

II-59

A M e D A S による水文地図の作成例

— 雨水貯留施設の利水効果を評価する場合 —

近畿大学理工学部 加納 祐 啓

近畿大学理工学部 江 藤 剛 治

1. はじめに

国技館をはじめ全国各地でためた雨水を雑用水として有効利用しようという試みが始められている。このような雨水貯留施設の利水効果については、これまで、実測の降雨資料を入力とする水収支シミュレーションにより評価されてきた。著者らは、雨水貯留施設の利水効果を表わす式を導いた。この式には降雨特性を表わすいくつかのパラメーターが入っている。A M e D A S の降雨資料を用いて、これらのパラメーターの値を全国各地について計算し、これを日本地図上にプロットした図を作成した。これを用いて雨水貯留施設の利水効果を容易に評価することができる。

2. 提案式

利用率の式は次の簡単な式で表わされる^{1)~3)}。

$$\varepsilon = C \{1 - \exp(-Z'_0 / C)\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

$$Z'_0 = Z_0 - c_{zd} Z_d + D T_r$$

$$Z_d = Z_0 - 2 \ln\{2 - \exp(-Z_0 / 2)\}$$

$$\begin{cases} C = D, & c_{zd} = \sqrt{D} \quad \dots\dots\dots (D \leq 1 \text{ のとき}) \\ C = 1, & c_{zd} = 1 / \sqrt{D} \quad \dots\dots\dots (D > 1 \text{ のとき}) \end{cases}$$

D , Z_0 , T_r は無次元表示で表わした、単位時間当たりの利用水量、貯留施設の容量、一雨流出継続時間を表わす。すなわち、利用水量を d 、貯留容量を z_0 、平均一雨総流出量を $\bar{v}$ 、平均流出時間間隔(直接流出開始から次の直接流出開始まで)を $\bar{t}_R$ 、平均流出継続時間を $\bar{t}_r$ とするとき、

$$D = \bar{t}_R \cdot d / \bar{v}, \quad Z_0 = z_0 / \bar{v}, \quad T_r = \bar{t}_r / \bar{t}_R \quad \dots\dots\dots (2)$$

D は、利用水量の無次元量を表わす。すなわち、一雨から次の一雨までの間の利用水量が、一雨流出量の何倍になっているかを表わす。 Z_0 は、無次元貯留容量で、貯留施設の容量が一雨流出量の何倍になっているかを表わす。 $\bar{v}$, $\bar{t}_R$, $\bar{t}_r$ 等は水文特性からすぐ求まるから、利用水量、貯留施設の容量を与えれば、流出した雨水の何% ($\varepsilon \times 100$) が有効に利用されるかがすぐわかる。

3. 利用法の例

利用法の例を示す。たとえば貯留容量 $z_0 = 500 \text{ m}^3$ 、利用(目標)水量 $d = 120 \text{ m}^3 / \text{day} (= 5 \text{ m}^3 / \text{hr})$ とする。平均流出継続時間 $\bar{t}_r = 6 \text{ hr}$ 、平均流出時間間隔 $\bar{t}_R = 5 \text{ day} (= 120 \text{ hr})$ 、平均一雨流出量 $\bar{v} = 160 \text{ m}^3$ とする。式(2)等によりこれらは無次元化すると、 $Z_0 = 3.125$, $D = 3.75$,

$T_r = 0.05$ 。これを式(1)に代入すると、利用率 $\varepsilon = 90\%$ となる。実際に利用できる水量は平均して $120 \times 0.9 = 108 \text{ m}^3 / \text{day}$ 。上水道から補給すべき不足水量は、平均すると $120 - 108 = 12 \text{ m}^3 / \text{day}$ 。ただし貯留施設が空になったとき補給するので、補給パイプの容量は利用（目標）水量 d に等しく、 $120 \text{ m}^3 / \text{day}$ でなければならない。すなわち雨水貯留施設は、本来の水源であるダムの水の使用量の低下、すなわち水位の低下には若干ではあっても寄与するが、一旦渇水時に入ったときは、雨水貯留施設に依存していた水量のすべてが上水道に依存することになることを注意しておく。貯留施設が空になって、上水道から給水する期間の率は $100 - 90 = 10\%$ である。逆に利用率と、利用（目標）水量を与えて、必要貯留容量を求めることなども容易である。

4. 降雨指標の計算と、その水文地図

式(1)，(2)の計算に必要な諸量を表-1に示す。このうち降雨特性から与えられるパラメーターは、平均一雨雨量 $\bar{r}$ ，平均流出時間間隔 $\bar{t}_R$ ，平均流出継続時間 $\bar{t}_r$ である。ただし、 $\bar{t}_r$ ， $\bar{t}_R$ は、初期損失 2mm を除いたときの一雨降雨の継続時間、その時間間隔として近似する。

使用した資料は1976～1985年までの10年間のAMeDAS降水量資料である。各諸量を月ごとに計算したものと年間を通して計算したものを用意した。

AMeDASは全国に1317地点（1985年現在）の観測所を持っている。すべての観測所で時間降水量を観測している。降水量資料を調べてみると、観測初期に欠測が多く見られる。冬期には特に多くなっている。欠測が多い場合には、統計処理に問題が生ずる。したがって、10年間の資料の中に連続して1年以上欠測の記録のある地点については解析の対象としなかった。本報告では比較的資料の整っている778の観測所を解析の対象とした。解析の対象とした観測所の記録に欠測が現れた場合には、無視することにした。たとえば、 n 時の資料が欠測であれば、 $n+1$ 時の資料を n 時の資料とみなす。すなわち、 $n-1$ 時の資料の次には $n+1$ 時の資料が並ぶことになる。

「無降雨継続時間が3時間以上続いた時、その前後の雨は別の一雨である」とした。次に初期損失を 2mm とし、これを各一雨雨量から差し引いた。よって 2mm 以下の一雨は無降雨とみなした。

得られた水文地図を一見すれば、これらの諸量の地域・季節特性が非常によくわかる。たとえば、昨年発表した治水を目的とするものとは基本的に異なる特性を持つ。治水を目的とするものは、日本列島の南から北へ、ほぼ単調に強度が減少し、日本の

表-1 計算に必要な諸量

降雨指標	平均一雨雨量	$\bar{r}$	(mm/hr)
	平均流出時間間隔	$\bar{t}_R$	(hr)
	平均流出継続時間	$\bar{t}_r$	(hr)
流出特性	流出率	f	
	流域面積	A	(km^2)
施設容量	貯留容量	z_0	(m^3)
	単位時間当たりの使用水量	d	(m^3 / hr)
注	平均一雨総流出量	$\bar{v}$	(m^3)
	$= 1000 \cdot f \cdot r \cdot A$ 流出率 f は不透透面積率にほぼ等しい		

【参考文献】

- 1) 江藤剛治・栗田秀明：雨水貯留施設の利水効果，第31回水理講演会論文集，pp.283-286，1987。
- 2) 江藤剛治：雨水貯留施設の治水・利水・水環境機能，1987年度（第23回）水工学に関する夏期研修会講義集（Aコース），土木学会水理委員会，1987。
- 3) 江藤剛治：雨水貯留施設の治水・利水および水質改善効果，第3回水資源に関するシンポジウム，pp.155-160，1987。