

複断面流れを伴う出水が砂州挙動へ及ぼす影響に関する実験的検討

名城大学 学生会員 ○青木 一展
名城大学 正会員 溝口 敦子
名城大学 非会員 石川 貴文

1. はじめに

生物や植物に着目した河川環境に関する研究が進展し生態系に提供する物理場の役割が明確になりつつある。これを状況を踏まえると、より詳細な場の形成に関する研究が必要とされる。砂州に関する研究に関していえば、波高、波長だけでなく水際地形などの詳細な形状や場の変動に関する知見が求められている。

著者らは、これまでに庄内川の支川である矢田川を対象とし、治水機能を保持した上で環境機能を有する砂州河道の創出を目指し、複断面河道における交互砂州の挙動特性に関する研究を実施してきた^{1)~3)}。矢田川は、図-1のように都市公園等で高水敷が整備されている人工的な複断面河道である。複断面河道における砂州変動を取り扱われた例がないことから、これまで現地調査により実河川における砂州の変動を調べるとともに、数値解析を用いてその変動特性について検討してきた。しかし、平面二次元数値解析だけでは複断面流れの検討が不十分と考えられるため、本稿では、水路実験を通じて複断面流れが砂州河道に及ぼす影響について検討するとともに、これまで現地で得られた結果について考察する。

2. 矢田川における砂州挙動^{1), 2)}

矢田川下流域における砂州形状およびその変動特性について、2008年から低水路幅の異なる二つの区間(図-1)を対象に現地調査を実施してきた。その結果、以下の結論などが得られている。

a) 低水路内に形成されている交互砂州の波高は、低水路満杯流量時の平衡砂州波高と同程度である。

b) 低水路幅が狭く、低水路内での出水時に幅水深比が小さい天

神橋区間では出水による影響を受けやすく、頻繁に攪乱されている。この区間では、小出水が続いた2008年ごろ波高が高く瀬淵構造が明確であったが、その後波高は低くなった。

c) 幅水深比の大きい区間では、既往最大程度の出水後以外年間を通じて砂州がほぼ変化しなかった。

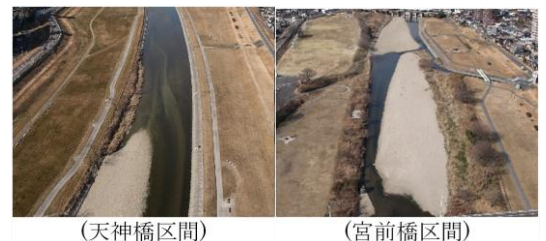


図-1 対象区間の砂州の様子(2011年1月)

3. 低水路内の砂州に複断面流れが与える影響の検討

ここでは、図-2に示すような低水路部が移動床の複断面水路を用いて、低水路内の砂州が形成流量以上の単断面流れと複断面流れの影響を受けどのような挙動を示すかを検討した。この水路条件における流量と低水路水深の関係は図-3のようになり、流量 $0.0016\text{m}^3/\text{s}$ 以上で高水敷部分に水があふれだす。また、低水路幅30cmにおける各流量下での砂州形成領域区分は、図-4となる。

実験では、 $0.0015\text{m}^3/\text{s}$ を一定流量通水し平衡状態の砂州を形成させた後、流量を切り替え砂州地形の変化を調べた。結果として、以下が得られた。

- 低水路河床を切り下げ、流量 $0.003\text{m}^3/\text{s}$ を完全に単断面流れとなるように通水した時には、砂州は進行しながら減衰し、波長の短い砂州が新たに形成された。しかし、複断面となる図-2の水路で $0.0033\text{m}^3/\text{s}$ を通水した時には、砂州は流下とともに減衰し、新たな砂州が形成されることはなかった。

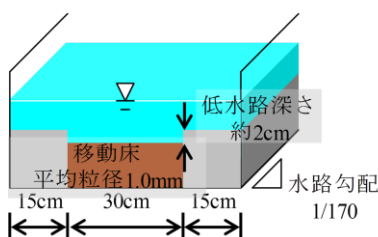


図-2 実験水路概要図

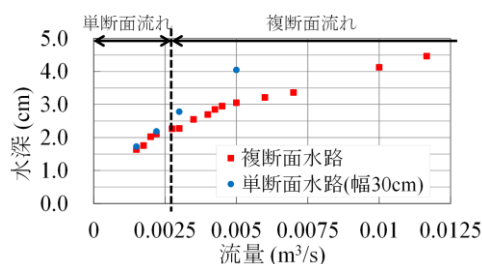


図-3 流量-水深関係

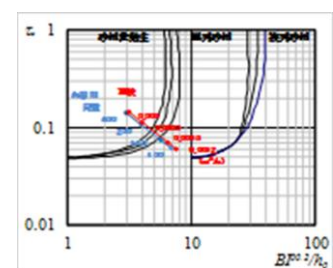


図-4 砂州形成領域区分

- ・ 図-5 に波高等の結果を示すように、流量 $0.0033 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.005 \text{ m}^3/\text{s}$ 通水時には、ともに流量に応じ進行を加速しながら波高が低くなり、最終的に砂州は消失した。

4. 出水流量が低水路内の砂州に及ぼす影響

(1) 実験条件

ここでは、第3章と同じ水路を用い、同様に流量 $0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$ で形成した砂州を初期河床として、非定常流量下での砂州挙動を調べた。与える流量ハイドロは、図-6 のように設定し、継続時間とピーク流量については、矢田川の流況と実験可能な条件を踏まえ表-1 のように決定した。なお、全ケースで最低流量 $Q_{\min}$ は砂が動かない流量 $0.00033 \text{ m}^3/\text{s}$ を用いた。また、ハイドロを一度通水しただけでは変化の読み取りが困難であったため、今回は複数回通水することにした。ここでは、実験中各砂州の動きを観察し砂州の位置を追うとともに、一回のハイドロ通水前後にレーザ変位計を用いて河床高を計測して砂州地形の変化を把握した。

(2) 実験結果

河床高の計測結果を用いて、砂州波高として各横断面の高低差の最大値を算出した結果を図-7 に示す。また、各出水を受けての砂州移動距離は図-8 に示す。

これらの結果から、ピーク流量に応じ砂州の移動距離がきまることがわかる。また、砂州形成流量より低い出水を繰り返すと徐々に砂州が発達する。これに対し、砂州形成流量以上の複断面流れを有する出水は、波高を低くすることで砂州を徐々に減衰させる。Case3 では、通水中、流量の増加とともに砂州は一度減衰しかけるが、減水期に再度明確になり出水終了時には砂州が形成されている。ただし、これを繰り返すことで少しずつ消失へ向かう。

5. 複断面流れの出水が砂州へ及ぼす影響のまとめ

第3章の一定流量通水実験と第4章の出水を想定した非定常実験の結果を踏まえ、現地の現象について考察する。まず、一定流量の実験では、砂州を減衰させる流量が通水されても減衰するのに時間が要することが確認された。そのため、非定常で大流量が与えられた場合、出水継続時間が短時間であれば砂州の波高は小さくなるものの維持された。つまり、矢田川では、既往最大流量の出水時、一度消失した砂州と別の砂州が形成されていたわけではなく、砂州に対し出水の時間スケールが小さいために砂州は維持されていたと考えられる。また、砂州形成流量より小さな流量が通水されると深掘れ部に流れが集中するために砂州は徐々に発達した。これを踏まえると、2008年に砂州が現在より発達し明確な瀬淵構造が見られたのは大きな出水が少なかったからだといえる。

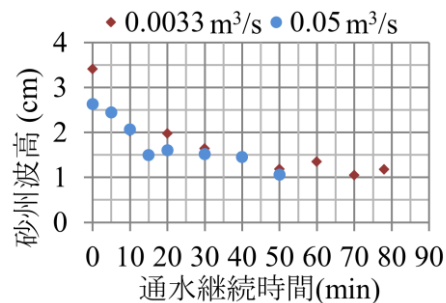


図-5 砂州波高の時間変化

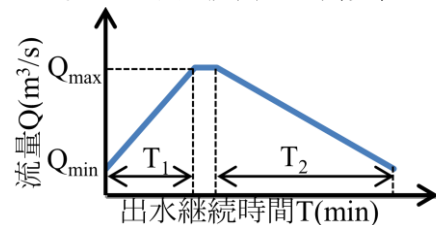


図-4 流量ハイドログラフ

表-1 各ケースの出水条件

ケース名	Case1	Case2	Case3
最大流量 $Q_{\max}$ (m^3/s)	70	90	300
増水期 T_1 (min)	1.43	2	8
減水期 T_2 (min)	2.86	4	16
出水回数(回)	10	10	5

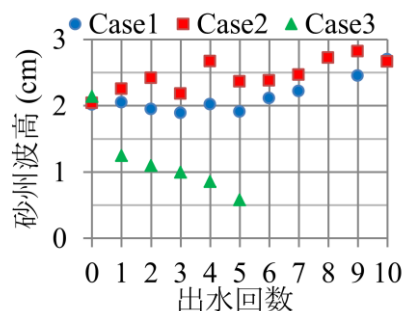


図-7 出水回数と砂州波高変化

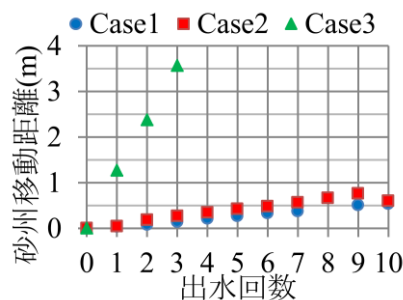


図-8 出水回数と砂州移動距離

謝辞：本研究の一部は、庄内川河川事務所の多大なご協力とダム水源地センターの研究助成を受け実施された。ここに謝意を表する。

参考文献：1) 溝口敦子：低水護岸を有する矢田川低水路における交互砂州の変動特性，河川技術論文集，Vol. 16, pp. 107-112, 2010. 2) 溝口敦子ら：複断面河道における低水路幅の違いが砂州物理環境および魚類生息環境へ及ぼす影響，河川技術論文集，Vol. 17, pp. 125-130, 2011. 3) 溝口敦子・青木一展：矢田川における砂州の変動特性に関する数値解析的検討，土木学会第67回年次学術講演会講演概要集，pp. 29-30, 2012.