

P54 排砂によるプールの堆砂とその侵食過程

京都大学大学院

○新原伸栄・木下篤彦

京都大学大学院農学研究科

藤田正治・水山高久

京都大学防災研究所

澤田豊明

1. はじめに

山地河川での土砂排出の河道への影響評価においては、プールへの堆積過程および元の状態への回復過程を明らかにする必要がある。これまで藤田ら¹⁾は一次元河床変動解析からそれらについて検討してきたが、二次元的な堆積、回復過程におよぼす流量の影響および混合粒径の影響については検討されていない。そこで本研究では現地実験、水路実験および現地のプールの堆積土砂の粒径調査を行い、これらのことについて検討した。

2. 現地実験

排砂後のプールへの土砂の堆積、回復過程を調査することを目的として、神通川上流ヒル谷流域の試験ダムにおいて排砂実験を行った。その際流量は $0.015\text{m}^3/\text{s}$ 、単位時間排

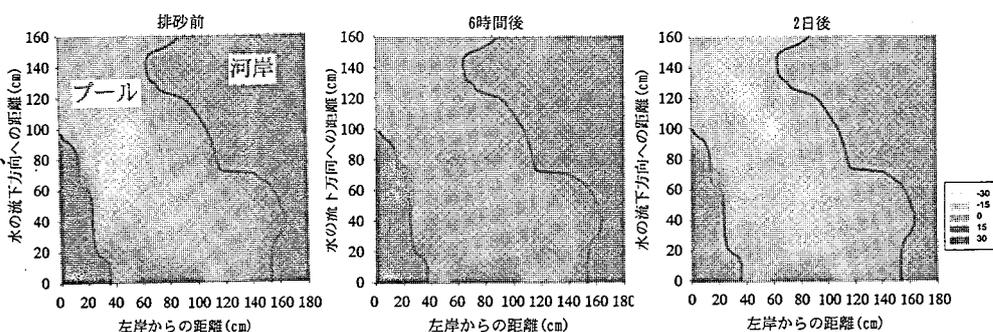


図1 プール内の河床形状の変化

出土砂量は $0.0018\text{m}^3/\text{s}$ であった。実験では、ダム下流側のプールを一箇所選択し、排砂前後の河床形状を定期的に二次元的に測量した。その結果図1に示すように、実験開始6時間後までは、まず滝の落下点から土砂が堆積し、それが周辺に向かってマウンド状に広がっていく様子が観察され、その後侵食が進み、2日後にはほぼ元の状態まで回復していた。

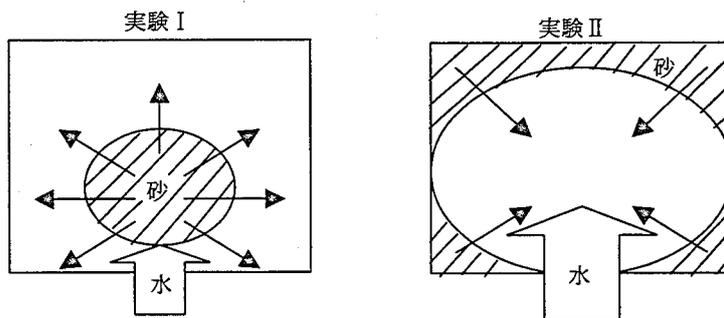


図2 堆積過程の模式図

3. 水路実験

流量の違いによる土砂の堆積、回復過程の違いを調べることを目的として水路実験を行った。実験にはヒル谷における平均的なプール形状³⁾を約7分の2に縮尺した模型水路を用いた。河床材料、給砂する砂についても同様に7分の2に縮尺したサ

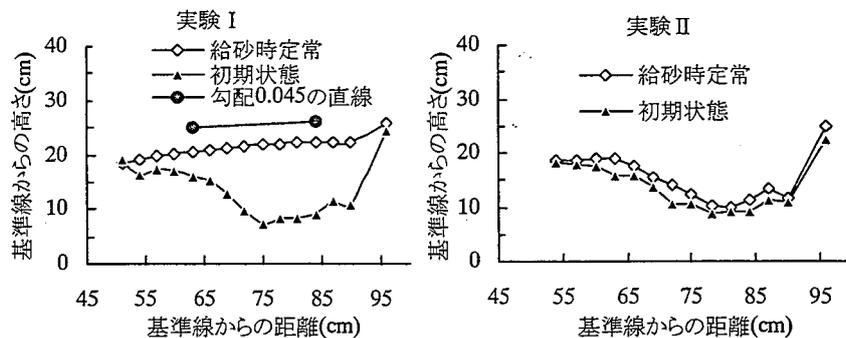


図3 プール中央断面形状の変化

イズ、約2.3cm、1.09mmのものを用いた。実験は2ケース行われ、実験Iでは給砂量 $30\text{g}/\text{s}$ 、流量 $0.5\text{l}/\text{s}$ で1時間通水後、給砂をやめ流量 $4.0\text{l}/\text{s}$ で1時間通水し、実験IIでは給砂量 $30\text{g}/\text{s}$ 、流量 $3.0\text{l}/\text{s}$ で30分通水後、給砂をやめ流量 $4.0\text{l}/\text{s}$ で1時間通水し、それぞれ二次元的な河床形状を定期的に測量した。その結果、図2に示すよ

うに実験Ⅰでは滝の落下点を中心としてマウンド状に砂が広がっていく様子が、実験Ⅱではプールの隅の方から中心に向かって砂が広がっていく様子が観察された。給砂時の定常状態においては、図3に示すように実験Ⅰではほぼ満砂の状態になったが、実験Ⅱでは薄く堆積しただけであった。また4.0ℓ/s通水後の河床形状には実験Ⅰと実験Ⅱの間にあまり差が見られなかった。

次に実験Ⅰの流量、河床条件から堆砂勾配 i_s を芦田・道上の掃流砂量式²⁾およびマニング式より求め実験結果と比較した。粗度係数 $n=0.02$ と仮定して i_s を求めると、 $i_s=0.045$ となり、図3で示すように、滝の落下地点よりも下流側の部分で堆砂勾配が計算とほぼ一致している。このことから芦田・道上式、マニング式を用いてプール内の堆砂状況にある程度予測できることが示された。

4. 混合粒径の影響

ヒル谷では年1, 2回定期的に排砂実験が行われている。その中で、排砂によるものなのか、河道の土砂の移動によるものなのかは不明だが、この数年間土砂が堆積し、埋没したまま回復していないプールが存在する。そこでこのようなプールの堆積土砂を掘り出し、粒径分布の調査を行った。図4はプールの中央、左岸、ステップ下の奥行きで鉛直下向きに掘り出した土砂の深さごとの平均粒径をまとめたものである。排出土砂の平均粒径が3mmであることを考えると、特に中央部では掘り出した土砂の平均粒径はそれよりもかなり大きなものになっている。

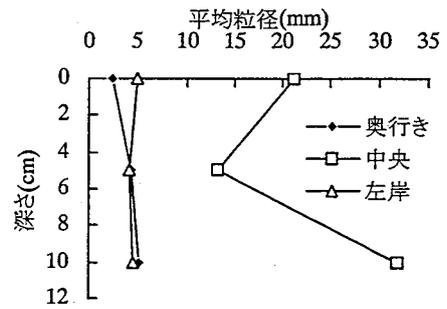


図4 粒径分布

澤田³⁾はヒル谷の平均的な大きさのプールからの流砂量式($m \cdot s$ 単位)を落下水脈の河床における流速と関係付けて求め、藤田らはこの式を修正して流量 Q と土砂貯留容量 V_w の関数として求めている¹⁾。土砂貯留容量とは土砂堆積のためのプールの空き容量のことで、ヒル谷では未堆砂の状態では $V_w=0.2m^2$ 、満砂の状態では $V_w=0m^2$ である。図5は過去数年間の最大流量 $Q=0.3m^3/s$ 、プール入り口幅 $B_{in}=0.6m$ 、 $s=1.65$ に対して粒径 d をパラメータとして流砂量と貯留容量の関係を求めたものである。プールへの土砂流入がなくなり、ある程度回復すると流砂量がなくなりそれ以上侵食されなくなるが、この限界の流砂量を便宜的にプールから $10g/s$ の流砂量となった時とすれば、 $d=3mm$ では $V_w=0.2m^2$ まで回復するが、 $d=30mm$ では $V_w=0.1m^2$ 、つまりプールの約50%までしか回復しない。このことから、回復していないプールには大洪水でも流出しないような大きなレキがたまっているということがいえる。また堆積土砂については、これまで一様粒径として扱ってきたが、今後は混合粒径として扱う必要がある。

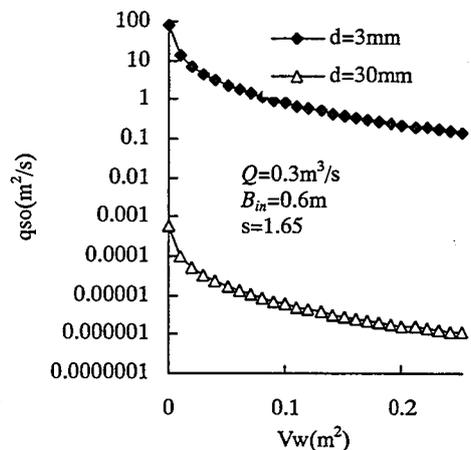


図5 プールからの流出土砂量と土砂貯留容量の関係

5. おわりに

本研究ではプール内の土砂の堆積および侵食過程に及ぼす流量および混合粒径の影響について、現地実験、水路実験、および現地でのプール内の堆積土砂の粒径調査を通して検討してきた。今後は条件を変えて実験を行い、より詳細に堆積、侵食過程について調査していきたい。

参考文献

- 1)藤田ら：水工学論文集、第44巻、pp1215-1220,2000.
- 2)木下ら：河川技術論文集、第7巻、2001.
- 3)澤田：京大博論,1985.