

文章编号:1007-0435(2007)04-0394-04

放牧强度对混播草地群落数量特征的影响(简报)

董全民¹, 赵新全², 马玉寿¹

(1. 青海省畜牧兽医科学院, 西宁 810016; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

关键词: 放牧强度; 高寒混播草地; 重要值; 物种多样性; 相似性系数

中图分类号: S812 文献标识码: A

Study on Community Quantity Character in Alpine Mixed-sown Grassland under Different Grazing Intensities

DONG Quan-min¹, ZHAO Xin-quan², MA Yu-shou¹

(1. Qinghai Academy of Animal and Veterinary Sciences, Xining 810016, China;

2. Northwest Institute of Plateau Biology, Qinghai Province 810008, China)

Key words: Grazing intensity; Alpine mixed-sown grassland; Important value; Plant species diversity; Similarity index

放牧强度对人工草地群落数量特征的影响,国内
外学者已有报道^[1-2],而有关青藏高原的研究则很
少^[3]。Reategui^[4]认为,载畜量增大将使丛生禾草向
矮生禾草演替,而导致草地退化。另外,放牧强度对
植物群落组成和生物多样性也有很大影响,随着放
牧强度的增加,一些适口性高、再生性强、不耐牧的
种类减少,而适口性差、耐牧的种类增多^[5]。本试验
研究放牧强度对垂穗披碱草(*Elymus nutans*)/星星
草(*Puccinellia tenuiflora*)混播草地群落数量特征
的影响,旨在为人工草地的放牧利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况

试验地设在青海省果洛州大武乡格多牧委会
2002 年建植的披碱草/星星草混播人工草地(北纬
34°17'~34°25',东经 100°26'~100°43'),为小盆地,
海拔 3980 m。属高原寒冷气候类型,年均气温 -
2.6℃,0℃年积温 914.3℃,日照时间 2576.0 h,

年均降水量 513 mm,5-9 月 437.10 mm,占年
85.2%。无绝对无霜期,生长期 110~130 d。

1.2 试验设计

在当地牧户牛群中,选取生长发育良好、健康的 2.5
岁阉牦牛 16 头,体重 100 ± 5 kg,随机分为 4 组(每
组 4 头),按放牧草利用率(20%、40%、60%、80%)
分为极轻、轻度、中度和重度放牧。放牧试验从 2003
年开始,2005 年结束,自每年 6 月 20 日-9 月 20 日。

1.3 测定内容和方法

在试验期内,每半个月沿各小区对角线 100 m
样条各取 5 个样方(1.0 × 1.0 m²),用扣笼法齐地
刈割测定地上现存量,然后将样方分为 4 个子样方
(0.50 × 0.50 m²),共计 20 个样方,对群落结构进行
调查(盖度、频度、株高、生物量)。

1.4 计算公式

1.4.1 物种丰富度(species richness)采用物种数 S ;

收稿日期:2007-01-29;修回日期:2007-06-08

基金项目:国家“十五”科技攻关计划重大项目(2001BA606A-02)、2005 年度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-1)和国家“十一五”科技支撑计划重大项目(2006BAC01A02)

作者简介:董全民(1972-),男,博士,副研究员,主要从事草地放牧生态及青藏高原“黑土型”退化草地的恢复与重建工作,E-mail:dqm850@sina.com 或 qmDong@qhmky.com

1.4.2 重要值(IV)为: $IV = (\text{相对盖度} + \text{相对频度} + \text{相对株高} + \text{相对生物量}) / 4$;

1.4.3 物种多样性采用 Simpson 指数(D)和 Shannon-Wiener 指数(H): $D = 1 - \sum P_i^2$; $H = -\sum P_i \ln P_i$;

1.4.4 物种均匀度采用 Pielou 指数(J): $J = H / \ln S$;
式中 S 为样方中的物种数, P_i 为样方中第 i 种的生物量占总生物量的比例。

2 结果与分析

2.1 放牧强度对群落物种组成及其重要值的影响

经过 3 个放牧季,各放牧区群落组成的变化较大,轻牧区的物种数最多(34),比极轻和中牧区分别增加 4 和 6 种,比对照和重牧区分别多 10 和 11 种。随放牧强度的增加,垂穗披碱草的重要值降低,而星星草则增大,极轻、轻度、中度和重牧区垂穗披碱草的重要值比对照分别下降 16.7%、16.8%、19.0% 和 20.7%,而星星草增加 2%、10%、11% 和 17%。经过 3 个季节的放牧,各区(包括对照)的建群种仍为垂穗披碱草和星星草,主要次优势种和伴生种有很大不同。各区的次优势种均有早熟禾(*Poa spp.*),伴生种均有黄帚囊吾(*Ligularia virgaurea*)和细叶亚菊(*Ajania tenuifolia*)。在放牧期(生长

表 1 不同放牧强度下垂穗披碱草/星星草混播群落主要植物种群重要值的变化

Table 1 Dominances of major plant populations under different stocking rates in *Elymus nutans*/
Puccinellia tenuiflora mixed-sown community

| 植物名 Plant name | 对照 Control | 极轻放牧 Extremely light grazing | 轻度放牧 Light grazing | 中度放牧 Moderate grazing | 重度放牧 Heavy grazing |
|--|---------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i> | 0.522 | 0.355 | 0.354 | 0.332 | 0.315 |
| 星星草 <i>Puccinellia tenuiflora</i> | 0.065 | 0.067 | 0.075 | 0.076 | 0.082 |
| 早熟禾 <i>Poa spp.</i> | 0.061 | 0.039 | 0.068 | 0.078 | 0.064 |
| 洽草 <i>Koeleria cristata</i> | 0.011 | 0.020 | 0.022 | - | - |
| 紫羊茅 <i>Festuca rubra</i> | 0.022 | 0.035 | 0.039 | 0.020 | - |
| 青海苔草 <i>Carex ivanavoe</i> | 0.022 | 0.041 | 0.050 | 0.051 | 0.029 |
| 矮蒿草 <i>Kobresia humilis</i> | 0.010 | 0.020 | 0.034 | 0.074 | 0.027 |
| 小蒿草 <i>K. parva</i> | 0.013 | 0.014 | 0.016 | 0.028 | 0.020 |
| 兰石草 <i>Lancea tibetica</i> | 0.028 | 0.046 | 0.048 | 0.050 | 0.053 |
| 紫花地丁 <i>Viola philippica</i> | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.024 | 0.012 |
| 细叶亚菊 <i>Ajania tenuifolia</i> | 0.029 | 0.030 | 0.031 | 0.029 | 0.034 |
| 蓬子菜 <i>Galium verum</i> | 0.028 | 0.045 | 0.025 | 0.018 | 0.033 |
| 火绒草 <i>Leontopodium leontopodioides</i> | 0.019 | 0.006 | 0.021 | 0.015 | 0.032 |
| 雅毛茛 <i>Ranunculus pulchellus</i> | 0.015 | 0.023 | 0.012 | 0.011 | 0.015 |
| 多枝黄芪 <i>Astragalus polycladus</i> | - | 0.010 | 0.011 | 0.014 | 0.026 |
| 黄花棘豆 <i>Oxytropis orchrocephala</i> | - | 0.013 | 0.014 | 0.017 | 0.022 |
| 黄帚囊吾 <i>Ligularia virgaurea</i> | 0.025 | 0.025 | 0.030 | 0.044 | 0.048 |
| 乳白香青 <i>Ajania tenuifolia</i> | 0.016 | 0.021 | 0.020 | 0.022 | - |
| 甘肃马先蒿 <i>Pedicularis kansuensis</i> | - | 0.004 | 0.026 | 0.029 | 0.071 |
| 鹅绒萎陵菜 <i>Potentilla anserina</i> | 0.023 | 0.028 | 0.010 | 0.026 | 0.033 |
| 多裂萎陵菜 <i>P. multifida</i> | 0.030 | 0.040 | 0.020 | 0.007 | 0.019 |
| 雪白萎陵菜 <i>P. nivea</i> | 0.020 | 0.004 | 0.003 | 0.010 | 0.018 |
| 大针茅 <i>Stipa grandis</i> | 0.010 | 0.080 | 0.012 | 0.010 | 0.020 |
| 高山紫菀 <i>Aster alpinus</i> | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 0.008 | 0.003 |
| 毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i> Thunb. | 0.005 | 0.012 | 0.002 | 0.001 | 0.02 |
| 独活 <i>Heracleum hemsleyanum</i> | - | 0.002 | 0.002 | - | - |
| 棱子芹 <i>Pleurospermum camtschaticum</i> Hoffm | - | 0.002 | 0.002 | - | - |
| 星状凤毛菊 <i>Saussurea stella</i> | - | - | 0.001 | 0.002 | 0.004 |
| 高山葶苈 <i>Draba alpina</i> | 0.001 | 0.002 | 0.002 | - | - |
| 白苞筋骨草 <i>Ajuga lupulina</i> | - | - | - | - | - |
| 西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i> | - | - | 0.001 | 0.001 | - |
| 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i> | - | 0.001 | 0.001 | 0.001 | - |
| 长叶无尾果 <i>Coluria longifolia</i> | - | - | 0.001 | - | - |
| 西藏微孔草 <i>Microula tibetica</i> | - | - | 0.001 | - | - |
| 短管兔耳草 <i>Lagotis breviflora</i> Maxim | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | - |
| 物种数 S | 24 | 30 | 34 | 28 | 23 |

期间,对照、极轻和轻度放牧区垂穗披碱草的竞争率总是大于星星草,抑制了星星草的生长^[3],这也就为早熟禾和黄芩橐吾以及细叶亚菊等阔叶植物的生长提供了一定的环境资源。在中度放牧下,由于牦牛对垂穗披碱草、星星草和早熟禾的采食强度增加,为兰石草、细叶亚菊、黄芩橐吾和甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis*)等杂类草的生长发育创造了条件,使之能够竞争到更多的阳光、水分和土壤养分,它们的重要值有所增加;随着放牧强度的继续增加,中度放牧区的伴生种(兰石草和甘肃马先蒿)成为重度放牧区的次优势种,如果持续过度放牧,垂穗披碱草和星星草将进一步被兰石草(*Lancea tibetica*)和甘肃马先蒿等杂类草所代替,草场退化。

2.2 放牧强度对物种多样性和均匀度的影响

不同放牧强度下群落的物种多样性指数、丰富

度和均匀度指数的变化不同。经过一个放牧季的放牧,轻度放牧区植物群落的物种丰富度和多样性指数最高,而均匀度指数在对照区最高,其次为中度放牧区,三个指数的排序分别为:物种丰富度为对照 < 重度放牧 < 中度放牧 < 极轻放牧 < 轻度放牧,均匀度指数为重度放牧 < 轻度放牧 < 极轻放牧 < 中度放牧 < 对照,多样性指数 H 和 D 均为对照 < 中度放牧 < 重度放牧 < 极轻放牧 < 轻度放牧。经过 3 年的连续放牧,轻度放牧区植物群落的物种多样性指数、物种丰富度和均匀度最高。2004 年与 2003 和 2005 年的结果差异很大,这主要是因为多样性指数(D 和 H)是物种水平上多样性和异质性程度的度量,能综合反映群落物种丰富度和均匀度的总和,因此必然与物种丰富度和均匀度的度量结果有一定程度的差异多样性^[6,7](表 2)。

表 2 放牧强度对群落多样性、丰富度和均匀度指数的影响

Table 2 Change in diversity, abundance and evenness index of community under different grazing intensity.

| 时间 Time | 指标 Indices | 对照 Control | 极轻放牧 Extremely light grazing | 轻度放牧 Light grazing | 中度放牧 Moderate grazing | 重度放牧 Heavy grazing |
|------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 2003 | 丰富度 S Abundance S | 13 | 22 | 26 | 17 | 14 |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | 0.8221 | 0.7766 | 0.7752 | 0.8128 | 0.7640 |
| | 多样性指数 H Diversity index H | 1.7086 | 2.2420 | 2.3761 | 2.0094 | 2.0639 |
| | 多样性指数 D Diversity index D | 0.6970 | 0.8066 | 0.8138 | 0.7596 | 0.7967 |
| 2004 | 丰富度 S Abundance S | 16 | 15 | 23 | 19 | 17 |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | 0.8133 | 0.8029 | 0.8565 | 0.8636 | 0.7789 |
| | 多样性指数 H Diversity index H | 1.8697 | 1.9561 | 1.8687 | 1.9175 | 2.3623 |
| | 多样性指数 D Diversity index D | 0.7148 | 0.7500 | 0.7181 | 0.7221 | 0.8503 |
| 2005 | 丰富度 S Abundance S | 24 | 30 | 34 | 28 | 23 |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | 0.6878 | 0.7292 | 0.8025 | 0.7623 | 0.5910 |
| | 多样性指数 H Diversity index H | 2.1859 | 2.4800 | 2.5776 | 2.5403 | 2.5047 |
| | 多样性指数 D Diversity index D | 0.7735 | 0.8042 | 0.8686 | 0.8633 | 0.8013 |

表 3 放牧强度与丰富度、多样性和均匀度指数的关系

Table 3 Relationship between grazing intensity and abundance, diversity index, and evenness index

| 时间 Time | 指标 Indices | 回归方程 $Y = aX^2 + bX + c (a, b, c > 0)$ Regression equation | | | R^2 | 显著性检验 Significant test |
|------------|-------------------------------|--|---------|---------|--------|---------------------------|
| | | a | b | c | | |
| 2003 | 丰富度 S Abundance S | -0.3878 | 3.9685 | 13.6660 | 0.8288 | * |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | 0.0004 | -0.0068 | 0.8109 | 0.7692 | * |
| | 多样性指数 H Diversity index H | -0.0153 | 0.1793 | 1.7742 | 0.6919 | * |
| | 多样性指数 D Diversity index D | -0.0022 | 0.0287 | 0.7145 | 0.5834 | ns |
| 2004 | 丰富度 S Abundance S | -0.1457 | 1.7600 | 14.7890 | 0.5418 | * |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | -0.0020 | 0.0208 | 0.7967 | 0.5098 | ns |
| | 多样性指数 H Diversity index H | 0.0023 | -0.0149 | 0.7343 | 0.7064 | * |
| | 多样性指数 D Diversity index D | 0.0023 | -0.0149 | 0.7343 | 0.7064 | * |
| 2005 | 丰富度(物种数) S | -0.3340 | 3.3675 | 23.992 | 0.9336 | ** |
| | 均匀度指数 J Evenness index J | -0.0056 | 0.0528 | 0.6092 | 0.8817 | ** |
| | 多样性指数 H Diversity index H | -0.0083 | 0.1134 | 2.2042 | 0.9607 | ** |
| | 多样性指数 D Diversity index D | -0.0026 | 0.0321 | 0.7627 | 0.8515 | ** |

回归分析表明,在3个放牧季内,放牧强度与物种丰富度、多样性指数 H 、多样性指数 D (除了2003年)和均匀度指数(除了2004年)均呈显著或极显著的二次回归(表3)。此外,不同放牧强度下群落多样性指数(D 和 H)与丰富度呈极显著的正相关($P < 0.01$),与均匀度指数(J)呈显著的正相关($P < 0.05$)。

2.3 放牧强度对群落相似性系数的影响

对照区与其它各放牧区植物群落的相似性系数随放牧强度的增加而减小。从年度变化来看,极轻

放牧区与对照区植物群落的相似性系数随放牧时间的延长略有增加,而其它放牧区与对照区植物群落的相似性系数随放牧时间的延长而逐年降低。放牧强度相近的两放牧区之间植物群落的相似性系数较大,而且放牧强度越相近,相似性系数越大。这表明随放牧强度的增加,除了极轻放牧,其它三个放牧区与对照区植物群落的相似程度下降,植物群落均朝着偏离对照区植物群落的方向变化,而且放牧时间越长,各放牧区与对照区植物群落的相似程度越小。说明各放牧处理组植物群落朝着远离对照群落的方向演替(表4)。

表4 放牧强度对人工草地群落相似性系数的影响

Table 4 Changes of community similarity index in sown grassland under different grazing intensities

| 处理 Treatments | 时间 Time | 对照 Control | 极轻放牧 Extremely light grazing | 轻度放牧 Light grazing | 中度放牧 Moderate grazing | 重度放牧 Heavy grazing |
|------------------------------------|------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 对照 Control | 2003 | 1.0000 | | | | |
| | 2004 | 1.0000 | | | | |
| | 2005 | 1.0000 | | | | |
| 极轻放牧 Extremely light grazing | 2003 | 0.9241 | 1.0000 | | | |
| | 2004 | 0.9233 | 1.0000 | | | |
| | 2005 | 0.9295 | 1.0000 | | | |
| 轻度放牧 Light grazing | 2003 | 0.9147 | 0.9241 | 1.0000 | | |
| | 2004 | 0.8732 | 0.9233 | 1.0000 | | |
| | 2005 | 0.8219 | 0.9295 | 1.0000 | | |
| 中度放牧 Moderate grazing | 2003 | 0.8741 | 0.9147 | 0.8213 | 1.0000 | |
| | 2004 | 0.8232 | 0.8732 | 0.7997 | 1.0000 | |
| | 2005 | 0.7931 | 0.8219 | 0.7820 | 1.0000 | |
| 重度放牧 Heavy grazing | 2003 | 0.7998 | 0.8741 | 0.7634 | 0.8421 | 1.0000 |
| | 2004 | 0.7206 | 0.8232 | 0.7322 | 0.8001 | 1.0000 |
| | 2005 | 0.6120 | 0.7931 | 0.6723 | 0.7214 | 1.0000 |

3 结论

经过连续3个放牧季,各放牧区草地植物群落组成的变化较大,轻度放牧的物种数最多(34),比较极轻放牧和重度放牧区分别增加4和6种,比对照和重度放牧区分别多10和11种,且随放牧强度的增加,垂穗披碱草的重要值降低,而星星草则增大;在3个放牧季内,放牧强度与物种丰富度 S 、多样性指数 H 、多样性指数 D (除2003年)和均匀度指数 J (除2004年)均呈显著或极显著的二次回归;各放牧区与对照区植物群落的相似性系数与放牧强度呈显著的负相关,说明各放牧处理组植物群落朝着远离对照群落的方向演替。

参考文献

[1] 蒋文兰,李向林.不同利用强度对混播草地牧草产量与组分动

态的研究[J].草业学报,1993,3:1-10

- [2] 姚爱兴,王培,樊奋成,等.不同放牧处理下多年生黑麦草/白三叶草地第一性生产力研究[J].中国草地,1998,(2):12-16,24
- [3] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧率对江河源区混播禾草种间竞争力及地上初级生产量的影响[J].中国草地,2005,27(2):1-8
- [4] Reategui K. Persistence of mixed pastures with different pasture management system on clay [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 1999,72(3):16-24
- [5] 夏景新.放牧生态学与牧场管理[J].中国草地,1993,14(4):61-65
- [6] 汪诗平,李永宏,王艳芬,等.不同放牧率对内蒙古冷蒿草原植物多样性的影响[J].植物学报,2001,43(1):89-96
- [7] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧强度与小高草高寒草甸植物群落的关系[J].草地学报,2005,13(4):334-338

(责任编辑 梁艳萍 才杰)