## 2．6　2段タンク型貯留関数モデルの計算手順

### (1) 分離時定数 $T_c$ の決定

日野・長谷部によって提案された「フィルター成分分離法」を用いて、全流出量 $q$ から地下水流出成分 $q_2$ を分離するために、地下水流出成分の分離時定数 $T_c$ を求める。ハイドログラフ低減部曲線を片対数紙にプロットすると、低減部が２～３本の直線で近似できる。勾配がもっとも緩やかな直線部の傾きを $\alpha$ とすれば、$T_c = 1/\alpha$ で決定される。

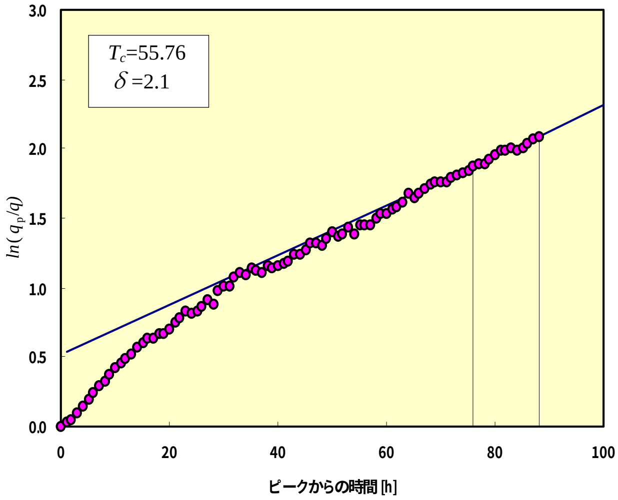


**図2．3　分離時定数 $T_c$ の決定**

$$\alpha = \frac{\ln(q_2) - \ln(q_1)}{t_1 - t_2} \tag{2.80}$$

解析結果の一例を**図2．3**に示す。

### (2) フィルター成分分離法による流出成分分離

日野・長谷部は地下水流出成分を次の線形方程式で表現した。

$$\frac{d^2 q_2}{dt^2} + c_1 \frac{dq_2}{dt} + c_0 q_2 = c_0 q \tag{2.81}$$

ここに、$c_0, c_1$:未知定数、$q_2$：地下水流出成分流量、$q$：全流出量

$c_0$ と $c_1$ は次式で与えられる。

$$c_0 = (\delta / T_c)^2 \quad , \quad c_1 = \delta^2 / T_c \tag{2.82}$$

ここに、$T_c$：地下水流出成分の分離時定数、$\delta$：減衰係数

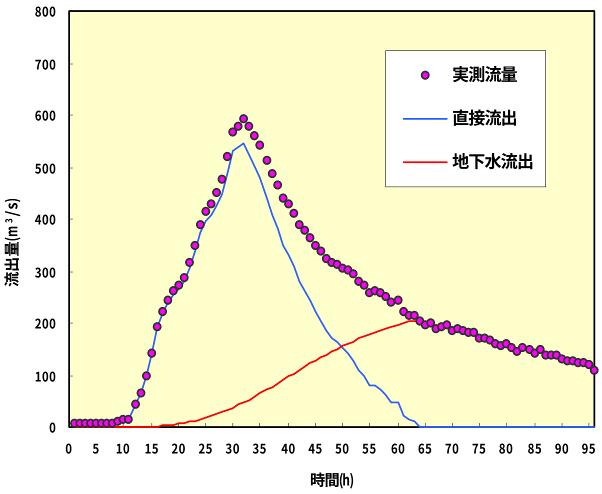


**図2．4　フィルター成分分離結果**

また、分離地下水流出成分が振動しないための条件として、減衰係数を $\delta = 2.1$ に固定した。

したがって、**図2．3**に示される$T_c$と固定値として与えた$\delta$の値を用いると、定数$c_0$と$c_1$の値は一義的に求められる。表面・中間流出の流出成分$q_1$は次式により計算される。

$$q_1 = q - q_2 \tag{2.83}$$

式(2.81)は次式で変換される。

$$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix} y_3 \\ y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -c_0 & -c_1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} y_3 \\ y_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ c_0 q \end{bmatrix} \tag{2.84}$$

ここに、

$$y_3 = q_2 \quad , \quad y_4 = \frac{dq_2}{dt} \tag{2.85}$$

なお、式(2.84)の計算過程において、$q_2 > q$になる時点から全流出量は地下水流出成分に等しいと仮定した。

分離結果の一例を**図2．4**に示す。

### (3) 表面･中間流出成分の解析

**図2．4**において分離された表面・中間流出成分（１段目タンクの解析に対応）に次の非線形貯留関数法を適用して、モデル定数$c_{11}, c_{12}, c_{13}$の最適値を求める。

また、観測値と計算値の比較を行う。

$$\begin{cases} s_1 = k_{11} q_1^{p_1} + k_{12} \dfrac{d}{dt}\left(q_1^{p_2}\right) & (2.86) \\ \dfrac{ds_1}{dt} = r - q_1 - f_1 & (2.87) \\ f_1 = k_{13} q_1 & (2.88) \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_1 = 0.6 \\ p_2 = 0.4648 \\ k_{11} = c_{11} A^{0.24} \\ k_{12} = c_{12} k_{11}^2 (\bar{r})^{-0.2648} \\ c_{13} = k_{13} + 1 \end{cases} \tag{2.89}$$

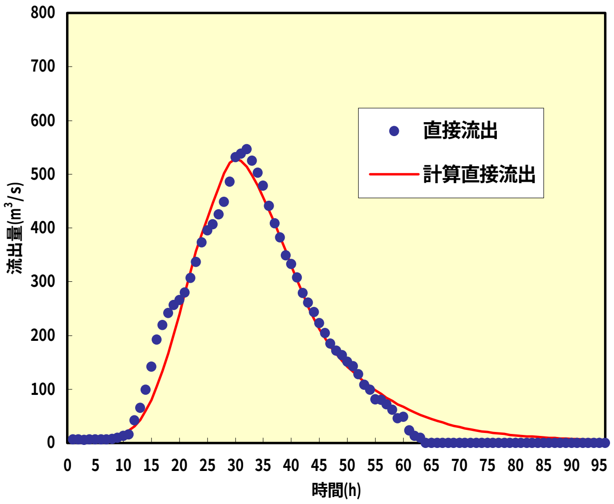


**図2．5　表面･中間流出再現結果**

ここに、$s_1$：１段目タンク貯留高[mm]、$r$：観測雨量[mm/h]、$q_1$：表面･中間流出成分[mm/h]、$f_1$：浸透供給量、$p_1, p_2$：貯留指数、$k_{11}, k_{12}$：貯留係数、$k_{13}$：浸透係数、$A$：流域面積[km²]、$\bar{r}$：平均雨量強度[mm/h]、$c_{11}, c_{12}, c_{13}$：未知定数

解析結果の一例を**図2．5**に示す。