

判別規準に基づく上層木の選定

九州大学農学部 井上 昭夫・溝上 展也
今田 盛生

1. はじめに

森林の階層構造を把握するために、従来からいくつかの方法がとられているが¹⁾、階層の識別および階層化の程度を客観的に表現しようとする試みはあまりみられない²⁾。本稿では、主に画像解析に用いられる判別分析法³⁾を応用し、樹高と本数のみのデータから客観的に上層木を選定する方法について検討し、現実林分への適用を試みたので報告する。なお、ここでの階層の区分は、上・下二つの層の区分についてのみに限定する。

2. 解析方法

上層木を選定する作業は、与えられた樹高ヒストグラムに対して1つのしきい値を決定することにより、上層(C₁)、下層(C₂)の2つのクラスに区分する作業と考えることができる。そこで、判別分析法³⁾を応用し、判別分析に用いられる規準(クラスの間離度)に基づいて上層と下層とのしきい値を決定する。すなわち樹高階を{1, 2, ..., L}, n_iを樹高階iに属する本数、Nを全本数とすると、クラス間分散σ₀²(k)

$$\sigma_0^2(k) = \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 + \omega_2(\mu_2 - \mu_T)^2 \quad (1)$$

ただし

$$p_i = n_i / N \quad (2)$$

$$\omega_1 = \sum_{i=1}^k p_i \quad (3)$$

$$\omega_2 = \sum_{i=k+1}^L p_i \quad (4)$$

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^k i p_i / \omega_1 \quad (5)$$

$$\mu_2 = \sum_{i=k+1}^L i p_i / \omega_2 \quad (6)$$

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i p_i \quad (7)$$

を最大にするkを最適しきい値とする。

ここで、先に求めたクラス間分散と全分散σ_T²との比

$$\eta = \sigma_0^2 / \sigma_T^2 \quad (8)$$

は、分散比であるから、次の範囲に定まり

$$0 \leq \eta \leq 1$$

クラス間の分離が良いほど、ηの値は1に近づく³⁾。

3. 現実林分への適用

まず、階層構造が明らかに異なる人工同齡単純林と人工二段林に対して判別分析法を適用し、しきい値と分散比ηの値について両林分間での比較を行った。単純同齡林の資料は九州大学福岡演習林において、二段林の資料は福岡県田川郡添田町においてそれぞれ得られたものである。これらの林分の樹高分布を図-1に示した。しきい値は、同齡単純林では樹高階7mと8mとの間に、二段林では上木と下木との階層が不連続となっている部分にそれぞれ決定されている。分散比ηを両林分間で比較すると、階層の分離が不明瞭な同齡単純林で0.50と低く、階層の分離が明瞭な二段林で0.96と高い値を示し、両者の間に明らかな差がみられる。このことから、分散比ηが階層の分離の程度を表現しているものと考えられる。

次に、九州大学宮崎演習林内の発達段階の異なる3つのアカマツ林分に対して判別分析法を適用した。いずれの林分も林冠はほぼアカマツにより構成されており、その下層に他の樹種が共存するという階層構造を形成している⁴⁾。解析に先立ち、3つの林分で見られた樹種を4つのグループ、すなわちアカマツ、モミ・ツガ、成長にともない樹高15m以上に到達する広葉樹a、および成長しても樹高10m前後かそれ以下にとどまる広葉樹bに分類した⁵⁾。各林分の樹高分布を図-2に示した。いずれの林分も2山型の分布をしており、主にモミ・ツガ、広葉樹により構成されるピークとアカマツにより構成されるピークがみられる⁶⁾。まず、林分ごとに上層と下層とのしきい値についてみていく。林分Iでは、しきい値は樹高分布の谷状の部分、すなわち樹高階12mと13mとの間にある。林分IIでは、樹高階13mの位置で階層が分離しているが、しきい値はその階層の分離位置と一致している。林分IIIでは、視覚的には17m付近で階層が分離しているように思われるが、しきい値は樹高階14mと15mとの間にみられる。ここで、上層木として選定された樹種をみると、林分IおよびII

では、上層木の樹種はほとんどアカマツで占められているのに対し、林分Ⅲではアカマツだけでなくモミ・ツガや広葉樹 a も上層木として選定されている。林分Ⅲにおいて、視覚的に期待されたしきい値と判別規準に基づくしきい値とが異なった原因は、判別分析法により決定されるしきい値の持つ性質が影響していると考えられる。すなわち、2つのクラス間での本数の割合が極端に異なる場合、しきい値が本数の多いクラス側に偏る性質³⁾が、上層木の選定に反映されたものと推察される。

さらに、階層の分離の程度を示す評価量として考えられる分散比 η が3つの林分間でどのように異なるかをみる。 η は林分Ⅰで0.76、林分Ⅱで0.81、林分Ⅲでは0.67となり、林分Ⅱが3つのプロットの中で最も高い値を示し、林分Ⅲが最も低い値を示している。これは林分Ⅱがしきい値の存在する部分で階層が分離しているのに対して、林分Ⅲでは他の林分に比べ樹高分布が明確な谷部を持たない連続的な階層構造をしているためと考えられる。先に論じた単純同齢林と二段林の例もふまえて判断すると、分散比 η は階層が分離しているほど高く、階層が連続的であるほど低くなっており、階層の分離の程度を示す尺度として有効であると考えられる。

4. まとめ

本稿では、判別規準に基づく上層木の選定法を提唱

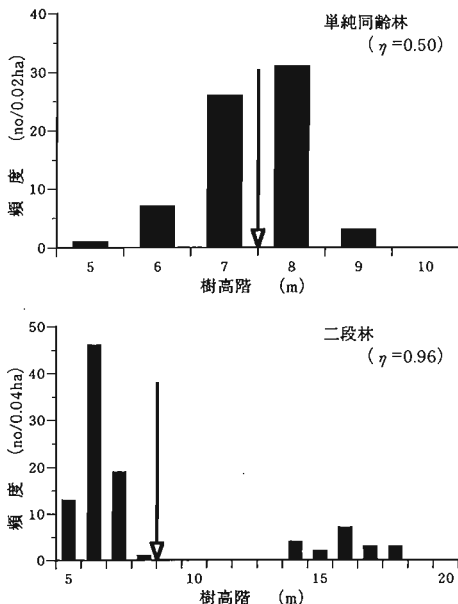


図-1 単純同齢林と二段林の樹高分布
図中の矢印はしきい値の部分を示す

し、現実林分への適用を試みた。判別分析法は森林の客観的な階層区分に関して有効な手法であり、また分散比 η は階層の分離の程度を表すのに有効な尺度であると考えられる。今後は、本手法が2クラス以上の分類にもそのまま適用できる上、適切なクラス数の推定も可能であるので²⁾、これらの点の応用についても検討を行っていく予定である。

本研究を行うにあたり、二段林の調査に際し、福岡県飯塚農林事務所の太田和夫氏、志岐純一氏および大谷勇樹氏には多大なるご援助を頂いた。九州大学農学部の吉田茂二郎氏、國崎貴嗣氏には有益なご助言を頂いた。上記の方々に対しここに厚く感謝申し上げる。

引用文献

- (1) 國崎貴嗣・今田盛生: 森林計画誌, 27, 1~6, 1996
- (2) 大津展之: 電子通信学会論文誌, J63D4, 349~356, 1980
- (3) 佐野淳之: 日林論, 93, 329~330, 1982
- (4) 隅田明洋: 日生態誌, 46, 31~44, 1996
- (5) 高木幹雄・下田陽久監修: 画像解析ハンドブック, pp.775, 東京大学出版会, 東京, 1991

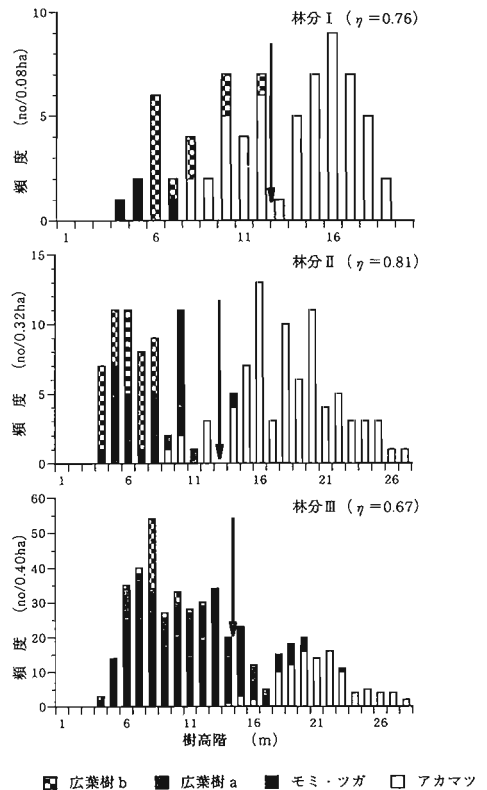


図-2 天然生アカマツ林3林分の樹高分布
図中の矢印はしきい値の部分を示す