

(株) ケーエーケー技術研究所 正 員 西村 克己  
 近畿大学理工学部 正 員 重光 世洋  
 近 畿 地 建 山根 哲朗

### 1. はじめに

流域の開発等による土地利用形態の変化は、洪水流出は言うまでもなく、低水流出にまで大きく影響をおよぼす。本報告は、後者に視点をおいた長期流出について取り扱うものである。

長期流出の推定法としては種々提案されているが、本報告では主に土地利用形態の変化にともなう流出量の変化を浸透特性の変化としてとらえて、浸透能理論より導かれた補給能理論<sup>(1)</sup>を適用した。しかし、長期流出量の予測資料としてある降雨資料は、その多くが日雨量である。よって、日雨量より流出量を推定する方法について2, 3の検討を行い、その有効性について考察をしたものである。

また、補給能の変化に関するパラメーターは数多く、初期の定数推定にあたっては、かなりの困難さに直面する場合がある。しかし、ある程度土地利用形態もしくは、地目別についての検討が可能ならば、問題は比較的簡単に検討することができよう。<sup>(2)</sup>

### 2. 補給能の変化

補給能による長期流出の予測については、大きく次の3通りのケースを考えた。

(i) 時間雨量より推定する場合 (あるいは、もっと短い時間単位)

(ii) 日雨量より推定する場合

(iii) 日雨量をある仮定を設けて時間雨量パターンに変換して推定する場合

(i)については、文字通り時間雨量より推定する場合であり、計算例は比較的多い。(ii),(iii)については、日雨量を用いるものである。

日雨量により補給能の変化を推定する場合に問題となるのは、降雨終了後の補給能をいかに評価するかにある。その評価法として、降雨形態関数 $K$ を説明変数とした次式を用いた。<sup>(3)</sup>

$$f_e = f_c - (f_0 - f_c)e^{-KR} \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 $f_e$  : 降雨終了時の補給能 ( $\text{mm/hr}$ ) ,  $f_0$  : 降雨開始時の補給能 ( $\text{mm/hr}$ )

$f_c$  : 下限補給能 ( $\text{mm/hr}$ ) ,  $K$  : 降雨形態関数 ( $\text{mm}^{-1}$ ) ,  $R$  : 一連の降雨量 ( $\text{mm}$ )

降雨形態関数 $K$ については、時間雨量により推定した諸定数を用いて、これを日雨量との関係により推定した。

### 3. 日雨量の時間雨量への置き換え

つぎに、日雨量を時間雨量に置き換えて補給能の変化を評価する場合、ハイトグラフとその継続時間の設定が問題となる。統計的な手法を用いて推定するのも一法であり、確かに精度は高いであろうが、多くのデータを必要とし、計算も複雑になる欠点も有する。よって、ここでは、できるだけ簡便な方法として、補給能曲線に近似したハイトを与えれば、自然現象に近いのではないかという視点に立って図-1に示すような模式図を適用してみた。

図中に示す(1-μ)は、長期間の流出解析により、観測値の低減部に合致するように求めればよい。

### 4. 適用例

以上の仮定により、実際の流域について、計算を試みた。対象とした流域は、そのほとんどが市街化されていない山地流域であり、ある一年間の降雨・流量観測の資料を用いて計算を行った。

しかしながら、計算を行う上で推定しなければならない定数が多くある。それは、上限補給能 $f_u$ 、圃場補給能

いわゆる地下水の流出開始の限界補給能 $f_*$ 、下限補給能 $f_c$ および降雨形態の関数 $K$ である。これらの推定法については、以下のような手法を提案した。<sup>(4)</sup>

- (i) 下限補給能 $f_c$ を、実際のハイドログラフより第一近似値として求める。
- (ii) 上限補給能 $f_u$ 、圃場補給能 $f_*$ を推定する。この際 $f_*$ については、図-2に補給能と土壌含水比を示すように、吸着含水比 $\omega_a$  10%、圃場含水比 $\omega_c$  20%、飽和含水比 $\omega_s$  34%と、 $f_c$ 、 $f_*$ 、 $f_u$ が直線関係となるので、補給能の無次元量 $(f_u - f_*) / (f_* - f_c)$ の値を 図-1 日雨量の時間雨量への変換 $1/1.4$ に固定して推定する。
- (iii) 降雨形態関数 $K$ を0.005 ~ 0.05の範囲で0.0001ピッチで与えて試算により最適の組み合わせを決定する。
- (iv) 各定数を図-2の平面上で平行移動して修正する。
- (v) 最後に $K$ を微修正する。

実際の観測値と第2節の3通りの計算手法による結果の比較を図-3に示す。また、計算に用いた補給能諸定数等を表-1に示す。

### 5. 結果および考察

- 以上の手法を用いて計算した結果について考察すると次のようになる。
- (i) 日雨量による計算であっても長期流出予測であれば、時間雨量を用いた場合とほぼ同程度の計算が可能である。
- (ii) 第2節(ii)で述べた日雨量をそのまま用いた場合でも、同程度信頼できる値が得られるので、かなり計算の簡略化ができる。
- (iii) 第4節の定数推定の計算手法は試算が含まれるが比較的容易に計算が可能である。

また、適用流域が少ないため、今後多くの流域についての計算をしなければならぬこと、および(iii)の手法については、まだ若干の改良があるものと考えている。

最後に、本研究に当り終始有意義な御討議を賜った京都大学防災研究所 角屋 睦 先生、並びに建設省猪名川工事事務所 橋本 健 課長に対して、感謝の意を表します。また、資料の整理解析にケーエケー技術研究所 田口雅弘氏の協力を得た。記して謝意を表します。

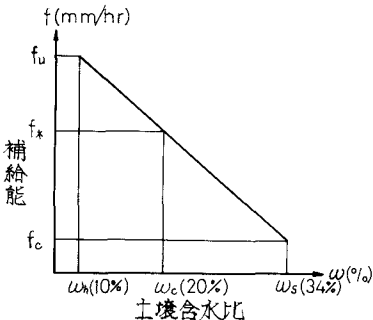
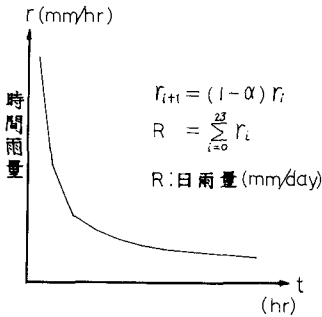
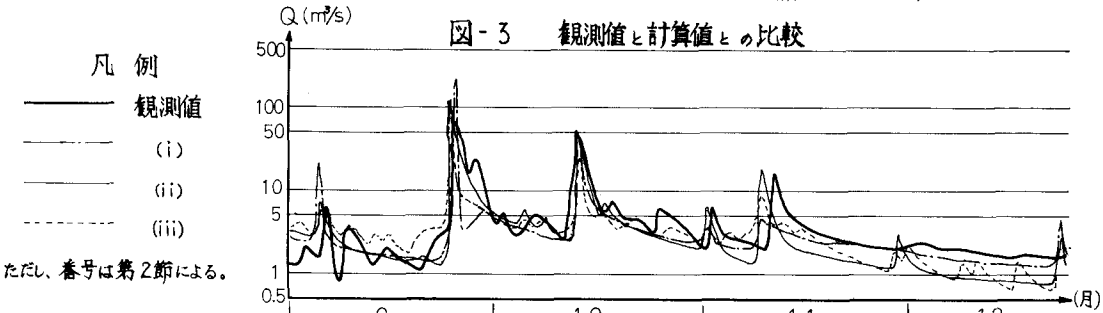


図-2 補給能と土壌含水比との関係

表-1 定数表

| 土地利用形態                  | 山地流域   |
|-------------------------|--------|
| 流域面積 (km <sup>2</sup> ) | 230.12 |
| $f_u$ (mm/hr)           | 6.0    |
| $f_*$ (mm/hr)           | 3.9    |
| $f_c$ (mm/hr)           | 1.0    |
| $K$ (mm <sup>4</sup> )  | 0.025  |
| $\alpha$                | 1/7    |

図-3 観測値と計算値との比較



〔参考文献〕(1)角屋・豊国・文達：山地小流域河川の低水解析(2)；京大防災研年報第10号 B,(2)角屋：都市化と流出,(3)角屋・豊国・文達：山地小流域河川の低水雨水損失解析,昭和42年講,(4)重光・田口・西村：浸透特性の長期流出に及ぼす影響について,昭和53関西支部年講,(5) (1)と月に