

长白山北坡植物群落间物种共有度的海拔梯度变化

郝占庆^{1*}, 邓红兵¹, 姜 萍¹, 王 战¹, 黄乃伟²

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所 长白山开放站, 沈阳 110016; 2. 吉林省长白山自然保护区管理局)

摘要:群落间各生活型植物种及所有植物种的共有度,一定程度上反映了群落间的相关性及沿环境梯度的物种替代关系。应用梯度格局法在长白山北坡海拔 700~2600m 之间,海拔每上升 100m 设置一块样地,共计 20 块样地,应用 Jaccard 指数,对各海拔植物群落间物种共有度的海拔梯度变化进行了分析。不同海拔群落间物种的共有度,无论以哪一层次的植物种来表达,基本都以其最相邻海拔的群落之间为最高;如相邻海拔的两个群落属于不同植被类型,其共有度则较低。群落间物种共有度的峰值与谷点反映了群落类型随海拔具有间断性变化。乔、灌、草各生活型物种的共有度以及所有植物种的共有度,在同一海拔差群落间的数值都非常接近,并均随着海拔差的增加呈明显的下降趋势,表明群落各层次物种的构成有很大的相关性以及物种之间的共存性。

关键词:长白山;物种共有度;植物群落;海拔梯度

Co-occurrence of plant species among communities with changes in altitudes on the northern slope of Changbai Mountain

HAO Zhan-Qing¹, DENG Hong-Bing¹, JIANG Ping¹, Wang Zhan¹, HUANG Nai-Wei²

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 2. Administer Bureau of National Nature Reserve of Changbai Mountain, Jilin Province, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(9): 1421~1426.

Abstract: The Co-occurrence of species among communities at different altitudes may reflect the relationships among communities, coexistence and the replacement of species along the altitude gradient at some extent. Continuous or disjunctive distribution of different species along altitude gradient not only reflected the environment variation at altitude gradient, but also the biological and ecological spatiality as well as the adaptability of species.

The northern slope of Changbai Mountain where there is not only a high diversity in vegetation types and species, but also high variation of diversity pattern along the altitude gradient. It is a perfect transect for the research of biodiversity and gradient patterns. From 700 m to 2600m on the northern slope of Changbai Mountain, twenty plots were investigated with an interval of 100m in altitude. By using Jaccard index, co-occurrence of plant species among communities at different altitudes was analyzed. For species of different life-forms or all the species as a whole, co-occurrence of plant species between neighboring communities was the highest except for that between different vegetation types. The peak values and valley values of co-occurrence of plant species among communities along altitude gradient were matched with vegetation gradient patterns. co-occurrence of plant species at different layers or all the plant species among communities with the same altitude difference were nearly the same, and decreased as the increase of alti-

基金项目:中国科学院创新项目(KZCX2-406)、国家自然科学基金(编号 39970123)资助

作者简介:郝占庆(1964~),男,山西人,博士,研究员。主要从事森林生态学和生物多样性研究。

* 通讯作者

万方数据
收稿日期:2001-01-28;修订日期:2001-06-05

tude difference. These results showed that plant species compositions at different layers of the communities were highly related. It is suggested that these well-developed and also well-protected communities have consistent relationship between canopy species and understory species. It was impossible to have communities with high co-occurrence of plant species as canopy species at the same time low co-occurrence of plant species as understories.

Key words: Changbai Mountain; co-occurrence of species; plant community; altitude gradient

文章编号:1000-0933(2001)09-1421-06 中图分类号:S718.5 文献标识码:A

沿海拔梯度的植物群落间的物种共有程度,反映了群落间的相互关系及沿环境梯度的物种替代规律。长白山北坡环境梯度明显,各海拔植物群落间的物种组成均不尽相同^[1],有些种可分布于较大的海拔范围,而一些种只分布于较狭窄的海拔范围或只在某一海拔的群落中有分布。不同物种沿海拔梯度的连续或间断分布,不仅反映了环境随海拔的变化规律,同时也反映了物种的生物学、生态学特性、分布状况及对环境的适应性。群落的物种共有度表达了群落间的相关性及物种的共存关系。陈灵芝等^[2]曾对长白山北坡不同植被带间的物种共有情况进行过研究,但因其研究对象分布于不同植被带的几个分散的样点上,因此不能说明物种沿环境梯度渐变或突变的具体海拔位置和详细情况。对植物群落不同植被类型之内或之间的变化过程、不同生活型物种沿海拔的分布规律及对环境梯度变化的反映,从以往的研究工作也无法得到较详尽的解释。本项研究通过对各海拔群落间各生活型物种及所有物种共有度的测度,试图对下述问题作出解释:(1)同一植被类型中处于不同海拔高度的群落间物种的共有程度;(2)不同植被类型的群落间物种的共有程度;(3)不同海拔差群落间的物种共有程度,以及群落间物种共有度与其海拔差之间的关系。通过揭示群落多样性随海拔的变化规律,了解群落间的相关性和沿海拔梯度的分异规律,有利于进一步了解长白山生物多样性的空间格局,促进对长白山森林生态系统的研究和保护。

1 研究区域概况

本研究工作集中于长白山北坡海拔 700~2600m、水平距离约为 45km 的坡面上。海拔 700m 处年均气温约 2.8℃,表现出典型的暖温带气候,而山顶年均温只有-7.3℃左右,表现出复杂、多变的近极地气候^[3]。降水随海拔的上升表现出明显的增加趋势,海拔 700m 和 2600m 年均降水量分别为 680mm 和 1340mm,山顶最多年份曾达 1809mm^[3,4]。随海拔高度的变化,呈现出明显的山地垂直分布带谱。野外观测^[1]表明,山下部的阔叶红松林(海拔 1100m 以下),是世界上为数不多的大面积原生针阔混交林,与同纬度的欧美地区相比,以其结构复杂、组成独特、生物多样性丰富而著称;以云杉和冷杉为主要建群种的暗针叶林(海拔 1100~1800m),具有典型的北方山地森林的特点,构成了长白山北坡森林植被的主体;亚高山岳桦林(海拔 1800~2000m),是一种以单一乔木树种为主的林线植被,构成独特的亚高山地带森林景观;长白山高山冻原(海拔 2000~2600m),是我国唯一具有典型北极冻原特征的植被^[1,5,6]。由此可见,长白山北坡是研究生物多样性及其梯度格局的理想基地。

2 研究方法

2.1 样地设置

样地的设置采用梯度格局法,即自海拔 700 至 2600m,海拔每上升 100m 设置一样地,共计 20 个海拔梯度,即 20 块样地。海拔 700~1900m 的森林植被,样地面积为 32m×32m;2000m 以上的高山冻原带,样地面积为 16m×16m。海拔 1900m 及其以下的森林植被,每个样地由 16 个 8m×8m 的样方构成,总面积为 32m×32m=1024m²。海拔 2000m 及其以上的高山冻原,每个样地由 4 个 8m×8m 的样方构成,总面积为 16m×16m (256m²)。

2.2 调查内容及方法

记载海拔、坡度、坡向、林分郁闭度、灌木总盖度、草本总盖度等,并绘制样地地理位置草图。植被调查以小样方为调查单位,样方大小为 1.3m 的乔木分株记载其树种、高度及生长状况,对高度>1.3m 的乔木进行每木检尺,记载其树种、胸径并目测树高;对林地灌木及草本植物,分种记载其种类、多度、盖度、平均高度、株

数等。本项工作于 1999 年夏季完成。

2.3 群落共有度

群落的共有度(Species Co-occurrence of Communities)可定义为两个群落共有种的数目占两群落物种总数的百分比。本文的群落共有度用 Jaccard 指数测度^[7,8],如群落 A 的物种数为 a ,群落 B 的物种数为 b ,二者的共有物种(Common species)数为 c ,则二群落的物种总数为 $a+b-c$,群落 A 与群落 B 的共有度 CP 为:

$$CP=\frac{c}{a+b-c}\times 100\%$$

其中, CP 的数值为 $0\sim 1$;为 0 时表示两群落树种完全不同,为 1 时表示两群落树种完全相同。
共有度通过二群落共有物种所占的比例,一定程度上直观地反映出二群落的相似(或相异)性程度。本研究分别以群落乔木种、灌木种、草本植物种及所有植物种的共有度,分析各海拔群落间的相关性程度。

3 结果与分析

分别以各海拔群落的乔木种、灌木种、草本植物及所有植物种的二元数据为基础,得到各海拔群落间相应的共有度半矩阵表。乔木种一般在群落各个林层中均有分布,但在主林冠层的乔木种个体与处于更新层的小苗功能截然不同,主林冠层乔木种的构成决定了群落的外貌,因此这里分别以各海拔群落所有林层及主林层乔木种的共有度,分析群落间树种构成的相关性程度(表 1~表 5)。

表 1 各海拔群落的主林层乔木种共有度(%)

Table 1 Co-occurrence of canopy tree species among communities at different altitudes

群落 Communities	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	26.1											
3	23.5	36.8										
4	52.9	40.9	27.8									
5	10.5	23.8	28.6	27.8								
6	4.8	35	26.7	20	58.3							
7	10	22.7	18.8	20	58.3	66.7						
8	5.6	20	23.1	23.5	45.5	54.5	54.5					
9	0	15.8	27.3	11.8	40	36.4	36.4	50				
10	0	15.8	27.3	11.8	40	36.4	36.4	50	100			
11	0	22.2	16.7	11.8	27.3	36.4	36.4	50	66.7	66.7		
12	0	11.1	20	6.3	20	18.2	18.2	25	60	60	60	
13	0	5.6	10	0	10	9.1	9.1	12.5	40	40	40	66.7

* 群落序号 1、2、3、…、20,对应的海拔分别为 700m、800m、900m、…、2600m。以下同。Community number 1, 2, 3, …, 20 corresponded the communities at altitudes of 700m, 800m, 900m, …, 2600m respectively. Same for following tables

由表 1~5 可知,各海拔群落间物种的共有度,无论以哪一层次的植物来表达,大多数以与其最相邻的群落(海拔差最小的群落)共有度最高,即矩阵中主轴上的数据一般为最大。各生活型物种共有度较小的相邻群落,如群落 1 与群落 2、群落 4 与群落 5、群落 13 与群落 14 等,恰好是不同植被类型间的分界,可见共有度较清晰地反映了群落间的相关性。

相邻群落间的共有度变化规律在不同层次的物种间存在着相似性和差异性(图 1)。主林层树种共有度最高的两个群落是海拔 1500 与 1600m 间,共有度达 100%,即主林层树种组成完全相同;其次为海拔 1200~1300m、1600~1700m 和 1800~1900m,共有度均为 66.7%。共有度的几个谷值分别出现于海拔 700~800m、1000~1100m、1400~1500m、1700~1800m 之间,但后 2 个谷点的绝对数值并不是很小,表明谷点只是群落类型转变的一个过渡点,它们间的共有种仍占一定的比例。

群落间所有乔木树种间的共有度趋势与主林层基本相同,只是最大值出现于 1600~1700m 间而不是 1500~1600m 间,说明前者较后者在主林层以下的演替层和更新层乔木树种组成上有更大的相似性。由于少数乔木树种如岳桦、赤杨等零星分布至海拔 2200m,所有乔木种共有度的海拔范围超过了主林层的海拔范围。从群落间所有乔木种的共有度来看,1100~1700m 间的暗针叶林群落间的共有度普遍较高,平均分别达 66%和 69%。而 1100m 以下的群落间分别只有 30%和 40%。

表 2 各海拔群落的所有乔木种共有度(%)

Table 2 Co-occurrence of tree species among communities at different altitudes

群落 Communities	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	30														
3	32	61.9													
4	44	54.2	40.9												
5	6.7	37.5	28.6	30.4											
6	13.8	54.5	47.4	40.9	58.8										
7	14.8	39.1	36.8	38.1	56.3	73.3									
8	11.5	42.9	33.3	42.1	53.3	60	69.2								
9	7.7	31.8	35.3	30	57.1	53.3	61.5	58.3							
10	0	23.8	25	15	35.7	33.3	38.5	45.5	66.7						
11	0	28.6	23.5	14.3	42.9	40	35.7	41.7	60	85.7					
12	4.3	19	26.7	10	28.6	26.7	30.8	36.4	55.6	57.1	50				
13	0	8.7	11.8	0	12.5	18.8	21.4	15.4	27.3	37.5	33.3	42.9			
14	0	4.5	6.3	0	14.3	6.3	7.1	8.3	20	28.6	25	33.3	33.3		
15	0	0	0	0	7.1	0	0	0	10	14.3	12.5	16.7	16.7	66.7	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	11.1	16.7	14.3	20	20	33.3	50

表 3 各海拔群落的灌木种共有度(%)

Table 3 Co-occurrence of shrub species among communities at different altitudes

群落 Communities	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	20.7																		
3	40	42.9																	
4	41.7	38.1	70.6																
5	16	33.3	33.3	35.3															
6	12	35.3	35.3	37.5	88.9														
7	8	29.4	29.4	31.3	60	66.7													
8	7.7	21.1	27.8	22.2	54.5	60	66.7												
9	7.7	21.1	27.8	22.2	41.7	45.5	50	77.8											
10	0	11.8	18.8	12.5	30	33.3	37.5	50	50										
11	0	9.5	15	10	30.8	33.3	36.4	45.5	33.3	50									
12	3.8	15.8	22.2	16.7	33.3	36.4	40	50	36.4	37.5	36.4								
13	0	9.5	9.5	10	21.4	23.1	25	23.1	14.3	20	23.1	50							
14	0	0	0	0	7.1	7.7	8.3	7.7	0	0	7.7	18.2	27.3						
15	0	0	0	0	6.3	6.7	7.1	6.7	0	0	6.7	15.4	23.1	75					
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.7	15.4	44.4	66.7				
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	18.2	57.1	62.5	71.4			
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	13.3	50	54.5	60	55.6		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.3	16.7	71.4	75	62.5	83.3	66.7	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.3	11.1	12.5	16.7	22.2	14.3

2400m 和 2500~2600m 间,这些谷点正好是不同类型群落间的交界区,说明灌木种的物种更替在这些地段具有非常明显的规律。

因草本植物的总种数占有植物总种数的较大比例,群落总种数主要受草本植物的影响,故群落间草本植物与所有植物种的共有度表现出几乎完全相同的趋势,而且共有度值也相差不大。共有度的谷点与上述灌木完全相同,只是又增加一个谷点,即 1300~1400m 间。共有度的峰值以 1200~1300m、1500~1600m 及 2200~2300m 间最大,所有物种的共有度均在 62%~63%之间。海拔 2000m 以上群落间的共有度普遍较高,平均达 55%。这些谷点和峰点充分反映出群落类型随海拔的变化趋势。

群落间物种的共有度随群落间海拔差的增大而减小(图 2),反映了同一海拔差时群落间共有度的平均值与相应海拔差之间的紧密关系。无论是群落中乔、灌、草各层次物种的共有度,还是所有植物种的共有度,在同一海拔差时数值非常接近,同时均随着海拔差的增加呈明显的下降趋势,而且下降的幅度非常相近,均是由海拔差为 100m 时的 50%左右下降为海拔差 1200m 时的 0。共有度变化趋势中不存在上层主

表 4 各海拔群落的草本植物种共有度(%)

Table 4 Co-occurrence of herb species among communities at different altitudes

群落	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Communities																			
2	19.8																		
3	16.2	42.3																	
4	26.2	35.9	42.6																
5	16.2	42.3	45.5	40															
6	7.8	39.1	38.5	26.4	45.9														
7	11.7	34	39	32.1	50	62.1													
8	16.3	37.3	36.5	40	51.1	41.9	42.2												
9	23.7	38.4	35.8	44.4	40	30.6	35.5	58.1											
10	14.9	30.6	22.4	27.3	31.5	29.8	28	56	63.3										
11	14.8	30.2	24.1	28.8	33.3	21.6	20.4	43.6	47.8	49.1									
12	11.3	23.6	23.4	26	29.5	27.8	28.6	38.7	45.2	45.8	38.1								
13	5.1	18.5	20	13.6	22.7	29.4	23.7	24.5	17.4	17.3	21.6	38							
14	1.1	2.9	5.1	1.4	1.6	2	1.9	4.5	4.7	4.5	4.5	8.5	13						
15	0	1.6	0	1.5	0	0	0	1.6	1.2	1.6	1.6	2.9	4.7	43.2					
16	0	1.7	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	1.5	7.9	40	55.6				
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0	1.5	5	35.1	59.3	62.5			
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	2.9	30.3	38.5	45.5	50		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0	1.6	2.6	33.3	46.4	42.3	52	55	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	1.6	2.8	21.6	31	25.9	34.6	33.3	65

表 5 各海拔群落的所有植物种共有度(%)

Table 5 Co-occurrence of all the plant species among communities at different altitudes

群落	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Communities																			
2	22.1																		
3	23.8	46.8																	
4	32.3	40.4	47.3																
5	14.1	39.4	38.6	36.8															
6	9.9	42.4	40	31.9	55.6														
7	11.6	34.4	36.4	33.3	53.1	66													
8	13.8	35.4	34.1	37.1	52.1	48.5	50.7												
9	18.1	34.2	34.3	38.2	42.9	36.4	41.2	60.2											
10	9.6	26	22.2	22.5	32.1	31	31	53.6	62.3										
11	9.2	25.7	22.1	22.4	34.6	26.9	25.3	43.6	47.2	52.9									
12	8.9	21.4	23.7	21.6	29.9	28.7	30.4	39.8	45.2	45.9	39								
13	3.1	14.3	15.7	9.9	20.3	25.4	23.4	22.7	18.1	20	23.3	40.3							
14	0.7	2.7	4.2	0.9	4.5	3.8	3.8	5.5	5.5	6	6.8	11.4	17.5						
15	0	0.9	0	0.9	2.4	1.3	1.3	2.3	1.9	2.5	3.5	5.7	9.7	50					
16	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1.3	1.2	3.6	10.7	40.4	57.9				
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2.4	7.1	36.2	56.8	62.5			
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5.6	32.6	41	48.5	51.6		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2.5	5.4	37	50	45.7	58.1	58.6	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	1.3	2	19.1	25	22.2	31.3	30	51.9

林层非常相似,而灌、草层及全部植物种差异很大的情况,表明群落各层次物种的构成有很大的相关性,从林冠层至地被物,每一群落均有自己独特的“家族系列”或“家庭成员”。

4 结论与讨论

以二元数据为基础对群落间物种共有度的测度,虽不能象其它数量数据那样较精确地反映群落间的相似性程度,但在较大的空间范围内(海拔 700~2600m),通过对各海拔群落间物种的共有程度的分析,可在一定程度上揭示物种随海拔梯度变化的分布规律,以及各海拔群落间的关系。尤其是通过主林层树种与乔木、灌木及草本植物等多种生活型植物种共有度的共同分析,可较好地反映各海拔群落间在物种组成上的相关性及物种在海拔梯度上分布特征。

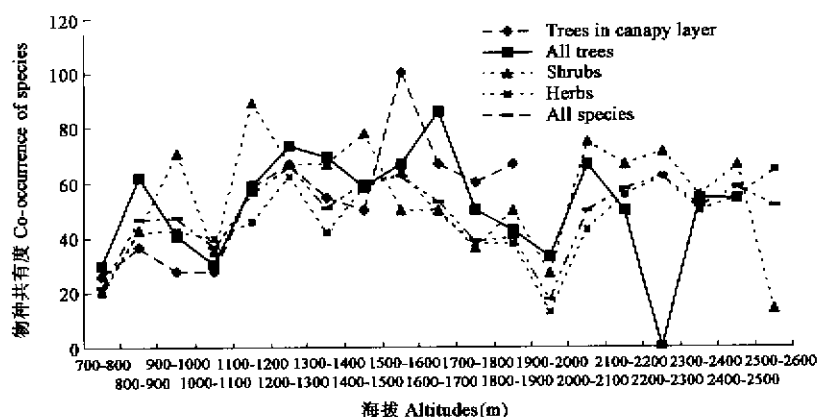


图1 相邻海拔群落各层次及所有植物种的共有度

Fig. 1 Co-occurrence between the neighboring communities on the species of different layer and all the plant species

群落间所有乔木树种间的共有度趋势与主林层树种基本相同,只是最大值出现于1600~1700m间而不是1500~1600m间,说明前者较后者在主林层以下的演替层和更新层乔木树种组成上有更大的相似性;群落间灌木种共有度的谷点出现于不同植被类型间的分界处,说明灌木种的物种更替在植被类型的分界区表现的更为明显;因草本植物的总种数占所有植物总种数的较大比例,群落总种数主要受草本植物的影响,故群落间草本植物的共有度与所有植物种的共有度表现出几乎完全相同的趋势,而且共有度值也相差不大。各生活型的物种,其共有度均随海拔差的增加呈明显的下降趋势,且下降的幅度非常相近,表明群落各层次物种的构成有很大的相关性。

根据物种出现的海拔范围,长白山北坡分布较宽的种类约占总种数的2/3,其它植物种分布较窄需要特殊的生境条件。分别有27%、36%和32%的乔木、灌木和草本植物种只在一个海拔样地中出现,尽管这一结论与抽样强度及调查方法有一定的关系,但某种程度上也反映了这些种适应范围较窄的特点,生物多样性保护更应特别关注这些分布区较窄植物种的保护。

参考文献

- [1] 王战,徐振邦,等.长白山北坡主要森林类型及其群落结构特点(之一).森林生态系统研究,1980,(1):25~42.
- [2] 陈灵芝,鲍显诚,等.吉林省长白山北坡各垂直带内主要植物群落的某些结构物特征.植物生态学与地植物学丛刊,1964,2(2):207~225.
- [3] 迟振文,张凤山,等.长白山北坡森林生态系统水热状况初探.森林生态系统研究,1981,(2):179~186.
- [4] 张凤山,李晓晏.长白山北坡主要森林类型生长季温湿特征.森林生态系统研究,1984,(4):243~254.
- [5] 钱宏.长白山高山冻原植被.森林生态系统研究,1992,(6):72~96.
- [6] 赵大昌.长白山的植被垂直分布带.森林生态系统研究,1980,(1):65~70.
- [7] Magurran A. E. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press. 1988.
- [8] Mueller-Dombois D and Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. 1974.

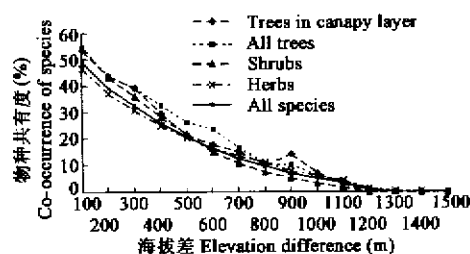


图2 不同类群植物种共有度随海拔差的变化

Fig. 2 Variation of Co-occurrence of species at different layers and all the plant species in different communities