

鄂尔多斯荒漠草原不同退化演替序列植物群落组成及多样性研究

张丹¹, 郭月峰¹, 祁伟², 诺尔金³

(1.内蒙古农业大学沙漠治理学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2.内蒙古自治区水利事业发展中心, 内蒙古 呼和浩特 010020; 3.鄂尔多斯市林业和草原调查勘验中心, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

【摘要】目的: 以内蒙古鄂托克旗不同退化梯度草原为研究对象, 对不同退化演替序列植物群落组成及植物多样性进行研究, 调查不同退化演替阶段植物群落数量特征、组成结构以及多样性并对其进行分析。**方法:** 通过对不同退化演替程度下物种类型、数量、重要值分析、不同退化演替程度下草地 α 多样性变化, β 多样性变化分析。**结果:** (1) 物种数随退化梯度整体呈现减少的趋势, 重要值所在物种也呈现出先分散再集中的趋势, 整体群落组成结构趋向于简单化发展。(2) α 多样性指数沿退化梯度呈现逐级降低的变化趋势, 轻度退化区的 Patrick 指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数及 Pielou 均匀度指数在四个退化梯度当中最大; 极度退化区 α 多样性指数值达到最低。(3) 轻度退化区—中度退化区、轻度退化区—重度退化区、轻度退化区—极度退化区三者的 Sørensen 指数呈明显下降趋势呈现大幅度下降趋势; Codyn 指数变化趋势则相反, 呈明显上升趋势。

关键词: 荒漠草原; 退化演替; 植物群落组成; 多样性

荒漠草原属亚洲中部草原向荒漠区过渡的陆地生态系统, 是内蒙古草原的重要组成部分^[1]。长期的不合理利用使生态系统受到破坏, 其生产力和生态屏障功能明显下降^[2]。而植物群落组成及多样性能反映出草地生态系统对人类活动干扰和气候变化波动的响应, 因此对植物群落组成和多样性的研究成为草地生态系统的核心内容之一^[3]。

康萨如拉^[4]对锡林河流域四个不同退化演替阶段的羊草 (*Lymus chinensis*) 草原分析发现, 物种多样性的变化规律、功能均匀度跟随荒漠化演替增加而增加, 功能丰富度呈现减少的趋势。刘钟龄, 王伟^[5]等的研究表明小针茅 (*Stipa glareosa*) 草原以及短花针茅 (*Stipa breviflora*) 草原是荒漠草原的主要类型, 有关草原植被群落的结构和外部特征一般是优势种及组成类别为特征, 由此得到优势种的更迭能够作为标志来指示植被群落不同的演替阶段。除生物量、水热状况、土壤养分、地形及人类活动等因子都明显影响着植物群落物种多样性^[6]。

本研究以内蒙古鄂托克旗荒漠草原为研究对象对不同退化演替序列植物群落组成及其生物多样性进行研究, 探讨植物群落物种、功能群对演替的响应与适应过程, 为进一步完善草原群落演替理论提供科学依据, 为合理地恢复退化草地提供科学的理论指导。

1 材料与方法

资助项目: 鄂尔多斯重点研发项目 (2021EEDSCXQDFZ011)

作者简介: 张丹 (1999-), 女, 汉族, 内蒙古自治区呼和浩特市人, 硕士研究生, 研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail: 2353468405@qq.com

通讯作者: 诺尔金 (1981-) 女, 蒙古族, 内蒙古自治区鄂尔多斯市人, 高级工程师, 研究方向林草生态修复, 鄂尔多斯市林业和草原调查勘验中心。E-mail: guoyuefeng0525@126.com

1.1 研究区概况

研究区位于鄂托克旗乌兰镇境内。乌兰镇地理坐标为东经 107°56′~108°54′,北纬 38°63′~39°46′之间。土壤质地为砂质壤土,土壤抗冲性和抗蚀性较差,易发生土壤侵蚀。植被以旱生、中旱生植物为主。乌兰镇北部等地区有超旱生的小灌木和多种牧草生长。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置

试验于 2022 年 7 月在内蒙古鄂托克旗脑高岱嘎查集体草场内开展,经现场调查,草场是一个以饮水点为中心,距中心点距离越远,退化程度依次递减的,向四周成辐射状的空间变换格局。在试验地里设置 5 条以饮水点为中心的辐射状调查样带(6km)。每条样带按退化程度依次设置 36 个 1m² 的样方、12 个组(3 个样方为一组),按距离饮水点最远为 W₁ 组,最近为 W₁₂ 组,围栏区为对照组第 13 组。根据李博^[7]提出的草原退化分级理论和相关专家多年经验,通过指示植物鉴别并划分实验样地的退化梯度,综上所述将样地编号为轻度退化(Light degraded) W₁、W₂、W₃,中度退化(Moderate degraded) W₄、W₅、W₆,重度退化(Severely degraded) W₇、W₈、W₉,极度退化(Extreme degraded) W₁₀、W₁₁、W₁₂,对照区(C K) W₁₃。

1.2.2 植被调查方法与测定

采用样方法在上述各样地内分别随机选择样方(1m×1m)进行植物群落调查。内容包括样方内各类植物的物种数量、高度、频度、密度及盖度;物种丰富度和株丛密度采用计数法测定。草本齐地面剪取茎叶,然后分种计数并装袋,在样地自然风干称重。

1.3 数据处理

1.3.1 重要值计算

重要值用来表示物种在群落中的地位及作用,综合性较强。

重要值(IV)采用宋永昌^[8]提出的方法进行计算:

重要值(IV)=(相对密度+相对频度+相对优势度)/3;

相对密度=某个种的株数/所有种的株数×100%;

相对盖度=某个种的盖度/所有种的盖度×100%;

相对频度=某个种出现次数/所有种出现总次数×100%。

1.3.2 α 多样性指数

选取 Patrick 指数(物种丰富度指数),Shannon-Wiener 多样性指数,Simpson 生态优势度指数,和 Pielou 均匀度指数作为 α 多样性指数的测度^[9]

式中, H' 为多样性指数; n 为物种数。

Shannon-Wiener 多样性指数(H')

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

Simpson 生态优势度指数(λ)

$$\lambda = 1 - \sum P_i^2 \quad (2)$$

Pielou 均匀度指数(E)

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

S 为样方物种数量, P_i 为第 i 个物种的相对重要值。

1.3.3 β 多样性指数

β 多样性^[10]:

Sørensen 指数:

$$SI = \frac{2c}{a+b} \tag{4}$$

Cody 指数:

$$\beta_c = \frac{g(H)+l(H)}{2} = \frac{a+b-2c}{2} \tag{5}$$

式中,a 和 b 分别为两样方的物种数,c 为两样方的共有物种数; Sørensen 指数反映群落或样方间物种组成的相似性; Cody 指数反映物种沿梯度的替代速率。

2 结果与分析

2.1 不同退化演替序列下植物群落分析

本次调查鉴定出草本物种 9 科 15 属 20 种,其中对照区 13 种, LD13 种, MD15 种,SD13 种, ED10 种。双子叶植物在整个样地区具有极高的占比,占全部的 77.78%,单子叶植物占比 22.22%。单子叶植物包含禾本科、石蒜科,此次在样地采集的植物种当中禾本科植物有短花针茅 (*Stipa krylovii*)、画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、小画眉草 (*Eragrostis minor*)、狗尾草 (*Setaria viridis*),石蒜科植物有细叶韭 (*Allium tenuissimum*)、蒙古韭 (*Allium mongolicum*),占全部植物总数的 30.00%。双子叶植物包含苋科、菊科、葡萄科、蒺藜科、豆科、车前科、白刺科,苋科植物有驼绒藜、刺藜 (*Teloxys aristata*)、猪毛菜 (*Kalicollinum*)、灰绿藜 (*Chenopodium glaucum*)、碱蓬 (*Suaeda glauca*),菊科有猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*)、冷蒿,葡萄科植物有地锦 (*Parthenocissus tricuspidata*),车前科有车前 (*Plantago asiatica*)、小车前 (*Plantago minima*),蒺藜科有蒺藜 (*Tribulus terrestris*),豆科有牛枝子、白刺科有骆驼蓬 (*Peganum harmala*),占全部植物总数的 70.00%。详见表 1:

表 1 荒漠草原不同退化演替序列下样地植物群落各科、属、种占比表

草本植物群落		科数	占总科数的百分比	属数	占总属数的百分比	种数	占总种数的百分比
裸子植物门		0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
种子植物	双子叶植物纲	7	77.78%	11	73.33%	14	70.00%
	被子植物门	2	22.22%	4	26.67%	6	30.00%
总计		9	100.00%	16	100.00%	22	100.00%

2.2 不同退化演替序列下植物重要值分析

计算各退化梯度对应样地植物种的重要值 (表 2) 作出以下分析:

对照区:短花针茅的重要值为 20.7%,是对照区的最大值,其次是小车前、画眉草和蒙古韭,其重要值分别为 19%, 15 %, 11%。其余植物种的重要值均在 10%以下。

轻度退化区:画眉草的重要值为 47%,占轻度退化区的最大值,其次是小车前、短花针茅和骆驼蓬,其重

要值分别为 25%, 18%, 12%。

中度退化区: 已经提到的短花针茅以及小车前、小画眉草、冷蒿的重要值均在 20%以上,其中冷蒿的重要值最高,为 28%。地锦、骆驼蓬、画眉草三种重要值均处于较高水平,分别为 10%、12%、14%。其余植被重要值均小于 5%。

重度退化区: 骆驼蓬的重要值最高,为 42%,其次是短花针茅、小画眉草、蒙古韭、冷蒿。极度退化区: 地锦的重要值最高,为 40%,其次是小画眉草、车前、短花针茅、冷蒿。这五种植物的的重要值占重度退化区的 85.79%。

表 2 荒漠草原不同退化演替序列下群落种主要类型重要值(均值)

序号	植物名称	拉丁学名	对照	轻度	中度	重度	极度
1	短花针茅	<i>Stipa krylovii</i>	20.7	0.1	0.24	0.39	0.24
2	驼绒藜	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	0.02	0.04	0.01	0.03	0.00
3	地锦	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	0.6	0.05	0.10	0.08	0.40
4	骆驼蓬	<i>Peganum harmala</i>	0.09	0.12	0.12	0.42	0.08
5	猪毛菜	<i>Kali collinum</i>	0	0.01	0.03	0.00	0.01
6	画眉草	<i>Eragrostis pilosa</i>	0.15	0.47	0.14	0.04	0.02
7	小车前	<i>Plantago minuta</i>	0.19	0.2	0.25	0.05	0.00
8	猪毛蒿	<i>Artemisia scoparia</i>	0.05	0.07	0.04	0.01	0.01
9	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i>	0	0.02	0.00	0.00	0.00
10	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	0	0.07	0.00	0.00	0.00
11	蒺藜	<i>Tribulus terrestris</i>	0.01	0.0	0.02	0.06	0.04
12	刺藜	<i>Teloxys aristata</i>	0	0.02	0.00	0.00	0.00
13	艾	<i>Artemisia argyi</i>	0	0.02	0.00	0.00	0.00
14	牛枝子	<i>Lespedeza potaninii</i>	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
15	细叶韭	<i>Allium tenuissimum</i>	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00
16	碱蓬	<i>Suaeda glauca</i>	0	0.00	0.03	0.00	0.00
17	小画眉草	<i>Eragrostis minor</i>	0.1	0.0	0.20	0.23	0.37
18	蒙古韭	<i>Allium mongolicum</i>	0.11	0.00	0.03	0.11	0.05
19	车前	<i>Plantago asiatica</i>	0	0.00	0.03	0.00	0.24
20	冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>	0.1	0.00	0.28	0.10	0.12

2.3 不同退化演替序列下草地 α 多样性指数变化

将每一退化梯度的三块样方数据进行处理,统计三块样方累计出现的物种数取平均值作为该退化梯度的 Patrick 指数,利用公式(1)、(2)、(3)分别计算对应梯度的 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数和 Pielou 均匀度指数,最后取平均值列出下表。

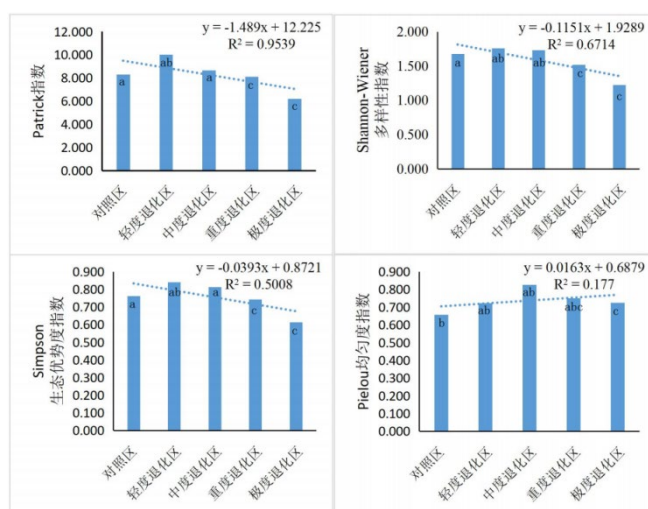


图 1 不同退化演替序列下群落 Patrick 指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数、Pielou 均匀度指数变化

注：不同小写字母表示不同退化序列下差异显著 ($P < 0.05$)

表 3 不同退化演替序列下草地群落 α 多样性变化 (均值)

退化草地类型	Patrick 指数	Shannon-Wiener 多样性指数	Simpson 生态优势度指数	Pielou 均匀度指数
对照区	8.32 ± 0.542a	1.678 ± 0.432a	0.761 ± 0.023a	0.657 ± 0.632b
轻度退化区	10 ± 0.816ab	1.762 ± 0.101ab	0.841 ± 0.012ab	0.724 ± 0.023ab
中度退化区	8.67 ± 1.700a	1.734 ± 0.164ab	0.813 ± 0.102a	0.827 ± 0.009ab
重度退化区	8.12 ± 0.943c	1.521 ± 0.180c	0.742 ± 0.041c	0.751 ± 0.045abc
极度退化区	6.22 ± 0.816c	1.223 ± 0.054c	0.614 ± 0.022c	0.725 ± 0.023c

注：不同小写字母表示不同退化序列下差异显著 ($P < 0.05$)

对四种指数进行单因素方差分析,随着退化程度的加大,多样性变化较大,指数差异显著 ($P < 0.05$)。如图 1,在 Patrick 指数中,SD 和 ED 的物种数为 8.12、6.22,与前三组差异显著 ($P < 0.05$)。SD、ED 的 Shannon-Wiener 多样性指数分别为 1.521、1.233,与 CK、LD、MD 差异显著 ($P < 0.05$)。

Simpson 生态优势度指数沿退化梯度也呈现逐级递减的趋势,CK、LD-ED 退化区指数变化的趋势为 0.761、0.841、0.813、0.742、0.641。其中,CK、LLD、MD 与 SD、ED 之间均存在显著性差异 ($P < 0.05$)。随着退化程度加深,Pielou 均匀度指数也随之降低。CK、LD-ED 的 Pielou 均匀度指数分别为:0.657、0.724、0.827、0.751、0.725。其中,CK、LD、MD 与 SD、ED 之间均存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.4 不同退化演替序列下草地 β 多样性变化分析

S_{orensen} 指数总体上呈现随退化先下降再上升后缓慢下降的趋势,如图 2,其中 LD 与 MD 的 S_{orensen} 指数达到最大值 0.309,说明二者的群落组成相似度较高,而 LD-ED 的 S_{orensen} 指数达到最小值 0.196,即二者群落组成相似度较低。MD-SD、MD-ED 的 S_{orensen} 指数相近都在 0.25 左右,表明 MD-SD 及 MD-ED 的群落组成及结构的相似程度均处较低,MD-ED 的 S_{orensen} 指数则达到了三者当中的最小值 0.218。LD-MD、LD-SD、LD-ED 的 Cody 指数变化趋势可发现,随着退化程度的下降幅度增大,群落的演替速率在增加。

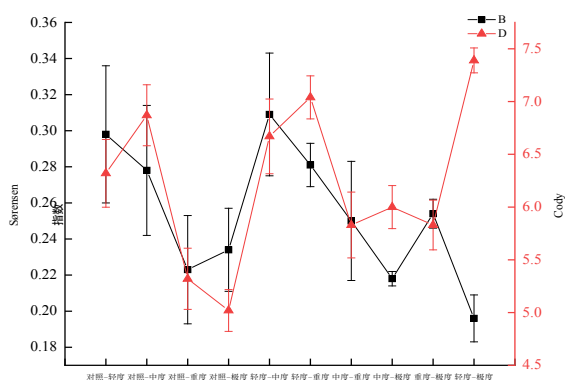


图2 不同退化演替序列下 Sørensen 指数与 Cody 指数

3 讨论与结论

3.1 讨论

研究发现随着退化程度增加,草地群落结构变化明显,物种数减少,优势种趋向于耐旱能力较强的植物,群落组成结构趋向于简单化发展。这与安宝林^[11]对短花针茅草原进行了退化演替的研究结果基本一致。随退化程度加重,重要值所在物种均呈现先增加,后减少的趋势,并且轻度、中度退化区的重要值最优,这符合中度干扰理论。中度退化草地牧草群落基本呈现全部聚集分布的趋势,同时短花针茅也具有较高的聚集强度这与陈巍^[12]的研究结果一致。

通过比较四种退化梯度当中各物种数量的差异,可看出像短花针茅、画眉草等适口性较好的禾本科植物比例随退化梯度逐步降低,而适口性相对差一些的菊科植物如冷蒿在群落中的比例逐渐增加,这与汪季^[13]的研究结果基本一致。随着退化程度加重,物种丰富度、均匀度及多样性指数均趋向于减小的趋势,这与陈涛^[14]研究结果一致。

3.2 结论

(1) 物种数随退化梯度整体呈现减少的趋势,重要值所在物种也呈现出先分散再集中的趋势,整体群落组成结构趋向于简单化发展。

(2) α 多样性指数沿退化梯度呈现逐级降低的变化趋势,轻度退化区的 Patrick 指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数及 Pielou 均匀度指数在四个退化梯度当中最大; 极度退化区数 α 多样性指数值达到最低。

(3) 轻度退化区—中度退化区、轻度退化区—重度退化区、轻度退化区—极度退化区三者的 Sørensen 指数呈明显下降趋势呈现大幅度下降趋势; Cody 指数变化趋势则相反,呈明显上升趋势。

参 考 文 献

1. 卫智军, 韩国栋, 赵钢, 等. 中国荒漠草原生态系统研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013, 30-32.
2. 魏乐, 宋乃平, 方楷. 放牧对荒漠草原群落多样性的影响[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2011, 39(4): 87-91.
3. 安渊, 李博, 扬持, 等. 内蒙古大针茅草原草地生产力及其可持续利用研究 I. 放牧系统植物地上现存量动态研究

- [J]. 草业学报, 2001, 10(2):22-27.
4. 康萨如拉. 羊草草原退化演替过程中的群落构建与稳定性研究[D]. 内蒙古大学, 2016.
 5. 刘钟龄, 王炜等. 内蒙古草原退化与恢复演替机理的探讨[J]. 干旱区资源与环境, 2002(01):84-91.
 6. 李永宏. 放牧影响下羊草草原和大针茅草原植物多样性的变化[J]. 植物学报, 1993, 35(11):877-884.
 7. 李博. 中国北方草地退化及其防治对策[J]. 中国农业科学, 1997, 30(6):1-9.
 8. 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海:华东师范大学出版社 2001
 9. Pielou E C. An introductory to plant population ecology[M]. New York:Wiley Interscience, 1969.
 10. Magurran A E. Ecological Diversity and Its Measurement. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
 11. 安宝林. 草原退化及其治理的战略措施[J]. 中国草原, 1986(03):56-59.
 12. 陈巍. 呼伦贝尔草原退化及沙化序列的植物空间分布格局[D]. 北京林业大学, 2010.
 13. 汪季, 周心澄, 丁国栋等. 草原荒漠化评价的植物指标研究[C]//中国治沙暨沙业学会. 中国治沙暨沙业研究——庆贺中国治沙暨沙业学会成立 10 周年 (1993-2003) 学术论文集. 石油工业出版社, 2003:6.
 14. 陈涛. 呼伦贝尔退化羊草草原物种多样性及土壤理化性质的研究[D]. 甘肃农业大学, 2008.