特性曲線法による斜面流出量算定の簡易化について

九　州　大　学

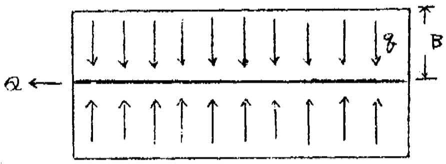
上　田　年比古

特性曲線法による斜面流出量算定の簡易化について

九州大学　上田　年比古

特性曲線を利用した出水解析法[1]は，非線型の流出現象を近似的に解く方法で，かなり良い結果がえられる。

この方法は流域をいくつかの矩形流域にわけて，図－1の様に，まず降雨を集めたら斜面を流下し，流路に流入するqを求め，次にこのqを流路にそって集め，矩形流域下流端の流量Qを求める。これを各矩形流域について計算し，順次下流の流量を求めてゆくのである。



図－1　模型矩形流域

この方法における斜面流出量qの算定において，従来の方法では標準特性流量線及び降雨がない場合の標準特性直線を画き，これらの*graph*から求めてゆくのであるが，この操作はかなり面倒であるし，また斜面の流下流量が大きくなって，雨量強度が小なるときは*graph*からの読取りにおいて，かなり大きな誤差を伴なう。

以下において，このqを簡単に，かつ誤差少なく算出する方法をのべる。

斜面の水の流れの方程式を，流路にそう単位巾をとって考えるには，運動方程式として近似的に*manning*式が成立するとすれば，

$$q = \frac{\sqrt{i}}{N} h^{\frac{5}{3}} \quad \text{-------------} \quad (1)$$

連続の式として

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \quad \text{-------------} \quad (2)$$

こゝに q；斜面流量，N；斜面の等価粗度，h；水深，i；斜面勾配，r；降雨強度，t；時間，x；斜面にそう距離である。

(1)，(2) よりqを消去すれば

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\sqrt{i}}{N} \frac{5}{3} h^{\frac{2}{3}} \frac{\partial h}{\partial x} = r \quad \text{----------} \quad (3)$$

これを特性曲線表示すれば

$$\frac{dx}{dt} = \frac{5}{3} \cdot \frac{\sqrt{i}}{N} h^{\frac{2}{3}} \quad \text{or} \quad \frac{dx}{dt} = \frac{5}{3} \cdot \frac{q}{h} \ \text{上にて} \quad \text{------} \quad (4)$$

$$\frac{dh}{dt} = r \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (5)$$

また (1), (2) よりhを消去し 同じく特性曲線表示すれば

$$\frac{dx}{dt} = \frac{5}{3} \cdot \frac{q}{h} \quad 上にて \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (6)$$

$$\frac{dq}{dx} = r \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (7)$$

いま上流端 $x = 0$, $t = 0$を出発する特性曲線を考える。$r = const$ とすれば、(5), (7)より

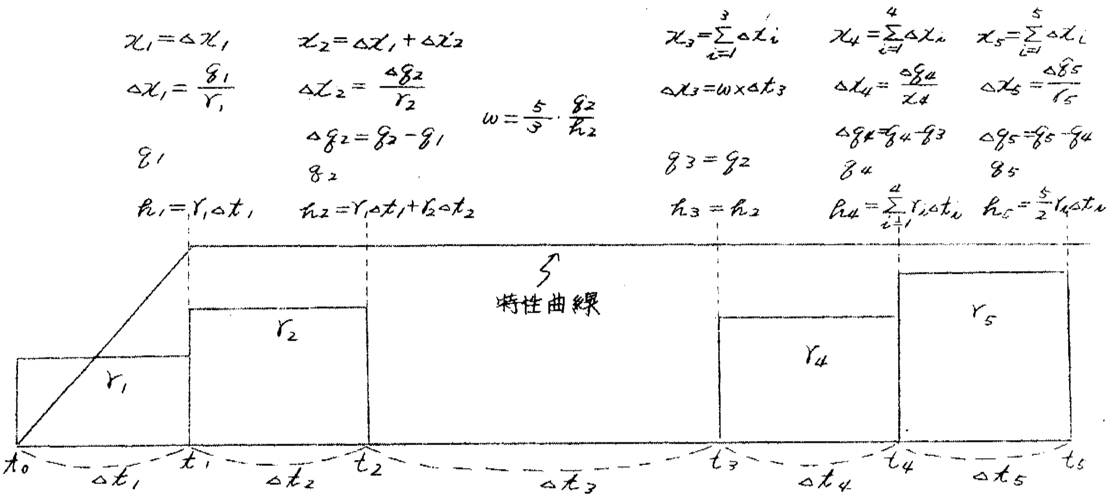
$$h = rt \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (8)$$

$$q = rx \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (9)$$

また $r = 0$ の場合は

$$h = const \,,\quad q = const \qquad \cdots\cdots \quad (10)$$

これらの関係を用いて、与えられた降雨記録からqを求める方法を図−2についてのべる。



図−2

この図の時刻t_0に斜面上流端を出発する特性曲線をとり、この線上の各時刻におけるh, q, 及びそれまでの流下距離xの算定を示している。各値は下から上に順次求められる。まず $h_1, h_2 \cdots\cdots$ は(8)式から 各降雨強度に時間Δtを乗じたものを累計してえられる。次に$q_1, q_2 \cdots\cdots$ は(1) 式からえられる。次に各時間における流下距離 $\Delta x_1, \Delta x_2, \cdots\cdots$ は(9) 式より図示の様に求められ、従って各時刻までの流下距離 $x_1, x_2 \cdots\cdots$ はΔxを累計してえられる。

また時刻 t_2 〜 t_3 間の様に $r=0$ の場合、この間を $h=h_2$，$q=q_2$ が進行する速度 ω は(6)式より $\omega=\frac{5}{3}\cdot\frac{q_2}{h_2}$ となり、従って この間の流下距離 $\Delta x_3=\omega\Delta t_3$ となる。

次に流路に流入する流量 q_B を求めるには、斜面距離を B とし、$x_4<B<x_5$ とすれば、図−3の様に(図−2の t_4〜t_5 間をとりだしたもの)以上と逆に Δx_B Δq_B ---- と求めてゆけば q_B 及びその時刻 t_B が求められる。

なお t_B を求める場合 $\frac{\Delta t_B}{\Delta t_5}=\frac{\Delta h_B}{\Delta h_5}$ （$\Delta h_5=h_5-h_4$）であり、$\frac{\Delta h_B}{\Delta h_5}$ と $\frac{\Delta q_B}{\Delta q_5}$ との関係は q_5 と $\frac{\Delta q_B}{\Delta q_5}$ との値により一定の関係があるから、この関係を求めておけば $\frac{\Delta q_B}{\Delta q_5}$ から Δt_B 従って t_B を求めることができ計算がさらに楽になる。

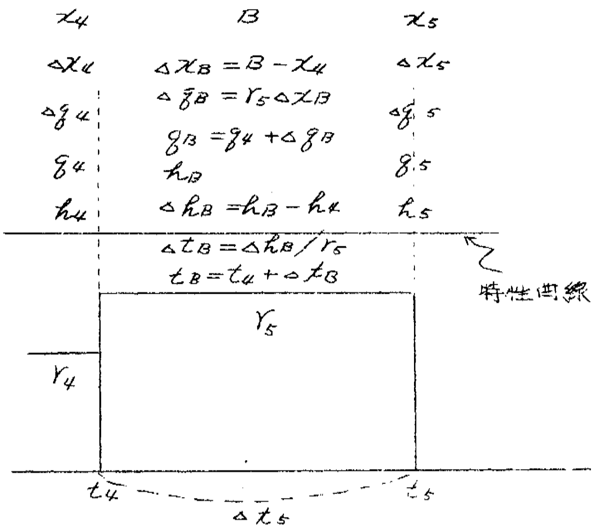


図 − 3

以上の様にして任意の時刻を出発する特性曲線をとって q_B と その時刻 t_B とを求めてゆけば斜面流出量 q が求められる。本法では (1) 式の数表を作っておけば、上述の様に簡単に且つ誤差少なく q の算定ができる。

参　考　文　献

1) 末石冨太郎；特性曲線による出水解析、土木学会論文集 29号 昭和30年12月