

青藏高原高寒嵩草草甸基本特征的研究

王长庭,龙瑞军,丁路明

(中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810008)

摘要:就青藏高原高寒嵩草草甸生态系统中主要 3 种植物群落类型:矮生嵩草 *Kobresia humilis* 草甸、小嵩草 *K. pygmaea* 草甸和藏嵩草 *K. tibetica* 沼泽化草甸的环境特征、种类的组成及数量特征、生物量的分布及季节的动态等进行阐述,并对其初级生产力的提高和可持续利用及发展进行分析,提出应对措施。

关键词:高山草甸;结构特征;生物量动态;能量分配;可持续发展

中图分类号:S812 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0629(2004)08-0016-04

* 高山嵩草 *Kobresia pygmaea* 草甸是高山和高寒气候的产物,为典型的高原地带性和重要的山地垂直地带性植被类型^[1,2]。在我国集中分布于青藏高原东部及其周围高山上部,北起青海省东北隅的海北藏族自治州北部祁连山北支冷龙岭,向南经过甘肃省甘南藏族自治州,四川省阿坝藏族自治州,青海省的黄南、果洛和玉树藏族自治州等,位于 27°~39°N, 82°~103°E,呈弧状围绕在青藏高原的东部和南部。分布在海拔 3 200~5 200 m 的滩地、阶地、山地及山路潜水溢出带、低湿地和沼泽地,且分布地区生态环境严酷,太阳辐射强烈,日照长,年温差和日温差大,风力强劲,气候变化剧烈。年均温 0~-2℃,年降水量 400~700 mm。高山嵩草草甸优势种植物是长期适应高山生态环境而形成的耐寒中生植物。它具有草质柔软、营养丰富、热值含量较高等特点,是青海省主要的可更新草地资源。仅青海省有可利用草场 1 640.24 万 hm²,约占全省可利用草场的 49.03%,在青海省草地畜牧业生产中占有重要地位。

有关高山草甸植物群落的研究及高寒草甸生态系统的研究较多^[3-8],就高山草甸的一些数量特征、生物量分布及季节动态等特征加以综述,为高山草甸的可持续发展和利用提供参考依据。

1 研究地区的自然环境及不同植物群落类型的环境特征

1.1 自然概况

研究地点为中国科学院海北高山草甸生态系统开放实验站。地处 37°29'~37°45'N, 101°12'~101°33'E,祁连山东段冷龙岭南麓,青海省门源县风匣口地区。海拔 3 200~

3 250 m。属典型的高原大陆性气候特点,冷季漫长,暖季短暂。年均温 -1.7℃,1 月均温 -14.8℃,极端最低温 -35.2℃;7 月均温 9.8℃,极端最高温 23.7℃。年均降水量约为 600 mm,集中在下半年,约占全年降水量的 80%,蒸发量约 1 160.3 mm。主要植被有高山草甸、高山灌丛和沼泽化草甸。土壤为高山草甸土、高山灌丛草甸土和沼泽土^[9]。

1.2 高寒草甸不同植物群落类型的环境特征

青藏高原环境条件十分严酷,气候寒冷,气象条件特殊,如:气压低,日辐射强,温压低,夜间霜冻等,限制了植物种系的发生和发展^[10]。而高山植物有很强的抗低温能力^[11],同一种植物,原产地海拔愈高,其耐寒力愈强^[12]。青海省高寒地区主要有矮嵩草草甸、小嵩草草甸和藏嵩草沼泽化草甸,其优势种植物以耐低温的嵩草、苔草 *Carex* sp. 等高山植物为主,其中,小嵩草,矮嵩草 *K. humilis*, 线叶嵩草 *K. capillifolia* 为中国—喜马拉雅或中亚高山成分;藏嵩草为青藏高原特有成分。

由于小嵩草草甸、矮嵩草草甸和藏嵩草沼泽化草甸植物群落所处地形、地貌不同,其生态环境具有明显差异。小嵩草草甸的土壤坚实度最大,矮嵩草草甸居中,藏嵩草沼泽化草甸最小。土壤含水量则与土壤坚实度相反,并随着土壤深度的增加而减小。地表温度依次为小嵩草草甸>矮嵩

* 收稿日期:2003-06-10

基金项目:国家“十五”科技攻关计划项目(2001BA606A-02-03)和“百人计划”项目资助

作者简介:王长庭(1969-),男,青海溪源人,畜牧师,博士。

草甸 > 藏嵩草沼泽化草甸。冠层湿度依次为藏嵩草沼泽化草甸 > 矮嵩草草甸 > 小嵩草草甸。若按不同冠层水平上太阳总辐射强度的日平均值分析,小嵩草草甸植物群落在 10, 20, 50 cm 层次上所接受的太阳总辐射强度最大,其次为藏嵩草沼泽化草甸,矮嵩草草甸最小。其反辐射依次为小嵩草草甸 > 藏嵩草沼泽化草甸 > 矮嵩草草甸。太阳辐射强度和反辐射强度的这种变化规律与植物群落所处的地形、坡向和植物的盖度、密度、株高等结构特征有关。气温和植物叶片温度依次为藏嵩草沼泽化草甸 > 小嵩草草甸 > 矮嵩草草甸^[13]。

1.3 种类组成及其数量特征 由于小嵩草草甸、矮嵩草草甸和藏嵩草沼泽化草甸所处环境条件的差异,其群落组成和数量特征具有明显差异。矮嵩草草甸植物群落种的丰富度最大,主要由 45 种植物组成,种的分布较均匀,很少见到最丰富的种;小嵩草草甸的丰富度居中,主要由 35 种植物组成,群落组成中最丰富的种有 1 种,重要值为 20.32,很少见稀有种;藏嵩草沼泽化草甸的丰富度最小,主要由 23 种植物组成,群落中最丰富的种有 1 种,重要值为 35.61,稀有种 2 种,其余分布较均匀。

1.3.1 小嵩草草原化草甸的种类组成及数量特征

小嵩草草原化草甸植物群落的外貌较单调而整齐,层次分化不明显。组成该群落的植物以旱中生植物为主,并大量侵入旱生植物。优势种小嵩草的植株矮小,密集丛生,是典型的耐寒旱中生植物,次生异针茅 *Stipa aliena* 为旱生植物,杂类草的种类较典型草甸少。种饱和度 15 ~ 30 种/m²,总覆盖度 60% ~ 85%。

在 35 个种群中,小嵩草的重要值最大(20.32),为该群落的重要组成部分。次生种和伴生种依次是异针茅,美丽风毛菊 *Saussurea superba*,紫羊茅 *Festuca rubra*,垂穗披碱草 *Elymus nutans*,麻花苳 *Gentiana stramica*,青海风毛菊 *S. kokonorensis*,柔软紫菀 *Astar flaccidus*,异叶米口袋 *Gueldenstaedtia diversifolia* 等。其余 26 种植物的重要值均小于种的平均值(2.85),在整个群落组成中占次要地位,而且多为有毒或有害或植株矮小不易被家畜采食的杂类草^[14]。

1.3.2 藏嵩草沼泽化草甸的种类组成及数量特征 藏嵩草 *K. tibetica* 沼泽化草甸植物群落生长茂密,外观整齐,种类组成较少,平均 10 ~ 18 种/m² 植物,总盖度 95%,草层高 15 ~ 25 cm。主要有 23 种植物组成,隶属 9 科 21 属。在 23 个种群中,藏嵩草为优势种,次生种和主要伴生种有华扁穗草 *Blysmus siocompressus*,二柱头镰草 *Scripus distigmaticus*,黑褐苔草 *C. atrofusca*,星状风毛菊 *S. stella*,微药羊茅 *F. nitidula* 等。在 23 个种群中藏嵩草的重要值最大(35.61),在群落中占绝对优势。其次是星状风毛菊(11.69),华扁穗草(7.87),二柱头镰草(5.96),黑褐苔草(5.11)。伴生种依次为微药羊茅,青海风毛菊,垂穗披碱草等。其余 15 个种的重要值均小于 3,在群落中处于次要地位^[15]。

1.3.3 矮嵩草草甸的种类组成及数量特征 矮嵩草草甸植物群落种的丰富度最大,主要由 45 种植物组成,隶属 18 科 43 属。在 45 种植物组成中,紫羊茅的重要值最大(7.738),其次为美丽风毛菊(6.583),矮嵩草(6.545),异针茅(6.170)和垂穗披碱草(6.056),为该群落的优势种植物。主要伴生种有矮火绒草 *Leontopodium nanum*,麻花苳,兰花棘豆 *Oxytropis ochocephalla*,雪白委陵菜 *Potentilla nivea* 等。

在这 3 个群落中,其中,黑褐苔草,垂穗披碱草,洽草 *Koeleria cristata*,青海风毛菊,兰石草 *Lancea tibetica*,高山唐松草 *Thalictrum alpinum*,线叶龙胆 *G. farrei*,獐牙菜 *Swertia tetraptera*,湿生扁蕾 *Gentianopsis paludosa* 为 3 个群落中的共有种。分别占矮嵩草草甸、小嵩草草甸和藏嵩草沼泽化草甸总种数的 20.00%, 25.71% 和 39.13%。说明这些种能利用比较多的资源,因此,这些物种具有较宽的生态位。

2 高山嵩草草甸生物量动态

2.1 高山嵩草草甸地上生物量动态 高山草甸植物由于低温的影响返青较晚,一般从 4 月 21 日左右,日均温在 3 开始萌动发芽,其地上干物质即从植物返青开始积累,并随植物生长发育节律、气温的升高和降水量的增加而逐渐增大,其峰值出现在 8 月底或 9 月初。在生物量高峰期(8 月

底),小嵩草草甸地上生物量组成依次为:杂草类>莎草类>禾草类>枯枝落叶,分别占地上总生物量的35.37%,34.38%,23.36%,6.89%;矮嵩草草甸依次为杂草类>禾草类>莎草类>枯枝落叶,分别占地上总生物量的39.57%,31.66%,20.10%,8.67%。藏嵩草沼泽化草甸依次为莎草类>枯枝落叶>杂草类>禾草类,分别占地上总生物量的77.60%,18.09%,2.51%和1.80%。

植物群落各类群地上生物量(w)和时间(t)之间的动态关系由Logistic生长模型算出的, $W_i = K_i / (1 + \exp(A_i - B_i t))$ [16]

小嵩草草甸和矮嵩草草甸枯枝落叶生物量的季节动态呈“V”字形曲线,即返青初期较高,7月底最低,此后逐渐升高,枯黄期达到最大。而藏嵩草沼泽化草甸则相反,在生长季内枯枝落叶的生物量呈逐渐增长的趋势。这是由于藏嵩草沼泽化的土壤含水量高,冠层相对湿度大,温度低,不利于土壤微生物的活动和枯枝落叶的分解,在生长季内枯枝落叶的积累大于分解,这也是沼泽化草甸土壤有机质含量高,并形成泥炭土的重要原因之一[14]。

2.2 高山草甸主要植物群落地上、地下生物量的垂直分布 由于受青藏高原海拔高和气候寒冷的影响,高山草甸植物群落结构简单,层次分化不明显,植物地上、地下生物量的分布呈典型的金字塔和倒金字塔模式。小嵩草草甸植物群落0~10 cm冠层中的生物量约占地上总生物量的91.79%;10 cm以上冠层中的生物量仅占8.21%,其中,10~20 cm及大于20 cm冠层中的生物量分别占7.16%和1.05%。虽然禾本科植物的植株较高,可达30 cm,但数量很多,而且分布不均,层次分化不明显。0~10 cm土层中的生物量约占地下总生物量的90.43%,10 cm以下土层中仅占9.57%,其中,10~20,20~30,30~50 cm土层中的生物量分别占7.47%,1.67%和0.43%。地上生物量高峰期为8月底,地上(368.4 g/m²)、地下生物量(5 604.8 g/m²)的比值为1 15.21[14]。

矮嵩草草甸植物群落的结构较复杂,在重度放牧条件下层次分化不明显,一般呈单层结构;轻度放牧或半封育(夏秋季节封育,冬春季节放牧)

条件下呈双层结构,即以禾本科植物为上层,莎草科和双子叶植物为下层的2层结构。0~10 cm冠层中的生物量约占地上总生物量的75.90%,10 cm以上冠层中的生物量占24.10%,其中,10~20,20~30,30~40,40~50 cm和>50 cm冠层中的生物量分别占15.36%,4.07%,1.58%,2.08%和1.01%。0~10 cm土层中的生物量约占地下总生物量的80.42%,10 cm以下土层中的生物量仅占19.58%,其中,10~20,20~30,30~50 cm土层中的生物量分别为8.80%,7.00%,3.78%。地上生物量高峰期为8月底,地上(418.5 g/m²)、地下生物量(2 578.0 g/m²)的比值为1 6.16[13]。

藏嵩草沼泽化草甸植物群落结构简单,禾本科植物的最大株高可达40 cm,但数量少分布不均,层次分化不明显。0~10 cm冠层中的生物量约占地上总生物量的71.70%,10 cm以上冠层中的生物量占28.30%,其中,10~20,20~30,30~40 cm和>40 cm冠层中的生物量分别占20.73%,5.31%,1.78%和0.47%。藏嵩草沼泽化草甸植物地下生物量的垂直分布有别于上述小嵩草草甸和矮嵩草草甸。由于藏嵩草草甸土壤含水量较高,为便于根系的气体交换,因而根系分布较深。其中,0~10 cm土层中的生物量占地下总生物量的45.51%,10~20,20~30,30~50 cm土层中的生物量分别占26.40%,23.16%和4.93%。地上生物量高峰期为8月底,地上(518.4 g/m²)、地下生物量(11 183.2 g/m²)的比值为1 21.57。植物地上、地下生物量的垂直分布特征充分反映了高山草甸植物的生物-生态学特性以及对高寒环境的适应特征。

3 对策

由于高寒草甸主要植物群落类型之间生态环境的差异,其群落结构、功能和能量分配不尽相同。因此,针对不同草地类型和生产力水平提出以下对策:1) 确定草地资源利用模式、适宜的载畜量和草地利用率是保护高山草甸草地资源和生态环境的关键;2) 实现围栏划区轮牧、充分利用高山牧区夏秋季节生产潜力大、牧草品质优良的优势,开展季节畜牧业生产;3) 大力推广生物防治草原鼠虫害的新技术,减少环境污染,保护

天敌。加强草地资源的优化管理和开发利用；4) 在退化严重的地段对草地增施有机肥,人为改变土壤元素组成,即养分资源比率,使已经或正在发生逆向演替的群落改变演替轨迹,从而使群落向正演替方向发展;5) 优育牧草的选育和群落优化结构的配置、除莠灭杂、实行封育。通过上述综合技术措施,使草地植被尽快得到恢复,生态环境有所好转,以促进高山草地畜牧业生产的持续发展。

4 保持草地的稳定和可持续发展条件

1) 加快草地建设,完善草地法规;2) 建立饲草料基地,缓解饲草不足问题,促进草场生态系统可持续利用;3) 灭鼠治虫,防除毒杂草,对草地实施综合改良措施,促进生态环境良性循环;4) 实行围栏划区轮牧,按时转场。保证冬场的牧草充分生长,提高冬场的牧草产量;5) 组建优化畜群结构,提高母畜比例及出栏率和商品率。

参考文献:

- [1] 张新时. 西藏高原植被的高原地带性[J]. 植物学报, 1978, 20(2): 140-149.
- [2] 周兴民. 青藏高原嵩草草甸的基本特征和主要类型[C]. 高原生物学集刊[M]. 北京:科学出版社, 1982. 151-161.
- [3] 周兴民, 李建华. 海北浩瀚草甸生态系统定位站的主要植被类型基地分布规律[C]. 高寒草甸生态系统[M]. 兰州:甘肃人民出版社, 1982. 9-18.
- [4] 周兴民, 王启基, 张堰青, 等. 青藏高原嵩草草甸结构与功能的初步研究[J]. 植被生态研究, 1994, 16(3): 281-397.
- [5] 陆国泉, 杨福国, 王启基, 等. 矮嵩草草甸美丽风毛菊空间分布格局的初步研究[C]. 高原生物学集刊[M]. 1984. 77-84.
- [6] 陆国泉, 杨福国, 史顺海. 矮嵩草草甸四种莎草、禾草种群空间分布格局的初步研究[C]. 高原生物学集刊[M]. 北京:科学出版社, 1986. 13-20.
- [7] 王启基, 周兴民. 高寒矮嵩草草甸禾草种群的生长发育节律及环境适应性[J]. 西北植物学报, 1991, 11(4): 333-340.
- [8] 李英年, 王启基, 周兴民. 矮嵩草草甸年净生产量对气候条件响应的判别分析[J]. 草地学报, 1996, 4(2): 155-161.
- [9] 杨福国. 高寒草甸生态系统定位站的自然概况[C]. 高寒草甸生态系统[M]. 兰州:甘肃人民出版社, 1982. 1-8.
- [10] 吴征溢. 论中国植被区系的分区问题[J]. 云南植物研究, 1979, (1): 1-22.
- [11] Tranquillini. The physiology of plants at high altitudes[J]. Ann. Rev. Plant Plant Physiol, 1964, (15): 345-362.
- [12] Green D H, Laing W A, Kipnis. Photosynthesis in intact Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves: Effect of temperature[J]. Planta, 1988, (174): 152-158.
- [13] 王文颖, 王启基, 邓自发. 青海海北地区高山嵩草草甸植物群落的结构特征及其分布格局[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 336-343.
- [14] 王启基, 周兴民, 张堰青, 等. 高寒小嵩草草甸植物群落结构特征及其生物量[J]. 植物生态学报, 1995, (3): 225-235.
- [15] 王启基, 周兴民, 沈振西, 等. 高寒藏嵩草沼泽化草甸植物群落结构及其利用[C]. 高寒草甸生态系统[M]. 北京:科学出版社, 1995. 91-100.
- [16] 王启基, 王文颖, 邓自发. 青海海北地区高山嵩草草甸植物群落生物量动态及能量分配[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 222-230.

Study of alpine meadow of basic characteristic in qinghai tibet plateau

WANG Chang-ting, LONG Rui-jun, DING Lu-ming

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract: Alpine meadow ecosystem mainly contains three types of plant community: *Kobresia humilis meadow*, *K. pygmaea meadow*, *K. tibetica swamp meadow*. This paper investigates several aspects of the three types of communities: mature environment characteristic, component of species and numerous characteristic, distribution of biomass and seasonal biomass dynamic. analyse how to improve primary productivity of Alpine meadow ecosystem and sustainable development, utilization, and apply for some measures.

Key words: alpine meadow; structural characteristic; dynamics of biomass; allocation of energy; sustainable development