

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「水の循環系モデリングと利用システム」

研究課題

「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ
—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—」

研究終了報告書

研究期間 平成15年10月～平成21年3月

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)

§ 1 研究実施の概要

現在の水循環は自然的なサイクルのみで成立しているわけではなく、人間社会によるさまざまな改変による大きな影響を受けている。河川流域における持続可能な開発と水利用システムの構築をめざすためには、自然地理的な制約条件のみならず、時代をも念頭においた社会的な条件の考慮が不可欠である。こうした条件は対象地域に固有な水課題を提起し、各国・地域は複雑な制約条件のもとにそれらの問題解決への取り組みがなされてきている。特に、モンスーン・アジア地域等では多様な地理的条件のもと、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。各地域のさまざまな水問題を適切に認識し、課題克服への努力や経験を理解することは、より適切な流域水管理の方策を構築するために不可欠である。

水問題の理解のためには、個別の「地域」の視点が重要で、平均値ではなく地域固有の事情や特性を考慮するところから出発する必要がある。本研究では、アジア地域等の水問題解決への貢献をめざし、湿潤地帯から乾燥地帯にわたるアジア地域において条件の異なる典型的な水問題を抱える河川流域を選び、気候変動の影響を考慮しながら、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、問題解決のための水政策シナリオの提言を目的とした。加えて、これら各国地域の水管理の問題や対策を参照して、新たな水政策シナリオ作成を支援するために、さまざまな経験や知識情報を集約するためのナレッジマイニング(知識・経験の発見的掘り起こし)システムの開発をめざした。

研究では、まず、急激な人口増加(都市集中)や気候変動がもたらす水循環への影響を外力の変動と位置付け、まずその評価を進めた。人口増加や産業の発展は各国・流域ごとに考慮されるが、気候変動の影響や評価は共通的な方法として、気候モデルなどにより代表的な流域での降雨の変化、流量の変化を考察した。これにはグループ1が研究にあたった。

以上の成果を考慮しつつ、代表的な流域として9流域を抽出し、各流域での水問題の構造を明らかにしたのち、持続的な開発と流域保全のための水政策シナリオの提示を行った。

- ・洪水問題が中心となる河川流域として、長江、メコン河、チャオプラヤ川、ブランタス川の各流域を選び、グループ2が研究を進めた。
- ・水不足問題が中心となる河川流域として、アラル海流入河川(シルダリア川、アムダリア川)、チグリスユーフラテス川、ヨルダン川の各流域を選び、グループ3が担当した。
- ・水質問題が中心となる河川流域として、ベトナムの河川(サイゴン・ドンナイ川)、ガンジス川(支川ヤムナ川)流域を選び、グループ4が研究を実施した

以上の水課題の構造や水政策シナリオを横断的に評価集約し、わが国首都圏河川流域の水政策の歴史的経緯と評価を進めながら、2種類のナレッジマイニングシステム(Knowledge Mining System: KMS、(知識と経験情報の発見的掘り起こし))の開発と水管理の支援手法の開発を行った。これにはグループ1が担当した。

以下に、研究実施内容の概要を示す。

1) 気候変動による外力の評価(グループ1)

全球気候モデルを用いたシミュレーションにより、地球温暖化に伴う河川流量の将来変化予測を行った。まず、複数の気候モデル(大気海洋結合モデル)の結果を用いるマルチモデルアンサンブル手法により、河川流量の将来変化予測を行った。ここでは世界気候研究計画(WCRP)気候モデル相互比較実験(CMIP3)として行われた世界各国の研究機関の気候モデル結果を用いた。ただし、これらの気候モデルの水平分解能は100–300km程度と粗く、細かい分布を表現することはできない。またマルチモデル平均の性質として、降水分布をはじめとする本来細かい空間分布を持つ物理量についても、その将来予測変化の分布を含めて、空間パターンが平滑化される傾向があることに注意が必要である。河川流量の予測では降水分布の予測はきわめて重要であり、人間生活や産業に大きな影響を及ぼす極端現象(たとえば洪水と渇水)の変化の将来予測が問題となっており、それらは時間・空間的に解像度の高いデータでないと表現できない。そこで、本サブテーマでは気象研究所で開発した高解像度(約60km格子)全球モデルによる温暖化実験を行

い、河川流量の将来変化を調べ、極端現象に主に焦点を当てた解析を行い将来流量の推定を提供した。

2) 代表的河川流域での水問題の構造解明と持続的な開発のための水政策シナリオの提示

(a) 洪水問題が中心となる河川流域(グループ2)

・**長江流域**の治水対策における遊水地の管理運用について、洞庭湖地区を事例として遊水地の住民移転の推進方策、洪水被害補償の実態の調査と分析、農業政策などの他政策との関連性の分析結果を、タイチャオプラヤ川流域、日本利根川流域などと比較分析し、遊水地運用方策の海外技術移転の可能性と必要条件を提示した。

・**メコン川流域**の地域的な水需要、水利用と社会的な発展のための具体的な提言は、丹治 CREST として「国際河川メコン川の水利用・管理システム」で詳細に研究されている。本研究では、丹治 CREST の成果を参照しつつ目標の重複を避け、特に議論されていない流域全体スケールでの問題の抽出と将来に向けてのその対応の方向性を検討した。すなわち、本研究では人口増、水需要などの流域での基本的な水課題を理解した上で、特に、流域の基盤を構成する「河道」と代表的な「生態環境」に注目し、より持続的な国際河川管理の方向について詳しい考察と施策案の提示を行った。

・**チャオプラヤ川流域**においては、稲作農耕から都市が発展したモンスーン・アジアの多くの都市の代表として、特にタイ国バンコク市域での治水対策について議論した。まず、治水の基礎理論を示し、治水の本質である土地利用と治水の係わりに焦点をあて、土地利用面での対策を含む総合的な治水対策について検討を行った。研究では、共に大河川の氾濫原にある流域であり、近年急激な都市化に見舞われ、深刻な洪水問題が引き起こされたバンコク首都圏の東郊外流域と、我が国の中川・綾瀬川流域の2つの流域で講じられた総合的な治水対策の有効性・妥当性の評価を行った。さらに、チャオプラヤ川流域全体についても近年の流域の開発に伴う洪水問題について、同様の検討を行った。

・**プランタス川流域**では、人口が急増し、経済的にも発展したが、激しい土砂移動によってダム堆砂が急激に進行し、利水上の問題が生じ、ダム下流では土砂供給量の低下や砂利採取に伴う河床低下が著しく、河川構造物が被害を受けている。研究では、社会条件と自然条件の整理、流域水問題の抽出、問題解決のための土砂生産源調査手法の有効性の確認を行った。社会条件については、統計資料や衛星データを使用して過去から現在までの動向を、空間的な分布を考慮しつつ詳細な調査を行った。自然条件については、火山噴火や土砂移動、ダム建設の影響について、従来の研究成果を踏まえて全体像を取りまとめた。以上をもとに、水・土砂管理に関する問題解決のための新しい調査手法および水政策シナリオの策定を行った。

(b) 水不足問題が中心となる河川流域(グループ3)

・**小アラル・シルダリア流域**が抱える3つの大きな問題は、中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化とその対策、上下流間の利水競合と調整、小アラルの保全とデルタ地域の環境・生態系保全であり、これらを対象として、それぞれの現状を分析し、解決案を提案した。中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化とその対策では、同流域の灌漑農地の塩類化の実態解明に基づいて二次的塩類集積防止のための水管理の提案、水・塩ストレスによる主要作物の生育障害の危険性分析と回避対策を提案した。上下流間の利水競合と調整では、ソ連崩壊後の上下流間の利水競合の分析と、今後関係国が取り得る水政策シナリオを整理した。小アラルの保全とデルタ地域の環境・生態系保全については、流域全体に関わる問題の中・長期的解決努力を指摘した。

・**チグリス・ユーフラテス川流域**の水問題に関しては、国および外国の専門家が参加する「専門家会合」を複数回開催し、研究により得られた知見の妥当性を検証するというアプローチを採った。正規の外交交渉である「トラック1」を有意に補完および強化することが、研究者による「トラック2」活動により可能であることを例示した。特に、同流域の最下流国であるイラクに於ける農業用水の最適化に資する水量・水質モデルより得られた知見は、「最適な水資源の消費量」が国レベルで存在することを明示して、下流国の行動原理の妥当性の再検討に重要な示唆を与えた。また、「イシューのパッケージ化」が国際河川に於ける流域国間での交渉を推進し得るとの知見を得た。

・**ヨルダン川流域**では、アジア国際河川流域で最も人口増加率が高く、構造的な渇水問題を抱える上に気候変動の影響を強く受けている。研究では水資源開発・管理の政策シナリオを超長期的(50-100年)な地球規模気候変動モデル予測の結果を組み合わせ、水資源の脆弱性の評価と合わせて検討した。具体的には日本政府開発援助(ODA)の開発調査(JICA)にて政策目標のターゲットを20年後の2020年に設定して実施したヨルダンの水資源管理マスタープランをベースに、CREST研究の最新の成果である60-km-grid MRI-AGCM(気象研究所モデル)の超長期(50年)降雨・流量変動予測の結果を組み入れた持続的な政策シナリオと開発戦略モデルを示した。

(c) 水質問題が中心となる河川流域(グループ4)

・**ガンジス川の流域**の人口は約3億6千万人にもなる。河川水の利用用途は、上水、農業用水の供給だけでなく、宗教上重要な河川として、人々は聖なる川での沐浴を行っている。しかし、急激な人口増加により、ガンジス川への汚水、廃棄物の排出が増加し、河川の水質汚濁が問題化している。研究では巨大都市デリーを沿川にもつガンジス川主要支川のヤムナ川を主な対象とした。流域の水管理特に質的な管理のためには、基本的な水質調査資料が不可欠のため、新たな系統的で効果的な調査の実施とその結果に基づく水管理政策シナリオの提示を行った。

・**サイゴン・ドンナイ川流域**において、ドンナイ川上流は一般的に水質が良いが、水質に影響を与える問題としては、コーヒーなどの換金作物の栽培や、タピオカなどの栽培とそれを加工する工場からの排水が直接放流されるなどの問題がある。これに対して、サイゴン川上流にあるヨウティン貯水池では、養殖漁業が盛んとなり、汚濁物質の流入量が増えている。このため、2005年から2006年にかけて行った水質調査では、乾期に貯水池の底部で溶存酸素がほぼゼロとなることがあった。サイゴン川中流域は、硫酸酸性土壌の支流を抱え、pH4以下の水が流れ込む。このため鉄やマンガンの濃度が上昇し、水利用の障害となっている。下流域では、ホーチミン市からの汚水の大半が未処理のままサイゴン川に流されており、深刻な水質汚濁を引き起こしている。これらの改善のためのシナリオを提示した。

3) 各流域の水課題の構造の集約、わが国首都圏河川流域の水政策の歴史的経緯整理および、水政策シナリオ作成支援のためのナレッジマイニングシステム(KMS)の開発(グループ1)

・**地下水の利用**について、問題が深刻化しているベトナムの紅河(ハノイ)平野、メコンデルタ、ホーチミン平野、タイのチャオプラヤ平野、およびバングラデシュとインドにまたがるガンジス平野を取り上げた。研究では、まずそれらの地域の地下水の賦存状況、その利用と過度の汲み上げによって生じた障害、さらにその防止のために採られた地下水保全政策を歴史的な経緯とともに社会経済的側面を明らかにした。その上で、今後地下水資源を持続的に有効に活用するため、管理し保全するための施策について考察した。

・**水問題の横断的な整理**として、本報告に示されるそれぞれの流域での水問題・水政策シナリオを流域ごとに検討した。特に水問題に関しては「アジアの流域水問題」(技報堂出版)として、書籍の形で成果を公表した。また、先進的な取組みがなされている欧米や日本の流域圏についても同様に整理し、流域水問題への解決が期待される自然共生流域圏の形成について考察した。

・我が国の**首都圏河川流域**では、高度成長期に急激な人口流入と都市域の拡大に伴い様々な水政策が実行された。それらの水政策を整理・総括し、当時首都圏河川流域が置かれていた状況および経験した変動外力(人口変動に起因するもの)との関係から、水政策の効果発揮の条件等を抽出し、その普遍性、個別性を評価し、モンスーン・アジア地域等への適用可能性を議論した。

・**KMS(ナレッジマイニングシステム)の構築**として、本研究で行われたアジアの代表的な河川流域についての水問題の分析・評価、影響評価、対策・政策シナリオの提示や首都圏河川流域の水政策分析、さらに水政策適用という観点からのこれら流域の横断比較を踏まえ、アジア向け流域水問題解決に資する二種類の経験・知識情報集約システムの開発を行った。

一つは、従来国内外で展開された水政策・マスタープランも加えて、課題項目別での事例参照が可能な方法である。(Excel型 KMS-1)。もう一つはクロスリレーショナルデータベースとして水課題、水政策を参照するシステムを構成し、その機能や有効性について検討した。(wiki型 KMS-2)。

§ 2 研究構想及び実施体制

(1) 研究構想

流域における適切な水循環の確保や環境保全をめざして持続可能な方策を選択していくためには、自然的な制約条件のみならず、時代性を踏まえた社会的な条件の考慮が必要である。これらの条件は懸案地域に固有な課題を提起し、各国・地域は複雑な制約条件のもとにそれらの問題解決への取り組みがなされてきている。特に、モンスーン・アジア地域等では多様な地理的条件のもと、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。各地域のさまざまな水問題を適切に認識し、課題克服への努力や経験を理解することは、より適切な流域水管理の方策を構築するために不可欠である。

本研究では、アジア地域等の水問題解決への貢献をめざし、湿潤地帯から乾燥地帯にわたるアジア地域において条件の異なる典型的な水問題を抱える河川流域を選び、気候変動の影響を考慮しながら、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、問題解決のための水政策シナリオの提言を目的としている。加えて、これら各国地域の水管理の問題や対策を参照して、新たな水政策シナリオ作成を支援するために、さまざまな経験や知識情報を集約するために、「ナレッジマイニング(知識・経験の発見的掘り起こし)システム」の開発をめざす。この経験や知識情報の集約では当初「ツールボックス」という用語を用いていた。実際の現地で有用な解決方法が無味な道具の組み合わせのみで達成できるかのような誤解を避けるために、経験・知識情報の抽出とそこから得られる対策への知恵こそが重要との視点から、目標に合う用語に転換している。

(2) 実施体制

研究構想に基づく研究目的を達成するために、図1. 1に示す研究体制のもと、下記、下表に基づく研究チームの構成で研究を実施した。

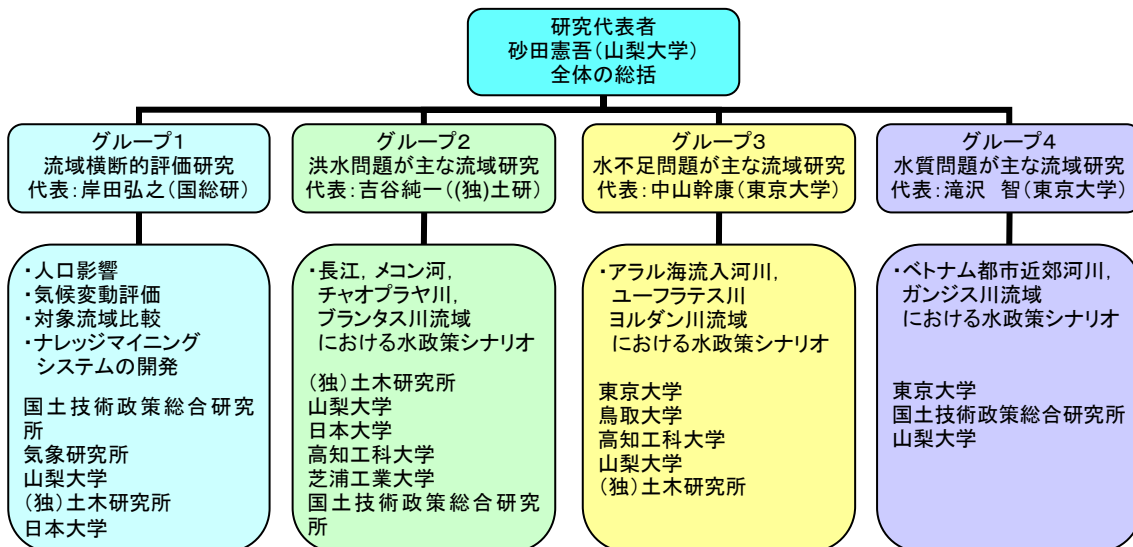


図1. 1 研究体制

< 研究の項目と位置づけ >

- A. 外力変動の評価(グループ1)
- B. 水政策シナリオの作成(グループ2、3、4)
- C. 流域横断的評価と水管理のためのナレッジマイニングシステムの開発(グループ1)

グループ名	研究代表者又は主たる共同研究者氏名	所属機関・部署・役職名	研究題目
流域横断評価グループ	○岸田 弘之	国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 部長	A. 外力変動が水循環に及ぼす影響についての解析と予測 C. アジア地域における水管理ナレッジマイニングシステムの開発
	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研究部 教授	
	吉谷 純一	(独)土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 上席研究員	
	鬼頭 昭雄	気象庁 気象研究所 気候研究部 部長	
	西本 晴男	国土交通省 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター センター長	
	藤木 修	国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 部長	
	吉川 勝秀	日本大学 理工学部 教授	
	村上 雅博	高知工科大学 工学部 教授	
	北村 義信	鳥取大学 農学部 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	
滝沢 智	東京大学大学院 工学系研究科 教授		
洪水問題中心の流域グループ	○吉谷 純一	(独)土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 上席研究員	B-1. 洪水問題が中心となる流域における水政策シナリオ作成 C-2. ナレッジマイニングシステムの開発と水管理の支援手法
	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研究部 教授	
	村上 雅博	高知工科大学 工学部 教授	
	岸田 弘之	国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 部長	
	西本 晴男	国土交通省 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター センター長	
	吉川 勝秀	日本大学 理工学部 教授	
水不足問題中心の流域グループ	○中山 幹康	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	B-2. 水不足問題が中心となる流域における水政策シナリオ作成 C-2. ナレッジマイニングシステムの開発と水管理の支援手法
	北村 義信	鳥取大学 農学部 教授	
	村上 雅博	高知工科大学 工学部 教授	
	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研究部 教授	
水質問題中心の流域グループ	○滝沢 智	東京大学大学院 工学系研究科教授	B-3. 水質問題が中心となる流域における水政策シナリオ作成 C-2. ナレッジマイニングシステムの開発と水管理の支援手法
	藤木 修	国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 部長	
	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研究部 教授	

§ 3 研究実施内容及び成果

3.1 研究チーム全体として、

モンスーン・アジア地域等では多様な地理的条件のもと、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。加えて、これまでになかった地球規模の水循環変動も危惧される。各地域のさまざまな水問題を適切に認識し、課題克服への努力や経験を理解することは、より適切な流域水管理の方策を構築するために有意義である。本研究では、アジア地域等の水問題解決への貢献をめざし、湿潤地帯から乾燥地帯にわたるアジア地域において条件の異なる典型的な水問題を抱える河川流域を選び、気候変動の影響を考慮しながら、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、問題解決のための水政策シナリオの提言を目的とした。

「シナリオ」は、狭義では場面や計画の手順を示す用語ではあるが、後述するような流域の課題の多様性、課題改善へ取り組みの戦略性を勘案して、水管理のための政策提案、問題軽減に向けての必要条件・不可欠な視点等を総合して「水政策シナリオ」と呼称することにする。

はじめに、複数の気候モデル(大気海洋結合モデル)の結果を用いるマルチモデルアンサンブル手法により、地球温暖化に伴う河川流量の将来変化予測を行った。これらの気候モデルの水平分解能は100－300km程度と粗いため人間生活や産業に大きな影響を及ぼす極端現象(たとえば洪水と渇水)の変化の将来予測をより明解に把握するため、気象研究所で開発した高解像度(約60km格子)全球モデルによる温暖化実験を行い、河川流量の将来変化も調べた。

続いて、洪水問題が中心となる河川流域として、中国長江、メコン河、タイ国チャオプラヤ川、ブラタス川の各流域を対象に、遊水地の管理運用をとりあげて、治水と農業政策の競合と法制とその制度移転の可能性、国際河川における流域全体の河道の管理と生態環境の保全、我が国の事例と比較しながらの都市域総合治水の事例と効果、水問題の自然的条件・社会的条件の整理、開発に伴う流域の変化と水・土砂管理などについて、詳しい調査に基づいて、水政策シナリオの提案を行った。

次に、水不足問題が中心となる河川流域として、小アラル・シルダリア川、チグリス・ユーフラテス川、ヨルダン川の各流域を対象に、二次的塩類集積防止のための水管理、水・塩ストレスによる主要作物の生育障害の回避策、上下流間の利水競合の調整案を提示した。また、国際河川に於ける流域国間での交渉・調整法に及ぶ新たな試みもなされ、国および外国の専門家が参加する「専門家会合」の開催などで科学者の役割および事例を示した。さらに、将来の水資源の脆弱性を指摘した上で、非伝統的な水資源の開発を含む水管理シナリオなどについても提案した。

さらに、水質問題が中心となる河川流域として、ガンジス川、ベトナム国サイゴン・ドンナイ川の流域を対象に、主要支川のヤムナ川を主な対象としてデリー市での系統的な水質調査結果に基づく水質環境の実態と改善のための水管理政策シナリオ、利水用貯水池での水質悪化の原因など都市化人口集中に伴う表流水・地下水環境の実態および社会的な背景、環境改善のシナリオ等について提案した。

一方、各流域の水課題の構造や水政策シナリオを横断的に評価集約し、わが国首都圏河川流域の水政策の歴史的経緯と評価を進めた。すなわち、代表的な地域での地下水保全政策を歴史的な経緯とともに社会経済的側面を明らかにした上で、今後地下水資源を持続的に管理し保全するための施策について考察した。加えて、本報告に示されるそれぞれの流域での水問題・水政策シナリオを流域ごとに提示した。また、急激な人口流入と都市域の拡大に伴い様々な水政策が実行された我が国の首都圏河川流域での水政策を整理・総括し、水政策の効果発揮の条件等を抽出し、その普遍性、個別性を評価し、モンスーン・アジア地域等への適用可能性を議論した。

最後に、これら各国地域の水管理の問題や対策を参照して、新たな水政策シナリオ作成を支援するために、さまざまな経験や知識情報を集約するために、二つのタイプのナレッジマイニング(知識・経験の発見的掘り起こし)システムの開発を行った。

3. 2 気候モデルによる気候変動外力の評価(グループ1:気象庁気象研究所)

(1) 研究実施内容及び成果

1) 研究の目的と概要

本サブテーマでは、全球気候モデルを用いたシミュレーションにより、地球温暖化に伴う河川流量の将来変化予測を行った。最新の気候モデルでもその再現性は十分ではなく、その予測には不確実性がある。そこでまず、複数の気候モデル(大気海洋結合モデル)の結果を用いるマルチモデルアンサンブル手法により、河川流量の将来変化予測を行った。ここでは世界気候研究計画(WCRP)気候モデル相互比較実験(CMIP3)として行われた世界各国の研究機関の気候モデル結果を用いた。これらのモデル結果は IPCC 第4次評価報告書(AR4)にも用いられている。ただし、これらの気候モデルの水平分解能は100-300km程度と粗く、細かい分布を表現することはできない。またマルチモデル平均の性質として、降水分布をはじめとする本来細かい空間分布を持つ物理量についても、その将来予測変化の分布を含めて、空間パターンが平滑化される傾向があることに注意が必要である。

河川流量の予測では降水分布の予測はきわめて重要であり、その降水は細かい地形とよく対応している。また、人間生活や産業に大きな影響を及ぼす極端現象(たとえば洪水と渇水)の変化の将来予測が問題となってきており、それらは時間・空間的に解像度の高いデータでないと表現できない。そこで、本サブテーマでは気象研究所で開発した高解像度(約60km格子)全球モデルによる温暖化実験を行い、河川流量の将来変化を調べ、極端現象に主に焦点を当てた解析を行った。単一モデルの結果であるためマルチモデルの結果に比して広域の予測の信頼性は疑問視されがちだが、極端現象の予測を可能にするという意味で、単一高解像度モデルの結果を用いた将来予測は、マルチモデルによる将来予測を補完する役割を果たすと考えられる。

2) CMIP3 モデルアンサンブルを用いた河川流量の将来変化予測

2007年のAR4の発行に先立ち、世界の多数の気候モデルを用いて、19世紀後半から20世紀末までの気候再現、ならびに21世紀はじめから21世紀末(23世紀末)までの気候変化予測の数値シミュレーションが実施された。それらの計算結果は多くの気候研究者による解析的研究に用いられた。

本サブテーマではその一環として、19の気候モデルによって計算された現在(1981-2000)

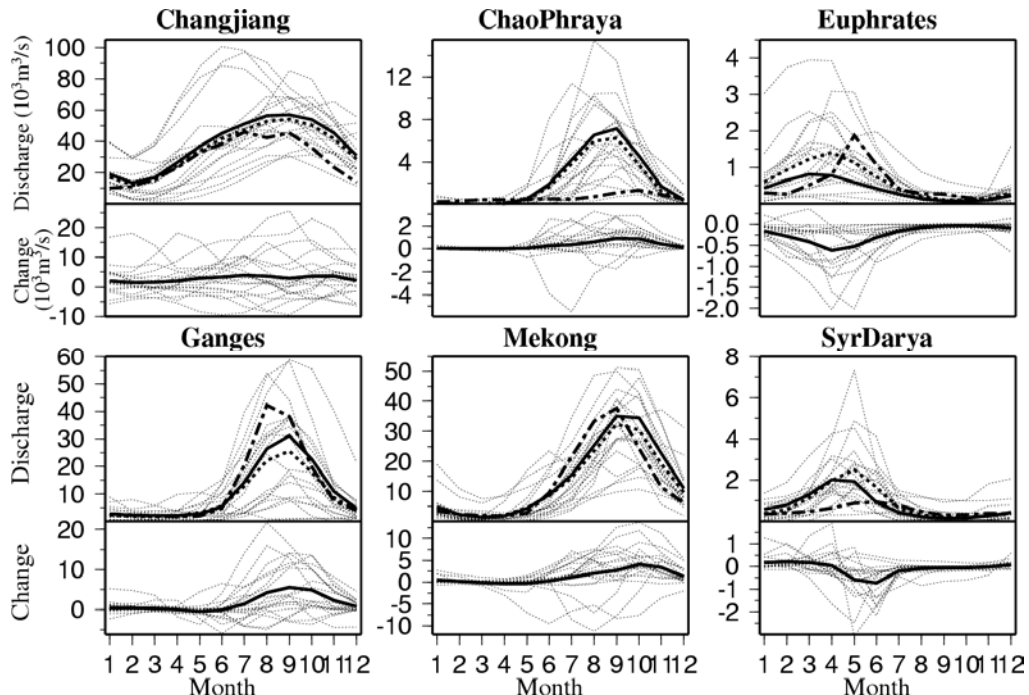


図1. 1 各月の河川流量(上)と将来の変化量(下). 太一点破線は観測値, 太点線はモデル平均した現在再現の河川流量, 太実線は将来の河川流量, 細点線は個々のモデルの結果を

表2.1 60km モデルによる実験設定

実験の種類	ターゲットとする期間	温暖化気体の濃度	SST(海面水温)
現在条件ラン	20 世紀後半	CO2=348.0ppm CH4=1.650ppm N2O=0.306ppm	1982 年から 1993 年の 12 年平均観測海面水温
将来条件ラン (SRES A1B シナリオ)	21 世紀中頃	CO2=528.8272ppm CH4=2.7010ppm N2O=0.3570ppm	気象研究所大気海洋結合モデルにより得られた20世紀後半の SST と21世紀半ばでの SST の平均 との差を、現在条件ランの SST に上乘せ

と将来(2081-2100、ただし温室効果気体濃度等は A1B シナリオの場合を解析した。これは21世紀末頃の温室効果気体濃度が20世紀末の約2倍となる中排出シナリオである。)における河川流出量を、気象研究所で開発している河川モデル(GriveT: Global River flow model using Total Runoff Integrating Pathways (TRIP))に与えることにより、24の主要河川の河川流量の温暖化に伴う変化を調べた(Nohara et al., 2006)。ただし、河川モデルにはダムなどの人口構造物や灌漑の影響は考慮されていない。ここでは特にアジアの6つの河川(長江、ガンジス川、チャオプラヤ川、メコン川、ユーフラテス川、シルダリア川)の将来予測結果を示す。ただし以下で、現在から将来にかけての変化を変化率の数字として示しているが、その予測の信頼性の評価は今後の課題であり、具体的数値の利用には注意が必要であることに留意してほしい。

図2.1の左上は、長江の下流域の格子点における河川流量のマルチモデル平均(現在条件ラン=点線、将来条件ラン=実線)、ならびに観測された河川流量(一点破線)の季節進行を示している。なお細い線は一つ一つの個々の気候モデルの現在条件での再現計算結果に基づく河川流量である。長江中下流域は5月から10月にかけて雨季であるようなアジアモンスーン域にあり、観測される河川流量の季節進行もそれを反映している。個々の気候モデルの再現計算結果に基づく河川流量には観測値とかなり異なるものも見られるが、それらを平均した結果であるマルチモデル平均による現在条件ランの河川流量は観測値に近い季節進行を示していることから、気候モデルによる再現性は十分にあり、その将来予測も信頼してよいと期待される。

長江流域同様、温暖化にともなう大気中の水蒸気量の増加や水循環の強化によって、現在気候で降水が比較的多い領域は降水量が増加する傾向にある。図2.1左下はガンジス川、中上はチャオプラヤ川、中下はメコン川の、それぞれの下流域における河川流量の観測値ならびに河川モデルによるシミュレーション結果を示している。これらはいずれも5ないし7月から10月頃にかけて雨季となり、その季節に河川流量も多い。マルチモデル平均による21世紀末の予測結果によれば、年平均河川流量はそれぞれ約18、5、5%増加することが示された。これらの流域でも長江同様、水量の多い雨季に流量が増加することが示されており、将来において洪水が増加する可能性があることが示唆される。ただし、メコン川については、2月から5月ごろの渇水期に水量が減る予測が示されており、渇水の頻度が増加する可能性もある。こうした、平均量の変化とは同じ向きのみならず逆向きの極端現象が起りやすくなる傾向は、温暖化にともなう気候変化の特徴としてよく指摘されるところである。

他方、現在気候で降水量が比較的小さい領域では、さらに乾燥化が進み降水量が減少する傾向にあることが知られる。図2.1右上はユーフラテス川下流域での河川流量である。この流域の多くは乾燥域にあり、12月から4月にかけてやや降水が多いが、6月から10月頃にかけてはほとんど降水がない乾季であり、観測ならびに再現された河川流量もそれを反映している。気候モデルの将来予測によれば年平均降水量は約15%減少し、河川流量は約38%減少することが示され、年間を通じて渇水の可能性が高まることが示唆される。陸上では時間平均的にはどこでも降水量は蒸発と河川流出の和として考えられ、乾燥域では降水量の多くは蒸発となり、河川に流出される割合は低い。温暖化にともない蒸発が増加しやすい傾向にあるため、降水量が減少すると河川流出はそれ以上の割合で減少する傾向にある。

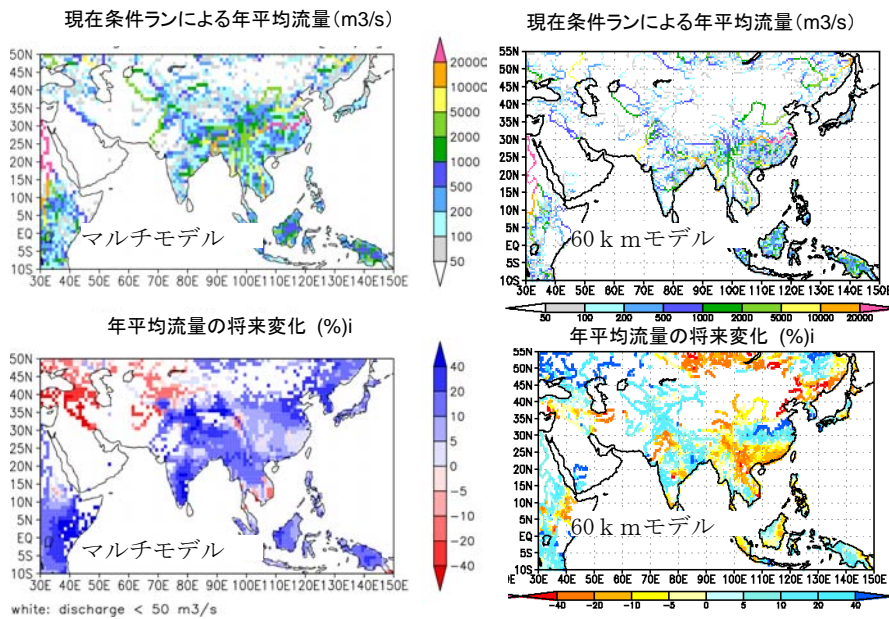


図2.2 現在ランによる河川流量(m^3/s ; 上段)と将来変化(%; 下段)。左はマルチモデルで右は60kmモデル(河川モデルの解像度はそれぞれ1度と0.5度)。

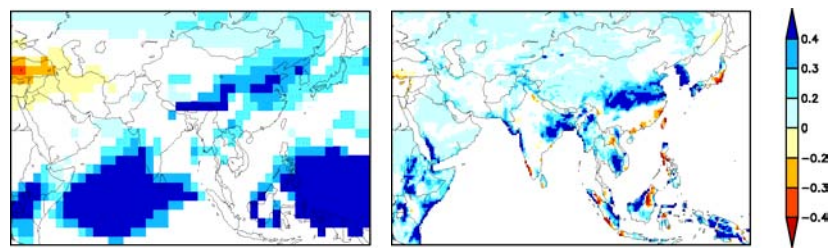


図2.3 年降水量(mm/day)の将来変化。左はマルチモデルで右は60kmモデル。色つきは有意水準95パーセント以上の領域。60kmモデルでは陸上のみ描画している。

図2.1右下は同じく乾燥域にある、シルダリア川下流域の河川流量である。この流域では上流域での降水の増加のため降水量はほとんど変わらないものの、蒸発の増加にともない、河川流量は約10%減少すると予測され、渇水の増加も示唆される。なおユーフラテス・シルダリア両河川とも、上流域には積雪域を有し、その融雪の早まりから、河川流量のピークは早まる傾向にある。

3) 全球60kmモデルによる河川流量の極端現象の将来変化予測

先の研究では、複数の低解像度気候モデルのデータを用いて、毎月の河川流量変化について調べたが、ここでは気象研究所で開発している水平解像度60km相当の高解像度全球大気大循環モデル(以下60kmモデル)を用いて、極端現象(洪水や渇水の規模や頻度)に焦点を当てて解析を行った。表2.1の設定で、現在条件ならびに将来条件のもとで各30年間のシミュレーションを行った。河川流量は、マルチモデル平均による研究と同様、大気モデルで得られた河川流出量を河川モデルGriveTに与えて評価した。

図2.2に現在条件ランによる年平均河川流量と将来変化を示す。現在条件ランの河川流量はマルチモデル平均と60kmモデルとで大きな差は認められない。一方、将来変化については西アジアでは前者が減少する一方で後者は増加し、逆の予測結果となっている。こうした食い違いは華南などでも見られるが、現在の気候モデルの予測には不確実性があるため、このようなモデル間の結果の不一致は避けられない。ただし、図2.3はマルチモデル平均と60kmモデルの年降水量の将来変化であるが、変化傾向が統計的に有意な領域に注目すれば、たとえば地中海沿岸での減

表2.2 現在-将来予測流量統計値の比較

左上:年平均流量(m³/s)の現在と将来及び将来変化(%)

右上:L-moments法で推定した将来の年最大日流量の再起確率年。基準となる再起確率値は、現在の再起確率5、10、20年の値を使用した。尚、-は推定誤差が大きかったもの

下段:現在、将来各30年間の渇水イベント数、平均渇水継続日数(日)、平均渇水量(m³/s)

尚、-は5パーセンタイルの閾値ではうまく解析できなかったもの

河川名	年平均流量 (m ³ /s)			河川名	現在の年最大日流量 y-年再起確率値の将来における再起確率年		
	現在	将来	変化(%)		5年	10年	20年
長江	31097.0	33814.0	8.7	長江	2.4	3.5	4.9
メコン	8115.2	8670.1	6.8	メコン	4.4	15.3	-
チャオプラヤ	485.0	505.3	4.2	チャオプラヤ	7.9	-	-
ブランタス	242.3	289.9	19.6	ブランタス	3.1	7.5	16.1
アムダリヤ	1728.7	1884.7	9.0	アムダリヤ	4.0	6.5	10.9
ユーフラテス	1031.1	991.0	-3.9	ユーフラテス	8.2	13.8	20.0
ガンジス	10602.5	11300.5	6.6	ガンジス	2.1	3.7	8.4
インダス	6895.9	7268.9	5.4	インダス	7.1	18.1	-
ヨルダン	14.1	9.5	-32.1	ヨルダン	14.3	19.1	21.9

河川名	現在			将来		
	渇水イベント数	平均渇水継続日数	平均渇水量	渇水イベント数	平均渇水継続日数	平均渇水量
長江	19	29	811046.7	18	34	53333.6
メコン	27	21	1456.0	28	25	1758.3
チャオプラヤ	24	24	-	23	23	-
ブランタス	27	21	0.5	36	46	1.2
アムダリヤ	22	25	58.8	14	31	78.3
ユーフラテス	19	30	161.6	22	40	285.1
ガンジス	20	29	327.4	18	36	455.3
インダス	18	32	571.3	10	28	514.1
ヨルダン	123	4	-	117	5	-

少や華中で増加域が東西に延びることといった特徴は一致していることから、両者はおおむね一致していると考えられる

次に60kmモデルの結果を用いて洪水と渇水に焦点を絞って解析を行った。洪水災害は多くの場所では最大流量と強く関係し、現象の継続期間との関係は小さいため、洪水リスクの評価は年最大日流量の頻度をもって行った。解析には L-moments 法(Hoskins, 1994)を用いて再起確率年を推定した。L-moments 法は、限られたサンプルから、そのサンプルの母集団に最適な極値分布関数を精度良く推定する手法であり、最近では大雨の発生頻度解析などで利用されている。

一方渇水については、災害が量だけでなく継続期間とも関係が深いため、両者をあわせて解析できる SPA 法 The Sequent-Peak Algorithm; Vogel and Stedinger, 1987)を採用した。SPA 法では渇水判定の閾値が必要だが、ここでは現在気候における日流量 5 パーセンタイル値にした。閾値を越えて流量が少ない状態が継続している場合を渇水イベントと定義し、一つの渇水イベントの継続日数を渇水継続日数と呼ぶことにする。また、不足量(閾値-流量)を渇水期間に渡って積分したものを渇水量と定義する。平均渇水継続日数は渇水継続日数を渇水イベント数で割ったもの

で、平均渇水量も同様である。

年平均流量(表2. 2上段左)を見ると、乾燥・半乾燥域のユーフラテス川とヨルダン川で年平均流量が減少しているが、他の河川では増加している。特にヨルダン川では32パーセントも減少している。次に洪水リスクの指標として、年最大日流量の再起確率年について調べた結果(表2. 2上段右)を見てみよう。表中の値は、現在気候で年最大日流量の5、10、20年の再起確率値が、温暖化時にどのような再起確率年で発生するか推定したものである。洪水が問題となっているような長江、ガンジス川、ブランタス川では、確率的に現在20年に1回程度の大きな流量が、将来はそれぞれ4.9年、8.4年、16.1年と頻度が増加している。特に長江では洪水頻度の増大が著しいが、これは気温の増加によって、ベンガル湾から進入し東北東進する夏季モンスーン風に伴う水蒸気フラックスが増大することと、太平洋高気圧が強まって西に張り出すことで、梅雨期の下流域での水蒸気収束が非常に強くなることに起因している。次に渇水について調べた結果(表2. 2下段)を見てみると、メコン川、ブランタス川、アマダリア川、ユーフラテス川、ガンジス川では平均渇水量が増加している。メコン川、ブランタス川、ガンジス川は、一般的な湿潤域の変化傾向と同様に年平均流量は増加しているが、乾季における降水量が減少していた。これらの場所ではエルニーニョ発生時に高温・乾燥傾向であることが知られているが、将来条件ランで与えたSSTがエルニーニョ的な分布であることが、この地域で渇水量が増加した原因の一つと考えられる。一方乾燥・半乾燥域のユーフラテス川では、年平均流量が大きく減少し、かつ平均渇水継続日数、平均渇水量共に大幅に増加するため、渇水リスクは著しく大きくなる。尚、ヨルダン川では年平均降水量は-32.1パーセントも減少しているが、年間をとおして流量が少ないため、今回設定した5パーセントの閾値では、平均渇水量の計算がうまくできなかった。

以上まとめると、現在洪水が主な問題となっている河川では次のような結果となった。長江では、年最大日流量の頻度が著しく増大し、洪水リスクが高まる可能性がある。メコン川とチャオプラヤ川では、年平均流量は増加するが、洪水と渇水に目立った変化は見られない。ブランタス川では洪水頻度が増大し、かつ渇水日数は現在の2倍以上に伸びるため、洪水と渇水の両方のリスクが高くなる。また、現在水不足が主な問題となっている河川では、アマダリア川のように年平均流量が増える河川でも渇水期間の長期化や渇水量の増加により、乾季における渇水リスクは高まる傾向にある。ユーフラテス川ではもともと渇水時期の流量が少ないため、わずかな変化でも影響が大きい。将来年平均流量が-3.9%減少するのに対して、渇水期間は約30%長くなり渇水量も76%増加する。また、水質が問題となっているガンジス川では、渇水日数と渇水量がそれぞれ20%、40%増大すること、また気温が上昇することから、流量の少ない時期の水質汚濁が更に進む可能性が

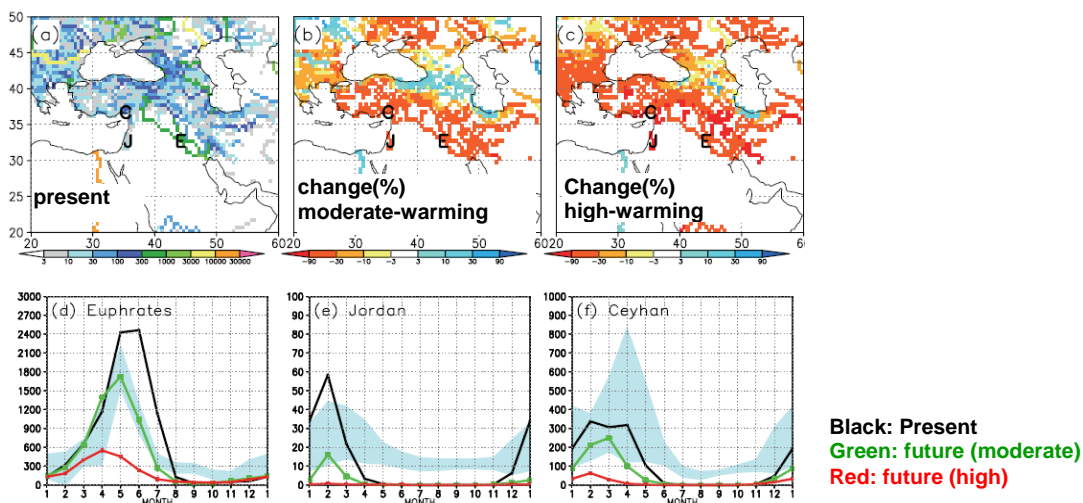


図2. 4 現在条件ランでの年平均流量(上段左)と MW での将来変化(上段中央)、HW での将来変化(上段右)。ユーフラテス川(下段左)、ヨルダン川(下段中央)、セイハン川(下段右)の月平均流量(m^3/s)の季節変化。黒線は現在条件ラン、緑線と赤線はそれぞれ MW と HW である。水色の影は観測値の $\pm\sigma$ の範囲を表す。

考えられる。

4) 全球 20km 気候モデルによる、中近東の温暖化影響評価

中近東は水資源に脆弱な地域の一つであり、地球温暖化に伴う降水の将来予測が高い精度で求められている。ここでは水平解像度20km相当の超高解像度全球大気大循環モデルで得られた河川流出量を用いて、中近東の河川流量の将来変化を調べた。将来変化について、モデルに与える海面水温の昇温の違いで2つの設定 (moderate-warming: MWとhigh-warming: HW)を用いた。図2. 4に河川流量の現在と将来変化 (MW, HW) の分布図とユーフラテス川、ヨルダン川、セイハン川の月流量の季節変化を示す。温暖化によって、将来この地域での河川流量が減少すること、また HW の方がより影響が大きい、「肥沃な三日月」が消える可能性が示唆されている (Kitoh et al., 2008)。

(2) 研究成果の今後期待される効果

マルチモデルアンサンブル手法による河川流量の将来変化予測は、世界の最新の気候モデルの予測結果を用いたこれまでにない研究であり、IPCC 第 4 次評価報告書を始め既に多くの論文で引用されており、今後も参照されていくと考えられる。

また60kmモデルおよび20kmモデルでは、全球にわたる、高解像度の地形表現とそれに伴う降水表現がなされ、複数河川における極端現象 (洪水や渇水の規模や頻度) を調べた研究がはじめて可能になった。今後、他の気候モデルでもこうした高解像度モデルを用いた研究がなされていくと思われるが、本研究はそのさきがけとなる意義深いものである。

また、本研究成果は、温暖化による水資源への影響予測のための貴重な資料として、水資源に関わる多くの研究者や政策実務者に利用されると期待される。

3. 3 洪水問題が中心となる河川流域における水政策シナリオの作成 (グループ2: 土木研究所, 山梨大学, 日本大学, 芝浦工業大学, 高知工科大学, 国総研危機管理技術研究センター)

3. 3. 1 長江流域

(1) 研究実施内容及び成果

1) 研究方法

研究対象の長江の洪水災害や治水の実態把握は、本研究を進める上で必要不可欠な基礎資料であるため、この情報収集を円滑に進めるため、水利部水利水電科学研究院 (水科院) と協力協定を締結し、水科院をとおして水利部や長江水利委員会から情報収集できる体制を構築すると共に、元在中国長期専門家を研究メンバーに加えて研究を進めた。通常、資料やデータは文献調査や現地調査により入手するが、本研究の場合、文献が非常に限られる、現地調査をしようとしてもその許可が中国

政府から得られず実施できないなど、当研究体制でも解決できない困難に直面した。そのため、研究に必要な情報を持つ現地専門家を水科院研究者に見つけてもらい、日本で開催するワークショップに招聘し講演をとおして情報を得る方法をとった。ワークショップは原

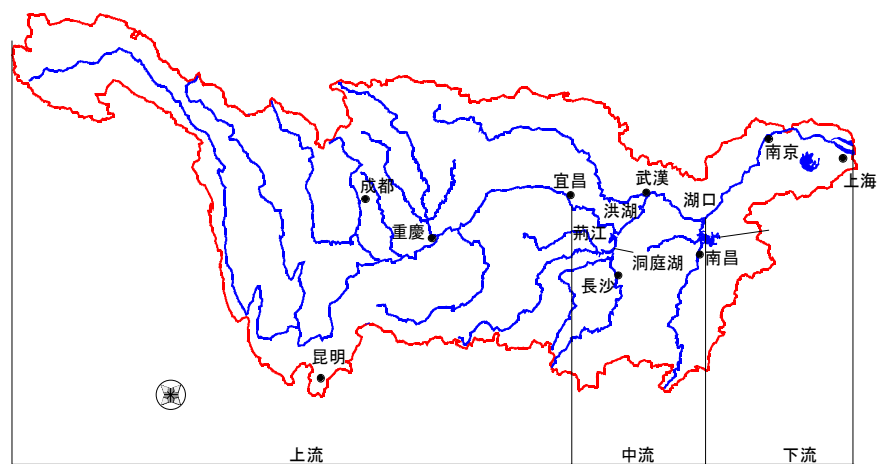


図3. 1 長江の洞庭湖の位置図 (流域面積 1,800,000 km²)

則、タイチャオプラヤ川流域研究グループと共同で開催した。講演内容で紹介された事実は後日引用できるよう、講演内容を土木研究所・科学技術振興機構の共同研究報告書等として出版した。このようにして入手した情報を元に水問題や政策シナリオに関する分析を行った。

2) 研究内容

長江で1998年に発生した大洪水に関する

全般的な課題を文献及び現地専門家招聘によるセミナーから調査し、中国政府はこの大洪水を転機に治水政策を転換し、その実行のため遊水地の機能回復のためいくつかの施策を実施していることがわかり、洞庭湖における遊水地を主な対象として研究を進めることにした。長江流域と洞庭湖の地図を図3. 1および図3. 2に示す。研究では、定期的に現地専門家を招聘しワークショップをタイチャオプラヤ川流域の治水政策研究者と合同で開催し、日本の遊水地事例を含めた比較分析研究を行い、施策の海外技術移転シナリオを提示した。

3) 研究成果

長江の治水計画の歴史的レビューを行い、1998年洪水の治水政策転換(32文字の方針と各種実行プログラム)を歴史的に評価した。その概要は以下のとおりである。

- ① 長江の大洪水災害(表3. 1)と治水の歴史をその政策の観点から分析し、以下の6年代に分析した。
 - (a) 1730年以前:人口比較的少なく輪中堤中心
 - (b) 1730~1920年:人口増加による氾濫原の開発と被害増加。
 - (c) 1920~1949年:人口急増と「蓄洪墾殖」(後述)による遊水地建設。
 - (d) 1949~1954年:1949年洪水を契機とした荊江区間の重点的治水。
 - (e) 1954~1998年:1954年洪水を契機とした整合性のとれた治水のための組織(長江水利委員会)の設立による一元的治水。
 - (f) 1998年以降:1998年洪水を契機とした従来の構造物主体から構造物と非構造物(特に遊水地)を組み合わせた対策への変化。大規模洪水被害を避けるため洪水時の水位を今以上に上げない方針へ転換。このように、大きな災害発生を契機に政策転換がなされている。
- ② 1998年洪水後に打ち出された治水政策転換(32文字の方針と各種実行プログラム)の内、「退田還湖平垸洪行」は、河川や湖沼の干拓によって造成された耕地を湖に戻し、垸(輪中堤)を撤去し洪水を円滑に流す方針であり、洪水水位を今以上に上げない方針と連動したものである。これは、単なる理想でなく、遊水地の居住者が増加し、分洪が非常に困難となってしまった治水上の大問題を本気で解決しようとする強い方針である。実際この方針に沿った法律が整備され、具体のプログラムが複数実行された。長江流域全体で遊水地に指定されている区域内の1461の輪中から総数約242万人(62万世帯)の移転が計画され、その一部が実行された結果、

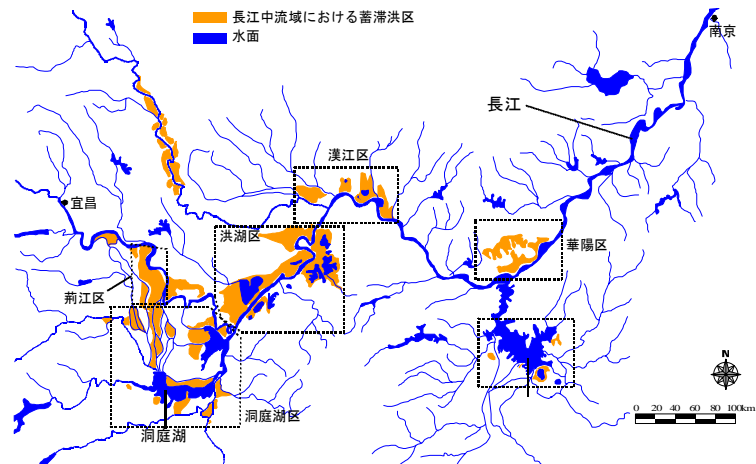


図3. 2 長江中流域に沿う遊水地

表3. 1 長江における最近の主な洪水とその被害額

洪水発生年月	被災面積 (km ²)	死者数 (人)	経済損失(洪水発生当時の金額)
1931年6-8月	37,730	145,400	13.8(億銀元)
1954年5-7月	31,700	33,169	100(億元)以上
1998年7-8月	65,200	2292	1345(億元)

図3. 3中に示したとおり洞庭湖において水面面積 778km² 相当の遊水地容量が回復した(情報源は現地政府資料を引用した講演による。元資料の確認はできていない)。遊水地内の居住者増加は失敗事例と言えるが、部分的にであれ適切なマネジメントによりその関係を打ち切った成功事例と言える。

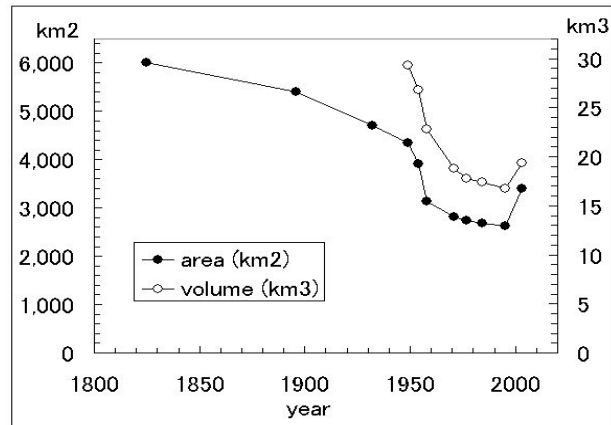


図3. 3 洞庭湖の水面面積と貯水容量の減少

- ③ 遊水地内の居住者増加は、1920～1940年代の人口急増期に「蓄洪墾殖」という大洪水時には長江の洪水を蓄え通常時は田圃として土地を利用する当時としては効率的な多目的利用の政策が根本的原因である。遊水地内住民の移転を実行に移せた理由は、1998年洪水を契機に遊水地の重要性が広く認識されたこと、住民移転を比較的簡単に実行できる社会体制であること、食糧生産はかつてほどの重要性がなくなったこと、住民移転を促進するための法律及びプログラム・補償制度が整備されたこと、すぐに移転できない住民への水害補償制度も以前から淮河流域で社会実験を行っていたためすぐに実行できたことなど、整合性をもった施策群が実行されていたためである。

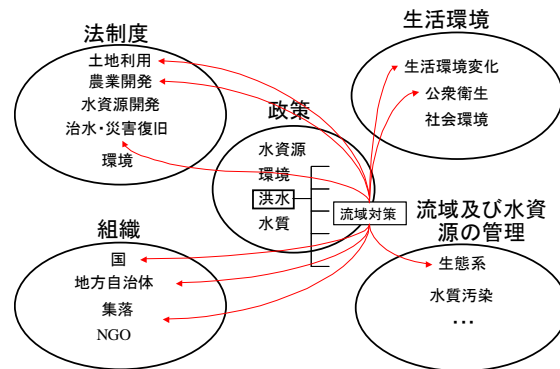


図3. 4 長江における洪水調節と他政策との関係

- ④ 長江における遊水地の課題と治水分野以外の課題との構図を、KMS1で挙げられる項目から関連性が高いと考えられる項目を選別し図化すると Fig. 4 のとおりとなる。例えば、生活環境についてはこの地域に居住する住民の生活環境は他地域と比較して良好とは言えないため、補償金を受けた洞庭湖外への移転は実行しやすい関係にある。このような関連性の方向(施策を促進か抑制かの別)、その強さ・影響度を評価することにより、遊水地建設のような施策を実行しやすいかどうかを判断できる。

さらにタイチャオプラヤ川流域や日本の治水との比較をとおした他国への技術の適応シナリオに関して、以下が考察された。

- ⑤ チャオプラヤ沿川には計画遊水地が存在しないが、下流での氾濫被害の危険性が高まると中流域の農地利用者は自主的に氾濫させる慣習があったため、事実上大きな遊水機能を発揮してきた。しかし、近年の輪中堤の建設により遊水機能が失われつつあり、バンコクの氾濫リスクが増大している。地元の治水専門家は上下流問題を調整できない行政組織が大きな問題と認識している。
- ⑥ 利根川流域には、江戸時代から明治まで運用したかつての中条堤、土地を買い上げ建設した渡良瀬遊水地、地役権設定により建設した母子島遊水地、戦後の農地開拓事業と連携して建設した田中調節池など、様々な形式の遊水地が見られる。それぞれの方式がとられたのは地形・水文等の物理的要因ではなく、その時々々の社会的背景の影響と、法的位置づけの有無の影響がはるかに大きい。
- ⑦ 長江で見られた遊水機能回復の方策は、簡単にタイやその他の国に適応はできない。それは、②で示した諸条件や図3. 4で示した他政策との整合性が他国では担保されないからである。

表3. 2 遊水地管理の促進と阻害に関する評価概念表

KMS項目		中国遊水地機能縮小	中国退田還湖	日本中条堤	日本の現在	タイの農地氾濫利用慣習	タイの上下流問題	
A: 政策実施環境	【上位目標】	A1. 国家政策、計画	↓↓	↑↑↑		↑		
		A2. 地方政策、計画、枠組						
		A3. 土地利用に関わる法制度	---	↑↑		↑		
	【法制度、条例等の制定、整備、強化】	A4. 都市開発に関わる法制度	↓↓↓		---	↑	↓↓↓	↓↓↓
		A5. 農業開発に関わる法制度	↑	↑↑↑		↑↑↑	↓↓↓	
		A6. 河川管理に関わる法制度						
		A7. 水資源開発に関わる法制度						
		A8. 治水、災害復旧に関わる法制度	↑	↑↑↑			↑↑↑	↓↓
		A9. 環境に関わる法制度		↑↑↑		↑		
B: 組織の機能、活動、情報の共有	【様々な組織の役割】	B1. 国、行政の役割					↓↓↓	
		B2. 地方政府、地方自治体の役割			↓↓↓		↓↓↓	
		B3. 河川管理機関の役割						
		B4. 環境関連機関の役割						
		B5. 水資源開発実施機関の役割						
		B6. 国際機関の役割						
		B7. 民衆組織、NGOの役割						
		B8. 組織の設備、能力			---	↑↑		
		B9. 組織の予算			---	↑↑		
	【組織および社会における活動】	B10. 組織への技術移転、訓練						
		B11. 組織の設立						
		B12. 市民社会と地域社会の参加						
	【情報の共有】	B13. パートナーシップの構築						
		B14. 水管理に関する教育カリキュラム						
		B15. 利害関係者とのコミュニケーション						
		B16. 意識向上のための情報および透明性						
		B17. 対立の解決			---			
		B18. ビジョンの共有			↑↑↑			
B19. 合意形成								
C: 水問題に関する現状、課題、評価	【生活環境】	C1. 社会環境	↓↓↓					
		C2. 公衆衛生	↓↓↓	↑↑				
		C3. 開発に伴う生活環境変化	↓↓↓	---				
	【空間・流域管理、土地利用】	C4. 都市開発						
		C5. 村落開発						
		C6. 自然の保全、評価						
		C7. 水質管理						
	【水資源管理】	C8. 水需要、利水、配水全般						
		C9. 地下水						
		C10. 塩分遡上						
	【洪水関係】	C11. 洪水被害の現状および再現						
		C12. ダム、貯水池						
		C13. 流域対策						
		C14. 河道、河川構造物						
		C15. 排水施設						
		C16. 土壌侵食、がけ崩れ、地すべり						
		C17. 予警報システム						
		C18. 洪水時対応						
その他					↑↑↑ (農地の洪水貯留を許す国民性)			

凡例
 ↑↑ 治水機能強化を促進(矢印の数はその程度)
 ↓↓ 治水機能強化を減退(矢印の数はその程度)
 --- 関係はあるが促進とも減退とも言えない、あるいは関係不明
 空欄 関係なしあるいは不明

ある技術(遊水地建設など)の促進のためには、このような関連性分析結果で得られた促進要因を増やすとともに、可能なら阻害要因を除去または影響度を小さくすることが必要となる。

- ⑧ なお、中国は治水に関して相当の能力と資源を有しているので詳しい検討を行わなかったが、発展途上国への技術移転では常に、その技術を運用する組織や技術者個人の能力及び技術を運用する資源の有無が問題となる。一般的には、後述する KMS1 にある「組織及び社会における活動」の組織の設備・能力、組織の予算を重視し、適切に評価することが必要となる。

以上の技術の他国への適用性分析の方法論をまとめると次のようになる。

- ⑨ (a)ある国の技術事例を評価可能な要素にまで分解する。評価は便宜的に成功あるいは失敗に分類する。例えば、長江の遊水地なら、遊水地内の人口増加(失敗)、住民移転(成功)等の要素に分解する。(b)それぞれの要素について同国内の KMS 項目に示すような関連政策との関連性を促進・阻害及びその程度で評価する。以上の分析例を表3. 2に示した。(c)適用先の国での関連施策との関連性を分析し、当該技術を適用したときに促進の程を判断する。(d)大きな阻害要因がある場合、それを変化させるプログラムをパッケージにして技術移転を行う。

(2) 研究成果の今後期待される効果

日本の高い水関連技術をもった世界の水問題解決への貢献が近年さまざまな分野で指摘されている。しかし、過去の技術援助のいくつかの事例が示すとおり、ある国で成功した個別技術あるいは水政策を他国に適用しようとしてもうまく機能しないことが多い。その主要な理由は、技術や政策は単独で機能するのではなく、さまざまな要因と深く関連しているからである。本研究で示した長江の遊水地に関する分析結果を、単なる事実確認ではなく歴史的経緯や他の施策との関連性と併せて体系的に示したことにより、日本を含む他国への政策立案の観点から有用な情報となった。さらに、他国への適用のための分析の方法論は、今後、日本から他国へ技術貢献をする際に不必要な失敗を避けるためのツールとして活用されることが期待できる。

3. 3. 2 メコン河流域

(1) 研究内容および成果

気候変動解析チームの成果によると、メコン河流域全体としては、将来気候予測による降雨、流出ともに極端な増加または減少は見られないものとされている。従って、本研究では洪水対策のシナリオというより、河道形態の特性の現況と管理手法について重点的に検討した。特に、上流本川に建設されつつあるダム貯水池が下流の土砂動態に及ぼす影響の一部を提示し、改善のためのその基本的な施策を提示した。また、河岸部の浸食に伴う河道の変遷について、効果的なモニタリング手法の提示と河岸浸食の管理について検討した。さらに、下流のトンレサップ湖での生態環境について、漁業と魚類生息に及ぼす水質や水文指標を新たに検討し、漁業の保全のためのモニタリング手法を提案した。加えて、現況の水循環にかかわる情報不足・情報提供の現況を分析し、持続的な流域管理のための資料・情報収集の推進を提言した。

1) 流域における包括的な課題

メコン河流域では、急激な人口増加（図3.5）と低い国民総生産により、貧困、人口移動、経済格差が持続的な流域発展の妨げになっており、どのように資源を配分するかが課題となっている。またメコン河流域では、全球大気海洋結合大循環モデルによる将来予測によると、降水、気温の変動が増加することが予想され、極端現象（洪水、干ばつ）が起りやすくなっている。国際河川であるメコン河流域では、対立から国際協調・持続的協調が目指されている。

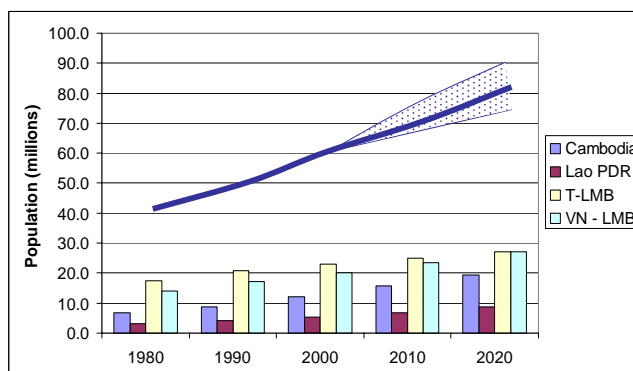


図3.5 メコン河流域の人口増加

メコン河流域の水関連問題： 各メコン

河流域国の政策目標の分析によると、将来の開発目的と主な水関連の経済活動は灌漑農業、水力発電、漁業、湿地、洪水軽減、航行、都市・工業用水供給に焦点が置かれている。近年、メコン河流域各国は流域内の開発機会をより早くとらえようとする傾向にあり、結果として国境を越えた問題が頻繁に生じている。例えばその問題は、①商用航行を改良するためのメコン上流の河床の破壊・掘削、②雲南省とベトナム中央高地の大規模ダム群とラオスの総合ダム開発計画、③タイとラオスの国境河川の河岸浸食、④上流と下流諸活動による異常な流量変動、⑤上流開発によるメコンデルタの洪水、乾季低水の変化、などを含む。公文書のレビューに基づいて、アジア開発銀行、拡大メコン地域委員会、メコン河委員会は以下のような主な水課題を特定している。

- ①水位（または流量）変動：灌漑、家庭・工業用水供給のための乾季の水利用可能性、トンレサップ湖、氾濫原林、淡水・河口湿地を含む重要なハビタットのようなメコン河の機能に対するダム貯留・放流操作の影響
- ②漁業生産性と生態系機能：漁業生産性、水棲生物多様性、湿地条件に対する雨季流量と氾濫

域の減少、遅延、その他の影響、魚類移動の障害物(上流、支流、下流)

- ③ 河岸浸食と河床変動: 河岸浸食と河床変動による国境の移動、居住地、工業地、農地、インフラの流失、貯水池の土砂捕捉と河床低下
- ④ 政策目標、評価手法、利益分配の不調和: 同意基準、評価基準、政策応答の欠如が資源開発、利益均等配分、影響軽減の最適化の機会を抑えている、全メコン河流域国に受け入れられ、尊重される知識・客観事実認識の欠如

本メコン河流域グループは、先行しているメコン研究(丹治チーム、国際河川メコン川の水利用・管理システム)の研究成果を活用し、主に丹治チームが十分に考察していない問題について検討する。

2) 水需要と流量変動

メコン河流域グループは人口増による水需要の予測・推定を行った。農業(灌漑と家畜)、都市・家庭、工業はメコン河流域における主な水利用者である。最近、航行、漁業、観光、環境のための水利用が公平で有益な利用として考えられ始めているが、本来の水需要として、乾季の米作と雨季の生産の補足のための灌漑の普及が低地で増えている。農業水需要予測は作付面積変化と土地・水利用効率の異なるシナリオだけでなく各月、とくに、水量が主な制限因子である乾季の月の必要水量も考慮する必要がある。図3. 6に示されるメコン河流域国の灌漑水予測によれば、タイとベトナムの灌漑水ニーズが極めて高く、ラオスとカンボジアの灌漑水需要が実質的に増加することを示す。同図に示されるように、2000年の灌漑水利用は1000億 m^3 以下であった。

2040年まで灌漑農業をその最大ポテンシャルまで拡大すると、その需要は1493億 m^3 (34%)増加すると考えられる。4750億 m^3 の平均年流量を与えると、2000年と2040年の灌漑水利用はそれぞれ平均年流出量の20%と30%である。その水利用可能性の数値は大きいですが、実際には、最も必要とされる使用できる水は、乾季と雨季の顕著な流量の季節性によってかなり少ない。図3. 7は評価地点(カンボジア-ベトナムの国境)の平均月流量、15%の乾季年と雨季年の平均標準偏差、各月の推定灌漑水需要を示す。その結果、メコン河下流域の乾季の灌漑需要は最も乾いた年の乾季の低水利用可能量を超えることになり、将来の需要水利用の増加によって、とくに4月、5月にメコンデルタ地域で厳しい水不足が生じることが懸念される。

2040年まで灌漑農業をその最大ポテンシャルまで拡大すると、その需要は1493億 m^3 (34%)増加すると考えられる。4750億 m^3 の平均年流量を与えると、2000年と2040年の灌漑水利用はそれぞれ平均年流出量の20%と30%である。その水利用可能性の数値は大きいですが、実際には、最も必要とされる使用できる水は、乾季と雨季の顕著な流量の季節性によってかなり少ない。図3. 7は評価地点(カンボジア-ベトナムの国境)の平均月流量、15%の乾季年と雨季年の平均標準偏差、各月の推定灌漑水需要を示す。その結果、メコン河下流域の乾季の灌漑需要は最も乾いた年の乾季の低水利用可能量を超えることになり、将来の需要水利用の増加によって、とくに4月、5月にメコンデルタ地域で厳しい水不足が生じることが懸念される。

3) メコン河本川河道の持続的な維持管理

(a) 上流ダム等による土砂供給制限の影響

中国、雲南省のメコン河本川上流では、2つのダムがすでに建設され、2つのダムが建設中で、4つのダムが計画段階にある。このうち、漫湾ダムは1993年に、大朝山ダムは2003年に完成している。現在、中国で2番目に大きい小湾ダムが建設中である(図3. 8)。漫湾ダムによる下流の流量、浮遊土砂量への影響がメコン河委員会による観測データを用いて推定される。解析では、メコン河下流域の水文観測所でのダム完成前後(1992年12月31日以前と1993年1月1日以後)の平

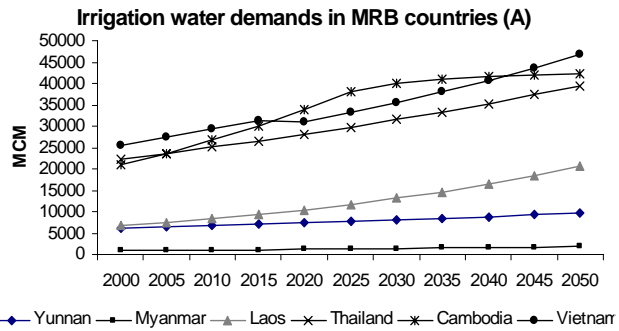


図3. 6 推定年間灌漑水需要の推定

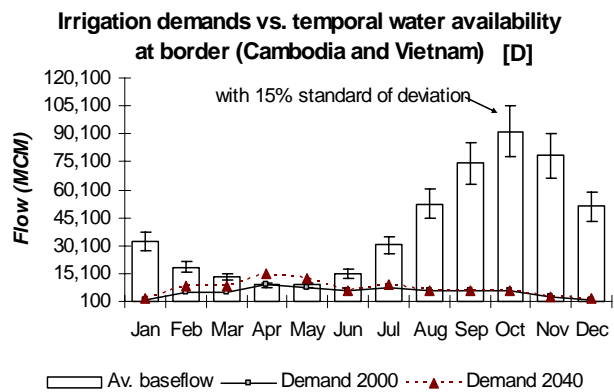


図3. 7 メコン河流域の水利用可能性(カンボジア-ベトナム国境)

均年最大流量の比較が行われた。その流量はチェンセン観測所で減少するが、ルアンプラバン観測所で増加する。一般に年最大流量は減少するが、それが漫湾ダムだけによって影響されるかは明らかでない。多くの観測所での流量の減少は貯水池調節、気候変化、その他の人間活動のような多くの因子が関係し、流量への影響は明瞭ではない。一方、下流観測所での漫湾ダム完成前後の平均浮遊土砂量解析結果によると、浮遊土砂量はチェンセン観測所で約 48% 減少し、ルアンプラバンで 54%、ビエンチャンで 34%、パクセで 12% 減少する。下流での浮遊土砂濃度と浮遊土砂量は明瞭に減少することが示された。その減(図3. 9)少割合はダムに近いほど大きい。漫湾ダムによる土砂捕捉に対する下流の河床低下は現在不明であるが、この河床低下は下流の河岸浸食に影響を及ぼす。その対応策として排砂バイパスによる下流への土砂供給が考えられるが、このようなプロジェクトに対する環境影響評価、越境影響評価は必須であり、客観的データ収集の枠組みが重要である。

(b) 河岸浸食危険区域の特定

衛星リモートセンシングの手法は広い範囲の河川河岸の経年的変化を監視するのに有効な方法であり、そこから得られる情報は河道の維持管理に役立つ。メコン河流域グループは、メコン河 (Km2368 : ミャンマ

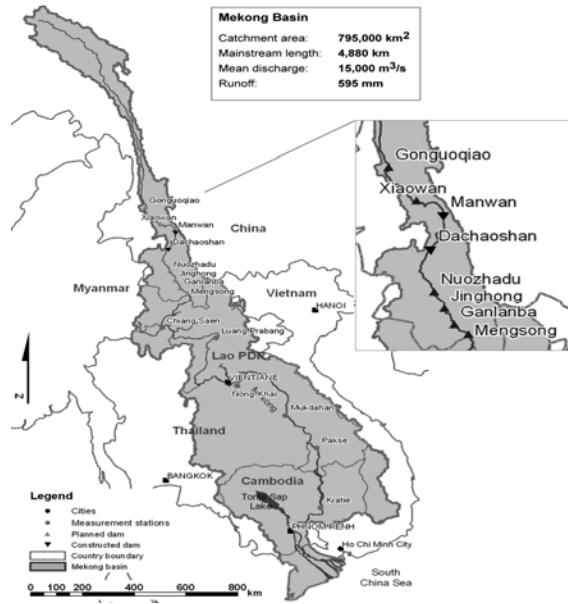


図3. 8 メコン河流域と漫湾ダムおよび建設計画中のダムの位置⁶⁾

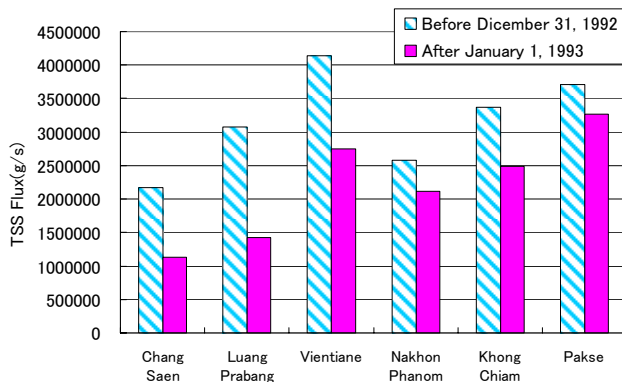


図3. 9 ダム完成前後の下流観測所での10年平均浮遊砂フラックス推定値の比較

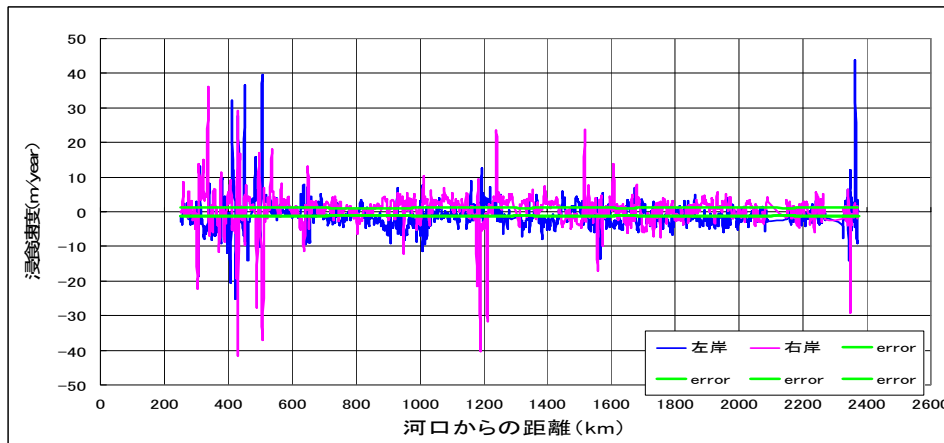


図3. 10 対象地域での浸食速度

一・タイ・ラオスの国境から Km251:カンボジア・ベトナムの国境)を対象に、衛星リモートセンシングを用いて河岸の時間変化を(約 14 年間)を抽出し、1km ピッチで河岸の浸食速度(図3. 10)を求め、河岸変遷の激しい地域を特定した。メコン河では実際、居住地、農地、インフラの流失が起こっており、河岸浸食問題は重大な検討課題である。解析結果より、メコン河では、チェンセン周辺(浸食速度:12m/yr)、ピエンチャン～ノンカイ(堆積速度:21m/yr)、ナコンパノム～タートタノム(堆積速度:40m/yr)、クラチェ～カンボジア・ベトナム国境(浸食速度:38m/yr)が河道変遷の激しい地域であることがわかり、この4つの地域を優先的に河道の維持管理を検討することが必要である。更にピエンチャン～ノンカイ区間では、メコン河が国境であり、河道を維持・管理する上でラオスとタイの協調が重要である。

3) トンレサップ湖における持続的な水産資源管理のための水文・生態環境監視手法の開発

メコン河下流域に位置するトンレサップ湖(Tonle Sap Great Lake、TSGL)の生態系は東南アジア最大の生物多様性を保持しており、カンボジア内陸部における漁獲量の 60%に貢献し、カンボジア人の魚消費の 60～80%を調達している。トンレサップ湖とメコン河との関係は、メコン流域における流動したシステムの氾濫源と川の独特な生態系を形成している。これにより湖の年水位は大きく変動し、氾濫期では14mの水深に上昇して乾季では1mまで低下する。さらには深刻な森林破壊により農業への移行や農地での農薬使用量の増加・都市化に関連した産業廃棄物が魚の量と質に影響を与えている。魚のサイズは小さくなっており、1940年代と1990年代では漁師1人当たりの年間漁獲量は347から196kgに衰退している。研究では、流域の中にあつて、大規模で特徴的な水域の生物多様性の保全と持続的な漁業生産基盤の確保のための科学的手法の開発を目指した。すなわち、①トンレサップ湖における魚群の組織と時間空間分布、②環境パラメータの特定および漁業生産に最も影響する漁業努力(漁獲の効率)、③トンレサップ湖における漁業資源維持管理のためのモニタリング手法を規定する環境指標と漁業努力指標の開発を試みた。

クラスター分析、非計量多次元尺度法(NMDS)解析、主成分分析(PCA)を用いて魚生産に係るパラメータの選定とそれらの相関関係を調べ、マクロな水質指標(Water Quality Index、WQI)と水文生態系指標(Hydro-Ecological Index、HEI)の開発を行った。これらは生態系の環境監視手法として水生生物保護のために用いられている指標である。WQIとHEIの開発ステップを次に示す。i)対象とするパラメータの同定を行う。ii)PCAを用いたパラメータ選択を行う。iii)パラメータ基準値の同定を行う。iv)パラメータ得点とナレーションを決める。v)年毎のインデックス得点は選択されたパラメータの全ての平均から算出する。vi)WQIとHEIの得点を基に年毎の環境状態分類を行った。開発された指標値の例は1995年の値変動は表3. 3、表3. 4の通りである。重要な点は、Pが0.05以上のHEIとWQIと95-02年のバグネット漁業正相関では、TSGL魚生産にHEIとWQIが強く反映していることを示している。HEIとWQIとに強い相関も認められ、見かけ上は水位のみで、この年の範囲で結果的に漁獲量の推定も可能のように見える。1998年のvery-poorなWQIとHEIは最少漁獲量という結果になった。HEIとグループ2の漁獲量の間の強い相関(図3.

表3. 3 パラメータ得点とWQIの例(水質環境分類)

Year	TSS (mg.l ⁻¹)	Temperature (°C)	Conductivity (mS/m)	N/P	NO4-NH4-N var (mg.l ⁻¹)	pH - var	WQI	WQ condition classification
1995	5	5	3	3	5	3	4	Good

表3. 4 パラメータ得点とHEIの例(水文生態状態分類)

Year	Drought duration (day)	Drought inundated area (km ²)	Maximum flood inundated area (km ²)	Receding duration (day)	Flood timing (day th)	HEI	Hydrological condition classification
1995	3	5	5	1	3	3.4	Good

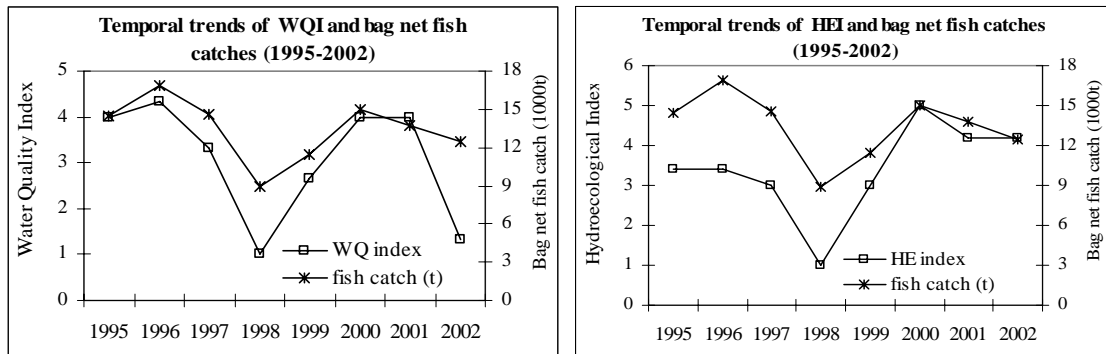


図3. 11 WQI(左)および HEI(右)それぞれとのバグネット漁獲量の年変化

11左)と WQI とグループ2の漁獲量との強い相関(図3. 11右)は、異なる生活史に対して HEI と WQI が広い感度を持っていることを示す。従って、HEI と WQI が TSGL の魚生産評価と環境政策シナリオの監視手法として使用できることを示している。

4) メコン河流域の持続的発展のために

流域スケールで、上下流の関係とその役割を認識した行動を協調して進めることが持続的な発展を可能にする唯一の道と考えられが、現実はそのような状況にはほど遠いようにも見える。ここではその背景を考察し、可能な方策を模索し、迂遠でも進めるべき提案を試みる。

(a) 上下流の課題と背景

メコン河上流国と下流国において、真の「地域の共通の繁栄」に関して眺めてみる。すなわち、上流でしかも力のある中国の政策が下流諸国の将来決定的な不都合をもたらすことのないような方策について考察する。メコン川流域には中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジア、ベトナムの6カ国が含まれ、それぞれの国はその天然資源の恩恵を受けているが、メコン川上流部本川の中国雲南省におけるさまざまな意向に注目すべき点がある。まず、ここ15年ほどのそれらの意向は、下流諸国が加盟するメコン河委員会への積極的な参加に至っていないことが挙げられる。東南アジアとメコン河地方に対する中国の関心は、その地方における役割と影響を拡大することであったと推測される。中国は直接投資と越境貿易を展開することによって、メコン地方を含む発展の少ない南西地方において慎重に経済の発展の機会を作ってきた。中国はメコン川上流雲南省の本川においてダム計画と舟運計画を進め関連事業に資金援助を進める一方で、様々な経済効果を得ることができた。こうした地方主義は、ローカルな(地域的な)最適化、局地的な繁栄はもたらされるが、「流域全体の共通の繁栄」には逆の影響をもたらすこともあり得る。こうした下流国の懸念に対して、中国は「下流国との親密な関係の樹立」と「中国の上流開発により生まれる摩擦を処理する組織の設立」の二つの事項を進めてきた。これまでに中国はメコン上流における航路計画規模を縮小することを決めたが、中国は多大な需要があるダム計画の縮小はしていない。そうした中で、中国の動きを受け入れようとするメコンの国々の新しい動きも見られ始めている。中国は地方のエネルギー貿易の促進と最高水準の技術による水力発電の開発、それに伴うラオス、カンボジアへの投資をしているためにダムによる負の影響に対して批判的な意思表示が少ない状況にある。

(b) 国際地域機構の努力と課題

一方、本節冒頭の水課題項目④は、流域の開発や環境整備の計画や将来の方向の合意についての共通基盤を支える、「知識・情報」の共有に関わる課題でもある。この点に関して、現存するメコン河本川情報収集に関わる国際機関のうちの主な機関として、MRC (Mekong River Commission:メコン河委員会)、GMS (Greater Mekong Sub region:拡大メコン圏)、Upper Mekong Navigation について、データ収集努力と収集範囲、人員・知識の結集、意思決定への反映、他の学術研究機関との連携の状況について検討した。実際の検討ではこれらの項目をさらに細分化して評価しているが、最も活発・積極的な場合をランク5として比較すると、図3. 12のようになる。Navigation では目的が限定されているため、知識情報の利用は限られているが、MRC でも GMS の場合でもデータ収集や人員の投入において、十分とは言い難い。例えば、本節でも示された雲南地域のダム貯水池による土砂捕捉は、やがては下流部河床の低下、デルタ地帯の後退、塩水

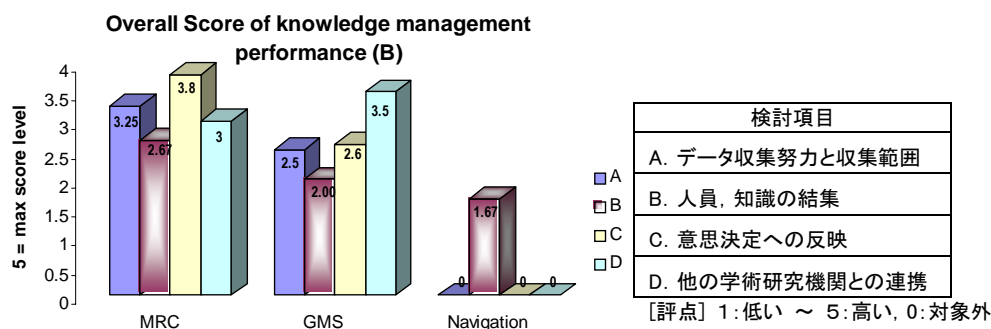


図3. 12 メコン河関係国際調査機関における知識情報の管理の(総括的)比較

遡上の拡大を容易に想定させるが、本節での解析例は不十分な観測データに基づくものではないので、その結論は尚早である。早期の適切な排砂対策は技術的な改善でかなり克服可能と考えられる。また、着実にクリーンな水力エネルギーの開発は現在も将来も重要な課題である。それら施設の事前・事後の評価が客観的になされ、自由な意見の交換の中にこそ持続的な計画の展望が開かれよう。メコン河は国際河川であることから国家間の協調が重要である。無用な政治的な対立を回避するためにも、最善の河道管理のために、基本的かつ効果的な河川環境把握のための国際的な河川情報収集機関の創設が望まれる。その流域で行われる諸プロジェクトに対しては環境影響評価、越境影響評価を行うことが重要であり、その評価のために客観的データ収集・管理の枠組み、国際調査・研究機関の創設もしくは充実を提案したい。

(2) 研究成果の今後期待される効果

巨大河川流域といえども、人間社会の行為によって少しずつ変貌を遂げていくことになる。変化は止む得ないとしても、将来への「負の遺産」を引き渡す訳にはいかない。不明なことがあるなら、危惧されることがあるなら、少なくともそのプロセスを記録しておきたい。本研究では変わりゆく河道と生態環境のモニタリングの手法が提示されたが、今後はこの成果をもとに、簡潔ながら着実に実行可能な河道管理、環境管理のための効果的手法が確立され、必要な観測・監視が進められることを期待している。

3. 3. 3 チャオプラヤ流域

(1) 研究実施内容及び成果

1) 流域治水の理論とその要点

治水の理論を概念的に整理し、洪水被害額の増減に関する式を導くと以下のように示せる^{1)~3)}。

$$D = D(F, F_0, S) \quad (1)$$

$$\bar{D} = \int_{F_0}^{\infty} P_r(F) \cdot D(F, F_0, S) dF \quad (2)$$

ここに、 D : 被害額、 F : 外力(降雨や流量、水位等で与えられる)、 $P_r(F)$: F の確率密度関数、 F_0 : 治水施設の能力(無被害で対応できる治水の容量)、 S : 被害ポテンシャル(氾濫等の水害により被害を受ける対象物の量)、 \bar{D} : 年平均(確率平均) 想定被害額である。

式(1)から、被害額(年平均想定被害額)の増減に関して、式(3)が導かれる。

$$\Delta \bar{D} = \frac{\partial \bar{D}}{\partial F_0} \cdot \Delta F_0 + \frac{\partial \bar{D}}{\partial S} \Delta S + \varepsilon(\Delta F_0, \Delta S) \quad (3)$$

式(1)、(3)から、年平均想定被害額の増減は、①治水施設の対応能力を向上させることによる年平

均想定被害額の軽減、②被害ポテンシャルの増減による年平均想定被害額の増減、③それらが複合した年平均想定被害額の増減より構成されることが知られる。

2) 実践事例における治水計画とその後

(a)タイ国バンコク首都圏での計画と実践

タイ国のバンコク首都圏では、激しい人口の増加と都市化の進展に伴い、治水の問題が顕在化した。流域の農業用水路(クロン)の整備、都市用水等としての地下水のくみ上げによる急激な地盤沈下の進行、そしてもともと浸水の危険性の高い地域での都市化、スラム化による被害ポテンシャルの増大により、洪水問題が深刻となった。特に、1983年の洪水では、これらの原因から東郊外の下流域は約3ヶ月間にわたって浸水し、甚大な被害が生じた^{2)、4)、5)}。

1983年の洪水の前年から、日本の技術協力を受けてバンコク首都圏庁(BMA)は東郊外部流域(流域面積約500km²)の治水計画の策定に着手し、チャオプラヤ川下流東部のバンコク首都圏東郊外流域の長期間にわたる浸水原因と被害額増加の原因を、①上流北東部から流入する水量が

浸水の大きな原因となっていたこと、②下流部の急激な地盤沈下からチャオプラヤ川への排水が困難となっていたこと、③洪水の危険性の高い地域での浸水を考慮しない都市化により被害ポテンシャルが増加したことを明らかにした。したがって、これらの洪水被害額増加の原因に的確に対応するため、表3.5に示す総合的な対策(表3.5、図3.13)を計画した^{2)~6)}。

この計画での流域対策(非構造物対策としての土地利用の誘導・規制の対策)としては、図3.14に示したように、洪水危険地域での都市化による被害ポテンシャルの増加を抑制するための誘導・規制、構造物対策と連動した洪水の遊水機能の保全(外周堤防(キングス・ダイク)の外側の水田地域をグリーンベルト地域として保全・活用、

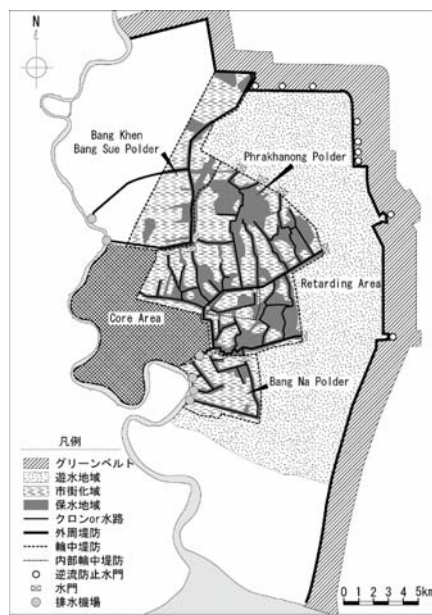


図3.13 バンコク首都圏の東郊外流域と総合的な治水対策

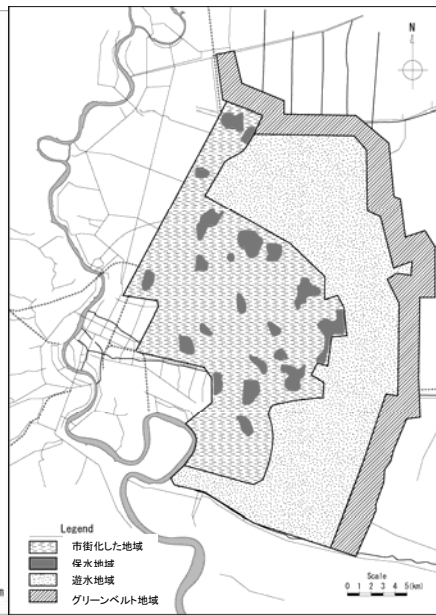


図3.14 バンコク首都圏の東郊外流域での治水面からの土地利用の誘導・規制の構想

表3.5 バンコク首都圏における治水対策メニュー

構造物対策	非構造物対策
<ul style="list-style-type: none"> ・北東部からの洪水流入を防ぐための外周堤防(キングス・ダイク)および水路への水文の設置 ・外周堤防と市街地との間は遊水地域として保全 ・雨水をチャオプラヤ川に排水するための排水ポンプおよびそれにつながる水路の整備 ・チャオプラヤ川からの氾濫を防ぐための堤防および水路への水門の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・外周堤防外側の水田地帯をグリーンベルト地帯として保全、遊水機能の確保 ・都市化地域の中にも相対的に低い場所を保水地域に指定(政府の許可がないと開発できない地域に登録) ・市街化を誘導・規制 ・河川等の洪水情報システムの整備と洪水対応センターの設置

外周堤防の内側にさらに第二の堤防(インナー・ダイク)を設け、その間での遊水機能の保全)を計画した。これらの構造物対策と非構造物対策を含めた全体の基本理念と方針は、同じ時期に計画を策定していた中川・綾瀬川流域での総合治水対策とほぼ同様のものである^{2)~5)、7)、8)}。

このような総合的な治水対策の効果は、主として構造物対策によるものではあるが、総合的な治水対策が有効であることが実証しているといえよう。すなわち、この地域は対策前には浸水は広い範囲で生じ、1983年洪水時には深刻な地域で約3~4ヶ月間も継続して浸水していたものが、対策実施後には浸水期間は1~2日程度になり、浸水する区域も激減した。

(b)中川・綾瀬川流域での計画と実践(比較対象として)

東京首都圏の北東部に位置する中川・綾瀬川流域(流域面積 987km²。東京都・埼玉県)の総合的な治水対策(おおむね10年に1回程度発生する洪水を対象とした当面の治水対策)の特徴の大きな点は、低平地緩流河川流域(その多くが利根川、荒川、渡良瀬川の氾濫平野)の都市化であり、もともと洪水の危険がある地域の開発により被害ポテンシャルが増大したことが、洪水被害を増大させてきた点である。このため、土地利用を誘導・規制するための地域区分(保水地域、遊水地域、低地地域)の3地域区分。保水地域と遊水地域は市街化調整区域として保持することにより、市街化を規制が、直接的に被害額の増加を抑制するための重要なポイントとなった。その3地域区分を示すと、図3.15のようである^{2)~5)、7)、8)}。

すなわち、中川・綾瀬川流域では、治水面から市街化を積極的に進める区域として、都市計画法に基づく市街化区域(既に市街地を形成している区域および概ね10年以内に優先的かつ計画的に市街化を図るべき区域。都市計画法第7条)に図3.15に示した3地域区分の低地地域を指定した。この市街化区域に対しては、水害を防ぐために治水施設整備を実施し水害を防御するとともに、市街化をこの区域内に誘導し、積極的に進めることを計画した。3地域区分のうちの保水地域と遊水地域は、市街化を規制する地域として市街化調整区域(市街化を抑制すべき区域。都市計画法第7条)に指定し、流域の持つ雨水を貯留または地下に浸透させる保水機能、あるいは洪水を遊水させ下流の氾濫を軽減する遊水機能を保全するとともに、より本質的な対策として、洪水氾濫の危険性の

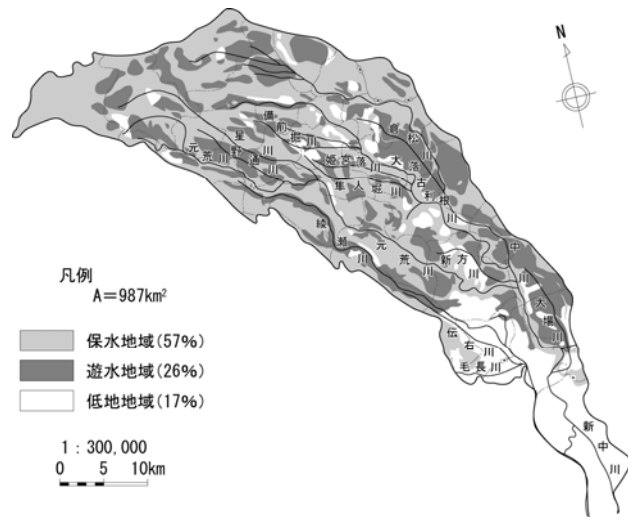


図3.15 中川・綾瀬川流域の3地域区分(1983年)

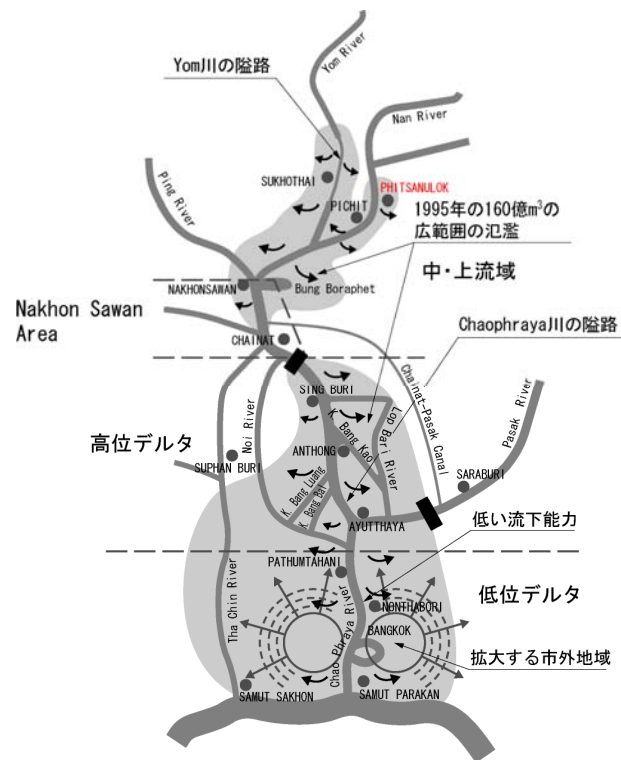


図3.16 チャオプラヤ川流域での洪水氾濫地域

ある地域の被害ポテンシャル増大を抑制することを計画した^{2)~5)、7)、8)}。

中川・綾瀬河流域の市街化区域の変化について、総合治水計画策定時点(1983年)の市街化区域(1978年に指定)と約20年後の1999年の市街化区域の変化から、市街化区域は若干の区域の追加指定があったものの、ほぼ計画策定時と同様であり、治水面からの土地利用の誘導・規制が現在まで引き継がれているとみることができよう。

総合治水策定時点で計画した治水面からの土地利用の誘導・規制の計画は、その後の情勢の変化により市街化調整区域内での開発についての規制の緩和などが行われ、市街化調整区域内での市街化も進んだが、市街化区域はほとんど変化せず現在にまで引き継がれていることを考慮すると、全体的にみれば一定の効果を発揮してきたとみることができよう。

中川・綾瀬河流域では、以上のような非構造物対策も含めた総合的な対策の実施後、同規模の降雨・洪水に対して浸水面積と浸水被害家屋数は大幅に減少した。その効果は主として構造物対策の効果によるものではあるが、総合的な治水対策は有効な対策であることが実証されたといえよう。すなわち、この流域に実際に降った流域平均雨量 200mm/hr 程度の比較的大きな規模の洪水時に発生した浸水戸数および浸水面積は激減したことから、その効果が明らかとなった^{2)、5)}。

中川・綾瀬河流域の総合的な治水対策の考察としては、次の点も強調されてよい。すなわち、総合的な治水対策が講じられた多くの急流河川流域(日本のほとんどの河川がこの範疇に入る)や丘陵地河川といえる鶴見川流域では、流域開発に伴う流出量の増大による問題が顕著で、それへの対策が流域対策の主要な点とされてきたが、氾濫原での被害ポテンシャルの管理が治水の基本という面で、前述のバンコク首都圏での実践からも知られるように、世界的にみると中川・綾瀬河流域のような低平地緩流河川流域での被害ポテンシャルの抑制や遊水機能の保全対策がより普遍的といえることである。

3) チャオプラヤ川流域での計画と実践

バンコク首都圏を含むチャオプラヤ川流域(流域面積約16万km²)では、氾濫原での農業等の開発や都市化の進展で洪水被害が深刻となってきた。そこで、タイ国王立灌漑局は日本の技術協力により洪水災害の原因を調査し、治水対策を計画した。その調査では、上記の式(1)~(3)の考えに基づく分析が行われ、図3.16に示すように、この流域の洪水氾濫地域とその原因等が分析的に示された(図3.17)^{4)、5)、11)}。

チャオプラヤ川の中・下流域の洪水流下能力は図3.18に示すとおりである。この川の流下能力を念頭に浸水および被害額増加の原因を整理すると以下のようなようである。

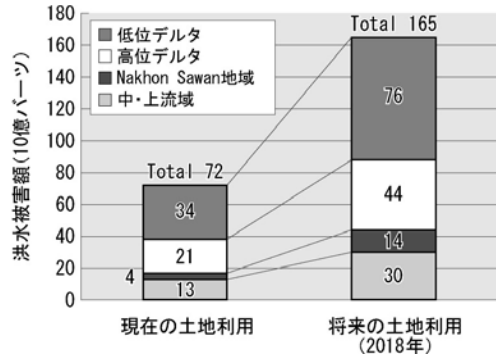


図3.17 将来の被害予測 (土地利用の誘導規制がない場合の将来において1995年と同規模の洪水が起きた場合)

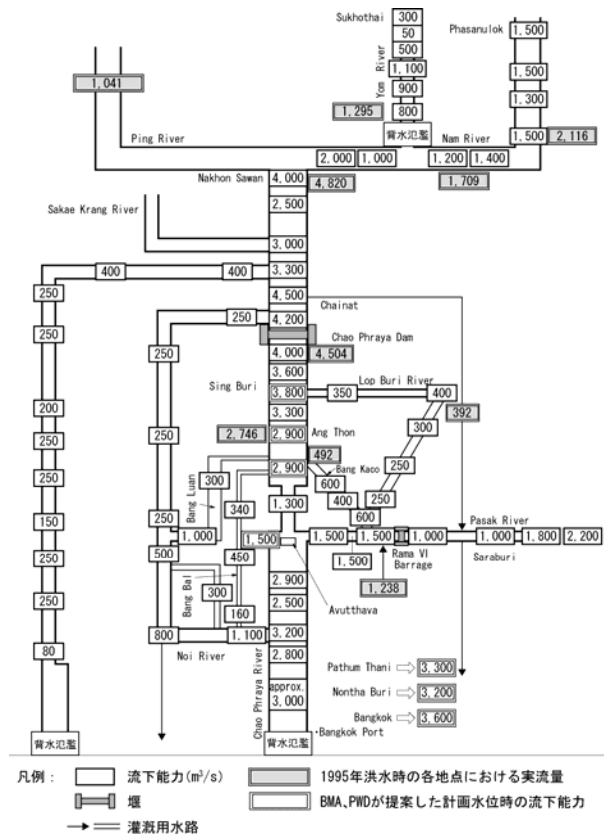


図3.18 チャオプラヤ川の流下能力

- ① チャオプラヤ川の流下能力の不足(それより大きな洪水は氾濫する)
- ② もともと氾濫が生じる地域における営農形態の転換、被害ポテンシャルの増大
- ③ 農地の洪水防御により遊水機能が失われ、その下流域等で水害の危険性が増大
- ④ 道路等の盛土による遊水機能の低下とそれによる局所的な水害の危険性の増大
- ⑤ バンコク市街地からの氾濫水のポンプ排水による本川における水害の危険性の増大

これらのことから、チャオプラヤ川の中・下流域の治水対策としては、ある地域の水害防御(中流域の洪水の遊水機能を減じる農地での水害防止対策等)により下流域の水害を激化させないことを基本として、以下のような対策を計画した。

非構造物対策としては、1-①被害ポテンシャルの増加を軽減するための土地利用の誘導・規制を行う氾濫原管理、そのための洪水危険度予測図の整備と公開(図3.19)、1-②治水水面を考慮した既存ダムの運用規則の改善、1-③森林等の流域管理、1-④洪水対策に関わる組織の検討・関係機関の連携の強化、洪水の予報・警報である。

また、構造物対策については、氾濫の原因に対応する次の3つの代替案を提示した。2-①チャオプラヤ川中・下流の流下能力が不足する箇所改修、流下能力が低い区間の河川改修、下流蛇行部のショートカットに見合った範囲内での中流域での農地の治水対策(下流への洪水を増大させる中流域の農地防御対策を抑制)、2-②中流域等の整備による下流の流量増加に対応するためのバンコク首都圏等での堤防の嵩上げによる防御、2-③中流域の農地防御による下流での洪水流量の増加を減殺するため、下流部を迂回する放水路の整備。

このような3つの代替案について、タイ国内でその実施について検討し、決定を行うことになった。現時点では、2-①の対応についてはより高い治水安全度への整備が期待されていることから重視されず、2-③の対応についてはバンコク首都圏庁や王立灌漑局は期待しているが用地の補償が容易でなく、費用も高いこと、そしてその整備には長い年月がかかることがネックとなっている。外周堤防の外側下流部で新国際空港が進められ、道路の整備も想定されることから、それらと関連した複合事業化が模索されているが、決定には至っていない。また、中流域での治水上の遊水地の整備、遊水地域の保全、農地排水の改善による流出増の抑制についても検討課題となっている。

このような状況下で、現実には、実際の洪水の危険性に備えるため、居所的な対応で確かな効果が期待できる2-②のチャオプラヤ川での堤防整備がバンコク首都圏庁等により進められている。

本節では、提示した洪水被害増減に関わる基本的理論に基づいて、バンコク首都圏の流域とその比較対象として中川・綾瀬川流域、そして大河川であるチャオプラヤ川流域を対象に計画を立案し、その後の実践という総合的、社会的な評価を踏まえつつ検証した。

4) 公共下水道と水資源管理

(a) 公共下水道

BMAは1980年代以降、公共下水道の検討を段階的に進めてきたが、既存の各戸腐敗槽を残存させ、既存の雨水管路に流入する越流水を遮集、新設の下水処理場に導き処理する合流式下水道に近い方式を採用した結果、流入下水の汚濁負荷が少なくなり、処理が軽減されている。今後の課題として、技術システム面の遮集管からの雨季の越流対策と社会システム面の受益者負担制度(料金制度)の導入の検討が必要である。

(b) 資源の逼迫に伴う配分調整と地下水過剰揚水に伴う地盤沈下対策の政策ツール

チャオプラヤ川の水資源開発は、ダム建設サイトの適地がないうえに、近傍には広域導水に依存できる河川も存在しないため、限界に近づいている。このため、自然灌漑からの脱却を図りたい

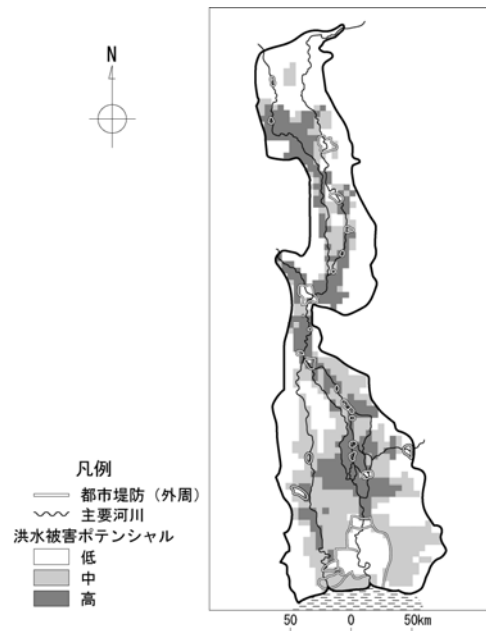


図3.19 洪水危険度評価地図

農業部門と経済成長に伴い用水量が増加している都市部門や工業部門間の水資源の配分調整は、下流域における大きな課題である。もう一方の課題には、工業用水道のインフラが未整備なまま、工業団地において地下水揚水が続き、地盤沈下を引き起こしてきたことである。

タイ政府は、地盤沈下量や地下水位低下量に応じて、地域指定を実施し新規井戸の掘削や揚水量の制限をし、1977年に地下水法を制定した。しかしすぐに地下水採取を抑制する実効をあげなかったため、2度(1992年、2003年)改定された。1983年ようやく規制措置がとられ、1985年の地下水料金と環境保全協力金の導入、揚水規制域の設定などによって、バンコック中心部で採取量は減少し、地下水位も上昇し、地盤沈下は緩やかになった。しかしながら、地下水の採取量は、経済発展と共に1992年から1996年にかけて再びバンコック郊外と隣接県で急激に増大したが、揚水量に応じた課金制度が導入された。地下水料金は1985年に初めて導入し、1バーツ/m³、1994年3.5バーツに値上げされたが、改善効果はすぐに出なかった。一方、地下水保全料金は、2004年に初めて導入され、1バーツ/m³から2006年7月以降8.5バーツ/m³に値上げされ、規制区域によって変動制になった。地下水料金+環境保全協力金=8.5*2=17バーツ(約60円/m³)は企業者に大きな負担となり、抑制効果も顕著に現れ、地下水揚水量は減少した。しかし、南部7県は、経済発展が著しく、国のGDPの50%を占めている。地下水需要が多いのは繊維業や化学製品、食品業、機械などで、水質の良い地下水に対する需要が根強く、将来も現状維持から微増の傾向にあると予想される。このため、需要側の節水努力を促す助成策や補助金を策定する必要がある。これには、需要側には、水のリサイクルや節水型機器の導入が、代替水道供給側には量・質共に安定した供給や地下パイプからの漏水の低減が求められる。

(c)水需要管理政策立案システム開発

発展期にある下流域の水需要管理において、農業・産業クラスター政策や水価格政策などに基づき、農業、産業、生活の各分野の水需要と水資源が均衡する状態での総便益量を算出し、最適水配分・需要管理の政策立案システムを構築した。今後タイ政府の経済・開発計画担当部局による精度および適用性確認を経て、試行的な運用を行い、農業・産業政策や水価格政策や水資源配分計画に寄与する予定である。

(2)研究成果の今後期待される効果

本節での検討は、都市化が急激に進む流域で、高い頻度(概ね10年に1回程度)で発生する水害への対応について考察である。より大規模な水害(50年、100年に1回といった発生頻度、あるいはそれよりもさらに稀に発生する可能性のある大水害)への対応について、日本ではいわゆる浸水予想区域図やハザードマップといった水害に関する情報提供が行われるようになりつつあるが、土地利用、都市計画の面からの対応については全くといってよいほど検討されておらず、したがって対応策の実践も行われていない。この状況は、水田稲作社会から都市化社会に移行し、急速に発展する中国やタイ国等のモンスーン・アジアの国々においても今後同様のことが言える可能性が高い¹²⁾。発生頻度は低いが大規模な水害への対応として、土地利用の誘導・規制、さらにより広い面からの被害ポテンシャルの調整、その他の被害を最小限するための多角的な対応能力の向上策の検討と対応策の実践は、日本でも、そしてアジアを中心とした世界的視野でも、社会性のある今後の重要な検討課題として残されている。

参考文献

- 1) 山口高志・吉川勝秀・角田学:流域における洪水災害の把握と治水対策に関する研究, 土木学会論文報告集, 第313号, pp.75-88, 1981
- 2) 吉川勝秀・本永良樹:低平地緩流河川流域の治水に関する事後評価的考察, 水文・水資源学会誌(原著論文), Vol.19, No.4, pp.267-279, 2006
- 3) 吉川勝秀:都市化が急激に進む低平地緩流河川流域における治水に関する都市計画論的研究, 都市計画学会論文集, Vol.42-2, pp.62-71, 2007
- 4) 吉川勝秀:人・川・大地と環境, 技報堂出版, 2004
- 5) 吉川勝秀:流域都市論, 鹿島出版会, 2008
- 6) JICA(Japan International Cooperation Agency):Flood Protection Project in Eastern

Suburban-Bangkok, 1984-1986

- 7) 中川・綾瀬川流域総合治水対策協議会:『中川・綾瀬川流域整備計画』, 2000
- 8) 中川・綾瀬川流域総合治水対策協議会:『中川・綾瀬川流域整備計画, 同実施要領』, 1983
- 9) 砂田憲吾編著:『アジアの流域水問題』, 技報堂出版, 2008
- 10) The Official BMA B.E. 2539 Landuse Regulation Announcement. Attachment Map on Land use Zoning “Pang Muang Raum B.E. 2539”, Bangkok Metropolitan Administration, 1996
- 11) JICA: The Study on Integrated Plan for Flood Mitigation in Chao Praya River Basin(Final Report), 1999
- 12) 吉川勝秀編著:『河川堤防学』, 技報堂出版, 2008

3. 3. 4 ブランタス川流域

(1)研究実施内容及び成果

1)流域の概要

ブランタス川(Brantas River)は、ジャワ島東の東ジャワ州に位置し、アルジュノ(Arjuna)山を源流として、アルジュノ、カウイ(Kawi)、クルー(Kelud)山塊を時計回りにほぼ1周するように流れる、流域面積約11,800km²、流路延長約320kmのインドネシア国内第2の大河川である。また、インドネシア第2の都市スラバヤ(Surabaya)は本流域の下流域に存在し、人口が急増している地域である。図3.20上にブランタス川流域内の行政界区分(Kabupaten)(以下、県)と主要な都市名を示し、図3.20下に流域界、主要な支川名、中流域のダム名を示す。

クルー火山(Kelud Volcano)は平均15年に一度噴火し、西南面斜面に多量の土砂を堆積させている。ブランタス流域の東に位置するスメル火山(Semeru Volcano)も活動が活発で、ブランタス支川のレスティ(Lesti)川流域には、スメル火山噴火による火山灰が堆積している。年平均雨量は平野で約1500mm、山地で2000~3000mmであり、明瞭な雨季(11月~5月)と乾季(6月~10月)が存在する。火山により大量の土砂が生産される上、雨量が多いため土砂移動が活発である。一方、1960年代から80年代に建設された中流域のダムや河川改修等の流域開発の効果もあり、ブランタス川流域は人口が急増し、経済的にも発展した。しかし、激しい土砂移動によってダム堆砂が急激に進行し、利水上の問題が生じている。さらに、ダム下流では、土砂供給量の低下や砂利採取に伴う河床低下が著しく、河川構造物が被害を受けている。

以下では、社会条件の変遷(流域開発の効果、人口・GDPの変化、農業等の土地利用変化、水需要変化)、自然条件(クルー火山の噴火を含めた土砂の挙動)、水・土砂管理に関する問題解決のための新しい調査手法および水政策シナリオの策定手法について述べる。

2) 水・土砂管理政策の変遷と効果

ブランタス川流域においては、1960年代以降、日本のODAも深く関与しつつ、第1次から第4次までマスタープランがまとめられ開発が

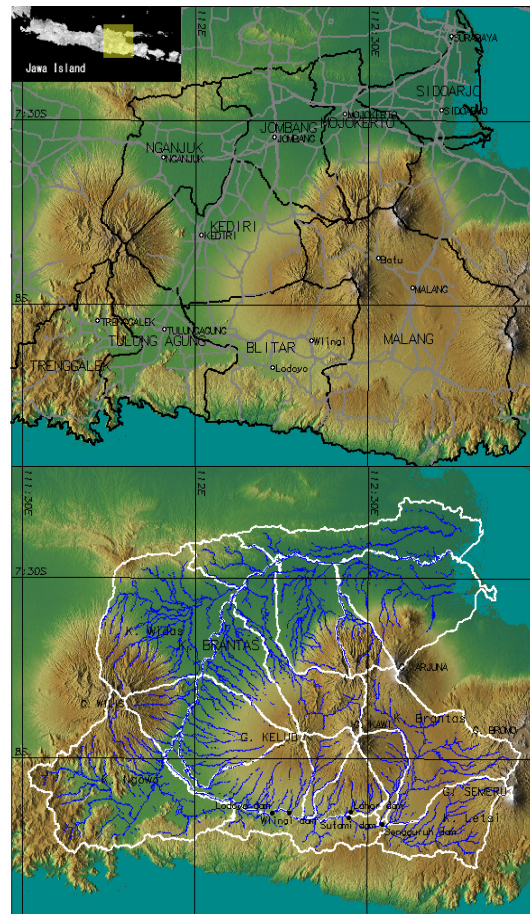


図3.20 ブランタス川流域の行政界と主要都市(上)および流域

進められた。1962年にまとめられた第1次マスタープランは主として洪水対策であり、中流域におけるダム建設や下流域での河川改修が実施された。第2次、第3次マスタープランは農業用水確保、工業・生活用水確保を目的とし、灌漑施設の強化等が実施された。第4次マスタープランでは流域発展の「持続性」に焦点が当てられている。図3.21に流域内のGDP、米の生産量、人口、ダムの総貯水量・総堆砂量の変化を示す。2000年の人口は、1960年の2倍、GDPは名目であるが急激に増加、米の生産量は、水田面積がほとんど増加しないにも関わらず、急増している。これは第2次マスタープランに沿った流域管理が行われた時期(1970年代)にスタミダムなどのダムが建設され、流域の総貯水量が急増した時期と一致している。第3次マスタープラン策定後、工業のGDPが急増し、農業と逆転した。また、第三次産業の割合も増加しており、流域の産業構造が変化していることがわかる。水稻の生産量増加については、スタミダムの建設によって乾季と雨季の流量が安定したことによっていると考えられる。中流部のジェリ(Jeli)(クディリ(Kediri)とトルンガグン(Tolungagung)の間に位置)におけるスタミダム建設(1972年)以前の2年間、建設後の4年間の平均流量からは、建設後には1年間を通じて流量がより安定している。以上のように、各マスタープランの目的は順調に達してきたといえる。

3)人口、経済活動の変化

県の詳細なデータを用いて、時間的、空間的な人間活動の変化(人口、GDP、農業、水需要)を調べた。社会活動が活発な地域の特異性と時間的な変化を調べることを目的として、1992年から2003年まで1km空間分解能で夜の光を捉えたデータ

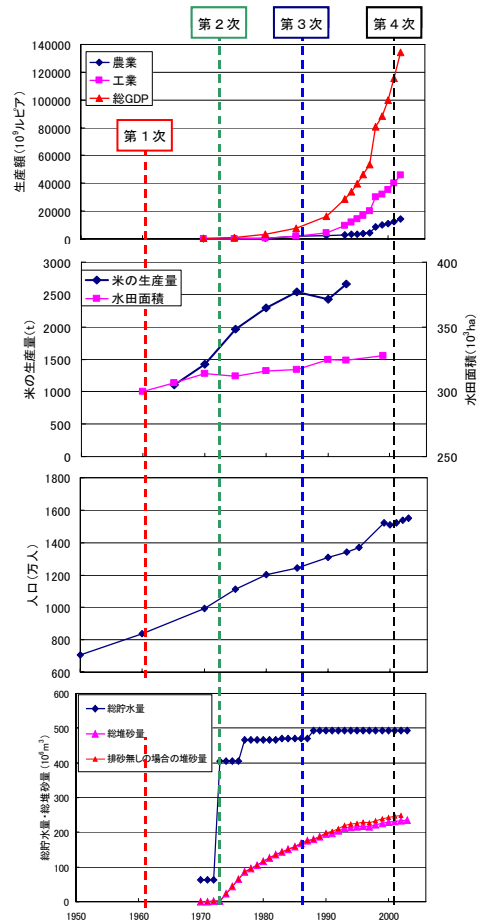


図3.21 GDP、米生産量・面積、人口、ダム総貯水量・総堆砂量の変遷³

Population in Brantas River Basin from 1980 to 2005

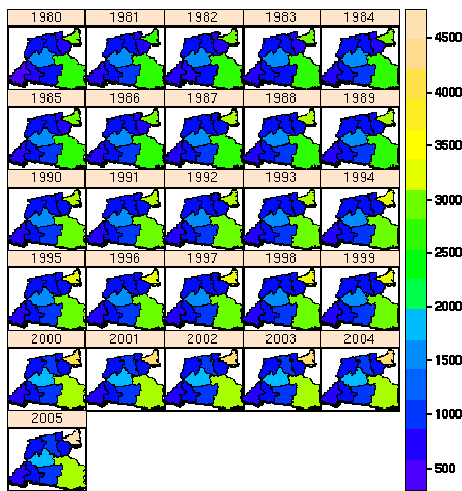


図3.22 人口の変化(単位:百万人)

Nominal GDP in Brantas River Basin from 1983 to 2004

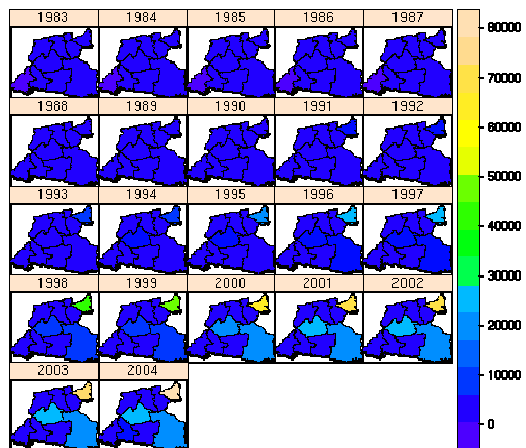


図3.23 名目GDPの変化(単位:兆ルピア)

セットである NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) の DMSP(Defence Meteorological Satellite Program)衛星による Global DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series 1992- 2003 (Version 2) を用いた解析によると、スラバヤ周辺がもっとも光が多く、クディリ、マラン(Malang)でも明るく光っている。時間が経過するにつれて、これらの都市周辺にも光の強い部分が広がっていき、1992年では光がほとんどみられない山腹においても、2002年には光をみる事ができる。光の強さは、人口増加と経済活動の活発化によって強くなると考えられる。そこで、県の人口と名目 GDP のコロプレスをそれぞれ図3. 22と図3. 23に示す。

図3. 22および図3. 23は、SIDOARJO、MALANG、KEDIRI の3県が流域の中で、人口が急増し経済活動が活発になったこと、特にスラバヤが存在するSIDOARJO については他県を圧倒していることがわかる。この結果は別途得られている夜間光の強さの傾向と一致している。以上のことから、DMSP は、各県毎の統計データでは表せない詳細な空間分布の変化を捉えられる特徴がある。

4) 土地利用(農業を主として)

次に農業の変遷について見る。図3. 24は、ブランタス川流域全域における5種の農作物の農業生産量と作付面積の1980年から2005年までの変化を示した図である。とうもろこしは、作付面積がそれほど大きく増加していないにも関わらず1980年からの25年で生産量が飛躍的に増加しているが、この要因については今回の調査でははっきりしていない。水稻は生産量、作付面積が一番大きいものの、とうもろこしを除いた他の農作物と同じく、25年間大きな変化は見られない。

5) 水需要

図3. 25は、上中下流域における月平均流量、農業水需要、および、モジョクルト(Mojokerto)近くに設置された取水堰ニューレンコンダムにおける第2 渇水年(1977-1986年)の自然流量と河川維持流量を含む実質水需要の月別変化を示している。これを見ると、6月から10月までの乾季において、流量が乏しいにも関わらず農業水需要量が多いこと、および、渇水年には自然流量が実質水需要より少なくなっていることがわかる。地下水のデータは入手できなかったため、確かなことは分からないが、地下水による工業水需要を見ると KEDIRI 県以外は値が小さいため、本流域においては河川水が水供給の多くの割合を占めていると推察される。従って、ダムの貯水量が十分でないと、渇水年には水が足りなくなる可能性が高く、農業や工業などの社会活動に大きな影響を及ぼすことになると考えられる。

6) 土砂生産と土砂移動

図3. 26はブランタス川流域における土砂移動の問題を整理した模式図である。

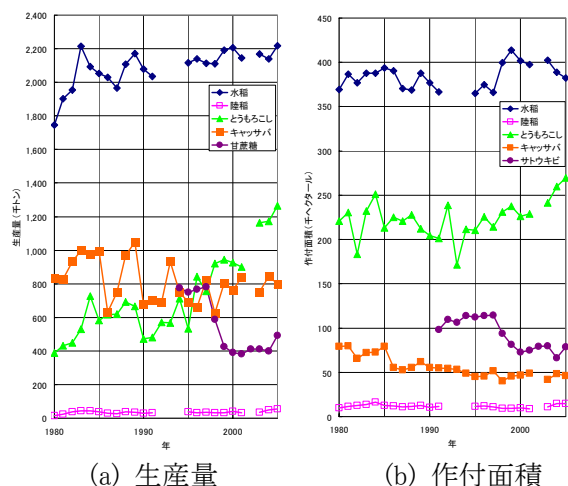


図3. 24 ブラントス川流域における各種農業生産量と作付

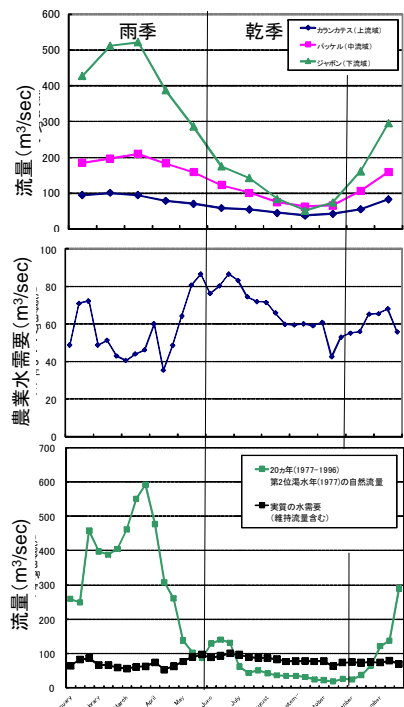


図3. 25 流量および農業水需要、ニューレンコンダムにおける渇水年の自然流量と水需要の変化

まず、中下流域の土砂移動について述べる。河床変動の記録を見ると、1951年、1966年のクルー火山の噴火後には河床が大きく上昇している。しかし、1990年の噴火の際には、河床はほとんど変動しなかった。これは1960年から継続的に建設されているクルー火山の山腹の砂防施設が大量の土砂を捕捉したためである。しかし、ウリンギ(Wlingi)ダム建設によるダム上流からの土砂流送量の減少や山腹からの土砂流出量の減少、さらに砂利採取によって、河床低下が著しい。この結果、取水堰などの河川構造物が被害を受けており、この河床低下が進行すると取水量確保が難しくなる恐れがある。

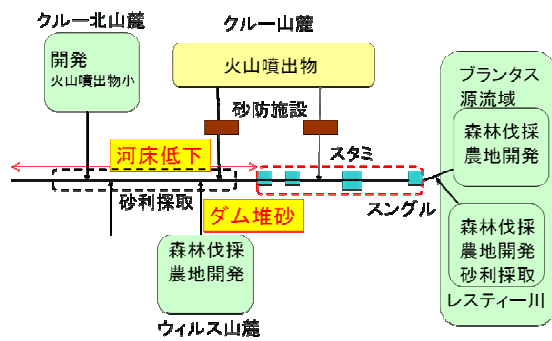


図3. 26 ブランタス川流域における土砂移動に関する問題をまとめた図³⁾

次に、上流域の土砂移動について述べる。ダム上流域については、ダムの急速な堆砂が進み(図4)、上流域から大量の土砂が流入していることがわかる。上流域では、中下流域と異なり河床の測量結果をはじめとする、土砂移動に関する実測の資料がほとんど存在しないため、土砂発生源や土砂侵食量、流送量が十分に把握されていない。

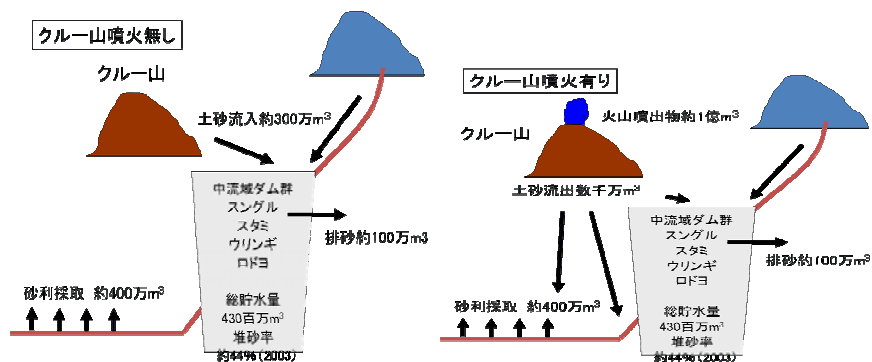


図3. 27 クルー火山噴火がない場合とある場合の土砂収支図³⁾

図3. 27に収集した資料をまとめて作成した土砂収支図を示す。クルー火山の噴火によって大量の土砂が生産されている。別途得られている1990年以後の河谷の不安定土砂量、斜面崩壊量、クルー火山の噴出物量によるとクルー火山噴火による火山砕屑物はクルー火山の西・南面斜面および北西面斜面に分布している。河谷内の不安定土砂量はクルー火山山麓およびダム上流域に分布している。これらの地域は、雨量が多い地域とも重なっている。従って、大量の土砂の流出が予想され、実際、クルー火山山麓には何基も砂防堰堤が設置されている。1990年の噴火の際には効果を十分に発揮したものの、砂防堰堤のポケットは満砂に近い状態であり、今後の対策のためには除石を実施する必要がある。

7) ブランタス川流域水問題のまとめと対策

7) ブランタス川流域水問題のまとめと対策

(a) 貯水量の確保: ブランタス川流域は、雨量が豊富な地域であるものの、渇水年になると水需要を満たす水供給が難しいことあることがわかり(図3. 25)、今後の人口急増と工業化の進展によって、この傾向は加速されるものと考えられる。水不足は、人間活動の根幹に関わるため、本流域で持続性のある開発を行うためには、地下水の適切な利用と共に、ダムの貯水量の確保が重要となる。

(b) 土砂の挙動を見ると、クルー火山噴火やスメル火山噴火(ブランタス川上流域支流レスティ川流域へ降灰)が断続的に大量の土砂を流域に堆積させるため、大量の不安定土砂がクルー火山山腹およびダム上流域に常時存在し、この地域は雨量が多い地域とほぼ重なっているため、大量の土砂が流出する。また、ダム堆砂が急激に進行しているのも関わらず、ダム上流域の土砂移動に関するデータが不足している。下流域では河床低下によって、対策を講じなければ取水等が難しくなるおそれがある。

(c) 人口急増によるインパクトは、水需要の急増とともに、居住地区の山地への侵入とそれに伴う森

林伐採を促進することであると見ることができる。ここから、今後人口がさらに増加すると、雨量の多い山地では、土砂がより容易に移動する環境が形成され、ダムの堆砂速度が速くなる、という状況が想定できる。この場合、渇水年には深刻な水不足が生じると考えられる。

(d) 土砂生産源特定手法の開発と応用：前項でみた問題の解決のために、データが乏しいダム上流域において、ダムに流入する土砂移動対策を効率よく立てられるようにすることを目的として、放射性同位体を用いた、土砂生産源を特定するための調査を実施し、調査手法の有効性について調べられた³⁾。この手法は、Pb-210などの放射性同位体の半減期を利用して、土砂が侵食されているかどうかを場所ごとに特定する方法である。マスタープラン作成の際などに土壌侵食量推定のために使用されているUSLE(Universal Soil Loss Estimation)による侵食量が大きな地域と本手法を用いた侵食量が大きな地域とは異なることが指摘されており¹⁾、本手法を用いて土砂生産源を適切に推定できれば、土砂移動が多いにも関わらず対策が遅れている場所が発見できる可能性がある。

(e) 適切な土砂管理計画の策定

- ・農業対策：雨季の始めに土砂流出量が多いなど、季節の土砂流出特性を考慮した施業の工夫
- ・森林対策：伐採に対して皆伐をさせない施策を講ずる。
- ・河道内の土砂採取対策：除石が可能な地区を、ダム直上流の沈砂池や砂防堰堤などに限定する。
- ・これらのダム上流域対策のみでは十分な効果が得られない場合には、日本で行っているようなダム改築によって、バイパスなどのハード対策について検討する。

(2)研究成果の今後期待される効果

ブランタス川流域は、日本と同様に、土砂生産が激しく、土砂移動が激しい地域である。東南アジアをはじめ、土砂移動によって社会が被害を受ける国は、数多く存在する。

政策を実行するためには、現状についての理解と問題点の抽出、対策の波及効果の評価などについて、データに基づいた透明性のある論理的方法で、示すことが望ましい。

本研究においては、統計資料および衛星画像によって、社会的条件を概略的に把握し、流域全体の社会構造の変化について比較的詳細に調べた。このような手法は、資料の乏しい地域においても有効な手段であると考えている。また、土砂生産源の特定手法は近年発達してきた調査方法であり、土砂移動が激しい地域で土砂移動の特性を把握するために、有効な調査手法であると考えられる。

参考文献

- 1) 綱木亮介, 小山内信智, 野呂智之, 内田太郎, 林真一郎: 第1回ブランタス川流域の水・土砂管理に関する国際ワークショップに関する報告書, 国土技術政策総合研究所資料, 第327号, 2006
- 2) 小柳智和, 眞板秀二, 西田顕郎: 衛星リモートセンシングで見る東アジアの植生変動, 平成19年度砂防学会研究発表会, pp.528-529, 2007
- 3) 砂田憲吾編著: アジアの流域水問題, 技報堂出版, pp.97-102, 2008:

3. 4 水不足問題が中心となる河川流域における水政策シナリオの作成(グループ3:鳥取大学, 東京大学, 高知工科大学)

3. 4. 1 小アラル・シルダリア流域

(1)研究実施内容及び成果

本サブテーマでは、水不足および上下流間の利水競合と下流域の深刻な水環境・生態系の劣化に直面している国際流域小アラル・シルダリア流域を対象として、水需給の実態、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・環境問題解決のための将来像と改善対策を明らかにし、同流域の水政策シナリオを提案することを目的に研究を実施した。

[中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化とその対策]

1)灌漑農地の塩類化の実態と塩類集積土壌の特徴

シルダリア川の中下流域の灌漑農地の半分以上は、土壌塩類化の影響を受けて作物の収量低下が認められ、耕作放棄地の拡大も進行している。

シルダリア川の中下流域は上流側と下流側で栽培作物が大きく異なる。トルキスタンの下流約150kmまでは綿花が主であるが、それ以降は水稻輪作地帯へと移る。図4. 1は、この流域の灌漑農地表層土(0-20cm)における塩類集積状況を、土壌のECeとpHe(何れも飽和抽出溶液のECとpH)で示したものである。表層土のECeは綿花畑の方が輪換田(以下、水田)よりも高く、大半が4dS/mを超えるため、塩性土壌と判定される。ECe値が8dS/m以上の圃場も見られるが、強耐塩性の綿花でも明らかに生育障害が認められた。シルダリア川中下流域の農地の集積塩類は、ナトリウム塩、次いでマグネシウム塩が多く、硫酸イオンが多く含まれることが特徴的である。水田はECeが3~4dS/mで、湛水により塩が洗脱され、綿花畑よりも塩類の集積量が低く抑えられていた。水田の後に畑地あるいは休閑地として利用すると、表層への塩類の集積が大きく進行する(図4. 2)ことから、畑地は水田よりも塩集積しやすい環境にあるといえる。

一方で、シルダリア川の支川アリス川を水源とするトルキスタン周辺の綿花畑では、表層土のECe値は1~2dS/m程度と低く抑えられていた。これは、アリス川の水質が、シルダリア川中下流域のそれ(EC:1.7~2dS/m)に比べて良好(EC:0.5dS/m)である点が、塩類化抑制に大きく影響していると考えられる(図4. 3)。灌漑水の塩濃度の上昇は、水田においても、表層への塩集積を確実に増加させており、高塩濃度の水は塩の源として土壌の塩類化を助長する大きな要因である。

塩類集積状態には圃場間の差が大きく、水質と集積塩量との間に明瞭な関係は認められなかった。すなわち、同じ水質の灌漑水を用いても、塩類が集積しやすい農地とそうでない農地がある。例えば、下流域のある農地では、灌漑開始後数年のうちに可耕地の1/3以上が塩類化によって放棄され、放棄後も塩の集積は続き、表層のECeは100dS/mを超え、塩化ナトリウムに換算して、深さ1mまでに数百トン/haもの大量

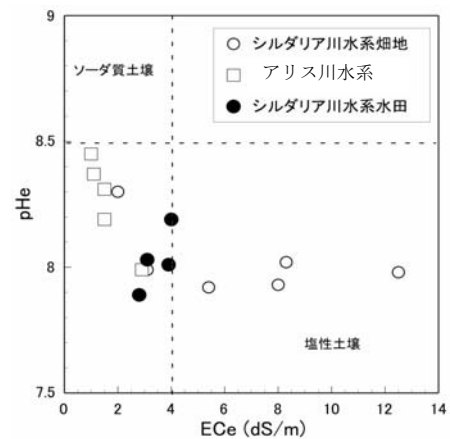


図4. 1 灌漑農地の土壌 EC と pH の関係 (飽和抽出法)

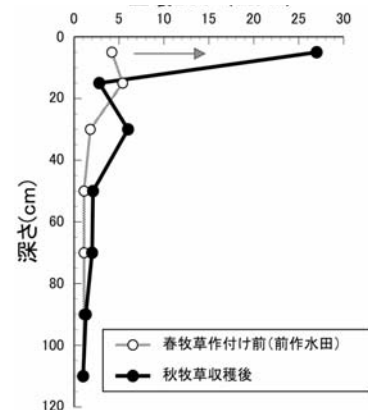


図4. 2 水稻作付け後の畑作による塩類集積の進行(飽和抽出法)

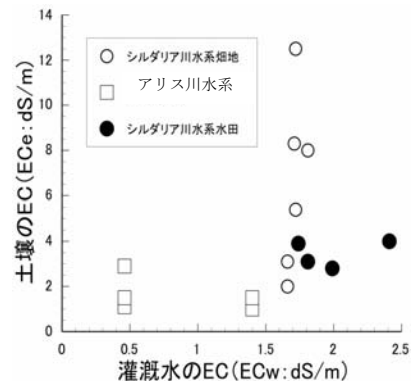


図4. 3 灌漑水の水質と土壌の塩類化の関係

の塩が集積している。一方で、その隣接農地は、持続的に農業利用されている。前者は排水が悪く、毛管上昇しやすい粘質な層が全層あるいは下層に存在する農地であり、後者は下層土が透水性に優れた砂質な土性の農地である。この地域はシルダリア川の氾濫原であるため、土壌は非常に多様な堆積様式をとっており、それが土壌の塩類化の空間的変動に大きく影響していると考えられる。

シルダリア川中下流域の塩類化の最大の原因は、地域への大量の導水と、下流部で水田と畑を混在させる土地利用形態をとったことであるが、元々塩類が集積し易い特性を有しているため、塩類土壌の生成条件が整えば、土壌は短期間のうちに塩類化する。また、水稻作の実施による脱塩効果は局部的に期待できるものの、周辺地域の地下水水位上昇と塩類集積を加速させ、全体的に地域の土壌劣化を助長させることになる。加えて下流域の塩類濃度の上昇を誘引する。なお、この流域の土壌の粘土鉱物は 2:1 型が主体であり、今後、リーチングに伴う粘土のナトリウム化と透水性の悪化が懸念されるため注意が必要である。

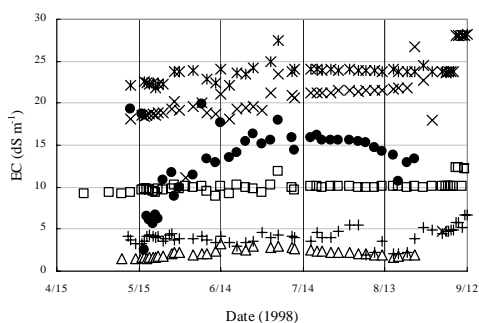


図4.4 水稻作付区における灌漑期間中の土中水塩類濃度の変動

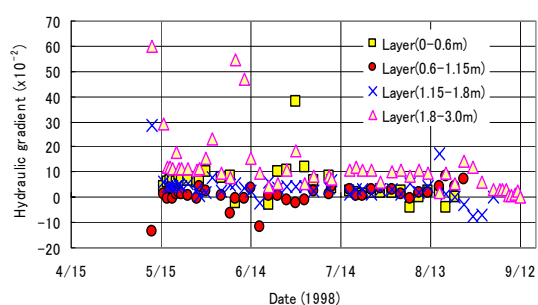


図4.5 水稻作付区における灌漑期間中の土層別動水勾配の変化

2) 塩類集積の原因とその防止対策

シルダリア川の中・下流域における農地の塩性化は極めて深刻な問題であり、このことにより、多くの塩害農地で耕作放棄が進んでいる。中流域の農地では1年間に1ha 当り 5.3 トンの塩類が集積すると報告されている。下流域に位置するジャラガシの灌漑区 (716ha) での筆者らの調査では、1年間に1ha 当り 0.6–6.2 トンの塩類集積が観測された。同一地区における本研究から、シルダリア川下流域で普及している水稻を基本とした輪作システムにおける、二次的塩類集積の形成機構が明らかになった。特筆すべき点は、上層土中水の灌漑期間中における塩類濃度の変動特性 (図4.4) や下層土の集積塩類が上方に移動するメカニズムを明らかにしたことである。すなわち、下層土の集積塩類の上方への移動は、(拡散によるのではなく) 圃場湛水管理における急激な給排水操作によって一時的に下層土で生ずる上向きのフラックスによる (図4.5)。一連の研究から、塩類集積は、まず水路からの漏水と過剰灌漑により農地およびその周辺が過湿状態になり、次の段階として生起するのが一般的なプロセスであり、その根本的な原因のほとんどが水管理に関係し、次のように要約できる。

①用水路からの大量の漏水、②用水路の低機能に起因する大量の用水管理損失、③排水路系の低機能と劣悪な管理、④灌漑農地における水収支・塩類収支の不均衡、⑤水稻作付圃場への過剰灌漑、⑥八圃式輪作体系の運用 (湛水状態の圃場と畑状態の圃場が同一灌漑区で混在)、⑦粗雑な圃場の均平と水管理、⑧湛水操作に伴う下層高塩分土中水の上方移動、⑨可溶性塩類総量 (TDS) が 1000 mgL^{-1} を超える河川水 (灌漑用水) の常時取水、⑩水路周辺部の集積塩類の溶出。なお、八圃式輪作体系とは、灌漑区を 8 小区に等分し、4 小区に水稻、3 小区に牧草を割当て、1 小区は休閑とする輪作体系である。

したがって、これらの問題を解決することが、そのまま塩類集積防止対策となる。筆者らが水管理の観点から行った塩類集積防止のための提言は、以下のとおりである。

1) 同一灌漑区での水稻作と畑作の混作を避ける (水稻作か畑作のどちらかに統一することにより、

地域の排水管理・地下水管理を徹底させる)。2)灌漑効率を改善(搬送損失、圃場水適用損失の削減)する。そのためには、①水路舗装の導入、②水路建設時の締固め作業の徹底(破碎転圧工法の採用など)、③綿密な水理制御を可能にする水路施設の整備・修復、④圃場均平度の改善、⑤下層集積塩の上昇を生起させる急激な給排水操作の回避、⑥農民の水に対する価値観の修正と適正な水価の導入、等が具体的な対策として挙げられる。

3)過湿状態を回避するために水路沿い、圃場周辺に植林を導入し、樹木の吸水能力を利用した排水改善を進める(生物学的排水)。4)塩性土壌層を有する圃場では湛水状態(水稲作)を極力回避する。5)排水路系の機能を確保するため、浚渫等により排水路の維持管理を徹底する。6)排水末端(蒸発池)を適正に管理することにより、灌漑区における地下水位を適正に制御する。7)取水・排水の流域レベルでの量的・質的管理を徹底する。そのためには、次節以降にも絡むが流域関係国との取水・排水に関する国際水利協定の早期締結が鍵となる。

3) 主要栽培作物の蒸発散量からみた灌漑農地の問題点と対策

シルダリア川下流域(図4. 6)は、シルダリア川全流域面積の約 53%を占めている。その大部分が乾燥地となっているため、水ストレスならびに、塩類集積にもなう塩ストレスによる生育障害の危険性を潜在的に有している。

ここでは、FAO の方法に基づいて求めた本流域における主要作物の作物蒸発散量(ET_c)を、水ストレス関数と塩ストレス係数を組み込んだ水収支モデルに導入してシミュレーションを行い、両ストレスの影響を加味した実蒸発散量(AET)の推定を試みた。

表4. 1に計算結果を示す。これによると、Soil1 ではコメ、メンカ、コムギの AET は ET_c とほぼ同じ値であり、ストレスの影響をほとんど受けていない。

一方で、塩濃度に鋭敏なアルファルファやトウモロコシでは AET の低下が認められる。この傾向は Soil2 において顕著であり、耐塩性の高いメンカ、コムギを除いて、 AET は ET_c の 40~70%となっている。Soil3 ではすべての作物で塩ストレスは発生していないが、若干の水ストレスが発生し、その結果、 AET が ET_c をやや下回る結果となっている。Soil3 の有効水分量は Soil1より大きいが、この場合は灌漑回数が少なくなるため、やや節水型の灌漑を実施したこととなる。このことが若干の水ストレスを発生させた要因といえる。すなわち、水ストレスの発生は灌漑計画を適正化することで回避可能となる。しかし、塩ストレスが発生している圃場で ET_c をもって灌漑用水量とした場合は過剰灌漑となる。この場合、作物に消費されない水が二次的塩類集積を引き起こし、さらなる塩濃度の上昇をもたらす危険性は大きい。

対策として、まず、暗渠敷設による排水能の向上をはかり、次いで、 AET と ET_c の差をリーチング水量として集中利用し、除塩を計る必要がある。もし、これらの農地の回復を期待しないのであれ



図4. 6 シルダリア川下流域

表4. 1 水収支計算による総実蒸発散量 (mm)

Soil 1	コメ	メンカ	アルファルファ	コムギ	トウモロコシ
アラリスク	1229	1084	903	647	608
クジル・オルダ	1364	1194	1007	712	677
トゥルキスタン	1358	1188	1007	701	660
チャルダラ	1449	1258	1055	751	700

Soil 2	コメ	メンカ	アルファルファ	コムギ	トウモロコシ
アラリスク	698	1084	617	619	274
クジル・オルダ	775	1194	688	681	305
トゥルキスタン	771	1188	689	670	297
チャルダラ	823	1258	721	720	315

Soil 3	コメ	メンカ	アルファルファ	コムギ	トウモロコシ
アラリスク	1112	1026	930	613	606
クジル・オルダ	1335	1130	1037	654	697
トゥルキスタン	1288	1118	1017	642	672
チャルダラ	1384	1205	1086	712	709

Soil1: 塩濃度低, 保水性小, Soil2: 塩濃度高・保水性小, Soil3: 塩濃度低, 保水性大

ば、塩ストレスによって低下する実蒸発散量をもって灌漑用水量とすべきであろう。この場合、収量の低下は避けられず、結局は過剰な塩類集積によって農地を放棄することになるであろう。いずれにせよ、除塩なしに灌漑農地の維持は不可能といえる。

[上下流間の利水競合と調整]

1) ソ連崩壊後の利水競合と調整

ソ連崩壊後、キルギスタンは、流域最大の規模を誇る Toktogul ダム(貯水量 195 億 m³)を冬期の発電用運転に切り替えた。旧ソ連時代の夏期灌漑放流量は年間放流量の 75%を占めていたが、図4. 7に示すように1993 年以降は 50%を割り、1993-97 年には 44%、1998-2003 年には 36%と減少の一途をたどっている。表2に 1996-97 年における二国間の水資源供給とその代償として

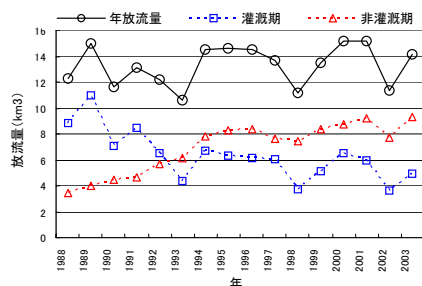


図4. 7 ソ連崩壊前後の Toktogul ダム年放流量の変化

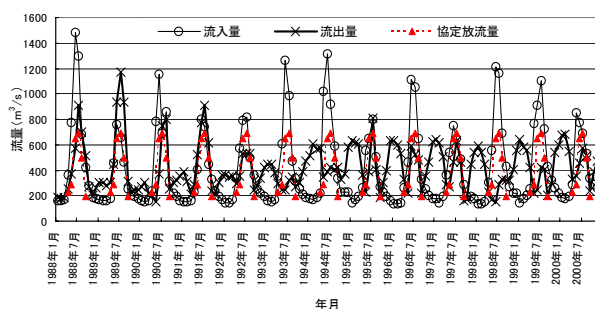


図4. 8 ソ連崩壊前後の Toktogul ダムにおける流入・流出パターン

表4. 2 1996-97 年における水資源・エネルギー供給協定

国名	水資源供給	エネルギー供給
キルギスタン	供給 (6.5 km ³)	受給
ウズベキスタン	3.25 km ³	4 億 kWh の電力+5 億 m ³ の天然ガス (US \$ 48.5 × 10 ⁶ 相当)
カザフスタン	3.25 km ³	11 億 kWh の電力またはそれに相当する石炭 (US \$ 22 × 10 ⁶ 相当)

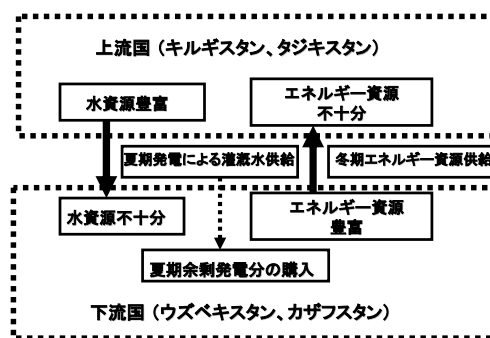


図4. 9 水資源とエネルギーの相互補完を基軸とする協定の概念図 (シナリオ1)

のエネルギー供給の協定の概要を示す。本来この取り決めに基づいて Toktogul ダムの放流管理がなされるべきであるが、実際には図4. 8に示すように、1992 年以降夏期の放流量は協定で定められた放流量を年平均 10 億 m³ 下回っている。この図から、協定で定められた夏期放流パターンは Toktogul ダムへの流入ピークに一致しており、かつ流入量を下回るように設定されていることから、妥当であると評価できる。また、図4. 8からは、放流パターンがソ連崩壊前の夏期大ピーク-冬期小ピーク型から、崩壊後には夏期小ピーク-冬期大ピーク型に変換していることが分かる。このことが、夏期に灌漑用水の不足を生じ、冬期に深刻な洪水被害をもたらしている。カザフスタンは下流域の洪水被害の軽減を図るため、Chardara ダム(貯水量 57 億 m³)の運用と Arnasai 低地-Aidar 湖への放水を余儀なくされている。この結果 Aidar 湖は拡大の一途をたどり、巨大化している。1993 年以降毎年 Arnasai 低地への冬期放流が行われ、2003 年までの 11 年間に 33. 65 km³(年平均 3 km³ 以上)もの貴重な水資源が小アラルではなく、Aidar 湖へ流入したことになる。

2) 上下流問題解決への将来シナリオ

図4. 10は、シルダリア川流域における上下流問題を解決していくための3つのシナリオを示す。まず「シナリオ1」は、水とエネルギーの相互補完(Barter)を機軸とする長期枠組み協定(図4. 9)である 1998 年のシルダリア協定を関係国が完全に遵守するというものである。これが最も望ましい解決策といえるが、現在までの状況を見ると、極めて難しい状況にある。

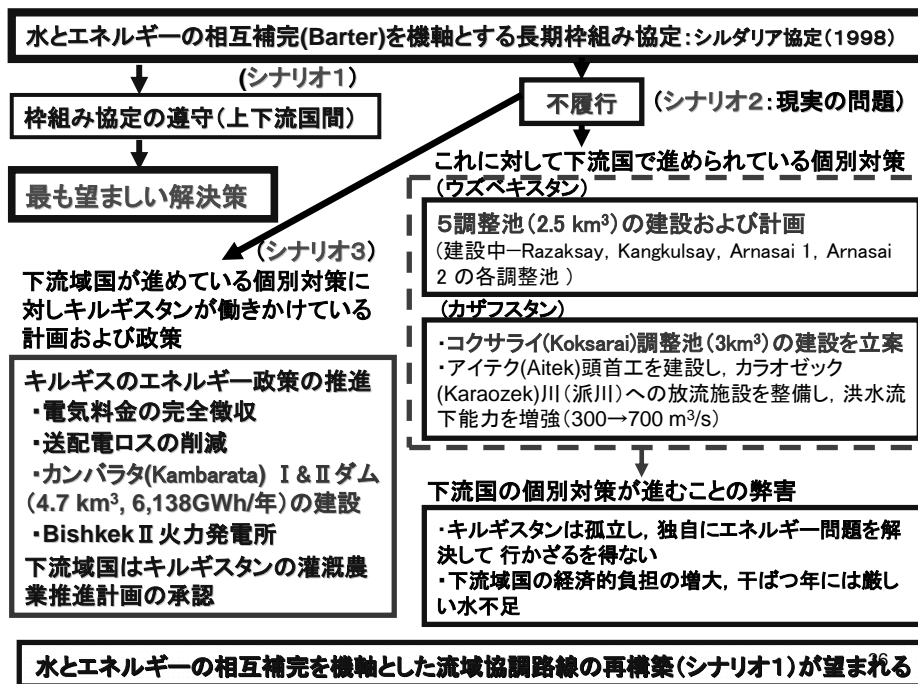


図4. 10 上下流問題解決に向けての3つのシナリオ

「シナリオ2」は、下流域国が現在進めている対策で、キルギスタンの冬期放流に対処するため、ウズベキスタンでは5調整池の建設・計画を、カザフスタンは「Koksarai 調整池」の建設計画を進めている。このシナリオでは、建設コスト、周辺水環境の保全等の面で詳細な検討が必要となる。「シナリオ3」は、下流域国が進めている個別対策に対しキルギスタンが働きかけている計画および政策である。この中心になるのは、キルギスタンの Toktogul ダムの上流に Kambarata 第1、第2ダムを建設し、冬期用の発電を割当て、その放流量は Toktogul ダムで貯留して下流域の灌漑期の放流にまわすという方法である。このシナリオでは、建設コスト、流域の水管理にもたらす効果、関係国の賛同獲得の可能性、エネルギー需給バランスの見直し等の詳細な検討が前提となる。

[小アラルの保全とデルタ地域の環境・生態系保全]

河口デルタ、小アラルの生態系・環境保全については、着々と計画が進行している。Kokaral ダムはすでに完成し、小アラルの湖面水位も目標の海拔 42mまで戻り、塩類濃度も低下(15g/L)して生態系・漁業も徐々に回復すると期待される。また、河口付近に建設中の Aklak 頭首工が完成すれば、近い将来デルタの河川水位は海拔 53m(1960年代の湖面水位)まで調節可能である。したがって、小アラル・シルダリア川流域については将来的に保全できる見通しがある程度ついたといえる。しかしながら大アラル・アムダリア川流域については、アフガニスタン復興等に伴う水需要の大幅な増加が将来的に見込まれることから、今後も縮小の一途をたどると考えられる。数年後には90%以上が陸地化し、塩類濃度も現在のレベル(90~160 g/L)からさらに上昇すると予想される。ICWCやIFASを中心とした流域関係国と国際機関が連携をとり、早急に大アラルの目標修復レベルを設定し、そのために必要な流域水政策シナリオを策定すべきである。

(2)研究成果の今後期待される効果

本サブテーマでは、小アラル・シルダリア流域が抱える3つの大きな問題、すなわち、「中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化とその対策」、「上下流間の利水競合と調整」、「小アラルの保全とデルタ地域の環境・生態系保全」を対象として、それぞれの現状を分析し、解決案を提案した。この中で、「小アラルの保全とデルタ地域の環境・生態系保全」については、IFAS(アラル救済国際基金)の活動の成果が見え始め、比較的よい方向へ展開していくことが期待される。しかしながら、

そのためには、「上下流間の利水競争」と「中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化」の流域全体に関わる問題の解決が前提となり、中・長期的に取り組んでいく必要がある。これらの問題は一朝一夕に解決できるものではなく、根気強い取り組みが求められる。

「中下流域における灌漑農地の水不足・塩類化とその対策」における研究成果として、同流域の灌漑農地の塩類化の実態解明と塩類集積土壌の特徴分析、二次的塩類集積形成機構の解明、二次的塩類集積防止のための水管理の提案、水ストレス・塩ストレスによる主要作物の生育障害の危険性分析と回避対策の提案等が挙げられる。これらの成果は中・長期的な改善対策を進めていく上で基本となるものであり、問題解決に向けて貢献できると期待される。中でもとりわけ、「下層土に集積した塩類の湛水条件化での上方移動は、拡散によるのではなく、圃場湛水管理上の急激な給排水操作に伴い下層土で一時的に生ずる上向きのフラックスによる」という点の解明は、乾燥地における水稲作付圃場の設計と、作付時の湛水管理の適正化を図る上で、きわめて重要な知見といえる。また、安い水価設定が大量取水の一因であり、そのことが農地だけではなく周辺地域も巻き込んだ、中下流域全体のウォーターロギング・塩類集積を拡大しているという指摘は、適正な水価の設定等、水をめぐる制度上の決定が国レベルだけではなく、流域レベルでの調整をベースになされるべきである点をも示唆しており、波及効果は大きいと考えられる。

「上下流間の利水競争と調整」における研究成果として、ソ連崩壊後の上下流間の利水競争の経緯と問題解決に向けた取り組みについての分析と、今後関係国が取り得る水政策シナリオを3つに整理した点が挙げられる。経済面および水環境の保全の観点から、シルダリア協定(1998年)を遵守して、水資源とエネルギーの相互補完を機軸とした流域協調路線の再構築が行われることを強く強調したい。

3.4.2 チグリス・ユーフラテス川流域

(1)研究実施内容及び成果

1)流域の概況および流域国による水資源を巡る確執の経緯

チグリス・ユーフラテス川流域の主要な流域国はトルコ・シリア・イラク・イランの4か国である。チグリス・ユーフラテス川流域の中でも、ユーフラテス川の方が相対的に水資源の逼迫が顕著である。ユーフラテス川はトルコに端を発し、シリア、イラクを通過してペルシャ湾にそそぐ国際河川である。その年間平均流量は320億トン(毎秒1,000トン)であり、その9割がトルコに源を発しているとされる。他方、河川水の年間の需要量に関しては、トルコが185億トン、シリアが115億トン、イラクが230億トンとなっており、その総計は明らかに供給量を上回っている。各国が必要と表明している需要を全て満たすことはできないことは自明である。

加えて、各国による将来的な需要予測は、各国で灌漑農業の展開が可能な農地面積などの実情を反映したものではなく、外交交渉に於ける自国の立場を有意にする為に過大な要求を行っているのではないかとの見方も為されている。例えば、トルコ政府はシリアに於ける灌漑可能な農地面積について、シリア政府が表明している数値(77万ヘクタール)は根拠に欠ける旨の非難を、自国政府の公式なウェブサイトで行っており。そのような非難の根拠として、トルコ政府は欧米の研究者による推定値の多くが30あるいは40万ヘクタールであることを挙げている。

チグリス・ユーフラテス川流域において水を巡る利害争いが表面化したのは、1960年代以降である。1960年代に入ると例えば上流国であるトルコ、シリアは、水資源を使用することによる経済開発の促進を志向し、互いの水資源使用計画を調整することなく、個別的にダム開発を進め、自国内で消費する為に水資源を確保しようとした。トルコのユーフラテス川流域開発計画は1960年代に本格化し、1974年には最初のダムであるケバン・ダムが完成した。同じ頃にシリアもタブカ・ダムを完成させ、それぞれ貯水を始めたためイラクが水不足に陥り、1975年4月にイラクがシリア国境付近に軍隊を動員させる事態が生じた。

その後、1983年に3ヶ国の利害を調整する場として「共同技術委員会」が形成され、暫定的な割り当てとして、1987年にはトルコとシリアの間で、1990年にはシリアとイラクの間で、それぞれ二カ国ベースの議定書が結ばれた。しかし、この議定書が下流国への流量安定化につながっているとは言い難い。例えば、トルコは1989年末のアタチュルク・ダム貯水の際にユーフラテス川を1ヶ月に渡って遮断したが、埋め合わせのために流量を増加させたのは、貯水「後」ではなく貯水「前」で

あった。この際、一ヶ月に渡って水流を遮断された下流国はその農業部門に大きな被害を受けたとされる。また1989年にはシリアがトルコ領内に居住するクルド人による反政府運動を支援しているとして、時のオザル首相はシリアに対し、クルド人の反政府運動家への援助を止めなければ、ユーフラテス川の水を止めると警告を発したこともある。

2) 研究実施内容

本研究の目的は、チグリス・ユーフラテス川流域において、流域国間で現在生じている係争を軽減し、更には将来において新たな確執が生じる可能性を少なくする為の方法論を提案することである。その目的を実現する為、本研究は以下の要素に関して研究を実施した。

(a) 専門家会合を通じた「トラック2」による流域国間での相互理解の推進

国際河川に関する流域国間の交渉は、通常的外交交渉の枠組みで実施されることが多い。具体的には政府関係者同士の公式の会議で交渉が行われる。このような「トラック1」と呼ばれる従来の国家間の交渉に加えて、近年では政府関係者や非政府関係者が行う非公式な会議や交渉の役割が重視されている。このような活動は「トラック2」と呼ばれ、国際流域における水資源管理の分野では、技術者や研究者などの間での実務的な交流が「トラック2」と形容されることが多い。

チグリス・ユーフラテス川流域で「トラック1」に相当するものは「共同技術委員会」である。これは1964年にトルコによって設立が提案されたものであり、当初のねらいとして、河川の年間流出量の計測、共同調査を通じた各流域国の灌漑用水需要の把握、現在および将来の水需要の予測、水配分を決定する手続き方法の確立などが掲げられた。当初の「共同技術委員会」構想は一度頓挫するものの、1980年代はじめに今度は常設される形で復活し、再び3ヶ国での話し合いの場が設けられた。そこではデータ交換、水資源量測定方法の統一、水利事業の情報交換、水質汚染対策といった課題が議論された。さらに技術者中心の話し合いのみならず、担当大臣レベルの話し合いを行うことで合意が見られた。「共同技術委員会」において水資源量測定の手法を確立し、それに基づいて算出された各国の「合理的な」水需要量を大臣レベルの会議にかけるというのが、その狙いであった。しかし、1993年まで16回の会議が開かれたものの、ここでも当初の狙いはほとんど達成されなかった。即ち、チグリス・ユーフラテス川流域国については、トラック1による折衝は問題の解決に大きく寄与することなく現状としては停滞状態にある。

こうした「トラック1」における交渉の行き詰まりのなか、近ごろ「協力に向けたチグリス＝ユーフラテス・イニシアチブ(ETIC)」など、非公式な交流チャンネルとしての「トラック2」を積極的に活用し、流域国間の相互理解に寄与しようとする動きが盛んである。「トラック2」は、紛争の要因は千差万別であるが、互いに対する不信感が紛争解決を妨げる一因となっているとの認識に端を発している。紛争の最終的な解決には「トラック1」における交渉が必要不可欠だが、外交の分野以外で流域国間の交流を進めることにより、相互の理解が促進され、結果的には心理的な障壁が解消あるいは軽減されることが、流域国間での交渉成立の可能性を増加させるのに役立つと考えられる。即ち、交渉の進展を妨げるような心理的障壁を解消し「トラック1」の前段階を整備するために「トラック2」が有用なのではないかと考えられる。

本研究では、イラク、シリア、トルコの研究者(主に大学教員)と流域外の国に在住する研究者が一堂に会する「専門家会合」を定期的で開催し、各国の研究者が協働で研究計画を立案することを通じて、「トラック2」として流域国相互の理解と交流に寄与することを志向した。具体的には、流域国の研究者が定期的に日本での会合を重ねることにより、相互理解が不足している局面を洗い出して理解の促進に資すると共に、流域全体の利益を目的とした場合に最も必要とされる研究を特定することを目標とした。

専門家会合を重ねる過程で明らかになったのは、例えば地名のアルファベット表記が国によって異なる為、どの地点の話をしているのかというレベルで、相互の理解を欠くことがあるという実情であった。これは、シリアとイラクでの公用語であるアラビア語による地名のアルファベット表記が一意ではないことに依るところが多く、専門家会合では、専門家が流域の地図を前にして「どの地域の話をしているのか」を明確にしてから議論が為されることも稀ではなかった。専門家会合を通じて、「地理情報システム(GIS)によるチグリス・ユーフラテス川流域の現況把握と知識の共有」、「水資源管理の向上を目的としたチグリス・ユーフラテス川流域における農業の実態把握」、「都市化がチグリス・ユーフラテス川流域の都市用水に与える影響の把握と改善提案」が共同研究のテーマとして

策定された。また、本研究では、専門家会合に加えて、2006年にはETICと共同でチグリス・ユーフラテス川流域の水資源に関する国際シンポジウムを開催し、流域国からの専門家に加えて、チグリス・ユーフラテス川流域の管理に関わる国際機関に所属する実務化、日本を含む流域国外の専門家などの間で、認識の共有と相互理解の促進に寄与した。

(b) イラク国内に於ける水資源利用の最適化

「専門家会合」により得られた知見として、チグリス・ユーフラテス川流域の最下流国であるイラク、特に同国の下流域(図4. 11では「水量」ではなく「水質(塩分濃度)」の問題が卓越しており、水質改善のために「水量」が必要が指摘された。また、イラク下流域での「用排分離」による(上流域からの)用水量軽減が可能と考えられることや、イラク国内のダム運用を統合化運用することでも問題は軽減可能ではない、との意見が表明された。このような見解より、イラクの下流域を対象とした水量・水質モデルを構築して、「エンジニアリング」による対策の可能性を定性的に評価することが「専門家会合」での結論として推奨され、「イラクの水需要および河川水質の評価」が最優先課題として挙げられた。これは、流域国間の合意が形成されない原因としての「各流域国の合意に基づく客観的・科学的データの欠如」を改善することを志向している。具体的には、イラクの水文分析を行い、その結果が実際の流域国間交渉にどのような影響を及ぼし得るか評価することを目的とした。本研究ではイラクに関する限られたデータから水需要量を推定することを試みた。具体的には、イラクの人口および灌漑農地が集中している沖積平野部水収支を1年単位で1993年から2002年までの10年分解析し、年ごとの水損失量(蒸発散量)を推定した。また、衛星リモートセンシングデータを用いて対象流域内の年間平均NDVI(植生指標)を算出し、蒸発散量と比較することで水収支解析の妥当性を検討した(図4. 12)。さらに、上流国からの河川流入量と年間平均NDVIとの比較を行うことで適切な農業生産のために必要となる河川流入量の比較を行った。

対象流域における水収支に関しては、対象流域への河川流入出はチグリス・ユーフラテス川およびその支流によるもののみであると考え、河川流量はイラク水資源省による観測データを用いた。降雨量は1度グリッド全球データセットを用いた。解析の結果、水収支については、流入量の70%近くが対象流域内で消費されていることが明らかになった。流入と蒸発散の間の強い相関性があり、渇水年に小規模かつ節水的な灌漑が行われ、逆に豊水年には大規模かつ浪費的な灌漑(あるいは塩類除去のためのリーチング)行われていることを示唆している。

蒸発散量とNDVIの比較を行う為に、灌漑農地の年間平均NDVIを算出した。NDVIの変動を水収支解析から得られた蒸発散量と比較すると、水不足年は蒸発散量の落ち込みに伴いNDVIは減少しているが、豊水(洪水)年にはNDVIは頭打ちとなっている。このことから、NDVI値(農業生産に比例)は上流からの流入量に対して逡減的であり、過剰量の水は食料生産増に必ずしも結びつかないということが示唆された。また、下流地域における水不足時のNDVIの落ち込みは上流部の較べ相対的に大きい。この結果は、イラク下流部に行くほど塩類集積激しく水不足に対して脆弱であるという先行研究の記述と一致する。更に、流国からの河川流入量とNDVIの比較を行った結果、水量に対してNDVIが逡減する傾向が明らかになった。現状においてイラクの農業生産を最大化する流入量の値は3.5~5mm/day、すなわち年流量にして380億~550億トンであると推察される(図4. 13)。



図4. 11
研究対象地域

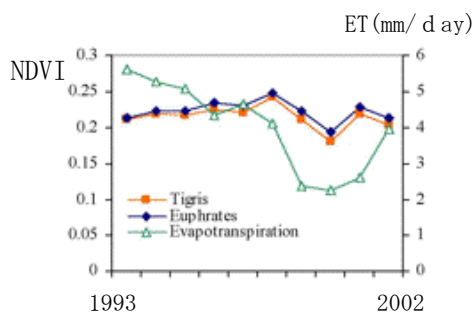


図4. 12
対象流域における年平均
NDVIと蒸発散量(ET)

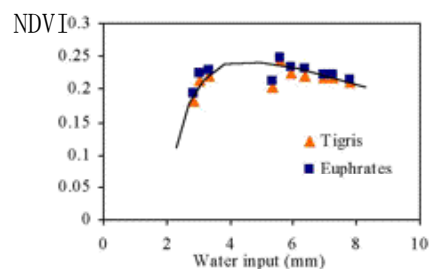


図4. 13
河川流入量とNDVIとの関係

本研究からの結論として、チグリス・ユーフラテス川の最下流国であるイラクの水需要水準の予測が可能となった。本成果は、同河川の水利用をめぐる国家間交渉を潤滑に進める上で有用な役割を果たすことが期待される。特に、利用可能な水量が増加しても、ある点を超えると農業生産が有意に増加する訳ではないという知見は、流域国が流域内での水資源の最適配分を議論する上で非常に有用な知見であり、「トラック2」の場での議論に基づく研究が、「トラック1」での交渉に貴重な情報を提供することが出来たという意味で、貴重である。

(c) メコン川流域との比較研究

チグリス・ユーフラテス川流域では、最上流域国であるトルコが「覇権的態度」で下流国(シリアおよびイラク)に対して非妥協的な政策を採っていることが、問題の解決に至らない原因であるとの指摘が為されることが多い。

本研究では、チグリス・ユーフラテス川流域における問題解決の手掛かりを得ることを目的として、メコン川流域との比較研究を行った。両者は一見すると共通項がないように思えるが、実のところいくつか興味深い共通点がある。はじめに、中国とトルコという流域内で有数の GDP、人口を持つ国が最上流国に位置しているという点である。そうした経済基盤を背景として、両国は共に経済成長のための大規模公共事業に河川の水を利用しており、それが下流国に不利益を与えている点である。そして最後に、河川利用の実例から、両国がしばしば絶対的領域主権の原理、通称「ハーモン・ドクトリン」に固執する国と目されていることである。1997年に国際河川の水利用規制を目的とした国際ルール(国際水路の非航行的利用の法に関する条約)が国連で採択されたが、それに最後まで反対した3ヶ国のうち2ヶ国が中国とトルコであったことを傍証として、両国は共に下流国への影響を考えずに一方的な河川開発を進める経済基盤を有し、かつそれを実行している国と評価されることが多い。しかし、近年においては特に中国は国際河川の水利用について下流国と歩み寄る姿勢を見せている。この姿勢の変化を促した要因を考察することは、チグリス・ユーフラテス川流域の利害対立を緩和する手がかりになる可能性がある。

中国のメコン川流域開発計画の背景として、1980年代からの自由化・対外開放の進展が挙げられる。対外開放が進むにつれて、東南アジア諸国と隣接している雲南省がそれらの国々との貿易拠点として注目され始めた。それに伴い雲南省の省都である昆明を中心に産業部門が拡大した結果として、深刻な電力不足が発展の足かせとなっていた。そこで電力の確保が検討されることになり、それまでは殆ど開発されていなかったメコン川の水力発電に目が向けられた。

トルコのユーフラテス川開発と同様に、中国による多数の水力発電ダムの建設に関して、メコン川下流域の国々は1990年代初頭まで中国のダム計画について何も知らされていなかった。これに対し中国側は、ダムは主に下流にとって望ましいものであるために、敢えて事前に相談せずに行ったと弁明した。そのような事実から、中国はメコン川についてはハーモンドクトリン的な立場を取ろうとしているとの解釈も、少なくとも過去に於いては為されていた。このように中国もトルコ同様、下流国への影響を重視しない開発計画を進めた面があったが、メコン川の場合には、中国を含む流域国間の関係改善に向けた動きが見られる。ここでは特に水力発電、舟運、水資源の情報共有といった多様な分野での国家間協調を取り上げる。

水力発電に関しては、1992年よりアジア開発銀行(Asian Development Bank: ADB)主導の下、メコン川流域国間の貿易・投資の促進を活性化させ、域内の経済成長を図る計画、いわゆる拡大メコン地域計画(Greater Mekong Subregion program: GMS)がスタートした。その枠組みで、ラオス、ビルマ、中国からタイへの電力輸出促進に向けた送電線ネットワークについて調査を進めることが話し合われた。中国のダム開発の第一目的は自国の利益にあるとはいえ、下流国もまたそこからより安価な電力を購入できる余地がある。即ち、中国国内のメコン川流域におけるダム建設は、単に中国が自国の利益のみを追求する為にハーモンドクトリン的な挙動を示したのではなく、下流国にとっても便益を享受出来ることから、流域国間の歩み寄りを引き出しえるとの見方も為されている。そうした流域国間での利益共有への動きは実際に生じており、2002年1月には雲南省からラオスへの電力輸出が開始され、1998年に中国とタイの間で交わされた覚書では、2013年からメコン川本流の一連のダム群で作られた電力がタイへ輸出されることになった。とりわけ景洪ダムにいたっては、生産された電力の80%あるいはそれ以上がタイに回されることになっている。

メコン川の舟運についても協調が進んでいる。1993年にタイと中国が主体となって4ヶ国経済協

力(Quandripartite Economic Cooperation:QEC)が発足した。これは運輸関連の計画を通じて、中国、ラオス、ミャンマー、タイのメコン上流国の経済協力を図ることが目的であった。2000年には中国、ラオス、ミャンマー、タイのメコン上流国間で「上流メコン舟運条約」が結ばれた結果、メコン川上流部での舟運の改善を目的とした、河川の改修工事が中国の主導で行われ、条約に加盟している上流4か国の間では、以前よりも大型の船が航行可能になり、かつ港湾の整備も進められる事による舟運の拡大が見込まれている。舟運は水利用の中でも河川の流れを妨げない部類に入るため、上流国と下流国の協調が図られやすい。中国の歩み寄りは一義的には自国産品の東南アジア向け輸出拡大という中国側の思惑によって引き起こされたものだが、それは同時に下流国にとっても中国市場への販路という利益を与えることになる。このように中国を含むメコン川の流域国は経済的に相互依存関係にあることから、中国がメコン川についてはハーモンドクトリン的な対応を取ることは、経済政策の観点からも正しい選択とは考えられず、結果的には中国は下流国との協調に向かっていると解釈される。

舟運分野での協調はメコン川流域で情報共有も進めた。メコン川のほとんどの地域で季節によって河川の深さに大きな変動があり、雨期には水深が10メートルになっても、乾期では1メートルほどに下がってしまうところも多い。このため、乾期の間の可航性を高めることが舟運の大きな課題の一つだった。こうした背景から、1991年に中国はタイと共同でメコン川の航行試験を行った。それを受けて1993年にはさらにミャンマー、ラオスが加わり、上流4ヶ国で水路交通の調査が行われ、その結果、すべての流域国が水資源の基本データと情報を共有することになった。これは、それまではメコン川委員会に属する下流の4か国のみが情報の共有を行っていたのに比べると、メコン川の全流域国が参加する形での情報共有が実現したと言う意味で、画期的であり、中国はハーモンドクトリン的な政策を取らない(取り得ない)ことの傍証でもある。

このようなメコン川流域での国際協調の背景として「イシューのパッケージ化」を挙げることが出来る。チグリス・ユーフラテス川流域とは異なりメコン川流域において、より多くの国家間協調がみられる。その理由として、メコン川流域では必ずしも水そのものが唯一の議題になっていないということが考えられる。言葉を換えれば、水を唯一の争点(イシュー)として議論するのではなく、水をめぐる問題を他の様々な争点と同時に議論の舞台上に載せているということである。いわば「イシューのパッケージ化」である。関係各国で話し合われるイシューが多くなればなるほど、関係各国の利害に折り合いをつけやすい。たとえ一つのイシューで利益を損なったとしても、別のイシューで埋め合わせられる余地が生じるためである。メコン川の場合、電力分野における協調がその典型例である。中国のダム建設により下流国は何らかの不利益を被る局面もあるが、その代わり安価な電力の提供を受けることでそれをいくらか相殺するという交渉の余地が生まれた。また、メコン川流域では市場統合をすすめる上で舟運が大きな役割を果たしており、その条件整備に各国が大きな利益を見出していたことが協調成立の一因と考えられる。

国際河川管理における国家間協力の要因は「イシューのパッケージ化」一つに限定できるものではない。しばしば国際機関の関与や流域国間組織の存在などが指摘される。しかし、本研究では市場統合の動きから派生した制度の重複、イシューのパッケージ化といったファクターもまた考慮すべき因子になることを明らかにした。チグリス・ユーフラテス川流域では、これまで流域国間の摩擦あるいは係争の要因として「水」のみに着目した解析が行われてきた。チグリス・ユーフラテス川流域でも、「イシューのパッケージ化」が流域国を協調に向かわせ得るか否かを検証することが今後の課題である。

(d) 「越境環境影響評価」手法の確立

国際河川を共有する国家間での係争の殆どは、上流国がダムの建設や灌漑農業の拡大など、下流国に顕著な影響が生じることが懸念されるようなプロジェクトを立案・実施したことに起因している。そのような、他国の環境に影響を与えかねないプロジェクトに関しては、一国内でのプロジェクトについて「環境影響評価」が実施されるのと同様に「越境環境影響評価」が実施される必要があるが、現実には「越境環境影響評価」が国家間の係争を回避あるいは軽減する為に有意に機能しているとは言いがたい。

(2)研究成果の今後期待される効果

本研究は、国際政治学の観点から議論されることが多い国際河川での水資源管理に関して、殊に流域国間の確執が長期間に亘って解決されない状態が継続しているチグリス・ユーフラテス川流域において、研究者が為しえる貢献を「トラック2を通じた情報の共有と交流の促進」および「高い透明性を維持した共同研究から得られた知見による交渉への寄与」などの局面で有意に為しえた点は、今後において他の国際研究に研究者が取り組む上で一つのモデルを例示し得た。

また、特定の流域に関する研究のみが行われることが多い国際流域研究に関して、他の流域との比較研究から得られた知見を、実際の交渉への示唆とすることに成功し得たという点で、他の国際流域研究についても「比較研究からの視点」を適用することが有益であろうことを示唆し得た。

また、「越境環境影響評価」の実施上の問題点を、過去の事例を精査することから抽出し、完全が為されるべき局面を指摘したことにより、未だ方法論的に改善の余地が大きい、「越境環境影響評価」分野において、研究の進展に大きな貢献を為した。これにより、この領域での研究が更に発展する手掛かりを与えることが出来た。

3.4.3 ヨルダン川流域

(1)研究実施内容及び成果

1)流域の概況、水課題とその背景

ヨルダン川は中東国際紛争の中核地域、レバノン、シリア、イスラエル、ヨルダンとパレスチナ(西岸)の4-5ヶ国を貫流する内陸・地溝性の構造をもつ延長360km、流域面積42,600km²を有し、海拔-410mに位置する死海を流末とする流出口のない内陸閉鎖水系の国際河川である。水源地帯のレバノン山脈では年間降水量が1,000mm程度であるが、流域の殆どは典型的な半乾燥地帯に属しているため最下流の死海周辺では50mmまで減少している。ヨルダン川の年間平均流量は死海水面からの実蒸発量に等しい16億m³にすぎない。イスラエルは流域面積の僅か3%を占めるにすぎないが、ヨルダン川水系では最大の3.75億m³の暫定的な国際水利権を有している。第三次中東戦争による軍事占領という政治地理学的背景を根拠に上流の水源地帯(バニアス川、ダン川、ハスバニ川)の年間平均流出量5億m³の大部分を国際水利権の範囲を超えて利用し、さらに占領地ゴラン高原と西岸の水資源を国家レベルの水供給システムに組み込んで利用しているため、中東和平交渉のなかでは「土地と平和」の交換にとどまらず、「土地と水と平和の交換」にまで踏み込んだ解決策が具体的に求められている¹⁾。

2)ヨルダン国水資源管理マスタープランのレビューと問題分析

ベースとなる全国水資源管理計画は日本政府(JICA)が1999-2002年に実施した長期的な気候変動の影響を考慮しないマスタープランである。

①現状の問題点に緊急に対処する短期戦略、②5~10年の課題に取り組む中期戦略、③10年以上の課題に対応する長期的戦略の3点に整理して、総合的水資源管理政策マスタープランを検討すると、開発-管理-政策の課題は以下の7点に要約される。

- ・水の有効利用⇒無収水(漏水)対策・AFW、水供給(導水)システム管理
 - ・節水⇒住民意識向上・キャンペーン、節水システム・器具の普及、節水型農業(ドリップ方式)の普及
 - ・水料金制度改革⇒水道料金・下水道料金・農業用水
 - ・水需要(抑制)と水供給管理⇒人口や経済構造の変化に対応する需要供給バランス・ダイナミックモデル
 - ・自然的水資源(河川水、地下水)の管理と健全な水循環の保全⇒地下水の過剰揚水規制
 - ・非伝統的水資源の開発管理⇒下水処理水の農業用循環再利用、汽水地下水・海水の淡水化、雨水利用
 - ・越境水資源管理⇒チベリアス湖からの和平協定導水と水質(アオコ)管理
- 上記の課題の具体について問題分析の視点を加えて政策シナリオを検討し、水資源管理政策マスタープランの提言として以下のように取りまとめた

(a) 循環性地下水の適正利用(削減)計画

(b) 下水処理水の再利用による農業・工業用水の確保

(c) 循環性地下水適正利用(削減)計画に伴う農業開発計画のリストラクチャリング

- (d) ディシ化石水の都市用水への転換と導水プロジェクト
- (e) 表流水の水質保全のための水質モニタリング

3)ヨルダン川流域の水資源開発管理政策シナリオ

次世代の課題を視野に入れた持続的な国家の運営計画のアキレス腱となるのが水資源であるとの認識から、中東和平構築のフレームを視野に入れた全国水資源開発管理政策のシナリオを検討する。上位計画のフレーム設定においての前提条件は、国家(国民)が自国内にある淡水資源のポテンシャルを開発し尽くす限界状態に入っていることを認識して次世代の課題に向けて取り組む意志があること、次に国際河川流域に属しているがための国際協調と協力のスキームへの配慮が欠かせない。

最初に、流域の人口変動外力の影響を評価するために 2050 年の人口予測(国連統計 2005 年)を人口増加率に置き換え、次に気候変動外力の影響を気象研究所モデル(60-km-grid MRI-AGCM)により評価する。

4)流域の人口変動外力評価

最初にアジアの代表的国際河川におけるヨルダン川流域はアジアの国際河川流域では面積は小さいが、人口増加率が高い国々(パレスチナ、ヨルダン、シリア、レバノン、イスラエル)によって構成されているため、流域人口は 6.4 百万人/2000 年から 15.2 百万人/2050 年に 50 年間でアジアでは最大の 2.4 倍の人口増加率に増大する(表4. 3参照)ことが分かった。すでに水需要が供給ポテンシャルを大きく上回っているため、構造的なアンバランス問題はより深刻化することが予想される。

表4. 3 アジアの代表的国際河川の流域人口変動予測

国際河川名	流域面積 (km ²)	流域人口(千人) (2000年)	流域人口(千人) (2050年)	人口比率 (2050/2000)
メコン	787,800	73,365	110,079	1.50
ガンジス	1,632,480	460,897	757,238	1.64
アラル	1,231,400	36,809	63,742	1.73
チグリス・ユーフラテス	788,880	87,393	162,518	1.86
ヨルダン	42,600	6,339	15,182	2.40

注) 流域面積は International River Basins (Wolf, 2002)、人口統計は国連資料(2005)による。

5)気候変動外力評価と河川流量変動

地域的には地球規模気候変動(温暖化シナリオ)の影響を強く受ける東地中海の半乾燥地帯に位置しているため、気象研究所の 60-km-grid MRI-AGCM による超長期予測において降水量は長期的(50~100年後)に不規則に振幅ながら変動して 20~30%に

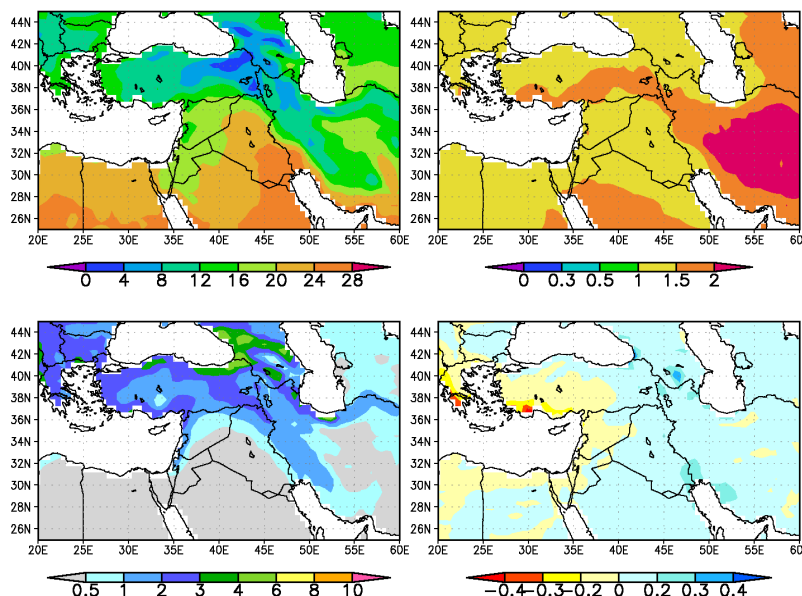


図4. 14 東地中海地域(中東)における降水量変動予測(MRI-AGCM)

及ぶ減少幅が予測されている(図4. 14参照)。温暖化に伴う気候変動の影響はヨルダン川の流量変動に顕著に現れており、最大の支流ヤルムーク川の年間実測流量(1986-2007年)の変動比は0.33~3.74に達している。降水量の変動周期と幅が不規則に変化しているため、度重なる渇水と異常豪雨が繰り返される最近の傾向は地球規模気候変動の予測傾向と極めて類似しているため、危機管理レベルでの長期的な対応策が求められる。

6) 水資源賦存量の評価

流域のイスラエルとパレスチナとヨルダンは国家レベルで河川水と地下水の全てのポテンシャルを開発しつくす限界状態に入り、水資源計画は「開発」から「マネジメント」のパラダイムに移行している。ヨルダンの人口一人当たりの利用可能な淡水資源賦存量 $190\text{m}^3/\text{年}/\text{人}$ は世界で二番目に低く、すでに利用可能な表流水と地下水の全量を開発し尽くしているため、もはや20世紀型の開発のパラダイムを21世紀に引き伸ばして続けることは不可能であり、次世代を視野に入れた持続的な水資源管理政策のシナリオ策定を最優先の課題として検討した。流域の河川水も地下水もすでに開発ポテンシャルの限界を超えているため、国際河川の水利権調整もゼロサム・ゲームの域を出ない。本論では日本の先端(膜分離)技術に着目した非伝統的な水資源開発手法(海水淡水化)の適用により、流域の持続的な淡水資源の絶対量を大幅に増加させて需給バランスを改善させることにより水紛争のポテンシャルを軽減するテクニカルなオプションを問題解決に向けた統合的水資源開発管理政策シナリオの柱として以下に提案する。

7) 統合的流域計画における海水淡水化 - 紅海-死海運河プロジェクト-

紅海-死海運河計画の概要は、1) 死海の実蒸発量 $16-19\text{億}\text{m}^3/\text{年}$ に相当する紅海の深層水を夜間の余剰電力を使ってブースターポンプで 200m 引き上げ、2) 自然の地形の落差 400m と合わせて海水の逆浸透プロセスに必要な水圧 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ をつくり、3) トンネルを通じて 600m の自然落差を利用して、4) 年間 $12\text{億}\text{kWh}$ (ピーク電力: 500MW) の水力発電と $1-8\text{億}\text{m}^3$ の飲料用の海水淡水化を3国間の需要にフレキシブルに合わせて同時に行う²⁾。アカバ湾の海洋深層水を原水とすれば $1/3$ のコストに相当する前処理費用を削減し、 400m の地形落差による位置エネルギーを直接に逆浸透圧に置き換えることにより、逆浸透淡水化におけるコストの $1/3$ を占める加圧のためのエネルギー費用が削減される。淡水プラントの回収率 60% 、割引率 5% を仮定すれば、造水単価は $\text{US}\$0.51/\text{m}^3$ と計算され、最近の世界を代表する大型海水淡水化プロジェクトのBOT方式による造水コスト($0.6-0.9\text{US}\$/\text{m}^3$) とほぼ等しい範囲に収まっている。経済的内部収益率(EIRR)を用いて死海発電・海水淡水化複合計画の経済性を検討すると、発電単独プロジェクトの場合 EIRR は 4.9% となり、RO 海水淡水化を組み合わせたケースでは EIRR が 5.6% に上昇する。よって、死海発電計画(紅海-死海ルート)は RO 海水淡水化を組み込んだ複合開発プロジェクトとして実施することにプロジェクトの経済的な合理性がある。21世紀の石油エネルギーの長期的緊張状況と中東地域における原子力発電の展開を視野に入れると揚水型の自然エネルギー開発をベースにしている本プロジェクトは技術的・経済的にもフィージブルなオプションとして評価できる状況に入っている。

(2) 研究成果の今後期待される効果

最後の流域開発計画のオプションになる提案プロジェクトは紅海から運河を通じて死海との水収支をバランスさせることから元の自然の水位に回復させて安定させる環境保全的な意味を含んだ中東和平プロセスにリンクした政策的な国際協調と協力のオプションの一つでもある。紅海-死海運河プロジェクトの技術的なオプション(膜分離技術)は日本が世界をリードする先端技術開発のエッセンスからなり、プロジェクト・コストの 35億ドル は、21世紀の包括的中東和平への投資(Investing to Peace)の一部と位置づける。国際技術協力と協調資金協力の枠組みを中等和平プロセスの一環として戦略的にどのように創っていくか等の課題があるなかで、日本の果たす役割は大きく、流域国および世界からも期待されている。

参考文献

- 1) 村上雅博: 水の世紀 - 貧困と紛争の平和的解決にむけて -, 日本経済評論社, 2003
- 2) Masahiro Murakami: Managing Water for Peace in the Middle East, Alternative Strategies, United Nations University Press (国連大学出版局), Tokyo -New York- Paris, 1995

3. 5 水質問題が中心となる河川流域における水政策シナリオの作成(グループ4:国総研下水道研究部, 東京大学)

3. 5. 1 ガンジス川(支川ヤムナ川)流域

(1)研究実施内容及び成果

1)流域の概要と水課題

ガンジス川は、ヒマラヤを最上流として、中国、インド、ネパールを通り、最終的にバングラディッシュで海域に流れ込む、総延長 2,524km、流域面積 1,086 千 km²の大国際河川である¹⁾(図5. 1)。その流域面積のうちインドは、861 千 km²を占め、全体の約 8 割になる²⁾。インド国民の約 4 割が流域に生活しており、ガンジス川の流域人口は約 3 億 6 千万人にもなる²⁾。河川水の利用用途は、上水、農業用水の供給だけでなく、宗教上重要な河川として、人々は聖なる川での沐浴を行っている。しかし、急激な人口増加により、ガンジス川への汚水、廃棄物の排出が増加し、河川の水質汚濁が問題化している。特に、病原微生物などの水系伝染病を引き起こす



図5. 1 ガンジス川流域の概略図¹⁾

汚染は、河川との接触が多いインド国民にとって、大きな社会問題となっている^{1),2)}。

2) 水質汚濁の現状

ガンジス川支川のヤムナ川は、デリー市上流のワジラバード堰で水量の 70%が取水され³⁾、図5. 2に示すようにその直下で流入するナザフガル排水路をはじめとする市街地の排水路から汚水が大量に流入するため、下流では著しく汚濁が進んでいる。

河川の現状把握のため、ニューデリー近郊のヤムナ川の河川水質調査を実施した。調査場所は、図 2 に示すニューデリー上流のパラ付近と下流のマジョーリ、プリンダヴァンとし、調査は雨季 9 月、乾季 2 月の 2 回実施した。図5. 3に水質分析結果を示す。上流の①がパラ、②がマジョーリ、下流③がプリンダヴァンである。乾季に関して、すべての水質項目で下流に比べ上流の値の方が低い傾向にあった。

マジョーリとプリンダヴァンでは、マジョーリの値の方がすべてにおいて高かった。マジョーリは都市部に近いため、その影響を大きく受けているものと考えられる。さらに下流のプリンダヴァンでは、マジョーリに比べすべての項目で値の低下がみられ、河川における沈殿・自然浄化の効果がうかがえた。

3) 負荷量原単位及び腐敗槽に関する調査

負荷量原単位と汚濁流達率は、下水道計画策定にあたって汚濁解析を行うための重要

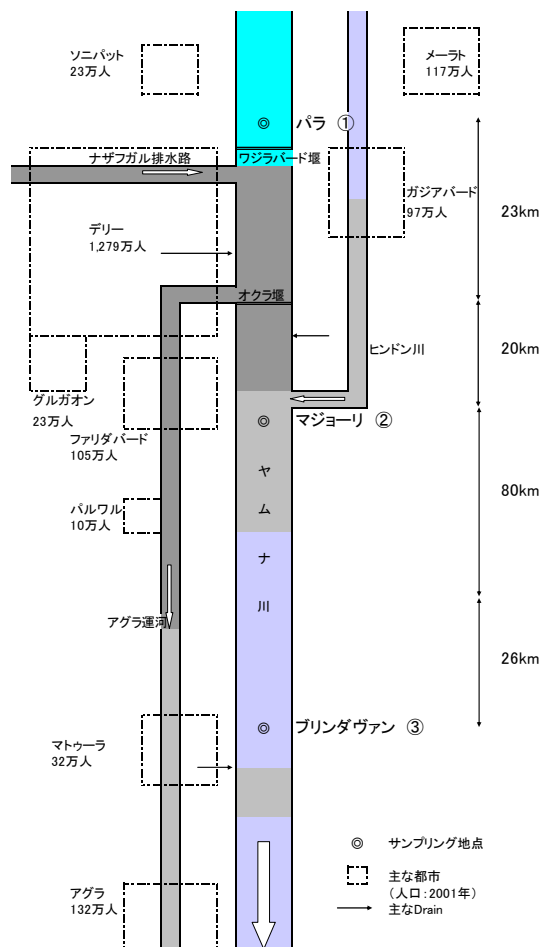


図5. 2 ヤムナ川の水質測定地点

なパラメータである。このため、現地踏査を十分に行って調査地点を選定し、流量と水質の測定を行った。

(a) 調査対象地域

調査は、特徴ある多様な地域を選定できるデリー首都圏を対象とした。収入により居住地域が分かれているため、高、中、低の所得の違うそれぞれの地域、生活様式が異なる都市部のスラム街の地域、都市郊外の農村集落地域を選定した。その他、インドでは乳牛の飼育が非常に多いため⁴⁾、牛舎(搾乳用)排水も調査場所に選定した。

高所得者層の調査は、ある程度所得がないと購入できない住宅街であるニューデリー内のゴルフ・リンクス地区とジョル・バークの区画の一部で行った。中所得者層の調査は、公務員の住宅団地の一部で実施した。低所得者層の調査は、比較的賃金が高い(0.2~1.4万 Rs/月)とされる小売商、運転手等の業種で生計を立てている住民の居住区であるラジュビルナガルとサリマルバークの2地区で行った。スラム街は、ヴィカスプリ、モーラーバン、BJ Eastの3地区を選定し、テントや簡易家屋等を空スペースに無断で作成生活している区画の一部で調査を行った。牛舎は、郊外に位置するガジプール、パールサワ、マダヌブルの各酪農場で調査を行った。

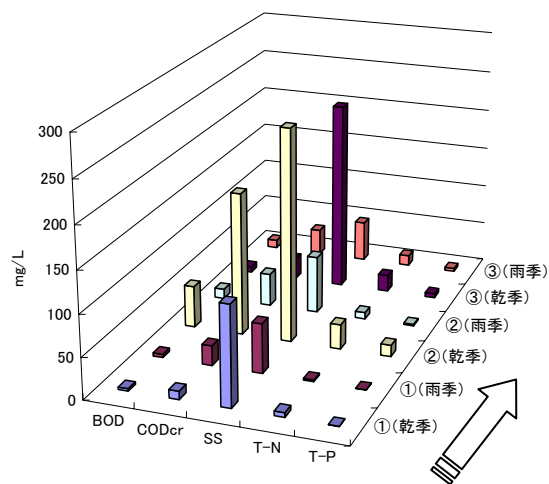


図5. 3 ヤムナ川の水質分析結果

(b) 調査方法

対象地域からの排水について、水量とともに水質分析を行い、負荷量から原単位等を求め。生活排水調査は、各地点において水量・水質の 24 時間調査を行った。水量は毎時間測定し、水質分析のための試料採取は2時間に1回、12時間で1つのコンポジットサンプル(流量比で混合)を作製した。牛舎排水は、朝夕の2回、牛舎内の清掃を行う以外に排水が出ないため、清掃時にコンポジットサンプルを作製し、水質分析を行い、水量は使用水量を計測した。

スラム街の3地区のうちヴィカスプリの調査は、共同トイレ(腐敗槽)のみを対象として行ったものである。また、BJ East では詳細調査を行った。詳細調査は、給水場排水、家庭排水、共同トイレ排水の3種類に分け、それぞれ以下の方法で実施した。

①給水場排水: 写真5. 1に典型的な給水場を示す。サンプリングは、給水場出口すぐの排水溝で行い、給水場が利用されている時間帯、1回/時間のスポットサンプルを採取し、各時間のサンプルを等量ずつ混合して、水質分析に供した。水量は、住民が利用するバケツの容量を把握し、1日の使用回数をカウントした。利用者数は、ヒアリングを行い、世帯人数等を把握した。

②家庭内排水: 家庭内では、桶等に汲置きした水道水を飲用、調理等に利用している。3世帯の家族に専用の容器を渡し、1日に発生する家庭内排水の保管を依頼し、翌日回収する方法でサンプルを採取し、同時に水量を把握した。人数は事前のヒアリング調査で把握した。

(c) トイレ排水: 3世帯の家族にこちらで用意した簡易トイレの使用を依頼した。翌日回収することでサンプルを採取し、同時に水量を把握した。人数は事前のヒアリング調査で把握した。



写真5. 1 スラム給水場



写真5. 2 高所得者居住区

(c) 調査結果

・生活系負荷量原単位：生活系排水の調査結果を表5. 1に示す。①、②、③、④、⑤、⑥、⑨は、家庭からの排出原単位を表していると考えられるが、高所得者層の①、②を除けば、得られた汚濁原単位の値のばらつきは小さい。要因としては、低所得者やスラム街居住者であっても、食事や生活様式に大きな違いがなかったことが想定される。また、中・低所得者層の④、⑤、⑥の3ケースの平均値を表中の「流総指針値」と比較すると、排水量原単位(小型合併浄化槽の原単位に対する比率)が50%であるのに対して、汚濁負荷量原単位(発生負荷量原単位に対する比率)では、BODが58%、SSが51%、T-Nが91%、T-Pが200%という結果であった。

表5. 1 生活系原単位調査結果

対象地区等		ケース番号	調査年度	調査時期 ⁴⁾	排水量原単位 L/人/日	汚濁負荷量原単位(g/人/日;MPN/人/日)						
区分	地区名等					BOD	COD _{Cr} ²⁾	SS	T-N	T-P	大腸菌群	
流 総 指針値 ⁵⁾	生活 排水	発生			—	58.0	27.0 _{Mn}	45.0	11.0	1.30	—	
		単独浄化槽			40~50	3.8~4.8	4.1~5.2 _{Mn}	3.1~3.9	5.2~6.6	0.56~0.70	—	
		小型合併浄化槽			297	10.9	7.7 _{Mn}	10.8	6.5	0.75	—	
		農業集落排水施設			317	4.9	5.0 _{Mn}	2.4	6.1	0.63	—	
下水道 整備 区域 市)	高所得 者 層	ゴルフリンクス 1回目	①	H16	2月(休日)	500	82.6	219.0	130.3	8.4	17.70	3.5×10 ¹⁰
		ゴルフリンクス 2回目	②	H17	2月	436	75.5	302.5	42.5	37.9	4.80	6.4×10 ¹⁰
		ジユル・ハーグ	③	H16	2月	140	27.4	50.8	130.6	8.9	2.20	6.4×10 ¹⁰
	中所得 者 層	パチカアソ・ロード	④	H15	2月	216	24.3	41.8	9.6	10.9	1.30	5.2×10 ¹⁰
		ハハル・ガンジ	⑤	H15	2月	73	36.7	46.6	4.4	5.9	1.00	1.7×10 ¹⁰
	低所得 者 層	サリマル・ハーグ	⑥	H16	2月	154	39.2	102.3	54.7	13.1	5.50	9.8×10 ⁹
下水道 未整備 地区	スラム 街	ウ・カスプリ 共同トイレ(腐敗槽) (水道)	⑦	H15	3月	27	3.2	11.1	1.9	15.5	1.20	4.5×10 ⁹
		モーラー・ハン (腐敗槽なし) (水道)	⑧	H17	2月	14	4.2	10.7	2.9	1.1	0.14	4.8×10 ⁹
		BJ East ³⁾ 共同トイレ(腐敗槽なし) (水道)	⑨	H18	2月	34	43.6	129.8	48.9	6.1	0.70	2.2E+07
	農村部	ハラ村 ¹⁾ (腐敗槽)(水道)	⑩	H15	3月	43~50	4.9	8.2	10.0	3.0	0.70	1.2×10 ¹⁰
		トプール・チャラ村 (腐敗槽なし) (地下水)	⑪	H16	2月	17	3.3	6.0	3.3	2.3	0.90	6.7×10 ⁹
	農村部	ムジューリ村 (腐敗槽なし) (水道・地下水)	⑫	H16	2月	37	9.6	23.5	8.0	2.8	0.90	1.8×10 ⁹

注1)ハラ村排水路の汚濁負荷量原単位は中間値

注2)流総指針のCODは酸化剤として過マンガン酸カリウム(KMnO4)を用いる方法による値(CODMn)であり、より酸化力の強いニクロム酸カリウム(K2Cr2O7)を用いて求めるCODCrより小さい値となる。

注3)調査対象にトイレ排水を含む。

注4)書きの無いものは平日

スラム街の⑧、農村部の⑩、⑪、⑫は、下水道整備区域と比較して排水量原単位がかなり小さい。水道普及の有無が排水量原単位に影響を及ぼしていることは明らかである。ちなみに、水道が整備されているハラ村の排水量原単位は、平成19年度の調査では、138L/人/日であった。農村部に関しては、すべての汚濁負荷量原単位が非常に低い値を示した。この要因としては、農村部では水道が普及していない地域が多いこと、日中は農作業を行っているため排泄を屋外で行う傾向が強いことなどが考えられる。

4) 流達率に関する調査

原単位調査を実施してきた下水道未整備地区(農村)において汚濁流達率の調査を実施した。調査対象は、現地の水路、腐敗槽の設置状況、人口などを考慮して、平成15年度に負荷量原単位の調査を実施したハラ村(表5. 1の⑩参照)とした。

(a)地域の概要と調査方法

ハラ村は約500世帯、人口約3000人の居住する農村で、デリー市の北部に位置する。水源は手押しポンプ(井戸)と水道となっている。ほとんどの世帯には腐敗槽が設置されており、トイレ排水と雑排水が処理されている。牛は250~300頭程度飼育されており、牛のし尿と洗浄排水は屋外へ

直接排水されている。現地踏査を行い、排水区を特定した後、世帯数、人口、腐敗槽の設置状況、家畜数等の聞き取り調査を実施した。排水路の流量は対象地区の排水溝の流末で水深、幅、流量(流速計使用)を1時間ごとに24時間測定し算定した。同時に排水のコンポジットサンプルを製作し、水質分析用の試料とした。

(b)流達率の算定

今回の調査で測定された対象地域の排水量原単位は138L/人/日であり、過去の農村部原単位調査結果と比較して約3倍程度、下水道整備地区の中・低所得者層の平均値とほぼ同等の値であった。そこで、腐敗槽の汚濁物質除去機能がないものと仮定し、下水道が整備された中所得層・低所得層地域である表5. 1の④、⑤、⑥の平均値を排出負荷量原単位とした。牛についてはこれまでの調査の平均値を使用した。この負荷量原単位を用いて計算した排出負荷量(310.7kg/日)、流量と水質分析の結果から求めた流達負荷量(106.7kg/日)からBOD 負荷の流達率 34.3%を得た。

(c)流達率及び流達汚濁負荷量の推定方法

図5. 4は、上記の流達率の算定と同じ方法によって、表5. 1のケース⑧、⑩、⑪、⑫についてBOD 流達率を求め、排出量原単位との関係をみたものである。この排出量原単位は、対象地域の流末で観測された1日の総流量を人口で除したものである。今回の流達率調査の結果もあわせてプロットした。図5. 4から、下水道が整備されていないインドの農村部や都市のスラム街については、排出量原単位 x から、おおよそのBOD 流達率を推定することができることがわかる。

さらに、今回の調査対象地域と類似の地域について、人口がわかれば、以下の式から当該地域から流達する生活系のBOD 汚濁負荷量を概略推定することが可能と考えられる。

$$L(\text{kg/日}) = 33.4(\text{g/人/日}) \times P(\text{人}) \times 2.95 \sqrt{x(\text{L/人/日})} \times 10^{-2} \times 10^{-3}(\text{kg/g})$$

$$\approx P \times \sqrt{x} \times 10^{-3}$$

5) 水政策シナリオ

ヤムナ川はデリー首都圏において水辺にアプローチできる貴重な水空間である。しかしながら、沐浴ができないなど、水質汚濁がもたらす社会的損失は大きいと思われる。このような汚濁状況を改善するため、ヤムナ行動計画(Yamuna Action Plan : YAP)が策定され、日本の国際協力銀行が下水道整備などの支援を行ってきた (<http://yap.nic.in/>)。YAP の提言によれば、ワジラバード堰から最低 10m³/S の放流が必要とされている⁶⁾。しかし、水不足で悩むデリー首都圏で、この提言を実現することは容易ではない。YAP では、ナザフガル排水路に排出される汚水を処理するため下水処理場を設置することとされている。

そこで、この下水再生水を、例えばデリー市内のトイレの水洗や緑地への散水等に用いる都市用水として供給し、それによって節約される水消費量の一部をワジラバード堰からの放流にあてると

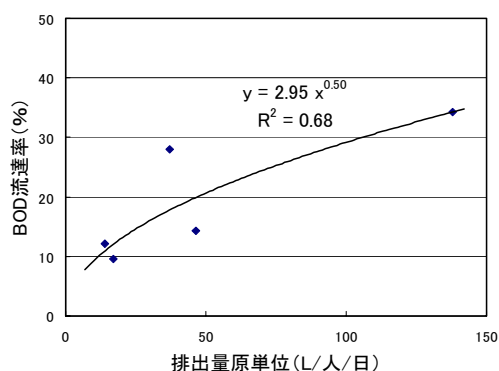


図5. 4 流達汚濁負荷量の推定

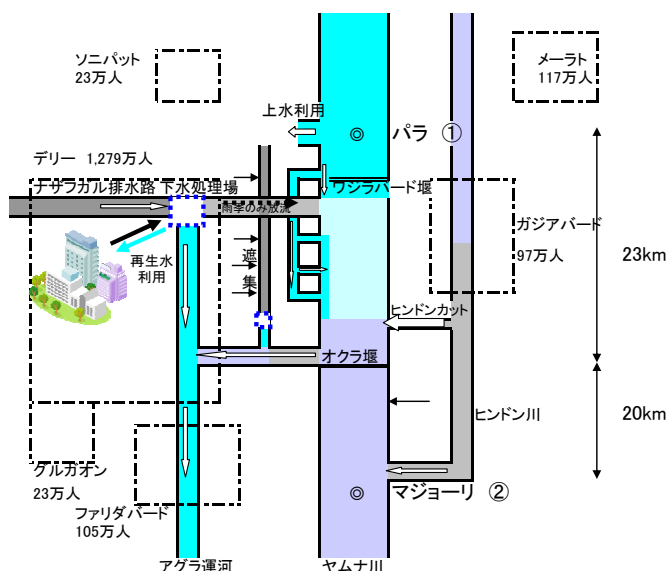


図5. 5 デリー首都圏における水政策シナリオ

いうシナリオが考えられる。また、ワジラバード堰からの放流を下流右岸側に分散させ、少ない水量で都市域の河岸近辺に沐浴やレクリエーションの場を確保することが効率的であろう。図5. 5は、デリー市付近におけるヤムナ川の水環境改善のシナリオを模式的に描いたものであり、YAP を下敷きとして、上記のシナリオを追加してある。ナザフガル排水路が直接下水処理場に接続しているが、実際には複数の下水処理場が設置され、その処理水がナザフガル排水路に放流され、一部は都市域に送水され再利用されることになる。図5. 5のようなプロジェクトの実現のためには、下水道の整備、堰の運用、都市における再生水利用の促進など様々な行政分野の協調が不可欠である。インドの水行政は、「森林環境省」、「水資源省」、「都市開発省」、「地方開発省」等が分掌しており、日本と類似した面がある。日本の高度経済成長期を振り返っても、統一的に水行政を行う仕組み、或いは関係行政機関の連携・協力の充実に工夫が求められると言えよう。

(2) 研究成果の今後期待される効果

今回の研究では、インドの都市部および郊外の農村部、また、牛舎の汚濁負荷量原単位が明らかになった。さらに、流達率を推定する簡便な方法を提案した。

今後ますます都市への人口集中が進むと想定されるインドその他のアジア諸国では、河川や湖沼等の水質保全のために、都市の下水道整備の促進が不可欠である、その過程において、下水道の水質保全効果の予測や整備の優先順位付けが大きな課題になると考えられる。その際重要となるのが、陸域からの汚濁負荷量の算定であるが、これまで途上国において汚濁負荷量の原単位や流達率を詳細に調査した例は少なかった。途上国でも、重要な水域を対象に水質汚濁シミュレーションが数多く行われており、今回の研究成果は、そのようなシミュレーション解析に必要な陸域からの汚濁負荷量の算定に役立つものと期待される。

参考文献

- 1) 中島英一郎、他：ガンジス河流域における水質汚濁調査報告、第41回下水道研究発表会講演集 平成16年度、pp.582-584
- 2) Ministry of Water Resources, Government of India、<http://wrmin.nic.in/>
- 3) Ritu Paliwal, Prateek Sharma, Arun Kansal: Water quality modeling of the river Yamuna (India) using QUAL2E-UNCAS, Journal of Environmental Management 83(2007) pp.131-144
- 4) 総務省統計局発行、総務省統計研修所編集：「世界の統計 2007」、<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>
- 5) 流域別下水道整備総合計画-指針と解説-, (社)日本下水道協会(1999)
- 6) River Pollution Study on Yamuna Action Plan Phase-II, Draft Final Report, October 2002

3. 5. 2 サイゴン・ドンナイ川流域

(1) 研究実施内容及び成果

1) 流域の概要と水課題

サイゴン・ドンナイ川の流域では、2010-2015 年が 2.00%と推定され、ベトナム全体の人口増加率の2倍以上の増加率となる。その結果、2015 年時点での流域内人口は 1930 万人へと増加し、ベトナム人口の 18%がこの流域に居住すると予測されている。ドンナイ川流域内の土地利用は、52.1%が農地、34.3%が森林、4.1%が都市及び居住地で、残りの 9.5%は水面その他となっている。このように多くの土地が農地として使われているため、灌漑用水の需要は高く、2020 年には年間の灌漑用水は 2001 年の灌漑用水量に比べて 73%増加し、48.2 億 m³となると予測されている。都市域と農村とを合わせた水道用水は、2001 年現在、4.47 億 m³(122 万 m³/日)が使われており、その 7 割以上はホーチミン市の水道である。2001 年現在、サイゴン・ドンナイ川流域野の都市人口比率は 46%であるが、2020 年には 57%が都市に居住ようになる。このため水道の拡大が急務であり、2020 年時点での水道用水は 11.1 億 m³(300 万 m³/日)に増大する。

このように、水需要は急激に拡大すると予測されているが、利用可能な水は水質汚濁により減少

しつつある。サイゴン・ドンナイ川流域では、1997年には、約94万トンの化学肥料と2千トンの農薬が使われていたが、その量は益々増大する傾向にある。ドンナイ川上流は一般的に水質がいいが、水質に影響を与える問題としては、コーヒーなどの換金作物の栽培や、タピオカなどの栽培とそれを加工する工場からの排水が直接放流されるなどの問題がある。これに対して、サイゴン川上流にあるヨウティン貯水池では、養殖漁業が盛んとなり、汚濁物質の流入量が増えている。このため、2005年から2006年にかけて行った水質調査では、乾期に貯水池の底部で溶存酸素がほぼゼロとなることがあった。サイゴン川中流域は、硫酸酸性土壌の支流を抱え、pH4以下の水が流れ込む。このため鉄やマンガンなどの濃度が減少し、水利用の障害となっている。下流域では、ホーチミン市からの汚水の大半が未処理のままサイゴン川に流されており、深刻な水質汚濁を引き起こしている。サイゴン川は感潮河川であるため、これらの汚濁水は満潮時にはサイゴン川を遡上し、汚濁水が中流域まで達することがある。我々の調査では、このような汚濁水が、ホーチミン市民の好む生野菜などを汚染し、健康リスクを高めていることが示された。

2) サイゴン・ドンナイ川流域の水管理

(a) ベトナムの水行政

① ベトナムの経済と水需要： ハノイ市、ホーチミン市など5つの政令市を含 64 県(Province、省と訳す場合もある)からなり、国土は南北に 1640km に伸びた S 字状をしており、その面積は 331,000km²、2004年現在の人口は8216万人、人口増加率は1.0%であった。経済指標については、国内総生産 GDP が 1994年の162.9億ドルから2004年の452.1億ドルへと3倍近くに拡大し、国民一人当たりの総所得(GNI-per-capita)は 540US ドルであった。世界銀行によると、都市用水(水道用水)及び産業用水は、全水需要の約10%であり、1996年時点で年間約40億m³であったと推定されている。少なめに見積もって、これらの需要が年率5%で増加すると2030年には220億m³となり、全水需要の25%を占めるまでに増大すると推定されている¹⁾。

② ベトナムの水に関する法律と河川流域機関： 1998年に水資源法(Law on Water Resources)が、国会で可決成立した。この法律はベトナム国内の水資源に関する包括的な制度を定めるとともに、国内の河川を3種類に分類した。第1種の主要河川は複数の県にまたがる河川で、紅河、ドンナイ川、メコン川下流の3流域が指定されている。第2種の中規模河川は2つの県にまたがる河川であり、最も小さい第3種の小規模河川は1つの県内を流れる河川である。同法は農業・農村開発省(Ministry of Agriculture and Rural Development, MARD)を水資源管理の主務官庁と定め、各県の行政レベルでは、同じく農業・農村開発部を水資源管理の担当と定めている²⁾。

水資源法の施行令では、河川流域機関 River Basin Organisation (RBO)について定めており、ドンナイ川流域でも2003年にRBOが設立された。ベトナム政府とアジア開発銀行(ADB)との合意により、ドンナイ川 RBO があるベトナム南部水資源計画局(Sub-Institute of Water Resources Planning)と国際食料政策研究所(International Food Policy Institute, IFPRI)が、ADBの援助により共同して水利権と水資源の配分に関する調査を行った³⁾。

③ ベトナムの水質規制： ベトナムの水環境基準はTCVN5942:1995によって水道水源であるA類型と、その他の河川のB類型が類型指定されており、水質項目としては30項目について基準が定められている⁴⁾。また、この他に、灌漑用水や水産用水等の特定の目的に使用する水に関しては、目的毎の基準も定められている。水道用水源水質の基準ではpHが6-8.5に定められているが、ベトナムの国土の16%は硫酸酸性土壌であり⁵⁾、特にメコンデルタなどの南部の硫酸酸性土壌により、pHが低いことが知られている。また、BOD、溶存酸素濃度、アンモニア性窒素濃度なども低い値に設定されているが、ひとたび水質汚濁を受けると、これらの基準を守ることが困難となる。

b) サイゴン・ドンナイ川流域全体の状況

① 気候、地理と水資源： ホーチミン市を中心とするベトナム南部は、年間を通じて気温は 25℃以上であり、ハノイ市を中心とする北部よりも年間降水量が多く気温が高い。サイゴン・ドンナイ川流域は北緯 10°19'55"N から 12°20'38"N、東経 105°30'21"E から 109°01'20"E に位置している。ドンナイ川流域の年間降水量は 1600mm から 2400mm の範囲にあり、平均すると 2100mm 程度である。このうちドンナイ川上流部では 2700mm から 3000mm 程度と年間降水量が多く、沿岸地域では 700mm 以下と雨が少ない。蒸発散量は 1350mm 程度であるが、季節による違いが大きく、乾季の 3 月には約 170mm と最も大きくなる。2002年現在、サイゴン・ドンナイ川流域の人口は約 1500

万人であり、流域内の人口密度は310人/km²である。流域内の人口増加率は、2000-2005年の平均が2.44%、2005-2010年が2.33%、2010-2015年が2.00%と推定され、ベトナム全体の人口増加率の2倍以上の増加率となる。その結果、2015年時点での流域内人口は1930万人へと増加し、ベトナム人口の18%がこの流域に居住すると予測されている。

サイゴン・ドンナイ川流域には、3つの大きなダム貯水池が建設されている⁶⁾。このうち最も古いものはゾウティン(Dau Tieng)貯水池で1985年に竣工した灌漑用の貯水池である。チアン(Tri An)貯水池は発電用の貯水池で、ホーチミン市を中心として高まっている電力需要に対応するために1988年に建設された大規模なダムである。タックモ(Thac Mo)貯水池は、灌漑と発電を目的とした多目的ダムで、1994年にベ(Be)川上流に建設された。

ドンナイ川流域内の土地利用は、52.1%が農地、34.3%が森林、4.1%が都市及び居住地で、残りの9.5%は水面その他となっている。このように多くの土地が農地として使われているため、灌漑用水の需要は高く、2001年現在、年間流量の9.1%に相当する27.9億m³が灌漑用水として使われている。2020年には年間の灌漑用水は48.2億m³となると予測され、2001年の灌漑用水量に比べて73%増加すると考えられている。

都市域と農村とを合わせた水道用水は、2001年現在、4.47億m³(122万m³/日)が使われており、その7割以上はホーチミン市の水道である。2001年現在、サイゴン・ドンナイ川流域野の都市人口比率は46%であるが、2020年には57%が都市に居住するようになる。このため水道の拡大が急務であり、2020年時点での水道用水は11.1億m³(300万m³/日)に増大する。

このように、今後は、都市用水と並んで工業用水の伸びが大きな割合を示すことが考えられるが、これまでに開発されたダム貯水池は灌漑用水や水力発電用水などであり、都市用水や工業用水の確保は困難な課題である⁷⁾。

3)サイゴン・ドンナイ川流域における水質問題と水マネジメント

サイゴン・ドンナイ川流域では、1997年には、約94万トンの化学肥料と2千トンの農薬が使われていたが、その量は益々増大する傾向にある。これによって河川への窒素・リンなどの栄養塩類の流出が高まっており、下流の取水施設での農薬汚染が懸念されている。上流域では牧畜も盛んであり、畜産排水も水質汚濁の原因となっている。

ドンナイ川上流は一般的に水質がよく、ベトナムの水道水源水質に適合しているが、船舶などからの油の流出事故などにより油汚染がしばしば報告されている。水質に影響を与える問題としては、コーヒーなどの換金作物の栽培や、タピオカなどの栽培とそれを加工する工場からの排水が直接放流されるなどの問題がある。これに対して、下流域では、船舶の航行が盛んであるため油濃度が常に高い他、アンモニア性窒素、大腸菌群数、懸濁物質濃度、BODなどが著しく高い。また、ラテライト地質により、表流水であるにもかかわらず鉄の濃度が10mg/L以上になることもある。しかし、ドンナイ川の流量は極めて大きいため、サイゴン川に比較して水質は良好である。

サイゴン川中流域では、ホーチミン市内の建設資材として、河床から砂の採取が大規模に行われており、河床の形状を著しく変化させ、汚濁物質が神殿するような穴があちこちに掘られている。また、砂の洗浄にサイゴン川の水を用いており、河床の低泥からの汚濁物質が河川水中に再溶解するほか、河川水濁度の著しい上昇を招いている。砂の採取や舟運にかかわる事業者は、ほとんどが船の上で生活するため、サイゴン川への廃棄物の投棄なども問題になっている。

しかし、サイゴン・ドンナイ川流域で最も汚濁負荷が集中しているのは、下流部のホーチミン市及びその近郊からの生活排水の流入である。東京大学とホーチミン工科大学は、共同してサイゴン川流域の水質モニタリングを行った。サイゴン川を流下方向ごとに水質を測定してゆくと、中流域の水質が最も高く、ホーチミン市に近づく急激に悪化してゆく。例えば、溶存酸素(DO)の測定結果から、ゾウティン貯水池の直下ではダム底部の水が放流されてDOが低いか、その後下流に伴い再曝気を受けてDOが上昇する。しかし、ホーチミン市に近づくにつれて排水の混入率が上昇し、下流では溶存酸素は減少している。さらに、ホーチミン市内を流れる区間では溶存酸素が1mg/Lと極端に低下しており、水質悪化は極めて深刻である。その後、サイゴン川はドンナイ川と合流することで希釈され、水質が改善されるため、溶存酸素も上昇している。

ホーチミン市近郊からの生活排水は、ほとんどが簡単な沈殿槽を通じて、未処理のまま放流されている。ホーチミン市とその近郊では未だに下水処理施設がなく、市内の生活排水が処理されるよ

うになるにはかなりの時間を要すると考えられる。また、アジア開発途上国やベトナムの他の都市と同様に今後も人口増加が続くことから、それを上回るペースでの下水処理施設の建設は期待できそうにない⁸⁾。このため、ホーチミン市付近での水質は更に悪化する懸念があり、満潮時にはホーチミン市から排出される汚濁した水がサイゴン川を遡り、ホーチミン市の水道取水点にまで達するおそれがある。

サイゴン川流域のpHは硫酸酸性土壌の影響を受けて酸性になっているが、サイゴン川中流域のpHは4以下に低下することがある。この区間にはホーチミン市の水道取水点があるため、取水場では河川から取水した水道原水に大量の石灰を投入して中和している。

4) ゾウティン貯水池の管理と養殖漁業問題

ゾウティン貯水池はサイゴン川の上流にある農業用水用の貯水池である。図5. 6にゾウティン貯水池の地図を示す。同貯水池は北から流れ込む2本の大きな支流からなり、DT7付近に設置されたゲートからサイゴン川に放流されている。

また、DT4付近には、農業用水を取水するための取水口がある。

ゾウティン貯水池付近に最初に生簀が現れたのは1992年で、ほとんどの生簀はゾウティン貯水池から流れ出る灌漑水路に作られていた。しかし、1994年の雨季に灌漑水路への放水量を急激に増大したため、ほとんどの生簀が流され、生簀の所有者は経済的な損失を受けた。このため、ダム管理者と協議を行い、貯水池内に生簀を設置することが認められた。その後は、生簀の数が急激に増大し、2004年にはピークとなった⁹⁾。

養殖生簀の増大とともに、貯水池を管理する公社とベトナム政府はその対策に取り組み始め、2002年には生簀業者に対して貯水池水面利用税を徴収するようになった。更に、2005年6月には、生簀による養殖漁業を全面禁止することとなった。東大とホーチミン工科大学の調査グループは、2005年の3月から8月にかけて63の養殖業者にインタビューを行い、今後も養殖

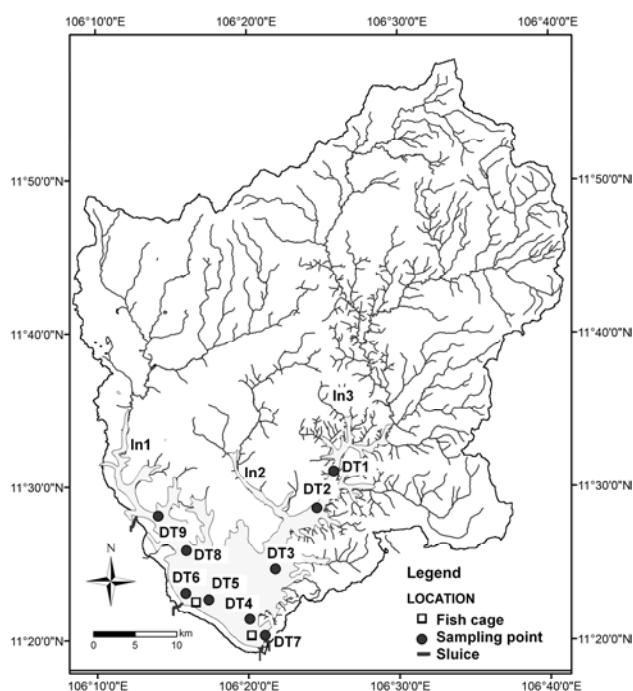


図5. 6 ゾウティン貯水池の水質調査地点

表5. 2 ゾウティン貯水池の水質年間平均値

	pH	EC	DO	Temp.	COD	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TN	TP	Chl. a	SDD
		mS/m	mg/L	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	cm
Rainy season (N = 200)												
- Mean	5.88	3.45	6.69	29.39	3.96	0.07	0.006	0.27	2.10	0.10	6.60	118.33
- SD*	0.48	0.88	1.58	0.96	1.21	0.07	0.004	0.21	1.57	0.07	4.43	44.42
Dry season (N = 128)												
- Mean	6.34	3.85	7.43	27.91	4.57	0.08	0.001	0.08	0.87	0.02	6.48	191.67
- SD*	0.58	0.88	3.27	1.74	1.73	0.08	0.002	0.07	0.87	0.02	3.95	51.34
Average	6.06	3.61	6.98	28.81	4.20	0.07	0.004	0.20	1.63	0.07	6.55	160.24

Note: * SD : Standard Deviation

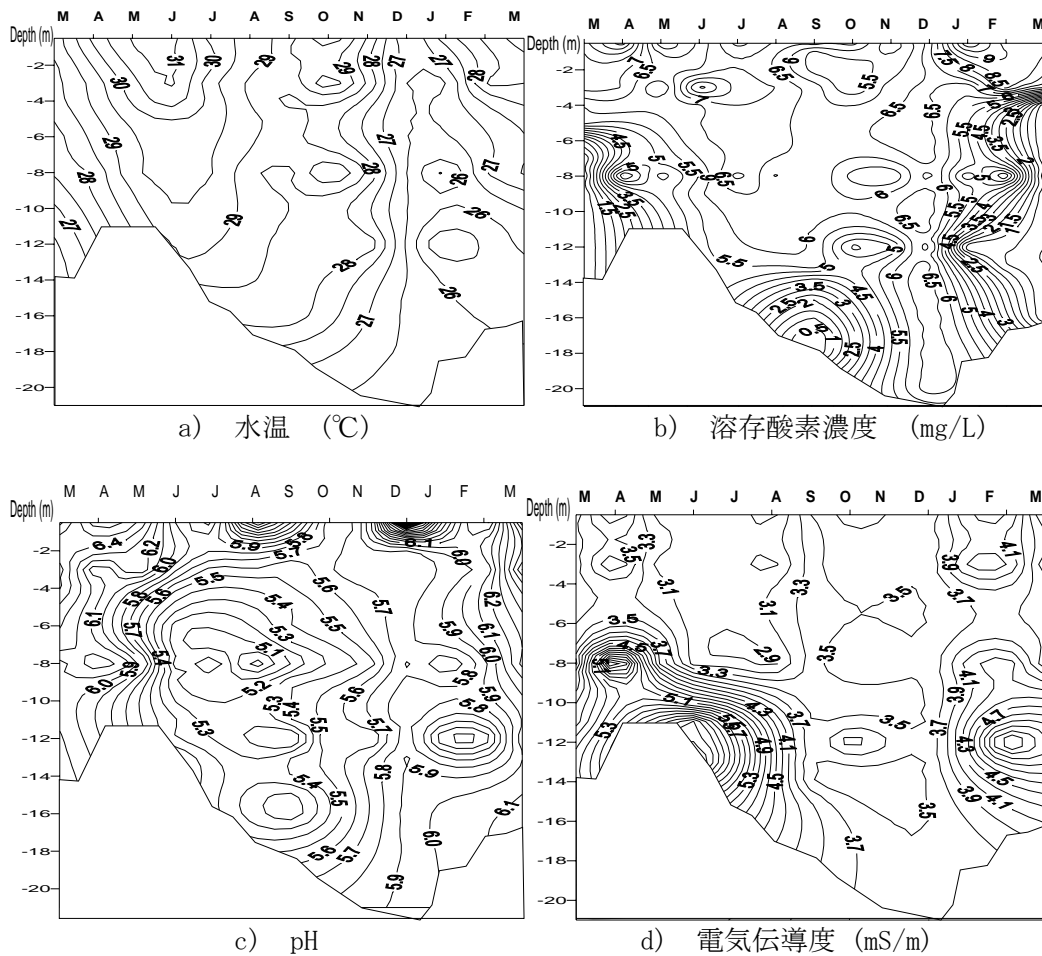


図5. 7 採水地点 DT7 の水温、溶存酸素濃度、pH、電気伝導度のプロフィール (2005年から2006年にかけて採水分析)

漁業を続けるかどうか、収益など経済状況についてたずねた。今後も養殖漁業を続けたいと答えた多くの養殖業者は、借金をかかえ、経済的な損失を出していた。養殖漁業をやめるか移転に同意すると答えた業者の多くは、政府の禁止令が出たことよりも、経済的な利益を十分に得たことや、今後は魚価の低迷によりこれまでほどの利益が期待できないことなどを移転合意の理由に挙げている。

その後、2006年3月ごろにはゾウティン貯水池で営業する養殖生簀はほとんど見られなくなったが、これらの生簀の一部はゾウティン貯水池下流のサイゴン川に移動し、そこで養殖を始めていた。このため、2006年3月にはサイゴン川に移転した生簀の魚が大量斃死する事態が起こっており、サイゴン川での生簀養殖を認めるかどうかについて社会問題となっている。

本研究では、ゾウティン貯水池内の水質を調べるため、2005年から2006年にかけて、1年以上にわたって、毎月貯水池内に設けた採水ポイント(図5.6のDT1-11)において、異なる水深から採水し、年間の水質変化を記録した¹⁰⁾。

表5.2に、年間の水質平均値を示す。全期間を通じて、328のサンプルを採取分析し、そのうち乾季に128サンプルを分析した。雨季と乾季においては、pH、濁度、水温、溶存酸素濃度、COD、NO₃-N、TN、TP及びPO₄-P濃度が統計的に有意に異なっていた(t-test, $p < 0.01$)。雨季には、激しいスコールにより土壌流出が起こる。このため、乾期に比べて水質の変動が激しかった。水深ごとの水質を比較すると、pH、EC、DO、水温及びNH₄-Nの濃度に有意な違いがみられた。特に、乾期のDT2やDT3では、貯水池の底部で溶存酸素がほぼゼロとなることがあった。

一般に、熱帯地域の貯水池は、鉛直方向の温度変化がわずかであるが、安定な成層を作ること

が知られている。図5. 7に貯水池の水深が最も深くなる DT7 での各月ごとの水質(水温、溶存酸素濃度 DO、pH 及び電気伝導度)のプロフィール(isopleth 等濃度線)を示す。他の観測地点でも同様な傾向がみられたが、1月から3月にかけてははっきりとした温度成層が形成され、4月、5月は乾期の日射と支流から流れ込む水の減少により、2-3°Cの温度差で、極めて安定した成層が見られた。その後、9月ごろまでに徐々に成層が解消していった。水温とともに、溶存酸素も成層現象がみられた。特に、上述のとおり、3月の乾季には、9mより深い水深で、溶存酸素がゼロとなる地点がみられた。pHについては、雨期の降雨が周辺の硫酸酸性土壌を巻き込んで流入するために、一時的に上層部でpHが6以下に低下し、酸性化する現象がみられた。同様に、窒素やリンなどの栄養塩類も、多くが雨季の降雨によって貯水池に流入することが確認された。

5) サイゴン・ドンナイ川流域における地下水問題

サイゴン・ドンナイ川流域では、水道用水、産業用水或いは家庭の生活用水として、地下水が幅広く使われている。ホーチミン市北部のホックモン(Hoc Mon, 30,000m³/日)やバリア(Ba Ria, 13,000m³/日)では地下水を水道水として使用しており、ロンカン(Long Khanh)、シャンロック(Xuan Loc)などでは地下水を灌漑用水として利用している。

サイゴン・ドンナイ川流域で地下水が多量に使われているのは、ホーチミン市を中心とした下流の低平地である。ホーチミン市の水道での利用は日量5万 m³程度であるが、このほかに産業用水などに45万 m³が使われ、被圧帯水層から少なくとも日量50万 m³が揚水されている。また、水道が未普及の郊外や農村部では不圧・被圧の地下水を生活用水として利用している。こように地下水は地表水と並んで重要な水源となっているが、ホーチミン市中心部では地下水水位が年間2mずつ減少しており、地下水資源の枯渇と地盤沈下の顕在化が懸念されている。

また、ホーチミン市の地下水は水質的にも幾つかの問題をかかえている。ホーチミン近郊を含む南部ベトナムには硫酸酸性土壌が分布しており、地下水のpHを低下させている。このような地下水は、硫酸イオンだけでなく様々な金属を溶解しているため⁵⁾、直接飲用には適していない。また、ホーチミン市は沿岸域に立地していることもあり、地下水も塩水化が進んでいる。特に、ホーチミン市の南部は著しく塩水が浸入しており、今後も地下水の利用が続けば、塩水の界面が北上する可能性が指摘されている。それ以外にも、図に示したようにスポット的に塩分濃度が高い地下水が存在している。このような点は、サイゴン川に近い点に位置しているが、帯水層により塩分濃度が著しく異なっているため、帯水層の地質に由来するのではないかと考えられている。

これらの自然由来の水質問題とは別に、ホーチミン市内及びその近郊を流れる運河は、生活排水及び産業排水により汚染が進んでいることから、これらの汚染された運河から地下水への汚染が進むことが懸念されている。特に、埋め立て処分場近くの地下水では、高濃度の有機炭素(DOC)やアンモニアが検出されており、地下水汚染が進んでいる。

6) サイゴン・ドンナイ川流域における今後の水管理政策

サイゴン・ドンナイ川流域は、ベトナム国内でも有数の経済生産性の高い地域であるが、乾季の降水量が少なく、水資源の需要が供給を上回る状況が続いている。特に下流部に位置するホーチミン市とその近郊では、乾季にはサイゴン川取水地点にまで塩水が遡上するため水道水の取水を停止する状況となっている。上流部の開発は乾季の流量をさらに低下させる他、濁度の上昇を齎すため、水処理のコストが増大することとなる。また、ホーチミン市とその近郊の人口密集地体では、生活排水や産業排水による水質汚濁が著しく、水使用の障害となっている¹¹⁾。地下水の利用も拡大しており、ホーチミン市では地下水水位が著しく低下を続けている。このような状況のなかで、都市用水と産業用水需要は今後も伸び続けると予測されており、水供給が経済成長の制約因子となることが懸念されている。ダム開発などによる水資源開発には、巨額の資金が必要であり、海外からのODA資金への依存度を益々高めることとなる。また、この流域において開発可能な水資源は限られており、本研究によると、水質汚濁の進行とともに、利用可能な水量が減少する恐れも出てきている。この流域における最大の問題は、都市住民と農村住民との経済格差が拡大を続けていることであり、今後は、農村振興を灌漑のみに頼る政策を転換し、農業用水の他用途への転換の含めた水資源の有効利用を目指す必要がある。

(2) 研究成果の今後期待される効果

経済成長と人口の都市域集中を続けるホーチミン市の水供給と環境保全について、水質悪化の現状とその起源、が包括的に明らかにされた。水質悪化に直接かかわる住民の経済格差是正や系統的な水政策の実施には容易ならぬ現実もあるが、本研究の成果を基礎にして、より効率的な水の量・質からのモニタリングが可能となるので、市民の意識の向上と政策の前進が期待できる。

参考文献

- 1) World Bank, FAO, UNDP, Vietnam, the Government of, : Viet Nam Water Resources Sector Review, Report No. 15041-VN, 1996.
- 2) Taylor, P. and Wright, G.: Establishing river basin organisations in Vietnam –Red River, Dong Nai River and Lower Mekong Delta-, Water Science and Technology, Vol. 43, No. 9, pp. 273–182, 2001.
- 3) Ringler, C. and Nguyen, V. H.: Water Allocation Policies for the Dong Nai River Basin in Vietnam: an Integrated Perspective, Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute (IFPRI), December 2004.
<http://www.ifpri.org/divs/eptd/dp/eptdp127.htm>
- 4) Asian Development Bank, Country Water Action: Vietnam Water Rights and Allocation as Key to Sound Usage in Viet Nam, August 2006. <http://www.adb.org/water/actions/VIE/keys.asp>
- 5) 全国農業改良普及支援協会: ベトナムにおける持続的な農業技術を推進するための手引き, 2006.
- 5) JICA, MARD, The Socialist Republic of Vietnam: The Master Plan Study on Dong Nai River and Surrounding Basins Water Resources Development, Final Report, August 1996.
- 6) Asian Development Bank, Report and Recommendation on Phuoc Hoa Water Resources Project, RRP:VIW 29296, October 2003.
- 8) World Bank: Infrastructure Strategy –Cross–sectoral issues, 2006.
- 9) Nguyen, T. V. Ha, Takizawa, S.: Impacts of Policy Changes on Fish Cage Culture and Water Quality in Dau Tieng Reservoir, Vietnam, WSEAS Transactions on Environment and Development, Issue 6, Vol. 2, pp. 800–807, 2006.
- 10) Ha, NTV, Takizawa, S., Hang, NVM, Phuong, PTD: Natural and anthropogenic sources affecting seasonal variation of water quality in Dau Tieng reservoir, Vietnam, Environmental Engineering Research, Vol. 44, pp. 23–30. 2007.
- 11) Ha NTV, Kitajima M., Hang NMV, Matsubara K., Takizawa S, Katayama H, Oguma K, Ohgaki S.: Bacterial contamination of raw vegetables, vegetable–related water and river water in Ho Chi Minh City, Viet Nam, Water Science and Technology, 2008, in press.

3. 6 流域横断的な外力評価と水政策シナリオ集約(グループ1:高知工科大学, 日本大学, 国総研環境研究部, 山梨大学)

地域・流域の横断的な水課題および各流域個別の水政策シナリオの比較、集約の方法について検討した。本項で研究項目は以下のように構成される。

1. 流域地下水の課題と対応シナリオ
2. 流域の水課題・水政策の分析と横断比較
3. 水政策・流域情報に関するナレッジマイニングシステム(KMS)の開発
 - (1) マスタープラン参照型(Excel 型)の KMS-1 の構築
 - (2) クロスリレーショナルデータベース型(Wiki 型)の KMS-2 の実装

3. 6. 1 流域地下水の課題と対応シナリオ

(1)研究実施内容及び成果

アジア・モンスーン地域は、ユーラシア大陸の東南縁辺に位置し、世界で水資源に恵まれた地域に属する。そこにはチベット高原に源を発する大河が多くの発展途上国を貫流し、その最下流域に氾濫原沖積平野が広がっている。モンスーンは季節に応じて定期的に一定の方向から吹く風で、乾季と雨季をもたらす。雨季にはときに洪水の被害が発生し、乾季に干ばつが発生することもある。したがって年間を通して安定した水資源を確保するためには投資と効率的な管理が必要である。いっぽう、沖積平野の地下は厚い堆積層から成り、帯水層に含まれる地下水は元位置で安定した水源として人々に多くの恵みを与えてきた。

沖積平野では近年人口が急増し、地下水が多量に利用され、農業や商工業の経済活動の発展に寄与してきた。とくに生活用水は大きく地下水に依存してきたが、その重要性は今日まで十分に認識されていなかった。反面、地下水は近年商工業用水として過剰に汲み上げられ各種の障害を急激に悪化させた。そのため、各国の関係者がその対策に心を砕いていることはこの地域に共通した課題である。

初めに、日本の地下水問題をまとめた。日本は 20 世紀に入っていち早く地下水開発に着手し、

表6. 1 各平野での地下水利用特性の概要

平野	関東平野	ハノイ首都圏	ホーチミン都市圏	メコンデルタ	チャオプラヤ南部	ガンジス南部
人口(万人)	3300	312	612	1616	1,100	約 4,500
水資源(m ³ /日)	3320	145	218	108	1,400	—
地下水揚水量(万/m ³)	620	約 100	80?	100?	175	?
生活用水(m ³ /日)	1140	87	135	90	466	225
生活用水地下水揚水量(万m ³ /日)	200	87	55	90	75	220
地下水依存度(%)	18	100	40	100	16	97
地下水障害	地盤沈下	地盤沈下、塩水化	塩水化	塩水化、ヒ素	地盤沈下、塩水化	ヒ素
供給予測	○	●、地表水から補給	●地表水から補給	△	●、地表水から補給	●、浄水化
法律等	特別 2 法	指針	指針	指針	地下水法	なし
その他	環境基本法		地下水料金		総合治水計画	代替水源指針

供給予測 :○供給に余裕がある △:供給に問題がある ●:供給に余裕が無い、

100年以上の歴史を経過した。この間に図らずも日本が経験した多くの障害、その対策で得た技術的なノウハウや経験のみならず、事業を実施するうえで基盤となった政策や法律を年代を追って体系的に整理し、基本的な視点を構築した。その基本認識と比べながら、各国の自然や社会経済的な地域性を考慮し、現場で得た事例を整理した。そして地球サミットで採択された「アジェンダ 21」に書かれているように、持続可能な発展に向けて「総合的に考えて、総合的に運営」する施策を探るよう考察した。さらに、各地で発生した地下水の水質劣化に関し、安全な水の確保の問題を取り上げた。インドとバングラデシュにまたがるガンジス平野ではヒ素汚染が深刻である。この複雑な問題を包含する国境をまたいだ帯水層(Transboundary Aquifer)は、ユネスコが緊急に対策を必要とする地下水の国際プロジェクトとして取り上げた案件である。この点についても独自に現状を調べ、対策について類似例をもつ国々と議論を交えた。

表6. 1は今回比較研究した各平野の結果の概要を示したものである。

(2)研究成果の今後期待される効果

本研究のように、モンスーンアジアで人口が急増する沖積平野の地下水について、水理地質的な成立から、水資源のなかで地下水の占める位置づけ、地下水障害、その対策や施策、歴史的経緯等を広範な地域と分野にわたって横断的にまとめた論述は今までなかった

地域の自然と人の考え方を要素別にシステム化する作業をしながら、過不足や異変を探すうちに、「地域解」の糸口にアプローチできた。そこには短期的に急ぐものから長期にわたって時間かかるものまで政策的優先順位がある。なかでも、日本が戦後世界に先駆けて高度経済成長を成し遂げ、その過程で経験した地下水管理の政策的な失敗をアジア諸国が繰り返さないために、本研究の成果が参考にされることは多いに期待される。

さらに重要なことは、日本の地下水保全政策は、当初の対症療法的で地域限定の施策の試行錯誤から地下水管理・保全の施策へと進化してきた。それは20世紀末の国際会議での「持続的発展」を基調とする地球環境の保全の動きが基本理念となっている。日本では「環境基本法」とその規定に則った自治体の「条例」が柱となった。この体系によって地下水そのものを管理する実効的な法律がなくとも、水環境の一環として地下水保全を取り込み、地域性を考慮した条例によって全国の地下水保全が実質的に進展することを示した。

法律は国の基本であるから、土地や地下水の財産権と地方分権に関する法律は「地域性」の最たるものである。したがって本研究で得た「日本の地下水保全施策の歴史的総括」の成果が、すぐアジア各地に適用できるほど簡単ではない。しかし地下水保全を水環境保全の一環として包括的に捉えた上で、地下水盆単元で管理できる「地域性」を尊重した制度化を基本理念とすることは、今後各国の保全策策定の大きな指標を提供すると思われる。

3. 6. 2 流域の水課題・水政策の分析と横断比較

(1)研究実施内容及び成果

1)アジア等における流域での主な水課題・水政策

ここでは、本報告に示されたそれぞれの流域での水問題を横断的に整理し、それを克服するための水政策シナリオを流域ごとに検討した。表6. 2には、対象とした流域の規模などの基本的な情報、比較対照とした日本の河川流域および、統治・管理の基本的形態を載せている。特に、本報告で象徴的に取り上げている水課題について簡潔に表示されている。課題項目の多様さはそのまま水循環・水利用システムの複雑さを反映しているが、逆に、考慮の不可欠な重要問題を端的に理解することができる。水問題に関しては「アジアの流域水問題」(技報堂出版, 2008.2)として、書籍の形で成果を公表した。

表6. 3には、今回の研究およびこれまでの研究から明らかになった主な流域の水問題と提示された水政策シナリオを一覧表で示したものである。アジアの主要な流域での水問題の概要と、必要とされる水政策シナリオのイメージがある程度明確に知られると思われる。今後さらに研究を深めると共に、現地の行政等との交流や連携により、実践につながる水政策シナリオを設計、提示することを目指す必要がある。

表6. 2 中東からアジアの検討対象流域の概要

流域	流域国	流域面積 (万 km ²)	主課題・焦点	検討重点対象 域	特記事項
長江	中国	180.9	治水政策・他政策	中・下流域	
メコン	中国、ミャンマー、 ラオス、タイ、カン ボジア、ベトナム	79.6	上下流・協調、将来	流域全体	国際河川
チャオプラヤ	タイ	16.0	治水政策、都市化	バンコク都市域	
برانτας	インドネシア	1.2	人口増加、土地利用、火 山	流域全体	
シルダリア	キルギス、カザフ、 ウズベク	40.3	施設機能、農地変貌	流域全体	国際河川
ユーフラテス	トルコ、シリア、イラ ク	57.9	協調模索	流域全体	国際河川
ヨルダン	ヨルダン、イスラエ ル・パレスチナ	4.2	人口増加、水欠乏	流域全体	国際河川
ガンジス	インド	(108.6)	人口増、都市化、水質	支川ヤムナ川	
サイゴン	ベトナム	4.1	人口増、都市化、環境	サイゴン川	

表6. 3 対象流域での水問題と提案された水政策シナリオの概要

	河川・流域	特徴的な問題	主な対策シナリオ	シナリオ実践のためのプロセス検討	人口増に関する考察
洪水被害	中川・綾瀬川流域	・都市化による洪水被害ポテンシャルの増大	・水路および排水施設の整備 ・遊水地・浸透域の市街化を誘導・規制	・行政機関による中川・綾瀬川流域総合治水対策協議会の配置 ・浸水実績図、予想区域図の公表	将来人口増・都市化を想定しての対策
	バンコク首都圏域	・都市化による洪水被害ポテンシャルの増大 ・地盤沈下、上流からの農業用水の流入	・河道および排水施設の整備 ・洪水遊水地域(グリーンベルト)の設定、市街化の誘導・規制 ・洪水コントロールセンターの整備	・バンコク首都圏庁が日本の技術協力を得て作成 ・ハード対策は進展。都市計画でも考慮 ・水文観測網、洪水情報センター整備	将来人口・都市化を想定しての対策。人口・資産集中地区周辺を中心に開発を誘導・規制
	チャオプラヤ川流域	・チャオプラヤ川本川の流下能力不足 ・中流域整備による下流域の洪水危険性増大 ・下流域の洪水被害ポテンシャルの増大	3つの代替案を提示 ・下流での河川対策(築堤・堤防高上げ等) ・農地防御の抑制、下流の能力に応じた中下流での部分的な治水整備 ・バンコクをバイパスする放水路整備	・計画立案は日本の技術協力を得て王立灌漑局が実施 ・堤防整備、堤防高上げを実施 ・土地利用の誘導・規制、他の代替案の実現性は低い	将来人口増加・都市化を想定した対策。(中流域の治水整備、都市化、が下流へ及ぼす影響の対策に主眼)
	برانτας川流域	・火山灰等の土砂の流出、ダムへの堆砂 ・下流の河床低下	流域視野での土砂管理政策 ・ダムへの流入土砂対策 ・砂利採取の管理・誘導		
	長江流域	・1998年大洪水後、遊水地からの撤退による遊水能力の回復 ・三峡ダム以外に、遊水能力の回復、流域の再樹林化を実施	・遊水地からの撤退による遊水機能の回復 ・撤退者への補償等の対策	国家主導で対策を着実に実施 地元省等の協力	
	メコン川	・下流域の洪水氾濫 ・河床変動とそれに伴う舟運障害	・土砂管理、護岸工法の検討 ・低水流量の増加 ・水質汚染物質の排出規制と下水処理施設の整備	・流域国間での協議(メコン委員会) ・水文資料の有効利用、施設の効率的配置、灌漑効率化技術の普及	
水不足	ユーフラテス川	・トルコ、シリア、イラクによる水利用を巡る問題 ・流域国間で協調体制が確立されていない	・複数の流域国に中立的な見解を示す ・流域国間の協議の場を設け、需要と供給に関する共通認識の醸成 ・セカンド・トラックでの調整 ・合理的な水利用モデルの開発	・専門家による検討会(第3国である日本で開催) ・米国ケンタッキー州立大学等とも連携	下流の流域国における水需要の増加等を予測して流域国間の協議の場を提唱
	ヨルダン川	・イスラエルによる水権利を超えた水利用とそれに伴う死海の水位低下	・ダム建設、適正な地下水利用、下水処理水の再利用(25年後まで) ・海水の淡水化(25年後以降)		
	アラル・シルダリア川流域	・用排水路等の不適切な運用による農地塩類化 ・上下流国による水資源・エネルギーのバーター取引の不成功による下流域の冬季洪水、夏季の灌漑用水不足 ・アラル海(大アラル・小アラル)の縮小、消滅	・かんがい効率の改善 ・流域国間での国際水利協定に基づくバーター取引の実行(現実には不実行で、各国が自国で対策を計画・実施)		
水質悪化	ガンジス川	・都市化による水質悪化 ・上流での取水による水量減少と水質悪化	・都市域では下水道整備(2段階方式での対策)を提案 ・河畔の火葬場(ガート)の改良		将来の爆発的ともいえる人口増加を考慮した対策
	サイゴン川・ドンナイ川	・都市化に起因する水不足と水質悪化	住民の生活、経済動向を考慮して水資源管理、塩水遡上問題等への対応策を検討		流域人口は約1600万人(年率2%以上増加)、ホーチミン市の人口は約600万人(年率約6%増加)
気象	各流域	・気象研究所のモデルを含む世界の気候研究機関の19モデルより予測結果をアンサンブル平均化(中間的シナリオ(SRES A1B「高度成長型社会(バランス型)」を設定) ・21世紀末の河川流量は長江+約8%、メコン川+約10%、チャオプラヤ川+約15%、ガンジス川+約18%、シルダリア川+約10%、ユーフラテス川+約38%と予測 ・長江では7~10月にかけて流量が増大し、洪水が増える可能性を示唆 ・ユーフラテス川やアムダリア川では冬から夏にかけて降水量が増える一方、夏から冬にかけては減少する傾向 ・21世紀半ば(2050年頃)について気象研究所の高度解析モデルで予測すると、長江+8.7%、メコン川+6.8%、チャオプラヤ川+4.2%、ガンジス川+6.6%、シルダリア川+3.3%(21世紀末の予測とは逆に増加)、ユーフラテス川-3.9%と予測			

一方、世界の先進的な取り組みがなされている欧米や日本の流域圏についても同様に整理し、流域水問題への将来的な取り組みとしての自然共生流域圏の形成について考察した。

2) 先進的な実践事例と流域圏・都市再生シナリオの比較分析

ここでは、流域水問題への対応を含んだより幅の広い自然と共生する流域圏・都市再生シナリオの設計、提示に資するため、その萌芽的、先進的な取り組みがなされている国内外の事例を挙げ分析した。その事例は、衰退した経済の再興とともに水系の環境を再生したイギリスのマーヅ川流域やアメリカ・ボストンのチャールズ川流域、チェサピーク湾流域等において、日本では鶴見川流域や印旛沼流域等における再生事例であり、洪水という厳しい自然との共生（人間には都合が悪い洪水という自然との共生）があり、実践された総合的な治水対策のみならず、水・物質循環、生態系、水と緑の空間保全や改善、自然と人との結びつきを深めること、そして流域圏・都市の経済、環境、社会の再生の実践事例である^{1)、4)、5)}。これらの実践事例での対象分野は表6.4の示すとおりである。

これらの取り組みのほとんどでは、総合的な取り組みが指向されているが、流域圏・都市再生の対象などから、①水・物質循環の改善への取り組み、②生態系再生への取り組み、③緑の保全と再生、④河川空間の再生、⑤土地利用の5つの視点から分類できる（その再生活動の内容から、一部は重複）。流域圏・都市再生の対象としては、水・物質循環、生態系・生物多様性、都市空間、経済、歴史や文化の再興などがあり、それらと人々の暮らしや経済活動との係わりにまで及ぶものがある。

表6.4 自然と共生する流域圏・都市再生の実践事例(日本および世界の都市圏)

流域	水・物質循環	生態系	土地利用	その他
マーヅ川流域キャンペーン	◎	◎	◎	・行政支援 ・行政、企業、NGOのパートナーシップ
チェサピーク湾・流域再生	◎	◎		
カリフォルニア・ベイデルタ・流域再生	◎	○		
ボストン湾・流域再生	◎			
鶴見川流域再生水マスタープラン	◎	◎	△	・行政主導 ・市民参画
印旛沼流域再生水循環健全化	◎	△		・行政主導 ・市民参加模索
洞海湾再生	◎			
東京湾流域再生	◎	△		・行政主導

3) 我が国首都圏の人口急増に対応した水資源確保にかかわる水政策形成の分析

(a) 分析の方法と内容

1950年代後半からの高度成長期を中心に首都圏への人口の集中と都市域の拡大が起り、様々な水政策が組み合わされて実行され、一定の成果を生み出した。このうち、水資源の不足という人口増加により引き起こされた最も代表的かつ典型的な問題に対象を絞り、日本が持つこうした経験を、人口急増という「外力」への応答と捉え、以下のような分析を行った。まず外力である人口急増と都市用水の需要増の実態を整理し、その外力の相対的大きさを水資源賦存量から評価した。次に、外力が引き起こした渇水事象を時系列的に整理した。さらに、政策推進の駆動力に関係する住民の渇水問題への認知度の時系列変化を新聞記事検索より計量した。水政策については、1930年代からの各種水政策の適用変遷と相互関係をやはり時系列的に整理し、最も重要なアウトプットである利根川からの新規取水量の経年変化との関係を明らかにした。最後に、政策適用を推進あるいは阻害した可能性のある関連要因として、地盤沈下と水質汚濁への対応、利根川の流量減少を調べた。以上の結果を俯瞰的に分析して、外力の作用から水政策の適用と効果発現にかかわる構図やシステム、支配因子についての考察を試みた。

(b) 分析の結果

① 首都圏が属する流域圏に与えた人口急増インパクトの重大性

高度成長期を中心にした首都圏の人口増加と産業活動の集積・拡大は、年間90～100億m³オーダーの水道および工業用水の需要増をもたらした。これは、首都圏の水資源賦存量の半分程度を占める量であり、日本の水文特性の下で賦存量のうち都市用水に使える割合を考えると、首都圏

流域圏に対する強烈な外力になっていたと言える。

②人口急増に伴う問題の解決を可能にした2つの直接的対処

こうした人口急増外力がもたらした水資源枯渇の問題を、オリンピック渇水など一時期の問題顕在化はあったものの、比較的すみやかに解決に導いた直接的な対処は、工業用水の回収率向上と水資源確保をより大きな流域に求めたことの2つである。

図6.1に示すように、1960年代半ば以降1970年代にかけて工業用水の回収率が急激に向上した。このため、1960年代前半に年間15億 m^3 前後あった工業用水量(補給量)は、その後大きくは増加せずに現在まで推移することとなった。仮に、回収率の向上が1960年代半ばの25%程度とすると、1960年代半ば以降の必要量の増分は、60~70億 m^3 というレベルに達していた。この増分を、新規の水資源によらず回収率向上で対処できたことは、結果として、産業活動の集積・拡大を含む人口急増外力に対処する上で大きな役割を果たした。

図6.2は、人口急増への対応の結果が直接現れたと考えられる水道用水に焦点を当て、取水量の内訳の経年変化を、人口(グラフの右軸)とともに表したものである。1965年から1990年にかけての約25億 m^3 という取水量の増加分の大部分は、利根川水系からの取水量の増分でまかなわれていた。また利根川水系からの取水量の増分のうち、ダムを前提にする取水量の割合(図では「利根川水系のダムからの取水量」と表現)が大きい。このことは、ダムによる新規の水開発に応じた取水権量の増大が大きな役割を果たしたことを示すものである。首都圏の都市用水需要を主に多摩川でまかなっていた1960年代前半まで

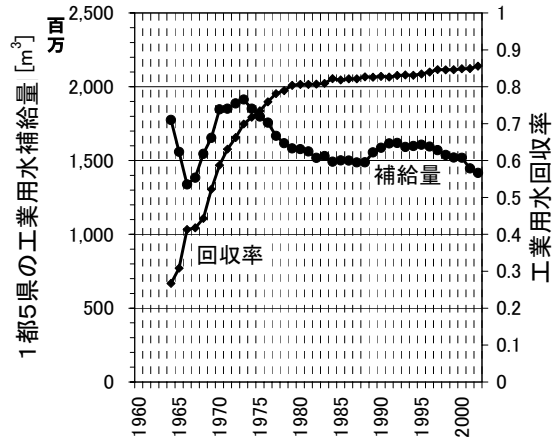


図6.1 1都5県の工業用水の補給量と回収率の経年変化

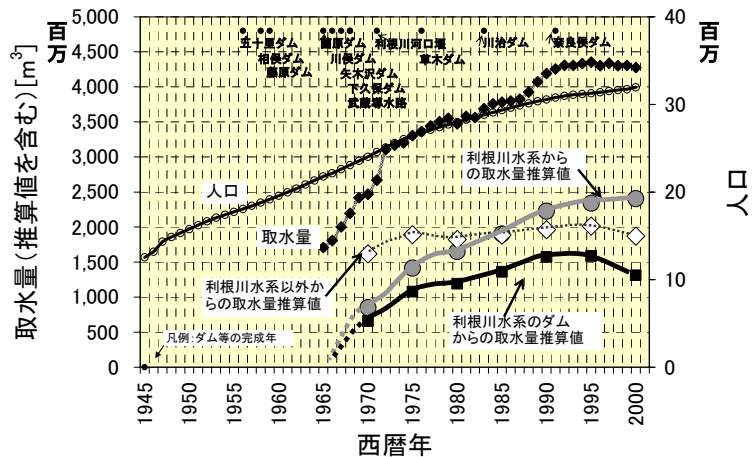


図6.2 首都圏(1都5県)における水道用水取水量, その内訳の推算値と人口の経年変化

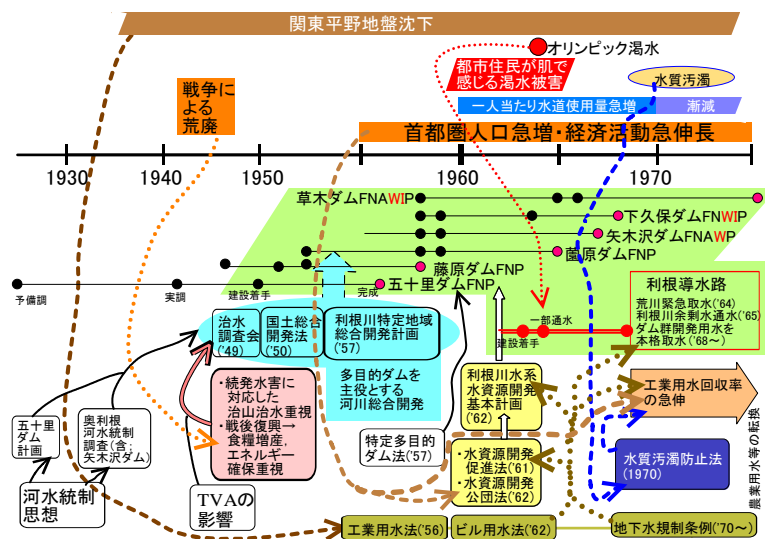


図6.3 首都圏人口急増に対応した水資源確保にかかわる諸事象・施策群の展開と相互作用に関する考察図

の状況から、より流域の大きい利根川の水資源を使えるように、導水施設を造り、利根川流域にダム貯水池を建設したことが、人口急増への有力な対処となった

③首都圏人口急増に対応した水資源確保にかかわる諸事象・施策群の展開と相互作用

こうした2つの直接的対処は、しかし、それらが単独で成立し得たわけではなく、様々な関連要因との相互作用の中ではじめて可能になった。このことを、人口急増に伴う

渇水事象への対処に役立ったと考えられる施策群を幅広く抽出し、それらの内容を整理・分析することで明らかにした。総括的な結果を図6. 3に示す。

首都圏の人口急増への対応は、i)利根川水系を中心とした新規の都市用水の開発、ii)工業用水の回収率向上による需要急増の吸収、iii)水利用の転用(農業用水から都市用水へ)、iv)生活用水の節水、に分けると理解しやすい。この中でも問題解決への実質的寄与度は前二者が大きかった。i)については、図6. 3から確認できるように、利根導水路を経由しての利根川水系のダム群開発用水の本格取水が1968年から始まっている。これは1964年の東京オリンピック渇水のわずか4年後であり、両者のタイムラグはインフラ整備の時間スケールから見て小さいと言える。

1950年代後半から顕著になった首都圏への人口・経済活動の集中に対応できた理由を考える上でのポイントは以下のようなものである。直接的には、様々な緊急的措置を編み出しながら1960年代前半を何とか乗り切り、上記i)ii)の本格的な対応策につなげたことが大きい。しかし、i)については、利根導水は単独ではあり得ず、利根川水系水資源開発基本計画という枠組みが直前(1962)にできて、利根川取水を許す基本条件(ダムによる都市用水新規開発の計画)が整備されていたこと、さらに、それに先立つ10年ほど前から、戦後復興と治山治水を軸とする国土開発計画が立てられ、多目的ダムを主役とする河川総合開発が実質上始められていたことが、外力への施策応答を早める上で重要だった。一方、ii)の工業用水回収率の著しい向上については、地盤沈下抑制のための地下水汲み上げ規制や水質汚濁防止のための排水規制という外部要因が、用水供給を増やすのではなく、回収率向上に向かわせた。

④水政策が実施されるための要件と政策形成・実践の仕組みを考える枠組みの提示

上記③までの分析結果を踏まえ、首都圏人口急増に対応した施策群展開に関わる構造の整理を行い、水政策の実行可能性を判断する一般的枠組みの構築を試みた(図6. 4参照)。ここでは、外力の作用から施策群適用に伴う出力(成果出現)までの展開を、問題認知、施策検討・実行の駆動力(各 player の応答性)、施策遂行のための道具立ての状況、施策駆動にかかわる外部要因(他目的の施策との相互影響、利害関係者の合意、環境へのインパクト、流域の地理的条件に細分)に分け、これらがそれぞれ、ある施策の推進に関して、力になるか(右向きの矢印)、隘路になるか(左向きの矢印)、中立的か(縦棒)を定性的に表現した。さらに、各 player の応答性については、一般論のレベルでの政策実行への態度と、個人として実行するレベルでの態度を分けて表示するようにした(後者は緑色の小矢印)。これにより、“総論賛成・各論反対”的な態度も表現するこ

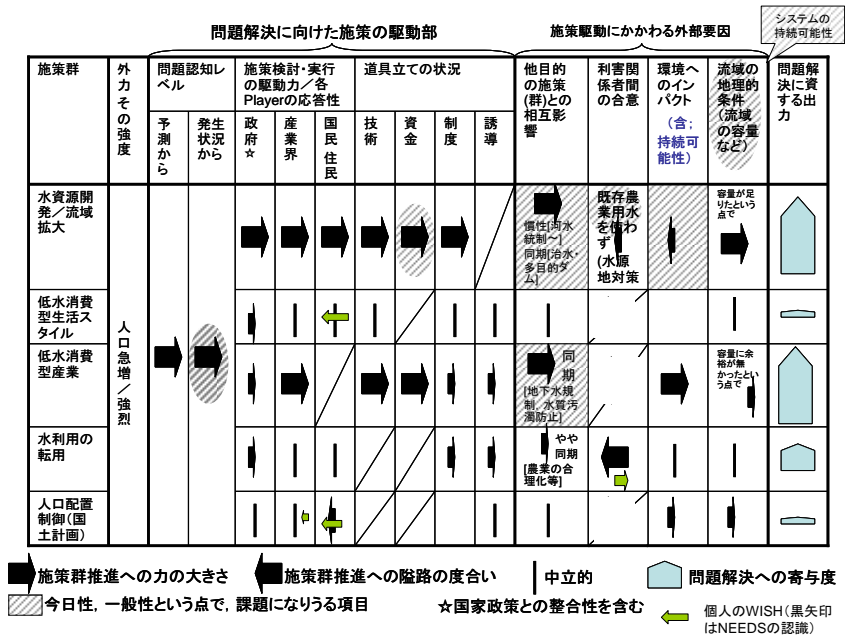


図6. 4 水政策実行可能性分析図および本ケーススタディについての適用例

とができる。右向き矢印が支配的で、決定的な左向き矢印がない政策が高い実現可能性を持つと判断される。

図6. 4では、検討対象とした水政策を今日において他地域に当てはめようとする場合、結果が異なる(当てはめた矢印が変わってくる)可能性がある項目にハッチングを施している。これは、昔の経験が活かない項目、逆に今なら有利になる項目の抽出作業に相当し、水政策適用の経験をより普遍的な知恵に変換する具体作業工程として重要である。

首都圏人口急増に対応した水資源確保政策を図6. 4に当てはめて議論すると、今日性、一般性という点から課題になりうる項目として、問題の発生が顕著で誰もが認知できた状況／資金確保が可能であったこと(経済成長との関係)／慣性の存在(治水、国土復興→多目的ダム)／同期性の存在(地盤沈下、水質汚濁、農業形態の変化に応じた施策)／強力な慣行水利権が存在し、基本的に新規に都市用水を確保せざるを得なかった状況／環境影響、持続可能性(環境以外も含む)についての議論がクリアできた(今日よりハードルが低かった可能性)／流域・水文特性の違い(流域(群)容量とインフラ整備のしやすさ)、などが浮かび上がる。こうして抽出された項目をさらに掘り下げて分析することにより、過去の経験を今日の水問題に適用する際の留意点や新たに検討すべき点が具体化され、水政策適用の可否や改善点を判断することに役立つ。この成果は、次項に述べる KMS の活用段階において、既往の施策を実行可能性の観点から掘り下げて吟味する際の支援的ツールとして役立っていくものと期待される。

(2)研究成果の今後期待される効果

人口が急増し、都市化が急激に進展しているアジア等の国々において、流域の水問題に対応し、自然と共生する流域圏・都市の形成を検討する上で、本節に示したことが貢献し得ると考えられる。

なお、自然と共生した流域圏・都市再生シナリオの研究に関しては、内閣府総合科学技術会議(議長：首相)が重点研究課題として設定し、その推進を支援してきた研究にも注目したい¹³⁾、¹⁴⁾。第2期の科学技術基本計画の『自然共生型流域圏・都市再生』研究に引き続き、第3期の科学技術基本計画でも『水・物質循環と流域圏』研究として、自然と共生する流域圏・都市の形成、再生に関するシナリオの設計・提示が重点テーマとなっている。第3期科学技術基本計画においては、第2期計画では自然共生型流域圏・都市再生の基本的要素の一つであった生態系・生物多様性に関する研究が重点研究として独立したが、自然と共生する流域圏・都市の再生、形成シナリオの設計では、①水・物質循環とともに、②生態系・生物多様性が基本的な要素(コンポーネント)であることには変わりがない。本節で述べた各再生シナリオのモデルにおいても、水・物質循環および生態系・生物多様性が基本的な要素(コンポーネント)として含まれる。

参考文献

- 1) 吉川勝秀：流域都市論，鹿島出版会，2008
- 2) 吉川勝秀・本永良樹：都市化に伴う首都圏の水と緑の環境インフラの変化に関する流域圏的考察，建設マネジメント研究論文集，Vol. 13，pp. 371-376，2006
- 3) 吉川勝秀編著：多自然型川づくりを越えて，学芸出版社，2007
- 4) 吉川勝秀：人・川・大地と環境，技報堂出版，2004
- 5) 吉川勝秀・本永良樹：低平地緩流河川流域の治水に関する事後評価的考察，水文・水資源学会誌(原著論文)，Vol. 19, No. 4，2006
- 6) 吉川勝秀：イギリスの「マーヅ川流域キャンペーン」について，『河川』，No. 612，pp. 60-63，1997. 7
- 7) 吉川勝秀：世界の河川流域での国際連携の事例，『地域連携がまち・くにを変える』(田中栄治・谷口博昭編著)，pp. 132-141，小学館，1998
- 8) 石川幹子：都市と緑地，岩波書店，2001
- 9) 石川幹子・岸由二・吉川勝秀編著：『流域圏プランニングの時代』，技報堂出版，2005

- 10) 自然環境の総点検等に関する協議会：首都圏の都市環境インフラのグランドデザイン，2004
- 11) 吉川勝秀編著：都市と河川，技報堂出版，2008
- 12) リバーフロント整備センター（吉川勝秀編著）：川からの都市再生，技報堂出版，2005
- 13) 内閣府総合科学技術会議：自然共生流域圏・都市再生イニシヤティブ報告書，内閣府総合科学技術会議，2005
- 14) 内閣府総合科学技術会議：第3期科学技術基本計画，2005
- 15) 砂田憲吾編著：アジアの流域水問題，技報堂出版，2008

3. 6. 3 水政策・流域情報に関するナレッジマイニングシステム(KMS)の開発

(1) 研究実施内容および成果

2) マスタープラン参照型(Excel型)のKMS-1の構築

水関連の課題を抱える流域において、課題解決のための政策シナリオの策定を目標にした事例的研究を進めていく場合に、これらの流域から得られた知見を他の流域における水管理政策の立案に役立つものとして整理していくようなシステムまで考えていくことが必要である。

一方、水問題の解決に向けた活動目標として「情報・経験の共有」の促進が多くの国際会議で提唱されている。統合水資源管理を手助けするパッケージとして開発されたToolboxは、意思決定者や実務者へ情報・経験の共有を目的としているが、目的どおりに利用できるには至っていない。その原因は、収録されている情報が漠然としている、あるいは断片的なため、他流域への適用を考察できない、水不足問題を解決しようとするとき競合する他の政策をどう同定しどのように調整したかといった配慮事項に関する情報がないなどが考えられる。

こうしたことを踏まえ、既存の政策シナリオの策定につながる情報をもとにして、他の流域における政策シナリオ策定検討に役立てていくためには、どのような視点が必要であるか、どのようにすればより使いやすいか、どのようにすれば効率的か、等の観点から検討を加え、システムとして構築していく研究を行った。すなわち、流域ごとに検討されるマスタープランに関する報告書は、通常、上記の検討がなされ記載されるので、マスタープランでの検討項目を体系的に整理し、必要なときに関連事項をマイニングできるようなシステムとして、政策立案に関わる人が、多くの事例から水問題解決のための参考事例や知恵を発掘することができるようなシステムという意味を込めて、Knowledge Mining System(以下KMS)を研究開発した。今までの既存の報告書に基づく情報をもとに開発したシステムなので、便宜上KMS-1と言う形で、本報告書では扱うことにする。

なお、KMSは当初toolboxと呼んでいたが、この名称は水問題に関して対処療法的問題解決が可能でそれを推奨するかの印象を与えるため、KMSと改名することにした。

KMSの基本構造作成に当たっては、既存のマスタープランに関する報告書での検討項目を網羅できるよう図6.5に示す構造を作成した。データベースのコンテンツとして使用した報告書は、上記のような方針に基づいて、さらに社会・経済などを含む広範囲のものを対象にして、その因果関係や相互作用を分析した国際協力事業団(現国際協力機構:JICA)の技術援助調査報告書と国際協力銀行(JBIC)の円借款事業報告書の中から、バングラデシュ人民共和国:ダッカ首都圏、ベトナム社会主義人民共和国:ドンナイ川流域、タイ王国:チャオプラヤ川流域、フィリピン

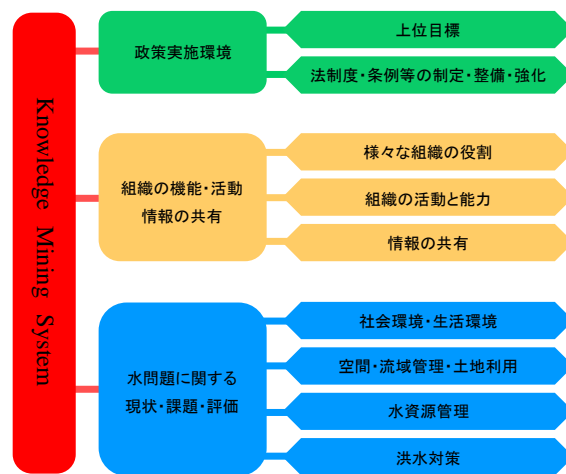


図6.5 KMS-1の基本構造

ン共和国:カガヤン川流域、スリ・ランカ民主社会主義共和国:コロンボ首都圏などを対象とした報告書をもとにさせて頂いた。さらに、日本における例として、鶴見川流域水マスタープラン、北上川水系河川整備基本方針、嘉瀬川水系河川整備基本方針の国内事例も含めている。図6. 5の詳細を表6. 5に示した。ここに示した46項目は、対策を実施するにあたって考慮しなければならない社会・経済的条件を示したものである。全体は、政策実施環境、組織の機能・活動・情報の共有、水問題に関する現状・課題・評価という3大カテゴリーから構成され、さらに各カテゴリー内に、細かい項目が含まれる。これらの項目が、流域ごとの事例研究で得られた知見をつなぐ横糸になる。

KMS-1 の基本構造としては、図6. 6に示すような構造を考えている。流域事例ごとに主要課題(洪水対策、渇水対策、水質対策等)が異なるため、政策立案者が適切な項目を選択することにより、自分が直面している課題に類似したいくつかの事例を即座に選択でき、それらを参考に政策シナリオを立案できるようにする。たとえば、洪水対策が主要な課題となる流域は流域1および2であり、これらの事例を参考に課題解決を図ることとなる。KMSはエクセルで作成され、図6. 6に相当

表6. 5 KMS-1 における主要課題とその階層・分類

A: 政策実施環境	B: 組織の機能、活動、情報の共有	C: 水問題に関する現状、課題、評価
【上位目標】	【様々な組織の役割】	【生活環境】
A1. 国家政策、計画 A2. 地方政策、計画、枠組	B1. 国、行政の役割 B2. 他方政府、地方自治体の役割 B3. 河川管理機関の役割	C1. 社会環境 C2. 公衆衛生 C3. 開発に伴う生活環境変化
【法制度、条例等の制定、整備、強化】	B4. 環境関連機関の役割 B5. 水資源開発実施機関の役割 B6. 国際機関の役割 B7. 民衆組織、NGO の役割	【空間・流域管理、土地利用】
A3. 土地利用に関わる法制度 A4. 都市開発に関わる法制度 A5. 農業開発に関わる法制度 A6. 河川管理に関わる法制度 A7. 水資源開発に関わる法制度 A8. 治水、災害復旧に関わる法制度 A9. 環境に関わる法制度	【組織および社会における活動】	【水資源管理】
	B8. 組織の設備、能力 B9. 組織の予算 B10. 組織への技術移転、訓練 B11. 組織の設立 B12. 市民社会と地域社会の参加 B13. パートナーシップの構築	C4. 都市開発 C5. 村落開発 C6. 自然の保全、評価 C7. 水質管理 C8. 水需要、利水、配水全般、多目的ダム C9. 地下水 C10. 塩分遡上
	【情報の共有】	【洪水関係】
	B14. 水管理に関する教育カリキュラム B15. 利害関係者とのコミュニケーション B16. 意識向上のための情報および透明性 B17. 対立の解決 B18. ビジョンの共有 B19. 合意形成	C11. 洪水被害の現状および再現 C12. ダム、貯水池 C13. 流域対策 C14. 河道、河川構造物 C15. 排水施設 C16. 土壌侵食、がけ崩れ、地すべり C17. 予警報システム C18. 洪水時対応

するマトリックス上のある項目をクリックすると、その具体的な記述をしたテキストによるデータベースにリンクし、それがすぐに表示されるようになっている(図6. 7)。

このシステムは、(独)土木研究所の協力により構成したシステムでもある。より一層利用をし易くするための方策として、世界の水関連災害を防止・軽減するために、各地域の実態をふまえた的確な戦略を提供していくことを使命とし、当面、海外向けに英語でホームページを運営している「(独)

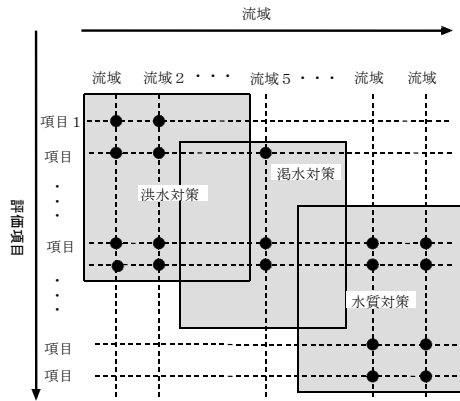


図6.6 KMS のマトリックスの構造

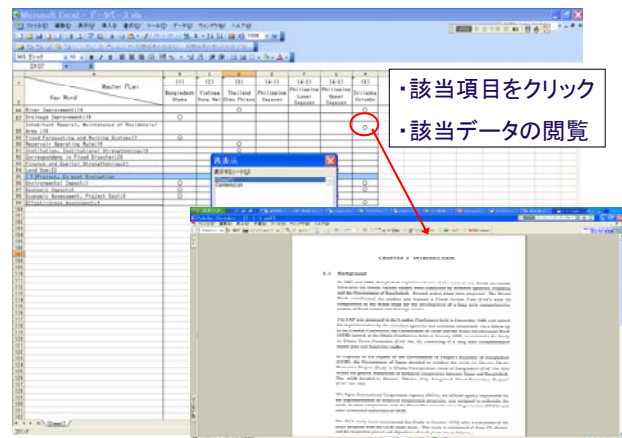


図6.7 当該流域での課題検討の参照事例となる過去の計画例が自動的に提示される

土木研究所水災害・リスクマネジメント国際水災害センター (ICHARM) において公開運営する仕組みとした。

公開にあたっては、JICA 及び JBIC の方々にご協力頂き、このホームページに掲載することとした。これにより、世界各地からアクセスでき、技術者を始め広く一般の方々に利用されるようにした。

2) クロスリレーショナルデータベース型 (Wiki 型) の KMS-2 の実装

(a) クロスリレーショナルデータベースに基づく wiki ベースの KMS-2 の提案と実装

KMS を水問題の現状についての知識を有し、その解決策についての選択肢を提供するシステムととらえると、それは水問題に関する知識を有するデータベースになる。そのデータベースは、多様な形態の情報を入力源として、それらの相互関連性を導き出し、その関連を利用者に示すことになる。また、本研究プロジェクト全体において水問題は地域性と共通性を有しているという立場に立っているため、その地域が明示されている必要もある。したがって GIS とも連携したデータベースでなくてはならない。

最近のデータベースはそのほとんどがリレーショナルデータベースの形態をとっている。リレーショナルデータベースの中では、1つの「データベースシステム」は複数の「データ表」を有している。リレーショナルデータベースを簡単な例を挙げて説明する。データ表 AB は因子 A (例えば社員) の要素 A_i (例えば大場さん) における因子 B (郵便番号) の詳細 B_i (大場さん宅の郵便番号の値) について記述している。さらに別のデータ表 BC では要素 B_i における因子 C (緯度経度) の詳細 C_i (郵便番号毎の緯度経度の値) について記述してあるとする。データ表 AB と BC の間にリレーショナルを構成しておくことによって、大場さん宅の緯度経度を知ることができる。これによって、データ表 BC のような共通の情報を利用して少ないコスト (手間) で詳細な情報を利用することが可能になり、また、情報の更新も容易になる。

一方、KMS において、情報の相互関連性を知るためには単なるリレーショナルデータベースではなく、クロスリレーショナルデータベースである必要がある。上述の例でいうと緯度経度を入力することによって、社員が出力されるようなシステムにする必要がある。一般的に上述の例では、クロスリレーショナルにする必要性はあまり感じられない。しかし、医師が患者を診断するときには、まずは症状 (例えば高熱) から病名 (例えばインフルエンザ) を推定し、推定された病名から逆に症状や検査方法を検索し、さらなる診断 (たとえば喉が腫れているか) や検査 (ウイルスが喉に付着しているか) をして病名を確定させるというプロセスを踏んでいることから、頭の中でクロスリレーショナルなデータベースを活用しているといえる。

医師の診断支援システムが最も初期の人工知能・エキスパートシステム (MYCIN) であったことからわかるように、クロスリレーショナルデータベースは人工知能的な性質を有するものである。その研究は人工知能および情報処理の研究者の間でさかに行われている。

(b) wiki の利用

本研究ではクロスリレーショナルデータベースの理論的な展開は専門の研究者に任せることにし、既存のコンテンツを用いて実用的なクロスリレーショナルデータベースの構成をめざした。

実用的なクロスリレーショナルデータベースとして、インターネット上の wikipedia があげられる。wikipedia はインターネット上の百科事典であり、書式を指定することで wikipedia 全体が持っている膨大な項目にアクセスすることが可能である。また、書式を理解することも容易であり、普段PCを利用している人であれば、研修に1日程度かけることによって習熟可能である。このような理由から wikipedia にコンテンツを入力し、キーワードをリンク付けしてやることによって、クロスリレーショナルなデータベースとしての KMS が実装できると考えた。

wikipedia を使えば、キーワード A (例えば蝶) の内容に含まれるキーワード B (例えば鱗粉) を読み、キーワード B (鱗粉) の内容にはキーワード A (蝶の羽についている) が含まれるというようなクロスリレーションが容易に形成できる。

一方、wikipedia システムをそのまま利用した場合には、本研究の成果である信頼できる情報と、それ以外の情報が混在することになる。さらに、そのいずれもが第三者によって容易に書き換えることが可能であるために、情報の管理が容易ではないことなどの問題があった。

そこで本研究では独自に wikipedia と同様のシステムを構築し、その上に「アジアの流域水問題」(砂田憲吾編著、2008)をコンテンツとして載せた。wikipedia は MediaWiki という PHP(Hypertext Preprocessor)と SQL (Structured Query Language)を利用した wiki である。そこで MediaWiki を Mac OS X server 上に設定して、表紙をつけ、内容を展開した。独自に立ち上げたシステム全体を sunada crest wiki と呼ぶ。実装方法としてはコンテンツを章に切り分け、それらの見出し語をキーワードとして、章の内容を記載する。また、内容の中のキーワードを「リンク」として指定することによって、キーワード間のリレーショナルを形成した。

図6.8に sunada crest wiki の例を示す。Mediawiki の特徴として参照先があるキーワードは青い文字で表され、青リンクという、一方、参照先にまだ記載がないキーワードは赤い文字で表され赤リンクという。研究者 P が赤リンクを構成すると、関連する研究者 Q がその内容を記載してリンクを青くするといった情報管理が可能である。青リンクをクリックすれば、キーワードの説明を読むことができ、一般的にはそれらは相互にリレーションしている。このようにして、クロスリレーショナルなデータベースとしての sunada crest wiki を実装した。

(c)google earth の利用

sunada crest wiki と連携する GIS には GoogleEarth を利用する。その理由は、最も安価(無料)で最も容易だからである。

sunada crest wiki から GoogleEarth を利用するためには、まず、GoogleEarth 上で地点を特定してその地点の KMS ファイルを作成する。その KMS ファイルを sunada crest wiki に添付書類として貼り付ける。利用者は地点が記載された KMS ファイルを実行するだけで GoogleEarth が起動されて、その地点が自動的に開かれる。

図6.9は wiki から呼び出された GoogleEarth が位置を表示している様子である。このように sunada crest wiki では必要な地点を呼び出すことができる。

(d)クロスリレーションの検証

クロスリレーショナルデータベースを用い



図6.8 sunada crest wiki の内部ページの例

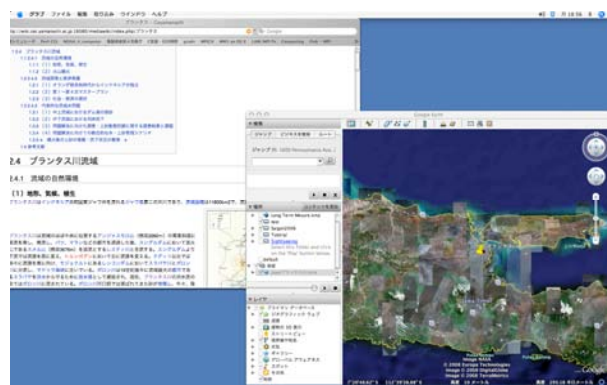


図6.9 Sunada crest wiki から GoogleEarth のプランタス川地点を呼び出したところ

ている特徴はキーワードの連携関係にあるといえる。一方、その連携関係をキーワード間ネットワークとして明示することによって、キーワードの重要性や水問題の地域間関係を考察することが可能になる。このようにキーワード間ネットワークとして明示する方法は pathway を使った方法と、テキストマイニングツールを使う方法の 2 つがある。

sunada crest wiki は MediaWiki を使っているため、pathway というソフトウェアを利用してキーワード間ネットワークを表示することが可能になる。pathway では、利用者が表示したページに含まれる青リンクを検索して、その青リンクのキーワードを現在表示しているページの周囲に円状に展開する。さらに利用者がそのうちの一つまたは複数の青リンクをクリックしてキーワードの内容を開くことによって、さらにキーワードネットワークが展開される。図6. 10に pathway を使った sunada crest wiki のネットワーク表示の例を示す。

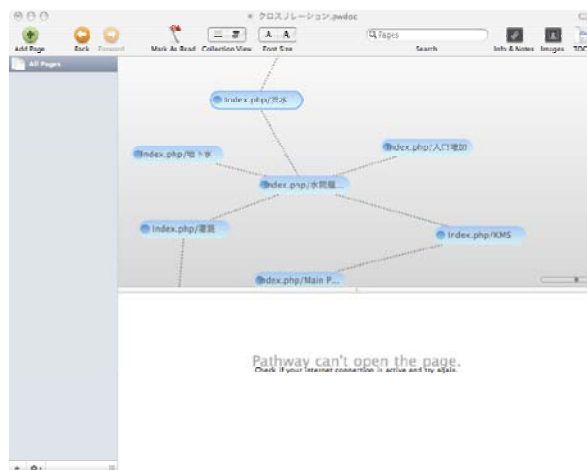


図6. 10 pathway を使った sunada crest wiki のネットワーク表示例

pathway を使うことによってキーワードのネットワークが明示的に表される。このことはネットワークをたどると類似の水問題などを抽出するときネットワークをたどることによって、文章を読むまでもなくたどることができること意味している。このようにして、wiki ベースの KMS では文章が膨大になって一人の人間が読むことができる範囲を超えたとしても、そのネットワークを図として表示することが可能になった。

一方、あらゆるテキストはテキストマイニングツールを利用して、文節に区切り、その連携関係を表示することが可能である。特にアンケートの自由回答などに対するキーワード検索などに効果を発揮する。ただし、テキストマイニングツールでは一定

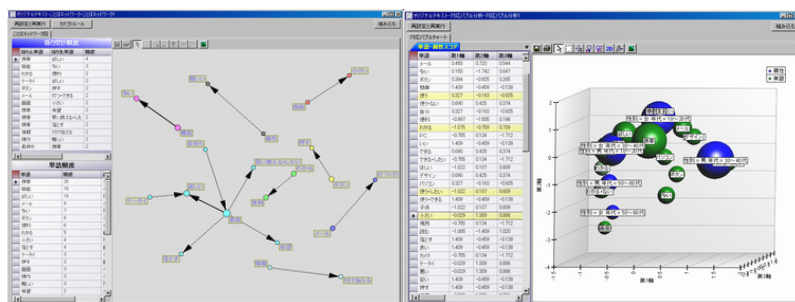


図6. 11 テキストマイニングツールを使った文章間関係調査結果の表示例

のルールによってテキストを文節に区切り、連携関係を表示するために、連携関係の判断誤差がある。多数のアンケートの集計であれば、用いるテキストの量によってその誤差が相殺されることが期待される。

また、テキストマイニングツールでは文章解析手法によって、頻出される単語や、単語と単語のつながりの量、単語と単語が「ならば」や「であるが」で結ばれているといった imply 関係や対関係などの連携関係の強さやその関係の質も表示することが可能である。図6. 11にテキストマイニングツールを使った場合の関係表示の例を示す。

上記のようにテキストマイニングツールを使った文章解析手法によっても、文章の連携関係を表示することは可能になるが、本研究で用いたコンテンツはページ数もさほど多くはないものであるため、テキストマイニングツールを用いるまでもなく、その連携関係を知ることが可能であると考えて、実際にテキストマイニングツールを利用した解析は行わなかった。

(2)研究成果の今後期待される効果

KMS(ナレッジ・マイニング・システム)-1 を土木研究所の ICHARM の HP に掲載したことにより、

アジア各国において流域の水問題に関連した方々が自由にアクセス出来るようになり、利便性が非常に高まっただけでなく、効率的・効果的な水政策の立案の検討が行えるようになると期待される。また、ICHARM の活動や関係機関等により情報が適宜更新されることが期待され、利用者にとってさらに重要な情報や知見を得られることが期待される。

こうして KMS により、各地域で適用された水政策に関する分析が行われるようになると、分析者が解決を図ろうとしている流域および問題に対する既往施策の適用性をさらに掘り下げる必要が出てくる。その際には、本研究で提示された水政策実行可能性分析図が支援的ツールになると期待できる。すなわち、本分析図は、現段階で定量的なシステム分析にまでは至っていないが、政策の実行可能性について、その要件を客観的に吟味する一般的視座を与えるものであり、今後、KMS の活用段階において、この分析図を用いた事例分析を蓄積し、さらに定量的な分析に踏み込むことで、政策適用の経験を知恵の体系化に変換する一つの有力な枠組みになるものと期待される。

一方、KMS-2 については、現在山梨大学内でパスワードをかけた形で運用している sunada crest wiki を広く公開することによって、利用者は9流域の中での流域水問題および 8 流域をまたがる問題のうちの自身の興味対象をきっかけにした理解を深めることが可能となる。また、pathway を使うことによって、自身の利用実績を考慮に入れて網羅的に理解することも可能になる。

さらに、本研究の成果をもちいて、英語版の sunada crest wiki を作成し、それを広く公開することができれば、流域水問題の情報発信源としてかなり特徴のある、すなわちヒット数の多いサイトを開設することが可能になり、同時にコンテンツのある 8 流域や気候問題について利用者の理解を深めかつ広げることが可能になる。

謝辞:「アジアの流域水問題」の著者には、著作の利用許可をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Y. Kiyoki, and S. Ishihara: A Semantic Search Space Integration Method for Meta-level Knowledge Acquisition from Heterogeneous Databases, Information Modelling and Knowledge Bases (IOS Press), Vol. 14, (2002).
- 2) 古崎 晃司・笹島 宗彦・來村 徳信: オントロジー構築入門, オーム社 , 195 ページ, (2006)
- 3) 砂田憲吾・CREST アジア流域水政策シナリオ研究チーム: アジアの流域水問題, 技報堂出版, p.301, (2008)

§ 4 研究参加者

①流域横断評価グループ

	氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
○	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	教授	社会変動, 洪水問題, 水不足問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
○	岸田 弘之	国土技術政策総 合研究所 環境研究部	部長	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	大石 哲	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	准教授	社会変動, 洪水問題, 水不足問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	浅野 俊幸	同上	COE 特別 研究員	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 12 月
	甲山 治	同上 京都大学防災研 究所 京都大学東南ア ジア研究所	COE 特別 研究員 次世代開 拓研究ユニッ ト研究員 GCOE 特定 助教	社会変動, 洪水問題, 水不足問題, KMS 開発	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 7 月 平成 19 年 8 月～ 平成 20 年 3 月 平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	池島 耕	School of Environment, Reso urces and Development, Asia n Institute of Technology	Assistant Professor	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 9 月～ 平成 21 年 3 月
	松尾 奈緒子	京都大学大学院 農学研究科 三重大学 生物資 源学部 共生環境 学科	産学官連 携研究員 講師	KMS 開発, 水不足問題	平成 18 年 7 月～ 平成 18 年 12 月 平成 19 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	平林 桂	(株)サンポー	水工部長	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	川村 和也	大成建設技術研 究所	研究員	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
*	Pech Sokhem	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 River Basin Governance Specialist, Hatfield Consultants Partnership	CREST 研 究員 Manager, Senior Internation al Environmen tal	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月 平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

*	熱田 洋一	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	CREST 研 究補助員	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 17 年 5 月～ 平成 17 年 6 月
*	小川 恭子	同上	CREST 研 究補助員 技術補佐 員	KMS 開発	平成 19 年 6 月～ 平成 19 年 12 月 平成 20 年 1 月～ 平成 20 年 3 月
	鬼頭 昭雄	気象庁 気象研究 所 気候研究部	部長	気候変動, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	保坂 征宏	同上	主任研究 官	気候変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	上口 賢治	同上	研究官	気候変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
*	野原 大輔	同上 APEC Climate Center	CREST 研 究員 研究員	気候変動	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
*	横川 みき	気象庁 気象研究 所 気候研究部	CREST 研 究補助員	資料整理、研究事務補 助	平成 20 年 2 月～ 平成 20 年 6 月
	中村 敏一	国土技術政策総 合研究所 環境研究部	環境研究 官	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	棚橋 通雄	同上	部長	KMS 開発, 洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 4 月
	福田 晴耕	同上	部長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	高柳 淳二	同上	部長	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	藤田 光一	同上	環境研究 官	KMS 開発, 社会変動, 洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	伊藤 弘之	同上	主任研究 官	KMS 開発, 社会変動, 洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	長野 幸司	同上	主任研究 官	KMS 開発, 洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	小路 剛志	同上	研究官	KMS 開発, 社会変動	平成 18 年 10 月～ 平成 19 年 6 月
	栗城 稔	(独) 土木研究所	特別調整 監	社会変動	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	杉浦 信男	国土技術政策総 合研究所危機管 理技術研究センター	センター長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	綱木 亮介	同上	センター長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	古賀 省三	同上	センター長	社会変動、洪水問題、 KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	西本 晴男	同上	センター長	社会変動、洪水問題、 KMS 開発	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

	廣木 謙三	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 水害研究室	室長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 6 月
	中村 徹立	同上 (財)日本建設情報総合センター システム高度化研究部	室長 部長	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 7 月～ 平成 19 年 8 月 平成 19 年 9 月～ 平成 19 年 12 月
	飯野 光則	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 水害研究室	主任研究官	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 8 月
	野仲 典理	同上	主任研究官	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	山本 晶	同上	主任研究官	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	梅村 幸一郎	同上	研究官	社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月
	寺田 秀樹	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室	室長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	小山内 信智	同上	室長	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	大町 利勝	八千代エンジニアリング(株)	専務取締役	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	藤木 修	国土技術政策総合研究所 下水道研究部	部長	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	中島 英一郎	同上	下水処理研究室長	水質問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	南山 瑞彦	同上	下水処理研究室長	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	吉谷 純一	(独)土木研究所 ユネスコセンター設立 推進本部 同 水災害・リスクマネージメント国際センター	上席研究員	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	栗林 大輔	(独)土木研究所 ユネスコセンター設立 推進本部	研究員	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月

*	大西 健夫	(独)土木研究所 ユネスコセンター設立 推進本部 総合地球環境学 研究所	CREST 研 究員 上級研究 員	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	吉川 勝秀	(財)リバーフロント整 備センター 日本大学理工学 部 社会交通工学 科	部長 教授	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月 平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	高橋 達也	(財)リバーフロント整 備センター	参事	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
	山本 有二	同上	副参事	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	松下 潤	芝浦工業大学 シ ステム工学部 環境システム学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	山田 正	中央大学 理工学 部 土木工学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	宮本 守	日本大学 理工学 部 社会交通工学 科	助手	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	駒田 健一	芝浦工業大学大 学院 建設工学専攻	M2	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 9 月～ 平成 19 年 3 月
*	本永 良樹	(財)リバーフロント整 備センター 日本大学 理工学 部 社会交通工学 科 中央大学大学院	CREST 研 究員 CREST 研 究員 CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データ収集、解析	平成 16 年 1 月～ 平成 17 年 3 月 平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
*	岡本 悦子	日本大学理工学 部 社会交通工学 科	研究補助 員	洪水問題, 社会変動、 研究事務補助、図表作 成補助	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
*	大関 祐次郎	同上	CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データ収集、解析	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
*	伊藤 大樹	同上	CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究事務補助、図表作 成補助	平成 20 年 3 月～ 平成 20 年 3 月
*	門田 香奈女	同上	CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究事務補助、図表作 成補助	平成 20 年 3 月～ 平成 20 年 3 月
*	田中 真由子	同上	CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究事務補助、図表作 成補助	平成 20 年 3 月～ 平成 20 年 3 月

	村上 雅博	高知工科大学 工学部 フロンティア工学教室	教授	洪水問題, 社会変動, KMS 開発, 水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	那須 清吾	高知工科大学 工学部 社会システム工学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	馬淵 泰	高知工科大学 工学部 社会マネジメント研究所	助手	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	盛 香織	芝浦工業大学 システム工学部 環境システム学科	講師	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	嶋田 純	熊本大学大学院 自然科学研究科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 8 月～ 平成 19 年 3 月
	佐倉 保夫	千葉大学 理学部 地球科学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 8 月～ 平成 19 年 3 月
	Pongsak Suttinon	高知工科大学大学院	D3 助教	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～ 平成 20 年 3 月 平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	Asif Mumtaz	同上	助手	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	大原 健治	同上	D3	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	Pham Duc Hoang	同上	D2	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 1 月～ 平成 18 年 3 月
	Birru Tamiru Fekaudu	同上	M2	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	杉万 裕一	同上	M1	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	サハル	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月
	ナセル	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 18 年 3 月
	中本 良徳	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 18 年 3 月
	市原 一也	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	公文 勇喜	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 17 年 3 月
	小橋大地郎	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	多田 由香	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	田中 悠介	高知工科大学 工学部	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月

	小野 正人	同上	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月
	山元 武士	同上	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月
*	大家 英一	同上	学部学生 CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動 研究データの収集、解析	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
*	梅津 靖弘	同上	学部学生 CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データの収集、解析	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
*	谷 大介	同上	CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データの収集、解析	平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
	中本 信忠	信州大学 繊維学部	教授	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	酒井 彰	流通科学大学 サービス産業学部	教授	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	辻 和毅	不二グラウト工業(株)	部長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	北村 義信	鳥取大学 農学部 生物資源環境学科	教授	水不足問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	中山 幹康	東京農工大学大学院連合農学研究科 東京大学大学院新領域創成科学研究科	教授	水不足問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 9 月 平成 16 年 10～ 平成 21 年 3 月
	滝沢 智	東京大学大学院工学系研究科	教授	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	徳永 朋祥	東京大学大学院新領域創成科学研究科	准教授	水質問題, 社会変動	平成 16 年 8 月～ 平成 20 年 3 月
*	青沼 涼子	山梨大学大学院医学工学総合研究部	CREST チーム事務員	研究チームでの研究事務	平成 16 年 1 月～ 平成 17 年 9 月
*	江口 晶子	同上	CREST チーム事務員	研究チームでの研究事務	平成 17 年 10 月～ 平成 21 年 3 月

②洪水問題中心の流域グループ

	氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
○	吉谷 純一	(独)土木研究所 ユネスコセンター設立推進本部 同 水災害・リスクマネジメント国際センター	上席研究員	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	教授	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	竹内 邦良	同上 (独)土木研究所 水災害・リスクマネジ メント国際センター	教授 センター長	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 19 年 3 月 平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	風間 ふたば	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	准教授	洪水問題, 水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	大石 哲	同上	准教授	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	石平 博	同上	准教授	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	宮沢 直季	同上	助教	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	平林 由希子	同上	助教	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	浅野 俊幸	同上	COE 特別 研究員	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 12 月
	甲山 治	同上 京都大学 防災研 究所 京都大学 東南ア ジア研究所	COE 特別 研究員 次世代開 拓研究ユニッ ト研究員 GCOE 特定 助教	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 7 月 平成 19 年 8 月～ 平成 20 年 3 月 平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	塚田 祐王政	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部	補助研究 員	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	Dian Sisinggih	同上	D3, 連携 研究員	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	Mikhail georgievsky	同上	D3 研究員	洪水問題	平成 18 年 2 月～ 平成 19 年 4 月
	Nguyen Thi Hai Yen	山梨大学大学院 医学工学総合教 育部 環境社会創 生工学専攻	D3	洪水問題	平成 17 年 10 月～ 平成 20 年 3 月
	稲垣 意地子	同上	D3	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	Sri Wahyuni	同上	D2	洪水問題, 水不足問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	柿澤 一弘	同上	D1	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

	岡部 真佳	同上	M2	洪水問題	平成 19 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	浅田 浩之	同上	M2	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月
	梶原 誠	同上	M2	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	高橋 秀明	同上	M2	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
*	Pech Sokhem	同上 River Basin Governance Specialist, Hatfield Consultants Partnership	CREST 研 究員 Manager, Senior Internation al Environmen tal	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月 平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
*	熱田 洋一	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	CREST 研 究補助員	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 17 年 5 月～ 平成 17 年 6 月
	池島 耕	School of Environment, Reso urces and Development, Asia n Institute of Technology	Assistant Professor	社会変動, 洪水問題	平成 18 年 9 月～ 平成 21 年 3 月
	平林 桂	(株)サンポー	水工部長	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	伊藤 誠吉	(株)ハヤテ・コンサルタント (株)間瀬コンサルタント	顧問	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 10 月 平成 18 年 11 月～ 平成 19 年 3 月
	川村 和也	大成建設技術研 究所	研究員	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
	中村 敏一	国土技術政策総 合研究所 環境研究部	環境研究 官	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	棚橋 通雄	同上	部長	洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 4 月
	福田 晴耕	同上	部長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	高柳 淳二	同上	部長	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	岸田 弘之	同上	部長	洪水問題, 社会変動, KMS 開発	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	藤田 光一	同上	環境研究 官	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月

	長野 幸司	同上	主任研究 官	KMS 開発, 洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	伊藤 弘之	同上	主任研究 官	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	杉浦 信男	国土技術政策総 合研究所, 危機管 理技術研究センター	センター長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	綱木 亮介	同上	センター長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	古賀 省三	同上	センター長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	西本 晴男	同上	センター長	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	廣木 謙三	国土技術政策総 合研究所 危機管理技術研 究センター 水害研 究室	室長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 6 月
	中村 徹立	同上 (財)日本建設情 報総合センター シス テム高度化研究部	室長 部長	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 7 月～ 平成 19 年 8 月 平成 19 年 9 月～ 平成 19 年 12 月
	榎村 康史	国土技術政策総 合研究所 危機管理技術研 究センター 水害研究室	室長	洪水問題	平成 19 年 9 月～ 平成 21 年 3 月
	山本 晶	同上	主任研究 官	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	佐々木 淑充	同上	主任研究 官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 6 月
	飯野 光則	同上	主任研究 官	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 8 月
	野仲 典理	同上	主任研究 官	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	山岸 陽介	同上	研究官	洪水問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	水草 浩一	同上	研究官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	武富 一秀	同上	研究官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	森田 俊徳	同上	交流研究 員	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	塚本 賢明	同上	交流研究 員	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 3 月

	寺田 秀樹	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室	室長	洪水問題,社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	小山内 信智	同上	室長	洪水問題,社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	國友 優	同上	主任研究官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	清水 孝一	同上	主任研究官	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	野呂 智之	同上 JICA	主任研究官 専門家	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 2 月 平成 18 年 3 月～ 平成 19 年 3 月
	秋山 一弥	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室	主任研究官	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	水野 秀明	同上	主任研究官	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	内田 太郎	同上	研究官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月
	林 真一郎	同上	研究官	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	福島 彩	同上	研究官	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	伊藤 英之	同上	研究官	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	清水 武志	同上	研究員	洪水問題	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	高橋 史	筑波大学第一自然科学類地球科学専攻 京都大学大学院環境マネジメント専攻	学部学生 M2	洪水問題	平成 17 年 11 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	大町 利勝	八千代エンジニアリング(株)	専務取締役	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	恩田 裕一	筑波大学大学院生命環境科学研究科	准教授	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	角 哲也	京都大学大学院工学研究科	准教授	洪水問題	平成 19 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
	深見 和彦	(独)土木研究所ユネスコセンター設立推進本部 水工研究グループ	主任研究員	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月

	程 暁陶	中国水利水電科学研究院 防洪減災研究所	所長・教授	洪水問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	王 義成	同上 同 研究院 リモート センシングセンター	研究員 所長・教授	洪水問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 6 月 平成 18 年 7 月～ 平成 21 年 3 月
	栗林 大輔	(独)土木研究所 ユネスコセンター設立 推進本部	研究員	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月
*	大西 健夫	同上 総合地球環境学 研究所	CREST 研 究員 上級研究 員	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4～ 平成 21 年 3 月
	山口 昌広	水資源開発機構 (財)水資源協会水 資源研究所	主管 上席主任 研究員	洪水問題	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 10 月 平成 18 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
	吉川 勝秀	(財)リバーフロント整 備センター 日本大学理工学 部 社会交通工学 科	部長 教授	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月 平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	宮本 守	同上	助手	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	高橋 達也	(財)リバーフロント整 備センター	参事	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
	山本 有二	同上	副参事	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	松下 潤	芝浦工業大学 システム工学部 環境システム学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	山田 正	中央大学 理工学 部土木工学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	駒田 健一	芝浦工業大学大 学院 建設工学専攻	M2	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 9 月～ 平成 19 年 3 月
*	本永 良樹	(財)リバーフロント整 備センター 日本大学理工学 部 中央大学大学院	CREST 研 究員 CREST 研 究員 CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データ収集、解析	平成 16 年 1 月～ 平成 17 年 3 月 平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
*	岡本 悦子	日本大学理工学 部	研究補助 員	洪水問題, 社会変動、 研究事務補助、図表作 成補助	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月

*	大関 祐次郎	同上	CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、研究データ収集、解析	平成 18 年 4 月～平成 20 年 3 月
*	伊藤 大樹	同上	CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、研究事務補助、図表作成補助	平成 20 年 3 月～平成 20 年 3 月
*	門田 香奈女	同上	CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、研究事務補助、図表作成補助	平成 20 年 3 月～平成 20 年 3 月
*	田中 真由子	同上	CREST 研究補助員	洪水問題, 社会変動、研究事務補助、図表作成補助	平成 20 年 3 月～平成 20 年 3 月
	村上 雅博	高知工科大学 工学部 フロンティア工学教室	教授	社会変動, 洪水問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～平成 21 年 3 月
	那須 清吾	高知工科大学 工学部 社会システム工学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～平成 21 年 3 月
	嶋田 純	熊本大学大学院 自然科学研究科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 8 月～平成 19 年 3 月
	佐倉 保夫	千葉大学 理学部 地球科学科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 8 月～平成 19 年 3 月
	山敷 庸亮	日本大学 理工学部 土木工学科	講師	洪水問題, 水不足問題	平成 18 年 4 月～平成 21 年 3 月
	盛 香織	芝浦工業大学 システム工学部 環境システム学科	講師	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～平成 16 年 3 月
	馬淵 泰	高知工科大学大学院	助手	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～平成 21 年 3 月
	Asif Mumtaz	同上	助手	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～平成 21 年 3 月
	Pongsak Suttinon	同上	D3 助教	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～平成 20 年 3 月 平成 20 年 4～平成 21 年 3 月
	大原 健治	同上	D3	洪水問題, 社会変動	平成 18 年 4 月～平成 21 年 3 月
	Pham Duc Hoang	同上	D2	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 1 月～平成 18 年 3 月
	Birru Tamiru Fekaudu	同上	M2	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～平成 21 年 3 月
	杉万 裕一	同上	M1	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 4 月～平成 21 年 3 月
	サハル	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 4 月～平成 18 年 3 月
	ナセル	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～平成 18 年 3 月

	中本 良徳	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 18 年 3 月
	市原 一也	同上	博士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	公文 勇喜	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 17 年 3 月
	小橋 大地郎	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	多田 由香	同上	修士課程 学生	洪水問題, 社会変動	平成 16 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
	田中 悠介	高知工科大学 工 学部	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月
	小野 正人	同上	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月
	山元 武士	同上	学部学生	洪水問題, 社会変動	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月
*	大家 英一	同上	学部学生 CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動 研究データの収集、解 析	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
*	梅津 靖弘	同上	学部学生 CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データの収集、解 析	平成 17 年 2 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
*	谷 大介	同上	CREST 研 究補助員	洪水問題, 社会変動、 研究データの収集、解 析	平成 19 年 1 月～ 平成 19 年 3 月
	中本 信忠	信州大学 繊維学 部 応用生物科学 科	教授	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	酒井 彰	流通科学大学 サービス産業学部	教授	洪水問題, 社会変動	平成 19 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	辻 和毅	不二グラフ工業 (株)	部長	洪水問題, 社会変動	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月

③水不足問題中心の流域グループ

	氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
○	中山 幹康	東京農工大学大 学院連合農学研 究科 東京大学大学院 新領域創成科学 研究科	教授	水不足問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 9 月 平成 16 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	北村 義信	鳥取大学 農学部 生物資源環境学 科	教授	水不足問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月

	猪迫 耕二	同上	准教授	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	山本 定博	同上	教授	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	清水 克之	同上	講師	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	遠藤 常嘉	同上	助教	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	楊 勝利	JSPS	研究員	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 3 月
	Solomon Habtu Mesgina	鳥取大学大学院 JSPS	博士課程 学生 研究員	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 9 月 平成 18 年 10 月～ 平成 20 年 9 月
	Abou-El-Hassan Waleed Hassan	鳥取大学大学院 JSPS	博士課程 学生 研究員	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 9 月 平成 19 年 5 月～ 平成 21 年 3 月
	吉田 尚司	鳥取大学大学院	M2 研究生	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月 平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	廣田 智子	同上	M2	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	永田 将	同上	M2	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	塚本 裕介	同上	M1	水不足問題	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	佐藤 敏雄	同上	M1	水不足問題	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	兵頭 正浩	同上	修士課程 学生	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 3 月
	友野 雅文	同上	修士課程 学生	水不足問題	平成 16 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	久保田 寛之	鳥取大学 農学部	学部学生	水不足問題	平成 19 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
	中川 千紘	同上	学部学生	水不足問題	平成 17 年 6 月～ 平成 18 年 3 月
	可児 智愛	同上	学部学生	水不足問題	平成 17 年 6 月～ 平成 18 年 3 月
	清水 恵子	同上	学部学生	水不足問題	平成 17 年 6 月～ 平成 18 年 3 月
	北川 健太郎	同上	学部学生	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	岩崎 裕美子	同上	学部学生	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月

	藤倉 良	法政大学人間環境学部	教授	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	毛利 勝彦	国際基督教大学教養学部	準教授	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月
	山敷 庸亮	日本大学 理工学部土木工学科	講師	洪水問題, 水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	田中 幸夫	東京大学大学院農学研究科 東京大学新領域創成科学研究科	D2 助教	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 6 月 平成 19 年 7 月～ 平成 21 年 3 月
	ジャガトゥ・マ ナトゥンゲ	埼玉大学大学院理工学研究科	助手	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月
	遠藤 崇浩	慶應義塾大学法学部 総合地球環境学研究所	非常勤講師 助手	水不足問題	平成 16 年 10 月～ 平成 16 年 11 月 平成 16 年 12 月～ 平成 21 年 3 月
	宮田 幸子	学術振興会	特別研究員	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	古屋敷 久実	東京大学大学院新領域創成科学研究科	研究員	水不足問題	平成 16 年 6 月～ 平成 17 年 11 月
	山口 裕未	名古屋大学大学院 東京大学大学院能楽生命科学研究科附属 愛知演習林 同 大学院新領域創成科学研究科	博士課程 生技術補佐員 産学官連携研究員	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	Andreas Langner	東京大学大学院新領域創成科学研究科	産学官連携研究員	水不足問題	平成 20 年 3 月～ 平成 21 年 3 月
	美留町 奈穂	同上	D2	水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 19 年 3 月
	大西 香世	同上	D1	水不足問題	平成 16 年 10 月～ 平成 19 年 3 月
*	武貞 稔彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科	D2 CREST 研究補助員	水不足問題、 研究データの収集、解析	平成 18 年 2 月～ 平成 19 年 3 月 平成 19 年 9 月～ 平成 20 年 3 月
*	杉浦 美紀子	同上	D3 CREST 研究補助員	水不足問題 研究データの収集、解析	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 19 年 4 月～ 平成 19 年 5 月

	山本 俊太郎	同上 東京大学大学院 公共政策学教育 部(公共政策大学 院)	M2	水不足問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	松尾 奈緒子	京都大学大学院 農学研究科 三重大学 生物資 源学部 共生環境 学科	産学官連 携研究員 講師	KMS 開発, 水不足問題	平成 18 年 7 月～ 平成 18 年 12 月 平成 19 年 1 月～ 平成 21 年 3 月
	村上 雅博	高知工科大学 工 学部 フロンティア工学教室	教授	洪水問題, 社会変動, KMS 開発, 水不足問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	砂田 憲吾	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会創 生工学専攻	教授	社会変動, 洪水問題, 水不足問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	大石 哲	同上	准教授	社会変動, 洪水問題, 水不足問題, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	Sri Wahyuni	山梨大学大学院 医学工学総合教 育部 環境社会創 生工学専攻	D2	洪水問題, 水不足問題	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

④水質問題中心の流域グループ

	氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
○	滝沢 智	東京大学大学院 工学系研究科	教授	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	福士 謙介	東京大学サステイ ナビリティ学連携 研究機構	准教授	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	徳永 朋祥	東京大学大学院 新領域創成科学 研究科	准教授	水質問題, 社会変動	平成 16 年 8 月～ 平成 20 年 3 月
	片山 浩之	東京大学大学院 工学系研究科	准教授	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	小熊久美子	同上	助教	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	Nguyen Thi Thuong	同上	博士課程学 生	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 17 年 3 月
	Quach Thi Thu Thuy	同上	D2	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 18 年 9 月
	Micha Sigrist	同上	研究員	水質問題	平成 17 年 1 月～ 平成 20 年 3 月
*	伊藤 くみ	同上	CREST 研究 補助員	水質問題 実験補助・実験データ整理	平成 17 年 12 月～ 平成 20 年 9 月

	酒井 憲司	国土技術政策総合研究所 下水道研究部 (独)土木研究所 技術推進本部	部長 総括研究官	水質問題	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 3 月 平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	田中 修司	国土技術政策総合研究所 下水道研究部	部長	水質問題	平成 18 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	藤木 修	同上	部長	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	中島英一郎	同上	下水処理 研究室長	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 15 年 10 月～ 平成 16 年 3 月
	南山 瑞彦	同上	下水処理研 究室長	水質問題, 社会変動, KMS 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	平出 亮輔	同上	研究官	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 19 年 3 月
	宮本 綾子	同上	研究官	水質問題	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
	桜井 健介	同上 (独)土木研究所 材料地盤研究グル ープ リサイクルチーム	研究官	水質問題	平成 15 年 12 月～ 平成 20 年 6 月 平成 20 年 7 月～ 平成 21 年 3 月
	田中 宏明	京都大学大学院 工学研究科	教授	水質問題	平成 19 年 12 月～ 平成 21 年 3 月
	大垣 眞一郎	東京大学大学院 工学系研究科	教授	水質問題	平成 19 年 12 月～ 平成 21 年 3 月
	船水 尚行	北海道大学大学 院工学研究科	教授	水質問題	平成 19 年 12 月～ 平成 21 年 3 月
	坂本 康	山梨大学大学院 医学工学総合研 究部 環境社会 創生工学専攻	教授	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	金子 栄廣	同上	教授	水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
	風間ふたば	同上	准教授 教授	洪水問題, 水質問題	平成 15 年 10 月～ 平成 20 年 9 月 平成 20 年 10 月～ 平成 21 年 3 月

§ 5 招聘した研究者等

氏名(所属、役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間
王 俊 (Jun WANG) (中国・長 江水利委員会水文局副局長)	共同研究の打ち合わせ及 び、セミナーでの講演	(独)土木研 究所	平成 16 年 2 月 29 日～ 3 月 6 日
王 翔(Xiang WANG) (中国水 利部 国家防洪本部 課長)	共同研究の打ち合わせ及 び、セミナーでの講演	(独)土木研 究所	平成 16 年 2 月 29 日～ 3 月 6 日

向立雲(Liyun XIANG) (中国水利水電科学研究所防洪減災研究所 教授)	共同研究の打ち合わせ及び、セミナーでの講演	(独)土木研究所	平成16年2月29日～ 3月6日
Ksemsan Swarnarat (Chairman of Waste Water Management Authority)	タイ治水計画についてのワークショップ参加	(財)リバーフロント整備センター	平成16年3月1日 ～7日
Suwit Thanopanuwat (Royal Irrigation Department; Professional Engineer for Planning under the Director General)	タイ治水計画についてのワークショップ参加	(財)リバーフロント整備センター	平成16年3月1日 ～7日
Amithirigala Widhanelage JAYAWARDENA (Senior Lecturer, Department of Civil Engineering, The University of Hong Kong)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月4日 ～9日
Aris HARNANTO (Jasa Tirta 1 公共事業社 研究開発部 チーフ)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月4日 ～10日
BRIJESH SIKKA (Additional Director インド政府環境森林省 国家河川保全管理部)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月4日 ～9日
Kazimierz A. Salewicz (IBM Austria, Quality Assurance Specialist)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月4日 ～9日
LeHuu Ti (Economic Affairs Officer, Water Resources Section Environment and Sustainable Development Division United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月6日 ～8日
Syafruddin Karimi (Director of Centre for Economic Research and Institutional Development (CERID) and Department Head of Development Economics in the Faculty of Economy of Andalas University, Padang, Indonesia)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月5日 ～9日
Ksemsan Swarnarat (Chairman of Waste Water Management Authority)	第2回APHWにおいて砂田CREST特別セッションに参加、発表	シンガポール	平成16年7月4日 ～8日
Boontham Sirichai (Director of Bureau of Research Development and Hydrology, DHW)	国際会議“Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成16年10月24日 ～28日

Chatchai Boonlue(Director of Bureau of Research Development and Hydrology, DHW)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Dasumanta Dutta(Associate Professor, Asian Institute of Technology)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Hak Socheat(Programme Officer of CNMC)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Jahangir Alam(Research Associate, RNUS/SCE, Asian Institute of Technology)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Kriengsak Srisuk(Dean and Associate Professor in Hydrogeology, Faculty of Technology, Khon Kaen University)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Lihui Chen(Associate Professor, Yunnan University, Yunnan Institute of Geography)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～27 日
Rath Sithik(Lecturer of Royal University of Phnom Penh)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Ruamporn Ngamboriruk(Senior and Plan Analyst, TNMC)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Seng Vang(Head of Soil and Water Science Programme, CARDI)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Seth Sovannareth(Director of Meteorology Department, MOWRAM)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Sok Saing Im(MRCS Alumnus)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 25 日 ～28 日
Sriwon Chaisuk(Lecture: Biodiversity Researcher: Bioindicator Of Water Quality, Community Network, Local Science Network)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Suvech Kitchakarn(Royal Irrigation Department, RID official)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
Yin Savuth(Technical Staff of the Department of Hydrology and River Works)	国際会議”Advances in Integrated Mekong River Management”に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日

Yoshifumi Nakamura (JICA Expert, Royal Irrigation Department(RID), Thailand)	国際会議「Advances in Integrated Mekong River Management」に参加、発表	ビエンチャン	平成 16 年 10 月 24 日 ～28 日
向(Xiang) 立(Li)雲(un) (中国水利水電科学研究所 防洪減災研究所 教授)	「タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム」に参加、講演	(独)土木研究所	平成 17 年 2 月 21 日 ～25 日
Chanchai Vitoonpanyakij (Deputy Director General, Department of Drainage and Sewerage, BMA)	「タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム」に参加、講演	食糧会館	平成 17 年 2 月 22 日 ～25 日
Sucharit Koontanakulvong (Associate Professor, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Thailand)	国際ワークショップ「アジア河川沖積氾濫原の水資源(地下水)管理と水需要管理」に参加、講演	高知工科大学	平成 17 年 2 月 28 日 ～3 月 3 日
Pongsak Suttinon (Water Resources Engineer, TEAM Cousulting engineering and Management Co., Ltd.)	国際ワークショップ「アジア河川沖積氾濫原の水資源(地下水)管理と水需要管理」に参加、講演	高知工科大学 山梨大学 東京大学	平成 17 年 2 月 28 日 ～3 月 3 日
Faisal Rifai (Professor, Department of Hydraulic and Civil Engineering, University of Aleppo, Syria)	第2回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議(非公開)に参加、講演	(独)日本学術振興会、 東京大学工学部	平成 17 年 2 月 28 日 ～3 月 8 日
Mukdad H. Ali (Professor, Water Resources and Environmental Studies, Collage of Science, Baghdad University, Iraq)	第2回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議(非公開)に参加、講演	(独)日本学術振興会、 東京大学工学部	平成 17 年 2 月 27 日 ～3 月 8 日
Slobodan P. Simonovic (Professor, Civil and Environmental Engineering Research Chair, Institute for Catastrophic Loss Reduction, The University of Western Ontario)	第2回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議(非公開)に参加、講演	(独)日本学術振興会、 東京大学工学部	平成 17 年 2 月 25 日 ～3 月 5 日
Aysegul Kibaroglu (Associate Professor, Department of International Relations, Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey)	第2回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議(非公開)に参加、講演	(独)日本学術振興会、 東京大学工学部	平成 17 年 3 月 1 日 ～6 日
Anthony Turton (Head, African Water Issues Research Unit (AWIRU)University of Pretoria, South Africa)	「ハイドロポリティクス研究会」、「越境影響評価研究会」に参加、講演	(独)日本学術振興会	平成 17 年 6 月 2 日 ～5 日
Aris Harnanto (インドネシア共和国 ジャサ・チルタ1公共事業社 研究開発部長)	ブランドス川研究打ち合わせ及び講演	(独)水資源機構、山梨大学	平成 17 年 6 月 5 日 ～12 日

Kazimierz A. Salewicz(IBM Austria, Quality Assurance Specialist)	AOGS 2005 において砂田 CREST 主催の水循環ワークショップに参加、討議	シンガポール	平成 17 年 6 月 18 日 ～23 日
Richard Cooper(Southeast Asia Regional Learning Centre (SEA-RLC) Coordinator, Global GEF International Waters project)	AOGS 2005 において砂田 CREST 主催の水循環ワークショップに参加、討議	シンガポール	平成 17 年 6 月 20 日 ～24 日
Mukdad H. Ali(Professor, Water Resources and Environmental Studies, Collage of Science, Baghdad University, Iraq)	研究打ち合わせ及び講演	(独) 日本学術振興会、 東京大学	平成 17 年 10 月 12 日 ～24 日
Kazimierz A. Salewicz(IBM Austria, Quality Assurance Specialist)	研究打ち合わせ及び講演	(独) 日本学術振興会	平成 17 年 10 月 15 日 ～22 日
Resito V. David(OIC-Project Director Flood Control & Sabo Engineering Center, Department of Public Works and Highways Project Management Office)	”Asian Water Cycle Symposium”に参加、研究打ち合わせ	東京大学、 (独) 土木研究所	平成 17 年 11 月 1 日 ～9 日
Ulf Åke Hedlund(Database/GIS Team Leader at MRC Secretariat Technical Support Division, in Vientiane, Lao PDR)	”Asian Water Cycle Symposium”に参加、研究打ち合わせ	東京大学	平成 17 年 11 月 1 日 ～5 日
深井 周(Professor, School of Land and Food Sciences, The University of Queensland)	”Asian Water Cycle Symposium”に参加、研究打ち合わせ	東京大学	平成 17 年 11 月 1 日 ～5 日
程 晓陶(中国水利水電科学 研究院、防洪減災研究所長)	”Asian Water Cycle Symposium”に参加、研究打ち合わせ	東京大学、 (独) 土木研究所	平成 17 年 11 月 1 日 ～10 日
Lee Jin(DRE Consulting Sdn Bhd 所長)	ツールボックス開発・運営・利用の現状と問題点について協議	国土技術政策総合研究所、山梨大学、日本科学未来館	平成 18 年 1 月 9 日 ～14 日
王 章立(中国水利部国家防 洪抗旱総指揮部办公室 副所長)	「第 2 回タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム」に参加、発表	(独) 土木研究所	平成 18 年 1 月 18 日 ～22 日
KSEMSAN SUWARNARAT (Chairman of the Board of Directors, Waste Water Management Authority, Ministry of Natural Resource and Environment)	「第 2 回タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム」に参加、発表	日本大学	平成 18 年 1 月 19 日 ～23 日

Alistair Rieu-Clarke(Research and Teaching Fellow in International Water Law International Water Law Research Institute (IWLRI), University of Dundee)	国際シンポジウム「国際河川管理における交渉・対話・認識の役割」に参加、研究発表及び研究討議	東京大学	平成 18 年 2 月 7 日 ～12 日
Anton Earle(アントン・アール) (Deputy Head: African Water Issues Research Unit CiPS, University of Pretoria, South Africa)	国際シンポジウム「国際河川管理における交渉・対話・認識の役割」に参加、研究発表及び研究討議	東京大学	平成 18 年 2 月 7 日 ～13 日
Kazimierz A. Salewicz(IBM Austria, Quality Assurance Specialist)	「ユーフラテス・チグリス川流域に関する水量・水質モデル」に関して協議 第4回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議への参加、研究討議	(独) 日本学術振興会	平成 18 年 6 月 1 日 ～7 月 10 日
Mukdad H. Ali(Professor, Water Resources and Environmental Studies, Collage of Science, Baghdad University, Iraq)	「ユーフラテス・チグリス川流域に関する水量・水質モデル」に関して協議 第4回チグリス・ユーフラテス川流域管理専門家会議への参加、研究討議	(独) 日本学術振興会、東京大学	平成 18 年 6 月 6 日 ～19 日
ASHIM DAS GUPTA (Professor, School of Civil Engineering, Asian Institute a Technology)	国際セミナーとワークショップ「地下水と人間の安全保障」に参加	国際協力機構、総合地球環境学研究所	平成 18 年 8 月 19 日 ～24 日
Lee Jin(DRE Consulting Sdn Bhd 所長)	国際会議APHWにおいて砂田CREST研究会に参加し、より詳細に報告・討議する	バンコック	平成 18 年 10 月 15 日 ～19 日
ZULKIFLI BIN YUSOP (Associate Professor at Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia)	国際会議APHWにおいて砂田CREST研究会に参加し、より詳細に報告・討議する	バンコック	平成 18 年 10 月 15 日 ～19 日
Assela Pathirana(Urban Water and Sanitation Department, UNESCO-IHE Institute for Water Education)	Knowledge Mining System (KMS) システム構造について、議論、検討	国土技術政策総合研究所	平成 19 年 2 月 25 日 ～3 月 3 日
Lee Jin(DRE Consulting Sdn Bhd 所長)	Knowledge Mining System (KMS) システム構造について、議論、検討	国土技術政策総合研究所	平成 19 年 2 月 25 日 ～3 月 3 日
Ni GUANGHENG(Director of Institute of Hydrology and Water Resources, Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University)	Knowledge Mining System (KMS) システム構造について、議論、検討	国土技術政策総合研究所	平成 19 年 2 月 26 日 ～3 月 3 日

Aladin Nikokay(ロシア動物学研究所)	セミナー「アラル海:破壊への再生・未来への道標」に参加、講演	東京	平成 19 年 5 月 19 日 ～25 日
Michael Glantz(米国立大気研究所)	セミナー「アラル海:破壊への再生・未来への道標」に参加、講演	東京	平成 19 年 5 月 19 日 ～25 日
Ksemsan Suwarnarat(Retired Chairman of tha Board Directors Waste Water Management Authority, Thailand)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～8 日
Pongsthakorn Suvanpimol (Royal Irrigation Department, Thailand)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～8 日
Teeradij Tangpraprutgul (Former Director General of Dept. Of Drainage and Sewerage Bangkok Metropolitan Administration)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～8 日
王義成(中国水利水電科学研究所リモートセンシングセンター長)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～8 日
張金華(長江水利委員会建設管理局長)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～8 日
付湘(武漢大学副教授)	平成 19 年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウムに参加、研究発表	東京	平成 19 年 9 月 4 日 ～9 日
Elena Shuyskaya(Institute of Physiology, Academy of Sciences of Russia)	安定同位体の分析、中央アジアの水資源研究に関する打合せを行う	山梨大学 京都大学	平成 19 年 9 月 12 日 ～28 日
Roman Jashenko(President of Tethys Scientific Society, Institute of Zoology, Kazakhstan) Hanoi University of Mining and Geology) Head of Geocology Department	「アラル海流域の水問題と環境問題」オープンセミナーに参加、研究発表	鳥取大学	平成 20 年 2 月 14 日 ～25 日
Dmitriev Leonid(Director of Design Institute KAZGIPRO-VODKHOZ, Kazakhstan)	「アラル海流域の水問題と環境問題」オープンセミナーに参加、研究発表	鳥取大学	平成 20 年 2 月 20 日 ～26 日

BUI HOC (Director of Research Center for Geological Environment,	「地下水環境とその管理」国際セミナーとミーティングに参加・講演	岡山大学	平成 20 年 2 月 28 日 ～3 月 2 日
DINH THAI HUNG (Deputy Head of Geocology Department Hanoi University of Mining and Geology)	「地下水環境とその管理」国際セミナーとミーティングに参加・講演	岡山大学	平成 20 年 2 月 28 日 ～3 月 2 日
Kristina Toderich (International Center for Biosaline Agriculture)	中央アジア乾燥地域に関する研究成果の発表、研究打ち合わせ	山梨大学	平成 20 年 7 月 7 日 ～8 日
Muhiddin Khujemazavoh (Uzbekistan Science Academy,Samarkand Branch)	中央アジア乾燥地域に関する研究成果の発表、研究打ち合わせ	山梨大学	平成 20 年 7 月 7 日 ～8 日

§ 6 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 63 件、国際(欧文)誌 33 件)
 ≪著者、論文タイトル、掲載誌 巻、号、発行年≫

(国内)

- 1) J. Tospornsampan, I. Kita, M. Ishii, Y. Kitamura: Operating rule curves for multiple reservoir system –a case study in Mae Klong River Basin, Thailand, Journal of Rainwater Catchments System, Vol.9, No.2, pp.11-19, 2004
- 2) 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, Vol.14, No.1, pp.17-26, 2004
- 3) 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, Vol.51, No.1, pp.27-32, 2004
- 4) 佐藤修一, 大石哲, 砂田憲吾, 赤池純: 東海豪雨における地形の影響に関する数値実験的研究, 水工学論文集, 第 48 巻, 2004.2
- 5) 福嶋彩, 水野秀明, 寺田秀樹: 流砂系を一貫して扱う地形変化推定モデルの開発と安倍川流砂系への適用, 土木技術資料, Vol.45, No.2, pp.50-53, 2004.2
- 6) 甲山治, 田中賢治, 池淵周一: 中国淮河流域における農業形態の推定と陸面過程モデルへの適用, 水工学論文集第 48 巻, pp.211-216, 2004.2
- 7) Xinhua ZHANG, Hiroshi ISHIDAIRA, Kuniyoshi TAKEUCHI and Satoru OISHI: Simulation the Effect of High Sediment-laden Inundation Flow on the Variations of Floodplain in the Lower Yellow River Basin, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.48,pp.595-600, 2004.2
- 8) 藤田光一,伊藤弘之,小路剛志,安間智之: GIS、流域水物質循環モデルを活用した水政策検討, 土木技術資料,Vol.46.No.7,p20-25, 2004.7
- 9) 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, 2004.8
- 10) Irshad, M., T. Honna, S. Yamamoto and T. Endo, A. E. Eneji and N.Yamasaki.: The Effect of Salt Types on Nitrogen Release in Manured Soil, Sand Dune Research 51, No.2, 2004.10.30
- 11) 辻和毅: 日本の地下水法制と地下水盆管理の事例, 四万十・流域圏学会誌, Vol.4, No.1, pp.1-8, 2004.12
- 12) 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, Vol.11, pp.293-300, 2004.12

- 13) 砂田憲吾, 大石哲, 中沢真理子: 河川・溪流の環境整備のための地域住民の参加方法に関する研究(I), 水利科学, Vol.48, No.5, pp.36-63, 2004.12
- 14) S.Pech, K.Sunada, S.Oishi and N.Miyazawa: Assessment of Population Growth and Potential Conflicts over Water Use in the Mekong River Basin, 水文・水資源学会誌, 2005
- 15) 吉川勝秀, 本永良樹: ヨーロッパにおける河川環境等の情報ネットワーク事例の紹介, 水文, 水資源学会誌, Vol.18, No.4, pp.469-475, 2005
- 16) 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, 2005.2
- 17) 砂田憲吾, 大石哲, 中沢真理子: 河川・溪流の環境整備のための地域住民の参加方法に関する研究(II), 水利科学, Vol.48, No.6, pp.64-80, 2005.2
- 18) 大石哲, 佐山敬洋, 中川一, 里深好文, 武藤裕則, Dian Sisinggih, 砂田憲吾: 雨滴粒径分布を考慮した雨滴衝撃エネルギー算出方法の開発と局所的土砂生産量との関係に関する研究, 水工学論文集, 第 49 巻, pp.1087-1092, 2005.2
- 19) 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, Vol.49, pp.901-906, 2005.2
- 20) 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
- 21) 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, Vol.15, No.1, pp.19-26, 2005.6
- 22) 藤田光一, 伊藤弘之, 小路剛志, 安間智之: 水環境問題解決への水物質循環モデル 適用の試みとその課題, 河川技術論文集, Vol.11, pp.59-64, 2005.6
- 23) 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
- 24) 宮沢直季, 砂田憲吾, ペチ ソクヘム, 大石 哲, ディアン シシギ: 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, Vol.18, No.5, pp.584-581, 2005.9
- 25) 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, Vol.15, No.2, 2005.9
- 26) 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 2005 年 11 月号(第 122 号)pp.22-25, 2005.11
- 27) Mirumachi, N.: International River Basins and Cooperation: Hydro politics of the Lesotho Highlands Water Project, Kokusai Kankyo Kyoryoku, pp.16-24, Course of International Studies, Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, 2006
- 28) 藤田光一, 伊藤弘之, 小路剛志, 安間智之: GIS を活用したシミュレーションモデルによる流域圏再生シナリオの検討, 土木技術資料, Vol.48, No.1, pp.34-39, 2006.1
- 29) 安間智之, 小路剛志, 伊藤弘之, 藤田光一: 流域水物質循環モデルを用いた東京湾と流入河川における水質変遷再現について, 水工学論文集, Vol.50, pp.1381-1386, 2006.2
- 30) 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, 2006.3.7
- 31) Dian Sisinggih, 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, 2006.3.7

- 32) 辻和毅: アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利用と保全政策の比較(その1), 四万十・流域圏学会誌, 第5巻, 第2号, pp.42-50, 2006.3.20
- 33) 吉川勝秀,本永良樹: 低平地緩流河川流域の治水に関する事後評価的考察, 水文・水資源学会誌, Vol.19, No.4, pp.267-279, 2006.7
- 34) Abou El-Hassan, W. H., Kitamura, Y., Inosako, K., Shimizu, K. and Nishiyama, S.: Effect of Water Management and Tillage Practices on Rice Yield, Water Use Efficiency And Physical Properties Of Paddy Soil in the Nile Delta, Transactions of The Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering, Vol.74, No.4, pp.39-47, 2006.8
- 35) 福成孝三,吉川勝秀,田中長光,白井勝二: 河川災害の想定外を想定内にするための安全・防災教育, 安全問題研究論文集, Vol.11, pp.61-66, 2006.11
- 36) 吉川勝秀: 自然と共生する流域圏・都市再生シナリオに関する流域圏的研究, 建設マネジメント研究論文集, Vol.13, pp.213-227, 2006.12
- 37) 吉川勝秀,本永良樹: 都市化に伴う首都圏の水と緑の環境インフラの変化に関する流域圏的考察, 建設マネジメント研究論文集, Vol.13, pp.371-376, 2006.12
- 38) 辻和毅: アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策 一(その2) 乾期・雨期の分極と人口が集中する沖積平野一, 四万十・流域圏学会誌, 第6巻, 第1号, pp.23-32, 2006.12
- 39) 辻和毅: アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策一(その3) 地下水依存度が高く地下水汚染が発生した沖積平野一, 四万十・流域圏学会誌, 第6巻, 第1号, pp.33-42, 2006.12
- 40) 宮沢直季, 砂田憲吾, 大石哲: 火山地域における土砂堆積の評価のための2次元泥流モデルの開発, 砂防学会誌, Vol.59, No.5, pp.23-34, 2007.1
- 41) Dian Sisingih, Satoru Oishi and Kengo Sunada: Method for Detecting the Source of Sedimentation using Mineral Composition in Sengguruh Basin, Indonesia, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.41, 2007.2
- 42) 柿澤一弘,宮沢直季, 砂田憲吾: メコン河下流域における土砂・栄養塩動態の推定について, 水工学論文集, 第51巻, 2007.2
- 43) 甲山治, 田中賢治, 池淵周一: 現地調査に基づく衛星解析と陸面過程モデルを用いた中国史灌河流域における水利用推定, 水工学論文集, 第51巻, 2007.2
- 44) 中山幹康: 国際流域での水の分配をめぐる係争と協調, 地学雑誌, 116巻1号, pp.43-51, 2007.6
- 45) 伊藤一正,末松央行,木村美瑛子,小林恭介,吉川勝秀: 日本橋川の空間再生と水環境改善, 河川技術論文集, Vol.13, pp.267-272, 2007.6
- 46) 伊藤照夫,古川巖水,吉田正彦,吉川勝秀: 水の回廊機能を活用する北総地域の都市再生の考察, 第35回土木計画学研究発表会(春大会)講演集,CD-R 論文集, 2007.6
- 47) 岡本幸久,斎野玲子,石塚香,吉川勝秀: 東京湾のパブリックアクセスの現状,第35回土木計画学研究発表会(春大会)講演集,CD-R 論文集, 2007.6
- 48) 佐藤弘孝,吉川勝秀: インド国ガンジス河汚染対策流域管理計画調査, 河川技術論文集, Vol.13, pp.35-40, 2007.6
- 49) 辻和毅: アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策一(その4) 海水浸入と残留塩類による水質劣化に直面する沖積平野 一, [四万十・流域圏学会誌, 第6巻, 第2号, pp.25-33, 2007.6
- 50) 渡辺眞道,大関裕次郎,古川巖水,吉川勝秀: 印旛沼流域における水循環特性に関する一考察, 河川技術論文集, Vol.13, pp.19-22, 2007.6
- 51) 丸居篤, 愛民, 中野芳輔, 猪迫耕二: 土壌中の塩濃度が作物の水分消費と通水抵抗に及ぼす影響, 日本砂丘学会誌, Vol.54, No.1, pp.17-27, 2007.6.25
- 52) 福成孝三,吉川勝秀: 自然と共生する流域圏・都市再生シナリオに関する考察, 土木学会第15回地球環境シンポジウム論文集, pp.213-218, 2007.8

- 53) 吉川勝秀: 都市化が急激に進む低平地緩流河川流域における治水に関する都市計画論的研究, 都市計画学会論文集, Vol.42-2, pp.62-71, 2007.10
- 54) 福成孝三,白井勝二,田中長光,吉川勝秀: 河川堤防の安全管理のための実証的研究, 安全工学シンポジウム論文集, pp277-280, 2007.10
- 55) Nguyen TV Ha, Takizawa, S., Hang, NVM, Phuong, PTD, : Natural and anthropogenic sources affecting seasonal variation of water quality in Dau Tieng reservoir, Vietnam, , Environmental Engineering Research, Vol.44, pp.23-30, 2007.11
- 56) 吉川勝秀: 川からの都市再生に関する考察, 建設マネジメント研究論文集, Vol.14, pp.1-11, 2007.11
- 57) 福成孝三,白井勝二,吉川勝秀: 河川堤防システムの安全管理に関する実証的研究, 建設マネジメント研究論文集, Vol.14, pp.311-320, 2007.11
- 58) 瀬川明久,港高学,吉川勝秀: 樋門周辺堤防の変状に関する実証的考察、安全問題研究論文集, Vol.2, pp.119-124, 2007.11
- 59) 福成孝三,白井勝二,田中長光,吉川勝秀: 河川堤防システムの量的・質的な安全管理,安全問題研究論文集, Vol.2,pp.125-130, 2007.11
- 60) 大西香世 & 中山幹康: 「国際河川流域管理における中国の役割-メコン川流域を事例に」, 流域ガバナンス:中国・日本の課題と国際協力の展望(大塚健司 編), アジア経済研究所, pp.109-141, 2008.2.20
- 61) Sri Wayuni,Satoru Oichi,Kengo Sunada: The Estimation of the Groundwater Storage and Its Distribution in Uzbekistan, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.52, 2008.3
- 62) Dian Sisingih,Satoru Oishi,Kengo Sunada: Flood Inundation Model for Highly Urbanized Area and Its Application to Simulate the Flood Inundation in 2004, Kofu City-Japan, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.52, 2008.3
- 63) 大関祐次郎,古川巖水,伊藤一正,渡辺眞道,宮本守,吉川勝秀: 印旛沼における水質悪化要因の分析と水質改善案の検討, 河川技術論文集, 第 14 巻, pp497-502, 2008.6.5

(国際)

- 1) Salewicz, K. A. and Nakayama, M.: Towards New Directions in Water Resources Management – Decision Support Systems on the Web, Environmental Informatics Archives, Vol.1, pp.83-98, 2003
- 2) Katsuhide YOSHIKAWA: On the Progress of River Restoration and the future view in Japan and Asia, RIVER RESTORATION 2004, pp.43-55, 2004
- 3) 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
- 4) Mori, K., Fujikura, R. and Nakayama, M. (2004): Japan's ODA and the WCD Recommendations: Applicability of Comprehensive Options Assessment in JICA Development Studies, Water International, Vol.29, No.3, pp.352-361, 2004
- 5) Koji Inosako, Fasong Yuan and S. Miyamoto: Simple Methods for Estimating Outflow Salinity from Inflow and Reservoir Storage, Agricultural Water Management, Vol.82, pp.411-420, 2004.4
- 6) Libor Jansky, Masahiro Murakami, Nevilina I. Pachova: “The Danube, Environmental Monitoring of An International River”, United Nations University Press, Tokyo/New York/Paris, 2004.4
- 7) 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, Vol.52, No.2, pp.141-148(2004), 2004.6
- 8) 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, Vol.52, No.2, pp.149-156, 2004.6.2

- 9) 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), 2004.12
- 10) Taro Uchida, Yuko Asano, Yuichi Onda, Shuusuke Miyata: Are headwater just sum of hillslopes?, *Hydrological Processes*, 19, pp.3251-3261, 2005.1
- 11) Nakayama, M: China as Basin Country of International Rivers, *IDE Spot Survey* 2005, No.28, pp.63-71, 2005.3
- 12) 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
- 13) Asano Y. and T. Uchida: Quantifying The Role of Forest Soil and Bedrock in the Acid Neutralization of Surface Water in Steep Hillslopes, *Environmental Pollution*, 133, pp.467-480, 2005.4
- 14) Karimi, S., Nakayama, M., Fujikura, R., Katsurai, K., Iwata , M., Mori, T., Mizutani, K: A Post-Project Review on Resettlement Program of Kotapanjang Dam Project in Indonesia, *International Journal of Water Resources Development*, Vol.21, No.2, pp.371 - 384, 2005.6
- 15) 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*, Vol.50, No.3, pp.525-542, 2005.6
- 16) 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 Engineering*, Vol.3, No.2, pp.137-147, 2005.9
- 17) Nguyen, T. V. Ha, Takizawa, S.: Impacts of Policy Changes on Fish Cage Culture and Water Quality in Dau Tieng Reservoir, Vietnam, *WSEAS Transactions on Environment and Development*, Issue6, Vol.2, pp.800-807, 2006
- 18) 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*, Vol.5, No.2, pp.287-296, 2006.3
- 19) Koji Inosako, Fasong Yuan and S. Miyamoto: Simple methods for estimating outflow salinity from inflow and reservoir storage, *Agricultural Water Management*, 2006.4
- 20) Pech Sokhem and Kengo Sunada: The Governance of the Tonle Sap Lake, Cambodia: Integration of Local, National and International Levels, *International Journal of WATER RESOURCES DEVELOPMENT*, Vol.22, No.3, pp.399-416, 2006.9
- 21) Kitamura, Y., Yano, T., Honna, T., Yamamoto, S. and Inosako, K.: Causes of Farmland Salinization and Remedial Measures in The Aral Sea Basin - Research On Water Management to Prevent Secondary Salinization in Rice-Based Cropping System in Arid Land, *Agricultural Water Management*, Vol.85, Issues1-2, pp.1-14, 2006.9.16
- 22) Nohara, D., A. Kitoh, M. Hosaka, and T. Oki: Impact of climate change on river runoff projected by multi-model ensemble., *Journal of Hydrometeorology*, Vol.7, No.5, pp.1076-1089, 2006.10
- 23) Nguyen., T.H.Y, Sunada., K, Oishi., S and Ikejima., K: Tonle Sap ecosystem water quality index development and fish production., *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol.102, pp.901-912, 2007.4
- 24) Sthiannopkao, S., Takizawa, S. and Wirojanagud, W.: Effects of Soil Erosion on Water Quality and Water Uses in the Upper Phong Watershed, *Water Science and Technology*, Vol.53, No.2, 2007.4

- 25) Nguyen, T. Thuong, Takizawa, S. Nguyen, P. Dan., Bui, D. Truong: Water pollution in inner-city canals in Ho Chi Minh City, Viet Nam, Southeast Asian Water Environment, pp.1048-114, Vol.2, IWA Publishing, Jan. 2007
- 26) Carl Bruch, Mikiyasu Nakayama, Jessica Troell, Lisa Goldman & Elizabeth Maruma Mrema: Assessing the Assessments: Improving Methodologies for Impact Assessment in Transboundary Watercourses, International Journal of WATER RESOURCES DEVELOPMENT Vol.23, No.3, pp.391-410, 2007.9
- 27) Naho Mirumachi & Mikiyasu Nakayama: Improving Methodologies for Transboundary Impact Assessment in Transboundary Watercourses: Navigation Channel Improvement Project of the Lancang-Mekong River from China-Myanmar Boundary Marker 243 to Ban Houei Sai of Laos, International Journal of WATER RESOURCES DEVELOPMENT Vol.23, No.3, pp.411-426, 2007.9
- 28) Naoki Miyazawa, Kengo Sunada & Pech Sokhem: Bank erosion in the Mekong River Basin: Is bank erosion in my town caused by activities from my neighbors?, Water & Development Publication - Helsinki University of Technology, MODERN MYTHS OF THE MEKONG, pp.19-26, 2008.1
- 29) Pech Sokhem & Kengo Sunada: Modern upstream myth: Is a sharing and caring Mekong Region possible?, Water & Development Publication - Helsinki University of Technology, MODERN MYTHS OF THE MEKONG, pp.135-148, 2008.1
- 30) Kitoh, A., Yatagai, A., Alpert, P.: First super-high-resolution model projection that the ancient "Fertile Crescent" will disappear in this century, Hydrological Research Letters, Vol.2, pp.1-4, 2008.2
- 31) Nguyen. T.H.Y, Sunada., K, Oishi., S and Ikejima., K.: Tonle Sap Ecosystem Fish Species Biological Groups and Hydroecological Index, International Journal of Ecological Economic and Statistic, Fall 2008, Vol.12, No.F08. pp.66-81, 2008.3
- 32) Nguyen., T.H.Y, Sunada., K, Oishi., S, Sakamoto., Y, Ikejima., K and Iwata., T.: The spatial distribution of fish species catches in relation to catchment and habitat features in the floodplain lot fisheries of Tonle Sap Lake, Cambodia, Journal of Fisheries and Aquatic Science, Academic Journals Inc, USA, Vol.4, pp.1-15, 2008, in press
- 33) Ha NTV, Kitajima M., Hang NMV, Matsubara K., Takizawa S, Katayama H, Oguma K, Ohgaki S.: Bacterial contamination of raw vegetables, vegetable-related water and river water in Ho Chi Minh City, Viet Nam, Water Science and Technology, 2008, in press.

(2)学会発表(国際学会発表及び主要な国内学会発表)

① 招待講演 (国内会議 1件、国際会議 8件)
(国際)

- 1) Seikou Fukuda: Multipurpose use of flood prevention facilities in Japan, 4th World Water Forum, Mexico, 2006.3.21
- 2) 砂田憲吾: アジアの河川流域における水問題, 第51回水工学講演会, 東京, 2007.3
- 3) Toshikatsu OMACHI: Economic Development and Sustainable Infrastructure Development from Japanese Experience, Expert Group Meeting on Sustainable Infrastructure Development in Asia and Pacific, 2007.6.11-13
- 4) Akio Kitoh: How robust is the ENSO-monsoon teleconnection?, IUGG2007, Perugia, Italy, 2007.7.11
- 5) Akio Kitoh: Coupled model simulations on the effect of large-scale orography on climate. Celebrating the Monsoon, An International Monsoon Conference, Bangalore, India, 2007.7.25
- 6) Kengo Sunada: Water Related Issues in Asian River Basins, The 5th International Symposium on Southeast Asian Environment, Chiang Mai, Thailand, 2007.11.8

- 7) 吉谷純一: Current State of Water-related Disasters in Asia-Pacific Region, 第1回アジア・太平洋水サミットオープンイベント 総合的水災害防止に関するシンポジウム,別府社会福祉会館, 2007.12.2
- 8) Masahiro Murakami: Burkina Faso(2iE)-Japan(JST/JICA) International Academic Exchange Seminar -Vulnerability of Water Resources and Environment in Changing Global Climate-, Ouagadougou, (23 April., 2008),Burkina Faso, 2008.4
- 9) Masahiro Murakami: Vulnerability assessment and sustainable development policy of water resources and environment under changing global climate in the Middle East (Jordan) , Amman, (5 May., 2008), Jordan, 2008.5

② 口頭発表 (国内会議 98 件、国際会議 127 件)
(国内)

- 1) 佐々木陽子, 猪迫耕二, 田熊勝利: 土壌面蒸発に伴う陽イオン4成分の集積傾向について, 第58回農業土木学会中国四国支部講演会要旨, 2003, pp.70-72, 2003
- 2) 北村義信, 猪迫耕二, 山本定博: シルダリア河流域における水利用の競合と調整の経緯と現状(I), 平成16年度農業土木学会大会講演会講演要旨集, pp.522-523, 2004
- 3) J. Tospornsampan, I. Kita, M. Ishii, Y. Kitamura: Application of simulated annealing and genetic algorithm to multiple reservoir system -a case study in Mae Klong system, Thailand, 平成16年度農業土木学会大会講演会講演要旨集, 2004, pp.168-169, 2004
- 4) 中島英一郎, 平出亮輔, 桜井健介: ガンガ河流域における水質汚濁調査報告, 第41回下水道研究発表会講演集 平成16年度, (社)日本下水道協会, pp.582-584, 2004
- 5) 山本有二, 本永良樹, 吉川勝秀: 日本における河川再生と河川環境ネットワークについて, 第59回土木学会年次学術講演会, pp.571-572, 2004
- 6) 本永良樹, 高柳淳二, 吉川勝秀, 山本有二: 人口急増地域の治水に関する事後評価的研究, 第59回土木学会年次学術講演会, pp.119-120, 2004
- 7) 野口恭延, 荒関岩雄, 吉川勝秀, 本永良樹: 茂漁川における多自然型河川整備事業後の生態系の復活について, 応用生態工学第8回研究発表会講演集, pp.187-190, 2004
- 8) 甲山治, 田中賢治, 池淵周一: 陸面過程モデルを用いた中国史灌流域における灌漑用水量の検証, 水文, 水資源学会 2004年度研究発表会, 2004.8
- 9) Furuyashiki, K.: Asian International Waters from Real and Virtual Water Viewpoints, Annual Meeting of JSHWR, Muroran, 2004.8.21
- 10) Hiromi Yamaguchi: Public Participation in the international river basin projects in, Annual Meeting of JSHWR, Muroran, 2004.8.21
- 11) 川村和也, 砂田憲吾: 生息魚類の多様性を支える河道物理特性に関する研究, 土木学会第59回年次学術講演会概要集, pp.553-554, 2004.9
- 12) 谷島亨, 宮沢直季, 砂田憲吾: 格子型砂防ダム付近の土石流の流動, 堆積に関する実験的研究, 土木学会第59回年次学術講演会概要集, pp.221-222, 2004.9
- 13) 稲垣尊士, 砂田憲吾: 大河川流域における土砂動態シミュレーションに関する検討, 土木学会第59回年次学術講演会概要集, pp.179-180, 2004.9
- 14) K.Kamiguchi, A.Kitoh: Intercomparison between TRMM3B42, GPCP-1DD and Radar-AMeDAS, 第2回 TRMM 国際科学会議(奈良), 2004.9.6-10
- 15) 保坂征宏, 野原大輔, 仲江川敏之: 気象研究所全球河川モデルの開発, 日本気象学会秋季大会, 福岡, 2004.10.6-8
- 16) 上口賢治, 鬼頭昭雄: TRMM3B42, GPCP1DD と Radar-AMeDAS の日降水相互比較, 日本気象学会秋季大会, 福岡, 2004.10.6-8
- 17) 甲山治, 山田賢治, 田中賢治, 池淵周一: 衛星リモートセンシングと陸面過程モデルを用いた中国史灌河流域における水利用の推定, 第4回水文過程のリモートセンシングとその応用に関するワークショップ, pp.45-54, 2004.12

- 18) 内田太郎,野呂智之,小山内信智,恩田裕一: インドネシア, ブランタス川流域における土砂動態に関する調査, 第 18 回水文・水資源学会総会, 研究発表会, 2005
- 19) 内田王騎, 砂田憲吾, 大石哲: 低平地網状河川における河床変動に関する基礎的研究, 土木学会第 32 回関東支部技術研究発表会概要集, pp.107-108, 2005.3
- 20) 田中大輔, 砂田憲吾, 大石哲, Pech Sokhem: メコン河の水文環境に基づくトンレサップ湖の魚類生息推定に関する研究, 土木学会第 32 回関東支部技術研究発表会概要集, pp.13-14, 2005.3
- 21) 藤田光一: 陸域と水域を一体的に扱う水物質循環モデルを用いた施策検討の試み-霞ヶ浦流域についてのケーススタディから, 沿岸環境関連学会連絡協議会, 2005.4
- 22) 野原大輔, 鬼頭昭雄, 保坂征宏, 上口賢治, 沖大幹: 温暖化に伴う河川流量変動の評価, 日本気象学会, 東京, 2005.5.15
- 23) 北村義信, 猪迫耕二, 山本定博, 兵頭正浩: 中央アジア・シルダリア川流域における上下流間の利水競合と調整, 日本沙漠学会, 2005.5.19
- 24) 平出亮輔, 桜井健介, 南山瑞彦: ガンジス川流域(インド国ニューデリー周辺)における水質汚濁の現状, 第 42 回下水道研究発表会講演集 平成 17 年度, (社)日本下水道協会, pp.567-569, 2005.7
- 25) 北村義信: シルダリア川流域における上下流間の利水競合と水土の劣化, 越境影響評価研究会, 2005.7.14
- 26) 松下 潤: アジア諸都市の都市排水インフラの整備政策に関わる情報交換-日タイの学生交流を通じた学生のモチベーション向上-, 第 13 回土木学会地球環境シンポジウム論文集, 土木学会地球環境委員会, pp189-194, 2005.8
- 27) 甲山治, 田中賢治, 池淵周一, 砂田憲吾: 中央アジア, アラル海流域における水文, 気象データの長期解析, 水文, 水資源学会 2004 年度研究発表会, 2005.8
- 28) Sunada, K., Oishi, S., Miyazawa, N., Pech Sokhem and Tanaka, D.: Study on trends of fish resources in Tonle Sap basin-their correlation with hydrological conditions of the Mekong River, 水文・水資源学会 2005 年総会・研究発表会, 2005.9
- 29) Pech Sokhem, Sunada, K, Oishi, S. and Miyazawa, N.: Preliminary cumulative impact assessment of key water sectors on sustainable water resources in the Mekong River basin, 水文・水資源学会 2005 年総会・研究発表会, 2005.9
- 30) 春田朋子, 山本定博, 北村義信, 遠藤常嘉, 本名俊正, Zhanbin Li, Peng Li: 中国洛恵渠灌漑地区における土壌塩類化の実態とその要因解析, 日本土壌肥料学会 2005 年島根大会, 2005.9
- 31) 野原大輔: 温暖化に伴う河川流量変動の評価, 東京大学生産技術研究所地球水循環セミナー, 2005.9.6
- 32) 吉川勝秀, 本永良樹: 水辺からの都市再生シナリオに関する研究, 第 60 回土木学会年次学術講演会概要集, pp.553-554, 2005.9.9
- 33) 吉川勝秀, 本永良樹, 山口将文: On the Progress of Urban River Rehabilitation and the future View in Japan and Asia, International Conference on Urban River Rehabilitation URRC 2005, 2005.9.21-23
- 34) 北村義信, 猪迫耕二, 山本定博: 国際河川流域における上下流間の利水競合と調整(中央アジア諸国)-小アラル・シルダリア川流域におけるソ連崩壊後の水問題-, 国際協力の最前線から-途上国の食料・農業・農村-, まなびピア鳥取 2005 in 鳥取大学, pp.23-36, 2005.10.12
- 35) 福田晴耕, 藤田光一, 伊藤弘之, 長野幸司, 小路剛志, 安間智之: 自然共生型流域圏再生のための東京湾とその流域における政策シナリオの検討, 第 33 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.365-374, 2005.11
- 36) 野原大輔, 鬼頭昭雄, 保坂征宏, 上口賢治, 沖大幹: 温暖化に伴う河川の洪水・渇水頻度の評価, 気象学会秋季大会, 神戸, 2005.11.20
- 37) D. Nohara, A. Kitoh, M. Hosaka, K. Kamiguchi and T. Oki: Impact of Climate Change on River Discharge, 地球環境フロンティア研究センターセミナー, 2005.11.25

- 38) 福田晴耕: 水物質循環の健全化を軸にした環境再生, 平成 17 年度国土技術政策総合研究所講演会, 2005.12.8
- 39) 本永良樹, 吉川勝秀: 首都圏における水面と緑の変遷と現状について, 第 61 回年次学術講演会, pp.401-402, 2006
- 40) 吉川勝秀, 本永良樹: 低平地還流河川流域における総合治水対策の効果に対する考察, 第 61 回年次学術講演会, pp.327-328, 2006
- 41) Takahiro Endo: "Research Focus: The Role of Government in Water Management", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 42) Naho Mirumachi: "Nuanced Dialogue and Interest Negotiations in International River Development: Comparing the Orange and Ganges River Basin", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 43) Hiromi Yamaguchi: "Hydropolitics of San Juan River Basin in Central America", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 44) Shuntaro Yamamoto: "How did they Build Consensus? -the Indus Treaty in 1960", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 45) Mikiko Sugiura: "Review of John Waterbury's 'The Nile Basin: The Determinants of Collective Action': An Analysis Framework of Hydropolitics?", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 46) Kayo Onishi: "Harmon Doctrine or Not? China in the Mekong River", International Symposium "Negotiations, Dialogue and Perceptions in Transboundary Waters", University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2006.2.2-9
- 47) 高橋秀明, 大石哲, 砂田憲吾, 宮沢直季: メコン河下流域における可能最大降水量の推定手法の検討に関する研究, 第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2006.3.14
- 48) 丸山務, 大石哲, 浅田浩之, 中川勝広: 偏波ドップラーレーダーによる台風内部のメソスケール擾乱に関する基礎的研究, 第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2006.3.14
- 49) 柏木悠, 砂田憲吾, 宮沢直季, 梶原誠: 河床変動が水生生物に及ぼす影響に関する基礎的研究, 第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2006.3.14
- 50) 渡部康志, 村上雅博: 動物系(二枚貝)食物連鎖による植物プランクトン(アオコ)抑制と水質浄化, 四万十・流域圏学会第 6 回 学術研究発表会 概要集, pp.57-58, 2006.5
- 51) 大原健治, 村上雅博: アフリカのベーシック・ヒューマン・ニーズの現状と改善に向けての課題, 四万十・流域圏学会第 6 回 学術研究発表会 概要集, pp.35-36, 2006.5
- 52) 坪田恵美, 村上雅博: 絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の生態環境特性と河川環境管理 -高知県奥田川を対象として-, 土木学会四国支部第 12 回技術研究発表会講演概要集, pp.462-463, 2006.5
- 53) 千頭麻子, 村上雅博: 空芯菜を用いた二次(植物)生産型水質浄化, 土木学会四国支部第 12 回技術研究発表会講演概要集, pp.428-429, 2006.5
- 54) 梅津靖弘, 村上雅博: ビーチウェルシステムを用いた海水淡水化事業について, 土木学会四国支部第 12 回技術研究発表会講演概要集, pp.412-413, 2006.5
- 55) 美留町菜穂: Managing Transboundary Rivers in Southern Africa: Politics and Hydro politics. 南部アフリカにおける水資源管理 -国際河川をめぐるポリティクス- 43rd Annual Conference of Japan Association for African Studies, Osaka University, Japan, 2006.5.27-28
- 56) 駒田健一, 松下 潤: 東京における戦後 60 年間の水系インフラ整備政策の変遷とその効果分析 -水資源の循環, 節減の視点から-, 第 14 回地球環境シンポジウム講演論文集, 土木学会地球環境委員会, pp.145-150, 2006.8

- 57) 甲山治, 田中賢治, 池淵周一: 陸面過程モデルを用いた中国史灌流域における灌漑用水量の検証, 水文・水資源学会 2006 年度研究発表会, 2006.8
- 58) 甲山治, 塚田祐王政, 大石哲, 砂田憲吾: 中央アジア・アラル海流域における気温上昇と土地被覆変動に関する研究, 水文・水資源学会 2006 年度研究発表会, 2006.8
- 59) 小路剛志, 藤田光一: 東京湾流域圏再生に向けた施策群の総合評価の試み, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会, pp.65-66, 2006.9
- 60) 吉谷純一, 大西健夫: 国際研究活動の意義についての考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会, pp.137-138, 2006.9
- 61) 大西健夫, 吉谷純一, 程曉陶, 王義成: 長江洞庭湖地区における退田還湖政策と農地利用, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会, pp.141-142, 2006.9
- 62) 柿澤一弘, 砂田憲吾, 宮沢直季: メコン河下流域における土砂, 栄養塩動態の推定について, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集, pp.63-64, 2006.9
- 63) 瀬川明久, 児玉順一, 港高学, 吉川勝秀: 低湿地堤防の現地漏水実験結果に関する一考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, pp.17-18, 2006.9
- 64) 富田顕嗣, 吉川勝秀: 都市河川における水辺空間の利用に関する一考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集, p.41-42, 2006.9
- 65) 本永良樹, 吉川勝秀: 首都圏における水面と緑の変遷と現状について, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, p.401-402, 2006.9
- 66) 吉川勝秀, 本永良樹: 低平地緩流河川流域における総合治水対策の効果に対する考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, p.327-328, 2006.9
- 67) 瀬川明久, 掛村拓史, 港高学, 吉川勝秀: 低湿地堤防における樋門周辺の沈下挙動解析, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, p.21-22, 2006.9
- 68) 瀬川明久, 港高学, 掛村拓史, 吉川勝秀: 低湿地堤防の樋門に関わる災害と恒久的安全対策に関する一考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, p.25-26, 2006.9
- 69) 瀬川明久, 港高学, 吉川勝秀: 低湿地堤防における漏水災害に関する考察, 土木学会平成 18 年度全国大会第 61 回年次学術講演会概要集Ⅱ, p.19-20, 2006.9
- 70) 瀬川明久, 港高学, 吉川勝秀: 浸透流解析のためのモデル設定についての考察, 地下水地盤環境に関するシンポジウム 2006 発表論文集, pp.61-68, 2006.11
- 71) 瀬川明久, 港高学, 吉川勝秀: 樋門周辺の沈下と変状の経時的挙動について, 地下水地盤環境に関するシンポジウム 2006 発表論文集, pp.53-60, 2006.11
- 72) 須藤泰幸, 梅津靖弘, 坪田恵美, 邊見充, 与賀田隆史, 村上雅博: タイ・バンコク首都圏とチャオプラヤ川下流域の水環境問題, 土木学会・環境工学委員会, 第 43 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.92-94, 2006.11
- 73) Masahiro Murakami: Strategic alternatives of developing non-conventional water-energy resources with innovative technologies in Jordan, 中東水資源調査計画調整会議と国際協力機構(JICA)ヨルダン事務所/ヨルダン水資源灌漑省の死海運河計画セミナー, 2007.5.6
- 74) 辻 和毅, 村上雅博: 四万十流域圏からアジアの氾濫原沖積平野の地下水をみる—Think globally, Act locally—, 不知火海・球磨川流域圏学会, 2007.5.13
- 75) 北村義信, 猪迫耕二, 山本定博, 永田将, 清水克之: 小アラル・シルダリア川流域における上下流問題と調整シナリオ, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 76) 清水克之, 岩瀬輝彦, 北村義信: 東北タイにおける大規模貯水池灌漑の水利用の実態, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 77) ウルルマ, 北村義信, 清水克之, Solomon Habtu, 長澤良太, 西山壮一, Li Zanbin: 中国・洛恵渠灌区における塩類集積農地面積の変動, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 78) 辻 和毅: 第四紀末の海水準変動からみたアジア・氾濫原沖積平野の地下水, 四万十・流域圏学会, 2007.5.25

- 79) 清水克之,北村義信,岩瀬輝彦,増本隆夫,谷口智之: 東北タイにおける貯水池灌漑システムの水利利用のモデル化, 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.356-357, 2007.8.28
- 80) 烏日楽瑪,北村義信,清水克之,長澤良太,Solomon Habtu,西山壮一,李占斌: 中国・洛恵渠灌区における塩類集積農地面積の変動要因, 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.368-369, 2007.8.28
- 81) 長町博之,福本群,北村義信,清水克之,烏日楽瑪,Solomon Habtu,Li Zhanbin: 中国・洛恵渠灌区における地下水特性と灌漑水としての適性, 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.372-373, 2007.8.28
- 82) 福本群,北村義信,清水克之,安養寺久男,矢部陽介: 中国黄土高原下流域の塩類農地における流水客土, 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.374-375, 2007.8.28
- 83) Solomon Habtu,永田将,北村義信,清水克之: 中央アジア・シルダリア川下流域における水田の土壌特性, 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.376-377, 2007.8.28
- 84) 大関祐次郎,吉田正彦,渡辺眞道,吉川勝秀: 印旛沼再生に関する一考察—印旛沼流域の変遷による問題と対策について—, 土木学会平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会概要集 Vol.62, No. II, pp.99-100, 2007.9
- 85) 岡本幸久,齋野玲子,吉川勝秀,崎山崇: 千葉港のパブリックアクセスの現状と今後の展望, 土木学会平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会概要集, Vol.62, No. IV, pp.191-192, 2007.9
- 86) 大石 哲,松本治幸,D. Sisinggih,砂田憲吾: X線回折を用いた富士川流域における土砂生産源推定に関する基礎研究, 土木学会平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会, 2007.9.12-14
- 87) 岡部真佳,甲山 治,砂田憲吾,大石 哲: 衛星データを用いたトンレサップ湖の水面積変動および水域内植物分布の特定に関する研究, 土木学会平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会, 2007.9.12-14
- 88) 稲垣意地子,大石 哲,砂田憲吾: 防災教育のための児童の記憶構造の検証, 日本自然災害学会 第 26 回学術講演会, 2007.9.25-26
- 89) 福田晴耕,藤田光一,長野幸司,小路剛志: 首都圏の人口急増に対応した水資源確保にかかわる水政策形成の分析, 第 35 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.111-121, 2007.10
- 90) 保坂征宏: 温暖化シミュレーションに見る雪氷と気候, 日本気象学会 2007 年度秋季大会, 札幌, 2007.10.14
- 91) 上口賢治: 高解像度全球モデルを用いた地球温暖化に伴う河川流量の将来変化, 日本気象学会 2007 年度秋季大会, 札幌, 2007.10.15
- 92) 中山幹康: "Navigation Channel Improvement Project of the Lancang-Mekong River from China-Myanmar Boundary Marker 243 to Ban Houei Sai of Laos", Transboundary Impact Assessment (越境影響評価) 専門家会合, 2008.2.29
- 93) 神谷枝里,宮本守,吉川勝秀: 東京湾岸域の千葉県側における水と緑の空間形成のための特性分析, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、IV-052, 2008.3
- 94) 大関祐次郎,宮本守,吉川勝秀: 利根川からの導水を利用した印旛沼の水質改善効果に関する研究, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、II-107, 2008.3
- 95) 甲山治,大石哲,砂田憲吾: 中央アジア・キジルクム砂漠における水・熱フラックス観測, 水文・水資源学会 2008 年総会・研究発表会, 2008.8
- 96) 柿澤一弘,砂田憲吾,宮沢直季: メコン河における流域土砂動態に関する基礎的検討, 土木学会第 63 回年次学術講演会概要集, II-135, 2008.9
- 97) 水谷直貴,砂田憲吾,宮沢直季: メコン河本川における河岸浸食危険区域特定に関する研究, 土木学会第 63 回年次学術講演会概要集, II-237, 2008.9
- 98) 岡部真佳,砂田憲吾,甲山治,大石哲: トンレサップ湖氾濫域における植物被覆の変化特性について, 土木学会第 63 回年次学術講演会概要集, II-266, 2008.9

(国際)

- 1) Tran Thi Vietn Nga and Satoshi Takizawa: Natural occurrence of arsenic in the organic rich aquifer in Hanoi City: sources and mobilization processes, Proceedings of the Second International Symposium on Southeast Asian Water Environment, pp.79-86, Hanoi, 2004
- 2) Nguyen Thi Thuong, Satoshi Takizawa, Nguyen Phuoc Dan, Oguma Kumiko and Hiroyuki Katayama: Water Pollution in Inner-city canals in Ho Chi Minh City, Proceedings of the Second International Symposium on Southeast Asian Water Environment, pp.389-404, Hanoi,2004
- 3) Katayama H., Haramoto E., Dan N. P., Takizawa S., Oguma K., Thuong N. T. and Ohgaki S.: Detection of Noroviruses and other enteric viruses from canal and river water in Ho Chi Minh City, IWA ASPIRE Conference, Singapore, accepted, 2004
- 4) Nakayama, M.: Alternative Compensation Schemes for Resettlement by Dams from Past Cases in Japan, 2nd JSHWR and KWRA Joint Seminar, Incheon City (Korea), 2004.3.15
- 5) Nakayama, M.: Identifying Prerequisites for Transboundary Impact Assessment and Mitigation, TIA Workshop, Washington DC, 7, 2004.4
- 6) Masaru Kunitomo, Hideki Terada: Inferring Change in Properties of Short-Term Rainfall Caused by Global Warming, Internationales Symposium INTERPREVENT 2004-RIVA/TRIENT 1 II/69~II /76, 2004.5
- 7) A.Kitoh: Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, 1st International CLIVAR Science Conference, Baltimore, USA, 2004.6.21-25
- 8) Salewicz, K. A. and Nakayama, M.: New Directions in Water Resources Management, 6th International Conference on Hydroinformatics, Singapore, 2004.6.24
- 9) Kozan Osamu, Kenji Tanaka, Shuichi Ikebuchi and Mingkai Qian: Landuse And Cropping Pattern Classification Using Satellite Derived Vegetation Indices in the Huaihe River Basin, Proceedings of 2nd International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region,pp.732-740, 2004.7
- 10) N.Miyazawa, K.Sunada and S.Oishi: A Numerical Study on Sediment Management in a Volcanic Basin, Proceeding of the 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Vol.1, pp.82-90, 2004.7
- 11) Yicheng Wang, Cheng Xiaotao, Yoshitani Junichi, Daisuke Kuribayashi: 1998 Great Floods in the Yangtze river and impact on China's Flood Management Policy, Proceedings of the 2nd APHW Conference, pp.890-897, 2004.7.5-9
- 12) Ryoichi KAWASAKI, Masahiro MURAKAMI: APPLICATION OF SYNTHETIC TANK MODEL SIMULATION IN THE SEMI-ARID REGION WITH LIMITED BASIC HYDROLOGIC DATA AVAILABILITY, Proceedings of the 2nd APHW Conference, Vol.I, pp.669-676, 2004.7.5-9
- 13) Salewicz, K. A. and Nakayama, M.: Web-Based Decision Support System for Management of International Waters, 2nd APHW Conference, Singapore, 2004.7.5-9
- 14) Nakayama, M.: Japanese Experiences in Resettlement for Dam Construction, 2nd APHW Conference, Singapore, 2004.7.5-9
- 15) Cheng Xiaotao: Effectiveness of "returning polders to lakes" and "relocating people to build townships" after the 1998 flood: experiences and lessons, represented in the 'Asian workshop on flood risk mitigation initiative' 2nd APHW Conference, Singapore, 2004.7.5-9
- 16) Katsuhide YOSHIKAWA, Junji TAKAYANAGI, Hideaki YOKOUCHI, Yuji YAMAMOTO, Yoshiki MOTONAGA: A study of the comprehensive flood damage mitigation in rapidly urbanizing watersheds, Proceedings of the 2nd APHW Conference, pp.311-321, 2004.7.5-9

- 17) Katuhide YOSHIKAWA, Yoshiki MOTONAGA, Hideaki YOKOUCHI, Yuji YAMAMOTO: On the Progress of River Restoration and the Future View in Japan and Asia, Proceedings of the 2nd APHW Conference, pp.296–310, 2004.7.5–9
- 18) Y. KITAMURA, T. YANO, S. YAMAMOTO, T. HONNA and K. INOSAKO: Mechanism of Secondary Salinization Related to Water Management in Irrigated Lands under Rice-Based Cropping System in Lower Syr Darya Region of Aral Sea Basin, 2nd APHW Conference, Singapore, Vol.2, pp.914–921, 2004.7.5–9
- 19) Kazuki TSUJI: Groundwater development in the mountain skirts of volcanic massifs in Eastern Java, Indonesia, Proceedings of the 2nd APHW Conference, Vol.I, pp.572–579, 2004.7.5–9
- 20) Yasushi MABUCHI, Tomoko NAKATA, Masahiro MURAKAMI: Heat environmental characteristic of stormwater reservoir with various aquatic plants, Proceedings of the 2nd APHW Conference, Vol.I, pp.21–29, 2004.7.5–9
- 21) Sokhem Pech: Regional Characteristics and Water Issues –From Mekong River Basin Perspectives–, Proceedings of the 2nd APHW Conference, Vol. 2, pp.922–932, 2004.7.5–9
- 22) N.Miyazawa, K.Sunada and S.Oishi: Numerical Study on Sediment Management in a Volcanic Basin, Proceedings of the 2nd APHW Conference, Vol.1, pp82–90, 2004.7.5–9
- 23) A.Kitoh, M.Hosaka, Y.Adachi, K.Kamiguchi: Future Projections of Precipitation Characteristics in Asia, Joint AOGS 1st Annual Meeting & 2nd APHW Conference, Singapore, pp.700–707, 2004.7.5–9
- 24) 梅村幸一郎: Presentation on Flood in Japan, 3rd South Asia Water Forum, 2004.7.13
- 25) Koh-ichi FUJITA, Katuhide YOSHIKAWA: Watershed/Urban Regeneration in accord with Nature, Proceedings of the Third Civil Engineering Conference in the Asian Region, pp.543–545, 2004.8
- 26) Mirumachi, N: Interlinking Water Management Policies and Politics, 14th Stockholm Water Symposium, 2004.8.18
- 27) Fujikura, R.: Technical Applicability of the Recommendation of the World Commission on Dams, Annual Meeting of JSHWR, Muroran, 2004.8.21
- 28) Yamaguchi, H.: Public Participation in the international river basin projects in Central America, Annual Meeting of JSHWR, Muroran, 2004.8.21
- 29) M.Hosaka, D.Nohara: The global soil wetness simulated by JMA/MRI new land surface model, , 2004.9.13–15
- 30) S.Pech, K. Sunada, S.Oishi, N.Miyazawa and S. S. Im: Population Growth: Urban Development and Flood Vulnerability in Mekong Floodplain–Phnom Penh Case, Proceeding of International Conference on “Advances in Integrated Mekong River Management”, pp.290–297, 2004.10
- 31) T.Tanishima, N.Miyazawa and K.Sunada: Numerical and Experimental Studies on Debris Flow Capturing Effect of Grid Type Sabo Dam, Proceedings of 9th International Symposium on River Sedimentation, Hu & Tan(eds), Tsinghua University Press, Vol.4, pp.2138–2145, 2004.10
- 32) K.Hirabayashi, K.Sunada, S.Oishi and N.Miyazawa: Formation of a Terrace in the Curved Channel Widened by Implementation on the Hinuma River, Proceedings of 9th International Symposium on River Sedimentation, Hu & Tan(eds), Tsinghua University Press, Vol.3, pp.1802–1809, 2004.10
- 33) S.Oishi, K.Sunada, N.Miyazawa, K.Takeuchi and T.Kato: Reproduction of Rainfall Distribution in the Mekong River Basin by Using MRI/NPD NHM and TRMM, Proceeding of International Conference in “Advances in Integrated Mekong River Management”, pp.47–52, 2004.10

- 34) K.Hirabayashi, K.Sunada, S.Oishi and N.Miyazawa: Formation of a Terrace in the Curved Channel Widened by Implementation on the Hinuma River, Proceedings of 9th International Symposium on River Sedimentation, Hu & Tan(eds), Tsinghua University Press, Vol.3, 2004.10
- 35) T.Tanishima, N.Miyazawa and K.Sunada: Numerical and Experimental Studies on Debris Flow Capturing Effect of Grid Type Sabo Dam, Proceedings of 9th International Symposium on River Sedimentation, Hu & Tan(eds), Tsinghua University Press, Vol.4, pp2138-2145, 2004.10
- 36) S.Oishi, K.Sunada, N.Miyazawa, K.Takeuchi and T.Kato: Reproduction of Rainfall Distribution in the Mekong River Basin by Using MRI/NPD NHM and TRMM, Proceeding of International Conference in "Advances in Integrated Mekong River Management", pp.47-52, 2004.10
- 37) D.Nohara, H.L.Tanaka, A.Kitoh: Development of Prediction Model using Ensemble Forecast Assimilation in Nonlinear Dynamical System, Workshop on Ensemble Method, Exeter, UK, 2004.10.18-21
- 38) Onishi, K. and Nakayama, M.: Considerations on China as a Non-member State of the Mekong River Commission, International Conference on Advances in Integrated Mekong River Management, Vientiane (Lao PDR), pp.235-238, 2004.10.25-27
- 39) D.Nohara: Atmospheric Predictability for Medium Range Forecast on Arctic, Proceeding of the 5th International Workshop on Global Change: Connection to the Arctic, 2004, pp.111-114, , 2004.11
- 40) El Sharkawi, H., S.H. Abou Khadra, A. M. El Serafy, M. E. Wahashy, S. A. Ghanem, T. Honna, S. Yamamoto: Irrigation Water quality and its effect on growth and yield parameters of rice (*Oryza Sativa L.*), World Rice Research Conference at Tsukuba International Congress Center, Tsukuba city, Ibaraki, Japan, 2004.11.2-7
- 41) M.Hosaka: The River Flow near the Arctic Region Simulated by JMA/MRI Land Surface Model, 5th International Workshop on Global Change: Connection to the Arctic, Tsukuba, Japan, 2004.11.15-16
- 42) D.Nohara: Atmospheric Predictability for Medium Range Forecast on Arctic, 5th International Workshop on Global Change: Connection to the Arctic, Tsukuba, Japan, pp.111-114, 2004.11.15-16
- 43) Satoshi Takizawa: Water Management in Asian Cities, the 3rd Workshop on Urban Ecosystems Approach, organized by the United Nations University, New York, 2004.11.21-23
- 44) K. Kawamura and K. Sunada: A study on Physical Feature of River Channel which Supporting the Diversity of Species of Fishes, Proceedings of the 14th IAHR-APD Congress, Vo.1, pp.939-945, 2004.12
- 45) Kozan Osamu, Kenji Yamada, Kenji Tanaka and Shuichi Ikebuchi: Estimation of Land Use and Water Usage in the Huaihe River Basin from Field Survey and Satellite Analysis, Proceedings of 6th Int'l Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, pp.3-5, 2004.12
- 46) 大西健夫, 吉谷純一, 王義成, 程曉陶: Lessons Learned on Land Management Policy from the 1998 Changjiang River Flood, International Conference on Monitoring, Prediction and Mitigation of Water- Related Disasters, pp.685-690, 2005.1.12
- 47) Onishi, K.: Hydropolitics of China and Downstream Countries in the Mekong River Basin, Role of Water Sciences in Transboundary River Basin Management, Ubon Ratchatani, Thailand, 2005.3.10-12
- 48) K.Sunada, S.Oishi & I. Inagaki: Psychological approach to disaster prevention plan by recreating the picture of the disaster, Floods, from Defence to Management, Van Alphen, Van Beek & Taal (eds), Taylor & Francis Group, London, pp.619-628, 2005.5

- 49) Onishi, K.: Pattern of China's Behavior in the Mekong River Basin, Training workshop on Governance of Transboundary Waters, 2005.6.6-7
- 50) Mirumachi, N: Values of Water in Cooperative International River Basin Management: Case of the Lesotho Highlands Water Project, Training workshop on Governance of Transboundary Waters, 2005.6.6-7
- 51) Nakayama, M: Overseas Development Aid from Hydropolitical Viewpoints – Case of Aral Sea Basin, Training workshop on Governance of Transboundary Waters, 2005.6.6-7
- 52) Onishi, K.: Hydropolitics of Powerful Upstream and Downstream Country, AOGS2005 Special Session "International Waters", 2005.6.21
- 53) Endo, T.: A Study on International River Conflict –Turkey and the Harmon Doctrine–, AOGS2005 Special Session "International Waters", 2005.6.21
- 54) Nakayama, M: Aral Sea Issues from Virtual Water Viewpoints, AOGS2005 Special Session "International Waters", 2005.6.21
- 55) Salewicz, K.: Experiences in Application of Decision Support Systems for Consensus Building in International Waters, AOGS2005 Special Session "International Waters", 2005.6.21
- 56) Katayama, H., Haramoto, E., Dan, N. P., Takizawa, S., Thuong, N. T., Ohgaki, S.: Detection of Noroviruses and other enteric viruses from canal and river water in Ho Chi Minh City,, 1st IWA-ASPIRE Conference, Singapore, 2005.7
- 57) 綱木亮介: Observation and Modeling of Sediment Transport for Comprehensive Sediment Management in Japan, 第1回ブランタス川流域の水, 土砂管理に関する国際ワークショップ, 2005.7.28-29
- 58) 小山内信智, 野呂智之, 内田太郎: Assessing The Sediment Sources Of Deposited Sediment In Reservoirs Using Sediment Tracer Techniques, 第1回ブランタス川流域の水, 土砂管理に関する国際ワークショップ, 2005.7.28-29
- 59) Jun Matsushita: Development of Appropriate Infra-structure Systems under Rapid Urbanization – Strategic Approach based on Japan's Previous Experience, August Seminar Proceedings, pp.1-12, Graduate School of Chulalongkorn University, 2005.8
- 60) D. Nohara, A. Kitoh, M. Hosaka, K. Kamiguchi and T. Oki: Impact of climate change on river discharge, IAMAS2005, Beijing, 2005.8.3
- 61) A. Kitoh and T. Uchiyama: Baiu-Changma-Meiyu and its future change, IAMAS2005, Beijing, 2005.8.9
- 62) Miyazawa, N., Sunada, K., Pech Sokhem, Oishi, S. and Dian Sisinggih: Hydraulic and morphological characteristics of the lower Mekong River, Proc. of XXXI IAHR Congress, pp.5091-5100, 2005.9
- 63) Pech Sokhem, Sunada, K., Oishi, S. and Miyazawa, N.: Population growth, and flood and energy security policy-drives-their impacts on sustainable water resources in the Mekong River basin, Proc. of XXXI IAHR Congress, pp.3294-3303, 2005.9
- 64) Pech Sokhem, Sunada, K., Oishi, S., Miyazawa, N. and Tanaka D.: Study on trends of fish resources in the Tonle Sap basin-their correlation with hydrological conditions of Mekong River, Proc. of XXXI IAHR Congress, pp.4453-4462, 2005.9
- 65) Abou El-Hassan W. H., Yoshinobu Kitamura, El-Serafy Ahmed, Goma Samir and Muhammad Irshad: Effect of Irrigation Schedules and Tillage Systems on Rice Productivity and Soil Physical Characteristics – A Case Study in the North Nile Delta, Egypt-, ICID International Conference, Beijing, China, 2005.9
- 66) Takizawa, S., Nguyen, T.V.H., Nguyen, P. D., and Le, V. K.: Balancing urban and rural development by integrated water resources management in Dong Nai watershed in southern Vietnam,, 10th IWA International Watershed and Riverbasin Management Specialist Conference, Calgary, 2005.9

- 67) D. Nohara, A. Kitoh, M. Hosaka, K. Kamiguchi and T. Oki: Projection of River Discharge into the Arctic Ocean Projected By Multi-Model Ensemble, 6th International Workshop on Global Change: Connection to the Arctic, Tokyo, 2005.12.12-13
- 68) Kumiko Oguma, Raquel Taira, Nguyen Thi Thuong, Quach Thi Thu Thuy, Bui Dan Truong, Nguyen Phuoc Dan, Hiroyuki Katayama and Satoshi Takizawa: Fecal pollution of urban streams due to rapid urbanization: Case studies in suburban Tokyo and Ho Chi Minh City, Proceedings of the IWA Specialist Conference on Diffuse Pollution and Watershed Management, Kyoto, 2006
- 69) Sokhem Pech: Environmental Flows and Integrated Basin Flow Management: Sharing Asia Pacific Experiences, 第4回世界水フォーラム,メキシコ, 2006.3
- 70) Asif Mumtaz: Artificial Groundwater Recharge in Quetta, Pakistan: Needfor Community Participation and Capacity Building, Proceedings of International Symposium on GRAPHIC (Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change, pp.18, 2006.4
- 71) Masahiro Murakami: Human Security and Japan's ODA Policy in Water Sector, Proceedings of International Symposium on GRAPHIC(Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change), Kyoto, pp.15, 2006.4
- 72) Kenji Ohara: A New Agenda for Community Development with Water, Sanitation and Education in Sub-Saharan Africa, Proceedings of International Symposium on GRAPHIC (Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change), Kyoto, pp.18, 2006.4
- 73) Mirumachi, N.: Regional Institutions and their Roles in Orange River Management: Understanding Hydro politics of Southern Africam. Border Management in an Insecure World, 7th Conference of the International Boundaries Research Unit, Durham University, UK, 2006.4.5-7
- 74) Matsushita Jun: Appropriate Basin Management Systems under Very Rapid Urbanization – Strategic approach based on Japan's Previous Experience–, Collection of Papers, pp16-24, The Ministry of Construction of People's Republic of China, 2006.5
- 75) Nguyen, T. V. Ha, Takizawa, S.: Environmental Policy on Fish Cage Culture and Its Impact on Water Quality in Dau T-ieng Reservoir, Vietnam, Proceedings of Energy, Environment, Ecosystems, Sustainable Development (EEESD'06), Athens, Greece, 2006.6.11-13
- 76) Pech Sokhem: Key Fisheries Issues in the Mekong Region – institution, livelihood, resources economics, and knowledge gaps: Cross sectoral planning challenges, Proc. of Mekong Regional Waters Dialogue, Vientiane, 2006.7.6-7
- 77) Miyazawa. N.,K. Sunada, Pech Sokhem: Riverbed Variation in the Chaktomuk Area of thr Mekong River, Proceedings of the 15th Congress of APD-IAHR, Vol.1, pp.271-276, 2006.8
- 78) Masahiro Murakami: Japan's ODA Policy on Groundwater and Human Security, JICA-UNU,-JST/CREST-RIHN Workshop on Managing Groundwater Resources for Human Security in Changing Global Climate and Human Interception, Tokyo, 2006.8
- 79) Masahiro Murakami, Kazuki Tsuji: Conflict resolution and community rolein the changing Regional-Global Climatic Scenarios –Case of Drought Crisis management in Kagawa, Japan–, Seminar on “Water Demand & Supply Management and Community Role in Water Resources management in Case of Thailand, Japan and Europe”,Bangkok, 2006.8
- 80) Mirumachi, N, Benefit: Sharing and Interdependency in Developing International River Basins: A Comparative Study., World Water Week WS1 “Tools for Benefit Sharing in Transboundary Settings”, 2006.8.22
- 81) Kazuki Tsuji: Some Policy Lessons of Groundwater Resources Development and Environment Management in Japan, Workshop on Managing Groundwater resources for Human Security in Changing Global Climate and Human Interception , 2006.8.22

- 82) Kazuki TSUJI: Groundwater and Arsenic Contamination in Alluvial Flood Plains at the Lower Reach of Large River In Monsoon Asia – Geological Interpretation of Arsenic Contamination in Bangladesh with Special Reference to Sea Level Change in Late Pleistocene to Holocene, Seminar on Managing Groundwater Resources for Human Security in Changing Global Climate and Human Interception, 2006.8.23
- 83) Nguyen, T. V. Ha, Takizawa, S.: Study on Fish Cage Culture and Water Quality in Dau Tieng Reservoir, Vietnam, Biennial Conference of International Water Association, Beijing, 2006.9
- 84) Nohara, D., A. Kitoh, M. Hosaka, T. Oki and C.-K. Park: Development of Flood and Drought Warning System. Korea-Japan-China Second Joint Conference on Meteorology, Ilsan, Korea, 2006.10
- 85) Yukio Tanaka, Mikiyasu Nakayama: An Innovative Approach to Transboundary Water Disputes: Roles of the Expert Meeting on Euphrates/Tigris River Basin Management, 3rd APHW Conference on Wise Water Resources Management Towards Sustainable Growth and Poverty Reduction, ST1-45-A46-510, Bangkok, Thailand, 2006.10
- 86) K. Tsuji, Sucharit K, M. Murkami, S. Nasu, J. Matsushita: Comparative Study on Groundwater Conservation in the Flood Alluvial Plains, Bangkok, Tokyo, Proceedings of 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, pp.306-307, 2006.10.16-18
- 87) Katsuhide Yoshikawa, Y. Motonaga, A. Toda, M. Hayashi: On the Regeneration of River Basin Zones and Urban Areas in Accord with Nature in the Tokyo Metropolitan Area—A Study of river-based urban regeneration, focusing on the area around the Japanese capital—, Proceedings of 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 88) Kitoh, A., D. Nohara and M. Hosaka: Impact of Global Warming on Precipitation and Stream flow Simulated by a 20km-mesh Climate Model. 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 89) Nohara, D., A. Kitoh, M. Hosaka, and T. Oki: Impact of Climate Change on Flood and Drought Frequency, 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 90) Asif Mumtaz, M. Murakami: Integrated Framework to Augment Groundwater Artificial Recharged: A Case Study on Balochistan, Pakistan, Proceedings of 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, pp.494-495, 2006.10.16-18
- 91) Yoshitani J., Fukuda S., Onishi T.: Does knowledge Sharing Help Find Solutions for Water Management Practices?, 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 92) Katsuhide Yoshikawa, Yoshiki Motonaga: Waterfront Restoration of the Chao Phraya River – On the Urban Embankment from the View of Water-Amenity— Proceedings of 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 93) Katsuhide Yoshikawa, Yoshiki Motonaga: Post-Evaluative Study of Flood Damage Mitigation Measures in the Basin of Gentle-Flowing Rivers on Low-Lying Plains, Proceedings of 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 94) Pech Sokhem: Application of Measured Data and Perception Data in Evidence-Based Sustainable Water Policy Scenario (SWP) Framework, 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 95) Pech Sokhem: Management of Water Disputes in the Mekong River Basin: Role of Law, Institution and Technology, 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18

- 96) Osamu Kozan, Satoru Oishi, Kengo Sunada: Analysis of Land cover Variation in the Aral Sea Basin using AVHRR/PAL Data, 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Bangkok, Thailand, 2006.10.16–18
- 97) Y. Kitamura, K. Inosako, S. Yamamoto: Competition for Water–Use between Riparian Countries in the Syr Darya River Basin and Adjustment Measures, 3rd APHW Conference on Wise Water Resources Management Towards Sustainable Growth and Poverty Reduction, Bangkok, Thailand, 2006.10.16–18
- 98) Pech Sokhem: Assessment of knowledge generation and consumption for sustainable development in the Mekong River Basin, Int’l Conf. Mekong Research for the People of the Mekong, Chiang Rai, 2006.10.18
- 99) Pech Sokhem: China Natural Resources Demand (hydropower and forestry) Opportunities And Challenges For the Greater Mekong Sub–region, Regional workshop the Impact of Asian Drivers on the Developing World “China in Mainland Southeast Asia: Flying with the Dragon?”, Chiang Mai University, 2006.10.19
- 100) Yukio TANAKA, Mikiyasu Nakayama: Development of Water Quantity and Quality Forecast System of Euphrates–Tigris River in Iraq, SNL/UNESCO International Resource Modeling, Amman, Jordan, 2006.11
- 101) Masahiro Murakami: Non–conventional Alternative Strategies in International Water Resource Development and Management, Proceedings of International Workshop on Connecting the Gulf of Sirte Depressions with the Mediterranean Sea (S.D.C.P.), Tripoli, (12–15 Feb.,2007), Libya, 2007.2
- 102) Junichi Yoshitani, Katsuhide Yoshikawa, Yoshiki Motonaga: Report on Japan–Thailand–China Joint Symposium on Current Policy and Directions on Flood Damage Mitigation, Cooperative Research Report of Public Works Research Institute No.366, 2007.3
- 103) Toshitatsu Omachi and Hideki Araki: Water–related Damage Trends in some countries, Final Seminar on the Information System for Local Authorities Needs to face Disaster, 2007.5.14
- 104) Toshitatsu Omachi and Hideki Araki: Concept and current development of GFAS, Final Seminar on the Information System for Local Authorities Needs to face Disaster, 2007.5.14
- 105) Takeshi ORO and Koh–ichi FUJITA: Individuality and Universality of Policies for Securing Water Resources in the Tokyo Metropolitan Area to Cope with the Rapid Population Growth, Proceedings of the fourth civil engineering conference in the Asian region, The Asian Civil Engineering Coordination Council, vol.4, CD–ROM, 2007.6
- 106) Mikiyasu Nakayama and Naho Mirumachi: Post–project Review on Navigation Channel Improvement Project of Upper Mekong River, 27th Annual Conference of International Association for Impact Assessment (Seoul), 2007.6.5
- 107) Mikiyasu Nakayama: Managing Natural Resources in Post–Conflict Societies, 27th Annual Conference of International Association for Impact Assessment (Seoul), 2007.6.7
- 108) Hedeyuki ITOH AND Shintaro HAYASHI: Analog simulation of debris flow related to volcanic eruption using Cocoa powder and Sponge cakes –Out reach method for volcanic education– , Asia Oceania Geosciences Society(AOGS) 2007 annual meeting , 2007.8.1–5
- 109) Shin–ichiro HAYASHI1, Hideaki MIZUNO, Takeshi SHIMIZU, AND Nobutomo OSANAI1: Impact estimation for the water and sediment management in Brantas River Basin by volcanic activity of Kelut volcano , Asia Oceania Geosciences Society(AOGS) 2007 annual meeting , 2007.8.1–5
- 110) Hideaki MIZUNO, Nobutomo OSANAI, Shin–ichiro HAYASHI and Takeki OKINAKA: Study on Change of Sediment Discharge after Large–scaled Landslide , Asia Oceania Geosciences Society(AOGS) 2007 annual meeting , 2007.8.1–5

- 111) Masahiro Murakami, Libor Jansky, Nevelina Pachova: Eco-political Decision-making: and Water-Energy-Environment Conflict, A Case of Gabčicovo Dam and Inland Wetland in the Middle Reaches of Danube, International Seminar of Managing Groundwater and Eco-system in the Alluvial Flood Plains and Wetlands, Kushiro 2007, Proceedings (Abstract, DVD), 2007.8.17
- 112) Kazuki Tsuji, Nobutada Nakamoto, Masahiro Murakami: Groundwater and Human Security in Arsenic Contamination Problems of the Lower Ganges Delta in Bangladesh and India, International Seminar of Managing Groundwater and Eco-system in the Alluvial Flood Plains and Wetlands, Kushiro 2008, Proceedings (Abstract, DVD), 2007.8.17
- 113) Li, Z., Li, P., Kitamura, Y. and Zhu, B.: Multi-scale analysis of the relations between vegetation and soil erosion in the Loess Plateau, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 114) Yamamoto, S., Endo, T., Inoue, M., Kawamura, S., Kitamura, Y., Li, Z., Jiang Z. N., Li, P., Yang, S., Irshad, M. and Honna, T.: Spatial distribution of subsoil texture as a factor to explain spatial variability of salt accumulation in Luohui Irrigation Scheme, China, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 115) Osamu Fujiki: THE EFFECT OF WATER QUALITY TRADING AND ITS FEATURES COMPARED WITH EFFLUENT CHARGE SYSTEM, Water Environment Federation (WEFTEC'07), 2007.10.16
- 116) Kazuki Tsuji: SOME HISTORICAL LESSONS LEARNED FROM GROUNDWATER RESOURCES DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT MANAGEMENT POLICY IN JAPAN, International Workshop on Geoecology and Environmental Technology, Hanoi, 2007.10.25
- 117) Satoru Oishi, Hideaki Takahashi and Kengo Sunada: Study on Estimation of Mesoscale Maximum Precipitation in Brantas River Basin by Using Rainfall Observation and Numerical Simulation, The Second International Workshop on Water and Sediment Management, 2007.11.22
- 118) Dian Sisanggih, Kengo Sunada and Satoru Oishi: The Assessment of Sediment Sources at Sengguruh Reservoir by X-ray Diffraction (XRD) Technique, The Second International Workshop on Water and Sediment Management, 2007.11.23
- 119) Takeshi Shimizu, Hideyuki Ito, Nobutomo Osanai and Syozo Koga: Estimating Sediment Volume into Brantas River after eruption of Kelud Volcano on 1990, The Second International Workshop on Water and Sediment Management, 2007.11.23
- 120) Yukio Tanaka and Mikiyasu Nakayama: Quantitative Estimation of Water Demand of Iraq - Towards Cooperative Utilization of Euphrates-Tigris River Basin-, 1st Asia-Pacific Water Summit, Open Event, 2007.12.2
- 121) Mikiyasu Nakayama: Lessons from Case Studies on Transboundary Impact Assessment - Application for Euphrates-Tigris River Basin-, 1st Asia-Pacific Water Summit, Open Event, 2007.12.2
- 122) Kazuki Tsuji and Masahiro Murakami: Groundwater and Human Security in Arsenic Contamination Problems of the Lower Ganges Delta in Bangladesh and India, IHP-Phase 2, Groundwater and Human Security, 2008.1.24-25
- 123) Masahiro Murakami: Japan's ODA Policy on Groundwater Resources Management and Human Security, Workshop on Groundwater and Human Security - Groundwater resources development and management policy -, 2008.2.29
- 124) Kazuki Tsuji: Some Policy Lessons of Groundwater Resource Management in the Alluvial Flood Plains in Monsoon Asia, Workshop on Groundwater and Human Security - Groundwater resources development and management policy -, 2008.2.29

- 125) Dinh Thai: Water Resources Demand and Supply Responsibility of Groundwater in Hanoi , Workshop on Groundwater and Human Security – Groundwater resources development and management policy -, 2008.2.29
- 126) Bui Hoc: Groundwater Resources Development and Management Policy in Vietnam, Workshop on Groundwater and Human Security – Groundwater resources development and management policy -, 2008.2.29
- 127) Kazuki Tsuji and Masahiro Murakami: Internationally shared (Transboundary) Aquifer Resources in the Lower Ganges Delta in Bangladesh and India], International Seminar of Conservation and Restoration of Groundwater and eco-system in the Wetland and Alluvial Flood Plains, 2008.6.27

③ ポスター発表 (国内会議 14 件、国際会議 10 件)
(国内)

- 1) Asif Mumtaz & Masahiro Murakami: SUSTAINABLE WATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN PAKISTAN WATER RESOURCES ASSESSMENT OF JORDAN, 四万十・流域圏学会第 5 回 学術研究発表会 概要集, 2005.5
- 2) Sahar Dalahmeh & Masahiro Murakami: WATER RESOURCES ASSESSMENT OF JORDAN, 四万十・流域圏学会第 5 回 学術研究発表会 概要集, 2005.5
- 3) 高橋史, 内田太郎, 恩田裕一: Estimation of Sediment Sources Using Radionuclide In Upper Brantas River Basin, East Jawa, Indonesia, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会, 2006
- 4) 浅田浩之, 大石哲, 坪木和久, 中川勝広: 台風内部のメソ擾乱組織の形成, 破壊過程に関する研究, 2006 年度気象学会春季大会, 2006.5.23
- 5) 北村義信, 永田将, 清水克之, Solomon Habtu: 中央アジア・シルダリア川下流域における水田土壌の物理化学特性, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 6) ウルルマ, 長町博之, 福本群, 北村義信, 清水克之, Solomon Habtu, Li Zanbin: 中国・洛惠渠灌区における地下水分布と水質特性, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 7) 清水克之, 城戸淳, 北村義信, 井上光弘, ウルルマ: 植物の吸水蒸散作用を活用した地下水管理に関する研究, 日本沙漠学会第 18 回学術大会(於:総合地球環境学研究所), 2007.5.20
- 8) Tamiru Fekaudu BIRRU, 村上雅博: “GROUNDWATER CONDITION IN ETHIOPIA”, 四万十・流域圏学会(第 7 回)学術研究発表会(高知) 概要集, pp.36-36, 2007.5.26
- 9) 千頭麻子, 村上雅博: “西アフリカ乾燥地域における水をエントリーにした村落開発 – PEPTAC を参考にして –”, 四万十・流域圏学会(第 7 回)学術研究発表会(高知) 概要集, pp.37-38, 2007.5.26
- 10) 梅津靖弘, 村上雅博: “汽水域伏流水取水の淡水化事業の評価～香川県における適用を例として～”, 四万十・流域圏学会(第 7 回)学術研究発表会(高知) 概要集, pp.25-26, 2007.5.26
- 11) 谷大介, 梅津靖弘, Tamiru Fekaudu BIRRU, 工藤日和, 宮嶋麻里, 今富公太, 前田志保, 島村いづみ, 正木一平, 柘植将之, 山敷庸亮, 村上雅博: “シンガポールとマレーシア・ジョホバルの国家水資源と都市流域水環境管理プロジェクト視察”, 四万十・流域圏学会(第 7 回)学術研究発表会(高知) 概要集, pp.33-34, 2007.5.26
- 12) 池巧, 山本和弘, 谷大介, 宗石直樹, 杉万祐一: “村上雅博高知工科大学の四万十川方式浄化システムの滞留時間の評価”, 四万十・流域圏学会(第 7 回)学術研究発表会(高知) 概要集, pp.27-28, 2007.5.26

- 13) 坪田恵美,馬淵泰,村上雅博: “絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の保全を配慮した多自然型河川改修計画の提案”, 土木学会・第15回地球環境シンポジウム(高知)、pp. 279-282, 2007.8.4
- 14) 清水武志, 小山内信智: ブランタス川流域における土砂移動に関する一考察, 平成20年度砂防学会研究発表会概要集、2008

(国際)

- 1) Kitamura, Y., Yamamoto, S. and Inosako, K.: Water Management to Prevent Salinization of Irrigated Lands under Rice-Based Cropping System in the Lower Syr Darya Basin, 8th International Conference on Development of Drylands, Beijing, 2006.2.26
- 2) 吉田尚司, 猪迫耕二, 北村義信, 山本定博, 田熊勝利: Influence of Water and Salinity Stresses on Soil Moisture Change in the Lower Syr Darya River Basin, 乾燥地科学と砂漠化対処に関する国際会議, 鳥取県民文化会館, 鳥取市, 2006.8.28
- 3) 北村義信, 猪迫耕二, 山本定博, 清水克之, Jashenko, R.: 小アラル, シルダリア川流域における上下流間の利水競合と調整 ―ソ連崩壊後の水問題― , 乾燥地科学と砂漠化対処に関する国際会議, 鳥取県民文化会館, 鳥取市, 2006.8.28
- 4) K.Inosako,Y.Kitamura,S.Yamamoto and K.Takuma: Estimation of Consumptive Use of Irrigation Fields in the Lower Syr Darya River Basin, 3rd APHW Conference on Wise Water Resources Management Towards Sustainable Growth and Poverty Reduction, Bangkok, Thailand, 2006.10.16-18
- 5) Kenji Kamiguchi: Future Projection of Extreme Precipitation by Using a 20-km-grid AGCM with L-moment Method , AOGS2007, Bangkok, Thailand, 2007.8.4
- 6) Fukumoto, G., Kitamura, Y., Shimizu, K., Li, Z., Anyoji, H., Yamamoto, S., Li, P., Solomon, H., Wurilema and Nagamachi, H.: Development of a 2-D groundwater simulation model for Luohui Irrigation Scheme, China, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 7) Nagamachi, H., Kitamura, Y., Shimizu, K., Li, Z., Li, P., Solomon, H., Wurilema and Fukumoto, G.: Suitability of groundwater for irrigation use and its spatial distribution in Luohui Irrigation Scheme, China, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 8) Nagao, K., Yamamoto, S., Endo, T., Kitamura, Y., Fukumoto, G., Li, Z., Jiang, Z. G., Irshad, M. and Honna, T.: Availability of soil micronutrients in Luohui Irrigation Scheme, China, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 9) Solomon, H., Kitamura, Y., Shimizu, K., Li, Z., Li, P., Yang, S., Fukumoto, G. and Nagamachi, H.: Indicators of salinization threats to sustainability of irrigated agriculture in Luohui Irrigation Scheme, China, China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007, 2007.9.24
- 10) Hayashi S., Osanai N., Mizuno H., Nishimoto H., Shimizu T.: PROBLEMS WITH WATER AND SEDIMENT MANAGEMENT IN BRANTAS RIVER BASIN IN REPUBLIC OF INDONESIA, 11th conference INTERPRAEVENT 2008

(3)特許出願

①国内出願 (0 件)

なし

②海外出願 (0 件)

なし

(4)受賞等

①受賞

- 1) 国際セッション優秀論文賞
Dian Sisinggih, Satoru Oishi and Kengo Sunada; METHOD FOR DETECTING THE SOURCE OF SEDIMENTATION USING MINERAL COMPOSITION IN SENGGURUH BASIN, INDONESIA, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.41, 2007.3
- 2) 地球環境講演論文賞 2007
田中悠介,村上雅博; “高知県における異常気象災害の頻発化と確率降雨劣化現象の評価”, 土木学会・第15回地球環境シンポジウム(高知), pp. 255-260, 2007.8.4

②新聞報道

- 1) 気象研究所研究グループ; 「河川流量予測」掲載紙; 朝日新聞 東京本社紙 2005.5.13
- 2) 大石 哲; 雨量計 中央アジアで再利用 国交省富士川砂防事務所、山梨大学の研究に提供, 掲載紙: 山梨日日新聞, 2007.5.5
- 3) 吉谷 純一; 国際協調で水害防止, 掲載紙: 読売新聞 13面, 2007.12.6
- 4) 鬼頭 昭雄; 地球異変 島が動く, 掲載紙: 朝日新聞 1, 2面, 2007.12.17
- 5) 村上雅博; 地球と生きる～ガイアネティクスの時代～ (1)川を創る! -四万十川水質浄化システム-, JST サイエンスチャンネル 2008.1.29 放映 <29分番組>, 2008.1.29

③その他

なし

(5)その他特記事項

(出版物 他)

- 1) 北村義信(共著); 熱帯農業事典, 643頁, 2003
- 2) 猪迫耕二; 鏡面冷却露点法を用いたサイクロメータによる土壌の水ポテンシャル測定, 日本砂丘学会誌, Vol.50, No.2, pp.75-79, 2003
- 3) 中島英一郎, 平出亮輔, 桜井健介; ガンジス川流域における水質保全対策の評価、平成15年度下水道関係調査研究年次報告書集, 国総研資料・土研資料
- 4) 吉川勝秀; 『人・川・大地と環境 自然共生型流域圏・都市に向けて』, 技報堂出版, 2004
- 5) 吉川勝秀, 本永良樹; ヨーロッパにおける河川環境等の情報ネットワーク事例の紹介-アジアにおける河川情報等ネットワークの構築に向けて-, 水文・水資源学会誌, 2004
- 6) 吉川勝秀; 第3回河川再生国際会議に参加して, RIVER FRONT, 第51号, pp.38, 2004
- 7) 大西健夫; 「アジア地域における洪水被害軽減イニシアチブワークショップ」開催報告, 土木技術資料, Vol.46, No.11, p10-11, 2004
- 8) 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人科学技術振興機構; 長江洪水セミナー報告書, 共同研究報告書第307号, 2004.8
- 9) 村上雅博(福岡克也・監修); 地球環境データブック: 国際河川と紛争, ワールドウォッチジャパン, pp.214-221, 2004.12
- 10) 野原大輔, 榎本剛*, 江守正多*, 経田正幸*, 山根省三*; アンサンブル法に関するワークショップ参加報告, 天気, Vol.52, No.4, pp.241-247, 2005
- 11) 南山瑞彦, 平出亮輔, 桜井健介; 人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ -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- ガンジス川流域における水質保全対策評価, 国土技術政策総合研究所資料・土木研究所資料 平成16年度下水道関係調査研究年次報告書集, 2005
- 12) 大西健夫; 中国長江を事例とした治水政策の研究, 土木技術資料, 平成17年3月号, pp.10-11

- 13) 北村義信; シルダリヤ川流域におけるソ連崩壊後の水問題, 地理月報 487(二宮書店);5-8, 2005.6.20
- 14) 吉川勝秀,本永良樹; ヨーロッパにおける河川環境等の情報ネットワーク事例の紹介
ーアジアにおける河川情報等ネットワークの構築に向けてー, 水文・水資源学会誌, 第18巻, 第4号, 2005.7
- 15) 吉川勝秀編著; 川のユニバーサルデザイン, 山海堂出版, 2005.10
- 16) 王義成,吉谷純一,大西健夫; 長江の治水計画と主要治水施設の歴史的変遷, 河川, 日本河川協会, no.713, 2005年12月号, pp.79-87
- 17) 独立行政法人;「タイ国チャオプラヤ川および中国長江における流域洪水管理政策に関するフォーラム・シンポジウム報告書」, 土木研究所資料第 3994 号, 2006.1
- 18) Kitamura, Y. ; Special Issue: Competition for water use between upstream and downstream countries in the basin of the Small Aral and Syr Darya River and adjustment measures: Water issues after the collapse of the Soviet Union, Farming Japan (40th Anniversary), Vol.40-1, 2006, 2006.3
- 19) 人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ ーモンsoon・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ガンジス川流域における水質保全対策の評価, 国土技術政策総合研究所資料 No.323 平成17年度下水道関係調査研究年次報告書集, 2006.6
- 20) 第1回ブランタス川流域の水・土砂管理に関する国際ワークショップに関する報告書, 国土技術政策総合研究所資料第 327 号, 2006.7
- 21) 『生態学的な斜面・のり面工法ーこれからの緑化技術ー』(編著)、山海堂 2006.7
- 22) 『農における自然との共生Ⅱ』(共著。農林水産省農林水産技術会議、「自然共生」プロ研究推進事務局編), 独立行政法人 農業・食品産業技術研究機構・農村工学研究所 2006.12
- 23) 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人科学技術振興機構;「タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策ーシンポジウム報告書ー」, 共同研究報告書第 365 号, 2007.3
- 24) 村上雅博; 自然・社会と対話する環境工学:(第1章6節)海外技術協力における水環境分野の人材育成を“, 土木学会・環境工学委員会編、丸善(株)、pp.42-45, 2007.3.31
- 25) 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人科学技術振興機構;「Report on Japan-Thailand-China Joint Symposium on Current Policy and Directions on Flood Damage Mitigation」, 共同研究報告書第 366 号, 2007.4
- 26) 吉川勝秀(編著); 多自然型川づくりを越えて, 学芸出版社, 2007.4
- 27) Kitamura, Y., Kozan, O., Sunada, K., and Oishi, S.; Water problems in Central Asia, Journal of Disaster Research, 2, 3, 134-142, 2007.5
- 28) 南山 瑞彦,平出亮輔,桜井健介; 人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオーモンsoon・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ガンジス川流域における水質保全対策の評価, 平成 18 年度下水道関係調査研究年次報告書集 P.75-78, 2007.6.5
- 29) 小熊久美子,松原康一,北島正章,片山浩之,滝沢 智; ベトナム南部における都市河川の微生物汚染と病原微生物の摂取経路の推定, モダンメディア別冊, 第 53 巻, 5 号, pp.127-133, 2007.7
- 30) 大町利勝; Flow-The essentials of environmental flows「環境流量 ー流水の正常な機能の維持ー」翻訳, YEC 技術資料, 2007.7
- 31) 吉谷純一; タイ王国チャオプラヤ川 2006 年洪水で浮上した治水の課題, 土木技術資料 49-10 (2007), pp.9-10, 2007.10
- 32) 村上雅博; 途上国で強まる水の国際紛争, 毎日新聞社、エコノミスト第 85 巻第 51 号(通巻 3919 号)、pp.36-37、2007年10月2日号, 2007.10.2
- 33) 程曉陶,杜曉鶴,吉谷純一,大西健夫;「中国における水害補償制度とその将来展望ー淮河流域の事例ー」, 河川, No.736, 2007-11月号, pp.54-63, 河川協会
- 34) 吉川勝秀(編著); 河川堤防学, 山海堂, 2007.11
- 35) 村上雅博; ベトナムと空苺菜, 青淵, 平成 19 年 12 月号(第 705 号)、pp.40-43, 2007.12.1

- 36) 山口昌弘,高柳淳二,吉谷純一;「中国長江遊水地管理についての現地調査」,土木技術資料, vol.50, No.4, 2008, pp.47-48, 土木研究センター
- 37) 村上雅博; “水をめぐるガバナンス:(第8章)国際河川のガバナンス(3)ヨーロッパ〜ドナウ川とダム問題・環境政策と水政治学〜“、未来を拓く人文・社会科学シリーズ5(蔵治光一郎編著、執筆者9名),東信堂(株),pp.173-192, 2008.1.31
- 38) 砂田憲吾編著, CREST アジア流域水政策シナリオ研究チーム著; アジアの流域水問題, 技報堂出版 A5判, 320頁, 2008.2
- 39) 吉川勝秀(編著); 舟運都市, 鹿島出版会, 2008.2
- 40) 吉川勝秀; 流域都市論, 鹿島出版会, 2008.3
- 41) 北村義信; 『乾燥地科学シリーズ3, 土壌劣化と対策』「4-4 ウォーターロギングの予防と制御法」を分担執筆, 古今書院 A5判, pp.231-253, 2008.3
- 42) 北村義信,楊勝利; 『乾燥地科学シリーズ5, 黄土高原の砂漠化とその対策』「2-4 黄土高原における灌漑農業と塩類集積, 3-3-1 二次的塩類集積の防止にむけて」を分担執筆, 古今書院 A5判, 2008.3
- 43) Sigrist M., Groundwater contamination Asian coastal cities: Case study of Ho Chi Minh City, Vietnam, Chapter 13, In: Groundwater management in Asian cities, Takizawa S. ed., Springer, March 2008.
- 44) 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人科学技術振興機構; 「平成 19 年度タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウム報告書」, 共同研究報告書第 385 号, 2008.7
- 45) 南山瑞彦,宮本綾子,桜井健介; 人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ-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-ガンジス川流域における水質保全対策の評価, 平成 19 年度下水道関係調査研究年次報告書集 2008 末予定

§7 研究期間中の主な活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成 15 年 1 月 20 日	タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム	東京ガーデンパレス(東京都)	80 人	タイ国チャオプラヤ川および中国長江の流域水管理政策について討議する
平成 16 年 1 月 14 日	第1回アジア地域等の流域水政策シナリオ研究チーム全体ミーティング	財)リバーフロント整備センター	40 人	チーム全体のキックオフミーティング 研究方針・計画についての詳細な討議を行う
平成 16 年 3 月 5 日	長江洪水セミナー 「-1954 年と 1998 年に発生した大洪水の特性比較」	食糧会館 (東京都)	30 人	1954 年と 1998 年に発生した大洪水の特性比較を検討する
平成 16 年 7 月 5 日-8 日	“Basin-wide Policy Scenario to Secure Sustainability against Population Explosion: Strategy to Cope with Water Variability in Asian Region”	シンガポール	30 人	2nd APHW Conference 開催に合わせ現地で砂田 CREST スペシャルセッション・平成16年度第2回幹事会を開催する

平成16年8月16日	IWRM ツールボックスに関する打合せ	GWP 事務局(ストックホルム)	15人	IWRM ツールボックスに関する打合せ
平成16年9月6日-7日	Expert Meeting on Euphrates/Tigris River basin Management	国際連合大学	20人	各国の専門家と共に具体例を交え多様な側面から検討・議論する
平成16年9月8日	国際シンポジウム「水のグローバルガバナンスー人間安全保障の視点からー」	国際連合大学	150人	各国の専門家と共に具体例を交え多様な側面から検討・議論する
平成16年10月1日	第1回チグリス・ユーフラテス川流域の水資源に関する専門家会合	学術振興会(東京都)	10人	ユーフラテス川およびそれに隣接するチグリス川の下流域における「用排水分離」の実現に関する討議
平成16年10月25日-27日	International Conference on “Advances in Integrated Mekong River Management”	ビエンチャン(ラオス)	100人	モンsoon・アジア地域、特にメコン河関連の地域の課題解決に向けて意見交換や議論を進める
平成16年11月17日	第2回アジア地域等の流域水政策シナリオ研究チーム全体ミーティング	東京大学工学部	20人	第2回チーム全体ミーティング 研究報告・討議
平成17年2月24日	タイ国チャオプラヤ川・中国長江の流域水管理政策に関するシンポジウム	東京都	50人	タイ国チャオプラヤ川および中国長江の流域水管理政策の提示、アジアモンsoon地域における洪水問題に対する政策シナリオの提示
平成17年3月1日	第2回チグリス・ユーフラテス川流域の水資源に関する専門家会合	学術振興会(東京都)	20人	チグリス・ユーフラテス下流域の水量・水質モデルを構築するための集中検討
平成17年3月1日	The Workshop on Water Resources Management in the Alluvial Flood Plains in Asia -Groundwater and Water Demand Forecasting Problems in South-East Asia-	山梨大学 東京大学	50人	東南アジアでの地下水と水需要、水資源管理に関する問題点などを討議
平成17年6月3日-4日	ハイドロポリティクス研究会 越境影響評価研究会	学術振興会(東京)	40人	ユーフラテス川及びアララ海流域に関するハイドロポリティクス研究分野の討議
平成17年6月21日	Asia Oceania Geosciences Society’s 2nd Annual Meeting)“HSO4 International Waters” session	シンガポール	40人	AOGS 2005 の期間中、CREST 主催の横断的討議のための水循環ワークショップを開催し、水循環に関連する横断的研究の進め方につき討議を行う
平成17年6月23日	人口急増地域の水管理ツールボックス開発研究打ち合わせ	国土技術政策総合研究所	7人	ツールボックスの作成方針、表現形式、今後の進め方について議論

平成 17 年 7 月 28 日-29 日	第1回ブランタス川流域 の水・土砂管理に關する 国際ワークショップ	バツ(インド ネシア)	50 人	ブランタス川の土砂生産に關する現 地調査および資料収集
平成 17 年 10 月 4 日-7 日	チャオプラヤ中下流域 総合水資源-地下水管 理、バンコク研究会	バンコク	15 人	バンコク首都圏およびチャオプラヤ 流域水需要実態調査・チャオプラヤ 中下流域氾濫限地下水利用実態調 査
平成 17 年 10 月 9 日-15 日	第 17 回全国生涯学習 フェスティバル「まなびピ ア鳥取」	鳥取県	100 人	国際協力の最前線として中央アジア 諸国についての講演
平成 17 年 10 月 17 日-18 日	第3回砂田 CREST 全体 ミーティング	山梨大学	40 人	第3回砂田 CREST 全体ミーティング 研究報告・討議
平成 17 年 10 月 17 日-22 日	第3回チグリス・ユーフラ テス川流域の水資源に 關する専門家会合	(独)日本学 術振興会 (東京都)	10 人	ユーフラテス川流域国の研究者との 共同研究打ち合わせ
平成 17 年 11 月 17 日	「アラル海流域の水問 題と水政策」についての 打ち合わせ	(独)日本学 術振興会 (東京都)	5 人	アラル海流域の水資源と環境に關 する政策提言へ向けての検討会
平成 18 年 1 月 12 日	第4回セミオープン・ワ ークショップ	東京	15 人	Toolbox の目標・課題について議論 検討
平成 18 年 1 月 13 日	平成 17 年度第2回幹事 会	東京大学 工学部	15 人	平成 17 年度第2回幹事会 Toolbox の検討
平成 18 年 1 月 20 日	第2回タイ国チャオプラ ヤ川・中国長江の流域 水管理政策に關するシ ンポジウム	東京ガーデ ンパレス	70 人	バンコク土地利用およびチャオプラ ヤ川全流域の治水政策、遊水地利 用計画および水害補償制度につい て総合討論を行なう
平成 18 年 2 月 9 日-11 日	国際シンポジウム「国際 河川管理における交 渉・対話・認識の役割 (クローズド・セッション)」	東京大学 本郷キャン パス	15 人	国際河川流域の統合的な管理に關 し、流域国の交渉と対話について事 例研究発表・討論する
平成 18 年 3 月 13 日-18 日	チャオプラヤ川下流域 の総合的流域水環境管 理セミナー	バンコク (タイ)	15 人	チュラロンコン大学・アジア工科大学 とセミナーを開催
平成 18 年 3 月 21 日	Seminar on the Flood Damage Mitigation Measures in Bangkok Metropolitan Area and Chao Phraya River Basin, Thailand	バンコク (タイ)	30 人	現地の実態土地利用規制・誘導に ついての報告、1985 年治水計画(B HM, JICA)・1995 年治水計画 (RID, JICA)とその後の対策方向性 について議論
平成 18 年 5 月 12 日	平成 18 年度第 1 回幹 事会	キャンパス イノベーシ ョンセンタ ー(東京)	20 人	砂田チーム平成 18 年度第 1 回幹事会 今年度以降の研究調整・戦略等につ いて方針を検討し、方向性を確認 した
平成 18 年 6 月 28 日	「ユーフラテス・チグリス 川流域に關する水量・ 水質モデル」構築につ いて研究会	日本学術 振興会	7 人	水不足問題中心の流域グループ打 合せ

平成18年6月28日-29日	第2回「ツールボックス」打合せ会	山梨大学	8人	砂田CREST第2回「ツールボックス」打合せ
平成18年7月18日	ベトナムの水質データ解析に関する打ち合わせ	山梨大学	25人	ベトナムの水質データ解析に関する打ち合わせ
平成18年8月21日	「アフリカにおける地下水と人間の安全保障に関するセミナー」 Seminar on Groundwater Management and Human Security in Africa	東京都JICA本部	100人	新しい地下水研究テーマの展望と問題点、さらに課題についてグローバルな視点からの意見と情報の交換を行う
平成18年8月22日-23日	「気候変動下における地下水と人間の安全保障に関するワークショップ」Workshop on Managing Groundwater Resources for Human Security in Changing Global Climate and Human Interception	東京都JICA国際センター, 総合地球環境研究所 京都	100人	最貧国の地下水の枯渇と人間の安全保障に関して議論
平成18年9月7日-8日	第4回全体ミーティング	文部科学省研究交流センター	40人	流域ごとの研究経緯と研究発表、研究計画と今後の予定について協議
平成18年10月4日	チャオプラヤ中下流域総合水資源-地下水管理、バンコク研究会	バンコク(タイ)	15人	チャオプラヤ中下流域総合水資源-地下水管理、バンコク研究会
平成18年10月14日	洪水被害軽減の今日の政策と方向性に関する日泰中合同シンポジウム	バンコク(タイ)	70人	中国長江およびタイ国チャオプラヤ河での遊水地などの土地利用に関する研究成果を発表、今後の研究の活用や方向性などを協議
平成18年10月16日-18日	流域水管理政策シナリオに関する砂田CREST研究会	バンコク(タイ)	20人	第3回 APHW 開催期間において、砂田CREST研究者及びアジア諸国の研究者によるCREST研究会
平成18年11月15日-16日	チグリス・ユーフラテス川流域における日本の経験・知識・技術の活用に関するワークショップ	JICA 国際総合研修所(東京都)	30人	水問題解決のための経験・知識・技術を整理し、チグリス・ユーフラテス川流域の水問題解決に活用するため、情報共有・意見交換・議論を行う
平成18年11月17日	国際シンポジウム「国際河川ホットスポット: チグリス・ユーフラテス川流域管理における政治交渉と科学の役割」	U.N.House(東京都)	50人	チグリス・ユーフラテス川流域管理における政治交渉と科学の役割について討議する
平成19年2月6日	砂田CREST平成18年度第2回幹事会	キャンパス・イノベーションセンター(東京)	17人	水循環領域の「領域シンポジウム」での討議経過、「中間評価会」での質疑、「領域会議」での協議状況を受けて、砂田チームの研究戦略を議論

平成19年2月13日-14日	長江洪水政策報告書作成に関する打合せ	総合地球環境学研究所	3人	平成18年1月20日、平成18年10月14日の2つのシンポジウムの報告書の修正を行い原稿の変更を行う
平成19年2月27日	国際シンポジウム「水のグローバルガバナンス」	東京大学農学部	40人	「グローバルガバナンス」を水資源の管理において確立するため、新しい行動規範と方法論の提案を行う
平成19年2月27日-3月2日	知識データベース(Knowledge Mining System、KMS)作成に関する会議	国土交通省国土技術政策総合研究所	7人	知識データベース(Knowledge Mining System (KMS)、旧ツールボックス)の作成について外国の研究者とCREST研究者間で、情報交換等行う
平成19年5月22日	セミナー「アラル海:破壊からの再生・未来への道標」	東京・皇居前 パレスビル	30人	アラル海の現状と将来への展望、そして、アラル海が私達人類に遺した教訓について協議する
平成19年6月9日	平成19年度第1回幹事会	キャンパス・イノベーションセンター(東京都)	20人	H19年度研究全体計画のフレーム、各グループの研究目標・流れと計画、KMSの構成、気候変動・流出量変動予測の反映等について協議
平成19年6月12日-16日	洞庭湖土地利用に関する会議	武漢大学、水利水電科学研究所	5人	洞庭湖の土地利用規制の情報収集と論文執筆についての協議
平成19年7月14日	アラル海流域の研究に関する研究会	キャンパス・イノベーションセンター(東京都)	7人	Strategies for Water/Land Management in the Middle Stream of Syrdarya River Basin (8/23)に向けた国内勉強会
平成19年8月17日	JICA/JST 主催:国際セミナー 沖積・湿地帯の地下水・生態系管理セミナー	釧路市	30人	沖積氾濫原と湿地帯の地下水と生態系管理に関する国際セミナー
平成19年8月23日	シルダリア川中流域の水・土地の管理・利用に関する戦略会議	ICARDA タシケント	15人	シルダリア川中流域の水・土地の管理・利用に関する戦略会議、研究打ち合わせ
平成19年9月6日	平成19年度 タイ国チャオプラヤ川・中国長江における流域水管理政策に関するシンポジウム	東京	32人	中国(長江)・タイ(チャオプラヤ川、バンコク首都圏)・日本国際シンポジウム
平成19年9月7日	国際セミナー「国際河川流域における越境影響評価手法の改善に向けて」	東京大学本郷キャンパス	10人	「越境影響評価」研究に関する事例研究の発表、事例研究から得られた知見に関する討議
平成19年9月7日	長江遊水地の住民移転に関する打合せ	ダイヤモンドホテル	4人	洞庭湖内の住民移転計画と実際についての確認
平成19年9月21日-22日	砂田CREST第5回全体ミーティング	山梨大学	45人	砂田CRESTチーム全体ミーティング研究の経緯と今後の目標を討議

平成19年9月24日	China-Japan Joint Seminar on Combating Desertification and Development in Inland China of Year 2007	Institute of Soil and Water Conservation, CAS, China	60人	黄河の流域である黄土高原の砂漠化防止と中国内陸部の農業開発に関する研究会
平成19年9月26日-27日	中央アジアの水資源研究に関する打合せ	山梨大学	20人	中央アジアの水資源研究に関する打ち合わせ
平成19年11月15日	国際セミナー「イラクの水資源」	東京大学本郷キャンパス	50人	「イラクの水資源」研究進捗の報告
平成19年11月22日-24日	第2回ブランタス川流域の水・土砂管理に関する国際ワークショップ	マラン (インドネシア)	30人	ブランタス川流域の水・土砂管理上抱えている問題に関する既存の調査・研究成果を持ち寄り 今後の研究の方向性を明らかにする
平成19年12月2日	第1回アジア・太平洋水サミット・オープンイベント「ユーフラテス・チグリス川流域の水資源と環境」	大分県ニューライフプラザ(大分県)	10人	ユーフラテス・チグリス川流域における水資源と環境について、内外の実務者と研究者が講演
平成19年12月13日	タイおよび日本の流域水政策(治水政策)に関する国際シンポジウム	日本大学理工学部	30人	タイおよび日本の流域水政策(治水政策)に関する国際シンポジウム
平成20年1月23日	東京ベイエリアにおける水と緑のネットワーク形成と生物多様性に関するシンポジウム	幕張メッセ国際会議場	50人	東京ベイエリアにおける水と緑のネットワーク形成と生物多様性の現状と展望を考えていくために議論、研究成果報告
平成20年2月15日	砂田CREST「平成19年度第2回幹事会」	キャンパスイノベーションセンター(東京都)	20人	領域シンポジウムの報告、各グループ研究状況報告、研究のまとめとその戦略について討議する
平成20年2月21日	「イリ川流域における水資源・環境管理に関するセミナー」	総合地球環境学研究所	20人	イリ川流域における水資源・環境管理について、討議
平成20年2月23日	「アラル海流域における水資源・環境管理に関するオープンセミナー」	鳥取大学農学部	63人	アラル海流域における水資源・環境管理について、研究成果の報告、討議する
平成20年2月27日	GIF セミナー「国境を越える環境影響、地域紛争とグローバル・インフラの役割」	経団連会館	30人	“環境影響評価”や“紛争からの復興における資源管理の役割”を主題として討議した
平成20年2月29日	国際セミナー:地下水環境とその管理	岡山大学大学院環境理工学部	20人	環境問題として地下水と地下水汚染を考慮した“地下水環境とその管理”を主題に国際セミナーとミーティングを行う

平成20年2月 29日	Transboundary Impact Assessment (越境影響評価) 専門家会合	東京大学 本郷キャンパス	20人	「国境を越える(Transboundaryな)環境への影響」を事前に予測する為の方法論について検討
平成20年3月 4日	ICARDA 打ち合わせ	鳥取大学 農学部	5人	ICARDA(国際乾燥地農業研究センター)と水管理・土壌管理に関する共同研究について協議
平成20年6月 27日	水環境に関する国際セミナー	(独)土木研究所寒地土木研究所(札幌市)	80人	Conservation and Restoration of Groundwater and of Eco-system in the Wetlands and Alluvial Flood Plains
平成20年6月 28日	水環境と世界の水問題に関する国際セミナー	札幌エルブラザ(札幌市)	40人	☆世界(アフリカ・アジア)の安全な水と子どもたちの未来☆世界の水問題に関するセミナー
平成20年7月 4日	連続国際シンポジウム”水と環境の共生 –アラル海とメコンデルタを中心に–”	東洋大学 白山キャンパス	400人	水と環境をめぐる国際間の調整や農業の持続可能性などについて考える
平成20年8月 19日	砂田CREST「平成20年度第1回幹事会」	日本科学未来館	20人	研究終了報告書のとりまとめ, 研究成果の社会へ還元方法に関する打ち合わせ
平成20年9月 25日-26日	アジア人口急増地域の流域水政策科学と実務に関するシンポジウム	日本科学未来館	120人	アジアの代表的な河川流域において, その流域の持続的発展のために, 科学技術, 経験・知識情報をいかに水管理政策に活かしていくかを議論する
平成20年11 月3日	河川流域における実践的な水管理政策に関する特別分科会	北京(中国)	20人	第4回 APHW 開催期間において, 砂田CREST研究者及びアジア諸国の研究者を入れたCREST研究会
平成20年12 月19日	砂田CREST「平成20年度第2回幹事会」	山梨大学	20人	研究実施経過の総括, 研究成果の社会へ還元および今後の研究の展望に関する意見集約

§8 結び

(1) 研究の達成度

本研究の体制としては、報告書冒頭でも示されるように、流域個別の事情や水課題の分析のグループ(グループ2, 3, 4)とそれらに係わる共通横断的な条件提供や評価を進めるグループ(グループ1)とで構成され、さまざまな流域の多様な水問題に対して縦断的横断的な理解と対応への提案がめざされた。流域固有の背景から問題を分析すると、対象とした流域にのみ関心を寄せて、それぞれが独自に研究を進めて、場合によっては研究が発散することにもなりかねない。このことは当初から懸念されたので、研究代表者としては意図的に頻繁な研究打ち合わせの場を作り、研究の一体感や共通目標が失われることのないよう配慮した。気候変動の影響や各地の人口増加等の事情を背景に、それぞれの流域での中心的な課題を分析して水管理の方向性を提示した。それらの経験や情報を集約が試みられた。研究目的全体の達成度としては、結果的に、80~85%程度と考えている。このうち、流域の水問題の抽出や分析については90%以上の成果が得られたと思われる。各流域の水問題では、その背景や構造が当初の目標以上に詳しく解明された。これに対して、各流域での水政策シナリオ、知識・情報の集約においては、相当の努力にもかかわらず75%程度と考えられる。理由としては、抽出のための「水政策シナリオ」そのものの視点が、流域の空間的なスケールや背景によって多様であり過ぎたこと、さらにそれらの集約では情報提供・公開システムの障壁もあり、終了時点で完全に自由に利用可能な段階に至っていないことなどによる。しかし、その集約の方法論としては、流域の特性条件やシナリオの比較分析および情報参照の手法アイデアについては、これまでにない新たなシステム(KMS)の開発が試みられ、社会的側面と自然科学的側面の融合科学の第一歩として貢献できたと考えている。

(2) 得られた成果の意義

国際協力に科学技術で貢献し、多様な流域の場におけるより適切な水利用システムの構築を支援できることにも本研究の大きな意義がある。この意義を象徴的に言い表せば、「JICA(国際協力機構)のシニア専門家を客観的に多数作り出すこと」に相当する。多くの専門家は、かなりの長さの期間現地に赴いて実践的に活躍し、交流し、歴史と文化のを理解して、流域の水事情をよりの確に把握をしている。シニアな専門家はさらに各地の流域を承知しているので、さまざまな場面での水管理について、適切なアイデアと発想の提示が期待できる。“何ができるか、何をすべきか、何をすべきか”について、判断が可能になる。まさに経験は科学である。本研究はこの技術の結集を客観的にかつ系統的に進めようとしたものである。代表的な流域について、「アジアの流域水問題」は書籍としていわば公開してきている。本研究での目標と成果をもとに、著者の協力で印税辞退の形で一般図書として市販されている。専門家、一般読者にとって有益なものと確信している。加えて、水分野で学ぶ若手技術者・研究者にとっては、問題の所在や求められている科学技術の進展に意識を高く呼び起こすことになる。中山グループが強調する「セカンドトラック」の概念は、水問題解決の困難な閉塞感の漂う長いトンネルにあって、唯一の光明となる科学技術の知恵の大きさを訴えるものである。本研究で得られた成果は、各地域での具体的な提案のみならず、社会に貢献できる従来にない科学技術のあらたなシーズを生むことになる。本研究では従来になかった主要な系統的な項目を辿って、効果的な事例参照な KMS-1 システム、さらにクロスリレーショナルなデータベースを使ったナレッジマイニングシステム(KMS-2)が開発された。課題が複雑でもその重要性が認識されていれば、新たな時代を切り拓く技術革新の対象となる。本研究は単なる事例研究ではない成果が得られたと考えている。

(3) 今後の展開

研究では、代表的な河川流域での水政策シナリオが議論されたが、言うまでもなく河川流域は多数に及ぶ、分類はできても方法論の一般化は困難である。しかし同時に、研究では水課題の背景となる基本的なキーワードも抽出されている。情報の共有、対話、科学主導、意志決定、などより普遍的な規範のもとに、流域水政策の評価が可能となる。今後は、そうした評価のための新たな戦略のもとで、流域の抽出、開発シナリオの評価が可能になる。KMS についても、新たな情報の処理・

抽出の手法やそのための方法論などは学術・技術として体系化し得る可能性がある。この水循環領域の中心的な研究者が参加して 2007 年1月に「領域会議」が開催された。その際、気候研究サイドから、水利用システムのサイド(気候モデルのユーザー)に「どの程度の気候モデルの精度が必要か?」と尋ねられた。私は少し考えた後、社会条件や政治の判断の方が大きく作用し過ぎて(上流で水を取り過ぎてなど)、答えられないなどと返答したことを思いだす。水とガバナンスは永遠の課題のようにも見える。しかし、少しでも、科学的な意思決定支援システムが定着することを願っている。本研究の成果がその一助になればと考えている。

(4)プロジェクトの運営

まず、チーム全体の研究遂行について、状況を総括する。本研究は水問題の実務とも直接関わる研究内容のため、大学の研究機関と共に、国土交通省国土技術政策総合研究所や気象庁気象研究所、(独)土木研究所などの研究機関も参加してきている。この課題にはいずれの機関でも当初から深い関心を持ち、重要性を認識してきたことから、研究代表者の意向に全面的な協力態勢を整えてもらうことができた。代表者の研究構想ではあるが、具体的な研究実施・遂行においては各流域の特徴や背景についての工夫が必要で、幹事会では「大目標」達成のための方法論的な小異は揃える必要もないことを認め合った。たとえば、長江流域では基礎データの収集に困難があること、メコン河では国際河川に注目した議論を深めること、チグリスユーフラテスでは協議の場の醸成など、流域としての空間的なスケールの違いのみならず、方法・着目点について幹事会で一緒に議論した。9つの流域それぞれをあるグループが「担当する」のではなく、9つのグループが9つの流域を議論してきた。国総研では担当責任者が異動することもあり、研究の継続性も心配されたが、関係者の努力により、途切れることなく研究業務が進められたと考えている。

研究費の使い方については、当初より設備の早目投入、現地調査・資料収集など全体的に効率よく運営できたと考えている。ただし、研究成果刊行のための工夫が必要でもある。たとえば出版社での成果の公開は専門分野のみならず多くの読者に、社会に還元することとなったが、出版権の関係で、その直接的な引用は逆に制限されることとなった。見通しの甘さもあるが、成果公表の仕組みも検討の余地があると考えられる。

若手研究者の育成等については、本研究は新たなプロジェクト研究の分野を提示し得たと考えている。自然科学的な現象面からの解明のみならず、流域の地理的状況や社会的な仕組みや慣例、偏狭な局所的な最適化が招く流域の管理の不都合を若手研究者は大いに印象付けられたことだろう。加えて、こうしたプロジェクト研究の進め方は各分野・機能の結集が基本となっていることから、各人の努力・各機関の機能が全体の目標に貢献することの意義や効率とその重要性を認識できる機会となった。

(5)戦略的創造研究推進事業に対する意見

チーム型の研究の有用性は明白である。日常的な個別項目の狭い研究とは別に、複合・輻輳する大きな課題に参加機関の特色を有効に生かした研究推進は今後とも大いに進められるべきと考えている。ところが、本 CRRST 研究の発足当時は経理・事務が研究事務所を中心とした集中型の形態を取っていたが、やがて委託研究として各研究機関への配分の形がとられることとなった。予め経費が詳細に見積もられる場合は細分化した資金の配分でも対応できるだろうが、海外調査旅費、その他事前に把握し難い経費を必要とする研究では、経費の集中的な管理と弾力性がより効率的な研究費の使用につながると思う。物品の管理のためとはいえ、研究の効率の低下にもかかわることなので、研究経費・経理の厳格性は当然確保しつつも、本来の研究の効率性の向上が目指されるべきと考える。単なる経費の分散化であるが、ややもすると思考や目標の分散化を助長することにもなりかねない。再考が必要のようにも思える。

【謝辞】 意義のある研究の機会を与えられた、(独)科学技術振興機構に、研究領域「水循環のモデリングと水利用システム」の虫明領域総括に、増田参事をはじめとする同領域研究事務所の皆さんに、そして代表者のわがまを許容し、熱心に研究に取り組んでいただいた本研究チームの研究参加者の皆さんに心から感謝いたします。



“メコン河の総合的な流域管理のための科学技術と実務に関する国際会議”
(2004.10.25～27, ビエンチャン、ラオス)



“ブランタス川の水・土砂の管理に関する国際ワークショップ” (2005.12, マラン、インドネシア)



砂漠に広がる塩湖(アイダール湖)のたそがれ
(2006.8, ウズベキスタン)



“タイ・中国・における流域水政策に関するシンポジウム” (2007.9.6, 東京)



ガンジス川ガドガンガの沐浴場 (2008.2, インド)



JST 国際強化支援策による“アジア人口急増地域の流域水政策科学と実務に関するシンポジウム” (2008.9.25-26, 東京)