

长白山北坡阔叶红松林的数量分类

阳含熙 王本楠 韩进轩
(中国科学院自然资源综合考察委员会)

摘 要

1980—1982年的6—9月间,我们在长白山北坡海拔690—1150m之间调查了62块(10×20m²)阔叶红松林样地,以林木和林下植物分别做为指标,做数量分类,取得下列结果。

(1)主分量分析,相互平均分析和最近邻体聚类分析三种数量方法的结果与传统描述分类结果基本近似,可以互相印证。同时,主分量排序和相互平均排序的分类效率比之最近邻体聚类分析效率更佳,后者错划数较多,今后可不必采用。

(2)数量分类能在一张图上罗列全部样方,它们的相互位置历历在目,清楚明了。而传统描述分类只能放弃许多中间类型,抽象简化成少数类型,抛弃了大量信息。

(3)数量分类单位在野外应用于其他新调查地区不方便。因此,在数量方法结果基础上,找出可供识别的林木或林下植物种重新确定描述单位,这个单位兼具传统分类和数量分类的双重优点,在野外易于客观具体识别应用。

(4)长白山阔叶红松林是一个大约200年林龄的成熟林,已进入稳态(Steady state)。在种类组成上,它是连续性与间断性的统一体。但是,连续性更为明显。海拔高度、坡向及地形影响引起的间断性差别比较显著。大多数情况下,大量过渡的交错的中间类型,不易明确区别。

(5)采用二元数据和数量数据进行分类比较,二者结果差别甚微。二元数据易于野外调查,又可节省大量人力物力和时间。因此,在数量分类时可以尽量运用二元数据。过去我们在草原植被调查时也得到同一结论。这样看来,很有可能也适宜其它植被类型。

(6)阔叶红松林的林木和林下植物具有强的相关。33个样方的数据, $R = 0.89$ 。这也是阔叶红松林已进入稳态的另一论据。

前 言

植被的分类是植被和生态系统研究的重要基础工作。传统的分类都是采用描述性的方法。六十年代以来,由于电子计算机的普及与在生物科学中的广泛使用,各国开始了数量分类方法的研究。

红松(*Pinus koraiensis*)是我国东北地区珍贵树种之一。阔叶红松林又是长白山地区水平地带性植被类型。然而,这里原始林在海拔500m以下已经采伐殆尽。现在保留的原始阔叶红松林,主要分布于海拔500—1200m的玄武岩山地上。

采用传统的分类方法,前人对长白山及东北其它地区阔叶红松林已有研究(例如林

土所, 1982; 林业部调查规划院, 1981)。本文采用现代的数量分类方法, 在长白山北坡、西北坡自然保护区内进行野外调查, 所获得的数据做计算机处理。

本文目的是将传统的分类方法同数量分类方法进行比较, 探讨其优缺点以及对阔叶红松林的应用价值。提出今后推广应用的意见和建议。

野外调查方法

1980—1982年夏季6—9月间, 我们在长白山北坡及西北坡, 海拔大约为690—1150m之间的维东、白山、露水河等9个不同地点(见表1)做了野外调查。

表1 调查样地编号

地 点	维 东	白 山	白 河	露水河	红土窖	沿 江	红石林场
编 号	I	I	I ₁ I ₂	IV	V	VI	VI ₁ VI ₂
海 拔	1150	1150	750	780	910	690	820
坡 向	西 北	北偏西	北 北	北	北	东	北 南
坡 度	5°	3°	5°	5°	5°	20°	20° 10°
样 方 号	1-10	11-16	17-19 20-27	28-34	35-41	42-45	46-50 51-62
样 方 数	10	6	3 8	7	7	4	5 12

调查开始, 在林分中随机选出一块, 沿一个确定方向拉一条测绳作为基线。在基线的两边依次作 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 的正方形样方。样方内目测林分的分层高度。对胸径大于10cm的每一株林木测量树高、胸径及健康状况等项。同时观察倒木、站干等有关情况。沿基线右侧依次做出 $2 \times 2 \text{ m}^2$ 的小样方。于是, 每一个大样方中安排5个小样方。小样方中调查胸径小于10cm的幼树、幼苗、灌木和草本等林下植物种类的频度、盖度、多度等。苔藓多的林内, 也做部份苔藓记录。

游程统计沿基线进行, 考虑位于直线1m以内的树种个体。对20cm深度以内的土壤取样本进行一些理化性质分析, 并取 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 的枯枝落叶作分析之用。结果均另行报道。

室内分析方法

野外资料经过整理后, 用计算机处理。上机前对野外测得的原始资料做了必要的处理。包括以下几个方面:

(1) 删去个别特殊情况的样方。例如, 白山站有一两个样方混入长白赤松(*Pinus sylvestriiformis*), 这和其它样方都不同, 故删去不用。还删去无或仅一、二株林木以及林中空地的样方。

(2) 考虑到样方大小对分类的影响, 林木比较高, 个体占据空间较大的, 计算时把基线左右的两个样方并在一起, 做为一个分类单位。换言之, 分类样本样方是 $10 \times 20 \text{ m}^2$ 。

(3) 每个样方都出现的树种(如红松),或出现频度低于5%的树种均除去。因为这些树种在分类中作用极小。

经过这种整理,定出用以分类和排序的 $20 \times 10\text{m}^2$ 的样方62个,分属9个不同地点(表1)。

经过淘汰选用了臭松、紫椴等16个树种作乔木层的分类指标(表2)。

表2 作为分类指标的16个树种

1	鱼鳞松	<i>Picea jezoensis</i>
2	臭松	<i>Abies nephrolepis</i>
3	沙松	<i>Abies holophylla</i>
4	色木槭	<i>Acer mono</i>
5	紫椴	<i>Tilia amurensis</i>
6	糠椴	<i>Tilia mandshurica</i>
7	春榆	<i>Ulmus propinqua</i>
8	裂叶榆	<i>Ulmus laciniata</i>
9	鹅耳枥	<i>Carpinus cordata</i>
10	大青杨	<i>Populus ussuriensis</i>
11	柠筋槭	<i>Acer triflorum</i>
12	白牛槭	<i>Acer manshuricum</i>
13	枫桦	<i>Betula costata</i>
14	落叶松	<i>Larix olgensis</i>
15	蒙古栎	<i>Quercus mongolica</i>
16	水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i>

林下植物作为指标的是山茄子、山梅花、羊胡子苔草等28个植物种(表3)。

表3 作为分类指标的28个林下植物种

1	青楷槭	<i>Acer tegmentosum</i>
2	花楷槭	<i>Acer ukurunduense</i>
3	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>
4	假色槭	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>
5	东北溲疏	<i>Deutzia amurensis</i>
6	一枝黄花	<i>Solidago virgaurea</i>
7	稠李	<i>Padus asiatica</i>
8	猕猴桃	<i>Actinidia kolomikta</i>
9	羊胡子草	<i>Carex callitrichos</i>
10	毛缘苔草	<i>Carex campylorhiza</i>
11	春榆	<i>Ulmus propinqua</i>
12	白花碎米荠	<i>Cardamine leucantha</i>
13	尖齿蹄盖蕨	<i>Athyrium spinulosum</i>
14	粗茎鳞毛蕨	<i>Dryopteris austriaca</i>
15	刺五加	<i>Eleutherococcus senticosus</i>
16	茶藨子	<i>Ribes mandshuricum</i>
17	黄花忍冬	<i>Lonicera chrysantha</i>
18	毛榛	<i>Corylus mandshurica</i>
19	五味子	<i>Schizandra chinensis</i>
20	山茄子	<i>Brachybotrys paridiformis</i>
21	马丁香	<i>Syringa amurensis</i>
22	山梅花	<i>Philadelphus schrenkii</i>
23	小叶芹	<i>Aegopodium alpestre</i>
24	透骨草	<i>Phryma leptostachya</i>
25	山尖子	<i>Cacalia hastata</i>
26	桂皮紫萁	<i>Osmunda cinnamomea</i>
27	朝鲜蹄盖蕨	<i>Athyrium coreanum</i>
28	鹅耳枥	<i>Carpinus cordata</i>

整理出的62个分类单位，采用两组指标变量（表2，3中所列），3种数量分类方法，即相互平均分析、主分量分析和聚类分析（阳含熙，1982）。

聚类用最近邻体法，相似系数采用

$$C_{ij} = \sum_k x_{ki} \cdot x_{kj} / \sqrt{(\sum_k x_{ki}^2)(\sum_k x_{kj}^2)}$$

$$d_{ij} = 1 - C_{ij}$$

主分量分析采用中心化的数据进行。

相互平均分析计算方法略述如下：

设 $X = (x_{ij})$ 为原始数据矩阵，构造对角线矩阵分别为原始阵的行与列之和：

$$D_k = \text{diag}(x_{k.})$$

$$D_i = \text{diag}(x_{.i})$$

得对称矩阵 $L = (D_i^{-1/2} \times D_k^{-1/2}) (D_i^{-1/2} \times D_k^{-1/2})^T$ 求最大特征根和相应的特征向量用迭代法。经过这样的处理，可以证明矩阵的最大特征根是1，相应的特征向量是 (1, 1, ..., 1)。

为了消除这个多余的特征根和相应的特征向量，令：

$$z_{ij} = y_{ij} - x_{i.} \cdot x_{.j} / x_{..}$$

其中

$$D_i^{-1/2} \times D_k^{-1/2} = (q_{ij})$$

复令

$$L_1 = Z Z^T, Z = (z_{ij})$$

用迭代法即可求出最大特征根及特征向量，再转换成样方和种的得分，为排序坐标第一轴。再把 L_1 降阶处理，重复求次大特征根，等等。

为了比较排序效果，还要算出 L_1 的迹，这就是所有特征根的总和。

即有

$$\sum_i \lambda_i = \sum_i z_{ii}$$

我们的全部计算在本会的CJ-709机上完成。程序是自己编出来的。

结 果

对于62个分类单位（样方）的两组数据，即16个乔木树种和28个林下植物种（表2，3）分别用3种方法处理，结果总结于下：

（一）相互平均分析

两组数据相互平均分析的二维排序见图1。注意到前两轴所占的特征根的比例较低，可见特征根分配的不好，即递减的不快。(a)是用16个乔木为指标，第一、二两轴占有的百分比分别为18.3%，15.2%，总共也不过33.5%。(b)是用28个林下植物为指标，前两轴占有信息比分别是29.2%，24.7%，总计为53.9%。由特征根的递减情况来看，样点并不形成非常密集的团。这说明阔叶红松林是一个组成均匀的群落。

尽管从数量上讲二维表示效率并不高。但是，一个总的趋势的排序图上还是较为明显的。从(a)上看样方的位置，同一类型的样方较为集中，形成聚集团。海拔高的两组

样方（维东、白山，海拔平均 1150m），已经接近红松地理分布的上限，都排列在图的右方。往左排列的样方海拔高度有逐渐递降的明显趋势。我们用箭头指示了这种海拔梯度变化趋势。

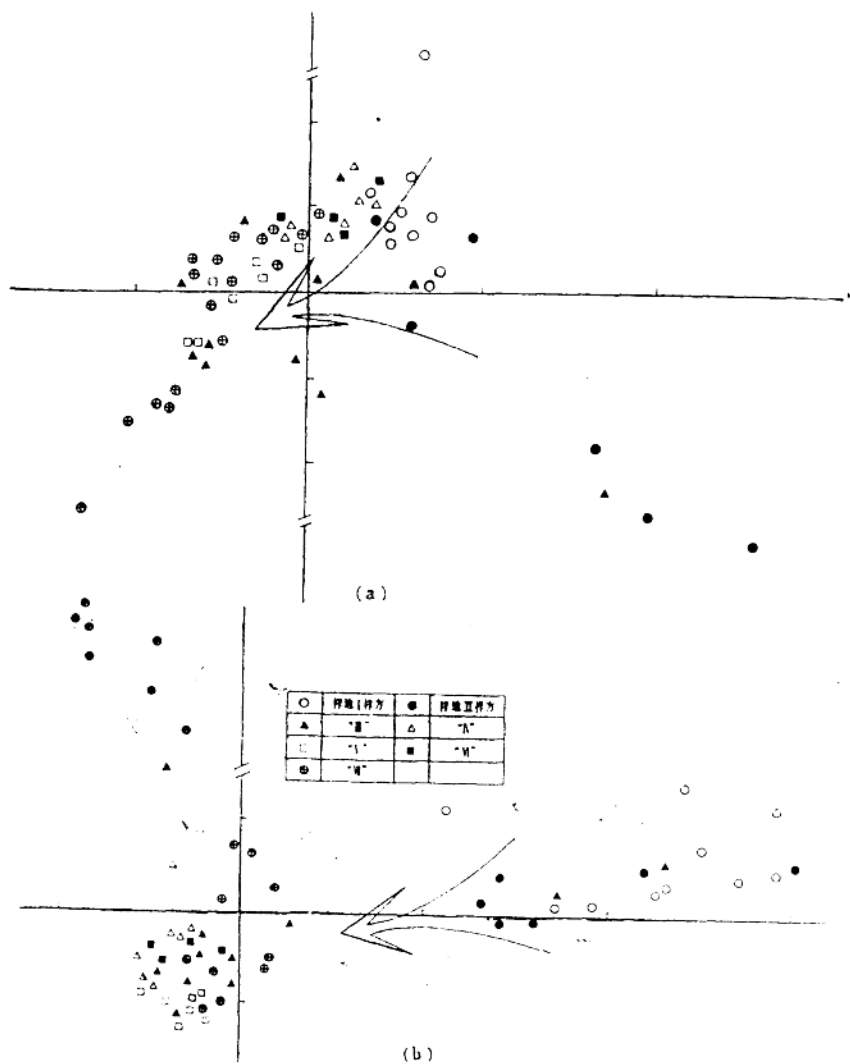


图 1 62个样方相互平均排序
(a) 以16个乔木种为指标 (b) 以28个林下植物为指标 箭头指示出海拔梯度变化

样地Ⅱ位于平坦台地上，林中之冷杉数量较多，还混有落叶松，阔叶林相对比例不大。但位于相同海拔的样地Ⅰ，因其更偏西坡些，气候更为温和，阔叶树比例增加，枫桦、紫椴和大青杨等生长良好。

取自红石林场的样方（样地Ⅶ），海拔平均为 820m，野外定名为沙松-鹅耳枥红松林。在排序图上分布成一个长条，相对分散。但是，位于阳面的 5 个样方和阴面的 12 个样方大体都各自成团，位于长条的两端。

样地Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ的样方也相对集中，各自成团。但是，属于典型阔叶红松林，海拔大约为 750m 的样地Ⅲ的 11 个样方，显得相当分散，它们散乱地出现在其它集团之中。事实上，这一林型是长白山地区最主要的水平地带性类型。林型复杂，林木种类繁多，林下植物丰富。排序图的分散性也正反映出这一实际情况。

图·(b) 是以林下植物为指标的排序图。同图 (a) 对比，可以发现样方排列格局几乎完全一致。相关性很强。这说明，两组指标间，即林木及林下植物间有很强的相关性。这一点后面还要提及。

相互平均法，又叫对应分析，其特点之一就是在给出样方排序图的同时，对应地给出种的排序图。图 2 (a) 是 16 个乔木种的排序；(b) 是 28 个林下植物种的二维排序图。

正如所知，落叶松是林间空隙中出现的先锋树种。野外资料显示，仅在白山站有零星分布。这在排序图上（图 2 a）反映较为清楚。该树种远离图形中心，位于图的边缘。大青杨情况类似，仅在维东样方中出现，排序图上该树种远离其它树种。相关性较小的树种，例如鹅耳枥、白桦和柃木是低海拔南方红松林的树种，同高海拔北方红松林的树种鱼鳞松和臭松，在排序图上遥遥相对，一组在左，一组在右，清楚了。然而，属于典型红松林的一些阔叶树种，色木槭、榆树、椴树及枫桦在排序图上靠得较近，位于图形中间部分。

有趣的是，排序图大体反映了海拔高度变化梯度所出现的树种。例如，从右到左正是海拔从高到低，也就是从北方红松林到典型红松林再到南方红松林所出现的树种。很有意义的是海拔梯度变化还同样方排序中方向大致一样。

28 个林下植物种排序图（图 2 b）比较特别，除了几个散开的外，近 20 种植物集成一团，位于第四象限。背楷槭（1 号）、花楷槭（2 号）、一支黄花（6 号）及羊胡子苔草（9 号）等散乱地排列在上半平面。

（二）主分量分析

用 16 个林木树种为指标，62 个样方排序如图 3，(a) 是 I—II 两轴样方排序（即，样方在第 1、第 2 两主分量上的排列）；(b) 是 II—III 两轴样方排序。(c) 是 II—III—IV 三轴的三维空间样方的排序。I 到 IV 轴保留的信息比分别为 13.3%，13.0%，9.9% 以及 8.0%。可见特征根分离的不好，递减较慢。同相互平均分析的图 1 比较，两者之间大致相似。特别是 II—III 两轴上的排列简直可以说同图 1 一模一样。这也是可以理解的，因为两组排序方法并无本质差别，相互平均只不过是主分量的变型。我们对草原植被的应用结果也证明了这一点（阳含熙，1980）。

图 4 (a) 是用 28 个林下植物的主分量分析 62 个样方排序。同前面比较，位置略有差

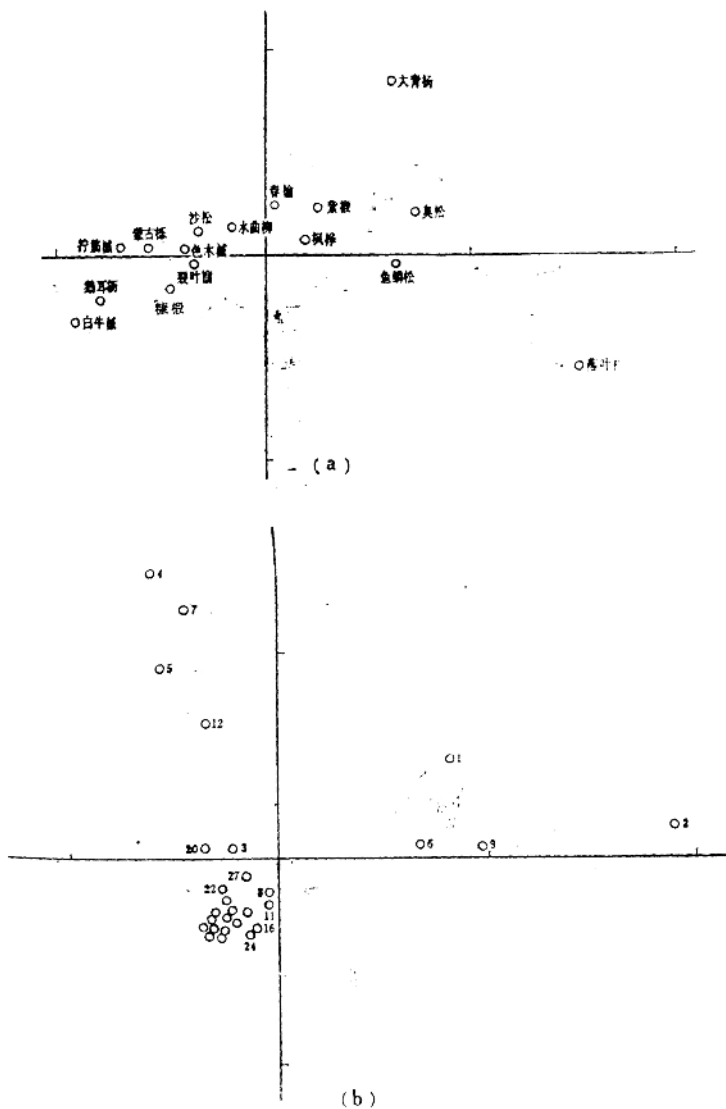
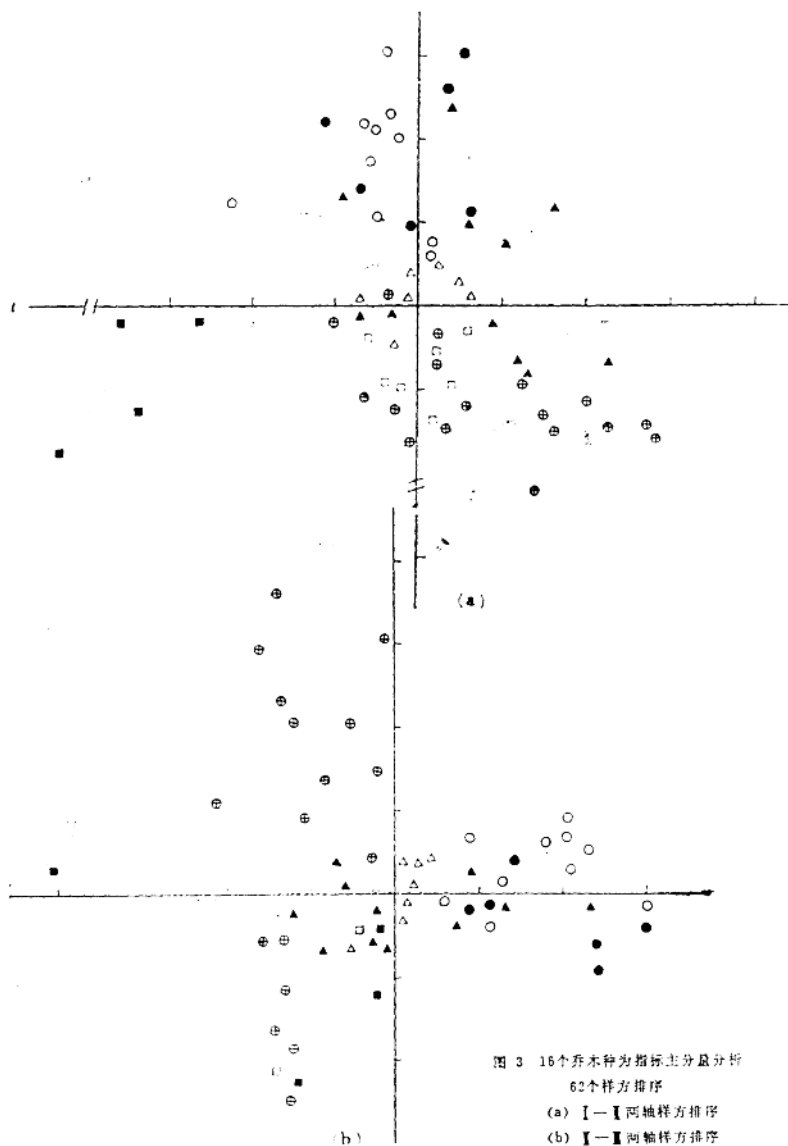
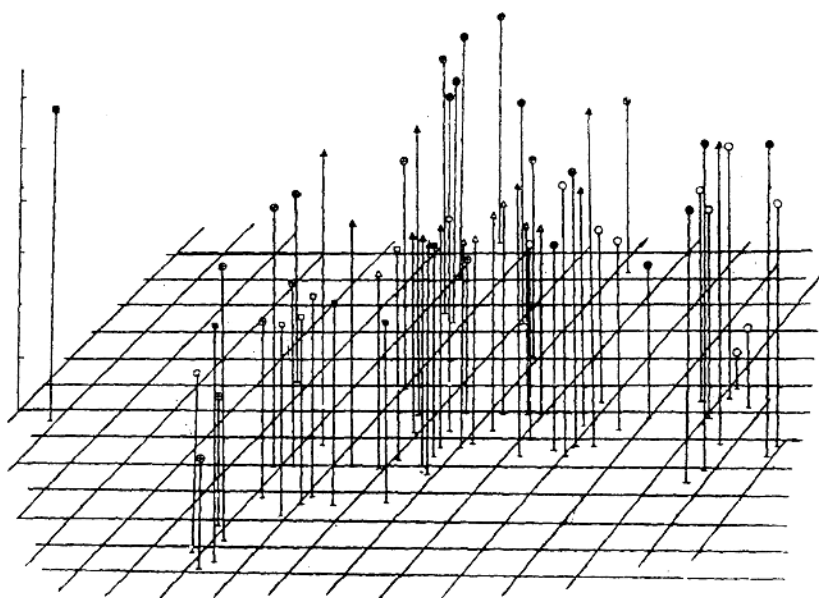


图 2 植物种的相互平均排序
(a) 16个乔木种的排序, (b) 28个林下植物种的排序, 数字表示物种在表 3 中的序号





(c)

图 3 16个乔木种为指标主分量分析 62个样方排序
(c) I—I'—III轴三维排序

异。但是同一样地样方仍是成团聚集。I、II和III轴保留的信息比分别为22.0%、9.3%和8.1%。I轴占比例较大。

图4(b)是林下植物为指标的三维排序图。横轴为第1主分量,第2主分量同其成45°角,第3主分量垂直向上。空间图形在平面上表示,无论如何也难免对其有所歪曲。不过,一个总的趋势还是清楚的,也有一定立体感。

(三) 聚类分析

同前面的两种方法一样,聚类分析我们也用了两种变量。用16个乔木树种和128个林下植物种分类树状图如图5(a)(b)。要说明的是,与习惯做法相反,我们这里的图形是倒着划的,所以对结果的解释也是倒着来的。

乔木做指标的分类树状图(图5a)可以看出,在相似系数为0.56处,树状图即分为两支(节点a),而在这以前已经有3个样地被零散地分了出去。两支中一支较为简单,包括了海拔1150m白山站4的个样方。但是与其同海拔的维东(样地I)的样方却出现在另一支中。直到末端,相似系数为0.9以上才被分离出来。

相似系数0.85处(节点b),左边一支大部分样方来自红石林场,即样地Ⅶ。这里平均海拔820m。继续细分,在相似系数为0.9左右(节点c),又分为两支,把这一样

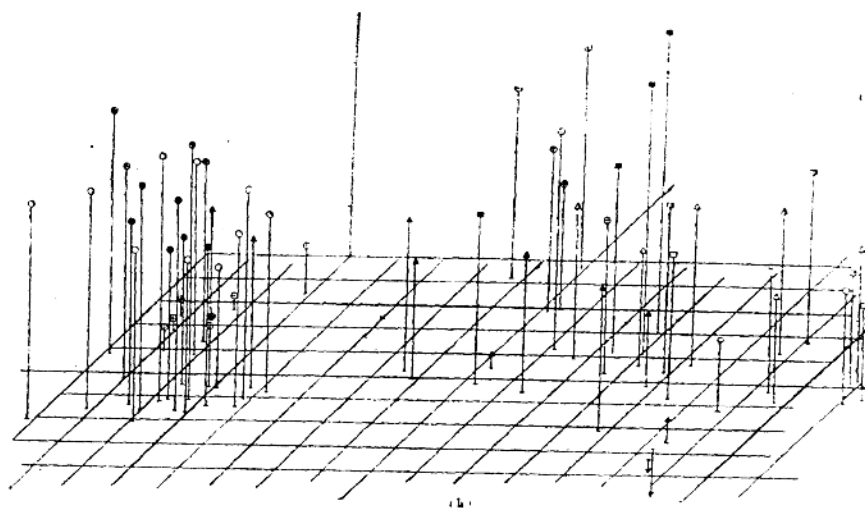
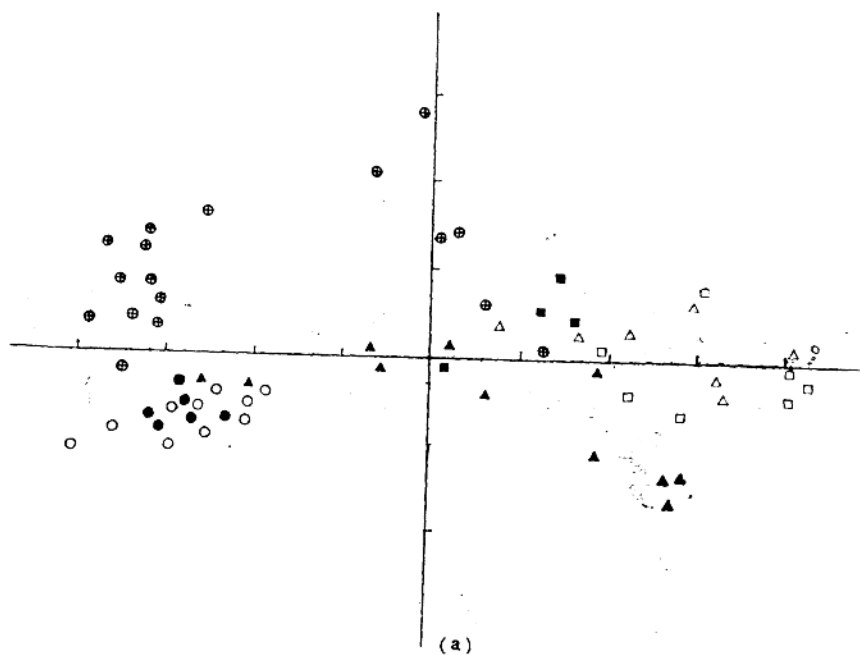


图 4 28个林下植物种为指标的主分量分析 62个样方排序
(a) I—II轴二维排序 (b) I—II—III轴三维排序

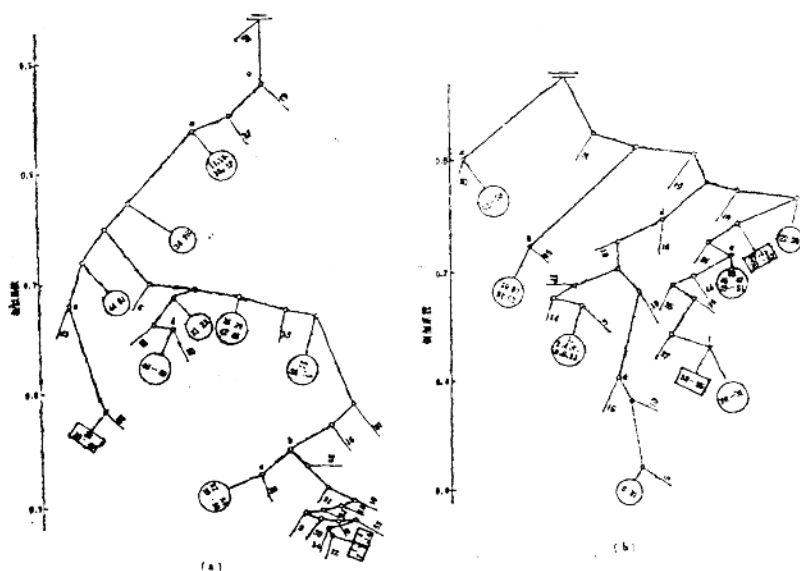


图 5 62个样方最近邻体聚类树状图
(a)以16个乔木种为指标 (b)以23个林下植物种为指标

地中上部分和下部分的样方区分开来。

平均海拔为910m的样地Ⅶ，即露水河、红土窖的7个样方另成一支，同别的样地的样方不相沟通（节点e）。这儿地势开阔，坡度起伏不大，属典型红松林。裂叶榆、色木槭生长良好。形成色木榆树红松林。然而，同属典型红松林的另外两个样地，白河及露水河的样方不聚集成团，而是散乱地分布于不同节点。

用林下植物为指标的分类树状图（图5b），大致可以看出同一趋势。分划较前更复杂，交错现象更为厉害。

两张图可以看出，样方大都在相似系数为0.5以上才开始分离（就计算过程来说，是0.5以下样方全部合并进去）。说明62个样方中，不论是乔木还是林下植物组成至少一半以上相同。换言之，阔叶红松林种属组成是比较均匀的。

就树状图而言，不论从什么位置划分，都有大量的单个样方不同别的样方成团。单个样方的出现同样反映了阔叶红松林种属组成的均匀性及林型的连续性。

邻体聚类法有“空间收缩”的缺点（阳含熙，1982）。所以，分类效果不十分满意，近年来在生态学中很少采用，这次实践也证明了确属如此。

（四）乔木和林下植物的相关性

在做分类的同时，我们对另外一组野外资料做计算机处理。这组资料包括长白山北坡阔叶红松林的33个样方，大体包括了分类所用样地的林型。换言之，这33个样方实际是前面62个样方的压缩。

在用两组指标即林下植物和乔木作相互平均排序,很明显,它们的第一轴样方得分有很强的相关性(图6)。

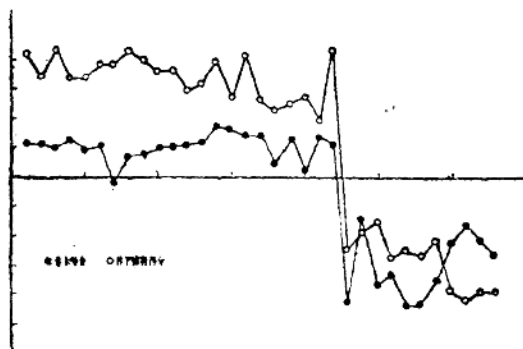


图6 两种指标33个样方排序第一轴得分比较
 $Y = 1.3315X + 0.3400 \quad r = 0.89$

用X和Y分别表示两种指标下样方得分,用回归分析得一回归方程:

$$Y = 1.3315X + 0.3400$$

相关性很强, $r = 0.89$ 。

我们把这个回归系数定义为两种指标间的相关性系数。于是可以断言,长白山北坡阔叶红松林乔木层与林下植物之间有很强的相关性, $r = 0.89$ 。

两个种间的相关性容易定义。但是两组种之间相关性就困难得多(皮洛, 1978)。以上的定义,使评价两种组间的相关关系成为容易的事。

进一步讨论这个系数是有意义的。如果我们测量了 n 个样方,分别测得两个植物种的数量 x_i 与 y_i , $i = 1, 2, \dots, n$, 两个种相关系数即定义为:

$$r = [\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] / [\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2]^{1/2}$$

上式中如果只记录存在与否,换言之,数量非0即1,采用联列表中的符号,经过一番繁琐的计算,化简整理即得:

$$r = (ad - bc) / [(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)]^{1/2}$$

这就是所谓Phi系数。

我们能够证明,我们定义的用样方排序第一轴得分间的回归系数作为两组种间相关系数,正是Phi系数的推广。换言之,我们能证明,在这两个组间如果每一组仅含一个植物,并且记录的是0—1数据,以上定义的相关系数即化为Phi系数。

(五) 定量数据同定性数据排序比较

生物学家,至少从Jaccard时代,已经指出,种的存在与否是有很大意义的。因而,0—1数据在植被分析中被广泛应用。这种定性数据在野外极易获取,又同详细的定量数据一样给出满意的结果。所以显得特别重要(阳含熙, 1978, 1980; Golden, 1979)。

定性数据，只记录一个种出现或不出现两种状态（分别记以1或0），较之数量数据的测量，例如，频度、多度或盖度要省事得多。但是，用两种不同数据作数量分类到底有多少差别，以定性数据代替定量数据究竟有多少差别，以定性数据代替定量数据究竟有多少信息损失，很少有人做过数量上的比较。

我们对33个样方的相互平均排序做过这样的工作。用同一个计算程序，对同一组数据，先一次用定量数据计算，而后在程序前加了一个转换定性数据为定量数据的语句重做一遍。令人吃惊的发现，两者竟没有大的差别。用乔木做指标的计算结果，包括特征根、追迹及样方得分大致一样（精确到 10^{-6} ）。用林下植物为指标计算结果也十分类似，兹将主要指标列出以示一斑（表4）。

这些结果也许可以认为是必然的。因为在计算过程中，首先对数据就作了处理，包括中心化、标准化等过程。经此一番处理已经大大缩小了数据大小差别，所剩仅是“有”还是“无”的性质差别了。

表4 两种类型数据计算结果对照表

	特征根总和 (追迹)	第一特征根 平均数	最大特征根 迭代次数	次大特征根 迭代次数	保留信息比
数量数据	3.085674	0.045969	0.797092/10	0.379350/45	38.1%
0—1 数据	3.081431	0.044631	0.802892/9	0.380676/48	38.4%

长白山北坡阔叶红松林的主要林型

通过对长白山阔叶红松林的62个样方两种指标的3种数量分类方法结果比较分析，在划分和识别林型时有以下两点值得注意：

(1) 乔木与林下植物有很强的相关性。

(2) 植被有较强的连续性。

这里，(1)在划分和识别林型时是有用的。因为，一旦乔木特征不明显，不易识别时，林下植物的辅助作用就显得重要了。换言之，转而考虑林下植物，分类仍然有效，就象我们分类表中关于典型红松林所做的划分那样。至于(2)，对于分类是增加了困难，因为植被是连续的，因而要把它划分为不连续类型便不可能做得明晰准确，其中亦此亦彼的过渡类型给分类和识别带来了困难。

为了便于研究和野外识别，一个分类系统还是必要的。即使纯粹是处于实用上的考虑。

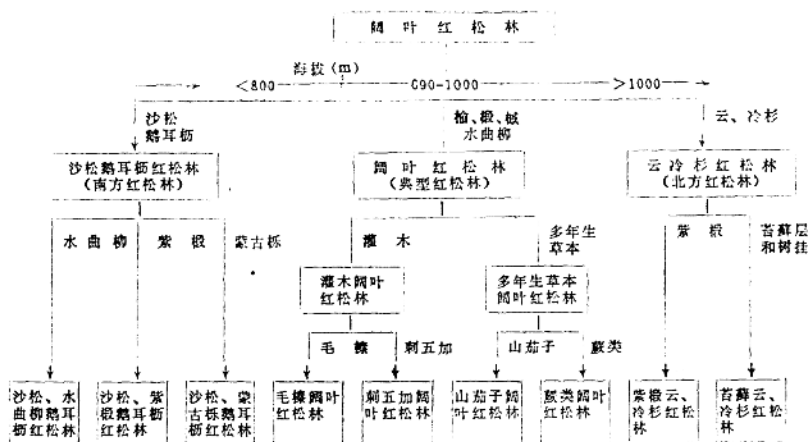
同传统分类结果相同，我们也把长白山的阔叶红松林分为3个林型组（表5）。识别植物是云、冷杉和沙松、鹅耳枥。换言之，视有无上面两类树种而将林子分为3个林型组。

进一步，在云冷杉红松林中，又视紫椴有无再分两个林型。

在沙松、鹅耳枥红松林中，又有3种识别植物，视是否出现这3种植物之一再分为

3个林型(表5)。

表5 62个样方划分林型



说明: 1. 类型前植物种名为该林型的识别种。
2. 从右到左按海拔由高到低排列。

典型红松林的细分较为棘手, 前面已经分析过, 连续性主要在这一类型中表现强, 林分组成复杂, 阔叶树种丰富, 林下植被繁茂。特别是乔木种类成份相似性强, 用其识别林型往往得不到较好效果。此时, 用得着前面的一条结论, 即乔木和林下植物有很强的相关性, 换言之, 这种情况下, 可根据林下植物, 进一步划分。

首先, 由山茄子、蕨类与灌木、藤本两类非常易于识别的植物, 可以把阔叶红松林细分为两个林型: 灌木阔叶红松林和山茄子阔叶红松林。继而, 各自又再分为两个亚型。由以上的讨论, 我们知道, 这些亚林型的界限不一定十分明晰, 过渡类型, 中间类型比比皆是。但是大体趋势还是明确的。

这样, 根据我们所做的62块样地, 可把长白山北坡阔叶红松林分为9个不同类型, 识别植物及名称列于表5。

因为长白山森林是一个原始林, 少数人野外调查不易深入林区内部, 虽然经过三年调查, 也尽量深入到我们能达到的地点, 但是这里所做的结论不敢说完全反映长白山北坡阔叶红松林的情况。何况就这62块样地来说, 交错的林型也未予列出。

结 语

通过几年的野外工作, 计算机的试算以及对照比较分析, 可以提出以下几点看法。

(1) 阔叶红松林在长白山北坡、西北坡林龄大约200年左右, 已经进入成熟稳定阶段。这种近乎原始的天然林在我国和世界都较为罕见。阔叶红松林是在长期的历史条件下演化形成, 种类组成比较均匀的稳定群落。在这一地区1200m以下, 它是最主要的

森林类型。可惜, 500m 以下, 原始林已经采伐殆尽。现在保留的阔叶红松林中, 上限属云冷杉红松林 (又称北方红松林); 下部, 大约 800m 以下是沙松、鹅耳枥红松林 (又称南方红松林); 二者之间便是阔叶红松林 (又称典型红松林)。对于 62 个样方, 各种数量分类方法结果都指示出了这 3 种类型。它们随海拔升高而相继出现。对同一海拔但坡向不同的林型, 数量分类也能明确识别出来。各种方法几乎都给出相同的结果。同传统方法的结果也大致相同, 可以互相印证。

如果将 3 种数量方法比较, 可以看出主分量分析及相互平均分析效果更令人满意些。最近邻体的聚类分析, 由于有所谓“空间收缩”的缺点, 错分的样方较前者更多, 这种方法似乎不合用。

相互平均分析还有一个特点, 就是同时给出样方和种的排序坐标。仅就样方排序而言, 同主分量分析给出大致相似结果。

(2) 数量方法能在一张图上把全部样方罗列出来, 样方间的相互关系, 由其相对位置而表现, 历历在目, 清楚了。这是传统方法所不及的。

传统的描述性的方法是把一些过渡类型加以淘汰, 经过简化抽象, 识别出一些典型类型。这种简化抽象, 同时也割舍了大量的信息。而且, 由于类型是抽象的而非具体的单位, 在野外也不易找出。数量方法能同时反映植物的离散性与连续性, 所提供的信息更全面和真实。

(3) 数量分类尽管有前述优点, 但是图上只见一些 (代表样地的) 数字符号, 对于分析问题自然是便利的, 但是如果在野外实际应用也就很不方便了。因此, 我们把这些样方组进一步加以综合, 识别出一些主要类型, 给予一定的名称, 就象传统分类所做的那样, 再列出代表其特性的识别种, 列出分类系统表 (参见表 5), 以便野外识别应用。这样做并不是传统方法的简单重复, 而是在数量分类的基础上, 重新确定的定性单位, 这些单位已不再是抽象的了, 而是野外可以找到的具体的样方 (或样方组)。比纯粹的描述性传统分类更进一步, 所使用的分类单位更为具体客观。根据提出的一些识别植物 (包括林木和林下植物) 在野外是易于应用的。

(4) 研究结果表明, 阔叶红松林的乔木和林下植物具有很高的相关性 ($r=0.89$)。在林区乔木最易识别。由于两者的相关性, 就可以只用乔木来进行分类, 并不失掉多少信息。在乔木采伐以后则可以利用林下植物来分类 (这就要求更多的植物学知识)。换言之, 看到林下植物就可以大体想象出原来的森林类型。当然, 林相剧烈改变后, 林下植物也可能随之消失, 而找不到了。

(5) 在数量分类中, 定性的和定量的两种数据可以给出基本一致的结果。但是, 定性数据野外容易获取, 大大节省人力物力和时间。我们证明了在数量分类中使用定性数据可以得到同样精确的结果。我们过去也曾应用于内蒙古草原类型, 得到同样结果。我们认为, 这一论断可能也适用于其它植被类型。

(6) 本世纪六十年代前, 对于植被是连续的抑或是间断的, 曾有过激烈的争论 (McIntosh, 1967)。也曾一度认为这同研究的方法有关。排序会夸大植被的连续性, 而分类则引向明显间断的群落。20 年来的实践证明, 这种看法是片面的。排序不仅反映植被的连续性, 也可以分划成明显的间断集合; 而分类也同样能反映植被的连续变化

(阳含熙, 1982)。我们本文的几种方法结果也证明了这一点。

象阔叶红松林这样长期演化形成的成熟群落, 林木之间, 林木同下层植物之间, 植物与环境之间, 已经历了长期影响, 它们表现的连续性是相当清楚的。这就是为什么在62个样方中过渡的、混杂的样方频频出现。聚类分析相似系数都在0.5以上。用乔木为指标和林下植物为指标的排序效果, 主分量第一、二两轴所占信息比两种指标排序分别为26.3%和31.3%。相互平均分别为33.5%和53.9%。

另一方面, 阔叶红松林也具有一定间断性, 从海拔高度与坡向不同样地的差异得到明确的反映。野外还可以发现在山顶或陡坡上有小片红松纯林。这些事实说明阔叶红松林是连续和不连续的统一体, 而连续性表现更为普遍, 这一论断跟许多对长白山阔叶红松林具有丰富经验的森林学者和植物学者的意见是一致的。

参 考 文 献

- [1] 辽宁省林业土壤研究所 (1980): 红松林, 中国林业出版社。
- [2] 林业部调查规划院 (1981): 中国山地森林, 中国林业出版社。
- [3] 阳含熙 (1978): 植物群落数量分类的研究, 一、关联分析和主分量分析, 林业科学, 15(4), 244—255。
- [4] 阳含熙 (1980): 植物群落数量分类的研究, 三、相互平均法和指示种分析, 自然资源, 3, 1—2。
- [5] 阳含熙 (1982): 植物生态学的数量分类方法, 科学出版社。
- [6] 皮洛 (1978): 数量生态学引论 (中译本, 卢泽愚译), 科学出版社。
- [7] Golden, M.S. (1979): Forest vegetation of the Lower Alabama Piedmont, Ecol. 60 (4), 770—782。
- [8] McIntosh, R.P. (1967): The Continuum Concept of Vegetation, Bot. Rev. 33, 130—187。