

平成21年 6月 1日現在

研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17201010
 研究課題名（和文） 研究コンソーシアムによる気候変動に対する国際的対応力の形成に関する総合的研究
 研究課題名（英文） Comprehensive Study on International Capacity Responding to Climate Change by Research Consortium
 研究代表者
 三村 信男（MIMURA NOBUO）
 茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター・教授
 研究者番号：60133089

研究成果の概要：気候変動への影響が大きいアジア・太平洋の途上国における適応力の形成について多面的に研究した。ベトナム、タイ、南太平洋の島嶼国では海岸侵食が共通の問題であり、その対策には土地利用対策と合わせた技術的対策が必要である。また、インドネシア、中国（内蒙古、雲南省など）の食料生産では、地域固有の自然資源を生かした持続可能な農業経営・農村改革が必要である。また、本研究を通して各国の研究者との国際的ネットワークが形成されたのも成果である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	11,000,000	3,300,000	14,300,000
2006年度	9,100,000	2,730,000	11,830,000
2007年度	8,400,000	2,520,000	10,920,000
2008年度	8,400,000	2,520,000	10,920,000
年度			
総計	36,900,000	11,070,000	47,970,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：気候変動、アジア・太平洋地域、影響評価、適応策、海岸侵食、農業、経済評価、持続可能な地域開発

1. 研究開始当初の背景

温暖化の将来予測では、京都議定書が発効しても程度の差はあれ温暖化・気候変動の進行は避けがたく、アジア・太平洋地域は甚大な影響を受けると想定される。そのため、途上国、先進国を問わず、防災・国土管理・食料生産・社会経済開発面等での対応能力形成・対応政策（適応策）の確立が重要な課題となっている。

しかし、世界的にもCO₂排出削減策に比べて適応策の研究は遅れている。わが国では、

これまで茨城大学、国立環境研究所、（財）地球環境研究戦略機関などがそれぞれ基礎研究を進めてきた。しかし、本課題の国際性、総合性、緊急性を考えると各研究機関が個々に取り組むのでは不十分・非効率であり、国際的に貢献しうる研究成果を発信するためには、研究コンソーシアムを組んで体系的な研究を実施することが必要である。

2. 研究の目的

本研究の目標は以下の通りである。

- (1) アジア・太平洋地域を対象にして、防災・都市・社会基盤施設管理、農業分野の気候変動に対する影響・リスク評価を行い、技術メニューなど適応策を体系化する。
- (2) アジア（タイ、ベトナム、中国）及び南太平洋諸国と共同研究及び国際ワークショップを実施し、各国に最適な適応策に関するケーススタディを行う。
- (3) 気候変動のリスク情報・評価手法・適応政策に関する統合データベース構築する。さらに、適応策に関する研究国際ネットワークを形成する。
- (4) 研究成果は、学術誌・学会のみならず、気候変動に関する政府間パネル(IPCC) や IGBP、START 等の国際プログラムなど内外の中核的研究プログラムに発信する

3. 研究の方法

本研究は、気候シナリオ班、都市・海岸・防災班、農業・食料対応班、適応政策班の4つのサブ研究班で実施した。

(1) 気候シナリオ班

影響予測と適応策研究のために、地球シミュレーターを用いた最新の気候予測シナリオを提供する。

(2) 都市・海岸・防災班

気象災害、海面上昇への適応のために、海岸防護、地盤を含む都市インフラの強化、都市管理及び防災のための情報技術（リモートセンシング、GISなど）の活用法を研究する。気候シナリオを受けて、タイ、ベトナム、南太平洋島嶼国におけるケーススタディを通じて、将来激化する海面上昇、台風・高潮、塩水の地下浸入、集中豪雨、乾燥化などの外力変化に対応した防災目標と施設設計指針と適応技術メニューを提示する。

(3) 農業・食料対応班

温暖化に伴って、農業の基礎条件である気温、降水量、土壌水分が変化するため、農業生産への影響事象・予測と砂漠化への対応、影響を軽減する農業技術について研究する。中国、インドネシアにおけるケーススタディを通じて、気候変動及び砂漠化に対抗して農業生産を確保する方策の提言と適応技術メニューを提示する。

(4) 適応政策班

適応策の具体化にとって政策評価・主流政策化、経済評価（副次的効果を含めた費用便益分析）が不可欠である。その判断を助ける政策分析ツール（総合評価モデル、経済評価方法）を開発する。さらに、気候変動のリスク情報・評価手法・適応政策に関する統合データベース構築するとともに、国際ワークシ

ョップを多数開催し、途上国の適応策に関する情報交換を行う。

4. 研究成果

本研究では、アジア・太平洋の途上国における適応力の形成について研究しその指針を提示すると共に、各国の研究者との国際的ネットワークを形成した。具体的な成果をサブ研究班に即して以下に示す。

(1) 気候シナリオ

気候シナリオの不確実性を利用者が認識することが重要とし、単一モデルによるシナリオよりは複数モデルによるシナリオの利用を推奨する立場をとった。気候シナリオに影響・適応研究に利用するにあたって留意すべき点は以下の通りである。

- ①気候モデルは半経験的な「物理過程」を伴うため、必ず不確実性を生じ、解像度の増加は必ずしも結果の不確実性の減少に繋がらない。
- ②しかし「物理過程」が適切に扱われれば、高解像度ほど小さい空間スケールの地域気候変化、短い時間スケールの変動に伴う極端現象を扱うことが可能となる。
- ③気候モデル結果の不確実性は、統計的有意性、モデル間整合性、解釈可能性、関連プロセスの妥当性などの基準により、気候研究者により判断できる場合がある。このような判断を下す上で、気候研究者と影響・適応研究者の意見交換が肝要である。

(2) 都市・海岸・防災

アジア・太平洋地域では、今後100年間に人口は約2倍に増加し、その多くが沿岸大都市に集中すると予想されている。将来激化する海面上昇、台風・高潮、塩水の地下浸入などの外力変化に対応した防災目標と施設設計指針と適応技術メニューを提示するとともに、アジア・太平洋諸国におけるケーススタディを通じて、各国の適応策を検討し、以下のような成果を得た。

- ①日本、ベトナム、タイの沿岸域では、地盤沈下及び海岸侵食が共通した事象であり、気候変動による影響に対する脆弱性を一層増大させる要因である。沿岸域では、モニタリングシステム、将来を見通した土地利用計画とともに適切な防護技術を組み合わせ、ソフト対策とハード対策の組み合わせが必要である。
- ②海面上昇の結果生じる河川水位の上昇や塩水化に伴う堤防や高水敷・河岸の構成土質材料への物理的影響を検討した結果、土質材料によって強度低下や破堤パターン

が異なることが分かった。

- ③これらの研究成果に基づいて、気候変動に伴う複合的地盤災害に対して有効と思われる基礎的な対応技術・適応技術メニューを整理した。
- ④日本では、気候変動と地震が重なる複合的災害の影響が危惧されるため、沿岸都市の安全性の確保のための方策を検討する必要がある。
- ⑤ベトナムでは、Red River Delta での海岸侵食に対してマングローブとジオチューブ（長い土嚢）との併用技術の計画が進行しつつある。適応力の形成には伝統的な技術を生かしていくことが鍵を握っている。
- ⑥ベトナムのフエ市は1980年から2000年にかけて台風や洪水の被害が頻発している。海面上昇予測量 59cm と潮位および高潮を与えて浸水地域を予測し、土地利用に及ぼす影響を分析した。その結果、世界遺産であるフエ王宮北西部の耕作地で浸水域が大きいことが分かった。
- ⑦アジアでも屈指の人口稠密都市であるダッカにおける、気候変動対策の一環として緑地計画を検討し、5つの緑地パターンに分類するとともに、ダッカ市の高密度地域から周辺地域に向けて、階層的な緑地計画を提案した。
- ⑧マーシャル諸島共和国をはじめ太平洋の島嶼国では、人口増加に伴う資源（食料、エネルギー）の確保が最重要課題であり、長期的な気候変動対策や海岸侵食問題は後回しになる傾向がある。同時に、低コストの海岸侵食対策を研究することが必要である。
- ⑨マジユロのような環礁州島海岸における侵食対策の目標は、砂を確保し海岸植生が繁茂して国土が保全されることである。しかし、現状では侵食の速度が速く海岸植生もるとも侵食されているので、養浜や構造物による漂砂の遮断などの工学的な対策も必要となる。

(3) 農業・食料対応

農業生産への影響事象・予測と砂漠化への対応、影響を軽減する農業技術について研究し、気候変動及び砂漠化に対抗して農業生産を確保する方策を提示するとともに、中国などにおけるケーススタディを行った。

- ①日本の水稻の収量は出穂後20日間の気温に依存することが知られているが、最近の九州地方では予想以上の減収が現れている。顕著に収量が減少した1999年と2004年には、高温と寡照条件が同時に影響したことが明らかになった。

- ②中国・内蒙古自治区では、政府による「退耕還林還草政策」などの一連の対策の成果として、内蒙古自治区の砂漠化の進行は沈静化に向かっている。しかし、砂漠化の進行をくい止めるには、牧民の生活が保障することが必要で、政府の支援の下での域内資源の循環的活用と域内産業の連関構造の高度化を図ることが重要である。
- ③中国を代表する食料基地である中国・黒竜江省では、1980年代に入って稲作が急速に普及し、2000年には日本の米生産にほぼ等しい1千万トン近くを生産するまでに拡大した。しかし、ほとんどの稲作の水源を井戸に依存しており、特に水資源の制約のため現時点でほぼピークに達していることが明らかになった。
- ④中国・雲南省で、古来より納西族が居住する麗江市の気象条件は、中国で最も稲作に適している。実際の納西族の農村での単収はそれ程高くはない。高収量を追求する近代稲作よりも、標高差に応じた在来品種を使った伝統稲作の方が、気候変動への対応性は高く、より持続可能である。また伝統的稲作の継承は遺伝子資源の多様性や少数民族文化の多様性を保全する基盤として重要である。
- ⑤中国の3地点での現地調査を通じて、気候変動下のアジアの持続可能な農村開発のためには、市場機能の活用や外からの資本や技術の導入、社会制度改革が必要であるが、それぞれの地域固有の自然資源や共同体、伝統的知恵などを有機的に連関させて活用し、生態的、文化的多様性を保全することも重要である。
- ⑥農地からの二酸化炭素(CO₂)、メタン、亜酸化窒素(N₂O)などの温室効果ガス(GHG)の発生と吸収は、作物の栽培条件や土壌の管理条件に依存して変動する。そのため、環境保全型農業に向けて開発されてきた栽培技術(カバークロープと不耕起栽培)や生態学的制御の応用を検討した。
- ⑦熱帯地域土壌でのN₂O発生の実態を解析する場として、インドネシアを想定し、現地での予備調査と共同研究者との研究情報交換を行って、栽培技術とN₂O発生との関係を解析した。
- ⑧東アジアは、人口密度が多く気候変動の影響が大きい一方、農業はモンスーンの影響を強く受け、固有の農業が行われている。このように共通点が多いことから、日本、韓国、中国、台湾を対象として研究者の連携を図るためのネットワークの構築を図った。

(4) 適応政策

政策分析ツール（総合評価モデル、経済評価方法）を開発して、指針を検討した結果、以下のような研究成果を得た。

- ① 国立環境研究所が開発した AIM 統合評価モデルのうち農業影響予測モジュールについて、適応策などを新規に考慮するために改良した。
- ② 2050 年を評価対象年として、イネ・小麦の潜在生産性を推定した結果、途上国においては、灌漑と機械化による生産性・向上によって気候変化の悪影響の相殺が期待できるが（適応ケース）、適切な適応策が施されなかった場合には気候変化による生産性低下は深刻なものとなることがわかった（適応無しケース）。
- ③ IPCC 第 4 次評価報告書で用いられた約 20 の気候モデルによる将来気候予測情報を利用できるように影響予測・適応策モジュールを拡張した。それを用いた試算によると、CO₂の施肥効果を考慮しない場合、基準年（1990 年代）に対して 2080 年代には、アジアの広い範囲に渡って米の収量が減少する確率が高いことがわかった。また、CO₂施肥効果を考慮した場合でもその効果は小さく、気候変化影響を受けて、西日本、中国南部、インドシナ半島、インドにおいて、米の収量が減少する確率が高い。
- ④ (財) 地球環境研究戦略機関では、アジア・太平洋の開発途上国の研究者と政策担当者を集めて、毎年ワークショップを開き、適応策を政策に組み込む主流化について検討した結果、①国際的な適応に関する取り決めの設立、②適応策を開発政策に組み込む主流化、③途上国の適応に対する資金確保の 3 点が重要なことを指摘した。
- ⑤ 適応策によるリスク削減便益の計測のために、各分野の適応策の経済評価に関する調査・分析を実施した。例えば、生命価値の評価では、近年、米国 EPA は、26 の死亡リスク削減便益研究の平均値 480 万ドル（1990 年値）を算出し、その後は物価上昇に合わせて数値を更新して 630 万ドル（2000 年値）を提示している。一方、日本では、生命価値について、実務上、暫定的に医療費＋遺失利益＋慰謝料等の損害合計額から約 3,000 万円の数値が道路建設等の分野で用いられている。
- ⑥ 熱中症対策の経済評価について、全国の成人男女を対象にして、インターネット利用のアンケート調査を実施した。熱中症の患者数増加を回避するための支払意思額に基づく推定によって、熱中症対策における

統計的生命価値は 0.9～1.1 億円となった。

- ⑦ 環境保全においては、生物多様性と同様に文化の多様性の保全も重要である。タイ・プーケットにおける津波被災地やベトナム・フエの水上生活者の調査を通じて、文化を外部からの視点（エティック;etic）から捉えるのではなく、内部からの視点（イーミック;emic）から捉えることが重要であることを指摘した。人々の生活世界の問題を考える上では、“Think globally”の前に、“Think locally”が必要であり、そうしたアプローチには、個人と社会の相互作用について検討する人間科学との連携が必要である。
- ⑧ 影響・適応策の総合評価での利用を目的として、適応関連研究文献の収集とデータベース化を行った。結果として、2000 年以降に発表された学術論文を中心に、各国政府や世界銀行等の国際機関などの報告書も含め、計約 4800 件の文献アブストラクト情報と、そのうち約 3200 の文献については論文・報告書本体を入手・整理した。

(5) シンポジウム・ワークショップの開催と国際的ネットワークの構築

本研究では、アジア・太平洋の途上国の研究者・政策担当者と意見を交換し国際的ネットワークの形成をめざした。そのため、茨城大学、国立環境研究所、(財)地球環境研究戦略機関、国際科学機関(ICSU)、地球変動に関する分析・研究・研修システム(START)、アジア太平洋地球変動研究ネットワーク(APN)などと協力して、シンポジウムやワークショップを多数開催した。本研究のまとめとして、以下に示す国際シンポジウム“Cities at Risk”を開催した。

日時：2009 年 2 月 26～28 日

場所：バンコク、タイ

主催者：茨城大学、アメリカ・東西センター、START、アジア開発銀行

参加者：約 100 名

主な参加国・団体：インド、インドネシア、シンガポール、タイ、台湾、中国、バングラデシュ、パキスタン、フィリピン、ベトナム、マレーシア、アメリカ、イギリス、オーストラリア、カナダ、ギリシャ、ドイツ、日本、JICA、アジア開発銀行、世界銀行

目的：アジアのメガデルタに立地する都市は、気候変動に対するリスクが大きく、またそれは、近年増加しつつある洪水や高潮の被害によって明瞭に示されている。そのため、アジアの沿岸メガ都市における長期的な適応策、都市計画について関係者が議論を行う。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ①藤森真理子・川西正人・三村信男 : ODA プロジェクトに気候変動への対応を組み込むための適応機能評価の提案環境システム研究論文集, Vol. 36, 27-35, 2008. 査読あり
- ②Komine, H. : Adaptations and countermeasures for mitigating impacts due to global warming in geotechnical and geoenvironmental engineering, 2nd Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters, 2008. 査読なし
- ③桑原祐史・横木裕宗・Sisouk, M.・安原一哉・小柳武和・三村信男 : ベトナム国フエ市を対象とした気候変動が土地利用に及ぼす影響の分析, 応用測量論文集, vol. 19, 61-70, 2008. 査読あり
- ④桑原祐史・横木裕宗・佐藤大作・山野博哉・茅根創 : ツバル国フナフチ環礁における沿岸土地被覆変化の解析, 沿岸域学会誌, vol. 21, 21-31, 2008. 査読あり
- ⑤Zhaorigetu, M. Komatsuzaki, Y. Sato, and H. Ohta : The relationships between fungal biomass and nitrous oxide emission in upland rice soils under no tillage and cover cropping systems, Microbes and Environments, 23, 201-208, 2008. 査読あり
- ⑥大野栄治・佐尾博志 : CVM と TCM による干潟の経済価値の計測, 環境システム研究論文集, 36, 333-341, 2008. 査読あり
- ⑦竹本明生・三村信男 : 開発途上国における気候変動への適応策に関する国際枠組みについて, 環境システム研究論文集, Vol. 35, 355-365, 2007. 査読あり
- ⑧Yasuhara, K., Murakami, S., Komine, H., Mimura, N. And Recio-Molina, J. : Influence of global warming on coastal infrastructural instability, Sustainability Science, Springer, , Vol. 2, No1, 13-267, 2007. 査読あり
- ⑨三村信男 : 地球温暖化対策における適応策の位置づけと課題, 地球環境, Vol. 11, 103-110, 2006. 査読あり
- ⑩江守正多 : 高解像度気候モデルによる気候変化予測とその信頼性, 地球環境, 11, 3-10, 2006. 査読あり
- ⑪Hayashi, Y. and H. Masuya : Reduction of

Paddy Rice Yield under a Climate with High Temperatures and Poor Sunshine Duration. Proc. of the 18 th International Congress of Biometeorology, Tokyo, Agri-S01, 2006. 査読なし

- ⑫Takahashi, K. : Impacts of global warming on agricultural production and adaptations in response, Global Environmental Research, 10(2), 243-252, 2006. 査読あり

[学会発表] (計 10 件)

- ①佐藤大作・横木裕宗・桑原祐史・茅根創・三村信男 : マーシャル諸島マジュロ環礁ローラ島における沿岸漂砂量分布に関する現地調査と数値計算, 地球環境研究論文集, Vol. 16, 131-136, 2008年7月31日, 岡山大学.
- ②Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S. and Shibata, H. : Instability of foundations undergoing rise in groundwater level, Proc. International Conference on Foundations, No. 136, 1615-1624, 2008年6月24-27日, Dundee, UK.
- ③Duc, D. M., Yasuhara, K., Komine, H. and Murakami, S. : Coastal erosion in the tropical rapid accretion delta-a case study of the Red river delta, Vietnam, Proceedings of the 4th International Conf. on Scour and Erosion (ICSE-4), 2008年11月7日, 東京.
- ④胸組智光・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・内田佳子 : 河川堤防材料を用いた保水性試験による集中豪雨時の体積変形評価, 土木学会第35回関東支部技術研究発表会, 2008年3月11日, 東京, 芝浦工業大学.
- ⑤Fatema, T. Z., Y. Kuwahara, T. Koyanagi : Quantifying and qualifying urban green by integrating satellite image and topographical map, 2nd International Symposium climate change and the sustainability, 227-232, 2008年11月29日, ハノイ, ベトナム国家大学.
- ⑥昭日格図・西澤智康・佐藤嘉則・小松崎将一・太田寛行 : 不耕起栽培における糸状菌多様性の評価, 日本土壤微生物学会 2008年度大会講演要旨集, P-14, 2008年6月13日, 静岡, 静岡大学.
- ⑦安原一哉・村上哲・小峯秀雄・鈴木希美・柴田はるか : 気候変動に起因する複合的地盤災害への応策, 第7回環境地盤工学シン

ポジウム論文集, 237-242, 2007年8月24日, 福岡, 福岡大学.

- ⑧Umezumi, M., Y. Sato, H. Niimi, T. Hashimoto, K. Narisawa, M. Komatsuzaki, H. Ohta: Microbial nitrous oxide emission from agricultural soils under different nitrogen application, 日本微生物生態学会第23回大会講演要旨集, 90, 2007年9月16日, 松山, 愛媛大学.
- ⑨大野栄治・劉佳琦: 地球温暖化による熱中症に対する統計的生命の価値の計測, 環境システム研究論文発表会・講演集, 35, 257-262, 2007.10.13-14, 東京, 武蔵工業大学.
- ⑩Hayashi, Y.: Impact of Climate Fluctuation on Yield of Paddy Rice in the Eastern Part of Asia under Ongoing Global Warming, Proc. of the International Symposium on Impact Evaluation of Global Warming and Approach to Risk Analysis in East Asia, Taipei, 11-12, 2006年10月31日, 台北.

[図書] (計 2件)

- ①三村信男: 気候変動の影響と温暖化対策の主流化, 佐和隆光 (編): 入門 サステイナビリティ学—循環経済と調和社会に向けて, ダイヤモンド社, pp.31-44, 2008.
- ②三村信男・伊藤哲司・田村誠・佐藤嘉則 (編): サステイナビリティ学をつくる—持続可能な地球・社会・人間システムを目指して, 新曜社, 297p, 2008.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三村 信男(MIMURA NOBUO)
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター・教授
研究者番号: 60133089

(2) 研究分担者

江守 正多(EMORI MASATA)
国立環境研究所・地球環境研究センター温暖化リスク評価研究室・室長
研究者番号: 80300846
安原 一哉(YASUHARA KAZUYA)
茨城大学・工学部・教授
研究者番号: 20069826
小峯 秀雄(KOMINE HIDEO)
茨城大学・工学部・教授
研究者番号: 90334010
横木 裕宗(YOKOKI HIROMUNE)
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター・准教授

研究者番号: 70240190

桑原 祐史(KUWAHARA YUJI)

茨城大学・工学部・講師

研究者番号: 80272110

林 陽生(HAYASHI YOSEI)

筑波大学・生命科学研究科・教授

研究者番号: 10143166

中川 光弘(NAKAGAWA MITSUHIRO)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号: 30302334

太田 寛行(OTA HIROYUKI)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号: 80168947

Ancha Srinivasan

(財)地球環境戦略研究機関・上席研究員

研究者番号: 50360772

原沢 英夫(HARASAWA HIDEO)

内閣府政策統括官(科学技術政策・イノベーション担当)付(総合科学技術会議事務局)参事官

研究者番号: 70124352

高橋 潔(TAKAHASHI KIYOSHI)

国立環境研究所・地球環境研究センター・主任研究員

研究者番号: 00291047

大野 栄治(OHNO EIJI)

名城大学・都市情報学部・教授

研究者番号: 50175246

伊藤 哲司(ITO TETSUJI)

茨城大学・人文学部・教授

研究者番号: 70250975

(3) 連携研究者

信岡 尚道(NOBUOKA HISAMICHI)

茨城大学・工学部・講師

研究者番号: 00250986

村上 哲(MURAKAMI TETSU)

茨城大学・工学部・講師

研究者番号: 10261744