

分布定数系による長期流出モデル

京都大学工学部 正員 高橋琢馬  
 京都大学工学部 正員 池淵周一  
 川崎重工業 正員 小松貴雄

1. はしがき

1 地点流況把握から多地点流況把握の必要性, 開発行為による水循環系へのインパクト分析の必要性, モデル構成におけるランピングスケール決定の必要性, これらの問題を考へると, 長期流出系においても従来からとられている集中型モデルでは十分でなく, 分布型モデルの展開が不可欠になってくる。本研究はこうした立場から, 長期流出系に対する分布型モデルの展開を考察したものであり, その概念構成はすでに第20回水理講演会で発表しているのので, ここでは主に実流域への適用結果について考察する。

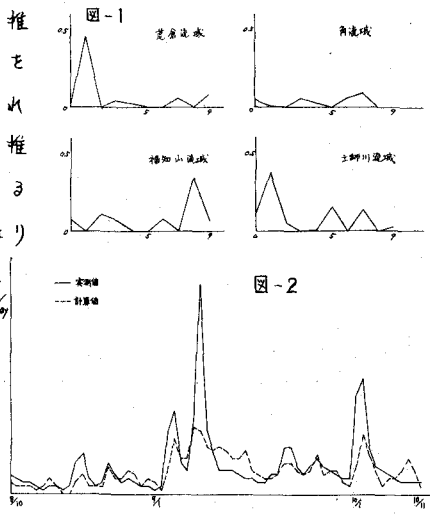
2. 多重入力・1出力系の統計的単位図法

1入力・1出力系の統計的単位図は Wiener の浮波・予測理論に基づいて導出されているので, ここではこれらの概念を多重入力・1出力系に拡張する。いま, 流域を4つに分割した場合を考へると, 各分割流域の統計的単位図は以下の連立一次方程式系を解くことによって得られる。

$$\left. \begin{aligned} \phi_{1j}(j) &= \sum_{k=0}^j r_{11}(k) \phi_{1j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{12}(k) \phi_{2j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{13}(k) \phi_{3j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{14}(k) \phi_{4j}(j-k) \\ \phi_{2j}(j) &= \sum_{k=0}^j r_{21}(k) \phi_{1j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{22}(k) \phi_{2j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{23}(k) \phi_{3j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{24}(k) \phi_{4j}(j-k) \\ \phi_{3j}(j) &= \sum_{k=0}^j r_{31}(k) \phi_{1j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{32}(k) \phi_{2j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{33}(k) \phi_{3j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{34}(k) \phi_{4j}(j-k) \\ \phi_{4j}(j) &= \sum_{k=0}^j r_{41}(k) \phi_{1j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{42}(k) \phi_{2j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{43}(k) \phi_{3j}(j-k) + \sum_{k=0}^j r_{44}(k) \phi_{4j}(j-k) \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに,  $\phi_{ij}(k)$  は  $i$  および  $j$  分割流域の面積雨量に関する相互相関関数,  $\phi_{ij}(k)$  は  $i$  流域面積雨量と最下流端実測流量の相互相関関数である。このようにして各  $r_{ij}(k)$  が求められると,

各分割流域の流出量は, その地域の面積雨量とこの  $r_{ij}(k)$  のた積み込み積分によって推定でき, それらを線形合流させれば任意地点での流出量も推定できる。図-1 は由良川福知山上流域 (1344 km<sup>2</sup>) を4分割した場合の(1)式の算定結果であり, 図-2 はこれらの統計的単位図を用いて最下流福知山地点の流量を推定したものである。他の適用結果とも合わせて考察すると, 本方法による流況の再現性は出水時を除けばかなりよいが, 各分割流域の統計的単位図は各年で変動する傾向にある。この原因としては1) 二乗平均誤差の最小化は誤差を強調するきらいがある, 2) 分割が細かくなると, その地域の最下流端流量への寄与度が小さくなり, 相関構造があいまいになる, 3) 線形化の方法に改善の余地がある, などが考へられ, 今後これらの問題を検討すれば, 予測精度も向上しよう。



### 3. 複合線形貯水池系モデル

本モデルは流出系にA層貯水池、地下帯水層貯水池および河道貯水池からなる複合線形貯水池系で概念化したものである(図-3)。分布型モデルの構成にあたっては各分割流域に降った雨のA層貯水池および地下帯水層貯水池への供給特性を重視しており、いったん降雨が各貯水池に補給されると、流出プロセスは一定の貯留係数をもつ複合貯水池系で与えられ、分布特性は最下流端に達するまでの貯水池数によって評価されることになる。すなわち、Nashモデルを拡張し、ある分割流域に降った雨がA層貯水池へ $R_i^s$ 、地下帯水層貯水池へ $R_i^g$ 補給されると、最下流端流量への寄与分は $t$ の単位図とのたたみ込み積分によって与えられ、それを分割流域にわたって合計すると最下流端のハイドログラフが得られる。

$$u_i(t) = (1/k_i^s) \Gamma(n_i^s) e^{-t/k_i^s} (t/k_i^s)^{n_i^s-1} \quad (2)$$

$$g_i(t) = (1/k_i^g) \Gamma(n_i^g) e^{-t/k_i^g} (t/k_i^g)^{n_i^g-1} \quad (3)$$

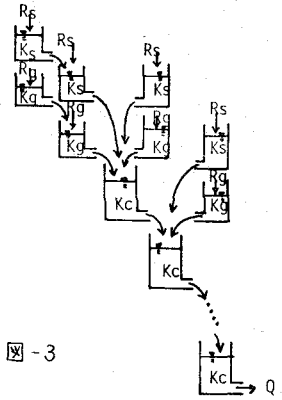


図-3

図-4, 5は本モデルを由良川流域に適用した結果の一例である。分割流域の大きさは開発行為の規模などを勘案し、 $2t \text{ km}^2$  にとっている。

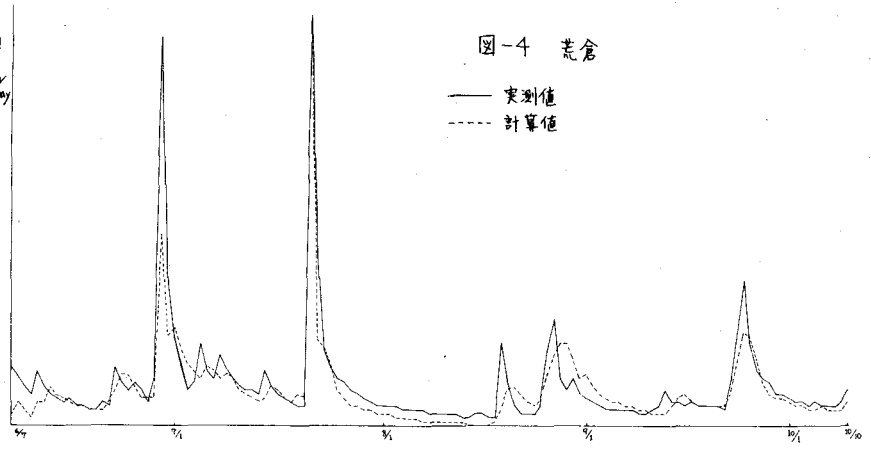


図-4 荒倉

各貯水池系の貯留係数および集中係数を最下流端福知山地点の実測流量との合致性から決め、そのパラメータを用いて上流域の荒倉、角地点の流況を予測したものである。

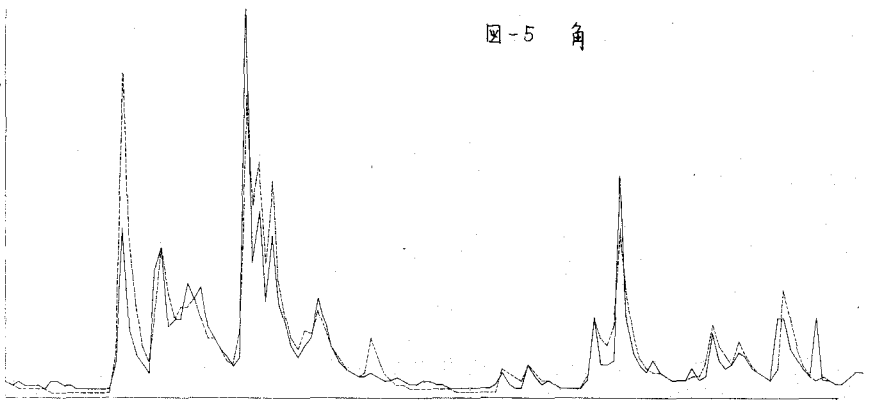


図-5 角

予測精度はほぼ満足のものだが、今後にはモデルの前提の妥当性および分割の大きさとパラメータの関係などを検討していきたい。