

## 2.2.4 河川研究部

# 河川堤防センサによるリアルデータの積極活用

Active utilization of real-time data acquired by sensors installed on river embankments.

(研究期間 令和2年度)

河川研究部 河川研究室  
River Department  
River Division

室 長	福島 雅紀
Head	FUKUSHIMA Masaki
主任研究官	三好 朋宏
Senior Researcher	MIYOSHI Tomohiro
研 究 官	高橋 亮丞
Researcher	TAKAHASHI Ryosuke

On the East Japan Typhoon disaster in 2019, river embankments broke over a wide area. On the other hand, there were cases where it was difficult to confirm the collapse or flooding because it was a blind spot of the river monitoring camera, it was nighttime, and it was not possible to approach the site due to traffic closure due to flooding. In this study, we widely recruited techniques for capturing changes in river embankments due to flooding and riverbank erosion, with the aim of confirming the collapse of embankments at an early stage without visual inspection. We also conducted hydraulic model experiments to confirm their detection performance, and examined a method for estimating the erosion status of embankments using an image analysis method using AI.

### 〔研究目的及び経緯〕

令和元年東日本台風では、広域的かつ同時多発的に河川堤防が決壊するなど、東北・関東・北陸地方をはじめ全国各地で甚大な浸水被害が発生した。同台風では、河川監視カメラの死角や夜間であったこと、浸水等による通行止めにより現地に近づくことができなかったことなどから、決壊・越水等の確認が困難であった事例が見られた。水防計画等では、決壊・越水等の情報を関係者間で共有することとされているが、決壊・越水等の状況を迅速に把握する上での課題が明らかとなった。そこで、洪水時における決壊・越水等を迅速に把握するため、決壊・越水等を検知するセンサの技術開発が求められている。

本研究では、堤防の決壊を目視によらず早期に確認することを目的に、越水および河岸侵食に伴う河川堤防の変状を捉える「変状検知システム」の公募を行い、当研究室が実施する水理模型実験にて、その検知性能の確認実験を行った。また、AIを用いた画像解析手法を用いて、堤防の侵食状況を推定する方法を検討した。

### 〔研究内容〕

#### 1. 変状検知システムの公募

変状検知システムの公募にあたって、システムに求める要件を検討し、「堤防天端高が10cm程度低下することを即時に検出可能なシステム」または「堤防天端幅が1m程度欠損することを即時に検出可能なシステム」を設定した。民間企業等を対象に公募を行った結果、加速度計、傾斜度計、光ファイバ、ビデオ画像、GNSS等（以下、「センサ類」という）を用いた24件の技術の応募があり、第3者からなる審査会での審議を経て、10件の技術が選定された。

#### 2. 変状検知システムの検知性能確認実験

選定された技術について、上記の要件に対する検知

性能を確認するため、それぞれのシステムで提案されたセンサ類を堤体内に埋設もしくは堤体表面に設置するなどして、越水実験と河岸侵食実験の2種類の水理模型実験をそれぞれ7ケース行った。各ケースの実験条件は以下の通りであり、異なるセンサ類を設置して、それらの性能を確認したものである。

越水実験の堤防模型の設置状況を図-1に示す。実験水路に縮尺1/5の堤防模型を製作した。堤防模型の寸法は、堤防高1m、幅6m（現地では縦断方向の延長に相当）、天端幅1m、のり面勾配2割に設定した。堤体材料としては、一般的な築堤材料である粘性土を用い、締固め度を85%程度とした。河川土工マニュアルによると、90%以上の締固め度とすることとされているが、越水後90分程度で堤防の裏のり面や天端面が侵食されるように、敢えて基準値より低く設定した。越流水深を裏のり面の侵食状況に応じて5cm、10cmと徐々に大きくし、合計で90分程度通水した。なお、この通水によって決壊に至らなかった場合には、越流水深を12.5cmとして実験を行った場合もあった。堤防の侵食程度を確認するため、裏のり面、天端および裏のり尻に加速度センサやICタグ（以下、「加速度センサ等」という）を埋設し、侵食に伴い流出した時間を記録した。また、ビデオカメラで実験状況を記録した。

河岸侵食実験の河道模型の設置状況を図-2に示す。実験水路に縮尺1/10の直線形状の河道模型を製作した。模型の左岸は固定床、右岸と河床は移動床とした。河道模型の寸法は、延長30m、水路幅2m、河床勾配1/250、堤防高0.5m、堤防の表のり勾配2割とした。ここで、堤体材料として粘性土を用いると、縮尺の影響により

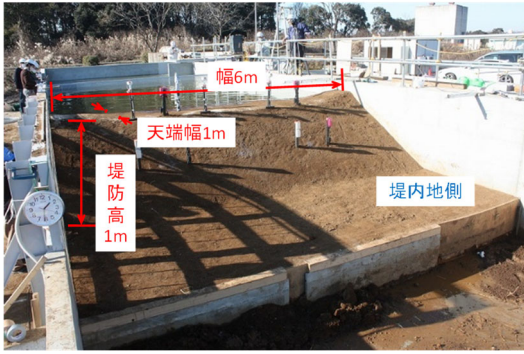


図-1 越水実験の堤防模型の設置状況

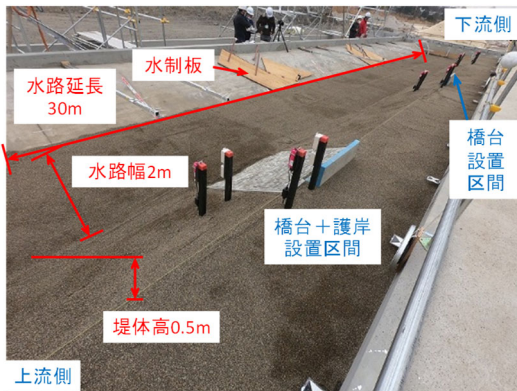


図-2 河岸侵食実験における河道模型の諸元

河岸侵食が生じないことが想定されたことから、堤体材料は河床材料と同じ粒径 3 mmの砂とした。また、河岸侵食位置を固定するため、水制工を模した水制板を固定床側に設置した。実験では、流量を 400L/s、650L/s に設定し、90 分程度通水した。実験時は、越水実験と同様に堤防の侵食程度や実験状況の記録を行った。

### 3. 堤防の侵食状況を推定する AI モデルの検討

当研究室においても、越水時に撮影された画像から、堤体の侵食状況を推定する手法について検討した。越水時には、越流水によって堤防表面が覆われ、堤体の侵食状況を直接確認することはできない。一方で、堤体の侵食状況に応じて越流水の水面に乱れが生じることから、越流水表面の白波の発生状況等の変化に着目し、堤体の侵食状況を推定することを試みた。2. の越水実験で撮影した白波の発生状況の画像（図-3）と堤防に埋設した加速度センサ等から推定された堤体の形状を訓練データ（209 個）とした深層学習を行い、AI モデルを作成した。作成した AI モデルを用いて、越水状況を撮影した画像（訓練データとして使用していないもの）から堤体の侵食状況を推定し、加速度センサ等から把握した侵食状況と比較した。

#### [研究成果]

#### 1. 変状検知システムの検知性能確認結果

10 件の変状検知システムについて、堤体の変状を検知する性能を確認するための水理模型実験を実施し



図-3 越水時の白波の発生状況

表-1 侵食状況を推定する AI モデルの検証結果

学習用データ数		評価指標
合計	訓練データ	RMSE (2乗平均平方根誤差)
	検証データ	
239	209	0.02
	30	0.11

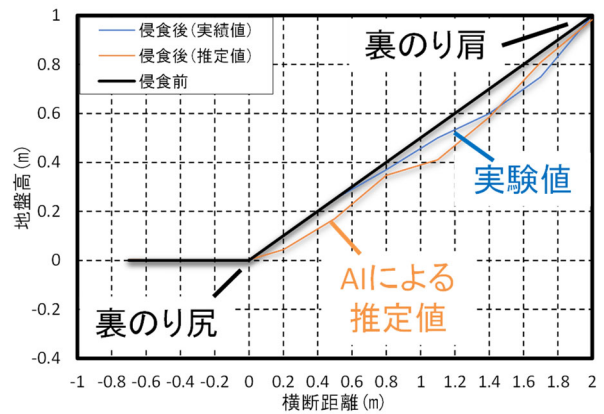


図-4 AI により推定した堤防模型の形状と加速度センサ等から把握した形状（実験値）との比較断面

た。実験結果については、応募者が分析を進めている段階であり、今後とりまとめて公表する予定である。

#### 2. 堤防の侵食状況を推定する AI モデル

表-1 に作成した AI モデルの検証結果を示す。また、ある時刻の検証結果を描画したグラフを図-4 に示す。検証には 30 個のデータを用いた。この指標は、AI による推定値と実験値の差分 (m) と考えられ、この値が 0.11 であることから、平均して 10 cm 程度の精度で堤防の侵食状況を推定できたと考えられる。ただし、堤体模型表面に植生が繁茂していないこと、越流水が濁っていないことなど、限られた条件での推定結果であることに留意する必要がある。

#### [成果の活用]

変状検知システムの検知性能確認結果については、当研究室のホームページにおいて今後公表する予定である。気候変動による洪水流量の増加が見込まれる中、堤防の状態監視技術の一つとして河川管理者等の選択肢の一つとして活用していただければ幸いである。

# 堤防の性能曲線を踏まえた効率的河川管理の検討

Examination of efficient river management based on the performance curve of the levee.

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

河川研究部 河川研究室  
River Department  
River Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

福島 雅紀  
FUKUSHIMA Masaki  
笹岡 信吾  
SASAOKA Shingo

In 2012, the Yabe River levees broke down due to the occurrence of piping penetration from the foundation ground. The purpose of this study is to establish a pipe-progression evaluation-method. A pipe-progression in a levee foundation was evaluated using a seepage analysis which modeled formation progress of a pipe. As a result, it was confirmed that the local hydraulic gradient at the end of the pipe changed by the length of the pipe and the tendency of this change depended on the hydraulic conductivity of the pipe. It is considered that pipe-progression becomes slow and eventually suspended in case of a reduction of a local hydraulic gradient. Some levee-model-experiments were conducted to confirm that the stop of the pipe progression was a possible phenomenon. It was observed that the pipe-progression stopped at certain water levels in these experiments. Therefore, the reproduction of the phenomena proved the applicability of the evaluation approach.

## 〔研究目的及び経緯〕

平成 24 年 7 月九州北部豪雨に伴う出水により、矢部川右岸 7.3kp の河川堤防が決壊した。矢部川が決壊では、基礎地盤の砂層に河川水が浸透し堤防川裏法尻からパイピングが発生した。その後、基礎地盤の砂が流出し水みち（以下では、漏水・噴砂により空洞が生じる現象をパイピング、生じた空洞を水みちと呼称する）が川裏法尻から川表に向かって徐々に延伸したことで、堤体が沈下・陥没し、決壊に至ったと考えられている。一方で、基礎地盤への河川水の浸透に伴うと推測される漏水やパイピングといった現象が全国の河川で報告されているが、その多くは堤防決壊に至るような致命的な破壊現象には至らず終息している。パイピングの発達から決壊へつながる可能性が高い箇所を抽出するためには、その過程の定量的評価が必要である。そのため、パイピングの進行性（水みちの延伸の有無）を評価することが堤防の浸透の安全性を向上するうえで重要である。

## 〔研究内容〕

### 1. パイピング進行性評価手法の概要

通常、浸透流解析を用いたパイピングに対する安全性照査では堤防法尻部の局所動水勾配もしくは揚圧力 (G/W) の値を計算することで安全性を照査する。パイピングの進行性に係る要素は外力条件や堤体と基礎地盤の境界条件等、多岐にわたるとともに、複雑であり、現行の照査手法では進行性を評価することが難しい。しかし、本手法では、水みちを浸透流解析上のモデルとして作成することで、法尻での計算に加えて、水みちが延伸した後の安全性照査を実施することを目的としている。具体的には、水みちになると推測され

る部分に、原地盤の 10～10,000 倍程度の透水係数を与えることで水みちを模擬し、その先端位置での局所動水勾配による評価を行う。これまでの実験における再現解析では、透水係数を原地盤の 100 倍程度とすることで再現性が得られていたため、その結果を踏まえて、基礎地盤における堤体との境界部付近の使用材料を元の透水係数の 100 倍程度として与えた浸透流解析を実施することにより水みちを再現する。

本手法の検証対象として、堤体に不透水性材料を用いた単純構造とし、基礎地盤を構成する材料や層厚の組合せのみを変えた実験を実施し、水みちが進行し決壊に至ったケースと水みちの進行が停止したケースについて、水みちをモデル化した浸透流解析を用いて現象を再現できるか検証する。

### 2. 堤防模型実験

実験に使用した模型は図-1 に示す堤防法尻部の抽出模型とした。堤体は高さ 0.2m の矩形として良く締め固め、法尻が泥濘化しないよう工夫した。基礎地盤構成は表-1 に示すとおりである。透水層は奥行 0.1m とした。外水位は基礎地盤の上面を G.L. とし、水位を一定値に維持し経過観察した。実験中は外観観察及び間隙水圧の計測を行った。実験後は外水位を下げた開削調査を行い、水みちの延伸長さを確認した。

堤防模型実験では表-1 に示すように 3 ケースでパイピング発生後に水みちの延伸が停止する現象が確認された。決壊したケース 2-2 はケース 2-1 と地盤条件は同様であるが、維持水位を変更して実施したものであり、維持水位が高かったために進行性が維持された可能性があると考えられる。

### 3. 堤防模型実験の再現解析

水みちの長さを変更させた場合の動水勾配を図-2 に

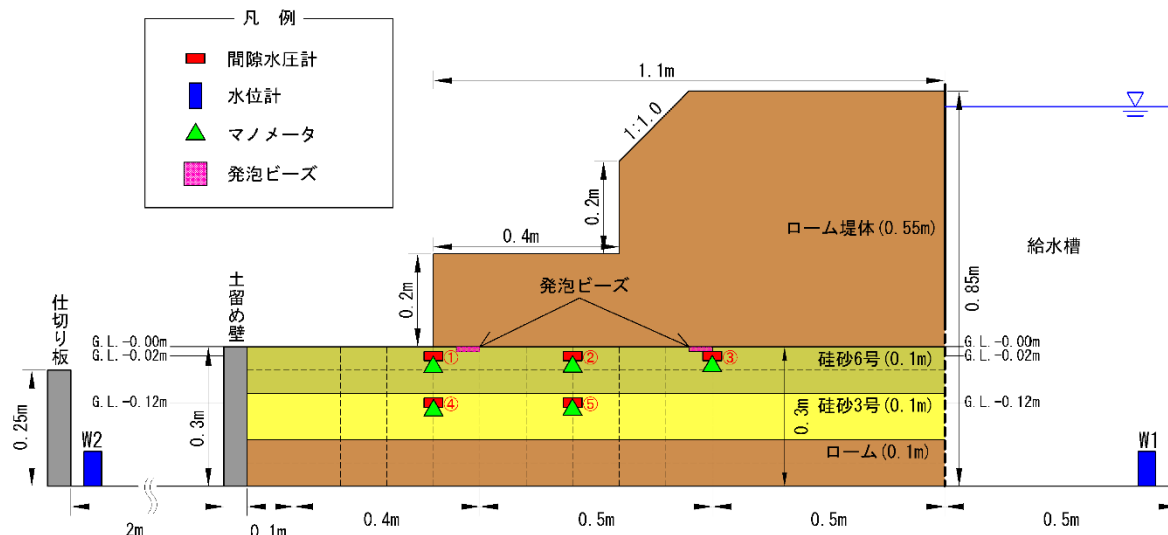


図-1 堤防模型の概要図

表-1 実験ケース一覧

ケース名	実験条件						実験結果
	上下層	土質	平均粒径 D <sub>50</sub> (mm)	透水係数 (m/s)	層厚 (m)	維持水位 G.L.+(m)	
ケース1	上層	6号珪砂	0.182	2.71E-05	0.1	0.26	水ミチ 0.3mで 停止
	下層	3号珪砂	2.697	5.56E-04	0.1		
ケース2-1	上層	6号珪砂	0.182	2.71E-05	0.15	0.42	水ミチ 0.4mで 停止
	下層	3号珪砂	2.697	5.56E-04	0.05		
ケース2-2	上層	6号珪砂	0.182	2.71E-05	0.15	0.25 ~0.54	水ミチが給水 槽まで貫通 ⇒決壊
	下層	3号珪砂	2.697	5.56E-04	0.05		
ケース3	上層	4号珪砂	0.741	7.67E-05	0.1	0.30 ~0.40	水ミチ 0.1mで 停止
	下層	3号珪砂	2.697	5.56E-04	0.1		

示す。局所動水勾配はマノメータの設置間隔と同じ  $i_h$ : 0.3m,  $i_v$ : 0.1~0.15m(上層厚さと同じ)間隔で評価している。 $i_h$ は横ばいからわずかに上昇する傾向を示すが、 $i_v$ については水ミチの延伸とともに値が低下している。実験では上層での上向きの噴砂の発生を確認している。 $i_v$ が低下すると上向きの噴砂は生じにくくなると考えられ、 $i_v$ の変化がパイピングの進行性に寄与している可能性は高い。6号珪砂、4号珪砂の限界動水勾配  $i_c$  をそれぞれ実験前に実施した現場密度試験より求めた間隙比より算出した。 $i_c$  はそれぞれ 0.86、0.88 であり、今回の計算値と比べて若干大きい。実験においてはパイピングにより土が緩み、間隙比が拡大することで、限界動水勾配が低下した可能性が考えられる。

### 【研究成果】

本研究では、パイピングの進行性を簡易に評価するモデル(以下「簡易モデル」という。)を提案した。この簡易モデルは、水ミチの延伸に伴う局所動水勾配の変化を計算するものであり、パイピングの進行性を表現できる可能性がある。この簡易モデルを堤防模型実験に適用したところ、基礎地盤条件に応じて、水ミチの延伸に伴う局所動水勾配の変化を表現することができた。この手法が確立されれば、簡易に堤防の安全性評価や対策優先区間の選定に活用できると考えられる。また、こうした簡易な予測が可能となると、現在整備が進んでいる危機管理型水位計や水害リスクラインと連携し、堤防の浸透に対する安全性の変化をリアルタイムに評価することが可能となるなど、危機管理対応への貢献が可能になることが期待される。

### 【成果の活用】

本研究の成果は、河川砂防技術基準(設計編)や河川堤防の構造検討の手引き等の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

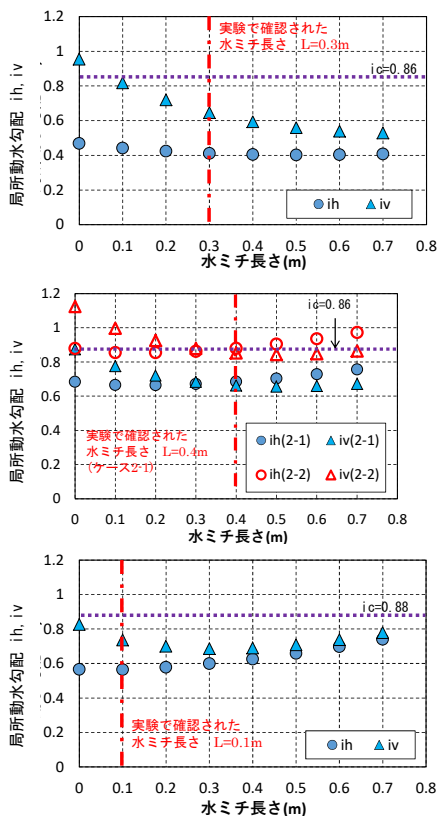


図-2 局所動水勾配の計算値

## 実データを活用した河道管理計画の検討

Study on river management plan utilizing real date.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 29 年度～令和 3 年度)

室 長 福島 雅紀  
主任研究官 瀬崎 智之  
研 究 官 神谷 電

### [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、全国の河川事業に関する調査・検討を行うために、水理模型実験など大規模な実験ができる施設、装置を整備、管理して提供するとともに、技術相談に対応している。これらの施設、装置について、老朽化しているものの修繕や更新を計画的に実施している。

令和 2 年度は、河川水理実験施設内で、移動床の水理実験を行うための装置として、土砂供給装置の整備を行った。この装置は、通水中に給砂量を変えながら、大量の土砂供給が行える装置であり、装置の整備後、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で被災した赤谷川を対象とした移動床水理模型実験において機能を確認し、改良を行った。次年度以降も、施設・装置の老朽化等の状況や実験での使用予定等を勘案して、順次、整備を行っていく予定である。

## 気候変動に伴う外力増大を見据えた堤防強化技術の開発

Development of levee reinforcement technology to prepare for increased external force due to climate change

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和 2 年度～令和 3 年度)

室 長 福島 雅紀  
研 究 官 笹岡 信吾  
研 究 官 高橋 亮丞

### [研究目的及び経緯]

平成 30 年 7 月豪雨を受け、平成 30 年 12 月に取り纏められた社会資本整備審議会「大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策のあり方」における答申では、緊急的に実施すべき対策として洪水氾濫した場合の逃げ遅れ等による人命への危険性の低減を図るため、堤防の決壊までの時間を少しでも引き延ばす危機管理型ハード対策のより一層の適切な推進が提言された。

上記提言を受け、急激な水位の上昇等による超過外力生起時にも決壊までの時間を遅らせる、もしくは小さい越流水深時の決壊頻度を減少させる取り組みを推進するため、設計水位以上の外力に対する堤防の応答を把握するとともに、これまで行ってきた設計水位での堤防設計に加え、堤防条件ごとに異なる破壊だけでなく、氾濫特性や現場条件等の現場に応じた対策の組み合わせを適切に選定するための検討手順の整理を目的とする。

令和 2 年度は令和元年台風第 19 号で越水が生じた箇所において、堤防形状、堤体土質、植生の繁茂状況、堤内地盤高等について現地調査を実施し、記録された被災の程度との関係を整理した。

令和 3 年度は、氾濫特性や現場条件等に応じた堤防強化構造の検討にあたっての留意事項を整理する。また、堤防強化工法の効果を確認するため、新規に作成した大型堤防模型実験水路を用いて、越水実験を行い、堤防の壊れ方等を確認し、設計・施工・維持管理にあたっての留意点を整理するとともに、堤防強化工法の効果を確認するための実験方法の妥当性についても確認する。

## 持続可能性の観点からの河道の設計手法

River design methods from the perspective of sustainability.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

室長 福島 雅紀  
主任研究官 瀬崎 智之  
研究官 大坪 摩耶

### [研究目的及び経緯]

全国の国管理河川において河道掘削が実施されているが、河道掘削後に土砂が再堆積して流下能力が減少することが問題となっている。特に土砂の再堆積が課題になっている自然堤防帯の河川では植生による河岸再形成プロセスが大きく関係しており、これを抑制するための河道掘削形状の設計手法について、知見が必要とされている。

令和2年度は、この抑制手法として、1)掘削箇所植生が形成されないように、水面下まで掘削する手法について試行した現場での現地調査を実施して、掘削高設定上の課題を抽出するとともに、2)出水によって植生ごと堆積土が消失する機会を確保するための、低水路幅の設定手法について、平面二次元河床変動解析による数値実験により分析を行った。

## 河道基盤情報化システム (RBCOM) 更新・管理検討業務

Maintenance of River Base Computerization System

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成29年度～)

室長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研究員 下津 隆介

### [研究目的及び経緯]

河川の計画策定・管理に必要なデータを蓄積・活用し、図表化することのできる「河道基盤情報化システム (RBCOM)」を整備し、実河川における基本的なデータ蓄積の確実な実施、河道計画の技術的検討の支援、及び効果的・効率的な河川管理を目指している。

令和2年度は、河川事業の調査・検討において、登録データを適切に管理し、またRBCOMを通して河川データをより有効に活用するため、データベースの管理の効率化、地図表示と登録データの詳細表示(図表等)を連携させる機能の追加等を行った。また、河道基盤情報、河川水辺の国勢調査情報を収集し、RBCOMへの登録を行った。

令和3年度は、データ登録作業の合理化、データベースの利便性の向上に向けた検討を行う。

## 危機管理型ハード対策の改良に関する調査・検討

Research on improvement of tangible measures for risk management

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

室長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研究官 高橋 亮丞

### [研究目的及び経緯]

河川堤防を越水した場合であっても、決壊しにくく、堤防が決壊するまでの時間を少しでも長くするなどの減災効果を発揮する粘り強い構造の河川堤防の整備が求められている。そのため、越流水に対する天端舗装、裏法尻保護工、裏法面保護工の効果や安定性などを水理模型実験（実物大実験を含む）により検証し、粘り強い構造を検討するに当たっての留意事項、設計条件等について整理を行うことを目的とする。

令和2年度は越流水が裏法ブロックに作用する流体力を実験により直接計測し、裏法ブロックの所要重量算定法を提案するための基礎データを得る。

令和3年度は、ブロックの所要重量算定法を提案し、それに基づいた表面被覆型の堤防強化工法（ブロックタイプ）の標準的な構造を提案する。また、ブロック間の隙間や不陸の発生がブロックの安定性に与える影響を分析し、維持管理上の留意点を整理する。

## 河川技術に関する研究開発・開発公募運営

Promotion of R&D on river technology for sophistication of river management.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成22年度～)

室長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研究員 下津 隆介

### [研究目的及び経緯]

水管理及び国土保全行政における技術政策課題を解決するため、産学の持つ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、水管理・国土保全局に「河川砂防技術研究開発制度」を設置しており、河川研究室は本省水管理・国土保全局と合同で河川技術部門の事務局を務めている。

令和2年度は、合計4回の河川技術評価委員会の運営を行うとともに、過年度成果のフォローアップを行い、研究成果の活用に向けた課題（委託研究終了後の検討体制の確保やフィールドの提供等）を整理した。新規公募課題については、指定型課題「越水に対する河川堤防の強化構造の検討に資する評価技術の開発（河川研提案）」に3件、地域課題に3件、流域課題に2件の合計8件の研究テーマを採択した。実施中の技術研究開発においては、研究成果の質の向上を目的として、技術研究開発課題ごとに、各研究テーマの研究代表者、学識者、水管理・国土保全局担当者、及び国総研河川研究部担当者による意見交換会を合計4回開催した。

令和3年度は引き続き本制度の改善、適正な運用を行う。

## 災害対策検討や災害予測等に資する情報提供等に必要な情報管理システム保守

Maintenance of information management system that contributes to prevent disaster

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和2年度～)  
室長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研究員 下津 隆介

### **[研究目的及び経緯]**

災害リスクの軽減に向けて、治水・環境の両面に配慮して河道を設計することが求められている。これまで蓄積されてきた河道基盤情報と環境情報を有効活用し、環境に配慮した河道設計や維持管理に資する情報管理システムの保守を行う。河川水辺の国勢調査の重要種を除くデータは河川環境データベースを通して一般公開しており、研究者やコンサルタントが活用している。一方、重要種を含むデータは河道基盤情報化システム（RBCOM）と連携させ河川環境情報と河道基盤情報を同時に利用可能なシステムとしてイントラネット内で運用し、地方整備局職員が活用している。

令和2年度は、河川水辺の国勢調査（ダム湖版）の登録・出力機能を追加し、最新の河川水辺の国勢調査結果をシステムに登録した。

令和3年度は、引き続き、最新の河川水辺の国勢調査結果の登録を行うとともに、環境情報の活用・支援に向けたシステムの改善について検討を行う。

## 減災と両立する環境目標設定支援ツールの構築

Development of tool that support to consider environmental goal with disaster mitigation

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和2年度～)  
室長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研究員 下津 隆介

### **[研究目的及び経緯]**

災害リスクの軽減に向けて、治水・環境の両面に配慮して河道を設計することが求められている。これまで蓄積されてきた河道基盤情報と環境情報を有効活用し、環境に配慮した河道設計や維持管理に資する情報管理システムの保守を行う。河川水辺の国勢調査の重要種を除くデータは河川環境データベースを通して一般公開しており、研究者やコンサルタントが活用している。一方、重要種を含むデータは河道基盤情報化システム（RBCOM）と連携させ河川環境情報と河道基盤情報を同時に利用可能なシステムとしてイントラネット内で運用し、地方整備局職員が活用している。

令和2年度は、河川水辺の国勢調査（ダム湖版）の登録・出力機能を追加し、最新の河川水辺の国勢調査結果をシステムに登録した。

令和3年度は、引き続き、最新の河川水辺の国勢調査結果の登録を行うとともに、環境情報の活用・支援に向けたシステムの改善について検討を行う。



## 気候変動下における河道計画立案手法に関する検討

Development of technique to design river channels in progress of climate change

(研究期間 平成 30 年度～令和 3 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 福島 雅紀  
主任研究官 三好 朋宏  
研 究 員 下津 隆介

### **[研究目的及び経緯]**

平成 30 年西日本豪雨、令和元年東日本台風など、計画を超える規模の洪水が発生した場合でも、流域における被害の軽減に資する河川整備が求められている。本研究では、水害リスク評価結果を踏まえ、水害リスクが低減する河川整備内容の検討手法を検討することを目的とする。

令和 2 年度は、実河川を対象として、支川の状況変化（堤防整備状況、背後地の資産分布状況の変化等）による本川下流に与える影響や流域のリスク分布の変化を把握するため、複数の降雨パターンを対象に、氾濫計算を行い、流域の水害リスクについて整理した。整理結果から、堤防整備、背後地の資産分布等を考慮した水害リスク評価手法、複数の降雨パターンを考慮した上下流、本支川バランスの検討における知見が得られた。

## 河道計画における土砂・流木対策に関する検討

Study on sediment and driftwood countermeasures in river channel planning.

(研究期間 令和元年度～令和 3 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 福島 雅紀  
主任研究官 瀬崎 智之  
研 究 官 神谷 電

### **[研究目的及び経緯]**

上流域での土砂災害等の発生に伴う多量の土砂流入によって、河道が閉塞して生じる土砂・洪水氾濫に対する河川管理者としての対策が検討できるよう、水理実験や現地データの整理等を行っている。

令和 2 年度は、国土技術政策総合研究所内の河川水理実験施設内に、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で土砂・洪水氾濫が発生した赤谷川下流部の移動床河道模型を製作し、実験を実施した。当該災害は、川幅 20～30m 程度の小河川で発生しており、水位観測結果などの出水中の情報がほとんどないことから、現地の被災の再現ができるよう給水・給砂条件を変えて実験を行った。この再現実験の結果から、土砂・洪水氾濫の基本的なプロセスについて情報を得ることができた。今後は、河道の法線形状や床止め等の配置など、条件を変えて実験を実施する予定である。

## 衛星画像を活用した海岸線モニタリングの対象拡大に関する検討

Research for expanding the application of shoreline monitoring based on satellite image analysis.

(研究期間 令和元年度～令和4年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 加藤 史訓  
主任研究官 渡邊 国広

### [研究目的及び経緯]

気候変動に伴う海面水位の上昇等による海岸侵食の兆候をいち早く把握できるようにするため、衛星画像等を活用した海岸線モニタリングの技術を実用化し、全国の海岸の長期的なモニタリングに向けた試験運用を開始する。

令和2年度は、衛星 SAR 画像から海岸線抽出を行うコンテストを開催し、機械学習モデルとして EfficientNet をベースとすることが抽出処理の高速化と精度向上に資することを明らかにした。また、光学衛星画像からの海岸線抽出を試行し、前処理としての NDWI 画像化が抽出成功率の向上に有効であること、衛星 SAR 画像では抽出が難しい細砂の海岸においても適用可能であることを明らかにした。

今後は、令和2年度に実施した解析コンテストの結果を踏まえて SAR・光学画像からの海岸線抽出手法を改良する。SAR・光学画像からの海岸線抽出結果を踏まえた砂浜の健全度評価手法を作成する。

## 海岸環境の簡易モニタリング手法の開発

Establishment of simplified method for monitoring beach environment

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 加藤 史訓  
主任研究官 渡邊 国広

### [研究目的及び経緯]

砂礫浜海岸における生物生息の状況を全国で継続的に調査できるようにするため、海岸協力団体等の協力を想定した「住民参加型の海辺の生物国勢調査」の手法を構築する。また、得られた調査結果をもとに海岸の生物生息環境の状態を客観的に評価する指標を開発する。

令和2年度は、過去に実施された海辺の生物国勢調査の結果を分析し、砂浜間の類似性に対する砂浜の緯度差の影響は鳥類で高く、魚類で低いことを明らかにした。特定の砂浜の利用者を対象とした WEB アンケート、トラベルコスト法による砂浜利用1回あたりの価値算定を試行し、砂浜の立地・周辺環境による利用目的の違いを把握するとともに、WEB アンケートを実施するうえでの留意点を整理した。

今後は、令和2年度に実施した海辺の生物国勢調査の結果を踏まえて、気候変動影響をいち早く察知するための重点監視海岸の抽出をおこなう。また、鳥類・昆虫類等の市民参加型調査を試行し、これまでの調査結果とあわせて市民参加型の海辺の生物国勢調査マニュアル(案)、海岸環境の評価手法のマニュアル(案)を作成する。

## 防災・減災を考慮した海岸保全計画技術研究調査

A study of coastal planning for coastal structures considering disaster prevention and reduction

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 加藤 史訓  
主任研究官 野口 賢二

### [研究目的及び経緯]

南海トラフ地震等の発生の可能性の高い災害や、気候変動による海面上昇等の長期的な変化に対して、被害の最小化を図るためには、中長期を見据えた計画的な海岸保全が求められる。防災・減災の観点から、中長期を見据えて、段階的な海岸保全施設の整備の検討を行うことを支援する計画技術の研究を行う。

令和2年度は、海岸保全を戦略的かつ順応的に進めるため、ハード・ソフトの施策を最適な組み合わせた計画立案技術を集積して「海岸保全計画の手引き」改訂の検討を行うために必要となる情報収集、解析を行った。各地の砂礫海岸の侵食実態と新型離岸堤の効果について、学術文献や事務所等の資料を収集して分析した。砂浜の変形予測に用いる沿岸漂砂量算定式について、最新の知見と国内海岸への適用事例を整理した。消波工のうちあげ高低減効果については、規則波に基づく簡易な手法が援用されてきたが、信頼性の高い数値計算手法を用いて現実的な不規則波による検証計算を行い、これまでと同様の簡易な手法により算定が可能であることが確認した。

# 河川情報等の収集・提供方法・手段等に関する緊急対策

## (高潮・高波減災支援システムの開発)

Emergency measures on collection, provision methods and means of river information, etc.

河川研究部 海岸研究室  
River Department  
Coast Division

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

室長 加藤 史訓  
Head KATO Fuminori  
主任研究官 岩田 伸隆  
Senior Researcher IWATA Nobutaka  
研究官 湯浅 直美  
Researcher YUASA Naomi

Inundation damage caused by storm surge and high waves has often occurred in recent years. In order to protect the coastal area from damage caused by storm surge and high waves, it is necessary not only to improve the coastal dike but also to predict and provide the risk of inundation due to storm surge and high waves at an appropriate time. This study is to develop a "storm surge and high wave disaster mitigation support system" that predicts the risk of flooding due to storm surge and high waves with the aim of supporting flood control activities during storm surge and high waves.

### [研究目的及び経緯]

令和元年の台風第15号による東京湾沿岸の横浜市金沢区での越波被害や台風第19号による相模湾や駿河湾の沿岸などでの越波被害など、台風による高潮・高波での浸水被害が近年しばしば発生している。このような高潮・高波による被害から海岸の背後地を守るためには、海岸堤防等の整備とともに、高潮・高波による浸水の危険性を適切なタイミングで予測・周知し、避難等により人的被害の軽減を図る必要がある。

### [研究内容]

本研究は、高潮・高波時の水防活動を支援することを目的として、高潮・高波による浸水の危険性を予測する「高潮・高波減災支援システム」(以下、「本システム」という)を開発するものである。

### [研究成果]

本システムは、気象庁の波浪・潮位予測をもとに、全国約150地点でのうちあげ高を予測する「うちあげ高予測機能」(2007年度から「うちあげ高予測システム」として試験運用)と、高潮・高波等による浸水危険度を予測し、日本全国(一部島嶼部を除く)の海岸線における浸水発生の危険度を色分け表示する「浸水危険度予測機能」(2021年度から運用予定)から構成されるシステムである。以下に各機能の概要を示す。

#### 1. うちあげ高予測機能

うちあげ高予測機能は、対象地点の海底勾配に応じ

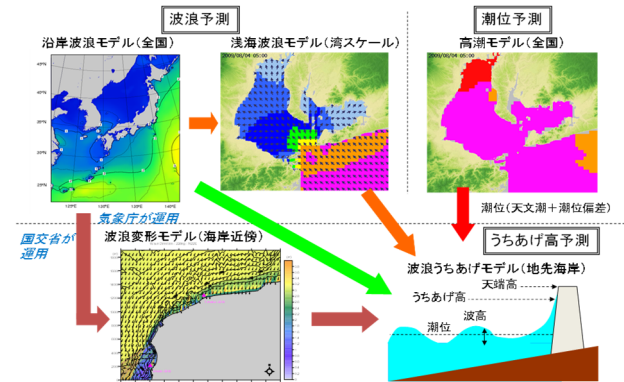


図-1 うちあげ高予測機能の全体構成

表-1 うちあげ高の算定式

算定式	出典
仮想勾配法	中村ら (1972)
改良仮想勾配法 1/30	中村ら (1972) の実験のうち、海底勾配1/30程度のケースの結果から得た近似式
改良仮想勾配法 1/100	加藤ら (2010)
玉田らの式	玉田ら (2009)

て選択したうちあげ高の算定式を用いて、対象地点の地形及び施設の形状(一部の地点では消波施設の効果も)を考慮して39時間先までのうちあげ高(波の遡上点の標高)を予測し、堤防等の天端高と比較できるものである(図-1)。うちあげ高予測に用いる波浪は、気象

岸の沿岸波浪モデルの出力値(格子間隔 3 分)、浅海波浪モデルの出力値(格子間隔 1 分)、沿岸波浪モデルの出力値を沖側境界で与えた波浪変形モデルの出力値のいずれかである。波浪変形モデルは、沖波のさまざまな条件(波高:1m 刻み、周期:1 秒刻み、波向:10 度刻み)について、エネルギー平衡方程式による波浪変形計算(格子間うちあげ高予測機能は、対象地点の海底勾配に応じて選択したうちあげ高の算定式を用いて、対象地点の地形及び施設の形状(一部の地点では消波施設の効果も)を考慮して 39 時間先までのうちあげ高(波の遡上点の標高)を予測し、堤防等の天端高と比較できるものである(図-1)。うちあげ高予測に用いる波浪は、気象庁の沿岸波浪モデル 2)の出力値(格子間隔 3 分)、浅海波浪モデルの出力値(格子間隔 1 分)、沿岸波浪モデルの出力値を沖側境界で与えた波浪変形モデルの出力値のいずれかである。波浪変形モデルは、沖波のさまざまな条件(波高:1m 刻み、周期:1 秒刻み、波向:10 度刻み)について、エネルギー平衡方程式による波浪変形計算(格子間隔 50m)で対象地点近傍の波高を求め、その沖波波高との比を整理した波浪変形テーブルである。また、うちあげ高予測に用いる潮位は、気象庁の面的天文潮位の予測値に、気象庁の高潮モデルの出力値(格子間隔 1km)を加えたものである。なお、台風接近時には、台風の進路予報円の中心及び周囲 4 点(最も速い、最も右寄り、最も遅い、最も左寄り)を通る計 5 コースを対象に、うちあげ高は予測される(図-2)。離岸堤・人工リーフ・消波工といった消波施設が設置されている一部の予測地点については、波高伝達率等により波浪減衰効果も考慮して予測値を算出している。また、うちあげ高の予測値は、気象庁の潮位・波浪予測値の配信(潮位:3 時間間隔、波浪:6 時間間隔)に合わせて更新され、うちあげ高予測に用いる算定式は、表-1 に示された式から、対象地点の海底地形に応じて選定している。いずれの式も、海岸堤防の設計において多用されている中村らの改良仮想勾配法と同様に、砕波点から遡上点までの平均的な勾配(仮想勾配)を用いて、潮位から波の遡上点までの高さを計算するものであり、複雑な海浜断面や堤防形状を考慮できる。

## 2. 浸水危険度予測機能

前述のうちあげ高予測機能は全国約 150 地点を対象にしているが、現時点では日本全国の海岸線を網羅していない。そのため、一部島嶼部を除く全国約 500 箇所に設定した重点監視箇所について、気象庁の潮位予測値及びそれに沿岸での有義波高の予測値の「1/2」を加えた値(警戒指標)と堤防等の天端高とを比較して、日本全国の海岸線の浸水危険度を網羅的に予測する浸水危険度予測機能を構築した。浸水危険度の予測精度は、別途計算したうちあげ高の計算結果と警戒指標との比較、越波・浸水の実績と浸水危険度の予測結果との比較等により検証した。なお、検証の結果、一部の重

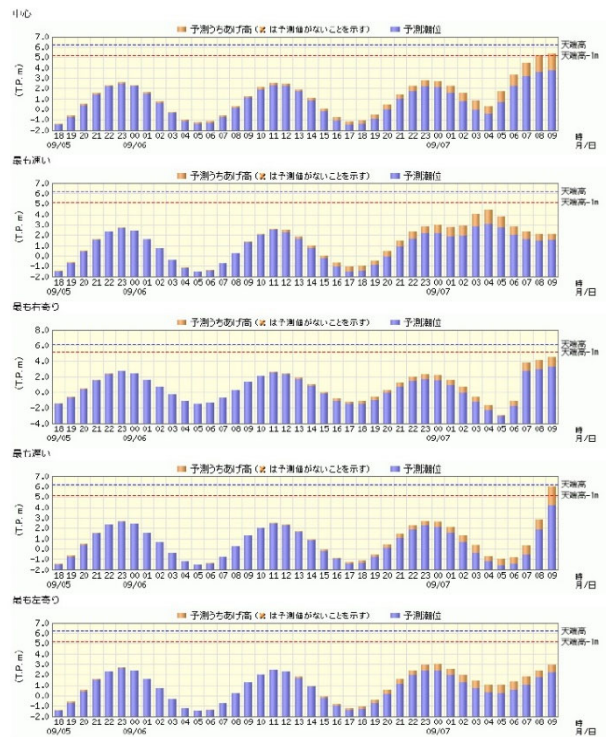


図-2 うちあげ高予測の例



図-3 浸水危険度予測の表示イメージ

点監視箇所では予測値が過小とならないように、警戒指標設定時の係数「1/2」を調整している。また、重点監視箇所の設定は、一連の海岸で現況堤防高が低く、防護人口密度が高い地区を基本として選定した。各重点監視箇所が受け持つ区間は、重点監視箇所がある市区町村内とすることを基本としたが、海象条件により市区町村内での細分化や、隣接する市区町村と統合した区間もある。浸水危険度の予測結果は、図-2 のうちあげ高予測の結果と同様に時系列表示も可能な他、浸水危険度に応じて地図上の海岸線を着色する機能も構築した。(図-3)

### 【成果の活用】

本研究により開発した「高潮・高波減災支援システム」は、2021 年 4 月から地方整備局により運用され、実際の水防活動時等に活用される予定である。

# 気候変動による海面上昇を考慮した砂浜管理・堤防設計研究

Research on methodology for beach management and coastal dike design  
considering the projected sea level rise

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 海岸研究室

River Department

Coast Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

加藤 史訓

KATO Fuminori

渡邊 国広

WATANABE Kunihiro

The projections of future change in wave condition were investigated for the Japanese coasts. The results showed that the wave heights will decrease in the frequent averaged wave, and increase in the high wave induced by typhoon increase. The beach profiles obtained from the Japanese coasts were examined to evaluate the applicability of the projecting shoreline response to sea-level rise due to climate change. The results show that the method can reproduce well the past shoreline changes, but need further improvement in projection of sediment transport.

## 〔研究目的及び経緯〕

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による第5次評価報告書では、既に全世界の平均海面水位は上昇しており、今後も上昇が続くとの予測が報告されている。我が国においても、海面水位の上昇や波浪の変化が砂浜や海岸保全施設に影響を与えることが懸念されており、令和2年11月に海岸保全基本方針が変更され、海岸保全においても気候変動による影響の予測を反映させていくこととなった。

今後、都道府県等の海岸管理者が、気候変動による影響を考慮した海岸保全を実施するにあたり、波浪の将来変化や、海面上昇による汀線変化の簡便な予測方法についての知見が必要となることから、本研究では気候変動による波浪条件の変化の整理、海面上昇を考慮した汀線変化の予測手法の適用性の検証を実施した。

## 〔研究内容〕

### 1. 気候変動による波浪条件の変化の整理

将来の海浜変形を予測するうえで重要となる平均的な波浪に着目し、日本沿岸の46地点における高解像度波候予測の結果（志村・森, 2019）をもとに、過去条件（1979-2003年）を基準とした場合の将来変化（2075-2099年）をRCP2.6及びRCP8.5シナリオについて整理した。整理にあたっては、過去条件のもとで算定された波候を波浪観測所における観測結果と比較してバイアス値を算定し、将来予測の結果を補正した。

堤防・護岸等の海岸保全施設の設計においては、30～50年に1回程度の頻度で来襲する高波浪が重要となることから、台風による波浪の将来変化にも着目した。地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）の過去実験及び将来実験の結果をもとに作成された台風のトラックデータから土佐湾沿岸の近傍を通過する台風を抽出し、得られた台風中心の緯度・経度と気圧の時系列データをもとにスペクトル法による波浪推算をおこない、土佐湾沿岸における将来の波浪の生起確率分布を推定した。

### 2. 海面上昇を考慮した汀線変化の予測手法の調査

気候変動に伴う海面水位の上昇による汀線変化の簡便な予測として土砂量変化を考慮できるBruun則（修

正Bruun則）に着目し、国内の5海岸（胆振海岸、新潟海岸、九十九里海岸、富士海岸、駿河海岸）における深淺測量結果を用いて手法の適用性を検証した。各海岸近傍で観測されている地殻変動等による地盤高の低下量を相対的な海面水位の上昇量とみなし、深淺測量結果から算出した2時期間の土砂変化量とあわせて式(1)の修正Bruun則に代入し、5海岸34測線における汀線変化速度を算定した。これを、測量によって得られた汀線変化速度と比較することで、本手法による汀線予測の精度を評価した。

$$\frac{dX}{dt} = -\frac{dS}{dt} \left( \frac{W_*}{h_* + B} \right) + \frac{1}{(h_* + B)} \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

ここで、 $X$ : 汀線の変化量 (m)、 $S$ : 海面上昇量 (m)、 $W_*$ : 移動限界水深までの水平距離 (m)、 $h_*$ : 土砂の移動限界水深 (m)、 $B$ : バーム高 (m)、 $V$ : 断面内の土砂量の変化 ( $\text{m}^3/\text{m}$ )。

上述のBruun則により汀線変化を予測する際、海底地形の情報が無い場合には、式(2)で近似される平衡断面形状が用いられ、この式の海浜断面係数については、Deanによって底質粒径との関係が整理されている。これらの近似が我が国の砂浜においても適用であるか確認するため、10海岸60測線における底質調査と近い時期に実施された深淺測量の結果から海浜断面係数を逆算し、Deanが提案している値と比較した。

$$h = Ay^{2/3} \quad (2)$$

ここで、 $h$ : 水深 (m)、 $A$ : 海浜断面係数 ( $\text{m}^{1/3}$ )、 $y$ : 沖方向の距離 (m)。

## 〔研究成果〕

### 1. 気候変動による波浪条件の変化の整理

RCP8.5シナリオでは、将来の平均有義波高は日本周辺の全域で減少傾向となった。特に西日本および東日本の太平洋側で減少量が大きく、駿河湾内では過去と

比べて11%程度の減少となった。平均周期もほぼ全域において減少傾向で、駿河湾内で最も減少量が大きい7%程度の減少となった。平均波向は、東日本太平洋側は時計回りの変化、日本海側および九州西側は反時計回りの変化となり、北海道積丹半島沖で最大で12°程度の変化が予測された(図-1)。これらの変化傾向に着目すると、46地点のうち14地点は隣接地点と変化が似ており、より少ない地点に集約できることが示された。

RCP2.6シナリオでは、西日本の一部で平均有義波高と平均周期が増加傾向にあるなど、RCP8.5シナリオの結果と変化傾向が逆となる地点も見られ、気温上昇の大きさと波浪の変化が必ずしも線形関係ではない可能性が示唆された。RCP2.6シナリオにおけるアンサンブル計算の不足が原因である可能性も含めて原因を検証していく必要があることから、波浪については海面水位の上昇に比べて慎重に扱うべきと考えられた。

d4PDFの将来予測結果から抽出された台風による土佐湾沖における波浪の生起確率は、有義波高8m未満の波浪は発生頻度が低くなる一方で、有義波高8m以上の波浪は発生頻度が高くなることが確認された。海岸保全施設の設計外力となる30年確率および50年確率の有義波高はそれぞれ、0.6~0.9m、0.6~1.0m増大する結果となった。

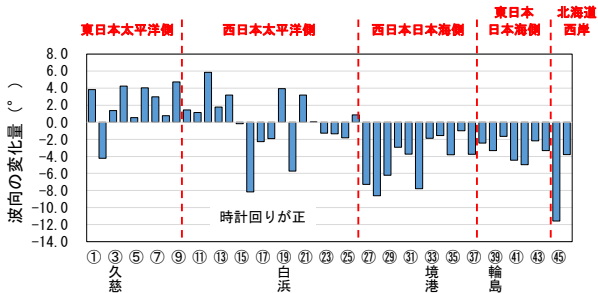


図-1 各沿岸における将来の波向の変化量 (RCP8.5)

## 2. 海面上昇を考慮した汀線変化の予測手法の調査

修正 Bruun 則による汀線変化速度の算定結果は、測量による実測値よりも後退量が大きくなる傾向となったが、離岸堤や突堤等が存在しない測線では実測値に近い値となった(図-2)。地形変化の限界水深までの水平距離が750mを超える遠浅の海岸を除けば、算定値と実測値の差は構造物の設置状況によらず概ね±1.0 m/年程度の差に収まっていた。これは汀線変化量の実測値の大部分が2m/年未満であったことを考えれば相対誤差としては無視できないが、砂浜幅が広い海岸であれば管理上は許容できる誤差と考えられた。

なお、算定結果のうち、相対的な海面上昇による汀線変化は断面内の土砂量変化による変化に比べて小さく、九十九里海岸以外の4海岸では、ほとんどの測線における汀線変化は土砂量変化が卓越していた(図-3)。この結果は、将来の汀線変化を予測するうえで、沿岸漂砂による土砂収支の見積もり精度が重要であることを示唆する。しかし、将来の沿岸漂砂量分布を求

めるのに必要な波浪の将来変化予測は、本研究でも示されたとおり海面水位の上昇に比べて不確実性が高いことから、想定し得る複数パターンに沿岸漂砂量分布について感度分析をおこない、予測結果の幅を把握した上で検討に用いるなどの工夫が必要と考えられた。

なお、汀線変化の大部分が断面内の土砂量変化で説明されるという結果は、将来予想される海面水位の上昇を考慮した場合でも、各海岸で優先的に対策を実施すべき箇所は、土砂収支の不均衡が生じている箇所であり、現在の侵食対策を着実に進めていくことが重要であることを示唆するものであった。

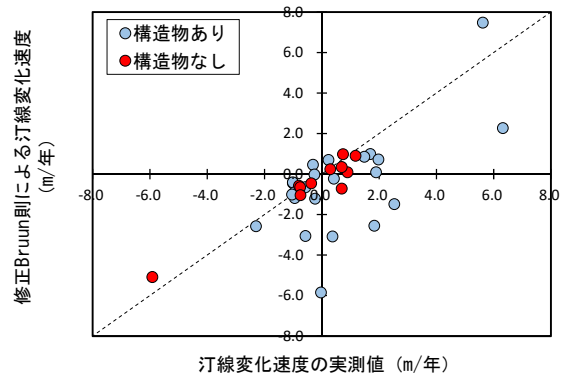


図-2 汀線変化速度の算定結果と実測値

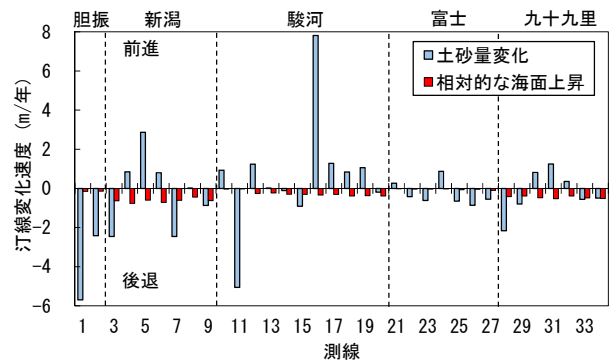


図-3 土砂量変化と海面上昇による汀線変化

測量結果から求めた海浜断面係数の約90%がDeanによって提案されている海浜断面係数の0.5~1.5倍の範囲に入っていた。仮に移動限界水深が不変で、海浜断面係数が0.5倍、1.5倍になった場合、式(2)より求まる移動限界水深までの水平距離 $W_m$ はそれぞれ約2.8倍、約0.54倍と逆算され、式(1)の右辺第1項の水位上昇に起因する汀線変化量も約2.8倍、約0.54倍となる。測量データが無い海岸でBruun則にもとづいて汀線変化を予測する際に、底質粒径から推定される平衡断面形状を用いると、結果にこの程度の誤差が含まれることに注意せねばならないことが示された。

### 【成果の活用】

本調査結果は、海岸管理者に対して情報提供できるよう、「気候変動を考慮した砂浜管理・堤防設計マニュアル(案)」としてとりまとめるとともに、技術指導をおこなう際の基礎資料として活用していく予定である。

## 極端な海岸侵食発生時の回復を念頭においた砂浜管理手法の検討調査

Research of beach management methods for beach recovering after extreme beach erosion

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 加藤 史訓  
主任研究官 野口 賢二

### **[研究目的及び経緯]**

汀線位置が局所的かつ短時間で大規模に後退することがある。このような「極端な海岸侵食」は、十分な砂浜幅があれば海岸管理上問題にならないが、砂浜幅が狭い場合には、砂浜の機能が損なわれるので回復が必要であるものの、早計な対策工の設置により新たな侵食原因となる可能性がある。そこで、極端な海岸侵食の発生過程と回復過程を明らかにし、効果的な早期回復策を検討することを目的とした。

令和2年度は、3次元海浜変形モデルにより実事例を対象に再現計算を実施して、極端な海岸侵食の発生過程では岸沖方向の断面変化が生じていたこと、回復過程においては大きな侵食外力が来襲しないことが回復の条件であることを解明した。また、極端な海岸侵食発生後の早期回復策について予測計算を実施し、遠浅の海岸に対しては、極端な海岸侵食発生後に侵食量と同量の養浜を実施することの有効性を示した。

## 客観的判断による空洞箇所への把握に関する検討

Research for the evidence-based detection of cavities in coastal dikes.

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 加藤 史訓  
主任研究官 岩田 伸隆  
研究官 湯浅 直美

### **[研究目的及び経緯]**

海岸堤防等における空洞化の早期発見に向け、目視による巡視や一次点検において外観の変状等から空洞化している箇所を推定するための着目点等を既往の空洞化事例から分析する。同時に、海岸堤防等に適用可能な空洞化把握技術の選択肢を広げるための調査を行う。

令和元年度は、全国各地の既往空洞化事例から海岸堤防等における空洞化のプロセスを整理するとともに、空洞化と関連する可能性がある海岸保全施設等の変状を整理し、海岸管理者の巡視・点検の参考となる監視ポイントとしてとりまとめた。また、他分野を含めて既存の空洞化把握技術をレビューし、海岸堤防等への適用性があると考えられる空洞化把握技術を抽出した。

今後は、抽出した空洞化把握技術について海岸堤防等への適用性の検証を行う。

## 観測水位を活用した傾向分析による中小河川の水位情報提供システムの開発

Development of water level information provision system for small and medium-sized rivers by trend analysis using observed water level

(研究期間 平成 30 年度～令和 4 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生  
主任研究官 土屋 修一

### [研究目的及び経緯]

近年、気候変動等に伴い台風の大型化、前線性豪雨の発生等により、豪雨災害が頻発・激甚化し、多くの人的被害が発生している。特に避難が遅れる危険性が高い、水位上昇速度の大きい河川における実用的な河川水位予測手法の速やかな開発及び社会実装が求められている。

令和 2 年度は、長時間河川水位予測情報の表示の時間間隔等の検討を行い、水害リスクライン表示システムについて、36 時間先までの河川水位予測情報の表示を可能とした。また、危機管理型水位計について観測特性を考慮した表示方法を検討し、危機管理型水位計データを表示することを可能とした。今後は、過年度の成果を反映した水害リスクライン表示システムの試行を行い、試行を通じた課題を踏まえて改良を行う。

## 洪水予測に適した危機管理型水位計データの同化手法に関する調査

Research on assimilation method of crisis management type water gauge data suitable for flood forecasting

(研究期間 平成 30 年度～令和 4 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生  
主任研究官 土屋 修一

### [研究目的及び経緯]

市町村の住民等に対して、水位観測所の観測水位だけでなく、自分の居場所近傍の河川水位と堤防高の関係を把握できるようにするなど、氾濫の切迫度をリアルタイムで伝えることができる水位情報提供システム等の開発が求められている。各地整で整備する河川水位予測期間システムに導入する予測モデルやシステム仕様を確定するとともに、今後これらを継続的に改良していく体制を構築する。

令和 2 年度は、XRAIN 雨量を用いた河川水位予測の試算を行い、水害リスクライン予測システムにおいて XRAIN 用いることが可能であることを確認した。また、河川水位予測の尤度評価手法の改良の検討を行い、水位低減時等における精度低下の改善を確認した。今後は、過年度の検討成果を反映した河川水位予測システムの試行を行い、精度検証等を行う。

## レーダー雨量計の最適配置化による水文データの品質照査処理方法の高度化検討

Study for revision of "Statistical Processing regulation of hydrological observation data of radar raingauge" and "Quality check regulation of hydrological observation data of radar raingauge"

(研究期間 平成 30 年度～令和 4 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生  
主任研究官 土屋 修一

### [研究目的及び経緯]

既存 C バンドレーダ雨量計の更新・改良により、高性能レーダ雨量計ネットワーク (XRAIN) による雨量観測範囲は全国をほぼカバーするまでに拡大したが、レーダ雨量計の配置、観測高度、周辺の観測環境等に起因して、観測精度が劣るエリアが存在するなど、観測精度は必ずしも均質ではない。XRAIN の観測精度が劣るエリアを縮小していくため、レーダ雨量計毎に XRAIN の観測精度に及ぼす影響の感度分析等を通じて、レーダ雨量計の配置案を検討する。

令和 2 年度は、AI モデルを用いたレーダ雨量の補正係数の推定の検討を行い、補正係数を概ね推定することが可能であることを確認した。また、XRAIN と空港気象レーダの合成手法の検討及び精度検証を行い、精度低下をすることなく合成することが可能であることを確認した。今後は、AI モデルを用いたレーダ雨量の補正係数のリアルタイム推定手法の検討と精度検証を行う。



## 気候変動による渇水流量への影響・適応策の設定に関する研究

Research on the impact of climate change on drought flow and the setting of adaptation measures

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
主任研究官 西村 宗倫

### **[研究目的及び経緯]**

気候変動に伴う地球温暖化により、降雨形態の変化、蒸発散量の増加、降雪水量の減少が予測されている。これにより、河川の渇水流量が減少し、渇水被害の激甚化が懸念される。

このため、国総研においては、本研究において、全国の1級水系を対象に、気候モデルの出力を用いて渇水流量の影響評価を行うこととし、水資源分野における国土交通省気候変動適応計画の更なる充実を目指している。

令和2年度は、これに必要な気候モデルの出力（気温、降水量）のバイアス補正を行った。また、ケーススタディ流域において、水循環解析モデルとタンク型モデルの双方を構築し、渇水流量の影響評価の観点から精度の比較を行っている。また、全国の蒸発散量と降雪水量を推定している。

## 気候変動を考慮した治水計画検討のための降雨量変化倍率の算定

Examination on change of rainfall targeted for river planning due to climate changes.

(研究期間 平成28年度～令和3年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
主任研究官 前田 裕太  
研究官 秋田 桜彩

### **[研究目的及び経緯]**

近年、気候変動等の影響により、施設能力を上回る洪水による被害が各地で発生しており、今後もさらに水災害の頻発化・激甚化が懸念されている。このような状況を踏まえ、国総研では、気候変動下における降雨特性の変化が河川整備に及ぼす影響を定量的に評価するために、気候モデルの降水量データを用いて、河川整備に関わる雨量値の将来変化に関する試算を行っている。

令和2年度は、降雨量変化倍率の算出根拠となる降雨イベントを詳細に分析した。具体的には、全国15地域区分を対象として、DAD解析による雨域面積と降雨継続時間ごとの年最大降雨量をもたらす降雨イベントについて、台風・前線等の気象擾乱タイプに自動分類する手法を適用し、将来変化傾向を分析した。また、降雨イベントの発生位置の頻度分布を地図上に示すことで、降雨の空間分布についても将来変化傾向の分析を行った。

## ダム操作意思支援システムの構築

Development of a system to support decision making of dam operator for flood control operation

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
研究官 工藤 俊

### **[研究目的及び経緯]**

平成29年6月に取りまとめられたダム再生ビジョンにおいては、ダム操作のさらなる高度化に向け、「アンサンブル気象予測情報を活用したダムの洪水調節や利水操作の高度化を検討する」とされており、これまで、アンサンブル予測を活用したより高度なダム操作の意思決定手法の検討を進めてきたところ。令和元年6月から気象庁によるメソアンサンブル予測雨量の運用が開始されており、入手が可能となる多数のアンサンブル予測情報を用い、これまで開発してきた意思決定手法の実用性を検証し、速やかな現場導入を図る必要がある。

今年度は、前年度作成したプロトタイプシステムについて、非出水期にも対応するように改修を行うとともに、オフラインによる試算ならびにオンラインによるシステム試験運用を実施した。また、当該システムの入力データである気象庁のメソアンサンブル予測雨量について、全国の直轄・水機構ダムの流域平均雨量について整理した。

## 既存ダムの洪水調節機能の強化に向けたリアルデータの活用検討

Investigation for utilization of real-data toward enhancement of flood control of existing dams

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
研究官 工藤 俊

### [研究目的及び経緯]

既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針に基づき、ダムの事前放流の実施にあたっての基本的事項を定める事前放流ガイドラインが令和2年4月に策定された。同ガイドラインに基づき、ダム流域毎の予測雨量情報により事前放流の実施判断、事前放流容量の判断をすることで、より効果的な事前放流が期待される。現状で予測雨量を活用した事前放流の実施判断、事前放流容量の判断を複数の豪雨事例、全国のダムについて網羅的に整理した知見はなく、この整理を行った上で、結果を手法改良等に活用できれば、より一層の既存ダムの洪水調節機能強化の推進が期待される。

本年度は、全国のダムの流域平均雨量について、GSM ガイダンス・MSM ガイダンスによる予測雨量と実測雨量の比較に関する整理、予測雨量の閾値超過に関する整理、閾値超過のタイミングに関する整理を行った。

## 高精度データの河川・流域管理への活用のための CommonMP のシステム改良

Application of high resolution data to river basin management utilizing Common Modeling Platform for water-Material circulation analysis (CommonMP)

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
主任研究官 前田 裕太

### [研究目的及び経緯]

近年の河川管理の現場においては、河川定期縦横断測量への高精度・高密度な三次元測量（LP等）の適用や、危機管理型水位計などによる高密度な観測データの取得と水位予測への活用、あるいは河川 CIM への取り組みなどが進んできており、CommonMP でそれらの高精度・高密度データを活用したいとする強いニーズがある。そこで本研究では、CommonMP で高精度・高密度データを読み込み、解析に使える形に変換し、精度良く計算を行うためのシステム改良を行う。

令和2年度は、実河川における CommonMP 利活用を推進するため、初心者が流域データや要素モデルを組み合わせて演算プロジェクトを構築できるよう、モデル河川における演算プロジェクト構築、演算プロジェクト構築手順の説明書作成を行った。

## VR 技術を活用した洪水の見える化技術の開発

Development of flood risk visualization method using virtual reality technology

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

河川研究部 水循環研究室

室長 川崎 将生  
主任研究官 土屋 修一  
研究官 秋田 桜彩

### [研究目的及び経緯]

近年、豪雨災害が頻発化・激甚化する中で、洪水時に住民が的確な避難行動をとれるよう、河川氾濫の切迫性をリアルタイムでわかりやすく伝えることが求められている。本研究では、河川水位等の洪水予測情報を提供する VR 表示システムの構築を行う。このシステムは、現地で事前に撮影した写真や3次元測量データにゲームエンジンで作成した3次元の河川水面モデルを合成して表示し、洪水の危険性をより具体的にイメージできるようにするものである。

今年度は、VR 表示システムに使用するための写真の撮影手法や、洪水時の河川水面をよりリアルに表現するための手法について、モデル河川を対象に検討を行い、全国の一級河川への適用を見据えたマニュアル作成を実施した。今後は、モデル河川においてプロトタイプシステムを構築し、将来の実用化に向けた試行・改良を行っていく予定である。

# 気候変動による地下水位低下の評価に関する基礎的研究

Fundamental research on evaluation of groundwater level decline due to climate change

河川研究部 水循環研究室  
River Department  
Water Cycle Division

(研究期間 令和元年度～令和2年度)  
室長 川崎 将生  
Head KAWASAKI Masaki  
主任研究官 西村 宗倫  
Senior Researcher NISHIMURA Sorin

The amount of snowfall is expected to decrease due to global warming caused by climate change. As a result, there is concern that the groundwater level in snowy areas will drop. In this study, we selected a case study area. Then, using the output results of the climate model and observation data, the amount of snow cover and groundwater level were organized. This paper gives an overview of the research results.

## [はじめに]

気候変動に伴う地球温暖化に伴い、積雪量の減少が予想される。これにより、積雪地域の地下水位の低下が懸念される。

本研究においては、ケーススタディ地域を選択し、気候モデルの出力結果や観測データの整理から、積雪量や地下水位を整理した。本稿では研究成果の概要を示す。

## [研究成果の概要]

### 1. 気温・降雪量の経年変化の整理

気候変動による影響の実績把握を目的に、年間降水量、年間最低気温、年間累積積雪量、年間最大積雪深さを整理した。

図-1 に年間最低気温、図-2 に年間累積積雪量の経年変化図を示す。年間最低気温は10年あたり0.7℃上昇、年間累積積雪量は10年あたりで37mmの減少が確認された。

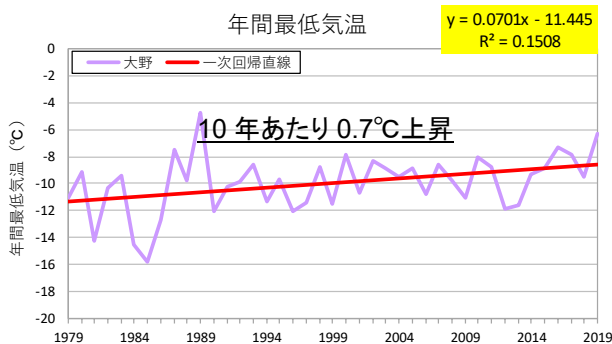


図-1 年間最低気温の経年変化

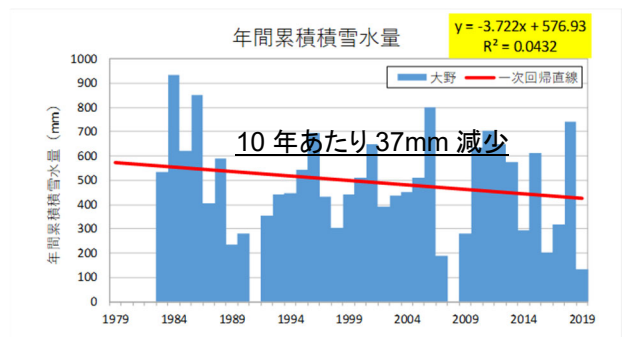


図-2 年間累積積雪量の経年変化

### 2. 降雪量と地下水位の相関の整理

降雪量の増減と地下水位の増減の関係性の把握を目的として、降雪量と地下水の相関を整理した。図-3 に特に高い相関が確認された2月の最大積雪深と4月の平均地下水位の関係を示す。その結果、両者には正の相関が見られた。

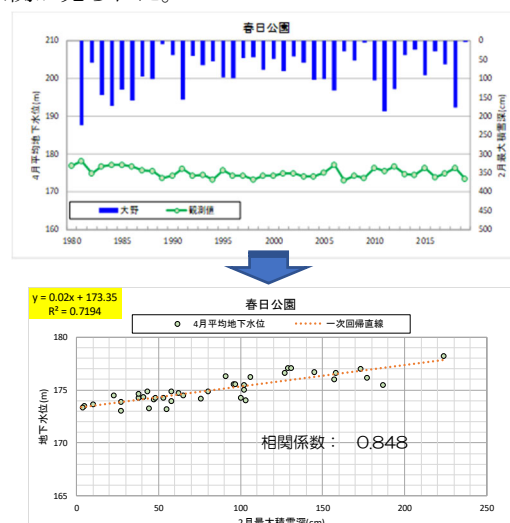


図-3 2月の最大積雪深と4月の平均積雪深の関係

### 3. 降水イベントにおける降雪と降雨の整理

気候モデルの出力の降水量を降雪水量と降雨量に分類することを目的に、観測データを対象に、一次回帰式を整理した。これを図-4 に示す。降雪の割合 0%の 日平均気温は約 3.7℃、降雪の割合 100%の日平均気温は-0.7℃となった。

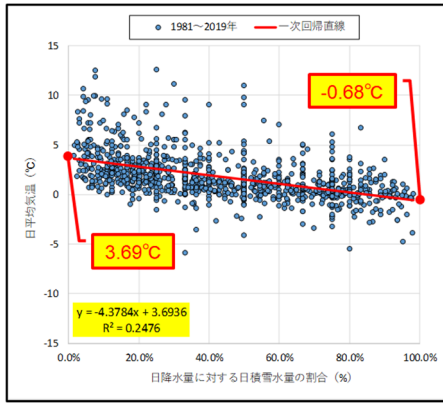


図-4 2月の最大積雪深と4月の平均積雪深の関係

### 4. 気候変動下の降雪水量の整理

気候モデルの出力結果(SI-CAT・DS データセット(5km メッシュ・気象台単位バイアス補正済))の降水量・気温データを用いて、気候変動下のケーススタディ流域の降雪水量を整理した。この気候モデルは全球平均気温が産業革命以降 4℃ 上昇した未来の気候状態を予測したものであり、6つの海面水温と2つの摂動による30年間のアンサンブル計算からなる。合計すると360年の計算結果となる。

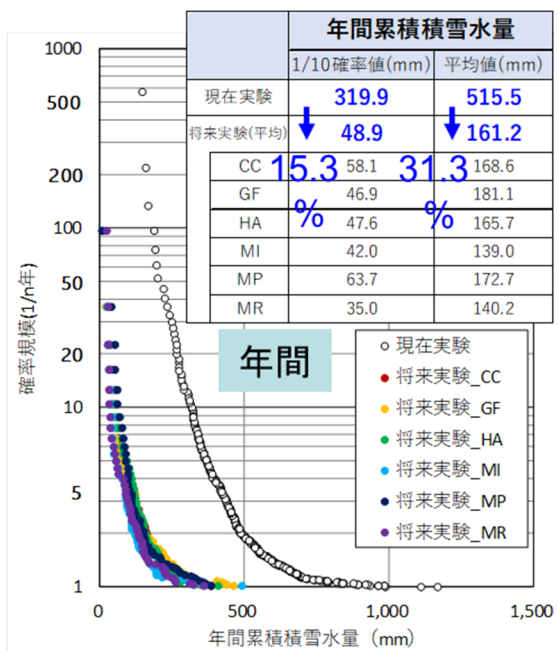


図-5 気候変動による年間累積積雪水量の推移

この気候モデルの出力の降水量をもとに3.により得られた一次回帰式で降雪水量を整理した。図-5に年間累積積雪水量の気候変動前後の比率を、図-6に相対度数の変化を示す。

この結果1/10の確率値では、気候変動前後で年間累積積雪水量が15.3%に、31.3%に激減することが確認された。

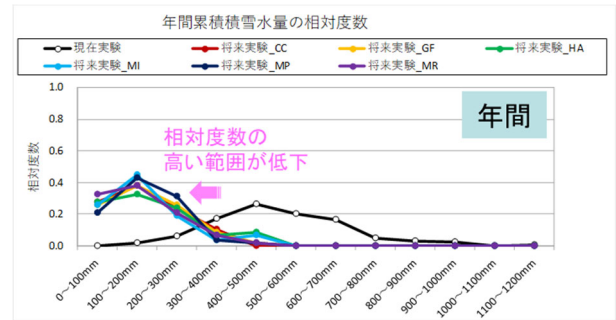


図-6 気候変動による年間累積積雪水量の相対度数

### 5. まとめ

観測データから、気温・積雪水量の経年変化の整理したところ、観測データからも気温の上昇傾向や積雪水量の低下傾向が確認された。一方で、積雪水量と地下水位の相関を整理したところ、正の相関が確認され、積雪水量を減少した場合、地下水位の低下の可能性が示唆された。更に、気候変動下における降雪水量を整理したところ、産業革命以降4℃上昇した気候においては、降雪水量が激減することが確認された。これらのことから、このケーススタディ流域は、気候変動下においては、降雪水量の減少により地下水位の低下の可能性が示唆された。

しかし、これらは様々な仮定と推定を組み合わせた結果に過ぎない。これらの信頼性を高め、定量的に評価するためには、流域の水循環プロセスを連成させて解析する水循環解析を構築し、気候モデルの出力を入力値とし地下水位を出力値として解析する必要がある。一般的には、降雪が少ない場合、融雪による地下浸透の減少により地下水位の低下要因となると考えられる。一方で、全体の降水量が変わらなければ、降雨は部分的に地下浸透することから、気候変動による降雪水量の変動が地下水に与える影響は複雑なものとなる。これらを、より詳細に分析する上でも、上述のとおり水循環解析の構築が有用と考えられる。

#### [成果の活用]

本研究は、気候変動による水資源の影響評価の一部として活用し、今後は、渇水流量の影響評価を進めることを予定している。

# 避難・水防に即応可能な情報伝達のための

## 決壊覚知・氾濫実況予測に関する研究

Research on real-time levee-breach sensing and inundation forecasting  
to cope with an emergency in case of flooding

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部

水防災システム研究官 服部 敦

River Department Research Coordinator for Integrated Water Disaster Management HATTORI Atsushi

河川研究部 水循環研究室

室 長

川崎 将生

River Department

Head

KAWASAKI Masaki

Water Cycle Division

主任研究官

土屋 修一

Senior Researcher

TSUCHIYA Shuichi

After the devastating flood disasters by the October 2019 Typhoon No. 19, it is suggested that flood-informing is an important function of disaster mitigation especially in critical situation when flooding occurs frequently and simultaneously. The NILIM has developed a flood risk forecast system called "Flood Risk Line", which indicates (visualizes), as information of the "lines" along rivers, when and where a flood can occur. The paper introduces the results of research on real-time levee-breach sensing and inundation forecasting methods by applying the real-time water level computation algorithm installed in "Flood Risk Line" System.

### [研究目的及び経緯]

東日本を中心に広域に強い豪雨と災害をもたらした2019年台風第19号の特徴のひとつとして、ある時間帯に氾濫が集中多発したことが挙げられる。こうした厳しい状況下においても、越水・決壊の発生把握や確認の迅速化が必要なことが明らかとなった。一方、水害リスクラインや危機管理型水位計の導入が進み、きめ細かく地先ごとに実況水位情報を取得できる環境が整ってきた。

本研究は、これら新技術を活用して水位観測から決壊発生を捉え、発生地点を絞り込み、氾濫流量を推算する技術開発を実施した。

### [研究内容]

#### 1. 検知の対象とする水理現象

決壊が発生すると、大量の河川水の流出(氾濫)に伴い河道内水位が急低下し、決壊地点周辺で水面が窪む(図-1参照)。この窪みは深さを増すとともに、一種の波として河川の上下流に伝播し、その範囲を広げていく。こうした様子は、決壊地点に近い水位計から順に現れる一連の水位変化として観測される。

決壊発生は、水面の窪みによる一連の水位変化を決壊発生シグナルと見なし、それを複数の水位計で観測することで捉えられる。決壊発生地点の絞り込みは、各水位計にシグナルが現れた時間差を利用する。また氾濫流量は、「水位観測データの同化によりリアルタイム洪水解析の精度を向上する」という水害リスクラインに用いられている技術を応用して、決壊地点を挟んだ上下流における洪水流量を算定し、その差分として推算する。



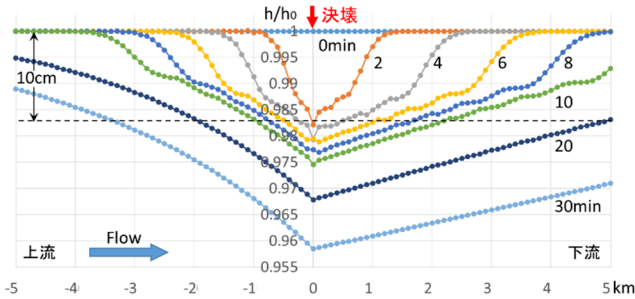
図-1 決壊シグナル観測に関する説明図

#### 2. 技術開発の要点

大河川の下流域に相当する緩勾配の河道を想定して、決壊発生から30分までの水深縦断分布を一次元不定流解析により算定した結果の一例を図-2に示す。この例は、決壊の影響が水深変化に直に表れるシンプルな条件下の計算結果であり、決壊により形成された水面の窪みが上下流に伝播する様子が示されている。決壊から10分後には10cm以上の窪みの範囲が上流に1km程度、下流に2km程度まで広がっている。

上記のオーダーで伝播する決壊のシグナルを決壊発生から数十分以内に捉えるためには、水位計の設置間隔を 10km オーダー以下とする必要がある。このようなきめ細かな水位観測が、危機管理型水位計の導入により実現可能となった。

上記のような河道状況や観測環境を想定して、技術開発を進めることとした。



- ・ 一様矩形断面河道に一定流量が流下する等流状態で決壊発生
- ・ 等流水深  $h_0=6\text{m}$ 。氾濫流量/一定流量=約 12%、フルード数 0.24

図-2 水面窪みが伝播する様子の計算例

## [研究成果]

### 1. 決壊の覚知

決壊地点近傍での水位観測の一例を図-3 上段に示す。現地撮影の動画には川裏崩壊と決壊氾濫の 2 時点が記録されており、この間に決壊が発生したことになるが目立った変化が見られない。そこで直前の観測からの水位変化  $\Delta H$  として図を描き直すと(下段)、約 10cm の水位低下が突如生じている。これが決壊のシグナルであり、それをリアルタイムで読み取る手法が検知技術のコアとなる。

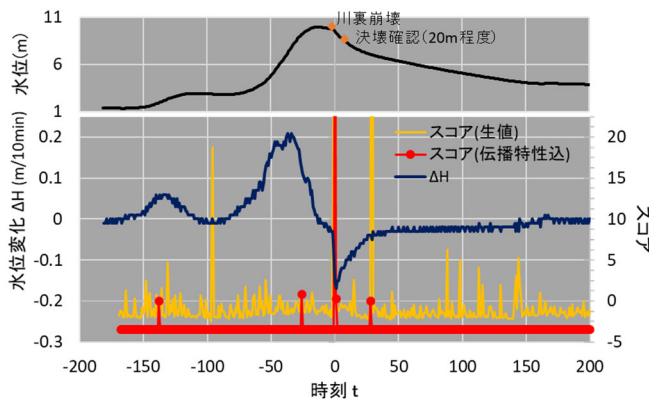


図-3 決壊地点近傍の水位観測とスコア値

急変に当たるか自己回帰 (AR) モデルを用いて数値化し(スコア(生値))、決壊時に生じる大きさを持つ水位急低下であるかかふるいにかけてところ(スコア(伝播特性込))、ノイズを含むもののシグナルが抽出できた。同様に他地点の水位計のスコアを算定したところ、窪みの伝播特性からの予測のとおり、ほぼ同時刻にシ

グナルが抽出された。

こうした伝播特性に基づく工夫を重ねてノイズを除き、決壊検知の確度向上を試みている。

### 2. 氾濫流量の実況予測

氾濫流量は、堤防に開いた流出口の幅(決壊幅)に応じて変わる。氾濫の最中に刻々と広がる決壊幅を把握する困難をいかに克服するかが開発の要である。水桶の水深をより速く低下させるには蛇口を大きく開けばよいという経験から、水位低下の進み具合から決壊幅を逆算しうることが類推されよう。この考え方による推定技術では、洪水で水位が増減する下で水面窪みを捉える手法がコアとなる。そこに水害リスクラインに用いられている粒子法を応用した。

異なる決壊幅を与えたりリアルタイム洪水解析(粒子と呼ぶ)を多数実施し、それに観測水位を同化することで窪みに見合った決壊幅を持つ粒子を絞り込む(図-4 下段: C 値が決壊幅に相当するパラメータ)。

前述のスコアによって決壊発生 20 分後(2 回の水位観測後)に検知できたとして氾濫流量を推定したところ、良好な結果が得られた(上段)。浸水域の広がりなど氾濫予測への活用についてさらに検討を進めている。

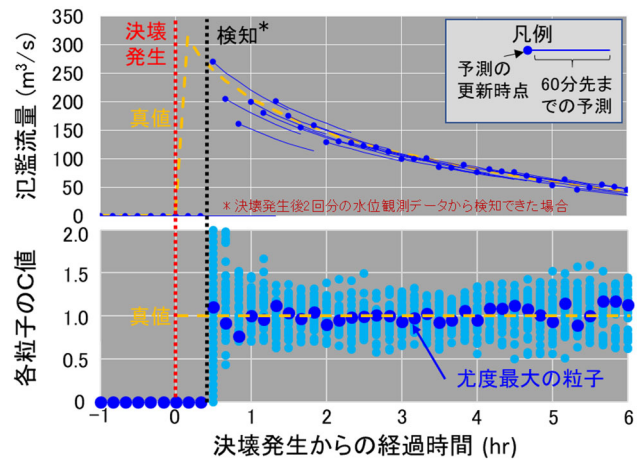


図-4 粒子法による氾濫流量推定の算定例

### [成果の活用]

本研究成果は、水防災意識社会の再構築に寄与し、逃げ遅れゼロを達成するための河川管理者による信頼性の高い情報に裏付けされた助言を行うことに資するものであり、本手法による予測結果等を洪水情報として提供するためのシステム開発に活用する予定である。

# 降雨・降雪情報を活用した減災・防災技術の開発

## Research on rain and snow discrimination method using polarimetric radar data

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 水循環研究室  
River Department  
Water Cycle Division

室 長 川崎 将生  
Head KAWASAKI Masaki  
主任研究官 山田 浩次  
Senior Researcher YAMADA Koji

In recent years, heavy snowfall has occurred frequently, damage and traffic disruption in areas vulnerable to snow have become apparent. Real-time distribution information of rain and snow is necessary to reduce the impact of such snowfall on infrastructure, transportation, and socioeconomics. The current method of grasping the snowfall area is often different from the actual situation because it is a method of estimating only by precipitation and temperature. Therefore, in this study, we have developed a practical rain and snow discrimination method using XRAIN data, which is being developed nationwide by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.

### 〔研究目的及び経緯〕

降水が雨か雪かは、融雪出水の発生を左右するほか交通状況やインフラ管理にも大きな影響を及ぼす場合があることから、降雨と降雪を判別したリアルタイム分布情報は有用である。しかし、降った水分量と気温のみで雨か雪かを推定する従来の方法では実状と乖離するケースがしばしば見られる。

国土交通省は、二重偏波化したレーダ雨量計（以下、MP レーダ雨量計という）による高精度・高分解能（250mメッシュ）な雨量観測をほぼ全国へ拡大し、リアルタイムで情報配信している。MP レーダ雨量計は、雨滴粒子の大きさに加え、縦の長さとの横の長さの比率・相関係数などの偏波パラメータを観測できる。本研究はそれら偏波パラメータを活用して、インフラ管理に有効な雨雪等の面的な分布をリアルタイムで精度よく判別する実用的な手法を開発するものである。

令和元年度は、ビデオ式ディストロメータによる地上観測による雨・雪・あられ・みぞれの粒子判別、CCTV画像収集選定、粒子判別精度向上検討を行うとともに、システム化するための必要コンテンツの整理等を実施した。令和2年度は、地上降雪観測やCCTV画像によって得られた降雪範囲の面的分布データと、MP レーダ雨量計による粒子判別結果とを比較し、粒子判別手法の修正案を提案した。また開発した手法の社会実装に向け、全国リアルタイム雨雪判別システムの構成・機能等の要件を整理した。

### 〔研究内容〕

#### 1. 雨雪判別論理式の作成

MP レーダ雨量計により取得される偏波パラメータをもとに上空に存在する降水粒子の性状（雨、雪、あられ、みぞれ等）を判別する手法は、既往研究から瀧瀬らの方法<sup>1)</sup>を参考にした。この手法は、図-1 に示すよう

に、降水粒子の粒径や数濃度に依存するレーダ反射強度  $Z_H$ 、縦横比等に依存するレーダ反射因子差  $Z_{DR}$  や偏波間位相差変化率  $K_{dp}$ 、形状の揃い具合に依存する偏波間相関係数  $\rho_{HV}$  の各偏波パラメータと降水粒子の性状の関係を 0～1 の値で関数化して組み合わせ、最も確からしい性状を判別するものである。

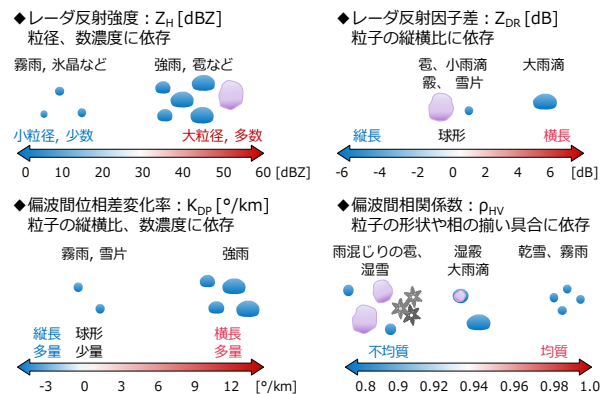


図-1 雨雪判別に用いる偏波パラメータ

判別論理式の作成には、平成30年度までに北陸地方においてビデオ式ディストロメータによる地上降水観測で取得されたデータを使用した。このデータから、雨雪粒子の粒径や落下速度の計測、雨・雪・あられ・みぞれの判別を行い、前述の各偏波パラメータとの関係に関数化し、判別論理式を作成した。

#### 2. 判別精度の向上

判別精度向上を図るため、福井県高浜町等でさらに地上降水観測を行い、判別論理式を修正した。また、気象庁局地数値予報モデルのデータを使用して、図-2 に示すように、上空の降水粒子が地上に落ちてくるまでの間の移流と相変化の影響を考慮する手法を検討し、導入した。

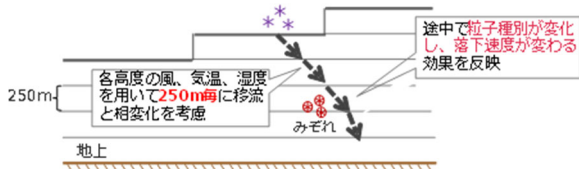


図-2 降水粒子の移流と相変化を考慮した判別方法

[研究成果]

MP レーダ雨量計の観測データを使用し本研究で開発した手法により雨雪判別した結果と、地上降水観測結果の比較を行った。表-1は福井県高浜町における令和元年度冬期の降水イベントに関する判別結果の的中率、図-3は福井県高浜町で観測された降水イベントにおける時系列での比較例である。みぞれ、あられの判別についてはさらなる改良の余地があるが、雨と雪については比較的高い判別率の的中率が得られた。また、図-4は近畿地方における面的な判別結果の一例である。地上降水観測地点及びその他いくつかの地点に設置された CCTV の画像から目視で判別した雨雪の情報と突き合わせ、このケースを含めて、判別結果は概ね一致することが確認された。

表-1 粒子別の判別結果の的中率(令和元年度、高浜町)

高浜		レーダ雨量計による粒子判別結果					計	的中率(%)
		雨	みぞれ	あられ	雪			
高浜町	雨	1686	20	41	0	1747	96.5	
	みぞれ	1	17	4	21	43	39.5	
	あられ	6	8	6	29	49	12.2	
	雪	0	3	2	27	32	84.4	
計		1693	48	53	77	1871	92.8	

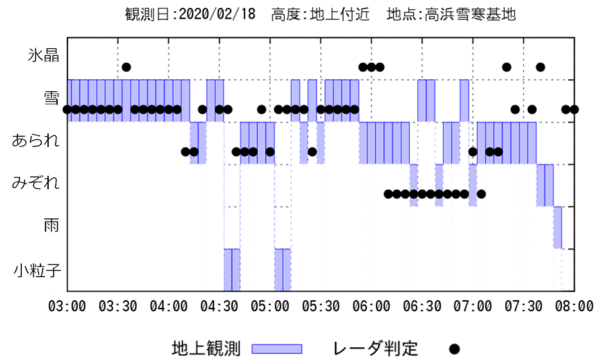


図-3 地上降水観測との時系列比較

[成果の活用]

今後、さらに各地域における判別事例を増やし、手法の実用性・汎用性の評価を行いつつ、本手法を導入したリアルタイム雨雪判別システムが構築・運用され、従前より精度の高い雨雪判別情報が、融雪出水対応や道路・鉄道などインフラ管理者・利用者等の降雪への的確な対応の促進につながることを期待される。

[参考文献]

1) Kouketsu, T., H. Uyeda, T. Ohigashi, M. Oue, H. Takeuchi, T. Shinoda, and K. Tsuboki (2015): A hydrometeor classification method for X-band polarimetric radar: Construction and validation focusing on solid hydrometeors under moist environments. J. Atmos. Oceanic Technol., 32, 2052-2074

2020/02/06 03:30 Classification of Hydrometeors(C+X composite)

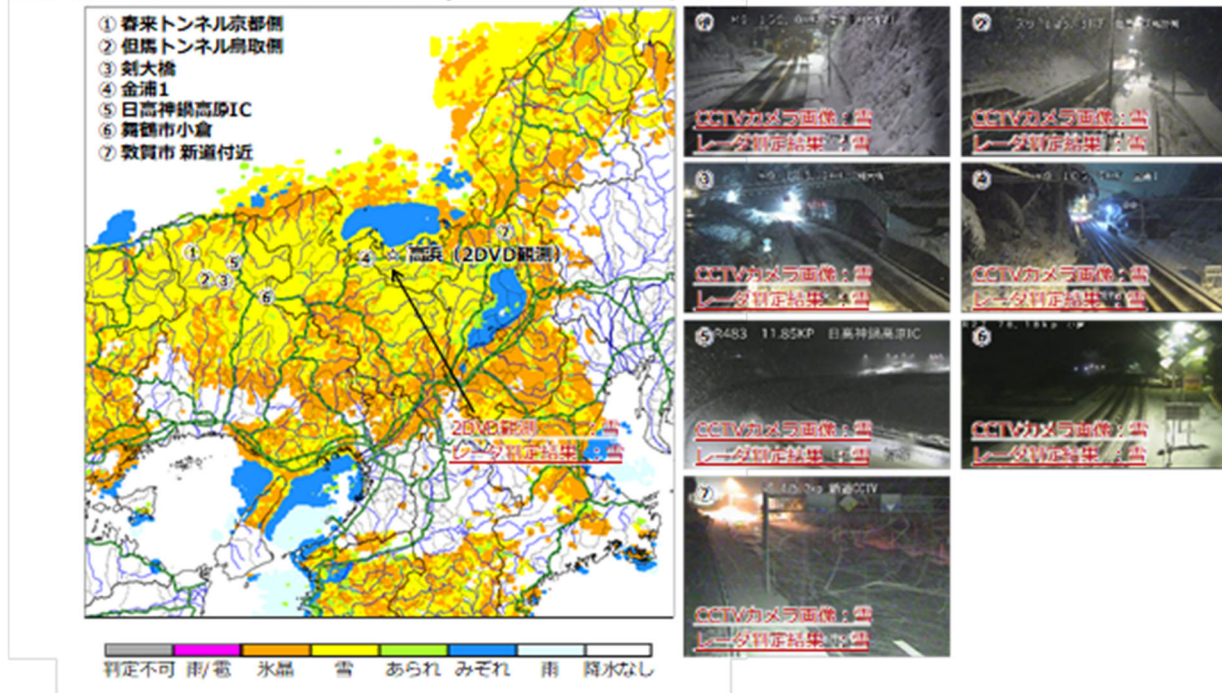


図-4 レーダ雨量計の観測データによる判別結果と CCTV 画像の比較



# ダム貯水池水質改善に係るマニュアル整備

## Formulation of manuals for improving water quality in dam reservoirs

河川研究部 水循環研究室  
River Department  
Water Cycle Division

(研究期間 令和元年度～令和2年度)  
室長 川崎 将生  
Head KAWASAKI Masaki  
主任研究官 西村 宗倫  
Senior Researcher NISHIMURA Sorin

This paper reports on the formulation of manuals for improving the water quality of dam reservoirs.

### [本稿の概要]

本稿では、ダム貯水池水質改善のためのマニュアルの策定について報告する。

### [研究の内容及び成果]

#### 1. 背景等

ダム貯水池では、流域からの富栄養化物質や濁水の流入及びこれらを貯水すること等により、富栄養化現象、濁水長期化現象、冷温水現象等の水質障害が発生する場合があります (図-1)。

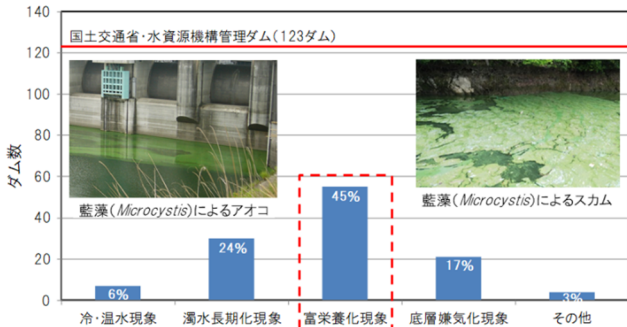


図-1 国土交通省・水資源機構管理ダムにおける水質変化現象

国土交通省が実施したアンケート調査によると、国土交通省・水資源機構が管理するダムでは、例えば全体の約4割のダム貯水池で、富栄養化現象に伴う水質障害(アオコ発生による景観障害・カビ臭発生による利水障害等)が発生しており、今なお、対策の継続が必要な状況にある。その一方で、ダム貯水池の水質管理を担当する職員は減少傾向にあり、技術の継承が困難になっていくことの懸念も報告されている(図-2)。具体的な数値でみると、ダム管理を担当している職員の87%が「ダム貯水池の水質に係る手引き等の整備を望む」と回答しており、その理由として51%の職員が「現場での技術の継承に困難な部分がある」ことを挙げている。

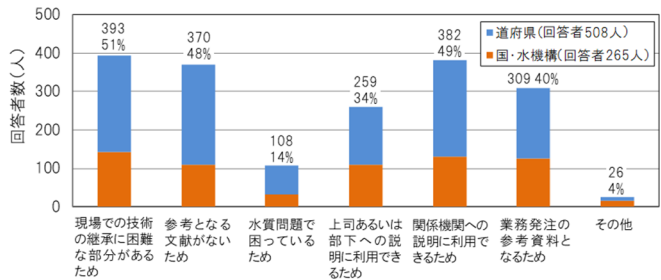


図-2 ダム貯水池水質に係る手引き等の整備を望む理由

このような背景を踏まえ、国土交通省では、これまでに「ダム貯水池水質調査要領」(平成27年3月)、「ダム貯水池水質改善の手引き」(平成30年3月)(以下「手引き」という。)を公表し、現場での水質調査の基準となる要領や水質改善対策を検討する際の参考となる手引きを整備してきた。

今回、手引きに示されている水質改善対策の体系を踏まえつつ、令和3年4月に「ダム貯水池水質改善に向けた気泡式循環施設マニュアル(以下、「気泡式循環施設」マニュアルとする)」及び「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル(以下、「水質シミュレーション」マニュアルとする)」の公表を予定している(図-3)。以下に両マニュアルの内容を紹介する。

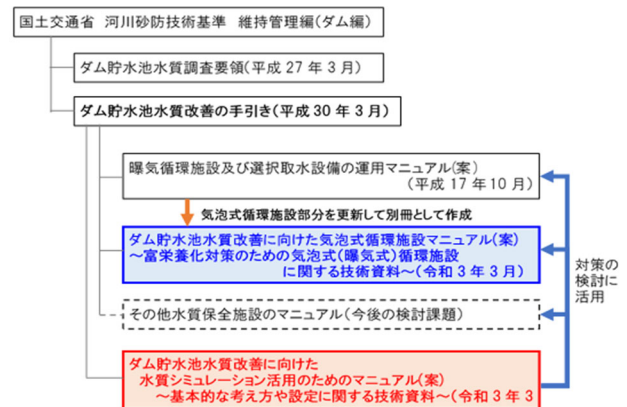


図-3 ダム水質の技術基準・マニュアルの体系

## 2. 「気泡式循環施設」マニュアル

このマニュアルは、手引きに示されている水質改善対策の体系に基づき、気泡式循環施設の設置・運用・効果確認の各ステップにおける標準的事項や留意事項をとりまとめたものである。また、平成17年に公表された「曝気循環施設及び選択取水設備の運用マニュアル(案)」に記載されている事項のうち富栄養化対策としての気泡式循環施設の運用に関する事項を更新するとともに、設置・効果確認に関する事項を追加したものである。

本マニュアルの特徴として、気泡式循環施設の設置・運用・効果確認を検討する際の予備知識の記載が重要と考え、富栄養化現象のメカニズムや、藍藻類の生態を詳述したことが挙げられる(図-4)。また、発生要因の推定～対策選定に係る有益な事例や諸元設定方法などの気泡式循環施設の設置・運用・効果確認の技術的・専門的事項に関する最新の知見や事例を資料編に掲載している。

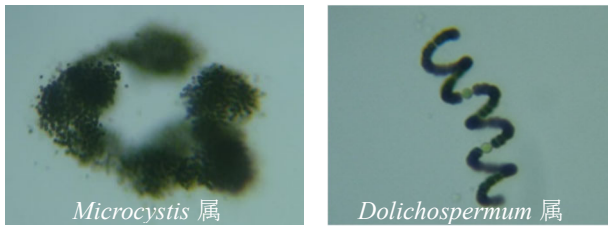


図-4 藍藻類の写真

## 3. 「水質シミュレーション」マニュアル

このマニュアルは、手引きに示されている水質変化現象の発生メカニズムの推定や水質改善対策の検討の一つの手法として示されている水質シミュレーション

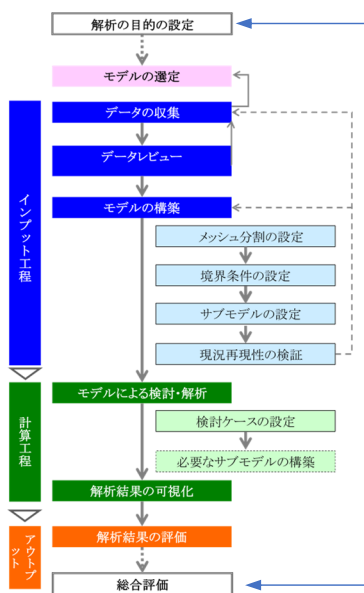


図-5 水質シミュレーションの実施手順

の活用方法、実施手順(図-5)や実施に関する技術的事項をとりまとめたものである。

本マニュアルの特徴として、ダム貯水池の水質シミュレーションの根幹となる考え方の記載が重要と考え、ダム貯水池における水理・水質的特徴やダム湖内に注目したモデル作成のための基本的な考え方を記述したことが挙げられる。また、底泥や魚類のモデル化などのサブモデルに関する事例、指定湖沼等における水質シミュレーション実施状況などの水質シミュレーションに関する最新の知見や事例を資料編に掲載している。

## 4. 幅広い意見等の反映

両マニュアルの策定にあたっては、ダム貯水池水質対策有識者委員会(委員長:松尾直規中部大学名誉教授)の指導・助言を頂くとともに、地方整備局・水資源機構・地方公共団体のダム管理に従事する職員や建設コンサルタント・メーカー技術者の意見を反映した。

表-1 ダム貯水池水質対策有識者委員会

委員長	松尾 直規	中部大学 名誉教授
委員	浅枝 隆	埼玉大学 名誉教授
	梅田 信	東北大学大学院工学研究科 准教授
	古賀 憲一	佐賀大学 名誉教授
	田中 宏明	京都大学大学院工学研究科 教授
	中野 伸一	京大大学生態学研究センター 教授
	山下 洋正	国立研究開発法人土木研究所 水環境研究グループ水質チーム 上席研究員
	吉村 千洋	東京工業大学環境・社会理工学院 准教授

## 5. おわりに

国土交通省では、両マニュアルがダム管理において広く活用されるよう、ホームページ [https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/index.html](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/index.html) で公開している。今後は、ダム管理に関する各種会議・研修で紹介するなど、普及に向けた取り組みを推進していく予定である。なお、両マニュアルは現時点で得られた知見等に基づき構成したものである。今後も継続して学術的・技術的な知見の蓄積に努め、必要に応じて見直しを行うこととしている。

今後、国土交通省では、全国のダム貯水池水質の変遷や土木研究所の研究等を踏まえ、概ね5年おきに改訂される「国土交通省気候変動適応計画」におけるダム貯水池水質改善対策の記載事項の検討も継続的に進める予定としている。

# 大規模洪水に対する多目的ダム・利水ダムの有効活用のための洪水予測システムの開発

Development of a system for effective utilization of multi-purpose dam and water utilization dam against extreme flood

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

室長 川崎 将生  
主任研究官 土屋 修一  
研究官 工藤 俊

## 〔研究目的及び経緯〕

近年頻発する大規模洪水の被害をできるだけ軽減するためには、計画規模を上回る洪水が予見された際に多目的ダムだけでなく、利水ダムも含めた流域内のダムを総動員した防災操作が必要であるが、多目的ダム・利水ダムの事前放流には長時間のリードタイムが必要である。気象庁が配信するアンサンブル予測雨量等を利用し、水系全体における長時間先のダム流入量及び下流河川の水位状況を予測するシステムを開発し、ダムの利水容量を活用した事前放流の実施判断に資する情報を得られるようにするモデルを構築する。

本年度は、全国の多目的ダム・利水ダムの上流域の流域平均雨量について、気象庁のGSMガイダンス、MSMガイダンスをリアルタイムで表示するシステムを作成した。また、試行水系を対象として流域内のダムの事前放流を反映した長時間洪水予測をリアルタイムで実施するシステムを作成した。

## ダム事業におけるリスク認識・対処方法の体系化に関する調査

Research on systematization of risk recognition and risk response in dam construction projects

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室

室長 金銅 将史  
主任研究官 佐藤 弘行  
研究官 田口 真矢

### [研究目的及び経緯]

令和2年度は、ダム事業の安全・円滑な実施やダム機能の維持に関わる多様なリスクに関して、その認識や対処の実例について、国内外のダムでの事例調査や関係者へのヒアリング調査による情報収集・分析を行った。これにより、設計、施工、管理・運用の各段階において認識された各種リスクの要因や性質、対処方法、顕在化の時期や形態、影響等として、地質、材料、構造、施工、外力作用等に関わる多様なものがあることがわかった。また、これら多様なリスク情報を事業関係者が理解・共有しやすくなるよう各種リスクをその特性に応じて分類する試案を作成した。

令和3年度は、ダム事業に関わるリスクの分類試案をもとに、各種リスクの要因とその特性及び対処方法等について、本年度実施した事例分析等をもとに整理・体系化を進め、ダム事業における実務的で効果的なリスク認識・分析評価・対処方法を含むリスクマネジメント方法の提案を目指す。

## ダムの地震被害レベルの即時推定と被害把握に関する検討

Research on rapid estimation and detection of damage to dams due to earthquakes

(研究期間 平成30年度～令和2年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室

室長 金銅 将史  
主任研究官 佐藤 弘行  
研究官 大谷 周

### [研究目的及び経緯]

令和2年度は、地震発生直後に気象庁から公表される一次情報からダム基礎地盤での地震動及びダムへの影響を即時概略推定する構築中のシステムについて、地震の種類を自動判定する機能を加えることで、地震動の推定精度を向上させた。また既往地震での点検記録の分析や各種地震動に対する事前応答解析データの整備、及びそれらの結果から予想されるダムへの影響レベルに対してカバー率を考慮できる機能の追加等により、ダムへの影響推定の精度を高めることを可能とした。

今後は、本研究で構築したシステムについて、実地震時の試行運用を通じてその推定精度を確認し、必要な調整等を行った上で、大規模地震時の初動体制構築など危機管理への活用を図っていきたい。

## ダム・堰管理データベース更新・分析業務

Update and Analysis of Dam and Weir Management Database

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 28 年度～)  
室 長 金銅 将史  
主任研究官 小堀 俊秀  
研 究 官 大谷 周  
研 究 官 田口 真矢

### **[研究目的及び経緯]**

令和 2 年度は、ダム・堰管理データベースの一部を構成するダム維持管理データベースについて、その活用促進のため、ダム管理者等によるデータ登録作業を容易化するとともに、登録データのうち共通のデータについて横断的集計・分析を可能とする改良を行った。また、登録されたダム点検データから、供用年数と健全度の関係などを分析した。さらに、ダム維持管理データベースとの連携化を予定しているダムで観測される地震動データの収集システムについて、その設計やデータ送信試験を行い、プロトタイプを作成した。

令和 3 年度は、ダム維持管理データベースについて、引続き活用促進のための機能改良やデータの蓄積・分析を行うほか、ダム維持管理に関わるより幅広いデータや技術情報の蓄積・共有に活用できるものとなるよう、関連する他のデータベース、システム等の連携方法等についても検討を行う予定である。地震動観測データ収集システムについては、システムの構築を進め、試行運用を目指す。

## ダム管理者支援のための維持管理データの有効活用技術の開発

Research on effective utilization technology of maintenance data for technical support of dam managers

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 令和 2 年度～令和 4 年度)  
室 長 金銅 将史  
主任研究官 小堀 俊秀  
研 究 官 大谷 周

### **[研究目的及び経緯]**

令和 2 年度は、ダムの安全管理のために取得・蓄積されている各種計測データとその活用状況の調査から、異常有無の判断における課題（管理者による個人差、長期的傾向に対する判断の難しさ等）を明らかにした。これを踏まえ、ダム管理者による判断を支援する技術として、データの特徴把握を容易にする可視化手法や AI 技術について、実計測データ（時系列データ）を用いてその適用可能性を検討した。その結果、再起型ニューラルネットワークによる機械学習手法の一種である LSTM を用いることで重回帰分析等の従来手法と同等以上の予測結果が得られるなど、新たなデータ分析技術の活用が期待できる結果が得られた。

令和 3 年度は、人間による異常判断では、個々のデータの特徴（取得頻度、継続性、信頼性等）を考慮したり、複数の箇所又は異なる計測データから総合的に判断したりする特徴があることを踏まえ、多様なデータを扱う実際のダムの安全管理において有効な特徴量の可視化手法や AI 技術の活用方法についても検討を進める予定である。また、ダムの安全管理の基本となっている時系列データに基づく異常判断をこれらの技術を活用して支援するツールの作成を目指し、その基本設計に着手する。

# 気候変動への適応力を高めるダム構造面での危機管理対策に関する調査検討

Investigation of risk management measures in dam structures to enhance adaptability to climate change

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室

室長 金銅 将史  
主任研究官 佐藤 弘行  
研究官 田口 真矢

## [研究目的及び経緯]

令和2年度は、気候変動により洪水規模が増大した場合に想定されるダムの洪水調節機能への影響について、想定洪水規模や洪水波形を変化させて試算した。その結果、必要となる洪水調節容量の増加等により、計画上確保されている洪水調節能力の余裕を減少させる可能性があることがわかった。これを踏まえ、既設ダム嵩上げ等の大規模な対策手法以外の新たな適応策として、致命的事態の回避に有効と考えられる構造面での対策手法（海外で先行事例がある堤趾部補強等の局部改良手法）について、国内導入を検討する場合のサイト条件等に応じた導入要件等をケーススタディ的検討により整理した。

令和3年度は、気候変動による洪水規模の増大を見据え、ダム構造面での局部改良手法の導入を検討する場合の基本的な施設設計や概略的な施工計画の検討方法について、既設ダム再開発（再生）事業の計画策定時における各種対策手法の比較検討の際等に活用できるよう整理し、技術資料の素案としてとりまとめを目指す。

# 大規模洪水時の橋梁周辺地域の 被害の起こり方制御方策に関する基礎的研究

Preliminary study on flood risk reduction measures for areas around bridge

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 水害研究室  
River Department  
Flood Disaster Prevention Division

研究員 海老原 友基  
Research Engineer EBIHARA Yuki  
室長 板垣 修  
Head ITAGAKI Osamu  
主任研究官 山本 陽子  
Senior Researcher YAMAMOTO Yoko

Classification of bridges and adjacent areas damaged by flood, and flood hazard characteristics around bridges during a flood that exceeds the river channel capacity are studied. The damage differed depending on the type of the bridges. It is presented based on numerical flood simulation that the fluid force in the area adjacent to the bridge is different depending on the presence or absence of the bridge.

## 〔研究目的及び経緯〕

令和元年東日本台風に伴う大雨や令和2年7月豪雨等においてこれまでに経験したことのないような豪雨・洪水による激甚な被害が続発しており、洪水氾濫を防ぐ対策とともに氾濫が発生した際にその影響を最小限にとどめる対策（減災対策）が重要視されている。特に代替交通ネットワークの乏しい地域における河道流下能力を大きく上回る洪水氾濫の発生時においては、橋梁等交通ネットワークの被災の影響の長期化を回避することが地域の早期復旧と持続性の確保にとり重要である。そのための方策を見いだす手がかりとして、洪水氾濫時における橋梁およびその周辺における被災形態に着目した。洪水氾濫による被災形態と仮復旧までの期間には関連がある。たとえば、平成28年岩手県小本川水系小本川赤鹿橋における被害では橋梁背面の盛土がすべて流失したものの橋梁本体の被害は限定的で、仮復旧して交通の往来ができるようになるまで数日要しただけであった。一方で、平成28年北海道十勝川水系小林川小林橋における被害では洪水流による基礎地盤の洗堀で橋台が傾斜したため、仮橋を設置して交通の往来ができるようになるまで1か月半の期間を要した。このように被害の程度により被災後に橋梁が復旧するまでにかかる期間が大きく異なる。

本研究では、橋梁を考慮した水害リスク評価手法及び減災対策の検討に必要な基礎的知見を得ることを目的として、洪水による橋梁の被災事例を収集・整理し被災形態を分類するとともに、洪水氾濫時の橋梁周辺の氾濫解析を行い、橋梁を考慮した氾濫解析上の課題を抽出した。さらに、同課題解決に向けた水理実験用模

型水路の製作と氾濫解析モデルの作成を行った。

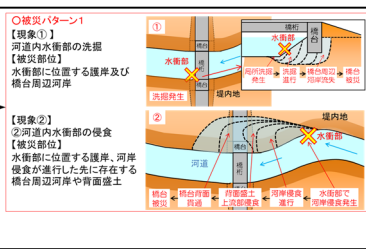
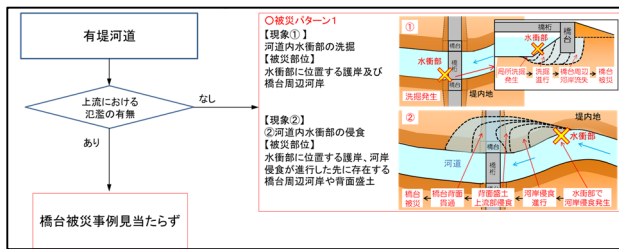
## 〔研究内容〕

### 1. 橋梁被災事例整理

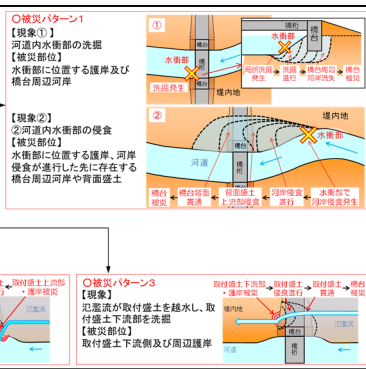
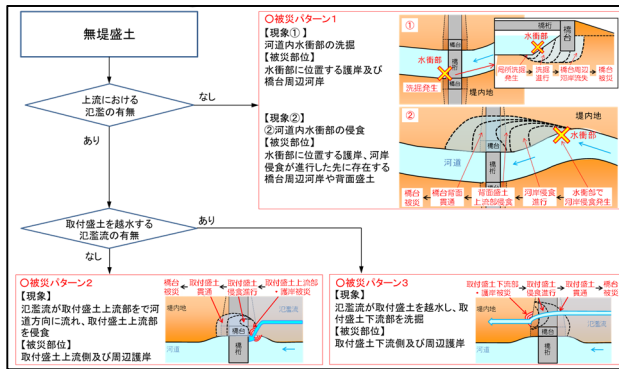
洪水氾濫時における橋梁およびその周辺での被災特性を把握するため、平成10年から平成28年までに発生した洪水による橋梁被災288事例を整理した。資料は構造・基礎研究室から貸与を受けた。橋梁架橋位置の地形的特徴による橋梁被災の差異について整理するために、“有堤”、“無堤盛土”、“掘込河道”の3通りそれぞれの類型における被災特性を抽出・整理し考察した。なお、“無堤盛土”とは河川堤防を有しておらず、橋梁の取付部に盛土をしているケースである。

### 2. 橋梁が氾濫流に及ぼす影響の試算

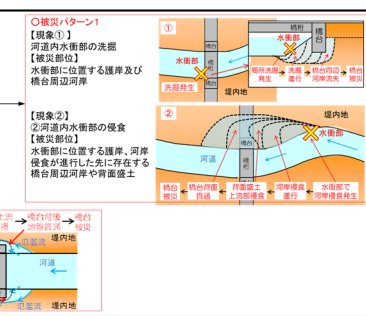
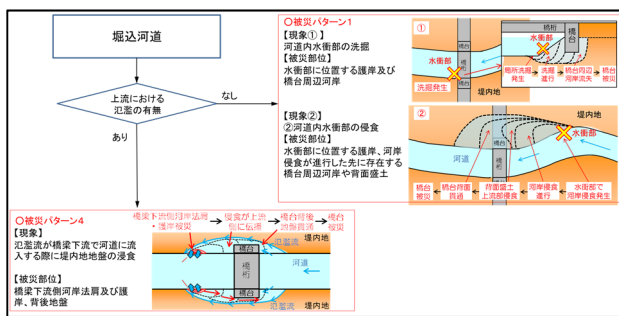
橋梁を考慮した水害リスク評価手法の検討のために、河道の流下能力を大きく超過する規模の洪水において橋梁が氾濫流に与える影響について水理解析を行った。対象河川区間として令和元年東日本台風の洪水で氾濫した福島県夏井川水系夏井川の平橋から平神橋までの約1kmの区間を選定した。同区間については令和2年2月に現地踏査を行い、地形特性等を把握した。河道の準二次元不等流計算により設定したHQ式、河道の一次元不定流計算により算出した河道内流量及び越流公式により氾濫流量を求め、左岸氾濫原の二次元不定流計算を行った（河道と氾濫原の間の流量の行き来を考慮）。洪水流量は川前アメダス観測点の観測雨量から合成合理式により時系列で算定した（ピーク洪水流量3,080 m<sup>3</sup>/s、河川整備計画流量2,200 m<sup>3</sup>/sの1.4倍）。準二次元不等流計算で検討区間内の4本の橋梁の影響を橋脚によるせき上げ高<sup>1)</sup>により設定した。



(a)



(b)



(c)

図-1 推定被災形態 (a)有堤(b)無堤盛土(c)掘込河道

【研究成果】

1. 橋梁被災事例整理

有堤が20事例、無堤盛土が55事例、掘込河道が213事例と整理された。うち、橋台に何らかの変状があった事例は有堤で2事例、無堤盛土で9事例、掘込河道で52事例であった。

各類型で共通して、河道から堤内地へ氾濫しない規模の洪水時の橋梁被災がみられた(被災パターン1)。被災パターン1では水衝部が橋台付近にあり橋台の周辺地盤が侵食されることにより橋台の支持力が小さくなり橋台の変状が生じる現象(現象①)と、河道の上流部の水衝部において生じた侵食が進行して橋台の設置箇所に到達し橋台が被災したと考えられる現象(現象②)が見られた。本検討において、有堤と分類した被災事例はすべて被災パターン1に分類された。

無堤盛土では、さらに河道からの氾濫時の被災パターンとして2通り見られた。一つ目は、橋梁に接続する道路盛土を氾濫流が越流せず、盛土によりせき止められた氾濫流が河道に戻る際に橋台上流部にあたる河

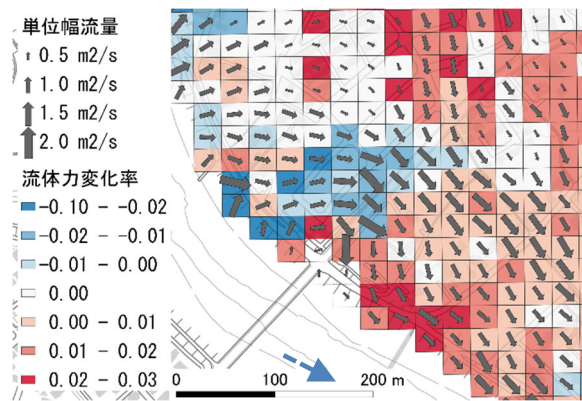


図-2 橋梁有無による周辺の流体力変化率

岸を侵食する被災事例がみられた(被災パターン2)。もう1つは氾濫流が道路盛土を越流し、盛土の下流側を侵食する被災事例がみられた(被災パターン3)。

掘込河道における氾濫時の被災パターンとしては橋梁の上流部で溢れた氾濫流が同下流部で河道に戻る際に河岸を侵食するのが見られた(被災パターン4)。

なお、複数の被災パターンが同時に発生していると考えられる事例もあった。

また、河道から氾濫したものの橋台の被災に至っていない事例がみられ、特徴は以下のとおりである。

- ・被災規模に対して橋台の規模が相対的に大きい。
- ・橋台に杭基礎がある等で根入れ深さが深い。
- ・護岸が強固であり、橋梁周りの損傷が小さい。
- ・流路が氾濫原の方向へ短時間で変化し、橋台に作用した流体力が限定的である。

2. 橋梁が氾濫流に及ぼす影響の試算結果

流体力を  $hv^2$  ( $h$ : 浸水深[m]、 $v$ : 流速[m/s])として、流体力変化率(「ピーク流量時の橋梁あり条件の流体力」-「同橋梁なし条件の流体力」)÷「橋梁なし条件の流体力」を図2に示す。ピーク流量時において橋梁あり条件では橋梁の下流側で流体力が大きい傾向が見られた。なお、最高水位が橋桁高さを上回っていたと考えられるが、本検討では橋桁による水位上昇量を考慮していないことから、実現象と比較して橋梁による影響を過小評価している可能性があり、水理模型実験等によるさらなる検討が必要と考えている。

【成果の活用】

本研究の成果を踏まえ幅3m、長さ14mの水理模型を水理共同実験棟拡散実験水路内に製作するとともに水理解析モデルを作成した。橋梁を考慮した減災対策手法等の提案に向け引き続き研究を進める予定である。

【参考文献】

1) 国土技術研究センター：河道計画検討の手引き，山海堂，2002



## 近年の被害実態を踏まえた水害リスク評価手法の改善検討

Study for Improvement of flood risk evaluation method based on recent flood disasters.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

研究官 林典宏  
室長 板垣修

### **[研究目的及び経緯]**

治水経済調査マニュアル(案)等を用いて、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的な便益や必要な費用の評価を行い、費用便益比の算定、事業の優先順位付け検討等が行われている。国総研は、近年の水害実態を踏まえた同マニュアルの更新に必要なデータの収集と分析を行っている。

本年度は、新型コロナウイルス感染対策強化の中、現地訪問調査が難しかったことから、リモートデータ等に基づく調査・分析を行った。浸水深別建物全壊割合の検証等のため、平成30年以降に著名水害が発生した地域の中の一地区を対象として、既存再現計算結果及び想定最大規模洪水浸水想定結果に基づき最大浸水深等のハザードの大きさを抽出、整理し、家屋全壊被害・在宅中の人的被害発生位置と突き合わせを行い、被害発生条件について検討した。さらに、全国主要河川で公表されている洪水浸水想定区域図に基づき家屋全壊被害、在宅中の人的被害発生可能性が相対的に高い場所を抽出する手法について検討した。

## 大規模洪水時の土砂・流木の流下・堆積に関する研究

Research on influence of flowing down and deposition of sand and driftwoods for assessing flood risk along rivers

河川研究部 水害研究室

(研究期間 平成30年度～令和3年度)

室長 板垣修  
主任研究官 山本陽子  
室長 山越隆雄  
主任研究官 坂井佑介

土砂災害研究部 砂防研究室

### **[研究目的及び経緯]**

平成29年九州北部豪雨では、筑後川水系赤谷川等において、大量の土砂・流木が流下・堆積し、被害が激甚化した。このように、施設計画規模を大幅に超える大規模洪水時に、大量の土砂・流木の流下・堆積が想定される河川において、これらの影響を考慮した水害リスク情報提供手法を開発することを目的とする。

本年度は、洪水時において通常、河床に堆積せずに通過するような細粒土砂が、河積を大きく変化させるほど大量に堆積する水理条件について把握するため、高濃度の細粒土砂による移動床水理模型実験を行った。また、山地流域のモデル化を行い、地形的要因(河床勾配、谷幅等)と土砂の山地流域から河道への土砂の流出率との関係を分析することで、コネクティビティ(山地域から下流域への土砂の流れやすさ)を評価する手法の検討を行った。

## 地域の人的被害・住宅全半壊防止によるレジリエンス強化検討手法の開発

Development of study method for strengthening local resiliency against flood disasters through preventing human damage and severe housing damage.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)  
研究官 林典宏  
室長 板垣修

### **[研究目的及び経緯]**

地域の社会経済の持続性を確保するためには、洪水時の人的被害や住宅全半壊等による甚大な被害を防止することが重要であり、河川整備等による氾濫防止・軽減対策に加え、氾濫した際に被害が想定される場所についてまちづくり等と連携した暴露・脆弱性低減対策を進めていくことが重要である。このような対策の具体的推進には、地域の浸水ハザード（リスク）情報の共有が重要である。現在公表されている浸水ハザード情報には洪水浸水想定区域や家屋倒壊等氾濫想定区域があるが、原則として外力規模が想定最大規模（再現期間1,000年程度等）であることから、地域のほぼすべてが想定浸水域となっている場合などではまちづくり等での活用が限定的とならざるを得ず、活用しやすい浸水ハザード情報の提供が求められている。

本年度は、従来各々で浸水ハザード情報が公開されてきた本川・支川・内水氾濫について、統合的な浸水ハザード情報図作成手法の確立に向け、面積35km<sup>2</sup>程度のモデル区域を対象として本支川・内水氾濫を統合した氾濫解析モデルを作成し、確率規模別浸水深分布図及び浸水深別確率分布図を試作するとともに、両図と既存洪水浸水想定区域図及び内水ハザードマップとの比較を行い、本支川・内水氾濫を統合した浸水ハザード情報図作成上の課題の抽出・整理を行った。

## 既存水防工法の改良・水防資機材備蓄数量の見直し等に関する検討

Research on improvement of flood damage reduction activities in communities

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)  
主任研究官 山本陽子  
室長 板垣修

### **[研究目的及び経緯]**

近年、毎年のように河川氾濫による人的被害を伴う激甚な水災害が発生しており、水防活動による減災対策がますます重要になっている。水防団員数の減少やサラリーマン団員の増加等が進行している水防活動の現状を踏まえ、本研究では最新のICT技術等を活用し、水防活動を効果的に支援する技術の社会実装を推進するため、水防活動支援情報共有システムや水防活動の安全確保技術等について研究するものである。

本年度は、水防活動の安全確保上の課題である退避基準の確立に向け、複数河川が合流するモデル地区において、過去の降雨の時空間分布に基づき設定した様々な降雨シナリオの下で、浸水域・浸水深の時系列変化を試算し、安全に退避するために着目すべき地点雨量、河川水位を抽出するとともに、退避のタイミングに応じた水防団員の安全確保状況と取り残される住民数をマルチエージェントモデルにより試算・整理した。

## 水害リスクを踏まえた持続的地域社会の確保方策に関する研究

Study on flood damage mitigation measures for securing sustainability of local society.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)  
研究官 林典宏  
室長 板垣修

### [研究目的及び経緯]

現行の治水経済調査マニュアル(案)は、定量化及び金銭価値化の可能な評価項目に基づき事業便益を評価・計上しているに過ぎず、近年の水害被害の実態等を踏まえ、実態に即した水害被害を適切に評価する手法の開発が求められている。中でも、大規模水害後に懸念される地域の社会経済への中長期的影響の評価手法の開発が急がれており、当該影響の観点を踏まえた持続的地域社会の確保方策の確立が求められている。

本年度は、発生から10年が経過する東日本大震災について、被災市町村から選定した60市町村を対象として、既存統計資料に基づき被災影響がなかった場合の時系列の社会経済指標値を推定し、被災後の実測社会経済指標値と比較することにより、被災による社会経済における中長期的影響を試算・整理した。

## 被災事例に基づく水害リスク意識の向上と避難促進手法に関する研究

Research on raising awareness of flood risk and evacuation promotion method based on flood disaster cases

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)  
主任研究官 山本陽子  
室長 板垣修

### [研究目的及び経緯]

平成30年7月豪雨、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨など、多くの人的被害を伴う水害が各地で頻発している。このような実態を踏まえ、過去の人的被害発生事例から導き出される被害発生特性と、避難行動上の留意事項の社会での共有を通じた人的被害防止手法を開発することを目的とする。

本年は、令和2年7月豪雨における被害発生状況に関する情報の収集・整理を実施するとともに、急激な浸水水位上昇が認められた場所における被害発生事例に着目し、人的被害が発生しやすい場所を既存氾濫解析資料等に基づき抽出する手法について検討した。

## 浸水予測情報を活用した都市域の減災対策に関する研究

Study on disaster mitigation measures in urban areas using flood forecast information

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)  
研究官 小峰正  
室長 板垣修

### [研究目的及び経緯]

これまでに経験したことのないような大規模な集中豪雨や局所的な大雨による水災害が頻発しており、特に都市への人口・資産の集中や地下を含む土地の高度利用化により浸水発生時の被害が増大している。このような都市の浸水被害は、河川や下水道施設の整備により低減されてきており、引き続きこれら施設の整備を進めていくことが重要であるが、短期間での施設整備やいかなる規模の豪雨に対しても被害を防止する施設整備は現実的ではなく、浸水時の被害防止・軽減対策が必要とされている。

本研究は、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム(レジリエントな防災・減災機能の強化(豪雨・竜巻予測技術の研究開発)(内閣府)) (I期)により開発した浸水予測システムを活用し、浸水予測情報を活用した浸水被害防止・軽減方策について研究を進めているものである。

令和2年度は、浸水予測計算にかかる演算処理負荷の低減を通じて浸水予測システムの運用費用の低減を図ることを目的に、同システム内の浸水予測計算プログラムの一部である、地表面の二次元不定流計算(地表面モデル)及び下水道管内流れ計算(下水道モデル)の簡略化手法について、演算処理時間及び浸水深再現計算精度の観点から感度分析を行った。

## リアルタイム浸水予測システム開発・実装

Development of real-time inundation prediction system in legal flood hazardous areas

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

研究官 小峰 正  
室長 板垣 修

### [研究目的及び経緯]

令和元年10月の台風第19号(東日本台風)等により全国で河川氾濫による激甚な被害が相次いでいるが、自動車での移動中に予期せぬ浸水域・深に遭遇したと考えられる人的被害が多発するとともに、氾濫時に工場から油が広範囲に流出するなど、浸水発生時の被害防止・軽減対策の具体的実施の困難さが浮き彫りになった。このため、大都市域で開発・社会実験中の浸水予測システムを大河川の農村部を含む洪水浸水想定区域に拡大することにより、浸水予測情報を活用した人的被害、事業所被害等の防止・軽減対策の推進方策について研究している。

令和2年度は、令和元年台風第19号で甚大な洪水氾濫被害を受けた茨城県内の久慈川流域、那珂川流域のほか、兵庫県内の加古川流域、茨城県土浦市、埼玉県さいたま市、三郷市、吉川市内の洪水浸水想定区域内の一部地域(計約540km<sup>2</sup>)を対象として、内外水氾濫を統合した浸水予測情報を提供するために必要である浸水予測計算プログラムの作成、浸水予測精度の確認と浸水予測計算プログラムの改良等を行った。

## 浸水想定図未作成河川における浸水想定図の作成

Technical support for flood hazard mapping of rivers for eliminating flood hazard information gap.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

研究官 中村 賢人  
室長 板垣 修

### [研究目的及び経緯]

河川流下能力を超える洪水時の沿川地域における氾濫被害防止・軽減対策の推進に必要な浸水想定図は多くの中小河川において提供されておらず、水害リスク情報空白域の解消が課題である。このような状況を受け、令和元年度に「中小河川の水害リスク評価に関する技術検討会」が水管理・国土保全局に設置され、令和2年6月にLPデータ等を活用した「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」がとりまとめられた。

本年度は全国の水害リスク情報空白域のうち約8,000の中小河川(総延長約40,000km)を対象として、LPデータの整備状況の確認、想定最大規模洪水時の浸水深計算条件の検討等を行い、水害リスク情報空白域の解消に向けた技術支援を実施した。

## 水防団情報共有システム構築

Development of information sharing system for flood damage prevention activities in communities

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和2年度)

主任研究官 山本 陽子  
室長 板垣 修

### [研究目的及び経緯]

洪水時の危機管理対応において、水防団の活動状況や河川巡視等により入手された現地情報、避難警報の発令状況、地域の浸水状況、雨量・河川水位などを水防団、市町村、河川管理者等の間で迅速に情報共有することが、被害防止・軽減活動の安全かつ有効な実施において極めて重要である。

本年度はモデル2地域において水防活動上必要な情報共有内容の詳細について水防活動関係機関と意見交換を行うとともに、水防活動状況の自動抽出機能、水防活動指示メッセージの送信効率化ツール、各情報の地図上表示機能を開発し、「水防活動支援情報共有システム」のプロトタイプを構築した。