

# 白灾成灾综合指数的研究\*

官德吉

郝慕玲

(内蒙古气候中心, 呼和浩特 010051)

(内蒙古农牧业气象中心, 呼和浩特 010051)

## 提 要

该文通过分析白灾的主要成灾因素, 指出积雪掩埋牧草影响家畜采食是主要的致灾因子, 积雪深度、牧草丰歉、牲畜体况、草场载畜状况、白灾持续时间以及承灾力的大小都对灾情有重大影响. 文章还给出了全面考虑各影响因子作用的白灾成灾综合指数.

**关键词:** 白灾 积雪 综合指数

冬天, 在我国北方牧区, 如果降雪量大, 积雪过厚, 牧草被大雪掩埋, 大批牲畜会因吃不到草, 冻饿而死, 这就是牧业上的“白灾”. 然而多大降雪量会导致白灾发生, 至今还没有一个适用的灾情判别标准. 最早人们用雪深来衡量白灾情况, 从 80 年代起, 开始用积雪深度和积雪持续时间反映白灾<sup>[1]</sup>, 也有人注意到牧草状况与成灾的关系<sup>[2]</sup>. 事实上, 白灾的灾情不仅与积雪深度、积雪持续时间有关, 还与牧草的丰歉、降雪出现时间的早晚以及畜群身体状况、草场载畜等有关. 要客观地反映白灾的情况, 必须综合考虑这些与白灾成灾有关的因素.

## 1 成灾施与因子<sup>[3]</sup>

大量降雪是白灾的起因, 但是如果降雪很快融化, 没有积雪是形不成白灾的. 实际上也不是有积雪就有白灾, 锡林郭勒盟牧业气象试验站的观测表明, 在干草原牧场, 5 cm 以下的积雪可使绵羊体重下降减缓<sup>[4]</sup>. 可见积雪不深时, 有利于家畜保膘. 据中国牧区畜牧气候区划科研协作组调查, 只有积雪深度达到一定程度才能形成白灾<sup>[5]</sup>.

分析表明, 积雪一是掩埋牧草, 减少家畜的可采食量; 二是增加家畜采食时的行走困难, 从而增加体能消耗. 当放牧的家畜在采食过程中所消耗的体能大于进食的能量补充时, 即发生白灾.

## 2 环境的影响作用

(1) 草情 积雪掩埋草场造成家畜采食困难形成白灾, 所以牧草状况对灾情也有重

\* 本工作由内蒙古科委项目资助.

1996-05-07 收到, 1996-07-15 收到再改稿.

大影响。同样的积雪，牧草长得好，出现白灾的可能性就小。牧草越差，出现白灾的可能性越大。

(2) 膘情 入冬后，由于气温降低，家畜必须把摄入的营养物质的一部分用于发热，才能维持一定的体温。如果草量不足，家畜就要消耗体内的贮存，从而使体重减轻，出现“掉膘”(图1)，掉膘会使牲畜的抗灾能力降低。

(3) 草场载畜量 天然草场的牧草产量是有限的。如果草场载畜量过大，遇灾时必然加重灾情。

(4) 白灾的主要成灾期 日平均气温在 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下时，积雪可以保存相当长的时间；若日平均温度达到 $0^{\circ}\text{C}$ 以上，积雪就会很快融化，很少成灾。因此，温度稳定在 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下的时期，是白灾的可能发生期或预警期。

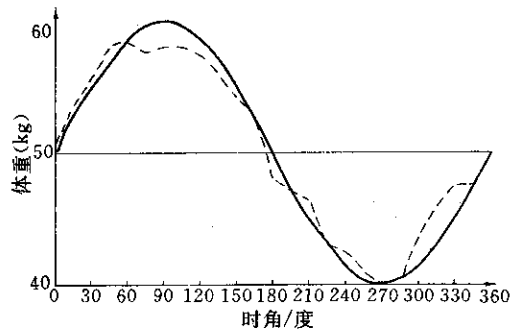


图1 绵羊体重年变化曲线(虚线)及拟合曲线(实线)(横坐标时角从8月份算起)

### 3 承灾能力

(1) 家畜体况条件 各类家畜的生理特点不同，体能各异，因此在遭受白灾危害的时候，承灾能力不一样。据观测，在正常放牧时，家畜采食的举步高度：马为 $10\sim 15\text{ cm}$ ，牛为 $8\sim 12\text{ cm}$ ，羊为 $5\sim 6\text{ cm}$ 。当积雪的深度超过家畜正常采食的举步高度时，家畜的体能消耗便要增加。在各类家畜中，行动最先受到积雪影响的是羊。但从破雪采食的能力看，马会刨雪啃食雪下的牧草，抗灾能力最强，羊仅次于马，而牛最差。就综合情况看，将羊的体能作为各类家畜的代表是合适的。

(2) 人工补饲条件 舍饲的家畜几乎不受白灾的影响。对在草场上放牧的家畜，如果在入冬前储备一定数量的草料，并在遭受白灾危害时及时进行补饲，也可以大大减轻灾情。

### 4 白灾指标的探讨

(1) 致灾力 成灾施与因子是成灾的主动原因，而环境的影响对灾情又有着抑制和增扩作用，这两者的综合作用就是致灾力。因此，我们把致灾力定义为：

$$F = \frac{\bar{H} - 6}{kQ/N} \quad (1)$$

式中 $\bar{H}$ 是评价期平均积雪深度(cm)，6 cm是不影响家畜出牧的积雪深度， $k$ 是入冬后家畜膘情随时间的变化系数， $Q/N$ 为单位面积羊单位占有的牧草量，或“相当牧草高度”(cm)。

为了方便起见，假设各类草场上的载畜量与其牧草量是相适应的。即在一般情况

下,草场上的牧草量能够保证牲畜安全过冬,过冬牲畜的损失完全是受灾引起的.这时,只要考察积雪对家畜正常采食活动限度内牧场上可供采食的草量的影响即可.于是

$$F = \frac{\bar{H} - 6}{k\rho q} \quad (2)$$

式中  $\rho$  是牧草的相对高度系数,  $q$  是牧场的单位面积产草量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ).

将入冬后家畜膘情的变化用时间函数表示(见图1). 设入冬时家畜的膘情为1, 冬末的剩余率为60%, 则膘情的变化系数为:

$$k = [1 + 0.6 + (1 - 0.6)\cos\beta]/2 \quad (3)$$

式中  $\beta$  为评价时的时角(11月1日  $\beta=0^\circ$ , 4月30日  $\beta=180^\circ$ ).

对于牧草产量的问题,很多人都做过研究. 研究发现,牧草的产量除了与各牧场的土质及适生牧草的品种有关外,主要是由牧草生长季节的水、热、光照等气象条件决定的<sup>[6][7]</sup>. 内蒙古农牧业气象中心应用水热等气象条件与牧草产量建立回归方程,对初冬时的牧草量进行预测,已成功地投入了业务应用. 其方程为:

$$q = a_0 + a_1R_1 + a_2R_2 + a_3T \quad (4)$$

式中  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  是回归系数,  $R_1$  是头一年9月中旬至本年5月的降水量,  $R_2$  是今年6至7月的降水量,  $T$  是今年6月份的积温.

观测表明,牧草的产量与高度存在着一定的相关关系. 北方草地上的牧草径粗与草高之比值一般为1/130至1/180,平均取为1/150. 以半干旱草地的植被覆盖率为40%,则1  $\text{hm}^2$  牧草的草高相对系数可取为:  $\rho=0.02 \text{ cm}/\text{kg}$ . 由式(4)及  $\rho$  值可求得入冬时的牧草高度  $\rho q$ . 再由式(3)得到膘情变化系数  $k$ , 根据式(2)即可算出致灾力  $F$ .

(2) 最短显灾时间与承灾力 据调查在遭受白灾时,牲畜受困完全吃不到草,第5天老弱病畜开始死亡,第7天一般牲畜开始死亡,到第10天大部分牲畜开始死亡. 因此,白灾的最短评价时间可暂定为旬. 若受灾后还能吃到一定数量的草,则牲畜死亡的开始时间将明显后延. 所以补饲是抗御白灾的有效办法. 牧群所能维持的补饲率  $S$  代表承灾力,即:

$$S = f_0/D \quad (5)$$

式中  $f_0$  是实际补饲量,  $D$  是最小不致死的补饲量.

(3) 白灾成灾综合指数 白灾的成灾情况应该是致灾力与承灾力之差. 即:

$$B = \sum_{i=1}^n F_i - \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n (\bar{H}_i - 6)/k\rho q - \sum_{i=1}^n f_0/D \quad (6)$$

式中  $n$  为积雪持续的旬数.

由式(6)可知,白灾是由综合致灾力和承灾力共同决定的. 综合致灾力与积雪深度成正比,与单位面积牧草产量成反比,与膘情成反比;在草雪比不变时,后冬( $\cos\beta < 0$ )比前冬( $\cos\beta > 0$ )易成灾. 而且达到致灾深度以上的积雪持续的时间越长,灾情越重.

实践表明,当  $F \geq 0.3$  便出现了白灾“灾险”. 此时若不及时补饲,就有灾情露头. 在当前牧区靠天养畜为主的生产力条件下,当  $F \geq 0.5$  时,一般都有灾情发生. 若  $F \geq 1.0$  时,就会出现严重灾情.

## 5 应用效果

由于补饲量资料不易取得,直接计算白灾成灾指数常遇到一定的困难.考虑到我国北方广大牧区至今仍主要是靠天养畜,承灾能力是有限的,所以我们可以仅用综合致灾力代替综合指数.表1列出了内蒙古正镶白旗1960~1980年主要白灾年的家畜损失和几个白灾指标,可以看到综合致灾力与灾情有很好的对应关系,是仅用积雪深度和积雪持续时间指标所无法比的.例如,据正镶白旗抗灾办记载:“1977年初冬,积雪14 cm,但灾轻.而1967年后冬,积雪11 cm,灾重”.这个现象如果仅考虑积雪深度或同时考虑积雪时间都是解释不清的,而综合致灾指数却把灾情后者大于前者的现象表现清楚(表1).对于同等积雪深度之下,有的年份发生白灾,有的年份不发生白灾,过去也很难说清,而应用综合致灾力,由于草情的差别,或因显灾时间的差别,使综合指数表现出明显的差异,指出灾情的不同.

表1 正镶白旗主要白灾年的家畜死亡率及几个指标的比较

年份	最大积雪深度 (cm)	深雪出现时间 (月)	连续积雪日数 (日)	牧草单产 (kg/hm <sup>2</sup> )	致灾力	家畜损失率 (%)
1960~1961	12	3	94	1203	0.52	10.1
1961~1962	13	12	143	1059	1.10	29.2
1967~1968	11	2	132	1170	0.87	16.7
1971~1972	12	3	108	1146	0.50	8.2
1977~1978	14	11	151	1200	0.76	10.9
1980~1981	13	2	106	810	1.62	30.9

利用锡盟7个站30年的灾情资料,用积雪深度( $H$ )、积雪深度和积雪时间距平( $HB$ )与用综合指数法的白灾评定结果进行了对比.结果发现,在雪深15~20 cm的范围内,用 $H$ 法定灾不够准确,而用 $HB$ 法能够准确地定灾.在雪深9~15 cm范围内,用 $HB$ 法定灾不够准确,而综合指数法却能准确判定是否有灾.表2列出各种方法相对雪深的判别精度.

表2 几种白灾评价方法的精度比较

评价方法	主要因子	计算公式	相对于雪深的评价精度(%)		
			>95	50	不可定
$H$ 法	积雪深度	$H$	>20	15~20	<15
$HB$ 法	雪深和积雪时间	$(\Delta H + \Delta T)/2$	>15	9~15	<9
综合指数	草、雪、畜况	$\Sigma(H-6)/kpg$	>8	6~8	

从表1和表2可以看出,综合指数法判别成灾与否的精度最高.该方法反映的影响因子虽多,却全部属于常规气象资料,容易获得.

综合指数不仅评灾精度高,而且在秋季就可以根据对当年的牧草产量预测和各地的积雪气候值,对白灾进行预警,便于早作防灾准备.入冬后,还可进一步根据实时草雪资料进行灾情的监测和预警服务.这是其他白灾评价方法所不具有的优势.

今后,如果能够掌握补饲资料,则综合指数的定灾精度还可进一步提高.

### 参考文献

- 1 董绍颜. 内蒙古地区黑白灾标准及其气候特点的分析. 内蒙古气象, 1981, (3): 25~28.
- 2 游直方, 吴庆珍, 宋岚侠. 锡林郭勒盟白灾气象指标和规律. 畜牧气象文集. 北京: 气象出版社, 1991. 118~121.
- 3 王鹏飞. 灾害学研究杂论. 空军气象学院学报, 1991, 12(2): 18~25.
- 4 杨志华. 放牧绵羊的膘情变化与气象条件的关系. 畜牧气象文集. 北京: 气象出版社, 1991. 115~117.
- 5 中国牧区畜牧气候区划科研协作组. 中国牧区畜牧气候. 北京: 气象出版社. 1988. 139~144.
- 6 李 博, 任志弼, 史培军. 中国北方草地畜牧业动态监测研究(一). 北京: 中国农业科技出版社, 1993. 98~116.
- 7 张 林, 王长根, 郭友三. 内蒙古不同草原生态气候型的分析研究. 内蒙古气象, 1992, (6): 8~17.

## SYNTHETICAL INDEXES OF THE DISASTER OF SNOW COVER

Gong Deji

(Inner Mongolia Climate Center, Hohhot 010051)

Hao Muling

(Inner Mongolia Agrometeorology Center, Hohhot 010051)

### Abstract

By analysing the main factors of snow damage, it is known that the snow cover burying the fodder grass is the most important disaster-causing factor, and other factors such as the depth of snow cover, a good or bad yield of grass, the physical condition and head of live-stocks feeding on grass farm, the duration of snow cover are also associated with the extent of snow disaster. Therefore, a synthetical index of snow disaster is proposed.

**Key words:** Snow damage    Snow cover    Synthetical index