

# 划区轮牧制度在草地资源可持续利用中的作用研究

李勤奋<sup>1,2</sup>, 韩国栋<sup>2</sup>, 敖特根<sup>2</sup>, 彭少麟<sup>1</sup>

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广州 510650; 2. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010018)

**摘 要:** 通过对比研究放牧制度及围栏封育对退化草地植被的影响来探讨划区轮牧在退化草地植被恢复中的作用。结果表明, 在相同的载畜率条件下, 划区轮牧制度通过对放牧利用时间与空间的合理配置, 使建群种短花针茅与优势种无芒隐子草在质量百分比、重要值、生产力等方面比连续放牧都有所提高, 与围栏禁牧的对照小区有同样的恢复效果。因此, 将划区轮牧用于荒漠草原植被恢复在实践中是可行的, 是实现草地资源持续利用的有效途径之一, 建议在今后的退化草地恢复中要从优化放牧方式上寻找新的发展出路。

**关键词:** 划区轮牧; 连续放牧; 围栏封育; 荒漠草原; 植被恢复

**中图分类号:** S181; Q 958

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2003)03-0224-04

## 1 引言

划区轮牧是有计划的放牧, 是将草地划分成若干轮牧小区, 按照一定次序逐区采食、轮回利用的一种放牧利用方式。由于划区轮牧不仅能够提高家畜生产<sup>[1]</sup>, 而且能够有效防止草地退化, 改善草地状况<sup>[2,3]</sup>, 兼顾了经济发展与生态环境的保护, 被认为是一种实现草地持续利用有效的方法<sup>[4]</sup>。19 世纪末, 美国专门把划区轮牧制度作为改良草地的一种措施来研究与应用, 在理论与实践上都取得了大量的成果。但用划区轮牧制度来恢复草地植被的研究很少, 在生产实践中有关这方面专门的报道更少。

荒漠草原是内蒙古草原的重要组成部分, 占内蒙古草地面积的 10.68%, 是草原区向荒漠区过渡的一个生态环境脆弱带。放牧是该类型草地最主要的也是最经济的利用方式。但由于长期的掠夺式利用, 使大面积草地退化、沙化, 水土流失严重, 草畜供需矛盾日益尖锐, 严重影响了草地畜牧业的持续发展<sup>[5]</sup>。

草地退化主要是由于放牧系统失调(主要为超载过牧)引起的<sup>[6,7]</sup>。围栏封育是恢复退化草地植被的有效途径, 在研究与实践中得到广泛应用<sup>[8,9]</sup>。但考虑到我国北方以放牧为主的广大草原牧区人民的经济问题, 目前这一恢复措施还难以得到普遍实行。本文研究划区轮牧的草地资源利用方式, 探讨荒漠草原植被的有效利用与恢复途径, 为生产实践中探寻有效的草地利用与恢复方式提供参考。

## 2 研究方法

### 2.1 试验区概况

试验地位于内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特右旗

朱日和镇附近, 北纬 42°16'26", 东经 112°47'16", 海拔 1 100~1 150 m 之间。据朱日和国家基准气象站近 3 年资料, 该地区年平均气温为 6.2℃, 年平均降水量为 248.07 mm, 年蒸发量为 2 947.4 mm。5 月的年积温为 3 585.1℃, 无霜期为 175 d, 年平均大风日数约 67 d 左右, 多集中在春季。其草地植被草层低矮, 一般为 10~30 cm, 且植被稀疏, 盖度为 15%~35%, 种类组成比较贫乏。建群种为短花针茅(*Stipa breviflora*), 优势种为无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*)、碱韭(*Aeluropolyrhizum*)、栉叶蒿(*Neopallasia pectinata*)等。

### 2.2 试验设计

试验设计划区轮牧、连续放牧及围栏封育 3 种不同的草地利用方式。选择 2 个家庭牧场进行划区轮牧(RG)与连续放牧(CG)2 种放牧制度的对比试验。实行划区轮牧制度的草场面积为 536 hm<sup>2</sup>, 分为夏秋场和冬春场; 夏秋场面积为 320 hm<sup>2</sup>, 分为 8 个等面积的轮牧小区进行轮流放牧, 每小区放牧 7 d, 夏秋场放牧时间为 185 d; 冬春场面积为 216 hm<sup>2</sup>, 放牧时间为 180 d, 整个季节连续放牧。实际是冷暖季进行大区轮牧, 暖季进一步细划实行小区轮牧。轮牧区放牧 863 只羊, 折合 666 个羊单位。连续放牧区草场面积为 438 hm<sup>2</sup>, 实行连续放牧, 放牧 640 只羊, 折合 549 个羊单位。划区轮牧与连续放牧全年载畜率基本一致, 分别为 1.24、1.15 只/hm<sup>2</sup>。另外, 设一个 100 m × 100 m 的围栏封育小区不放牧作为对照区(CK)。

试验开始于 1999 年, 并在当年进行了基础数据测定, 2000 年到 2001 年初我们对草畜各项指标进行了全面测定。

### 2.3 测定方法

#### 2.3.1 牧草现存量与生长量

夏秋季节, 在对照区、划区轮牧各个小区、连续放牧区, 每月同一时间分种测定植物地上现存量, 风干称质量, 样方面积为 1 m × 1 m, 5 次重复(以下测产样方面积均为 1 m × 1 m)。

为计算牧草生长量, 划区轮牧各小区分别布置 5 个活动围笼(1.5 m × 1.5 m), 牧前测定植物地上现存量, 牧后笼内外分别测产。在连续放牧区, 随机布置 5 个活

收稿日期: 2002-10-08 修订日期: 2003-03-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(30060056); 内蒙古教育委员会重点研究领域项目(ZL 98005)

作者简介: 李勤奋(1975-), 内蒙古鄂尔多斯人, 博士生, 广州市乐意居 中国科学院华南植物研究所, 510650。

通讯作者: 彭少麟, 博士, 研究员, 华南植物研究所所长, 510650

动围笼(1.5 m × 1.5 m), 每月移动一次, 笼内外分别测产。

2.3.2 植物群落特征

试验期间, 在连续放牧区、对照区、划区轮牧各小区分别布置 10 个固定样方, 样方面积为 1 m × 1 m, 于 6、7、9 月测定植物群落盖度、高度和频度。

3 结果与分析

3.1 优势植物重要值

群落植物重要值是评价植物种群在群落中作用的

一项综合性数量指标<sup>[10]</sup>, 在退化草地植被恢复的评价中得到广泛应用。由于这一指标是一个相对的量, 研究对象要在相同背景下进行比较。本试验设置在 2 个相邻的家庭牧场上, 在试验前草地基况相同, 满足这一指标的使用条件。在草地群落中由于牧草的生活型常不同, 很难确定一个统一合理的多度统计方法, 因此在重要性评价中一般采用下式计算

$$IV = RHI + RCO + RFE$$

式中 IV——重要值; RHI——相对高度; RCO——相对盖度; RFE——相对频度。

表 1 优势植物种群重要值

Table 1 Important value index of dominant plant populations

优势植物	06-17			07-26			09-07		
	RG	CK	CG	RG	CK	CG	RG	CK	CG
短花针茅	63.94	61.71	53.64	35.36	30.55	20.30	39.77	32.21	21.87
无芒隐子草	44.09	47.01	41.58	44.73 <sup>b</sup>	32.54 <sup>ab</sup>	20.18 <sup>a</sup>	47.58 <sup>b</sup>	35.52 <sup>ab</sup>	24.64 <sup>a</sup>
碱 韭	34.88	23.12	18.57	28.17	15.46	13.42	32.40 <sup>b</sup>	15.27 <sup>a</sup>	9.22 <sup>a</sup>
栉叶蒿	24.42	25.71	29.36	42.29	53.64	44.04	46.26	54.07	56.58

从结果可以看出(表 1), 建群种短花针茅与优势种群无芒隐子草、碱韭的重要值在暖季 3 次测定中均表现出 RG 最高, CG 最低的趋势。尤其无芒隐子草, 在 7 月与 9 月的 2 次测定中 RG 均显著高于 CG, 与 CK 的差异不显著 ( $P > 0.05$ )。栉叶蒿则相反, 表现出 CG 与 CK 高于 RG 的趋势。

3.2 优势植物质量百分比

建群种短花针茅在草群中的质量百分比在 RG、CK 与 CG 之间没有显著差异, 但表现出 RG 最高的趋势(表 2)。优势种群无芒隐子草与碱韭的质量百分比显示出同样的趋势, 尤其无芒隐子草差异达到了显著性水平 ( $P < 0.05$ ) (表 2)。这一试验结果与重要值的数值相一致, 比第一年的结果<sup>[11]</sup>表现出更明显的差异。

表 2 群落优势植物质量百分比

Table 2 Percentage of dominant plant mass in community %

优势植物	处理	时间/月-日				
		06-13	07-12	08-13	09-14	10-15
短花针茅	RG	22.73	14.11	12.76	13.52	24.29
	CK	21.28	10.49	6.05	8.16	12.84
	CG	19.28	11.32	11.84	9.43	15.48
无芒隐子草	RG	17.78	27.38 <sup>b</sup>	24.76 <sup>b</sup>	22.40 <sup>b</sup>	14.76 <sup>b</sup>
	CK	20.74	17.97 <sup>b</sup>	21.94 <sup>b</sup>	14.78 <sup>ab</sup>	10.43 <sup>ab</sup>
	CG	11.89	5.03 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	7.29 <sup>a</sup>	3.62 <sup>a</sup>
碱 韭	RG	12.72 <sup>b</sup>	7.13	5.21 <sup>b</sup>	6.97 <sup>b</sup>	3.75 <sup>ab</sup>
	CK	4.37 <sup>a</sup>	3.30	2.90 <sup>ab</sup>	4.28 <sup>b</sup>	6.37 <sup>b</sup>
	CG	3.16 <sup>a</sup>	4.18	0.54 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>
栉叶蒿	RG	5.50	9.23 <sup>a</sup>	24.43 <sup>a</sup>	30.10 <sup>a</sup>	24.21
	CK	10.39	18.78 <sup>b</sup>	48.39 <sup>b</sup>	52.15 <sup>b</sup>	40.02
	CG	17.85	23.25 <sup>c</sup>	30.92 <sup>a</sup>	39.50 <sup>ab</sup>	31.46

3.3 草地牧草现存量与牧草生产力

3.3.1 牧草现存量

表 3 反映了 3 个处理的牧草现存量在试验期间的

变化。其中多年生牧草现存量是短花针茅、无芒隐子草、碱韭以及糙隐子草等 4 种多年生牧草现存量的和。对照区与轮牧区多年生牧草现存量各月均高于连续放牧区。一年生杂类草的现存量则连续放牧区显著高于围栏的对照区与划区轮牧区。

2001 年 4 月份, 收集不同处理的地面枯草, 在轮牧区同时收集了夏秋场与冬春场, RG、CK、CG 分别为 29.90、30.34、8.92, 连续放牧区的枯草保存量最低, 显著低于 ( $P < 0.05$ ) 轮牧区与对照区, 对照区与轮牧区之间几乎没有差异。

表 3 多年生牧草与一年生植物现存量

Table 3 Standing crop biomass of perennial and annual vegetation  $g \cdot m^{-2}$

优势植物	处理	时间/月-日				
		06-13	07-12	08-13	09-14	10-15
多年生植物	RG	22.44 <sup>b</sup>	35.98 <sup>b</sup>	30.31 <sup>b</sup>	19.61 <sup>b</sup>	12.35 <sup>b</sup>
	CK	29.84 <sup>c</sup>	46.50 <sup>c</sup>	34.24 <sup>b</sup>	28.01 <sup>c</sup>	18.55 <sup>c</sup>
	CG	11.47 <sup>a</sup>	10.51 <sup>a</sup>	16.37 <sup>a</sup>	10.64 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>
栉叶蒿	RG	1.85 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	13.84 <sup>a</sup>	13.97 <sup>a</sup>	6.89 <sup>a</sup>
	CK	4.31 <sup>a</sup>	36.67 <sup>b</sup>	36.46 <sup>c</sup>	36.48 <sup>b</sup>	18.99 <sup>b</sup>
	CG	3.70 <sup>a</sup>	12.97 <sup>a</sup>	20.42 <sup>b</sup>	17.38 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>
其它一年生植物	RG	1.04 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>
	CK	1.76 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	1.67 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>
	CG	4.39 <sup>b</sup>	36.70 <sup>b</sup>	32.94 <sup>b</sup>	17.96 <sup>b</sup>	2.63 <sup>b</sup>
总的牧草现存量	RG	42.09 <sup>c</sup>	93.22 <sup>b</sup>	74.79 <sup>b</sup>	68.9 <sup>b</sup>	45.44 <sup>b</sup>
	CK	32.16 <sup>b</sup>	51.42 <sup>a</sup>	51.39 <sup>a</sup>	37.47 <sup>a</sup>	23.11 <sup>a</sup>
	CG	21.52 <sup>a</sup>	55.43 <sup>a</sup>	63.55 <sup>ab</sup>	42.95 <sup>a</sup>	15.26 <sup>a</sup>

3.3.2 草地牧草生产力

3 个处理的暖季牧草生长量与草地牧草生产力见表 4。在此, 草地牧草生产力为试验开始时草地牧草现存量与试验期间牧草的生长量之和。轮牧区与连续放牧区的牧草生长量由下式算得



$$\text{牧草生长量} = (f - c) + (c - f) \times (\log d - \log f) \div (\log c - \log f)$$

式中  $c$ ——初始笼外生物量, 即时间为 0 的生物量;  
 $d$ ——时间 1 的笼内生物量;  $f$ ——时间 1 的笼外生物量。

多年生牧草生长量(见表 4)三个处理之间没有显著差异, 但表现出对照区与轮牧区高于连续放牧区的趋势。多年生牧草的生产力对照区与轮牧区显著 ( $P < 0.05$ ) 高于连续放牧区, 对照区与轮牧区之间差异不显著, 但对照区显示出高于轮牧区的趋势。从这里可以看出, 围栏封育与划区轮牧比连续放牧有利于多年生牧草发挥其生长潜力, 在同等载畜率的条件下划区轮牧比连续放牧更有利于多年生牧草的恢复。

表 4 暖季多年生牧草生长量及生产力

Table 4 Growing biomass and productivity of perennial grass in warm season  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$

测定指标	CK	CG	RG
初始生物量	29.84 <sup>c</sup>	11.47 <sup>a</sup>	22.44 <sup>b</sup>
生长量	16.67	3.76	14.94
生产力	46.50 <sup>b</sup>	15.23 <sup>a</sup>	37.38 <sup>b</sup>

## 4 讨 论

1) 划区轮牧充分利用牧草的生物学特性进行利用与恢复

试验结果表明划区轮牧与围栏禁牧的建群种短花针茅、优势种无芒隐子草与碱韭的重要值、质量百分比, 以及它们总的现存量与生产力均高于连续放牧, 尤其无芒隐子草在划区轮牧与连续放牧之间差异达到显著性水平。卫智军<sup>[12]</sup>等在本试验的第一年就发现了这种趋势。这主要是因为划区轮牧的利用方式协调了该类型草地这些优势种群的生态生物学特性与放牧之间的关系。如短花针茅, 是该类型草原返青最早的植物, 是春季放牧家畜食物的主要来源。连续放牧条件下, 家畜的连续采食使其几乎没有休养生息的机会。尤其早春高强度的放牧, 光合作用产生的组织远不能补偿家畜啃食消耗掉的部分, 从而消耗大量的储藏营养物质, 严重影响了其在接下来暖季的生长活力, 使其生产力下降。划区轮牧首先能够控制开始放牧的时间, 使夏秋场避免了早春敏感时期的强度啃食, 保证了营养物质的有效积累与组织增长; 另外在夏秋场开始放牧以后, 由于各小区放牧时间不同, 后放牧小区的牧草在放牧时几近成熟或已经成熟, 此时放牧对牧草已不会构成大的影响, 早放牧的小区正逢该地区的雨热同期, 在 50d 休闲的时间里能够很好地恢复生长。因此, 划区轮牧对于植被的积极作用主要就在于其通过在空间上控制家畜的采食范围, 给牧草以休闲的时间, 使其基本能够按正常生物学机制运转。

韩国栋<sup>[12]</sup>等在内蒙古高原短花针茅草原连续 5 年的划区轮牧与连续放牧试验中没有发现植被有显著的差异, 这可能是因为两试验的试验规模不同所致。生产实践中的大群放牧对草地的践踏强度高于小区试验, 对

草地植被的影响可能要比小区试验表现得更强烈。另外, 是否也存在着大群采食效应还有待于研究。

2) 划区轮牧能够保持草地群落整体的生态均匀度

从生态学角度讲, 试验区这些优势种群的各项指标在划区轮牧区高于连续放牧区也是不同利用方式导致不同的种间竞争格局的结果。在连续放牧区, 家畜对短花针茅、无芒隐子草等优良牧草的连续选择性采食降低了其生长活力, 给杂类草留下更多的空间与资源, 助长了杂类草的生长, 结果更加恶化了优势种群的生长环境, 从而也降低了其在草群中的竞争力。划区轮牧在短期内将家畜固定在一个小区内放牧, 强迫其采食各类牧草, 降低了其选择性采食行为, 避免了强度选择性采食对优良牧草造成的伤害, 保持了草地群落整体的生态均匀度, 从而有利于植被行正向演替。

3) 划区轮牧降低了家畜对草地的践踏强度与频度

除了降低家畜的选择性采食行为, 降低其对草地的践踏强度与频度也是划区轮牧草群状况得到改善的一个重要原因。在连续放牧条件下, 家畜在整个放牧区内自由采食, 受选择性采食行为的驱使, 家畜总是要花费更多的时间与精力<sup>[13]</sup>去寻找适口性好的植物, 这种持续的践踏作用严重影响了草群的生长活力。划区轮牧将家畜限制在一个小区内, 减少了其游走时间, 降低了践踏强度, 这在 Heitschmidt<sup>[14]</sup>、韩国栋<sup>[13]</sup>、邹华<sup>[15]</sup>等的有关划区轮牧下绵羊牧食行为的试验中得到验证。另外, 短期的践踏与较长时间的修复, 从总体上降低了干扰频度与强度, 从而缓和了践踏对草群造成的影响。

## 5 小 结

综上所述, 划区轮牧的利用方式由于充分利用了牧草的生物学特性, 降低了家畜的选择性采食行为与践踏对草地的干扰强度, 协调了草地植物群落的生态学特性, 使草地在利用中得到有效恢复。连续放牧是当地传统的草地经营方式, 由于它缺乏计划性, 是一种粗放的经营方式, 长期的利用使草地逐渐退化, 质量下降, 生产力降低。本试验的结果表明, 划区轮牧与围栏禁牧在建群种与优势种的恢复中, 不论是重要值、质量百分比、现存量还是生产力都得到近乎同样恢复效果。这一结果有力地支持了李文龙等采用层次分析法探讨退化荒漠化针茅草原可持续利用对策时的结论, 即围栏封育与划区轮牧是可持续利用的最有效措施<sup>[16]</sup>。同时, 这一结果也有力地证实了陶鼎来提出的实施农业工程技术手段要使农业生产与自然界相协调, 在发展草地畜牧业时要更注重加强草地的建设与管理的理论<sup>[17]</sup>。美国从 20 世纪 50 年代到 70 年代在科罗拉多州的划区轮牧试验中发现这种草地利用方式能够减缓水土流失, 使植被行正向演替。同期他在亚利桑那地区的观察发现, 当牧草利用率控制在 55% 以下时, 划区轮牧在荒漠地区也适用<sup>[26]</sup>。因此我国在今后的草地恢复的研究与实践中应充分利用合理的放牧制度, 以达到对整个草地生态系统, 包括草、土、畜的恢复与草地生态环境及经济的健康发展, 最终实现草地资源的可持续利用。

## [参 考 文 献]

- [1] Savory A, Parsons L D. The Savory grazing method[J]. Rangelands, 1980, 2: 234~ 237.
- [2] Heady H F, Michael D PITT. Seasonal versus continuous grazing on annual vegetation of Northern California[J]. Rangelands, 1979, (6): 231~ 232.
- [3] Hoveland C S, McCann M A, Hill N S. Rotational vs continuous stocking of beef cows and calves on mixed endophyte-Free tall fescue-bemudagrass pasture[J]. J Prod Agric, 1997, 10(2): 245~ 250.
- [4] 赵新权, 张耀生, 周兴民. 高寒草甸畜牧业可持续发展: 理论与实践[J]. 资源科学, 2000, (4): 50~ 61.
- [5] 赵萌莉, 许志信. 内蒙古草地资源合理利用与草地畜牧业持续发展[J]. 资源科学, 2000, 32(1): 73~ 76.
- [6] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001, 36~ 37.
- [7] 孙海群, 周禾, 王培. 草地退化演替研究进展[J]. 中国草地, 1999, (1): 51~ 56.
- [8] 韩建国, 李枫. 围封休闲对退化草地牧草影响的初探[J]. 四川草原, 1995, (1): 17~ 18, 34.
- [9] 陈敏, 宝音陶格涛. 半干旱草原区退化草地改良的试验研究[J]. 草业科学, 1997, 14(6): 27~ 29.
- [10] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [11] 卫智军, 韩国栋, 邢旗, 等. 短花针茅草原划区轮牧与自由放牧的比较研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(4): 46~ 49.
- [12] 韩国栋, 卫智军, 许志信. 短花针茅草原划区轮牧试验研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(3): 60~ 67.
- [13] Hughes L E. Rest-rotation grazing vs season-long grazing on naval oil shale reserve allotment in Colorado[J]. Rangelands, 1979, 1(2): 55~ 57.
- [14] Heitschmidt R K, Doughter S I, Walker J W. Some effects of rotational grazing treatment on quantity and quality of available forage and amount of ground[J]. Journal of Range Management, 1987, 40(4): 318~ 321.
- [15] 邹华, 王湘国, 巩爱歧, 等. 冬春草地应用电网围栏划区轮牧试验[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1998, 28(4): 29~ 30.
- [16] 李文龙, 李自珍. 荒漠化针茅草原退化机制与可持续利用放牧对策研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2000, 16(3): 161~ 168.
- [17] 陶鼎来. 农业工程在生态环境建设中的应用[J]. 农业工程学报, 2000, 16(4): 4~ 5.

## Approach on restoration mechanism of rotational grazing system on desert steppe

Li Qinfen<sup>1,2</sup>, Han Guodong<sup>2</sup>, Ao Tegen<sup>2</sup>, Peng Shaolin<sup>1</sup>

(1. South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** Rotational grazing (RG) and continuous grazing (CG) were compared in degraded desert steppe in Inner Mongolia on family ranch scale. Two ranches were chosen, one for continuous grazing and another for rotational grazing, with stocking rate of 1.15 and 1.24 sheep/hm<sup>2</sup>, respectively. Furthermore, an area of 100m × 100m, inhibit to grazing, was set as a check block (CK) near the ranches. The results indicate that plant weight percent, important value index (IV) and productivity of the dominant species were higher in RG and CK than that in CG, while there is little difference between RG and CK, from which it can be inferred that rotational grazing can benefit the degraded land compared with CK, and have similar effect as enclosure treatment in improving degraded desert steppe. Hence, optimizing grazing system was recommended in considering the restoration of degraded grassland as a result of overgrazing.

**Key words:** rotational grazing; continuous grazing; enclosure treatment; desert steppe; vegetation restoration