

「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

(山梨大学大学院医学工学総合研究部 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

モンスーン・アジア地域等における水問題改善のための水政策シナリオの提言をめざし、平成16年度には、人口・気候の変動要因が水問題に及ぼす影響、洪水・水不足・水質など典型的な水問題を抱える8河川流域を対象に、方法論を含めてその実態の把握と分析を行った。

外力変動の評価として、急激な人口変動の影響を把握するために、先行事例として昭和30年代からのわが国の首都圏人口急増、給水需要増に伴う利根川からの取水増とダム等の開発水量の増加を定量的に評価した。気候モデルによる水文学量変動の評価では、1986-95年の降水量データを用いて陸面・河川モデルの検証を行い、現モデルによるメコン河等の流量の算定例を示した。

水政策シナリオの作成のために、洪水問題が中心となる河川流域を対象として、長江、メコン河、チャオプラヤ川、ブランタス川において、洪水防御政策や管理体制の実態調査とその整理を行い、独自の制度の評価と他国への適用性、人口増や都市化による新たな洪水管理、水・エネルギー開発、環境管理の必要性、地域治水対策から流域全体洪水対策、土砂生産・堆積の背景と改善のための手法の構成について検討した。

水不足問題が中心となる河川流域を対象として、アララ海流入河川、ユーフラテス川において塩類集積被害灌漑農地での水管理の実態調査、流域全般の水需給、水環境、将来動向の評価を進めると共に、科学的知見での国際水問題の改善をめざし、流域国間の協調の方策を模索した。

水質問題が中心となる河川流域を対象として、ガンジス川支川、ベトナムの都市域河川において排水系・水質実態、塩水対策、農水・都市用水開発、水質悪循環について詳細な実態調査を実施した。

以上の検討に加え、より適切な流域水管理をめざして、水文事象、需要、社会経済、インフラ、地域調整、環境などに関する手法・指標をもとに、経験情報、参照情報を再編して、アジアの河川流域に適用可能なツールボックスを開発するための準備を始めている。

## 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。

### [方法]

#### A. 外力変動の評価

(A-1) 人口変動に起因する変動外力の評価

(A-2) 気候モデルによる気候変動外力の評価

#### B. 水政策シナリオの作成

(B-1) 洪水問題が主な河川流域での水政策シナリオの作成

(B-2) 水不足問題が主な河川流域での水政策シナリオの作成

(B-3) 水質問題が主な河川流域での水政策シナリオの作成

#### C. アジア地域における水管理のためのツールボックスの開発

(C-1) わが国河川流域の水政策の歴史的経緯およびその評価と対比

(C-2) ツールボックスの開発と水管理の支援手法

### [成果]

外力変動の評価をめざして、まず急激な人口変動の影響を把握するために、先行事例としてわが国の首都圏河川流域を対象に人口増加外力～応答関係についての構造的分析により「応答システム」の解明を試みた。人口増加にともなう水道用水確保の事例から、首都圏の昭和30年代からの人口急増に対応して利根川からの給水を受ける人口が急増し、同時期に利根川からの取水量実績も急増して、相当程度がダムなどによる新規の水開発に依存していたことが確認された。気

候モデルによる水文量変動の評価では、1986-95年の降水量データを用いて陸面・河川モデルの検証を行い、現モデルによるメコン河等の研究対象河川流量の算定を試みた。今後はモデルの精密化を行い、温暖化の影響を考慮していく。

水政策シナリオの作成のために、洪水問題が中心となる河川流域を対象として、長江では洪水防御政策および管理体制の実態調査と整理を行った。洪水調節機能が大幅

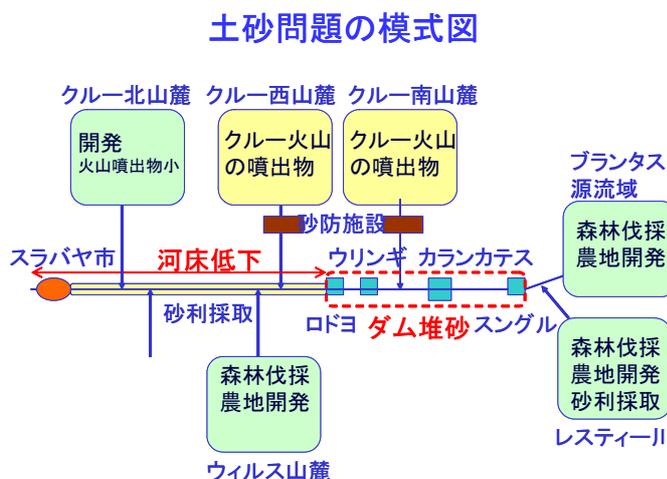


図-1 ブランタス川流域の土砂問題

に低下している洞庭湖周辺では、1998年の大洪水を契機に湖を回復保全する政策が実施されているが、この中国独自の制度の評価と他国への適用性について研究を進めている。メコン河では国際河川としての認識のもと、人口増や都市化による新たな洪水管理、水・エネルギー開発、環境管理の必要検討項目について考察した。特に重要項目として、Tonle Sap湖や氾濫原での洪水ピーク流量逡減効果の定量化、人口増加を抱えるそれらの地域の役割評価、危機管理や不確実性に伴う意思決定・判断支援システムの構築、メコン河委員会の機能強化などが抽出された。チャオプラヤ川バンコク首都圏域においては、グリーンベルト堤防による外水の浸入の遮断と、流域内からチャオプラヤ川の排水ポンプにより大きな効果を得たが、その後、チャオプラヤ川上・中流域の開発、発展により首都圏域の治水対策はチャオプラヤ川全域における対策を考慮すべき問題になっていることを指摘した。ブランタス川においては、火山活動がブランタス川の土砂生産に及ぼす影響、土地利用の変化が土砂生産量に及ぼす影響に基づく土砂問題が生じている。図-1は一例として、同河川流域における土砂問題の構造を端的に示したものである。現在、降雨分布を考慮した雨水流出モデル、土砂水理学に基づく土砂移動モデルの構築をめざし、高精度な土砂収支推定手法を構成中である。

水不足問題が中心となる河川流域として、アララ海流入河川では塩類集積被害灌漑農地での水管理の実態調査を行い、流域全般の水需給、水環境、将来動向の評価を行った。表-1に現時点での塩分集積防止のための具体的な対策案ならびに流域レベルの水管理案を示した。ユーフラテス川では国際水問題を科学的知見で改善することをめざし、流域国間の協調について、シンガポールや東京などで、当事国関係者の参加する協議・検討の場を設けて問題解決を模索している。

水質問題が中心となる河川流域を対象として、ガンジス川支川都市域河川で排水系・水質実態を調査し、ベトナム地域の河川で塩水対策、農水・都市用水開発、水質悪循環について詳細な実態調査を実施している。

以上の検討の一方で、水管理のためのツールボックスの開発準備として、水文事象、需要、社会経済、インフラ、地域調整、環境などに関する手法・指標をもとに、経験・参照情報を再編して、アジアの河川流域に適用可能なツ-

表-1 灌漑農地における二次的塩類集積の防止対策案

- ・ 同一灌漑ブロックでの水稲作と畑作の混作を避ける
- ・ 灌漑効率の改善（搬送損失，圃場水適用損失の削減）  
⇒水路舗装の導入  
⇒水路建設時の締固め作業の徹底（破碎転圧工法の採用）  
⇒綿密な水利制御を可能ならしめる水路施設の整備・修復  
⇒圃場均平度の改善  
⇒農民の水に対する価値観の修正と適正な水価の導入
- ・ Water logging防止のための水路沿い，圃場周辺への植林
- ・ 塩性土壌層を有する圃場での湛水状態（水稲作）は避ける
- ・ 排水システムの機能を確保するための浚渫等維持管理
- ・ 排水末端（蒸発池）の管理を通じた地下水位のコントロール

-----  
**※取水・排水の流域レベルでの管理(水量，水質)**

**⇒流域関係国との取水・排水に関する国際水利協定の締結**

ルボックスを開発するための準備を始めている。

### 3. 研究実施体制

#### ・流域横断評価グループ

① 研究分担グループ長：中村敏一（国土技術政策総合研究所・環境研究官）

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基礎解析

(A-1) 人口の急激な増加に伴う社会構造の変化、土地利用の変遷など外力変動の要因間の相互の連携関係について基本的な把握を進める。

(A-2) 陸面モデルや降雨予測結果を用いてアジア諸河川の流出量の現状を評価する。

##### C. わが国首都圏河川の政策事例分析とアジア地域における水管理ツールボックスの開発準備

(C-1) わが国の水政策とそれがもたらした成果を整理・総括し、首都圏河川流域が経験した変動外力や社会状況の変化などの把握・整理を行う。

(C-2) 先進的事例について情報を収集・分析し、ツールボックスの構成・骨格の検討を行う。

#### ・洪水問題中心の流域グループ

① 研究分担グループ長：吉谷純一（土木研究所・ユネスコセンター設立推進本部上席研究員）

② 研究項目：

##### B. 流域資料の収集と仮説的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

・長江流域における1954年、1998年の洪水資料、特に治水施設整備、遊水地の土地利用、土砂堆積、危機管理体制について収集・整理する。

・メコン河における関連資料の収集を進めながら、流域を構成する国の水管理体制を考察し、水政策シナリオ素案作成を準備する。

・チャオプラヤ川流域における第1段階の水政策の提示、ツールボックス開発に向けたデータ整理と解析を行う。

・ブランタス川流域における水管理体制の変遷を明らかにして、流域・河道の土砂対策の検討を進める。

#### ・水不足問題中心の流域グループ

① 研究分担グループ長：中山幹康（東京大学大学院・教授）

② 研究項目：

##### B. 水政策シナリオ素案作成のための流域資料の収集

###### (B-2) 水不足問題中心の流域を対象

・シルダリア川下流域における水管理、土地・水利用の実態調査を行う

と共に、関係各国の水政策を分析し、流域協調の可能性、方向性を検討する。

- ・ユーフラテス川流域を主な対象として、流域国の協調の可能性と、その結果として得られる流域管理計画の方向性を探求する。

・水質問題中心の流域グループ

① 研究分担グループ長：滝沢 智（東京大学大学院・助教授）

② 研究項目：

B. 水政策シナリオ素案作成のための流域資料の収集

(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、詳細な地下水調査と共に、水利用実態、代替水源、処理技術についての資料を収集する。
- ・ガンジス川流域のデリー市・ヤムナ川において、前年度調査資料に基づいて汚水処理実態の把握と低コストの処理方法とその適用性を検討する。

#### 4. 主な研究成果の発表

##### (1) 論文発表

- Yoshikawa, K.: On the Progress of River Restoration and the Future View in Japan and Asia, RIVER RESTORATION 2004, pp.43-55, 2004.
- 吉川勝秀, 本永良樹: 日本における川と国土の変遷および今後モンスーン・アジア地域で予想される河川環境に関する問題とその対策について, 建設マネジメント論文集, pp.82-87, 2004.
- Kunitomo, M. and H. Terada: Inferring Change in Properties Short-term Rainfall caused by global warming, INTERPREVENT 2004, Vol.2, pp.69-76, 2004.
- Tospornsampan, J., I. Kita, M. Ishii and Y. Kitamura: Operating Rule Curves for Multiple Reservoir System -a Case Study in Mae Klong River Basin, Thailand, Journal of Rainwater Catchments System, 9(2), pp.11-19, 2004.
- Tospornsampan, J., I. Kita, M. Ishii and Y. 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, 3(1), pp.29-38, 2005.
- 鈴鹿淳一, 安田裕, 猪迫耕二, 田熊勝利, 大野香織: 塩類集積時に生じる塩結晶のデジタル解析, 日本砂丘学会誌, 51(1), pp.27-32, 2004.
- 山田俊雄, 秋場宣吉, 矢野友久, 北村義信: 葉温測定によるトウモロコシ圃場からの蒸散量の推定, 沙漠研究, 14(1), pp.17-26, 2004.

- Irshad, M., T. Honna, S. Yamamoto, M. Kato, T. Endo and A. Zahoor: Interaction of Saline Water and Nitrogen on the Partitioning and Statistical Correlation of Mineral Elements in Maize Plant. *Acta Agronomica Hungarica* 52 (2), pp.149 -156, 2004.
- Haytham, E., M. Irshad, A. M. El-Serfy, T. Honna, A. K. S. Hassan, T. Mohamed, E. Mahmoud and S. Yamamoto: The Effect of Water Quality on Grain Yield and Nutrient Uptake of Rice (*Oryza sativa* L.). *Acta Agronomica Hungarica*, 52 (2), pp.141 -148, 2004.
- Irshad, M., T. Honna, S. Yamamoto, T. Endo, A. E. Eneji and N. Yamasaki: The Effect of Salt Types on Nitrogen Release in Manured Soil. *Sand Dune Research* 51 (2), 2004.
- Irshad, M., S. Yamamoto and T. Honna: Trace Elements Solubilization in Waste Amended Saline-Sodic Conditions. *J. Food, Agriculture & Environment* Vol. 2 (3 & 4): pp.254-258, 2004.
- Salewicz, K. A., Nakayama, M: Development of a Web-based Decision Support System (DSS) for Managing Large International Rivers, *Global Environmental Change*, Vol. 14, No.1, pp. 25-38, 2004.
- 平林桂, 砂田憲吾, 大石哲, 宮沢直季: 片庭川流域における洪水時の浮遊砂・ウォッシュロード観測と流域土砂動態モデルの検討, *土木学会論文集*, No.768/II-68, pp.33-43, 2004.
- 宮沢直季, 谷島亨, 砂田憲吾: 格子型砂防ダムの土石流捕捉過程に関する実験的研究, *水工学論文集*, 第49巻, pp.901-906, 2005.
- D.Sisinggih, K.Sunada and S.Oishi: Prediction of Reservoir's Lifetime Basement on the Erosion and Sedimentation on Sengguruh and Sutami Reservoirs, Indonesia, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.49, pp.1063-1068, 2005.