

水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発

松木洋忠

1. はじめに

我が国では、近年毎年のように、大型の台風の接近や上陸、活発な前線の活動により激甚な水災害が発生し、人的被害や資産、社会・経済活動への被害が発生している(写真-1)。2021年から公表されてきたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第6次評価報告書では、「継続する地球温暖化は、世界全体の水循環を、その変動性、世界的なモンスーンに伴う降水量、降水及び乾燥現象の厳しさを含め、更に強めると予測される」としており、水被害の激甚化や多発化を予想している。

このような状況を踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う「流域治水」の考え方が示された¹⁾。治水計画の基準となる計画降雨量は、観測データから統計的に算定する従前の方法を、GCM（全球気候モデル）による将来予測計算結果から算定する方法に改められた結果、従来計画に基づく対策では大河川の安全度が不足することが明らかとなった。さらに中小河川の氾濫や局地的な内水を含め、あらゆる規模の洪水に対してできる限り被害の軽減が求められた。

このため国土交通省は、治水対策の転換を打ち出し(図-1)、2021年5月に実施のための関連法を整備した。これらの施策を推進するためには、水利用、都市計画、公衆衛生、環境保全などの流域の関係者全員の理解と参加が必要となることから、土木研究所は、流域対策の効果の評価や可視化、既存施設による治水機能の発現、適切な土地利用の誘導、自治体の危機管理の支援などの技術開発に取り組んできた²⁾。

このような研究開発を加速し、社会実装を促進するため、土木研究所では「水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発」を研究開発プログラムとして実施することとした。本報文では、本プログラムの全体像を紹介する。



写真-1 激甚化する水災害



図-1 流域治水の概要

2. 研究課題と達成目標

「流域治水」では、被害要因である外力、暴露、脆弱性の観点から、氾濫をできるだけ防ぐ、被害対象を縮小させる、被害の軽減・早期復旧・復興を可能とする（強靱化）のための対策に総合的かつ多層的に取り組む必要がある(図-2参照)。

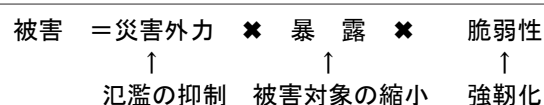


図-2 被害要因と総合的対策

2.1 氾濫の抑制

氾濫の抑制については、河川整備の推進と併せて、流域での対策を効果的・効率的に進めることが重要であり、将来を見越した手戻りのない対策目標の設定と、様々な関係者の参画が必要となる。

2.2 被害対象の縮小

被害対象の縮小では、住民や民間セクターが土地の購入や利用において、水災害リスクを意識して行動することを促すことが重要であり、そのためには信頼できるリスク情報の創出が必要である。

2.3 社会・地域の強靱化

社会・地域の強靱化のためには、洪水氾濫が発生した場合でも、人命の保護、社会の重要機能の維持、財産及び公共施設に係る被害の最小化、迅速な復旧復興等を可能とする技術や仕組みが必要である。また、人的被害や壊滅的被害を回避するため、決壊までの時間を延伸し、避難や水防作業の時間を確保できる堤防の強化が効果的である。

2.4 プログラムの達成目標

上記課題を踏まえ、①将来の水災害外力の想定技術の開発・高度化、②流域治水による取り組みを的確に評価・実現する手法の構築、③適切な洪水氾濫リスク評価手法の開発、④水災害に対する社会の強靱化を図る技術開発を達成目標とした。

3. 個別研究課題

3.1 将来の水災害外力の想定技術の開発・高度化

将来を見越した手戻りのない対策目標の設定や危機管理に資する最大降雨の想定のため、地球温暖化シナリオに沿った将来の降雨条件、高潮条件等の予測において地域特性の反映や予測信頼性の向上を図る。

このため、GCMの力学的ダウンスケーリング（気象モデルを使用した時間・空間スケールの高解像度化）や初期条件等に偏差を与えたアンサンブル計算結果のバイアス補正方法等について検討し、降雨や気温・湿度等の将来推定に適用する（図-3）。また、寒冷地における冬季低気圧による高潮について将来予測を行う（図-4）。

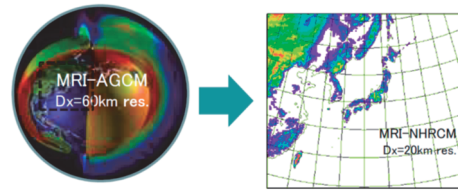


図-3 GCMダウンスケーリングによる降雨予測

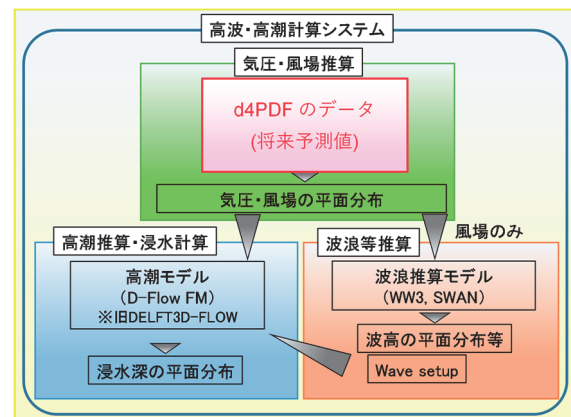


図-4 将来の低気圧による高潮現象の予測



図-5 土地利用や流域施設の例

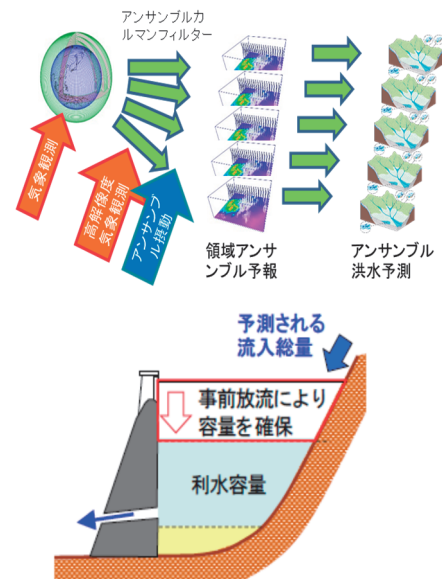


図-6 アンサンブル洪水予測情報による施設操作方法の開発

3.2 流域治水による取り組みを的確に評価・実現する手法の構築

(1)様々な主体による流域対策への理解と参加については、農業などの水利用や自然環境保全、観光等と水災害対策の重層化を図るため、土地利用や流域施設に応じた貯留・浸透機能等(図-5)の評価と流域全体での効果を評価・共有するシステムを開発する。

(2)利水事業者等による洪水調節への参加・協力を促すため、利水等施設による治水機能の最大化と利水への損害の回避を両立する施設操作方法を開発し、適用を図る(図-6)。

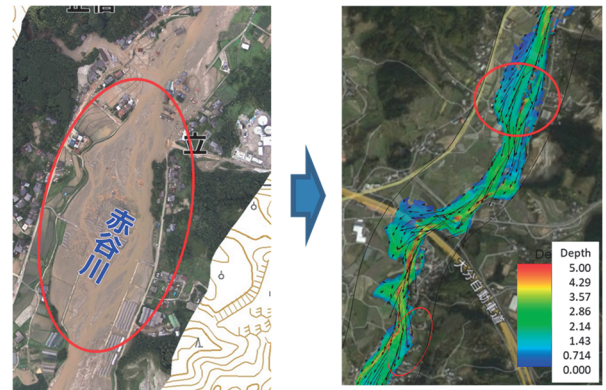


図-7 土砂・流木・洪水氾濫モデルによるシミュレーション

3.3 適切な洪水氾濫リスク評価手法の開発

浸水に関わるリスク情報の整備が遅れている一方で洪水氾濫の激甚化が予想される中山間地中小河川を対象に、大量の流木や土砂を考慮した洪水氾濫や家屋倒壊危険性を想定する技術を開発する。第4期中長期計画で構築した土砂・流木・洪水氾濫モデルの再現性の向上を図るとともに、境界条件や降雨条件等の設定方法やその結果の不確実性の評価、浸水範囲、流木等を考慮した危険エリアの設定方法について検討する(図-7)。

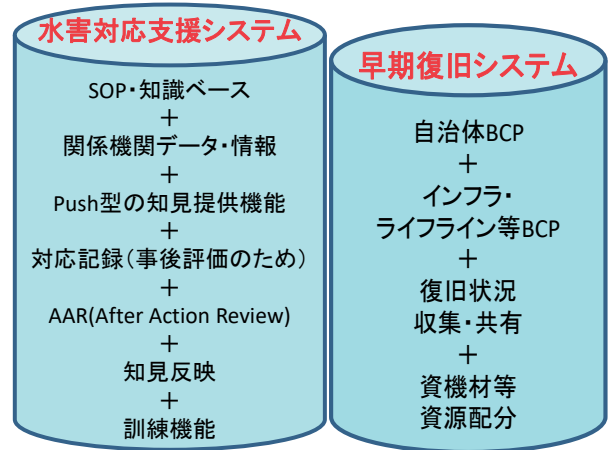


図-8 地方自治体を支援するシステム開発

3.4 水災害に対する社会の強靱化を図る技術開発

洪水氾濫が発生した場合でも被害を軽減し、速やかな復旧等を行うことにより、生活環境や社会機能低下の最小化を図る。

(1)被害軽減のためには、地方自治体を中心とした的確な危機管理対応が重要であり、職員数の減少や高齢化が進む中で、危機管理能力の強化について検討する。さらに災害後の速やかな復旧・復興については、各管理者におけるライフラインや交通機関等の復旧作業と連動・整合した業務継続の観点から地方自治体を支援するシステム開発の研究を行う(図-8)。

(2)人的被害防止のためには、洪水に対する心構えや準備を促すことにより自助・共助の能力が育成される社会への変革が必要である。このため、水災害リスクの学習教材、洪水体験ツール等からリスクを疑似体験するデジタルツインを構築し、日頃より住民が水災害を意識することにより水災害リスクコミュニケーションを促進するための研究を行う(図-9)。



図-9 水防災DXのイメージ

(3)越水や長時間の高水位が生じた場合でも、堤防決壊による壊滅的な被害を回避するため、堤防の質的強化技術の開発を行う。堤防の越水に対する侵食形態を解明し、対策工に求められる機能を評価するほか(図-10)、大型模型を用いた破堤抑制技術の開発を行う(写真-2)。

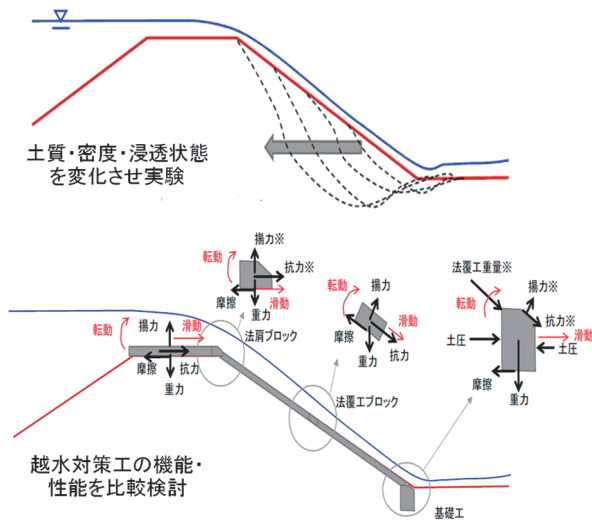


図-10 堤防の強化対策の検討



写真-2 実物大河川模型による検証実験

4. おわりに

「流域治水」の推進においては、流域の関係者が個々の対策を実現させるための技術だけでなく、対策を連携して進めていく仕組みづくりが必要である。このため、水災害外力の想定、治水対策による効果の評価、洪水氾濫リスクの評価、社会の強靱化を図る技術について、本プログラムによって技術開発を行うとともに、得られた知見を関係者と共有する。

また我が国の社会・国土条件としては、自然災害の激甚化の他にも、人口減少・少子・高齢化、インフラの老朽化等による様々な課題や、Society 5.0、DXの活用、COVID-19を契機とした働き方・暮らし方の変化等が見られる。社会的変化と新しい技術を融合しながら、持続可能な流域治水を進めていくため、本プログラムによる知的財産の共有や、社会的理解の促進や関係者の連携調整を進めるファシリテータの育成を併せて進めていくことが重要と考えている。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会:気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～答申、2020年7月
- 2) 伊藤弘之・藤兼雅和・大沼克弘:流域治水の推進のための技術開発、土木技術資料、第64巻、第1号、2022

松木洋忠



土木研究所 水災害研究グループ長、
博士(工学)
Dr. MATSUKI Hirotada