

新疆准噶尔盆地南缘土壤生物结皮中 地衣物种组成和分布

艾尼瓦尔·吐米尔¹, 王玉良², 阿不都拉·阿巴斯^{1,①}

(1. 新疆大学生命科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 安徽技术师范学院生物系, 安徽 凤阳 233100)

摘要: 对新疆准噶尔盆地沙漠南缘土壤生物结皮中地衣种类及分布特征进行了初步研究。结果表明, 该地区参与土壤生物结皮的有藓生双缘衣 [*Diploschistes muscorum* (Schreb.) Norm.]、拟橙衣 [*Fulgensia bracteata* (Hoffm.) Raws.]、丽石黄衣 [*Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr.]、准噶尔橙衣 [*Caloplaca songoricum* A. Abbas] 和磷网衣 [*Psora decipiens* (Ehrh.) Hoffm.] 等 13 种地衣, 分别属于 5 目 10 科。对其分布特征进行了分析, 发现地衣的分布与苔藓有相关性; 地衣的分布受到环境温度、太阳辐射强度和降水量等因素的影响。聚类分析结果表明, 24 个样方可分为 3 组, 分别分布于沙丘底部、顶部和中部, 其中分布于沙丘底部的样方地衣种类的多样性最高。

关键词: 新疆; 土壤生物结皮; 地衣; 准噶尔盆地

中图分类号: Q949.340.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2006)03-0035-04

Species composition and distribution of lichens in soil crust of southern fringe of Zhungeer basin in Xinjiang TUMUR Anwar¹, WANG Yu-liang², ABBAS Abdulla^{1,①} (1. College of Life Sciences and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2. Biology Department of Anhui Technical Teachers College, Fengyang 233100, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(3): 35-38

Abstract: Lichen species having key contribution for formation of soil crust in southern fringe of Zhungeer basin in Xinjiang were analyzed. Thirteen lichen species belonging to 5 orders and 10 families, including *Diploschistes muscorum* (Schreb.) Norm., *Fulgensia bracteata* (Hoffm.) Raws., *Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr., *Caloplaca songoricum* A. Abbas, *Psora decipiens* (Ehrh.) Hoffm., etc. were isolated and identified from soil crust. It was found that there were closely relationship between lichen species and solar radiation, temperature, soil moisture and precipitation. The results of cluster analysis showed that twenty-four sample plots could be divided into 3 groups: group 1 distributing in bottom of sand dune; group 2 distributing in top of sand dune; group 3 distributing in middle and across of sand dune. Lichen diversity and similarity index of group 1 were higher than that of other two groups.

Key words: Xinjiang; soil crust; lichen; Zhungeer basin

微生物结皮是由苔类、地衣、真菌和细菌以及许多景观中常见的非维管束植物成分形成的十分复杂的聚合物^[1-3]。微生物结皮在固定土壤和沙漠、防止水土流失、氮固定、保持土壤和植物之间的水平衡、种子萌发和植物生长等方面具有非常重要的作用^[4-6]。其中, 地衣结皮是荒漠、半干旱地区土壤拓殖演替中的重要结构, 对土壤理化性质和肥力的改良起着重要作用; 地衣结皮也是沙土固定的首要标志, 对土壤抗侵蚀性能的提高有显著作用^[7-11]。地衣植物作为植物演替过程中主要的先锋植物, 参与土壤结皮的形成, 在生物防沙、固沙和生态小环境的改善中发挥着重要的作用^[12,13]。新疆全疆沙漠面积占土壤总面积的 25.44%, 在各大沙漠中都存在

着土壤结皮现象, 其中有许多是由于地衣参与形成的结皮。目前, 国外在土壤微生物结皮的物种组成、形成机理和固沙作用方面开展了较多的研究^[12-17], 而国内这方面的研究主要集中在藻类和苔藓类植物方面^[1-12], 有关土壤结皮中地衣的物种组成、物种多样性等方面的研究尚未见报道。在准噶尔盆地沙漠中, 生物结皮是除种子植物以外稳定沙丘表面的

收稿日期: 2005-12-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30160001, 90202019, 30460001)

作者简介: 艾尼瓦尔·吐米尔 (1970-), 男, 新疆阿克苏人, 维吾尔族, 博士研究生, 副教授, 主要从事种群及群落生态学研究。

① 通讯作者 E-mail: abdulla@xju.edu.cn

重要因子,它们对沙丘表面的稳定和固定沙丘起到了重要作用^[11]。因此,开展有关生物结皮,尤其是地衣结皮的研究,分析其独特的生物多样性特点,将使生物结皮在荒漠生态系统中发挥更重要的生态作用。

1 自然地理概况和研究方法

1.1 自然地理概况

研究于2003年5月至9月在新疆准噶尔盆地古尔班通古特沙漠南缘的北沙窝进行。古尔班通古特沙漠位于准噶尔盆地腹地,地处北纬44°11'~46°20',东经84°31'~90°00',其南缘与源出天山的冲积、洪积扇缘相接,构成了天山北坡至盆地自然垂直带的基带。研究区域位于古尔班通古特沙漠南缘、阜康三工河流域的末端,海拔450 m。该地区主要有由白梭梭(*Haloxylon persicum* Bge. ex Boiss. et Buhse)、梭梭[*Haoxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge]和其他沙生植物构成的小半乔木荒漠,同时还具有发育良好的短命和类短命植物^[10]。

1.2 样品采集、分类和鉴定

在样点内选择半固定、固定沙丘和丘间低地,随机选取面积15 m×15 m的样方24个(沙丘顶部、中部和底部各8个),按照从沙丘到丘间低地的高度顺序,用环刀法进行样品采集^[4,10],采集时注意不破坏生物结皮的构造和层次。将样品置于采集袋中运回实验室,在光学和解剖显微镜下进行地衣物种的鉴定。

1.3 数据计算及处理方法

采用下列公式计算相似性指数: $I = 1 - 0.5 \left(\sum_{i=1}^S a_i - b_i \right)$ 。其中: I 为相似性指数; a_i 为物种*i*的个体在群落a中的比例; b_i 为物种*i*的个体在群落b中的比例; S 为a,b群落中相应的种数。

采用Shannon - Wiener公式计算多样性指数: $H = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\ln P_i)$ 。其中: H 为群落的多样性指数; P_i 为第*i*个物种的个体在取样总数中所占的比例; s 为总种数。均匀度按以下公式计算: $J = H/H_{\max}$,式中, J 为均匀度指数; H 为实测的群落多样性值; H_{\max} 为理论上群落多样性的最大值 $H_{\max} = \ln s$,其中*s*为总种数。

根据不同样方土壤结皮中地衣种类的差异,采

用系统聚类方法对24个样方中不同地衣种类出现的频率进行系统聚类分析。

2 结果和分析

2.1 种类组成

在古尔班通古特沙漠南缘土壤生物结皮中有地衣13种,分属于5目10科(表1)。其中茶渍目有6科7种,占总种数的53.84%;黄枝衣目有1科3种,占总种数的23.07%;瓶口衣目、文字衣目和粉衣目各有1科1种,分别占总种数的7.69%。

2.2 数量分析

采用多元分析中的聚类分析方法对24个样方进行聚类分析,结果见图1。

从图1可以看出,24个样方可划分为3组,分别与一定的土壤生物结皮和土壤结构相对应。

组1:由样方1、2、3、4、5、6、7、8和9组成,主要是分布在沙丘底部。该环境中的太阳辐射强度和温度较沙丘上方更适合于地衣的生长发育,因此生物结皮的结构比较完善、结皮比较厚、稳定性好,且主要依靠季节性雨水来维持生命活动。主要由胶衣珊瑚变种[*Collema tenax* var. *corallinum* (Massal.) Degel.]、藓生双缘衣[*Diploschistes muscorum* (Schreb.) Norm.]、拟橙衣[*Fulgensia bracteata* (Hoffm.) Raws.]和糙伏毛微孢衣[*Acarospora strigata* (Nyl.) Jatta]等种类组成。

组2:由样方10、11、12、13、14、15、16、17和19组成,主要分布在沙丘顶部。该环境中太阳辐射强烈、温度较高、蒸发量高,因此,该组生物结皮中抗旱能力强的壳状地衣占优势,主要的地衣种类有坚韧胶衣[*Collema tenax* (Sw.) Ach.]、金黄茶渍[*Candelieriella aurilla* (Hoffm.) Zahlbr.]、丽石黄衣[*Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr.]和鳞饼衣[*Dimelaena oreina* (Ach.) Norman]等。

组3:由样方18、20、21、22、23和24组成,主要分布在沙丘中部和沙丘中间过渡带和坡面分布的生物结皮中。由于这类环境中土壤水分含量、太阳辐射强度和温度等环境因素发生了变化,形成了适合于苔藓植物生长的微环境,所以苔藓植物的生长较好,生物结皮的发育比较稳定,主要有瓶口衣属、鳞核衣属、胶衣珊瑚变种和藓生双缘衣的一些种类。

表1 新疆准噶尔盆地南缘土壤生物结皮中地衣物种组成
Table 1 Lichen species composition in soil crust of southern fringe of Zhungeer basin in Xinjiang

目 Order	科名 Name of family	种名 Name of species
文字衣目 Graphidales	疣孔衣科 Thelotremaaceae	藓生双缘衣 <i>Diploschistes muscorum</i> (Schreb.) Norm. 拟橙衣 <i>Fulgensia bracteata</i> (Hoffm.) Raws.
黄枝衣目 Teloschistales	黄枝衣科 Teloschistaceae	丽石黄衣 <i>Xanthoria elegans</i> (Link) Th. Fr. 准噶尔橙衣 <i>Caloplaca songoricum</i> A. Abbas
粉衣目 Caliciales	鳞网衣科 Psoraceae 胶衣科 Collemataceae	磷网衣 <i>Psora decipiens</i> (Ehrh.) Hoffm. 胶衣珊瑚变种 <i>Collema tenax</i> var. <i>corallinum</i> (Massal.) Degel. 坚韧胶衣 <i>Collema tenax</i> (Sw.) Ach.
茶渍目 Collemataceae	黄烛衣科 Candelariaceae 茶渍科 Lecanoraceae 蜈蚣衣科 Physciaceae 网衣科 Lecideaceae 微孢衣科 Acarosporaceae	金黄茶渍 <i>Candelariella aurilla</i> (Hoffm.) Zahlbr 碎茶渍 <i>Lecanora argopholis</i> (Ach.) Ach. 鳞饼衣 <i>Dimelaena oreina</i> (Ach.) Norman 脱落网衣 <i>Lecidea slabens</i> Fr. 糙伏毛微孢衣 <i>Acarospora strigata</i> (Nyl.) Jatta
瓶口衣目 Verrucariales	瓶口衣科 Verrucariaceae	土生鳞核衣 <i>Catapyrenium perumbratum</i> (Nyl.) Wei

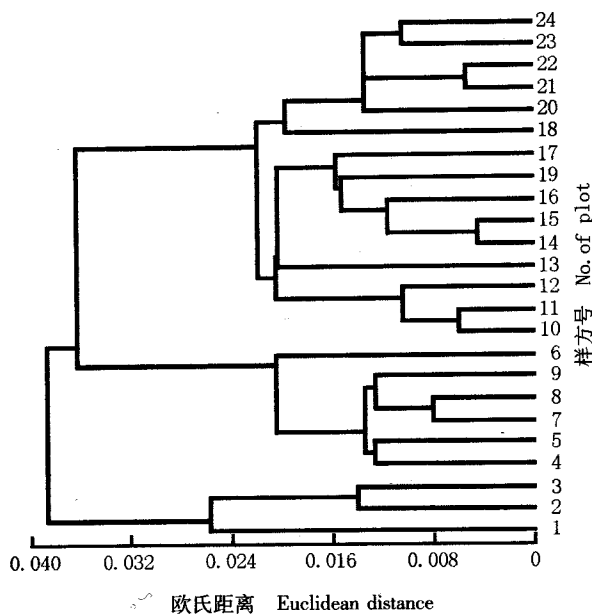


图1 新疆准噶尔盆地南缘土壤结皮 24 个样方的系统聚类图
Fig. 1 Systematic cluster dendrogram of 24 plots in soil crust of southern fringe of Zhungeer basin in Xinjiang

2.3 多样性分析

上述各组间地衣种类的多样性分析结果见表2。结果表明, 各组土壤生物结皮中地衣物种的相似性普遍较低, 因为各组分布的微环境不同, 所以其中的地衣种类也有差异。其中, 组1和组3间的相似性较高, 相似性指数达0.536; 组1和组2间的相似性最低, 相似性指数仅为0.169, 这主要与微环境的不同等因素有关。

准噶尔盆地南缘土壤生物结皮中地衣的多样性指数以组1最大, 达1.687; 其次为组3, 达1.473; 组2的多样性指数最低, 仅为0.979。研究结果表明, 多样性指数的大小受种数与均匀度2个因素的作用, 在一定程度上反映了种数的多少与均匀度的大小。组1分布在沙丘底部, 环境条件较好, 地衣种类多, 分布比较均匀; 组2分布在沙丘顶部, 环境恶劣, 不适合地衣的生长发育, 因此, 地衣种类较少, 均匀度低将导致多样性指数的下降。

表2 新疆准噶尔盆地南缘土壤生物结皮中地衣种类的多样性指数¹⁾
Table 2 The diversity index of lichen species in soil crust of southern fringe of Zhungeer basin in Xinjiang¹⁾

分组 Group	土壤生物结皮的位置 Site of soil crust	地衣种数 Number of species	H	Hmax	J
1	沙丘底部 Bottom of sand dune	13	1.687	2.708	0.623
2	沙丘顶部 Top of sand dune	5	0.979	1.609	0.608
3	沙丘中部和中间过渡带 Middle and across of sand dune	9	1.473	2.197	0.674

¹⁾H: 多样性指数 Shannon-Wiener index; Hmax: 多样性指数最大值 Maximum Shannon-Wiener index; J: 均匀度指数 Evenness index.

2.4 土壤结皮中地衣和苔藓的关系

在古尔班通古特沙漠南缘, 分布在沙丘顶部、中部、底部和半固定沙丘的土壤生物结皮中的地衣和

苔藓的种类有一定的差异, 处在不同发育阶段的微生物结皮中的地衣和苔藓之间有相关性, 这是因为地衣的生长使土壤结构有所改变, 为苔藓营造了适

宜的生长环境,同时,新的生长环境则对地衣自身的生长发育起限制作用。

2.5 土壤结皮中地衣的作用

地衣作为先锋植物,在植物群落原生演替系列中对土壤的形成和环境条件的改善等方面有极大的作用。在古尔班通古特沙漠南缘土壤生物结皮中的地衣以壳状地衣为主,主要分布在地面结皮中,这样它们能够保护土表,减轻侵蚀,这是因为真菌菌丝和地衣网状垫相联结在土壤表面形成垫状网,增强了土壤的团聚稳定性。另外,地衣在生物结皮形成的最初以自身分泌的地衣酸和其他有机化合物对土壤颗粒进行粘合,促进土壤的形成,为苔藓植物的生长提供了良好的条件,提高了土壤生物结皮物种的多样性和稳定性。一般土壤生物结皮形成过程中地衣对苔藓植物结皮的形成起决定性作用,地衣处在生物结皮的最底层,决定生物结皮的厚度、发育情况和稳定性。在古尔班通古特沙漠由于环境比较恶劣、多变,各种气候因子的季节性变化比较明显,因此,这种环境中的地衣种类不多,微生物结皮的种类也比较单一。

3 讨 论

陈亚宁等的研究表明,在古尔班通古特沙漠,藻类、地衣和苔藓结皮在沙丘顶部、中部和底部的分布与土壤理化性质、土壤水分含量和地表基质稳定性等因素有关,并提出沙丘顶部的结皮以微生物为主,沙丘两坡的上部和中部主要为藻类结皮,沙丘的中部和下部为地衣结皮^[11]。

本研究表明,在准噶尔盆地沙漠中组成生物结皮的地衣主要有13种,它们分布在沙丘不同位置的土壤结皮中。通过多样性和相似性指数的计算可以看出,一般在沙丘中部和底部的结皮中地衣种类较多,沙丘顶部的结皮中地衣种类相对比较少,这与陈亚宁等的研究结果一致。在沙漠土壤生物结皮中,地衣的种类和发育程度与苔藓的种类有密切关系,其原因可归结为:在植物群落演替中,地衣首先改造土壤结构为苔藓植物提供生长环境,同时,新的环境对地衣自身的生长发育起限制作用。

参考文献:

- [1] 李新荣,张景光,王新平,等. 干旱沙漠土壤微生物结皮及其对固沙植被影响的研究[J]. 植物学报, 2000, 42(9): 965-970.
- [2] 李新荣,贾玉奎,龙利群,等. 干旱半干旱地区土壤微生物结皮的生态学意义及若干研究进展[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 4-11.
- [3] Campbell S E, Seeler J S, Glolubic S. Desert crust formation and soil stabilization[J]. Arid Soil Research Rebab, 1989, 3: 317-328.
- [4] 胡春香,刘永定,宋立荣,等. 半荒漠藻结皮中藻类的种类组成和分布[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 61-65.
- [5] 邵玉琴,赵吉,包青海,等. 沙坡头固定沙丘结皮的微生物区系动态[J]. 中国沙漠, 2002, 22(3): 298-303.
- [6] 邵玉琴,赵吉. 草原沙地微生物结皮与固沙作用的研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(1): 94-97.
- [7] 胡春香,刘永定. 荒漠藻生物量及其在荒漠结皮的影响因子[J]. 生态学报, 2003, 23(2): 284-291.
- [8] 胡春香,刘永定. 宁夏回族自治区沙坡头地区半荒漠土壤中藻类的垂直分布[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 38-44.
- [9] 胡春香,张斌才,马红樱,等. 兰州北山生物结皮中陆生藻种类组成与群落结构[J]. 西北师范大学学报, 2003, 39(1): 59-63.
- [10] 张元明,曹同,潘伯荣. 新疆古尔班通古特沙漠南缘土壤结皮中苔藓植物的研究[J]. 西北植物研究, 2002, 22(1): 18-23.
- [11] 陈亚宁,李卫红,张元明,等. 新疆古尔班通古特沙漠生物结皮在沙丘尺度的生态与环境解释[J]. 自然科学通报, 2005, 15(10): 1211-1216.
- [12] 凌裕泉,屈建军,胡玫. 沙面结皮形成与微环境变化[J]. 应用生态学报, 1993, 4(4): 393-398.
- [13] Rogers R W. Distribution of lichen *Chondropis semiviridis* in relation to its heat and drought resistance [J]. New Phytol, 1971, 70: 1069-1077.
- [14] Rychert R C, Skujins J. Nitrogen fixation by blue green algae lichen crusts in the Great Basin Desert [J]. Soil Science Society of America Proceedings, 1974, 38: 768-771.
- [15] Schields L M, Mitchell C, Drouet F. Alga and lichen stabilized surface crusts as soil nitrogen sources [J]. American Journal of Botany, 1957, 44: 489-498.
- [16] Williams J D, Dobrowski J P, West N E. Microphytic crust influence on interrill erosion and infiltration capacity [J]. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 1995, 38(1): 139-146.
- [17] Williams J D, Dobrowski J P, West N E. Microphytic crust influence on wind erosion [J]. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 1995, 38(1): 131-137.