

## 審査の結果の要旨

氏名 原田 大輔

近年、日本各地の礫床河川で、元々網状流路だった河川が交互砂州へと変化し、治水面と環境面の双方で問題となっているが、その根本的な原因はこれまで明確にされてこなかった。これら河床形態が変化した原因を明らかにするには、従来の研究のように交互砂州と網状流路とを別々に扱うのではなく、交互砂州から網状流路へ、或いは逆へという河床形態の遷移過程を把握し、二つの河床形態を一体的に理解する必要がある。本研究は、現地観測で得たデータを基に、過去から現在にかけての河床形態の変化の実態について把握することから始めている。その次に、定常及び非定常の流量で水路実験を実施して、交互砂州と網状流路の構造やその違い、形成過程とその遷移過程について明らかにしている。その上で、実験結果と実河川の状況とを比較し、実河川における河床形態の変化の原因について考察した。

現地観測は、関東地方を中心とした8つの礫床河川から48サイトを選んで実施し、流量、勾配、川幅、礫径を把握した。また、1947年以降の航空写真の解析から各サイトの河床形態を調査し、「移動しない交互砂州（滯筋に小規模な交互砂州）」、「移動しない交互砂州（滯筋に土砂堆積無し）」、「移動する交互砂州」、「網状流路」の4つに区分した。その結果、多くのサイトで「網状流路」から「移動しない交互砂州」へという変化が生じていたが、「網状流路」が形成されている場所と「移動しない交互砂州」が形成されている場所で、平均年最大洪水時の無次元掃流力 $\tau^*$ と川幅水深比に勾配の0.2乗を乗じた $B/HI^{0.2}$ の値を求めたところ、両パラメータの関係を示す図上において、両河床形態は明瞭に区分された。

次に、水量の異なる15通りの実験を行った。まず一定流量を通水した結果、川幅水深比が大きい条件での実験では、初期に複列・多列砂州が形成されたが、この場合でも60分間の通水後には、全ての実験で交互砂州へと遷移することを確認した。ただし、初期に交互砂州が形成されたケースでは、時間と共に交互砂州が下流へと移動したのに対し、複列砂州が形成されたケースでは、交互砂州へと移行した後も流砂が砂州の低い部分のみを移動し、砂州の移動は生じなかった。

さらに、流量の増減という非定常性、特に流量減少時に着目して10通りの実験を行った結果、 $\tau^*$ が0.06程度に流量が減少した時点で $B/HI^{0.2}$ が30以上であれば、交互砂州は再び網状流路へと戻り、それ以下であれば交互砂州のままであった。網状流路へと戻る遷移過程では、交互砂州の発散部に相当する付近で掃流力が最も低下することで、ここで滯筋の中

央部分に土砂が堆積し、澇筋の分岐が促進されていた。一方で  $B/HI^{0.2}$  が 30 以下の場合、限界掃流力程度になっても交互砂州形成領域のままであり、澇筋が分岐する性質を持たないために、より大きい流量で形成された交互砂州の形状が流量減少後まで維持されていた。しかし、流れは澇筋に集中して河床低下を引き起こすと共に土砂輸送量を増加させ、河原の比高差が大きくなった。以上の現象は、川幅を様々に変化させて行った数値計算においても確認できた。

次に実験結果と実河川との対応関係について理解するため、より詳細な現地観測を実施した。網状流路が形成されている場合、実験のように洪水時には交互砂州へと遷移した後に網状流路へと戻る河川と常に網状流路という河川があり、前者の場合には交互砂州同様に左右に周期的に蛇行する主流路が見られるのに対し、後者の場合はそれが見られないという違いがある。なお、後者の例は  $\tau_*$  が大きくなりにくい川幅の広い河川で見られやすい。一方、現在交互砂州が形成されている箇所ほとんどが、元々は網状流路だったものの、現在では川幅の縮小に伴い交互砂州へと遷移していた。こうした交互砂州のうち、礫径が 5cm 程度以下で、小規模な出水でも  $\tau_*$  が大きくなりやすい箇所では「移動する交互砂州」であったが、この場合でも河原の上流端が削れて下流端に堆積しており、中央部の交換はほとんどなかった。しかし、礫径が 5cm 程度を越えていると、河原上の土砂が輸送されるほどの水位にはなかなかならず、交互砂州は既往最大流量で形が規定されている場合が多く、既往最大流量と同規模の出水が来るまでは動きにくい傾向にあった。そのため、普段の洪水では澇筋のみで土砂が移動することから河床高が二極化し、河原上の樹林化を招いていた。

以上のように、河床形態とその変化の実態を把握し、実験で交互砂州と網状流路の遷移過程を把握すると共に、実験と実河川の対応関係から河床形態が遷移した過程を明らかにした研究は、学術的に価値があると同時に極めて有用であり、高く評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。