

中間流を考慮した貯留関数モデルの適用

宮崎大学大学院 正員 今山 清
宮崎大学工学部 正員 杉尾 哲

1. はじめに

貯留関数法は、表面流を前提として流出パラメータが設定されることが多いために、ピーク流量の再現性は高いものの、減水部については計算値が実測値より小さくなる傾向がある。流域の適正な水管理を行うためには、ピークのみならず、流出ハイドログラフ全体にわたっての精度の向上が必要となる。実流域を対象にした出水データをもとに、貯留高 s と流出高 q の関係を調べた結果、中間流と想定される流出の発生が観察できた。本研究では、中間流を考慮した貯留関数モデルを提案し、本モデルの適合性について検討した。

2. 対象流域及び出水データ

対象とする流域は、大分川の二次支川・一の瀬川の流域内に位置し、流域面積 0.255km^2 、流路長 1.02km 、平均流路勾配 $1/10$ の微小流域である(図1)。土地利用の割合は、山地 64% 、果樹園 28% 、水田 7% であり、水文観測が開始された昭和47年以降変化していない。対象出水は、昭和47年～昭和57年のうち、 $s \sim q$ 図が一価に近い18出水を選定した。雨量は10分雨量を用い、流量は10分毎の自記水位を $H \sim Q$ 式により流量換算したものを用いた。

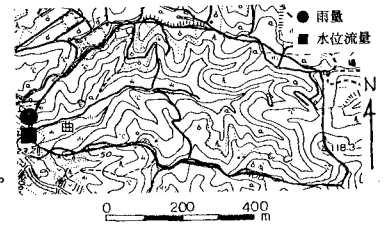


図1 流域図

3. データ解析

流域貯留高 s を次式で求めて

$$s = \sum r - \sum q \quad (1)$$

r ; 観測雨量 q ; 直接流出高

$s \sim q$ 図を作成した(図2)。 q は水平分離法により基底流出高 q_b を除いたものを用いた。この図より、少なくとも2ヶ所の傾向の変化点が観察できる。点①は、初期の降雨損失が終了した点、点②は中間流出より表面流出が卓越又はその逆へ移行する点と推定される。

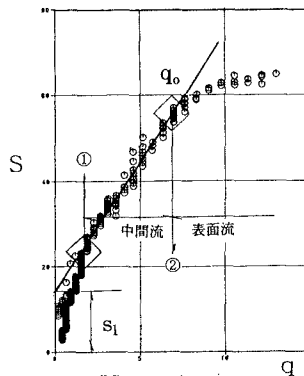


図2 $s \sim q$ 図

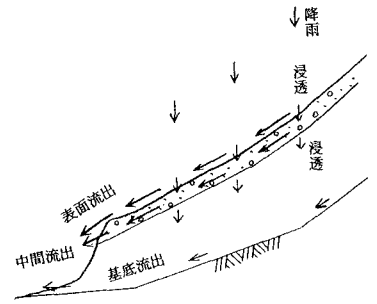


図3 山地斜面上の雨水の流れ

4. 流出解析モデル

直接流出を対象とした本モデルの概念図を図4に示す。右タンク内の貯留高 s が図2の点①と②を通る直線の切片 s_1 に達するまでは流出は起こらず、 s が s_1 より大きくなると中間流出孔から流出し、さらに $s_0 + s_1$ より大きくなると左タンクの表面流出孔からも流出をはじめ、2つの流出高を加えたものを直接流出高としている。

流出パラメータ k, p は流出ごとに設定することとし、貯留指数 p については Kinematic wave 法と貯留関数法との類似性により導かれた、Manning 型表面流 $p_s = 0.6$ 、Darcy 型中間流 $p_i = 1$ を用いた。各流出の計算式は次のようになる。

(1) 中間流出のみ

連続式 $r_e - q_i = ds_i / dt \dots \dots \dots (2)$

貯留式 $s_i = k_i q_i^{p_i} \quad (0 \leq q_i < q_0) \dots \dots \dots (3)$

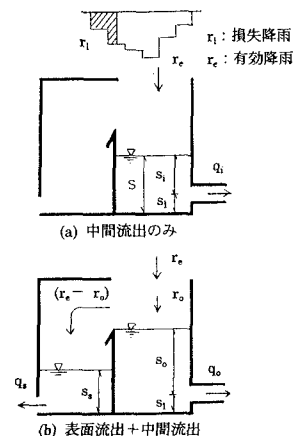


図4 流出モデル概念図

キーワード 貯留関数法, 表面流出, 中間流出

〒889-2192 宮崎市学園木花台1丁目1番地 TEL 0985-58-2811 FAX 0985-58-1673

r_e : 有効降雨

s_i : 中間流出の貯留高

k_i : 貯留係数, $p_i = 1$, q_i : 中間流出高

(2) 表面流出+中間流出

連続式 $(r_e - r_o) - q_s = ds_s / dt \dots \dots \dots (4)$

貯留式 $s_s = k_s q_s^{p_s} \quad (q_s \geq 0) \dots \dots \dots (5)$

$s_i = s_o = k_i q_i^{p_i} \quad (q_i = q_o) \dots \dots \dots (6)$

r_o : 中間流出高 q_o に相当する降雨

s_s : 表面流出の貯留高

k_s : 貯留係数, $p_s = 0.6$, q_s : 表面流出高

総流出高 q は、次式で示される。

$q = q_i + q_s + q_b \dots \dots \dots (7)$

有効降雨は、初期一括損失法を採用し、観測降雨 r の総和が図2の切片 s_i に達した以降の観測降雨 r を解析に用いる。

5. 一の瀬川流域への適用と解析結果

解析流域を1つの流域モデルとみなし、河道モデルは考えていない。中間流の k_i は全出水で同一とみなし、解析結果から $k_i = 7$ と固定した。中間流⇄表面流の変化点の流出高 q_o は $s \sim q$ 図より読み取った。表面流の k_s は、ピーク流量誤差が0になるよう試算で求めた。計算結果を示す図5には従来モデルの計算値もあわせて示しているが、そのパラメータは、 $p_s = 0.6$, k_s はピーク誤差が0になる試算値、損失降雨は今回モデルと同一の値を用いた。両結果を比較すると、中間流タンクによる効果が低減部にみられ精度の向上がみとめられる。

図6には、中間流⇄表面流の変化点流出高 q_o と前期降雨 R (3日前合計値) との関係を示した。前期降雨の多少によって、流出の形態が異なること、すなわち前期降雨が多いと、 q_o が小となり表面流が卓越し、逆に前期降雨が少ないと q_o が大きくなり、中間流が卓越することを示唆している。

図7には2つのモデルの表面流の貯留係数 k の関係を示した。今回モデルの方が従来モデルより小さく、その変動幅も小さくなっている。

6. おわりに

今後 $s \sim q$ 図が一価にならない出水を対象に、流出成分や損失降雨を検討するとともに、今回モデルの適合性や流出パラメータの特性について検討したい。

本研究に際し、建設省大分工事事務所には水文資料の閲覧の便宜を図って頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建設省水文研究会：流出計算例題集2，全日本建設技術協会(1971)

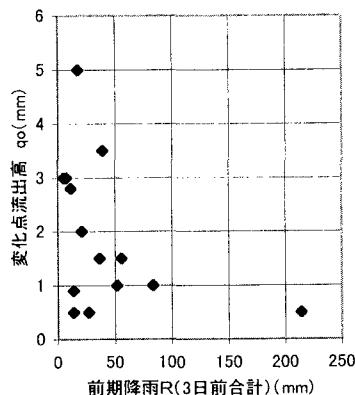


図6 前期降雨と q_o との関係

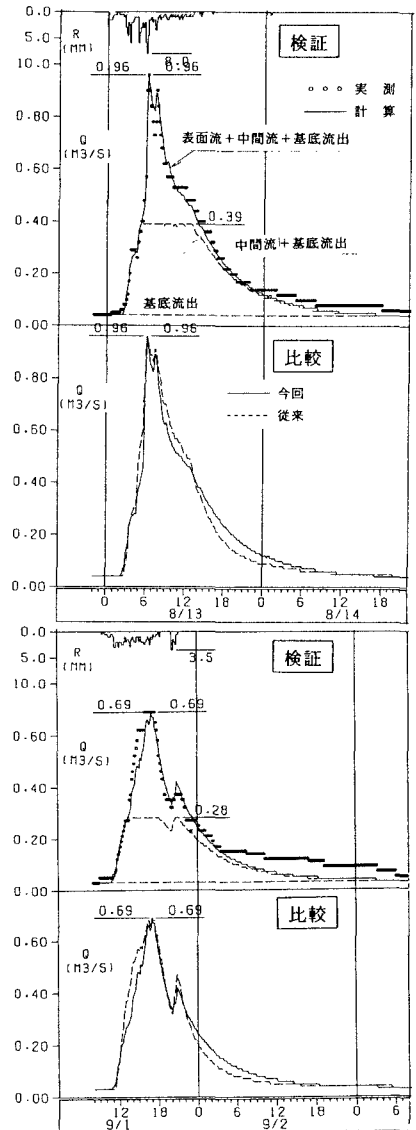


図5 シミュレーション結果

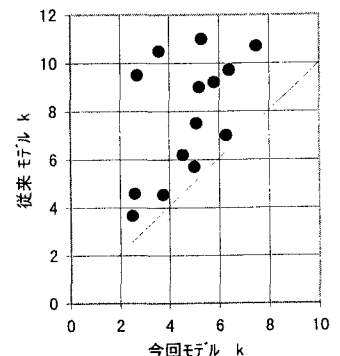


図7 貯留係数 k の比較