

甘南草地雪灾及其预报*

王 中 隆

(中国科学院兰州冰川冻土研究所 兰州 730000)

刘积林 马华民

(甘肃省甘南藏族自治州气象局、州畜牧局 合作镇 747060)

徐志清

(甘肃省草原总站 兰州 730046)

提 要 甘南州冬春两季雪灾频繁,危害牧业。论述了雪灾成因和分布规律,分析了降雪天气的大气环流。雪灾造成的牲畜死损 70% 是发生在 3—4 月。据 3—4 月环流特征,进行了不同强度降雪环流分型,并建立了甘南区域和局地的短中长期预报方程。雪灾预报较准确。

关键词 甘南 草地 雪灾 预报

甘南藏族自治州(简称甘南州)位于甘肃南部($33^{\circ}06'—35^{\circ}34'N$, $100^{\circ}45'—104^{\circ}45'E$)。全州土地面积 $38\,748\text{km}^2$,人口 54.06 万。当地地势西北高东南低,海拔 $1\,200—4\,800\text{m}$ (其中大部 $>3\,000\text{m}$)。甘南州是青藏高原的一部分,应属高亚洲积雪区^[1]中的年周期性不稳定积雪亚区。高寒湿润为当地气候主要特点,年均温 $1.1—6.7^{\circ}\text{C}$ (除舟曲县 12.7°C 外),极端最低气温 $-10.0—-30.0^{\circ}\text{C}$,年降水量 $444—783\text{mm}$,年降雪日数 $5—6\text{d}$,年积雪日数 $28—130\text{d}$,最大积雪深度 $>27\text{cm}$;最大风速 $12—26\text{m/s}$, 3—4 月出现最多,从而为雪灾(包括白灾^[2]、暴风雪、寒潮强降温等)形成提供了条件^[3]。现仅就甘南草地雪灾及其预报讨论如下。

1 甘南草地雪灾及其分布

甘南草地面积 $27\,233\text{km}^2$,占全州土地面积的 70%,草质好,产量高;人均草地面积 5.04ha ,比全世界、全国和全省人均草地点占有量,分别高出 6.3 倍、16.6 倍与 6.3 倍。按植被-地形学分类,甘南草地可分为高山草甸、亚高山草甸、亚高山灌丛草甸、林间草甸、盐化草甸、沼泽草甸和山地草原七大类,形成以草甸为主的天然优良草地。草地平均产鲜草 $5\,055\text{kg/ha}$,是青藏高原东部、中部和西部产鲜草量的 2—11 倍,故当地实属青藏高原草地之精华所在,且 80% 余集中连片。其中尕海滩、乔斜滩和达久滩等草场被誉为亚洲最好的牧场之一。牧业是甘南州的主体经济,1990 年有各类牲畜 281.32 万头,牧业产值占全州农牧业总产值的 60.5%,畜产品加工占全州工业总产值的一半以上。牧业生产的丰欠对甘南州经济有很大影响。

* 甘肃省科学技术委员会软科学研究资助项目(编号:[92]25)。

感谢甘南州政府、州气象局和州畜牧局的大力支持。

本文收稿日期:1996-05-16。

甘南州气候以高寒湿润为主,主要牧场分布在海拔 2 700—4 000m,由此冬春两季雪灾发生频繁,危害严重。再则甘南州牧业仍以传统的草地游牧为主,防灾保畜基地建设缓慢,牲畜大多四季露宿,草场又严重超载,故使牧业生产处在“夏饱、秋肥、冬瘦、春乏(死)”的恶性循环中,呈现大灾大减产、小灾小减产、风调雨顺增一点的波浪式发展状态。

雪灾大小主要取决于积雪深度(cm)、积雪持续时间(d)和极端最低气温(℃),分为:轻度($\geq 5\text{cm}, \geq 2\text{d}, \leq -1^{\circ}\text{C}$),中度($\geq 5\text{cm}, \geq 4\text{d}, \leq -5^{\circ}\text{C}$)与重度($\geq 5\text{cm}, \geq 6\text{d}, \leq -10^{\circ}\text{C}$)三种雪灾。全州雪灾主要分布在碌曲、夏河、玛曲、临潭四县和合作镇。由表 1 可见,碌曲县雪灾出现频率 61.1%,其中

表 1 1960—1991 年甘南州各种雪灾出现年数与频率(%)

Table 1 The appeared years and percent of various snow disaster at the Gannan Prefecture during 1960—1991

雪灾类型	合作镇		碌曲县		夏河县		玛曲县		临潭县	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
重灾年	2	10.5	4	22.2	4	15.4	2	8.3	1	3.2
中灾年	2	10.5	1	5.6	1	3.8	1	4.2	3	9.7
轻灾年	4	21.2	6	33.3	9	34.6	5	20.8	6	19.4
有灾年	8	42.2	11	61.1	14	53.8	8	33.3	10	32.3
无灾年	11	57.8	7	38.9	12	46.2	16	66.7	21	67.7
出现年数	19		18		26		24		31	

重中轻灾年分别占 22.2%, 5.6%, 33.3%,碌曲县郎木寺几乎年年有雪灾且以重中灾为多;其次是夏河县,频率为 53.8%。

1969—1990 年甘南州雪灾造成的牲畜死亡数 304.74 万头,占同期当地各种灾害造成的牲畜死亡数的 61.5%。1982 年全州雪灾牲畜死亡 52.99 万头,相当于当年出售给国家牲畜的 3 倍多。1995 年玛曲县大雪灾牲畜死亡 30 多万头,有些乡成仔畜死亡率 40%, 70%。大雪灾的结果,往往是一年遭灾十年才能恢复元气。雪灾为甘南第一大灾,它严重制约着当地牧业的发展,威胁着牧民的生命财产安全。

2 甘南州 3—4 月降雪天气环流的形势及分型

甘南州每年牲畜死损 70%是在春乏期。此间中雪天气自 3 月上旬迅速增加,后趋稳定或减少,全州总站次最多 72 次/旬;大雪天气从 3 月上旬起递增,4 月下旬全州总站次 57 次;暴雪天气 3 月中旬前出现少,后显著增加,4 月下旬全州总站次 18 次(表 2)。

表 2 1976—1988 年 3—4 月甘南州中雪以上天气过程的逐旬变化

Table 2 Variation with every 10d of the weather processes over middle snow at the Gannan Prefecture on March to April during 1976—1988

时间	中 雪 过 程			大 雪 过 程			暴 雪 过 程		
	全州总站次	年均站次	最多年站次	全州总站次	年均站次	最多年站次	全州总站次	年均站次	最多年站次
3 月	上旬	27	2.1	6	0.5	3			
	中旬	46	3.5	11	0.9	3	1		1
	下旬	72	5.5	11	1.9	5	4	0.3	3
4 月	上旬	56	4.3	8	3.9	9	7	0.5	2
	中旬	72	5.5	10	3.8	8	12	0.9	5
	下旬	63	4.8	9	4.4	10	18	1.4	6

中雪为日降水量 2.5—5.0mm;大雪为日降雪量 5.1—10.0mm;暴雪为日降水量 $\geq 10.0\text{mm}$ 。

3—4月是北半球大型天气系统由冬季型向夏季型转换初期^[4],平均环流型在青藏高原南北两侧变化明显,南北两支气流的位置、强弱差异也显著。对1980—1988年3—4月降雪天气过程前一天08时高空500hPa环流场、温湿场、高空及地面影响系统等综合分析,得出的3月和4月大降雪天气环流形势各四种类型(表3)。

表3 甘南州3—4月中雪以上天气的环流分型及其主要特征

Table 3 The types of atmospheric circulations and their main typicalities over middle snow at the Gannan Prefecture on March to April

月份	环流型	频率(%)	主要特征
3	南槽北部平直波动型	38	南部槽在85°E附近和35°N以南,槽前为西南暖湿气流,北部冷气流多呈平直波动,其南移至本区上空,与西南暖湿气流交绥,即形成大范围中雪、局地为大雪的天气
	南北槽型	31	南部槽在85°E附近,较深厚,且槽前西南暖湿气流强;北部冷气流在96°E左右有一冷槽。南北暖冷气流在本区上空汇合时,造成以北、东北部为主的暴雪、大雪或中雪天气
	南部切变北部冷平流型	25	35°N以南的高原上以小槽或切变系统为主;北部100°E以西有一脊。较强的冷平流与弱的暖湿气流在本区上空汇合时,则形成以东北部为主的大雪或中雪天气
	西北气流型	6	高原上为一弱脊控制,北部是西北气流,柴达木有一小槽向东南移,上空有一高湿中心。当此系统东南移时,因地形抬升造成本区北部局地大雪中雪天气
4	北槽型	41	从老庙经张掖到格尔木一带有一冷槽,此槽在东移过程中向东南压,其与向东北输送的西南暖湿气流在本区境内汇合时,即造成大范围的暴雪大雪中雪天气
	西北气流型	26	欧亚范围为一槽一脊,当主槽移到105°E时,其后部为西北冷平流控制。此时虽本区上空湿度较大、范围较广,但因冷暖空气匹配欠佳,故仅形成局地性大雪或中雪天气
	东高西低型	18	野马街至兰州一带有西倾的脊,而柴达木为低值系统,甚至是低涡。本区正处于低涡的东南部,气流辐合明显,湿度较大,易造成较大范围的区域性暴雪大雪中雪天气
	南北槽型	15	南部槽在85°E附近,槽前西南暖湿气流不断吹经本区;北部巴尔喀什湖、哈密至柴达木分别有冷槽。南北气流在本区交绥,即形成大范围暴雪大雪或中雪天气

需补充的是,甘南州4月还易出现连阴大雪天气。每次连阴大雪前,欧亚范围内南北两支系统多以低值波动东移,在青藏高原东北部交绥,造成区内连阴大雪天气,且多暴雪。

3 甘南草地雪灾预报

提高甘南州3—4月降雪和晴好天气预报的准确率,对广大牧民防灾保畜与安排好牧业生产具有指导意义和实用价值。以下论述短期(逐日)、中期(逐旬)、长期预报。

3.1 短期预报

从天气学、动力学和能量天气学原理出发,结合当地预报人员经多年积累的经验,挑选500hPa层关键区的涡度、散度和指标站的降雪量、日变温、风向、风速和高空大气总温度,以及州各站的温湿压等要素为预报因子。与此同时,选用本州1981—1988年3—4月区域和局地降雪(分暴雪、大雪等级),以及晴或多云天气分别为34次和55次过程,据分析计算得出的16个预报因子。然后用逐步回归统计法,分别建立了3—4月区域和单站(即局地)各8个预报方程。经历史回代检验结果表明:3月区域预报方程对大雪以上天气的预报准确率50%、而对中雪小雪及晴好天气的预报准确率67—94%,3月单站预报方程对中至大雪以上天气的预报准确率40—71%,而对降雪天气的定性预报准确率可达72—94%;4月区域预报方程对大雪以上天气的预报准确率64%(无漏报,但空报较多),

4 月单站预报方程对大雪以上天气的预报准确率 30—50%, 而对降雪天气的定性预报准确率可达 69—86%。此后对已建立的区域和单站各预报方程分别进行了调整与修改。

近年来正常降雪年份预报效果为: 1990 年 3 月区域预报方程对降雪天气的预报: 报对 18 次, 空报 4 次, 漏报 1 次, 定性准确率 78%; 3 月单站预报方程对降雪天气的预报, 定性准确率 54—76%。4 月区域方程预报: 报对 15 次, 漏报 3 次, 定性准确率 83%; 各单站预报方程定性准确率 67% 以上。3—4 月凡属较强的降雪天气过程均能在前一天做出与实况相符的预报。降雪偏少年份预报效果为: 1991 年 3 月区域预报定性准确率 80%, 单站预报定性准确率 57%; 4 月区域预报定性准确率 70%, 单站预报定性准确率 71%。

总之按国家气象局制定的新预报评分办法衡量, 甘南州 3—4 月各类雪灾天气预报效果较好, 达到并超过了日常预报的水平。预报结论又较客观具体, 方法便于应用。值得注意的是, 单站预报方程需进一步改进和提高, 对天气环流分型尽量做到准确, 以便据分型考虑多雪年或少雪年, 对降雪的增加系数或减弱系数加以适当调整。

3.2 中期预报

甘南州牧业以游牧为主, 通讯落后, 短期预报难以较快传至广大牧民, 影响及时采取抗灾措施。目前中央和省气象台虽能较好预报大范围的天气过程, 成为地方台站中期预报的主要根据, 但其对某地的预报精度仍显不足, 需在中央和省台预报的基础上, 依据大尺度环流系统、其演变与当地天气之间的内在联系, 建立分片的强度和落区旬预报方法及计算程序, 作出当地旬内的降水分布范围、强度等具体预报。为此以关键区内天气系统、指标站 500hPa 的位势高度、变高、上旬北半球西风环流指数等为预报因子, 通过数理统计建立预报方程。为了引用最新资料, 还以本旬最后一天 08 时 500hPa 图和中央台提供的本旬北半球环流指数作为选用预报因子。同时还根据甘南州的气候特征, 将所属 7 县 8 站分成 5 个区, 并把一旬分为旬前期(1—3 日)、旬中期(4—6 日)、旬后期(7—10 日)三个时段。然后用逐步回归统计法, 分别得出了三个时段分片的 15 个预报方程。为便于实际应用, 把资料处理和方程计算等用 BASIC 语言编制, 在 APPLE- I 机上实现程序。这样只要把有关气象因素依次输入微机, 即可得出甘南全州和分片的旬内各时段的暴雪大雪中雪小雪、晴或多云天气的 3—4 月预报。

经历史回代检验和业务应用结果证实: 3 月的 15 个旬预报方程的预报对象与各因子间复相关系数 $R_r = 0.87—0.99$, 各方程的统计量 F 值 $4.74—35.37$, 满足 $F > F_{\alpha} = 3.80$, 15 个方程的历史准确率 73—100%; 4 月的情况与 3 月的情况基本相同。

3.3 长期预报

当前长期天气预报只能预报大体趋势, 且准确率较低。为科学安排冬春季饲草贮备, 合理调整畜群结构, 以把雪灾造成的牲畜死损降至最低限度, 有必要研究雪灾长期预报。

分析计算甘南州 7 月和翌年 1 月的均温与当年冬季至来年春季雪灾综合指数的关系可得到, 7 月均温、1 月均温越高, 则雪灾综合指数越大(即雪灾越严重), 两者呈正相关; 反之雪灾综合指数越小。统计分析结果表明^[5], 7 月平均气压越低, 当年冬季至来年春季雪灾综合指数越大, 两者呈负相关。通过进一步研究, 得出的甘南雪灾长期预报方程

$$\bar{Y} = 4.082 + 0.452T_7 + 0.965T_1 + 0.683R_1, \quad (1)$$

式中 \bar{Y} 是甘南州当年冬季至来年春季雪灾综合指数; T_7 为夏河站 7 月均温($^{\circ}\text{C}$); T_1 是玛曲站 1 月均温($^{\circ}\text{C}$); R_1 为碌曲站 1 月降水量(mm)。

式(1)复相关系数 0.83。用式(1)预报了 1991-10—1992-05 的雪灾,预报的雪灾综合指数 4.1,实况为 5.0。1992-10 至今预报的结果也基本相同。总之雪灾综合指数的长期预报比较符合实际。

从“救灾不如减灾,减灾不如防灾”的观点出发,要解决冬春两季牲畜“冻饿病死”,实现草地牧业持续发展,必须把上述预报与防灾保草多种综合措施紧密结合。

参 考 文 献

- [1] 李培基. 高亚洲积雪分布. 冰川冻土, 1995, 17(4): 291—298.
- [2] 湖涛. 内蒙古白(雪)灾及减轻其损失的对策. 干旱区资源与环境, 1989, 3(3): 183—189.
- [3] 王中隆. 中国积雪、风吹雪和雪崩研究. 冰川冻土, 1988, 10(3): 273—278.
- [4] 青藏高原气象科学实验第二课题组. 环流与季风—青藏高原的影响. 北京: 科学出版社, 1988. 5—23.
- [5] 姚玉璧, 余优森. 青藏高原东北边缘牧区雪灾的研究. 气象, 1994, 20(2): 47—51.

GRASSLAND SNOW DISASTERS IN GANNAN PREFECTURE AND ITS FORECAST

Wang Zhonglong

(Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences Lanzhou 730000)

Liu Jilin Ma Huamin

(Gannan Meteorological Bureau & Graziery Bureau, Gansu Province Hezuo 747000)

Xu Zhiqing

(Grassland Central Station of Gansu Lanzhou 730046)

Abstract

Gannan Prefecture is a subregion of snow cover area in the high Asia. Frequent occurrences of snow disasters in winter and spring have caused damage to the livestock breeding. The formative factors, danger degrees and distributive regularity of snow disasters are discussed, as well as the atmospheric circulation of precipitation snow weather is analysed. According to the circulation characteristics from March to April, circulative separations of precipitation snow in different intensity have been presented. In addition, the short-term, medium-term and long-term forecast equations have been proposed. The results show the information for forecasting snow disasters will be more truthful.

Key words Gannan Prefecture, grassland, snow disaster, forecast