

II-267

遊砂地の土砂堆積過程に関する研究

京都大学防災研究所 正員 里深好文

京都大学防災研究所 正員 高橋 保

立命館大学理工学部 正員 江頭進治

三 和 銀 行 正員 竹内淳郎

1. はじめに 河川上流域において活発な土砂生産がある場合、

河川流域の土砂災害を防止・軽減するためには流送土砂をコントロールする必要がある。そのため、現在多くの河川において100

砂防ダムに代表されるような各種砂防構造物が設置されている。

比較的短期間に多量の土砂が生産されると（例えば火山活動に関連した土砂の生産や大規模な崩壊等）、

調節されるべき土砂量に対して、砂防ダムを設置する谷の規模が十分ではない場合が考えられる。このような場合、川幅を部分的に拡大し、その内部に土

砂を氾濫堆積させる遊砂地が有利である。しかし、遊砂地の土砂調節機能に関しては未だ不明な点が多く残されている。本研究は、遊砂地内の土砂堆積過程に関して水路実験および数値シミュレーションを行い、その土砂調節機能に対して水理学的な考察を行っている。

2. 遊砂地内の土砂堆積過程に関する水路実験 実験水路は図-1に示すような長さ12m、幅1mの矩形断面水路である。水路中央部には長さ L_0 の遊砂

地が設置され、その上流には幅 B_1 、長さ L_1 の河道部が設けられている。遊砂地下流端には上流河道幅 B_1 と同じ幅の水通し部をもつ堰（高さ $DZ=5\text{cm}$ ）が設けられている。実験に用いた砂は中央粒径 $d_{50}=0.19\text{cm}$ のほぼ一樣なものであり、対象とした土砂の輸送形態は掃流砂である。本研究では、河道幅の拡幅によってもたらされる土砂調節機能をより明確にするために、遊

砂地の河床の初期条件としては下流端の堰天端まで土砂が堆積した状態を設定し、初期河床勾配は水路勾配と等しくしている。水路上流端から給砂・給水を定常的にを行い、適当な時間間隔で河床位の計測を行った。表-1に実験条件を示している。表中の記号は、 Q :流量、 Q_{Bin} :給砂量、 i_0 :水路勾配（遊砂地内の初期河床勾配）、 i_s :上流河道部の平衡勾配である。実験は原則として下流端流出土砂量が給砂量とほぼ等しくなるまで行ったが、RunA-1, Cでは遊砂地上流端の河床位が初期河床位より15cm高くなった時点で終了した。

3. 実験結果の考察 RunA, Bのシリーズは給砂勾配と遊砂地の初期河床勾配とがほぼ等しいケースで、RunAは遊砂地長さが3m、RunBでは1.5mとなっている。RunCは給砂勾配が初期河床勾配より

大きなケースである。まず、RunA-1の結果をもとに遊砂地の土砂堆積過程について説明する。図-2はRunA-1の河床等高線図である。通水開始直後には、河道から流入した土砂は流入部付近に小さな扇状地状の地形を形成する。時間の経過とともにこの舌状の地形は流下方向に伸び、かつ、その幅も広がっていく。

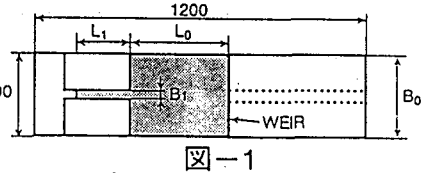


表-1

	Q	Q_{Bin}	d	L_0	B_0	L_1	B_1	i_0	i_s
	cm^3/s	cm^3/s	cm	cm	cm	cm	cm		
Run A-1	1000	17.13	0.19	300	100	140	10	0.0483	0.0551
Run A-2	2000	40.19	0.19	300	100	140	10	0.0483	0.0569
Run B-1	1000	17.13	0.19	150	100	140	10	0.0483	0.0622
Run B-2	2000	40.19	0.19	150	100	140	10	0.0483	0.0564
Run C	1000	17.13	0.19	300	100	140	10	0.0181	0.0500

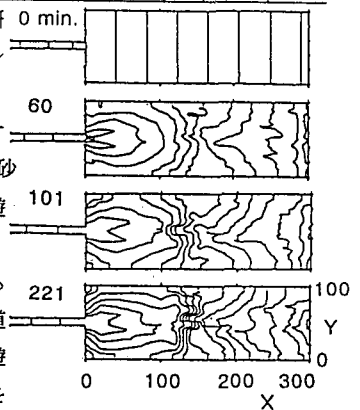


図-2

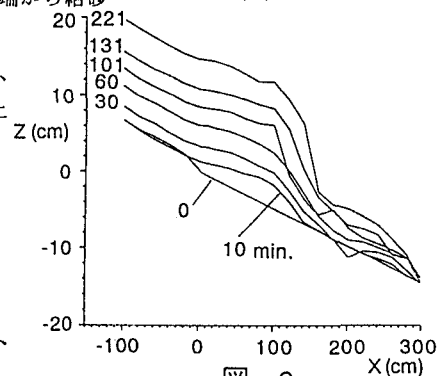


図-3

このとき流れの両端には自然堤防に似た小さな地形が形成され、流水が側方に大規模に流出することを妨げている。この地形の先端が $x=150\text{cm}$ 付近に達したときその伸張は止まり、上流方向へ河床のせきあげがおこった。その後、先端部付近で横断方向への河床勾配が大きくなり、流路が横断方向へ振れだした。図-3にRunA-1の水路中心線に沿った河床位縦断形状の時間的変化を示している。これをみても、 $x=150\text{cm}$ 付近で堆砂の前進が停止し、それにともない上流域の河床が上昇していることが分かる。このように堆砂の伸張が止まった理由としては、まず、遊砂地内に形成された流路が流下方向へ徐々に拡幅し、掃流力が低下していくことが挙げられる。もう一つの理由としては、河床の横断勾配が大きくなるにともない側方への浸透流が多くなることが挙げられる。他のケースの土砂の堆積過程もほぼ同様であったが、遊砂地長さが短いRunBでは堆砂の先端が停止する以前に下流端に到達したため、極端な河床上昇はみられなかった。

図-4に遊砂地の堆砂量の時間的変化を示している。RunA, Bを比較すると、流量の大小にかかわらず、遊砂地長さが大きい方が堆砂量が数倍大きくなっていることがわかる。これは、前述のように堆砂過程が進行しにくくなる地点までの距離よりも遊砂地が長いかな否かによって生じた差であろう。また、あまり遊砂地長さを大きくしても、上流域の河床上昇に制約があるので、顕著に貯砂量を増大させることはできないと思われる。初期河床勾配が給砂勾配よりも緩いRunCは堆砂量の時間的変化に関してはRunA-1とほぼ同様である。図-5に示された遊砂地上流部の三角形の領域には流路が進入することはほとんどなかった。図-5に示された係数 β は、多少ばらつきはあるものの、ほぼ2~3程度の値であった。このことから、遊砂地の幅だけを増大させると堆砂が起りにくい領域の割合が高くなると考えられる。この点については今後検討が必要である。

4. 遊砂地内の土砂堆積過程に関する数値シミュレーション 一次元河床変動モデル¹⁾を用いて上述の水路実験と同様の条件下における堆砂過程の再現を試みた。流れに関しては、給水量に応じた水みち幅 B_w を仮定し、一次元の非定常流れとして通常の差分法をもちいて計算している。河床変動に関しては、水みちが水路幅 B_0 にわたって変動することを考慮して、

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \frac{1}{B_0} \frac{\partial (q_b B_w)}{\partial x} = 0$$

とした。ここに、 λ は砂の空隙率、 z は河床位、 q_b は単位幅流砂量である。

計算結果の一例を図-6に示している。ここでは水みち幅を一定としているため、実験でみられたような顕著な河床上昇はみられない。そこで試みに、単位面積あたり一定の浸透流量が抜け出ていく場合について計算を行った。その結果を図-7に示している。これを見ると、より実験値に近い結果が得られていることが分かる。

5. おわりに 水路実験により、遊砂地内部の堆砂の進行にはある限界があり、遊砂地の長さをそれより長くすればより高い貯砂量が得られることが分かった。今後、遊砂地の幅の影響に関しても検討し、流路の拡幅を考慮した数値モデルの開発が課題である。

参考文献 1) 高橋保・江頭進治・里深好文ら：河口砂州上の開削流路の侵食過程に関する研究、土木学会第48回年次学術講演会概要集、第2部、1993、pp. 396-397。

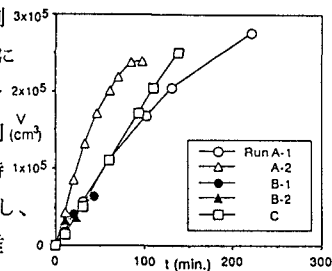


図-4

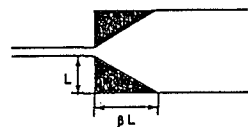


図-5

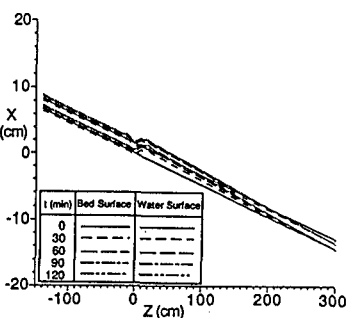


図-6

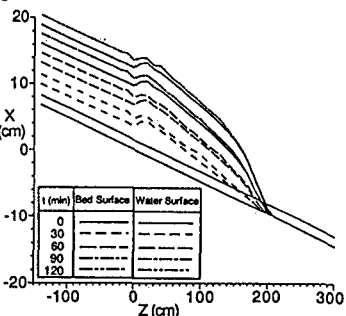


図-7