

## 阿勒泰东部山区森林生态系统树生地衣群落特征的初步研究

艾尼瓦尔·吐米尔, 阿不都拉·阿巴斯

(新疆大学生命科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 根据多年的研究资料并采用聚类分析方法对分布在阿勒泰东部山区森林生态系统的树生地衣群落结构进行定量研究。结果表明, 分布在该地区的树生地衣种类形成了 4 种群落, (1) 冷杉粉衣 *Calicium abietinum* Pers + 黑盘灰衣 *Tephromela atra* (Hundson); (2) 土星猫耳衣 *Leptogium saturninum* (Dicks.) + 脱落网衣 *Lecidea elabens* Fr.; (3) 槽梅衣 *Parmelia sulcata* Tayl. apud Mack + 粉树花 *Ramalina farnacea* (L.) Ach; (4) 黄红橙衣 *Caloplaca flavorubescens* + 黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia nigricans* (Flk.) 群落。同时对地衣群落多样性、相似性和均匀度指数进行了系统地研究。

关键词: 树生地衣; 数值分析; 群落结构; 阿勒泰

中图分类号: Q 948

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700(2006)04-415-06

## A Preliminary Study on Community Characteristics of Corticolous Lichen in Forest Ecosystem in Eastern Altay Mts.

TUMUR·Anwar, ABBAS·Abdulla\*\*

(College of the Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** In this paper, the authors used cluster analysis method to study the corticolous lichen community structure in forest ecosystem of eastern Altay Mts of Xinjiang according to the on the spot investigation results in many year. The results show that in this Mts the lichen species which can be divided into four communities: (1) *Calicium abietinum* Pers + *Tephromela atra* (Hundson) community; (2) *Leptogium saturninum* (Dicks.) + *Lecidea elabens* Fr. community; (3) *Parmelia sulcata* Tayl. apud Mack + *Ramalina farnacea* (L.) Ach community; (4) *Caloplaca flavorubescens* + *Phaeophyscia nigricans* (Flk.) community. We also were compared the species diversity, similarity and evenness index of different communities.

**Key words:** Corticolous lichens; Numerical analysis; Community structure; Altay

植物资源是指一切对人类有开发利用价值的植物。植物是否有开发利用价值是相对的, 随着科学的不断发展, 一些目前还未被认为具有开发利用价值的种类, 将来可能会成为极其宝贵的资源 (赵继鼎, 1982; Mason, 1983)。地衣植物在植物群落中是以先锋植物出现的, 在植物群落原

生演替系列中, 地衣植物对土壤的形成和环境条件的改善等方面的作用是不可低估的。另外地衣是对环境适应性极强的生物, 能在一些极端的环境中生长, 在热带、寒带、高山、两极和荒漠都能找到它的踪迹 (Mason, 1983; Thomson, 1979, 1984; Eriksson, 1987)。有关新疆地衣方面的研

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30160001, 39860002)

通讯作者: Author of correspondence. E-mail: abdulla@xju.edu.cn

收稿日期: 2005-10-10, 2006-03-15 接受发表

作者简介: 艾尼瓦尔·吐米尔 (1970-) 男, 维吾尔族, 博士生, 副教授, 主要从事生态学教学和种群及群落生态学研究。

E-mail: anwartumursk@xju.edu.cn

究起步较晚, 最早的文献见于俄国地衣学家 1901 年所发表的“俄国及其东部边界的地衣”一文 (Elenkin, 1901)。随后刘慎谔 (1934), 王先业 (1985), 魏江春 (1981, 1986), 吴继农 (1997), 吴金陵 (1985), 赵继鼎 (1982) 等对新疆地衣的种类有所报道。新疆地衣物种分类、区系地理、生态学等方面的研究上世纪 90 年代后才开始。虽然阿不都拉·阿巴斯等 (1996, 1998, 2001), 努尔巴衣等 (1999, 2000, 2001), 艾尼瓦尔·吐米尔等 (2001, 2002 a, b, 2005) 对新疆地衣生态特征及地理区系方面有些报道, 但是对新疆阿勒泰东部山区地衣植物资源方面尚未见任何研究报道。由于新疆具有独特的地理环境和多种多样的生态系统, 地衣在新疆的分布十分广泛, 在干旱的古尔班通古特沙漠和阿拉山口以及寒冷的高山冰川带也有地衣的分布, 因此, 在新疆研究地衣, 对于了解新疆的植被组成, 保护新疆干旱区的生态系统多样性, 荒漠化治理, 遏制沙漠的扩大以及改造沙漠都具有十分重要的意义。

新疆阿勒泰山独特的地质、地貌、气候、水源条件, 丰富的森林、草原资源为实现区域社会经济发展提供了得天独厚的条件, 但是近年来, 随着经济开发加速, 出现了草场过牧、植被退化、水源污染、生物多样性丧失, 重要生物资源枯竭等一系列生态问题, 严重制约了该地区区域可持续发展目标的如期实现, 引起政府部门与社

会的普遍关注。阿勒泰东部山区森林生态系统作为生物多样性就地保护的理想地域, 虽也受到不同程度的人类干扰, 但物种组成相对来说仍保持原始状态, 对其进行研究无疑可以使我们了解未受人类干扰或干扰较轻的地衣物种的多样性, 从而为进一步开展生物多样性的保护研究及经营开发利用提供基础资料和科学依据, 同时为评价该地区的环境污染情况提供准确的科学依据。

## 1 研究样地和方法

阿勒泰东部山区位于新疆最北部, 同蒙古接壤, 属于欧亚草原的一部分。这里气温较低, 年平均温度在  $-2$  左右, 极端最高气温  $33.3$ , 极端最低气温在  $-51.5$  以下, 平均海拔  $2\ 500 \sim 3\ 500$  m, 最高峰达  $3\ 876$  m, 年降水量随海拔升高以每百米  $30 \sim 80$  mm 递增, 在低山带为  $200 \sim 300$  mm; 中山带  $300 \sim 500$  mm; 高山区年降水量可达  $600 \sim 800$  mm, 年蒸发量  $1\ 500$  mm 左右, 夏季多雨冬有积雪, 气候、地貌和植被垂直带分带明显, 具有多种植被带类型, 包括: 山地荒漠带、山地草原带、针阔混交林带、针叶林带、亚高山草甸带、高山草甸和高山甸状植被带等。从山脚到山顶分布着各种各样的植物, 这一地区气候是新疆最潮湿的, 因此它的地衣植物, 苔藓植物种类资源十分丰富, 也有适当的蕨类植物。

野外调查: 在不同海拔高度的研究区内随机设立  $20\text{ m} \times 20\text{ m}$  的样地 20 个 (表 1), 调查样地中胸径大于  $30\text{ cm}$  的每一棵树的附生地衣植物。在每一棵树距离地面

表 1 20 个样点植物主要成员, 海拔及郁闭度

Table 1 Main components of forest, altitude and canopy density

样点 Site	海拔 Altitude (m)	森林类型 Forest types	郁闭度 Canopy density	样点 Site	海拔 Altitude (m)	森林类型 Forest types	郁闭度 Canopy density
1	800	灰毛柳 + 疣枝桦 + 阿勒泰忍冬	0.80	11	1350	苦杨 + 毛枝柳 + 西伯利落叶松	0.70
2	800	灰毛柳 + 疣枝桦 + 阿勒泰忍冬	0.80	12	1500	疣枝桦 + 苦杨 + 毛枝柳 + 小檗	0.84
3	800	灰毛柳 + 疣枝桦 + 阿勒泰忍冬	0.85	13	1500	阿勒泰忍冬 + 西伯利落叶松 + 苦杨	0.82
4	900	阿勒泰锦鸡儿 + 中麻黄 + 疣枝桦	0.81	14	1500	疣枝桦 + 苦杨 + 小檗	0.80
5	900	阿勒泰锦鸡儿 + 灰毛柳 + 疣枝桦	0.75	15	1700	苦杨 + 西伯利落叶松 + 高山柳柳	0.76
6	1100	灰毛柳 + 多刺蔷薇 + 阿勒泰锦鸡儿	0.85	16	1700	苦杨 + 毛枝柳 + 西伯利落叶松	0.81
7	1100	灰毛柳 + 多刺蔷薇 + 西伯利亚松	0.65	17	1600	疣枝桦木 + 西伯利亚云杉 + 西伯利落叶松	0.81
8	1250	西伯利亚云杉 + 疣枝桦 + 阿勒泰锦鸡儿	0.80	18	1600	疣枝桦 + 西伯利落叶松 + 苦杨	0.86
9	1250	毛枝柳 + 多刺蔷薇 + 西伯利亚冷杉	0.80	19	1650	苦杨 + 疣枝桦 + 西伯利落叶松	0.88
10	1350	西伯利亚云杉 + 苦杨 + 阿勒泰忍冬	0.87	20	1600	西伯利落叶松 + 苦杨 + 黑果小檗 + 高山柳	0.71

灰毛柳 *Salix cinerea* L.; 阿勒泰忍冬 *Lonicera altaica* Pojark.; 阿勒泰锦鸡儿 *Caragana altaica* Pojark.; 草麻黄 *Ephedra intermedia* Schrenk. ex Mey.; 多刺蔷薇 *Rosa multiflora*; 西伯利亚落叶松 *Larix sibirica* Ledeb.; 西伯利亚云杉 *Picea obovata* Ledeb.; 毛枝柳 *Salix dasyclados* Wimm.; 小檗 *Berberis amurensis* Rupr.; 黑果小檗 *Berberis heteropoda* Schenk.; 高山柳 *Salix berberifolia*; 疣枝桦 *Betula pendula* Roth.; 苦杨 *Populus laurifolia* Ldb.

30、110、150 cm 为中心按地衣植物分布较多的方向设立 3 个面积为 20 cm × 20 cm 的样方。样方内树生地衣植物的盖度计算方法为：样方中直径大于 30 cm 的每一株树木上设立面积为 20 cm × 20 cm 的铁筛置于小样方上，铁筛用细丝划分成 2.22 cm × 2.22 cm 的小格 81 个，调查时，计测每种地衣植物在铁筛网格线交叉处出现的次数，估测每棵树上树生地衣的盖度（郭水良等，1999，2000）。

数据分析：应用 MVSP (multivariate statistical package) 系统统计软件分别对 20 个样点和 40 种树生地衣植物群落进行了数值分析（阳含熙，1981），同时根据分析的结果和自然环境特征，对地衣群落进行命名。群落 Shannon-Wiener 多样性指数和 Whittaker (1967) 相似性指数的计算方法参照（阳含熙，1981；Selva，1994）。

表 2 阿勒泰东部山区森林生态系统 40 种树生地衣植物

Table 2 List of 40 corticolous lichens species in forest ecosystem in Eastern Altay

树生地衣种类 Corticolous lichens species	树生地衣种类 Corticolous lichens species
冷杉粉衣 <i>Calicium abietinum</i> Pers .	睫毛黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm .)
茎口果粉衣 <i>Chaenotheca stemonea</i> (Ach .)	密集黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia constipata</i> (Norrl . et Nyl)
黑盘灰衣 <i>Tephromela atra</i> (Hundson)	白刺毛黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia hirtuosa</i> (Krempelb .)
同色黄烛衣 <i>Candelaria concolor</i> (Dicks .)	粉缘黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia limbata</i> (Belt)
金黄茶衣 <i>Candelaria aurella</i> (Hoffm .)	黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flk .)
黄粒黄茶衣 <i>Candelariella xanthostigma</i> (Per . ex Ach .)	圆叶黑蜈蚣衣 <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck .)
土星猫耳衣 <i>Leptogium saturninum</i> (Dicks .)	翅叶蜈蚣衣 <i>Physcia adscendens</i> (Fr .)
脱落网衣 <i>Lecidea elabens</i> Fr .	斑面蜈蚣衣 <i>Physcia aipolia</i> (Humb .)
甘肃网衣 <i>Lecidea kansuensis</i> Magn .	珊瑚芽蜈蚣衣 <i>Physcia clementi</i> (Sm .)
黑亚网衣 <i>Micarea melaena</i> (Nyl .)	对开蜈蚣衣 <i>Physcia dimidiata</i> (Arn .)
刺小孢衣 <i>Bryoria confusa</i> (Awas .)	疑蜈蚣衣 <i>Physcia dubia</i> (Huffm .)
叉小孢衣 <i>Bryoria furcellata</i> (Fr .)	半羽蜈蚣衣 <i>Physcia semipinnata</i> (Gmelin)
柔扁枝衣 <i>Evernia diviricata</i> (L .)	蜈蚣衣 <i>Physcia stellaris</i> (L .)
裸扁枝衣 <i>Evernia esorediosa</i> (Muell . Arg .)	长缘毛蜈蚣衣 <i>Physcia tenella</i> (Scop .)
硬袋衣 <i>Hypogymnia austerodes</i> (Nyl .)	糙蜈蚣衣 <i>Physcia tribacia</i> (Ach .)
袋衣唇裂变型 <i>Hypogymnia physodes</i> f. <i>labrosa</i> (Ach .)	粉唇蜈蚣衣 <i>Physcia tribacoides</i> Nyl .
微糙褐梅 <i>Melanelia exasperatulla</i> (Nyl .)	粉树花 <i>Ramalina farnacea</i> (L .) Ach .
茸刺褐衣 <i>Melanelia glabra</i> (Schaer .)	粉粒树花 <i>Ramalina pollinaria</i> (Westr .)
亚广开梅衣 <i>Parmelia fertilis</i> Muell . Arg	中国树花 <i>Ramalina sinensis</i> Jatta, Nuov
槽梅衣 <i>Parmelia sulcata</i> Tayl . apud Mack	具冠橙衣 <i>Caloplaca coronata</i> (Krempf .)

## 2.2 树生地衣植物群落的分布格局

以各样点树生地衣植物盖度为指标，同时用海拔高度，温度，湿度等参数对 20 个样点和 40 个主要树生地衣种类进行了数值分类（图 1）。从图 1 中可看出 20 个样点可区分出 4 个组，分别与一定的林型相对应，反映了他们在海拔上由低向高的分布趋势。我们根据聚类分析结果把 40 种树生地衣划分为对应的 4 个群落。

群落 1：包括样点 1，2，5，6，7，10，11，热量条件较好，降水量大。主要的树生地衣为冷杉粉衣 *Calicium abietinum* Pers .；茎口果粉衣 *Chaenotheca stemonea* (Ach .)；黑盘灰衣 *Tephrome-*

## 2 结果与分析

### 2.1 树生地衣物种组成

地衣对基物有高度的选择性和适应性，这取决于组成地衣的菌类 - 藻类共生体的生理生态特征，这次我们在阿勒泰东部山区森林生态系统调查的 20 个样点中，共鉴定树生地衣植物 40 种（表 2）。它们的分布随着海拔高度的变化发生相应的变化，在海拔 800 ~ 1 100 m 的森林带中，树生地衣的发生量比较一致，而在 1 100 ~ 1 850 m 之间地衣发生量随着海拔的上升而发生变化，在 1 650 ~ 1 800 m 之间达到最高，而后随着海拔上升，发生量又明显下降。

*la atra* (Hundson)；同色黄烛衣 *Candelaria concolor* (Dicks .)；黄粒黄茶衣 *Candelariella xanthostigma* (Per . ex Ach .)；土星猫耳衣 *Leptogium saturninum* (Dicks .) 等。定名为冷杉粉衣 + 黑盘灰衣群落。

群落 2：包括样点 3，8，4，9，14，15，16，18，20。主要的树生地衣有土星猫耳衣 *Leptogium saturninum* (Dicks .)；脱落网衣 *Lecidea elabens* Fr .；甘肃网衣 *Lecidea kansuensis* Magn .；黑亚网衣 *Micarea melaena* (Nyl .)；刺小孢衣 *Bryoria confusa* (Awas .)；叉小孢衣 *Bryoria furcellata* (Fr .)；柔扁枝衣 *Evernia diviricata* (L .)；裸扁枝衣 *Evernia esorediosa* (Muell . Arg .) 等。定名为土星猫耳

衣 + 脱落网衣群落。

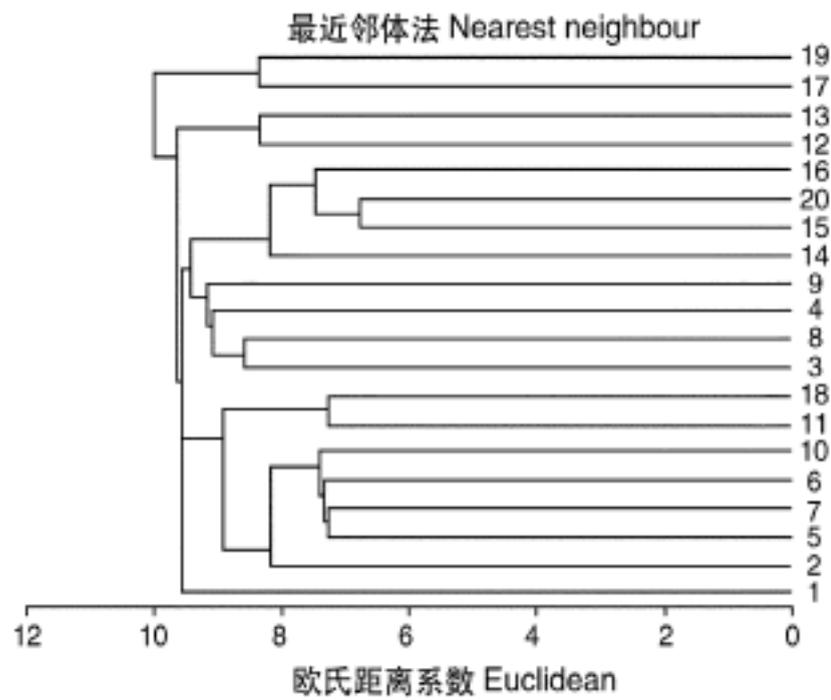


图1 阿勒泰东部山区森林生态系统树生地衣群落分布格局聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of distribution pattern of corticolous lichen communities in forest ecosystem in Eastern Altay

群落3: 包括12, 13。该地段的树种多样, 具有较独特的微环境, 因此地衣种类最多。样点中主要的地衣植物种类有亚广开梅衣 *Parmelia fertilis* Muell. Arg; 槽梅衣 *Parmelia sulcata* Tayl. apud Mack; 栎缘毛梅衣 *Parmelina quercina* (Willd.); 叉小孢衣 *Bryoria furcellata* (Fr.); 柔扁枝衣 *Evernia diviricata* (L.); 疑小梅衣 *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.); 密集黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia constipata* (Norrl. et Nyl); 白刺毛黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia hirtuosa* (Krempelh.); 粉树花 *Ramalina farnacea* (L.) Ach.; 毛边雪花衣变黑变型 *Anaptychina ciliaris* f. *nigrescens* (Bory) 等。定名为槽梅衣 + 粉树花群落。

群落4: 包括样点17, 19。主要地衣种类为亚花松萝 *Usnea subfloridana* Stirt; 刺柏黄髓岛衣 *Vulpicida juniperina* (L.); 睫毛黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.); 密集黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia constipata* (Norrl. et Nyl); 白刺毛黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia hirtuosa* (Krempelh.); 粉缘黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia limbata* (Belt); 黑蜈蚣衣 *Phaeophyscia nigricans* (Flk.); 类锈橙衣 *Caloplaca ferrugineoides* Magn.; 黄红橙衣 *Caloplaca flavorubescens* (Huds.); 细片石黄衣 *Xanthoria candelaria* (L.) 等。定名为黄红橙衣 + 黑蜈蚣衣群落。

### 2.3 树生地衣植物群落的物种多样性、相似性和均匀度

为了进一步比较各群落之间的差异, 我们采用相似性指数、多样性和均匀度对群落进行比较。计算结果如表3和4。

表3 阿勒泰东部山区森林生态系统树生地衣群落相似性比较  
Table 3 Comparison with similarity of the corticolous lichen association in forest ecosystem in Altay Mts

地衣群落 Lichens communities	群落1 Community 1	群落2 Community 2	群落3 Community 3
群落2 Community 2	0.142		
群落3 Community 3	0.652	0.423	
群落4 Community 4	0.128	0.231	0.102

表4 阿勒泰东部山区森林生态系统树生地衣群落多样性及均匀度

Table 4 Comparison with diversity index and evenness of the corticolous lichen association in forest ecosystem in Altay Mts

群落 Community	种数 Species	多样性 Diversity	$H_{max}$	均匀度 Evenness
1	11	1.231	2.397	0.513
2	16	2.562	2.773	0.923
3	25	1.560	3.218	0.485
4	10	1.175	2.303	0.584

群落相似性是反映不同群落相互关系程度的主要参数。一般用该指数可以比较不同地区或同一个地区不同群落之间的差异程度, 为群落的分类提供依据。研究发现群落1和群落3之间的相似性最高为0.652, 其次为群落2和群落3为0.423, 这可能与这些群落中分布的树生地衣植物种类比较相似, 主要树种基本一致等因素有关系。导致群落3和群落4之间的相似性最低为0.102的主要原因是, 组成群落的地衣种类不同, 群落分布的森林类型和周围环境因素等也有一定的关系。群落的多样性通常与其组成种的丰富度或多度及种间个体数分布的均匀度两个参数有关。用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。由表4可见, 群落2的多样性最大(2.562); 其次为群落3(1.560), 群落4的多样性最低(1.175)。各群落的多样性有明显差异。此差异与其所处环境的复杂性有关。从均匀度上看, 反映了4个群落中地衣分布的不均匀性。群落2虽然种类较少, 但各地衣种的分

布较均匀 (0.923)。群落 3 虽然种类多, 多样性也比较高, 但是物种的分布不均匀, 因此, 均匀度最低 (0.485)。

### 3 讨论

影响树附生地衣植物分布的因素比较多, 一般在森林生态系统中, 随着海拔高度的垂直变化所分布的植被类型的不同, 构成以不同树种为优势种的森林群落, 因此, 在不同森林群落中树生地衣种类组成、生长和分布是不同的。其次, 地衣是一类特殊的生物有机体, 它不是单一的植物体, 是由真菌和藻类高度结合的共生复合体, 是对环境适应性极强的生物, 它对环境的变化, 特别是对生长基物的变化非常敏感, 而树生地衣的种类、数量、生长和分布与宿主的种类、大小、树皮的物理和化学性状、部位, 以及生长的环境条件 (光、热、水)、海拔和森林群落结构等有密切的关系。

Russell (1982) 测定森林内不同垂直高度的湿度日变化, 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。郭水良和曹同 (2000a) 在研究长白山地区森林生态系统树附生苔藓植物群落分布格局时发现, 在长白山地区造成不同森林类型树附生苔藓植物组成和盖度差异的原因除了树种组成上的差异, 不同森林郁闭度不同引起的空气湿度差异是一个重要的因素; 刘冰等 (2006) 在研究贵州梵净山森林系统时也发现其在不同垂直高度, 不同树种间苔藓的分布存在显著差异; 我们在天山森林生态系统对树生地衣群落进行研究时也得到同样的结果 (艾尼瓦尔·吐米尔, 2005)。本文共记录该地区分布的树生地衣种类有 40 种, 发现它们的分布与树种类型, 树皮及树干的化学成分, 微小环境因素等多种因素有相关性, 具体研究结果待发表。

国内有关地衣植物物种多样性的定量研究尚未见有报道, 国外这方面的工作较多。Costa (1999) 报道了巴西南部原始与次生热带雨林附生苔藓植物的多样性特点, 发现在成熟林内树附生苔藓的物种丰富度要明显地高于非成熟林。Vitt 等 (1995) 以环境因子为变量对苔藓植物种数进行回归分析时发现, 样点水平上苔藓植物中

的多样性与样点生境的差异性质有明显的相关性。本文我们为了比较不同地衣群落之间的差异, 对群落物种多样性、群落相似性和均匀度指数进行了初步的计算, 结果表明, 不同群落所处环境的不同, 分布的地衣种类数量不同, 因此, 群落之间的相似性之间有差异, 物种多样性和物种在群落中的分布均匀度之间也有差异。Cieslinski and Glanc (1995) 提出, 在进行森林采伐时, 保留一些成熟的或老的树木以提高森林的地衣植物多样性, 美国的一些国有公地管理也采用了这些措施 (Mc, 1997)。Selva (1994), Inga and Janus (2003) 等研究表明, 森林生态系统对树生地衣植物多样性保护具有重要作用。因此, 我们认为在阿勒泰东部森林生态系统通过调整林冠层的郁闭度, 增加树种数量, 能够达到提高森林生态系统地衣植物多样性的目的。同时进一步研究森林生态系统树生地衣群落及物种多样性对评价森林群落演替阶段, 确定森林年龄结构和森林的管理和开发利用等方面具有重大的意义。

### 【参 考 文 献】

- 阿布都拉·阿巴斯, 吴继农, 1998. 新疆地衣 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1—120
- 刘慎谔, 1934. 中国北部及西部植物地理概论 [A]. In: 国立北平研究院植物研究丛刊 [M], 2 (9): 423—451
- 王先业, 1985. 天山托木尔峰地区的地衣 [A]. In: 天山托木尔峰地区的生物 [M]. 乌鲁木齐, 新疆人民出版社, 328—353
- 魏江春, 1986. 西藏地衣 [M]. 北京: 科学出版社, 1—30
- 阳含熙, 卢泽愚, 1981. 植物生态学与数量分类方法 [M]. 北京: 科学出版社
- 赵继鼎, 徐连旺, 孙增美, 1982. 中国地衣初编 [M]. 北京: 科学出版社, 20—28
- Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), Wu JN (吴继农), Jiang YC (姜彦成), The Historical review of Lichens of Xinjiang [J]. *Arid Zone Research* (干旱区研究), 13 (2): 1—15
- Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), Mijit H (艾热提·米吉提), Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), 2001. A checklist of lichens of the Xinjiang, China [J]. *Harvard Paper in Botany*, 5: 359—370
- Cieslinski S, Glanc K, 1995. Lichens [J]. *Phytoecoenosis*, 7: 75—86
- Costa DP, 1999. Epiphytic bryophyte diversity in primary and secondary lowland rainforests in Southeasten Brazil [J]. *The Bryologist*, 102 (2): 320—326
- Elenkin AA, 1901. Lichens florae Rossiae et regionum confinium orien-

- talium, Fascicle1 [J]. *Acta Horti Petropolitani*, 19: 1—52
- Eriksson O, Hawksworth DL, 1987. An alphabetical list of the generic names of the ascomycetes [J]. *Systema Ascomycetum*, 6 (1): 1—109
- Inga J, Jannus P, 2003. Epiphytic and epixylic lichens species diversity in Estonian natural forest [J]. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1587—1607
- Guo SL (郭水良), Cao T (曹同), 1999. DCA ordination of ecological distribution of saprophytic bryophytes in forest ecosystem in Changbai Mountains [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology (应用生态学报)*, 10 (4): 399—403
- Guo SL (郭水良), Cao T (曹同), 2000a. Studies on community distributive patterns of epiphytic bryophytes in forest ecosystem in Changbai Mountain [J]. *Acta Phytocolog Sin (植物生态学报)*, 24 (4): 442—450
- Guo SL (郭水良), Cao T (曹同), 2000b. Studies on relationships of epiphytic bryophytes and environmental factors in forest ecosystem in Changbai Mountain forest [J]. *Acta Ecolog Sin (生态学报)*, 20 (6): 923—931
- Hoffman GR, Kazmierski R, 1969. An ecological study of epiphytic bryophytes and lichens on *pseudotsuga munziesii* on the Olympic Peninsula, Washington, A description of the vegetation [J]. *Bryologist*, 74: 413—427
- Liu B (刘冰), Jiang YF (姜业芳), Li J (李菁), et al, 2006. A study on distribution pattern of an epiphytic bryophyte, *Diolichomitriopsis diversiformis* (Lembophyllaceae) on tree trunks in forest in Fanjing mountain of Guizhou [J]. *Acta Bot Yunnan (云南植物研究)*, 28 (2): 169—174
- Mason EH, 1983. The Biology of Lichens, Third Edition [M]. London: Edward Arnold Publishers, 97—107
- Mc C, Dey J, Peck HK, et al, 1997. Regional gradients in lichen communities of the Southeast United States [J]. *Bryologist*, 100: 145—158
- Nurbay (努尔巴衣), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2000. Study lichen eco-geographical distribution in Hanas natural conservation [J]. *Arid Zone Geography (干旱区地理)*, 17 (1): 72—75
- Nurbay (努尔巴衣), 1999. The study of the plant flora in Hanas natural conservation area [J]. *Arid Zone Research (干旱区研究)*, 16 (2): 10—22
- Nurbay (努尔巴衣), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), 2001. The elementary characters of lichen flora in Hanas natural conservation [J]. *Arid Zone Research (干旱区研究)*, 18 (1): 52—65
- Selva SB, 1994. Lichen diversity and stand continuity in the northern hardwoods and spruce fir forest of northern New England and western New Brunswick [J]. *Bryologist*, 97: 424—429
- Slack NG, 1976. Host specificity of bryophytic epiphytes in Eastern North America [J]. *Journal Hattori Botanical Laboratory*, 41: 107—132
- Thomson JW, 1979. Lichens of Alaskan Arctic Slope [M]. London: Toronto University Press
- Thomson JW, 1984. American Arctic Lichens. 1. The Macro-lichens [M]. New York: Columbia University Press
- Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2001. The Minimal Area of a Lichens Community of Western Tianshan [J]. *Arid Zone Research (干旱区研究)*, 18 (1): 66—69
- Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2001. Study Lichens ecological characteristics of Xinjiang [J]. *Journal of Xinjiang University (新疆大学学报)*, 19 (1): 61—67
- Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2002. The Minimal Area of a Corticolous Lichens Community of Western Tianshan [J]. *Journal of Xinjiang University (新疆大学学报)*, 19 (2): 222—226
- Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2002. DCA ordination of ecological distribution of saprophytic lichens in forest ecosystem of Tianshan Mts [J]. *Journal of Plant Resources and Environment (植物资源与环境学报)*, 11: 41—45
- Tumur A (艾尼瓦尔·吐米尔), Abdulla A (阿地力·阿不都拉), Abbas A (阿不都拉·阿巴斯), 2005. Numerical classification and species diversity of corticolous lichens communities in forest ecosystems of the Tianshan Mountains [J]. *Acta Phytocolog Sin (植物生态学报)*, 29 (4): 615—622
- Vitt DH, Li YH, Belland RJ, 1995. Pattern of bryophyte diversity in peat lands of continental Western Canada [J]. *The Bryologist*, 98 (2): 218—227
- Wei JC (魏江春), 1981. Collection of the Chinese Lichens specimens [J]. *Plant Research (植物研究)*, 1 (1): 81—91
- Wu JN (吴继农), 1997. The lichens new species and genera from Hanas natural conservation [J]. *Arid Zone Research (干旱区研究)*, 14 (4): 13—15
- Wu JL (吴金陵), 1985. Grassland lichens from Xinjiang [J]. *Acta Phytotax Sin (植物分类学报)*, 5 (1): 73—75