

国一04

気象・水位情報の提供による応急対応促進

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

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）
「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技
術領域」
令和3年度成果

令和4年3月
国土交通省

資料1 「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」の概要

アドオン額: 231,000千円(国土交通省)

元施策有/PRISM事業継続

課題と目標

- (課題) 中小河川では、雨が降ってから洪水が発生するまでの時間が短いことから、洪水予測を行うためには、短時間の計算で的確に水位予測を行う必要があり、高度な技術力を要する。また、システムの構築には、多額の費用が必要。
- (課題) 都道府県が管理する多くの中小河川においては、洪水時の水位予測が実施できていない。
- (目標) 約2時間前に避難の呼びかけに必要な水位を予測できる短時間で計算可能・安価・簡便な水位予測技術開発

「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」の概要

- 元施策: 危機管理型水位計を設置(約7,000地点から約17,000地点)、「水害リスクライン」システム開発(主要大河川を対象)(R3年度: 176,000千円)
- PRISMで実施する理由: 国土交通省予算では、近年の大規模な水災害状況を踏まえ、「水防災意識社会再構築ビジョン」として、全ての直轄河川とその沿江市町村において、水防災意識社会を再構築するための多角的な取組を実施。一方で、各都道府県が管理する中小河川においても「人命を守る」ため、水位予測に係る技術開発の前倒し・実装が必要であり、課題であった「安価・簡便・精度」を確保し、効率的・効果的に技術開発を行うため、PRISMにより集中投資・一元管理による研究を推進する必要がある。
- テーマの全体像: 既存のレーダや水文観測に加え、水位計の設置促進(7000地点→17,000地点に拡大)等により得られるビッグデータを活用し、氾濫する危険のある水位に到達する約2時間前までに水位予測情報を提供可能な、中小河川でも導入しやすい安価・汎用型の水位予測技術を開発する。

出口戦略

- (出口戦略) 都道府県が洪水予測を行う河川の拡充・精度向上
- ・現在、洪水予測を行っている都道府県管理河川は128河川であるが、PRISM施策により、洪水により多くの人命が失われる危険性がある約1,500河川へ拡大。
 - ・オープンデータ化に伴う民間投資誘発効果
 - ・水位観測・予測情報等を加工・提供等する情報配信事業等の促進。

民間研究開発投資誘発効果等

○本研究開発により、元施策の水位計設置効果に、アドオンとしてリードタイムを延伸することにより、「安全な避難の確保」効果が前倒しで発現される。さらに、各都道府県が個々にシステムを開発するのに比べ、品質の確保および財政支出の削減効果が得られる。

県管理中小河川の水位予測システムの削減費用 約150億円 ≒ 約1,500河川 × 1,000万円/河川

資料2 「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」の概要

アドオン(国土交通省): 231,000千円

元施策名: (危機管理型水位計の設置促進)等 176,000千円

- 近年、激甚な水害が頻発しており、中小河川の洪水時の避難の遅れにより、多くの方々が亡くなっている。
- 全国の約21,000河川のうち、避難指示等の重要な判断要素となる水位予測が行われているのは大河川を中心とする約400河川のみ。
- 沿川人口が多く、洪水により重大な損害が生じるおそれがあるものの、水位予測を実施できていない中小河川が約1,500河川。これらの河川においても、住民の確実な避難のためには水位予測を行う必要。水位計すら設置されていない中小河川も多い。



日 国土地理院撮影



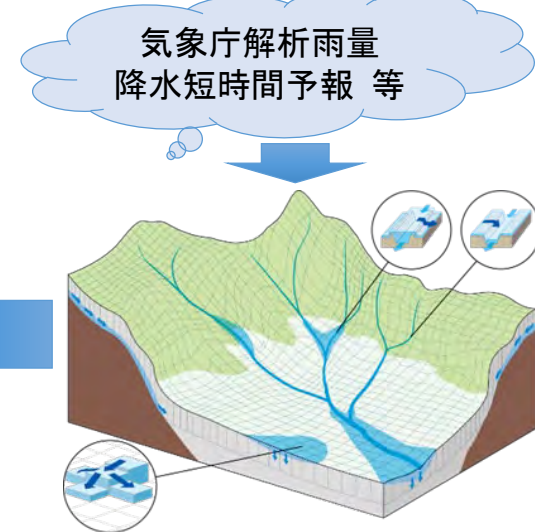
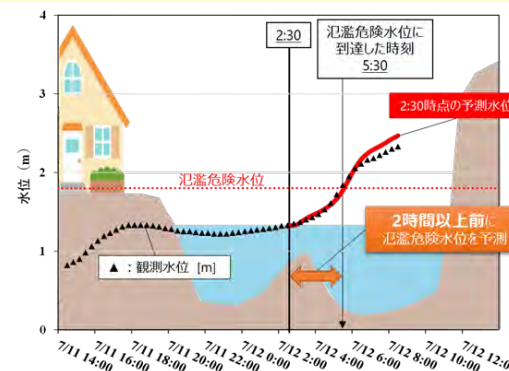
危機管理型水位計

(元施策)

- 洪水時のみの水位観測に特化した低コストな危機管理型水位計を開発。水位観測所を(約10000地点)増設。

(PRISM)

- 危機管理型水位計のデータを活用し、「住民避難が必要な河川水位にいつ到達するか」ということを、約2時間前までに予測できるシステムを開発。
- 中小河川においても導入しやすい、
 - 「短時間で計算可能な」、
 - 「安価」、
 - 「簡便」、
 - 「必要な精度を有する」、水位予測システムを開発する。



資料3 「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」の目標達成状況

○施策全体の目標

約2時間前に避難の呼びかけに必要な水位を予測できる、短時間で計算可能な安価・簡便な水位予測技術を開発

当年度目標	目標の達成状況	
①データが不足している河川でのモデル構築手法の開発 ・H-Q式の作成方法検討	断面データ等から等流計算によりH-Q式を作成する方法を提案するとともに、計算機能をRRI-GUIに搭載し、簡便にH-Q式を作成できるようにした。	達成
・モデル上でのH-Q関係の推定手法の検討	断面データがない河川では、RRIモデル上で仮定したレジーム則による矩形断面から計算流量を用いて水位を算出する手法を提案。さらに、水位観測地点において地盤高を補正することにより、さらに再現性を高める方法を提案した。	達成
・既存の簡易な断面の測量手法のマニュアルへの反映	既存の簡易な断面の測量手法として、UAVを用いた空中写真による3D点群データ作成等を試行し、RRIモデルに反映して精度検証を行った。	達成
・これまでの成果を活用したパラメータ推定手法の開発	約130河川のモデルのパラメータを整理し、統計分析等を行うことで、洪水観測データが不足している河川において、河川特性からパラメータを推定する手法を開発した。	達成
②リアルタイム自動配信システム等の開発(約130河川の実装)	約130河川のリアルタイム自動配信システムへの実装を行った。計算リソース配分の最適化により、計算時間を短縮した。	達成
③対象モデルの拡大による、全国展開に向けたモデル構築手法の体系化	約130河川を対象にスタンダードモデルを適用し、モデルの適用性を更に高めるためにスタンダードモデルの見直しを行った。また、河川の特성에応じて、オプションの内容の検討を行った。上記の検討を通じてスタンダードモデルとオプションの体系化に向けた検討を実施。	達成

○リアルタイム自動配信システム等の実装

- ▶ **約130河川**においてリアルタイム自動配信システム等を実装



- ▶ 計算リソース配分の最適化により、計算時間を短縮。

○データが不足している河川でのモデル構築手法の開発

- ▶ **断面データ等**から等流計算によりH-Q式を作成する方法を提案するとともに、計算機能をRRI-GUIに搭載し、**簡便にH-Q式を作成**できるようにした。
- ▶ 断面データがない河川では、**RRIモデル上で**仮定したレジーム則による矩形断面から計算流量を用いて**水位を算出する**手法を提案。
- ▶ さらに、**水位観測地点において地盤高を補正**することにより、さらに再現性を高める方法を提案した。
- ▶ 約130河川のモデルのパラメータを整理し、統計分析等を行うことで、洪水観測データが不足している河川において、**河川特性からパラメータを推定する手法を開発**。

○予測精度の検証結果

- ▶ 令和3年7月～9月を含む**51河川75の洪水イベント**について検証。**54イベント(約7割)で必要な精度を確保**、残り21イベントのうち10イベントは水位を±50cmの幅で運用すれば2時間前までの予測が可能。**合計64イベント(約85%)で氾濫危険水位への到達を2時間以上前に予測が可能**。

精度検証を実施した洪水 **75** イベント

<p>29イベント (約4割) 目標とする精度を確保</p>	<p>25イベント (約3割) 予測雨量を実績雨量に入れ替えて計算すれば目標とする精度を確保</p>	<p>10イベント 予測水位を±50cmの幅で運用すれば達成できる見込み</p>	<p>11イベント 2時間前までに予測できなかった</p>
---	---	---	--

○対象モデルの拡大による、全国展開へ向けたモデル構築手法の体系化

- ・約130河川を対象に標準モデルを適用し、モデルの適用性を更に高めるために標準モデルの見直しを行った。また、河川の特性に応じて、オプションの内容の検討を行った。
- ・上記の検討を通じて標準モデルとオプションの体系化に向けた検討を実施。

標準モデル (案)		オプション (案)		
1	データ収集、変換 <ul style="list-style-type: none"> ・水位観測データの収集（可能な限り多くの洪水イベントを収集） ・対応する時期の雨量観測・予測データの収集、データの組み合わせ、変換 ・既往H-Q式、横断面データの収集 	1A	H-Q式がない	<ul style="list-style-type: none"> ・等流計算によるH-Q式の作成 ・モデル上でのH-Q関係の推定する方法 ・簡易な測量手法による断面データの取得
		1B	洪水イベント、洪水データが不足	<ul style="list-style-type: none"> ・同様の特徴を持った河川の事例からパラメータを推定する方法
		1C	雨量プロダクトの組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> ・各種雨量プロダクトの組み合わせを変更する方法
2	ベースモデル構築 <ul style="list-style-type: none"> ・RRI-GUIによるRRIモデルの作成 ・危機管理型水位計を用いたデータ同化手法に応じた、モデル構築 	2A	レジーム則では地形を表現できない	<ul style="list-style-type: none"> ・測量データ、空中写真等を用いて、河道幅と水深を設定し、モデルに適用する方法
3	デフォルトパラメータ解析 <ul style="list-style-type: none"> ・デフォルトパラメータの選択 ・既往洪水イベントによる精度検証 	3A	水田・畑の土地利用が多い	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の土質地質を踏まえたデフォルトパラメータセットの選択
4	パラメータ最適化 <ul style="list-style-type: none"> ・SCE-UA法によるパラメータ最適化 ・既往洪水イベントによる精度検証 	4A		<ul style="list-style-type: none"> ・水田・畑のパラメータ最適化
5		水位データ同化 <ul style="list-style-type: none"> ・粒子フィルターの設定 ・既存水位計と危機管理型水位計のデータを同時同化する方法 ・既往洪水イベントによる精度検証 	4B	SCE-UA法の工夫
	5A		洪水時の河床変動への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・粒子フィルターに逐次H-Q式を推定するアルゴリズムを適用する方法
		5B	粒子フィルターの工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・水位同化による洪水時の水位低下等を防ぐため、補正係数を逐次修正する方法

資料5 「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」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：4年で8,500万円相当

①民間技術者の研究参与：約2,000万円(5万円/日×400日=2,000万円)

②民間技術者の定例勉強会への参画：約40万円(0.5万円/人×2人/回×40回=40万円)

③団体からの河道断面、H-Q式等データ提供：約6,500万円(50万円/河川×130河川=6,500万円)

令和3年度当初見込み

令和3年度実績

①民間技術者の研究参与：約500万円(5万円/日×100日=500万円)

当研究開発には民間技術者が研究参与(年間100日)しており、見込み通りの実績が得られている。

②民間技術者の定例勉強会への参画：約10万円(0.5万円/人×2人/回×10回=10万円)

月1回の定例勉強会に2名以上の民間技術者(FRICS等)が参加しており、見込み通りの実績が得られている。

③団体からの河道断面、H-Q式等データ提供：約1,500万円(50万円/河川×30河川=1,500万円)

今年度新たに30河川以上のデータ提供があり、見込み通りの実績が得られている。

出口戦略

○洪水予測を行う河川の拡充・精度向上

現在、洪水予測を行っている都道府県管理河川は128河川。

PRISM施策により、洪水により相当な損害が生ずるおそれのある約1500河川への拡大

○オープンデータ化に伴う民間誘発効果

水位観測・予測情報等を加工・提供等する情報配信事業等の促進。

○海外へのインフラ輸出の促進

アジア山岳諸国・地域等への急流河川洪水対策技術の輸出等

令和3年度当初見込み

令和3年度実績

洪水予測を行う河川の拡充・精度向上

- ・新たに30河川の粒子フィルター付きRRIモデルを構築し、リアルタイム計算システムを適用する

- ・今後の河川の拡充に向けて、課題を整理しその改善策について検討を行う。

- ・新たに構築した30河川を含め、これまで約130河川における粒子フィルター付きRRIモデルおよびリアルタイム計算システムを構築した。
- ・精度向上に向けた改善策として、「雨量プロダクトとして高解像度降水ナウキャストの活用」、「HQ式逐次推定アルゴリズムの適用」などにより精度向上やリードタイムの延伸の効果がみられた。
- ・「データが不足している河川でのモデル構築手法の開発」「モデル構築手法の体系化」の成果により、モデル構築の一般化が進捗した。