

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○三輪 浩
長岡技術科学大学工学部 小島輝久
舞鶴工業高等専門学校 横川 純

1. まえがき ダムや堰堤によって下流側への土砂供給が制限されたときの河道の応答性状を明らかにすることは、河川における河床低下の問題に関連して適切な土砂管理を行う上で重要である。本文では交互砂州河床を対象として、流量低減時に砂州が変形し水みちが形成される過程に及ぼす給砂の有無の影響を検討している。また、砂粒子の分級の影響を見るために混合砂を用いた検討も併せて行っている。

2. 実験概要 実験は長さ 12m、幅 0.2m のアクリル製可変勾配水路を用いて行った。実験に用いた砂は平均粒径がほぼ同一の一樣砂と混合砂であり、これらの粒度分布を図-1 に示す。図中、 d_m は平均粒径、 σ_g は幾何標準偏差 ($\sqrt{d_{84}/d_{16}}$) である。実験ではまず、初期河床勾配 $I_s=1/60$ 、単位幅流量 $q_w=40\text{cm}^2/\text{sec}$ の下で平坦河床から給砂を行いながら単列の交互砂州をほぼ平衡状態まで発達させ、これを初期河床とした。ついで、給砂ありと給砂なしの 2 種類の条件下で、単位幅流量を $15\text{cm}^2/\text{sec}$ に減少させて交互砂州の変形と水みちの形成過程を約 10 時間追跡した。測定項目は水面、河床形状および下流端流砂量であり、通水中には流れ場のスケッチ（流砂経路、浮州の位置）を随時行った。また、実験中所定の時刻に水面を測定、その後に停水して河床形状を測定した。さらに、水路下流端からの流出砂を 5 分間隔で約 1 分間採取し、流砂量を測定した。表-1 に実験の種類と初期河床における交互砂州の波長（半波長）と波高を示す。

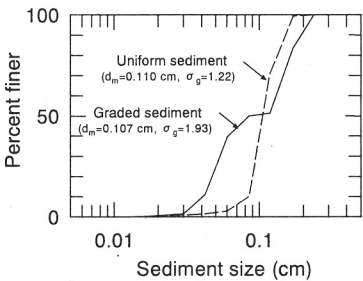


図-1 使用砂の粒度分布

表-1 初期交互砂州の緒元

Run No.	砂	波長 (cm)	波高 (cm)	低流量時給砂
UC01	一樣	71.9	1.51	有
UC11	一樣	63.2	1.50	無
MC01	混合	87.7	1.04	有
MC11	混合	92.8	1.32	無

3. 交互砂州の変形と水みちの形成過程 図-2 は一樣砂河床における交互砂州の変形と水みちの形成過程を給砂のある場合とない場合を対比して示したものである。図中、色が濃いほど河床が低位であり、灰色の部分は浮州を表す。なお、河床の変動量は初期交互砂州河床を基準としている。また、矢印は流砂の向きを示している。まず、給砂のある場合は通水初期に砂州の前縁を横切る流れが卓越し、これに伴って砂州の波長は長くなる。また、この段階での流砂経路は砂州形状に依存したものとなっている。その後、局所的な河床洗掘による流水の集中によって部分的に浮州が生じ、浅い水みちが形成される。ただ、浮州はかなり不安定で、絶えず発生と消滅を繰り返す、

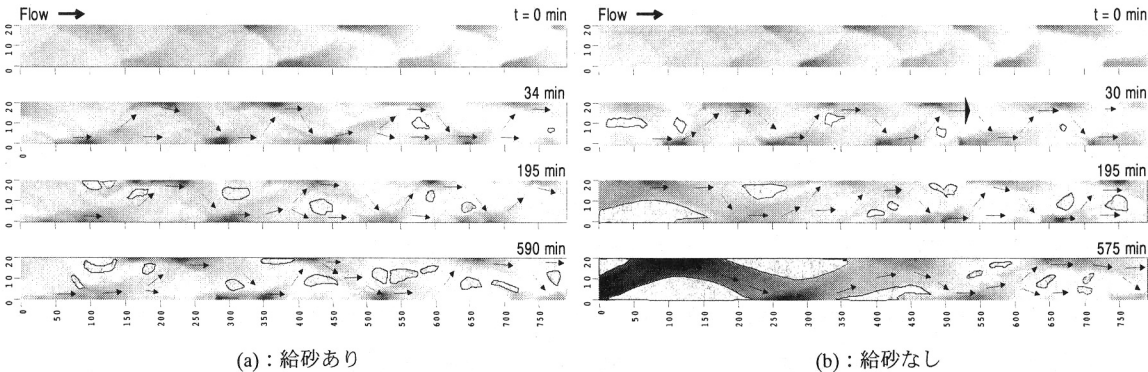


図-2 河床形状と流砂状況の時間的变化（一樣砂河床）

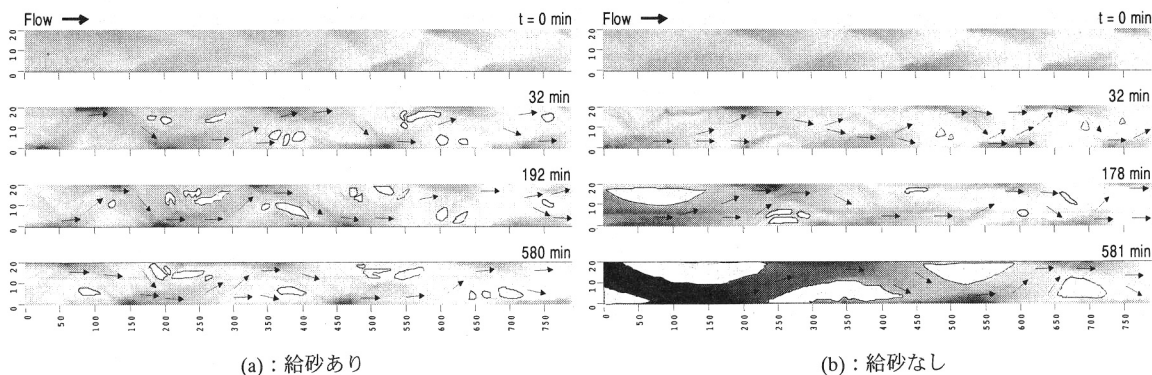


図-3 河床形状と流砂状況の時間的変化（混合砂河床）

水みちも変動する。一方、給砂のない場合は通水初期の性状は給砂のある場合と同様であるが、時間の経過とともに上流側から河床低下が進行し、横浸食を伴って初期に形成された浅い水みちはより深く安定したものに発達する。ただし、上流側の安定した水みちに対して、下流側では浮州が発生と消滅を繰り返し、水みちは浅く、変動している。こういった現象は平坦床から水みちを発達させた場合¹⁾と共通している。図-3は混合砂河床に対して同様の検討を行ったものである。給砂のある場合、浮州は一樣砂に比べて容易に発生する。すなわち、図-4に示すように、砂粒子の分級によって粗砂の堆積帯ができるとこれによって流れが分岐し、粗砂の下流側では掃流力が低下して粗細砂が堆積しやすくなり、これが浮州に発達する。このようにしてできた浮州は発生と消滅を繰り返すものの一樣砂の場合よりもその周期は長い傾向にあり、比較的安定している。給砂のない場合は上流側の状況は一樣砂と同様であるが、時間の経過につれて下流側でも安定した浮州が形成され、水みちが一本化するようになる。以上のように、給砂のない場合は河床低下と側岸侵食による安定な水みちが形成されること、また、砂粒子の分級に起因して形成される浮州はより安定な水みちを形成させることがわかる。

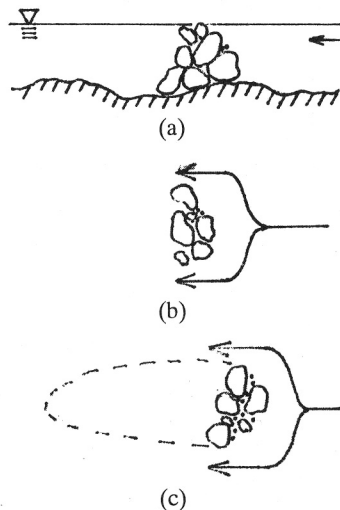


図-4 混合砂河床における流れの分岐と浮州の形成過程

4. 水みちの蛇行波長 図-5は水路上流側および下流側における水みちの蛇行波長（流水の一蛇行長の半分）の時間的変化を示したものである。ただし、時刻0の値は初期交互砂州の半波長である。蛇行波長は時間の経過に伴って徐々に増加する傾向があり、とくに給砂

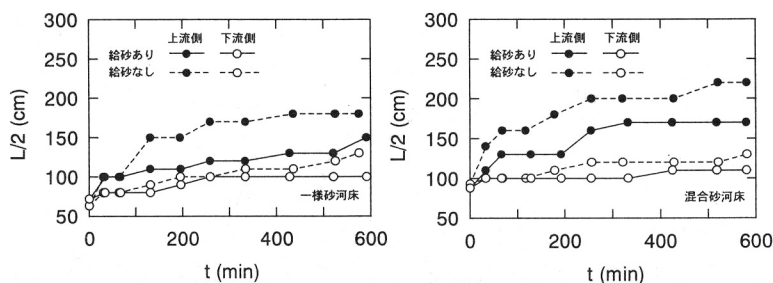


図-5 水みちの蛇行波長の時空間変化

のない場合の上流側の蛇行波長の増加が顕著で、比較的早い段階から増加し始め、最終段階では初期交互砂州の2～2.5倍程度の波長を有していることがわかる。また、一樣砂に比べて混合砂の方が総じて波長が長い、これは混合砂の場合波高が低く流れの直進性が強いためであると推察される。

5. あとがき 本文では交互砂州河床の変形と水みちの形成過程に及ぼす給砂の効果について検討した。今後、さらに流量や給砂の条件（給砂量、粒度構成）を拡大して検討を進める予定である。最後に、本研究は平成12年度科学研究費（課題番号:12650522）の補助を受けて行われた。また、京都大学農学研究科藤田正治助教授から有益なご助言を賜った。記して謝意を表します。参考文献 1) 藤田正治：科学研究費研究成果報告書、1997。