

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

名城大学 正会員 溝口 敦子
名城大学 学生会員 ○青木 一展

1. はじめに

河川環境の重要性が認識され、環境に関する研究が活発に行われている。しかし、河川工学の物理場の研究は、これまで治水を意識した研究が中心だったため、生態系に提供する場としての議論は未だ不十分といえる。

著者らは、昨年度まで河川技術研究開発制度地域課題研究の一環で、庄内川支川の矢田川を対象として砂州環境に関連した研究を実施してきた。他研究者とともに研究をすすめるなかで、砂州形状が平水時の流路特性・伏流挙動・水温環境を通して魚類生息状況に影響を及ぼしていることなどが示され、砂州形状および低水時の流路構造の重要性が浮き彫りになってきた¹⁾。そこで、ここでは、現地観測等で得られた砂州地形の変化の特徴と、モデル化した河道と流況を用いて数値解析を実施し明らかになった砂州の変動特性に関する重要な流況の要素について示す。

2. 矢田川における砂州の特徴と変動特性

表-1 近年の流況²⁾ [m³/s]

年	2006年	2007年	2008年	2009年
最大流量	346.19	218.12	652.60	406.19
平水流量	2.50	1.98	2.24	2.35
低水流量	1.68	1.62	1.85	1.95

表-2 対象区間における河道条件²⁾

対象区間	川幅 [m]	低水路幅 [m]	低水路高 [m]	勾配	低水路満杯流量 [m ³ /s]	河床材料 [m]	波高 [m]	波長 [m]
天神橋区間	150	36	1.85	1/700	156	0.02	1.075	400
宮前橋区間	185	55	1.55	1/700	222	0.02	1.913	452

対象とした庄内川支川矢田川下流域は、表-1 に示す流況の特徴と表-2 のような河道条件を持つ。コンクリート低水護岸で拘束された低水路には交互砂州が存在し、高水敷は年に数回出水で冠水する条件となっている。

著者らは、以前より矢田川下流域を代表させる天神橋区間と他区間とは異なる低水路幅を有する宮前橋区間で砂州地形の特徴と変動状況を調べてきた。その結果、両対象区間の低水路内には、低水路満杯流量下の平衡砂州波高、波長に近い値を有する砂州が確認された²⁾。また、2008~2010年にかけて砂州形状と土砂の入れ替わり調査を実施した結果、低水路幅の小さい天神橋区間では、砂州は頻繁に移動し河床材料も入れ替わるのに対し、宮前橋区間では、ほとんど変化が見られないことが分かった。ただし、宮前橋区間では、図-1 のように2006年の平水時の瀬となる流路が、経年的に上流側に徐々に収束したとみられ、2010年には左岸から右岸に切り込んだ瀬が見られた。その後、2011年に既往最大水位を記録した出水で砂州波高が小さくなり、再度2006年に似た状況が現れた。このことから両区間は異なる動きをしていることを確認した。

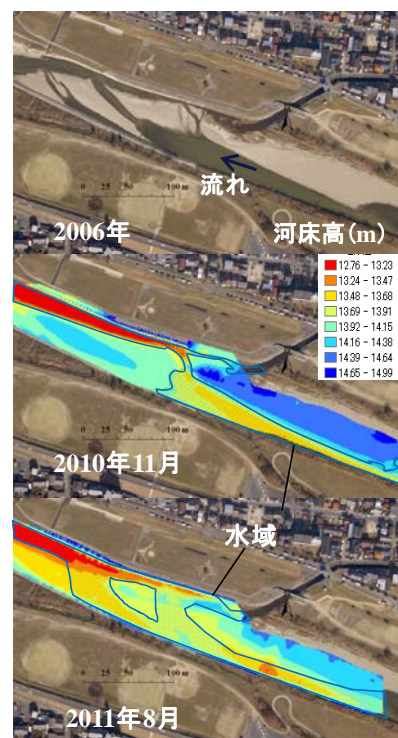


図-1 宮前橋区間の変化

3. 解析モデルと検討概要

(1) 解析モデルと検討方法 ここでは、2章に示した幅が異なる区間の変動状況を受け、砂州地形の変動特性について、名古屋大学で開発した数値解析モデル NH2D を援用して検討する。解析は周期境界条件を用いて表-2 の条件をモデル化した断面を有する直線河道で実施する。解析では、初期河床にモデル流路において低水路満杯程度を一定流量通水下で平衡状態にある砂州を用い、その変動特性を調べることにした。

(2) 流況のモデル化 検討にあたり、矢田川下流域の流況をモデル化する。モデル化には、入手可能であった瀬古流量観測所の流況データ44年分と10分水位データ5年分を参考に決定した。基本流況は超過確率年1年相当のピーク流量200m³/sとなる大出水1回とピーク流量が80m³/sの小出水5回で一年とし、出水継続時間は水位データを参考に表-3 のようにした。なお、年最大流量は欠測年が多かったため、日流量の最大値と年最大流量を関連付け補間したデータを用い、各流量の超過確立年を求め、出水の特徴をつかんだ。

キーワード 交互砂州, 砂床河川, 複断面河道, 砂州形状, 数値解析

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口一丁目501番地 名城大学理工学

表-3 出水継続時間

ピーク流量 (m^3/s)	増水期 (hour)	減水期 (hour)
80	1	3
200	2	4
300	2	4
500	2	4
1000	4	12

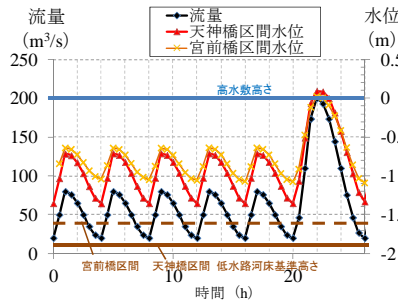


図-2 基本流況モデル(1年分)

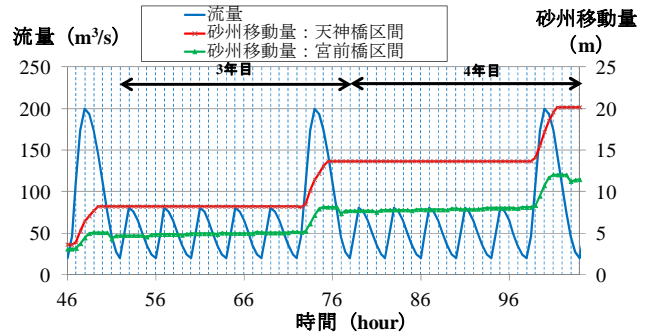


図-3 基本ケースにおける砂州移動量の特徴

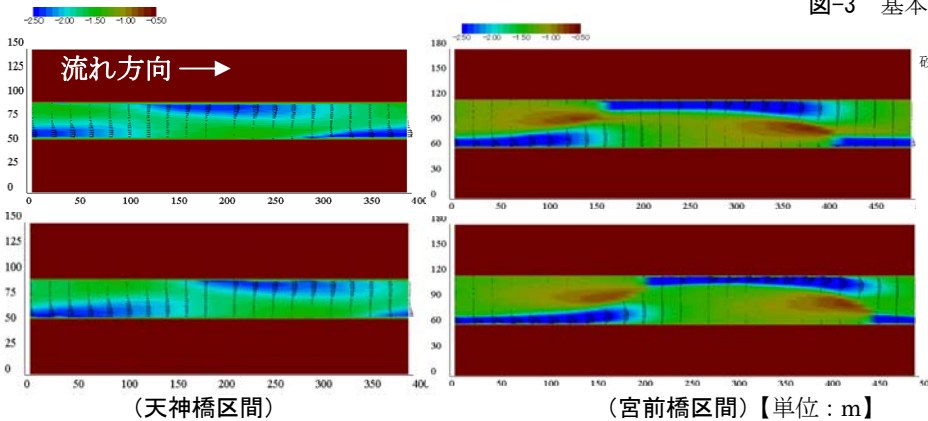


図-4 基本流況ケース解析結果：河床高コンター（上図：初期河床，下図：10年後）

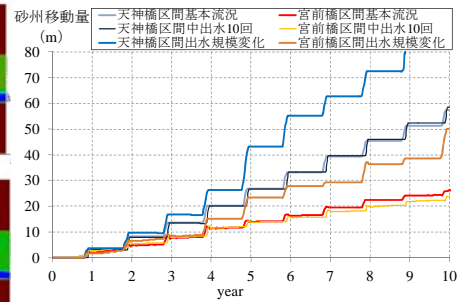


図-5 各ケースにおける砂州移動量

ここでは、図-2 に一年分を示す基本流況をベースとして 10 年以上の解析を実施し、さらに大出水のピーク流量または小出水の回数を変化させた流況ケースを設定し、砂州の動きを調べる。

4. 解析結果概要

図-3, 4 に結果の例を示す基本流況ケースの両区間の変動を比較すると、低水路幅によって各出水の役割が異なるため砂州の進行状況に違いがみられた。解析結果を用いて砂州進行状況を前縁線下流端位置の変化から調べたところ（図-3, 5）、天神橋区間は流量によって上流に進行または停止状況が現れるが、宮前橋区間は、大出水の減水期に砂州が後退することがわかった。低水路内を平坦河床として理論的に検討すると、宮前橋区間では $123m^3/s$ 以上で砂が動き満杯流量を優に超える出水でも砂州形成条件下となるが、天神橋区間では $80\sim 170m^3/s$ で砂州形成条件下となる。そのため、特に低流量期間が砂州・流路形状に与える役割が異なり、異なる変化が表れたと考える。

次に、基本流況ケースと小出水回数を 10 回にしたケースの結果を比較したところ、天神橋区間では基本流況ケースからごくわずかに進行が速くなった程度で形状には明確な違いが現れなかった（図-5）。一方、宮前橋区間では、砂州の進行が徐々に遅くなる結果となり、形状にもわずかな変化が見られた。

また、基本流況ケースから大出水のピーク流量を偶数年に $300 m^3/s$ 、5 の倍数年に $500 m^3/s$ に変化させ解析を実施したところ、図-5 に示すように両河道区間とも砂州の進行が早まり、ピーク流量が大きいほど両区間とも砂州波高が小さくなり、大出水後の平水時の流路の特徴が大きく変化することが分かった。

解析結果は、これまでの現地調査でみられた現象を説明できるものとなり、各出水が砂州に与える影響は、砂州形成条件と対応させることで説明できそうである。少なくとも、同じ交互砂州河川でも形状的特徴や変動状況および平水時の流路構造は、流況と川幅等河道条件によって決まると言える。

5. おわりに

現地観測と数値解析により、矢田川における砂州の変動の基本的特徴とその流況との関わりが明確になった。このような検討をさらに発展させることで、砂州物理環境の変遷の長期予測等につながることを期待する。

謝辞：本研究の一部は、河川技術研究開発制度地域課題研究の一環として行われ、国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所には情報提供を頂いた。ここに感謝の意を示す。

参考文献：1)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. 2)青木一展ら：低水路幅が砂州形状及び変動特性へ及ぼす影響 ～矢田川下流域を例に～，土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集， pp.101-102(CD-ROM)，2011.