

浸水メカニズムと原因分析

1. 降雨の分析
2. 過去の浸水状況との比較
3. 河川水位と浸水状況
4. ポンプ排水量
5. 水位変動の特性
6. 河道および水路の流下能力
7. 流域内の土地利用
8. 浸水シミュレーション
9. 浸水原因の考察・課題

1. 降雨の分析

1.1 馬込川流域全体での降雨分析

平成27年9月での降雨での馬込川流域における流域平均雨量は110.3mm/4hr(確率評価:約1/20規模)であり、馬込川の現在の施設規模(1/3規模)を上回る降雨であった。

なお、現在策定中の馬込川水系河川整備基本方針(将来計画)では、1/50確率規模の降雨(118.8mm/4hr)を想定した治水計画としている。

【馬込川水系河川整備基本方針】

馬込川水系における治水計画(年超過確率1/50)では、計画降雨量は松江地点上流域の流域平均雨量の確率統計解析により以下のように設定している。

時間(降雨継続時間)	計画降雨量
4時間	118.8mm

台風18号接近に伴う降雨について、流域平均雨量を用いて降雨量を確率評価した。

流域平均雨量(松江地点上流域)

異常気象名	河川名	観測所名	60分間		4時間		24時間	
			最大雨量	確率	最大雨量	確率	最大雨量	確率
台風18号 及び 秋雨前線	馬込川	浜北	37 mm	-	110 mm	-	246 mm	-
		浜松	53 mm	-	108 mm	-	275 mm	-
		初生	37 mm	-	112 mm	-	235 mm	-
		流域平均	35.7 mm	約1/3	110.3 mm	約1/20	246.3 mm	約1/100

※流域平均雨量(松江地点上流域)の降雨解析結果(n=30;S60~H26)による確率評価

1. 降雨の分析

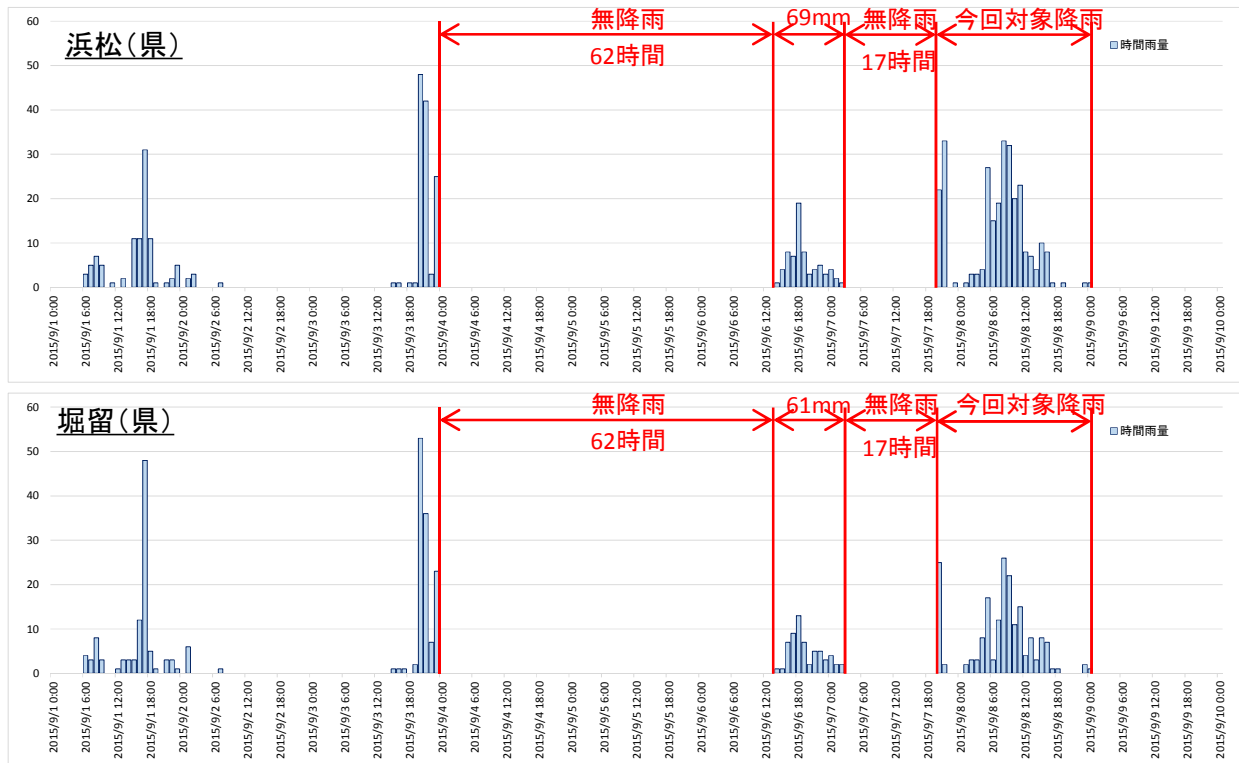
1.2 高塚川流域での降雨分析

高塚川流域のみでの流域平均雨量は26.0mm/hr (確率評価: 約1/2規模)、218.8mm/24hr (確率評価: 約1/10規模)であった。

流域平均雨量(高塚川流域)

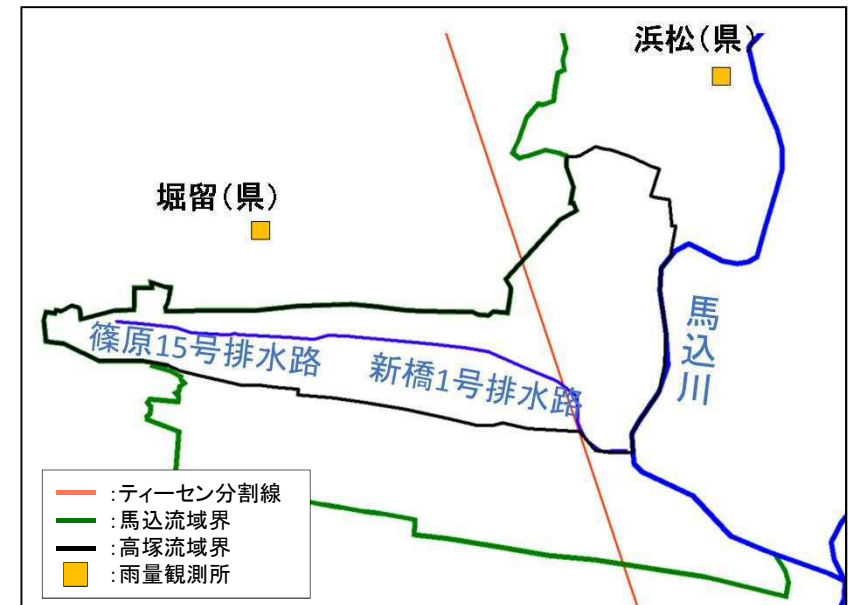
異常気象名	河川名	観測所名	60分間		24時間	
			最大雨量	確率	最大雨量	確率
台風18号及び秋雨前線	高塚川	流域平均	26.0 mm	約1/2以下	218.8 mm	約1/10

※高塚川流域は浜松測候所降雨解析結果による確率評価



ハイトグラフ(2015/09/01~2015/09/09)

ティーセン分割図(高塚流域付近)



1. 降雨の分析

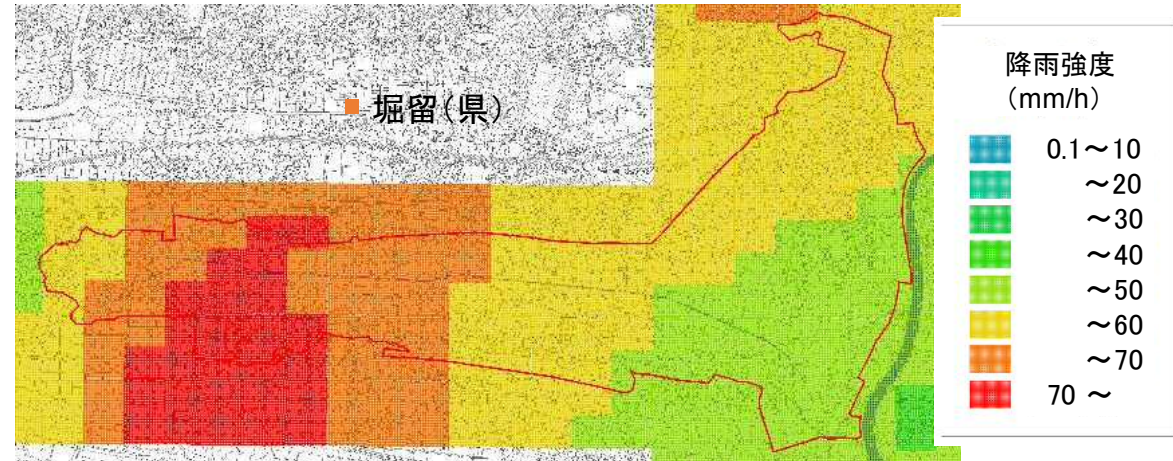
1.3 高塚川流域での降雨分析(XバンドMPLレーダ)

県観測所での雨量とXバンドMPLレーダ雨量を比較すると、Xバンドレーダでの雨量の方が多い。平成27年9月7日から9日の降雨では、高塚川流域内でも降雨の分布があり、局所的に強い雨が発生していた。

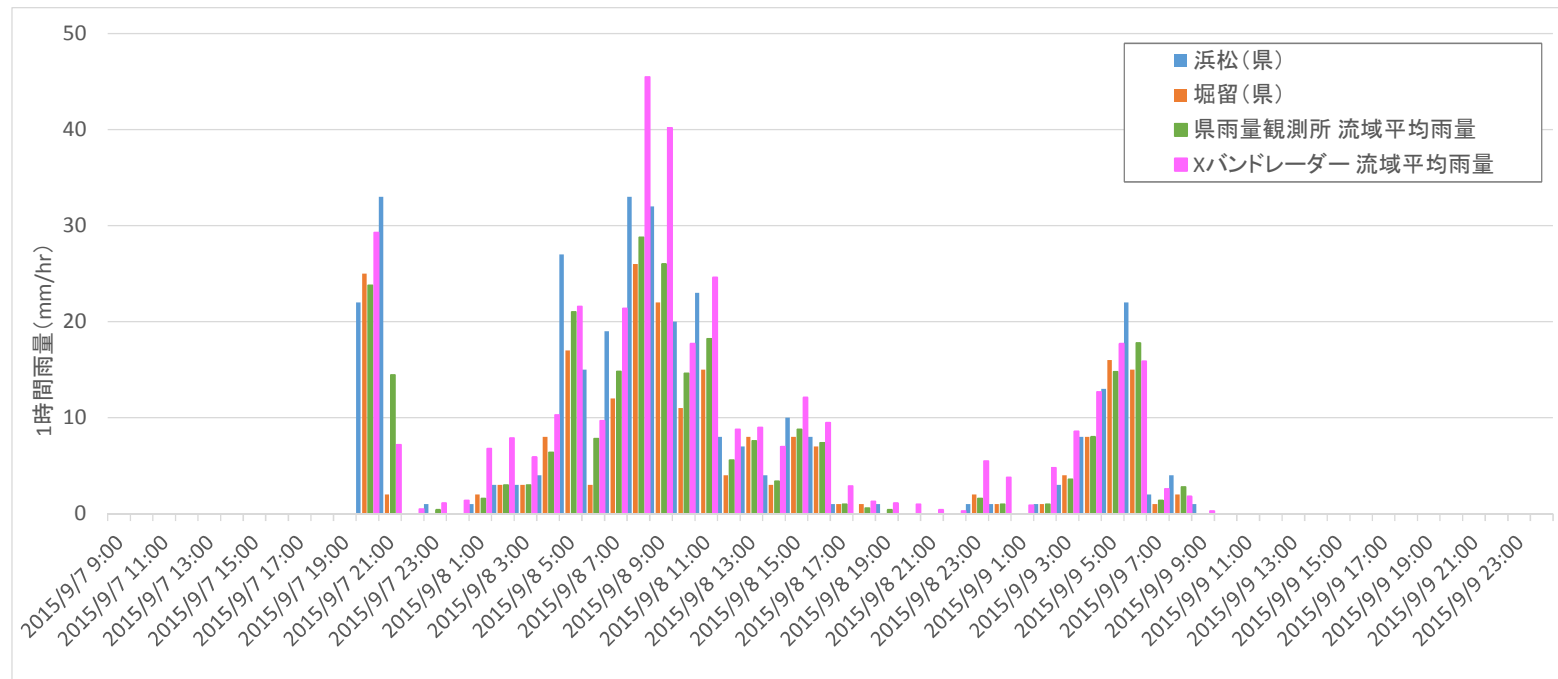
今回、シミュレーション精度向上のため採用した。

流域平均雨量の比較(高塚川流域)

異常気象名	河川名	観測所名	60分間	
			最大雨量	確率
台風18号 及び 秋雨前線	高塚川	流域平均 (堀留・浜松)	26.0mm	約1/2 以下
		流域平均 (XバンドMPLレーダ)	47.2mm	約1/2



高塚川流域内 降雨分布(2015/09/08 08:00)

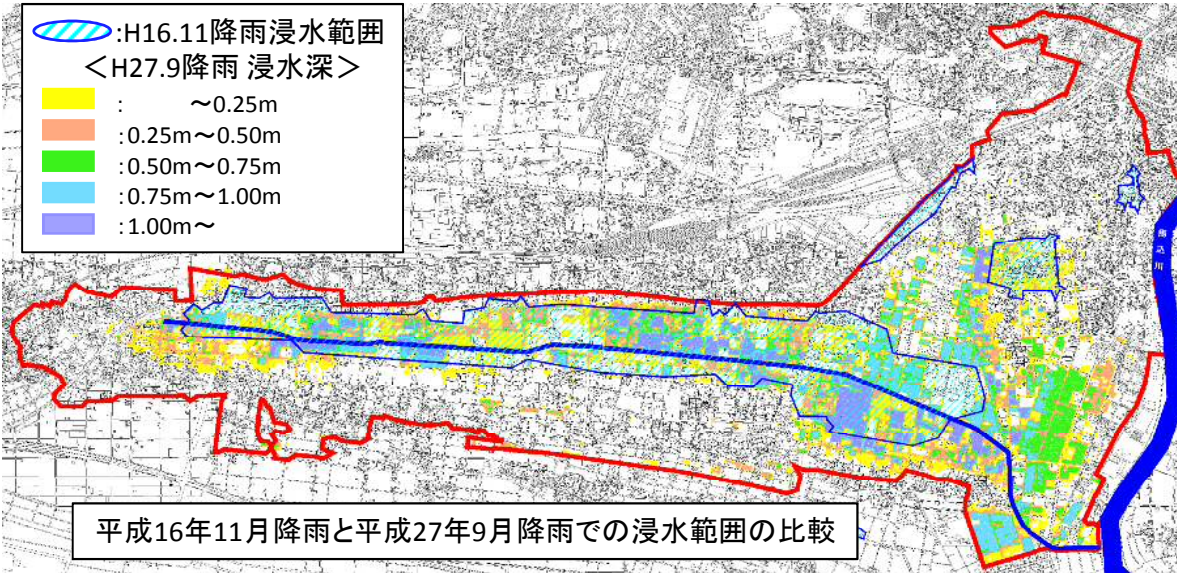


降雨量の比較

2. 過去の浸水被害との比較

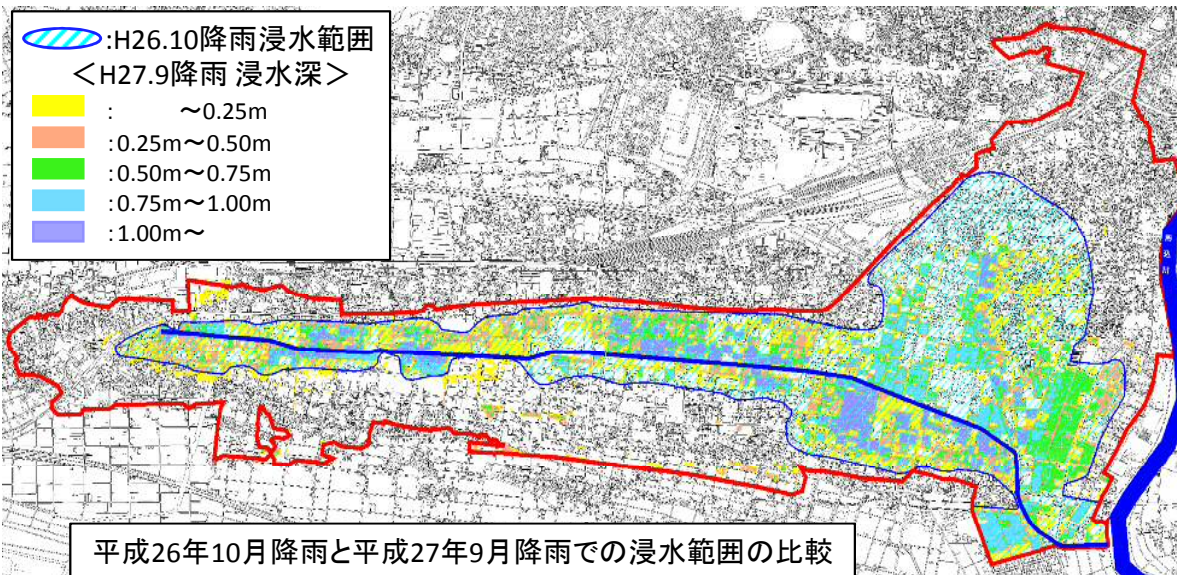
高塚川流域で発生した過去の浸水被害

平成16年11月11～12日の降雨、平成26年10月6日の降雨での浸水範囲と、平成27年9月降雨での浸水範囲を比較すると、ほぼ同じ範囲で浸水が発生している。降雨の継続時間が長い降雨や、短時間の強い降雨で浸水被害は発生しており、浸水被害の可能性が高い流域である。



近年の浸水被害状況

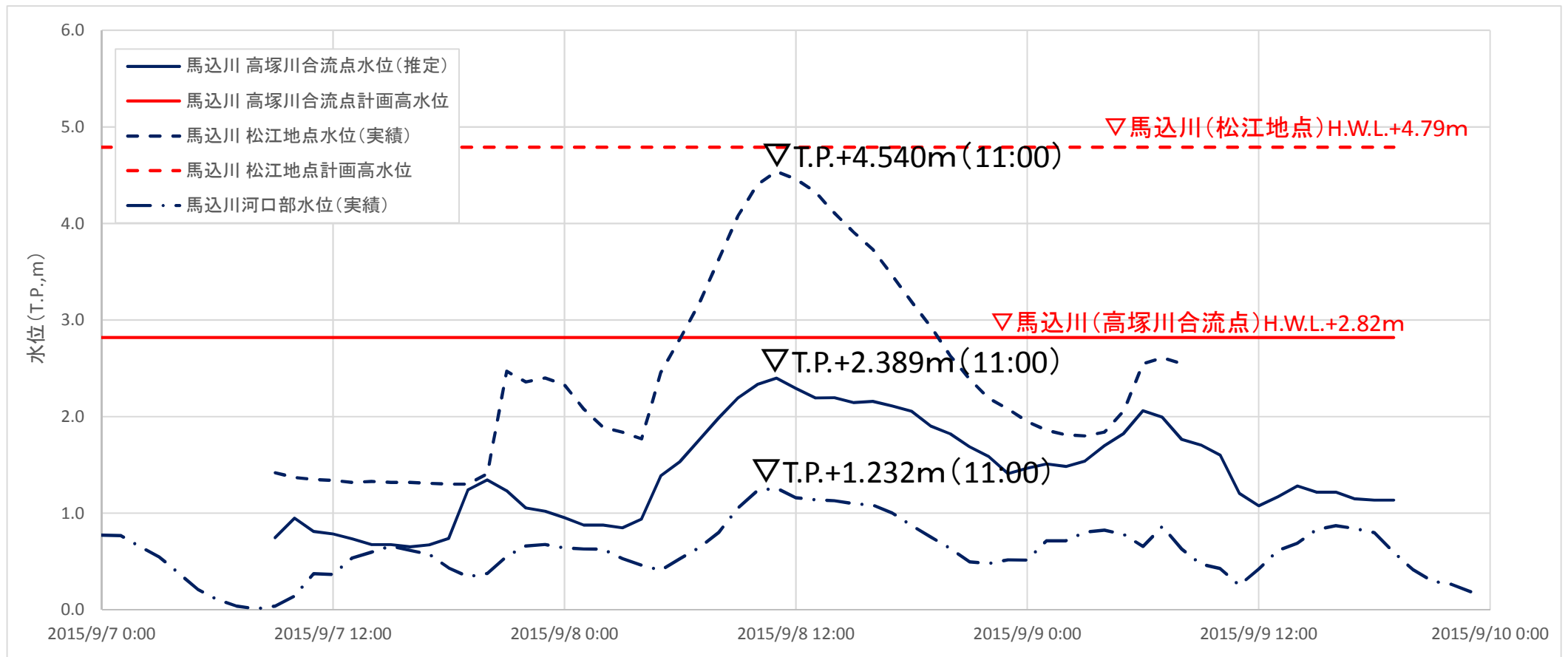
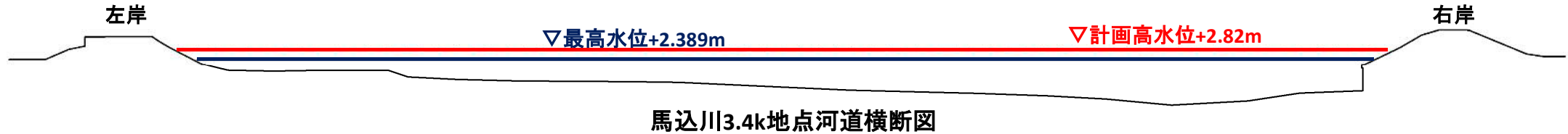
降雨(発生日)	浸水被害		堀留雨量観測所(県)			備考
	床上浸水(戸)	床下浸水(戸)	降雨継続時間(hr)	最大時間雨量(mm)	総雨量(mm)	
平成16年11月11～12日	6	96	20	64.0	199.0	
平成22年11月1日	1	0	5	34.0	95.0	
平成23年9月21日	0	0	14	42.0	138.0	被害報告無し (交通規制は実施)
平成26年10月6日	1	19	32	40.0	193.0	
平成27年9月7～8日	16	71	38	26.0	231.0	



3. 河川水位と浸水状況

3.1 馬込川水位(高塚川合流点)の推定

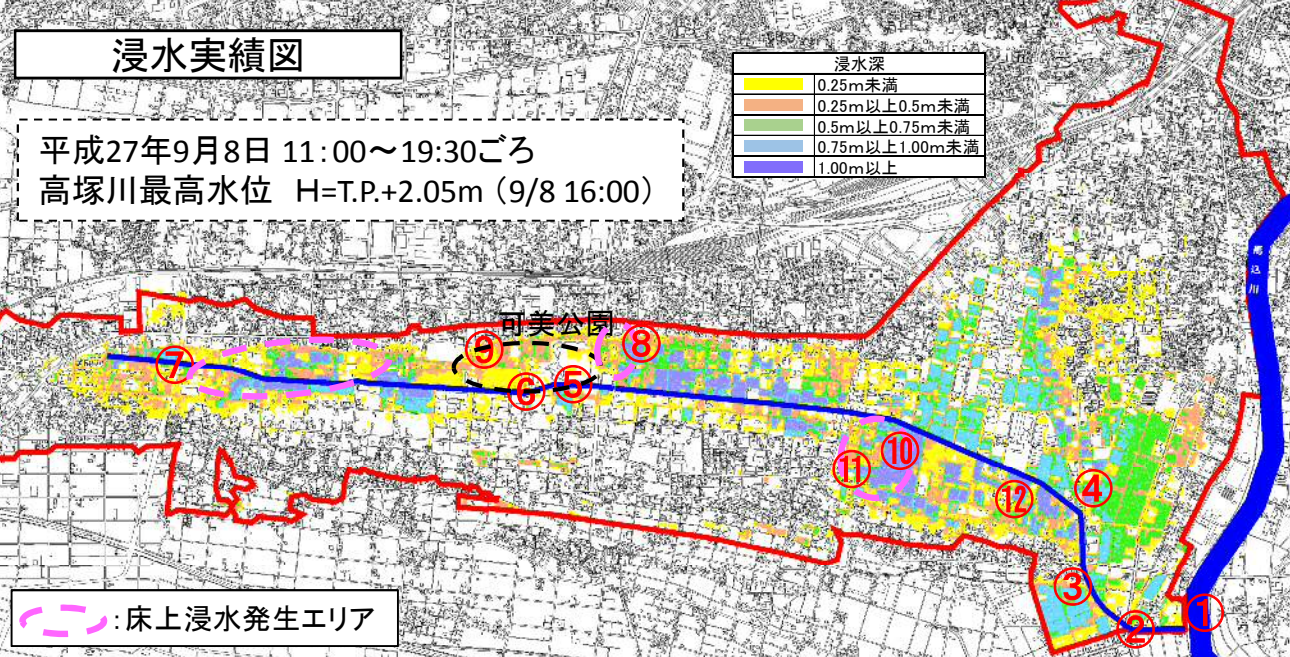
馬込川(高塚川合流点)での水位を流出解析モデル(小流域:準線形貯留型モデル, 河道:一次元不定流計算モデル, 下流端水位:馬込川0.5k付近実績水位)を用いて推定した。その結果、馬込川(高塚川合流点)の水位はピークでT.P.+2.389mとなった。



3. 河川水位と浸水状況

3.2 高塚川水位と浸水状況

高塚川上流部では溢水が発生している。また、浸水深の状況等から、高塚川に接続する水路からの溢水の可能性が考えられる。



3. 河川水位と浸水状況

3.2 高塚川水位と浸水状況

高塚川の水位は低下している状況でも、流域内では浸水が継続している。



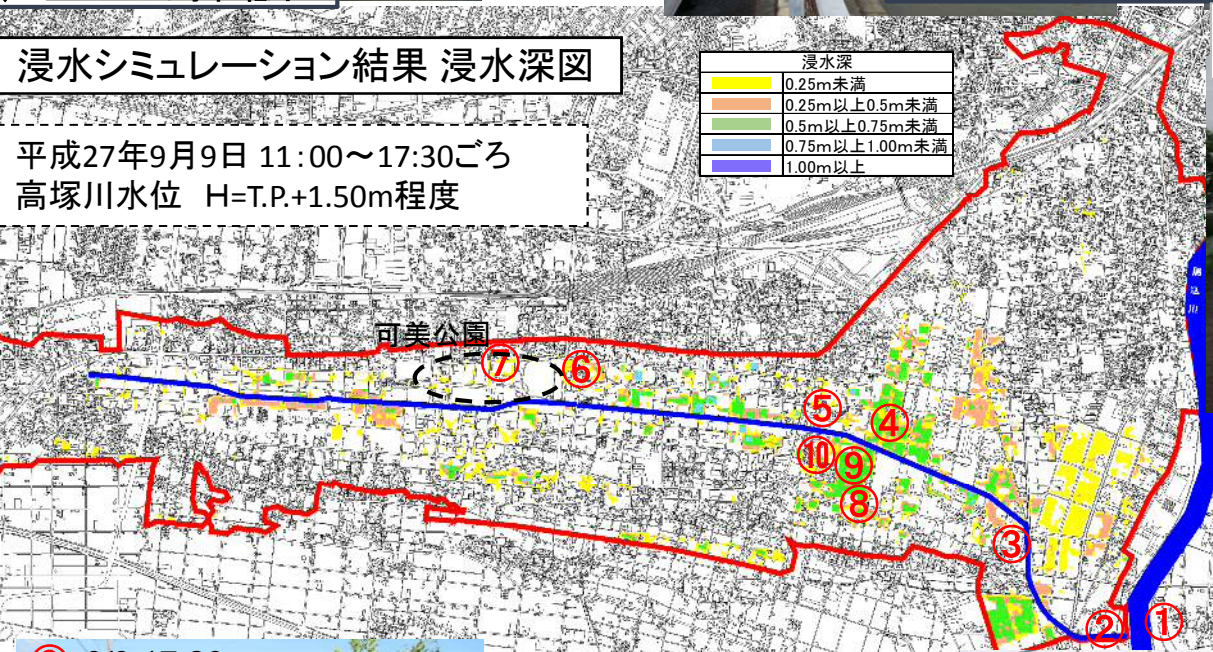
高塚川中流部では、0.5~0.6mの水位低下



高塚川下流部では、0.8~0.9mの水位低下



高塚川周辺部では、0.3~0.4mの水位低下



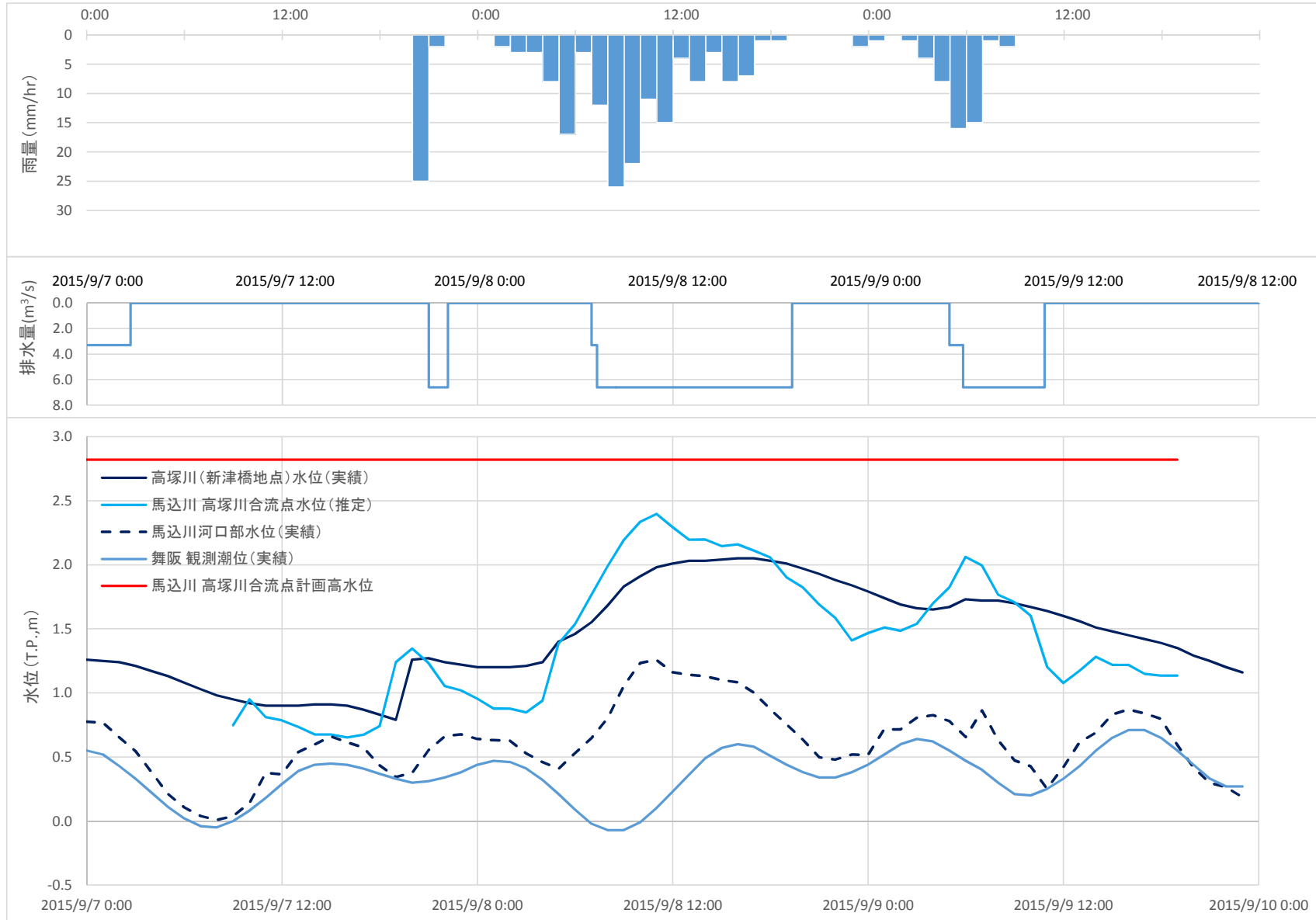
馬込川の水位 H=1.77m(松江)
(9月9日 11時50分)



4. ポンプ排水量

ポンプ排水の状況(推定)

田尻排水機場の稼働実績より、9月7日から9日での排水量は、最大能力6.6m³/s稼働、想定される総排水量は475,200m³である。ただし、現在ポンプ運転に関して、明確な運転ルールが定められていないことから、実際の稼働状況の推定は難しい。※ただし、排水機の稼働記録は、排水機を起動した時間及び排水機の稼働を終了した時間である。



5. 水位変動の特性

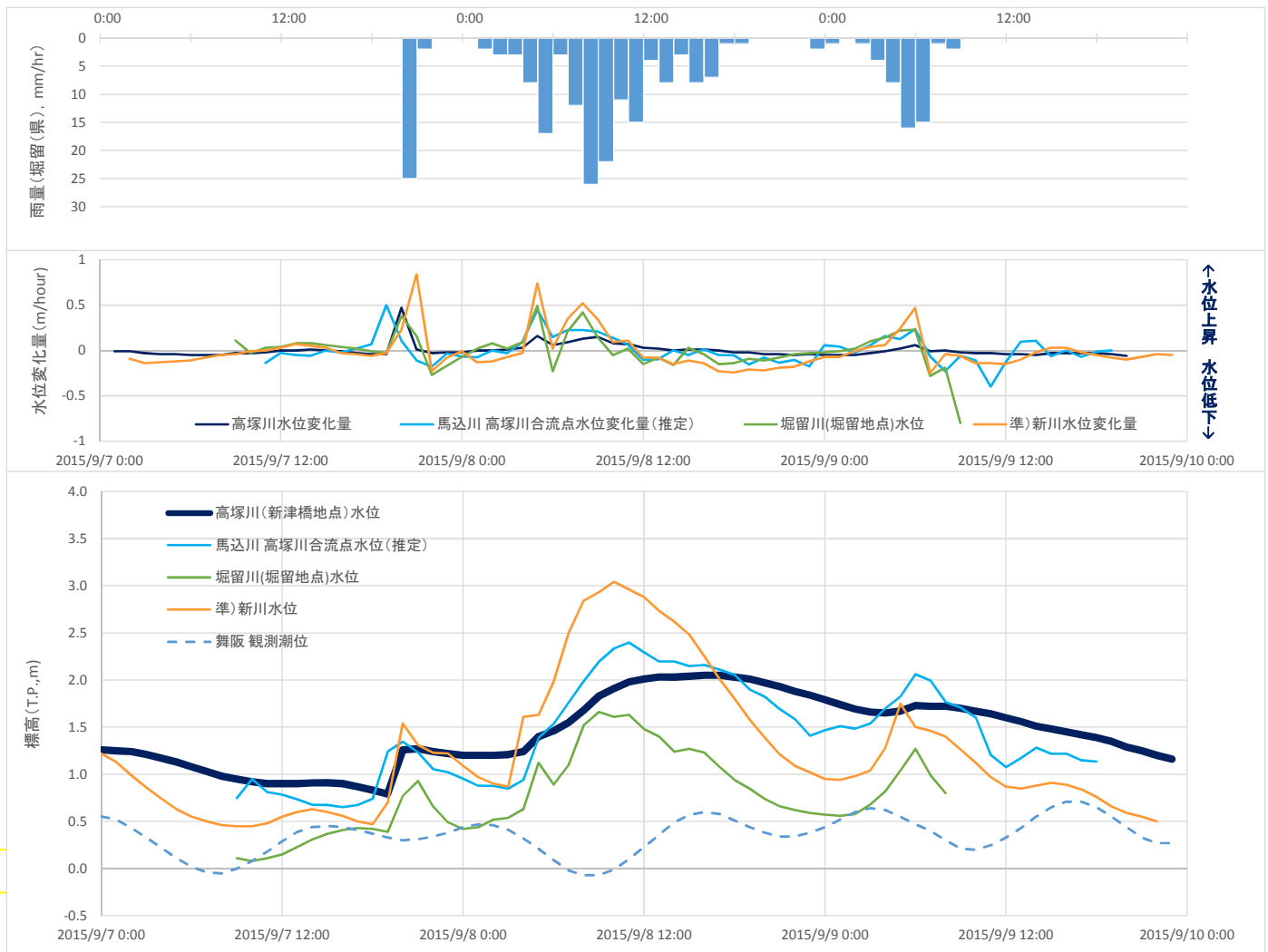
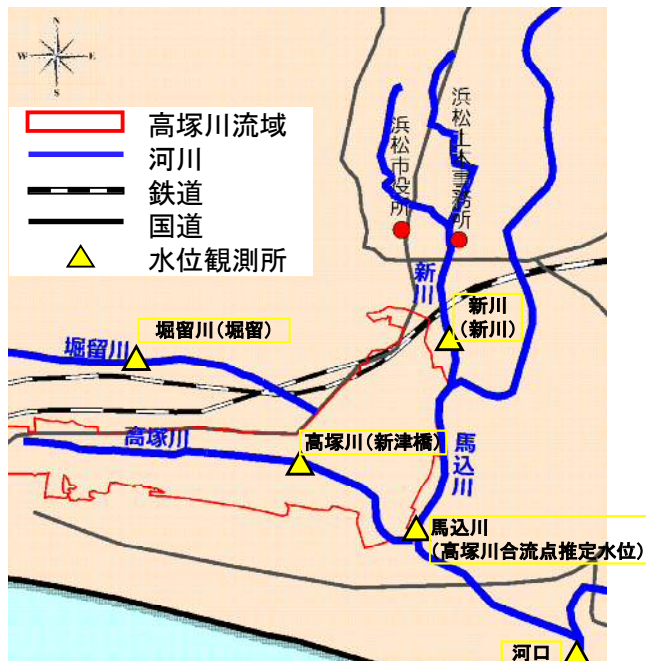
近隣他河川との出水形態の比較

高塚川の河床勾配が他河川に比べ小さく、排水に時間を要することが要因であると考えられる。

また、馬込川の水位が高い状態が長時間続いたことに伴い、高塚川は強制排水が長時間続いたことが要因として考えられる。

各河川の諸元

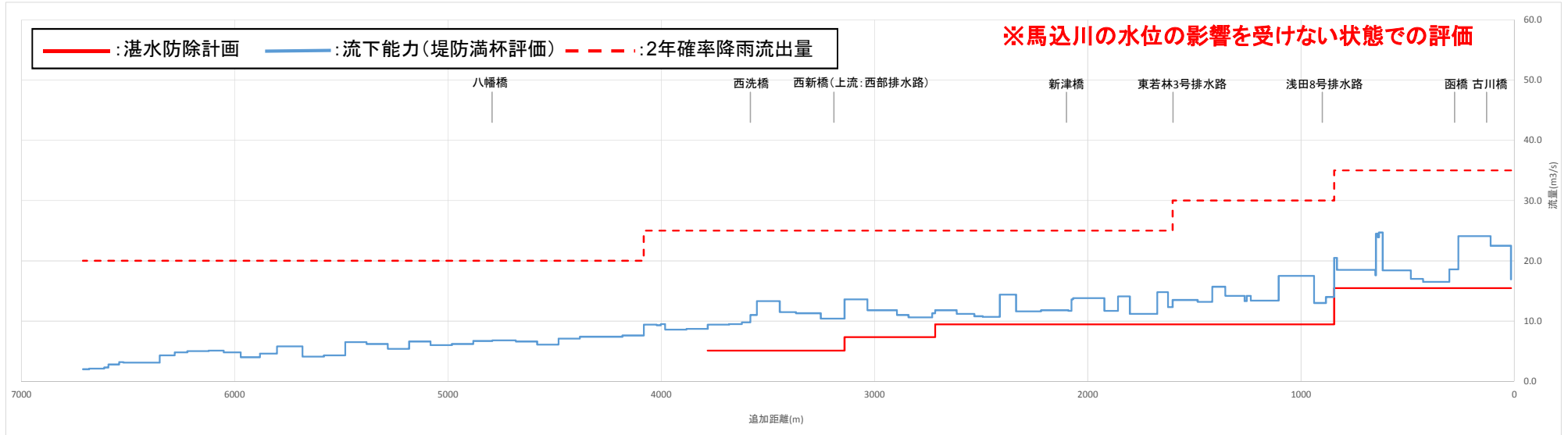
	高塚川	馬込川	堀留川	準)新川
流域面積 (km ²)	7.06	105.6	10.26	8.19
河道延長 (km)	6.27	23.2	3.64	4.11
河床勾配	1/10,000	1/3,000	1/3,000	1/1,600



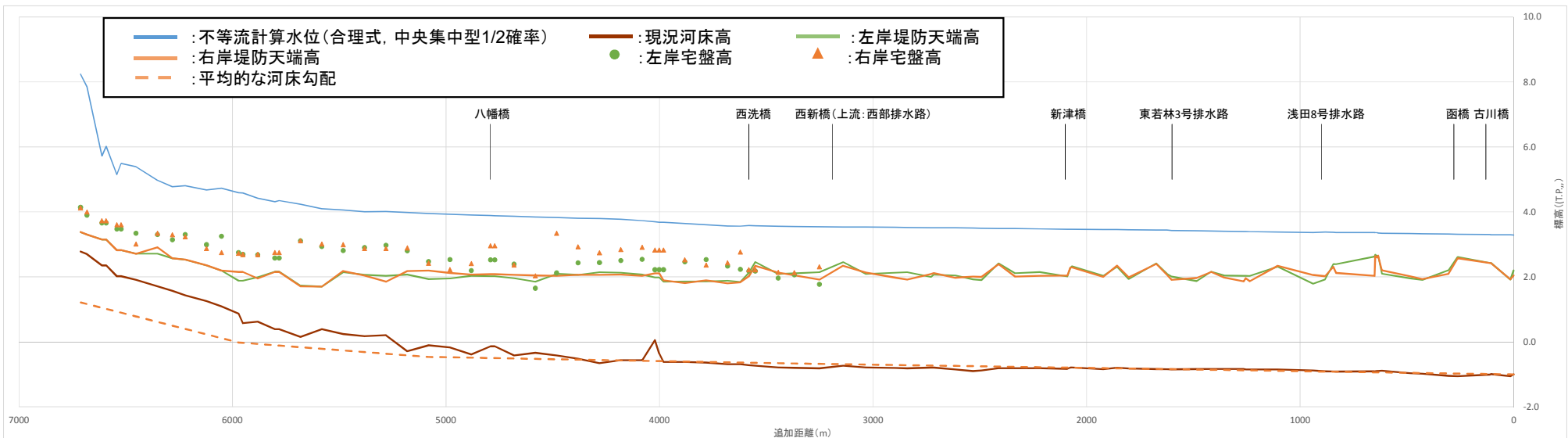
6. 河道および水路の流下能力

6.1 高塚川の現況流下能力

高塚川の現在の流下能力は、2年確率降雨(浜松測候所45.1mm/hr, 河川の治水計画で一般的に用いられている短時間降雨強度式と合理式より流出量を算出)に対して不足する流下能力である。



現況流下能力算定結果 (不等流計算, 堤防天端高評価(左右岸の低い方で評価))



高塚川縦断図

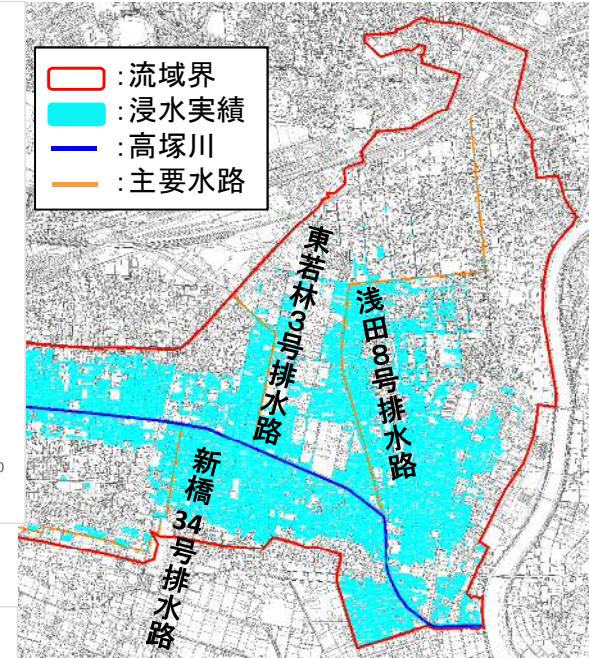
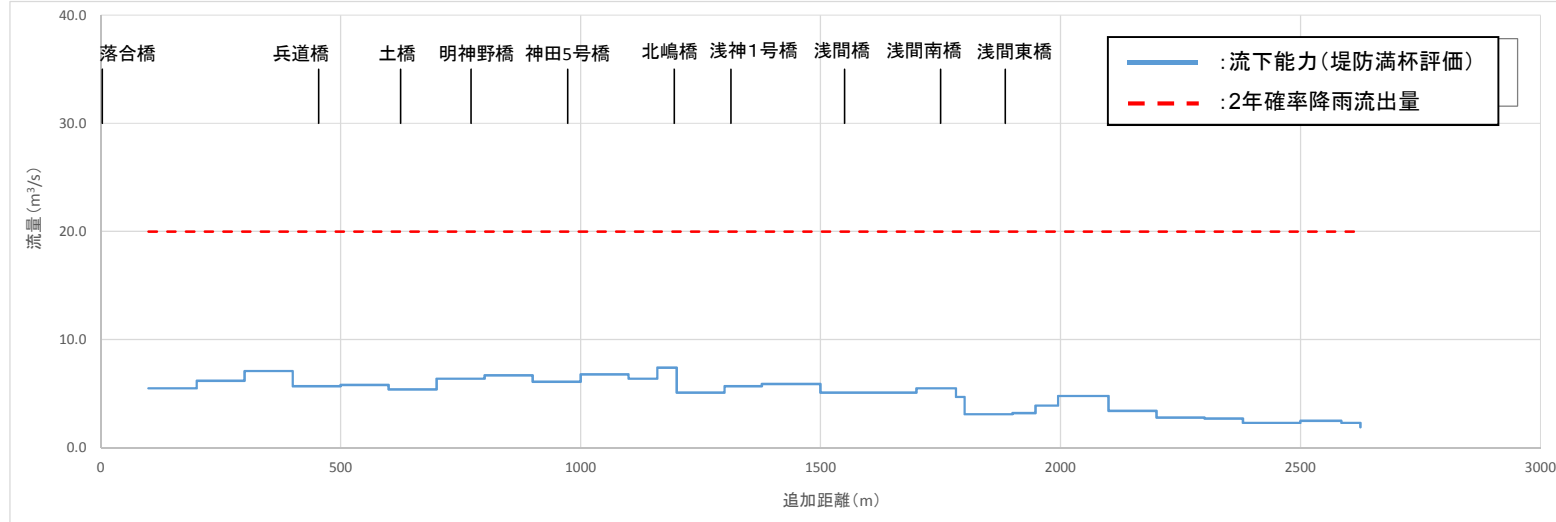
6. 河道および水路の流下能力

6.2 接続水路(主要水路)の現況流下能力

浸水に起因していると思われる主要水路(浅田8号排水路・東若林3号排水路・新橋34号排水路)の流下能力を算定

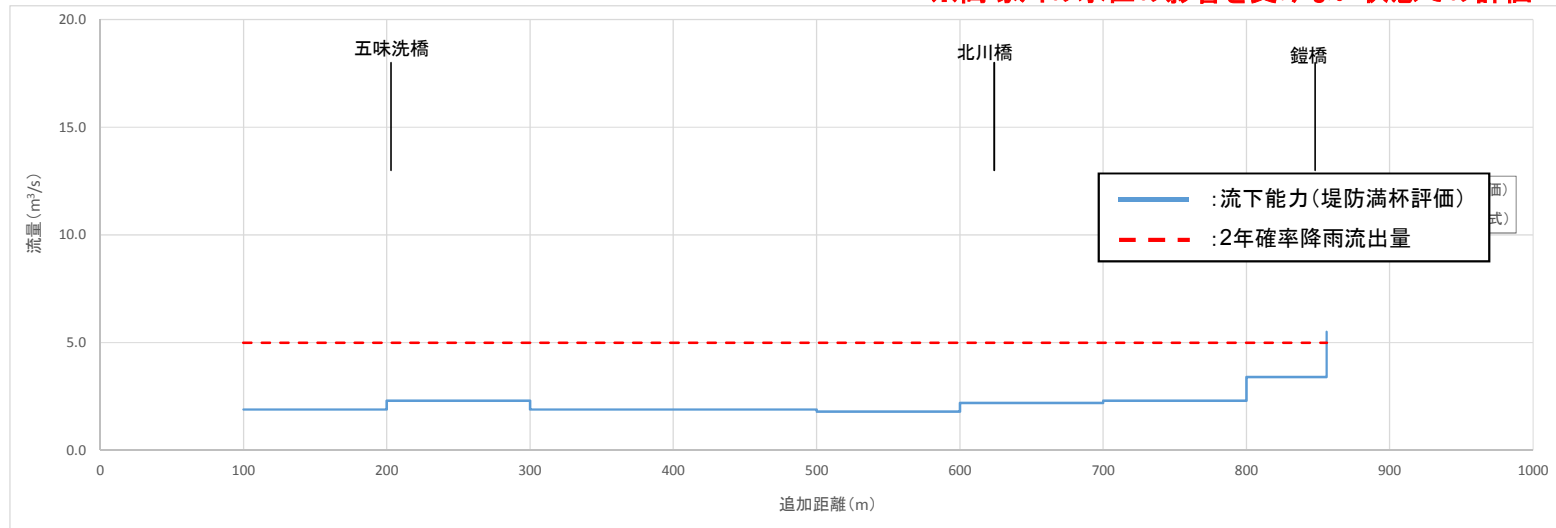
a. 浅田8号排水路の現況流下能力

※高塚川の水位の影響を受けない状態での評価



b. 東若林3号排水路の現況流下能力

※高塚川の水位の影響を受けない状態での評価



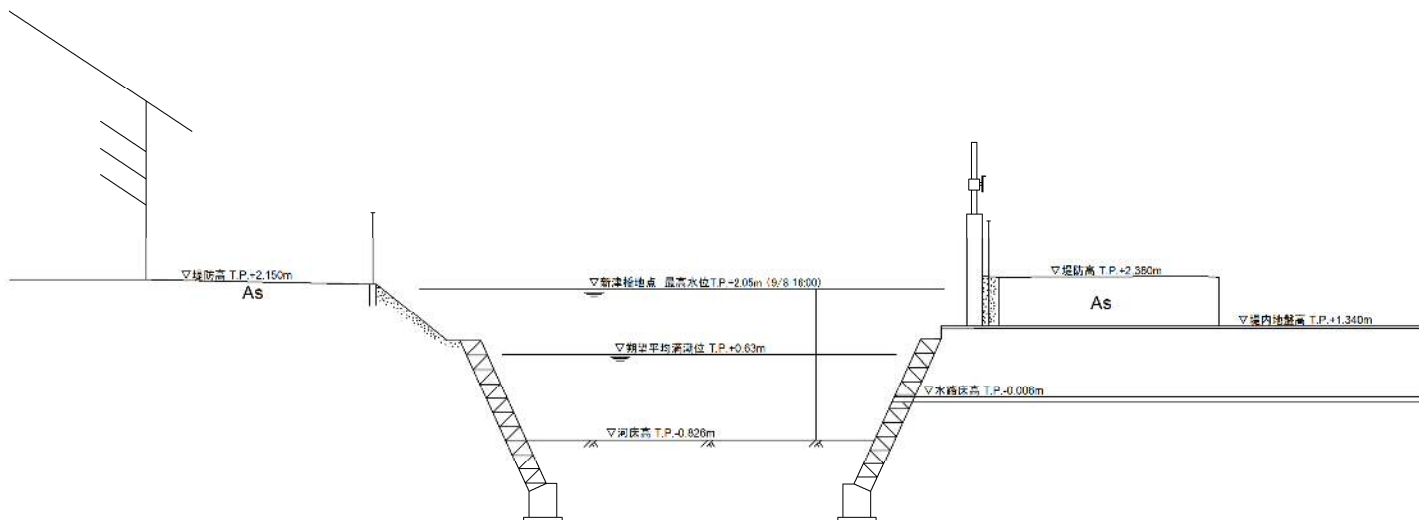
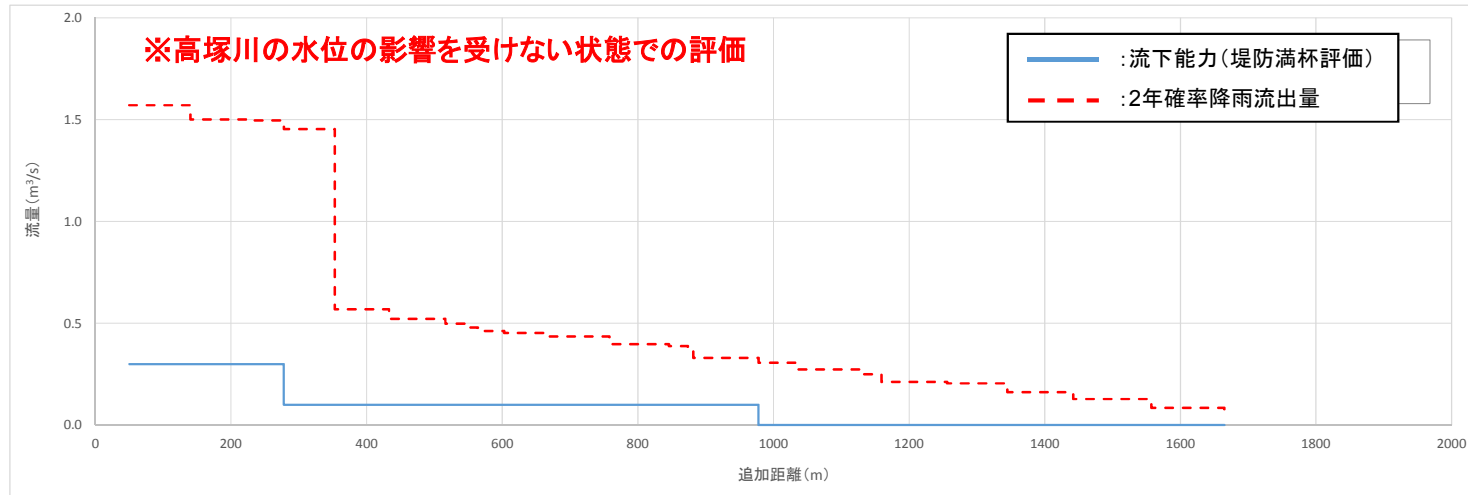
6. 河道および水路の流下能力

6.3 接続水路(新橋34号排水路)の現況流下能力と接続状況

水路そのものの設置高さが低く、排水先河川の高塚川の水位の影響を受けるため、実際の排水能力は不等流評価での流下能力よりも小さいと考えられる。

また、排水先の高塚川の水位が上昇すると水門を閉鎖するため、閉鎖後の流下能力は「0m³/s」となることから、排水不良を起こしやすい状況である。

c. 新橋34号排水路の現況流下能力



6. 河道および水路の流下能力

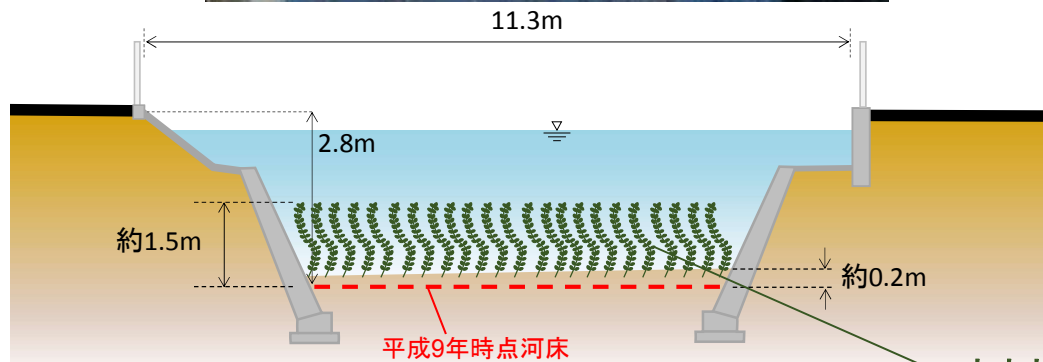
6.4 水路内の状況

高塚川の浅田8号排水路合流点より上流の河道内(一区间)には、藻や水草が繁茂しており、流下を阻害していると想定される。

新津橋より下流を望む



11.3m

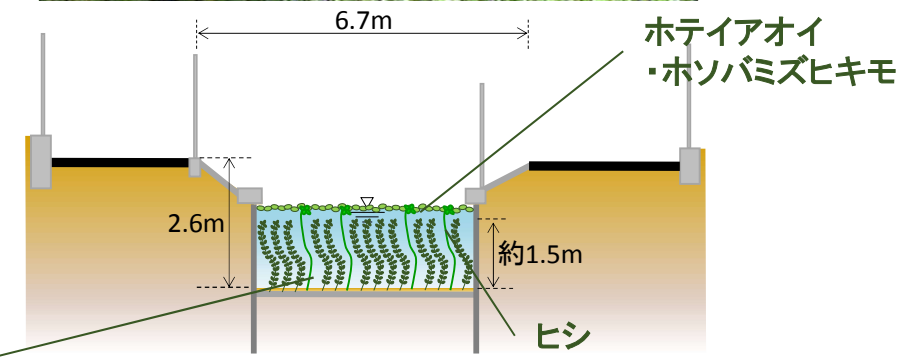


新津橋付近 横断イメージ図

沖洗橋より上流を望む



6.7m



沖洗橋付近 横断イメージ図

<オオカナダモ>

沈水性の多年草であり、池沼、水路、河川など多様な水域に成育し、水質汚濁や低水恩にも強い。長いものでは全長1mを超える。
※外来生物法の要注意外来生物

<ヒシ>

一年草であり、水路底に沈んだ種から茎を伸ばし、水面に葉を広げる。葉柄は膨らんで空気を含み、浮き袋となっている。

<ホテイアオイ>

池などの流れの少ない水面に浮かんで生育する水草。葉は水面から立ち上がる。葉柄は膨らんで浮き袋のようになることで、浮き袋の半ばまでが水中にある。
※外来生物法の要注意外来生物

<ホソバミズヒキモ>

池沼、水路、河川などの浅いところに群生する浮葉性の多年草である。

6. 河道および水路の流下能力

6.5 その他接続水路

高塚川に接続する水路は非常に多く、水路によっては逆流防止の水門が設置されているが、設置されていない水路が数多く存在しており、広範囲で逆流により浸水範囲が拡大したものと考えられる。



6. 河道および水路の流下能力

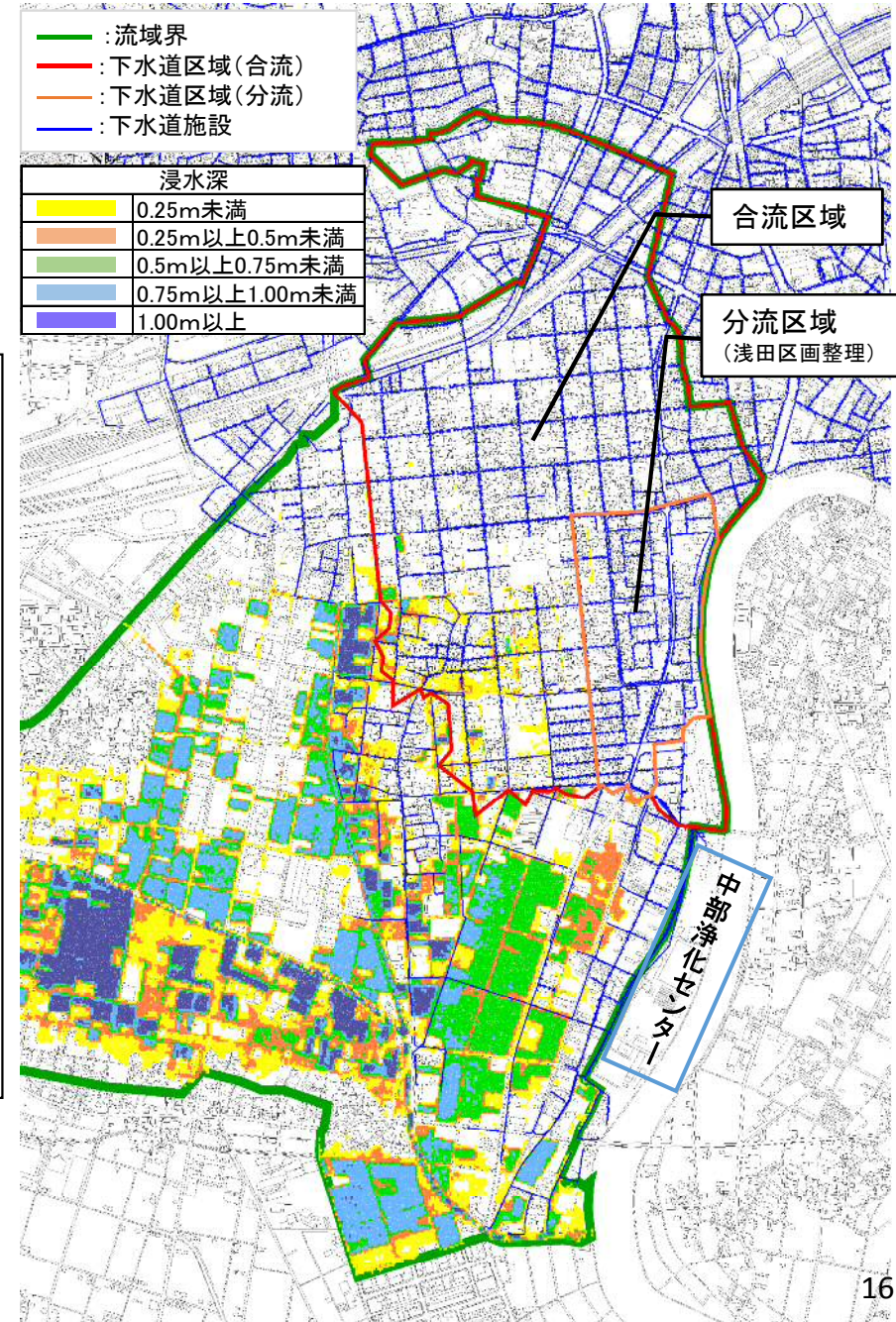
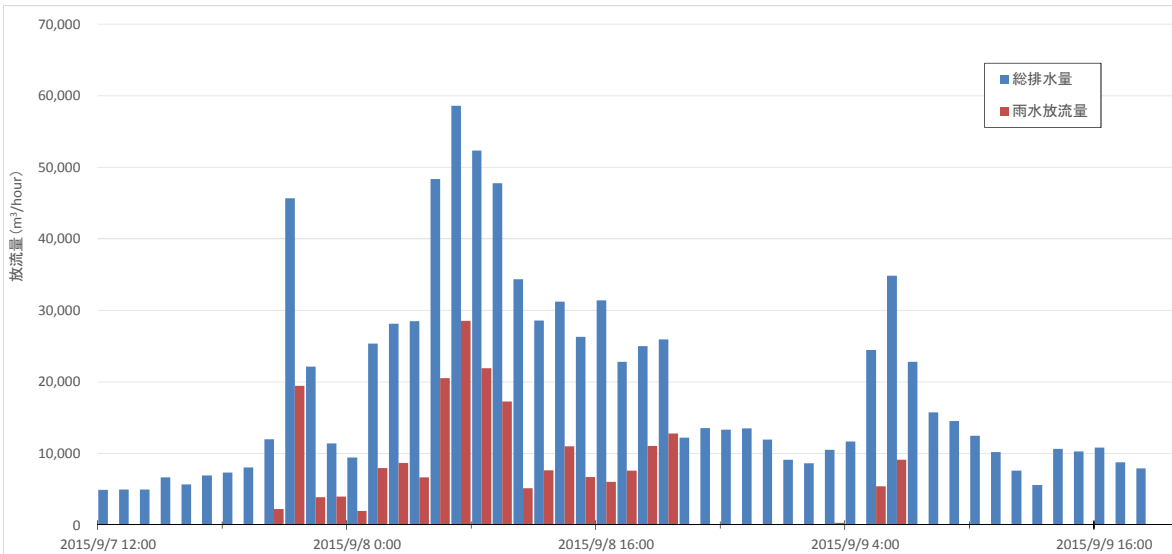
6.5 下水道施設(浅田処理分区)

高塚川流域の一部には合流式下水道の処理分区(浅田処理分区)が存在し、下水道(暗渠)が3年確率(45mm/h)規模で整備されている。また、浅田区画整理事業での区域では、分流式下水道により当該区域内においては、7年確率規模(60mm/h)で整備されている。これらは中部浄化センターより馬込川へ排水している。

浅田処理分区内で大きな浸水被害は発生していない。

<中部浄化センター>

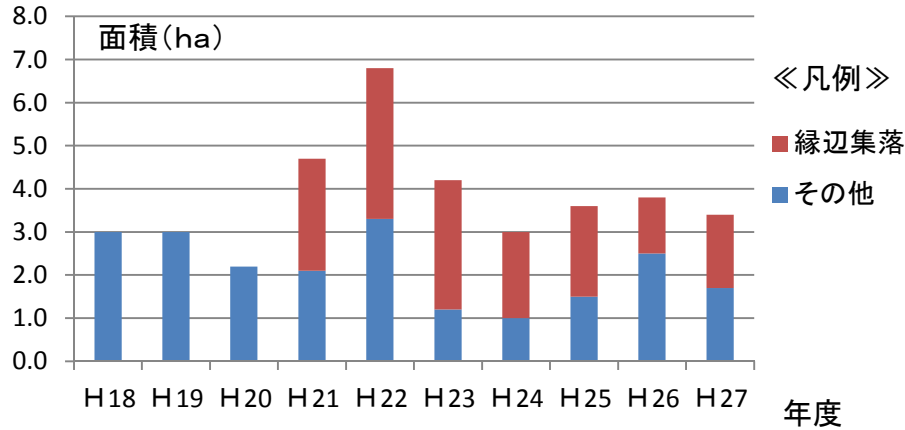
- ・汚水処理能力:124,000m³/日
- ・放流量=処理水量(汚水処理水量)+雨水排水量



7. 流域内の土地利用

7.1 流域内の農地転用状況

農地転用許可申請 年度別の推移



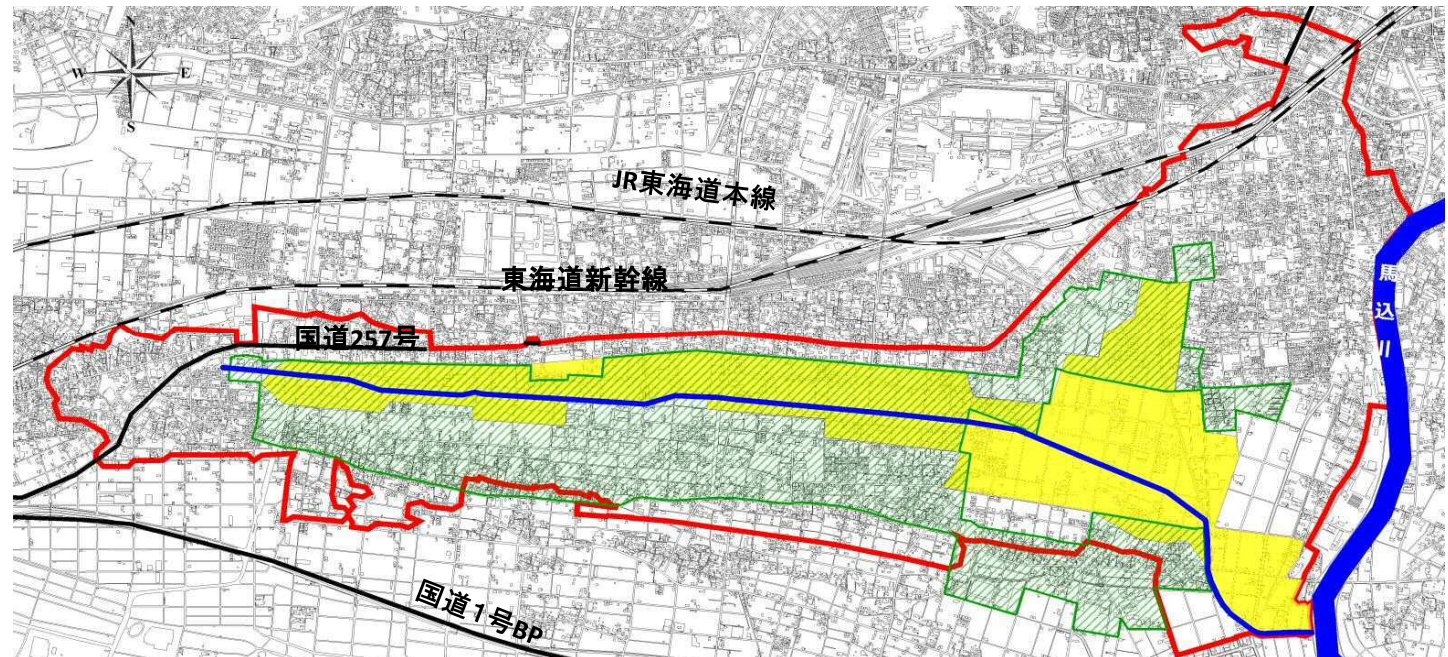
縁辺集落制度の運用が始まった平成21年度より、農地転用許可申請の面積が増加している。

対象区域: 高塚川流域に関連する町(瓜内町、法枝町、西浅田一丁目、神田町、東若林町、若林町、増楽町、高塚町、小沢渡町、新橋町、田尻町)
 ※申請面積については、町単位での集計のため高塚川流域外も一部含む。

7.2 湛水防除事業受益地と縁辺集落制度範囲

宅地化の進展している範囲は、湛水防除事業受益地であり、縁辺集落制度範囲にもなっている。

- 高塚川流域
- 河川
- 鉄道
- 国道
- 縁辺集落制度範囲
- 湛水防除事業受益地

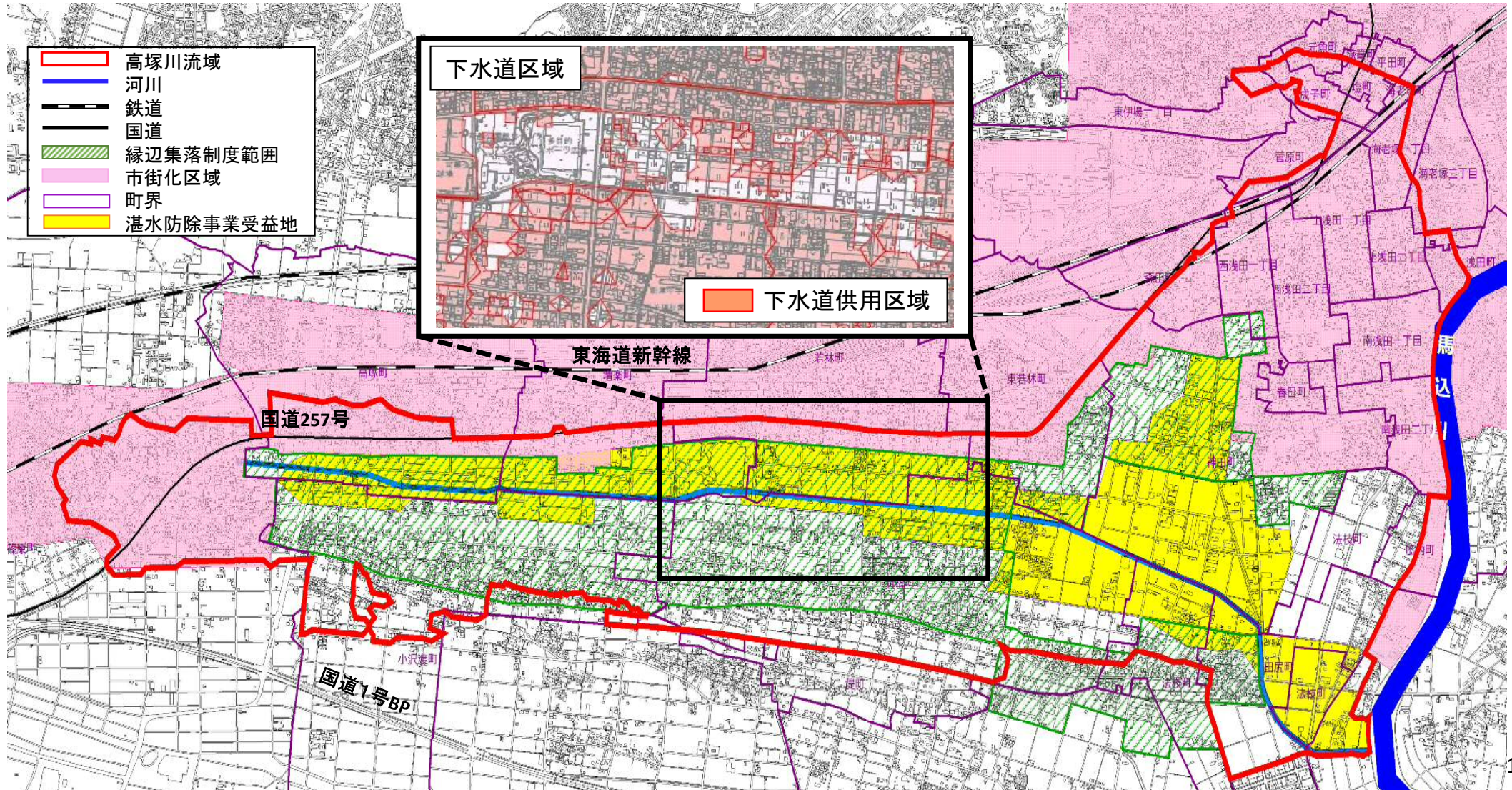


7. 流域内の土地利用

7.3 縁辺集落制度と下水道供用区域の比較

縁辺集落制度とは・・・

市街化調整区域の「市街地縁辺集落」のうち、道路幅員(専用住宅:有効4m以上、専用住宅以外:有効6m以上)、下水道(汚水渠)供用区域等、一定の要件を満たせば、専用住宅、兼用住宅(事務所、店舗併用のみ)、共同住宅を建築できる制度。
(平成21年4月)



8. 浸水シミュレーション

8.1 浸水シミュレーションの概要

浸水の広がり方、浸水の発生場所を把握するため、浸水シミュレーションを実施した。今回用いた浸水シミュレーションモデルの概要を以下に示す。

<シミュレーションモデルの概要>

・シミュレーションモデル：XP-SWMM

【使用モデル】

XP-SWMM

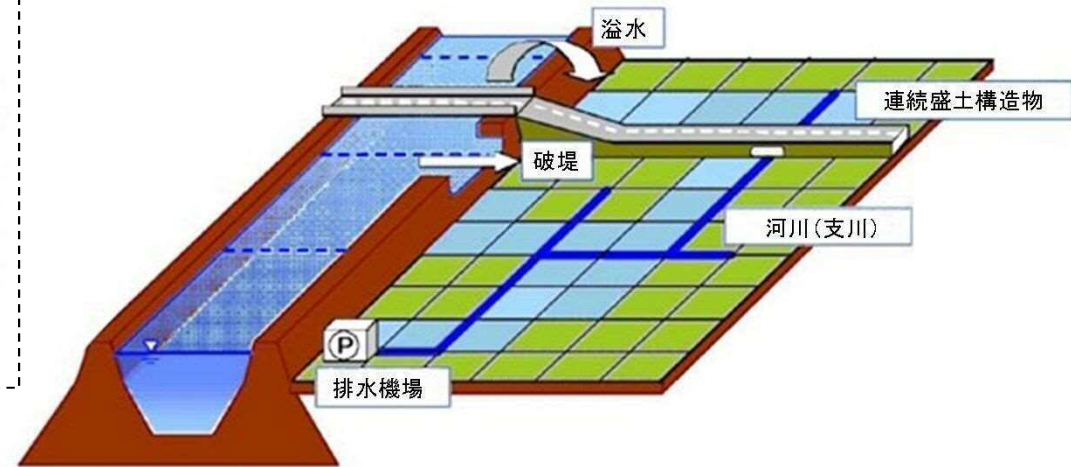
※内水氾濫モデルとしては国内外を問わず多くの使用実績があり、水理公式集においてもモデル概要が紹介されている

【モデル概要】

解析モデルは以下の通りであり、入力条件としては水文データ(降雨や水位等)や水路やポンプ等における諸元(水路断面、水路敷高、集水面積、土地利用状況、ポンプ能力等)、地盤高等を入力する。

- 水路内(河川を含む)シミュレーションモデル：一次元不定流計算モデル
- 氾濫原のシミュレーションモデル：二次元不定流計算モデル

- ・降雨(ハイトグラフ)：平成27年9月7日～9日降雨
- ・下流端条件：馬込川推定水位
- ・地表面モデルサイズ：10mメッシュ
(国土地理院DEM5mメッシュより平均地盤高を算出)
- ・河道および水路：高塚川および高塚川に接続する主要水路



氾濫シミュレーションモデルの概要

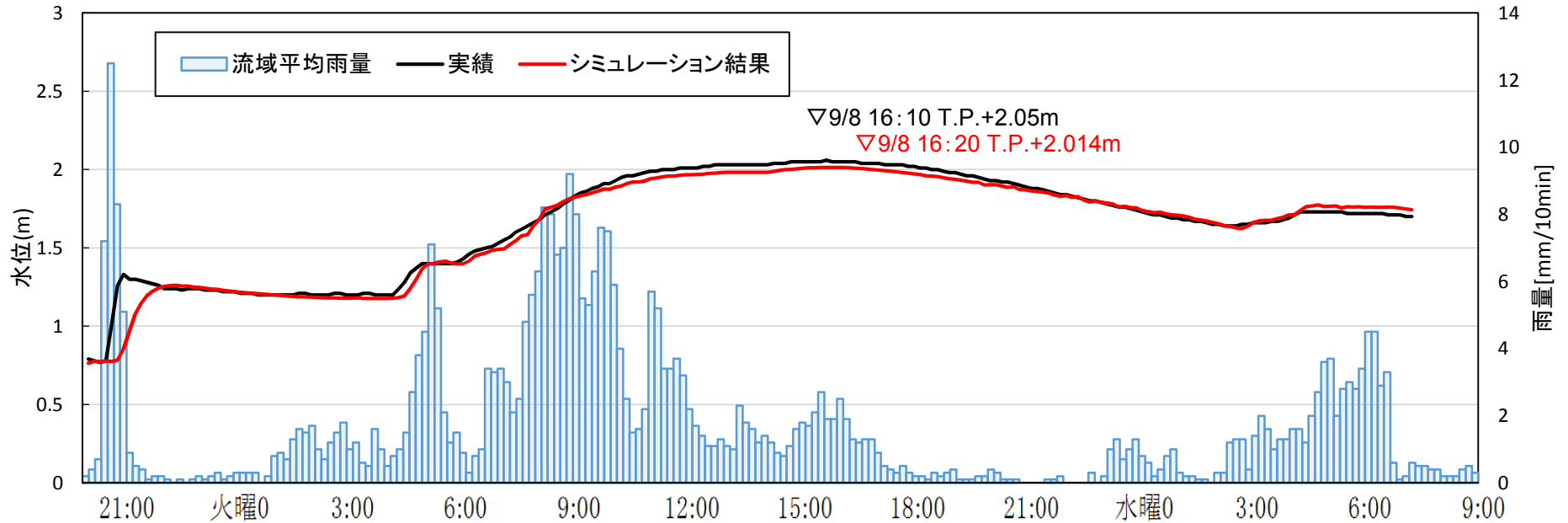
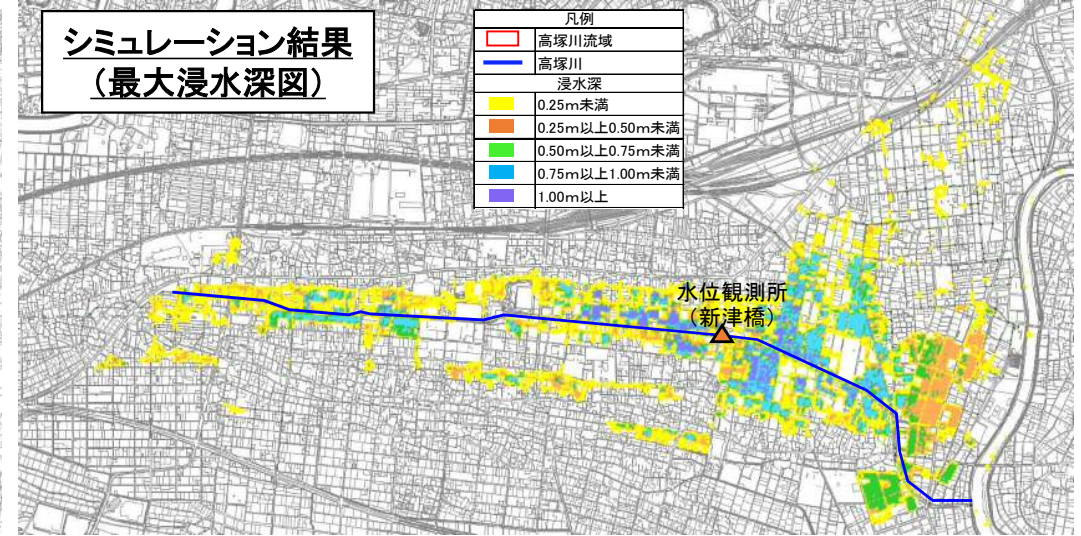
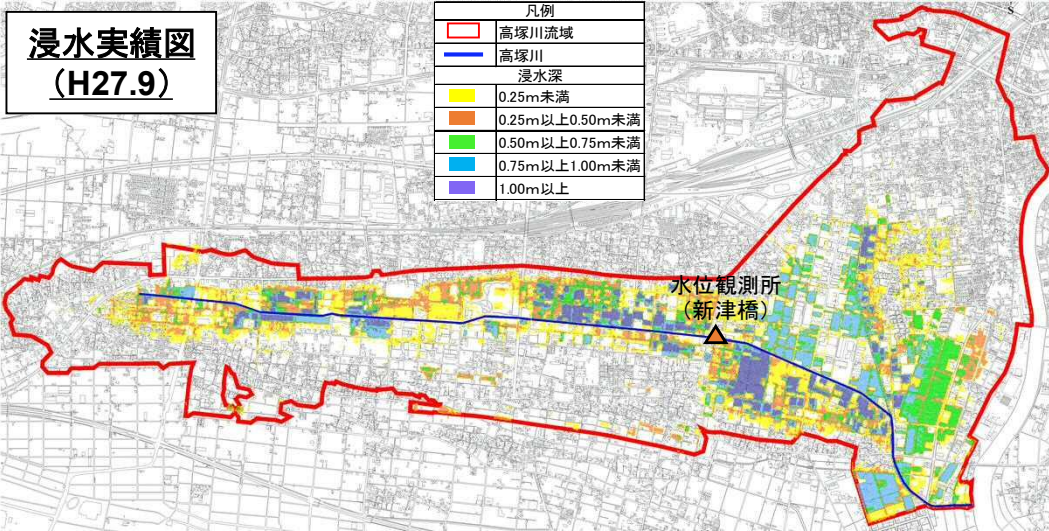
<シミュレーションモデルの精度向上>

前回協議会時点より、XバンドMPLレーダー降雨の採用、当時の河道状況の確認、水路追加等を行い、シミュレーションモデルの精度向上を図った。

8. 浸水シミュレーション

8.2 浸水シミュレーションの妥当性確認

浸水実績の調査結果(浸水実績図)、新津橋地点の実績水位とシミュレーション結果(最大浸水深図および新津橋地点水位)を比較し、シミュレーションモデルの妥当性を確認した。



実績水位とシミュレーション結果の比較(新津橋地点)

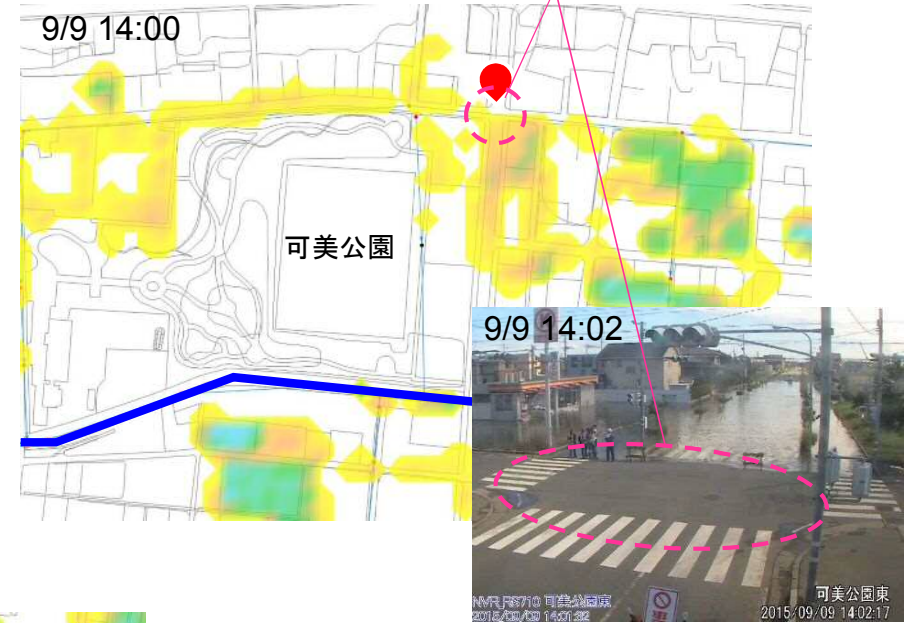
8. 浸水シミュレーション

8.2 浸水シミュレーションの妥当性確認

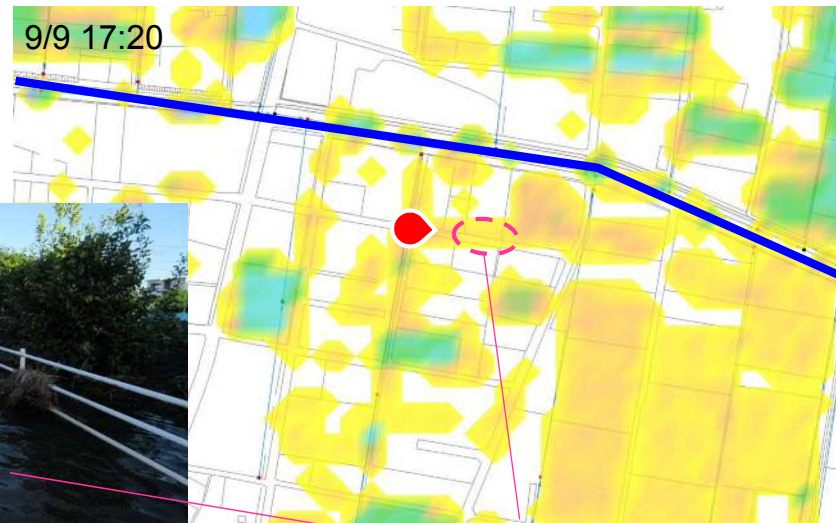
浸水被害の写真と、撮影した時刻のシミュレーション結果を比較し、シミュレーションモデルの妥当性を確認した。



宅地内での浸水は発生していない



交差点内での浸水は発生していない



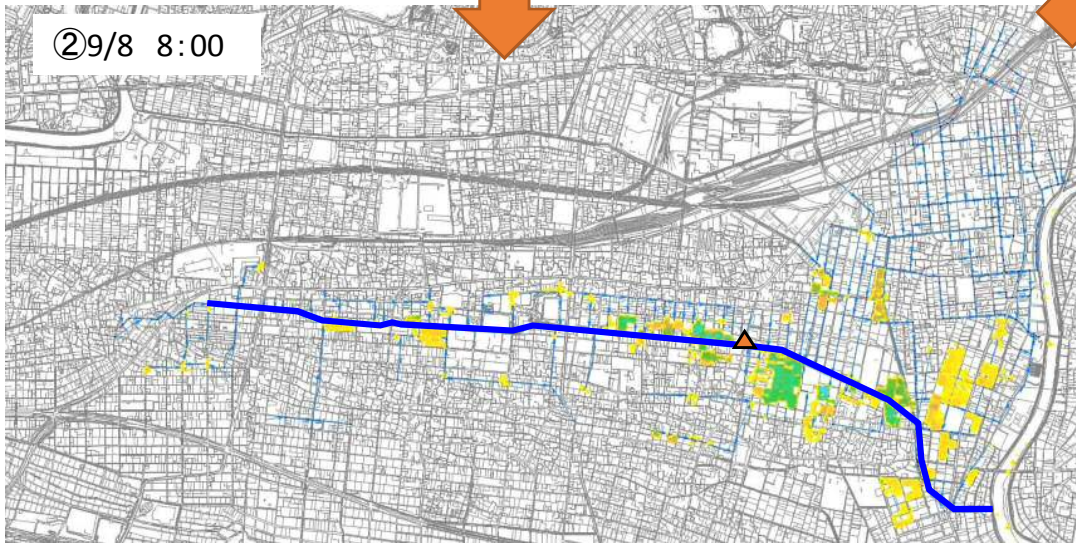
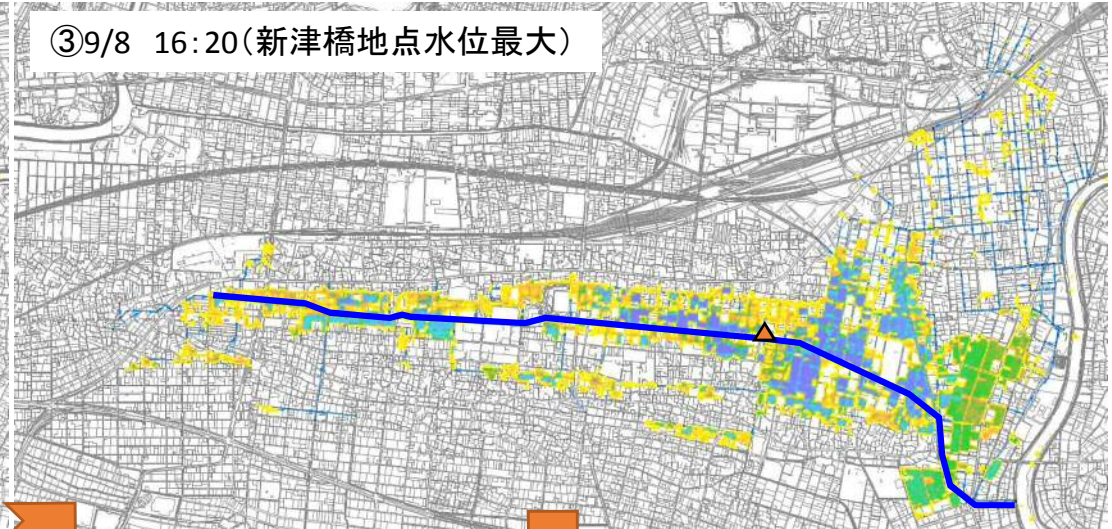
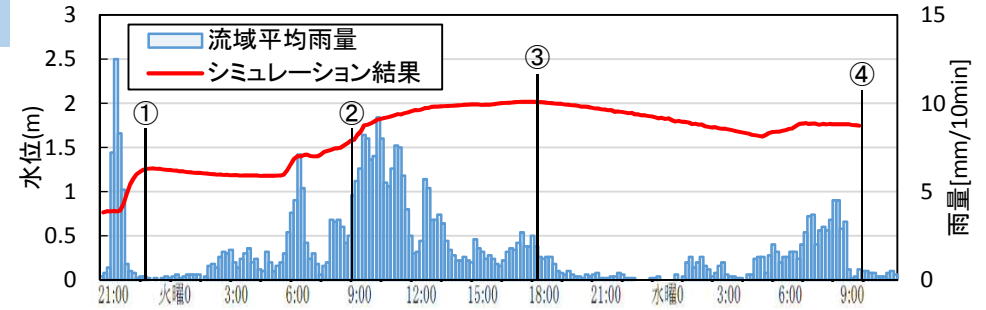
道路冠水程度の浸水深

凡例	
	高塚川流域
	高塚川
浸水深	
	0.25m未満
	0.25m以上0.50m未満
	0.50m以上0.75m未満
	0.75m以上1.00m未満
	1.00m以上

8. 浸水シミュレーション

時系列浸水深図(浸水の発生位置、広がり方について)

浸水深	
	0.25m未満
	0.25m以上0.5m未満
	0.5m以上0.75m未満
	0.75m以上1.00m未満
	1.00m以上



8. 浸水シミュレーション

8.2 浸水シミュレーションを用いた分析

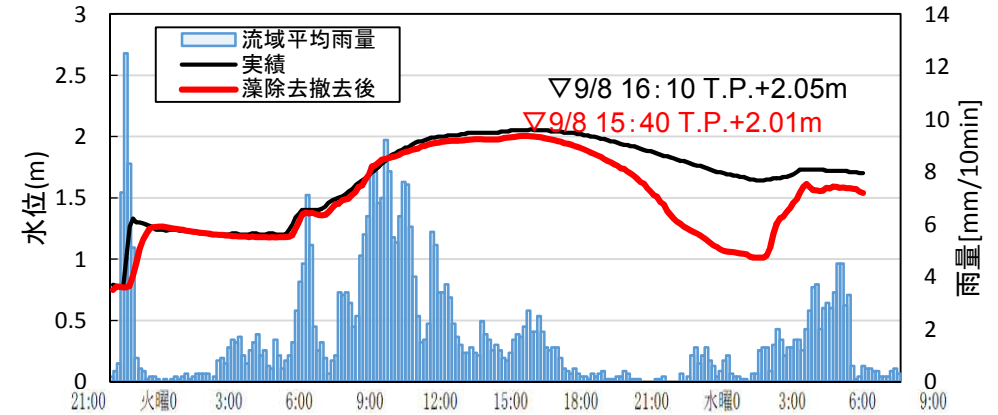
(1) 藻・水草による影響

高塚川における藻や水草を除去した場合、新津橋地点で約0.01m水位が低下。最大水位は大きく変わらないが、降雨後の水位低下に大きな影響を与えている。

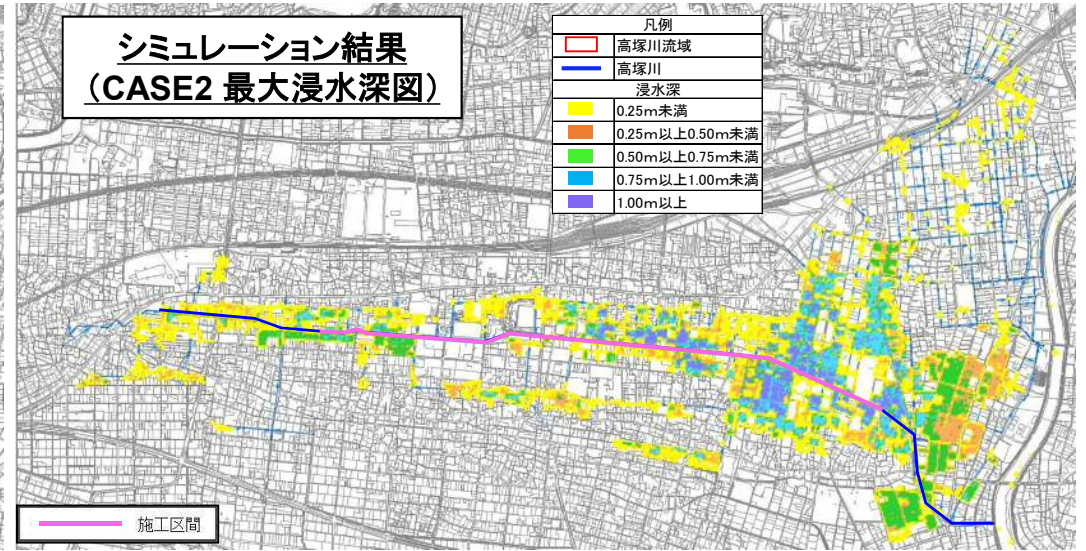
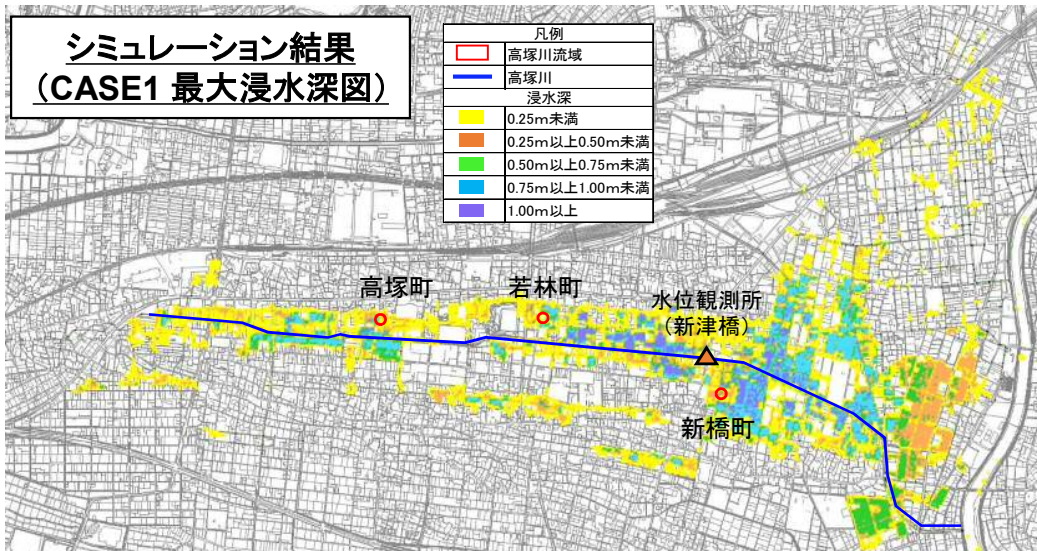
評価項目	平成27年9月時点	藻・水草が無い場合	比較
馬込川水位	T.P.+2.4m	T.P.+2.4m	—
高塚川水位	T.P.+2.01m	T.P.+2.00m	-0.01m
浸水深	新橋町0.45m 若林町0.22m 高塚町0.34m	新橋町0.47m 若林町0.15m 高塚町0.22m	新橋町0.02m 若林町-0.07m 高塚町-0.12m

<シミュレーション条件>

- ・馬込川水位：平成27年9月降雨推定水位
- ・河道条件：CASE1⇒藻、水草、堆積土砂撤去前
CASE2⇒藻、水草、堆積土砂撤去後
- ・降雨波形：平成27年9月7～9日降雨波形



ハイドログラフ 新津橋地点



8. 浸水シミュレーション

8.2 浸水シミュレーションを用いた分析

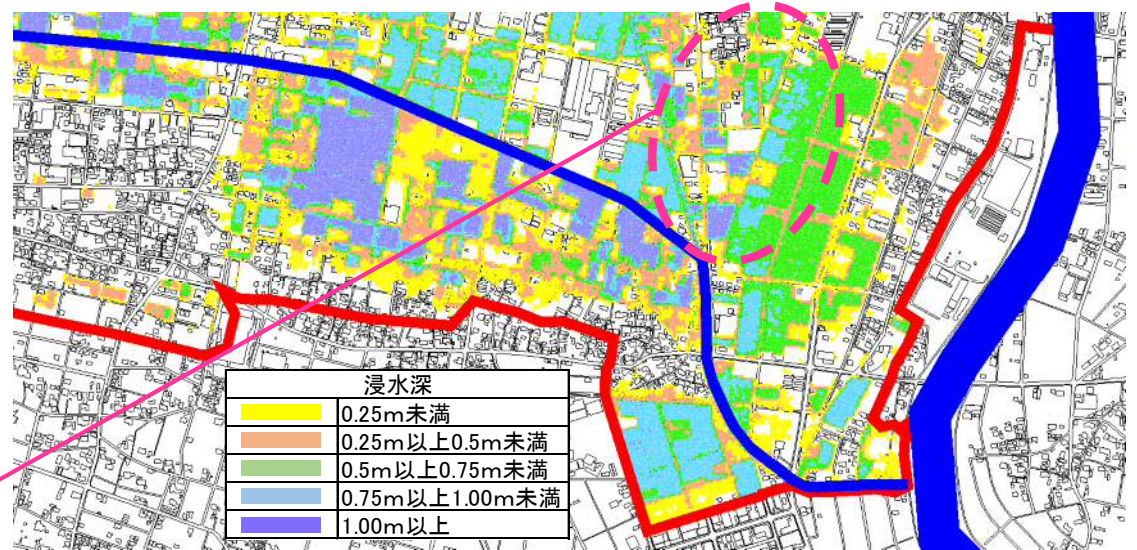
(2) 排水機能力

田尻排水機場の排水能力は、シミュレーションより約4.0m³/s程度であると推定され、経年劣化等による能力低下の可能性がある。

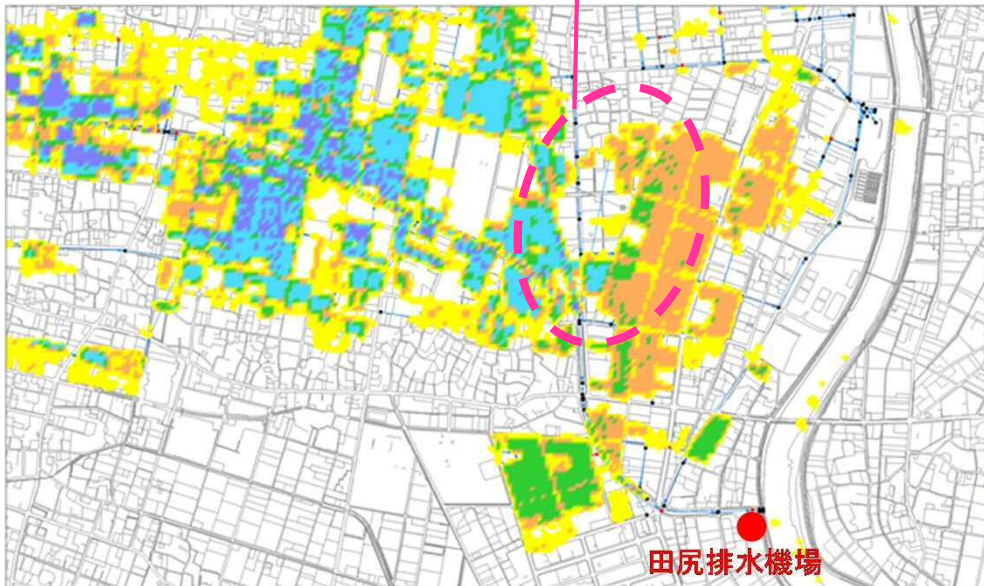
<シミュレーション条件>

- ・馬込川水位: 推定水位
- ・河道条件: 平成27年9月時点
- ・降雨波形: 平成27年9月7~9日降雨波形
- ・排水能力: 6.6m³/s, 4.0m³/sの2ケース

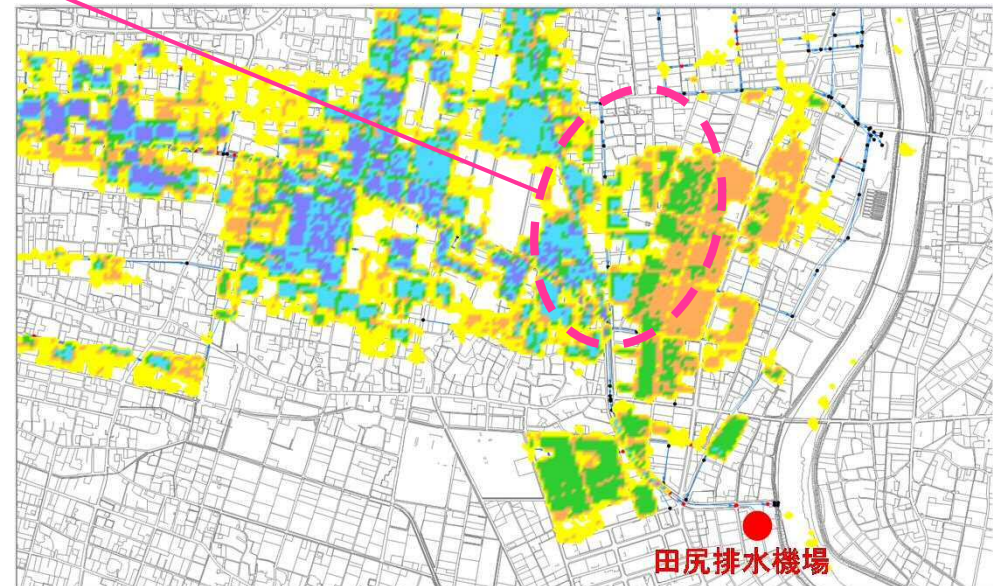
排水量が6.6m³/sの場合では、浸水範囲が小さく、4.0m³/sの場合では、概ね整合が取れる。



H27.9.7~8 浸水実績図



シミュレーション結果 最大浸水深図(排水量6.6m³/s)



シミュレーション結果 最大浸水深図(排水量4.0m³/s)

8. 浸水シミュレーション

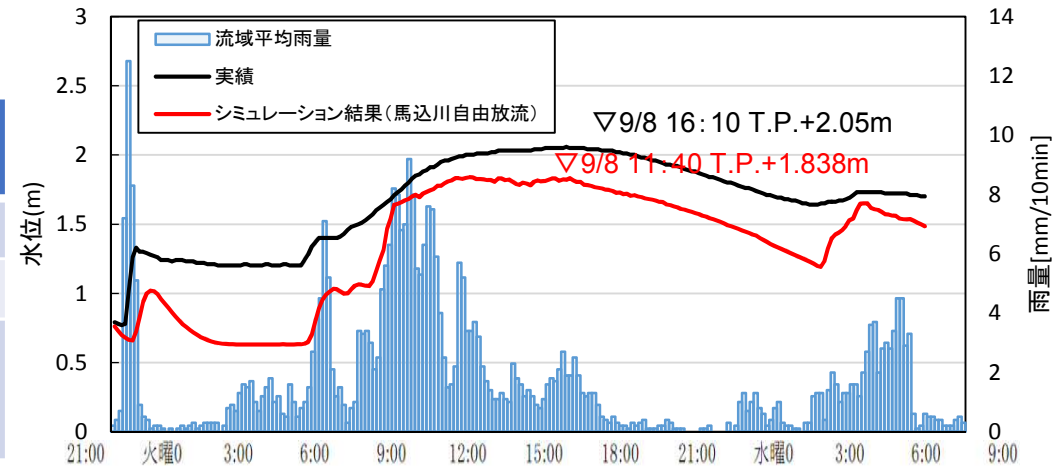
8.2 浸水シミュレーションを用いた分析

(3) 馬込川水位の影響

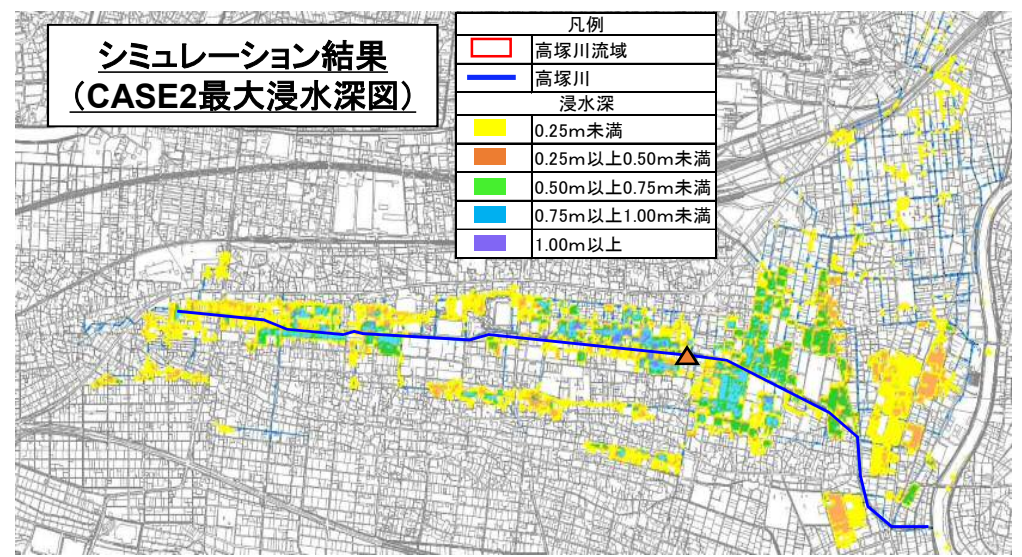
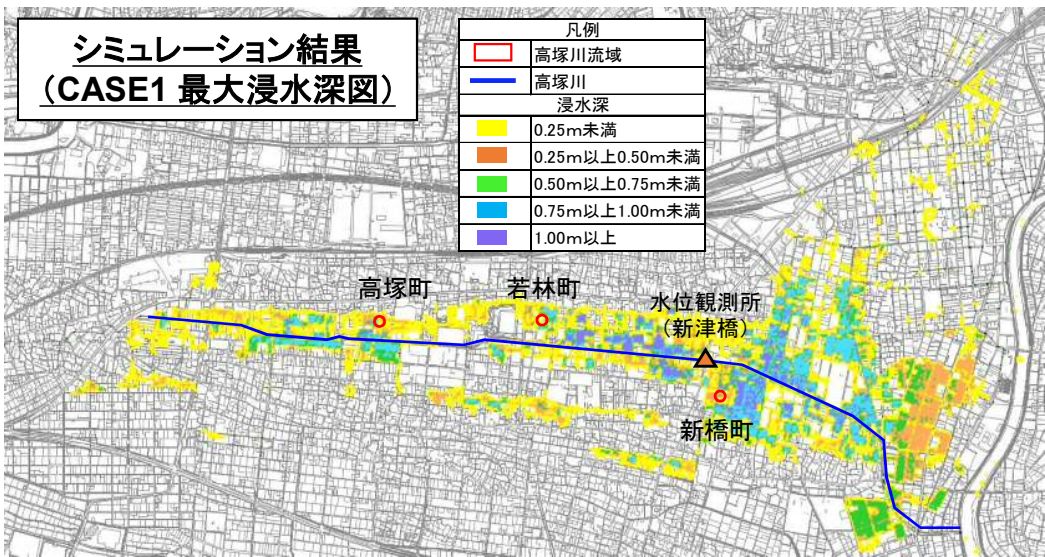
仮に馬込川水位の影響を考慮せず、高塚川から馬込川へ自然排水が可能な状況でも、流域内では浸水被害が発生することから、高塚川流域の浸水対策は必要である。

評価項目	平成27年9月時点	馬込川水位が低下した場合	比較
馬込川水位	T.P.+2.4m	T.P.+0.68m	-1.72m
高塚川水位	T.P.+2.01m	T.P.+1.84m	-0.17m
浸水深	新橋町0.45m 若林町0.22m 高塚町0.34m	新橋町0.23m 若林町0.15m 高塚町0.31m	新橋町-0.22m 若林町-0.07m 高塚町-0.03m

- ＜シミュレーション条件＞
- 馬込川水位: CASE1⇒平成27年9月降雨推定水位
CASE2⇒朔望平均満潮位+0.68m(一定)
 - 河道条件: 平成27年9月時点
 - 降雨波形: 平成27年9月7～9日降雨波形

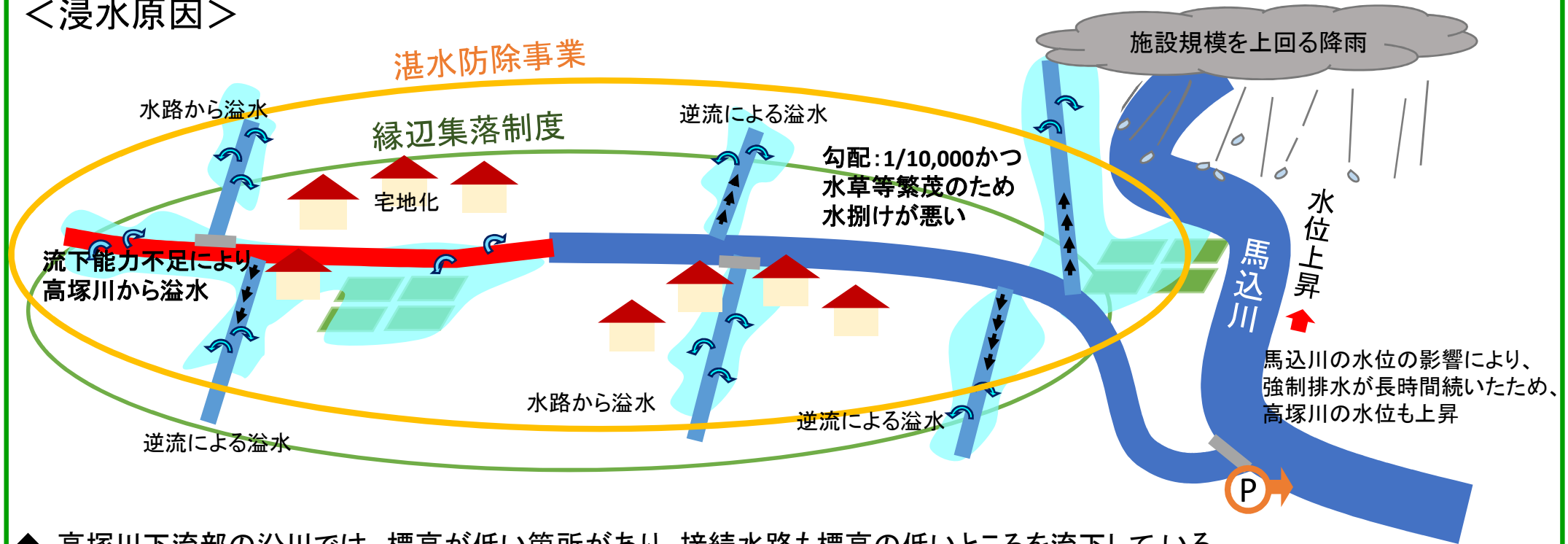


ハイドログラフ 新津橋地点



9. 浸水原因の考察・課題

<浸水原因>



- ◆ 高塚川下流部の沿川では、標高が低い箇所があり、接続水路も標高の低いところを流下している。
- ◆ 今回の降雨は、馬込川流域全体で現在の施設規模を上回る規模の降雨であった。
- ◆ 馬込川の水位の影響により、高塚川から馬込川へのポンプによる強制排水となり、流入量(流域から高塚川)が流出量(高塚川から馬込川)を上回る状況が、長時間続いたため、高塚川の水位が上昇した。
- ◆ 高塚川は、湛水防除事業による施設整備がされており、流域内での湛水を許容する計画となっているため、施設の能力は通常の河川整備規模より小さい。
- ◆ 上流部では、流下能力不足により高塚川より溢水が発生した。
- ◆ 高塚川の河床勾配は緩く、流速が遅いことから、藻や水草の影響を受けやすい状況であった。
- ◆ 逆流防止施設が設置されていない水路では、高塚川から水が逆流し、水路から溢水した。
- ◆ 浜松市の「縁辺集落制度」に指定されている範囲は、宅地化されたことにより、宅地の浸水被害(床上浸水)が増加したと考えられる。

9. 浸水原因の考察・課題

<課題>

1. 馬込川

○高塚川からの排水環境を向上させるために、馬込川の水位低下が必要であり、流下能力を向上させる必要がある。

2. 高塚川及び高塚川流域

○高塚川の施設は、農業被害を主とし、流域内で湛水を許容する計画で整備されているため、家屋の浸水被害を軽減するためには、治水計画での整備が必要である。

○高塚川の河床勾配は緩く、沿川の宅地化が進んでおり、大規模な河川改修は難しいことから、河川改修以外の治水手法（貯留施設等）も考慮した対策を行う必要がある。

○高塚川の河床勾配は緩く、流速が遅いことから、藻や水草の影響を受けやすいため、藻や水草などの流下障害物を撤去し、排水能力を向上させる必要がある。

○高塚川より逆流させて取水している水田が数多くあり、逆流防止施設を整備するためには、水田の水源確保用の新たな取水方法を検討する必要がある。

○ポンプの効果的な強制排水を行うためには、システムの構築（水位計の設置等）やポンプ運転ルールの策定が必要である。

○宅地化がさらに進展すると、新たな浸水被害が発生する可能性があるため、土地利用のあり方の検討や浸水リスクの周知など実施する必要がある。



高塚川流域全体でハード対策、ソフト対策を組み合わせ、
総合的な浸水被害軽減に取り組む必要がある。