

デジタル処理による森林のリモートセンシング

妹尾俊夫

TOSHIO SENOO

Classification and mapping of forest types by digital processing MSS data

要旨：本研究は森林の林相区分を目的として、航空機による MSS データのデジタル解析を試みたものである。フィールドには京都上賀茂周辺の森林を選び、解析システムには京大大型計算機の PARS (Package Program for the Remote Sensing Data Analysis) を利用した。

トレーニング・エリアとして5個の森林タイプと草地、住宅地、田畑の計8個を選び出し、これを教師として分析地区全域の識別図を作成した。

この判別分類法にはユークリッド距離法と線形判別分類法を用いた。

判別結果は森林と森林以外の事物の誤判別はほとんどなかったが、林相区分についての判別率は40~50%と低かった。これは教師として指定したトレーニング・エリアの切り出しに混交林が多かったことと、地形による日蔭部が含まれていたことなどに原因があると思われる、撮影条件の良いデータで再検討する必要がある。

はじめに

リモートセンシング技術はすでに広く地球科学の研究をはじめ資源の有効利用や環境保全のために貴重な資料を提供していることは周知のとおりであるが、森林調査に利用した場合、どの程度有効であるかの評価についてはいましばらくの時間が必要と思われる。

さて、従来からの航空写真の判読や写真測量に供される画像は幾何学的な位置関係が解析の対象とされるのに対して、リモートセンシング・データの測定内容は可視光線に限らず他の電磁波、例えば遠赤外線による地表の熱分布や目標物の放射強度や輝度の測定その他、放射強度の差の判定といった物理的次元の諸量が対象となっている。したがって、そのセンサなどのハードウェアの開発も重要なことではあるが、他方この利用は応用分野が広いだけにそのソフトウェアであるデータの処理システムの開発、整備が強く望まれているところである。

このたび全国国立大学に先がけて京都大学大型計算機センターにリモートセンシング・データ処理用のパッケージ・プログラムの一部が主システム (M190)

に登録された。このパッケージは主として土地利用区分を目的とするものようであるが、これに基づいてリモートセンシング・データが森林の判読あるいは林業上の利用にどの程度有効であるかを探るため、京都上賀茂周辺の森林をフィールドとして選び一つのケーススタディを試みたので報告する。

この処理システムの利用にあたり御指導を賜った京大農業工学科助教授北村貞太郎氏をはじめとするプログラム開発計画メンバー各位に、また、現地調査に御協力いただいた京大大学院平嶋 誠・佐藤 新の両氏に深甚の謝意を表する次第である。

I. R/S データの計測条件と解析地域の概要

本研究で使用したリモートセンシング・データは財団法人日本造船振興財団が「日本国土海洋総合学術診断」事業の一環として作成した CCT (Computer Compatible Tape) によった。その MSS による測定は1976年8月17日16時 (CCT 001) および1976年12月21日12時 (CCT 002) の二本で、高度はそれぞれ900m ならびに 750m であった。テープの内容をあらかじめ点検した結果、利用可能なチャンネルは ch. 3 (0.45

京都府立大学農学部附属演習林研究室

* Experimental Forest Station, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

昭和53年7月28日受理

Table 1. CCT data used for analysis.

Tape indexG76053N
 Course NO.6Z21N01
 Ground speed.....188Km/H

Date,time ...'76.12.21. 12:07
 Altitude2460feet
 Using channel ...3.5.7.8.9.11

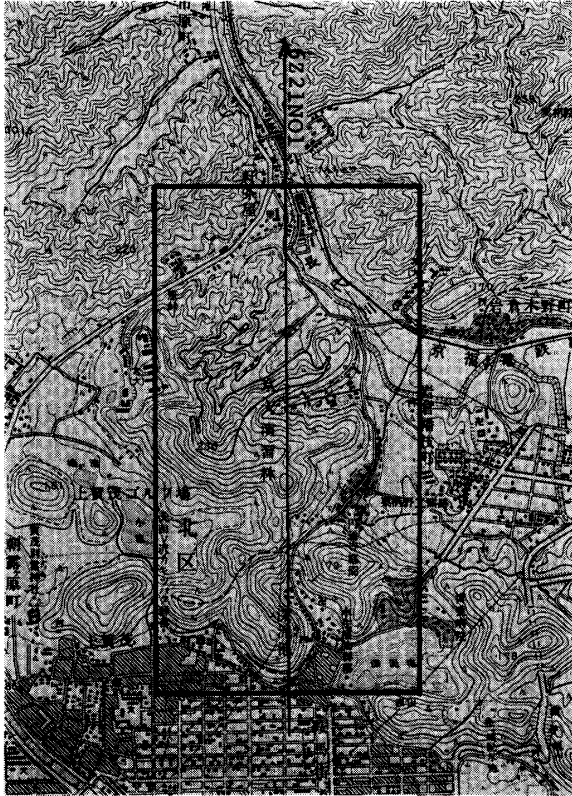


Fig. 1. Map of KAMIGAMO and flight course.

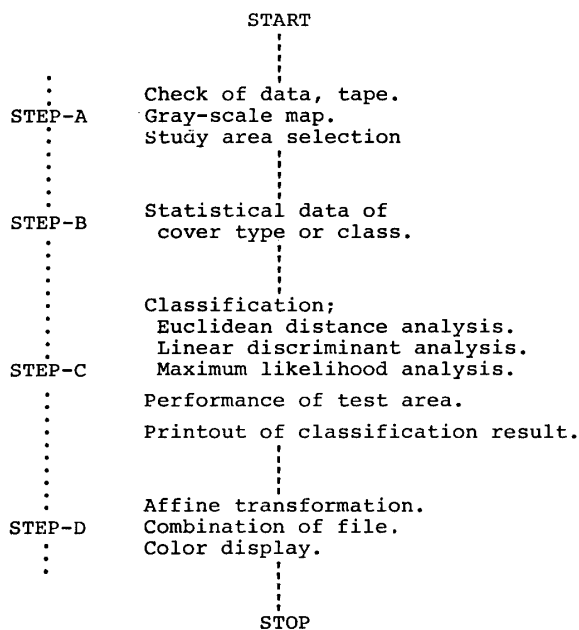


Fig. 2. Remote sensing data processing system.

~0.50 μ), ch. 5 (0.55~0.60 μ), ch. 7 (0.65~0.70 μ), ch. 8 (0.70~0.80 μ), ch. 9 (0.80~0.90 μ) および ch. 11 (8.0~14.0 μ) の6チャンネルであった。なお、CCT 001 は夏の午後4時に撮影されたために太陽高度と地形の関係から陰影部分が多くコントラストの強い画像であったためデータとして不適当と判断し、CCT 002 を中心に解析することとした。

つぎに、この現地は京都市内を南北に流れる鴨川の上流上賀茂神社の北東部に位置する低い丘陵地帯である。垂直的な配置をみても住宅地、ゴルフ場、田畑、放地などが海拔100m以下に、海拔高100mから最高地の228mまでが森林地帯となっており大部分はアカマツ・ヒノキの皆伐跡地に天然更新した比較的若いアカマツ・ヒノキおよび広葉樹の混交した二次林である。広葉樹の主なものアセビ、リョウブ、ソヨゴ、ツツジ類などで、地形の傾斜は15度から25度位であるが小さな谷がかなり複雑に入りこんでいる。このあたりの地質は古生層に一部新洪積層が混り、母材は主として砂岩、粘板岩で土壤型はBA~BD型に属し、その理化学性は悪い。また、この丘陵地帯の中心部は京大演習林上賀茂試験地に属しており、その内部には外国産樹種の見本林、実験林ならびにヒノキ天然生林の施業実験林などがある。フィールドの位置図ならびにフライト・コースは図1に、解析に使用したCCTデータについてはTable-1に示すとおりである。

II. 処理システムの概要

今回の解析に当っては京都大学大型計算機センターに登録されたリモートセンシング・データ処理システムであるPARS (Package Program for the Remote Sensing Analysis)¹⁾を利用した。そこで解析方法の理解を深めるためにPARSについて簡単に説明することとする。

まず、このシステムの解法の流れは図2に示すとおりである。図2から明らかなようにこのシステムはA~Dまでの4つのステップの階層的処理機能をもっている。その基本的機能の概要はAステップはテープ点検、データ点検(16進, 10進)、チャンネルデータのフォーマット変換、グレーマップの作成、グレーレベルの頻度分布および分析地区の切り出しなどの機能を持ち、Bステップは自動分類するための基礎資料を作

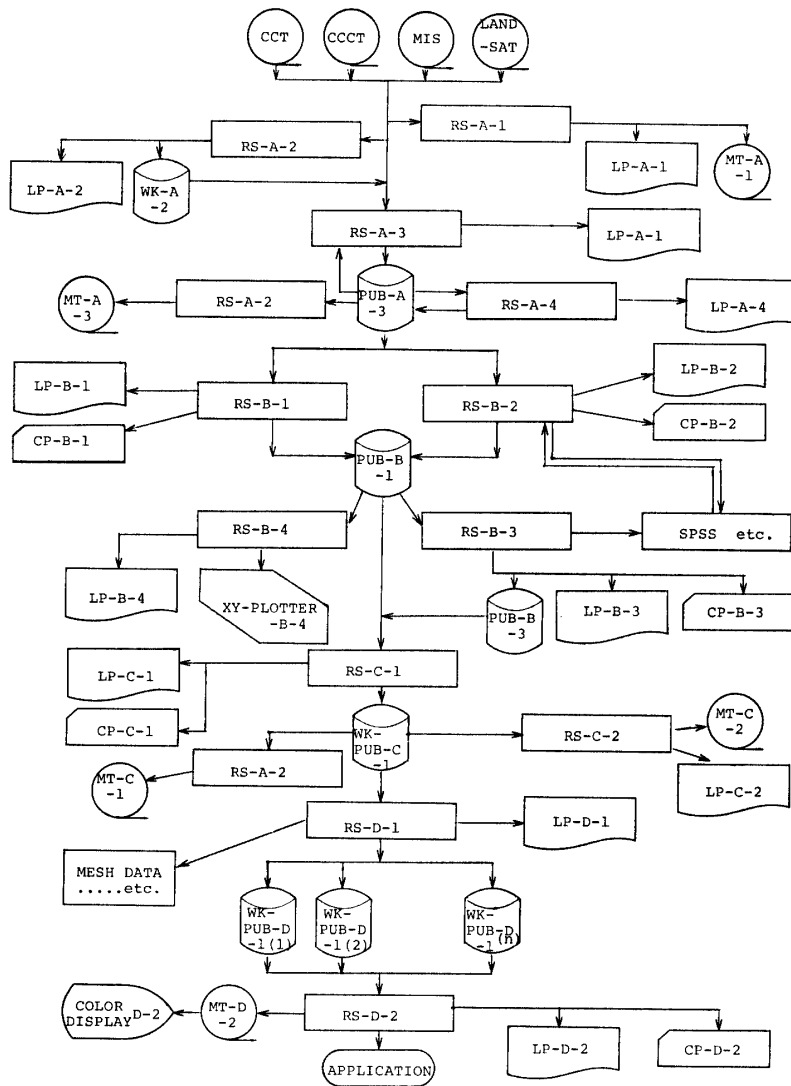


Fig. 3. PARS of Kyoto University Data Processing Center.

成する機能がある。たとえば、教師付き分類のトレーニングエリアの切り出しと統計資料の作成が行える。CステップはBステップの資料に基づいてAステップで決定された分析地域の各画素を分類項目に割り当てる機能を持つ。分類法としてはユークリッド距離法、線形判別分析法および最尤法が取り上げられている。また、分類結果のプリントアウトによってその評価が行える。Dステップはアフィン変換による位置合せ、将来にはMSSデータ以外の資料と分類結果との統合、分類結果のカラー表示などが実行できる機能を持たせるようになるようである。なおこのシステムの入力形式はCCT, CCCT, MISならびにMTのいずれでもよく、また出力形式も標準的にはラインプリンターであるがカード出力XYプロッタ用紙、カラーディスプレイもできる。さらに、保管形式もワークファイル、共用ファイルあるいはMTコピーができる。入力変

数データの形式はキーパラメーター方式であることなどの特色があげられよう。PARSは13のプログラムからなっており、その各機能と構成は図3に示すとおりである。

この図3においてRS-A-1~4, RS-B-1~4, RS-C-1~2およびRS-D-1~2という形で表示されている部分が各ステップでのプログラムである。例えばRS-B-3はSPSS (Statistical Package for the Social Sciences) のファンクション DISCRIMINANT³⁾ を呼び出し、級内もしくは級間の統計資料などを求めるもので、その結果をLP-B-3などに出力させることを意味する。

III. 処理手順とその出力結果

まず、現地に関する正確なデータがないことから、MSSの測定時間と同季節の現地の状況を知るため、1975年3月19日12時撮影のハッセルブラードのリアルカラー航空写真と現地踏査によって地物判読を行うこととした。目標とする判別区分は林

相区分であるが、フィールド内の大部分の森林の状況は尾根筋はアカマツを主体とする天然生林によって占められ、谷筋にはヒノキの人工若令林が複雑に入りこんでいるため先の航空写真上では判読の困難な領域である。この判読の根拠としては森林の樹冠層の構成状態すなわち、疎密度や樹冠層の高低、その大小および色などの物理的特色とそれらの電磁波特性との相関性に基づくものである。この判別方法についてはすでに奈良春日山原生林での適用において一応の見通しが得られている²⁾。

さて、CCT 002 テープについてRS-A-1によってMT 1' 検ののち、地上との位置合わせを行うため、RS-A-3で11チャンネルの出力を10レベルに分割した飛行コース全体のグレースマップを作成した(LP-A-3, 図4参照)。これについてはピクセル全部について出力するとデータ量が多すぎるので、ライン方向には10

個ごとに、カラム方向には6個ごとに1個の割合で表示した。これによって森林地域とゴルフ場などの芝生や草地、道路、学校などの大きな建築物、住宅地および田畑などの大略の区別がつく。地上の事物との対応が出来たことによって必要とする分析地域の抽出を行い、さらにそれをディスクへRS-A-3のプログラムによって格納する。3, 5, 7, 8, 9, 11チャンネルについてライン方向の出力は2個おきに、カラム方向はスキップせずに抽出すると6チャンネルの情報をもつ画素数は260,100個となるが、これをPUB-A-1に格納した。このPUB-A-3のデータの中から5種類の森林タイプとゴルフ場などの草地、住宅地および田畑の計8個のトレーニング・エリアを指定し、RS-B-1を用いて、PUB-B-1に格納する。さらに、RS-B-3によって

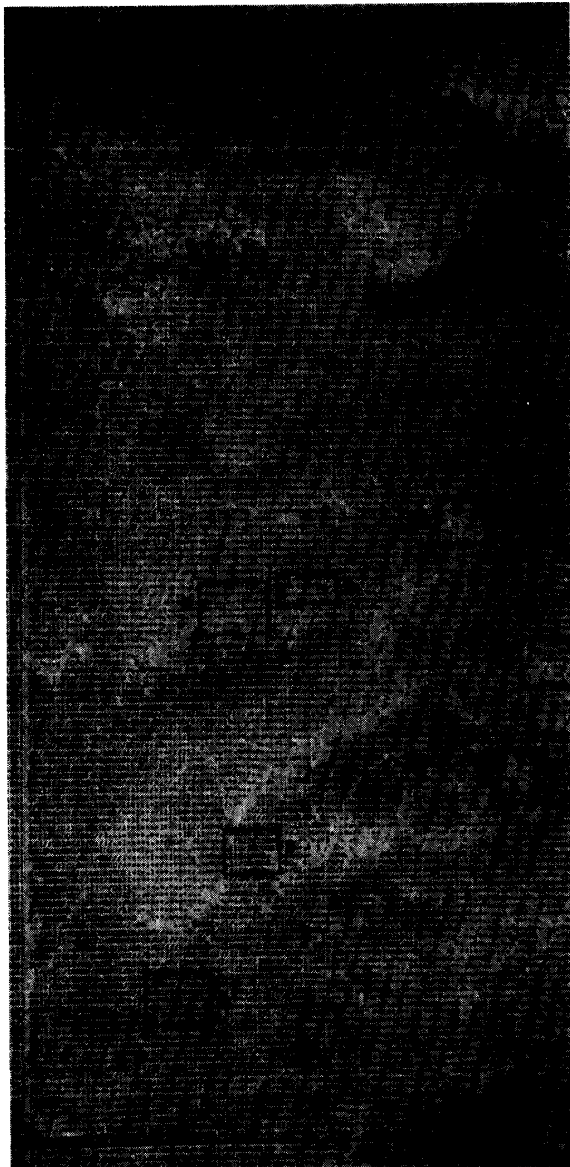


Fig. 4. Gray map about the whole of flight course (CCT002).

SPSSのDISCRIMINANTファンクションを呼出し、このトレーニング・エリアの各画素について線形判別分類、ユークリッド距離法に基づく分類および教師なし分類法としてクラスター分析を行い、その結果をLP-B-3など(表2, 3, 4および図5, 6参照)に出力させる。この出力結果のうち線形判別関数を与えるための係数とその関数によるクラスのセントロイドならびにユークリッドの距離による判別のためのグループごとのチャンネルデータの平均値を与えて、RS-C-1によってPUB-A-3に格納されている分析地区全域の分類を行い、LP-C-1(図7参照)に出力させると同時にPUB-C-1に格納する。この分類結果についてRS-A-2を用いて分析地区の各画素の統計量を調べることとする(図8および図9参照)。このシステムにはまだいくつかの機能はあるが、この段階で分析地区の識別図が得られるので処理は止めることとする。以上のような手順にしたがって処理を実行した出力結果は次のようになった。

まず、LP-A-3のフライトコース全域の温度差によるグレイマップは図4に、8個のトレーニング・エリアの各統計量は表2が各グループの画素数、各チャンネルデータの平均値および標準偏差を、表3が判別関数の係数と識別グループの重心を示している。表4はトレーニング・エリアの分析結果から分析地区の識別予測を行ったものである。図5は判別平面におけるグループのプロットを示し、図6は判別平面におけるグループの判別領域図である。図7は分析地区の識別図で左側はユークリッドの距離による分類であり、右側は線形判別関数による分類結果である。図8はユークリッドの距離による分類結果のヒストグラムであり、図9は線形判別関数による分類結果のヒストグラムである。図10は各トレーニングエリアについての識別図である。

IV. 考 察

この解析の目的が林相区分ということから、トレーニング・エリアの指定は森林について多くとりあげた。

すなわち、第一のトレーニング・エリア(グループ番号: 2)では尾根筋はアカマツの幼令林であるが、中央部の谷筋にはヒノキの幼令林が入りこんでおり、コナラ、クリ、コシアブラ、リョウブ、アセビ、シイ、アラカシなどの広葉樹も多く混交している林分である。ここは全体が緩斜地でほとんど日蔭になる部分はない。

第二のエリア(グループ番号: 3)はアカマツ幼令

Table 2. Means and standard deviations of each channel's data.

GROUP COUNTS										
	GROUP 2	GROUP 3	GROUP 4	GROUP 5	GROUP 6	GROUP 7	GROUP 8	GROUP 9	TOTAL	
COUNT	1104.0000	574.0000	756.0000	744.0000	651.0000	1107.0000	984.0000	756.0000	6676.0000	
MEANS										
	GROUP 2	GROUP 3	GROUP 4	GROUP 5	GROUP 6	GROUP 7	GROUP 8	GROUP 9	TOTAL	
C1	26.6993	24.7648	24.4616	30.1801	27.1582	61.7696	45.0782	45.0847	37.2755	
C2	23.6424	20.5728	18.5529	27.7231	20.5346	37.5721	55.6872	57.5780	42.2256	
C3	20.1974	16.5728	17.5741	24.7917	16.1044	79.1734	49.0661	51.5119	37.8315	
C4	49.0169	45.1962	38.4957	51.6263	39.0215	92.5826	62.5762	57.7182	58.2043	
C5	47.6589	45.1784	42.0516	52.6008	41.8971	94.3068	81.9675	67.5344	58.7855	
C6	88.3089	87.5129	79.8280	83.2957	79.3564	123.2574	106.1738	102.9537	95.6922	
STANDARD DEVIATIONS										
	GROUP 2	GROUP 3	GROUP 4	GROUP 5	GROUP 6	GROUP 7	GROUP 8	GROUP 9	TOTAL	
C1	4.1911	3.1201	3.2018	3.4742	4.0450	8.6997	8.3992	13.5248	15.3034	
C2	4.3024	4.1527	3.9666	6.6563	3.5579	16.2740	11.2782	20.1510	27.3224	
C3	3.0617	2.1329	2.8652	4.9836	2.6432	14.7069	7.4207	15.6090	24.2635	
C4	9.9735	8.4414	7.6960	16.2322	6.4857	14.5019	10.6256	13.3737	21.3167	
C5	5.6345	4.4465	3.5247	14.2375	2.2935	14.1432	9.4948	13.0956	20.4109	
C6	5.2401	5.0258	10.5619	11.0642	5.2186	13.5775	6.4494	15.6076	18.2417	

Table 3. Discriminant function coefficients and centroids of groups in reduced space.

STANDARDIZED DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS						
	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4	FUNC 5	FUNC 6
C1	0.04621	0.29968	-0.69036	3.33273	-1.20707	-1.17013
C2	0.00600	-1.88458	0.93535	-0.73963	2.68437	4.71865
C3	0.71704	0.64667	-2.23454	-3.12938	-0.33468	-3.41773
C4	0.15207	0.13558	1.09181	0.28607	1.49954	-1.09954
C5	-0.01416	2.13777	0.18972	0.21057	-1.60375	1.12225
C6	0.13293	-1.33543	0.92064	0.28316	-1.12739	-0.19889
UNSTANDARDIZED DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS						
	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4	FUNC 5	FUNC 6
C1	0.00302	0.01958	-0.04511	0.21778	-0.07888	-0.07646
C2	0.00022	-0.06898	0.03423	-0.02707	0.09825	0.17270
C3	0.02955	0.02665	-0.09209	-0.12897	-0.01379	-0.14086
C4	0.00713	0.00636	0.05122	0.01351	0.07035	-0.05158
C5	-0.00069	0.10453	0.00928	0.01030	-0.07842	0.05489
C6	0.00729	-0.07321	0.05047	0.01552	-0.06180	-0.01090
CONSTANT	-2.30725	1.68444	-4.66435	-5.00147	5.75250	1.68039
CENTROIDS OF GROUPS IN REDUCED SPACE						
GROUP	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4	FUNC 5	FUNC 6
GROUP 2	-0.66392	-0.13291	0.49102	0.08029	0.01011	0.00303
GROUP 3	-0.75654	-0.15706	0.41884	-0.21810	-0.05525	0.00460
GROUP 4	-0.88269	0.14877	-0.36041	-0.25074	-0.11957	-0.00493
GROUP 5	-0.53850	0.75297	-0.02390	0.15534	0.11269	-0.01618
GROUP 6	-0.85804	0.10073	-0.46152	0.21261	-0.06684	0.02111
GROUP 7	1.73168	0.37994	0.09645	0.00124	-0.09793	0.00160
GROUP 8	0.46838	-0.87704	-0.16500	0.10616	-0.00836	-0.01084
GROUP 9	0.55042	-0.07799	-0.18015	-0.17685	0.24770	0.01153

Table 4. Prediction results by SPSS about CCT 002.

ACTUAL GROUP	NO. OF CASES	PREDICTED GROUP MEMBERSHIP								
		GP. 2	GP. 3	GP. 4	GP. 5	GP. 6	GP. 7	GP. 8	GP. 9	
GROUP 2	1104.	525. 47.6%	234. 21.2%	106. 9.6%	107. 9.7%	132. 12.0%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%
GROUP 3	574.	160. 27.9%	238. 41.5%	94. 16.4%	25. 4.4%	57. 9.9%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%
GROUP 4	756.	70. 9.3%	122. 16.1%	350. 46.3%	18. 2.4%	196. 25.9%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%
GROUP 5	744.	64. 8.6%	29. 3.8%	140. 18.8%	294. 39.5%	196. 26.3%	0. 0.0%	4. 0.5%	18. 2.4%	0. 0.0%
GROUP 6	551.	58. 10.5%	31. 5.6%	228. 41.4%	14. 2.5%	320. 58.1%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%	0. 0.0%
GROUP 7	1107.	2. 0.2%	0. 0.0%	4. 0.4%	15. 1.4%	0. 0.0%	954. 86.2%	47. 4.2%	85. 7.7%	0. 0.0%
GROUP 8	984.	15. 1.5%	0. 0.0%	1. 0.1%	11. 1.1%	2. 0.2%	3. 0.3%	628. 63.8%	324. 32.9%	0. 0.0%
GROUP 9	756.	41. 5.4%	10. 1.3%	3. 0.4%	63. 8.3%	7. 0.9%	66. 8.7%	213. 28.2%	353. 46.6%	0. 0.0%

PERCENT OF "GROUPED" CASES CORRECTLY CLASSIFIED: 54.55%

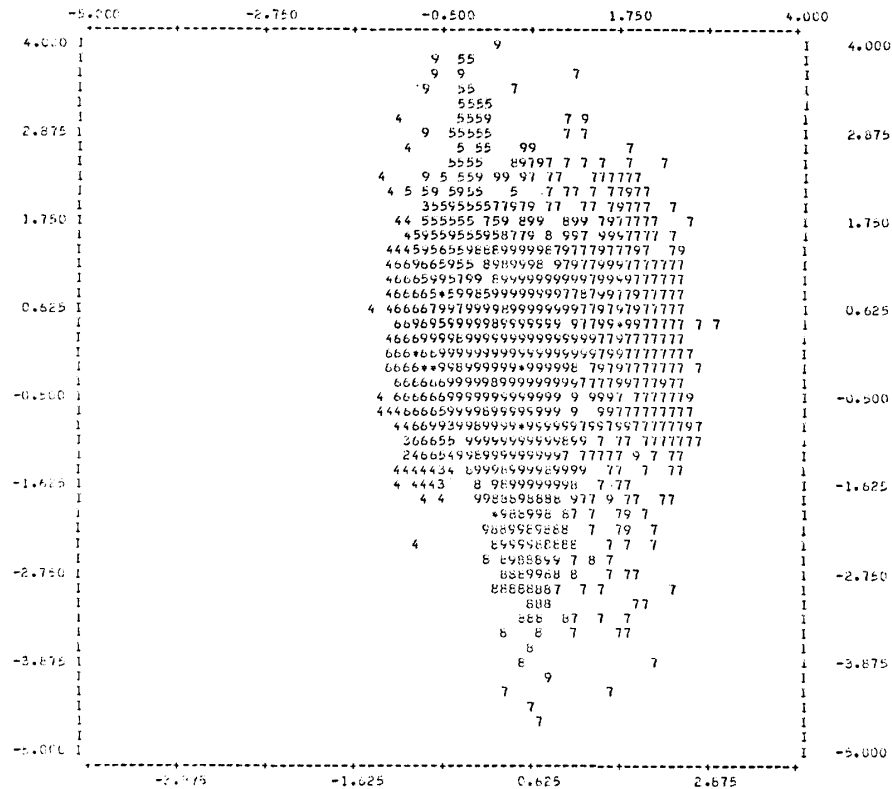


Fig. 5. Plot of discriminant score 1 (horizontal) vs. discriminant score 2 (vertical).

* indicates a group centroid.

林分であり、緩斜地でとくに日蔭になる部分はない。

第三のエリア（グループ番号：4）は高密度の天然生ヒノキ林（15～20年生）であるが、アカマツおよび広葉樹が散在している。緩斜地で日蔭はない。

第四のエリア（グループ番号：5）は疎密度のヒノキ林（20～30年生）で、アカマツも少し入っている。ここは背日面に位置する急斜面地で上部に日蔭部分が

ある。

第五のエリア（グループ番号：6）は比較的高年令・高密度のヒノキ林（40～50年生）であり、尾根筋の平坦地であって日蔭の影響はないところである。

第六のエリア（グループ番号：7）はゴルフ場であるが、コースの中に樹高20m前後のアカマツが修景的に並んで植えられている。

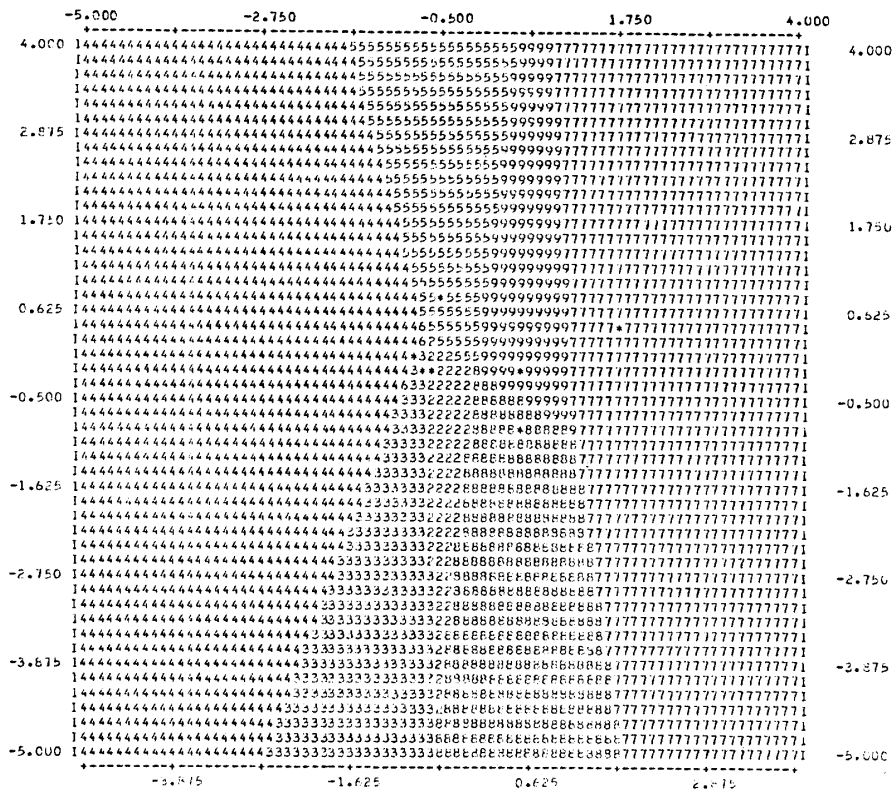


Fig. 6. Territorial map of discriminant score 1 (horizontal) vs. discriminant score 2 (vertical).
*indicates a group centroid.

第七のエリア（グループ番号：8）は田畑の中の集落。

第八のエリア（グループ番号：9）は田畑や道路である（以上、図10参照）。

以上のトレーニング・エリアの判別結果に基づいて考察を進めることとする。

表4はその判別結果による予測のまとめであるが、まず森林部分と森林以外との識別は、表中の ACTUAL GROUP 2～6のいずれにおいても GP. 7～9に判読されることはほとんどないことから、明りょうにつくものと思われる。これによると森林グループ内の予測される判別率は40～50%と5個のグループがお互に誤判別し合っており、それ以外のグループと比較して低い結果となったが、教師として指定した5個のトレーニング・エリアのいずれも判別の困難なアカマツおよびヒノキであり、そのうえ混交状態ということもあって類似グループへ誤判読される可能性のあることを示している。教師として指定する箇所をもっと特色ある林分にするか、類似グループを統合すれば判別率は上るであろう。結論的には今回の教師のトレーニング・エリアの指定が十分に精選されたものでなかったことが明らかとなったわけで、例えば、グループ番

号2と3および4と6のグループ（アカマツとヒノキの樹種別）にすればおそらく80～90%の判別率が期待できたのではなかろうか。また、日蔭部分の指定は判別率を極度に低くすることがグループ番号5の結果から知ることが出来る。森林以外では、冬のゴルフ場や草地が高い判別率であったのに対して、予想外に住宅地と田畑が混同されたことは測定された季節に原因があるものと考えられる。したがって判別率を高めるためには、分析エリア内に含まれる植物類の光学的反射特性の季節変化を考慮することが大切であると思われる。

ユークリッド距離法による判別と線形判別法による判別結果の違いは図8および図9によって知ることが出来るが、これもすでに予測されたように森林部分の教師として適当でないトレーニング・エリアを指定したためにお互いのグループで誤判別しやすい識別要求となったことを示している。以上の判別結果から、今後このパッケージの利用についての見通しをするならば、トレーニング・エリアの切り出しが適当な箇所、教師の指定が適切であったグループの判別は成功していることから、この点を考慮して処理すれば森林についての判別にもさらに良い結果が期待出来るもの

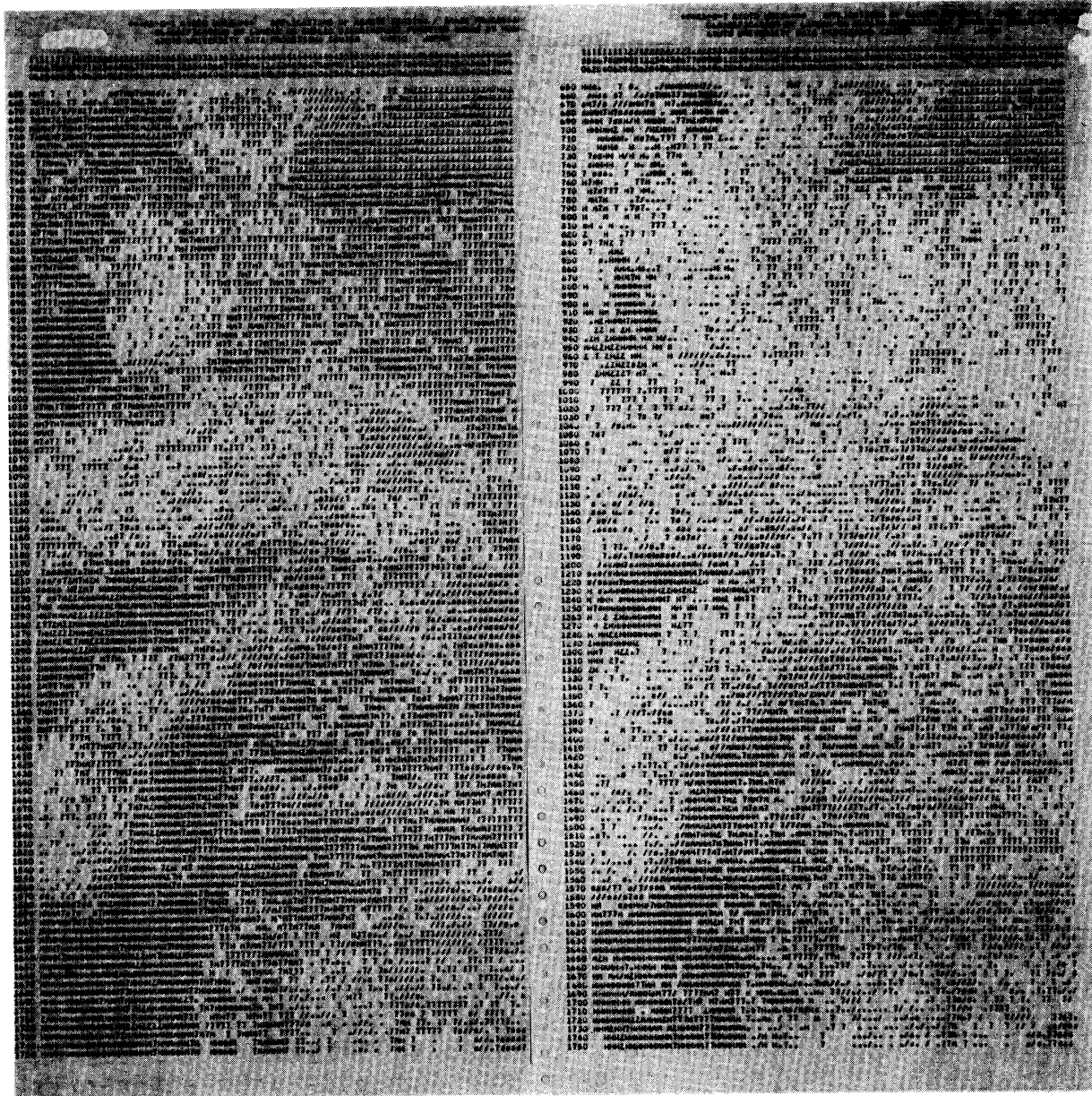


Fig. 7. Classification figures of study area by discriminant analysis.

と思われる。また、地形等の関係から日陰部分の処理は向日面と区別するか、チャンネル別出力レベルの調整をRS-A-3のプログラムによって行う必要がある。このパッケージはこのようなオプションプログラムがいくつかあるうえ、将来にわたっても改良工夫を利用者自身が行うことによってさらに利用しやすくなるものと思われる。

引用および参考文献

1) 北村貞太郎・星 仰・鳥井清司・岡川長郎・松尾芳雄・石田憲司 (1978) : PARS (Package Program for Remote Sensing Analysis) 利用の手引, 京都大学大型計算機センター

2) 妹尾俊夫・安井 鈞・川村 誠・平嶋 誠・佐藤 新 (1978) : MSS データによる森林のデジタル解析, 「日本国土海洋学術診断書」 : 77-86

3) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎 (1977) : SPSS 統計パッケージII 解析編, 東洋経済新報社 : 84-116

4) 奥野忠一・芳賀敏郎・矢野敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子 (1976) : 統多変量解析法, 日科技連出版社 : 77-114

5) Wayne G. Rohde and Charles E. Olson (1972) : Multispectral Sensing of Forest Tree Species, Photogrammetric Engineering : 1209-1215.

FREQUENCY DISTRIBUTION ABOUT EACH CHANNEL

1 TH CHANNEL		2 TH CHANNEL	
1	LESS THAN 13.00	1926	0.1515
2	13.00 TO 20.50	767	0.0778
3	20.50 TO 28.00	0	0.0
4	28.00 TO 35.50	624	0.0617
5	35.50 TO 43.00	0	0.0
6	43.00 TO 50.50	0	0.0
7	50.50 TO 58.00	0	0.0
8	58.00 TO 65.50	2082	0.2046
9	65.50 TO 73.00	0	0.0
10	73.00 TO 80.50	0	0.0
11	80.50 TO 88.00	0	0.0
12	88.00 TO 95.50	717	0.0708
13	95.50 TO 103.00	457	0.0452
14	103.00 TO 110.50	0	0.0
15	110.50 TO 118.00	1054	0.1041
16	118.00 TO 125.50	0	0.0
17	125.50 TO 133.00	0	0.0
18	133.00 TO 140.50	1429	0.1402
19	140.50 TO 148.00	0	0.0
20	148.00 TO 155.50	0	0.0

FREQUENCY DISTRIBUTION ABOUT EACH CHANNEL

1 TH CHANNEL		2 TH CHANNEL	
1	LESS THAN 13.00	2472	0.3432
2	13.00 TO 20.50	0	0.0
3	20.50 TO 28.00	0	0.0
4	28.00 TO 35.50	1500	0.1402
5	35.50 TO 43.00	0	0.0
6	43.00 TO 50.50	0	0.0
7	50.50 TO 58.00	870	0.0860
8	58.00 TO 65.50	0	0.0
9	65.50 TO 73.00	0	0.0
10	73.00 TO 80.50	0	0.0
11	80.50 TO 88.00	1927	0.1805
12	88.00 TO 95.50	0	0.0
13	95.50 TO 103.00	0	0.0
14	103.00 TO 110.50	645	0.0641
15	110.50 TO 118.00	557	0.0552
16	118.00 TO 125.50	0	0.0
17	125.50 TO 133.00	1045	0.1022
18	133.00 TO 140.50	0	0.0
19	140.50 TO 148.00	254	0.0254
20	148.00 TO 155.50	0	0.0

HISTOGRAMS)

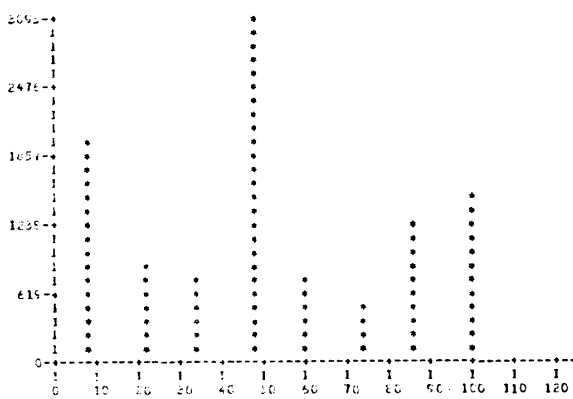


Fig. 8. Histogram of discriminant results by Euclid's distance.

HISTOGRAMS)

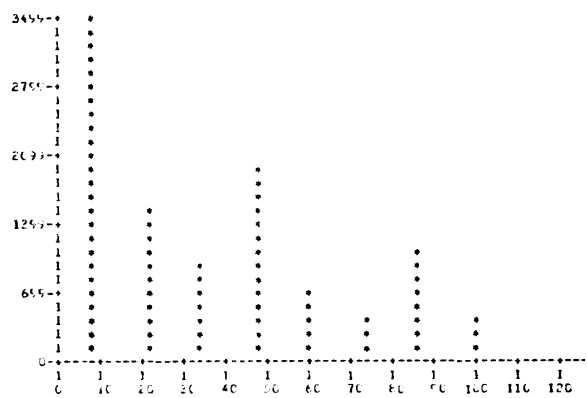


Fig. 9. Histogram of discriminant results by linear discriminant function.

Summary

In this paper deals with the digital analysis of aerial multispectral scanner (MSS) data, as the basic research for the classification of forest types.

The data processing was based on the package program for the remote sensing analysis with Facom M-190 computer at Kyoto Univ. Data Processing Center.

The procedural outline in this case are as follows:

- Step A: Check of data quality, Gray-scale map, Study area selection.
- Step B: Statistical data of cover type or class.
- Step C: Classification;
 - Euclidean distance analysis.
 - Linear discriminant analysis.
 - Maximum likelihood analysis.
- Performance of test area.
- Printout of classification result.
- Step D: Affine transformation, Combination of

file, Color display.

The study area chosen was KAMIGAMO district in Kyoto city.

MSS data taken at 900 m altitude on December 21, 1976, was used.

The ground truth data were gathered from the reconnaissance and the airo-colorphotographies through stereo-vision.

The discriminant maps of the study area shown in Figure 7 were produced by the supervised approaches.

Successful mapping of grass land at this case made it possible to precisely locate.

Confusion of discriminance occurred where the nearly mixed plant community and shady parts.

It was apparent that the supervised discriminant procedure was not suitable for areas of mixed plant community.

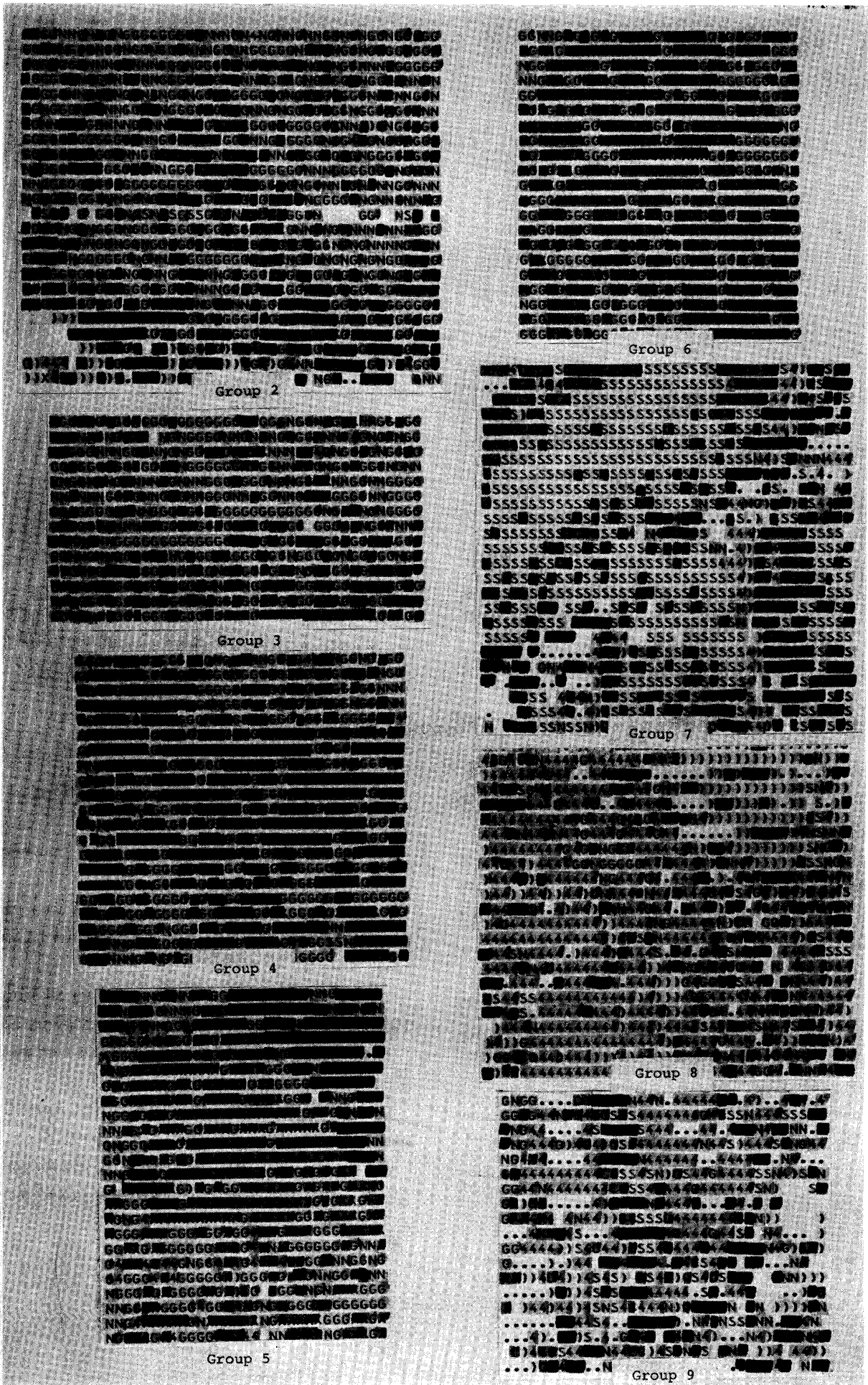


Fig. 10. Discriminant map of each training area.