

法政大学 正会員 西谷 隆臣
法政大学 正会員 牧野 立平

1.はじめに

水深に比較して巾の広い移動床水路で規則的配置で生ずる、木下のいう“砂レキ堆”(交互砂州)は河床波の典型であり、重要で且つ基本的なものである。これは平坦な移動床に突然に生成するように見える場合でも、連続的に観察すると次のようなことが見られる。すなわち、水面全体に細かい波立ちが広がり、その時、河床には斜めに交差する線の発生が見られ、その後、水面には左右交互に線状跳水(“龍の背骨”)ができ、水流の蛇行が生じていることがわかる。やがて、水路には単列砂レキ堆(交互砂州)が発達する(図1)。

水深が小さい場合には、同様の過程を経て複列砂レキ堆が形成される。更に別の小さな水深で実験すると、多数のウロコ状砂レキ堆になる(図2)。

このように、砂レキ堆の形成はある順序でなされ、砂レキ堆は水理量に見合った段階に至るまで生成・発達・成長し、そこで安定になる。順次、水深を小さくし、砂レキ堆の規模を小さくものにして行くと、水理量(流量、水深、流速、水面勾配、水路巾、河床勾配、砂粒径)に対応する最小単位の河床形態が見られる筈である。

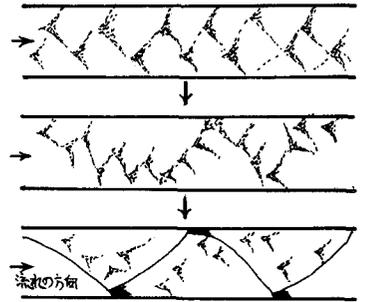


図1. 単列砂レキ堆形成過程

本報は上述の仮説に基づいて行われた実験の報告である。

2. 河床波の実験的観察と分類

実験は巾1m、長さ40mの直線長方形断面水路の中央部20mに亘り、厚さ約7cmにほぼ均一な砂(50%粒径0.072cm)を敷き坦し、河床勾配は大別して $1/100$ 付近と $1/600$ 付近で行い、各々について流量の異なる数通りの実験を行い、水面と河床の状況を観察した。前者の勾配では砂レキ堆の形成、後者では縦条の形成を目的とした。いずれの場合も河床勾配は通水する流量に応じて変化し、水面勾配は河床形態に応じて決まってくる。

得られた河床形態は単列砂レキ堆¹⁾、複列砂レキ堆(ウロコ状砂レキ堆¹⁾)、網状流路、縦条²⁾、砂州¹⁾などであった。それらは文献1)でいうところの Lower Regime での中規模河床形態であった。大抵の場合、それらは部分的に共存している。

以下に各河床形態と得られた水理量の範囲を示す。

単列砂レキ堆 流量6.0~13.2 l/s, 平均水深1.83~3.22 cm, 水面勾配 $1/83 \sim 1/153$, 水深は他の河床形態より大きい。しばしば、縦条、ウロコ状砂レキ堆などが共存する。

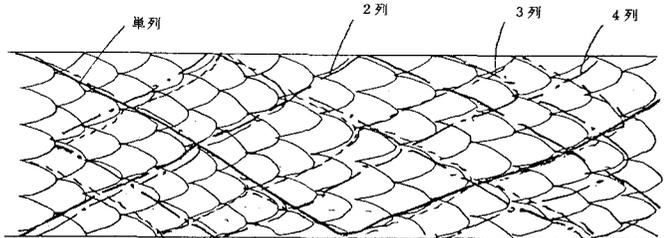


図2. ウロコ状砂レキ堆列数変換³⁾

複列砂レキ堆(ウロコ状砂レキ堆を含む) 流量5.7 l/s, 平均水深1.63~1.82 cm, 水面勾配 $1/92 \sim 1/100$. 水深は単列に較べてやや小さい。斜め格子条の形成を経て、水面には跳水が見られぬまま、河床には複列砂レキ堆が形成される。また、単列砂レキ堆の長さが長が過ぎる場合にも分裂して、複列砂レキ堆ができる。縦条や更に小さなウロコ状砂レキ堆が共存する(図3)。舌状砂レキ堆が魚のウロコのように河床一面に多数形成されたものをウロコ状砂レキ堆と呼ぶ。その最小単位は、巾が水深の4倍位と考えられる。²⁾一面に整然と形成される小さなウロコ状砂レキ堆と斜め格子条との関係は明らかではないが、形成時の観察から、両者は同一と見做しても可いと考ええる。すなわち、小さなウロコ状砂レキ堆が形成される時は、部分的にウロコ状砂レキ堆が形成された

領域が規則に分布しているが、次第に領域は拡大し、遂には全面に分布するが、その時、斜め格子条が定着したように見える。

複列砂レキ堆の固定する水理量の範囲は微妙で、網状流路や単列砂レキ堆への遷移形態として、一時この形態が現われることがある。

流量 $3.1\sim 6.1\text{ l/s}$ 、平均水深 $1.22\sim 2.21\text{ cm}$ 、水面勾配 $1/88\sim 1/122$ の時は、複列砂レキ堆を経て、最終的には単列に移行する。

流量 $2.1\sim 3.1\text{ l/s}$ 、平均水深 $1.16\sim 1.42\text{ cm}$ 、水面勾配 $1/41\sim 1/36$ の時は、複列砂レキ堆が形成されても、結局は網状流路になる。

網状流路 単列・複列砂レキ堆を問わず、流量の少ない時には、一旦、単列あるいは複列砂レキ堆が形成されても、時間が経過すると網状流路になる。極端な場合、水路巾に不足する流量であれば、最初から網状流路となる。

縦条 上述してきた河床形態と共存しているが、縦条だけを形成する領域は、流量 $7.0\sim 13.4\text{ l/s}$ 、平均水深 $2.67\sim 4.02\text{ cm}$ 、水面勾配 $1/278\sim 1/670$ であった。水深は大きく、水面勾配は緩く、砂の動きは他の河床形態の時より遙かに少ない。流水の規模は大でも掃流力の小さい時に鮮明に形成されることがわかる。縦条の間隔は予想通り、水深の2倍であり、らせん流の存在が示唆される。他の形態への移行過程は不明である。

砂州 全面にウロコ状砂レキ堆が形成された実験で、下流端の堰上げの影響で水深が大きくなる処に形成された。これは明らかに、ウロコ状砂レキ堆の変形したものである。

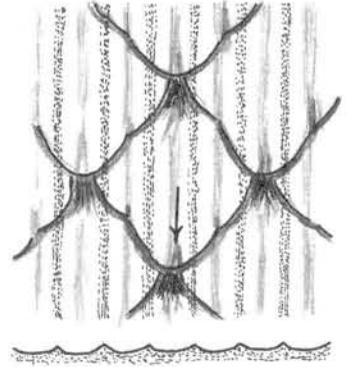


図3.縦条とウロコ状砂レキ堆の共存

3.河床形態の相互関連

河床形態の生成過程と共存状況の観察および水理量から推論すると、中規模河床形態の相互関連は、図4のようになる。

4.おわりに

Lower Regime の中規模河床形態では、木下良作博士の予想している通り斜め格子条が基本単位のようなのである。しかし、縦条と斜め格子条との関連は、未だ十分に明確にされたとは云えない。小規模河床形態と中規模河床形態の区別も未確定である。実験を重ねた河床波の基本型を明らかにする必要がある。

最後に、難しい実験に協力して呉れた法政大学昭和54年度卒業生木村守雄、中西巧の両君に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 水理委員会物動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会：物動床流れにおける河床形態と粗度，土木学会論文報告集，第210号，1973
- 2) 木下良作：並列らせん流に関する実験的研究，北海道開発局，昭和52年3月
- 3) 木下良作：大井川牛尾尾地区河道計画検討報告書，建設省中部地建，昭和51年3月

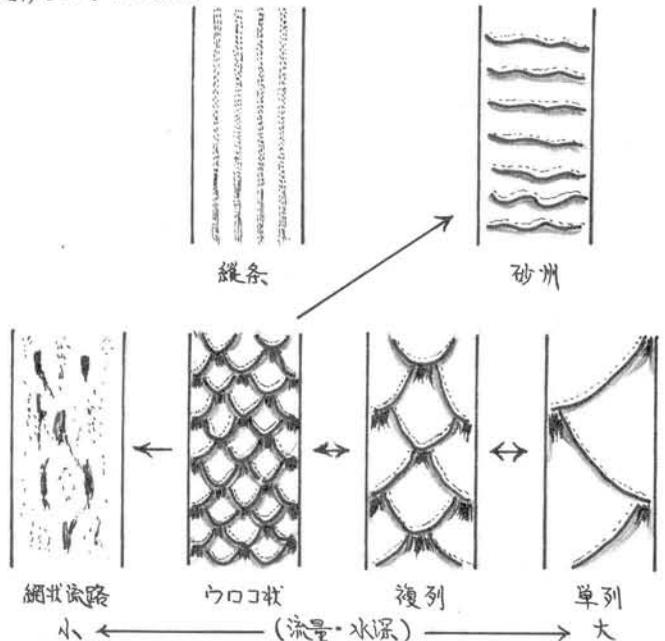


図4.中規模河床形態の相互関連図