

笠野原台地における内水対策の提言（参考資料）

1 現状・課題・浸水要因の分析・・・P. 1～P. 18

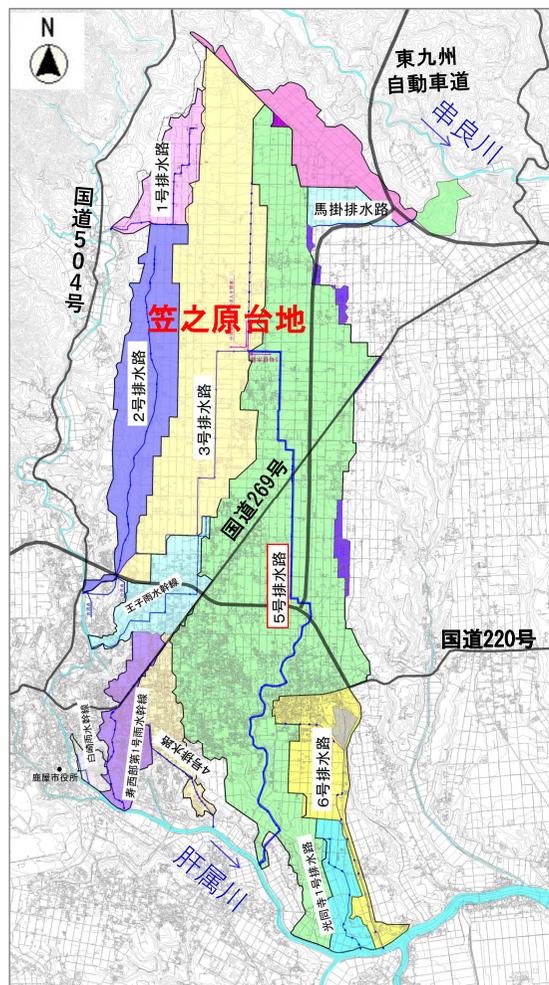
- (1) 笠野原台地流域の概要
- (2) 土地利用状況
- (3) 豪雨・被災の状況
- (4) 浸水要因の分析
- (5) これまでの内水対策の効果検証

2 内水対策の方向性・・・P. 19～P. 58

- (1) 笠之原地区
- (2) 新川地区
- (3) 共通（笠野原台地全体）

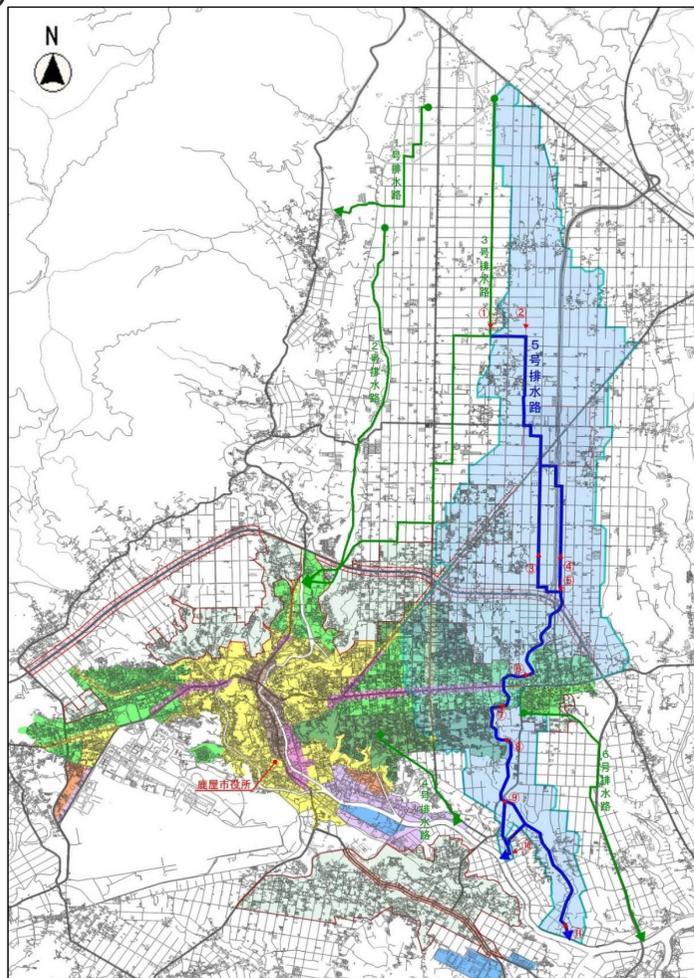
2 現状・課題・浸水要因の分析

(1) 笠野原台地流域の概要



○笠野原台地の雨水の大部分は農業用排水路等を経由して肝属川へ流入。
(流域面積約3,100ha)

5号排水路の概要

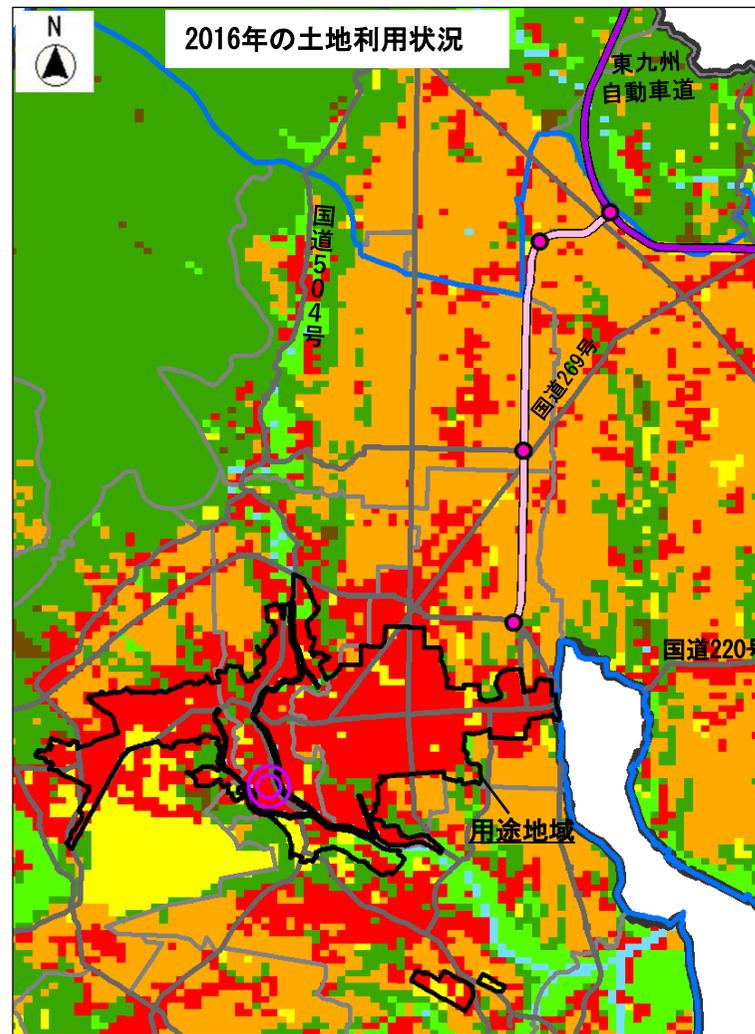
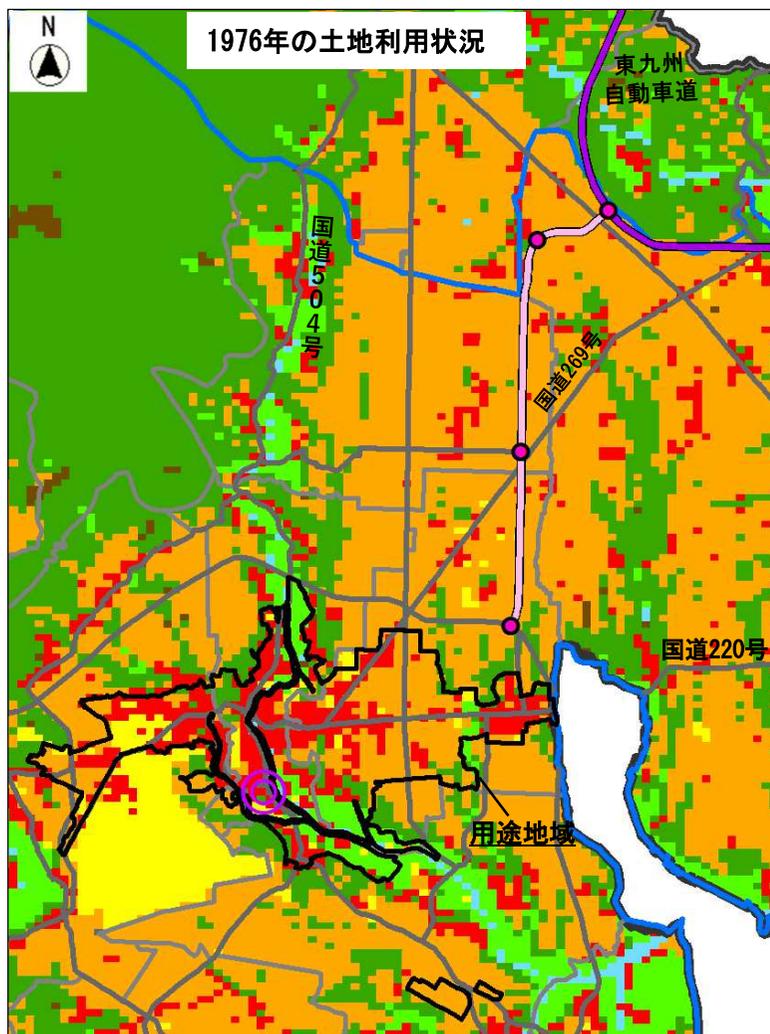


○笠野原台地の流域のうち約半分の流域である約1,530haが5号排水路流域に該当。
○近年の激甚化する降雨により、流域の大きい5号排水路沿線において浸水被害が頻発していることから、優先的に対策を検討することが必要。



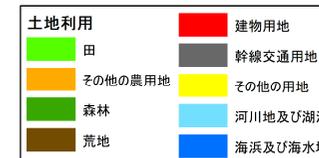
2 現状・課題・浸水要因の分析

(2) 土地利用状況



○従前、笠野原台地の大部分は、農用地としての土地利用がなされてきた。

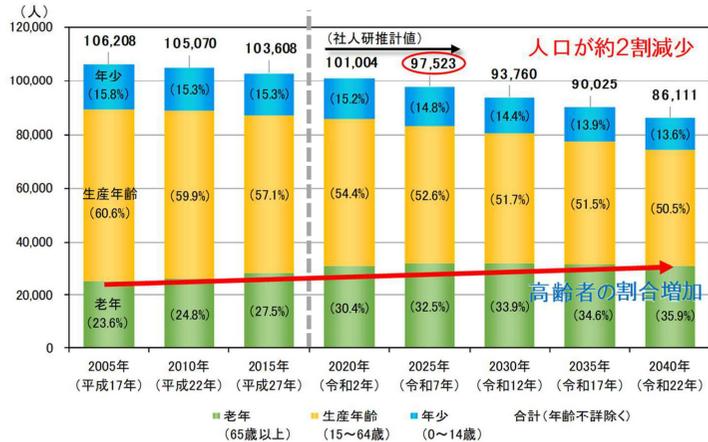
○現代と約50年前の土地利用状況を比較すると、用途地域内のみならず国道220号や国道269号沿いの平坦な区画が多い用途地域外において建物用地としての利用がなされ、市街化が進行している。



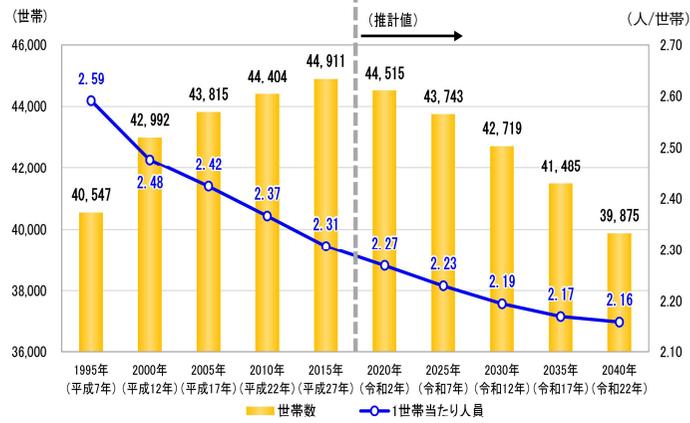
2 現状・課題・浸水要因の分析

(2) 土地利用状況

市の総人口・世帯の見通し



図：市の人口の推移

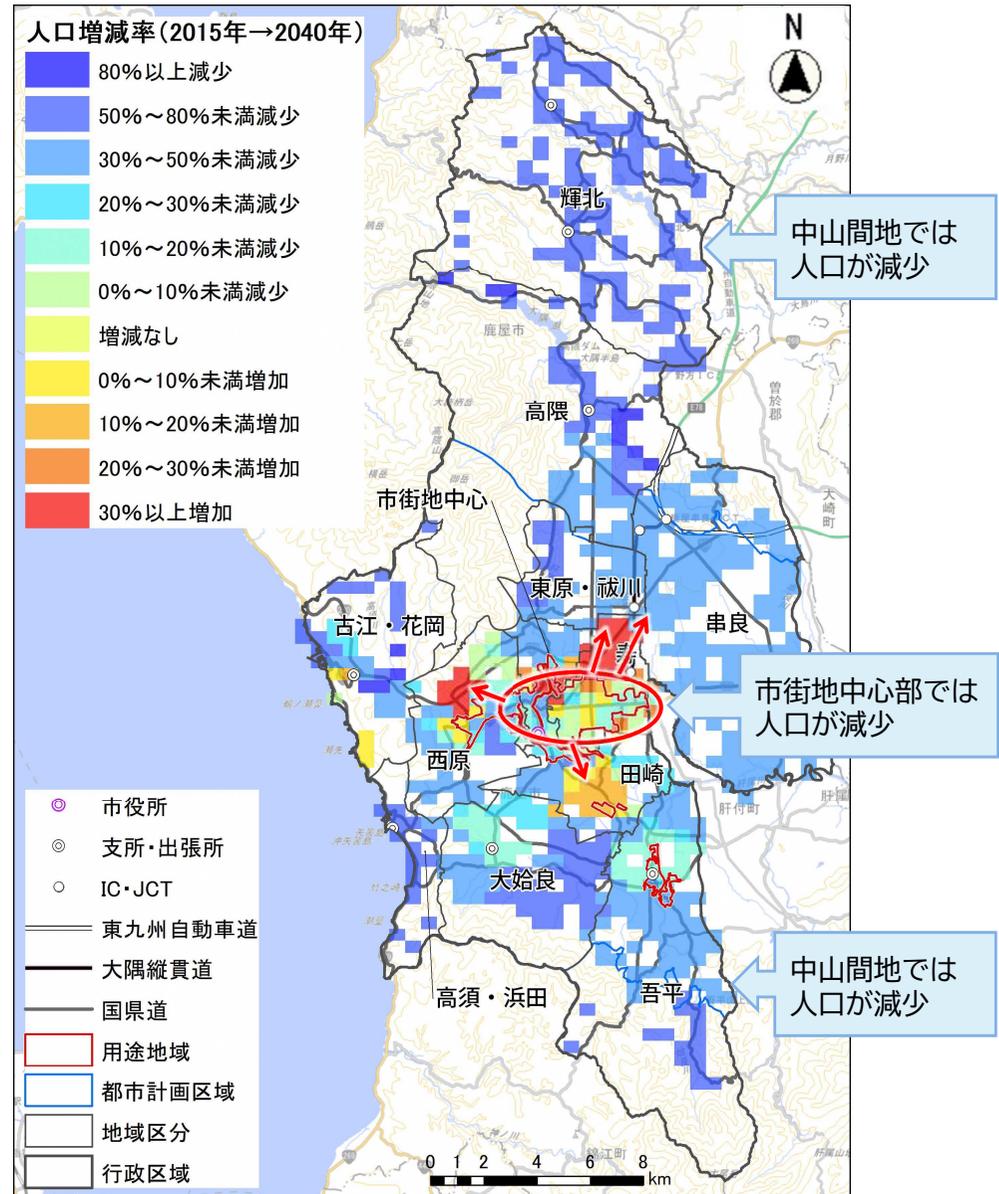


図：市の世帯数の動向

資料：国勢調査（2005年～2015年）
国立社会保障人口問題研究所推計（2020年以降）

- 本市の人口は、2000年以降減少し、2025年には10万人を下回り、2040年には2005年と比べ約2割減少する見込み。
- 地域で見ると中山間地や市街地中心部では人口減少が、市街地中心部の外側においては人口増加が予測されている。

人口増減率（2015年～2040年）



2 現状・課題・浸水要因の分析

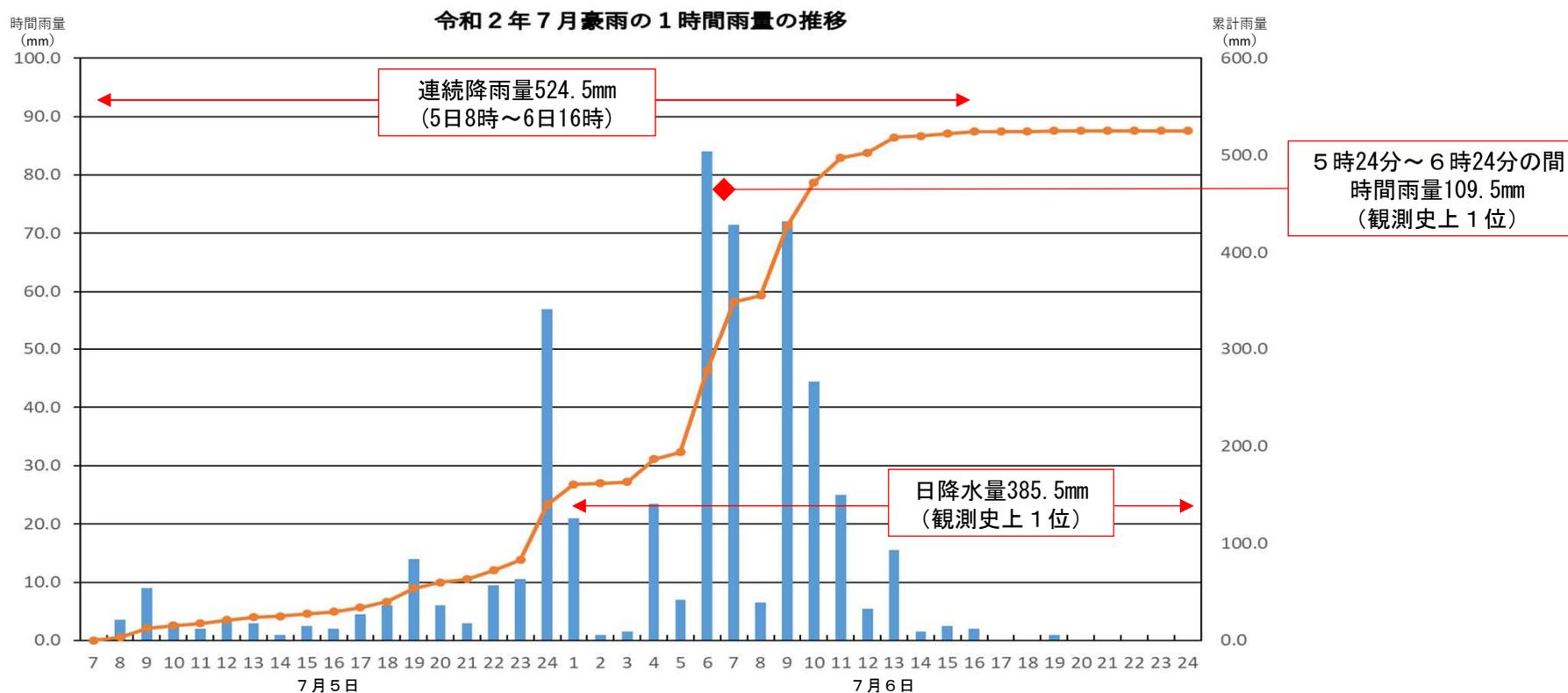
(3) 豪雨・被災の状況

鹿屋雨量観測所（観測史上1～10位の値） 統計期間：S52.7～

要素名/順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
日降水量 (mm)	385.5 (R2.7.6)	365.0 (H5.8.1)	350.0 (H12.7.25)	317.0 (R4.9.18)	309.0 (H17.9.5)	302.0 (H17.9.6)	280.0 (H30.9.30)	266.0 (H11.8.17)	255.0 (H8.7.18)	254.0 (R2.7.3)
日最大10分間降水量 (mm)	30.5 (H22.6.19)	28.5 (R3.9.11)	27.5 (R2.7.6)	26.5 (R4.7.16)	25.5 (R2.7.4)	23.5 (R3.8.8)	22.5 (H24.4.11)	22.0 (H21.3.22)	21.5 (R2.7.3)	21.5 (H28.6.30)
日最大1時間降水量 (mm)	109.5 (R2.7.6)	86.5 (R4.7.16)	85.0 (H18.7.5)	81.5 (R3.9.11)	81.0 (R2.7.8)	78.0 (H19.7.3)	76.0 (H17.7.30)	75.5 (H27.9.6)	71.0 (R4.7.4)	68.5 (R2.7.4)
月降水量の多い方から (mm)	1416.5 (H27.6)	1391.5 (R2.7)	1073.0 (H5.7)	990.0 (H22.6)	916.0 (H19.7)	895.0 (H5.8)	871.0 (H11.8)	870.0 (H28.6)	845.0 (R2.6)	835.0 (H24.6)

— : 令和以降の降雨記録

□ : 令和2年7月6日の記録

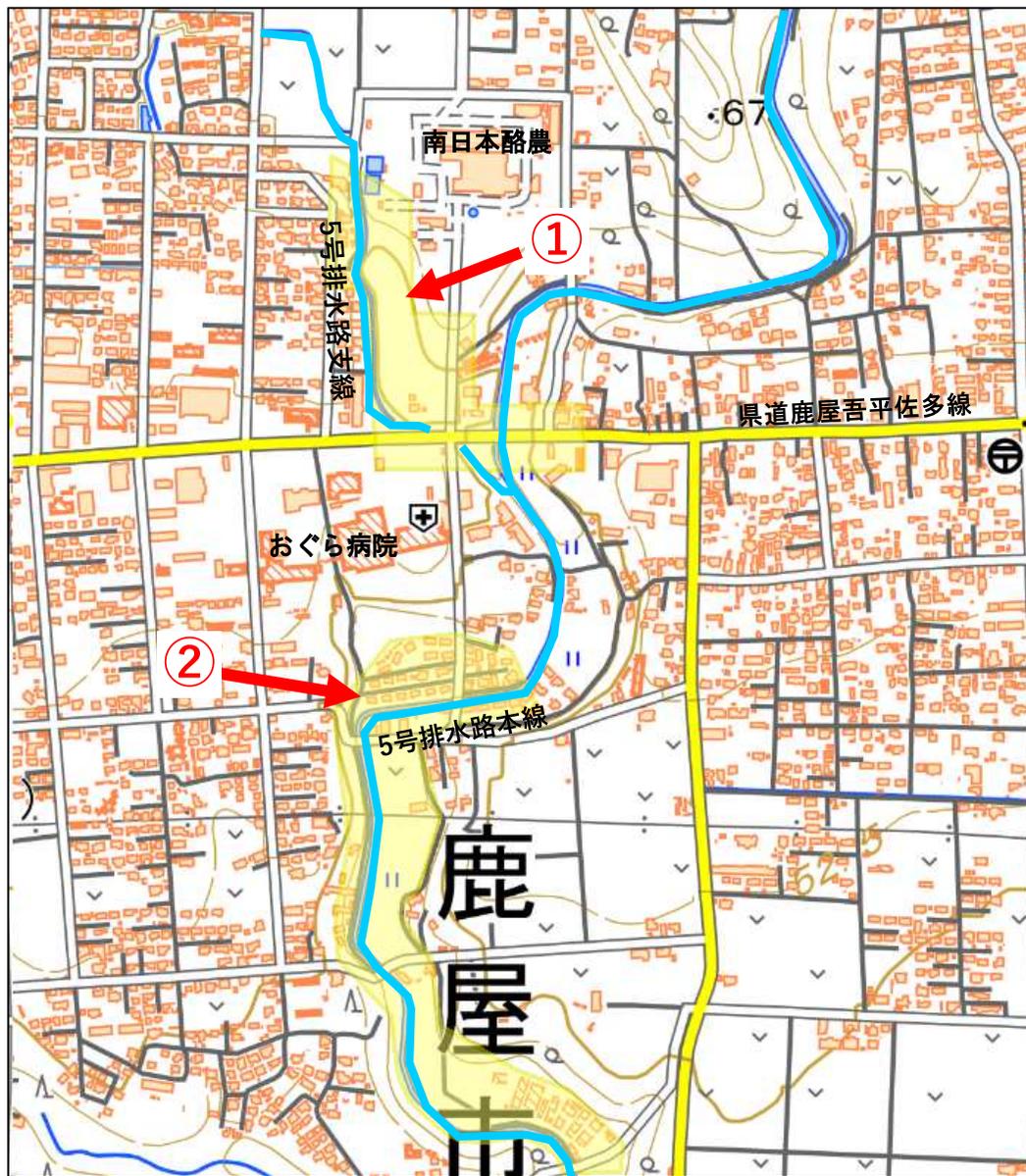


○令和2年7月豪雨では笠野原台地の流域を含む市内各所で道路冠水や床上・床下浸水などの被害が発生。

2 現状・課題・浸水要因の分析

(3) 豪雨・被災の状況

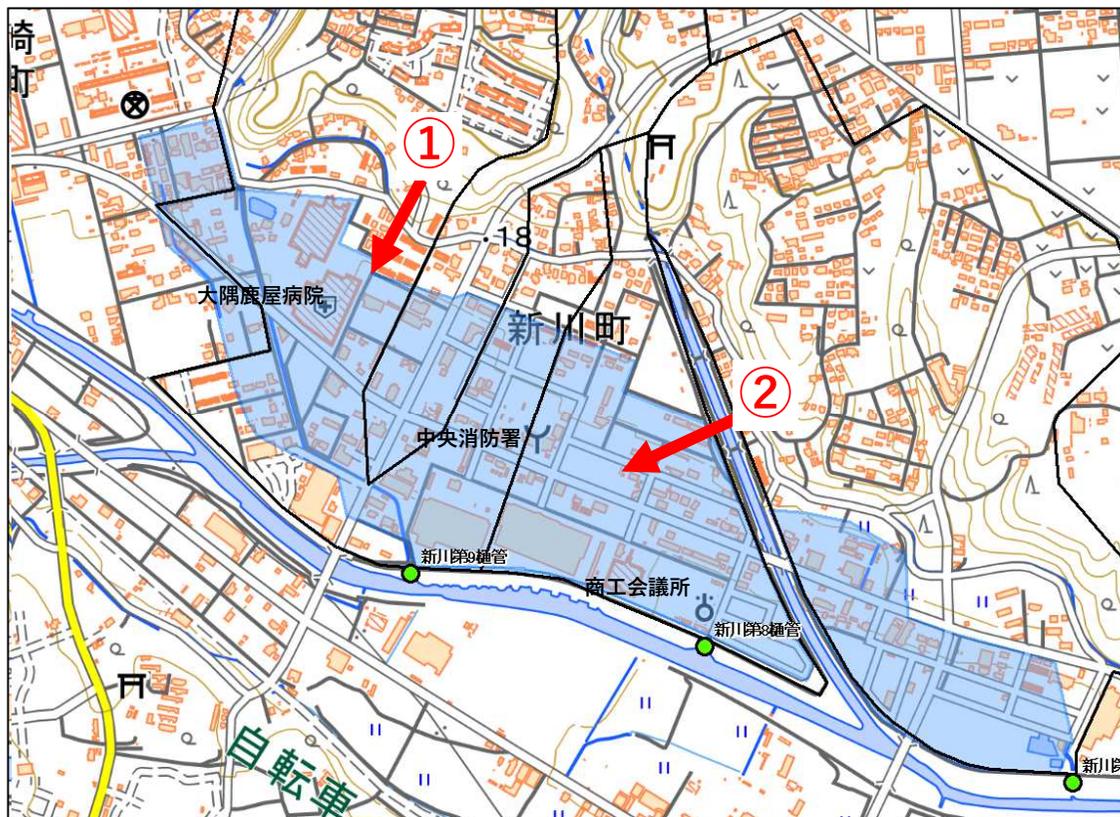
参考：浸水状況写真（R2.7笠之原地区）



2 現状・課題・浸水要因の分析

(3) 豪雨・被災の状況

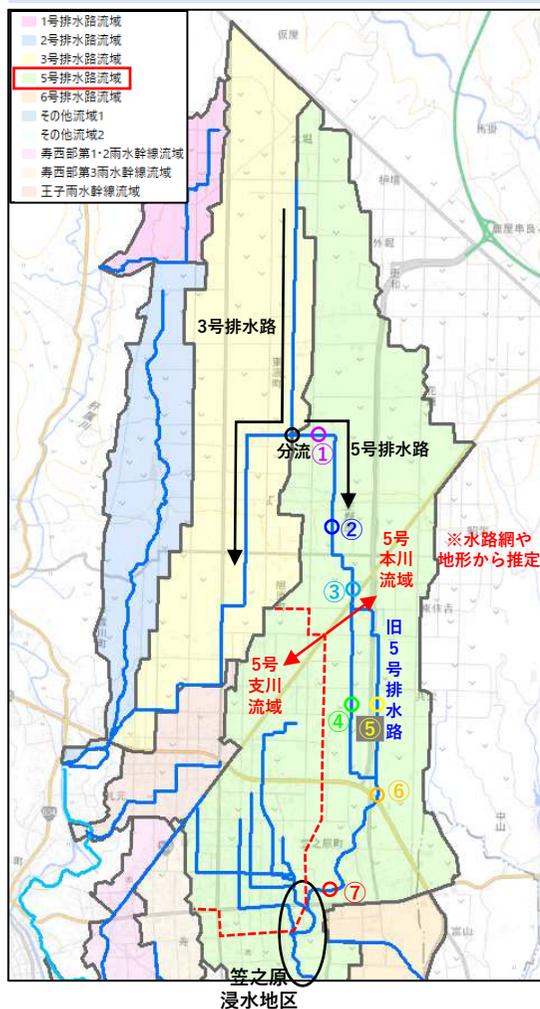
参考：浸水状況写真（R2.7新川地区）



2 現状・課題・浸水要因の分析

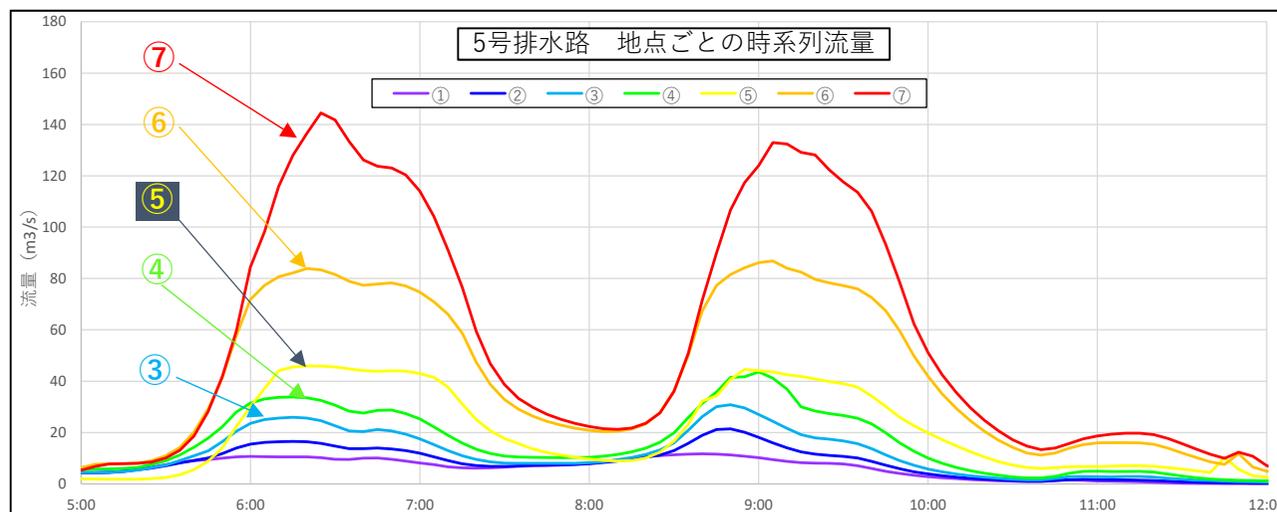
(4) 浸水要因の分析（笠之原地区）

豪雨の流出機構（5号排水路の時系列流量）



- ・ R2.7豪雨において、笠野原台地全体の流出量を5号排水路の地点ごとに時系列順に整理した。
 - ・ ①～③にかけての流量増加は緩やかである。
 - ・ 旧5号排水路から下流側（⑥～⑦）にかけては、短区間だが流量が急激に増加している。
- ⇒ 【考えられる要因】

宅地化により流出量増、地点⑥～⑦付近に強い雨が分布

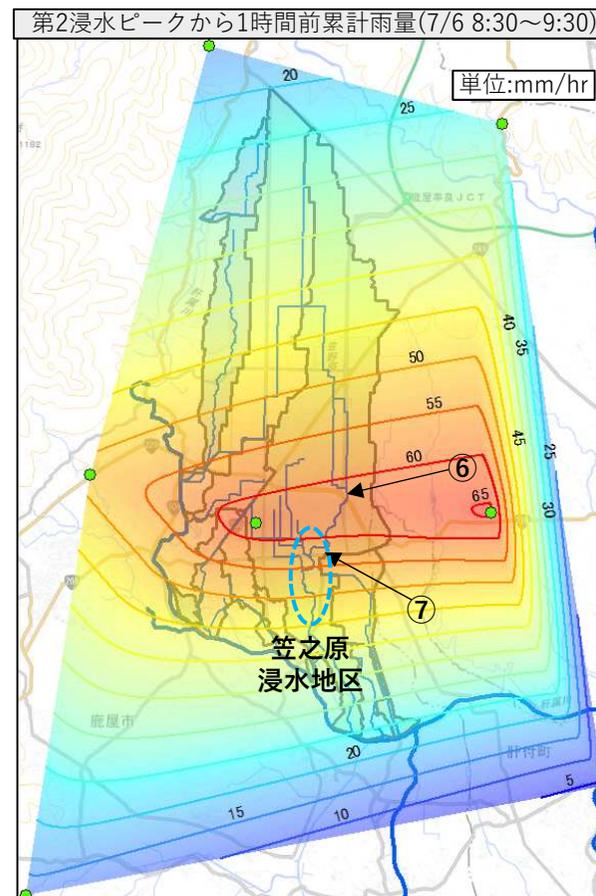
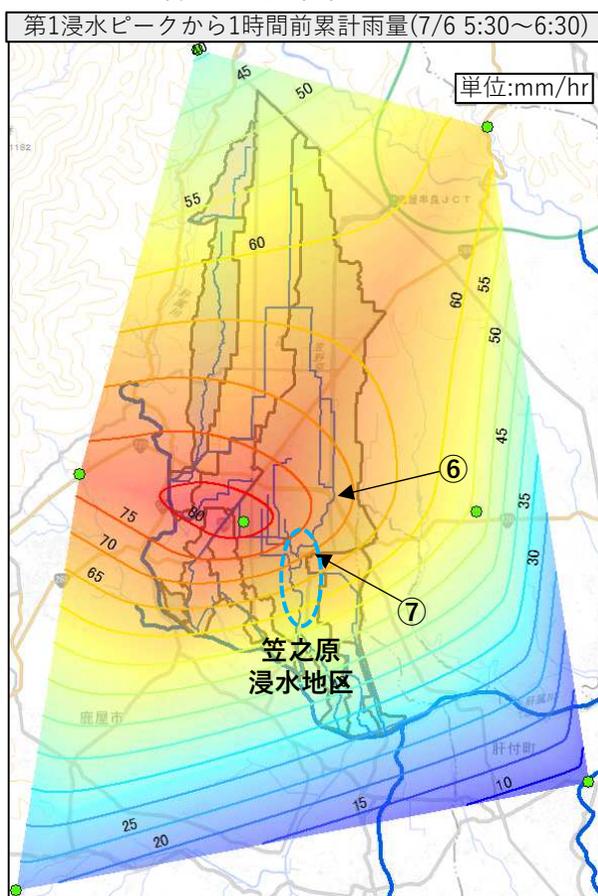


2 現状・課題・浸水要因の分析

(4) 浸水要因の分析（笠之原地区）

豪雨の流出機構（台地の雨量分布）

- ・ 第1浸水ピーク時は、5号排水路流域西側で80mm/hrの強い雨となっている。
- ・ 第2浸水ピーク時は、強い雨が東に移動し、5号排水路流域中央で60mm/hr程度となっている。
- ・ **笠野原台地（地点⑥～⑦付近）を西から東にかけて強い雨が推移していたことが確認でき、当該地点の流量増加の要因となっていると思われる。**

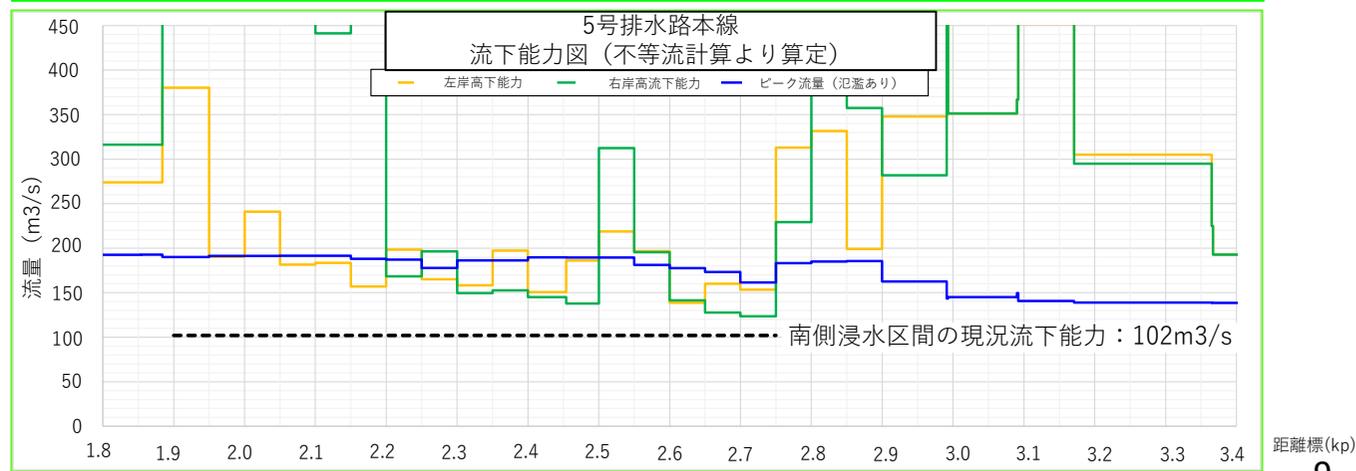
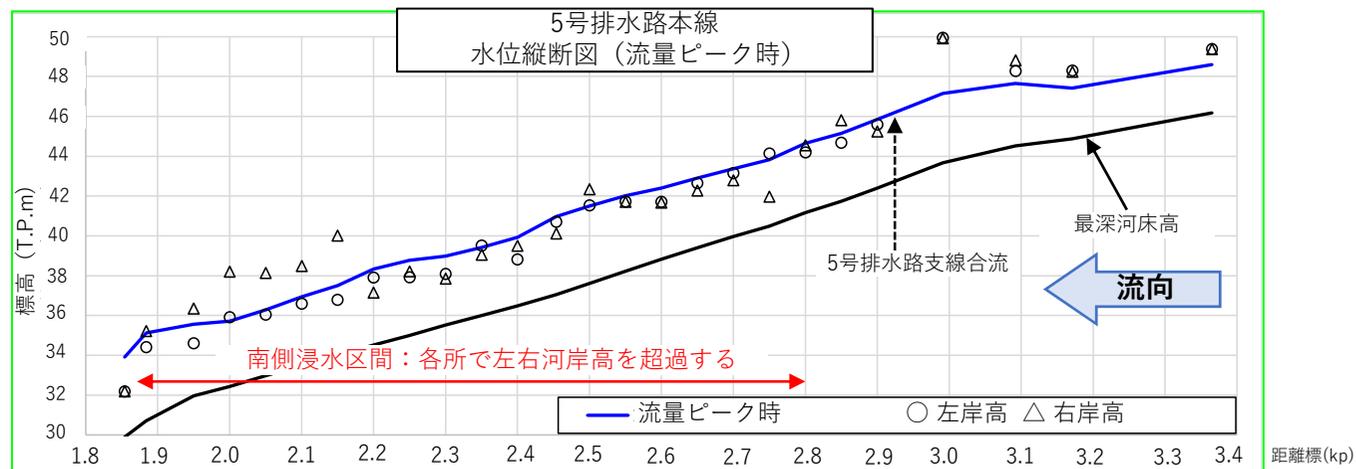
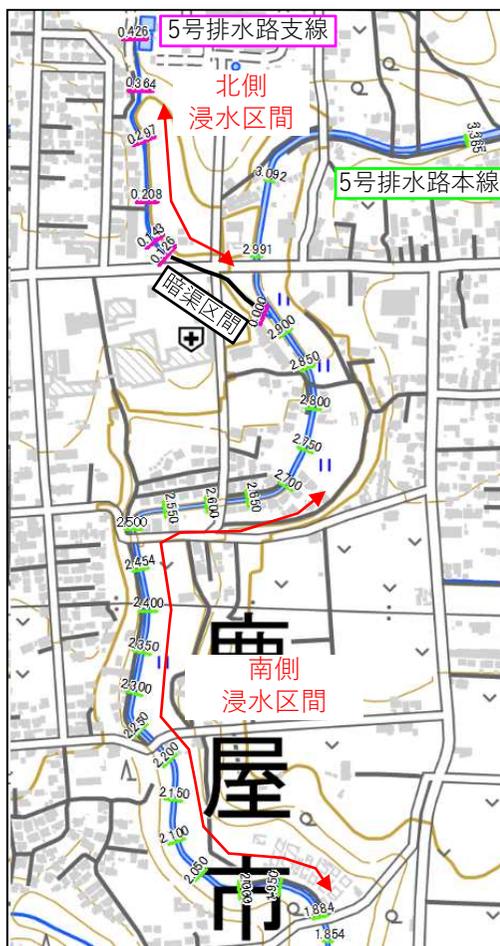


2 現状・課題・浸水要因の分析

(4) 浸水要因の分析（笠之原地区）

豪雨の流出機構（現況流下能力と流量ピーク時水位（本線））

- ・ 浸水が発生した笠之原地区の5号排水路本線及び支線について、当時の流下状況を整理した。
- ・ 5号排水路本線（南側浸水区間）では、**流量ピーク時に水位が左右河岸高を超過**している。
- ・ ほとんどの区間で**現況流下能力を大きく超過するピーク流量が発生**している。

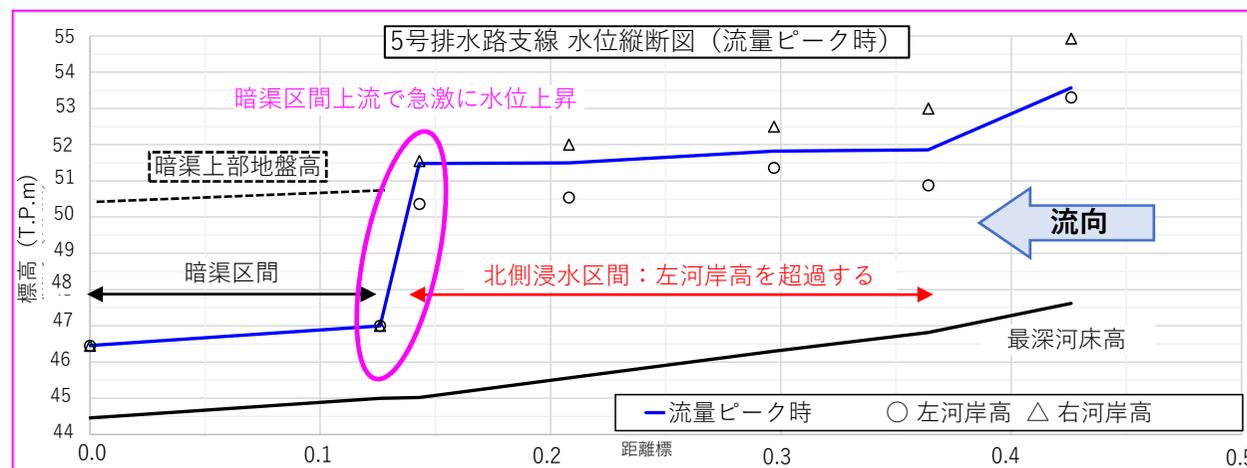
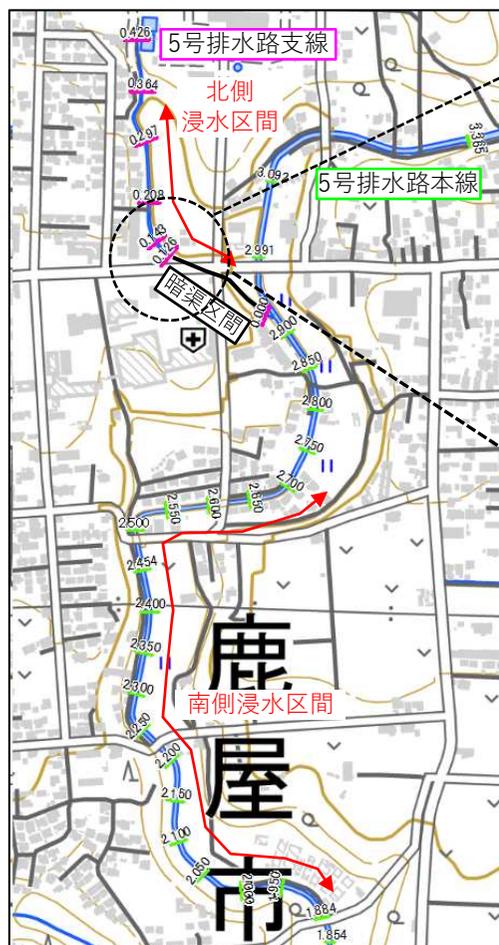


2 現状・課題・浸水要因の分析

(4) 浸水要因の分析（笠之原地区）

豪雨の流出機構（現況流下能力と流量ピーク時水位（支線））

- ・ 5号排水路支線（北側浸水区間）では、**流量ピーク時に左河岸高を超過**する。
- ・ **暗渠区間が満管状態となり、5号排水路支線の暗渠区間直上流で急激に水位が上昇**している。

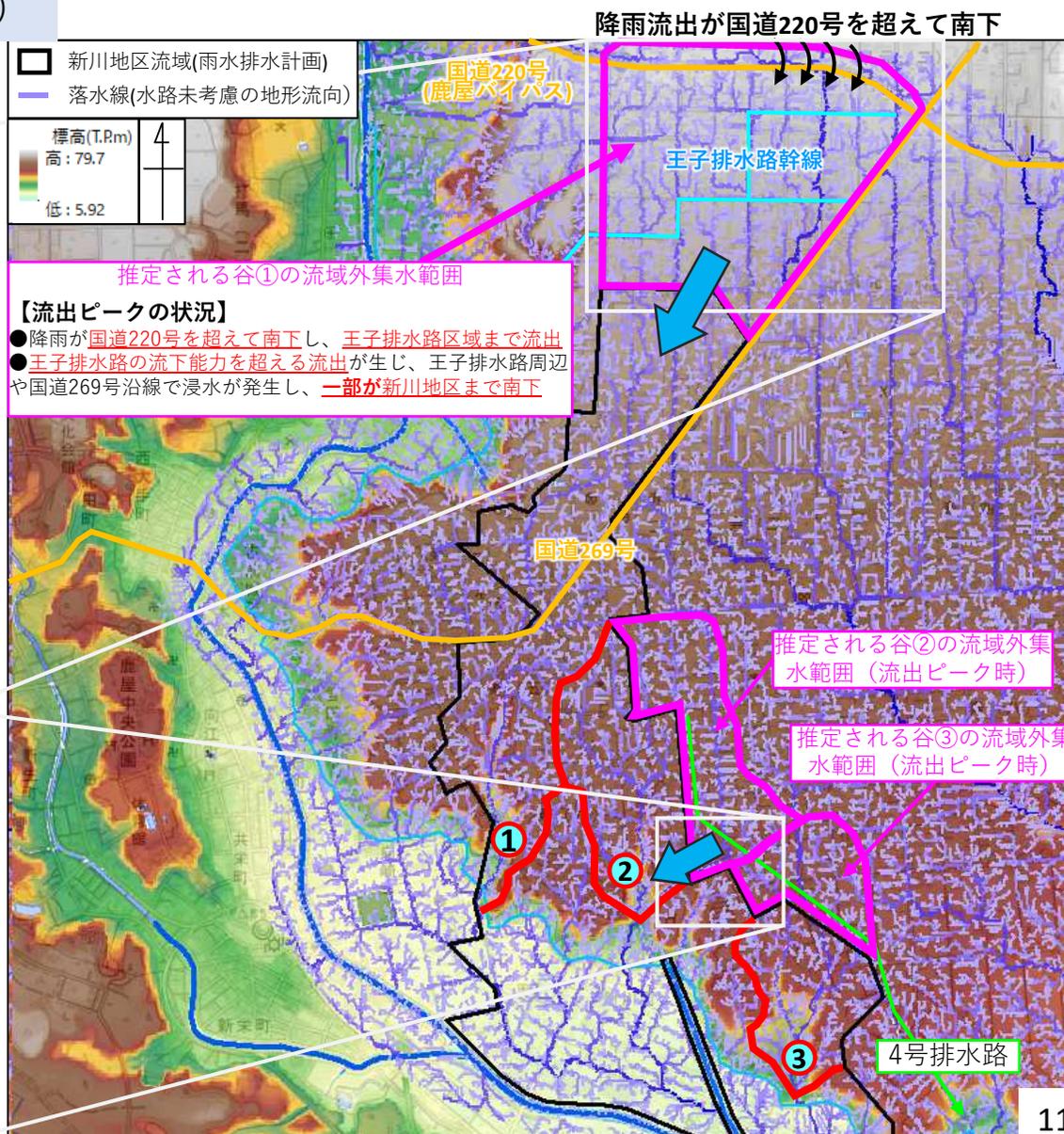
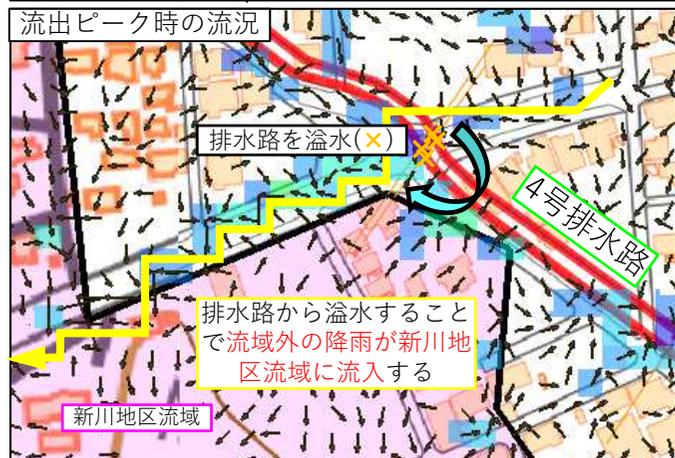
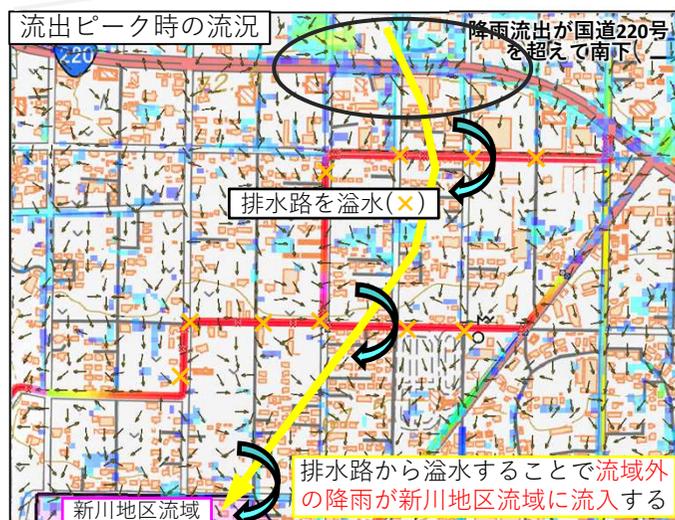


2 現状・課題・浸水要因の分析

(4) 浸水要因の分析（新川地区）

豪雨の流出機構（流域外からの流入）

解析の流向より、**通常は流域外に排水される降雨が、排水路からの溢水等によって地形によって新川地区流域へ流入している箇所が複数確認された。**



2 現状・課題・浸水要因の分析

(4) 浸水要因の分析（新川地区）

肝属川河川水位の上昇による排水不能

外水位ハイドロと内水域地盤高

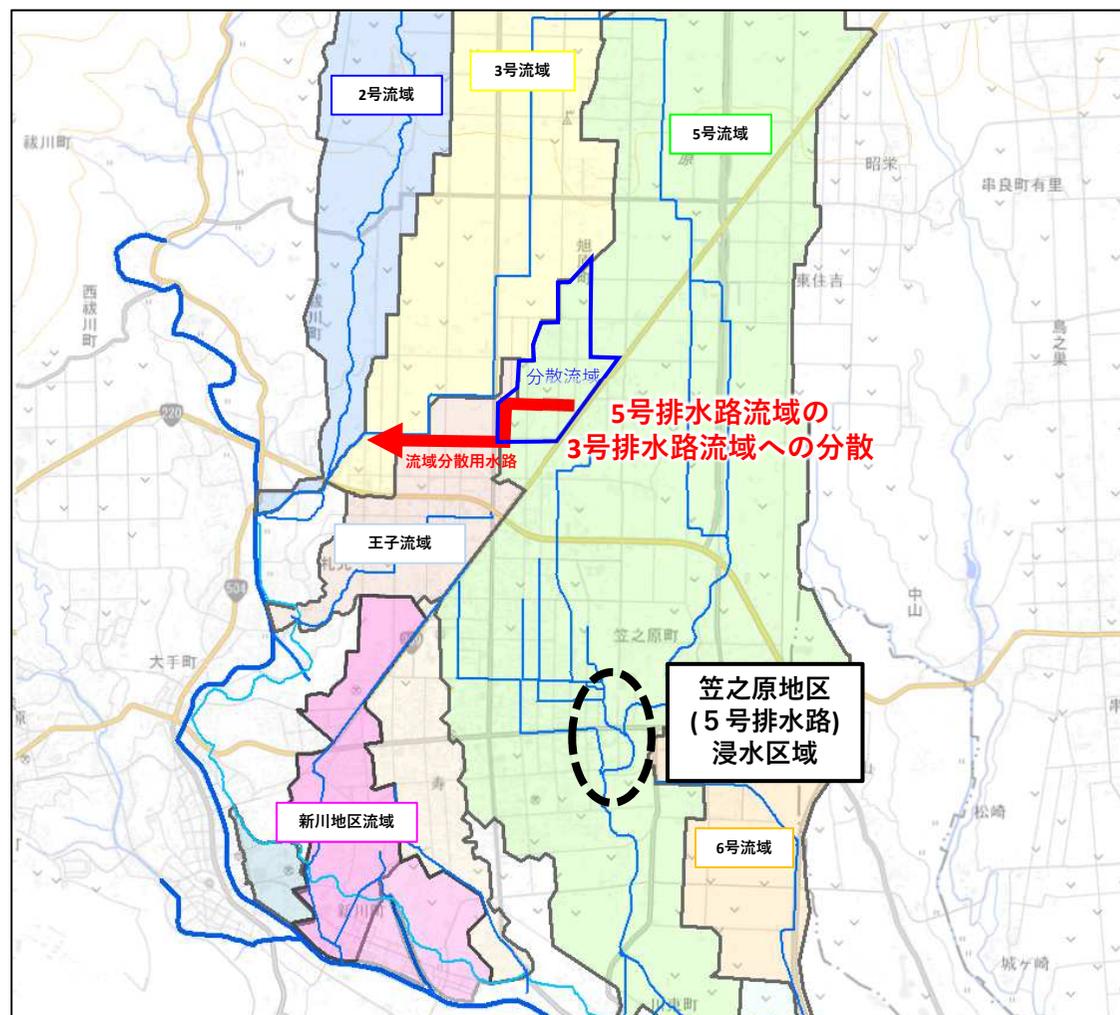


- ・ R2.7豪雨を対象として、対象樋管で外水位が内水位（背後地盤高）を超過している時間を整理した。
- ・ 対象樋管は新川第9樋管、新川第8樋管、新川第7樋管とする。
- ・ 外水位ハイドロが内水位（背後地盤高）を超過する時間は、新川第7樋管が最も長く、**約6時間**であった。
- ・ 外水位が高く、**堤内地の排水が出来ない状況が長時間続いた**ことが分かる。

2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（笠之原地区）

- ・ 5号排水路の負担を軽減するため、5号排水路流域の一部を3号排水路流域へ分散する排水路を整備中

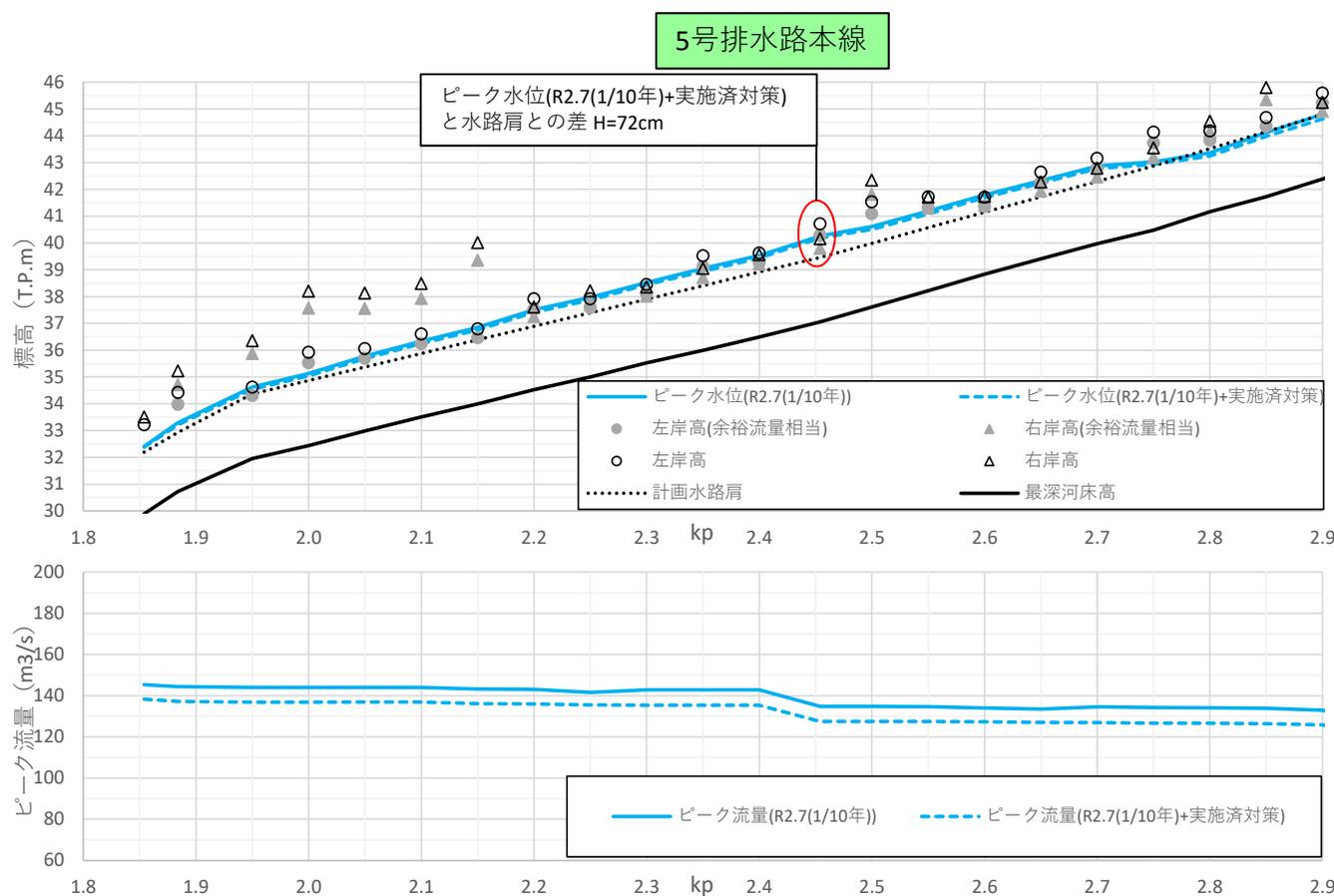


2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（笠之原地区）

計画降雨に対する現状の把握（5号排水路本線）

- ・計画降雨に対する浸水解析を実施し、ピーク流量およびピーク水位を確認する。
- ・5号排水路本線では**水路肩を超過(最大72cm)**しており、洪水の安全な流下には更なる対策が必要である。

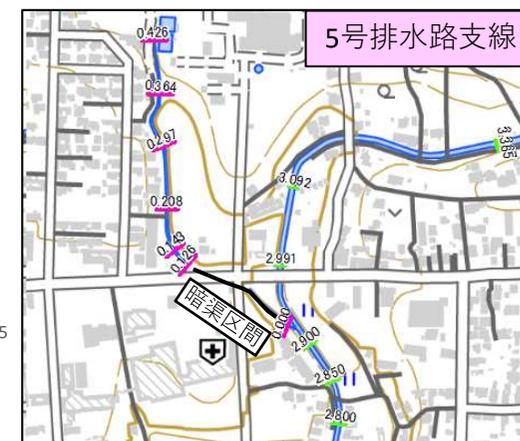
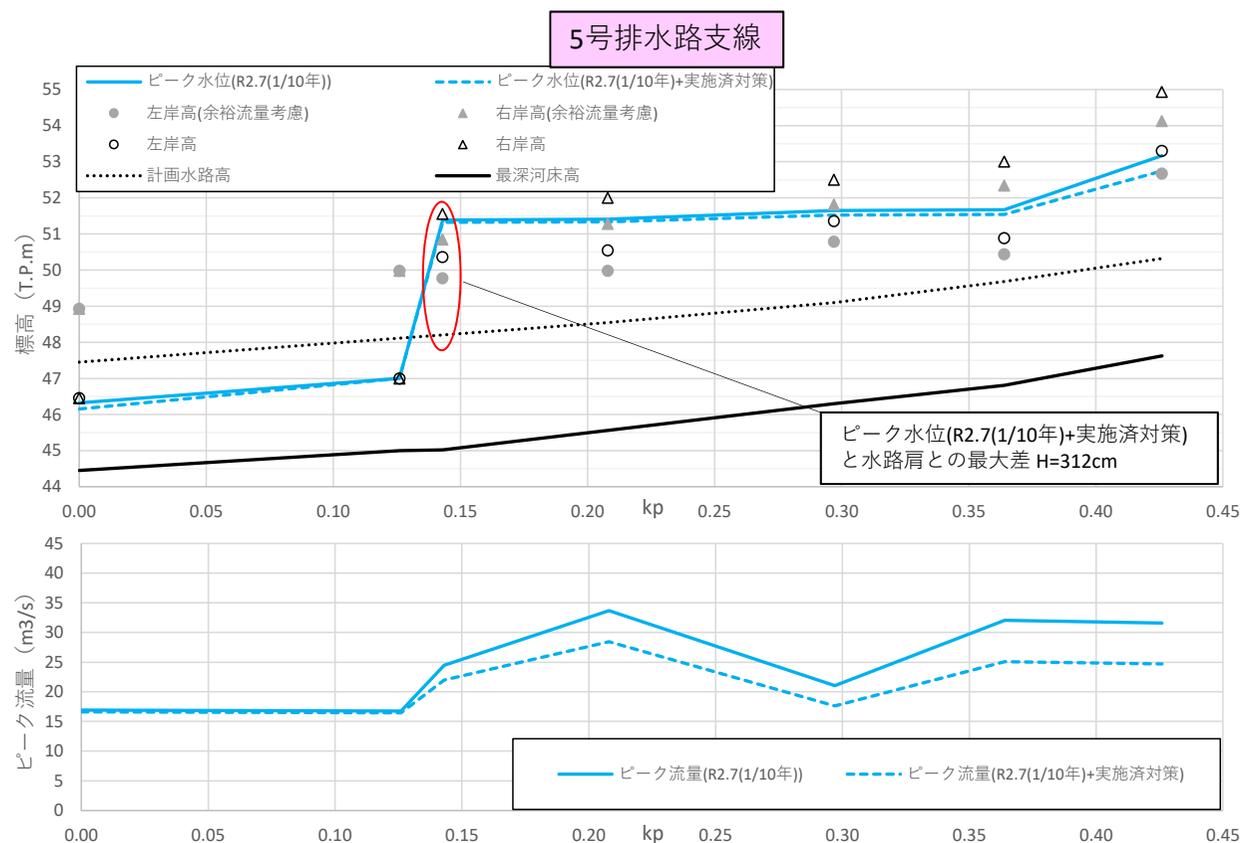


2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（笠之原地区）

計画降雨に対する現状の把握（5号排水路支線）

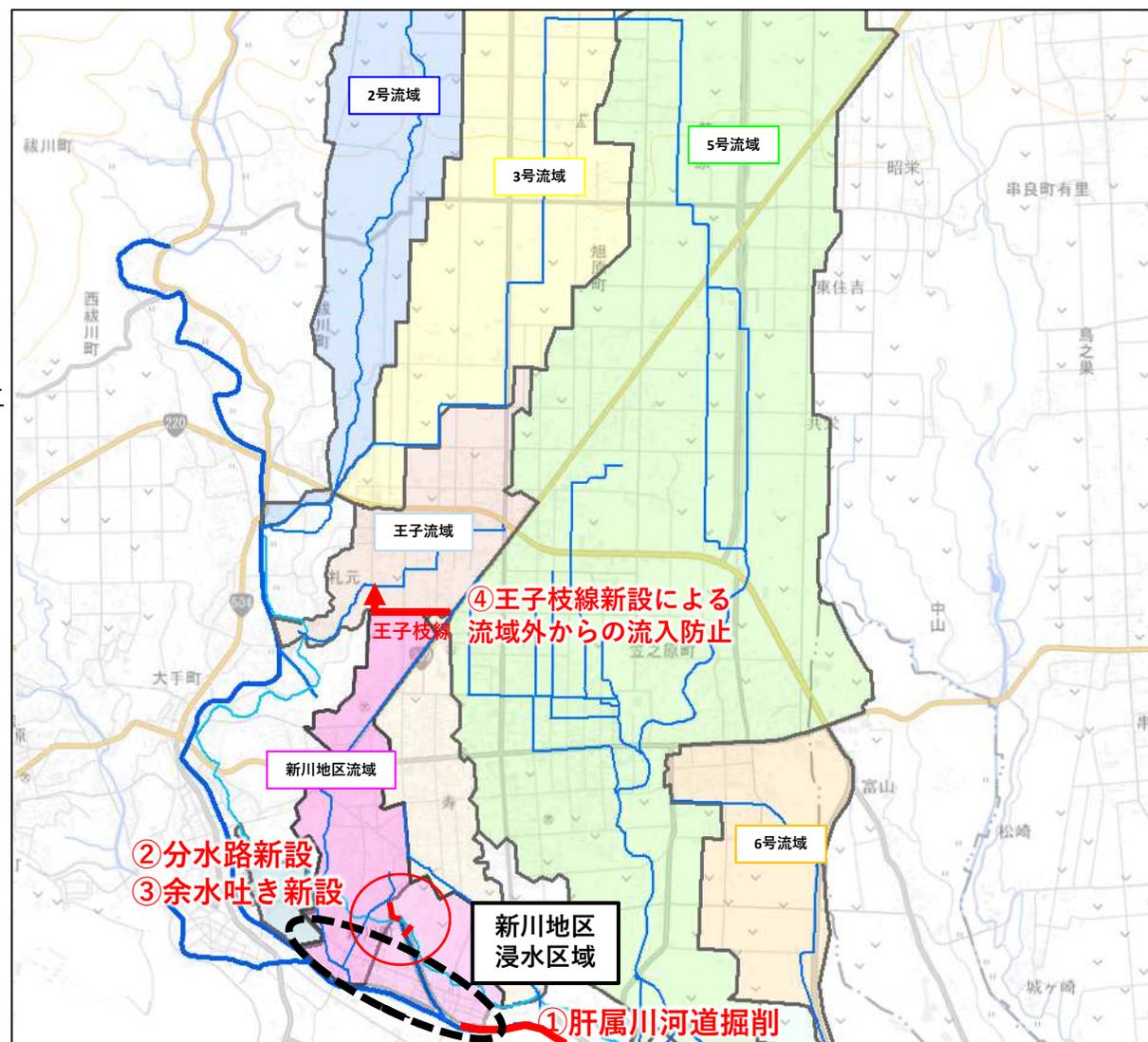
- 計画降雨に対する浸水解析を実施し、ピーク流量およびピーク水位を確認する。
- 支線でも同様に、**水路肩を超過（最大312cm）**しており、洪水の安全な流下には更なる対策が必要である。



2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（笠之原地区）

- ①肝属川河道掘削による外水位の低下
- ②寿西部第2雨水幹線分水路による新川地区流入量の低減
- ③和田新田用水路余水吐き新設による鹿屋分水路への放流
- ④王子枝線の新設による流域外流入防止

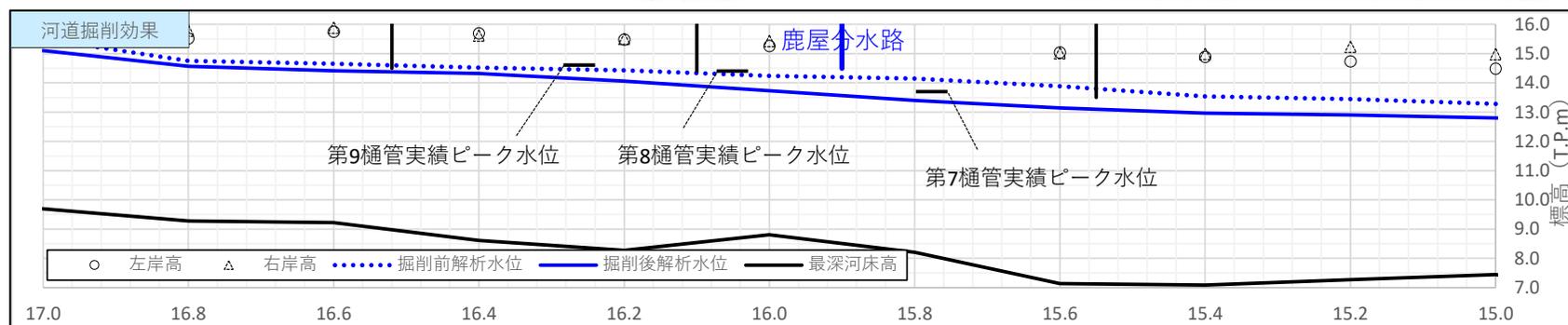
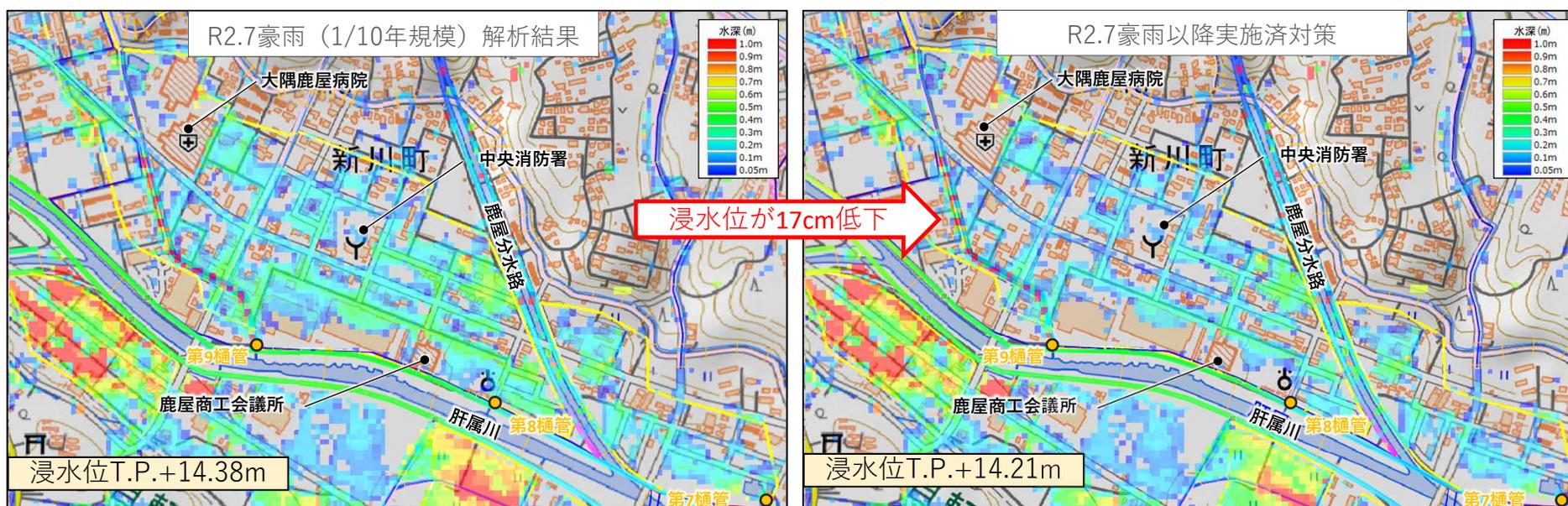


2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（新川地区）

計画降雨に対する現状の把握

- 計画降雨（R2.7豪雨1/10年規模引き縮め）に対して、**肝属川の河道掘削等により河川水位が低下したことで床上浸水は見られなくなった。**
- 残る浸水域は降雨時間中に生じる窪地の湛水や水路からの溢水であり、概ね一時的なものである。

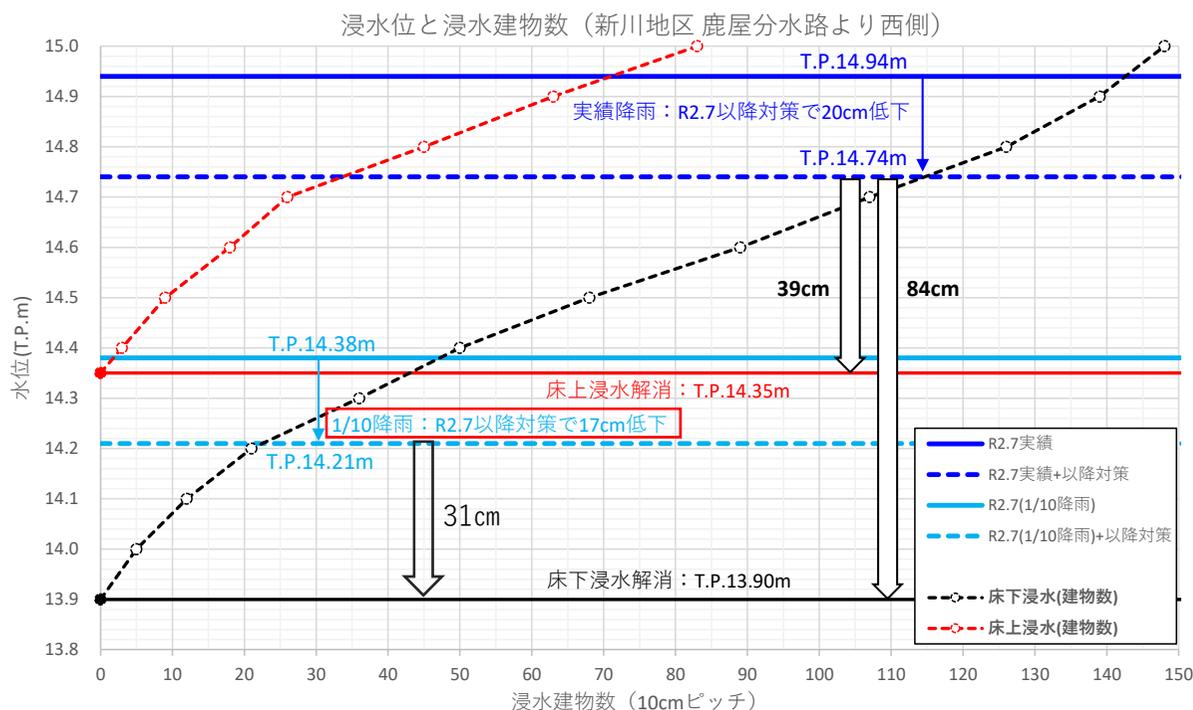


2 現状・課題・浸水要因の分析

(5) 令和2年7月以降に実施された浸水対策の効果検証（新川地区）

計画降雨に対する現状の把握

- 先述のとおり浸水位を17cm低下させ、**床上浸水は見られなくなった。**



※「建築物/国土数値情報」を基本に空中写真等で実を確認。ガレージ・倉庫等を除いて建物数として計上。
 ※ 居住判断不可のため居住・空き家問わず建物数として計上。R2.7浸水域記録の範囲で計上。

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

計画確率降雨量について

- ・ R2.7豪雨に対して、実施済対策は一定の効果を発揮するものの浸水が残る。
- ・ 本市の排水路整備の目標規模は概ね**1/10年規模**
- ・ 直近10年間では、排水路からの越水が一部発生しているものの、**R2.7豪雨以外では床上等の浸水被害なし。**



- ・ 既存の排水施設との全体的なバランスや経済性等を総合的に考慮し、**1/10年確率降雨量を対象**とする。

鹿屋観測所の年最大60min雨量（近10年）

年	発生日	60分雨量 (mm)	浸水 被害	
2015	H27	2015/9/6	76	
2016	H28	2016/7/10	63	
2017	H29	2017/7/26	48	
2018	H30	2018/9/30	60	
2019	R1	2019/7/2	39	
2020	R2	2020/7/6	87	○
2021	R3	2021/9/11	79	
2022	R4	2022/7/16	78	
2023	R5	2023/7/3	42	
2024	R6	2024/6/20	66	

※浸水被害はR2のみだが、他豪雨では度々氾濫あり

3 内水対策の方向性

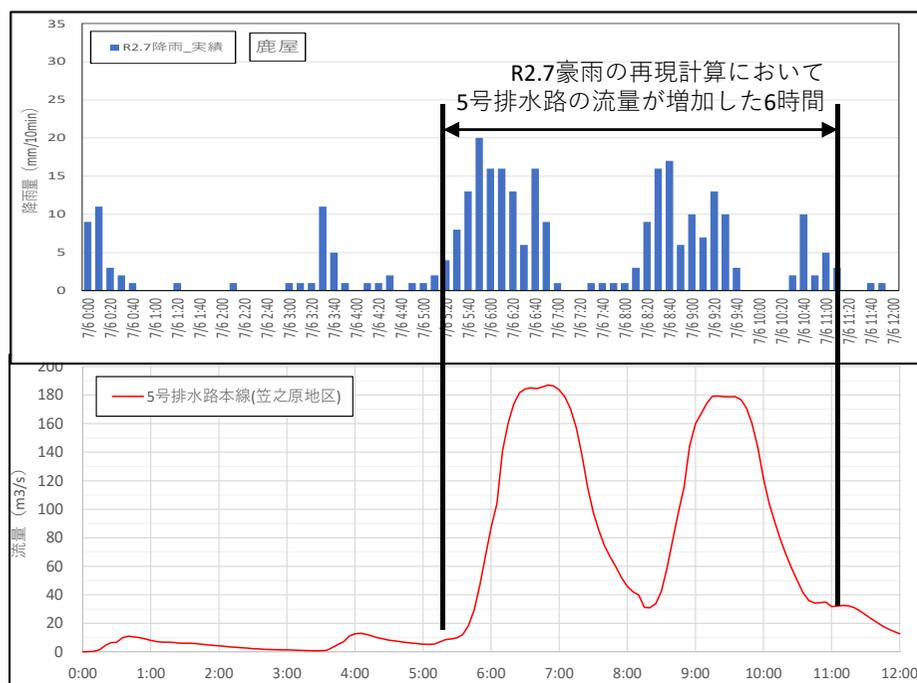
(1) 笠之原地区

対象降雨波形について

- ・ 浸水被害の生じた**R2.7豪雨の降雨波形**を対象とする。
- ・ 笠之原地区の浸水は5号排水路からの越水による浸水のため、5号排水路の集水範囲（≒笠野原台地）の降雨量を、**5号排水路の計画規模である1/10年確率雨量**に引き縮める。

降雨引縮め期間について

- ・ 笠之原地区で5号排水路の流量が増加する6時間（5：20～11：20）
 - ・ 5号排水路計画における流達時間70min
- ⇒異なる降雨期間の降雨を1/10年確率雨量に引き縮める。



笠之原地区の浸水区間は流達時間は約70min、降雨強度は約67mm/hrである。

浸水区間上流側 (2.50~2.90kp)		※R6.4鹿児島県短時間降雨強度式(高山)による算出	
当初流下能力評価	60min	➡	最新流下能力評価
流達時間	60min		(69.4min)
計画降雨確率	1/10年		1/10年
計画降雨	62mm/hr		(66.7mm/hr)※
浸水区間下流側 (1.88~2.45kp)		※R6.4鹿児島県短時間降雨強度式(高山)による算出	
当初流下能力評価	60min	➡	最新流下能力評価
流達時間	60min		(70.6min)
計画降雨確率	1/10年		1/10年
計画降雨	62mm/hr		(66.2mm/hr)※

R2.7豪雨1時間最大雨量（7/6 5:50～6:40）

- ・ 実績雨量：87.0mm
- ・ 1/10年規模引き縮め雨量：67.4mm

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

設定

第1段階：護岸高8割流量相当（＝計画高水流量）以下での流下

第2段階：水路肩以下での流下

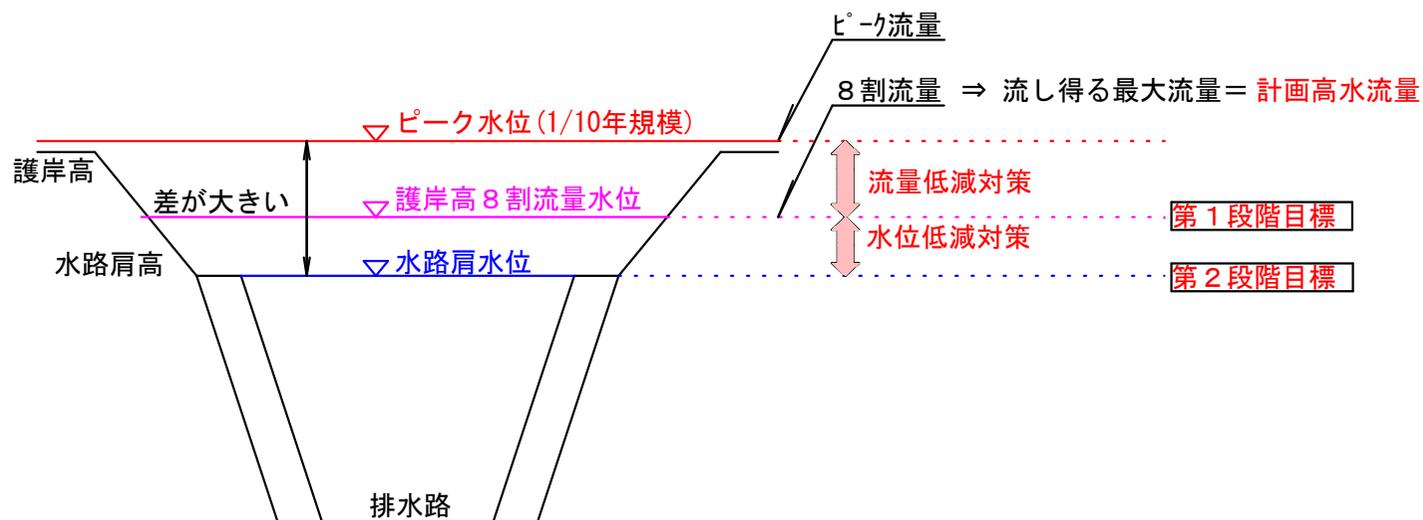
区分	流量
ピーク流量	128.7 m ³ /s
護岸高8割流量	114.0 m ³ /s
水路肩流量	—

ピーク流量との差 (14.7 m³/s) は「**流量低減対策**」により対処

⇒ 流し得る最大流量＝計画高水流量（水位）

⇒ 最終目標＝豪雨時に安全に流下する流量（水位）

計画高水流量との差は「**水位低下対策**」により対処



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

各種対策案について

①流量低減対策案

目的：5号排水路への流出量自体を低減させることで水位低下

ピーク流量が計画高水流量以下となる対策規模、または整備可能な最大の施設規模を各対策案単体で検討・評価する。
【評価の観点】効果、経済性、実現性、その他課題等



②水位低下対策案

目的：5号排水路の流下能力を向上させることで水位低下

①流量低減対策を見込んだうえで、各対策案単体でピーク水位が目標水位以下となる対策規模を検討・評価する。
【評価の観点】効果、経済性、実現性、その他課題等



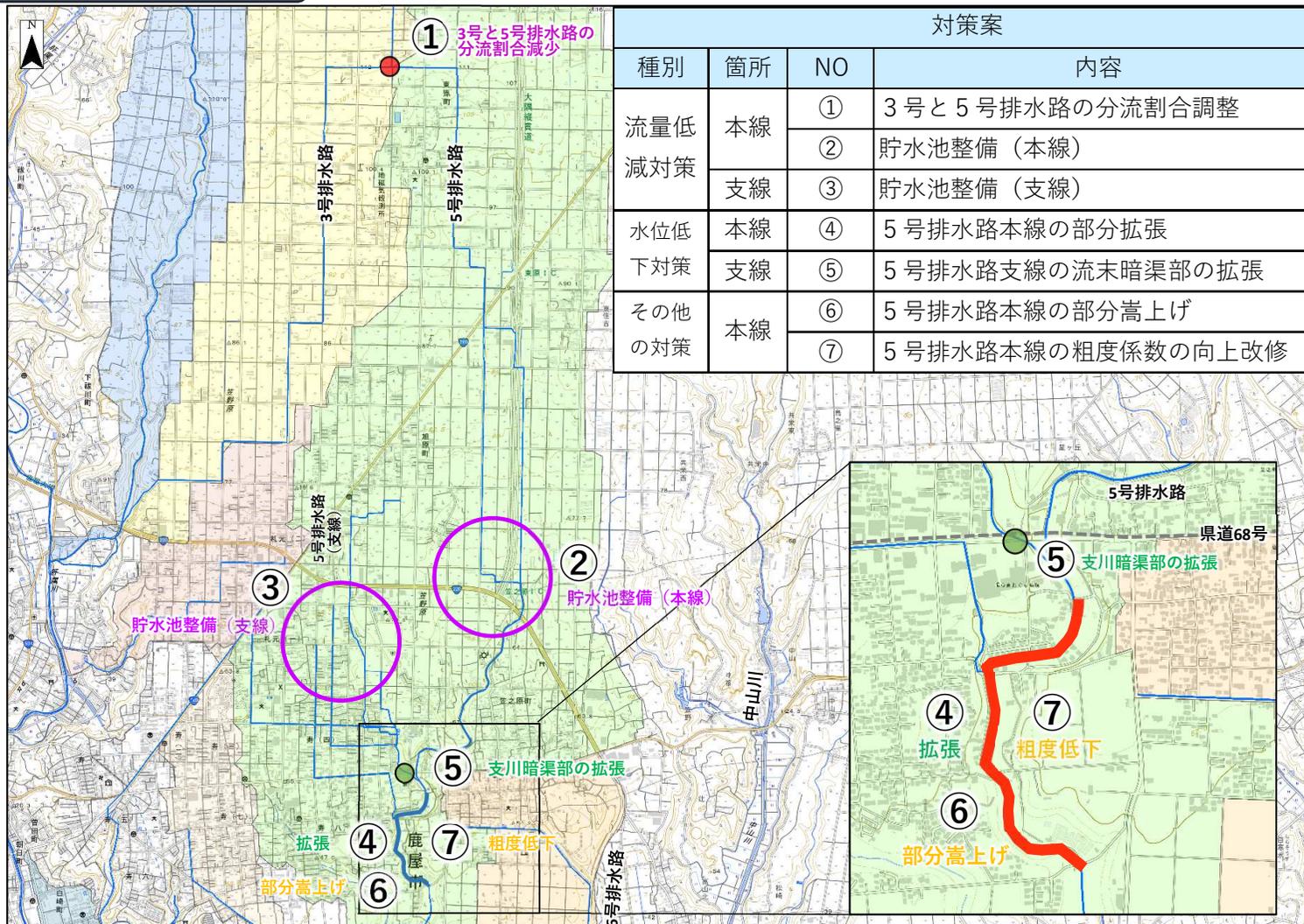
③その他の対策案

目的：浸水被害の軽減及び排水路からの越水防止

①、②に属しないが、浸水被害の軽減及び越水の防止に効果を発揮すると思われる補助的な対策を検討・評価する。
【評価の観点】効果、経済性、実現性、その他課題等

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

流量低減対策の評価

- ・ 流量低減対策の評価結果を示す。

対策種別	箇所	NO	対策案	効果	経済性		実現性		その他課題等
				5号排水路本線（笠之原地区浸水区間） 計画高水流量114m ³ /s（上流区間）			④ 技術的要因	⑤ 地理的要因	
				① 流量低減量 (m ³ /s)	② 概算費用 (千円)	③(=②/①) 効果対費用 (億円 / m ³ /s)			
流量低減	本線	1	3号と5号排水路の分流割合調整（現状47%→0%）	8.7	248,700	0.286	・ 3面張水路拡幅（開渠）又は増補管（暗渠）	・ 地形的勾配無し ・ 工法により用地買収必要	・ 分流することによる3号への影響の確認 ・ 肝属川河川整備計画への影響の確認
				計画高水流量まで低減不可					
流量低減	本線	2	貯水池整備：本線	14.7	1,636,200	1.113	・ オープン式調整池（地上式、掘込式）	・ 一定規模の広さの土地が必要 ・ 優良農地、山林の取得が必要	・ 営農への影響の確認 ・ 土地の有効活用の検討
				計画高水流量まで低減可能					
対策種別	箇所	NO	対策案	効果	経済性		実現性		その他課題等
				5号排水路支線（笠之原地区浸水区間） 計画高水流量20m ³ /s（上流区間）			④ 技術的要因	⑤ 地理的要因	
				① 流量低減量 (m ³ /s)	② 概算費用 (千円)	③(=②/①) 効果対費用 (億円 / m ³ /s)			
流量低減	支線	3	貯水池整備：支線	5.0	404,200	0.808	・ オープン式調整池（地上式、掘込式）	・ 一定規模の広さの土地が必要 ・ 優良農地、山林の取得が必要	・ 営農への影響の確認 ・ 土地の有効活用の検討
				計画高水流量まで低減可能					

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

流量低減対策案の組み合わせ

- ・ 各種対策を複合的に組み合わせることで実施することにより、単独対策より効率的かつ経済的な効果がある場合が想定されることから、実施の際は、具体的な手法を検討する必要がある。

流量低減対策の組合せ例

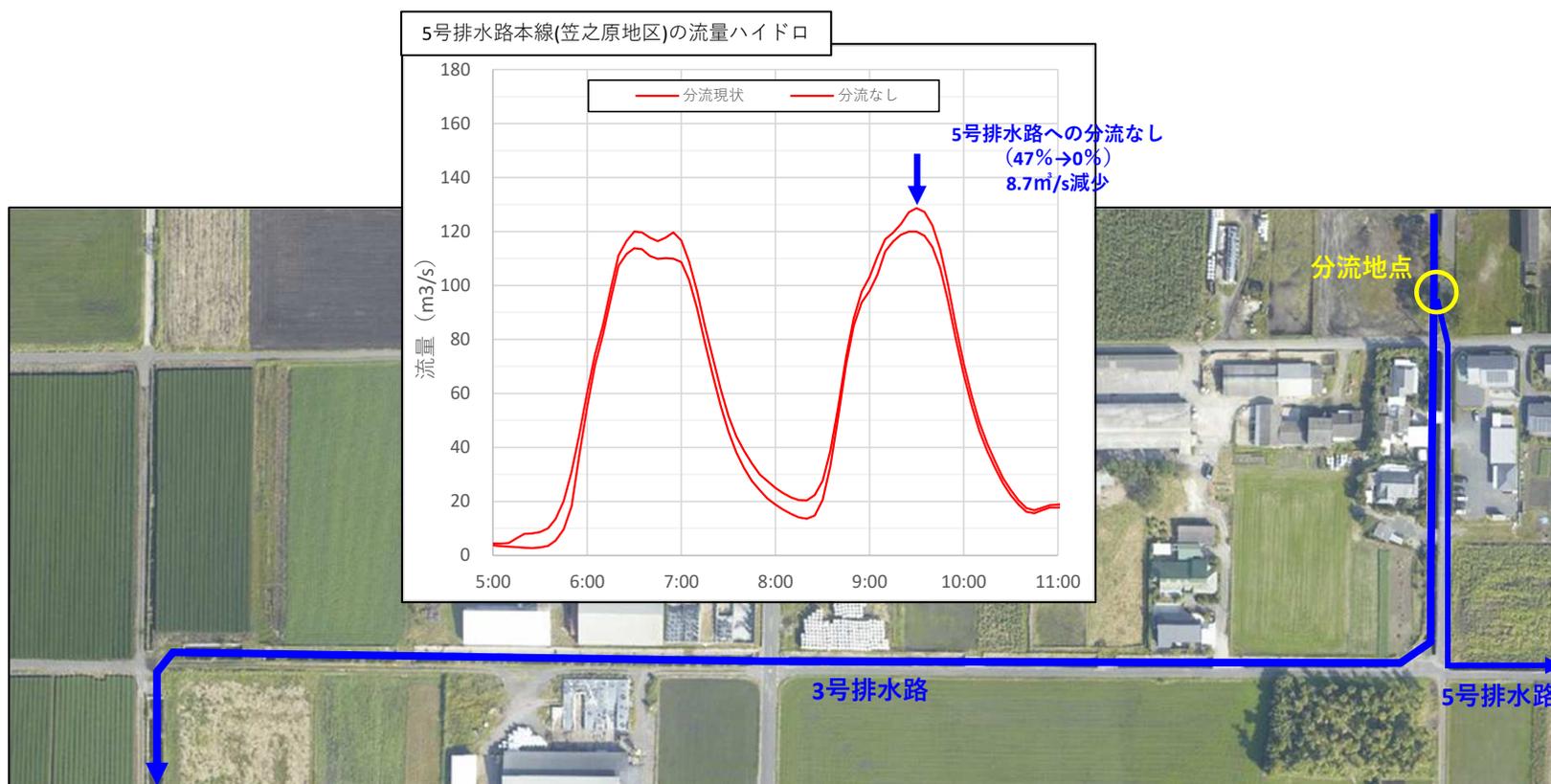
対 策 案		概 要	抑制量 (m^3/s)	概算費用 (千円)	備考
複合案	3号と5号排水路 の分流割合調整	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5号排水路への分流割合調整 47% \Rightarrow 25% ・ 3号排水路の部分拡幅 L=約500m 	3.9	112,000	<ul style="list-style-type: none"> ・ 段階的な効果発現が期待できる ・ 分散することで施設規模の縮小や事業費の平準化が期待できる
	本線貯水池	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旧5号貯水池 ・ 整備面積 $A=16,400 \text{ m}^2$ ・ 貯留量 $V=26,200 \text{ m}^3$ 	7.5	835,000	
	支線貯水池	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中流貯水池 ・ 整備面積 $A=5,300 \text{ m}^2$ ・ 貯留量 $V=5,700 \text{ m}^3$ 	3.3	267,000	
	合計		14.7	1,214,000	
単独案	本線貯水池	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旧5号貯水池 ・ 整備面積 $A=32,100 \text{ m}^2$ ・ 貯留量 $V=51,400 \text{ m}^3$ 	14.7	1,637,000	

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

ア) 3号と5号排水路の分流割合調整

- 排水路計画では3号排水路の流量を5号排水路に47%分流する計画となっており、現状も隔壁により同割合の分流機構となっている。
- 仮に5号排水路への分流をなし (47%→0%) とした場合、下流域の笠野原地区の5号排水路本線では **ピーク流量が8.7m³/s減少** (128.7m³/s →120.0m³/s) する。

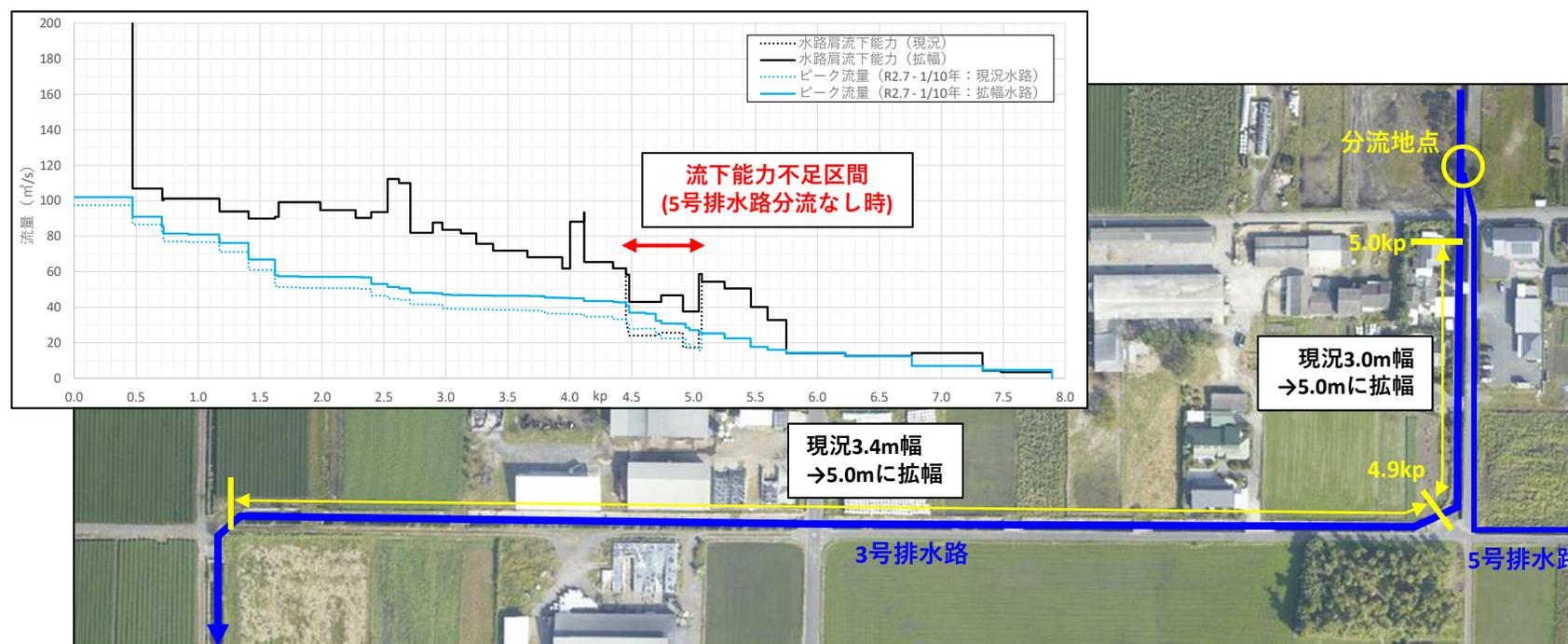


3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

ア) 3号と5号排水路の分流割合調整

- ・ 5号排水路へ分流なしとする場合、3号排水路が流量増加し、分流地点の直下流で流下能力が不足する。
- ・ 流下能力不足を解消するために水路拡幅をする場合には、現況幅（3.0m又は3.4m）から5.0mに拡幅が必要となる。

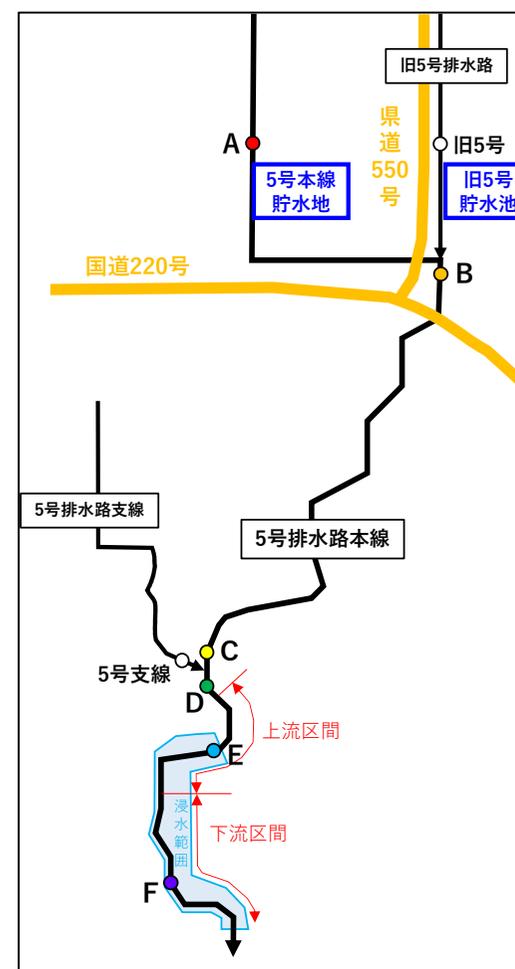
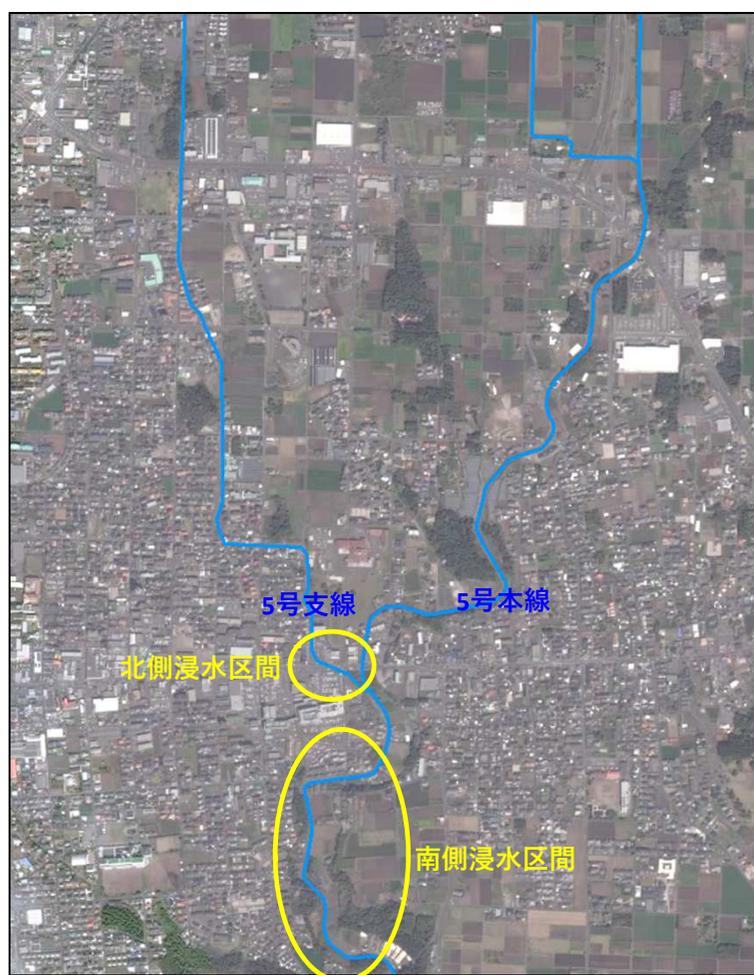


3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (本線)

- 貯水池の整備範囲は**浸水区間より上流かつ水路沿線の農地・未利用地等を想定**し、旧5号の合流地点より上流の2箇所が候補地点 (5号本線貯水池、旧5号貯水池) として抽出される。

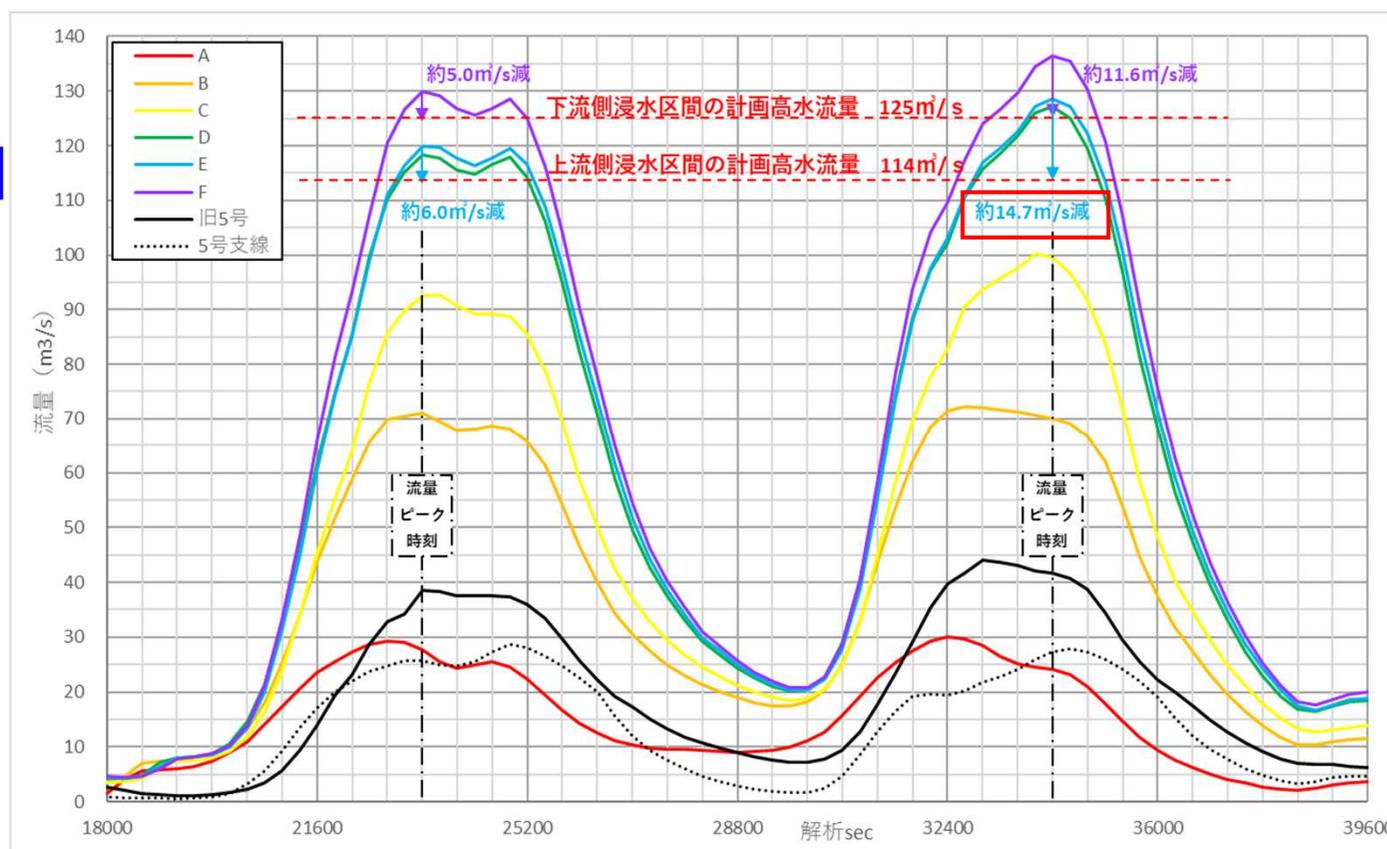
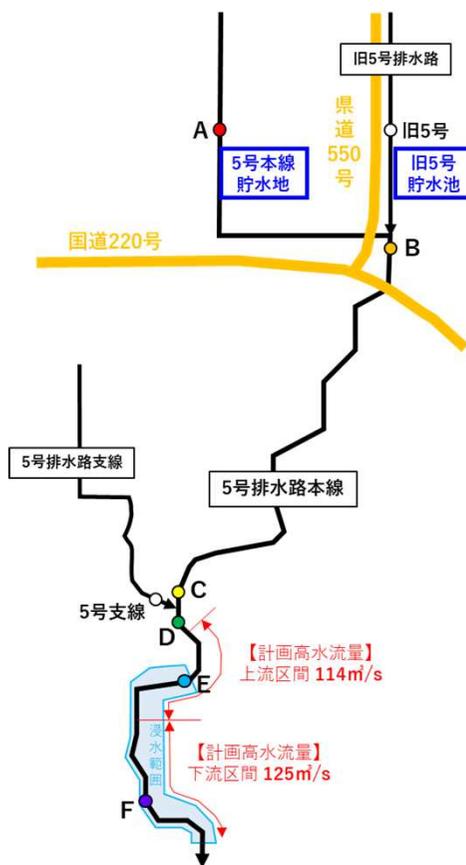


3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (本線)

- 本線の浸水区間のピーク流量は、**浸水区間の計画高水流量に対して最大で約14.7m³/s超過**している。
(上流側浸水区間のピーク流量：128.7m³/s、上流側浸水区間の計画高水流量：114.0m³/s)
- 貯水池候補地点の直上流(A及び旧5号地点)の流量ピーク時刻は浸水区間の流量ピークとおよそ一致するため、**貯水池で約14.7m³/sの流量ピークを低減させることで、浸水区間でも同程度の低減**が見込まれる。

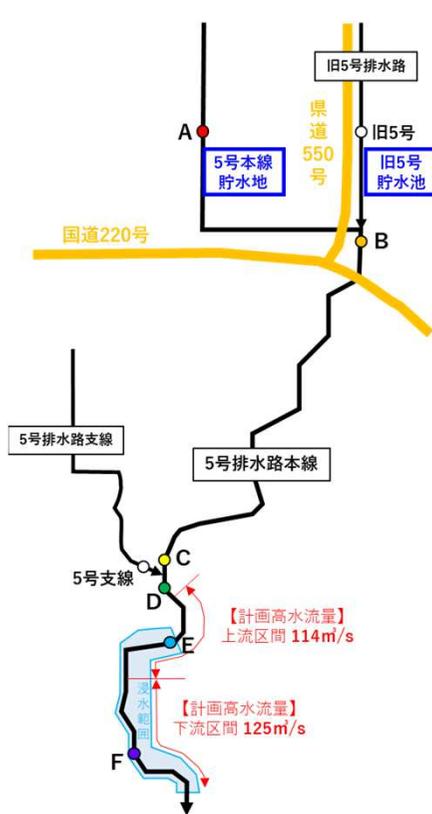


3 内水対策の方向性

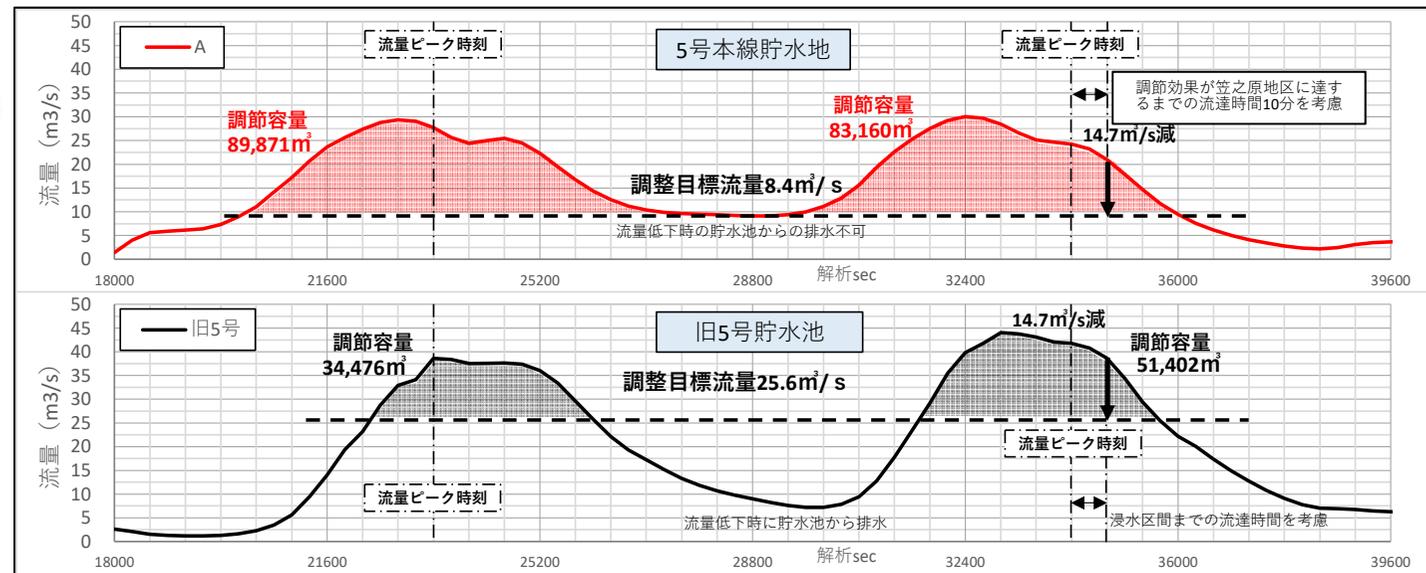
(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (本線)

- 貯水池の調節目標流量は、浸水区間の流量ピーク時刻における「A及び旧5号」の流量から $14.7\text{m}^3/\text{s}$ 減じた値となる。
- 調整目標流量を超過する総流量が必要調節容量となり、5号本線貯水池は前半の洪水ピーク、旧5号貯水池は後半の洪水ピークにより決定される。



	5号本線貯水池	旧5号貯水池
必要調節容量	173,031 m ³ (=89,871 + 83,160)	51,402 m ³



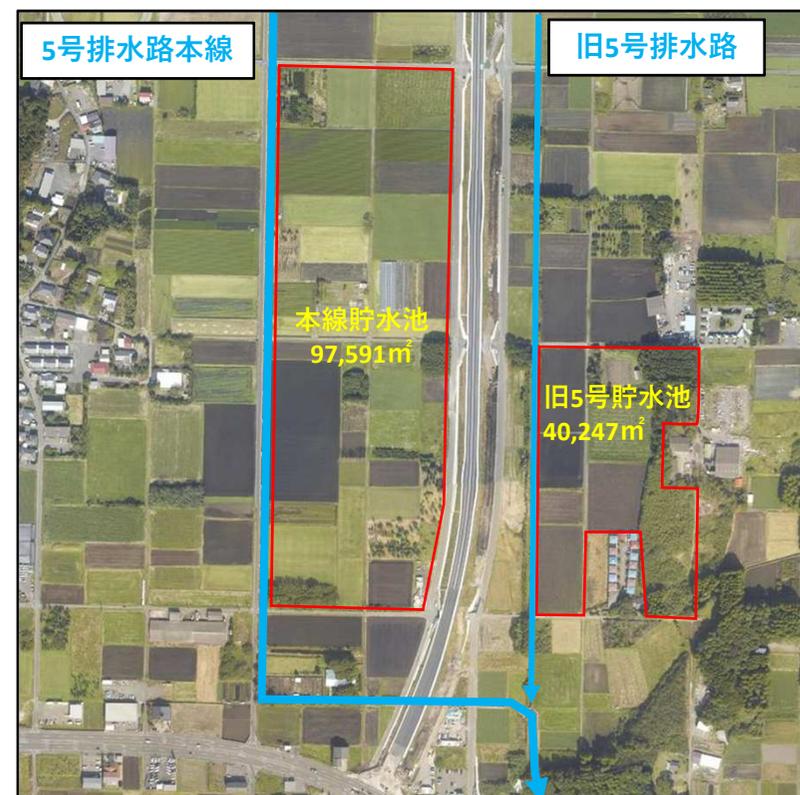
3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (本線)

- ・ 先述の必要調節容量に対して、貯水池候補地点での必要面積 (必要調節容量 ÷ 掘削深) を算定する。
- ・ 低コスト化の観点から排水ポンプは設置しない自然排水方式 (池底高 > 水路高) とし、掘削深は沿川水路の直高程度とする。
- ・ 両貯水池とも必要面積は確保可能であり土地利用も同様であるが、**コストの観点から必要調節容量の少ない旧5号貯水池を対象**として検討を行う。

		5号本線貯水池	旧5号貯水池
必要調節容量		173,031 m ³	51,402 m ³
必要面積	掘削深	2.0 m	1.6m
	①面積	86,516 m ²	32,126 m ²
②整備箇所面積 【整備箇所決定の観点】 ・ 水路沿線の農耕地を基本とする ・ できるかぎり笠之原地区浸水区間の近く (水路下流側) とする ・ 整備箇所を分散させない ・ 生活道路に重複させない		97,951 m ² ② ÷ ① = 1.13	40,247 m ² ② ÷ ① = 1.25
評価		両貯水池とも必要面積が確保可能と思われる用地があり土地利用はほぼ同様である。 ただし、必要調節容量および面積は旧5号のほうが少なく、5号本線より低コストでの整備が可能のため、 旧5号貯水池を対象として検討を行う。	

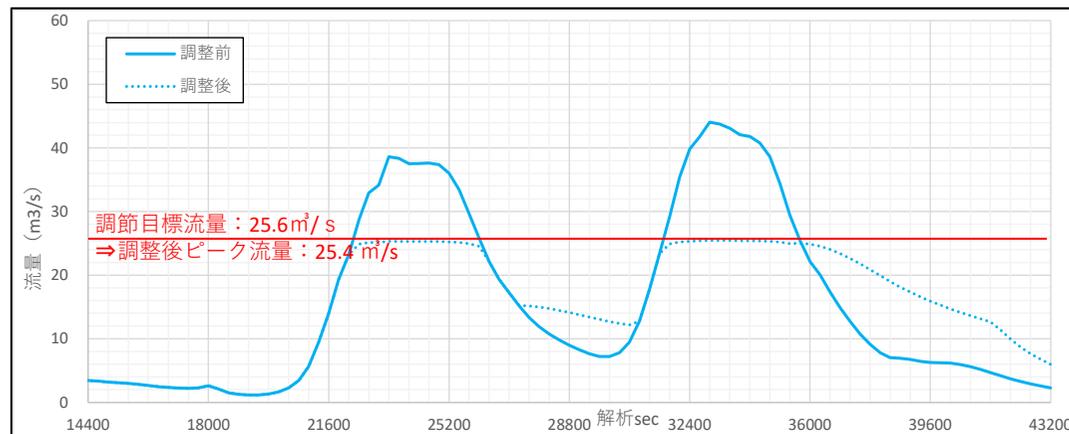


3 内水対策の方向性

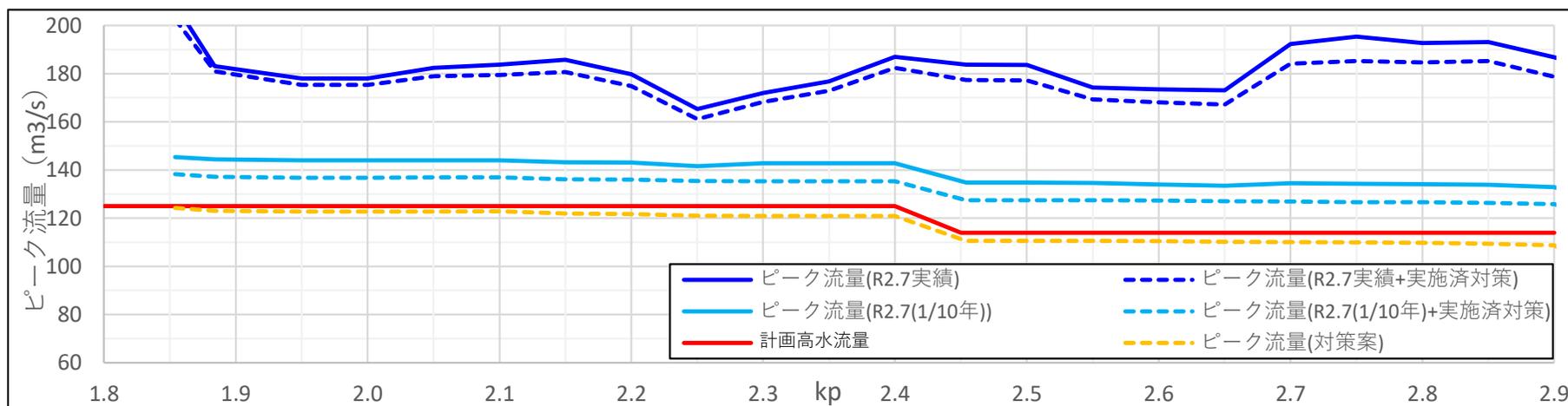
(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (本線)

- ・ 旧5号貯水池に対する調節計算の結果、ピーク流量が調節目標流量以下となった。



- ・ 調節効果により笠之原地区の5号排水路本線は浸水区間下流側計画高水流量 (114.0 m³/s) 以下のピーク流量となった。

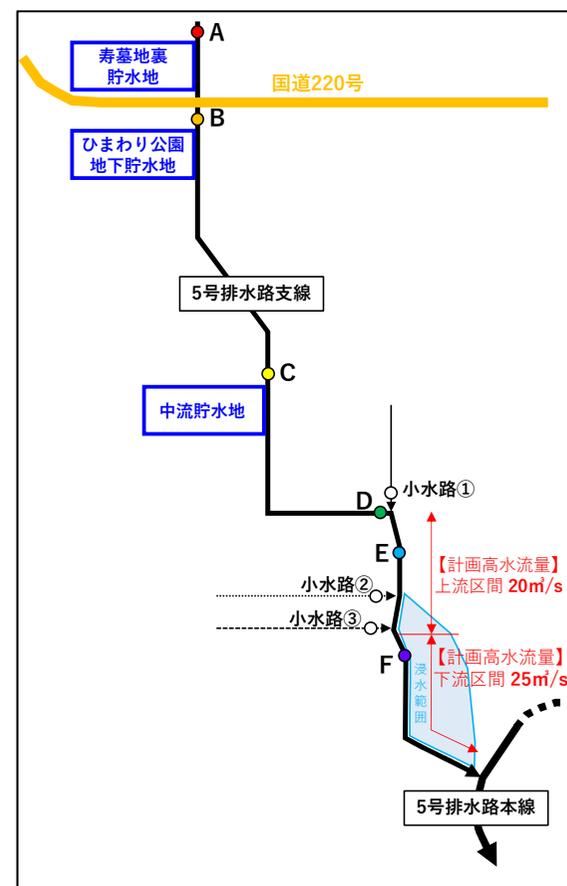


3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (支線)

- 貯水池の整備範囲は浸水区間より上流かつ水路沿線の公共用地・未利用地等を想定し、3箇所の候補地点を対象に検討を行う。

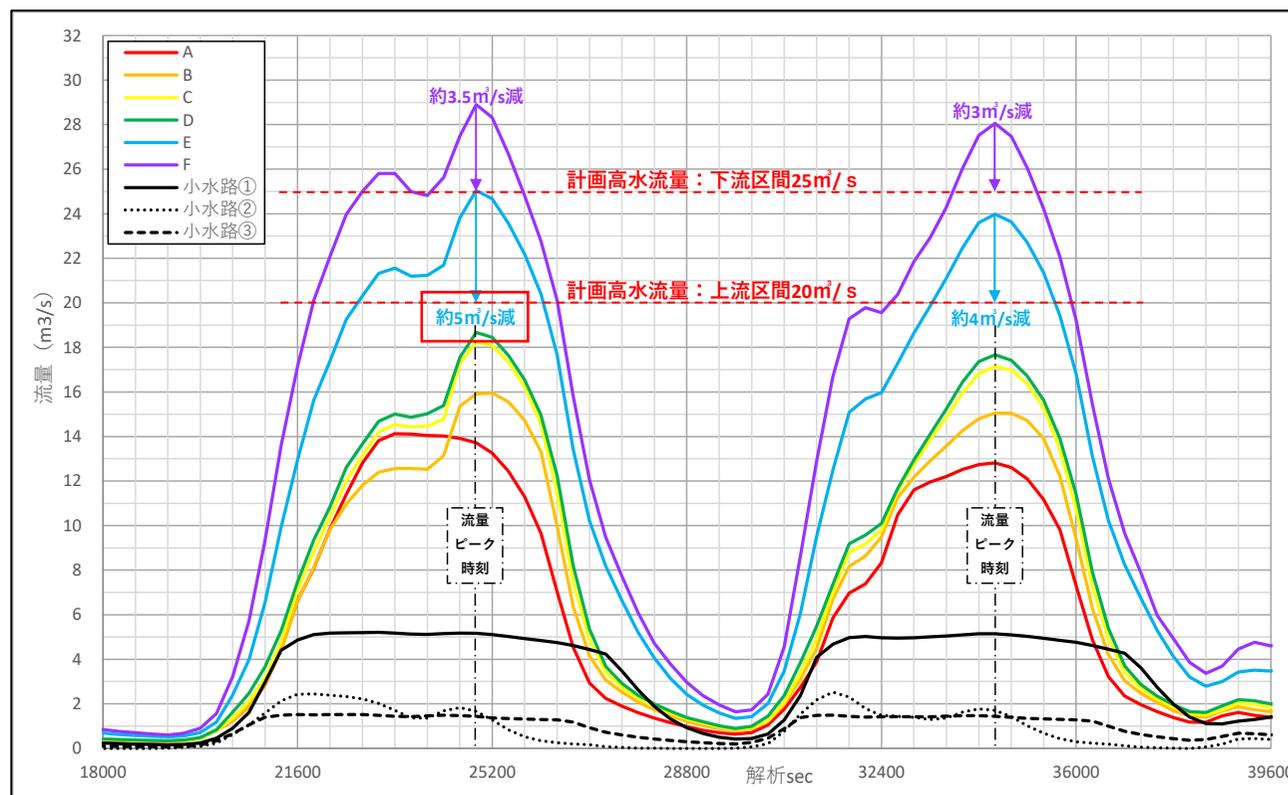
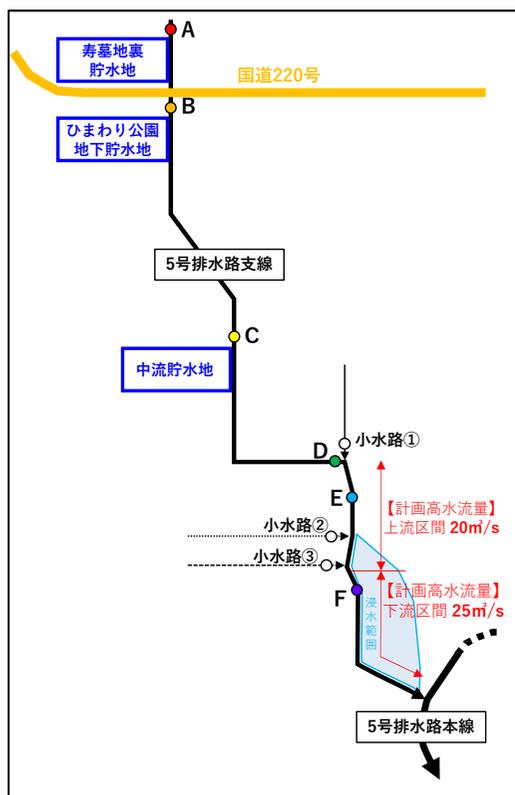


3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (支線)

- 支線の浸水区間のピーク流量は、**浸水区間の計画高水流量に対して最大で約 $5\text{m}^3/\text{s}$ 超過**している。
(上流側浸水区間ピーク流量： $25.0\text{m}^3/\text{s}$ 、上流側浸水区間計画高水流量： $20.0\text{m}^3/\text{s}$)
- 貯水池候補地点の直上流(A B C地点)の流量ピーク時刻は浸水区間の流量ピークとほぼ一致するため、**貯水池で約 $5\text{m}^3/\text{s}$ の流量ピークを低減させることで、浸水区間でも同程度の低減**が見込まれる。



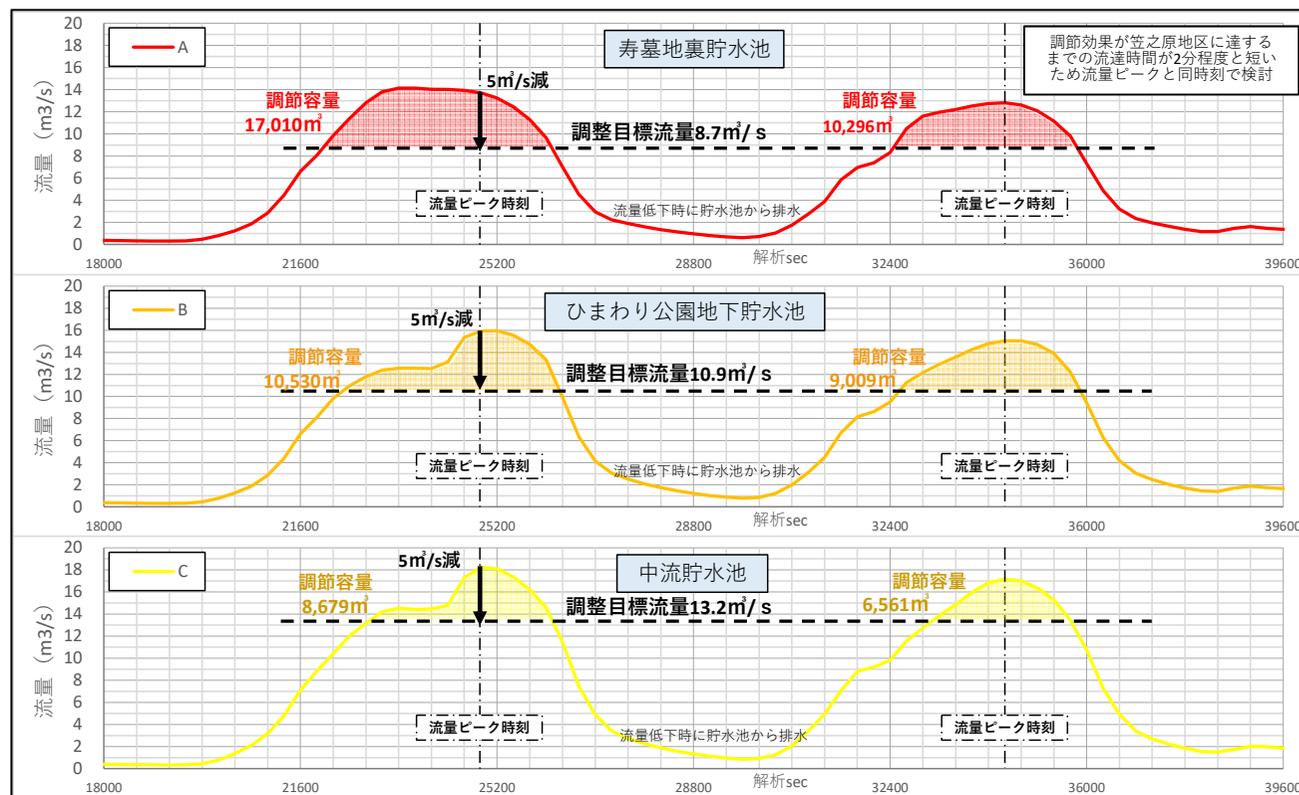
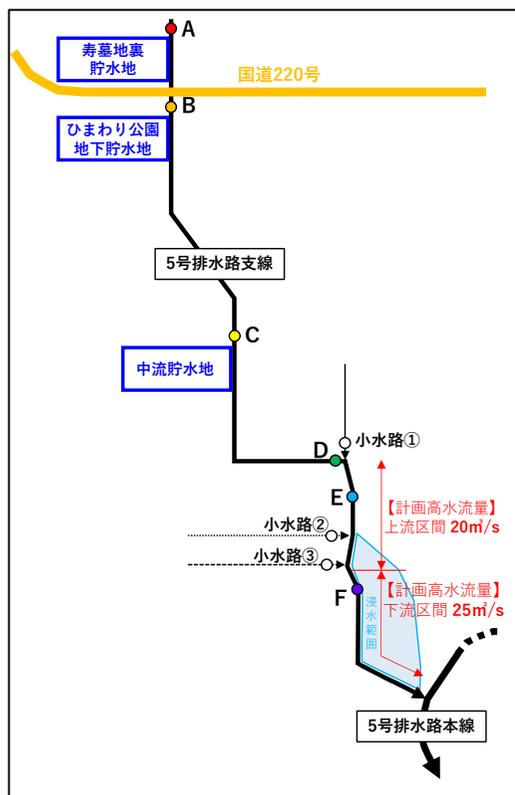
3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (支線)

- ・貯水池の調節目標流量は、浸水区間の流量ピーク時刻におけるABCの流量から $5\text{m}^3/\text{s}$ 減じた値となる。
- ・調整目標流量を超過する総流量が必要調節容量となり、前半の洪水ピークにより決定される。

	寿墓地裏貯水池	秘話まり公園地下貯水池	中流貯水池
必要調節容量	17,010 m^3	10,530 m^3	8,679 m^3



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (支線)

- ・先述の必要調節容量に対して、貯水池候補地点での確保可能容量（面積×掘削深）を確認する。
- ・低コスト化の観点から排水ポンプは設置しない自然排水方式（池底高＞水路高）とし、掘削深は沿川水路の直高程度とする。
- ・**本検討では必要調節容量を確保できるであろう③中流貯水池を対象に効果検証、費用の算出を行う。**



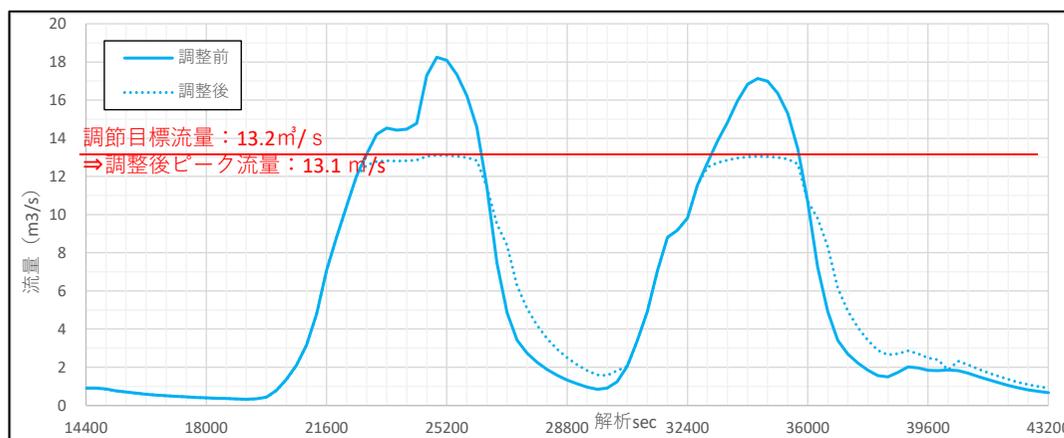
		寿墓地裏貯水池	ひまわり公園地下貯水池	中流貯水池
①必要調節容量		17,010 m ³	10,530 m ³	8,679 m ³
確保可能容量	面積	5,685 m ²	8,385 m ²	8,017 m ²
	掘削深	1.1	1.1	1.4
	②容量	6,254 m ³	9,224 m ³	11,224 m ³
評価		②÷①=0.37	②÷①=0.88	②÷①=1.29

3 内水対策の方向性

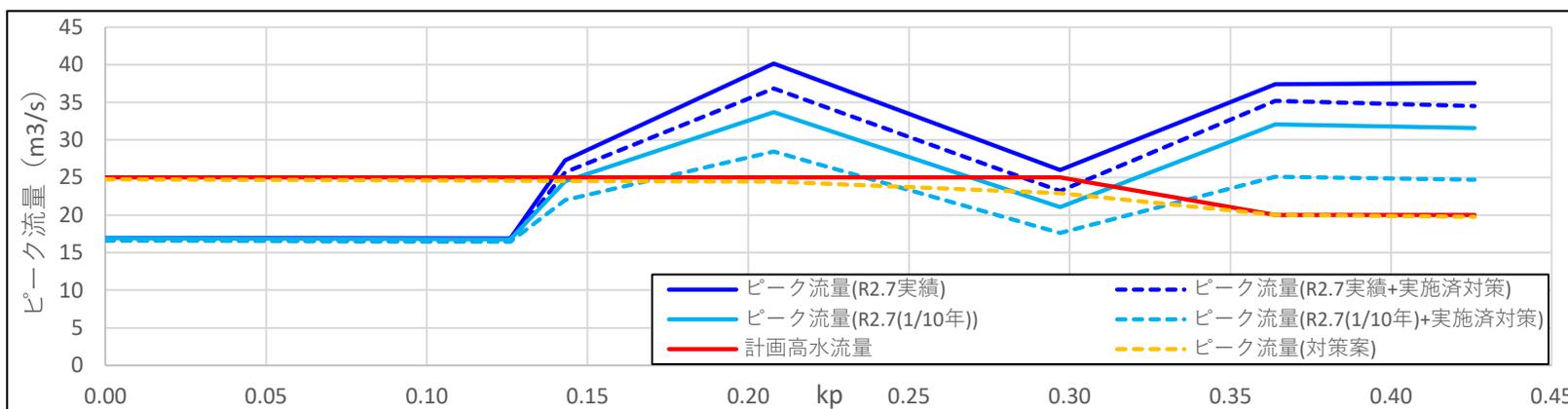
(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

1) 貯水池整備 (支線)

- ③中流貯水池に対する調節計算の結果、ピーク流量が調節目標流量以下となった。



- また、調節効果により笠之原地区の5号排水路支線は浸水区間下流側計画高水流量 (20.0 m³/s) 以下のピーク流量となった。



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (①流量低減対策)

参考【貯水池有効活用事例】

- ・ 降雨時のみでなく、通常時に地域の活性化や市民生活に利点がある有効活用策として以下のような活用事例がある。

①貯水池内を運動広場（テニスコート・バスケットコート・スケボー広場等）として多目的利用



「道の駅ごか」裏の調整池を活用して2021年に完成した公共スポーツ施設。（茨城県五霞町）

②自然環境を活かした体験イベント広場として利用



遊水地の一部を自然学習園として1997年に完成。（新潟県新潟市）

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (②水位低下対策)

水位低下対策の評価

- ・ 水位低下対策の評価結果を示す。

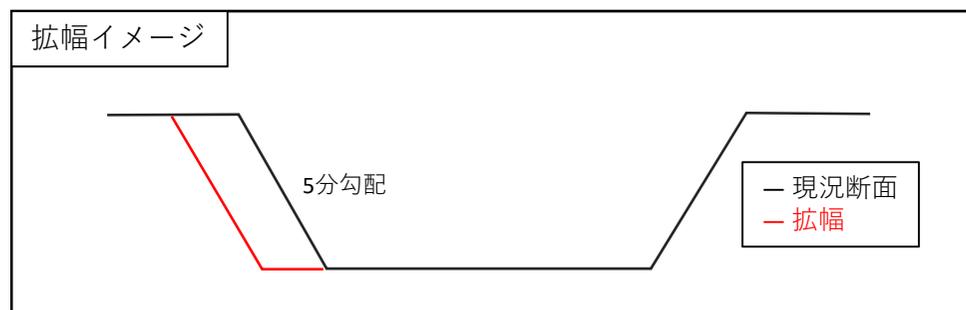
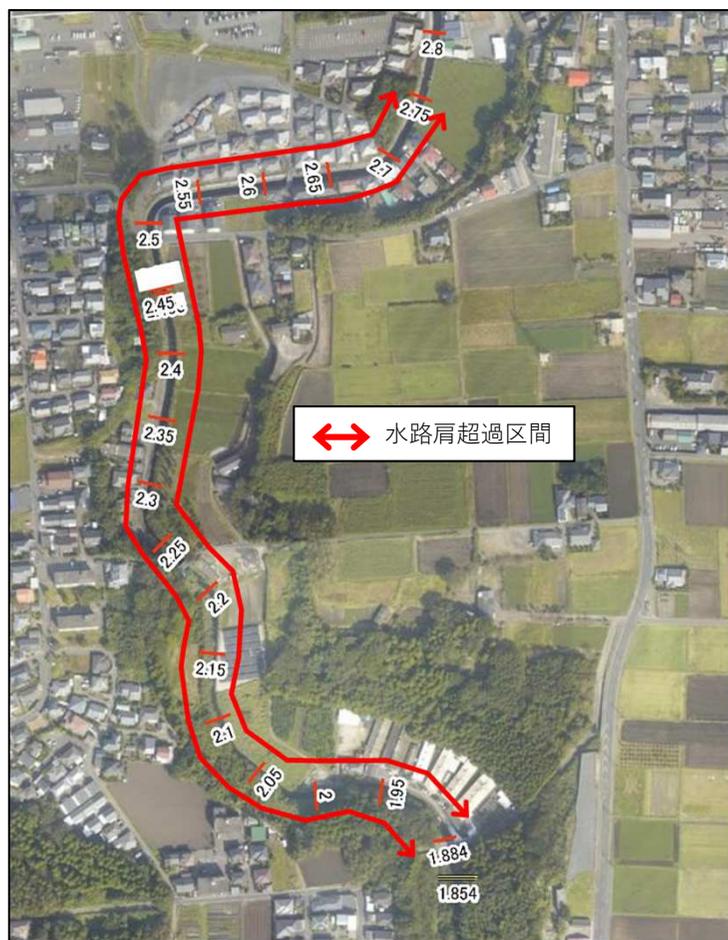
対策種別	対策箇所	対策NO	対策案	効果	経済性		実現性		その他課題等
				5号排水路（笠之原地区浸水区間）			③技術的要因	④地理的要因	
				① 水位低下効果 (cm)	② 概算費用 (千円)	③(=②/①) 効果対費用 (億円 / cm)			
水位低下	本線	4	5号排水路本線の部分拡張	31	430,800	0.139	・ 水路拡張（開渠）	・ 拡張と重複する範囲の用地買収が必要	・ 箇所によっては橋梁の架け替えが必要
				本線全区間で水路肩以下となる					
水位低下	支線	5	5号排水路支線の流末暗渠部の拡張	316	264,900	0.008	・ 暗渠部推進掘削やプレキャスト製品の暗渠部へのスライド搬入	・ 水路内市有地の施工のため新たな用地買収は不要	・ 工法により県道への影響の確認 ・ 流量増加による本線への影響の確認 ・ 埋設支障物件の確認
				支線全区間で水路肩以下となる					

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (②水位低下対策)

ア) 5号排水路本線の部分拡張

- ・水路肩を超過する区間を片岸拡幅することで、水路肩以下の水位で流下可能とする。
- ・当区間の法面は5分勾配となっており、拡幅後も5分勾配を維持するものとする。



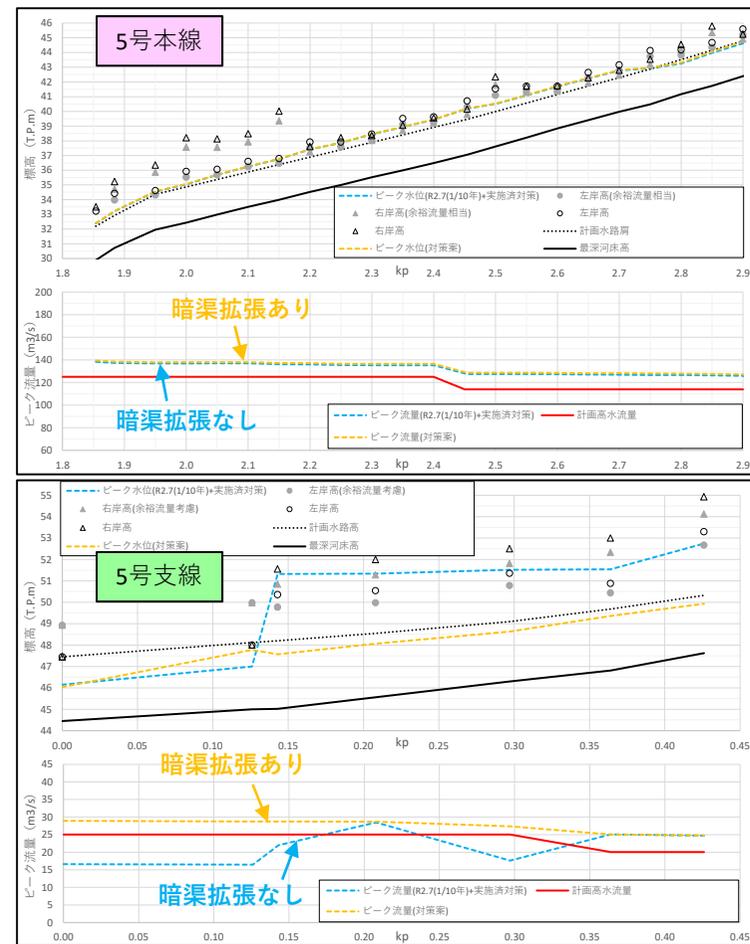
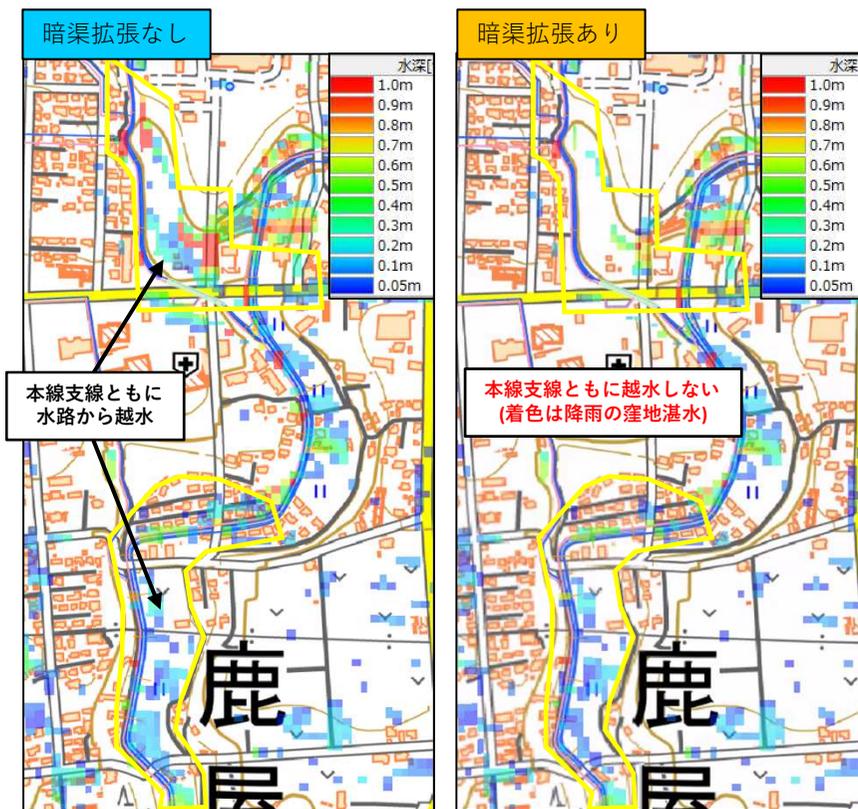
kp	水路肩超過 (m)	左岸状況	右岸状況	拡幅対象	現況水路幅 (m)	拡幅 (m)
1.95	0.15	道路	山体	右岸には一連の山体があり 拡幅による法面工事費や 環境影響が多くなるため 左岸を拡幅対象とする	5.7	0.8
2.00	0.06	荒地			5.0	0.6
2.05	0.13				5.5	0.7
2.10	0.15				5.2	0.9
2.15	0.11	ソーラーパネル			5.3	0.7
2.20	0.25	廃屋	5.7	1.1		
2.25	0.12	ソーラーパネル	道路	右岸には一連の生活道路 が縦貫しているため 左岸を拡幅対象とする	5.3	0.6
2.30	0.22	農地			5.4	0.8
2.35	0.38				5.7	1.3
2.40	0.45				5.3	1.6
2.45	0.63	4.6			2.3	
2.50	0.34	集合住宅	個人住宅	より影響の少ない 右岸を拡幅対象とする	4.9	1.6
2.55	0.20				4.6	1.0
2.60	0.26				4.9	1.1
2.65	0.35	1.884	1.854	4.9	1.7	
2.70	0.35			5.0	1.3	

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (2) 水位低下対策

1) 5号排水路支線の流末暗渠部の拡張

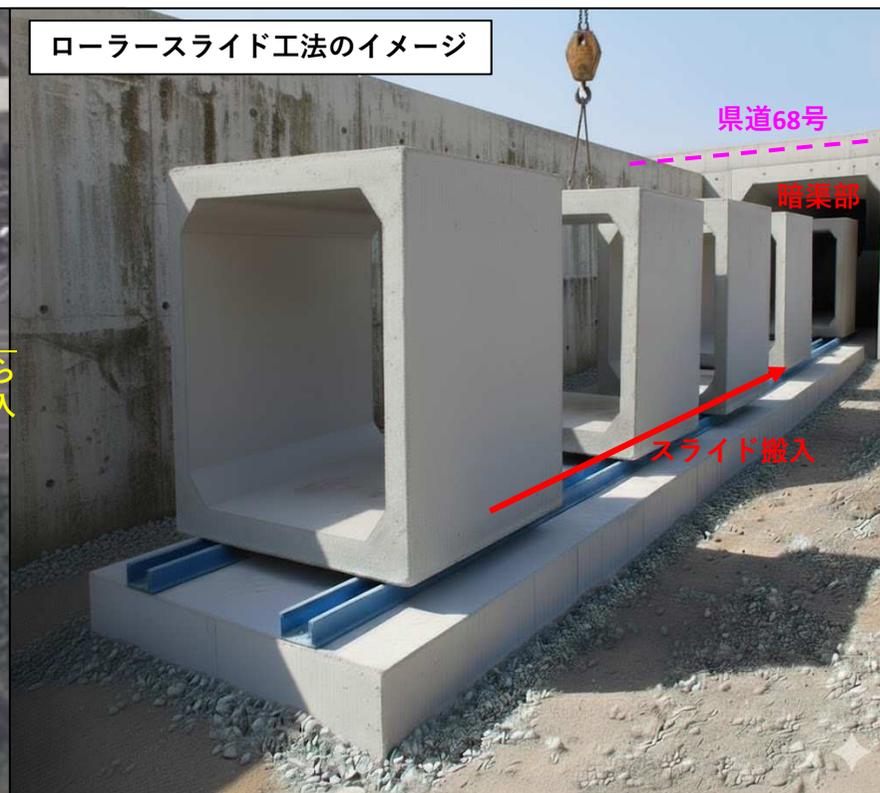
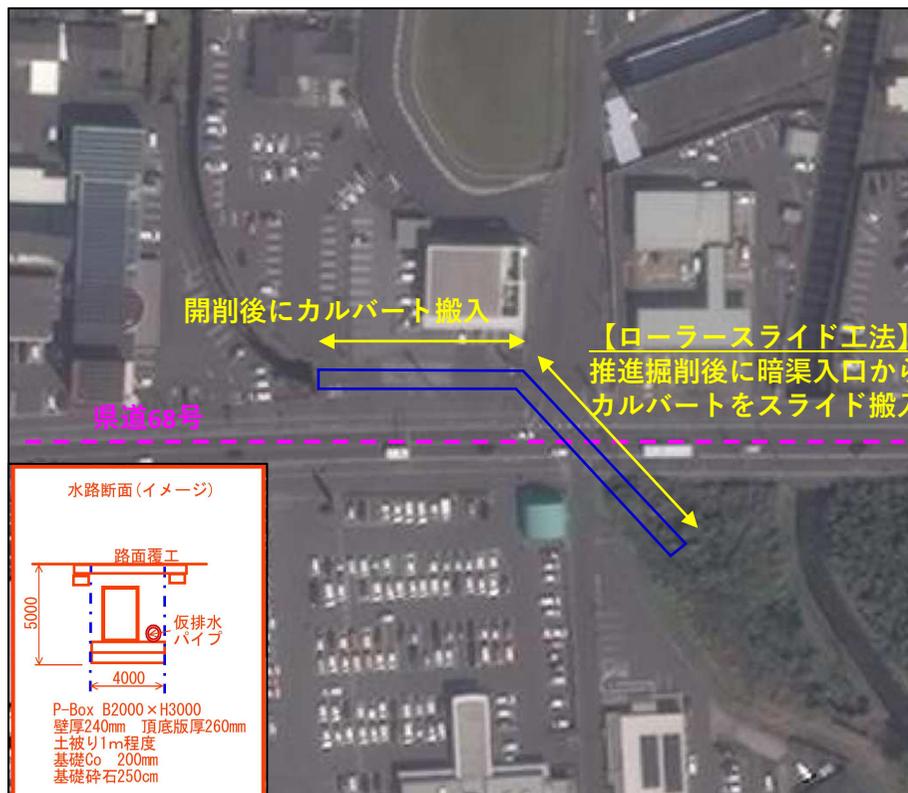
- 5号支線流末の暗渠部の流下能力不足により、上流水位が上昇し越水による浸水が生じている。
- 暗渠部を現況の幅2.0m、高さ2.0mから高さ3.0mに拡張することで5号支線の流下能力不足が解消され、ピーク水位が水路肩以下まで低下するが、**本線のピーク流量は増加する。**



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (②水位低下対策)

1) 5号排水路支線の流末暗渠部の拡張



1. プレキャストボックスカルバート (B2000 x H3000)
トラックレーン掘付 L=45m
スライド掘付 L=30m
2. 土留め工 (鋼矢板Ⅲ型 油圧圧入引抜工)
掘削深さ5.0m+根入れ5.0m=10.0m
鋼矢板
延長L= (45+30) × 2=150m (75/0.4=376枚)
W=376 × 10.0 × 0.06=225.6t
腹起 (H-300) W=75.0 × 2 × 0.093=13.6t
切梁 (H-300) W=4.0 × (75/3.0) × 0.093=9.3t

3. 路面覆工 (鋼矢板Ⅲ型)
幅: 道路横断部25m+乗入部10m × 2=45m
長さ: 6m (270m)
4. 水替 (高密度ポリエチレン管φ300mm)
L=80m
5. 旧ボックス撤去 (壁厚250mm想定)
V= (2.5 × 2.5 - 2.0 × 2.0) × 75m=168.8m³
6. 土工
床堀: (4.0 × 5.0 - 2.5 × 2.5) × 75.0m=1031.3m³
埋戻: (4.0 × 4.5 - 2.5 × 3.5) × 75.0m=693.8m³

7. 舗装撤去・復旧
撤去: 6.0 × 75.0=450m² t=10cm V=45.0m³
復旧: 6.0 × 75.0=450m² AS: t=10cm RM30 15cm RC40 20cm

画像 ©2025 Airbus、画像 ©2025 Airbus、Maxar Technologies、地図データ ©2025 20m

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (③その他の対策)

その他の対策の評価

- ・その他の対策の評価結果を示す

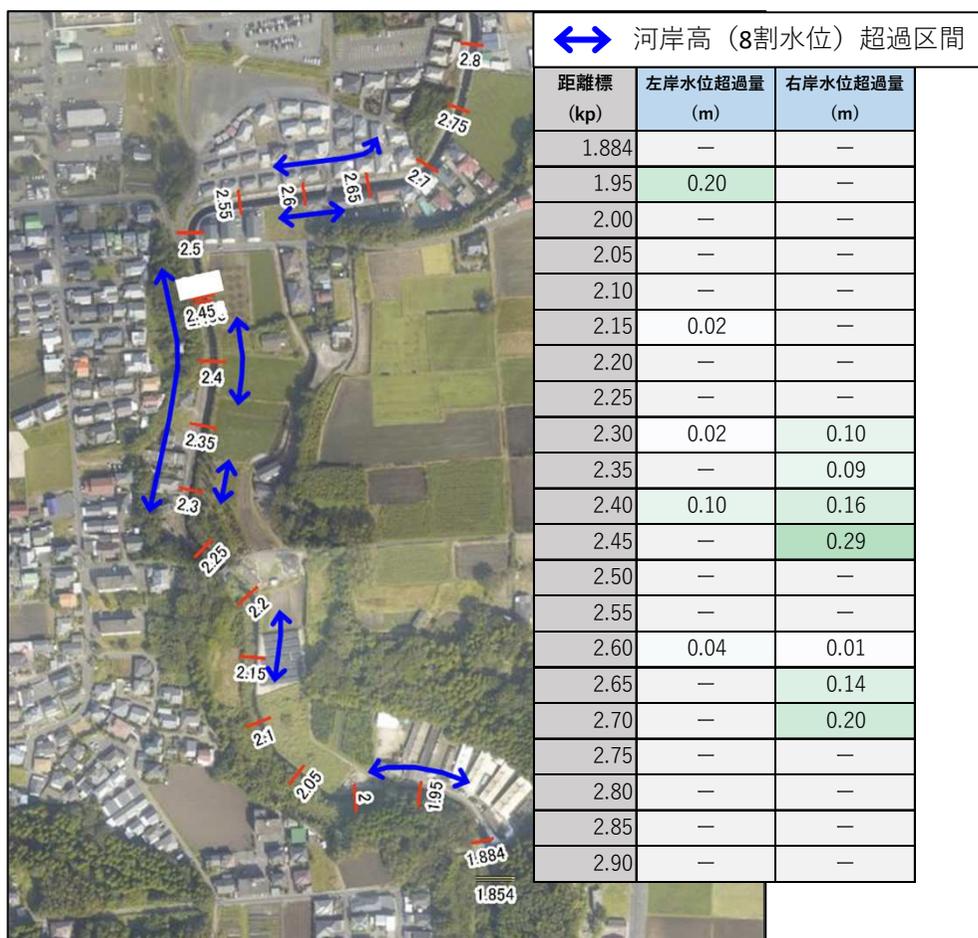
対策 種別	箇所	NO	対策案	効果	経済性	実現性		その他課題等
				5号排水路（笠之原地区浸水区間）		④ 技術的要因	⑤ 地理的要因	
				① 水位低下効果	② 概算費用 (千円)			
その他	本線	6	5号排水路本線改修 (部分嵩上げ)	※流量低減対策を見込んだ上で河 岸高8割流量を超過する区間に設 置	28,100	・河岸高の嵩上	-	・内水処理の妨げとなる恐れ
		7	5号排水路本線改修 (粗度低下：両岸表面塗布)	全区間で 水路肩以下となる	110,500	・長区間のモルタル塗布（人力） ・施工ヤードの確保（吹付）	-	・流速の上昇により水位低下は期待できるものの湾 曲部での越水の恐れ

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (③その他の対策)

ア) 5号排水路本線の部分嵩上げ

- ・ 河岸高（8割水位）の超過区間の河岸を嵩上げすることで、安全な流下とする。
- ・ 河岸の部分嵩上げはパラペットの設置による実施を想定する。



壁高(m)		0.80		
断面図		B= 0.40 m		
		断面積 0.64 m ²		
		計算値	許容値	
安定計算	転倒(偏心量m)		0.092	0.267
	滑動安全率		1.252	1.200
部材計算	壁基部	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	0.050	6.750
		引張り応力度 σ_s (N/mm ²)	0.013	0.337
		せん断応力度 τ_a (N/mm ²)	0.008	0.524
	底版壁	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	0.053	6.750
		引張り応力度 σ_s (N/mm ²)	0.053	0.337
		せん断応力度 τ_a (N/mm ²)	0.009	0.330

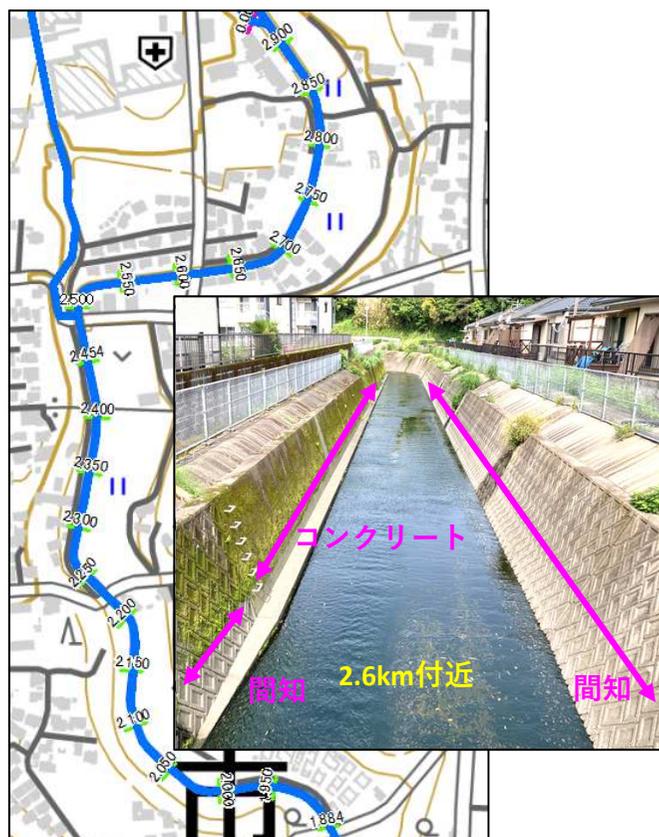
壁高0.8m以下のパラペット形状

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (③その他の対策)

イ) 5号排水路本線の粗度係数の向上改修

- ・5号排水路の護岸は間知ブロック(粗度0.024)とコンクリート(粗度0.013)の区間が点在しており、合成粗度が断面により異なっている。
- ・間知ブロックにポリマーセメントを塗布することでコンクリートと同等の粗度0.013となり、両岸とも間知ブロックの区間に対して、両岸を粗度低下させた場合の水位を検討する。



kp	現況				改修案(片岸表面モルタル被覆)				改修案(両方表面モルタル被覆)				
	左岸法面 材質	底面 材質	右岸法面 材質	合成粗度	左岸法面 材質	底面 材質	右岸法面 材質	合成粗度	左岸法面 材質	底面 材質	右岸法面 材質	合成粗度	
1.884	コンクリート	コンクリート	間知	0.018	コンクリート	コンクリート	間知	0.018	コンクリート	コンクリート	モルタル被覆	0.013	
1.950	コンクリート	コンクリート	間知		コンクリート	コンクリート	間知		コンクリート	コンクリート	モルタル被覆		
2.000	コンクリート	コンクリート	間知		コンクリート	コンクリート	間知		コンクリート	コンクリート	モルタル被覆		
2.050	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.100	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.150	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.200	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.250	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.300	間知	コンクリート	コンクリート		間知	コンクリート	コンクリート		モルタル被覆	コンクリート	コンクリート		
2.350	間知	コンクリート	間知	0.021	間知	コンクリート	モルタル被覆	0.018	モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆		
2.400	間知	コンクリート	間知		間知	コンクリート	モルタル被覆		モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆		
2.450	間知	コンクリート	間知		間知	コンクリート	モルタル被覆		モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆		
2.500	間知	コンクリート	間知		間知	コンクリート	モルタル被覆		モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆		
2.550	コンクリート	コンクリート	間知	0.018	コンクリート	コンクリート	間知	0.018	コンクリート	コンクリート	モルタル被覆		
2.600	コンクリート	コンクリート	間知	0.013	コンクリート	コンクリート	間知	0.013	コンクリート	コンクリート	コンクリート		
2.650	間知	コンクリート	間知		0.021	間知	コンクリート		モルタル被覆	0.018	モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆
2.700	間知	コンクリート	間知		0.021	間知	コンクリート		モルタル被覆	0.018	モルタル被覆	コンクリート	モルタル被覆
2.750	コンクリート	コンクリート	コンクリート	0.013	コンクリート	コンクリート	コンクリート	0.013	コンクリート	コンクリート	コンクリート	0.013	
2.800	コンクリート	コンクリート	コンクリート		コンクリート	コンクリート	コンクリート		コンクリート	コンクリート	コンクリート		コンクリート
2.850	間知	コンクリート	コンクリート	0.018	間知	コンクリート	コンクリート	0.018	モルタル被覆	コンクリート	コンクリート	0.013	

間知：0.024 (出典：美しい山河を守る災害復旧基本方針)

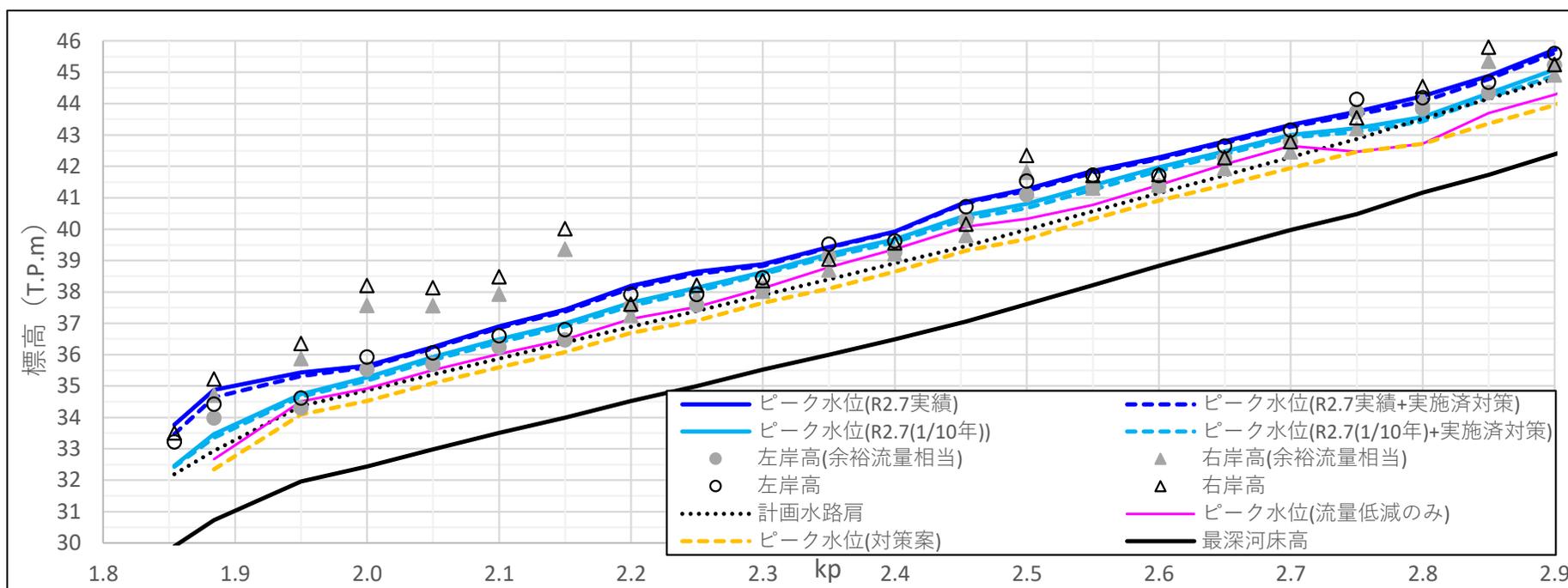
コンクリート：0.013 (出典：道路土工 - 排水工指針)

3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (③その他の対策)

1) 5号排水路本線の粗度係数の向上改修

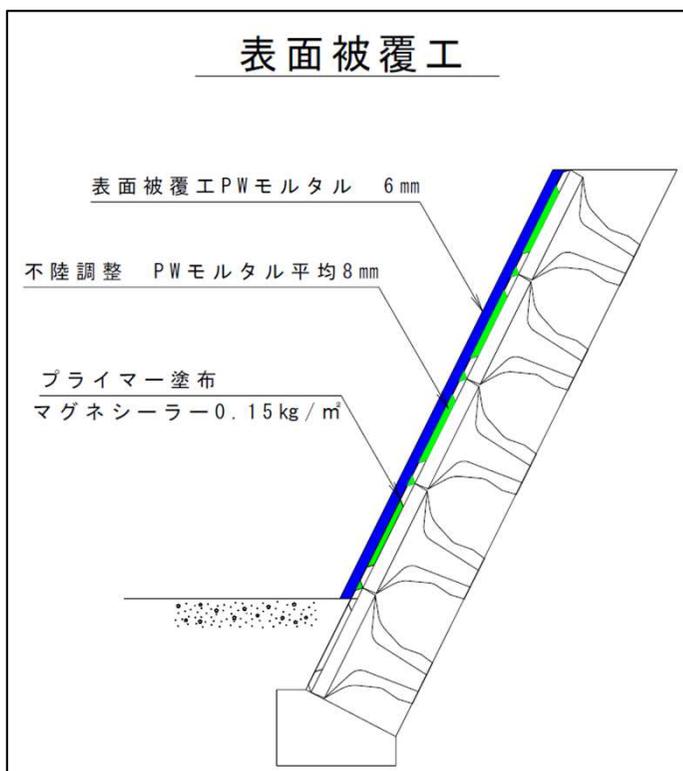
- ・ 両岸の粗度係数低下により水位が低下し、目標水位以下となる。



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区 (③その他の対策)

イ) 5号排水路本線の粗度係数の向上改修



施工手順	
(1) 下地処理	<ul style="list-style-type: none">・劣化したコンクリートやレタンス・油污れなどを除去します。・既設コンクリートの対象面を水やエアーで十分に清掃します。・鉄筋防錆処理が必要な場合には、マグネMDガードを用いてください
(2) 混練	<ul style="list-style-type: none">・所定の水量に対して、ミキサーで3分以上練混ぜます。練混ぜ開始から粉末ポリマーが再乳化するまで練り抵抗がありますが、2分ほど経つと徐々に柔らかくなり安定したフローを得ることができます。練り上がり温度などの影響による施工性は、規定内の水量で調整を行ってください。
(3) 施工	<ul style="list-style-type: none">・既存コンクリート面にプライマーとしてエポキシ樹脂系のPWプライマーを使用してください。・左官によるコテ塗りは、既設コンクリート面に必ずしごき塗りを行ってから塗り重ねを行ってください。・1層当りの最大施工厚さは、15mm程度です。・吹付け施工の場合は、事前の試し吹きによって作業性を確認し、吹付けてください。・塗り重ねは、先行して塗った材料がしまった状態で行ってください(指触して硬化状況を確認します)。
(4) 養生	<ul style="list-style-type: none">・コテ仕上げ後、被膜養生剤を塗布してください。・直射日光や風を受けないようシート等による養生を行ってください。



3 内水対策の方向性

(1) 笠之原地区

対策案まとめ

計画降雨	令和2年の洪水波形に基づく1/10年確率降雨		
整備目標	第1段階：河岸高8割流量相当（＝計画高水流量）以下での流下 第2段階：水路肩以下での流下		
	対策案	概要	備考
流量低減対策	3号から5号排水路への分流割合調整	分流地点において分流割合を調整し、5号排水路への流入を減少させることでピーク流量を低減。	3号排水路の部分的な拡幅が必要。
	本線貯水池	浸水区域の上流域に貯水池を整備することでピーク流量を低減。	整備時は貯水池敷地の有効活用の検討が重要。
	支線貯水池	浸水区域の上流域に貯水池を整備することでピーク流量を低減。	整備時は貯水池敷地の有効活用の検討が重要。
水位低下対策	5号排水路本線の部分拡張	排水路断面を拡張することで流下能力が向上し、排水路内の水位を低下。	—
	5号支線流末暗渠部の拡張	排水路断面が狭窄している流末暗渠部を拡張することで流下能力が向上し、水位を低下。	支線のピーク流量増加が下流域に与える影響の検証が必要。
その他の対策	河岸の部分嵩上げ	部分的に流下能力が不足する区間に河岸の嵩上することで排水路からの越流を抑制。	内地の内水処理への影響の検証が必要。
	両岸表面被覆による粗度低下	排水路壁面に被覆を行うことで粗度係数の低下及び流下能力が向上し、水位を低下。	流速が増加することによる排水路からの越流や跳水等の影響の検証が必要。
実施にあたって	<ul style="list-style-type: none"> ・上記対策には多くの費用がかかることから、補助金等の財源確保に努める必要があること。 ・これらの対策を複合的に組み合わせて実施することにより、効率的かつ経済的な効果が期待できることから、実施の際は具体的な手法を検討すること。 		

3 内水対策の方向性

(2) 新川地区

計画確率降雨量について

- ・ R2.7豪雨に対して、実施済対策は一定の効果を発揮するものの、浸水が残る。
- ・ 本市の排水路整備の目標規模は概ね**1/10年規模**
- ・ 直近10年間では、排水路からの越水が一部発生しているものの、**R2.7豪雨以外では床上等の浸水被害なし**



・ 既存の排水施設との全体的なバランスや経済性等を総合的に考慮し、**1/10年確率降雨量を対象**とする。

鹿屋観測所の年最大60min雨量（近10年）

年		発生日	60分雨量 (mm)	浸水 被害
2015	H27	2015/9/6	76	
2016	H28	2016/7/10	63	
2017	H29	2017/7/26	48	
2018	H30	2018/9/30	60	
2019	R1	2019/7/2	39	
2020	R2	2020/7/6	87	○
2021	R3	2021/9/11	79	
2022	R4	2022/7/16	78	
2023	R5	2023/7/3	42	
2024	R6	2024/6/20	66	

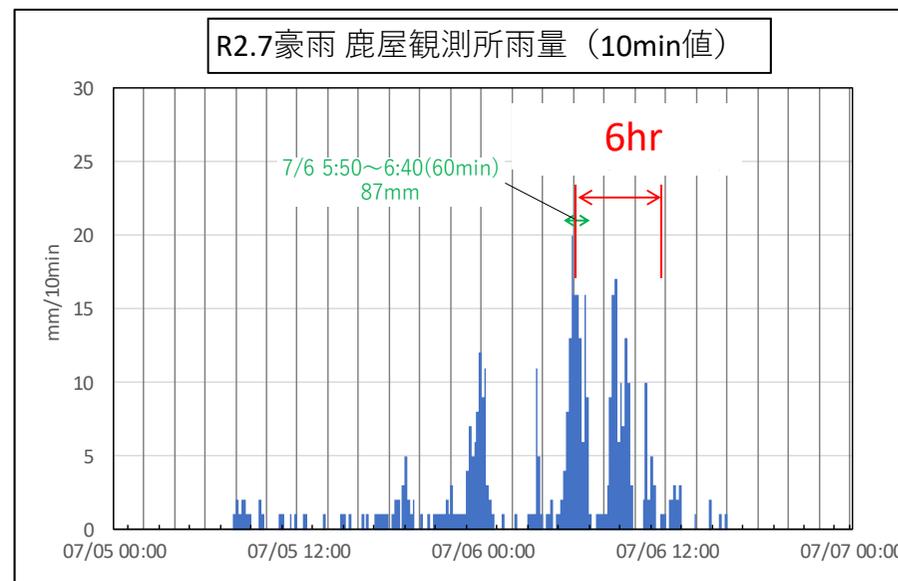
※浸水被害はR2のみだが、他豪雨では度々氾濫あり

3 内水対策の方向性

(2) 新川地区

対象降雨波形・降雨引縮め期間について

- ・ 浸水被害の生じた**R2.7豪雨の降雨波形**を対象とする。
- ・ 新川地区において浸水が継続していたと推察される約6時間の雨量について、**既存排水施設の計画規模である1/10年確率雨量に引き縮めを行う。**



3 内水対策の方向性

(2) 新川地区

整備目標の設定

- ・ 新川地区においては、**計画降雨1/10年（R2.7豪雨の降雨波形）**に対して、**肝属川の河道掘削等により河川水位が低下したことで、床上浸水は見られなくなった。**
- ・ 降雨期間中は、窪地の湛水や水路からの溢水が生じているが、概ね一時的かつ、局所的なものである。
- ・ したがって、整備目標は、**計画降雨に対して局所的に流下能力が不足している箇所が、安全に流下**できることを目指す。



設定

- ・ **計画降雨：R. 2. 7豪雨の降雨波形を1/10年規模に引き縮めた降雨**
- ・ 整備目標：規模を上回る洪水、局所的・一時的な浸水に対しては追加のハード、ソフト対策等を提供

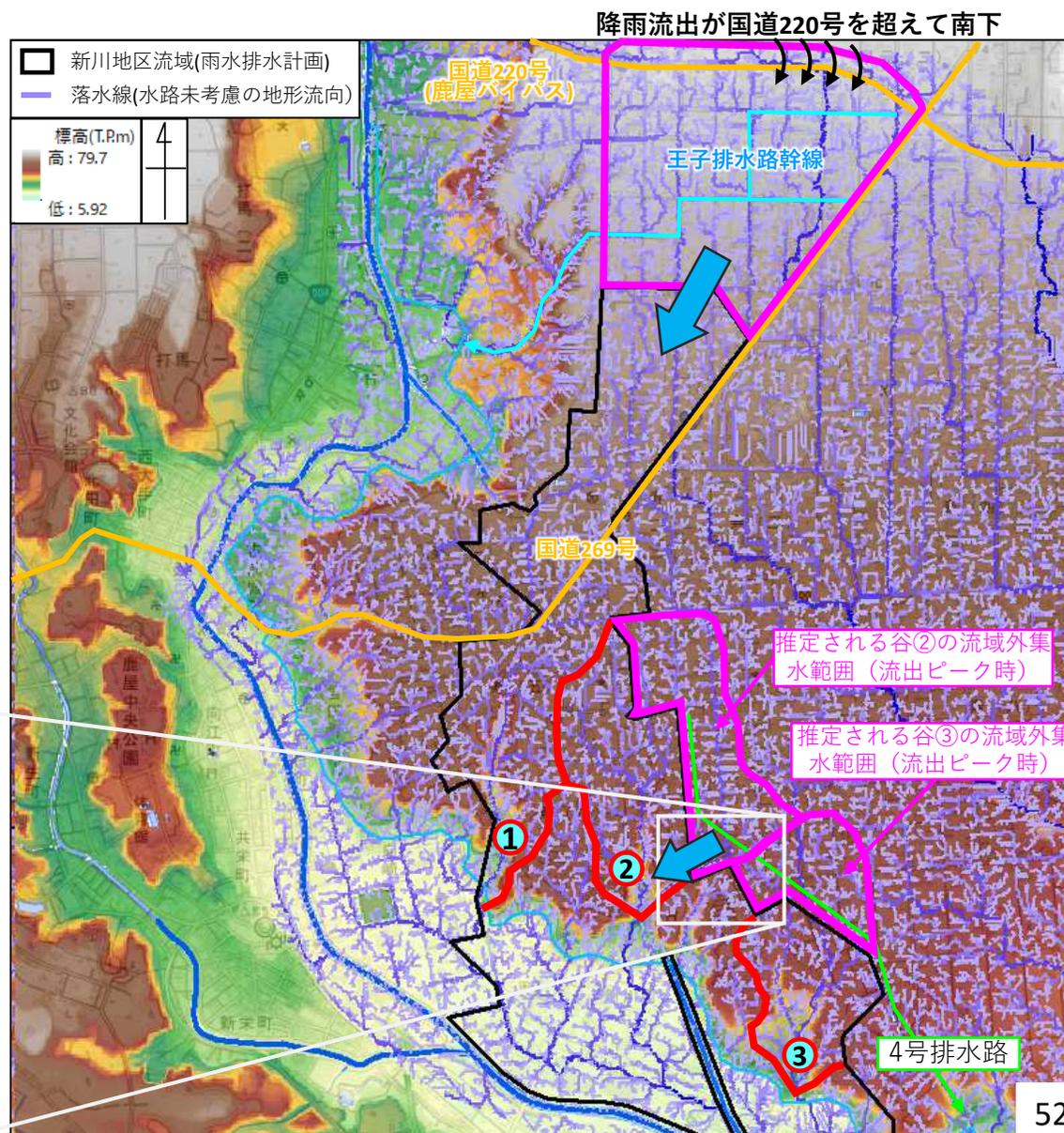
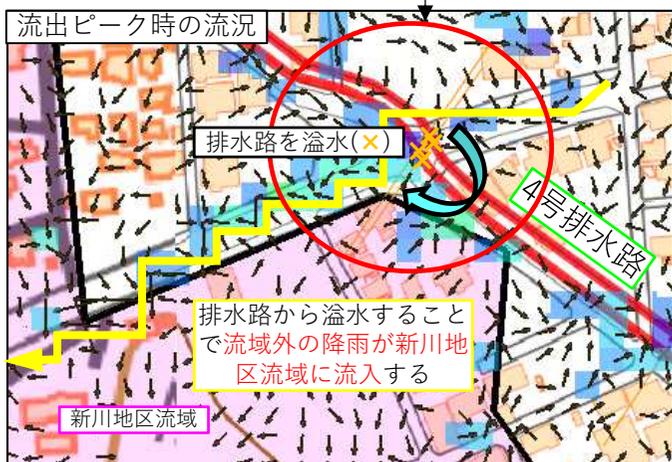
3 内水対策の方向性

(2) 新川地区 (①局所的対策)

ア) 道路横断部の改善 (4号排水路)

- 豪雨ピーク時の流域外からの流入量を低減することを目的とした4号排水路の道路横断部の改善

4号排水路の道路横断部の改善

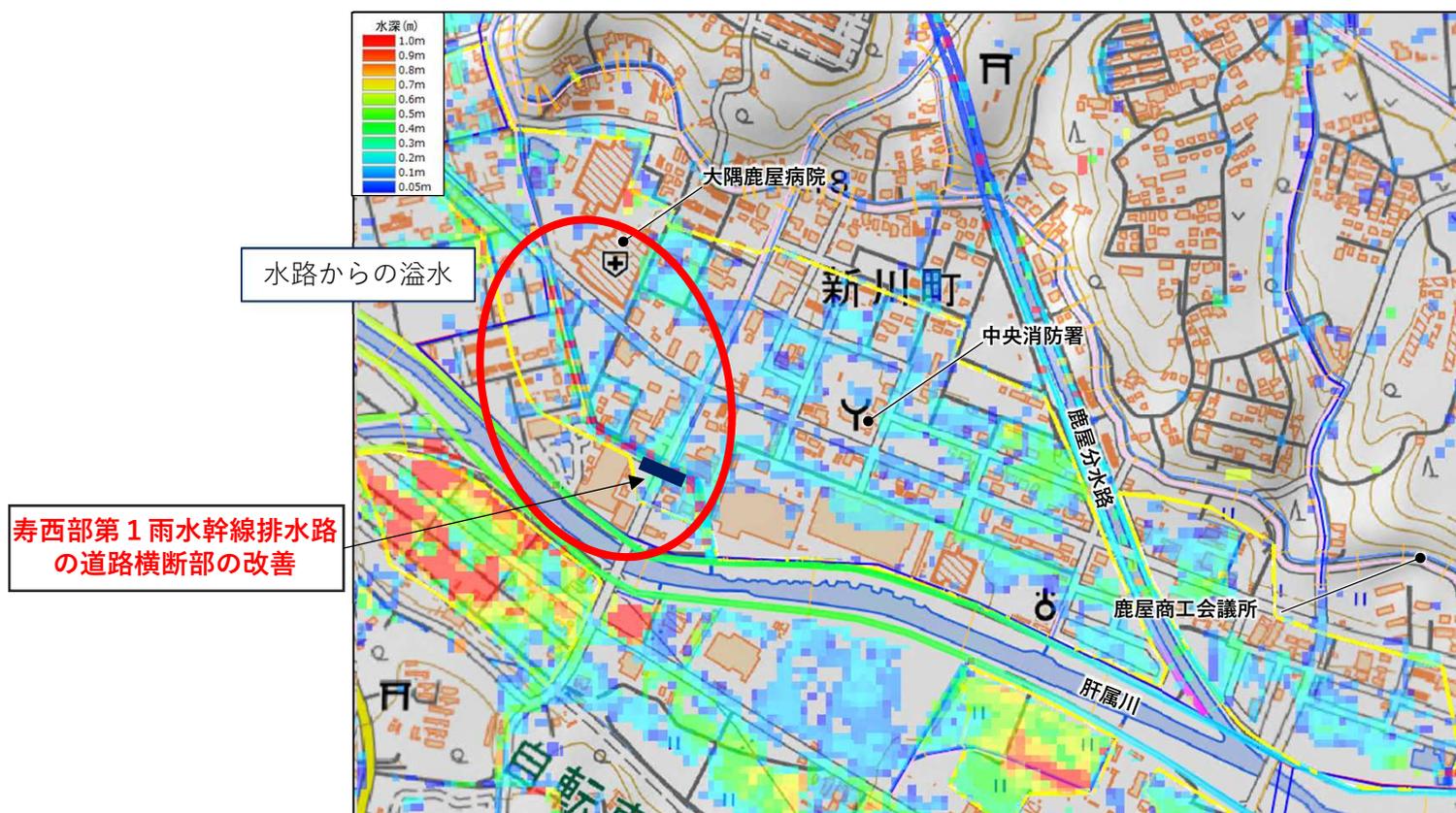


3 内水対策の方向性

(2) 新川地区 (①局所的対策)

7) 道路横断部の改善 (寿西部第一雨水幹線排水路)

- ・ 1/10年規模の降雨に対して部分的に流下能力が不足している道路横断部の改善



3 内水対策の方向性

(2) 新川地区

対策案まとめ

計画降雨	令和2年の洪水波形に基づく1/10年確率降雨
整備目標	規模を上回る洪水、局所的・一時的な浸水に対しては追加のハード、ソフト対策等を提供

	対策案	概要
局所的な浸水に対する対策	4号排水路の道路横断部の改善	道路を横断する4号排水路の改善を行うことで、豪雨ピーク時の流域外からの流入量を低減し、新川地区の内水被害軽減を図る。
	寿西部第1雨水幹線排水路の道路横断部の改善	排水路断面が狭窄している横断暗渠部を改善することで、流下能力が向上し、排水路からの溢水を解消する効果が期待される。

実施にあたって	・上記対策には多くの費用がかかることから、補助金等の財源確保に努める必要があること。
---------	--

3 内水対策の方向性

(3) 共通（笠野原台地全体）

ソフト対策案

- ・笠野原台地の内水対策を強化するために、ハード面の整備だけでなく、ソフト面の対策も重要である。以下の対策は、地域の防災力を向上させるためのソフト面からの取組みとして位置付ける。

	対策案	概要
ソフト対策	ワンコイン浸水センサ	大雨による浸水被害や河川の氾濫状況をいち早く把握し、迅速な災害対応を行うため、国や鹿屋市、民間企業等が連携し、リアルタイムに浸水状況を把握する仕組みの構築に向けた「ワンコイン浸水センサ実証実験」を開始している。
	家庭用雨水貯留タンクの普及	大雨時に屋根に降った雨水を一時的にタンクに貯めることで、「小さなダム」として機能し、浸水のリスク軽減を図る。また、市民が流域治水に参加することで、防災意識の向上が期待される。
	公共用地を活用した流出抑制施設の更なる設置	公園等の公共用地を活用した流出抑制施設の設置を行うことで、排水路や河川への雨水流入を抑制し、浸水のリスク軽減を図る。

3 内水対策の方向性

(3) 共通（笠野原台地全体）

1) 家庭用雨水貯留タンクの普及

- ・大雨時に屋根に降った雨水を一時的にタンクに貯めることで、「小さなダム」として機能し、都市型洪水や道路冠水のリスク軽減が期待される。
- ・雨水を有効利用することで水資源の節約につながり、家庭で出来る「小さな一歩」として流域治水に参加することで、市民一人ひとりの防災意識向上が期待される。

例：熊本市

雨水の利用施設を作いませんか！ 設置には補助制度があります

費用の2分の1助成
雨水貯留タンク 上限3万5千円
雨水貯留槽 上限7万円

雨水貯留タンク
雨水貯留タンクを設置し、用どいから取水します。

雨水貯留槽
不用となった浄化槽を雨水貯留槽に転用し、雨水のポンプ・水栓を設けます。

熊本市は、水道水源の100%を地下水でまかっています。雨水を上手に活用することで、地下水の保全や水資源の有効利用につながります。例えば、家庭風呂・農具洗い・打ち水・洗車や非常時のトイレの洗浄水等に利用できます。熊本市では、合計200リットル以上の雨水貯留タンクを設置される方、または、公共下水道への接続等で不用となった浄化槽を再利用して、雨水貯留槽として使用される方（個人の方）に補助を行っています。この補助事業は設置前に申請が必要です。

補助制度を利用して、「雨水貯留タンク」等を設置しませんか？
自宅の屋根に降った雨水を有効活用！

「くまもと水循環」
くまもと県民生活センター

例：鹿児島市

まちに、人に、やさしく水をはぐくむ

雨水活用のおすすめ
雨水貯留施設等設置に助成します

流域治水

災害時の非常用水に

庭水や花の水やりで

雨水貯留タンク
雨水を溜めて、さまざまなものに利用できます。

雨水溜めます
地面に雨をしみこませることができます。

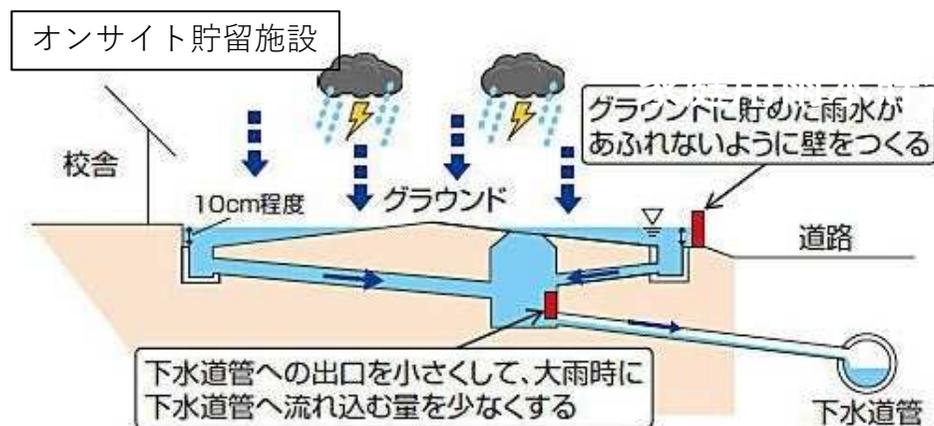
水資源の有効利用	洪水・浸水の緩和	災害時等の水源確保	ヒートアイランド対策
日頃から雨水をタンクに溜めて利用すれば、水源への負担を減らすことができます。	都市化が進んだ街で、大雨による浸水被害が問題となっています。そこで、降雨前にタンクを空にして、降った雨をタンクに溜めるなどして流出を抑制すると、洪水の防止につながります。	雨水だけでなく、火災や地震といった災害時には水の確保が重要です。日頃から雨水を溜めておくこと、いざという時に役に立ちます。	暑い夏場に打ち水をする。気温が下がります。溜めた雨水で打ち水をする。水道水の節約とエアコンの省エネにもなります。

3 内水対策の方向性

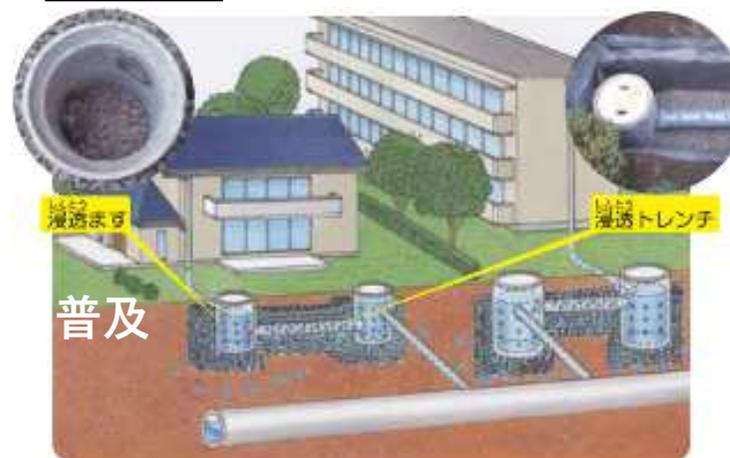
(3) 共通（笠野原台地全体）

ウ) 公共施設を活用した流出抑制施設の更なる設置

・これまでも公園等の公共施設を活用した流出抑制施設の設置を実施しており、今後も引き続き公共用地を活用し貯留・浸透施設を設置することで、排水路や河川への雨水流入を抑制し、安全なまちづくりに貢献できることが期待される。



浸透施設



浸透工法施工例



排水状況(濁りの少ない水)