

高寒草甸植物群落的环境特征分析^{*}

李英年 王启基 周兴民 曹广民

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

[摘要]分析了高寒矮嵩草草甸植物群落的环境特征, 以及环境对群落的影响。高寒矮嵩草草甸分布区域, 年平均气温较低, 一般 $< 0^{\circ}\text{C}$; 最热月 7 月平均气温 $< 10^{\circ}\text{C}$; 年内 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温不足 100°C , 持续天数 < 10 天。这里年降水量约为 580mm, 多分布于牧草生长季的 5-9 月, 占年降水总量的 80%。土壤含水量较高, 且表层大于深层; 年内表现出春季植物返青融湿期, 雨季植物生长水分波动下降期, 雨季末植物枯黄水分上升期和冬季土壤冻结期等四个时期。地温在随季节变化过程中周期性明显; 随深度增加地湿年振幅按一定斜率减小; 同时, 不同季节地温随深度和加深变化规律不尽相同。

冬季气温逐年升高的趋势下, 牧草年产量有所下降, 这可能与冬季升温后土壤水分在冬春散失明显, 保墒能力减弱等有关。

关键词 高寒草甸, 植物群落, 环境条件。

高寒草甸 (Alpine meadow) 是青藏高原及周围山地分布最为广泛的主要植被类型。它具有适应高寒独特气候的生态特征、结构特点和地理分布规律, 在我国畜牧业生产中占有重要的地位。

植物生态学的观点认为, 植被类型的分异及自然景观的不同, 表现着植物界对气候类型的反应, 每个气候类型或分区都有一整套相应的植被类型。分析和研究这种植物与气候间的相互关系, 作出植被类型所相应生态环境的解释是不同相关联学科的重要任务之一。迄今为止, 关于青藏高原高寒草甸植物群落结构特征及其它方面的研究工作取得了长足的进展, 得到了丰富的调查、考察资料。研究结果的一致性揭示了高寒草甸植物群落的基本结构、外貌特征、生产性能、分布规律, 以及物质循环、能量流动等一系列相应的特点。本文是在前人研究的基础上阐述了高寒矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸植物群落结构的有关特征外, 着重对群落环境特点以及对植物群落所能产生的影响进行了分析报道。

1 研究地点选择及资料概述

本项研究工作选择于中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站 (海北站), 北纬 $37^{\circ}37'$ 、东经 $101^{\circ}19'$ 、海拔 3200m。系青藏高原东北隅祁连山地北支冷龙岭东段南麓坡地。

植物群落结构资料为 1983 年 5~9 月草场的调查资料^[1], 以及 1980~1994 年植物地上生物量季节动态和年产量值。气候资料沿用海北站 1980~1995 年气象观测资料。土壤水分资料为滩地气象站南侧 15m 左右的综合场地测定值, 由于条件限制仅为 1991~1993 年 3 年的牧草生长发育期测定值, 虽然只有 3 年, 但这 3 年平均状况基本能代表正常年份的土壤水分波动^[2]。

收稿日期: 1997-07-04

* 中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站基金资助。

2 结果分析

2.1 植被

植被是生态系统结构、能功以及物质循环和能量流通的中心环节,是草地畜牧业生产的基础。据文献记载^[3],海北站地区约有种子植物 350 种,分属 50 科,70 属,其中禾本科、菊科、龙胆科和毛茛科的种数为最多,其次为莎草科、蔷薇科和豆科。在研究样地属典型的矮嵩草草甸,优势种明显,次优势种有异针茅(*Stipa aliena*)、美丽风毛菊(*Saussurea superba*)、紫羊茅(*Festuca rubra*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、麻花苳(*Gentiana straminea*)、青海风毛菊(*Saussurea kokonorensis*)、柔软紫苑(*Aster flaccidus*)、异叶米口袋(*Gueldenstaedtia diversifolia*)等。

矮嵩草盖度为最大,约 25%,依次有垂穗披碱草、异针茅、羊茅、紫羊茅、麻花苳等。但除矮嵩草盖度较大外,其它草种盖度明显较低,表明高寒矮嵩草草甸建群种的优势种较少,以适应高寒气候的耐寒性中生多年生草本植物为主。植物是经过漫长的适应和自然抗衡、选择,形成了独特的结构特点和生态生理特性。植物生长低矮,生长期短,生产力较低,营养丰富,植物根系发达且多分布于 0~20cm 浅土层^[4],同时植物具有一定的耐寒、抗寒性能。

2.2 气候

海北站同广大青藏高原高寒草甸分布区一样,气温极低,年平均气温 $< 0^{\circ}\text{C}$,平均为 -1.7°C ;最热月(7月)平均气温 $< 10^{\circ}\text{C}$,为 9.8°C ;最冷月(1月)平均气温在 -15°C 左右。年内日平均气温稳定通过 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的天数分布于 4 月下旬到 10 月中旬,平均为 178 天左右,积温约为 1100°C ;而日均气温稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数不足 10 天,积温 $< 100^{\circ}\text{C}$ 。若按日均气温稳定持续 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 开始到 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 结束为植物生长发育期计,年内高寒草甸植物生长天数约为 143 天左右。这里无绝对无霜期,相对无霜期极短,平均只有 20 天,与青海南部的果洛、玉树大部分地区一样。较低的气温还表现在年内日最低气温的分布上。据统计,海北站地区年内日最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的天数达 310 天以上,在最暖的 7 月仍可出现 10~18 天左右日最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的天气。但由于在植物生长季内降水丰富,土壤、空气湿度均较大,较大湿度的存在,高寒草甸植物在遇外界低气温的侵袭下不至冻伤或冻死;而在较大日较差的作用下有利于植物干物质的积累。

降水量在年内分布与中国夏季风雨带的来临、进退、移动和停滞有关,同时季风为高原带来丰富的水汽,降水量较高。多年观测表明,年降水量保持于 425.5~860.4mm 之间,平均 578.1mm;降水量主要分布于植物生长发育期内的 5~9 月,占年降水量的 79%;而冷季的 10~翌年 4 月,降水量只占年降水量的 21%,特别是寒冷的 12~翌年 2 月,3 个月时间降水量仅占年降水量的 5% 以下。平均来看,降水量在 7 月达最高(126.3mm),1 月最低(3.4mm),与气温一样表现单峰式的月际分布状况。虽然水热同季,但降水在不同年份所表现的分布规律极不一致。有的年份降水量月最高值出现于 6 月或 8 月,甚至出现于 5 月;而有的年份降水量月际分布表现出双峰式的情况。

从雨季角度来看,海北站地区雨季开始期平均约在 5 月中旬,9 月上旬结束,与日均气温稳定通过 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ 的分布时间基本一致。但由于受夏季风来临迟早的影响,各年雨季出现时间、长短等也有很大的差异。

这里水热同期,有利于草甸植物的正常生长发育,只是高寒草甸地区气温较低,加上太阳紫外辐射强烈,植株低矮,牧草年产量较低。

2.3 土壤

2.3.1 土壤含水量

土壤水分是土壤重要的物理特性及组成部分,亦是土壤发育中最为活跃的影响因素。土壤水分大小,对物质循环和能量流动起着不可置疑的作用,进而影响着植物的生长发育及年产量形成。高寒草甸生态系统结构与功能定位观测样地的土壤含水量多保持较高的水平,5~9

月0~60cm土层平均达48.5%(占干土重),草皮表层因持水力强而保持较长时间的饱和水分状况,一般不出现干燥水分现象。然而受土壤质地、结构以及自然降水分配不均等影响,不同时期、不同深度土壤含水量显著不同。通过3年观测表明,样地土壤含水量平均在土壤表层较高,依深度加深而降低。在30~40cm层次由于粘粒沉淀层明显的存在,土壤含水量略高于上层。当然土壤水分的不同分布明显受约于自然植被覆盖多少及天气气候的影响。5月初,地表受冬春牧事活动,基本裸露,降水相对前期增多,深层40~180cm冻土维持,冻层一方面使降水不易下渗底层,另一方面冻融过程使冻层水向上层迁移。这种状况使土壤保持了较高的含水量。而冻土消失的其它月份,虽然降水较5月以前丰富,但土壤水渗漏速率高,有降水时土壤水分含量迅速提高,而在无降水的晴好天气状况下,土壤水分急剧下降。同时,土壤不同深度的含水量与植物生长的阶段性所产生的蒸腾蒸散也有很大关系。

土壤水分含量不仅随深度增加有降低的趋势,而且在植物生长季内随时间游程变化也有很大的差异。由图1可以看出,土壤含水量季节变化波动性明显,表现出5月高,以后逐渐降低,至8月开始又有所升高。这种变化过程与植物的耗水、气候变化等有关。在年内可将土壤水分变化分为四个不同时期:

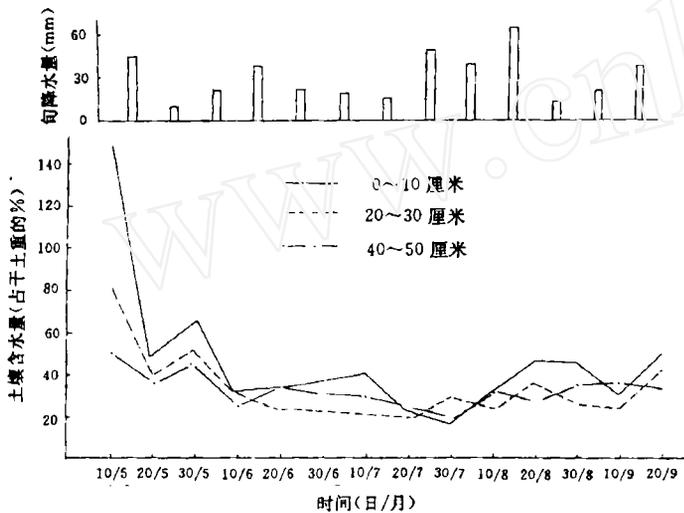


图1 高寒草甸地区土壤含水量季节变化

a, 春季植物返青融湿期: 约从4月中旬开始至5月下旬。期间底层冻土维持, 冻层内的水分并向地表迁移。虽然期间降水量不是年最高时期, 但植物叶面积很小, 土壤表面受低气温的影响, 蒸发微弱, 因而保持了较高的土壤水分状况。

b, 雨季植物生长水分波动下降期, 6月至8月上旬, 植物生长迅速, 叶面积增大, 土壤水分在较高的气温下蒸腾、蒸发损失严重, 有较高的自然降水, 但入不敷出。土壤水分随降水波动性较大, 并在波动中逐渐下降。

c, 雨季末植物枯黄水分波动上升期: 约在8月中旬至10月下旬期间。植物生长进入成熟期, 并逐渐转入枯黄期, 植物蒸腾作用减弱, 低气温条件下, 土壤蒸发也小, 虽然降水较6、7二月少, 但可贮存于土壤中, 因而土壤有较多的水分聚集。

d, 冬季土壤冻结期: 冬季(11~翌年4月初), 土壤完全冻结, 冻结过程中使土壤水分不断地集聚, 并多以冻晶水的形式留存于土壤中, 直到来年春季牧草萌动发芽初期。

2.3.2 土壤温度

一个地区的地温表证了土壤热量的高低, 当外界气温变化明显(特别是冬春季节交替时期)时, 地温变化比气温变化平稳, 并保持高于气温的状况, 因而对牧草生长发育特别是初春营养生长阶段起着极重要的作用。

冷季(1月)地温在地表最低(-13.9℃), 到320cm升高到3.0℃, 地温随深度加深而升高; 暖季(7月)地温在地表高(15.1℃), 到320cm为1.4℃, 地温随深度加深而降低; 4月和10月地温的垂直分布冷暖二季有所不同, 4月地表温度4.8℃, 到160cm(-0.5℃)逐渐下降, 尔后升

高,到 320cm 上升到 0.9℃;10 月地表温度 2.7℃,到 160cm(6.2℃)逐渐升高,尔后下降,到 320cm 下降至 5.0℃。从年平均来看,不同层次的年平均地温基本接近,随深度变化表现平稳(表 1),但总的趋势是随深度加深而升高。

表 1 高寒草甸地区不同深度地温年变化

深度(cm)	0	5	10	15	20	40	80	160	320
年均温度(℃)	2.0	1.9	1.6	1.6	1.7	2.0	2.1	2.3	2.6

图 2 绘出了地温的月际变化情况。由图 2 看出,地温周期性变化明显,地温从表层到深层变化逐渐平稳,年较差自表层向深层减少。如地表温度年较差 29.0℃,到深层 320cm 为 4.2℃,平均每 10cm 年较差下降 0.8℃左右。

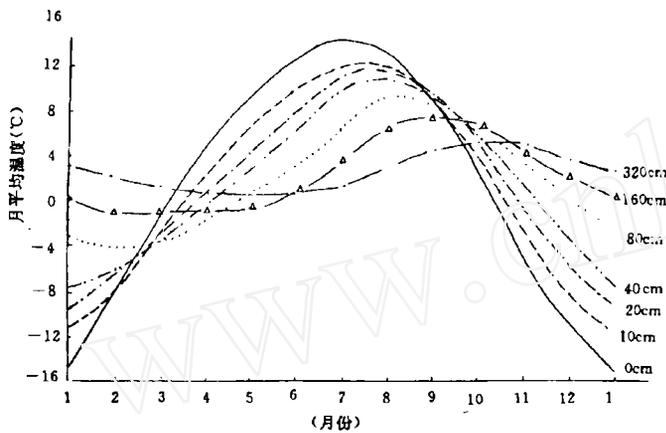


图 2 高寒草甸地区地温的月际变化

地温在随深度变化过程中不仅年较差减小,而且其最高最低出现时间位相落后。地表 0 厘米最高值出现在 7 月(15.1℃),最低值出现于 1 月(-13.9℃),到 320cm 深层,最高值出现于 10 月(5.0℃),最低值出现于 6 月(0.8℃),从地表到 320 厘米深层最高值落后 3 个月,而最低值出现时间落后 5 个半月,表现出不同温度状况其落后位相有不一致性。

2.4 环境变化对植物群落结构的影响

一个世纪以来,美国东南部的橡树林渐渐向北迁移^[5],这是由于气候趋暖化的结果。张新时^[6]认为,由于气候的趋暖,牧草生长上限将向高纬度、高海拔偏移,寒性草原带向温性草原带转化。这从冰川面的缩小的研究、以及多年冻土退化的研究^[7]等方面均可得到证实。因为植被与环境条件相互依赖、相互制约、协同演化,共同构成了自然生态平衡。因此可认为环境条件的变化对高寒草甸也有明显的影响。

在海北站西部的永安城南滩,70 年代有一片因地下水出露带,地势潮湿,植被多以湿生湿中生的沼泽化草甸,主要以藏嵩草(*Kobresia tibetica*)为建群种^[8],但近些年来由于气候干暖化趋势,地下水位下降,土壤湿度降低,中生多年生的禾草类占据了主导地位,群落结构发生改变,原来沼泽化草甸不复存在。象这样的现象在高寒草甸区域常有发生。

不尽如此,高寒草甸牧草产量自 50 年代以来有逐年下降的趋势,这点从全省各地的农牧业区划资料上得到证实。如门源县 1959 年牧草产量平均为 2730kg/ha,止 1981 年下降至 1300kg/ha;刚察县 1959 年牧草平均产量为 2280kg/ha,到 1984 年降至 2040kg/ha;祁连县 1959 年平均产量为 2000kg/ha,至 1984 年下降至 1310kg/ha。所有这些与环境条件的改变至关重要,当然人类活动的影响也是极为重要的。

我们统计海北站地牧草产量与气温的关系时发现,牧草产量与冬春各月平均气温,特别是 1 月平均气温具有显著的负相关关系,表现出冬春气温高,当年牧草产量低。这是由于冬春气温高,会使土壤蒸散力加大,土壤水分散失严重。在牧草进入萌动发芽到返青时期,如自然降水不足,常出现干旱现象,对植物生长初期不利,限制了年产量的提高。而冬春气温相对较低的年份,地温也低,土壤冻结坚实,冻层厚度大,这种条件下土壤便有大量的水分集聚。地表受

低气温的影响下,蒸发力也弱,土壤水散失很少,起了很好的保墒作用,直至春季牧草进入萌动发芽、返青时期较多的水分供给。

参 考 文 献

- [1] 周兴民,张松林.矮嵩草草甸在封育条件下群落结构和生物量变化的初步观察.高原生物学集刊,1986,(5):1~6.
- [2] 李英年,曹广民,鲍新奎.高寒草甸植物生育期耗水量及耗水规律的分析.中国农业气象,1996,17(1).
- [3] 周兴民,李健华.海北高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及地理分布规律.高寒草甸生态系统(1),兰州:甘肃人民出版社,1982.
- [4] 王启基,周兴民,张堰青,沈振西.高寒小嵩草草原化草甸植物群落结构特征及其生物量.植物生态学报,1995,19(3).
- [5] 谭冠日.气候变化与社会经济.北京:气象出版社,1992.
- [6] 张新时.全球变化研究的植被—气候分类系统.第四纪地质,1993,(2).
- [7] 王绍令.青藏高原东部草场退化与多年冻土关系的初步研究.资源生态环境网络研究动态,1993,4(1).
- [8] 夏武平,周兴民,刘季科,张晓爱.高寒草甸地区的生物群落.高寒草甸生态系统(3),北京:科学出版社,1991.

The Environmental Characteristics Analysis of Plant Community at Alpine Meadow

Li Yingnian Wang Qiji Zhou Xingmin Cao Guangmin

(Northeast Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining 810001)

Abstract This paper analysis environmental characteristics of plant community at alpine *Kobresia* meadow and influence of environmental to community. The distribution zone of alpine meadow, the annual mean air temperature is $< 0^{\circ}\text{C}$. The mean air temperature, hot monthly (July), is $< 10^{\circ}\text{C}$. The accumulative temperature of above 10°C is no more than 100°C during one year. And continue days is no more than ten days. The annual precipitation is about 580mm during one year, 80% of it distribution from May to September of grass growth season. At same period, soil moisture is higher and surface layer is higher below layer. Soil moisture condition show four period in a year: (1) Plant green up in spring, soil humidity is higher; (2) Plant grow season, soil moisture wave decreasing period; (3) Plant withered and yellow period, soil moisture wave creasing period; (4) Soil freezing period in winter. The geo-temperature changes seasonal obvious, with soil depth creasing, geo-temperature decreasing low according certain slope, and it varying rule is seasonal difference.

The air temperature raise in winter, and grass output decrease slightly. It is possible because soil moisture lose big and the capacity of humidity maintain decreased in winter, it effect grass growth.

Key words Alpine meadow; plant community; environmental characteristics.