

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 社会変動と水循環の相互作用評価モデルの構築

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点)

研究代表者

寶 馨 (京都大学防災研究所 教授)

主たる共同研究者

立川 康人 (京都大学防災研究所 助教授)

小尻 利治 (京都大学防災研究所 教授)

中川 一 (京都大学防災研究所 教授)

岡田 憲夫 (京都大学防災研究所 教授)

萩原 良巳 (京都大学防災研究所 教授)

谷 誠 (京都大学大学院農学研究科 教授)

大石 哲 (山梨大学大学院医学工学総合研究部 助教授)

中山 幹康 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)

金木 誠 (国土交通省国土技術政策総合研究所 流域管理研究官)

吉谷 純一 (独立行政法人土木研究所 上席研究員)

ヘーラト・スリカンタ (国際連合大学 学術審議官)

3. 研究内容及び成果:

今後も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として河川流域の水循環と人間活動の相互作用を記述・解析し、当該流域の水問題の諸相を明らかにするとともに、我が国との関係という観点からも考察を加えることとして、次の3つの目標;①我が国およびアジア諸国の社会変動が河川流域における水循環、さらには国際的な水資源循環・収支に及ぼす影響を予測するモデルの構築、②アジアの淡水資源の利用可能性とリスクの科学的定量的な評価・予測、③我が国の水(食料、産業)政策、国際貢献戦略の持続可能な将来像の提示、を掲げて研究を推進した。この目標にはほぼ対応して3つの研究グループ;1)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、2)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、3)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、で研究チームを構成した。

1)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

①淀川流域を対象とする広域分布型流出予測システムの構築: 人口、資産が集積し、治水事業と流水管理が高度に実施されている淀川流域を対象として、250mの空間分解能を有する物理分布システムにダム制御の効果を陽に導入した広域分布型流出予測システムを構築し、ダム群の治水効果の評価や予測などに有効であることを示した。

②中国淮河流域を対象とした水循環モデルの構築: 淮河流域の水循環を支配する重要な要素は灌漑による河川取水である。これを適切にモデルに反映させる前提として、土地利用分類と灌漑用水量の時空間的把握が不可欠である。前者については衛星搭載センサーSPOT-VEGETATIONと地上気象データから土地被覆分類の推定方法を構築し、後者については既存資料と現地調査を基に人為的灌漑作業を導入した灌漑モデルを設定した上で、再解析データを用いて陸面過程モデルSiBUCを実行し、淮河流域での水・熱フラックスを推定した。このモデルによって、淮河における灌漑水量および灌漑が水循環に及ぼす影響を評価できるようになった。

③チャオプラヤ流域を対象とした水循環モデルの構築: タイ・チャオプラヤ川流域を対象として、建設された2

つの大規模ダムを中心にこれが流況に与えた影響と社会の変化との因果関係を包括的にレビューした後、構築した流域水循環モデルによって、ダム貯水池の利水・治水効果、支流域が本川に及ぼす効果、土地利用変化が河川流量に与える影響などを検討し、今後の水管理の方向性を示した。

④ブランタス流域を対象とした水循環モデルの構築：この流域では、火山灰からなる山腹斜面からの侵食土砂の流出が河川・水資源管理上重要であることに着目して、支流レスティ川流域での土砂濃度を含む水文観測、衛星データによる植生指標の季節変化の抽出などを基に、降雨-土砂流出モデルを構築し、その適用性を明らかにした。

⑤メコン川における水循環モデルの構築：メコン川の中流域を対象にして、河道網再現のための標高データの改良、衛星 MODIS データによる土地被覆分布の改善、領域気象モデルを用いた降雨のダウンスケーリング手法の開発などの上に、1kmグリッドの分布型水循環モデルを適用して、蒸発散量の流域内分布などの水文特性を明らかにした。また、大気中のエアロゾルによって形成される茶色雲の影響に関するシナリオ分析を行った。

## 2) 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

①水資源システムダイナミクスに関する研究：以下の4つの観点；1)水資源の有限性を考慮した大陸間相互作用モデルの開発、2)地球温暖化と水災害の経済評価のためのリカーシブモデルの開発、3)国スケールを対象とした水資源-経済相互作用モデル、4)異なる分解能を持つ領域のネスティングに基づく大陸規模水循環モデルの開発、から研究を進めたが、研究途上で部分的な成果が出ている段階である。

②洪水リスクマネジメントに関する研究：洪水氾濫災害を対象に、緊急時の行動を規定する意識や信念の集合を人がもつ内的なモデルとみなして「避難メンタルモデル」と定義し、その避難メンタルモデルの仮想体験による変容を組み込んで緊急時の適切な対応を促すことを目的として、時空間GISを基盤とした水害リスクコミュニケーション支援システムの開発を行った。システムの構築に当たっては、2000年東海豪雨時の愛知県新川流域での災害の詳細な調査分析を基礎とした。そして、住民と意思決定者(あるいは河川・流域管理者)とが参加型で開発・改善するコラボラティブモデリングのためのワークショップを名古屋市都市圏において実施し、このシステムが有用であることを確認した。

③農業水利から見た淀川上流域での水循環と社会変動の相互関係：琵琶湖集水域を対象に水に係わる様々な事業が、流域水・物質循環や生態系環境、農業生産性などに与えた影響について包括的にレビューした。

## 3) 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

①アジアモンスーンの将来展望に関する研究：日本の明治以降の治水・利水に係わる歴史的背景と制度・施策を整理するいっぽう、アジアモンスーン9カ国の水に係わる問題、法制度の調査を基に各国の経済力・技術レベル・河川流域の相違などを考慮して、日本の制度・施策の適用性について考察した。

②国際的水循環・水収支に関する研究：水資源事業で世界的に注目されている諸問題について、それぞれの自然環境・社会経済と水循環・水資源との連関の分析を基礎として解決の方策を調査研究するという観点から、コスタリカ、インド、バングラデシュ、インドネシア、スリランカ、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、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文献調査、関係者からの聞き取り、および現地調査を行い、個々のケースに対して解決へ向けての要件などを提示した。

③国際的水循環・水収支と自然環境および社会経済との連関：水資源開発におけるコンフリクトマネジメントの数学理論に基づく方法論の開発を目的に、第三者の介入による調整の視点を導入し、ゲーム理論や確率微分方程式を用いて時間概念を考慮できる数理モデルを構築した。このモデルをガンジス川ファラッカ堰でのインドとバングラデッシュの紛争事例に適用し、数学的安定性の社会システムにおける現実的意味と将来的な合意形成の可能性について検討した。

#### 4. 事後評価結果

##### 4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

原著論文(国内誌39件、国際誌48件9、その他の著書(国内4件、国際1件)、学会発表(招待講演:国内0件、国際2件、口頭発表:国内:62件、国際:74件、ポスター:国内:5件、国際:1件)。本プロジェクトだけで出された成果かどうかの精査は必要であるが、内外に多くの論文が発表されている点は評価できる。以下に主要な成果についての評価をまとめる。

- 1) 研究グループ1)における、それぞれの流域で異なる課題を対象とした水循環モデルの構築はいずれも先進的な研究としてレベルが高い。特に、淀川流域の分布型流出予測システムは水管理の有力なツールを提供した点で、また、淮河流域の水循環モデルは複雑な水田灌漑が水循環に及ぼす影響を可能にした点で、高く評価できる。
- 2) 水害リスクコミュニケーション支援システムの構築では、仮想体験により緊急時の適切な避難行動を誘導しようという着想を、避難実態の詳細な調査・分析の基にシステムデザインに着実に取り入れて実現し、地域参加のワークショップでその有用性を確認している。他の流域への適用などによって、今後さらに発展する可能性をもつ実践的研究として高く評価できる。
- 3) 日本の水施策・制度に係わる経験をアジア諸国の今後に生かそうという3) - ①の研究の視点は極めて重要であり、日本の施策・制度の整理とアジア諸国の調査はある程度進められたが、両者の対応付けについては、各国の社会・経済・政治・文化などの面からの検討が必要であり、今後の発展に期待する。
- 4) 国際的な水問題を扱った3) - ②と③の研究では、個々の課題については興味ある新たな知見を提示している。しかし、例えば、“Post-Project Review”を重視する②の研究とコンフリクトマネジメント数理モデルによるアプローチ③がどのような関係にあるのか、などの課題横断的な検討と取り纏めがほしい。

##### 4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

上述のように、個々のサブ課題については、各分野の発展に大いに貢献する成果を上げている。しかし、当初計画に掲げた“日本・アジア発の新しい学術リーダーシップ”、“長期的視点に立った国際水管理戦略の提言”など、プロジェクトの全体目標の観点からの成果の取りまとめが見え難い結果となった。中間評価においてプロジェクト全体での横断的議論を深め、個別・分散的研究を再編・重点化することを求めたが、計画の目標の設定に対するサブテーマの構成にそもそもの原因があったと考えられ、研究総括の責任を含めて今後の反省材料としたい。

##### 4-3. その他の特記事項(受賞歴など)

この研究プロジェクトに関連して以下の受賞があった。

平成 15 年日本地域学会 学会賞「奨励賞」受賞：坂本麻衣子、平成 17 年度土木学会 水工学論文奨励賞：Nawa Raj Pradhan、平成 17 年度水文・水資源学会 論文奨励賞：Roshan K. Shrestha、平成 17 年度土木学会 論文奨励賞：佐山敬洋