

九州大学 正員 平野 栄夫
九州大学 学生員 小柳 真樹

1. まえがき

合理式は、簡便であることから従来洪水流量の推定式として多く用いられてきている。その際問題になるのは洪水到達時間の推定であり、種々の方法が提案されているが、確定的なものはまだないと言えよう。合理式は合理的な到達時間の計算法が確立してはじめてその名の通り合理的なものになると考えられる。ここでは流出試験地の資料を用いて洪水到達時間を計算し、その特性について若干の考察を加えた。さらに流域の到達時間の分布を考慮した流出解析により、実降雨に対してシミュレーションを行い、到達時間の分布の流域による違いを示した。

2. 流出試験地

ここで用いた降雨・流出資料は、九州地方建設局 大分工事事務所管内の一の類流出試験地におけるものであり、F流域は、面積 $A = 0.255 \text{ km}^2$ の丘陵山林流域、E流域は、面積 $A = 0.146 \text{ km}^2$ で 80% 開墾された宅地流域である。

3. 洪水到達時間 t_{pk}

合理式 ; $Q = (1/3.6) \cdot i_e \cdot A$ (1)

ここに Q : 流出量 ($\text{m}^3/\text{sec.}$)、 i_e : 有効降雨強度 (mm/hr.)、 A : 流域面積 (km^2) であり i_e は流出係数 f 、実降雨強度 i 、として $i_e = f \cdot i$ と表わすものとする。ここでは i_e は到達時間 t_{pk} 内の平均有効降雨強度と定め、流出量 $Q(t)$ のときの t_{pk} を逆算する方法を用いた。即ち次式を満たす t_{pk} を逐次計算により決定した。

$$\frac{3.6 Q(t)}{A} = i_e = \frac{\int_{t-t_{pk}}^t i_e(\tau) d\tau}{t_{pk}} \quad (2)$$

この方法を流出資料に適用した結果を図-1に示す。(2)式によると t_{pk} は

一般に2つ存在しこれらのうち大きいものから t_{pk1} 、 t_{pk2} と定めている。 t_{pk1} はピーク流出時に極小値を持ちこの値と平均有効降雨強度との関係を示したのが図-2、ピーク降雨との関係を示したのが図-3である。図-2には角屋式¹⁾による線を入れているが今回の計算値との間の適合性は良好ではない。自然流域であるF流域のデータは平均有効降雨強度との間に、ある程度の相関が認められる。しかし宅地化されたE流域のデータはばらつきが著しく相関は認められなかった。また、ピーク降雨との関係については、いずれの流域についても特別な関係は見出せなかったが、これは到達時間はピーク降雨よりもむしろ累加雨量に左右されるのではないかと想像される。

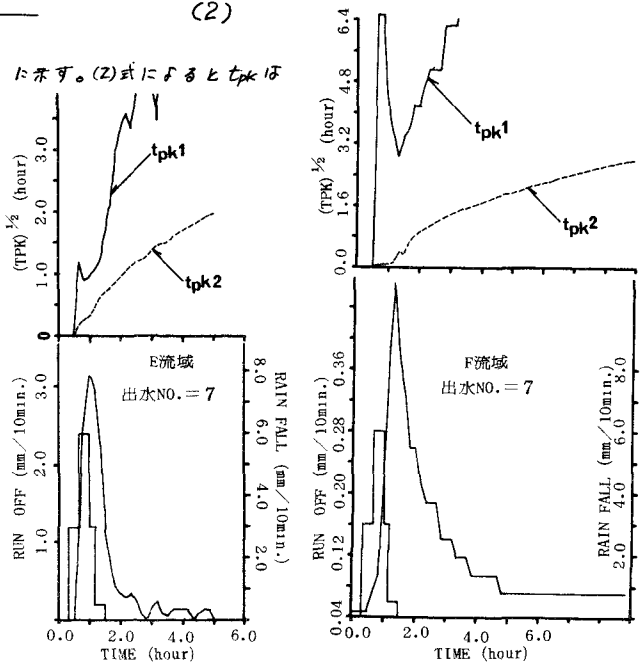


図-1

ch2に対して
今回は考慮を
加えていない
が、流域によ
る特別な差異
はないようで
あった。しか
しさらに検討
が必要であら
う。

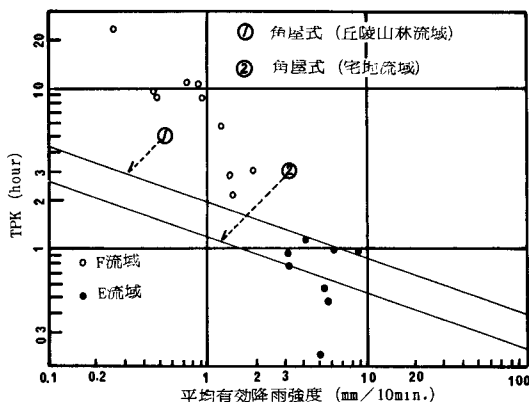


図-2

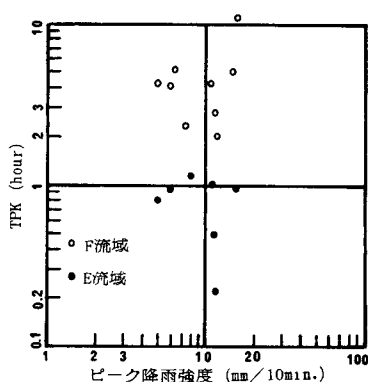


図-3

4. 到達時間の分布を考慮した流出計算

河道要素が斜面に比し無視されるような山地小流域について連環の式と運動の式を解き、到達時間 T の分布と確率密度関数 $q(T)$ として、運動方程式としてDarcy則を用いた場合は次式となる。²⁾

$$q(t) = \int_0^{\infty} \frac{q(T)}{T} \left(\int_0^T f_e(T-t) dt \right) dT \quad (3)$$

ここに $q(t)$ は時刻 t における流出高である。到達時間の分布は、斜面長の分布と標準偏差がほぼ等しい対数正規分布となることが知られている。³⁾ そこで $q(T)$ を対数正規分布とし、その中央値 T_0 、標準偏差 σ_T を変化させて、試験地の降雨に対してシミュレーションを行ない、実際の流出高と比較した。種々の T_0 、 σ_T を用いた結果、前々回の値¹⁾の値小値を T_0 に採用すると比較的良好な結果をもたらしした(図-4参照)。自然流域Fでは宅地流域Eに比較してピーク流出高の大きさが合わないのは本計算では流出率を1.0としている為流出率の小さい自然流域では適合性が悪くなるものと思われる。図-4より分かるように自然流域Fと宅地流域Eでは $q(T)$ の中央値 T_0 に関してかなりの差があるが、標準偏差 σ_T にはそれほど大きな差はないようである。

5. まとめ

流域に固有の流出特性量として到達時間 T_0 及び斜面長分布の標準偏差 σ_T を挙げる事ができるが、 σ_T の影響は T_0 に比し小さく、同一流域に対しては σ_T は一定と考えられるから結局 T_0 を推定する到達時間 tpk の値が大きな役割をもつことになる。本方法の妥当性についてはさらに多くの解析を必要とするものであり、また流域の地形量についてもあわせて研究が必要と思われる。

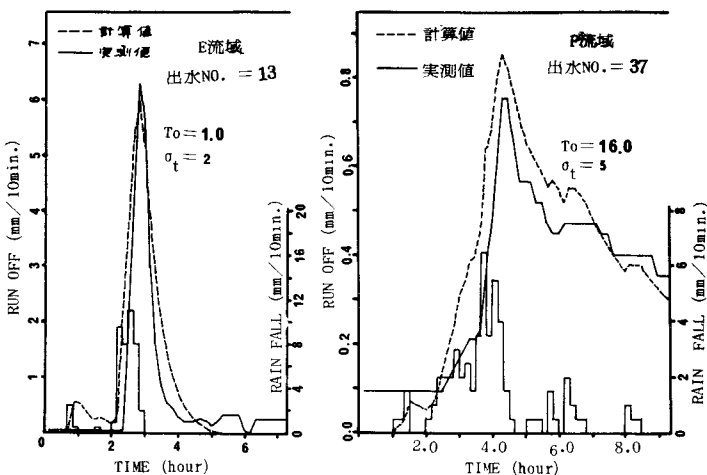


図-4 流出シミュレーション

《参考文献》

- 1) 角屋・福島 洪水到達時間と使用推定式 第30回土木学会年講
- 2) 平野・伊東 到達時間の分布を考慮した流出解析 第22回水理講演会論文集