

実河川の河床形態と川幅水深比の相関性について

新潟大学工学部建設学科 学生会員○田所 祐輝
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

国内の人口居住地の大半は、河道内に単列砂州や複列砂州が多く存在する沖積河川区間に位置している。近年、上記の区間において、砂州を要因とした河岸欠損などの被害が頻発している。このことから、河岸欠損などの危険箇所を予想して適切な河道管理を行う上では、砂州を有する区間の把握が必要である。現状では、河道管理を行う上での基本的な考え方の一つにセグメント区分法¹⁾が用いられる。これは、沖積河川の区間において類似性の高い区間ごとに河道を縦断的に区分するというものである。同区分法は、洪水流に対する氾濫の危険性や堤防の安全性の評価等といった河道特性の把握に際し、河道の特徴を区分する合理的な整理法として用いられている。しかし、セグメント区分法は、河道の形状や河床材料などから河川を区分するもので、物理的に区分する方法ではない。

砂州区間と非砂州区間を区分する方法の候補としては、黒木・岸が考案した川幅水深比と無次元掃流力を用い、中規模河床形態の発生の有無について区分する方法²⁾が挙げられる。しかし、ここで留意しなければならないのは、黒木らの研究は、あくまで砂州の発生と非発生を対象としたもので、発達後の砂州が存在を維持するかどうかを明示的に保証するものではない。また、実河川に長期的に存在する砂州について、川幅水深比を用いてどれほど評価できるかについて詳しく調べた研究もない。しかし、川幅水深比という簡易的な水理量により砂州の存在を推測できるか体系的に調べれば、砂州区間と非砂州区間の区分を十分に見込める。

そこで本研究では、川幅水深比に基づき、砂州区間と非砂州区間を推測できるか検証するために、実河川における川幅水深比を web 上に一般公開された情報に基づき算出し、砂州の存在と川幅水深比の相関性を調べた。

2. 実河川における河床形態の把握と川幅水深比の算出

実河川における河床形態毎の川幅水深比を算出するため、対象河川の各地点の川幅の測定と河床形態の把握を行い、次に各地点の川幅水深比の算出に必要な水深を算出した。

(1) 実河川の河床形態の把握と川幅の計測

本研究では、図-1 に示す国交省北陸地方整備局が管理する 11 水系を対象とした。河床形態の把握や川幅の計測には、1) 晴天時かつ平水位の画像を取得できることと、2) 画像上の距離を算出できることから、Google Earth Pro³⁾ を用いて行なった。川幅の計測は、上記の

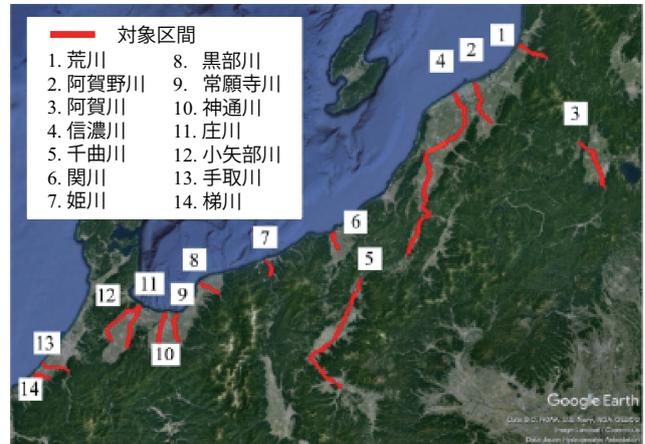


図-1 北陸 11 水系における対象区間

方法で把握した低水路の幅を川幅と定義し、各対象河川の下流端から 100~200m 毎に計測を行なった。次に川幅を計測した地点の河床形態を把握した。本研究では、低水路内に表出している陸地部分を砂州区間と識別することとした。また、識別した砂州区間において、流心付近または横断方向に 2 つ以上あれば複列砂州、それ以外を単列砂州と識別した。

(2) 水深の算出

上記の方法で得られた川幅の計測値を用いて、各地点の川幅水深比の算出を行なった。川幅水深比を含めた河川の水理量の算定には、不等流を支配方程式とする水理解析を行うのが一般的である。しかし、本研究では簡便な方法での算定として、河川の水理量の第一次近似が求められる等流条件で水理量を把握することとした。等流条件の仮定にあたり、河川の横断面形を単矩形断面とした。なお、実際の横断面形は単矩形であることは稀であるが、実断面とその実断面の川幅を持った単矩形断面とで、川幅水深比が大きい場合にそれぞれの径深が非常に近くなるため、各断面を単矩形断面としても水深の算出において有効であることを確認している。

水深を以下の式から算出し、各地点の川幅水深比を算出した。

$$h = \left(\frac{nQ}{B\sqrt{i_b}} \right)^{\frac{3}{5}} \quad (1)$$

ここに、式 (1) において、 h は水深、 n は粗度係数、 Q は流量、 B は川幅、 i_b は河床勾配である。水深の算出において、前節で計測を行なった各地点毎に水理条件を設定した。水深の算出に必要な河床勾配・粒径は河川整備計画⁴⁾や河川基本方針⁵⁾⁶⁾⁷⁾から参照し設定した。粗度 n は粒径から Manning-Strickler の式を用いて算定し

Key Words: 交互砂州、複列砂州、川幅水深比、河道管理

〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 TEL 025-262-7053

(本稿は中止となった第 23 回応用力学シンポジウム概要の原稿に若干の加筆を加えたものである)

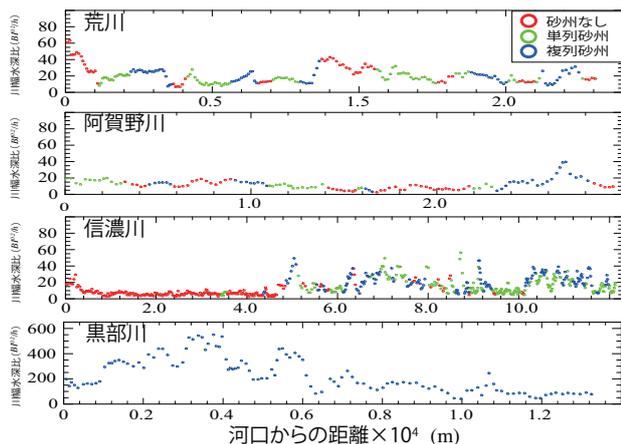


図-2 各河川の川幅水深比と河床形態の分布

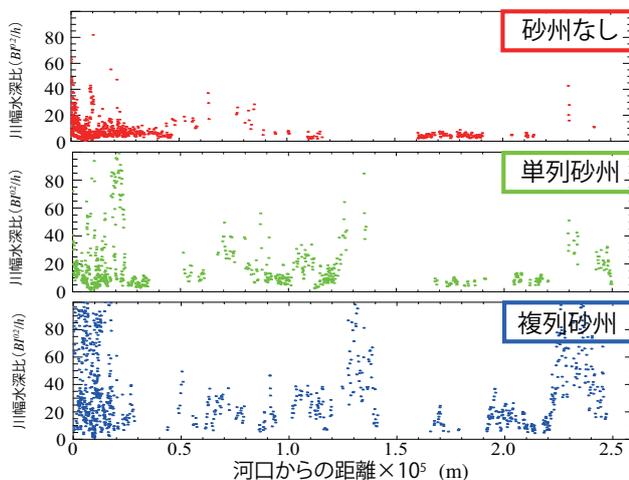


図-3 河床形態毎の川幅水深比の分布

た。流量は、計測時の河床形状を形成した流量と考えられる低水路満杯の流量（年平均最大流量）を与えた。

3. 砂州の存在と川幅水深比の相関性の検証

本章では、前章の方法で調べた 11 水系の川幅水深比および河床形態の分布から、川幅水深比と砂州の存在の相関性について検証する。

(1) 11 水系における川幅水深比の分布

11 水系において川幅水深比を算出した結果の例として 図-2 に荒川、阿賀野川、信濃川、黒部川の川幅水深比と河床形態の縦断分布を示した。図-2 に示す川幅水深比と河床形態の縦断分布を河床形態ごとに整理したものが 図-3 である。上から砂州なし、単列砂州、複列砂州の川幅水深比の縦断分布を示している。砂州なしの分布に着目すると、縦断距離にかかわらず川幅水深比の値がほぼ 10 以下に集中している。また、単列砂州の分布ではほとんどが 30 以下で確認されるのに対し、複列砂州の分布は 10 以上から広く持つことが確認できる。また、河口付近において砂州の存在が維持されない傾向が確認された。

(2) 河床形態と川幅水深比のデータ分析

川幅水深比と砂州の存在の相関を調べるために、図-4 に河床形態毎の川幅水深比の分布を示した。上から砂州

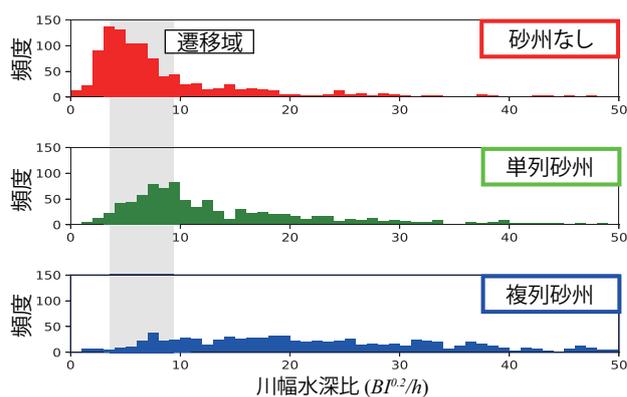


図-4 川幅水深比と河床形態の相関性

なし、単列砂州、複列砂州の川幅水深比の頻度分布を示す。それぞれの図の縦軸は度数を示し、横軸は川幅水深比を示している。まず、砂州なしの分布では、最頻値付近の川幅水深比が 3~8 と他の分布と比較して極端に集中している。また、単列砂州の分布を見ると、最頻値付近の川幅水深比が 5~20 と砂州なしと比較すると大きいことがわかる。これに対し複列砂州の分布では、分布の極端な集中はなく疎らとなっているが、砂州なしと比較するとその値は大きい。単列砂州と複列砂州の結果を総合してみると、川幅水深比が大きければ砂州が存在している傾向にあることがわかる。また、全ての分布を比較してみると、砂州の存在の有無を分ける遷移域が図-4 に示した 4 から 9 の間であることが示唆される。これは黒木らの領域区分図上の砂州の発生と非発生の境界値と概ね一致する結果である。

4. 終わりに

北陸地方の 11 水系の実河川の川幅水深比を簡便な方法で算出し、河床形態との相関性について調べた。その結果、河床形態毎に分布の違いが表れ、川幅水深比が大きくなれば砂州の存在が維持される傾向があるとわかった。また、川幅水深比は砂州の発生と同様に、砂州の存在についても説明できる可能性が示され、川幅水深比を判断指標として河床形態を推測でき、実河川において砂州・非砂州区間の区画が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 山本晃一：沖積構造河川学—その構造特性と動態、株式会社山海堂、2004、pp.126-131
- 2) 黒木 幹男、岸 力：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究、土木学会論文報告集、第 342 号、pp.87-96、1984
- 3) GoogleMap: <https://www.google.com/maps/>, 2019.
- 4) 河川整備計画: <http://www.hrr.mlit.go.jp/river/keikaku.html>
- 5) 河川基本方針: <http://www.hrr.mlit.go.jp/river/keikaku.html>
- 6) 北陸地方整備局 羽越河川国土事務所、株式会社 興和；平成 28 年度荒川河床材料調査業務報告書、pp.39、2017
- 7) 応用地質株式会社；平成 30 年度手取川・梯川河床材料調査業務報告書、2019