

高寒嵩草草甸退化生态系统植物群落 结构特征及物种多样性分析

王文颖¹, 王启基²

(1. 青海师范大学, 西宁 810008; 2 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要: 以高寒嵩草草甸退化生态系统植物群落样地资料为基础, 研究了不同退化演替阶段植物群落的结构及物种多样性特征, 分析了植物群落物种多样性与不同退化演替阶段的关系。研究结果表明: 超载过牧、鼠虫危害、人为干扰以及全球气候变化等因素是青藏高原高寒草甸草地严重退化的主要原因, 从 11 个不同演替阶段植物群落样地数据的 PCA 排序结果可归为 4 个类型, 按群落阶段依次为原生植被(IV)、轻度退化(III)、重度退化(II)和极度退化(I)。群落物种丰富度指数依次为 $IV > III > II > I$; 物种多样性指数(H' 和 N_2)同丰富度指数有相同的变化趋势, 即原生植被的物种多样性指数明显高于不同退化程度的群落类型; 高寒嵩草草甸生态系统的退化, 不仅使群落物种组成发生巨大变化, 而且导致物种多样性发生改变, 它随着干扰和退化程度的加剧而降低; 江河源区的植被保护不仅为草地畜牧业可持续发展提供物质基础, 而且还具有涵养水源、控制水土流失的作用, 对长江、黄河中下游地区的经济发展和生态环境保护具有重要的意义。因此, 加强和保护江河源区的生态环境势在必行, 有必要借鉴国内外的先进技术和管理经验, 进行长期的生态工程建设。

关键词: 退化生态系统; 群落结构特征; 物种多样性

中图分类号: Q 948 158; S812 8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2001)03-0008-07

青藏高原是我国主要畜牧业基地, 天然草地约 1.5 亿 hm^2 , 约占我国草地面积的 1/3。其中, 高寒草甸草地面积约有 0.7 亿 hm^2 , 约占青藏高原草地面积的 49%。草地资源丰富, 草质柔软, 营养丰富, 具有高蛋白、高脂肪、高碳水化合物以及纤维素含量低, 热值含量高等特点^[2, 3], 是发展高原草地畜牧业的物质基础。但是, 由于长期忽视了对草地资源的科学管理, 粗放经营, 超载过牧, 以及对草地资源不合理的开发利用, 使人类生存最关键的生物多样性受到严重威胁, 濒危动植物名录不断增加, 许多珍稀动植物不断消失, 草地植物群落结构发生变化, 优良牧草丧失竞争和更新能力而逐渐减少, 同时毒杂草比例增加, 整个草场植被组成以家畜不喜食或有毒、有害的杂类草为优势。尤其在牧草枯黄季节, 经家畜践踏和风吹使草场植被全无, 进一步加速了土壤养分和水分的损失, 从而加速了生物多样性的丧失速率。大面积草地退化和生态环境破坏, 不仅威胁着高原草地畜牧业的可持续发展和人类的生存环境, 而且对长江和黄河中下游地区的经济发展提出挑战。这种发展趋势引起了国内外专家、学者和政府有关部门的密切关注^[4, 5]。

有关青藏高原高寒草甸退化生态系统植物群落结构特征及多样性研究的报道较少, 本研

· 收稿日期: 2000-03-17

基金项目: 该项研究由国家和中科院重大项目资助(K2951-A 1-204-04, K2951-06), 青海省“九五”科技攻关项目(96-N-112)资助。

作者简介: 王文颖(1973-), 女, 青海湟源人, 讲师, 硕士。

究旨在通过高寒草甸退化生态系统植物群落特征及变化规律的研究, 为高寒草甸生态系统保护及其退化生态系统的恢复与重建提供科学依据。

1 研究地区自然概况

青藏高原地处北纬 $26^{\circ}30' \sim 39^{\circ}19'$, 东经 $78^{\circ}25' \sim 103^{\circ}04'$, 东西相距约 3 000 km, 南北最宽处约 1 600 km, 平均海拔在 4 000 m 以上, 是全球海拔最高、生态环境独特的地理单元, 素有“世界屋脊”之称, 也是对全球变化反应最敏感的地区。

由于青藏高原独特的地理位置和生态环境的影响, 太阳直接辐射的时空分布有别与我国同纬度内陆平原, 直接辐射年总量在 $3\,000 \sim 6\,000 \text{ MJ/m}^2$ 之间, 高原主体年日照时数在 $2\,500 \sim 3\,600 \text{ h}$, 一年无四季之分, 仅有冷季和暖季之别, 气温随海拔升高和纬度增加而降低, 年平均气温在 $0 \sim -5.9^{\circ}\text{C}$ 之间, 全区降水量由西北(300 mm 以下)向东渐(500 mm 以上)递增, 且降水主要集中在夏半年, 雨季和干季分明。植被类型丰富多样, 其中以高寒嵩草草甸类型占优势, 主要优势种有小嵩草(*Kobresia pygmaea*)、矮嵩草(*K. humilis*)、线叶嵩草(*K. capillifolia*)、藏嵩草(*K. tibetica*)等, 主要伴生种有异针茅(*Stipa aliena*)、羊茅(*Festuca ovina*)、紫羊茅(*F. rubra*)、高原早熟禾(*Poa alpigena*)、双叉细柄茅(*Ptilagrostis dichotoma*)、藏异燕麦(*Helyctotrichon tibeticum*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)等。土壤类型以高山草甸土、高山灌丛草甸土为主。

2 研究方法

2.1 资料收集

原始资料采用国家科委和青海省科委资助项目《青藏高原“黑土型”退化草地成因和防治途径的研究》课题的调查资料。仅用青海达日县、四川石渠县、红原县和西藏那曲等地区高寒嵩草草甸植物群落的数据, 根据不同的退化演替阶段, 每个地区选择具有一定代表性, 面积为 $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ 的调查样地 11 个, 每个样地设置 $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ 的样方 3~5 个, 共计 41 个样方(表 1)。记录每个样方中的物种组成及其每个种的分盖度, 并计算其频度。同时记录每个样地海拔高度、坡向等生境因子。

对考察地区草地植物群落种类组成及其分盖度等参数作了详细的整理和分析, 并建立了计算机数据库。

2.2 资料分析

2.2.1 选用重要值作为测度指标, 重要值(IV)的计算公式为:

$$IV = [\text{相对盖度}(\%) + \text{相对频度}(\%)]/2$$

2.2.2 高寒草甸植物群落样地主分量分析(PCA)。植物群落的分类和排序是认识一定区域内植被的重要手段, 是进行植物群落多样性研究的基础, 而群落的物种多样性又是生态系统多样性研究的核心内容^[1]。因此, 在进行群落物种多样性研究之前, 进行群落排序是必要的, 也是必不可少的^[7]。

2.2.3 关于群落物种多样性的测度, 许多学者提出了各有特点的测度方法, 试图反映群落物种多样性的不同特征, 马克平(1995)、Ludwig(1990)等曾对这些测度方法作过详细的介绍^[1,8]。选择以下几种指数测度高寒嵩草草甸物种多样性。

物种丰富度指数 S 为出现在样地上的物种数;

表 1 高寒嵩草草甸取样地点概况

Table 1 Locations of the research plots in the alpine Kobresia meadow

序号 Series No.	样地地点 Research sites	样方数 Sample number	海拔 Altitude (m)
1	青海达日(山坡) Dari county of Qinghai provinces(mountain slope)	3	4 000
2	青海达日 Dari county of Qinghai provinces	3	4 000
3	四川石渠 Shiqu county of Sichuan provinces	3	4 000
4	四川石渠 Shiqu county of Sichuan provinces	3	4 100
5	西藏那曲 Naqu county of Tibet	7	4 350
6	西藏那曲 Naqu county of Tibet	5	4 100
7	西藏索县(滩地) Suo county of Tibet(flood land)	5	3 950
8	青海达日 Dari county of Qinghai provinces	3	4 000
9	四川红原 Hongyuan county of Sichuan provinces	3	3 350
10	四川石渠 Shiqu county of Sichuan provinces	3	4 150
11	四川石渠 Shiqu county of Sichuan provinces	3	4 000

Shannon-W iener 指数 $H = \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$;
H ill 指数 $N_2 = 1/\lambda$
Pielou 均匀度指数 $E_1 = H / \ln(s)$;
A latalo 均匀度指数 $E_2 = [(1/\lambda) - 1]/(e^H - 1)$ 。
其中, P_i 为种 i 的重要值; λ 为辛普森指数。

所有程序由 Ludwig 提供^[8], 在 Hisense 586 计算机上运行完成。

3 研究结果

3.1 调查样地数据的 PCA 排序结果及主要群落类型的结构特征

对调查的 11 个不同演替阶段植物群落样地进行 PCA 排序, 其结果见图 1。

由图 1 可以看出, 11 个样地归为 4 个类型, 类型 I 包括 1 号样地; 类型 II 包括 2, 3, 4 号样地; 类型 III 包括 5, 6, 7 号样地; 类型 IV 包括 8, 9, 10, 11 号样地。

每一类型的群落结构特征见表 2。类型 I 主要由 15 种植物组成, 隶属 9 科 14 属。以兰花草为优势种, 主要伴生种为高原早熟禾和红紫桂竹香 (*Cheiranthus roseus*), 植被总盖度仅为 21.7%, 优良牧草(禾本科和莎草科植物) 仅占 13.17%, 属于严重退化的草场类型。类型 II 主要由 18 种植物组成, 隶属 13 科 16 属, 以鹅绒委陵菜 (*Potentilla anserina*) 为优势种, 主要伴生

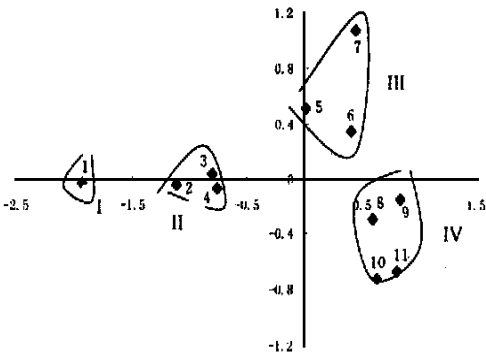


图 1 高寒嵩草草甸不同演替类型排序结果
Fig 1 The PCA ordination result of different succession types in alpine Kobresia meadow

种为西伯利亚蓼(*P. sibiricum*)、二裂委陵菜(*P. bifurca*)、珠芽蓼, 植被总盖度虽达 63.7%, 但禾本科和莎草科优良牧草仅占 10.86%, 属于退化比较严重的类型。类型Ⅲ主要由 22 种植物组成, 隶属 11 科 18 属, 小嵩草为优势种, 主要伴生种有鹅绒委陵菜、蒙古蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、钉柱委陵菜(*P. saundersiana*), 植被总盖度虽为 33.3%, 但优良牧草比例达 45.55%, 属于轻度退化草场类型。类型Ⅳ主要由 27 种植物组成, 隶属 13 科 23 属, 优势种有小嵩草、矮嵩草, 主要伴生种为紫羊茅、珠芽蓼、柔软紫菀(*Aster flaccidus*)、钉柱委陵菜等, 植被总盖度为 87.5%。其中, 禾本科和莎草科优良牧草比例达 34.1%, 基本上属于未退化的原生植被。

表 2 高寒嵩草草甸不同演替类型群落结构特征

Table 2 The structural features of different succession types in the alpine Kobresia meadow

类型 Types	优势种 Dominant	种数 Species	科 Family	属 Genus	总盖度 Total cover	优良牧草比例 percentage of high-quality herbage
I	兰石草 <i>Lancea tibetica</i>	15	9	14	21.7	13.17
II	鹅绒委陵菜+ 西北利亚蓼 <i>P. anserina</i> + <i>P. sibiricum</i>	18	13	16	63.7	10.86
III	小嵩草+ 鹅绒委陵菜 <i>K. pygmaea</i> + <i>P. anserina</i>	22	11	18	33.3	45.55
IV	小嵩草 <i>K. pygmaea</i>	27	12	23	87.5	34.09

因此, 从植物群落组成、盖度、优势种及优良牧草比例等方面分析, 类型Ⅳ属于原生植被, 以嵩草属植物为优势种, 群落盖度较高, 优良牧草比例大。类型Ⅲ虽然以小嵩草为优势种, 但植被总盖度仅为 33.3%, 表明该类型草地由于害鼠的破坏形成了许多斑块状的裸露地, 在此退化阶段为杂类草的侵入提供了生存环境, 是轻度退化的表现, 总盖度虽然不高, 但是小嵩草仍然较多, 如果在这个演替阶段不进行草地保护和改良措施, 将会造成草地的严重退化。类型Ⅱ中, 鹅绒委陵菜占绝对优势, 群落中虽总盖度达到 63.7%, 但大多数植物为外来入侵的杂类草, 莎草类和禾草类植物仅占 10.86%, 这种群落结构是重度退化的表现。这种草地类型在畜牧业生产中利用价值不大, 尤其在枯草季节大部分杂类草经家畜践踏、风吹成为裸露的“黑土滩”。类型Ⅰ以不可食牧草兰石草为优势种, 而且群落中物种数稀少, 植被总盖度也极低, 仅 21.7%。说明此类型退化草地中裸露地面积很大, 这些不可食的杂类草多为草地严重退化后侵入的先锋植物, 是草地极度退化的表现。

综上所述, 高寒嵩草草甸草地由于人为活动的干扰, 超载过牧、鼠虫危害等因素的影响, 导致原生植被向退化演替方向发展, 群落结构特征发生重大变化, 物种数急剧减少, 覆盖度下降, 优良牧草的比例锐减。但是, 在不同的草地植被演替阶段, 采用相应的措施进行保护或恢复与重建, 可使退化生态系统向恢复演替方向发展。高寒草甸退化生态系统演替模式如图 2 所示。

3.2 高寒嵩草草甸不同退化演替阶段植物物种多样性

从高寒嵩草草甸不同退化演替阶段植物群落结构分析结果可知,处于不同演替阶段的4种群落类型中,Ⅳ群落类型为受人为干扰和外界环境影响较小的自然分布群落类型(基本上属于原生植被类型),Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ3种群落类型均为受到不同程度干扰的退化群落类型,其群落丰富度、均匀度和物种多样性如表3所示。

由表3可知,群落物种丰富度指数随退化演替程度的加深而减少,依次为Ⅳ>Ⅲ>Ⅱ>Ⅰ。其中,群落类型Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ的物种丰富度指数分别为群落类型Ⅳ的80%、68%和54.5%,即退化草地物种丰富度指数明显低于原生植被,且植被退化越严重,物种丰富度指数越低。物种多样性指数(H' 和 N_2)同丰富度指数有相同的变化趋势,即原生植被的物种多样性指数明显高于不同退化程度的群落类型,在Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ3种退化群落类型中,

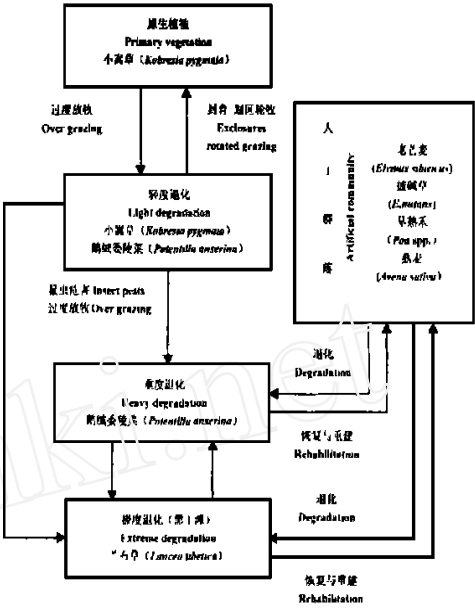


图2 高寒嵩草草甸草场植物群落演替模式
Fig 2 The succession model of plant communities in alpine Kobresia meadow

表3 高寒嵩草草甸不同演替阶段物种多样性

Table 3 The species diversity of different succession types in the alpine Kobresia meadow

演替阶段 The succession types		I	II	III	IV
丰富度指数 Indexes of richness	S	15	18	22	27
物种多样性指数 Indexes of species diversity	H'	2.49	2.49	2.73	2.95
	N_2	11.05	9.81	12.68	21.83
均匀度指数 Indexes of evenness	E_1	0.92	0.86	0.89	0.91
	E_2	0.91	0.71	0.82	0.95

物种多样性指数(H')依次为以小嵩草为优势种轻度退化的群落类型(Ⅲ)>以鹅绒委陵菜和兰石草为优势种重度退化的群落类型(Ⅱ)和群落类型(Ⅰ)。而多样性指数 N_2 变化趋势有所不同,依次为群落类型Ⅳ>群落类型Ⅲ>群落类型Ⅰ>群落类型Ⅱ。这主要是由于多样性指数综合反映着群落的丰富度和均匀性,而不同的多样性指数的差异也在于对这2个方面的侧重有所不同。多样性 H' 偏重于物种的丰富度,而多样性 N_2 偏重于均匀度,在物种丰富度差异不大的情况下,均匀度较高的群落类型Ⅰ, N_2 较大也就不难解释了。均匀度指数 E_1 依次为群落类型Ⅰ>群落类型Ⅳ>群落类型Ⅲ>群落类型Ⅱ,均匀度指数 E_2 依次为群落类型Ⅳ>群落类型Ⅰ>群落类型Ⅲ>群落类型Ⅱ。

由此可以看出,高寒嵩草草甸生态系统的退化,不仅使群落物种组成发生巨大变化,而且

导致物种多样性发生改变。退化生态系统物种多样性与人为干扰和环境因子影响程度有着密切的关系,它随着干扰和退化程度的加剧而降低。

3.3 高寒草甸草地资源合理利用及生物多样性保护对策

青藏高原不仅是我国主要的畜牧业基地之一,而且是长江、黄河、澜沧江等大江大河的发源地,这里的草地除供本地区家畜放牧利用外,还具有涵养水源、控制水土流失的作用,对长江、黄河中下游地区的经济发展和生态环境保护具有重要的意义。但是由于人们对高寒草地生态系统缺乏深入系统的研究和科学管理,使许多原来水草丰美的草场变成寸草不生的“黑土滩”,植被覆盖度降低,进而导致地表水分的急剧减少,持水力下降。在极端的气候条件下,裸露的地表对风或雨水的侵袭极为敏感,尤其是土层薄的坡地更易受到侵蚀和冲刷,在降雨量大的情况下导致洪水泛滥,大量泥沙流入河道,危及长江、黄河中下游生态环境,如果降雨量少则导致旱灾,进一步加剧了“超载过牧——草地退化——鼠虫危害——生态环境恶化——生物多样性丧失——草畜矛盾更加突出”的恶性循环。据不完全统计,青藏高原目前约有 0.5 亿 hm^2 退化草地,约占青藏高原草地面积的 1/3,其中严重退化的次生裸地——“黑土滩”面积约 703.19 万 hm^2 ,如玉树州高寒草甸,60 年代的产草量(干重)为 1 600.5~2 075.7 kg/hm^2 ,而 80 年代产草量下降到 963~1 321.05 kg/hm^2 ,在 20 年的时间里产量减少了 637.5~761.1 kg/hm^2 ,90 年代仍然在快速下降,使青藏高原草地资源的持续利用受到严峻挑战。因此,有必要借鉴和加强国内外的先进技术和管理经验。

国外一些发达国家在治理退化草地方面起步早,措施得力,已取得明显效益。值得我们借鉴的作法有:一)严格立法。20 世纪以来,许多国家都陆续制定了合理利用草地资源,防止草地退化的法律和法令;二)增加治理投资。美国从 1936 年开始,每年拿出 1.9 亿美元的投资用于旨在恢复植被的“农业保护项目”,只要选好项目,筹足 25% 的自筹资金,经核准后就可获得政府 75% 的拨款进行建设,如“维尔草原项目”,从 1962~1975 年共投资 1000 万美元,10 年建成围栏草地 933 hm^2 ,补播牧草 813 hm^2 ,铺饮水管 16.1 km ,取得巨大的经济、社会效益;三)综合治理。将草地的合理利用、人工草地的建设、草地的科学管理作为发展草地畜牧业的主要任务去抓,并在草地生态农业、放牧强度、优化放牧数学模型、草地改良和草地生物多样性的保护及利用等方面进行了大量的试验。对已退化的草地主要采用减少载畜量、调整畜种结构、重建豆科和禾本科草地、灌溉、施肥、监测啮齿类动物数量等措施在恢复、治理退化草地中均取得了较理想的效果。我国自 20 世纪 80 年代末,随着遥感技术、计算机等技术的应用,将宏观分析与微观论证,面上的考察研究和定位试验研究相结合,使研究工作不断深入,紧紧围绕草地畜牧业发展中存在的重大问题,诸如草地类型及利用现状,不同放牧强度下生物群特征及其演替规律,草地退化原因及复壮措施,人工草地的建设等方面进行了系统的定位研究,对防止草地退化,保护生态环境起到了一定的作用。但是,在科学管理、较大规模的推广和资金投入等方面还存在着许多问题有待进一步研究。

参加野外调查的有郎百宁研究员、马玉寿副研究员、景增春副研究员、李发吉高级农艺师等,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 马克平, 黄建辉. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 268-277.
- [2] 王启基. 高寒草甸草地畜牧业特点及对策的研究[C]. 高寒草甸生态系统第3集. 北京: 科学出版社, 1991.
- [3] 杨福国. 高寒草甸生态系统中的初级生产[C]. 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集. 北京: 科学出版社, 1989.
- [4] 陈灵芝, 陈伟烈. 中国退化生态系统研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [5] 贺金生, 陈伟烈. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征[J]. 植物生态学报, 1988, 22(4): 303-311.
- [6] 贺金生. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特性[J]. 生态学报, 1998, 18(4): 399-407.
- [7] 高贤明, 陈灵芝. 北京山区辽东栎群落物种多样性研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(1): 23-32.
- [8] Glenn-Lewin D C. Species diversity in North American temperate forest[J]. Vegetatio, 1977, 33: 155-162.
- [9] Ludwig J A. 统计生态学——方法和计算入门[M]. 李育中译. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990.
- [10] Pielou E C. Ecological diversity[M]. New York: John Wiley Sons Inc. 1975.

**The structure and plant species diversity of the
degraded ecosystems in alpine Kobresia meadow**

WANG Wen-ying¹, WANG Qi-ji²

(1. Qinghai Normal University Xining 810008, China; 2 Northwest Plateau Institute
of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: The structure and plant species diversity in different degraded succession phrases and their correlation with human disturbance were studied through field investigation in the alpine *Kobresia* meadow. The results showed that the main factors that led to degeneration of grassland were overgrazing, insect pest, human disturbance and the effect of global change. The total 11 degraded ecosystem were divided into four vegetation types according to the result of PCA ordination. The four vegetation types were the primary vegetation (IV), the lightly degraded vegetation (III), the heavily degraded vegetation (II) and extremely degraded vegetation (I) individually. Plant richness index was in IV > III > II > I, and plant diversity index had same change trend. Namely, plant diversity index in primary vegetation was higher than that in the degraded vegetation obviously. The grassland degradation led to changes not only in species composition but also plant species diversity. The recovered vegetation was not only for providing material base for grassland sustainable development but also was good for conserving water and controlling soil erosion. It is necessary to strengthen and protect ecology construction in the source of Yangtze River and Yellow River. We must adopt the advanced technology and management experience of abroad.

Key words: degraded ecosystem; the structure of community; plant species diversity