

基盤地図情報 5mDEM を用いた河川ドローンウェイデータの作成手法の提案

中央大学大学院 学生会員 ○國谷 岳
中央大学 非会員 加藤 拓磨

中央大学 正会員 手計 太一
東京都建設局第三建設事務所 非会員 向山 公人

1. 研究目的

令和4年7月に国土交通省は河川上空を活用したドローン物流の更なる活性化に向けた実証実験を開始した。さらに、河川管理の分野においてもドローンを用いた河川巡視の実証及びそのガイドライン案の作成が既に進められており、河川上空空間でのドローンの利活用への取り組みは非常に活発である。一方、河川上空でのドローン等の自動航行に際しては、いわゆる基盤地図となる情報が現状では未整備であり、データが大幅に不足している。

ここで、本稿では、ドローン飛行が可能な河道を河川ドローンウェイと表記する。河川でのドローンの飛行可能性の評価に当たっては、例えば河道幅と河道深さのパラメータは河道内空間の大まかな把握に有用であり、塩澤・山崎(2019)¹⁾は、衛星観測水面標高データを用いて河道深さを推定する手法を提案した。そこで本研究では、オープンデータである国土地理院の数値標高モデルから、河川ドローンウェイへの適合を評価するための、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した。

2. 研究手法

本研究では荒川水系の2河川と鶴見川水系の2河川、神通川水系の神通川を対象河川とした。河道幅の真値は横断測量データにおける左右岸の堤防天端間の距離。河道深さの真値は堤防天端高と最深河床高との標高差とした。表-1は各河川の横断測量データの諸元である。使用した標高データは、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。

図-1 は本研究で新たに作成した河川ドローンウェイデータの作成アルゴリズムであり、以下に各作業の概要を示す。河川横断測量データが定める断面ごとにそれぞれ以下の計算を実行する。

河川横断測量データの測線の端点の座標を取得し、測線を等分する点の座標リストを作成したのち、その地点のDEM 標高値を取得する。本研究では分割数 $d = 1000$ を用いた。次に、取得した標高値群について正規化を行い、0 から 1 の範囲の度数分布表を作成する。このとき、階級の

表-1 対象河川の河川横断測量データの諸元

河川名	水系	区間	断面数	河道形状	堤内地の標高値を含むか
神田川	荒川水系	全川	242	掘込河道	×
日本橋川	荒川水系	全川	49	掘込河道	×
鶴見川	鶴見川水系	下流部（国直轄区間）	75	築堤河道	○
早瀬川	鶴見川水系	下流部（国直轄区間）	16	築堤河道	○
神通川	神通川水系	下流部（国直轄区間）	121	築堤河道	○

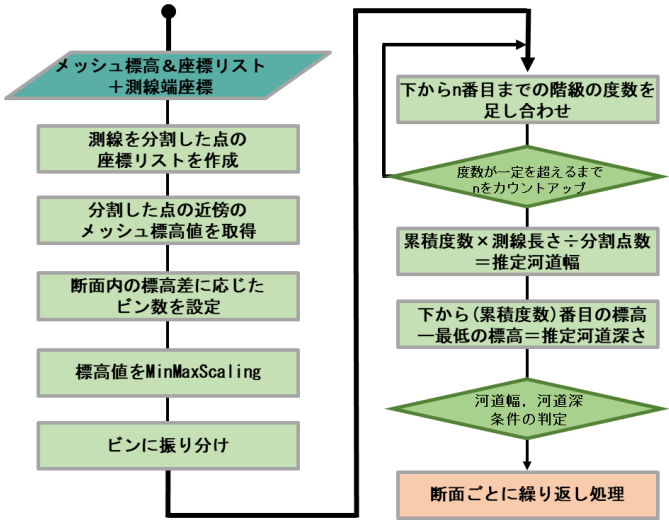


図-1 ドローンウェイ判定のアルゴリズム

幅は標高換算で 0.01 m に相当するように設定した。同時に、正規化した標高値群の変動係数を算出し、試行錯誤的に求めた以下に示す式に変動係数を代入することで河道幅の算出に必要な累積度数 C_{fw} と C_{fh} を算出する。

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

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

最小の階級から度数を足し合わせ、必要な累積度数を超えた時点で足し合わせを終了し、 C_{fw} を超える階級までの累積度数を長さに再変換した値を河道幅の推定値、 C_{fh} を超えるとときの階級の値を河道深さの推定値とする。

3. 結果と考察

図-2 と図-3 は神田川と日本橋川における断面ごとの真

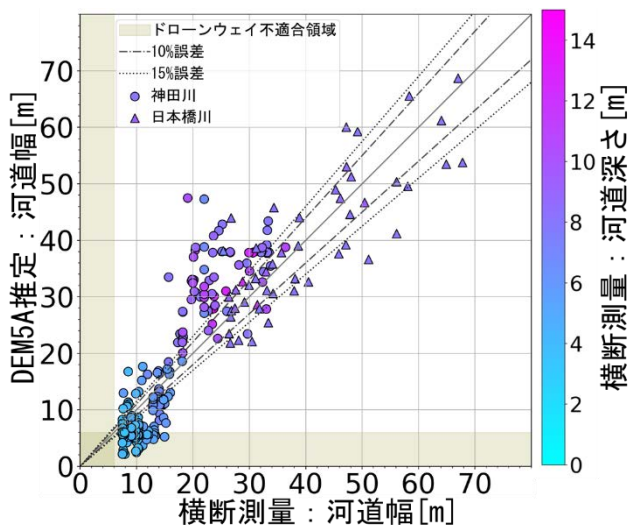


図-2 断面毎の河道幅及び河道深さの真値と、河道深さの推定値

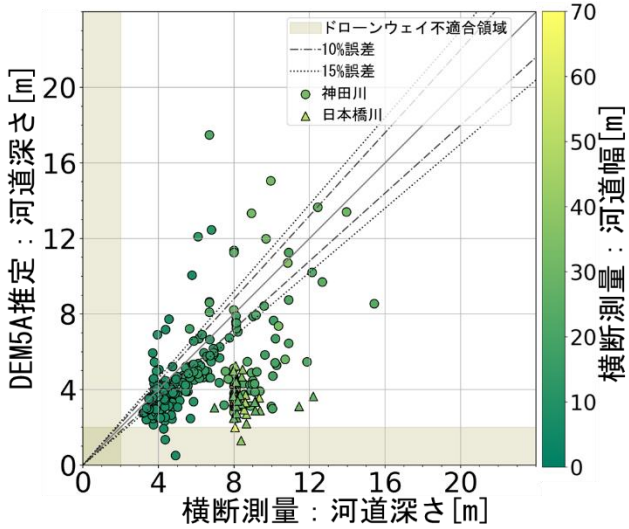


図-3 断面毎の河道幅及び河道深さの真値と、河道深さの推定値

値と推定値との関係を示した散布図である。横軸に真値、縦軸に推定値をとり、プロットの濃淡によって河道幅または河道深さのうち他方の真値を表している。河道幅に着目すると、神田川と日本橋川ではともに精度よく推定された。神田川では河道幅 15 m 未満で河道深さの小さな断面において推定値が若干の過小傾向を、河道幅 15 m から 30 m 前後かつ河道深さの大きな断面において推定値が若干の過大傾向を示した。また、日本橋川においては河道幅に関わらず良好な推定結果であった。他の 3 河川においては、河道幅と河道深さともに過小傾向を示した。

図-5 は 5 河川の各断面を河道幅及び河道深さの真値で分類し、同一規模の断面ごとに算出した推定値の MAPE を示している。河道幅が概ね 5～25 m 程度の断面において精度よく河道幅と河道深さを推定できているといえる。本手法による推定精度は、河道深さよりも河道幅による影響を大きく受けることが推察される。

推定誤差の大きかった断面について、河道深さに対して河道幅が極端に大きいもの、複断面が顕著に DEM に反映されているもの、堤内地盤の標高が大きく影響を与えているものなどがあつた。

4. まとめ

本研究では、河川上をドローンが十分に飛行可能かどうかを簡便に判定する手法として、河川の河道幅と河道深さを推定する手法を試作し提案した。5 河川を対象に本手法を用いたところ、河道幅が 25 m 未満の小さな断面で、特に河道形状が矩形である場合に、高い精度で推定をすることができた。一方で河道深さについては、河道幅の大きい河道の場合など多くのケースで過小傾向となった。今後は

MAPE：河道幅		横断測量：河道深さ (m)							
		0～2	2～4	4～6	6～8	8～10	10～12	12～14	14～
横断測量：河道幅 (m)	0～5								
	5～25		34	39	27	43	61	27	18
	25～125				21	30	44	21	
	125～625			85	76	69	82	83	89
	625～					90	89	89	95

MAPE：河道深さ		横断測量：河道深さ (m)							
		0～2	2～4	4～6	6～8	8～10	10～12	12～14	14～
横断測量：河道幅 (m)	0～5								
	5～25		18	24	28	37	40	16	45
	25～125				53	59	58	27	
	125～625			84	74	65	71	70	73
	625～					41	63	57	78

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
MAPE (%)										

図-4 断面の河道幅、河道深さ別の平均絶対誤差率

河道内の水位や横断構造物も含めて考慮し、検討を行っていく方針である。

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) 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, pp.I_259-I_264, 2019