

地球規模課題対応国際協力プログラム (SATREPS) 研究課題別追跡調査報告書

I. 序文

SATREPS 追跡評価実施要領 (<https://www.jst.go.jp/global/kadai/hyouka/pdf/follow-up-evaluation-procedure.pdf>) に基づき、追跡調査を実施した。具体的には、プロジェクト終了後の各研究課題の国際共同研究の成果の発展状況や活用状況を明らかにするために、対象課題に関連した文献およびインターネットによる調査（関連論文、特許、受賞、外部資金等）、対象課題の研究者に対する質問票による基礎データ調査を実施した。さらにそれらの結果を踏まえて研究者インタビュー調査を行い、得られた情報を総合的に整理しまとめた¹。

今般の研究課題別追跡調査にあたっては、以下の方にご協力頂いた。御礼申し上げます²。

中川 一（京都大学 名誉教授）

川池 健司（京都大学 防災研究所 教授）

張 浩（熊本大学 大学院 教授）

II. プロジェクト基本情報

1. 研究課題名

バングラデシュ国における高潮・洪水被害の防止軽減技術の研究開発

2. 日本側研究代表者名

中川 一（プロジェクト終了時 京都大学 防災研究所 所長・教授）

（ 現在 京都大学 名誉教授 ）

3. 相手国（バングラデシュ人民共和国）側研究代表者名

Md. Munsur Rahman（エムディ ムンスール ラーマン）

（バングラデシュ工科大学 水・洪水管理研究所 所長・教授）

¹ 2023年11月から2024年3月に各種調査および報告書のとりまとめを実施した。

² 本プロジェクトの研究代表者であった中川名誉教授は既に退官されており、そのご推薦により、川池教授（SATREPSプロジェクト参加時は准教授、現在は教授として、その後の京都大学防災研究所の関連プロジェクトを主導中）に、追跡調査の質問票調査およびヒアリング調査へのご協力をお願いした。また、川池教授を通じて、張教授にもヒアリング調査にご協力いただいた。プロジェクト当時の川池教授は洪水災害グループリーダーおよび衛生環境対策グループ分担研究者、張教授は河岸侵食対策グループ分担研究者であったが、可能な範囲で他の研究題目のカバーもご協力いただいた。同じく川池教授を通じて質問票回答に協力いただいた先生方にもこの場にて御礼申し上げます。

4. 国際共同研究期間

2014年4月～2019年3月

5. 研究概要

(1) 目的

本プロジェクトでは、バングラデシュにおいて、河川の洪水ハザードマップ、海面上昇の影響を考慮した高潮ハザードマップ、河岸浸食による土地の流亡対策、汚染物質などの氾濫・堆積による生活環境の悪化とその対策についての研究開発を実施している。洪水やサイクロンの被害が多発しているバングラデシュにおける「被災と貧困のスパイラル」から抜け出すことをめざしたプロジェクトであり、日本側が京都大学、東京大学、高知大学等が、バングラデシュ側はバングラデシュ工科大学（BUET）、ダッカ工科大学等が協力し、関連するバングラデシュの政府機関等の協力も得ている。中央・地方政府、NGO、地域コミュニティなどを対象にしたワークショップや研修を通して人材育成を図るとともに、地域住民と専門家との協議を通じて、有効で持続的な災害対策の開発を進めている。

(2) 各グループの研究題目と実施体制

プロジェクトは下記の5つの研究題目で構成され、それぞれのグループにて実施された。

- 研究題目 1. 洪水リスクアセスメントに関する研究開発
(グループ1 主担当：洪水災害グループ)
- 研究題目 2. 海岸域における改良型高潮避難予警報システムの開発
(グループ2 主担当：高潮災害グループ)
- 研究題目 3. 河岸侵食および河川堤防の決壊にかかる災害とその軽減策
(グループ3 主担当：河岸侵食対策グループ)
- 研究題目 4. 洪水氾濫による有毒堆積物質の拡散及びその被害軽減に関する研究
(グループ4 主担当：衛生環境対策グループ)
- 研究題目 5. 地域防災力を有する社会構築のための Disaster Management
(グループ5 主担当：地域防災力グループ)

(3) SATREPS 期間中の各グループの成果

研究題目 1. 洪水リスクアセスメントに関する研究開発

大川からの洪水氾濫とフラッシュフラッド (flash flood)³については、ハザードマップとリスクマップを作成し、河口感潮域のタイダルフラッド (tidal flood)⁴については詳細なメカニズムを解明することで、現地への実装を通して被害の防止軽減を図った。海面上昇下での洪水危険度マップの作成、ワークショップによる洪水被害軽減策の評価

³ 主に山地や中山間地の河川などにおいて発生する、非常に急激な出水・増水。

⁴ 主に低地の河口感潮域などにおいて発生する、潮汐の影響による出水・増水。

と改善策の提案等を行った。

研究題目 2. 海岸域における改良型高潮避難予警報システムの開発

「バングラデシュ国における高潮被害の軽減に向けた災害に強い地域作り」を目的として、バングラデシュ沿岸域の高潮被害の軽減に資する予警報システムの改善を目指した。海面上昇下での高潮ハザードマップの作成、サイクロン及び高潮の社会基盤施設への影響評価、対象地域での現地観測、新警報・避難システムの構築とその試行準備等を行った。

研究題目 3. 河岸侵食および河川堤防の決壊にかかる災害とその軽減策

既往研究のレビュー及び関連データの収集、Jamuna 川下流域を対象とした河床変動解析、堤防の強度を測定するための現地調査、種々の実験的検討等を通じ、流域の土砂生産・動態の把握、伝統的河岸防護施設周辺の流れと河床変動の解明、バンドル (Bandal)⁵の護岸機能の検討、河川堤防の決壊メカニズムの解明と脆弱箇所マップの作成、持続可能な河岸侵食・堤防決壊対策の提案等を行った。

研究題目 4. 洪水氾濫による有毒堆積物質の拡散及びその被害軽減に関する研究

洪水氾濫により想定される有害物質拡散状況を可視化できるツールを開発し、そのツールを用いて被害を最小限に抑えるための対策をわかりやすく提案するとともに、その実行を各方面に働きかけていくことを目指した。水質調査、数値解析、健康調査を実施し、汚染指標データの特定と解析、汚染物質のメカニズムの解明、技術的・経済的被害軽減対策評価等を行った。

研究題目 5. 地域防災力を有する社会構築のための Disaster Management

現状の高潮・洪水に対する Disaster Management の詳細調査、高潮・洪水に対する総合的な防災力の定義、研究対象地域における高潮・洪水に対する住民の需要と優先順位に関して調査を進めた。レジリエントな地域社会を構築するための研修プログラム・トレーニングモジュールを作成し、普及のための大学間ネットワークを構築した。バングラデシュ工科大学を中心とした連携大学へ引き渡しを進めた。

III. 追跡調査結果まとめ

1. 研究の継続・発展について

[プロジェクト全体]

- ー 本プロジェクトは科学研究費補助金 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化 (B)）「バングラデシュ農村地域における水防災と環境共生技術の開発に関する研究」（2019年10月7日～2024年3月31日）（以下、「科研費研究」）に継続・発展された。本プロジェクトでも取り扱った Jamuna 川のエリアをターゲットとして、引き続き堤防決壊、洪

⁵ バングラデシュ等の大陸河川において乾季の舟運改善を目的に伝統的に用いられてきた、水制工の一種。

水氾濫、河床変動流路変動、加えて環境等を研究している。

- 一 新型コロナウイルス感染症の影響で、互いの国を往来して活動することが難しい状況になったが、本プロジェクト当時の現地情勢悪化の際の対応を活かしながら、オンラインで連絡をとり双方の国それぞれにおいて可能な範囲で研究活動を継続し、現在もその状況が続いている。日本側研究者においては、洪水氾濫解析、堤防決壊メカニズム、水制周辺の河床変動などに関連する研究を行っている。
- 一 科研費研究のメンバーの一部が 2023 年度末に現地訪問を予定している。また、同研究が終了した後も、現地との交流を継続していく予定である。

[(1) 洪水リスクアセスメントに関する研究開発（洪水災害グループ）]

- 一 本研究題目は上記科研費研究において洪水氾濫をテーマとした国際共同研究を継続している。前述のとおり新型コロナウイルス感染症の影響により SATREPS 終了時から大きくは展開していない。もっとも、洪水ハザードマップを現地に実装していくことを目標に、当初は日本側が先行して氾濫シミュレーションを実施した。その後バングラデシュ側が地形データを整備し、現地で独自にシミュレーションできるまでに研究者が育った。シミュレーション結果をハザードマップにして社会実装するには至らなかったが、日本で普及しているハザードマップをサンプルとして示して現地でワークショップを実施した。

[(2) 海岸域における改良型高潮避難予警報システムの開発（高潮災害グループ）]

- 一 本研究題目は現地関係者により継続されており、プロジェクトで構築されたモデルの適用状況について、サイクロン接近時に適宜連絡を取っている。
- 一 利用可能な熱帯サイクロンのデータベースを用いて高潮氾濫モデルとデータベースを開発し、バングラデシュの沿岸地域に近いベンガル湾における過去 31 サイクロンの氾濫をシミュレーションした。Sidr と Aila の 2 種のサイクロンについて、異なる床面粗度、軌道源、風抗力係数の条件について利用可能なデータを用いて較正・検証された。その結果、空間的に変化する床面粗度と風によって変化する抗力条件により、海岸での浸水のより信頼性の高い予測が可能であることが示唆された。浸水データベースは、各部門の損失や被害に関する情報や市民科学と連携することが可能であり、沿岸保護構造や緊急測定的设计に必要な情報を提供するだけでなく、データの乏しい同地域における長期的な気候適応計画の構築にも貢献する。

[(3) 河岸侵食および河川堤防の決壊にかかる災害とその軽減策（河岸侵食対策グループ）]

- 一 本研究題目は上記科研費研究において堤防決壊、河床変動などをテーマとした国際共同研究を継続している。日本における伝統的河岸侵食防止対策工に関する現地調査と資料収集を行い、安定性を向上させるための構造物の地形への順応性が重要であることが明らかになった。その結果を踏まえ、洪水時におけるバンダル型水制工の安定性の向上に関する検討を行い、上部工と下部工の改良版に関する提案を行った。河床地形の変動予測を行い河岸侵食のメカニズムやバンダル型水制工の効果を高精度で評価するため

の3次元数値解析モデルを構築した。湾曲水路に設置した水制工の設置間隔による河床地形の変動と侵食防止効果特性を評価した。

- ー 同モデルは応用可能なレベルに達したものの、最近ではより使いやすい欧州発の商用ソフトが登場したため、実際の現地の川のシミュレーションには使っていないが、学生の教育等に活用している。

[(4) 洪水氾濫による有毒堆積物質の拡散及びその被害軽減に関する研究（衛生環境対策グループ）]

- ー 本研究題目は上記科研費研究において水環境などをテーマとした国際共同研究を継続している。農村地域における水質汚濁の研究に関しては、対象フィールドをメグナ川下流地域とし、洪水氾濫および物質輸送解析を行い、氾濫水の浸透を考慮することで土壌汚染への影響を評価した。洪水時における水質汚染の抑制と環境保全技術の開発の一部として、2017年に公表された ASEAN GUIDELINES ON LIMITS OF CONTAMINANTS FOR COSMETICS において基準値が設定された1,4-ジオキサンを対象として、廃水からの処理方法の検討を行った。ヤシガラ活性炭を吸着材として使用し、純水と人工下水（OECD guideline 209）を用いて作成した初期濃度 10 mg/L のジオキサン溶液 0.4 L に、活性炭 1.25 g あるいは 12.5 g を投入し、所定時間に処理水を採取し濾過した。処理中は pH 7.0 ± 0.2 、水温 25 ± 1 °C に調整した。擬二次反応速度式に基づき平衡吸着量 (q_e) と擬二次吸着速度定数 (k_a) を算出した結果、それらの値は純水と人工下水で同等であったことから、本実験の条件では活性炭は人工下水中の共存物質の阻害を受けずに 1,4-ジオキサンを吸着できることが示された。
- ー 前述のとおり新型コロナウイルス感染症の影響で顕著な成果は出しにくい状況であったが、現地のサンプリング調査等を継続しながら研究を続けてきた。2023年度末の現地訪問の際に最新状況を確認する予定である。

[(5) 地域防災力を有する社会構築のための Disaster Management（地域防災力グループ）]

- ー 本研究題目は本プロジェクト中に概ね完了しており、相手国連携大学へ引渡し済みである。2023年度末の現地訪問の際に最新状況を確認する予定である。

2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

- ー 上記科研費研究は、水害脆弱性や水環境悪化が極めて高い農村地域に焦点を当てて、災害レジリエンスと環境共生の融合した持続可能な農村づくり手法の確立を目指すものであり、本プロジェクトの事業内容から農村地域に焦点を絞り、SDGs を意識した取り組み内容となっている。
- ー バングラデシュなどの途上国は、先進国の経験や反省を踏まえ、環境を踏まえた持続可能な開発を進めていく必要がある。現地政府の開発はその点を理解しており、本プロジェクトおよび上記科研費研究における伝統的な河川工法を用いた河道整備も環境を考慮したものとなっている。

3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

- － 研究題目1について、現地でのワークショップを通じて、現地住民から洪水ハザードマップの必要性や意義について理解を得られた。引き続きハザードマップの作成・社会実装を目指す。
- － バンダル型水制工の検討・評価については、本プロジェクト終了後の実験スケールから現在は現地実用まで発展した。新型コロナウイルス感染症の影響で、設置した場所のモニタリングは実現できていないが、今後も現地実装を目指す。
- － バングラデシュでの成果は、地球規模の課題解決の観点から、今後ベトナムなど他の国でも応用可能性がある。

4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

- － 相手国においてサイクロンとそれによる高潮災害の観測・予測技術が向上し、また洪水氾濫解析を自立的に行えるようになるなどの技術向上につながったと考えられる。河岸侵食対策グループについて、当時実施した計測や観測結果をもとに、カウンターパートの研究者が著名なジャーナルに論文を投稿するなど、プロジェクト実施前と比較すると研究力が大幅に向上した。
- － 本プロジェクトにおいて特定研究員として雇用していた橋本准教授、Talchabhadel 助教らは、それぞれ大学の教員として、本プロジェクトと関連した研究を継続している。また、相手国の Shampa 助教、Sadik 氏（在バングラデシュオランダ大使館シニアアドバイザー）らはプロジェクト期間内に京都大学の博士後期課程に在籍して博士（工学）の学位を取得し、帰国してそれぞれ大学と政府の立場から洪水・高潮の被害軽減に貢献している。

5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献について

- － 相手国側の代表者である Munsur Rahman 教授が 20 年程前に京都大学で学位を取得して以来、両国の研究交流が続いている。
- － 本プロジェクトを契機に、張浩教授が主導して、熊本大学とバングラデシュ工科大学（代表者：Munsur Rahman 教授）の MoU を締結した。
- － 2023 年度末の現地訪問では、政府関係者、バングラデシュ工科大学の教員・学生の交流、現地見学を予定している。先方の研究者も日本に来る予定である。
- － これまで中川名誉教授が担ってきた相手国に関する各種評価業務についても、今後川池教授や張教授に依頼が来た場合には対応できる体制となっている。当初より中川名誉教授の強いリーダーシップの下で発展してきた相手国との研究協力・研究交流全体について、両国の世代交代を経ても継続していけるような在り方を検討している。

6. 終了時評価における要望事項に対する現状報告（要望事項を下線で表示）

要望事項と現状：

(1) 相手国研究者とのネットワークを今後とも維持することが重要である。バングラデシュは洪水対策、河岸侵食防止、サイクロン対策などの技術開発が今後も必要な国であり、関連研究を進めるうえでは重要なフィールドでもある。その点で、現地研究者とのネットワークを維持しておくことは、将来的な国際共同研究を計画する上で必須である。

- ー 相手国研究者とは国際共同研究を継続しており、また相手国にて継続的に開催されている国際会議（ICWFM）への参加などを通して研究者ネットワークは維持されている。プロジェクトに携わった若手研究者が、両国において大学の教員として研究を継続しており、今後も両国における将来的な洪水管理についての議論を継続していくことも十分に可能な状況にある。

(2) 相手国側の行政上の事情はあるものの、わが国の河川計画・洪水管理の経験を活かすことができる方向に進めていくことも重要と考える。最近我が国では氾濫を許容する管理手法等が考えられてきており、バングラデシュにおいて、同様の手法について検討することも意義があるものとする。

- ー 上記科研費研究および関連研究等において検討を進めている。

7. プロジェクトの上位目標を踏まえた現状報告（上位目標を下線で表示）

上位目標「高潮・洪水被害に関する調査・分析・予測能力の向上により、高潮・洪水被害への防止・軽減対策が実施される。」

上記科研費研究および関連研究が推進されており、高潮・洪水被害に関する調査・分析・予測能力が向上している。より詳細な達成状況については、2023年度末の現地訪問の際に確認する予定である。

以上