

高寒草甸植被生育期耗水量和耗水规律的分析*

李英年 曹广民 鲍新奎

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要 用 1991~1993 年在高寒草甸地区植被生育期测定的土壤水分资料, 联系土壤水分平衡方程, 讨论高寒草甸植被生育期的耗水量和耗水规律的特征。结果表明, 草甸地区植被生育期 5 月 20 日~9 月 15 日, 3 年平均耗水量约为 361.0mm; 全年牧草地上净初级生物量与耗水量具有一定的相关性; 植被生育期内气温、降水的协调配合能提高牧草地上净初级生物量。5~9 月, 植被耗水量变化呈单峰型曲线, 3 年平均表明, 7 月耗水量最高, 5 月最低。

关键词: 高寒草甸 植被 耗水量 净初级生物量

草地生态系统的初级生产者—绿色植物, 是生态系统结构、功能、物质循环和能量流通的中心环节。近年来, 国内对于农作物耗水规律的研究报道不少^[1,3,6], 但对于草地, 特别是亚高山草甸土分布区的高寒草甸(Alpine meadow)草地植被耗水量和耗水规律的研究报道不多见。本文在测定土壤水分的基础上, 联系水分平衡, 探讨高寒矮嵩草草甸(*Koeleria humilis*)植被生育期的耗水情况, 以便为草地生态系统的物质循环、牧草生物产量的提高和植物对水分反应的研究提供依据。

1 资料来源和研究方法

1.1 资料来源

实验设在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(37°37'N、101°19'E、海拔 3200m, 简称海北站), 实验样地为高寒草甸草场。该站的自然地理、区域生态条件及土壤水分动态的基本情况, 已有详实的报道^[5,7,8]。从 1991~1993 年连续 3 年, 在植被生育期内每季最后一日, 用土钻取土烘干法测定土壤水分, 每次取样为 3 个重复。测定深度为 0~60cm (从地面到地下石质接触面), 每 10cm

为一层, 共 6 层。土壤容重、萎蔫湿度等物理参量于 1993 年测定。

本文所用土壤水分和物理参量资料即上述观测资料; 气象资料沿用海北气象观测站资料; 同时使用了 1991、1992、1993 年 3 年该站全年牧草地上净初级生物量的测定值。

1.2 研究方法

1.2.1 土壤有效含水量的计算 土壤有效含水量采用原苏联 Y. I. Chivkov 方法计算

$$W = 0.1qh(u-k) \quad (1)$$

式中: W 为土壤有效含水量(mm); q 为土壤容重(g/cm^3); u 为土壤湿度(水占干土重的百分数); k 为萎蔫湿度(单位同 u); h 为土层厚度(cm); 0.1 是转换系数。

1.2.2 土壤水分平衡方程 考虑到一地土壤水分“汇”与“源”的转换关系及原量与剩余量的特点, 建立水分平衡方程

$$W_1 + P + W_c + I = W_2 + ET + R + D \quad (2)$$

式中: W_1 为初始状态土壤有效水分贮存量; P 为所计算时段内的降水量; W_c 为土壤毛管上升水的补给量; I 为人为灌溉量; W_2 为土壤经一定阶段后土壤有效水分贮存量的剩余量;

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1995-03-07

ET 为蒸散量;R 为地表经流量(或无效降水);D 为入渗深层土的渗水量(或排水量)。水分平衡方程(2)中的各物理参量单位均取 mm。本文所指的植被耗水量即蒸散量 ET。

2 结果分析

2.1 高寒草甸地区水分平衡方程

高寒草甸地区土壤主要发育于洪积—冲积物、坡积—残积物或冰水沉积物,土层较浅薄,一般只有 20~60cm 厚,30~60cm 以下为石质接触面或含砾母质。地下水位大多在 3m 左右,从而不产生土壤毛管上升水的补充,故 W_0 为零;由于实验样地为平缓滩地,受自然条件 and 生产方式的限制,不常进行灌溉,即 I 可视为零。实验样地地表植物生长稠密,土中植物根系发达,且 80% 分布于 0~20cm 的浅层土壤中;落物常存在并覆盖地面,土质松软、腐殖质丰富,孔隙度高,致使土壤贮水能力强;因此,降水时既不易发生径流,下渗深度也不易超过根层,故 R 和 D 也可忽略不计。这样,高寒草甸—亚高山草甸地域的土壤水分平衡方程可简化为

$$W_1 + P = W_2 + ET \quad (3)$$

草甸植被的耗水量为

$$ET = W_1 + P - W_2 \quad (4)$$

(4)式表明,高寒草甸植被的水分系统中,植被耗水量决定于土壤有效水分贮存量 and 降水量,而水分的主要来源是降水。

2.2 高寒草甸地区降水分布特点

海北站多年(1980~1993)平均年降水量为 585.6mm,变化于 425.3~850.4mm 之间。降水主要集中于植被生育期(5~9月),占年降水量的 81%。年内降水量的分配以 7 月最高(120.1mm),12 月最少(3.5mm),呈单峰式曲线变化;6~8 月降水量在 100mm 以上。以降水相对系数^[2]作为雨季划分的标准,从 5 月中旬~9 月上旬为雨季,表现出水热同季;寒冷的 10 月到翌年 4 月表现出相对干燥的基本特征。

• 42 •

降水量各月之间具有显著的差异,且年际变化大,最多年份为最少年份的 2 倍;有的年份月最高降水量不出现在 7 月,而是在 6 月或 8 月,有的年份则出现于 5 月;少数年份降水量不是单峰式的,而是双峰式,甚至是 3 峰式的曲线。

实验年份的 1991、1992、1993 年,年降水量分别为 425.3、562.7、507.6mm,均比多年平均值低,1991 年是有记录以来最干旱的年份,1992、1993 年分别比多年平均偏低 4% 和 13%。

2.3 高寒草甸植被耗水量基本特征,及其与全年牧草地上净生物量的关系

高寒草甸地区一般冻土较深,可达 2m 以下,牧草进入返青时,冻土消融一般不足 40~60cm,在牧草萌动发芽阶段土壤水分由冻土层向上补充作用明显。因而计算植被耗水量只考虑植物从返青至植物生长停止阶段的情况,即从日均气温稳定 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ 开始,到日均气温稳定 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 结束期间的植被耗水量,所对应时间约为 5 月 15 日到 9 月 12 日。

经过计算得 1991、1992、1993 年植被生育期 5 月 20 日~9 月 15 日 3 年耗水量及平均状况,见表 1。

表 1 植被生育期耗水量(mm)

年序	初始期土壤	终止期土壤	生育期	植被生育期
	有效水分 贮存量 (5月20日)	有效水分 贮存量 (9月15日)	降水量 (5月20~ 9月15日)	
1991	211.8	183.1	318.9	347.6
1992	204.2	216.8	345.4	332.8
1993	198.2	168.3	372.7	402.6
平均	204.7	189.4	345.7	361.6

由表 1 可知,高寒草甸植被生育期耗水量 3 年平均为 361.0mm,其中 1992 较低(332.8mm),1993 年较高(402.6mm),相差 69.8mm。虽然各年植被耗水量没有明显表现出随生育期降水量变化的趋势,但仍可以基本上反映出降水量多,植被耗水量较大的规律。

夏半年5月1日~9月30日,1980~1993年多年平均气温为7.0℃,多年平均降水量451.7mm。1991~1993年5月1日~9月30日3年平均气温为6.9℃、降水量433.4mm,与同期多年平均相仿,表现出5~9月气候条件与多年平均状况类同。因此,可推测3年平均植被耗水量361.0mm,也能基本反映高寒草甸植被多年平均的状况。

气温、降水配合协调,升降同步变化将有利于全年牧草地上净初级生物量的提高;而气温升降与降水增减非同步变化,或气温明显偏低、降水量极少,全年牧草地上净初级生物量下降极为严重^[4]。以植被耗水情况来看,较高的耗水量是形成牧草地上净初级生物量较高的一个重要因素。如:1993年5~9月降水量与多年平均持平,气温仅偏低0.2℃,植物耗水量为402.7mm,是3年中耗水量最多的1年。该年牧草地上净初级生物量均比1991年和1992年高,为352.0g/m²(干重,下同),也近似海北站近10年全年牧草地上净初级生物量的平均值(多年平均为352.2g/m²);虽然1991年同期平均气温偏高0.4℃,但降水少,是多年同期平均的82%,植被耗水量也较低,该年牧草地上净初级生物量仅为305.0g/m²;1992年同期平均气温偏低0.5℃,降水量略高,植被耗水很低,当年牧草地上净初级生物量居1991年和1993年之间,为324.4g/m²。

2.4 植被耗水规律的分析

由于气象条件不同以及植物物候期迟早的差异,造成植被在生育期各阶段的耗水量也有着明显的差异。经过3年平均耗水量的统计和比较,其耗水变化基本处于同一变化趋势。就平均而言,植被在生育期中耗水量在7月最多,5月最少,基本呈现单峰型曲线变化(图1)。植被耗水量的这种变化与牧草叶面积的变化、返青、营养生长、拔节、开花、乳熟、成熟、枯黄等过程有很大的相关性。

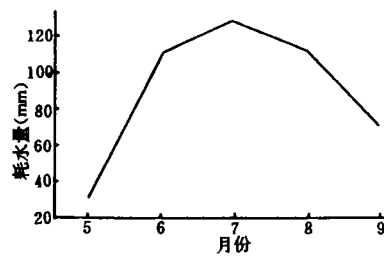


图1 高寒草甸植被生育期耗水月变化曲线

3 小结

植被耗水量及其变化规律反映了自身各个发育阶段情况,也反映了气候变化的特征。高寒草甸地区植被生育期耗水量平均为361.0mm。总的来看,全年牧草地上净初级生物量的高低与耗水量多少有一定的正相关关系,从而可认为耗水量多少是降水、气温配合是否协调的指标。一年中耗水量变化均呈单峰型曲线变化,不同年份由于雨季来临迟早及气温回升快慢的不同,这种单峰型曲线变化有一定的时间差异性,但3年平均来看,耗水量在7月最高,牧草返青初期的5月最低。

参考文献

- 1 毛学森,赵聚宝,梅旭荣.晋东南地区旱地麦田水分供需状况分析.中国农业气象,1994,15(3),17~20
- 2 王树廷,王伯民等.气象资料的整编和统计方法.北京:气象出版社,1984.109~116
- 3 朱自玺,牛现增,侯建新.冬小麦水分动态分析和干旱预报.气象学报,1988,46(2),202~208
- 4 李英年,王启基,周兴民.矮嵩草草甸地上生物量与气象条件的关系及预报模式的建立,见:高寒草甸生态系统第4集.北京:科学出版社,1995.1~8
- 5 周兴民,李建华.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,见:高寒草甸生态系统第1集.兰州:甘肃人民出版社,1982.9~18
- 6 梅旭荣,赵聚宝,吕学都.屯留试验区旱地冬小麦农田水分动态规律.干旱地区农业研究,1990(4),1~6
- 7 杨福园.高寒草甸生态系统定位站自然概况.见:高寒草甸生态系统第1集.兰州:甘肃人民出版社,1982.1~6
- 8 鲍新奎,李英年.寒粘土的水分动态变化,中国土壤系统分类进展.北京:科学出版社,1993.344~352