

## 水難事故発生箇所における数値解析による流れの検討

愛知工業大学工学部土木工学科 正会員 ○赤堀 良介  
愛知工業大学工学部土木工学科 学生会員 駒井 俊亮

### 1. 研究背景

近年、レジャーを目的とした川辺の利用が盛んに行なわれるなかで、中部圏でも多くの水難事故の発生が報告されている。長良川では 2013 年までの 10 年間で 66 件の事故が発生しているが<sup>1)</sup>、これらの発生箇所はいくつかの地点に集中しており、何らかの共通した要因が存在することが推測される。近年は事故発生箇所に関し、管理者側から「どう危ないのか」について積極的に情報を提供する例が見られ<sup>2)</sup>、水難事故集中箇所における水理的情報の把握は、理由解明および今後の事故防止の重要な情報となる。本研究では、長良川での水難事故多発箇所のうち顕著に発生件数の多い美濃橋周辺において、ラジコンボートによる測深から河床地形を構成し、平面 2 次元数値解析を実施した。これにより、事故発生箇所での水理的な特徴を抽出することを目的とした。

### 2. 研究方法

#### 2.1 対象地域と河床形状観測

対象地域は長良川の岐阜県内区間である美濃橋周辺である(図-1)。ここでは左岸が山付き、右岸が礫河原の狭窄部となっており、右岸の礫河原のアクセスが良好なため、レジャー利用が盛んである。対象地点における既往の研究として、岐阜大学のグループにより ADCP による測深と流速の計測が実施されているが<sup>3)</sup>、地形の解像に関しては観測点が比較的粗く、また流れの非定常性については結果が詳細には示されていない。本観測では、音響測深機を設置したラジコンボート(コデン, RC-S3)を対象領域で走査させ、面的に詳細な水深を測定した。この際、水深情報を連続的に取得すると同時にボートに搭載された GPS 機器により測深点の位置情報を計測しており、RTK-GPS 機器により測定した標定点の情報と合成することで、河床の 3 次元的地形情報を得た。航路上の計測点を図-2 に示す。観測は 2018 年 10 月 23 日から 27 日にかけて実施され、述べの水深の観測点は領域内で 7000 点以上であった。またボ



図-1 対象地域：長良川美濃橋周辺  
(Google マップ, 地図データ©2018 ZENRIN)

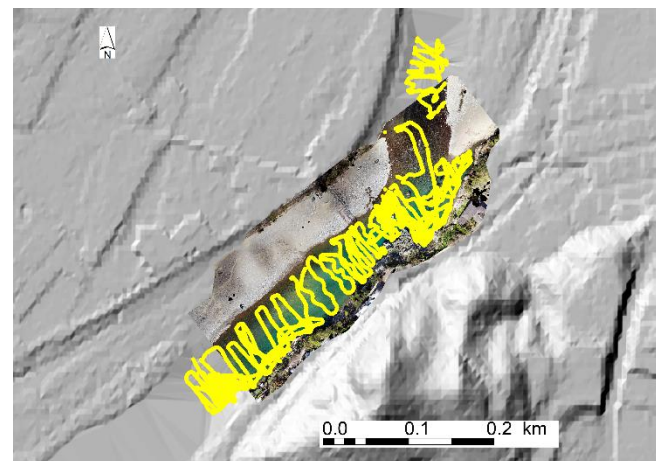


図-2 RC ボートの観測航路

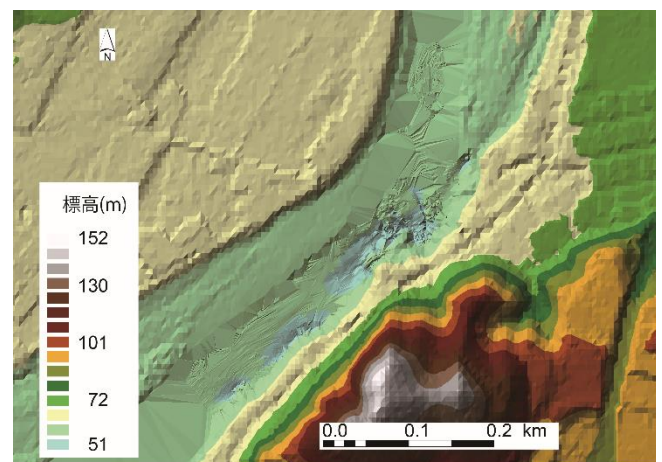


図-3 ポイントによる地形データを TIN 処理したもの

ートの操船は外部に依頼した。取得された河床形状のポイントデータを GIS (ESRI, ArcGIS10.2) に取り

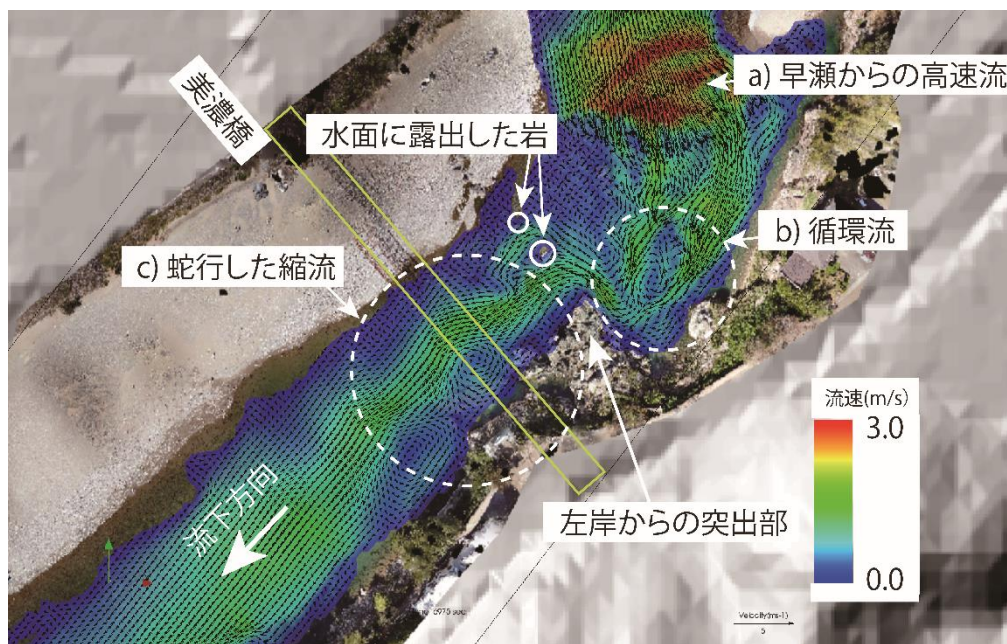


図-4 数値解析結果の瞬間値：流速のベクトルおよびコンター図

込み、基盤地図情報の 5m メッシュデータと合成し TIN 処理を実施した (図-3)。その後、上記の TIN を 1m メッシュのラスターデータへと変換した。

## 2.2 数値計算

平面 2 次元流れ解析ソフトとして、iRIC に含まれる Nays2D ソルバー<sup>4)</sup>を利用した。格子サイズは流下方向、横断方向ともに 2m とし、格子数はそれぞれ  $236 \times 90$  とした。河床の粗度を 0.03 で与え、岩の水面への露出により流れが阻害されている箇所は障害物としてマスキングした。水文水質データベース<sup>5)</sup>より、ある事故の発生時の流量を  $53\text{m}^3/\text{s}$  と推測し、上流端での境界条件とした。計算時は  $30\text{m}^3/\text{s}$  から流量を増加させ、上記流量で 1 時間通水した。

## 3. 研究成果

計算結果の瞬間値を、流速のコンターおよびベクトル図として図-4 に示す。図示されたベクトルから特徴的な流れの構造として、a) 上流の早瀬からの高速流、b) 狭窄部左岸の突出部の上流側での循環流、および c) 狭窄部左岸の突出部と水面に露出した岩に挟まれた箇所から生じる蛇行を帯びた縮流、これらの 3 点が挙げられる。計算結果の動画による定性的な検討では、この c) の縮流は一定の時間間隔で左右に首を振りながら移動を繰り返しており、b) の循環流の強弱の周期ともおおよそ一致している様子が見受けられた。目視による c) の蛇行の周期は 60s 程度であり、これは周辺流速を  $1.0\text{m/s}$ 、狭窄の要因

である岩 (図-4 露出した岩の下側) を角柱と仮定し、Strouhal 数を 0.12 と置いた場合<sup>6)</sup>の後流の周期約 50s と近い値をとる。仮に、右岸の礫河原から対岸の突出部を目指して遊泳を行った場合、上記の周期性に応じて水深が深く流速の大きい蛇行流が、泳者に対して唐突に到達する可能性があるのではないかと考えられる。なお a) の高速流に関しては、c) と異なった短い周期での変動が各所に見られるが、事故発生箇所の流れへの影響に関して現状ではメカニズムの説明が困難であり、さらなる考察が必要である。

## 参考文献

- 1) 公益財団法人河川財団：No more 水難事故，河川財団 News, No.46, pp.4-9, 2015.
- 2) 宮尾博一，清水晃，吉野英夫，並木和弘，土井康義：水難事故防止策に関する研究～最新の動向を踏まえた手法と対策例～，河川環境総合研究所報告，第 15 号，pp.13-23, 2009.
- 3) 落合繁：河川における水難事故頻発箇所の流れ場の特徴に関する研究，平成 21 年度岐阜大学退学院工学研究科社会基盤工学専攻河川工学研究室修士論文，2010.
- 4) iRIC software, <http://i-ric.org/ja/>
- 5) 水文水質データベース：<http://www.river.go.jp>
- 6) 田村哲郎：角柱まわりの流れと空力特性－乱れの影響について，ながれ，22 (2003) pp.7-13, 2003.