

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 10 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20310027

研究課題名（和文） 気候変動による水資源環境影響評価分析と統合的水管理

研究課題名（英文） Evaluation of Climate Change Impacts on Water Resources and Environment and Integrated Water Resource Management

研究代表者

仲上 健一（NAKAGAMI KENICHI）

立命館大学・政策科学部・教授

研究者番号：10109077

研究成果の概要（和文）：

気候変動による水資源環境影響評価分析・適応策および統合的水管理に関する理論的研究を行い、水危機への戦略的適応策のフレームワークを構築した。アジア大都市圏（日本：琵琶湖流域、中国：上海市・太湖周辺地域、バングラデシュ：ダッカ市、メコン河流域諸国）における気候変動による水資源環境影響評価分析、気候変動への実態と課題を実証分析し、戦略的適応策の施策を体系化した。

研究成果の概要（英文）：

Our intention is to discuss how the policy approach of IWRM could be utilized and helpful in exploring and implementing measures to adapt to estimated climate change impacts on water resources and environment in Japan (Biwa Lake), China (Shanghai City, Lake Taihu), Bangladesh (Dhaka City) and Mekong River Basin countries.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2009 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010 年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2011 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：水資源・環境政策、統合的水管理

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、水資源環境、統合的水管理、中国・上海市、バングラディッシュ・ダッカ市、ウォーター・セキュリティ、琵琶湖

1. 研究開始当初の背景

2007 年 2 月 2 日発表された IPCC 第 4 次評価報告書（AR4）において、地球温暖化の将来予測として、初めて「淡水資源」、「沿岸域と低平地」への影響が示された。これらの影響は、アジアの大都市圏においても、極めて深刻な課題であり、より詳細な気候変動によ

る水資源環境影響評価分析、さらには、気候変動に対する適応策のため実践的なプログラムの構築が求められた。地球温暖化対策全体の中で、適応策は削減策を補完するものとして位置づけられてきたが、近年その重要性に対する認識が急速に高まりつつある。対象地域・分野の影響被害を軽減するための適応策を、選択・促進・実施するためには、「影

響軽減効果、経済効率性、環境効率性、実効性、公平性」といった評価基準による政策判断が求められる。そのためには、地域状況の詳細な把握が必要であるが、利用可能なデータの制約から定量的な評価が困難である場合が多い。本研究では、気候変動への戦略的適応策並びに統合的水管理を理論的・実証的に研究することの必要性を背景に研究計画を策定した。

2. 研究の目的

本研究は、気候変動による水資源環境影響評価分析・適応策と統合的水管理に関する理論的研究を行う。実証的研究対象地域として、気候変動による水資源環境影響を最も深刻に受ける地域であるバングラディッシュ・ダッカ市、世界最大の都市圏であると同時に深刻な水資源環境問題を抱えている中国・上海大都市圏、メコン河流域諸国を選定する。比較対象地域として琵琶湖・淀川流域を対象とする。これら地域において、水資源環境影響評価分析、適応策のインベントリーの作成、適応策の総合評価を行い、地域の状況に合致した気候変動への適応策実現のために必要な「統合的水管理」の方法を理論的・実証的に確立することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究目的を達成するため、以下の3つの研究テーマを設定した。研究方法は次のとおりである。

- (1) 気候変動による水資源環境影響評価分析・適応策と統合的水管理
 - ① 気候変動による水資源環境影響アセスメントシステムの構築
 - ② 水資源環境セキュリティ評価の理論の構築
 - ③ 気候変動に対応する適応策事例の検討
 - ④ 適応策の実施段階における統合的水管理システムの構築
- (2) 上海大都市圏における気候変動適応策
 - ① 当該圏域における水質汚染、水インフラの整備、統合的水管理の実態把握
 - ② 気候変動に伴う水資源環境影響のシミュレーション分析と問題解決のためのシナリオ分析
 - ③ 気候変動に対する緩和策・適応策を検討した上で、実施に向けた水環境マネジメントの合意形成システムの分析・評価
 - ④ 気候変動が長江流域全体に及ぼす影響の分析: 上海大都市圏の水資源環境セキュリティを向上させるための三峡ダムの管理方式について検討を実施する

- (3) バングラディッシュ・ダッカ市における気候変動適応策

- ① 当該地域における気候変動による水環境影響の分析・評価
 - ② 気候変動に適応するためのガバナンス、国際協力システムに関する分析・評価
 - ③ 国土の大半を占める湿地帯管理の分析
- (4) 琵琶湖・淀川流域における気候変動適応策
 - ① 当該地域における気候変動による水環境影響の分析・評価
 - ② 気候変動に適応するためのガバナンス、淀川流域委員会に関する分析・評価
 - ③ 琵琶湖の気候変動に対する戦略的適応策の方策に関する研究

4. 研究成果

- (1) 気候変動による水資源環境影響評価分析・適応策と統合的水管理
気候変動による水資源環境影響への戦略的適応策の評価の視点として、総合性と脆弱性を指摘し、総合性を保証する方式として、次の3点がある。

① 全体論的アプローチ

適応策が個別的に有効に働くことは少なく、問題構造全体においてどのような重みを持つかを計算し、その中で最適な適応策を検索する。さらに、この適応策がどの程度の効果を有するかを事前に推定する。

② 多元主義

問題構造の道程の中で、選択すべき適応策を列挙し、その中で最も有効な適応策について吟味する。問題の状況により、適応策の選択基準も異なってくる。

③ 多重属性

適応策の要素についての評価を行う。実効性、経済性、社会的受容性について、状況に応じてその重みを推定する。

水危機回避のための視点である「水保全、サステナビリティ、セキュリティ」の要素を気候変動の戦略的適応策における要素として位置づけを図-1に示した。

(1) 水保全

- (a) 河川: 流況、水量、水質、利用状況
- (b) 湖沼: 水位、水質、底泥、利用状況
- (c) 地下水: 水位、水質、利用状況

(2) サステナビリティ

- (a) 自然資源: 地形、地質、気象、生物多様性、
 - (b) 社会的・文化的資源: 社会的ネットワーク、文化維持能力
 - (c) 環境資源: 復元能力、人間活動支持能力、廃棄物処理能力、アメニティ
- (3) セキュリティ
- (a) 危機管理: 計画策定能力、評価システム能力、管理能力
 - (b) インフラストラクチャー: 水システム整備状況、水システム運営能力、水システム維持・更新能力
 - (c) セキュリティ・ガバナンス: 水システムに関する構想・計画・執行・管理の意思決定システム

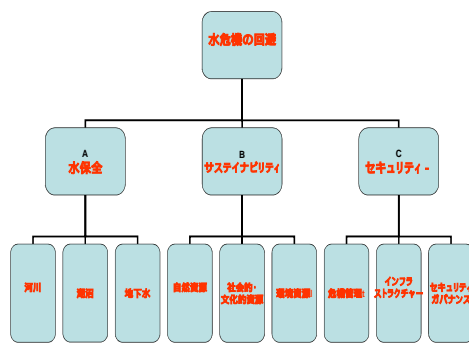


図-1 水危機回避の視点

さらに、水危機に向けたマネジメントおよびあるべき行動は、以下の表に示すように纏められる(表-1)。

表-1 水危機に求められるマネジメント

The Management for Water Crisis

	Strategy	Planning	Execution	Maintenance
Drought	Secure of the Life-existence and Livelihood	Water Planning, Equipment For Water shortage	Waterworks Planning, Preparation for Drought Network	Secure of Human and Financial aspect for Maintenance and Management of Facilities, and Water Network.
Flood Disaster	Secure of the Life-existence, Urban Planning towards Flood Disaster, Flood Disaster Avoidance Network	Planning towards Flood Disaster oriented National Land use Plan and Urban Development Plan, Flood Disaster Avoidance Network	Planning towards Flood Disaster Facilities, Urban Design for adaptive Flood Disaster, Flood Disaster Network	Secure of Human and Financial aspect for Maintenance and Management of Facilities, and Water Network.
Water Pollution	Secure of the Life-existence, Secure of Comfortable water environment	Water Quality Improvement Planning, Comfortable Water Environment Planning	Enforcement Planning for Improvement, Comfortable Water Environment Network	Secure of Human and Financial aspect for Maintenance and Management of Facilities, Secure of Comfortable Water Environment

今日の水問題に対応することができる統合的水管理に必須の要素を、次のように整理した。そもそも統合的水管理は、地表水だけ

でなく地下水や仮想水などのすべての水資源を統合して管理しようとする手法であり、持続可能な方法で、統合的に対処する必要がある。そのため、水を利用する人の立場に立ち、公平なものでなくてはならない。その管理においては、説明責任が果たされ、透明性が確保されなければならない。

この基本要素として、次の5点を抽出した。

- (1) 水資源の要素 — 水量・水質・水需給・水循環・地下水
- (2) 問題領域の統合要素 — 持続可能性・人権・自然・地球温暖化
- (3) ガバナンスの要素 — 流域統合・市民参加・パートナーシップ
- (4) 使う側の視点に立つ要素 — 説明責任・透明性・公平性・効率性
- (5) 学際的な要素 — 科学技術・法学・政治学・経済学・社会学・土木技術

(2) 上海大都市圏における気候変動適応策

中国を対象とした本研究では、まず、上海大都市圏の気候変動に関するデータについて分析を実施した(何 青教授; 図-2)。

上海大都市圏において、2006年における降水量は、長期的平均値に比べて、確実に高くなっていることを示した。

Precipitation and temperature in 2006 compared with long-term mean value

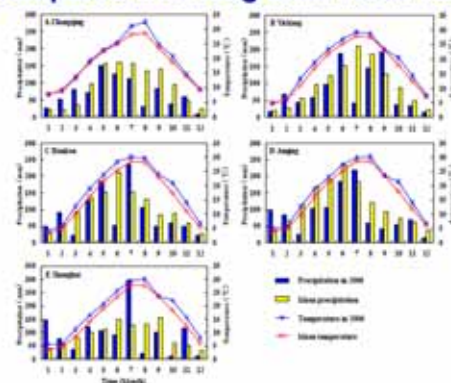


図-2 上海大都市圏の気候変動分析

また、長年にわたって問題を抱えている太湖に関する気候変動に対する対応策についても検討を実施した(李 建華教授; 図-3)。



図-3 太湖ならびに関係流域の概要

(3) バングラデッシュ・ダッカ市における気候変動適応策

本研究では、ダッカ市における気候変動による水資源・環境影響に関する理論枠組みを構築し、洪水に主眼を置いたシミュレーションを実施した(Chourdury [CEGIS])。その概要は図-4 のようになる。

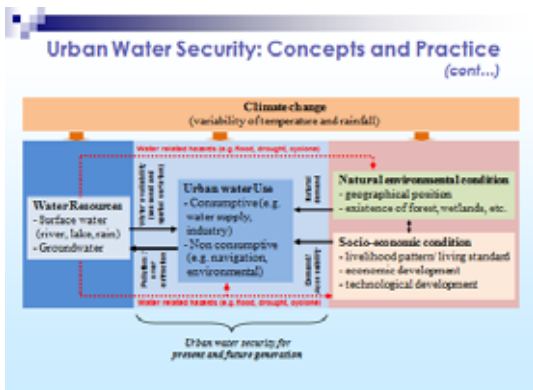


図-4 ダッカ市における都市水危機分析

さらに、ダッカ市における重要な自然要素である湿地帯に関する実証的研究を行った(Ishrat ; 図-5)。

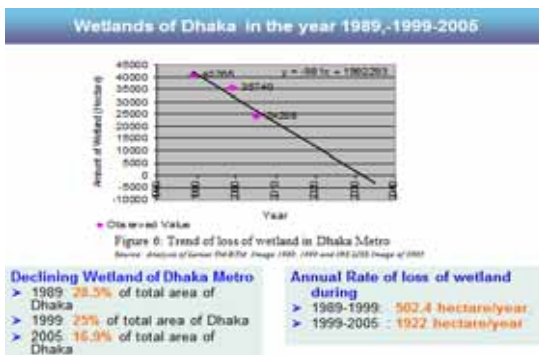


図-5 ダッカ市における湿地帯分析

(4) 琵琶湖における気候変動適応策

本研究では、琵琶湖における将来の気候変

動への水資源・環境影響に対する理論的フレームワークを構築した。事前調査の段階から近年、琵琶湖ならびに周辺流域においても気候変動の影響が農業などを中心に顕在化していることが明らかとなっており、これらの理論枠組みが将来の適応策構築に資することを明らかにした(表-2)。

表-2 琵琶湖における戦略的適応策

		WATER SHORTAGE			FLOOD DISASTER			WATER POLLUTION			
		ORDINAL	EMERGENCY	CLIMATE	ORDINAL	EMERGENCY	CLIMATE	ORDINAL	EMERGENCY	CLIMATE	
Facts on Water Crisis	Region & Water Crisis	JAPAN	□	□	□	□	□	□	□	□	□
		ASIA							□	□	□
		WORLD							□	□	□
	Time	1945-2020	□	□		□	□		□	□	
		2010-PRESENT									
		2010-2050			□			□			□
Global Water Crisis	Water Shortage										
	Flood Disaster										
	Water Pollution										
Adaptation Measures towards Water Crisis	Science & Technology	Science	□		□				□		□
		Technology	□	□	□	□	□	□	□	□	□
		Information	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	Economic Measures	Budget & Investment	□	□	□	□	□	□	□	□	□
		Economic Effect									
		Finance									
	Administrative Instrument	Government	□	□	□	□	□	□	□	□	□
		Private Sector							□	□	□
		PPP								□	□
Policy Initiative towards Water Crisis	Decision Making	Problematic Framework			□	□	□	□	□	□	
		Approach				□			□		
		Model								□	
	Simulation & Gaming	Simulation								□	
		Gaming									
		Future Science									
Policy Framework	Policy Initiative							□	□		
	Policy Process										
	Policy Outcome										

[結論]

アジア地域の水危機は極めて深刻な状況にあり、その解決に「水危機に対する戦略的適応策の構築」が必要とされている。また、気候変動による降雨変化や影響の度合いがどの程度変化するかを推定した上で、戦略的適応策についての対策技術を施す必要がある。そのためには、戦略的適応策の課題をより精緻化し、かつ対象地域をより明確化し図6に示すように整理した。

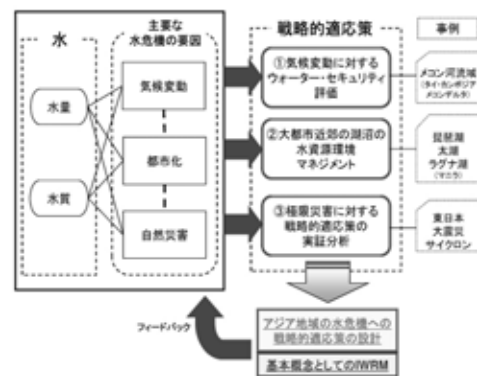


図6 「アジア地域におけるウォーター・セキュリティ評価と水資源環境マネジメント」のフレームワーク

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 51 件)

- ① 仲上健一、「脱ダム宣言」政策の挑戦と戦略的適応策、環境技術、査読：なし、Vol. 40 No. 10, 2011 年 10 月、ページ：2-6
- ② Md. Shafiquzzaman, Md. Mahmudul Hasan, Jun Nakajima, Iori Mishima, Development of a Simple, Effective Ceramic Filter for Arsenic Removal, J. Water and Environment Technology, 査読有, Vol. 9, No. 3, 2011, pp. 333-347
- ③ ホワン ティー マイ, 渡部 徹, 福土 謙介, 小野 あをい, 中島 典之, 山本 和夫、発展途上国都市における洪水を原因とする水系大腸菌感染症のリスク評価、水環境学会誌、査読有、巻：34, 2011, pp. 153-159
- ④ Mohammad Shafiul Azam, Md Shafiquzzaman, Jun Nakajima, "Effect of Calcium and Magnesium addition on Arsenic Leaching from Paddy Field Soil of Bangladesh", *Journal of Water and Environment Technology*, 査読有, Vol. 8, No. 4, 2010, pp. 329-338
- ⑤ Khondoker Mahbub Hassan, Kensuke Fukushi, Fumiyuki Nakajima and Kazuo Yamamoto, "Bioleaching of arsenic in a drinking water treatment process", *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 査読有, Vol. 58 (No. 6), 2009, pp. 395-404
- ⑥ 仲上健一、「気候変動への適応に向けた流域圏システム設計(サステナビリティ学への誘い)」、政策科学(立命館大学政策科学会)、査読有、2010、pp. 145-162
- ⑦ 仲上健一、濱崎 宏則、「気候変動と統合的水管理」、国際公共経済研究(国際公共経済学会)、査読有、第 20 巻、2009、pp. 18-27
- ⑧ 仲上健一、「淀川水系整備計画をめぐる対立と合意形成(河川計画への市民参加)」、計画行政(日本計画行政学会)、査読有、第 31 巻(第 2 号)、2008、pp. 16-23

[学会発表] (計 68 件)

- ① 仲上健一、李建華、Mr. Giasuddin Ahmed Choudhury (Executive Director, CEGIS) Dr. HAN Ji (Nagoya University) 濱崎宏則、Water Security in Asia -Case Study of Japan, China and Bangladesh-, Ritsumeikan Asia Pacific University Graduate GP Program Environmental Opinion Leaders for the Asia

Pacific (ENVOL) Program 2012 ENVOL International Round Table, 2012 年 1 月 30 日、立命館アジア太平洋大学(別府市)

- ② 仲上健一、Water Resources and Environment Impact caused by Climate Change and Strategic Adaptation, International Conference on Sustainability Science in Asia 2012 (ICSS-Asia 2012), 2012 年 1 月 12 日、Wantilan Convention Center, Sanur Beach Hotel, Bali, Indonesia
- ③ Md. Mahmudul Hasan, Md. Shafiquzzaman, Jun Nakajima, Quazi Hamidul Bari, Application of Simple Arsenic Removal Filter in Rural Area of Bangladesh, The 4th IWA-ASPIRE Conference, 2011 年 10 月 4 日、東京
- ④ 加藤久明、仲上健一、「水土の知」としての統合的水資源管理：その再検討に向けた視点の検討、政策情報学会第 7 回研究大会、2011 年 6 月 12 日 立命館アジア太平洋大学(別府市)
- ⑤ Ken'ichi Nakagami, Hisaaki Kato, Hironori Hamasaki, Wang Xin Hui, Atsuko Nonaka, "Water Resources Management and Sustainable Society". 2010 ENVOL International Symposium. 2011/1/22, Ritsumeikan Asia Pacific University(別府市)
- ⑥ NAKAGAMI Ken'ichi, "Innovation for Sustainable Society", 28TH INTERNATIONAL CIRIEC CONGRESS, 2010/5/18, Berlin, Germany
- ⑦ 仲上健一、「気候変動による水資源環境への影響と適応策」、「気候変動による水資源分野の適応策と国際連携」国際シンポジウム、2010 年 1 月 28 日、立命館大学朱雀キャンパス(京都府)
- ⑧ NAKAGAMI Ken'ichi, "Sustainable Management of Water Resource: Climate Change and IWRM", ASIA SCIENCE SEMINAR on Sustainable Eco-Design of Our Future on Food and Bio-production, 2010/01/08, 中国・湖南省長沙市
- ⑨ 仲上健一、濱崎宏則、「気候変動と統合的水管理」、国際公共経済学会第 23 回研究大会、2008 年 12 月 6 日、兵庫県立大学(兵庫県)

[図書] (計 9 件)

- ① 中道寿一、仲上健一編、『サステナブル社会の構築と政策情報学 -環境情報の視点から』、福村出版、2011年、p238

- ② Khondoker Mahbub Hassan, Kensuke Fukushi, Fumiyuki Nakajima and Kazuo Yamamoto, Springer, Organic Hindrance in Groundwater Arsenic Removal Practice" in Sustainability in Food and Water (Eds. Akimasa Sumi, Kensuke Fukushi, R. Honda and K. M. Hassan), 2011, 461p
- ③ Ken'ichi Nakagami, Hironori Hamasaki, Myat Nwe Khin, United Nations University Press, "Resource-circulating Society and Water Security" in *Establishing a Resource-Circulating Society in Asia Challenges and Opportunities* (IR3S-UNU Book Series Sustainability Science Vol. 3), 2011, pp. 235-246
- ④ 仲上健一、技報堂出版、『水危機への戦略的適応策と統合的水管理』、2011、113p
- ⑤ 仲上健一、高尾克樹、周瑋生、ミネルヴァ書房、『政策科学の基礎とアプローチ(第2版)』(見上崇洋・佐藤満 編)、2009、「地球温暖化とIPCC」(pp. 312-319)、「意思決定とシミュレーション」(pp. 44-53)、「地球温暖化防止のための政策：環境税と排出権取引」(pp. 303-311)、「気候変動枠組みにおける発展途上国の参加問題」(pp. 291-302)
- ⑥ 仲上健一、成文堂、『サステイナビリティと水資源環境』、2008、254p

[その他] ホームページ等

<http://www.ritsumei.ac.jp/~nakagami/sub11.html>

<http://www.ritsumei.ac.jp/~nakagami/sub15.html>

<http://www.ritsumei.ac.jp/acd/re/k-rsc/rcs/japanese/sympo2.html#wsws>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲上 健一 (NAKAGAMI KEN'ICHI)
立命館大学・政策科学部・教授
研究者番号：10109077

(2) 研究分担者

小幡 範雄 (OBATA NORIO)
立命館大学・政策科学部・教授
研究者番号：70224300
周 瑋生 (ZHOU WEESHEN)
立命館大学・政策科学部・教授
研究者番号：80319483

高尾 克樹 (TAKAO KATSUKI)
立命館大学・政策科学部・教授
研究者番号：50143681
中島 淳 (NAKAJIMA JUN)
立命館大学・理工学部・教授
研究者番号：00309098
竹濱 朝美 (TAKEHAMA ASAMI)
立命館大学・産業社会学部・教授
研究者番号：60202157
福士 謙介 (FUKUSHI KENSUKE)
東京大学・サステイナビリティ学連携研究機構・准教授
研究者番号：30282114
加藤 久明 (KATO HISAAKI)
総合地球環境学研究所・研究部・研究員
研究者番号：50536109

(3) 連携研究者

原 圭史郎 (HARA KEISHIROU)
大阪大学・環境イノベーションデザインセンター・准教授
研究者番号：30393036
韓 驥 (HAN Ji)
名古屋大学・環境研究大学院助教
研究者番号：30573117
濱崎 宏則 (Hamasaki Hironori)
東京大学大学院工学系研究科・特任研究員
研究者番号：20617295

(4) 研究協力者

李建華 (同済大学環境理工学部教授)
何青 (華東師範大学河口海岸重点実験室学教授)
Dr. M. M. Rahman (Professor, BUET)
Dr. Islam ISHRAT (Associate Professor, BUET, Department of Urban and Regional Planning)
Giasuddin Ahmed Choudhury (Executive Director, CEGIS, Bangladesh)
Dr. Ahmadul Hassan (Director, CEGIS)、Farhana Ahmed (Urban Planning Specialist, CEGIS)
Reba PAUL (Bangladesh Water Partnership and Regional Coordinator)