

今後の堤防管理に関する技術検討会 検討会とりまとめ資料

今後の堤防管理

滋賀県 土木交通部 流域政策局

目次

1. 台風18号出水の降雨特性
2. 台風18号出水での堤防被災の特徴
3. 今後の堤防管理の課題
4. 現状の河川整備・維持管理
5. 今後の堤防管理

1 台風18号出水の降雨特性

- 1.1 平成25年台風18号による大雨について
- 1.2 平成25年台風18号での滋賀県下の降雨の特徴
- 1.3 平成25年台風18号による滋賀県降雨の確率評価

1-1 平成25年台風18号による大雨について

概要

9月13日に小笠原近海で発生した台風第18号は、日本の南海上を北上し、大型の勢力を保ったまま16日8時前に愛知県豊橋市付近に上陸した後、本州中部を北東に進んだ。

この台風を取り巻く雨雲や湿った空気が次々と流れ込んだため、大阪管内では近畿地方北部と中部や紀伊半島南部を中心に記録的な大雨となった。このため、16日5時05分に京都府と滋賀県に大雨特別警報を発表した。

降り始めの9月14日21時から16日24時までの総雨量は、奈良県上北山村小椋で548.0mm、天川で534.5mm、和歌山県田辺市護摩壇山で487.5mm、那智勝浦町色川で486.5mm、滋賀県高島市朽木平良で494.5mm、京都府綾部市陸寄町で353.5mm、大阪府能勢で321.0mm、兵庫県南あわじ市南淡で315.0mm、徳島県阿南市蒲生田で437.5mmを観測するなど各地で記録的な大雨となった。また、台風による最大瞬間風速は、16日5時12分に兵庫県神戸市で北北西の風38.3m/sを観測するなど各地で暴風が吹いた。

この台風の影響で、大阪管内では死者が滋賀県で1人、行方不明者が兵庫県で1人、負傷者が滋賀県で5人、京都府で4人、大阪府で2人、兵庫県で5人、奈良県で1人、和歌山県で4人出た。また、住宅の全壊が1棟、一部損壊が21棟、床上浸水が938棟、床下浸水が3541棟の被害が発生した(消防庁調べ:9月17日20時30分現在)。

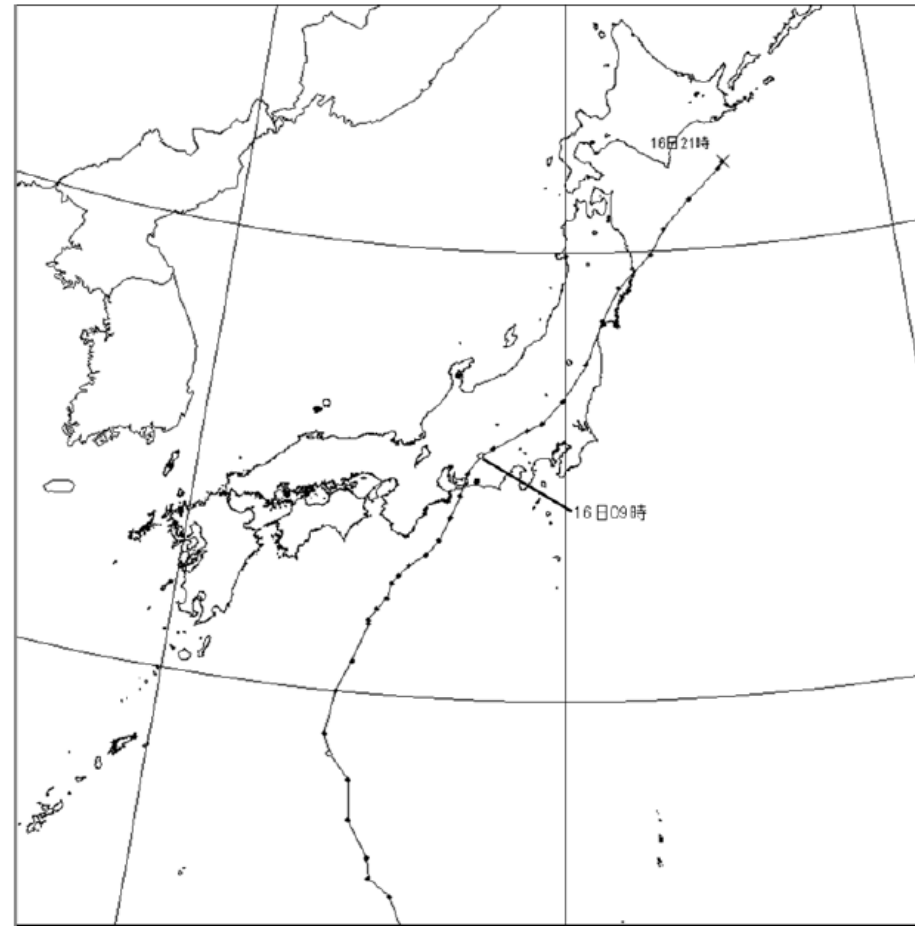


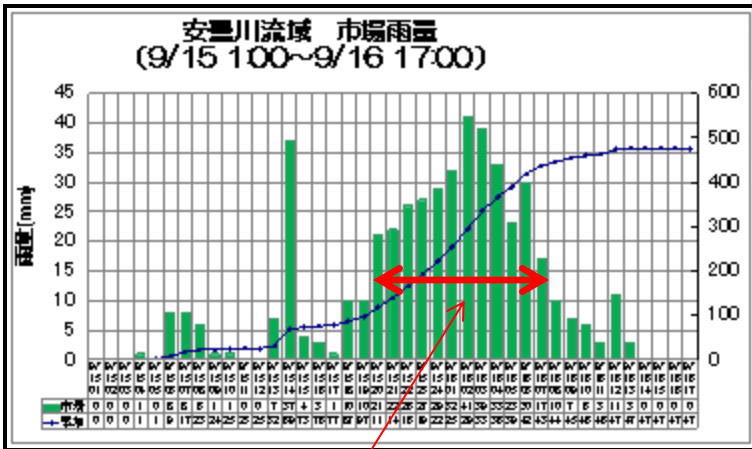
図 台風18号経路図(速報)

平成25年9月18日12時現在

気象速報 大阪管区气象台

1-2 平成25年台風18号での滋賀県下の降雨の特徴

30mm/hr程度の雨が長時間降り続いた結果、総雨量が非常に大きい降雨となった



20~30mm/hr程度の雨が10時間以上降り続いた

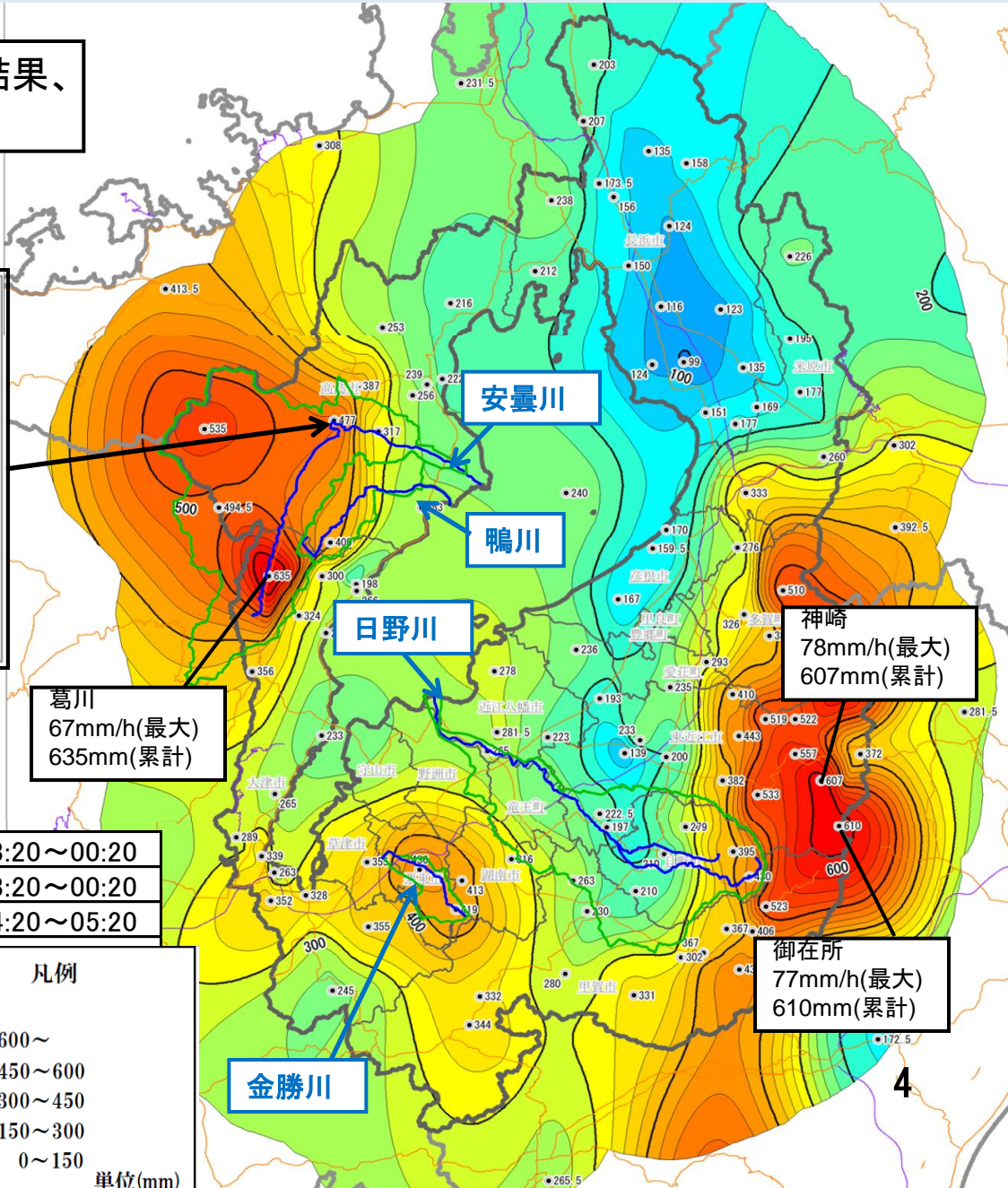
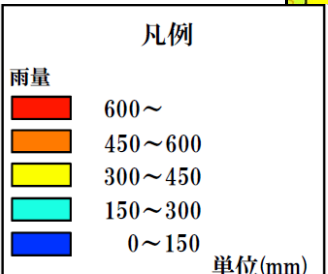
葛川
67mm/h(最大)
635mm(累計)

神崎
78mm/h(最大)
607mm(累計)

御在所
77mm/h(最大)
610mm(累計)

表 滋賀県下で降雨量が大きかった地点

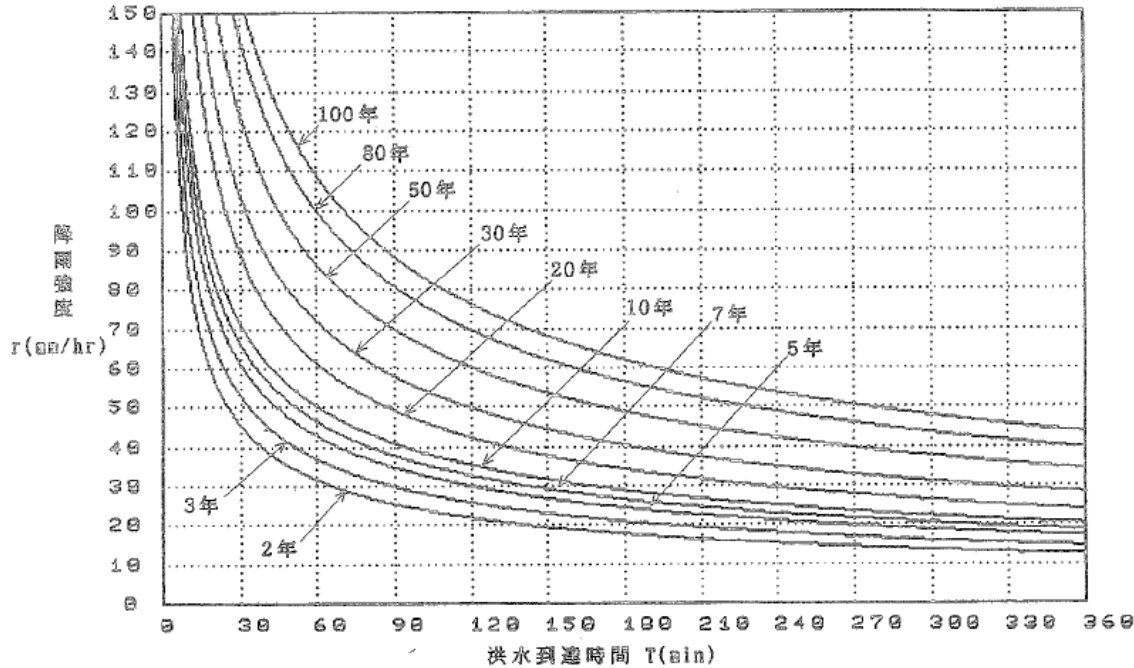
最大時間雨量 (mm/h)	78	神崎(東近江市)	9/15 23:20~00:20
	77	御在所(東近江市)	9/15 23:20~00:20
	67	葛川(大津市)	9/16 04:20~05:20
最大累計雨量 (mm)	635	葛川(大津市)	
	610	御在所(東近江市)	
	607	神崎(東近江市)	



1-3 平成25年台風18号による滋賀県降雨の確率評価(1)

滋賀県下の降雨状況について発生確率規模を評価した。
 確率規模の算定にあたっては、滋賀県降雨強度曲線(滋賀県での過去の降雨資料を基に確率処理により作成)を採用。

滋賀県降雨強度曲線



滋賀県降雨強度式

降雨強度式

100年 $r = \frac{818.6}{t^{0.5} - 0.2250}$	80年 $r = \frac{738.6}{t^{0.5} - 0.3539}$	50年 $r = \frac{638.0}{t^{0.5} - 0.3590}$
30年 $r = \frac{523.7}{t^{0.5} - 0.4547}$	20年 $r = \frac{441.3}{t^{0.5} - 0.5372}$	10年 $r = \frac{383.4}{t^{0.5} - 0.1246}$
(時間雨量50mmに相当)		
7年 $r = \frac{351.6}{t^{0.5} - 0.1855}$	5年 $r = \frac{321.0}{t^{0.5} - 0.2472}$	3年 $r = \frac{273.0}{t^{0.5} - 0.3480}$
2年 $r = \frac{229.6}{t^{0.5} - 0.4584}$		

1-3 平成25年台風18号による滋賀県降雨の確率評価 (2)

確率評価の考え方

- ・各地点の降雨実績から時間別の平均降雨強度を算出。
- ・滋賀県降雨強度式と照らし合わせて確率規模を評価。

表 鴨川ガリバー地点雨量の確率評価

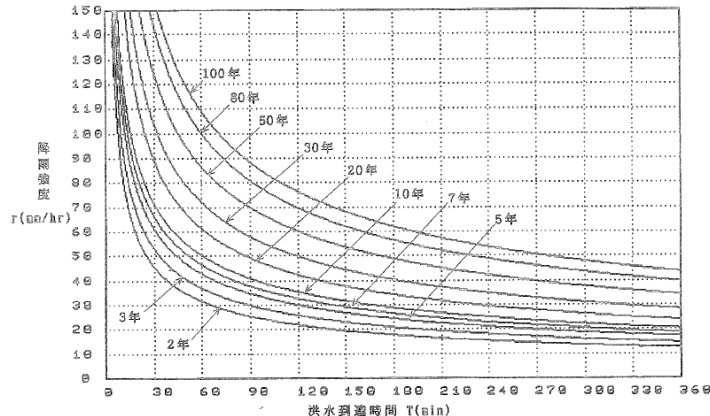
時間毎雨量	鴨川		
	ガリバー地点		
	雨量(mm)	平均降雨強度	確率評価
	(mm)	(mm/h)	(年)
1時間雨量	39	39	3~5年確率
3時間雨量	102	34	10~20年確率
6時間雨量	183	31	30~50年確率
12時間雨量	304	25	50~80年確率
24時間雨量	388	16	30~50年確率

台風18号での観測雨量をプロット

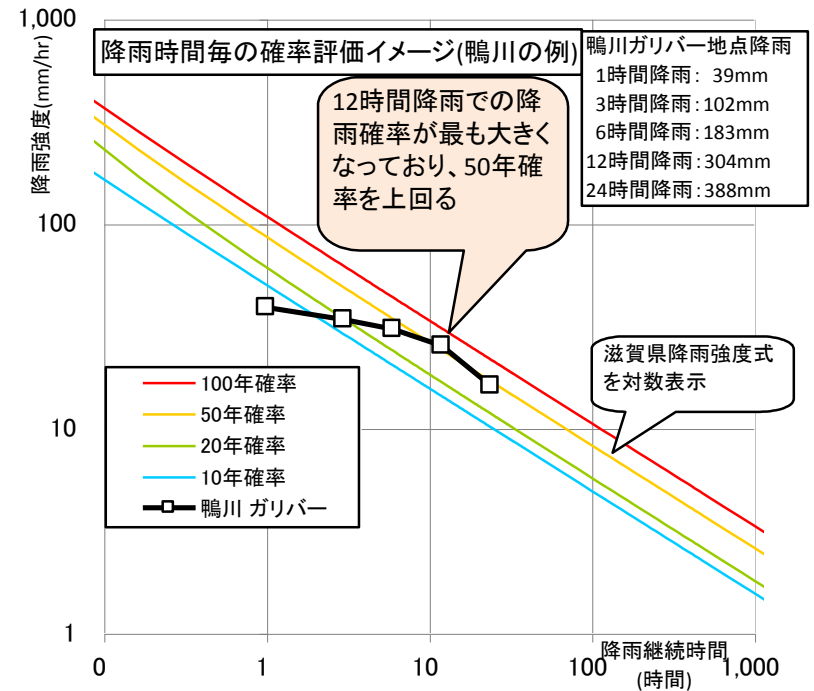


滋賀県降雨強度式

滋賀県降雨強度曲線



対数軸表示



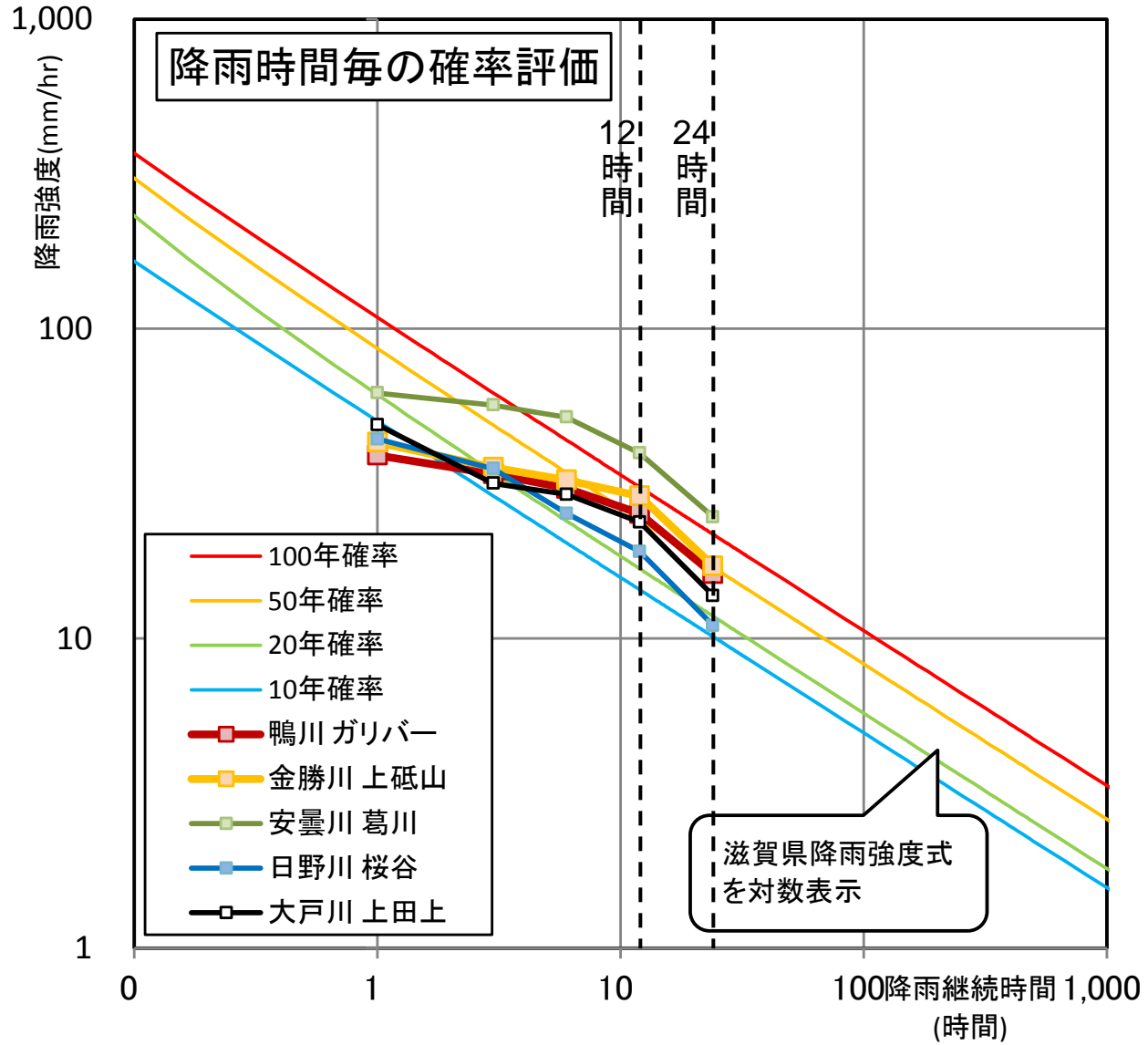
滋賀県降雨強度式に基づく確率評価

1-3 平成25年台風18号による滋賀県降雨の確率評価 (3)

被害が甚大であった5河川を対象に降雨時間毎の発生確率規模を評価

長時間降雨(特に12時間降雨)で20年~100年に1回規模の非常に大きな降雨となっている(整備計画規模を上回る確率)

台風18号降雨の特徴は「雨雲が停滞し、30mm/hr程度の雨が長時間継続した降雨」といえる



1-3 平成25年台風18号による滋賀県降雨の確率評価 (4)

被害が甚大であった5河川を対象に降雨時間毎の発生確率規模を評価

長時間降雨(特に12時間降雨)で20年～100年に1回規模の非常に大きな降雨となっている(整備計画規模を上回る確率)

台風18号降雨の特徴は「雨雲が停滞し、30mm/hr程度の雨が長時間継続した降雨」といえる

表 代表的な被害河川での時間別降雨量と確率評価

地点		1時間雨量	3時間雨量	6時間雨量	12時間雨量	24時間雨量	1時間雨量	3時間雨量	6時間雨量	12時間雨量	24時間雨量
		雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	確率	確率	確率	確率	確率
鴨川	ガリバー	39	102	183	304	388	3～5年確率	10～20年確率	30～50年確率	50～80年確率	30～50年確率
	勝野	22	63	110	207	241	2年確率未滿	3～5年確率	5～7年確率	20～30年確率	7～10年確率
金勝川	上砥山	43	107	195	346	412	5～7年確率	20～30年確率	30～50年確率	80～100年確率	50～80年確率
	観音寺	49	114	169	332	394	7～10年確率	20～30年確率	20～30年確率	50～80年確率	30～50年確率
安曇川	葛川	62	170	311	476	592	20～30年確率	80～100年確率	100年確率超過	100年確率超過	100年確率超過
	市場	41	113	201	340	449	3～5年確率	20～30年確率	30～50年確率	80～100年確率	50～80年確率
日野川	桜谷	44	106	152	229	264	5～7年確率	20～30年確率	20～30年確率	20～30年確率	10～20年確率
	蒲生	29	63	88	138	177	2年確率未滿	3～5年確率	3～5年確率	3～5年確率	3～5年確率
大戸川	上田上	49	95	175	285	330	7～10年確率	10～20年確率	30～50年確率	30～50年確率	20～30年確率
	信楽	41	90	130	256	320	3～5年確率	10～20年確率	10～20年確率	30～50年確率	20～30年確率

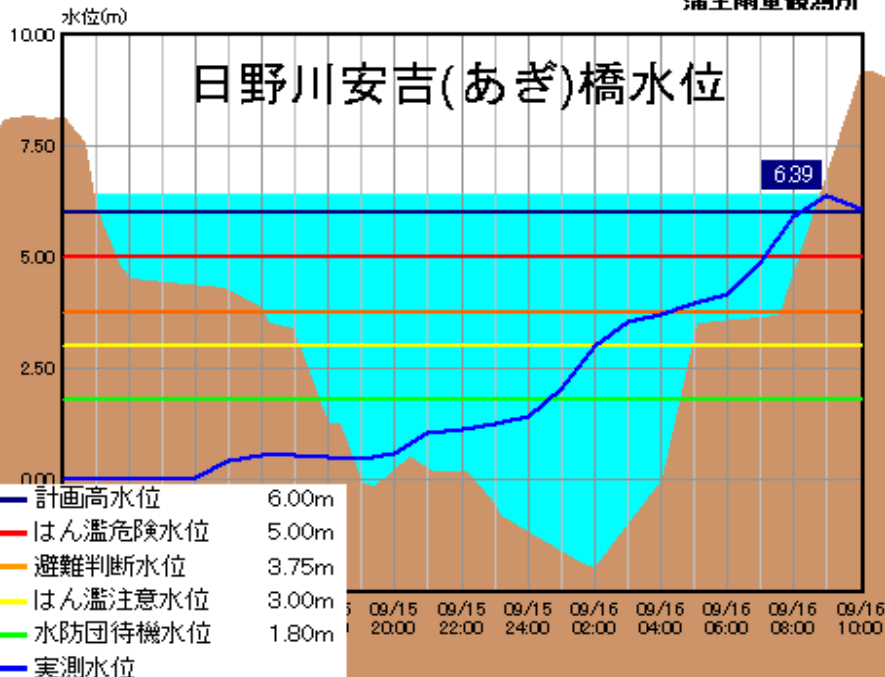
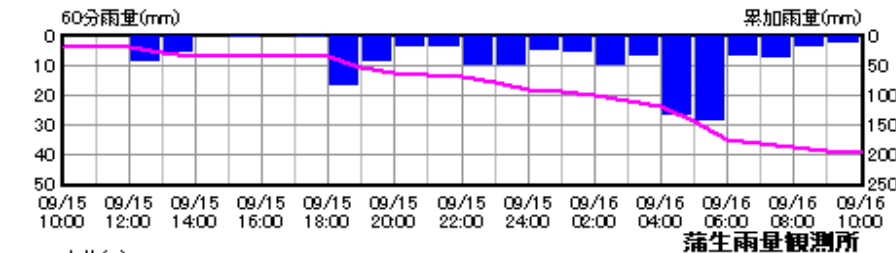
2 台風18号出水での堤防被災の特徴

- 2.1 高水位が継続した河川での被災内容の考察
- 2.2 堤防被災箇所の特徴
- 2.3 台風18号出水での堤防被災の特徴のまとめ

2-2 平成25年台風18号の河川被害特性(1)

台風18号では多く河川で長時間に高水位が継続、また多くの河川施設が被災した。このことから、下記事項により河川施設の被害状況と高水位の時間との関係を整理。

- ・対象河川を「洪水予報河川」に指定している5河川および浸水被害が著しい鴨川などの4河川を含む9河川を対象とする。
- ・対象河川の基準水位の継続時間と河川施設被害箇所数を比較した。



安吉(あぎ)橋水位状況



図 基準水位イメージ(日野川)

2.1 高水位が継続した河川での被災内容の考察

- ① 水位継続時間と河川施設被害の関係を整理 → 被害数の多い河川で高水位が継続
- ② 高水位継続が原因となる堤防裏法崩落数を整理 → 高水位継続河川で堤防裏法崩落被害が発生

ただし、河川施設(堤防や護岸等)全般に関しては、大部分が流速(侵食・洗掘)による被害(全県の被害数約200件に対して高水位継続に起因する浸透破壊や越水による被害数は限定的)

「高水位＝大流速」が長時間継続することにより、護岸被災に加えて堤体や高水敷の侵食が進行した河川も確認されている(鴨川)。

表 各水位継続時間と河川被害状況

地点		水位観測地点の改修状況	はん濫注意水位	はん濫危険水位	河川被害状況	堤防裏法被害
			時間	時間	箇所	箇所
鴨川	鴨川橋	改修済	8	-	11	0
金勝川	目川	未改修	2	-	7	0
安曇川	常安橋	未改修	22	11	22	3
日野川	安吉橋	未改修	11	4	4	2
大戸川	綾井橋	未改修	18	7	10	0
野洲川	水口橋	未改修	3	1	4	0
杣川	北杣橋	改修済	5	0	2	0
姉川	難波橋	未改修	9	0	2	0
高時川	川合	未改修	2	0	2	0

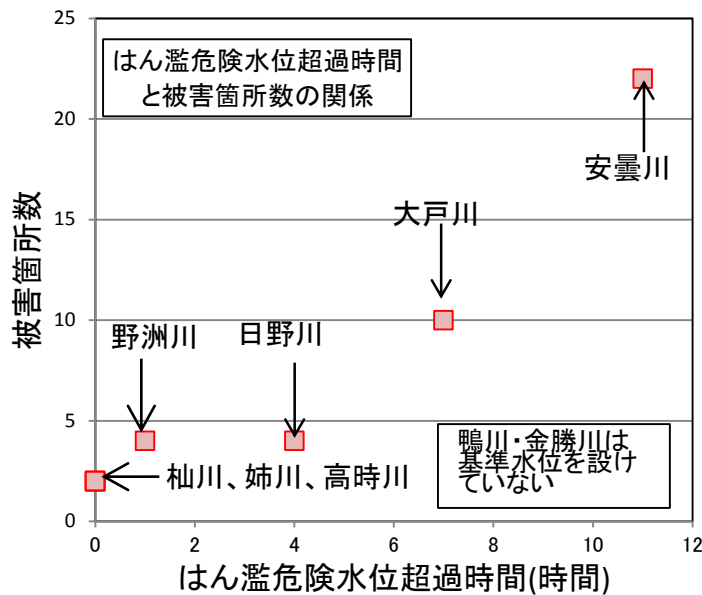


図 高水位継続時間と被害状況の関係 ※金勝川は7時から欠測

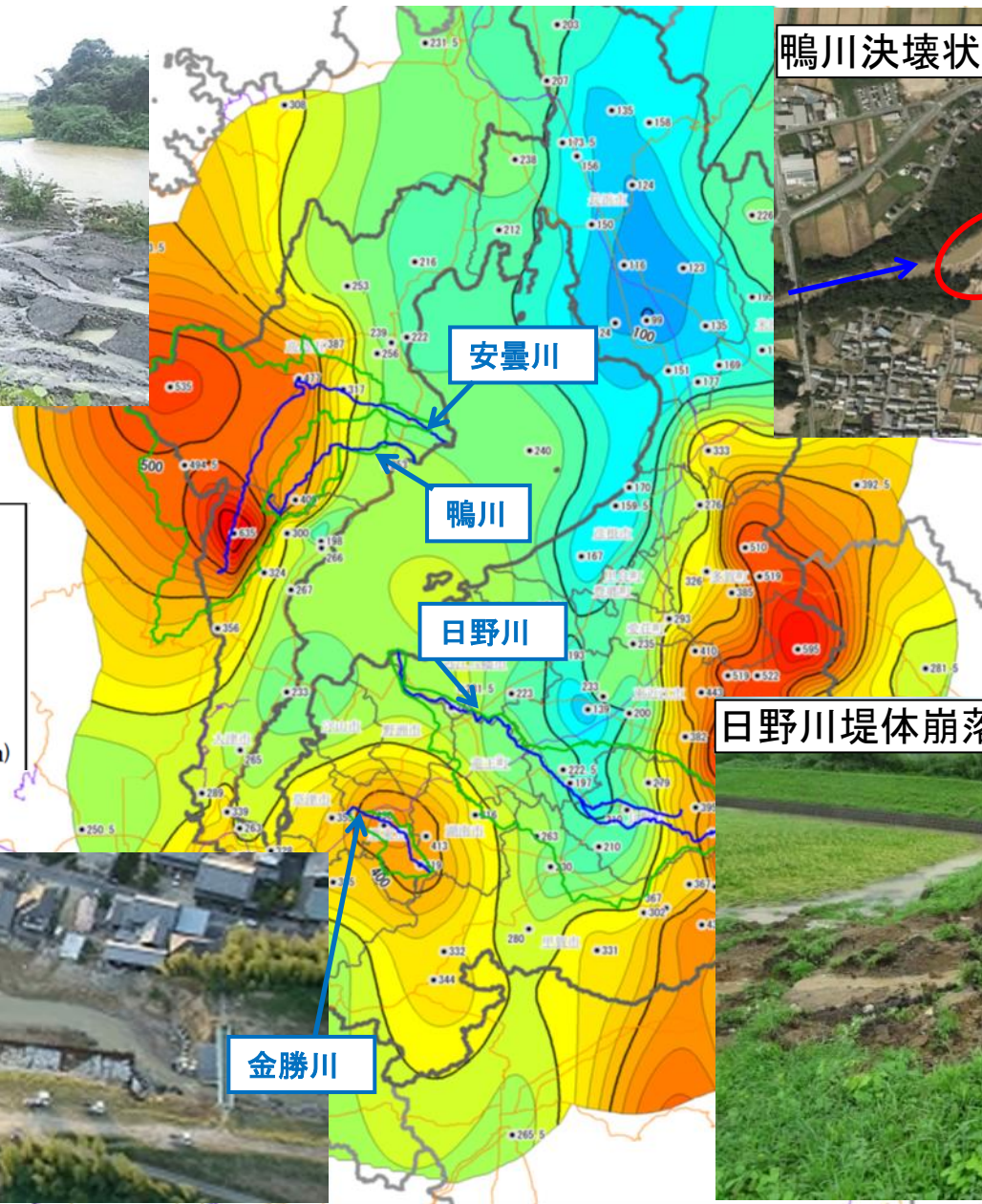
2.2(1) 堤防被災箇所共通点

台風18号出水で顕著な堤防被災が確認されたのはこの4河川

安曇川裏法崩落状況



鴨川決壊状況



凡例

雨量	範囲 (mm)
赤	600~
オレンジ	450~600
黄	300~450
黄緑	150~300
青	0~150

単位(mm)

日野川堤体崩落状況



金勝川決壊状況



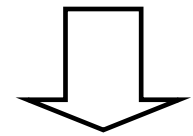
2-2 高水位が継続した安曇川での被災状況



安1

本庄橋上流約1.0km 右岸
堤防法面欠損(堤内) L=22.0m

安曇川
整備実施区間(改修前)で
裏法面崩落が3箇所確認
されている。



越水破壊が発生してい
ないことから浸透破壊
と考えられる。
堤防の浸透に対する
安全性照査を行う等
により適切な強化策を講
じていく。



安3

161号線下流約1.8km 右岸
堤防法面欠損(堤内) L=9.5m



安2

本庄橋上流約1.5km 右岸
堤防法面欠損(堤内) L=58.5m

2-3 高水位が継続した日野川での被災状況



弓削地区
裏法崩落

安吉橋
水位計

倉橋部地区
裏法崩落



日野川
整備実施区間(改修前)で
裏法面崩落が2箇所確認
されている。

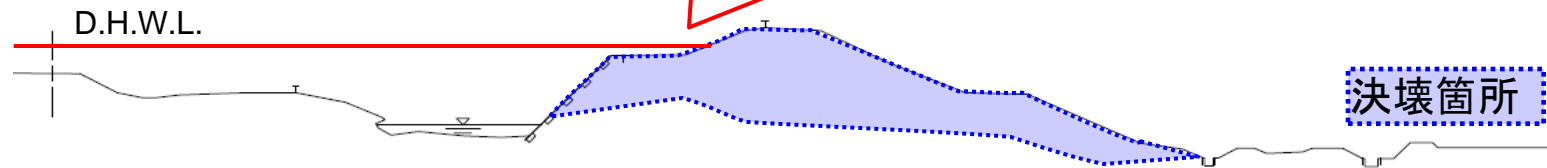
2.2(2) 堤防被災箇所共通点

顕著な堤防被災箇所の共通点として、以下が挙げられる。

- ・いずれも越水は確認されていないが高水位が長時間継続している。
- ・越水を伴わない決壊・崩落が発生している

決壊箇所横断図

越水は確認されていない中
決壊にいたっている



決壊箇所写真(上流側より望む)

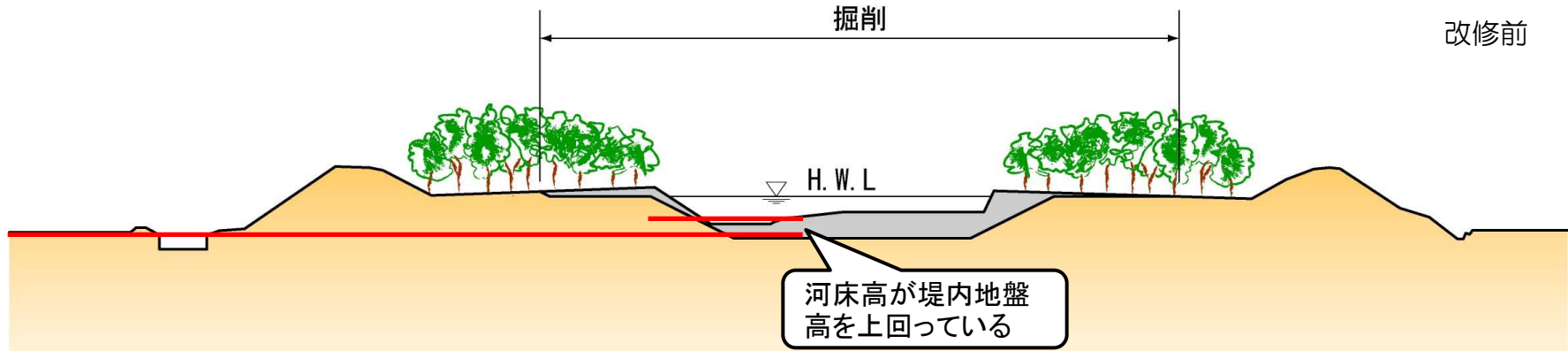


決壊箇所写真(上空より望む)



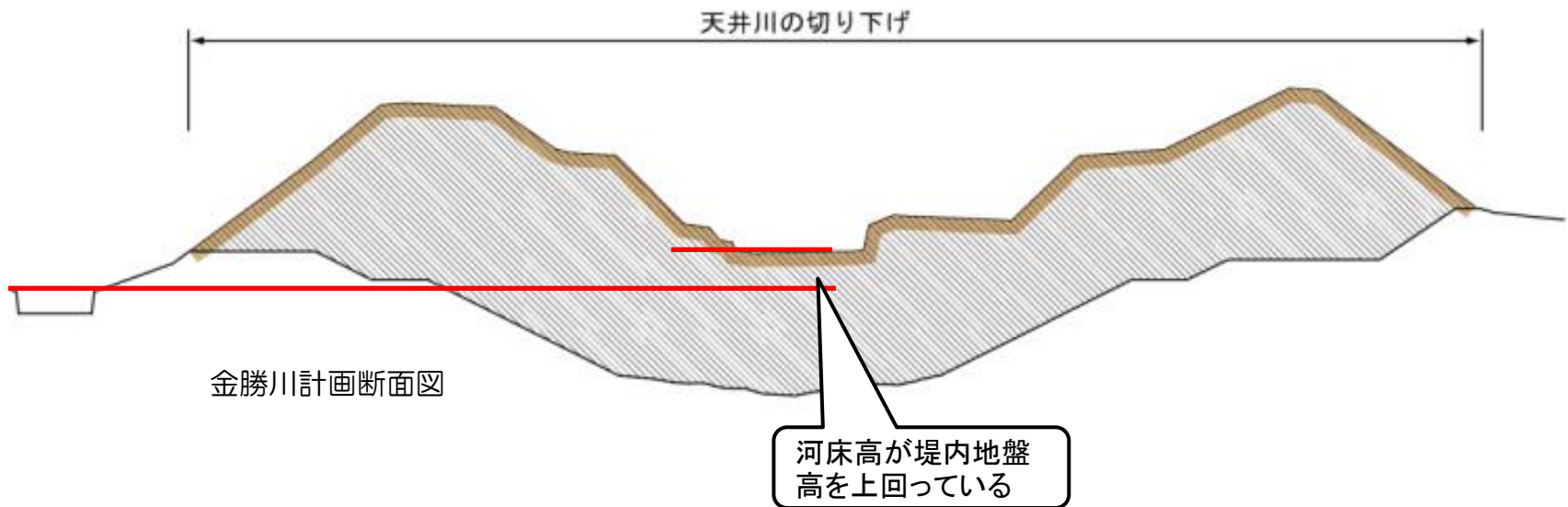
2.2 (3) 堤防被災箇所の特長

また、決壊に至った鴨川・金勝川に関しては天井川である点も共通している。



鴨川計画断面図

[改修前]



金勝川計画断面図

河床高が堤内地盤高を上回っている

2.3 台風18号出水での堤防被災の特徴のまとめ

以上から、堤防被災に関して以下の特徴を有すると言える。

- ・台風18号出水は長時間に及び、それが被害を拡大したと考えられる。
- ・越水を伴わないが、高水位が長時間継続し、決壊・崩落に至っている。
- ・被害が甚大となった箇所は天井川区間である。

3 今後の堤防管理の課題

- 3.1 鴨川被災での課題
- 3.2 金勝川被災での課題
- 3.3 安曇川・日野川被災での課題
- 3.4 今後の堤防管理の課題まとめ

3.1 (1) 鴨川被災での課題

耐侵食性・耐浸透性の向上が課題である。

鴨川決壊要因に関する考察結果(第3回検討会で提示):

長時間の出水に伴う河床洗掘による護岸被災および堤体侵食と、堤体断面積の減少に伴う浸透破壊の2つの要因による複合的な決壊の可能性が考えられる。

決壊箇所写真(上流側より望む)



決壊箇所写真(上空より望む)



3.1 (2) 鴨川被災での課題

侵食に関しては以下の課題がある。

- ・掃流力が高い狭窄部・湾曲部での耐侵食性の向上。
- ・出水時最大洗掘深を考慮した護岸根入れの確保。
- ・護岸・根固めブロックの端部位置の決定。

狭窄部・湾曲部、護岸・根固め不十分な箇所、護岸端部で被害拡大

裏込め土が流出し、高水敷・堤体の侵食が著しい。



被災箇所

②護岸のみ整備の比較的緩めの湾曲部や、やや狭窄した区間、および護岸端部等

決壊箇所

3.1 (3) 鴨川被災での課題

堤防の浸透に対する安全性が低い地点の耐浸透性の向上。

一連区間は未改修区間で河床勾配は概ね1/140

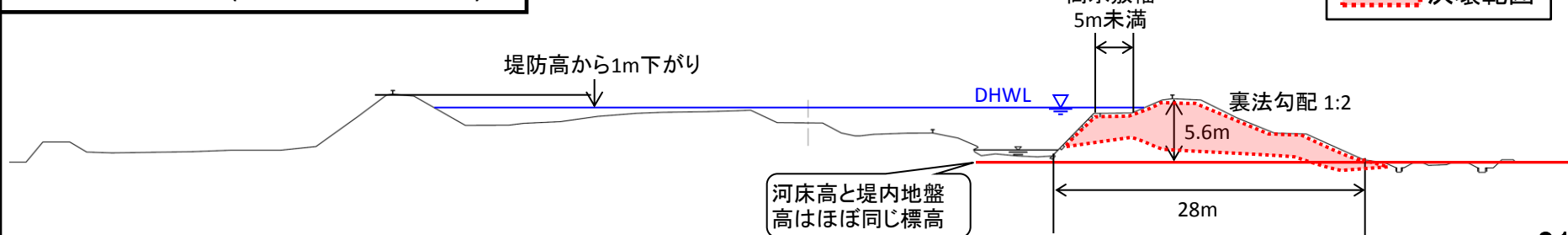
堤防安全性の観点で比較評価した時、一連区間で相対的に安全度が低いと見られる項目

表 河道形状からみた決壊箇所の特徴把握結果まとめ表

測点	堤防高さ	堤防天端幅	堤防幅	裏法勾配	高水敷幅	平面形状	河床高	河岸	被災
No. 47+80 付近 (決壊箇所)	5.6m	3.4m	28.0m	1:2.0	5m未満	・低水路が右岸側寄り ・右岸側で堤防法線・低水路法線ともに湾曲	堤内地盤高より少し高い天井川	低水護岸有り	決壊
No. 53+60 付近	(左)5.0m (右)4.0m	(左)4.0m (右)3.8m	(左)14.6m (右)14.6m	(左)1:1.5 (右)1:2.0	20m前後	・低水路は河道の中心 ・やや狭窄部となる直線河道	左岸側堤内地盤高とほぼ同じ標高	低水護岸無し 河床低下有り	右岸側岸侵食
No. 58+60 付近	1.4m	2.2m	17.0m	1:1.0	5m前後	・低水路は左岸側寄り ・湾曲部外岸だが、堤防法線上は湾曲部内岸	堤内地盤高の方が約2m高い	低水護岸有り	なし
No. 62+40 付近	2.6m	1.2m	7.5m	(左)1:2.0 (右)1:1.0	10m前後	・低水路は河道の中心 ・狭窄部となる直線河道	堤内地盤高の方が約3m高い	低水護岸無し 河床低下有り	右岸側岸侵食

決壊箇所

No.47+80m周辺(決壊箇所:被災前)



3.1 (4) 鴨川被災での課題(堤防の維持管理)

管理用通路の確保

堤防の維持管理に関する課題(第1回・第2回検討会で提示・議論):
 直営の巡視点検として年1回(H25年度は5月)点検を行っているが、樹木繁茂により河道内の適切な状況把握が可能な管理用通路が一部確保できておらず、**決壊箇所の堤防・護岸の状況について詳細には把握できていなかった。**

野田橋周辺のモニタリング記録(2013/5/10)

所 属		河川名		別紙1		
土木事務所 河川砂防課・管理調整課		鴨川(下流部)				
巡視日時		記録者				
平成 25 年 5 月 10 日(金)		石田・横山				
		9時30分 ~ 11時00分				
フェ	区 間	区 分	異常箇所		備 考	
			番号	距離等		
□ ①	国道161号 ~ 高島大津線 ~ JR橋	両岸	1	鴨川橋上下流	【右岸】上下流低水路浸食若干有り	写真 11
			2	鴨川橋上流600m付近	【左岸】護岸老朽(L=10m)	写真 18
□ ②	小浜行木高島線 (天皇橋) ~ 市道野田鴨線 (中道橋)	両岸	3	野田橋上下流	【左岸】伐竹施工中	写真 21、22
			4	行司橋下流	【両岸】竹林の繁茂が著しい	写真 23
□ ③	常盤木平河線 (野田橋) ~ 市道 (行司橋)	両岸	5	行司橋上流	【両岸】竹林の繁茂が著しい	写真 24、25
			6	安養川高島線 (万年橋)		



野田橋下流写真(2013/5/10時点)

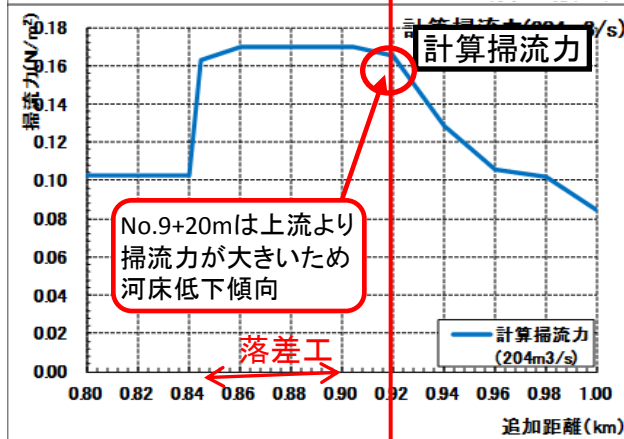
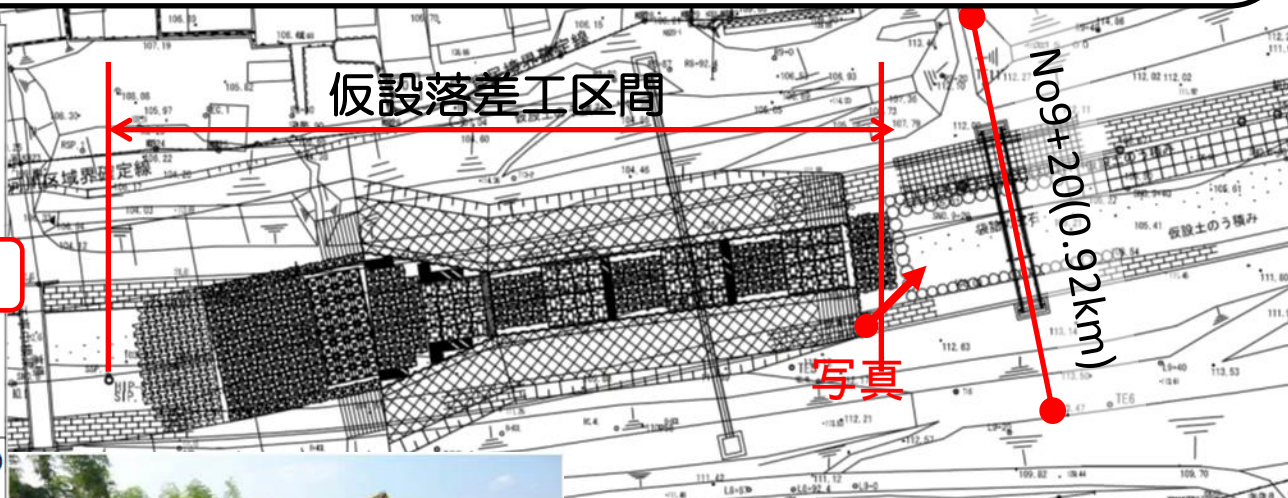
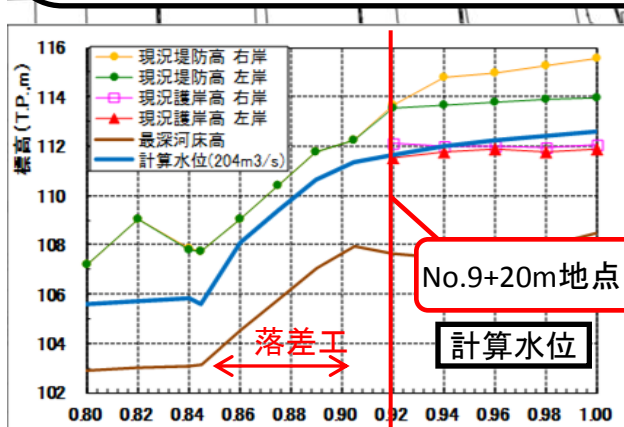


図 決壊箇所周辺の航空写真(決壊前:2010/5/2)
 (国土地理院公開資料)

3.2(1) 金勝川被災での課題

落差工の上流側で低下背水の影響により掃流力が増大することに対する耐侵食性の向上

落差工上流側の護床工は、局所洗掘防止による本体保護を目的として、最大の局所洗掘深を上回るように**計画出水時の水深相当以上の長さの範囲**に設置されている(床止めの構造設計手引きに準拠)。しかし、出水時に発生した落差工上流側での**低下背水の影響範囲は、手引きに基づいた護床ブロックの設置範囲よりも広範囲**であった。今回、護床ブロックの上流側は裸地(砂河床)であり河床低下しやすい条件であった。このような範囲で、**計画規模の出水が長時間継続したため、河床低下が著しく進行した**とみられる。結果的にこの点が金勝川決壊の要因の一つと考えられる。

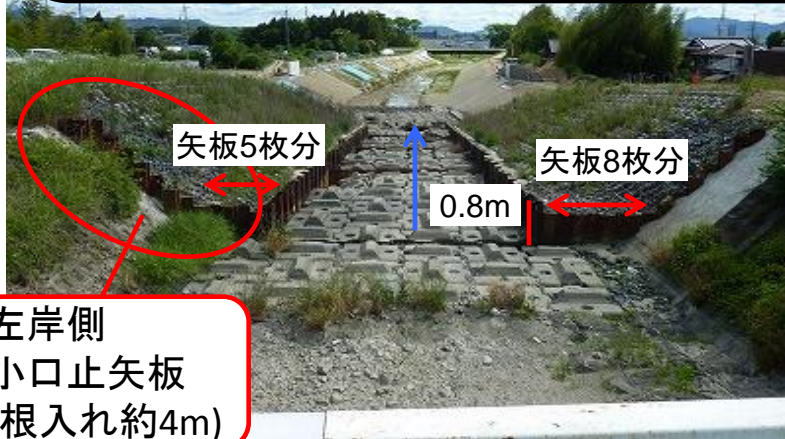


3.2 (2) 金勝川被災での課題

被災時に堤体への影響が少ない小口止めの検討

落差工の上下流端には小口止の設置が必要であり、仮設工において矢板による小口止設置は広く実施されている手法である。

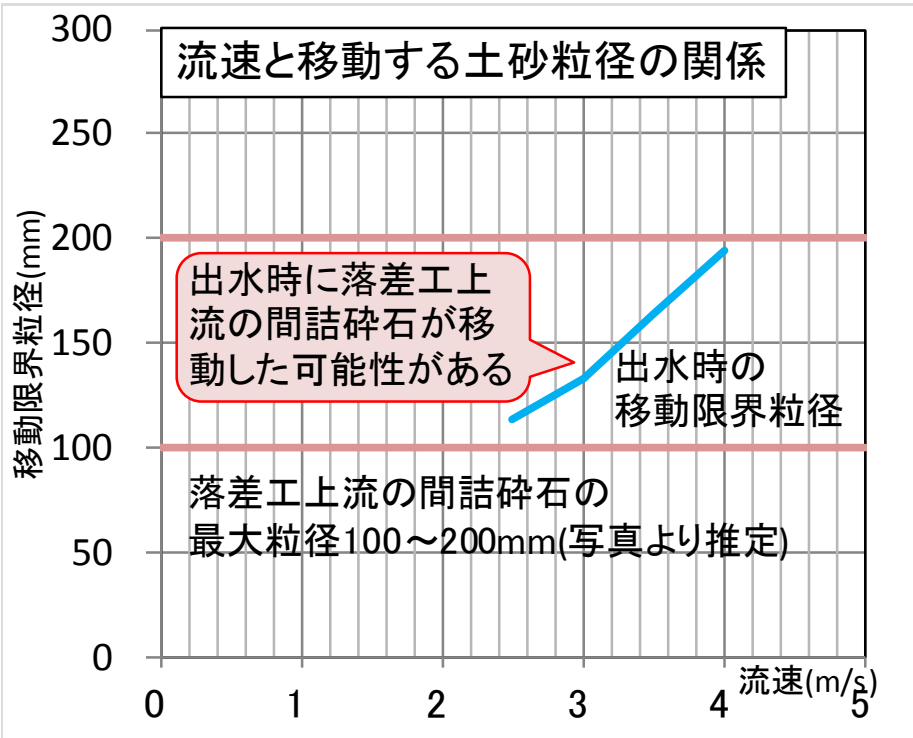
しかし、今回の堤体被災時に矢板周辺での侵食が周囲よりも進行しやすい傾向があったと考えられる。堤体侵食のきっかけは河床洗掘による護岸被災であると考えられるが、ひとたび堤体侵食が始まると、矢板周辺での侵食進行が決壊に至らしめた要因となった可能性がある。



3.2(3) 金勝川被災での課題

護床ブロックの間隙処理方法の検討

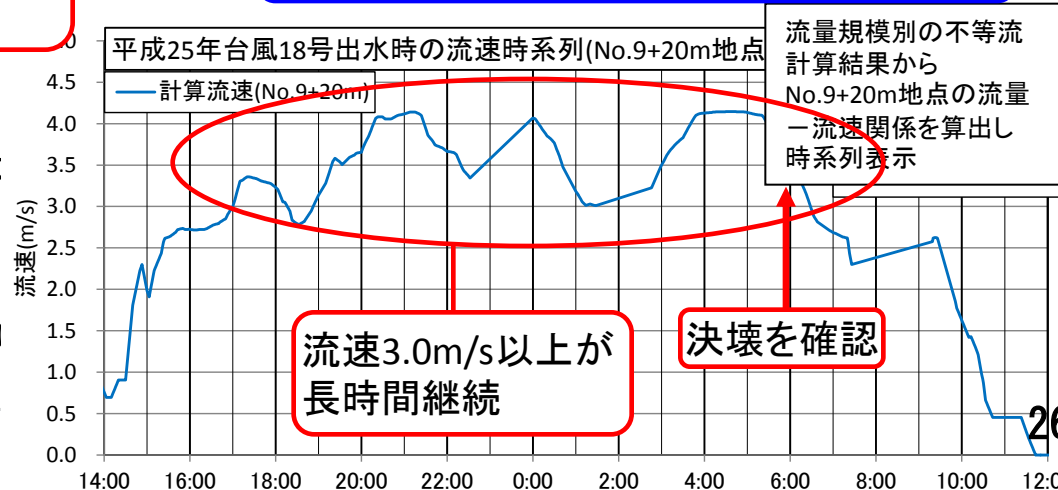
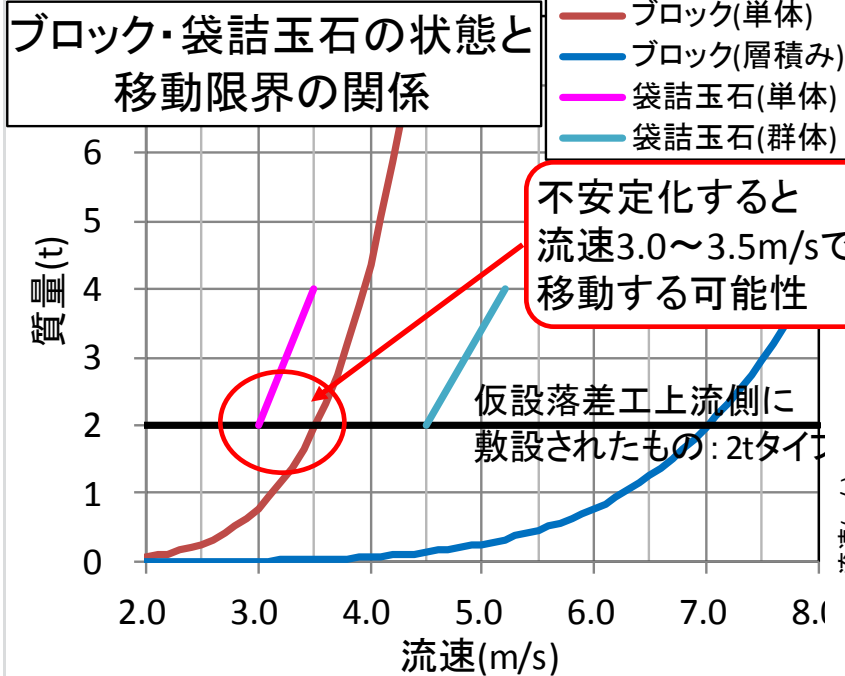
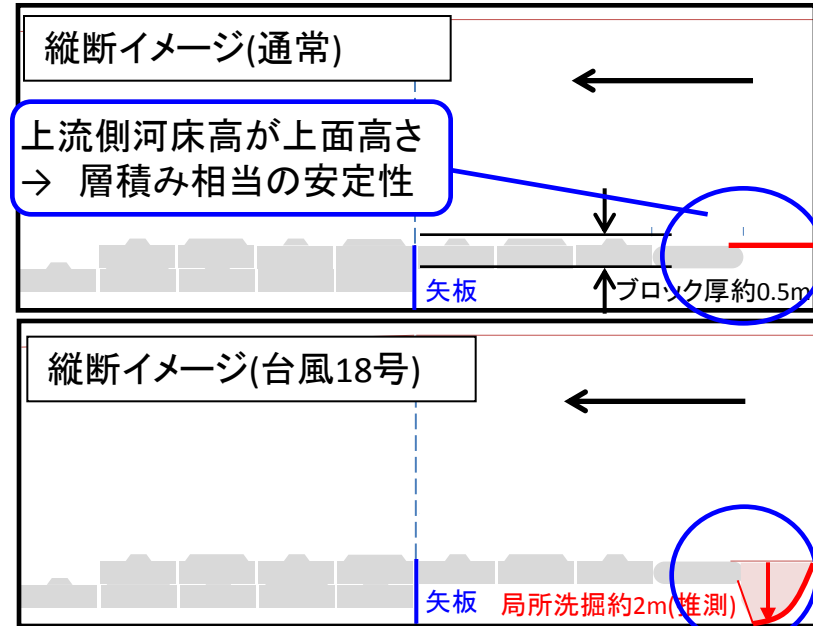
護床ブロック等を設置する際、**河道形状とブロックの形状から、一部に間隙ができてしまう**。この間隙に十分な安定性のある材料を設置することは困難であるが、少しでも安定性を確保するため、**碎石等により間詰めを行い河床を保護するのが一般的である**。
今回の出水において、**落差工上流の掃流力が增大する区間では、この間詰碎石の安定性が十分でなく、出水時に流出した可能性がある**。



3.2(4) 金勝川被災での課題

護床ブロック設置上流端部の安定化。

局所的な河床洗掘により護床ブロック設置区間の上流端では、護床ブロックは不安定化しやすい。上流端の護床ブロックが不安定化し流失すると下流側の護床ブロックも次々と不安定化し流失していく。結果として一連の護床ブロックが全て流失してしまう危険性がある。



ブロック移動限界: 護岸の力学設計法に基づき算出
袋詰玉石: メーカー公表値(参考)

3.3 安曇川・日野川被災での課題

堤防の浸透に対する安全性が低い地点の耐浸透性の向上

幸いにも決壊には至っていないが、安曇川・日野川では、周辺よりも堤体幅が狭いところ等の浸透に対する強度が相対的に低い箇所では堤防法面崩落が発生している。

安曇川崩落状況



日野川崩落状況

