

## 多摩川中流部河道における平面二次元水理解析 Two-dimensional hydrodynamic modelling in a midstream reach of Tama River

○川嶋 里沙<sup>1</sup>・福田 信二<sup>2</sup>

○KAWASHIMA Risa, FUKUDA Shinji

### 1. はじめに

近年、気候変動等の影響による集中豪雨によって河川の氾濫が増加していることもあり、全国の河川では河道掘削や堤防整備等の治水対策が行われている。流量変化が大きい河川では、洪水による流出特性の評価や河川改修等の人為的環境改変による河道および流況特性の変化の再現・予測が、河川管理における重要な課題であることが指摘されている（例えば、平井ら（2016））。河道における水理解析による流況特性の検討事例は多いが、砂州によって形成されたワンドを含む水域において水理解析を行った研究は少ない。そこで本研究では、多摩川中流部の河道を対象として、調査地での地形測量と物理環境の調査の結果から平面二次元水理モデルを構築し、再現性を評価したうえで、出水時の流況シミュレーションによって流量増減を伴う流況の変化について検討した。

### 2. 現地調査

多摩川中流部（東京都調布市）の約 800 m の区間において、地形調査と物理環境調査を行った。現地調査は 10 月に 3 回、11 月に 2 回の計 5 回にかけて実施した。地形データの収集のために、GPS 機器を援用した水準測量を実施し、砂州の地上部と河道横断面の標高を計測した。河道内の地形は超音波多層流向流速計（ADCP）により深淺測量を行った。また、地形補間を行う際の砂州の形状を把握するために、ハンディ GPS を用いて、水際線を記録した。さらに、河道の 5 断面において幅 5 m ごとに水深（m）、流速（m/s）を計測し、区分流水断面積と断面内の平均流速を掛けた値を合計することで流量を算出した。

### 3. 水理解析

本研究では、水理解析ソフトウェア iRIC の Nays2DH を用いて解析した。本解析では、土砂の移動とそれに伴う河床変動については考慮しない。調査時点の流況によって再現計算を行い、その解析結果と地形データ、各パラメータ値に基づいて再現性を評価した。境界条件には、ADCP で計測した流量（ $Q = 15.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ）と下流端水位（ $H = 17.8 \text{ m}$ ）をそれぞれ上流端と下流端に与えた。河床材料や流れの状況に応じてマニングの粗度係数（0.017~0.05）を試行錯誤的に設定し、計算水位と実測水位の誤差が最も小さくなったものを採用した。計算間隔が再現精度に及ぼす影響について検証するために、計算間隔を 0.05 秒（Case 1）、0.1 秒（Case 2）、0.2 秒（Case 3）に設定して解析を行った。本研究では、モデルの評価のために Root Mean Squared Error (RMSE) および Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) を水位および水深と流速について算出した。

本研究における洪水計算のハイドログラフは、国交省水文水質データベースに掲載されている流量に基づいて設定した。本調査区間の上流で最も近い石原水位観測所の観測記録から、2020 年 10 月の出水時の水位変化、さらに過去の水位・流量を参考にし、ハイドログラフを設

<sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学府 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード: 数値解析, 水環境, 開水路, 河川地形, ワンド

定した。ここでは、再現計算の結果を参考にし  
て、計算間隔を 0.05 秒とした。

#### 4. 結果と考察

再現計算における各物理量の RMSE と NSE  
の結果を表 1 に示す。計算間隔が 0.2 秒の条件  
(Case 3) で水深の再現精度が最も高く、0.05  
秒の条件 (Case 1) で流速の再現精度が最も高  
くなったことから、計算間隔の設定が計算結果  
に影響を与える可能性が示唆された。物理量ご  
とに比較すると、水深と水位は全ての計算条件  
で NSE が 0.7 以上の値となっており、再現性が  
高い。一方、流速についてはどの計算条件も NSE が  
負の値となり、再現性が低かった。その原因として、  
ワンドの水深の過小評価および流速の過大評価に加  
えて、本流の上流部での水深と流速の過大評価が挙  
げられる。また、調査断面間の計測流量に差があつた  
ことから区間内で浸透や湧出が生じていた可能性が  
ある。

洪水流解析における水深分布と流速ベクトルを  
図 1 に示す。図 1a は解析開始 1 時間後の計算結果で、  
図 1b は流量最大時の計算結果である。流量が大き  
くなるにつれて左岸側に新たな流路が形成され、ワ  
ンドに流入していることが確認された。その後、時間  
経過につれて砂州の面積が小さくなり、最大流量時  
には、解析対象区の砂州が全て冠水した。その後、流  
量が減少するにつれて洪水前の砂州地形が露出する  
が、標高が低い砂州の一部で水溜まりが形成された。

#### 5. おわりに

本研究では、現地調査で得られた観測データを用  
いた平面二次元水理解析によって観測時の流れの再現と既往の出水を想定した非定常流計算  
を行い、再現性の妥当性と課題を検討した。水深と水位に関しては概ね良好な結果を得ること  
ができたが、流速については再現性が低い結果となった。洪水流計算は流量が増加するにつれ  
て流路が変化し、砂州が冠水する状況が再現できた。より正確に洪水予測や河川環境評価のた  
めには、観測データの集積とともに、解析手法の検討が必要である。

#### 引用文献

平井康隆ら (2016) 植生消長モデルを用いた礫河原再生後の物理環境変化の検証. 42(4), I\_1069-I\_1074  
iRIC (International River Interface Cooperative) Project (閲覧日: 2020 年 6 月 23 日)

<https://i-ric.org/ja/>

国土交通省 水管理・国土保全局 水文水質データベース (閲覧日: 2020 年 12 月 7 日)

<http://www1.river.go.jp/>

表 1 各計算条件の再現性の比較  
Table1 Comparison of reproducibility

条件	計算間隔 (s)	物理量	RMSE	NSE
Case 1	0.05	水深 (m)	0.2111	0.7690
		流速 (m/s)	0.3227	-0.5564
		水位 (m)	0.1185	0.9349
Case 2	0.1	水深 (m)	0.2114	0.7683
		流速 (m/s)	0.3294	-0.6220
		水位 (m)	0.1173	0.9362
Case 3	0.2	水深 (m)	0.1993	0.7942
		流速 (m/s)	0.3595	-0.9319
		水位 (m)	0.1138	0.9399

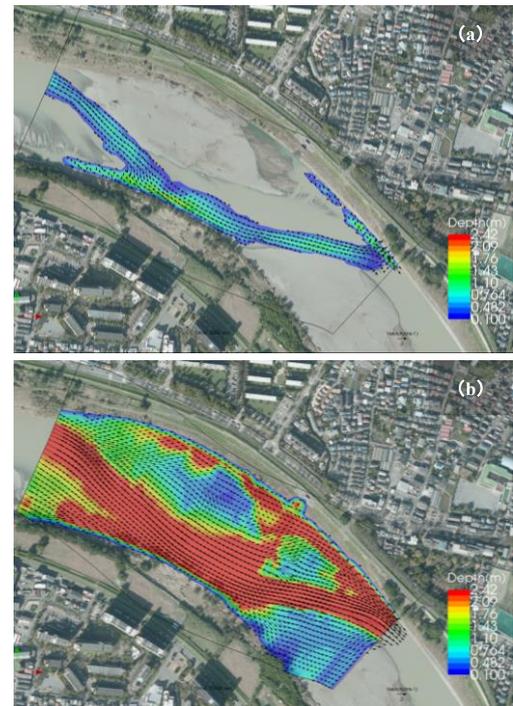


図 1 洪水計算の水深分布と流速ベクトル  
(a)  $Q = 20.69 \text{ m}^3/\text{s}$ ; (b)  $Q = 712.35 \text{ m}^3/\text{s}$   
Fig.1 Simulated results of water depth and velocity  
(a)  $Q = 20.69 \text{ m}^3/\text{s}$ ; (b)  $Q = 712.35 \text{ m}^3/\text{s}$