

河川技術シンポジウムOS2「河道・洪水流の観測・モニタリング技術の進展
と今後の展開」話題提供 2016.6.3

植生の分布する広大な高水敷を有する荒川中流部 における洪水流の解析精度向上に必要な地盤高と 高水敷上の氾濫機構の評価方法に関する研究

東京都庁
中央大学研究開発機構
国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所
中央大学研究開発機構

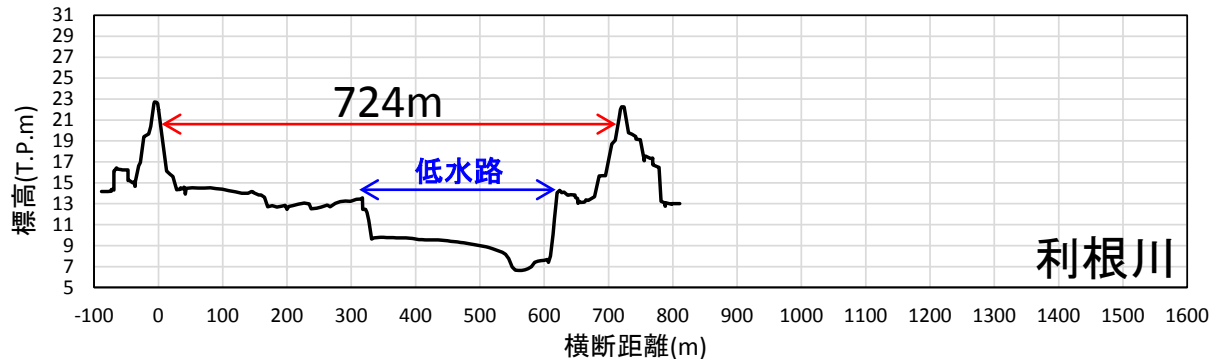
福田匠太
○竹村吉晴
吉井拓也
福岡捷二

荒川流域と荒川中流部

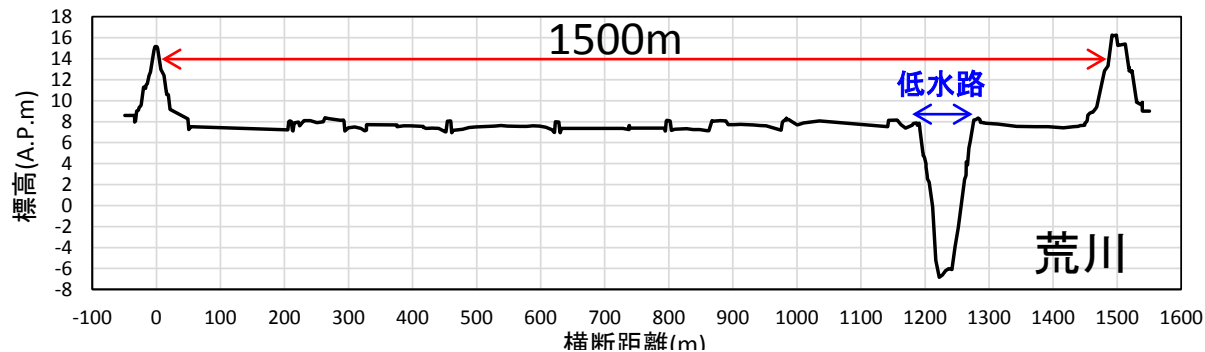


荒川中流部と利根川、多摩川の代表的な河道断面形状の比較

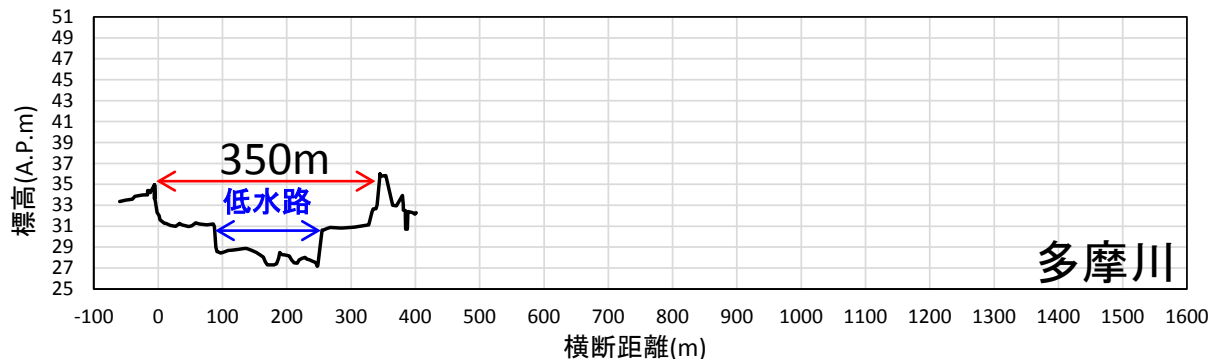
荒川中流部は、低水路に対して高水敷が著しく広い
特異な特性を持つ河道である。



利根川栗橋地点(130.6km)
流域面積:8588km²
堤間幅:724m



荒川治水橋地点(41.8km)
流域面積:2020km²
堤間幅:1500m



多摩川石原地点(27.6km)
流域面積:1040km²
堤間幅:350m

背景

荒川中流部では、広大な高水敷に横堤や荒川第一調節池を整備することで、洪水調節効果を高めてきたが、より効果的にピーク流量を低減させるために、第二、第三、第四の調節池群を連続的に整備することが計画されている。

連続する調節群の効果を正しく評価するために、**荒川中流部河道の広大な高水敷での水位時空間分布を高い精度で計算可能な洪水解析モデルの構築が求められている。**



話題提供の内容

観測水面形の時間変化を用いた洪水流解析技術をベースとして、荒川中流部河道における近年の主要洪水である平成19年9月洪水の再現計算を行うことで明らかになった

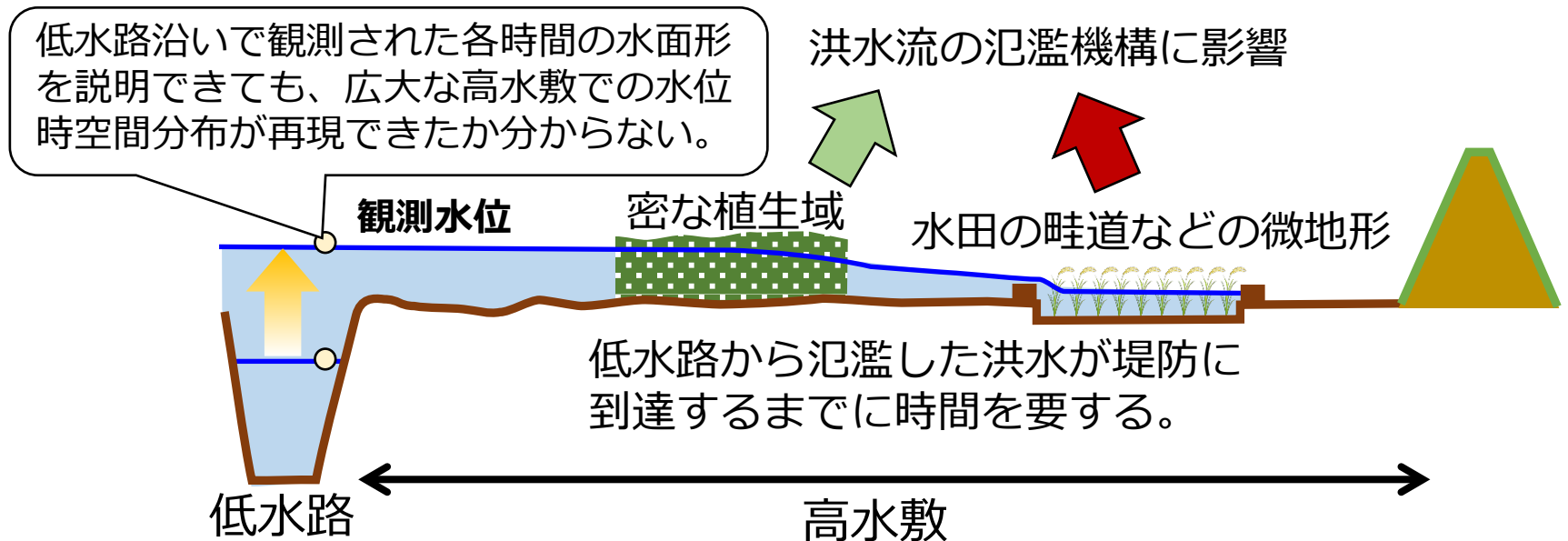
- 荒川中流部河道における流量観測の課題
- 解析精度向上に必要な高水敷地盤高と高水敷上の氾濫機構の評価方法

問題意識

利根川や多摩川のような高水敷幅が低水路幅程度の大河川では、各時間の観測水面形を説明するように流れの抵抗を設定することで、高い精度で洪水流解析を行うことが可能であることが実証されている。

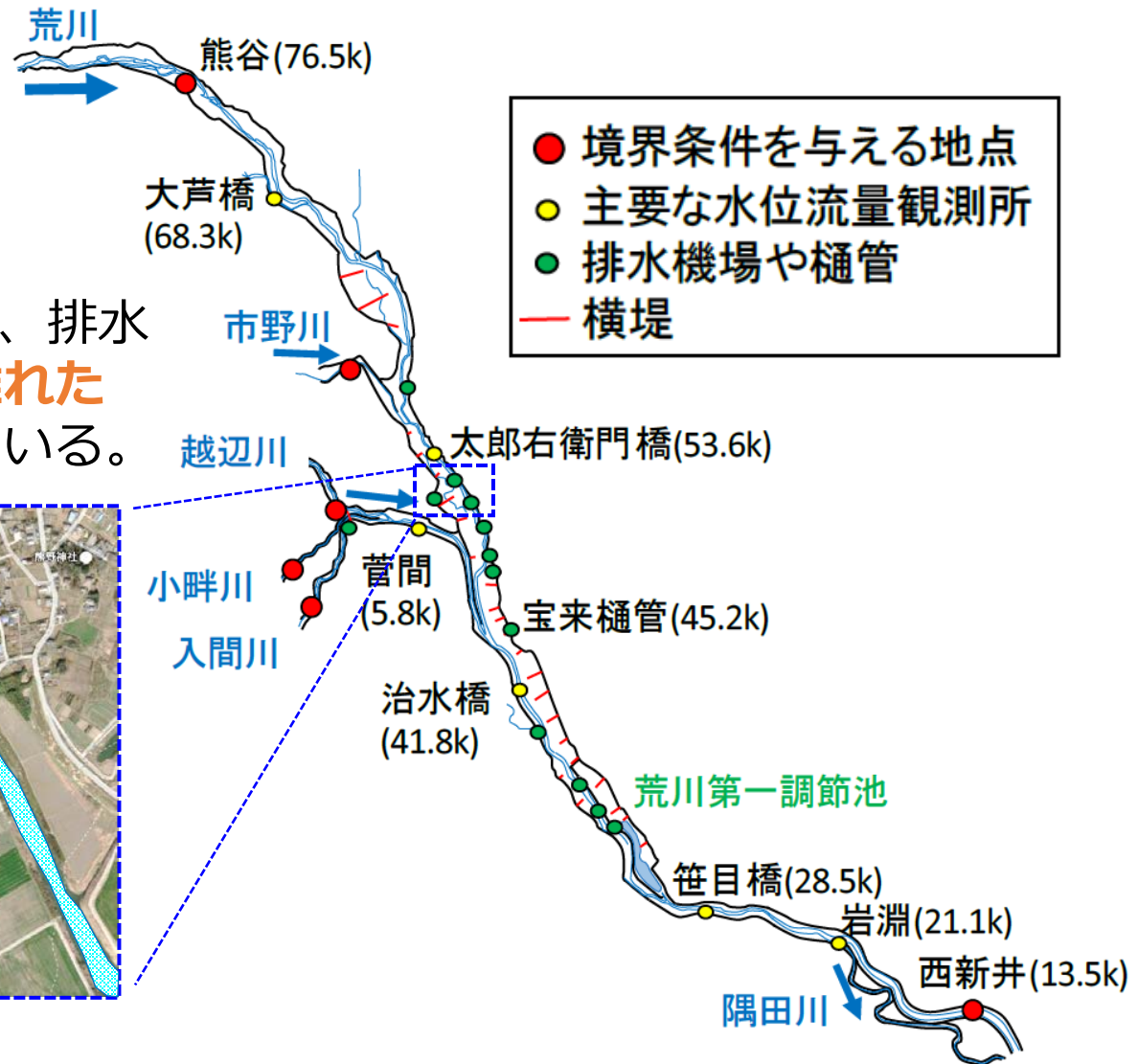
しかし、荒川中流部河道は、低水路の10倍以上の広大な高水敷を有する特異な河道である。そのため、**高水敷上での洪水流の氾濫機構を正しく評価しなければ、流量ハイドログラフや流れの抵抗を高い精度で算定できない。**

高水敷地盤高の評価や植生域、水深の浅い時間での流れの計算方法についての検討が必要



平成19年9月洪水時の荒川中流部河道の水位観測体制

平成19年9月洪水において、排水機場や樋管で**低水路から離れた堤防際の水位が観測**されている。



平成27年9月洪水の減水期における航空写真 (低水路水位が高水敷地盤高よりも低い時間帯に撮影)

縦断的に伸びる道路や水田の畦道、ゴルフ場の窪地によって、高水敷に水が貯留されたままになっている。



荒川中流部河道における洪水流解析精度向上のフロー

本解析法

LPデータから高水敷地盤高の設定
植生域や水深の浅い時間帯での流れの計算方法

従来法

観測水面形の時間変化を用いた洪水流解析
観測水面形の時間変化と整合性を持って、流量や流れの抵抗などの水理量が算定

高水敷における
氾濫機構が再現
できているか？

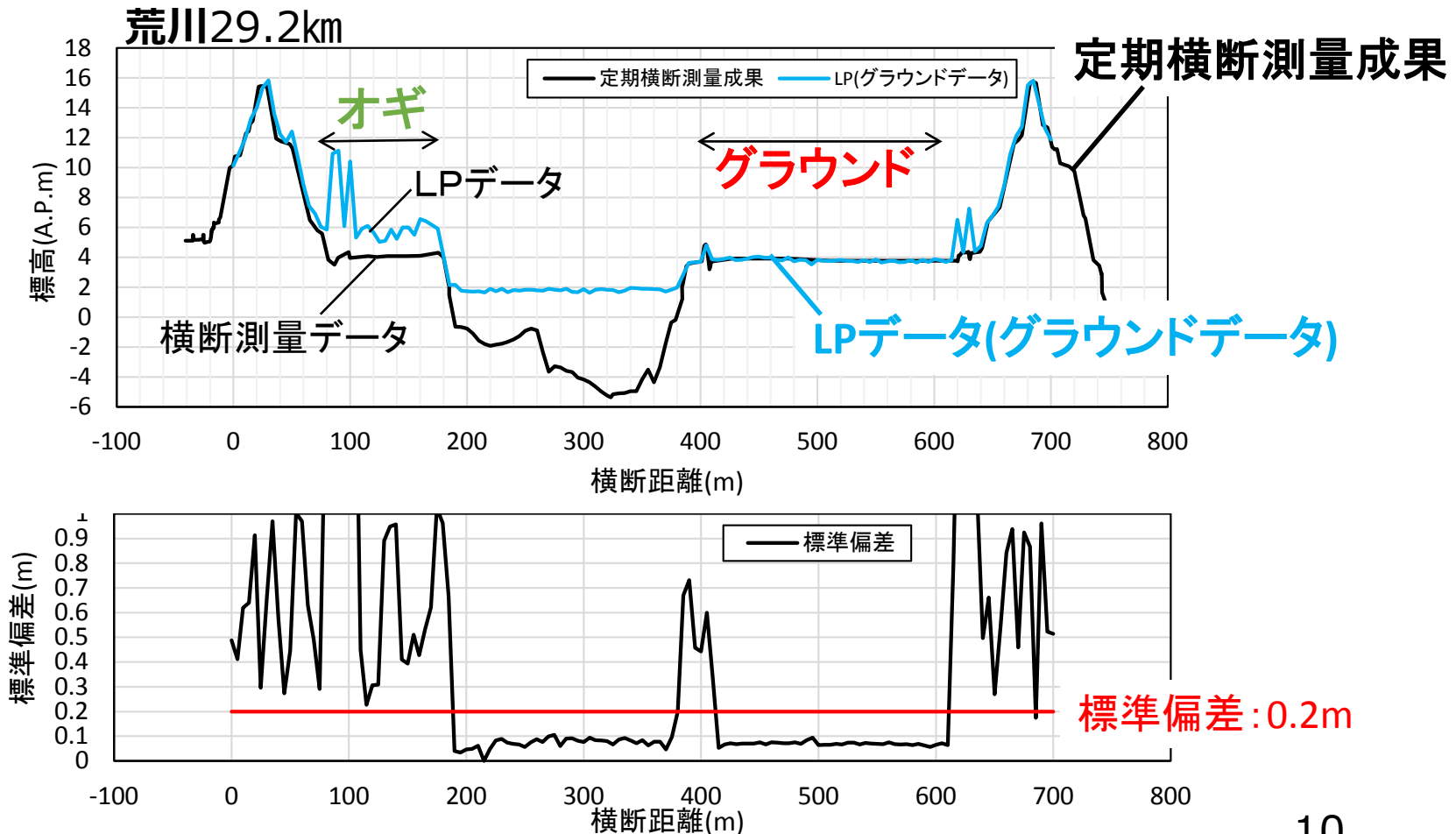
検証

調整・修正

堤防際の水位ハイドログラフ
洪水時の航空写真

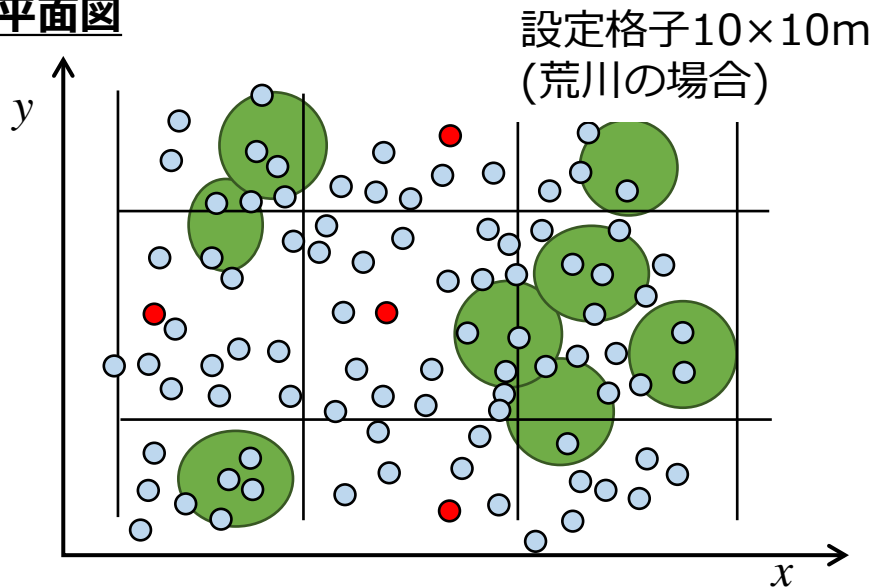
定期横断測量成果とLPデータの比較

LPデータのグラウンドデータは、オリジナルデータから建物や樹木群の影響を取り除いたものであるが、**植生高が比較的低く、密生度の高い植生領域では、植生高が地盤高として評価されている場合がある。**



LPデータを用いた高水敷地盤高の評価方法

平面図

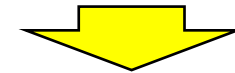


LPデータのフィルタリング手法

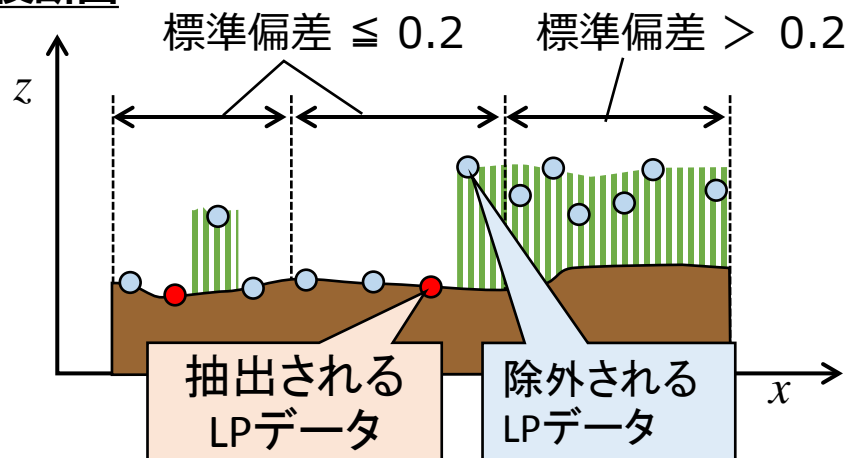
設定した格子内においてLPデータの標準偏差を計算



標準偏差が閾値(0.2m)以内の格子内において最も地盤高の低いLPデータのみを抽出



横断面図



フィルタリング後のLPデータと定期横断測量成果から計算メッシュの高水敷地盤高を設定

※計算メッシュで考慮できない微地形などは堤防際的水位ハイドログラフや洪水時の航空写真などと解析結果を比較し修正

非定常平面二次元解析モデルの基礎方程式

水深積分連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Uh}{\partial x} + \frac{\partial Vh}{\partial y} = 0$$

水深積分水平方向運動方程式

$$\frac{\partial Uh}{\partial t} + \frac{\partial UUh}{\partial x} + \frac{\partial VUh}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_s}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} - \frac{gn^2 U \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} - \frac{gh_a U \sqrt{U^2 + V^2}}{K^2}$$

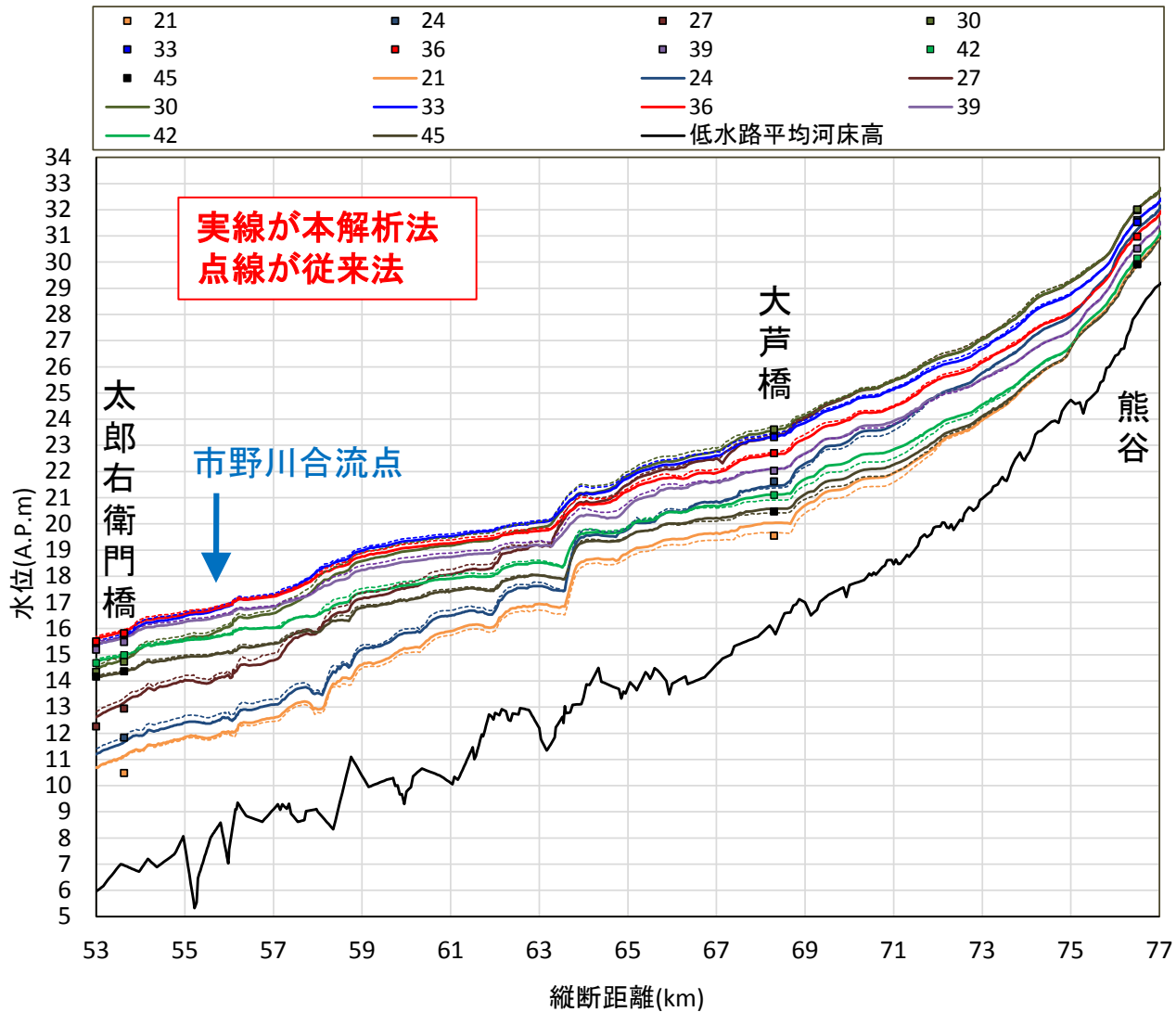
流れの抵抗は粗度係数と
樹木群透過係数で評価

$$\frac{\partial Vh}{\partial t} + \frac{\partial UVh}{\partial x} + \frac{\partial VVh}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_s}{\partial y} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} - \frac{gn^2 V \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} - \frac{gh_a V \sqrt{U^2 + V^2}}{K^2}$$

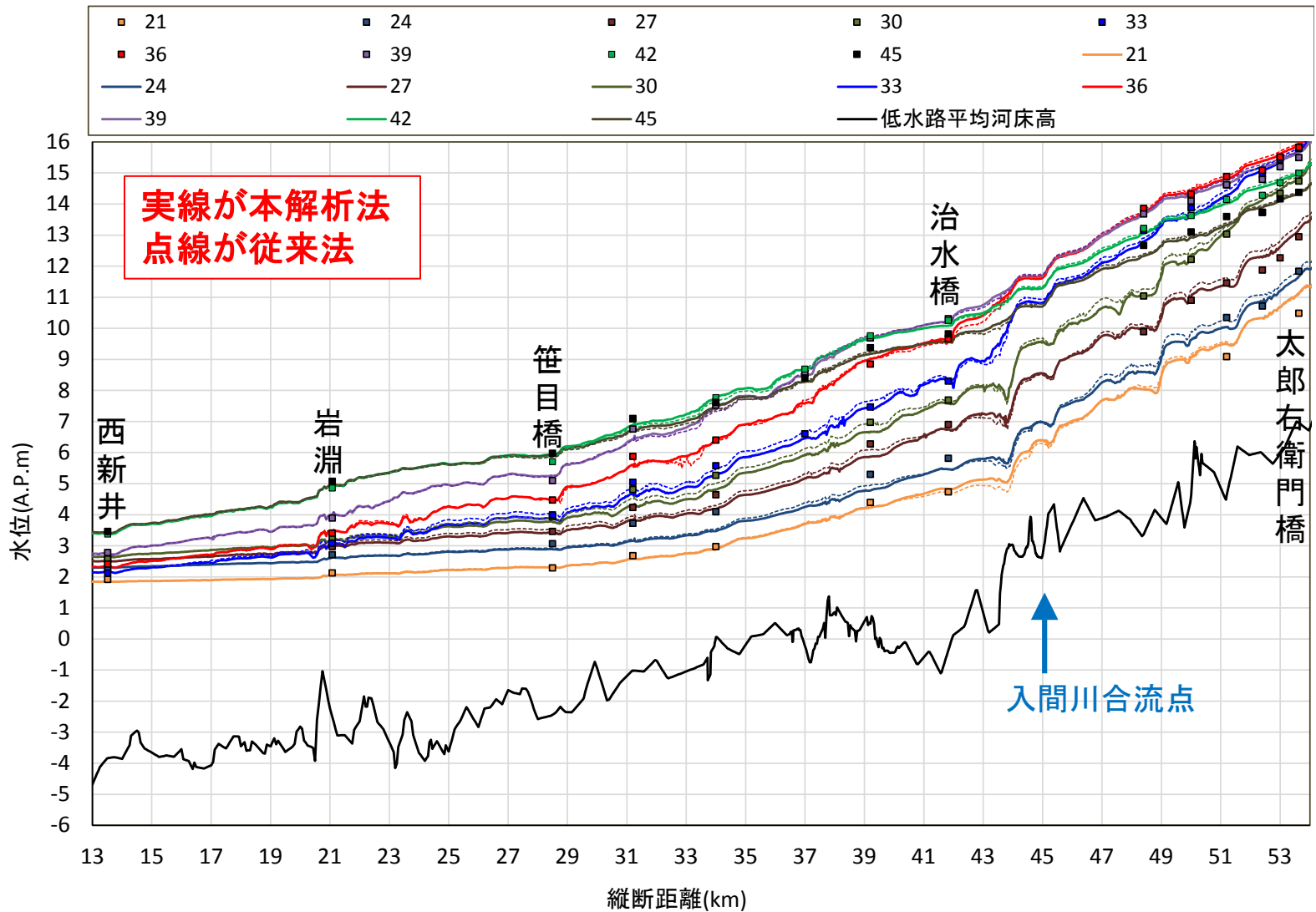
$$\frac{\tau_{xx}}{\rho} = 2\nu_t \frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\tau_{xy}}{\rho} \left(= \frac{\tau_{yx}}{\rho} \right) = \nu_t \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right), \frac{\tau_{yy}}{\rho} = 2\nu_t \frac{\partial V}{\partial y}$$

h : 水深, U, V : 水深平均流速の x, y 方向成分, z_s : 水位, ρ : 水の密度,
 ν_t : 渦粘性係数, n : 粗度係数, K : 樹木群透過係数

水面形の時間変化の観測値と解析値の比較（上流区間）

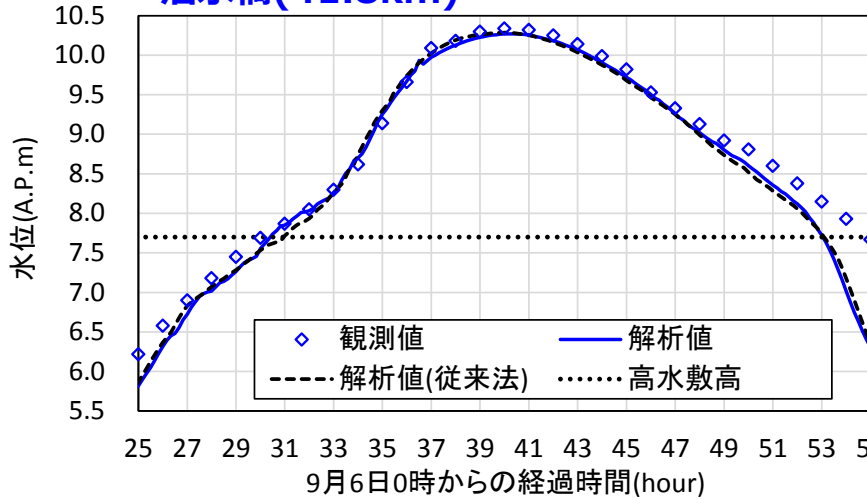


水面形の時間変化の観測値と解析値の比較（下流区間）

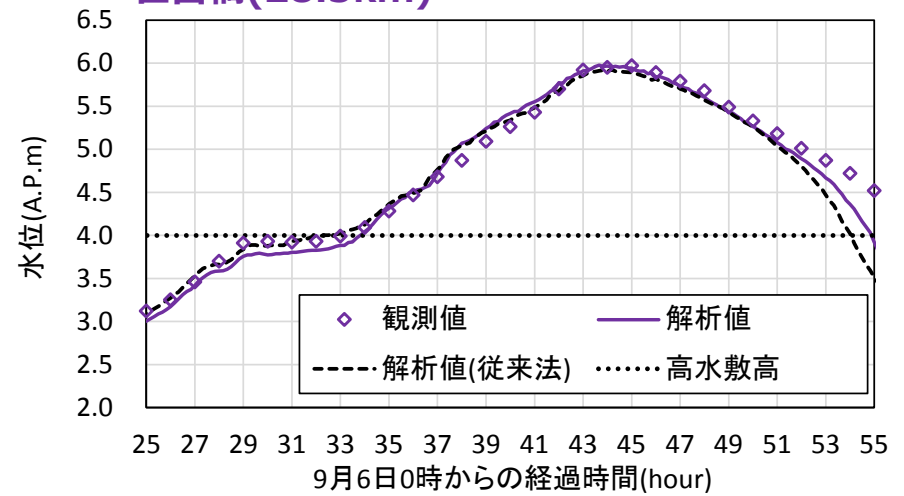


観測水位ハイドログラフと解析水位ハイドログラフの比較

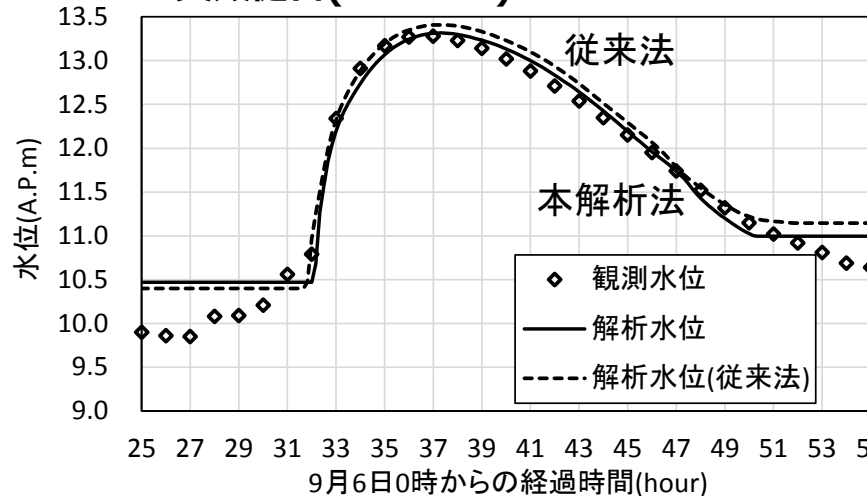
治水橋(41.8km)



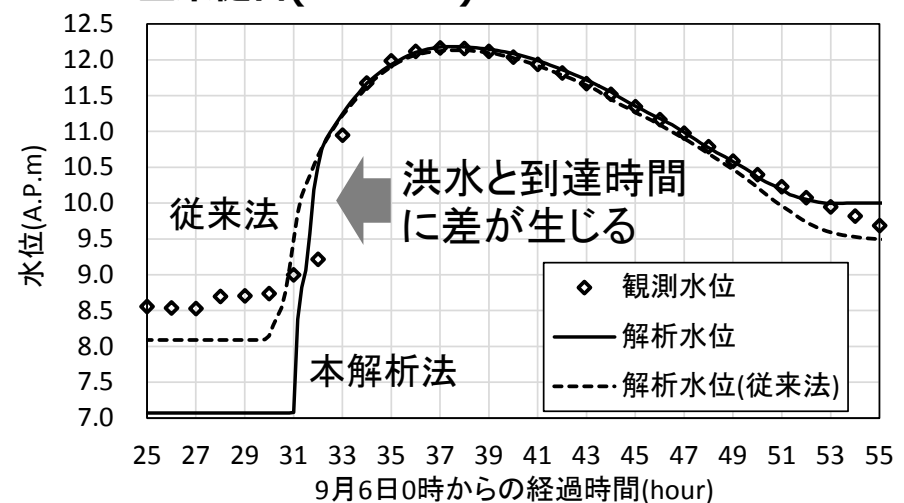
笹目橋(28.5km)



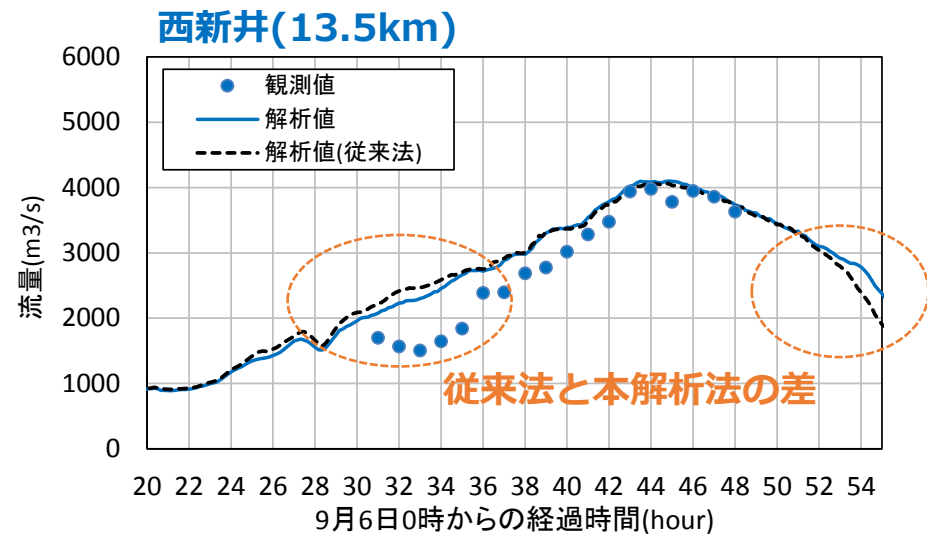
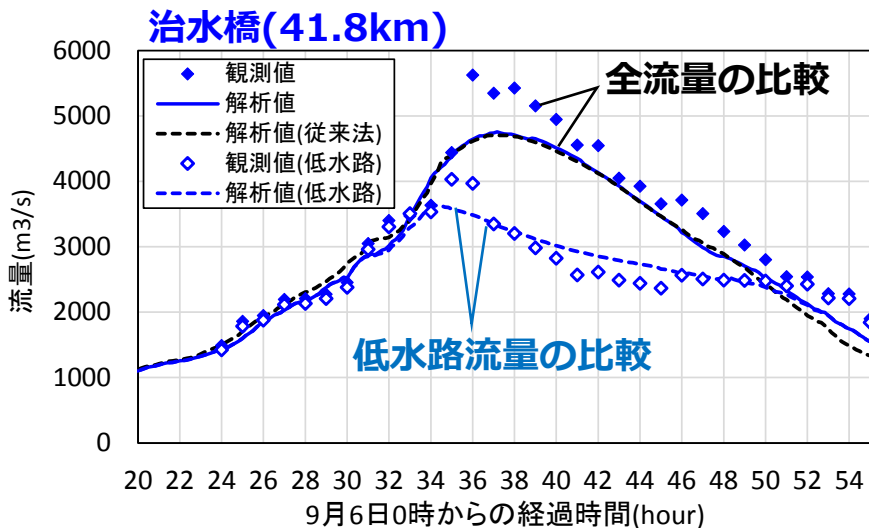
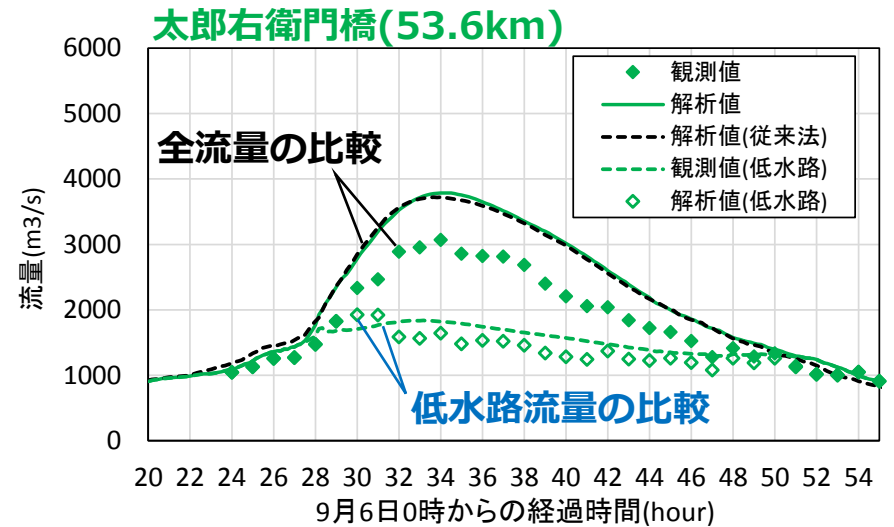
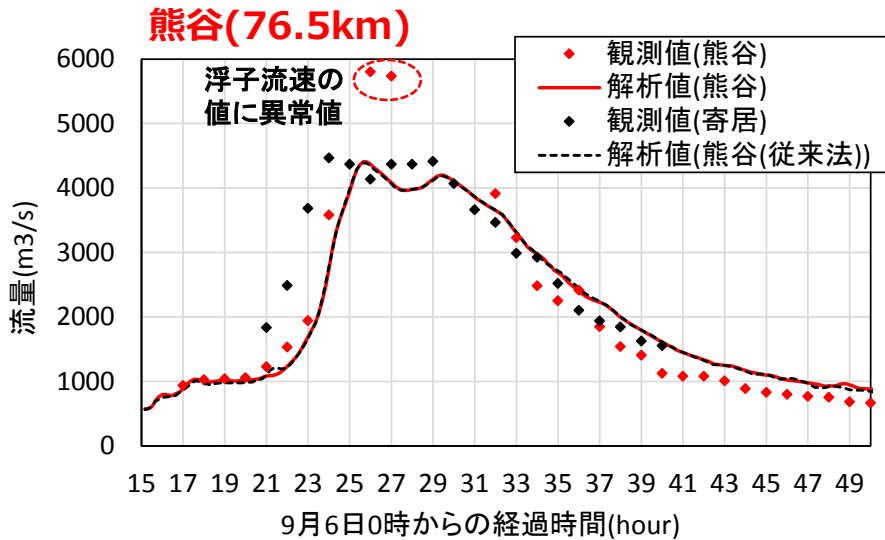
貝殻樋管(47.6km)



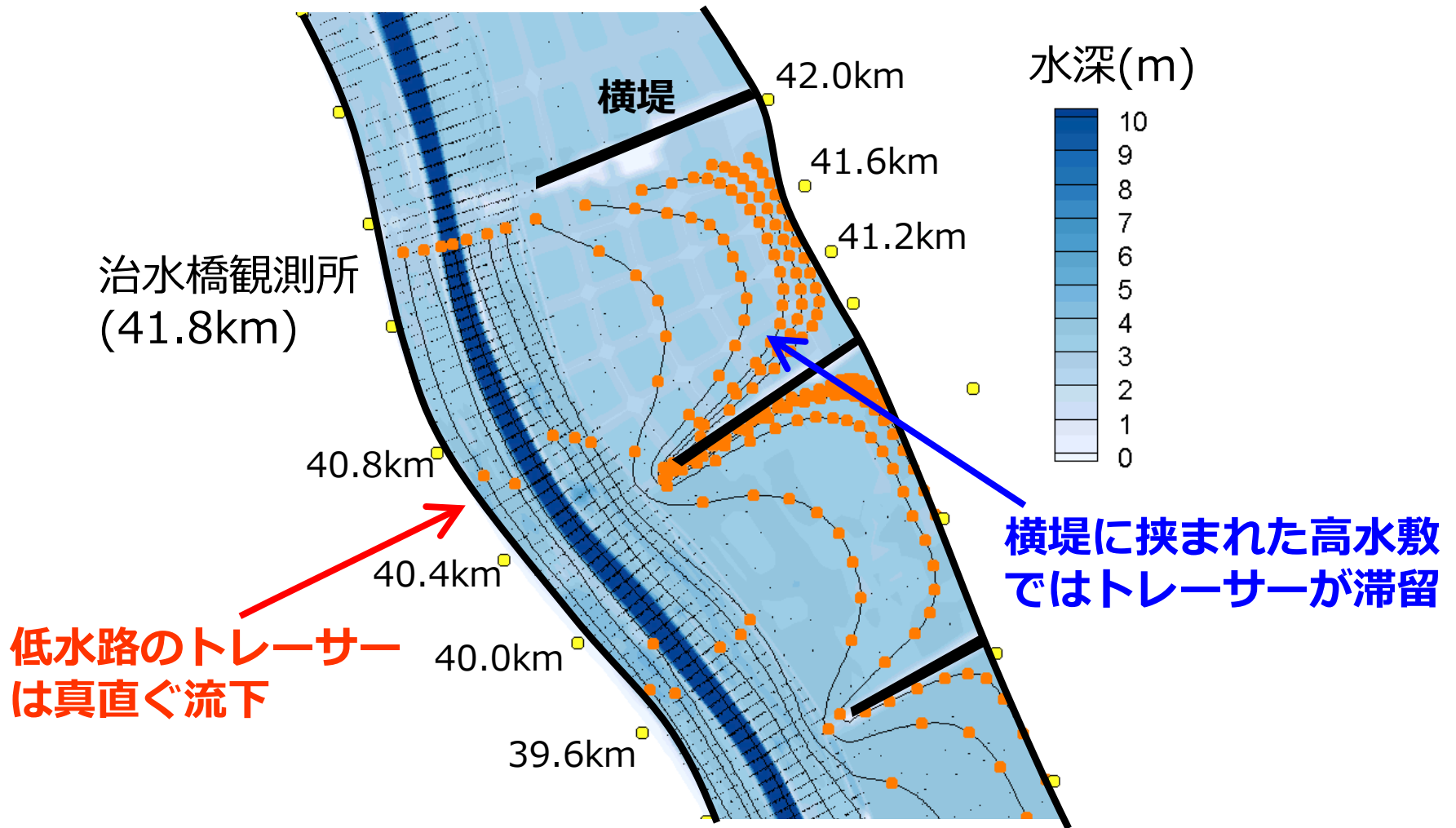
宝来樋管(45.2km)



観測流量ハイドログラフと解析流量ハイドログラフの比較



治水橋観測所(41.8km)付近での洪水時の流れの様子



本解析法と従来法における低水路粗度係数の比較

従来法では、本解析法に比べ低水路粗度係数が低めに見積もられる傾向にある。荒川中流部河道では、調節池群への流入のタイミングなどを高い精度で計算する必要があることから、LPデータのフィルタリングや広大な高水敷での氾濫機構を考慮することで、流れの抵抗を正しく評価することが特に重要である。

	従来法	本解析法
71km～77km	n=0.035	n=0.035
63km～71km	n=0.028	n=0.032
54km～63km	n=0.028	n=0.030
44km～54km	n=0.026	n=0.026
41km～44km	n=0.022	n=0.026
31km～41km	n=0.022	n=0.022
13km～31km	n=0.017	n=0.017

結論

観測水面形の時間変化を用いた洪水流解析から、平成19年9月洪水では縦断的な観測流量の整合性に問題があることを明らかにした。植生の分布する広大な高水敷において流量を精度良く測るための観測方法、観測体制について検討が必要である。

植生の分布する広大な高水敷を有する大河川において、高い精度で洪水流解析を行うためには、高水敷地盤高の評価や植生域および水深の浅い時間帯での流れの抵抗評価についての検討が重要であることを示した。このためには、低水路沿いの観測水面形の時系列データに加え、高水敷での平面的な水位の取得、UAV等を活用した洪水時の氾濫機構の見える化が有効である。

河川の洪水流解析で一般に利用されるLPデータ（グランドデータ）と定期横断測量成果の比較を荒川中流部の全区間で行った。その結果、植生高が比較的低く、密生密度の高い植生領域では、LPデータに植生高が含まれることを明らかにした。荒川中流部河道では、10m×10mの領域内でLPデータの標準偏差を求め、標準偏差が0.2m以内となる領域内のLPデータを用いることで、高水敷地盤高を精度良く評価可能である。

ご清聴ありがとうございました。