月13日	「ポスト震災社会のサステナビリティ学」出版記念講演会	70名	茨城大学 水戸キャンパス	2014年3月に発刊した書籍「ポスト震災社会のサステナビリティ学」の出版を記念した講演会。サステナビリティ学とポスト震災社会の構築はどのような関係か、さらに地域と大学の協働の実践と道筋はいかなるものか、執筆者による事例報告、茨城新聞社地域連携室長の細谷氏らを招いたパネル討論を交えながら議論を行った。
6月26日	いばらき自然エネルギーネットワーク講演会 「気候変動の影響予測と適応策」	60名	茨城大学 水戸キャンパス	IPCC 第5次報告書の公表を受けて、第2作業部会の執筆に長年従事してきた三村 ICAS 機関長による気候変動研究の最前線とその対応策について講演を行った。その一環で緩和策の一つに位置づけられる自然エネルギーの利活用についても議論を行った。
6月28日、 29日	ファシリテーション能力開発演習 II	9名	茨城大学 水戸キャンパス	大学院サステナ教育プログラム演習科目として、問題解決に向けて、関係者間の利害を調整し、共通の理解を形成することを目的としたファシリテーション能力開発プログラムを実施。山岸裕氏を非常勤講師として招いた。
7月19日 ～21日	集中講義 SSC 共通コア科目 「サステナビリティ学最前線」	15名 (5大学合 計79名)	茨城大学 水戸キャンパス	SSC 共通教育プログラムの集中講義。5大学(東大、京大、阪大、北大、茨大)の遠隔講義システムにより実施

8月10日	第1回「あつまる、まじわる、つながる」ポスターワークショップ	40名	茨城大学 水戸キャンパス	地域のサステナ活動をつなぐワークショップを開催。東日本大震災後の新たな「安全、安心社会」を考えることをテーマに地域のサステナ活動に関わっている市民、学生、研究者がポスターを用いて発表しあい、互いに繋がることを目的とする。今回は映画監督の舩橋淳監督を招いて福島第一原発の事故により避難を余儀なくされた双葉町を舞台にしたドキュメンタリー映画「フタバから遠く離れて」を上映。
9月1日 ～9日	GPSS 国際実践教育演習	16名	タイ・プーケット マイカオ村	演習協力：プーケット・ラチャパット大学、マイカオ村地元の方々。現地の村にホームステイをして、廃棄物、エコツーリズム、健康促進の3班に分かれての演習
9月1日 ～7日	ベトナム・ハノイ科学大学サマ ーセミナー	5名	茨城大学 日立キャンパス	ハノイ科学大学から5名の学部生を迎え、自然災害、最新の科学技術、気候変動等に関する短期セミナーを開講した。
9月15日～ 17日	GPSS 国内実践教育演習	14名	茨城町	演習協力：NPO 環～WA、茨城町。茨城町小幡山林で調査、自然体験教室のフィールドワークを実施。涸沼のラムサール条約登録に向けたマップ作りと意識調査の2班に分かれての演習。
9月29日	激甚災害に関する講演会	66名	茨城大学 水戸キャンパス	Rosalina De Guzman 氏（フィリピン気象庁）、風間基樹教授（東北大学大学院工学研究科）を招き、「台風 Haien などフィリピンにおける気候変動影響と適応策」、「東日本大震災による地盤工学的課題と復興」に関する講演会を開催した。
10月1日	茨城自然エネルギーセミナー	28名	茨城大学 水戸キャンパス	いばらき自然エネルギーネットワークのセミナー及び茨城県本学社会連携センターとの共催による「いばらき自然エネルギーコーディネーター開発養成」プログラムの第1回講座。いばらきの再エネの特徴と可能性、国と県の再エネ関連の政策について講演を行った。
10月29日	村山康文氏講演会	50名	茨城大学 水戸キャンパス	1975年のベトナム戦争終結から40年を前に「戦争と平和—ベトナムから日本を見つめる」をテーマとして、ジャーナリスト・村山康文氏の写真展を開催した。会期中、フォトジャーナリスト・村山康文氏を招き講演会を行った。コメンテーターは人文学部の蓮井誠一郎教授。

10月27日 ～11月2日	ベトナム写真展	692名	茨城大学 水戸キャンパス	1975年のベトナム戦争終結から40年を前に「戦争と平和—ベトナムから日本を見つめる」をテーマとして、ジャーナリスト・村山康文氏の写真展を開催した。会期中、フォトジャーナリスト・村山康文氏を招き講演会を行った。コメンテーターは人文学部の蓮井誠一郎教授。
11月26日	国際講演会 2014 IPCC クリス・フィールド共同議長が語る 「地球温暖化の今とこれから」	401名	茨城大学 水戸キャンパス	国連の「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」 第2作業部会共同議長であるクリストファー・フィールド博士を招いて、 <u>国際講演会</u> を開催した。400名を超える参加者からは、多岐にわたる質問が寄せられ、フィールド博士はそれらの質問に丁寧に回答され、講演会は盛況のうちに終了した。
11月27日	茨城大学・茨城県・茨城産業会議連携講演会 「いばらきのエネルギーと持続可能社会の実現にむけて」	113名	水戸京成ホテル	本講演会では京都大学の植田和弘氏を基調講演にお迎えし、再生可能エネルギー政策の最前線と持続可能な地域づくりを論じ、さらに、3名の行政関係者、専門家を招き、茨城をはじめとする地域の持続可能な社会づくりを広く議論した。
12月11日	茨城自然エネルギーシンポジウム「再生可能エネルギーの実際」	53名	茨城大学水戸キャンパス	茨城県、茨城大学社会連携センター、REN-i 共催シンポジウムでは、小水力発電等の再生可能エネルギーを通して地域づくりを実践されている事例を紹介し、茨城県における持続可能な社会づくりについて討論を行った。
12月12日	ICAS セミナー	10名	茨城大学水戸キャンパス	ICAS 協力教員に新規参加した乾康代（教育学部教授）、長田華子（人文学部准教授）のセミナーを開催した。また、内モンゴル民族大学のウダバラチチゴさんによる内モンゴル自治区の紹介と ICAS 機関長によるベトナムの地域コンフリクトに関する発表を行った。
1月19日	ベトナム社会科学院東北アジア研究所との学術協定調印式 ICAS サステイナビリティ・フォーラム	25名	茨城大学水戸キャンパス	<u>ベトナム社会科学院東北アジア研究所 (INAS)</u> と部局間の学術交流協定の調印式を行った。その後の ICAS サステイナビリティ・フォーラムでは、チャン・クアン・ミンベトナム社会科学院東北アジア研究所長と田村 誠 ICAS 准教授、伊藤哲司 ICAS 機関長が発表を行った。

2月1日	あつまる、まじわる、つながる 6	60名	茨城県水戸生涯学習センター	茨城県水戸生涯学習センター主催の「ネットワークフォーラム 2015」の分科会の一つとして、地域のサステナ活動にかかわっている人々をつないでいくことを目的とするワークショップを開催した。
3月11日	第8回 ICAS 学生サステイナビリティ・フォーラム	50名	茨城大学阿見キャンパス	サステイナビリティ学研究に関わる茨城大学学部生、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を阿見キャンパスで行った。
3月13日	ICAS サステイナビリティ・フォーラム	15名	茨城大学水戸キャンパス	2014年度の ICAS の各部門活動報告・研究交流を目的としてサステナ・フォーラムを開催した。

表 3.2-(2) 2014 年度 ICAS 招聘者リスト

	氏名	所属・国	地区	招聘期間	業務内容
1	船橋 淳 Atsushi Funahashi	BIG RIVER FILMS 日本	ICAS(水戸)	2014.8/10 2015.3/14	「フタバから遠く離れて」(第一部・第二部) 船橋淳監督を招いての映画上映、講演会
2	Rosalina G. De Guzman ロザリナ・デ・グズマン	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration Philippines	ICAS(水戸)	2014.9/29 - 10/3	「激甚災害に関する講演会」での講演地盤工学会アジア地域研究委員会 (ACT-1) での講演 @佐賀大学
3	風間 基樹 Motoki Kazama	東北大学大学院工学研究科 Tohoku University	ICAS(水戸)	2014.9/29	「激甚災害に関する講演会」での講演
4	村山 康文 Yasufumi Murayama	村山康文写真事務所 日本	ICAS(水戸)	2014.10/29	「戦争と平和—ベトナムから日本を見つめる」写真展、講演会
5	Christopher Field クリストファー・フィールド	IPCC WG II Co-chair/ Carnegie Institution USA	ICAS(水戸)	2014.11/26	茨城大学国際講演会での講演
6	Tran Quang Minh チャン・クアン・ミン	Vietnam Academy of Social Sciences Institute for Northeast Asian Studies	ICAS(水戸)	2015.1/19	学術協定締結、ICAS フォーラム講演
7	Ngo Huong Lan ゴ・フオン・ラン	Vietnam Academy of Social Sciences Institute for Northeast Asian Studies	ICAS(水戸)	2015.1/19	学術協定締結、ICAS フォーラム通訳
8	Dang Thi Tuyet Dung ダン・ティ・トゥエット・ズン	Vietnam Academy of Social Sciences Institute for Northeast Asian Studies	ICAS(水戸)	2015.1/19	学術協定締結、ICAS フォーラム出席
9	Gary Michael King ゲイリー・ミッシェル・キング	Department of Biological Sciences Louisiana State University USA	ICAS(水戸)	2015.3/11-14	ICAS 第二部門講演 「How microbial diversity responds to acute disturbance」

表 3.2-(3) 2014 年度 ICAS 活動記録

<p>4月 新年度スタート H26 年度サステナプログラム履修登録開始</p>	<p>10月 10/9 第2回 ICAS 運営委員会 10/27-11/2 ベトナム写真展 10/29 写真家村山康文氏講演会</p>
<p>5月 5/8-9 AIMS Review Meeting (Manila) 5/15-16 SSC理事会+公開シンポ (NIES) 5/21 国際国内演習ガイダンス 5/31,6/1 ファシリテーション能力開発演習 I</p>	<p>11月 11/6-7 S-8-3 メコンデルタシンポジウム@WRU 11/15-16 ISCIU 11/25 RECCA-S8国際シンポジウム (UNU) 11/26 クリス・フィールド博士茨城大学国際講演会 11/27 茨城大学・茨城県・茨城産業会議連携講演会(水戸)</p>
<p>6月 6/7,14,21 サステナビリティ学入門 6/13 出版記念イベント 6/26 REN-i 総会、講演会 6/28,29 ファシリテーション能力開発演習 II</p>	<p>12月 12/12 ICAS セミナー</p>
<p>7月 7/19-21 サステナ最前線講義 7/23 国際、国内実践教育演習ガイダンス</p>	<p>1月 1/19 ICAS サステナビリティ・フォーラム</p>
<p>8月 8/10 第5回「あつまる、まじわる、つながる」WS 8/11 第1回 ICAS 運営委員会 8/19-27 インドネシア演習 (ウダヤナ) 8/25 国内演習事前学習発表会 8/27 国際演習事前学習発表会</p>	<p>2月 2/1 第6回「あつまる、まじわる、つながる」WS (生涯学習センター)</p>
<p>9月 9/4 地球環境シンポジウム 9/5 RECCA-S8-創生 D 研究交流会 2014 9/1-9 国際実践教育演習 (プーケット) 9/1-7 工学部サマーコース(ハノイ科学大学学生来日) 9/15-17 国内実践教育演習 (茨城町) 9/17-25 インドネシア演習 (ボゴール) 9/29 激甚災害に関する講演会 AIMS学生受入れ開始 (12月まで)</p>	<p>3月 3/11 学生サステナビリティ・フォーラム 3/13 第4回 ICAS 運営委員会 ICASサステナビリティ・フォーラム 3/14 映画上映会「フタバから遠く離れて第二部」</p>