

芦芽山植物群落的多样性研究*

张丽霞¹ 张 峰² 上官铁梁³

1(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室,北京 100093)

2(山西大学生命科学系,太原 030006)

3(山西大学环境科学系,太原 030006)

摘 要 采用丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数对山西芦芽山植物群落的多样性进行了研究,并用相关分析研究了多样性指数间的关系,结果表明:1)随海拔升高物种均匀度指数逐渐增大,而丰富度指数和物种多样性指数逐渐减小;2)各植被类型的物种多样性指数排列依次为:落叶阔叶林>温性针阔叶混交林>温性针叶林>寒温性针叶林>落叶阔叶灌丛>草甸>灌草丛;3)多样性指数的 DCA 二维排序图很好地反映了各多样性指数间的关系;4)丰富度指数之间、物种多样性指数之间和均匀度指数之间存在极显著的相关性,同时对 12 种多样性指数进行比较后发现 R_0 、 N_1 、 N_2 、 E_4 和 E_5 优于其他指数。

关键词 芦芽山,植物群落,物种多样性

Vegetation diversity of Luya Mountains/ZHANG Li_Xia¹⁾, ZHANG Feng²⁾, SHANGUAN Tie-Liang³⁾

Abstract Three richness indices, four species diversity indices and five evenness indices were used to analyze vegetation in Luya Mountains, Shanxi. In addition, relationships among these indices were studied by correlation analysis. The results indicated that: 1) the evenness indices increased with the increase of elevation, while the richness indices and species diversity indices showed the opposite trend; 2) the species diversity indices order of the vegetation type was as follows: deciduous broad_leaf forest > coniferous and broad_leaf forest > warm coniferous forest > cool temperate coniferous forest > deciduous broad_leaf shrub > subalpine shrub and grassland > herb_shrub; 3) the relationship among the 12 diversity indices were well reflected by the two-dimensional ordination diagram of DCA; 4) there were very significant correlation among richness indices, among species diversity indices and among evenness indices. All richness indices, species diversity indices and evenness indices were compared with each other, in which R_0 、 N_1 、 N_2 、 E_4 and E_5 were superior to the others.

Key words Luya Mountains, plant communities, species diversity

Author's address 1) Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

2) Department of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006

3) Department of Environmental Science, Shanxi University, Taiyuan 030006

物种多样性是把物种数和均匀度结合起来的一个单一的统计量,而这两个组分不同的结合方式或给予的权重不同,就形成了大量的物种多样性指数。物种多样性不仅可以反映群落或生境中物种的丰富度、变化程度或均匀度,也可反映不同自然地理条件与群落的相互关系。可以用物种多样性来定量表征群落和生态系统的特征,包括直接和间接地体现群落和生态系统的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等。

* 收稿日期 2000-03-31;修改稿收到日期 2000-07-30

张丽霞 e-mail 地址: zhanglx0472@sina.com

芦芽山位于山西省吕梁山北段,是山西重要的林业基地之一。国家级自然保护区——芦芽山自然保护区就位于该山腹地,国家级珍稀濒危保护动物褐马鸡在此集中分布。本文用丰富度指数、多样性指数和均匀度指数对芦芽山植被进行研究,以揭示其物种多样性随环境因子的变化规律。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区概况

芦芽山是管涔山的主峰,位于吕梁山北端 $111^{\circ}46' \sim 112^{\circ}54'N$, $38^{\circ}36' \sim 39^{\circ}02'E$,山体由东北向西南斜向延伸,地势高峻。行政区划范围以忻州地区的宁武县为中心,跨宁武、神池、五寨、岢岚、静乐、原平等六县市的大部分地区。芦芽山属暖温带半湿润区,具有明显的大陆性气候特点。据吴家沟(海拔 1550 m)气象资料,年均气温 $6 \sim 10^{\circ}C$,1 月均温 $-8 \sim 12^{\circ}C$,7 月均温 $21 \sim 36^{\circ}C$,年降水量 $384 \sim 679$ mm,年蒸发量 1800 mm,年均相对湿度 $50\% \sim 55\%$,无霜期 $130 \sim 170$ 天,夏季凉爽多雨,冬季寒冷干燥。土壤主要是在残积和坡积母质上发育起来的。随海拔高度增加,土壤分布呈垂直地带规律性,依次为山地褐土、山地淋溶褐土、棕色森林土和亚高山草甸土。

芦芽山海拔 1850 m 以上地段,基本上以华北落叶松(*Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii*)和云杉属植物(*Picea meyeri*, *P. wilsonii*)为建群种组成的寒温性针叶林占优势,低中山以暖温带落叶阔叶林和落叶阔叶灌丛为主。随海拔高度的增加,植被组成呈现有规律的更替,植被垂直带自下而上可划分为:森林草原带(1300 ~ 1500 m),落叶阔叶林带(1350 ~ 1700 m),针阔叶混交林带(1700 ~ 1850 m),寒温性针叶林带(1750 ~ 2600 m),亚高山灌丛草甸带(2450 ~ 2772 m)(张金屯,1987,1989)。

根据 TWINSpan 数量分类结果,芦芽山植被主要由以下 28 个群落类型组成:1) 鬼箭锦鸡儿 - 苔草群落(Ass. *Caragana jubata* - *Carex* sp.);2) 斗蓬草群落(Ass. *Alchemilla vulgaris*);3) 苔草群落(Ass. *Carex* sp.);4) 小丛红景天群落(Ass. *Rhodiola dumulosa*);5) 红皮柳 - 细叶苔草群落(Ass. *Salix sinopurpurea* - *Carex rigescens*);6) 华北落叶松 - 珠芽蓼 + 石竹群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Polygonum viviparum* + *Dianthus chinensis*);7) 白扞 - 披针苔草 + 苔藓群落(Ass. *Picea meyeri* - *Carex lanceolata* + *Conocephalum* sp.);8) 华北落叶松 - 东北茶藨子 - 披针苔草 + 假报春群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Ribes manschuricum* - *Carex lanceolata* + *Cortusa matthioli*);9) 白扞 - 刚毛忍冬 - 披针苔草 + 苔藓群落(Ass. *Picea meyeri* - *Lonicera hispida* - *Carex lanceolata* + *Conocephalum* sp.);10) 华北落叶松 + 白扞 - 刚毛忍冬 + 金花忍冬 - 披针苔草群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* + *Picea meyeri* - *Lonicera hispida* + *L. chrysantha* - *Carex lanceolata*);11) 华北落叶松 - 金花忍冬 - 披针苔草 + 舞鹤草群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Lonicera chrysantha* - *Carex lanceolata* + *Maianthemum bifolium*);12) 华北落叶松 - 土庄绣线菊 - 披针苔草群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Spiraea pubescens* - *Carex lanceolata*);13) 山杨 - 土庄绣线菊 - 披针苔草群落(Ass. *Populus davidiana* - *Spiraea pubescens* - *Carex lanceolata*);14) 华北落叶松 - 水桐子 + 金花忍冬 - 披针苔草群落(Ass. *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Cotoneaster multiflorus* + *Lonicera chrysantha* - *Carex lanceolata*);15) 青扞 + 华北落叶松 - 灰栒

子 + 毛榛 - 舞鹤草 + 披针苔草 + 苔藓群落(*Ass.* *Picea wilsonii* + *Larix gmelinii* var. *principis_rupprechtii* - *Cotoneaster acutifolius* + *Corylus mandshurica* - *Maianthemum bifolium* + *Carex lanceolata* + *Conocephalum sp.*);16)油松 - 毛榛 + 黄蔷薇 - 披针苔草 + 小红菊群落(*Ass.* *Pinus tabulaeformis* - *Corylus mandshurica* + *Rosa hugonis* - *Carex lanceolata* + *Dendranthema chaneltii*);17)辽东栎 - 毛榛子 - 披针苔草群落(*Ass.* *Quercus liaotungensis* - *Corylus mandshurica* - *Carex lanceolata*);18)蒙椴 + 辽东栎 - 胡枝子 + 土庄绣线菊 - 披针苔草 + 小红菊群落(*Ass.* *Tilia mongolica* + *Quercus liaotungensis* - *Lespedeza bicolor* + *Spiraea pubescens* - *Carex lanceolata* + *Dendranthema chaneltii*);19)山蒿 + 土庄绣线菊 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Artemisia brachyloba* + *Spiraea pubescens* - *Carex rigescens*) 20)银露梅 + 土庄绣线菊 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Potentilla glabra* + *Spiraea pubescens* - *Carex rigescens*) 21)榛子 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Corylus heterophylla* - *Carex rigescens*);22)虎榛子 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Ostryopsis davidiana* - *Carex rigescens*) 23)黄刺玫 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Rosa xanthina* - *Carex rigescens*) 24)三裂绣线菊 - 细叶苔草群落(*Ass.* *Spiraea trilobata* - *Carex rigescens*) 25)青杨 + 油松 - 三裂绣线菊 + 黄刺玫 - 披针苔草群落(*Ass.* *Populus cathayana* + *Pinus tabulaeformis* - *Spiraea trilobata* + *Rosa xanthina* - *Carex lanceolata*) 26)沙棘 + 多花胡枝子 - 铁杆蒿群落(*Ass.* *Hippophae rhamnoides* + *Lespedeza floribunda* - *Artemisia sacrorum*);27)多花胡枝子 - 铁杆蒿群落(*Ass.* *Lespedeza floribunda* - *Artemisia sacrorum*) 28)沙棘 - 铁杆蒿群落(*Ass.* *Hippophae rhamnoides* - *Artemisia sacrorum*)。这 28 个群落类型可归属于 7 个植被型(吴征镒,1980):一、寒温性针叶林(6,7,8,9,10,11,12,14,15);二、温性针叶林(16);三、落叶阔叶林(13,17,18);四、温性针阔叶混交林(25);五、落叶阔叶灌丛(5,19,20,21,22,23,24,26,28);六、灌草丛(27);七、草甸(1,2,3,4)。

1.2 野外调查方法

采用样方法进行野外调查,于 1997 年 6 月和 1998 年 6 月上旬先后在芦芽山荷叶坪、圈马沟、羊瓦里沟、东沟、小醋柳沟、坝门口、车道沟、冰口洼等地,共取样方 82 个,其中乔木样方($10 \times 10 m^2$)41 个,灌木样方($4 \times 4 m^2$)30 个,草本样方($1 \times 1 m^2$)11 个,并分别在每一乔木样方内的典型地段取一个 $4 \times 4 m^2$ 灌木样方和一个 $1 \times 1 m^2$ 草本样方,在每一灌木样方内的典型地段取一个 $1 \times 1 m^2$ 草本样方。样方分布范围在海拔 1380 ~ 2760 m 之间。调查记录内容主要包括:1)乔木种的株数、高度、盖度和胸径;2)灌木种的盖度、多度和高度;3)草本植物的盖度、多度和高度。同时记录样方所在地的海拔高度、坡度、坡向、枯枝落叶层厚度以及土壤类型等生态环境因子。乔木层重要值和灌木层重要值分别用下式计算:

乔木重要值 = (相对盖度 + 相对频度 + 相对优势度)/300 ;

灌木重要值 = (相对盖度 + 相对高度)/200 ;

草本重要值即为其相对盖度。

1.3 多样性指数

按马克平等(1995)的方法,用如下指数度量芦芽山植被类型的群落多样性:

$$(1) \text{ 丰富度指数 } R_0 = S \quad (1)$$

$$R_1 = (S - 1) / \ln N \quad (\text{Margalef, 1958}) \quad (2)$$

$$R_2 = S/\sqrt{N} \quad (\text{Menhinick, 1964}) \quad (3)$$

(2) 物种多样性指数:

$$\text{Simpson 指数 } \lambda = \sum_{i=1}^s N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)] \quad (\text{Pielou, 1975}) \quad (4)$$

$$\text{Shannon_Wiener 指数 } H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (\text{Pielou, 1975}) \quad (5)$$

$$N_1 = e^{H'} \quad (\text{Hill, 1973}) \quad (6)$$

$$N_2 = 1/\lambda \quad (\text{Hill, 1973}) \quad (7)$$

(3) 均匀度指数 $E_1 = H'/\ln S$ (Pielou, 1975) (8)

$$E_2 = e^{H'}/S \quad (\text{Sheldon, 1969}) \quad (9)$$

$$E_3 = (e^{H'} - 1)/(S - 1) \quad (\text{Heip, 1974}) \quad (10)$$

$$E_4 = (1/\lambda)/e^{H'} \quad (\text{Hill, 1973}) \quad (11)$$

$$E_5 = (1/\lambda - 1)/(e^{H'} - 1) \quad (\text{Alatalo, 1981}) \quad (12)$$

式中 S 为每一样方中的物种总数, N 为 S 个种的全部重要值(或相对盖度)之和, N_i 为第 i 个种的重要值(或相对盖度), 用以上各式及 S 度量样方的多样性(Ludwig, 1988; 张金屯, 1992; 郑元润, 1998; 张峰, 上官铁梁, 1998, 1999)。

2 结果与分析

2.1 物种多样性与群落类型的关系

图1、图2和图3分别为芦芽山28个植物群落类型的丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数的变化曲线图。可以看出, 丰富度指数和物种多样性指数表现出基本一致的变化趋势, 而均匀度指数与前两类指数相比, 呈相反的变化趋势。按物种多样性指数从大到小排列7个植被型, 依次为: 落叶阔叶林 > 温性针阔叶混交林 > 温性针叶林 > 寒温性针叶林 > 落叶阔叶灌丛 > 草甸 > 灌草丛。

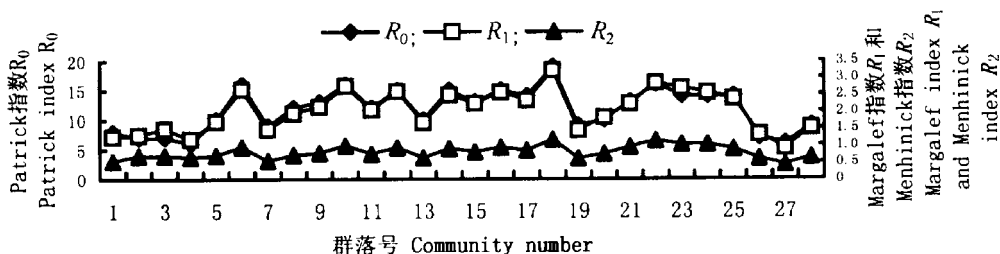


图1 芦芽山植被28个群落丰富度指数变化曲线

Fig.1 The curves of richness indices of 28 Ass. in Luya Mountains

群落1、2、3、4属高寒草甸, 由于分布海拔较高, 生境比较严酷, 导致群落的丰富度指数和物种多样性指数皆较低。群落26、27、28分别为沙棘+多花胡枝子灌丛、多花胡枝子灌草丛和沙棘灌丛, 分布海拔较低, 土壤湿度低, 加之距居民点较近和人为干扰破坏严重, 致使群落多样性指数偏低。寒温性针叶林的多样性指数明显高于草甸。群落18种类组成非常丰富, 并且分布于土壤和水分条件均好的阴坡, 因而多样性指数在此形成峰值。群落25为人工青杨+油松林, 种植时间较长, 且林下青杨幼苗较多, 处于良性发展阶段, 多

样性指数偏高。群落 19、20 和 24 分别为山蒿 + 土庄绣线菊灌丛、银露梅 + 土庄绣线菊灌丛和三裂绣线菊灌丛,其多样性指数与 21(榛子灌丛),22(虎榛子灌丛),23(黄刺玫灌丛)相比,明显偏低,这是由于前者分布于海拔较高地段,灌木和草本种类组成均不如后者多的缘故。

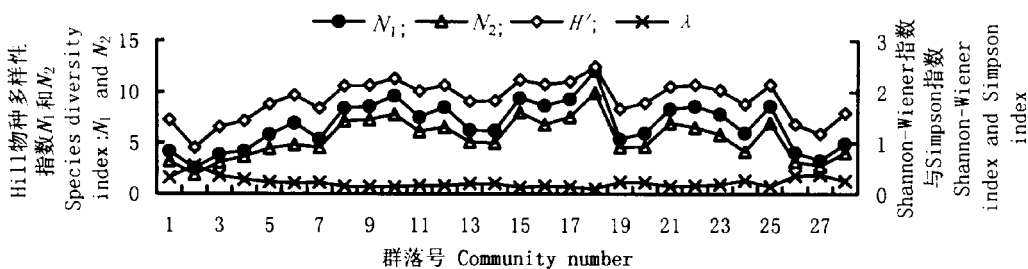


图 2 芦芽山植被 28 个群落物种多样性指数变化曲线

Fig. 2 The curves of species diversity indices of 28 Ass. in Luya Mountains

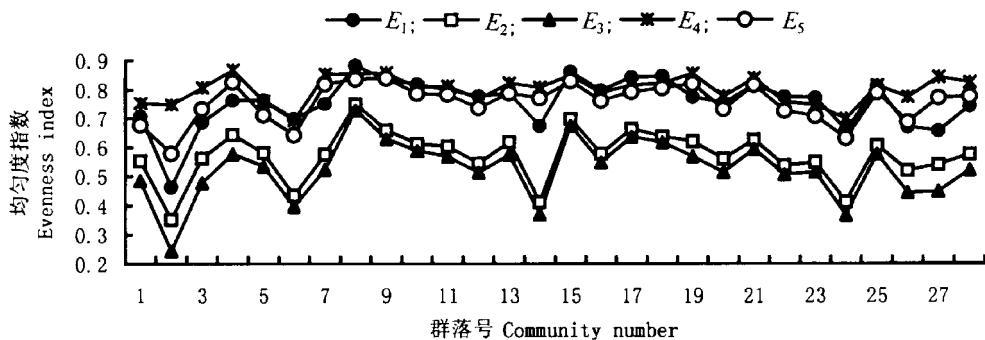


图 3 芦芽山植被 28 个群落均匀度指数变化曲线

Fig. 3 The curves of evenness indices of 28 Ass. in Luya Mountains

2. 2 群落多样性与海拔、人为干扰的关系

随着海拔的变化,温度、湿度等环境因子都要发生变化,芦芽山植被自海拔 1380 m 左右的灌草丛一直到荷叶坪 2760 m 的草甸,基本上呈连续分布,其丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数随海拔变化如图 4 所示。从图中可以看出,与物种多样性变化趋势相一致,丰富度指数和物种多样性指数表现出基本一致的变化趋势,均匀度指数却呈相反的变化趋势,亦即随海拔升高,物种多样性指数和丰富度指数趋于降低,而均匀度指数随海拔升高逐渐增大。这是因为均匀度指数在一定程度上与物种数目无关,在物种数目一定的情况下,均匀度与个体数目或生物量等指标在各个物种中分布的均匀程度有关,而物种多样性指数除受物种丰富度影响外,还受物种均匀度的影响,因此其变化幅度要比丰富度指数和均匀度指数的大。由于群落所处的发育阶段不同或生境的差异(如坡位、坡向、坡度等),以及由此引起的土壤厚度和有机质含量、水分等一系列生境条件的变化,导致多样性指数出现波动。

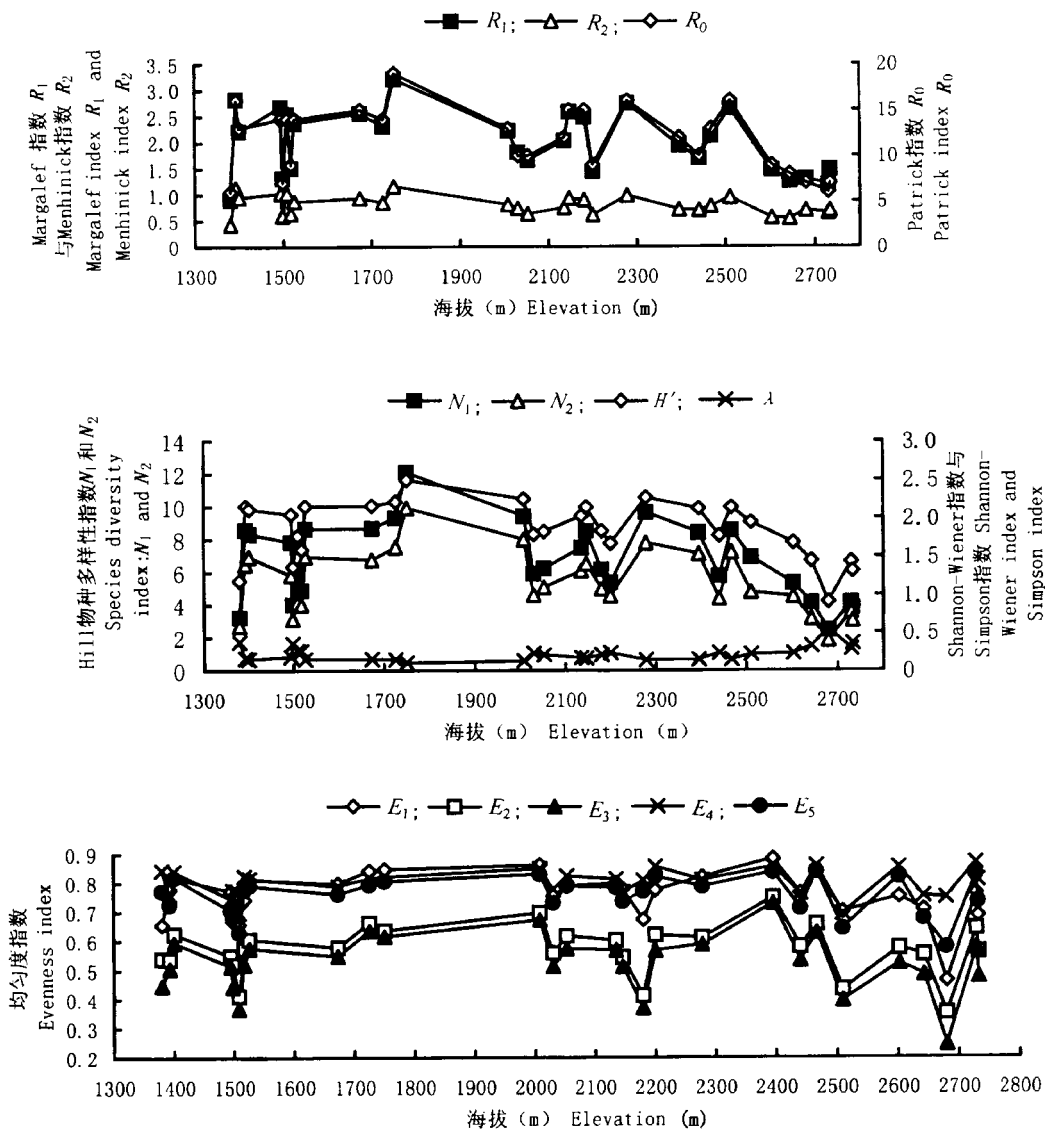


图 4 芦芽山植物群落多样性随海拔的变化

Fig. 4 The variation in community diversity along elevation gradient in Luya Mountains

从图 4 中还可看出,多样性指数在变化过程中出现了一些特殊点,如位于海拔 1380 m 左右的多花胡枝子灌草丛,由于受人干扰的强烈影响,植被遭到严重破坏,环境恶化,因此群落丰富度指数、物种多样性指数及均匀度指数都很低;分布于海拔 1460 m 左右的沙棘灌丛和海拔 1500 m 左右的沙棘-胡枝子群落,其生境附近人类经济活动频繁,农田植被有较多分布,自然植被破坏较严重,因此丰富度和物种多样性都较低;分布于海拔 1750 m 左右的蒙椴+辽东栎林,由于生境条件优越,丰富度和物种多样性极高;海拔 2195 m 左

右的山蒿、土庄绣线菊灌丛,由于分布于海拔较高地带的北坡,与寒温性针叶林相比,自然要出现一谷值;分布于海拔 2440 m 左右的红皮柳灌丛,由于其所处生境特殊,致使多样性指数偏低;而高海拔的草甸(海拔 2650 ~ 2760 m),由于其分布于林线以上,物种均匀度不高,特别是海拔 2680 m 左右的斗篷草群落,群落总盖度 90%,斗篷草盖度就占 80%,其他种的盖度很低,因此均匀度很低,在图上表现出一个极大的谷值。

3 多样性指数之间的关系

3.1 DCA 分析

图 5 是以 12 个群落多样性指数在 82 个样方中的分布为数据源进行的 DCA 分析,取得了较好的效果,第一轴和第二轴的贡献率分别为 66.7% 和 23.3%。前 2 个主成分的累积贡献率达 90%,基本上反映了原来 12 个变量的信息。从图中可以看出,靠近第一轴的主要是均匀度指数,靠近第二轴的是丰富度指数,物种多样性指数多分布于对角线上,这说明 DCA 第一轴主要反映了均匀度的变化,DCA 第二轴主要反映了物种丰富度的变化。

从图 5 中可以看出,物种多样性指数的分布区域正好介于丰富度指数和物种均匀度指数之间,这从一个角度反映了物种多样性指数与后两者的关系,即物种多样性指数是物种丰富度和均匀度的函数,由于对两个变量赋予的权重不同,造成了物种多样性指数间的差别。一般而言,Shannon-Wiener 指数被认为是一种较好反映个体密度、生境差异、群落类型、演替阶段的指数,而 Simpson 指数被认为是反映群落优势度的较好指标。

从多样性指数的分布情况来看,均匀度指数中,基于 Shannon-Wiener 基础之上的 Peilou 均匀度指数受物种丰富度影响最大,亦即对样方大小最敏感,Alatalo 均匀度指数次之,再下来依次为 Hill 均匀度指数和 Sheldon 均匀度指数,Heip 均匀度指数受物种丰富度的影响最小。物种多样性指数中,Shannon-Wiener 指数与丰富度关系密切,而 Simpson 指数则与丰富度关系较远,这说明 Simpson 指数对常见种敏感,而 Shannon-Wiener 指数对稀少种敏感。

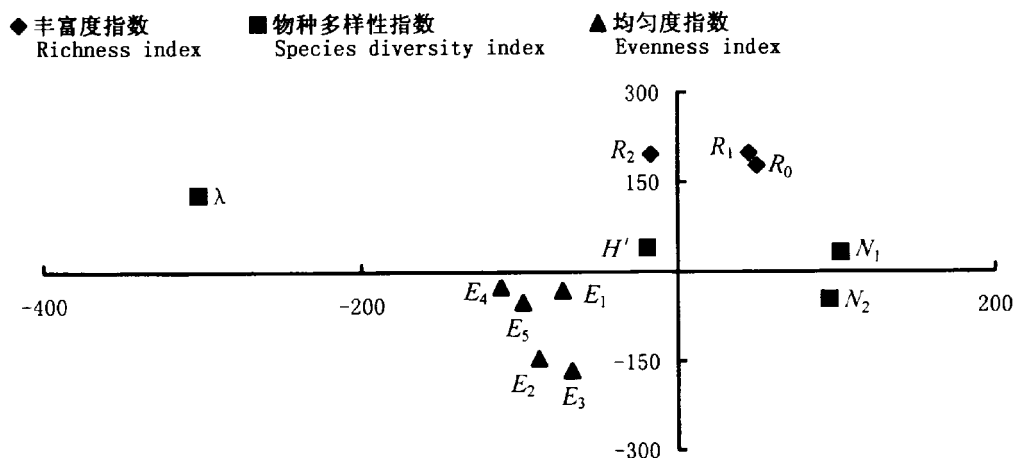


图 5 12 种多样性指数的二维排序图

Fig. 5 Two-dimensional diagram of DCA for 12 diversity indices

3.2 相关分析

由表 1 可以看出, 5 个均匀度指数之间相关系数大都很显著且 $p < 0.01$, 表明它们在描述群落均匀性方面有相似的作用。Pee(1974)曾研究表明, 均匀性指数 E_1, E_2, E_3 对种的丰富度非常敏感, 而 E_4 和 E_5 则相对不受种丰富度的影响; 另一方面, E_4 和 E_5 对于罕见种的出现保持了样本变差的相对稳定, 趋向于独立于样本含量(Ludwig, 1988)。

物种多样性指数与丰富度指数及均匀性指数中的 E_1, E_2, E_3 之间皆呈显著相关 ($p < 0.01$), 这在一定程度上反映了物种多样性是丰富度和均匀性的函数, 其中 Simpson 指数与其他各指数(E_4 除外)均呈显著负相关($p < 0.01$), 这是由于它所反映的是优势种在群落中的地位和作用大小的缘故。物种多样性指数之间显著相关 ($p < 0.01$), 其中 H', N_1, N_2 之间相关系数大于 0, 由此看出它们表征同样的生态学意义, 而 Hill 多样性指数 (N_1, N_2) 与其他可用的指数相比更容易解释, 因而应用较广。

丰富度指数之间相关显著且 $p < 0.01$, 表明三个指数作用相近, 但群落中总种数 S 要求种丰富度数据在统计学上符合对数正态频度分布, 由于 S 比 R_1, R_2 计算简单, 因此一般认为 S 作为物种丰富度指数要优于 R_1 和 R_2 。丰富度指数与均匀性指数 E_4 呈显著负相关 ($p < 0.01$), 而与 E_3 基本上没有相关性 $p > 0.1$, 这在多样性指数散点图上也可以得到反映。

由以上相关分析可以得出: 在所用三类 12 种多样性指数中, R_0, N_1, N_2, E_4 和 E_5 较好。从各多样性指数的相关系数也可以看出, 它基本上反映了 DCA 图上各指数的距离远近和分布情况, 说明了 DCA 排序结果的正确性。

表 1 芦芽山植物群落均匀度指数、物种多样性指数与丰富度指数之间的关系

Table 1 The correlation coefficients among evenness indices, species diversity indices and richness indices of plant communities in Luya Mountains

	均匀度指数 Evenness indices					物种多样性指数 Species diversity indices				丰富度指数 Richness indices		
	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	λ	H'	N_1	N_2	R_0	R_1	R_2
E_1	1											
E_2	0.861**	1										
E_3	0.935**	0.983**	1									
E_4	0.451**	0.682**	0.670**	1								
E_5	0.666**	0.749**	0.739**	0.947**	1							
λ	-0.86**	-0.49**	-0.64**	-0.21	-0.50**	1						
H'	0.767**	0.374**	0.528**	0.003	0.290**	-0.95**	1					
N_1	0.718**	0.362**	0.503**	0.003	0.263*	-0.88**	0.978**	1				
N_2	0.796**	0.506**	0.631**	0.215	0.45**	-0.89**	0.953**	0.974**	1			
R_0	0.323**	-0.15	0.017	-0.36**	-0.100	-0.70**	0.845**	0.856**	0.749**	1		
R_1	0.254*	-0.205	-0.047	-0.40**	-0.160	-0.64**	0.789**	0.808**	0.691**	0.9**	1	
R_2	0.111	-0.32**	-0.174	-0.50**	-0.296	-0.49**	0.669**	0.695**	0.561**	0.9**	0.9**	1

注: * : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

参 考 文 献

马克平, 黄建辉, 于顺利, 陈灵芝, 1995. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究. II 丰富度、均匀度和物

种多样性指数. 生态学报, 15(3) 268 ~ 277

吴征镒主编, 1980. 中国植被. 北京: 科学出版社, 149 ~ 156

张峰, 上官铁梁, 1998. 山西绵山森林植被的多样性分析. 植物生态学报, 22(5) :461 ~ 465

张峰, 上官铁梁, 1999. 山西翅果油树群落的多样性研究. 植物生态学报, 23(5) :471 ~ 474

张金屯, 1987. 芦芽山森林群落优势植物竞争与群落的演替. 山西大学学报(自然科学版)(2) :83 ~ 87

张金屯, 1989. 山西芦芽山植被垂直带的划分. 地理科学, 9 :346 ~ 353

张金屯, 1992. 植被数量生态学方法. 北京: 中国科学技术出版社, 58 ~ 65

郑元润, 1998. 大青沟森林植物群落物种多样性研究. 生物多样性, 6(3) :191 ~ 196

Alatalo R V, 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos*, 37 :199 ~ 204

Heip C, 1974. A new index measuring evenness. *Journal of Marine Biological Association*, 54 :555 ~ 557

Hill M O, 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54 :427 ~ 432

Ludwig J A, 1990. 李育中, 王炜, 裴浩(译). 统计生态学——方法和计算入门. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 54 ~ 56

Margalef R, 1958. Information theory in ecology. *General Systematic*, 3 :36 ~ 71

Menhinick E F, 1964. A comparison of some species individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45 :859 ~ 861

Peet P K, 1974. The measurement of species diversity. In: Cody M L, Diamond J M (eds.), *Ecology and Evolution of Communities*, 81 ~ 120

Pielou E C, 1975. *Mathematical Ecology*. New York: John Wiley & Sons Inc

Sheldon A L, 1969. Equitability indices: dependence on the species count. *Ecology*, 50 :466 ~ 467

(责任编辑: 孙大川)

《系统与进化植物学中的分子标记》出版

由中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室邹喻苹、葛颂两位研究员和王晓东博士编写的新书《系统与进化植物学中的分子标记》2000年10月由科学出版社出版, 各地新华书店发行。

全书共分12章, 约30万字。本书深入浅出地介绍了RAPD, PCR-RFLP, SSR以及AFLP等常用分子标记技术的原理与方法及有关分子生物学背景知识, 通过大量典型实例展示了分子标记技术在植物居群生物学、保护生物学、遗传资源保护和利用、品种鉴定、野生种亲缘关系分析以及植物系统发育等研究中的广泛应用; 同时也详细介绍了分子标记数据处理的基本原理和方法以及一些常用的数据分析软件。本书内容反映了国际国内最新动态以及该所系统与进化开放室的研究成果, 是从事植物分子系统学、分子生态学、居群生物学、保护生物学和生物多样性等方面研究的科研人员和管理人员了解本领域的入门指南。本书对于从事遗传育种、植物生理与病理、园艺、环境保护、遗传病与流行病的检测与诊断、亲子鉴定以及法医诊断的工作者也颇具参考价值。

本书订购途径: 北京东黄城根北街16号科学出版社学士书店, 邮编100717。联系人: 谭兵, 电话: (010) 64000246。也可与作者联系。

邹喻苹 电话: (010) 62591431-6440; e-mail: zouyp@ns.ibcas.ac.cn

葛颂 电话: (010) 62591431-6097; e-mail: gesong@ns.ibcas.ac.cn

王晓东 电话: (010) 62630697; e-mail: xiaodong@263.com