II-129　Rational式による流出量算出法の一提案

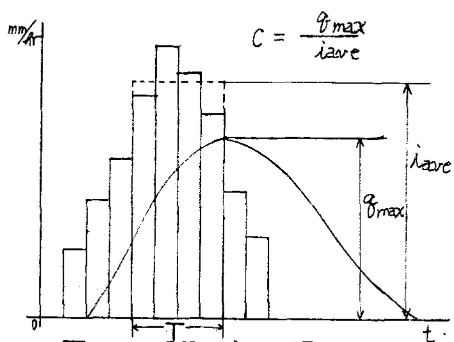
千葉工業大学　正員　島　正え
(株)水工コンサルタント　正員　○三間秀樹

1．まえがき　河川の流出量を検討する場合に，貯留関数法，タンクモデル法といった貯留の概念による逐次計算法が広く用いられている。しかし，非常に先鋭なハイドログラフや，ダムおよび堰などによる不連続なハイドログラフを流入量として流出量を計算する場合に，貯留の概念を使って等時間間隔に計算する場合，計算結果に振動が生じたり，肝心のピーク流量附近が余り正確に出なかったりする欠点がある。

そこで，筆者らは時間(Δt)を未知数とするような計算方法についてこれまで研究してきたが，従来の資料不足な中小河川や下水道計画などで用いられていたRational式の考え方が，時間が未知数になっているという点に着目した。そこでRational式の考え方を基本とした流出強度曲線法を提案し，モデル流域における観測値を使って比較検討してみた。

2．流出強度曲線による流出計算法

Rational式の考え方は，ピーク流量を生じせしめる雨水が，最上流点から最下流点に達するまでの流達時間内の降雨強度とピーク流量の比が一定(C)であり，図－1のような関係にある。



図－1　降雨と流出の関係

ところで，河川の計画流量を決定する際に，流達時間の算出方法として，従来河床勾配のみによるRzihaの式から求めた時間に，流入時間30分程度を加算して流達時間を求めている。

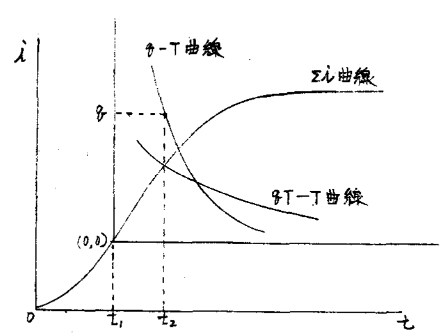
しかしながら，過去の中小河川の例を経験的に調べてみると，局地的な集中豪雨による洪水の流下はかなり早くなっており，洪水の規模が大きければ大きい程流達時間が短くなっている。

そこで，市街化された地域においてはManningの式が適用できると考えると，次のような流出強度式を導くことができる。

$$q = \frac{60B^2}{AT} \cdot \frac{\left(n v \sum_{r=1}^{n} \frac{l_r}{v_r}\right)^{3/2}}{(60T)^{3/2} B I^{3/4} - 2\left(n v \sum_{r=1}^{n} \frac{l_r}{v_r}\right)^{3/2}} \quad \text{------} (1)$$

$$qT = \frac{60B^2}{A} \cdot \frac{\left(n v \sum_{r=1}^{n} \frac{l_r}{v_r}\right)^{3/2}}{(60T)^{3/2} B I^{3/4} - 2\left(n v \sum_{r=1}^{n} \frac{l_r}{v_r}\right)^{3/2}} \quad \text{------} (2)$$

ここに，q：流出強度(mm/hr)，A：流域面積(m²)，T：流達時間(hr)，l：流路延長(m)，n：粗度係数，v：流速(m/sec)



図－2　図式による流出解析法

すなわち，q－T，qT－T曲線は次式のように表わされ，定数α，βを求めることによって図－2のようにし

て流出量の算出を行なうことができる。

$$q=\frac{\beta}{T^{2/3}-\alpha T}\ ,\quad qT=\frac{\beta}{T^{2/3}-\alpha} \quad \text{------------------------------}(3)$$

図－２を具体的に説明すると，$q-T$，$qT-T$図の原点(0,0)を累加有効雨量曲線$R-T$上で移動させれば，t_1時の流量がq_1となり，t_2-t_1がその時の流達時間となり，時間流量曲線を簡単に求めることができる。

3．モデル流域における実測値との比較

モデル流域における実測値から，図－１の考え方によって，Tとq_{max}の関係を得，式(3)および(4)の定数α，βを最小２乗法で求めると，図－３のＩ曲線のような結果が得られた。

次に，任意時刻の流量を生じせしめた雨水の流れを定流と仮定すると，qTは貯留量(S)となって，$S/q=T$という関係が得られる。

そこで，任意の洪水を選び出し，$S=\sum i-\sum q$の関係から，時間を追って$S-T$，$q-T$の関係を求め，最小２乗法により定数α，βを計算すると，図－３のI'の曲線のごとくなった。

また，この実測値から貯留関数法の定数K，P，T_lを求め，式を

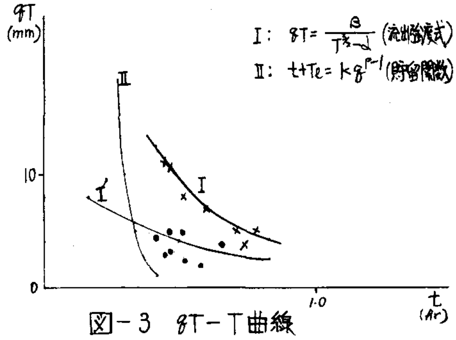
$$S=Kq^{P}-T_lq \quad \text{--------------------}(4)$$

$$t+T_l=Kq^{P-1} \quad \text{------------------}(5)$$

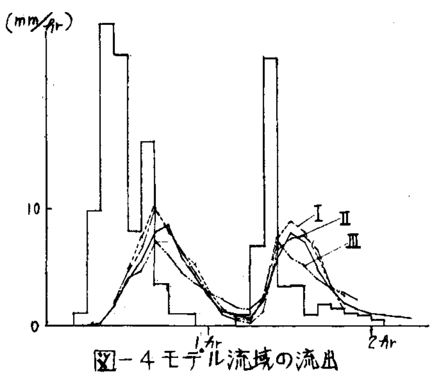
と誘導すると，図－３のⅡ曲線のごとくなった。

そこで，Ｉ'およびⅡ曲線から，図－２の方法によって流出計算を行なうと，図－４のごとくなり，両者とも非常に似かよった結果が得られた。

また，図－４の中のⅢのハイドログラフは，同じ定数の貯留関数を用いて，従来の逐次計算により行なったものであるが，結果はＩおよびⅡよりかなり緩らかになった。



図－３ $qT-T$曲線



図－４モデル流域の流出

4．あとがき

図－２による流出解析法が，Rational 式の考え方から出発したものであるが，式を誘導することによって，従来逐次計算によってしかできなかった計算も簡単に算出できる。また，筆者らの提案したこの解析方法は，必要な時間の流量が適宜に得られ，またダムなどの洪水調節による不連続な流入ハイドログラフも累加流入曲線にすることによって不連続でなくなり，振動して洪水調節した方がピーク流量が大きくなったというような計算結果が避けられる。

筆者らの考え方がどの程度利用価値があるかは，今後各方面で利用していただき，改善すべき点を指摘していただければ幸いです。