



青海同德近 50 年气候与 草地畜牧业生产的关系

郭连云

(青海省海南州气象局, 青海 共和 813000)

摘要:通过分析青海省同德县气候变化特征及其对草原生态环境的影响,发现同德地区气候变化的显著特征是:年平均气温和冬季、秋季、春季、夏季升温趋势分别为 0.37、0.69、0.23、0.21、0.18 °C/10 年;年高温(≥ 25.0 °C)时间以 0.53 d/10 年趋势增加;年低温(≤ -30.0 °C)时间以 0.42 d/10 年的趋势减少;日平均气温稳定通过 10 °C 的终日延长 1.9 d/10 年;1987 年以来同德相继出现 14 个暖冬,是近 45 年来最暖的时期。并由此引起无霜期延长,积雪、冰雹、雷暴、大风、沙尘暴日数的减少,草地干燥指数和草地蒸发力呈逐年上升趋势,年降水量以 10.5 mm/10 年的趋势减小,20 世纪 90 年代是降水量最少的时期。气候变化一方面使同德地区草原的生态环境有所好转,另外也是近几年蝗虫泛滥的主要原因之一。当前存在的草原退化现象主要应归咎于不合理的人为活动。

关键词:气候倾向率;暖冬;草原生态环境;草原畜牧业生产

中图分类号: S812.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2008)01-0077-05

气候变化已经并且将继续给自然生态环境及社会经济发展带来深远的影响^[1]。同德县地处黄河上游,是青海环湖牧区与青南高寒牧区的过渡地带,属于青海“三江源”自然保护区生态环境较脆弱的地区,全县面积 5 011 km²,海拔最高处 4 671 m,最低处 2 650 m。黄河自东南向西北绕县境半周,流经本域 206 km,流域面积 5 000 km²。全县共有草原面积 47.2 万 hm²,耕地面积 15.8 万 hm²,林区总面积 20.01 万 hm²。境内以旱灾、霜冻、雹灾、风灾、鼠虫害等为主的自然灾害非常频繁,生态环境脆弱。拟对同德县气候变化的特点及对草原畜牧业生产的影响进行分析,为该地区生态环境建设提供基础资料。

1 同德县气候变化的特征

1.1 气温变化 气温是重要的气象要素之一,与农业生产关系密切,作物种植和生长发育在很大程度上取决于当地的热量条件。气温影响植物的光合作用,从而对农作物产量和生物量均产生重要影响。气温是气候变化的一个重要因子。根据 IPCC2001 的评估报告^[2],近百年来地球气候正经历着一次以变暖为主要特征的显著变化。1860 年以来,全球平均气温升高了 0.6±0.2 °C,

与之相应,气候系统的大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈都发生了显著变化。丁一汇等^[3]对百年气温变化趋势做过深入研究,从宏观角度分析了增温趋势及时空变化特征,有关气候变暖的论著已有很多,其研究角度也各不相同,在全球变暖的大环境下,研究分析同德县的气温变化趋势,结合当地生产实际,揭示气候变化趋势对生态环境的影响具有重要的意义。

气温变化倾向率(a)通常采用线形方法,即:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

式中, t 为时间, y 为气候要素值, i 为时间序号, n 为样本长度(单位为年),文中 $n=45$, \bar{t} 与 \bar{y} 表示平均值,变化趋势的单位 °C/10 年^[4]。

从表 1 可以看出,同德地区冬季、秋季、春季和夏季气温均呈逐渐增加趋势,冬季气温呈明显上升趋势,以 0.69 °C/10 年的速度增加,是气候变暖最突出的时段;其次是秋季以 0.23 °C/10 年

收稿日期:2007-01-06

作者简介:郭连云(1969-),男,青海湟源人,工程师,主要从事气象业务管理和气候变化对生态影响研究工作。E-mail:glycloud@126.com

的速度增加,再次是春季以 0.21 ℃/10 年的速度增加,最后是夏季,以 0.18 ℃/10 年的速度增加,即该地区在过去 45 年内四季气温变化增加趋势相同,但增幅有所不同,其变化顺序为冬季>秋季>春季>夏季,年平均气温呈增加趋势,以 0.37 ℃/10 年的速度增加。年平均气温和各季节的这种增暖趋势与东北、华北和西北基本一致^[5-10]。由此可见,气候变暖主要是冬、秋季气温升高所致。

积温有 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 4 个

表 1 各月气温倾向率

时间 (月)	倾向率 ($^{\circ}\text{C}/10\text{ 年}$)	时间 (月)	倾向率 ($^{\circ}\text{C}/10\text{ 年}$)
1	0.50	7	0.11
2	0.62	8	0.10
3	0.35	9	0.23
4	0.18	10	0.23
5	0.11	11	0.77
6	0.33	12	0.88

表 2 同德地区不同年代的积温变化

℃

积温级别	1961—1970 年	1971—1980 年	1981—1990 年	1991—2000 年	2001—2005 年
≥ 0	1 537.0	1 547.6	1 511.0	1 802.6	1 807.8
≥ 3	1 503.4	1 538.0	1 468.0	1 572.1	1 787.8
≥ 5	1 412.4	1 419.2	1 366.4	1 496.5	1 688.3
≥ 10	758.3	806.7	765.6	957.8	1 301.3

随着气温升高,同德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。由表 3 可以看出,同德地区后 30 年(1976—2005 年)比前 30 年(1961—1990 年)无霜期延长 19.4 d,积雪期增加了 0.1 d,雷暴数减少了 0.5 d,冰雹数减少了 1.8 d,沙尘暴减少了 2.6 d。

表 3 同德地区不同时段内特殊天气时间变化

天气类别	1961—1990 年 (d)	1976—2005 年 (d)	增减 (%)
无霜期	22.8	40.6	+19.4
积雪期	36.6	36.7	+0.1
雷暴期	47.5	47.0	-0.5
冰雹期	10.4	8.6	-1.8
大风期	36.1	30.3	-5.8
沙尘暴期	7.6	5.0	-2.6

1.2 降水量变化 同德地区的降水也出现了较大的变化,年降水量以 10.5 mm/10 年的趋势减

级别,是某地区热量多少的重要指标。从表 2 可知,不同级的积温年代际间经历了“多—少—多—多”的变化。20 世纪 70 年代较 60 年代不同级的积温增加分别是 10.6、24.6、5.8 和 58.4 ℃;80 年代是积温最少的时期,较 70 年代分别减少 36.6、70.0、52.8 和 41.1 ℃;进入 90 年代后,各积温增加明显,90 年代各积温比 80 年代分别增加 291.6、104.2、130.1 和 192.2 ℃;进入 21 世纪继续呈现增加趋势。同德地区 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温的年变化趋势分别以 51.4、42.6、47.0 和 98.0 ℃/10 年的速度增加。从上述分析看出,45 年来同德地区不同积温显著增多,生长季明显延长,对农牧业生产提供了比过去更好的热量条件,但同时气候变暖,牧草返青期提前,有可能受到较严重的晚霜冻危害。在降水偏多的年份牧草的枯黄期会推迟,在降水偏少或干旱的年份,均明显提前。

小。20 世纪 90 年代降水量是最少的时期,60—80 年代年降水量偏多,80 年代年降水量最多,进入 90 年代后降水又明显偏少,自 2001 年降水量又逐年增加。1989 年年降水量最大,为 598.7 mm,2000 年最小,为 267.4 mm。从表 4 可知,同德地区降水量的季节根本特点是:夏季多,冬季少;秋季降水略多于春季降水。春季降水占全年降水的 16.8%~23.7%,夏季占全年降水的 54.8%~63.5%,秋季占全年降水量的 17.1%~21.6%,冬季只占全年降水的 2.1%~2.8%。以上事实说明,同德地区的气候在变暖,降水呈现“多—少—多”的趋势,90 年代是最干旱的时期。

4 月上旬至 5 月中旬,牧草开始返青、展叶,此阶段光、温、水对牧草产量的影响呈正效应,此阶段气温呈逐年上升趋势,因此降水量是制约牧草生长及产量的主要因子。5 月下旬至 7 月底牧草先后进入拔节、分枝期,伴随着第一场透雨的来

表 4 同德地区年代际降水变化

mm

季节	1961—1970 年	1971—1980 年	1981—1990 年	1991—2000 年	2001—2005 年
春季	101.2	74.2	93.4	63.5	90.0
夏季	233.9	275.2	257.2	235.9	244.0
秋季	82.3	78.8	97.2	63.5	94.8
冬季	9.2	12.3	11.6	8.4	9.3
总计	426.6	440.5	459.4	371.3	438.1

临,该地区进入雨季,降水明显增多,温度、日照基本满足牧草生长发育需求,因此降水的多少就成为牧草生长快慢的决定因素。8 月牧草进入籽粒灌浆成熟期,生长缓慢,光照、水分基本满足牧草生长的需要,气温对牧草产量的影响又呈正效应,牧草的整个发育期大部分处于多雨季节,因此自然降水对牧草的产量影响最为直接和关键。

从黄河上游水量出现“亏损”可以看出,气候变化给同德地区带来了负面影响。据计算,1961—2002 年,黄河上游出现了 5 次丰枯水循环,流量以每 10 年 45.3 m³/s 的速率减少,累计减少径流量 60 亿 m³,占黄河上游多年平均径流量的 29%。2002 年平均流量为 375 m³/s,只有多年平均流量的 58%。虽然气温升高有助于高山

冰雪融水补给河水量,但是,蒸发量的增大和气候的干旱化,不仅减少了地表水资源的供给,也加大了水资源的消耗。这对以降水为主要补给的黄河上游来说,逐渐干涸化是必然的趋势。

1.3 蒸发量和草地干燥度的变化 从图 1 可以看出,45 年来该地区的年蒸发量除 60 年代、1974—1977、1982—1987 和 1989—1990 几个阶段较历年值低外,其他年代年蒸发量均高于多年平均值。45 年年蒸发量总趋势呈现上升,其倾向率为 39.3 mm/10 年。蒸发累积距平曲线的绝对最大值分别在 1975、1988 年前后,1975 年蒸发量从偏少期转为偏多期。1989 年蒸发量从偏多期转为偏少期,1998—2004 年持续偏多。

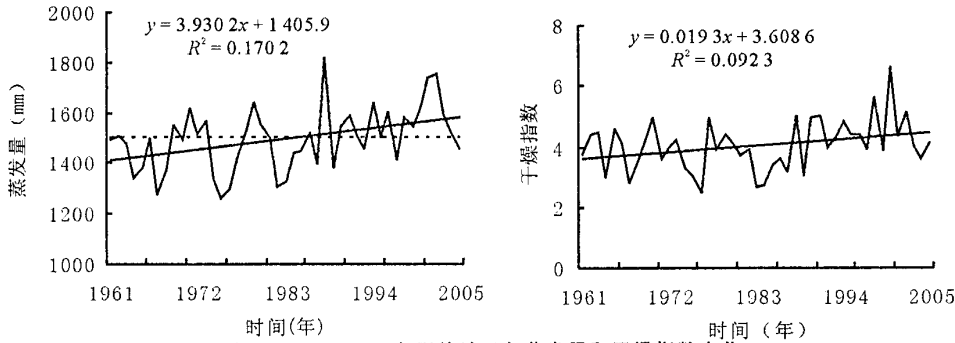


图 1 1961—2005 年同德地区年蒸发量和干燥指数变化

利用牧草生长季(5—9 月)期间的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温(用 $\sum T_{5-9}$ 表示)和同期降水量(用 R 表示)为特征值,草地干燥指数为两者之比(用 G 表示)。

$$G = \sum T_{5-9} / R$$

草地干燥指数值越大,说明该地区越趋于干旱化。从图 1 可看出,20 世纪 70 年代中后期、80 年代初期至 80 年代末期经历了相对湿润期,进入 90 年代同德地区草原干燥度指数呈上升趋势,尤其是 90 年代末期上升趋势较为明显,说明该地区的气候明显趋于干旱化,因而对草地资源产生十

分不利的影响,加速了草地退化。

2 气候变化对草原畜牧业生产的影响

2.1 气候变化对草地初级生产的影响 同德县气象站对高山早熟禾 *Poa alpina* 和垂穗披碱草 *Elymus nutans* 的发育期进程做了长期观测,结果发现,牧草发育期百分率随气候变暖呈下降趋势。

同德县草地分为高寒草甸、高寒草原、高寒干草原、山地草原四大类,植物以针茅 *Stipa capillata*、固沙草 *Orinus thoroldii*、草地早熟禾 *P.*

pratensis 为主,牧草生长期短,植株低矮,产量低,平均产草量为 1 950 kg/hm²,草地载畜量为 1.36 个羊单位/hm²。近 10 年草地牧草产量持续下降(图 2),除了气候(水热)因素干扰外,主要是鼠害和虫害所致^[11]。

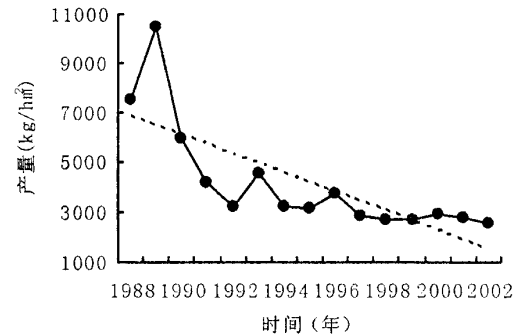


图 2 1988—2002 年同德地区天然草地产草量变化

据同德县草原站 2001 年调查统计,草地鼠害发生面积在 38% 以上,高原鼯鼠 *Myospalax baileyi* 有效洞口在 57 个/hm² 以上,草地鼠虫害主要表现在啃食优良牧草,破坏草地植被,使毒杂草大量滋生,害鼠地下栖息,挖掘破坏生草层,加剧了草地的风蚀、水蚀,使次生裸地不断扩大,造成草地沙化,严重地区形成寸草不生的“黑土滩”,严重地段植被覆盖度下降至 15% 左右,全县因鼠虫害造成牧草损失 1.657 万 t,相当于 17.87 万只羊全年的饲草量^[12]。

2.2 气候变化对草原次级生产的影响 尽管同德县的草地不断退化,牧草产量下降明显,但家畜饲养量却不断增加(图 3)。草食家畜总头数从 1949 年的 20.66 万头(只)持续增长到 1957 年的 60.95 万头(只),此后又降到 1961 年的 34.06 万头(只),后又继续增长到 1968 年的 68.86 万头(只),从 1967 年开始,牲畜总头数基本稳定在 60 万~70 万头(只),似乎 70 万头(只)已是同德草原牲畜承载力的上限。然后 2000 年以后,牲畜总头数很快就从 56.60 万头(只)迅速增长到 2004 年的 87.52 万头(只)。

为什么在严重超载过牧下还能养活如此多的家畜,其原因是:1)同德县是一个半农半牧县,能充分发挥农区与牧区的生态系统耦合效应,即在冬春缺草期有相当多的牧区家畜转移至农区饲

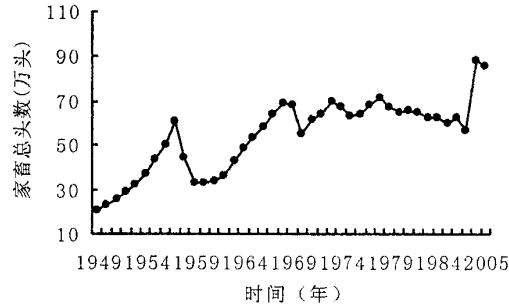


图 3 1949—2005 年同德县家畜头数的变化

养,或者将农区的部分草料运至牧区饲养繁殖母畜,在夏季草地载畜能力高峰期,能充分利用牧草生长潜势而达到草畜供求平衡。2)雪灾是同德畜牧业的主要灾害之一。据统计,在过去 45 年里,同德地区共发生过 10 次雪灾,其中重灾 2 次,轻灾 8 次,草原因雪灾而死亡的牲畜累计超过 10 万头(只)。20 世纪 90 年代同德地区草原积雪已比 80 年代缩短了 2.7 d,有利于放牧家畜安全越冬。3)草原建设力度加大,近年来草地围栏、人工种草和草原灭鼠灭虫投入不断增多,加大了草原载畜能力,特别是在高寒牧区推广暖棚圈养技术,使全区家畜饲养总量增加。此外,草畜产品市场化的发展和成熟,也使草原载畜量攀升。

3 结论

3.1 草地生态系统的退化受损是气候变化和人类活动共同胁迫的结果。 人类活动,特别是长期不合理的畜牧业生产及管理方式,是导致草地生态系统劣变的主要因素,而气候变化加剧了系统劣变的程度^[13]。所以草原经营和管理的对策不当,是草原生态环境恶化与草地退化的根源,不应简单地归结为自然气候原因。

3.2 近 45 年来同德年平均气温变化趋势是升温, 月平均气温升温最明显的月份是 12、11、2、3 和 6 月。另外夏季≥25℃ 的高温日数呈增加趋势,而冬季≤-30℃ 的低温日数呈减少趋势,气候变化具有冬暖夏凉特征。1986 年以来,同德相继出现了 14 个暖冬,气候变暖的事实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,雪灾明显减少。45 年来同德地区积温显著增多,生长季明显延长,对农牧业生产提供了比过去更好

的热量条件,农作物及天然牧草生长季延长,有利于农作物和牧草产量的提高。年降水量以 10.5 mm/10 年的趋势减小,90 年代降水量开始有由少转多的变化。但水分不足是牧草产量下降的主导因素。

3.3 气候变暖、变干对高寒牧区草原畜牧生产既有正效应,也有负效应。在现代草业科学技术支持下,若充分利用增温的正效应(如推广暖棚圈养技术,有水源的草地进行节水灌溉),发展人工种草和饲草加工技术,则可增加草原载畜量,大力发展草畜生产,改善草原生态环境。近年来由于冬季增温,使草原虫灾蔓延,通过科学测报和生物防治便可减轻危害。

参考文献

- [1] 王江山,李锡福,尹道声,等.青海天气气候[M].北京:气象出版社,2004.
- [2] IPCC. Climate change 2001: The Science Basic, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernment Panel on Climate Change[R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [3] 丁一汇,戴晓苏.中国近百年来的温度变化[J].气象,1994,20(12):19-25.
- [4] 贾金明,王运行,王树文,等.豫东北沙区近 50 年风沙气候的统计特征[C].推进气象科技创新加快气象事业发展[M].北京:气象出版社,2004.454-458.
- [5] 秦大河.中国西部环境演变评估——中国西部环境特征及其演变[M].北京:科学出版社,2002.54-67.
- [6] 唐红玉,李锡福.青海高原近 40 年来最高和最低温度变化趋势的初步分析[J].高原气象,1999,18(2):230-236.
- [7] 姚檀栋,刘晓东,王宁练.青藏高原地区的气候变化幅度问题[J].科学通报,2000,45(1):98-106.
- [8] 蔡英,李栋梁,汤懋苍,等.青藏高原近 50 年来气温的年代际变化[J].高原气象,2003,22(5):464-470.
- [9] 汤懋苍,程国栋,林振耀.青藏高原近代气候变化及其对环境的影响[M].广州:广东科技出版社,1998.1-39.
- [10] 杜军.西藏高原近 40 年来最高和最低温度变化趋势的初步分析[J].地理学报,2001,56(6):682-690.
- [11] 李增彩,刘元奎.自然灾害对黄南州畜牧业发展的影响分析[J].草业科学,2005,22(7):49-50.
- [12] 乜林德.同德县草地退化现状及治理措施[J].草业科学,2005,22(6):20-21.
- [13] 郝璐,高景民,杨春燕.草地畜牧业雪灾灾害系统及减灾对策研究[J].草业科学,2006,23(6):51-52.

The influence of climatic change on pastoral livestock production in Tongde county, Qinghai province

GUO Lian-yun

(Hainan Meteorological Bureau of Qinghai Province, Gonghe 813000, China)

Abstract: The temperature elevation tendencies w in annual mean, winter, autumn, spring, summer were 0.37, 0.69, 0.23, 0.21 and 0.18 °C/10 a, respectively. Changes in duration length for temperature above 25 °C, below -30 °C and stable above 10 °C were 0.53, -0.42, and 1.9 day/10 a; There had been 14 warm winters appeared since 1987, forming the warmest period during last 45 years. As a result, frost-free period was lengthen, days for snow, hail, thunderstorm, gale and sand storm occurrence were shorten, dry index and evaporation went up. Declined annual precipitation with rate of 10.5 mm/10 a was observed, caused 1990's was the precipitation least period. The climate change had affected abiotic factors and caused grasshopper disaster occurrence. Human Being activity was considered likely a major factor to cause grassland degradation.

Key words: climate tendency rate; warm winter; grassland ecological environment; pastoral livestock production