

自発的に形成される滞筋の長期的な安定性

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

ダイヤモンドの結晶構造や竹の維管束の配置は自己組織化現象より形成され、そのような自発的に形成される形は形状安定性に優れることが解明¹⁾されている。河道内の幾何学形状に着目すると、平水時の滞筋は自発的に形成され、自己組織化現象による形状の一つと推測できる。現在までに、砂州河川において自発的に形成される滞筋が形状安定性に優れていることが明らかとなっている²⁾。しかし、異なる年代で河道形状を比較できるデータが不足するため、滞筋が長期的な安定性を有しているかは検証されていない。本研究は、自発的に形成される滞筋の長期的な安定性を検証を目的に、空中写真から自動的に滞筋の水面幅を計測する手法³⁾を適用し、約50年間で生じた水面幅の変動を定量化した。

2. 対象河川と水面幅の計測手法

対象河川は、河床勾配が異なる、石狩川と北上川とした。表-1に、対象とした河川の特徴や、平水時の滞筋の水面幅（以下、水面幅）の計測で用いる空中写真の撮影日とその気象状況を示す。石狩川は、河床勾配が比較的緩やかなセグメント3の非砂州河川である。北上川は、河床勾配が急で河床波が水面に表出するようなセグメント2の砂州河川である。断面が同様であっても流量によって計測される水面幅は変化すると推測されるため、計測で用いる空中写真中の河川状況は、どの年代でも同程度の流量であることが望ましい。撮影日の数日前の気象状況は、降水量が最大でも10mm/dayが記録されている。そのため、本論文中で計測値は同程度の流量時における平水時の水面幅と推測される。

平水時の滞筋の水面幅の計測は、空中写真から自動的に水面幅を計測する手法³⁾を適用した。対象河川における本手法の精度を検証するため、手作業での計測値を真値として比較した結果を図-1に示す。横軸は手動計測値と本手法の計測値の差を手動計測値で除した絶対値を示し、縦軸はその累積相対度数を示している。それぞれ線線と破線は石狩川と北上川を示し、緑色と青色は1960年代と2010年代の水面幅の計測結果を示す。1960年代の北上川の計測結果は比較的に計測精度が低下しているものの、計測データの8割が水面幅に対して2割未満の精度で計測できている。

表-1 対象河川の概要と撮影日近傍の気象状況

対象河川	計測区間	河床勾配	撮影日	撮影前3日間の最大降水量
	km	1/S		mm/day
石狩川	40～90	3000～4200	1963/6/8	10.7
			2012/6/26	3.5
北上川	80～130	700～1200	1968/8/27	14
			2016/8/14	0

図-1 計測された水面幅の妥当性検証

3. 水面幅の分析結果

(1) 区間ごとの水面幅の分析

自発的に形成される滞筋の長期的な安定性を検証するため、まず区間毎に水面幅の変化を定量化した。方法は、2010年代の計測値から1960年代の計測値を引き、その変化が低い区間が存在するかで検証した。図-2と図-3に、紙面の都合上、水面幅の変動が小さいと確認された区間のみを示す。図中のプロット線は、計測された1960年代の滞筋の位置を示しており、2010年代の計測値から1960年代の計測値を引いた値をコンターで示した。

石狩川における水面幅の変動が小さい区間は、図-2-aに示す強制砂州が発達する湾曲部だけでなく、図-2-bに示す強制的な外力が発生しないような直線部にも存在することが確認された。また、その直線部は水面幅の変動だけでなく、滞筋の位置もほとんど変化していないため、安定性に優れている可能性が高いことが推測できる。

北上川における水面幅の変動が小さいと確認された区間は、石狩川と同様に、図-3-aに示す湾曲部だけでなく、図-3-bに示すような直線部も存在した。なお、両河川において、水面幅の変動が2010年代の水面幅の2割以下となる区間は全体の3割程度であり、河床勾配が異なる河川であるものの、同様の割合であった。以上から、本論文で対象とした河川は、河床勾配が異なるものの、水面幅の変化が小さい区間を普遍的に有するだけでなく、水面幅とその位置の変化が少ない直線部を有しているこ

Key Words: 安定河道, 滞筋, 画像解析
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050 TEL 025-262-7053

図-2-a 湾曲部 (71km 付近)

図-2-b 直線部 (66km 付近)

図-2 平水時の滞筋の水面幅の変動が小さい区間 (石狩川)

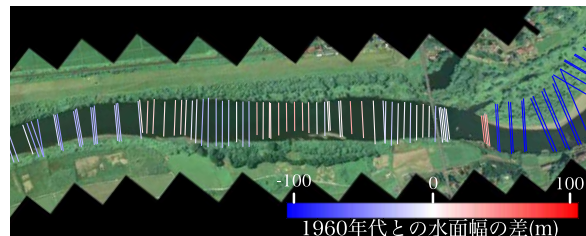
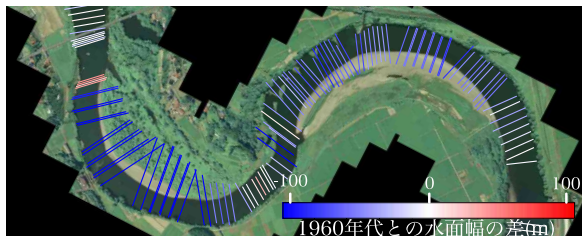


図-3-a 湾曲部 (122km 付近)

図-3-b 直線部 (91km 付近)

図-3 平水時の滞筋の水面幅の変動が小さい区間 (北上川)

図-4 平水時の水面幅の分布とその平均値 (石狩川)

図-5 平水時の水面幅の分布とその平均値 (北上川)

とが確認できる。また、この区間は、洗掘や堆積が生じない形状安定性に優れる河道であることが分かる。

(2) 全体の水面幅の分析

次に水面幅の変化を俯瞰的に把握することを目的に、各河川の水面幅の分布を調べた。図-4と図-5に各河川の平水時の水面幅のヒストグラムを示す。横軸は計測された平水時の水面幅、縦軸は度数を示し、青色と緑色とはそれぞれ1960年代と2010年代の計測データである。

石狩川では、図-4に示すように、水面幅は平均的に水面幅に対して1割ほど増加傾向であった。また、北上川では、図-5に示すように、水面幅は平均的に水面幅に対して2割ほど低下する傾向が見られた。

以上から、石狩川と北上川の平均的な水面幅の変動傾向は対称的であったものの、その変動量は同程度であることが確認された。本研究では、大小の洪水の経験を把握するための水文データと対比には至っていない。しかし、石狩川と北上川のどちらも大小の洪水の経験を経て、なおほぼ一定の水面幅が維持され、一定の水面幅の維持機構は自己組織化現象の一つと推測できる。

4. 終わりに

本研究では、平水時の水面幅自発的に形成される滞筋の長期的な安定性を検証した。その結果、石狩川と北上川のどちらの区間においても、滞筋の位置と幅の変化が比較的少ない直線河道を有していることを確認した。また、石狩川と北上川の平均的な水面幅の変動傾向は対称的であったものの、その変動量は水面幅に対して2割程度であることが確認された。

本論文で記載している、滞筋が直線的かつ変動しない区間における形状安定性の有無とその機構は不明である。これまでに分析的手法や理論的手法など様々な手法で安定河道の研究⁴⁾が行われてきた。今後は、これらの手法を直線的かつ変動しない滞筋に適用し、その形状安定性とその機構の理解を深化させる予定である。

参考文献

- Whitesides *et al.*, *Science*, 295 (5564): 2418–2421, 2002.
- 村井剛徳, 安田浩保: 安定川幅条件における河床波の発生と発達, 土木学会全国大会第77回年次学術講演会, 2022.
- 田所祐輝, 安田浩保, 村松正吾, 早坂圭司: 河川の平面形状の特徴量の抽出, 土木学会全国大会第77回年次学術講演会, 2022.
- ASCE Task Committee, River Width Adjustment. I: Processes And Mechanisms, *J. Hydraul. Eng.*, 124(9): 881–902, 1998.