

长白山劲松林场植物群落的分类和排序*

翟永华 王庆礼 于振良 戴力民 赵士洞

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

刘海棠 范竹华 李秋林 李金浦

(吉林省白河林业局, 二道白河 133613)

【摘要】 将长白山白河林业局劲松林场的 54 块样地用聚类分析法划分成 6 个植被类群, 再用 PC-VTAB 程序中经过改进的 Braun-Blanquet 学派的植被排表分析法进行综合, 产生了鉴别概要表, 为各个等级的植被类群筛选出诊断种。此外, 还用鉴别种对样地记录进行主成分分析, 以验证诊断种的有效性。结果表明, PC-VTAB 中的植被排表分析法是筛选鉴别种的有效方法, 而鉴别种能显著地提高植被分类和排序的质量。

关键词 植物群落 植被排表分析法 鉴别种 主成分分析

Classification and ordination of plant communities in Jingsong Forestry Farm, Changbai Mountain. Zhai Yonghua, Wang Qingli, Yu Zhenliang, Dai Limin and Zhao Shidong (*Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang 110015*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1995, 6(3): 237—242.

Based on cluster analysis, 54 sample plots surveyed in Jingsong Forestry Farm, Changbai Mountain are classified into 6 vegetation groups. Then, by means of an modified Braun-Blanquet vegetation tabular analysis presented in computer programs, PC-VTAB, a diagnostic summary table is obtained and diagnostic species are determined for each group. In addition, to evaluate the efficiency of diagnostic species, a principal component analysis (PCA) is conducted using the available diagnostic species. It is proved that vegetation tabular analysis in PC-VTAB is an efficient way to select diagnostic species, and diagnostic species can significantly improve the classification and ordination of plant communities.

Key words Plant communities, Vegetation tabular analysis, Diagnostic species, PCA.

1 引言

地球陆地的表面几乎都为植被所覆盖, 人们在 3 个世纪前就开始进行植被科学的研究。在进行植被分类时, 不同的学者根据自己所面临植被的特殊性, 强调不同的植被特征, 提出不同的植被分类途径, 发展出不同的学派^[6]。起源于阿尔卑斯山和地中海西部的 Braun-Blanquet 学派(又称法瑞学派或区系-群落学学派)由于其适应面广、效率高而受到很高评价^[6]。由于该学派分类途径的运用, 要求研究者具备丰富的专业经验, 使其方法在应用上受到了

一定限制。本文试图利用现有的计算机程序, 将 Braun-Blanquet 学派的分类途径与数值分类途径相结合, 对长白山白河林业局劲松林场的植物群落样地进行分类。

2 研究方法

2.1 取样

吉林省白河林业局劲松林场位于长白山东北部, 约在 46°87′—47°05′N, 224°44′—224°62′E, 海拔在 650—1100m 之间, 面积约 121km²。原生植被绝大部分为阔叶红松林, 土壤多为典型暗棕

* 中国科学院长白山森林生态系统开放研究站基金资助项目。

1995 年 4 月 17 日收到, 5 月 18 日改回。

壤. 1993—1994 年夏, 以 1: 25000 比例尺林相图为依据, 进行植被类型的典型抽样调查, 共设置和调查了临时样地 54 块, 样地面积为 600m². 对每块样地进行每木检尺, 分别估算乔、灌、草和苔藓层的总盖度, 以及每个种的盖度. 然后按修正的 Domin-Krajina 分级标准转换为盖度级. 对草本植物和苔藓植物采用对角线法设置了 3 块 2×2m² 小样方, 进而估算整个样地情况. 对样地土壤情况进行调查, 在每块样地内随机挖一土壤坑, 诊断土壤腐殖质、有机层、无机层、母质层状况, 记录根系分布范围的土壤水分情况等, 并分 4 个方向对腐殖质、无机土 (30cm 以内) 进行取样. 土样须经预处理以供分析.

2.2 分析方法

PC-VTAB^[3] 软件包是在经典的 Braun-Blanquet 分类途径基础上略加修改而建立的程序, 已广泛用于加拿大不列颠哥伦比亚省的“生物地理气候生态系统分类系统”^[6] 研究. 盖度级划分采用加拿大通用的稍加改变的 Domin-Krajina 分级标准^[4,5], 共分 10 级.

存在度以及鉴别种的定义和划分均采用加拿大“生物地理气候生态系统分类系统”中植被分类标准. 其中存在度以 20% 为间隔, 分为 5 级, 用 I、II、III、IV 和 V 表示. 鉴别种分为 5 类: (d)-区别种 (Differential), 物种在本类群中存在度 ≥ III, 且存在度等级至少比在其它类群中大 2 级, 其鉴别作用最强; (dd)-主要区别种 (Dominant differential), 物种在本类群中的存在度 ≥ III, 盖度级比在其它类群中至少大 2 级, 鉴别作用较强; (cd)-恒有主要种 (Constant dominant), 存在度仅在本类群中为 V 级, 盖度级 ≥ 5, 具有一定的鉴别作用; (c)-恒有种 (Constant), 存在度仅在本类群中为 V 级, 盖度级 < 5, 鉴别作用较弱; (ic)-重要伴种 (Important companion), 物种不符合上述 4 种标准, 但在本类群中的存在度 ≥ 2, 并且仅在 1 个类群中出现, 为稀有伴种.

以上标准只用来在相同等级的类群中比较, 较低等级类群中样地的存在度级和盖度级并不与较高等级类群中样地的存在度级和盖度级相比较. 一种植物, 只要它能将某一植被类群从相同等级的其它所有植被类群中区分开来, 它就是这一植被类群在这个等级上的区别种, 即使它可

能在其它等级的植被类群中也大量出现并占据重要地位.

本文首先对样地记录进行聚类分析, 再用群落表编排整理方法筛选出鉴别种, 最后用筛选出的鉴别种进行主成分分析 (PCA)^[2], 以验证用鉴别种进行植被分类的效果. 用于聚类分析的原始数据矩阵由 54 个样地 × 202 个种组成, 用于主成分分析的数据矩阵由 54 个样地 × 75 个种组成. 聚类分析和主成分分析用 SYSTAT^[7] 完成, 样方记录数据的输入、修改、群落表的排列整理和各种结果输出用 PC-VTAB 完成, 全部运算在中国科学院沈阳应用生态研究所所长白山站微机上完成.

3 结 果

3.1 聚类分析

劲松林场 54 个样地记录的聚类分析树状图见图 1. 如果在相异性系数为 0.75 的水平上可区分出 4 个类群, 在相异性系数为 0.59 的水平上则可区分出 5 个类群, 在相异性系数为 0.05 的水平上可划分出 6 个类群. 可以看出, 这 3 个分划水平非常接近, 暂将 54 个样地记录划分成 6 个类群, 可明显发现 4、5、6 这 3 个类群是在很低的相异性水平上结合而成的. 这 6 个类群分别是: 类群 1 (代号 Larch1)、类群 2 (代号 PK11)、类群 3 (代号 PK121)、类群 4 (代号 PK1221)、类群 5 (代号 PK1222) 和类群 6 (代号 PK1223).

3.2 群落表的重排

在上述类型划分基础上, 用 VTAB 将 54 个样地记录合并成 6 个植被类群, 根据各类群在树状分类图中的关系, 确定各类群等级关系, 通过运算, 将各类群各种水平的鉴别种输到 1 张鉴别概要表中 (表 1). 从表 1 可以看出, 类群 1 有 17 个鉴别种, 类群 1 到类群 5 的组合有 17 个鉴别种, 类群 2 有 23 个鉴别种, 类群 3 到类群 6 的组合有 7 个鉴别种, 类群 3 有 9 个鉴别种, 类

表 1 54 个样地的植被类群的诊断概要表

Table 1 Diagnostic summary table for the vegetation units distinguished from 54 study plots

植被类群及诊断种 Vegetation unit and diagnostic species	诊断种类别 Diagnostic value	植被类群 Vegetation unit					
		LARCH1	PK11	PK121	PK1221	PK1222	PK1223
		样地数目 Number of plots					
		9	6	6	18	7	8
存在度等级及平均盖度级 Presence class and mean cover class							
Larch1 (类群 1)							
<i>Athyrium brevifrons</i>	(d)	N 4	I 1				
<i>Betula platyphylla</i>	(d)	N 3	V 5		I 2	I 1	I +
<i>Brachythecium reflexum</i>	(d)	N 2	I 2				
<i>Carex appendiculata</i>	(d)	N 6					
<i>Climacium japonicum</i>	(d)	N 2	I 1		I +		
<i>Deyeuxia angustifolia</i>	(d)	N 3					
<i>Equisetum sylvaticum</i>	(d,c)	V 3					
<i>Euphorbia lucorum</i>	(d)	I +					
<i>Filipendula palmata</i>	(d,c)	V 2	N 3				
<i>Larix olgensis</i>	(d,cd)	V 7					
<i>Ostericum mazimowiczii</i>	(d)	N 1					
<i>Pteridium aquilinum</i>	(d,cd)	V 5	I 2	I +			
<i>Sanguisorba parviflora</i>	(d)	I 1					
<i>Saussurea umbrosa</i>	(d,c)	V 1	I +				
<i>Smilacina davurica</i>	(d)	N 1	I +		I +		I +
<i>Solidago virgaurea</i>	(d)	I 1	I +	I +	I +		I +
<i>Thuidium delicatulum</i>	(d,c)	V 3	I 1				
PK1							
<i>Acer mono</i>	(d,c)	I 2	V 4	V 4	V 4	V 3	V 5
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	(d)	I +	I +	I 1	I 2	I 3	N 3
<i>Acer tegmentosum</i>	(ic)	I +	I +	I 3	I +	I 1	N 2
<i>Brachybotrys paridiformis</i>	(d,c)	I 1	V 3	V 4	V 4	I 1	V 3
<i>Cardamine leucantha</i>	(d)		N 1	V 2	V 1	I 1	V 1
<i>Carex lanceolata</i>	(d)		N 4	I 1	N 2	I 3	V 2
<i>Carex quadriflora</i>	(d)		N 4	V 1	I 1	N 3	N 2
<i>Carpinus cordata</i>	(d)		I 1	I +	V 4	I 2	N 4
<i>Lilium distichum</i>	(ic)		I +	I +	I +	I +	N +
<i>Meehania urticifolia</i>	(d,c)		V 2	V 3	V 3	I 3	V 3
<i>Philadelphus schrenkii</i>	(d)	I 1	I 1	V 2	N 1	I 3	V 3
<i>Phryma leptostachya</i>	(d)		I +	I +	V 1	I +	N 1
<i>Pinus koraiensis</i>	(d,cd)	I +	V 5	V 7	V 7	N 6	V 6
<i>Quercus mongolica</i>	(d)		I 4	I 2	N 3	N 5	I 3
<i>Spuriopimpinella brachycarpa</i>	(d)		I +	V 1	N 1	I +	I 1
<i>Thalictrum tuberiferum</i>	(d)		I +	N 1	V 1	I +	V 1
<i>Tilia amurensis</i>	(d)		N 3	I 3	V 5	I 2	V 4
PK11 (类群 2)							
<i>Acer triflorum</i>	(d)		I 2				I 1
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	(d)		N 2				
<i>Adenophora remotiflora</i>	(d)		I +		I +	I +	I +
<i>Agrimonia pilosa</i>	(d,c)		V 1				
<i>Aster tataricus</i>	(d)	I +	I +	I +	I +		I +
<i>Astilbe chinensis</i>	(d)		I +			I +	
<i>Athyrium multidentatum</i>	(d,c)	I 4	V 4		I 2		
<i>Betula platyphylla</i>	(d,cd)	N 3	V 5		I 2	I 1	I +
<i>Cimicifuga simplex</i>	(d)	I +	N 1		I 2		
<i>Corylus mandshurica</i>	(d,c)		V 3	I 2			N 4
<i>Evonymus macroptera</i>	(d,c)		V 1		I +		
<i>Filipendula intermedia</i>	(ic)		I 3				
<i>Filipendula palmata</i>	(d)	V 2	N 3				
<i>Fraxinus mandshurica</i>	(d)		N 5	I 2			I 1
<i>Galium paradoxum</i>	(d,c)	N 1	V 2				I +
<i>Impatiens noli-tangere</i>	(d)		I 2		I +	I +	
<i>Impatiens textori</i>	(ic)		I 1				
<i>Juglans mandshurica</i>	(d)		N 4		I 2	I 1	I +
<i>Lonicera mazimowiczii</i>	(d)	I +	I 1				I +
<i>Sanicula rubriflora</i>	(d)		N 1		I +		I +
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	(d,c)	I 4	V 3	I 1			
<i>Spiraea salicifolia</i>	(d,c)	N 3	V 2				
<i>Syringa reticulata</i>	(d,c)	I +	V 4	I +	I +		I +

续表 1 (Continued)

植被类群及诊断种 Vegetation unit and diagnostic species	诊断种类别 Diagnostic value	植被类群 Vegetation unit					
		LARCH1	PK11	PK121	PK1221	PK1222	PK1223
		样地数目 Number of plots					
		9	6	6	18	7	8
		存在度等级及平均盖度级 Presence class and mean cover class					
PK12							
<i>Abies holophylla</i>	(d)			I 4	V 6	N 6	N 6
<i>Acanthopanax senticosus</i>	(d)			I 2	N 2	I 1	N 3
<i>Acer barbinerve</i>	(d)			V 4	I 2	I 1	I 1
<i>Ribes maximoviczianum</i>	(d)			I 1	I +	V 3	N 2
<i>Spuriopimpinella brachycarpa</i>	(d)			V 1	N 1	I +	I 1
<i>Thalictrum tuberiferum</i>	(d)			N 1	V 1	I +	V 1
<i>Ulmus laciniata</i>	(d)			N 2	I 1	I 1	I +
PK121 (类群 3)							
<i>Abies nephrolepis</i>	(d,c)		I 3	V 4	I 2	I 3	
<i>Acer barbinerve</i>	(d,c)			V 4	I 2	I 1	I 1
<i>Actinidia arguta</i>	(d,c)			V 2	I +	I +	I 1
<i>Betula costata</i>	(d,cd)			V 5		I 2	
<i>Circaea alpina</i>	(d)			I 1	I +	I +	
<i>Deutzia glabrata</i>	(d)			N 1			I +
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	(d,c)		I 2	V 4			I 3
<i>Oxalis acetosella</i>	(d,c)	I +		V 2	I 2	I 1	I +
<i>Scutellaria tuminensis</i>	(ic)		I +	I 1			
PK122							
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	(d)	I +	I +	I 1	I 2	I 3	N 3
<i>Aralia elata</i>	(d)	I +	I +	I +	I 1	I 1	I 2
<i>Carpinus cordata</i>	(d)		I 1	I +	V 4	I 2	N 4
<i>Lespedeza bicolor</i>	(ic)				I +	N 3	I 2
<i>Quercus mongolica</i>	(d)		I 4	I 2	N 3	N 5	I 3
<i>Ribes maximoviczianum</i>	(d)		I +	I 1	I +	V 3	N 2
PK1221 (类群 4)							
<i>Acer mandshuricum</i>	(ic)	I +	I +	I +	I 2		
<i>Carpinus cordata</i>	(c)	I 1	I +		V 4	I 2	N 4
<i>Phryma leptostachya</i>	(c)	I +	I +		V 1	I +	N 1
PK1222 (类群 5)							
<i>Lespedeza bicolor</i>	(d)				I +	N 3	I 2
<i>Ribes maximoviczianum</i>	(c)		I +	I 1	I +	V 3	N 2
<i>Viola selkirkii</i>	(d)					V 1	
PK1223 (类群 6)							
<i>Acer tegmentosum</i>	(d)			I +	I 3	I +	N 2
<i>Acer tschonoskii</i>	(d)	I +	I +		I 1		N 2
<i>Adiantum pedatum</i>	(ic)						I 3

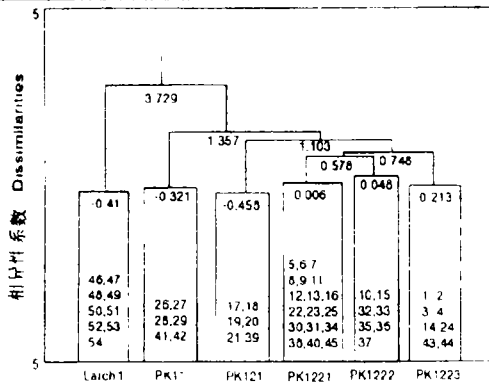


图 1 聚类分析树状图

Fig. 1 Dendrogram of cluster analysis.

群 4 到类群 6 的组合有 6 个鉴别种, 4、5

和 6 这 3 个类群各有 3 个鉴别种. 去除重复的种, 计有 75 个鉴别种. 另外, 类群 4、5 和 6 这 3 个类群的鉴别种少, 而且具有较强鉴别作用的 (d) 或 (dd) 级别的鉴别种较少, 表明这 3 个类群之间的区别不明显; 而其它各类群或类群组合的鉴别种数目多, 而且鉴别等级高, 说明它们相互之间具有明显的差异.

3.3 PCA 排序

为了评价鉴别种对植物群落分类的效果, 先用所有出现的种 (共 202 个) 进行

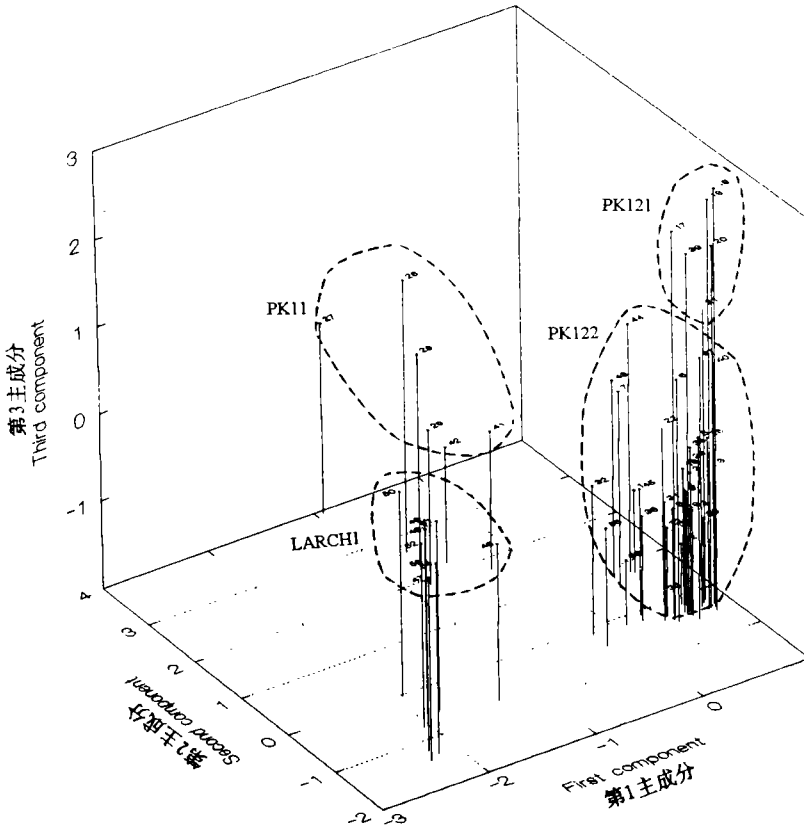


图2 前3个主成分的PCA排序图

Fig. 2 Ordination of the first 3 components from principal component analysis.

PCA 排序, 又用选出的 75 个鉴别种进行 PCA 排序. 结果表明, 用所有种排序时, 前 3 个主成分的信息负荷量 (loading) 为 34.5%, 前 10 个主成分的信息负荷量为 53.9%; 而用 75 个鉴别种排序时, 前 3 个主成分的信息负荷量为 46.0%, 前 10 个主成分的信息负荷量达 72.3%. 因此, 鉴别种对提高植被分类的质量具有显著效果. 图 2 是用 75 个鉴别种进行 PCA 排序的前 3 个主成分的三维排序图形, 从图中可以看出, 在第 1、第 2 主成分上可以明显区分出类群 1 和类群 2, 而类群 3 只能 在第 3 主成分上才能区分出来, 在前 3 个主成分上类群 4、类群 5 和类群 6 之间没有明显的界限, 不易区分. 如上所述, 这 3 个

类群的鉴别种的数目少且鉴别作用小, 也正好证明了这一点. 所以, 将 3、4、5 这 3 个类群合并起来, 将 54 个样地共划分成 4 个类群比较恰当, 与实际情况相符. 这 4 个类群是: 类群 1 (Larch1)、类群 2 (PK11)、类群 3 (PK121) 和其余类群, 即原先的 4、5、6 类群的组合 (PK122).

3.4 分类结果

将调查的 54 块样地分为 4 个群落类型. 其中 1 个为长白落叶松类型, 3 个为阔叶红松林类型. 类群 1 (Larch1) 为长白落叶松林, 含 9 个样地, 是阔叶红松林经砍伐后形成, 位于有积水的低地上, 郁闭度小, 乔灌木稀少, 乔木层以长白落叶松为主, 以灰脉苔草 (*Carex appendiculata*)、东北蹄

盖蕨 (*Athyrium brevifrons*)、蕨 (*Pteridium aquilinum*)、林问荆 (*Equisetum sylvaticum*) 等组成草本层。除类群 1 以外的其它 45 个样地都是阔叶红松林, 这些样地中出现了阔叶红松林的典型种类, 如红松 (*Pinus koraiensis*)、紫椴 (*Tilia amurensis*)、色木 (*Acer mono*)、假色槭 (*Acer pseudosieboldianum*)、山茄子 (*Brachybotrys paridiformis*)、白花碎米荠 (*Cardamine leucantha*)、透骨草 (*Phryma leptostachya*)、美汉草 (*Meehanian urticifolia*) 和大叶芹 (*Spuriopimpinella brachycarpa*) 等。类群 2 (PK11) 包含 6 个样地, 分布在较低海拔, 高度 700m 左右, 生境相对较湿润, 出现相对喜湿的植物, 如猴腿蹄盖蕨 (*Athyrium multidentatum*)、翻白蚊子草 (*Filipendula intermedia*)、蚊子草 (*Filipendula palmata*)、水曲柳 (*Fraxinus mandshurica*)、林猪殃殃 (*Galium paradoxum*)、水金凤 (*Impatiens nolitangere*)、野凤仙花 (*Impatiens textori*) 等植物, 为白桦-水曲柳-红松林。类群 3 (PK121) 包含 6 个样地, 分布在较高海拔, 高度 1100m 左右, 样地中出现了较多的高海拔分布种, 如臭冷杉 (*Abies nephrolepis*) 和枫桦 (*Betula costata*), 为枫桦-臭冷杉-红松林。原类群 4、5、6 组合而成的第 4 个类群 (PK122) 包含 33 个样地, 海拔高度多在 1000m 以下, 生境相对较干燥, 出现了较多的胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、千金鹅耳枥 (*Carpinus cordata*)、蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 和假色槭 (*Acer pseudosieboldianum*), 为

胡枝子-蒙古栎-红松林。

4 结 论

因调查样地不多, 群落类型不全, 很多样地属于同一种群落类型, 所以还不宜将分类出的类群按植被型、群系和群丛等分类单位组织成完整的分类系统。尽管如此, 从以上分析看, 将数值分类排序方法与 Braun-Blanquet 途径结合起来进行植被分类是可行的, 而且能收到很好的效果。鉴别种的筛选能使研究者迅速找出样地之间植物区系组成上的差异, 从而大大提高分类质量。随着工作的深入, 拥有样地记录的增多, 可望在本文方法的基础上, 用鉴别种来将长白山丰富的植物群落归入以群丛为基本单位的分类系统。

致谢 本研究得到中国科学院长白山森林生态系统开放研究站、吉林白河林业局劲松林场及林科所的帮助, 在此一并致谢。

参考文献

- 1 钱 宏. 1990. 长白山高山冻原植物群落的数量分类和排序. 应用生态学报, 1(3): 254—263.
- 2 Dillon, W. R. and Goldstein, M. 1984. Multivariate Analysis; methods and applications. John Wiley & Sons, Inc. New York, 587 pp.
- 3 Kayakara, G. J. 1992. PC-VTAB 1. 4 User's Guide, B. C. Ministry of Forests. 127pp.
- 4 Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, 364pp.
- 5 Pojar, J., Klinka, K. and Meidinger, D. V. 1987. Biogeoclimatic ecosystem classification in British Columbia. *For. Ecol. Manage.*, 22: 119—154.
- 6 Whittaker, R. H. 1978. Classification of Plant Communities. Dr W. Junk bv Publishers, The Hague, Boston, 408pp.
- 7 Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston, IL, SYSTAT, Inc. 677pp.