

# 一般公開データを用いた河川ドローンウェイデータの作成手法の提案

中央大学 学生会員 ○國谷 岳 中央大学 正会員 手計 太一

## 1. はじめに

令和4年7月、国土交通省は、河川上空を活用したドローン物流のさらなる活性化を目的とした実証実験を開始した。一方、河川上空でのドローン等の自動航行には、データが大幅に不足している。

例えば、河道地形を大まかに把握するためのパラメータとして河道幅と河道深さがある。定期縦横断測量が行われているが、中小河川は測量データに乏しい。先行研究では、リモートセンシングを用いた河道幅の自動抽出アルゴリズムとして RivWidthCloud<sup>1)</sup> などが提案されているほか、衛星観測水面標高データを用いた河道深さの推定を行った成果がある<sup>2)</sup>。

そこで本研究の目的は、オープンデータである国土地理院の数値標高モデルのみを入力として、河川がドローンウェイであるか否かを簡便に判定するための、河道断面幅と河道深さを自動抽出するアルゴリズムを開発することである。ここに、十分な河道幅と河道深さを有しドローンの飛行が可能な河道を、ドローンウェイと表記する。

## 2. 使用データおよび研究手法

### (1) 対象河川と使用データ

本研究では、東京都を流れる荒川水系の神田川と日本橋川を対象河川とした。これらは都心部を流れる都市河川であり、神田川の最上流部と日本橋川の中流部の一部区間を除くほぼ全ての区間でコンクリート三面張りの河道を有する。

入力データは、国土地理院が提供する基盤地図情報数値標高モデル 5m メッシュ (DEM5A) である。正解データは、東京都から提供して頂いた神田川と日本橋川の横断測量データである。横断測量データにおける左右岸間の距離を河道幅の真値、堤防天端高と最深河床高との差を河道深さの真値と仮定した。また、それぞれの測線の端点の座標を使用した。

### (2) 研究手法

図-1は、本研究で開発した判定アルゴリズムのフローである。各断面で以下の操作を実行する。測線の端

点を結んだ直線を分割する点の座標リストを作成し、その最近傍のDEM標高値を取得する。取得した標高群に対してMinMaxScalingを行い正規化し、度数分布表を作成する。最小の階級から度数を足し合わせ、必要な度数を超えた時点で足し合わせを終了する。足し合わせ終了時の累積度数を分割点数で除し、もとの測線長を乗じた値を河道幅の推定値とする。また、足し合わせ終了時の階級値に対応した標高を堤防天端高の推定値とし、断面内の標高の最小値との差を河道深さの推定値とした。なお、河道幅・河道深さそれぞれの算定に必要な度数は試行錯誤的に次式を設定した。

$$C_{fw} = \left(1 - \frac{1}{C_V + 1}\right) \cdot d \quad (1a)$$

$$C_{fh} = \left\{1 - \frac{1}{\exp(C_V) + 1}\right\} \cdot d \quad (1b)$$

ここに、 $C_{fw}$ は河道幅の算定に用いる度数、 $C_{fh}$ は河道深さの算定に用いる度数、 $C_V$ は各断面の分割点群の標高値の変動係数、 $d$ は分割点数であり、本研究では $d = 1000$ を用いた。本手法で推定した河道幅が6m以上かつ河道深さが2m以上ならば、ドローンの飛行に十分な空間を有すると考えられるため、河川ドローンウェイであると判定する。

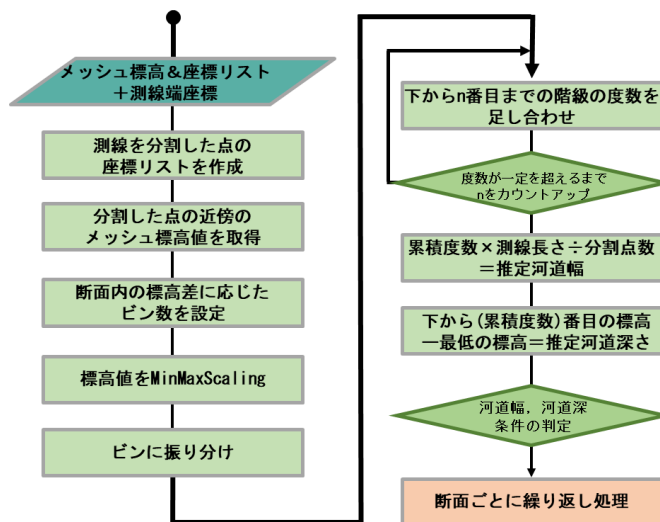


図-1 ドローンウェイ判定のアルゴリズム

キーワード： 神田川, ドローンウェイ, 河道モデル, 河川管理

連絡先： 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL: 03-3817-1805 E-mail: a19.brft@chuo-u.ac.jp

これらの操作を神田川全川の242断面で実行したのち、日本橋川全川の49断面でも同様の操作を行うことで、妥当性を評価した。誤差指標には平均絶対誤差率 (MAPE) を用いた。

3. 結果

図-2(a), (b)は神田川と日本橋川の河道幅と河道深さを断面ごとに示した図である。断面番号は下流側から上流側に推移する。本手法で推定した河道幅は、神田川では上流部で過大傾向、下流部で過小傾向を示し、MAPEは35%であった。日本橋川ではMAPEが15%であり、精度よく河道幅を推定できたといえる。一方、本手法で推定した河道深さは神田川ではMAPEが28%であったことに対し、日本橋川のMAPEは59%であり過小傾向であった。神田川の下流部以外の区間に注目すると、やや過小ではあるものの高い精度で河道深さを推定できている。

図-3は河道幅と河道深さの真値に対する、推定した河道幅との関係である。概ね良い精度で河道幅を推定できていることが分かる。神田川においては河道幅15m前後の断面の一部で河道幅の推定値が過小傾向となり、ドローンウェイ不適合の断面と判定された。2河川ともに、河道深さが一定より大きな断面では河道幅の予測精度が高かった。図-4は河道幅と河道深さの真値に対する、推定した河道深さとの関係である。特に河道幅が大きな日本橋川において河道深さの推定値の誤差率が大きかったことが分かる。ドローンウェイに不適と判断された断面においては、河道幅の条件を満たさない場合が多い結果となった。

本手法は用いた測線内に河道部と堤内地の双方が含まれていることを想定して必要な度数を設定している

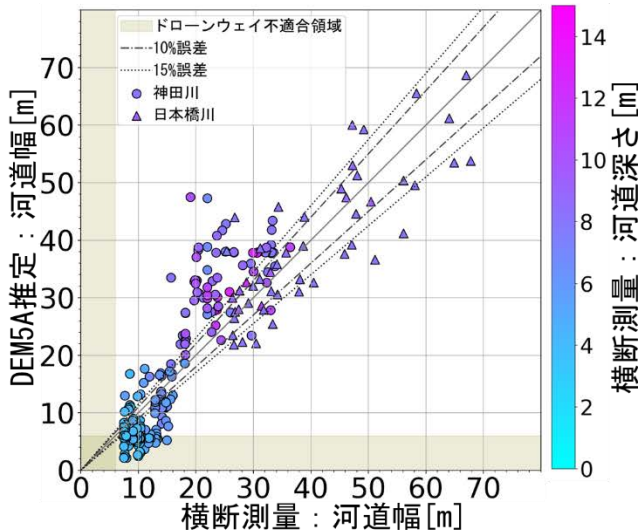


図-3 河道深さ・幅の真値と河道幅の推定値との関係

ため、用いた式(1a), (1b)には適用範囲が存在すると考えられる。本研究の手法によって、5mDEMのみからある一定の精度で河道幅と河道深さが推定できることが示された。

謝辞：本研究の実施にあたり、東京都から河川横断測量データを提供頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Yang et al., RivWidthCloud: An Automated Google Earth Engine Algorithm for River Width Extraction From Remotely Sensed Imagery. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 17(2), 217-221, 2020. DOI 10.1109/LGRS.2019.2920225.
- 2) 塩澤拓斗, 山崎大: 衛星観測水面標高データを用いた河川氾濫モデルの河道深パラメータの推定, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.75, No.2, I\_259-I\_264, 2019.

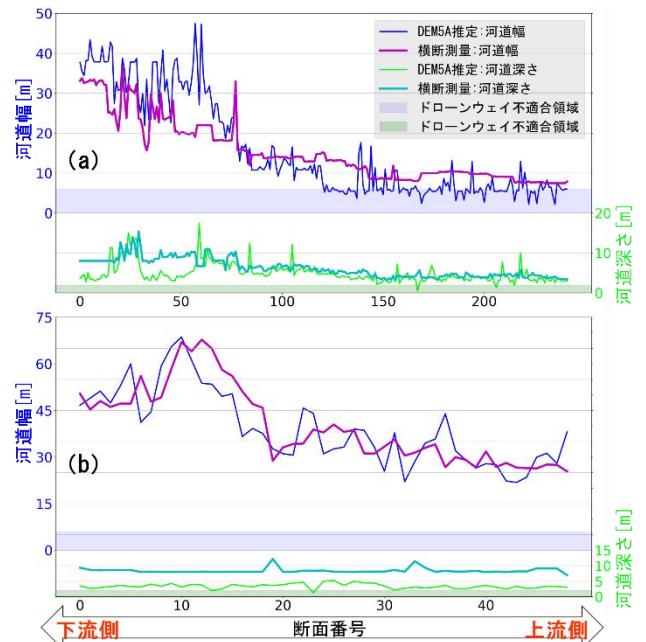


図-2 神田川 (a) と日本橋川 (b) の断面ごとの河道幅と河道深さ

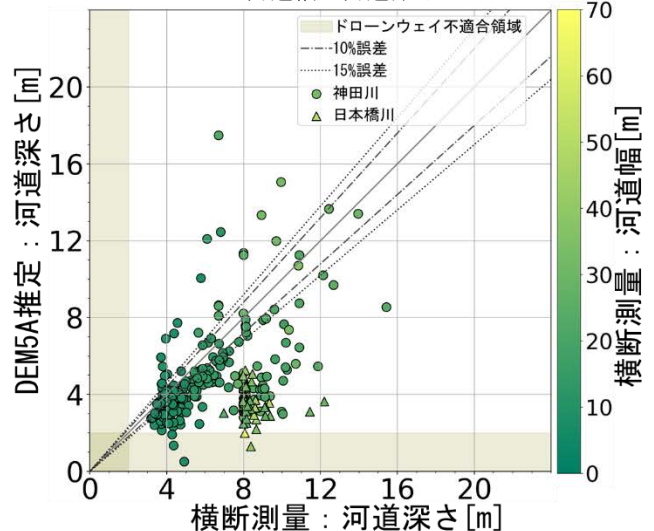


図-4 河道深さ・幅の真値と河道深さの推定値との関係