

自己形成流路の形成過程と形状特性に及ぼす川幅水深比の影響

京都市

正会員 ○岩城 大祐*

立命館大学理工学部 正会員

江頭 進治**

徳島大学工学部

正会員 竹林 洋史***

立命館大学大学院 学生員

松葉 信征**

1. はじめに 自己形成流路は、瀬と淵の形成や、河道内における植生の繁茂等、多様な河川環境を構成する要素を有している。他方、洪水疎通能力の低下を招く植生の森林化や、河岸水衝部における局所洗掘等、治水対策上の問題を併せ持つ。そのため、治水機能を損なわず、豊かな水辺空間の創造・保全を考慮した川づくりにとって、自己形成流路の諸特性に関する知見は不可欠である。竹林ら¹⁾によると、複列砂州の発生水理条件で自己形成流路が形成され易いことが明らかにされているが、竹林らの対象とした水理条件は、複列砂州の発生水理条件中でも川幅水深比が比較的小さい条件に限定されている。ところで、自己形成流路のような川幅スケールの現象は、川幅水深比により大きく異なることが予想される。そこで本研究では、川幅水深比が異なる二つの条件を対象として実験および数値解析を行い、自己形成流路の形成過程と形状特性に及ぼす川幅水深比の影響を検討する。

2. 実験方法と数値解析法 実験水路には長さ 14m の直線矩形断面水路を、河床材料および給砂の砂には平均粒径 1.1mm のほぼ一様砂を用いた。初期平坦河床上に、上流から定常的に給水するとともに、上流域の初期河床位を保つようにほぼ定常的に給砂を行うことにより、自己形成流路を形成させた。実験中、通水を一旦停止し、河床位を測定した。また、流況把握のためのスケッチと写真撮影も併せて行った。数値解析は、実験と同様の場を想定し、上流から定常的に給水および給砂する条件で計算した。流れの支配方程式に二次元浅水流モデルを適用し、流砂量式に芦田らの式²⁾を用いた。実験および数値解析に用いた水理条件を表 1 に示す。初期等流水深を一定にし、水路幅を変えることで川幅水深比を変化させた。これらの条件は、村本・藤田³⁾の中規模河床形態の形成領域区分によると複列砂州の形成条件にあたる。

3. 結果と考察 まず自己形成流路の形成過程について

述べる。図 1 に Case1 の実験における河床形状の時間変化を示す。実験で囲まれた領域は、浮州を表している。通水 10 分後には複列砂州が形成され、通水後 30 分程度で交互砂州に変化し、通水後約 2 時間で浮州が現れた。その後、浮州は発達し、通水後 12 時間では、ほぼ 1 本の流れを有する自己形成流路が形成された。図 2 に Case1 の数値解析における河床形状の時間変化を示す。数値解析においても実験同様、複列砂州、交互砂州が順次形成された後、浮州が現れ、1 本の流れを有する自己形成流路が形成された。図 3 に Case2 の実験における河床形状の時間変化を示す。通水後約 30 分で 3 列の多列砂州が形成され、時間とともに河床の横断方向のモードが減少し、通水後約 1 時間で複列砂州に変化した。そして、複列砂州の河床形態のまま浮州が現れた。その後、流路の分岐や合流、消滅を繰り返し、通水後約 8 時間で、いくつかの小さい流路とともに、1 本の側岸から側岸へと蛇行する自己形成流路が形成された。ここで、河床位のデータは測定されていないが、上流域では 2 本の流れを有する自己形成流路が形成されている。図 4 に Case2 の数値

表 1 実験および数値解析条件

	流量 (L/s)	水路幅 (m)	水路勾配	川幅水深比	無次元掃流力
Case1	0.76	0.4	1/100	56	0.04
Case2	1.90	1.0	1/100	140	0.04

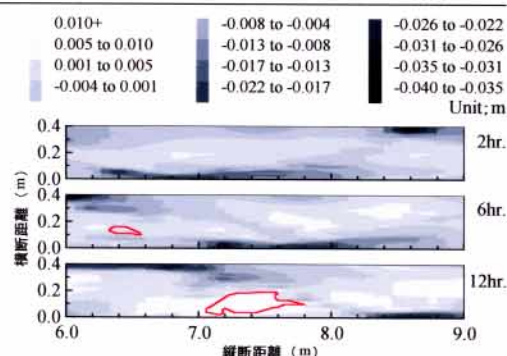


図 1 河床形状の時間変化(Case1 実験)

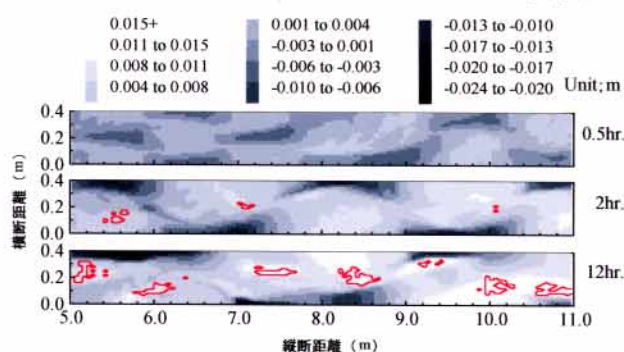


図 2 河床形状の時間変化(Case1 数値解析)

Key words 自己形成流路、形状特性、形成過程、川幅水深比、複列砂州

* 〒604-8571 京都市中京区寺町通御池上ル上本能寺前町 488

TEL 075-222-3111

** 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

TEL 077-561-2732

FAX 077-561-2667

*** 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島 2-1

TEL 088-656-7331

FAX 088-656-9042

解析における河床形状の時間変化を示す。数値解析においても、実験と同様の形成過程により自己形成流路が形成された。このように、複列砂州の形成条件で実験および数値解析を行うと、最終河床形態として複列砂州ではなく、自己形成流路が形成された。川幅水深比の大小にかかわらず、自己形成流路の形成過程において、初期段階で多列を含む複列砂州が形成され、時間とともに横断方向のモードが減少した後、浮州が現れ、自己形成流路が形成される、という共通性が見られた。また、Case2 では、交互砂州が現れずに 1 本の流れを有する自己形成流路が形成された。このことは、自己形成流路は交互砂州とは別の河床形態であることを示唆するものである。

次に自己形成流路の形状特性値の一つである波長について述べる。図 5 は、Case1 および Case2 の数値解析における側岸部局所洗掘位置の時間変化である。局所洗掘間の距離をもって自己形成流路の波長とすると、波長が空間的に異なっていることがわかる。特に Case2 では、局所洗掘の伝播や発生、消滅が激しく、波長の空間的な変動に加えて時間的にも変動していることがわかる。波長の時間的・空間的な変動は実験においても認められる。図 3 に示すように 11 時間以降では、右岸水衝部位置はほぼ 9m 付近に定まっているが、その上流側の左岸水衝部は 11 時間後では 6.7m 付近に、12 時間後では流れの分岐により、6m および 7m 付近に、14 時間後には再び流れが 1 本化し、水衝部は 6m 付近のみとなっている。このように、水路を斜めに横断する流れの分岐や合流に伴う、側岸水衝部の間欠的な変動により、自己形成流路の波長は時間的・空間的に変動している。こうした変動は、Case1 でも確認されている。発達した交互砂州の波長は、空間的・時間的にほぼ一定であるのに対し、自己形成流路の波長は時間的・空間的に変動していることが明らかになった。このような自己形成流路の変動は、多様な河川環境の創造や保全にとって有意であると考えられる。

4. おわりに 初期平坦河床上に定常的に給水・給砂を与える条件における自己形成流路の形成過程と形状特性について、川幅水深比に着目して検討を行った。本研究で得られた結果は次のようである。(1) 複列砂州の

形成条件で実験および数値解析を行うと、最終河床形態は複列砂州とはならず、自己形成流路が形成された。(2) 川幅水深比が大きくなることにより流路の本数は増加するが、川幅水深比が小さい条件と同様に、側岸から側岸へと蛇行する 1 本の太い主流を有する自己形成流路が形成された。(3) 1 本の流れを有する自己形成流路の形成過程において、交互砂州の形成が必要であるとは限らない。(4) 自己形成流路の波長は、時間的・空間的に異なる。

参考文献 1) 竹林・江頭・中川: 直線水路における自己形成流路の形成条件と形成機構, 水工学論文集, 第 44 巻, pp.771-776, 2000. 2) 芦田・江頭・劉: 蛇行流路における流砂の分級および河床変動に関する数値解析, 水工学論文集, 第 35 巻, pp.383-390, 1991. 3) 村本・藤田: 中規模河床形態の分類と形成条件, 第 22 回水理講演会論文集, pp.275-282, 1978.

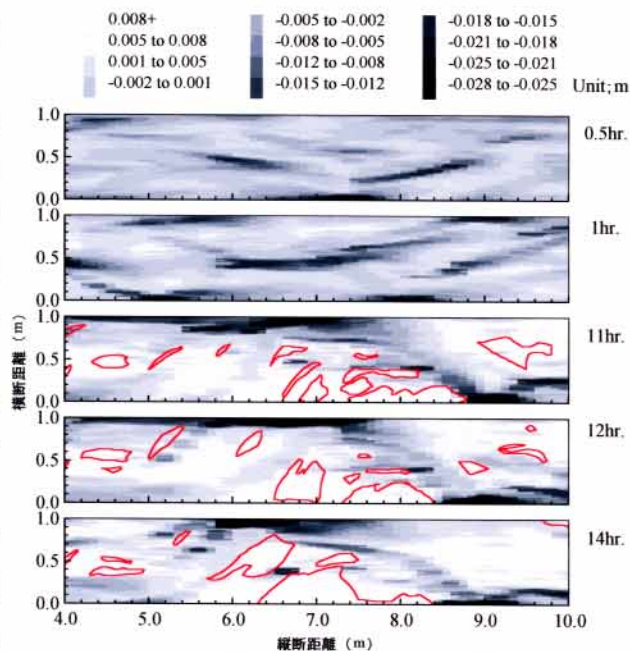


図 3 河床形状の時間変化 (Case2 実験)

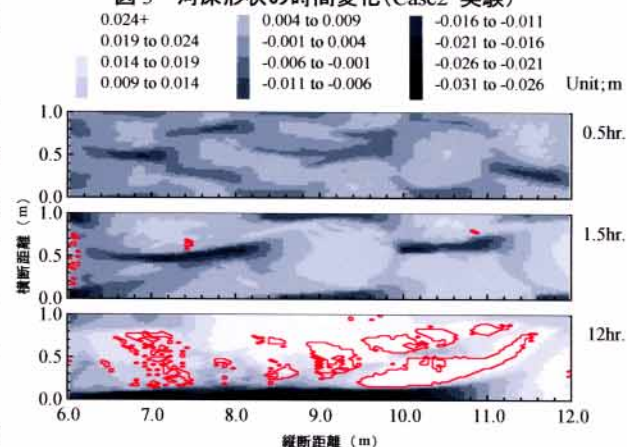


図 4 河床形状の時間変化 (Case2 数値解析)

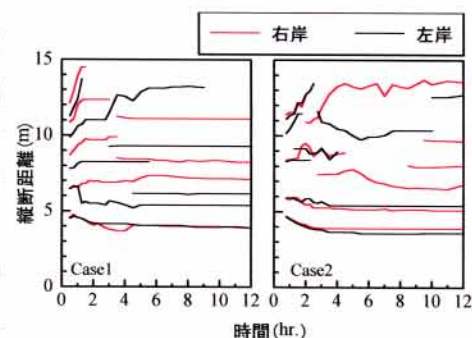


図 5 側岸部局所洗掘位置の時間変化 (数値解析)