

1. はじめに 山腹斜面での雨水の流出過程を雨水流モデルで追

跡してその適応性を検討し、さらにその結果を踏まえて表面流出および中間流出過程における貯留量と流出量並びに伝播時間との関係について考察した結果を述べる。

2. 実験の概要

実験装置としては人工雨装置を備えた巾1m、長さ10mのこの配可変水路を設置した。水路床の表層材料により実験条件をTable. 1の様に分類した。いずれの場合にも水路床は不透水性に仕上げてある。Fig. 1は各caseでの雨水の流れを模式的に図示したものである。水路の上流端から2, 4, 6, 8, 10m各地点での定常状態における水深を実測した。特に、case 2では水深基準面をFig. 2の様に2通りの方法で測定した。さらに、Fig. 3はcase 3(中間流モデル)での定数 P 、 k 、 α (透水係数、 α : 有効傾角係率)を推定するために流出量と累加有効雨量の関係の一部を図示したものである。

Table 1

	表層材料	モデル
case 1	アスファルト、砂、グラスター、砂利	表面流モデル
case 2	人工芝生(パイル長10mm)	混合流モデル
case 3	人工芝生(パイル長10mm)	中間流モデル

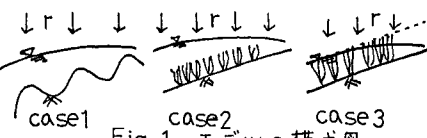


Fig. 1 モデルの模式図

3. 雨水流モデルの検証

case 1, 2, 3 での等流実験および人工雨実験における定常状態での水深と流出量の関係から得られた定数 P を適用して、雨水流モデルで流出過程の追跡を試みその適応性を検討した。Fig. 4は各caseでの数値シミュレーションの結果を示したものである。各caseとも流量 q の上昇部における実測値と計算値との適合性は良好であるが、case 1, 2の下降部では表面流が消散する付近からは流れの形態が変わるために同一定数値で計算を進めると計算値の方が実測値よりも低減状況が急激になる。また、case 3では早い中間流出と遅い中間流とでは適応性が異なる。しかし、いずれにしてもcase 1, case 2での上昇部および下降部における表面流出過程での適応性、また、case 3での早い中間流出過程でのものは良好と思われる。一方、定数 P から判断して、Fig. 4のcase 1, 2での表面流出形態は上昇部も下降部もManning則あるいはChezy則に従い、case 3での人工芝生内の流れはDarcy則の流出形態と思われる。

4. 理論式

山腹斜面流の運動方程式および連続式は次式で表現される。

$$h = \alpha g^P \quad \text{--- ①} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial x}{\partial t} = r \quad \text{--- ②} \quad \text{h: 水深, } g: \text{単位巾流量, } x: \text{距離, } t: \text{時間, } r: \text{降雨強度, } P, \alpha: \text{定数}$$

次に、斜面上の貯留量と流出量および貯留量と伝播時間の関係はKinematic wave理論の展開により次の様に表現される。

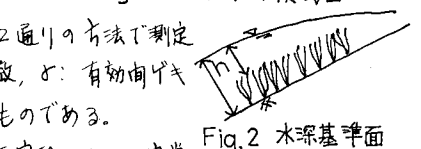


Fig. 2 水深基準面

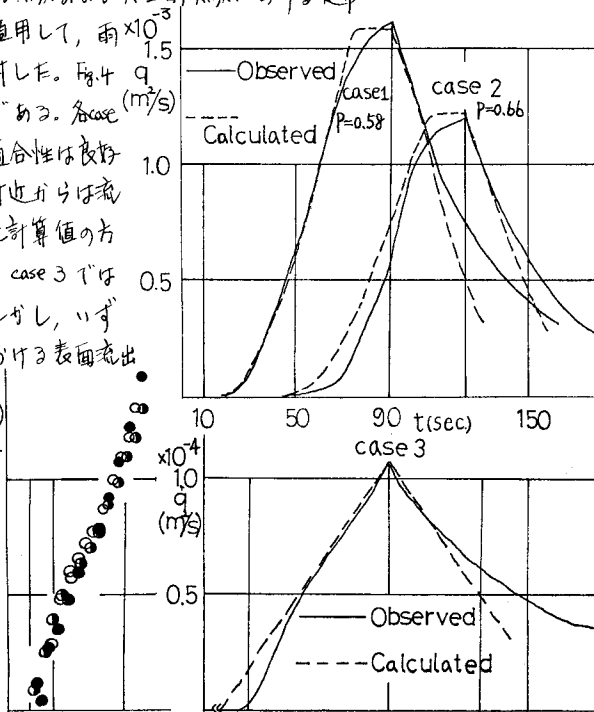
Fig. 3 q と ΣR の関係

Fig. 4 数値シミュレーション

① 貯留量と流出量の関係:

上昇期 $S_u = R(L\beta_0)^P (1 - \frac{P}{1+P} \frac{\beta_0}{t})$, $S_{Se} = (\frac{\beta_0}{t})^{1+P} (1 + P(1 - \frac{\beta_0}{t}))$
 下降期 $S_d = \frac{R(L\beta_0)^P}{1+P} \frac{\beta_0}{t}$, $S_{Se} = (\frac{\beta_0}{t})^{1+P}$

② 貯留量と斜面上の伝播時間の関係:

上昇期 $S_u = R t_u (1 - \frac{P}{1+P} (\frac{t_u}{t})^P)$, $S_{Se} = \frac{t_u}{t} (1 + P(1 - (\frac{t_u}{t})^P))$
 下降期 $\frac{t_u}{t} = P \frac{1 - (\frac{t_u}{t})^P}{(\frac{t_u}{t})^{1+P}}$

ここで, S_u : 降雨開始後における斜面貯留量(平均水深)

S_e : 定常時の斜面貯留量

S_d : 降雨終了後の斜面貯留量

β_0 : 単位面積当りの流量

t_u, t_e, t_d : 斜面上の伝播時間

5 理論式の立証 各caseでの人工雨実験による基礎資料を基として理論式の立証を試みた。Fig.5は貯留量と流出量の関係は無次元表示したものである。いずれの場合にも適合性が良好である。即ち、各caseでの貯留量と流出量の関係は顕著なヒステリシス効果を表わしている。次に、貯留量と斜面上の伝播時間の関係を図示したものがFig.6である。case1,2は適合性は良好であるが、case3の場合には余りよくない。これは初期損失の取り扱い、および早い中間流出と遅い中間流出とを混同して解析したことによる問題があるので、分離する必要がある。上述の結果は、理論式の妥当性を示している。

6. 実流域での流れの形態について
 研究対象流域として小河内ダム流域(伊勢川水系、262.9 km²)を選定し、山地での出水時の流れの形態について若干の検討を試みた。水系を考慮しながら全流域をFig.7の様に分割し、分割流域ごとに貯留法を適用し解析を行う。Fig.8,9,10は各分割流域および全流域の点雨量に基づく数値シミュレーションの結果である。Fig.8では流量hydro.の上昇部および下降部の適合性は良好であり、定数Pから判断して流れの形態はChazy則に従うようである。一方、Fig.9,10での適合性は余りよくない。また、流れも層流形態を示している。これらの事は、貯留法での解析では、点雨量の代表性、雨域の移動、適用範囲、遅滞時間等の吟味の必要性を示唆していると思われる。

7. おわりに

人工雨実験が得られた基礎資料に基づいてkinematic wave法の有効性および理論式の妥当性を述べた。最後に、本研究に当り終始懇切丁寧な御指導を下さ。在京大防災研究所角屋睦教授に感謝致します。また、実験の援助を惜しまない。在京大の卒業生に感謝致します。

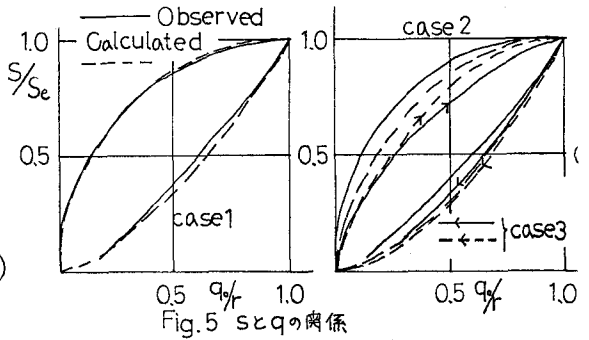


Fig.5 s と q の関係

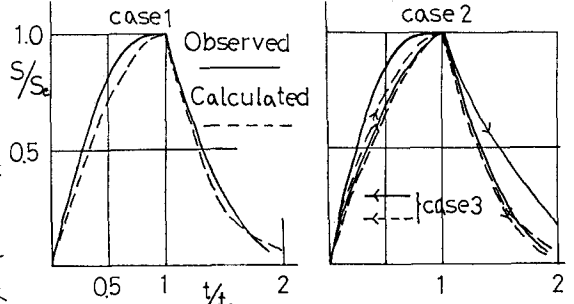


Fig.6 s と t の関係

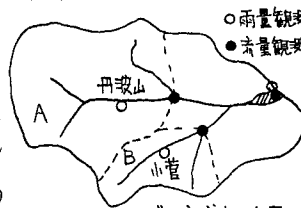


Fig.7 小河内ダム流域概略図

