

河川・ダム・防災分野における DX の取り組み

国土交通省 水管理・国土保全局 河川計画課 河川情報企画室
河川環境課 流水管理室，河川保全企画室
防災課
国土交通省 国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室

1. はじめに

河川やダムなどのインフラの整備・管理に当たっては、調査・計画、設計、施工、維持・管理の各段階（PDCA）において、これまで培ってきたアナログ技術の知見やノウハウを理解・継承しつつ、可能な分野においては積極的にデジタル化に舵を切り、公共サービスの向上や建設業界及び管理者等の働き方の改善につなげることが重要である。

また、防災・減災に資する情報の収集・発信においても同様であり、リアルタイム情報や予測情

報の高度化のための技術開発や、情報そのものの収集・発信の手段・ツールにおいてもデジタル化を図り、適切に受け手に届けることで国民の安全・安心の向上につなげる必要がある。

以上のことから、図－１のイメージのとおり、河川のあらゆる情報をデジタル化し、物理空間と仮想空間を統合することにより、河川整備と管理の PDCA の各段階で、合理化・高度化・効率化を図るとともに、防災・減災のための情報発信や予測技術の高度化に向けた取り組みを進める。

本稿では、現在取り組んでいる河川，ダム，防災分野における DX の取り組み状況並びに今後の方向性について、紹介する。



図－１ 河川のデジタル化のイメージ

2. 管理・予測等の高度化

(1) 洪水予測技術の向上

洪水予測については、従来、主に洪水予報河川において、洪水予報の基準地点である水位観測所の水位予測のみを行ってきたところであるが、令和2年からは、雨量の実績・予測に加えて、観測水位に基づく同化により精度を向上させるとともに、河道をモデル化した区間の水面形を推定して危険度を表示する「国管理河川の洪水の危険度分布（水害リスクライン）」の運用を、全ての国管

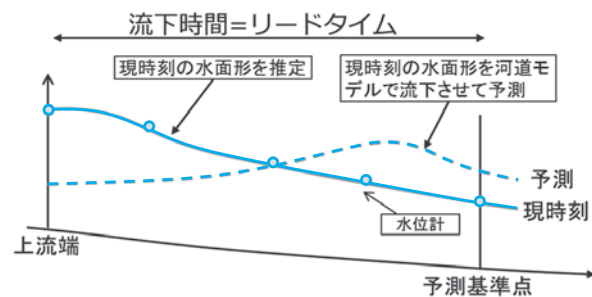


図-2 水位の同化と水面形の予測のイメージ

理河川に展開した。また、令和3年出水期からは、洪水予報の発表の際に、これらの予測モデルによる6時間先の予測水位を提供することとした（図-2）。

一方で、中小河川では、全ての河川に水位計がある訳ではなく、中小河川の危険度は、雨量情報をもとに気象庁が洪水の危険度分布を運用しているところである。今後、これらを利用者が同一画面上で閲覧できるように改良に取り組むこととしている（図-3）。

また、首都圏などのゼロメートル地帯を抱える大都市圏では、大河川の氾濫による大規模な広域避難が必要であり、数日先の危険度情報が求められている。しかし、これらの長時間先の水位予測には観測水位の同化は効果がなく、雨量予測の精度に大きく依存することになる上、長時間先の雨量予測の精度に課題がある。このため、気象庁が提供しているアンサンブル降雨予測を活用することで、不確実性を幅で表現し、数日先までの水位予測を災害対応に活用できるよう引き続き取り組んでいく（図-4）。

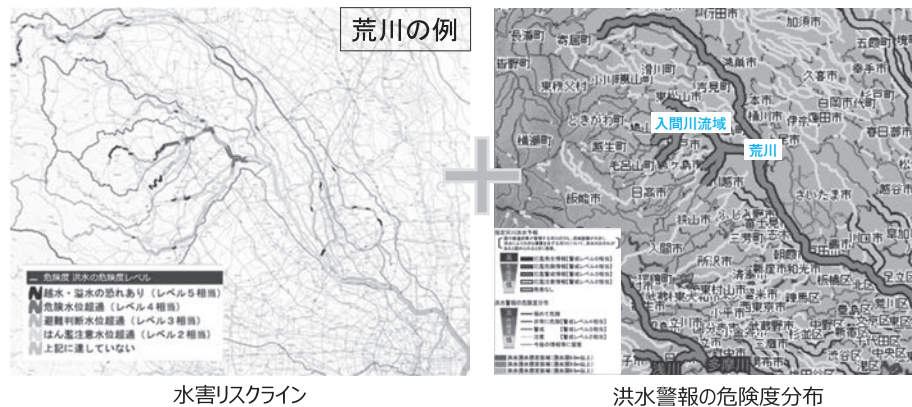


図-3 洪水の危険度分布の表示の統合

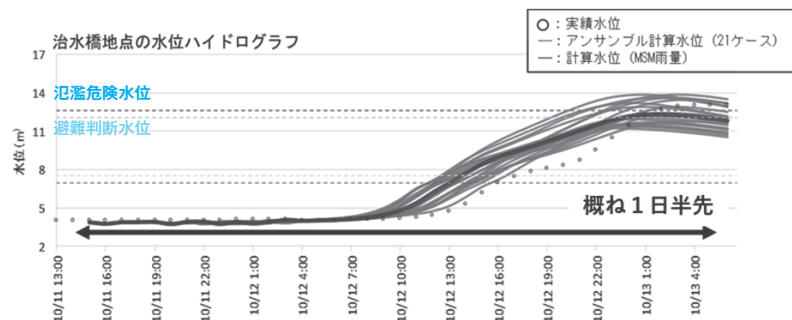


図-4 長時間先のアンサンブル水位予測のイメージ

(2) ダム管理の高度化

ダムは、高水管理や低水管理等の流水管理を適切に行うことで、下流域の洪水被害を軽減するとともに、流水の正常な機能の維持や安定的な利水補給を行っている。

近年の気候変動による外力の増大や異常豪雨の頻発化、降雨パターンの変化は着実に進行し、既にその影響が顕在化しつつある。こうした中、高水管理（防災操作）においては、既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた取り組みとして、雨量予測情報に基づいて利水のための貯水を河川の水量が増える前に放流して、ダムの貯水位を低下させて一時的に治水のための容量を確保する事前放流や、下流の被害を軽減するために洪水の末期に貯留量を増やす特別防災操作などの高度な操作が求められている。これらの取り組みには、正確な雨量の予測情報が不可欠であるとともに、水系内の情報（利水ダムの状況等）を把握する必要がある。

また、洪水への対応に要する時間が長期化する傾向にあることに加え、少子高齢化社会が進むにつれてダムの維持管理に豊富な経験を有する技術者は年々減少しており、技術を体系化するとともに、ダム管理の省力化や技術を伝承するための取り組みを進める必要がある。

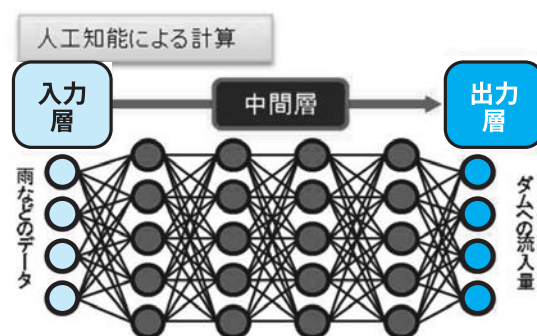
こうした中、ダム管理に係るDXにおいては次の①～③を実施することにより、気候変動による外力の増大や管理体制の変化に適応して、ダム管理の高度化・省力化を行い、確実に効果を発揮させて、かつ安全なダム管理体制の構築を目指していく。

① 河川管理者と利水ダム管理者との間の情報共有システムの整備

水系内の複数のダムを効果的に運用するためには、利水ダムも含めたダムの情報やダム下流の河川の情報を的確に把握する必要がある。このため、利水ダムも含めたダムの貯水位やダムへの流入量・ダムからの放流量等のリアルタイムデータを関係管理者等の間で速やかに共有できる情報共有システムの整備等を進めていく。

② AIを活用したダム操作の研究開発の推進

水系内のダム等の効率的、効果的な運用・操作を支援する観点から、AIを活用したダムへの流入量予測の精度向上（図－5）や維持流量確保等の補給操作支援モデルの開発などを行い、ダムの操作・判断を支援する仕組みを構築する。ただし、AIは開発進行中の技術であることから、将来の汎用化を念頭にAI分野の専門知見を有する識者の助言等も得て、技術的な課題や留意事項を整理・解決しながら、的確かつ効率的に研究開発を進めていく予定である。



図－5 AIによるダムへの流入量計算イメージ

③ 多目的ダムの遠隔操作化のための設備投資

近年、ダムにおける制御機械や情報通信技術の進歩により、機器の信頼性の向上及び情報伝達と処理の迅速化が図られている。一方で、地球温暖化等に伴う降雨の局地化・激甚化、大規模地震の発生も懸念されており、異常事態の発生リスクが現実的なものとなっている。そこで、異常事態に対処するための危機管理上の手段として、ダム管理用制御処理設備（ダムコン）やゲートなどの機械設備等をメンテナンスサイクルに合わせて遠隔操作対応可能な設備に更新していく（多重化する）ことにより、異常事態時の操作のバックアップ体制を確保する。

3. 三次元データを活用した河川管理

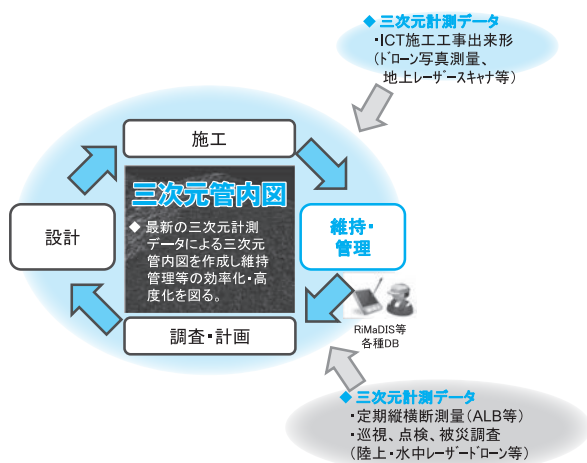
河道は、洪水や日々の流水の作用や土砂堆積、植生の変化等により長期的にも短期的にも変化していく自然公物である。その変化は必ずしも同様

ではなく、洪水時等には急激に変化することから、日常的な状態把握が重要である。このため、河川の管理は、「流下能力の維持」や「堤防等の河川管理施設等の機能維持」等に対して、「目標設定」を行った上で日常的に「状態把握」を行い、その結果に応じて適切な「維持管理対策」を実施することが必要である。そのため、堤防、河道等の状態把握に当たっては、河川巡視や定期的な堤防点検、施設点検を実施している。

これら巡視、点検は、職員等“人”が現地で目視により実施しており、今後の少子高齢化社会や気候変動による水災害の頻発や激甚化を踏まえ、より効果的かつ効率的に実施していく必要がある。

このような中、「河川定期縦横断測量」について、近年の航空レーザー測深技術の進歩を踏まえ、平成 30 年 4 月に「河川における定期縦横断測量の実施要領及び同解説」を改訂し、点群測量により計測した点群データを用いて縦横断図を作成することができることとした。また、国土交通省では、令和元年 6 月に国管理河川において点群による河川定期縦横断測量を原則化した。

これにより、今後の河川定期縦横断測量において、国管理の全河川で堤防、河道等の三次元データを取得できるようになるため、これら三次元データを河川の維持管理をはじめ、設計、施工、調査・計画段階等 BIM/CIM でも活用することが期待される（図－6）。



図－6 各段階での三次元データ活用

三次元データを様々な段階で活用するためには、三次元データを用いた基盤情報の構築が必要となる。このため、国土交通省では、「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策（国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進）」の中長期計画で、国管理河川109水系全てにおいて今後5か年のうちに、『三次元河川管内図』を整備することとした。

『三次元河川管内図』の整備に当たっては、令和2年2月に策定した「河川管理用三次元データ活用マニュアル（案）」を参考に、各地整・各事務所で現場のニーズ、現地状況を踏まえつつ整備を進めていく予定である（図－7）。

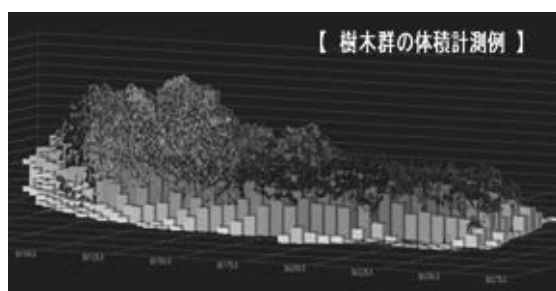


図－7 三次元河川管内図イメージ

また、『三次元河川管内図』では、線形だけでなく、面的な地形状況の把握が可能となることから、二時期の計測データから、地形や樹木等の面的な変化を把握することが可能となる。これにより、堤防の変状、土砂堆積や侵食、樹木繁茂状況等をより詳細に把握できることが期待されることから、これらの情報から適切な対策手法の検討、計画を立案し、維持管理計画に反映させる等、河川管理の効率化・高度化を今後目指していく（図－8、9）。



図－8 二時期偏差による堤防変状把握イメージ



図－9 樹木繁茂量や樹高の変化把握イメージ

4. ドローンを活用した河川巡視 高度化の技術開発

従来より河川巡視は、河川管理者等が管理区間全川において、パトロール車等で目視により河川の異常や違法行為等を確認しているが、長い延長の巡視や、水際など徒歩や船による巡視が必要な箇所などもあり、その効率化・高度化が望まれている。このことから、ドローンにより画像や温度等の情報を取得し、異常箇所を自動抽出する技術開発に取り組んでいる。

令和元年度より、河川砂防技術研究開発公募で選定された二つの共同企業体が、ドローンを活用した河川巡視の現地実証を進めており、令和元年度は天竜川水系三峰川（長野県伊那市）で、令和2年度は荒川水系荒川（東京都足立区他）で実施した（写真－1）。

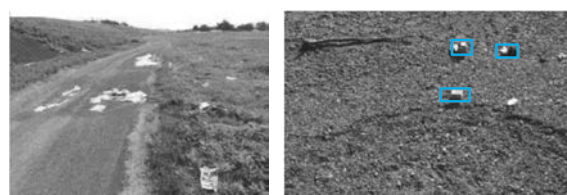
これまでの現場実証状況について次に述べる。



写真－1 現場実証状況（左：三峰川，右：荒川）

① 画像解析によるゴミの自動検知

地上画像の教師データ（写真－2左）を学習させ、ドローンによる自動検出を行った。写真－2右の画像で、青枠の表示が自動検出の状況である。

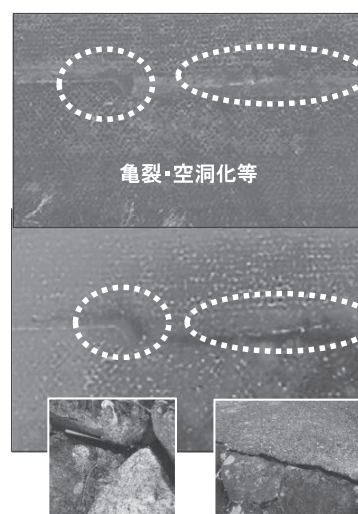


写真－2 画像によるゴミの自動検知

② 熱画像による護岸のクラック等の把握

周囲との温度差を確認することで、護岸の空洞化を確認した事例であり、図－10のとおり、亀裂や空洞化の部分が周囲の護岸より低温となっているため、異常箇所を自動検知している状況である。

なお、本稿では適切に異常箇所が検知できた事例を紹介したが、さらに検知の確実性を上げてい



図－10 熱画像による護岸の異常検知
（上：護岸の単写真，下：熱画像）

くため、教師データの充実や、調査方法・解析方法等の検討に取り組む必要がある。今後とも早期の実装に向け、精度向上に努めるとともに、河川巡視として必要な種々の項目への適用性等についても検討を進め、適用可能な巡視項目から順次現地での活用を図るため、ガイドライン等の検討にも取り組んでいくこととしている。

5. 迅速な災害情報の把握

防災用ヘリコプターより伝送された映像から、災害状況を自動判読するシステムの開発について紹介する。

災害時の浸水範囲や土砂崩壊部の把握において、空撮画像から被害の位置、範囲の特定を行うには、これまで人手に頼るほかなく、多大な時間を要していた。迅速に被害範囲を把握し、応急復旧対応につなげたいというニーズに対し、近年のAIを用いた画像認識技術の発展と、斜め画像の判読内容を地図に表示する際の位置ズレ低減手法に目処がついたことから、本システムの開発に至った。

本システムの開発目的は、国土交通省の地方整備局が保有している防災用ヘリコプターが撮影した映像から、浸水範囲や土砂崩壊発生範囲をAIにより自動抽出し、国土交通省が運用している統合災害情報システム（DiMAPS）*の地図上にリアルタイムで表示し、被害状況の迅速な把握・共有を可能とすることで、迅速かつ効率的な初動対応や被害拡大防止、応急復旧に活かすことである。防災用ヘリコプターが映像の伝送に用いるヘリサットシステム（ヘリコプター搭載型衛星通信設備）では、画像の取得と同時にその画像を撮影した際のカメラの位置や姿勢を示すカメラパラメータの情報も取得できるため、本システムの開発が可能となった（図-11）。

*統合災害情報システム（DiMAPS）は、地震や風水害などの自然災害発生時に、いち早く現場から災害情報を収集して、地図上に分かりやすく表示することができるシステムである。

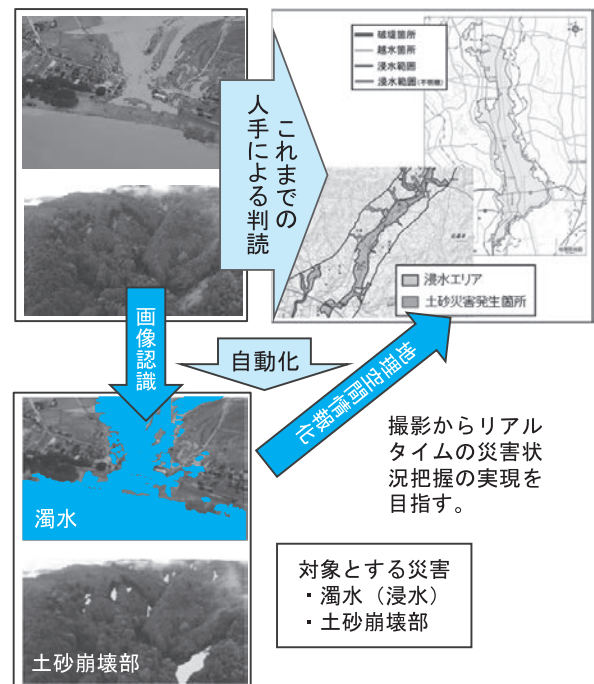


図-11 AIによる浸水範囲等の自動抽出イメージ

システムの開発の流れとしては、浸水判読や土砂崩壊部判読用の教師画像による深層学習を行ったAIを、実際に防災用ヘリコプターが撮影した洪水や土砂災害の映像に適用し、検証を行いながら、必要な改良を加えていくこととしている。

システムの開発は平成30年度から実施しており、令和3年度までに運用可能なレベルまで開発を行い、令和4年度からの運用開始を目指している。

6. おわりに

以上、河川・ダム・防災分野におけるDXの主な事例を紹介したが、引き続きこれら各々の技術の進展を図るとともに、「1. はじめに」でも触れたとおり、分野一体となったDXとして機能するように検討を進めてまいりたい。なお、情報通信技術等が日進月歩で進んでいる状況を踏まえ、検討に当たっては民間の技術やノウハウも取り入れながら、このDXの取り組みが、地域や国民、業界及び管理者等にとって、より機能的、効果的なものとなるよう取り組んでまいりたい。