

建設省土木研究所 正員 前山利雄

1. 問題の起り

水田はどのようにして、平地部の中小河川からの流出を取り扱おうとするとき主流域または重要な残流域としての水田地帯に遭遇することが多い。

一枚一枚の水田は畦畔で仕切られた一種の貯水池であり、その水理特性も比較的明瞭に握ることができ。しかし、一般にはこのような水田が相互に連結されているのが普通であり、水路に出てくるものは枚数はいくつか枚の、いわば水田群からの流出である。

このような問題の端緒として水田が直列に連結された水田群の流出を1つの非線型貯水池に近似させる。

2. 直列水田群の流出特性

水田地帯の流出機構としての特徴は極端な遅滞効果とそれにともなう扁平効果にある。そこで、直列水田群に瞬時的かつ一様な貯留を与え、その減衰を数値的に計算する。ただし、個々の水田の越流は全て式で表わせるものとした。

$$Q = K_o R_o^p \quad (1)$$

低減特性を表わす指標として、流出ハイドログラフの重心距離 T_L に着目する。すなわち

$$T_L = \frac{\int_0^{\infty} t Q dt}{\int_0^{\infty} Q dt} \quad (2)$$

と定義される。

図-1は K_o , R_o (瞬間貯留高) の幾つかについて、直列に重ねた水田の数 (n) による T_L の変化をプロットしたものである。

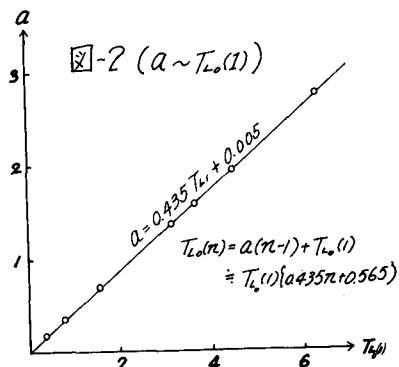
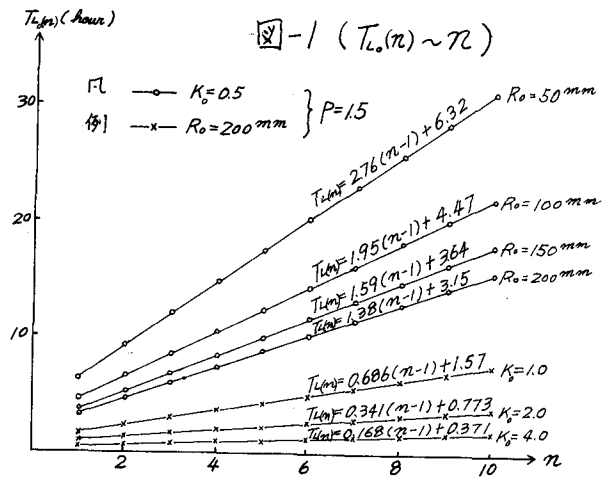
これから $n=1 \sim 10$ の範囲では次式がほぼ成立することがわかる。

$$T_L(n) = T_L(1) \cdot (\alpha n + \beta) \quad (3)$$

また、 R_o を変化させても同様の傾向が見られることがわかった。つまり、 α, β は K_o, R_o によって決まる定数である。

ここで、 $T_L(1)$ は水田が一枚のときの減衰ハイドログラフの重心距離であるので、次の関係式が成り立つ

$$\left. \begin{aligned} Q &= K_o R_o^p \\ -Q &= A_o \frac{dh}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



$t=0$ のとき, $h=h_i$ と置いて, $T_o(1)$ を求めると次式が得られる。

$$T_o(1) = \frac{A_o}{K_o h_i^{p-1} (2-P_o)} \quad (5)$$

(したがって, n 枚の直方水田群の瞬間一様貯留に対する流出ハイドログラフの重心距離 $T_o(n)$ は式(3)と式(5)より, 次のように表わける。

$$T_o(n) = \frac{A_o (\alpha n + \beta)}{K_o h_i^{p-1} (2-P_o)} \quad (6)$$

3 非線形貯水池による近似

次に一段の非線形貯水池($n=1$)の瞬間流入に対する応答特性をえる。このモデルについての関係式は次の通りである。

$$\begin{cases} Q = K_M h^{p_M} \\ -Q = A_M \frac{dh}{dt} \end{cases} \quad (7)$$

$t=0$ のとき, $h=h_i$ と置いて, T_{LM} は式(5)と同様に

$$T_{LM} = \frac{A_M}{K_M h_i^{p_M-1} (2-P_M)} \quad (8)$$

と成り, T_{LM} も h_i の関数であることがわかる。ここで, 水田の透漚効果に着目して, 近似を行う。

$T_o(n) = T_{LM}$ と置くと, 式(6)および式(8)から

$$\frac{A_M}{K_M h_i^{p_M-1} (2-P_M)} = \frac{A_o (\alpha n + \beta)}{K_o h_i^{p-1} (2-P_o)} \quad (9)$$

が得られる。ここで $K_M h_i^{p_M-1} = K_o h_i^{p-1}$ が近似的に成立するとし, さらに, $A_M = n A_o$ と置くことができるので, 式(7)より

$$P_M = 2 - \frac{n}{\alpha n + \beta} (2-P_o) \quad (10)$$

として, P_M を与える近似式が得られる。

また, K_M については, 条件 $K_M h_i^{p_M-1} = K_o h_i^{p-1}$ が厳密に $K_M = K_o$, $P_M = P_o$, $n=1$ の場合にしか成立しないので, モデルの K_M は次式で与えることにする。

$$K_M = \frac{1}{h_{max} - h_{min}} \int_{h_{min}}^{h_{max}} K_o h^{p-P_M} dh = \frac{K_o (h_{max}^{p-P_M} - h_{min}^{p-P_M})}{(h_{max} - h_{min}) (P_o - P_M + 1)} \quad (11)$$

4 シミュレーションによる検討

条件 $Q = 0.5 h^{1.5}$, $T_o(n) = T_o(1) \{0.435n + 0.565\}$, $n=5$, $A_o(1) = 0.002 \text{ km}^2$, $h_{max} = 0.2^m$, $h_{min} = 0.1^m$ から $P_M = 1.09$, $K_M = 0.45$ とはり図-3, 図-4の結果が得られた。

はち, この報告を書くに当たって橋本健研究員の御指導を戴いた。ここに厚く御礼申し上げる次第である。

