

名古屋大学 学生員 ○足立 真宏

同 正 員 松林 宇一郎

同 正 員 高木 不折

1. まえがき；これまでの砂層モデルによる流出実験の多くは、1回の降雨に対する砂層内水深の上昇・低減について検討されてきた。しかし、実際の流域においてはある間隔で降水があり、流域の状態は降水の頻度もしくは時系列性により変化し、流域からの流出に關与していると考えられる。本報告は、降水頻度を念頭にいた周期降雨に対する砂層モデルからの流出について検討したものである。

2. 周期降雨と平均水深との関係；一次元飽和浸透流の基礎式は、ダルシー則と連続式とより、(1)式で与えられる。ここに、 h ；水深、 R ；降雨強度、 δ ；有効間隙率、 k ；透水係数、 i ；砂層勾配。

$$\delta \frac{\partial h}{\partial t} = -k i \frac{\partial h}{\partial x} + k \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right)^2 + k h \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + R(t) \quad (1)$$

降雨を強度 R_0 、継続時間 t_r 、無降雨継続時間 t_v の周期降雨とすると、その平均降雨強度 R_m に対する平均

$$-k i \frac{dh}{dx} + k \left(\frac{dh}{dx} \right)^2 + k h \frac{d^2 h}{dx^2} + R_m = 0, R_m = \frac{R_0 t_r}{t_r + t_v} \quad (2)$$

水深 $\bar{h}$ は、(2)式の解となるであろう。(2)式は、無次元無降雨継続時間 $\bar{t} = t_v / t_r$ と高木・松林による中間流出パラメーター $\alpha = k i \cdot t_r / \delta \cdot L$ 、 $\beta = R_0 t_r / \delta \cdot L \cdot i$ を用いて分類すると次のような2つの特徴を持つ。 $\bar{t} > 4\beta/\alpha - 1$ ；移流項卓越型、 $\bar{t} < 4\beta/\alpha - 1$ ；拡散項卓越型。

降水頻度の指標 $\bar{t}$ と流出の速さを特徴づける α とでこの関係を示したのが図-1である。すなわち、ある流出の速さ α に対し、 $\bar{t}$ の違いは流域内部での流れの平均的な性質を変化させることを示す。

3. 実験 (図-3～図-8は、 $X = x/L$, $T = t/t_r$, $H = h/R_0 t_r$ で無次元表示した。)

①実験条件；本実験では、パラメーター(α , β)を一定とし、 $\bar{t}$ を変えて4ケースとした。実験条件を表-1に示す。

②実験装置；実験装置は、図-2に示すような可変勾配砂層と降雨発生装置とからなっている。降雨強度はバルブにより調節し、瞬時に所定の降雨が降り始め、降り止むよう工夫してある。下流端流量は、メスシリンダー・ハカリで1分間流量を測定し、水位は、マンメーター水位を1分間隔で写真撮影して求めた。下流端は堰で水位一定とした。

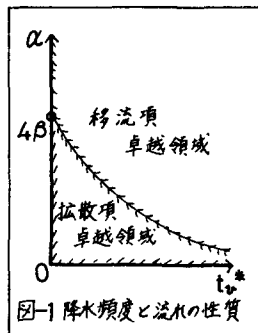
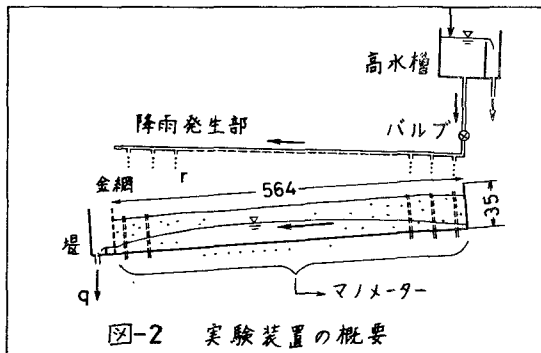


図-1 降水頻度と流れの性質

表-1 実験条件

降雨強度 R_0 (cm/min)	0.288	砂層長 L (cm)	564.0	
降雨継続時間 t_r (min.)	10.0	砂層厚 D (cm)	27.0	
砂層勾配 i	0.08	砂層幅 W (cm)	20.0	
有効間隙率 δ	0.33	下流端水深 h_0 (cm)	4.0	
透水係数 k ($\text{cm}/\text{min.}$)	60.0			
$\alpha = k i t_r / \delta L$	0.272	$\beta = R_0 t_r / \delta L i$	0.204	
Run	1	2	3	4
無降雨継続時間 t_v (min.)	$\infty > t_v > t_r / \alpha$	5.0	10.0	20.0



4. 実験結果と考察; (1)式は、高木・松林により数値計算によって解を得ることができる。流出ハイドログラフ、流出流量・貯留量関係、水深分布の時間的変遷を図3～図8に示す。数値計算と実験とは、比較的よく一致していると思われるが、下流端に水位を指定したので下流端付近は最初から湿潤状態に近く上流部に比べて水位が上がりやすい。また、本実験では、飽和水面が形成され始めるまでの7～8分間の降雨を初期損失と考えているが、Run1のハイドログラフにみられるように不飽和部からの流出が上昇初期・低減後期にみられた。この違いによる流れの平均的性質の変化は、Run1とRun3の水深分布を比較するとこの小さい方が拡散効果が大きいと考えられる。また、Run1～Run4のハイドログラフを比較するとこの小さくなるこの大きな、すなわち (α, β) がともに大きな場合に得られるハイドログラフの形状に変化することが見られ、 $S-Q$ 関係を同様の傾向となる。特にハイドログラフのRun1で、直線的低減であったものが指数的低減に変化することは興味深い。 (α, β) とハイドログラフ及び $S-Q$ 関係との係わりについては、高木・松林によって検討されている。

5. あとがき; 以上、降水頻度と流出状況について記したが、これを基礎に流出機構、とりわけ非線形性の消長の問題について検討を進めている。

