

大阪大学工学部 正員 室田 明
同 正員 神田 徹
同 学生員 江藤 剛彦

1. まえがき

数学的モデルによる流量シミュレーションにおいては、流量時系列の自己相関および相互相関特性を正しく把握しておく必要がある。一般に、相関係数は複数の因子が相互に干渉しあっているため、その解析方法も因子分析などのめんどろな手法を用いねばならない。しかし流量資料のように比較的少ない因子により相関性が生じていると考えられる場合には、もっと簡便な解析方法が考えられて当然である。流量時系列の相関性は、主たる成分である流出特性によるものに降雨特性が加わった形で生じていると考えられる。本研究では比較的容易に各因子特に降雨特性が流量時系列の相関性に関与している度合を定量的に知るための一手法と、これを用いて流量の相関性を解析した例を示す。資料としては木津川支川名張川月ヶ瀬測水所の月流量資料(48年分)、名張地点の月雨量資料(58年分)を用いた。

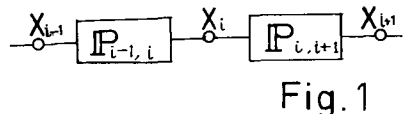


Fig. 1

2. 直列モデルおよび並列モデル

1) 定義

確率変数 X_i, X_j を考える。簡単のために X_i, X_j は $N(0, 1)$ に従うとしても一般性を失わない。この X_i, X_j の2つの間のみにただ1つだけ作用して、相関係数 $\rho_{i,j}$ を与えるような変換を $P_{i,j}$ で表わす。

2) 直列系

Fig. 1 に示す系で、一般に N 個の直列の変換が行なわれるとき、両端の X_i と X_{N+1} の相関係数 $\rho_{i,N+1}$ は単純マルコフ過程が適用されて次式で表わされる。

$$\rho_{i,N+1} = \prod_{j=i}^N \rho_{j,j+1} \quad (1)$$

3) 並列系

Fig. 2 に示す系で、一般に $f_1', f_2', \dots, f_{N-1}', f_N'$ は正、 $f_1'', f_2'', \dots, f_{N-1}'', f_N''$ は負とするとき

$$\left. \begin{aligned} F_{1,2} &= \prod_{i=1}^N (1 - f_i'^2) / \prod_{j=1}^N (1 - f_j''^2) \text{ において} \\ 0 \leq F_{1,2} \leq 1 \text{ のとき } f_{1,2} &= \sqrt{1 - F_{1,2}} \\ F_{1,2} > 1 \text{ のとき } f_{1,2} &= \sqrt{1 - 1/F_{1,2}} \end{aligned} \right\} (2)$$

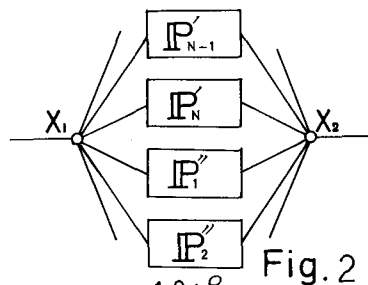


Fig. 2

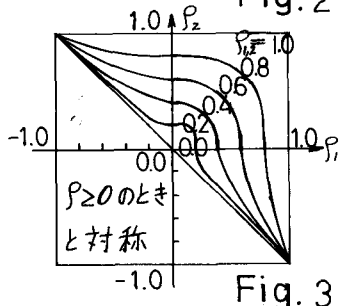


Fig. 3

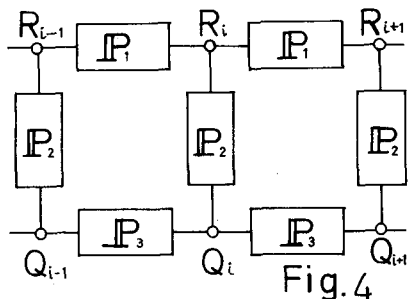


Fig. 4

変換 P の数が2個の場合について、(2) 式より得られる $f_1, f_2, f_{1,2}$ の関係を Fig. 3 に示す。2), 3) を用いて1) を満足するような系の相関係数も要因別に分解合成できる。

4) 雨量・流量時系列のモデル化

雨量・流量系の場合は、自己・相互相関ともに Fig. 4 のようにモデル化できる。ここで P_1 は気象特性、すなわち降雨の時間的あるいは空間的相関性によるもの。 P_2 は雨量・流量変換における測定誤差などに起因するもの。 P_3 は流出機構のみによるものである。

3. 名張川月流量の自己相関係数の解析例

1) 既往の研究

筆者らの既往の研究成果¹⁾によれば、(i) 夏期を除く各月に対しては高水、低水に関係なく相関係数はほぼ一定である。特に冬期および梅雨期の相関係数は大きく、相関関係の有意性(危険率5%)が認められる。(ii) 春期の相関は有意でない。(iii) 夏期では高水の相関係数は有意でないが、低水の相関係数は高く冬期および梅雨期の相関係数とほぼ等しい。

2) 計算方法

1) の性質に流出特性・降雨特性がそれぞれどの程度関与しているかを、2. のモデルを用いて調べる。(i) f を1と仮定する。(ii) Fig. 4において $f=1$ とする。(iii) $Q_t \sim Q_{t+1}$ の相関係数 $f_{t,t+1}$ は、 f_1, f_3 が並列に作用して生じたものでありその値は流量資料の相関係数として計算する。(iv) f_1 は雨量資料の相関係数として計算する。(v) $f_{t,t+1}, f_{1,2}$ から f_3 を計算する。

3) 計算結果およびその検討

計算結果を Fig. 5 に示す。(i) 雨量の相関係数で有意なものは(危険率5%)、1~2月、2~3月、9~10月の3期間である。(ii) $f_{t,t+1}$ と f_3 を比較するとそれほど差はない。したがって降雨の影響は小さい。(iii) 検定(危険率5%)により、12個の f_3 の分散は標準誤差よりも大きい事がわかった。(iv) (ii), (iii) より流量の相関特性は主として流域貯留量などの降雨の相関特性以外の要因に支配されていると考えられる。

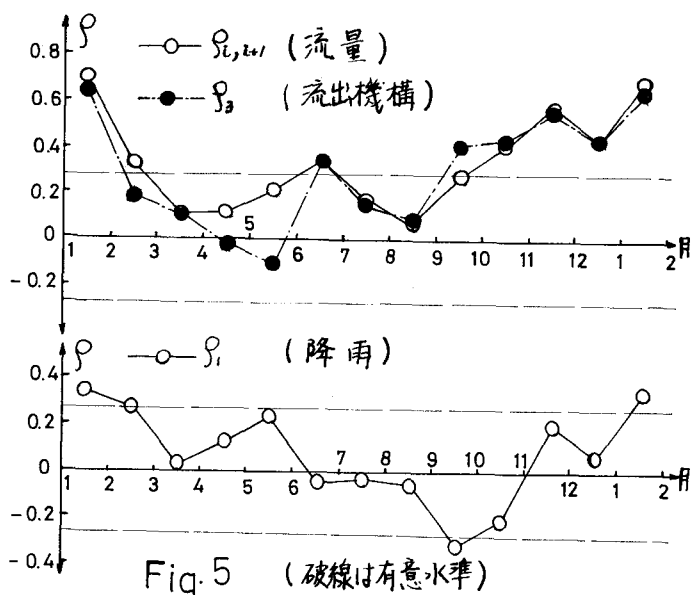


Fig. 5 (破線は有意水準)

[参考文献]

- 1) 室田神田江藤「木津川水系の流量シミュレーションに関する研究」第23回土木学会年次学術講演会講演概要
- 2) 室田神田江藤「流量シミュレーションにおける降雨時系列特性の導入について」S. 44 関西支部年次学術講演会講演概要