

勾配急変部における河床変動に関する基礎的実験的研究

宇都宮大学大学院 学生員 青木 拓也
宇都宮大学 正会員 池田 裕一

1. はじめに

沖積河川の中には、河床縦断勾配が急変する河川がある。勾配が急変する地点の前後では河床材料の堆積状況、河道幅、流路形態などが変化することが知られている。そのため、勾配急変部付近では複雑な現象が起きていると考えられ、河川の全体的、長期的な管理・維持について考えるとき、勾配急変を伴う河川の構造を知ることは重要であるといえる。

そこで、本研究では、急変部とその周辺の河床高や粒度分布などの時間変化を測定し、様々な角度から急変部で起こる現象についての検討を行った。また、計算ではその挙動を把握することが困難である河床波の振動についても着目している。

2. 実験装置および方法

実験は、長さ 16m、幅 20cm、深さ 35cm の長方形断面水路を用いて行った。この水路に砂を敷き詰め、勾配急変部を設けた。勾配急変部は、有効長 12m の上流端から 7m の位置に設けた。急変点から上流側の勾配は 1/200、下流側の勾配は 1/400 とした。実験条件を表-1 に示す。

実験では、混合砂礫を用いた。使用した河床材料は、中央粒径 0.38mm の川砂と中央粒径 3.29mm の川砂利である。この 2 種類の砂を混合し、混合砂とした。なお、2 種類の砂を混合させたときの混合比は、砂を 7、砂利を 3 の割合とした。そのときの混合砂の中央粒径は、0.54mm である。それぞれの砂と混合砂の粒度分布は、図-1 に示すようになる。

実験は、混合砂を敷き詰めた水路に、通水し、通水中は給砂を行った。通水中には、河床のビデオ撮影を行い、必要に応じて河床高を測定した。そして、停水後に河床高の測定と河床表層の河床材料を採取した。

3. 実験結果および考察

(1) 河床縦断形の変化

各 Run での通水後の河床高を図-2 に示す。Run1 の場合、上流端から X=約 10cm 地点までの区間は、河床上昇が起き、波長約 1.5~2m の低周波振動が見られ、さらにそこに高周波振動が重なっているのが分かる。X=10cm より下流では、上流側ほどの河床上昇は見られず、振動は高周波的なもののみである。このような傾向は、20分、40分についても同様な傾向が見られる。60分、120分ではこれまでに見られたような傾向はない。

次に、河床に起きている振動についての検討のために、スペクトル解析を行った。その際に、表-2 のように各 Run において、地形区分を行った。

各領域において、MEM 法によるスペクトル解析を行い、得られたスペクトル図からピーク波長を読み取った。その時間変化を図-3 に示す。上流域と遷移域においては、低周波に最大ピークがあり、上流域と下流域では砂堆に対応するピーク波長が見られた。低周波では、上流域よりも遷移域のほうが波長が短い。これは、遷移域では、勾配急変のた

表-1 実験条件

Run No.	1	2	3	4	5
d_{50} (mm)	0.38				
d_{50} (mm)	3.29				
通水時間(min)	10	20	40	60	120
単位幅流量(cm^2/sec)	400				
混合比	7:3 ($d_{50}=0.54$)				
勾配	上流部	1/200			
	下流部	1/400			
上流部区間長(m)	7				

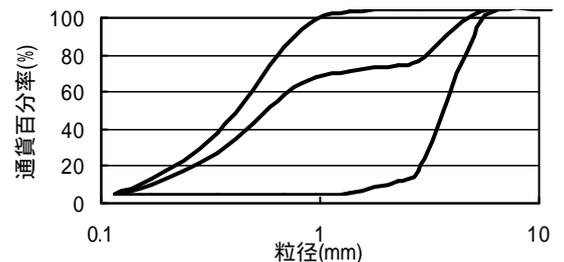


図-1 河床材料の粒度分布

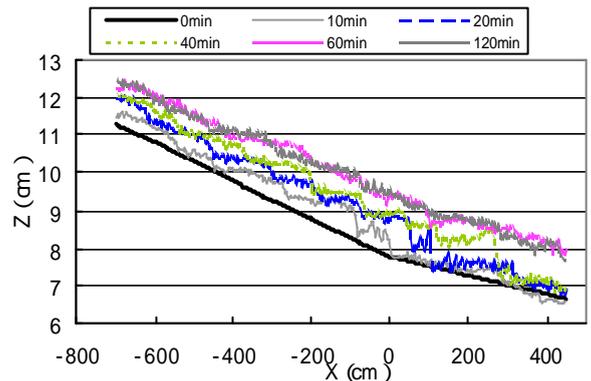


図-2 河床縦断形状

表-2 縦断方向の領域地形区分

時間(分)	上流域	遷移域	下流域
10	-700 ~ -300	-300 ~ +10	+10 ~ +400
20	-700 ~ -250	-250 ~ +100	+100 ~ +400
40	-700 ~ -200	-200 ~ +250	+250 ~ +400
60	-700 ~ 0	0 ~ +400	
120	-700 ~ +400		

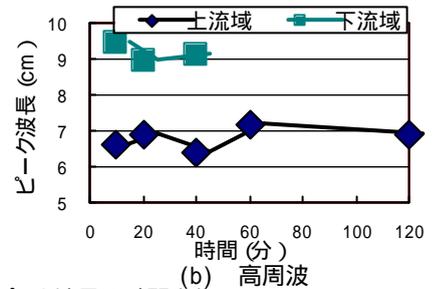
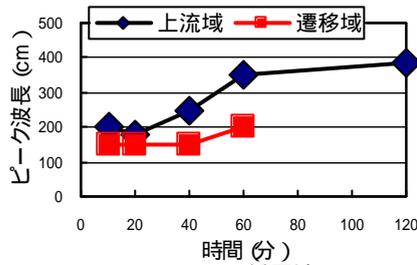


図-3 ピーク波長の時間変化

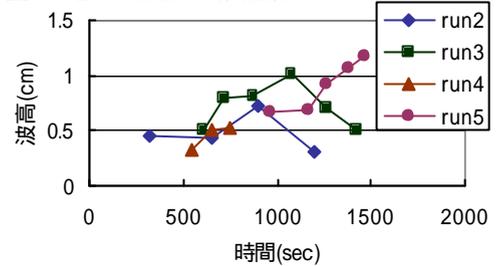


図-4 初期フロントの形成と発達

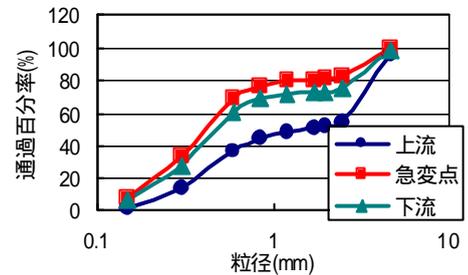


図-5 河床表層の粒度分布 (Run2)

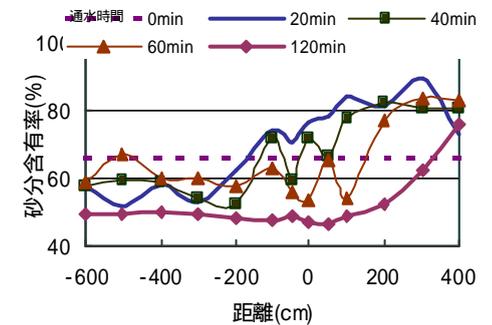


図-6 砂分含有率の縦断変化

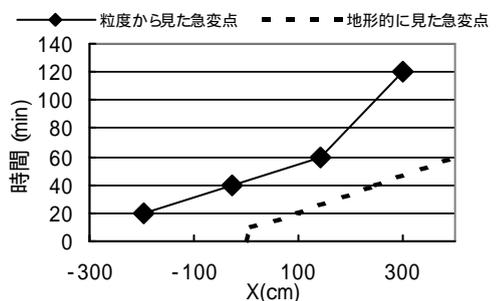


図-7 粒度分布から見た急変点の変遷

めに、波が流下していく動きが下流側へと伝わらず、波長が詰まった結果であるといえる。

(2) フロントの形成と発達

フロントは、急変点よりも上流側で発生し、成長しながら流下し、急変点より下流にて消失する。そしてその間にも、同じように新たなフロントが上流側で形成され、流下していく。

フロントの形成について、位置の時間的な変遷を図-4に示す。今回の場合、急変点より上流側100cm付近で、フロントは発生し始め、波高が0.7cm～1.2cm程度に発達した後、急変点の前後50cm付近で消失または後続のフロントに追いつかれる。消失は、すぐ上流側のフロントに砂が堆積するため、砂が供給されず、その頂上部分が削られて生じている。

(3) 河床材料粒度分布の変化

図-5にRun2における粒度分布を示す。これは、上流部、下流部、初期急変部付近での粒度分布である。これより、急変部付近では上流側、下流側に比べ砂分を多く含んでいる。

縦断変化を検討する際に、粒径1mm付近での通過百分率の勾配が最小をとるところを、砂と砂利の便宜的な境界として、そこでの通過百分率を砂分含有率として定義することとする。図-6に砂分含有率の縦断変化を時間ごとに示す。図より、遷移域では大きなばらつきが見られ、砂分が含まれる量が増加していくポイントがあることが分かる。そして、それは、時間とともに下流側へと移動していく。

注目すべきは、地形的な急変点と粒度分布から見た急変点と異なることである。粒度分布から見た急変点と地形的な急変点の変遷を図-7に示す。粒度分布から見た急変点は地形的な急変点よりも上流に位置している。これにより、砂粒子の移動は、地形の移動よりも遅れて現れることが分かる。

4. おわりに

本研究により、勾配急変部による河床変動の特徴を捉えることができた。しかし、実際の勾配急変部を有する河川では、急変点の移動はあまり見られない。今後は、実河川でのデータをもとに、急変点の移動に関する検討などを行い、さらに急変部における現象を捉えていきたい。

<参考文献>

- 1) 小玉芳敬：渡良瀬川下流部における河床勾配の急変と河床表面砂礫の堆積状況，地理学評論，67A-5，pp.311-324，1994。
- 2) (財)河川環境管理財団：河道変遷特性に関する研究，pp.53-64，平成10年度
- 3) 岡崎清市：宮城県鳴瀬川における河床勾配の不連続的变化と粒度組成，地形，第13巻第1号，pp.49-63，1992。
- 4) 青木拓也・小野尚志・池田裕一：勾配急変部における河床形態の遷移に関する基礎的研究，第58回年次学術講演会講演概要集，-169，2003。