

5. 気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発

■ 目的

河川管理は洪水被害の軽減や水利用の確保、河川環境の保全等を通じ、我が国の経済成長や豊かな国土形成に貢献する。気候変動への適応、河川・流域環境の劣化（例 河道の二極化）への対応、河川構造物の劣化による機能低下・喪失への対応が求められる。本研究開発プログラムでは、進歩の著しい観測・監視・数値計算技術を流域・河道の監視に積極導入し、外力増大に対応できる治水・減災への転換、河川環境保全等と調和した河道管理、洪水応答知見を反映した構造物群・河道のマネジメントサイクル改善技術を開発し実装することを目的とする。また、河川を、河川管理施設・許可工作物を含めた構造物群と自然公物である河道からなるストックインフラと捉え、予防保全・長寿命化、事後保全と減災の工夫、流砂連続性確保、メンテナンス合理化・効率化の観点からマネジメントサイクルに関わる諸々の技術を再構築し、新ニーズに対応する施設マネジメント技術に進化させることを目的とする。

■ 貢献

研究成果は、河川砂防技術基準等の技術基準類へ反映することや、河川の監視・評価の高度化、河道および河川構造物からなる河川のマネジメントに活用され、自然環境と調和した河道および河川構造物の予防保全・減災に貢献する。

■ 達成目標および令和6年度に得られた成果・取組の概要

① 新技術を活用した流域・河道等の監視・評価技術の開発

(1) ネイチャーポジティブに向けた流程分布図の開発

定量的な河川環境目標の設定手法の開発に向け、種数や各種の生息確率に対する事業効果を予測するモデルを構築し、現況把握と事業効果を可視化する「流程分布図」(図-1)を提案した。本研究成果は河川環境定量目標の検討方法に盛り込み管理者に周知された。

(2) 非接触型流速観測の異常値判定技術の研究

流量観測の無人化に向け、増水時に実河川で表面流速分布を計測し、水深平均流速(浮子による)、水面下の流速分布(曳航式超音波ドップラー式流速計による)を重ね合せ(図-2※黒点は浮子の時系列位置)、異常値判定技術の研究を進めた。また、分析・整理手順(素案)を地整に共有した。

(3) 流域スケールの貯留分担・流量分布の把握技術の研究

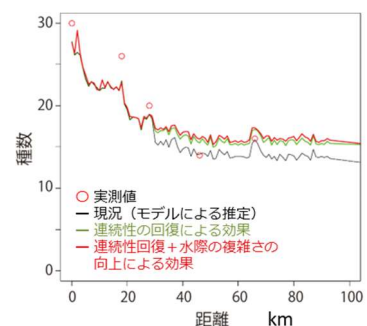


図-1 流程分布図試作例

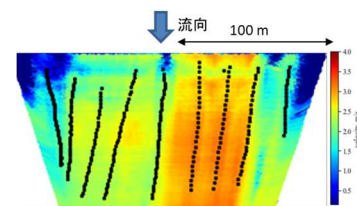


図-2 非接触式計測による表面流速平面分布例

モデル河川流域（約 1,900 km²）内の降雨流出、河道内の非定常流下を一体で解析できるモデルを構築し、近年の 1 出水を対象に支川群ごとの貯留量と本川流出量の相対関係を時系列で試算し、流域治水の対策メニューの選択肢を抽出した（図-3）。

② 外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発

(1) 治水・環境機能の両立に向けた河道計画・維持管理の研究

4 年度に開発した ALB を用いた竹林の樹頂点抽出技術を発展させ広葉樹林に適用可能とし（図-4）、同技術を用いて、経年的な樹木の繁茂状況の変化を考慮した河道の設計手法を提案した。

③ 河道・河川構造物の予防保全型維持管理技術の開発

(1) 河川の現代病：河道の二極化対策の研究

全国各地の河川で問題が顕在化している「河道の二極化」（砂州上の樹林化などにより滞筋と砂州の比高差が過度に拡大し様々な問題が生起する事象、図-5）対策の研究を進めるため、「河川洗掘に対応した橋梁下部構造の予防保全型メンテナンスに関する研究」（4～9 年度、CAESAR と連携）を踏まえ、総合土砂管理の一環として「河道二極化対策に資する河床変動計算法とモニタリング手法の開発」（7～9 年度）に必要である滞筋河床高の安価な計測手法の研究等を進めた。

(2) 衛星画像に基づく河岸侵食要対策箇所抽出技術の開発

AI を活用し衛星画像から河道内の流路位置を自動判別する手法を開発した（図-6）。流路変動を高頻度に効率的に把握することで、河岸侵食の対策が必要な箇所を効率的に抽出することが可能になった。

(3) 土砂バイパストネルの侵食対策の研究

土砂バイパストネルの厳しい侵食外力を踏まえコンクリート以外の材料活用が必要と考え、材料分野及び砂防分野（同様に土砂衝突に係る課題を抱える）の専門家等による勉強会を設置した。また、土砂バイパストネル内の 3 次元流況を試算（図-7）し、第 2 種 2 次流の流況の再現性を確認した。

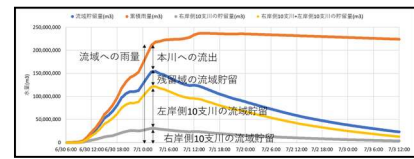


図-3 支川群ごとの貯留量と本川流出量試算例

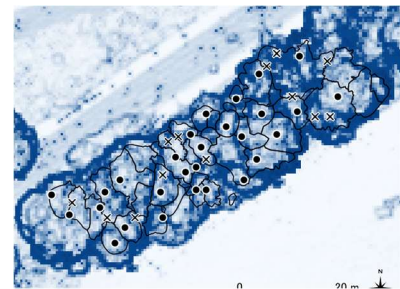


図-4 広葉樹林の樹頂点抽出例

(●正しく抽出された樹頂点、×誤抽出点)

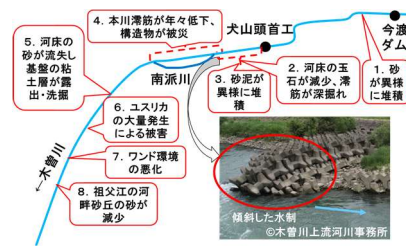


図-5 河道二極化の影響が懸念される課題例（木曾川上流河川事務所管内の木曾川の例）

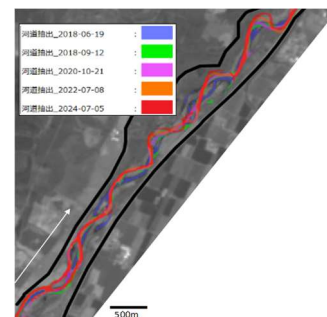


図-6 衛星画像に基づく流路抽出例

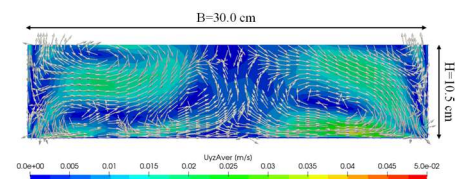


図-7 土砂バイパストネル内 3 次元流況試算例

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR MONITORING AND MANAGING RIVER DYNAMICS UNDER CLIMATE CHANGE

Research Period : FY2022-2027

Program Leader : Director of River Dynamics Management Group
ITAGAKI Osamu

Research Group : Water Environment Research Group (Watershed Restoration Research Team, Aqua Restoration Research Center)
River Dynamics Management Group (Hydraulics and Sediment Transport Engineering Team, Flood and River Response Monitoring Team)
Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research Group (River Engineering Research Team, Watershed Environmental Engineering Research Team)
Director for Cold-Region Technology Development Coordination (Machinery Technology Research Team)

Abstract: This research aims to develop technologies to improve the management of river structures and river channels by proactively introducing observation, monitoring, and hydraulic analysis technologies that are rapidly advancing. This fiscal year, our research teams developed and provided a visualization method of “Longitudinal diversity patterns”, tentative analysis procedure for detecting abnormal values in non-contact flow velocity measurement, a method for detecting areas requiring riverbank erosion countermeasures based on satellite images, and treetop detection method for broadleaf forests.

Keywords: Climate change, River channel, Watersheds, Monitoring, River Dynamics Management.

5.1 流量観測の無人化・リアルタイム化に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令4～令9

担当チーム：河道監視・水文チーム

研究担当者：工藤俊、萬矢敦啓、山田浩次

本研究では、①、②、③の達成目標について、現地計測及び解析を実施して、以下の成果を得た。

- ① 電波式流速計の計測可能範囲の検証：神通川等において斜め照射による計測可能範囲を確認した。
- ② 河床状況の把握手法の検討：SIP 協力機関としてハイパースペクトラムカメラ・HDR（明暗の撮影可能幅を広くする撮影で、通常の撮影だと暗くて映らない河床部分も撮影しやすくなる）撮影による河床高把握を指導し解析を自ら行った。
- ③ 河川状況に応じた適切な機器の配置・計測手法の提案：浮子・電波・画像・ADCP 同時計測データを解析し浮子と非接触型の計測差メカニズムの解明を進めた。（論文リスト a-1, c-1）

キーワード：流量観測無人化、電波式流速水位計

5.2 流域・河道特性・土砂移動を考慮した洪水流把握技術に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令4～令9

担当チーム：河道監視・水文チーム

研究担当者：工藤俊、萬矢敦啓、山田浩次

本研究では、①、②の達成目標についてモデル構築検証と水位データ検証を行い、以下の成果を得た。

- ① モデル構築：天竜川において「①-1. 降雨流出、河道流下を一体で解析するモデル構築」を完了し「①-2. 実測データによる流域全体の降雨分布から下流の洪水波形伝搬までの一体的検証」に着手し洪水波形から河道貯留効果を確認した。今後実測データを用いて降雨分布・流出・流域貯留等の検証を行う予定である。
- ② リモセン等による検証：「②-1. リモートセンシング（人工衛星やドローン等）による水位等の把握」として人工衛星が計測した水位と地上水位計との比較を行った。（論文リスト e-11）

キーワード：降雨流出モデル、2次元非定常河道モデル、流域治水、河川水中の土砂量観測、気候変動

5.3 積雪寒冷地の持続的な河道監視・管理技術に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令4～令9

担当チーム：水環境保全チーム、寒地機械技術チーム

研究担当者：柿沼孝治、横山洋、鈴木朋子、片野浩司、
中島淳一、山崎貴志、吉田智、飯田美喜

本研究では、①、②、③の達成目標について、以下の成果を得た。

- ① 積雪寒冷地における効率的な広域河川空間監視手法の構築：UAV空撮画像から河道内砂州計測を実施する技術を明らかにすることを目的に、降雪前後のデータ取得を実施した。
- ② 画像解析を活用した植生調査手法と堤防植生劣化の予防保全的対策の提案：堤防植生の裸地化の原因となっているオオイタドリの防除を目的に、3年計画の多刈り試験の2年目を実施し、年4回の刈り取りで成長抑制できることを確認した。また面的なオオイタドリ防除効果確認、早期発見を目的にAIを活用したUAV空撮画像からの検出モデルを構築した。(論文リストc-2、c-3、e-3)
- ③ 積雪下の堤防変状検知手法の構築：UAVに搭載したLiDARを用いて、堤防を想定した雪面上に変状を製作し、変状を検知する飛行試験を行った結果、精度良く変状を計測できることを確認した。(論文リストe-4、e-5)

キーワード：砂州計測、堤防植生、画像検出、積雪下の堤防変状検知、

5.4 DXを促進する河川環境の広域管理技術に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令4～令9

担当チーム：自然共生研究センター

研究担当者：森照貴、松澤優樹、中川光

河川における定量的な環境目標の設定に向け、①②③の達成目標について、以下の成果を得た

- ① 河川環境ビックデータを活用した現況評価手法の開発
- ② AIを活用した河川環境の予測・管理技術の開発
①および②について、魚類群集を指標とした定量的な環境目標の策定に取り組み、目標の設定フローを提案するとともに、事業の効果を予測するモデルを構築し、「流程分布図」として可視化した。これにより、生物多様性への効果を踏まえた上で、事業の内容と量について検討することが可能となり、河川整備計画や自然再生計画の検討に活用されはじめている。(論文リストa-2、c-4、c-5、e-6)
- ③ 流域環境・流域治水に展開可能なインフォメーションマップの提案：濃尾平野を対象にトンボ類(成虫)の調査を行い、種ごとの生息確率を推定できるモデルを三次メッシュスケールで作成し、流域環境情報を作成した。(論文リストe-7)

キーワード：環境目標、流程度分布図、種分布モデル、生物多様性

5.5 気候変動下における治水・環境機能の長寿命化に資する河道計画・設計に関する技術の開発

研究予算：運営費交付金

研究期間：令 4～令 9

担当チーム：流域生態チーム

研究担当者：田中孝幸、鈴木宏幸

本研究では、外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発の達成目標について、樹木繁茂状況の空間的な違いを考慮できる簡便な水理解析手法の開発を実施して、以下の成果を得た。

- ① 河道内の主な木本群落の範囲と、木本の本数及び高さ等に関する詳細な樹木情報を把握するために、R4 年度研究成果である竹林に加えて、樹冠が広く樹頂点周辺が扁平な広葉樹に樹頂点抽出技術を適用するために、樹冠内の小さな標高差を樹頂点として抽出する手法を開発した。(論文リスト a-3)
- ② 樹頂点抽出技術を用いて把握した河道内の主な木本群落(広葉樹林<高木>・タケ類)に関する詳細な樹木情報を用いて、その空間的な違いを入力条件として考慮できる水理解析手法を提案した。(論文リスト a-4、e-8)

キーワード：河道内植生、航空レーザ測量、景観判読、樹頂点抽出、樹木抵抗、平面二次元不定流解析

5.6 急流河川における側方侵食による堤防被災の低減に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令 4～令 9

担当チーム：寒地河川チーム

研究担当者：堀田伸之、川村里実、大石哲也、平田智道

本研究課題は、河岸侵食による堤防侵食リスクの予測手法を開発し、要対策箇所の効果的な評価手法を提案することが目的である。主な実施内容と成果は次のとおりである。

- ①:河道状況と河岸侵食の発生状況の関係を調査し、河岸侵食が生じやすい河道条件の検討を実施している。令和 6 年度までの成果として、河岸侵食が生じやすい河道横断形状を明らかにした。(論文リスト a-5、c-6)
- ②:蛇行流路の変動による河岸侵食の危険性予測に向けて、流路位置(流路線)データを画像解析(AI)より自動抽出する手法の開発を実施している。令和 6 年度は、広範囲かつ高頻度に入手可能な衛星画像から流路線データを自動抽出する手法を開発した。これにより、航空写真の無い時期の既往出水時や中小規模出水時の流路変動状況についても効率的に把握でき、堤防侵食の危険性の早期発見が可能となる。

キーワード：河岸侵食、侵食危険性評価、ディープラーニング、DeepLabv3

5.7 外力増大と多様な流況変化に伴う土砂流下増大による河川構造物の機能確保に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令 4～令 9

担当チーム：水工チーム

研究担当者：猪股広典、岩本麻紀

本研究では、①、②の達成目標について、以下の成果を得た。

- ① 土砂の流下による損傷予測モデルの構築：土砂バイパス内において特徴的な流況である第二種二次流を表現することを目的として、OpenFOAM によるシミュレーションを実施した。その結果、若干ではあるものの Velocity Dip 現象（主流速の極大値が表層と低層の間に現れること）を表現でき、第二種二次流についても、横断方向に生じる流れが表現されることが確認された。（論文リスト e-10）
- ② 損傷の迅速な把握手法及び対策手法の開発：土砂が通過する構造物を安定的に運用する技術の確立に向け、ダム・砂防・材料分野の専門家からなる勉強会を立ち上げ、分野横断的検討に着手した。

キーワード：予防保全、損傷予測、トータルコスト低減

論文リスト

査読付論文・国内（計 7 本）

- a-1) 工藤 俊, 萬矢 敦啓, 山田浩次 : 複数の流速計測手法を用いた同時観測による実河川の流速場の把握, 土木学会論文集, 81 巻, 16 号, 2025.2
- a-2) 中川光, 森照貴 : レッドデータブックに基づく日本産淡水魚類の地域絶滅の記録, 応用生態工学会誌, 2024. 12. 6.
- a-3) 手塚透吾, 溝口裕太, 齊藤展弘, 崎谷和貴 : 航空レーザ計測データによる河道内広葉樹林の樹頂点の抽出, 応用生態工学, 2025
- a-4) 岡井陽平, 溝口裕太, 手塚透吾, 崎谷和貴 : 河川における航空レーザ測深データを用いた水面標高の推定手法の提案, 河川技術論文集 30 巻, 2024
- a-5) 傳甫潤也, 井上卓也, 平松裕基, 川村里実, 千葉 学, 下館 巧 : 河岸侵食に及ぼす地形・洪水流の影響, 河川技術論文集, 第 30 巻, 787-292, 2024.
- a-6) 大石哲也, 平松裕基, 岡本隆明, 宮本仁志 : 斜め落差の段落ち流れが種子輸送に与える影響に関する実験的研究, 土木学会論文集特集号 (水工学), 2024.
- a-7) 吉川泰弘, 庄司郁乃, 浜橋知輝, 平田智道 : 実河川を対象としたアイスジャムによる水深上昇の推定手法, 河川技術論文集, 2024.

査読付論文・海外（計 3 本）

- b-1) 阿部孝章, 吉川泰弘, 大串弘哉 : Experimental and numerical investigation on horizontal ice drift process induced by tsunami run-up in rivers, Proceedings of the 27th IAHR International Symposium on Ice, 2024.
- b-2) 平田智道, 吉川泰弘, 阿部孝章, 大串弘哉 : Field Survey on the Ice Jam That Occurred ?, March 2023 and Estimation of Ice Break-up Period, Proceedings of the 27th IAHR International Symposium on Ice, 2024.
- b-3) Yudai Nemoto, Takumi Yamaguchi, Tetsuya Oishi, Hitoshi Miyamoto : Relationships Between Floodplain Topography, Peat, Soil Moisture, and Alder Growth over a Decade After River Meandering Restoration in the Kushiro Wetlands, Hokkaido, Japan, Sustainability, 2025.

査読無し論文・国内（計 11 本）

- c-1) 工藤 俊・萬矢敦啓・山田浩次 : 作業の安全と省力化のための非接触型流量観測技術, 土木技術資料, 第 67 巻, 第 1 号, 2025.1
- c-2) 鈴木朋子, 布川雅典, 横山洋 : 堤防機能を低下させるオオイタドリの防除対策, 第 68 回 (2024 年度) 北海道開発技術研究発表会論文, 2025 年 2 月
- c-3) 鈴木朋子, 柿沼孝治, 村上隆志, 布川雅典 : 堤防の耐侵食機能を低下させるオオイタドリの効果的防除を目指した多回刈り試験, 第 12 回堤防技術シンポジウム, 2025 年 1 月
- c-4) 森照貴 : ネイチャーポジティブな川づくりに必要なプロセス, 河川, 2024.
- c-5) 中村圭吾, 森照貴, 溝口裕太 : 流域を含む環境視点からの河道マネジメントの考え方, 土木技術資料, 2024.

- c-6) 川村里実、平松裕基、井上卓也：河岸侵食の危険性が高い河道横断形状の特徴、土木技術資料、2024.
- c-7) 阿部孝章、吉川泰弘、河川津波発生時の橋梁周辺における氷板群漂流挙動の数値シミュレーション、第 44 回 地震工学研究発表会講演論文集、397、2024
- c-8) 阿部孝章、津波遡上時の河川漂流氷板のシミュレーションモデルの開発について、第 40 回寒地技術シンポジウム、I-002、2024.
- c-9) 平田智道、大石哲也、阿部孝章：深層学習を用いた画像解析によるアイスジャム検知手法の開発、国土交通省北海道開発局令和 6 年度技術研究発表会、第 68 回、2025.
- c-10) 佐藤恭輔、吉川泰弘、平田智道、阿部孝章：2023 年 2 月に利別川で発生したアイスジャム現象の解明、土木学会北海道支部論文報告集、2024.
- c-11) 平田智道、阿部孝章、吉川泰弘：結氷河川におけるアイスジャム発生時の水位変動に関する現地観測、雪氷研究大会、2024.

査読無し論文・海外（計 3 本）

- d-1) Tsubaki R., Sefat K., Sakaue N., J.F.Fuentes-Pérez, J. A. Tuhtan, S. Kawamura : Bedload dynamics in a braided gravel river with artificial secondary channels, Riverflow2024, IAHR, 2024.
- d-2) Kyuka Tomoko, Satomi Yamaguchi, Toshiki Iwasaki, Yasuyuki Shimizu: Effects Of Flood-Induced Vegetation Removal On Channel Morphodynamics In Steep-Gradient Rivers, 9th GEWEX-OSC 2024 SAPPORO, 2024.
- d-3) Abe T. & Yoshikawa Y., Ice floe movements around bridge piers during the event of winter-season tsunami run-up into rivers, Proceedings of the 39th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans, H-3, 2025.

学会発表等その他（計 11 本）

- e-1) Shun Kudo, Atsuhiko Yorozuya, Masahiro Nomura, Yusuke Abe, Koji Yamada: Development of an automated system for discharge observation and an example of application to rapid stream during flooding, 9th Global Energy and Water Exchanges Open Science Conference, 2024.7
- e-2) Atsuhiko Yorozuya, Shun Kudo, Koji Yamada: Developing a Reference-Free Image Analysis Method for River Flow Rate, 9th Global Energy and Water Exchanges Open Science Conference, 2024.7
- e-3) 鈴木朋子：堤防法面のオオイタドリ防除策について、寒地土木研究所現地講習会プログラム（道東ブロック開催）、2024 年 11 月
- e-4) 吉田智、山崎貴志、飯田美喜：積雪期における堤防変状の検知に向けた取組、令和 6 年度建設施工と建設機械シンポジウム、2024
- e-5) 吉田智、飯田美喜：冬期地震災害における河川堤防変状検知手法の検討、第 36 回ゆきみらい研究発表会、2024
- e-6) 森照貴：ネイチャーポジティブな川づくりに向けて、応用生態工学会第 27 回さいたま大会、2024 .9.18.
- e-7) 溝口裕太、安形仁宏、森照貴：流域治水の整備に伴うハビタット多様性変化の推定、第 26 回河川生態学術研究発表会、2024.11.21.

- e-8) 岡井陽平,溝口裕太,田中孝幸：河川における ALB データを活用した植物群落の分布特性の把握の試み, 応用生態工学会第 27 回大会,2024 【最優秀ポスター発表賞受賞】
- e-9) 根本優大、宮本仁志、小宮力、山口拓弥、大石哲也：釧路川の蛇行復元前後における洪水氾濫特性の違いがハンノキ林に及ぼす影響評価、第 79 回土木学会年次学術講演会、 2024.
- e-10) 猪股広典：土砂流下の影響により被災する河川構造物の予防保全に向けて、土木学会水工学委員会基礎水理部会、基礎水理シンポジウム 2024ー構造物周辺の流れ・局所流ー、令和 7 年 3 月 6 日、土木学会講堂
- e-11) 山田浩次・影山雄哉：人工衛星 SWOT による河川水位の把握（研究コラム）,土木技術資料,第 67 巻, 第 1 号,2025.1