

人口減少に伴う地域変容と 洪水氾濫制御機能を有する 公園緑地整備に関する研究

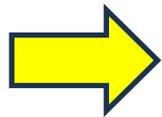
谷口健司¹⁾，知花武佳²⁾

1) 金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系

2) 政策研究大学院大学

はじめに

- 気候変化に伴う大雨の頻発や洪水の激甚化
 - 従来の河川整備から流域治水への転換
 - 多様な対策の導入による被害軽減
- 将来の人口減少に伴う河川周辺地域から安全な地域への居住地移転
 - 余剰地の発生とその防災への活用



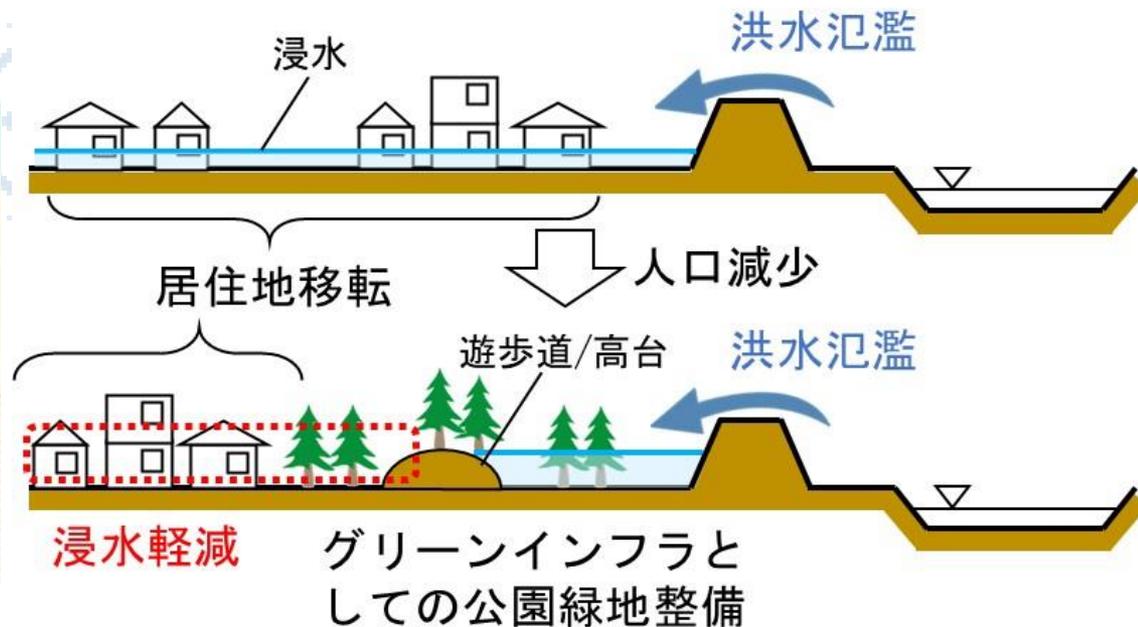
将来における余剰地を活用した
流域治水の可能性

研究の目的

- 人口減少下における居住地移転により生じる余剰地を活用した遊水地機能を有する公園緑地整備を想定し、氾濫解析による水害リスク軽減効果を評価する

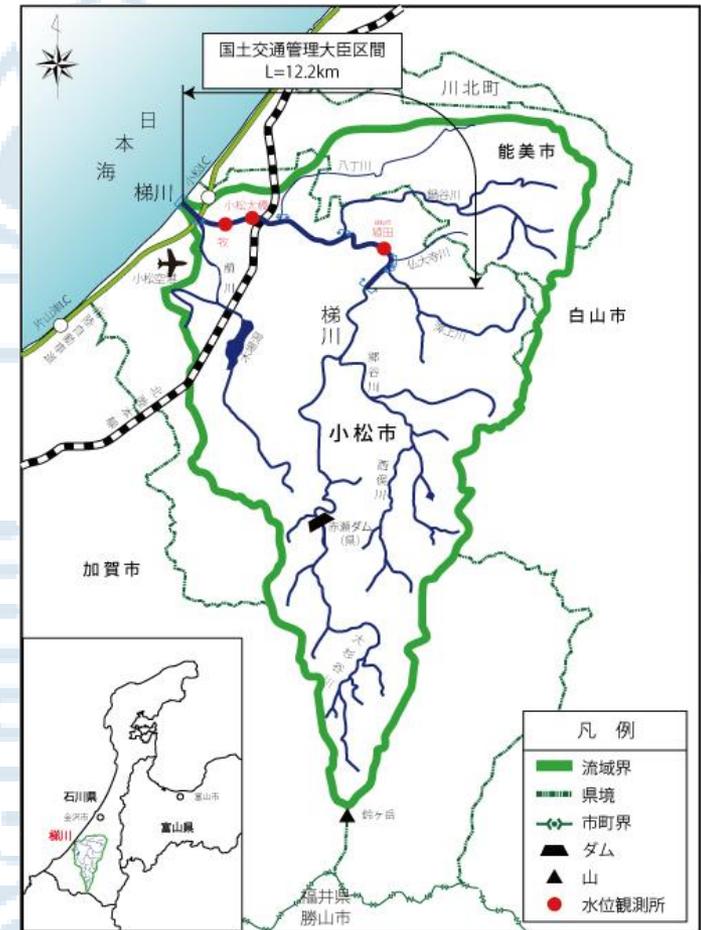


流域治水における水害対策の例



研究方法：対象地域

- 石川県の**一級河川・梯川**を対象とする。
- 県内産業の中核でもある小松市を有する。
- 令和4年8月には小松で203mm/9時間，白山河内では322mm/9時間を記録。内水被害や支川での堤防決壊が発生



梯川の流域図・位置図

出典：国土交通省

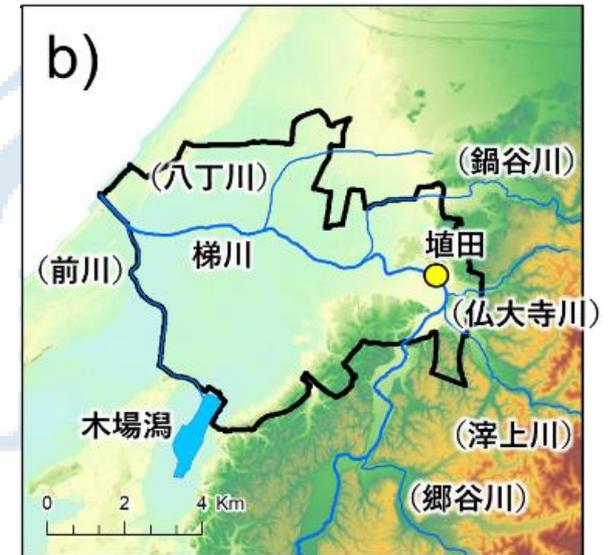
研究方法：氾濫解析

シームレスモデル

- 一次元河道モデル
(断面間隔200m)
- 地表面氾濫モデル
(空間解像度 40m × 40m)
- 下水道ネットワークモデル

※梯川流域では、下水道データ等が未整備のため各排水区の排水能力を表現した簡易排水モデルを構築

- 想定外力
気候変化下での極端降雨 (260mm/9時間) による出水を想定



氾濫解析の対象域 (太線)



簡易排水モデルの排水区

研究方法：公園緑地の設定

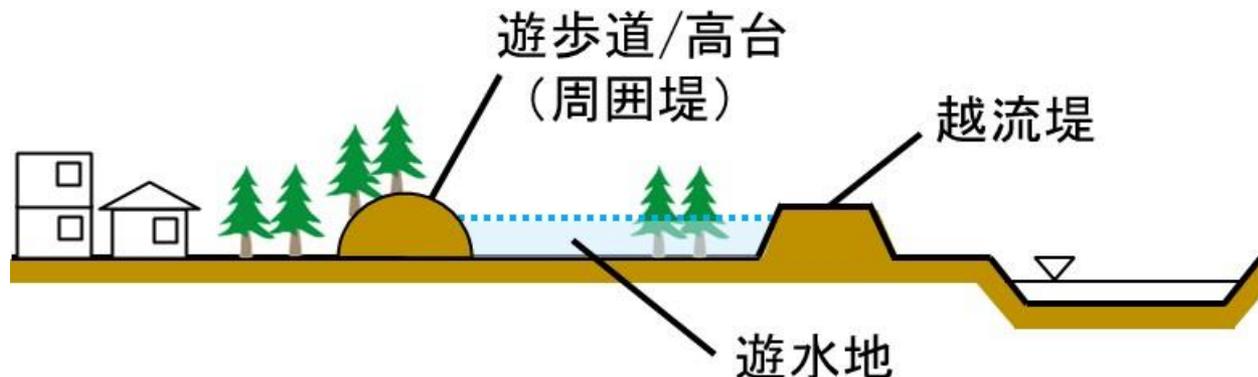
- 公園緑地の配置, 規模, 設計を様々に変化

□ 標高データ

- ➡ 遊歩道 (周囲堤として機能) : 該当メッシュの地盤高を上げる
- ➡ 遊水地 (貯留池として機能) : 該当メッシュの地盤高を下げる
- ➡ 越流堤 : 導水するメッシュの地盤高を越流堤の高さとする

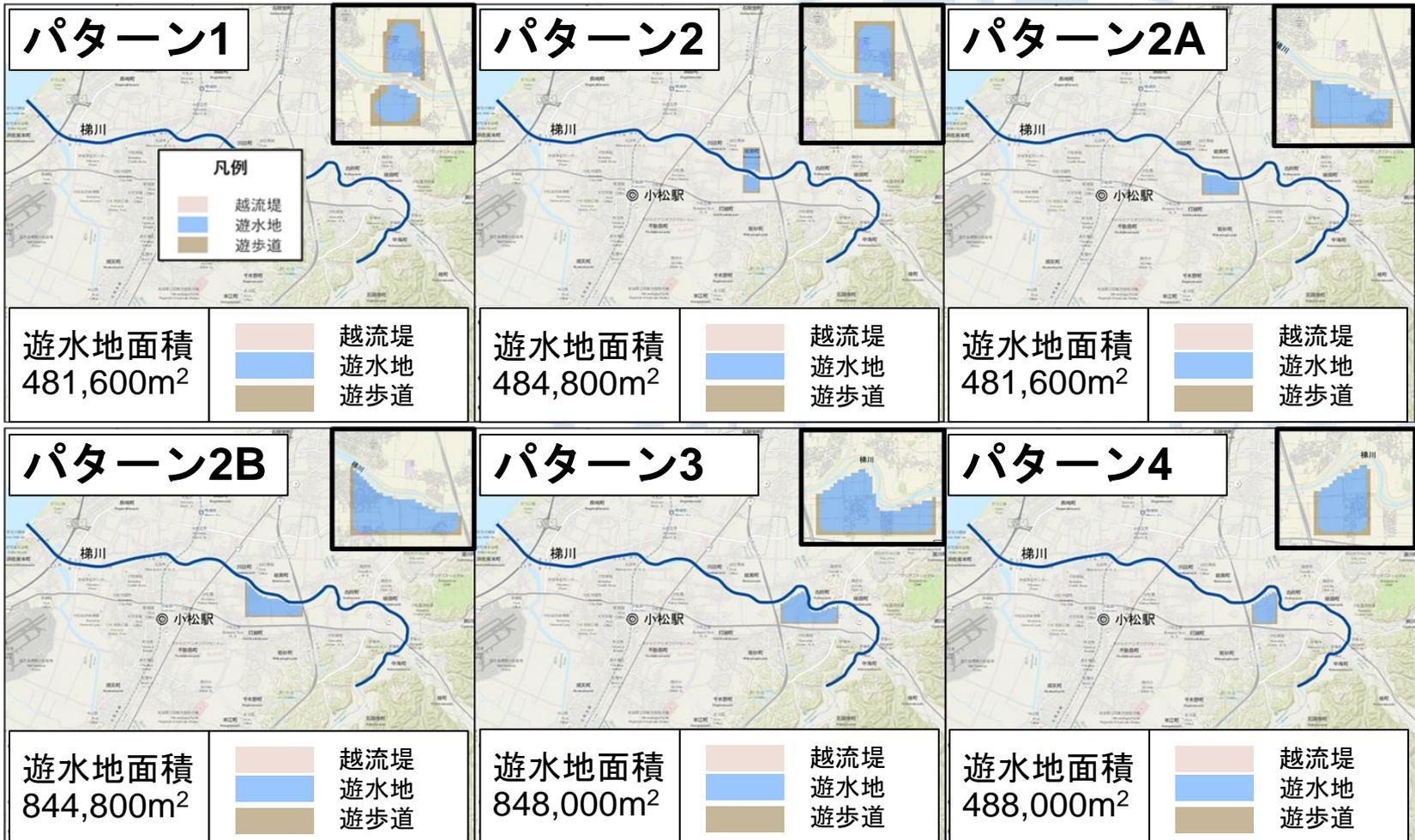
□ 堤防データ

越流堤 : 導水するメッシュの堤防高を越流堤の高さとする



研究方法：公園緑地の設定

- 公園緑地の配置，面積規模を以下の6パターンに設定
- 遊歩道，遊水地，越流堤高さを様々に変化させ，計76ケースのシミュレーションを実施



研究方法：人口減少下での居住地移転

- 2050年小松市人口の減少率（現状の約18.9%）を用いて、世帯，従業者の移転を行う
- 移転先：利便性の高い**小松駅周辺**

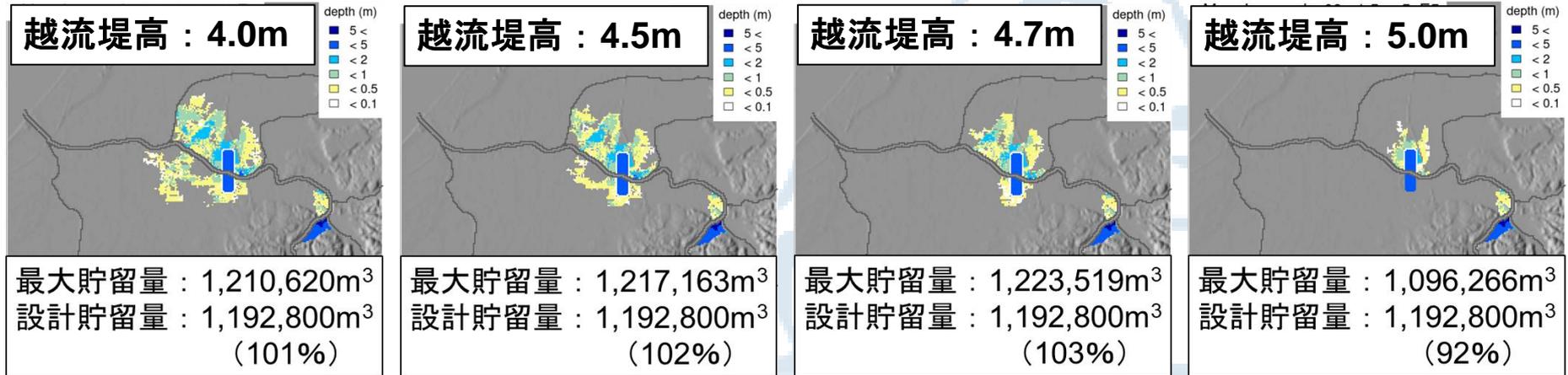


研究方法：氾濫被害額の算定

- 国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）」に基づいて算出
- 氾濫解析による最大浸水深分布と移転シナリオによる結果に基づき算出
- 評価対象とする被害項目
 - 家屋被害
 - 家庭用品被害
 - 事業所償却・在庫被害
 - 農作物被害

解析結果：遊水地からの氾濫

パターン2（遊水地内地盤高：一様に1.5mまで掘削，遊歩道高さ：5m）



* () は最大貯留量と設計貯留量の比率 (%)

遊歩道高さ<6mの全ケースで遊水地からの氾濫が発生

河川水位 > 5m (遊歩道高さ) → 遊水地から越流 → 浸水

遊歩道高さ < 計画高水位 → 遊水地から氾濫発生

* HWL : 5.486m (越流堤の設置断面30・河口から6.6kmの距離)

氾濫制御効果は不十分

越流堤高さが高いほど，浸水域は小さい

解析結果：遊水地からの氾濫なし

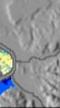
パターン1
遊歩道高：6m
越流堤高：4m



最大貯留量：1,348,346m³
設計貯留量：1,447,200m³
(93%)

※遊水地地盤高：一律1.5m

パターン2
遊歩道高：6m
越流堤高：5m



最大貯留量：1,240,763m³
設計貯留量：1,533,600m³
(81%)

※遊水地地盤高：一律1.5m

パターン2A
遊歩道高：6m
越流堤高：5m



最大貯留量：1,049,700m³
設計貯留量：1,153,380m³
(91%)

※遊水地地盤：0.5m掘削

パターン2B
遊歩道高：6m
越流堤高：4m



最大貯留量：2,990,233m³
設計貯留量：3,276,000m³
(91%)

※遊水地地盤高：一律1.5m

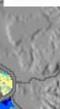
パターン3
遊歩道高：7.5m
越流堤高：6m



最大貯留量：1,898,060m³
設計貯留量：2,581,600m³
(74%)

※遊水地地盤高：一律4.0m

パターン3
遊歩道高：6.5m
越流堤高：6m



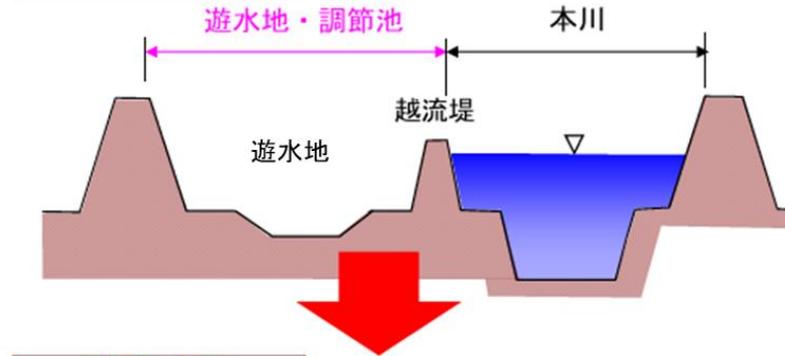
最大貯留量：957,390m³
設計貯留量：951,540m³
(101%)

※遊水地地盤：0.7m掘削

①通常時

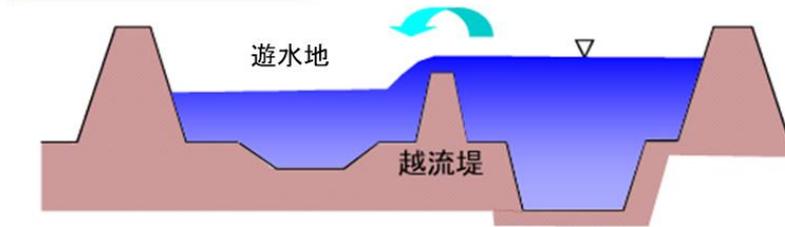
※流入のイメージ

出典：国土交通省



②洪水時

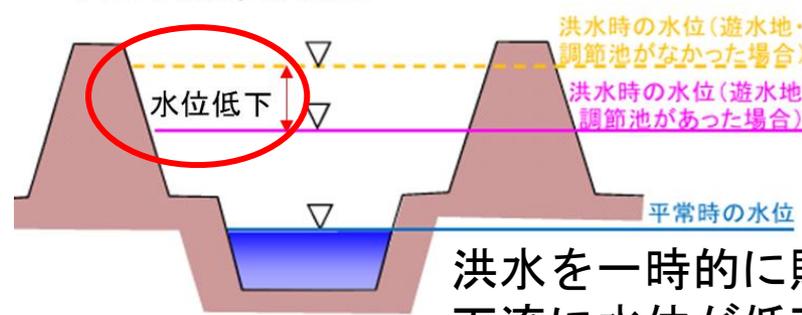
流入



本川の水位が上昇すると、洪水が越流堤を超えて遊水地に流入

本川下流部の状況

※水位低下のイメージ



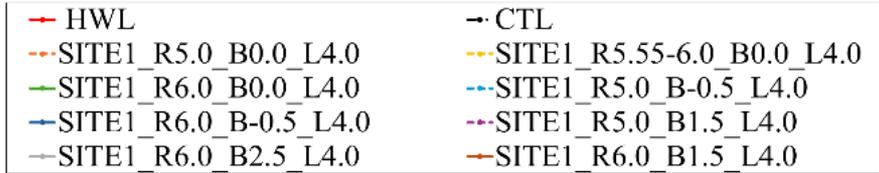
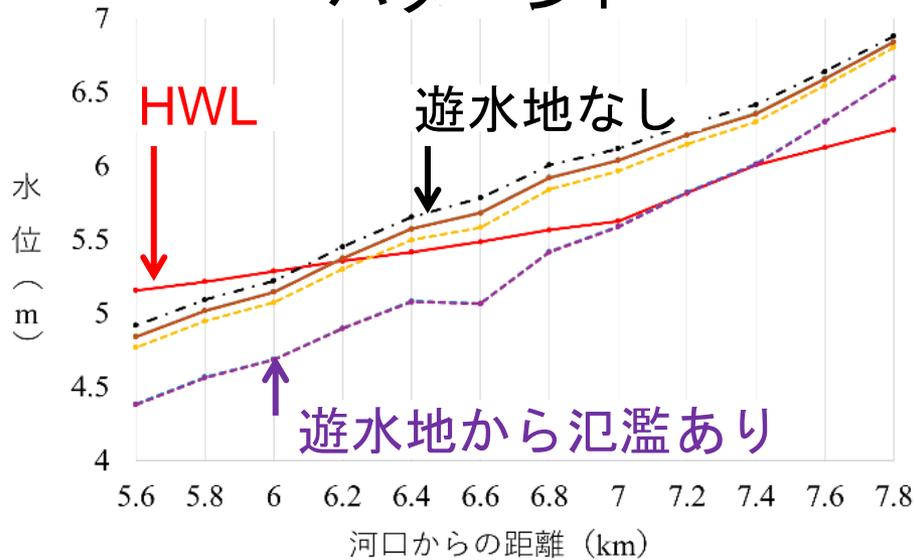
(ケースori)

(各ケースgelev)

洪水を一時的に貯めることで、下流に水位が低下

解析結果：河道水位の変化

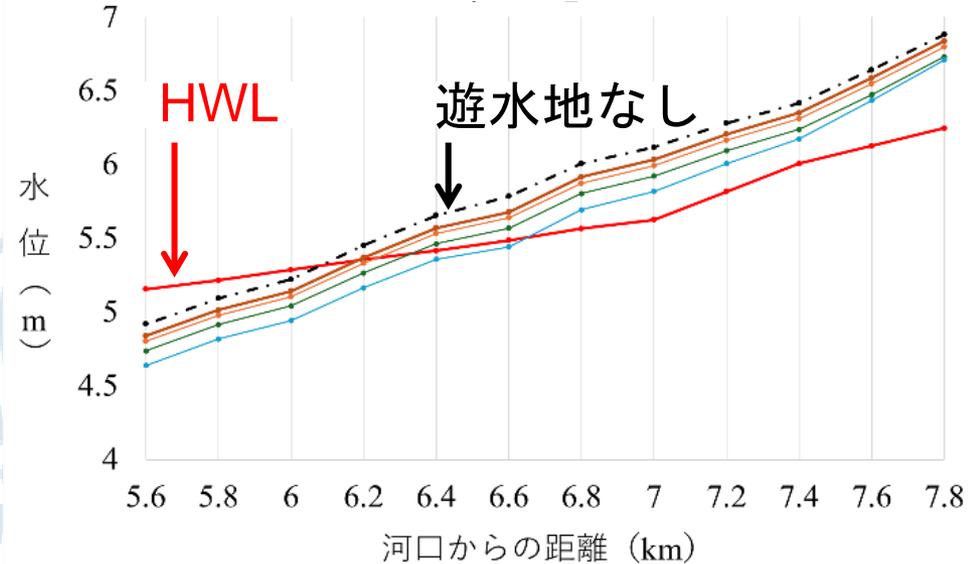
パターン1



- 遊水地整備により河道内水位が低下
- 遊水地整備によりHWLを下回ることとなった断面は限定的

パターン2

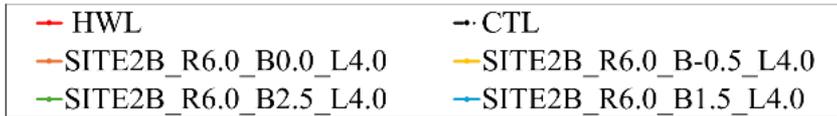
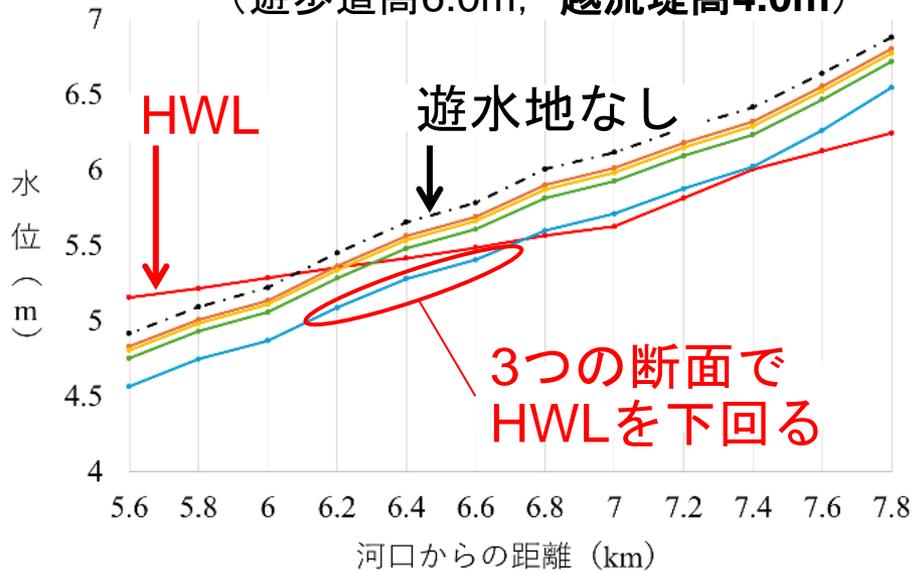
(遊歩道高6.0m, 遊水地内地盤高1.5m)



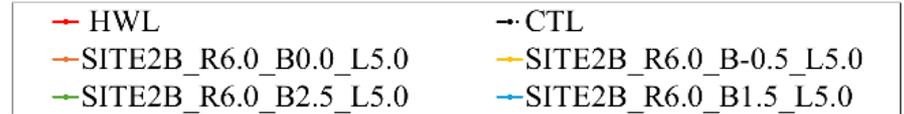
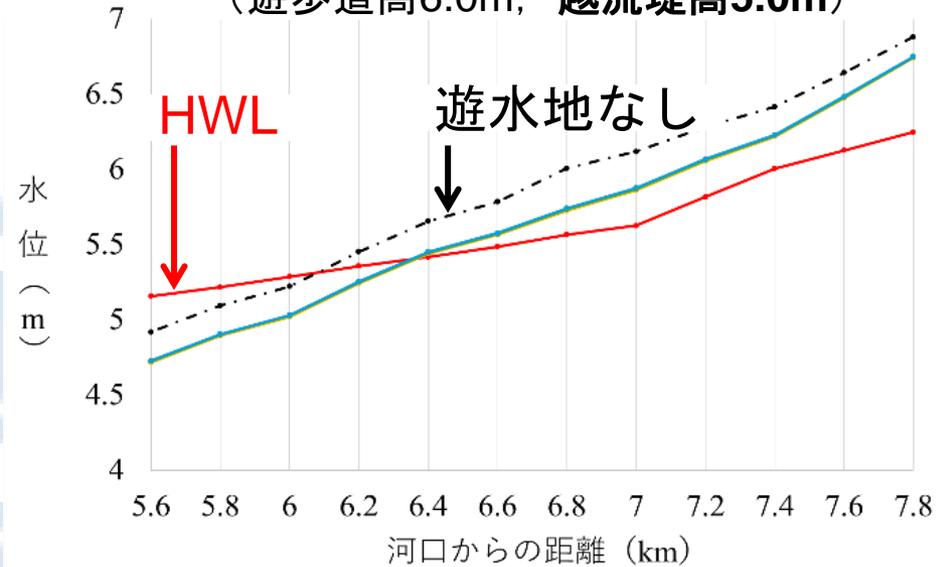
- 6.2km断面では複数ケースでHWLを下回る＝破堤リスク軽減
- 越流堤高さが高いほど河道内水位が低下

解析結果：河道水位の変化

パターン2B
(遊歩道高6.0m, 越流堤高4.0m)



パターン2B
(遊歩道高6.0m, 越流堤高5.0m)



- 遊水地内地盤高が低い＝容量が大きいほど水位低下
- 貯水容量が最大のケースでは3つの断面でHWLを下回る

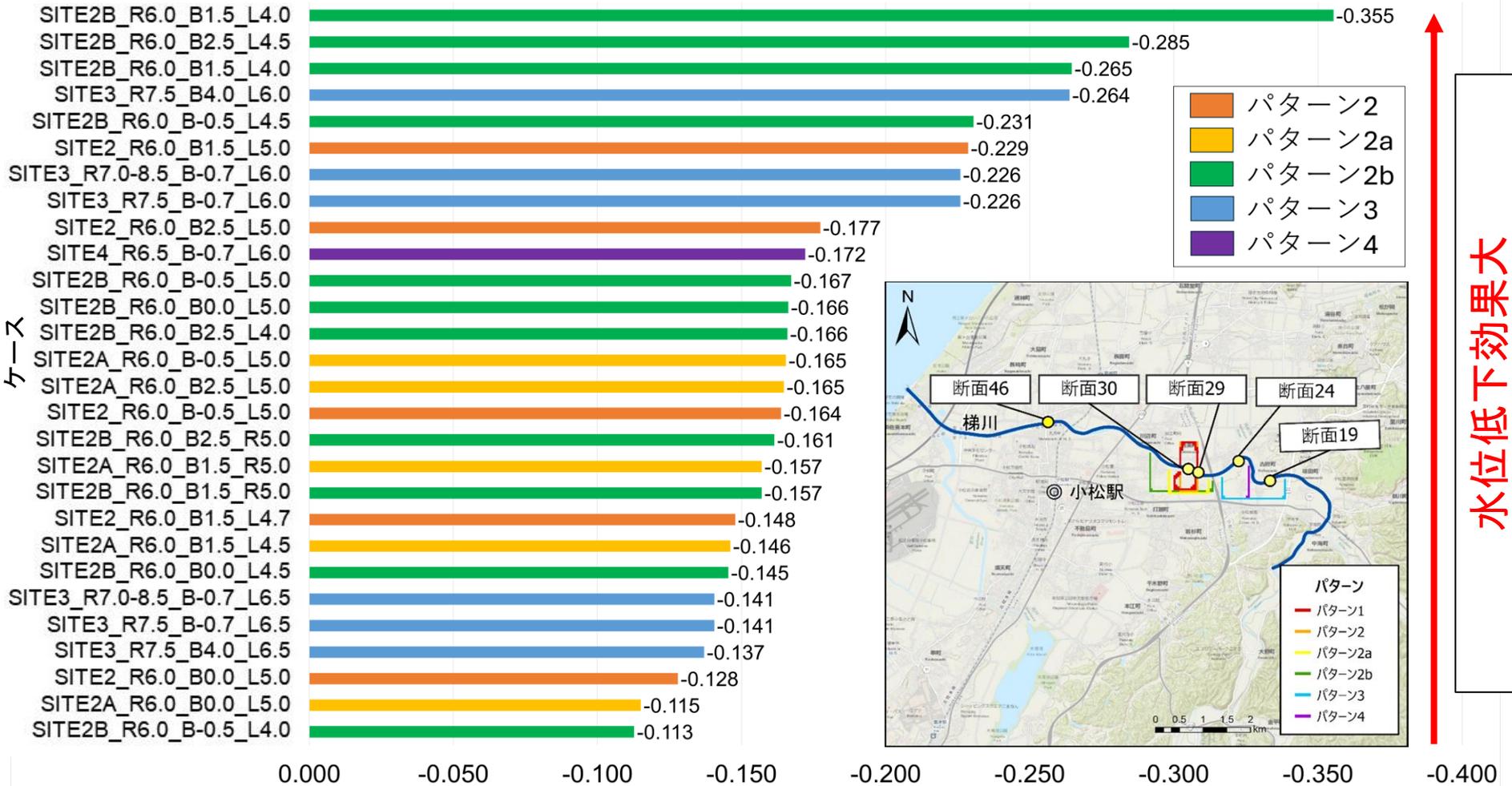
- 貯水容量が大きくても水位低減効果は向上しない
→越流堤高さが高く、遊水地への流入量が減少

解析結果：河道水位の変化

- 氾濫が発生せず，かつ水位低下が10cm以上観測されたケース
- 梯川下流側の小松市街地と近い断面46（河口から3.4km）での水位変化

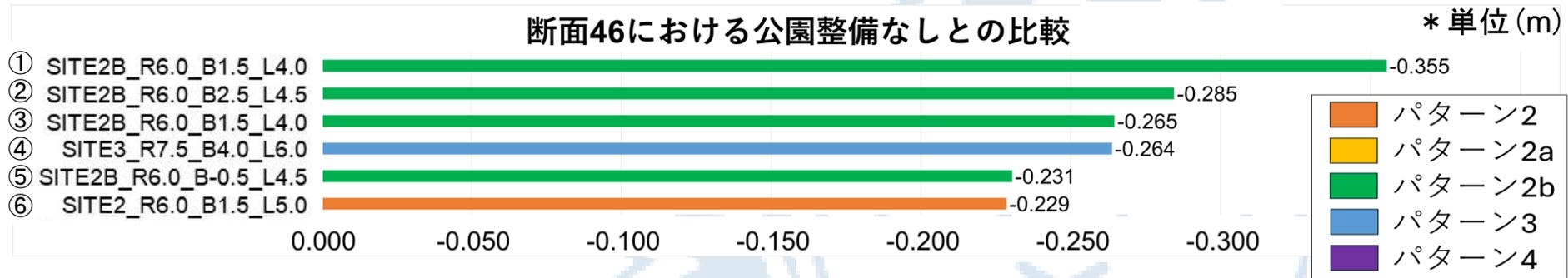
断面46における公園整備なしとの比較

* 単位 (m)



解析結果：河道水位の変化

- 氾濫が発生せず，かつ水位低下が10cm以上観測されたケース
- 梯川下流側の小松市街地と近い断面46（河口から3.4km）での水位変化



ケース	設定	貯留容量 (m ³)
①	パターン2B, 遊歩道高6.0m, 遊水地盤高1.5m, 越流堤高4.0m	3,276,000
②	パターン2B, 遊歩道高6.0m, 遊水地盤高2.5m, 越流堤高4.5m	2,548,000
③	パターン2B, 遊歩道高6.0m, 遊水地盤高1.5m, 越流堤高4.5m	3,276,000
④	パターン3, 遊歩道高7.5m, 遊水地盤高4.0m, 越流堤高6.0m	2,581,600
⑤	パターン2B, 遊歩道高6.0m, 遊水地盤0.5m掘削, 越流堤高4.5m	2,192,060
⑥	パターン2, , 遊歩道高6.0m, 遊水地盤高1.5m, 越流堤高5.0m	1,533,600

遊水地の規模だけでなく様々な設定が影響

解析結果：河道水位の変化

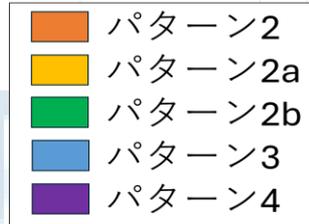
- 氾濫が発生せず，かつ水位低下が10cm以上観測されたケース
- 梯川下流側の小松市街地と近い断面46（河口から3.4km）での水位変化

断面46における公園整備なしとの比較

* 単位 (m)



設計規模，貯留量約2倍の差でも
同程度の水位低下



パターン2A



パターン2B



いずれも遊歩道高6.0m，遊水地地盤高1.5m，越流堤高さ5.0m

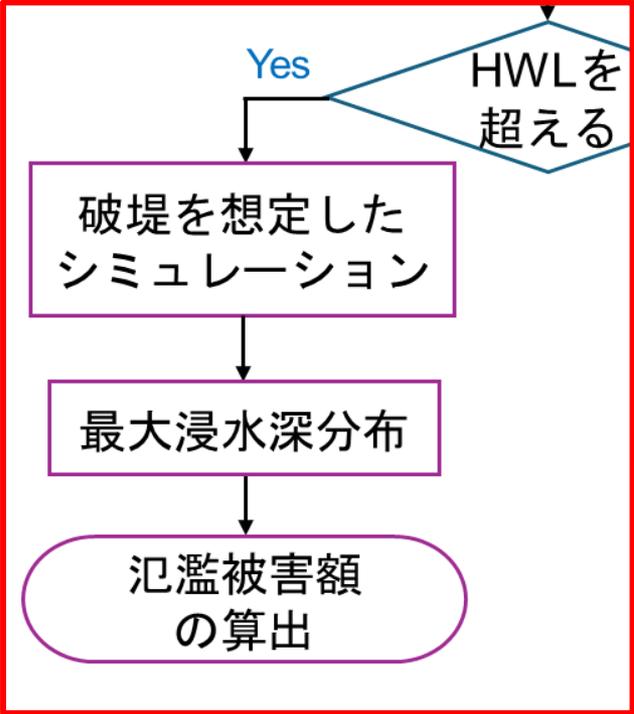
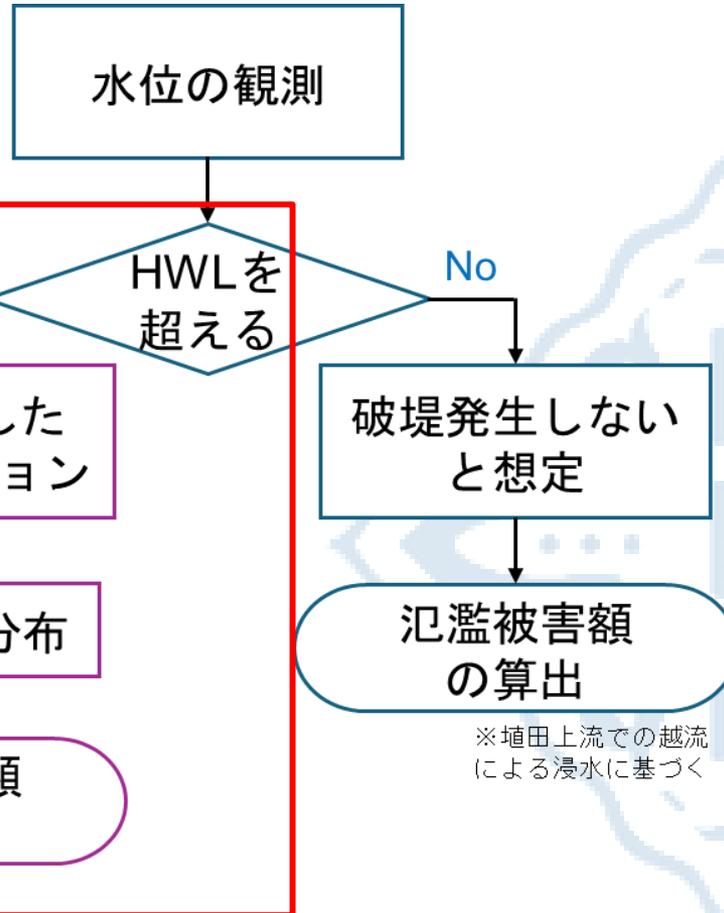
氾濫被害額の算定：破堤を想定した解析

破堤条件

- 最高水位が計画高水位（HWL）を超える時に発生
- 破堤場所：河口から6.2kmの地点（断面32）
- 発生から1時間で最終幅まで拡大（梯川：10m→100m）
- 堤防が基底部まで破壊

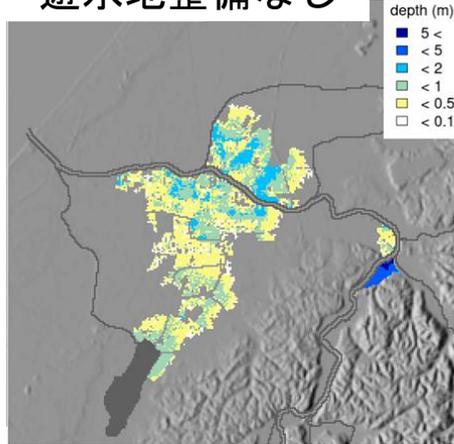


破堤シミュレーションにおいて破堤を仮定する断面

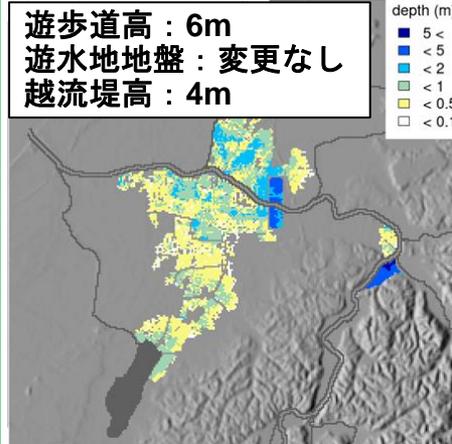


氾濫被害額の算定：破堤を想定した解析

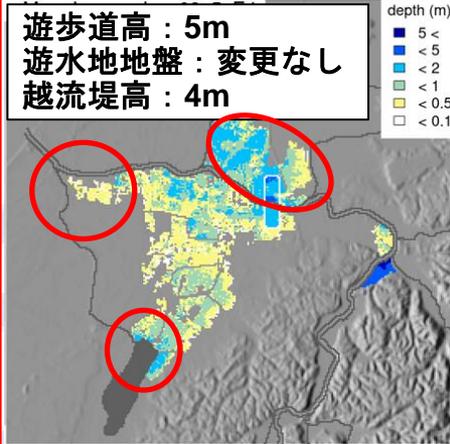
遊水地整備なし



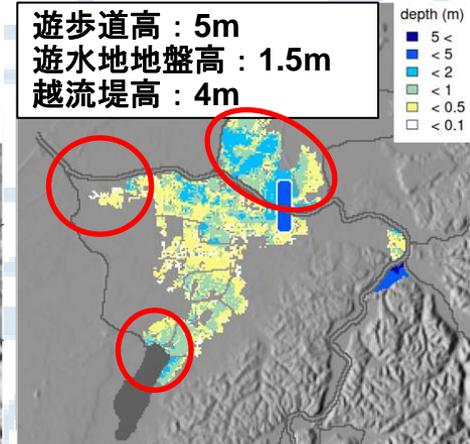
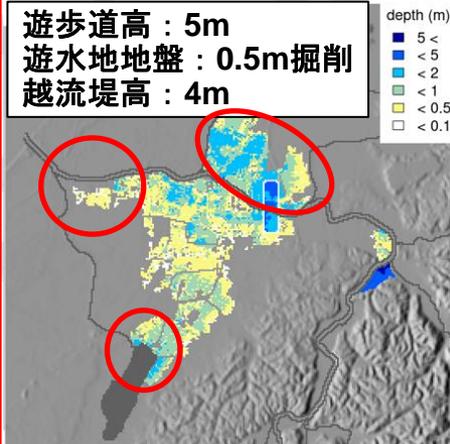
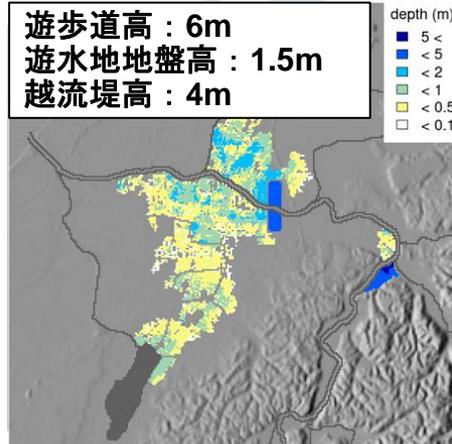
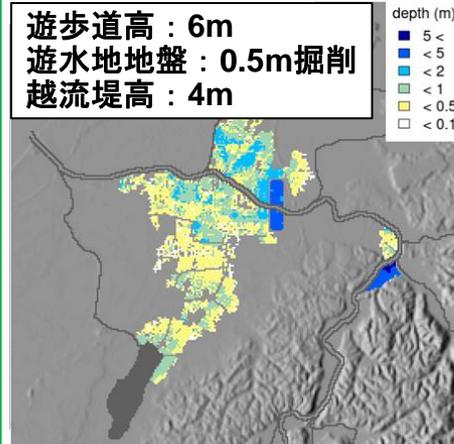
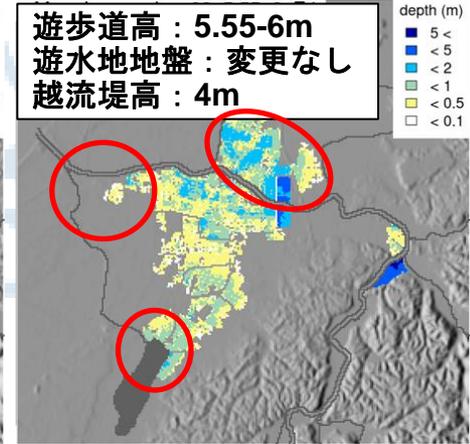
遊水地から氾濫なし



遊水地から氾濫あり



※いずれもパターン2



遊水地から氾濫が生じた場合、遊水地整備がない場合より浸水域が拡大してしまう

氾濫被害額の算定：破堤を想定した解析

ケース	被害額 (億円)	被害変化率 (%)
遊水地整備なし	466	-
遊歩道高:5.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤高変更なし	665	+43%
遊歩道高:5.55-6.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤高変更なし	556	+19%
遊歩道高:5.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤0.5m掘削	645	+38%
遊歩道高:5.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤高1.5m	623	+34%
遊歩道高:6.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤高変更なし	462	-1%
遊歩道高:6.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤0.5m掘削	463	-1%
遊歩道高:6.0m, 越流堤高4.0m, 遊水地地盤高1.5m	463	-1%

遊水地から
氾濫発生

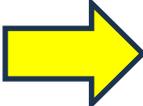
遊水地から
氾濫なし

遊水地から氾濫発生しない場合でも被害軽減率は
わずか1%程度

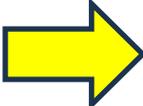
破堤が発生しない = 計画高水位を超えない設計の重要性

まとめ

- 人口減少下における余剰地を活用した遊水地機能を有する公園緑地の整備を想定し，複数の設計ケースに基づくシミュレーションを実施

 HWLを超える出水に対して，適切な設定により HWLを下回る程度の河道水位低減効果を発揮

- 遊水地による下流での水位低減効果が十分でない場合，破堤発生時の被害軽減効果は小さい

 遊水地での貯留による氾濫ボリュームの低減は限定的であり，HWLを下回る設計が理想的

- 異なる洪水波形に基づく検討や，河道と遊水地を一体的に表現したモデルによる洪水流の挙動の将来な解析なども必要である。