

「水の循環系モデリングと利用システム」

平成13年度採択研究代表者

寶 馨

(京都大学防災研究所 教授)

「社会変動と水循環の相互作用評価モデルの構築」

1. 研究実施の概要

気候変動や異常気象、社会の変動によって21世紀にもたらされ得る水に関する危機的状況の回避に資するため、本研究では、従来個別に開発されてきた水循環解析モデルの共通化と精度向上を行い、持続可能な水政策の立案に資するような成果を導出することを目的としている。特に、急激な人口増と社会の変動が予測されるアジア域を対象に、異なるスケールの流域における水循環とその管理、我が国を含むアジア諸国の間における水の連関を考究する。

まず、アジアモンスーン域における5つの流域を対象に、流域水循環モデルを構築、その精度向上を鋭意図っている。数値地形情報から比較的容易に水循環モデルを構築するための「流域水循環アプリケーション実行GUIソフトウェアの開発」をウェブ上で公開した。また、水循環に伴う物質循環を把握するため、マルチ水質モニタリングシステムユニットを導入し、琵琶湖下流域に設置して観測を開始した。

アジアの淡水資源の利用可能性とリスクを定量的に評価・予測するという観点から、流域水循環モデルに基づく水資源の利用・供給可能性を把握する水資源ダイナミクスの解析手法の構築に着手した。洪水リスクマネジメントの方法論における国内・国外の異同を明らかにするため、欧米およびアジア諸国の現地調査、研究者招聘を行い、方法論の整理を行っている。

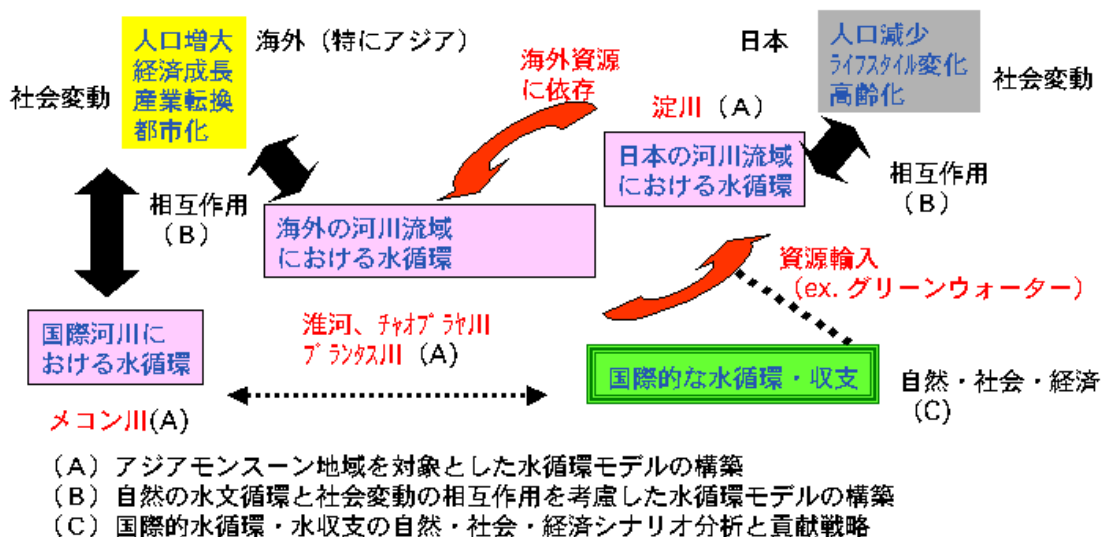
さらに、自然環境・社会経済と水循環・水資源の連関を分析し国際的な水資源事業における諸問題とその解決の方策を調査研究するという観点から、インド、バングラデシュ、インドネシア、トルコなどを対象として、国際河川における堰の設置や取水・洪水予報に関わる国際紛争、ヒ素による水質被害、ダム事業・広域灌漑事業の地域への影響評価などについて現地調査を行っている。

これらの基礎的調査研究の成果を本研究チームにおいてとりまとめ、日本・アジア発の新しい学術的リーダーシップ、長期的視点に立った持続可能な水政策のあり方の提言、危機に瀕する水問題の解決への貢献を目指す。

2. 研究実施内容

- 当研究チームでは、3つのグループを構成して研究を推進している。すなわち、
- (A) アジアモンスーン地域を対象とした水循環モデルの構築（水循環モデルグループ：わが国およびアジア諸国の社会変動が河川流域の水循環、国際的な水資源循環・収支に及ぼす影響の予測モデルを構築する。
 - (B) 自然の水文循環と社会変動の相互作用を考慮した水循環モデルの構築（相互作用グループ）：アジアの淡水資源の利用可能性とリスクを定量的に評価・予測する。
 - (C) 国際的な水循環・水収支の自然・社会・経済シナリオ分析と貢献戦略（国際水連関グループ）我が国の水（食糧、産業）政策、国際貢献戦略の将来像を明らかにする。
- 本研究全体の枠組みを示す概念図を下に示す。

社会変動と水循環の相互作用評価モデル



- ☆日本・アジア発の新しい学術的リーダーシップ
 ☆長期的視点に立った国際水管理戦略の提言
 ☆危機に瀕する水問題への日本の貢献

(A) 水循環モデルグループでは、アジアモンスーン地域における異なるスケール、異なる開発段階の河川流域を対象として、ケーススタディとして淀川、ブランタス川（インドネシア）、淮河（中国）、チャオプラヤ川（タイ）、メコン川（インドシナ半島諸国）を選定し、した水循環モデルを構築し、その精度向上を図っている。いずれの流域においても、降水流出のシミュレーションは可能になっており、一部の流域では土砂流出まで考慮できる。また、「流域水循環アプリケーション実行GUIソフトウェア」の開発を行った。任意の流域を対象としたセル分布型流域水循環シミュレーションシステムを開発した。グリッド型の数値地形情報があれば、このシステムを用いることにより、任意の流域を対象とした水循環モデルを構築することが可能である。このシステムのソースコードは

<http://fmd.dpri.kyoto-u.ac.jp/~flood/cellModel/cellModel.html>

から取得することができる。さらに、このモデルの操作性を向上させるために、3次元画像処理汎用ソフトウェア AVS を用いた流域水循環アプリケーション実行GUIソフトウェアを開発した。

これにより、誰もが極めて容易にモデルを構築し、流出シミュレーションを実行することが可能となった。

さらに、「マルチ水質モニタリングシステムユニット」の導入を開始した。水量のみならず物質循環(水質)を予測・再現するシミュレーションシステムを構築するための基礎データとして、水質観測データを得るためのマルチ水質モニタリングシステムユニットを導入し、琵琶湖下流域に設置して観測を開始した。このシステムでは、観測データを遠隔地に自動配信することが可能であり、現在1時間間隔で濁度をはじめとする9項目の観測を実施して、関連研究者にデータをインターネットを通して配信している。ここで得られたデータと土地利用形態・水利用形態との関連を分析し、その成果を水循環シミュレーションシステムに導入することで、水量のみならず物質循環(水質)を予測・再現するシミュレーションシステムを構築することになる。

本グループの成果は、平成15年3月に京都で開催した第1回アジア太平洋水文・水資源国際会議（APHW2003）をはじめとする内外の学会において多数の論文発表を行った。

(B) 相互作用モデルグループでは、アジアの淡水資源の利用可能性とリスクを定量的に評価・予測するという観点から、流域水循環モデルに基づく水資源の利用・供給可能性を把握する水資源ダイナミクスの解析手法の構築に着手した。これは、物理的基礎をもつ分布型多層系の水循環モデルHydroBEAMを用いて、長期の流出解析を行うとともに、流域内の物質循環、水質項目の時空間変動を把握しようとするものである。こうした解析の基礎となるモデル作成の方法論について、水系一貫した水量・水質・生態系のモデル化のために必要な要素の選択、パラメタ同定の手順、水循環と社会変動の相互作用の解析の仕方について議論を行うため、中国・ドイツから研究者を招聘した。

また、洪水リスクマネジメントの方法論における国内・国外の異同を明らかにするため、文献調査・資料収集・海外研究者との討議を行った。まず、日本の治水の歴史、対策技術、諸制度について整理するとともに、アジア諸国の治水対策の現状について概要を整理した。平成14年度「河川復元セミナー」（2003.1/12～18、マレーシア・クアラルンプール）に出席し、マレーシア・クラン川を対象流域としてそこでの治水の実態とわが国の方法論との比較を行った。オーストリアから研究者を招聘し、同国における先進的な親水・生態学的治水マネジメントの事例をわが国との比較分析した。また、水の循環系モデリングと利用システム研究の一環として流域の総合マネジメントの方法論について共同研究するため、米国から2名の研究者を招聘し、特に、被害を被る主体の規制・対策という観点から、（1）土地利用の制御の方法論、（2）治水・利水・環境の調和をステークホルダーとの対話の中から見いだしていく手法について方向性を模索することに努めた。これらの共同研究の成果は、平成15年7月のワークショップなどにおいて発表の予定である。

- (C) 国際水連関グループでは、まず、水利権などの歴史的背景、河川法に基づく河川管理、特定多目的ダム法等に基づく河川総合開発、水源地対策特別措置法、水源地域対策基金を水循環の観点から再評価し、社会の変化にどのように対応していくべきか検討した。

また、自然環境・社会経済と水循環・水資源の連関を分析し国際的な水資源事業における諸問題とその解決の方策を調査研究するという観点から、インド、バングラデシュ、インドネシア、トルコなどを対象として、国際河川における堰の設置や取水・洪水予報に関わる国際紛争、ヒ素による水質被害、ダム事業・広域灌漑事業の地域への影響評価などについて現地調査を行い、以下のような成果を得た。

南東アナトリア地域開発プロジェクト（GAPプロジェクト）に関しては、別予算を含めて2回の現地調査を実施した。GAPプロジェクトによる「水が来た」村々と、同じ地域の「未だ水が来ていない」村々との比較研究のため、村の家々への訪問調査を実施した。1995年から最初に灌漑水が導入された地方では、当初の見込みでは灌漑農地の25%で綿花が生産されるはずが、実際には75～80%で綿花が栽培されている。他の作物よりも収益が良いのが主な理由と推定される。作物選択に関する農民の志向（意志決定）およびそれに関連する「技術の選択」について現地での実状を把握した。ダム建設に伴う移転の影響について、ベルジック・ダム（ユーフラテス川・トルコ国内では最下流）による移住民を対象とした予備的な訪問調査を実施した。

3. 研究実施体制

流域水循環モデルグループ

- ① 研究分担グループ長：寶 馨（京都大学防災研究所・教授）
- ② 研究項目： アジアモンスーン地域を対象とした水循環モデルの構築

相互作用モデルグループ

① 研究分担グループ長：小尻 利治（京都大学防災研究所・教授）

② 研究項目：自然の水文循環と社会変動の相互作用を考慮した水循環モデルの構築

国際シナリオ分析グループ

① 研究分担グループ長：近藤 悟（国土交通省国土技術政策総合研究所・河川研究部長）

② 研究項目：国際的水循環・水収支の自然・社会・経済シナリオ分析と貢献戦略

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

（1）論文（原著論文）発表

- 児島利治・宝 馨・立川康人：分布モデルを中心とする洪水流出解析手法の高度化に関する研究, 河川技術論文集, 土木学会, Vol. 8, pp. 437-442, 2002.
- 立川康人・尾崎雄一郎・KIMARO, T. A.・寶 馨：野洲川流域における水循環の変遷について, 河川技術論文集, 土木学会, 第8巻, pp. 551-556, 2002, 6月.
- Takara, K. and Sayama, T.: A physically-based rainfall-sediment-runoff model in a catchment scale -Application to the upper Brantas River basin, Indonesia-, Proceedings of Third International Conference on Water Resources and Environment Research (ICWRER2002), Dresden University of Technology, Dresden, Germany, Vol. 2, 22-25 July 2002, (ed.) Gert H. Shumitz, 2002, pp. 257-261.
- Okada N, Hori T, Ji-quan Zhang, Tatano H, Ikebuchi S: Micro-zonation-based Flood Risk Assessment in Urbanized Floodplain, Proceedings of Second Annual IIASA-DPRI Meeting on INTEGRATED DISASTER RISK MANAGEMENT: Megacity Vulnerability and Resilience, IIASA, A-2361 Laxenburg, Austria, 29-31 July 2002.
- Nakayama, M., Manatunge, J. and Yoshida: Equity for benefits by water resources development - Lessons from Saguling and Cirata dam projects -, Stockholm Water Symposium, 12 August 2002, Stockholm
- 田中賢治・甲山治・池淵周一：多様な農耕地の影響を考慮した中国淮河流域における水・熱収支推定に関する研究, 第6回水資源に関するシンポジウム論文集, pp. 603-608, 2002.
- Shrestha, R., Tachikawa, Y. and Takara, K.: Selection of scale for distributed hydrological modeling in ungauged basin, Kick-off Workshop of the IAHS DECADE ON PREDICTION IN UNGAUGED BASINS-Hydrological Sciences on Mission-, Brasilia, Brazil, 20-22 November, 2002.

- Kojima, T., Takara, K. and Tachikawa, Y.: A distributed runoff model for flood prediction in ungaged basins Kick-off Workshop of the IAHS DECADE ON PREDICTION IN UNGAGED BASINS-Hydrological Sciences on Mission-, Brasilia, Brazil, 20-22 November, 2002.
- Nakayama, M.: Implications of Virtual Water concept on management of international water systems - Cases of two Asian international river basins-, International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, the Netherlands A. Y. Hoekstra, ed., UNESCO-IHE
- Katsuhiko Mori: Virtual Water Trade in Global Governance, UNESCO-IHE Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, the Netherlands A. Y. Hoekstra, ed., UNESCO-IHE, 2003, pp.119-124.
- 手計太一, 吉谷純一, Virat Khao-Uppatum, Chanchai Suvanpimol: Chao Phyara川流域における土地利用の変化が河川流量に与えた影響の実態, 水工学論文集, 土木学会, 第47巻, 2003, pp.205-210.
- Shrestha, R., Tachikawa, Y. and Takara K.: A new method to define flow direction using grid digital elevation models, 水工学論文集, 土木学会, 第47巻, (Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 47,) 2003, pp. 241-246.
- 佐山敬洋・寶 馨: 斜面侵食を対象とした土砂流出モデル, 土木学会論文集, 第726号/II-62, 2003, pp. 1-9.
- Nakayama, M.: Implications of Planning in Resettlement Schemes upon Rehabilitation of Livelihood - Comparative Analysis on Two Dam Construction Projects in Indonesia- Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 165-168.
- Fujikura, R.: A Possible Role of Donors to Improve Environmental, Monitoring of Dam Projects at the Operational Phase - A Case Study in Indonesia -, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 154-157.
- Mori, K., Fujikura, R. and Nakayama, M.: Japan' s ODA and the WCD Recommendations: Applicability of Comprehensive Options Assessment in JICA Feasibility Studies, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 127-132.

- Miyata, S.: Decision Factors for Adopting New technology in Poor Populations: Evidence from Aquaculture in Indonesia, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 2, pp. 927-932.
- Manatunge, Asaeda, Yoshida: Sustaining the benefits of reservoir aquaculture as a resettlement option: a case study of Saguling Reservoir, West Java, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 457-461.
- Kozan O., K. Tanaka and S. Ikebuchi: The Estimation of Water and Heat Budget in the Huaihe River Basin China - Detail Representation of Various Cropland and Irrigation -, Proc. of the 1st International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Vol.2, pp.763-768, 2003.
- T. Tebakari, J. Yoshitani, V. Khao-Uppatum and C. Suvanpimol: Trends in decreasing discharge in 1970s-1990s in the Chao Phraya river, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 185-190.
- Shrestha, R., Jha, R. and Takara, K.: GIS Assister Water Resources Planning in Mountainous Catchment, Nepal. Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 2, pp. 939-944.
- Kimaro, T.A., Tachikawa, Y. and Takara, K.: The Potential for Use of ISBA Land Surface Scheme in Hydrological Modeling, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 1, pp. 255-260.
- Murase, M.: A Review of Water Rights in Japan, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 2, pp. 1127-1132.
- Phan, T.A.D., Le X.T., Takara, K. and Munekage, Y.: Water Resource Management in Estuarine Areas Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 2, pp. 977-983.
- Van de Griend, A.A., Seyhan, E., De Vries, J.J. and Takara, K.: Physically Based Schematization of Subsurface Hydrological Processes on Catchment Scale for Baseflow Simulation, Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, March 13-15, 2003, Vol. 2, pp. 667-672.

- Ryo Fujikura: A Structural Obstacle to Dam Environmental Management - A Case Study in A Developing Country, (SESSION CODE: DAMS -03), Third World Water Forum, Kyoto, March 20, 2003
- Jagath Manatunge: Overexploitation of Aquaculture Resources: a Threat to the Sustainability of Saguling Reservoir , (SESSION CODE: DAMS -03), Third World Water Forum, Kyoto, March 20, 2003
- Sachiko Miyata: Aquaculture as a Vocation for Resettled People: Socio-Economic Challenges and Limitations, (SESSION CODE: DAMS -03), Third World Water Forum, Kyoto, March 20, 2003
- Katsuhiko Mori: Following-Up of the WCD Recommendations: From a Japanese Perspective , (SESSION CODE: DAMS -03), Third World Water Forum, Kyoto, March 20, 2003
- Mikiyasu Nakayama: Resettlement and Societal Issues in Indonesian Dam Projects , (SESSION CODE: DAMS -03), Third World Water Forum, Kyoto, March 20, 2003
- Sachiko Miyata: Household' s Risk Attitudes in Rural Indonesia, Applied Economics vol.35, March, Routledge Taylor & Francis, group, pp.573-83. 2003.

(2) 特許出願

なし