

文章编号 :1000-4025(2005)04-0655-07

# 江源区人工草地及“黑土滩”退化草地群落演替与物种多样性动态\*

史惠兰<sup>1,2</sup>, 王启基<sup>1\*</sup>, 景增春<sup>1</sup>, 李世雄<sup>1,2</sup>, 王杰<sup>3</sup>

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001 2 中国科学院研究生院, 北京 100039 3 青海畜牧兽医职业技术学院, 青海湟源 810600)

**摘要** 研究了“黑土滩”退化草地以及在“黑土滩”上建植的垂穗披碱草人工草地在第2~6年间植物群落演替及物种多样性动态。结果表明,随着演替的发生,两种不同类型草地群落的 $\alpha$ 多样性指数均呈现单峰变化趋势。人工草地群落的 $\alpha$ 多样性指数比“黑土滩”退化草地群落的低,建植第4年的人工草地群落和封育4年的“黑土滩”退化草地群落的各指数最高。两种不同类型草地草场质量指数也呈现先降后升的趋势,人工草地群落的草场质量和生物量比“黑土滩”退化草地群落高。从植物的生活型看,一年生植物被多年生植物替代。 $\beta$ 多样性的时间动态反映出演替过程中,两种类型的草地群落2龄与5龄、6龄群落间的 $\beta$ 多样性低,物种周转率高;2龄与3龄、5龄与6龄群落间的 $\beta$ 多样性高,物种周转率低,4龄群落是过渡群落。在时间序列上可分为两个阶段,2~4龄主要是一年生草本的入侵,4~6龄主要是多年生草本的定居。

**关键词** 江源区 垂穗披碱草人工草地;“黑土滩”退化草地 群落演替 多样性 草场质量

中图分类号 Q948.15 文献标识码 A

## Community Succession and Species Diversity of Manmade Pratum as Well as Degenerated Pratum on 'Heitutan land' (Secondary Bare Land) in the Area Covered by the Headwaters of Yellow River and Yangtze River

SHI Hui-lan<sup>1,2</sup>, WANG Qi-ji<sup>1\*</sup>, JING Zeng-chun<sup>1</sup>, LI Shi-xiong<sup>1,2</sup>, WANG Jie<sup>3</sup>

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3 Qinghai Animal Veterinarian Occupation College, Huangyuan, Qinghai 810600, China)

**Abstract:** The succession and dynamic diversity of plant communities in the degenerated pratum on 'Heitutan land' along with *Elymus nutans* community constructed on the land were studied between the second and sixth years after the construction of *Elymus nutans* pratum. The results indicated that the  $\alpha$ -diversity indexes of the two different types of pratum communities tended to vary in a single-peak curve with the successions of the pratum communities. The  $\alpha$ -diversity indexes of the manmade pratum were higher than those of the communities in the degenerated pratum on 'Heitutan land' and the communities of the manmade pratum in its fourth year and the communities of the degenerated pratum on 'Heitutan land' that had been blocked for their tending for four years showed the highest various indexes. The two different types of communities had the grassland quality indexes that appeared to first go up and then decline, and the grassland quality and biomass of the manmade pratum were higher than those of the

\* 收稿日期 2004-08-18 修改稿收到日期 2004-12-01

基金项目:“十五”国家科技攻关计划重大项目(2001BA606A-02-03) 中国科学院资源与生态环境研究重点项目(210126)资助  
作者简介:史惠兰(1977-),女,青海省西宁市人,硕士研究生。

\* 通讯联系人。Correspondence to WANG Qi-ji E-mail wqj@mail.nwipb.ac.cn

degenerated pratum. The life form compositions of the plants showed that perennial ones had succeeded annual vegetations. The temporal dynamics of the  $\beta$  diversities of the two types of communities presented that in their successions, there existed a relatively low  $\beta$  diversities and a long species turnover rate among 2-year-old, 5-year-old and 6-year-old communities, and a high  $\beta$  diversities and a short species turnover rate among 2-year-old, 3-year-old and 5-year-old and 6-year-old communities, and the four-year-old communities were transitive ones. By temporal sequence, annual herbaceous plants mostly came into being in 2~4-year-old communities and perennial herbaceous plants mostly came into being in 4~6-year-old communities.

**Key words** headwaters of Yellow River and Yangtze River; invaded *Elymus nutans* pratum; degenerated pratum on Heitutan land; community succession; diversity; grassland quality

生物多样性的保护是当今世界环境保护的热点之一<sup>[1]</sup>, 江河源区生物多样性的保护不仅为草地畜牧业可持续发展提供物质基础, 而且还对长江、黄河中下游地区的经济发展和生态环境保护具有重要意义<sup>[2]</sup>. 但是, 近年来由于超载过牧和鼠虫危害, 以及全球气候变化的影响, 使江河源区草地严重退化, 导致大面积次生裸地“黑土滩”退化草地产生以及生物多样性丧失<sup>[3,4]</sup>. 西部地区是我国重要的生态屏障, 在退化草地建植人工草地, 提高土地利用效率, 可使退化草地植被尽快得到恢复, 缓解天然草地的牧压, 防止草地退化和沙化. 由此可见, 江河源区生态建设应以保护为主, 辅助人工、半人工草地建设, 促进生态环境与社会经济协调发展. 本实验通过对不同演替进程中人工草地和“黑土滩”退化草地植物群落物种多样性动态变化规律的研究, 探讨了江河源区人工草地演替规律和草地的自然恢复能力, 为江河源区生物多样性的保护和生态环境建设及人工草地持续利用提供科学依据.

## 1 自然条件和研究方法

### 1.1 自然条件

本试验在青海省果洛藏族自治州达日县和玛沁县进行, 实验区地处 32°31'~35°37'N, 96°34'~101°31'E, 平均海拔 4 200 m. 气候属典型高原大陆型气候, 年均温 -0.6~ -1.3℃, 年降水量 513.2~542.9 mm, 多集中在 6~9 月份. 全年日照时间 2 260 h, 太阳辐射强, 昼夜温差大, 全年无绝对无霜期, 灾害性天气较为频繁. 境内植物种类繁多, 有 60 余科 800 多种, 主要植被类型为高寒草甸和高寒草原; 主要的土壤类型有高山草甸土、高山灌丛草甸土、高山寒漠土等.

### 1.2 样地设置

本试验主要于 1998 年~2003 年进行, 以退化严重的“黑土滩”上建植的 2、3、4、5、6 龄垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 单播人工草地以及与人工草地同时封育的 2、3、4、5、6 龄的“黑土滩”退化草地为研究对象.

### 1.3 取样与数据处理

**1.3.1 群落结构调查** 每年在牧草生长旺盛期 (7~8 月份) 用样条法测定不同处理区植物群落的种类组成及特征值 (分盖度、株高、频度). 并将 50 cm × 500 cm 的样条分为 50 cm × 50 cm 的 10 个子样方, 按顺序记录其总盖度、物种及其分盖度 (用估测法)、株高 (每种植物随机测定 20 株的自然高度, 取平均数)、频度. 2 次重复, 共计 20 个子样方.

**1.3.2 地上生物量** 每个样地随机选取 5 个面积为 50 cm × 50 cm 的样方, 在植物群落生物量高峰期 (8 月底或 9 月初), 用收割法测定植物地上生物量, 称取鲜重, 然后在烘箱内用 80℃ 温度烘 24 h 至恒重, 生物量以烘干重计.

### 1.4 数据分析与统计处理

**1.4.1 重要值测定** 物种重要值 ( $IV_i$ ) 是度量群落水平反应的综合数量指标, 其计算公式为:

$$IV_i = (RC_i + RF_i + RH_i) \times 100/3$$

式中:  $IV_i$  为第  $i$  个种在群落中的重要值,  $RC_i$  为第  $i$  个种的相对盖度,  $RF_i$  为第  $i$  个种的相对频率,  $RH_i$  为第  $i$  个种的相对高度.

**1.4.2  $\alpha$  多样性指数** 采用 Shannon-Weiner ( $H'$ ) 指数和 Pielou 均匀度指数 ( $J'$ ), 其计算公式为:

$$\text{物种丰富度指数}(S) = \text{物种数}$$

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

$$J = H / \ln S$$

式中:  $P_i$  为第  $i$  个种在群落中的重要值,  $S$  为群落物种数.

**1.4.3  $\beta$ 多样性指数** 群落相似性系数  $S\varphi_{rensen}$  指数是计测  $\beta$ 多样性指数时常用且效果较好的一种测度<sup>[5]</sup>. 其计算公式为:  $ISs = 2c / (a + b) \times 100$

式中  $a$  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

**1.4.4 演替阶段草场质量比较** 草场质量指数 IGQ (Index of Grassland Quality)<sup>[6]</sup>

$$IGQ = - \sum_{i=1}^3 iS_i$$

式中  $i$  为植物的适口性, 将植物按适口性划分为 5 类<sup>[7]</sup> 其中, 优良牧草为 3, 中等牧草为 2, 低下牧草为 1, 劣质草为 0, 毒杂草为 -1  $S_i$  表示适口性为  $i$  的植物在群落中的绝度盖度,  $S_{-1}$  表示适口性为“毒杂草”的植物的盖度,  $S_0$  表示适口性为“劣质草”的植物的盖度,  $S_1, S_2, S_3$  分别为低下牧草、中等牧草、优良牧草的盖度.

表 1 人工草地 (I) 和“黑土滩”退化草地 (II) 演替进程中群落种类组成

Table 1 Family structure of species communities of manmade grassland (I) and Heitutan land' degraded grassland (II) in succession processes

年龄 Age	总科数 Nf	总属数 Ng	总种数 Ns	禾本科 Gramineae			菊科 Compositae			十字花科 Cruciferae			蓼科 Polygonaceae			蔷薇科 Rosaceae		
				属数 Ng	种数 Ns	优势度 Ds	属数 Ng	种数 Ns	优势度 Ds	属数 Ng	种数 Ns	优势度 Ds	属数 Ng	种数 Ns	优势度 Ds	属数 Ng	种数 Ns	优势度 Ds
I	2	9	13	3	3	63.03	1	1	8.860	2	2	5.46	0	0	0	0	0	0
	3	10	14	2	2	41.25	2	2	5.10	2	2	17.89	0	0	0	0	0	0
	4	11	19	5	5	61.58	2	2	4.05	1	1	4.96	1	1	3.24	0	0	0
	5	11	13	2	2	52.84	1	1	8.23	0	0	0	1	2	8.54	1	1	6.18
	6	11	14	2	2	47.92	2	2	3.763	0	0	0	1	2	9.18	1	2	11.42
II	2	15	23	3	3	10.08	3	3	13.41	2	2	11.11	0	0	0	1	1	2.24
	3	11	21	3	3	15.45	0	0	0	3	3	32.29	0	0	0	0	0	0
	4	15	26	3	3	17.21	4	4	25.28	1	1	2.40	0	0	0	1	2	4.20
	5	10	12	2	2	14.04	0	0	0	0	0	0	1	2	34.83	1	2	16.12
6	13	15	2	2	17.71	1	1	6.32	0	0	0	1	1	14.57	2	2	32.23	

Notes Nf :Number of families .Ng :Number of genera .Ns :Number of species .Ds :Domiance of species

2、3、4、5、6 龄“黑土滩”退化草地各群落类型优势种依次为: 藏忍冬 (*Lonicera* sp.) + 细叶亚菊 + 播娘蒿 播娘蒿 + 葶苈 + 白苞筋骨草 (*Ajuga lupulina*) + 兔耳草 (*Lagotis* sp.) 细叶亚菊 + 播娘蒿 + 兔耳草 + 早熟禾 珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*) + 西伯利亚蓼 (*Polygonum sibiricum*) + 鹅绒委陵菜 + 多裂委陵菜 鹅绒委陵菜 + 西伯利亚蓼 + 早熟禾. 在垂穗披碱草人工草地群落中, 禾本科植物依然是主要的群落功能稳定的主导者, 具有较高的优势度. 2 龄至 4 龄, 是十字花科植物入侵、被替代的过程, 从 4 龄到 6 龄, 蓼科、蔷薇科植物的优势

## 2 结果与分析

### 2.1 不同演替阶段植物群落特征动态

**2.1.1 人工草地和“黑土滩”退化草地植物群落演替进程中的物种组成** 从物种的科、属、种组成 (表 1) 分析, 2、3、4、5、6 龄人工草地系列上各群落类型优势种依次为: 垂穗披碱草 + 冷地早熟禾 (*Poa crymophila*) + 蒨草 (*Koeleria cristata*) + 细叶亚菊 (*Ajania tenuifolia*) 垂穗披碱草 + 播娘蒿 (*Descurainia sophia*) + 铁棒锤 (*Aconitum pendulum*) + 葶苈 (*Driba nemorosa*) 垂穗披碱草 + 中华羊茅 (*Festuca sinensis*) + 早熟禾 + 异针茅 (*Stipa aliena*) 垂穗披碱草 + 甘肃马先蒿 (*Pedicularis kansuensis*) + 鹅绒委陵菜 (*Potentilla anserina*) + 早熟禾 垂穗披碱草 + 鹅绒委陵菜. 从 2 龄至 6 龄, 人工草地群落的优势种由垂穗披碱草变为垂穗披碱草、鹅绒委陵菜为优势种的草地, 这与匍匐茎植物的生长发育特性有关, 这种变化趋势表明人工草地的演替同时是天然草地恢复的过程.

度在两个草地类型的演替进程中均有升高, 这表明 4 龄群落是这两种类型草地群落演替过程中不同阶段的过渡群落. 同时也反映出随着演替进行, 人工草地和“黑土滩”退化草地的物种组成将有相同的变化趋势.

**2.1.2 人工草地和“黑土滩”退化草地演替进程中群落植物的生活型变化** 随着演替进程的发展, 优势种的更替和植物生活型变化有着密切的关系. 演替初期, 两种类型的草地群落中, 各种生活型的植物都侵入, 在 3 龄时, 植物的生活型种类最丰富, 但是随着群落物种间的竞争排斥和不同生活型植物对环

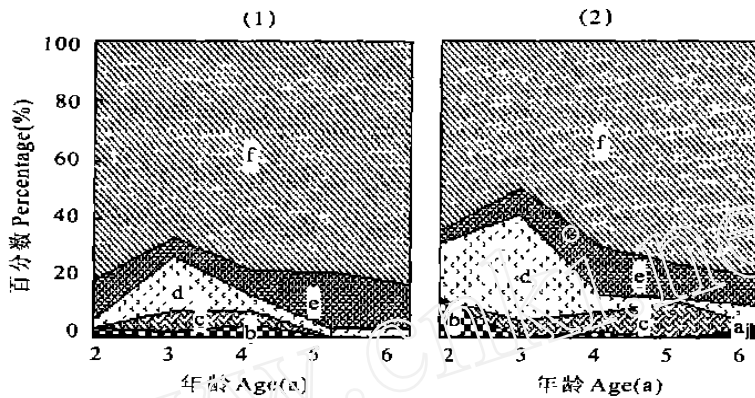


图 1 人工草地(1)和“黑土滩”退化草地(2)演替进程中群落植物的生活型变化

a 直立草本层片 b 落叶灌丛层片 c 块根地下芽层片 d 一年生草本层片 e 一年或二年生丛生小草本层片 f 多年生草本层片

Fig. 1 Life form change of the plants of *Elymus nutans* manmade grassland communities (1) and Heitutan land' degraded grassland communities (2) along the succession processes

a Orthotropic herb layer ; b Ptenothalphyte layer ; c Tuberos- orrted geophyte layer ; d Therophyte layer ; e Therophyte and biennial layer f Perennial herbaceous layer

境适应能力的不同,对环境扰动具有更强抵抗能力的多年生植物占据优势,而在群落中具有更高优势度.

由图 1 可知,随着时间的延续,优势种和一年生植物优势度下降,一年生植物被多年生植物替代,使多年生植物的优势度上升.人工草地各群落建群层片均为垂穗披碱草为主的多年生疏丛禾草,2、3、4、5、6 龄草地的优势层片分别为:多年生疏丛禾草+多年生杂草(播娘蒿、萆苈) 多年生疏丛禾草+多年生杂草(兰石草、棱子芹、西伯利亚蓼、细叶亚菊) 多年生疏丛禾草+一年、二年生丛生禾草(早熟禾)+多年生杂草(细叶亚菊、鹅绒委陵菜、西伯利亚蓼) 多年生疏丛禾草+多年生杂草(鹅绒委陵菜、西伯利亚蓼、海乳草、细叶亚菊) 2、3、4、5、6 龄“黑土滩”退化草地,各群落建群层及优势层片分别为:小半灌木(藏忍冬) 一年生草本(播娘蒿、灰藜) 一年生草本(播娘蒿、乌头、婆婆纳)+多年生杂草(细叶亚菊、摩铃草、矮火绒草) 多年生杂草(鹅绒委陵菜、多裂委陵菜、西伯利亚蓼、细叶亚菊) 多年生杂草(西伯利亚蓼、细叶亚菊)+多年生匍匐茎草本(鹅绒委陵菜).可见,随演替年龄增加两种类型群落在建群种各异的基础上,群落中物种的变化趋势都是一年生杂草先侵入,然后是多年生草本的固定,两种类型的群落在演替进程中,物种的生活型有相同的变化趋势.这与多年生植物比一年生

植物具有更强的抵抗环境扰动和保持其群落稳定的能力有关<sup>[8]</sup>.

### 2.2 不同类型草地演替进程中群落物种丰富度变化

植物群落的物种丰富度指一个群落所含的植物种数.稳定的人工草地群落是物种组成恒定、产量稳定的群落,其演替是杂类草不断侵入、物种丰富度不断升高的过程<sup>[9]</sup>.

由表 1 可知,人工草地群落的平均植物种数为 13~19 种,“黑土滩”退化草地为 15~28 种,其结果与周华坤等人(2002)的研究,“黑土滩”退化草地群落比人工草地群落具有较高的物种丰富度的结果相一致<sup>[10]</sup>.从时间尺度分析,人工草地群落种数以 4 龄最高,5、6 龄次之,2、3 龄最低.随着演替过程的延伸,植物群落的物种丰富性均在 4 龄时出现峰值,这表明人工草地建植初期,群落优势种垂穗披碱草维持群落的主要生态功能,同时伴随着对严酷环境抵御能力强的一年生植物侵入,到 4 龄时群落物种组成出现峰值,此后随着演替进行抗干扰能力强的多年生植物替代一、二年生植物,群落丰富度降低,同时保持相对稳定.“黑土滩”退化草地群落种数以 4 龄最高,2、3 龄次之,5、6 龄最低.这种变化与演替过程中优势种的不断更替以及由于“黑土滩”退化草地瘠薄的土壤条件,使其物种丰富度和其它群落特征值呈递减的趋势.

### 2 3 不同类型草地演替进程中植物群落物种多样性和均匀度的变化

2 3 1 人工草地和“黑土滩”退化草地 α 多样性分析 物种多样性是群落的重要特征,是生态系统功能维持的生物基础<sup>[11]</sup>,包括物种丰富度和均匀度两个方面.群落的均匀度指群落中种群多度的配置状况,以群落实测多样性和群落中各种群多度完全均匀分布时的群落多样性之比来衡量<sup>[14]</sup>.

对不同演替阶段人工草地群落和“黑土滩”退化

草地群落 α 多样性的测度表明(图 2),人工草地群落多样性指数和均匀度指数有一致的变化趋势,4 龄群落的多样性指数最高( $H' = 2.2902$ ),3 龄群落的均匀度指数最高( $J = 0.8313$ ),4 龄次之( $J = 0.7778$ );“黑土滩”退化草地,4 龄群落的多样性指数最高( $H' = 3.078$ ),2 龄群落的均匀度指数最高( $J = 0.9294$ ),4 龄次之( $J = 0.9237$ ) 这由于人工群落优势种的优势度明显,在群落中占主导地位,导致均匀度指数下降,并使多样性指数下降.

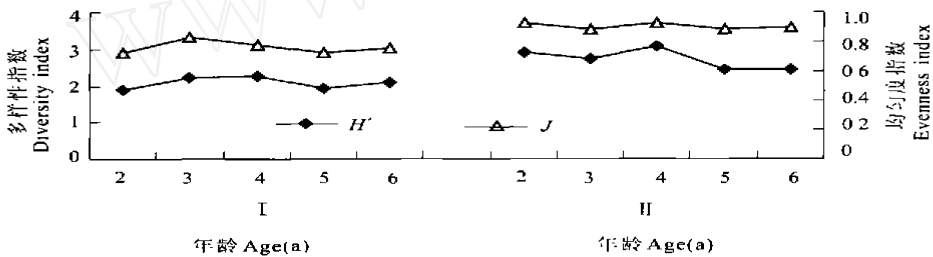


图 2 垂穗披碱草人工草地 ( I ) 和“黑土滩”退化草地 ( II ) 演替进程中群落的多样性和均匀度动态

H' : Shannon-Wiener 多样性指数, J : Pielou 均匀度指数

Fig. 2 Dynamics of species diversities and evenness indexes of *Elymus nutans* manmade grassland communities ( I ) and Heitutanland' degraded grassland communities ( II ) along the succession processes

H' : Shannon-Wiener index, J : Pielou Evenness index

2 3 2 人工草地和“黑土滩”退化草地 β 多样性分析 β 多样性是指沿着环境梯度的变化物种替代的程度,也有人称之为物种周转速率.生物变化速率<sup>[15]</sup>.β 多样性包括不同群落间物种组成的差异,不同的群落或环境梯度上不同点之间的共有种越少,β 多样性越大.时间尺度上 β 多样性的测定利于认识生物群落的时空结构和功能过程.

由表 2 可知,在垂穗披碱草人工草地和“黑土滩”退化草地群落中,2 龄与 5 龄、6 龄植被在物种组成上差异最大,即物种的周转速率最大.从 2 龄~ 4 龄,4 龄~ 6 龄,这两个阶段内植被间的 β 多样性高,物种周转率小.可见,4 龄草地群落是在种间竞争和种内竞争共同作用下产生的过渡群落,在时间序列上可分为 2~ 4 龄、4~ 6 龄两个阶段,第一阶段主要是一年生草本的侵入,第二阶段主要是多年生草本

的定居.同时,相邻年度间“黑土滩”退化草地 Sørensen 指数的平均值比人工草地群落的值小,这种变化趋势也反映出“黑土滩”退化草地比人工草地群落具有更高的物种周转率,群落结构变化更快,更不稳定.同时,多样性的时间动态在一定程度上也反映出了植被演替过程中物种替代规律和周转的特点.

### 2 4 人工草地和“黑土滩”退化草地演替进程中植物群落地上生物量及草场质量变化

草原植物资源的科学经营应以高生产力和高生物多样性为目标<sup>[1]</sup>,建立人工草地的目的是持续获得优良牧草的高额产量.本研究认为垂穗披碱草人工草地群落在第 4 年以后生物量大幅度下降,群落中出现大量毒杂草,草地质量变劣.本研究结论与陈润等(1998)<sup>[13]</sup>、张大勇等(1990)<sup>[8]</sup>的研究结果一致.

表 2 不同类型草地群落间相似性系数

Table 2 Community similarity coefficient in different type grassland communities(%)

	I					II					
	2a	3a	4a	5a	6a	2a'	3a'	4a'	5a'	6a'	
I	2a	1	0.50	0.56	0.37	0.28	0.50	0.46	0.44	0.28	0.21
	3a	1	0.47	0.41	0.26	0.53	0.49	0.51	0.32	0.33	
	4a		1	0.42	0.40	0.48	0.29	0.47	0.29	0.35	
	5a			1	0.80	0.38	0.44	0.33	0.53	0.62	
	6a				1	0.26	0.32	0.27	0.44	0.52	
II	2a'					1	0.49	0.51	0.26	0.37	
	3a'						1	0.44	0.42	0.32	
	4a'							1	0.28	0.45	
	5a'								1	0.45	
	6a'									1	

注: I: 垂穗披碱草人工草地; II: 黑土滩"退化草地".

Notes: I. *Elymus nutans* manmade grassland communities; II. Heitutan land' grassland communities

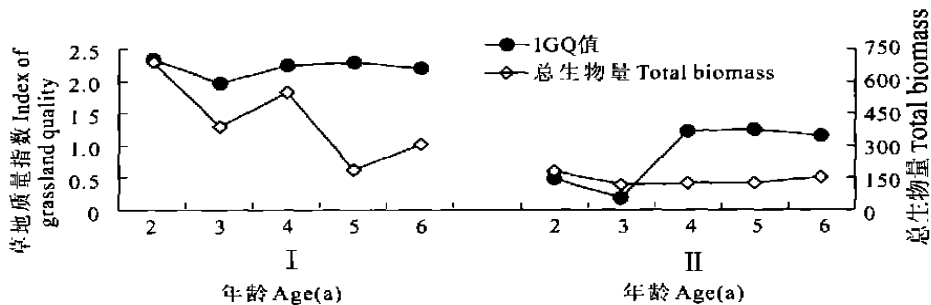


图 3 垂穗披碱草人工草地 (I) 和 "黑土滩" 退化草地 (II) 演替进程中群落草场质量指数、总生物量变化

Fig. 3 Change of grassland quality indexes and total biomass in *Elymus nutans* manmade grassland communities (I) and Heitutan land' degraded grassland communities (II) along the succession processes

垂穗披碱草人工草地随着演替时间延续, 群落总生物量从 2 龄的 689.82 g/m<sup>2</sup> 到 6 龄的 303.65 g/m<sup>2</sup>, 呈下降趋势, 这与人工草地在演替过程中杂类草入侵和优势种 (垂穗披碱草) 下降有关。"黑土滩" 退化草地群落总生物量从 2 龄的 176.06 g/m<sup>2</sup> 到 6 龄的 154.99 g/m<sup>2</sup>, 杂类草和禾草类含量及总生物量未发生显著变化。从 2 龄到 6 龄, 人工草地群落总生物量分别是 "黑土滩" 退化草地的 3.85、3.26、4.35、1.48、1.96 倍; 人工草地群落草场质量也明显高于 "黑土滩" 退化草地, 分别是 4.83、10.95、1.83、1.82、1.91 倍 (图 3)。

自然群落的物种多样性常与生产力密切相关, 中等生产力水平物种多样性最高<sup>[14]</sup>, 本研究结果与上述观点一致 (表 1, 图 3)。

### 3 讨论

随着江河源区生态环境日益恶化, "黑土滩" 退

化草地面积日益增大, 建植人工、半人工草地, 恢复其退化草地植被和生态功能已迫在眉睫。

从建植 6 年的人工草地和封育 6 年的 "黑土滩" 退化草地群落演替规律及多样性动态看, 4 龄草地群落是过渡群落。2 龄至 4 龄, 一年生草本植物入侵并被多年生草本植物替代, 4 龄至 6 龄, 多年生草本植物定居; 同时在生产水平为中等的 4 龄草地中, 其生物多样性最高, 群落的草场质量也最高。所以对建植的人工草地进行科学管理, 特别是建植后第 4 年进行必要的施肥、灭杂等措施, 利用最优控制方法, 提出合理的放牧、施肥、刈割等措施, 使江河源区经济效益与生态效益达到平衡。

从人工草地的演替规律及多样性动态看, 垂穗披碱草人工草地随着生育年龄继续增加, 天然草地的恢复演替过程加剧, 群落中匍匐茎草本植物鹅绒委陵菜成为群落的优势种之一, 6 龄时群落类型为 "垂穗披碱草+ 鹅绒委陵菜" 草地, 与封育 6 龄 "黑土滩" 退化草地的群落类型 "鹅绒委陵菜+ 西伯利亚蓼

+早熟禾”有相同优势种,这是由于多年生植物鹅绒委陵菜具有较强的克隆繁殖能力和生态适应性,通过克隆生长,有效占据较大生存空间.这种趋势说明,随着人工草地的演替和天然草地的恢复演替过程进行,生态适应性强的植物会首先入侵、定居,同时成为群落的优势种,为群落的生态功能作出重要贡献.

“黑土滩”退化草地群落演替表明,治理“黑土滩”,既要靠人为干扰恢复,还要靠自然力恢复.封育措施下,“黑土滩”退化草地的草场质量有所升高.因

此控制载畜量可使植被得到有效的保护和恢复.但由于“黑土滩”退化草地群落特征,优良牧草资源缺乏,种子的更新能力较差,所以群落演替速度很慢.为了保护江河源区生物多样性,治理严重退化的“黑土滩”,应采用生态学原理和方法,达到资源的可再生.建植人工草地,建立高寒草地生态经济复合系统的可持续发展,用最优化控制方法<sup>[16]</sup>,使畜牧业生产和草地保护有机结合,形成既保护江河源区生态系统,又能促进地方经济社会的可持续发展,使江河源区生态环境与畜牧业经济协调发展.

### 参考文献:

- [1] LI Y H (李永宏). Grazing dynamics of the species diversity in *A neurolepidium chinense* steppes and *Stipa grandis* steppe[J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), 1993, 35(11): 877- 884 (in Chinese).
- [2] WANG W Y (王文颖), WANG Q J (王启基). Character of community structure and species diversity in Alpine *Kobresia deteriorata* ecosystem[J]. *Acta Prataculturae Sinica* (草业学报), 2001, 10(3): 14- 28(in Chinese).
- [3] WANG Q J (王启基), JING Z C (景增春), WANG W Y (王文颖), LANG B N (郎百宁), MA Y S (马玉寿), JIANG W P (蒋卫平). Reserch of pasture resource and sustainable development in Tibet plateau[J]. *Qinghai Prataculturae* (青海草业), 1997, 6(3): 1- 11(in Chinese).
- [4] MA Y S (马玉寿), LANG B N (郎百宁), YANG H M (杨海明). Improvement of yak production on deteriorated “Black Soil” grassland[J]. *Grassland of China* (中国草地), 1998, 4: 61- 63(in Chinese).
- [5] MA K P (马克平), LU C R (刘灿然), LU Y M (刘玉明). Measurement of biotic community diversity: II  $\beta$  diversity[J]. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), 1995, 3(1): 38- 43(in Chinese).
- [6] ZHANG D Y (张大勇), WANG G (王刚), DU G Z (杜国祯). The succession of artificial grassland in Gannan mountain steppe[J]. *Acta Phytocologica and Geobotany Sinica* (植物生态学与地植物学学报), 1990, 14(2): 103- 109(in Chinese).
- [7] 吴玉虎, 梅丽娟. 黄河源区植物资源及其环境[M]. 西宁: 青海人民出版社, 2001.
- [8] ZHANG J Y (张继义), ZHAO H L (赵哈林), ZHANG T H (张铜会), ZHAO X Y (赵学勇). Dynamics of species diversity of communities in restoration processes in Horqin Sandy Land[J]. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), 2004, 28(1): 86- 92 (in Chinese).
- [9] 王刚, 蒋文兰. 人工草地种群生态学研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1998: 232- 235.
- [10] ZHOU H K (周华坤), ZHOU L (周立), LU W (刘伟), ZHAO X Q (赵新全), LAI D Z (来德珍), CAI R T (才让太), ZHAO B C (赵邦彩), LI Y F (李有福). Study on grassland degradation and strategies for the sustainable development of the livestock raising industry in Guoluo prefecture of Qinghai[J]. *Pratacultural Science* (草业科学), 2003, 20(10): 19- 25(in Chinese).
- [11] GRIME J P. Biodiversity and ecosystem function: the debate deepens[J]. *Science*, 1997, 277: 1260- 1261.
- [12] PIELOU E U. 数学生态学引论(卢泽愚译)[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 233- 245.
- [13] CHEN R (陈润), DU G Z (杜国祯). Dynamic study of above-ground biomass of herbage communities in artificial pastures on subalpine meadow[J]. *Pratacultural Science* (草业科学), 1988, 5(2): 37- 40(in Chinese).
- [14] YANG L M (杨利民), ZHOU G S (周广胜), LI J D (李建东). Relationship between productivity and plant species diversity of grassland communities in Songnen Plain of Northeast China[J]. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), 2002, 26(5): 589- 593(in Chinese).
- [15] LI X R (李新荣), ZHANG J G (张景光), LU L C (刘立超), CHEN H S (陈怀顺), SHI Q H (石庆辉). Plant diversity in the process of succession of artificial vegetation types and environment in an arid desert region of China[J]. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), 2000, 24(3): 257- 261(in Chinese).
- [16] YUE D X (岳东霞), HUIC (惠苍). Value flow, livestock structure, optimal control management and sustainable development of ecological economic system in alpine meadow[J]. *Acta Botanica Sinica* (西北植物学报), 2004, 24(3): 437- 442(in Chinese).