

円山川におけるわかりやすい 洪水情報の提供について

長田 充弘¹

¹近畿地方整備局 豊岡河川国道事務所 河川管理課 (〒668-0025 兵庫県豊岡市幸町10-3)

円山川では平成16年台風23号洪水において2箇所(立野地先及び出石川の鳥居地先)の堤防が決壊するなど甚大な被害が発生した。この洪水では多くの世帯に避難勧告が発令されたにもかかわらず、避難率が1割程度と低かったことから住民の防災意識向上の支援を行ってきた。

本報文は、激特事業後の河道条件での浸水想定区域図の作成にあわせ、洪水時の避難行動に資するため取り組んだ、LPデータを活用した浸水状況の精度向上と、自治体と連携しとりまとめた、わかりやすい洪水情報の提供方法について報告するものである。

キーワード 浸水想定区域図, 洪水情報の提供, 自治体との連携, ソフト対策

1. はじめに

一級河川円山川水系では、平成16年台風23号において観測史上最大の洪水を記録し、多くの区間で越水するとともに、円山川の立野地先及び出石川の鳥居地先で堤防が決壊し、甚大な被害が発生した(表-1、図-1)。これにより、激特事業が採択され、河道掘削、堤防整備、内水対策などを実施した。一方で、同洪水では、約2万世帯6万人に避難勧告が発令されたものの、避難した流域住民は1割程度(表-2)にとどまった。

今後、平成25年3月に策定された河川整備計画に基づき、築堤や遊水地等のハード整備を引き続き進めていくが、気候変動等の影響から、近年、異常洪水が頻発していることを踏まえるとソフト対策の重要性はますます高まると考えられる。このため、これまで発信している情報に加えて洪水時に役立てられるわかりやすい洪水情報を提供することが求められている。



図-1 平成16年台風23号における被災状況

表-1 平成16年台風23号の被害状況

死者	7名
負傷者	51名
浸水面積	4,083ha
家屋全半壊	4,033戸
浸水戸数	7,944戸

表-2 平成16年台風23号洪水時の避難状況

地域	避難対象		避難者数
	世帯	人	
旧豊岡市	15,119	42,794	3,753
旧城崎町	650	1,678	79
旧日高町	1,303	4,654	985
旧出石町	3,586	11,325	436
合計	20,658	60,451	5,253

*豊岡市防災課提供資料より抜粋

2. 激特事業の概要

平成16年度から平成22年度まで、緊急かつ集中的に、狭隘な土地に住居や交通網が集中する下流部やスポット的に住居が点在する一部無堤区間を除いて、台風23号と同規模の水害に対する再度災害の軽減を重点的に実施し、流下能力を向上させた(図-2)。また、市街地を中心に家屋の床上浸水被害の解消を目標に内水対策を実施した。

激特事業の主な整備内容を列挙すると次のとおりである(図-3)。

(1) 河道掘削

円山川の中下流部と出石川全川において、河道を掘削・浚渫して河川水の流れる断面を広げ、洪水時の水位を低減させた。

(2) 堤防整備

奈佐川合流点よりも上流の外水被害があった無堤地区において、築堤を実施した。また、堤防の断面や高さが不足している区間において、拡幅及び嵩上げ(H.W.L堤整備)を実施した。

(3) 内水対策

本川水位が高くなり自然排水が困難となることから、市街地を中心に内水被害を軽減するため、排水機場等の増強整備を行った。

(4) 構造物の改築

洪水の流下を阻害する橋梁、堰を改築した(図-4)。

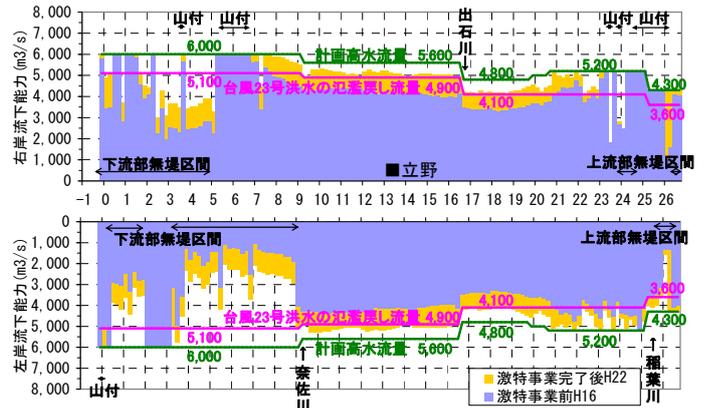


図-2 激特事業完了時点における流下能力図(H.W.L評価)
*H.W.L, 現在の堤防高(無堤箇所は河岸高)のいずれか低い高さで評価



図-4 洪水を阻害する橋梁の架替(KTR円山川橋梁の架替)

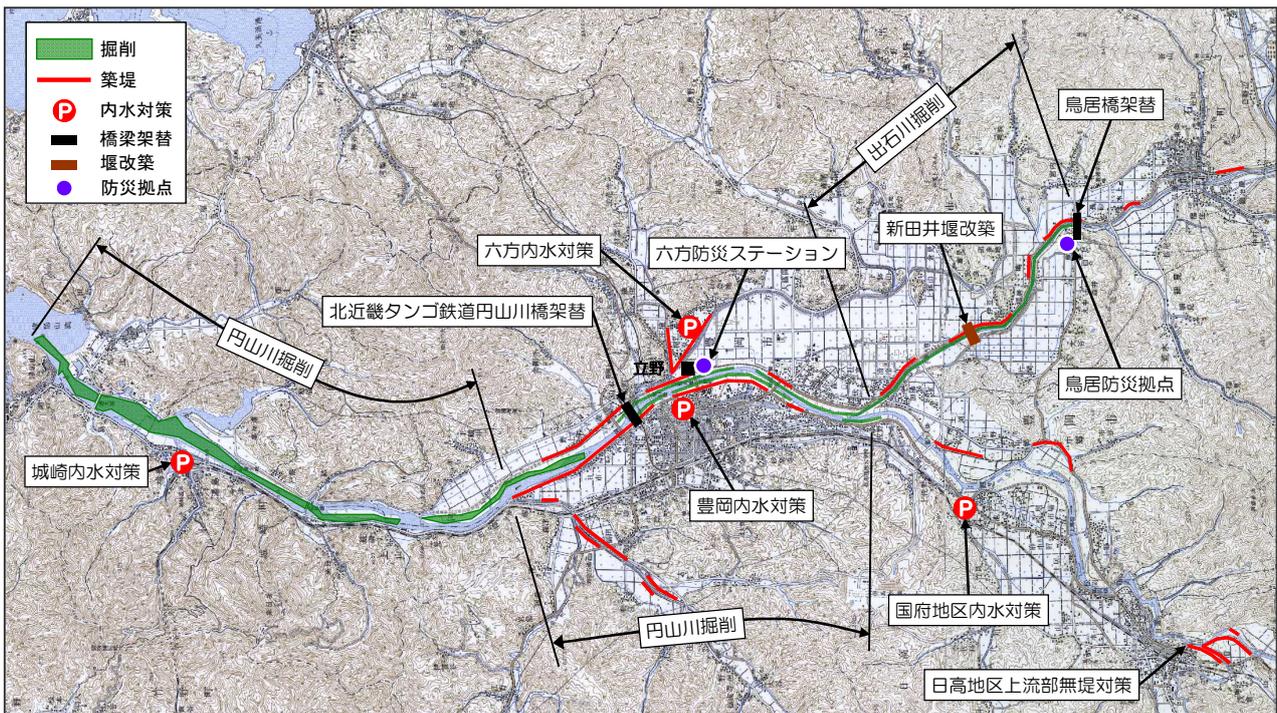


図-3 激特事業の整備メニュー

3. 浸水想定区域図の精度向上

(1) LPデータを活用した細部地盤高の設定

a)線地形の地盤高の設定

従来は、鉄道、主要な道路、河川の堤防等の線地形の地盤高は、直接、現地調査により確認し設定していた。この場合、調査する対象が氾濫域全体であり面的に広範囲に広がっていることから、線地形の地盤高の設定箇所に漏れが生じる可能性があることが課題として挙げられる。

そこで線地形の地盤高の設定にあたっては、図-5に示すとおりLPデータから氾濫域の陰影図を作成した上で、線地形を抽出し、その後、流域横断面図により概ねの地盤の形状を把握した。これらの机上での整理結果を踏まえた上で、現地調査を行うことにより、効率的で精度よく、線地形の地盤高を設定することができた。

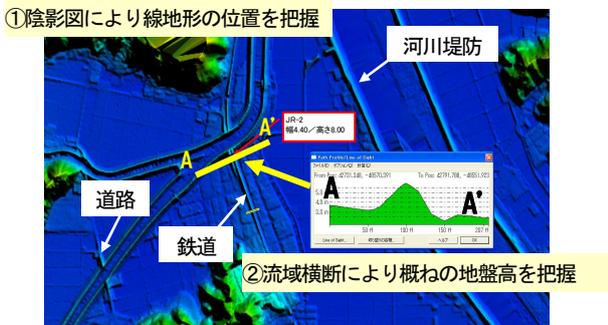


図-5 線地形の地盤高の設定

b)山裾部の地盤高の設定

円山川の低平地帯は盆地形状であるため、山裾に家屋が建ち並んでいる。このような山裾部については50mメッシュ内のLP地盤高の平均値が山側の値の影響を受け大きな値となり、山裾の家屋の地盤高が浸水位以下であるにも関わらず、解析結果では浸水せず、適切な評価とならないことが課題として挙げられる。

そこで、山裾部のメッシュについてはメッシュ内の平均地盤高ではなく、山裾部の家屋の地盤高を採用することにより、氾濫計算に用いる地盤高を適切に設定した。このことにより家屋の地盤高を適切に設定することができた。



図-6 円山川流域の山裾部の状況

(2)LPデータを活用した5mメッシュ浸水深図の作成

氾濫解析は50mメッシュ平均地盤高で計算されるため、

局所的な微地形の浸水状況を適切に評価できない。

そこで、5mメッシュLPデータを活用し、50mメッシュ平均地盤高との比高差をとる(図-7)ことにより、より5mメッシュの解像度の浸水深図を作成した(図-8)。このことにより、道路の路面高や宅地地盤高などの微地形による浸水深の差を表現することが可能となり、精度よく浸水域のスムージングを実施することができた。

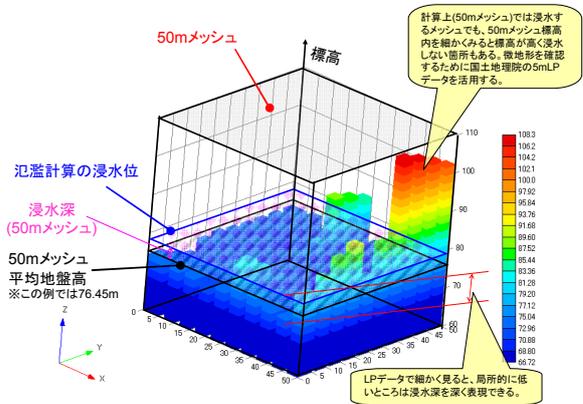


図-7 LPデータを活用した浸水状況の精度向上イメージ



図-8 LPデータを活用した浸水状況の精度向上結果

(3) 現行の浸水想定図との比較

表-3に示すとおり、既往検討に対し、細部地盤高の設定、LPデータを活用した5mメッシュ浸水深図の作成などにより浸水想定区域図の精度向上を図った。

表-3 浸水想定区域図作成条件の比較

項目		既往検討 (現行公表図)	今回検討
地盤高の設定	線地形の地盤高	現地調査により把握	現地調査とLPデータの活用により精度向上
	山裾部の地盤高	LPデータの平均地盤高	LPデータの平均地盤高を基本とするが、山裾部の設定値を精査
浸水深の表示	浸水域のスムージング	計算結果による50mメッシュ浸水深図を用いてスムージングを実施	計算結果とLPデータを活用し、5mメッシュの浸水深図を作成した上でスムージングを実施

確認のため、河道の条件を現行と同じく平成14年3月時点とし、今回、精度向上に取り組んだ項目を反映した浸水想定区域図を作成し、現行の浸水想定区域図と比較した結果を図-9に示す。両者を比較することにより以下の点で精度向上が図れたと言える。

- ①鉄道による線地形の地盤高を境とした浸水深の差が評価できている。(線地形の地盤高設定の精度向上による改善結果)
- ②山裾部の浸水範囲および浸水深の精度が向上している。(山裾部の地盤高設定の精度向上による改善効果)
- ③宅地と水田の浸水深の違いを評価できている。(LPデータを活用した5mメッシュ浸水深図の作成による改善効果)

発は一定程度図られてきたと考えられる。しかし、ハザードマップのもととなる浸水想定区域図は浸水範囲・浸水深を最大包絡したものであるため、ほとんどの避難場所が浸水範囲に存在することとなり、豊岡市では避難情報を発令するにあたり、任意の地点から洪水が発生した場合の情報が不足していることを課題としていた。

(2) 氾濫解析結果を活用した洪水情報提供の検討

上記課題を踏まえて、行政の水防担当者や地区の防災リーダーに、より直感的に洪水情報を伝達することや、避難時の判断材料となる情報が必要と考えられた。

そこで、洪水氾濫シミュレーションの結果を活用して、わかりやすい洪水情報の提供方法について表-4に示す視点で検討した。以下に検討結果の概要を示す。

表4 わかりやすい洪水情報の提供方法

方法①	決壊地点毎の浸水の拡がりを時系列で示した 動画の作成
方法②	氾濫原の浸水深を表示した 横断面の作成
方法③	行政機関や避難施設等の洪水到達時間、最大浸水深の状況を整理した 早引き表の作成

a) 決壊から浸水の拡がりを時系列で示す動画(方法①)

浸水想定区域図は、各地先において最大どの程度の浸水が発生する可能性があるかを把握することができるが、決壊地点毎の最大浸水深を包絡した図面であるため、近傍の決壊地点から氾濫が広がっていく状況をイメージすることは難しい。

そこで、氾濫状況を視覚的に理解できるように、決壊地点毎の浸水の拡がりを時系列で示す動画を作成した(図-10)。

これにより、容易に浸水の拡大状況を把握することができ、事前の学習資料としても活用することができる。

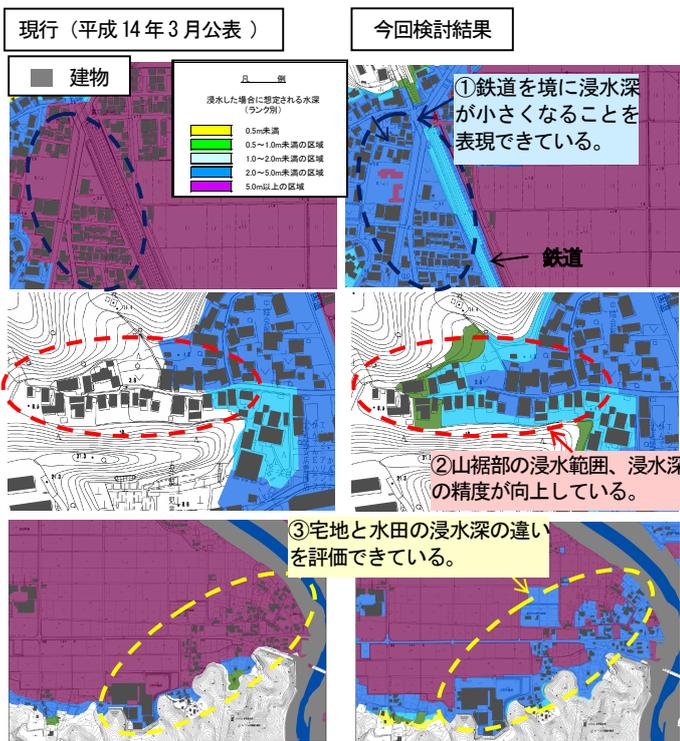


図-9 浸水想定区域図の見直し結果

4. わかりやすい洪水情報の提供方法

(1) 洪水情報の課題

激特事業によるハード対策に加え、流域住民の洪水時避難意識を高めるソフト対策として、これまで豊岡市と連携しながら以下の取り組みを実施してきた。

- ① 橋脚等への水位危険度の表示
- ② 浸水実績図、ハザードマップ、まるごとまちごとハザードマップを活用した危険区域の情報提供
- ③ 河川情報システムの整備による雨量・水位等の情報提供
- ④ 洪水対応演習、体験型講座、防災研修会・学習会を通じた地域住民の防災意識の啓発

こうした取り組みを通じて、流域住民の防災意識啓

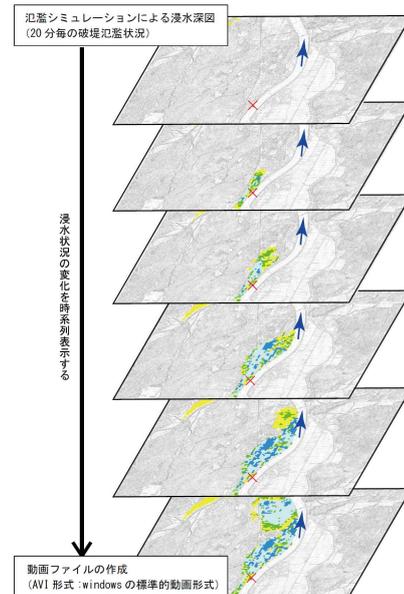


図-10 動画の作成イメージ (15.8k左岸が決壊した例)

b) 横断的な浸水状況を表示した横断面図(方法②)

これまで、浸水想定区域図等により平面的に浸水範囲と浸水深を示すのみであったため、比較するものがなく浸水深を実感しにくい、住民の避難行動につながらないことが考えられた。そこで、流域内の横断的な浸水状況を提供するため、河道横断面測量成果及びLPデータを合成し流域横断面図を作成し、管理区間の任意測線において氾濫水位を表示できるシステムを構築した(図-11)。

これにより、平面的なランク別浸水深より、浸水深が細かくイメージでき、事前の学習資料としても活用することができる。

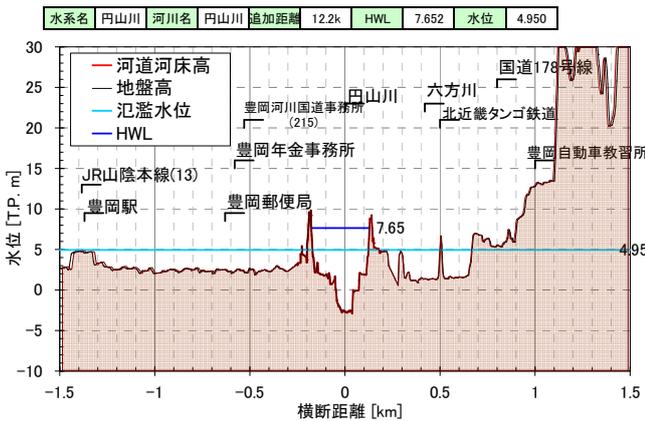


図-11 流域横断面図の作成例 (12.2k)

c) 行政機関や避難施設等の浸水状況を示した早引き表(方法③)

これまでの浸水想定区域図は最大浸水範囲を示したものであり、時間軸が無く、浸水までにどれぐらい余裕があるか分からなかった。しかし、行政機関や避難施設等重要施設について浸水の有無、また、浸水する場合には洪水が到達する時間や浸水深が事前に把握できれば、避難行動に有効な情報になると考えられる。

そこで、氾濫計算結果と行政機関や避難施設等重要施設の位置情報を用いて、当該施設における各決壊地点からの洪水到達時間、最大浸水深の関係を整理した「早引き表」(図-12：豊岡市街地の例)を作成した。早引き表には表-5に示す3つの情報を掲載した。

これにより、避難場所の選定など、事前に浸水状況に応じた対応について検討することができる。

表-5 早引き表に掲載する情報

T 1	決壊から洪水に到達するまでの時間(分)
T 2	決壊からピーク流量を迎えるまでの時間(分)
H	到達する最大浸水深(m)

5. まとめ及び今後の課題

今後は、これまで取り組んできたソフト対策を継続することに加え、今回作成した浸水想定区域図をもとに豊岡市が主体となる洪水ハザードマップの作成を支援するとともに、本報告で取り上げた洪水情報提供ツールを豊岡市と連携して検証を行い、よりわかりやすく活用しやすいものに改善していく予定である。

また、市街地が位置する豊岡盆地は内水被害も大きな課題であるため、内水による浸水状況の精度向上や情報提供のあり方について豊岡市と連携し検討していく必要がある。

なお、現在「浸水想定区域図作成マニュアル」(以下「マニュアル」という)の改定作業が行われており、その中で浸水想定区域図の作成手法の高度化が示されている。今回作成した浸水想定区域図は、5mメッシュの浸水深図の作成、浸水深の4段階表示、浸水到達時間の表示などは現時点のマニュアル改訂案に対応した内容となっているが、今後、マニュアルの改定内容を踏まえた更新を行う必要がある。

施設名	平均地盤高	決壊地点										
		12k0	12k2	12k4	12k6	12k8	13k0	13k2	13k4	13k6	13k8	14k0
豊岡健康福祉センター	3.91	-	-	-	-	-	-	0分	0分	0分	0分	-
県豊岡総合庁舎	2.7	0分	0分	0分	20分	40分	40分	1時間0分	40分	40分	1時間0分	1時間40分
豊岡市役所	2.97	20分	0分	20分	40分	20分	20分	20分	20分	20分	40分	1時間20分
国土交通省豊岡河川国道事務所	2.79	0分	-20分	0分	0分	20分	20分	40分	20分	20分	40分	1時間20分
国土交通省豊岡出張所	5.00	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	20分	40分
豊岡南警察署	3.75	2時間40分	2時間40分	3時間20分	2時間40分	1時間0分	1時間0分	1時間0分	40分	40分	1時間0分	1時間0分
豊岡市消防本部	3.31	2時間0分	2時間0分	2時間40分	2時間20分	1時間20分	1時間0分	1時間0分	40分	20分	40分	40分

※1) 上段：決壊時刻から当該時刻に洪水が到達する時間T1(分)、中段：決壊からピーク流量を迎えるまでの時間T2(分)、下段：到達する最大浸水深H(m)
 ※2) 赤字は、浸水深が最も大きくなる決壊地点からの最大浸水深

図-12 豊岡市街地を例とした早引き表