

II-10 洪水の到達時間に関する2, 3の考察

九州大学工学部 正員 ○平野 京夫
 鴻ノ池組 ○ 中島 遼郎

1. まえがき

降水の流出過程において、到達時間は洪水波形を規定する主要な要素の一つである。筆者らは前報¹⁾において到達時間の分布を考慮した流出解析式を導いて、到達時間の概念を明らかにするとともに、実測資料から到達時間を逆算する方法を提案した。本文においては、まずこの方法を市街化された流域と自然状態の流域に適用して両者の違いを検討し、次に、水田における貯留効果について到達時間の観点から若干の考察を行う。

2. 到達時間の逆算

(1) 試験地の概要 対象とした流域は、大分県支川一の瀬川にある建設省一の瀬流出試験地のうち、8.2%の宅地化されているE流域(流域面積0.146 km²)と、ほとんどが山地であるF流域(流域面積0.255 km²)の2つである。

両流域の流出特性をみるために、総損失高とピーク流出高をプロットすると図-2, 3のようになる。宅地化されたE流域では、保水量や浸透量が減少して損失量が少なくなっており、ピーク流量が増大していることがうかがえる。

(2) 到達時間の分布

到達時間の分布 $\phi(T)$ を考慮した流出解析式は¹⁾

$$f(t) = \int_0^{\infty} R(t, T) \phi(T) dT \quad (1)$$

$$R(t, T) = \frac{p \int_0^T r_e(t-\tau) d\tau}{\int_0^T \int_0^T r_e(t-\tau) d\tau \int_0^{\infty} r_e(t-\tau) d\tau} \quad (2)$$

ここに、 T は到達時間、 r_e は有効降雨強度、 $p=0.6$ 、 f は流出高である。

上式に降雨と流量の実測値を適用し、Simplex法を用いて $\phi(T)$ を求めてプロットすると図-4

のようになる。やはりバラツキ

があるが、市街化されたE流域の方が到達時間は短いことがわかる。到達時間の中央値 T_{50} をみると、E流域では20~30分、F流域では50~100分程度となっており、後者は前者の2~3倍となっている。

3. 水田における流出特性

河川の流域面積中に水田の占める割合は、通常数%から十数%程度であり、20%をこえるような場合も珍しくない。したがって、水田の割合の多い河川においては、水田の持つ雨水の貯留能力を積極的に活用するこ

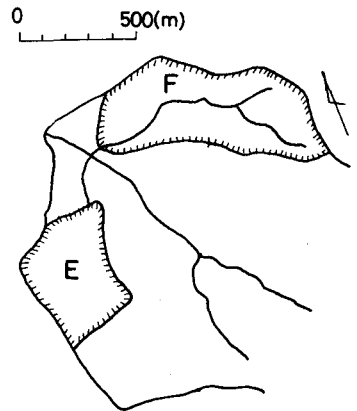


図-1 一の瀬流出試験地

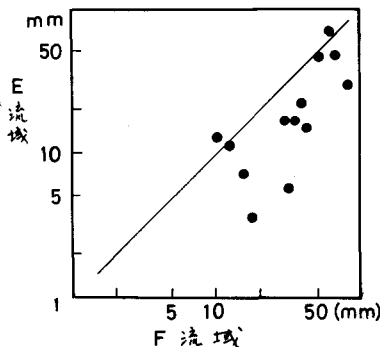


図-2 総損失雨量

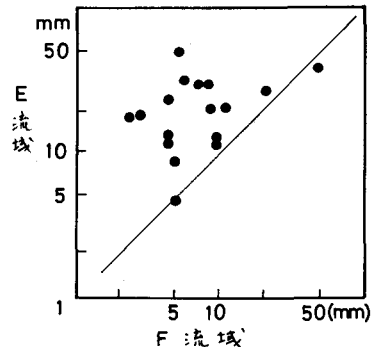


図-3 ピーク流出高

よにより洪水調節を行うことが可能であると考えられる。
そこで、ここでは、水田からの流出特性を規定する式を導いて検討する。

(1) 水田からの流出の計算式

図-5に示すように、次々に水田から水田へと流出していく場合を考える。まず、上流端から*i*番目の水田における連続と運動の式はそれぞれ

$$\frac{d\bar{h}_i}{dt} = r_e + (g_{i-1} - g_i) / l_i \quad (3)$$

$$g_i = \frac{2}{3} C \frac{b}{B} \sqrt{2g \bar{h}_i^3}, \quad (\bar{h}_i \leq y_0)$$

$$= \frac{2}{3} C \frac{b}{B} \sqrt{2g} \left\{ \bar{h}_i^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{B}{b} - 1 \right) (h - y_0)^{\frac{3}{2}} \right\}, \quad (\bar{h}_i \geq y_0) \quad (4)$$

ここで、 g は単位幅当りに推算した流出量、 $\bar{h}$ は水深、 l と B はそれぞれ水田の長さ、幅、 b は欠口の幅、 y_0 は欠口の深さ、 H は畦畔の高さ、 C は越流係数、添字*i*は*i*番目の水田を示す。上式を次の諸量
 $\omega = g/g_0$, $\eta = \bar{h}/H$, $\eta_0 = y_0/H$, $g_0 = \frac{2}{3} C \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}}$, $R = r_e/g_0$,
 $\tau = r_{e0} \cdot t/H$, $r_{e0} = g_0 \cdot L \cdot B/b$ (L は上流端から下流端までの距離)を用いて無次元化する。

$$\frac{d\eta_i}{d\tau} = R + (\omega_{i-1} - \omega_i) \frac{L}{l} \quad (5)$$

$$\omega = \eta^{\frac{3}{2}}, \quad (\eta \leq 1), \quad \omega = \eta^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{B}{b} - 1 \right) (\eta - \eta_0)^{\frac{3}{2}}, \quad (\eta \geq 1), \quad (6)$$

水田の個数*N*が多くなり、 $N \rightarrow \infty$ とすると、 $l/L \rightarrow 0$, $\tau = \pi/L$

と(2)式(3)は $\frac{\partial \eta}{\partial \tau} + \frac{\partial \omega}{\partial \tau} = R$ (7)

となる。上式は雨水路における不定流の式に一致する。特性曲線法によって解くことが出来る。いま、 $r_e = r_{e0}$ ($R=1$)とすると、式(6)

(7)の解は $\omega = \tau$ および $\eta = \tau$ となる。

(2) 欠口の深さと到達時間

図-6は $N = \infty$ で $B/b = 50$ の場合について、 η_0 をパラメータにして ω を示したもので、 $\omega=1$ となるときの τ の値が到達時間を示す。図より、畦畔からの越流が起ると流出量が急激に増大し、到達時間が短くなることかわかる。

(3) 水田の数と流出特性

畦畔からの越流がない状態 ($\eta < 1$) で水田の数 N が変化した場合の ω を示すと図-7のようである。図より、水田の数が多いほど流量の増加がゆるやかで貯留効果が大さくなることかわかる。すなわち、水田1個当りの面積が大さければ洪水の調節機能は大さくなることになる。

参考文献

- 1) 平野・伊東：到達時間の分布を考慮した流出解析，第22回水環(1983)

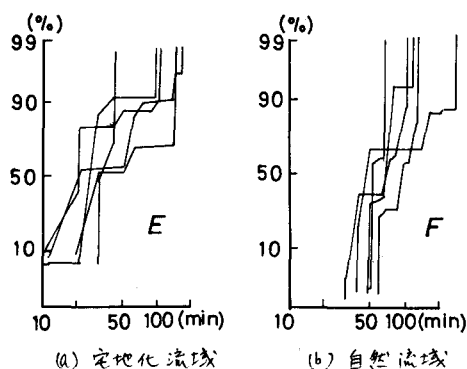


図-4 到達時間の分布

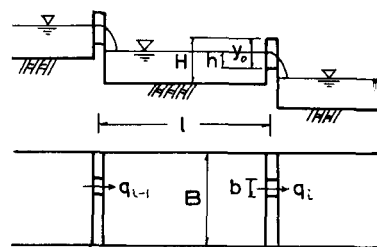


図-5 記号説明図

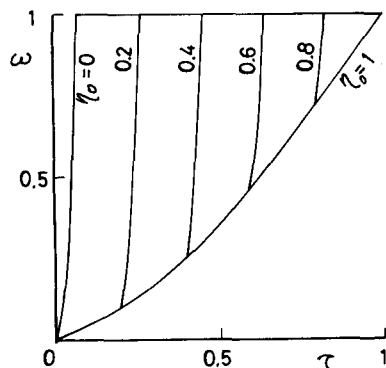


図-6 欠口深さと流出量

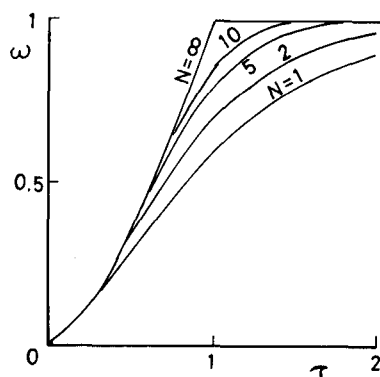


図-7 水田の数と流出量