

流域治水の実現に向けたインフラDXの取り組み

吉田邦伸・金銅将史

1. はじめに

流域治水の実現に向け、国土技術政策総合研究所ではインフラDXの取り組みを加速させている。特に気候変動の影響による水災害の頻発化・激甚化等に対応し、「インフラ分野のDXアクションプラン（令和4年3月）」にある「情報の高度化とその活用」「現場作業の遠隔化・自動化・自律化」に力を入れ進めている。本稿では、河川・ダム・海岸分野での情報の高度化と活用に関する取組、モニタリング・管理の高度化・効率化に向けた取組、今後のDXの取組推進に向けた展望を述べる。

2. 情報の高度化と活用に関する取組み

2.1 国土交通データプラットフォームへの河道基盤情報・河川環境情報集約システムの構築

国土交通本省が整備する「国土交通データプラットフォーム」に装備する機能の一つとして、河道基盤情報（定期縦横断測量結果等）及び、河川環境情報（水辺の国勢調査等で得られる植生・生物データ等）を、3次元河川管内図上に一括表示できるシステム（図-1）の構築に向けた検討を進めている。このような機能を持つシステムが実装されることで、例えば河道計画検討時等に、冠水頻度と河畔植生の関係や、洪水時の水深・流速と河床材料・水生生物生息環境等の関係の解析に役立つデータを容易に得られるようになり、治水安全度の確保と豊かな環境の創出・保全が両立した川づくりが全国で一層進むことが期待される。

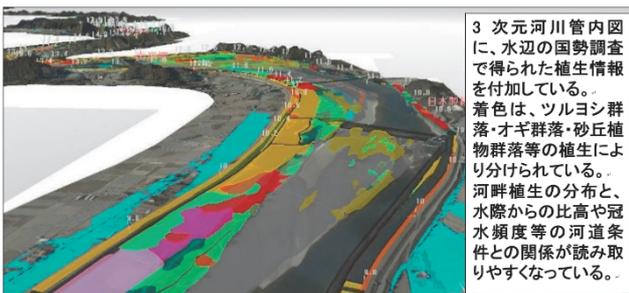


図-1 3次元河川管内図に環境情報を付加したイメージ

2.2 水害リスクラインのバージョンアップ

国管理河川では、令和元年より6時間先の縦断水位予測や左右岸の洪水危険度を表示する河川水位予測システム（以下「水害リスクライン」という。）が実装され、洪水予報に活用されている。更に、令和5~7年度運用開始を目指し、81時間（3日+ α ）先までの予測長時間化等、機能を向上させた水害リスクライン（ver.2.0）を技術開発中であり、要配慮者の逃げ遅れ防止や、避難所開設・水防団配置の迅速化等への寄与が期待される。また、災害の切迫感・臨場感を伝え、地域住民の確実な避難行動につなげるため、上記の水位予測情報を、VR（仮想現実）技術を活用し周囲の景観と合わせ3次元表示する技術を開発中である（図-2）。自治体防災担当者からは「図表よりも分かりやすい」、「夜間でCCTVカメラ映像の視認が困難な場合でも河川状況を確認できる」等の評価を頂いている。



図-2 河川水位予測情報のVR表示画像のイメージ

2.3 水害リスクマップ作成手法の合理化

想定最大規模等の降雨に対する浸水深や浸水継続時間等を示す「洪水浸水想定区域図」に対し、浸水深毎（0.5m以上、3.0m以上等）に浸水範囲及び頻度（高頻度（年超過確率1/10）、低頻度（同1/150又は1/200）、想定最大規模等）を示すのが「水害リスクマップ」（図-3）である。現在、全国の国管理河川で外水氾濫を対象とした水害リスクマップの作成・公表が進められている。更に

河川研究部では、支川氾濫・内水氾濫を対象に、水害リスクマップの合理的な作成手法を研究・開発中である。また、浸水被害の評価手法や、集水域・氾濫域での被害軽減対策（田んぼダムや二線堤等）の効果の評価手法、表示方法の検討を進めている¹⁾。地域の合意形成を進め、流域治水の進展、防災まちづくりに有効なツールとして期待される。

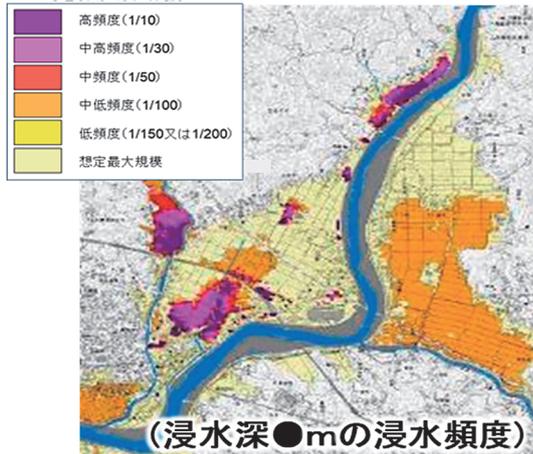


図-3 水害リスクマップのイメージ

2.4 水防活動支援情報共有システムの構築

水防活動を担う水防団・自治体等が、現場で必要な情報をリアルタイムに情報共有・閲覧できるシステムである²⁾。WEBページ形式により、水防活動の活動位置や現場写真を地図上で一元的に共有するとともに、LINEやメールなど異なる受信媒体に活動指示を一括伝達する機能等を有する(図-4)。また、静的情報(重要水防箇所や避難所等)を示す地図上に、時々刻々と変化する動的情報(雨量、河川水位等)をあわせて表示することで、水防団の的確な情報共有に大きく寄与し、地域の状況俯瞰に加え、活動の更なる迅速化が期待される。現在、石川県能美市など3地域で試験運用中であり、今後新たな3地域へも拡大予定である。

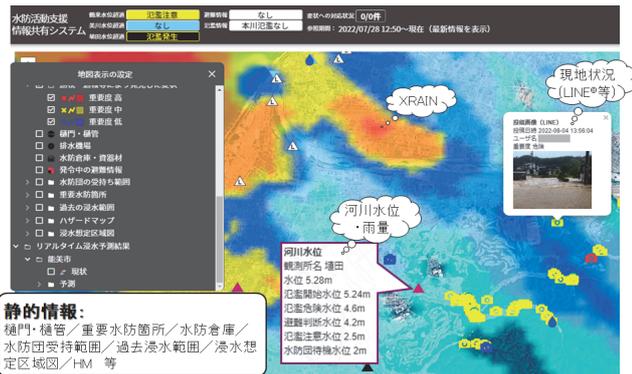


図-4 水防活動支援情報共有システムの画面表示例

2.5 高潮・高波減災支援システム

気象庁の波浪・潮位予測値をもとに、全国約500地点でのうちあげ高を予測する機能(図-5)と全国の代表地点における越波による浸水危険度を色分け表示する機能から構成されるシステムである³⁾。地形及び施設の形状、消波施設の効果を考慮して39時間先まで1時間毎に予測されたうちあげ高は、地方整備局や自治体の海岸担当者等がブラウザから閲覧でき、越波がいつから、どのくらいの時間生じるかを視覚的に確認できる。引き続きうちあげ高観測による予測精度の検証を行い、予測精度の向上を図っていく予定である。越波の危険性を適切なタイミングで予測・周知することで、自治体による避難指示の発令や適切な水防活動に繋がることが期待される。

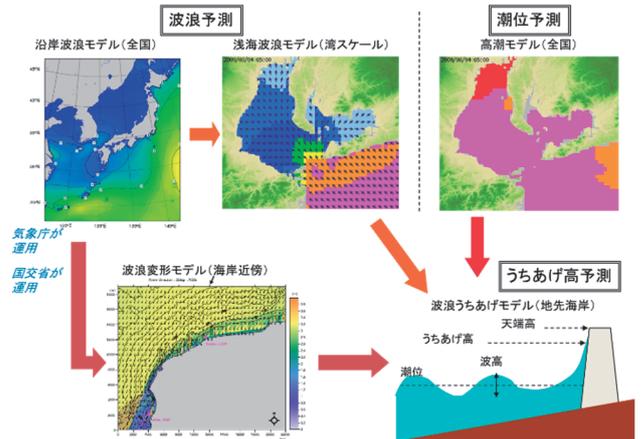


図-5 うちあげ高予測の仕組み

3. モニタリング・管理の高度化・効率化に向けた取組み

3.1 ダム及び貯水池周辺斜面の変位モニタリングにおける衛星SARの活用

ダムの安全管理では、高経年化施設を含む管理ダムの増加に対し、日常の管理のほか大規模地震等非常時の危機管理の面も含め、新技術の活用による管理水準の維持向上を考えていく必要がある。その1つとして、基本的に地上設備を要しない衛星SAR(合成開口レーダ)データの活用がある。これまでの検討からALOS-2(だいち2号)のデータを用いた干渉SAR解析等により、ロックフィルダム堤体の圧密沈下や地震影響のモニタリングが面的かつ地上測量に近い数mmの精度(図-6)で把握可能⁴⁾なほか、貯水位変動の影響を受ける広大な貯水池周辺斜面の変動領域の特定にも

活用が期待できる結果が得られている⁵⁾。既往の計測と組合せての平常時の安全管理の合理化・高度化、また大規模地震など地上アクセスが途絶するような広域災害時の安全確認の迅速化にも寄与する技術として、今後の活用が期待される。

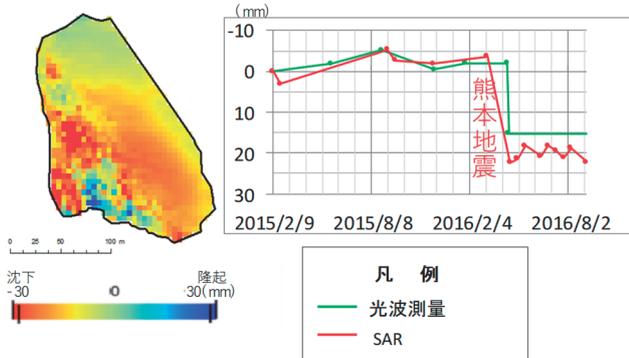


図-6 衛星SARによるロックフィルダムの地震時変位計測の例（左：堤体表面変位分布、右：代表点での変位の時系列データ（衛星SARと地上光波測量の比較）⁶⁾

3.2 ダムの安全管理での異常検知におけるAI活用

ダムの安全管理で得られる漏水量、変位等の各種計測データの多くは、貯水位や外気温の変動、降雨等の外的要因のほか、堤体構造、基礎地盤の地質構成、計器特性等にも左右される。そのため、異常検知や原因推定には一定の経験に基づく判断が必要となる。そこで、高経年化ダムを含む管理ダムが増加する中で熟練職員の不足への対応として、AIを活用した異常検知の判断支援技術を開発している。例えば、正常と判断した過去のデータをその影響因子（例えば貯水位や外気温）のデータとともに学習させ、実測値とAIによる予測値を比較し異常の判定を行う技術をコンクリートダムの変位計測データに適用したところ、従来の重回帰分析と同等以上の有効性が期待できる結果が得られた（図-7）。今後、現場での試行も経て、これらの技術の実用につなげていきたいと考えている。

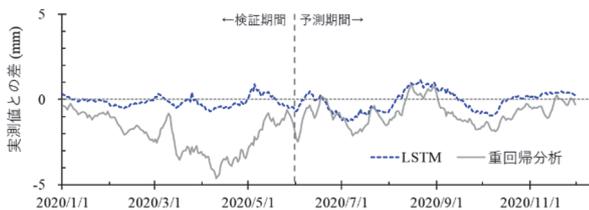


図-7 LSTM（再帰型ニューラルネットワークの一種）を用いた重力式コンクリートダム堤体変位の予測誤差（重回帰分析との比較）⁷⁾を改変

3.3 衛星画像等を活用した海岸線モニタリング

海岸線のモニタリングは、延長が長大なこと等から、人力等による海岸線測量では時間・費用がかかり、広域・高頻度を実施できないことが課題だった。衛星画像（光学及びSAR）の活用により広域、高頻度モニタリングが可能となり、更に、画像認識技術の活用により、コスト削減が可能と考えられる。これまでに、衛星画像から海岸線を抽出するプログラムの開発を行い⁸⁾、令和5年度には、衛星画像を活用した海岸線モニタリングを実施する予定である（図-8）。海岸管理者が海岸侵食の兆候をいち早く把握し必要な対策の早期着手を実現することで、砂浜のもつ消波機能の維持や砂浜の利活用の促進に繋がることを期待される。

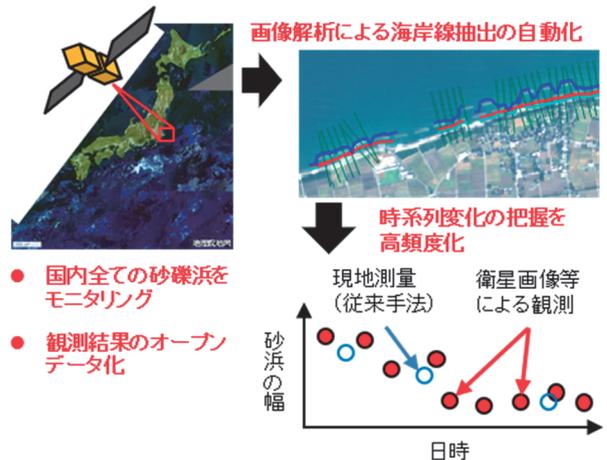


図-8 衛星画像等による海岸線モニタリングのイメージ

4. 今後のDXの取組推進に向けた展望

4.1 官民連携によるイノベーションの活用

ここまで、国土技術政策総合研究所を主体として進められている研究開発を中心に紹介してきた。今後のDX推進に向けた展望としては、「第5期国土交通省技術基本計画（令和4年4月）」や「経済財政運営と改革の基本方針2022（令和4年6月）」で示されたとおり、技術の進展を踏まえ、一層の官民連携により、これまで以上に民間の技術力を取り込むオープンイノベーションを推進する必要があると考えている。具体例として水管理・国土保全局と国総研で検討が進められている「流域治水デジタルテストベッド」構想を紹介する。

これは気候変動による水災害の激甚化・頻発化への備えとして、洪水予測・流域治水立案に関する技術開発を加速するため、仮想空間上にデジタルツインの流域の実験場（デジタルテストベッド）

を構築する構想である。現時点で検討中のコンセプトは以下のとおり。

- 1) 全国の国管理河川で整備中の3次元河川管内図や、オープンデータ化が進む3次元地理空間情報等の流域関連情報を組み合わせ、仮想空間上にデジタルツインの流域（図-9）を構築。
- 2) デジタルツインの流域を構成する各種データを活用し、官民連携により仮想空間上で流域治水に関する技術開発のための試験を実施。

これらを通じ、例えば、複数の洪水予測技術の実用性を比較評価したり、水害リスクや対策の効果をシミュレーションで「見える化」し、流域治水の対策検討・合意形成の円滑化の支援を目指したりすることを想定している。

令和4年度に基本コンセプトを構築し、令和5年度からは先行的な水系で検討を進めながら構想をより具体化する予定である。

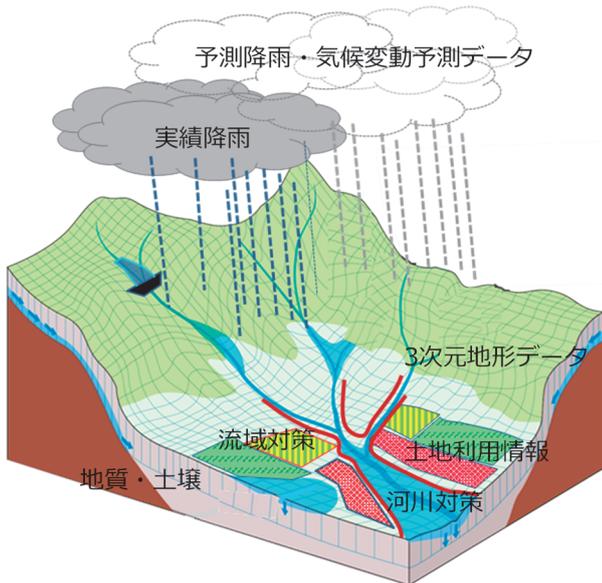


図-9 流域治水デジタルテストベッドのイメージ図

5. おわりに

「経済財政運営と改革の基本方針 2022（令和4年6月）」では、国際社会の大きな環境変化など、我が国は大きく変革期を迎えているとされている。技術研究分野でも、「第5期国土交通省技術基本計画（令和4年4月）」において、イノベーションの創出、AIや宇宙システムの活用、インテグレーション（総合）、プラットフォームの構築、デジタル化・オープンデータ化の推進等に積極的に取り組むことが求められている。

河川・ダム・海岸分野におけるインフラDXの取組について、現在の大きな課題である流域治水の実現に河川研究部一丸となって立ち向かいつつ、更に「流域治水デジタルテストベッド」等を活用した官民連携により新たな技術の獲得も進めたいと考えている。社会の変化やニーズ・先端技術を取り込んだ技術研究開発を行い、地方整備局等の現場における技術実装に取り組むことで、変革の時代に対応する力をも生み出していきたい。

参考文献

- 1) 井上清敬、武内慶了、山本哲也：流域での減災対策の進展に向けた水害リスクマップの活用、土木技術資料、第64巻、第12号、pp.28~31、2022
- 2) 海老原友基・山本陽子・板垣修：水防活動の効率化に資する情報集約・共有ツールの研究開発、河川技術論文集、第28巻、pp.409~414、2022。
- 3) 加藤史訓、井樋世一郎、湯浅直美：高潮・高波浸水危険度のリアルタイム予測システムの開発、土木技術資料、第63巻、第11号、pp.20~23、2021。
- 4) 佐藤弘行、金銅将史、小堀俊秀、小野寺 葵：衛星SARによる19基のロックフィルダムの外部変形計測、土木技術資料、第59巻、第9号、pp.36~41、2017
- 5) 佐藤弘行、石川亮太郎、金銅将史：ダム貯水池周辺斜面の変動監視における衛星SARの活用、土木技術資料、第62巻、第9号、pp.8~11、2020
- 6) 佐藤弘行、石川亮太郎、金銅将史：衛星SARを活用したダムの変位モニタリング技術の開発、国総研レポート2018
- 7) 小堀俊秀、二階堂良平、松下智祥、金銅将史：ダムの安全管理用計測データに基づく異常検知へのAI技術活用に向けた試行検討、インフラメンテナンス実践論文集1(1)、pp.363~371、2022
- 8) 渡邊国広、加藤史訓、松崎和敏、土屋美恵、佐野滝雄：光学衛星画像からの汀線抽出における画像処理方法の適用性評価、土木学会論文集B2（海岸工学）、Vol.77、No.11、pp.I_1111~I_1116、2021。

吉田邦伸



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部
水防災システム研究官
YOSHIDA Kuninobu

金銅将史



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部
河川構造物管理研究官、
博士(工学)
Dr. KONDO Masafumi