

优化放牧的研究

放牧强度对冬春草场植物群落 结构及功能的效应分析*

王启基 周立 王发刚

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘 要

本研究于1988—1990年在中国科学院海北高寒草甸生态系统开放实验站地区进行。通过不同放牧强度,植物群落的种类组成,植物种群的重要值,群聚度指数、生物量季节动态和干物质积累过程等参数的比较研究,以探讨放牧强度对植物群落结构、功能的影响。结果表明:放牧强度对植物群落的种类组成影响不显著,但对种群的分布格局和特征值影响较大。植物地上、地下生物量呈金字塔模式。植物群落冠层高度随放牧强度的减小而增大。禾本科植物的群聚度指数也随放牧强度的减小而增大。矮嵩草和杂类草的群聚度指数则随放牧强度的减小而减小。禾本科、莎草科植物的优势度随放牧强度的减小而增大,杂类草则相反。因此,适宜的放牧强度可促进牧草的生长和提高地上净生产量。

关键词: 放牧强度; 冬春草场; 结构功能; 效应分析

高寒草甸生态系统是一种受控放牧生态系统,系统的输入主要依靠初级生产者——绿色植物的光合作用,将太阳能转化为化学能贮存在植物体内,供次级消费者——家畜和草食动物吸收利用。输出则以畜产品,如肉、乳、毛、皮等为主。其特点是,人们可以通过调节、控制生态系统内部的某些参变量,从而达到生态系统结构、功能的最优化状态和最大、持续的输入、输出。

最优化放牧方案包括:放牧强度、放牧制度、畜群结构、出栏方案和经营管理等方

* 国家自然科学基金资助项目。

本研究部分野外工作由青海畜牧兽医学院草原系85级毕业生周石帮、廖东晓同学参加,特此致谢。王发刚系湟源牧校教师。

面。其中，放牧强度是一个重要因素。通过调节放牧强度这个参数，即可实现放牧生态系统的优化控制。有关放牧强度的研究，国内外已有不少报道 (Ellison, 1960; Broadent, 1964; Hart, 1972; Jones and Sandland, 1974; Journet and Demarquilly, 1979; Ruyle and James, 1985; James and Calvin, 1986; 周兴民等, 1986; 王启基等, 1988; 赵新全等, 1988)。但是，放牧强度对高寒草甸冬春草场植物群落结构、功能的影响作定量分析的报道较少。

本文针对高寒草甸地区，植物生长期短、枯草期长、植物群落结构简单、植株低矮、产草量低、草畜之间季节和年间不平衡的矛盾突出。加之鼠虫危害以及对草地资源缺乏科学管理等因素，导致生态环境破坏，草地严重退化，生产力水平下降等问题。通过不同放牧强度条件对冬春草场中的植物群落结构特征和初级生产力变化研究，寻求最佳放牧强度和植物群落结构模式。为维护草地生态平衡，建立优化放牧方案以及恢复和更新退化草场，提供理论依据。

研究内容和方法

本研究于1988—1990年在中国科学院海北高寒草甸生态系统开放实验站进行。有关该站的地理位置和主要气候特征、植被类型已有报道，在此不再赘述。

试验设计按当地的放牧习惯采用暖季（夏秋草场，6月1日—10月31日）和冷季（冬春草场，11月1日—翌年5月31日）两季轮牧的方式。夏秋草场设在金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 灌丛草场 (8.05公顷)，冬春草场设在矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸草场 (8.21公顷)，并设置轮牧小区；冬春草场每个放牧强度设3个轮牧小区，每小区放牧10天，轮牧周期为1个月。试验开始选用健康无病的2岁羯羊为试验畜种，按不同的载畜量设置A、B、C、D、E五个放牧强度等级（表1），并设置不放牧的对照区。

表1 不同放牧强度对冬春草场的试验设计

Table 1 The experimental design of Winter-Spring in different stocking intensity grade

放牧强度 Stocking intensity grade	羊只数 No. of sheep	面积(公顷) Area (ha)	轮牧小区面积 (公顷)Area of rotating grazing (ha)	载畜量 Carry capacity	
				只/公顷·季节 sheep/ha season	只/公顷·年 sheep/ha year
A	5	0.953	0.317	5.24	2.65
B	5	1.141	0.380	4.38	2.21
C	5	1.423	0.474	3.51	1.93
D	5	1.888	0.629	2.65	1.46
E	6	2.806	0.932	2.14	1.16
对照 Contrast	—	0.100	—	—	—

在植物生长期 (5—10月)，测定不同放牧强度下的植物群落地上生物量季节动态，每

月月底用收割法测定, 样方面积 50×50 厘米², 4次重复。并按禾类草、莎类草、可食杂类草、不可食杂类草和枯枝落叶分类, 称取鲜重后在80℃的恒温箱中烘干至恒重。生物量以烘干重计。在草盛期(8月底), 按不同放牧强度测定植物群落的种类组成, 植物种群的特征值(密度、频度、盖度、植株高度和个体生物量)。在测定植物种群密度、频度和盖度时, 将 50×50 厘米²的样方分成 10×10 厘米²的25个子样方进行计数, 3次重复, 计75个子样方。随机按植物种在试验样地贴地面剪取50—100株(枝), 取其平均值为个体生物量, 并测定株高。同时测定不同放牧强度条件下的土壤坚实度, 9次重复。

本研究采用重要值¹⁾(考克斯, 1979; 宋永昌等, 1985)和群聚度指数²⁾(Rexford Daubenmire, 1982)探讨植物种群的分布格局。

结果与分析

1. 不同放牧强度下植物群落种类组成及特征值

通过2年试验, 在不同放牧强度条件下, 草场植物群落的种类组成变化不明显。A放牧条件下, 主要由35种植物组成。B、C、D条件下由34种植物组成。E和对照组条件下由33种植物组成。随放牧强度的增大, 一些喜光和采食性较差的杂类草开始迁入, 并得到发育, 种类数量有增加的趋势。但是, 由于家畜的采食行为, 植物种群被采食的程度和耐牧性等因素的差异, 值植物种群在不同放牧强度下的水平和垂直分布格局发生了明显的变化(表2)。

表2 不同放牧强度下植物群落种类组成及重要值
Table 2 The composition of species and important values of plant community in different stocking intensity grade

植物种名 Name of plants	放牧强度 Stocking intensity grade					
	A	B	C	D	E	对照 CK
<i>Poa alpigena</i>	3.154	3.390	2.824	4.348	5.014	4.334
<i>Stipa aliena</i>	4.260	4.410	4.286	4.616	4.394	4.496
<i>Elymus nutans</i>	7.450	7.406	7.324	8.094	8.788	8.514
<i>Festuca rubra</i>	2.908	3.320	4.116	5.668	5.686	4.924
<i>Stilagrostis dichotoma</i>	3.660	3.794	4.032	3.450	3.938	4.038
<i>Deyeuxia flauens</i>	2.644	2.184	3.396	2.634	3.460	3.408

1) 重要值 = $\frac{\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度} + \text{相对高度} + \text{相对生物量}}{5}$

2) 群聚度指数 = $\frac{\text{每个小区的平均密度}}{\text{大小相同小区的种的频度 (用小数来表示)}}$

续表2 cont. table 2

植物种名 Name of plants	放牧强度 Stocking intensity grade					
	A	B	C	D	E	对照 CK
<i>Koeleria cristata</i>	2.768	1.852	2.760	2.520	2.132	3.098
<i>Kobresia humilis</i>	7.160	7.300	6.872	5.558	6.248	6.728
<i>Carex atro-fusca</i>	1.796	1.886	3.212	3.858	3.404	3.434
<i>Scirpus distigmaticus</i>	3.340	2.710	4.658	3.658	3.920	4.408
<i>Aster flaccidus</i>	4.678	4.714	4.116	7.254	4.982	4.164
<i>Saussurea superba</i>	3.904	5.348	5.372	3.918	5.552	5.516
<i>S. kokonorensis</i>	1.048	1.232	0.950	1.082	1.620	1.028
<i>Anaphalis lactea</i> *	2.328	2.178	2.072	2.402	2.186	2.284
<i>Ajania tenuifolia</i>	1.516	2.578	2.230	1.890	2.982	1.270
<i>Leontopodium nanum</i> *	4.200	3.694	3.846	2.006	2.032	1.774
<i>Taraxacum mongolicum</i>	1.372	1.748	1.648	—	1.188	—
<i>Gentiana squarrosa</i>	2.674	2.674	2.146	1.930	1.226	0.720
<i>G. straminea</i>	2.984	3.048	4.000	2.540	2.678	2.208
<i>G. spathulifolia</i>	—	—	—	1.340	—	—
<i>Oxytropis ochrantha</i> *	1.944	2.416	1.164	2.538	1.988	1.750
<i>Gueldenstaedtia diversifolia</i>	2.074	2.282	2.744	2.764	1.888	1.808
<i>Trigonella ruthenica</i>	2.842	4.658	2.792	4.066	3.842	3.802
<i>Potentilla anserina</i>	3.022	2.042	2.050	1.870	2.796	3.304
<i>P. bifurca</i>	0.854	1.416	1.482	0.958	1.382	0.998
<i>P. nivea</i>	1.010	1.362	1.326	2.694	—	1.762
<i>Morina chinensis</i> *	5.290	7.234	6.266	4.588	4.044	6.714
<i>Pedicularis kansuensis</i> *	1.502	1.848	1.502	2.004	1.560	1.452
<i>Thalictrum alpinum</i>	2.712	2.470	2.508	1.696	2.094	2.152
<i>Ranunculus pulchellus</i>	1.892	1.122	1.514	1.662	1.602	2.242
<i>Anemone obtusiloba</i>	—	—	—	1.668	1.562	2.254
<i>Glaux maritima</i>	0.580	1.552	1.636	1.222	1.922	1.664
<i>Elsholtzia calycocarpa</i> *	1.398	2.012	1.158	1.750	0.882	0.784
<i>Polygonum sibiricum</i>	1.736	2.308	1.428	1.158	1.494	1.272
<i>Euphrasia tatarica</i>	0.794	0.826	1.190	0.964	1.236	1.534
<i>Lancea tibetica</i>	1.864	0.810	1.198	—	—	—
<i>Notopterygium forbesiide</i>	6.276	—	—	—	—	—

* 为不可食杂类草 No eatable forbes.

由表2可知, 由于放牧强度的影响, 植物种群在群落中的地位和作用发生了变化。如

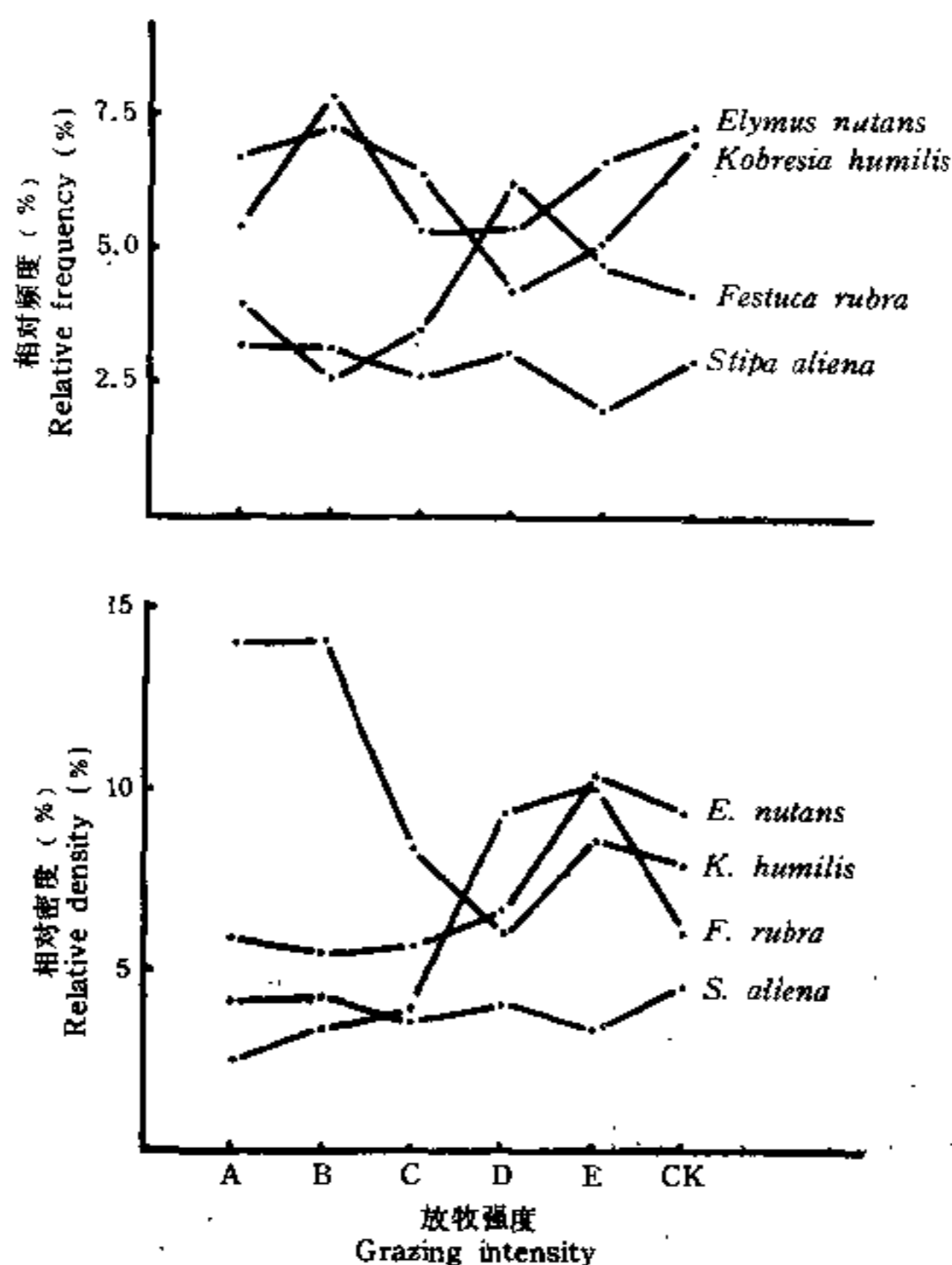


图1 不同放牧强度下优势种植物的频度、密度变化

Fig. 1 Changes of frequency and density of dominant species in different grazing intensity

群落中的优势种植物矮嵩草，在 A、B 放牧条件下的相对密度和频度最大（图1），在 D、E 放牧条件下的相对密度和频度明显减少。在 C 放牧条件下的相对密度和频度虽有减小，但相对株高和个体生物量最大。其重要值随放牧强度的减小而减小。经相关分析表明，矮嵩草的重要值与放牧强度呈显著正相关 ($r=0.8106, P<0.05$)（图2）。次优势种植物垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、紫羊茅 (*Festuca rubra*) 等则与矮嵩草相反。它们的相对频度和密度均随放牧强度的减小而增大。其重要值与放牧强度呈显著负相关 ($r=-0.8123, P<0.05, r=-0.9735, P<0.01$)。异针茅的相对密度随放牧强度的减小而增大，而相对频度随放牧强度的增大而减小。在 A、B 放牧条件下，适口性较好的高禾草在返青期经家畜反复啃食、践踏，光合作用面积减少，根系营养物质大量消耗，其生长发育受到严重抑制，生殖放比例、种子完熟率下降。而一些适口性较差的阳性植物得到充分发育。如矮火绒草 (*Leontopodium nanum*)、摩岭草 (*Morina chinensis*)、萼果香薷 (*Elsholtzia calycocarpa*) 等。在不放牧或轻度放牧条件下，禾本科植物的营养繁殖和种子更新加快，逐

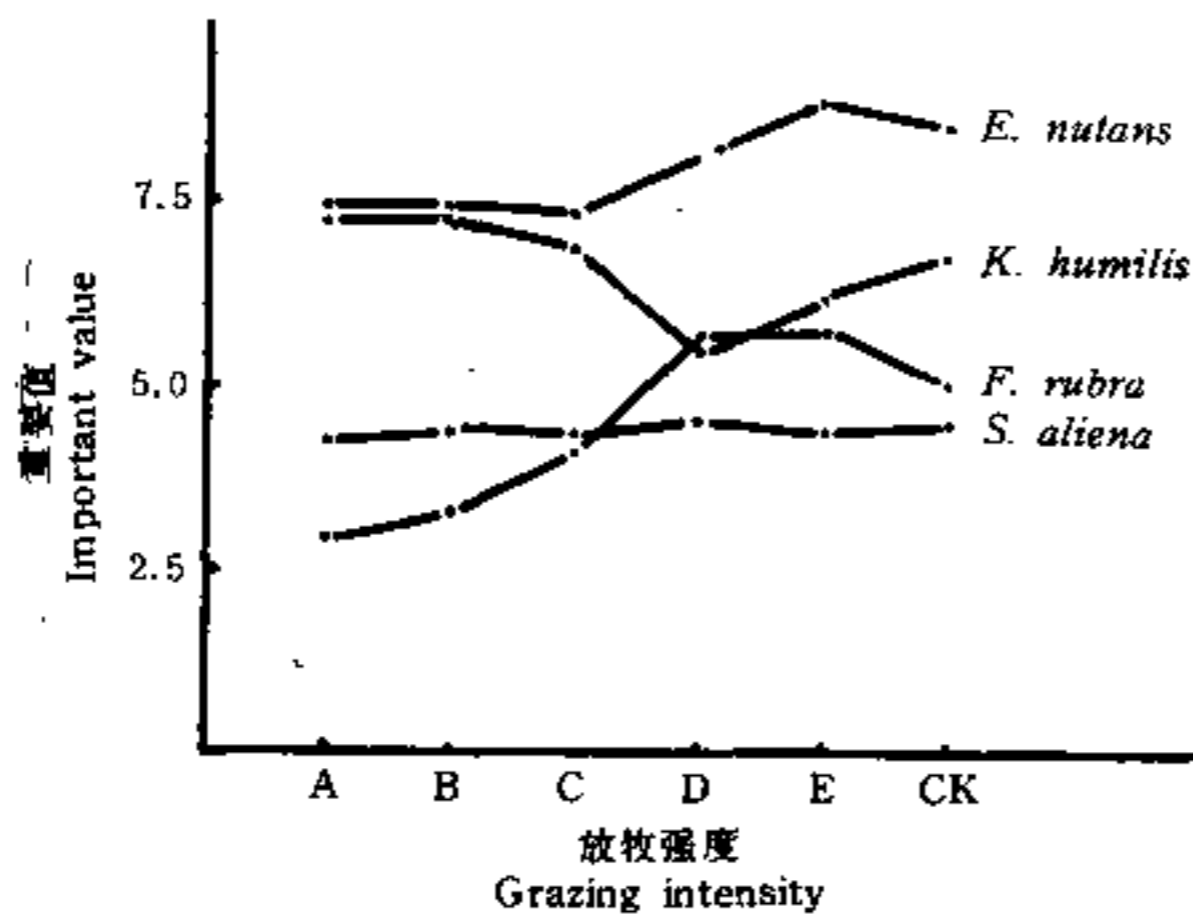


图2 不同放牧强度下优势种植物的重要值变化

Fig. 2 Changes of importance value of dominant species in different grazing intensity

渐成为群落的优势种植物，并形成明显的层次。从而影响下层阳性植物的生长发育。

2. 不同放牧强度下植物群落结构特征

(1) 群落的垂直结构 在不同放牧强度的影响下，由于微环境条件的逐渐改变，导致植物种群的生态位和适应特征发生变化。它们的同化器官（枝、叶）和吸收器官（根系），随时间的变化向不同的空间生态位发层（图3），以保证植物种群在单位时间和空间获取更多的养分和环境资源。

由图3可以看出，在不同放牧强度下，植物地上、地下生物量垂直分布呈金字塔模式，在A、B放牧条件下，植物群落的层次分化不明显，垂直高度明显下降，最高植株约50厘米。生物量主要分布在0—10厘米的冠层中，占地上总生物量的91.84—95.72%。10厘米以上冠层中的生物量仅占4.28—8.16%。在D、E放牧条件下，植物群落的层次分化明显，垂直高度增大，最高植株可达60—70厘米。0—10厘米冠层中的生物量占地上总生物量的78.02—82.09%，10厘米以上冠层中的生物量占17.91—21.98%。经相关分析表明，0—10厘米冠层中的生物量比例随放牧强度的减小而减小（ $r=0.9249$ ， $P<0.01$ ），10—20厘米冠层中的生物量比例随放牧强度的减小而增大（ $r=0.9698$ ， $P<0.01$ ）。

地下生物量主要分布在0—10厘米的土层中，约占地下总生物量的85.53%，随土壤深度的增加明显减小。10—20厘米、20—30厘米、30—50厘米深土层中的比例依次为8.08%、3.63%、2.76%，与半封育条件下的分布趋势相似（王启基等，1989）。在A、B放牧条件下，地下生物量减少，分别为722.88克/米²、708.96克/米²，平均值仅占对照组的75.35%；D、E地下生物量分别为912.96克/米²、852.48克/米²，平均值占对照组的94.32%。其地上生物量与地下生物量呈线性相关（ $r=0.8698$ ， $P<0.05$ ）。由此可见，冬春

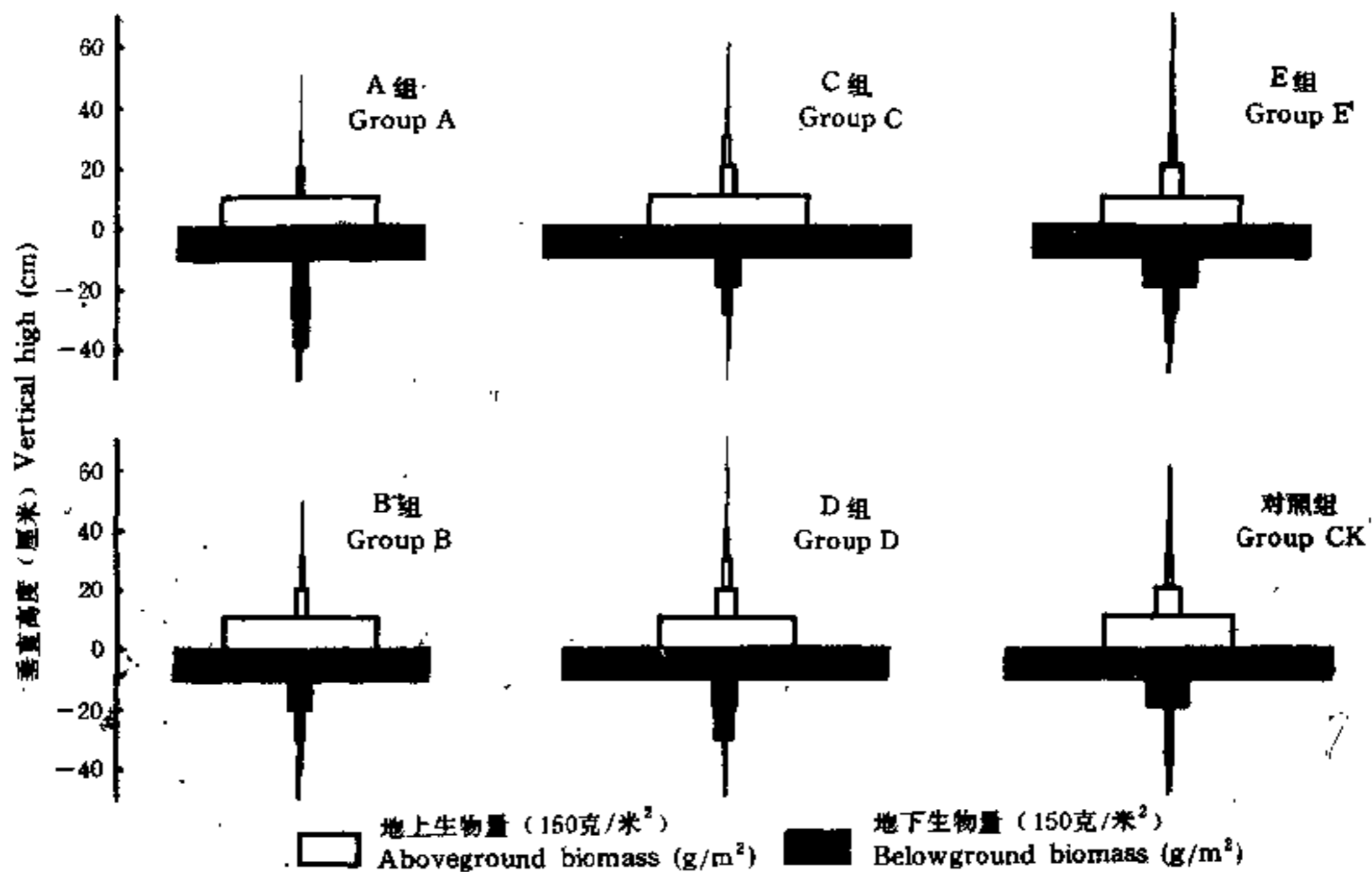


图3 不同放牧强度下地上、地下生物量垂直分布

Fig. 3 The vertical distribution of above ground and belowground biomass in different grazing intensity

草场在牧草返青期过度放牧，一些家畜喜食的优良牧草经反复采食和践踏，植物光合面积减小，光合产物不能满足其生长发育的需求。同时还要消耗根系已经贮存的营养物质作为补充。其结果不仅影响植物根系的发育，而且制约了地上干物质的积累。有些种甚至不能完成其生命的全过程，久而久之，造成这些种的衰退和消失。

(2) 群落的水平结构 由于植物种群自身的生物—生态学特性、耐牧性和种间竞争能力以及对放牧压力的适应性等差异，使群落水平结构发生分化，植物种群的分布格局和个体水平配置亦有不同。在A、B放牧条件下，优势种植物矮嵩草，不仅有较高的密度和频度，而且分布的斑块较小。一些适口性差的阳性植物如美丽风毛菊 (*Saussurea superba*)、矮火绒草、鳞叶龙胆 (*Gentiana squarrosa*)、黄花棘豆 (*Oxytropis ochrantha*) 等得到充分发育，其频度和密度增大，并占据一定的空间生态位。而在D、E放牧条件下，矮嵩草种群的频度和密度明显下降。它被周围的禾本科牧草分割成较小的斑块。垂穗披碱草、紫羊茅、异针茅等种群得到恢复和发育。虽然它们的频度变化不明显，但是密度均有明显增加，植株高度和丛径增大，成为群落的优势种植物。使杂类草对光照、水分、养分等因子的利用受到制约，其频度和密度明显下降。

由表3可知，不同放牧强度下，不同植物种群的群聚度指数变化趋势各不相同。其中禾本科植物的群聚度随放牧强度的减小而增大，矮嵩草和喜光的杂类草的群聚度指数随放牧强度的减小而减小。说明放牧强度不仅影响植物的生长发育节律和繁殖能力，而且改

变了分布格局,促使植物群落的演替过程发生变化。在不同放牧强度下主要经济类群的优势度变化如表4所示。

表3 不同放牧强度下植物种群的群聚度指数

Table 3 Sociability index of plant population in different stocking intensity

植物种群 Plant population	放牧强度 Stocking intensity					
	A	B	C	D	E	对照 CK
<i>Poa alpigena</i>	1.58	1.73	2.04	2.14	3.02	2.90
<i>Stipa aliena</i>	2.95	3.11	2.93	2.60	3.95	3.27
<i>Elymus nutans</i>	2.62	1.63	2.25	2.41	3.39	2.68
<i>Festuca rubra</i>	1.46	3.03	2.32	3.03	4.61	2.91
平均 Average	2.15	2.37	2.38	2.55	3.74	2.91
<i>Kobresia humilis</i>	4.88	4.48	2.74	2.87	3.65	2.32
<i>Carex atro-fasca</i>	1.59	1.65	2.58	2.53	2.04	2.00
<i>Scirpus distigmaticus</i>	2.74	1.35	3.21	3.24	2.70	3.20
平均 Average	3.17	2.49	2.84	2.88	2.80	2.52
<i>Saussurea superba</i>	1.62	1.96	1.52	1.60	1.39	1.57
<i>Ajania tenuifolia</i>	1.90	1.54	2.26	1.18	1.78	1.33
<i>Leontopodium nanum</i>	3.94	3.88	4.59	1.92	2.02	3.62
<i>Gentiana squarrosa</i>	3.34	3.08	2.48	1.17	1.61	1.25
<i>Elsholtzia calycocarpa</i>	1.28	1.42	1.25	1.08	1.00	1.00
<i>Oxytropis ochrantha</i>	1.33	1.97	1.67	1.32	1.20	1.20
<i>mqnina chinensis</i>	1.48	1.38	1.25	1.25	1.18	1.14
平均 Average	2.13	2.17	2.14	1.36	1.45	1.59

表4 不同放牧强度下主要植物类群优势度变化(%)

Table 4 The change of dominance plant group in different stocking intensity(%)

植物类群 Plant group	放牧强度 Stocking intensity					
	A	B	C	D	E	对照 CK
禾草类 Grasses	26.84	26.36	28.74	31.33	33.41	32.81
莎草类 Sedges	12.30	11.99	14.74	13.07	13.57	14.57
可食杂类草 Eatable forbes	44.20	42.37	40.51	40.31	40.05	37.86
不可食杂类草 Not eatable forbes	16.66	19.38	16.01	15.29	12.69	14.76

由表4可知,禾本科、莎草科植物的优势度随放牧强度的减小而增大,杂类草植物的优势度则随放牧强度的减小而减小。C、D、E放牧条件下,行营养繁殖和种子繁殖的禾本科牧草得到更新和恢复,草场植被向进展演替方向发展。而在A、B放牧条件下,草场植

物群落结构变化简单,草场生产力和利用价值下降,向逆行演替方向发展。

3. 不同放牧强度下地上生物量季节动态和生产效率

放牧强度不同,草地植物群落生物量的季节变化亦不相同(表5)。

表5 不同放牧强度下冬春草场地上生物量季节动态(克干重/米²)
Table 5 Seasonal dynamic of aboveground biomass of Winter-Spring pasture in different stocking intensity(dry weight,g/m²)

放牧强度 Stocking intensity	时 间(月,日)Date(month,day)						
	4.25	5.31	6.28	7.27	8.29	9.27	10.23
A	97.8	131.7	184.8	268.8	396.1	342.1	300.0
B	105.8	122.4	212.8	314.1	418.1	408.8	324.0
C	109.8	134.4	228.0	336.8	453.6	439.5	330.0
D	119.8	125.8	225.2	335.5	435.2	434.0	329.0
E	140.8	125.4	232.0	362.1	419.2	427.2	362.0
对照 CK	174.4	184.4	268.2	368.0	430.0	415.2	348.0

由表5可知,除E组外其它放牧强度下,地上生物量高峰期均出现在8月底,但最大值各不相同。其中,A放牧条件下的净生物量最低(396.1克/米²),C放牧条件下最高(453.6克/米²)。A、B、C、D、E分别占对照组(430.0克/米²)的92.12%、97.24%、105.49%、101.20%、97.49%。生物量达到最大值后持续的时间随放牧强度和植物群落的种类组成的不同而有差异。在返青期(4—5月),由于A、B放牧条件下过度采食,植物光合叶面积减少,根系营养物质大量消耗,植株的生长发育不良,导致植物净生产量下降。而在C、D放牧强度下,适宜的采食使植物地上净生产量有所提高。

在植物生长季节,不同放牧强度下干物质的积累过程亦有差异。其生物量变化速率的季节动态如图4所示。

由图4可知,在不同放牧强度下,地上生物量绝对变化速率呈单峰式曲线。在返青期较低,平均值为0.36克/米²·天,6月中旬—8月上旬较高,其峰值和出现的时间随放牧强度的不同而有差异。A放牧条件下,由于返青期过度采食,使植物的生殖生长受到抑制,多数植物处在营养生长阶段;故生物量变化速率的高峰期延迟到8月份(3.86克/米²·天),其它各组的峰值均出现在7月份,B、C、D、E和CK的峰值分别为3.77、3.75、3.80、4.48和3.44克/米²·天。经相关分析表明:在返青期,生物量绝对变化速率随放牧强度的增大而增大($r=0.8825, P<0.05$)。这是由于D、E放牧条件下和对照组上年所剩余的立枯草较多,覆盖度较大,值刚萌发的新生草所获得的太阳总辐射量减弱。而A、B、C放牧条件下则相反,上年所剩余的立枯草较少。虽然采食值新生草光合叶面积减少,但是它们所获得的太阳总辐射量较多,白天地表温度和冠层温度较高,形成植物生长发育较适宜的小气候环境,所以植物的光合生产效率比D、E和对照组高。在牧草生长旺盛期(7月份),因冬春草场放牧结束时植物的留茬高度、利用率和光合叶面积等参数的差异,其生物量

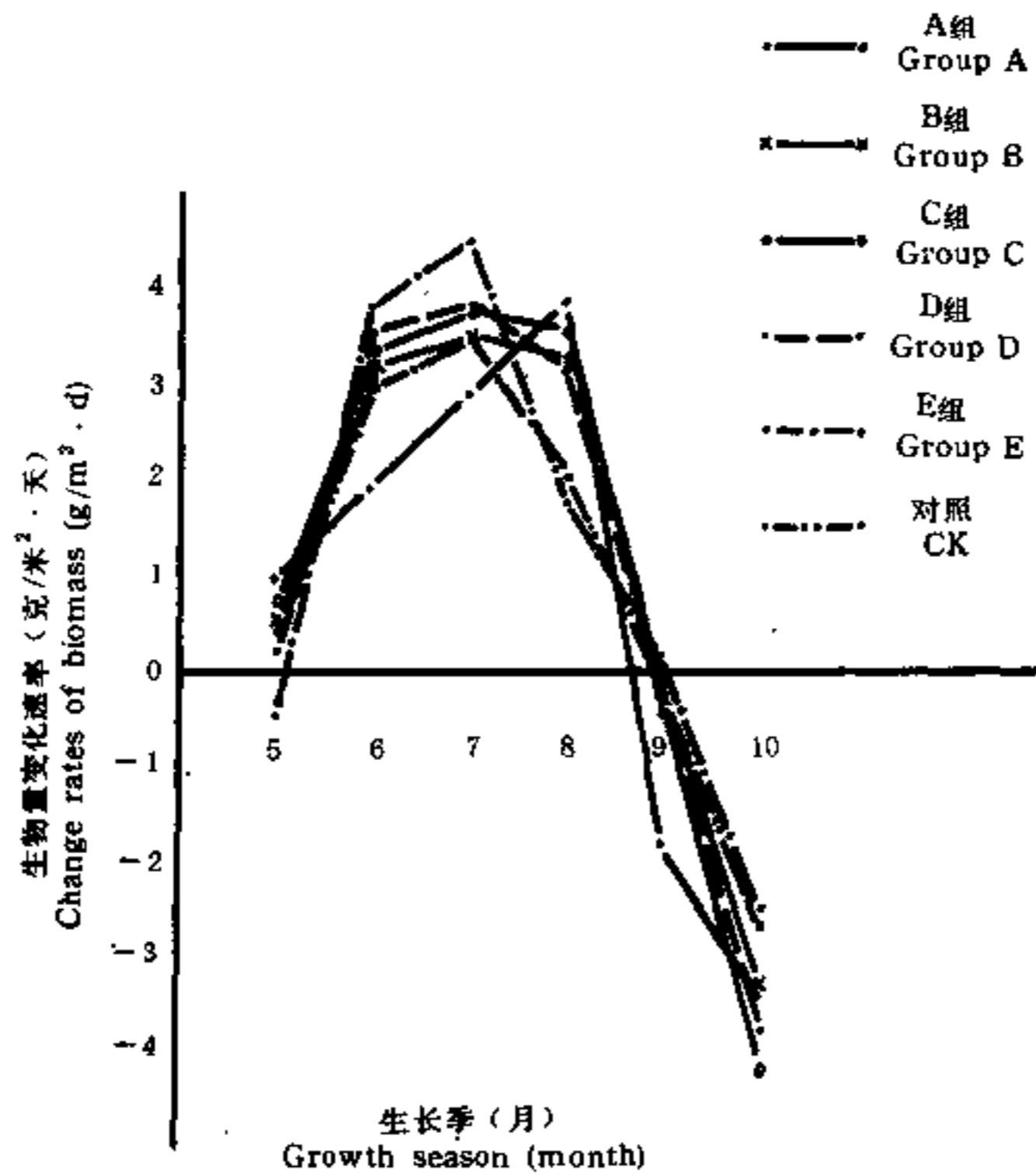


图4 不同放牧强度下地上生物量变化速率季节动态

Fig. 4 Seasonal dynamics of change rates of aboveground biomass in different stocking rates

绝对变化速率随放牧强度的增大而减小 ($r = -0.9446, P < 0.01$)。到8月份, A 放牧条件下, 大部分植物处于营养生长阶段, 此时气温较高、雨量充沛、生物量增长速率最大 (3.86克/米²·天), B、C、D 居中 (2.91—3.04克/米²·天), E 和 CK 条件下, 由于大部分植物进入生殖生长和果实成熟阶段, 生物量增长速率明显下降 (1.73—1.88克/米²·天)。到9月中旬, 植物开始枯黄, 地上部分的养分向根系转移以及成熟种子和部分枝叶的凋落, 生物量绝对增长速率呈负值。

植物地上生物量相对增长速率在生长季亦呈单峰式曲线。在返青初期 (5月份), 由于低温和家畜反复采食刚刚萌发的绿色植物, 使植物生长发育缓慢, 相对增长速率较低, 平均值为0.03克/克·天。A 组的峰值在7月 (0.013克/克·天), 此后速渐下降。B、C、E、D 和对照组的峰值在6月, 分别为0.019、0.018、0.020、0.021和0.013克/克·天, 平均为0.018克/克·天。从7月开始下降, 7、8月份的平均值分别为0.013克/克·天和0.007克/克·天。从9月出现负值, 平均为-0.001克/克·天。

上述分析表明, 放牧强度对冬春草场植物生长发育和干物质积累有很大的影响。其中, A、B 的影响尤为明显, 它不仅使植物生殖生长受到抑制, 而且使生物量增长速率的高峰期推迟, 生产效率下降。此外, 在 E 和对照组因上年立枯草的影响, 使返青初期生产

效率下降,而且牧草资源利用不足,浪费较大。因此,选择最适放牧强度和放牧制度是提高草地初级生产力、维护草地生态平衡和防止冬春草场退化的有效途径之一。应在畜牧业生产实践和放牧生态系统的研究中给予足够的重视。

参 考 文 献

- 王启基、皮南林、赵新全、张堰青, 1988, 放牧藏系绵羊营养状况的初步研究, 高原生物学集刊, (8): 77—87。
- 王启基、杨福国、史顺海, 1989, 高寒矮嵩草草甸地下生物量形成规律的初步研究, 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集, 科学出版社, 73—82。
- 考克斯 (蒋有绪译), 1979, 普通生态实验手册, 科学出版社, 26—31。
- 宋永昌、周玉丽、王献溥, 1985, 广西常绿阔叶林的聚类分析, 植物生态学与地植物学丛刊9 (1): 1—20。
- 周兴民、皮南林、赵新全、张松林、赵多虎, 1986, 青海海北草甸草场最优放牧强度的初步研究, 高原生物学集刊 (5): 21—34。
- 赵新全、王启基、皮南林, 1988, 高寒草甸草场不同放牧强度下藏系绵羊对牧草资源利用的主成分分析, 高原生物学集刊 (8): 89—95。
- Rexford, D. (陈庆诚译), 1982, 植物群落·植物群落生态学教程, 人民教育出版社64—71。
- Broadent, P. J., 1964, The use of grazing control for fat lamb production I. The effect of stocking rates and grazing systems with a fixed severity of grazing on the out of fat lamb per acre. *Grassland soc.*, 19: 15.
- Ellison, L., 1960, Influence of grazing on plant succession of rangelands. *Bot. Rev.* 26: 1—78.
- Hart, R. H., 1972, Forage yield, stocking rate and beef gains on pastuer. *Herb. Abstr.*, 42: 345—353.
- Jones, R. J, Sandland R L, 1974, The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trials. *J. Agric. Sci. Camb.*, 83: 335—342.
- Journet, M., Demarquilly C, 1979, Grazing. In broster W. H. and H. Swan (eds) *Freeding strategy for the high yielding cow.* 259—331. Granada Publishing Co., St. Albans.
- James, E. B., Calvin F B, 1986, Vegetation responses to long term sheep grazing on mountain rarges. *J. Range Manag.* 39 (5): 431—434.
- Ruyle, G. B., James, E. B., 1985, Forage use by cattle and sheep grazing in Southwester Utah. *J. Range Manag.* 39 (5): 299—301.

EFFECT ANALYSIS OF STOCKING INTENSITY ON THE STRUCTURE AND FUNCTION OF PLANT COMMUNITY IN WINTER-SPRING GRASSLAND

Wang Qiji Zhou Li Wang Fagang

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The study was carried out at Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem from 1988 to 1990. Through comparative research of the composition of species, important values, and sociability index, plant community in different stocking rates, we provided some measures for determining reasonable carrying capacity, preventing deterioration of grassland and raising management level of grassland animal husbandry. The results were as the following:

1. It was close relation between the structure and function of plant community of pastures with stocking rate. The change of species composition is indistinct, but they are obvious for the changes of distribution pattern and important value of plant populations in different stocking rates.

2. The high of plant community increased with decreasing of stocking rate. The vertical distribution displayed pyramidal model on aboveground and belowground biomass. Most of the aboveground biomass (75.90—95.72% of the total biomass) was concentrated in the 0—10 cm grasses layer. Most of the belowground biomass (79.11—91.04% of the total biomass) was concentrated in the 0—10 cm soil depth. The aboveground and belowground biomass were linear correlation ($r=0.8698$).

3. Sociability index of grasses increased with decreasing of stocking rate, but that of *Kobresia humilis* and forbes were decreases with decreasing of stocking rate.

4. The dominance of grasses and sedges increased with decreasing of stocking rate, and it is contrary to dominance of forbes.

5. In growth period of grasses, the seasonal changes of aboveground biomass followed a one-peak curve. The highest value occurred at the end of August. The seasonal change of increase rate of aboveground biomass followed a one-peak curve too, and the highest value and date were different with difference of stocking rate. The net production was low on the overgrazing and other over use of pastures at the time of the early green up period, but the growth of grasses may be promote yield of pasture raise in reasonable grazing rate.

Key words: Stocking rate, Plant community, Structure and function, Effect analysis