

# 内蒙古草原生态环境的变化 及其对气候因子的动态响应

吴学宏<sup>1</sup>, 曹艳芳<sup>2</sup>, 陈素华<sup>1</sup>

(1.内蒙古气象台, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2.内蒙古气候中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要: 由于气候条件的差异, 内蒙古草原自东向西出现了由草甸草原、典型草原向荒漠草原和荒漠的过渡。气候变暖使内蒙古地区无霜期延长, 积雪、冰雹、雷暴、大风、沙尘暴日数减少, 降水量也出现由少转多的变化, 对草原类型分布起决定性作用的湿润度几乎没有变化。近几年来草原退化、沙化的过程是伴随着草原开垦, 植被遭到破坏的情况下形成的。1999-2001年连续高温干旱加剧了草原退化的进程, 并在一定程度上改变了草原退化的趋势和格局。

关键词: 内蒙古; 草原; 生态环境; 气候因子

中图分类号: S812.1; S184; X24 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005)专辑-0065-04

## The Change of Grassland Ecological Environment in Inner Mongolia and their Dynamics Response to Climate Change

WU Xue-hong<sup>1</sup> CAO Yan-fang<sup>2</sup> CHEN Su-hua<sup>1</sup>

(Inner Mongolia Meteorological Observatory, Huhhot 010051, China; 2. Inner Mongolia Climate Center, Huhhot 010051, China)

Abstract: There is a transition from grassy marshland grassland and typical grassland to deserted grassland and desert because of the difference of climate. And this change is from east to west in Inner Mongolia. The climate warming postponed frostless period, decreased snow, hailstone, thunderstorm, gale and day count of dust storm, increased rainfall. But it wasn't change humidity that determined the distribution of grassland genre nearly. A few years recently, grassland degeneration and deserted going with grassland assart and the instance of vegetation destroyed. High and continuum temperature accelerated the process of grassland degeneration, and in some degree changed its trend and pattern from 1999 to 2001.

Key words: Inner Mongolia; Grassland; Ecological Environment; Climate change

内蒙古天然草地面积 8666.7 万  $\text{hm}^2$ , 覆盖了自治区土地面积的 67.5%, 是全国草地面积的 1/4, 在气候与草地变化研究领域占据非常重要的地位。由于气候是决定草原植被类型及其分布的最主要因素, 因此, 在气候变化与草原生态系统中, 表征热量的温度、表征水分条件的降水, 表征水热组合状况的干燥度或湿润度, 是用来评估草原生态环境的主要气候指标。随着降水量从东向西递减, 以及气温和太阳辐射量自东向西递增的影响, 内蒙古草原的生态状况也出现了由草甸草原生态系统、典型草原生态系统向荒漠草原生态系统和荒漠生态系统的过渡。

半个世纪以来, 草原的经济发展, 主要是以满负荷和超负荷地开发利用水土资源, 是以破坏生态环境, 突破水、土、生物资源的循环再生机制为代价, 其结果是草原全面退化, 生物量减少, 覆盖度降低, 并相继引发多种自然灾害, 已严重危及草原的生态平衡, 对周边环境也造成了不利影响, 沙尘暴、蝗虫和鼠类的泛滥就是突出的表现, 草原作为我国北方生态安全的屏障作用正在削弱。

## 1 内蒙古草原生态环境

### 1.1 草甸草原

收稿日期: 2005-11-12

作者简介: 吴学宏 (1961-), 男, 内蒙古包头人, 高级工程师, 学士, 主要从事天气与气候研究工作。

在内蒙古东部的呼伦贝尔市、锡林郭勒盟东部、科尔沁等森林向草原过渡的地区,分布有大面积的草甸草原,这是温带半湿润地区地带性的天然草原类型,也是内蒙古草原中最湿润的一种类型。其年降水量变化在 350~550mm 之间, 10 积温在 1800~2200。由于自然条件较好,草地生物量高,盖度大,是我区乃至全国天然草原中自然条件最优,生产力水平最高的畜牧业生产基地,也是内蒙古草原生态旅游最好的地方。

### 1.2 典型草原

内蒙古典型草原主要分布于呼伦贝尔高原的西部,锡林郭勒高原的大部以及阴山北麓、大兴安岭南、西辽河平原等地。典型草原是我国温带草原中有代表性和典型性的一种类型,由于冬春季节直接受蒙古高压中心的控制,气候干燥寒冷,而夏季受东南季风的影响,温和而湿润,从而形成短促而十分有效的生长季。年降水量 350~400mm,

10 积温 2100~3200。是我国重点牧区和传统的畜牧业生产基地,也是京、津、唐地区重要的生态屏障。

### 1.3 荒漠草原

在内蒙古的集二线以西至巴彦淖尔东部地区,则分布着荒漠草原,这是温带干旱地区有代表性的草地类型。由于其直接受蒙古高压气团支配,具有强烈的大陆性特点,也略受东南方吹来的微弱的海洋季风的影响,因而也可形成一定的降雨。年平均降水量 150~250mm, 10 积温 2200~3000。由于气候条件比较恶劣,植物低矮、稀疏,生物量偏低。

### 1.4 沙化荒漠草原

主要分布在年雨量 100~200mm 的巴彦淖尔市西部及阿拉善盟东部和南部,年平均气温高达 4.0~8.2,加上太阳辐射强,土壤水分蒸发强烈,是草原中最早的类型。由于气候变化和长期不合理的利用,以沙生植被为主体的天然植被,表现出不同程度的次生性。

### 1.5 荒漠区

主要是阿拉善盟的西部和西北部,年雨量不足 100mm。该区几乎没有植被,在偶尔降雨之后,可见一些速生短命植物出现,在一些季节性水源可以到达的地区有耐旱灌木顽强生长着。

## 2 内蒙古地区的气候变化状况

### 2.1 气温的变化情况

我们在每个盟市选用 2~3 个记录年代较长的站作为代表站,用年平均气温反映气候的冷暖情况,点绘出平均气温的逐年变化曲线(图略)。发现各站的气温变化趋势十分类似。在 20 世纪 70 年代中期以前,气温为负距平的年份较多;70 年代末以后,气温为正距平偏多,特别是 80 年代中期以后,全部为正距平。表明 20 世纪 70 年代以来,内蒙古地区出现持续性的增暖,80 年代以后,增暖趋势更加明显,到 90 年代,气温更有加速上升之势。

### 2.2 降水的变化情况

分析发现,在 20 世纪 70 年代以前,内蒙古的降水与气温的变化趋势是一致的,但在 70 年代末开始的气温升高过程中,降水却先是惯性减少,到 80 年代后期,才转为偏多。显然在自治区最近一期的气温上升中,降水的变化落后于气温的变化。本来,东亚季风气候的一个特点是“水热同期”:冬季,在从大陆吹来的偏北风影响下,天气寒冷而干燥;夏季,在从海洋上吹来的东南风和偏南风影响下,天气湿热多雨。而且受水分与气温关系的制约,在我国的不同历史气候期也有“水热同期”的特点,即冷期多旱,暖期多雨<sup>[2]</sup>。然而,70 年代到 80 年代内蒙古却出现了气温升高而降水减少的变化,这似乎令人费解。但仔细研究发现,虽然 70 年代内蒙古地区气温就开始上升,但升温主要出现在冬季。70 年代比 50 年代年平均气温升高了 0.7~1.5,其中冬季的升温幅度达到 1.2~2.5,约占年升温值的 60%以上。而冬季的降水仅占年雨量的 8%,对年雨量的贡献很小。由于此时夏季增温不明显,许多地区甚至有所降低,所以对年雨量起决定性作用的夏季降水此时却没有增多,反而略有减少。直到 80 年代后期,夏季也出现了明显升温以后,年雨量才随之转多。降水的变化比年平均气温的变化落后了 8~10 年。

### 2.3 其他气候要素变化情况

随着气温升高,内蒙古地区的其他气候要素也发生了明显的变化。主要表现在无霜期延长,积雪、雷暴、冰雹、大风、沙尘暴日数减少。表 1 给出了 1951~1980 年及 1971~2000 年两个 30 年为期的内蒙古各盟(市)政府所在地的部分天气的气候平均值(表 1)。可以看到,内蒙古中西部地区后 30 年比前 30 年无霜期延长了 10~20d,雷暴日数减少 3~7d,冰雹日数减少 0.5~2.0d,大风日数减少了 5~20d,沙尘暴日数减少 2~13d。内蒙古东部偏北

地区无霜期一般延长 5d 左右, 沙尘暴日数减少 0.3~6.0d, 冰雹日数减少 20%, 而内蒙古东南部地区无霜期变化不大, 大风日数还增加了 5~10d, 沙尘暴日数减少 0.1~7.5d 不等。

表 1 内蒙古各盟(市)政府所在地近 50 年来气候变化  
Tab.1 The climate changes of some areas of Inner Mongolia in the recent 50 years

地区	无霜期		积雪日		雪暴日		冰雹日		大风日		沙尘暴日	
	1951- 1980	1971- 2000	1951- 1980	1971- 2000	1951- 1980	1971- 2000	1951- 1980	1971- 2000	1951- 1980	1971- 2000	1951- 1980	1971- 2000
巴彦浩特	187.5	190.1	35.2	27.0	19.8	18.4	1.3	0.9	13.7	18.7	9.5	7.1
临河	176.0	190.7	15.0	10.8	18.5	15.7	1.0	0.8	10.5	4.8	17.0	4.4
东胜	140.0	161.9	38.0	37.9	34.8	32.0	3.2	2.3	34.4	14.4	19.3	6.4
包头	162.0	172.6	23.7	20.1	36.1	29.3	2.4	1.7	46.9	22.1	21.6	8.2
呼和浩特	130.0	150.4	31.7	30.2	37.5	34.3	4.5	3.8	35.8	22.2	8.4	2.5
集宁	132.0	134.3	40.6	37.5	43.3	38.3	6.3	4.0	48.5	39.2	3.2	2.3
锡林浩特	122.0	137.8	94.7	99.7	32.1	27.3	2.7	1.6	61.1	51.8	7.8	2.7
红山区	148.0	153.0	30.6	27.6	32.4	30.7	2.9	2.4	30.9	20.8	7.8	2.0
科尔沁	52.2	159.4	42.3	42.2	27.9	28.3	1.4	1.1	28.5	42.1	9.9	2.4
乌兰浩特	151.7	158.3	51.4	50.0	29.3	29.1	1.5	1.3	25.7	30.4	1.2	0.4
海拉尔	108.0	114.5	143.9	139.8	30.1	24.8	2.6	1.7	22.8	24.0	1.3	1.2
平均	146.8	155.8	49.7	47.5	30.7	28.0	2.7	2.0	32.6	26.4	9.7	3.6

3 内蒙古草原生态系统的退化及其影响

内蒙古草原退化已经到了惊人的程度。6359 万多 hm<sup>2</sup> 可利用草地面积中, 目前退化草地面积占可利用草原的 60%。素以水草丰美著称的全国重点牧区呼伦贝尔草原和锡林郭勒草原, 退化面积分别达 23%和 41%, 内蒙古乃至世界上最为典型的草甸草原东乌珠穆沁旗, 草场退化面积已占全旗可利用草场的 66%以上, 以荒漠草原为代表的阿拉善盟和鄂尔多斯市草原退化、沙化之势更为严峻, 面积达 68%以上。

草场的退化, 对气候条件产生了很多负面影响, 以往沙尘暴基本上是从阿拉善盟和巴彦淖尔市的沙漠地带发起, 近几年却在乌兰察布市和锡林郭勒盟地区频繁发生, 2003- 2004 年竟然东移到西辽河平原和呼伦贝尔市, 隆冬季节沙尘暴也有愈演愈烈之势, 美丽的内蒙古大草原已严重退化和沙化。

3.1 草原退化对生态环境的影响

退化的草地, 土壤结构稳定性减弱, 通透性及持水性下降, 甚至呈现沙化的若干特征, 不仅如此, 土壤有机质及植物营养元素降低, 肥力明显下降, 对植物生长极为不利。正因为如此, 退化草原的发展, 也加剧了自然灾害和有害的昆虫、鼠类的发生。近几年, 内蒙古各类草场都不同程度的爆发蝗虫和鼠害, 危害严重的草场, 地表裸露、寸草不生, 形成了毁灭性的破坏。退化草地恶化的生态环境, 加剧了风蚀与土壤侵蚀过程, 从而为沙尘暴的发生提供沙源。据研究, 草地植物群落的总盖度低

于 50%, 最易引起风蚀, 形成沙尘暴。

3.2 草原退化对气候的影响

草原退化, 植被相应发生变化, 使地表释放的有效通量发生变化, 导致大气湿静力能分布的变化, 并使大气层结构及垂直运动发生相应改变, 进一步影响大气中水气输送情况, 并与相应的垂直运动变化结合, 最终导致区域降水的变化。另外, 由于植被造成的地表蒸发及土壤储水能力的变化, 会使土壤含水量、地表径流等也发生明显的变化。随着大面积的草原出现沙化、退化, 地表的温度也出现大幅度的升降变化, 据四子王旗气象观测, 裸露沙地气温和草地相比, 在夏天高 3.0~5.5 , 冬季则降低 6.0~6.5 , 对地表的水蚀冲刷增加 80%左右, 也就是说, 地表的裸露引起气温的大幅度升降, 扰乱了这一地区原有的大气环流, 破坏了这一地区原有的水气动态平衡。

好的草场植被覆盖率高, 不同降雨量年份的生物量波动不大, 而退化草场受自然气候的变化波动强烈。这是因为茂盛的植被, 对减少土壤水分蒸发, 截留大气凝结水, 增加冬季积雪量, 缓解因降雨偏少带来的水分不足起到重要作用。植被稀少的地区蒸发量远远高于降雨量, 对干旱的抵抗力变差, 草原退化速度加快, 沙源及流动沙丘面积变大, 沙尘暴发生时间提前, 程度加重, 位置不断东移。

4 气候变化对草原生态环境的影响

对导致内蒙古草原退化的原因, 不少专家认为是由自然因素和人为因素共同所致, 但是据我们对 50 多年的气象资料分析发现, 20 世纪 80 年



代中期以来, 气候变暖, 温度升高已是不争的事实, 在温度升高的同时, 降水略有增加, 而大风日数还略有减少, 对草原类型分布起决定性作用的湿润度几乎没有变化<sup>[2]</sup>, 在历史上长期的气候变化中像 1999-2001 年那种连续 3 年干旱的年份并不少见, 但是都没有导致像现在这么严重的草原退化。另外大气干旱是干旱地区最基本的气候特征, 在几十年甚至上百年的时间里不可能发生根本性的改变, 气候波动是正常的自然现象。

草原退化、沙化的过程是伴随着草原开垦, 植被遭到破坏的情况下形成的。1999-2001 年连续高温干旱加剧了草原退化的进程, 并在一定程度上改变了草原退化的趋势和格局。内蒙古锡林郭勒草原长期生态观测结果表明, 近 50 年来, 在草原盲目开垦和人口、牲畜数量的增加过程中, 草地退化在人们不易察觉中缓慢的进行, 但自 1999 年开始连续 3 年的气候干旱, 改变了多年平缓的不易觉察的草地退化趋势, 大面积开垦的草地及邻近的农田因旱被撂荒, 地表裸露, 植被盖度和高度降低, 牧草产量下降, 甚至出现风沙活动。和 1998 年相比, 1999 年锡林郭勒盟降水量偏少 25%~30%, 草地生物量减少了 20%, 覆盖度下降 10%, 2000 年降水量偏少 30%~40%, 生物量减少了 30%, 覆盖度下降 30%, 2001 年降水量偏少 40%~50%, 生物量下降了 42%, 覆盖度下降 50%, 部分地区天然草地几乎没有返青, 牧草整个生长期地表无植被覆盖。2002-2003 年, 降水好于常年, 加上退耕还草和围封禁牧措施的加强, 草场生态出现好的转化。

## 5 内蒙古草原覆盖度的气象评估方法

植被的覆盖度是反映生态环境质量和评估生态环境的主要标准, 是自然和人类对生态环境共同影响的重要结果。尽管草原开垦和不合理的利用是草原退化、沙化、覆盖度降低的主要原因, 然而气候波动才是草地覆盖度年际间变化的决定性因素。

据统计, 草原地上覆盖度与 4 月份温度距平呈正相关, 与 7-8 月气温距平成负相关, 与 4-5 月和 5-8 月降水量呈极显著正相关。具体草原地上覆盖度的气候预测预报模型为:

$$W=1.782+2.203x_1-3.305x_2+1.549x_3+0.15x_4$$

$$(r^2=0.7487 \quad \text{方差分析 } F=43.35>F_{0.001})$$

式中:  $W$  为草场覆盖度,  $x_1$  为 4 月份温度距平,  $x_2$  为 7-8 月份温度距平,  $x_3$  为 4-5 月降水量,  $x_4$  为

6-8 月降水量。

在内蒙古自西向东草场种群 4 月初至 5 月初返青, 5 月下旬陆续抽穗, 6 月中、下旬进入盛花期, 7 月下旬籽粒成熟。因此, 覆盖度的大小主要受水热条件的制约, 而且以热量和降水的季节分配尤为重要。内蒙古自治区春季冷空气活动频繁, 温度起伏较大, 降水较少, 春季低温和干旱对草场覆盖度影响较大。如果 4 月份温度高而降水较多有利于牧草返青和覆盖度增加, 7-8 月正是各类植物生长旺盛阶段, 此时的温度条件已完全可以满足牧草的发育, 相反如果温度过高反而不利于牧草干物质的积累, 而 7-8 月降水量的多寡直接影响到牧草的结实率和成熟, 因此, 上式统计结果与实际生产完全相符。

## 6 结论

内蒙古草原盲目开垦和不合理利用是其退化、沙化的主要原因, 气候变化对退化、沙化的进程起到了激发促进作用。

草原的地上覆盖度与 4 月份温度距平呈正相关, 与 7-8 月气温距平成负相关, 与 4-5 月和 6-8 月降水量呈极显著正相关。

参考文献:

- [1] 张新时. 研究全球变化的植被、气候分类系统[J]. 第四纪研究, 1993, (2): 157-169.
- [2] 陈素华, 宫春宁. 草原气候特点与草原生态类型的区域划分[J]. 气象科技, 2005, (4): 112-130.
- [3] 张晓华, 等. 巴林左旗天然草原植被的恢复与建设[J]. 内蒙古农业科技, 2003, (增刊): 61-62.
- [4] 陈素华, 宫春宁. 气候对内蒙古草原生态系统的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(专辑): 69-73.
- [5] 云和义. 清朝察哈尔游牧八旗草原生态环境保护较好的原因探讨[J]. 内蒙古农业科技, 2001, (5): 32-34.
- [6] 张伟华, 等. 草原土壤评价及其应用研究[J]. 内蒙古农业科技, 2000, (增刊): 115-118.
- [7] 李宏, 等. 通辽地区干旱灾害发生与解决途径的探讨[J]. 内蒙古农业科技, 2000, (增刊): 112-113.
- [8] 杜建材, 等. 世界干旱、半干旱地区及旱地农业[J]. 内蒙古农业科技, 2000, (增刊): 75-77.
- [9] 李祝英, 李保卫. 包头市草场退化沙化原因的分析及防止措施[J]. 内蒙古农业科技, 2003, (增刊): 73-74.
- [10] 于春元, 等. 宁城县农业生态环境功能区划[J]. 内蒙古农业科技, 2003, (增刊): 280-282.
- [11] 于春元, 等. 宁城县农业生态环境存在的问题与保护对策[J]. 内蒙古农业科技, 2003, (增刊): 168-169.