

内蒙古草原蝗虫大暴发的气象条件及预警

陈素华¹ 李警民²

(1 内蒙古自治区气象局生态与农业气象中心,呼和浩特 010051; 2 内蒙古自治区商都县气象局,商都 013450)

摘要 通过分析 40 年来内蒙古草原蝗虫大暴发的气象条件,发现:夏、秋季干旱和冬暖,蝗虫越冬卵的成活率高,冬季积雪对蝗卵具有保护作用,晚春的大幅度降温会导致蝗虫死亡率较高;春雨多和升温平稳能提高蝗卵孵化率;蝗卵胚胎发育期出现强降温,可明显降低蝗虫的出土率;蝗蛹期怕寒潮和强霜冻,一旦进入 4 龄期以后,蝗虫便具有了自主躲避外界不利条件的能力;越冬卵、胚胎发育阶段及蝗蛹 3 龄期以前的气象条件,对蝗虫的大暴发有重要的影响,可据此对蝗灾进行预警。

关键词 草原蝗虫 气象条件 蝗灾预警

引言

蝗灾是内蒙古草原的主要灾害之一。2000 年内蒙古受到蝗虫危害的草地面积达 $800 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上,2004 年超过 $1000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。危害的区域差不多整个内蒙古大草原,尤以中东部地区危害最重。近数十年来人们对草原蝗虫进行了大量研究,这些研究大多以生物学和草原学为主,其中包括对草原蝗虫的组成与结构变化的研究、蝗虫栖境选择的生态学原因和草地蝗虫发生的生态环境条件分析、草原蝗虫成灾原因及防治技术等。事实上,气象条件对草原蝗虫的发生与成灾影响很大,本文通过对此问题的研究,对蝗灾预警作一些初步探讨。

1 内蒙古草原蝗灾发生基本情况

我国有蝗虫 252 属 800 余种,其中内蒙古草原上有 168 种^[1]。不同的蝗虫有不同的嗜食植物,如宽须蝗喜食禾本科植物,鼓翅皱膝蝗喜食菊科、百合科、蔷薇科植物,白边痲蝗主要危害冷蒿、羊草、针茅、赖草等,亚洲小车蝗喜食羊草、隐子草、针茅、冰草等^[2]。蝗虫的适应性很强,当某一草场不能满足其取食时,它们会迁移到其他草场或农田继续危害。

长期以来,内蒙古蝗灾记述都很粗略,图 1 所示的蝗虫发生面积是依据内蒙古自治区植保站对过去

50 多年各地蝗虫侵农危害报告资料统计做出的。

从图 1 中可以看出,蝗虫的主要发生年及蝗灾消长的某些变化趋势和特点。在 20 世纪 50 年代,蝗虫并不是内蒙古的主要虫灾,最大发生面积仅为 $8 \times 10^4 \text{ hm}^2$,60 年代最大发生面积是 $14 \times 10^4 \text{ hm}^2$,70 年代已呈现加重的趋势,最大发生面积达到 $45.32 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。此后即呈间歇性大发生,每年少者数万公顷,多者数十万公顷。1999~2006 年,受灾农田则一直保持在 $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上,2003~2006 年连续 4 年超过 $100 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。为了研究气候变暖与内蒙古草原蝗虫侵农面积之间的关系,在图 1 中给出了代表气候增暖的大于等于 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温曲线。结果表明,内蒙古草原蝗虫入侵农田面积与气候增暖之间,确实有着同步变化的特点。特别是 2000 年以后,草原蝗虫出现了大暴发的态势(表 1)。

观测表明,内蒙古草原蝗虫主要是活动在日平均气温稳定通过大于等于 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 的时段里,即 5~9 月,约为 120~140 天。依蝗蛹出土时间的早晚,可将其分为早期种、中期种和晚期种 3 类。早期种一般在 5 月上旬出土,中期种要到 6 月上旬才出土,而晚期种则在 6 月下旬至 7 月上旬出土。蝗虫出土后,一般要经过 4~6 个龄期,才羽化为成虫,再经过 15~20 天,开始交尾,然后产卵、死亡,其存活时间约为 90 天。事实表明,不论早期种还是晚期种,内

蒙古草原的热量条件,一年只能发生一代。

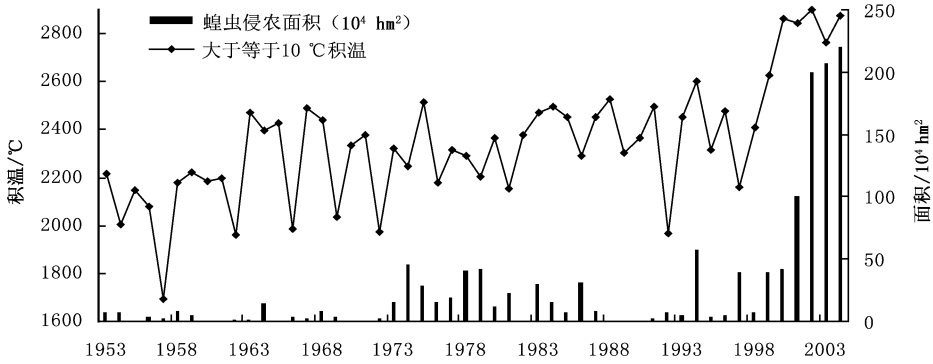


图 1 1953~2004 年内蒙古草原蝗虫侵农面积及大于等于 10 °C 积温曲线

表 1 1980~2004 年内蒙古部分盟市草原蝗虫发生面积

10^4 hm^2

	呼伦贝尔市		赤峰市		锡林郭勒盟		全区	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
1980~1984 年	14.2	9.2	12.8	6.2	<20	<15		
1985~1989 年	10.1	7.0	15.8	7.7	<20	<15		
1990~1994 年	3.8	2.1	19.0	9.8	<20	<15		
1995~1999 年	10.8	7.0	26.1	13.3	24.8	8.3	202.3	127.1
2000~2006 年	51.6	20.1	34.8	16.6	517.2	237.7	878.6	435.8

注: S_1 为危害面积, S_2 为严重危害面积。

2 影响蝗虫发生与成灾的气象条件分析

影响蝗虫发生的因素主要有蝗虫基数、气象因素、天敌数量及人类干预等。一般认为,蝗虫基数越大,第 2 年越易形成蝗灾。然而从内蒙古历年蝗虫危害的资料可以看出,蝗灾发生的连续性并不高。头 1 年蝗灾较轻,第 2 年蝗灾较重的情况常常发生,而头 1 年蝗灾较重,也并不意味着第 2 年蝗灾也较重。蝗虫基数并不是蝗虫大发生的决定因素。

蝗虫的一生经历卵、蝗蝻、成虫 3 个阶段。除成虫阶段抵御不利气象条件的影响能力较强外,卵及蝗蝻极易受到气象条件的左右,即气象因素对草原蝗虫的大发生往往具有重要的影响。

2.1 气温的影响

气温对蝗卵越冬的影响。蝗虫将卵产在地表以下 2.5~3.5 cm 的土壤中。受土壤层的保护,这些卵可以在 -30 °C 以上的低温下安全越冬^[3]。但是如果冬季过于严寒,越冬卵的冻死率增大,草原蝗虫大暴发的几率就会降低,即暖冬有利于蝗灾的发生。内蒙古草原蝗虫大暴发的 1974、1975、1978、1979、

1983、1994、1999~2004 年都是冬暖年,平均气温较常年偏高了 2~4 °C。

气温对蝗卵孵化的影响。春季低温对蝗虫的发生也有制约作用,尤其是进入孵化阶段的胚胎卵对低温更敏感。例如,1976 年是暖冬,4 月下旬受强冷空气影响,大部地区平均气温比常年偏低 3~4 °C,锡林郭勒草原最低气温均低于 -15 °C,此时正值胚胎发育阶段的蝗虫卵被大量冻死,以致该年蝗灾明显减轻(参见图 1)。同样的情况还发生在 1980 年。1980 年暖冬过后,4 月中旬连续出现两次强寒潮,各地气温较常年偏低了 4~6 °C,锡林郭勒草原最低气温达到 -15~-18.2 °C,成为该地历史同期的最低值,这一年草原蝗灾也较轻。由此可见,在蝗卵胚胎发育期,如果出现 -15 °C 以下的低温,则蝗虫的出土率将明显降低。

气温对蝗虫活动的影响。内蒙古草原蝗虫的生存温度是 0~40 °C, -5 °C 和 45 °C 是蝗虫的致死温度极限。内蒙古大部分地区气温日较差年平均达 14~16 °C。早期出土的蝗蝻,所经历的气温日变化区间是 0~3 °C 到 17~19 °C,常会受到终霜冻的威

胁。在内蒙古草原区 5 月下旬终霜才结束,某些可延至 6 月上旬^[4]。而此时,那些早中期出土的蝗蚬都还处于 3 龄期以前,在强冷空气袭来时,往往缺乏抗御能力而死亡。像 1962、1971、1981、1982、1987、1989、1992、1995、1998 年偏晚的终霜,都对草原蝗虫产生了较大的制约作用。所以终霜偏晚的年份,蝗虫大暴发的几率小。6 月以后,随着夏季的到来,蝗蚬逐渐羽化为成虫,它们已学会了在植株叶片下、背风处躲避风雨和骄阳。通常 4 龄以上蝗蚬对不利气候条件已具有了一定的抗御能力。此时,越冬历春成长起来的蝗蚬也到了显现其危害的阶段了。

2.2 降水的影响

国外关于北非和中东等地广泛出现的迁徙性沙漠蝗的研究结论是,降水越多,蝗蚬发生与成灾的可能性越大^[5]。我国历史上的大蝗灾则总是与旱和涝相伴。旱与涝孰更有利于蝗蚬的发生,主要看旱涝发生的时段。分析发现,在内蒙古草原,越冬期的蝗卵怕土壤过湿,而胚胎发育期的蝗卵却怕干燥。1975 年是典型的封冻前土壤过湿年,11 月上旬大部分地区雨量比常年偏多 2~8 倍,呼和浩特市偏多 12 倍。11 月中旬在土壤过湿的情况下,很快进入封冻期。地表层内被水膜包裹的蝗卵迅速出现结霜、结冰。虽然该年冬季气温比常年偏高 2℃ 以上,而且又是草原蝗蚬高发年,可是越冬卵的冻死率却较高,以致 1976 年草原蝗蚬密度明显降低。可见封冻前雨水过大,对蝗卵的越冬是不利的。另外夏秋季雨水大,对蝗卵也是不利的。因为蝗卵浸过水以后长时间留在暖湿的土壤中,极易发生霉烂,相反,干旱则有利于蝗卵越冬。在表墒为合墒和黄墒的土壤中,蝗卵不仅不易霉烂,而且抗冻能力明显提高,即使在 -35℃ 以下的低温中,也能安全越冬。资料表明,当内蒙古出现连年夏秋干旱的时候,草原蝗蚬都随之逐年增加,如 1971~1975 年。历史上,内蒙古地区总是旱蝗相伴,而且是先旱后蝗。这与干旱有利于蝗卵越冬不无关系。

春季情况却与此相反。随着气温升高和春风加大,土壤表层中的水分上蒸下渗,进入急速失墒期。而此时又正值蝗卵胚胎发育阶段,如果土壤过于干燥,含水量小于或等于凋萎湿度,那么与之接触的蝗卵便会发生“倒渗透”现象,导致蝗卵干瘪,影响蝗蚬出土。一般当土壤相对湿度小于或等于 30%,便会出现这种情况^[6]。内蒙古草原“十年九春旱”,土壤相

对湿度小于或等于 30% 的情况占相当大的比例。只有一些春季多雨的年份,如 1964、1975、1979、1983、1995、2000、2003、2004 年,才有利于蝗蚬的大面积发生。所以在内蒙古草原,只有春季才基本上是降雨越多,蝗蚬发生与成灾的可能性越大(图 2、3)。

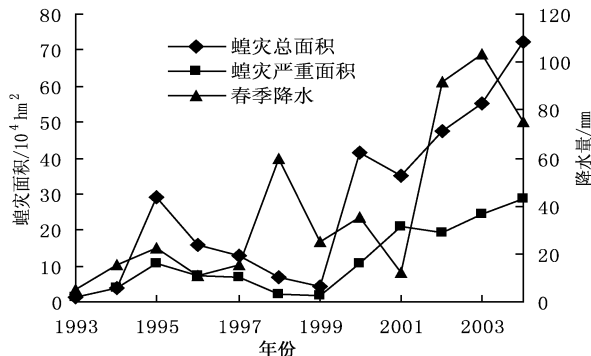


图 2 荒漠草原区春季降水量与蝗灾发生面积曲线

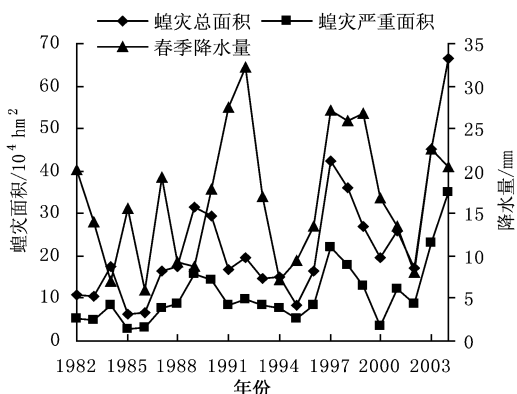


图 3 典型草原区春季降水量与蝗灾发生面积曲线

雪跟雨又有所不同。雪通过增加土壤湿度和“保温”作用来保护地下蝗卵越冬。1978 年内蒙古草原蝗蚬的大暴发,就是在 1977 年 10 月特大暴雪之后出现的。1986 年的蝗蚬大暴发,也与 1985 年冬季积雪及白灾有关。而蝗蚬出土期的晚春大雪,对蝗蚬却是致命的,因为融雪吸热,使地温长时期小于或等于 0℃,蝗蚬容易被冻死。1981 年 5 月中旬初和 1982 年 5 月中旬的大雪,都对草原蝗蚬起到了抑制作用。所以晚春的大雪不利于蝗灾发生,而冬季的大雪却有利于蝗灾发生。

3 蝗灾预警

草原蝗蚬不仅具有很强的适应能力,而且具有很强的繁殖能力,每只雌蚬平均产卵 100 粒上下,例如雏膝蝗、痲蝗等每只雌蚬平均产卵 3 块,每块含卵

25 粒左右,狭翅雏蝗等可产卵 12~13 块,每块含卵 10 粒^[6,7],因此只要气象条件和环境适宜,每年都存在着蝗虫大暴发的可能。气象条件是蝗虫发生与成灾的主要决定因素。

根据上述的综合分析,选取温度、降水、土壤相对湿度等做指标,可以对未来蝗虫的发生情况进行预警。蝗灾预警指数表达式为:

$$H_{CI} = \Delta T_1 + \Delta T_2 - E_1 + E_2 - h_1 + h_2 - \Delta T_s$$

式中 H_{CI} 代表蝗灾预警指数, ΔT_1 是 1 月气温距平, ΔT_2 是胚胎发育成熟期(4 月下旬至 5 月上旬)的气温距平, E_1 是秋季降水距平百分率, E_2 是冬季降雪距平百分率, h_1 是封冻前(10 月下旬至 11 月上旬)的土壤相对湿度, h_2 是胚胎发育期(4 月中旬至 5 月上旬)的土壤相对湿度, ΔT_s 是终霜期气温距平。 H_{CI} 越大,则蝗虫大暴发的可能性也越大。根据各地历年的相关气象资料及蝗虫发生情况,可以确定当地蝗虫发生的临界指标,并决定蝗灾的等级。

4 结论

(1) 冬季气温过低及封冰前土壤过湿会降低蝗卵越冬的成活率,冬季积雪能提高蝗虫卵成活率。

(2) 蝗卵胚胎发育成熟阶段出现的强降温或土

壤过分干燥能降低蝗蛹的出土率,否则有利于蝗蛹的出土。

(3) 蝗蛹 3 龄期以前出现强霜冻,或有积雪产生则对蝗蛹有杀灭作用。

(4) 3 龄期以后的蝗蛹对不利气象条件有一定的抵御力,气象条件对蝗虫发生的制约力变小。

参考文献

- [1] 能乃扎布. 内蒙古蝗虫[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社, 1999:9-21.
- [2] 康乐,李鸿昌. 内蒙古锡林河流域直翅目昆虫生态分布规律与植被类型关系得研究[J]. 植物生态学与植物学学报, 1989, 13(4):341-349.
- [3] 白音德力格. 蝗虫[G]//内蒙古自治区植保 50 年系列材料. 1999.
- [4] 陈素华, 宫春宁. 内蒙古草原气候特点与草原生态类型区域划分[J]. 气象科技, 2005, 33(4):340-344.
- [5] Meinzingen W F. A guide to migrant pest management in Africa [M]. Nairobi:General Prints Ltd, Kenya, 1993.
- [6] 昭那斯图, 石岩生. 内蒙古锡林郭勒草原上的蝗虫[J]. 内蒙古草业, 1995, 1(2):43-45.
- [7] 倪绍祥, 蒋建军, 王杰臣, 等. 青海湖地区草地蝗虫发生的生态环境条件浅析[J]. 青海草业, 2001, 10(2):38-41.

Meteorological Conditions and Prewarning of Grasshopper Plagues in Inner Mongolia

Chen Suhua¹ Li Jingmin²

(1 Inner Mongolia Ecological and Agricultural Meteorological Center, Huhhot 010051;

2 Shangdu Meteorological Bureau, Shangdu 013450)

Abstract: The meteorological conditions for grasshopper disasters from 1980 to 2004 in Inner Mongolia grasslands are studied. Results indicate that droughts in summer and fall and winter warming are advantageous to the survival of the overwintering grasshopper eggs, and the snow cover in winter can protect the eggs, but heavy snow at the end of spring would be fatal to grasshoppers. Rich rainfall in spring and gradually increasing temperature are favorable to the hatchability of grasshopper eggs. The emergence rate of nymphs can be reduced evidently when temperature drops strongly during the embryo and growth stages of eggs as nymphs cannot endure cold waves and heavy frost. After entering the fourth larval instar, grasshoppers begin to have the ability to avoid adverse conditions. The meteorological conditions before the growth stage of overwintering eggs and embryos and the third instar of nymphs have significant influence on the large-scale outburst of grasshoppers, and thus can be used as good indicators in the early warning of grasshopper disasters.

Key words: grasshopper, meteorological condition, prewarning, grasshopper plague