

用高空风预测二代粘虫发生区 一代成虫迁入量的探讨*

赵圣菊

(国家气象局气象科学研究所)

杨逸兰

(农牧渔业部病虫害测报总站)

董大燊

(锦州市农科所)

周朝东

(国家气象局)

摘 要

为了推动病虫害测报工作向数学模式化发展,本文以建立“最优”回归方程为目的,用逐步回归方法,通过电子计算机,组建了二代粘虫发生区一代成虫迁入量的中长期及短期预测模式。方法和结果如下:

1. 以我国东北地区一代成虫迁入量为预报对象。

2. 在一代区除对徐州等3站的一代幼虫发生程度进行相关普查外,还在一代区选取上海、南京等8站以及一代成虫向北迁飞过境地区的济南等3站,对上述11个站一代成虫迁出期的高空风资料进行相关分析。由于至今尚未能在空中捕获粘虫,对它的迁飞高度尚有不同看法。因此,本文对上述11站1,500、1,000、500米3个高度的风向资料,按15个风向方位统计一代成虫迁出期出现某风向方位的次数,将相关超过0.05显著水平的作为待选因子。

3. 分别建立了3个不同高度的中长期预测及短期预测模式,都得到较好的结果。这说明用虫情因子及高空风建立预测式是可行的和非常有意义的。还可以看出:一代成虫迁入量与一代幼虫发生程度呈正相关;与迁出期南风、偏南风呈正相关;与北风、偏北风呈反相关。模式有一定的生物学意义,可为粘虫预测增添一条新的模拟研制途径。

许多研究表明:粘虫,稻纵卷叶螟,稻飞虱等迁飞性害虫远距离迁飞的方向和高空气流运行的方向是一致的(林昌善等,1963、1964;赵圣菊等,1981、1981、1982;中国农业科学院气象室等,1980;全国稻纵卷叶螟研究协作组,1981;全国白背飞虱科研协作组,1981;全国褐稻虱科研协作组,1981)。因此,在目前这些害虫的预测中,常根据虫情调查及迁出期高空天气图气流的走向,预测这些害虫的降落地区,从而估计其发生程度趋势(全国稻纵卷叶螟研究协作组,1981;全国白背飞虱科研协作组,1981;全国褐稻虱科研协作组,1981;中国农作物病虫害编辑委员会编,1979)。为了推动病虫害测报工作向数学模式化发展,更好地为防治工作提供科学依据,本文以建立“最优”回归方程为目的,对二代粘虫发生区一代成虫迁入量与一代幼虫发生程度以及一代成虫迁出期的高空风向的关系,进行

* 本文所用虫情资料由农牧渔业部病虫害测报站、黑龙江省农科院植保所、牡丹江地区农科所、合江地区农科所、吉林省农科院植保所、白城地区农科所、通辽地区农科所提供,在此一并致谢。

了相关分析,并在此基础上,用逐步回归方法,通过电子计算机,组建二代粘虫发生区一代成虫迁入量的中长期及短期预测模式,结果较好。

一、研 究 方 法

1. 预报对象

二代粘虫的发生程度,与一代成虫迁入量的多少有密切的关系。因此,以一代成虫迁入量为预报对象。预报对象分大范围和小范围两类。以我国东北地区一代成虫迁入量表示大范围,东北地区蛾量系由哈尔滨、牡丹江、合江、公主岭、白城、通辽、锦州等地蛾量相加的总和,设想这个总蛾量可以近似地代表一代成虫迁入东北地区的总蛾量。以哈尔滨、牡丹江、公主岭、白城、通辽等有代表性的站点一代成虫迁入量,分别表示小范围情况。

2. 相关普查

东北地区一代成虫迁入量,不仅与一代幼虫的发生程度有密切的关系,而且与一代成虫迁出期高空气流的走向密切有关。因此除在一代粘虫发生区选取徐州、阜阳、临沂等地的一代幼虫发生程度进行相关普查外,还在一代区选取上海、南京、徐州、射阳、合肥、阜阳、郑州、南阳等8站,为更好地反映携虫气流状况,在一代成虫向北迁飞过境地区,选取济南、青岛、北京等3站,对上述11个站一代成虫迁出期的高空风资料进行相关分析。由于至今尚未能在空中捕获粘虫,对它的迁飞高度尚有不同看法,因此本文对上述11站1,500米、1,000米、500米3个高度的风向资料,按15个风向方位,即 $350^{\circ}-9^{\circ}$ 、 $10^{\circ}-29^{\circ}$ 、 $30^{\circ}-$

表 1 我国东北一代成虫迁入量与上海等11站1,500米高度风向相关系数表

Table 1 The correlation coefficients between the number of first-generation moths in North-east China and the wind directions at 1,500 meter high of eleven stations

时段 (月/日)	地 点 风 向 方 位	上 海	南 京	徐 州	射 阳	合 肥	阜 阳	郑 州	南 阳	济 南	青 岛	北 京
5/21—24	$110^{\circ}-129^{\circ}$			0.47					0.42		0.53	
	$130^{\circ}-149^{\circ}$											0.40
	$150^{\circ}-169^{\circ}$											
	$250^{\circ}-269^{\circ}$	-0.46										
	$270^{\circ}-349^{\circ}$		-0.49	-0.53				-0.57				
5/25—31	$30^{\circ}-49^{\circ}$							-0.49				
	$190^{\circ}-209^{\circ}$	0.40		0.47								
	$210^{\circ}-229^{\circ}$										0.42	
5/25—6/5	$190^{\circ}-209^{\circ}$			0.67							0.39	
	$210^{\circ}-229^{\circ}$									0.42		
5/21—31	$10^{\circ}-29^{\circ}$			-0.40								
	$190^{\circ}-209^{\circ}$			0.45								
	$210^{\circ}-229^{\circ}$									0.45		
	$250^{\circ}-269^{\circ}$						-0.52					
	$270^{\circ}-349^{\circ}$		-0.49	-0.41				-0.44				

* 与1,000、500米高度风向相关系数略

49°、50°—69°、70°—89°、90°—109°、110°—129°、130°—149°、150°—169°、170°—189°、190°—209°、210°—229°、230°—249°、250°—269°、270°—349°，统计一代成虫迁出期（5月21—6月5日）出现某风向方位的次数。为增加样本数量、以免漏掉相关显著的因子，以及考虑预报的需要，本文将迁出期划分为5月21—24日、5月25—31日、5月21—31日、6月1—5日、5月25—6月5日等时段分别进行统计。将相关超过0.05显著水平的作为待选因子，并按预报对象列出相关系数表（如表1）。

根据中长期预报和短期预报的要求，将中长期预报时段和短期预报时段内的待选因子，分别进行回归运算，得出满足于中长期预报和短期预报要求的模式。

二、组建的预测模式

我们组建了我国东北、及公主岭、白城、通辽、哈尔滨、牡丹江等地的预测模式，由于篇幅所限，现将我国东北、公主岭、哈尔滨等地的中长期及短期模式，按不同高度例举如下。

1. 我国东北一代成虫迁入量预测模式

1) 中长期预测模式

a. 1,500米高度模式1例：

$$\hat{y} = 22.3937 + 12.2774x_1 - 4.3381x_2 - 3.4937x_3 - 5.6635x_4 + 0.6202x_5$$

x_1 ：青岛5月21—24日110°—129°风向；

x_2 ：阜阳5月25—31日250°—269°风向；

x_3 ：南京5月21—24日270°—349°风向；

x_4 ：郑州5月25—31日30°—49°风向；

x_5 ：阜阳地区一代幼虫发生程度。

R （复相关系数）为0.88； F （回归式的 F 检验值）为9.20**； S （回归式的剩余方差）为4.840。

用1961—1980年哈尔滨、牡丹江、合江、公主岭、白城、通辽、锦州等地蛾量总和的资料代入，求出拟合值，若按蛾量偏多偏少二级趋势评定（上述7地蛾量的平均值为18,370头/台，大于为偏多，小于为偏少，以下同），历史符合率为18/20。以1981、1982年为独立样本进行试报，1981年报蛾量趋势偏多（为23,630头/台），实况偏多；1982年报蛾量趋势偏少（为4,700头/台），实况偏少。预报与实况一致。

b. 1,000米高度模式1例：

$$\hat{y} = 16.8176 - 4.0919x_1 - 5.6897x_2 + 12.5949x_3 + 7.5449x_4 + 3.2749x_5 + 0.1000x_6$$

x_1 ：合肥5月25—31日110°—129°风向；

x_2 ：徐州5月21—24日50°—69°风向；

x_3 ：北京5月21—24日130°—149°风向；

x_4 ：南京5月21—24日150°—169°风向；

x_5 ：上海5月21—24日110°—129°风向；

** 为极显著

x_6 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.90; F 为11.54**; S 为4.427。历史符合率为18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为30,910头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为16,820头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

c. 500米高度模式1例:

$$\hat{y} = 12.3215 - 0.6469x_1 + 7.2013x_2 + 4.7356x_3 - 9.6033x_4 + 4.2540x_5 - 2.1899x_6$$

x_1 : 青岛5月21—24日270°—349°风向;

x_2 : 徐州5月25—31日190°—209°风向;

x_3 : 南京5月21—31日110°—129°风向;

x_4 : 济南5月21—24日250°—269°风向;

x_5 : 南京5月25—31日210°—229°风向;

x_6 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.93; F 为12.93**; S 为3.938。历史符合率18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为38,340头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为17,370头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

2) 短期预测模式

a. 1,500米高度模式1例:

$$\hat{y} = 21.0598 + 2.2058x_1 - 8.5442x_2 - 2.3159x_3 - 8.3537x_4 + 2.6462x_5$$

x_1 : 徐州5月25—6月5日190°—209°风向;

x_2 : 郑州5月25—31日30°—49°风向;

x_3 : 郑州5月21—31日270°—349°风向;

x_4 : 徐州5月21—31日10°—29°风向;

x_5 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.85; F 为17.08**; S 为5.333。历史符合率18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为30,650头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为6370头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

b. 1,000米高度模式1例:

$$\hat{y} = 25.5206 - 4.3399x_1 - 3.9834x_2 + 4.9108x_3 - 6.1530x_4 - 4.5451x_5 - 4.9669x_6 + 0.4566x_7$$

x_1 : 合肥5月25—31日110°—129°风向;

x_2 : 上海6月1—5日350°—9°风向;

x_3 : 合肥5月25—31日210°—229°风向;

x_4 : 南京5月21—31日250°—269°风向;

x_5 : 阜阳5月21—31日350°—9°风向;

x_6 : 南京6月1—5日50°—69°风向;

x_7 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.94; F 为12.26**; S 为3.789。历史符合率19/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为26430头/台); 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏

少(为2770头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

c. 500米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 8.7078 + 6.8374x_1 + 3.5670x_2 + 2.9058x_3 + 0.6208x_4$$

x_1 : 合肥 6 月 1—5 日 150°—169° 风向;

x_2 : 南京 5 月 21—24 日 110°—129° 风向;

x_3 : 南京 5 月 25—6 月 5 日 210°—229° 风向;

x_4 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.91; F 为17.90**; S 为4.027。历史符合率为19/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为19,900头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为9,330头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

2. 公主岭地区一代成虫迁入量预测模式

1) 中长期预测模式

a. 1,500米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 16.8528 + 7.0813x_1 - 5.7034x_2 + 6.5675x_3 + 11.1739x_4 - 8.1882x_5 - 4.6762x_6$$

x_1 : 青岛 5 月 21—31 日 210°—229° 风向;

x_2 : 徐州 5 月 21—31 日 10°—29° 风向;

x_3 : 青岛 5 月 21—31 日 190°—209° 风向;

x_4 : 南阳 5 月 21—31 日 210°—229° 风向;

x_5 : 郑州 5 月 21—31 日 10°—29° 风向;

x_6 : 徐州地区一代幼虫发生程度。

R 为0.94; F 为15.22**; S 为6.128。

用 1961—1980 年资料代入, 求出拟合值, 若按蛾量偏多偏少二级趋势评定(平均值为 1,854 头/台, 大于为偏多, 小于为偏少, 以下同), 历史符合率 20/20。根据上述模式, 对 1981、1982 年试报, 结果是: 1981年报蛾量趋势偏多(为3291头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为485头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

b. 1,000米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 25.4282 + 9.8649x_1 + 5.2480x_2 + 7.1383x_3 - 4.4666x_4 - 9.4750x_5$$

x_1 : 阜阳 5 月 25—31 日 210°—229° 风向;

x_2 : 济南 5 月 21—24 日 190°—209° 风向;

x_3 : 射阳 5 月 25—31 日 170°—189° 风向;

x_4 : 南京 5 月 21—31 日 250°—269° 风向;

x_5 : 徐州地区一代幼虫发生程度。

R 为0.90; F 为11.90**; S 为7.301。历史符合率19/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为2,830头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少(为1,387头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

c. 500米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 12.8486 + 11.0369x_1 + 2.2728x_2 + 24.6245x_3 - 5.6180x_4 - 9.2702x_5 + 0.1000x_6$$

x_1 : 徐州 5 月 25—31 日 190°—209° 风向;

x_2 : 徐州 5 月 21—31 日 90° — 109° 风向;

x_3 : 南京 5 月 21—24 日 250° — 269° 风向;

x_4 : 徐州 5 月 21—24 日 130° — 149° 风向;

x_5 : 合肥 5 月 25—31 日 350° — 9° 风向;

x_6 : 徐州地区一代幼虫发生程度。

R 为 0.86; F 为 18.06**; S 为 8.495。历史符合率 17/20。

试报结果: 1981 年报蛾量趋势偏多 (为 3,512 头/台), 实况偏多; 1982 年报蛾量趋势偏少 (为 1,234 头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

2) 短期预测模式

a. 1,500 米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = -3.7398 + 14.5637x_1 + 6.6048x_2 + 10.5322x_3 + 7.3687x_4 + 4.1010x_5 - 8.7259x_6 + 2.8430x_7$$

x_1 : 南阳 5 月 25—6 月 5 日 210° — 229° 风向;

x_2 : 南京 5 月 25—6 月 5 日 230° — 249° 风向;

x_3 : 徐州 5 月 25—31 日 190° — 209° 风向;

x_4 : 北京 5 月 21—31 日 170° — 189° 风向;

x_5 : 青岛 5 月 21—31 日 210° — 229° 风向;

x_6 : 南阳 5 月 25—31 日 210° — 229° 风向;

x_7 : 徐州地区一代幼虫发生程度。

R 为 0.95; F 为 15.27**; S 为 5.739。历史符合率 19/20。

试报结果: 1981 年报蛾量趋势偏多 (为 3574 头/台), 实况偏多; 1982 年报蛾量趋势偏少 (为 1367 头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

b. 1,000 米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 12.9112 + 9.8813x_1 + 6.2939x_2 - 7.0448x_3 + 4.2668x_4$$

x_1 : 南京 6 月 1—5 日 210° — 229° 风向;

x_2 : 济南 5 月 25—31 日 210° — 229° 风向;

x_3 : 徐州 5 月 21—24 日 50° — 69° 风向;

x_4 : 徐州地区一代幼虫发生程度。

R 为 0.82; F 为 11.20**; S 为 8.885。历史符合率 17/20。

试报结果: 1981 年报蛾量趋势偏多 (为 2,123 头/台), 实况偏多; 1982 年报蛾量趋势偏少 (为 864 头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

c. 500 米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 13.2175 + 11.9002x_1 + 8.3959x_2 + 5.6920x_3 + 3.4168x_4 + 0.100x_5$$

x_1 : 徐州 5 月 25—6 月 5 日 90° — 109° 风向;

x_2 : 徐州 5 月 25—6 月 5 日 150° — 169° 风向;

x_3 : 射阳 5 月 25—6 月 5 日 190° — 209° 风向;

x_4 : 徐州 5 月 25—31 日 190° — 209° 风向;

x_5 : 徐州一代幼虫发生程度。

R 为0.85; F 为19.58**; S 为8.571。历史符合率18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏多(为4,675头/台), 实况偏多; 1982年报蛾量趋势偏少, (为1,402头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

3. 哈尔滨地区一代成虫迁入量预测模式

1) 中长期预测模式

a. 1,500米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 17.6569 - 12.8868x_1 + 15.4448x_2 + 4.8391x_3 - 8.8922x_4 + 10.2773x_5$$

x_1 : 北京 5 月21—24日250°—269°风向;

x_2 : 合肥 5 月25—31日230°—249°风向;

x_3 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

x_4 : 北京 5 月21—24日270°—349°风向;

x_5 : 青岛 5 月21—31日230°—249°风向;

R 为0.93; F 为16.97**; S 为9.974。

用 1961—1980 年资料代入, 求出拟合值, 若按蛾量偏多偏少二级趋势评定(平均值为 3,299 头/台, 大于为偏多, 小于为偏少, 以下同), 历史符合率18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏少(为1,814头/台), 实况偏少; 1982年报蛾量趋势偏少(为2,071头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

b. 1,000米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 11.6861 - 3.8381x_1 + 4.6130x_2 + 17.4215x_3 + 18.9376x_4 + 35.6135x_5 + 29.5705x_6 + 1.8190x_7$$

x_1 : 济南 5 月21—31日130°—149°风向;

x_2 : 射阳 5 月25—31日170°—189°风向;

x_3 : 青岛 5 月21—24日110°—129°风向;

x_4 : 合肥 5 月25—31日210°—229°风向;

x_5 : 济南 5 月25—31日130°—149°风向;

x_6 : 北京 5 月25—31日130°—149°风向;

x_7 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.94; F 为13.01**; S 为9.767。历史符合率20/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏少(为1,994头/台), 实况偏少; 1982年报蛾量趋势偏少(为1,812头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

c. 500米高度模式 1 例:

$$\hat{y} = 17.4395 + 8.8656x_1 + 33.0572x_2 - 8.3736x_3 + 13.3752x_4 + 3.7406x_5$$

x_1 : 合肥 5 月25—31日190°—209°风向;

x_2 : 射阳 5 月21—24日210°—229°风向;

x_3 : 阜阳 5 月21—31日250°—269°风向;

x_4 : 阜阳 5 月25—31日190°—209°风向;

x_5 : 阜阳地区一代幼虫发生程度。

R 为0.88; F 为10.01**; S 为8.389。历史符合率18/20。

试报结果: 1981年报蛾量趋势偏少(为3,079头/台), 实况偏少; 1982年报蛾量趋势偏少(为3,005头/台), 实况偏少。预报与实况一致。

2) 短期预测模式(略)。

三、讨论与小结

从组建的模式可以看出, 500、1,000、1,500米高度模式均具有复相关系数较高, F 值较大, 剩余方差较小的特点, F 检验值都可通过0.01的显著水平, 历史符合率和试报结果良好。这说明用虫情因子以及500、1,000、1,500米高度风向, 组建二代粘虫发生区一代成虫迁入量的中长期及短期预测模式是可行的和非常有意义的。进行测报时, 为考虑及时取得高空风资料, 使模式在防治工作中发挥应有的作用, 采用1,500米高度模式较为方便。

从表1和未给出的相关系数表以及模式中入选的因子可以看出: 一代成虫迁入量与一代幼虫发生程度呈正相关。与迁出期 250° — 360° — 109° 方位风向呈反相关, 即北风、偏北风出现次数多, 一代成虫迁入量少; 反之, 迁入量多。而与 110° — 180° — 249° 方位风向呈正相关, 即南风、偏南风次数多, 一代成虫迁入量亦多; 反之, 亦少。还可以看出有利的风向方位范围较宽, 这符合气流运行的实际情况。即气流不一定呈直线运行。一代成虫迁入量正是由于上述因子综合作用的结果。模式有一定的生物学意义, 为预报提供了理论依据。

在组建模式的过程中, 电子计算机的应用起了重要作用, 使尽可能地增大样本容量, 提高模式质量成为可能, 是建立各种数学模式极为有利的工具。病虫测报数学模式化是发展的必然趋势, 计算技术将不可避免地广泛应用, 成为搞好测报工作不可缺少的手段。

各地参照本文方法组建预测方程时, 须因地制宜地选用关键因子, 才能得到满意的结果。

参考文献

- 中国农作物病虫害编辑委员会编 1979 中国农作物病虫害(上册)。农业出版社出版, 第881—882页。
- 中国农科院气象室、植保所 1980 一代粘虫常发区成虫迁飞的气象条件。中国农业科学院气象室科学研究年报。92—99。
- 全国稻纵卷叶螟研究协作组 1981 我国稻纵卷叶螟迁飞规律研究进展。中国农业科学(5): 1—8。
- 全国白背飞虱科研协作组 1981 白背飞虱迁飞规律的初步研究。中国农业科学(5): 25—31。
- 全国褐稻虱科研协作组 1981 我国褐稻虱迁飞规律研究的进展。中国农业科学(5): 52—59。
- 林昌善、孙金如、陈瑞鹿 1963 粘虫发生规律的研究 I。东北春季粘虫发生与风的关系。昆虫学报12(3): 243—261。
- 林昌善、夏曾铎 1964 粘虫发生规律的研究 II。粘虫蛾迁飞与气流场的关系及其运行可能形式的探讨。高等学校自然科学学报(生物学版)(2): 93—112。
- 赵圣菊、卞林根 1981 粘虫起飞、运转、降落和气象条件的关系。气象科学技术集刊(1): 198—206。
- 赵圣菊 1981 东亚地区低层大气环流的季节性变化与粘虫远距离迁飞。生态学报 1(4): 315—326。
- 赵圣菊 1982 粘虫迁飞与气象条件关系的研究。科学通报(11): 692—695。

AN APPROACH OF PREDICTION MODEL OF THE NUMBER OF FIRST-GENERATION MOTHS IN THE OUTBREAKING AREA OF SECOND-GENERATION ARMYWORM BY USING THE WIND DATA OF THE UPPER AIR AS PREDICTOR

Zhao Shengju

(Academy of Meteorological Science, Chinese State Meteorological Administration, Beijing)

Yang Yilan

*(Master Station for Plant Disease and Insect Observation and Forecasting of the
Ministry of Agriculture and Animal and Fish, Beijing)*

Dong Daao

(Institute of Agriculture Science, Jin Zhou)

Zhou Chaodong

(Chinese State Meteorological Administration, Beijing)

In order to stimulate the mathematical modelling of the prediction of plant disease and insects, long medium-range and short-range prediction models of the number of first-generation moths in the outbreaking area of second-generation armyworm have been set up by using the step wise regression technique. The predictor is the number of first-generation moths in North-east China. Based upon correlation analysis the candidate predictands are chosen from the number of first-generation baby moths observed at three stations (including Xu Zhou), wind direction of the upper air at eleven stations among which eight stations (including Shanghai and Nanjing) are in the area of first-generation and three stations (including Jinan) are in the path of northward migration of mature first-generation moths. The ones with significant level less than 0.05 are selected as the potential predictands. So far, none of armyworm has ever been captured in the upper air, how high can the insects reach is still a controversial issue. In this study, the frequencies of wind direction (there are altogether fifteen directions) at 1500, 1000 and 500 meter heights have been taken into account. At these three levels then long medium-range and short-range prediction models have been set up respectively. The preliminary results are

proven to be satisfactory. The models show that there is a positive correlation between the number of first-generation moths migrated and the severity of outbreaking of first-generation armyworm and that there is also a positive correlation for the southerly wind while the correlation for the nouthery wind is shown negative.

The models have certain biological explanation and have shown a new promising approach to the prediction of armyworm outbreak.