II－46

減水曲線を用いた流出解析

金沢工業大学　　水村和正

研究の目的

ハイドログラフの減水曲線は流域の貴重な情報を持っている。すなわち、減水曲線を片対数グラフにプロットすると、ほぼ3つの成分、すなわち、表面流出、中間流出、地下水流出に分類できる。本研究では、この減水曲線の定性的性質を用いて、流域を一つの水槽と考え、降雨と流出の間に連続の式を考えて、流出解析モデルを作成する。このモデルがある条件のもとでは、線型であることを示し、さらに、神流川と Riesel の流域に本モデルを適用して、降雨流出解析を行う。

研究の方法

一様断面を持つ水槽の底部の穴から水が流出する場合、その流量はトリチェリの定理によって、

$$u = \sqrt{2gH} \tag{1}$$

となる。ここで、u = 流速、g = 重力加速度、H = 水深 である。この計算では、水位の低下の効果は無視する。水槽の水面と穴の間に連続の式を適用すると、

$$-\bar{S}\frac{dH}{dt} = C_d a u \tag{2}$$

ここで、$\bar{S}$ = 水槽の断面積、C_d = 流量係数、; a = 穴の断面積、t = 時間。つぎの定義式

$$h = C_d^2 a^2 H \tag{3}$$

$$S = \frac{\bar{S}}{C_d^2 a^2} \tag{4}$$

を用いると、式（2）は

$$-S\frac{dh}{dt} = \sqrt{2gh} \tag{5}$$

となる。一般に、流域のハイドログラフの減水曲線は

$$Q = c\exp\{-kt\} \tag{6}$$

と表示できる。ここで、c = 初期流量、k = 減水係数である。$Q = C_d a u = \sqrt{2gh}$ であるので、式（5）に $S = f(h)$ を代入すると、

$$-f(h)\frac{dh}{dt} = \sqrt{2gh} \tag{7}$$

となり、この解が式（6）を満たすためには、

$$S = f(h) = \frac{A}{\sqrt{h}} \tag{8}$$

とならなければならない。ここで、A = 積分定数。したがって、これより、つぎの式が求まる。

$$2k = \frac{\sqrt{2g}}{A} \tag{9}$$

降雨 R と流出 Q の間の連続の式は、

$$R(t-t_\ell)-Q(t)=\frac{dV}{dt} \tag{10}$$

となる。ここで、t_ℓ = 降雨の水槽内浸透による時間遅れ。 流域での貯水量 V は次式で定義される。

$$V=\int_0^h f(h)\,dh=2A\sqrt{h} \tag{11}$$

この関係式を用いて、$t+\Delta t$ での、流量 Q' は、つぎのようになる。

$$\begin{aligned} Q' &= \frac{2k_o\bar{R}\Delta t+Q(2-k_o\Delta t)}{2+k_o\Delta t} && : Q\geq Q_s && (12)\\ &= \frac{2k_s\bar{R}\Delta t+Q(2-k_s\Delta t)}{2+k_s\Delta t} && : Q_s\geq Q\geq Q_g && (13)\\ &= \frac{2k_g\bar{R}\Delta t+Q(2-k_g\Delta t)}{2+k_g\Delta t} && : Q_g\geq Q && (14)\end{aligned}$$

ここで、Q は時間 t での流量、パラメーター k_0, k_s, k_g, Q_s, Q_g 減水曲線から求まる。また、$\bar{R}=\frac{1}{\Delta t}\int_t^{t+\Delta t}R(t-t_\ell)dt$ である。

研究の結果

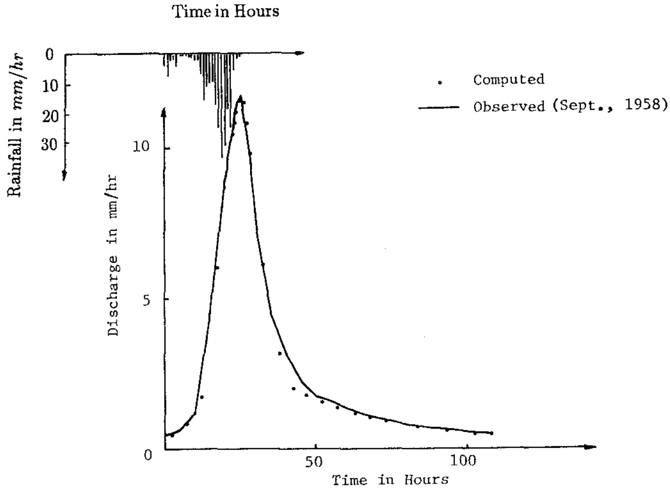
式（１０）を変形すると、

$$R(t-t_\ell)-Q(t)=\frac{1}{k}\frac{dQ}{dt} \tag{15}$$

となる。ここで、t_ℓ と k が定数ならば、式（１５）は線型である。また、神流川の流出計算をしたものは図－１である。計算は簡単であるにもかかわらず、よい結果がえられている (Mizumura)。

参考文献

Mizumura, K. *Runoff Prediction by A Simple Tank Model using Recession Curves*, J. of Hydr. Engrg., ASCE (submitted).



図－１