

秋田工専 学 〇 小野崎 守
 “ “ 鈴木 一博
 “ 正 長谷部 正彦

1. まえがき

この研究は、過去の本文資料の河川流量時系列を現状解析して、特性を見だし、それによつて予測値を求め、本文資料を補充することを目的としている。現状解析にはマトラスの提案した多地点マルコフ連鎖モデルと星・山岡両氏の方法を用いた。適用河川は、雄物川、北上川、最上川、阿武隈川の4河川で、既往標本は14年間の各河川の月平均流量である。これを4行14列のデータ行列として、変量ごとに標準化したものを Z_k としてシミュレーションしたものである。

2. マトラスの方法

マトラスは、本文量の模擬発生方法として次のような多地点(多変数)マルコフ連鎖モデルを提案した。本解析では、lag 1のマルコフ連鎖を用いて n 地点における流量を同時発生させた。

$$Z_k = AZ_{k-1} + BE_k$$

ただし、 N : 月標本数 n : 観測所の個数

Z_k : 時刻 k における $(n \times N)$ の流量ベクトル

A, B : $(n \times n)$ の係数行列 E_k : 標準正規乱数行列

係数 A, B は最小二乗法から次式のように示される。

$$A = [Z_k Z_{k-1}^T / N] [Z_{k-1} Z_{k-1}^T / N]^{-1}$$

$$BB^T = [Z_k Z_k^T / N] - A [Z_{k-1} Z_k^T / N]$$

ただし、添字 T は転置行列を示す。

係数 B の各要素を求めるには、(2-3)式の右辺(対称行列)に互いに直交する n 個の因子についての固有ベクトルを求めればよい。

係数 A, B が求められ、 E_k に n 組の標準正規乱数を順次発生してやれば、(2-1)式から多地点の本文時系列をシミュレートすることができる。

3. 星・山岡氏の方法

この方法は、流量時系列が単相マルコフ過程をなすと考えられるとき、lag 1とlag 0の相関係数行列を入力として、各河川の流量を模擬発生させるものである。

(3-1)式と(3-2)式から4組の重みベクトル(W)を算出して、(3-3)式のモデル式で各河川の月流量を同時に模擬発生させた。

$$(R_1^T R_1 - \lambda_i I) \alpha_i^T = 0$$

$$W_i = \alpha_i R_1^T R_1^{-1} / \lambda_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$Z_k = W^T G$$

ただし、 R_1 : lag 1の相関係数行列 R : lag 0の相関係数行列

α_i : 構造ベクトル λ_i : 固有値

G : 標準正規乱数行列

4. 結果と考察

両方法の模擬発生した値の14年間の平均値、および標準偏差の一部をそれぞれ、図4-1, 4-2に示す。

また、4月、9月、12月の固有値、構造ベクトル、および重みベクトルを表4-1に示す。

図からわかるように、両方法とも実測値と大体合っている。これらのモデルは妥当と思われる。しかし、14年間のデータでは両者のモデルの優劣はつけがたいと推察された。

最後に、この研究に御協力下さった、佐々木健一氏(現 建設省土木研究所)、工藤栄吉氏(東北地建)、藤原義也氏(花原インフィルコ)に、感謝の意を表します。

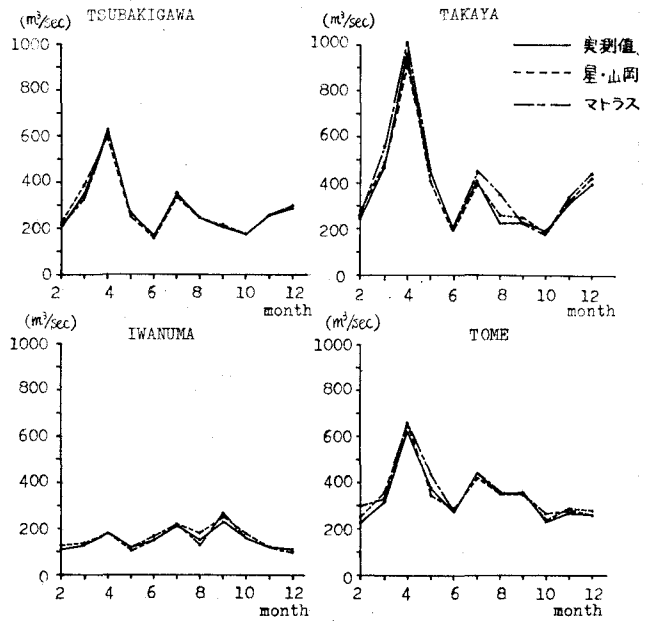


Fig. 4-1

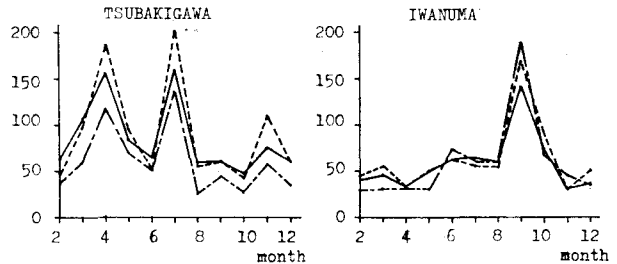


Fig. 4-2

	APRIL				SEPTEMBER				DECEMBER			
	$\lambda_1=0.0388$ $\lambda_3=0.8625$	$\lambda_2=0.0842$ $\lambda_4=0.2689$			$\lambda_1=0.0065$ $\lambda_3=0.6088$	$\lambda_2=0.0537$ $\lambda_4=0.2525$			$\lambda_1=0.6908$ $\lambda_3=0.0501$	$\lambda_2=0.2837$ $\lambda_4=0.0071$		
	TSUBAKI	TAKAYA	IWANUMA	TOME	TSUBAKI	TAKAYA	IWANUMA	TOME	TSUBAKI	TAKAYA	IWANUMA	TOME
STRUCTURE VECTOR	0.0609 0.0920 0.0561 -0.1532	-0.1460 0.2278 -0.0952 0.0439	0.3103 0.3415 0.5931 0.5458	0.3809 0.0901 -0.3294 0.0850	0.0667 0.0004 -0.0183 -0.0395	-0.0040 0.2233 0.0544 -0.0300	-0.1486 -0.2019 0.5385 -0.5059	0.2545 -0.0361 0.3244 0.2850	0.6600 -0.0442 0.1404 0.4833	0.0129 0.4075 -0.3234 0.1135	-0.0076 0.1427 0.1703 -0.0260	-0.0512 -0.0063 0.0130 0.0656
WEIGHT VECTOR	-1.0862 1.2251 -0.3026 0.9727	-0.9479 0.4199 0.0586 -0.3767	-0.5656 -0.3876 0.1356 0.7126	-0.2023 -0.2431 -1.0993 0.4873	0.6511 -1.0681 0.3105 -0.0488	-0.0545 1.2718 -1.0739 -0.9263	0.9099 0.6638 0.4096 -0.6475	0.1021 -0.4625 -0.6445 1.2579	1.3939 -1.3255 0.3639 0.2705	0.1184 -0.2864 -1.5796 1.8190	-0.1098 0.8834 0.6457 -0.2882	-0.3218 -0.7991 0.1601 0.9679

Table 4-1

(参考文献)

- (1) 星 清・山岡 勲：降水量時系列を考慮した多地点月流量シミュレーションについて：第16回本理講演会講義集(1972)
- (2) 土木学会：土木工学における数値解析/計画手法編
- (3) 芝 祐順：行動科学における相関分析法
- (4) 大池 羊三：コンピュータによる土木工学実習