

II-330 貯留関数法の総合化

京都大学防災研究所 正員 永井 明博・角屋 睦
 静岡県土木部 正員 鈴木 克英

1. はじめに 貯留関数法の総合化については木村の研究もあるが、ここでは貯留関数と表面流モデル相互の関係を利用して、それぞれのモデルの最適同定結果に基づき、山地河川流域を対象として貯留関数法の総合化を試みて良好な結果を得た。その概要を報告する。

2. 対象出水と有効雨量 対象出水は、山地流域 ($0.25 \sim 1425 \text{ km}^2$) における $Q_p = 3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 以上の中出水である。このときの流域平均雨量は等雨量線図から求め、有効雨量は両モデルとも保留量曲線から推定した。直接流出量は、地下水流出が指数関数的に減水するものとして、降雨終了時まで逆押し この点と立上り点を結んで求めた。最適値を得るための評価基準には(1)式を用い、表面流モデルでは流域一様の斜面流定数 $[K, P]_{\text{opt}}$ 、貯留関数では流域を1ブロックとするときの $[K, P, T_L]_{\text{opt}}$ を求めた。

3. 貯留関数の定数と表面流定数 貯留関数の P と表面流モデルの p の最適値の関係は(4)式で近似できる(図1)。これは両モデルとも Manning 型斜面流が想定できることを意味している。また(5)式の Hack の法則が成立するものとする、貯留関数の K, T_L は表面流定数を含む(6)、(7)式で表現できることが理論的に推論される。この関係を具体的に調べて図2,3を得た。同図中の式は、Hack の法則には対象流域の値 $u=1.35$, $v=0.6$ (km 単位)をそのまま用い、かつ $t_c/t_d=0$, $\beta=1/4$ としたものであるが、最適値とよく適合している。また同図中には天神川市街地流域の結果も併示しているが、 K に関する式は市街地帯の結果とも符合している。このことは 図中の式が流域の土地利用状態の変化にも対応しうることを示唆している。一方、市街地帯の T_L の値は推定式からかなりはずれているようにも見えるが、実は両者の差は10分以下であり、実用的にはこれらの式でも十分と思われる。

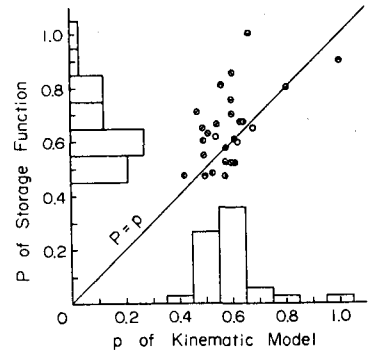


図1 貯留関数の P と表面流モデルの p

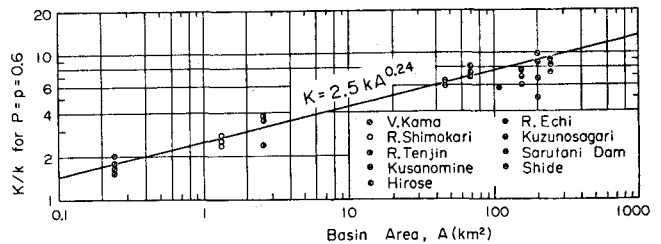


図2 貯留関数の K と表面流定数の関係

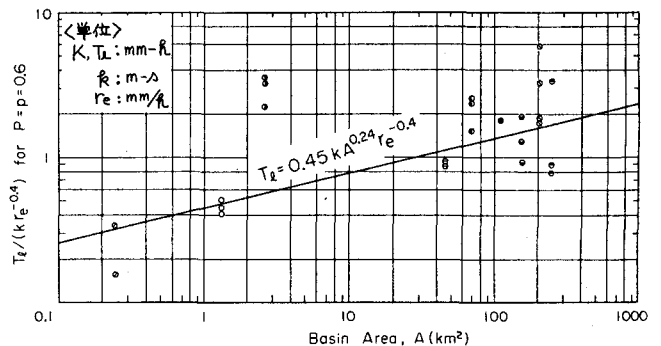


図3 貯留関数の T_L と表面流定数の関係

$$J_{xs} = (Q_0 - Q_c)^2 / Q_0 \rightarrow \min, Q_0 \geq Q_c \quad (1)$$

$$R = R_g P \quad (2)$$

$$Q_L = K Q_L^P, Q_L(t) = Q(t + T_L) \quad (3)$$

$$P = p = 0.6 \quad (4)$$

$$L = u A^v \quad (5)$$

$$K = \frac{1}{1+p} \frac{1}{(2u)^p} \left(1 + \frac{1+p}{1+p} \frac{t_c}{t_d}\right) R A^{p(1-v)} \quad (6)$$

$$T_L = \beta \left(1 + \frac{t_c}{t_d}\right) R A^{p(1-v)} t_c^{p-1} \quad (7)$$

Q_0 : 実測流量, Q_c : 計算流量, L : 主河道長, A : 流域面積, t_c : 有効降雨強度
 t_d, t_c : 斜面, 河道の伝バ時間,
 u, v, β : 定数, t_c : 河道流定数。

4. 総合化定数推定式 実用性を重視するならば、定数 K , T_e を流域地形量から直接に推定できれば好都合であると考え、山地流域について図4, 5中の式を決定した。この式の A の指数の値は 前述の相互関係式の値よりも小さくなっている。今後の検討によって、式の係数が若干変わるとしても、大幅な変化はないものと予想している。図中の式から推定される値は、とりあえずの数値として十分利用できる ものと思われる。

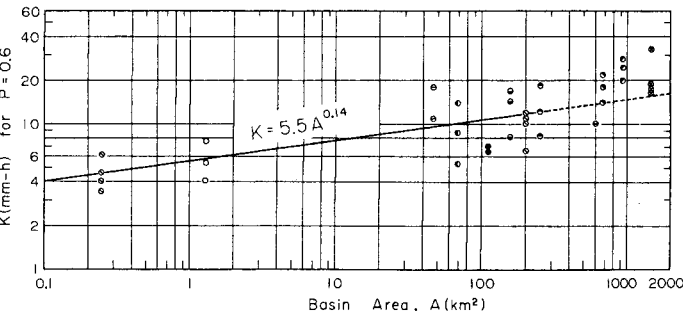


図4 貯留関数の K と流域面積の関係

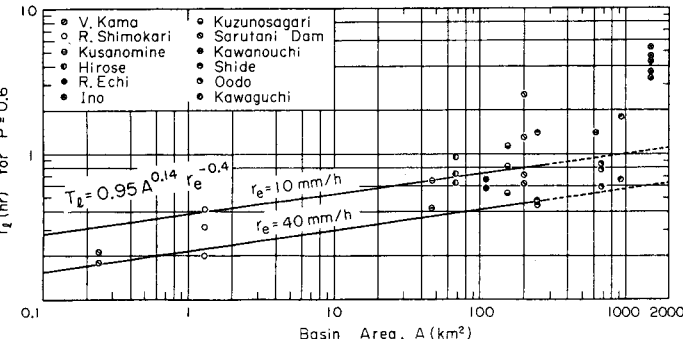


図5 貯留関数の T_e と流域面積の関係

5. 検証 前項の定数推定式を分布型貯留関数モデルに適用して、その信頼性をチェックする。このときの河道の貯留関数は河道流定数 k_c, t_c を用いて図6のように設定し、河道の遅れ時間 T_{ec} は、河道上流端ピーク流量の伝ば時間 t_w で決定されるものとして(8)式より推定する。従来の扱いでは河道付随流域からの流量 Q_3 を河道ブロック上流端に流入させているが、 Q_3 にはすでに河道効果が含まれているからここでは Q_3 は河道には流入させず、河道の貯留関数の流入量は上流域からの流量のみとする(図6)。

再現結果の一例を図7, 8に示す。図7には定数推定式の決定に際して対象外とした木津川流域の結果も併示しているが、いずれも再現性は良好である。これより、前項の定数推定式は実用的には十分使えそうである。

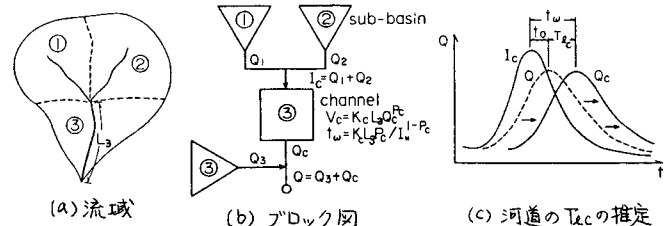


図6 分布型貯留関数

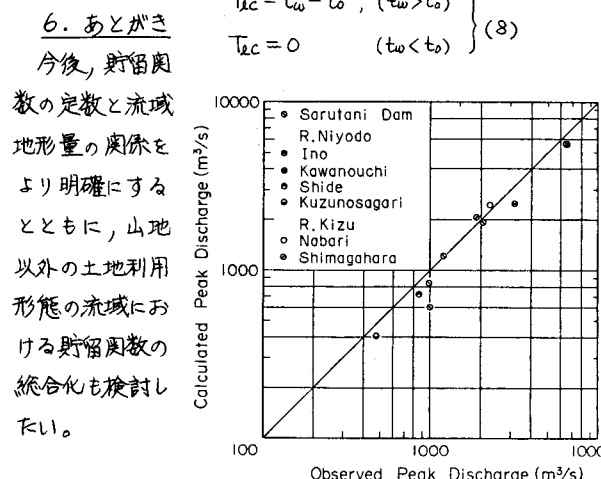


図7 ピーク流量の再現結果

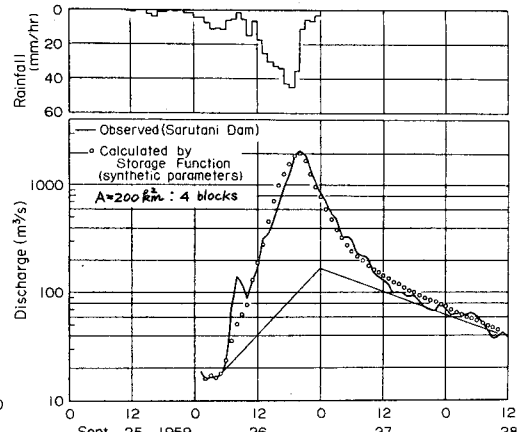


図8 総合化定数による再現結果の一例