

平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨を教訓とした 五十嵐川等における今後の治水対策

Future flood control measures of Ikarashikawa-river learned from the
Niigata-Fukushima heavy rain in July 2011.

酒井公生¹・眞間修一²・加藤敢士³・竹村仁志²・橋口泰三⁴・清治雅泰³・関基⁴

Kimio SAKAI, Shu-ichi MAMA, Kanji KATO, Hitoshi TAKEMURA, Taizo HASIGUCHI,
Masayasu SEIJI and Motoi SEKI

¹正会員 新潟県土木部河川管理課 (〒950-8570 新潟市中央区新光町 4-1)

²正会員 八千代エンジニアリング株式会社大阪支店 (〒540-0001 大阪市中央区城見 1-4-70)

³新潟県土木部河川管理課 (〒950-8570 新潟市中央区新光町 4-1)

⁴正会員 八千代エンジニアリング株式会社総合事業本部 (〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12)

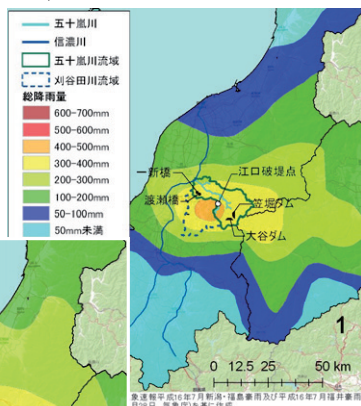
This time, the damage in the section (downstream Ikarashigawa, Kariyatagawa) of river improvement after heavy rain in July 2004 was small. But, in the upstream and tributaries, Dike breaks and Overtoppings has occurred. From a damaged situation like this, analyzed the mechanism of disaster, and verified the flood control measures which were conducted after July 2004. Examined the disaster rehabilitation policy at Ikarashikawa-river, Kakuma-river and Siotani-river. This time, rainfall was more than the scale of the plan. As a countermeasure to excess flood, were studied hard measures and soft measures.

Key Words : flood control, flood defense, Excess flood, Damaged revetment, Balance of upstream and downstream

1. まえがき

平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨は、総雨量が約 1,000mm を超過した地域があるなど、平成 16 年 7 月豪雨を上回る規模で中越地方を中心に水害をもたらした。

【H.16.7.12~13 降雨】



【H.23.7.27~30 降雨】

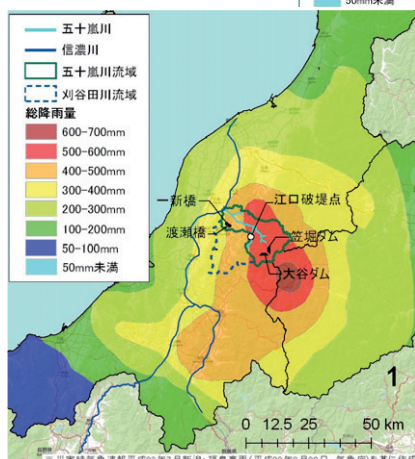


図-1 新潟・福島豪雨分布と五十嵐川・刈谷田川¹⁾

本報告は、特に甚大な被害を生じた五十嵐川等を対象に、平成 16 年 7 月豪雨対策の効果の検証と二山型となった今回洪水の新たな課題を抽出し、新潟県管理河川における今後の治水対策の方向性を検討したものである。

今回、平成 16 年 7 月豪雨後に治水対策を実施した五十嵐川、刈谷田川の下流市街地では、一部で氾濫危険水位を超えたり堤防満杯となったが、越水氾濫被害はほとんど生じなかった。一方、上流や支川では破堤・越水により、沿川集落が被災した。このような今回豪雨による本支川・上下流の被災特性を踏まえ、平成 16 年 7 月豪雨対策の効果検証、被災メカニズム分析を行い、特に被害が甚大であった五十嵐川及び支川の鹿熊川、刈谷田川の支川塩谷川の復旧方針を検討した。さらに、今回豪雨が計画雨量を大きく越えたことから、ハード・ソフト両面で超過洪水対策を検討した。

本報告では、特徴的な被害が発生した三条市街を貫流する五十嵐川における検討を中心にとりまとめた。

2. 平成 23 年 7 月豪雨の特徴

(1) 降雨の特徴

今回降雨(7月27日~30日の96時間)と平成16年7月豪雨(7月12日~13日の24時間)の総降雨量分布を、図-1に示す。新潟県の半分を占める広範囲で継続した今回降雨の特徴は、次の3点である。

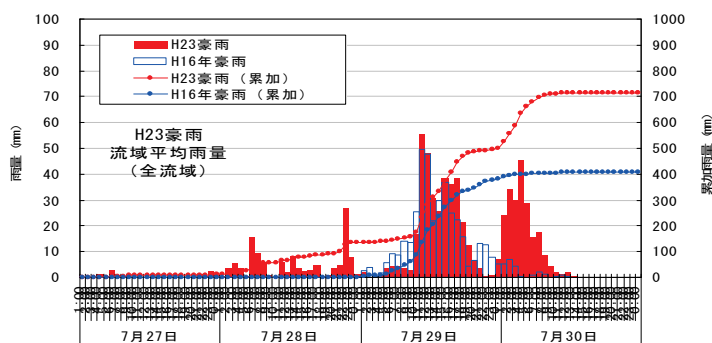


図-2 五十嵐川流域平均雨量 (H. 23, H. 16)

表-1 平成23年7月豪雨時の新潟県の被害状況^②

区 分		平成23年7月 新潟・福島豪雨		平成16年7月 新潟・福島豪雨
豪雨の概要	累計雨量	1,006ミリ	2.1倍	489ミリ
	時間雨量	120ミリ	1.6倍	73ミリ
災害救助法適用市町村		15市町	5.0倍	3市(合併後の換算)
人的被害	死者	4人	0.3倍	15人
	行方不明者	1人	—	0人
	重軽傷者	13人	0.2倍	82人
建物被害	住宅被害	9,590棟	0.7倍	13,889棟
	非住宅被害	5,638棟	0.8倍	7,189棟
避難者数(最大時)		9,088人 (H23. 7. 30)	0.5倍	18,700人 (H16. 7. 14)
避難勧告等発令		16市町 149,686世帯	1.1倍 4.9倍	15市町村(合併後) 30,700世帯

表-2 平成23年7月豪雨の被害状況^③

対象		被害			
		住家被害(棟)			
		全壊	半壊	床上浸水	床下浸水
県全体		41	808	1,101	7,568
市町別	長岡市	4	36	198	1,951
	三条市	10	400	13	1,518
	南魚沼市	3	1	387	1,225

注：市町村別データについては、床下浸水1,000棟以上の市町村を抽出

- ・二山型：ほぼ同規模降雨の繰り返し (図-2)
- ・広域型：県の広範囲で総雨量500mmを超過(図-1)
- ・豪雨・長時間型：平成16年7月豪雨の約1.5倍の累計雨量となり、三条市の笠堀ダムでは約1,000mm、十日町市では120mm/hrを観測

五十嵐川流域では、2日雨量が651.8mm/2dayと既往最大となった(第二位は昭和53年417.1mm、第三位は平成16年400.5mm)。今回豪雨を加えた降雨解析の結果、今回豪雨は2日雨量で概ね1/270年確率となった。

(2) 新潟県域の被害の概況

今回豪雨を平成16年7月豪雨と比較すると、表-1に示すとおり、降雨規模は2倍前後、避難勧告発令対象世帯は約5倍であった。しかし、市街地での破堤氾濫が生じなかった事などにより、人的、建物被害は前回は下回った。

今回豪雨により、信濃川本川の荒町、帝石橋、支川五十嵐川の荒沢、支川刈谷田川の見附の水位観測所で既往最大流量を観測した。氾濫危険水位(レベル4水位)を超過した河川が、国管理河川で3河川6観測所、県管理河川

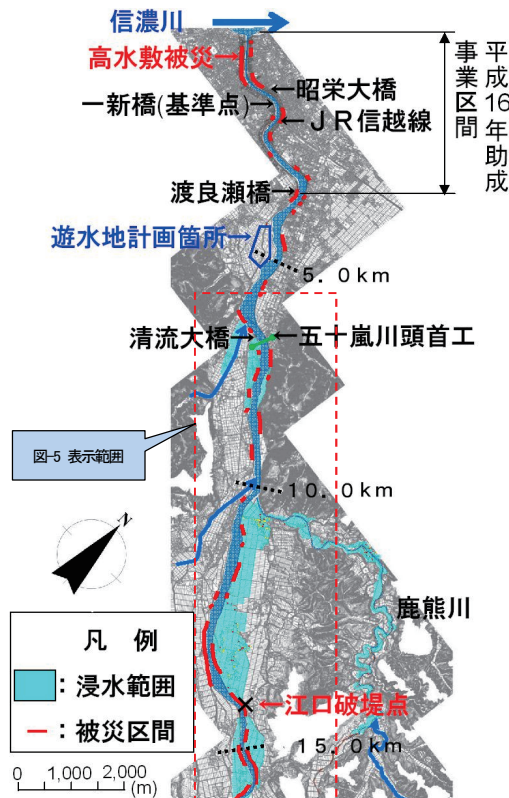


図-3 五十嵐川の被災状況と主要地点



写真-1 五十嵐川下流左岸の高水敷被災(図-3 参照)



写真-2 五十嵐川上流右岸・江口破堤箇所(図-3 参照)

では阿賀野川、五十嵐川、破間川など14河川17観測所に及んだ。県内の被害概況について、表-2に示す。

3. 五十嵐川の被害発生状況

(1) 被害の概況

平成16年7月13日洪水では、五十嵐川で1地点(三条市街地)、刈谷田川で8地点の破堤が生じた。平成23年7月洪水では、破堤は五十嵐川の1地点(上流郊外)に留まった(図-3参照)。

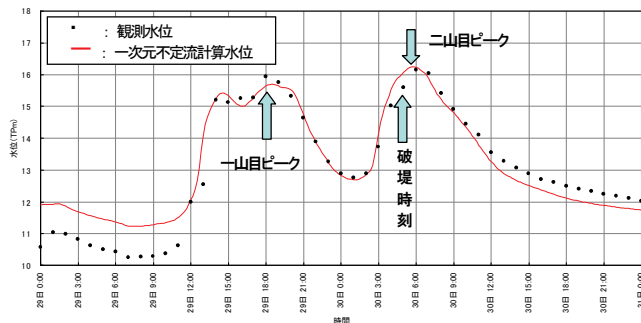


図-4 五十嵐川・渡良瀬橋水位 (H. 23 年 7 月 29～30 日)

しかし、五十嵐川では全川にわたり護岸等の施設被害(写真-1)が数多く発生した。平成 16 年豪雨後に改良した助成事業区間(下流約 4km 区間)では HWL を越え堤防満杯で流下する状態となった。これより上流区間では、平成 16 年を上回る規模の出水により、破堤(写真-2)、越水による浸水、河岸決壊による住家、県道の流出が発生した。

(2) 洪水の特徴

五十嵐川下流の渡良瀬橋(図-3)観測水位を、図-4 に黒点で示す。ハイトグラフは一山目>二山目の関係(図-2)であったが、笠堀ダム、大谷ダムの調節でハイドログラフは二山目が大きくなった。この結果より、一山目(29 日 18:00)では越水被害で収まったが、二山目(30 日 5:00)ピーク付近で江口地点が破堤し、浸水被害が拡大したと推定した。

(3) 被災流量の推定

a) 氾濫戻し条件

被災流量を次のモデルにより推定した。その結果、一新橋は約 2,620 m^3/s (推定値)となった。

① 解析手法：貯留関数法

② 流域分割：ティーセン分割法により算出

※対象観測所：前山、枳尾、見附、笠堀、光明山、堂ノ窪、笠堀ダム、大谷、笠堀(国)、吉ヶ平、三条、下条川ダム、宮寄上、梅ノ俣

③ 降雨評価：流域平均雨量

2日雨量 651.8mm/2day (1/270年確率)

b) 氾濫あり条件

氾濫解析モデルを構築し、江口地点の破堤、その他区間での越水による流量低減、及び土嚢積み水防を考慮した場合の被災流量を計算した。

破堤幅、破堤時刻証言、浸水実績で検証した氾濫解析結果(図-5)は、破堤地点下流の渡良瀬橋水位も図-4 に赤線で示すように良く再現できた。その結果、一新橋(基準点)における実績のダム洪水調節、氾濫および越水を考慮した被災時の到達流量を約 2,500 m^3/s と推定した(表-3)。

(4) 五十嵐川の流下能力

被災直後の測量断面から算定した五十嵐川の堤防天端流下能力と、推定した被災流量を図-6 に示す。

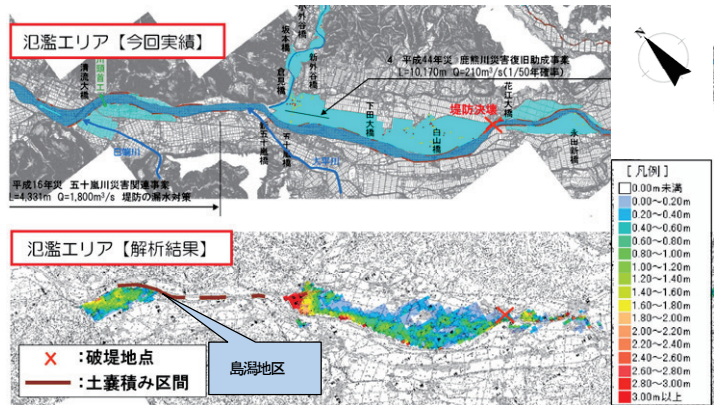


図-5 五十嵐江口地点破堤(×印) 氾濫の再現結果

表-3 五十嵐川の洪水流量一覧

基準 種別	一新橋基準点流量 (m^3/s)	条件	
		洪水調節	破堤越水
平成 23 年 7 月 洪水時流量	2,770	なし	なし
	2,620	実績	なし
	約 2,500 (被災流量)	実績	反映
改良復旧目標 (H.16 整備計画)	1,800	計画(ダム + 遊水地)	なし

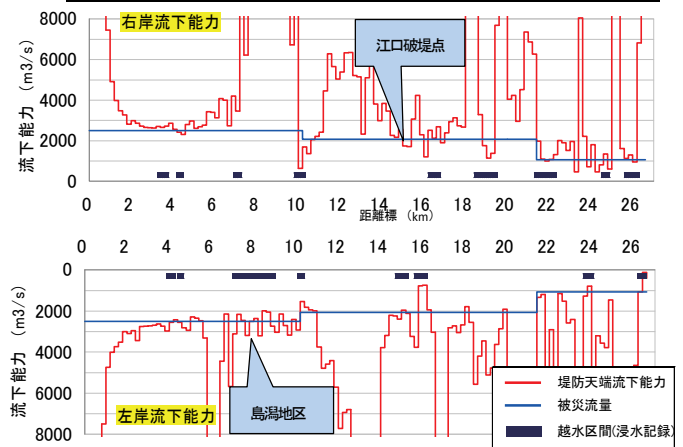


図-6 五十嵐川流下能力と被災流量、越水・破堤箇所

越水実績区間が流下能力不足箇所と一致している事を確認した。

4. 被災メカニズムの分析

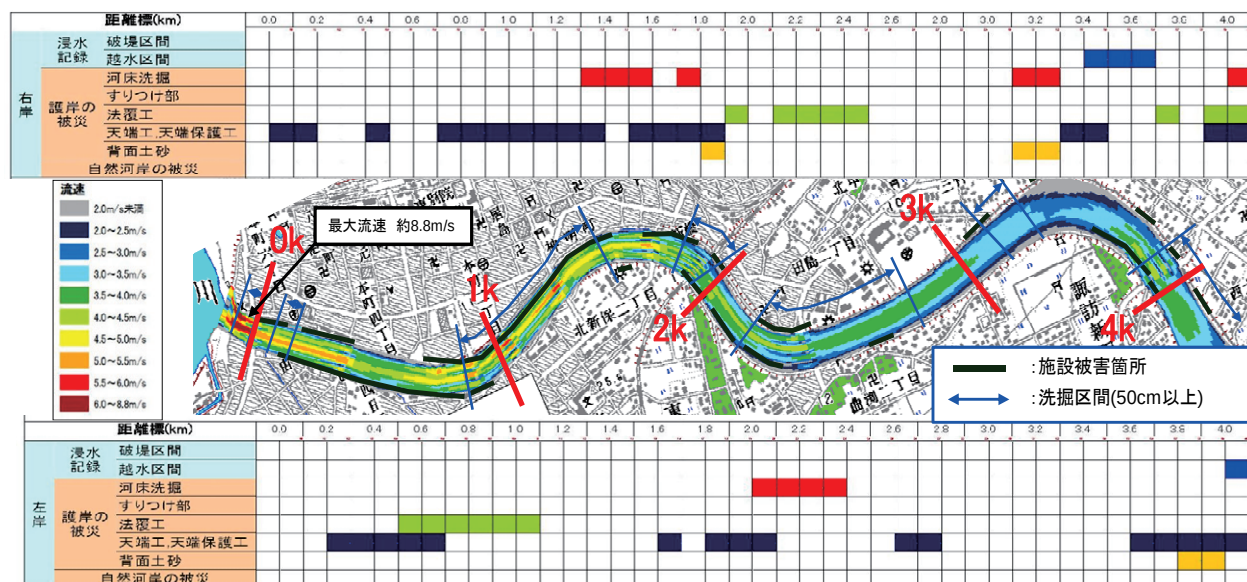
(1) 調査方針

今回洪水では、平成 16 年 7 月豪雨後の河川改修区間およびそれ以外の区間に問わず、現況流下能力を超えた洪水により多くの施設被害が生じた。

この原因として、急勾配・蛇行等の河道特性、長時間継続の洪水外力特性、河床の土質特性などに着目して影響程度を調査する方針とした。

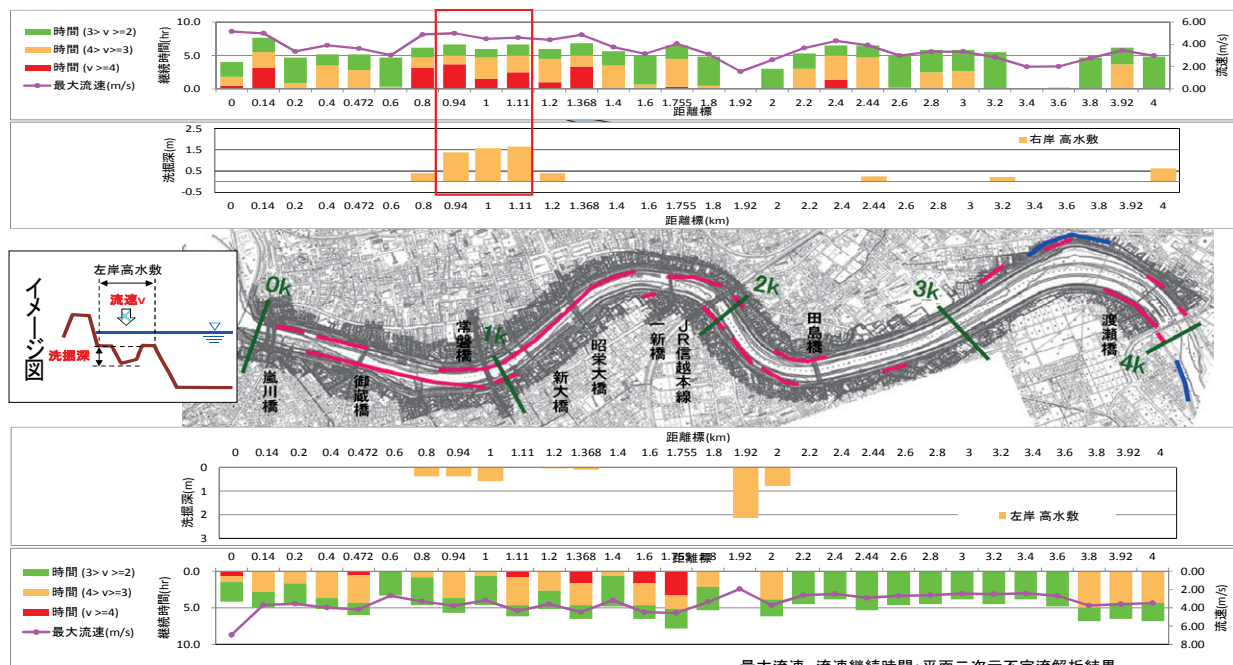
(2) 流速最大値および高流速継続時間

五十嵐川下流部は、合流先となる信濃川の水位の影響を受ける低下背水区間である。今回洪水でも五十嵐川下流の水位上昇時には、信濃川の水位は低い状況にあり、約 5m の水位差の影響により、五十嵐川下流部で高流速が



【平面二次元不定流計算】 計算条件: 流量(H23豪雨再現流量)、下流端: 信濃川荒町水位+0.1m、上流端: 5.8k、計算断面: 平成16助成事業施工断面、粗度係数: 0.03

図-7 五十嵐川下流部の流速分布と被災箇所



最大流速、流速継続時間: 平面二次元不定流解析結果

洗掘深: H.16助成計画断面とH.23被災後測量断面の比較算出

図-8 五十嵐川下流部の流速継続時間と高水敷洗掘深

表-4 H.16設計時とH.23洪水実績による護岸設計流速の比較

	不等流計算から求まる平均流速	補正係数	設計(代表)流速
H16年護岸設計における設計流速 (1800m ³ /s)	2.55(m/s)	1.6	4.07(m/s)
H23年被災時における推定流速 (2500m ³ /s)	3.17(m/s)	1.6	5.07(m/s)

(3) 地質・土質分布

昭栄大橋(図-3)付近の河道では、被災直後の測量により、河床が約5m洗掘された状況が確認された。図-9で特徴的なように周辺より洗掘深が極端に大きい状況であったことから、周辺の地質、土質情報を整理した。水害地形分類図からは旧川付近に位置することが分かり、洗掘メカニズムに関わる特徴を次のとおり整理した。

①初期河床付近に腐植物混じりの土層が残存し、洗掘さ

発生した可能性が高い。また、下流区間は河道の蛇行により、局所的に高流速の発生の可能性もある。

これらの条件を考慮した平面二次元非定常流況解析の結果、図-7のように、合流部および外岸側を中心に設計流速約4m/s(表-4)を超える高流速が水際・護岸沿いで発生していた。特徴的な点として、一部区間では前後区間の河道線形や橋脚の位置関係により、内岸側で高流速が発生し、護岸の被災要因となっていたと推定される。

また、一次元不定流計算結果より、流速ごとの継続時間を算出し図-8に示した。洗掘深の大きい区間については、相対的に高流速の継続時間が長い傾向が見られ、被害規模を拡大した一因と考えられる。

れやすい状態にあった可能性が推定される。

②洗掘の下げ止まりとなった標高 T.P.0.0～1.0m 付近には、N値40以上の締まりの良い粗砂が分布した。

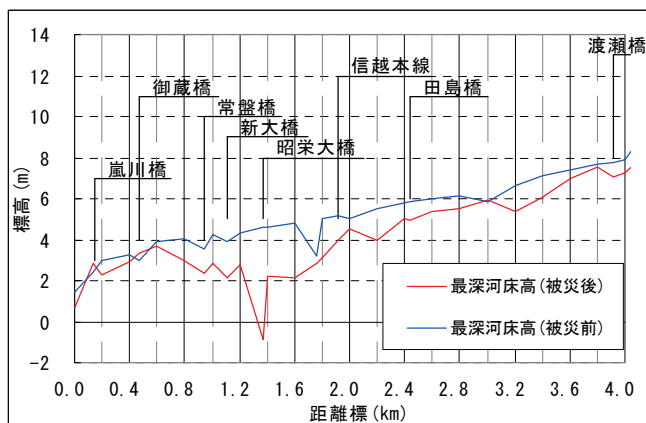


図-9 五十嵐川の河床洗掘状況

5. 平成16年7月豪雨対策の効果と課題

(1) 平成16年7月豪雨対策の概要

五十嵐川では、一新橋基準点の計画高水流量を $1,800\text{m}^3/\text{s}$ と設定し、助成区間3.9kmにおいて築堤を含む河道改修を実施した。

刈谷田川では、見附基準点の計画高水流量を $1,550\text{m}^3/\text{s}$ と設定し、本川20.3km、支川2.2kmの河道改修と6箇所の遊水地群を整備した。

(2) 平成16年7月豪雨対策の効果

a) 五十嵐川

今回洪水は二山波形の計画を上回る洪水であったが、五十嵐川では、笠堀・大谷ダムの洪水調節により一山目の流量低減を的確に行い(図-10, 11)、約 $700\text{m}^3/\text{s}$ (計算推定値)を低減した。二山目の洪水調節機能が失われた状況下で、平成16年7月水害で甚大な破堤・浸水被害を受けた市街地部を一部越水は生じたが、河道改修の効果により満杯で流下させ河川の氾濫から守ることができた。

b) 刈谷田川

新たに整備した刈谷田川遊水地は、見附基準点において、ダム調節後流量 $1,750\text{m}^3/\text{s}$ (調節前 $1,850\text{m}^3/\text{s}$)に対し、約 $180\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節効果を発揮した(写真-3)。

(3) 新潟県版アクションプランの効果と課題

a) アクションプランの概要

新潟県は平成16年7月水害を踏まえ次の新潟県版・緊急アクションプランを策定し、取組を進めてきた。

- I：行政機関の防災体制の充実
- II：住民の防災意識の向上
- III：河川管理施設の機能の維持向上

b) 今回豪雨での課題

今回豪雨で明らかとなった主な課題を示す。

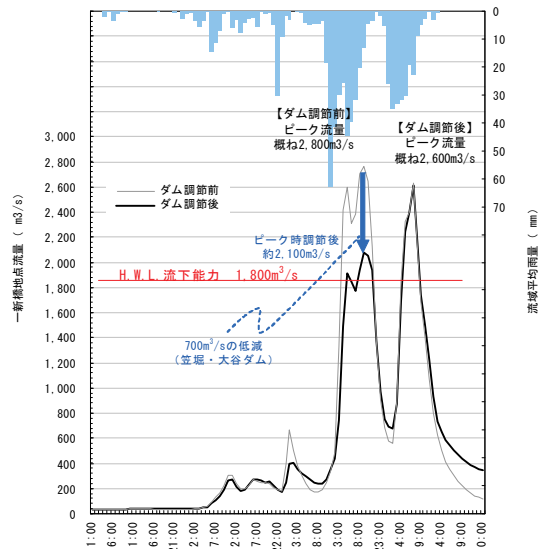


図-10 五十嵐川・一新橋基準点のダム調節効果(破堤越水なし)

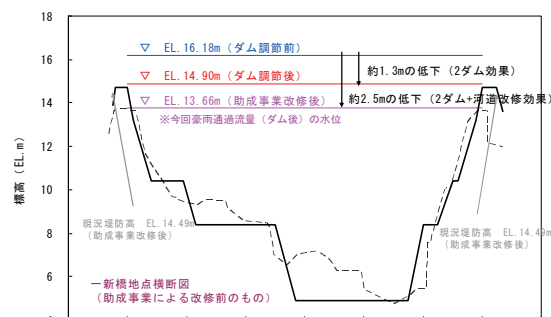


図-11 五十嵐川・一新橋基準点のダム調節効果(一山目)

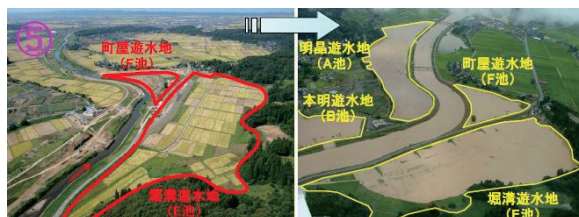


写真-3 刈谷田川遊水地湛水状況(右は7月30日14時ころ)

①河川防災情報システムの課題：今回豪雨が広域かつ計画を上回るものであったことから、河川防災情報システムのアクセス数増加に伴う接続障害が発生した。また、一部河川の水位計が故障し、水位状況が把握不能となった。

②地域防災および意識に関する課題：島潟地区(図-5)では、越水による堤防裏のり侵食が一部で生じたが、約2kmの土嚢積で浸水範囲を約半分に抑えた。しかし、高水位状態が長時間続いたため、水防資機材の不足、他地区の状況把握不能などの課題が生じた。また、五十嵐川下流では、避難せずに堤防上で満杯の河川を見物(写真-4)する様子も見られた。



写真-4 五十嵐川下流堤防満杯時

(4) 平成 16 年豪雨対策における反省点

a) 平成 16 年 7 月豪雨対策時の改修方針

流下能力向上策として、五十嵐川の河口～1km 区間(河川区域内に家屋連担)では家屋補償を伴う引堤を実施したが、1km～4km 区間では現況堤防法線を優先し、堤防嵩上げや高水敷切下げ等、河道を深くする手法を選択した。この結果、今回洪水が堤防満杯で流下したことも影響し、洪水流下時の水深が大きくなり、河床せん断力が水深に対応して増加し侵食を拡大する要因となった。

b) 平成 16 年 7 月豪雨対策時の設計方針

水中施工と土工事の少ないタレ式護岸を湾曲に関係なく採用し、タレ長さは洗掘実績から 1m に設定した。約 4m/s の設計流速(表-4)を超過した区間(図-7)では、めくれ、流出などの被災が多く発生した。

6. これからの治水対策のあり方について

(1) 基本的な考え方

a) レベルに応じた治水対策の必要性

五十嵐川では、短期間に計画規模を超える豪雨と堤防満杯流量を 2 度経験した。これより、超過洪水時においても、氾濫リスクを低減し人命を守る観点から本支川及び上下流の治水バランスを考慮し、ハード・ソフト対策による多重防御で被害を軽減する必要がある。

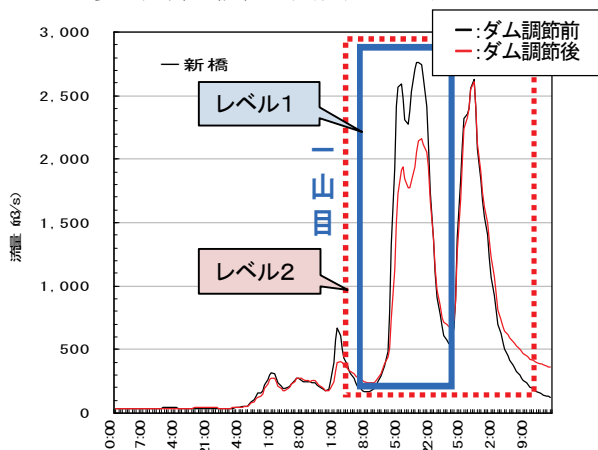


図-12 五十嵐川のレベル1、レベル2洪水のイメージ(被災時)

b) 新潟県版レベル1、2洪水

新潟県版レベル1洪水とは、治水計画で計画目標とする豪雨により生じる洪水とする。新潟県が管轄する河川では、100 年以下で設定している。今回豪雨に対する復旧方針は、新潟県版レベル1洪水に対する計画である。

新潟県版レベル2洪水とは、計画目標を大幅に超える豪雨により生じる計画高水位を超える洪水とする。五十嵐川で、二山目を含む今回洪水が該当する。この段階でも被害を軽減できる対策を講ずるものである(図-12)。

(2) レベル1洪水における治水対策

a) ハード対策

計画を上回る二山波形の洪水に対するハード対策構築

にあたっては、本支川・上下流の治水バランスを考慮した目標設定や治水対策が重要となる。上下流、本支川バランスについては、計画高水の流量配分を元に、河道形態(堤防有無)、背後地の重要度、被災履歴、河道水理特性(水衝部)等を考慮する。また、谷底平野部を流下する河川では、氾濫特性を考慮し、資産分布、土地利用から守るべきものを明確にし、上下流バランスなどを考慮した治水対策を検討する。

五十嵐川では、既設ダム嵩上げ、遊水地新設(図-3)により流出量を抑制すると共に、河道改修によりレベル1洪水を H.W.L 以下で流下させる改良復旧方針を採用した。

b) ソフト対策

今回水害は、平成 16 年 7 月水害後 7 年が経過し、防災に新たな視点で向き合う時期に当たる。今までに取り組み、今後さらに追加する対策が災害時に機能するように、関係する主体が連携・調整し、適切な役割分担のもと、具体的な対策(アクションプログラム)を策定していく枠組みとして、「ソフト対策連絡会(仮称)」を設立する。

また、島潟地区でも効果が見られた水防活動については、レベル2洪水での活動範囲の広域化を考慮し、市町村間、企業等の連携を検討する。

(3) レベル2洪水における治水対策

被災メカニズムや課題を元に、次の対策を検討する。流速継続時間の設計への反映は、今後の課題とした。

a) 河川における対策(「粘り強い堤防」を目標)

I : 有堤部で資産が集積する区間での堤防余裕高部分の侵食対策(五十嵐川下流部水衝部を想定)

II : 護岸施設設計での堤防満杯時流速設定(有堤部、資産集積する五十嵐川下流部を想定)

b) 流域における対策

支川の霞堤保全による氾濫水の早期排水、水防拠点整備、観測施設の二重化等整備、洪水予測精度向上、内水対策の連携推進。

謝辞：本報告は、玉井信行金沢学院大学大学院教授を委員長とする「平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨対策検討委員会」における検討成果に基づきまとめたものです。貴重なご助言、ご指導をいただいたことにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 災害時気象速報平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨(平成 23 年 9 月 気象庁)、同・平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨
- 2) 平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨の新潟県 調査結果(速報)について 平成 23 年 11 月 22 日
- 3) 新潟県報道資料 平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨による被害状況について(速報第 32 報 平成 23 年 12 月 28 日)
- 4) 平成 23 年 7 月新潟福島・豪雨を教訓とする今後の治水対策のあり方について【提言(案)】平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨対策検討委員会

(2012.4.5 受付)