

青海湖地区天然牧草对水分 条件反应特性分析

严应存¹ 高贵生² 严进瑞¹

(1. 青海省气象科学研究所, 810001; 2. 青海省海北州气象局; 3. 青海省气象局)

提 要: 利用青海省铁卜加牧业气象试验站 1987—1996 年的气象和牧草资料, 研究了降水、土壤湿度与蒸发量等水分条件对青海湖地区铁卜加草原 5 种优势种天然牧草生长高度及产量形成的影响。结果表明: 环湖地区山地草原草场中紫花针茅 *Stipa purpurea*、冷地早熟禾 *Poa crymophila*、干生苔草 *Carex aridula*、猪毛蒿 *Artemisia scoparia*、天山赖草 *Leymus tianschanicum*、杂草产量比为 8 : 15 : 15 : 16 : 18 : 28。5 种天然牧草的生长高度和产量对水分条件表现出不同的反应, 天山赖草最耐旱; 干生苔草次之; 猪毛蒿和紫花针茅的抗旱性相当; 冷地早熟禾对水分条件的反应最为敏感, 得出了大部分牧草产量形成需水临界期在 6 月份的结论。这对环青海湖地区草地增水抗旱工作的时间安排具有指导作用。

关键词: 水分 天然牧草 土壤湿度 蒸发量 青海湖地区

Characteristic Analysis of Natural Grass Response to the Water Conditions in the Region of the Qinghai Lake

Yan Yingcun¹ Gao Guisheng² Yan Jinrui³

(1. Qinghai Institute of Meteorological Science, 810001;

2. Haibei Meteorological office Qinghai Province; 3. Qinghai Meteorological Bureau)

Abstract: Based on the meteorological data and the grass, data from 1987 to 1996 in Tiebujia, Qinghai Province, the influence of the rainfall, soil humidity, evaporation capacity on the height and yield of five dominant species of natural grass is investigated in the Tiebujia grassland, near the Qinghai Lake. The result shows that the yield ratio of *Stipa purpurea*,

Poa crymophila, *Carex aridula*, *Artemisia scoparia*, *Leymus tianschanicum* and miscellaneous is 8 : 15 : 15 : 16 : 18 : 28. The drought-resistance from high to low of 5 species of natural grass is *Leymus tianschanicum*, *Carex aridula*, *Artemisia scoparia*, *Stipa purpurea*, *Poa crymophila*. The most of grass's critical period of water requirement is in June. It is important for the drought-resistance.

Key Words: water condition natural grass soil humidity evaporation capacity

引 言

青海省的生态环境正面临水域生态失衡、湿地破坏、草地退化等生态环境问题的威胁^[1], 高原湿地青海湖及其周边地区“三化”严重, 生态环境极其脆弱^[2], 集中对草地生态脆弱带进行治理, 改善草地生态环境, 恢复草地的生产力, 提高抗御自然灾害的能力已迫在眉睫。文中从牧业气象的角度, 对 5 种天然牧草生长高度、产量形成进行对比分析, 拟确定环湖地区山地草原草场不同天然牧草生长旺盛期以及产量形成的需水临界期。将对草原管理工作具有指导作用, 如适时采取人工增雨, 开发空中水资源, 改善牧草生长环境, 提高草原的生产效率和能力, 进一步改善青海湖湿地生态环境。

1 研究区概况

研究区地处青海省共和县石乃亥乡铁卜加村草原, 37° 05' N、99° 35' E, 海拔 3269.0m, 距青海湖西岸 15km, 草场属草原草场类组, 高寒草原草场类, 针茅、杂类草草场, 以疏丛型禾本科牧草为主, 草层高度 19cm, 覆盖度 80%。据 1987—1995 年气候整编资料, 研究区极端最高气温 23.8℃, 极端最低气温 -32.8℃, 年平均气温 -0.2℃; 年降水量 387.7mm; 年日照时

数 3023.1 小时。

2 资料来源

选择青海省铁卜加牧业气象试验站连续观测的 5 种天然牧草, 分别为禾本科牧草紫花针茅 *Stipa purpurea*、天山赖草 *Leymus tianschanicum*、冷地早熟禾 *Poa crymophila*, 莎草科牧草干生苔草 *Carex aridula*、菊科牧草猪毛蒿 *Artemisia scoparia* 等。采用 1987—1996 年连续观测的牧草生长高度、鲜草产量及气象资料。

3 水分丰枯年份确定

以多年平均降水量 \bar{p} 作为阈值, 将年降水量分为四级, 枯水级: $P \leq \bar{p} - \delta$, 偏枯级: $\bar{p} - \delta < P \leq \bar{p}$, 偏丰级: $\bar{p} < P \leq \bar{p} + \delta$, 丰水级: $P > \bar{p} + \delta$, 其中 δ 为年降水量的均方差^[3], 根据这种划分方法, 研究区 1987—1995 年中 1988、1989 年为丰水年; 1992、1993 年为偏丰年; 1990 为枯水年; 其余为偏枯年。

降水蒸发 (20cm 口径蒸发器) 比率可以用来表示不同年份或季节水分条件的干湿状况。从研究区生长季降水蒸发比率和各级降水日数 (图 1) 可得出, 研究区 1988、1989 年是丰水年, 1990、1994 年是枯水年的结论。

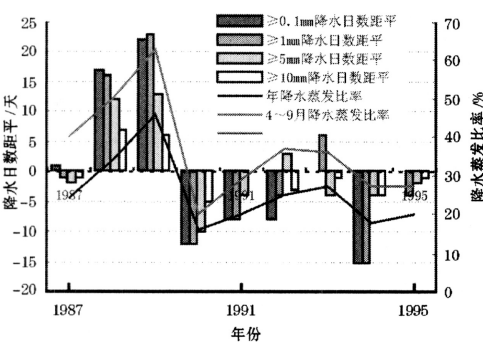


图 1 水分变化图

4 天然牧草生产性状

4.1 牧草高度

4.1.1 年内高度增长速度

牧草生长速度的大小是天然牧草对环境

条件的反映指数之一。采用天然牧草返青后单位旬内增长高度为天然牧草的生长速度。以每旬高度增长 $\geq 2\text{cm}$ 为生长旺盛期；以每旬高度增长 $< 2\text{cm}$ 为缓慢生长阶段；牧草生长后期连续三旬高度不再增长为停止生长期。

从 1987—1996 年的牧草生长高度状况分析，规定 10a 中有 5a 旬高度增长 $\geq 2\text{cm}$ 即进入牧草生长旺期。由表 1 可知，天山赖草、紫花针茅生长旺盛期持续时间最长，平均有 7 旬；冷地早熟禾生长旺盛期平均 5 旬；干生苔草、猪毛蒿平均只有 3 旬的旺盛生长时段。各种牧草高度快速增长长期主要集中在 6—7 月份。

表 1 牧草旺盛生长期

年份	牧草旺盛生长旬数											生长旺盛期
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	平均	
紫花针茅	8	6	12	10	5	4	8	3	1	8	7	6 月上旬—8 月上旬
干生苔草	4	5	5	3	3	4	3	3	1	2	3	5 月下旬—6 月下旬
冷地早熟禾	5	8	8	5	5	4	5	2	2	5	5	6 月中旬—8 月上旬
猪毛蒿	3	5	4	3	2	2	3	2	1	0	3	6 月下旬—7 月中旬
天山赖草	7	7	9	8	7	8	9	5	6	7	7	5 月中旬—7 月下旬

4.1.2 年际间牧草生长速度

不同年份同种天然牧草生长速度不同。紫花针茅随年份的不同生长速度差异很大，表明对年际间气候变化反映敏感，随水分条件的波动趋势明显，平均变幅在 6 旬以内；猪毛蒿、干生苔草、天山赖草不同年份各旬生长速度较为平稳，其旺盛生长期各年变幅在 2 旬以内，说明其生长速度受年际间气候差异影响较小，表现出较强的抗逆性；冷地早熟禾在不同年份生长速度变化居于两者之间，变幅在 3 旬以内。

4.1.3 年际间牧草高度

紫花针茅、天山赖草生长高度可以达到 25cm 左右，其余 3 种牧草生长高度只达到 15cm。通过相关性统计，最后一次测定的

天然牧草生长高度（下同）均与水分条件关系密切，其中受春季降水影响更为显著，呈显著正相关（见表 2）。可见环湖地区水分

表 2 牧草最后高度与气象条件的相关系数表

	紫花 针茅	猪毛 蒿	天山 赖草	干生 苔草	冷地 早熟禾
本年 $\geq 5\text{mm}$ 降水日数				0.77	0.67
上年 $\geq 5\text{mm}$ 降水日数	0.75				
春季 $\geq 1\text{mm}$ 降水日数	0.82	0.64	0.68		0.78
上年封冻前 20~30cm 土壤重量含水率	0.68				
春季降水		0.77		0.68	0.73
上年蒸发		-0.65			
4 月 $\geq 1\text{mm}$ 降水日数	0.81			0.63	0.66

注：相关系数通过自由度 8、显著性水平 0.05 的检验。

条件是天然牧草生长高度高低的关键限制因子之一。

不同牧草在不同年份的高度相差较大(图2)。就5种牧草不同年份所出现的最高值与最低值而言,天山赖草在水分丰沛年份高度并未达到最大值,而在经历1990—1991年连续枯水年后,遭遇连续两年偏丰年,其生长高度达到最大,这表明天山赖草具有很强的抗旱性;其余牧草生长高度最高值出现的年份完全一样,都在1989年,这与1988—1989年连续丰水年有关。5种天然牧草的生长高度最低值出现年份不尽一致,但规律性也较明显,主要集中在1992、1995年,这与1990—1991年连续枯水年以及1994年次枯年有关。从以上分析可以得出结论,冷地早熟禾、紫花针茅、猪毛蒿、干生苔草生长高度的高值年与丰水年同步,低值年比枯水年明显滞后;天山赖草对干旱具有其它牧草所不及的耐受能力。

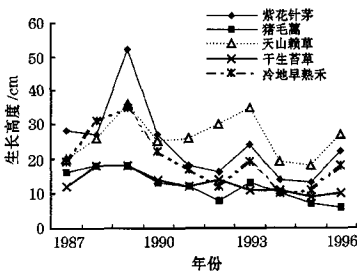


图2 牧草生长高度年际变化图

4.2 牧草产量

4.2.1 各种牧草对总产量的贡献率

通过对比夏季(6—8月)各月末测定的鲜草产量(下同),5种天然牧草对总产量的贡献率各月基本一致。紫花针茅、冷地早熟禾、干生苔草、猪毛蒿、天山赖草、杂草鲜产比例为8:15:15:16:18:28,5种牧草产量合计占总产量的72%,可见在

群落中占有绝对优势。

4.2.2 年内牧草产量增长趋势

从5—9月各月末测定的天然牧草混合产量来看,在8月份前呈正增长,以后呈负增长。天然牧草产量形成高峰期出现在6月份,产量绝对增长值平均达到每月 $114.9\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

4.3 年际间各种牧草产量

从图3~5可以看出,天然牧草总产量高值区在1988—1990年,低值区在1992、

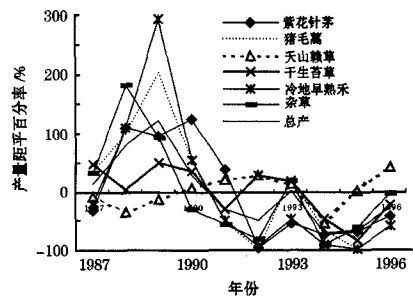


图3 6月30日牧草产量距平百分率变化图

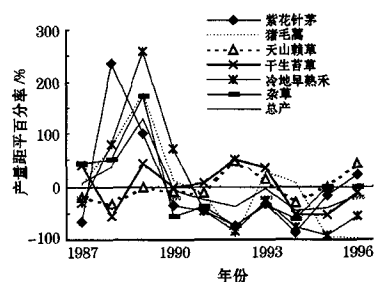


图4 7月31日牧草产量距平百分率变化图

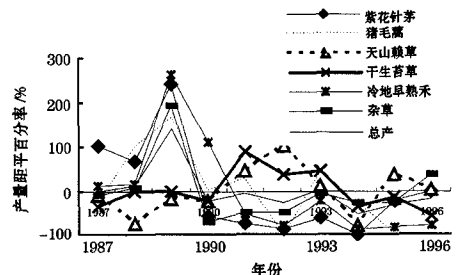


图5 8月31日牧草产量距平百分率变化图

1994、1995 年。结合年水分条件看出，年水分条件最好的，总产量达到最高，但是年水分条件最差的年份，牧草总产量并非是最底的，这要看上年甚至前年的水分条件，其滞后性作用非常明显。

各种牧草产量变化趋势有所不同，紫花针茅、冷地早熟禾、猪毛蒿各月产量年际间变化与总产量的趋势基本一致；天山赖草、干生苔草各月的产量年际变化与总产量呈相反趋势。特别是在 1992 年，6—8 月份各月末所测产量中，总产、杂草产量、冷地早熟禾、猪毛蒿、紫花针茅的产量均低于历年，而天山赖草、干生苔草的产量却明显高于历年同期。1989 年是 9 年中水分条件最好的年份，天山赖草、干生苔草产量却较历年略低或持平，杂草、紫花针茅、冷地早熟禾、猪毛蒿的产量达到了历年最高值。从产量形成来看，天山赖草、干生苔草具有较强的抗旱性。

从各年不同牧草最高产量与最低产量的差值来看，紫花针茅、天山赖草、干生苔草

相差 $26.8 \sim 41.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ；猪毛蒿相差 $85.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ；冷地早熟禾相差最大，达到 $118.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。结合图 3~5 产量距平百分率，天山赖草、干生苔草年际间产量变化较小；猪毛蒿的变化居于中等；冷地早熟禾与紫花针茅产量变化较大，丰水年份增产效应明显。

为了进一步弄清楚天然牧草产量形成与环湖地区水分条件的关系，对牧草产量与前期水分条件进行了相关性统计（表 2）。整体而言，天然牧草产量形成与前期水分条件关系密切，6 月份牧草产量形成受水分条件的影响更为明显，尤其受上年 $\geq 5.0 \text{ mm}$ 、 $\geq 10.0 \text{ mm}$ 降水日数、秋季封冻后土壤含水率、当年春季 $\geq 1.0 \text{ mm}$ 降水日数等因子的滞后性影响显著。由此可见，6 月份是天然牧草产量形成需水临界期。随着牧草的生长，其抵御干旱胁迫的能力增强，到中后期受水分条件的影响逐渐变小。不同牧草对水分条件的反应也不同，天山赖草所受水分因子单一，只受 6—7 月最长连续无降水日数

表 2 牧草产量与前期气象条件的相关表

	6 月 30 日						7 月 31 日						8 月 31 日					
	A	B	C	D	E	G	A	B	C	D	E	G	A	B	C	D	E	G
上年 $\geq 0.1 \text{ mm}$ 降水日数	0.68		0.67				0.72						0.70					
上年 $\geq 1.0 \text{ mm}$ 降水日数			0.65	0.64			0.70						0.75					
上年 $\geq 5.0 \text{ mm}$ 降水日数		0.70	0.68	0.73		0.67	0.73						0.84					
上年 $\geq 10.0 \text{ mm}$ 降水日数		0.70	0.73	0.68		0.65	0.76				0.64		0.85					
上年封冻前 30cm 土壤含水率	0.69	0.67	0.81	0.76		0.70	0.85	0.71		0.71			0.91					
上年蒸发量	-0.76												-0.66					
上年降水量													0.72					
当年春季 $\geq 1.0 \text{ mm}$ 降水日数		0.73	0.67			0.79	0.70											
当年春季 $\geq 5.0 \text{ mm}$ 降水日数		0.66					0.73											
当年 4 月 $\geq 1.0 \text{ mm}$ 降水日数			0.65												-0.75			
当年 6 月最长连续无降水日数					0.77										-0.72		0.74	
当年 7 月最长连续无降水日数							-0.74			-0.74					-0.83		-0.77	
当年 4 月蒸发量			-0.65				-0.67											
当年 5 月蒸发量		-0.87																
当年 6 月蒸发量		-0.72	-0.72	-0.79		-0.71	-0.71	-0.81		-0.76	-0.72				-0.65		-0.72	
当年春季蒸发量		-0.84	-0.78	-0.75		-0.76	-0.80	-0.69		-0.71							-0.66	

A、B、C、D、E、G 分别代表紫花针茅、干生苔草、冷地早熟禾、猪毛蒿、天山赖草及鲜草总产量，相关系数通过自由度 8、显著性水平 0.05 的检验。

的影响,其次是紫花针茅;猪毛蒿和干生苔草受所制约的水分因子数大致相同。紫花针茅、猪毛蒿、干生苔草受水分条件限制的规律性一致,6月份影响的水分因子较多,到7月份以后,影响的水分因子速减,只剩下1~2个。由此可见,其产量形成需水关键期在6月份。冷地早熟禾在产量形成过程中整个夏季受水分因子制约显著,6—8月份均受10个左右不同时段水分因子的限制。

5 结 论

通过对铁卜加草原天然牧草生长高度、产量等方面的分析,得出以下结论:

(1) 各种天然牧草高度快速生长期主要集中在6—7月份,冷地早熟禾、紫花针茅、猪毛蒿、干生苔草生长高度高值年与丰水年同步,低值年比枯水年明显滞后。天山赖草

高度高低对降水丰枯反应不明显。

(2) 水分条件最好的年份,牧草总产量达到最高,水分条件最差的年份,牧草总产量并非达到最低,这要看上年甚至前年的水分条件,滞后效应明显。天山赖草对水分条件反应较为迟缓,对水分依赖性较小,具有较强的抗旱性;干生苔草次之;猪毛蒿和紫花针茅的抗旱性相当;冷地早熟禾受干旱胁迫最为敏感,产量的高低与各时期水分条件息息相关。

参考文献

- 1 王江山,李海红,许正旭.三江源生态环境监测研究[J].气象,2003,29(1):49-51.
- 2 常有奎.青海湖环湖地区秋季人工增雨的综合效果分析[J].气象,2005,31(2):43-47.
- 3 和宛林,徐宗学.渭河流域干旱特征及干旱指数计算方法初探[J].气象,2006,32(1):24-29.