

试验研究

矮嵩草草甸功能群植物生长特征与地表温度的相关性分析

赵建中^{1,2,3}, 刘伟¹, 周华坤¹, 周玉碧¹, 杨月琴^{1,2}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001;
2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 青海省草原总站, 青海 西宁 810001)

摘要:基于国际冻原计划(ITEEX)模拟增温效应对植物影响的研究方法,设置温度梯度,从物种个体水平研究了莎草科功能群植物生长特征与地表温度的相关性。结果表明:莎草科功能群除了黑褐苔草的高度与地表温度呈线性关系外,矮生嵩草与黑褐苔草的分蘖数、叶片数、高度与地表温度均呈二次函数形式变化,说明少量增温有利于该功能群植物的生长发育,但持续增温则不利于该功能群植物的生长发育。

关键词:矮嵩草草甸; 功能群; 生长特征; 地表温度; 相关性

中图分类号:S812.05 **文献标识码:**A

气候变暖作为全球变化的主要表现之一^[1-3],已经成为一个不争的事实。到2100年为止,全球气温估计将上升大约1.4~5.8℃^[1]。资料表明,青藏高原近20年来表现为升温,且升温幅度较大。1982~1999年间,青藏高原生长季温度平均每年增加0.071℃,高于全国的0.046℃^[4]。冰芯记录结果显示,青藏高原古代和现代气温的变化幅度均比低海拔地区大^[5]。同时有关研究表明,青藏高原草地植被活动在增强,并且植被活动的变化与气候变化(尤其是温度上升)密切相关^[6]。而且青藏高原属于气候变化的敏感区和生态脆弱带^[7],是研究陆地生态系统对气候变化响应机制的理想场所。

全球变暖必将影响植物的生理生态特征,进而对植物个体、群落、生态系统乃至整个生物圈产生巨大影响^[8]。许多研究人员采用了基于国际冻原计划(ITEEX)的模拟增温(OTC)方法对青藏高原植物生物量、植物生长特征、繁殖、枯枝落叶的

分解、生理特征及群落结构等对增温的响应进行了大量研究^[9-14],但从植物个体角度出发,对不同功能群植物种与增温关系方面的研究相对较少,因此,本研究以青藏高原的矮生嵩草草甸(*Kobresia humilis meadow*)为研究对象,采用国际冻原计划OTC模拟增温方法对高寒草甸不同功能群主要植物种进行了研究,探讨了不同功能群主要植物种生长特征与地表温度的相关性,旨在揭示不同功能群植物对增温的响应,预测在全球变暖条件下,矮生嵩草草甸植物功能群的演变趋势,为退化草地治理和植物多样性保护提供理论依据。

1 研究区域概况

研究选定青海省果洛藏族自治州玛沁县大武乡,地理位置为37°29′~37°45′N,101°12′~101°33′E,平均海拔3900m。该区气候具有典型的高原大陆性特点,无四季之分,仅有冷暖季之别,冷季漫长、干燥而寒冷,暖季短暂、湿润而凉爽。温度年差较小,而日差较悬殊,太阳辐射强烈,各地

历年日照平均值在 2500h 以上,年总辐射量在 623.8~629.9kj. cm² 冷季持续时间长达 7~8 个月;暖季湿润约 4~5 个月,年平均气温在 0℃ 以下,全年无绝对无霜期。年降水量为 420mm~560mm,多集中在 6~10 月^[13]。

2 研究方法

2.1 样地设置

在轻度退化的矮生嵩草草甸样地内,布设面积 40m×33m 的增温试验样地。内置 5 个增温梯度的开顶式小室(OTC)(用材料为聚氯乙烯塑料,圆台型框架用细钢筋制作)(图 1)。随机设置 5 种处理,增温小室的底部与顶部直径依次为 0.85 m 和 0.40 m(A)、1.15 m 和 0.70 m(B)、1.45 m 和 1.00 m(C)、1.75 m 和 1.30 m(D)、2.05 m 和 1.60 m(E),圆台高度 0.4m,四次重复,温室外未

做任何处理的样地为对照(CK)。

2.2 定株观测

分别在 5 种处理和对照中选定代表莎草科功能群的矮生嵩草(*Kobresia humilis*)和黑褐苔草(*Carex alrofusca*)植物各 20 株。2004~2006 年间的 5 月(返青期)~9 月(枯黄期),每月对标定植物定株观测记录其生长特征。主要观测指标为:分蘖数(以分株计)、叶片数(以完全展开的绿叶为准)和高度。

2.3 温度测定

用 HOBO-H8 4 通道温湿度数据采集器(6 套)记录地表(10cm)温度。从 5 月份起每隔 2h 时自动记录一次,到 9 月份植物枯黄期为止,计算日平均地表温度。

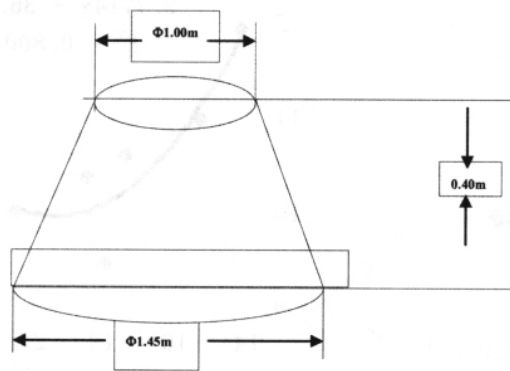


图 1 处理 C 圆台形开顶式温棚示意图

2.4 数据分析

分蘖、叶片等的变异数均指 8 月份最大值与 5 月份最小值之差。

所有数据均用 Excel、SPSS 软件处理。

3 结果

3.1 温度变化

模拟增温结果表明:处理间和年间温度变化明显,从对照至 A 温棚,温度逐渐升高;从 2004 年

至 2006 年温度逐年升高(表 2)。与对照相比,2004 年、2005 年、2006 年 A 温棚地表温度分别平均升高了 2.1℃、2.4℃、2.1℃(表 2)。本模拟增温试验温室的增温量,在大气环流模型(GCMs)预测的 21 世纪全球温度将升高 1.5~4.5℃的范围内(IPCC,1994)^[2],而且各温棚间的温度变化和温棚大小显著或极显著相关,说明各处理间的模拟增温效应是比较理想的^[27]。

表 1 不同处理年间地表温度变化

年份 \ 处理	A	B	C	D	E	CK
2004	10.81	9.60	9.36	9.15	8.92	8.66
2005	11.73	10.71	10.22	10.17	9.67	8.52
2006	13.20	12.56	12.17	11.80	11.39	11.13
平均	11.91	10.96	10.58	10.37	9.99	9.43

3.2 莎草科功能群植物

除了黑褐苔草的高度与地表温度呈线性关系外,矮生嵩草与黑褐苔草的分蘖数、叶片数、高度与地表温度均呈二次函数形式变化(图2,3)。

矮生嵩草的分蘖数和叶片数变化与地表温度变化呈显著负相关关系(表2),即随地表温度的升高分蘖数和叶片数逐渐减少,但分蘖数和叶片数与地表温度均呈二次函数形式变化,说明分蘖数和叶片数随地表温度的升高先减少后增加。黑褐苔草的分蘖数和叶片数与地表温度呈负相关关系但不显著(表2)。矮生嵩草和黑褐苔草的分蘖

数变化与叶片数变化呈极显著正相关关系(表2),表明分蘖数和叶片数在地表温度发生变化时关系密切且同向变化。矮生嵩草的高度与地表温度呈极显著正相关关系(表2),说明矮生嵩草的高度随温度的升高先增加后减小,而黑褐苔草的高度与地表温度呈线性关系且达到极显著水平(表2),说明黑褐苔草的高度随温度的升高而增加。因此,在一定的温度范围内,增温有利于矮生嵩草与黑褐苔草的生长发育,如果增温幅度较大则不利于该功能群植物的生长发育,但持续增温却有利于黑褐苔草高度的增加。

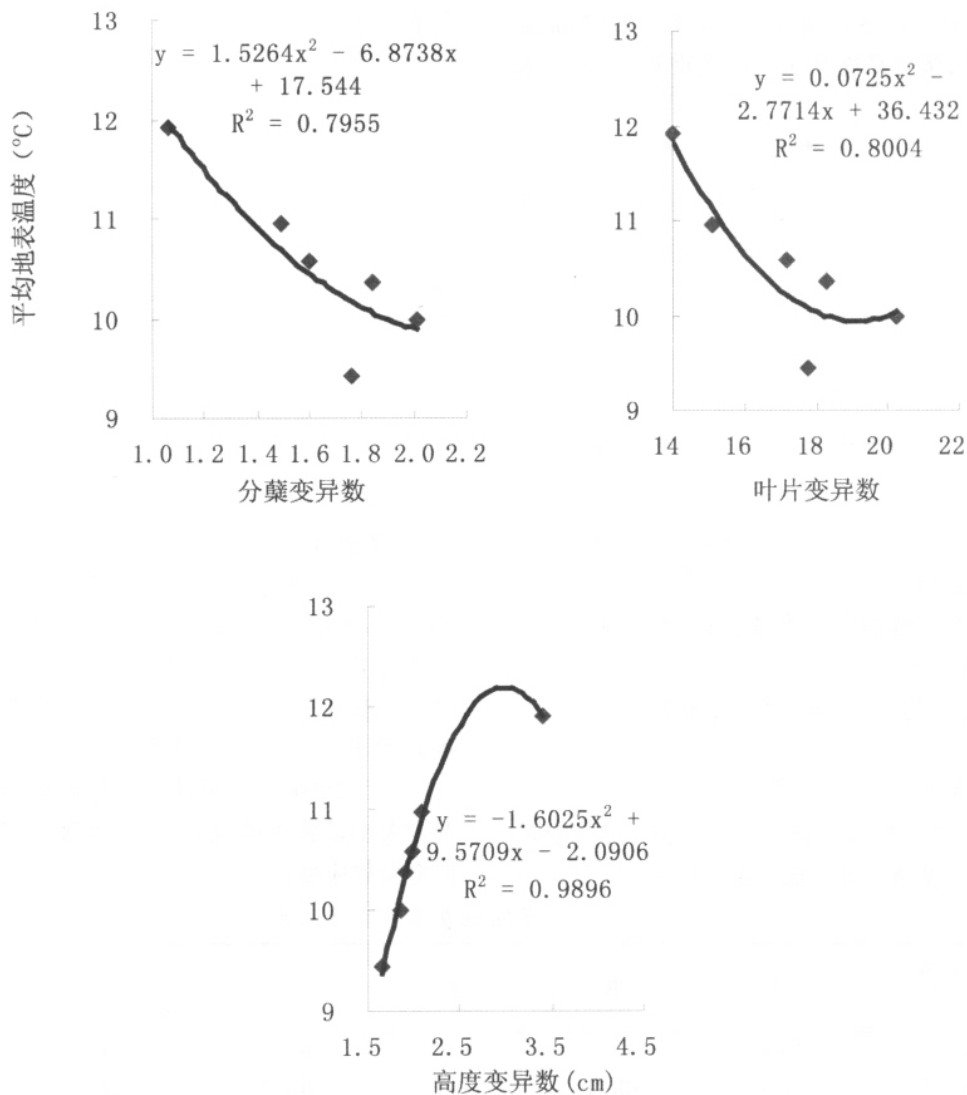


图2 矮生嵩草与地表温度的相关性

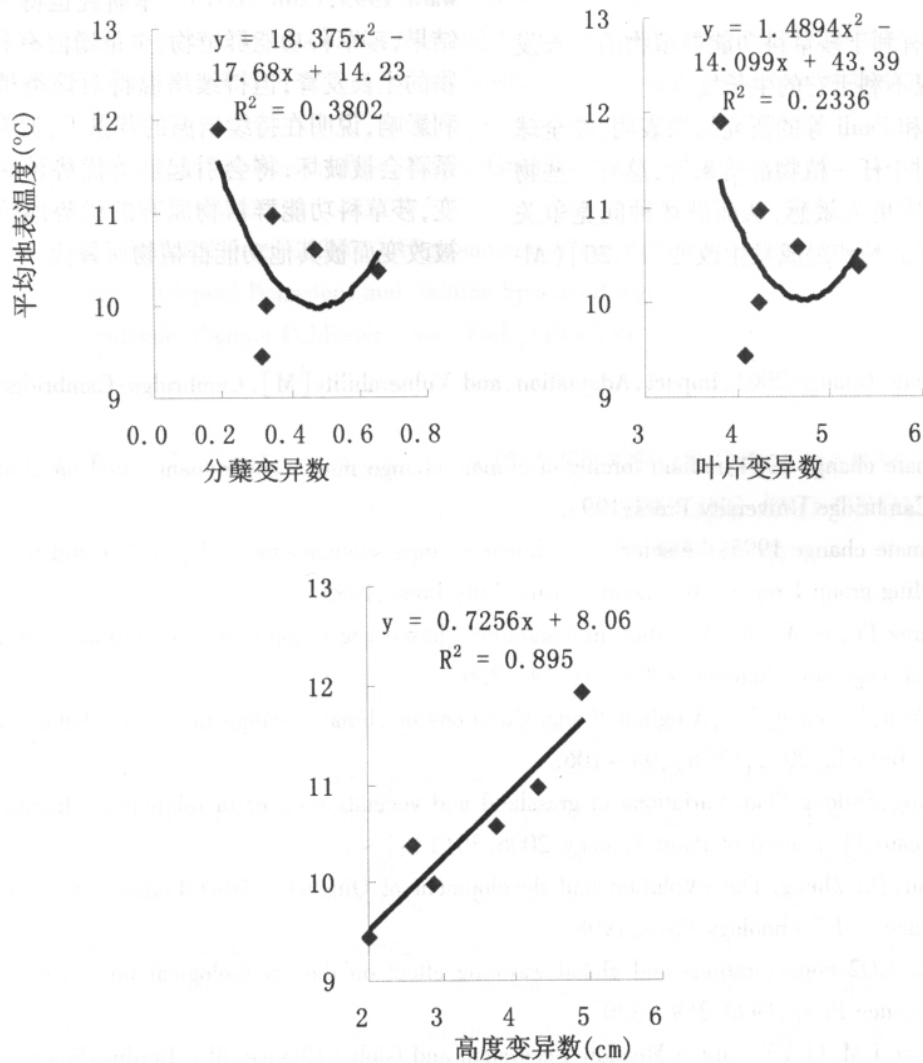


图3 黑褐苔草与地表温度的相关性

表2 矮生嵩草和黑褐苔草生长特征与地表温度间的相关性

相关系数		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
矮嵩草 <i>K. humilis</i>	分蘖数 X ₁	1.00						
	叶片数 X ₂	0.96**	1.00					
	高度 X ₃	-0.89**	-0.75	1.00				
黑褐苔草 <i>C. alofusca</i>	分蘖数 X ₄	0.52	0.43	-0.53	1.00			
	叶片数 X ₅	0.49	0.41	-0.47	1.00**	1.00		
	高度 X ₆	-0.84*	-0.80*	0.81*	-0.43	-0.38	1.00	
	地表温度 X ₇	-0.87*	-0.81*	0.90**	-0.31	-0.25	0.95**	1.00

注: * 表示相关显著(P < 0.05), ** 表示相关极显著(P < 0.01)

4 讨论

少量增温有利于莎草科功能群植物的生长发育,而持续增温不利于它的生长发育。

Alward 等和 Pauli 等的研究表明,在全球变暖背景下,对于任一植物群落来说,总有一些物种对增温的响应更为敏感,从而破坏种间竞争关系,引起群落优势种和组成发生改变 [19 20] (Al-

ward, 1999; Pauli, 2001)。本研究也得到了类似的结果,莎草科功能群植物,少量增温有利于该类植物的生长发育,但持续增温将对这类植物产生不利影响,说明在持续增温的背景下,原有的种间关系将会被破坏,将会引起群落优势种和组成的改变,莎草科功能群植物原有的优势地位有可能会被改变而被其他功能群植物所替代。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2001, Impact, Adaptation, and Vulnerability [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [2] IPCC. Climate change 1994: radiant forcing of climate change inter - government panel on climate change [M]. London: Cambridge University Press, 1994.
- [3] IPCC. Climate change 1995: the science of climate change summary for policy maker and technical summary of the working group I report [M]. London: University Press, 1995.
- [4] Piao SL, Fang JY, Yi W, et al. Variation in a satellite - based vegetation index in relation to climate in China [J]. Journal of Vegetation Science, 2004, 15: 219 ~ 226.
- [5] Shandong Yao, Xiaodong Liu, Ninglian Wang. Questions of climate change range in Tibetan Plateau [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 13(8): 98 ~ 106.
- [6] Yuanhe Yang, Shilong Piao. Variations in grassland and vegetation cover in relation to climatic factors on the Tibetan Plateau [J]. Journal of Plant Ecology, 2006, 30(1): 1 ~ 8.
- [7] Honglie Sun, Du Zheng. The evolution and development of Qinghai - Tibet Plateau [M]. Guang Zhou: Guangdong Science and Technology Press, 1998.
- [8] Jianguo Liu. CO₂ concentrations and global warming effect on the six biological layer. Ecology Progress [M]. Beijing: Science Press, 1992, 369 ~ 380.
- [9] Zhao XQ, Cao GM, Li YN. Alpine Meadow Ecosystem and Global Change [M]. Beijing: Science Press, 1 ~ 60 (2009).
- [10] Walker MD, Wahren CH, Hollister RD, et al. Plant community responses to experimental warming across the tundra biome [J]. Proc Nat Acad Sci USA, 2006, 103: 1342 ~ 1346.
- [11] Julia A. Klein, John H. Zhao XQ (2007). Experimental warming, not grazing, decreases rangeland quality on the Tibetan plateau [J]. Ecol Appl, 17: 541 ~ 557.
- [12] Ren Fei, Zhou Hua - kun, Zhao Xin - Quan, et al. Influence of simulated warming using OTC on physiological - biochemical characteristics of *Elymus nutans* in alpine meadow on Qinghai - Tibetan plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30: 166 ~ 171.
- [13] Zhao JZ, Liu W, Zhou HK, et al. Effects of Simulated Greenhouse Effect on Growth Characteristics of *Kobresia humilis*. Bot. Boreal - Occident. Sin. 2006, 26: 2533 ~ 2539.
- [14] Zhou HK, Zhou XM, Zhao XQ [J]. A preliminary study of the influence of simulated greenhouse effect on a *Kobresia humilis* meadow. Acta Phytoecol Sin. 2000, 24: 547 ~ 553.
- [15] Jixiong Sun. Grassland Silviculture [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 12 ~ 35.
- [16] Cook RE. Growth and development in clonal plant population [M]. In: Jackson JBC, Buss LW, Cook RE eds. Population Biology and Separation of Clonal Organisms [M]. Yale University Press, New Haven, 1985, 259 ~ 296.

- [17] Lovet Doust LL (1981). Population dynamics and local specialization in a clonal plant *Tanunculus repens*. I. The dynamics of ramets in contrasting habitats [J]. *Journal of Ecology* 69: 743 ~ 755.
- [18] Philbrick CT, Les DH (1996). Evolution of aquatic angiosperm reproductive systems [J]. *BioScience*, 46: 813 ~ 826.
- [19] Alward RD, Delting JK, Milehunas DG (1999) Grassland vegetation changes and nocturnal global warming [J]. *Science* 283: 229 ~ 231.
- [20] Pauli H, Gotfried M, Grubb G (2001) High summits of the Alps in a changing climate. In 'Fingerprints' of Climate Change – Adapted Behaviour and Shifting Species Ranges (Eds Walther GR, Burga CA, Edwards PJ) [J]. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 139 ~ 149.

THE STUDY ON CORRELATION BETWEEN GROWING CHARACTER OF CYPERACEOUS FUNCTIONAL GROUPS SPECIES AND GROUND TEMPERATURE IN *KOBRESIA MEADOW*

ZHAO Jian – zhong et al

- (1. Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xining Qinghai 810008, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039;
3. Grassland Station in Qinghai province, Xining Qinghai 810008, China)

Abstract: Based on the International Tundra Experiment (ITEX) method, using temperature gradient, the correlation between Cyperaceous plant of functional group and ground temperature was studied in *Kobresia meadow* from the individual level. The results showed that there are quadratic function between tillers number, leaves number, height of *Kobresia humilis*, *Carex alofusca* and ground temperature, but line function between height of *Carex alofusca* and ground temperature in cyperaceous functional group. The results showed that a small increase in temperature is conducive to clonal growth, on the contrary, a large increase in temperature is not good for clonal growth.

Key words: *Kobresia meadow*; Functional group; Growing character; Ground temperature; Correlation

(上接第 21 页)

DISTRIBUTION AND BASIC CHARACTERISTIC OF WARM DESERT GRASSLAND IN QINGHAI PROVINCE

CAI Hong – mei

(Wulan County Grassland Station, Xiligou Qinghai 817100, China)

Abstract: Distribution and basic characteristic of warm desert grassland were discussed in Chaidamu basin in this paper. Some basic datum were provided in order to protect, utilize and maintain the desert grassland eco-system well.

Key words: Warm desert; Boskage; Distribution; Characteristic