

用海温预测二代粘虫发生区一代 成虫迁入期的模式研究*

赵 圣 菊

(气象科学研究所农业气象研究所)

提 要

影响粘虫发生的外界因素很多,因此预测粘虫发生期的因子和方法必然也是多样的。

本文中用前期海温作为预报因子,采用逐步回归方法,通过电子计算机建立了二代粘虫发生区一代成虫迁入期长期预测模式。其方法和结果如下。

1. 以二代粘虫发生区一代成虫迁入期为预报对象。

2. 对一代成虫迁入前期的上一年1月至当年5月北太平洋逐月海面水温资料进行了相关分析。各预报量都得到了几十个高相关海区,以此作为预报因子。

3. 用它们建立的预测模式,都得到比较好的结果。这说明用前期海温直接预报粘虫发生期是可行的。

一代成虫迁入期与外界环境条件有密切的关系。及早提供迁入期信息,可为短期预测及防治准备工作创造有利条件。

影响粘虫发生期的外界因素很多,因此预测其发生期的因子和方法必然是多样的。海洋是造成长期天气异常最可能的热源。太平洋海域热状况的异常,可能影响粘虫发生区的天气异常,从而影响粘虫的发生消长。所以,根据前期海温,能较早地预测未来粘虫的发生趋势。

作者曾用北太平洋海面水温建立了一代粘虫发生期和发生量的长期预测模式^[1-3],得到了满意的结果。本文在过去研究的基础上,进一步对二代粘虫发生区一代成虫迁入期的长期预测模式进行探讨。

一、研究 方 法

预报对象分大尺度和小尺度两类。选择资料年代较长且有代表性的白城、公主岭、

* 本文于1985年12月4日收到,1986年3月5日收到修改稿。

哈尔滨、牡丹江、通辽等站点的一代成虫迁入期(连续5天诱蛾最多的始日)分别代表小范围情况。以我国东北地区的迁入期表示大范围情况。东北地区迁入期总趋势是: 首先计算出上述各站一代成虫迁入期的平均日期, 将迁入期分为偏早和偏晚两级(大于平均日期为偏晚, 用“+”表示; 小于平均日期为偏早, 用“-”表示), 定出各站各年迁入期趋势偏早或偏晚的情况; 在此基础上, 根据上述站点一致性的原则, 定出大范围趋势, 不一致时, 则按多数定。

对一代成虫迁入前期的上一年1月至当年5月北太平洋逐月海面水温资料(1957—1980年286个网格点海面水温资料)进行相关分析, 一般均可得到几十个相关场作为待选因子。在此基础上, 采用逐步回归方法, 通过电子计算机建立长期预测模式。

二、一代成虫迁入期与北太平洋海温的主要高相关场分布

现将白城地区一代成虫迁入期与北太平洋海温的主要高相关场列于表1(余表略), 共有较好的相关场30个。其中有23个超过0.01显著水平, 两个超过0.02显著水平, 5个超过0.05显著水平; 而且大部分相关场均有一定的持续期, 持续时间一般可达4个月以上。本文将6个位置大致相同的持续稳定的高相关场列于表2。

图1为当年1—5月(表2中序号I)的海温高相关场。

图2为上一年5—11月(表2序号II)的海温相关场。

分析中还发现, 各代表站及东北区的海温相关场, 在同时期内虽范围大小及相关程度有些差别, 但位置基本一致, 如图3、图4。图3中通辽、公主岭与我国东北地区一代成虫迁入期当年5月海温相关场的位置与同时期白城地区的基本一致(参见图1)。图4中通辽、牡丹江、我国东北地区一代成虫迁入期上一年7月海温相关场的位置与同时期白城地区的也基本一致(见图2)。

表1 白城地区一代成虫迁入期与海温的主要高相关场

序号	年份	月份	大致范围	最大相关值	序号	年份	月份	大致范围	最大相关值
1	当 年	5	10—30°N、130—175°E	-0.57	16	上 一 年	7	40—50°N、175—140°W	0.47
2			35—50°N、165°E—130°W	0.63	17			6	30—45°N、135°E—150°W
3		4	10—30°N、125—175°E	-0.65	18		10—30°N、130°E—130°W		-0.52
4			35—50°N、175—140°W	0.54	19		5	10—30°N、125°E—140°W	-0.58
5		3	10—30°N、125—175°E	-0.66	20		4	45—50°N、150°E—170°W	0.53
6			30—50°N、170°E—145°W	0.54	21			15—25°N、120—165°E	-0.54
7		2	10—30°N、130°E—180°	-0.63	22			10°S—15°N、155—85°W	-0.50
8			35—50°N、180°—140°W	0.59	23			35—50°N、160°E—155°W	0.53
9			5—15°N、130—105°W	0.45	24		15—25°N、150—170°E	-0.65	
10		1	10—40°N、130°E—180°	-0.55	25		10°S—40°N、150—85°W	-0.67	
11				30—50°N、180°—130°W	0.46		26	2	10—25°N、130°E—165°W
12	上 一 年	11	5—20°N、145°E—140°W	-0.52	27	35—50°N、155°E—165°W	0.52		
13		10	10—25°N、130°E—135°W	0.44	28	10°S—30°N、125—105°W	-0.46		
14		9	15—50°N、150—135°W	0.49	29	1	10—25°N、140—170°E	-0.56	
15		7	10—35°N、130°E—115°W	-0.52	30		10°S—15°N、160—115°W	-0.53	

表 2 白城地区一代成虫迁入期与海温持续稳定的高相关场

序号	持续时间	表 1 中序号	R*
I	当年 1 月至 5 月	10、7、5、3、1	-0.71
II	当年 1 月至 5 月	11、8、6、4、2	0.74
III	上一年 5 月至 7 月, 10 月至 11 月 (8 月弱)	19、18、15、13、12	-0.89
IV	上一年 2 月至 4 月, 6 月至 7 月	27、23、20、17、16	0.79
V	上一年 1 月至 4 月	29、26、24、21	-0.62
VI	上一年 1 月至 4 月	30、28、25、22	-0.72

* R: 信度达 0.02 各点的海温距平累积值与白城地区一代成虫迁入期的相关系数。

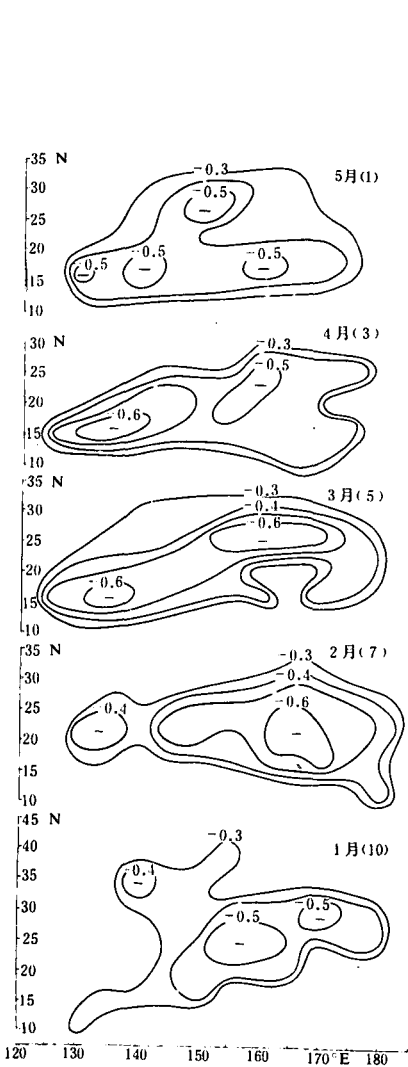


图 1 白城地区一代成虫迁入期与北太平洋当年 1—5 月海温相关场

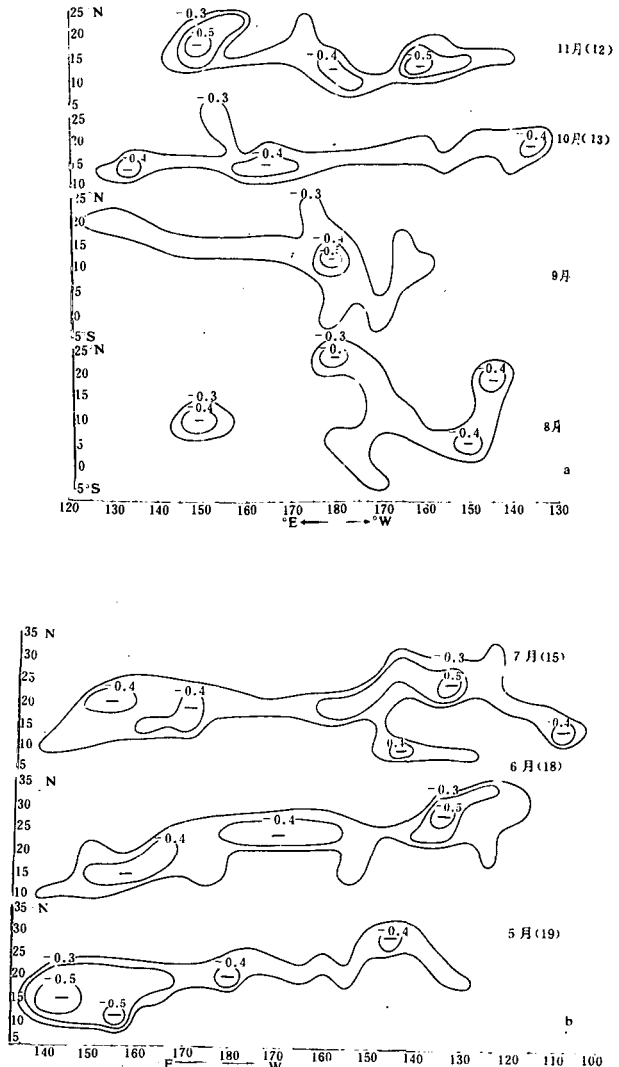


图 2 白城地区一代成虫迁入期与北太平洋上一年 5—11 月海温相关场

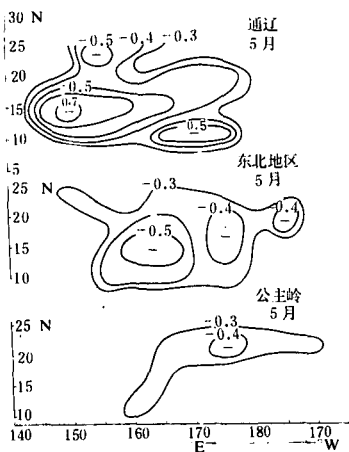


图3 通辽、公主岭和我国东北地区一代成虫迁入期与北太平洋当年5月海温相关场

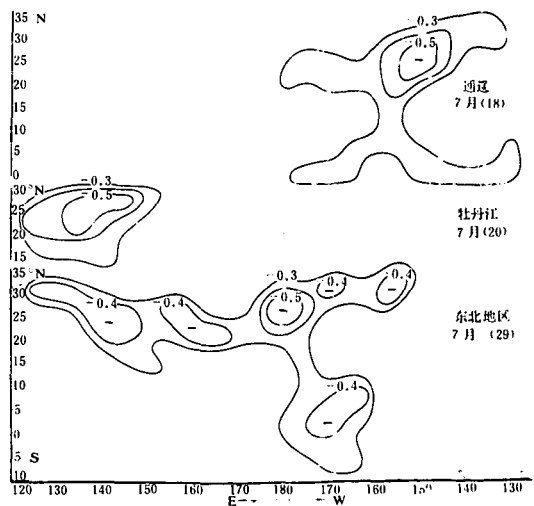


图4 通辽、牡丹江和我国东北地区一代成虫迁入期与北太平洋上一年7月海温相关场

以上事实表明,一代成虫迁入期与北太平洋海温的相关是相当好的。这种关系不是偶然的巧合,而是有规律性的。

三、建立预测模式

通过相关分析为预报方程提供可挑选的预报因子:白城地区有当年1—5月11个相关区,上一年1—12月19个相关区;公主岭地区有当年1—5月10个相关区,上一年1—12月21个相关区;哈尔滨地区有当年1—5月5个相关区,上一年1—12月25个相关区;牡丹江地区有当年1—5月10个相关区,上一年1—12月24个相关区;通辽地区有当年1—5月7个相关区,上一年1—12月25个相关区;我国东北地区有当年1—5月15个相关区,上一年1—12月27个相关区。本文用上述高相关海区的海温距平累积值作为预报因子。在此基础上,按预报对象分别对当年和上一年的预报因子进行了逐步回归筛选,建立了如下的预测模式。

1. 白城地区一代成虫迁入期预测模式

预报模式的复相关系数、 F 值和剩余方差列于表3。

上述模式分别由4个、3个、6个和5个海温因子组建而成,其历史符合率分别为20/22、19/22、21/22、21/22。

下面给出模式Ⅲ的计算结果与实况拟合曲线(见图5),并以1979、1980年为独立样本进行试报。四个模式预报的迁入期:1979年分别为6月10日、10日、11日、10

表3 白城地区一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.92	23.99*	3.033
II	0.91	27.77*	3.202
III	0.96	32.07*	2.238
IV	0.96	33.46*	2.381

* 表示极显著(下同)。

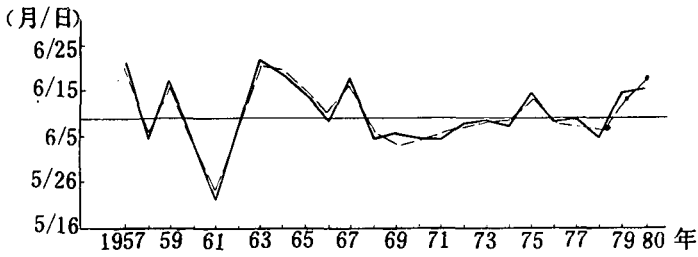


图5 白城地区预测模式Ⅲ的计算结果与实况拟合曲线
图中实线为实际值,虚线为拟合值,点划线为预报值,图中纵坐标为
一代成虫迁入高峰期始日(下同)

日;1980年分别为6月17日、17日、18日、17日。为了使预报更接近粘虫实际发生情况,本文均采用几个模式预报结果的平均值作为最终预报。白城地区四个模式预报结果的平均值:1979年为6月10日(1957—1978年平均迁入期为6月9日,大于平均值为偏晚,小于平均值为偏早),1980年为6月17日,因此均报迁入期趋势偏晚。实际迁入期均偏晚,预报结果与实况一致。

2. 公主岭地区一代成虫迁入期预测模式

预测模式的复相关系数、 F 值和剩余方差列于表4。

上述模式分别由4个和两个海温因子组建而成,历史符合率分别为21/22和20/22。

表4 公主岭地区一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.93	28.37*	2.792
II	0.87	28.84*	3.642

下面给出模式I的计算结果与实况拟合曲线(见图6),并以1979、1980年为独立样本进行试报。两个模式预报的迁入期:

1979年均为6月5日,因此报趋势偏晚(1957—1978年平均迁入期为6月4日);1980年均报6月10日,亦报趋势偏晚。两年实况均偏晚,预报结果与实况一致。

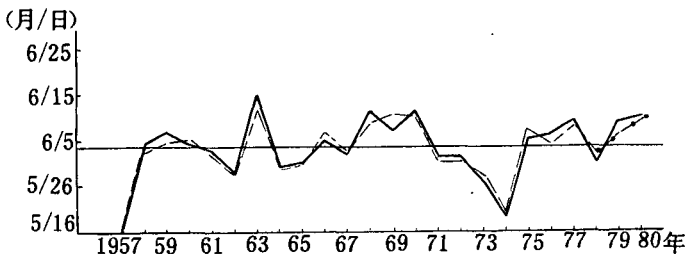


图6 公主岭地区预测模式I的计算结果与实况拟合曲线

3. 通辽地区一代成虫迁入期预测模式

预测模式的复相关系数、 F 值和标准差列于表5。

表 5 通辽地区一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.96	26.62*	1.34
II	0.91	19.28*	1.83
III	0.92	22.29*	1.72
IV	0.98	36.61*	1.01

上述模式分别由 6 个、4 个、5 个和 6 个海温因子所组成, 历史符合率分别为 22/22、19/22、22/22 和 22/22。

下面给出模式 I 的计算结果与实况拟合曲线(见图 7), 并以 1979、1980 年为独立样本进行试报。四个模式预报的迁入期: 1979 年分别为 6 月 11 日、8 日、12 日和 15 日; 1980 年分别为 6 月 12 日、7 日、9 日

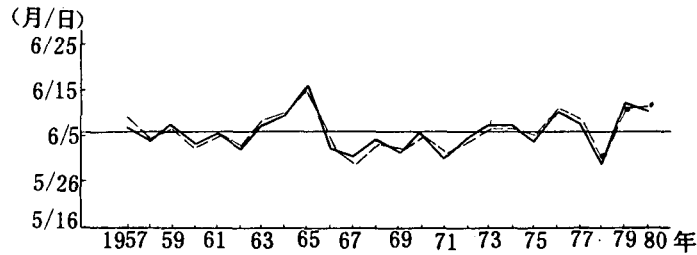


图 7 通辽地区预测模式 I 的计算结果与实况拟合曲线

和 10 日。四个模式预报结果的平均值: 1979 年为 6 月 12 日, 因此报趋势偏晚 (1957—1978 年平均迁入期为 6 月 6 日); 1980 年为 6 月 10 日, 亦报趋势偏晚。两年实况均偏晚, 预报结果与实况一致。

4. 哈尔滨地区一代成虫迁入期预测模式

预测模式的复相关系数、 F 值和剩余方差列于表 6。

表 6 哈尔滨地区一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.96	45.17*	2.025
II	0.92	22.98*	2.728

上述模式均由 4 个海温因子所组成, 历史符合率分别为 21/22、19/22。

下面给出模式 I 的计算结果与实况拟合曲线(见图 8)。根据模式对 1979、1980 年试报, 1979 年分别为 6 月 18 日、11 日, 预报结果的平均值为 6 月 15 日, 因此报趋势偏晚 (1957—78 年平均迁入期为 6 月 7 日), 实况偏晚; 1980 年分别为 6 月 5 日、6 日, 预报结果的平均值为 6 月 5 日, 因此报趋势偏早, 实况偏早。预报结果与实况一致。

5. 牡丹江地区一代成虫迁入期预测模式

预测模式的复相关系数、 F 值和剩余方差列于表 7。

上述模式分别由 3 个、4 个、5 个和 3 个海温因子所组成, 前 3 个模式的历史符合率为 21/22, 第 4 个为 19/22。

下面给出模式 II 的计算结果与实况拟

表 7 牡丹江地区一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.92	17.49*	3.072
II	0.91	20.25*	3.156
III	0.91	14.85*	3.289
IV	0.84	14.96*	3.940



图8 哈尔滨地区预测模式I的计算结果与实况拟合曲线

合曲线(见图9)。根据模式对1979、1980年进行试报。四个模式预报的迁入期:1979年分别为6月3日、7日、3日和5日,预报结果的平均日期为6月5日,因此报偏早(1957—78年迁入期为平均值为6月9日),实际迁入期偏早;1980年分别为6月11日、13日、12日和15日,预报结果的平均日期为6月13日,因此报趋势偏晚,实况偏晚,预报结果与实况一致。

6. 我国东北一代成虫迁入期预测模式

预测模式的复相关系数、 F 值和剩余方差列于表8,模式的历史符合率均为22/22。

根据模式I—VII对1979、1980年试报,结果是1979、1980年均报迁入期总趋势偏晚,实况偏晚,预报结果与实况相符。

表8 我国东北一代成虫迁入期模式的复相关系数、 F 值、剩余方差

模式序号	复相关系数	F 值	剩余方差
I	0.98	74.72*	0.935
II	0.93	22.23*	1.636
III	0.99	66.00*	0.793
IV	0.94	32.52*	1.521
V	0.90	18.69*	1.926
VI	0.85	15.38*	2.303
VII	0.99	70.07*	0.821

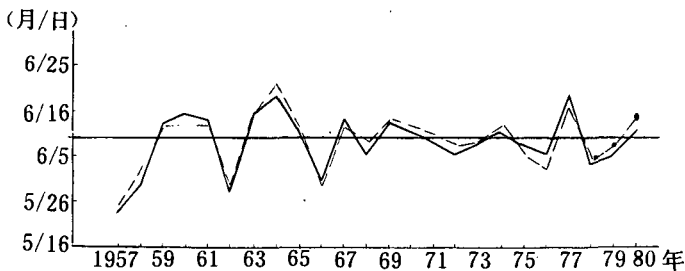


图9 牡丹江地区预测模式II的计算结果与实况拟合曲线

四、讨论与小结

从历史拟合和试报情况看,用逐步回归方法,以前期海温作为预报因子,直接预报大尺度或小尺度的一代成虫迁入期都是可行的。这为粘虫预测增添了一条新的途径。

从文中给出的主要相关场表1—2及相关场图1—4可以看出,大部分相关场都有一定的持续期,而且上述各地相关场位置基本一致。这说明一代成虫迁入期与海温之间的关

系是非常好的,这种关系并非巧合,而是有规律性的。初步分析认为,海洋的热效应有可能是通过副热带高压而发挥作用。现将海温与副热带高压、副热带高压与温度、温度与迁入期之间存在的较好关系,以白城地区为例列如表 9。

从表 9 可以看出:当 3 月 10—30°N、125—175°E 和 30—50°N、170°E—145°W 海域海温为负距平时,当年 3 月副高北界平均位置往往偏南;当上一年 10 月 10—25°N、130°E—135°W 海域海温为负距平时,来年 3 月副高北界平均位置亦往往偏南;当上述海域海温为正距平时,副高北界平均位置往往偏北(历史符合率 20/24、21/24、21/24)。当 5 月 35—50°N、165°E—130°W 海域海温为正距平时,同期副高面积指数往往偏小;当该海

表 9 海温—副热带高压—一代区温度—白城地区迁入期间的关系

项 目	年									
	1957	1963	1964	1965	1967	1958	1961	1962	1969	1978
10—30°N、125—175°E 当年 3 月海温距平	负 距 平 年					正 距 平 年				
30—50°N、170°E—145°W 当年 3 月海温距平	负 距 平 年					正 距 平 年				
10—25°N、130°E—135°W 上一年 10 月海温距平	负 距 平 年					正 距 平 年				
当年 3 月平均副高位置	-	-	-	-	-	+	+	+	+	0
35—50°N、165°E—130°W 当年 5 月海温距平	正 距 平 年					负 距 平 年				
当年 5 月副高面积指数	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
5—20°N、145°E—140°W 上一年 11 月海温距平	负 距 平 年					正 距 平 年				
当年 3 月副高强度指数	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
一代区(南京) 5 月地面 平均最高温度	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
一代成虫迁入期	偏 晚 年					偏 早 年				

域海温为负距平时,副高面积指数往往偏大(历史符合率 20/24)。当 11 月 5—20°N、145°E—140°W 海域海温为负距平时,来年 3 月副高强度指数往往偏小;当该海域海温为正距平时,副高强度指数往往偏大(历史符合率 20/24)。还可以看出:一代区 5 月地面平均最高温度与副高的关系较好。温度偏低年副高北界位置往往偏南,副高面积指数和强度指数往往偏小;反之位置偏北、指数偏大(历史符合率均为 20/24)。最后还可以看出:5 月地面平均最高温度与迁入期也存在较好的关系。众所周知,地面温度对粘虫发育进度的影响最为密切。一代区温度偏低年,粘虫发育速度较慢,一代成虫羽化迁出较晚,因此迁入二代区的时间亦晚;反之,温度偏高年粘虫发育速度较快,一代成虫羽化迁出较早,因此迁入二代区的时间亦早(历史符合率 19/24)。看来海温与迁入期之间

的良好关系，是反映了海洋与大气相互作用的某些内在联系，当然这种内在联系的物理过程，还有待于进一步揭露。

用海温预报粘虫发生期，可以延长预报时效，有的在前一年即可作出，可及早为测报和防治工作提供信息。

由于海洋的热容量很大，与迁入期相关的海温，可以看成是较稳定的变量，所以用海温预报迁入期，能够得到较稳定的结果。

致谢：本文所用虫情资料由农牧渔业部病虫测报总站提供，特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 赵圣菊，用海温作临沂地区第一代粘虫数量长期预报的初步探讨，科学通报，第19期，1202—1205，1983年。
- [2] 赵圣菊，用海温预报一代粘虫发生量和发生期的初步探讨，海洋学报，第6卷，第1期，128—132，1984年。
- [3] 赵圣菊，用海温作第一代粘虫发生量和发生期长期预测的初步探讨，气象科技，第5期，46—48，1983年。

A STUDY ON PREDICTION MODELS FOR IMMIGRATING PERIOD OF MOTHS OF FIRST-GENERATION IN THE OUTBREAKING REGION OF SECOND-GENERATION ARMY WORM BY USING SEA SURFACE TEMPERATURE DATA

Zhao Shengju

(*Institute of Agriculture Meteorology, A M S*)

Abstract

In this paper, by using the stepwise regression technique, a correlation analysis is made on the relation between the immigrating period of moths of first-generation in the outbreaking region of second-generation army worm and the monthly mean values of sea-surface temperature in North Pacific Ocean from January of the previous year to May of this year. Some prediction models for the immigrating period are given. The results of experimental predictions in use of these models are consistent with the observation data.