

气候变化对内蒙古草甸草原植物群落特征的影响^{*}

何京丽¹, 珊 丹¹, 梁占岐¹, 邢恩德¹, 赵瑞莲², 李 博³

(1. 水利部 牧区水利科学研究所, 呼和浩特 010020; 2. 内蒙古地质环境检测院, 呼和浩特 010010; 3. 乌兰察布市水土保持工作站, 内蒙古 集宁 012000)

摘 要:利用内蒙古鄂温克旗草甸草原地区 1981 - 1990 年的气象资料和植被调查资料,分析了气候变化对草甸草原植物群落特征和主要优势植物的影响。结果表明,研究区域内近 10 a 的气候具有逐渐变暖的趋势,降水增多有利于提高植物多样性,同时,主要优势植物对降水的敏感性要强于气候温度的变化。本研究将为探讨草甸草原生物多样性和生态系统功能对气候变暖的响应与适应,以及为预测草甸草原在全球气候变化下的发展趋势提供借鉴和依据。

关键词:草甸草原; 多样性; 地上生物量; 优势植物

中图分类号:S812

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)05-0131-04

Effects of Climate Change on Meadow Grassland Community in Inner Mongolia

HE Jing-li¹, SHAN Dan¹, LIANG Zhan-qi¹, XING En-de¹, ZHAO Rui-lian², LI Bo³

(1. Department of Water Resources for Pastoral Area of the Ministry of Water Resources, Hohhot 010020, China; 2. Institute of Geo Environmental Monitoring Inner Mongolia, Hohhot 010010, China; 3. Water and Soil Conservation Work Station of Wulanchabu City, Ji 'ning, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract:Based on the 1981 - 1990 investigation data about the climate and vegetation of meadow grassland in Inner Mongolia Ewenki Banner, the study analyzed the effect of climate change on community properties and dominant species in meadow grassland. The results showed that the temperature increased from 1981 to 1990. More precipitation could increase species diversity, and precipitation was better than the temperature for several kinds of dominant species. The research would provide the basis for the response of biodiversity and ecosystem function to temperature increase, and it would be better to predicting the variation of meadow grassland under the climate change.

Key words: meadow grassland; diversity; aboveground biomass; dominant species

IPCC 第四次评估报告显示^[1],近百年来地球气候系统正经历一次由 CO₂、CH₄ 等温室气体浓度增加而引起的,以全球变暖为特征的气候变化。据估测 21 世纪末全球平均地表温度可能升高 1.1 ~ 6.4℃,气温升高的同时,其他气候现象也发生了明显改变。目前,全球气候变化对人类社会和生态系统产生的影响已成为世界各国政府和科学工作者关注的重大环境问题之一。气候变化不仅会影响植物群落的分布格局及其初级生产力,地表生态系统的结构和功能也会随之发生变化^[2-3]。分布于大兴安岭东西两麓低山丘陵、高平原上的草甸草原是内蒙

古草原重要的组成部分,由于地处对气候变暖比较敏感的高纬度地区,草甸草原植物群落对气候变化的响应具有一定的代表性。近些年来,对内蒙古草甸草原的研究多集中于放牧利用的响应,退化系统恢复等方面^[4-5],而研究气候变化对草甸草原植被的影响还不多,仅有马玉玲等分析了呼伦贝尔草原 NDVI 指数与温度、降水的关系^[6]。本研究以内蒙古平原丘陵草甸草原为研究对象,通过对 1981 - 1990 年间气候变化与草地群落组成、物种多样性与均匀度、地上生物量及主要植物间的相关和趋势分析,探讨气候变化对草甸草原植物群落特征的影响。

^{*} 收稿日期:2009-03-13

基金项目:水利部牧区水利科学研究所自选项目

作者简介:何京丽(1960 -),女,内蒙古呼和浩特人,教授级高级工程师,主要从事草地生态水土保持研究。E-mail:mkshjl@126.com

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区自然状况

研究区位于大兴安岭西麓呼伦贝尔草原的东南部,内蒙古鄂温克旗伊敏奶牛嘎查(东经 119°54'15",北纬 48°27'40",海拔 733 m),研究区属温带大陆性气候,冬季寒冷漫长,夏季温凉短促,多年平均气温 - 1.5℃,多年平均降水量为 324 mm,年均蒸发量 1 453 mm,降水主要集中在 7 - 8 月,日照充足,无霜期 135 d 左右,全年主要风向为东南风,大风主要集中在春季。研究区域内草地植物种类组成丰富,种饱和度较高,草群平均高度为 40 cm,盖度 60%~88%。植物群落结构组成中贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)居于优势种地位,次优势种为羊草(*Leymus chinensis*)、线叶菊(*Filifolium sibiricum*)、脚苔草(又名日荫菅 *Carex pediformis*)、冷蒿(*Artemisia frigida*);主要伴生种有羊茅(*Festuca coelestis*)、丛生隐子草(*Cleistogenes polyphylla*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、麻花头(*Serratula centauroides*)、展枝唐松草(*Thalictrum squarros-um*)、委陵菜(*Comarum palustre*)等。土壤以黑钙土、暗栗钙土为主。

1.2 研究方法

分析内蒙古平原丘陵草甸草原 1981 - 1990 年的气象资料和植被调查资料。植被调查采用样方法进行,样方面积为 1 m × 1 m,植物种类、群落总盖度、分种盖度、分种地上生物量。调查时间为每年的植物生长盛期(8 月)。地上生物量采用刈割法测定,分种齐地剪割,实验室烘干(65℃)称重。

1.3 数据处理与分析

群落物种多样性采用 Shannon - Wiener 多样

性指数和 Simpson 多样性指数计算,并计算 Pielou 均匀度指数^[7]:

Shannon - Wiener 多样性指数(H')

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Simpson 多样性指数(D') $D' = 1 / \sum p_i^2$

Pielou 均匀度指数(J') $J' = \frac{H'}{\ln S}$

式中: S ——物种数目; P_i ——代表相对盖度、相对密度等。

重要值(IV) = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度)/3

采用 Excel 2003 进行数据统计和图表构建, SAS 9.0 统计软件进行数据的统计分析,双变量相关分析采用 Spearman 相关分析^[8]。

2 结果与分析

2.1 气候变化特征

根据表 1,1981 - 1990 年,研究区年平均气温为 - 1.6℃,1 月月平均气温最低为 - 26.3℃,月平均最高温度出现在 7 月(19.5℃),年平均气温最高的 1990 年比温度最低的 1981 年升高了 2.5℃,并且,气温升高主要体现在冬季(11 月、12 月),这与当前全球气候变化的有关结果及侯琼等人的研究相似^[1,9-10]。冬季增温有可能使该地区春季干旱进一步加剧,从蒸发量的变化上也能看出,春季(4 月、5 月)的蒸发量要高于其他季节;1981 - 1990 年间的平均降水量为 347.7 mm,1990 年是降水最多的年份,年降水量为 494.2 mm,而 1986 年较干旱,年降水仅有 180.0 mm,总体分析,10 a 内年降水量的波动较大,没有明显变化规律,由于受降水波动影响,1981 - 1990 年的蒸发量变化差异也较大。

表 1 1981 - 1990 年间研究区气候变化

年份	年均气温/℃	10 月积温/℃	8 月均温/℃	年降水量/mm	8 月降水量/mm	年蒸发量/mm
1981	- 2.52	17351	15.3	299.6	58.5	1378.7
1982	- 1.34	20106	18.4	349.7	110.7	1513.7
1983	- 1.63	19104	17.2	337.1	68.0	1317.5
1984	- 2.82	20550	16.4	425.6	129.4	1227.1
1985	- 2.33	18550	16.8	346.9	142.9	1493.2
1986	- 1.19	20873	17.1	180.0	32.5	1690.4
1987	- 2.06	20183	17.9	247.0	57.0	1633.4
1988	- 1.36	22188	18.5	405.1	104.4	1390.7
1989	- 0.63	19621	17.8	391.4	63.3	1348.7
1990	0.03	21422	17.3	494.2	153.3	1333.6

2.2 气候变化对物种多样性的影响

植物群落多样性指数变化是群落内各个物种生

长动态的综合体现,而影响植物生长发育的气候、环境因子和土壤状况与群落多样性之间有一定的相互

作用。研究区域内调查资料的统计结果表明,植物群落的 Shannon - Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、物种均匀度与气象要素之间有着明显的相关关系。由表 2 可知,Shannon - Wiener 指数、Simpson 指数与降水量呈正相关关系,并且,Shannon - Wiener 指数与 8 月月降水量极相关 ($P < 0.01$),相关系数为 0.989,Simpson 多样性指数与 8 月份月降水量的相关性也达到显著水平 ($P < 0.05$);而 Shannon - Wiener 指数、Simpson 指数与气温和年蒸发量均呈负相关,并与年蒸发量的相关性达到显著 ($P < 0.05$),说明降水量增加有利于提高植物多样性,而气候干燥、增温会使群落物种多样性出现下降趋势。对于群落均匀度的变化,气候温度的升高有利于草原群落均匀性增加,Pielou 均匀度指数与 8 月平均气温和年蒸发量呈显著正相关。

2.3 气候变化对地上生物量的影响

近 10 a (1982 - 1990 年)的结果显示(表 3),1986 年植物群落生长盛期(8 月)地上生物量最低,仅为 175.75 g/m^2 ,1990 年最高(470.82 g/m^2),地

上生物量年际波动较大。根据温度和降水的变化结果,各年 8 月均温之间的差异较小,均温最高的 1988 年($18.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)与最低均温的 1986 年($17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$)相比,仅相差 $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,而年际间降水变化较大,1990 年 8 月降水较多为 153.3 mm ,1986 年仅有 32.5 mm ,地上生物量与 8 月降水量具有相似的变化趋势。根据典型相关分析,8 月平均气温、月降水量与植被地上生物量均成正相关关系,相关系数分别为 0.807 和 0.901 2,其中,8 月降水量与地上生物量的相关性达到显著水平 ($P < 0.05$)。说明温暖和湿润的气候环境有利于草甸草原植物生长,与气候温度相比,降水量对地上生物量的影响更明显。

表 2 植物多样性与气象因子的相关性

指 数	年均 气温/ $^{\circ}\text{C}$	8 月均 温/ $^{\circ}\text{C}$	年降水 量/ mm	8 月降水 量/ mm	年蒸发 量/ mm
<i>H</i>	- 0.637	- 0.942 *	0.352	0.989 **	- 0.821 *
<i>D</i>	- 0.494	- 0.986 **	0.185	0.950 *	- 0.907 *
<i>JP</i>	- 0.281	0.807 *	0.577	0.438	0.933 *

* 显著性水平 $P < 0.05$, ** 显著性水平 $P < 0.01$,下同。

表 3 植被地上生物量与月均温和月降水量的变化

指 标	1982	1986	1987	1988	1989	1990
地上生物量/ $(\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$	319.30	175.75	228	399.64	263	470.82
月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	18.40	17.10	17.90	18.50	17.80	17.30
月降水量/ mm	110.70	32.50	57.00	104.40	63.30	153.30

2.4 气候变化对主要植物的影响

本研究区域内的草甸草原是以丛生禾草贝加尔针茅和根茎禾草羊草为主要建群种的平原丘陵草甸草原,实验期间野外样方调查共记录高等植物 52 种,分属于个 18 科。根据记录的植物在群落中的重要值以及群落不同层片的代表性,分析了研究样地内 5 种主要优势植物对近十年气候变化的响应,按其年均重要值由大到小分别为羊草、贝加尔针茅、日荫菅、线叶菊、展枝唐松草。结果表明,不同年间 5 种植物重要值呈现出波动趋势,并且波动幅度较大(表 4)。本研究采用了 Spearman 相关分析方法对气温、降水量与各优势种的重要值进行相关分析,以了解气候变化对草甸草原 5 种优势植物产生的影

响,根据表 4,展枝唐松草的重要值与生长盛期气候温度呈显著正相关,气温升高的情况下,展枝唐松草在群落组成中的作用将逐渐增强,但是,群落中其它优势种如:羊草和贝加尔针茅的重要值与温度变化没有显著的相关关系。

植物的生长发育不仅受到温度的影响,而且与其它气候因子密切相关,特别是在干旱半干旱的草原地区,降水对植物生长以及群落的组成和结构都有重要作用^[11-12]。根据表 4 的分析结果,主要优势植物的重要值均与降水量呈正相关关系,特别是羊草、日荫菅和线叶菊的重要值与 8 月降水量之间的正相关性达到显著水平 ($P < 0.05$),说明几种主要优势植物对降水的敏感性要强于气候温度的变化。

表 4 草甸草原优势植物种重要值变化

物 种	年份						均值 \pm 标准误
	1982	1986	1987	1988	1989	1990	
羊 草	37.31	22.86	10.99	6.98	15.87	10.31	17.39 ± 11.21
贝加尔针茅	8.87	21.36	4.40	6.98	23.81	20.62	14.34 ± 8.50
日荫菅	16.79	12.56	16.48	4.65	12.70	20.62	13.97 ± 5.46
线叶菊	3.73	6.28	13.19	1.16	3.17	1.03	4.76 ± 3.56
展枝唐松草	1.87	0.50	1.09	6.98	3.17	2.06	2.61 ± 2.31

表 5 主要优势植物种重要值与气象因子的相关系数					
物 种	年均 气温/	8 月均 温/	年降水 量/ mm	8 月降 水量/ mm	年蒸发 量/ mm
羊 草	0.354	0.596	0.281	0.807 *	0.449
贝加尔针茅	- 0.189	0.450	0.556	0.645	0.046
日 荫 菅	0.110	0.345	0.637	0.826 *	- 0.507
线叶菊	- 0.231	- 0.312	0.601	0.898 *	0.676
展枝唐松草	0.462	0.740 *	0.478	0.623	- 0.231

3 讨 论

气候变暖不仅会通过温度直接对陆地生态系统产生深刻影响,而且还会通过影响其它气候、环境因素对陆地生态系统产生间接作用^[13]。相关分析发现,草甸草原植物群落 Shannon - Wiener 多样性指数、Simpson 指数与降水量之间有正相关关系,而与气候温度和年蒸发量均呈负相关,地上生物量与 8 月降水量的相关性达到显著水平,说明气象因子的变化会明显影响植物多样性和草地初级生产力。而气候温度(主要是年均温和 8 月平均气温)和优势植物重要值之间的相关性并不明显,仅有展枝唐松草的重要值与生长盛期气候温度呈显著正相关,羊草、贝加尔针茅等优势植物在群落中的地位和作用不会受到温度变化而发生明显的改变。这一结果并不意味着全球变暖不会对草甸草原植物群落组成和结构产生作用。全球变暖不是一个均匀的变化过程,存在着最低温度比最高温度、冬季温度比夏季温度升高明显的特征,王玉辉等的研究也证明^[14],内蒙古草原气候变化具有明显不对称性,冬季最低均温呈现波动上升趋势,而最高温和平均温度则没有明显增加趋势,另外一些研究发现,植物对最低或最高温度变化的响应与其对平均温度变化的响应可能不同^[15]。因此,考虑到气候变化和植物适应性特点,研究草地群落对气候变化的响应不仅要研究平均温度、年降水量等气象因子,而且要关注极端气象因子的变化特征,如最低温、最高温等,进而全面分析气候变化对草甸草原的影响,揭示植物对气候变化的响应机理。

4 结 论

研究区域内 1981 - 1990 年气候具有逐渐变暖趋势,年降水量差异较大。草甸草原植物群落的 Shannon - Wiener 多样性指数、Simpson 指数与降

水量呈正相关关系,与气候温度和年蒸发量均呈负相关,Pielou 均匀度指数与 8 月平均气温呈显著正相关。8 月平均气温、月降水量与植被地上生物量均成正相关,温暖和湿润的气候环境有利于草甸草原植物生长。羊草、日荫菅和线叶菊的重要值与 8 月降水量的正相关性达到显著水平,而温度变化对优势植物没有明显影响。

参考文献:

[1] IPCC. IPCC WGI Fourth Assessment Report Climatic change: the physical science basis[M]. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change,2007.

[2] 白永飞,李凌浩,王其兵,等. 锡林河流域草原群落植物多样性和初级生产力沿水热梯度变化的样带研究[J]. 植物生态学报,2000,24(6):667-673.

[3] 胥晓. 四川植被净第一性生产力(NPP)对全球气候变化的响应[J]. 生态学杂志. 2004,23(6):19-24.

[4] 王明君,韩国栋,赵萌莉,等. 内蒙古呼伦贝尔草甸草原的草地退化等级数量分析[J]. 西北植物学报,2007,27(4):797-804.

[5] 邢旗,双全,金玉,等. 草甸草原不同放牧制度群落物质动态及植被补偿性生长研究[J]. 中国草地. 2004,26(5):26-31.

[6] 马玉玲,余卫红,方修琦. 呼伦贝尔草原对全球变暖的响应[J]. 干旱区地理. 2004,27(1):29-34.

[7] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京:科学出版社. 2002.

[8] 裴喜春,薛河儒主编. SAS 及应用[M]. 北京:中国农业出版社,1997.

[9] Harvell C D, Mitchell C E, Ward J R, et al. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota[J]. Science,2002,296:2158-2162.

[10] 侯琼,乌兰巴特尔. 内蒙古典型草原区近 40 年气候变化及其对土壤水分的影响[J]. 气象科技,2006,34(1):102-106.

[11] Boutton T W, Tieszen L L, Imbamba S K. Biomass dynamics of grassland vegetation in Kenya[J]. African Journal of Ecology,1988,26:89-101.

[12] 牛建明. 气候变化对内蒙古草原分布和生产力影响的预测研究[J]. 草地学报. 2001,9(4):277-279.

[13] 方精云,唐艳鸿,林俊达,等. 全球生态学 - 气候变化与生态响应[M]. 北京:中国高等教育出版社,2000.

[14] 王玉辉,周广胜. 内蒙古地区羊草草原植被对温度变化的动态响应[J]. 植物生态学报,2004,28(4):507-514.

[15] Easterling D R, Horton B, Jones P D, et al. Maximum and minimum temperature trends for the global [J]. Science,1997,277:364-367.