

岡山大学工学部

京都大学工学部

内外エンジニアリングK.K

正員 森 忠次

学生員 〇 服部 進

藤 堂 洋

1 はじめに

本研究は、赤外カラー写真の3色濃度測定によって、樹木、芝生等の地物を判別し、その精度を検討した1例である。近年高精度の空中写真からの種々の情報抽出が研究されているが、その中に都市域の緑被面積、空地面積などの測定がある。これらは時間的、経済的な面から、あるいは測定に同時刻性が必要であることから、空中写真によるのが最も効果的である。しかも広い面積の測定となると計測の自動化が不可欠である。本研究はその基礎の1つとして、赤外カラー空中写真の測色からどの程度の精度で地物を判別抽出できるかを見るときに、特に植物自身を抽出するための方法と精度を検討する。判別には判別関数法を用いるが、実用上の観点から計算量を減じないため線型判別関数を用いた時の精度をあらわして考察する。

2 研究概要

1974年5月撮影の赤外カラー空中写真(縮尺 1:9000)から、京都大学付近 約250m x 1000m の区域で、主要な構成要素の全てにわたり、おおよその比例的な配合を考慮して約5000点選びスポット式濃度測定機によりWhite (Non filter), Blue, Green, Redの4変量の色分解をおこなった(表-1)。スポットは地上で約70cm x 70cmに相当する。

日陰部と日向部の露光量の差に関係しないような地物の判別方法は見出せなかったのですが日向部から考察した。日向部の11集団個々についてのヒストグラムでは、各変量ごとにほぼ正規分布をしていると見らぬので、この11集団への誤り確率最小となる判別方法として2次判別関数を用いることができる。すなわち、集団 i の平均値 $\bar{x}_i$ と共分散 Σ_i に対してデータ x から $\log |\Sigma_i| + (x - \bar{x}_i)' \Sigma_i^{-1} (x - \bar{x}_i)$ を計算し、その最小値の集団 i と x を分類する。変量としては情報量を減らすため W, B, G, R をそのまま用いる。11集団の各2集団について、偏差検定行列の尤度比検定による等共分散行列の仮説検定をおこなってみると、0.1%の危険率で棄却されるので、理論的には判別精度がある程度落ちるはずには線型関数を使えない。またこのとき誤判別の確率は簡単に求められないので、もとのデータを再分類して表-2に示す。

植物内では誤判別の率が高いので次に植物間での等平均値の仮説検定をおこなってみると表-3のようになる。2つ2つの集団 i, j に対して $\bar{x}_i = \bar{x}_j$ の仮定がある場合、 $\bar{x}_i \neq \bar{x}_j$ の仮定がある場合のそれぞれに対して計算した。前者は通常のt検定、後者はベレンス-フィッシャーの検定法によった。これから広葉・広葉・針葉は1集団で扱うべきことが分かる。(なおリアルカラーでは植物間の判別は不可能であった。)

* スポット中から、樹冠の小さな針葉樹は自分自身のつくす日陰部を含めた平均的な濃度値となっている。そこで他の樹木の樹冠内ではかたよりのないように測定値をとっている。

表-1 データ一覧

集 団	個数
1 芝 生	54
2 針葉樹(常緑)	50
3 針葉樹(落葉)	17
4 クスノキ	22
5 広葉樹(常緑)	50
6 広葉樹(落葉)	53
7 アスファルト	50
8 コンクリート	50
9 瓦屋根	52
10 裸 地	50
11 水 面	14
12 日 陰 部	34

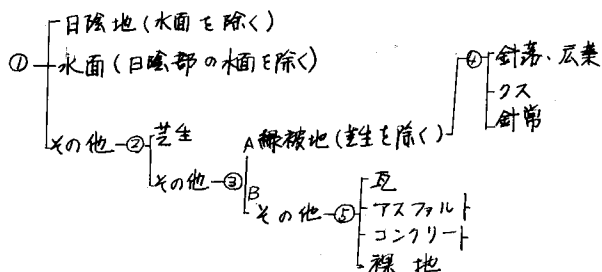
1~11 は日向部
クスノキは、色相が異常であるので5と別にした

表-2 データの再分類

結果	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	棄
1 芝生	52											2
2 針常		46		3	1							
3 針落			13		4							
4 クス		1		21								
5 広常		2	8	2	20	18						
6 広落		4	7		15	27						
7 アス							49	1				
8 コン							1	48				1
9 瓦							1		51			
10 裸地										49		1
11 水面											14	

棄却域 0.1%

全集団への判別のために計算量を減らすには「判別tree」と線型判別関数の併用が考えられる。試行錯誤的に求めた「判別tree」は次のようである。



①②③は線型判別関数による。④⑤は2次判別関数による。

①：日陰地では、水面を除いて、どの変量にも集団間の差が無い。水面は日陰地と日向地の差が僅かである。
②：芝生は場所的に成育の差が大きく、W, B, G, R いずれも分散が大きいため他の全集団との間に線型判別関数を作り、その総てに合格したものを芝生と判定するようにする。ただし、オノノ種の誤りの確率が高くなる。データを再分類してみると4個がオノノ種の誤りをおかした。オノノ2種の誤りはなかった。

③：この判別では、A, B 両集団とも非常に分散が大きく、またヒストグラム上で、W, B, G, R いずれも正規分布をしているとは認められない。したがってこのままでは2次判別関数でも適切な判別はできない。そこで2集団が正規分布型になるよう、また2集団の一般化距離が離れるような合成変量の組を試行錯誤的に求め、比較検討したところ、

表-4 緑被地、非緑被地の判別効率

次数	変量	$\chi^2(p)$	D^2	F
4	W, B, G, R	1195.	18.1	518
4	B/R, G/R, G, R	1736.	12.1	345
3	W/R, B/R, G/R	962	8.9	340
2	B-R, G-R	33.	8.3	478
2	B/(B+G+R), G/(B+G+R)	115.	14.1	782

$B/(B+G+R)$, $G/(B+G+R)$ による判別が最も効果的であった。表-4に変量の組合わせによる判別効率の違いの例をいくつか示す。等共分散行列の仮説検定は、低い危険率で棄却されるが表-4に示すFの値による判別効率

$\chi^2(p)$ ：等共分散検定における χ^2 -値
 $P = n \cdot (n+1) / Z$ χ^2 -値の自由度
 D^2 ：2集団間の距離
 F ：等平均検定のF-値(等共分散と仮定して)

の比較は妥当であろう。ヒストグラム上でもこの変量はほぼ正規分布をしていることが確認された。物理的には、この変量は正しい原色によるものではないにしても計算による色座標を示している。線型の判別関数によれば芝生の10個を除けば3個が誤判別されたに過ぎない。共通共分散で該判別の確率を求めてみると $P(A|B) = P(B|A) = 20\%$ だがここでは芝生もAに含めているので、芝生も②で分類しておけば判別能力は極めて高くなる。

④⑤：細分類はW, B, G, Rによる線型判別関数を用いては、良好な結果は得られない。特に⑤の8ノットと10ノット緑地の判別は不可能になる。したがってここでは2次の判別関数によらねばならない。

3 今後の課題

5月という撮影時期は植物にとって不安定な時期であり、安定な時期の写真でさらに検討する必要がある。またフィルムの色味によるみかけの濃度と真の濃度値の関係を調べれば、普遍性のある判別関数を作りうる。

4 参考文献

- 藤堂洋：空中写真の測色による緑被地判別法の検討 京都大学土木科学系論文(昭和50年)
- 塩谷実 或野長一郎：多変量解析論 情報科学講座 A-5-3 (共立出版 昭和42年)
- **藤波重光 三宅洋一：カラーフィルムによる三色帯別光について 日本写真学会誌 37巻5号(昭和49年)