

# 内水浸水想定区域における 避難に資するトリガー情報に関する検討事例集

- 事例1 ポンプ井水位／地表面浸水深によるトリガー設定の事例(A都市) .....P1
- 事例2 地表面浸水深によるトリガー設定の事例(B都市).....P7
- 事例3 地表面浸水深によるトリガー設定の事例(C都市).....P13
- 事例4 貯留施設によるトリガー設定の事例(D都市).....P18
- 事例5 水防計画の水位観測点／管内水位によるトリガー設定の事例(E都市).....P24

# 避難に資するトリガー情報の検討

## 目的

気候変動の影響等により、近年、大雨が頻発しており、内水氾濫が発生するリスクが増大している。

令和3年には水防法が改正され、想定最大規模降雨に対する雨水出水想定区域の指定が求められるとともに、当該周辺地域における雨水出水発生のおそれに関する雨量、当該排水施設の水位その他の情報を入手したうえで、これらの情報を活用し、避難行動につなげるための情報として伝達する方法等を市町村地域防災計画に定めることとされた。

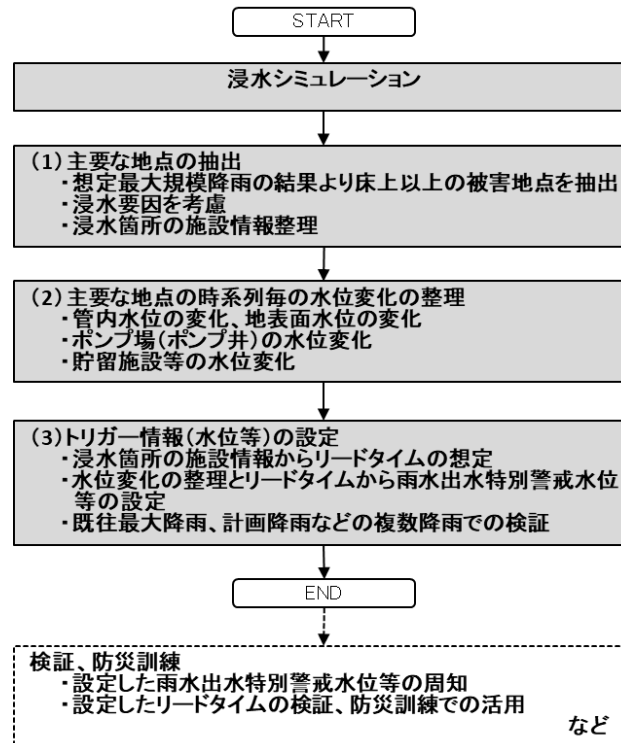
避難に資するトリガー情報として活用され得る情報は多種多様であるが、知見は少なく、浸水対策を実施する全ての団体において、各種情報を活用し住民の避難行動につなげていくために、情報の有効性の確認や設定方法等を検討する必要がある。

本事例集は、5都市のモデル地区を対象として、流出解析モデルによる浸水シミュレーションを実施し、避難に資するトリガー情報を検討した事例を紹介するものである。

なお、本事例集は検討事例であって対象都市で実際にトリガー情報として設定されているものではない。

## 検討フロー

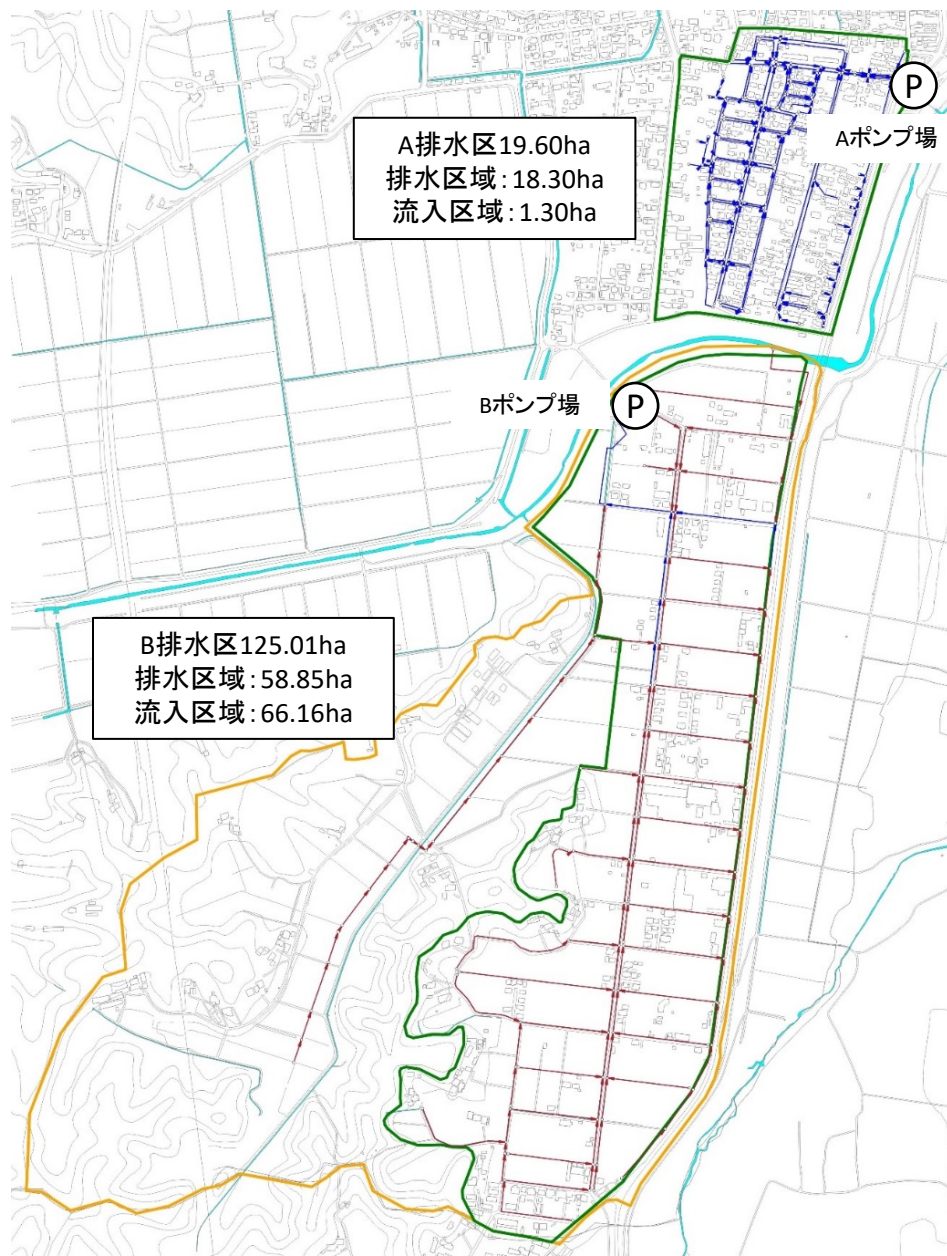
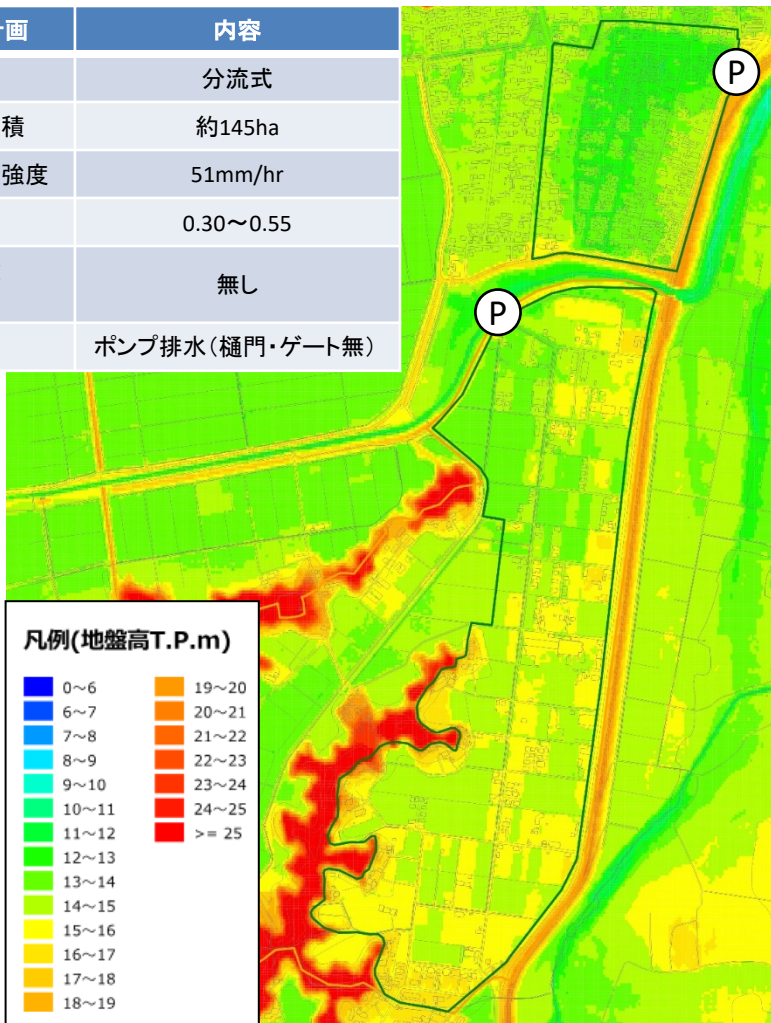
検討手順は右図のとおり。



### 1. モデル地区の概要

- 分流式を採用しており、排水区ごとにAポンプ場及びBポンプ場によるポンプ排水を行っている。
- A排水区及びB排水区ともに平坦な地形をしている。

雨水計画	内容
排除方式	分流式
排水区面積	約145ha
計画降雨強度	51mm/hr
流出係数	0.30~0.55
貯留施設の有無	無し
放流方法	ポンプ排水(樋門・ゲート無)



## 2. シミュレーション条件及び結果

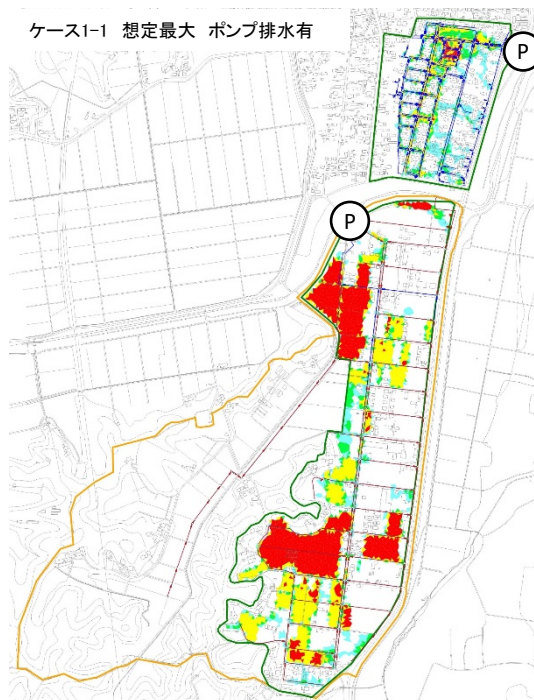
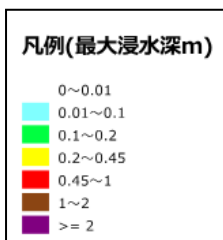
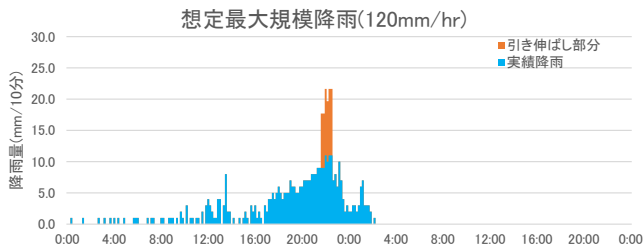
シミュレーションは降雨及びポンプ運転を変化させた全6ケースを実施した。

検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量	検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量
1-1	ポンプ排水有 (通常運転)	想定最大	120mm	21.6mm	2-1	ポンプ排水無 (ポンプ停止)	想定最大	120mm	21.6mm
1-2	ポンプ排水有 (通常運転)	既往最大	61mm	11mm	2-2	ポンプ排水無 (ポンプ停止)	既往最大	61mm	11mm
1-3	ポンプ排水有 (通常運転)	10年確率	51mm	19.9mm	2-3	ポンプ排水無 (ポンプ停止)	10年確率	51mm	19.9mm

シミュレーション結果及び浸水要因を以下に示す。

### ○浸水要因

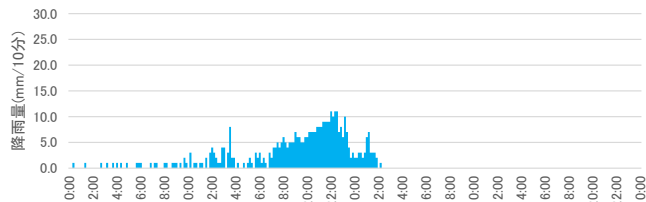
- 管路施設の排除能力を超過する降雨(管きょ能力不足)
- ポンプ施設の排除能力を超過する降雨(ポンプ能力不足)



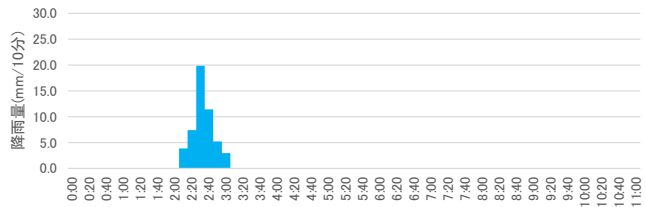


## 2. シミュレーション条件及び結果

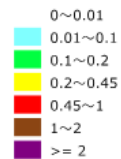
既往最大降雨(61mm/hr)



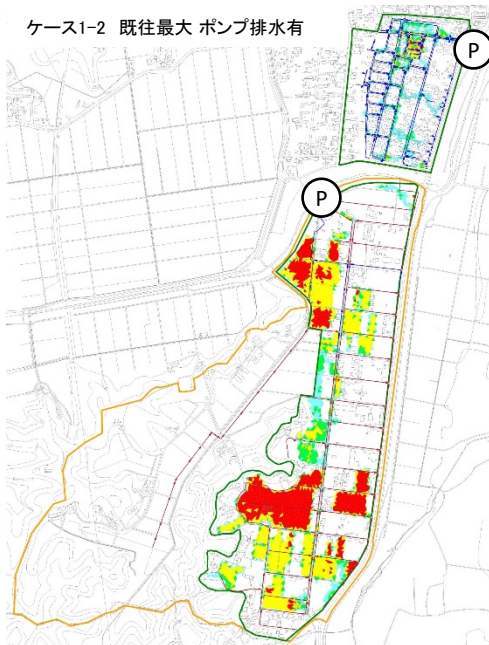
10年確率降雨(51mm/hr)



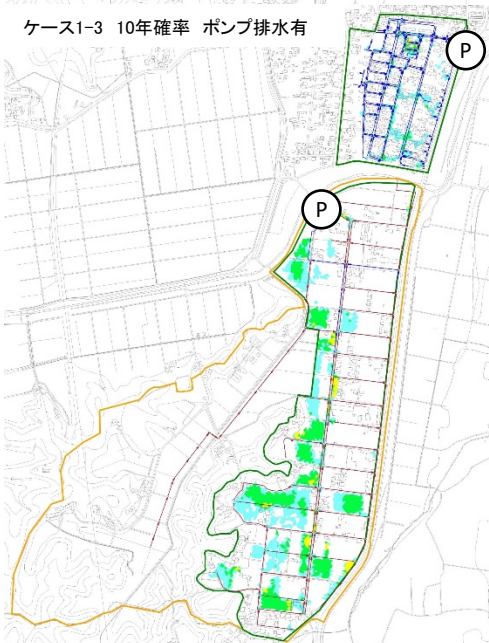
凡例(最大浸水深m)



ケース1-2 既往最大 ポンプ排水有



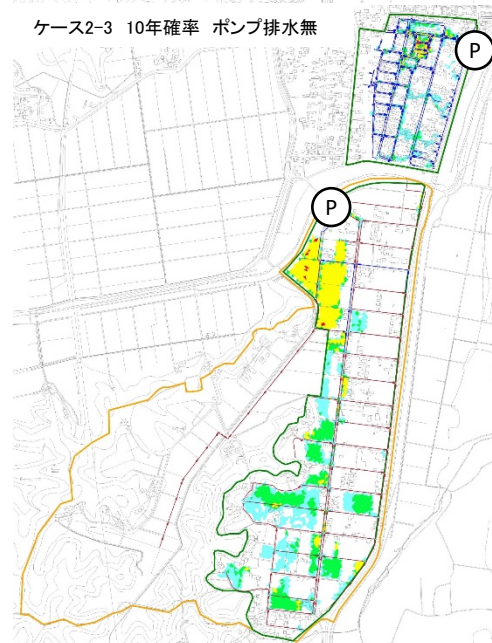
ケース1-3 10年確率 ポンプ排水有



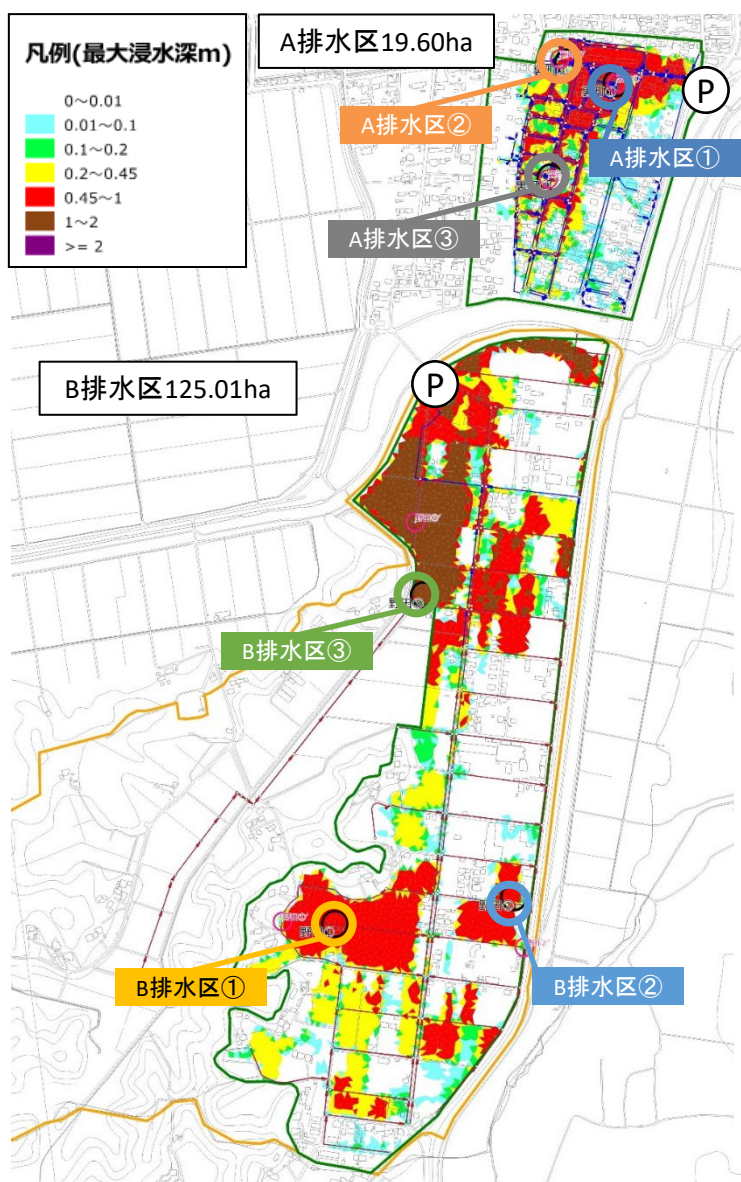
ケース2-2 既往最大 ポンプ排水無



ケース2-3 10年確率 ポンプ排水無



## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)



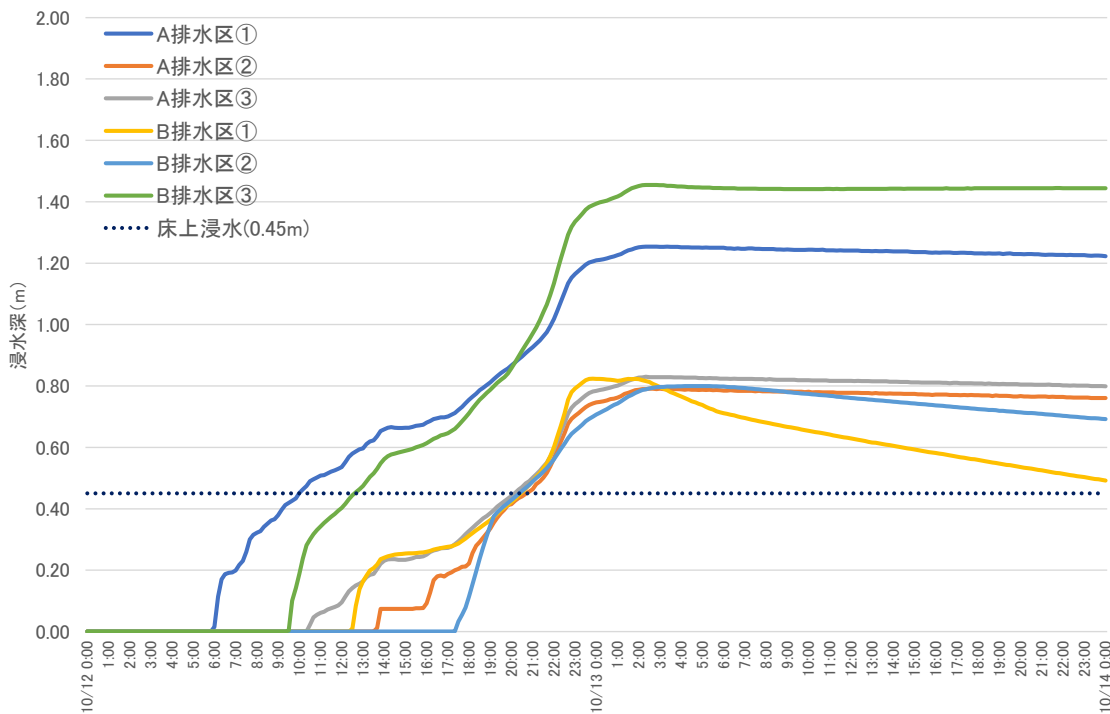
## (1) 主要な地点の抽出

- 浸水リスクが最大となる想定最大規模降雨かつポンプ排水停止ケース(2-1)において、浸水が0.45mを超え、浸水要因別・排水系統別に6地点を抽出した(実績:ポンプ排水不可であった)。

## (2) 時系列ごとの水位変化

- A排水区及びB排水区における、各地点の水位及びポンプ井の水位の挙動を確認した。

ケース2-1 浸水深比較(想定最大 ポンプ排水無)



## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (3)時系列ごとの水位変化及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

各地点の水位の挙動を確認した。

#### ■A排水区①地点

- 当該地点での浸水発生時刻は6:00であり、Aポンプ場で流入管の約70%水位、Bポンプ場で約55%水位であった。
- 床上浸水に達した時刻は10:00であり、Aポンプ場で流入管の約85%水位、Bポンプ場で約75%水位であった。

以上より、トリガー情報の設定にあたる考え方を以下に示す。

- 対象排水区内に要配慮者施設を有することを想定し、要配慮者の避難時間(リードタイム)を確保する。
- A排水区①地点で浸水発生した時刻での各ポンプ場水位を設定すると、空振りとなる頻度が高くなるため、Aポンプ場:ポンプ井水位80%水深、Bポンプ場:ポンプ井70%水深を目安とする。

早い場合空振りが多い

要配慮者のリードタイムを確保 & ポンプ井水位の目安を超過

状況	時刻	Aポンプ場		Bポンプ場		浸水被害状況						トリガー情報(案)
		水位	水深割合	水位	水深割合	A①	A②	A③	B①	B②	B③	
	6:00	12.175	70%	13.008	55%	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6:10	12.250	74%	13.083	59%	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6:20	12.293	76%	13.176	64%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6:30	12.301	76%	13.218	66%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6:40	12.300	76%	13.251	68%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6:50	12.297	76%	13.254	68%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3時間前	7:00	12.313	77%	13.272	69%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7:10	12.339	78%	13.295	70%	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7:20	12.351	79%	13.299	70%	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7:30	12.372	80%	13.329	71%	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7:40	12.379	80%	13.336	72%	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7:50	12.373	80%	13.328	71%	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2時間前	8:00	12.370	80%	13.318	71%	0.32						Aポンプ場の流入管の水位が8割水深を超えた
	8:10	12.378	80%	13.323	71%	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8:20	12.393	81%	13.349	72%	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8:30	12.395	81%	13.353	73%	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8:40	12.390	81%	13.336	72%	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8:50	12.397	81%	13.337	72%	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1時間前	9:00	12.410	82%	13.358	73%	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Aポンプ場の水位が流入管の8割水深を超え上昇傾向を示す
	9:10	12.421	82%	13.374	74%	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9:20	12.426	82%	13.369	73%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9:30	12.429	83%	13.362	73%	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9:40	12.431	83%	13.361	73%	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	
	9:50	12.445	83%	13.372	74%	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
床上浸水	10:00	12.458	84%	13.398	75%	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	床上浸水が発生
	10:10	12.465	84%	13.383	74%	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	
	10:20	12.483	85%	13.400	75%	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	
	10:30	12.493	86%	13.411	76%	0.49	0.00	0.02	0.00	0.00	0.30	
	10:40	12.498	86%	13.388	74%	0.50	0.00	0.05	0.00	0.00		
	10:50	12.506	86%	13.391	75%	0.50	0.00	0.06	0.00	0.00		

## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

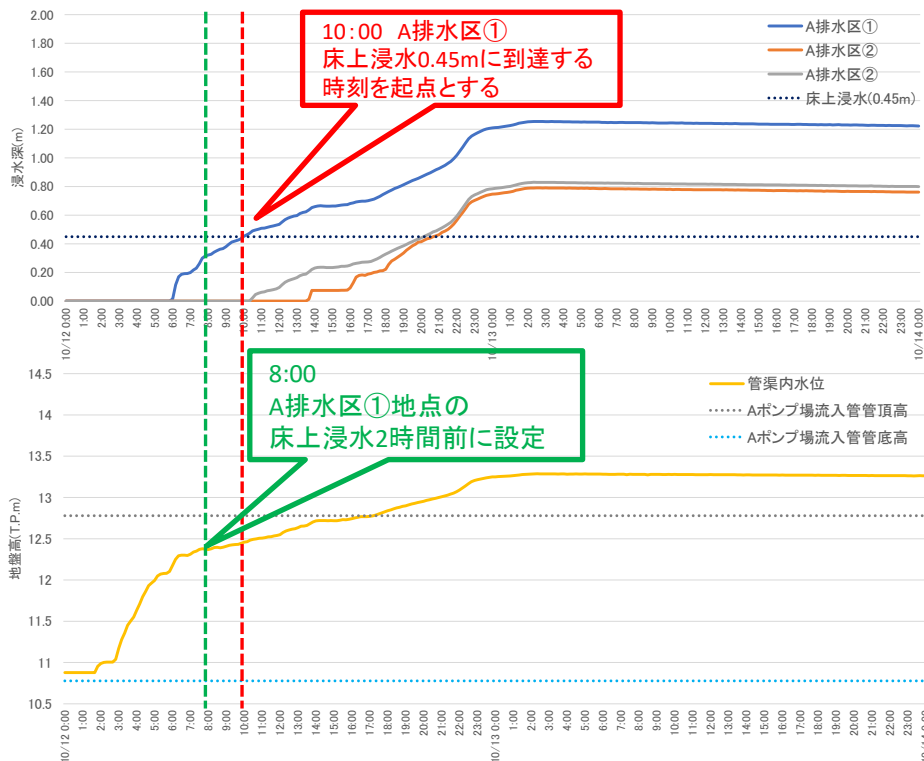
### (4) 避難に資するトリガー情報の設定(案)

ポンプ井の水位に達する頻度や要配慮者のリードタイムを考慮して、以下の通りトリガー情報を設定する。

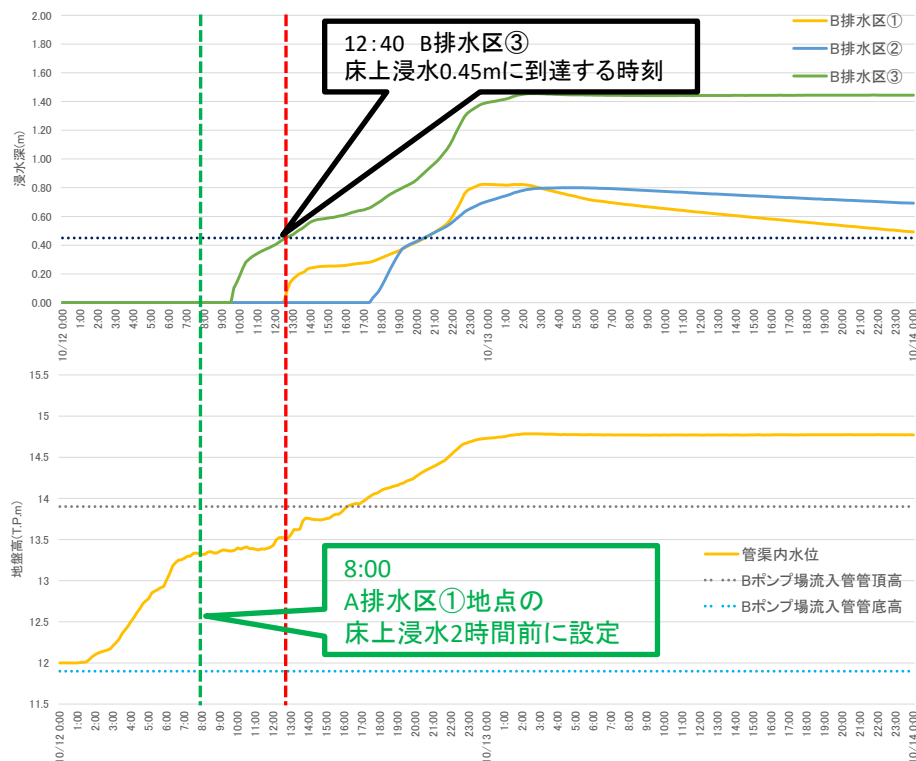
本検討におけるトリガー情報の設定(案):  
床上浸水の発生2時間前の各水位(右表)

項目	内容
水位観測地点	1) Aポンプ場 ポンプ井水位 2) Bポンプ場 ポンプ井水位 3) A排水区①地点 地表面の浸水深
避難等の開始水位(床上浸水発生2時間前)	1) Aポンプ場 ポンプ井水位 流入管の80%水深 2) Bポンプ場 ポンプ井水位 流入管の70%水深 3) A排水区①地点 地表面の浸水深 30cmの浸水深

ケース2-1 浸水深比較(想定最大 ポンプ排水無)



ケース2-1 浸水深比較(想定最大 ポンプ排水無)

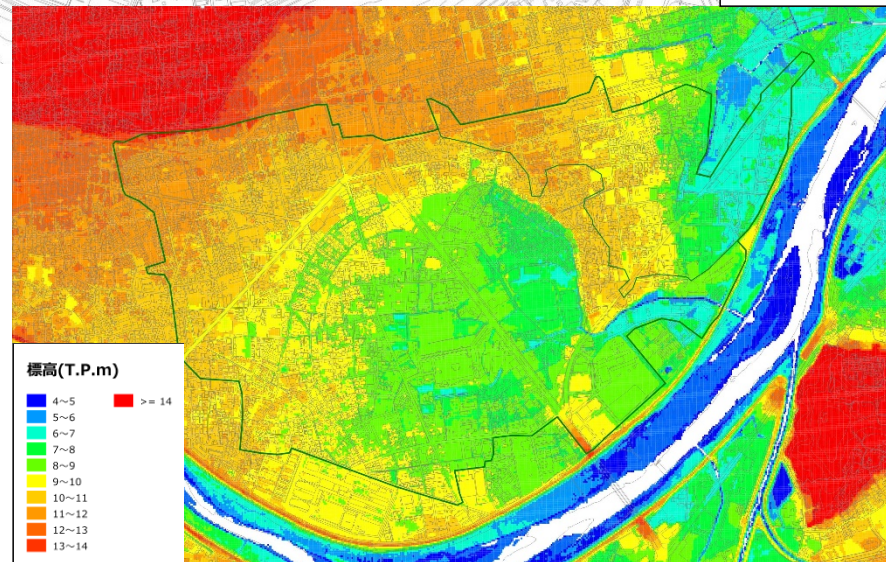
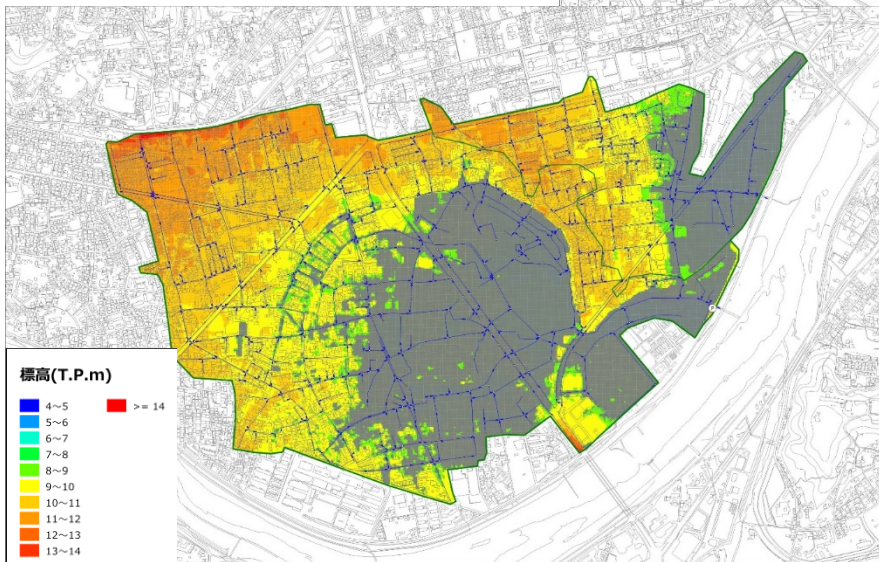
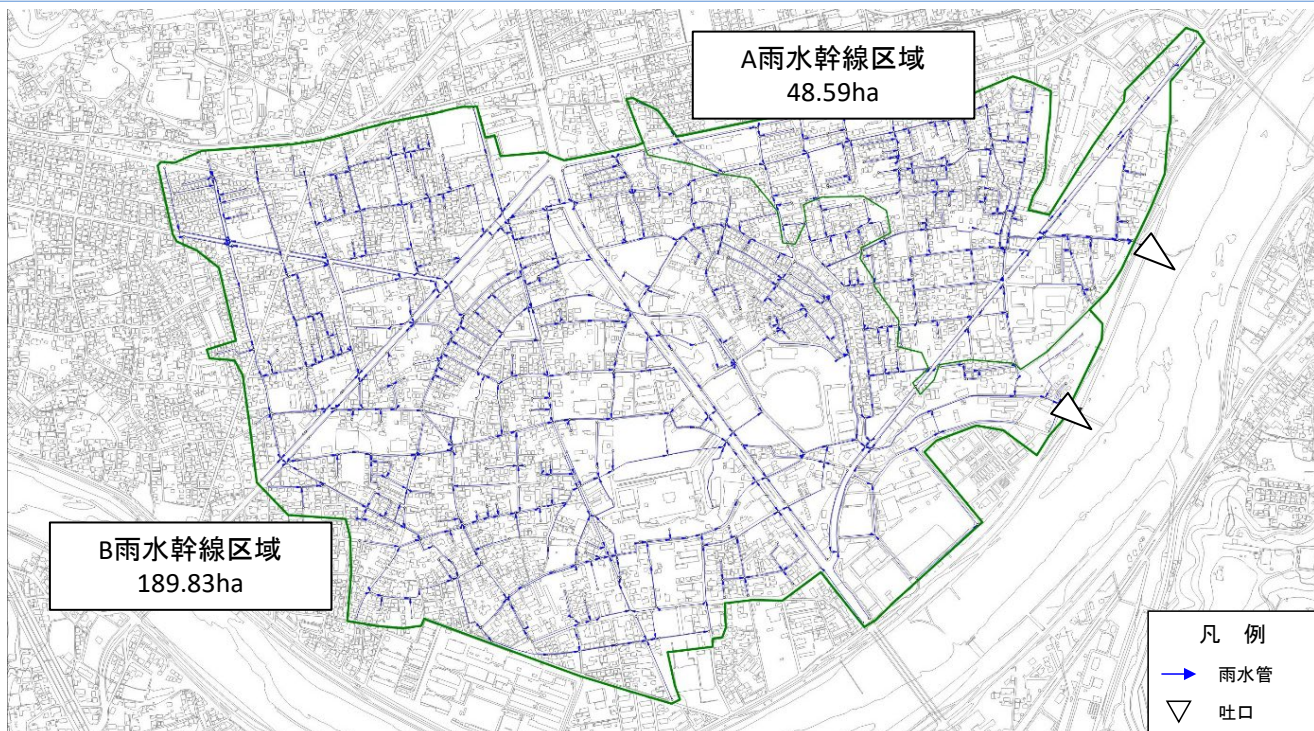




## 1. モデル地区の概要

- 分流式を採用しており、流末は自然放流となる。
- 北西部から南東部にかけて標高が低くなっている。
- 放流先水位の影響について、河川水位がHWLになった場合、灰色の部分では、全く排水できない状況となる(左下図)。

雨水計画	内容
排除方式	分流式
排水区面積	約238ha
計画降雨強度	51.7mm/hr
流出係数	0.65
貯留施設の有無	無し
放流方法	自然放流(樋門・ゲート有)





## 2. シミュレーション条件及び結果

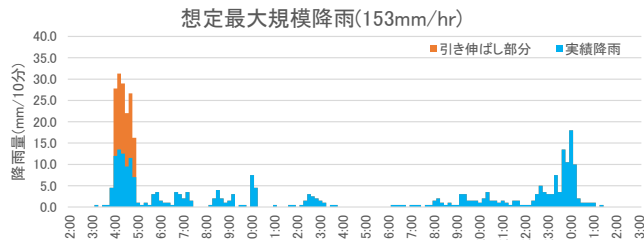
シミュレーションは降雨及び放流先の条件を変化させた全6ケースを実施した。

検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量
1-1	自由放出	想定最大	153mm	31.3mm
1-2	自由放出	既往最大	66mm	13.5mm
1-3	自由放出	計画	66mm	22.4mm
2-1	降雨に応じた設定水位	想定最大	153mm	31.3mm
2-2	降雨に応じた設定水位	既往最大	66mm	13.5mm
2-3	降雨に応じた設定水位	計画	66mm	22.4mm

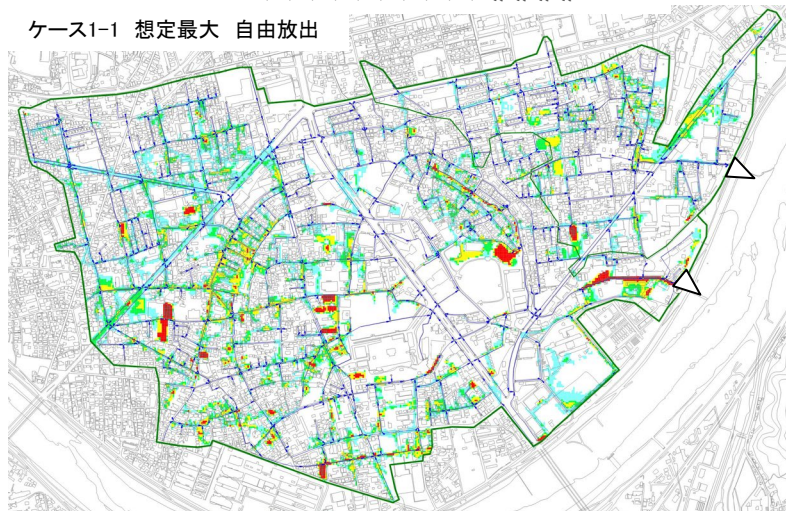
シミュレーション結果及び浸水要因を以下に示す。

○浸水要因

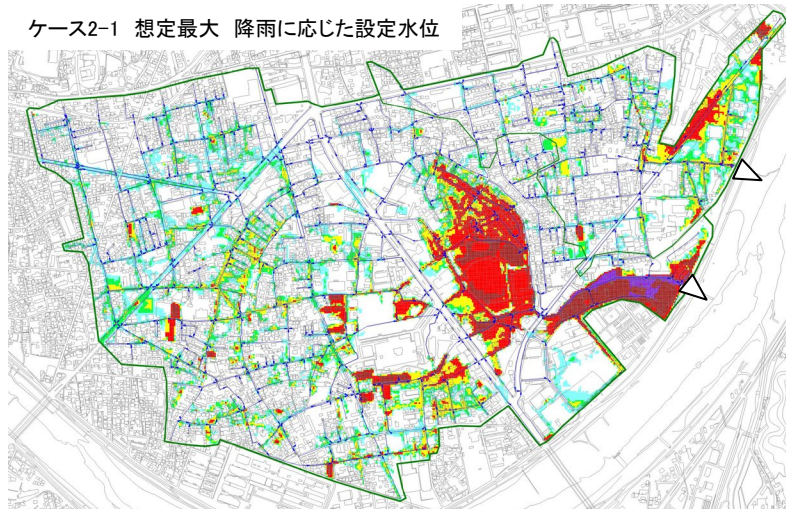
- 管路施設の排除能力を超過する降雨(管きょ能力不足)
- 放流先河川の水位が高くなり、放流できない(放流先能力不足)



ケース1-1 想定最大 自由放出



ケース2-1 想定最大 降雨に応じた設定水位



最大浸水深(m)

- 0~0.01
- 0.01~0.1
- 0.1~0.2
- 0.2~0.45
- 0.45~1
- 1~2
- >= 2

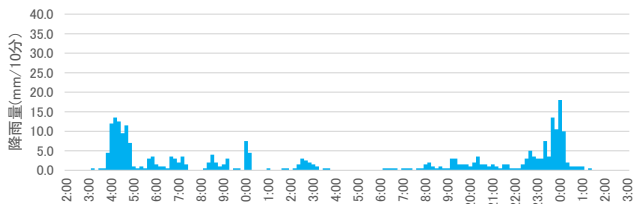
凡例

- 雨水管
- ▽ 吐口

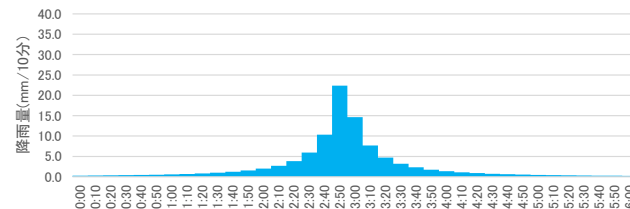


## 2. シミュレーション条件及び結果

既往最大降雨(66mm/hr)



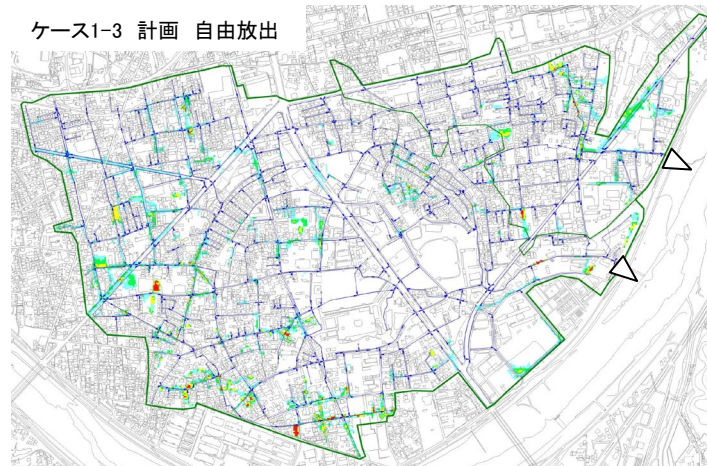
計画降雨(66mm/hr)



ケース1-2 既往最大 自由放出



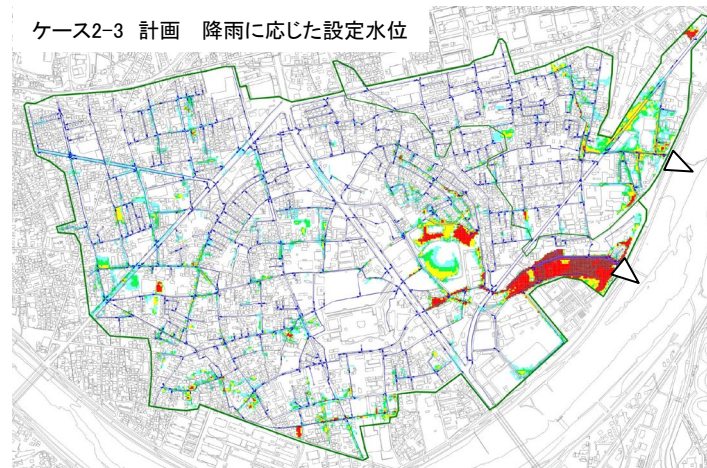
ケース1-3 計画 自由放出



ケース2-2 既往最大 降雨に応じた設定水位



ケース2-3 計画 降雨に応じた設定水位



### 最大浸水深(m)

- 0~0.01
- 0.01~0.1
- 0.1~0.2
- 0.2~0.45
- 0.45~1
- 1~2
- >= 2

### 凡 例

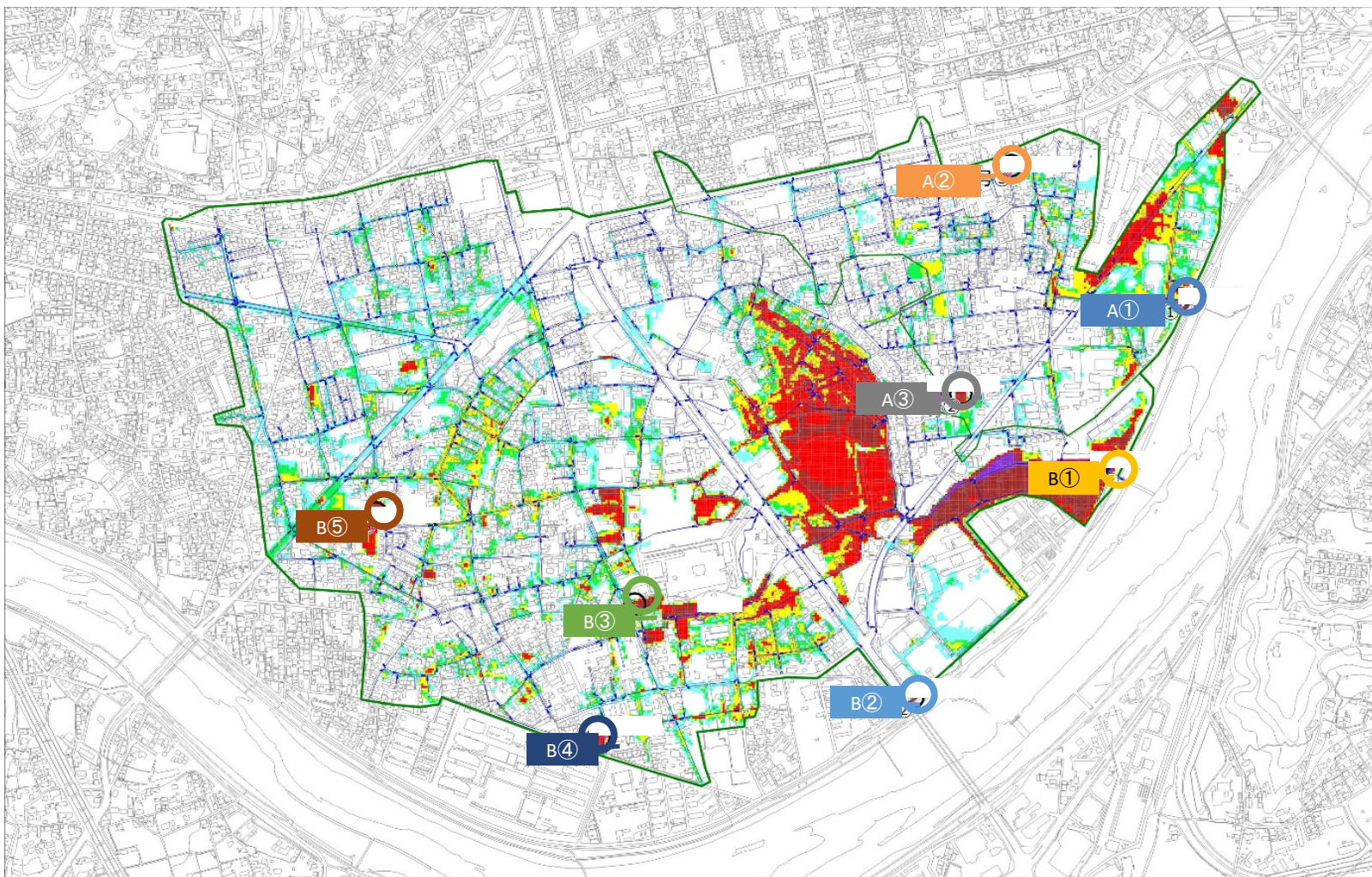
- 雨水管
- ▽ 吐口



### 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

#### (1) 主要な地点の抽出

- 浸水リスクが最大となる想定最大規模降雨ケース(2-1)において、浸水が0.45mを超える8地点を抽出した。





## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (2) 時系列ごとの水位変化

- 最も浸水開始が早い地点はB⑤地点であり、管渠の能力不足によるものである。このほか、該当する地点は、A②、A③、B②、B④である。
- ケース1-1(想定最大規模降雨・自由放出)及びケース2-1(想定最大降雨・HWL)から河川水位の影響による浸水が発生していることが確認できる。このことから河川水位の情報が有効である。該当する地点は、A①、B①、B③である。
- 自然放流排水区であるため、管の埋設位置が浅く、小口径管が多いことから管内水位が急速に上昇するためリードタイム確保が困難である。

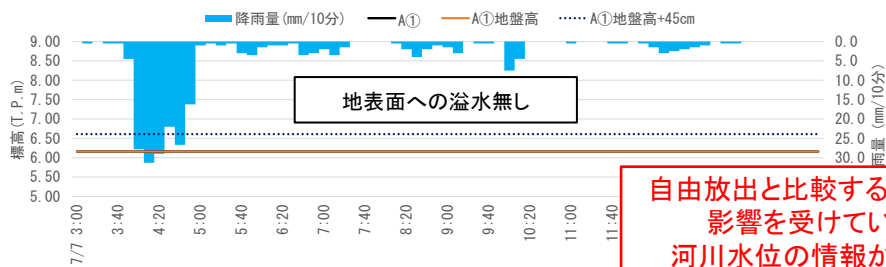
以上より、トリガー情報の設定にあたる考え方を以下に示す。

#### ○浸水要因別にトリガー情報を選択する

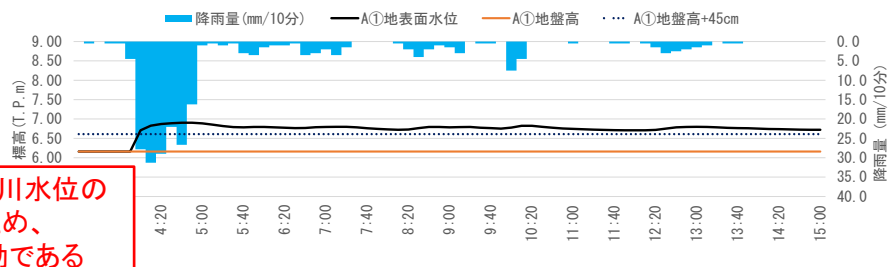
- ①管渠の能力不足による浸水区域は、地表面水位観測点を設定する。
- ②河川水位の影響による浸水区域は、放流先河川水位観測点を設定する。

#### ■例:A①地点(河川水位の影響を受けている)

A① 地表面水位(ケース1-1 想定最大、自由放出)

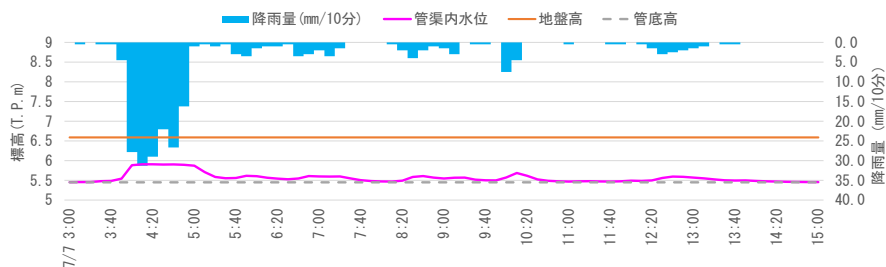


A① 地表面水位(ケース2-1 想定最大、降雨に応じた設定水位)

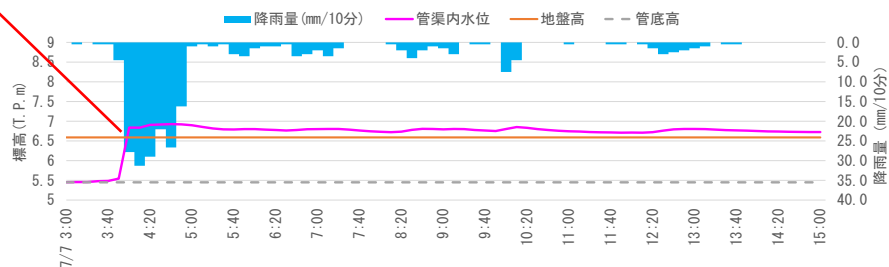


自由放出と比較すると河川水位の影響を受けているため、河川水位の情報が有効である

A①管渠内水位 [A①の浸水に関与する人孔] (ケース1-1 想定最大、自由放出)

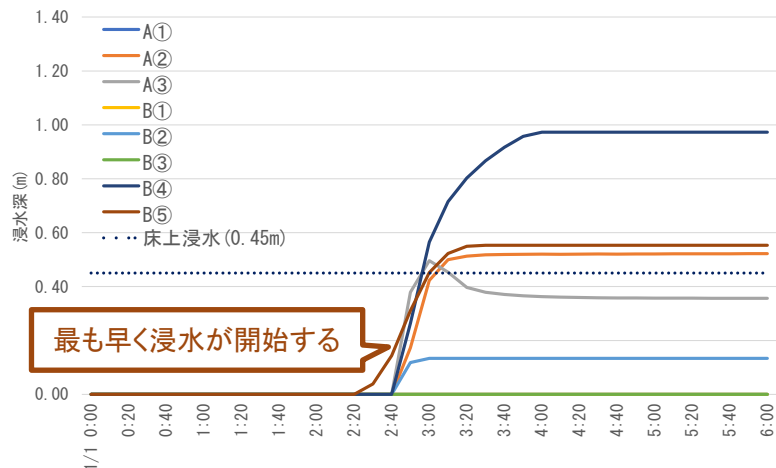


A①管渠内水位 [A①の浸水に関与する人孔] (ケース2-1 想定最大、降雨に応じた設定水位)



#### ■B⑤地点(他地点より浸水開始が早い)

ケース1-3 浸水深比較(計画 自由放出)



## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (3) 避難に資するトリガー情報の設定(案)

管渠の能力不足または河川水位の影響による浸水区域別にトリガー情報を選択し、以下のとおり設定する。

本検討におけるトリガー情報の設定(案):(下表)

【管渠の能力不足による浸水区域】

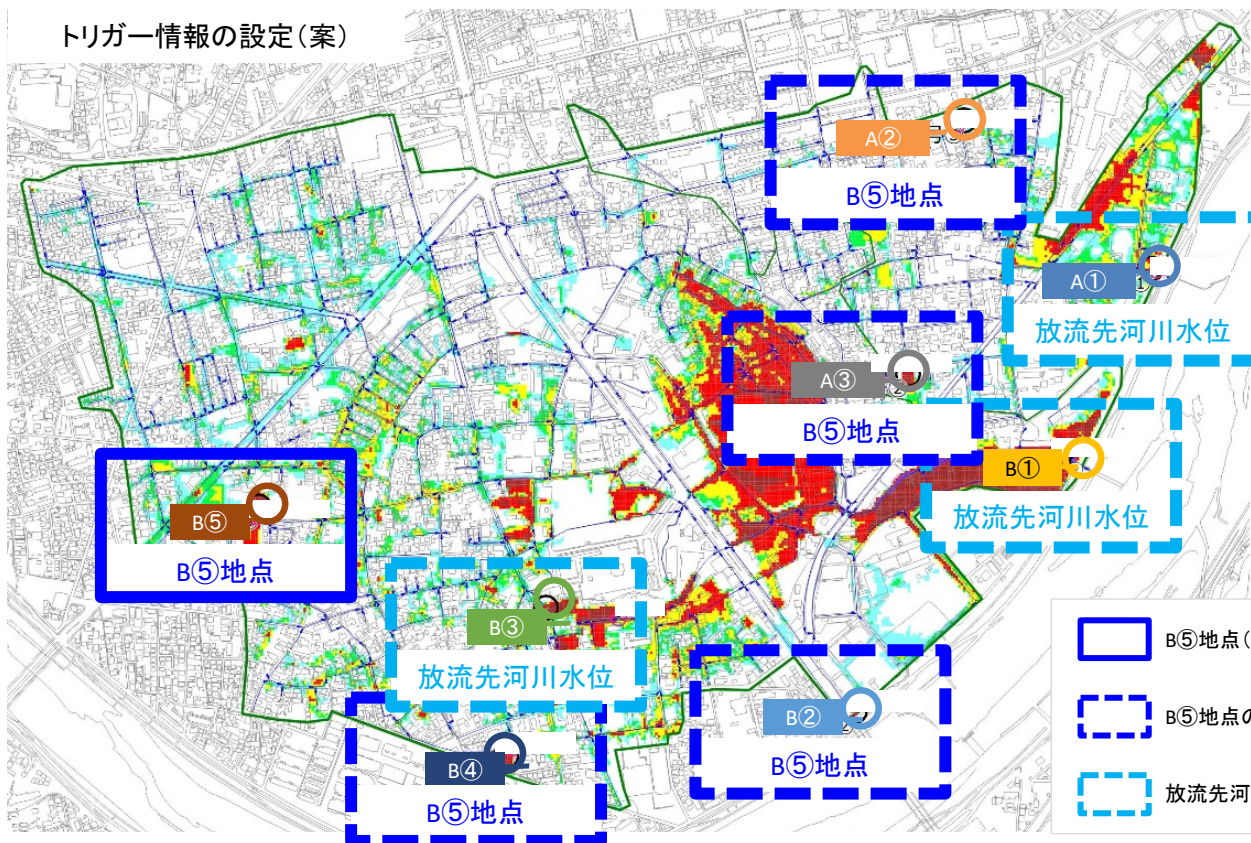
→ 地表面への浸水が最も早く始まるB⑤地点の浸水深

【河川水位の影響による浸水区域】

→ 放流先河川水位

項目	内容	対象箇所
水位観測地点	B⑤地点	地点A②、A③、B②、B④ (管渠の能力不足による浸水区域)
水位観測地点	放流先河川水位	地点A①、B①、B③ (河川水位の影響による浸水区域)

トリガー情報の設定(案)



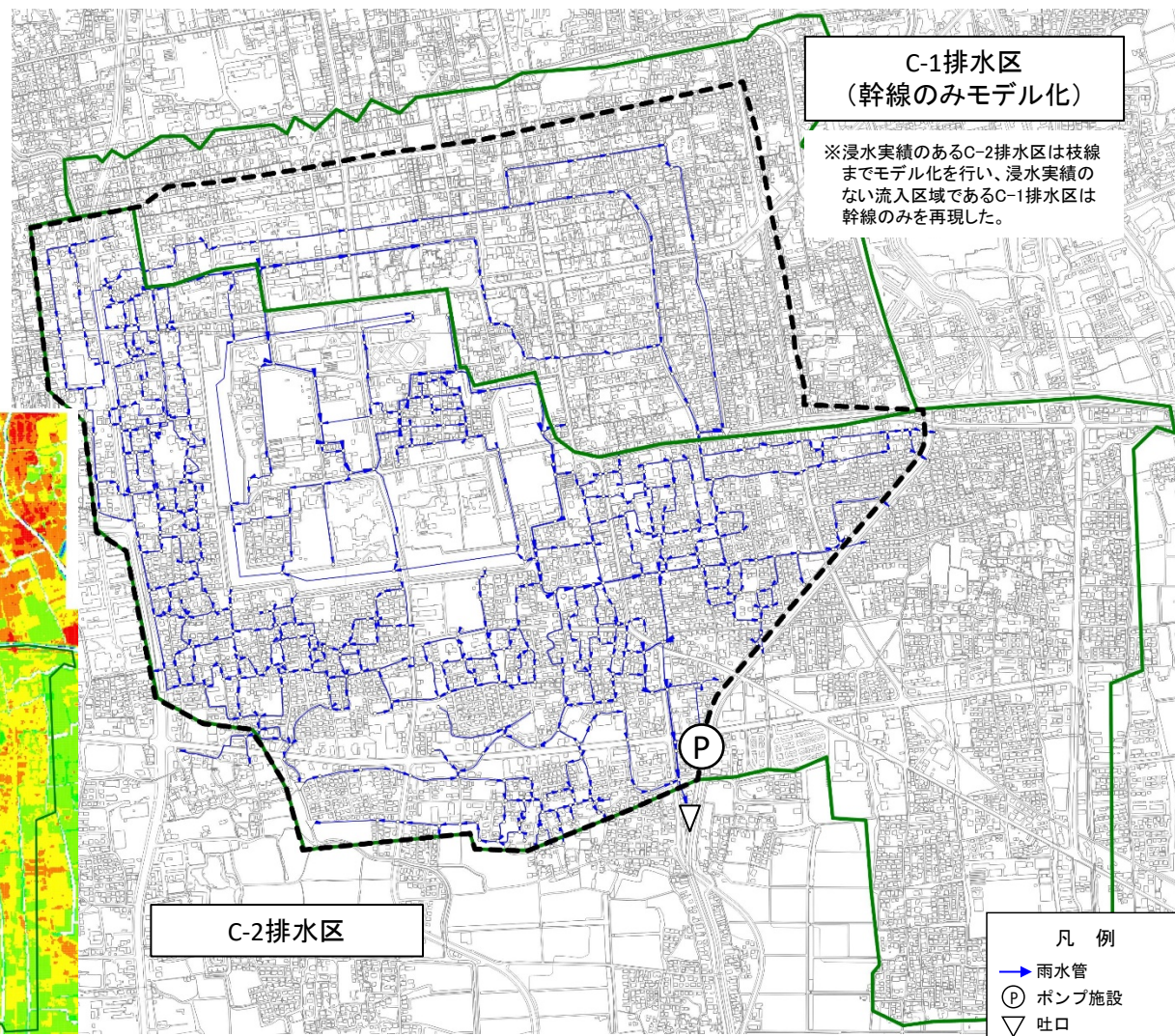
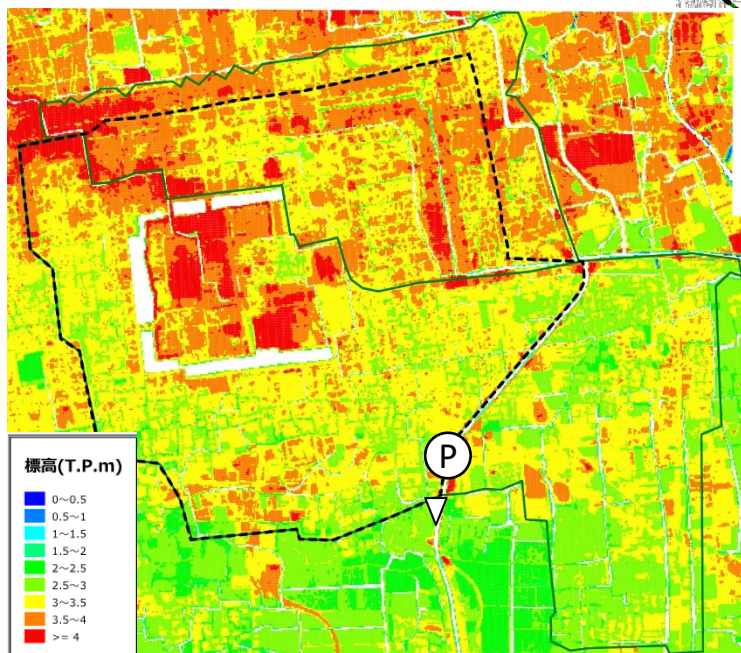
- B⑤地点(トリガー情報設定地点)
- B⑤地点のトリガー情報を活用する浸水区域
- 放流先河川水位のトリガー情報を活用する浸水区域



## 1. モデル地区の概要

- 分流式を採用しており、流末はポンプ排水となる。
- 標高は、C-2排水区の中央付近が高く、概ね同心円状に低くなっている。
- 当排水区は開水路を対象にモデル化を実施した。

雨水計画	内容
排除方式	分流式
排水区面積	約377ha
計画降雨強度	60.7mm/hr
流出係数	0.6
貯留施設の有無	無し
放流方法	ポンプ排水





## 2. シミュレーション条件及び結果

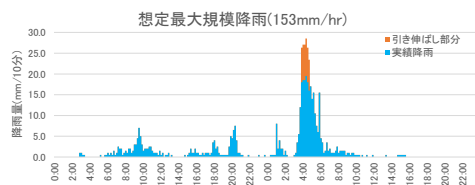
シミュレーションは降雨及び放流先の条件を変化させた全6ケースを実施した。

検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量	検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量
1-1	自由放出	想定最大	153mm	28.6mm	2-1	降雨に応じた設定水位	想定最大	153mm	28.6mm
1-2	自由放出	既往最大	108.5mm	19.5mm	2-2	降雨に応じた設定水位	既往最大	108.5mm	19.5mm
1-3	自由放出	計画	61mm	23.3mm	2-3	降雨に応じた設定水位	計画	61mm	23.3mm

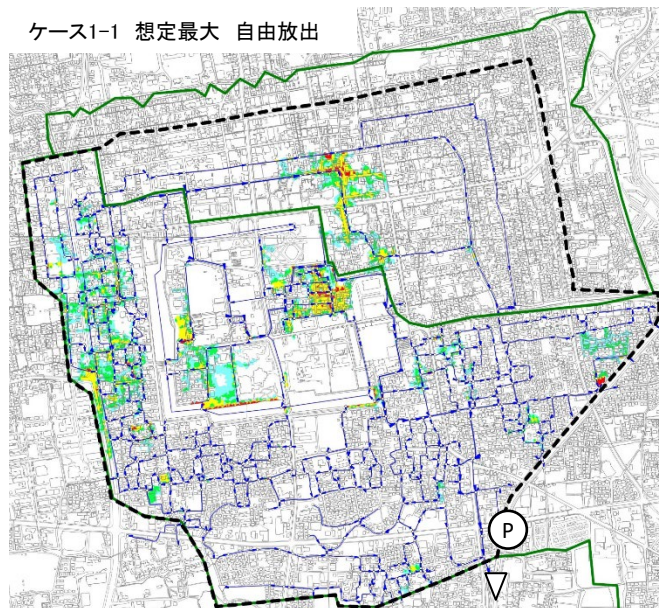
シミュレーション結果及び浸水要因を以下に示す。

## ○浸水要因

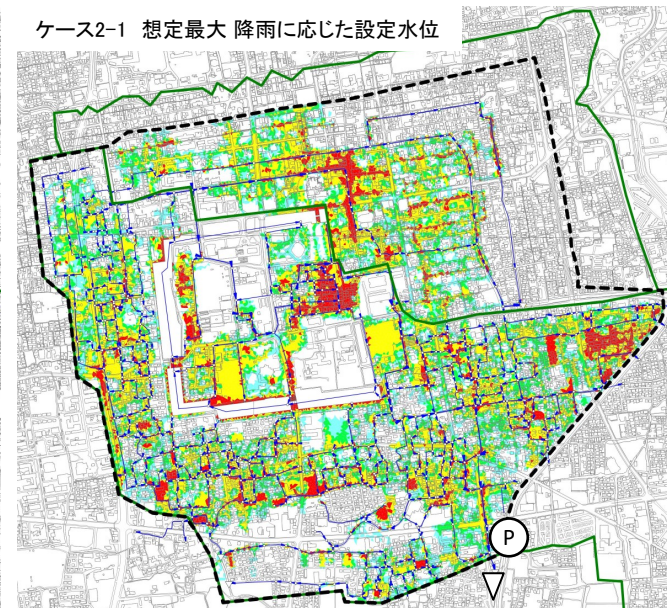
- ・ 管路施設の排除能力を超過する降雨(管きょ能力不足)
- ・ 放流先河川の水位が高くなり、放流できない(放流先能力不足)



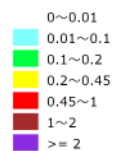
ケース1-1 想定最大 自由放出



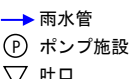
ケース2-1 想定最大 降雨に応じた設定水位



## 最大浸水深(m)

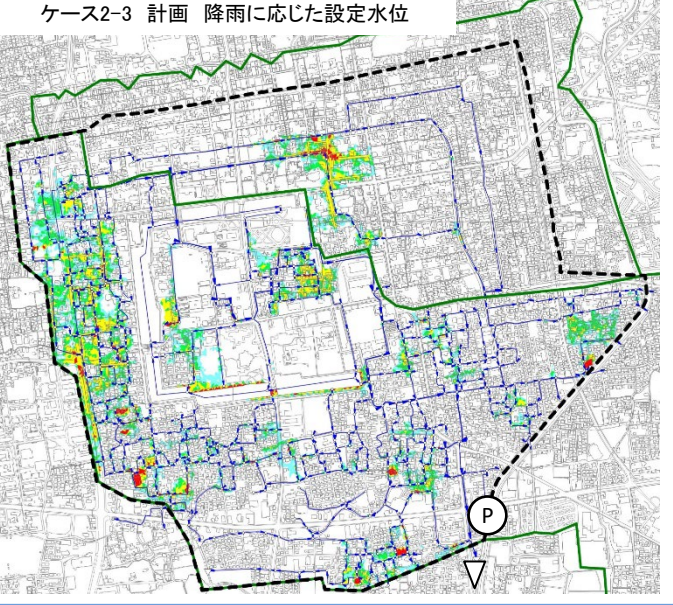
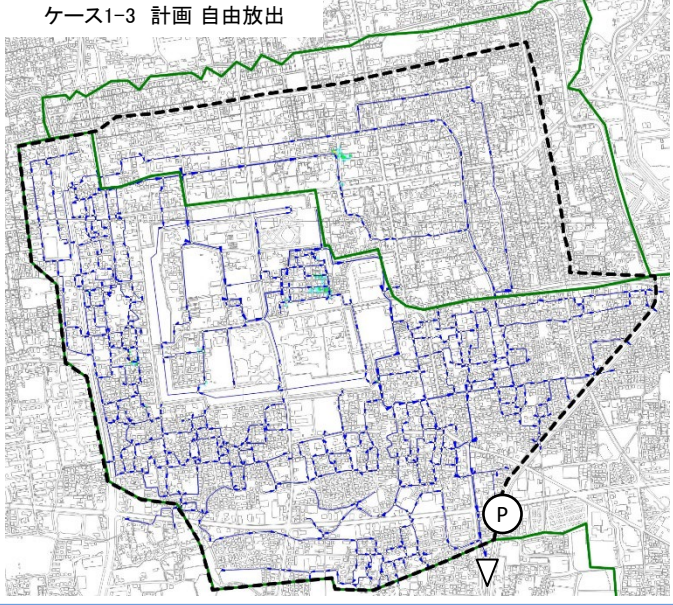
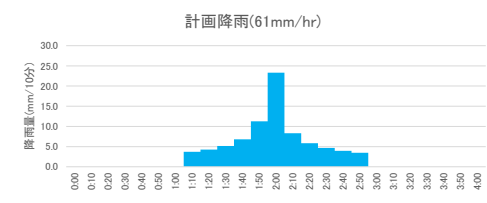
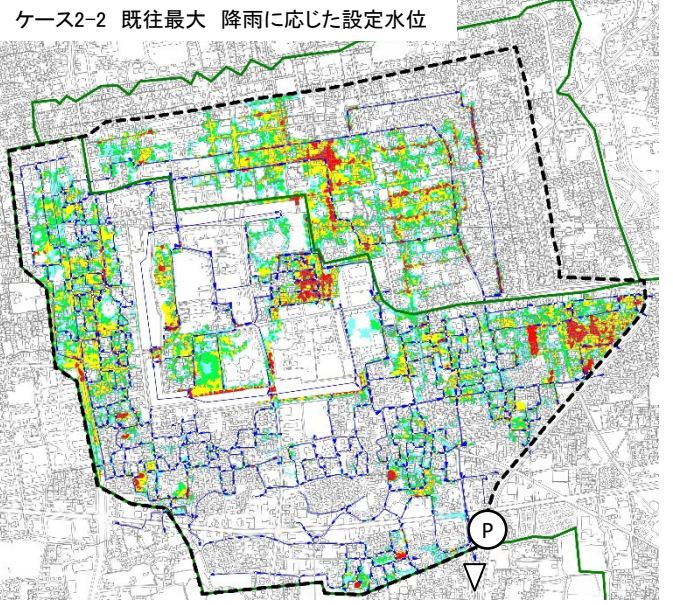
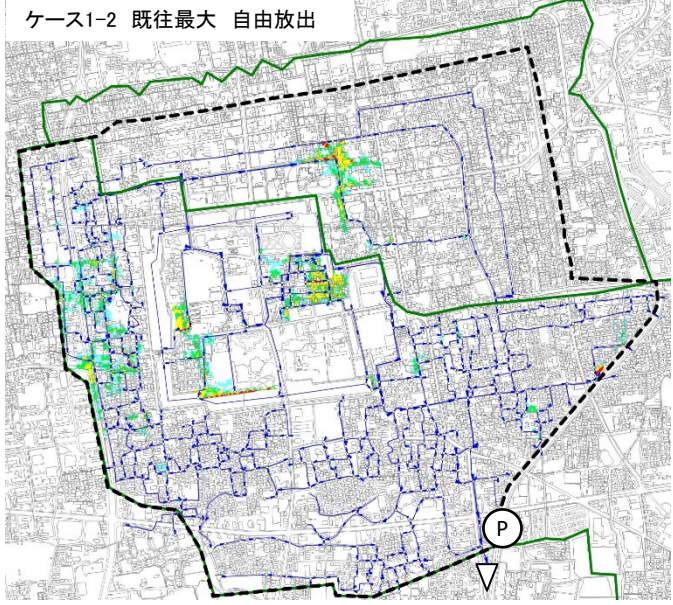
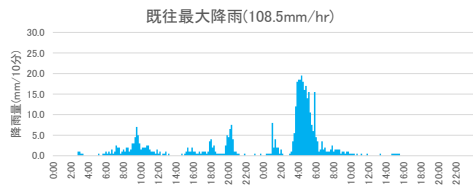


## 凡 例





## 2. シミュレーション条件及び結果



**最大浸水深(m)**

- 0~0.01
- 0.01~0.1
- 0.1~0.2
- 0.2~0.45
- 0.45~1
- 1~2
- >= 2

**凡 例**

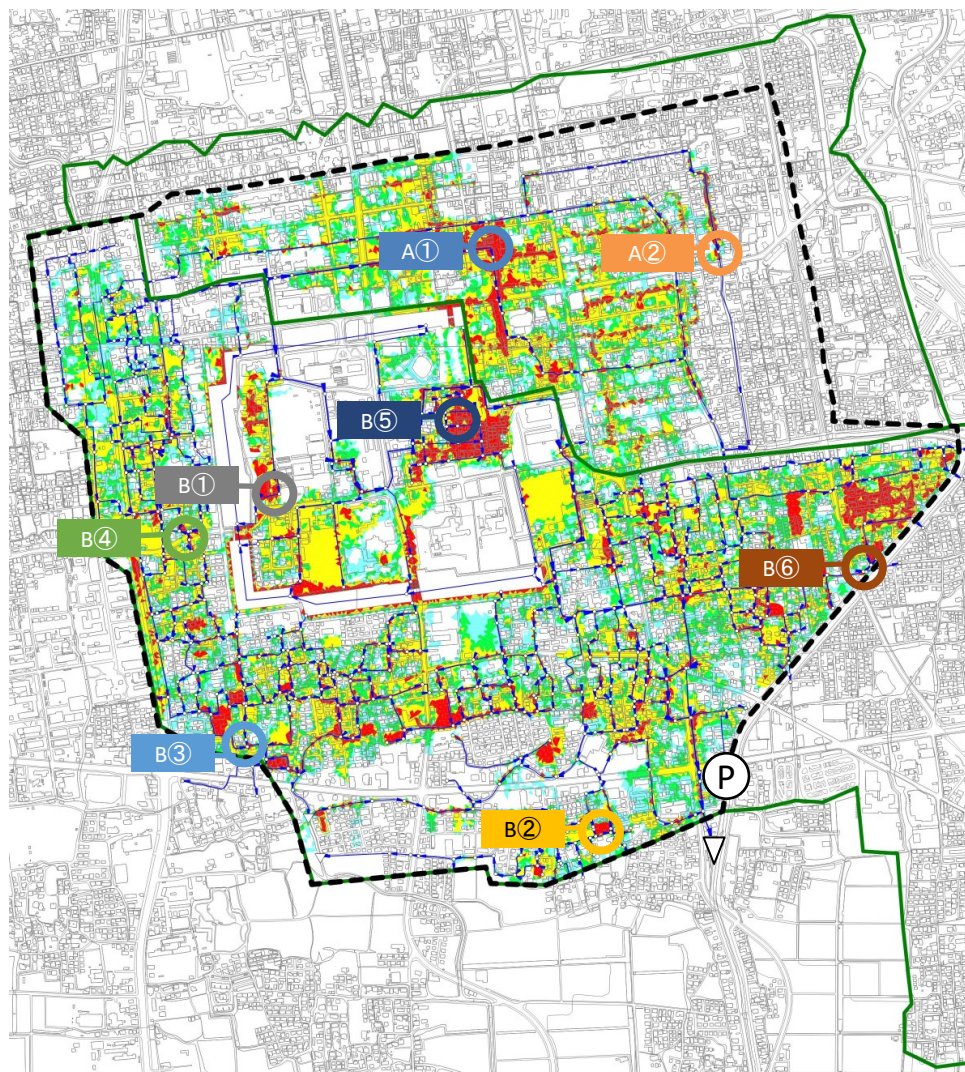
- 雨水管
- Ⓟ ポンプ施設
- ▽ 吐口



## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

## (1) 主要な地点の抽出

- 浸水リスクが最大となる想定最大規模降雨ケースにおいて、浸水が0.45mを超える地点及び要配慮者利用施設を有する8地点を抽出した。



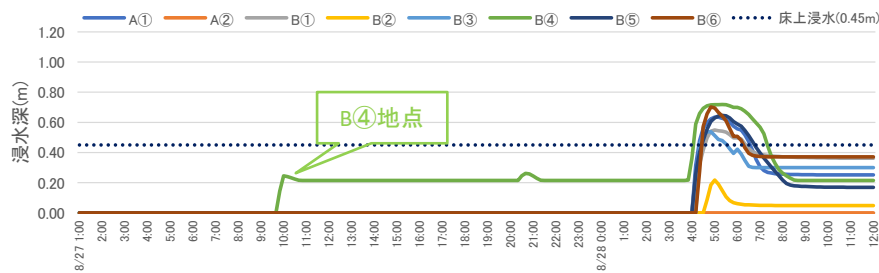
## 3. 主要な地点の抽出、時系列ごとの水位変化の確認及び避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (2) 時系列ごとの水位変化

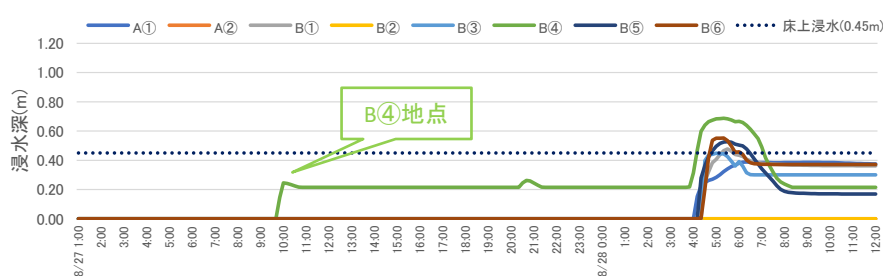
- 各地点の水位の挙動を確認した。
- モデル地区は自然放流排水区であるため、管の埋設位置が浅く、小口径管が多いことから管内水位が直ぐに上昇する。
- B④地点はいずれの降雨でも最も早く地表に浸水が発生するため、この地点をトリガー情報地点と設定する。

#### ■B④地点(他地点より浸水開始が早い)

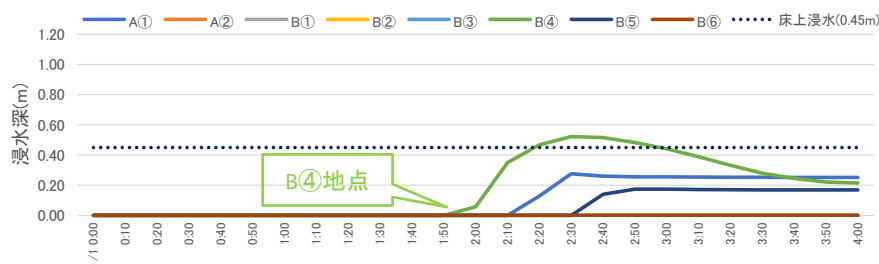
ケース1-1 浸水深比較(想定最大 自由放出)



ケース1-2 浸水深比較(既往最大 自由放出)



ケース1-3 浸水深比較(計画 自由放出)

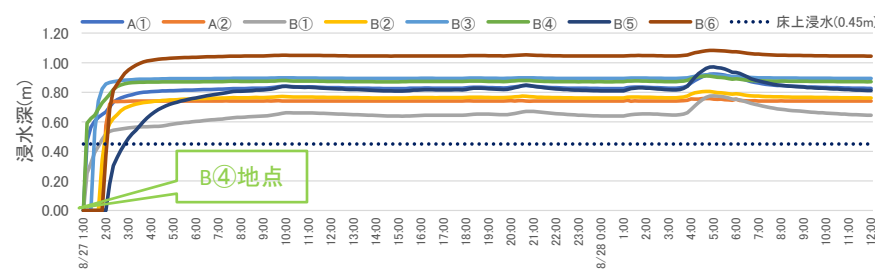


### (3) 避難に資するトリガー情報の設定(案)

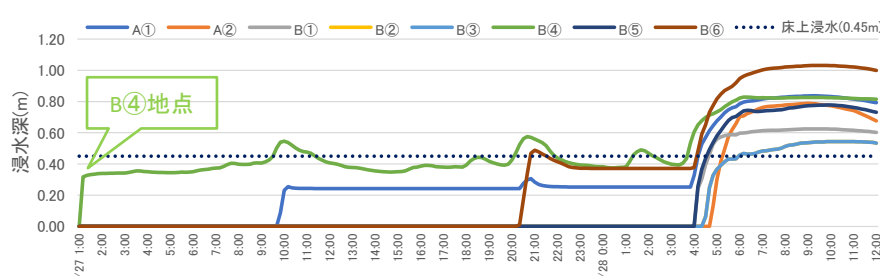
➡ 本検討におけるトリガー情報の設定(案):  
 地表面への浸水が最も早く始まるB④地点の浸水深

項目	内容
水位観測地点	B④地点(及び放流先河川水位)

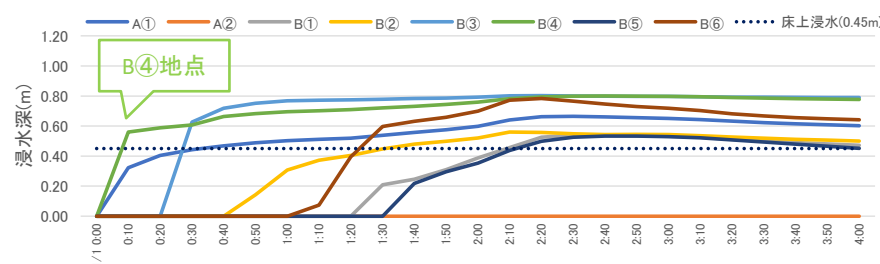
ケース2-1 浸水深比較(想定最大 降雨に応じた設定水位)



ケース2-2 浸水深比較(既往最大 降雨に応じた設定水位)



ケース2-3 浸水深比較(計画 降雨に応じた設定水位)

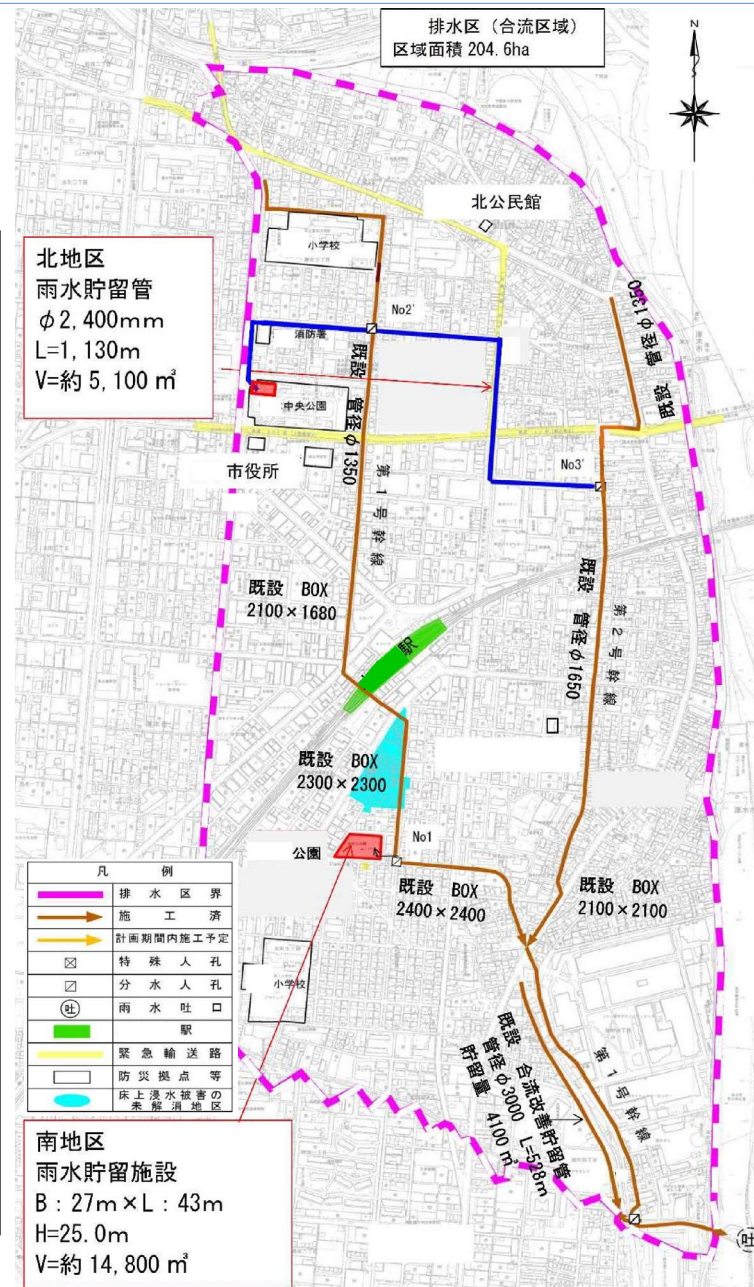
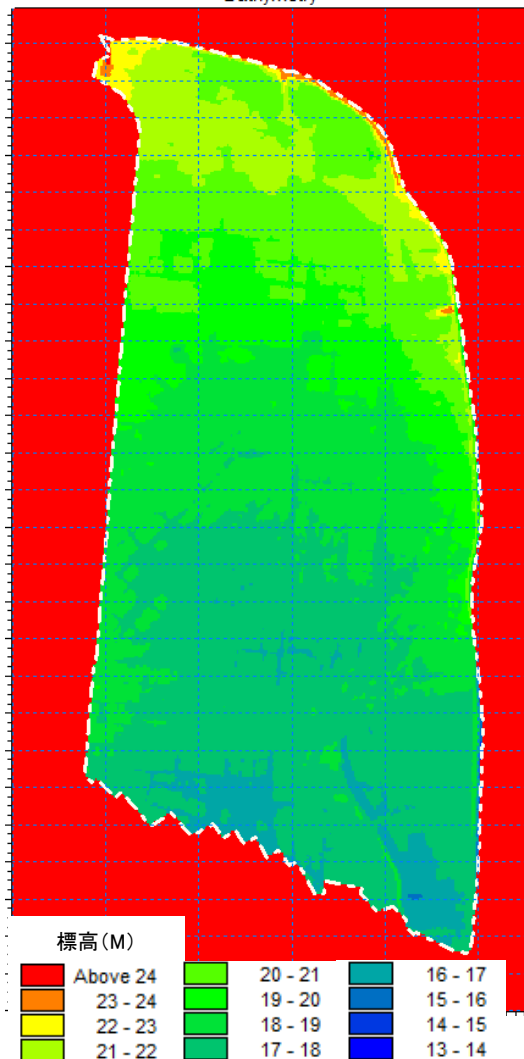




### 1. モデル地区の概要

- 合流式を採用しており、流末は自然放流となる。
- 排水系統は、北西から南方向に第1号幹線を有し、北東から2号幹線が合流する。
- 貯留施設は、北に雨水貯留管、南に雨水調整池を有している。
- 標高は、北から南にかけてなだらかに低くなっている。

雨水計画	内容
排除方式	合流式
排水区面積	約205ha
計画降雨強度	40mm/hr(事業計画) 51mm/hr(ハード整備)
流出係数	0.8(シミュレーション上)
貯留施設の有無	①貯留管 約5,100m <sup>3</sup> ②貯留施設 約14,800m <sup>3</sup>
放流方法	自然放流(樋門・ゲート無)





## 2. シミュレーション条件及び結果

シミュレーションは降雨を変化させた全3ケースを実施した。

検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量
1	自由放出	計画	51mm	18mm
2	自由放出	想定最大	153mm	29mm
3	自由放出	想定最大 (前方集中)※1	153mm	29mm

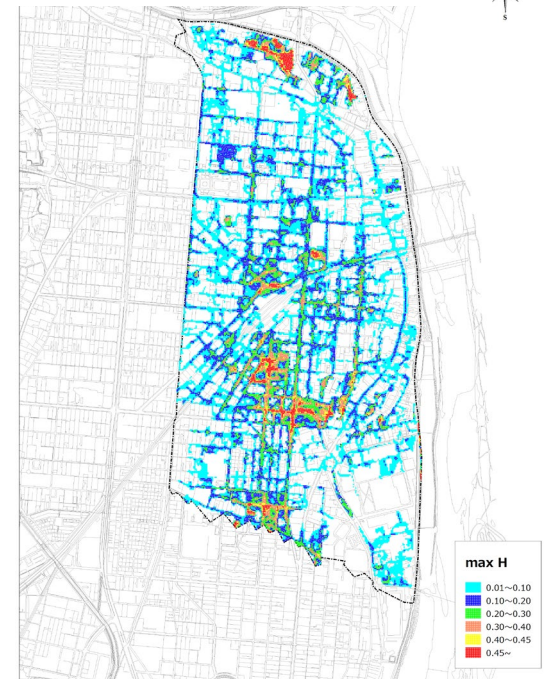
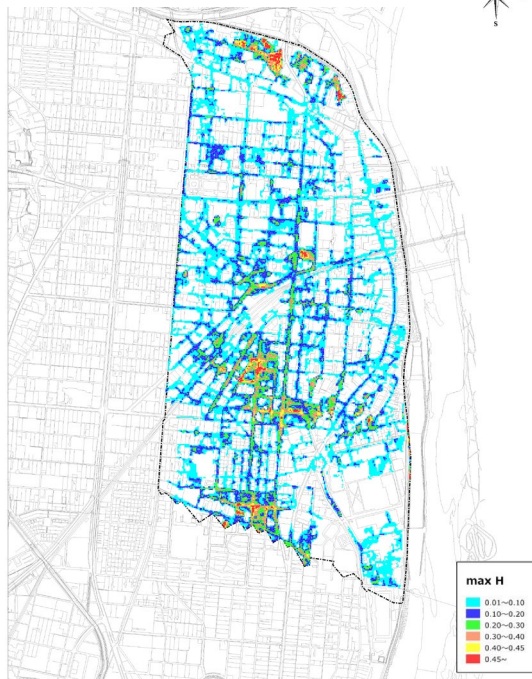
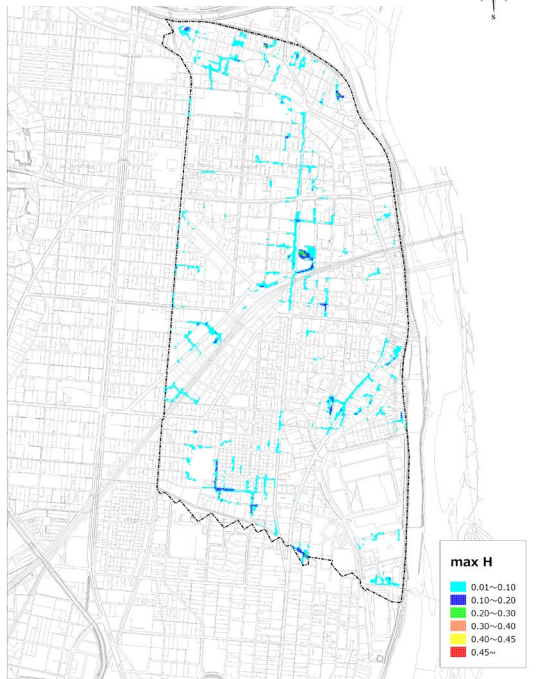
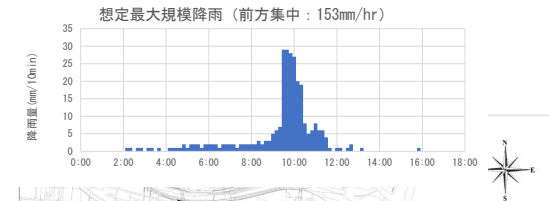
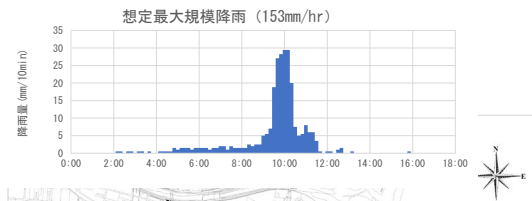
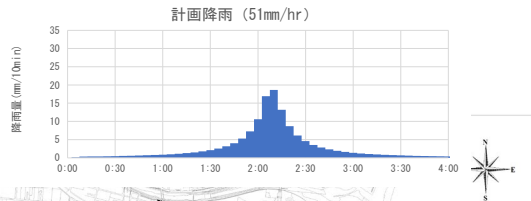
※1 前方集中降雨では、貯留施設の満水となる時刻が早くなるため、地表面氾濫が早期に現れ、浸水がより拡大する。ケース3では当該事象の確認を目的とする。

シミュレーション結果及び浸水要因を以下に示す。

### ○浸水要因

整備水準を上回る降雨(153mm)による浸水が発生している。

- 管路施設の排除能力を超過する降雨(管きょ能力不足)
- 貯留施設の貯留規模を超過する降雨(貯留施設の能力不足)



ケース1 計画降雨

ケース2 想定最大降雨

ケース3 想定最大降雨(前方集中)

## 3. 避難に資するトリガー情報の整理

D都市における地域防災計画(風水害等対策編)の中で、内水氾濫に対する避難情報の発令の基準及び避難情報の発令時の状況及び市民に求める行動が示されている。また、水防対策として、市の活動内容が示されている。

### (1) 避難情報の発令の基準 内水氾濫等

### (2) 避難情報の発令時の状況及び市民に求める行動

対象地区	高齢者等避難	避難指示	緊急安全確保
被害発生箇所付近	近隣で床下浸水、道路冠水が発生し、 <b>引き続き水位の上昇が見込まれる</b> とき	近隣で床下浸水、道路冠水が発生し、 <b>被害が拡大しているとき、又は拡大するおそれがある</b> とき	近隣で <b>床上浸水が発生</b>

	高齢者等避難	避難指示	緊急安全確保
発令時の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>要配慮者等、特に避難行動に時間を要するものが避難行動を開始しなければならない段階であり、人的被害の発生する可能性が高まった状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の避難行動ができるものが避難行動を開始しなければならない段階であり、人的被害の発生する可能性が明らかに高まった状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前兆現象の発生や、現在の切迫した状況から、人的被害の発生する危険性が非常に高いと判断された状況</li> <li>堤防の隣接等、地域の特性等から人的被害の発生する危険性が非常に高いと判断された状況</li> <li>人的被害の発生した状況</li> </ul>
市民に求める行動	<ul style="list-style-type: none"> <li>避難行動要支援者等、特に避難行動に時間を要するものは、計画された避難場所への避難行動を開始(避難支援者は支援行動を開始)</li> <li>上記以外の上記以外のものは、家族等との連絡、非常用持出品の用意等、避難準備を開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の避難行動ができるものは、計画された避難場所等への避難行動を開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>避難指示等の発令後で避難中の市民は、確実な避難行動を直ちに完了</li> <li>未だに避難していない対象市民は、直ちに避難行動に移るとともに、そのいとまがない場合は生命を守る最低限の行動</li> </ul>

### 【水防対策】 各機関の活動

#### 1 市の活動

##### (1) 河川、下水道等の監視及び警戒

- ア 河川、下水道等を随時巡視し、水防上危険であると認められる箇所があるときは、直ちに河川管理者に連絡して必要な措置を求めます。
- イ 気象の悪化が予想される時は、区域内の河川の監視及び警戒をさらに厳重にし、事態に即応した措置を講じます。
- ウ 河川護岸が決壊したときは、できる限り氾濫による被害が拡大しないように努めます。

出典：D都市地域防災計画より一部抜粋

## 4. 主要な地点の抽出及び時系列ごとの水位変化の確認

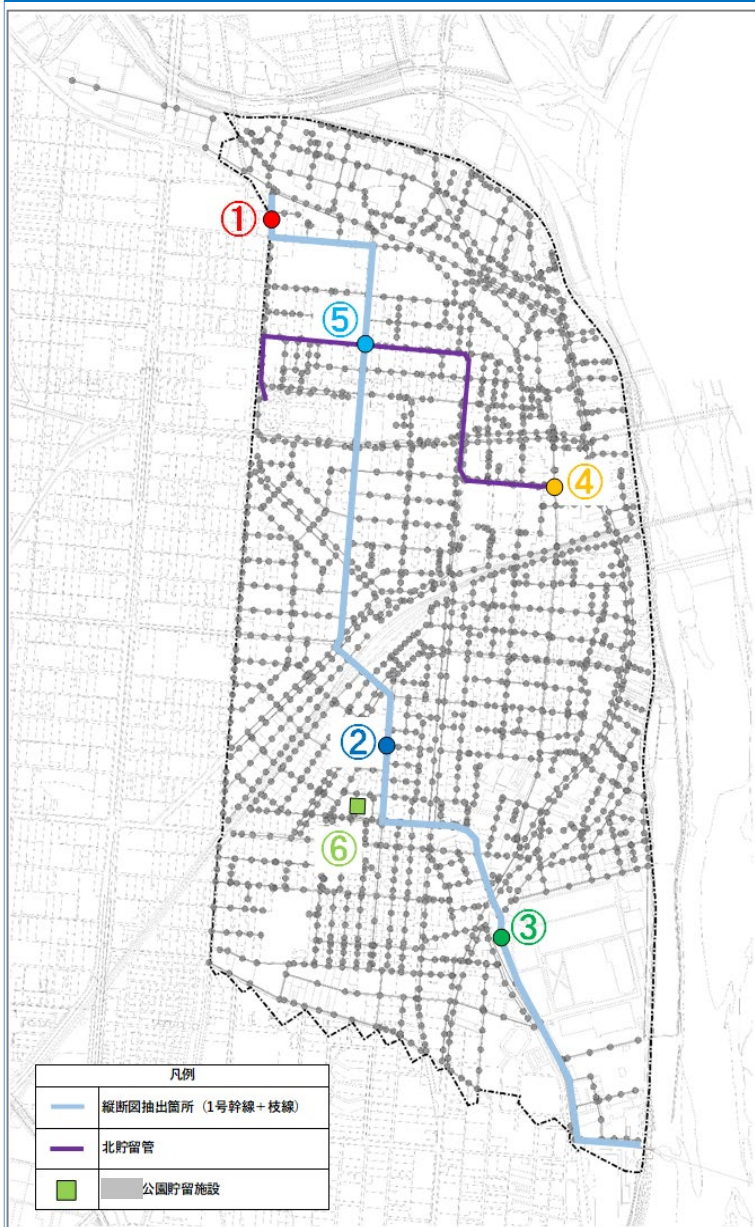
### (1) 主要な地点の抽出

- 幹線系統、貯留施設を対象とした全6地点を抽出した。

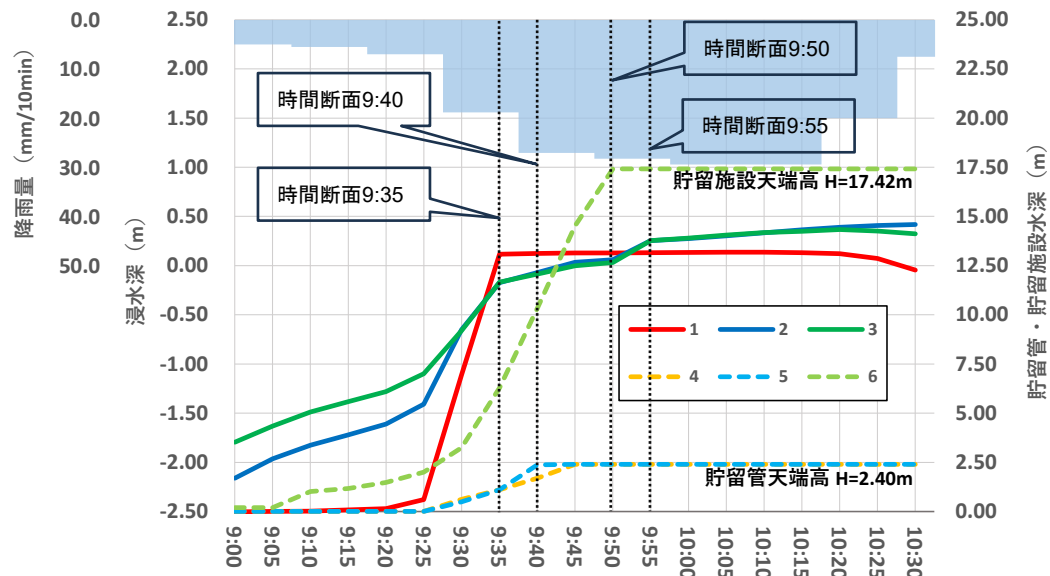
### (2) 時系列ごとの水位変化

- 時間断面を切り取り、各地点の水位の挙動を確認した。

No	抽出箇所の特徴	時間断面	内容
①	幹線系統の上流側枝線	9:35	幹線系統上流部(枝線)での浸水開始
②	浸水常襲地区	9:40	北貯留管が満管となる時刻
③	幹線合流部		
④	北貯留管:管内水深(東側)	9:50	公園貯留施設が満水となる時刻
⑤	北貯留管:管内水深(西側)	9:55	2つの貯留施設が満水後、地表面氾濫が著しくなる時刻
⑥	公園(貯留施設):管内水深		



ケース2 浸水深 (想定最大規模降雨 自由放出)





## 4. 主要な地点の抽出及び時系列ごとの水位変化の確認

### (2) 時系列ごとの水位変化

時間断面ごとに主要な地点における挙動を確認し、各地点の特徴を整理した。

#### ○上流枝線(地点1)

枝線は管きよ能力が不足することが多く、最初に各地で浸水が開始する。  
→管きよの能力の程度によって大きく挙動が異なり、対象となる地区・排水区全体と連動するとは限らない。

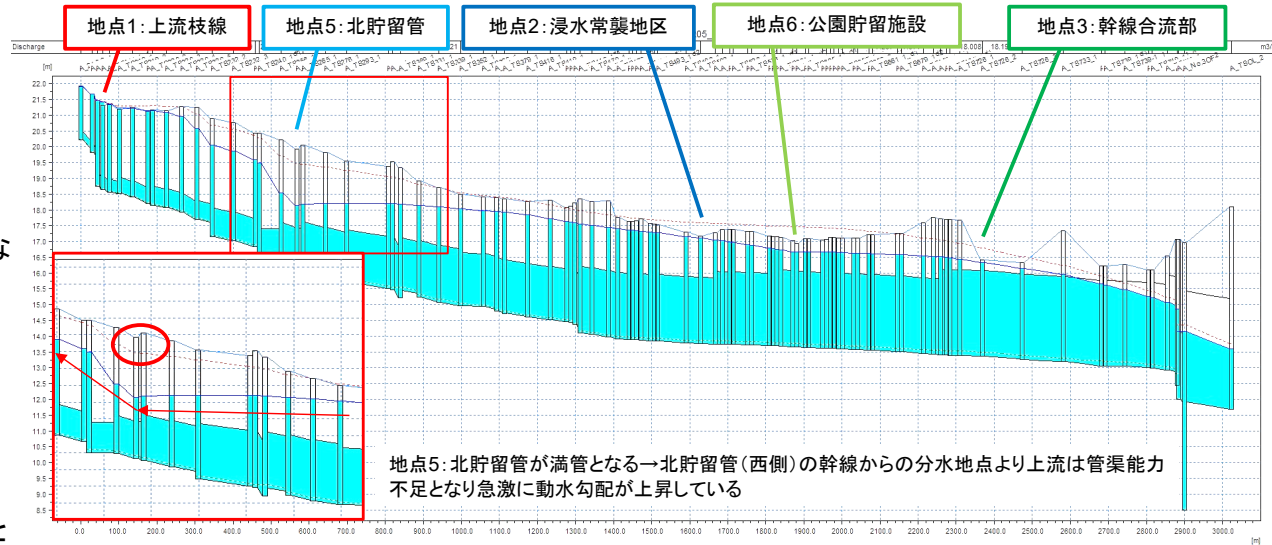
#### ○貯留施設(地点4、地点5、地点6)

貯留施設が満水となるまでは幹線系統の浸水は抑制されているが、満水状態に達すると排水区全体で著しく浸水が拡大する。  
→貯留施設は浸水常襲地区への対策であることから、満水後に当該地区の浸水が開始することが予測できる。

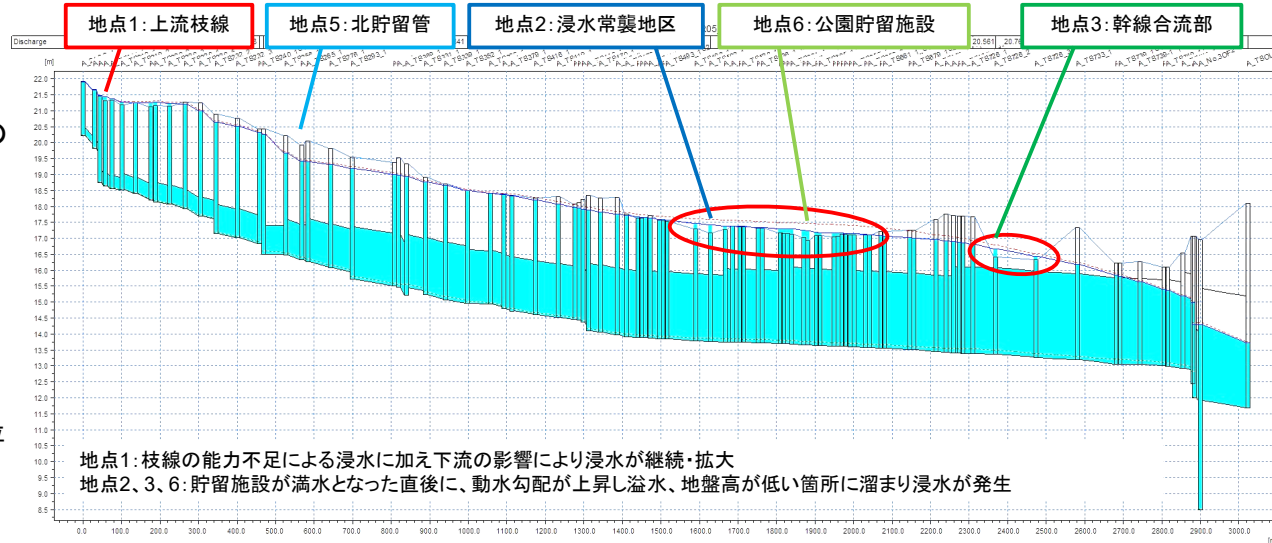
#### ○浸水常襲地区(地点2、地点3)

貯留施設が満水後に最も早く浸水する。地形上窪地となっていること、幹線合流部で上下流の影響を大きく受ける地点であることに起因する。  
→貯留施設の挙動から当該地点の挙動が予測可能である。

### ■時間断面9:40 北貯留管が満管となる時刻



### ■時間断面9:55 2つの貯留施設が満水後、地表面氾濫が著しくなる時刻



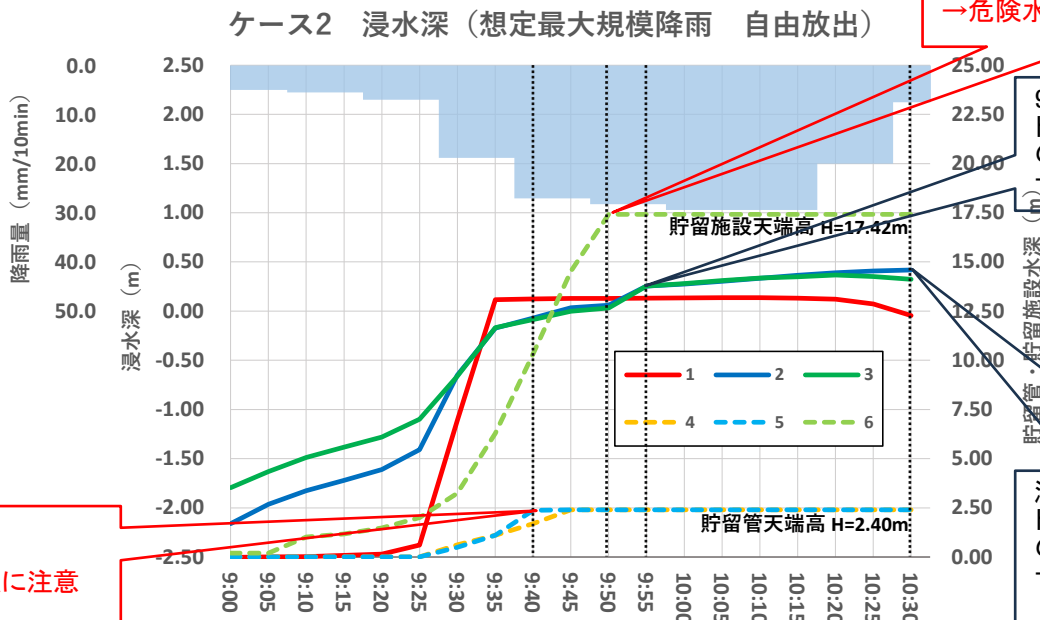
- ..... 全時刻における最大水位
- 当該時刻における水位
- 地盤高



## 5. 避難に資するトリガー情報の設定(案)

トリガー情報の設定例を示す。

- 段階的なトリガー情報の設定が有効である。
- 2つの貯留施設を有し、満水となるまでの期間に差があることから、当該施設の水位を基に2段階の設定が有効である。
- 溢水後の設定では浸水常襲地区の浸水が拡大する時点を起点に、強制力のある避難指示・緊急安全確保に係る指標として活用が考えられる。



9:40  
トリガー情報① 貯留管満管  
→警戒水位・今後の降雨情報に注意  
初動体制確保

9:50  
トリガー情報② 貯留施設満水  
→危険水位・要配慮者避難

9:55  
トリガー情報③ 浸水常襲地区  
の地表面水深  
→避難指示

溢水～床上浸水発生時  
トリガー情報④ 浸水常襲地区  
の地表面水深  
→床上浸水が発生した場合:  
緊急安全確保

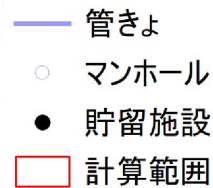
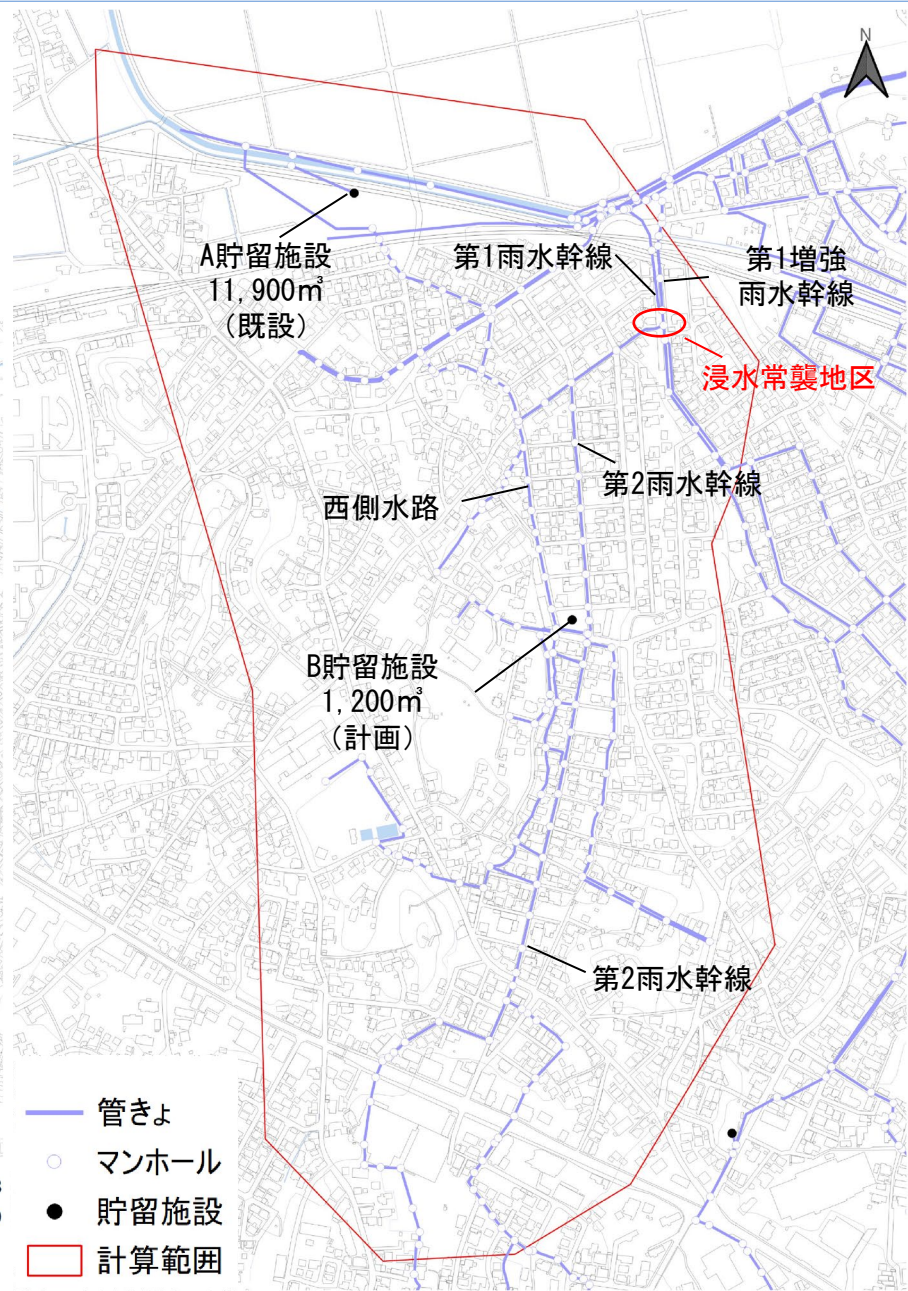
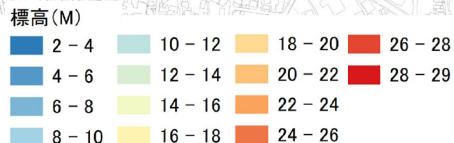
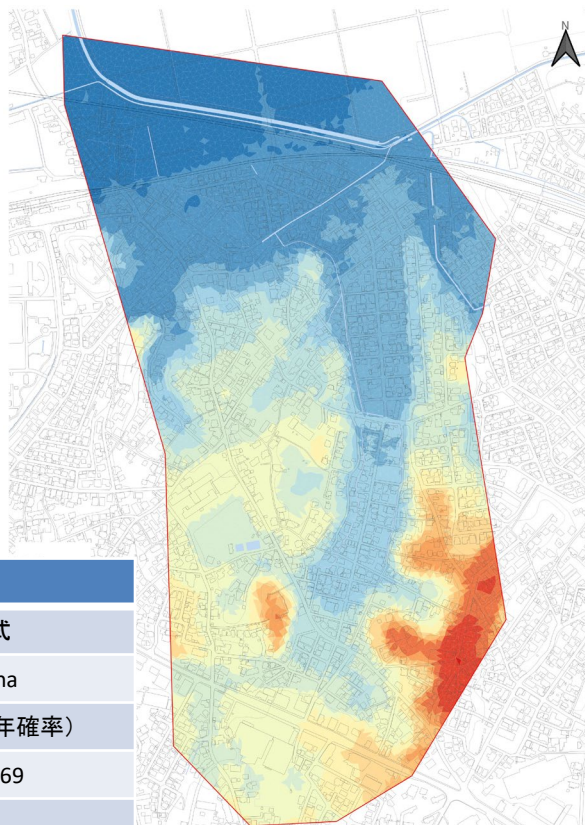
No	グループ	地点	内容	トリガー設定の例	トリガー情報への適用
1	枝線の管内 /地表面 浸水深	地点1(上流枝線)	枝線の能力不足の場合、水位上昇が早く、浸水を早期検知できる一方で、その挙動が排水区全体の挙動は連動しない場合が多い。	・局所的な設定に有効 ※全体へ適用するときの抽出は困難	× 地点によって挙動が大きく異なるため、排水区全体への適用は不向き。
2	貯留施設 の水深	地点4(北貯留管:東側) 地点5(北貯留管:西側) 地点6(公園貯留施設)	貯留施設を設置する目的となった地区(≒浸水常襲地区)に対して貯留を行うため、貯留施設が満水から当該地区の浸水開始という挙動が予測しやすい。また、満水から浸水開始までに数分のリードタイムを確保できる可能性が高い。	・満水 ・貯留率○% →警戒水位・高齢者避難等	○ 水位観測、リードタイム確保の観点から適切に活用することができる。
3	浸水常襲地区等の管内/ 地表面水深	地点2(浸水常襲地区) 地点3(幹線合流部)	貯留施設の設定により、貯留施設満水となるまでの期間における水位上昇は緩やかだが、その後急激に水位上昇し溢水する。降雨によって水位上昇の変動が大きく、その期間が短くリードタイムの確保が困難といえるが、避難指示等の強制力のある情報としての活用も考えられる。	・溢水開始後 ・○cm以上 ・地下街出入口流入開始 →避難指示・緊急安全確保等	○ 段階的なトリガー情報(後段)としての活用が有効。

本検討におけるトリガー情報の設定(案):

1段階目 → 貯留管が満管状態となった時点 2段階目 → 貯留施設の天端高に到達した時点

## 1. モデル地区の概要

- 分流式を採用しており、流末は自然放流となる。
- 排水系統は第1～2雨水幹線系統に分けられ、第2雨水幹線は西側水路とネットワーク化されており、それらが合流後、第1雨水幹線へと接続する。
- 標高は南から北にかけて低くなる傾向にあり、第1～第2雨水幹線系統を有する周辺は部分はさらに低く、窪地のような地形をなしている。



雨水計画	内容
排除方式	分流式
排水区面積	約254ha
計画降雨強度	49mm/hr(5年確率)
流出係数	0.5~0.69
貯留施設の有無	①A貯留施設 約11,900 <sup>3</sup> (既設) ②B貯留施設 約1,200 <sup>3</sup> (計画)
放流方法	自然放流(樋門・ゲート無)



## 2. シミュレーション条件及び結果

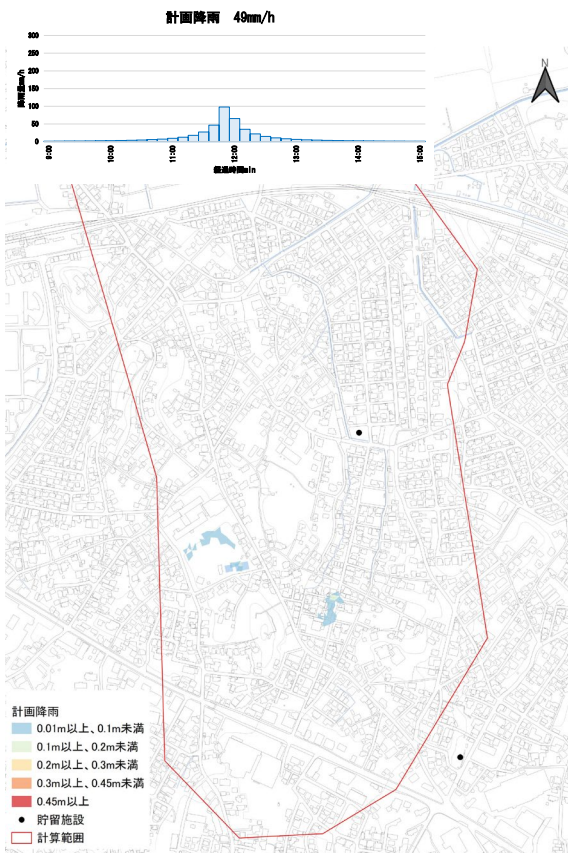
シミュレーションは降雨を変化させた全3ケースを実施した。

検討ケース	放流先の条件	降雨	1時間最大降雨量	10分最大降雨量
1	自由放出	計画	49mm	16mm
2	自由放出	既往最大	75mm	27mm
3	自由放出	想定最大	130mm	46.9mm

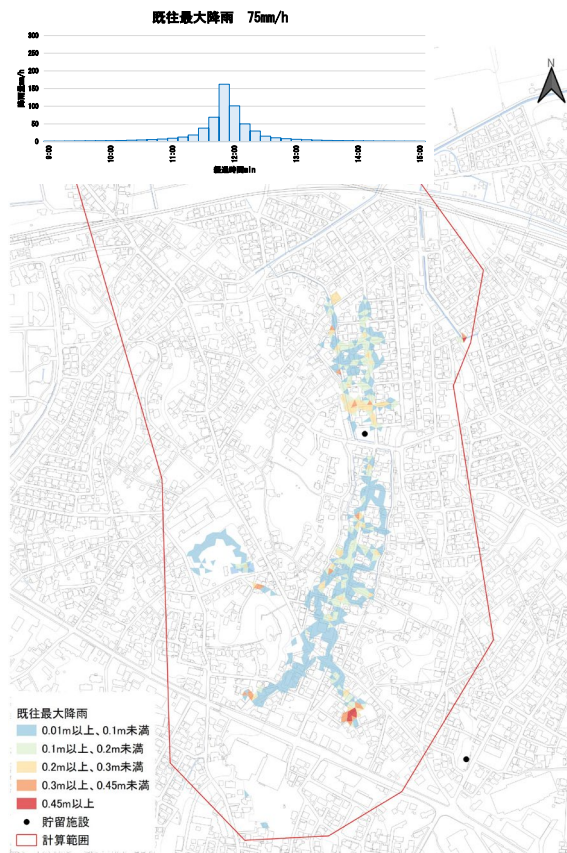
シミュレーション結果及び浸水要因を以下に示す。

### ○浸水要因

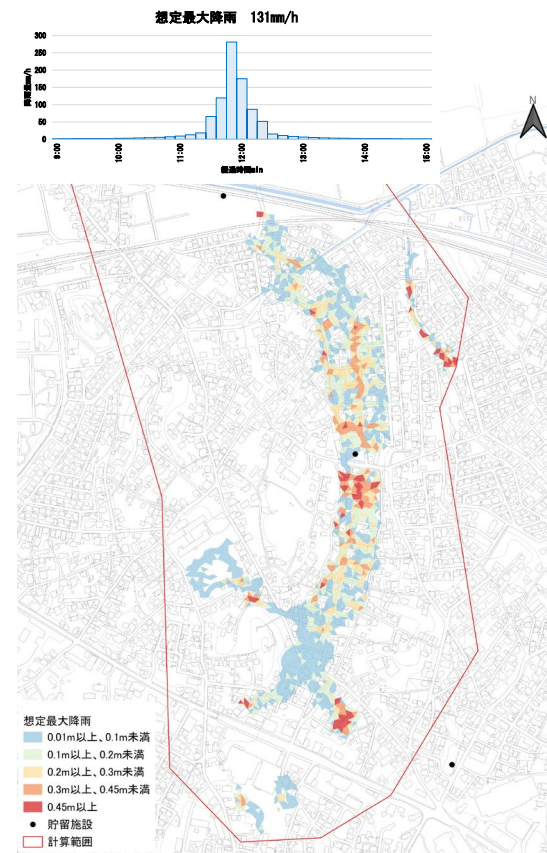
- 管路施設の排除能力以上の降雨(管渠能力不足)
- 西側水路～第2幹線上流部でループ化しているため、当該系統の能力がひっ迫すると、系統全体で同時多発的に溢水する。
- 当該系統下流の第1雨水幹線において能力がひっ迫しているところに、第2雨水幹線系統が合流しており、その合流点で浸水が拡大する。



ケース1 計画降雨



ケース2 既往最大降雨



ケース3 想定最大降雨







## 4. 主要な地点の抽出及び時系列ごとの水位変化の確認

### (1) 主要な地点の抽出

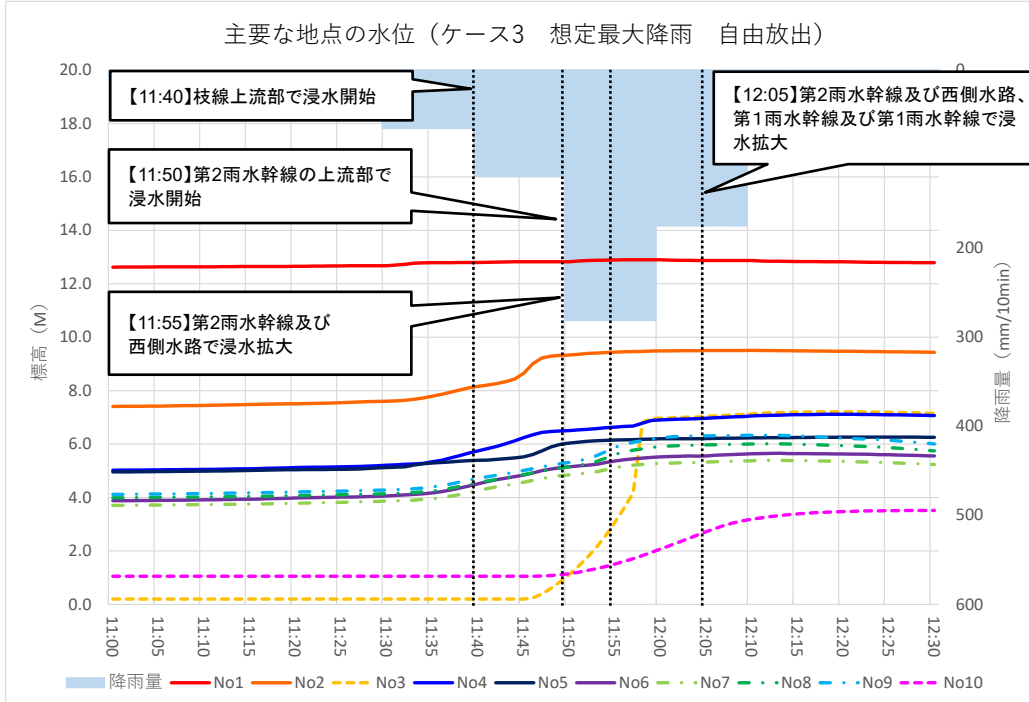
・幹線系統のほか、貯留施設を対象とした全10地点を抽出した。

### (2) 時系列ごとの水位変化

・各地点の水位から自治会の水防計画の検証及び主要な地点における挙動を確認した。



No	抽出箇所の特徴	No	抽出箇所の特徴
①	枝線で最初に浸水発生	⑥	第2雨水幹線下流部
②	幹線で最初に浸水発生	⑦	第1雨水幹線(自治会水位観測地点1)
③	B貯留施設内	⑧	第1雨水幹線(自治会水位観測地点2)
④	B貯留施設下流部	⑨	第1雨水幹線(自治会水位観測地点3)
⑤	西側水路下流部	⑩	A貯留施設内



## 4. 主要な地点の抽出及び時系列ごとの水位変化の確認

### (2) 時系列ごとの水位変化①

想定最大規模降雨において、自治会の水防計画による警戒水位・危険水位の設定に係る検証を実施した。

#### ○リードタイム(想定最大規模降雨)

- 警戒～危険 →9～10分
- 危険～溢水 →5～7分
- 計 →リードタイム15～17分間確保可能

#### ○周辺住民アンケート調査結果

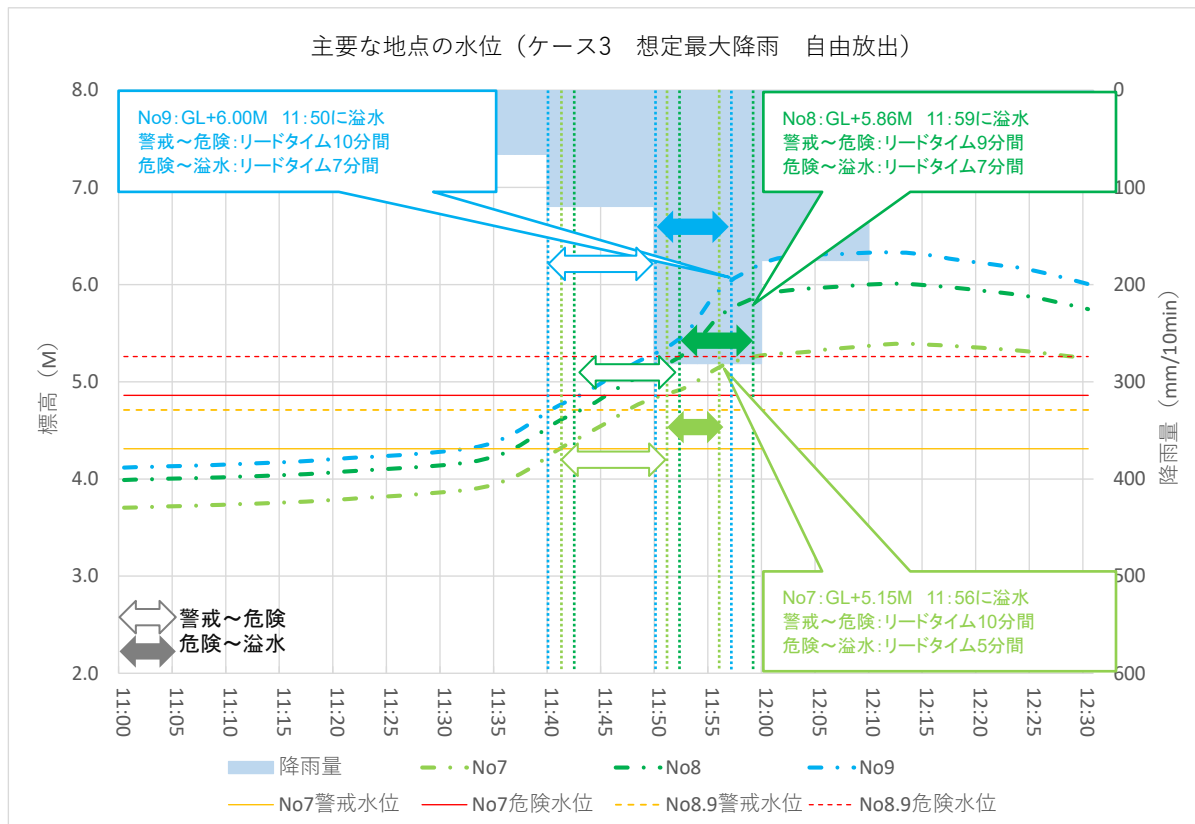
過去の浸水経験時の自助行動に要する時間についてアンケート調査を実施している。

自主行動の例:

- ・自動車の移動
- ・止水板/土嚢の設置
- ・家財道具の2階以上への移動 等

→20分間以内に完了(61%:10分、39%:20分)

住民から必要とされるリードタイムに対して、自助行動に係るリードタイムは概ね確保されており、自治会による経験的なトリガー情報の設定は有効と考えられる。



項目	No7			No8			No9			
	時刻	標高(M)	リードタイム	時刻	標高(M)	リードタイム	時刻	標高(M)	リードタイム	
自治会観測地点	地点1			地点2			地点3			
警戒～危険	警戒水位	11:41	4.31	10分間	11:43	4.71	9分間	11:40	4.72	10分間
	危険水位	11:51	4.86		11:52	5.26		11:50	5.27	
危険～溢水	危険水位	11:51	4.86	5分間	11:52	5.26	7分間	11:50	5.27	7分間
	地盤高	11:56	5.15		11:59	5.86		11:57	6.00	



## 4. 主要な地点の抽出及び時系列ごとの水位変化の確認

## (2) 時系列ごとの水位変化②

想定最大規模降雨において、貯留施設の水位変化を確認した。

○A貯留施設11,900<sup>3</sup>m (既設)

排水区の最下流部にあることから、**満水時点では既に第1～2雨水幹線系統ともに溢水しており**、満水時を起点とした設定はリードタイムの確保は困難である。

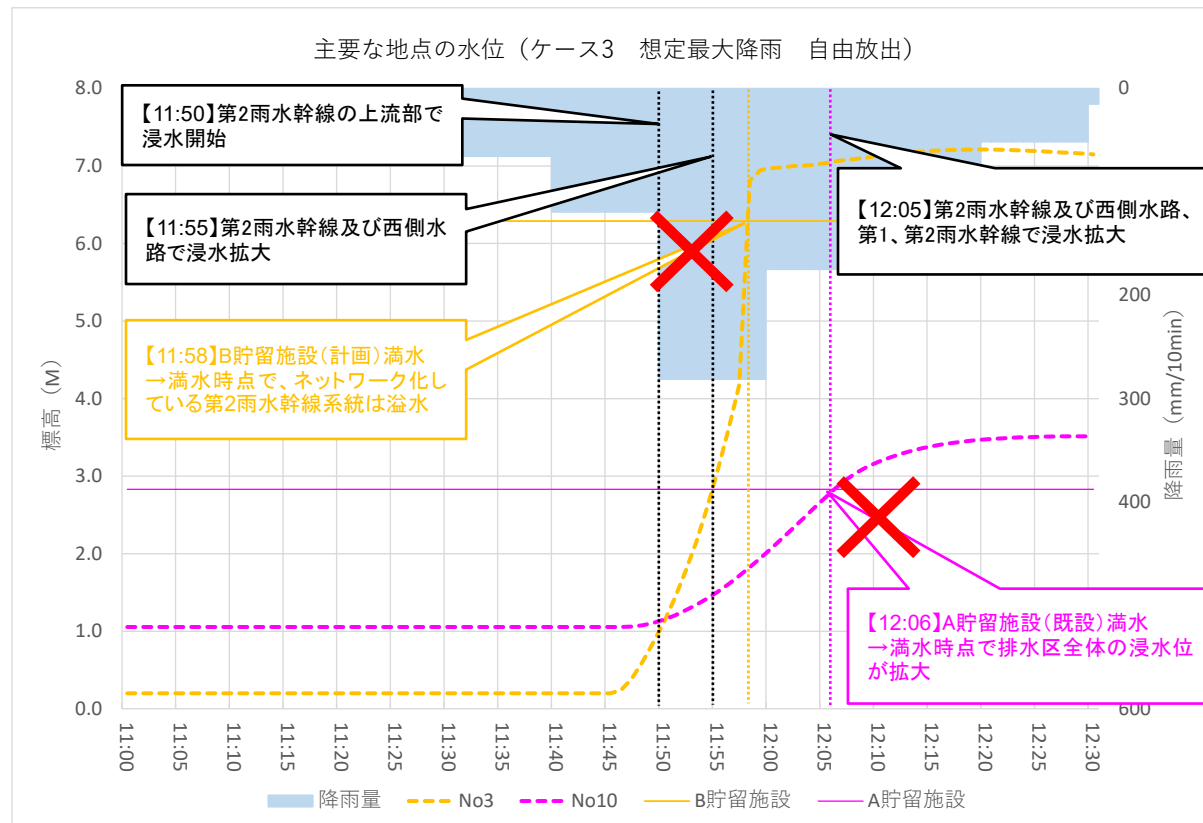
○B貯留施設1,200<sup>3</sup>m (計画)

ネットワーク化系統の中間に位置している。  
管きょ能力不足により、現計画上の**天端高に達した時点で既に溢水が開始している**。

また、貯留容量が比較的小規模であるため、いずれの降雨においても水位が急激に上昇が見込まれることから、リードタイムの確保が困難と考えられる。

上記より、当該モデル地区における**貯留施設の満水時点**を起点とするトリガー情報の設定は**不適**と考えられる。

なお、「貯留率〇%」や「天端高から〇m時点」のような、より前倒しにした場合のトリガー情報の設定が有効かどうかの検証を行うことが望ましい。



## 5. 避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (1)トリガー情報の設定まとめ

トリガー情報の分類を以下に整理する。

No	グループ	地点	内容	トリガー設定の例	トリガー情報への適用
1	枝線の管内 /地表面 浸水深	No1(枝線で最初に浸水発生)	枝線の能力不足の場合、水位上昇が早く浸水を早く捉えられる一方で、その挙動が排水区全体の挙動と連動していない場合が多い。	・局所的な設定に有効 ※全体へ適用時の抽出は困難	× 地点によって挙動が大きく異なるため、排水区全体への適用は不向きである。
2	貯留施設 の水深	No3(B貯留施設内) No10(A貯留施設)	貯留施設を設置する目的となった地区(≒浸水常襲地区)に対して貯留を行うため、貯留施設が満水から当該地区の浸水開始という挙動が予測しやすい。ただし当該排水区の場合、満水の直前に溢水が開始することから、満水前の貯留施設水位を設定することが望ましい。	・貯留率〇% ・天端高から-〇m水位 →警戒水位・高齢者避難等	○ 水位観測、リードタイム確保の観点から適切に活用することができる。
3	主要幹線 (ネットワーク 幹線)等の 管内/地表面 水深	No2(幹線で最初に浸水発生) No4(B貯留施設下流部) No5(西側水路下流部) No6(第2雨水幹線下流部)	ネットワーク化されているため、ある一定の降雨までは相互に管内貯留をしながら流下するが、超過時は全ての管きょ能力不足となり一気に溢水する。溢水を起点とし、リードタイムを確保した運用が現実的と考えられる。	・溢水開始後 ・管内水位〇m →避難指示・緊急安全確保等	○ 段階的なトリガー情報(後段)としての活用が有効である。
4	自治会設定の 警戒水位・ 危険水位	No7(自治会水位観測地点1) No8(自治会水位観測地点2) No9(自治会水位観測地点3)	実際に運用済みであり、リードタイムは5～10分程度十分に確保されている。	・警戒水位 底高+0.9m ・危険水位 底高+1.45m	◎ 運用済みであり、想定最大規模降雨による検証の結果有効である。

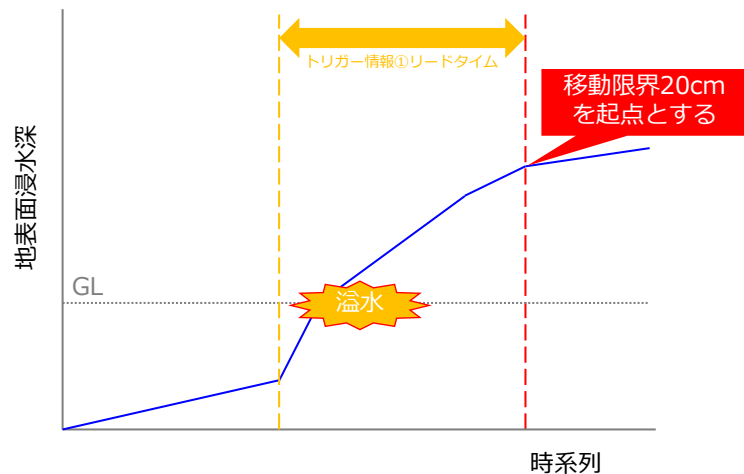
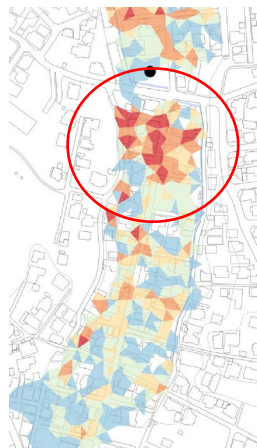


## 5. 避難に資するトリガー情報の設定(案)

### (2) 浸水被害が著しい地点におけるトリガー情報の設定

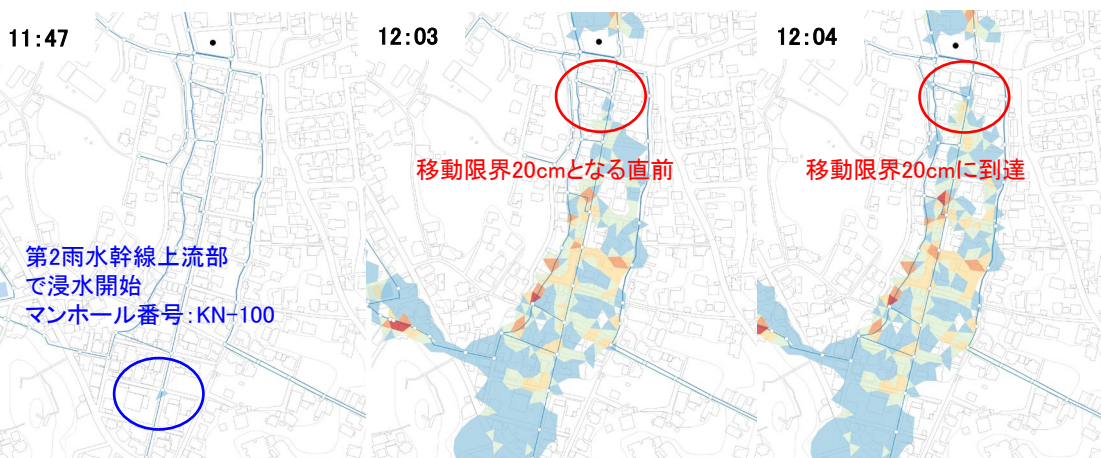
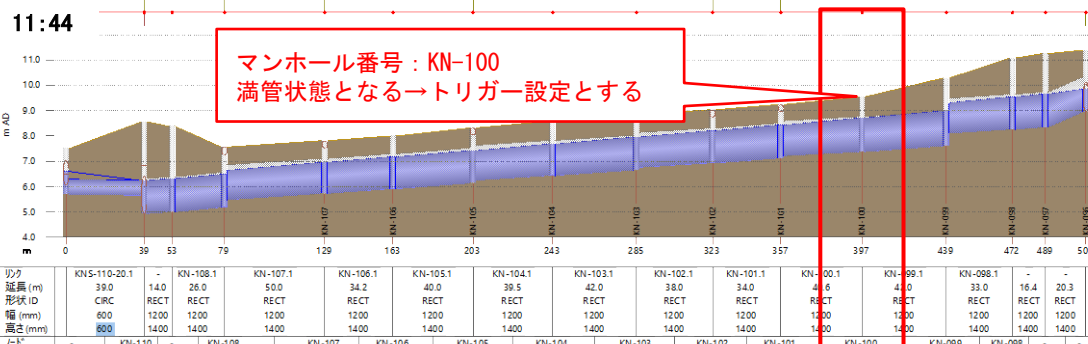
床上浸水程度の浸水被害が著しい地点が複数存在する。  
有効的なトリガー情報の設定においては、地点ごとの設定が望ましいと考えられる。

- 浸水が著しい地点(右図)において、浸水深が一定以上となる時刻を起点として、リードタイムを確保する。
- 起点とする時刻は、**避難上支障がある高さに相当する浸水深20cm(=移動限界20cm ※1~3)**に達する直前の時刻とする。



- 12:04に移動限界20cmに到達するため、その直前の12:03を起点とする。
- 11:44に第2雨水幹線上流部で最初に浸水開始するマンホール番号KN-100を選定。
- KN-100における満管状態をトリガー情報として設定し、**リードタイムは19分確保可能**。

時刻	トリガー設定の例	リードタイム	氾濫状況	水位縦断
11:44	KN-100満管状態	19分	第2雨水幹線上の浸水なし	KN-100で満管状態
11:47	-		第2雨水幹線上の浸水なし	KN-100から溢水開始
12:03	(トリガー情報の起点)		第2雨水幹線の上流部で移動限界20cm以下の浸水深	第2雨水幹線で圧力状態または溢水
12:04	-		第2雨水幹線の上流部で移動限界20cmに到達	第2雨水幹線で圧力状態または溢水



※1 浸水深20cm: 概ね歩道が冠水し始める程度  
出典: 内水ハザードマップの手引き(案) 平成21年3月 国土交通省都市・地域整備局下水道部

※2 乗物の移動限界はおよそ20cmである。  
出典: 下水道浸水被害軽減総合計画策定マニュアル(案) 令和3年11月  
国土交通省水管理・国土保全局下水道部

※3 歩行困難水深20~70cm  
出典: 地下街等浸水時避難計画策定の手引き(案) 平成16年5月 財団法人日本建築防災協会