

中小河川における簡易的な 水害リスク表示システムの開発

しまだ たかのぶ いとしろしんや たなかひろき ぬまたたろう ふじいじゅんいちろう
島田 高伸¹・石徹白伸也¹・田中浩基¹・沼田太郎¹・藤井純一郎¹

¹八千代エンジニアリング株式会社 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー)

水害リスク情報の社会での共有手段の1つとして、国及び都道府県により洪水浸水想定区域図が作成されているが、対象とされているのは洪水予報・水位周知河川等の一部の河川に留まっている。そのため、膨大な延長の中小河川では、水害リスク情報の空白地帯が多数存在しているが、これら河川においても漏れのないリスク情報の提供を行っていくことは重要である。本研究では、水害リスク情報の空白地帯を迅速に埋めることを重視し、全国の河川で入手可能なデータを用い、計算労力が小さい簡易的手法で水害リスク情報の作成を行えるシステムの開発を行っており、その適用手法、試行河川における適用事例、及び今後の展開等を述べる。

Key Words : 中小河川, 水害リスク, 航空レーザー測量, 浸水想定区域, システム開発

1. はじめに

近年、気候変動の影響による水害の頻発化・激甚化が懸念される中、施設では守り切れない洪水に対し、社会全体で洪水に備える「水防災意識社会」の再構築を進めていくことが重要とされている¹⁾。

これに対し、水害リスク情報の社会での共有手段の1つとして、国及び都道府県では、計画規模・想定最大規模の洪水浸水想定区域図の作成・公表が進められているが、対象とされているのは洪水予報・水位周知河川が基本である(表-1)。そのため、都道府県管理の中小河川では、水害リスク情報の空白地帯が多数存在しているのが実態であり、これを「洪水に対して安全な地区」と誤認識すると、洪水時の逃げ遅れによる被害拡大の一要因となる可能性がある。

一例として、H28年には洪水ハザードマップ未作成の岩手県の二級河川小本川で要配慮者利用施設の被災が発生した。これを契機として、水防法では要配慮者利用施設の避難確保計画の作成・避難訓練の実施が義務化されているが、全国的にその対応は十分に進んでいない(表-2)。また、令和元年の東日本台風等でも、洪水予報・水位周知河川を除く河川での氾濫被害が多数発生している。令和2年6月には、国土交通省から「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」⁵⁾が示される等、中小河川も含めた水害リスク情報の充実・共有化は極めて重要となっている。

表-1 全国の河川延長・河川数²⁾³⁾

区分	国交省直轄管理河川			都道府県管理河川		
	延長 (千km)	水系数	河川数	延長 (千km)	水系数	河川数
一級河川	11	109	864	77	109	13,850
二級河川	0	0	0	36	2,711	7,083
計	11	109	863 (448)	113	2,820	20,933 (1,644)

※()はR2.1時点の洪水予報・水位周知河川数

表-2 要配慮者利用施設の避難確保計画作成状況⁴⁾

地域	施設数	避難確保計画策定済	
		施設数	割合
北海道	4,567	889	19.5%
東北	5,239	3,197	61.0%
関東	17,352	8,788	50.6%
北陸	5,771	3,249	56.3%
中部	10,335	6,680	64.6%
近畿	16,148	3,361	20.8%
中国	6,650	3,397	51.1%
四国	3,940	2,438	61.9%
九州	7,904	3,044	38.5%
合計	77,906	35,043	45.0%

(R2.1時点)

2. 簡易的な水害リスク情報の作成手法

総延長約11.3万kmに及ぶ膨大な延長の都道府県の中小河川全てに対し、河川の縦横断測量を実施し、洪水浸水想定区域図検討の際に一般的に用いられる氾濫解析手法（平面二次元不定流計算）を適用することは、予算・人員等の制約の観点から、現実的ではないと考えられる。

そのため、本手法では、全国的に広範囲で計測されている航空レーザ測量により取得した標高データ（以下、LPデータ）を活用し、以下の簡易的な手法により、水害リスク情報を作成する。

(1) 河道横断面データの作成

LPデータによる三次元点群データをもとにTIN（不整三角形網：Triangulated Irregular Network）を生成する。河川流心線に対して等間隔（100m～200m）の横断測線を生成するとともに、水位計算に用いるための河道横断面をLPデータから作成する。（図-1）

(2) 合理式に基づく流量の概略設定

流出計算手法は合理式を用いるものとし、流域面積、流域の平地・山地割合、流路長等、計算に必要な流域諸元を、河川現況台帳及び国土数値情報等をもとに整理する。また、全国のアメダス観測所で適用可能な土木研究所のアメダス確率降雨量計算プログラム⁶⁾を用いて降雨強度を設定することで、確率規模別流量（例：1/3, 1/10, 1/50）を算出する。

(3) 河道内洪水水位の推定

合理式で求めた流量に対し、一次元不等流計算を実施し、横断測線ごとの確率規模別水位を算出する。なお、河道の粗度係数は一律 $n=0.033$ とし、下流端水位は、下流区間の河床勾配に基づく等流計算により求めるものとする。

(4) 概略浸水想定範囲の抽出

等間隔の横断測線間を河川流心線に沿って概ね25m間隔で細分した等分割の細分横断測線（測線幅は川幅の5～10倍程度）を設定し、細分横断測線における河道・堤内地を含む横断面をTINデータに基づき取得する。その上で、細分横断測線における水位を、隣接する横断測線における計算水位から内挿し、各測線における水位と堤内地との交点を結ぶことで、浸水想定範囲境界を抽出する（図-2）。

(5) 浸水想定範囲の平滑化

湾曲部等では、横断測線及び細分横断測線が複雑に交差し、上記(4)により生成される浸水想定範囲境界を単純に結ぶと、歪な形状の浸水想定範囲になる場合がある（図-3）。そのため、浸水想定範囲境界を構成する各点を探索し、隣り合う3点から形成される角度が鋭角となる点を除去（図-4）することで、滑らかな形状の浸水想定範囲を抽出する。

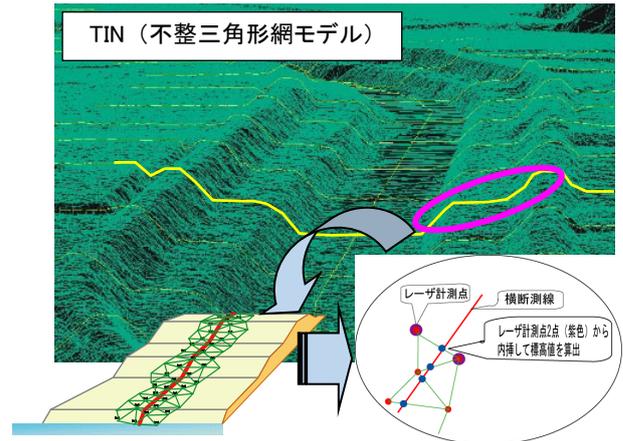


図-1 TINデータに基づく横断面作成のイメージ

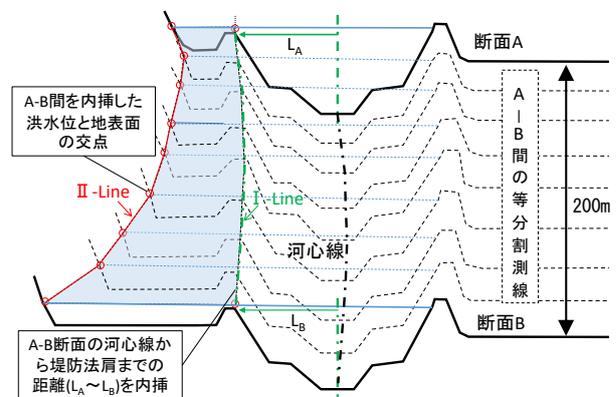


図-2 浸水想定範囲境界の抽出イメージ

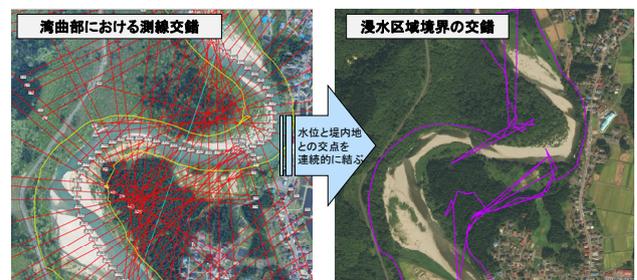


図-3 細分横断測線の浸水想定範囲境界を単純に結ぶことにより生成される歪な形状の浸水想定範囲の例

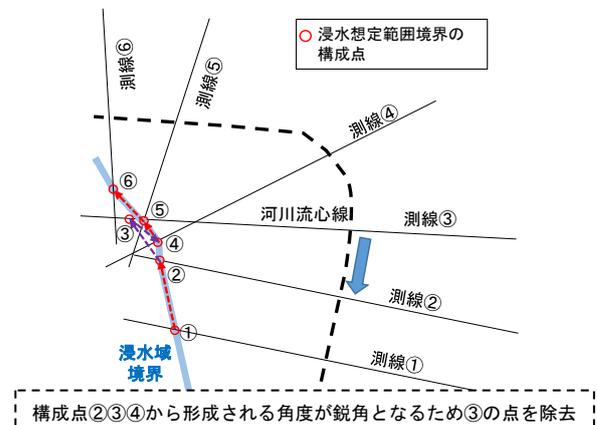


図-4 歪な浸水想定範囲形状の構成点の除去イメージ

3. 水害リスク表示システムの開発

国土技術政策総合研究所では、H18年度に、前項の(1)～(3)を効率的に実施できる中小河川治水安全度評価システムが開発され、全国の約5,000河川でシステムを用いた中小河川の治水安全度評価が実施されている⁷⁾。

これを活用し、既存のシステムをベースとして(4)及び(5)の機能を拡張することで、河道横断面図の作成から浸水想定範囲の抽出までを一連で行える簡易的な水害リスク表示システムの開発を行った。システムを用いた作業フローを図-5に示す。

本システムにより、1級河川の県管理区間の約600河川を対象に、システムを用いた浸水区域図作成の試行を行った。作成した浸水想定範囲の表示例を図-6に示す。

なお、本システムにより出力した浸水想定範囲の外縁の水位を内挿して浸水位の平面分布を作成し、5mメッシュ標高等との差分をとることで、図-7のような浸水深分布図を作成することも可能である。

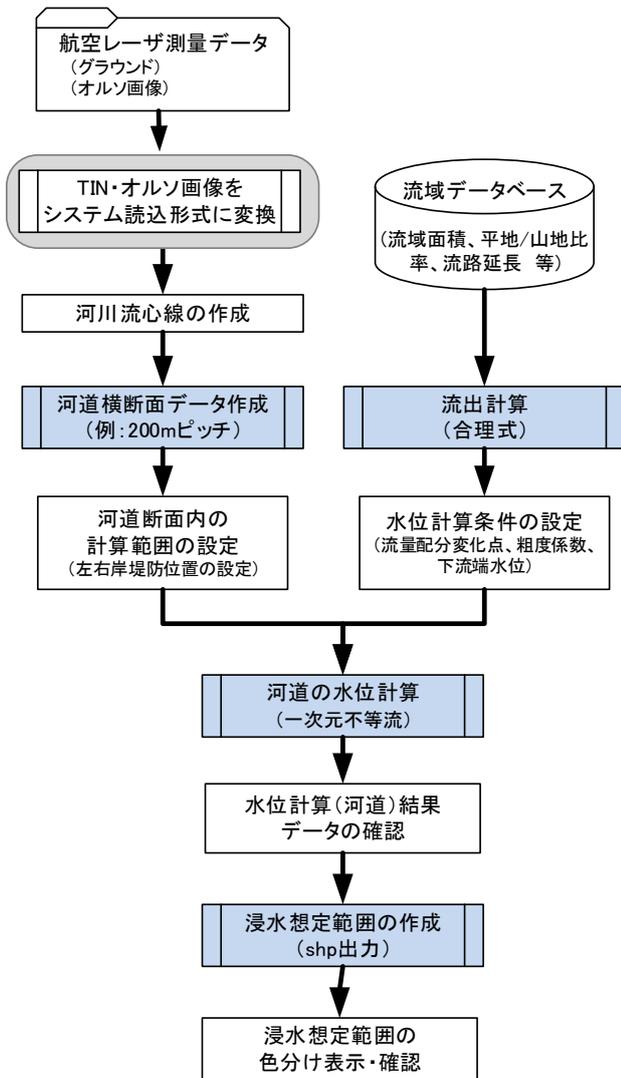


図-5 システムによる浸水想定範囲作成の作業フロー

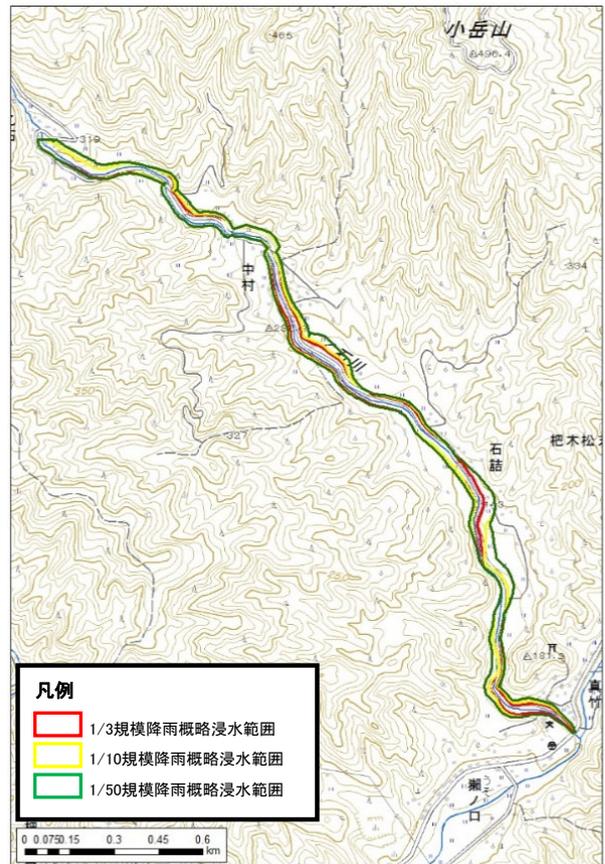


図-6 確率規模別の浸水想定範囲図の作成イメージ

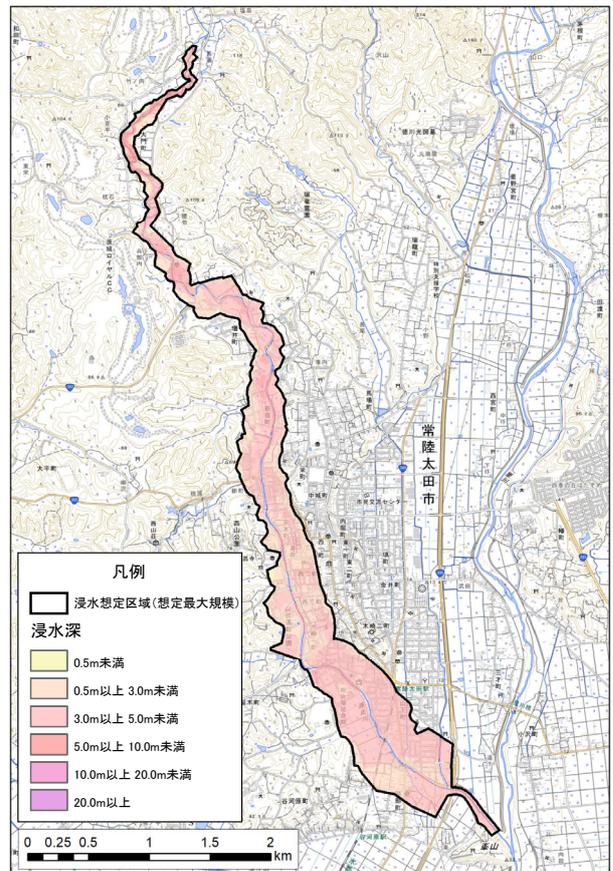


図-7 本システムの出力結果に基づき作成した浸水深分布図のイメージ

4. システムにより作成した浸水リスク情報の適用性

システムにより作成した浸水区域の妥当性確認のため、既公表の浸水想定区域との比較・検証を行った。比較例を図-6に示す。なお、既往の浸水区域図の対象外力規模は、両河川とも計画規模の $W=1/50$ であるが、流出計算手法の違いにより、計画流量は本手法の合理式による流出量の $W=1/3$ 相当である。

システムにより作成した浸水想定範囲は、図-8に

示すA川及びB川上流部のような氾濫原の横断形状が急峻な区域において、既往の浸水想定区域を包絡するような形となっており、概ね妥当な浸水区域設定がされていることが確認できた。一方、B川下流のように氾濫原の横断形状が平坦になっており、河道の計算水位が背後地にぶつからない場合は、浸水区域が適切に表現できておらず、河川周辺の地形条件によって適用性が異なることに留意が必要である。なお、試行河川では、氾濫原が平坦で河道の計算水位が背後地にぶつからない区間が3割程度であった。

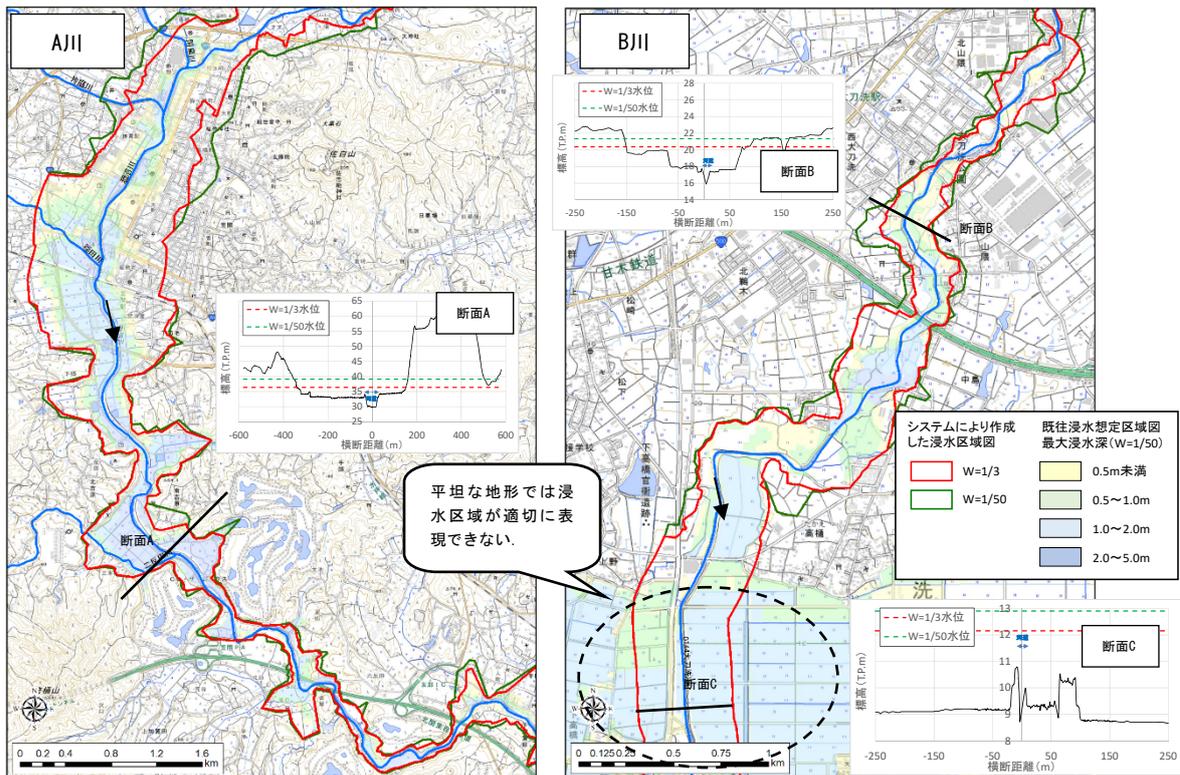


図-8 システムによる浸水想定範囲と既往の浸水想定区域図の比較例

5. 今後の展望

本システムによる手法を全ての中小河川に適用することには注意が必要であるが、地形が急峻な我が国の多数の中小河川では、システムを用いることで効率的かつ水理学的根拠に基づいた水害リスク情報の作成が可能となる。

また、本システムは「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き 令和2年6月」に示される流下型氾濫河川の氾濫推定図作成に適用できるものであり、浸水想定範囲外縁の水位を内挿し、5mメッシュ標高等との差分をとることで、浸水深分布図の作成も可能である。今後は、貯留型・拡散型氾濫河川の効率的な解析手法を確立するとともに、これらを組合せた全国的な氾濫推定図の作成を進めていく必要がある。

謝辞：本論文は、国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室の業務委託の成果をもとに作成したものである。本稿の執筆にあたり、快く承諾を頂いた関係各位に謝意を示します。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会：中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について（答申）,2017.
- 2) 国土交通省：河川延長資料,
https://www.mlit.go.jp/statistics/details/river_list.html, 2019.
- 3) 国土交通省：洪水予報河川・水位周知河川資料,
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti>, 2020.
- 4) 国土交通省：要配慮者利用施設の浸水対策,
<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisu-ibou/bousai-gensai-suibou02.html>,2020.
- 5) 小規模河川の氾濫推定図作成の手引き,
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/tyusyokasen/pdf/manual.pdf,2020.
- 6) 土木研究所 アメダス確率降雨量計算プログラム,
<https://www.pwri.go.jp/jpn/results/offer/amedas/top.htm>, 2001.
- 7) 航空レーザ測量を活用した治水安全度評価,
<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/seika.files/lp/>,2008.