

第2回 空知川堤防調査委員会資料

平成28年12月19日

国土交通省
北海道開発局
札幌開発建設部

目 次

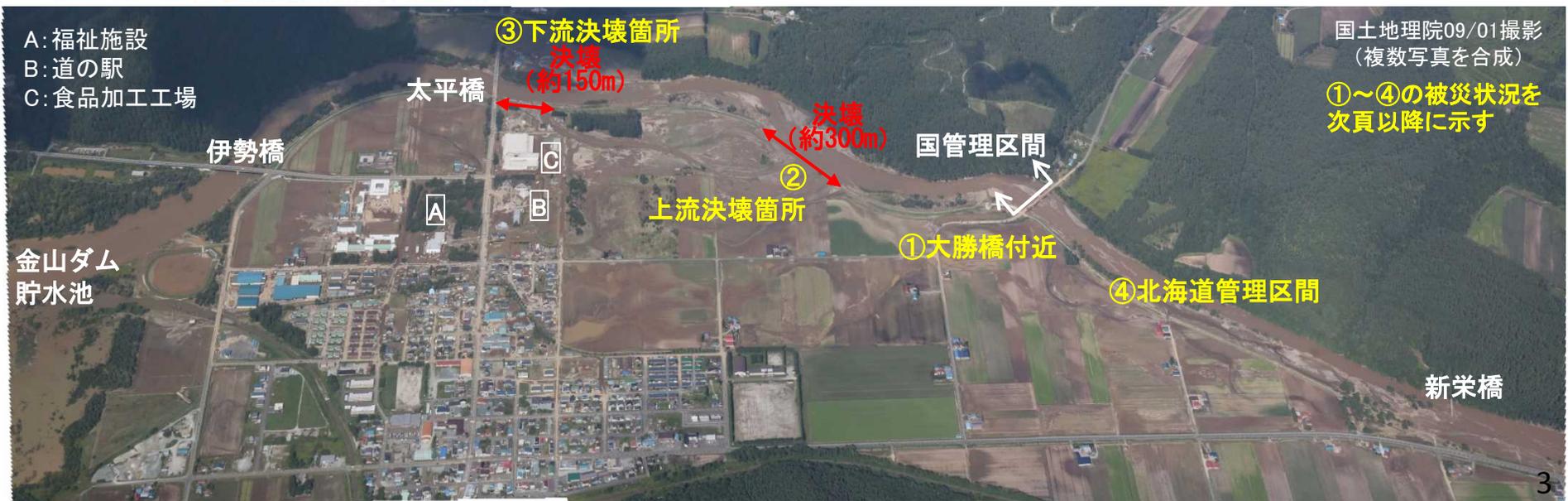
1. 被災メカニズムに関する検証	P2
(1) 上流決壊箇所	P5
(2) 下流決壊箇所	P16
2. 堤防調査委員会報告書（案）目次構成案について	P24

1. 被災メカニズムの検証

被災概要

- ・空知川のはん濫により、南富良野町市街地を含む地域で浸水被害が発生した。
- ・浸水面積は、南富良野町幾寅地区で約130ha、住家約107戸や食品加工工場等が浸水したものの、人的被害は発生しなかった。
- ・避難所に指定されている町の福祉施設や道の駅も被災した。

※本資料に記載されている数値や図表は、今後、変更となる可能性があります。



1. 被災メカニズムの検証 堤防決壊の要因

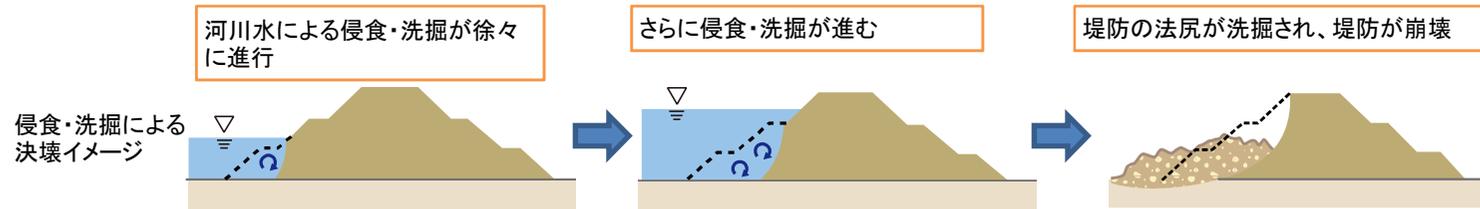
・一般的な堤防決壊のメカニズムとしては、以下のように越水、侵食・洗掘、浸透が考えられる。
・これらの観点で、上流決壊箇所、下流決壊箇所の被災メカニズムを考察する。

河川水の越水による堤防決壊



・河川水が堤防を越水する。
・越流水により川裏（河川と反対側）の法尻が洗掘される。
・堤防の裏法尻や裏法が洗掘され、最終的に崩壊に至る。

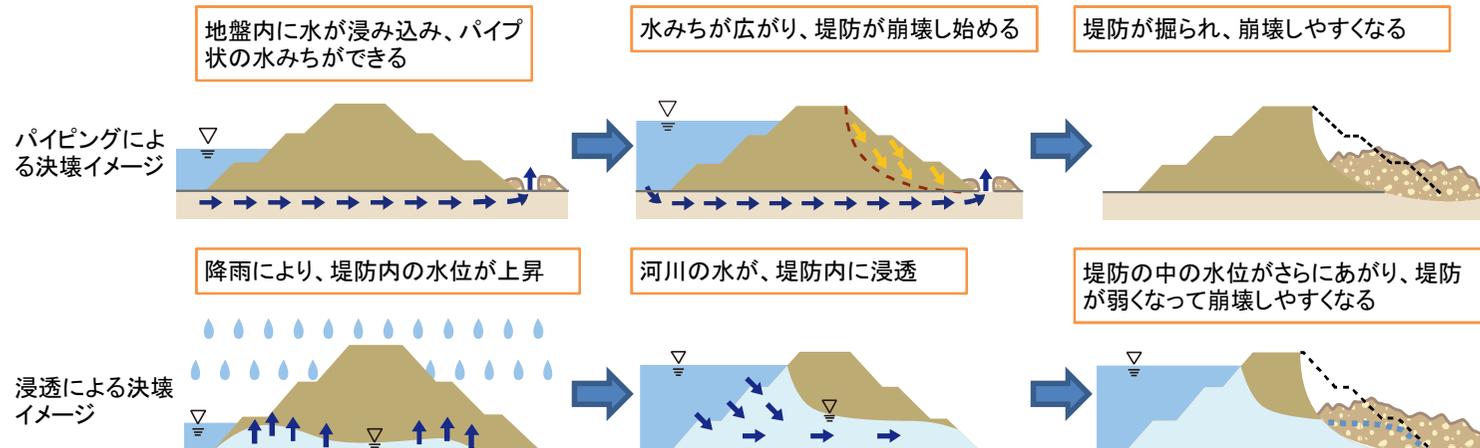
河川水の侵食・洗掘による堤防決壊



・河川水により堤防の河川側が侵食・洗掘される。
・河川水による侵食・洗掘が続き、最終的に崩壊に至る。

河川水の浸透による堤防決壊

上流決壊箇所において追加検証



【パイピング破壊】
・高い河川水位により地盤内に水が浸み込み、川裏側まで水の圧力がかかることにより、川裏側の地盤から土砂が流出し、水みちができる。
・土砂の流出が続き、水みちが拡大して、堤防が落ち込み、最終的に崩壊に至る。

【浸透破壊】
・降雨や高い河川水位により水が浸透し、堤防内の水位が上昇する。
・堤防内の高い水位により、土の強さ（せん断強度）が低下し、川裏側の法面がすべり、最終的に崩壊に至る。

1. 被災メカニズムの検証

(1) 上流決壊箇所

1. 被災メカニズムの検証(1) ①上流決壊箇所(越水)

第1回提示

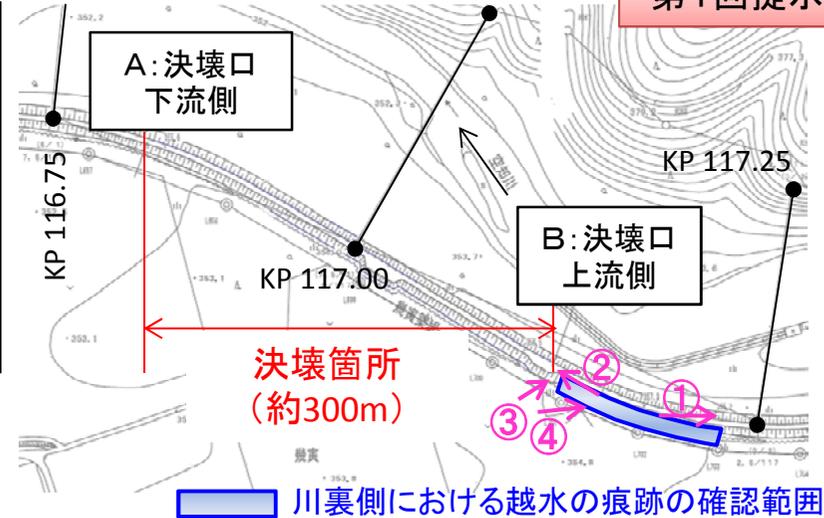
【越水による決壊の可能性について】洪水が深夜に及んだため、越水に至るまでの経緯は不明である。そこで決壊後の調査を踏まえ考察。

A: 決壊口下流側

- 川裏側の越水の痕跡は明瞭ではなく、川裏側の洗掘もない。

B: 決壊口上流側

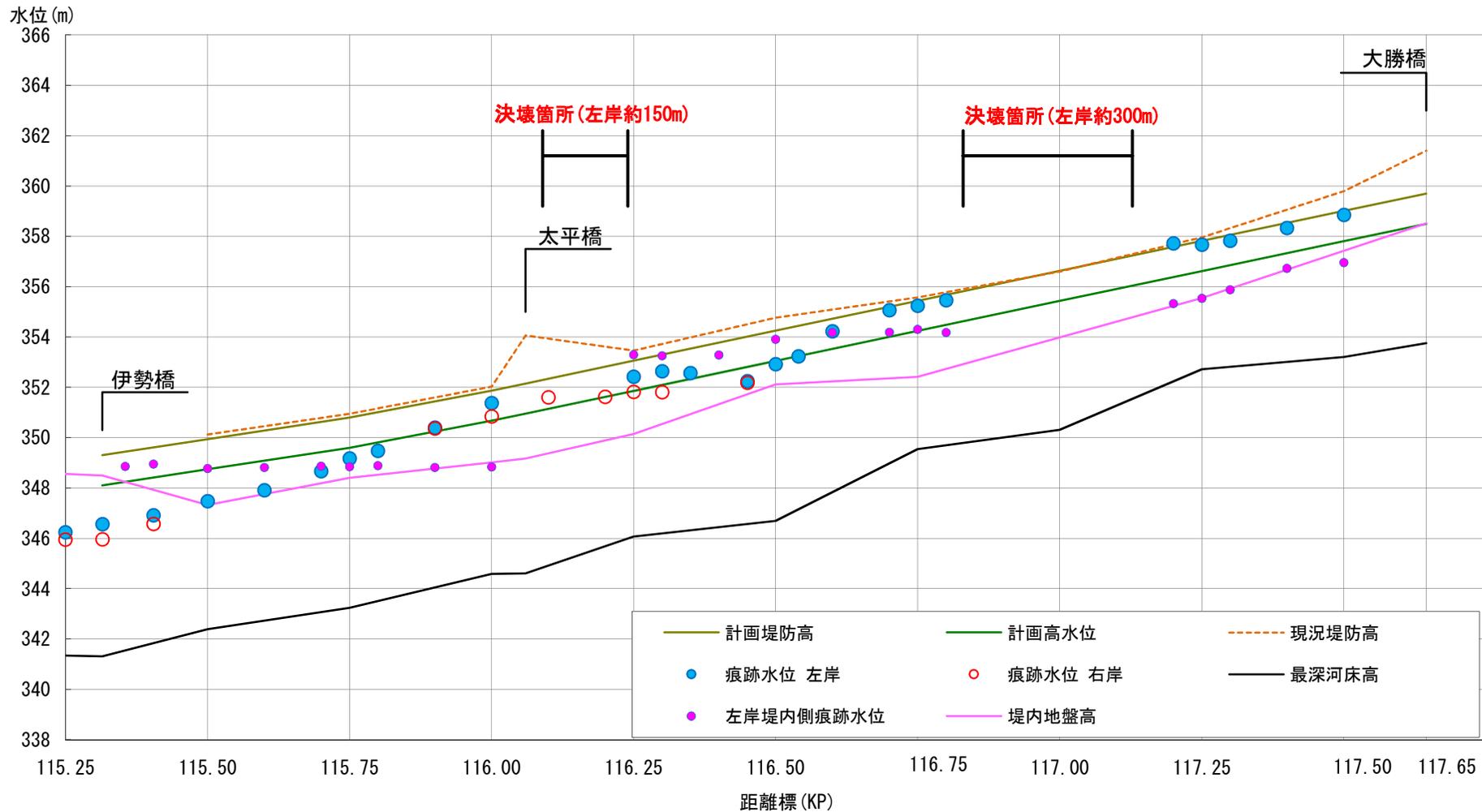
- 決壊箇所より上流約100mの範囲で、天端部及び川裏法面に越水の痕跡を確認。
- 決壊箇所の上流の天端には流木が流されて漂着。
- 上流側決壊口は、川裏法面が洗掘され、流失している部分がある。



1. 被災メカニズムの検証(1) ②上流決壊箇所(越水)

【越水による決壊の可能性について】

- ・決壊口上流側の痕跡水位は、下流に向かって徐々に堤防高との差が小さくなっており、決壊箇所の直上流部では堤防天端高とほぼ同等の高さであった。一方で、決壊口下流側の痕跡水位は、堤防高付近にあった。
- ・このことから、越流水深は下流に向かって大きくなっていったと考えられる。



1. 被災メカニズムの検証(1) ③上流決壊箇所(侵食)

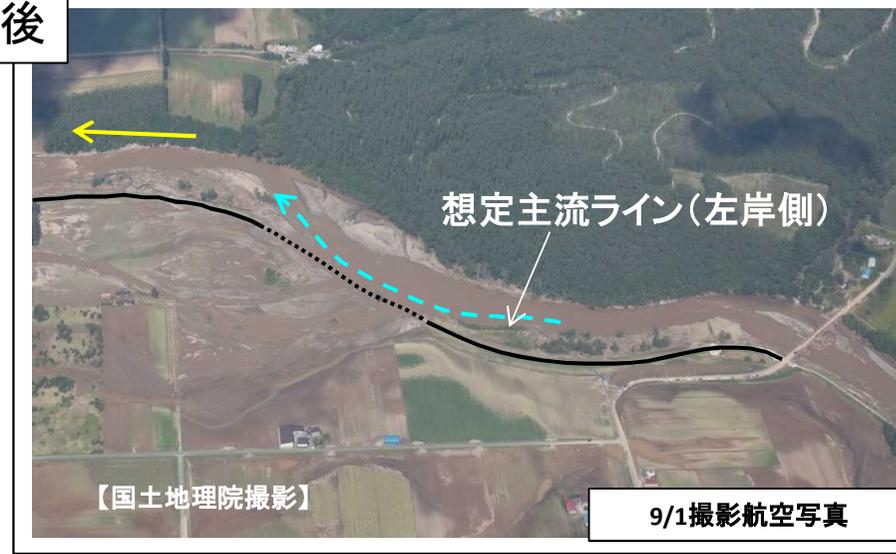
【侵食による決壊の可能性について】

- ・決壊箇所付近はわん曲外岸部となっており、洪水時には水衝部となっていた可能性がある。
- ・写真から推定される出水後の滞筋は決壊前より左岸側に寄っているが、低水路護岸は残っている。
- ・決壊区間では高水敷が侵食され、高水敷上の樹木も消失しており、河岸侵食が堤防にも及んだ可能性は否定できない。

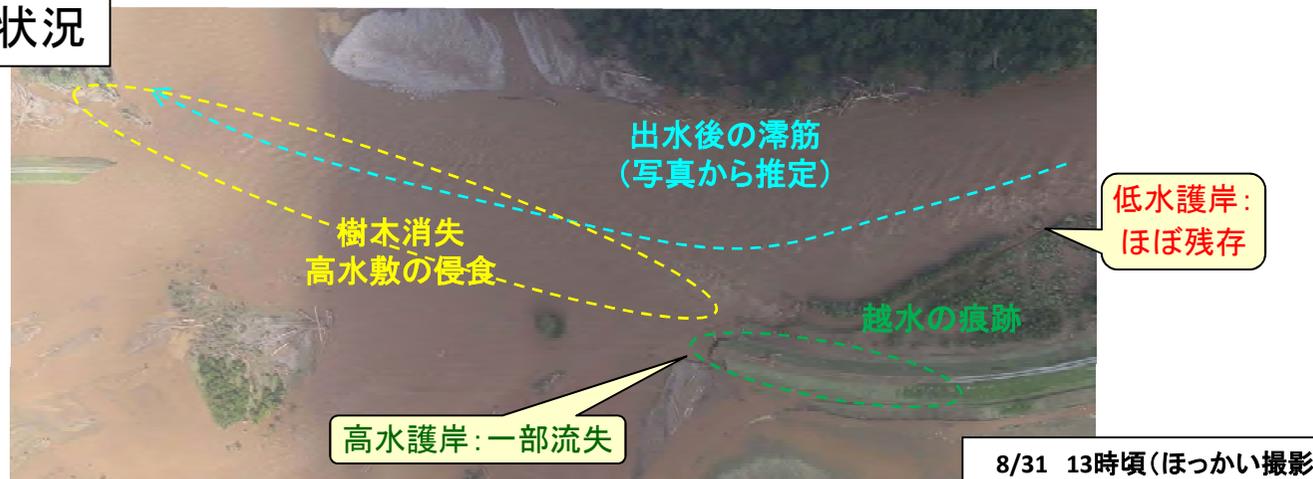
被災前



被災後



決壊箇所の状況



1. 被災メカニズムの検証(1) ④上流決壊箇所(土質状況・浸透)

【土質状況】

- ・上流決壊区間下流端部、上流端部の堤体は、礫混じり砂および砂で構成されている。
築堤は、S43の単年度盛土で実施。
- ・基礎地盤は礫が分布している。

【浸透の可能性について】

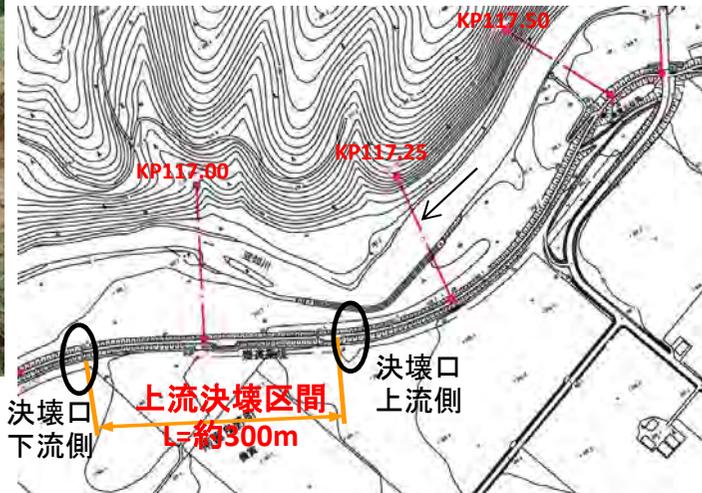
- ・周辺の堤内側では噴砂は見受けられない。



決壊口上流側付近の堤内状況
(噴砂の痕跡無し)

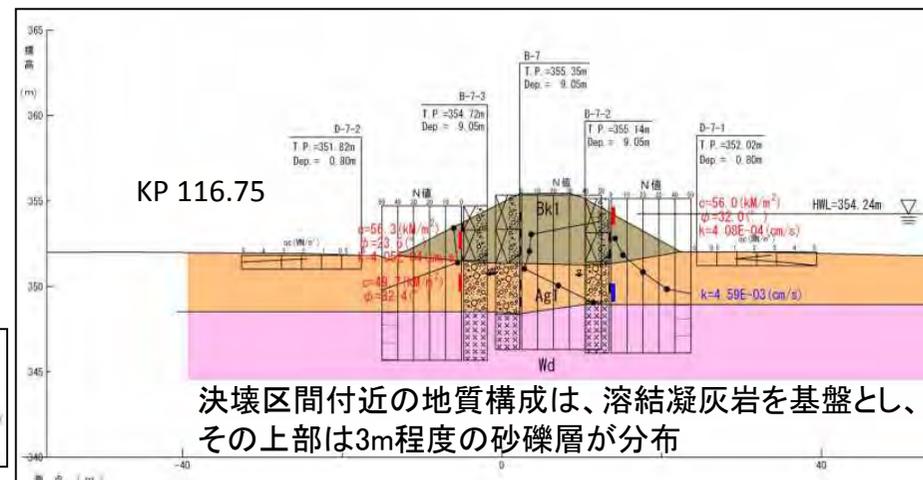
9/3撮影※中津川教授、寒地土研ら

決壊口上流側(川裏)



決壊口下流側

9/3撮影※中津川教授、寒地土研ら



土質凡例	記号凡例	地質凡例
盛土	標準貫入試験 結果(固)	砂
礫質土	地下水位	砂(砂質)
溶結凝灰岩	擾乱土採取位置	シルト(シルト質)
	不揮発性材料採取位置	火山灰(火山灰質)
	現場透水試験位置	粘土(粘土質)

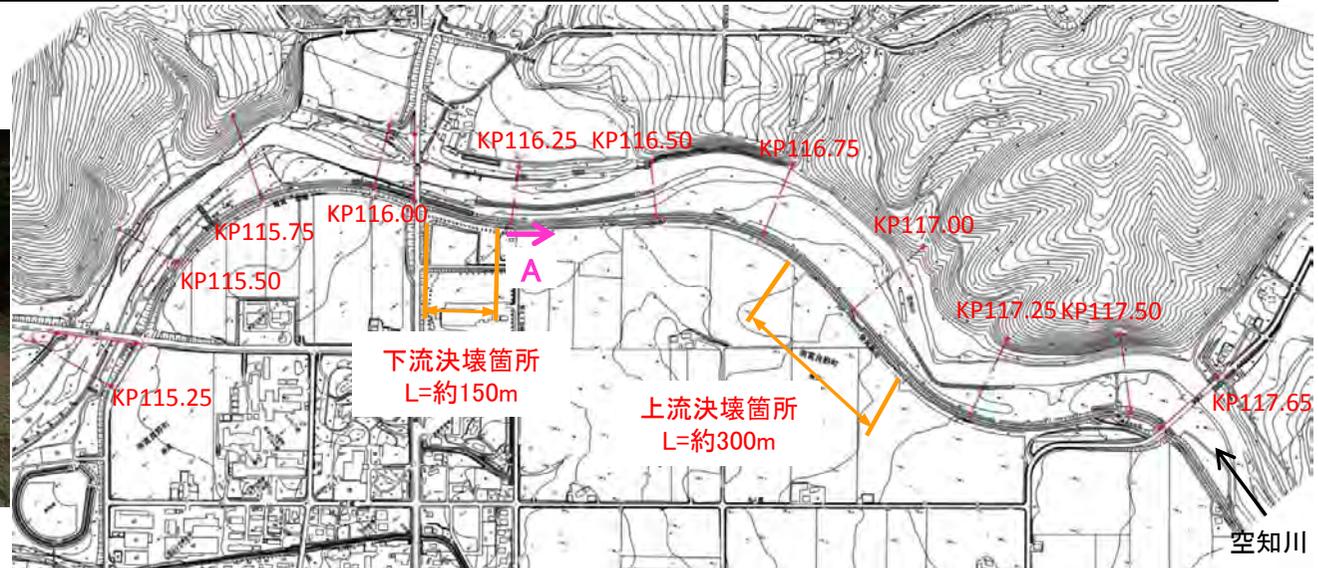
1. 被災メカニズムの検証(1) ⑤上流決壊箇所(浸透)

・痕跡水位をみると、決壊箇所以外においても、外水位は縦断的にHWLを超過していたことが確認できるが、裏法が崩れる等の被災は確認できていない(次ページには、下流決壊箇所～上流決壊箇所の縦断的な堤防裏法の状況の写真を添付)。

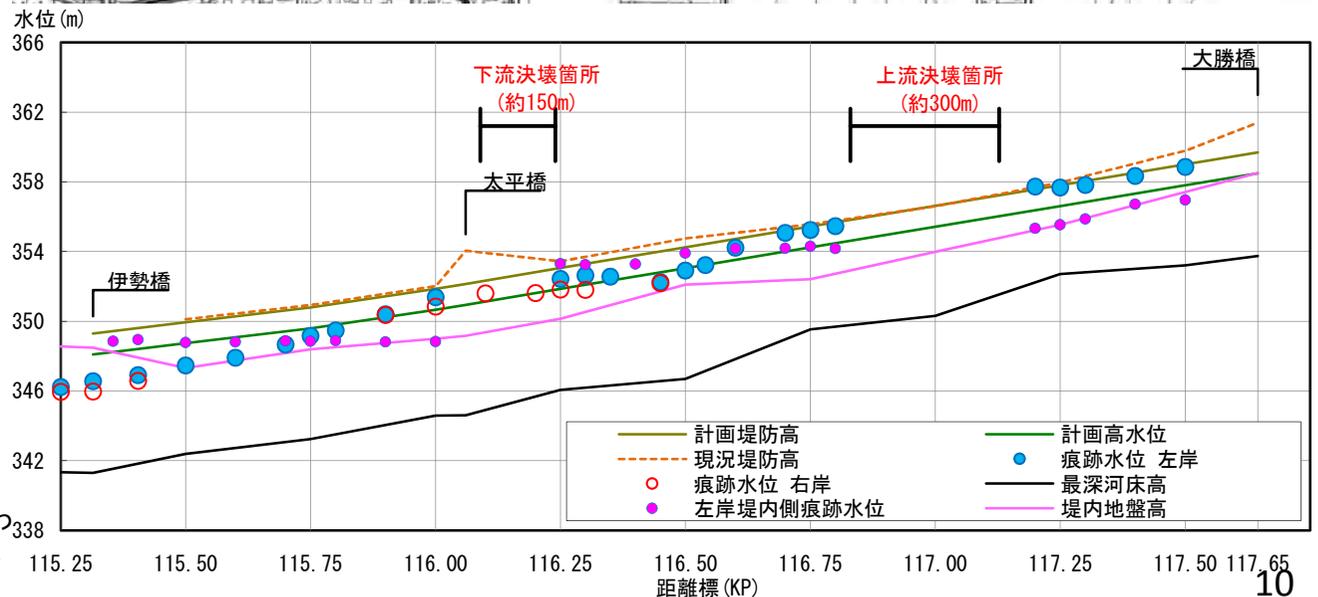
A: 下流決壊区間付近(決壊口上流)の堤内状況
9/3撮影(※中津川教授、寒地土研ら)



一部、植生が薄い場所は確認



決壊口上流側の川裏法面:
堤内から堤外へ氾濫水が戻る際の流水で浸食したと思われる。植生が薄くなった堤防は礫が露出。



1. 被災メカニズムの検証(1) ⑥上流決壊箇所(浸透)

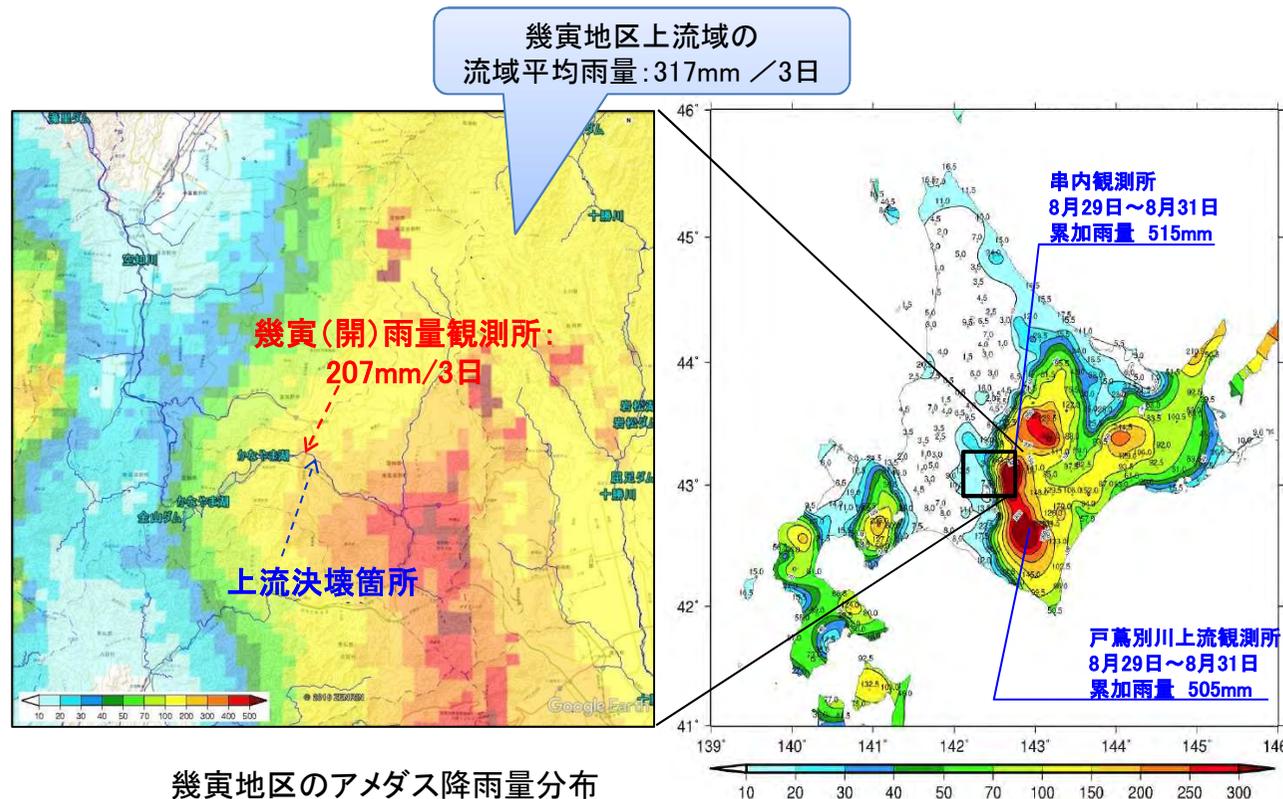
【浸透の可能性について】
・決壊箇所以外においては、
堤防の法崩れが発生した状況
は確認できていない。



1. 被災メカニズムの検証(1) ⑦上流決壊箇所(浸透)

【浸透による堤防決壊の可能性について】

- ・堤防決壊箇所の上流域(串内観測所)では、500mm/3日を超過する累加雨量があり、空知川の水位が上昇したが、堤防決壊箇所周辺では、200mm/3日程度(幾寅雨量観測所:207mm/3日)であった。
- ・周辺の雨量観測所データから流域平均雨量を求めたところ約320mm/3日であった。



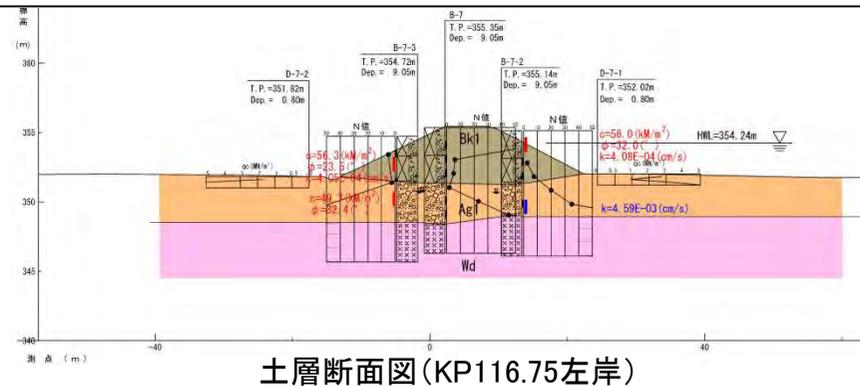
幾寅地区のアメダス降雨量分布
(平成28年8月29日1時~31日9時)
(日本気象協会)

アメダス降雨量分布
(平成28年8月29日1時~31日9時)
(日本気象協会、第1回資料から転載)

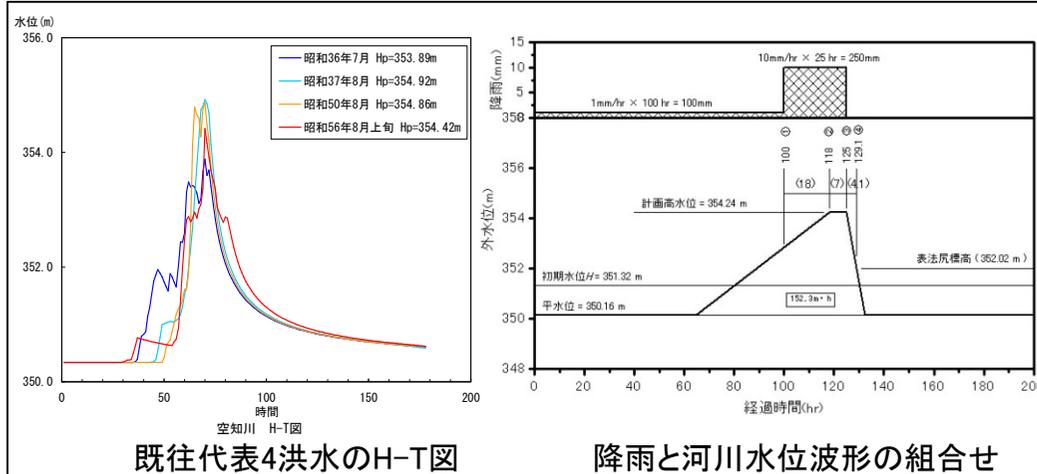
1. 被災メカニズムの検証(1) ⑧上流決壊箇所(浸透)

【浸透による堤防決壊の可能性について】

・ 既往堤防点検箇所KP116.75左岸において、台風10号の実測降雨及び外水位を与えた場合の越流直前の浸透に対する安全性の照査を行い、既往堤防点検結果とあわせて、浸透に対する堤防決壊の可能性について考察した。



■設計外力条件(既往堤防点検)



【外水位】

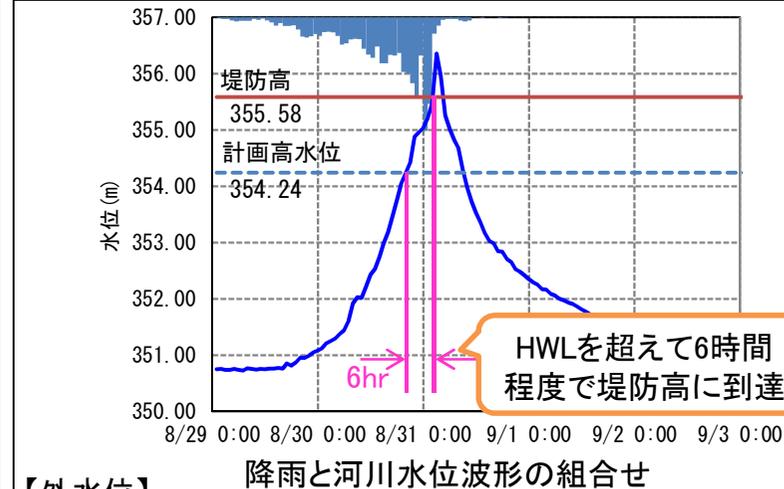
既往代表4洪水の水位波形から台形の波形(モデル波形)を作成

【降雨量】

事前降雨量100mm(1mm/hr)

設定降雨量250mm/3日(10mm/hr)

■設計外力条件



【外水位】

金山ダム地点実績流入量を
KP116.75のHQ式で換算した水位

【降雨量】

幾寅地区の流域平均雨量
(317mm/3日)

上流決壊箇所に近い幾寅雨量観測所の実績雨量207mm/3日より多い雨量を与えて検討

1. 被災メカニズムの検証(1) ⑨上流決壊箇所(浸透)

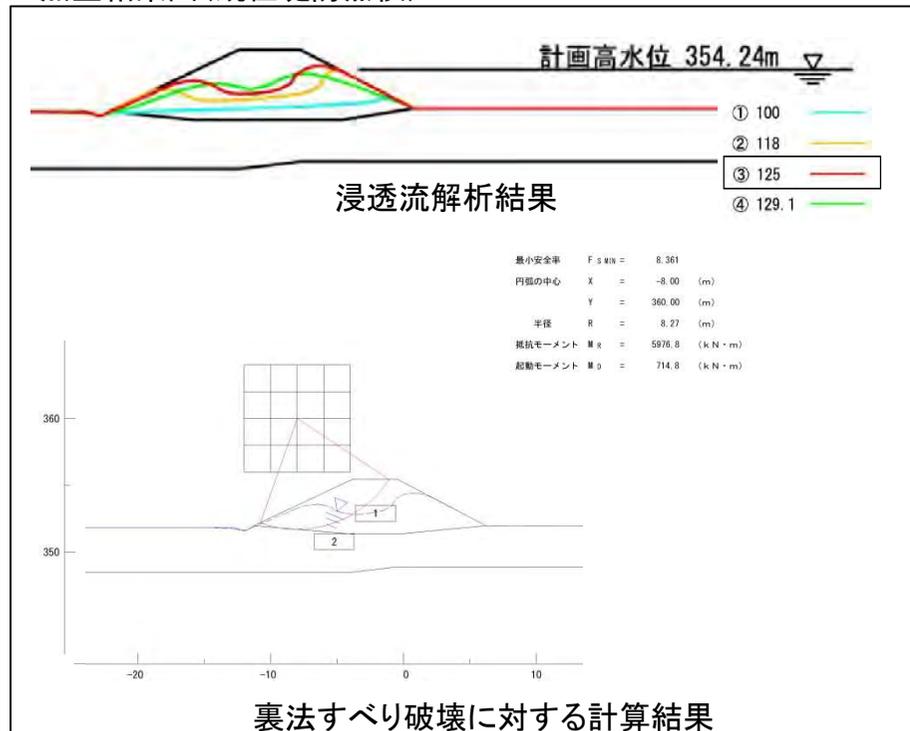
【浸透による堤防決壊の可能性について】

- ・ 既往堤防点検及び台風10号再現結果から浸透に対する安全性はすべて基準値を満足する結果となった。
- ・ 航空写真から被災箇所近傍の法面やのり尻付近を確認したところ、法すべり破壊やパイピング破壊は確認できなかった。
- ・ 台風10号では計画高水位から堤防天端まで急激に水位上昇したことから洪水継続時間は短かった。
- ・ 以上のことから、決壊箇所でも法すべり破壊やパイピング破壊が発生した可能性は考えにくい。

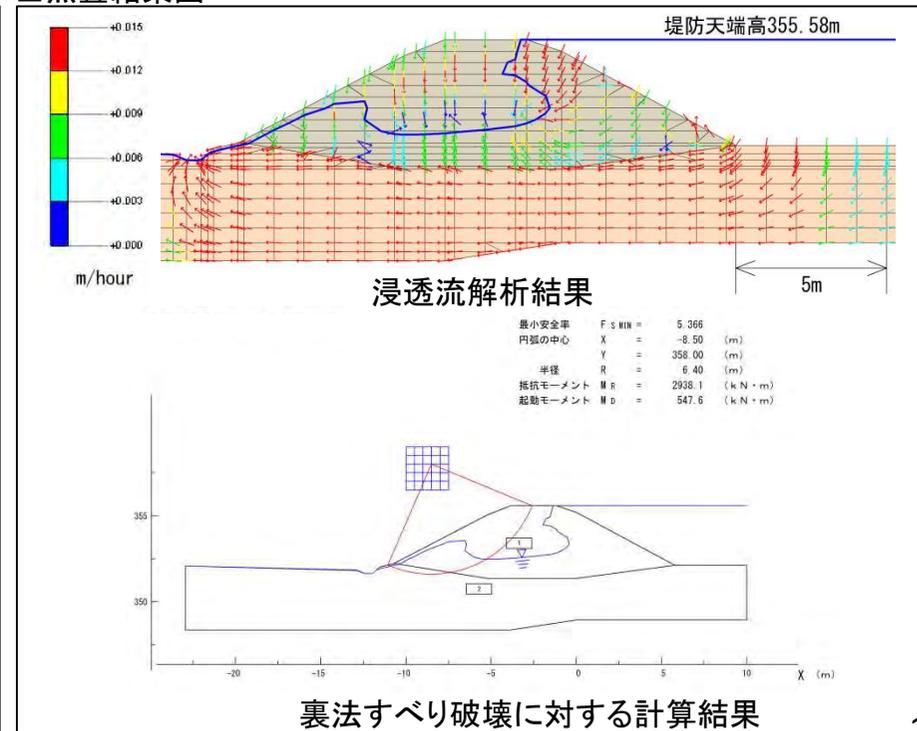
浸透に対する安全性の照査結果

河川名	左右岸	評価対象断面 KP	設計外力条件	局所動水勾配の最大値 i			裏法すべり破壊に対する最小安全率 F_s			
				照査基準	解析値		判定	必要安全率	解析値	判定
					鉛直 i_v	水平 i_h				
空知川 幾寅地区	左岸	116.75	既往堤防点検	$i < 0.5$	-0.060	0.250	○	$F_s \geq 1.452$	8.361	○
			台風10号再現		0.260	0.148			○	

■照査結果図(既往堤防点検)



■照査結果図



1. 被災メカニズムの検証(1) ⑩上流決壊箇所(まとめ)

これまでの調査結果から分かったこと

推定される堤防決壊の原因(案)

越水

- 空知川流域で記録的な大雨があり、空知川の水位が大きく上昇した。
- 決壊口の上流側で越水が確認された。また、川裏側の洗掘・流失が確認された。
- 決壊口の下流側では川裏側での越水は明瞭ではなく、洗掘も確認できなかった。

- 【越水による堤防決壊の可能性について】
- 決壊口上流部付近において、堤外側から堤内側への越水が発生し、その川裏法面が洗掘したことが決壊原因の一つであると推定される。

侵食

- 決壊箇所付近はわん曲外岸部となっており、洪水時には水衝部となっていた可能性がある。
- 写真から推定される出水後の滞筋は決壊前より左岸側に寄っているが、低水路護岸は残っている。
- 決壊区間では高水敷が侵食され、高水敷上の樹木も消失していた。

- 【侵食による堤防決壊の可能性について】
- 侵食が堤防に及んだ可能性は否定できない。

浸透

- 決壊区間及びその周辺では、噴砂は確認されなかった。
- すべり破壊及びパイピング破壊に対する安全性を照査した結果、基準値を満足する結果となった。
- 決壊箇所以外で、堤防の法崩れは確認されなかった。

- 【浸透による堤防決壊の可能性について】
- 浸透が堤防決壊の原因であることは現時点で考えにくい。
 - 浸透が堤防決壊の原因であることは考えにくい。

追加検討・考察により、追記

1. 被災メカニズムの検証

(2) 下流決壊箇所

1. 被災メカニズムの検証(2) ①下流決壊箇所(越水)

【越水の状況について】洪水は深夜に及んだものの、太平橋において越水に至るまでの経緯を捉えており、その状況を整理した。

- ・AM2時頃: R38と堤防で囲まれた低地に氾濫水が集中して湛水
- ・AM3時頃: 堤内側から堤外側へ越水を確認
- ・AM4時~5時頃: 堤防決壊

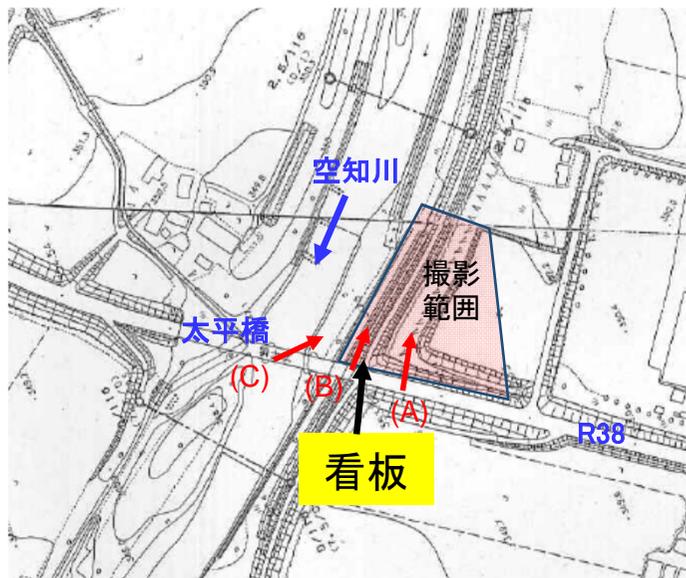
01:52 堤内側に湛水を確認



02:45 堤内側→堤外側(空知川)へ越水を確認(写真は02:49)



04:41 堤防決壊直後



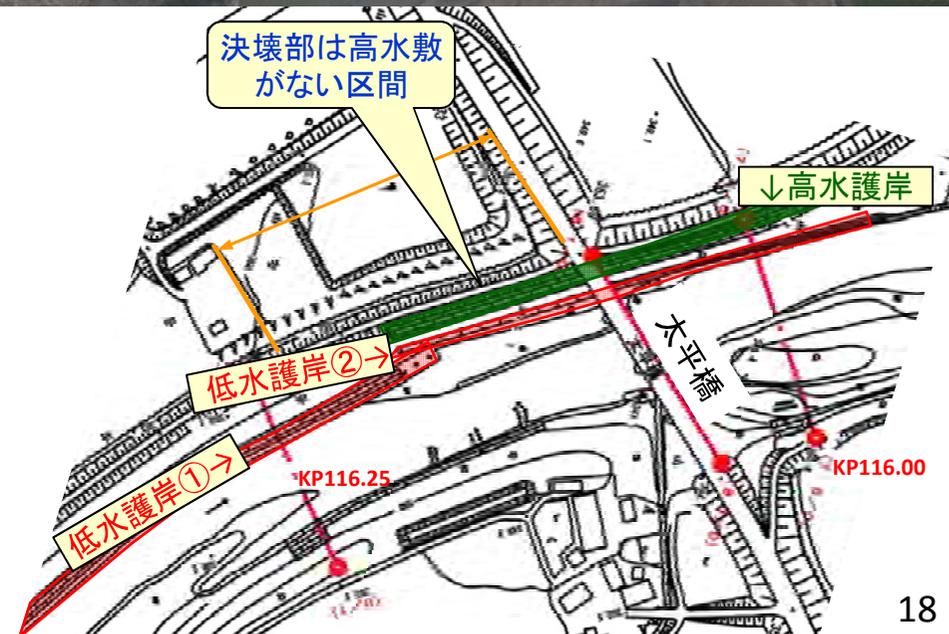
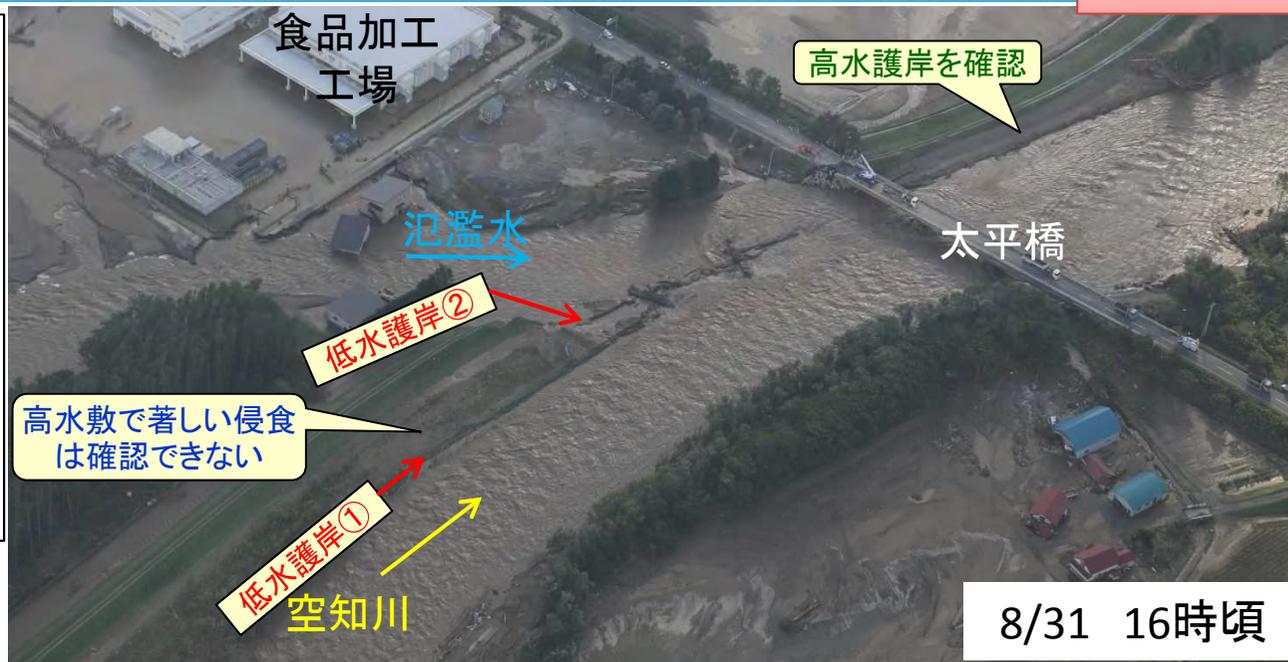
1. 被災メカニズムの検証(2) ②下流決壊箇所(侵食)

【侵食の可能性について】
・低水護岸①や高水敷はほぼ原形のまま残っている。

・堤防決壊後の太平橋直上流部の低水護岸②は、被災して変形している。

・これらのことから、川表側からの河岸侵食や河床洗掘により決壊したとは考えにくい。

・ただし、上流側で堤防決壊しなかった場合を想定すると、川表側からの侵食が堤防に及ぶ可能性も否定できない。



1. 被災メカニズムの検証(2) ③下流決壊箇所(土質状況・浸透)

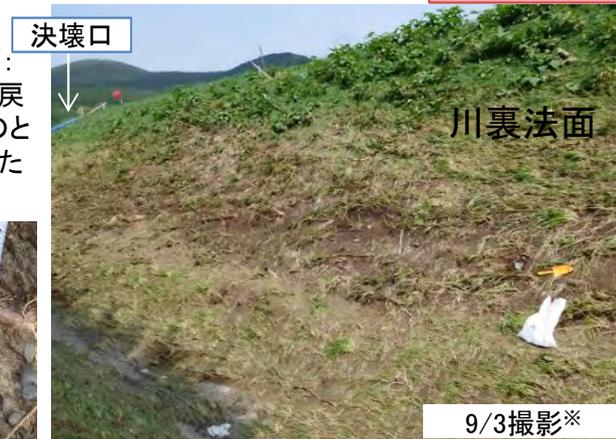
【土質状況】

・下流決壊区間上流端部の堤体は、礫混じり砂および粘性土で構成されている。S43の単年度盛土。

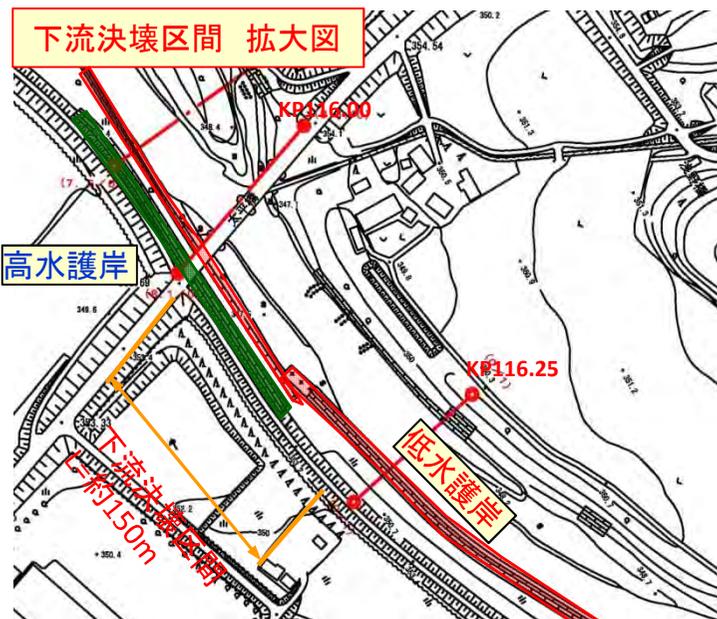
【浸透の可能性について】

・周辺の堤内側では噴砂は見受けられない。

決壊口上流側の川裏法面：堤内から堤外へ氾濫水が戻る際の流水で浸食したものと思われる。植生が薄くなった堤防は礫が露出。



9/3撮影※

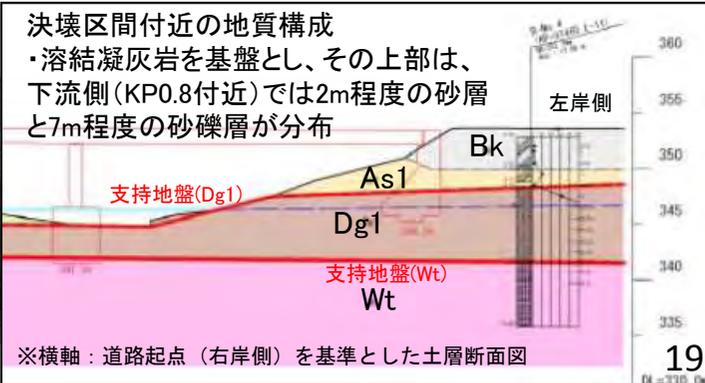


下流決壊区間付近(上流側)の堤内状況(噴砂の痕跡無し)



9/3撮影※

地質年代	地層名	地質記号	土質・地質
完新世	盛土	Bk	礫混じりシルト質砂・砂礫
	砂質土1	As1	礫混じりシルト質砂・砂
	礫質土1	Ag1	砂礫
第四紀	礫質土1	Dg1	砂礫
	十勝火砕流堆積物	Wt	溶結凝灰岩
更新世			



※横軸：道路起点(右岸側)を基準とした土層断面図

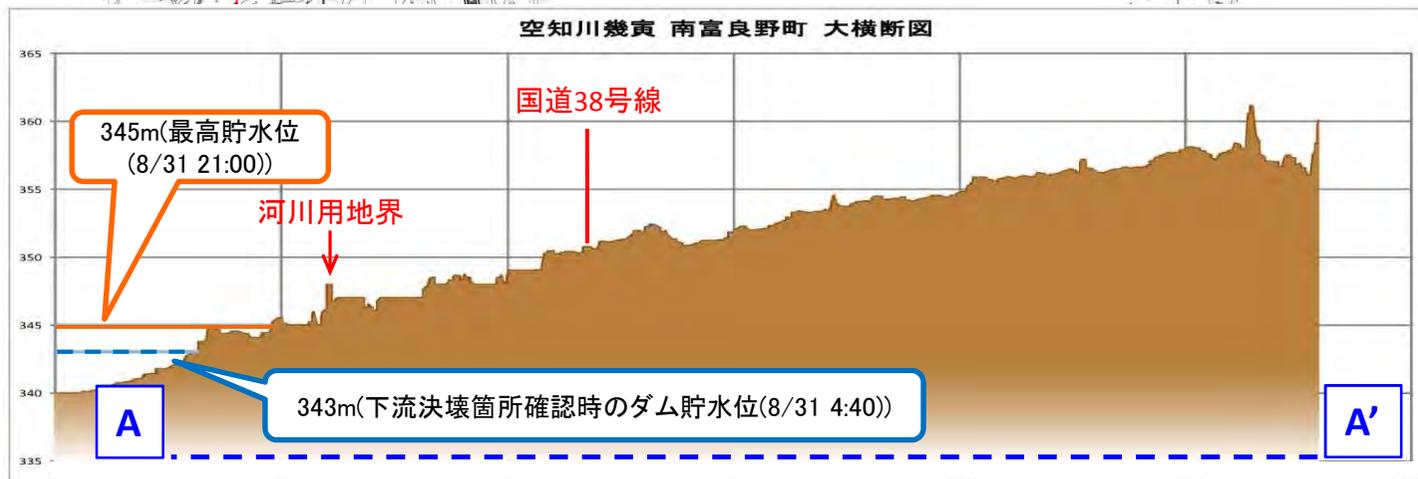
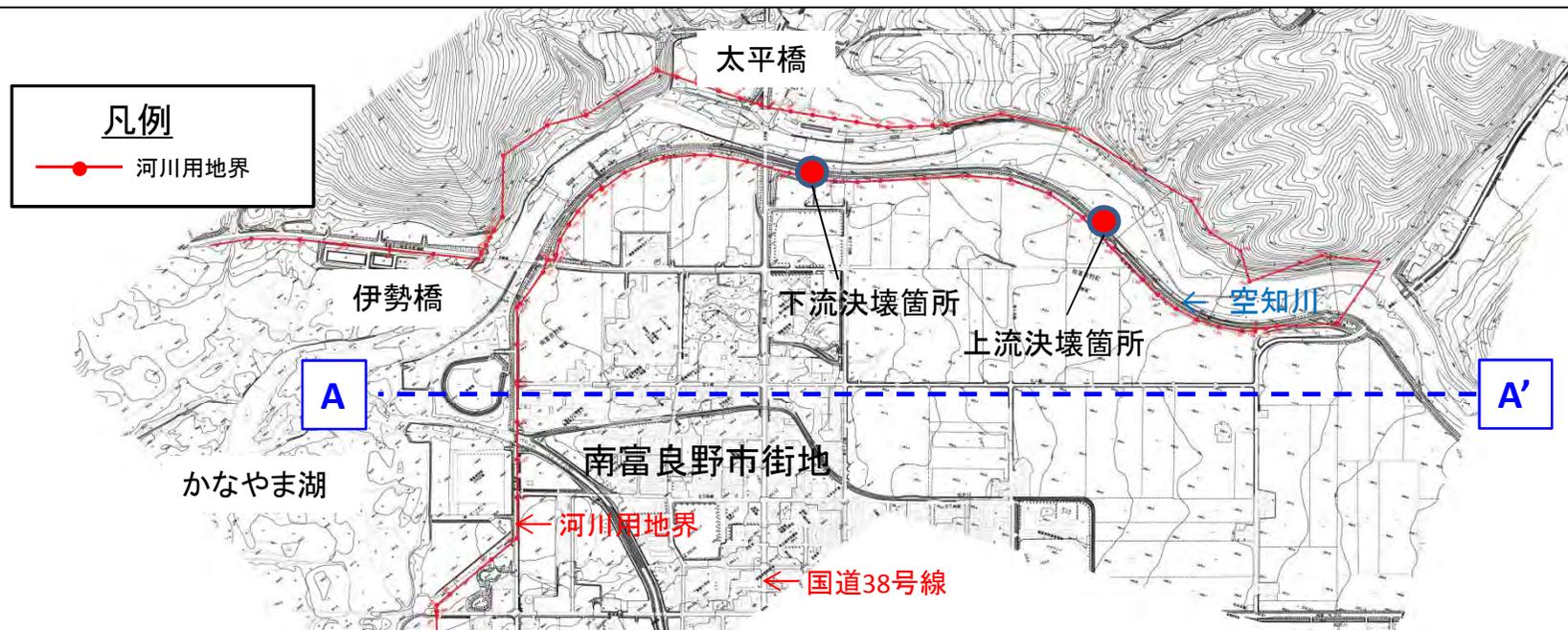


9/3撮影(※中津川教授、寒地土研ら)

1. 被災メカニズムの検証(2) ④下流決壊箇所(ダム貯水位の影響)

【金山ダムと南富良野町市街地の地盤高】

- ・金山ダムの最高貯水位と南富良野町市街地の地盤高の差は約4～5m程度。
- ・空知川は急勾配であるため、金山ダムの貯水位は幾寅市街地まで及ばない。

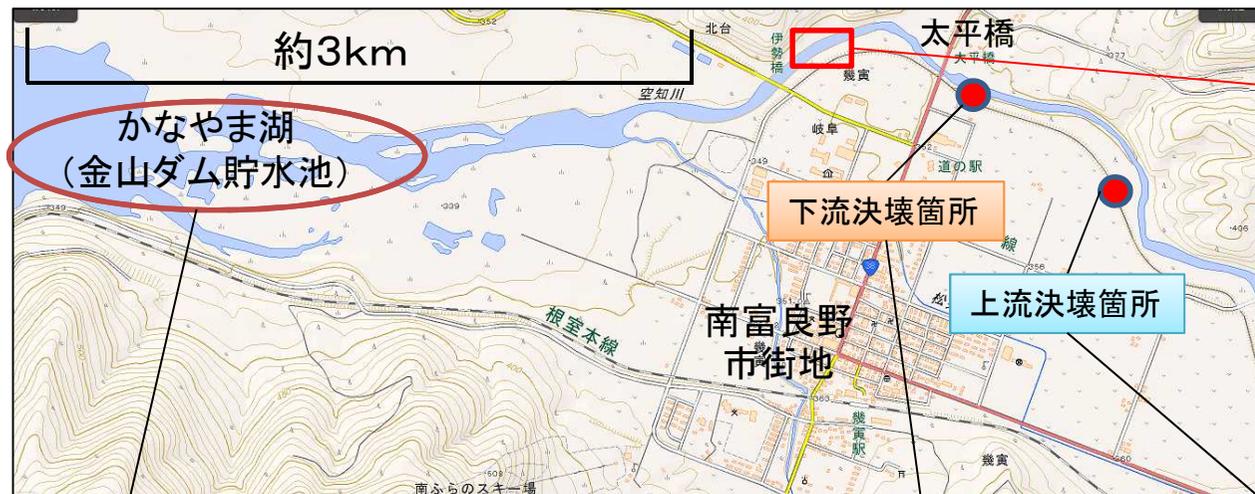


1. 被災メカニズムの検証(2) ⑤下流決壊箇所(ダム貯水位の影響)

第2回追加

【空知川の堤防決壊箇所の水位と金山ダム貯水位との関係】

- 堤防の決壊を確認した直後に、太平橋下流で射流※が発生していたことを確認しており、金山ダムの貯水位が太平橋上流地点へ影響を与えていたとは考えられない。
- また、下流決壊箇所において、決壊が確認された時刻におけるダム水位と、決壊箇所の堤防天端高の差は約9m以上あり、金山ダムの貯水が堤防決壊の直接原因とは考えられない。



【太平橋下流で射流※が発生】

8/31 AM5時頃撮影

※射流が発生している状態で河川上流の水位は、河川下流の水位の影響を受けない。

【金山ダム地点】

太平橋付近の決壊(下流決壊箇所)を確認した時刻の金山ダム貯水池の水位

▽ 8/31 4時頃 約343m

【下流決壊箇所付近】

▽ 堤防天端 約352m

水位差 約9m

河床高 約345m

【上流決壊箇所付近】

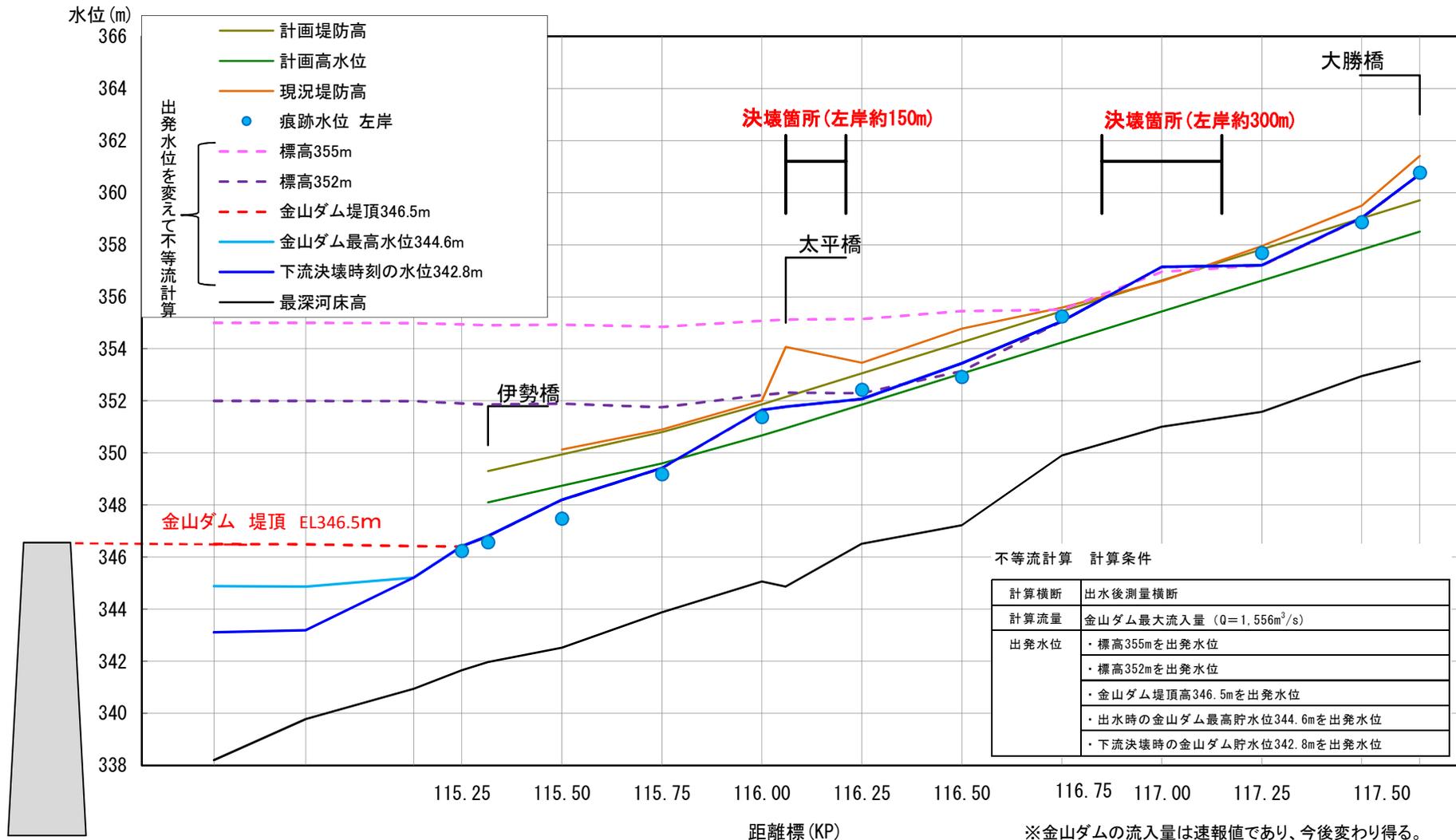
▽ 堤防天端 約356m

水位差 約13m

河床高 約351m

1. 被災メカニズムの検証(2) ⑥下流決壊箇所(ダム貯水位の影響)

【空知川の堤防決壊箇所の水位と金山ダム貯水位との関係】
 ・急流の河川であり、水理的に金山ダムの貯水位の影響が決壊箇所に及ぶことは考えられない。



1. 被災メカニズムの検証(2) ④下流決壊箇所(まとめ)

これまでの調査結果から分かったこと

推定される堤防決壊の原因(案)

越水

■ 太平橋の直上流部左岸側における氾濫水の湛水を経て、堤内側から堤外側への越水が確認された。

【越水による堤防決壊の可能性について】
■ 堤内側から堤外側への越水による川表天端の崩落が決壊原因の一つであると推定される。

侵食

■ 堤防決壊後、太平橋直上流部の低水護岸は被災して変形していた。

【侵食による堤防決壊の可能性について】
■ 川表側からの河岸侵食や河床洗掘により決壊したとは考えにくい。
■ ただし、上流側で堤防決壊しなかった場合を想定すると、川表側からの侵食が堤防に及ぶ可能性も否定できない。

浸透

■ 決壊区間及びその周辺では、噴砂は確認されなかった。
■ 決壊に至るまでの状況写真から、堤防決壊時には、堤内側は氾濫水で湛水していた。

【浸透による堤防決壊の可能性について】
■ 浸透が堤防決壊の原因であるとは考えにくい。

2. 堤防調査委員会報告書(案) 目次構成案について

2. 堤防調査委員会報告書(案) 目次構成案について

空知川堤防調査委員会
報 告 書
(案)

平成 29 年〇月

空知川堤防調査委員会

2. 堤防調査委員会報告書(案) 目次構成案について

空知川堤防調査委員会報告書

目次

1. 空知川堤防調査委員会の概要.....	1-
1-1 目的	1-
1-2 委員の構成	1-
1-3 検討の経過	1-
2. 洪水と決壊の概要.....	2-
2-1 空知川流域の概要.....	2-
2-2 平成 28 年 8 月北海道豪雨の概要.....	2-
2-3 幾寅地区の堤防決壊の概要.....	2-
3. 一般的な堤防決壊のメカニズム.....	3-
3-1 河川水の越水による堤防決壊.....	3-
3-2 河川水の浸透による堤防決壊.....	3-
3-3 河川水の侵食・洗掘による堤防決壊.....	3-
4. 上流堤防決壊箇所の原因の特定.....	4-
4-1 越水による決壊の可能性の検討.....	4-
4-2 侵食による堤防決壊の可能性の検討.....	4-
4-3 浸透による決壊の可能性の検討.....	4-
4-4 決壊原因の特定.....	4-
5. 下流堤防決壊箇所の原因の特定.....	5-
5-1 越水による決壊の可能性の検討.....	5-
5-2 侵食による堤防決壊の可能性の検討.....	5-
5-3 浸透による決壊の可能性の検討.....	5-
5-4 決壊原因の特定.....	5-
6. 上流側決壊の本復旧工法の検討.....	6-
6-1 堤防決壊の原因への対応.....	6-
6-2 本復旧工法 (案)	6-
7. 下流側決壊の本復旧工法の検討.....	7-
7-1 堤防決壊の原因への対応.....	7-
7-2 本復旧工法 (案)	7-
8. 委員による決壊区間の現地調査.....	8-
8-1 平成 28 年○月○日 本復旧時の現地調査.....	8-