

高寒草甸植物地下生物量与气象条件的关系及周转值分析*

李英年

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要 分析高寒草甸植物地下生物量季节动态及年地下净生产量与气象条件之间的关系表明: 高寒草甸植物地下生物量在牧草生长季的 5~10 月呈“N”型的变化规律, 10 月最高, 6 月次高; 7 月最低, 5 月次低。地下生物量的这种季节性变化与土壤湿度的变化具有很好的滞后正相关。地下生物量的季节变化与同期气温、降水、地温等气象条件有一定的反相关变化规律, 且表明高寒草甸地下生物量对气象条件, 特别是自然降水反应敏感; 年地下净生产量各年间分布均不一致, 年际间差异大, 受自然降水量影响较大。年内降水丰富, 地下净生产量提高明显, 生物量周转值也相应较高。平均来看, 高寒草甸地域植物地下年净生产量为 1001.5 g/m^2 (干重), 周转值为 0.369。

关键词: 高寒草甸; 气象条件; 地下生物量; 年地下净生产量; 周转值

植物群落地下(根系)净生产量是地下地上总净生产量的重要组成部分。在高寒草甸地区, 牧草地下净生产量要占总净生产量的 80% 以上。地下根系具有固定支持植物躯体, 调节植物生长发育, 贮存营养物质, 供给地上部分水分需求等基本功能, 对于地上生物量的形成和植物生长发育起着重要的作用。因此, 分析植物群落地下生物量的季节动态变化规律, 以及与气象条件的关系具有重要的意义。

1 研究区域的自然条件及资料来源

研究在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站进行。所处的地域位置、地貌、土壤、植被等一系列自然条件和生态特点已有报道^[1,3,5], 本文不再赘述。

牧草地下生物量及测定方法、操作规程等详见文献[4]。地下生物量录于表 1。其中多年平均值栏以实有次数统计。

地下年净生产量采用 Dahman 和 Kucera 及 Singh, J. S. 和 Yadava, P. S. 提出的方法^[6,7], 即用年内地下部分生物量最高值

与最低值的差值来计算。地下生物量周转值 (Turnover Value) 是指一年内地下部分增加量与最高生物量的比值^[5], 表示年内地下部分被更替的数值。

表 1 高寒草甸植物月地下生物量(干重, g/m^2)

年份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
1980	1243.3	1576.7	1186.7	1840.0	1826.0	~
1981	2110.0	2280.0	1480.0	2188.0	2813.0	~
1982	1762.7	2132.3	1579.7	1936.0	2288.0	~
1983	2069.3	1637.0	1536.0	1733.3	1804.0	2864.0
1984	1988.0	~	1893.0	1824.0	2152.0	2568.0
1985	2429.3	2442.7	1816.0	~	~	~
平均	1933.8	2013.7	1581.7	1804.3	2176.6	2716.0

气象资料(气温、地温、降水量)是与地下生物量同期观测的资料。由于条件限制, 测定地下生物量时未系统进行土壤水分的观测。土壤水分虽然在各年间变化有一定的差异, 但其变化规律呈现出相同的趋势^[2], 故本文采用的土壤水分资料是沿用 1991~1993 年 3 年的平均资料。

2 结果与讨论

2.1 地下生物量季节变化及其与气象条件的关系

* 作者简介: 李英年, 男, 1962 年生, 大学, 工程师
收稿日期: 1996-12-05

由表 1 看出, 高寒草甸植物地下生物量在植物生长季的 5~ 10 月呈现“N”型变化, 10 月最高, 平均为 $2716.0\text{g}/\text{m}^2$ (干重, 下同); 7 月最低, 为 $1581.9\text{g}/\text{m}^2$ 。但不同年份气候条件略有不同, 地下生物量变化有一定的差异。例如, 1981 年 7 月与 9 月差值达 $1333.0\text{g}/\text{m}^2$, 1984 年 7 月与 10 月差值仅为 $675.0\text{g}/\text{m}^2$, 表明各年间地下生物量变化振幅有很大区别; 再如, 1985 年 5 月份地下生物量比 1980 年 5 月生物量高 1.9 倍多, 表现有年景不同, 地下生物量在同一时期大小也有很大的差异。但年内季节变化趋势是相同的。

统计表明, 高寒草甸植物地下生物量的升高—降低—升高的变化规律, 与土壤含水量有明显的滞后正相关(图 1), 基本表现出当月地下生物量与前月土壤含水量变化趋势相一致的过程。特别是牧草生长旺盛, 地上生物量积累最为迅速的 6~ 9 月, 滞后正相关尤为明显。

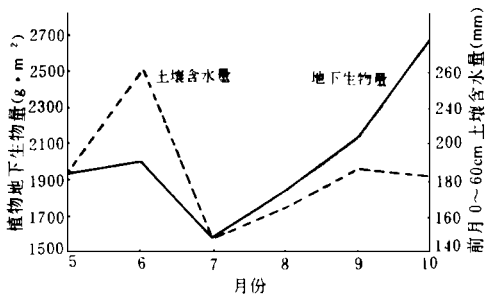


图 1 高寒草甸植物地下生物量与土壤水分含量的关系

从气温、降水量的月际分布与高寒草甸植物地下生物量的月际变化来看, 二气象要素的变化与地下生物量具有明显的反相关关系(图 2)。表明高寒草甸地区在年内月平均气温较低, 月降水量较小的时期, 地下生物量较高; 在月平均气温较高, 月降水量最为丰富的时期, 地下生物量反而较低。这主要是因为, 在良好的气候条件下, 植物地上部分生长发育最迅速, 植物进行光合的同时, 要消耗大量

的土壤水分, 在蒸腾时也要消耗大量的能量, 所以, 相应要从地下根系中得到大量的能量来补充, 致使地下生物量不断地消耗能量而折损降低。相反, 气温较低, 降水较少的时期, 植物地上部分生长受到抑制, 地下根系能较多地贮存能量, 并满足其生长发育的需要, 地下生物量也有所提高。

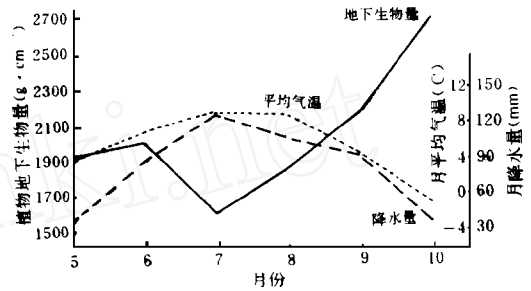


图 2 高寒草甸植物地下生物量与气温、降水量的关系

高寒草甸植物地下生物量的月际变化与浅层 0~ 20cm 地温的关系也有相同之处。在牧草生长发育期内, 地下生物量月际变化与气象要素间的关系可用直线回归方程来描述

$$GW = a + bx$$

式中: GW 为牧草生长期月地下生物量 (g/m^2); x 为年内不同月份气象要素; a 、 b 为回归系数(见表 2)。可以看出, 年内植物地下生物量变化在牧草生长期的 5~ 10 月与气象条件相关关系较为明显, 均达显著性相关水平。

表 2 高寒草甸植物地下生物量与气象因素回归关系 ($n=6$)

气象要素	气温	降水	地温(10cm)
a	2583.61	2888.44	2824.22
b	-94.94	-9.79	-93.63
r	-0.9340	-0.8867	-0.8377

2.2 年地下净生产量与气象条件关系及其周转值

由 1983 年和 1984 年 2 年的资料看出(见表 3), 高寒草甸植物地下年净生产量可达 $1001.5\text{g}/\text{m}^2$, 在不同年份有很大的差异, 如 1983 年是 1984 年的 1.97 倍。从 1980~ 1982 年 3 年 7~ 9 月的差值上也可以证实这

一特点。如 1981 年年地下净生产量为 $1333.0\text{g}/\text{m}^2$ ，而 1980 年年净生产量仅为 $639.3\text{g}/\text{m}^2$ 。

表 3 高寒草甸植物地下净生产量及周转值

年份	最大差 值时期 (月)	最 高 生物量 (g/m^2)	年 净 生产量 (g/m^2)	周 转 值
1983	7~ 10	2864.0	1328.0	0.464
1984	7~ 10	2568.0	675.0	0.263
平均	7~ 10	2716.0	1001.5	0.369

表 4 高寒草甸植物地下净生产量与气象要素

年 份	1980	1981	1982	1983	1984
植物地下净生产量(g/m^2)	639.3	1333.0	708.3	1328.0	675.0
5~ 9 月平均气温(°C)	6.6	7.9	6.6	6.9	6.6
5~ 9 月降水量(mm)	420.6	475.8	376.3	448.1	384.4

为了便于分析,我们计算了植物地下年净生产量与气象要素之间的关系,见表 4。由表 4 看出,高寒草甸植物地下年净生产量与当年 5~ 9 月平均气温、降水量变化具有很好的一致性。如 1981 年 5~ 9 月是 1980~ 1984 年 5 年间气温最高,降水最为丰富的一年,植物地下年净生产量也是最高的一年;而 1982 年 5~ 9 月是 1980~ 1984 年 5 年间气温较低,降水最少的一年,植物地下净生产量最低。分析表明,5~ 9 月平均气温、降水量与植物地下年净生产量相关系数均达显著性相关($P < 0.05, n = 5$)水平,其回归方程分别是

$$W = - 2515.36 + 498.85A T_{5-9}$$

$$r = 0.7795$$

$$W = - 2171.31 + 7.38PR_{5-9}$$

$$r = 0.8619$$

式中:W 为各年间高寒草甸植物地下根系净生产量; $A T_{5-9}$ 和 PR_{5-9} 分别为 5~ 9 月平均气温和降水量。

由表 3 还可看出,高寒草甸植物地下生物量在每年的周转值也有很大的差异,如 1983 年为 0.464,1984 年为 0.263,二年相差 0.201。但从 2 年平均的结果来看,高寒草甸

植物地下生产力周转值为 0.369,且表现出年内降水丰富,气温较高,地下生物量周转值较高。这与 Dahman 和 Kucera^[6]在研究美国密苏里州草原的结果基本接近,但与内蒙古大针茅草原研究的结果比较略有偏低^[5]。

3 小结

高寒草甸属于青藏高原广泛分布的特殊植被类型,其地下生物量在牧草生长季的 5~ 9 月表现有“N”型变化规律,在气温最高,降水最为丰富的 7 月为最低;而在气温较低,降水较少的 10 月达最高。生物量的这种季节性变化与年内土壤含水量呈明显的滞后正相关,与年内生长期月平均气温、月降水量、0~ 20cm 月平均地温等呈很好的反相关。

高寒草甸植物地下年净生产量最高可达 $1333.0\text{g}/\text{m}^2$,最低只有 $639.3\text{g}/\text{m}^2$ 。不同年份地下净生产量不同,在降水丰富、气温较高的年份,植物地下年净生产量较高,表现出与植物生长期降水、气温有很好的正相关。高寒草甸植物地下生物量年周转值也有相类似情况,即降水丰富、气温较高的年份植物地下生物量周转值较高。从 2 年平均来看,地下生物量周转值较内蒙古大针茅草原略偏低。

参考文献

- 1 李英年,王启其,周兴民.矮嵩草草甸地上生物量与气候因子的关系及其预报模式的建立.见:高寒草甸生态系统,第 4 集.北京:科学出版社,1995.1~ 10
- 2 李英年,曹广明,鲍新奎.高寒草甸植被生育期耗水量和耗水规律的分析.中国农业气象,1996,17(1):41~ 43
- 3 周兴民,李建华.河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
- 4 杨福园,王启基,史顺海.矮嵩草草甸生物量季节动态与年间动态.见:高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集.北京:科学出版社,1989.61~ 72
- 5 陈佐忠,黄德华.内蒙古锡林河流域羊草草原与大针茅草原地下部分生产力和周转值的测定.草原生态系统研究,第 2 集,北京:科学出版社,1988.132~ 138

(下转第 42 页)

量较多(20~ 30mm)时,经 4d 左右发生重度麦茎蜂危害;前期降水时间虽较长(亦为一周左右),但期间降水总量不太多(10~ 20mm)时,经 6d 左右发生中度麦茎蜂危害;前期降水时间短(3d 左右)、期间降水总量又较少(不足 10mm)时,经 8d 左右发生轻度麦茎蜂危害。这是因为麦茎蜂发生的主要环境条件是适温、潮湿的缘故。当温度适宜、地表潮湿时,即可在短时间内发生重度麦茎蜂危害;当温度适宜、地表较干燥时,需经一段时间后,发生轻度麦茎蜂危害。

表 2 麦茎蜂危害发生的农业气象指标

级别	时段	间隔时间 (d)	平均气温 ()	平均相对 湿度(%)	总降水量 (mm)
重 度	发生前期	6	15~ 6	50~ 90	20~ 30
	发生期	4	10~ 16	70~ 40	0
中 度	发生前期	6	13~ 6	35~ 75	10~ 20
	发生期	7	11~ 16	60~ 35	0
轻 度	发生前期	3	15~ 6	65~ 85	< 10
	发生期	8	10~ 17	65~ 85	0

注:经 1985~ 1993 年间 108 次麦茎蜂危害资料的统计,在这种气象条件下,发生 87 次,其几率达 85%

3 预报及防治

3.1 预报

3.1.1 根据小麦吸浆虫和麦茎蜂危害发生前期总有一段降水天气过程的特征,做好 5~ 6 月份的中长期天气预报,对虫害的预报有决定性的参考意义。

3.1.2 年内 5~ 6 月份期间若有降水天气过程,根据小麦吸浆虫和麦茎蜂危害发生发展的农业气象指标及土壤潮湿程度,综合分析后做出准确可靠的预报。

3.1.3 若遇干旱年份,在川水地区应根据灌水时间及灌水量对虫害发生发展的时间及程度做出判断。

3.2 防治

3.2.1 生物防治 选种高产、优质的抗虫品种,是最经济有效的防治措施。

3.2.2 农业防治 适期早收、低割麦茬可消灭地上茎秆中的麦茎蜂幼虫;碾茬压地,深翻土地亦能消灭土中麦茎蜂幼虫;在麦田周围种植部分油菜,可将麦茎蜂吸引过去(因为麦茎蜂有吸食花蜜的习性),以减轻危害。

3.2.3 药物防治 害虫发生初期,立即进行合理配方的药物喷洒是最直接的防治措施

4 小结

4.1 青海省主要的农区害虫(小麦吸浆虫、麦茎蜂)危害发生发展的共同规律是发生前期有一段降水天气过程,本文称之为“先导过程”。“先导过程”的总降水量多(20~ 30mm)则重度危害,总降水量 10~ 20mm 时为中度危害,总降水量小于 10mm 时为轻度危害。“先导过程”长(6~ 7d)在短时间(3~ 4d)内发生重度虫害,“先导过程”短(3~ 5d)需较长时间(8~ 10d)才发生轻度虫害。

4.2 麦类作物害虫发生的环境条件是,5 月中、下旬至 6 月中、下旬(春小麦孕穗—抽穗扬花期)由于降水或灌溉,特别是阴雨连绵的天气使之地面潮湿,地面和株间有重露,这是成虫羽化出土的先决条件,而后天气放晴、日照增加、湿度减少,气温上升至 10~ 17 (适宜害虫发生的温度)是虫害发生、蔓延的必要条件。

参考文献

- 1 徐培河 农田有害生物的防治 西宁:青海人民出版社,1989
- 2 北京气象专科学校 植物病虫害防治学 北京:农业出版社,1961

(上接第 38 页)

6 Roger C. Dahman and Clair L. Kucera Root productivity and turnover in native prairie Ecology 1965, (46)

7 Singy J. S. and Yadava P. S. Seasonal variation in compo-

sition plant biomass and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetra, India Ecol Monogr 1974, 44: 351~ 376