

半乾燥地の雨水流出特性に及ぼす初期浸透能の影響

愛媛大学工学部	正 員	鈴木 幸一
愛媛大学工学部	正 員	渡辺 政広
愛媛大学工学部	正 員	○ C. サントス
日本上下水道設計㈱	正 員	東 正史

1. はじめに

これまで主に植生のない裸地斜面を対象として、降雨による土砂流出の数値解析モデルである WESP モデル^{1), 2)}について、その適用性の検討を進めてきている。本報告では、代表的な半乾燥地帯にあるブラジル・スメの試験地流域のデータをもとに、WESP モデルによる雨水流出シミュレーションを行い、初期浸透能が雨水流出特性に及ぼす影響、および WESP モデルの適用性について検討した結果を報告する。

2. 試験地流域の概要

図-1 に試験地の位置と解析対象流域の地形図を示す。本流域はブラジル北東部の代表的な半乾燥地帯にあり、流域面積 0.52 ha、平均斜面こう配 7.1% で、地表面は植生のない裸地（表土の 50% 粒径はおよそ 0.5 mm）で覆われている。

3. 流出シミュレーションモデルの概要

WESP モデルでは、流域を地表面要素と河道要素に分割・モデル化して計算を行う。ここでは、解析対象流域（図-1）を図-2 に示すように、地表面 7、河道 3 の 10 要素に分割した。

流れは地表面、河道とも kinematic wave 流れとして取り扱う。浸透モデルには Green & Ampt のモデルを用いており、浸透能 $f(t)$ は次式で表される。

$$f(t) = K_s \left(1 + \frac{N_s}{F(t)} \right) ; N_s = \left(1 - \frac{\theta_i}{\theta_s} \right) p S \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $f(t)$ ：浸透能、 K_s ：最終浸透能、 N_s ：土壌水分吸引定数、 $F(t)$ ：全浸透量、 θ_i ：初期含水比、 θ_s ：飽和状態における含水比、 p ：間隙比、 S ：吸引水頭、である。すなわち、全浸透量 $F(t)$ が小さい降雨の初期には初期含水比が浸透能 $f(t)$ の支配要素となり、全浸透量 $F(t)$ が大きくなれば浸透能 $f(t)$ は最終浸透能 K_s に近づく。

4. 雨水流出シミュレーション

解析対象として、スメ試験地流域で得られた 1987 年から 1988 年の主要な 21 の降雨流出を選んだ。まず、 N_s の変化（初期浸透能の変化）が雨水流出特性に及ぼす影響を検討するために、任意に変化させた N_s の値（ $N_s = 0.1, 1.0, 10, 50, 100 \text{ mm}$ ）に対して雨水流出シミュレーションを行った（図-3）。次に、既に SP 法により最適値が決定されている N_s を用いて雨水流出シミュレーションを行った³⁾（図-4, 5）。これらの結果より、以下のようなことが明

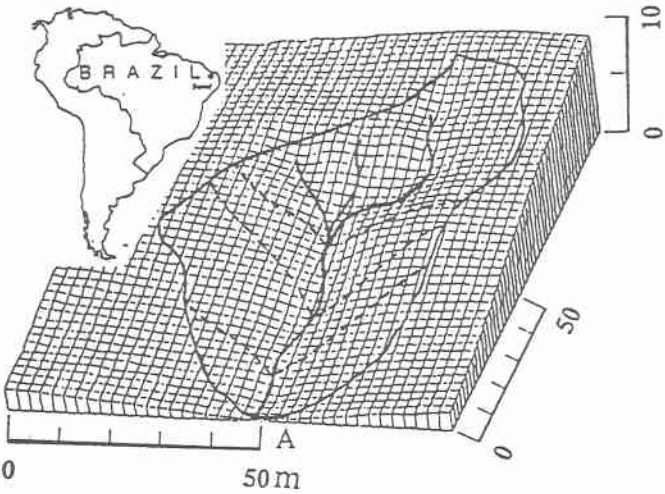


図-1 試験地流域の概要

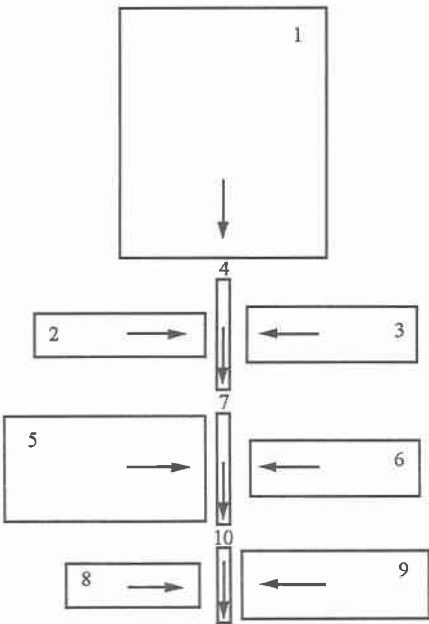


図-2 流域のモデル化

らかとなった。

①図-3に示すように、 N_s の変化(初期浸透能の変化)は総流量だけでなく、ハイドログラフにも大きく影響を及ぼす。

②図-4に示すように、 N_s の最適値は、前期無降雨日数の対数関数(あるいは指数関数)として表される。

③総流量の観測値と計算値を比較した図-5より、全体的には、シミュレーション結果の観測値に対する適合度は高く、実用上の精度で観測値を再現している。

④ N_s の最適値を用いたシミュレーション結果(流出ハイドログラフ)は、図-6に示すように、実測結果を精度良く再現している。

⑤以上のことより、WESPモデルは有用なモデルであることが分かる。

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) Santos C. A. G., K. Suzuki, and V. S. Srinivasan: Scale effects of basin elements on coefficient in runoff-erosion modeling, Proc. Hydr. Eng., JSCE, Vol.38, pp. 83~88, 1994. 3) Celso A. G. Santos, Koichi Suzuki, Masahiro Watanabe, Masafumi Azuma and Vajapeyam Srinivasan: Influence of initial infiltration on runoff hydrographs from a test field in a semiarid area of northeastern Brazil, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 41, pp.203~208, 1997.

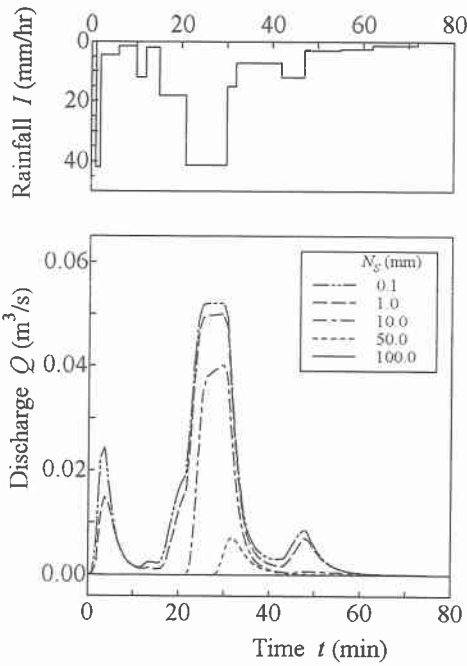


図-3 N_s の変化と流量ハイドログラフ

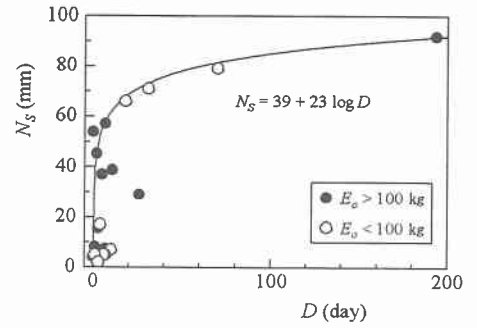


図-4 前期無降雨日数と N_s の関係

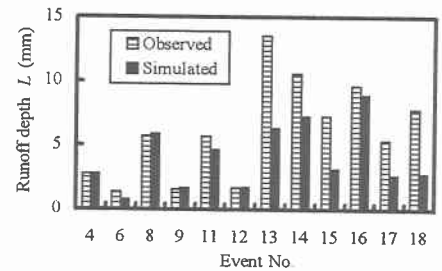
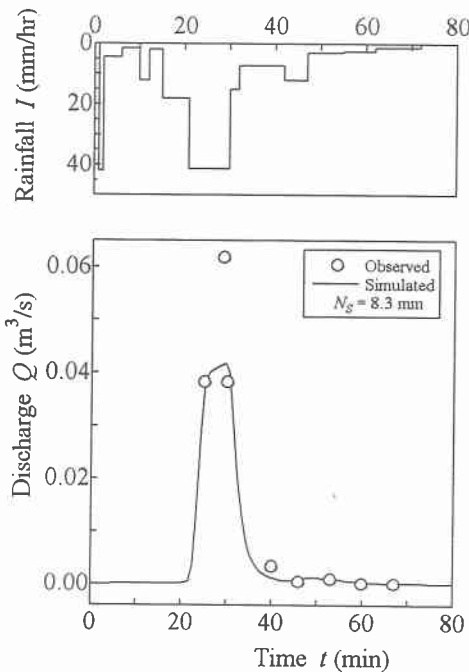
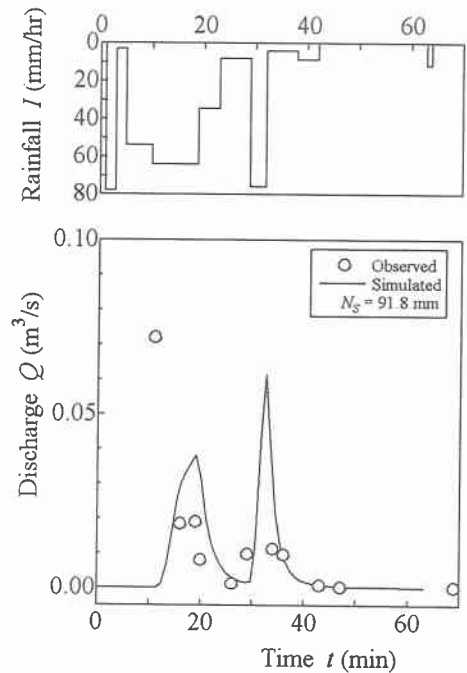


図-5 総流量の観測値と計算値の比較



(a) $N_s = 8.3$ mm



(b) $N_s = 91.8$ mm

図-6 流出ハイドログラフの適合度