

文章编号: 0455-2059(2007)03-0058-06

土地利用变化对高寒草甸植物群落结构 及物种多样性的影响

王发刚¹, 王文颖², 陈 志², 王启基³

(1. 青海省畜牧兽医职业技术学院, 青海 湟源 812000; 2. 青海师范大学 青藏高原环境与资源教育部重点实验室, 青海 西宁 810008; 3. 中国科学院 西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

摘 要: 以原生高寒嵩草草甸封育系统为对照, 研究了不同土地利用对植物群落结构和物种多样性的影响, 检验了不同人工重建措施对植被的相对影响程度。研究表明: 高寒嵩草草甸草地退化导致植被稀疏、覆盖度下降、群落物种组成减少、群落中各功能群的比例发生变化、物种多样性降低。退化草地封育自然恢复 7 年后, 恢复最快的是一年生杂草, 其次是禾草类; 重度退化草地改建成人工草地 7 年后, 禾本科植物仍然是群落中的优势类群, 但原生植被中的优势功能群——莎草类在任何人工草地中没有出现; 经相关分析表明, 物种多样性指数与均匀度指数呈极显著正相关($P < 0.01$), 与物种丰富度呈显著正相关($P < 0.05$)。不同土地利用条件下, 各群落之间种相似性系数的变化表明, 退化草地经过多年的封育, 或经松肥补播后逐步向原生植被方向演替; 人工草地逐步向退化演替方向发展。

关键词: 土地利用变化; 植物群落结构; 物种多样性; 功能群; 高寒草甸

中图分类号: S157

文献标识码: A

青海省已沦为次生裸地或利用价值极低的“黑土型”草地面积为 $2.1303 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占退化草地总面积的 40.19%^[1]。“黑土型”退化草地多分布于玉树、果洛两个藏族自治州, 总面积 $1.3337 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占全省此类草地面积的 62.6%。由于超载过牧、管理粗放, 资源利用不合理等人为因素和气候变化等的影响, 使草地退化, 生态环境恶化, 人类赖以生存的生物多样性受到严重威胁, 濒危植物名录不断增加, 有些物种甚至消失。草地退化导致优质牧草减少、杂草和毒草增加, 生物生产力下降。研究表明, 群落内物种组成和多样性的变化可使生物群落的功能特征发生变化, 从而改变植被生态系统结构和功能, 这种改变进而影响整个区域的生态过程^[1-5]。

本文旨在通过对不同土地利用方式和管理条件下, 退化草地的植被恢复状况和植物群落特征及立地条件的研究, 揭示原生植被、严重退化草地和在严重退化的草地上建植的人工、半人工草地植物群落变化动态, 检验草地退化对群落物种组

成、植被盖度、物种多样性影响程度以及人工措施对群落结构可能产生的影响, 为三江源自然保护区生态保护和建设提供科学依据。

1 研究地区自然地理概况

青海省果洛藏族自治州达日县, 位于青藏高原东南、青海省南部, 地处北纬 $32^{\circ}36'42'' \sim 34^{\circ}15'20''$, 东经 $98^{\circ}15'29'' \sim 100^{\circ}32'41''$ 。境内巴颜喀拉山由西北向东南横贯全境, 地势西北高、东南低。海拔高度多在 4 km 以上。气候属高寒半湿润类型, 年平均气温 -1.3°C , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温为 $751.9 \sim 1070.7^{\circ}\text{C}$, 年降雨量为 $486.9 \sim 666.5 \text{ mm}$, 多集中在 5~9 月, 期间降水量占年降水量的 85%, 全年蒸发量为 1119.07 mm , 年总辐射量为 $623.8 \sim 629.9 \text{ kJ/cm}^2$ 。草地面积为 $1.4017 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占总土地面积的 94%, 可利用草地面积为 $1.11724 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。草地类型主要以高寒嵩草草甸、高寒灌丛草甸和沼泽化草甸为主。土壤类型以高山草甸土、高山灌丛草甸土、高山沼泽土等为主^[6]。

收稿日期: 2006-03-15. 修改稿收到日期: 2006-08-28.

基金项目: “十五”国家科技攻关计划重大项目(2001BA606A-02), 青海省科技攻关项目(2002-N-118)和青海三江源自然保护区生态保护和建设总体规划科研课题及应用推广招标项目(2005-SN-2)资助。

作者简介: 王发刚(1955-), 男, 青海湟源人, 高级讲师, 研究方向为草原学及牧草栽培, E-mail: WFG3639@126.com.

王文颖(1973-), 女, 青海西宁人, 教授, 博士, 研究方向为生态学, 通讯联系人, E-mail: wangqj0906@yahoo.com.cn.

2 材料和方法

2.1 样地设置

该项研究于2004年7~8月,在果洛州达日县窝赛乡进行. 试验样地选择不同土地利用和管理条件下植物群落,包括于1998年采用人工措施恢复重建的人工、半人工草地和重度退化草地,并以1998年同步封育未退化的原生嵩草草甸作对照,即6个处理:封育的原生高寒嵩草草甸(YF)、混播(老芒麦+冷地早熟禾2:1)人工草地(HB)、松耙单播老芒麦半人工草地(DBB)、翻耕单播老芒麦人工草地(DBF)、封育自然恢复的重度退化草地(NR)、未封育重度退化草地(SDL). 其中3个处理为人工措施建植的人工群落,2个处理为封育自然恢复,1个处理为保持原始状态的重度退化草地. 每个处理选择3个植被较为均匀,并具有代表性,面积为50 m×50 m的样地为观察测定的固定样地.

人工草地建植:首先将重度退化地翻耕一遍,然后用圆盘耙磨整地,再将种子和底肥(二铵)混合撒播,再用轻型圆盘耙磨覆种、最后镇压. 半人工草地建植:将人工草地建植过程中翻耕改为重型圆盘耙松耙一遍,其他程序相同. 单播老芒麦播种量为37.5 kg/hm²,混播处理时老芒麦播种量为20 kg/hm²,冷地早熟禾播种量为15 kg/hm²,播深3~4 cm. 人工草地建植后第1~2年的返青期绝对禁牧,此后各处理区可在冬季放牧.

2.2 植物群落调查

在每个处理样地,分别设置2条长500 cm,宽50 cm的样条,然后将其划分为10个子样方,每个子样方的面积为50 cm×50 cm. 按顺序记录每个样方的总盖度,植物群落物种组成及其特征值(分盖度(用估测法)、植株高度(每种植物随机测定20株的自然高度)、频度等参数),2次重复,共计20个子样方.

2.3 数据处理

重要值(IV)=(相对盖度+相对高度+相对频度)/3.

物种多样性采用物种丰富度(S)、多样性指数(Shannon-Wiener index)、均匀度指数(Pielou index)计算.

物种丰富度指数(S)为每个样地中的物种数.

Shannon-Wiener 指数

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i.$$

Pielou 均匀度指数

$$E = H / \ln S.$$

Sprensen 种相似性系数^[7]

$$Se = 2c / (A + B) \times 100.$$

其中S为样地中物种的总数, P_i为第i物种在群落中的相对重要值, A为群落A中的种数, B为群落B中的种数, c为群落A, B中共有的种数.

3 结果与分析

3.1 不同土地利用条件下植物群落种类、功能群组成及其数量特征的影响

7年的演替变化结果表明,不同土地利用条件下植物群落种类组成及其数量特征不尽相同. 6个不同处理区共出现了64种植物. 其中原生植被封育草地(YF) 植被总覆盖度为95%,由41种植物组成,占总种数的64.06%. 优势种为高山嵩草(*Kobresia pygmaea*), 主要伴生种有麻花苳(*Gentianastraminea*)、异叶米口袋(*Gueldenstaedtis diversifolia*)、青藏梭子芹(*Pleurospermum pulszkyi*)、冷地早熟禾(*Poa crymophila*)、苔草(*Carex* sp)、直立梗唐松草(*Thalictrum alpinum* var. *elatum*)和双叉细柄茅(*Ptilagrostis dichotoma*)等; 混播人工草地(HB)植被总覆盖度为79%,由22种植物组成,优势种为老芒麦(*Elymus sibiricus*)和冷地早熟禾,主要伴生种为白苞筋骨草(*Ajuga lupuliua*)、高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)、堇菜(*Viola* sp.)等; 松耙单播半人工草地(DBB)植被总覆盖度为70%,由28种植物组成,优势种为老芒麦,主要伴生种为冷地早熟禾、铁棒锤(*Aconitum szechangianum*)、直立梗唐松草、甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis*)、碎米荠(*Cardamine tangutorum*); 翻耕单播人工草地(DBF) 植被总覆盖度为63%,由18种植物组成,优势种为老芒麦,主要伴生种为冷地早熟禾、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、西藏点地梅(*Androsace mariae*)、青藏梭子芹; 退化草地封育自然恢复(NR) 植被总覆盖度为71%,由26种植物组成,优势种为大籽蒿,主要伴生种为沙蒿(*Artemisia desertorum*)、白苞筋骨草、兔耳草(*Lagotis brachystachya*)、黄帚橐吾(*Ligularia virgaurea*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*); 重度退化草地(SDL) 植被总覆盖度为41%,由20种植物组成,优势种为兔耳草和大籽蒿,主要伴生种为西藏梭子芹、露蕊乌头(*Aconitum gymna-ndrum*)、铁棒锤、沙蒿、黄帚橐吾.

依据高寒草甸植物生理—生态特性和经济类群^[8-9],将群落中的植物划分为4个功能群: 禾草

类(禾本科植物)、莎草类(莎草科植物)、一年生杂草、多年生杂草,不同处理条件下各功能群的重要值如图 1。

由图 1 可知,禾草类的重要值在人工草地中占绝对优势(50%~80%),封育原生植被次之(20.45%),退化草地封育自然恢复处理和重度退化草地最低(<5.83%)。莎草类重要值在封育原生植被中占明显优势(31.65%),莎草科植物仅在退化草地封育自然恢复处理中有少量出现(0.93%),但在人工草地和重度退化地中均未出现。一年生杂类草在退化草地封育自然恢复处理中占明显优势(43.16%),重度退化地次之(20.82%),其他各处理中一年生杂类草较少(4%~10%)。多年生杂草重要值在重度退化地最高(78.12%),退化草地封育自然恢复处理和原生植被封育组次之(50.08%, 43.74%),人工草地中相对较低(18%~37%)。

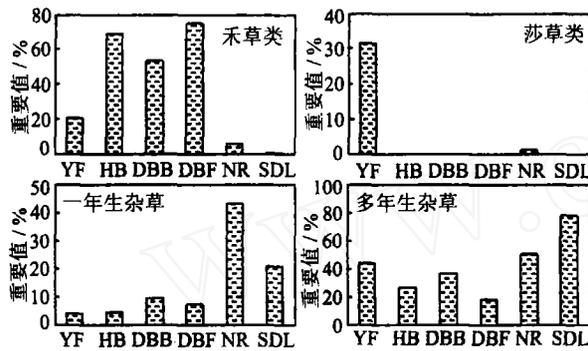


图 1 不同处理下各功能群的重要值

Fig. 1 Importance value of each functional group in different treatments

从禾草类、莎草类、一年生杂草、多年生杂草等功能群组成分析,通过 7 年的演替变化原生植被封育草地的比例为 5:8:1:11,重度退化草地的比例为 1:0:21:78,重度退化草地封育恢复草地比例为 6:1:43:50,重度退化草地上建植的人工草地各功能群的比例为 10:0:1:3。从这种变化可以看出,草地退化或土地利用变化打破了原有植物群落中各功能群的比例。高寒草甸植被退化是以莎草类植物完全丧失和绝大多数禾本科植物丧失为特征。重度退化草地封育自然恢复 7 年后,恢复最快的一年生杂草,禾草类稍有增加,与重度退化草地不封育草地相比略有好转,但是效果不明显。重度退化草地重建为人工草地 7 年后,禾本科植物仍然是群落中的优势类群。但是,高寒草甸原生植被中的优势功能群——莎草类植物没有在人工草地出现。根据等级(种)—多度曲线概念模型研究^[10],群落中少量的优势种对群落的整体功能(生地化功

能)起着非常重要的作用。所以,在高寒草甸生态系统中的优势种——高山嵩草的丢失或减少对该系统的功能产生显著影响。由于不同的种或功能群能够从可利用的营养库获得它们各自所需要的营养,以及利用空间和时间的差异,使总的营养吸收随功能群多样性的增加而增大,最终导致群落生产力能够保持持续稳定的发展。

3.2 不同土地利用条件下植物群落物种多样性

不同土地利用对植物群落物种多样性的影响见表 1。

表 1 不同处理下植物群落物种丰富度指数、物种多样性及均匀度指数

Tab. 1 Richness index, species diversity index and evenness index in different treatments

指数	多年生物 种丰富度	一年生物 种丰富度	均匀度	物种多样 性指数
YF	35	6	0.864	3.210
HB	17	5	0.587	1.810
DBB	21	7	0.692	2.305
DBF	13	5	0.548	1.585
NR	19	7	0.780	2.542
SDL	17	3	0.898	2.689

由表 1 可知,不同土地利用条件下物种丰富度指数依次为原生植被封育草地(YF, 41 种)>松耙单播半人工草地(DBB, 28 种)>重度退化草地封育恢复(NR, 26 种)>混播人工草地(HB, 22 种)、重度退化草地(SDL, 20 种)>单播人工草地(DBF, 18 种)。重度退化地封育或不封育,或重建的人工草地 7 年后,物种丰富度指数为 18~28,较原生植被物种丰富度减少 31.72%~56.10%。由此可见,原生植被严重退化后,无论采用封育自然恢复或建植人工草地,通过 7 年的演替变化都不能有效提高植物群落的物种丰富度。其中,重度退化草地封育自然恢复处理和重度退化草地在自然状态下一年生植物分别有 7 种和 3 种,重要值为 43.16%, 20.82%;在 3 种人工、半人工草地中一年生植物虽有 5~7 种,但是重要值仅为 4.71%~9.51%;原生植被封育草地中一年生植物有 6 种,重要值仅为 4.16%。一年生植物的分布说明:在人工草地建植初期或原生植被完好环境下,一年生植物的萌发和生长受到其他物种的制约和微环境的影响,很难入侵、萌发和定居,成为群落的主体成份。而重度退化草地封育恢复演替过程或人工草地建植 4 年以后因管理、利用不合理及种内竞争造成退化演替初级阶段,由于植被稀疏,一年生植物成为这些群落的先锋物

种开始入侵、定居、繁衍,并成为群落的优势种。而自然状态下的重度退化草地,由于微环境条件、土壤养分和种子更新能力较差,一年生植物入侵和繁衍较慢。

不同土地利用条件下多样性指数依次为原生植被草地(3.210)>重度退化草地(2.689)>退化草地封育自然恢复(2.542)>松耙单播半人工草地(2.305)>混播人工草地(1.810)>翻耕单播人工草地(1.585)。

从均匀度指数分析,重度退化草地和原生植被封育草地的均匀度最高(0.898和0.864),退化草地封育自然恢复草地居中(0.780),3种措施处理的人工草地最低,依次为松耙半人工草地(0.692)>混播人工草地(0.587)>翻耕单播人工草地(0.548)。经相关分析表明(表2),物种多样性指数与均匀度指数呈极显著正相关($P < 0.01$),与物种丰富度呈显著正相关($P < 0.05$)。

表2 丰富度、均匀度与多样性指数的相关分析

Tab. 2 Analysis of correlation on the richness index, species diversity index and evenness index

指数	丰富度	均匀度	多样性
	r	Sig.	N
丰富度	1		6
	0.494	0.160	6
均匀度	0.772*	0.036	6
	0.494	0.160	6
多样性	1		6
	0.934**	0.003	6
	0.772*	0.036	6
	0.934**	0.003	6
	1		6

*相关性水平为0.05, **相关性水平为0.01.

由于多样性指数综合反映着群落的丰富度和均匀性,在人工草地中人工种植的植物种在群落中仍占明显优势,如在3个人工草地中老芒麦的重要值均超过47%,成为单优势种,这是导致人工草地均匀度指数和多样性指数低的直接原因。而在重度退化草地封育自然恢复过程中,主要是一年生植物逐渐在群落中成为优势种,如大籽蒿在该群落中的重要值达33.71%,导致群落均匀度指数低。原生植被封育群落中物种多样性较高是由于该群落有较多的物种数和较高的均匀度。

3.3 不同土地利用条件下植物群落间相似性

采用Sprensen种相似性系数测度,各处理区之间的相似性系数如表3。由表3可以看出,经过7年的生长和演变后,封育原生植被与封育退化草地自然恢复的相似性最高(47.76),其次为松

耙单播处理(43.48)和混播处理(38.10),与重度退化草地(32.79)、翻耕单播处理(30.51)之间的相似性最小。重度退化草地(SDL)与其他几种处理的相似性系数依次为NR(65.22)>DBB(62.50)>DBF(57.89)>HB(57.14)。人工恢复措施处理之间的种相似性依次为DBF/DBB(65.22)>NR/DBB(59.26)>DBB/HB(48.00)>DBF/HB(45.00)>NR/HB(41.67)>NR/DBF(40.91)。

表3 不同处理区之间的种相似性系数

Tab. 3 Coefficient of similarity of species in between differences treatment

处理	YF	HB	DBB	DBF	NR	SDL
YF	1					
HB	38.10	1				
DBB	43.48	48.00	1			
DBF	30.51	45.00	65.22	1		
NR	47.76	41.67	59.26	40.91	1	
SDL	32.79	57.14	62.50	57.89	65.22	1

各群落之间种相似性系数的变化表明,重度退化草地经过多年的封育,或经松耙补播后的植物群落逐步向原生植被方向演替,而退化草地通过耕翻措施建立的人工草地或重度退化草地在自然状态下(不封育),其恢复演替的速度较慢,尤其是重度退化草地不加任何措施,其恢复能力最差。

此外,重度退化草地封育自然恢复和人工、半人工草地与重度退化草地的相似性系数增大,说明通过多年的演替,人工草地逐步向退化演替方向发展。这是因为松耙补播和退化草地封育措施,既保存了原有的物种,又有新物种的补充,在封育条件下植被得到了恢复和更新,所以向恢复演替发展。而采用耕翻重建的人工草地,由于耕翻措施使原有的物种被破坏,播种的品种比较单一,重建的人工群落形成明显的老芒麦单优势种,因而造成种内在养分、光照、水分等方面竞争加剧,并在管理不到位的条件下逐步退化,优势种的生态位下降,而一些一年生或多年生杂草侵入,植物群落逐步向退化演替进行。TILMAN等^[11-13]的研究表明,多样性高的生态系统内,营养的相互关系更加多样化,为能量流动提供可选择的多种途径,各个种类充分占据已分化的生态位,从而提高系统对资源利用的效率。赵平等^[14]研究指出,退化生态系统自然恢复与人工恢复尽管存在着起始物种的差异和样地的异质性,物种结构还是朝地带性季雨林顶极群落的方向发展。随着林龄的增加,群落在陆续侵入地带性植被的树种,其物种数目和个体数量持续增加,与地带性的次生季雨林的相似性

值也越来越高,此结果与高寒草甸退化草地在封育自然恢复和人工措施条件下恢复演替趋势极为相似。此外, TRENATH 等^[15-16]的研究指出,植物物种多样性可能通过营养吸收的互补而影响营养循环,由于生态位的差异,不同的种能够从可利用的营养库部分获得它们各自所需要的营养,以及利用空间和时间的差异,使总的营养吸收随多样性的增加而增大,而淋溶损失随多样性的增加而减少。我们的研究表明,退化草地通过植被恢复,物种多样性和覆盖度的增加,减少了水土流失。

4 小结

通过7年的演替变化结果表明,不同土地利用条件下植物群落种类组成及其数量特征不尽相同。6个不同处理区共出现了64种植物。其中:原生植被封育草地(YF)由41种植物组成,优势种为高山嵩草;混播人工草地(HB)由22种植物组成,优势种为老芒麦;松耙单播半人工草地(DBB)由28种植物组成,优势种为老芒麦;翻耕单播处理(DBF)由18种植物组成,优势种为老芒麦;退化草地封育自然恢复(NR)由26种植物组成,优势种为大籽蒿;重度退化草地(SDL)由20种植物组成,优势种为兔耳草和大籽蒿。

不同土地利用条件下各功能群的重要值为:人工草地禾草类的(50%~80%)>原生植被封育的(20.45%)>重度退化草地封育自然恢复处理和重

度退化草地的(<5.83%);原生植被封育草地莎草类的重要值(31.65%)占优势,退化草地封育自然恢复中有少量莎草类植物出现(0.93%);人工草地和重度退化地中均未出现莎草类植物。退化草地封育自然恢复处理中一年生杂类草的重要值(43.16%)>重度退化地的(20.82%)>其他各处理的(4%~10%);重度退化地多年生杂草的重要值(78.12%)>退化草地封育自然恢复的(50.08%)>原生植被封育的(43.74%)>各人工草地处理的(18%~37%)。

不同土地利用条件下多样性指数依次为:原生植被草地的(3.210)>重度退化草地的(2.689)>退化草地封育自然恢复的(2.542)>松耙单播半人工草地的(2.305)>混播人工草地的(1.810)>翻耕单播人工草地的(1.585)。均匀度指数为:重度退化草地和原生植被封育草地的均匀度最高(0.898, 0.864),退化草地封育自然恢复草地的居中(0.780),3种人工措施处理的草地最低,依次为松耙半人工草地的(0.692)>混播人工草地的(0.587)>翻耕单播人工草地的(0.548)。经相关分析表明,物种多样性指数与均匀度指数呈极显著正相关($P < 0.01$),与物种丰富度呈显著正相关($P < 0.05$)。

各群落之间种相似性系数的变化表明,退化草地经过多年的封育,或经松耙补播后逐步向原生植被方向演替;人工草地逐步向退化演替方向发展。

参 考 文 献

- [1] 王启基,景增春,王文颖,等. 青藏高原草地资源环境及可持续发展研究[J]. 青海草业, 1997, 6(3): 1-11.
- [2] 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.
- [3] NAEEM S, LI S. Biodiversity enhances ecosystem reliability[J]. Nature, 1997, 390: 507-509.
- [4] TILMAN D, DOWING J A. Biodiversity and stability in grassland[J]. Nature, 1994, 367: 363-365.
- [5] 张全国, 张大勇. 生物多样性与生态系统功能: 进展与争论[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 49-60.
- [6] 史惠兰, 王启基, 景增春, 等. 江河源区人工草地群落特征、多样性及其稳定性分析[J]. 草业学报, 2005, 14(3): 23-30.
- [7] 张德铨, 张雪梅. 植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数[J]. 干旱区研究, 1998, 13(1): 59-63.
- [8] VITOUSEK P M, HOOPER D U. Biological diversity and terrestrial biogeochemistry[C]//SCHULZE E D, MOONEY H A. Biodiversity and Ecological Function. Berlin: Springer-Verlag, 1993: 3-14.
- [9] 孙国钧, 张荣, 周立. 植物功能多样性与功能群研究进展[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1431-1435.
- [10] SALA O E, LAURENROTH W K, MCNAUGHTON S J, et al. Biodiversity and ecosystem functioning in grasslands[C]//MOONEY H A. Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective. New York: John Wiley & Sons Ltd, 1996: 129-149.
- [11] 余作岳, 彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州: 广东科学与技术出版社, 1996: 1-30.
- [12] TILMAN D. Biodiversity: population versus ecosystem stability[J]. Ecology, 1996, 77: 350-317.

- [13] TILMAN D. Community invisibility, recruitment limitation and grassland biodiversity[J]. *Ecology*, 1997, 76: 81-92.
- [14] 赵平, 彭少麟, 张经炜. 恢复生态学——退化生态系统生物多样性恢复的有效途径[J]. *生态学杂志*, 2000, 19(1): 53-58.
- [15] TRENBATH B R. Productivity of mixtures[J]. *Advances in Agronomy*, 1974, 26: 77-10.
- [16] BAZZAZ F A. Experimental studies on the evolution of niche in successional plant populations[C]//GRAY A J, CRAWLEY M J, EDWARDS P J. *Colonization, Succession and Stability*. Oxford: Blackwell Scientific, 1984: 245-272.

Effects of changes in land use on plant community structure and species diversity in alpine meadows

WANG Fa-gang¹, WANG Wen-ying², CHEN Zhi², WANG Qi-ji³

(1. Qinghai Animal Veterinarian Occupation College, Huangyuan 812000, Qinghai, China;

2. Key Laboratory of Environment and Resources on Tibetan Plateau of Ministry of Education, Qinghai Normal University, Xining 810008, China;

3. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: In this paper, the effect of land degradation on species composition and species diversity has been studied and the relative influence of various rehabilitation practices (three seeding treatment and a non-seeded natural recovery treatment) on vegetation in early secondary succession examined. The results showed that grassland degradation on alpine meadow led to a drop in vegetation cover, change of plant species composition, loss of species diversity and decrease in the type of functional group (for example sedges and grasses almost disappeared in severely degraded land). Many annual forbs and a few grasses have invaded and established themselves during the seven years of natural recovery. After 7 years, grasses are still the dominant group in all seeding treatments. But sedges that are the dominant group on primary vegetation have not appeared in any seeding treatment. Correlation analysis showed that species diversity index was of significantly positive correlation with evenness index ($P < 0.01$), and was of positive correlation with species richness ($P < 0.05$). Similarity index among the treatments showed that natural recovery and harrowing + seeding treatment accelerated succession to primary vegetation while plowing + seeding treatment secured succession to degraded grassland.

Key words: change of land use; plant community structure; species diversity; functional group; alpine meadow