

多変量解析による森林植生の区分に関する研究

I. 植生モデルによる検討

千葉喬三

(造園学研究室)

Received November 1, 1985

Studies on the Classification of Forest Vegetation with the Multivariate Analysis

I. Investigations on a Vegetation Model

Kyozo CHIBA

(Laboratory of Landscape Architecture)

The availability of the multivariate analysis for the classification of forest vegetation was investigated to establish the reasonable classification procedure. In this paper an artificial vegetation model, which was consisted of 30 different species with different dominance each other, was surveyed with 30 quadrats. The species composition table which was arranged from the 'vegetation survey' according to the Zürich-Montpellier's school procedure was submitted to verify the results from the multivariate analyses.

Eight sorts of the numerical clustering methods were employed to categorize the stands. Although all of the cluster methods could succeed to classify the stands, the results were not satisfied to be in use. The principal component analysis and the factor analysis were also applied to the investigation. The factor analysis could be more useful because of its relative high ability to discriminate the stands, though the results from both analyses would be remarkably appreciated.

The result obtained from a method using the Quantification Theory III was incomparably superior to categorize stands as well as the species. Moreover the method demands the binary data that may dispense with much troublesome at the actual vegetation survey.

緒 言

自然における植物種の具体的な存在様式である植生に何らかの単位性を認め、これを合理的に分類する作業は、植生自体の特性あるいはその応用に関する種々の研究を進めるにあたっての基礎となるものである。

ところで、殆ど自然発生的ですらあると思われる植生の分類が、これまで広い共通概念に裏付けられて行なわれてきた訳ではない。歴史的には、幾つかの概念とそれに基づく具体的な方法が提示されてきた。そのなかで、BRAUN-BLANQUET³⁾に率いられた、いわゆる Zürich-Montpellier 学派 (ZM 学派) による植生の階層的体系化とそのための植生単位抽出は、CURTIS⁵⁾や WHITTAKER⁶⁾による植生の序列化を目的とした群集個別説と鋭く対決してきた。

しかし、伊藤⁷⁾が指摘したように、相違点は抽象化した植生像の提示様式にあり本質的なものではない。とくに小地域に適用されたときによく表現されるように、両者はむしろ補完的な関係にあると考えた方がよい。

ただ、いずれの場合も、その体系化の中心となる、群落の区分や序列化そのものの合理性

についての検討がこれまであまりなされていなかった。日本におけるように複雑な植生を扱う場合は、研究戦略の選択よりはむしろこの問題の方が重要な検討事項である。先に、著者⁴⁾は複雑な種構成をもつ都市近郊二次林を対象にして、種構成による多変量解析を援用した合理的な群落序列化のための方法を提案し検討を加えた。ここでは植生の分類を行なう際の多変量解析の有用性について検討を加えることとした。検討にあたっては、まず人工モデルの植生を対象とした。さまざまな多変量解析法の有用性をこのモデルによって比較検討し、その結果をふまえて引き続いて実際の植生データについての検討を行なうこととした。

材 料 と 方 法

検討の対象とした植生モデルを Table 1 に示した。Table 1 は 30 種の樹木がランダムに分布する平面に、単位面積をもつ 30 点のコドラートをランダムに設置し、それぞれのコドラート内に出現する種群を Zürich-Montpellier 方式のテーブル操作によって整理した模擬種組成表である。その際、それぞれの種分布量は次式によって与えられるものとした^{1),2),4)}。

$$Y = Y_0 \exp\{-(d^2/k)\}$$

ただし、Y; 分布量, Y₀, k; 定数, d; 分布の中心位置からの距離。

パラメータ Y₀ については 100, 50, 25 のいずれかを、また同じく k は 1, 2, 3 のいずれかをとりものとし、分布の中心座標と共に種ごとにランダムに与えた。

多変量解析の計算は、岡山大学総合情報処理センターの ACOS 1000/20 システムを利用した。

結 果 と 考 察

一定の土地上の植生の特性は、構成種とその生態的な量の特質によって決まる。人間による強度の干渉などの特殊な条件下にない限り、一般に植生は複数の種によって構成される。したがって、植生の差異はまず構成種の違いによって、さらにはそれぞれの種の優占度などの差によって識別されるはずである。いいかえれば、植生は本来多変量構造をもっており、群落あるいはその具体的な存在であるスタンドの区分は、その多変量性に基づいて行なうことを意味している。事実、これまでに提案され実施されてきた種々の群落区分法は、いずれも構成種群を基にした何らかの形の多次元分類であったとってよい。

植物群落の区分法に関して最も大きな影響力をもってきたのは、先にも触れたように Zürich-Montpellier 学派 (ZM 学派) である^{7),9)}。群落区分自体は ZM 学派植物社会学体系⁹⁾の一部分であるが、同時に同学派の体系を構成するための基礎をなすものであり、大きな比重がかけられている。従って、長い伝統にも裏付けられ、同法の完成度は高いといわれている。日本においても、植生分類法といえば同法を指すものとされてきた。しかし、ZM 方式の群落区分は殆どの場合、結果が得られるまでに、煩わしいスタンドや種の入れ替え作業を繰り返さねばならない。その過程において、職人芸的な熟練を要したり、主観性が残る可能性のあることが大きな欠点である⁶⁾。日本でみられる多くの植物群落は種組成が複雑であり、とくに二次林のような複雑な植生を対象にした場合、このことは重要な問題となる。

ZM 方式のこのような問題を解決するために、めざましい発展を遂げつつあるコンピュータにも助けられ、近年手作業を出来るだけ省略し客観性を高めるための種々の数量分類手法が提案され始めた⁶⁾。

数量分類法には 2 系統あり、その一つは ZM 方式によるテーブル操作そのものをコンピュー

タ・アシストによって行なう方式である。この種の方法論は、まず BENNINGHOFF・SOUTHWOOD によって手がつけられ、最近では TWINSpan[®] のような専用のソフトも開発されている。その有用性は高いといわれているが、複雑で多数の種群の場合には方法の性質上収束性に問題がある。一方の方式はこれとは異なり、構成種群(あるいはスタンド群)を多変量としてとらえ、これをなんらかの数量的な解析プロセスを通じて区分する方法である。この系統の手法には、専ら群落区分を行なうことを主眼として考案されたものと、一般的な多変量解析法を援用するものがある。前者はアルゴリズム自体は簡単であり、理解は容易であるが応用性や発展性に欠ける⁹⁾。一方、汎用的な多変量解析法¹⁰⁾は、直接的な有用性において多少劣ることもあるが応用性は高く、今後広く利用されると予想される。ただ、今日多変量解析法とよばれるものは多種類にのぼり、植生区分に援用するに当たってはそれぞれの得失について検討しておく必要がある。

Table 1 The categorized quadrats with the Zürich-Montpellier school's procedure and the memberships of species

Species code	Quadrat number																								Presence													
	Category 1						Category 2						Category 3																									
	10	15	25	14	30	1 26 28	3	4	7	9	22	6	8	13	24	27	29	12	17	18	20	5	19	21		23	11	2 16										
30	32	33	22	18	19	49	3	5									2	1									1	4	12									
16	35	26	34	6	5	31	13	1																			2	2	10									
11	78	11	43	23	27	58	2	2																					8									
20	81	20	94	5	5	35	52																				2	1	9									
23	50	5	42	3	3	20	5																						7									
13	95	18	75	9	9	56	9																						7									
28	9	8	2	11	9	48																							6									
29	1	1	3			13																					4		5									
14			7	9		9																							3									
15			3	3		12											2												4									
24						2	5	4	14	3	8	1	19	36	36	34											4	8	13									
4							23	24	9	13	42	1	1	4	5	19	3												11									
17							42	38	20	49	19	12																	6									
22							21	18	8	25	7	3																	6									
6							29	18	9	45	3	2																	6									
19							48	50	1	34	21																		5									
25										2			3	7	23												1		5									
21													10	32	90														3									
7							1	1			12					11													4									
12													1	4	11	16	1											10	5	10								
26		4												1	6	3											17	13	1	5	4	4	6	1	22	12		
9																												88	24	7	1					1	5	
8		1																										7	2	6	6	7	13	4		8		
27																												10	2	1	15	14	1	1		1	1	9
1																												3	1	16	14			56	14	6		
2		3				1																							30	1	1					5		
5		2				1																											21	1	1	5		
3																																	30	3		2		
10													9																							1		
18																																			3	1		

(1) 植生モデル

検討に当たって最も問題になるのは、対象とする植生の内容である。今日まで各群落分類法の長短所の明確な比較検討が少ないのは、対象とする植生が一定しなかったことによると考えられる。そこで、この研究はまず人工植生モデルを作成し、それを対象にして検討することとした。植生モデルとしては種々のものが考えられるが、この研究では簡単のためにラ

ンダムな種の分布を想定した。ただ、種にはそれぞれ分布量を与え、その量は釣鐘型の分布をするという現実に近いものとした。

各コドラートに出現した「種」群を ZM 方式に準じてテーブル操作を行ない、Table 1 に見られるように、「植生」を 3 群に区分した。コドラート番号 15, 19, 21, 23 を別の群とすることも考えられるが、分類された種の分布量(優占度)や後の検討作業の容易さを考慮してこのように 3 区分とした。当初から完全に区分された植生モデルを用意し、その復元性について検討する方法が最も簡単で明快であるが、現実の植生においても普通この表にも見られるように何種かの攪乱要因であり、区分が成功しても結果は多少乱れることが多い。結果論ではあるが、ここでえられた種組成表は、実際の植生について行なった区分の結果の多くのケースとよく類似していたので、この種組成表を一応の基準として検討を進めることとした。

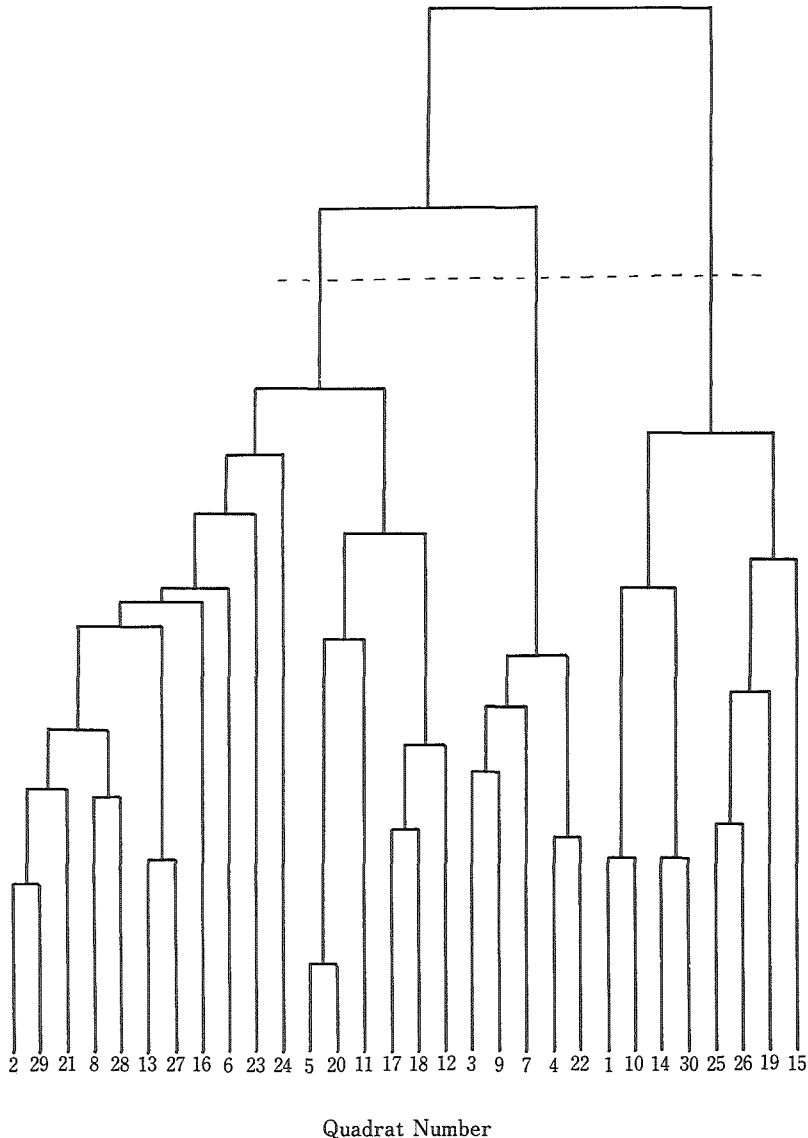


Fig. 1 The clustering dendrogram for the quadrats with the Ward's method. The dashed line shows the level at which the samples were categorized.

(2) クラスタ分析による区分

クラスタ分析は、対象をその属性(場合によっては外的基準を含め)の数量的表現をもとにして直接自動的に分類する方法である。従って、狭義の数量分類法そのものであり、これまで多方面で用いられてきた実績がある。

特性によっていくつかの種類に分類できるが、ここでは階層的凝縮型の代表的な方法を適用した。実際に検討した方法は、最長距離法(Furthest neighbor)、最短距離法(Nearest neighbor)、群間平均法(Intergroup average)、群内平均法(Innergroup average)、重心法(Centroid)、ウォード法(Ward)、メディアン法(Median)、可変群平均法(Flexible group average)の8種類であった。

入力データとして、対象間のユークリッド距離と標準ユークリッド距離、さらに使用可能な方法には相関係数も加えて検討した。その結果、全方法間の比較ができること、変量間のスケールの差が無視できること、分類結果の妥当性が高かったことによって、標準ユークリッド距離を入力データとして採用することとした。標準ユークリッド距離とは、ユークリッド距離をその分散で除したものである。

階層的凝縮型クラスタ分析の結果は、Fig. 1 に示すようにデンドログラムとしてえられる。同図はウォード法による結果である。コドラートがグループ化されていく様子がよくわかるが、ここでは最終的な区分結果のみに注目することとする。同図に示したように、デンドログラムのある水準でこれを切り離し、枝を辿ることによって対象コドラート群を分割することができる。この場合、3個のクラスターがえられ、それぞれをA, B, Cと名付けた。クラスターAには、コドラート番号1, 10, 14, 15, 19, 25, 26, 30が、クラスターBには、2, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29が、クラスターCには、3, 4, 7, 9, 22の各コドラートが分類されたことになる。同様の作業を各クラスター分析法について行ない、コドラート群を3クラスターに区分した結果をまとめたのがTable 2である。

全般としては、クラスターAはTable 1のカテゴリー1に、クラスターBは同じくカテゴ

Table 2 The categorized quadrats with 8 sorts of the numerical clustering procedures

Method	Cluster A	Cluster B	Cluster C
Furthest neighbor	1, 10, 14, 15, 25, 26, 28, 30	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 29	19, 21, 23
Nearest neighbor	16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	21, 23
Intergroup average	1, 10, 14, 15, 25, 26, 28, 30	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 29	19, 21, 23
Innergroup average	1, 10, 14, 15, 19, 25, 26, 30	2, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 27	3, 4, 6, 7, 9, 22, 29
Centroid	16	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	6
Ward	1, 10, 14, 15, 19, 25, 26, 28, 30	2, 5, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 27, 29	3, 4, 6, 7, 9, 22
Median	1, 10, 14, 15, 19, 21, 25, 26, 28, 30	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 29, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30	16
Flexible group average	1, 10, 14, 15, 19, 25, 26, 28, 30	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 29	21, 23

リー 3 に、クラスター C はカテゴリー 2 に相当すると見られるが、群内平均法とワード法を除いて、両者の相似性はよくない。群平均法やワード法においても、クラスター A とカテゴリー 1 に関しては相似性はかなり高いが、残りのクラスターについては低い。

個々のクラスター分析法はそれぞれ特色を持っているので、使用に当たってはデータの性質などを考慮して選択すべきとされているが、事前にデータの特質が判明していることはすくない。従って、実際には試行錯誤的な検討によって方法と結果の決定が行なわれることが多い。ここでも、今日実用に供せられている方法はほぼ網羅して検討したが、分類結果はかなり極端になる欠点があることが判った。

もともとクラスター分析は対象を機械的にまた理解し易く（とくに階層的クラスターは）分類する能力がある反面、本質的に分類の基準になった変量側の情報は与えない欠点を持っている。ただ、主題は対象の合理的な分類であるから、もしそれが成功するのであればこの点はそれほど大きな問題にしなくともよいが、これまでの検討に見られるようにスタンドの区分結果自体に問題がある。従って、クラスター分析を群落区分法として採用するには難点がある。

(3) 主成分分析による区分

主成分分析は、よく知られているように、複数の観測値があるときその情報の損失をできるだけ抑えて、少数個の総合指標（主成分）でその特性を表現する解析法である。従って、観測の対象となった各個体は、各主成分軸から構成される空間に布置されることになる。いいかえれば、この各主成分得点を基にしたグルーピングが可能になり、これを利用して植生をその種組成によって区分することができる。この区分法は、原理的には主成分といういわば種組成特性の圧縮された情報に基づくので、結果にはそれなりの意義づけができる。

主成分分析を行なった結果、固有値 1 以上の主成分数は 10（その時点の累積寄与率は 0.88）となり、収束性が悪かった。これは、先のクラスター分析からも予測されるように、データの質が相当複雑なことによるものと推測される。得られた結果の一部を Fig. 2 に図示した。同図中の横軸は第一主成分、縦軸は第二主成分であり、数字はコドラート番号を示している。従って、第一/第二主成分平面上における各コドラートの分布状況を表わしたものであり、こ

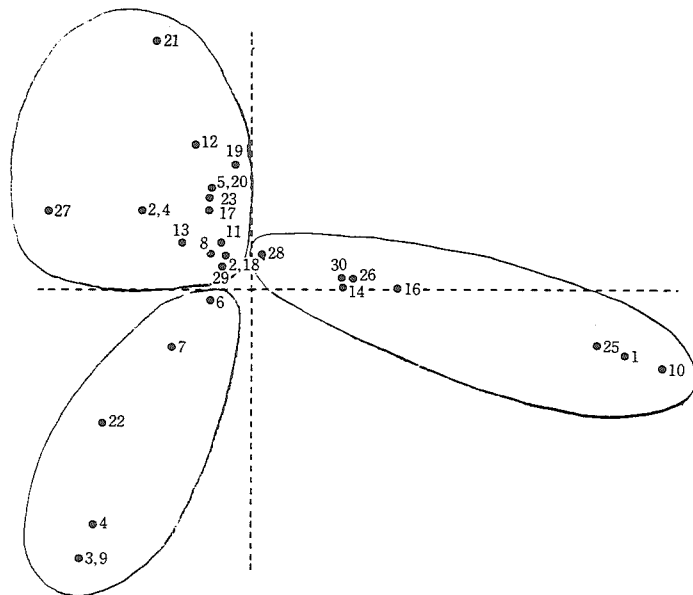


Fig. 2 Distribution of quadrats on the flat composed with the first component (horizontal) and the second component (vertical).

れをその分類状態からブロックに分けた。ブロックの区分は、一般に原点や象限などを拠りどころにして行なわれるが、もし対象自体や変量との間に予めなんらかの類似性（非類似性）の情報がある場合はそれも参考にして分類ができる。この場合はモデルが対象でありそのような情報は全くないので、原点を基準にして3ブロックに区分した。各ブロックを構成するコドラート群と Table 1 の各カテゴリーのコドラート群を対照してみると、カテゴリー1のコドラート群はうまく再現されているが、カテゴリー2のコドラート番号 8, 13, 24, 27, 29 などが他のブロック内に分布しており問題を残している。

主成分分析を用いた場合、コドラートと同様に、変量である種群もその各主成分に対する負荷量によって分類することができる。第一/第二主成分平面上での各種の負荷量の分布を示したのが Fig. 3 である。この場合も、そのブロック化はコドラートのときと同様である。ここでは実際の種を扱っていないので得られた結果には全く意味がないが、現実の植生を扱う際には有効な情報をもたらすことが期待できる。

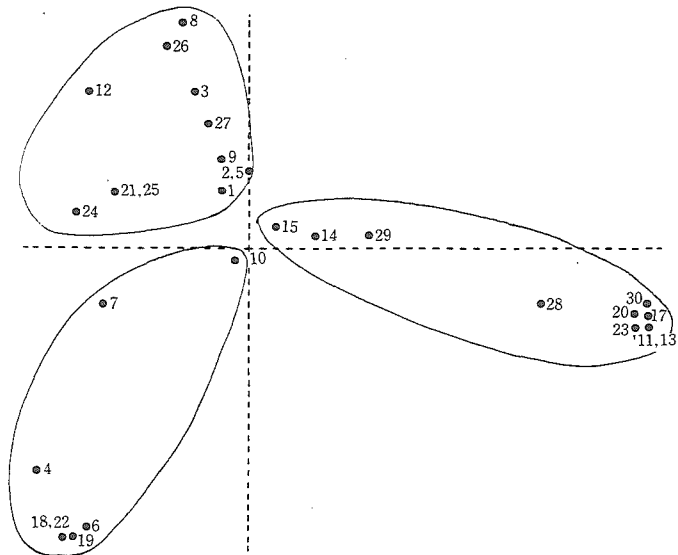


Fig. 3 Distribution of species on the flat composed with the first component (horizontal) and the second component (vertical).

このように、主成分分析は対象と変量を共に分類し得るのが特色の一つであるが、今回は主題のコドラートの区分がそれほど効力的ではなかった。その理由として、主成分の説明力の低さが挙げられるであろう。確かに、第二主成分までの累積寄与率は 0.38 程度でありあまり高くない。従って、まだ多くの情報が利用されずに残されていることになる。しかし、残りの情報を二次元平面上に引き出し、それを視覚化するためには相当数の図が必要になり、煩雑さのためかえって実用的価値は低くなるというジレンマがある。このように、主成分分析を用いる場合の成果もデータの質にかなり強く左右され万能とはいえない。

(4) 因子分析による区分

因子分析は主成分分析と混同されることがあるが、そのモデルは異なっている。因子分析においては、個々の変量はそれぞれ因子負荷量で重みづけられた共通する潜在的な（いいかえれば測定不能な）因子群と個々の変量に固有な因子との線形結合によって表わされるものとしている。従って、種群を変量とした場合、潜在因子の内容は個々の潜在因子と大きい因子負荷量をもつ種群の共通性によって推測できることになる。このことによって、種群

の(潜在的な特性による)分類が容易に行ないうるが、一方でこの因子軸によって構成される空間における対象コードラートの布置からコードラートの区分も行なうことができる。

このようにして行なった種群の分類の結果を Fig. 4 に、コードラートの区分の結果を Fig. 5 にそれぞれ示した。いずれも、横軸に第一因子を、縦軸に第二因子をとった。図から明らかのように、種群は象限をほぼ異にする3群に分類できた。今回は種は単なるコードなので意味がないが、現実の植生を対象とした際にはかなり有力な情報をもたらすことが期待できる。とくに、因子分析においてはバリマックス回転によって因子軸と変量(種)の相関を振り分け

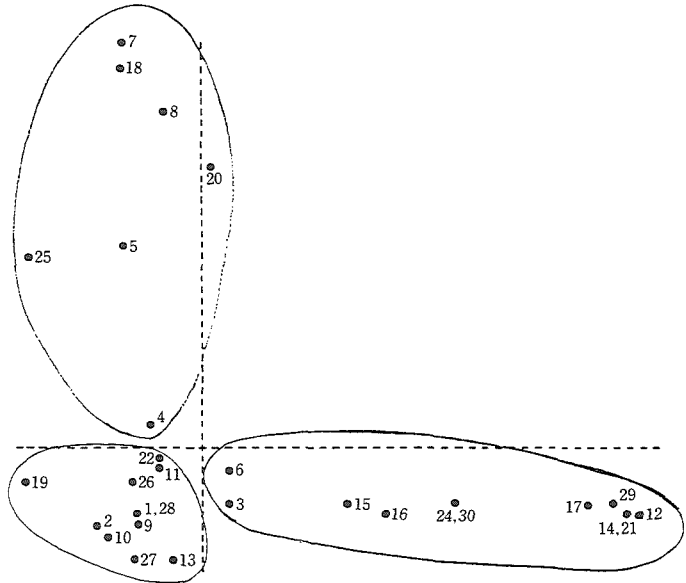


Fig. 4 Distribution of species on the flat composed with the first factor (horizontal) and the second factor (vertical).

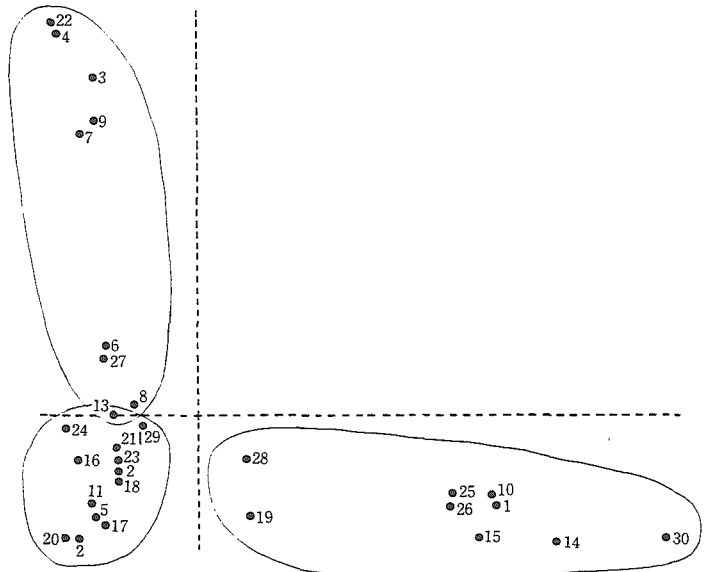


Fig. 5 Distribution of quadrats on the flat composed with the first factor (horizontal) and the second factor (vertical).

るので、解釈が容易になり種群の特徴を検出し易くなる点も有利となる。他方のコドラートも同様に分布象限の異なる3ブロックに区分できた。それぞれのブロック内のコドラートとTable 1の各カテゴリーのコドラートとを対照してみると、因子分析による結果のうち、軸に近接したコドラート番号、19, 24, 29の3点がすこし越境したものの相似性は高かった。

因子分析は、その生成とモデルの内容からこれまで主として心理学的な問題の解析に用いられてきたが、ここでの検討で判明したように、植生区分に援用しても有用性が高いと考えられる。

(5) 数量化Ⅲ類による区分

数量化Ⅲ類の意味は、観測个体群(サンプル)とその属性群(カテゴリー)間の相関を最大にするようにそれぞれを並べ替えることに帰着する。その意味で数量化Ⅲ類はZM式のテーブル操作に通じるところがある。

ところで、数量化Ⅲ類を計算するためのデータは、そのアルゴリズムから、バイナリー変数でなければならない。そこで、Table 1の種の分布量を0/1量に変換した。すなわち、ある種が何らかの分布量を持てば1を、分布量がなければ0を与えたデータに変換した。これはそのスタンドに、ある種が出現するか否かを示すデータが得られたことに相当する。現実の植生調査を想定した際、もしこのように種の存在だけで目的が達せられるのであれば、その行程などからみて非常に大きな長所であり、そのことからこの方法を検討する意義がある。

数量化Ⅲ類は、その基本的な性質上、サンプルとカテゴリーがそれぞれの空間へ同時に布置される。布置のための軸は増加することができるが、主成分分析で触れたように、多数の軸を使えばかえって直感性を損失することになる。そこで、この数量化Ⅲ類においても分析は第二固有値までとした。その際の累積寄与率は0.50であり、数量化Ⅲ類としてはそれほど低くない。

第一固有値を横軸に、第二固有値を縦軸にして、種群を布置したのがFig. 6であり、おなじくコドラート群を布置したのがFig. 7である。Fig. 6に見られるように、種群はコード

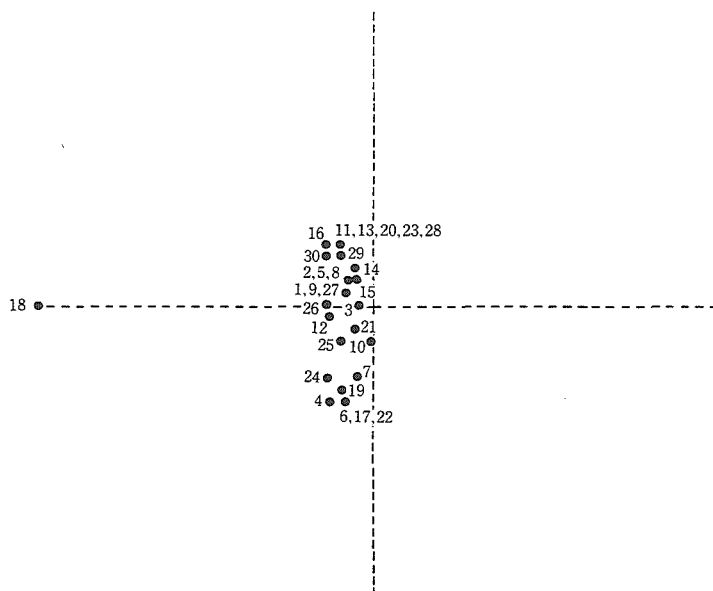


Fig. 6 Distribution of species on the flat composed with the first eigen value (horizontal) and the second eigen value (vertical) for the Quantification Theory Ⅲ.

18がとび離れ、残りは原点付近にもとまって殆ど分類できない。一方、コドラート群は Fig. 7 に見られるように、16番がとび離れて、残りは全く同じ横軸の値をとり縦軸に平行に並ぶという異常な分布を示した。この結果では全く利用価値がないので、元のデータを調べたところ、種コード18はコドラート番号16にのみ出現し、コドラート番号16にはこのコード18の1種しか存在しないという極めて特異な状況であることが判かった。現実の植生でもこのような例はまず出現しないので、このコドラートと種を除外して改めて同様の分析をおこなった。

その結果を同じように図示すると Fig. 8 と Fig. 9 のようになった。種群の布置は Fig. 8 に見られるように、原点を中心にして3方向にきれいに分離した。コドラート群の方は Fig. 9

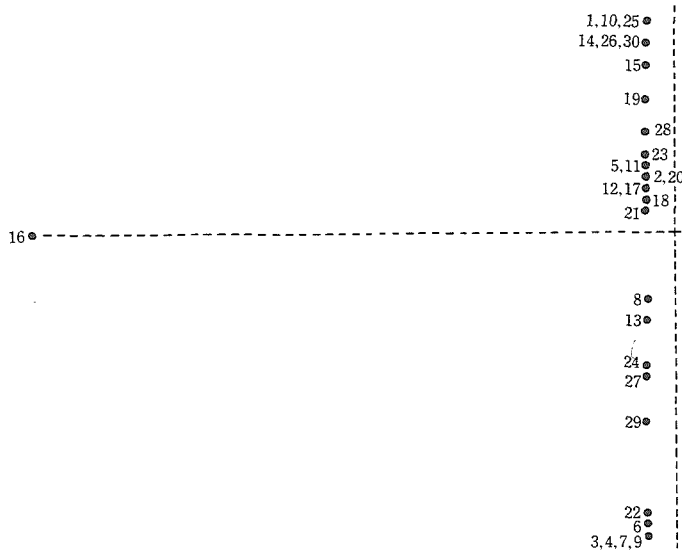


Fig. 7 Distribution of quadrats on the flat composed with the first eigen value (horizontal) and the second eigen value (vertical) for the Quantification Theory III.

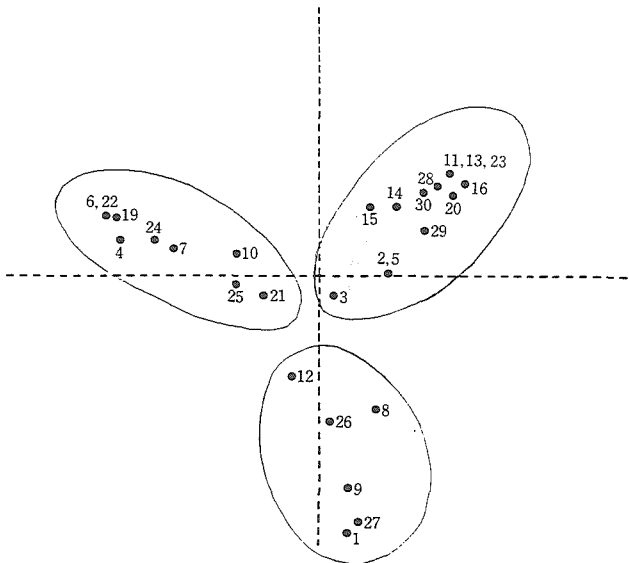


Fig. 8 Distribution of species on the flat composed with the first eigen value (horizontal) and the second eigen value (vertical) for the Quantification Theory III. Both quadrat No. 16 and species code 18 are excluded.

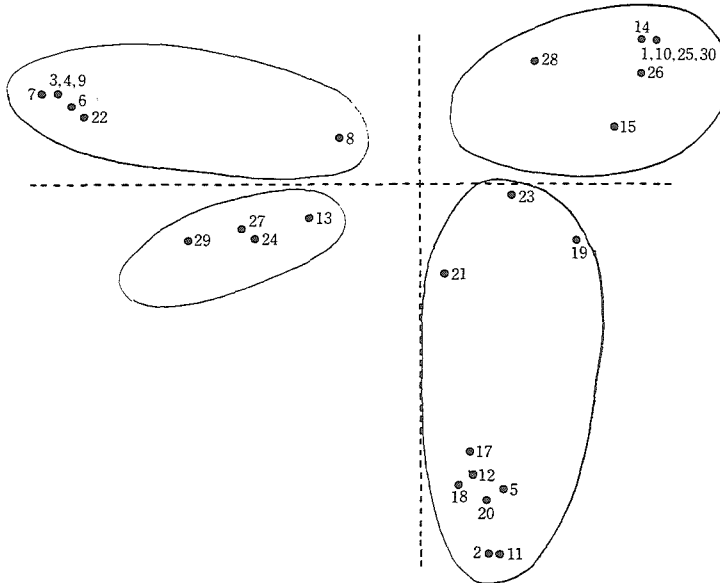


Fig. 9 Distribution of quadrats on the flat composed with the first eigen value (horizontal) and the second eigen value (vertical) for the Quantification Theory III. Both quadrat No. 16 and species code 18 are excluded.

に見られるように、やはり原点を中心にして分離区分されるが4ブロックとなった。このコドラート群の区分を Table 1 のカテゴリーと対照してみると、カテゴリー1とカテゴリー3は完全に一致しているが、カテゴリー2はさらに2分割された。これは、数量化Ⅲ類が、コドラートの種構成のわずかの差は検出したためと思われる。

このように、数量化Ⅲ類は分析の対象とするデータの質を検出する能力の高いことが判かった。このことも含め数量化Ⅲ類はこれまで検討してきた他の諸法と比較していくつかの利点をもっており、その有用性は高いといえよう。クラスター分析を主体として、主成分分析や最近では因子分析も少数ながら植生研究に用いられるようになってきたが、この数量化Ⅲ類がこれまで植生研究に用いられた例はない。その意味で、この方法の有用性の発見の意義は大きいといえよう。

数量化Ⅲ類によって植生区分を攪乱する要因を摘出し、これを排除すれば有意な結果が得られる場合のあることが判かった。そこで、他の多変量解析法についても、この植生モデルから16番コドラートと18番コードの種を除いて改めて分析を行なった。その結果は、いずれの場合も全コドラートと全種を対象にした結果と殆ど変わらなかった。また、数量化Ⅲ類を適用する際行なったと同様に、種の分布量をバイナリー量に変換して他の方法を実行したが、その結果は全コドラートと全種を対象にした場合も、先の攪乱要因を除外した場合も元の結果と大差は認められなかった。

摘 要

森林植生の合理的な区分方法をえるために、数種の多変量解析法をこれに適用することを考えその有用性を検討した。その第一段階として、まず人工的に作成した植生調査のモデルを対象にして検討した。このモデルは、優占度の異なる種がランダムに分布する地域にこれもランダムにコドラートを設置した場合を想定した。従って、それぞれのコドラートには出現する種構成とその分布量（優占度）が与えられ、人工ではあるが内容はかなり複雑で現実の

植生との近似性も高いモデルである。得られた結果を Zürich-Montpellier 方式によって区分しその種組成表を基準にして検討を進めた。

検討の結果、8種の階層的凝縮型クラスター分析は、いずれも分離性が悪いことや区分の基準が得られないことから実用には向かないことが判かった。主成分分析と因子分析は共に区分の基準も同時に得ることができ、スタンド群間の分離もまずまずであり、ここに用いた程度の複雑さの植生なら適用が可能と考えられた。なかでも、因子分析法は有効性が高いと思われる。数量化Ⅲ類は、ここで検討した方法の中では最も有用性があると考えられた。それは、入力データが単なる種の在・不在でよいこと、またスタンド群分離区分とその基準になる種群の分類を共に与える点、ならびに区分の結果が明確なことによる。従って、その結果から分析の攪乱要因の抽出ができ、そのことによって区分の効果を上げうる場合があることも有利な特性といえる。

数量化Ⅲ類以外の方法では、構成種群をバイナリー変数に変換しても、また攪乱要因を除去しても顕著な結果の向上は認められなかった。

文 献

- 1) AUSTIN, M. P. and NOY-MEYER, I. : *J. Ecology* **59**, 763-774 (1971)
- 2) AUSTIN, M. P. : *Vegitatio* **42**, 11-21 (1980)
- 3) BRAUN-BLANQUET, J. : *Pflanzensoziologie* Springer-Verlag, Wien, 1964. 鈴木時夫訳：植物社会学Ⅰ. 359 pp, 朝倉書店, 東京 (1971)
- 4) 千葉喬三・狩山俊悟：日林誌 (投稿中)
- 5) CURTIS, J. T., and MCLINTOSH, R. P. : *Ecology* **53**, 868-875 (1972)
- 6) GAUCH, H. G. : *Multivariate analysis in community ecology*. 298 pp, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1982)
- 7) 伊藤秀三：群落の組成研究 (伊藤秀三編：群落の組成と構造 332 pp) 朝倉書店, 東京 (1977)
- 8) WHITTAKER, R. H. : *Ecol. Monographs* **30**, 279-338 (1960)
- 9) WHITTAKER, R. H. : *Ecol. Reviews* **42**, 207-264 (1967)
- 10) 柳井晴夫・高根芳雄：多変量解析法 210 pp, 朝倉書店, 東京 (1982)