

19. 多変量統計手法を使用した森林土壌と環境条件との関係解析

環境立地学研究室 MH

1. 研究目的

土壌(soil : S)は母材(parent material : pm)、気候(climate : c)、生物(organisms : o)、地形(topography : t)などの主要な諸因子が相互に影響し合いながら、時間(time : T)の経過とともに未熟な段階から成熟した段階へと進化する自然物である。近代土壌学の確立者 Dokuchaiev は、この概念を数式で $S = (pm \cdot c \cdot o \cdot t)dT$ と表した。この数式は上記の概念を表現したものにすぎない。仮に土壌と様々な環境諸因子との関係に一般性が見出せて、Dokuchaiev の数式が具体的な関数で表現できれば、様々な要因から土壌の特性が推定でき、個々の場所で時間や労力のかかる調査をしないですむ可能性がある。

そこで本研究では、過去に大規模に行われた土壌調査のデータと各種環境要因のデータを組み合わせ、土壌と環境諸因子の関係を明らかにすることを試みた。

2. 研究方法

2.1 使用データ

使用したデータは、北海道立林業試験場の適地適木調査データ、気象庁のメッシュ気候値 2000、国土地理院の数値地図 50m メッシュである。

適地適木調査データは、北海道各地の 1057 地点における森林土壌を調査したもので、すべての調査地点で土壌型が記載されている。このデータベースからは土壌型の他に調査地点ごとの位置・母材・林相のデータを使用した。メッシュ気候値 2000 では、30 年間の気候平年値をもとに推定された 3 次メッシュごとの気象要素が予想されている。本研究では月ごとの気温・降水量・日射量・積雪深を使用した。降水量・日射量から月ごとの気候的乾湿度を計算した。数値地図 50m メッシュより、各メッシュの斜面方位・平均傾斜度・有効起伏量・露出度・傾斜を算出した。

2.2 解析方法

適地適木調査の調査地がどの 3 次メッシュに属するかを決定し、3 次メッシュのコードをもとに土壌データと気象データを結合した。同様に、地形データも結合した。次に、整理したデータを用いて各地点に出現する土壌型と地形・気候・母材・林相との関係を、統計パッケージ SAS を用いて解析した。多数(35 個)の環境変数内の情報を要約するため主成分分析を用いた。各調査地について主要な 5 つの主成分得点を算出し、土壌型ごとに主成分得点のヒストグラムを描いた。このヒストグラムから調査地の環境要因に関して土壌型間に相違があるかどうか検討した。また土壌型を目的変数、地形・気候・母材・林相を説明変数とする判別分析を行った。判別分析によって環境要因から土壌型の判別ができれば、前述の Dokuchaiev の式に具体的な内容を与えることになる。解析を単純にするため、適地適木調査の調査地点のうち火山噴出物起源の土壌と考えられる 314 地点を解析から除外した。また、環境データが欠けている 173 地点も解析対象から外し、残りの 570 地点を解析対象とした。解析対象の土壌は 43 種の土壌型に分類されており、土壌型の中には少数の地点でしか観察されなかったものもあった。まれにしか観察されない土壌型がデータ中

に多数存在すると解析が複雑になるため、土壌型をポドゾル土壌群、グライ土壌群、4つの森林褐色土にまとめた(表1)。

3. 結果

3.1 主成分分析

環境要因を主成分分析した結果を表2に示す。第5主成分までの積算寄与率は75%であった。図1に土壌型ごとに算出した主成分得点の相対頻度を示す。各土壌型の第1主成分得点の頻度分布では互いに重なる部分が多かった(図1a)。第2

主成分得点では、ポドゾル土壌群が他の土壌型より小さな値に頻度のピークを持っていた。また、グライ土壌群が他の土壌型より大きな値に頻度のピークを持っていた(図1b)。第3主成分得点では、ポドゾル土壌群が他の土壌型より大きな値に頻度のピークを持っていた(図1c)。第4主成分得点では、グライ土壌群が他の土壌型より小さな値に頻度のピークを持っていた(図1d)。第5主成分得点では、ポドゾル土壌群が他の土壌型より小さな値に頻度のピークを持っていた(図1e)。全体的にポドゾル土壌群とグライ土壌群が特徴的な得点分布をしていた。しかし、褐色森林土の4グループの間には明瞭な分布の違いは見られなかった。

3.2 判別分析

判別分析によって正しい土壌型に分類された調査地は全調査地570箇所中492箇所であった(表3)。誤判別は7%程度であった。しかしこの結果は、判別ルールを作るために使用したデータを用いて作成した判別法を評価したものであるため、判別の精度を過大評価している。

4. 考察

今回の解析によって土壌型と環境要因との間に弱い対応関係が認められた。しかし、環境データに関する褐色森林土の4グループの頻度分布は互い似ているため、環境要因からこれらの細分された土壌型を正確に推定するのは困難であろう。今後、より精度の高い土壌型推定を行うため、使用する環境要因を個々に詳しく検討し、環境要因と土壌との関係をさらに詳しく解析する必要がある。また、土壌型以外の土壌の特性を目的変数にした解析を行うことも今後の課題である。

表1 土壌分類詳細

土壌群	分類体系
Bab	B _A B _B 乾性褐色森林土
Bc	B _C 弱乾性褐色森林土
Bd	B _D 適潤性褐色森林土
Bef	B _E 弱湿性褐色森林土
	B _F 湿性褐色森林土
Gr	G グライ土壌群
pod	P ポドゾル土壌群

表2 環境要因の主成分分析

	固有値	寄与率	積算寄与率
第1主成分	11.2516526	0.3215	0.3215
第2主成分	6.9399946	0.1983	0.5198
第3主成分	4.4091932	0.126	0.6457
第4主成分	2.055135	0.0587	0.7045
第5主成分	1.5925032	0.0455	0.75

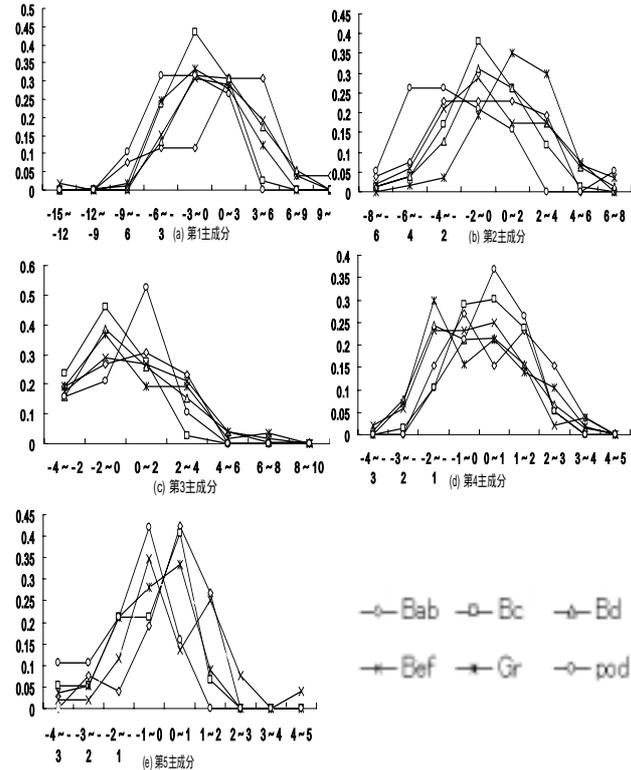


図1 主成分の頻度分布

表3 判別分析結果

土壌群	分類先						計
	Bab	Bc	Bd	Bef	Gr	pod	
Bab	26	0	0	0	0	0	26
百分率(%)	100	0	0	0	0	0	100
Bc	0	73	2	0	1	0	76
百分率(%)	0	96.05	2.63	0	1.32	0	100
Bd	0	36	274	9	20	1	340
百分率(%)	0	10.59	80.59	2.65	5.88	0.29	100
Bef	0	4	2	44	1	1	52
百分率(%)	0	7.69	3.85	84.62	1.92	1.92	100
Gr	0	0	0	1	56	0	57
百分率(%)	0	0	0	1.75	98.25	0	100
pod	0	0	0	0	0	19	19
百分率(%)	0	0	0	0	0	100	100
計	26	113	278	54	78	21	570
誤分類率(%)	4.56	19.82	48.77	9.47	13.68	3.68	100
	0	3.95	19.41	15.38	1.75	0	6.75