

下水道と河川との連携 方策について

東京大学大学院工学系研究科
附属水環境制御研究センター
都市工学専攻 古米 弘明
furumai@env.t.u-tokyo.ac.jp

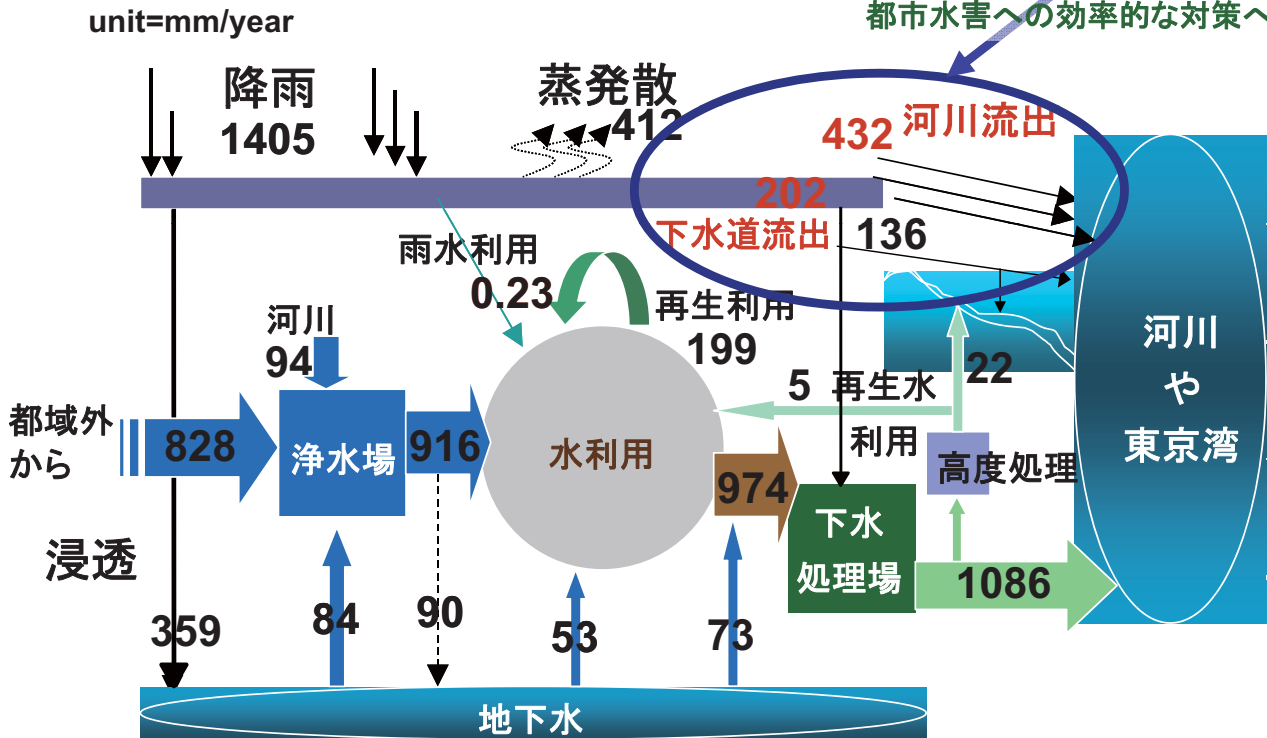
講演の概要

- I. 都市の水循環と集中豪雨の増加傾向
東京の水循環、雨水流出過程
集中豪雨の増加傾向
- II. 都市浸水対策へのモデル活用
分布型下水道モデル、XRAINデータ活用
シームレスプロジェクトの紹介
- III. 河川と下水道の連携のあり方、今後の課題

東京の水循環

治水

安全・安心な生活と産業活動
都市水害への効率的な対策へ



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

3

都市域の雨水流出過程

“水文・流出の素過程”

- 降水が地表面に到達する過程①
- 地表面から大気への蒸発する過程②
- 地表面を流出する過程③
- 地下に浸透する過程④

⇒ 河川流出へ

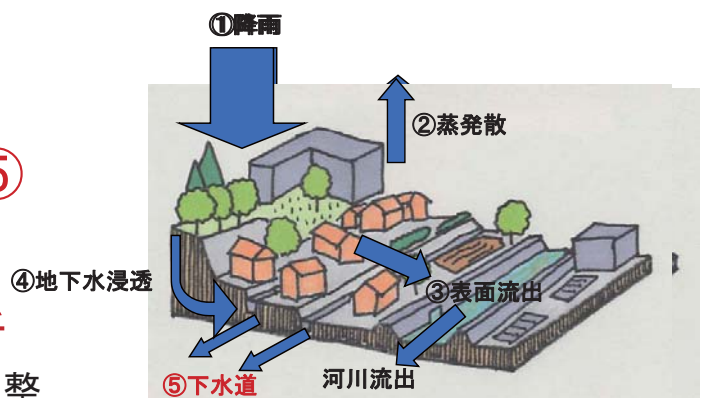
下水道への流入する過程⑤

施設貯留、ポンプ排水過程
河川への流出、管路からの溢水

河川と下水道と一体系解析

河川水位の排水への影響、ポンプ調整

都市域の雨水流出メカニズム



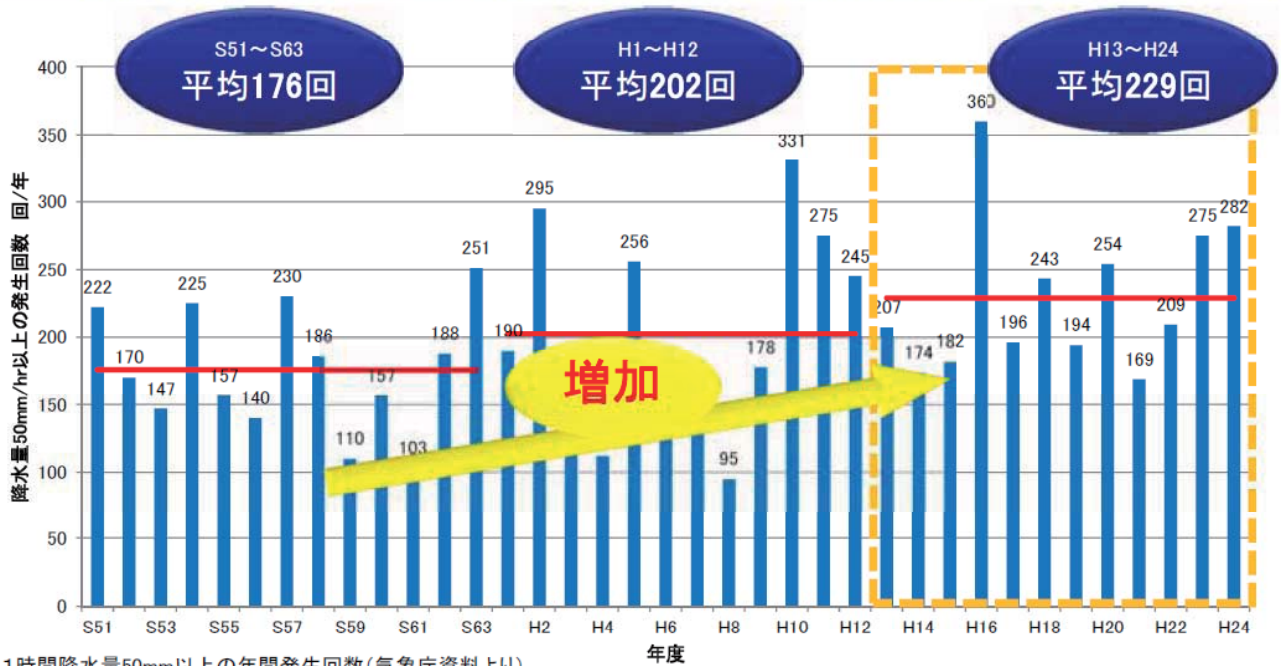
「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

4

集中豪雨の増加傾向

近年、局地的な大雨等が頻発しており、全国のアメダスより集計した1,000地点あたりの時間雨量50mm以上の降雨の発生回数は、年ごとにばらつきはあるものの、10年毎に分析すると増加傾向にある。

【降雨の特性】 近年、1時間降水量50mm以上の降水の発生回数が増加



1時間降水量50mm以上の年間発生回数(気象庁資料より)
(全国のアメダス地点より集計した1,000地点あたりの回数)

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

局地的大雨の発生例

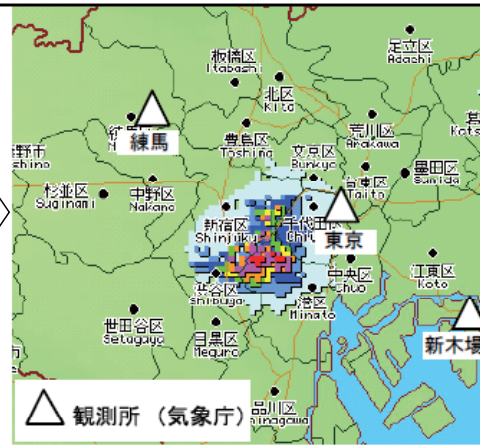
急に強く降り、数十分の短時間に狭い範囲に数十mm程度の雨量をもたらす雨。

http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html

2008年09月08日20時30分



2008年09月08日20時40分



10分後



東京都下水道局「東京アメッシュ」画像を加工

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

都市浸水対策へのモデル解析の活用

- ◆ 浸水による人的被害や都市機能の麻痺からの回避
 - 集中豪雨や局地的大雨の発生頻度増加への対応
 - 下水道管渠網、貯留浸透施設、ポンプ施設の運転状況に基づく流出や浸水予測の必要性
 - 予測降雨を用いた浸水防止、警戒情報の発信への取り組みの必要性

きめ細かい状況把握、
 現有施設の弱点を知る 診断力

- ◆ 分布型下水道モデルを活用した浸水解析
 - 地表面・下水管内のプロセス毎にモデル化が可能
 - 地理情報システム(GIS)との組み合わせにより 高度な解析が可能
 - 既存施設の効率的な運用、RTCの可能性



雨水流出解析モデル

有効降雨(降雨損失)モデル:

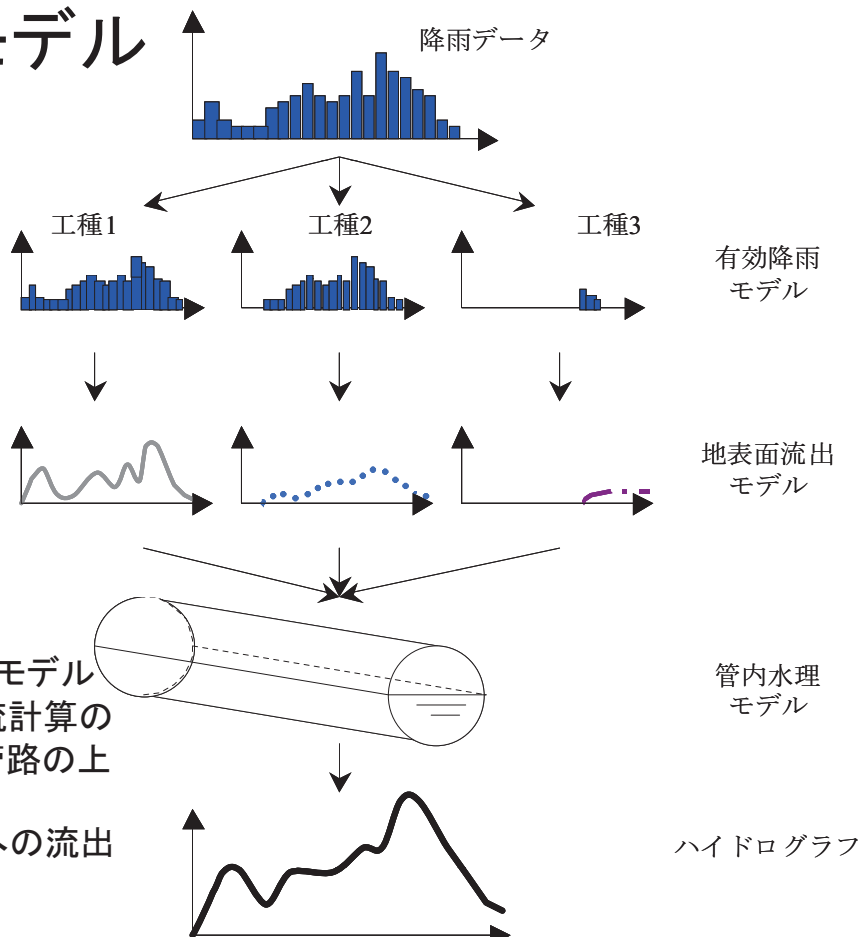
管路に流入する降雨量算定
 窪地貯留損失、浸透損失、
 流出係数

地表面流出モデル:

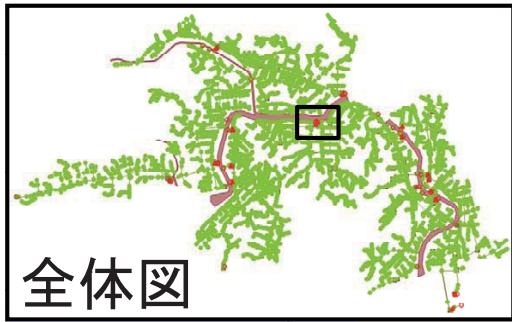
降雨が地表面を流出して、管路
 への流入ハイドログラフ算定
 時間面積法(タイムエリア法)、
 非線形貯留法、二重線形貯留法

管内水理モデル:

管路内の流れを不定流計算するモデル
 全サンブナン式(開水路の不定流計算の
 基本式)、プライスマンスロット(管路の上
 部に仮想的なスロット)
 圧力を水位で計算して、地表面への流出



鶴見川流域の管渠網ネットワークの平面図 管渠径600mm以上の場合



- 人孔 (8753個)
- ▲ ポンプ (13箇所)
- 吐口 (37箇所)



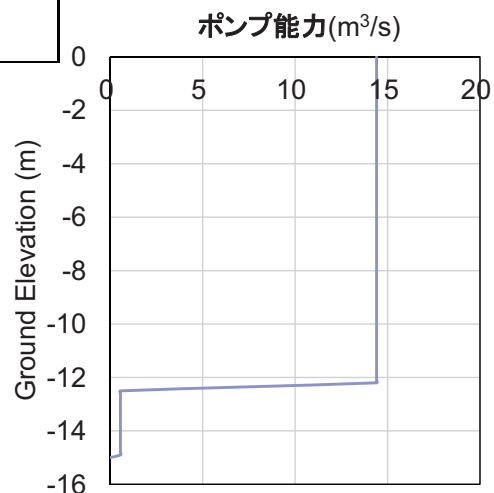
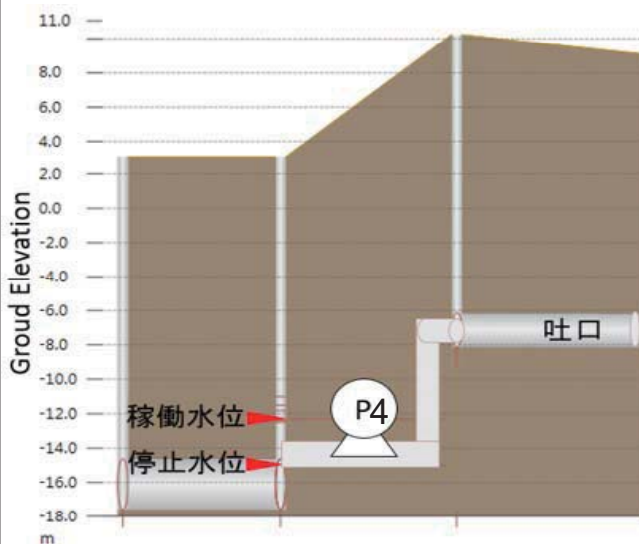
「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

横浜市大岡川流域の山下ポンプ場の事例:4台のポンプが稼働

ポンプ(合流)	稼働水位 (m)	停止水位 (m)	ポンプ能力:流量 (m ³ /s)
山下ポンプ1	-11.8	-12.5	4.617
山下ポンプ2	-11.5	-12.3	4.617
山下ポンプ3	-11	-12.4	4.617
山下ポンプ4	-12.3	-15	0.55

ポンプ4台が浸水水位の上昇に従って徐々にポンプ排水量を上げる。

ポンプ4の運転ルール(ポンチ図)

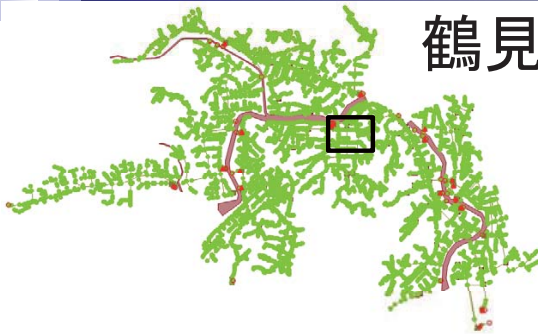


現実では、河川水位が放流規制水位に達したと判断される場合、内水氾濫が起きていてもポンプを止める場合がある。

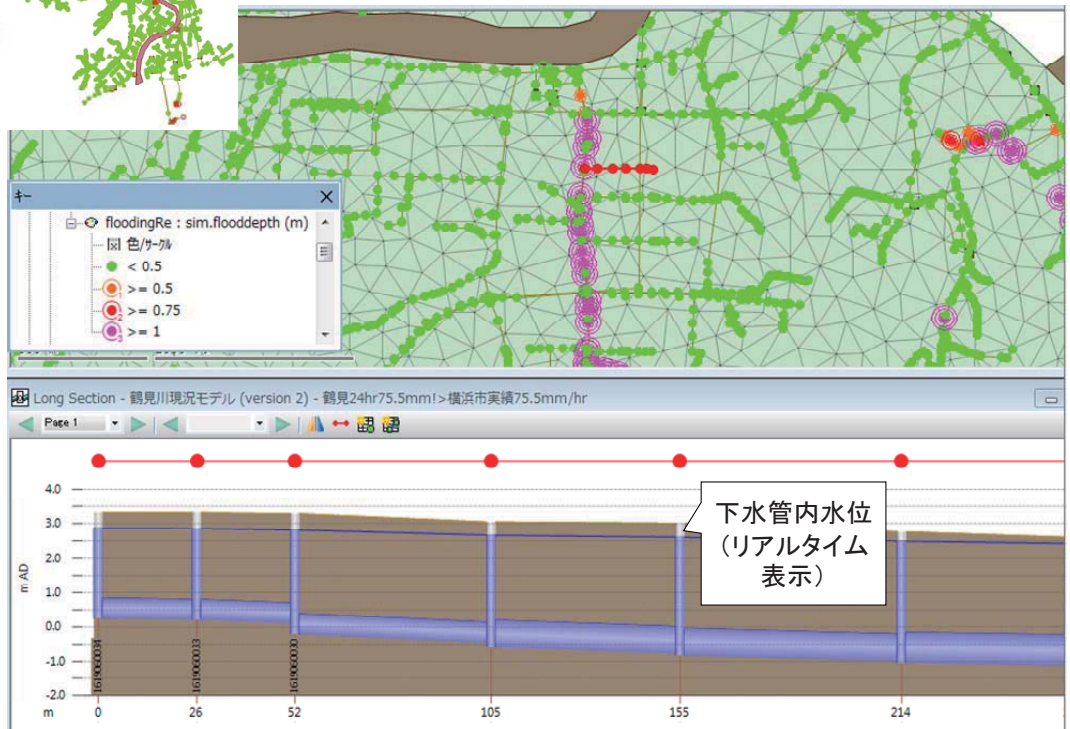
→ 適切なポンプ運転調整が重要

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

鶴見川流域の全体図



浸水シミュレーション結果の表示例

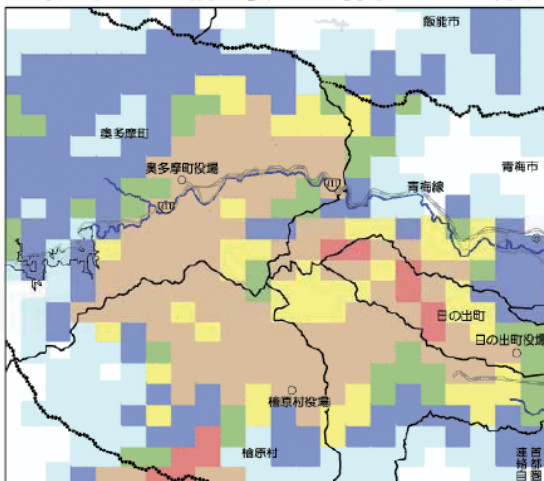


「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

XバンドMPLレーダ降雨の活用 X band Multi-Parameter radar (XRAIN)

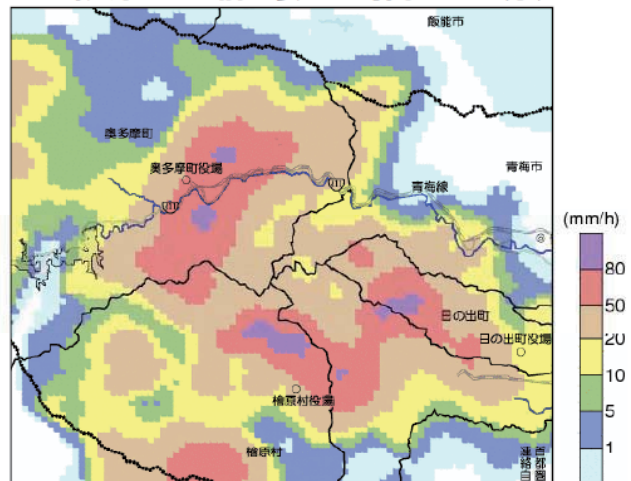
【既存レーダ(Cバンドレーダ)】

(最小観測面積:1kmメッシュ、配信周期:5分
観測から配信に要する時間 5~10分)



【XバンドMPLレーダ】

(最小観測面積:250mメッシュ、配信周期:1分
観測から配信に要する時間 1~2分)



高頻度(5倍)
高分解能(16倍)

※Cバンドレーダ(定量観測半径120km)は広域的な降雨観測に適するのに対し、XバンドMPLレーダ(定量観測半径60km)は観測可能エリアは小さいものの局地的な大雨についても詳細かつリアルタイムでの観測が可能。

<http://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/gijutsukaihatsu/xband/sankou.pdf>

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

X band Multi-Parameter radarによる観測降雨量

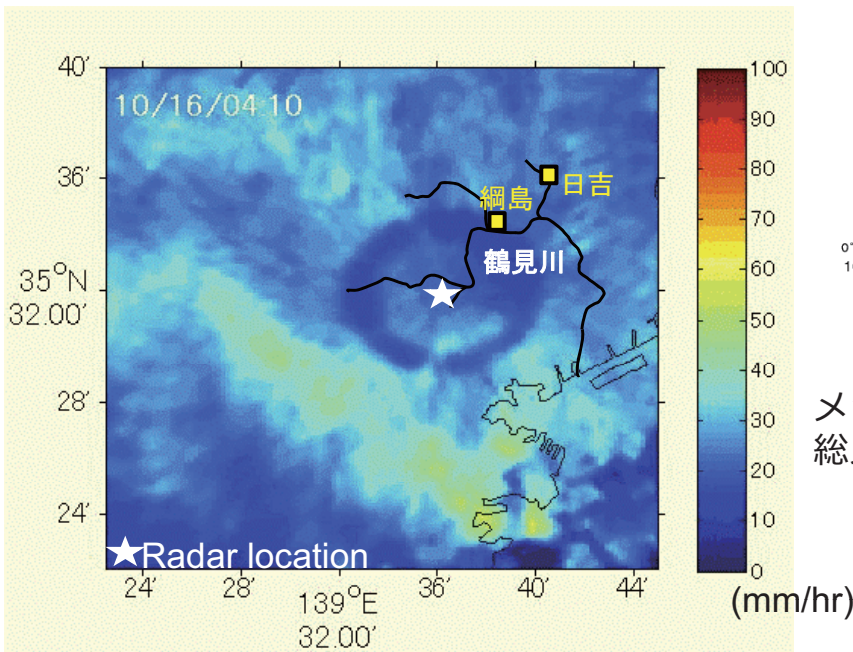
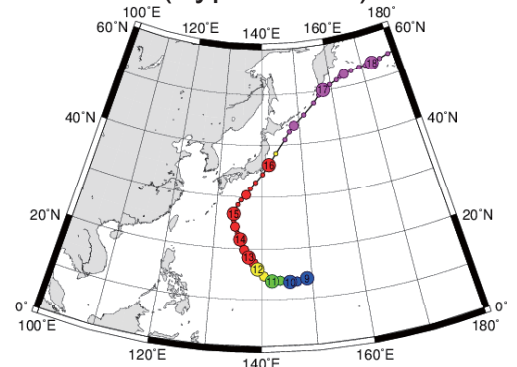
降雨期間：

2013年10月15日(10:00)～16日(8:00) (台風26号)

表示タイムステップ: 10 分

⇒ 16日の 04:10～05:30の時間帯

2013, 15-16, Oct.
(Typhoon 26)



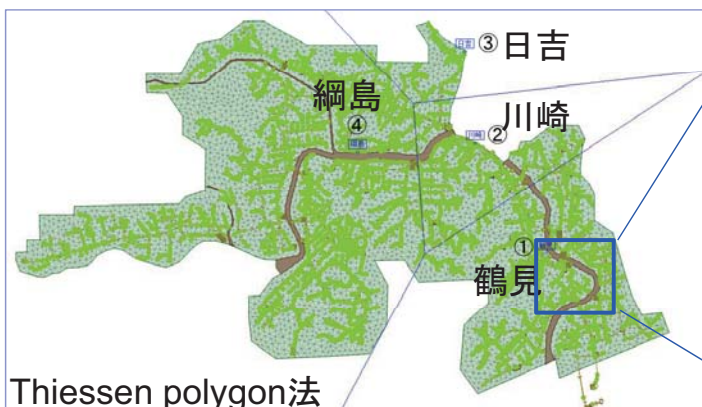
メッシュサイズ：250 m解像度
総メッシュ数：
(80×80=6400個)

降雨量データのモデルへの入力方法

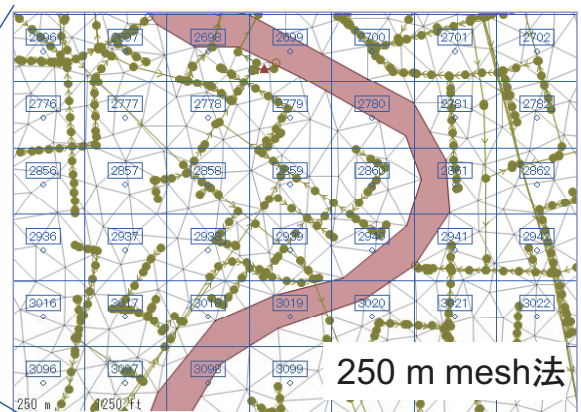
(1) Thiessen 法

①鶴見 ②川崎 ③日吉 ④網島(10分間隔データ)

(2) 250m mesh法(XRAIN: 1分間隔データ)



Thiessen polygon法

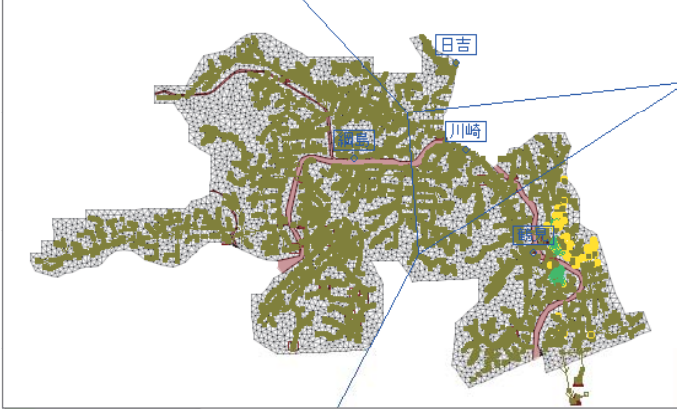


250 m mesh法

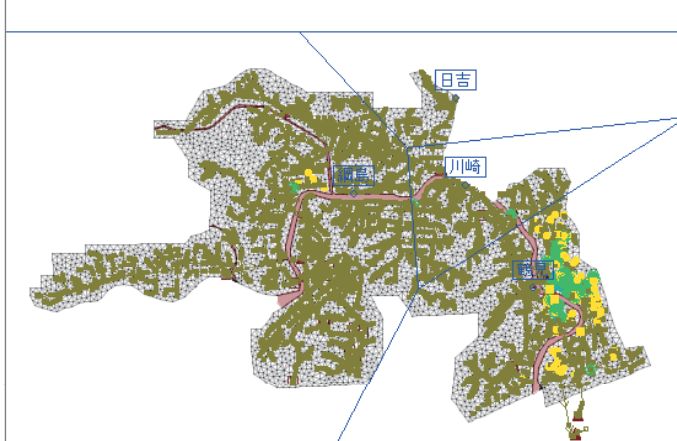
- ①、②、④: 国土交通省水文水質データベース
- ③: 気象庁 (AMEDAS)

鶴見川流域のポンプ排水区では、
250mメッシュが約2000個存在

2013/10/15 15:30:00
地上雨量計



2013/10/15 17:40:00



2013/10/15 15:30:00
XRAIN



2013/10/15 17:40:00



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

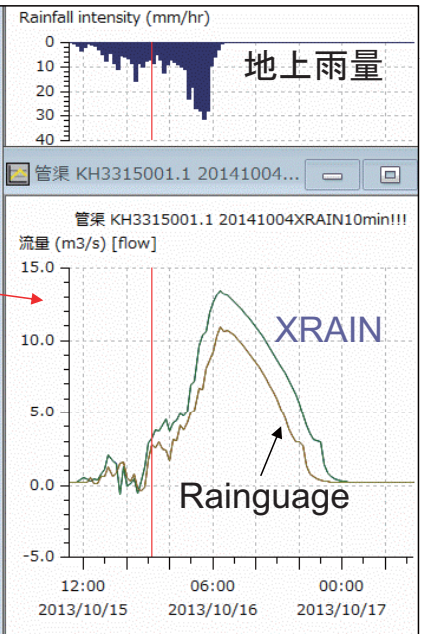
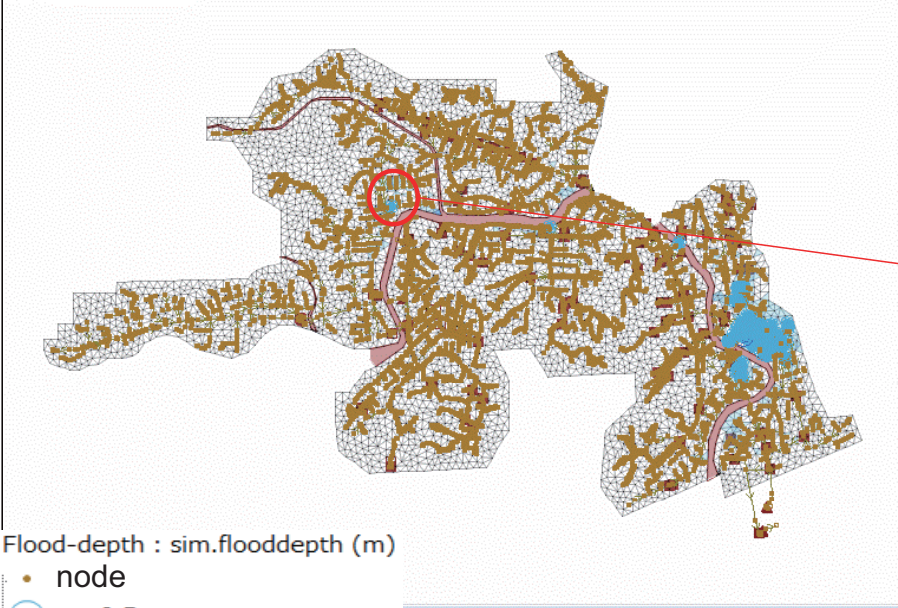
ハイドログラフの表示位置

綱島雨量観測地点



綱島観測地点における降雨強度の差
(XRAIN > 地上雨量(19%))が流出量に
影響を与える

2013/10/15 21:30:00



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

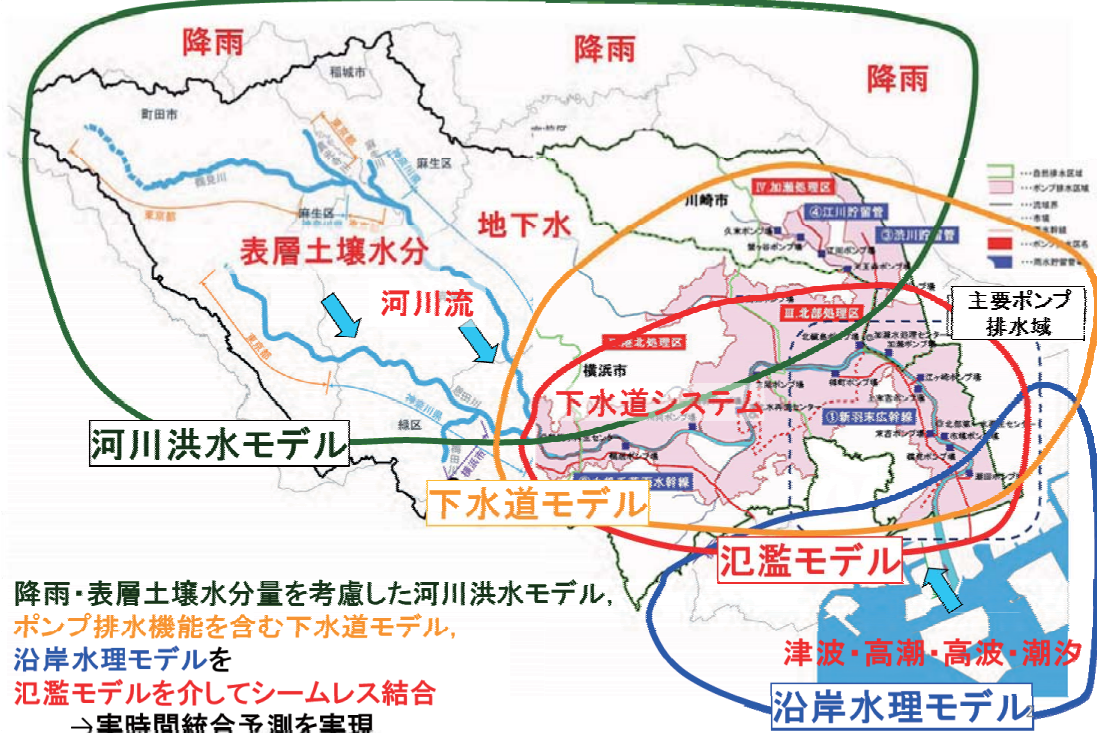
シームレスプロジェクトの紹介

[研究課題] 国土交通省・河川砂防技術研究開発・水防災技術分野

「都市等流域の浸水状況の予測等に関する技術研究開発」

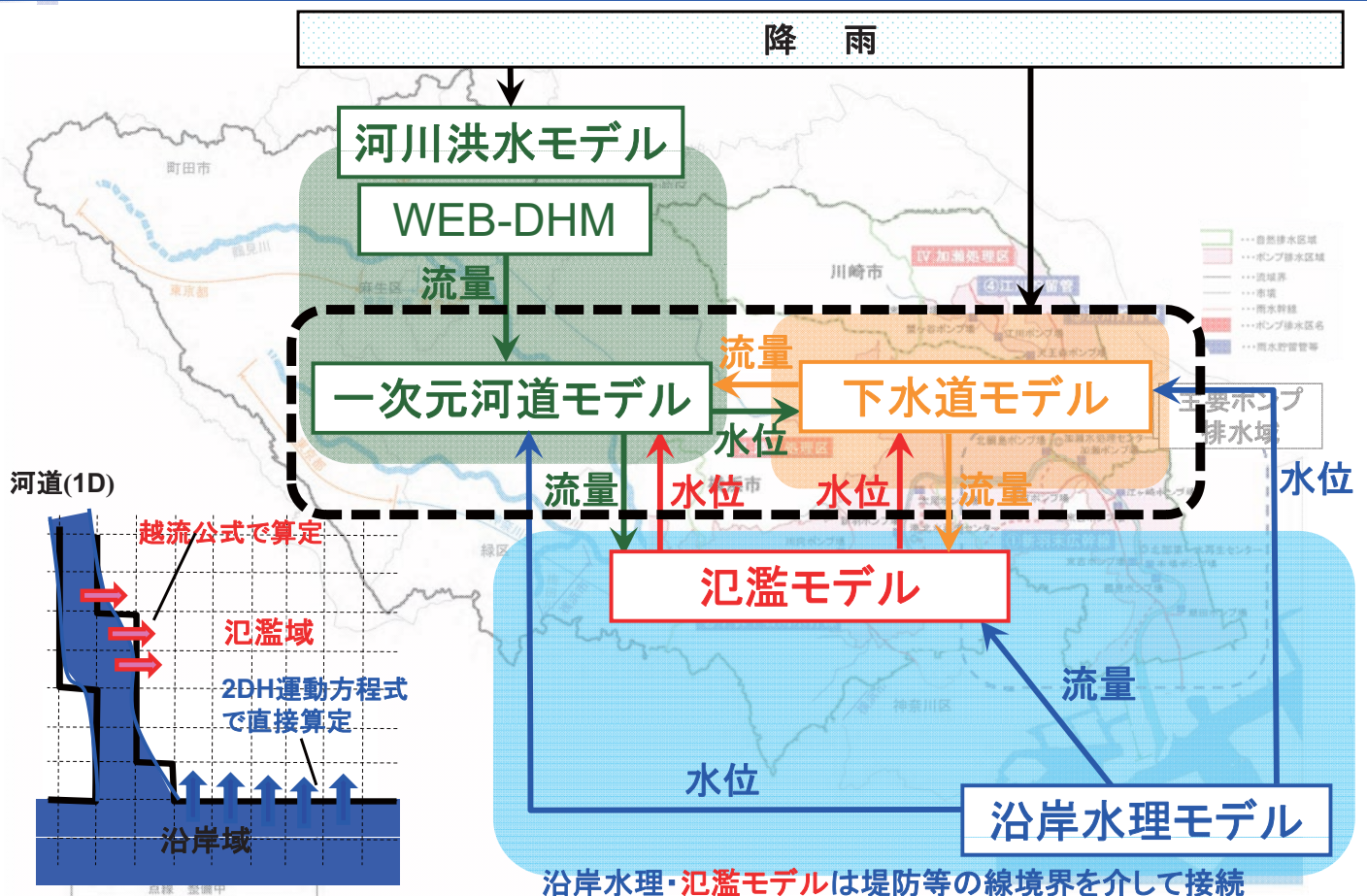
[名称] 沿岸低平地における河川、下水道、海岸のシームレスモデルに基づく

実時間氾濫予測システムの構築(研究代表者:佐藤慎司教授、期間:H24~26年度)



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

シームレスモデルの構造

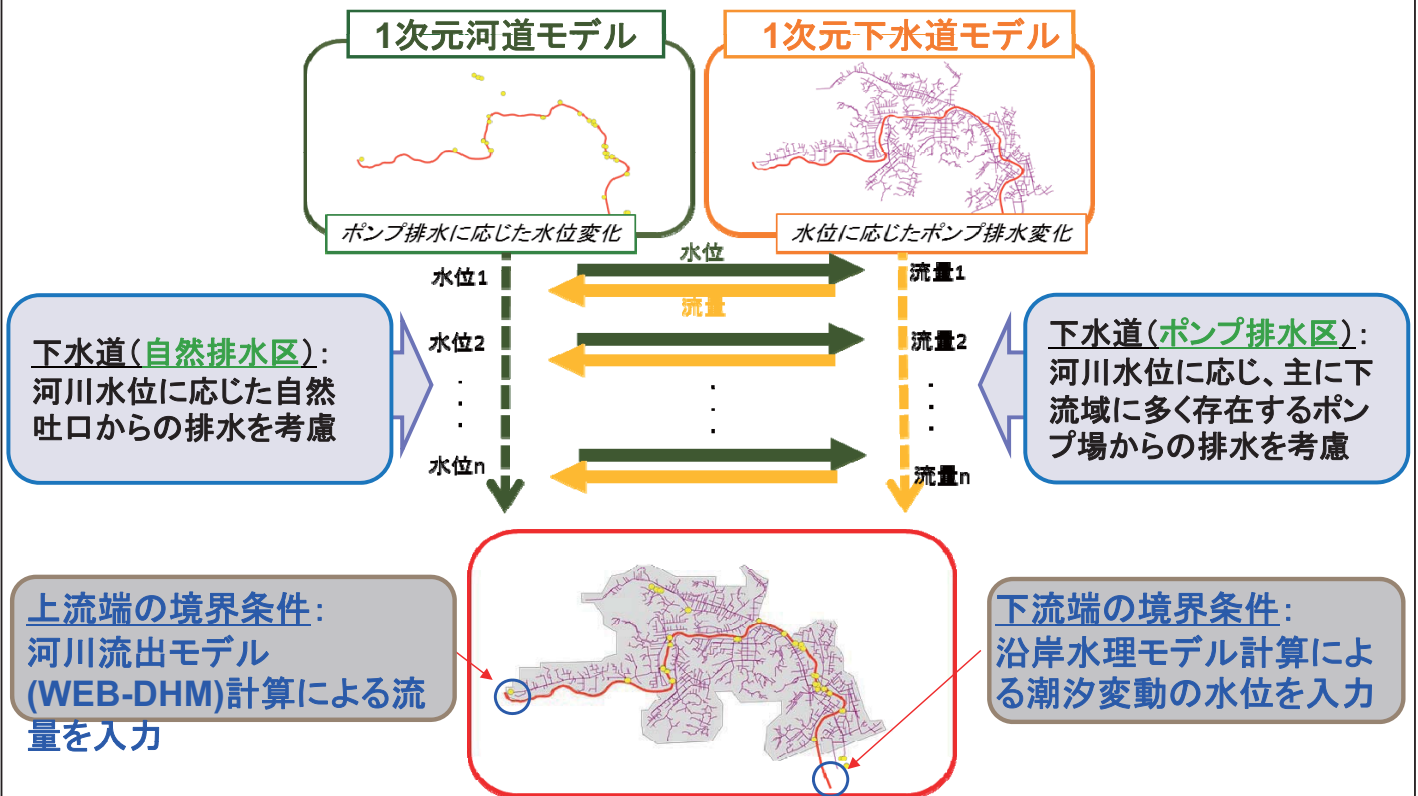


「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

要素モデルの結合

一次元河道モデル／下水道モデル(排水システム)の連成計算 (その境界条件)

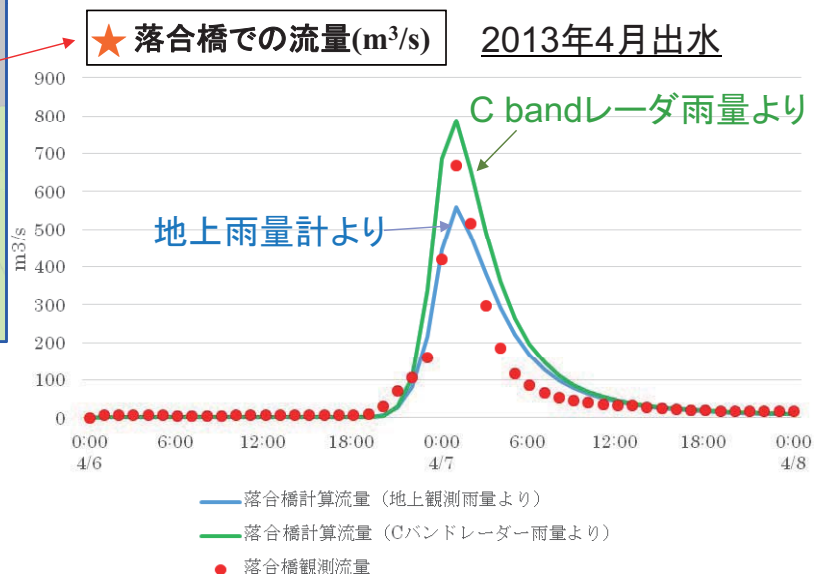
➤ 河川と下水道の連成解析のため、水位および流量を相互にフィードバックさせる必要がある。



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

検証① : WEB-DHMによる流出計算

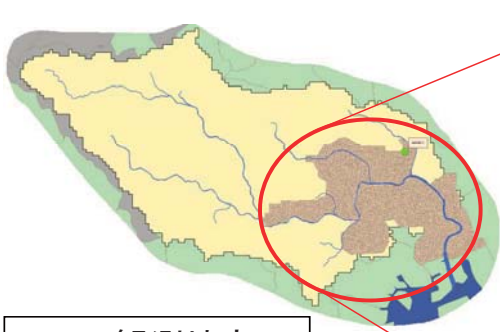
計算領域図



河川-下水道連成計算による下水道排水の影響について 2013年4月出水を対象に検証

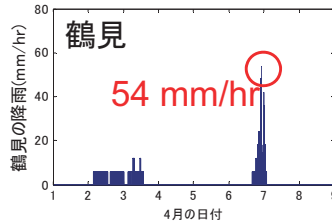
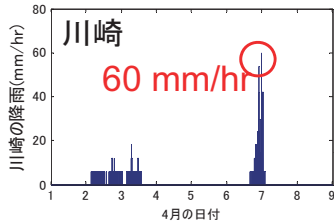
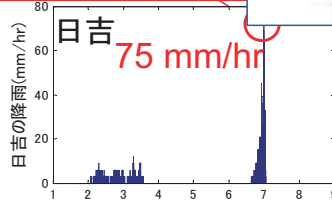
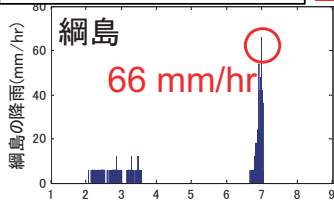
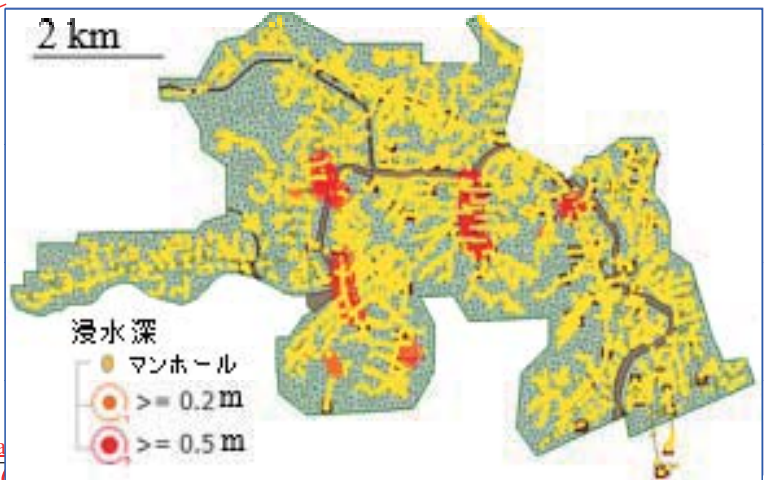
「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

鶴見川ポンプ排水区の流出解析降雨データ・結果



4つの観測地点での降雨データ (2013年4月)

平均総降雨量: 139.75 mm/2da



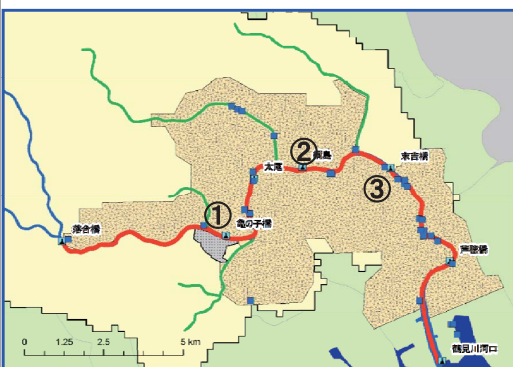
2013年4月降雨データによる流出解析結果

- ・高地区の枝線の管渠能力不足による浸水
- ・感潮河川であるポンプ排水区域では、河川水位の背水の影響を受けやすいなどが判明された。

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

検証②：河道水位に及ぼす下水道からの排水量の影響

河道水位連成計算: 1D不定流モデル



河川下水道シームレス結合モデルによる河道内水位を考慮した連成計算

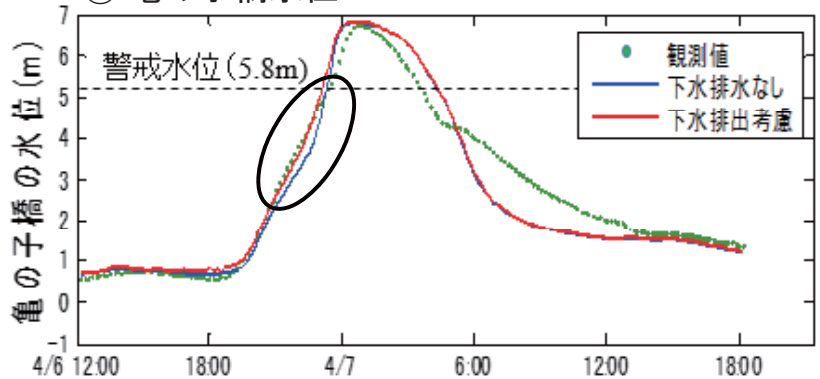
計算結果の比較

- 青線: 下水道からの排水量考慮なし
- 赤線: 河道水位を考慮した下水道からの排水量を考慮

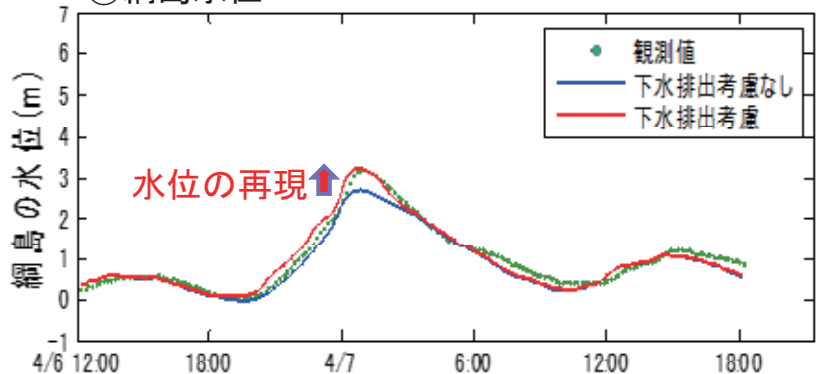
=>

- ① 亀の子橋: 立ち上がりの再現向上
- ② 綱島: ピーク河川水位の再現向上

① 亀の子橋水位

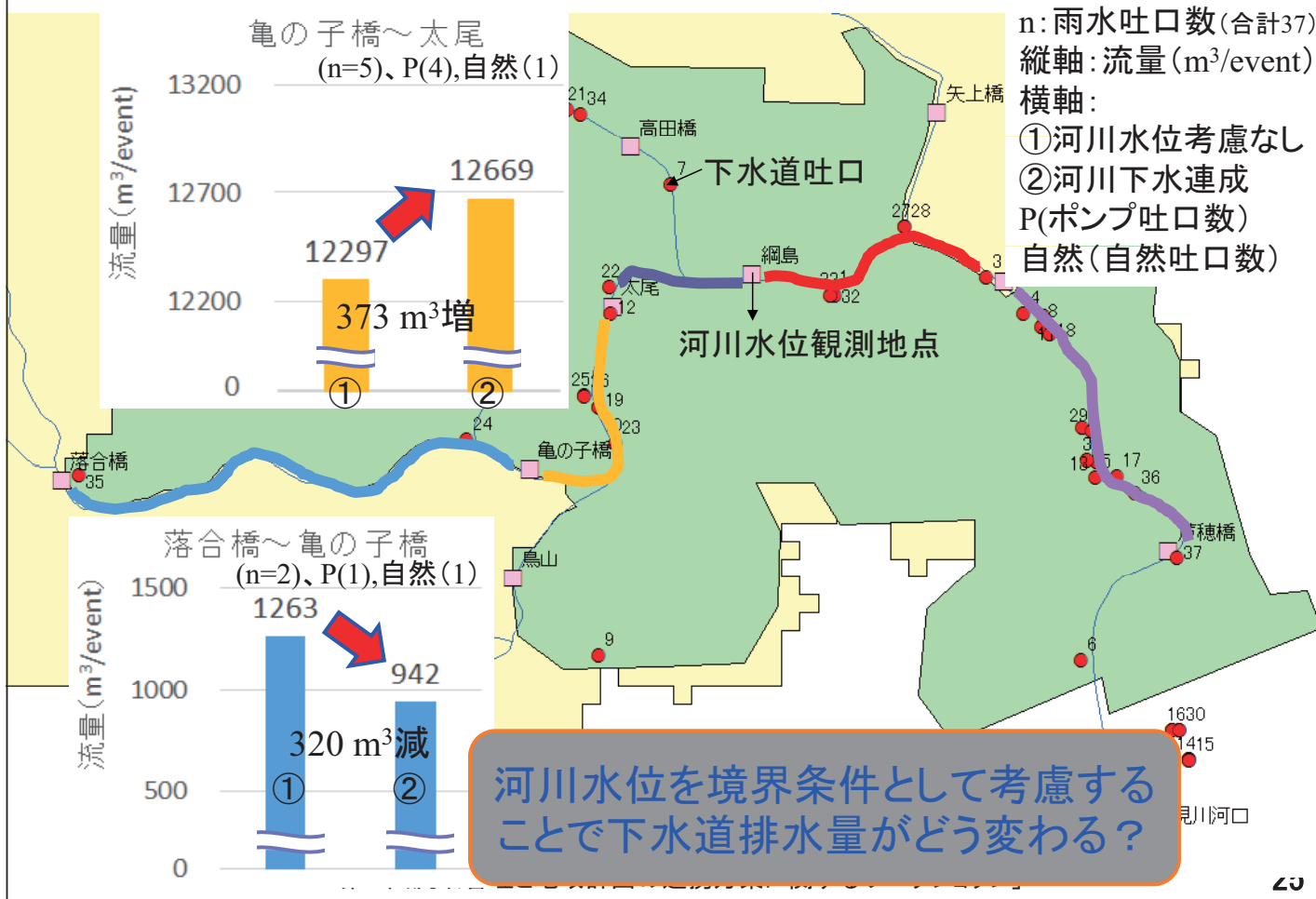


② 綱島水位

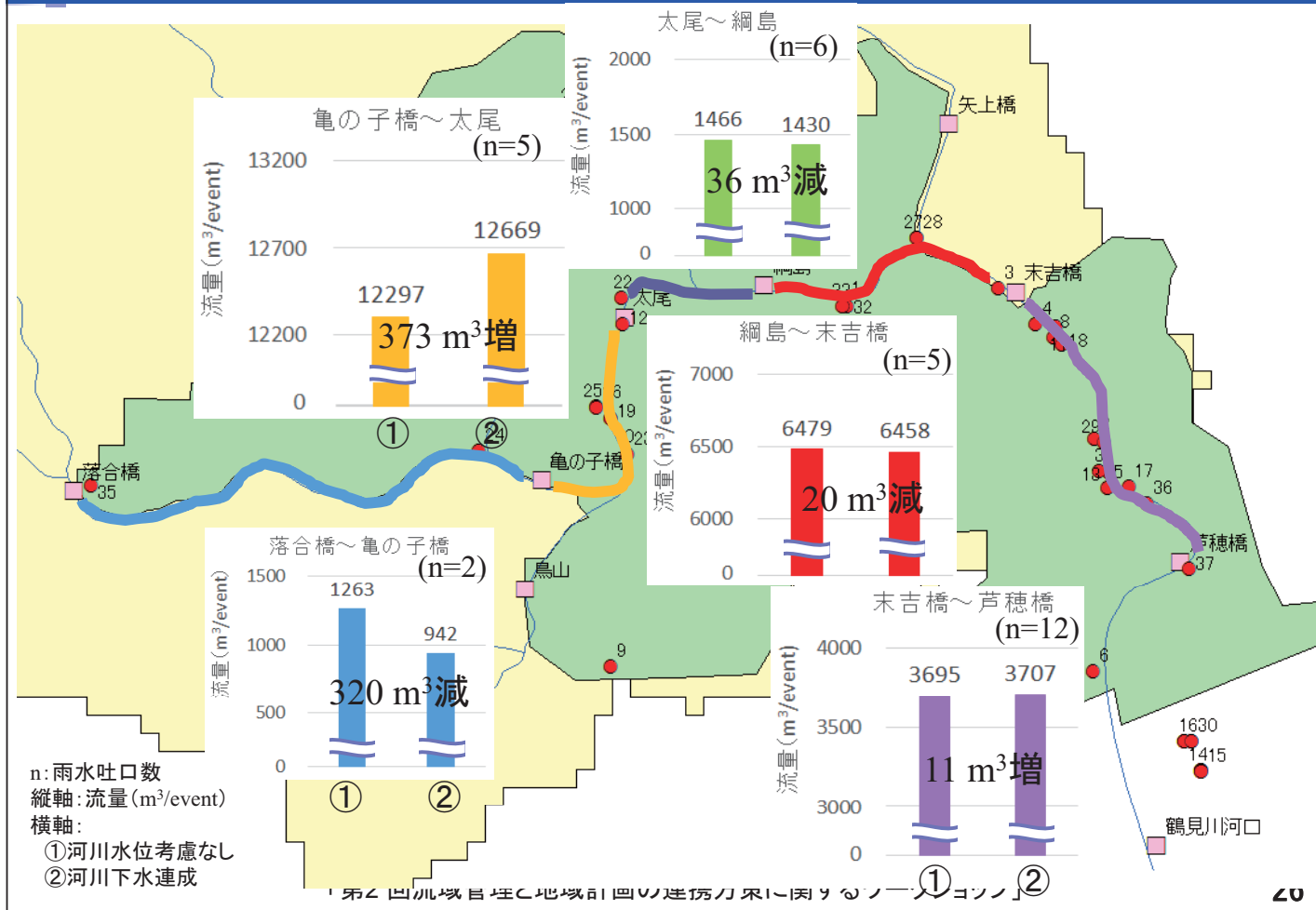


「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

下水道排水区域内における各河川区間での積算排水量



下水道排水区域内における各河川区間での積算排水量



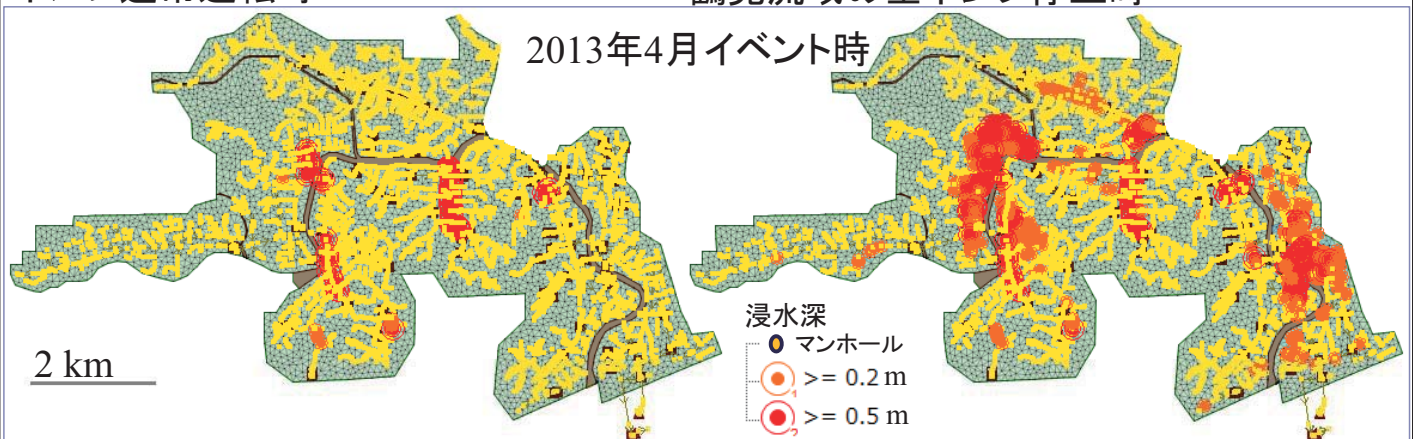
ポンプ運転調整によるシナリオ解析

- 市街地の地下空間利用やポンプ施設の耐水性を考慮し、洪水等に伴うポンプ施設被害リスクについて検討(例:大規模の新羽ポンプ場)
- ポンプ施設の耐水性はポンプ場ごとに異なると予想される
 - 極端なシナリオとして全ポンプが停止したケースを検討

→浸水範囲が大幅に拡大する結果となった

ポンプ通常運転時

鶴見流域の全ポンプ停止時



「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

27

河川と下水道の連携のあり方

- 河川管理、下水道管理情報の共有
降雨量データの融通、XRAIN利用体制づくり
管理情報の双方向活用、地下空間の把握
- 共通のシームレスモデルの実装
河川水位、ポンプ運転管理、ポンプ調整のあり方
モニタリングデータの充実(特に下水道)、RTCへ
モデル活用人材の育成、コンサルタント力
- 他分野(都市、道路、建築など)との連携推進
都市再生、土地利用規制、雨水浸透・貯留施設、
透水性舗装、レインガーデン、

「第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ」

28

今後の課題(特に下水道)

雨道場と人づくり

■「排除・排水」から「抑制・管理」へ

流出抑制(浸透・貯留)の積極的導入へ
大規模集中型から小規模分散型対策とのハイブリッドへ

■「経験・実績」から「予測・制御」へ

降雨予測の高度化
浸水・氾濫シミュレーションの活用
モニタリングとモデリングの連携と融合
既存施設の機能の最大限活用
リアルタイムコントロールの適用

機能診断と定量的評価

効果的で効率的な対策検討のために

住民参画・連駅の推進

住民を意識したわかりやすい対策効果の表示

■「守り」から「攻め」へ

管理・モデル検証のため管内水位のモニタリング
量抑制に加えて、涵養・ノンポイント対策を含めた多機能

Thank for your attention

第2 回流域管理と地域計画の連携方策に関する ワークショップ

2014年11月25日 土木学会講堂(東京)

「下水道と河川との連携方策について」



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

東京大学大学院工学系研究科
附属水環境制御研究センター
教授 古米弘明



E-mail: furumai@env.t.u-tokyo.ac.jp