

浸水要因の分析

1

千葉県 県土整備部 河川整備課

(第1回検証会議における委員意見)

第2回 災害検証会議 資料抜粋

- 目的や氾濫の仕方を踏まえて、モデルを組む必要がある。
- 客観的事実に基づき、検証を行う。

(目的) ① 茂原市街地における内外水による浸水状況の再現

② 今後の流域治水のあり方を検討するための河川整備などによる効果の検証

③ 仮締切堤防高さ不足による影響の検証

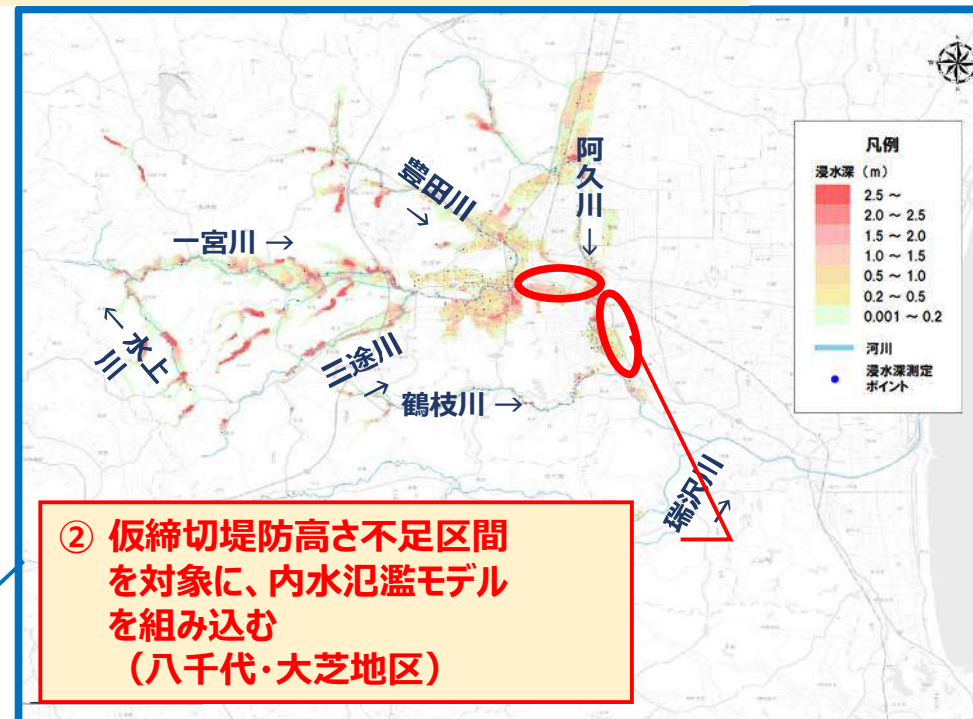
(氾濫) ① 低平地以外・農地が多い郊外では、主に河川から氾濫→ 河川氾濫をモデルに反映

② 低平な市街地では、河川氾濫と下水道からの内水氾濫が混在

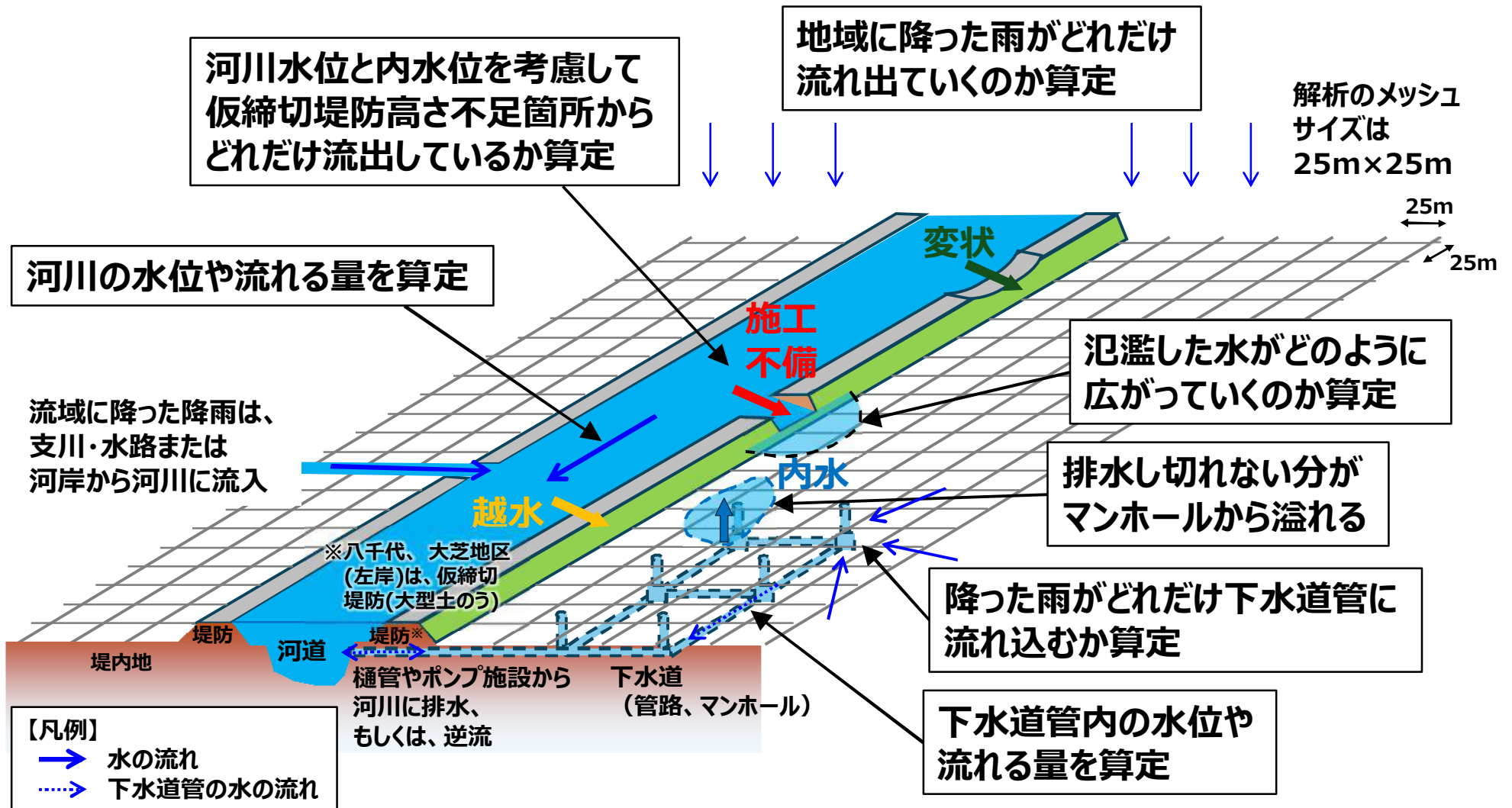
→ 河川氾濫に加え、下水道管内の流れやマンホールからの内水氾濫をモデルに反映

- 河川整備による効果等を検証するため、
流域全体は河川氾濫モデルをベースとしつつ、
仮締切堤防高さ不足区間は低平な市街地であるため、
その影響の評価にあたっては、内水氾濫モデルを組み込む。
- 客観データ(写真、動画等)により、モデルの妥当性を確認する。

① 流域全体を対象とした
河川氾濫モデル



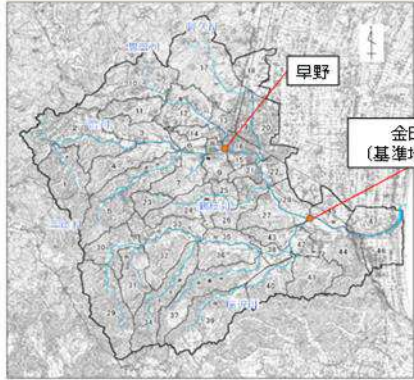
- 仮締切堤防高さ不足区間は低平な市街地であるため、その影響の評価にあたっては、河川氾濫モデルに内水氾濫モデルを組み込む。
(氾濫解析は25m格子を単位とした平均標高であるため、浸水位は誤差を含むなどモデルの限界がある)



シミュレーションモデルにおける降雨

- Cバンドレーダ雨量を地上雨量のティーセン分割ごとに集計し比較し、雨量や波形に大きな違いが無いことを確認（地上雨量比100%~120%）し、地上雨量を用いることとした。

(1) 流出解析モデルの概要

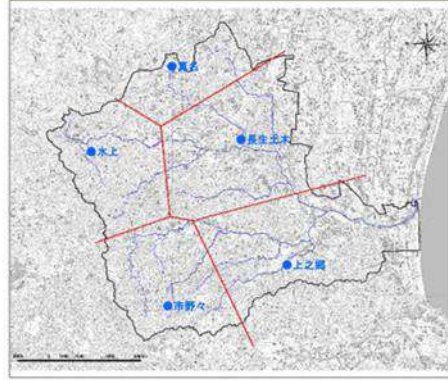


流域分割図

- ・一宮川を47小流域に分割
- ・流域流出量は貯留関数法により算定

貯留関数法の計画定数

範囲	一次流出率 F1	飽和雨量 Rsa
早野地点上流（流域1-14）	0.3	15mm
早野地点下流（流域15-47）	0.3	100mm



ティーセン分割図

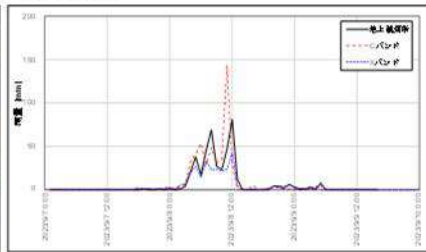
- ・千葉県が管理する5観測所によりティーセン分割を実施
- ・観測所雨量にティーセン係数を乗じて、47小流域ごとに流域平均雨量を算定

【累加雨量9/7 0:00~9/9 0:00】

- ・真名観測所 : 412mm
- ・長生土木観測所 : 423mm
- ・上之郷観測所 : 400mm
- ・市野々観測所 : 398mm
- ・水上観測所 : 370mm

(2) 地上観測所地点の雨量の比較

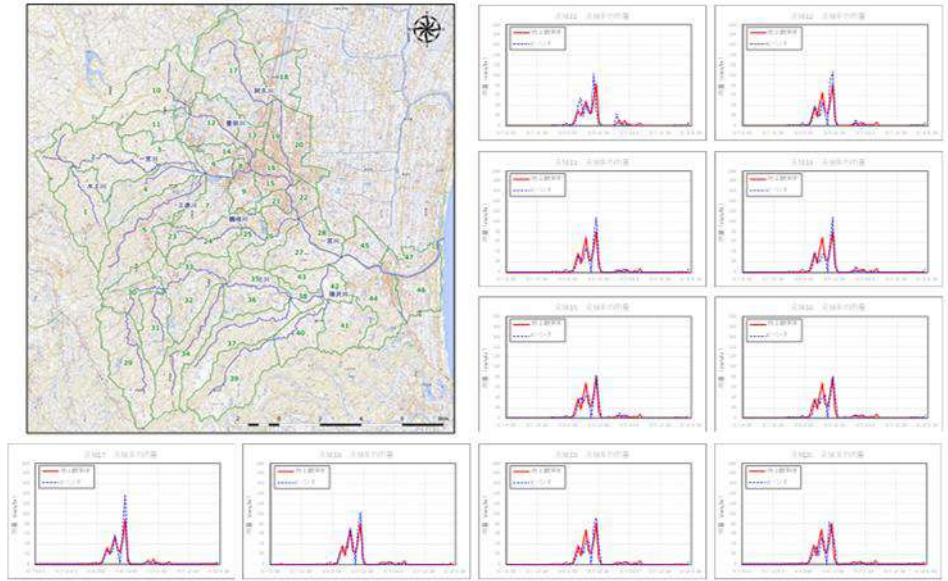
【降雨データの比較：長生土木雨量観測所地点】



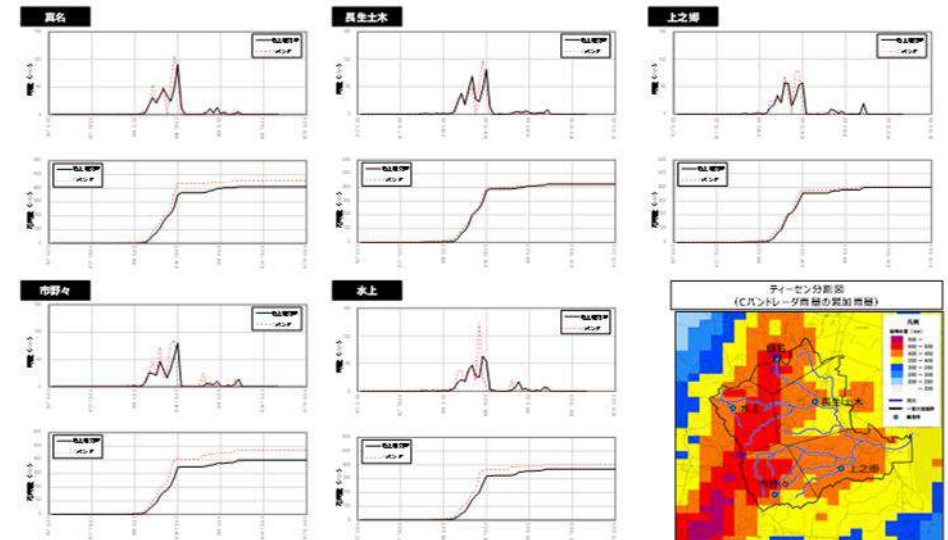
総雨量 (2023/9/7~2023/9/9)
 ・地上観測所雨量 : 423.000mm
 ・Cバンド雨量 : 485.045mm
 ・Xバンド雨量 : 283.283mm

(3) 流域平均雨量の比較

【降雨データの比較：流域平均雨量の比較】

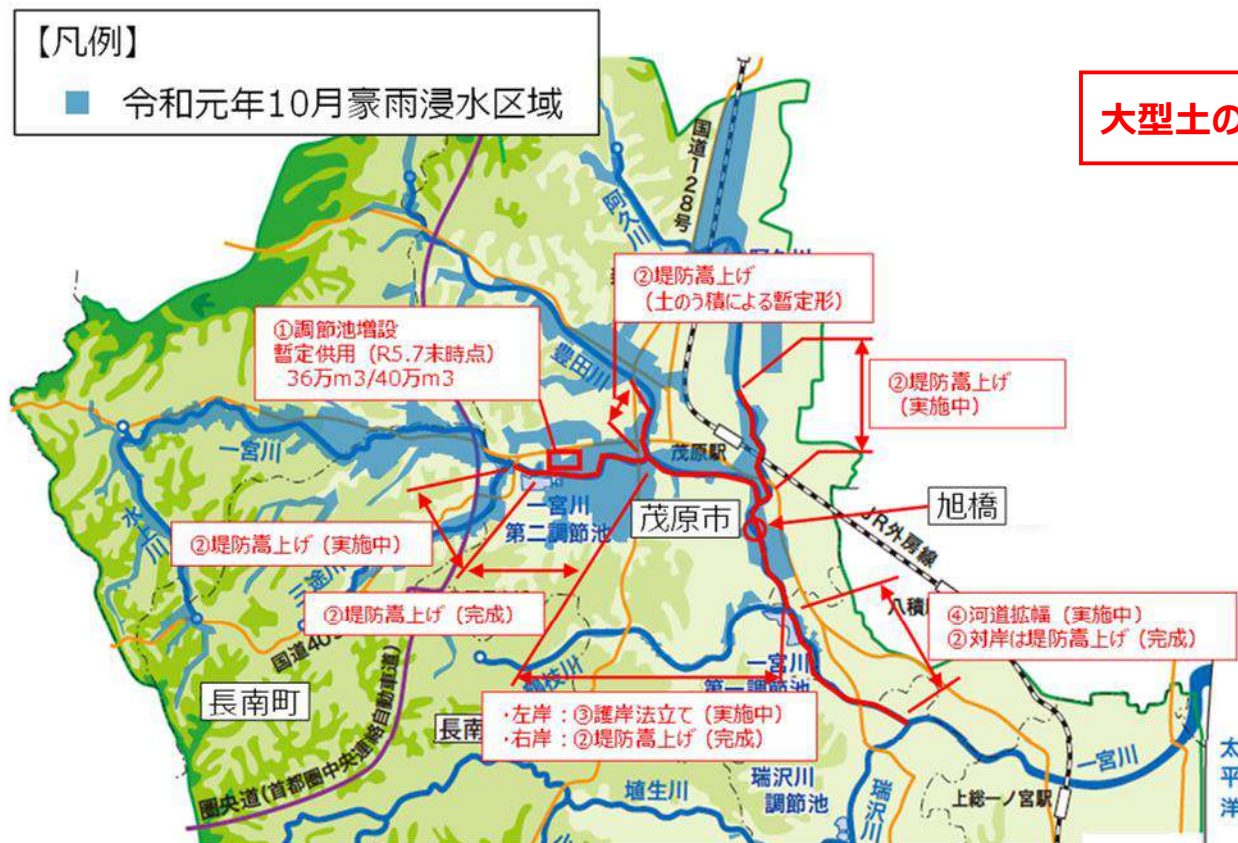


(4) ティーセン分割流域内雨量の比較



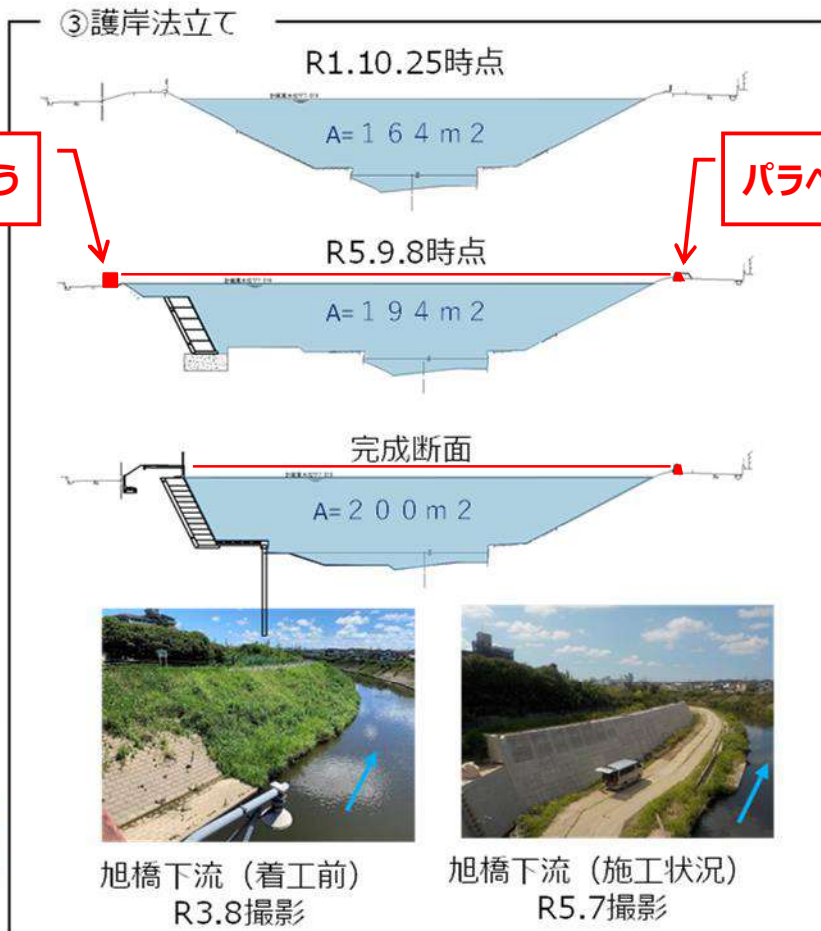
【凡例】

■ 令和元年10月豪雨浸水区域



大型土のう

パラペット



①調節池増設

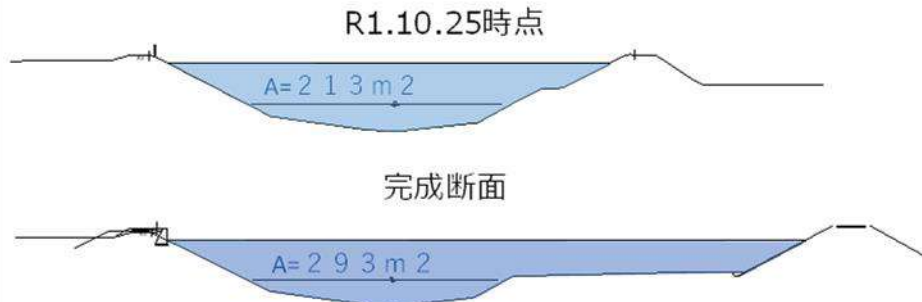


①調節池増設
暫定供用 (R5.7末時点)
36万m³/40万m³

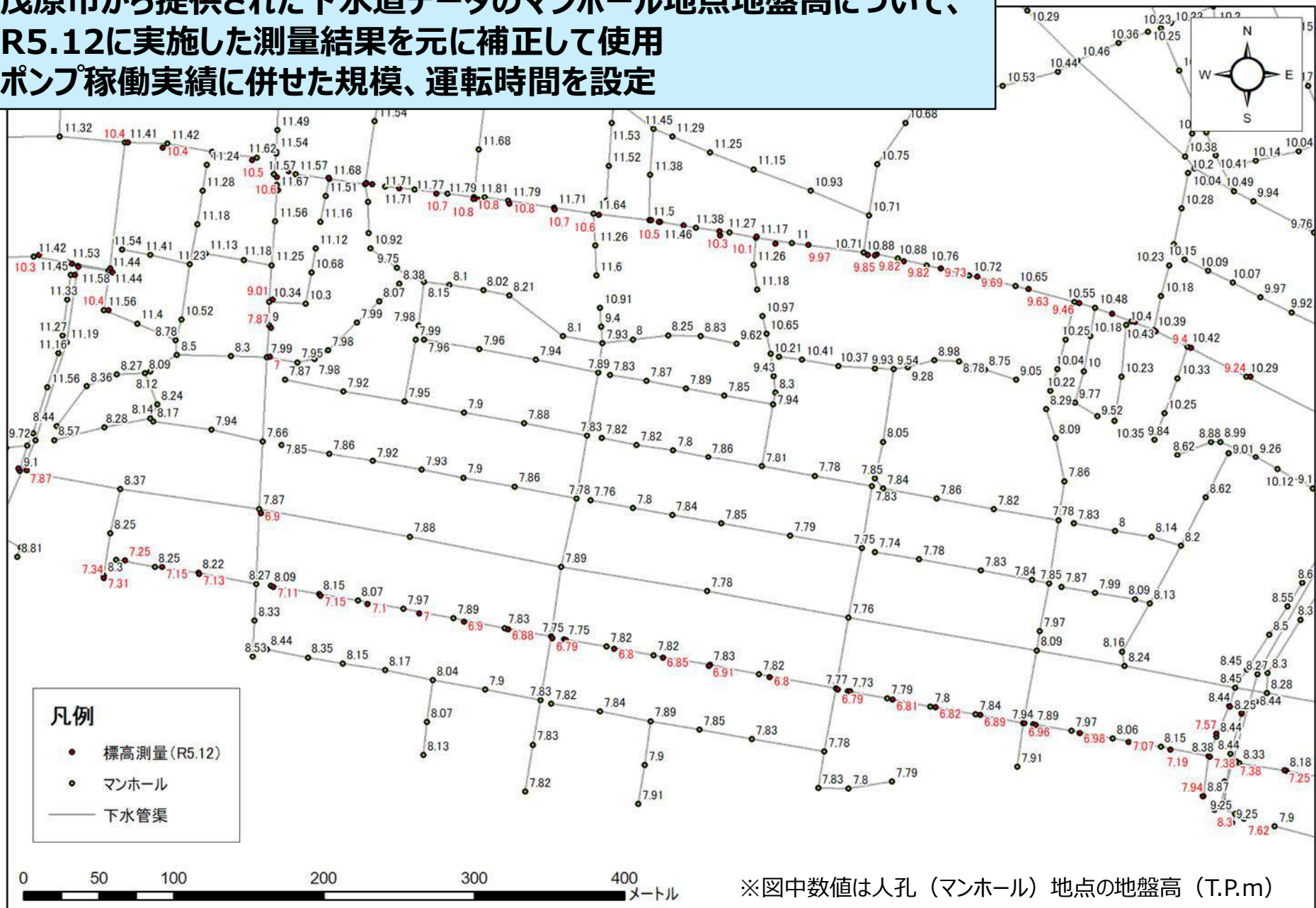
②堤防高上げ



④河道拡幅



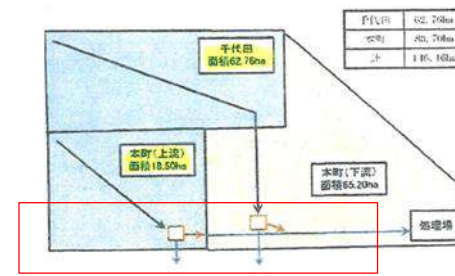
- 茂原市から提供された下水道データのマンホール地点地盤高について、R5.12に実施した測量結果を元に補正して使用
- ポンプ稼働実績に併せた規模、運転時間を設定



マンホールの標高比較（黒字：下水道データ、赤字：R5.12測量）

■ 茂原市下水道と八千代地区等の雨水捌け口 (空撮との重ね合わせ)

下水系統概略図



- : 下水道管渠
- : マンホール (人孔)
- : 雨水吐口への管渠
- : 雨水吐口への管渠の人孔
- : R5.9浸水範囲



分水堰
・本町上流雨水吐室

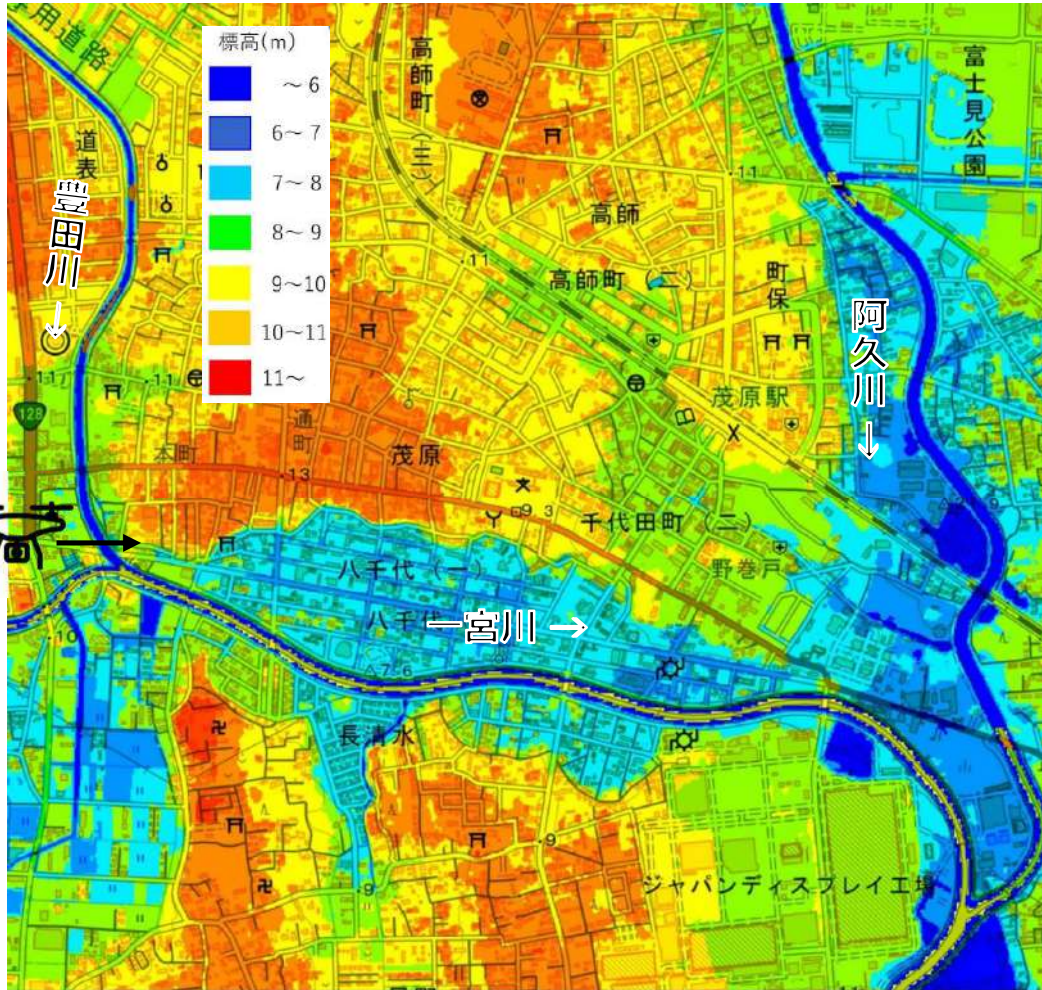
分水堰
・千代田雨水吐室

下図は赤枠範囲の管網とマンホール位置

内水は、基本的には雨水管 (赤線) を通って処理場に向かって流れるが、大雨時には分水堰を経由して、オーバーフローした雨水を河川に流入させる (緑線)。

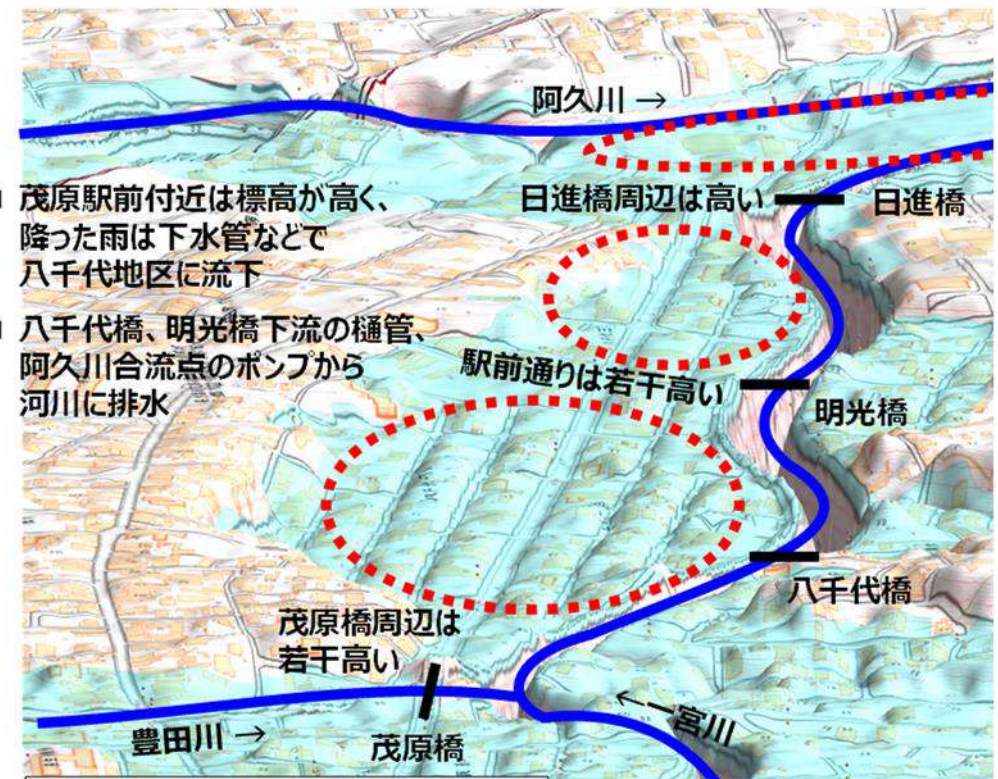


- 氾濫原の地形として国土地理院DEMデータを基本とする。
氾濫解析の解像度に併せ、25mメッシュサイズに加工



(c)国土交通省地理院地図

八千代地区の3D地形図 同地形データをシミュレーションでも利用



- 茂原駅前付近は標高が高く、降った雨は下水管などで八千代地区に流下
- 八千代橋、明光橋下流の樋管、阿久川合流点のポンプから河川に排水

【凡例】

令和5年台風13号浸水範囲

シミュレーションモデルにおける仮締切堤防変状

- 洪水後に仮締切堤防の変状が確認されているが、発生時間などの特定は困難。一方、施工不備の影響などを計算する必要から、変状時間の設定が重要。
- 委員意見を求めながら、変状箇所ごとの被災形態や実績の浸水位挙動を確認し、トライアル計算により、再現性を確保。

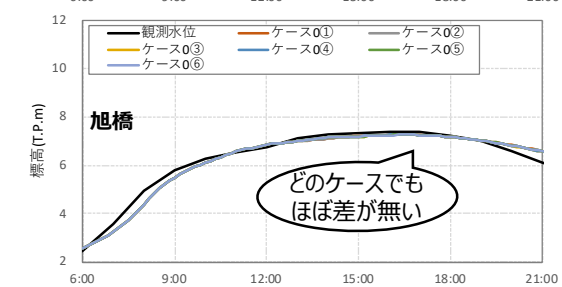
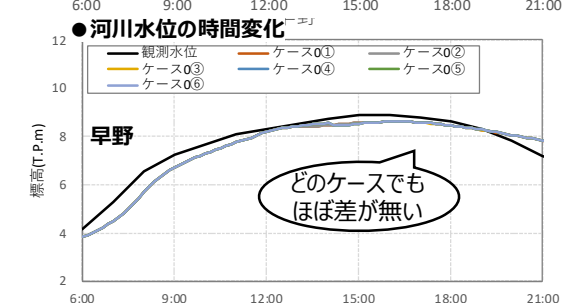
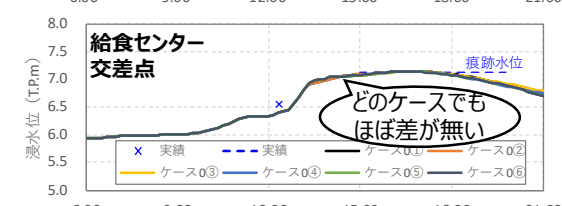
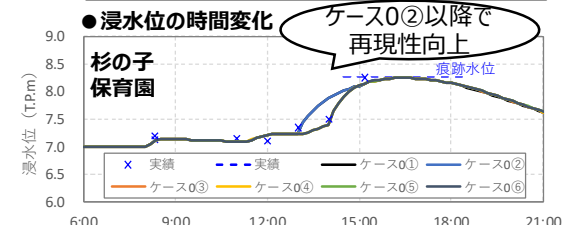
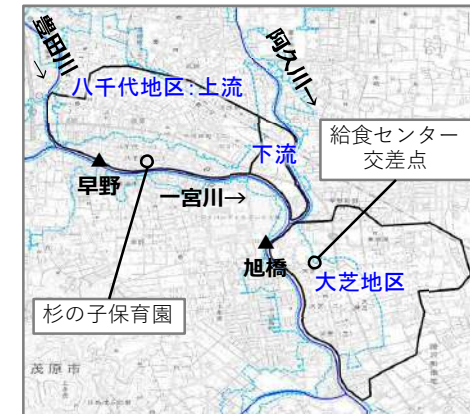
現況再現計算のケースごとの感度分析（変状時間設定について）

- 被災形態と内外水位などから発生時間を推定し、解析結果を確認し、トライアル計算で再現性を確保

● 現況再現ケースの感度分析（ケース0の変状時間設定について）

	ケース0①	0②	0③	0④	0⑤	0⑥
設定：形態c	13時	13時	14時	14時	14時	16時
形態b	15時	15時	14時	14時	14時	14時
形態a	18時	21時	21時	氾濫戻案(15-22時)	氾濫戻案'(16-21時)	氾濫戻案'(16-21時)
設定のための想定	変状形態からの初期設定仮値	cが21時	abが14時	cが氾濫戻り開始	cが氾濫戻り+画像確認	aが16時
(問題点)	a法面のすべり(残留水圧)は、内水高外水低の変状のはずだが、変状時間が早すぎて氾濫してしまう箇所がある。	c浸透b越水は、時刻を断定する根拠に乏しい。	aは、氾濫戻り箇所でもある。氾濫戻りは最高水位付近でも起こるとの解析結果を受け、一部では時間が早めではないか。	再度、変状画像を確認すると、aの変状開始が早すぎる箇所がある。	c浸透は内外水差で外水が高い時は起こり得るため、実際はもっと遅かったケースでの適合度も確認しておく必要がある。	0⑤と比べ変状箇所の通水挙動が若干変化。氾濫が一度止まり再度氾濫する挙動となっており、0⑤の方が一般的か
(改善ポイント)	a残留水圧の想定時間を遅らせる。	c14時b14時の想定でも計算し、感度分析を行う。	a箇所毎にケース0③で、氾濫or戻りの時間を確認し、戻り発生時間を想定時間とする。	a箇所の一部を画像確認時刻に併せて是正する。	cは、内外水が同一程度となる16時以降は起こらないと判断し、最遅16時で感度分析する	河川水位や氾濫の適合度はほぼ0⑤と同じことから適合度の幅値として取り扱う
適合度確認	いずれもピーク水位や最大浸水範囲、浸水位の時間変化で一定の適合度が確認された。変状時間を変えた各感度分析から、変状は次のような発生時刻と推定された。 c浸透 13~16時（水位上昇期からピーク間） a法面のすべり 15時~22時（内水高-外水低の期間（残留水圧などの外水低減期） b越水 14時~15時（ピーク付近）					
(1)浸水位の時間変化	浸水位急上昇が13-15時の間で発生	浸水位急上昇が13-15時の間で発生	浸水位急上昇が14-15時の間で発生。 0②より実績適合	浸水位急上昇が14-15時の間で発生。 ②より実績適合	浸水位急上昇が14-15時の間で発生。 ②より実績適合	浸水位急上昇が14-15時の間で発生。 ②より実績適合(同左)
(2)変状箇所の通水挙動	a内水高外水低の変状想定において、変状時間が早すぎて氾濫	0①よりもaの適合が改善(変状後の氾濫ケースが減少)	0①よりもa適合が改善(同左)	0③よりもaのうち、氾濫戻りの表現が改善	0④を画像で再検証し、更に再現度を向上	変状-6箇所の挙動が、0⑤と異なる
最大適合					◎ ((1)(2)とも感度良)	

箇所図

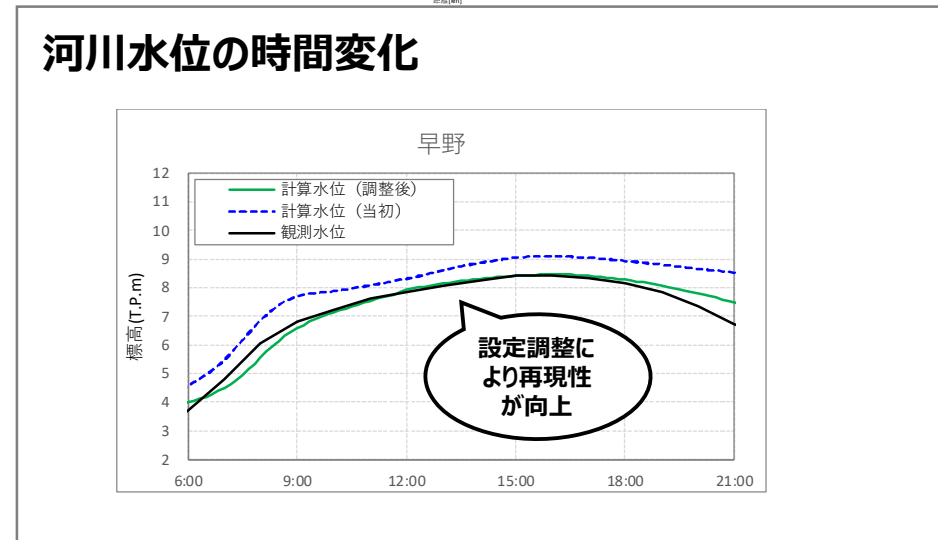
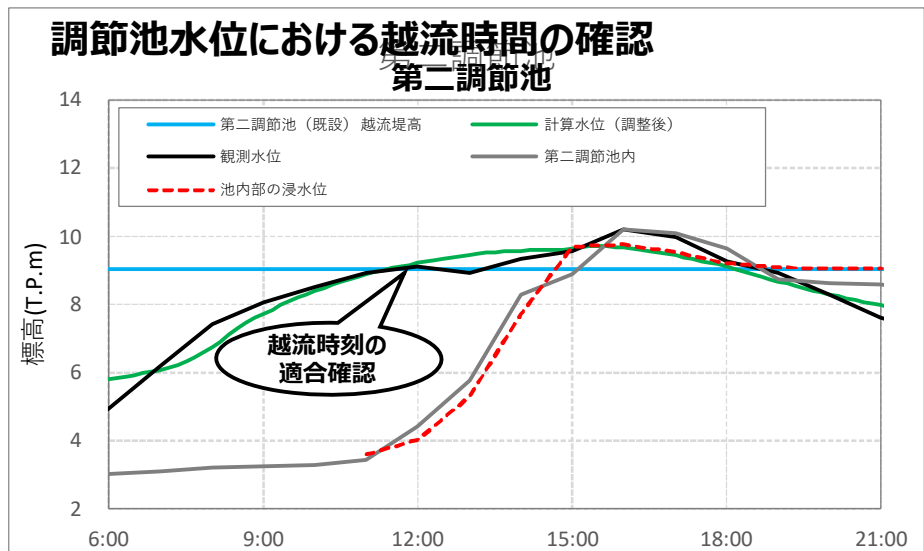
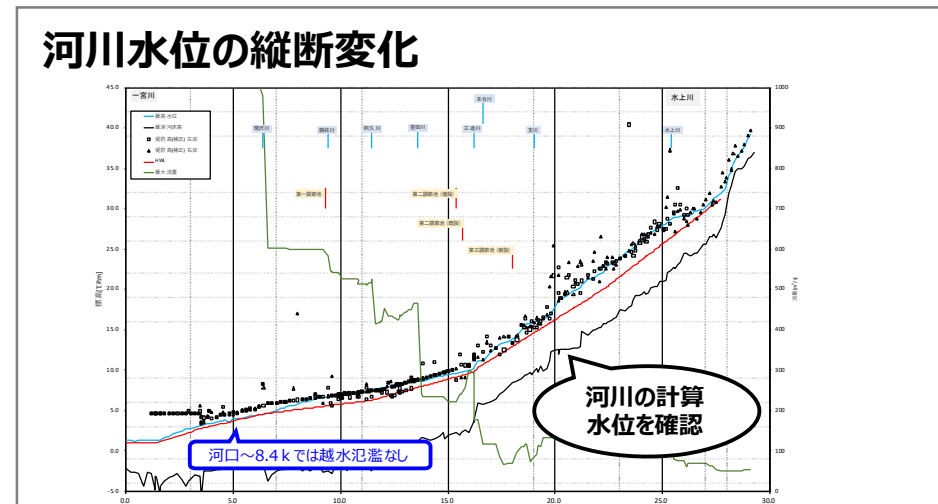


- **浸水要因（内水、施工不備、変状、越水など）を反映できるシミュレーションモデルとなるよう、委員からモデルへのご指導をいただき、観測データ、洪水痕跡、記録映像、SNS等の動画・画像のほか、住民ヒアリングなどの情報（第1回、第2回資料参照）の再現性を向上させるよう調整**

モデル改良への助言と調整例（定数の設定について）

※本計算結果は過程情報であり、最終成果ではない

- 設定した定数と解析結果を確認いただきながら再現性を向上させるようトライアル計算を実施



再現計算の妥当性 (キャリブレーションのポイント)

観測された実績から以下の4項目に着目し、再現性の確認（キャリブレーション）をまとめる。

実績情報が多い八千代地区において、以下の着目点でシミュレーション結果から、一定の**再現性が確保されていることを確認**した。

（着目点）

1. 内水の発生

河川からの氾濫が起こる前の時間帯で内水氾濫が表現できているか。

2. 氾濫の進展

施工不備箇所から河川水の流入がはじまっているか。

八千代地区上流域の2つのくぼ地地形に浸水が発生しているか。

3. 河川水の流入

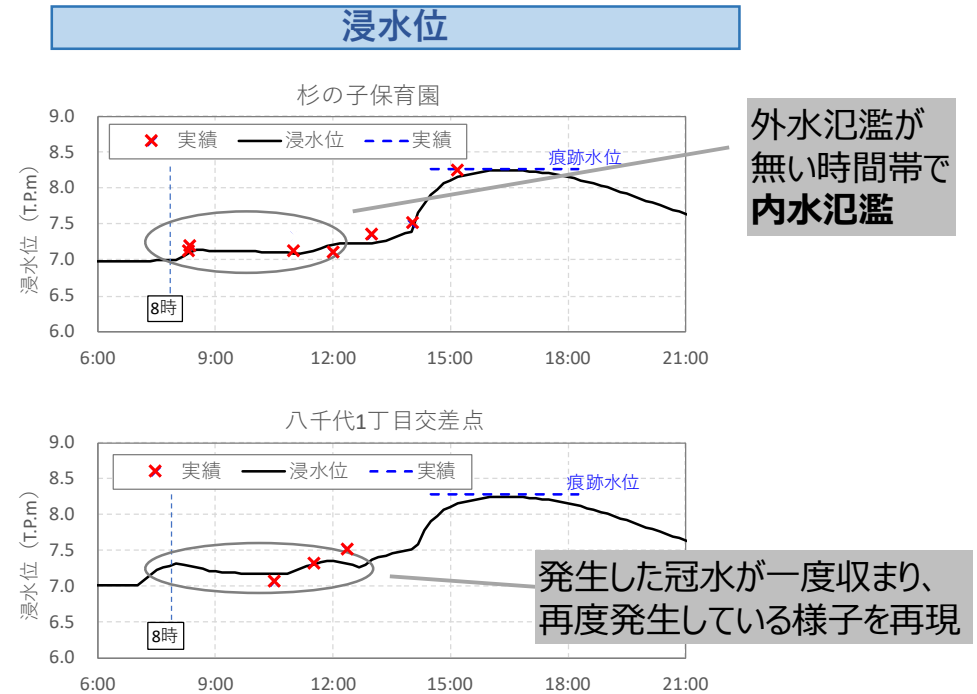
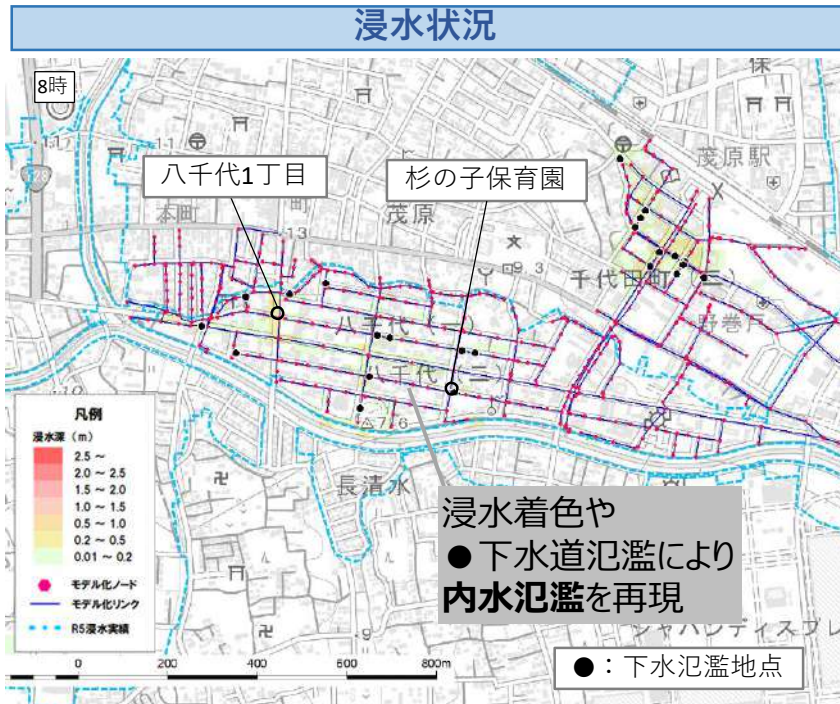
河川水位が高くなってくる時間で施工不備や変状箇所から河川水が流入し、浸水位が上昇しているか。

4. 浸水位のピーク

浸水位の痕跡、浸水範囲が適合するか。

1. 内水の発生

9月8日 8時～11時ころ 河川水位は、堤防を超えておらず、内水浸水が確認されている。
計算結果でも、この時間帯に浸水が確認されており、今次降雨の内水氾濫が表現できるモデルとなっている。



2023/9/8 8:00頃 防犯カメラ映像(杉の子保育園付近)



2023/9/8 9:00頃 防犯カメラ映像(杉の子保育園付近)



2023/9/8 11:00頃 防犯カメラ映像(杉の子保育園付近)



2. 氾濫の進展状況

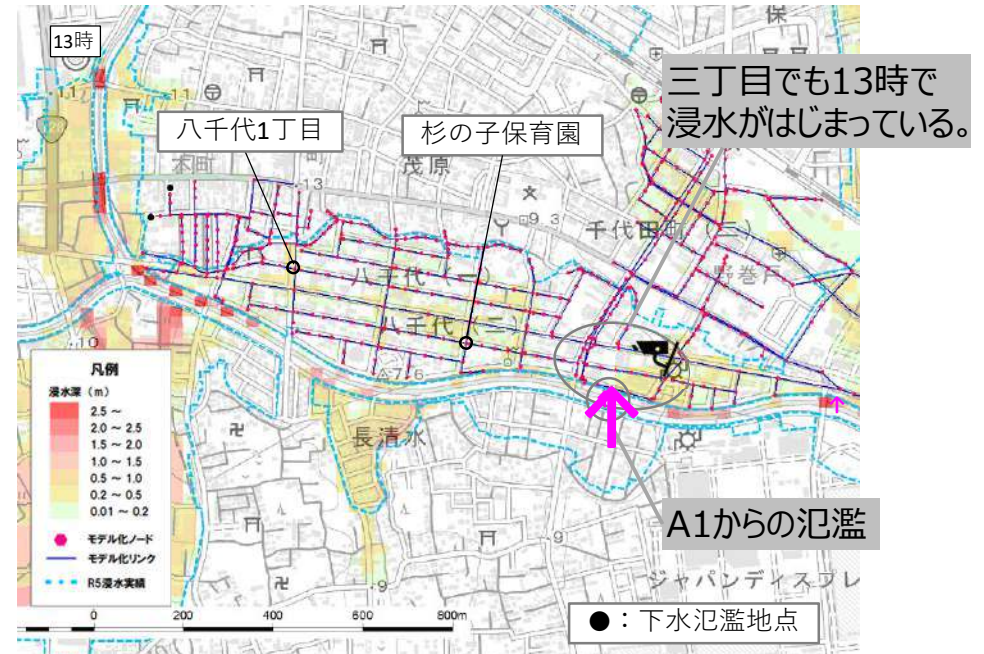
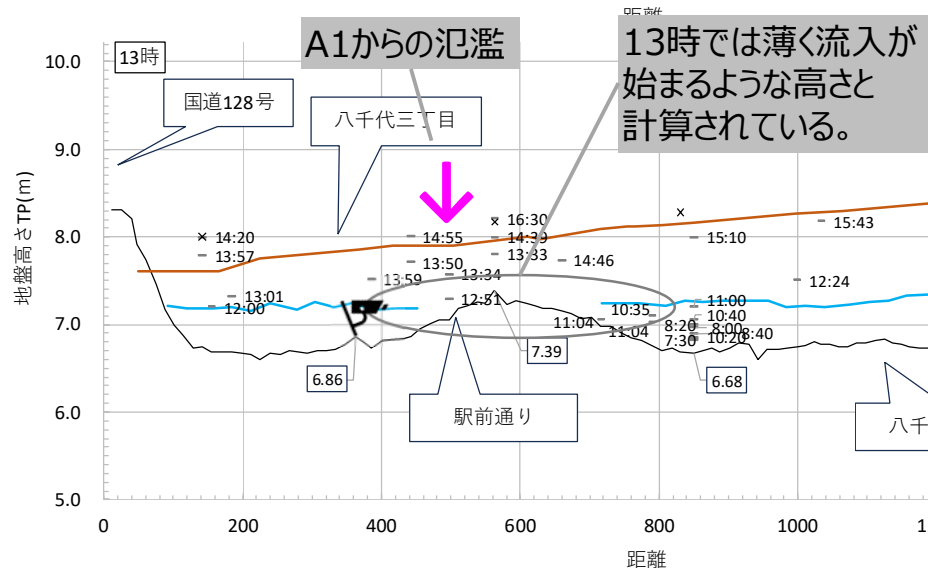
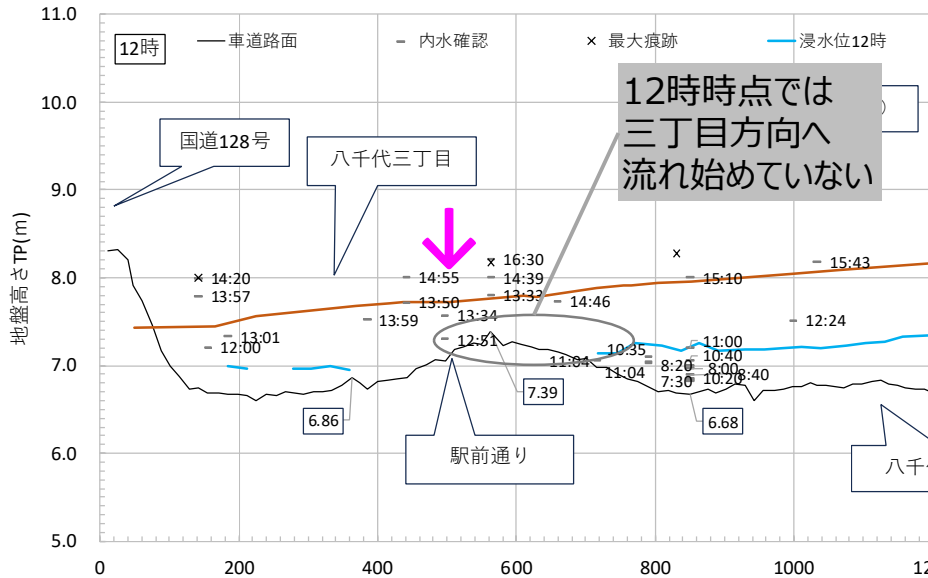
9月8日 12時～13時ころ 八千代1丁目の浸水位が上昇するとともに、**八千代3丁目に到達している**ことが、計算結果で再現されている。

施工不備 (A1) 箇所から住宅地側に流れ込んでいることが再現されている。

浸水状況



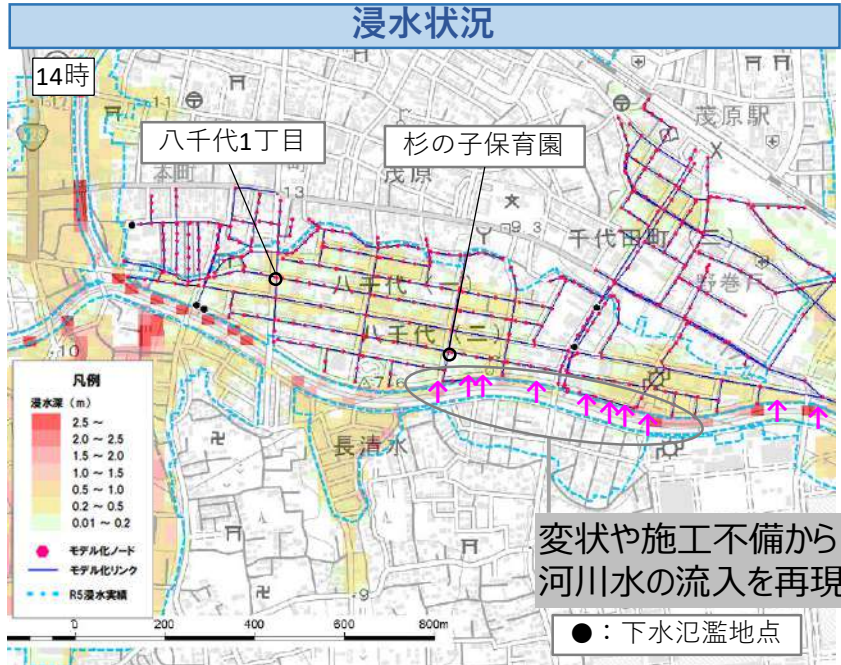
第2回委員会資料抜粋 12:51 八千代三丁目交差点



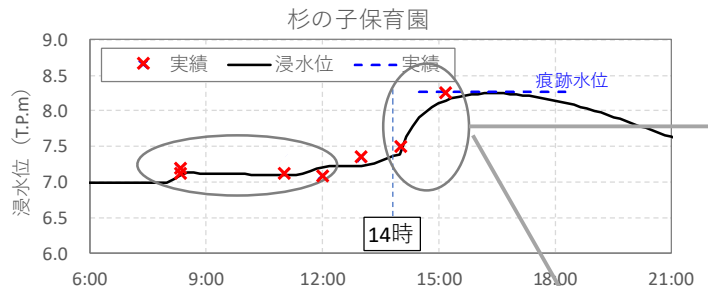
3. 河川水の流入

9月8日13時～15時ころ 変状の条件により河川水が住宅地側に流入してきており、浸水位が大きく上昇している。変状要因ABが14時に変状した仮定のケースとA13,B15時に変状した仮定のケースで感度分析し、共に一定の再現性を確認。なお、14時変状ケースが浸水位の上昇度合いと最も適合する結果となった。

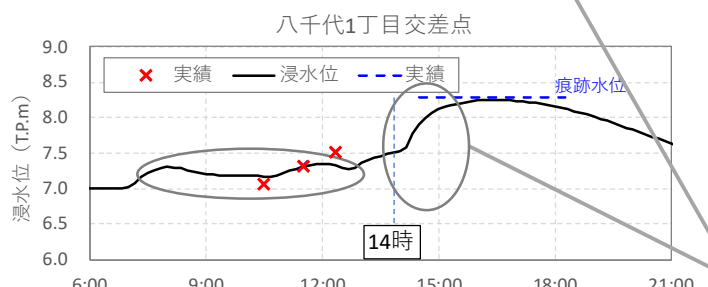
変状時間
14時



浸水位

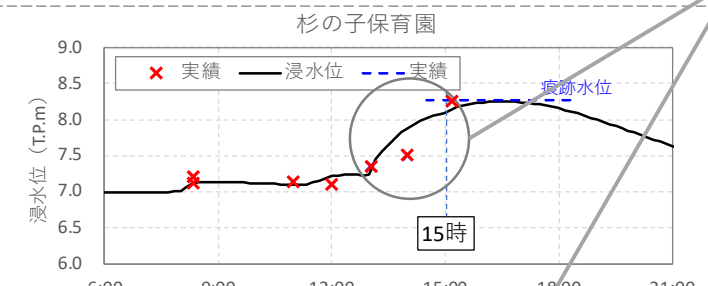
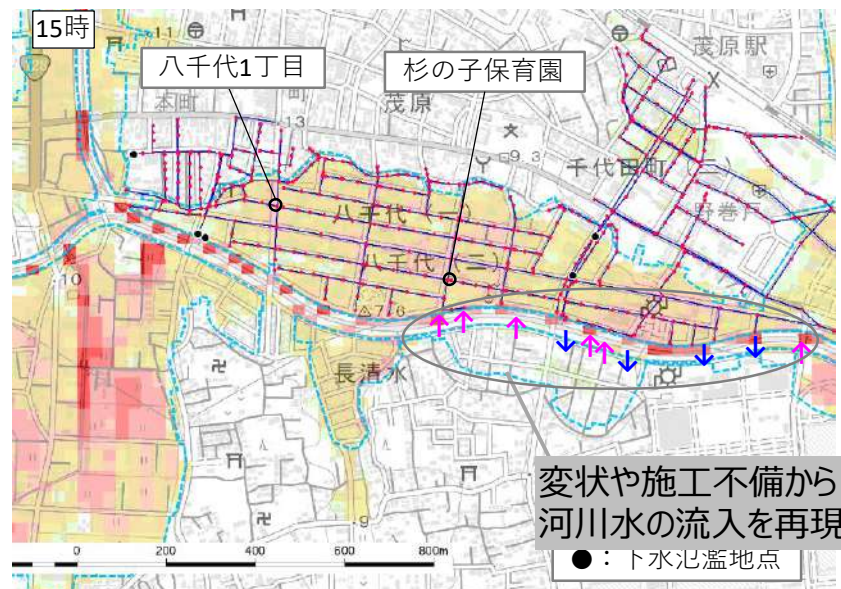


14時ケースで
浸水実績が
適合

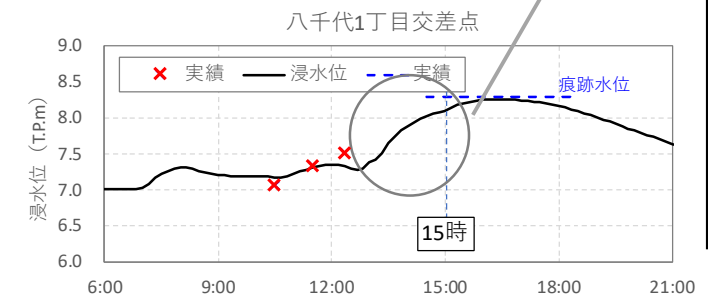


河川水流入
することで
浸水位が大き
く上昇している

変状時間
13時
15時

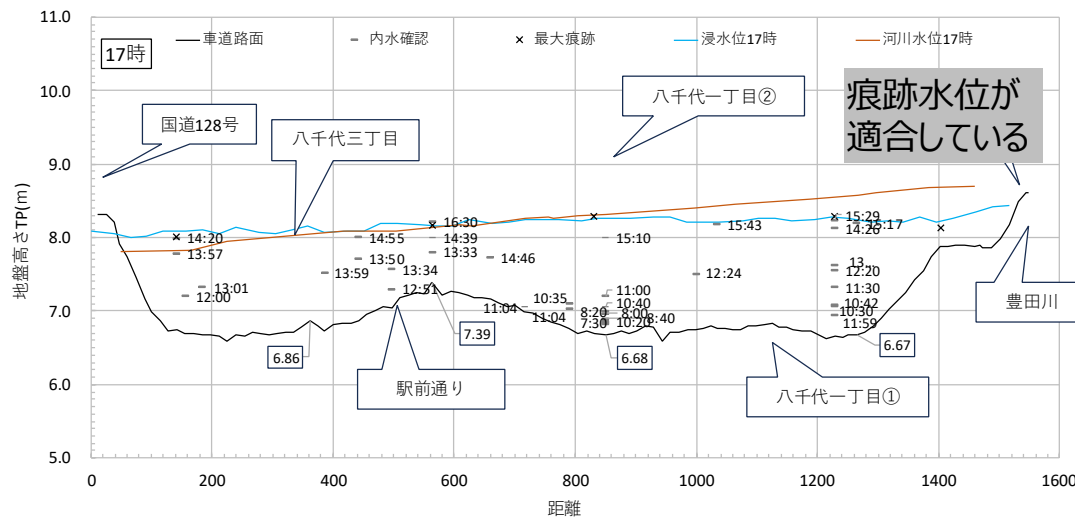
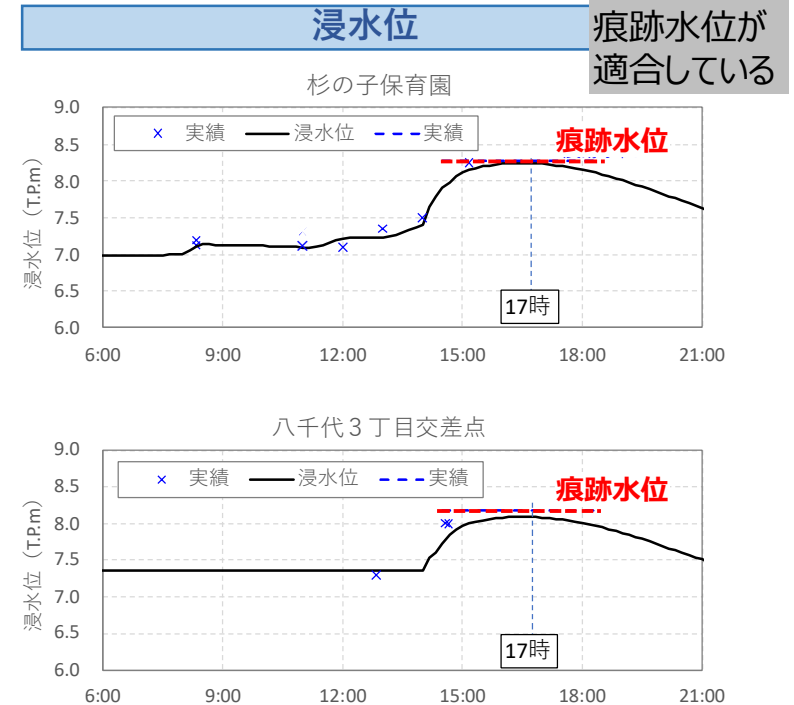


感度分析の結果、
変状の一部は
13～15時ころに
起こったと考察
される



4. 浸水位のピーク

9月8日16時～17時ころに痕跡水位付近に到達しており、実績浸水範囲や痕跡水位と適合する結果となっている。



第322報 千葉県 冠水 台風の影響 茂原市八千代1丁目4-4-3付近



第2回委員会資料抜粋 16:30 八千代三丁目交差点
SNSから取得 SNS投稿時間と推定浸水位