

2.2.4 河川研究部

実データを活用した河道管理計画の検討

Maintenance of laboratory facility to acquire data for the river management plans

河川研究部 河川研究室	(研究期間	平成 29 年度～令和 2 年度)
	室 長	福島 雅紀
	主任研究官	山本 陽子
	研 究 官	笹岡 信吾
	研 究 員	下津 隆介

[研究目的及び経緯]

河川模型実験施設及び河川水理実験施設では、国総研が自ら実施する実験の他、地方整備局による事業計画検討のため、複数の実験が並行して実施されている。実験設備の不具合は、政策展開や事業実施の遅れに直結する。施設の老朽化や損傷に伴う各種実験への支障の発生を防止し、今後、継続的に必要となる施設の整備更新を合理的に実施するため、整備・更新計画及び設計を行い、緊急性が高い施設の更新を実施する。

令和元年度は、河川模型実験施設内のポンプ建屋の改修及び河川水理実験施設の土砂供給設備の設計を実施した。

今後も引き続き、国総研、地方整備局による複数の実験が継続的に予定されており、各種実験に支障が出ないよう施設の改修・管理を継続的に実施していく予定である。

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

河川研究部 河川研究室	(研究期間	平成 30 年度～令和 2 年度)
	室 長	福島 雅紀
	研 究 官	笹岡 信吾
	交流研究員	田中 秀岳

[研究目的及び経緯]

平成 24 年の矢部川決壊を受け、基盤漏水による堤防の決壊メカニズムが着目されている。これまでの研究において、透水性の異なる複層構造や行止り構造を有する場合等にパイピングが発達しやすいことが明らかとなった。本研究では、パイピングの進行性を評価する手法を提案し、浸透対策の優先度の決定に資するものである。

令和元年度は、パイピングの進行現象を簡易に判定する手法を様々な基礎地盤条件に適用できるかを確認するため、異なる基礎地盤条件で間隙水圧の分布やパイピングの進行過程を模型実験によって把握し、判定手法の適用性について検証した。

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	山本 陽子
	研 究 官	濱田 悠貴

[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。

令和元年度は、地方整備局から河道情報、被災情報を収集し、データチェックを実施した上でRBCOMへの登録を行った。また、サーバのOS更新に伴うシステム改築を実施するとともに、蓄積された全国の河川のデータを横断的に出力できる機能の追加、堤防に関する情報の表示機能及びデータ登録機能の改良等を実施した。さらに、河川関係の他のデータベースとの連携可能性を検討するための情報の収集・整理を実施した。

令和2年度は、今後取得される河道情報及び被災情報を収集・登録を行うとともに、登録可能なデータの拡充、データ登録の省力化、各種情報の表示機能や操作性の向上等を実施する。また、本省水管理・国土保全局の関係課室とも調整を行い、河川関係の他のデータベースとの連携を含めて今後の改良方針の検討を行う。

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

(研究期間 平成 22 年度～)

河川研究部 河川研究室

室 長	福島 雅紀
主任研究官	山本 陽子
研 究 官	濱田 悠貴

[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。

令和元年度は、公募案件の審査及び成果の評価等を行う 3 つ評価委員会を統合、公募スケジュールの前倒し等の制度の変更を行った。新規課題公募については、国総研から委託研究を行う指定型課題（堤防や河岸の侵食による被災リスクの評価技術）にて 3 件の他、地域課題にて 3 件、流域課題にて 2 件の研究テーマを新規採択し、令和 2 年度から技術研究開発を実施する。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 2 年度は引き続き本制度の適正な運営を行うとともに、河川技術部門の研究成果の活用促進に向けて、本制度の運用方法の改善を図っていく。

災害リスク軽減に資する情報管理システムの構築

Construction of an information management system that contributes to reduce disaster risk

(研究期間 平成 29 年度～)

河川研究部 河川研究室

室 長	福島 雅紀
主任研究官	山本 陽子
研 究 官	濱田 悠貴
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。河川水辺の国勢調査結果をデータベースとして公開するとともに、環境に配慮した河道設計や維持管理への活用策を検討している。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。

令和元年度は、平成 29 年度に実施した河川水辺の国勢調査結果をシステムに登録するとともに、イントラネット内のデータベースを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情報を同時に利用可能なシステムへの更新作業を実施した。

令和 2 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、RBCOM とのシステム統合による河川環境情報と河道情報のシームレス化、各種情報の表示機能や操作性の向上等を実施する。

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

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)
室 長 福島 雅紀
主任研究官 山本 陽子
研 究 官 濱田 悠貴

[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、河川整備によって、河道が持つ減災効果を低減させることがないように、河道の平面形や縦断形の変化に応じて水害リスクを評価することができる手法を検討する。

令和元年度は、実河川を対象として、堤防の決壊条件や決壊箇所を変化させ、各氾濫ブロックで算定される被害額や死者数を整理した。決壊箇所のある氾濫ブロックの被害が最大となる条件を確認し、水害リスク評価で設定する決壊条件等の案を作成した。

令和 2 年度は、「水害リスク評価の手引き（試行版）」の改訂を目指して、評価の具体的手順や評価結果の見方について整理する。また、堤防のフラジリティカーブの適用方法についても合わせて検討する。

河道計画における土砂・流木対策に関する検討

Examination of measures against sediment and woody debris in river planning

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 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]

近年、中山間地の中小河川において、上流域の土砂災害で発生した多量の土砂が、下流の河道で堆積することにより氾濫が発生する土砂・洪水氾濫が頻発し、甚大な被害が発生している。

本研究では、土砂・洪水氾濫の発生メカニズムを把握し、被害低減のための河道設計手法の確立を目指すものである。

令和元年度は、矩形や複断面の水路を用いた水理実験により、細粒土砂による河床上昇・河道埋塞の基本的なプロセスの把握を実施した。具体的には、複断面水路で低水路内での河床上昇に伴い、流水が低水路から溢れ出すと、低水路内での土砂堆積が加速して、氾濫原上にも流路が形成される過程や、浮遊砂による反砂堆の形成、移動プロセスについて把握した。また、令和 2 年度に予定している水理模型施設の設計・整備を行った。

令和 2 年度は、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で土砂・洪水氾濫が発生した筑後川支川赤谷川の移動床水理模型実験（縮尺 1/30）を行い、氾濫部分を含めた土砂移動・堆積現象の再現を行うとともに、河道内の堰等の横断工作物や河道法線形状が土砂・洪水氾濫発生に与える影響について把握する。

河川横断構造物の破壊メカニズムの解明に関する実験業務

Experiment on the damage process of river crossing structures

(研究期間 平成29年度～令和元年度)

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

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研 究 員
Research Engineer

福島 雅紀
FUKUSHIMA Masaki
山本 陽子
YAMAMOTO Yoko
下津 隆介
SHIMOTSU Ryusuke

In this study, assuming a river with a decreasing riverbed, we performed a model experiment to elucidate the complex flow around the ground sill and to understand the mechanism leading to the destruction of the structure. Under the same conditions, the fluid force acting on the block at the downstream end of the ground sill was measured. Finally, it was verified whether the fluid force around the block could be reproduced using numerical calculations.

[研究目的及び経緯]

床止め等の河川横断構造物が設置されている河川では、上流からの供給土砂量の減少、二極化の進行等により、設計時に想定した以上に横断構造物下流の河床低下が進行し、横断構造物自体が被災して破壊に至る場合がある。横断構造物が破壊するとその破壊に伴う周辺堤防や護岸の侵食等、周辺構造物への影響が懸念される。このことから、河床低下が進行する河川において構造物の状態を把握し、必要に応じて対策を実施するための設計・維持管理基準が必要である。現行の床止めの護床工ブロックの設計では、全て群体としての評価が適用されている。しかし、護床工の下流端のブロックには、群体中とは異なる流体力が作用している可能性がある。

本研究では、河床低下が進行している河川を想定し、構造物周辺の複雑な流れの解明と構造物が破壊に至るメカニズムを把握するための水理模型実験を行った。次に横断構造物が破壊する条件に着目して、護床工の下流端ブロックに作用する流体力の計測を行った。最後に数値計算を用いて護床工ブロック周辺の流体力が再現できるか検証した。

[研究内容]

1. 構造物の破壊メカニズムの整理

屈とう性構造の床止め工を対象に長さ31.5m、幅1mの水路を用いて移動床実験を行った。模型の縮尺は1/20であり、フルードの相似則を用いた。実験では床止め工設置後に河床低下が進行する状況を想定して、流量を一定にして下流水位を低下させ(図-1)、構造物の変状の進行を観察した。この結果を用いて、下流水

位の低下に伴う床止め工や護床工ブロックに変状・破壊が生じるプロセスを整理した。

2. 護床工ブロックが流出する条件で護床工の下流端ブロックに作用する流体力の計測・数値計算

1.の結果より、護床工の下流端ブロックの流出が横断構造物の破壊の引き金となる可能性が明らかになった。そのため、まずは3種類のブロックの群体と下流端の抗力係数、揚力係数を計測し、両者を比較した。

次に護床工の下流端ブロックに作用している流体力を計測するための固定床実験を行った。図-2のように、護床工の最下流端の赤いブロックに水圧計(上下面3点ずつ、上下流面それぞれ1点)と分力計を設置して、抗力と揚力を計測した。また、下流端ブロックを固定せず、どのような流量、下流水位の条件で流失するかを別途実験にて計測した。

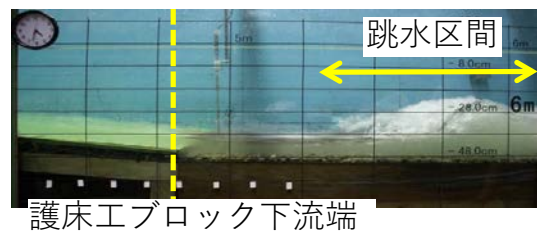


図-1 実験の様子



図-2 計測機器の設置箇所

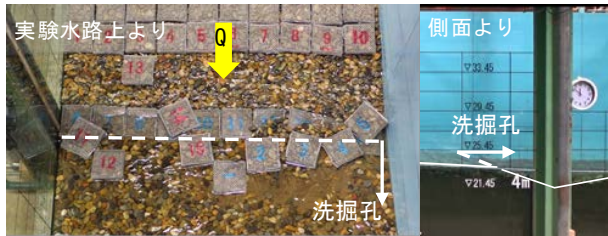


図-3 変状が進行しないケース

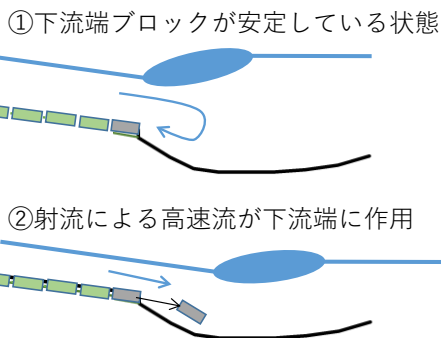


図-4 下流水位の低下と流れ場の変化

最後に、流体力を計測した実験と同条件で $k-\epsilon$ 乱流モデルを用いた鉛直二次元流の数値計算で、護床工の下流端ブロックに作用する流体力が再現できるかを検証した。

【研究成果】

(1) 構造物の破壊メカニズムの整理

流量を平均年最大流量程度に設定した実験ケースでは、下流水位を下げていくと、下流端から1~2列のブロックが下流へ移動したが、それ以上の変状は見られなかった(図-3)。護床工下流の洗掘孔に流失したブロックが滞留し流れがせき上げられることで、その上流側ブロックの移動が生じにくくなった結果と考えられた。

計画高水流量程度の実験ケースでは、下流水位を低下させていくと跳水の上流端が床止め工下流端になる条件で、洗掘孔が拡大し、跳水発生位置が床止め下流端と洗掘孔上で安定する。この時、潜り噴流状態の流れ場が維持される流況となっている。跳水下では河床面付近の流れが上流向きで下流端ブロックを安定させる方向に働くため、構造物の変状・破壊の進行は進まない(図-4①)。さらに下流水位を低下させると、洗掘孔上の安定した跳水を維持することができなくなり、跳水位置が下流に移動し、射流による高流速が床止め下流端のブロックや洗掘孔に直接作用するようになる



図-5 変状が連鎖的に進行するケース

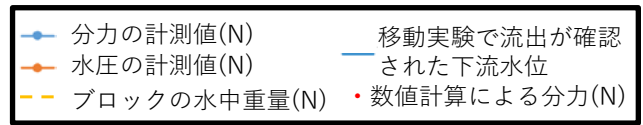
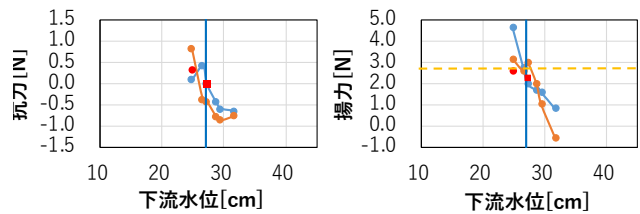


図-6 ブロック別の抗力と揚力の変化

(図-4②)。こうなると、下流端ブロックの流失をきっかけに、上流側のブロックの流失が次々に連鎖し、構造物本体の固定床盤まで破壊が急激に進行する(図-5)。

(2) 護床工ブロックが流出する条件で護床工の下流端

ブロックに作用する流体力の計測・数値計算

下流端ブロックの抗力係数は、設計に通常使用されている群体の値よりも大きく、ブロックの形状によっては2倍以上の値となる場合もあった。

ブロック表面で計測した水圧値を積分し、ブロックに作用する抗力と揚力を算定した結果、ブロックに取り付けた分力計による計測値と概ね一致した(図-6)。数値計算によってブロック表面の水圧値を算定できれば、ブロックに作用する抗力と揚力を算定できる。図-6(赤点プロット)に示すように、数値計算によって実験値を概ね再現することができたが、数値計算における各種パラメータの調整に時間を要し、数値計算を利用した抗力・揚力の算定には課題が残された。

【成果の活用】

本調査結果は、床止めの構造設計手引き等の改定に向けた基礎資料として活用する予定である。

地下水位のリアルタイム観測手法に関する検討

Research on real-time estimation method for groundwater level
using observation value of rain and tide

(研究期間 令和元年度)

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

室 長
Head
研 究 官
Researcher

加藤 史訓
KATO Fuminori
福原 直樹
FUKUHARA Naoki

The liquefaction risk against earthquake increases after storm surge and rainfall. However, it is difficult to continuously measure groundwater level under coastal dike due to constraints on maintenance costs.

In this study, the real-time estimation method for groundwater level using observation value of rain and tide was examined. The results by multiple regression analysis showed that tidal level and rainfall were the major factors affecting groundwater level. Therefore, the estimation formula for groundwater level was created using these factors as explanatory variables.

The results will be used for managing coastal dike after required observation, ground information and creation procedure for estimation formula have been organized.

【研究目的及び経緯】

高潮や降雨の発生直後は、堤体下の地下水位が上昇し、それに伴い地震に対する液状化リスクは高まることになる。そのため、河川堤防においては堤体下の地下水位観測マニュアルを整備し、地下水位計による連続観測を推奨している。しかし、海岸堤防においては、維持管理費等の制約から地下水位計による連続観測は困難な状況にある。

本研究では、高潮や降雨発生直後における海岸堤防の液状化リスクの把握を目的とし、海岸堤防下の地下水位に影響を及ぼす因子を検討するとともに、短期間の地下水位観測値と入手が容易な雨量等の観測値を基に簡易に海岸堤防下の地下水位を推定する手法について検討を行った。

【研究内容】

1. 検討対象箇所

既観測値（地下水位、潮位、波浪、雨量）及びボーリング結果等の地形・地盤データの収集可否や液状化履歴等の地盤状況等を踏まえ、4地点（駿河海岸：3地点、長島海岸：1地点）を地下水位推定式（以降、「推定式」という）の検討対象箇所と設定した。

2. 推定式に求める精度

土質柱状図に示された地下水位から地表面まで 0.1 m 間隔で地下水位が上昇した場合の液状化抵抗率 (F_L) を算出し、地下水位上昇量に対する F_L の低下幅から推定式に必要な精度を設定した。 F_L は、適用させる繰返し三軸強度比 (R_L) を地下水位の上昇に関わらず一定

とした上で FL 法にて算出した。その結果、 F_L は地下水位 1m 上昇に対し 0.03~0.11（駿河海岸）、0.04~0.06（長島海岸）程度低下する傾向が示された（図-1）。これらより、0.05 程度の F_L 低下が有意な変化の目安と考え、地下水位 1m 上昇に対する F_L の低下幅の最大値が約 0.1 であることを踏まえて「地下水位の変化量：0.5m」を推定式の精度目標と設定した。

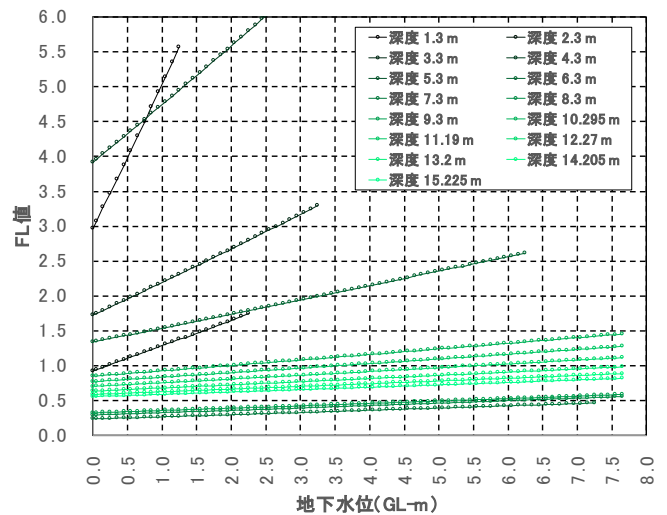


図-1 田尻（駿河海岸地点 2）における F_L 変化図
（レベル 2-2 地震動）

3. 影響因子分析

異常値除去及び欠測値補間を実施した検討対象箇所周辺の「天文潮位」「潮位偏差」「降雨量」「波浪」を対象として、重回帰分析及び非線形回帰分析（多層ニューラルネットワーク）を実施し、各因子や非線形性の

影響度を把握した。結果、「波浪」の影響は著しく小さいことが確認されたが(図-2)、その他の3要素は目標とした0.5mに近い地下水位の変動幅が確認されたため、推定式については波浪を除いた3項目を説明変数として設定した。

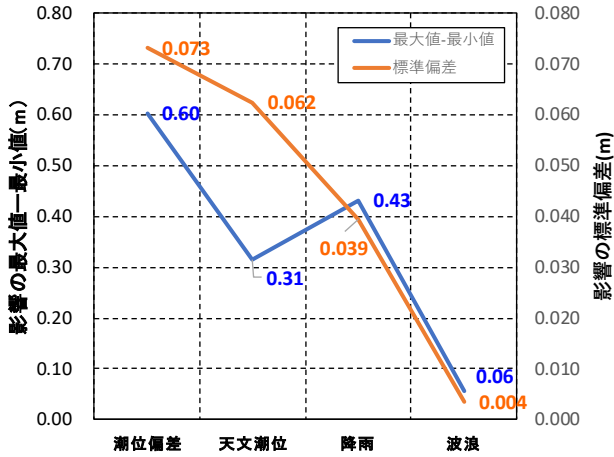


図-2 影響因子分析結果

4. 推定式の作成

推定式はMR-AR解析を用いて作成した。MR-AR解析は2段階で行うこととし、「重回帰分析による外水位(天文潮位+潮位偏差)の影響の推定(式-1)」の後に「自己相関モデルによる降雨の影響の推定(式-2)」を実施した。また、影響因子分析の結果から非線形性の影響は大きくはないものの、非線形性を考慮することで推定精度は向上することが想定されたため、非線形項の有無を踏まえた2種類の推定式(式-3)を作成した。なお、M1~M3については、BIC最小の条件を満足する次数を設定した。

$$y_n = T_n + R_n + C + \varepsilon_n$$

$$T_n = \sum_{i=1}^{M_1} a_i z_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_2} b_i \zeta_{n-i} \quad (式-1)$$

$$R_n = \sum_{i=1}^{M_3} c_i R_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_3} d_i r_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_3} e_i f(r_{n-i}) \quad (式-2)$$

$$w_n = \sum_{i=1}^{M_1} a_i z_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_2} b_i \zeta_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_3} c_i R_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_3} d_i r_{n-i} + \sum_{i=1}^{M_3} e_i f(r_{n-i}) + C \quad (式-3)$$

ここで、 y_n : 観測した地下水位、 T_n : 潮位の影響、 R_n : 降雨の影響、 C : 定数、 ε_n : 誤差項、 z_n : 天文潮位、 ζ_n : 潮位偏差、 Y_n : 残差項、 r_n : 降雨量、 $M_{1\sim3}$: 各々天文潮位、潮位偏差、降雨量の次数、 $a_i \sim e_i$: 係数、 w_n : 推定地下水位である(赤字は非線形項)。

[研究成果]

推定式の精度は、ホールアウト法を用いて、推定値と実測値の差分等から検証を行った(図-3)。その結果、平均平方二乗誤差は非線形項有りの場合で0.05~0.15m、非線形項無しの場合で0.05~0.12mであり、液化化リスクに対する感度としては十分な精度を有していることが確認された。ただし、非線形項の有無による地下水位の最大誤差は0.1m未満であり、非線形性の考慮による精度向上が確認できない検討地点もあった。

[成果の活用]

本検討結果は、必要となる観測値情報及び地盤情報や推定式の作成フロー等を整理し、今後の海岸堤防管理に活用していく予定である。

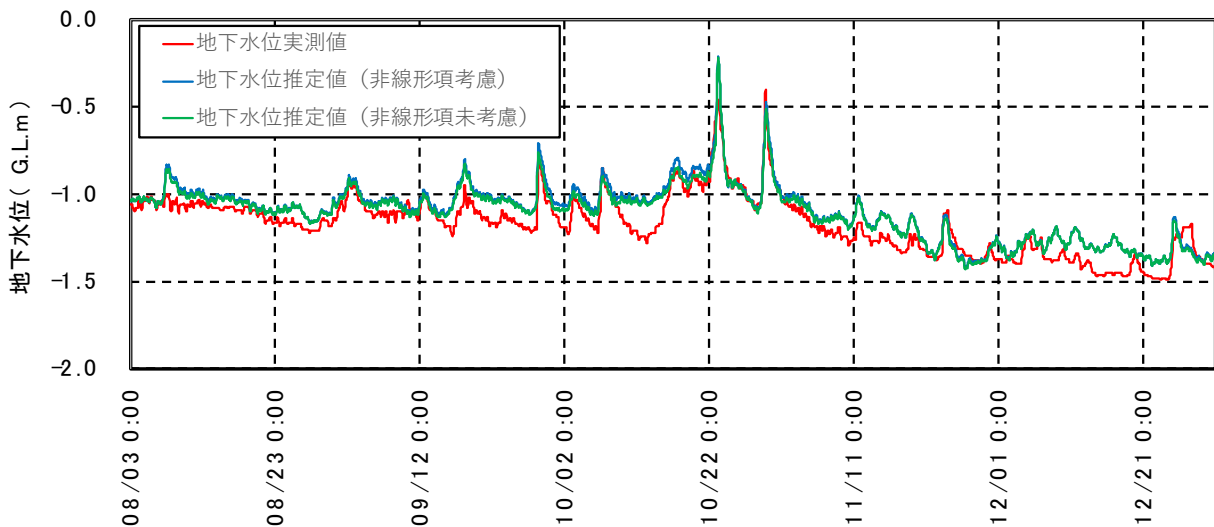


図-3 推定式による地下水位推定値及び実測値の時系列(例:2017年田尻)

危機管理型波浪うちあげ高観測技術の開発に関する研究

Research on field observation method for wave runup height using ultrasonic-type water level gages for risk management

(研究期間 令和元年度)

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

室 長
Head
研 究 官
Researcher

加藤 史訓
KATO Fuminori
福原 直樹
FUKUHARA Naoki

Wave runup height is one of important indices to be grasped for shore protection and damage reduction. However, the field observation methods for wave runup height have not been established.

In this study, the field observation using ultrasonic-type water level gages was carried out to obtain the data of the wave runup height on the seaward slope of coastal dike. It is necessary to remove noise from the obtained data, and noise was removed using two devices considering the wave runup characteristics.

The results will be used for field observation of the wave runup height after the method of removing noise and the application conditions of the ultrasonic-type water level gages have been organized.

[研究目的及び経緯]

波のうちあげ高は、海岸堤防等の天端高を検討するための指標の一つとして用いられ、高波による被害を軽減するための海岸における水防警報の発令基準としての活用も期待される。しかし、現地での観測が難しく、沖合に波浪観測施設が設置されていない箇所ではうちあげ高の推定も難しい。

本研究では、安価な危機管理型水位計の一つである超音波式水位計によるうちあげ高観測の可否及び精度の把握を目的とし、海岸堤防に超音波式水位計を複数台設置し、台風期を含む長期間観測の実施及び結果の解析を介して、超音波式水位計の現地適用可能性を検討した。

[研究内容]

1. 観測条件

本研究では、A 海岸（静岡県）及び B 海岸（高知県）の海岸堤防に設置した観測足場に 2 台の超音波式水位計（設置角度：鉛直方向 0 度）を固定し（図-1）、2019 年 9～12 月の期間において観測を実施した。1 台目（「水位計 A」という）は海岸堤防波返し工から沖側に 2.25 m、2 台目（「水位計 B」という）は沖側に 3.50 m の箇所に設置した。なお、超音波式水位計の計測間隔は河川の水位計測に用いる場合よりも短い 0.3s に設定を変更した上で設置した。また、併せて検証用として容量式波高計及び遠赤外線カメラを設置した。

2. 観測結果

本稿では、大きなうちあげが発生した 2019 年台風 19 号接近時（10 月 11 日 0 時～10 月 12 日 18 時）の A

海岸における結果を報告する。対象期間初期は堤防まで波がうちあがっておらず、地盤高（下端）近傍の値を取得していたが、10 月 11 日 20 時頃に水位計 A の設置高（上端）付近の観測結果が確認された以降は断続的に設置高近傍の観測値を記録した。ただし、遠赤外線カメラではうちあがった状況は確認されなかったことから、水位計 A の結果はノイズを含んでいると考えられる。近傍のアメダスによる 10 分間毎の降雨量及び平均風速との関係を整理したところ、ノイズは降雨量や風速の増加に伴い発生頻度が高くなる傾向が確認され、うちあげ高を適切に観測するためには、ノイズの分離が必要であることが明らかとなった。

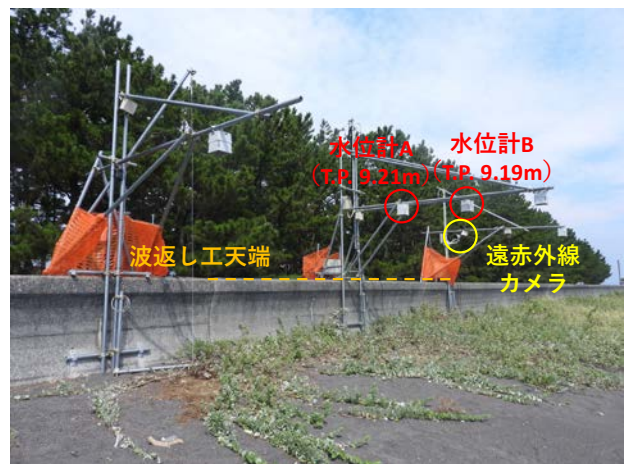


図-1 超音波式水位計等設置状況（A 海岸）

3. ノイズ除去手順

ノイズの除去は 2 手順で実施した。超音波式水位計の仕様として設置高から 0.5m までは観測不可の範囲

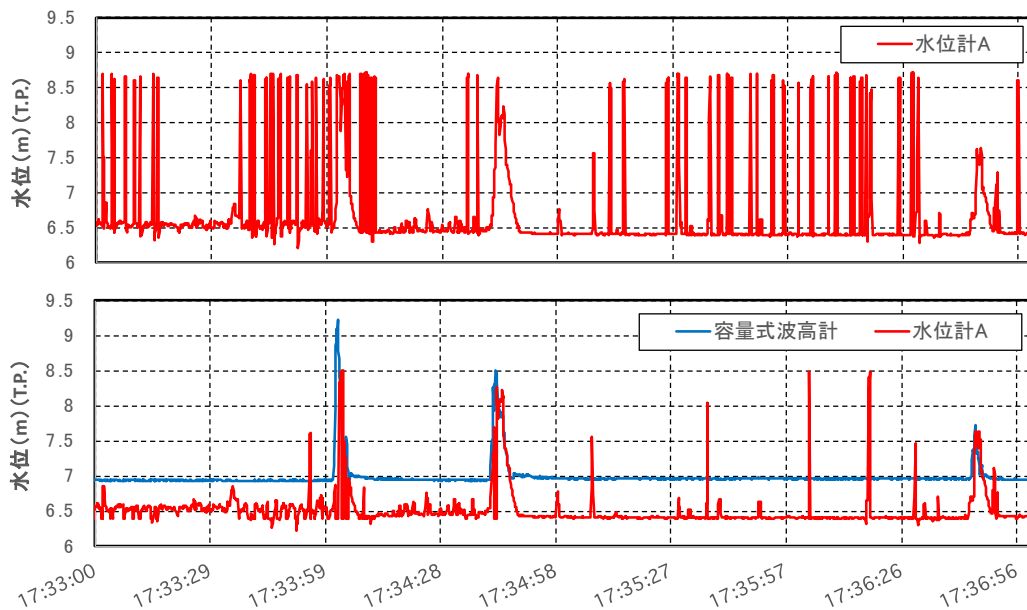


図-2 うちあげ高観測結果時系列データ（上段：生データ、下段：ノイズ除去後）

であるため、水位計 A は T.P. 8.71 m 以上の値を取得することはない。しかし、頻度は少ないものの、上記以上の値の観測値も確認されたことから、それらはノイズと見なし、地盤高への変換を実施した。ただし、上記の手順ではノイズを除去しきれないため、上記処理後は、波は沖から岸に向かって遡上する特性に着目し、水位計 A で反応したものの、その直前に水位計 B では反応していない値はノイズと判断し、手順 1 と同様に地盤高への値の変換を実施した。なお、参照する水位計 B の観測値は、遠赤外線カメラによる確認結果から、水位計 A の反応から過去 1.5 秒間と設定した。

【研究成果】

図-2 上段に水位計 A の観測結果を時系列で整理した一例（期間：2019/10/12_17:33-37）を、図-2 下段にノイズを除去した同期間の水位計 A 及び容量式波高計の観測結果の時系列図を示す。遠赤外線カメラにより確認されたうちあげを正とした波の検出率は 93.3%（60 波中 56 波）であり、9 割以上の波が検出された。一方で、映像では確認されなかったものの、水位計 A において検出された波は 0.83 波/時間であった。また、精度の検証として水位計 A と容量式波高計のうちあげ高の分布（図-3）を整理した結果、絶対誤差は 0.004 ~ 2.134 m であり、平均絶対誤差は 0.416 m であった。

【成果の活用】

本調査結果では、超音波式水位計での計測にあたってノイズを除去する必要性が明らかになり、本研究で提案するノイズ除去方法を介することにより、9 割以上の波を検出できることが確認された。また、うちあ

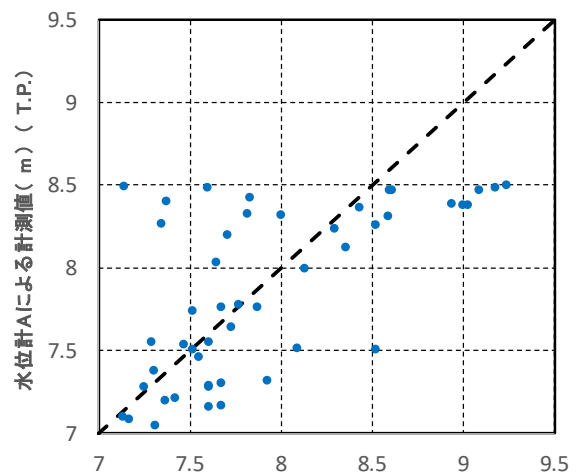


図-3 超音波式波高計と容量式波高計によるうちあげ高分布図

げ高に対する超音波式水位計と容量式波高計の平均絶対誤差については 0.416m であり、許容可能な精度でうちあげ高を計測することができた。一方で、比高が大きな地点（例：B 海岸）においては、超音波式水位計メーカーが示す計測範囲よりも短い範囲しか計測できない箇所も確認された。計測範囲は、機器が対応する電圧や超音波発射間隔（計測値取得間隔）にも左右されるため、超音波式水位計をうちあげ高現地観測に用いる場合は、観測目的に応じ、計測間隔等を検討の上、機器を選定する必要がある。

本調査結果は、ノイズ除去方法や適用範囲等を整理の上、超音波式水位計によるうちあげ高観測の適用条件等を明示することにより、今後のうちあげ高現地観測を検討する際の基礎資料として活用する予定である。

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

室長 加藤 史訓
主任研究官 渡邊 国広

[研究目的及び経緯]

気候変動による海面上昇並びにそれに伴う地下水水位上昇により、海岸侵食や堤防の耐震性能の低下が懸念されるため、将来の海面上昇に対する適応策としての砂浜管理や堤防設計手法に関する研究を行う。

令和元年度は、設計で見込むべき海面上昇量等が示された場合に、要対策箇所抽出に活用可能な海浜変形の簡易予測手法を開発した。

今後は、侵食対策等を検討する際に活用可能な海浜変形の詳細予測手法を開発するとともに、海岸管理者が実施すべき海岸堤防等の目的達成性能・安全性能の照査手法を整理し、マニュアルとしてまとめる。

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2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。

令和元年度は、衛星 SAR 画像を用いた海岸線抽出手法を改良した上で、関東・中部地方の全ての砂礫浜を対象とした海岸線位置の計測と2時期間の変化量の計測を試行し、モニタリングの実施手順と計測結果の整理方法を確立した。また、低潮線保全の対象となる岩礁地形のドローン搭載グリーンレーザーによる計測を実施し、岩礁地形の3次元データの活用による衛星画像からの変状判読の精度向上方法を試行した。

今後は、改良した手法を用いて、衛星 SAR 画像から近畿・中国・四国の砂礫浜を対象とした計測を試行する。また、衛星 SAR 画像からの海岸線抽出が困難な海岸に対するモニタリング手法として、衛星の光学画像から海岸線を抽出する手法を開発する。

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。

令和元年度は、住民参加型の海辺の生物国勢調査の実施に向けて、参加者のレベルに応じた海浜植生の簡易調査手法を作成して現地試行をおこなった。鳥類と昆虫類については、砂浜環境の指標となり、住民にも調査しやすい代表種の候補を選定した。また、環境 DNA を用いて砂浜海岸に生息する魚種を推定する手法を試行した。

今後は、これまでに実施された海辺の生物国勢調査の結果を用いて、海岸保全施設の設置による出現種の変化や海岸環境の質を定量的に評価する手法を開発する。また、鳥類・昆虫類について住民参加型の調査を試行し、調査手法をとりまとめる。このほか、砂浜が有する利用上の価値を評価するための調査を実施する。

防災・減災を考慮した海岸保全計画技術研究

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

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 岩田 伸隆
研 究 官 福原 直樹

[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。

令和元年度は、段階的な海岸保全施設整備の要素技術の一つとして、高波浪に対する粘り強い堤防構造を模型実験により明らかにした。また、消波機能及び漂砂制御機能が得られる人工リーフの平面形の設定方法をまとめた。

今後は、海岸侵食対策を中心に、新しい知見を反映させた「海岸保全計画の手引き」の改訂案を作成し、学識者を委員とした委員会を通じて意見聴取し、「海岸保全計画の手引き」を改訂する。

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

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

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和元年度～令和2年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 野口 賢二

[研究目的及び経緯]

長期的な海岸侵食対策において計画時に設定した汀線の許容後退量を越える突発的な侵食（これを「極端な海岸侵食発生」とする）に対して、時間的緊急性の評価手法と砂浜の回復手法を検討し、PDCA サイクルに基づいた砂浜管理ができるようにする。

令和元年度は、極端な海岸侵食の事例を整理し、侵食を引き起こした外力と侵食機構のパターン、侵食後の回復状況をまとめた。

今後は、極端な海岸侵食の発生過程及び回復過程を再現できる海浜変形予測モデルを開発するとともに、そのモデルを用いて砂浜の早期回復に繋がる対策について検討する。

沖合消波施設の健全度評価に関する研究

Study on soundness evaluation method of offshore wave dissipation facilities

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和元年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 岩田 伸隆

[研究目的及び経緯]

海岸保全施設の計画的な維持管理・更新等をより一層推進するため、現行の「海岸保全施設維持管理マニュアル」に位置付けられていない沖合消波施設（離岸堤、潜堤・人工リーフ、突堤・ヘッドランド）について、標準的な施設管理要領の検討を行い、「海岸保全施設維持管理マニュアル」の改訂へ反映させることを目的とする。

令和元年度は、沖合消波施設の変状連鎖フロー、点検項目及び点検方法、変状ランク及び健全度評価の基準、対策工法及び修繕方法、劣化予測線等のマニュアル改訂に必要な検討・整理を行った。

今後は、検討成果に学識者・海岸管理者の意見を取り込みながら、「海岸保全施設維持管理マニュアル」の改訂へ反映させる予定である。

AIによるMPレーダ雨量算定精度向上に関する基礎的研究

Basic study on improvement of rainfall calculation accuracy of MP radar by AI

(研究期間 平成30年度～令和元年度)

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

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研 究 員
Research Engineer

川崎 将生
KAWASAKI Masaki
土屋 修一
TSUCHIYA Shuichi
小沢 嘉奈子
OZAWA Kanako

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) has been distributing radar rainfall information with high immediacy and spatial resolution by the MP radar rain gauges since 2010. National Institute of Land and Infrastructure Management is working to upgrade the operation of the MP radar rain gauges.

The MP radar rainfall is estimated from the phase difference between two horizontal and vertical polarized waves passing through rainfall. However, the rainfall intensity calculated by the Radar equation based on the shape of raindrops grasped from observation data is underestimated as compared with the amount of rainfall on the ground. For this reason, the MLIT uses the rainfall intensity calculated by the Radar equation multiplied by a rainfall calculation correction coefficient α as the MP radar rainfall. At present, α is set to 1.2 nationwide from a correlation analysis between the MP radar rainfall and ground-based rainfall regarding various past rainfall events. However, it has become clear that α , which has the highest correlation with the surface rainfall, is not always uniform for each rainfall event.

Therefore, in this study, we analyze the relationship between the MP radar rainfall and α by AI technology that can perform high-speed calculations without impairing the immediacy of the MP radar rain gauges by use of the vast and diverse observation data of the MP radar rain gauges.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では2010年から、MPレーダ雨量計による雨量観測で、即時性や空間解像度の高いレーダ雨量情報を配信しており、国土技術政策総合研究所ではMPレーダ雨量計の運用高度化に取り組んでいる。

MPレーダ雨量は、水平および垂直の二偏波が降雨中を通過する際の位相差から推定される。しかし、観測データから把握した雨滴の形状等に基づいて(式1)によって算出した降雨強度は、地上雨量と比較すると過小評価が認められる。そのため国土交通省では、(式1)で算出した降雨強度に雨量算定補正係数 α (以降、 α とする)を乗じたものをMPレーダ雨量としている。現在 α は、過去の様々な降雨イベントに関するMPレーダ雨量と地上観測雨量との相関分析から、全国一律に1.2に設定されている。しかし、降雨イベント毎に地上雨量との最も相関が高い α は必ずしも一律ではないことが明らかになってきた。

本研究では、MPレーダ雨量計による膨大で多様な観測データを活用し、尚且つMPレーダ雨量計の即時性を損なうことなく高速計算が可能なAIにより、MPレーダ雨量計の観測データと α の関係を分析する。

$$R_r = \alpha_1 \cdot Kdp^{\alpha_2} \quad (式1)$$

(R_r : 降雨強度
 α_1, α_2 : 雨量算定パラメータ)

〔研究内容〕

1. CNNモデルの作成および学習計算と推測計算の実施

XバンドMPレーダ雨量計のうち、田口、古月山レーダ雨量計を対象に、最大8年分の一次処理データ及び各レーダ観測範囲内の地上雨量観測データから、40降雨事例程度を選定した。選定した40降雨事例程度のMPレーダ雨量データ(1分雨量)のうち、観測エリア内にある地上雨量計の位置に該当するメッシュについて、現行 α を1.2として算出されている雨量(R_r)を用いて10分雨量を作成し、地上雨量(10分雨量)との関係から、1時間毎の最適な α (以降、正解 α とする)を算定した。選定した40降雨事例のうち35降雨事例を教師データ、5降雨事例をテストデータとして入力データセットを作成した。

また、MPレーダ雨量計で観測される一次処理データの各偏波パラメータを入力データとして読み込み、レーダ雨量計毎、時間毎に適切な α を推定する畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network, CNN)モデルを作成した。今回作成したCNNモデルは、入力データを時間方向と2次元メッシュに次元を拡張した、3次元畳み込みニューラルネットワーク(3D-CNN)モデルである。この3D-CNNモデルを用いて、田口、古月山レーダ雨量計で観測された10分間隔の一次処理データと、別途算出した1時間間隔の正解 α を用いて学習計算を実施した。

学習済みの3D-CNNモデルにより、学習計算に使用していない5降雨事例をテストデータとして用いて推測計算を実施し、推定した α により算定したレーダ雨量について精度検証等を行った。

2. CNNモデルの感度分析

MPレーダ雨量計では複数の偏波パラメータが観測されているが、 α の変動特性は未だ把握できていない。 α が変化する攪乱要因を解明するため、3D-CNNモデルを用いて感度分析を行い、入力した各偏波パラメータが推定した α に及ぼす影響度合いを整理した。具体的には、学習済みの3D-CNNモデルに全ての偏波パラメータを入力して推定した場合の α_0 と、各偏波パラメータをそれぞれ無効化に変更した場合の α_1 から α_4 の平均値を整理した。変更する無効化値を表1に示す。

表1 各偏波パラメータの無効化値

偏波パラメータ	無効化値
レーダ反射強度 Z_H	10dBZ
偏波間位相差変化 K_{DP}	0.0deg/km
レーダ反射因子差 Z_{DR}	0.0dB
偏波間相関係数 ρ_{HV}	0.0

[研究成果]

1. CNNモデルの構築および学習計算と推測計算の実施

学習済みの3D-CNNモデルにより推定した α と正解 α の時系列図の一例を図1に示す。正解 α は0.2~2.8の範囲で値を取ることと比較し、推定した α は0.9~1.5の間に収まった。また、台風事例では、正解 α と大きく乖離する期間が見られた。梅雨前線事例では、正解 α と変化傾向が類似する期間も確認できた。これについては、学習時に使用する正解 α の算定に当たって用いたレーダ雨量データの過大・過小傾向に大きく起因すると考えられる。

また、運用値(1.2)、正解 α 、3D-CNNモデルにより

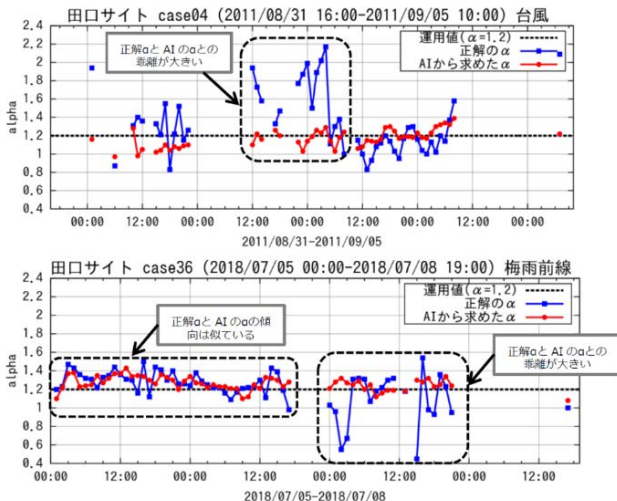


図1 3D-CNNモデルにより推定した α と正解 α の時系列図(田口サイト)

推定した α のそれぞれからレーダ雨量を算定し、精度検証を行った結果、田口サイトでは推定した α によるレーダ雨量は運用値のレーダ雨量と同程度もしくは若干良く、古月山サイトでは推定した α によるレーダ雨量は運用値のレーダ雨量と同程度もしくはやや低い、という結果が得られた。

2. CNNモデルの感度分析

学習済みの3D-CNNモデルに一次処理データの偏波パラメータを全て入力した場合の α_0 と、各偏波パラメータについて表1に示す無効化値に変更して推定した α_1 ~ α_4 の平均値を、表2のようにサイト毎に整理した。この結果、入力する偏波パラメータのうち、Kdpを無効化した場合、各偏波パラメータを全て使用して推定した α_0 と比較して殆ど差が確認できなかった。このことから、3D-CNNモデルが推定した結果に対し、Kdpの影響が小さいことが確認された。これには、今回の3D-CNNモデルによる学習と推測において、各偏波パラメータの有効メッシュ数を統一する処理を実施していなかったことから、他の偏波パラメータと比べてKdpの情報量が相対的に少なくなってしまうことが原因の一つと考えられる。そのため、有効メッシュ数などのデータの処理方法を改善した上でAIモデルによる学習や推測を行い、感度分析を実施する必要がある。

表2 各偏波パラメータを無効化した場合の推定した α の平均値

事例	正解の α	AIから推定した α				
		全パラメータを使用	Z_H を無効化	Z_{DR} を無効化	K_{DP} を無効化	ρ_{HV} を無効化
全テスト事例	1.22	1.20	1.40	1.17	1.19	1.08
事例4(台風)	1.34	1.17	1.36	1.14	1.16	1.08
事例12(大気不安定)	1.07	1.13	1.31	1.13	1.13	1.09
事例20(寒冷前線)	1.06	1.12	1.31	1.11	1.12	1.09
事例31(低気圧)	1.21	1.22	1.46	1.20	1.21	1.04
事例36(梅雨前線)	1.22	1.26	1.48	1.23	1.25	1.08

古月山サイト

事例	正解の α	AIから推定した α				
		全パラメータを使用	Z_H を無効化	Z_{DR} を無効化	K_{DP} を無効化	ρ_{HV} を無効化
全テスト事例	1.14	1.22	1.61	1.19	1.22	1.12
事例5(低気圧)	1.14	1.15	1.57	1.12	1.14	1.04
事例14(大気不安定)	1.18	1.24	1.63	1.20	1.23	1.14
事例32(梅雨前線)	1.06	1.26	1.63	1.24	1.25	1.14
事例39(台風)	1.21	1.11	1.51	1.09	1.10	1.02

[成果の活用]

本研究で明らかになった改善点を踏まえた更なる分析を行うとともに、ディストロメーターによる観測結果との関係を考察することで、 α を変化させる攪乱要因を究明し、最適な α をリアルタイムで設定する手法のシステムへの実装に役立てる。

レーダー雨量計の最適配置化による水文データ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"

河川研究部 水循環研究室	(研究期間	平成 30 年度～令和 2 年度)
	室 長	川崎 将生
	主任研究官	土屋 修一
	研 究 員	小沢 嘉奈子

[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、レーダ雨量計の再配置案を検討する。

令和元年度は、MP レーダ雨量計の適正配置に向けて、九州北部地域の X バンド MP レーダ雨量計を対象に、各レーダ雨量計が合成雨量の精度に及ぼす影響について検討し、当該地域の観測精度の観点からの適正配置案を示した。今後は、水局レーダ雨量計と気象庁レーダーの合成を前提とした MP レーダ雨量計の適正配置案を検討する。

既設ダム of 柔軟な操作手法等の検討

Investigation for efficient usage of the existing dam reservoirs

河川研究部 水循環研究室	(研究期間	平成 30 年度～令和元年度)
	室 長	川崎 将生
	研 究 官	工藤 俊

[研究目的及び経緯]

これまでの知見や技術を活用した高度なダム操作 (事前放流操作、異常洪水時防災操作、特別防災操作) の実施可能性を各ダムで点検するため、同操作に関する点検要領が平成 29 年 7 月に発出された。一方、気象庁が令和元年 6 月から運用を開始したメソアンサンブル予測雨量を活用することで、上述のダム操作のさらなる高度化が期待されることから、この導入可能性を各ダムで点検するための方法を検討する。

今年度まで、メソアンサンブル予測雨量を活用した予備放流、事前放流、特別防災操作の意思決定に関する試算を複数例実施した。その結果も踏まえ、技術的特徴、システム構築にあたり必要な要件等を整理した結果をとりまとめることで、導入可能性を各ダムで点検するにあたり参照すべき技術資料 (案) を作成した。

降雨・降雪情報を活用した減災・防災技術の開発

Research on snow-rain-hail classification method using existing dual polarization radar

河川研究部 水循環研究室	(研究期間	令和元年度～令和 2 年度)
	室 長	川崎 将生
	主任研究官	山田 浩次

[研究目的及び経緯]

国土交通省は、二重偏波 (MP) 化したレーダ雨量計で上空の雨滴形状を把握することによる高精度・高分解能 (250m メッシュ) な雨量観測をほぼ全国へ拡大し、ほぼリアルタイムで配信している。本研究は MP 化したレーダ雨量計によって計測される各種データを活用して、従来の雨量だけでなく、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手法及びシステム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、システム構築に向けた必要コンテンツの整理等を実施した。また、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、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するとともに、降雪強度推定のための降水粒子別の雨量算定定数を同定し、さらに全国リアルタイム雨雪判別システムの構成・機能等の整理を実施した。

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]

市町村や住民等に対して、水位観測所の河川水位だけでなく、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基幹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。

令和元年度は、全国的に設置が進んだ危機管理型水位計の観測特性を踏まえた水位データの同化手法の検討を行い、河川縦断水位として一連区間の計算精度の向上を確認した。また、国総研の河川水位予測システムに危機管理型水位計のデータ同化手法を組み込んだ。

今後は、危機管理型水位計のデータ同化手法を組み込んだ河川水位予測システムの試行運用を行い、試行運用を踏まえて同化手法・システム等の改良を行う。

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。

令和元年度は、台風 19 号において広域的に多発した河川の氾濫を踏まえて、河川水位予測の長時間手法の検討を行い、現行の計算サイクルを変更せずに、36 時間先までの予測を可能とした（現行の予測は 6 時間先まで）。国総研の河川水位予測システムに長時間予測手法を組み込むとともに、36 時間先までの予測結果を表示できるように水害リスクライン表示システムを改良した。

今後は、36 時間先予測の河川水位予測システム及び水害リスクライン表示システムの試行運用を行い、試行運用を踏まえて表示手法・システム等の改良を行う。

ダム機能のさらなる発揮のための洪水時ダム操作意思決定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」とされている。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であるが、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たことから、入手が可能となる多数のアンサンブル予測情報を用いて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、試行対象ダムについて、気象庁が配信するメソアンサンブル予測雨量を用いて洪水前の予備放流・事前放流から洪水中の特別防災操作までの一連のダム操作方法の決定を支援するプロトタイプシステムを作成した。さらに、全国の直轄・水機構ダムの流域を対象として、気象庁メソアンサンブル予測雨量の特性把握を行った。

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)

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 山田 浩次
研究官 小沢 嘉奈子

[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。

令和元年度は、CommonMP で高精度・高密度データを活用する際の課題と現時点での対応策について整理検討した上で、LP データからの横断データ作成ツールなど、現場での高精度・高密度データの利用や利便性向上に資するツールおよび演算プロジェクトを作成した。今後は、引き続き準二次元不等流計算等を精度良く簡単に行うためのサンプル演算プロジェクト、ツール、テキストを作成・改良するとともに、モデル河川への適用性を確認する予定である。

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

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 平成28年度～令和2年度)

室長 川崎 将生
主任研究官 土屋 修一
研究官 工藤 俊
研究官 幕内 加南子

[研究目的及び経緯]

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。

令和元年度は、気候変動を踏まえた河川整備計画の検討に資する、2℃上昇シナリオなどの低位シナリオに基づく気候モデルの出力データを用いた計画規模降雨量の将来変化率及びその不確実性を算出した。また、北海道、関東、九州の3水系を対象に豪雨の発生時期や時空間パターンの将来変化特性に関するデータ分析を試みた。

ダム貯水池水質改善要領の策定

Research on formulation of manual for improvement of water quality of dam reservoir

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 平成30年度～令和2年度)

室長 川崎 将生
主任研究官 西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

国総研においては、ダム貯水池の水質対策に対して、標準的事項のマニュアル化や先進的事例の共有化を通じて、地方整備局等による効果的・効率的な対策や技術の継承を支援している。本研究においては、水質対策検討の重要なツールであるダム貯水池の水質シミュレーションと、富栄養化対策の重要な対策のひとつである曝気循環施設について、全国のダムでこれまでに蓄積された経験や学術的な知見を集約したマニュアルの作成を目指している。

令和元年度は、マニュアルの素案を作成した。また、マニュアルに反映させるため、植物プランクトン増殖の環境要因の把握及び曝気循環施設の導入前後の植物プランクトン相の変化や栄養塩の動態の把握の観点から、全国のダム貯水池の水質データや植物プランクトンのデータを整理した。

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 the occurrence 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

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]

東日本を中心に広域に強い豪雨と災害をもたらした令和元年台風第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。これら新技术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する。

令和元年度は、粒子フィルタ・一次元不定流計算を活用した氾濫推定モデルのプログラム作成を行い、決壊覚知に有効な指標の選定とその変化特性、および水位や氾濫流量など推定精度の検証を実施した。

今後も引き続き、決壊覚知手法の整理および精度向上などについて研究を行うとともに、氾濫実況予測への実装のための技術開発を実施していく予定である。

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

(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

室 長

川崎 将生

主任研究官

西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

国総研においては、気候変動による積雪量の減少・蒸発散量の増加等により、地下水位の低下が懸念されることから、その評価技術の確立を目指している。特に、この地下水位の低下は、積雪寒冷地域や水利用の地下水への依存が高い地域において懸念されるものと想定される。

令和元年度は、地下水位の低下を評価するための水循環解析モデルの改良および外力の整理を目的として、ケーススタディ流域に対して、冬期降水イベントにおける降雪の割合と地上気温の関係を整理した。また、気候変動予測モデルの出力結果（降水量）を用いて、将来気候（4度上昇）における降雪量を整理した。

ダムのストックマネジメントのための構造性能評価方法の検討

Research on Structural Performance Evaluation Method for Stock Management of Dams

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)
室 長 金銅 将史
主任研究官 佐藤 弘行
主任研究官 小堀 俊秀
研 究 官 武川 晋也

[研究目的及び経緯]

ダムはその安全性等の構造性能に対し十分な余裕を考慮して設計されるが、長期的な外力条件の変化や経年による影響の評価方法は未確立である。そのため、本研究では、これらの影響を及ぼす要因やシナリオを考慮することで、ダムの維持管理をより効果的に行う方法の提示を目指している。

令和元年度は、ダムの維持管理における健全度評価結果とシナリオ分析的手法を活用し、安全性や機能に関わるリスクの認識・評価を可能とするための新たな手法を考案した。また、モデルダムへの試行適用も含めた検討の結果、従来の施設構成要素に着目した評価に加え、リスクの所在・構造を視覚的に認識することで、重点着目箇所抽出等、ダム施設の維持管理の合理化に寄与する可能性が見出された。

本研究の成果は、今後、ダムの維持管理における着目箇所・留意点を個々のダムの条件や状態に応じて明確化できる考え方として活用が可能になるよう技術資料としてとりまとめ、現場への普及を図っていく予定である。

ダムのサイクル型維持管理に有効な健全度診断及びモニタリング技術に関する検討

Research on Soundness Diagnosis and Monitoring Technologies for Cyclic Maintenance and Management System of Dams

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)
室 長 金銅 将史
主任研究官 小堀 俊秀
研 究 官 武川 晋也
研 究 官 石川 亮太郎

[研究目的及び経緯]

ダムの維持管理においては各種点検等を組み合わせたサイクル型維持管理の仕組みが構築されているが、ダムの状態把握を客観的・継続的に行っていく上で有効な健全度診断・モニタリング技術の整備・体系化が十分進んでいない。このため、本研究では、新たな技術の開発や既存技術の改良等により、ダムの維持管理の実務で活用可能な健全度診断・モニタリング技術の整備・体系化を目指している。

令和元年度は、ダムの健全度診断・モニタリングに有効な各種要素技術の調査、適用条件の確認試験等を行い、ダムの維持管理に活用可能な技術とその用途等について体系的に整理した。なお、フィルダム等土構造物については、内部ひび割れ深さを非破壊で把握する手法として電気探査の有効性を屋外実験により検討し、比抵抗が小さく充填性・流動性に富む注入材料を用いることで、大規模地震時等の迅速な安全確認や被害把握に適用可能な見込みが得られた。

本研究の成果は、今後、ダムの維持管理における各種点検・検査等において、目的や現場条件に応じて有効な健全度診断・モニタリング技術の活用が可能になるよう技術資料としてとりまとめ、現場への普及を図っていく予定である。

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

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)
室 長 金銅 将史
主任研究官 佐藤 弘行
研 究 官 石川 亮太郎

[研究目的及び経緯]

ダムの耐震性は耐震設計により考慮されるとともに、大規模地震に対してはレベル 2 地震動を考慮した耐震性能照査（試行）等によっても検討されている。しかし、現状では実際に各地で発生する地震によるダムへの影響を即座に把握することは難しい。危機管理の高度化の観点からは、ダムの被害や変状の有無や程度等に関する情報を地震発生後できるだけ早期に把握することが求められる。このため、本研究では、地震発生直後に得られる震源・地震規模等の一次情報から各地点での推定地震動レベルや被害発生の可能性を概略的であっても即時的に推定できるようにすることを目指す。

令和元年度は、距離減衰特性等を考慮したダム基礎地盤での地震動の即時推定手法、既往地震でのダムへの影響分析結果及び事前の FEM 動的解析結果をもとに、地震によるダムへの影響を即時概略判定する手法を構築し、同手法を用いて地震発生直後に得られる震源情報から周辺ダムへの影響を概略的に即時推定可能とするシステムのプロトタイプを作成した。なお、システム中の地震動の即時推定機能は、岩盤基礎に加え、非岩盤基礎のダムにも適用可能となるよう改良した。

令和 2 年度は、ダムへの影響の即時概略推定に利用する事前の FEM 動的解析ケースの追加や実際の変状事例との対比による検証等により、影響推定精度の向上及び評価を行う。また、今後の情報ネットワーク整備により、気象庁発表による震源情報に加え、ダム地点で観測された加速度時刻歴波形データが地震発生直後に得られるようになることを想定し、当該データも用いて影響レベルをより精度良く推定する手法の検討も行う。

本研究の成果は、ダム管理を担う現場及び関係機関による地震時の危機管理に有効な情報提供ツールとしての活用を図る予定である。

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 武川 晋也
研 究 官 石川 亮太郎

[研究目的及び経緯]

長期供用ダムの増加等に伴い、限られた人員で状態監視や保全対策をより効率的に行っていく必要性が高まっている。このため、ダムの各種維持管理データを蓄積し、ダム管理者等が利用できるようにするためのデータベースの構築を必要な機能改良・更新等を行いつつ進めている。

令和元年度は、各種点検等の種類に応じた登録データから指定した条件に該当するデータの検索が可能となるようにデータベースの改良を行い、全国のダムの横断的又は経時的な傾向分析を容易に行えるようになった。また、ダムで得られる地震動観測データを地震発生後すみやかに国総研に送信するシステムの構築に向けて、ダム管理所等において地震動観測データの保存方法等の現況調査を行った上で、当該システムの概略設計を行った。

令和 2 年度は、データベースに未登録の多数のダムのデータ等を効率的に登録し、登録済みのデータと合わせて効率的に分析ができるように更にデータベースを改良する計画である。また、地震動観測データ収集システムの詳細設計及びプロトタイプの作成を進め、実ダムから国総研へのデータ送信の試行を予定している。

本業務で構築するデータベース等は、ダムの維持管理をより効率的で効果的なものとしていくために有効な情報の蓄積・分析・共有のために活用を図っていく予定である。

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 武川 晋也

[研究目的及び経緯]

近年、大規模洪水が多発する中、抜本的な治水機能強化策として、国内では既設ダムの大規模改造（堤体嵩上げ、放流設備増設等）を行うダム再生（再開発）事業が増加している。しかし、地形・地質等の技術的条件や既設ダム運用との関係、経済的条件等からどのダムにも容易に適用可能なわけではない。今後の気候変動に伴う洪水の規模の一層の増大・頻発化の可能性も考えると、より柔軟な適応策の可能性も検討しておくことが考えられる。そこで本研究では、計画規模を超える大規模洪水時にも構造上致命的となる被害を回避するために有効な堤体や洪水吐きの構造（海外で事例がある局部的施設改造手法等）について、その国内導入の可能性や個々のサイトで有効な手法の検討が可能となるよう、その適用条件や基本的な設計・施工方法を明らかにすることを目指す。

令和元年度は、先行事例（主に海外）に関する文献調査および現地調査を行い、各対策事例の導入経緯や設計・施工に関する情報を収集・分析した。その結果から、海外ダムでの各種局部的施設改造の目的、効果、設計思想、適用条件の考え方、設計対象とする洪水流量や余裕高の設定の考え方及びその国内のダムとの相違等を把握した。

令和2年度は、海外ダムで導入事例がある各種の局部的施設改造手法について、個々のサイトの条件（地形・地質、既設ダムの運用等）を考慮した上で、万が一の堤体越流時に想定される構造安定上のリスク（下流岩盤の侵食等）に対する影響低減効果が高い対策を合理的に選定する方法について検討する。また、局部的施設改良手法を大規模洪水に対する危機管理方策の1つとして、国内ダムへの導入を検討する際に考慮する必要がある技術的条件や当該手法を適用する際の設計・施工方法について検討する。

本研究の成果は、今後の洪水規模の増大を想定した場合に有効なダム構造面での適応策（局部的施設改造手法等）に関する技術資料としてとりまとめ、ダム新設時や大規模改造を想定した再開発（再生）事業計画時を含め、対策手法の基本設計や概略施工計画の検討に活用可能なものとする予定である。

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

Study on flood risk reduction measures for areas around bridge

(研究期間 令和元～令和2年度)

河川研究部 水害研究室

室長	板垣 修
主任研究官	武内 慶了
研究員	海老原 友基

[研究目的及び経緯]

河道の流下能力を大きく上回る洪水による災害発生時において、影響が長期にわたるような被災を回避することは地域の早期復旧と持続性の確保にとり重要である。本研究では橋梁周辺地域の洪水流の流れ方を分析し、橋梁周辺地域における被害の起こり方に着目して橋梁周辺地域の水害リスクの評価手法及び洪水被害防止・軽減対策の検討に必要な基礎的知見を得ることを目的とする。

本年度は構造・基礎研究室が収集した橋梁被災資料から洪水による被災事例を抽出し、取り付け部、架橋場所、周辺人家の有無等について分析するとともに被災状況について整理を行った。また、令和元年10月の台風第19号（東日本台風）により被災した茨城県大子町や福島県いわき市を現地調査するとともに、いわき市内のモデル地区を対象に橋梁有・無の2通りについての二次元不定流計算結果を比較し、橋脚のみを考慮し橋桁水没による堰上げを考慮しない場合の氾濫域流速・水深分布計算上の留意事項について考察した。

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

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

河川研究部 水害研究室

室長	板垣 修
研究官	向田 清峻

[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研究を行っている。

本年度は、本省水管理・国土保全局河川計画課と連携し、近年の水害による被害の実態把握を目的に、家庭用品被害、被災後の清掃等費用並びに各世帯での被害防止対策の実施状況に着目した現地ヒアリング調査を行うとともに、浸水深に応じた家庭用品被害率について分析した。また、2階建て住家の階別家庭用品保有数を調査し、さらに、駐車場と宅盤高、宅盤高と家屋床高の比高について現地で計測し、自家用車を含む家庭用品被害額の推定手法の検討に必要な基礎データを収集した。

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

(研究期間 平成 30 年度～令和 3 年度)

河川研究部 水害研究室

主任研究官 武内 慶了
室 長 板垣 修

[研究目的及び経緯]

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、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、1)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し、その堆積区間が上流側に延伸する現象に関する基本的な水理条件についての移動床水理模型実験、2)高濃度の供給土砂流送モデルの改良及びそれを組み込んだ平面 2 次元河床変動計算による実事例の再現計算を行い、土砂堆積の精度向上を確認した。

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 housing damage

(研究期間 令和元年度～令和 3 年度)

河川研究部 水害研究室

室 長 板垣 修
研 究 官 向田 清峻

[研究目的及び経緯]

地域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ためには、河川整備等による対策に加え、あふれ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、各河川の水害リスク（ハザード）情報の共有が重要である。現在公表されている水害リスク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、外力規模として想定最大規模（再現期間 1,000 年程度等）が原則であり、都市計画区域マスタープランで展望するおおむね 20 年後等というまちづくりにおける時間スケールに合わない。また、市町村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、活用しやすい水害リスク情報の提供が求められている。

本研究では、上記水害リスク情報の提供に向け、本年度は那珂川水系の中小河川、久慈川水系源氏川及び筑後川水系の大肥川・宝珠山川についてリスク情報として航空レーザ測量（LP）データに基づく浸水深分布図を作成した。また浸水実績図を重ね合わせることによって場所ごとの実績浸水回数を算定し、同回数と想定最大規模洪水時の浸水深並びに治水地形分類の相互関係について分析した。

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

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 水害研究室

室長 板垣 修
研究官 向田 清峻

[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、当該影響の観点から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、市町村別に10の社会経済指標のデータを時系列に収集・整理し、水害統計データに基づく水害被害の大きさと社会経済指標の変化との関連性について分析を行った。その結果、公示地価等のいくつかの指標において水害による影響と考えられる経年変化が抽出された。

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

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 水害研究室

主任研究官 武内 慶了
室長 板垣 修

[研究目的及び経緯]

平成30年7月豪雨や令和元年東日本台風など、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。

本年度は、平成15年以降に発生した、洪水による人的被害を伴う水害事例を対象とし、人的被害発生状況、堤内地の地形特性や既存のリスク情報等を収集し、人的被害の起こりやすさを説明しうる指標の抽出や、指標を用いた人的被害の起こりやすさに関する傾向分析を行った。

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

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

河川研究部 水害研究室

室長 板垣 修
研究官 瀬能 真一

[研究目的及び経緯]

これまでに経験したことのない規模の集中豪雨などにより水災害が頻発している。特に人口・資産の集中や地下の高度利用等が進む都市部では、浸水被害が甚大となり、下水道や河川の整備が進められているところであるが、施設整備規模を越える豪雨が頻発している昨今、浸水時の被害防止・軽減対策の充実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、都市域の水災害の防止・軽減を目的に同システムによる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。

令和元年度は、浸水発生時の被害が甚大となることが想定される地下施設(地下街やアンダーパス等)の浸水発生時の被害の深刻さに関して、同システム対象地域内(神田川・石神井川流域及び東京都内東部5区)で公表されている地下施設の情報を収集・整理し、浸水発生時の各地下施設の被害の深刻さについて分析するとともに、浸水が発生した場合の被害の深刻さを地下施設ごとに3段階に分類した。

水防活動支援技術に関する研究

Research on measures to assist flood damage reduction activities in communities

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)

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

主任研究官
Senior Researcher
室 長
Head

武内 慶了
TAKEUCHI Yoshinori
板垣 修
ITAGAKI Osamu

This research focuses on the measures by river administrators to assist flood damage prevention/reduction activities in communities before and during the flood events.

Through an interview survey, the following facts were grasped. 1) Responses to flooding from tributaries and/or inland flooding need diverse activities, and require a great deal of effort, 2) therefore, there may be cases in which it is difficult to cope with flooding from the main large rivers that may cause catastrophic damage.

Based on these facts, the following measures were proposed. a) Provision of river water level forecast information of tributaries and main large rivers, b) Provision of predicted inundation information due to overflow from tributaries and inland flooding, c) Provision of risk map which indicates the fatalities prone areas.

〔研究目的及び経緯〕

近年、毎年のように河川の流下能力を上回る規模の洪水が各地で発生し、地域社会に、人的被害を伴う甚大な被害をもたらしている。今後も、気候変動の影響等により、流下能力を上回る洪水の発生頻度の高まりが予想される。この対策として、河川整備の積極的な推進による氾濫生起頻度の低減(防災)と被害制御(減災或いはリスクマネジメント)を包括的に進めていくことが極めて重要である。このためには、河川管理者及び水防管理者、そして地域が総力をあげて洪水に対応していかなければならない。

本研究では、前述の被害制御の有力な手段の一つである「洪水時に地域が一丸となって対応する被害制御活動(以下、水防活動)」に焦点を当てる。水防活動を効果的に実施し、もって水害被害を防止・軽減、つまり地域社会への影響を可能な限り抑え込むために、河川管理者が支援していくべき技術(以下、水防活動支援技術)のうち、特に“情報”に着目した水防活動支援技術の提案を目的とする。

〔研究内容及び成果〕

1. ヒアリングによる地域の水防活動実態把握

水防活動支援技術を提案するためにはまず、水防活動の実態を把握することが前提となる。そこで、本研究では3か年で延べ12の水防管理団体及び水防団(消防団を含む)からヒアリングを行い、水防活動実態を詳細に把握した。得られた共通的事項を示す。1)大河川からの越水や堤防変状への対処(土のう積み等)の前に、支川氾濫や内水浸水に伴う対応が生じる。2)支

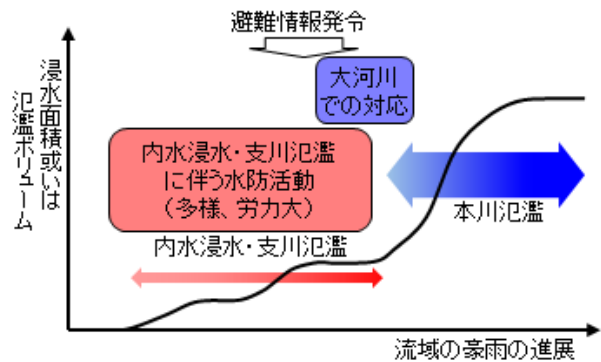


図-1 地域で生じる変状と求められる水防活動の時系列進展イメージ

川氾濫や内水浸水に伴う対応は、土のう作製・運搬、支川や家屋付近への積み、避難誘導、家財保全活動支援、浸水道路での注意喚起、ボートでの救助活動、排水作業等多岐に渡り、その労力が大きい。3)そのため、ひとたび生じれば地域に甚大な被害をもたらす、大河川からの氾濫危険性への対処が困難な場合も生じ得る。また、i)浸水や氾濫が生じやすい箇所の認識度合い、ii)水防活動主体の多様性(多岐に渡る水防活動内容の役割分担の方法)、iii)水防活動実施に関し意思決定を行う実質的主体等については、地域によって違いがあり、この違いは浸水被害経験の頻度や都市化の状況も関係しているようであった。

得られた活動実態を時系列的に整理したイメージを図-1に示す。この図からもわかるように、水防活動は「豪雨に伴い河川からの氾濫危険度が高まっていく過程において、地域で生じる浸水等による被害を防止・軽減するための活動全般」と解釈できよう。

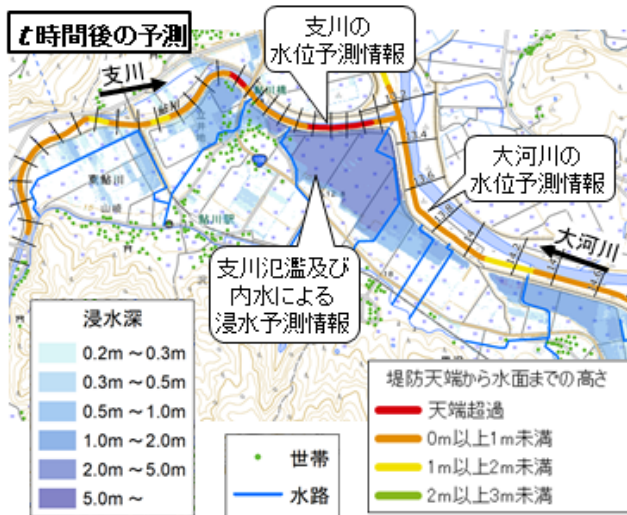


図-2 水防活動支援技術としての予測情報の重ね合せイメージ（“地域”の変状の予測情報）

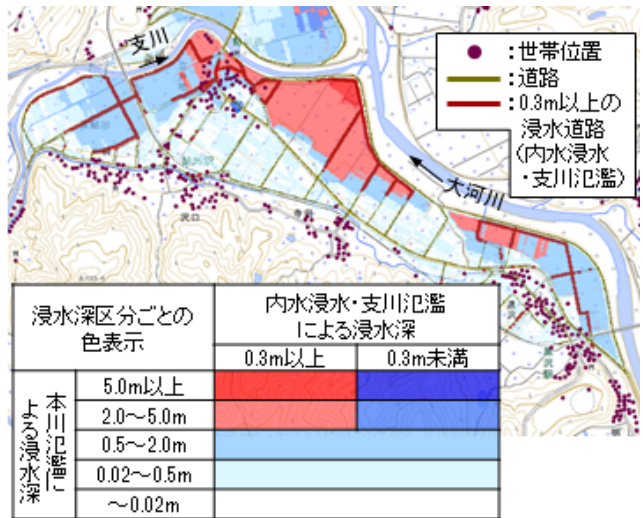


図-3 人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図（モデル地域への適用例）

2. 地域の実態を踏まえた水防活動支援技術の提案

前章で得た知見及び、地域の水防活動実態を踏まえ、水防活動支援技術は、「今、この地域はどのような危険にさらされているか」や「次にこの地域でどのような危険が生じるか」といった、地域に立脚し、水防活動内容の選択及び実施の判断を支援する情報提供の優先度が高いと考えられる。

上記を踏まえ、水防活動支援技術を、それにより得られる効果の評価手法とともに、以下のように提案する。これらの支援技術が実装されることにより、支川氾濫・内水浸水に伴い必要となる水防活動をより効果的・効率的に行えることとなり、その後に必要なであろう「ひとたび起きれば甚大な影響をもたらす大川からの氾濫への対処時間」が確保され、もって地域の被害防止・軽減が促進されることが期待される。

(1) 支川及び大川の水位予測情報

図-2に示すように、越水氾濫の危険度が高い区間の水位予測情報が提供されることにより、水防活動の準備時間、現地での水防活動実施者の配置検討時間等が確保されるとともに、巡視箇所絞り込みにより、水防活動のより効果的な実施が期待される。また、大川の水位予測において堤防上の越流水深の程度を踏まえることにより、現地での活動者を退避させるか判断することにも役立つ。

(2) 支川氾濫及び内水による浸水予測情報

図-2に示すように、大川からの氾濫に先んじて発生する機会が多い支川氾濫及び内水浸水の予測情報を提供することで、道路の通行止めやポンプ排水等の活動が後手になるのを防ぐ。また、住民の避難誘導方法の検討時間も確保され、より安全な避難の確保に寄与する。

(3) 支川及び大川の水位現況

大川のみならず、支川の水位現況も把握すること

により、(1)の予測情報に基づく水防活動準備から、活動実施に切り替えるタイミングを逸することを防ぐ。(4)相対的な人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図¹⁾

モデル地域に適用した本リスク情報図を図-3に示す。大川からの氾濫による浸水想定図に、支川氾濫・内水による浸水想定図を重ね合せ表示したものである。支川氾濫・内水による浸水想定範囲では、避難時の移動が困難となりやすく、かつ、大川が氾濫すれば人的被害発生の可能性が高いと考えられる、相対的な高リスク地区の絞り込みを可能とする。戸別訪問による避難誘導を優先する地区の事前把握により、避難誘導等をより効果的に行えると考えられる。図-3に示す地区を対象に、このリスク情報図に基づき高リスク世帯の避難誘導を優先することにより、同世帯の避難誘導を30分以上早く完了できるとの試算結果を得た。

[成果の活用]

以上のように見出された、地域の活動実態を踏まえた水防活動支援技術を社会実装し、地域の被害防止を実現するため、今後はモデル流域にこれら支援技術を試験適用し、実際に活用いただきながら新たな課題の抽出・解決を行い、水防活動支援情報共有システム(仮称)を構築する予定である。

また、本研究成果は、水防計画作成の手引き(水防管理団体版)等を改定する際の基礎資料として活用される予定である。

[参考文献]

1) 武内慶了・小林正和・板垣修: 水防活動実態の把握及び避難誘導に着目した水防活動支援技術の提案, 河川技術論文集第25巻, pp.145-150, 2019.

地震と洪水の複合災害リスクマップの作成・提供

Development of decision support system for preventing/mitigating flood damage after earthquake disaster

(研究期間 平成 30 年度～令和元年度)

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

室 長
Head
研 究 官
Researcher

板垣 修
ITAGAKI Osamu
向田 清峻
MUKAIDA Kiyotaka

There were cases such as the Niigata Chuetsu Earthquake (2004) and the Hokkaido Iburi Eastern Earthquake (2018) where heavy rainfall(s) happened within one month of the earthquake disaster. Considering heavy rainfalls frequently happening these years against the background of the Global Climate Change, it is important to anticipate the possible flood events during the restoration period of flood control facilities damaged by the earthquake.

In this study, we developed a decision support system for preventing/mitigating flood damage after earthquake disaster. We selected five A-class rivers in the capital area of Japan for developing the system and clarifying the effectiveness of the system. In the clarification process, a catastrophic earthquake disaster was assumed, and we estimated the flood risk changes during the restoration period based on multiple reconstruction scenarios. We clarified the importance of the decision making on the reconstruction order of the damaged levee sections, and the system's effectiveness for supporting the decision making during the period.

〔研究目的及び経緯〕

平成 30 年 9 月 5 日に台風 21 号が北海道を通過しその翌日未明に北海道胆振東部地震が発生した事例や新潟県中越地震（2004 年）のように、地震発生前後 1 ヶ月以内に豪雨が発生した事例が少なからず存在する。

さらに気候変動影響が懸念される近年の豪雨の頻発・激甚化の傾向を踏まえると、地震による河川管理施設被災後の復旧期間中に洪水が発生する地震と洪水の複合災害等を防止・軽減するため、大規模地震災害後の暫定復旧の施工区間の順序の判断等を支援する技術確立しておくことが重要と考えられる。

本研究では、首都直下型地震のような巨大災害を対象として、一級河川大臣管理区間を念頭に設定したモデル 5 河川において、地震による河川管理施設及び堤内地の被災からの復旧途上において洪水が発生した場合の被害想定を行った。さらに河川管理施設の暫定復旧により見込まれる洪水被害軽減量を試算することで河川管理施設の暫定復旧の施工区間の順序決定を支援するシステム（以下、本システム）を開発した。

〔研究内容〕

1. 地震による堤内地における建物・人的被害推定

250m メッシュに基づき建物・人的被害を推定した。建物被害については、中央防災会議による南海トラフ巨大地震被害想定の手法[1]（以下、南トラ手法）を用いて、想定震度と構造・建築年次別建物棟数から、揺れによる木造建物、非木造建物の全壊棟数及び半壊棟数を算出した。建物メッシュデータは市町村毎に整備されている平成 25 年住宅・土地統計調査のデータを、

平成 27 年国勢調査の世帯総数 250m メッシュ（総務省統計局）により按分した。建物全壊棟数、半壊棟数の被害率曲線に基づき、木造建物、非木造建物の全壊棟数及び半壊棟数を算出した。

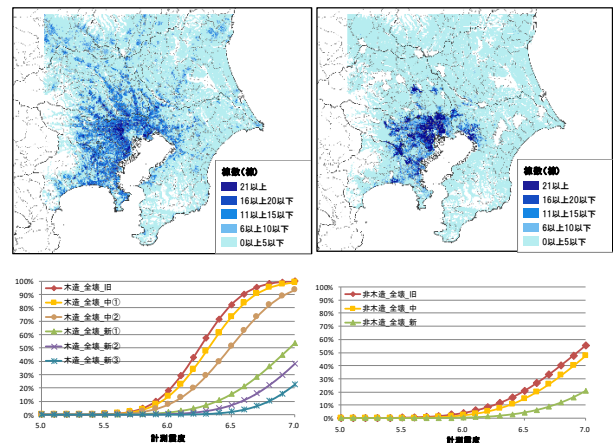


図-1 建物メッシュデータの例及び建物全壊率曲線（木造・非木造）

人的被害については、建物被害と同様に南トラ手法を用いて揺れに伴う人的被害として死者数を算出した。人口分布は、平成 20 年東京都市圏パーソントリップ調査結果を用いて、時間帯別・市区町村別・建物別の滞留人口比率を算出し、平成 27 年国勢調査の人口総数 250m メッシュに基づき設定した。

2. 河川管理施設の被害に応じた河道流下能力の算定

地震による河川管理施設の被害として堤防沈下と樋門・樋管の被害を推定した。堤防の沈下量は「液状化

による堤防の沈下量簡易推定法」[2]を用いて一次推定として概略算出した。樋門・樋管の被害については、耐震対策が未実施または不明な施設は、震度5弱以上の揺れが生じた場合に機能不全になることとした。

推定に用いた堤防の土質データ等は関東地方整備局より提供いただいた。なお、本システムは現場での点検結果等を迅速に反映する機能を備えている。



図-2 地震による堤防沈下状況表示例

【研究成果】

(1) 地震により河川管理施設が被災した状況における洪水による被害額の推定

洪水被害の推定において、各氾濫ブロック及び破堤地点の設定は各河川の事業評価のブロック分割及び想定破堤地点を踏襲した。破堤条件は、洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）に基づき設定した。

堤内地を流下域と貯留域に分け、流下域では河道からのピーク氾濫流量と想定される被害の大きさの関係、貯留域では最大氾濫水量（氾濫流量の積分値。河道への戻りを差引く）と想定される被害の大きさの関係を表す関数を導出した。破堤地点からのピーク氾濫流量及びブロック内の最大氾濫水量と被害の大きさを各ブロック5つの洪水規模で算定し、直線内挿した関数とした。なお、破堤地点により浸水域が変わるため、同一の氾濫水量においても被害額等が異なることが想定されるが、計算を単純化するため、各氾濫ブロックの最小流下能力地点がどこであっても、上述の単一の関数を用いて各ブロックの被害を推定することとした。

洪水規模別被害の推定に当たっては、まず最初に、地震により堤防が沈下した状況において、各距離標断面における流下能力（堤防天端高さ又は天端高さマイナス余裕高に対して）を算定した。（図-3）

各ブロックの流下能力最小値を上回る洪水時に破堤することとしその際のピーク氾濫流量・最大氾濫水量から被害額等を算定した（図-4）。上流氾濫ブロックでの氾濫流量を差引くなどして下流への影響を反映した。

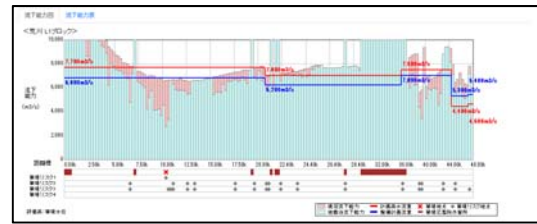


図-3 流下能力図表示例（赤：地震前、水色：地震後）

江戸川R2ブロック		利根川R1ブロック		
破堤地点	右岸21.00k	破堤地点	左岸106.50k	
流下能力	2,080 m³/s	流下能力	5,561 m³/s	
安全度	1/10	安全度	1/20	
洪水規模	直接被害額	344,141 百万円	直接被害額	880,580 百万円
大	死者数①	7人	死者数①	290人
	死者数②	0人	死者数②	290人
1/150	死者数③	0人	死者数③	287人
中	直接被害額	13,911 百万円	直接被害額	11,190 百万円
	死者数①	0人	死者数①	3人
1/8	死者数②	0人	死者数②	3人
	死者数③	0人	死者数③	0人
小	直接被害額	0 百万円	直接被害額	0 百万円
1/5	死者数①	0人	死者数①	0人
	死者数②	0人	死者数②	0人
	死者数③	0人	死者数③	0人

図-4 地震被災後の洪水被害試算結果例

(2) 復旧順序による水害リスクの変動分析

表-1の5つの復旧シナリオにより復旧土量と直接被害額低減効果を時系列で算出した（図-5）。最終的な直接被害額低減効果は同一でも復旧途上での直接被害額低減効果がシナリオ間で異なっており、復旧に伴う下流のリスクの変化を考慮した復旧順序の検討が重要であることが明示された。

表-1 各シナリオの復旧順序の考え方

シナリオ	復旧順序
A	上下流のリスク移動を考慮して人的被害軽減効果が高い氾濫ブロックから
B	上下流のリスク移動を考慮して直接被害軽減効果が高い氾濫ブロックから
C	流下能力（安全度）の低い氾濫ブロックから
D	単独氾濫ブロックの人的被害ポテンシャルが高い氾濫ブロックから
E	単独氾濫ブロックの直接被害ポテンシャルが高い氾濫ブロックから

【成果の活用】

本調査結果を踏まえ、地震により河川管理施設が被災した後の暫定復旧における治水安全度の効果的な回復手法の確立に向けて引き続き地方整備局と連携して検討していく予定である。

【出典】

[1] 南海トラフの巨大地震建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_gaiyou.pdf

[2] 液状化による堤防の沈下量簡易推定法

<https://www.pwri.go.jp/team/smd/pdf/setsumeisyo.pdf>

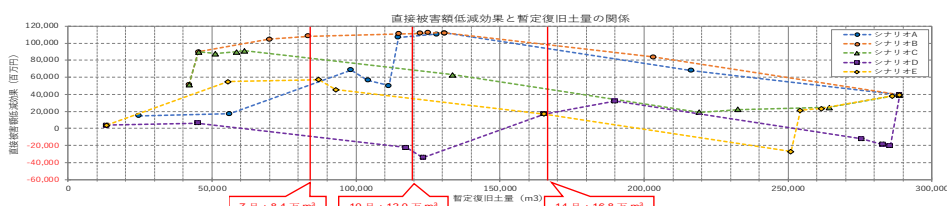


図-5 各シナリオにおける復旧土量と直接被害額低減効果の推移

高潮と豪雨による複合型浸水発生時の減災対策 のための浸水予測システム開発

Study on expansion of Urban Flood Prediction System for preventing human damage from catastrophic coastal flood with torrential rainfall by securing orderly evacuation

(研究期間 平成 30 年度～令和元年度)

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

研究官
Researcher
室長
Head

瀬能 真一
SENOU Shinichi
板垣 修
ITAGAKI Osamu

Against the background of accumulation of assets and population in cities, and the Global Climate Change, severe urban floods are recurring in many cities in Japan. For preventing/mitigating such flood damage, the river and sewer system improvement (structural measure) is essential. In addition to such structural measures, it is important to promote non-structural measures such as flood warning for effective flood damage prevention/mitigation activities. The authors have been studying the flood damage prevention/mitigation measures by using Urban Flood Prediction System developed by NILIM.

In this study, for securing the orderly evacuation before catastrophic coastal floods with torrential rainfall, Urban Flood Prediction System was expanded to coastal metropolitan areas in Japan where coastal flood risk is extremely high.

〔研究目的及び経緯〕

都市化に伴う人口・資産の集中や地下の高度利用が進む大都市で、集中豪雨等による浸水被害が頻発している。

河川や下水道の整備水準向上により浸水発生頻度を引き続き低下させていくことが重要であるが、短期間での整備やいかなる豪雨規模に対しても被害を防止しようとする施設整備は不可能であり、施設整備に加えた浸水被害の防止・軽減対策が必要である。

本研究は、平成 30 年 9 月（台風 21 号）により発生した高潮による甚大な浸水被害等を受け、高潮による人的被害の防止対策の 1 つである事前避難の円滑な実現を支援するため、内陸部で 28 年度より試験運用してきた浸水予測システム（以下「本システム」）を地形・排水特性等を踏まえ大都市沿岸部へ拡大するうえで必要な技術開発を行うとともに、東京都区内等大都市沿岸部の高潮浸水想定区域等及びその周辺地域の合計約 1,020km²に本システムを拡大したものである。

〔研究内容〕

1. 既存浸水予測システムの概要

実測レーダ雨量 (X-RAIN)・予測雨量（高解像度降水ノウキャスト）、河川水位等の情報を取得し、河川、下水道施設（下水道管は原則内径 600mm 以上を対象）、地表面の水の流れを一体的に計算し、降雨等データ入手よ

り 10 分以内に 1 時間先までの 10 分ごとの予測浸水範囲及び深さを 25m メッシュで計算・表示するとともに、アラートメール配信等を行うシステムである。

浸水予測結果・アラートメールの表示例を図-1 に示す。



図-1 浸水予測結果・アラートメール表示例

2. 高潮リスクの高い地域への浸水予測システム拡大のための河川水位設定手法の検討

1 時間先までの浸水予測計算においては、支川の下流端となる本川の水位を 1 時間先まで予測・設定する必要がある。これまで本システムでは潮位変動の影響を受けると考えられる支川下流端の水位については、現在時刻の水位から天文潮に基づき 1 時間先までの水位を予測し下流端水位とすることを原則としてきたが、

本研究では高潮リスクの高い地域の地形・氾濫特性を重視しつつ本システムを拡大することから、上記手法の改良について検討した。

過去の主要洪水における時系列の水位観測値を河川縦断方向に並べて比較し、潮位変動の影響が顕著である区間の上流端を確認した。この時、水位の高低（洪水流量の大小）により潮位変動の影響が大きく異なる水位観測所については、一定の水位までは天文潮に基づく水位予測とし、これを越える水位では上流の水位観測所からの流下時間を考慮した水位相関式により水位を予測することとした。なお、水害リスクラインによる河川水位予測データの活用について合わせて検討している。

東京都内を流れ東京湾に注ぐ荒川（国土交通大臣直轄管理区間）の1時間先までの水位予測・設定手法を以下に示す。表-1に示す3水位観測所と東京湾（霊岸島）の時系列水位（令和元年10月台風第19号時）を

表-1 分析対象水位観測所一覧

河川	水位観測所		
	観測所名	位置(km)	零点高(T.P.m)
荒川	治水橋	41.89	-1.4
	笹目	28.44	-1.1
	西新井	13.52	-1.1

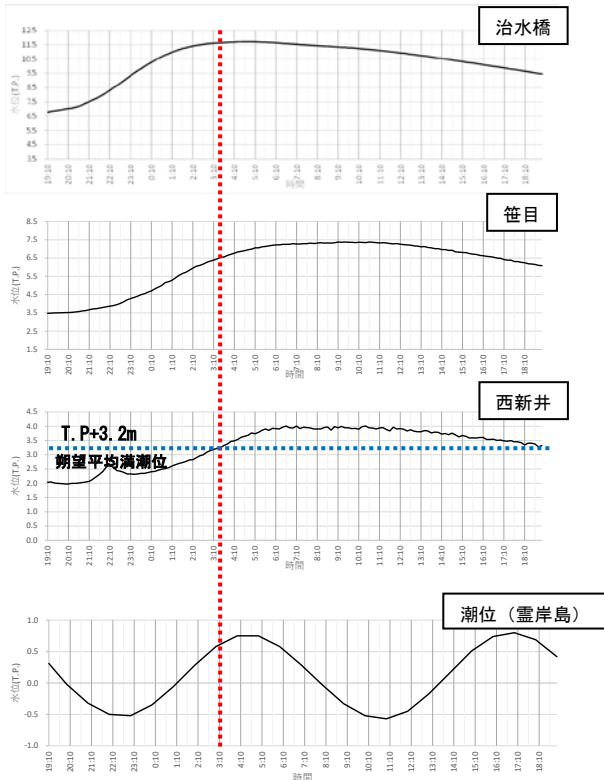


図-2 観測所水位の比較（令和元年10月12～13日）

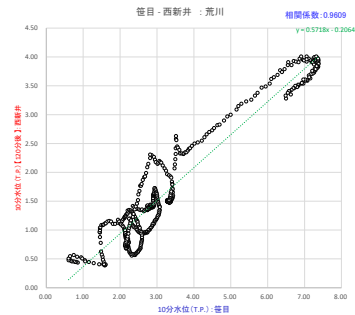


図-3 笹目・西新井水位相関（流下時間考慮）

図-2に、笹目・西新井観測所の水位相関（流下時間120分考慮）を図-3に示す。これらの図等を踏まえ西新井観測所水位がT.P.3.2m（朔望平均満潮位）未満の場合には西新井地点水位を天文潮に基づき予測し、同T.P.3.2m以上の場合には流下時間を考慮した水位相関式に基づき笹目観測所水位から西新井地点水位を予測することとした。

〔研究成果〕

(1) 浸水計算の精度確認

図-4は、平成26年6月29日の集中豪雨による浸水箇所（東京都「平成26年の水害による浸水図」より）と最大浸水深再現計算結果とを比較したものであるが、浸水箇所を概ね再現できていると考えられる。

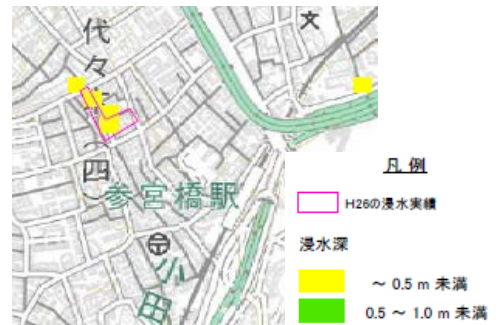


図-4 浸水箇所再現結果(26年6月29日の集中豪雨)

(2) 大都市沿岸部への浸水予測システムの拡大

過年度までの研究成果及び上記手法等に基づき、都県、市、地方整備局と連携し、大都市の高潮浸水想定区域等及びその周辺域から選定した約1,020km²に浸水予測システムを拡大した。

〔成果の活用〕

大都市沿岸部に拡大された浸水予測システムは、今後、地元自治体等と調整し試験運用・社会実験を行い、高潮と豪雨による複合災害における被害の防止・軽減対策の検討・推進等に活用される予定である。