

京都大学防災研究所 正会員 高橋 保
京都大学防災研究所 正会員 中川 一
京都大学防災研究所 正会員 里深 好文
電 源 開 発 正会員 奥村 裕史
京都大学大学院 学生員○安本 大地

1、はじめに 山地河川からの土砂流出を正確に推定することは、この領域が土砂の主たる供給源であることから、河川流域全体の土砂環境を保全する上で重要な課題のひとつとなっている。しかし、様々な要因により土砂流出の正確な予測は困難な状況にある。そのひとつの要因として、山地河川は幅広い粒度分布をもつことが挙げられる。本研究では、山地河川の複雑な土砂流出過程を解明する一段階として、混合砂を対象とした河床変動モデルを作成し、水路実験でその妥当性を検討している。

2、河床変動モデル 混合砂礫床における侵食・堆積速度式は次のようである。河床に働くせん断力を、河床構成材料から決まる平衡濃度と実際の輸送濃度との差で評価し、そのせん断力が全ての粒径階の粒子に等しく働くとして侵食速度を算定している。

$$\begin{aligned} & \cdot C_{\infty} - C > 0 \text{ のとき、侵食 } (i_k > 0) \quad i_k = \begin{cases} \delta_d \frac{C_{\infty} - C}{C_*} (u_* - u_{*ck}) & (u_* - u_{*ck} > 0) \\ 0 & (u_* - u_{*ck} \leq 0) \end{cases} \\ & \qquad \qquad \qquad i = \sum_k f_{bk} i_k \\ & \cdot C_{\infty} - C \leq 0 \text{ のとき、堆積 } (i_k \leq 0) \quad i_k = \begin{cases} \delta_d \frac{C_{\infty} - C}{C_*} |u_* - u_{*ck}| & (u_* - u_{*ck} < 0) \\ 0 & (u_* - u_{*ck} \geq 0) \end{cases} \\ & \qquad \qquad \qquad i = \sum_k f_{ok} i_k \end{aligned}$$

ここに、C：全掃流砂濃度、C_∞：平衡濃度、u_{*}：摩擦速度、u_{*ck}：混合砂における限界摩擦速度、f_{bk}、f_{ok}はそれぞれ河床表層、掃流砂中の粒径階 k 番目粒径の存在率である。

3、実験方法・条件 幅広い粒度分布をもつ河床材料を用いて、侵食過程に関する実験を行った。実験条件を表-1に示している。水路幅は20cmであり、移動床部の長さは49cm、その上流部および下流部には1m以上の固定床部が設けられている。固定床部には平均粒径3mmの砂礫が粗度としてはりつけられている。実験では河床材料、掃流砂量、河床勾配などの条件が混合砂礫床の侵食速度にどのような影響を与えるか調べた。

type1: d _m =0.3904cm √d _m d ₁₆ =2.194						
type2: d _m =0.8642cm √d _m d ₁₆ =3.358						
type3: d _m =1.148cm √d _m d ₁₆ =3.503						
	Q (cm ³ /s)	Q _{bin} (cm ³ /s)	B cm	L cm	l	bed
M-01	1620	-	20	49	0.025	type 1
M-02		0.01004 (3)				
M-03		0.01939 (3)				
M-04		-				type2
M-05		-				
M-06		0.01004 (3)				
M-07		0.01939 (3)				type 3
M-08		-				
M-09		0.01004 (3)				
M-10		0.01939 (3)			0.01667	type 1
M-11		-				
M-12		0.01004 (3)				
M-13		0.01939 (3)				type2
M-14		-				
M-15		0.01004 (3)				
M-16		0.01939 (3)				

表-1 (3)：3号砂

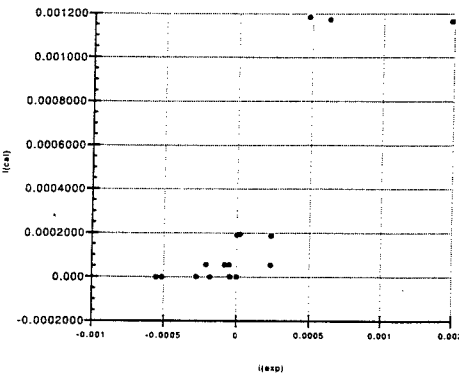


図-1

4、実験結果 実験から求めた侵食・堆積速度と、侵食速度式から求められた侵食・堆積速度の関係を図-1に示す。横軸に実験値を、縦軸に実験と同じ条件を与えたときの計算値を示す。正が侵食を、負が堆積を表す。計算値で堆積傾向がでなかったのは、与えた掃流砂濃度が小さすぎたことに原因があると考えられる。また、これによると実験値では堆積傾向がでるが、計算値では侵食傾向のみである。これは水路実験では、給砂した砂が河床表層より深い領域へトラップされると考えることで説明できる。

5、一次元河床変動場での実験と計算 次に長さ5.3mの移動床部をもつ水路における侵食・堆積過程に関して実験を行った。実験では主として河床材料や掃流砂量が河床変動や河床粒度分布に与える影響を調べている。実験条件を表-2に示している。次に侵食・堆積速度式を用いて水路実験と同条件のもとで一次元河床変動計算を行った。河床砂の平均粒径の時間的変化について、実験値と計算値の比較を図-2に示す。また、河床位の時間的変化について、実験値と計算値の比較を図-3に示す。case03は水路実験におけるL-03に相当する条件での計算であり、case04はL-04に、case07はL-07に、case08はL-08に、それぞれ対応する計算である。これによると、このモデルは河床材料の特性の違いによる侵食過程の違いを表現することはできたと言える。しかし、給砂量が小さすぎたため、上流からの土砂流入が河床変動へ与える影響については考察できなかった。また、ここでも計算では堆積は表現できていない。

6、おわりに 今回、河床砂に作用する外力をひとつで表現できるモデルを提案することができた。今後は実験で見られたトラップの現象なども考慮に入れたモデルの開発が期待される。

	Q (cm^3/s)	Q _{bin} (cm^3/s)	B (cm)	L (cm)	l	bed
L-01		-				
L-02		-				(1)
L-03		0.01004 (3)				
L-04		0.01004 (3)				type 1
L-05	1620	-	20	530	0.025	
L-06		0.01004 (3)				type2
L-07		-				
L-08		0.01004 (3)				type 3

表-2

(1): 1号砂

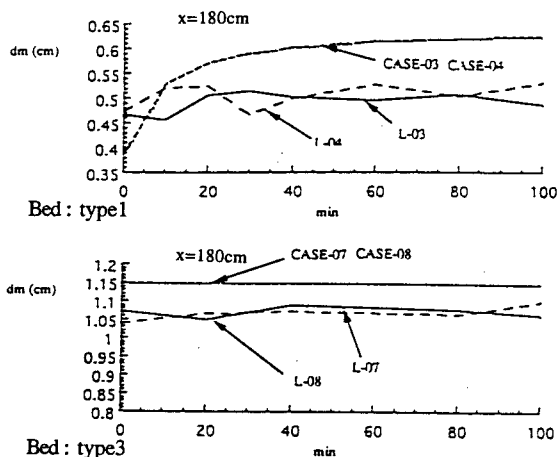


図-2

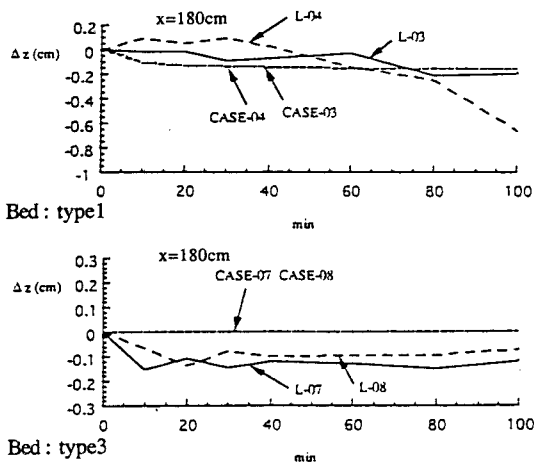


図-3