

施肥和围栏封育对青海湖地区高寒草原影响的比较研究

地上生物量季节动态

周国英¹, 陈桂琛¹, 赵以莲², 王顺忠¹, 孙菁¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 青海省科技厅, 青海 西宁 810001)

摘要:选择青海湖北岸青海省三角城种羊场地区的天然高寒草原为研究对象,对多年围栏样地,围栏内外施 N、P 肥作为调控措施,并与围栏内外的天然草原做对照,旨在寻求退化草地恢复的最佳途径。结果表明:施肥和围栏封育都可明显提高优良牧草的地上生物量,且施肥的效果尤为明显;生物量的季节动态呈单峰曲线,不同处理措施下生长曲线的基本形状也相似,而且地上生物量的变化趋势与气象因子降水量和气温的变化同步。不同调控措施下干物质含量的季节变化也很明显,生长初期和生长后期干物质含量均高于中间阶段,有一个高一低一高的变化过程。

关键词:青海湖地区;高寒草原;地上生物量;季节动态

中图分类号:S812-05

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2005)01-0059-05

* 草原是陆地生态系统中的一个重要类型,也是畜牧业发展的重要基地。但是,目前草原放牧系统生产和生态状况的退化,已严重威胁到草地畜牧业的持续生产和草地环境质量^[1,2],而研究草原植物生物量的变化是草原生态系统研究的重要内容之一。高寒草原在青海集中分布于青南高原西部和北部,昆仑山内部山地和祁连山西段高山地带亦有广泛分布^[3]。但是长期以来,对高寒草地生态系统的结构、功能缺乏了解,忽视了草地资源的科学管理和合理利用,采取掠夺式经营,超载放牧,草畜矛盾日益突出,生态系统平衡失调,导致草地生态系统环境恶化,生产力下降,严重阻碍了青藏高原草地畜牧业的可持续发展^[4]。通过采取施肥和围栏封育的不同调控措施,研究其对高寒草原植物群落的种类组成、物种多样性变化规律以及植物地上、地下生物量的时空分布格局的影响,揭示人类活动对高寒草地的结构、功能和物种多样性的影响,进而为高寒退化草地的治理、恢复、重建及草地生产力的提高和持续利用提供科学依据。

1 研究区自然概况

青海湖位于青藏高原东北部,是我国最大的高原内陆微咸水湖。位于北纬 36°15' ~ 38°20', 东经 97°50' ~ 101°20', 四周为高山环绕的封闭式

山间内陆盆地。全区有布哈河等 50 余条大小河流分布^[5]。湖区属典型的高原大陆性气候,具有寒冷期长,太阳辐射强,气温日差较大,干旱少雨,降水比较集中等特点。据刚察县气象观测资料分析,多年均温 - 0.5℃, 极端最高温 25℃, 极端最低温 - 31℃, 0℃ 年积温为 1 299℃; 多年平均降水量 370.3 mm, 年蒸发量 607.4 mm; 平均风力大于 8 级; 最大冻土深度 2.88 m; 土壤以栗钙土为主。青海湖地区的植被特征已有较多的报道^[6-10]。

选择青海湖北岸青海省三角城种羊场地区的退化高寒草原——紫花针茅 *Stipa purpurea*—草地早熟禾 *Poa pratensis* 草原为对象,样地于 1993 年 7 月围栏,面积 47.5 hm²。2000 年 6 月开始将尿素(宁夏产,含氮量 46%)和磷酸二铵[美国产,有效磷(P₂O₅)含量 53%;总氮含量 21%]均匀撒于试验区。围栏内外施肥区面积均为 50 m × 100 m, 施肥量 100 kg/hm²。

* 收稿日期:2003-12-01

基金项目:国家中西部专项(K99-05-11)“江河源主要生态区生态恢复研究与示范”

作者简介:周国英(1974-),男,青海乐都人,助理研究员,在职研究生。主要从事植物生态学方面的工作。E-mail:guoyingzhou941125@hotmail.com

通讯作者:陈桂琛。E-mail:gcchen@mail.nwipb.ac.cn

2 试验方法

2.1 野外取样 在调查样地选择植物生长均匀、地形差异较小、面积较大的群落,在围栏内外施肥区和对照区分别取样。生物量的测定分为地上、地下生物量进行,地上生物量测定采用割草法^[11],取样面积 25 cm ×25 cm,采取齐地面剪割,分禾莎类、杂类和毒害类,5 个重复;将地上生物量分别称取鲜质量后,带回室内,在 65 °C 恒温箱内烘干至恒量。

2.2 数据处理

土壤含水率 (W) = $m_w \times 100 / (m_s + m_w)$ ^[12] (其中 m_w = 水的质量, m_s = 土的质量)。

生长速率 (G) = $(m_2 - m_1) / (T_2 - T_1)$ (其中 m_1 为 T_1 时间测定的生物量, m_2 为 T_2 时间测定的生物量),文中生物量均由 25 cm ×25 cm 换算成 1 m ×1 m,均以烘干质量计。

3 结果和分析

3.1 不同措施下各类植物地上生物量占总生物量的比较 选择 8 月下旬地上生物量出现峰值的时期做比较。将植物种群按照牲畜适口性

不同分为禾莎类(牲畜喜食),包括紫花针茅 *Stipa purpurea*,短花针茅 *S. breviflora*,早熟禾 *Poa pratensis*,赖草 *Leymus secalinus*,扁穗冰草 *Agropyron cristatum*,垂穗披碱草 *Elymus nutans*,草 *Koeleria cristata* 等禾本科植物,青海苔草 *Carex ivanovae*,大花嵩草 *Kobresia macrantha* 等莎草科植物;杂类(牲畜愿意采食)包括猪毛蒿 *Artemisia scoparia*,蒲公英 *Taraxacum* spp.,阿尔泰狗哇花 *Heteropappus altaicus*,葱 *Allium* spp.,平车前 *Plantago depressa*,二裂委陵菜 *Potentilla bifurca*,委陵菜 *P. spp.*,多裂委陵菜 *P. multifida*,柴胡 *Astragalus* spp.,黄芪 *A. spp.*;毒害类(牲畜不采食)包括棘豆 *Oxytropis* spp.,鳞叶龙胆 *Gentiana squarrosa*,异叶青兰 *Dra-coccephalum heterophalum*,小龙胆 *G. spp.*,亚菊 *Ajania* spp,虻果芥 *Neotorularia humilis*,甘肃马先蒿 *Pedicularis kansuensis*,披针叶黄华 *Thermopsis lanceolata*,鸢尾 *Iris potaninii*,狼毒 *Stellera chamae-jasme*,阿拉善马先蒿 *P. alaschanica*。不同措施下生物量的比较见表 1。

表 1 不同调控措施下各类植物组成的地上生物量及其比例

植物组成	IAN (g/m ²)	IAN 所占比例 (%)	OAN (g/m ²)	OAN 所占比例 (%)	IAP (g/m ²)	IAP 所占比例 (%)	OAP (g/m ²)	OAP 所占比例 (%)	IC (g/m ²)	IC 所占比例 (%)	OC (g/m ²)	OC 所占比例 (%)
禾莎类	71.35	65.87	62.48	55.39	58.59	60.51	41.04	48.57	59.42	67.17	53.90	54.31
杂类	34.24	31.61	36.26	32.15	34.85	36.00	36.31	42.97	18.44	20.85	35.39	35.66
毒害类	2.73	2.52	14.06	12.46	3.38	3.49	7.15	8.46	10.60	11.98	9.95	10.03
总生物量	108.32	100.00	112.80	100.00	96.82	100.00	84.49	100.00	88.46	100.00	99.24	100.00

注:IAN 为围栏内施氮肥区;IC 为围栏内对照;OAN 为围栏外施氮肥区;OC 为围栏外对照;IAP 为围栏内施磷肥区;OAP 为围栏外施磷肥区。

从表 1 可以看出,地上生物量禾莎类 IAN > OAN, IAP > OAP, IC > OC; 杂类 IAN < OAN, IAP < OAP, IC < OC; 毒害类 IAN < OAN, IAP < OAP, IC > OC; 地上总生物量 IAN < OAN, IAP > OAP, IC < OC。围栏内以 IC 的禾莎类所占比例最大为 67.17%, 其干质量为 59.42 g/m²; 其次为 IAN 的禾莎类所占比例 (65.87%), 干质量为 71.35 g/m²; 再次为 IAP 的禾莎类所占比例 (60.51%), 干质量为 58.59 g/m²。说明在放牧干扰较小的情况下,围栏封育有利于优良牧草比例的增加,但施肥增加了优良牧草的绝对生物量。

围栏外以 OAN 的禾莎类所占比例最大为 55.39%, 其干质量为 62.48 g/m²; 其次为 OC 禾莎类所占比例 (54.31%), 干质量为 53.90 g/m²; 再次为 OAP 的禾莎类所占比例最大为 48.57%。干质量为 41.04, 围栏外由于放牧的干扰,不同处理措施下禾莎类牧草的比例及质量变化不是很明显。但在对应的处理措施下围栏内禾莎类地上生物量均大于围栏外。可见施肥和围栏封育都有利于禾本科和莎草科植物的增加,围栏外由于不断受到放牧干扰,禾草和莎草植物的生长受到明显抑制,其重要值^[13]、生物量均小于围栏内,该结果

也验证了周华坤^[14]的结论:禾莎类对氮肥最为敏感,围栏外杂类草生物量的比例则明显增高。

3.2 不同措施下地上生物量与物候以及气

象因子的关系 不同调控措施下围栏内外地上生物量的季节动态见图1。

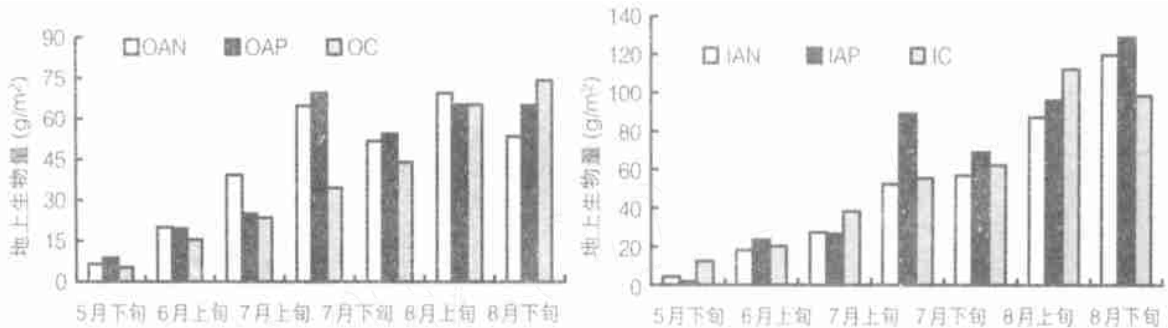


图1 不同调控措施下围栏内外地上生物量的季节动态

从图1可以看出,施氮肥区地上生物量的季节动态呈单峰的生长曲线,围栏内地上生物量8月下旬尚未达峰值;围栏外在8月上旬-中旬达最高,呈单峰型^[15],但由于受到放牧的影响曲线有所波动。围栏内施磷肥区地上生物量的季节动态和围栏内施氮肥区相类似:围栏外在7月上旬达最高,峰值出现波动,可能由于受放牧的影响或由于取样是随机的,受到该区域有较高的狼毒等高大的双子叶杂类草的影响。对照区地上生物量的季节动态与其他类型相同,总体也呈单峰型,围

栏内地上生物量在8月上旬达峰值;围栏外在8月下旬尚未达最高,可能与围栏外双子叶杂类草较多有关,杂类草结实较晚,枯黄期较迟,故8月下旬尚未达到峰值。就围栏内外来说,只有围栏内对照区地上生物量8月上旬-中旬达到了峰值,而围栏内施N区和施P区在8月下旬尚未达最高,这可能与施肥有关,施肥促使植物营养期延长,结实期推迟。而围栏外施N区和施P区在8月上旬-中旬达到峰值,围栏内对照区地上生物量8月下旬尚未达最高。

表2 刚察县1961-1990年累计各月气温和降水量动态

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均温度(°C)	-13.7	-10.7	-5.1	0.7	5.2	8.1	10.8	10.2	5.7	0.3	-6.9	-11.3
平均降水量(mm)	0.9	1.6	4.5	13.3	40.8	70.6	89.0	84.2	58.1	16.4	3.3	0.8

从图1和表2可知,地上生物量的变化也与植物的物候以及气候变化紧密相关^[16],5月上旬草地开始返青,植物从休眠期进入营养期,由于早春植物刚开始萌发时,气温低且波动较大,植物经常受到低温的影响,生长较为缓慢,地上生物量最低;随着植物生长发育先后进入花蕾期、开花期和结果期,气温逐渐升高,降水量逐渐增加、生长速度加快,光合作用加强,物质积累迅速,生物量也不断增大,随后达到高峰值。植物结果后,气候逐渐转冷,进入果后营养期和枯萎期,地上有机质向地下转移,为翌年的萌发做准备,地上生物量随之

下降。地上生物量的变化趋势与气象因子降水和气温的变化同步。

3.3 不同措施下生物量增长期间的干鲜比变化与土壤水分的关系 土壤水分季节变化很明显,有一个低—高—低的变化过程,大致成单峰曲线,部分样地略有波动。最大值出现在6月下旬,其变化规律如表3所示。

生物量增长期间,采用鲜质量与干质量相比求出干物质含量^[17](见图2)。

从图2可知,不同调控措施下干物质含量季节变化很明显,生长初期和后期的干物质含量均

表3 不同调控措施下土壤含水率的季节动态

项目	5月下旬	6月上旬	6月下旬	7月上旬	7月下旬	8月上旬
IAN	5.56	6.65	9.56	7.99	5.59	3.45
OAN	5.90	9.59	10.08	5.47	6.84	2.95
IAP	8.98	8.54	10.78	5.216	5.44	3.29
OAP	6.04	9.35	8.62	5.88	10.48	3.48
IC	5.79	8.14	11.40	6.22	9.46	3.44
OC	6.83	8.06	14.50	6.57	6.37	3.07

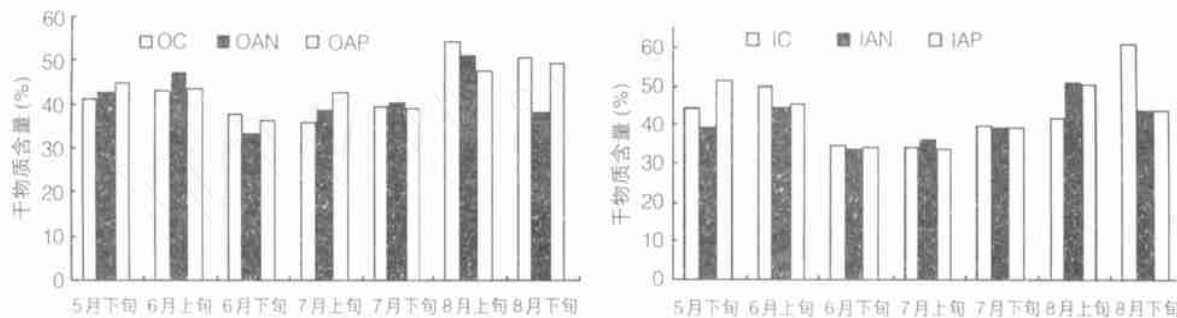


图2 不同调控措施下围栏内外干物质含量的季节变化

高于中间阶段,有一个高一低一高的变化过程。该变化趋势与王义凤^[16]的结论极为相似。干物质含量最低的时期出现在6月下旬,该时期也是土壤含水率最高的时期。说明在植物生长最旺盛的季节,为了保证植物较高的物质增长需要,植物体内必须有充足的水分,以维持较高的水分平衡^[18]。

3.4 不同措施下地上生物量的季节增长速率的变化 在整个生长季内,返青期由于低温的影响,生长速率较低,随着气温和降水的增加,生长速率逐渐增高,到7月上旬达到峰值。不同措施下的峰值分别是:IAN为 $2.52 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, IAP为 $3.910625 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, IC为 $4.1766 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OAN为 $1.58625 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OAP为 $2.7725 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OC为 $1.7525 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。此后随植物生长节律进程的变化逐渐下降,到8月下旬部分地段开始出现负值:IC为 $-0.653 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OAN为 $-0.7628 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OAP为 $-0.01238 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, OC为 $-0.0371 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

4 小结

施肥和围栏封育都可明显提高牧草的地上生物量,且施肥的效果尤为明显。施肥和围栏封育都有利于禾本科和莎草科植物生物量的增加,围

栏外由于不断受放牧干扰,禾草和莎草植物生长受到明显抑制,杂类草生物量的比例围栏外大于围栏内。在施肥措施中,禾莎类对氮肥的作用最为敏感。因此,在植物生长发育时期,施肥可提高天然草场生产力。

生物量的季节动态呈单峰生长曲线,不同处理措施下生长曲线的基本形状也相似。围栏内IAN和IAP的地上生物量8月下旬尚未达峰值,IC则在8月上旬就已经达到峰值;围栏外在总体上呈单峰型,但受放牧的影响曲线有所波动。地上生物量的变化趋势与气象因子降水量和温度的变化同步。

不同调控措施下干物质含量的季节变化都很明显,生长初期和生长后期干物质含量均高于中间阶段,有一个高一低一高的变化过程。

参考文献:

- [1] 陈佐忠. 我国天然草原生态系统的退化及其调控[A]. 中国土地退化研究[C]. 北京:中国科技出版社,1990. 86-88.
- [2] 樊晓东,孙在红. 影响牧草生物量形成的因素[J]. 草业科学,2003,20(10):33-36.
- [3] 周兴民,王质彬,杜庆. 青海植被[M]. 西宁:青海人民出版社,1986. 66-67.

- [4] 王启基,周兴民,沈镇西,等. 不同调控策略下退化草地植物群落结构及其多样性分析[A]. 高寒草甸生态系统第4集[C]. 北京:科学出版社,1995. 269-279.
- [5] 中国科学院兰州地质研究所. 青海湖综合考察报告[R]. 北京:科学出版社,1980.
- [6] 陈桂琛,彭敏. 青海湖地区植被及其分布规律[J]. 植物生态学与地植物学报,1993,17(1):71-81.
- [7] 彭敏,陈桂琛. 青海湖地区植被演变趋势的研究[J]. 植物生态学与地植物学报,1993,17(3):217-223.
- [8] 淮虎银,周立华. 青海湖湖盆南岸植物群落的生态优势度与海拔梯度[J]. 西北植物学报,1995,15(3):240-243.
- [9] 刘庆,周立华. 青海湖北岸植物群落与环境因子关系的初步研究[J]. 植物学报,1996,8(11):887-894.
- [10] 刘庆,周立华. 青海湖北岸环境梯度上植物群落的生物量与物种多样性及其相互关系[J]. 西北植物学报,2000,20(2):259-267.
- [11] 木村允. 陆上植物群落的生产量测定法[M]. 东京:共立出版社,1976.
- [12] Ove Emteryd. 植株、土壤、水和空气中无机营养元素的物理化学分析[M]. 陕西省黄土高原治理所,陕西省土壤肥料研究所译. 西安:陕西科学技术出版社,1989. 13-14.
- [13] 周国英,陈桂琛,赵以莲,等. 施肥和围栏封育对青海湖地区高寒草原影响的比较研究 群落特征及其物种多样性[J]. 草业学报,2004,13(1):26-31.
- [14] 周华坤,周立,赵新全,等. 干扰对高寒草场的影响[J]. 中国草地,2002,24(5):53-61.
- [15] 陈佐忠,汪诗平. 中国典型草原生态系统[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [16] 史顺海,杨福国,陆国泉. 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集[C]. 北京:科学出版社,1988. 49-60.
- [17] 王义凤. 内蒙古地区大针茅草原中主要种群生物量季节动态的初步观测[A]. 草原生态系统研究[C]. 北京:科学出版社,1985. 64-73.
- [18] 云南大学生物系. 植物生态学[M]. 北京:人民教育出版社,1980.

Comparative studies on the influence of chemical fertilizer application and enclosure on alpine steppes in Qinghai Lake area

Seasonal and Annual Biomass Dynamics

ZHOU Guo-ying¹, CHEN Gui-chen¹, ZHAO Yi-lian², WANG Shur-zhong¹, SUN Jing¹

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xining 810001, China;

(2. Science and Technology Department of Qinghai Province, Xining 810000, China)

Abstract: The study was conducted in the sheep breeding farm of Sanjiao city in Qinghai Province, which located in the northern bank of Qinghai Lake. Nitrogen and phosphor fertilizer were applied to the alpine steppe to find out an approach to restoring degraded grassland, the natural alpine steppe at the outside of the fence was used as control. The result showed that the aboveground biomass increased significantly after applying chemical fertilizers and enclosure, the effect of fertilizer was better than that of enclosure. The seasonal dynamics of aboveground biomass is a growth curve with single apex, and the forms of the curve were similar under different treatments. The trend of aboveground biomass took the same pace with the change of precipitation and temperature. The rate of dry weight had obviously changed with season under different management. The dry matter was higher at the initial and later stages than that of middle stage, showing a high - low - high change process.

Key words: The area of Qinghai Lake; Alpine steppes; aboveground biomass; seasonal dynamics