

### 中小河川における河床洗掘速度に及ぼす洪水波形の影響

中央大学大学院 学生会員 ○原田 芳朗  
新潟県土木部河川管理課 正会員 田中 浩史  
中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

#### 1. 序論

中小河川では、大河川に比べ洪水継続時間が短く、洪水波形がシャープである。そのため、中小河川と大河川では河床洗掘の過程が異なると考えられる。しかし、中小河川の洪水中の河床変動を観測することは難しく、よく分からないため大河川の河床変動の考え方を準用することが多い。本研究では、新潟県が保倉川の県区間において観測した洪水中の河床高の時間変化のデータを基に、中小河川における洪水中の河床洗掘と洪水波形の関係について検討を行った。

#### 2. 流量ハイドログラフ

図-1 に保倉川の流域図を示す。2004年7月18日洪水を対象に合成合理式を用いて流出解析を行い、18.46kmに位置する顕聖寺水位観測所でのH-Q式から求めた流量ハイドログラフとの比較を行う。顕聖寺水位観測所での流域面積は約150km<sup>2</sup>であり、図-1に示す10カ所で雨量観測が行われている。流域を15分割し、各小流域の流下時間は、Kleitz-Seddonの式から各々算定した。各小流域の流域平均雨量は、距離重み法を用いて求めた<sup>1)</sup>。洪水到達時間は、流域平均ハイトグラフのピーク発生時刻と水位ピーク発生時刻の差を2倍した<sup>2)4</sup>時間とした。流出係数は、H-Q式を用いて算出した流量と流出量が同一値となるように決定した。図-2には合成合理式から算出した流出量と観測所での流量を示している。ここで、観測所での流量は基底流量分を差し引いている。算出した流出流量と観測所での流量ハイドログラフは、洪水ピーク期で概ね等しい波形をしている。しかし、上昇期と下降期で差が大きくなっている。これは、今回用いた流出モデルが上昇期に初期損失や貯留等の効果を考慮できていないことと流出係数を全流域で一定として与えたことが要因と考えられる。ここでは、大きな流量のときの河床洗掘を対象とするので、H-Q式からの流量ハイドログラフは妥当なものであるとして検討を行う。

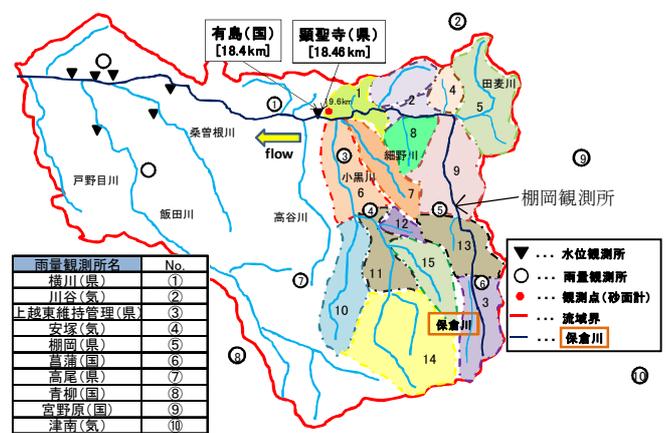


図-1 対象流域図と雨量観測所位置図

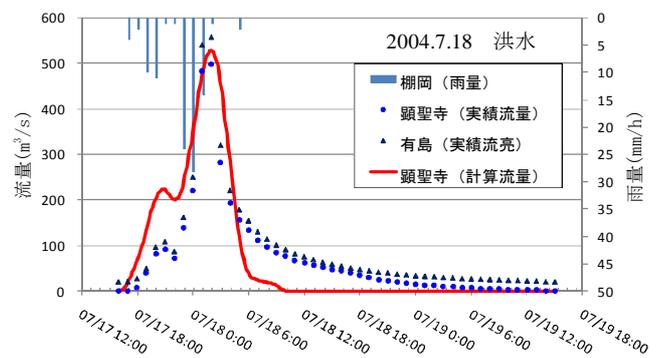


図-2 流出流量ハイドログラフ

#### 3. 対象区間と観測状況の概要

図-3は洗掘深を測るための砂面計を設置した対象区間の平面図である。図中の赤丸の3地点において、2004年から2005年にかけて洪水中の河床高の時間変化が測られている。観測は、写真-1に示す光電式砂面計を各観測点に設置して行われている。観測点は、洪水中の水理量



図-3 保倉川の平面図



写真-1 砂面形(観測点③)

キーワード 中小河川, 洪水波形, 河床洗掘, 洪水の水位上昇速度, 河床低下速度

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1611

を推算するために水位観測所の近くが選ばれている。表-1に各観測点の河道特性を示す。観測点の川幅は30~40m程度であり、河床勾配は1/136~1/118となっており、観測点③は支川の小黑川との合流点の直下流に位置している。また、図-4に河床材料粒度分布を示す。上流側の観測点ほど河床材料が大きくなっている。

表-1 保倉川の河道特性

観測点	観測点①	観測点②	観測点③
河床変動観測方法	光電式砂面計		
観測点距離(km)	18.6	19.4	19.6
左右岸の別	右岸	左岸	左岸
川幅B(m)	28.0	42.5	40.5
河床勾配 $i_b$	1/136		
粗度係数 $n$	0.035		
平均粒径 $d$ (mm)	130	130	165
平面特性	直線部	直線部	直線部
砂面計設置点の概要	右岸の寄州付近に設置	左岸寄州の下流端	観測点②と同じ寄州の上流端

4. 中小河川の水位上昇速度と河床低下速度の関係

上述したように観測所でのピーク付近の流量値は妥当であることから、砂面形を設置した各河床高観測点での水位は、図-3の顕聖寺水位観測所の流量を用いて不等流計算より求めた結果を用いる。砂面計による河床高の経時変化と観測点(砂面計)の水位ハイドログラフの関係について検討を行う。図-5に水位ハイドログラフと洪水時の河床高の経時変化を示す。図-5(a)は1山の洪水、図-5(b)は2山の洪水である。1山の洪水は、水位がピークになる前に河床高が最深河床に達し、埋め戻され始めている。2山の洪水は、洗掘と埋め戻しが交互に起こっている。2004年から2005年にかけて観測された6洪水を対象として洪水時の無次元河床低下速度と無次元水位上昇速度の関係を図-6に示す。横軸と縦軸は、水位の時間変化率( $h_t$ )と河床高の時間変化率( $z_t$ )をそれぞれ摩擦速度( $u_*$ )で割って無次元化している。水位上昇速度は、水位が限界掃流力に達した時刻からピーク水位時までの上昇量をその経過時間で割って算出している。また、河床低下速度は、河床が掘れ始める時刻から最深河床までの洗掘深をその経過時間で割って算出している。これより観測された6洪水において無次元水位上昇速度が増加するにつれて、無次元河床低下速度も増加することが分かる。洪水波形が1山の洪水は流量規模の増加とともに無次元河床低下速度もほぼ増加する傾向にあるが、2山洪水では洪水時に洗掘と堆積が交互に発生し流量規模の増加による河床低下速度の増加の関係には必ずしも合致していない。また、観測点ごとに比較すると4洪水で観測点③の河床低下速度が観測点①より大きくなる傾向が見られる。表-1に示すように観測点①は川幅が狭いため、観測点①の水深は観測点③より大きく、水位ピーク付近の観測点①の無次元掃流力は観測点③より大きくなっている。しかし、観測点③は図-3より内岸砂州前縁に位置し、洪水時には洪水流が直線的に流れることにより水衝部になるため、観測点③の河床低下速度は観測点①より大きな値を示していると考えられる。

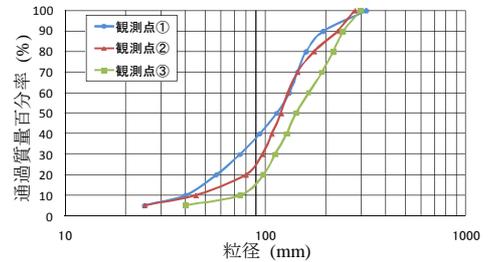
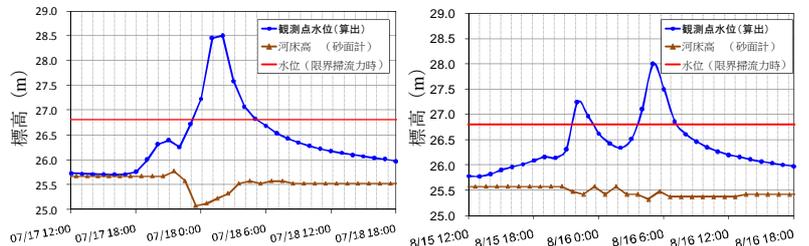


図-4 河床材料粒度分布



(a) 2004.7.18 洪水 観測点① (b) 2005.8.16 洪水 観測点①

図-5 水位ハイドログラフと河床高の経時変化

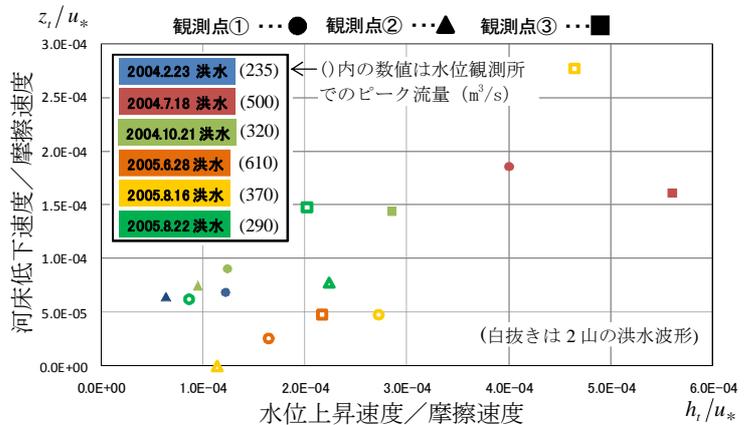


図-6 無次元河床低下速度と無次元水位上昇速度

5. 結論

中小河川では、洪水時の水位上昇速度が増大すると河床の低下速度が増大する関係にあること、さらに流量規模や水位ハイドログラフの波形が河床洗掘の過程を規定することを実測データより示した。

参考文献

- 1) 谷岡康, 福岡捷二, 谷口将俊, 小山幸也: 都市中小河川の洪水流出特性, 土木学会論文集 No.586/II-42, 1-12, 1998.
- 2) 水理公式集(平成11年度版), 土木学会, 1999.