

平成30年7月豪雨災害を踏まえた 今後の水害・土砂災害対策の あり方検討会

第2回 河川・ダム部会 【三篠川流域】

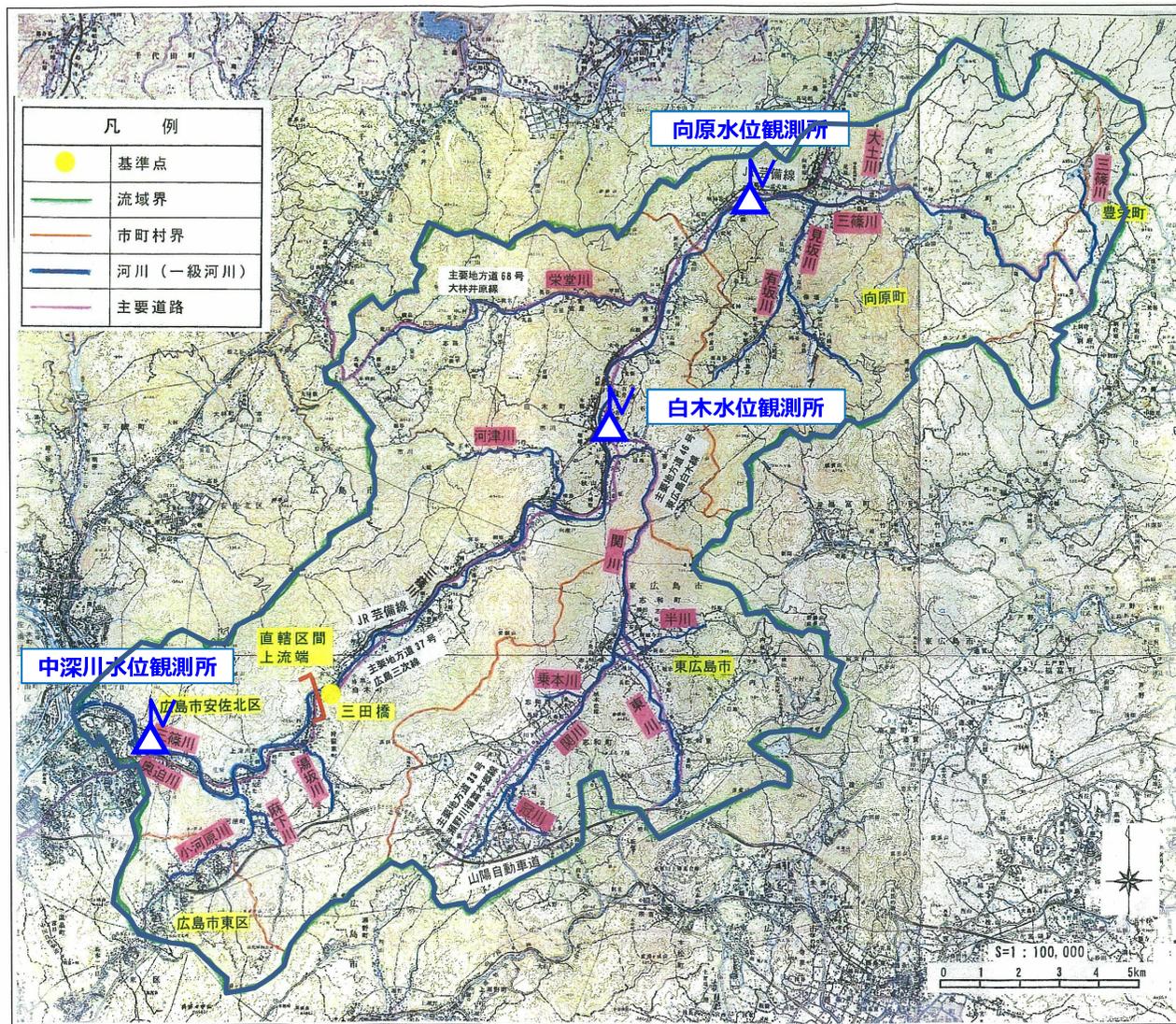
平成30年10月24日

目次 【三篠川流域】

1. 流域の概況	-----	1
2. 出水時の降雨量	-----	2
3. 出水時の水位	-----	5
4. 被害状況	-----	6
5. 三篠川流域の河川計画	-----	10
6. 被災流量の検証	-----	11
7. 被害発生要因の分析	-----	14
8. 護岸の被災要因の分析	-----	23
9. 橋梁の被災要因の分析	-----	26
10. 復旧方針について	-----	31

1. 流域の概況

- 三篠川は太田川流域のうち下流東部に位置し、広島市安佐北区、安芸高田市にまたがる河川。
- 三篠川流域は、三篠川、奥迫川、小河原川、関川等の15河川から構成され、総流域面積274.2km²、幹川流路延長42.4kmである。

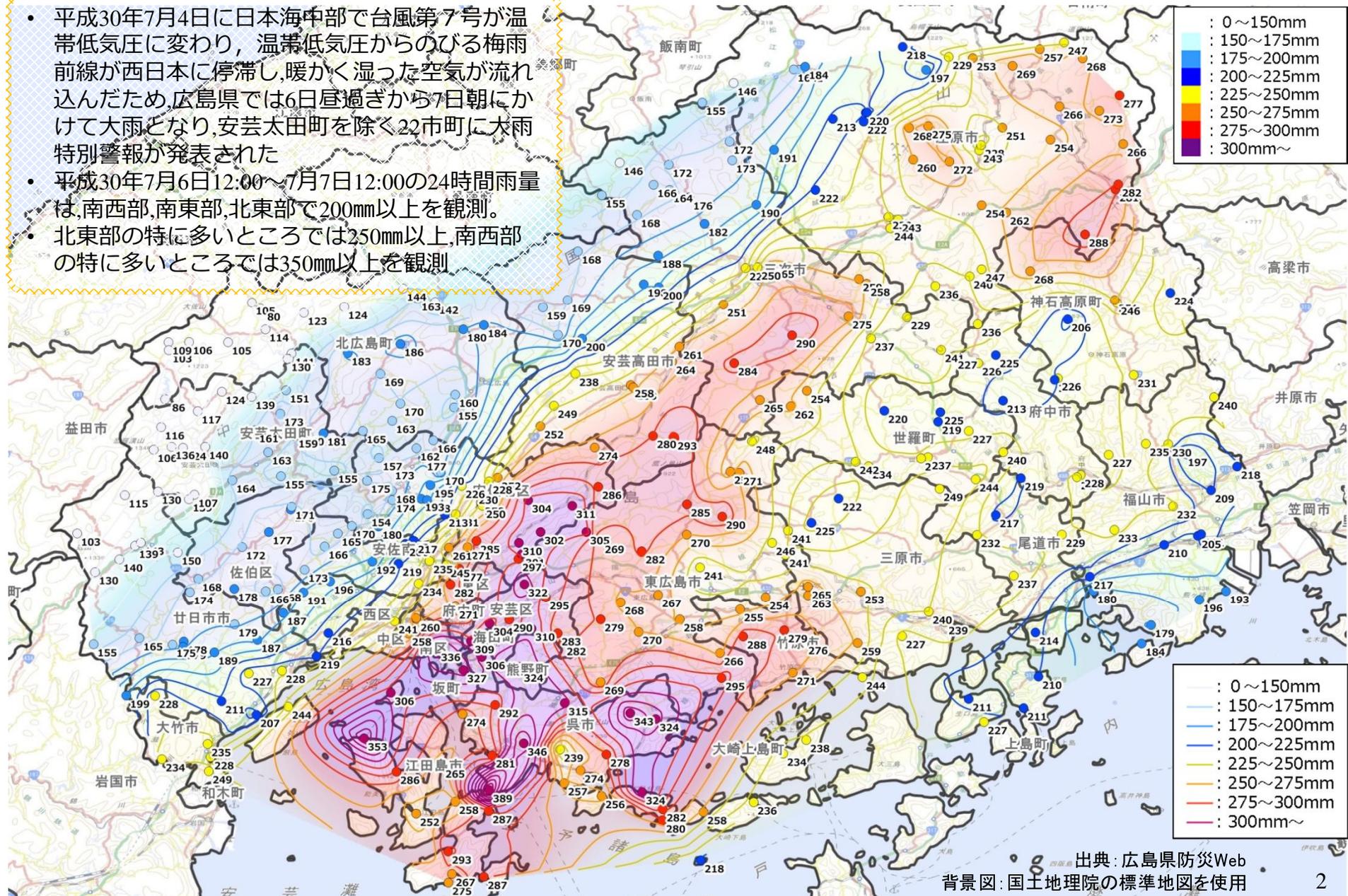


河川名	河川延長 (km)	流域面積 (km ²)
みささ三篠川	42.40	274.2
おくさこ奥迫川	0.75	3.4
おがわら小河原川	4.00	17.0
まげ麻下川	2.50	6.5
ゆさか湯坂川	3.40	7.9
かわつ河津川	4.40	14.1
せき関川	13.70	69.5
はん半川	2.88	4.3
ひがし東川	6.00	20.8
のりもと乗本川	1.00	2.9
かんむり冠川	1.72	3.1
えいどう栄堂川	2.90	24.5
みさか見坂川	5.40	18.1
ありさか有坂川	3.50	7.1
おおつち大土川	1.40	5.7

2. 出水時の降雨量

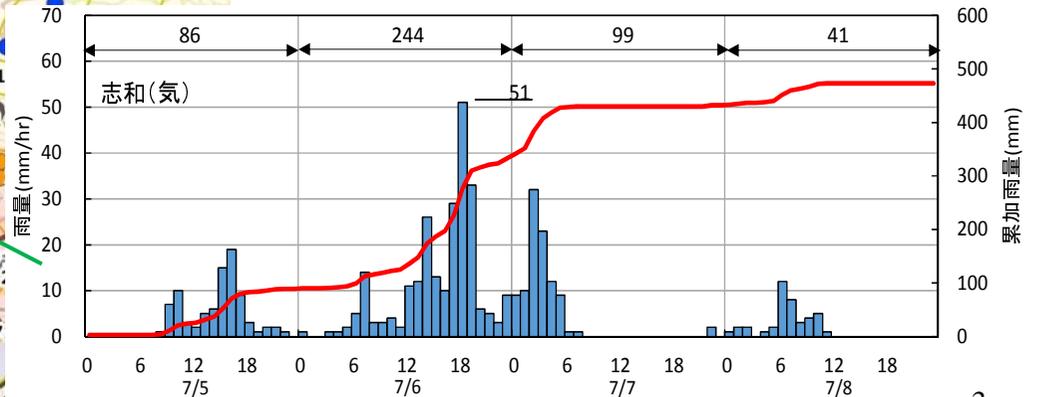
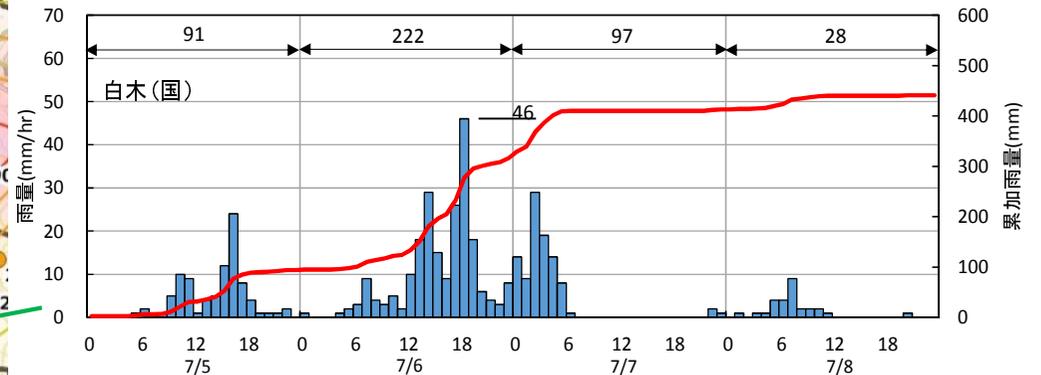
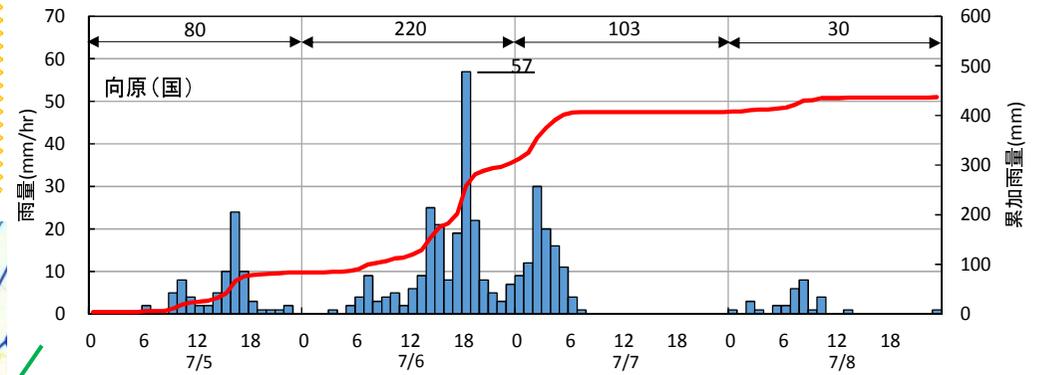
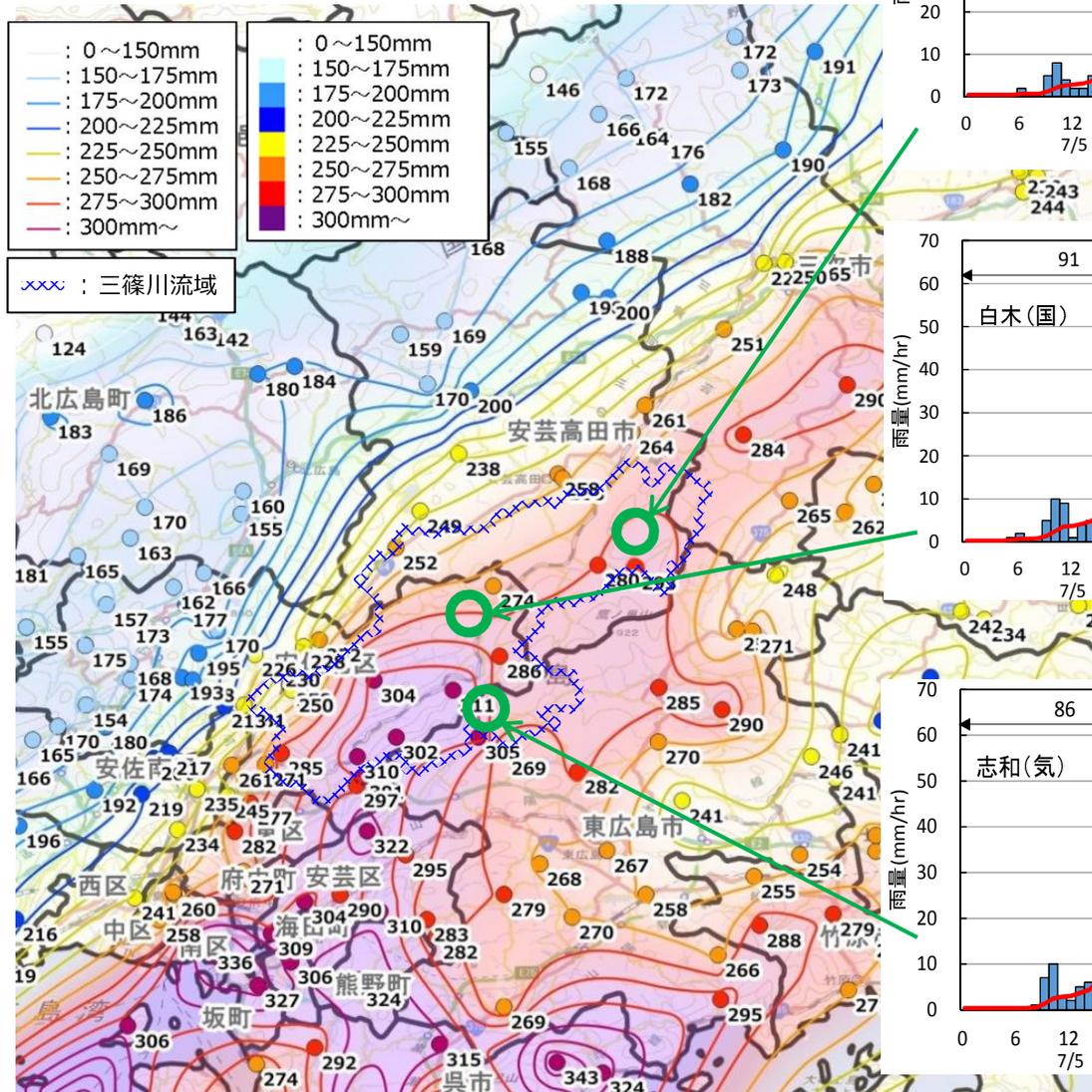
雨量分布図(24時間雨量:2018/7/6 12:00 ~ 7/7 12:00)

- 平成30年7月4日に日本海中部で台風第7号が温帯低気圧に変わり、温帯低気圧からのびる梅雨前線が西日本に停滞し、暖かく湿った空気が流れ込んだため、広島県では6日昼過ぎから7日朝にかけて大雨となり、安芸太田町を除く22市町に大雨特別警報が発表された
- 平成30年7月6日12:00~7月7日12:00の24時間雨量は、南西部、南東部、北東部で200mm以上を観測。
- 北東部の特に多いところでは250mm以上、南西部の特に多いところでは350mm以上を観測



2. 出水時の降雨量

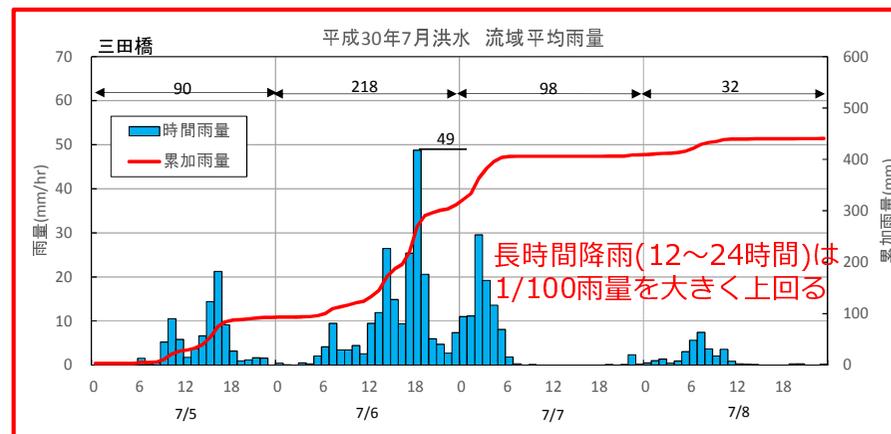
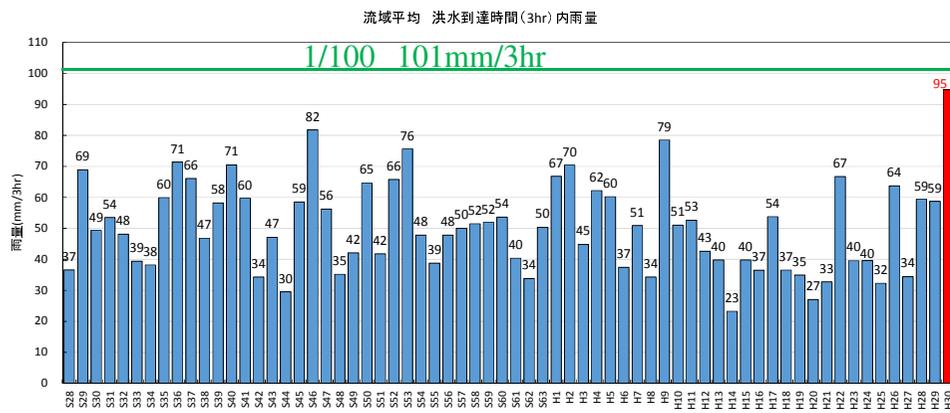
- 1時間雨量のピーク値は、向原で57mm、志和で51mmを観測した。
- 向原、白木、志和において、5日0:00~8日23:00までの累加雨量は400mmを超えている。



2. 出水時の降雨量

- 三篠川流域では、継続時間雨量(3・6・12・24時間)が昭和28年以降の既往最大雨量を観測
- 短時間雨量(1~3時間)の確率規模は概ね1/20~1/60年、長時間雨量(12~24時間)は1/160~1/200年確率以上相当と推算

継続時間	1時間	3時間	6時間	12時間	24時間
雨量(mm)	49	95	145	200	308
確率規模	1/26	1/59	1/121	1/164	1/200以上
1/100雨量(mm)	61	101	142	188	268



※三田橋: 基準地点

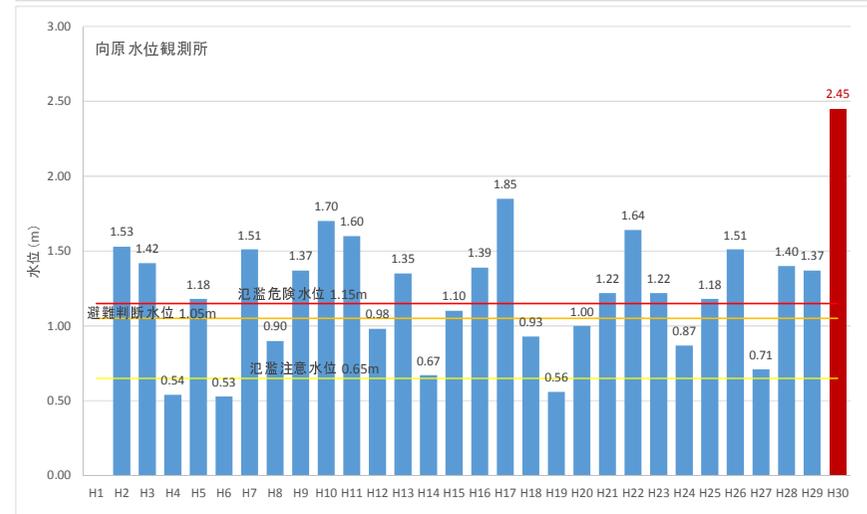
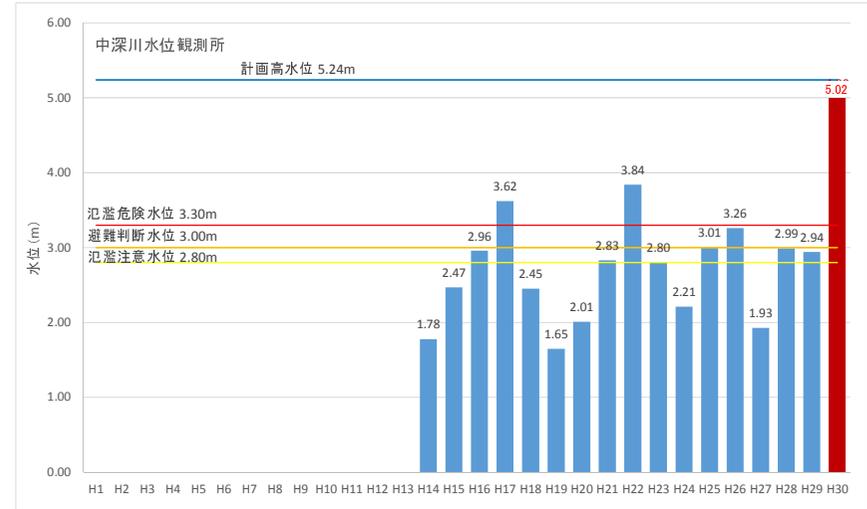
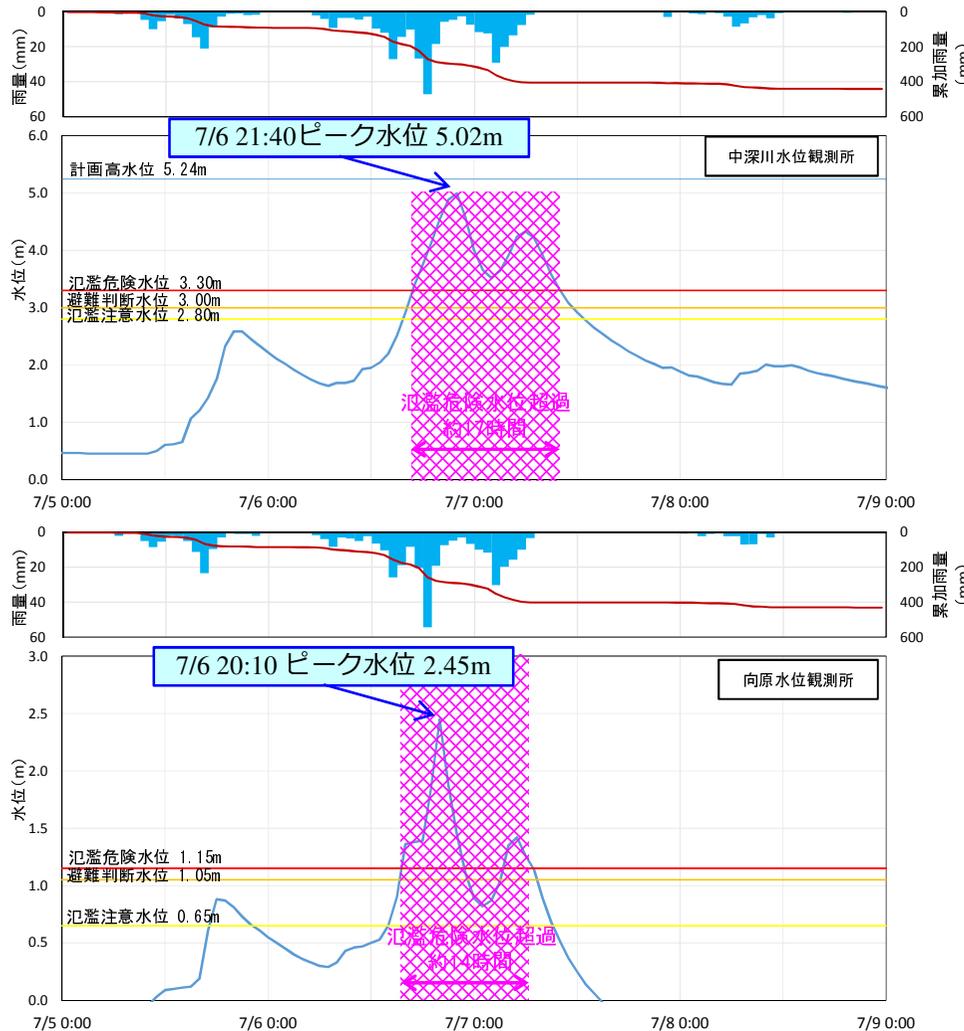


▲基準地点等位置図(赤線: ティーセン分割)

※時間雨量観測が行われた昭和28年以降で整理

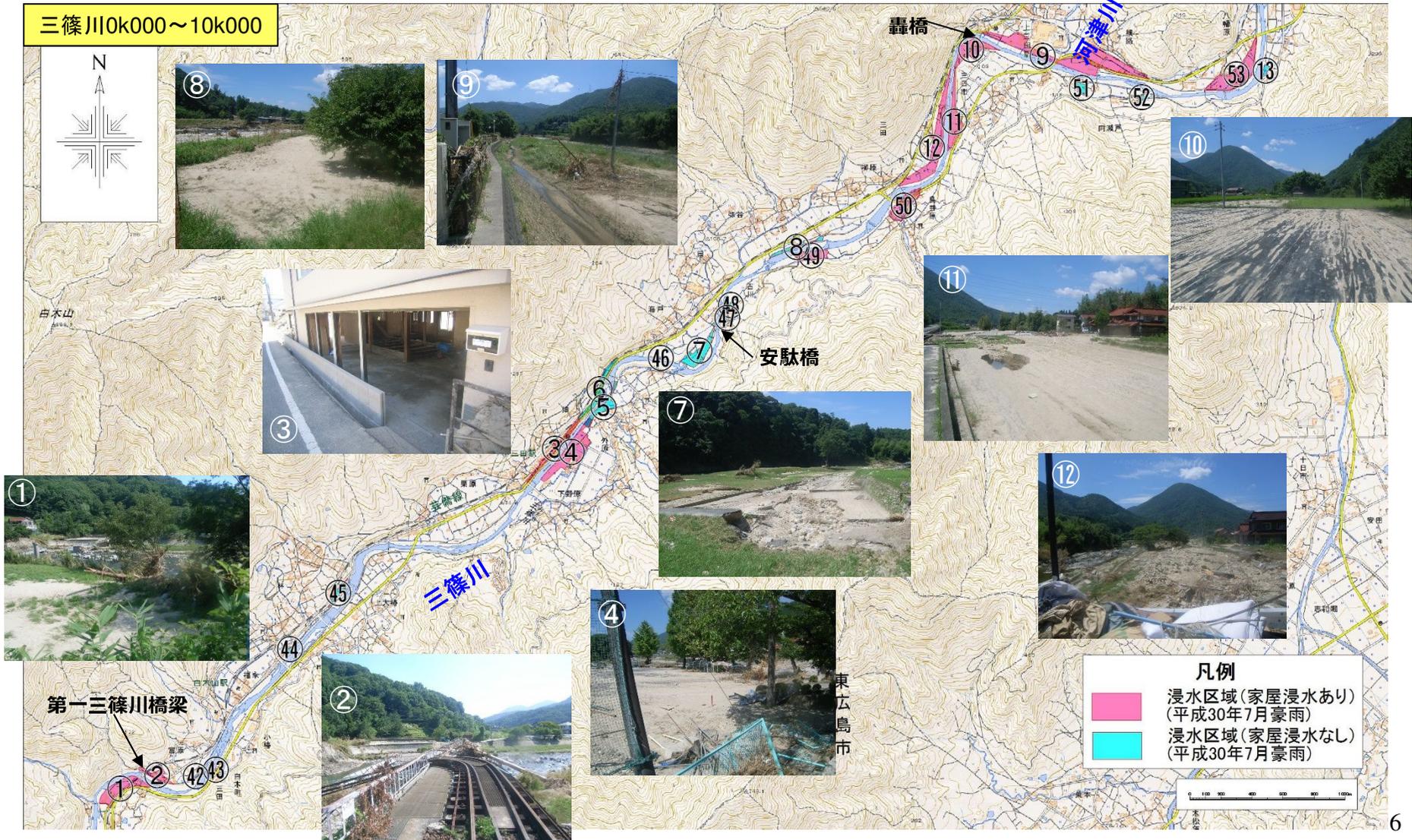
3. 出水時の水位（観測水位）

- 中深川観測所では氾濫危険水位（3.30m）を超過する5.02mの最高水位を観測
- 向原観測所では氾濫危険水位（1.15m）を超過する2.45mの最高水位を観測
- 本出水では**向原観測所で観測史上最高水位を記録**，**中深川観測所においても近年洪水では最高水位を記録**



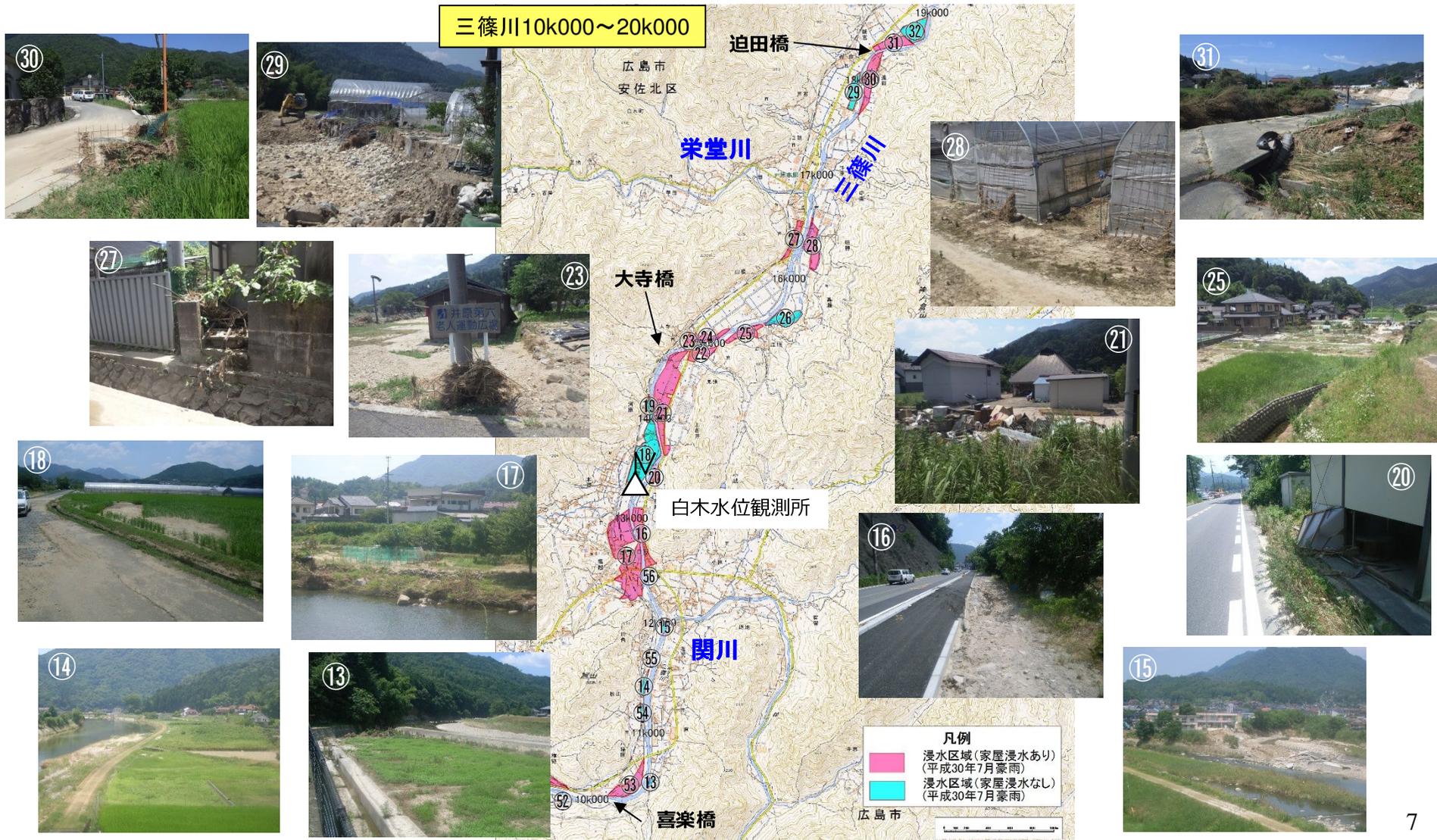
4. 被害状況①

- 三篠川の浸水実績は、出水直後の空撮写真及び現地調査により56ブロックで確認
- 三篠川10.0k下流では23ブロックでの浸水が確認され、浸水や土砂で被災した面積は約31ha（現地調査より）
- 当該区間の浸水は三篠川からの溢水や越水、流入支川・水路からの溢水によるものと推測
- 浸水被害に加え、JR芸備線が通る第1三篠川橋梁、安駄橋、轟橋が落橋



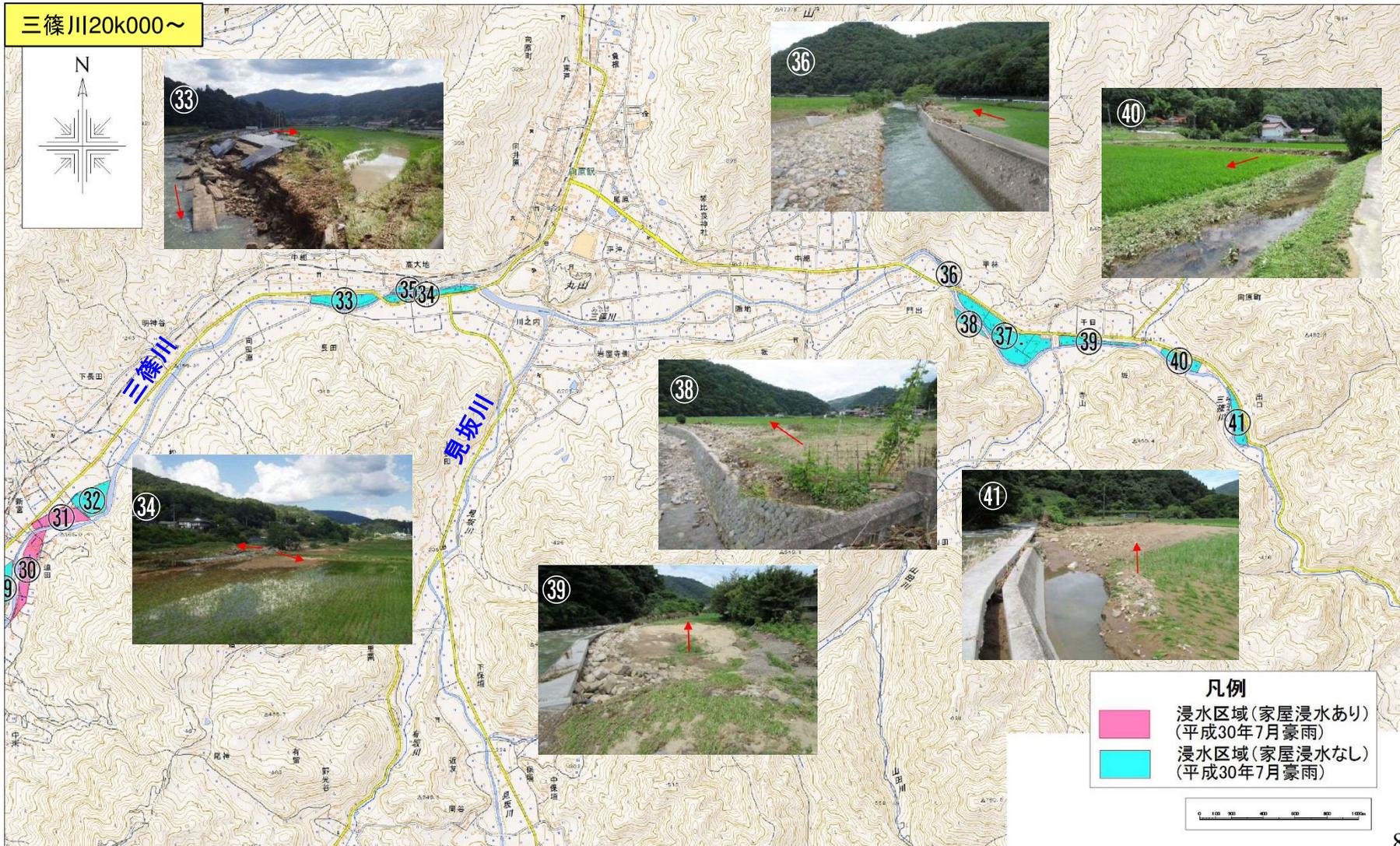
4. 被害状況②

- 三篠川の浸水実績は、出水直後の空撮写真及び現地調査により56ブロックで確認
- 三篠川10.0k~20.0kでは24ブロックでの浸水が確認され、浸水や土砂で被災した面積は約61ha（現地調査より）
- 当該区間の浸水は三篠川からの溢水や越水，流入支川・水路からの溢水・越水によるものと推測
- 浸水被害に加え、氾濫流による侵食で道路が陥没，喜楽橋・大寺橋と迫田橋が落橋



4. 被害状況③

- 三篠川の浸水実績は、出水直後の空撮写真及び現地調査により56ブロックで確認
- 三篠川20.0k上流では9ブロックでの浸水が確認され、浸水や土砂で被災した面積は約18ha（現地調査より）
- 当該区間の浸水は三篠川からの溢水や越水，流入支川・水路からの溢水・越水によるものと推測
- 浸水被害に加え，越流による侵食を確認



4. 被害の概要

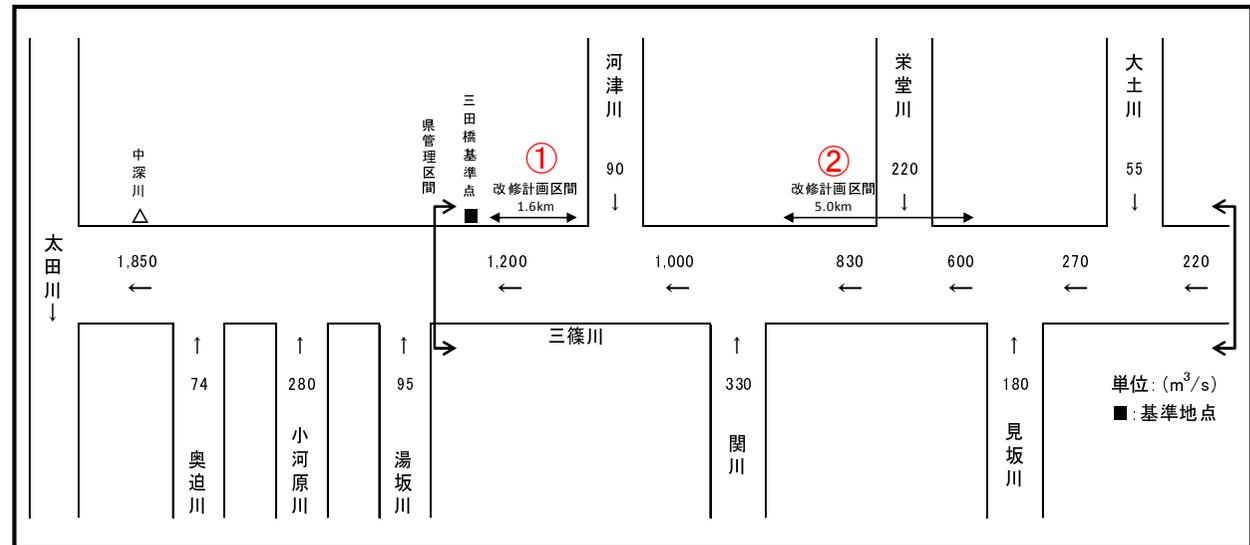
- 浸水被害は56ブロックで発生し、浸水面積は全体で約110ha（現地調査より）、家屋浸水が約343戸発生
- 護岸等施設被害は61箇所、約10kmに及ぶ（8月20日時点集計・連続する被災箇所は1箇所で計上）
- JR橋梁を含む6橋で落橋被害が発生



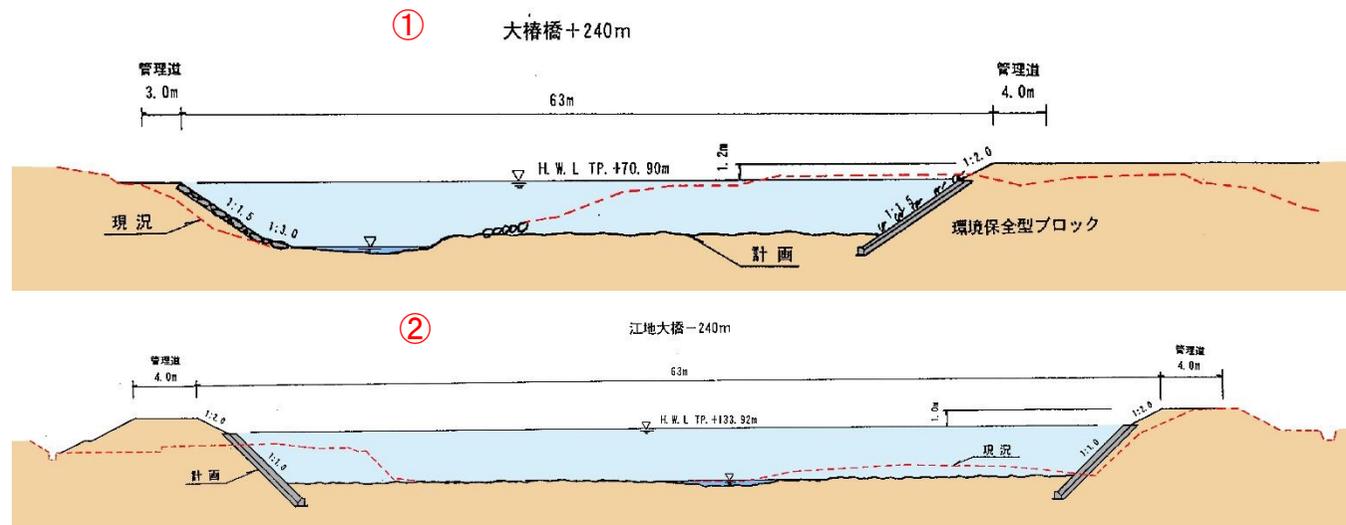
5. 三篠川流域の河川計画

- 河川整備計画：H15.7策定，計画規模1/30（市街地以外1/20），計画高水流量1,200m³/s

	河川整備計画
策定年	H15.7
計画規模	1/30
計画降雨	220mm/24hr
洪水到達時間	3hr
基準点	三田橋 (太田川合流点より 10.06km上流)
計画高水流量	1,200m ³ /s
計画粗度係数	n = 0.035



流量配分（河川整備計画）

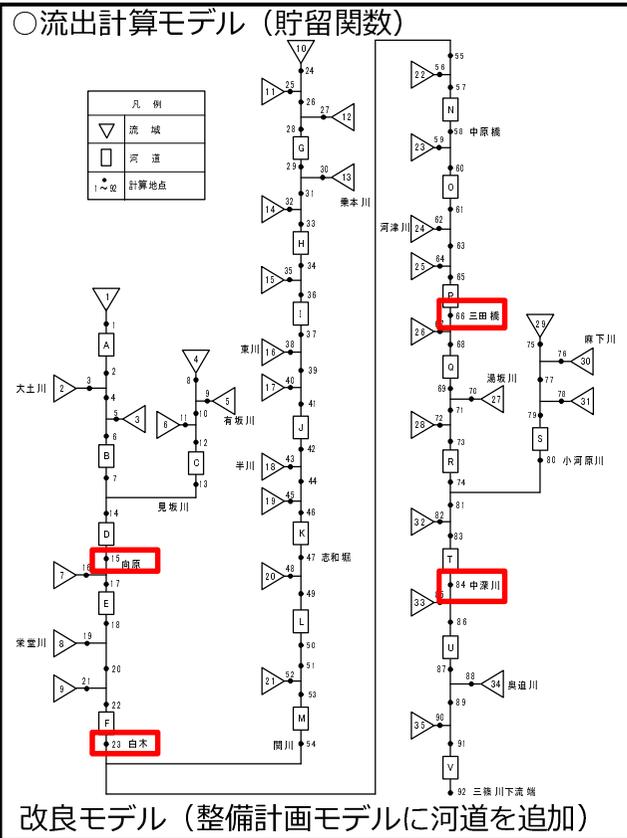
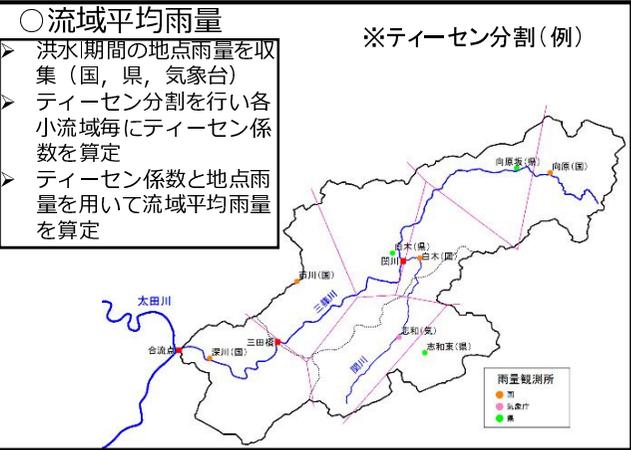


標準横断（河川整備計画）

6. 被災流量の検証

被災流量の推算方針

- 方針①：今次出水の流量観測は国の中深川観測所のためのため、流出計算は中深川の再現性を重視する。その他、白木（県：12.45k）、向原（県：20.7k）の2箇所にて水位観測データが有るため、これらの地点でも再現性の確認を行う
- 方針②：整備計画策定時の流域定数を用いて流出計算（貯留関数法）を実施し、流量配分を設定。河道定数により氾濫を考慮し、氾濫戻し流量も推定



貯留関数の定数

流域no	流域名	K	P	TL(hr)	Rsa(mm)	f _i	基底流量(m ³ /s)	備考
1	三篠川上流域	33.2	0.399	1.02	140	0.70	0.758	三篠川
2	大土川流域	47.7	0.301	0.44	140	0.70	0.114	〃
3	三篠川殊流域1	43.5	0.323	0.28	140	0.70	0.082	〃
4	見坂川上流域	41.8	0.333	0.39	140	0.70	0.174	〃
5	有坂川流域	35.0	0.382	0.29	140	0.70	0.142	〃
6	見坂川殊流域	48.6	0.296	0.24	140	0.70	0.046	〃
7	三篠川殊流域2	37.0	0.367	0.60	140	0.70	0.276	〃
8	栄堂川流域	33.8	0.393	0.90	140	0.70	0.490	〃
9	三篠川殊流域3	39.6	0.347	0.55	140	0.70	0.224	〃
10	関川上流域	53.5	0.327	0.40	140	0.70	0.152	関川
11	冠川流域	31.5	0.495	0.24	140	0.70	0.062	〃
12	関川殊流域1	40.7	0.405	0.46	140	0.70	0.220	〃
13	兼本川流域	65.6	0.279	0.24	140	0.70	0.058	〃
14	関川殊流域2	66.2	0.277	0.20	140	0.70	0.028	〃
15	関川殊流域3	71.0	0.262	0.16	140	0.70	0.018	〃
16	東川流域	48.1	0.356	0.67	140	0.70	0.416	〃
17	関川殊流域4	60.3	0.298	0.11	140	0.70	0.012	〃
18	半川流域	56.7	0.312	0.29	140	0.70	0.086	〃
19	関川殊流域5	56.1	0.315	0.38	140	0.70	0.100	〃
20	関川殊流域6	44.9	0.315	0.35	140	0.70	0.098	〃
21	関川殊流域7	49.3	0.293	0.30	140	0.70	0.140	〃
22	三篠川殊流域4	54.3	0.271	0.08	140	0.70	0.004	三篠川
23	三篠川殊流域5	35.9	0.375	1.99	140	0.70	0.072	〃
24	河津川流域	43.7	0.322	2.51	140	0.70	0.282	〃
25	三篠川殊流域6	39.0	0.352	2.52	140	0.70	0.614	〃
26	三篠川殊流域7	53.8	0.273	2.05	140	0.70	0.110	〃
27	湯坂川流域	44.7	0.316	2.13	140	0.70	0.158	〃
28	三篠川殊流域8	58.6	0.256	1.97	140	0.70	0.080	〃
29	小河原川上流域	44.4	0.318	2.18	140	0.70	0.200	〃
30	麻下川流域	49.4	0.292	2.13	140	0.70	0.130	〃
31	小河原川殊流域	55.4	0.267	1.80	140	0.70	0.010	〃
32	三篠川殊流域9	47.8	0.300	1.99	140	0.70	0.064	〃
33	三篠川殊流域10	25.8	0.486	1.73	140	0.70	0.002	〃
34	奥迫川流域	35.7	0.377	1.95	140	0.70	0.068	〃
35	三篠川殊流域11	51.0	0.285	2.14	140	0.70	0.118	〃

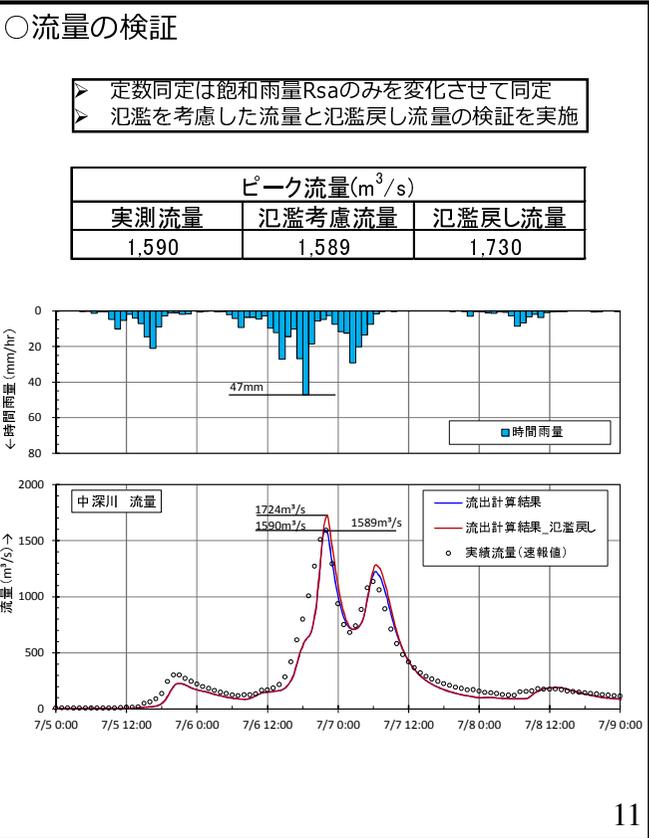
①流域の貯留関数

$$r - q_1 = \frac{ds}{dt}$$

$$S = k \cdot q_1^p$$

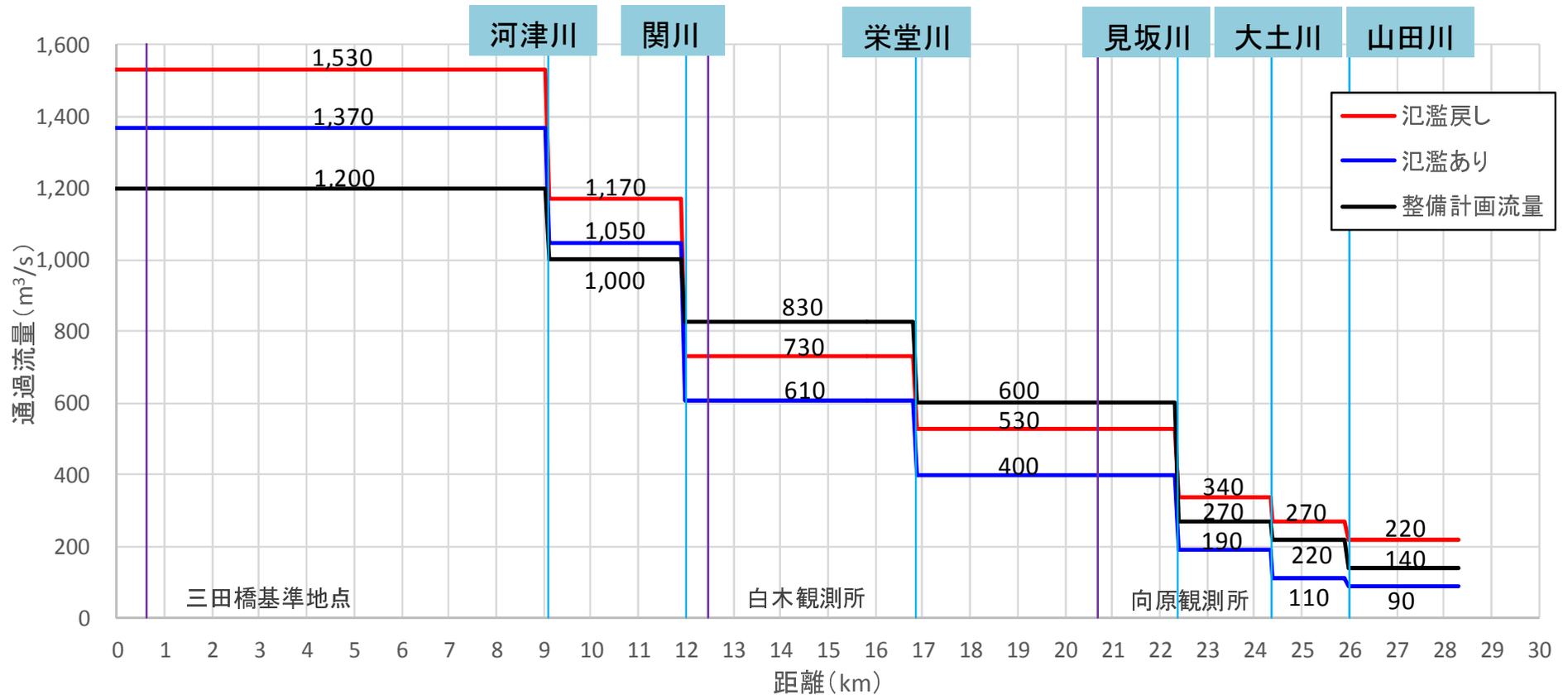
$$q_1(t) = q(t + T_1)$$

ここに、r：流域平均雨量(mm/hr)、q₁：仮定の流出高(mm/hr)
 q：単位流出高(mm/hr)、S：単位貯留量(mm)
 T₁：流域の遅滞時間(hr)、k、p：定数



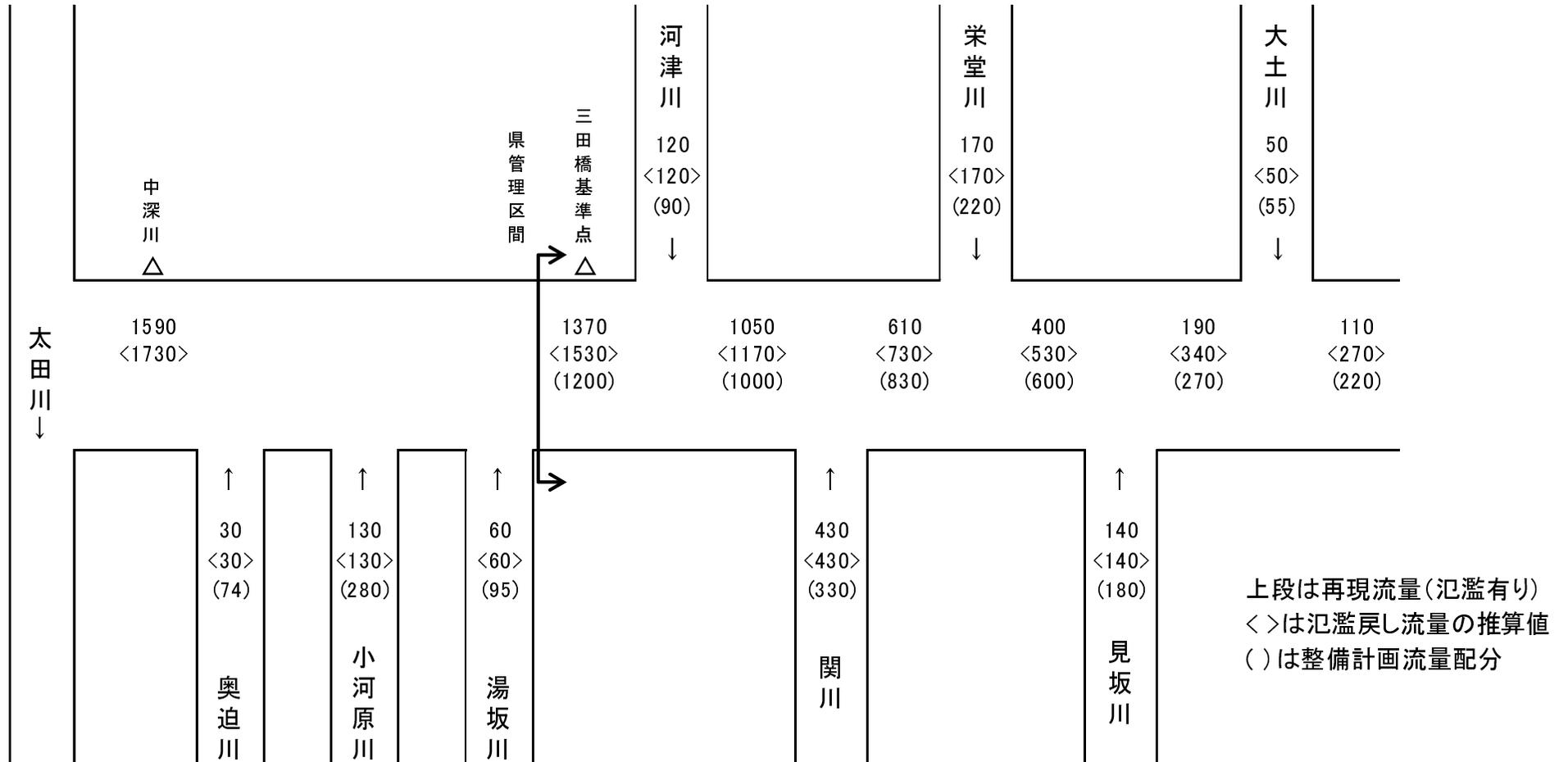
6. 被災流量の検証

- 同定したモデルより流量配分を算定。今次出水の**氾濫戻し流量は三田橋基準地点にて1,530m³/s**、**氾濫ありでの流量は1,370m³/s**、**河川整備計画流量1,200m³/s**であり、**一部区間では既定計画を超過した洪水が発生したと推定される**



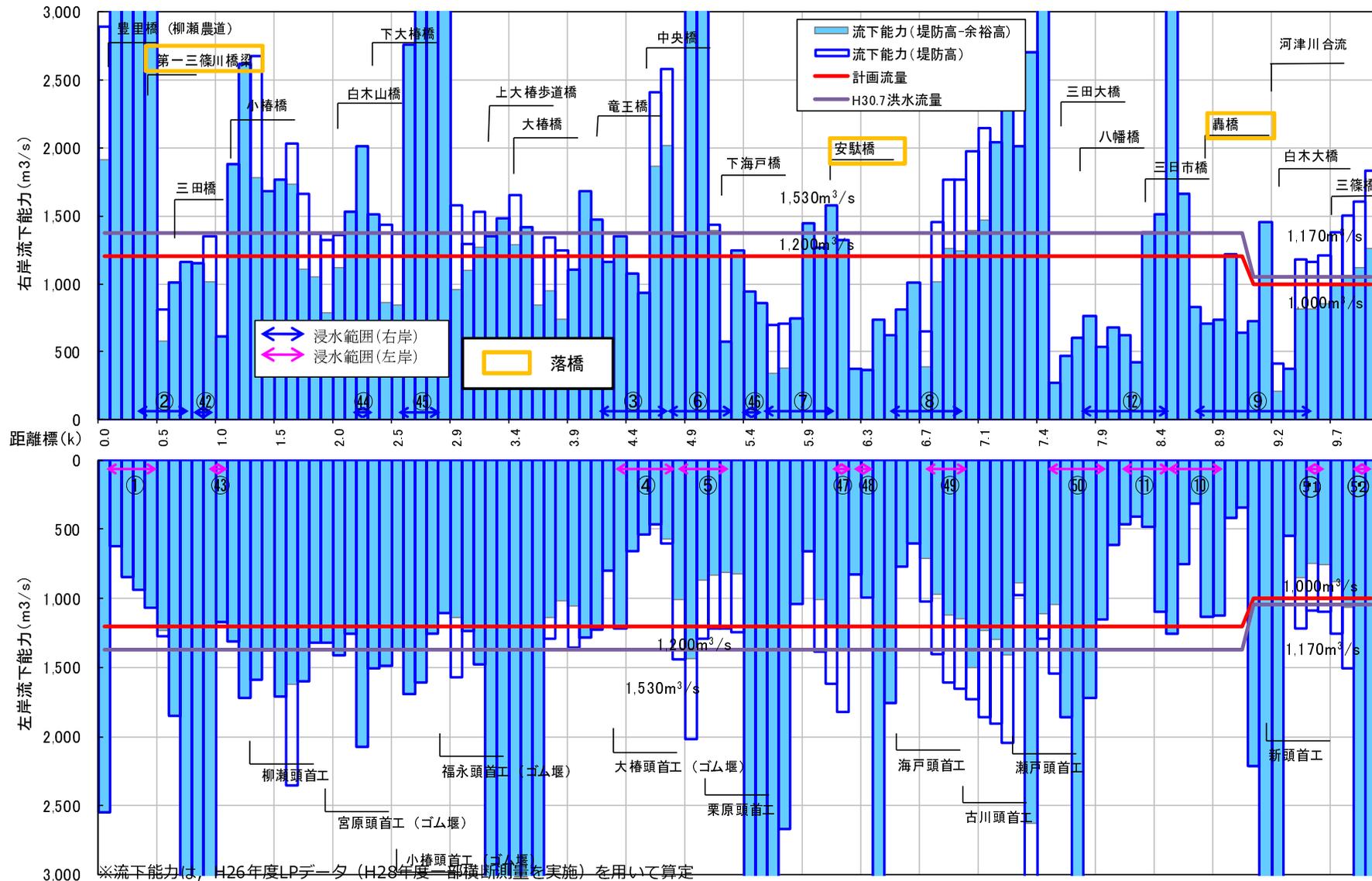
	0.00k~9.03k	9.03k~11.90k	11.90k~16.80k	16.80k~22.31k	22.31k~24.349k	24.349k~25.90k	26.00k~
氾濫戻し流量	1,530	1,170	730	530	340	270	220
氾濫あり流量	1,370	1,050	610	400	190	110	90
整備計画流量	1,200	1,000	830	600	270	220	140

6. 被災流量の検証



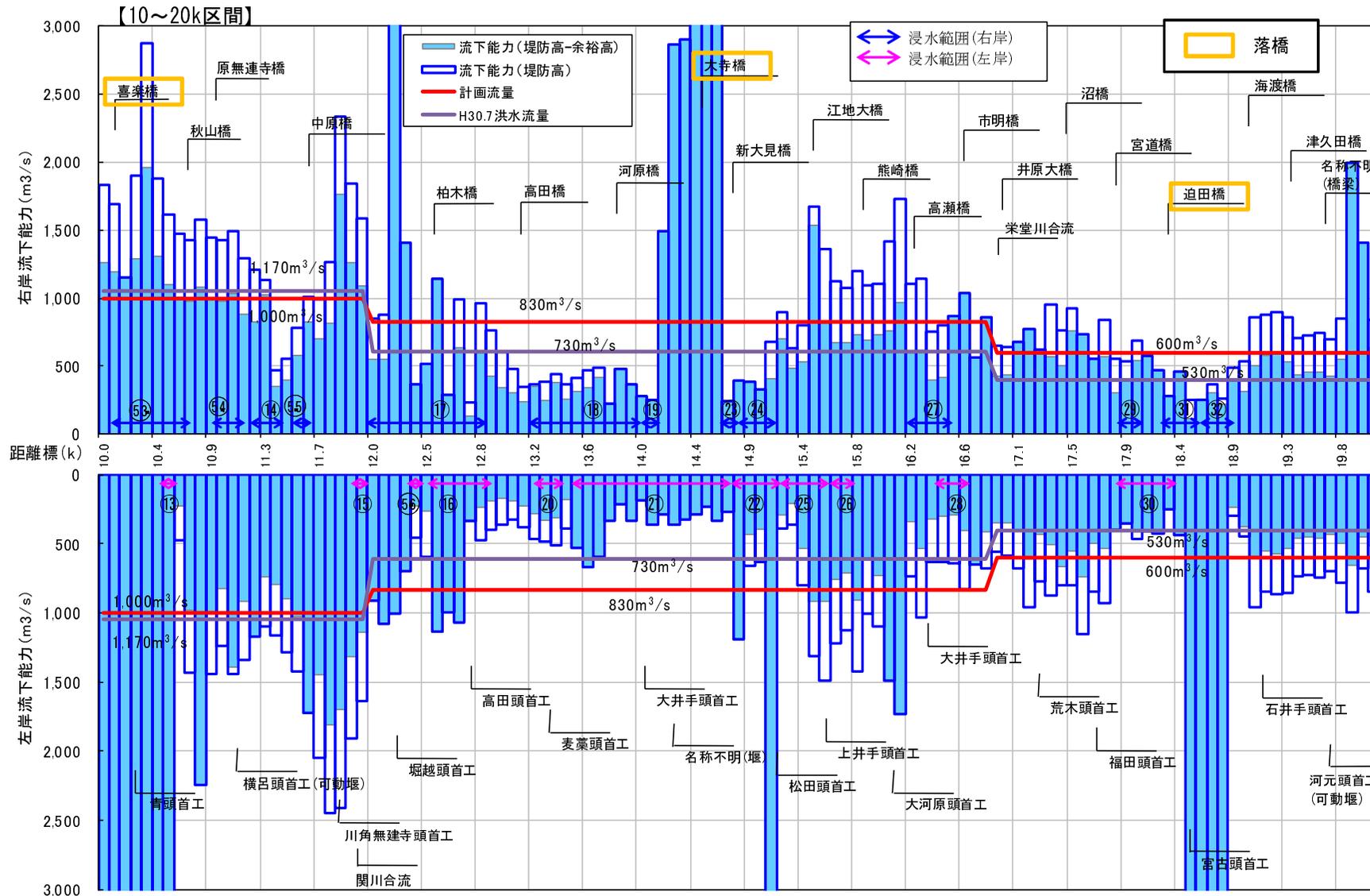
7. 被害発生要因の分析

- 現況流下能力図により，今次出水流量を評価
 - 堤防高（無堤部は堤内地盤高）が周辺より低い地点などで流下能力不足箇所が見られる
 - 概ね流下能力不足箇所において浸水実績が報告されている



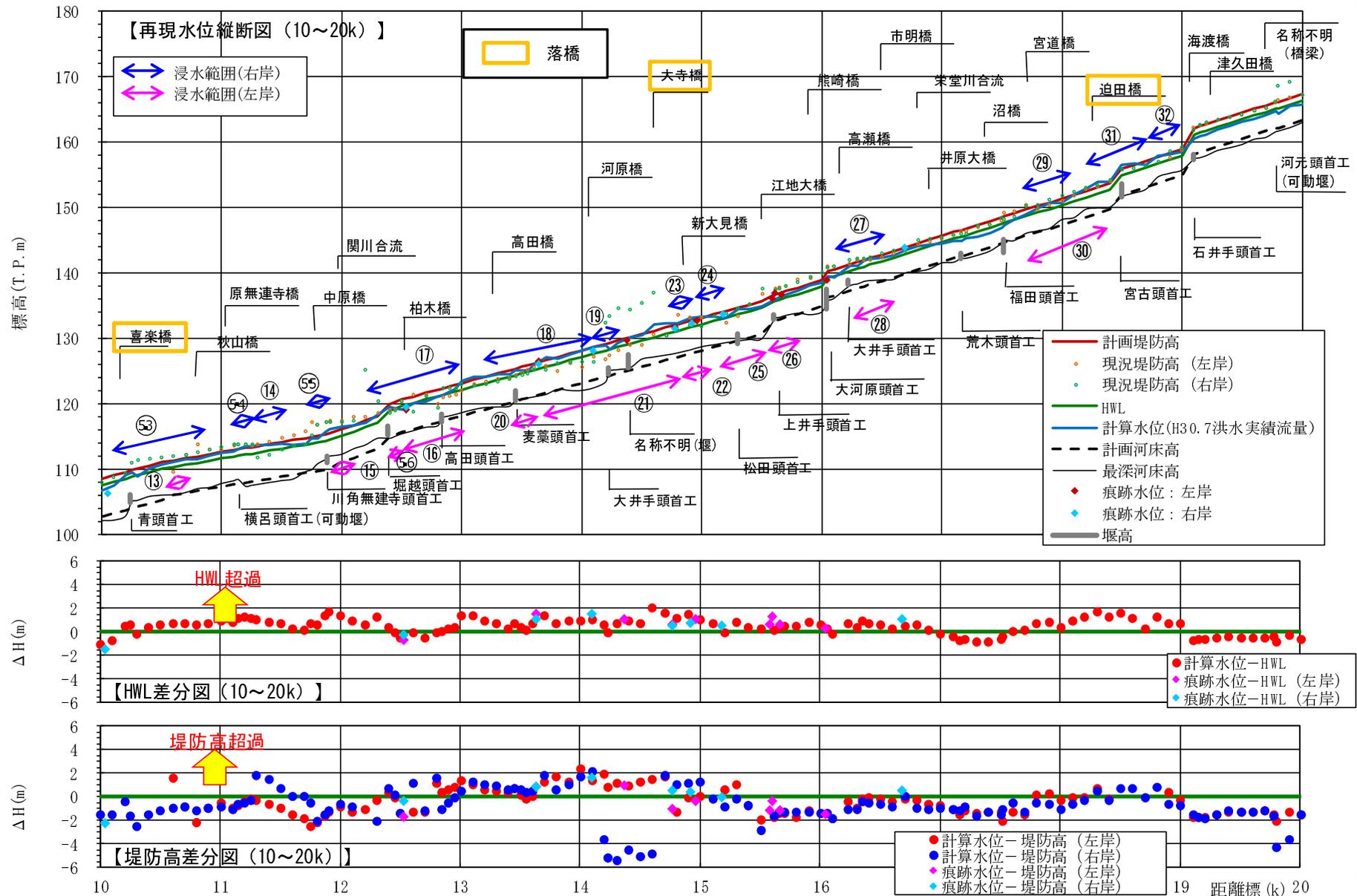
7. 被害発生要因の分析

- 現況流下能力図により、今次出水流量を評価
 - 堤防高（無堤部は堤内地盤高）が周辺より低い地点などで流下能力不足箇所が見られる
 - 概ね流下能力不足箇所において浸水実績が報告されている
 - 一部、流下能力（堤防高）が足りている箇所でも浸水被害が生じている（⑤④②⑦ など）



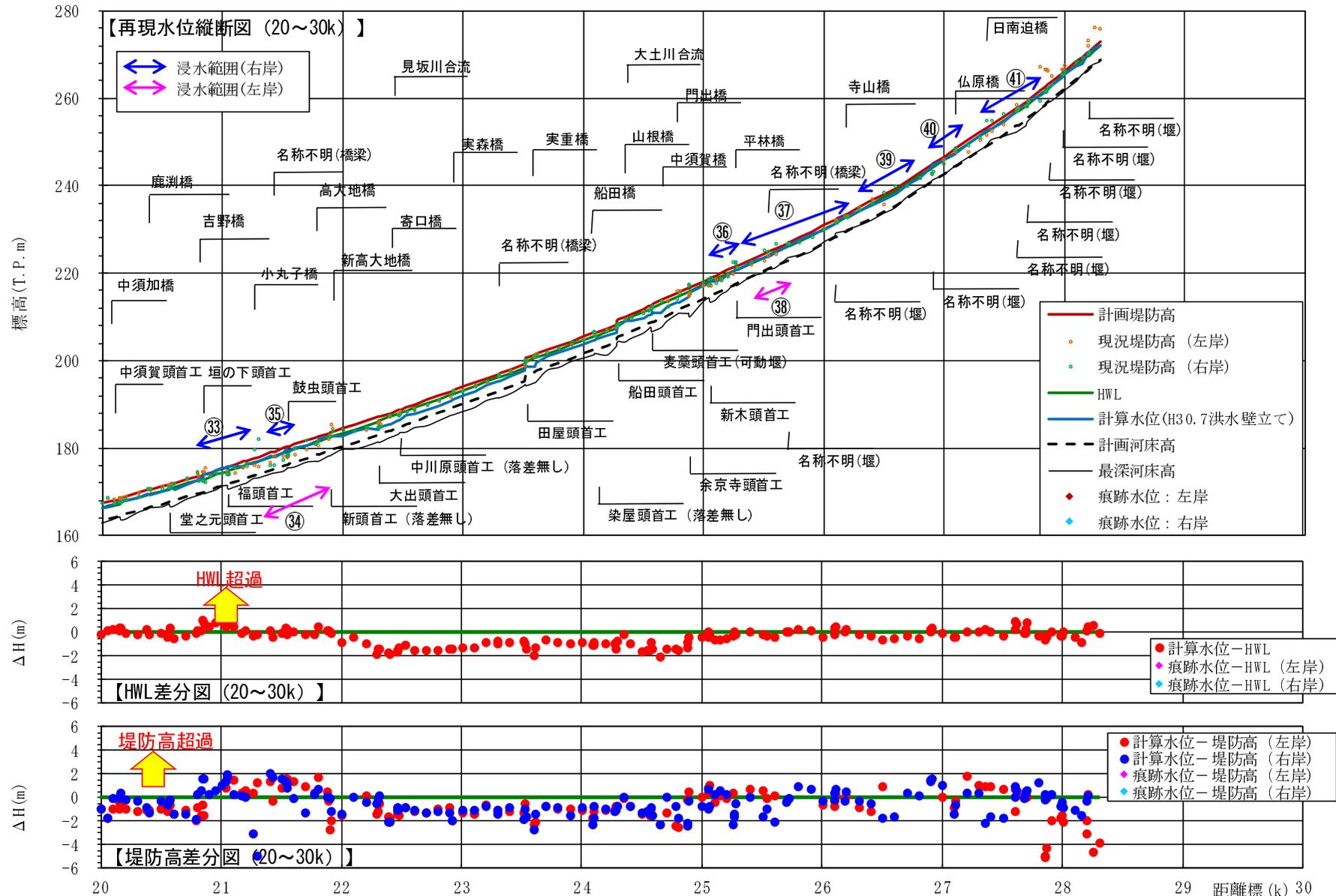
7. 被害発生要因の分析

- ・ 痕跡水位の調査結果及び不等流計算による再現計算結果より，本出水では全川で計画高水位を超過と推測
- ・ 浸水実績箇所では概ね痕跡水位や計算水位の堤防高超過が確認され越水・溢水発生と推測



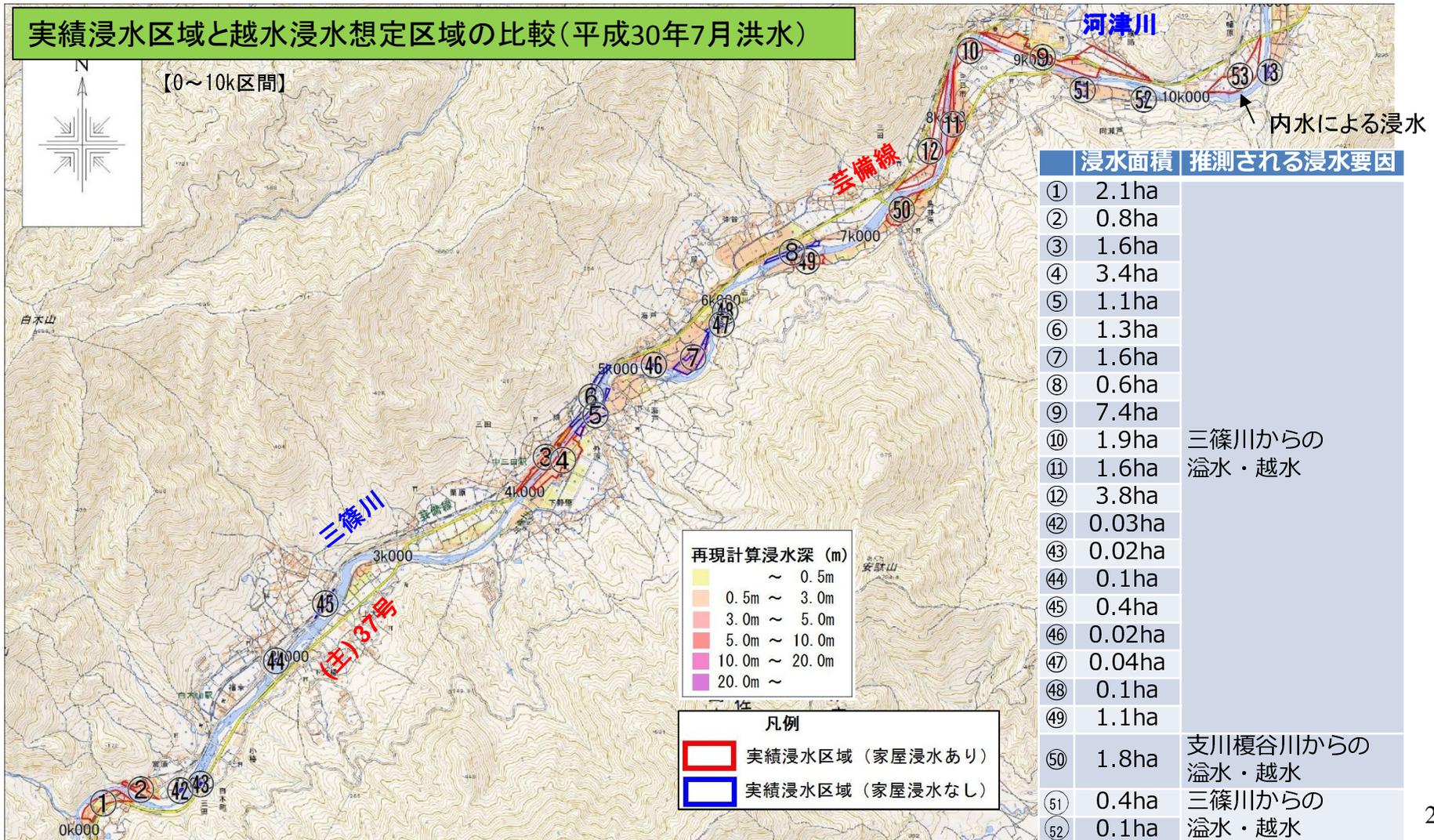
7. 被害発生要因の分析

- ・ 痕跡水位の調査結果及び不等流計算による再現計算結果より，本出水では全川で計画高水位を超過と推測
- ・ 浸水実績箇所では概ね痕跡水位や計算水位の堤防高超過が確認され越水・溢水発生と推測



7. 被害発生要因の分析

- ・ 痕跡水位等の現地調査及び氾濫計算による再現計算より、浸水要因の分析を行った
- ・ 浸水要因は、概ね三篠川からの越水・溢水であると考えられるが、一部、支川からの越水・溢水や内水による浸水と推測される
- ・ 実績の浸水区域に比べ、計算による浸水区域が広い傾向にある。これは、実績の区域の調査が洪水のピーク後に実施され、十分に実際の区域を把握しきれていないためと考えられる



7. 被害発生要因の分析

- 痕跡水位等の現地調査及び氾濫計算による再現計算より、浸水要因の分析を行った
- 浸水要因は、概ね三篠川からの越水・溢水であると考えられるが、一部、支川からの越水・溢水や内水による浸水と推測される
- 実績の浸水区域に比べ、計算による浸水区域が広い傾向にある。これは、実績の区域の調査が洪水のピーク後に実施され、十分に実際の区域を把握しきれていないためと考えられる

実績浸水区域と越水浸水想定区域の比較(平成30年7月洪水)

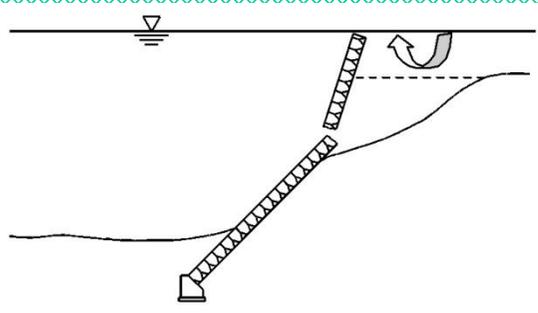


8. 護岸の被災要因の分析

- ・ 今次出水において、三篠川では多くの護岸崩壊が発生
- ・ 被災発生箇所と現地状況の整理を行い、三篠川における被災のメカニズムについて推定

○天端からの侵食による被災

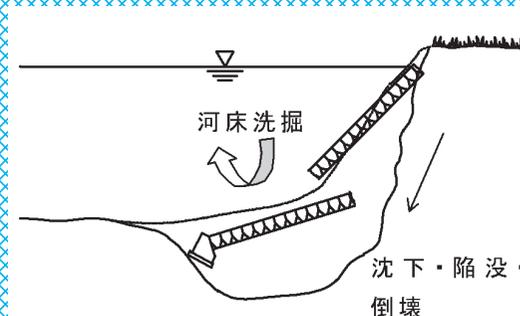
遠心力等で外岸側に寄せられた流れは、遠心力と釣り合う形で水位を上昇させる。この水位が護岸に乗り上げた場合、護岸の天端に沿って速い流れが生じるほか、下流側では天端から水路に再度落下する流れが、天端付近の土砂を大きく侵食する。結果として、護岸の背面の土砂が流失して護岸の被災に至る。



○河床洗掘による被災

湾曲・砂州による水衝の形成や落差工による流水の加速や乱れによって護岸工近くの局所的な河床洗掘され、根固め工・基礎工が根浮き・沈下・流出し、護岸工が不安定となって、堤体・河岸の侵食や川表のすべりが引き起こされる。

また、水衝部や落差工などの構造物の周辺で水流の強い乱れが生じ、護岸の根固め工が直接的にあおられて、ずれ・損傷・損壊などにより、護岸の被災に至る。

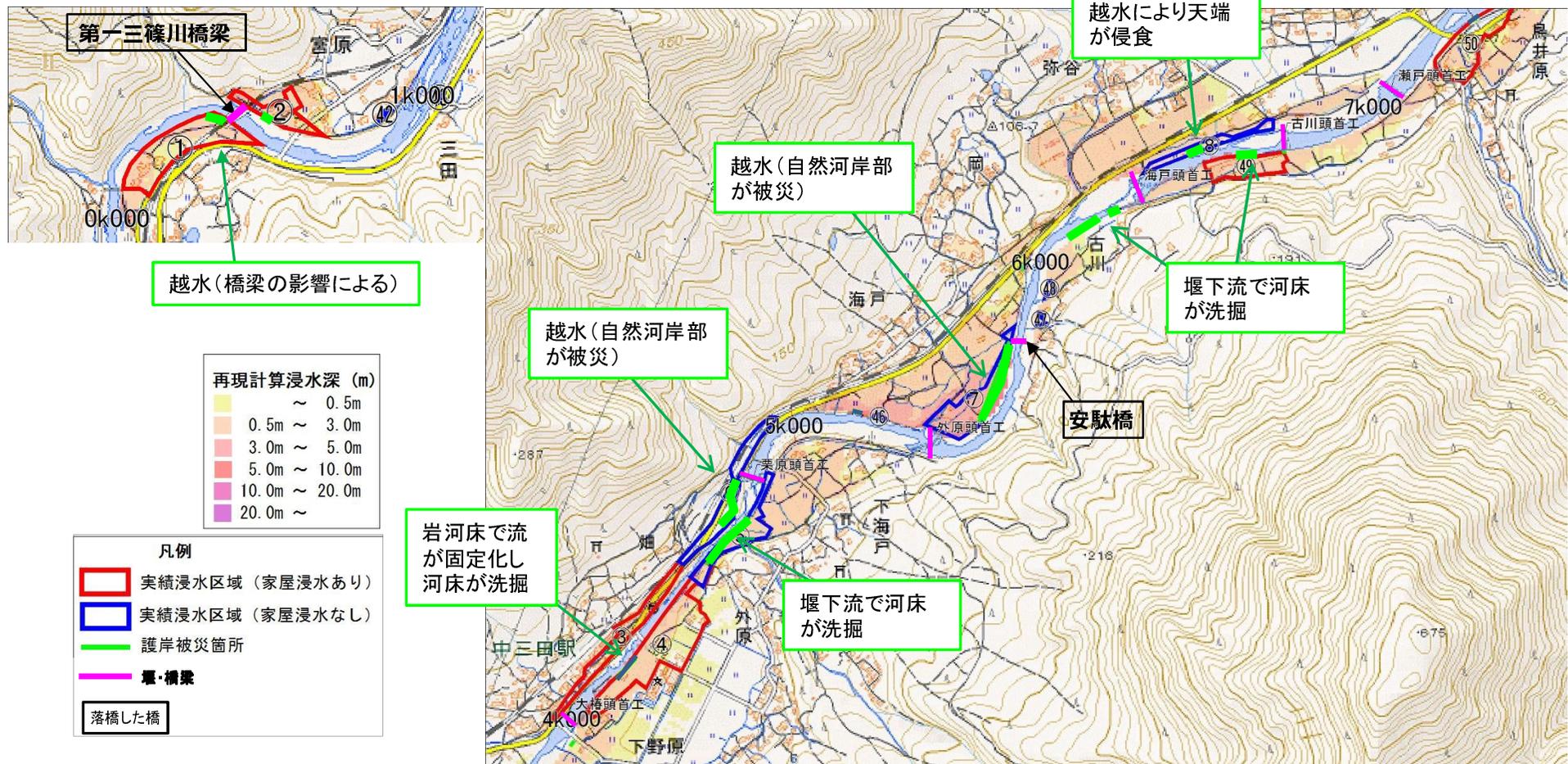


8. 護岸の被災要因の分析

- 現地調査より護岸の被災箇所の整理を行った
- また、被災写真及び現地状況から、護岸崩壊の被災要因を推定
- 三篠川においては、取水堰が多数存在し、堰により流下方向が固定化されているため、堰下流において河床洗掘が生じ、護岸の崩壊に繋がったものと推測される
- その他、自然河岸部の被災がみられる

【0~1k区間】

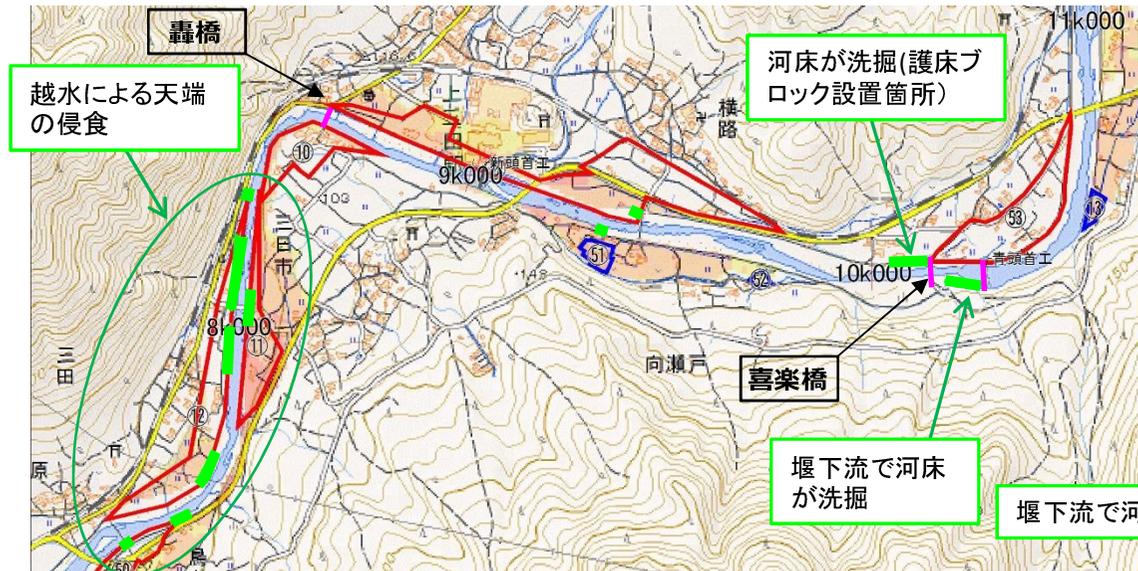
【4~7k区間】



8. 護岸の被災要因の分析

- 現地調査より護岸の被災箇所の整理を行った
- また、被災写真及び現地状況から、護岸崩壊の被災要因を推定
- 多数設置されている堰下流において河床洗掘が生じ、護岸の被災が発生したと推測される
- 河川の蛇行による水衝部において越水や河床洗掘が生じ、護岸の被災が発生したと推測される

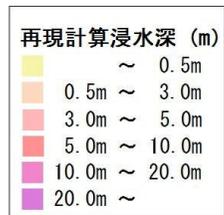
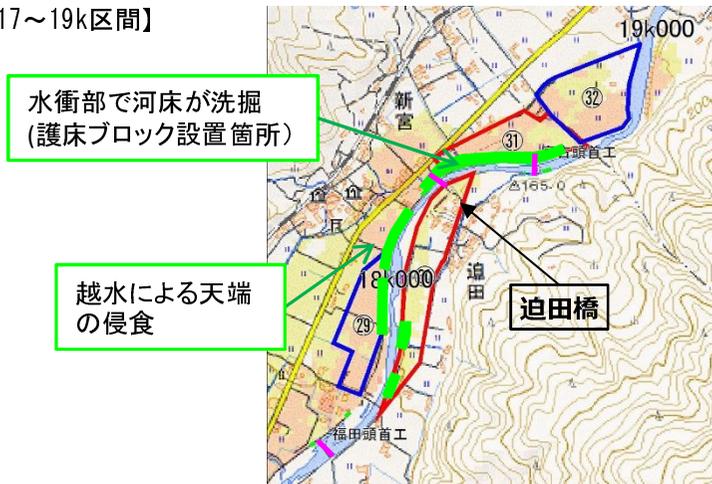
【7～11k区間】



【13～16k区間】

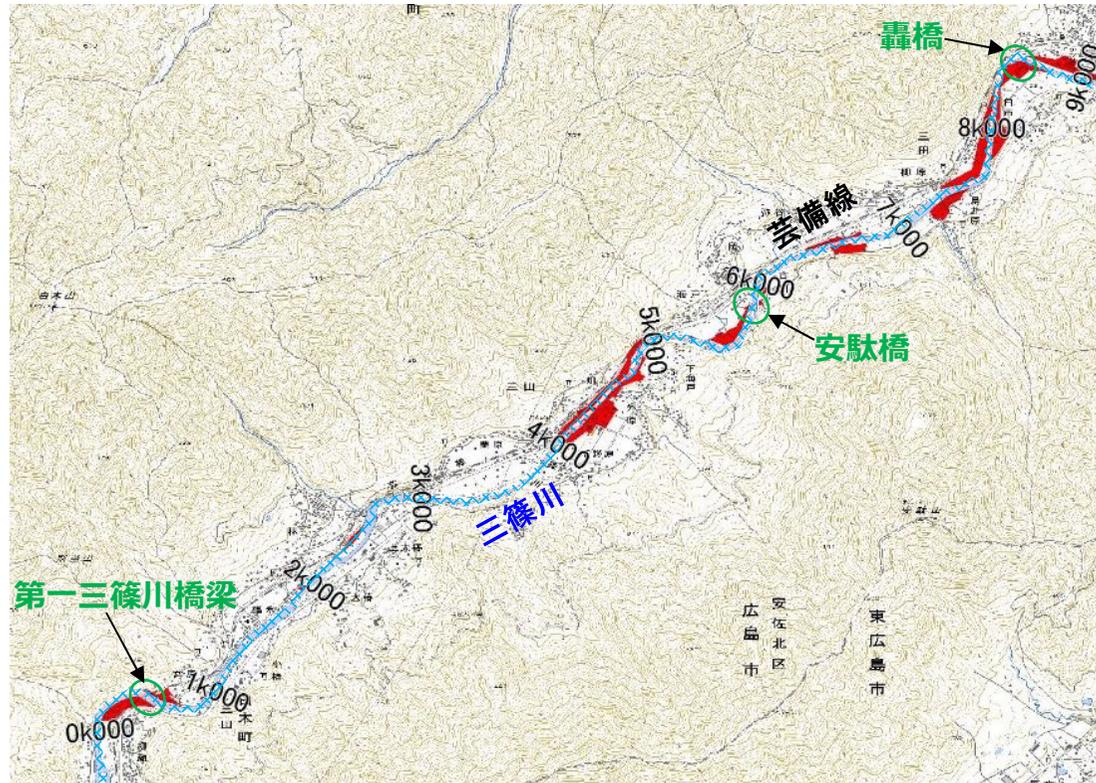


【17～19k区間】

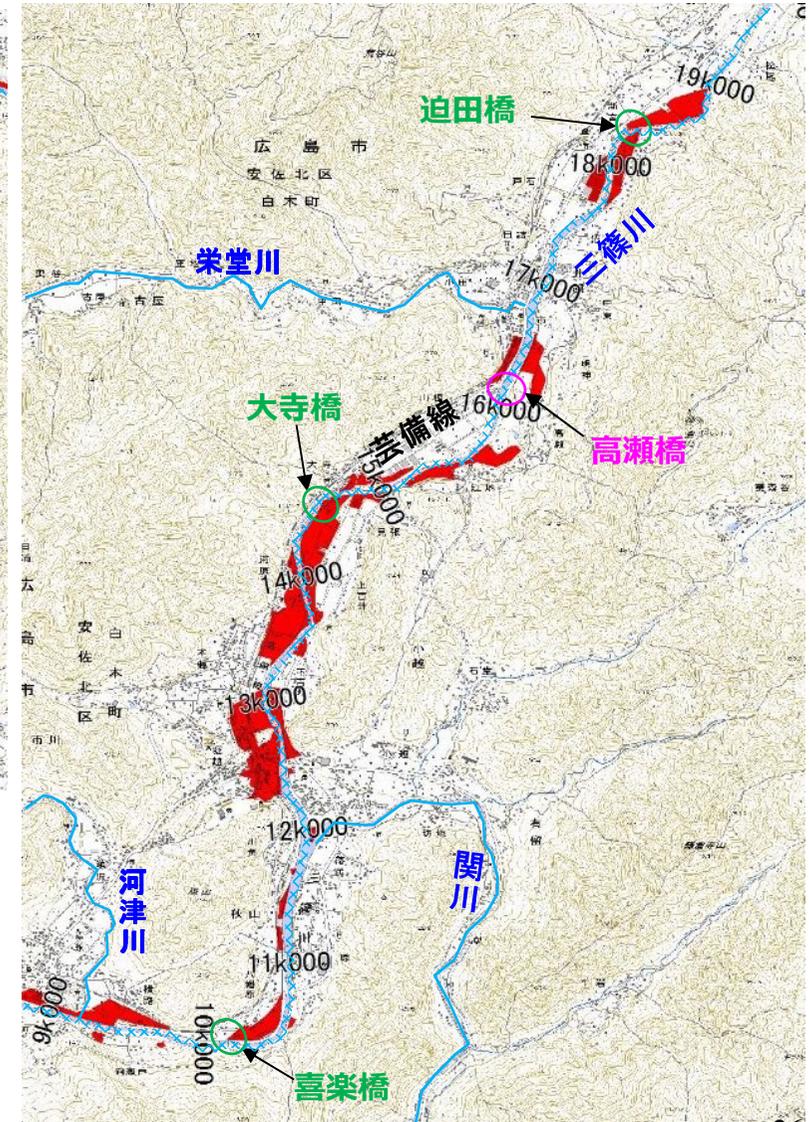


9. 橋梁の被災要因の分析

- 今次出水において、JR橋梁を含む6橋（第一三篠川橋梁（JR）、安駄橋、轟橋、喜楽橋、大寺橋、迫田橋）で落橋被害が発生していることから、河川水位と桁下高等から、その被災要因を推定
- 高瀬橋については河床洗掘により被災したものと考えられる



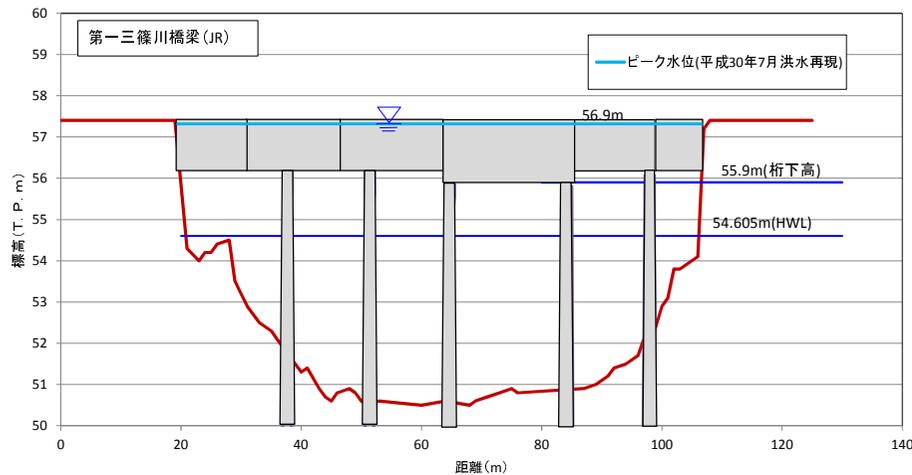
凡例
 実績浸水区域



9 . 橋梁の被災要因の分析

- 第一三篠川橋梁・安駄橋ともに水位が桁上まで達しており，洪水流が橋桁を押し流したことで被災に至ったと考えられる
- ピアが5本あり，流下断面の阻害率が高いことも，被災要因の一つと考えられる

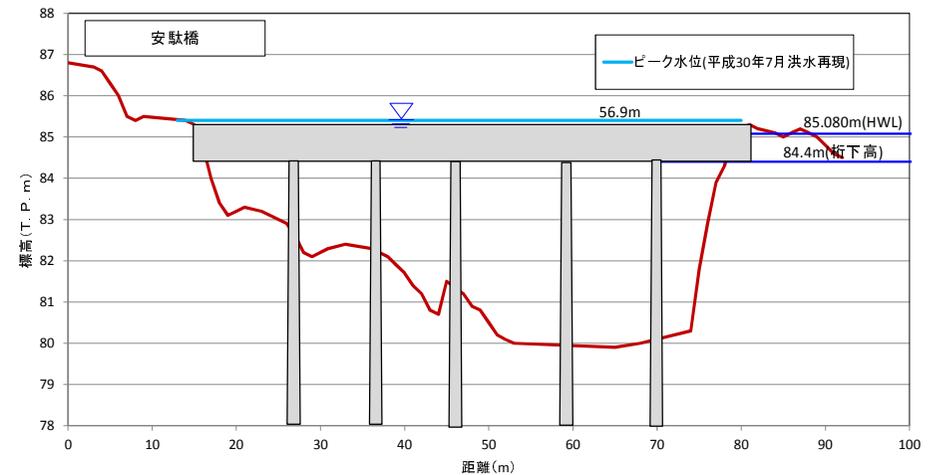
○第一三篠川橋梁(JR芸備線)



- 橋梁上下流において浸水被害が発生している
- 河道水位が桁上まで達したため，被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁下流の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる



○安駄橋



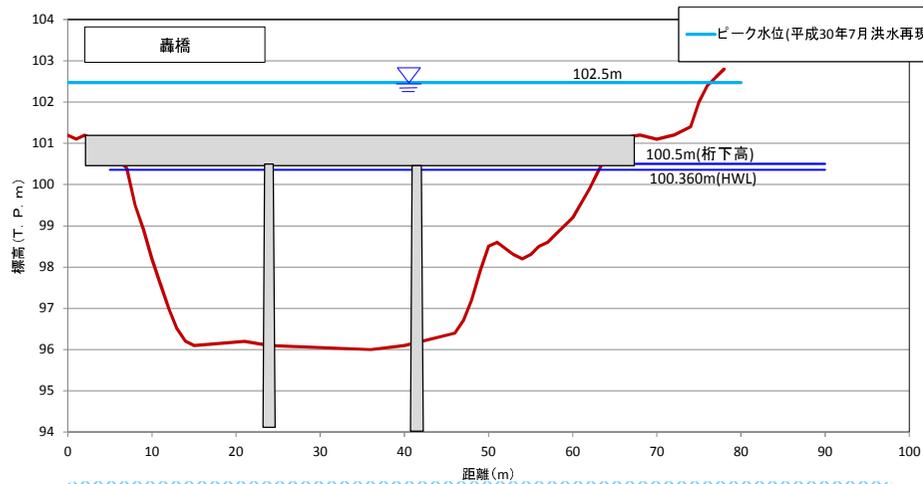
- 河道水位が桁上まで達したため，被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁付近の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる
- また，桁下高がHWL以下であり，橋梁の構造上も問題があったと考えられる



9. 橋梁の被災要因の分析

- 轟橋・喜楽橋ともに水位が桁上まで達しており、洪水流が橋桁を押し流したことで被災に至ったと考えられる
- 喜楽橋は湾曲部にあるため、内岸側（右岸側）は被災せず、外岸側（左岸側）のみが被災している

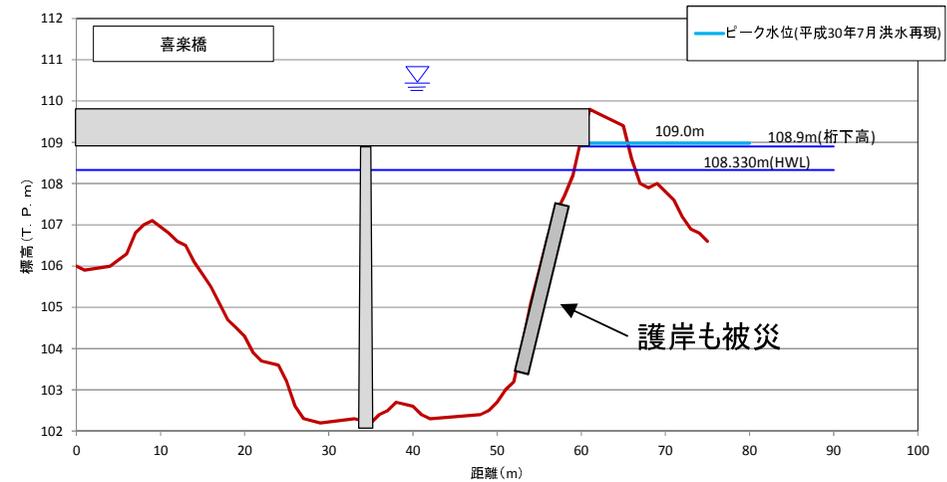
○轟橋



- 河道水位が桁上まで達したため、被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁下流の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる



○喜楽橋



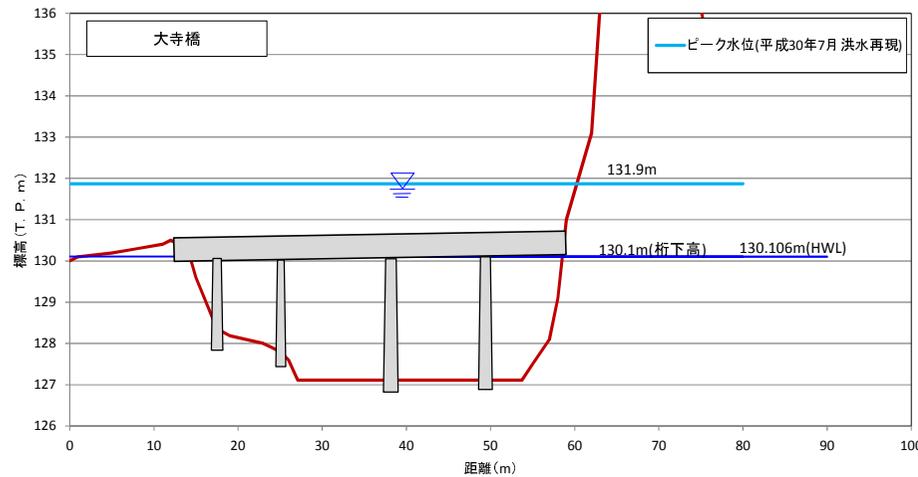
- 河道計算水位は、桁下にやや当たる程度であるが、湾曲部のため、外岸側である左岸側の水位はさらに高くなり、被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁付近の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる



9. 橋梁の被災要因の分析

- 大寺橋・迫田橋ともに水位が桁上まで達しており，洪水流が橋桁を押し流したことで被災に至ったと考えられる。

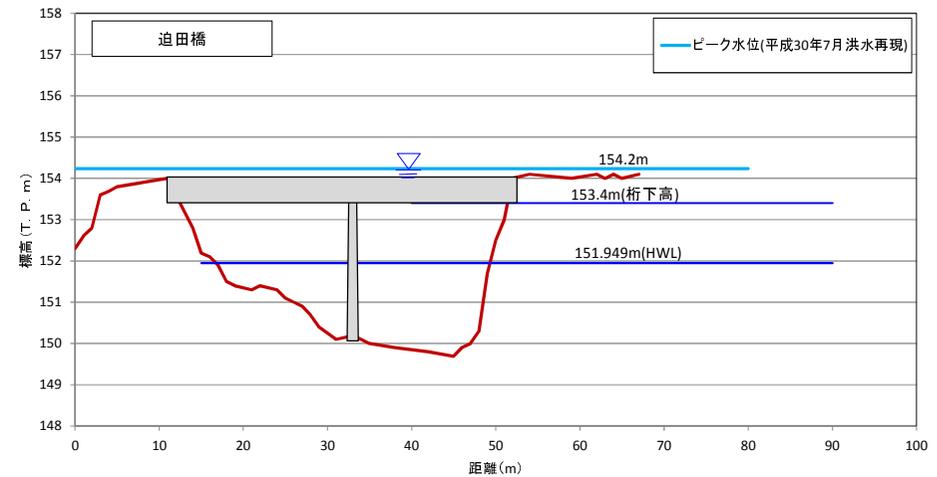
○大寺橋



- 河道水位が桁上まで達したため，被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁下流の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる



○迫田橋



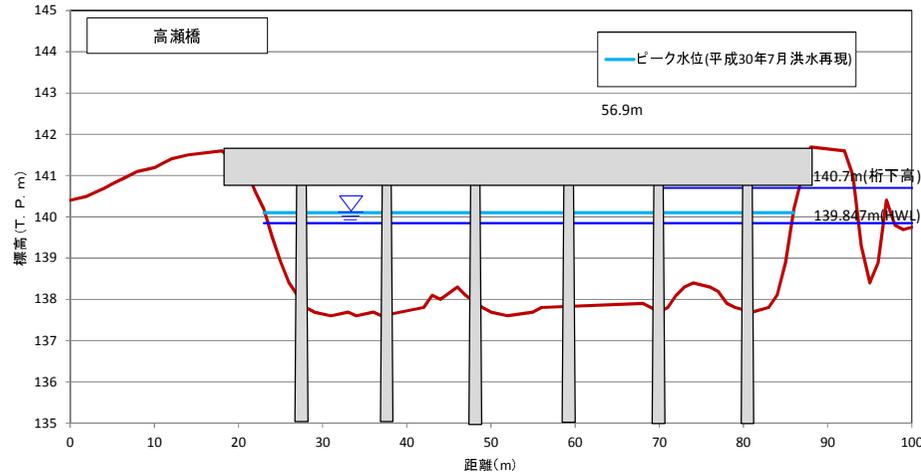
- 河道水位が桁上まで達したため，被災に至ったと考えられる
- 当該橋梁下流の河道の河積不足が当該地点の水位が高くなった要因と考えられる



9. 橋梁の被災要因の分析

- 橋梁の落橋は、主に洪水流が橋桁にあたり、橋桁を押し流したことで被災に至ったと考えられる
- 高瀬橋は、洪水流が橋桁に当たっておらず、右岸から2番目の橋脚のみずれている
- 被災要因は、河床洗掘によるものと考えられる

○高瀬橋



- 現地状況及び計算水位から、河道水位は桁下まで到達していない
- 右岸から2番目の橋脚がずれており、被災要因は、洪水により河床が洗掘されたためと推測される



10. 復旧方針について

出水・被災概要

- 7月5日から8日にかけて、西日本付近に停滞した梅雨前線に、多量の水蒸気が流れこんだことで、広域で持続的な大雨をもたらした
- 三篠川流域の流域平均雨量は308mm/日で、1/200年確率規模を超える降雨量であった
- 中深川・向原水位観測所において観測史上最高水位を記録し、氾濫危険水位を大きく超過した（中深川:4.99m, 向原:2.45m）
- 流出解析による再現流量は三田橋地点において1,530m³/sで、計画高水流量1,200m³/sを大きく超える洪水が発生したと考えられる
- 本川・支川各所での越水やその他内水氾濫の発生により、浸水面積は約110ha ※、浸水戸数は343戸に及んだ ※浸水区域の調査が洪水のピーク後に実施され、十分に実際の浸水区域を把握しきれていない可能性が高い
- 浸水被害に加え、護岸等施設被害が約10km・61箇所が発生した他、落橋など橋梁の被災も目立つ

被災要因

河積狭小による流下能力不足
 （関川合流点下流において
 流下能力が不足）

地点	0k000～ 河津川合流点	河津川合流点 ～関川合流点	関川合流点～ 栄堂川合流点	栄堂川合流点 ～
被災流量 (m ³ /s)	1,530	1,170	730	530
現況流下能力 (最小地点)(m ³ /s)	310	1,000	830	600

- 三篠川流域においては、これまでも大規模の被害が発生しており、洪水被害の解消を目指して長年にわたって治水安全度の向上を図り、被害の大きかった河川を中心に河川改修を進めているところである（確率規模1/30, 目標流量1,200:m³/s三田地点）
- 整備計画対象期間は、概ね30年を目標としている。

現行整備計画

☞ 早期に効果が発現する治水対策の実施
 ☞ 上下流バランス, 本・支川の整合など水系一貫の観点に立った適切な安全度の設定

☞ 被災流量に対し、河川からの越水や溢水による家屋浸水を防止し、治水安全度の向上を図る ☞
 ☞ 洪水による護岸崩壊を防止する ☞

10. 復旧方針について

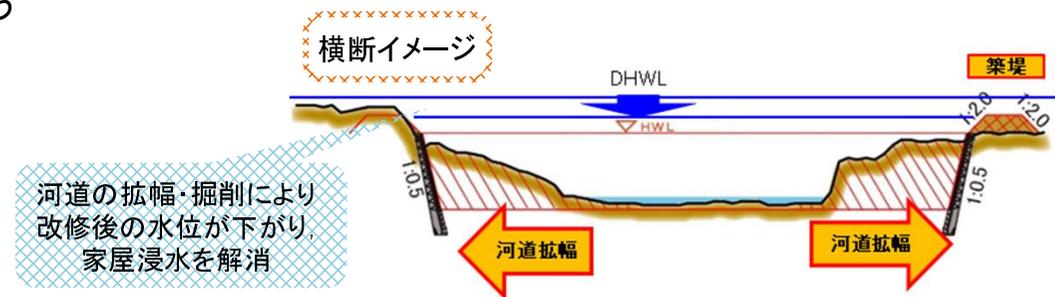
☞ 被災流量に対し、河川からの越水や溢水による家屋浸水を防止し、治水安全度の向上を図る ☞
☞ 洪水による護岸崩壊を防止する ☞

✓ 整備計画との整合を図りつつ、被災流量を流下可能な計画とする

- 目標流量1,200:m³/s: 三田地点(既往計画どおり)
- 越水・溢水による家屋浸水防止を目的として、整備計画実施区間を選定する

✓ 河積を拡大し、流下能力を確保する

- 早期の治水安全度向上を図るため、河道拡幅や河床掘削を実施する
- 背後地の状況から、現況法線を基本とした、既設護岸・堤防の嵩上げを行う
- 川幅の狭い湾曲部等については法線是正を行う
- 堰の改築・撤去を検討する
- 構造令に準拠した橋梁への架け替えを行う
- 応急的な河道浚渫等を実施する



✓ 洪水流に強い護岸整備を実施する

- 水衝部や堰直下において、護岸前面への護床ブロックを設置や適切な護岸の根入れ深さを確保するなどし、河床洗掘による護岸崩壊を防止する

✓ 適切な維持管理により流下能力を確保する

- 洪水流下に影響のある堆積土砂等については、堆積状況を把握しながら、適切な維持管理により流下能力の確保に努める