

降雨侵食による土砂流出シミュレーション

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	〇C.サントス
岡山県 土木部	正員	谷野 吉春

これまで、植性のない裸地斜面を主体とする流域を対象に検討^{1), 2)}を進めてきている降雨・土砂流出モデル（WESPモデル）を、砂層からなる実験斜面を用いた降雨・侵食実験に適用し、モデル・パラメータの適値と本モデルの適用性について検討した結果を述べる。

1. 実験斜面と人工降雨装置の概要

実験斜面は、幅90cm、斜面長150cm、厚さ8cm、粒径0.25mmの均一砂からなる砂層である。また、人工降雨装置は、幅101cm、長さ164cm、高さ40cmの亚克力製の水槽の底に3,300個の注射針を取り付けたものである。なお、モデル斜面と降雨装置との距離は、150cmに設定した。

2. 土砂流出モデル（WESPモデル）の概要

地表面流は、kinematic wave 流れとして取り扱い、地表面における土砂流出は、雨滴の斜面衝突による侵食と地表面流の掃流力による侵食とによって引き起こされるとして取り扱う。本検討では、モデル・パラメータのうち、 K_I （雨滴衝突による斜面侵食に関する係数）と K_R （地表面流による斜面侵食に関する係数）の2つについて、実験値とSP法を用いそれらの最適値を検索することとなる。なお、WESPモデルの詳細は、文献1)に示している。

3. 実験斜面への適用

(1) 降雨・侵食実験：降雨・侵食実験は、実験斜面のこう配を3～12%の範囲で5通りに、降雨強度はおよそ10～60mm/hrの範囲で3通りに変化させ、合計15通りを行った。ここで、降雨継続時間、流出水量および流出土砂量の観測継続時間は、いずれも、30分としている。

実験斜面（図1）は、上流側の表面流が発生しない区間 L_1 と、下流側の発生する区間 L_2 に分けられ、侵食は、 L_2 区間だけで生じている。区間 L_1 で浸透した降雨は全て区間 L_2 で浸出しているの、区間 L_2 での降雨強度の算定にあたり、ここでは、区間 L_1 での降雨を区間 L_2 でのそれに加えている。

(2) モデル・パラメータの最適化：実験値とSP法により、先述した2パラメータを最適化した結果を、図2、3に示す。 K_I と K_R は、土壌の特性によって決まるモデル・パラメータであり、降雨強度、斜面勾配、斜面長には関係なく一定と考えられる。 K_I の最適値（図2）をみると、おおよそ一定で 1.8×10^8 となっている。一方、 K_R については、降雨強度の増加と共に減少する傾向がみられる（図3）。これは、降雨強度の増大に伴う斜面侵食の増加が、結果的には、実験斜面の勾配を緩くし、このことが最終的には、30分間の流出土砂量を低下させているためと考えられる。しかし、実用上からは、これら2パラメータに対し、概ね一定と考えてよい適値が得られていると言えよう。

(3) モデルの適用性：各降雨・侵食実験に対しモデル・パラメータを最適化した際の土砂流出シミュレーション結果を実測値（土砂量）と比較し

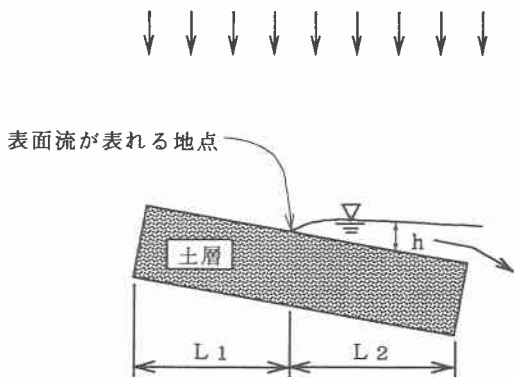


図1 実験斜面と L_2

て図4に示す。また、最適化したモデル・パラメータの各値の平均値 ($K_I=1.83 \times 10^8$, $K_R=3.32$) を用いた土砂流出シミュレーション結果を実測値と比較して図5に示す。これらより、WESPモデルにより、実用上からも十分な精度の土砂流出シミュレーション結果が得られていると言えよう。

参考文献： 1) Santos, C. A. G., K. Suzuki, M. Watanabe and V. S. Srinivasan: Scale Effects of Basin Elements on Coefficients in Runoff-Erosion Modeling, Proc. Hydr. Eng., JSCE, Vol. 38, pp. 83~88, 1994. 2) Srinivasan, V. S., C. Santos, K. Suzuki and M. Watanabe: Sediment Yield Observed in a Small Experimental Basin and its Simulation by Runoff-Erosion Modeling, Proc. Hydr. Eng., JSCE, Vol. 37, pp. 717~722, 1993.

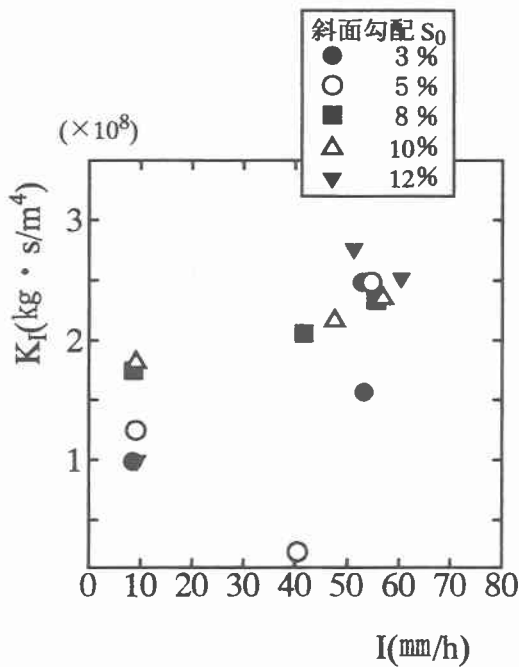
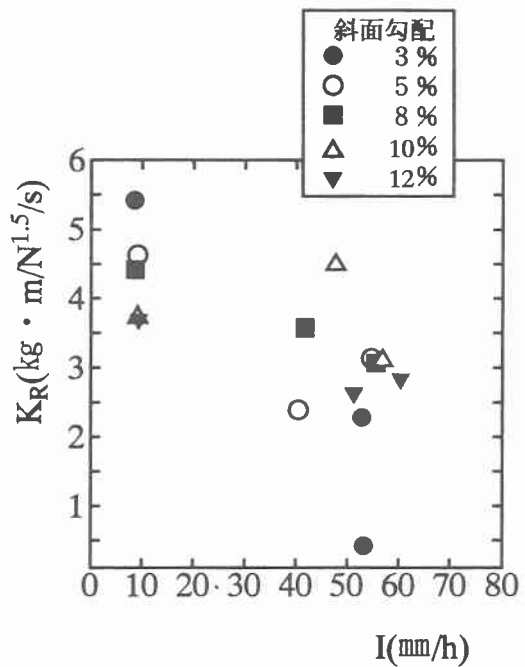
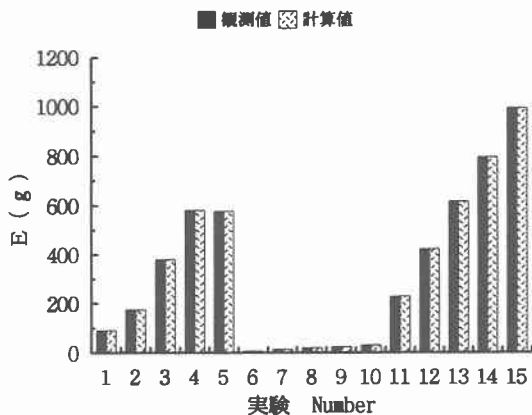
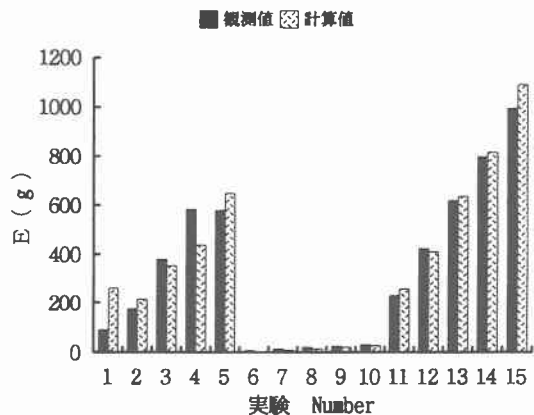
図2 K_I の最適値図3 K_R の最適値図4 流出土砂量 E の比較（最適化時）

図5 流出土砂量の比較（平均値使用時）