

「水の循環系モデリングと利用システム」

平成 15 年度採択研究代表者

砂田 憲吾

(山梨大学大学院 教授)

「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ ーモンスーン・アジア地域等における地球規模水循環変動への対応戦略ー」

1. 研究実施の概要

人口増によるさまざまな課題が表面化しているモンスーン・アジア地域等において、典型的な水問題を抱える 8 河川流域を対象に水問題を克服・軽減するための方策の提案を行うと共に、各地域でこれまでに積まれた経験や知識の抽出と共有をめざしている。平成 17 年度には、前年度に実施した社会条件の変化が洪水・水不足・水質などに及ぼす影響の実態把握をもとに、各地の水問題とその背景をさらに深く構造的に分析しながら、水政策シナリオ提言に向けて検討した。

洪水が主な問題となる長江、メコン河、チャオプラヤ川、ブランタス川流域において、治水政策と農業政策の総合性、水需要や洪水に対する現況流量や河道の危険度、都市河川の総合治水対策の有効性および水・土砂一体の管理のあり方などについて明らかにした。水不足が問題となるシルダリア川、ユーフラテス川流域においては、流域内の新たな分離独立国状況がもたらす水管理の不合理性、および科学的知識による国際水紛争の改善努力について具体的に提示した。水質が問題となるガンジス川支川、ベトナムの都市域河川においては水質環境の実態調査が進められ、上水・下水処理施設の効果的な改善策のための基礎資料が得られた。加えて、上記地域に共通する地球規模の水循環変動要素として、温暖化シナリオに基づく降水変動が大規模河川での流出変動に及ぼす影響を定量的に示し、各流域に検討材料として配布できる段階に達した。

今後は各流域での水管理シナリオの具体的な作成を進めながら、水問題対処の各地の努力を知恵として集約するために、流域水管理のツールボックスの開発に進む予定である。その過程では新規で効果的な方法の提案など目標達成への困難も予想されるが、地域に立脚した流域水管理に向けて着実な展開をめざしたい。

2. 研究実施内容

[研究目的]

急激な人口増加と開発に伴う深刻な水問題が顕在化しているモンスーン・アジア地域アジア途上国の水問題解決をめざす。そのために、湿潤地帯から乾燥地帯にわたるアジア地域を対象に異なる典型的な水問題を抱える 8 河川流域を選び、それぞれの流域での水問題の実態を構造的に

把握・分析して、問題解決のための政策シナリオを提言する。また、統合的水資源管理を実現するためのアジア版総合的ツールボックスを提示する。

〔研究の方法と成果〕

研究の最終的な目標として次の項目を掲げて研究を進めている。

- A) 人口変動と気候変動に起因する外力の評価、
- B) 洪水(B-1)、水不足(B-2)、水質(B-3)がそれぞれ主な課題となる流域の水問題の構造解明と水政策シナリオの作成、
- C) 水管理ツールボックスの開発と流域管理支援手法、

これらの目標に向けて、平成 17 年度に得られた成果は以下のようなものである。

項目 A の外力変動の評価のうち、人口増による影響は個別の流域で考慮されるとした。気候変動外力については、開発の高解像度の気候モデルを用いて詳細な気候変動を評価し、水政策シナリオ作成のための基礎データを提供することを目的としている。平成 17 年度は、様々な研究機関で開発された 19 個の大気海洋結合モデルを用いて、将来(2081～2100)のモンスーン・アジア地域の気候及び河川流量の予測を行った。その結果、将来の気温は現在より約 2.5～3.5 度高くなり、降水量は南から東アジアで増加する一方、西アジアでは減少する。この降水のために、対象のアジア大河川流域では図-1に示されるような流量予測が得られた。この流量変動の情報・データは各流域(規模の小さい流域を除く)の利用目的に応じる形に変換されて提供されことになっている。

項目 B については、以下のような実施状況にある。

まず B-1 グループ、長江流域において、中下流域を対象とした治水政策の歴史的変遷とリアルタイムな政策変化を検討することを目的とした。湖南省洞庭湖地区において 1998 年に発生した大洪水を契機にした新たな流

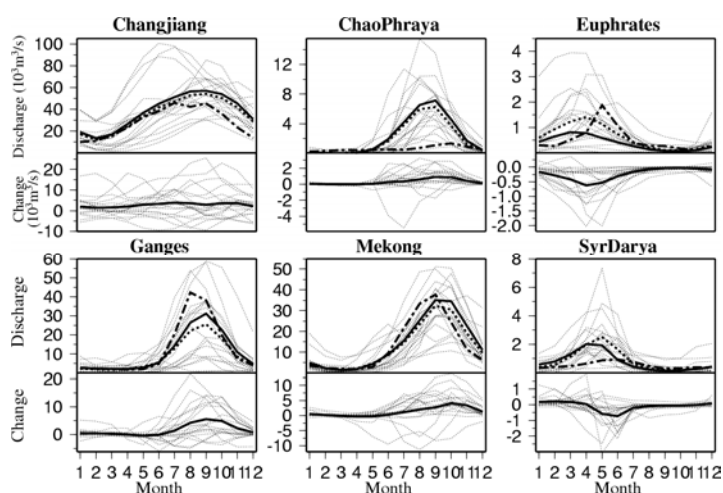


図-1: 月平均流量のハイドログラフ(上)との変動値(下)
一点鎖線: 現在観測値, 点線: 現在予測値の平均,
実線: 将来予測値の平均, 細点線: 各モデルの予測値

域政策を実施することによって改善した点、および新たに生じてくる問題点を検討しながら、治水政策が成功する秘訣を事例的に示した。メコン河流域においては、国際的大河川での河道・洪水特性の形態について理解し、メコン流域の持続可能な水政策シナリオ方法論を提案することを目的とした。現地調査および既存の資料の収集と分析に基づいて、本川下流河道変遷の基本的特性を明らかにしながら、流域の人口統計的トレンドと流域の自然資源との関係を抽出するために、段階的、統合的影響評価枠組みを適用して開発プロジェクトの個別のおよび相乗的影響を評価し

た。チャオプラヤ川流域では、バンコク首都圏域総合治水対策に注目し、わが国で先行して進められた中川・綾瀬川流域での場合と比較しながら、対策の効果を詳細に検討した(研究項目Cとも関連)。その結果、流域対策と河川対策とを総合的に講じる治水対策が有効であり、その総合的な治水対策は、本質的に今後市街化が進む地域において効果的であることが示された。ブランタス川流域では、現況の流域管理上の問題点とその原因を解明するために、最近約 50 年間のダム貯水容量、人口、米の生産量、総生産量の経年変化をもとに流域水政策の社会状況・河川管理政策の変遷過程を分析した。加えて、決定的な流域管理要因である土砂収支を解明するための土砂生産起源を特定するための新たな技術の可能性を調べた。

B-2 グループ、シルダリア川流域の水需給、流域関係国の水政策、水環境の現状掌握・将来動向の評価を行い、水・環境問題改善策を得るために、ソ連崩壊後の上下流間の利水競合の経緯と問題点について分析を行った。その結果、ソ連の統合計画経済の下で構築された水利システムは、独立後、各共和国におけるその運用・管理方針の大幅な変更に伴い上下流間に大きな水問題、環境問題を生じたことが理解された。チグリス・ユーフラテス川における国際流域の水資源管理について、水資源の逼迫と国家間競合の現状を、科学的な知見の提示による改善を目的とした。その一環として、流域国からの専門家および国際機関などから専門家を東京に招聘し、3回の「ユーフラテス/チグリス川流域専門家会合」を開催し、関係国内の水需要の本質を理解すると共に、流域全体を対象とした援助パッケージによって流域国間の争いを低減できる可能性を見出した。

B-3 グループ、サンゴン・ドンナイ川流域の水利用と水質問題を明らかにする目的として、Dau Tieng 貯水池の水質把握、漁民の健康リスクの判定、養殖漁業による汚濁負荷の増大の把握、政府による養殖漁業の禁止の影響のインタビューによる調査を行い、基礎データを GIS データとして、相互関係の解明・問題の抽出を行い、モデル化を通しての将来のシナリオ作成の基盤作りを行った。水質悪化が進むガンジス川支川都市域を対象として、水系伝染病の蔓延と生活習慣の関連について理解し、病原微生物のリスクを低下させる水質保全対策・政策シナリオを提示することを目的とし、デリー上下流における水質調査、原単位調査について実測し、実態を把握した。

項目Cについては、項目A, Bの成果をもとに進められることになる。ツールボックスとは、持続可能性、公平性、地域性に基づく水資源の開発とマネジメント政策の立案を可能にするための措置をとるための総合的な政策指針であり、ツール・経験・参照情報からなる体系化された知識である。より効果的なツールボックスの構成のあり方について、政策指針提供対象、管理項目の階層化、“流域全体の特性・個性”の参照法について検討した。さらに、アジア地域における持続可能な流域水政策・環境問題の研究や事業推進支援には、流域内外の研究者・実務者間の協力が不可欠である。このために、アジア諸国において同じテーマに取り組む組織・個人間の国際的な人そして情報の効果的なネットワークの構築について議論した。

3. 研究実施体制

「流域横断的評価研究」グループ

①研究分担グループ長：福田 晴耕（国土技術政策総合研究所環境研究部、部長）

②研究項目：

A. 外力変動の主因と関連要因との相互関係についての発展的解析

(A-1)各流域において、人口の急増や社会条件の変化、土地利用や水管理の変遷など外力変動の要因間の相互の関係について構造的な把握を進める。

(A-2)温暖化シナリオに基づく予測降雨を用いてアジア諸河川の流出量の予測を提示する。

C. 持続可能な総合指針としての水管理ツールボックスの開発の準備と情報ネットワークの構築

(C-1)わが国の水政策の変遷、総合治水対策の実施経過と対象流域における変遷・経過との比較を行うと共に、参照法について検討する。

(C-2)水管理ツールボックスの開発と水管理支援のためのネットワークの構成。

「洪水問題中心の流域研究」グループ

①研究分担グループ長：吉谷 純一（土木研究所、上席研究員）

②研究項目：

B. 流域水問題の構造分析と水政策シナリオ素案の検討

(B-1)洪水問題中心の流域を対象

- ・長江中下流域を対象とした治水政策の歴史的変遷、遊水地などのリアルタイムな政策変化を通じて、農業などのほかの政策との治水政策とのあり方を集約する。
- ・メコン河の流域国および洪水、利水、環境状況全般を認識し、国際河川としてのメコン流域の持続可能な水政策シナリオについて、その方法論も含めて素案を作成する。
- ・アジアを代表する氾濫原であるチャオプラヤ川流域とわが国の中川・綾瀬川流域において策定された総合治水対策の効果を比較しながら検証する。
- ・ブラントス川流域において、過去から現在までの噴火などの自然条件、人口増などの社会状況、それに伴う河川管理政策の変遷と流域管理上の問題点を明らかにする。

「水不足問題中心の流域研究」グループ

①研究分担グループ長：中山 幹康（東京大学新領域創世科学研究科、教授）

②研究項目：

B. 流域水問題の構造分析と水政策シナリオ素案の検討

(B-2)水不足問題中心の流域を対象

- ・シルダリア川流域全般の水需給、流域関係国の水政策、水環境の現状把握・将来動向の評価を行い、水・環境問題解決のための水政策シナリオ素案を提案する。
- ・ユーフラテス/チグリス川流域において、水資源が逼迫し関係国の競合・対立が続く

構図を、科学的な知見の提示と専門家による討議により改善を試みる。

「水質問題中心の流域研究」グループ

①研究分担グループ長：滝沢 智（東京大学大学院工学系研究科、助教授）

②研究項目：

B. 流域水問題の構造分析と水政策シナリオ素案の検討

(B-3) 水質問題中心の流域を対象

- ・ベトナム南部、ホーチミン市およびその近郊を対象に、水資源施設の環境への効果と養殖漁業の環境への影響の実態を定量的に把握する。
- ・ガンジス川流域のデリー市・ヤムナ川において、病原微生物のリスクを低下させる水質保全対策・政策シナリオ素案を提示する。

4. 主な研究成果の発表

(1) 論文（原著論文）発表

- Janejira Tospornsampan, Ichiro Kita, Masayuki Ishii, and Yoshinobu Kitamura : Optimization of a Multiple Reservoir System Operation using a Combination of Genetic Algorithm and Discrete Differential Dynamic Programming, A Case Study in Mae Klong system, Thailand, Journal of the International Society of Paddy and Water Environment Engineering, Vol. 3, No. 1, pp.29-38, 2005.4
- Abou El Hassan Waleed, Kitamura Yoshinobu, Solomon Habtu, Meleha Mohamed and Hasegawa Kouichi: Effect of Subsurface Drainage on Rice Cultivation and Soil Salinity in the Nile Delta, Transactions of The Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering, Vol. 73, No. 2, pp.43-52, 2005.4
- Abdoul Nasser Ibrahim, Yasushi Mabuchi, and Masahiro Murakami: Remote sensing algorithms for monitoring eutrophication in Ishizuchi storm water reservoir in Kochi Prefecture, Japan, Hydrological Sciences - Journal - des Sciences Hydrologiques. 50(3), pp.525-542, 2005.6
- 山田俊雄・大東信仁・北村義信：地表面近くの地温測定による乾燥裸地面における純放射量の推定: 沙漠研究, 15(1), 19-26, 2005.6
- Janejira Tospornsampan, Ichiro Kita, Masayuki Ishii and Yoshinobu Kitamura: Discrete Differential Dynamic Programming and Neural Network on Deriving a General Operating Policy of a Multiple Reservoir System -A Case Study in the Mae Klong System, Thailand-, Journal of Rainwater Catchment System, Vol.11, No.1, pp.1-9, 2005.7
- 宮沢直季・砂田憲吾・ペチ ソクヘム・大石 哲・ディアン シシンギ：メコン河下流域の基本的河道特性量の分析, 水文・水資源学会誌, 第 18 巻, 第 5 号, pp.584-581, 2005.9
- Solomon, H., Kitamura, Y., Li, Z., Yamamoto, S., Yang, S. L., Li, P., Waleed, A. and

- Otagaki, K.: Classification of Salinization Processes in Luohui Irrigation Scheme, China -Part of Water Management Research to Prevent Salinization in Semiarid Land-, Journal of Arid Land Studies, 15(2), 2005.9
- Janejira Tospornsampan, Ichiro Kita, Masayuki Ishii, and Yoshinobu Kitamura : Optimization of a Multiple Reservoir System using a Simulated Annealing -A case Study in the Mae Klong System, Thailand, Journal of the International Society of Paddy and Water Environment, Vol.3, N.3, pp.137- 147, 2005.9
 - 中山幹康・大西香世: 国際河川流域国家としての中国の虚像と実像, アジ研 ワールド・トレンド, 第 122 号, pp. 22-25, 2005.11
 - Dian Sisingih, Kengo Sunada, Satoru Oishi: Qualitative Methods for Detecting the Sediment Sources by Grain Size Distribution and X-Ray Diffraction, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.50, 2006.2
 - 宮沢直季・砂田憲吾・大石哲・平田学・廣瀬昌由: 釜無川中流部における河床の管理に関する検討: 水工学論文集, 第 50 巻, 2006. 2
 - B. A. Zayed, W. H. Abou El Hassan, Y. Kitamura, S. M. Shehata, Zahor Ahmad and Faridullah: Effect of Reuse Drainage Water Management on Rice Growth, Yield and Water Use Efficiency Under Saline Soils of Egypt: Asian Journal of Plant Sciences, 5(2), pp.287-296, 2006.3
 - Koji Inosako, Fasong Yuan and S. Miyamoto: Simple Methods for Estimating Outflow Salinity from Inflow and Reservoir Storage, Agricultural Water Management, Agricultural Water Management, Vol.82, pp.411~420, 2006.3