

# 温度变化对锡林郭勒草原蝗虫的影响

李红宇

(内蒙古自治区气象局, 内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘要:**文章分析研究了锡林郭勒草原不同季节温度变化对蝗虫卵的生存、孵化出土以及蝗蛹摄食和成长的影响。结果表明,秋季首次寒潮天气出现的时间越早,对蝗卵的影响越大,冬季低温能减少蝗虫卵的成活率,春季至夏初的温度升高,不仅提高蝗虫卵孵化率,而且能促进蝗蛹和初龄成虫的成活。

**关键词:**温度变化;蝗虫卵孵化;蝗蛹成长

中图分类号: S433.2;S431;S161.22;S152.8 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)专辑-0252-04

## Effects of Temperature Change on Xilingole Grasshopper

LI Hong-yu

(Inner Mongolian Meteorological Bureau, Huhhot 010051, China)

**Abstract:** The article studies the effects of season's temperature change in Xilingole grassland on locust ovum survival, hatch, larva feeding and growth. The result shows that more earlier of the appearance time of autumn first cold wave, more hurt to ovum; winter low temperature could increase ovum cold mortality; during spring to summer temperature increase, not only improve hatch rate, but also accelerate survive rate of larva and early imago.

**Key words:** Temperature change; Locust hatch; Larva growth

蝗虫属变温动物,其生长发育所需能量主要依靠从外界环境获得。温度对草地蝗虫的影响在其不同发育阶段有不同的作用。在秋天蝗虫将卵产在地表以下 2.5~3.5 cm 的草场中,受土壤层的保护在休眠状态下越冬。春季在一定的温度条件下,蝗虫卵的胚胎发育出土后形成蝗蛹。因此,秋季至翌年春季温度变化对蝗虫卵的越冬、孵化出土以及蝗蛹成长将产生重要影响。

### 1 秋季温度变化对蝗虫卵成活率的影响

以往很多专家从越冬期的环境条件对蝗虫卵死亡进行研究<sup>[1,2]</sup>,而秋季温度变化对蝗虫卵影响的报道很少。为了研究秋季温度变化对蝗虫卵的影响,本文利用苏尼特左旗和锡林浩特市越冬前后蝗虫卵量的调查资料与入秋后寒潮天气出现时间之间进行统计模拟,并采用 Pearson 公式计算相关系

数和 t 检验,结果发现,越冬后蝗虫卵的成活率与入秋后寒潮出现时间呈二次曲线形式,其方程为:

$$Y=7-0.0965X^2+4.2X \quad (\text{相关系数 } R^2=0.705,$$

方程通过 0.05 显著性水平检验)。

方程中 Y 为蝗虫卵的成活率, X 为入秋后寒潮天气出现时间,其变化曲线见图 1。

从图 1 可以看出,越冬前期寒潮天气出现越

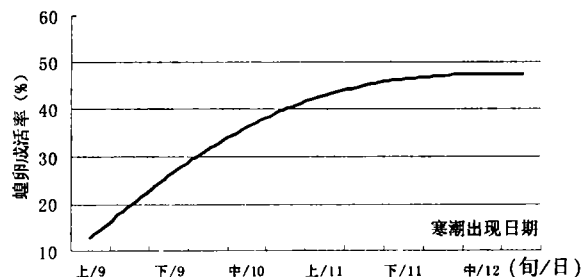


图 1 越冬前后蝗虫卵的成活率与入秋后寒潮出现时间的相关模拟图

Fig1. The simulation chart of ovum survival rate before and after over wintering period and the appearance time of autumn cold wave

收稿日期: 2006-10-15

基金项目: 内蒙古科技厅“十一五”科技攻关项目

作者简介: 李红宇 (1954—), 女, 内蒙古赤峰人, 高级工程师, 硕士研究生, 主要从事应用气象研究。

早,对蝗虫卵成活率的影响越大。尤其是在9月份出现寒潮的年份,蝗虫卵成活率远远低于11月份以后出现寒潮的年份。

锡林郭勒草原,8月到9月平均降温6~7℃,9月到10月降温7~10℃,10月到11月降温9~14℃。年际间降温形式差异很大,在平稳降温年份,为蝗虫卵逐渐适应温度的变化提供了时间,蝗虫卵成活率明显偏高,温度变化剧烈的年份,蝗虫卵的成活率偏低。分析发现,秋季如果冷空气势力较弱,首次寒潮天气出现偏晚,蝗虫卵经过长时间温度逐渐下降的锻炼,抵御低温的能力增强,致使冬季低温对蝗虫卵的影响程度降低,从而使蝗虫卵安全越冬的系数增加。如果秋季过早出现强寒潮天气,地面最低温度迅速降至0℃以下时,牧草刚刚黄枯不久,土壤湿度较高,地表层内的蝗虫卵被水膜包裹,未经历过低温锻炼的蝗虫卵,很快出现结霜、结冰现象而成批死亡,在这样的年份,尽管冬季极端地

面温度偏高,并有积雪覆盖,但蝗虫卵成活率仍然很低。可见,入秋后过早的出现寒潮或强冷空气天气,对蝗虫卵成活率的影响更大。

## 2 冬季温度变化对蝗虫卵成活率的影响

研究表明,经过秋季温度变化的锻炼,存活的蝗虫卵可以以休眠状态,在-30℃以上的低温下安全越冬<sup>[4]</sup>。在全球气候变暖的影响下,20世纪70年代以来,锡林郭勒草原出现持续性的暖冬年份,特别是在90年代,冬季的升温幅度更加明显。我们选用东乌旗、锡林浩特市和苏尼特右旗气象观测站作为代表,用最冷月1月份的平均最低和最高地面温度来说明温度的变化情况(表1)。

从表1中可以看出,冬季地面最低和最高温度增暖都是明显的。90年代与60年代相比,平均地

表1 冬季地面平均最低、最高温度变化情况

Tab1. Winter ground mean minimum and maximum temperature change (°C)

地区	温度	1961-1971	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2004	2001	2002	2003	2004
东乌旗	最低	-31.5	-29.7	-30.5	-30.3	-29.5	-36.3	-24.3	-29.1	-28.3
	最高	-8.6	-6.6	-7.6	-5.0	-4.2	-10.1	-3.1	-5.6	-4.2
锡林浩特市	最低	-30.2	-27.9	-28.4	-27.3	-26.6	-29.7	-21.9	-28.5	-26.1
	最高	-5.9	-3.9	-4.0	-3.3	-3.2	-5.5	0.7	-6.0	-2.4
苏尼特右旗	最低	-26.3	-22.8	-23.0	-23.1	-21.7	-23.9	-17.6	-24.3	-21.1
	最高	-4.7	-1.7	-0.7	-0.6	1.6	-2.1	6.7	-2.1	3.8

面最低温度升高了1.2~3.2℃,地面最高温度升高了2.6~4.1℃,而2001~2004年平均和90年代相比,4年间地面最低温度升高了0.7~1.4℃,地面最高温度升高了0.1~2.2℃。可以看出,地面温度尤其是地面最低温度更有加速上升之势,并且随着温度的升高,年际间地面温度波动幅度变小。

在地面温度历史变化中,大体可分为两个阶段,第一个阶段是1961~1985年,为温度低值期和年际间波动剧烈期,第二个阶段是1986至今,为温度波动式升高期。在第一个阶段最冷月份的平均最低地温基本在-20~-40℃之间摆动,即使某一时期气候条件适宜蝗虫生存,冬季的低温可对蝗虫越冬卵造成重大伤害,使其很难形成大的种群密度和范围,基本没有对草原造成危害;在第二个阶段随着气候变暖,地温持续走高,仅仅在极个别年份,最冷月份的地面温度达到-35℃以下,大部分年份已升至-30℃以上,不仅如此,冷空气势力越来越弱,一次性降温幅度达到10℃以上的天气难得一见。这样的温度变化正处于蝗虫生存的适宜

范围内,造成蝗虫种群不断膨胀,蝗灾频频发生,连续多年泛滥成灾。

1998年以前,锡林郭勒草原蝗虫发生面积尚不足30万hm<sup>2</sup>,1999年整个冬季冷空气势力较弱,地面温度持续偏高2~6℃,加上全盟发生特大雪灾,形成的冬雪保护层有利于蝗虫卵越冬,且雪水利于越冬卵的水分保持和土壤松软,更加有利于蝗虫卵安全越冬,到2000年夏季蝗虫在整个锡林郭勒草原暴发,危害面积达到617万hm<sup>2</sup>,严重危害面积为218万hm<sup>2</sup>,平均虫口密度为60~80头/m<sup>2</sup>,最高密度达到300头/m<sup>2</sup>,这不仅给草原生态环境造成严重影响,而且给以后草原蝗虫的持续暴发留下隐患。2001年整个冬季温度异常偏高,最冷月份的地面最低平均温度较60年代偏高8~9℃,较1971~2000年偏高5~7℃,当年蝗虫发生面积仍然达到666万hm<sup>2</sup>。2002~2004年暖冬气候仍在持续,蝗卵越冬死亡率极低。

从以上分析得出,冬季过于严寒,越冬卵的冻死率就会增大。所以在冷冬年不利于蝗灾的发生,

而暖冬年有利于蝗灾的发生。锡林郭勒草原蝗灾大爆发的年份都是暖冬年。

### 3 春季温度变化对蝗虫卵孵化出土的影响

图 2 所示 1995 年以来锡林郭勒草原 4~5 月份气温距平与蝗虫发生面积的变化曲线。通过相关统计和  $t$  检验,结果表明,春季 4~5 月份气温距平与蝗虫发生面积之间存在显著正相关( $P<0.05$ ),相关系数  $R$  为 0.632。即春季低温对蝗虫的发生有制约作用。最明显的是 1996 年,春季冷空气活动频繁,整个草原出现了“倒春寒”天气,平均气温达到  $3.5^{\circ}\text{C}$ ,较常年偏低约  $3^{\circ}\text{C}$ ,尤其是 4 月下旬最低气温达到  $-15.5^{\circ}\text{C}$ ,创同期历史最低值。此时正值蝗虫卵的胚胎发育阶段,胚胎卵被大批冻死,以致该年蝗虫发生面积是 20 世纪 80 年代以来最少的一年。同样,1980 年 4~5 月份冷空气活动频繁,4 月中旬和下旬连续出现强寒潮天气,最低气温达到  $-18.4^{\circ}\text{C}$ ,较常年偏低了  $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,这一年草原蝗灾也较轻。由此可见,在蝗虫卵胚胎发育成熟之后,如果再出现  $-15^{\circ}\text{C}$  以下的低温,则蝗虫的出土率将明显降低。

在全球气候变暖的影响下,锡林郭勒草原 4~5 月份增温幅度仅次于冬季(表 2)。90 年代 4~5 月份

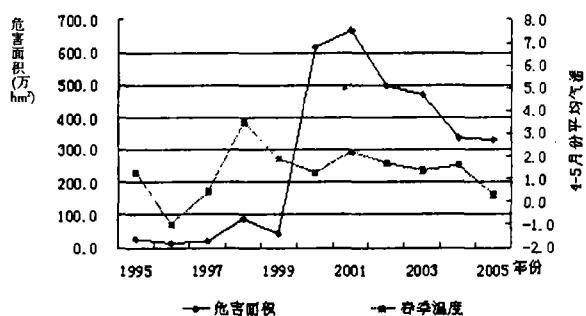


图 2 锡林郭勒春季 4~5 月份气温距平与蝗虫发生面积相关图

Fig2. Correlation chart of 4-5 month temperature anomaly and grasshopper occur area in Xilingole grassland

平均最低地面温度较 60 年代升高了  $0.4\sim 3.3^{\circ}\text{C}$ ,较 80 年代升高了  $0.1\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ ,而 2001~2004 年又较 90 年代升高了  $0.8\sim 1.6^{\circ}\text{C}$ 。增温一方面使越冬的蝗虫卵块很快达到孵化的积温,蝗虫的蝗蝻也就比常年出现的早,孵化率大幅度提高;另一方面,牧草返青期比常年早  $10\sim 20\text{ d}$ 。正当蝗蝻以及初龄成虫出现

的时候,返青的牧草不但大大的促进蝗蝻和初龄成虫的成活,也极大的提高了他们个体的发育质量,个体的良好的发育又造成下一代产卵量的增加,而产卵量又是越冬代种群数量增长的前提条件。

### 4 春末夏初温度变化对蝗蝻的影响

草原越冬蝗虫孵化出土,变为蝗蝻。锡林郭勒草原气候干燥,云雨天气少,而太阳辐射强,气温的日变化大,大部分地区气温日较差年平均达  $14\sim 16^{\circ}\text{C}$ ,所以,1~3 龄蝗蝻要经受体弱和终霜冻的威胁。由于锡林郭勒草原地处祖国北疆,是北方冷空气南下的必经之地。正常年份,5 月下旬终霜才结束,某些年份,终霜甚至延至 6 月上旬结束。而此时,那些早中期出土的蝗蝻都还处于 3 龄期以前,在强冷空气袭来时,往往缺乏抗御能力,成批死亡。所以终霜偏晚的年份,蝗虫大爆发的几率小。像 1962、1971、1981、1982、1987、1989、1992、1995、1998 年偏晚的终霜,都对草原蝗灾产生了较大的制约作用。

统计分析表明,气候变暖,锡林郭勒草原区蝗蝻成虫期最低气温基本呈现波动式上升趋势。本文仅以苏尼特左旗为例,苏尼特左旗在 90 年代中期以前,最低气温在  $5.0\sim 6.5^{\circ}\text{C}$  之间波动,90 年代后期已升至  $7^{\circ}\text{C}$  以上,2001~2004 年平均更达到  $8.4^{\circ}\text{C}$ ,较 50 年代升高了  $3.2^{\circ}\text{C}$ 。此期最低气温的升高,一方面更加接近蝗蝻生长所需的最适温度,另一方面最低气温在大部分时段达到  $2^{\circ}\text{C}$  以上,意味着地面最低温度在大部分时段  $>0^{\circ}\text{C}$ ,蝗蝻遭遇致死温度的几率越来越少。本文仅以历史上蝗灾发生最严重的 2000~2004 年为例(表 3)。

从表 3 可以看出,2000 年 4 月下旬最低气温  $<2^{\circ}\text{C}$  日数较历史平均少  $1.5\text{ d/a}$ ,5 月上旬少  $2.1\text{ d/a}$ ,5 月中旬开始全部  $>2^{\circ}\text{C}$ ,蝗蝻至成虫期基本没有遭遇致死温度,这也是 2000 年锡林郭勒草原蝗虫危害面积剧增的一个不容忽视的原因。据监测,2000 年不仅蝗虫数量巨大,而且个体发育非常好,个体的良好发育又造成秋季产卵量的增加,而产卵量的增加提高了越冬基数,累积了更多的虫源,这又为以后多年蝗灾持续爆发埋下隐患。2001~2004 年最低温度  $<2^{\circ}\text{C}$  日数尽管高于 2000 年,但仍然远远低于历史平均值,对蝗虫的生存构不成危害,蝗虫连续 4 年爆发成灾。由此可以看出,气候增暖,蝗蝻至成虫期气温  $<2^{\circ}\text{C}$  日数越少,地面最低温度达到 0

表 2 春季 4-5 月份平均地面最低温度变化情况

Tab.2 4-5 month ground mean minimum temperature change

站名	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2004
东乌旗	-4.1	-3.8	-2.6	-2.7	-1.1
锡林浩特市	-1.9	-2.5	-1.4	-0.8	0
苏尼特右旗	0.2	0.5	1.7	1.8	2.9

表 3 苏尼特左旗 4 月下旬至 6 月上旬最低气温<2 ℃日数

Tab.3 Days of minimum temperature under 2 ℃ during the last ten-day of April to the first ten days of June in Sunitezuoqi (d)

年份	下旬/4 月	上旬/5 月	中旬/5 月	下旬/5 月	上旬/6 月	合计
1950-1999 年平均	7.5	4.1	2.3	0.5	0.1	12.5
2000 年	6	2	0	0	0	7
2001 年	5	4	0	0	0	9
2002 年	4	1	0	0	0	5
2003 年	2	1	0	0	0	3
2004 年	4	3	2	0	0	9

℃以下的日数也越少,蝗蝻遭遇致死温度的威胁减小,给蝗灾的发生又创造了一个有利的环境条件。6 月中旬以后,蝗蝻也逐渐长大变为成虫,它们已学会了在植株叶片下、背风处躲避风雨和骄阳,自主躲避不利环境条件的能力不断增强。

5 结论

入秋后首次寒潮或强冷空气出现的越早,对蝗虫卵的威胁就越大。冬季-30 ℃低温能够加大蝗虫卵的冻死率。

在全球气候变暖的影响下,锡林郭勒草原区 4-5 月份增温幅度仅次于冬季。增温一方面使越冬的蝗虫卵块很快达到孵化的积温,蝗蝻也就比常年出现的早,孵化率大幅度提高;另一方面,牧草返青期比常年早,能促进蝗蝻和初龄成虫的成活。

蝗蝻至成虫期,最低温度的升高,地面最低温度达到 0 ℃以下的日数减少,更加适宜蝗蝻摄食与成长。

参考文献:

[1] 潘建梅.内蒙古草原蝗虫发生原因及防治对策[J].中国

草地,2002,24(6):66-69.

[2] 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].草业学报,2000,9(1):43-47.

[3] 陈永林.中国的飞蝗研究及其治理的主要成就[J].昆虫知识,2000,37(1):50-59.

[4] 许富祯,孟正平,郭永华,等.乌兰察布市农牧交错区亚洲小车蝗发生与防治[J].内蒙古农业科技,2005,(7):384-386.

[5] 刘家骧,等.内蒙古自治区农作物主要病虫 2001 年发生趋势分析[J].内蒙古农业科技,2001,(3):25-27.

[6] 宋忠恕,等.内蒙古自治区农作物主要病虫 2002 年发生趋势分析[J].内蒙古农业科技,2002,(2):4-6.

[7] 李万春,等.锡林郭勒草原蝗虫的防治对策[J].内蒙古农业科技,2004,(6):43-44.

[8] 赵军霞.农药的残留对环境的影响[J].内蒙古农业科技,2004,(增刊):57.

[9] 李笑硕,邢振彪,徐东.包头市蝗虫常见种类与综合控制措施[J].华北农学报,2004,19(专辑):74-77.

[10] 张润熙.察右前旗土蝗发生特点与防治措施[J].内蒙古农业科技,2001,(增刊):150-151.