

II-216

線形貯水池モデルによる山地河川の洪水流出解析

早稲田大学大学院	学生会員	真保 敏一
早稲田大学理工学部	正会員	鮎川 登
国土館大学工学部	正会員	北川 善廣
早稲田大学大学院		片山 能輔

1. はじめに Nashの線形貯水池モデルは貯留係数の値を変えることにより表面流出、中間流出あるいは地下水流出に相当するような流出量ハイドログラフを表示することができる。ここでは、2段の線形貯水池モデルを3つ並列に並べ、それぞれを表面流出、中間流出および地下水流出に対応させ、それらの和として洪水流出を計算することを考え、流出解析を行なった結果について述べる。

2. 線形貯水池モデル Nashの線形貯水池モデルの瞬間単位図

$$u(t) = \frac{1}{K\Gamma(m)} \left(\frac{t}{K}\right)^{m-1} \exp\left(-\frac{t}{K}\right) \dots\dots\dots (1)$$

を用い、線形貯水池の数 m が2の場合について、継続時間 t_r の一定強度の有効雨量 R_0 による面積 A の流域からの流出量（単位図）をもとめると、次のようになる¹⁾。

$$\begin{aligned} Q(t) &= \beta AR_0 e \left\{ 1 - \left(1 + \frac{t}{K} \right) \exp \left(-\frac{t}{K} \right) \right\} & : t \leq t_r \\ Q(t) &= \beta AR_0 e \left\{ \left(1 + \frac{t-t_r}{K} \right) \exp \left(-\frac{t-t_r}{K} \right) - \left(1 + \frac{t}{K} \right) \exp \left(-\frac{t}{K} \right) \right\} & : t > t_r \end{aligned} \dots\dots (2)$$

ここで、 K は貯留係数、 β は単位換算係数である。式(2)により貯留係数 K をパラメータとして単位図を描くと、図1のようになり、貯留係数 K の値を変えることにより単位図の形状を表面流出、中間流出、地下水流出に対応させることができるように思われる。

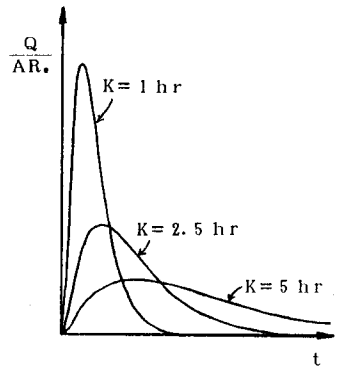


図1 貯留係数 K と流出高の関係

3. 流出モデル 流域を小流域に分割し、各小流域からの流出を流出点へ流出させ、合流させながら河道を伝播させて所定の地点における流量を算出することを考える。

各小流域からの流出量は2段の線形貯水池モデルを3つ並列に並べ、貯留係数の値を適当に定めることによって、表面、中間および地下水流出を計算し、それらの和として洪水流出量を求める(図2)。各線形貯水池への入力(有効雨量)は $f_s \cdot R$ 、 $f_i \cdot R$ 、 $f_g \cdot R$ (R は雨量)とし、表面流出率 f_s は図3のようにとり、中間流出率 f_i は $f_i = f_i' (1 - f_s)$ 、地下水流出率 f_g は $f_g = f_g' (1 - f_i') (1 - f_s)$ とし、 f_i' および f_g' は一定とする。

貯留係数は次のように与える。中間流出および地下水流出に対する貯留係数 K_i および K_g は一定とし表面流出に対する貯留係数 K_s は流域の土地利用や地形などの影響を考慮しうるように次式で与える¹⁾。

$$\begin{aligned} K_s &= \frac{1}{4} t_{00}, \quad t_{00} = \beta_1 \{ L / (\alpha R_s^{2/3}) \}^{3/5} & : t_r \geq t_{c0} \\ K_s &= \frac{1}{4} (t_r + \beta_2 \{ 3 / (5\alpha) \} (L - \beta_3 \alpha R_s^{2/3} t_r^{5/3}) / (R_s t_r)^{2/3}) & : t_r < t_{c0} \end{aligned} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $R_{s0} = f_s \cdot R$ 、 L は流域斜面長、 $\alpha = \sqrt{\sin \theta} / N$ 、 θ は流域斜面の傾斜角、 N は流域斜面の等価粗度、 β_1 、 β_2 および β_3 は単位換算係数である。

4. 流出モデルの適用例 ここて提案した2段の線形貯水池モデルを用いた流出モデルを流域面積 263km² の山地河川に適用した。流出計算は流域を16の小流域に分割して行ない、流出モデルに含まれるパラメータの値は試算により定め、表1に示めすような値とした。5つの洪水について流出計算を行なった結果、4つの洪水については、図4に示すように、計算と観測の流量ハイドログラフはほぼ一致したが、1つだけ一致しない洪水があった。

表1 パラメータの値

表面流出 N=1.0			
f_{s1}	f_{s2}	R_{c1}	R_{c2}
0.05	0.3	100mm	300mm

5. おわりに 本研究の遂行にあたり貴重な資料を提供して下さいました関係各位に謝意を表します。

参考文献 1) 鮎川 登・北川善廣：都市周辺の中小河川の洪水流出解析，土木学会論文集，No.443/II-18，pp.1~8，1992年2月。

中間流出		地下水流出	
f'_i	K_i	f'_g	K_g
0.15	3hr	0.3	10hr

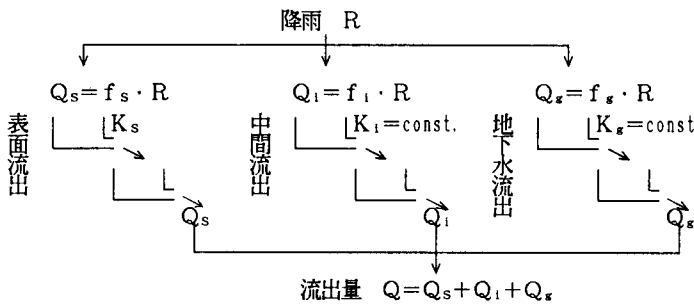


図2 流出モデル

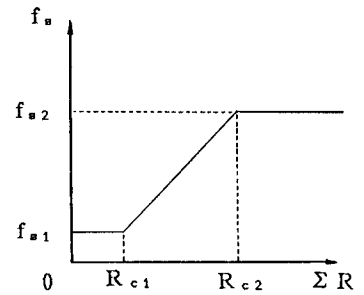


図3 表面流出率

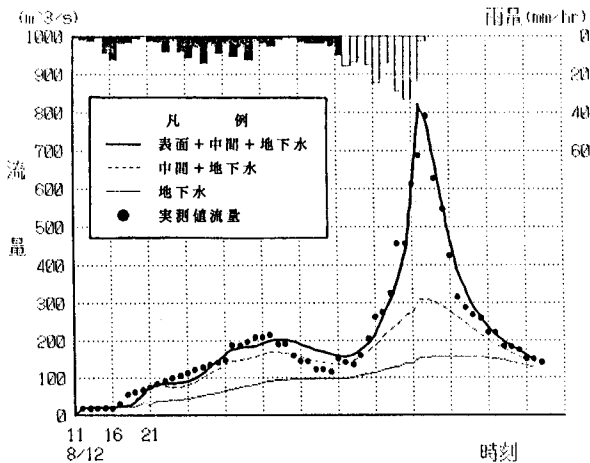


図4-a 流出計算例（その1）

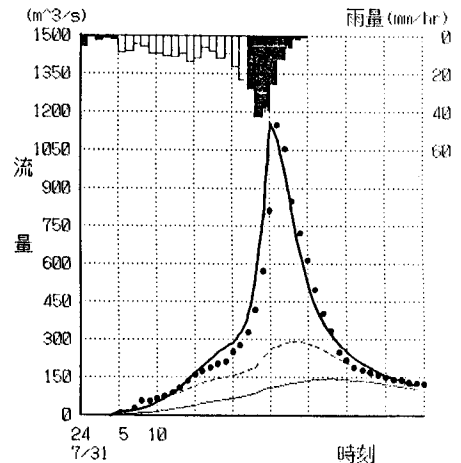


図4-b 流出計算例（その2）