

2007年度 基礎水理シンポジウム

『統合型氾濫解析モデル』と今後の課題

2007年12月18日
土木学会講堂



京都大学防災研究所
川池 健司



目次

- ❁ 『統合型汜濫解析モデル』の考え
- ❁ 『統合型汜濫解析モデル』の適用例
- ❁ 汜濫解析を行う上での今後の課題
- ❁ まとめ





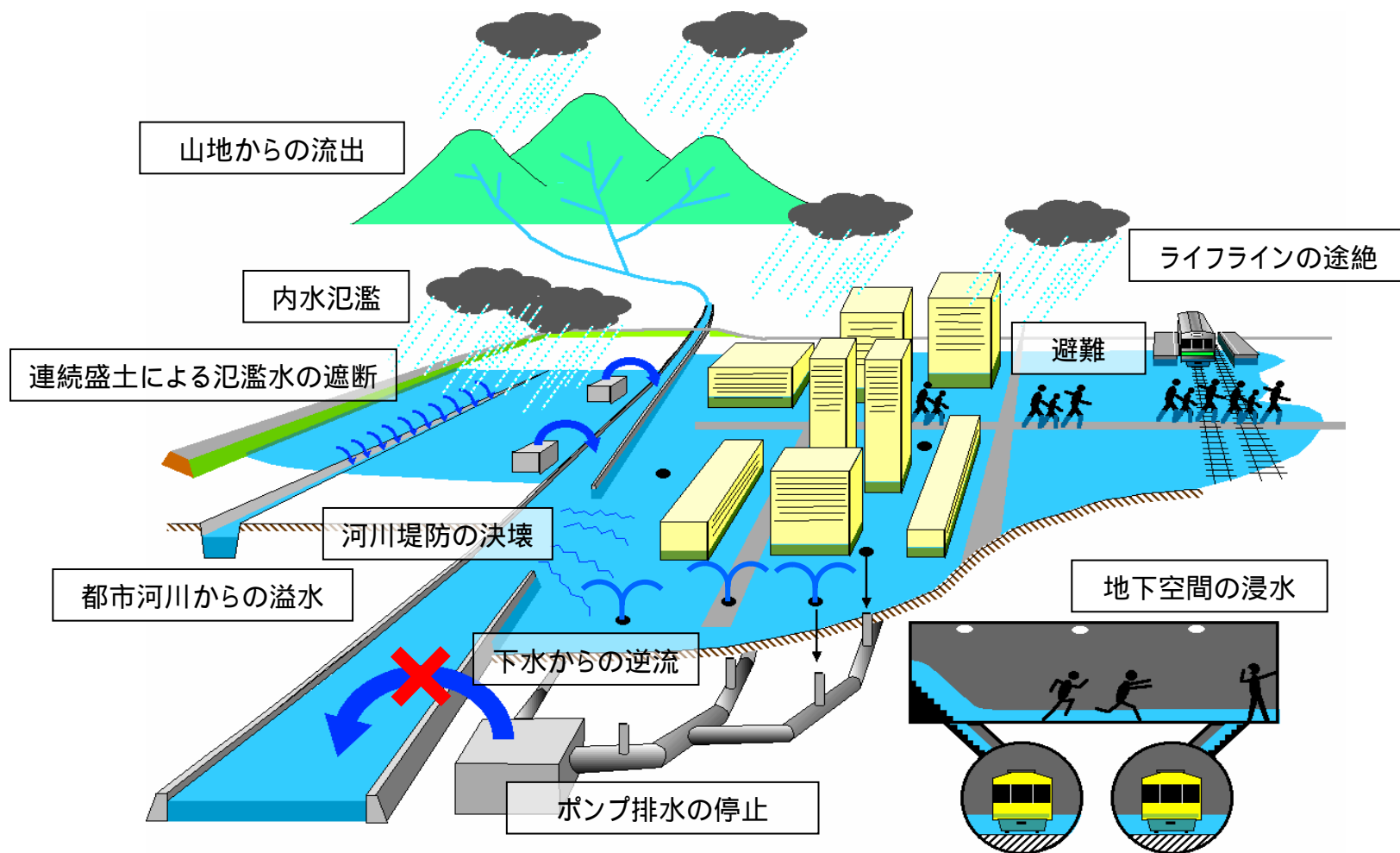
『統合型氾濫解析モデル』の考え





『統合型氾濫解析モデル』の考え

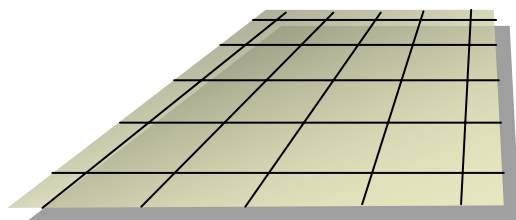
都市水害時に発生すると予想される事象



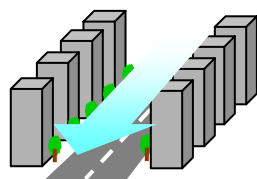


『統合型氾濫解析モデル』の考え

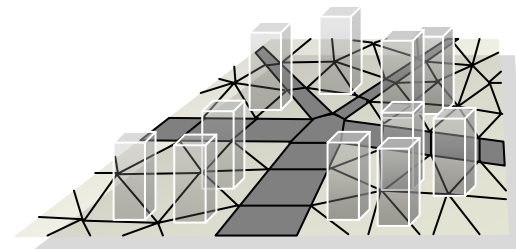
2次元氾濫流



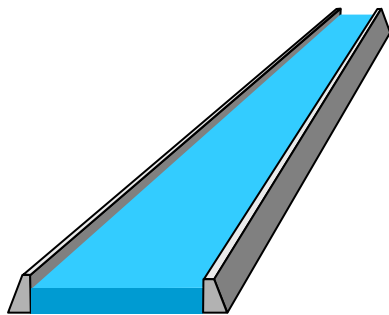
道路・建物の影響を考慮



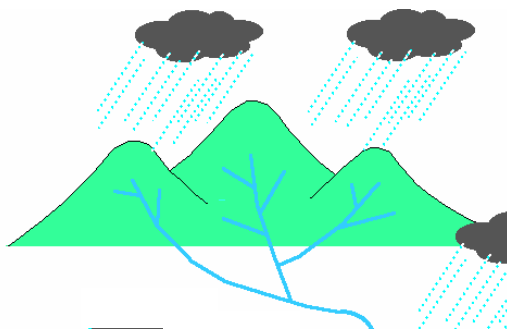
非構造格子の適用



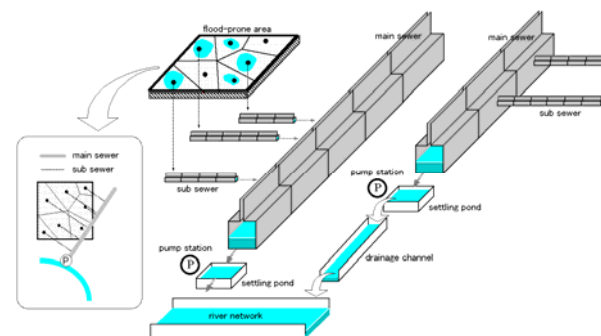
河川の洪水流



山地からの流出

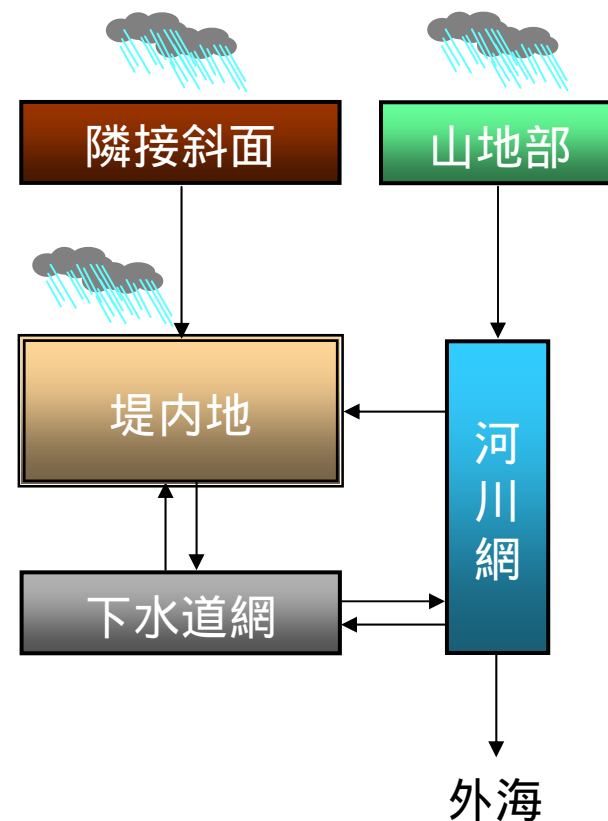
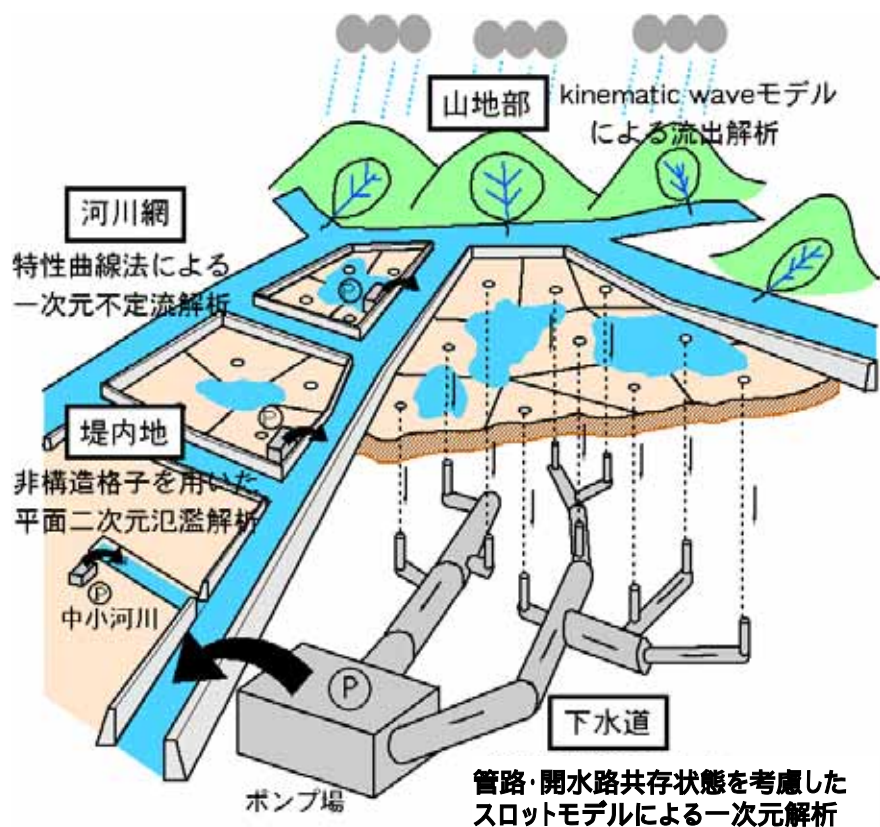


下水道による排水





『統合型氾濫解析モデル』の考え

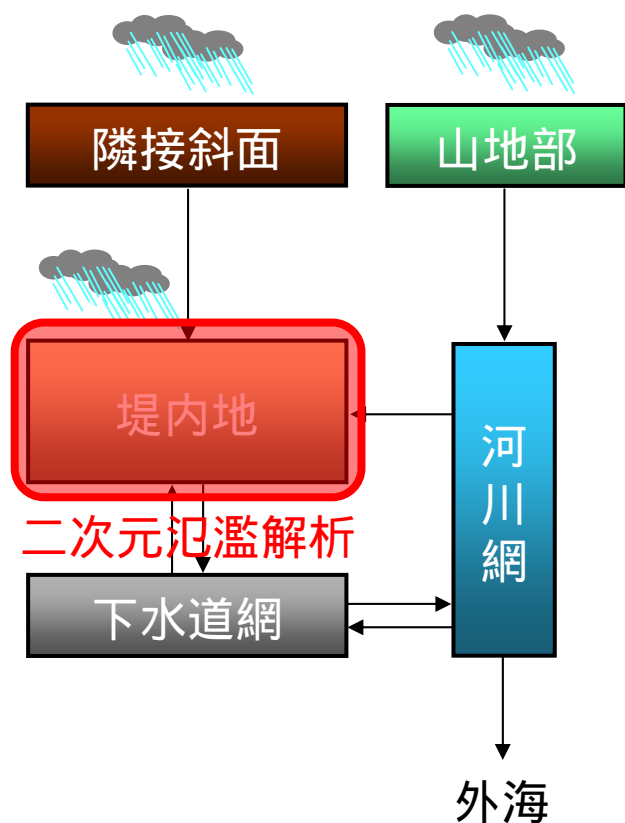


とくに内水氾濫を扱う場合、境界条件を押さえることが困難であれば、流域全体での雨水の流れを追跡する必要があると考えた。

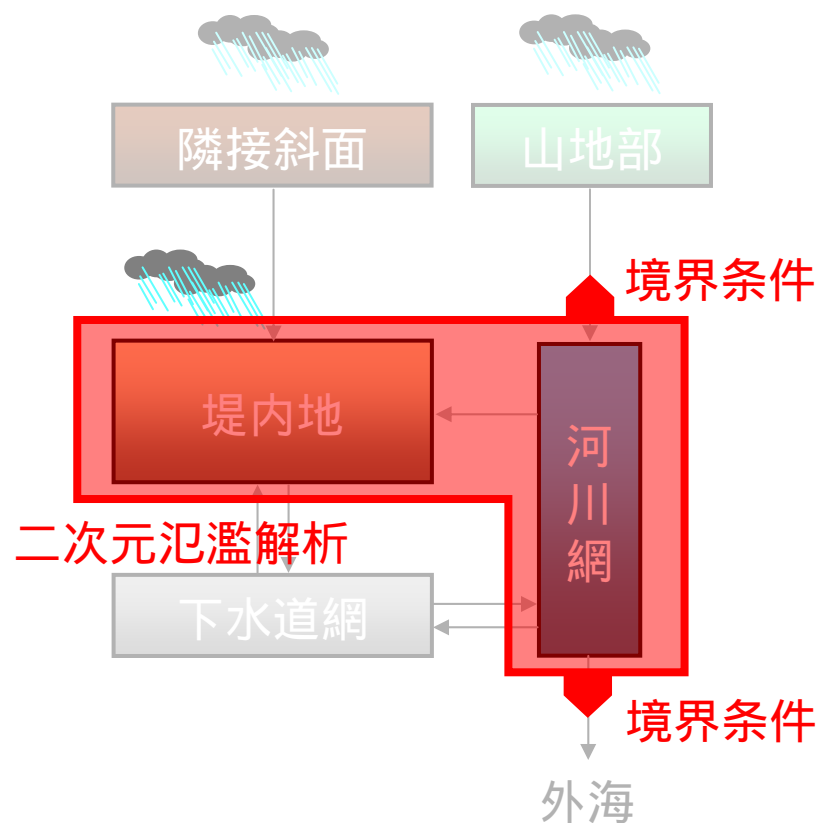


『統合型氾濫解析モデル』の考え

『統合型氾濫解析モデル』



『包括型氾濫解析モデル』





『統合型氾濫解析モデル』の適用例





『統合型氾濫解析モデル』の適用例





『統合型氾濫解析モデル』の適用例



出雲河川事務所HPより

昭和47年7月の豪雨災害





『統合型氾濫解析モデル』の適用例

平成18年7月18日 ... (出雲河川事務所提供)



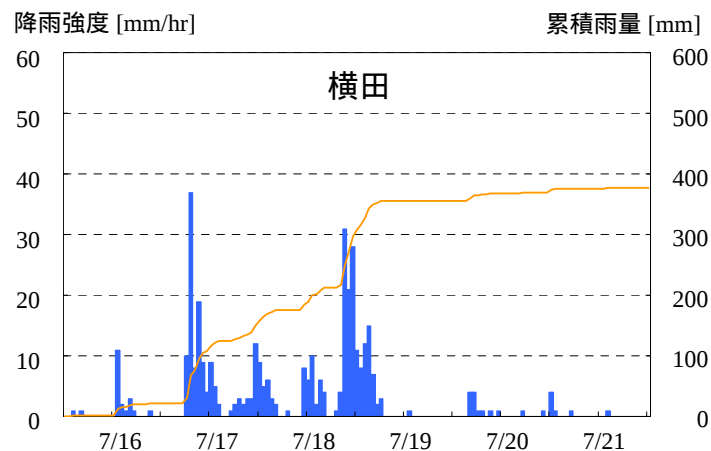
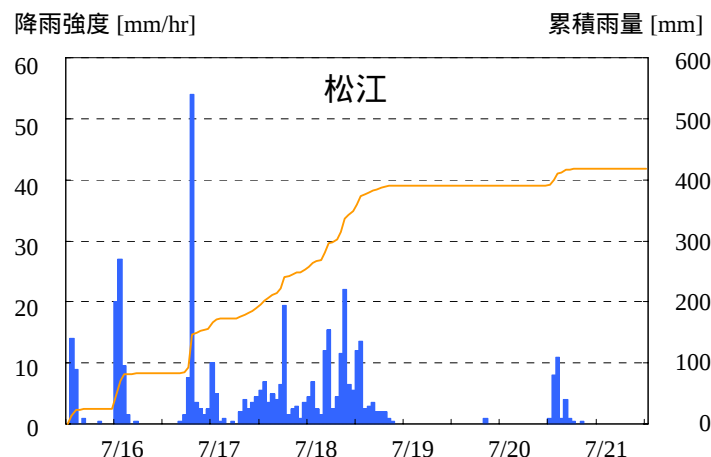


『統合型氾濫解析モデル』の適用例

降雨の特徴

7月16日から19日までの総雨量
が300～400mmに達した。

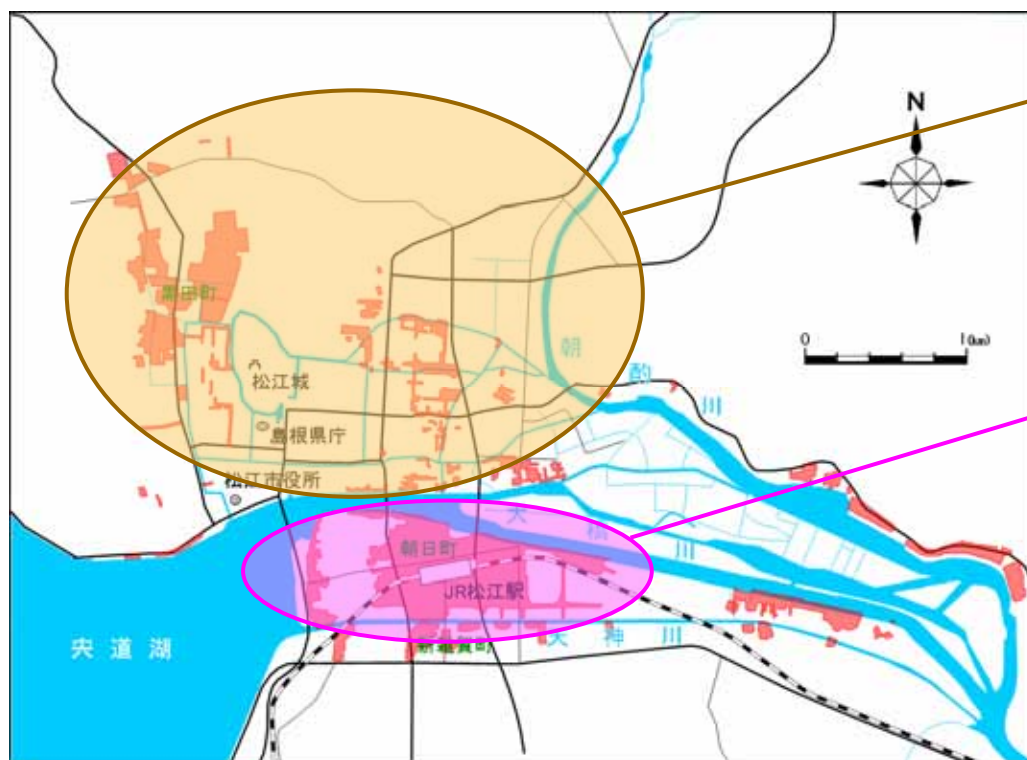
降雨強度にいくつかのピークが
存在する。





『統合型氾濫解析モデル』の適用例

平成18年7月豪雨による浸水域



豪雨による市内水路からの
溢水

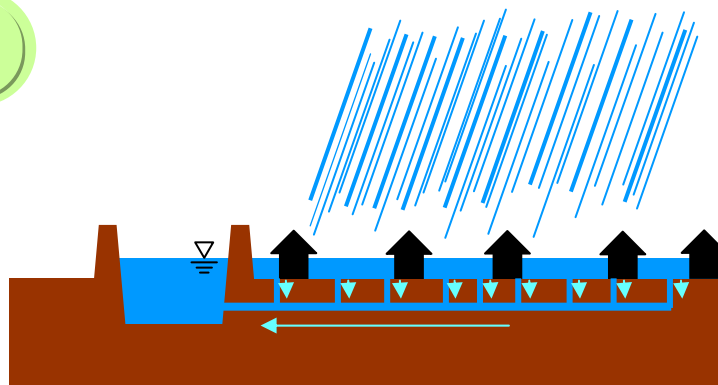
大橋川の水位上昇による
下水道からの逆流



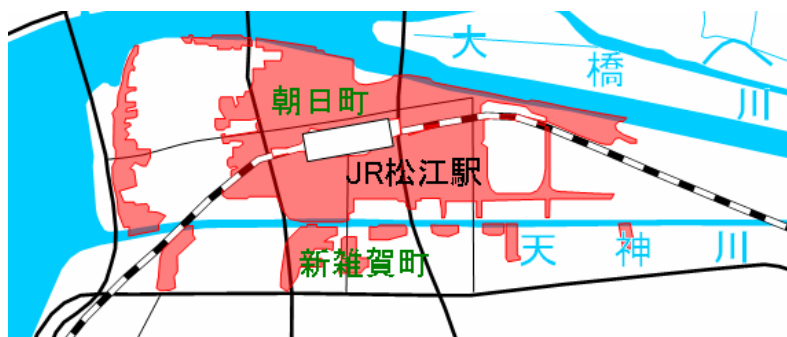


『統合型氾濫解析モデル』の適用例

平成18年7月豪雨による浸水域



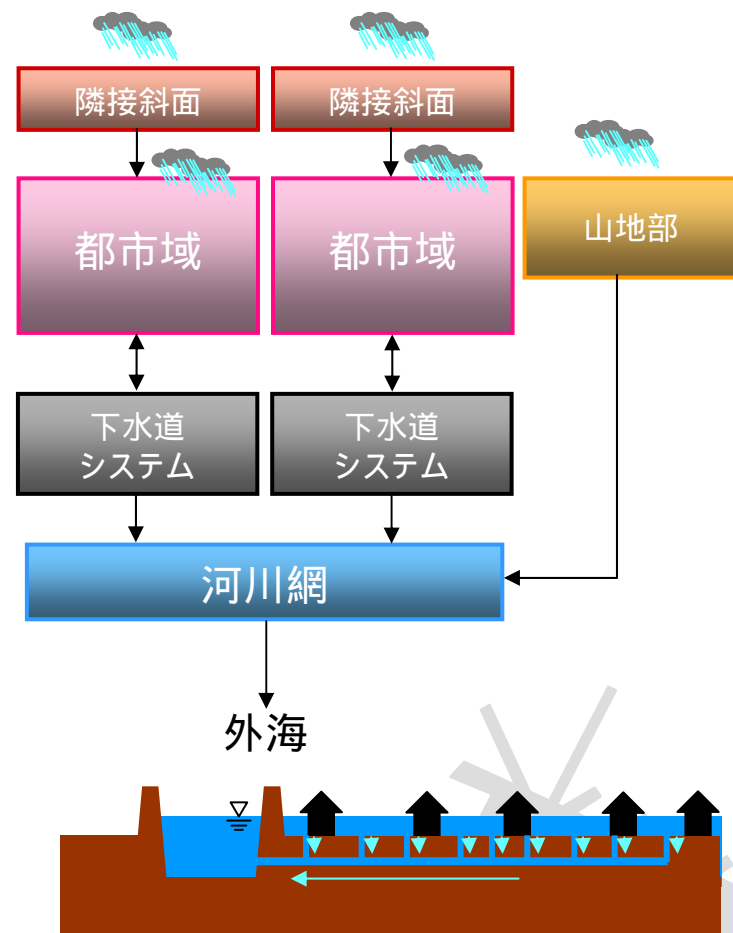
下水道の持つ役割が重要





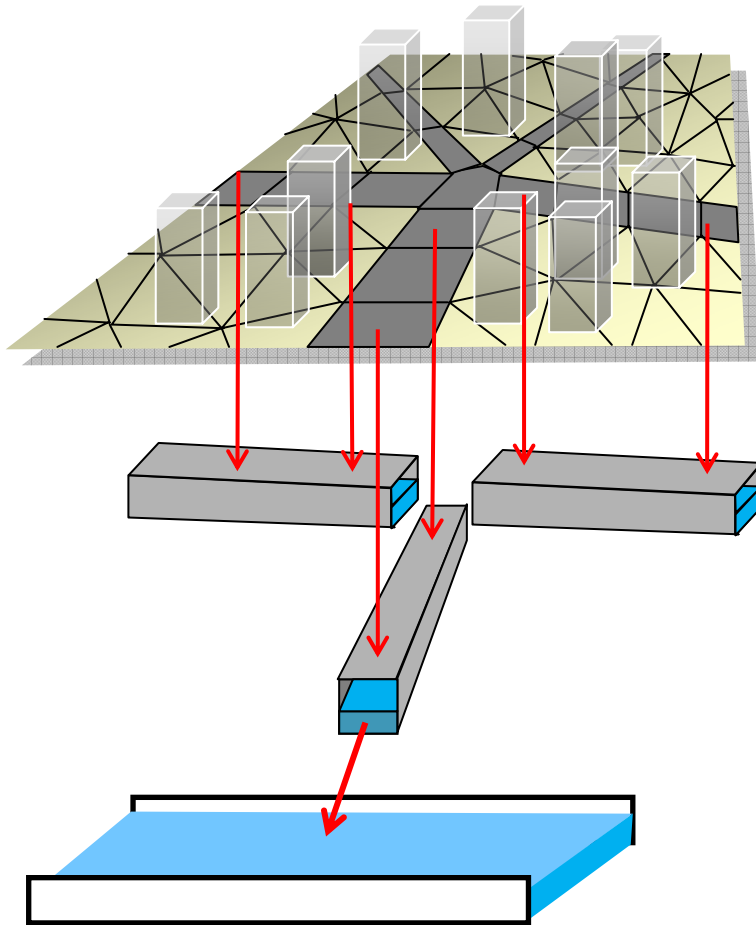
『統合型氾濫解析モデル』の適用例

対象領域





『統合型氾濫解析モデル』の適用例



都市域

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = r$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(uM)}{\partial x} + \frac{\partial(vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2 M \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \frac{\partial(vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{gn^2 N \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

下水道

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{\text{sew}}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(uQ)}{\partial x} = -gA \frac{\partial H_p}{\partial x} - \frac{gn^2 |Q|Q}{R^{4/3} A}$$

河川網

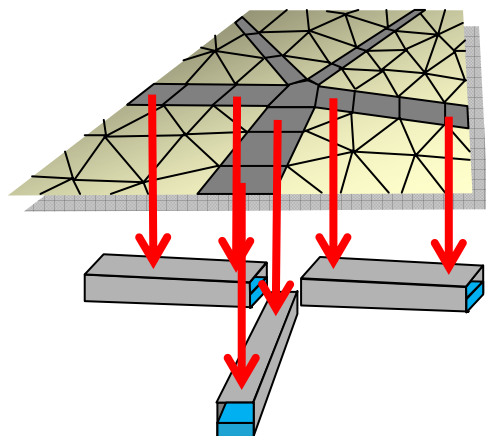
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} = s_0 - s_f$$



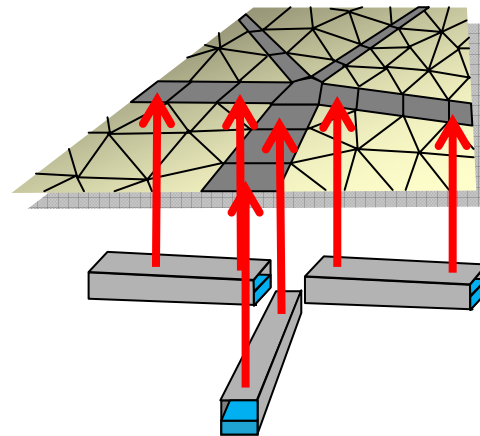
『統合型氾濫解析モデル』の適用例

下水道への排水



$$q_{sew} = 0.544 \beta h_m \sqrt{g h_m}$$

下水道からの逆流



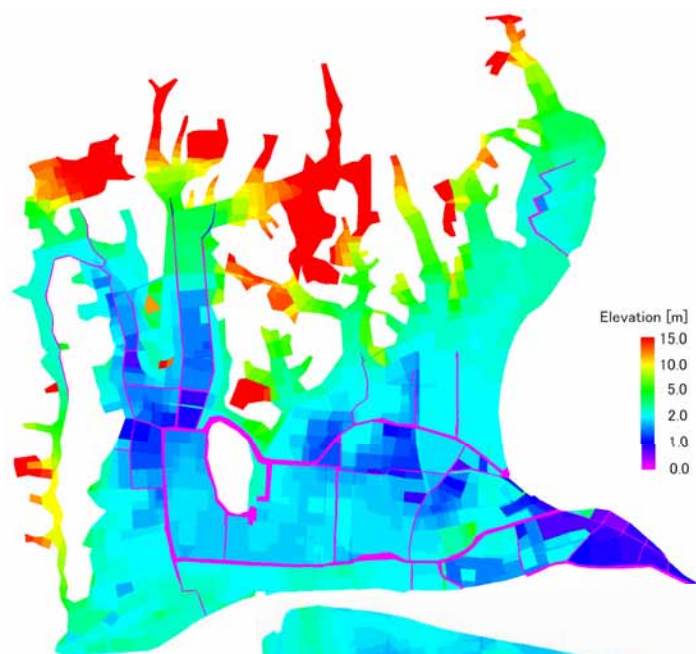
$$q_{sew} = -0.35 \beta h_d \sqrt{2 g h_d} \quad : (h_m / h_d \leq 2/3)$$
$$q_{sew} = -0.91 \beta h_m \sqrt{2 g (h_d - h_m)} \quad : (h_m / h_d > 2/3)$$

β : 下水道管路延長に対する雨水流入口の長さの割合、

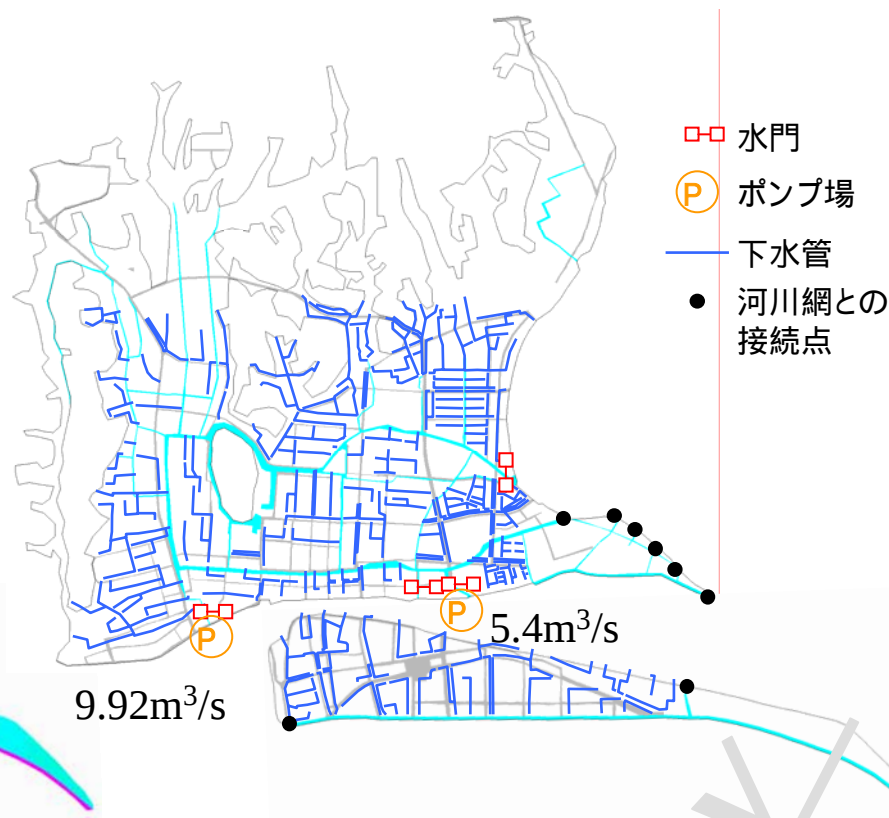
h_m : 地表面の解析格子の水深、 h_d : 地表面と下水道管渠内の水頭差



『統合型氾濫解析モデル』の適用例

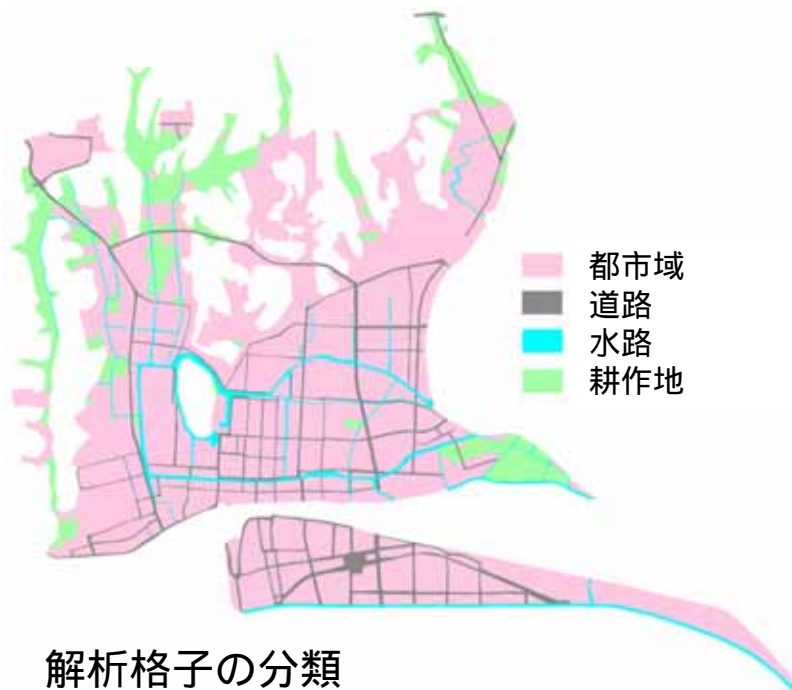


解析格子の地盤高





『統合型氾濫解析モデル』の適用例



解析格子の分類

< 粗度係数 >

都市域: 0.067

道路: 0.043

水路: 0.020

耕作地: 0.025



水路

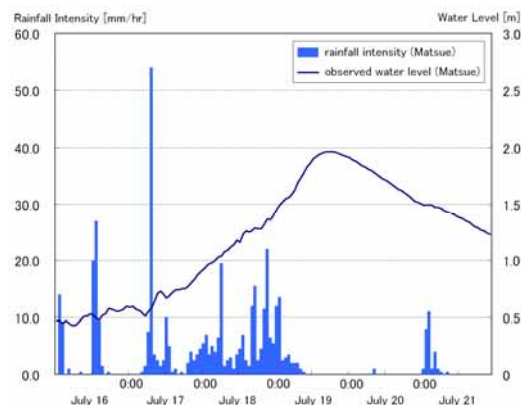


水門

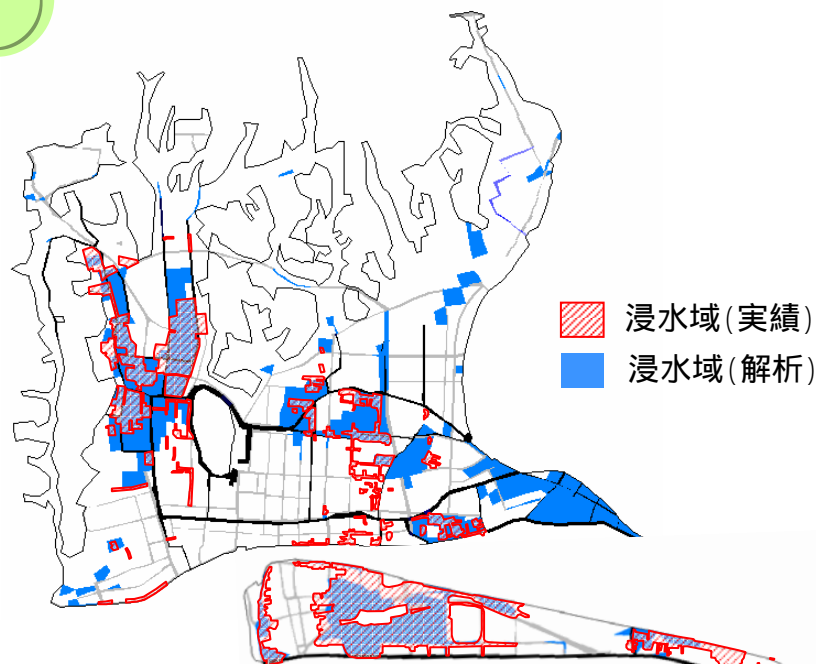


『統合型氾濫解析モデル』の適用例

平成18年7月豪雨災害の再現



7月16～21日 松江



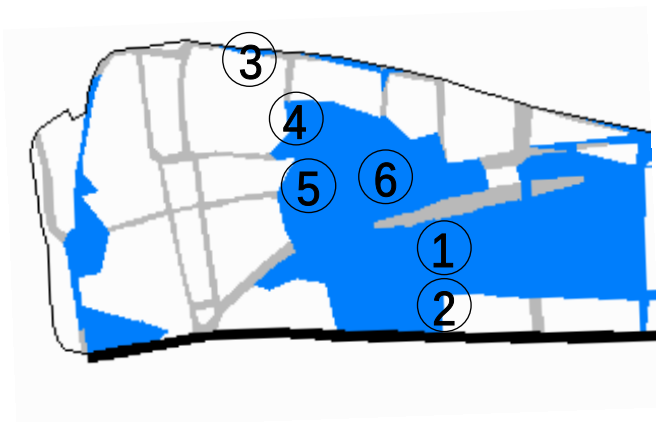
解析で得られた浸水域

解析で得られた浸水域が、水害時の浸水実績を良好に再現している



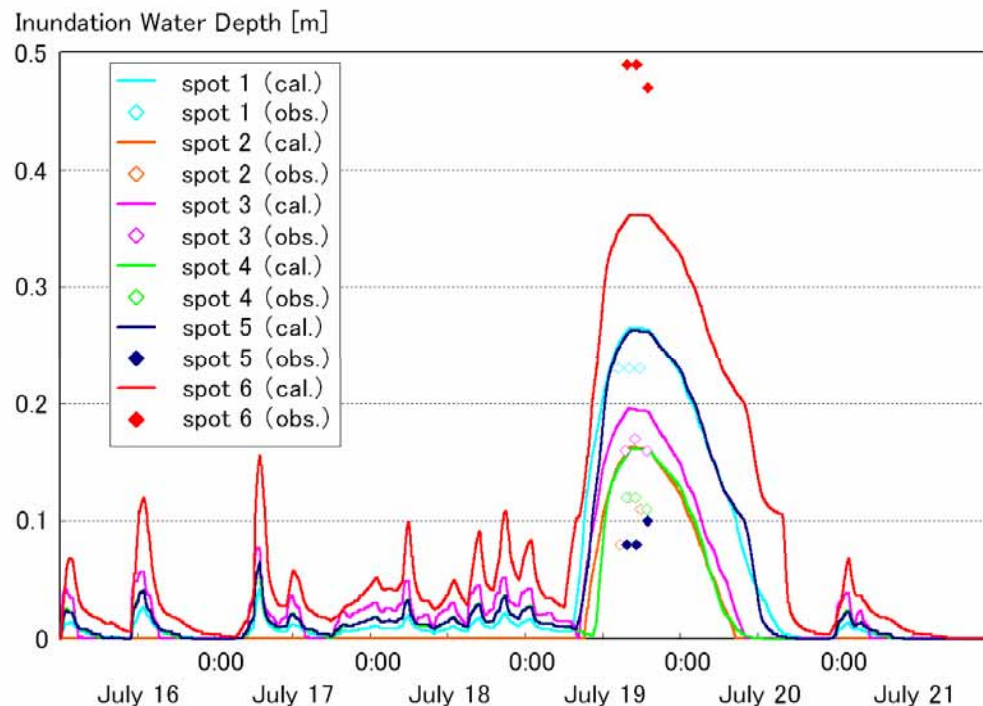
『統合型氾濫解析モデル』の適用例

平成18年7月豪雨災害の再現



～ については、0.1m以内の
誤差で再現できた。

、 については地盤高の影響
か？





『統合型氾濫解析モデル』の適用例

大橋川の水位の影響

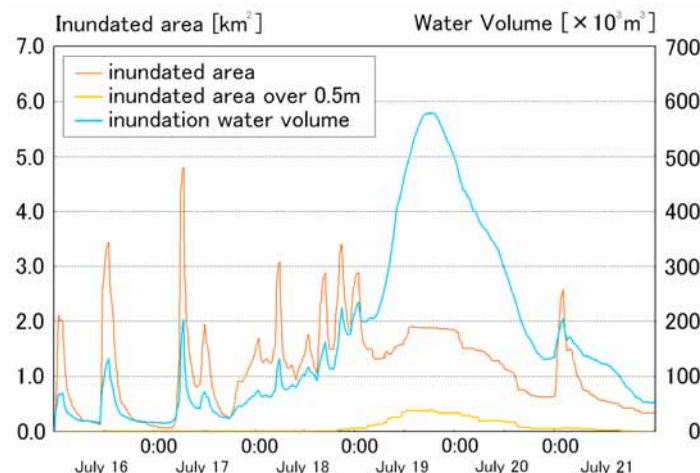
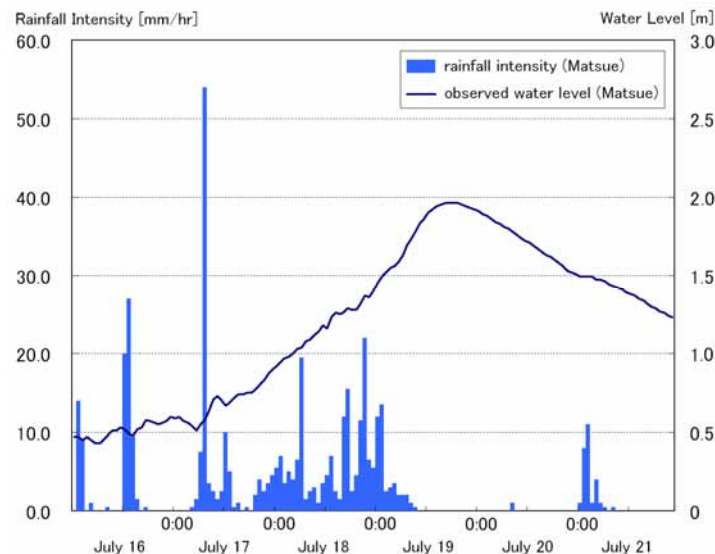
浸水面積

→ 降雨の発生 の影響が大

水深0.5m以上の浸水面積と氾濫水量

→ 大橋川の水位 の影響が大

松江市内の浸水被害を軽減するには、
大橋川の水位を上昇させないことが
不可欠である

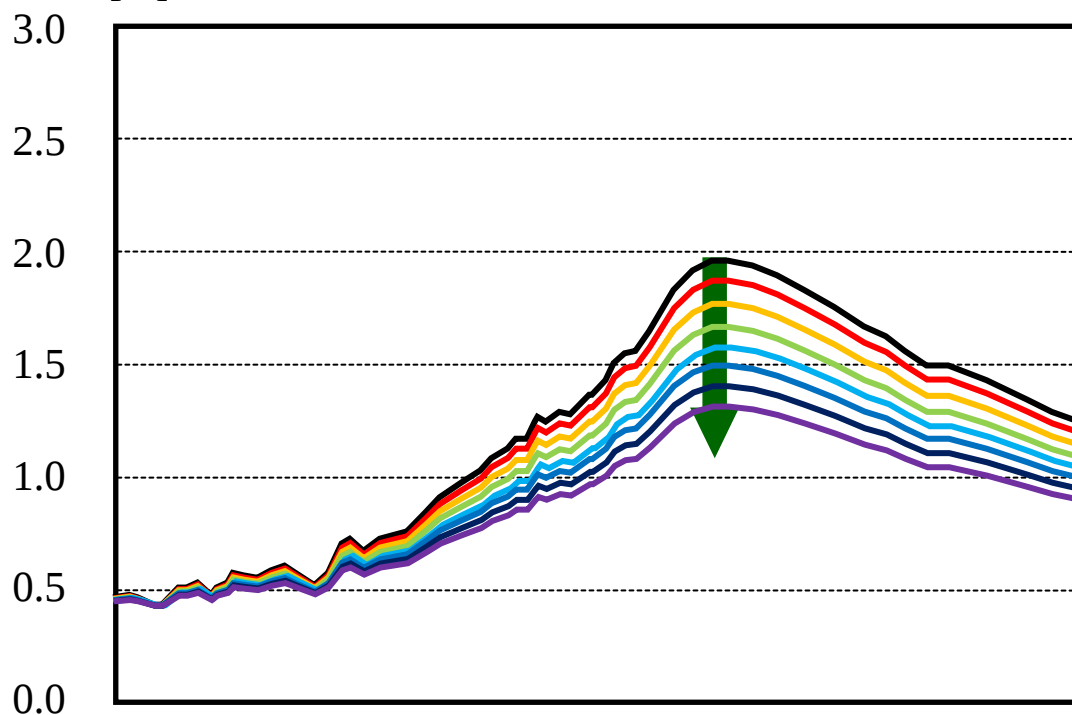




『統合型氾濫解析モデル』の適用例

大橋川の水位の影響

水位 [m]



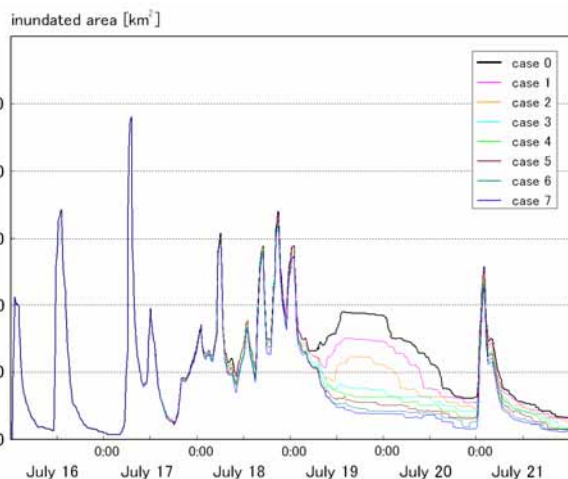
ピーク水位 (松江)

実測値	case 0
0.1m 低下	case 1
0.2m 低下	case 2
0.3m 低下	case 3
0.4m 低下	case 4
0.5m 低下	case 5
0.6m 低下	case 6
0.7m 低下	case 7

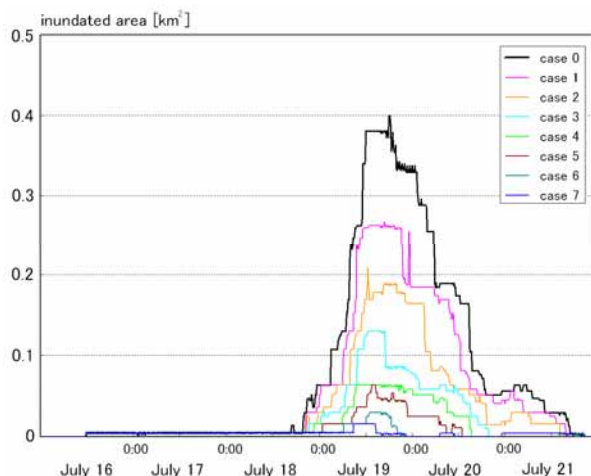


『統合型氾濫解析モデル』の適用例

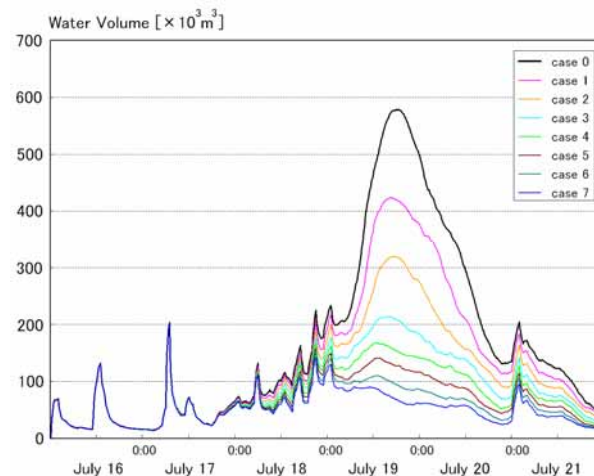
大橋川の水位の影響



浸水面積



水深0.5m以上の浸水面積



氾濫水量

今回の洪水に対して、松江地点でのピーク水位が 0.3m 低ければ、松江市内の浸水被害は大きく減少することがわかった。

しかし、0.3m 以上水位が低くなっても、被害はあまり変わらない。

❧ 氾濫解析を行う上での今後の課題





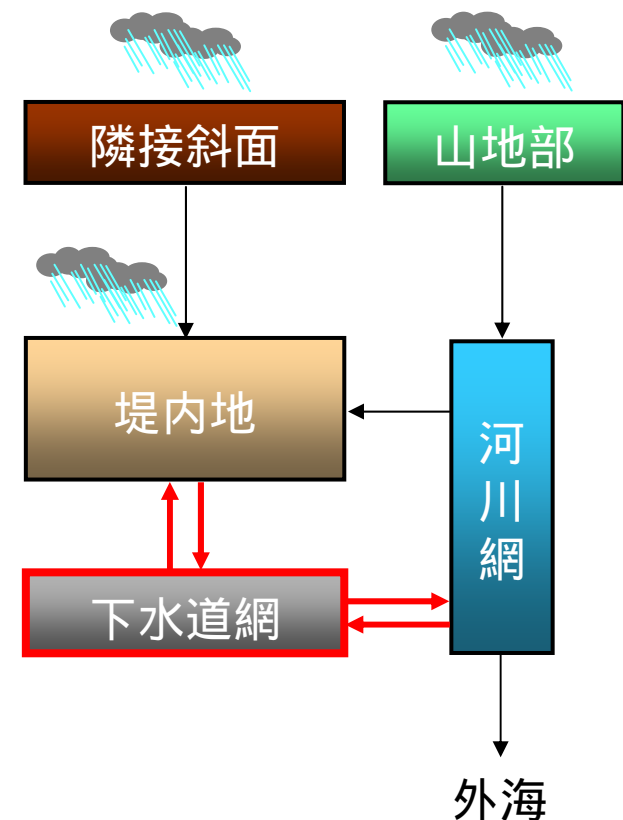
氾濫解析を行う上での今後の課題

■ 雨水排水システム（下水道など）のモデル化

氾濫解析モデルのうちで、
非常に重要であるにもかかわらず、
もっともモデル化やその議論が
進んでいない部分

雨水ますや道路側溝の影響は
考慮すべきか？

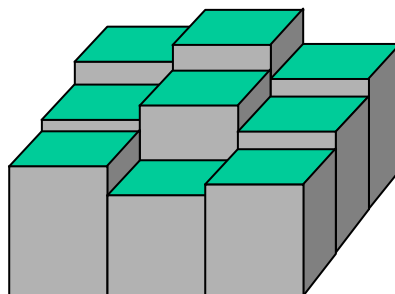
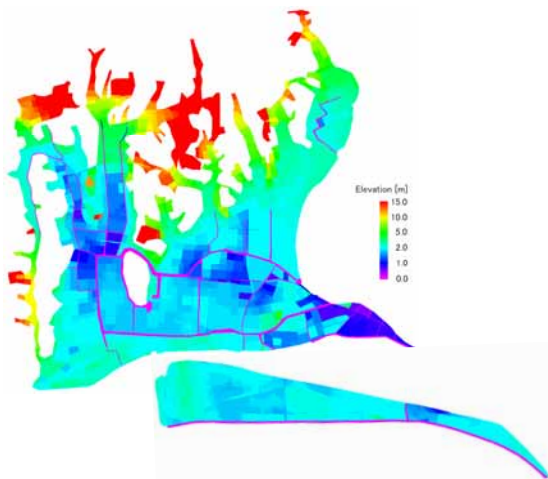
今後、実験による検証や
水害時の実測データとの照合などを
積み重ねていくことが必要



氾濫解析を行う上での今後の課題

■ 標高データ

	入手しやすさ	エリア	扱いやすさ	氾濫解析への適用性・信頼性
国土地理院・50mメッシュ（標高）	○	○	○	×
国土地理院・5mメッシュ（標高）	○	×	○	○
2,500分の1地形図	○	○	×	
航空レーザー測量	×	?	?	○



氾濫解析を行う上での今後の課題

■ パラメータ

慣用的に使われてきた粗度係数の値

都市域	0.067
道路	0.043
河川・水路	0.020
水田・耕作地	0.025 など



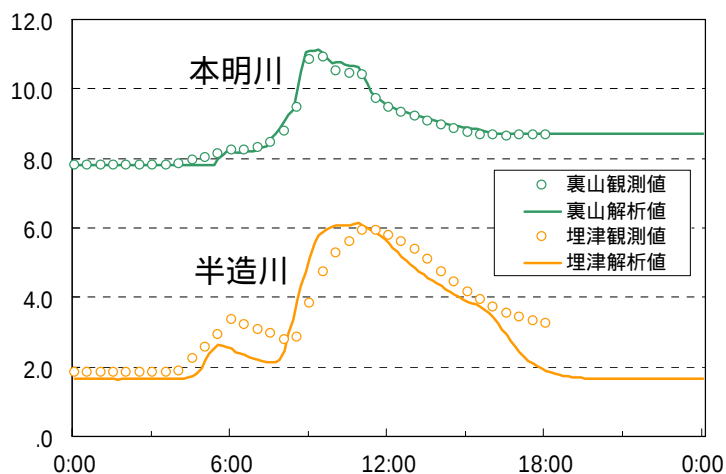
氾濫解析を行う上での今後の課題

■ パラメータ

河川の粗度係数

$n = 0.030$ (本明川)

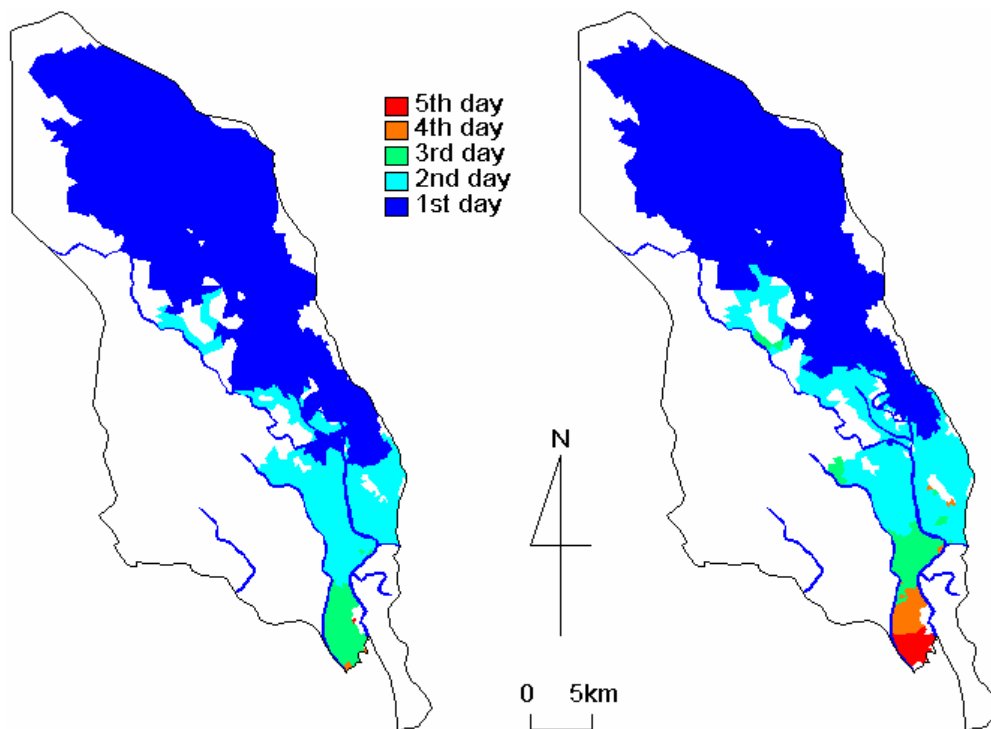
$n = 0.045$ (半造川)



氾濫原の粗度係数

$n = 0.067$

$n = 0.100$



従来の粗度係数の値にとらわれていては、
実際に起こった現象を再現できない場合がある。



氾濫解析を行う上での今後の課題

■ 検証材料

解析結果



● 模型実験

新たな解析モデルを開発した初期段階では有効。
都市で発生している現象を表現できているのか？

● 災害時の実績

実際に起こった現象であるから、これを精度よく再現することが求められる。
痕跡調査、聞き取り調査など、どこまで信頼できるか？



氾濫解析を行う上での今後の課題

氾濫解析を行う目的

1. 起こりうる現象の解析
2. 水害対策(ハード・ソフト)
 - (1) ハザードマップ
 - (2) 避難計画
 - (3) ハード対策の計画、評価

(平成18年3月7日 水工学講演会オープンフォーラム 井上和也教授 講演より抜粋)



まとめ



『統合型氾濫解析モデル』の考えについて説明した。



『統合型氾濫解析モデル』を松江市の水害に適用した事例を示し、本モデルによって適切に浸水状況を再現できることを示した。



氾濫解析の今後の課題として、下記の点を指摘した。

- ・ 雨水排水システム（下水道など）のモデル化
- ・ 標高データの整備
- ・ パラメータ（とくに粗度係数）について
- ・ 解析結果の検証について



ご清聴

ありがとうございました。

