

II-292

裸地斜面からの土砂流出に関する実験的研究

愛媛大学大学院 学生員 東 正史
 愛媛大学工学部 正 員 鈴木 幸一
 同 上 正 員 渡辺 政広
 愛媛大学大学院 学生員 C.サントス

植生のない裸地斜面を主体とする流域を対象に、土砂流出を実用的にシミュレートし得る解析モデル(WESPモデル)¹⁾の検討を進めてきている。本報告では、実験斜面と人工降雨を用いた侵食実験を行い、裸地斜面侵食に及ぼす土質成分の影響および数値解析モデルの改良点について検討した結果を報告する。

1. 実験の概要²⁾

(1)実験斜面：実験斜面は、幅90cm、長さ150cm、高さ20cmの塩化ビニル製のボックスの底から5cmのところに多数の小孔の開いた塩化ビニル板を敷き、その上に厚さ5cmのスポンジを置き、その上に土砂を厚さ8cmに敷き詰めたものである。斜面こう配は、ボックスこう配を変えることで、任意に設定できる。

(2)人工降雨装置：降雨装置は、幅101cm、長さ164cm、高さ40cmの塩化ビニル製の水槽の底面に、外径0.50mm、長さ2.5cm、の注射針を2cm間隔で3300個取り付け付けたものである。水槽の側面には四角セキを設けており、越流水深を変えることにより、降雨強度を任意に設定できる。

(3)土砂：土砂は、平均粒径0.25mmの均一砂(RUN-A)、粒径75 μ m以下が90%で平均粒径0.25mmの砂分が10%の粘性土(RUN-B)、均一砂と粘性土を50%ずつ混合した土砂(RUN-C)の3種類を使用した。

(4)降雨侵食実験：実験は、斜面こう配を5通り、降雨強度を3通りにそれぞれ変え、各RUNで15通りずつ合計45通りを行った。流出土砂は、図-1に示すように、集水路の下流端で採砂した。RUN-Aでは30分間の総流出土砂量を、RUN-B、RUN-Cでは1分ごとの流出土砂濃度を20分間測定した。実験は定常状態のもとで行っており、降雨の開始から斜面は飽和している。

2. 実験結果

(1)流出状況：図-1に示すようにRUN-Aでは、上流の L_1 区間での降雨は全て浸透し下流の L_2 区間で全て浸出しており、表面流および侵食は L_2 区間のみで発生している。RUN-B、Cでは、斜面全体で表面流および侵食が発生している。

(2)実験結果：各RUNで流出状況、採砂方法が異なるので、ここでは実験結果を以下のように取り扱う。①降雨強度：RUN-Aでは、 L_1 区間での浸透した降雨を L_2 区間に均等に加えたものを降雨強度とする。RUN-B、Cでは、実際の降雨強度をそのまま降雨強度とする。②流出土砂量：RUN-Aでは30分間の総流出土砂量から、RUN-B、Cでは定常状態の10分間の平均土砂濃度から単位時間、単位面積当たりの土砂量に換算する。③土質成分：土砂は、粒径75 μ m以下を粘土分、それ以上を砂分として取り扱う。

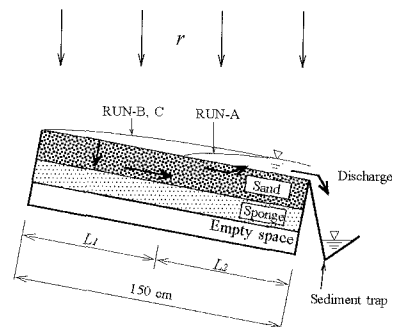


図-1 流出状況

3. 土砂流出特性

層状・リル・ガリ侵食による土砂流出に関する既往の研究結果³⁾によれば、流出土砂量は次式で示される。

$$E = \alpha \cdot L^{\beta_1} \cdot S_0^{\beta_2} \cdot I^{\beta_3} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 E ：流出土砂量(kg/m²/hr)、 L ：斜面長(m)、 S_0 ：斜面こう配(%), I ：降雨強度(mm/hr)、 α ：裸地斜面では主に砂の粒径によって決まる定数、 β_1 、 β_2 、 β_3 ：指数である。図-2～4に示す実験結果を式(1)に適

用し、最小2乗法により各指数を求めた。その結果を表-1に示す。これらから以下のようなことが明らかになった。

①均一砂(RUN-A)では、侵食は斜面こう配($\beta_2=1.18$)、降雨強度($\beta_3=1.62$)に大きく影響を受けることがわかる。②粘性土(RUN-B)では、侵食は斜面こう配($\beta_2=0.38$)にはほとんど影響を受けず、降雨強度($\beta_3=0.69$)には影響を受けるが、これも均一砂ほど大きくはない。③混合土砂(RUN-C)では、各指数は多少均一砂に近い値であるが、均一砂と粘性土の間の値となっている。④これらから土砂中の砂分の割合が多くなるほど、侵食に対する斜面こう配、降雨強度の影響は大きくなると考えられる。各成分に対する指数を見てもこのことがわかる。

4. 数値解析モデル(WESP)の適用性の向上に関する考察

現在、主に裸地斜面を対象に、土砂流出を実用的にシミュレートし得る数値解析モデル(WESP モデル)¹⁾について検討を進めている。モデルの概要は、次の通りである。地表面流は、kinematic wave 流れとして取り扱う。土砂流出は、雨滴の斜面衝突による侵食と流れの掃流力による侵食によって引き起こされるとして取り扱う（なお、WESP モデルの詳細は文献1)に示している）。WESP モデルでは、 K_f （雨滴衝突による斜面侵食に関する係数）、および K_R （地表面流による斜面侵食に関する係数）の2つのモデルパラメータが、斜面侵食に関して特に重要となる。

前述したように、侵食に対する斜面こう配、降雨強度の影響は、土質成分によって変化することが分かった。WESP モデルにおいても、 K_R 、 K_f の値が土質成分、植生の有無等の土壌特性によって変化すると考えられる。

したがって今後の課題は、①実験によりこれらパラメータの適値を求める、②土質成分、浸透能の影響を反映させるため、粒度分布、不飽和浸透を考慮に入れる、③これらにより土砂流出を精度良く再現し得るモデルへと改良を進めることである。

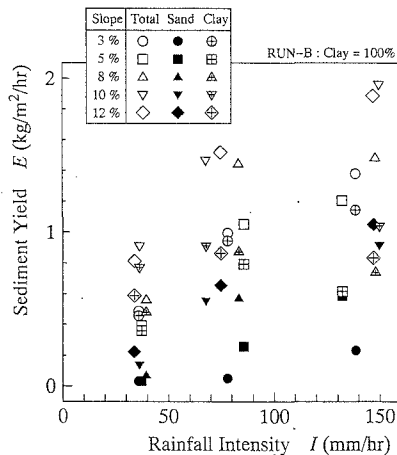


図-3 実験結果(RUN-B)

表-1 各RUNにおける指数

	RUN	β_1	β_2	β_3
実験	A(総量)	0.83	1.18	1.62
	B(総量)	—	0.38	0.69
	B(砂分)	—	1.44	1.55
	B(粘土分)	—	0.08	0.38
	C(総量)	—	1.07	1.36
	C(砂分)	—	1.61	1.66
	C(粘土分)	—	0.52	1.03
従来式	Musgrave	0.35	1.35	1.75
	Zingg	0.60	1.40	—
	河村	0.38	1.50	1.88

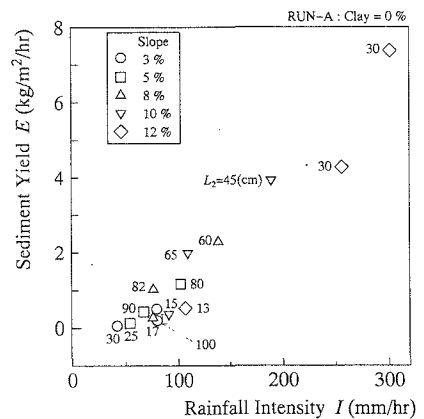


図-2 実験結果(RUN-A)

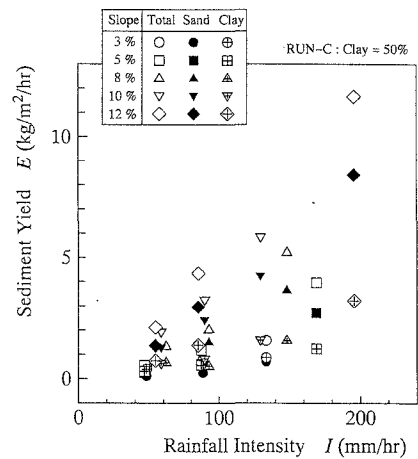


図-4 実験結果(RUN-C)

参考文献:1)Srinivasan, V. S., C. Santos, K. Suzuki, and M. Watanabe:Sediment yield observed in small experimental basin and its simulation by runoff erosion modeling, Proc. Hydr. Eng., JSCE, Vol. 37, pp. 717~722, 1993. 2)C.Santos, Koichi Suzuki, Masahiro Watanabe, Masafumi Azuma, Vajapeyam Srinivasan: Study on slope erosion by simulated rainfall, 愛媛大学工学部紀要第15巻, pp.365~374,1996年. 3) (社)砂防学会監修:砂防学講座第3巻斜面の土砂移動現象, 山崎堂, pp.26~30, 1992年.