

内蒙古锡林河流域典型草原狭翅雏蝗种群 动态与气象关系的研究*

王智翔 陈永林 马世骏

(中国科学院动物研究所, 北京)

摘 要

狭翅雏蝗是我国西北草原的重要害虫之一。在内蒙古锡林河流域典型草原, 其种群发生与气象因素有着密切关系。一般冬暖和6月干旱有利于其种群发生; 7—8月多雨及7月平均最低温度较高有利于提高种群存活率。

在强度放牧条件下, 在锡林河流域, 狭翅雏蝗主要发生地冷蒿群落和羊草群落, 由于小地形和下垫面性质不同, 具有不同的小气候条件。1984年的小气候观测表明: 在6月, 冷蒿群落土壤含水率低于羊草群落, 相应的前者狭翅雏蝗种群密度高于后者; 在7—8月, 冷蒿群落的温度、相对湿度以及温度和相对湿度的日变幅均低于羊草群落, 冷蒿群落对小气候的调节能力较羊草群落强, 冷蒿群落狭翅雏蝗的存活率高于羊草群落。

狭翅雏蝗 (*Chorthippus dubius*) 是我国内蒙古河西草原区的重要害虫之一 (马世骏, 1959), 主要分布于我国的东北、内蒙古、甘肃、青海一带 (夏凯龄, 1957; 印象初, 1982), 在大发生年, 对牧草的威胁较大, 1974—1975年在青海省海南藏族自治州贵南军马场等地曾使用飞机喷药防治 (金翠霞、吴亚, 1978)。在内蒙古典型草原区, 该蝗也是优势种之一 (李鸿昌、陈永林, 1985)。但是, 对狭翅雏蝗的研究却很少, 对其生态学的研究则尚未见报道。本文着重研究气象因素与其种群动态的关系。

人们很早就发现害虫大发生与气象条件有着密切的关系, 并对这一关系进行了广泛的研究 (Shcherbinovskiy, 1952; Andrewartha and Birch, 1954; 马世骏, 1957)。就蝗虫而言, 对其自然种群与气象因素关系的研究报道也有许多 (马世骏, 1958; Dempster, 1963; Uvarov, 1977)。但是, 这些研究所需的气象数据大多来自气象台 (站), 这些数据实际上代表了当地的地方气候, 却不能真正反映昆虫栖境的气象条件。真正对昆虫起作用的是小气候。

随着气象因素与昆虫种群动态关系研究的逐步深入, 人们对小气候的研究逐步增多, 对小气候的作用也给予了更多的重视 (陈常铭, 1954; 李光博, 1963; R·达若, 1972; Berridge, 1982)。但是, 对于草原植物群落小气候与昆虫种群动态的关系进行系统研究的则较少。

鉴于此, 我们选取了两种不同类型的草原植物群落作为研究对象, 采用统一的小气候观

* 本文所采用的1980、1981年狭翅雏蝗种群动态资料由李鸿昌同志提供, 1984年种群动态取样是与李鸿昌同志共同完成的, 在工作中, 得到了李鸿昌同志的大力支持和帮助, 特致衷心的感谢。

本文于1985年10月17日收到。

测方法, 对小气候值进行了连续观测记录, 通过两群落小气候对比, 分析两种小气候条件下的狭翅雏蝗种群动态, 探讨昆虫实际所经受的气候条件对其种群变动的影响。

一、研究材料和方法

1. 样地

在内蒙古自治区中部锡林格勒盟白音锡勒牧草中国科学院草原生态系统定位站, 即锡林河流域中部, 选择 3 种具有代表性的草原植物群落: 冷蒿 (*Artemisia frigida*) 群落, 羊草 (*Leymus chinensis*) 群落和大针茅 (*Stipa grandis*) 群落。其中冷蒿群落与羊草群落都处在强度放牧条件下。

冷蒿群落主要由冷蒿、苔草 (*Carex* sp.)、冰草 (*Agropyron cristatum*)、糙隐子草 (*Clistogenes squarrosa*)、星毛萎陵菜 (*Potentilla acaulis*) 等组成, 植被高度为 30—40 厘米, 盖度为 50% 左右, 样地面积 450,000 平方米, 海拔 1,200 米。

羊草群落主要由羊草、寸草苔 (*Carex duriuscula*)、大针茅、冰草、麻花头 (*Serratula centauroides*) 等组成。植被高度为 25—30 厘米, 盖度为 40% 左右, 样地面积 40,000 平方米, 海拔 1,300 米。

大针茅群落主要由大针茅、变蒿 (*Artemisia commutata*)、冰草、落草 (*Koeleria cristata*)、阿尔泰狗娃花 (*Heteropappus altaicus*) 等组成。植被高度 40—60 厘米, 盖度 30% 左右, 样地面积 40,000 平方米, 海拔 1,200 米。

2. 小气候观测

小气候观测点设在冷蒿样地和羊草样地内。以 DHM₂ 型机动通风干湿表观测气温与相对湿度; 以曲管地温表观测土壤温度; 以 DHJ 1 型毛发自记湿度计、DWJ1 型双金属自记温度计进行夜间观测。观测指标包括 150 厘米、20 厘米、2 厘米 3 个高度的气温与相对湿度; 地下 5 厘米、10 厘米、15 厘米和 20 厘米 4 个深度的土壤温度; 地表温度; 地下 2—10 厘米的土壤含水率。

观测时间: 每天 3 次, 早 7:00、午 13:00、晚 19:00。对冷蒿群落, 观测从 1984 年 6 月 1 日至 9 月 6 日每天进行; 对羊草群落, 观测从 1984 年 7 月 16 日至 9 月 6 日每 4 天进行 1 次。土壤含水率每周观测 1 次, 从 6 月到 9 月连续进行。

地方气候的气象数据来自白音锡勒牧场气象站和中国科学院草原生态系统定位站气象站。

3. 取样方法

采用无放回随机取样。对冷蒿群落, 1980, 1981 年每 4 天取样 1 次, 1 次取 21 个样方, 1984 年每 2 天取样 1 次, 1 次取 30 个样方。对羊草群落和大针茅群落, 1980, 1981, 1984 年均每 4 天取样 1 次, 每次各取 20 个样方。取样器为方框取样器, 每个样方为 1 平方米。

二、结 果

1. 内蒙古锡林河流域典型草原狭翅雏蝗种群动态与地方气候的相关性分析

各植物群落中, 狭翅雏蝗不同年份种群动态不同 (图 1)。

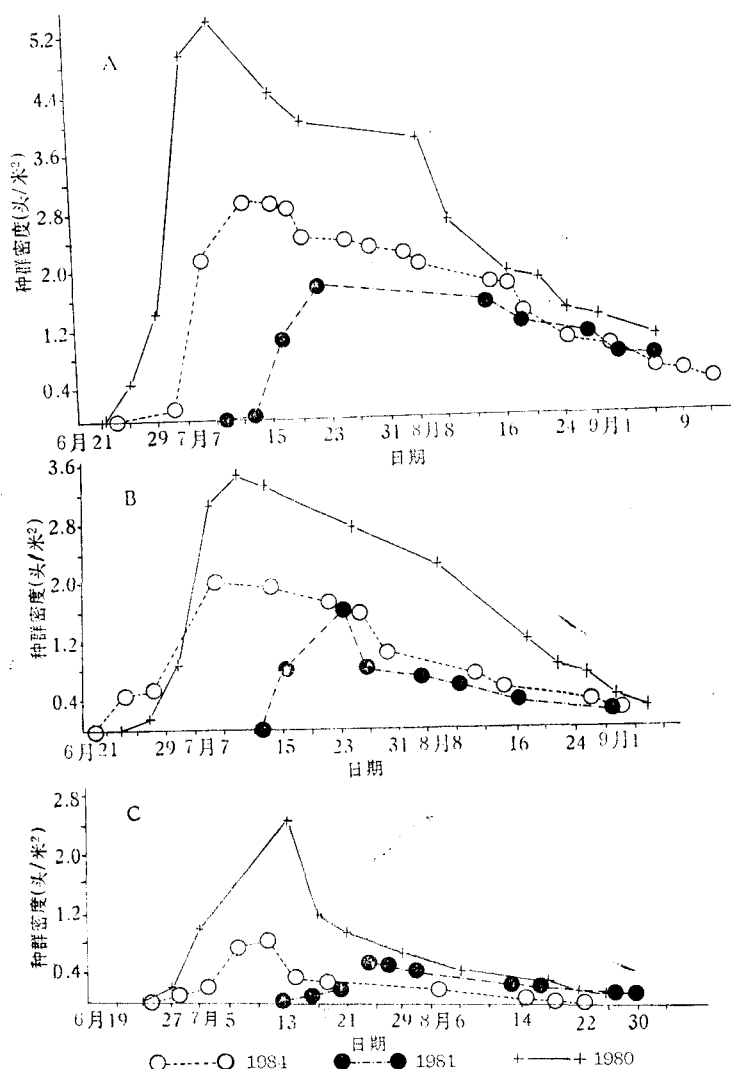


图 1 各群落1980、1981、1984三年狭翅雏蝗种群动态

A. 冷蒿群落; B. 羊草群落; C. 大针茅群落.

Fig.1 population dynamics of *Chorthippus dubius* in three different communities in 1980, 1981, 1984.

A. *Artemisia frigida* community; B. *Leymus chinensis* community; C. *Stipa grandis* community.

根据取样结果, 我们得到 3 个群落 3 年狭翅雏蝗蛹期存活率和死亡率 (表 1)。

狭翅雏蝗种群年际变动与气象指标 (表 2) 的相关性分析结果见表 3。

表 3 表明, 在诸因素中, 同种群变动关系最为密切的是当年最冷月 (1 月) 的平均气温, 当年降水量和 6 月的均温、降水量; 同当年 5 月的气象指标和上年 9—10 月的降水量无关。1 月和 6 月均温越高, 种群密度越高; 6 月降水量越高, 种群密度越低。

狭翅雏蝗蛹期死亡率与气象指标的相关分析结果 (表 4) 表明, 蛹期较高的降水量有利于蛹的存活, 7 月平均最低温度过低, 导致蛹的死亡率增大。

表 1 狭翅雏蝗在 3 种植物群落中的死亡率与存活率 (1980、1981、1984 年)

Table 1 survival and mortality of the hopper stage of *C. dubius* in three different plant communities in three years

植物群落		冷 蒿	羊 草	大 针 茅
年度				
1980	死亡率 (%)	79.0	89.1	93.9
	存活率 (%)	21.0	10.9	6.1
1981	死亡率 (%)	71.1	79.4	70.9
	存活率 (%)	28.9	20.6	29.1
1984	死亡率 (%)	75.9	78.5	96.3
	存活率 (%)	24.1	21.5	4.7

表 2 白音锡勒牧场有关气象指标

Table 2 climatic index in Baiyinxile pasture

年 度	气象指标	上年 9—10 月 降水量 (毫米)	本年度 降水量 (毫米)	最冷月 (1 月) 平均温度 (℃)	5 月		6 月		7—8 月		平均最低温度(℃)	
					降水量 (毫米)	平均温度 (℃)	降水量 (毫米)	平均温度 (℃)	降水量 (毫米)	平均温度 (℃)	7 月	8 月
1980		49.2	182	-20.9	4.0	11.0	44.0	17.4	63.8	18.3	10.6	8.2
1981		43.5	415.9	-27.4	9.9	9.4	93.1	16.1	219.4	18.0	14.3	8.8
1984		75.2	309.8	-23.8	23.5	11.8	77.3	15.8	104.4	18.5	12.1	12.6

表 3 狭翅雏蝗种群密度与气象因素相关分析

Table 3 correlation analysis between population density of *C. dubius* and climatic factors

气象指标	上年 9—10 月 降水量(毫米)	本年度降水量 (毫米)	最冷月(1 月) 均温(℃)	5 月降水量 (毫米)	5 月均温 (℃)	6 月降水量 (毫米)	6 月均温 (℃)
相关系数	-0.10	-0.72	0.69	-0.42	0.30	-0.74	0.68
显著性	不显著 ($p>0.1$)	显著 ($p<0.05$)	显著 ($p<0.05$)	不显著 ($p>0.1$)	不显著 ($p>0.1$)	显著 ($p<0.05$)	显著 ($p<0.05$)

表 4 狭翅雏蝗死亡率与气象因素相关性分析

Table 4 correlation analysis between mortality of *C. dubius* and climatic factors

气象指标	7—8 月		平均最低温度(℃)	
	降水量(毫米)	平均温度(℃)	7 月	8 月
相关系数	-0.65	0.50	-0.78	-0.06
显著性	较显著 ($p<0.1$)	不显著 ($p>0.1$)	显著 ($p<0.05$)	不显著 ($p>0.1$)

2. 冷蒿群落与羊草群落小气候及狭翅雏蝗种群动态的比较

1) 冷蒿群落与羊草群落内部的小气候条件 首先,我们比较了 6—9 月两群落内不同高度的温度日平均值(图 2),图 2 显示:(1)两群落都是地表温度最高,150 厘米处气温

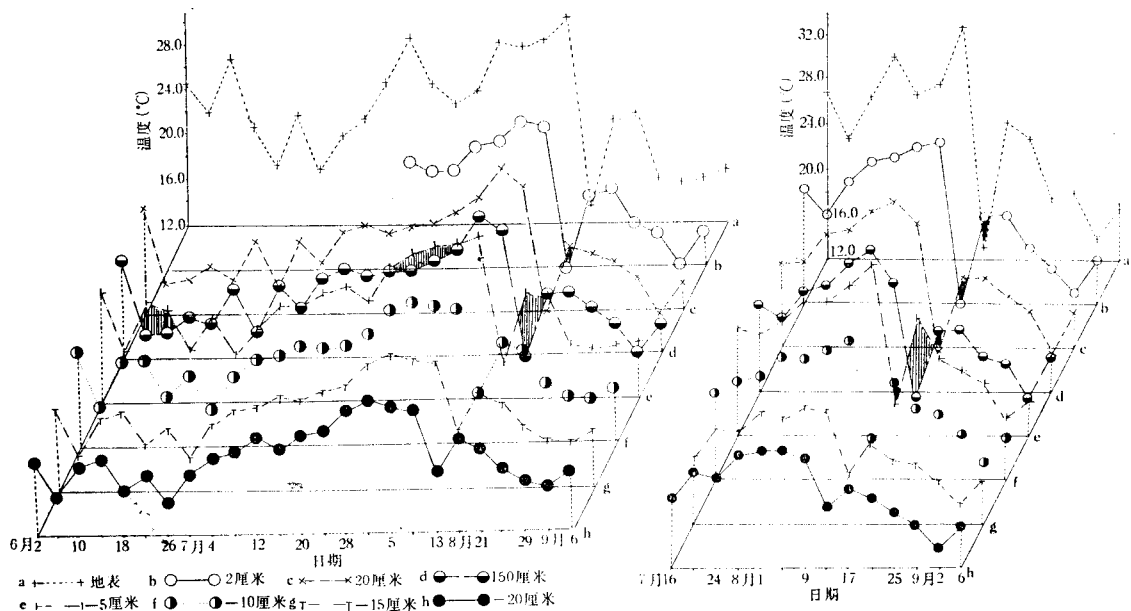


图 2 1984 年冷蒿群落与羊草群落各高度日均温季节变化¹⁾

A. 冷蒿群落; B. 羊草群落

¹⁾ 8 月 13 日锡林河流域突然降温

Fig. 2 Seasonal changes of mean temperature in different height in two different communities

A. *Artemisia frigida* community; B. *Leymus chinensis* community

最低, 原因在于, 两群落都处在海拔 1,000 多米高度, 太阳辐射较强, 6—9 月日照时间也长, 加上两群落植被盖度较低, 导致地表能接受更多的太阳辐射。(2) 地上部分季节波动大, 在我们观测的时间范围内高于 15°C, 尤其是地表温度波动可达 20°C, 土壤温度季节波动相对较小, 在 -15 厘米和 -20 厘米处, 波动小于 9°C。(3) 温度的季节波动表现为 7 月底和 8 月初达最大。

我们以 150 厘米高度气温为标准, 将其他各高度的温度与之进行比较, 对差异性进行了统计检验 (*t* 检验), 结果表明, 两群落 -5 厘米、地表、2 厘米和 20 厘米处的温度都显著高于 150 厘米处的气温。($p < 0.01$)

我们在冷蒿群落样地选择具有代表性的一天, 分析各高度温度值的昼夜变化 (图 3), 图 3 表明: (1) 按日温差从大到小的顺序为: 地表 > -5 厘米 > 2 厘米 > -10 厘米 > 20 厘米 > 150 厘米 > -15 厘米 > -20 厘米。地表日温差可达 40°C 以上, -20 厘米处日温差只有 7°C。而且, 白天最高温度从大到小的顺序与日温差一致, 夜间最低温度从大到小的顺序则正好相反。原因在于, 地表是热量日夜转换的地方, 白天地表由于吸收太阳辐射而温度最高, 夜间地表由于向外辐射热量温度最低。(2) 白天地表最先出现最高温度, 夜间地表最先出现最低温度, 这是由于空气主要靠吸收地面辐射而增温, 地表热量传给大气需要经过一个过程, 土壤温度的高低也是受地表温度的影响, 取决于土壤和地表间的热流。(3) 各高度温度间的差异在早晨和黄昏时最小 (相差 1—2°C), 在午后最高 (相差 25°C)。

植物群落内部各高度相对湿度值的差异不象温度这样明显 (图 4)。图 4 表明, 平均相对湿度值随晴雨天气的出现每天之间波动很大, 但随季节变化而增高或下降的趋势不明显。

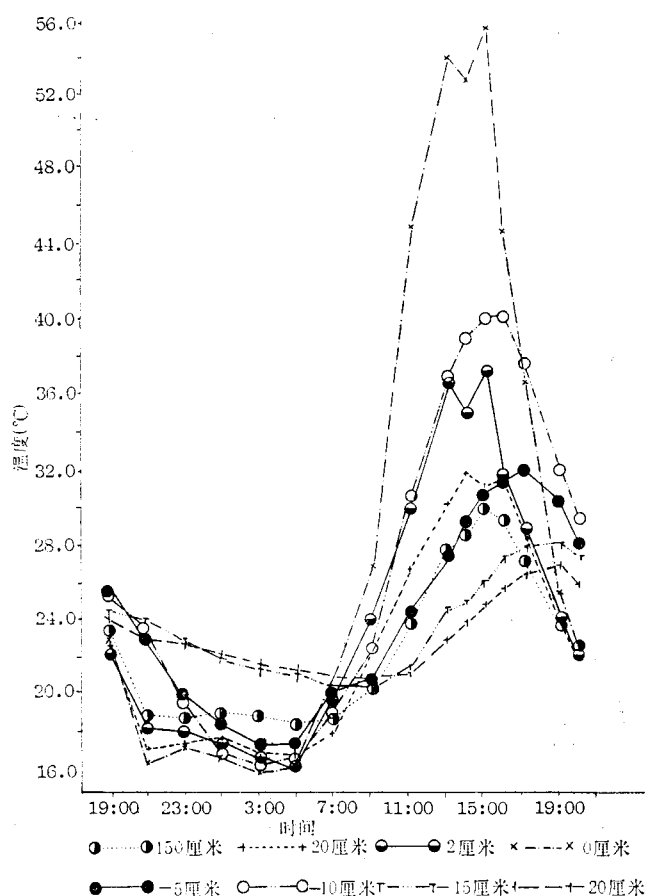


图 3 冷蒿群落 8 月 8 日—9 日各高度温度变化

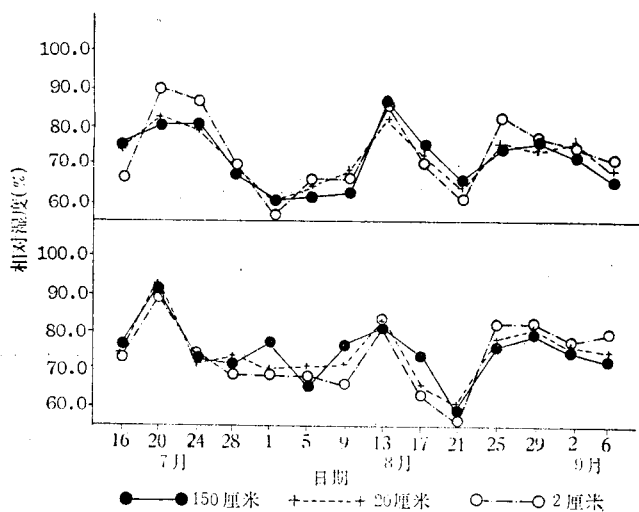
Fig.3 Changes of temperature in *Artemisia frigida* community from Aug. 8 to 9

图 4 1984 年两群落各高度平均相对湿度值的季节变化

A. 冷蒿群落; B. 羊草群落。

Fig.4 Seasonal changes of mean relative humidity in different height in two different communities

A. *Artemisia frigida* community; B. *Leymus chinensis* community

通过 t 检验, 我们知道各高度的日平均相对湿度差异不显著 ($p>0.1$)。

同样, 我们选择冷蒿群落 8 月 8 日 19:00 到 8 月 9 日 19:00 各高度相对湿度的昼夜变化进行分析 (图 5), 结果表明, 夜间 2 厘米处相对湿度高于 20 厘米和 150 厘米处, 而日出后则

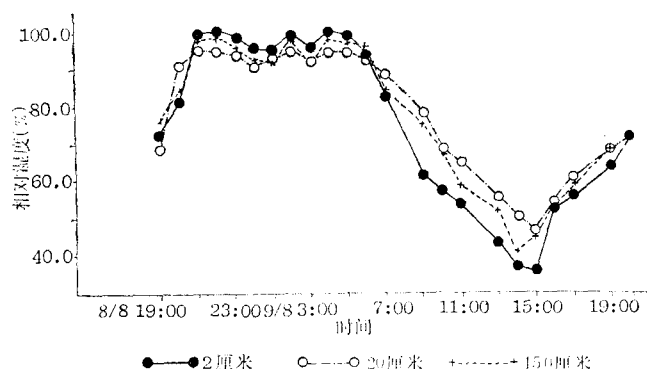


图 5 冷蒿群落 8 月 8 日—9 日各高度相对湿度的变化

Fig.5 Changes of relative humidity in different height in *Artemisia frigida* community from Aug. 8 to 9

相反。越近地表处相对湿度日变幅越大, 2 厘米处可达 50—60%。由于温度越高, 饱和蒸气压力越高, 因此, 最大相对湿度一般出现在夜间温度最低时, 最小相对湿度则出现在午后, 与最高温度的出现同步。不同高度相对湿度的差异在黎明和黄昏时最小, 可接近零, 在午后最大, 达 10% 以上。

2) 冷蒿群落与羊草群落小气候的比较 我们先考虑两群落温度条件的差异 (表 5)。

表 5 两植物群落不同高度平均温度差异的比较

Table 5 compare of mean temperature between two plant communities in different height

高度 (厘米)	平均温度差值 ¹⁾ (℃)	自 由 度	样本方差	显 著 性
150	-0.08	14	0.90	不显著($p>0.1$)
20	0.44	14	0.68	较显著($p<0.1$)
2	0.89	14	0.64	极显著($p<0.01$)
0	0.89	14	2.46	较显著($p<0.1$)

$$1) \text{ 平均温度差值} = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} (\text{羊草群落日平均温度} - \text{冷蒿群落日平均温度})$$

表 5 表明, 两群落在 150 厘米高度平均温度的差异并不显著, 但在 20 厘米、2 厘米和地表处羊草群落温度高于冷蒿群落。

一般羊草群落温度白天高于冷蒿群落, 夜间低于冷蒿群落, 羊草群落温度的日变幅高于冷蒿群落。

两群落平均相对湿度的差异表明 (表 6), 在 150 厘米和 20 厘米高度, 羊草群落平均相对湿度高于冷蒿群落, 在 2 厘米高度两群落差异不显著。

两群落土壤含水率的比较表明, 在 6—9 月, 羊草群落的土壤含水率始终高于冷蒿群落 (图 6)。

3) 冷蒿群落与羊草群落狭翅雏蝗种群动态比较 从两植物群落 1984 年狭翅雏蝗种群动

表 6 两植物群落不同高度平均相对湿度差异的比较

Table 6 Compare of mean relative humidity between two plant communities in different height

高度 (厘米)	平均相对湿度差值 ¹⁾ (%)	自 由 度	样本方差	显 著 性
150	3.67	13	51.11	较显著($P < 0.1$)
20	3.07	13	27.61	显 著($P < 0.05$)
2	1.22	13	43.38	不显著($P > 0.1$)

1) 平均相对湿度差值 = $\frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14}$ (羊草群落日平均相对湿度 - 冷蒿群落日平均相对湿度)

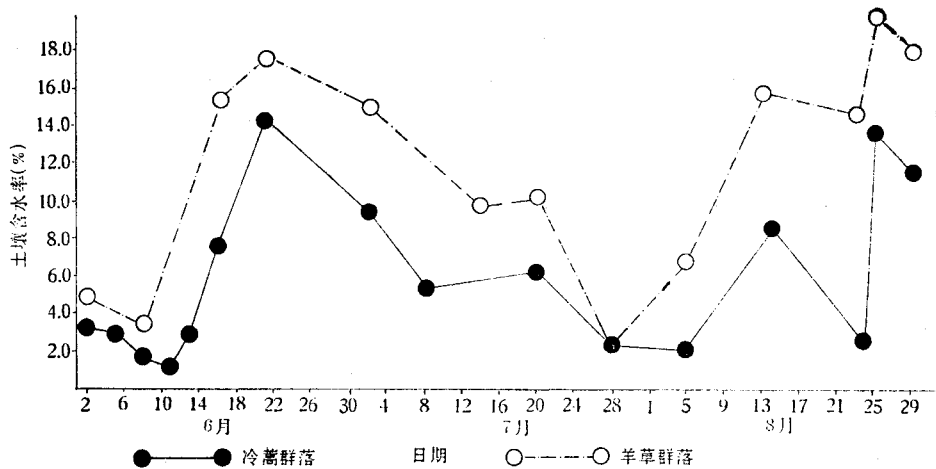


图 6 两群落土壤含水率的季节变化

Fig.6 seasonal changes of soil water content in two different communities

态上看(图1,表1),有以下两个特点:(1)冷蒿群落狭翅雏蝗密度高于羊草群落,高31.0%;(2)冷蒿群落狭翅雏蝗存活率略高于羊草群落,高10.8%。

三、讨 论

小气候研究表明,在同一地方气候下,由于小地形、植被和土壤的不同,存在多种小气候条件。一般对于裸露地面,由于土壤能接受较多太阳辐射,在日出后地表温度迅速提高,是垂直梯度上最高的,日落后地表迅速降温,温度又是垂直梯度上最低的。对于茂密草群,白天草群中温度比地表温度和气温高,夜间则相反。

我们研究的冷蒿群落和羊草群落属于植被稀疏矮小的草木植物群落,其内部小气候条件介于裸地和茂密草群之间。这说明冷蒿和羊草群落都具有一定的调节小气候的能力,而且,冷蒿群落由于植被高度和盖度都大于羊草群落,对小气候的调节能力就较羊草群落强。

必须指出,一般认为,羊草群落是锡林河流域的地带性原始类型,一般生长是较茂密的,冷蒿群落是放牧退化类型,一般较低矮稀疏。因此,常认为羊草群落具有较大的小气候调节能力。但是,本文所选用的冷蒿与羊草群落都处于强度的放牧条件下,由于牲畜对于羊草的偏好,造成羊草群落的植被条件明显劣于未过牧的羊草群落,甚至在植被高度、盖度上

都低于冷蒿群落。而这种在强度放牧下的羊草群落是普遍存在的,这种羊草群落如继续处于强度放牧压力下,也将完全退化。

在内蒙古典型草原,狭翅雏蝗一年发生一代,以卵越冬。从种群本身来说,影响早期蛹密度高低的因素不外两个,一是上年产卵量,二是卵的死亡率。影响上一年度产卵量的气象因素是上年9月份的气象值,影响卵死亡率的因素是上年10月至本年6月的气象值。相关分析表明,上年9月份的气象值和本年种群密度值的高低无关,说明上年产卵量的大小对本年种群密度的高低影响不大。与种群密度相关的气象因素是最冷月均温、6月均温和降水量,这些都是影响卵死亡率的气象因素,说明卵死亡率的高低决定了该年种群密度的高低。在冬天温度过低和6月降水量过高的年份,卵死亡率较高。狭翅雏蝗产卵于土中,卵期降雨量对死亡率的影响是通过改变土壤含水率而起作用的。在关于冷蒿与羊草群落的小气候研究中,我们也看到,在6月,羊草群落的土壤含水率高于冷蒿群落,而羊草群落狭翅雏蝗种群密度明显低于冷蒿群落,在这一点上,小气候的比较研究结果与地方气候的分析结果是一致的。

气象因素与狭翅雏蝗蛹存活率的相关分析表明,影响蛹存活率的气象因素为7—8月降水量和7月平均最低温度。降水量大,存活率高。狭翅雏蝗是中性种类,降雨量大有利于存活是因为锡林河流域属于半干旱区,降雨量较低,即使是多雨年份,降雨量也不会太高。7月平均最低温度越低,死亡率越高,这是因为狭翅雏蝗幼蛹对低温的抵抗力差。

冷蒿群落与羊草群落小气候与狭翅雏蝗种群动态的比较研究表明:7—8月羊草群落夜间温度通常低于冷蒿群落,这在解释羊草群落狭翅雏蝗蛹的存活率低于冷蒿群落上与地方气候的分析结果是一致的。

当然,影响狭翅雏蝗种群动态的因素很多,除气象因素外,天敌、食物、土壤盐度等也都是重要因素。本文仅限于从气象条件分析种群动态,对其他因素则未予考虑。

参 考 文 献

- 马世骏 1957 昆虫动态与气象. 科学出版社.
—— 1958 东亚飞蝗在中国的发生动态. 昆虫学报 8(1): 1—40.
—— 1959 中国昆虫地理区划. 中国动物地理区划与中国昆虫地理区划, 第69—97页. 科学出版社.
李光博 1963 麦田小气候对第一代粘虫发生数量影响的研究. 植物保护学报 2(1): 57—62.
李鸿昌、陈永林 1985 内蒙古典型草原蝗虫食性的研究Ⅰ. 优势蝗虫在自然植物群落中的取食特性. 草原生态系统研究第1集: 154—165.
印象初 1984 青藏高原的蝗虫. 科学出版社.
金翠霞、吴亚 1978 狭翅雏蝗生物学初步观察.
Andrewartha, J.G. and L.C. Birch 1954 The distribution and abundance of animals. The Univ. Chicago Press, Chicago pp. 782.
Berridge, M.J. et al. 1982 Advances in insect physiology. vol 16 London.
Dempster, J.P. 1963 The population dynamics of grasshoppers and locusts. Biol. Rev. 38: 490—529.
Shcherbinovskiy, N.S. 1952 The desert locust, *Schistocerca gregaria*. The problems of defending the Southern Territories of the U.S.S.R. against invasions by swarms of *Schistocerca*. (In Russian) Moscow, Gos. Izd. sel' - khoz. Lit.
Uvarov, B.P. 1977 Grasshoppers and locusts. A handbook of general Acridology. vol 2 C.O.P.R. London.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE POPULATION DYNAMICS OF *CHORTHIPPUS DUBIUS* AND THE CLIMATES IN THE XILIN RIVER BASIN, INNER MONGOLIA

Wang Zhixiang Chen Yonglin Ma Shijun

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing)

Chorthippus dubius is one of the important pests in Northwestern pasture of China. Its population density was closely related to the climates in the Xilin River Basin, Inner Mongolia. Usually, warming in winter and drought in June benefit the growth of the grasshopper's population. Much rain in July—August and the mean minimum temperature higher in July benefit the survival of the grasshopper's population.

In the Xilin River Basin *C. dubius* is mainly distributed in *Artemisia frigida* community and *Leymus chinensis* community. The microclimates of these two communities which are under the pressure of over-grazing vary with topography, vegetation, and soil. The observation of microclimates made in 1984 indicates that in June the soil water content of *Artemisia frigida* community was lower than that of *Leymus chinensis* community, while the grasshopper's population density in *Artemisia frigida* community was higher than that in *Leymus chinensis* community. Temperature, relative humidity and their daily changes in *Artemisia frigida* community was lower than those in *Leymus chinensis* community. *Artemisia frigida* community can adjust microclimate more strongly than *Leymus chinensis* community can.