

内蒙古牧区黑、白灾监测模式及等级指标的研制*

李友文 刘寿东

(内蒙古自治区农牧业气象中心, 呼和浩特 010051)

提 要

文章从草地-家畜-大气系统出发, 分别选用可引发黑、白灾的主要因子(连续无积雪日数、可能发生期、最大积雪深度、积雪持续日数)和基本因子(家畜抗灾能力指数、冬前牧草平均高度), 建立了黑、白灾监测模式; 并通过对比分析黑、白灾评判系数与家畜表现特征及放牧情况, 确定了黑、白灾等级指标。检验结果表明监测模式和等级指标均具有很好的稳定性和实用性。

关键词: 黑白灾 可能发生期 评判系数 等级指标

引 言

黑灾(或称渴灾)和白灾(或称雪灾)是发生在牧区冬春季节的两种主要气象灾害。黑、白灾的发生及其危害程度除与天气气候条件有关外, 还与草场类型、家畜种类、牧业年景以及家畜经过长期的不同生态条件下的适应性锻炼所形成的综合抗灾能力, 即生产力水平和承灾基础有关^[1-8]。资料分析表明, 历史上内蒙古自治区家畜几次大的减少, 均为黑灾或白灾所致。

黑、白灾指标是区分成灾与否及其危害程度的重要依据, 游直方^[9](1980年)、董绍颜(1981年)先后提出了黑白灾指标及划分。国家气象局1993年编定实施的《农业气象观测规范》^[10], 虽然从草场类型、积雪深度、积雪掩埋牧草和家畜受害情况方面对白灾等级指标作了明确的定性规定, 但由于仍未考虑家畜年际和年内抗灾能力等因子的影响作用, 所以还存在不易进行时空性比较的缺陷。为此宫德吉等^[11](1997年)又提出了白灾成灾综合指数。本文针对以上不足, 考虑到家畜的畜种结构和致灾因子的持续性及突发性特点对确定等级指标不同作用的影响, 以及业务的使用效果, 通过黑、白灾评判系数与家畜的表现特征及放牧情况的对比分析, 分别对黑、白灾的等级指标作了进一步确定。

1 黑、白灾监测模式的建立

1.1 资料

牧草生育状况、牧草产量取自内蒙古呼伦贝尔盟、锡林郭勒盟、伊克昭盟、阿拉善盟牧业气象试验站, 以及额尔古纳市、巴雅尔吐胡硕、镶黄旗、察哈尔右翼后旗8个牧业气象基本观测点1983~1993年11年的资料。气象资料取自相应站点建站至1993年的气象观

* 1999-07-13 收到, 1999-12-21 收到再改稿。

测资料. 灾情资料取自《内蒙古自治区统计年鉴》等有关文献.

1.2 家畜抗灾能力指数

家畜抗灾能力的强弱, 主要取决于入冬时的膘情基础和牧业冷季(候平均气温稳定低于 -5°C 时段)家畜的膘情变化情况, 因此家畜的抗灾能力可由年际(入冬时膘情)和年内(冷季膘情变化)两部分组成.

关于家畜年际抗灾能力, 考虑到家畜入冬时的膘情状况直接与当年牧草生长季的牧草长势有关, 因此可用不同草地类型多年牧草籽实成熟期的草地平均产草量和当年产草量来构造年际抗灾能力指数, 即:

$$W_r = y/Y \quad (1)$$

式中, W_r 为家畜年际抗灾能力指数; y 为当年牧草单位面积产草量(kg/hm^2); Y 为多年牧草单位面积平均产量(kg/hm^2).

家畜年内的抗灾能力, 若假定在整个牧业冷季, 家畜的生存环境和必需的饲草(料)通过棚舍建设和人工补饲等保护性措施可得到充分满足时, 家畜膘情基本保持不变, 则年内抗灾能力也将会相应地保持不变. 实际上, 放牧家畜在不利的的气候条件和营养不足等恶劣环境条件影响下, 家畜膘情随着时间的推移在逐渐变差时, 其抗灾能力也将会变得越来越弱; 而家畜膘情的改变又与自身体重的变化直接有关. 为此, 本文引入了文献[1]中关于绵羊体重变化的研究成果, 对家畜年内抗灾能力指数作了如下表证, 即:

$$L_w = G(n)/G_{\max} \quad (2)$$

式中, L_w 为家畜年内的抗灾能力指数; $G(n)$ 为牧业年度不同时段绵羊体重的估算值($\text{kg}/\text{只}$); G_{\max} 为年内绵羊体重的最大估算($\text{kg}/\text{只}$).

1.3 黑、白灾监测模式

(1) 黑灾监测模式 由于表现黑灾形成的主要特征, 是降雪持续偏少或无降雪及连续性无积雪, 因此黑灾监测模式可表示为:

$$S_b = D_n/[W_r L_w (D_a - D_n)] \quad (3)$$

式中, S_b 为黑灾评判系数; D_n 为连续无积雪(积雪深度 $\leq 1\text{mm}$)日数; W_r 为家畜年际的抗灾能力指数; L_w 为家畜年内的抗灾能力指数; D_a 为黑灾发生区域内可能发生期的日平均气温稳定低于 0°C 时期的最长日数(即 $D_a = 170$, 为内蒙古牧区气象台站的最大值).

因为 $(D_a - D_n)$ 是黑灾所危害程度的时间变量项, 可见连续无积雪日数越长, 黑灾的危害程度也将越重; 而黑灾的发生及危害程度与家畜抗灾能力的强弱有关, 所以 W_r 和 L_w 的乘积与 S_b 成反比关系.

(2) 白灾监测模式 由于表现白灾形成的主要特征是降雪过多而引起积雪掩埋草场过深或持续时间过长, 因此白灾监测模式可表示为:

$$S_d = H_s D_s / (W_r L_w H_g \Delta D) \quad (4)$$

式中, S_d 为白灾评判系数; H_s 为最大积雪深度(cm); D_s 为积雪持续时段的日数和; H_g 为入冬前草场的牧草平均高度(cm); ΔD 为日平均气温稳定低于 0°C 日数.

因为相对于 ΔD 不同监测时段的积雪持续时间越长, 积雪深度受阶段性回暖气温(和其它非确定因素)影响而不断消融的可能性也会越大, 因此 ΔD 与 S_d 成反比关系; H_s 和

D_s 的乘积与 S_d 成正比关系, 表明积雪越深、积雪持续时间越长, 则白灾危害越重; H_g 和 W_r 及 L_w 的乘积与 S_d 成反比关系, 表明入冬前的牧草越高, 被积雪掩埋的可能性也越小和家畜的综合抗灾能力越强, 则白灾危害越轻. 反之, 上述作用结果则相反.

2 黑、白灾等级指标的确定

2.1 黑灾等级指标

家畜采食量与饮水量密切相关. 当家畜饮水不足或出现极渴状态时, 家畜体内因缺水而引起一系列的不适反应即导致了黑灾发生. 黑灾会使家畜在行为上表现出觅食性变差和因体内的新陈代谢失调引起消化机能变差而出现掉膘. 黑灾的危害程度因家畜耐渴能力的差异也各不相同. 有资料表明, 反刍类动物体内的含水量若保持在其体重的 50% ~ 85%, 即可维持生命的正常活动. 据此, 经对比分析得出, 当黑灾评判系数 < 0.15 , 一般不会发生黑灾; 当黑灾评判系数为 $0.15 \sim 0.35$, 部分家畜觅食性变差, 掉膘较明显; 当黑灾评判系数为 $0.36 \sim 0.65$, 因放牧困难, 且牛、马大家畜掉膘明显, 即需要转场到有积雪或有饮水地方放牧, 进行抗灾保畜; 当黑灾评判系数 ≥ 0.66 , 则无法放牧, 此时家畜已处于极渴状态, 体质十分虚弱, 掉膘也最严重, 若不采取措施积极补救, 甚至会出现母畜流产、疫病流行及家畜大量死亡. 所以, 黑灾等级可确定为轻黑灾、中黑灾、重黑灾三级, 具体指标如表 1 所示.

表 1 黑灾等级指标

黑灾等级	黑灾评判系数	家畜表现特征及放牧情况
轻黑灾	$0.15 \sim 0.35$	部分家畜觅食性变差, 掉膘较明显
中黑灾	$0.36 \sim 0.65$	放牧困难, 牛、马等大家畜普遍明显掉膘, 需要转场放牧
重黑灾	≥ 0.66	无法放牧

2.2 白灾等级指标

实践表明, 白灾的形成及其危害程度还取决于不同家畜的形体结构(腿部下肢的长短)和觅食习性(啃食或拨食), 以及不同草地的牧草高度等主客观条件, 因此白灾等级指标的确定, 还应进一步从家畜的破雪采食能力来考虑. 经对比分析得出, 当白灾评判系数 < 0.31 , 一般不会对家畜的放牧采食产生不利影响; 当白灾评判系数为 $0.31 \sim 0.50$, 影响牛的放牧采食; 当白灾评判系数为 $0.51 \sim 0.80$, 影响牛、羊的放牧采食, 牛、羊开始掉膘, 对马影响尚小; 当白灾评判系数为 $0.81 \sim 1.30$, 家畜放牧采食普遍受到影响, 掉膘明显或部分家畜死亡; 当白灾评判系数 ≥ 1.31 , 因无法放牧而导致家畜严重掉膘, 也极易出现母畜流产和疫病流行, 甚至家畜大量死亡.

所以, 白灾等级可确定为轻白灾、中白灾、重白灾和特大白灾 4 级, 具体指标如表 2 所示.

表 2 白灾等级指标

等 级	评判系数	家畜表现特征及放牧情况
轻白灾	$0.31 \sim 0.50$	影响牛的放牧采食, 对羊的影响尚小, 对马放牧无影响
中白灾	$0.51 \sim 0.80$	主要影响牛、羊的放牧采食, 对马影响尚小
重白灾	$0.81 \sim 1.30$	家畜放牧普遍受影响, 掉膘明显或部分家畜死亡
特大白灾	≥ 1.31	因无法放牧, 导致家畜严重掉膘、疫病流行甚至大量死亡

另外考虑到突发性白灾, 如牧民称之为“铁雪”的灾害, 即昼间气温回暖出现积雪表面

融化, 夜间气温降低出现积雪表面凝结成冰壳, 或积雪中夹有冰层, 极易造成偶蹄目家畜的蹄趾间或冠部破坏失血等机械性损伤而引起行动困难甚至死亡的实际情况, 又确定了白灾辅助指标. 通过 1977 年锡林郭勒盟特大白灾期间, 北部牧区东乌珠穆沁旗、西乌珠穆沁旗、锡林浩特市、阿巴嘎旗境内与南部正兰旗 10 月下旬的逐日平均气温、逐日最高气温、逐日最低气温、降水量和积雪深度的对比分析发现, 除东乌珠穆沁旗外, 其余 4 个测站在 10 月 26 日至 31 日出现连续性雨夹雪天气期间的日平均气温连续 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数, 正兰旗为 5 天, 而西乌珠穆沁旗、锡林浩特市、阿巴嘎旗则连续 6 天低于 0°C ; 逐日最高气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 日数正兰旗、锡林浩特市为 5 天, 而西乌珠穆沁旗、阿巴嘎旗仅出现在 28、29 日两天. 虽然时段内各地逐日最低气温均 $< 0^{\circ}\text{C}$ 、降水量达 10~20 mm, 但受气温变化的综合性影响, 锡林浩特市、阿巴嘎旗测站积雪深度已分别达 24 cm 和 23 cm, 且出现了明显的“铁雪”灾害, 致使这一带牧区的家畜灾情表现最重, 而正兰旗因几乎无积雪并未发生任何灾情.

因此可以认为, 形成“铁雪”必须具备以下 3 个条件, 即有稳定的积雪或积雪持续存在的温度条件; 有积雪融化的温度条件; 有积雪冻结的温度条件. 即当积雪表面融化或冻结的累积温度达到一定程度时, “铁雪”灾害才会形成. 经统计得出的白灾辅助指标为: 日平均气温 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$, 最高气温逐日累积值 $\geq 2.0^{\circ}\text{C}$, 最低气温逐日累积值 $\leq -8.0^{\circ}\text{C}$; 在白灾形成后的积雪表面, 白天融化夜间冻结, 凝结成冰壳, 则可造成偶蹄目家畜的蹄趾间或冠部破伤失血, 引起行动困难, 甚至死亡.

白灾辅助指标的使用, 即当白灾形成以后并且达到上述指标时, 可在原白灾评判系数基础上再加 0.30, 然后通过表 2 所列白灾等级指标进行评定.

3 黑、白灾等级指标评定效果检验

为便于计算, 文中对连续无积雪日数(D_n)、积雪持续时段的日数和(D_s)均以月时段进行统计, 并利用鄂温克旗、额尔古纳市、巴雅尔吐胡硕、锡林浩特市、镶黄旗、察哈尔右翼后旗 6 个站点 1983~1993 年的气象观测资料及相应的灾情资料, 对黑、白灾等级指标评定效果进行了检验.

(1) 黑灾等级指标评定效果

对以上站点用式(3)计算得出黑灾评判系数, 用表 1 所列黑灾等级指标评定后表明, 在以上冬季年份中的 1983~1984、1988~1989、1991~1992 年全区性黑灾发生年内的 37 个评定个例中, 经检验有 36 个个例与实际灾情相符, 准确率达 97.3%. 其中 1983~1984 年巴雅尔吐胡硕、锡林浩特市、镶黄旗、察哈尔右翼后旗入冬以后连续无积雪日数达 100 多天, 为严重黑灾发生年; 1988~1989 年巴雅尔吐胡硕、察哈尔右翼后旗入冬以后的连续无积雪日数也近 100 天, 1991~1992 年巴雅尔吐胡硕入冬以后的连续无积雪日数竟达 151 天, 均为严重黑灾发生年, 而 1988~1989 年锡林浩特市虽然连续无积雪日数仅有 39 天, 但受当年牧草歉年年景影响, 也同样是中黑灾发生年, 表明了牧草丰歉等基本因子对引发黑、白灾的重要作用.

(2) 白灾等级指标评定效果

对以上站点用式(4)计算得出白灾评判系数,用表2所列白灾等级指标评定后表明,在以上冬季年份所评定的185个白灾个例中,经检验有181个个例与实际灾情相符,准确率达97.8%。评定结果也同样表明了积雪持续日数和最大积雪深度对白灾形成的主导作用以及牧草高度等基本因子对白灾形成的重要作用。

(3) 黑、白灾等级指标应用效果

分别用式(3)、式(4)及表1、表2对内蒙古牧区1997~1998年度冬季进行了黑、白灾实时监测,得出呼伦贝尔盟新巴尔虎左旗西南部至新巴尔虎右旗南部、锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗至西乌珠穆沁旗北部一带的缺水草场从入冬开始持续发展成为中—重黑灾的评定结果,以及呼伦贝尔盟陈巴尔虎旗以北牧区从入冬开始形成的持续性轻白灾的评定结果,与实况完全吻合。

4 结束语

(1)用连续无积雪日数(D_n)、黑灾可能发生期的日平均气温稳定低于 0°C 时期的最长日数(D_a)、最大积雪深度(H_s)、积雪持续日数(D_s)等天气气候因子和入冬前牧草平均高度(H_g)、不同草地类型牧草籽实成熟期的产量(y)及多年牧草平均产草量(Y)生物因子构建黑、白灾监测模式具有很好的稳定性和实用性。

(2)为了反映家畜入冬前的膘情基础和入冬后的膘情变化及对补饲量的需求情况,文中根据“草旺畜壮,草衰畜弱”基本原理,提出家畜抗灾能力年际和年内之分,并以指数(W_r)与(L_w)的乘积来表示家畜的综合抗灾能力,从而大大提高了监测结果的合理性。

(3)利用家畜形体结构、生理特点、采食习性对黑、白灾发生及危害程度的不同影响来确定黑、白灾指标,具有明显的生物学意义。

(4)由于获得了良好的应用效果,因此所建模式和确定指标也对进一步规范实时业务标准和更好地指导服务,对研制气候条件对家畜生长发育及畜产品产量和质量影响的评价评估方法,具有一定的参考作用。

致谢: 本文得到樊锦召,周亮德先生的指导,在此谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 《畜牧气象文集》编委会. 畜牧气象文集. 北京: 气象出版社, 1991. 14~19, 115~127.
- 2 童绍颜. 内蒙古地区黑白灾标准及其气候特点的初步分析. 内蒙古气象, 1981, (3): 25~28.
- 3 吴鸿宾. 内蒙古自治区主要气象灾害分析. 北京: 气象出版社, 1990. 99~100.
- 4 王文辉. 内蒙古气候. 北京: 气象出版社, 1990. 88~94.
- 5 史培军, 湖涛, 王静爱, 等. 内蒙古自然灾害系统研究. 北京: 海洋出版社, 1992. 29~30.
- 6 王长根, 尤莉, 兰玉坤, 等. 内蒙古气候热点及对策研究. 北京: 气象出版社, 1997. 69~76.
- 7 包成. 黑白灾与各类牲畜生产的关系. 内蒙古气象, 1982, (3): 12~14.
- 8 戴艳杰, 刘寿东. 内蒙古自治区畜种结构生态模式的研究. 内蒙古气象, 1996, (2): 21~23.
- 9 游直方. 冬季牧场白灾和黑灾的气象指标. 内蒙古气象, 1980, (5): 1~5.
- 10 国家气象局. 农业气象观测规范(上卷). 北京: 气象出版社, 1993. 183~186.
- 11 宫德吉, 郝慕玲. 白灾成灾综合指数的研究. 应用气象学报, 1998, 9(1): 119~123.

**A STUDY OF MODELS FOR MONITORING WINTER DROUGHT
AND HEAVY SNOW AND THE DETERMINATION OF GRADING
INDEXES IN THE ANIMAL HUSBANDRY AREA OF THE
INNER MONGOLIA AUTONOMOUS REGION**

Li Youwen Liu Shoudong

(Inner Mongolia Center for Agricultural and Animal Husbandry Meteorology, Hohhot 010051)

Abstract

Based on the grassland-livestock-atmosphere system analysis, monitoring models for winter drought and heavy snow were established. Some primary factors (such as continuous snow-free days, possible incidence periods, maximum snow depth and continuous snow-covering days) and basic factors (such as the stress-resistance index of livestock and the average depth of mixture grass before winter) are selected in building the models. Grading indexes for the disasters were determined according to appraisal coefficients, livestock's performance and grazing condition. The verifications show that both the monitoring models and the grading indexes could be put to practical use.

Key words: Winter drought and heavy snow Possible incidence period Appraisal coefficient Grading index