

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2011.06.009

鹞落坪树生地衣群落数量分类及多样性

王玉良¹, 郑爱琴², 阿不都拉·阿巴斯^{3*}

(1. 安徽科技学院 生命科学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 南京农业大学 杂草研究室, 南京 210095; 3. 新疆大学 生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要: 采用主成分分析(PCA)对鹞落坪国家级自然保护区森林树生地衣进行了群落排序;应用 Spearman 秩相关检验对 22 种地衣进行了种间关联分析;以地衣多样性、相似性和均匀度等指数,对各地衣群落进行了比较。根据主成分分析结果并结合生境特征,保护区树生地衣形成了 6 种群落。Spearman 秩相关检验表明 39 个种对呈显著正相关,其中 16 个种对呈极显著正相关,分别占总种对的 16.8%和 6.9%,但无负相关种对出现,根据检验结果并结合实际调查,将这些正相关的地衣种类分成了三种情况。各个地衣种之间的竞争很小。群落 A 多样性指数最高(3.166),群落 F 各个指数最低。

关键词: 树生地衣; 多样性; 数量分类; 群落结构; 鹞落坪

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)06-0747-07

Numerical classification and diversity of corticolous lichen communities of Yaoluoping

WANG Yu-Liang¹, ZHENG Ai-Qin², ABDULLA · Abbas^{3*}

(1. College of Life Sciences, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China; 2. Weed Research Laboratory, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Eighteen 20 m×20 m quadrats were sampled in the forest of Yaoluoping National Nature Reserve and lichen species and individuals were noted in each quadrat. Principal component analysis(PCA)was employed for ordination, and Spearman rank correlation coefficient was used to evaluate interspecific correlation. Three parameters of each community type, similarity index, diversity index and evenness index, were computed, and the indexes were compared with each other respectively. Based on PCA data, 18 quadrats were divided into 6 communities. The result of Spearman rank correlation coefficient showed 39 species-pairs were significant positive association, in which 16 were very significant association, but no species-pair was negative. According to Spearman rank correlation coefficient, competition between the lichen species was low. Community A had the highest diversity(3.166), while every index of community F was the lowest in the 6 community.

Key words: corticolous lichen; lichen diversity; numerical classification; community structure; Yaoluoping National Nature Reserve

地衣是真菌与藻类形成的具有二元性特征的原植体植物。树生地衣是森林生态系统的组成成分,很多地衣以森林树种作为基质,树生地衣对森林的

生长发育、群落演替阶段的判断和森林管理具有重要意义(Inga 等, 2003)。作为先锋植物,地衣在原生演替中具有不可替代的作用。因此,了解森林地

收稿日期: 2010-12-05 修回日期: 2011-07-08

基金项目: 国家自然科学基金(30960003, 30860003); 安徽省教育厅自然科学基金(KJ2008B07ZC)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30960003, 30860003); the Natural Science Foundation of Anhui Provincial Education Department (KJ2008B07ZC)]

作者简介: 王玉良(1965-), 男, 山东高密人, 硕士, 副教授, 主要从事生态学、解剖学研究, (E-mail) wyl2663922@163.com.

* 通讯作者: 阿不都拉·阿巴斯, 男, 教授, 博士生导师, 从事地衣分类学研究, (E-mail) abdulla@xju.edu.cn.

衣多样性、分布格局和种间关系具有一定意义。

有关地衣群落数量分类的研究,国外研究较早,已形成较为完善的体系(Selva,1994;Uta等,2000;Inga & Jannus,2003;Griffin & Conran 2006)。相对于其它植物类群,数量生态学的研究相对较弱。付伟等(2007)对1995~2006年在PNAS、Nature及Science上发表的涉及地衣的文章进行统计,发现与地衣学关系较密切的有39篇,其中没有地衣数量分类的文章,并认为与系统发育学研究相比,近几年在地衣学中生态生理学方面的研究相对薄弱。国内也有人做了这方面的尝试(艾尼瓦尔等,2009)。本文选取大别山鹞落坪国家级自然保护区为研究地点,借鉴国内外其它学者在地衣生态学方面的研究方法和成果,并参考生态学研究的一般方法,于2004~2009年,对树生地衣群落的物种组成、群落结构特征和种间关系进行了定量的生态学研究,该地从未有人涉足地衣生态学研究,人为扰动较小,能更真实地反映地衣的自然分布状况。旨在为该地区地衣多样性的保护提供合理的策略。

~1 721 m,全区划分为核心区(2 120 hm²)、缓冲区(2 840 hm²)和实验区(7 340 hm²)三个部分(图1)。保护区属北亚热带季风气候,受江淮气旋、梅雨及副热带高压影响,空气湿润,气候温和,年均气温11.5℃,年均降雨量约1 700 mm,属典型北亚热带高山森林生态系统,生物资源丰富,有高等植物1 400余种,森林覆盖率90%以上,包括了大别山脉大部分物种、几乎所有植被类型。

野外调查:在保护区不同的海拔高度随机设立20 m×20 m的样地18个(表1,图1),调查样地附生地衣种类、数量,树种,基物类型,采集标本,鉴定种类。森林郁闭度为目测。

数据分析:以海拔高度、群落盖度、温度、湿度等环境因子为变量,结合群落内地衣数量,进行主成分分析,根据分析的结果和环境特征,对地衣群落进行排序和命名;以样方中地衣种类为变量(出现记为1,无记为0),建立原始数据矩阵,采用Spearman秩相关检验,进行群落种间关系的数量分析(付必谦等,2008)。Spearman秩相关系数公式:

$$r_{s(i,j)} = 1 - \frac{6 \sum_{k=1}^n d_k^2}{n^3 - n} \dots\dots\dots (1)$$

式中 $d_k = x_{ik} - x_{jk}$, x_{ik} 和 x_{jk} 分别为种 i 和种 j 在样方 k 中的秩。计算应用 SPSS13.0 统计软件进行。

群落多样性计算采用 Shannon-Wiener 指数(王伯荪,1987),公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \dots\dots\dots (2)$$

式中 H' 为群落多样性指数, P_i 为第 i 种的个体比例, $P_i = N_i/N$, N_i 为第 i 物种的个体数, N 为全部物种的个体总数。

群落 Whittaker (1967) 相似性指数计算公式(阳含熙等,1981):

$$I = 1 - 0.5 \left(\sum_{i=1}^s |a_i - b_i| \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中 I 为相似性指数; a_i 和 b_i 分别为物种 i 个体在群落 a 和群落 b 中的比例; S 为 a 和 b 群落中相应的种数。

均匀度指数采用 Pielou 指数,公式为:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}} \dots\dots\dots (4)$$

其中 J' 为均匀度指数, H' 为实测多样性值,计算方法见公式(2), H_{\max} 为群落理论上多样性的最大值, $H_{\max} = \ln S$, S 为物种数。

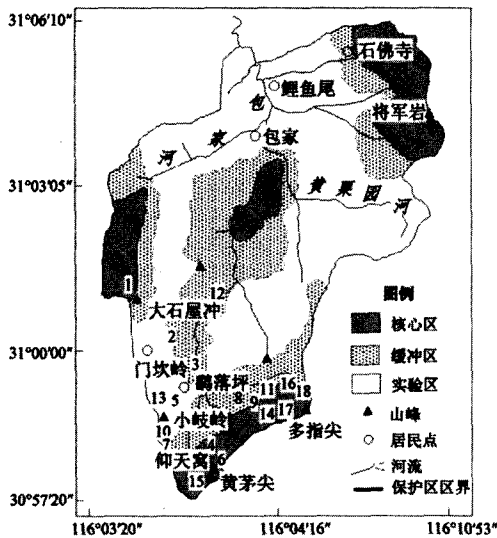


图1 鹞落坪国家级自然保护区18个样地的布设
Fig.1 The distribution of 18 sampling sites in Yaoluoping National Nature Reserve

1 样地和研究方法

研究样地位于鹞落坪国家级自然保护区,位置30°57'20"~31°06'10"N,116°02'20"~116°10'53"E,保护区地处皖、鄂交界,位于江、淮之间,是大别山主峰分水岭主段,总面积12 300 hm²,海拔为500

2 结果与分析

2.1 地衣种类的多样性

经调查, 18 个样方内共发现地衣 24 属: 雪花衣属 (*Anaptychia*), 绵腹衣属 (*Anzia*), 橙衣属 (*Caloplaca*), 黄烛衣属 (*Candelaria*), 石蕊属 (*Cladonia*), 胶衣属 (*Collema*), 皱梅衣属 (*Flavoparmelia*), 文字衣属 (*Graphis*), 亚铃孢属 (*Heterodermia*), 猫耳衣

属 (*Leptogium*), 肺衣属 (*Lobaria*), 褐梅衣属 (*Melanelia*), 梅衣属 (*Parmelia*), 黄髓梅属 (*Parmelina*), 大叶梅属 (*Parmotrema*), 地卷属 (*Peltigera*), 鸡皮衣属 (*Pertusaria*), 黑蜈蚣衣属 (*Phaeophyscia*), 蜈蚣衣属 (*Physcia*), 大孢蜈蚣衣属 (*Physconia*), 假杯点衣属 (*Pseudocypbellaria*), 树花属 (*Ramalina*), 松萝属 (*Usnea*) 和 黄 梅 属 (*Xanthoparmelia*) (地衣生长环境、种和种在样方内的分布略)。

表 1 18 个样方植物主要成分、海拔及郁闭度

Table 1 Main components, altitude and canopy density of 18 quadrats

样方编号 Quadrat code	地点 Site	海拔(m) Altitude	植被类型 Forest types	郁闭度 Canopy density
1	大石屋冲	800	白背叶+湖北蔷薇+鹅耳枥	0.95
2	门坎岭	900	米面蕨+锐齿槲栎+化香	0.88
3	鹞落坪	970	云锦杜鹃+溲疏+山梅花+枫杨	0.90
4	仰天窝	1 050	水马桑+蜡瓣花+凹叶厚朴+溲疏	0.87
5	西冲湾	1 100	野漆树+盐肤木+黄檗	0.85
6	黄茅尖	1 150	红枝柴+青灰叶下珠+短柄枹+江南柃木	0.93
7	桃花冲	1 200	旌节花+华中五味子+蜡瓣花	0.95
8	多指尖	1 250	栓皮栎+省沽油+山胡椒+山榲	0.90
9	多指尖	1 300	玉铃花+野鸭椿+栓皮栎+麻栎	0.89
10	小歧岭	1 320	三桠乌药+麻栎+栓皮栎	0.91
11	多指尖	1 350	野鸭椿+黄山松+黄山栎	0.87
12	小石屋冲	1 380	杉木+金钱松	0.94
13	小歧岭	1 400	华山松+糯米糍+杉木+三桠乌药	0.86
14	多指尖	1 450	黄山松+黄山栎+疏花山梅花	0.90
15	黄茅尖	1 500	满山红+映山红+黄山栎	0.95
16	多指尖	1 550	白檀+黄山栎+天女花	0.91
17	多指尖	1 600	多支杜鹃+天女花	0.81
18	多指尖	1 680	中华绣线菊+安徽小檗	0.76

注: 江南柃木 *Alnus trabeculosa*、安徽小檗 *Berberis anhweiensis*、米面蕨 *Buckleya henryi*、鹅耳枥 *Carpinus turczaninowii*、蜡瓣花 *Corylopsis sinensis*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、溲疏 *Deutzia* spp.、野鸭椿 *Euscaphis japonica*、山胡椒 *Lindera glauca*、山榲 *L. reflexa*、三桠乌药 *L. obtusiloba*、凹叶厚朴 *Magnolia officinalis* ssp. *biloba*、天女花 *M. sieboldii*、白背叶 *Mallotus apelta*、红枝柴 *Melisoma oldhamii*、黄檗 *Phellodendron amurense*、山梅花 *Philadelphus incanus*、疏花山梅花 *P. brachybotrys* var. *laziflorus*、青灰叶下珠 *Phyllanthus glaucus*、黄山松 *Pinus taiwanensis*、华山松 *P. armandii*、化香 *Platycarya strobilacea*、金钱松 *Pseudolarix amabilis*、枫杨 *Pterocarya stenoptera*、麻栎 *Quercus acutissima*、锐齿槲栎 *Q. aliena* var. *acuteserrata*、短柄枹 *Q. grandulifera* var. *brevipetiolata*、黄山栎 *Q. stewardii*、栓皮栎 *Q. variabilis*、云锦杜鹃 *Rhododendron fortunei*、满山红 *R. mariesii*、多支杜鹃 *R. shanii*、映山红 *R. simsii*、盐肤木 *Rhus chinensis*、湖北蔷薇 *Rosa henryi*、华中五味子 *Schisandra sphenanthera*、中华绣线菊 *Spiraea blumei*、旌节花 *Stachyurus chinensis*、省沽油 *Staphylea bumalda*、白檀 *Symplocos paniculata*、玉铃花 *Styrax obassius*、糯米糍 *Tilia henryana*、野漆树 *Toxicodendron succedaneum*、水马桑 *Weigela japonica* var. *sinica*。

2.2 树生地衣群落的排序

以海拔高度、群落盖度、温度、湿度等环境变量, 结合群落内地衣的数量, 利用主成分分析, 对 18 个样地进行了排序, 排序结果见图 2。从图 2 可以看出, 第一主成分主要概括了海拔高度的影响, 第二主成分主要概括了林木盖度和湿度(地衣可得性水分)的影响。18 个样地在二维环境空间的位置比较分散, 反映出鹞落坪森林树生地衣生态系统环境分化的多样性。依据样地在图中的相对位置关系和通过调查对这些样地实际生态环境特征的了解, 大致将 18 个样地划分为 6 种群落:

群落 A: 包括样地 2~7, 涉及的样方最多, 海拔范围 900~1 200 m, 实际调查和群落排序均表明这几个样方是比较接近的。包括了 18 个样方树生地衣的大部分属、种和近 1/3 的个体(表 2), 构成地衣生存环境的植被类型多样, 有灌丛和小乔木(映山红、满山红和溲疏)、藤本植物(华中五味子), 共同特点是以落叶阔叶树种为主, 多样的树种类型和植被类型为地衣营造了不同的微环境, 这些微生态环境包括地衣生长依赖的基物。基物为地衣生长提供附着点、提供部分水分和一定的 pH 值等环境条件。栎属 (*Quercus*) 植物一般具有较厚的木栓, 腐烂的木

栓能够创造微酸环境,并保持一定的水分,有利于石蕊属和大叶梅属一些种类的生长。腐朽的枫杨树干也能形成类似环境,因此其上附生大量地衣,而在生活的枫杨树上,很少有地衣生存。一些文字衣属的壳状地衣,要深入到活的树皮的内部生长(仅露子囊盘),这就要求附生树木木栓不能逐年脱落,江南桫木和野漆树等恰好能提供这种环境。

本组主要的树生地衣种类有皱梅衣 *F. caperata*、同色黄烛衣 *Candelaria concolor*、麸皮石蕊 *Cladonia ramulosa* 和小叶亚铃孢 *H. microphylla* 等,定名为皱梅衣+小叶亚铃孢群落。

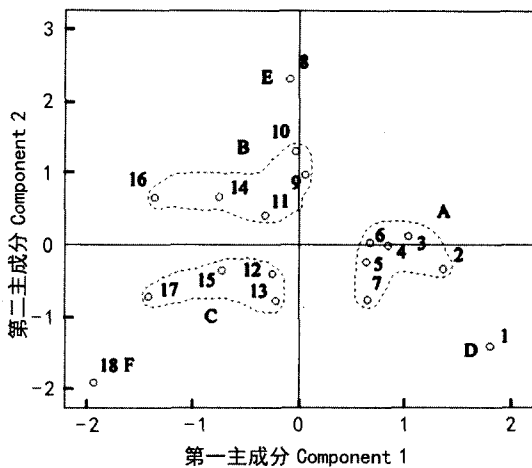


图2 18个样地的PCA二维排序

Fig. 2 Two-dimension ordination of 18 sampling sites

群落B:包括样地9~11、14和16,是主要以落叶阔叶树种组成的群落,主要树种有黄山栎、白檀、天女花、野鸭椿、垂枝泡花树 (*Melisoma flexuosa*) 和少量槭属 (*Acer*) 植物,间杂常绿针叶树种,如黄山松。这几个样方位于山中部,雨、热条件较好,植被覆盖度较大,林下积累的落叶能保持水分,维持林间空气的湿润,落叶形成的腐殖质也为树干基部着生的地衣提供了生存条件。这些因素的组合,造成了群落之间和同一群落之内,甚至是同一树干的的不同部位环境条件的异质性,为地衣创造了良好的生存微环境。

本群落树生地衣个体数量最多(表2)。主要的树生地衣种类有锈橙衣 *Caloplaca ferruginea*、矮石蕊 *C. humilis* 和皱梅衣等,定名为锈橙衣+矮石蕊群落。

群落C:包括样地12、13、15和17,主要树种有黄山松等针叶树,糯米椴、黄山栎、满山红、映山红和

疏花山梅花等小乔木或灌木。与群落A和B比较,该群落中地衣属、种和个体数量都明显少(表2)。可能是该群落类型中的树木的优势种是针叶树种杉木,杉木的木栓幼年脱落,树干外部保护组织是韧皮纤维,其韧皮纤维死亡并周期脱落,而地衣的生长极其缓慢,需要基物较长时间的连续和稳定,这使得地衣很难附在杉木上生长。在调查中也发现,除样方15外,其它三个样方离居民点较近,或旅游线上,人类活动较多。地衣表面缺乏高等植物的表皮、蜡质等保护性结构,只有蔬丝组织等构成的拟表皮,因此地衣体对环境的变化,特别是一些有毒物质的变化十分敏感。有研究表明在污染较重的城市或矿区根本不能存活,甚至出现“地衣荒漠”(Mason, 1983)。

此群落多为叶状地衣,主要种类有同色黄烛衣、日本胶衣 *Collema japonicum*、皱梅衣、半羽蜈蚣衣 *Physcia semipinnata* 和睫毛黑蜈蚣衣 *Phaeographyscia ciliata* 等,命名为同色黄烛衣+睫毛黑蜈蚣衣群落。

群落D:即样方1,组成的树种复杂、生态型多样,主要有白背叶、鹅耳枥、旌节花等小乔木,以及华中五味子和中华猕猴桃等木质藤本植物,没有高大乔木,盖度较小,地面多为裸露岩石,持水能力差,缺乏地衣生活的环境。从二维排序图上也可看出,该样方受林木盖度和湿度影响较大。另外,这个样方位于低山,明显受人类活动的扰动,可能是地衣数量较少的另一原因,仅有锈橙衣、同色黄烛衣、细石蕊 *C. gracilis* 和麸皮石蕊等几个广布种,定名为麸皮石蕊+细石蕊群落。

群落E:即样方8,从二维排序图和表1上可以看出,其海拔适中,盖度和空气湿度优越。位于缓坡,主要树种为栎属植物和樟科植物,间杂少量玉铃花、野鸭椿等树种。如上所述,这些树种类型和该样地所处的位置为地衣营造了适宜的微生态环境,因此,尽管只有一个样方,但地衣个体数量几乎占总数量的1/4。本组主要的树生地衣种类多种多样,以细石蕊、麸皮石蕊、日本胶衣、同色黄烛衣、栎黄髓梅 *Parmelina quercina* 和槽梅衣 *Parmelia sulcata* 等种类较多,定名为日本胶衣+槽梅衣群落。

群落F:即样方18,该样方海拔最高(1680 m),仅有中华绣线菊、安徽小檗和少量网脉葡萄 (*Vitis wilsonae*) 组成的灌丛,位置突出,受风较大,群落保水能力较弱,植被盖度也最小,生长的地衣种类最少,仅在植物茎干近基部生长少量地衣,树生地衣种

类只有掌状雪花衣 *Anaptychia palmulata* 和半羽蜈蚣衣。命名为掌状雪花衣+半羽蜈蚣衣群落。

2.3 种间关系分析

通过种间关系的研究,能够客观反映不同物种

表 2 鹞落坪国家级自然保护区森林生态系统树生地衣群落多样性及均匀度
Table 2 Diversity index and evenness of the corticolous lichen association of forest ecosystem in Yaoluoping National Nature Reserve

群落类型 Community type	种 Species		个体 Individual		多样性 Diversity	H_{max}	均匀度 Evenness
	数量 Quantity	%	数量 Quantity	%			
类型 A Type A	31	70.5	137	29.0	3.166	4.917	0.644
类型 B Type B	30	68.2	171	36.2	3.113	5.183	0.602
类型 C Type C	14	31.8	40	8.5	2.420	3.687	0.656
类型 D Type D	4	9.1	5	1.1	1.333	1.608	0.829
类型 E Type E	18	40.9	116	24.6	2.580	4.751	0.543
类型 F Type F	2	4.5	3	0.64	0.636	1.098	0.579

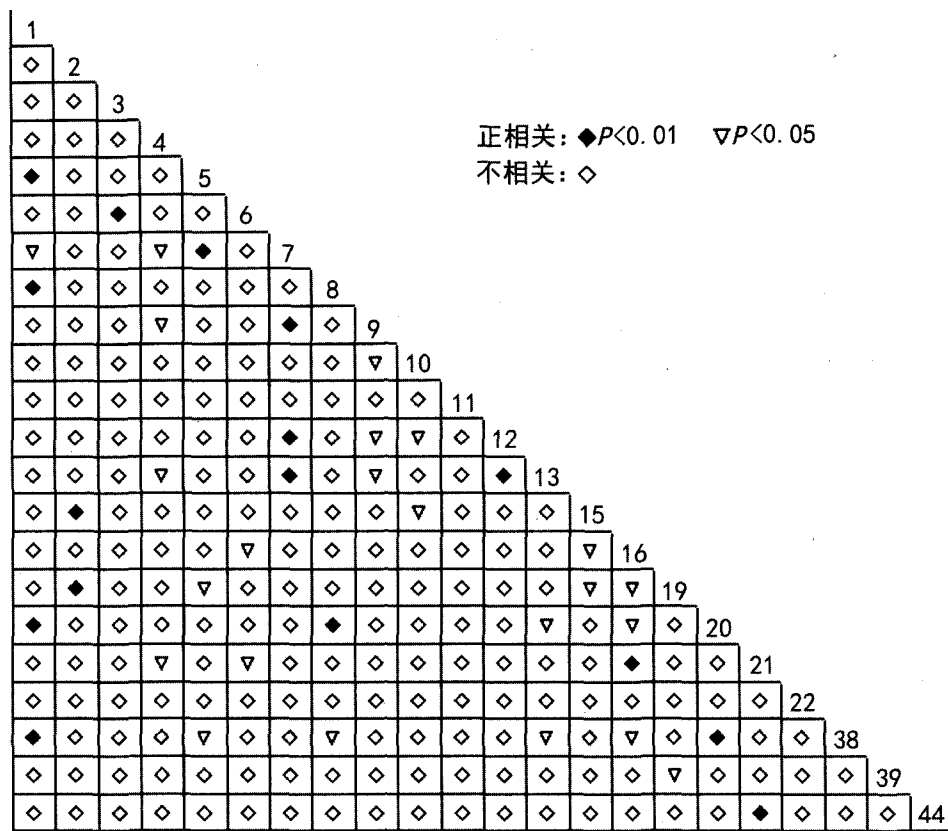


图 3 部分种对 Spearman 秩相关系数的半矩阵图
Fig. 3 Spearman correlation coefficient semi-matrix of some species pairs

的相互关系和相互作用方式,了解群落种类组成间相互依存和相互制约的复杂关系。本文对部分地衣种类进行了相关性检验。

种间联结的测定方法很多,张峰等(2000)对比了几种种间联结的测定方法,认为 Spearman 秩相关检验具有较高的灵敏度,本文采用这种方法。为使结果更准确,同时也简化计算,排除偶见种(个体总出现次数<5 的种类),对 22 个种建立 22×18 的原

始数据矩阵(矩阵略),进行 Spearman 秩相关检验。检验结果见图 3(种对的 Spearman 秩相关系数、显著性概率略)。

在 231 个种对中,Spearman 秩相关检验共有 39 个种对呈现显著正相关,其中的 16 个种对呈极显著正相关,分别占总种对的 16.8%和 6.9%。检验没有发现明显负相关的种对。

种间联结是指不同物种在空间分布的相互关联

性,通常是由于群落生境的差异影响了物种的分布而引起的(Greig-Smith,1983)。在对森林木本植物的研究中,发现正关联性越强的种对,其生态位重叠也越大(郭志华等,1997)。地衣植物个体小、分布分散、生长缓慢、代谢率低(Mason,1983),难以形成程度类似于高等植物的竞争,Spearman 检验显著相关的种对数为 16.8%,说明各个地衣种之间的竞争很小。地衣植物种的正关联,可能是两者受生物或非生物环境因子的影响而生长在一起(孙儒泳等,1992),是它们具有相近的生物学特性,对环境具有相似的生态适应性和相互分离的生态位所致(张峰等,2000)。根据这些观点,将出现正相关种对分为以下几种情况:

(1)能够生活于同一群落,但在树干上的位置不同或基质不同,因此并不形成生存竞争。例如掌状雪花衣和细石蕊(种 1-种 5),前者生活于树干上部,以树皮为基质,而后者主要生活于树干基部,以树干基部腐烂树皮为生。类似的种对还有锈橙衣 *Caloplaca*

ferruginea-矮石蕊 *C. humilis*、掌状雪花衣-裂杯石蕊 *C. rei*、麸皮石蕊-日本胶衣、麸皮石蕊-文字衣 *Graphis scripta*、麸皮石蕊-小叶亚铃孢、文字衣-小叶亚铃孢、裂杯石蕊、蛇纹梅衣 *Parmelia marmorata* 等。

(2)位置和生活的基物相同,生活型也相同,但是生存的空间(群落)不同。如裸果猫耳衣 *Leptogium hildenbrandii* 主要生长于海拔 1 300 m 左右的栎属树皮,而成长梅衣 *Parmelia adaugescens* 也可以生活于同样的阔叶树皮,但其分布范围是 1 150 m 左右的海拔高度。

(3)海拔、基物等都可以相同,但地衣的类型不同。如文字衣等壳状地衣,菌丝要深入到基质(活的树皮)内生长,仅以子囊盘露在外部,这就与朽木生、树枝生、藓生等类型的地衣有了很大区别,因此就分别与麸皮石蕊和小叶亚铃孢形成了显著的种对。麸皮石蕊存在壳状的初生地衣体和枝状次生地衣体两种生长类型,但一般以壳状形式存在,其与相关种对的关系类似于文字衣。

表 3 鹞落坪国家级自然保护区森林生态系统树生地衣群落相似性比较

Table 3 Comparison of the corticolous lichen association in forest ecosystem in Yaoluoping National Nature Reserve

地衣群落 Lichen communities	群落 A Community A	群落 B Community B	群落 C Community C	群落 D Community D	群落 E Community E
B	0.522				
C	0.323	0.471			
D	0.234	0.170	0.275		
E	0.598	0.461	0.366	0.422	
F	0.051	0.0585	0.075	0	0.0517

负相关可能是由于空间排挤、竞争或他感作用或不同生境要求而形成的(孙儒泳等,1992),如上所述,地衣之间的竞争比森林木本植物来的小,这可能是没有出现负相关的原因之一。目前国内对地衣竞争排斥和他感作用鲜有报道,因此地衣此方面的作用尚不清楚。另外,样地面积对种对联结类型和数量也有影响(宋永昌,2001),但森林地衣样方的面积以多大为宜,目前的研究甚少,样方面积的大小也可能是本文未出现负相关的另一个原因。

2.4 群落的地衣多样性、相似性和均匀度比较

采用 Shannon-Wiener 多样性指数、Whittaker 相似性指数和 Pielou 均匀度指数,结合树生地衣属、种和个体的数量,对主成分分析中的 6 个群落类型进行了比较,以进一步找出各个群落之间的差异规律(表 3)。

类型 A 和类型 E(即样方 8)之间的相似性系数

最高(0.596),这可能是与这两个类型的样方基本处于一个连续的海拔带上,有一些共同的树种,能营造近似的微环境有关;而类型 F(样方 18)和其它几个类型的相似性系数普遍很低,甚至为零,原因是样方 18 位于山顶的特殊生态环境所致,这在前面已有述及。

群落的多样性通常与其组成种的多度和种间个体分布的均匀度两个参数有关,其指数可以定量比较不同地区或同一地区不同群落的结构特征。表 2 列出了主成分分析各个类型中种、个体数目以及它们的多样性、 H_{max} 和均匀度,从中可看出,类型 A 的多样性最大(3.166),其次为类型 B(3.113),最低的为类型 F(0.636),这种差异主要是由森林生境的组成有关,即森林环境越复杂,地衣群落的多样性也就越大,多样性计算数据与主成分分析结果是吻合的。

均匀度在各个群落类型中有所不同,反映了保护区树生地衣在空间分布上的异质性。类型 F 包

括均匀度在内的各项指标均最小, 类型 A 和类型 B 尽管其它各项指标较高, 但地衣的分布却不及种类和数量均较少的类型 C 和类型 D 均匀。

3 结论与讨论

本文以鹞落坪地衣种类多样性、群落特征和种间关系为研究目的, 研究表明: 该区地衣多样性较高。影响地衣分布模式的主要是海拔、林木盖度和地衣可得性水分, 由这些因素综合形成的微环境, 特别是基质性质发生变化(水分、酸碱度等), 造成了群落之间和同一群落之内, 甚至是同一树干的不同部位环境条件的异质性, 从而影响不同种类地衣的生长和分布, 也影响地衣群落内部的种类组成。基质本身的性质(树皮的脱落、腐殖质的稳定与否, 环境的扰动程度等), 也会影响地衣的生长和分布。有学者认为不同垂直高度上空气相对湿度差异是引起树干附生植物垂直梯度分布的重要因素(Russell, 1982), 郭水良等(2000)发现森林郁闭度不同引起的空气湿度差异, 是造成附生苔藓植物组成和盖度差异的重要因素, 在对其它地区树生地衣群落研究时也得到同样的结果。这与本研究的结论基本一致。调查和分析表明: 树皮定期脱落的植物, 特别是一些针叶类植物, 并不是地衣附生的好基质, 在这类植物上发现的地衣种类是最少的, 原因已于上述。

种间关联分析表明, 有约 16.8% 个种对呈现显著正相关, 没有发现明显负相关的种对。可能与地衣植物个体小、分布分散、生长缓慢、代谢率低, 难以形成程度类似于高等植物, 特别是森林木本植物来那样的竞争(Mason, 1983; 孙儒泳等, 1992)有关。据多度和种间个体分布的均匀度等参数分析, 多样性与森林生境的组成有关, 即森林环境越复杂, 地衣群落的多样性也就越大。

鹞落坪自然保护区远离工业区, 居民点分散, 具备地衣生长的先天条件, 对地衣生长扰动最大的是日益增加的旅游活动。植物物种多样性的保护是植物物种多样性研究的重要内容和最终目的(张元明等, 2003)。如上所述, 树生地衣以树种为基质, 又对森林演替和管理具有重要意义。森林生态系统对树生地衣植物多样性保护具有重要作用(Selva, 1994; Inga 等, 2003)。根据本文的研究, 影响该区树生地衣的主要有海拔、林木盖度、地衣可得性水分和 pH 值等因素。因此通过调整林冠层盖度、增加树种数

量和改变基质性质, 合理设计旅游路线, 能改善地衣的生存环境, 从而提高该区树生地衣的多样性。

参考文献:

- 付必谦, 张峰, 高瑞如. 2008. 生态学实验原理与方法[M]. 北京: 科学出版社: 186
- 宋永昌. 2001. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社: 353-417
- 孙儒泳, 李博, 诸葛阳, 等. 1992. 普通生态学[M]. 北京: 高等教育出版社: 140
- 王伯荪. 1987. 群落植物学[M]. 北京: 高等教育出版社: 217-233
- 阳含熙, 卢泽愚. 1981. 植物生态学数量分析方法[M]. 北京: 科学出版社: 90-252
- Greig-Smith P. 1983. Quantitative Plant Ecology[M]. 3rd edn. Blackwell scientific publications, Oxford: 105-128
- Griffin M, Conran JG. 2006. Ecology of the corticolous lichens on Pinus radiata at five sites of increasing age near Linton, Victoria, Australia[J]. *Austral Ecol*, **19**: 328-335
- Guo SL(郭水良), Cao T(曹同). 2000. Studies on community distributive patterns of epiphytic bryophytes in forest ecosystem in Changbai Mountain(长白山地区森林生态系统树附生苔藓植物分布格局研究)[J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, **24**(4): 442-450
- Guo ZH(郭志华), Zhuo ZD(卓正大), Chen J(陈洁), et al. 1997. Interspecific association in mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest in Lushan Mountain(庐山常绿阔叶、落叶阔叶混交林的聚类分析与极点排序)[J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, **21**(2): 424-432
- Inga J, Jannus P. 2003. Epiphytic and epixylic lichens species diversity in Estonian natural forest[J]. *Biodiv Conserv*, **12**: 1587-1607
- Mason EH. 1983. The Biology of Lichens[M]. Great Britain: Edward Arnold Publishers: 97-158
- Russell S. 1982. Humidity gradients and bryophyte zonation in the Afromontane forest of the eastern cape, South Africa[J]. *J Hattori Bot Lab*, **52**: 299-302
- Selva SB. 1994. Lichen diversity and stand continuity in the northern hard woods and spruce fir forest of northern New England and western New Brunswick[J]. *Bryologist*, **97**: 424-429
- Tumur A(艾尼瓦尔·吐米尔), Mamut R(热依木·马木提), Abbas A(阿不都拉·阿巴斯). 2009. Corticolous lichen community structure in a forest ecosystem in the Southern Mountains of Urumqi[J]. *Acta Bot Sin(植物学报)*, **44**(5): 578-586
- Uta M, Bruce DR, Douglas WL. 2000. Community structure of epilithic lichens on the cliffs of the Niagara Escarpment, Ontario, Canada[J]. *Plant Ecol*, **148**: 233-244
- Wei JC. 1991. An Enumeration of Lichens in China[M]. Beijing: International Academic Publishers
- Zhang F(张峰), Shangguan TL(上官铁梁). 2000. Numerical analysis of interspecific relationships in an *Elaeagnus moll* community in Shanxi(山西翅果油树群落种间关系的数量分析)[J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, **24**(3): 351-355
- Zhang YM(张元明), Cao T(曹同), Pan BR(潘伯荣). 2003. Species diversity of floor bryophyte communities in Bogda Mountains, Xinjiang(新疆博格达山地面生苔藓植物物种多样性研究)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **14**(6): 887-891