

毛乌素沙地油蒿群落生物结皮的分布特征

张军红

(重庆水利电力职业技术学院, 重庆 永川 402160)

摘要: 为研究毛乌素沙地油蒿群落中生物结皮分布状况, 根据放牧强度选取沙利(禁牧)、陶利(轻度放牧)和乌审召(正常放牧)3个试验点, 分别调查了油蒿群落中固定沙地和半固定沙地植被盖度、油蒿盖度、生物结皮盖度、凋落物盖度、生物结皮破碎度、生物结皮厚度等指标。结果表明, 毛乌素沙地油蒿群落中固定沙地生物结皮平均盖度为83.74%, 半固定沙地生物结皮平均盖度为23.54%; 油蒿群落中半固定沙地生物结皮绝大部分是处于初期发育阶段的藻结皮, 而固定沙地苔藓和地衣结皮所占比例接近总盖度的1/2; 半固定沙地大多数处于初期发育阶段的生物结皮受上层植被的影响更大; 轻度放牧干扰对油蒿群落固定沙地生物结皮盖度和厚度的影响均不显著, 而正常的放牧干扰会导致生物结皮盖度显著下降; 半固定沙地生物结皮对放牧干扰的影响更为敏感, 即使是轻微的放牧干扰, 也会产生与正常放牧干扰相当的效果。

关键词: 毛乌素沙地; 油蒿群落; 生物结皮; 放牧强度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)03-0227-05

中图分类号: S154.3

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.03.045

Distribution Characteristics of Biological Soil Crust for *Artemisia Ordosica* Community in Mu Us Sandy Land

ZHANG Jun-hong

(Chongqing Water Resources and Electric Engineering College, Yongchuan, Chongqing 402160, China)

Abstract: The three experimental sites of Shali(no grazing), Taoli(light grazing) and Wushenzhao(normal grazing) were selected according to grazing intensity to study the distribution characteristics of biological soil crust(BSC) for *Artemisia ordosica* community in Mu Us sandy land. The vegetation coverage, *Artemisia ordosica* coverage, BSC coverage, litter-fall coverage, fragmentation of BSC and its thickness in each experimental site were investigated for the fixed and semi-fixed sandy lands with *Artemisia ordosica* community. Results showed that the BSC coverage averaged 83.74% in fixed sandy land and 23.54% in semi-fixed sandy land. The BSC in semi-fixed sandy land was mostly the alga crust belonging to the initial developmental stage, while about half the BSC in the fixed sandy land was the mosses and lichen dominated crust. The coverage and thickness of BSC did not showed significant differences between grazing and light grazing in fixed sandy land, but normal grazing led to the significantly decreased coverage and thickness of BSC. The BSC in semi-fixed sandy land were more sensitive to distribution, even if a slight grazing disturbance would produce a considerable interference like normal grazing.

Keywords: Mu Us sandy land; *Artemisia ordosica* community; biological soil crust; grazing intensity

生物结皮是由土壤微生物、藻类、地衣、苔藓植物等与土壤共同作用形成的十分复杂的聚合体^[1]。生物结皮在干旱、半干旱地区分布广泛, 其生长状况常被作为生态系统稳定和退化生态系统恢复状况评价的重要指标之一^[2-3]。近年来, 国内外学者针对生物结皮开展了大量的研究工作, 主要研究内容包括生物结皮的发育对土壤理化性质的影响^[4-7], 参与形成生物结皮的生物类群及其分布特征^[8-9], 生物结皮对降

水再分配过程的影响^[10-12], 对土壤种子库及植被演替的影响^[13-15], 对风蚀和水蚀的影响等^[16-17]。

毛乌素沙地是我国北方重要的生态屏障, 同时也是荒漠化发生的重点区域之一。油蒿(*Artemisia ordosica*)群落是毛乌素沙地面积最大的群落类型^[18]。一些研究认为: 在毛乌素沙地随着油蒿群落盖度的增加, 生物结皮发育越来越好, 而发育较好的生物结皮对降水入渗的阻碍作用导致油蒿群落土壤水分恶化,

收稿日期: 2013-04-08

修回日期: 2013-07-03

资助项目: 国家自然科学基金项目“白刺叶片形态变化对水分利用的优化调控”(31200536)

作者简介: 张军红(1983—), 男(汉族), 河南省商丘市人, 博士, 讲师, 主要从事水土保持学教学和研究。E-mail: zhangjunhong2001@163.com。

从而引起油蒿群落的衰退^[19-20]。尽管上述论断尚缺少足够的证据,但是生物结皮在油蒿群落中的重要作用是不可否认的。目前关于毛乌素沙地油蒿群落中生物结皮的研究较少,且已有的研究主要是在小尺度上展开的^[21-22]。研究较大尺度上(群落中)生物结皮的盖度及不同类型生物结皮所占比例,对研究生物结皮在生态系统中的作用更为重要,因此深入研究毛乌素沙地油蒿群落中生物结皮的分布特征,对深入了解生物结皮的生态功能具有重要意义,对当地生态恢复和制定合理的农牧利用策略具有重要的参考价值。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

毛乌素沙地位于内蒙古、陕西和宁夏交界地区,面积约 $4.00 \times 10^4 \text{ km}^2$,该区位于中国北方农牧交错地带,属于温带半干旱大陆性季风气候,西北部以牧业用地为主,东南部一些草地被开垦为农田,畜牧业与农业并存^[18]。研究区位于毛乌素沙地中部,行政区域上隶属于内蒙古自治区鄂尔多斯市乌审旗。海拔约 1 200 m。年均降水量约 350 mm,7—9 月降水量约占年降水量的 65%,降水量年际变化大,多雨年为少雨年的 2~4 倍。年均蒸发量约 2 300 mm。土壤为风沙土,地表物质疏松,沙源物质丰富,风大且频,风沙活动强烈。

1.2 研究方法

2011 年 7—9 月,根据放牧情况在地处毛乌素沙地腹地的乌审旗选取 3 个试验点,分别位于沙利(禁牧)、乌审召(正常放牧)和陶利(位于乌审旗苗圃附近,处于生态移民区,偶尔还有放牧情况发生,放牧对草场的压力较正常放牧轻而又不及完全禁牧)。在以上 3 个试验点的油蒿群落中,分别在固定沙地和半固定沙地各设置 16 条 2 m×50 m 的样带,将每个样带分成 25 个 2 m×2 m 的小样方,每个试验点固定沙地和半固定沙地各有小样方 200 个,共设置 2 m×

2 m 的小样方 2 400 个。用样线法调查每个小样方内的总植被盖度、油蒿盖度、生物结皮盖度、油蒿植冠下生物结皮盖度、凋落物盖度,同时记录样方内生物结皮类型及其盖度比、生物结皮破碎度(生物结皮破碎度是指外力干扰造成的生物结皮破碎面积占样方内生物结皮总面积的比例,造成毛乌素沙地油蒿群落中生物结皮破碎的外力包括放牧干扰、土壤动物活动、风力作用下枝条对地表的扰动等)、生物结皮最大厚度和最小厚度,为减少试验误差,在每个小样方内各取 3 个点分别测量生物结皮的最大厚度与最小厚度,每个点重复测量 3 次。用 Excel 2003, SPSS 16.0 对相关数据进行处理、分析和制图。

2 结果分析

2.1 固定沙地油蒿群落中生物结皮分布特征

固定沙地油蒿群落平均植被盖度为 39.13%,沙利、乌审召和陶利 3 个试验点植被盖度无显著差异(表 1)。这 3 个试验点油蒿盖度分别为 37.80%, 36.57% 和 37.14%,不同样地之间无显著差异($p > 0.05$),固定沙地中油蒿盖度占总植被盖度的 94.96%。固定沙地生物结皮盖度以陶利最高为 88.98%,其次是沙利为 88.73%,乌审召最低为 68.53%,显著低于陶利和沙利;固定沙地生物结皮平均盖度为 83.74%。毛乌素沙地生物结皮主要由苔藓、地衣和藻结皮组成,各类结皮所占比例 S_m 的计算公式如下:

$$S_m = \frac{\sum S_i}{nS_t}$$

式中: S_m ——苔藓结皮所占比例(%); n ——调查的小样方数(个, $n=600$); S_t ——固定沙地生物结皮平均盖度(%); S_i ——单个小样方内苔藓结皮所占比例(%),可以计算出固定沙地苔藓结皮所占比例为 28%,地衣结皮和藻结皮所占比例分别为 21% 和 51%。

表 1 固定阶段油蒿群落植被盖度与生物结皮分布

采样点	总植被盖度/%	油蒿盖度/%	样地结皮总盖度/%	油蒿冠下结皮盖度/%	凋落物盖度/%	结皮破碎度/%	最大厚度/mm	最小厚度/mm
沙利	38.20±1.72a	37.80±1.73a	88.73±0.89a	94.50±0.42a	7.27±0.58a	2.22±0.13a	8.69±0.22a	1.68±0.06a
乌审召	40.95±1.03a	36.57±1.14a	68.53±1.44b	84.30±0.90b	3.33±0.26b	4.07±0.16b	8.44±0.19ab	1.53±0.05ab
陶利	39.90±1.45a	37.14±1.45a	88.98±0.47a	93.15±0.36a	5.28±0.37c	3.68±0.13c	7.75±0.19b	1.40±0.05b

注:同一列中字母不相同表示差异显著($p < 0.05$)。下同。

3 个试验点油蒿植冠下生物结皮盖度均显著大于群落中的盖度,其中沙利和陶利油蒿植冠下生物结皮盖度无显著差异,两者盖度均显著大于乌审召。凋落

物盖度以沙利最高为 7.27%,显著大于陶利和乌审召;乌审召凋落物盖度为 3.33%,不到沙利的 50%。3 个样地间生物结皮破碎度差异显著,由小到大依次为:

沙利(2.22%)<陶利(3.68%)<乌审召(4.07%)。生物结皮最大厚度和最小厚度均以沙利最高,分别为 8.69 和 1.68 mm,分别显著大于陶利的最大厚度和最小厚度,而乌审召生物结皮的最大厚度与最小厚度值均介于沙利和陶利之间,且与两者均无显著差异,说明放牧干扰对固定沙地油蒿群落中生物结皮的厚度并无显著影响。

2.2 半固定阶段油蒿群落中生物结皮分布特征

半固定沙地油蒿群落植被盖度沙利最高,为 18.75%,显著大于乌审召(13.20%)和陶利(13.23%),后两者植被盖度无显著差异(表 2)。3 个样地植被平均盖度为 14.17%。沙利、乌审召和陶利 3 个试验点半固定沙地蒿盖度分别为:18.28%, 12.73%和 12.95%,

乌审召和陶利间油蒿盖度无显著差异($p>0.05$),二者均显著低于沙利,半固定沙地中油蒿盖度占总植被盖度的 96.92%。生物结皮盖度以沙利最高,为 39.21%,显著大于乌审召(16.34%)和陶利(15.45%),后两者之间生物结皮盖度差异不显著;油蒿群落中半固定沙地生物结皮平均盖度为 23.54%。与固定沙地相同,3 个试验点半固定沙地油蒿植冠下生物结皮盖度均显著大于群落中的盖度,乌审召和陶利油蒿植冠下生物结皮盖度无显著差异,两者盖度均显著小于沙利。

根据公式(1)可以计算出半固定沙地苔藓结皮、地衣结皮和藻类结皮所占比重分别为:6.3%, 2.5%和 91.2%。

表 2 半固定阶段油蒿群落植被盖度与生物结皮分布

采样点	植被总盖度/%	油蒿盖度/%	样地结皮总盖度/%	油蒿冠下结皮盖度/%	凋落物盖度/%	结皮破碎度/%	最大厚度/mm	最小厚度/mm
沙利	18.75±1.62a	18.28±1.59a	39.21±3.00a	57.36±3.95a	2.26±0.29a	1.24±0.10a	3.25±0.22a	0.97±0.06a
乌审召	13.20±1.11b	12.73±1.10b	16.34±1.97b	33.15±3.19b	0.75±0.17b	2.69±0.10b	1.44±0.14b	0.53±0.04b
陶利	13.23±1.04b	12.95±1.04b	15.45±1.87b	30.77±3.08b	0.61±0.13b	2.55±0.07b	1.35±0.013b	0.51±0.05b

凋落物盖度沙利最高为 2.26%,显著大于陶利(0.61%)和乌审召(0.75%),陶利和乌审召凋落物盖度无显著差异。沙利的生物结皮破碎度为 1.24%,显著小于乌审召(2.69%)和陶利(2.55%),后两者之间生物结皮破碎度无显著差异。与固定沙地相同,生物结皮的最大厚度和最小厚度均以沙利最高,分别为 3.25 和 0.97 mm,分别显著大于陶利和乌审召的最大厚度和最小厚度。与固定沙地不同,半固定沙地总植被盖度、油蒿盖度、结皮盖度、油蒿植冠下结皮盖度、凋落物盖度、结皮破碎度、结皮最大厚度和最小厚

度 8 个指标均表现为乌审召和陶利间无显著差异,二者与沙利间均存在显著差异,沙利除生物结皮破碎度显著小于乌审召和陶利外,其他 7 个指标均表现为沙利显著大于乌审召和陶利,说明在半固定沙地,生物结皮对放牧干扰的响应更为敏感,即使是轻微的放牧干扰,也会产生与正常放牧干扰相当的效果。

油蒿群落固定沙地中凋落物盖度与总植被盖度间存在显著线性相关($R=0.618$)。半固定沙地中凋落物盖度与总植被盖度间线性相关系数为 0.684,略高于固定沙地。(图 1)

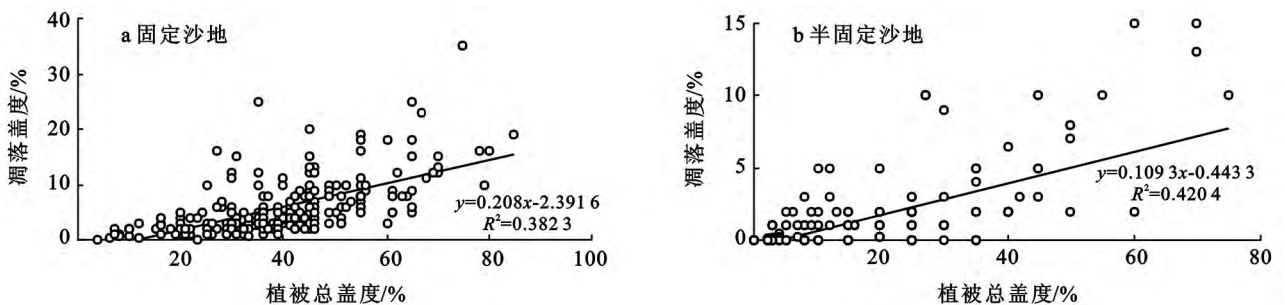


图 1 油蒿群落中生物结皮盖度与上层植被的关系

注:分图 a 为固定沙地生物结皮与上层植被的关系;分图 b 为半固定沙地生物结皮与上层植被的关系。

3 结论

(1) 毛乌素沙地油蒿群落中半固定沙地生物结皮盖度为 23.54%,显著低于固定沙地的 83.74%,且

藻结皮占结皮分布面积的 91.2%,显著大于苔藓结皮和地衣结皮的分布面积,说明油蒿群落半固定沙地生物结皮绝大部分处于发育的初级阶段。固定沙地苔藓和地衣结皮所占比例分别达到 28%和 21%,两者

之和接近结皮总面积的 50%，显著高于半固定沙地，且随着油蒿沙地固定年限的增加，群落中苔藓和地衣结皮所占比重可能会进一步增加。在半固定沙地，绝大多数处于发育初期的生物结皮受上层植被的影响更大，与张克斌等^[23-24]的研究结论一致。

(2) 油蒿群落固定沙地 3 个试验点之间总植被盖度和油蒿盖度均无显著差异；正常放牧的乌审召生物结皮盖度显著小于禁牧的沙利和轻度放牧的陶利，而沙利和陶利的生物结皮盖度无显著差异，说明轻微的放牧干扰对固定沙地生物结皮盖度影响不显著，而正常放牧干扰会导致固定沙地生物结皮盖度显著下降。固定沙地生物结皮破碎度随放牧强度的增加显著增大，而凋落物盖度随放牧强度的增加而显著降低。油蒿群落中生物结皮破碎度随放牧强度的增加而递增主要是由牛、羊等牲畜的践踏引起的，而凋落物的递减则可能是由于牲畜对上层植被的啃食，导致放牧区植被地上生物量减少，从而导致其所产生的凋落物也随之减少，其相关机理有待于进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] Eldridge D J, Greene R S B. Microbiotic soil crusts: A view of their roles in soil and ecological processes in the rangelands of Australia[J]. *Australian Journal of Soil Research*, 1994, 32(3): 389-415.
- [2] 李新荣, 张元明, 赵允格. 生物土壤结皮研究: 进展、前沿与展望[J]. *地球科学进展*, 2009, 24(1): 11-24.
- [3] Maik V. Importance of biological soil crusts for rehabilitation of degraded arid and semi-arid ecosystems[J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2005, 3(4): 42-47.
- [4] Guo Yirui, Zhao Halin, Zuo Xiaolan, et al. Biological soil crust development and its topsoil properties in the process of dune stabilization, Inner Mongolia, China[J]. *Environmental Geology*, 2008, 54(3): 653-662.
- [5] Zhao Halin, Guo Yirui, Zhou Ruilian, et al. The effects of plantation development on biological soil crust and topsoil properties in a desert in Northern China [J]. *Geoderma*, 2011, 160(3/4): 367-372.
- [6] Belnap J. Nitrogen fixation in biological soil crusts from southeast Utah, USA[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2002, 35(2): 128-135.
- [7] 郭轶瑞, 赵哈林, 赵学勇, 等. 科尔沁沙地结皮发育对土壤理化性质影响的研究[J]. *水土保持学报*, 2007, 21(1): 135-139.
- [8] Bhatnagar A, Makandar M B, Garg M K, et al. Community structure and diversity of cyan bacteria and green algae in the soils of Thar Desert(India)[J]. *Journal of Arid Environments*, 2008, 72(2): 73-83.
- [9] 吴楠, 潘伯荣, 张元明, 等. 古尔班通古特沙漠生物结皮中土壤微生物垂直分布特征[J]. *应用与环境生物学报*, 2005, 11(3): 349-353.
- [10] 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.
- [11] Ram A, Aaron Y. Negative and positive effects of topsoil biological crusts on water availability along a rainfall gradient in a sandy arid area[J]. *Catena*, 2007, 70(3): 437-442.
- [12] Nenne M, Rayburg S. A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates; The impact of surface covers[J]. *Geomorphology*, 2007, 87(4): 378-390.
- [13] Escudero A, Martinez I, Cruz A, et al. Soil lichens have species-specific effects on the seedling emergence of three gypsophile plant species[J]. *Journal of Arid Environments*, 2007, 70(1): 18-28.
- [14] 苏延桂, 李新荣, 张景光, 等. 生物土壤结皮对土壤种子库的影响[J]. *中国沙漠*, 2006, 26(6): 997-1001.
- [15] 苏延桂, 李新荣, 贾荣亮, 等. 腾格里沙漠东南缘苔藓结皮对荒漠土壤种子库的影响[J]. *应用生态学报*, 2007, 18(3): 504-508.
- [16] Zhang Zhengcai, Dong Zhibao, Zhao Aiguo. The effect of restored microbiotic crusts on erosion of soil from a desert area in China[J]. *Journal of Arid Environments*, 2008, 72(5): 710-721.
- [17] 张正偲, 赵爱国, 董治宝, 等. 藻类结皮自然恢复后抗风蚀特性研究[J]. *中国沙漠*, 2007, 27(4): 558-562.
- [18] 陈昌笃. 走向宏观生态学: 陈昌笃论文集[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [19] 郭柯. 毛乌素沙地油蒿群落的循环演替[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(2): 243-247.
- [20] 张军, 黄永梅, 焦会景, 等. 毛乌素沙地油蒿群落演替的生理生态学机制[J]. *中国沙漠*, 2007, 27(6): 977-983.
- [21] 张军红, 吴波, 贾子毅, 等. 毛乌素沙地油蒿植冠下生物结皮分布特征及其影响因素研究[J]. *林业科学研究*, 2010, 23(6): 866-871.
- [22] 张军红, 吴波, 雷雅凯, 等. 毛乌素沙地油蒿植株形态与结构特征分析[J]. *西南林业大学学报*, 2011, 31(5): 6-9.
- [23] 张克斌, 卢晓杰, 李瑞. 北方农牧交错带沙地生物结皮研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2008, 22(4): 147-151.
- [24] 卢晓杰, 张克斌, 李瑞. 北方农牧交错带生物结皮的主要影响因子探讨[J]. *水土保持研究*, 2007, 14(6): 1-4.