

旬降水量時系列のパターン解析とシミュレーション

金沢大学工学部 学生員 上谷 昌史  
 同上 正員 高瀬 信忠  
 同上 正員 宇治橋康行

1. まえがき

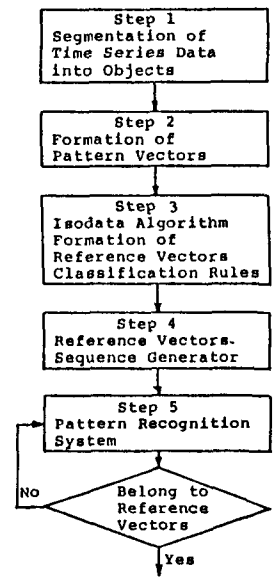
従来、水文時系列の解析は自己相関構造を中心として議論され、予測やシミュレーションモデルとしてAR系モデルがしばしば用いられてきた。一方、Panuら<sup>1)</sup>は時系列中に存在する変動パターンに着目し、時系列をパターンベクトル系列と考えパターン認識概念を用い、パターン内およびパターン間の統計的構造に基づく解析とシミュレーションを行い良好な結果を得ている。筆者らはわが国の水文データの特性に合わせ、Isodata アルゴリズムを用いた修正法を提案し月降水量データに対して適用し良い結果を得ているが<sup>2)</sup>、ここでは旬単位降水量に対する適用について述べる。

2. 認識システムとデータシミュレーション手順.

パターン認識概念に基づく時系列解析とデータシミュレーションの手順を図一に示す。ステップ1, 2では、コレログラム、ペリオドグラム、ピーク谷解析およびその他の情報によりN年のデータ(旬単位では36N個)がN×K個のパターンベクトル系列に変換される。ステップ3では IsodataアルゴリズムによりNK個のパターンベクトルがM個のパターンクラスに分割され、各パターンクラスのパターンベクトルの要素は多変数同時分布(ここでは多変数正規分布)で表される。さらに各パターン間の統計的特性として一次のマルコフ連鎖を仮定する。Isodata アルゴリズムは幾つかの初期値を与えることにより、ユークリッド距離を類似度として発見的に認識クラスタリングを行う手法である。ステップ4以後ではまず一様乱数を用いて標準ベクトル系列を発生させ、さらに正規乱数を用いて標準ベクトルで表されるパターンクラスに属するパターンベクトルを発生させるものである。

3. 解析結果と考察

解析に用いたデータは金沢の1886~1986までの100年間の旬降水量データである。データのシーズンへの分割については月単位データでの解析結果を参考にし、3ヶ月9旬を一シーズンとして一年を4シーズンに分割し、第1シーズンは12月上旬から2月下旬、第2シーズンは3月上旬から5月下旬、第3シーズンは6月上旬から8月下旬、第4シーズンは9月上旬から11月下旬である。Isodataアルゴリズムによるクラスタリングの結果、400個のパターンベクトルは11個のパターンクラスに分割された。各シーズンに生起するパターンベクトルの数を表一に、各標準ベクトルを図一(a)~(c)に示す。これらの結果から、融雪期に当たる第2シーズンの3月上旬から5月下旬はこの期間内においても、また各年毎においても極めて安定した降水パターンを示していることが分かる。降雪期に対応する第1シーズンにおいても第9, 10, 5パターンが全パターンの7割を占める代表パターンであることが分かる。第3シーズンは梅雨とそれに続く少雨期を含むシーズンであるが、第1パターンが最も多く梅雨期にも3年に一度はそれほど雨が降らないことを示している。第4シーズンは台風性、前線性の



図一 データシミュレーションの流れ図

表一 各シーズンに生起するパターンベクトル数

		Pattern Class										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Season	1	10	0	0	5	17	0	9	2	29	24	4
	2	96	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	35	16	4	1	0	12	10	4	3	5	10
	4	27	6	11	6	8	0	10	15	9	4	4

降雨期である。来襲する台風の数、時期および大きさ、さらに前線性の雨の有無により非常に多様な降水パターンを示すことが分かる。また各パターンクラスの変数正規性につ

表-2 時系列レベルでの統計量の比較

	Mean	S.D.	Lag 1 of A.C.	Skew	Kurt	H.C.
x	75.9512	47.5677	0.2077	1.2612	5.1135	0.5583
s	5.7380	4.2494	0.0899	0.3360	1.9390	0.0240
Hist.	71.3285	51.7832	0.1917	1.4499	6.5670	0.5871

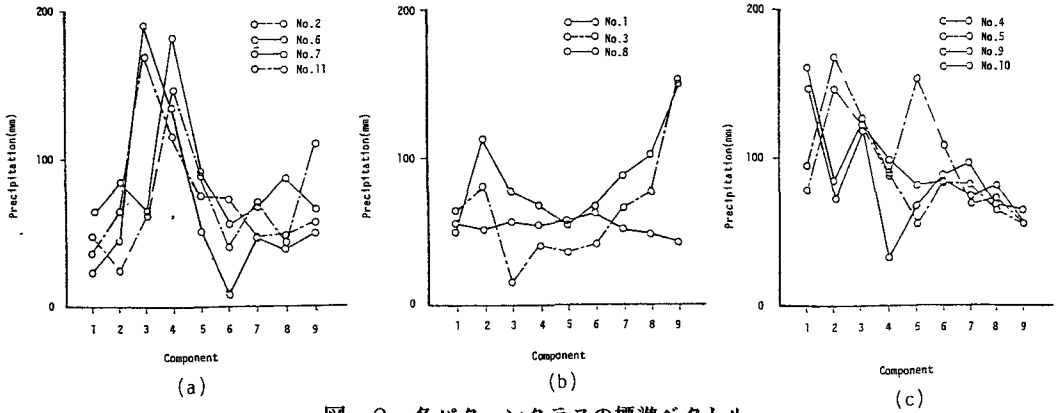


図-2 各パターンクラスの標準ベクトル

いてコルモゴロフスミルノフ検定を用いて検定をした結果、各パターンクラスとも有意水準5%で多変数正規分布であると見なされた。次にシミュレーション結果について述べる。シミュレーションは50年間のデータシミュレーションを20回行った。時系列レベルでの結果を表-2に、旬レベルでのシミュレーション結果を図-3にそれぞれ示す。図-1により時系列レベルにおける再現性は良好であることが分かる。特にラグ1の自己相関係数およびハスト係数が十分再現されていることから本モデルにより短期的持続性と長期的持続性が同時に再現されることが分かる。また旬レベルの結果図-3を見ても観測値はすべてシミュレーション結果の95%信頼限界内に入っており旬レベルにおいてもその再現性は良好であることが分かる。

4. 結語

パターン認識概念に基づいた手法により降水時系列の解析を行った結果、本法により各シミュレーションの降水特性が認識、抽出され、さらに時系列レベル、旬レベルの再現においてシミュレーション結果に十分な再現性があり本法が旬単位データに対しても十分有効であることが確かめられた。

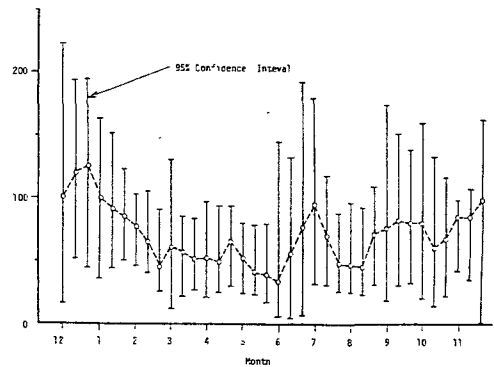


図-3 旬レベルでの平均値の比較

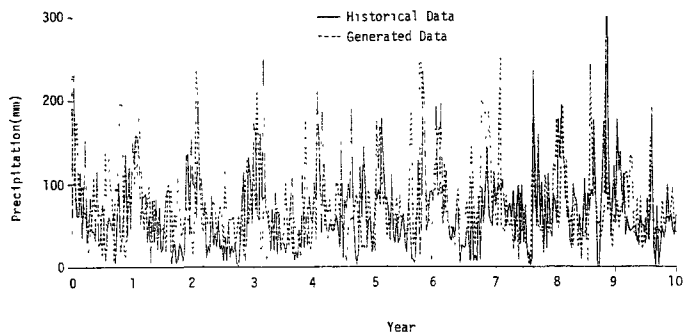


図-4 シミュレーション結果の一例