

空中写真を用いた砂州の自動検出法の開発

新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○田所 祐輝
新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 茂木 大知
新潟大学災害・復興科学研究所 正会員 安田 浩保

1 はじめに

国内人口居住地近傍の河川の大半は沖積河道区間に位置し、河道底面に砂州が発達しやすい。近年、気候変動に伴う雨量の増加により、そのような河川における河岸欠損などの被害が多発している。このような被害は、砂州の存在による偏流が大きな要因と考えられており¹⁾、治水上適切に河道の管理を行うために定量的な指標の基で砂州が存在する区間の把握が必要である。しかし、そのような指標はなく、砂州の存在に基づく評価に留まっている。

小関らは、水深と砂州の波長の比で算定される水深波長比を用いることで、砂州の存在の有無を説明できることを明らかにした²⁾。しかし、実河川における水深波長比の算定に必要な砂州波長は、実測または航空写真からの手動による判読をする他なく、小関らの手法を広範囲の河川への適用は現段階では難しい。

小関らの手法を広範囲の河川に適用するためには、作業効率と測定精度の観点から、画一的に波長の測定ができる機械的な手法が望ましい。本研究では、空中写真を用いた画像解析により、機械的に砂州の検出と波長計測を行う手法を開発し、砂州が明瞭に発達する実河川に適用してその妥当性を検証した。

2 画像解析による砂州の検出と波長計測手法

本研究では、河川が撮影された空中写真(以下、河川画像)の画像解析を行い、砂州の検出および波長を計測する手法を開発する。その手順は、まず、1) 河川座標と川幅を用いて解析に用いる河川画像を生成する。その後、2) 二値化を行い、水面と陸地が明瞭となるよう加工した。そして、3) 砂州を検出し、波長計測を行う。これらの一連の処理は、Python を用いて自動で実行する。

2.1 河川画像の生成

図-1 に示すように、河川画像の解析により砂州の検出を行う際、画像には河川のみが写っていることが理想的である。そのため、まず、日本域表面流向マップ³⁾ から対象河川の座標と川幅を抽出した。次に、staticmap に座標と川幅を入力し、国土地理院⁴⁾ から図-1 左下に示すような、画像サイズが川幅と同様な正方形空中写真を取得し、連続

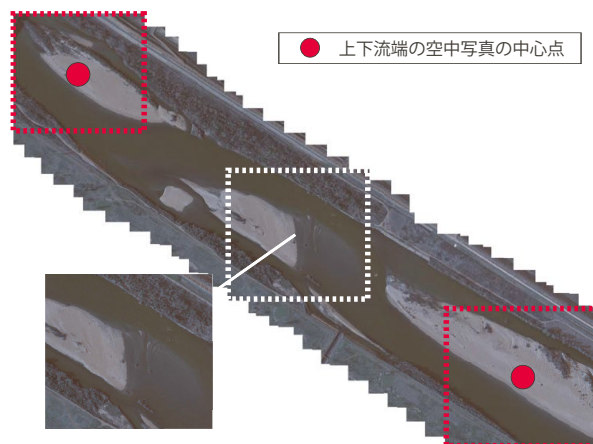


図-1 本研究で作成した画像の一例

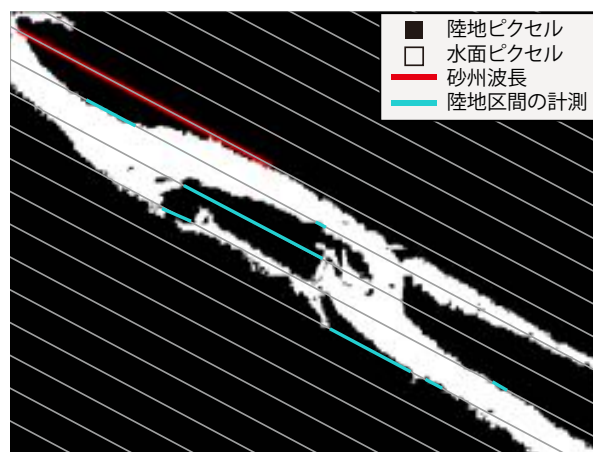


図-2 砂州波長計測の概念図

的に重ね合わせた。画像の重ね合わせの大きさは、一般的な砂州の波長が川幅の5から10倍程度となることを参考にして川幅の7倍とした。また、河川画像は、流下方向に連続的に生成され、画像間のオーバーラップは90%以上とした。

2.2 砂州存在の検出と砂州波長計測の手法

砂州の検出および砂州波長を自動測定するためには、砂州が機械的に認識される必要がある。そこで、図-1 に示すように、砂州が水面に囲まれていることを用いて、水面と砂州を含む陸地とで二値化処理を行うことにした。図-2 に、二値化を行った後の河川画像を示す。図からは、二値

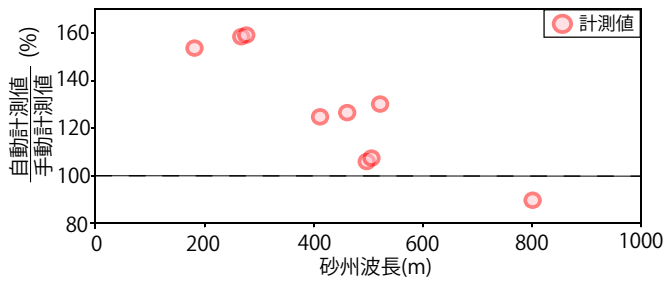


図-3 本手法と手作業での計測値の比較

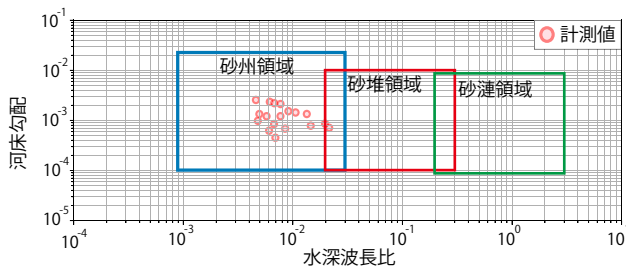


図-4 荒川を対象とした砂州存在の定量評価

化により水深の浅い地点も含めた砂州の形状が識別可能なことが確認できる。

河川底面に形成される砂州の幾何学形状は、流下方向に川幅の5から10倍程度となる特徴がある。そのため、波長計測では、まず、河川画像内における流下方向を算定した。この時、河川画像内での流下方向は、図-1に示す上下流端の空中写真中心を結んだ直線の傾きとすることにした。次に、同方向軸において最長の陸地区間を砂州と定義し、その長さを波長として取得した。図-2中の灰線は、流下方向と同方向の軸を示すものである。これらの灰線の中から波長候補が赤線や青線で機械的に検出される。検出された候補の内、波長として得られるのは、赤線で示した長さが最大の陸地区間となる。上記の手法では、図-1のように、河川画像内に複数の砂州が含まれる場合に全てを計測できないが、河川画像はオーバーラップして生成するため、砂州の波長を流下方向に連続的に計測できる。また、表出面積が小さく、砂州でない判断できる陸地等を除外できる利点がある。

3 妥当性の検証

本章では、本手法の妥当性を検証するため、従来の手法を模して空中写真から手動で河床の表出する長さを計測し、測定点が一致する地点を対象に本手法の計測値と比較する。

波長計測の対象は、新潟県の荒川とした。荒川は、流路全長に渡り砂州が形成されている、典型的な砂州河川である。

図-3は手動と本手法の計測結果の比を、手動で得られた波長毎にプロットしたものである。図-3からは、手動

での計測値と比較して、本手法の計測は最大で6割ほど波長を長く計測していることが確認された。この原因は、二値化の際、砂州の近傍に存在する水深が浅い部分も陸地として認識されたためである。なお、本手法によって得られた砂州波長は、山本⁵⁾が提示する砂州の平均的なスケールと一致する結果であったため、妥当な計測であると推察される。

4 砂州の存在の定量的評価

本章では、前章までに開発した波長計測手法を用いて、前出の荒川を対象に水深波長比を算定し、河床区分図上で評価した。水深波長比による評価にあたり、各波長計測場所における水深の算定が必要になる。本研究においては、前章で計測した各地点において、等流条件仮定のもとに算定を行った。図-4は、本手法によって得られた全ての結果を河床波区分図上で示している。図上で示している領域は、小関らによって確かめられた各河床波スケールの存在領域である。図-4では、全ての計測点が砂州領域に存在し、荒川の既往の知見と整合する。

5 おわりに

本研究では、自動的に空中写真を用いて砂州を検出して砂州波長を計測する手法を開発した。また、妥当性の検証の結果、本手法によって砂州波長の定量評価ができることが示された。今回の砂州の検出手法は、直線的な河道を持つ河川であればある程度の普遍性を持つが、蛇行の激しい河川ではその限りでない。日本全域を対象とした砂州河川の定量評価の実行にあたって、上述の問題の解決が必須である。

参考文献

- 1) T. Nagata, Y. Watanabe, H. Yasuda, A. Ito, Development of a meandering channel caused by the planform shape of the river bank, *Earth Surface Dynamics* 2(1) 255–270 2014.
- 2) 小関博司, 安田浩保, 水深波長比を用いた河床波の統一的区分とその支配水理量, 土木学会論文集 A2 分冊 (応用力学) 特集号 2021
- 3) 日本域表面流行マップ: <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/yamadai/JapanDir/> (30 Mar, 2021)
- 4) 国土地理院, 国土地理院撮影の空中写真 (簡易空中写真 2004年以降)
- 5) 山本晃一, 構造沖積河川—その構造特性と動態—, 株式会社山海堂, 2004.