

文章编号: 1001 - 4675(2006)02 - 0189 - 06

新疆古尔班通古特沙漠生物结皮绿藻研究^{*}

赵建成¹, 张丙昌¹, 张元明²

(1 河北师范大学 生命科学学院, 河北 石家庄 050016; 2 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 通过对古尔班通古特沙漠中 39 块样地 253 份生物结皮土样的分析, 研究了古尔班通古特沙漠中绿藻的区系组成、生态分布特点和结皮不同发育阶段绿藻的种类组成的动态变化。结果表明: 该沙漠中有绿藻门植物 10 科 14 属 26 种, 其中以单细胞种类占优势; 绿藻在该沙漠不同地貌部位的分布, 以背风坡的种数最多 (9 种), 迎风坡、丘间低地和垄顶逐渐降低; 在结皮的不同层次中, 绿藻主要分布在结皮层, 而在结皮层以下种类很少; 在生物结皮的几个不同发育阶段中, 绿藻的物种多样性差别不大, 其种类组成略有差别。

关键词: 生物结皮; 绿藻; 沙漠; 古尔班通古特; 新疆

中图分类号: Q938.1 **文献标识码:** A

生物土壤结皮是藻类、地衣、苔藓和微生物以及与土壤形成的有机复合体, 在世界荒漠地区广泛分布。在干旱半干旱地区, 有 70% 以上的地表均覆盖着生物结皮^[1]。从生物学意义上分析, 这种结皮与物理结皮在理化性质上有着较大的不同, 它的形成、生长和发育, 特别是其固氮作用, 促进了沙漠表层有机物质的富积, 为短命草本植物和微型土壤生物的繁殖创造了条件, 成为植被演替的重要生物因子^[2-4]。绿藻是生物结皮中的重要组成成分, 它不仅可以通过光合作用为荒漠土壤提供碳源和有机质^[5], 而且随着单细胞绿藻数量的增加, 藻结皮还可以转化为地衣结皮。本文研究了古尔班通古特沙漠绿藻的区系组成、生态分布及在生物结皮不同发育阶段中物种的变化, 以期丰富对荒漠生物结皮中物种多样性的认识, 为进一步了解绿藻的生态分布规律及其在生物结皮中所起作用提供理论依据。

1 研究区域概况和研究方法

1.1 研究区域概况

古尔班通古特沙漠位于新疆北部准噶尔盆地腹心, 范围在 44°11' ~ 46°20' N 和 84°31' ~ 90°00' E 之间, 面积约 48 800 km², 是我国面积最大的固定和半固定沙漠。沙漠腹地的沙丘形态主要为沙垄, 占固定半固定沙漠总面积的 80%。古尔班通古特沙漠年平均降水量不超过 150 mm, 而沙漠腹地则仅有

70 ~ 100 mm, 且主要集中在春季。年平均蒸发量在 2 000 mm 以上, 年平均气温 6 ~ 10 °C, 极端气温为 40 °C 以上, 10 °C 的活动年积温达 3 000 ~ 5 000 °C, 平均空气相对湿度 50% ~ 60%, 5 ~ 8 月通常在 45% 以下。该沙漠中以白梭梭 (*Haloxylon persicum*)、梭梭 (*H. ammodendron*) 和其它沙生植物构成的小半灌木、小乔木群落广泛发育, 同时由于冬季具有较长的稳定积雪期和春季较多降水, 春季短命和类短命植物获得一定的发育。在高等植物群落下的沙漠地表, 有发育良好的生物结皮^[6,7]。

1.2 材料与方法

实验材料分别于 2004 年 8 月采自古尔班通古特沙漠, 上旬设 9 块样地: 北沙窝 (取样 4 份)、饮水工程沙漠北缘 (11 份)、3 号点 (8 份)、彩南 (15 份)、3 号点至彩南之间 (6 份)、彩南至中间站 (9 份)、饮水工程沙漠北缘南 15 km 处 (11 份)、彩南东 20 km 处 (6 份) 和石西公路距引水工程西 50 km 处 (3 份), 共采样 73 份, 采样点控制面积约占古尔班通古特沙漠总面积的 70%。取样时, 选取有生物结皮分布的典型沙垄, 每一沙垄按垄顶—垄西坡—垄东坡—丘间低地的顺序进行采样 (按此顺序取样的有 65 个样点)。下旬于古尔班通古特沙漠沿彩克公路 (彩南油田至克拉玛依市) 设 30 块样地、90 个样方, 样方面积为 1 m × 1 m, 采样 180 份 (每份土样约为 150 ~ 200 g)。采样时, 用环刀 (改进型, 高 12 cm, 直径 8 cm) 分结皮层和结皮下层 2 个层次采集土样, 结皮层以下紧靠结皮取至 10 cm 深。用封口塑料袋分别

^{*} 收稿日期: 2005 - 08 - 02; 修订日期: 2005 - 11 - 01

基金项目: 国家自然科学基金 (90202019, 40571085); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX3 - SW - 343)

作者简介: 赵建成 (1956 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事系统与进化植物学研究。E-mail: zhaojiancheng@mail.hebtu.edu.cn

表 1 古尔班通古特沙漠绿藻科、属、种统计

Tab. 1 Statistical results of the species, genera and families of chlorophytes in the Gurbantonggut Desert

目	科	属	占总属数的比例/ %	种	占总种数的比例/ %
团藻目 (Volvocales)	衣藻科 Chlamydomonadaceae	1 属	7.14	7 种	26.92
绿球藻目 (Chlorococcales)	绿球藻科 Chlorococaceae	1 属	7.14	1 种	3.85
	小桩藻科 Characiaceae	1 属	7.14	1 种	3.85
	小球藻科 Chlorellaceae	3 属	21.43	3 种	11.54
	卵囊藻科 Oocystaceae	1 属	7.14	4 种	15.38
	群星藻科 Sorastraceae	1 属	7.14	1 种	3.85
	栅藻科 Scenedsmaceae	1 属	7.14	2 种	7.69
	丝藻目 (Ulotrichales)	丝藻科 Ulotrichaceae	2 属	14.29	3 种
鼓藻目 (Desmidiiales)	微胞藻科 Microsporaceae	1 属	7.14	2 种	7.69
	鼓藻科 Desmidiaceae	2 属	14.29	2 种	7.69
4 目	10 科	14 属	100	26 种	100

收集样品,并迅速运至实验室。每次采样后用 70% 酒精擦拭采样工具,以防交叉污染。

观察时采用直接观察与培养观察相结合的方法。直接观察是将生物结皮土样放入试管内以蒸馏水稀释,制成均一的土壤悬浊液,取 1 滴制作临时水装片观察并照相;培养观察是在容积为 100 mL 的三角瓶内,加入 50 mL 液体培养基(培养基采用 Bristol 和 BBM 2 种),灭菌备用,然后把约 5 g 的土壤试样加入培养基内,充分振荡后静置培养,过 2~3 周待藻类长出后进行观察鉴定^[8]。

2 研究结果

2.1 古尔班通古特沙漠绿藻区系组成

研究结果表明,古尔班通古特沙漠有绿藻门植物 26 种,隶属于团藻目、绿球藻目、丝藻目和鼓藻目中的 10 科 14 属(详见名录),其科属种组成见表 1。

2.1.1 科属组成分析 由表 1 可知,研究区域内绿藻门植物共有 10 科,其特点是组成中无明显的优势科。单属科占主要地位,有 7 科。即衣藻科(Chlamydomonadaceae)、绿球藻科(Chlorococaceae)、小桩藻科(Characiaceae)、卵囊藻科(Oocystaceae)、群星藻科(Sorastraceae)、栅藻科(Scenedsmaceae)和微胞藻科(Microsporaceae)。另外 3 科所含属,仅为 2 属或 3 属。衣藻科所含种数最多(7 种),而其它科内所含种数均较少,为 1~3 种。

古尔班通古特沙漠研究区内共有绿藻门植物 14 属,其分布特点与科相类似,以单种属为主,优势属不明显。含种数最多的属为衣藻属(*Chlamydomonas*) (7 种),而单种属有小球藻属(*Chlorella*)、集球藻属(*Palmelloccoccus*)、月牙藻属(*Selenastrum*)、绿球藻属(*Chlorococcum*)、弓形藻属(*Schroederia*)、集星藻属(*Actinastrum*)、链丝藻

属(*Hormidium*)、多棘鼓藻属(*Xanthidium*)和鼓藻属(*Cosmarium*),共 9 属。其余 4 属所含种数在 2~4 种之间,它们是微胞藻属(*Microspora*)、丝藻属(*Ulothrix*)、栅藻属(*Scenedesmus*)和纤维藻属(*Ankistrodesmus*)。

本区绿藻门植物单种科、属和寡种科、属多,无明显的优势科属,不仅说明了藻类植物区系的丰富性和复杂性,而且也说明该区藻类区系的古老性。

2.1.2 种的组成 共有绿藻门植物 26 种,其中单细胞种类有 17 种,占总种数的 85.38%;多细胞种类有 9 种,占总种数的 34.62%。从形态上看,球状种类有 12 种,占 46.15%;丝状种类有 5 种,占总种数的 19.23%;其它形态的有 9 种,占总种数的 34.62%。土生绿球藻(*Chlorococcum humicola*)是最为常见的种,普遍存在于沙垄各个不同地貌部位和结皮中的不同层次,也是荒漠藻类的广布种。其次,小球藻(*Chlorella vulgaris*)、卵形衣藻(*Chlamydomonas ovalis*)、小球衣藻(*C. microsphaera*)、突变衣藻(*C. mutabilis*)、集球藻(*Palmelloccoccus* sp.)亦较为常见。而月牙藻(*Selenastrum* sp.)、拟菱形弓形藻(*Schroederia nitzschoides*)、集星藻(*Actinastrum hantzschii*)、栅藻(*Scenedesmus* sp.)、多棘鼓藻(*Xanthidium* sp.)、鼓藻(*Cosmarium* sp.)、针形纤维藻(*Ankistrodesmus acicularis*)、镰形纤维藻(*A. falcatus*)、狭形纤维藻(*A. angustus*)和纤维藻(*A.* sp.)为偶见种,只出现在个别结皮样地中。

2.2 绿藻的生态分布特征

2.2.1 不同地貌部位的分布特点 在古尔班通古特沙漠的不同地貌部位,绿藻门植物的物种多样性和种类组成均有差异。在物种多样性方面,背风坡出现的绿藻种数最多(9 种),而迎风坡、丘间低地和垄顶逐渐降低。土生绿球藻、卵形衣藻和小球藻对

地貌选择性不大,存在于各个不同地貌部位。而其它种类对地貌有一定选择性,比如集球藻、莱哈衣藻(*C. reinhardi*)、细丝藻(*Ulothrix tenerrima*)仅分布在背风坡,星芒衣藻(*C. stellata*)分布在迎风坡,而其它部位则没有出现;突变衣藻存在于背风坡、丘间低地和垄顶,在背风坡没有发现(表2)。

表2 绿藻在不同地貌部位的分布

Tab. 2 Distribution of chlorophytes in different physiographical places

地貌部位	不同种类	共有种
迎风坡	星芒衣藻、丝藻、衣藻	卵形衣藻、土生绿球藻、小球藻
背风坡	突变衣藻、星芒衣藻、衣藻、集球藻、莱哈衣藻、细丝藻	
丘间低地	德巴衣藻、突变衣藻、丝藻	
垄顶	突变衣藻	

2.2.2 不同层次的分布特征 绿藻主要分布在结皮层,而在结皮层以下种类很少,并且结皮层以下的

种类在结皮层均存在。在结皮层和结皮下层均存在的种类有衣藻、突变衣藻、土生绿球藻,另外结皮层还有方形微胞藻(*Microspora quadrata*)、厚壁微胞藻(*M. pachyderma*)、突变衣藻、集球藻、细丝藻、丝藻、小球藻、球衣藻、星芒衣藻、纤维藻、针状纤维藻、镰形纤维藻、狭形纤维藻、鼓藻和多棘鼓藻等。

2.3 绿藻在生物结皮不同发育阶段中的变化

根据生物结皮在荒漠中的不同发育程度,将其分为流沙(无任何结皮)、藻结皮(结皮中以藻类为主,厚约1~2 mm)、藻类地衣结皮(在藻结皮中开始出现地衣,厚约为2 mm)、地衣结皮(结皮中以地衣为主,厚约为2~5 mm)、地衣苔藓结皮(地衣结皮中开始出现苔藓植物,厚5~10 mm)、苔藓结皮(结皮主要为苔藓植物或苔藓纯群,厚10~15 mm)6种类型。在生物结皮的几种不同发育类型中,绿藻的物种多样性差别均不大,在各个不同阶段经常出现的为6~7种,其具体种类组成见表3。

表3 生物结皮不同发育阶段绿藻种类组成比较

Tab. 3 Comparison among the species composition of chlorophytes at different developing stages of microbiotic crusts

结皮不同发育阶段	流沙	藻结皮	藻类地衣结皮	地衣结皮	地衣苔藓结皮	苔藓结皮
种类组成	细丝藻、突变衣藻、栅藻	球形衣藻、突变衣藻	集球藻、方形微胞藻、丝藻	突变衣藻、布朗衣藻	突变衣藻、布朗衣藻、方形微胞藻	集球藻、栅藻
共有种类	土生绿球藻、小球藻、衣藻、卵形衣藻					

由表3可知,土生绿球藻、小球藻、衣藻和卵形衣藻几乎存在于生物结皮的各个发育阶段。在前几个发育阶段,既有球状绿藻,又有丝状绿藻,当结皮中苔藓占优势或发育成苔藓纯群时,绿藻的丝状种类,如丝藻、细丝藻和方形微胞藻等明显减少,甚至消失。

3 讨论

通过研究,古尔班通古特沙漠中检出有绿藻门植物26种(具体种类见名录)。胡春香等人的研究表明:宁夏沙坡头地区出现的绿藻门植物10种,常见的主要为衣藻(2种)、土生绿球藻、小球藻、集球藻和卵圆鼓球藻6种^[9,10];兰州北山生物结皮中有绿藻门植物7种,它们是土生绿球藻、小球藻、衣藻、实球藻、拟胶丝藻(*Gloeotilopsis planctonica*)、软克里藻(*Klebsormidium flaccidum*)和伪裂克里藻(*K. pseudostichococcus*)^[11]。这3个区域中的绿藻在丰富度和种类组成上存在一定的差异,这反映了不同地带性生态系统生物结皮中绿藻种类组成的特

点。在古尔班通古特沙漠中,绿藻物种多样性明显高于沙坡头地区和兰州北山地区,说明古尔班通古特沙漠中环境特殊,尤其是微生境具有丰富多样性以及藻类区系起源的复杂性。另外,对比上述3个区域中绿藻的种类组成可以看出,土生绿球藻、小球藻和衣藻是荒漠生物结皮中的常见种。总之,这3个不同区域中的绿藻在种类组成上既存在一定的联系,又具有种类上的差异性。

与古尔班通古特沙漠中的蓝藻(蓝细菌)相比较,绿藻无明显的优势科属,如绿藻含种数最多的科是衣藻科(7种),同时含种数最多的属为衣藻属(7种)。张丙昌等对古尔班通古特沙漠中蓝藻的研究表明,该区蓝藻中含种数最多的颤藻科有44种,其次色球藻科有21种,含种数最多的颤藻属有21种^[12];从生物量上来看,绿藻远远低于蓝藻。在显微镜下直接观察藻类标本,视野中绝大多数为蓝藻,特别是丝状蓝藻占优势,整体上绿藻数量均较少。但在人工培养条件下,由于环境条件的改善,尤其是充足的水分,使得绿藻类能迅速生长,其生物量也有

很大的提高。可以看出,在古尔班通古特沙漠荒漠生境下,生物结皮藻类中以蓝藻门植物占优势,绿藻门植物次之,只作为伴生种存在。

绿藻在不同地貌部位的分布中,以背风坡绿藻种类最丰富,迎风坡和丘间低地次之,垓顶最少。垓顶水分条件最差,可能是造成种类最少的原因。在丘间低地水分条件较好,但随着地衣和苔藓植物数量的增多,它们和绿藻相互竞争,结果造成绿藻种类有所下降^[13]。在不同层次的分布中,绝大多数绿藻种类分布在结皮层,而在结皮层以下种类很少,仅有衣藻、突变衣藻和土生绿球藻等几种,说明充足的光照有利于绿藻的生存。土生绿球藻、小球藻和卵形衣藻适应能力较强,几乎在各种地貌部位和不同结皮层次中都有分布。

绿藻种类组成在生物结皮的不同发育阶段差异不大,常见的种类有 6~7 种,土生绿球藻、小球藻、衣藻和卵形衣藻是这几个发育阶段的共有种类,说明这几种绿藻具有较强的适应能力和竞争力,它们既是荒漠生物结皮中的先锋物种,同时又是生物结皮几个阶段的伴生种。但是,当藻类结皮演替到苔藓结皮阶段时,就未见诸如丝藻和微胞藻等丝状种类的出现。究其原因,可能是在苔藓植物逐渐成为生物结皮的优势类群时,丝藻和微胞藻在与苔藓植物相互竞争的过程中被淘汰。

至于古尔班通古特沙漠中的藻类结皮如何向藓类结皮演替,其过程是生物结皮研究中的另一个非常重要的问题,有待进一步深入探索。

附录:古尔班通古特沙漠绿藻门植物名录

(一) 衣藻科 *Chlamydomonadaceae*

1. 衣藻属 *Chlamydomonas* Ehr.

(1) 小球衣藻 *Chlamydomonas microsphaera* Pasch. et Jah. 04 - 1 - 4, 04 - 4 - 5, 04 - 4 - 9, 04 - 5 - 6, 04 - 7 - 9, 04 - 8 - 2, 04 - 8 - 3

(2) 星芒衣藻 *Chlamydomonas stellata* Dill. 04 - 2 - 8, 04 - 2 - 9, 04 - 4 - 4, 04 - 4 - 5, 04 - 6 - 3, 04 - 8 - 3, 04 - 8 - 6

(3) 卵形衣藻 *Chlamydomonas ovalis* Pasch. 04 - 2 - 7, 04 - 2 - 9, 04 - 4 - 1, 04 - 4 - 14, 04 - 5 - 6, 04 - 6 - 3, 04 - 6 - 4, 04 - 7 - 1, 04 - 7 - 3, 04 - 8 - 2, 04 - 8 - 5

(4) 突变衣藻 *Chlamydomonas mutabilis* Gerl. 04 - 2 - 7, 04 - 2 - 9, 04 - 4 - 1, 04 - 4 - 9, 04 - 6 - 8, 04 - 7 - 8, 04 - 7 - 12, 04 - 8 - 2

(5) 莱哈衣藻 *Chlamydomonas reinhardi* Dang. 04 - 2 - 9

(6) 布朗衣藻 *Chlamydomonas braunii* Gr. 04 - 4 - 2, 04 - 6 - 5

(7) 德巴衣藻 *Chlamydomonas debaryana* Gr. 04 - 2 - 4, 04 - 2 - 7, 04 - 4 - 13

(二) 小球藻科 *Chlorellaceae*

2. 小球藻属 *Chlorella* Beij

(8) 小球藻 *Chlorella vulgaris* Beij. 04 - 1 - 1, 04 - 1 - 2, 04 - 2 - 5, 04 - 2 - 11, 04 - 3 - 1, 04 - 3 - 7, 04 - 4 - 4, 04 - 4 - 14, 04 - 5 - 3, 04 - 6 - 4, 04 - 6 - 9, 04 - 7 - 8, 04 - 7 - 11, 04 - 8 - 2

3. 集球藻属 *Palmellococcus* Chod.

(9) 集球藻 *Palmellococcus minutus* (Kütz.) Chod. 04 - 2 - 8, 04 - 2 - 9, 04 - 3 - 8, 04 - 4 - 14, 04 - 6 - 1, 04 - 6 - 2, 04 - 8 - 2

4. 月牙藻属 *Selenastrum* Reinsch.

(10) 月牙藻 *Selenastrum* sp. 04 - gl - 8 - 2 - 上, 04 - gl - 19 - 3 - 上

(三) 绿球藻科 *Chlorococaceae*

5. 绿球藻属 *Chlorococcum* Fries

(11) 土生绿球藻 *Chlorococcum humicola* (Näg.) Rab. 04 - 1 - 1, 04 - 1 - 2, 04 - 2 - 3, 04 - 2 - 6, 04 - 2 - 7, 04 - 3 - 2, 04 - 3 - 4, 04 - 4 - 3, 04 - 4 - 7, 04 - 5 - 3, 04 - 5 - 5, 04 - 6 - 1, 04 - 6 - 2, 04 - 7 - 3, 04 - 7 - 12, 04 - 8 - 1, 04 - 8 - 6, 04 - 9 - 1, 04 - 9 - 3

(四) 小桩藻科 *Characiaceae*

6. 弓形藻属 *Schroederia* Lemm.

(12) 拟菱形弓形藻 *Schroederia nitzschoides* (West) Korsch. 04 - 4 - 11

(五) 群星藻科 *Sorastraceae*

7. 集星藻属 *Actinastrum* Lag.

(13) 集星藻 *Actinastrum hantzschii* Lag. 04 - 1 - 4

(六) 微胞藻科 *Microsporaceae*

8. 微胞藻属 *Microspora* Thuret.

(14) 厚壁微胞藻 *Microspora pachyderma* (Wille) Lag. 04 - 1 - 2, 04 - 4 - 3

(15) 方形微胞藻 *Microspora quadrata* Haz. 04 - 4 - 2, 04 - 4 - 15, 04 - 8 - 3

(七) 丝藻科 *Ulotrichaceae*

9. 丝藻属 *Ulothrix* Kütz.

(16) 细丝藻 *Ulothrix tenerrima* (Kütz.) Kütz. 04 - 2 - 7, 04 - 7 - 3, 04 - 7 - 10, 04 - 7 - 11, 04 - 7 - 12, 04 - 8 -

2

(17) 丝藻 *Ulothrix* sp. 04 - 1 - 3, 04 - 2 - 8, 04 - 4 - 8, 04 - 4 - 10, 04 - 4 - 11

10. 链丝藻属 *Hormidium* (Kütz.) Klebs

(18) 链丝藻 *Hormidium* sp. 04 - 4 - 1, 04 - 8 - 2, 04 - 8 - 5

(八) 栅藻科 *Scenedsmaceae*

11. 栅藻属 *Scenedesmus* Mey.

(19) 栅藻 *Scenedesmus* sp. 04 - 4 - 14

(20) 栅藻 *Scenedesmus* sp. 04 - gl - 5 - 1 - 上

(九) 鼓藻科 *Desmidiaceae*

12. 多棘鼓藻属 *Xanthidium* Ehr.

(21) 多棘鼓藻 *Xanthidium* sp. 04 - gl - 24 - 1 - 上

13. 鼓藻属 *Cosmarium* Cord.

(22) 鼓藻 *Cosmarium* sp. 04 - gl - 24 - 1 - 上

(十) 卵囊藻科 *Oocystaceae*

14. 纤维藻属 *Ankistrodesmus* Cord.

(23) 针形纤维藻 *Ankistrodesmus acicularis* (A. Br.) Korsch. 04 - gl - 19 - 1 - 上

(24) 镰形纤维藻 *Ankistrodesmus falcatus* (Cord.) Ralts. 04 - gl - 19 - 1 - 上

(25) 狭形纤维藻 *Ankistrodesmus angustus* Bern. 04 - gl - 19 - 1 - 上

(26) 纤维藻 *Ankistrodesmus* sp. 04 - gl - 19 - 1 - 上

参考文献 (References):

- [1] 胡春香, 张德禄, 刘永定. 干旱区微小生物结皮中藻类研究的新进展 [J]. 自然科学进展, 2003, 13(8): 791 - 795. [Hu Chunxiang, Zhang Delu, Liu Yongding. The newly progress of algae study of microbiotic crust in arid area [J]. Progress in Natural Science, 2003, 13(8): 791 - 795.]
- [2] Nash T H, White S, Marsh J E. Lichen and moss distribution and biomass in hot desert ecosystems [J]. Bryologist, 1979, 80: 470 - 479.
- [3] Belnap J, Harper K T, Warren S D. Surface disturbance of cryptobiotic soil crusts: nitrogenase activity, chlorophyll content and chlorophyll degradation [J]. Arid Soil Reserch and Rehabilitation, 1994, 8: 1 - 8.
- [4] 魏江春. 沙漠生物地毯工程——干旱沙漠治理的新途径 [J]. 干旱区研究, 2005, 22(3): 287 - 288. [Wei Jiangchun. The new approach to run arid desert-biological carpet project of desert [J]. Arid Zone Research, 2005, 22(3): 287 - 288.]
- [5] Shields L M, Durrel L W. Algae in relation to soil fertility [J]. The Botanica Review, 1964, 30(1): 92 - 128.
- [6] 中国科学院新疆综合考察队, 中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用 [M]. 北京: 科学出版社, 1978. [Integrated Study Team to Xinjiang Weger Autonomous Region, Academic Sinica. Vegetation in Xinjiang and It's Utilization [M]. Beijing: Science Press, 1978.]
- [7] 张元明, 潘惠霞, 潘伯荣. 古尔班通古特沙漠不同地貌地位生物结皮的选择性分布 [J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 61 - 64. [Zhang Yuanming, Pan Huixia, Pan Borong. Distribution characteristics of biological crust on sand dune surface in Gurbantunggut Desert [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(4): 61 - 64.]
- [8] 土壤微生物研究会. 土壤微生物实验法 [M]. 北京: 科学出版社, 1983. [Soil Microbiology Seminar. Experimentation of Soil Microbiology [M]. Beijing: Science Press, 1983.]
- [9] 胡春香, 刘永定, 宋立荣. 宁夏沙坡头地区藻类及其分布 [J]. 水生生物学报, 1999, 23(5): 443 - 448. [Hu Chunxiang, Liu Yongding, Song Lirong. Species composition and distribution of algae in Shapotou area, Ningxia Hui Autonomous Region [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1999, 23(5): 443 - 448.]
- [10] 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(1): 61 - 65. [Hu Chunxiang, Liu Yongding, Song Lirong, et al. Species composition and distribution of algae in semi-desert algal crusts [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11(1): 61 - 65.]
- [11] 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. [Hu Chunxiang, Zhang Bincai, Ma Hongying, et al. Species composition and community structure of terrestrial algae in the biological crusts of Lanzhou Northern Hill [J]. Journal of Northwest Normal University, 2003, 39(1): 59 - 63.]
- [12] 张丙昌, 张元明, 赵建成, 等. 准噶尔盆地古尔班通古特沙漠生物结皮蓝藻研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(5): 107 - 109. [Zhang Bingchang, Zhang Yuanming, Zhao Jiancheng, et al. Study on cyanobacteria of biological soil crusts in Gurbantunggut Desert, Zhungar Basin, Sinkiang [J]. Geography and Geo-Information Science, 2005, 21(5): 107 - 109.]
- [13] 胡春香, 刘永定, 黄泽波, 等. 荒漠藻壳的精细结构与发育 [J]. 水生生物学报, 2000, 24(1): 11 - 18. [Hu Chunxiang, Liu Yongding, Huang Zebo, et al. The fine structure and development of algae crusts in desert area [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2000, 24(1): 11 - 18.]

Study on Chlorophytes of Microbiotic Crusts in the Gurbantonggut Desert , Xinjiang

ZHAO Jian-cheng^{1*} , ZHANG Bing-chang¹ , ZHANG Yuan-ming²

(1 College of Life Science , Hebei Normal University , Shijiazhuang 050016 , China ;

2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography , Chinese Academy of Sciences , Urumqi 830011 , China)

Abstract: The Gurbantonggut Desert (44°11' ~ 46°20' N , 84°31' ~ 90°00' E) is located in the central area of the Junggar Basin in north Xinjiang , it is the largest fixed and semi-fixed desert in China , and its area is about 4.88×10^4 km². In the hinterland of the desert , dune-chains are dominant , and their area occupies about 80 % of the fixed and semi-fixed desert. Annual precipitation in the desert is about 150 mm and only 70 ~ 100 mm in the hinterland of the desert ; the annual temperature varies in a range of 6 ~ 10 °C , the extremely maximum temperature is over 40 °C , and the annual accumulated temperature ≥ 10 °C is as high as 3 000 ~ 5 000 °C ; the relative humidity varies in a range of 50 % ~ 60 % in average and below 45 % during the period from May to August. In this paper , chlorophytes collected from 253 microbiotic crust samples in the Gurbantonggut Desert are studied based on field investigation and microscopical observation in laboratory. The flora composition and ecological distribution of chlorophytes in the desert and the change of species composition of chlorophytes at different developing stages of microbiotic crusts are preliminarily analyzed. The results show that there are 26 species belonging to 14 genera and 10 families of chlorophytes , in which unicellular chlorophytes are dominant. There are some differences in distribution of chlorophytes at different dune positions. The taxa of chlorophytes at leeward of dunes are the most , and they reduce gradually at windward , inter-dune lowlands and top of dunes. Chlorophytes are mainly distributed within microbiotic crusts , and the taxa of chlorophytes decrease obviously under microbiotic crusts. The change of the species diversity of chlorophytes at the different developing stages of microbiotic crusts is not so significant , but there are some differences in species composition. *Chlorococcum humicola* , *Chlorella vulgaris* , *Chlamydomonas ovalis* and *Chlamydomonas* sp. exist nearly at all the developing stages of microbiotic crusts. At several earlier stages of microbiotic crusts there are coccal chlorophytes and filamentous ones. When moss crusts formed , filamentous chlorophytes , such as *Microspora* and *Ulothrix* , disappear.

Key words: the Gurbantonggut Desert ; Xinjiang ; microbiotic crust ; chlorophyte.