

水災害の防止・軽減への取り組み ～河川研究部の活動より～

佐々木 隆

1. はじめに

現在そして将来にわたって国民が良好な河川・海岸環境を享受でき、水害による生命、財産、暮らし、経済活動への影響が最小化されることにより、社会の安全・安心の持続を目指すことが国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）・河川研究部の使命と考えている。この使命を遂行するために、河川や海岸に関わる自然現象の監視・状態予測、河川・海岸（構造物を含む）の整備、保全および維持管理、そして流域の水害の抑制などに関わる技術について調査研究を実施し、その成果に基づき技術基準の提示、現場技術支援等に努めてきている。

河川研究部の広範な研究対象において、近年の甚大な水害の頻発、また、気候変動による洪水等の規模・頻度へ想定される影響を鑑みて、水災害を防止・軽減する技術は、ますます重要性を増しているところである。それら技術は、より効果が高い防災施設の整備手法、水害リスクをマネジメントするための情報提供手法などの「流域治水」を支えるものである。本報文では、国総研発足20周年という節目の機会をとらえて、河川研究部の役割とともに、「国総研20年史」¹⁾の内容を参照して、これまでの河川研究部における「水災害の防止・軽減への取り組み」を紹介するものである。なお、地震時の津波による災害は一般的に地震災害に分類されるが、水が関与する災害であることから、本稿では津波による被害に関するものも含めて紹介する。

2. 河川研究部の紹介

2.1 組織構成

河川研究部は、国総研発足（平成13年）時点では、部長以下、部付官1名（流域管理研究官）、3研究室（河川研究室、海岸研究室、ダム研究室）の体制で活動が開始された。その後、国総研内の

幾度かの組織変遷を受け、現在は部付官3名（河川構造物管理研究官、水防災システム研究官、水環境研究官）、5研究室（河川研究室、海岸研究室、水循環研究室、大規模河川構造物研究室、水害研究室）という拡大した体制となっている。

2.2 役割

河川研究部は、国総研内の分野横断的研究組織である「気候変動適応研究本部」、「環境研究推進本部」と連携しながら、また、「河川構造物管理研究タスクフォース」（河川構造物管理技術に関係する国総研・土研の研究担当者の連携の仕組み）²⁾、「河川環境研究タスクフォース」³⁾（河川環境に関係する国総研・土研の研究者の連携の仕組み）も活用しながら研究、技術支援の活動を実施してきている。

河川研究室は、河川（河道、堤防）を研究対象とし、リスク管理型の河道計画、持続性の高い維持管理のための河道設計手法、効率的な河川状態監視、危機管理のための堤防強化技術などの技術開発を行っている。

海岸研究室は、海岸を研究対象とし、効果の高い津波・高潮減災手法、持続性の高い砂浜の保全・再生手法、効率的な海岸モニタリングの技術開発などを行っている。

水循環研究室（発足時はダム研究室。その後、水資源研究室を経て、現研究室名）は、平常時および洪水時の水の流れの状態把握および予測、施設等による水循環の制御法（ダム貯水池運用含む）などの技術開発、それらを防災・環境保全・水資源確保の施策に繋げる研究を行っている。

大規模河川構造物研究室は、構造物としてのダムを研究対象とし、ダムの設計（大規模地震に対する耐震照査を含む）、効率的な維持管理、既存ダムの機能を増強するダム再生に関する技術開発を実施している。

水害研究室（発足時は旧・危機管理技術研究センターに所属）は、水防活動の技術支援、浸水ハ

ザード情報作成および活用方法、水害リスク評価手法などに関する技術開発を実施している。

3. 水災害防止・軽減に関する主な研究活動

3.1 国総研20年史にて紹介している研究活動

河川分野において多くの研究が実施されてきたが、「国総研20年史」において河川研究部により研究内容・成果を紹介したテーマは図-1に示す6個であり、本報文では、①～④について、概要を紹介する。

- ① 気候変動を見据えた治水計画立案に向けて（河川研究室、水循環研究室）
 - ② 洪水の把握・予測手法の高度化（水循環研究室）
 - ③ 浸水情報を活用した浸水被害防止対策の促進（水害研究室）
 - ④ ハード対策とソフト対策を組み合わせた総合的な津波対策（海岸研究室）
 - ⑤ ダムの耐震及び関連技術（大規模河川構造物研究室）
 - ⑥ 河川環境研究の模索と軌跡（旧・環境研究部の河川環境研究室、および河川研究室、水循環研究室）
- ※（ ）は、主に関係する研究室名を示した。

図-1 国総研20年史で紹介したテーマ

3.2 気候変動を見据えた治水計画立案に向けて

気候変動が降雨、河川流量へ与える影響が顕在化しつつあり、また、将来の増加程度が予測されるようになってきている。国総研では早くから気候変動が水災害リスクに与える影響を検討し、超過外力をも考慮した河川の整備に関する検討を実施してきた。

気象研究所との「気候変動モデルを用いた地球温暖化に伴う降雨特性変化と洪水・渇水リスク評価に関する共同研究」（平成18～20年度）を実施し、気候変動適応策を検討する上での基本情報となる極端降雨量の変化（雨量倍率）などについて成果が得られている⁴⁾。続いて、気候変動による降雨量の変化が治水施策へ与える影響についての研究を実施し、降雨量の増加割合（雨量倍率-1）が洪水流量には1.5倍、河川整備に係る労力には6倍程度に増幅されることがわかった。その後、検討を進めた結果は、令和2年の社整審答申「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方」において参照されている。

続いて、気候変動に伴う水害リスク評価手法の開発と適応策に関する検討を実施し、洪水規模の増大に伴って変化する河川氾濫被害の大きさの変化を水害リスクカーブとして表現し、計画規模ま

での降雨に対してはハードで防ぎ、超える降雨に対してはハードとソフトを組み合わせるという「新たな治水フレーム」を提案し、河川や流域での治水施策を類型化した（図-2）⁵⁾。これは、「流域治水」に関わる施策を選択していく際に、ひとつの考え方（指針）として活用できる成果だと考えられる。

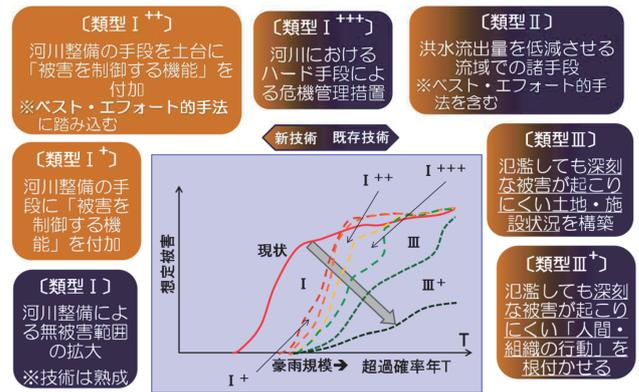


図-2 水害リスクカーブと各種治水施策の類型化⁵⁾

さらに、河道計画を立案する上で整備の内容やその順番を決定する際に役立つため、「水害リスク評価の手引き」を本省とともに作成した。また、従来の洪水氾濫を未然に防ぐ対策に加え、氾濫が発生した場合にも被害を軽減するため、危機管理対策として「粘り強い堤防構造」（越水しても壊れにくい堤防）に関する研究を実施してきている。

3.3 洪水の把握・予測手法の高度化

平成12年の東海豪雨、平成16年の新潟・福島豪雨、福井豪雨をはじめ、各地の中小河川で氾濫が頻発し、国交省では中小河川における局地的大雨による水難事故防止対策の検討が行われ、局地的大雨の監視を強化するため、従来のCバンドレーダ雨量計より時空間解像度の高いXバンドMPレーダ雨量計（X帯の二重偏波を用いるレーダ雨量計）を整備していくこととなった。このXバンドMPレーダ雨量計のネットワークは「XRAIN」と名付けられた。国総研では、防災科学技術研究所、京都大学、気象庁等の専門家の協力を得て、平成20年のXバンドMPレーダ雨量計の整備開始からその後の運用において、雨量計ネットワークの設計、データ処理・配信システムの構築などの検討を行い、XRAINによるレーダ雨量観測を実用化するための種々の技術を確立し

た⁶⁾。また、平成24年よりMP化したCバンドレーダ雨量計の利用方法の検討も行い、高性能Xバンド・Cバンドレーダ雨量計のネットワークXRAINが令和2年にはほぼ全国をカバーするに至っている。

一級河川の河川水位予測については、従来、概ね数km～数十km毎に配置された水位観測地点の水位を予測し、洪水予報における今後の河川水位の見通しの情報として使用されてきた。平成27年の関東・東北豪雨における鬼怒川の氾濫においては、堤防決壊までに避難勧告・指示が発令されていない地区が存在したことや、避難の遅れ等から多くの住民が孤立したことから、身近な地先での河川氾濫の危険性或切迫度をリアルタイムで伝える必要性が認識された。このため、国総研では、予測降雨量の誤差の影響が少なく、河川縦断方向に連続的な水位を予測する手法と、地先単位での洪水危険度を評価し表現する手法の開発を行った。これに「水害リスクライン」⁷⁾という名が付けられて、令和2年には全国一級水系の現況洪水危険度情報がインターネットを通じて一般配信されるようになった(図-3)。

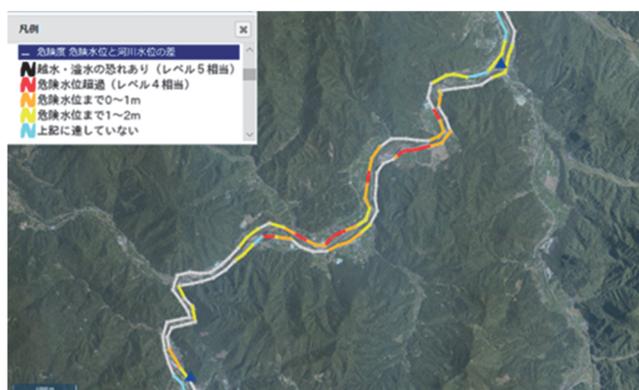


図-3 水害リスクラインの表示例

平成30年の西日本豪雨、令和元年の東日本台風では、複数の河川で大規模な氾濫が発生するとともに、複数のダムで洪水調節容量を使い果たすおそれから異常洪水時防災操作が実施された。このような事例を受け、予測降雨量の情報を利用しながら、洪水貯留に使用しうる空き容量を洪水前により多く確保するための「事前放流」が、全国の治水・利水ダムにおいて実施されることとなった。国総研では平成24年度より、気象庁数値予報データから各河川の流域平均雨量を集計し、予測された流域平均雨量と河川の計画雨量との関係

から長時間先の洪水危険度予測を行うシステムを試作・改良してきており、このノウハウを生かして、ダムの事前放流の実施判断に利用できる予測降雨量の閲覧システムを構築し、令和2年度から開始された全国のダムでの「事前放流」の実現に寄与している。

3.4 浸水情報を活用した浸水被害防止対策の促進

平成13年に国土地理院で航空LP(レーザー測量)が開始され、中小河川の氾濫被害頻発を背景にして、国総研ではLPデータを用いた中小河川の整備状況の評価手法の検討を実施した。膨大な延長の河道断面データ等の入手が困難で、治水安全度評価が未着手であった中小河川を主対象に、このLPデータを用いて河道断面を作成し、各河川管理者と連携して治水安全度(流下能力)の概略評価を実施し、平成20年に結果を公表している⁸⁾。近年でも甚大な水害が発生しているが、洪水浸水想定区域図等で浸水危険性に関する情報が明示されていない(空白となっている)中小河川において大規模な浸水が生じた。このため、上述の治水安全度評価の技術を発展させ、中小河川沿いの浸水危険性を評価する手法を開発し、本省とともに手引き⁹⁾として公表した。

実際の降雨に際して、準リアルタイムで内水等による浸水予測情報を提供する研究も実施してきている。内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の一環として、気象庁の降雨予測データ、国交省等の実測降雨・河川水位データ等を用い、浸水予測計算を10分毎に実施し1時間先までの予測浸水深等を表示するシステム¹⁰⁾を開発している。この社会実験が現在も継続しているが、さらに浸水予測情報を水防活動支援に活用する技術についても研究を行っている。

3.5 ハードとソフト対策を組み合わせた総合的な津波対策

津波に対する研究は、平成23年東北地方太平洋沖地震の前後で大きく変化した。それ以前においても、インドネシア・スマトラ島付近で発生した地震(平成16年)、チリ沖で発生した地震(平成22年)などにより、海外で甚大な被害が発生し、巨大津波に対する対策の充実が求められていた。この時期には、津波によって海岸堤防に作用する波力に関する実験的研究、海岸堤防の破堤等を考慮した津波浸水シミュレーション手法の開発

が行われた。さらに、津波による人的被害の大幅な軽減を図るため、住民の避難意思決定における各要因の影響を定量的に検討した上、避難促進政策の効果を明らかにし、それら施策の具体的な進め方を提案した¹¹⁾。

東北地方太平洋沖地震では、津波が海岸堤防を越え、沿岸部で甚大な被害が生じた。このような巨大津波に対し、ハード対策とソフト対策を総動員する「多重防御」の考え方が打ち出されるとともに、設計津波を超える津波に対して粘り強く減災効果を発揮する構造を海岸堤防に導入することが求められた。このため、津波が越流しても粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防(図-4)に関する研究¹²⁾を実施し、その成果は技術基準に反映され、全国の海岸事業において使われている。また、「津波防災地域づくり」を推進するための技術として、最大クラスの津波が悪条件で来襲する条件で津波浸水シミュレーションを行う手法を、この地震以前の研究成果を発展させて、「津波浸水想の設定の手引き」¹³⁾としてまとめた。海岸堤防を越えて津波が侵入する場合における自然・地域インフラ(砂丘等)が有する減災効果に関する研究も実施している。

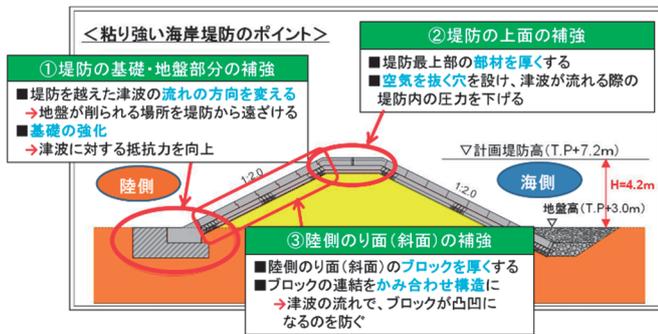


図-4 粘り強い海岸堤防のポイント

4. おわりに

本報告では、国総研発足からの河川研究部での研究活動が、水に関わる災害の防止・軽減に役立つ多くの成果を挙げてきていることを、そのごく一部ではあるが紹介した。ぜひ、「国総研20年史」でより詳しい内容をお読みいただくことを期待している。

国交省では、気候変動に伴い頻発・激甚化する水災害への対応として「流域治水」を推進している。それは、河川管理者が主体となって行う治水対策を一層加速するとともに、集水域から氾濫域

にわたる流域のあらゆる関係者が協働して水災害対策を行うものである。流域の中で、①氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進めていく。このような中、河川研究部では、グリーンインフラ、DXも強く意識しながら、上記①に資する河道・治水施設の機能向上・機能維持のための研究をより一層進めるとともに、②③に資するような水災害リスクに関わる情報(情報種類・提供手段、リスクマネジメント)に関する研究を進化・深化させていくことが必要と考えている。

参考文献

- 1) 国総研20年史、2021
- 2) 河川構造物管理研究タスクフォース
<http://www.nilim.go.jp/lab/fag/index.htm>
- 3) 河川環境研究タスクフォース
<http://www.nilim.go.jp/lab/env-tf/index.htm>
- 4) 気候変動による豪雨時の降水量変化予測-GCM20による評価を中心に-、国総研資料、No.462、2008
- 5) 河川・海岸分野の気候変動適応策に関する研究、国総研プロジェクト研究報告、No.56、2017
- 6) XRAIN 雨量観測の実用化技術に関する検討資料、国総研資料、No.909、2016
- 7) 水害リスクライン、<https://frl.river.go.jp/>
- 8) 航空レーザ測量を活用した治水安全度評価、
<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/seika.files/lp/eva.html>
- 9) 中小河川における簡易的な水害リスク情報作成の手引き、2018
小規模河川の氾濫推定図作成の手引き、2020
- 10) リアルタイム浸水予測システム
<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/seika.files/shinsuiyosoku/index.html>
- 11) 高潮・津波からの避難に関する調査、国総研資料、第568号、2010
- 12) 津波越流に対する海岸堤防の粘り強い構造の要点、国総研資料、第1035号、2017
- 13) 津波浸水想定の設定の手引き ver2.10、2019
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kaigan/tsunamishinsui_manual.pdf

佐々木 隆



国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部長、博士(工学)
Dr.SASAKI Takashi