

峨眉山粘虫蛾垂直迁飞的研究

徐培桢

(四川省农科院植保所)

杨代德

(四川省峨眉县植保站)

摘 要

本文讨论了1979—1984年,粘虫蛾垂直迁飞和气候因子的关系。在四川省峨眉山不同高度建立了6个观测点。并系统观测了一代粘虫蛾迁入的种群动态。据近年观察结果表明,迁飞蛾群动态与湿度、降雨、风,尤其温度有密切关系。在自然条件下,蛾始见期的平均临界低温为 5.2°C ,迁飞高峰时温度为 $10.6-24.3^{\circ}\text{C}$ 。适温和最适温分别为 $15-24^{\circ}\text{C}$ 和 $16-20^{\circ}\text{C}$ 。观察结果还表明,一代粘虫蛾各迁入峰期与高空大气压850毫巴流场的东南和偏东气流(风速为4—6米/秒)关系最密切。这是蛾子从我国东部向西部水平的长距迁入四川峨眉等地的因素。并根据不同高度地区,垂直迁飞动态观察及蛾子标记回收试验,初步证明了金顶上的蛾群乃是在夏季从低海拔地区随上升气流而垂直迁来的。

粘虫 (*Leucania separata*) 具有远距离迁飞的特性,早已在60年代中期被前人研究证实(李光博等,1964;林昌善等,1964;陈永林等,1963;夏曾铨等,1963)。近年来通过全国标记回收试验,明确了我国西部地区二代粘虫与东部地区一代粘虫有着虫源关系。关于粘虫迁飞过程及其与气象条件关系的研究,国内外亦有一些报道(林昌善等,1963;奥俊夫等,1976;田中章,1976)。但迄今,对粘虫蛾垂直迁飞的详细报道较少(马世骏,1963;邬祥光,1962;杨余光等,1984)。

四川省为二代粘虫发生区。粘虫原在我省盆周山区危害玉米,自1958年以来,在川西平原稻作区,粘虫发生频率增高,危害趋重。当一代成虫自我国东部向西部迁入川西平原时,若碰上雨寒流侵袭,致使蛾群滞留平坝稻区,在稻田集中产卵与为害,对粘虫种群行为生态学上这一表现(马世骏,1979),当地群众称为粘虫“下坝”。

本工作的目的是为了探讨粘虫蛾垂直迁飞与气候因子的关系和粘虫“下坝”的主要原因。为此,于1979—1984年,在一代成虫迁入期,利用峨眉山相对高差大的优势,开展了这项研究工作,兹将6年来的研究结果报道如下。

一、自然地理概况

峨眉县地处四川盆地西南边缘,位于北纬 $29^{\circ}36'$,东经 $103^{\circ}30'$ 。东北临近川西平原,西南连接大小凉山。峨眉平原海拔446米,年均温 17.2°C ,1月均温 7°C ,6月均温 24.1°C ,7月均温 26.2°C ,年降雨量1,600毫米,年平均风速1.1米/秒。峨眉山耸立在峨眉平原的西

* 本工作在吴成德副研究员、刘鹤昌副研究员指导下进行。本文承中国科学院动物研究所陈永林副研究员、吉林省农科院陈瑞鹿副研究员、西南农业大学廖顺源副教授审阅文稿,并提供宝贵意见;华南农业大学吴荣宗副教授鉴定粘虫类学名。四川省气象科学研究所童文林同志、峨眉山金顶气象站及峨眉县气象站邓祥杰同志提供部分气象资料。四川省植保站熊尚久同志、本所陈万蓉同志参加了标记回收试验工作。参加工作的还有峨眉县植保站张新盛、周维全、王光远、苏克明、郭君武、王正羽、伍国军诸同志,特此一并致谢。

部。主峰金顶雾多、风大，气候变化无常，海拔3,047米，年均温3.1℃（峰顶与山麓温差约14.1℃），1月均温-6.1℃，6月均温8.9℃，7月均温11.9℃，年降雨量2,000毫米，年平均风速3.2米/秒。

二、材料和方法

1. 成虫诱测

从峨眉平原到金顶，海拔每上升约500米设一观测点，依次设在龚竹林、万年寺、息心所、华严顶、接引殿及金顶6处。各点设置糖醋毒液草把5个（参照测报办法），每日傍晚喷洒糖醋酒诱剂，翌日晨统计虫种、头数及性别。

2. 雌蛾卵巢解剖

各点每日抽查20头雌蛾解剖，若不到20头应全部剖查。

3. 气象要素观测

各点每日于8、14、20时观察记载温、湿度、降雨量及风等项目。

4. 成虫标记方法

本试验是诱标自然发生的成虫。诱剂采用红糖0.75斤、白酒0.25斤、醋1.0斤、水0.5斤配制，标染液采用95%酒精1,000毫升加虫胶及碱性品红（或孔雀石绿）各6克配制而成。诱剂草把用稻草制成，长约0.7米，粗约10厘米。

三、结果和分析

1. 粘虫种类及数量

根据1979—1984年诱捕结果，峨眉山区粘虫及其近缘种有粘虫、劳氏粘虫 (*L. loreyi*)、白缘粘虫 (*L. albcasta*)、白脉粘虫 (*L. compta*)、*L. roseilinea*、*L. sinuosa*、*L. byseilinea*、*Leucania* spp. 等9种。其中粘虫占总诱获量85.3—98.8%，为优势种。

2. 一代成虫迁入数量和雌蛾卵巢发育进度的垂直分布比较

从表1可见，海拔2,500米以上金顶及接引殿2点诱获量比下面4个点明显的减少，2点合计仅占总量1.02—7.21%；而海拔2,060米以下的4个点诱获量占总量92.79—98.98%。分析其原因是由于金顶气温低、高空风大所造成。

从雌蛾卵巢发育进度来看，1级♀蛾占32.7—69.0%、2级♀蛾占12.5—21.0%、3—5级♀蛾占18.5—46.3%，每年均诱获一定数量的1级蛾。不同年份，各级所占比例差异较大。在不同高度上，以金顶和接引殿二点卵巢发育级别最低。这是否与迁出地当时气温低影响激素分泌有关，尚需进一步研究。

3. 一代成虫数量消长与气候因子的关系

1) 与温、湿度的关系 成虫的发生迟早及蛾峰大小与温、湿度有较为密切的关系（图1）。例如1983年，第一个蛾峰在海拔1,500米以下的龚竹林、万年寺及息心所3点于6月4日出现，日均温分别为21.1、18.5、15.3℃，3点诱获量占总量92.38%；而在海拔2,060

表 1 一代成虫迁入数量及雌蛾卵巢发育进度的垂直分布比较 (峨眉山)

table 1 comparison of vertical distribution of the immigratory population and ovary development of the 1st-generation of the armyworm in Omei Mountain

年 份	地 点	海拔 (米)	诱获量 (头)			占总 量(%)	雌性 比率	解剖 头数	雌蛾卵巢发育进度					
			雌	雄	合计				一 级		二 级		三 级	
									头	%	头	%	头	%
1979	金 顶	3,407	30	22	52	1.87	0.58	19	11	57.8	4	21.1	4	21.1
	接引殿	2,500	40	26	66	2.38	0.61	39	24	61.5	6	15.4	9	23.1
	华严顶	2,060	176	239	415	14.96	0.42	121	49	40.4	39	32.3	33	27.3
	息心所	1,500	196	333	529	19.06	0.37	182	103	56.6	24	13.2	55	30.2
	万年寺	1,000	361	427	788	28.40	0.46	266	113	42.5	59	22.2	94	35.3
	龚竹林	450	464	461	925	33.33	0.50	244	132	54.1	42	17.2	70	28.7
	合 计		1,267	1,508	2,775		0.46	871	429	49.3	176	20.1	266	30.6
1980	金 顶	3,047	45	41	86	0.56	0.53	44	27	61.4	7	15.9	10	22.7
	接引殿	2,500	30	41	71	0.46	0.55	29	16	55.2	5	17.2	8	27.6
	华严顶	2,060	2,358	3,296	5,654	36.96	0.55	405	170	41.9	129	31.9	106	26.2
	息心所	1,500	1,395	1,600	2,995	19.56	0.47	509	83	16.3	179	35.2	247	48.5
	万年寺	1,000	2,247	3,209	5,456	35.67	0.41	703	298	42.4	59	8.4	346	49.2
	龚竹林	450	537	500	1,037	6.79	0.48	281	50	17.8	35	12.4	196	69.8
	合 计		6,612	8,687	15,299		0.43	1,971	644	32.7	414	21.0	913	46.3
1981	金 顶	3,047	53	55	108	3.65	0.49	49	41	83.7	6	12.2	2	4.1
	接引殿	2,500	22	26	48	1.61	0.46	16	11	68.8	3	18.8	2	12.4
	华严顶	2,060	143	228	371	12.55	0.39	110	69	62.7	17	15.5	24	21.8
	息心所	1,500	135	226	361	12.17	0.37	85	33	38.8	23	27.1	29	34.1
	万年寺	1,000	59	61	120	4.05	0.49	59	34	57.6	6	10.2	19	32.2
	龚竹林	450	1,085	871	1,956	65.97	0.55	428	239	55.8	62	14.5	127	29.7
	合 计		1,497	1,462	2,959		0.51	747	427	57.2	117	15.6	203	27.2
1982	万年寺	1,000	20,772	1,4756	35,528		0.58	851	273	32.1	85	9.9	493	58.0
	龚竹林	450	7,823	4,870	12,693		0.62	351	225	64.1	69	19.7	57	16.2
合 计							0.61	1,202	498	41.4	154	12.8	550	45.8
1983	金 顶	3,047	223	222	445	3.61	0.56	110	60	54.5	23	20.9	27	24.6
	接引殿	2,500	54	44	98	0.79	0.55	54	24	44.4	14	25.9	16	29.7
	华严顶	2,060	1,141	1,219	2,360	19.14	0.48	453	242	53.4	85	18.8	126	27.8
	息心所	1,500	687	695	1,382	11.20	0.49	251	117	46.6	62	24.7	72	28.7
	万年寺	1,000	2,723	2,889	5,612	45.50	0.49	377	161	42.7	78	24.7	138	36.6
	龚竹林	450	1,310	1,127	2,437	19.76	0.54	310	136	43.9	42	13.5	132	42.6
	合 计		6,138	6,196	12,334		0.50	1,555	740	47.6	304	19.5	511	32.9
1984	金 顶	3,047	142	133	275	0.42	0.52	22	18	81.8	3	13.6	1	4.6
	接引殿	2,500	2,262	2,150	4,412	6.79	0.51	536	468	87.3	31	5.8	37	6.9
	华严顶	2,060	14,499	14,439	28,938	44.55	0.50	622	385	61.9	102	16.4	135	21.7
	息心所	1,500	3,255	3,249	6,504	10.01	0.50	432	342	79.2	57	13.2	33	7.6
	万年寺	1,000	12,127	10,083	22,210	34.19	0.55	542	311	57.4	56	10.3	175	32.3
	龚竹林	450	1,366	1,259	2,625	4.04	0.52	377	223	59.1	67	17.8	87	23.1
	合 计		33,651	31,313	64,964		0.52	2,531	1,747	69.0	316	12.5	468	18.5

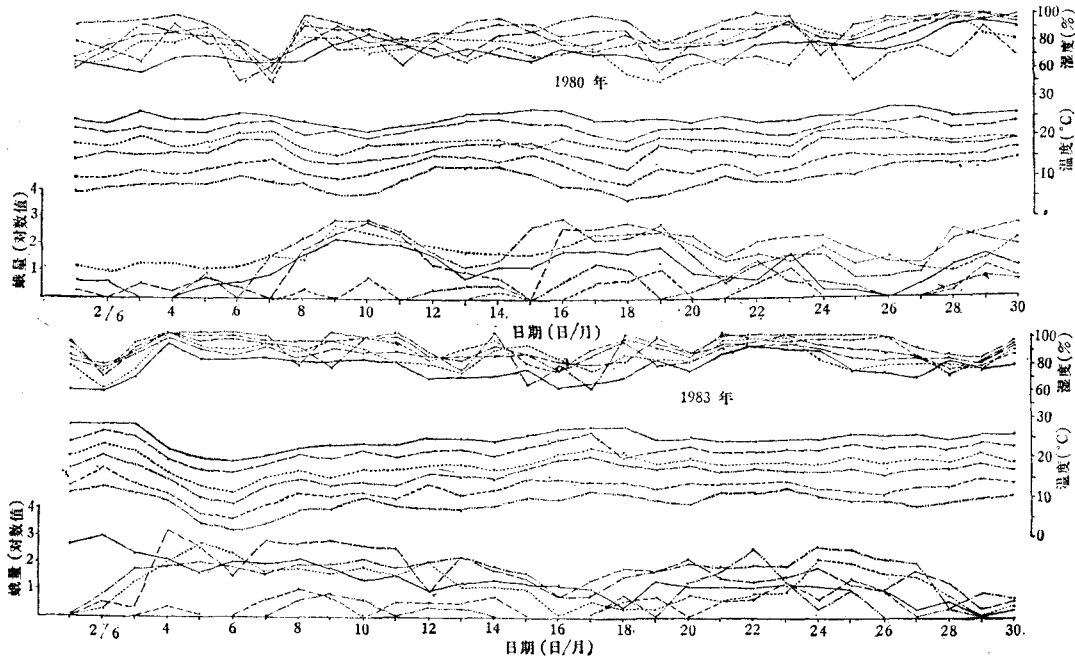


图1 峨眉山6个观测点成虫数量消长曲线
 fig.1 the fluctuation curve of the population dynamics of the armywormmoth in six place in Omei Mountain
 —龚竹林 —万年寺息心所 -·-·-华严顶 - - -接引殿 -·-·-金顶

米以上3个点,日均温下降到14℃以下,未出现蛾峰。6月24日,当龚竹林地面日均温上升到超过25℃以上时,诱蛾很少,而在海拔1,000米以上5个点又出现蛾峰。其中金顶和华严顶最明显,诱蛾329头及360头,日均温10.6℃及15.9℃。

据观察结果分析:(1)除金顶外,一般峰期气温较峰前、峰后为低,但峰期出现多与雨寒流是相互联系,综合影响温度;(2)当平原日均温上升到超过25℃以上时,粘虫蛾向温凉山区迁移;若连续3天日均温下降到21℃以下时,则平原蛾量激增;(3)成虫始见期的平均临界低温为5.2℃,迁飞高峰时温度为10.6—24.3℃,其适温和最适温分别为15—24℃和16—20℃;(4)粘虫每年发生数量的多寡,可能与相应年份6月份的温度密切相关。如果以6月份每旬平均温度和平均相对湿度画出不同年份的6月旬计气候图,可以看出气象因子有两个类型:

其一是1982年,粘虫发生量大的一年,6月旬计气候图位置向右发展不显著,说明6月份温度较低(图2),这样气候条件有利于迁入蛾群滞留平坝稻区,在稻田集中产卵与为害。

另一种类型为1979—1981年及1983—1984年,6月旬计气候图向右发展显著,说明6月份温度较高(图2),在这种条件下粘虫发生量较少。

2)与降雨量的关系 从6月份每日成虫诱获量与降雨量的比较中可以看出(表2),以降雨日诱蛾最多,各年情况大致相似。

再从蛾峰日出现频次与降雨的关系来看,1979—1984年共出现蛾峰52次,其中出现在小

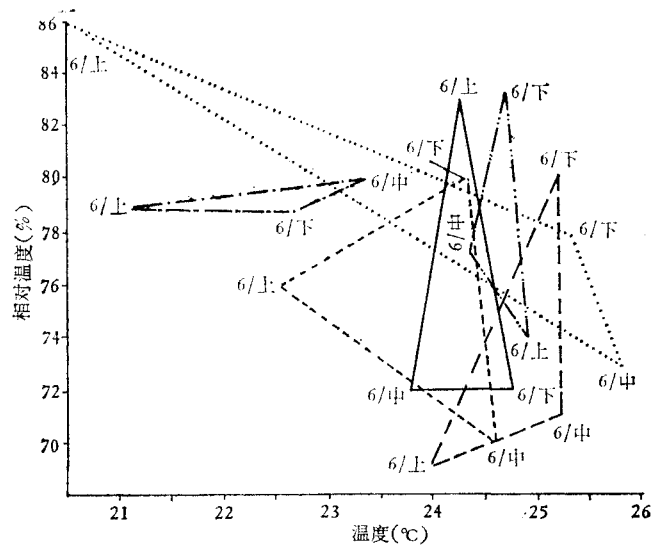


图 2 1979—1984年 6 月气候图 (龚竹林)

fig. 2 Climatograph of June in 1979—1984 (Gongzhulin)

—1979年 ———1980年1981年 -·-·-·1982年 - - - - -1983年 - · - · - ·1984年

表 2 一代成虫迁入数量与降雨的关系 (峨眉山)

table 2 relationship between the number of the immigratory population of the 1st-generation of an armyworm and rain-fall in Omei Mountain

年份	降雨日数	其 中						无雨日数	诱蛾头数	日平均头数
		有雨有量日数	诱蛾头数	日平均头数	有雨无量日数	诱蛾头数	日平均头数			
1979	80	64	1,161	18.1	16	583	36.4	40	386	9.7
1980	89	57	7,572	132.8	32	1,761	55.0	31	2,752	88.8
1981	145	119	2,140	17.9	26	349	13.4	35	383	10.9
1983	138	119	7,442	62.5	19	545	28.7	42	3,257	77.5
1984	134	110	31,123	282.9	24	15,408	642.0	46	17,136	372.5
计、平	586	459	49,438	107.8	117	18,646	159.4	194	23,914	123.3

雨日有28次,占53.8%;中雨日8次,占15.4%;大雨日4次,占7.7%;暴雨日1次,占1.9%;无雨日11次,占21.2%。以小雨及中雨出现蛾峰的机率最多。

3) 与风的关系 从6月份每日成虫诱获量与每晚8时的风速比较中可以看出(表3),以1、2级风诱蛾数量最多,各年情况基本一致。

再从蛾峰日出现频次与风速的关系中可以看出,蛾峰日出现在一级风有32次,占61.7%;二级风有14次,占26.9%;三级风有2次,占3.8%;四级风2次,占3.8%;静风2次,占3.8%。也看出蛾峰日与一、二级风吻合度大。

4. 一代成虫迁入蜂期与850毫巴高空气流的关系

据各次迁入蜂期分析,850毫巴高空大都有切变线、槽线相配合,在这种天气系统影响下,常伴随降温、降雨天气过程。1982年川西、川南地区粘虫大发生,峨眉县净水公社万年测报站的测蛾器中,高峰期(6月4—6日)平均单台日诱蛾量达3,668头。1983年6月21—22日,金顶糖醋毒液草把(5个)诱蛾54头及329头。本文着重对该两次迁入蜂期的天气形

表3 一代成虫迁入数量与风速(米/秒)的关系(峨眉山)

table 3 relationship between the immigratory population of the 1st-generation of an armyworm and wind-speed in Omei Mountain

年 份	风速(米/秒)		0.3—1.5			1.6—3.3			3.4—5.4			5.5—7.9			8.0—10.7			0.0		
	诱蛾量(头)		诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数	诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数	诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数	诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数	诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数	诱蛾日数	诱蛾头数	日平均头数
	1979	38	640	16.8	27	384	14.2	11	44	4.0	6	11	1.8	0	0	0	38	1,010	26.6	
1980	58	8,475	146.1	34	3,168	93.2	15	155	10.3	5	6	1.2	0	0	0	38	2,518	66.3		
1981	78	1,882	24.1	30	383	12.8	9	29	3.2	1	2	2.0	0	0	0	2	35	17.5		
1983	113	9,296	82.3	40	1,466	36.7	8	18	2.3	4	9	2.3	0	0	0	15	1,448	96.5		
1984	128	51,587	403.0	23	6,546	284.6	13	503	38.7	1	0	0	1	2	2.0	14	4,968	384.9		
计、平	415	71,880	173.0	154	11,947	77.6	56	749	13.4	17	28	1.6	1	2	2.0	107	7,719	72.1		

势进行分析。

1982年6月4日08时850毫巴流线上表明(图3),从四川盆地到汉口一线为偏东气流,在四川盆地和贵阳南部各有一个低压中心。6月5日08时(图4),盆地的低压中心减弱消失,从四川盆地到汉口一线仍为偏东气流,风速为4米/秒,温度约为12°C,对一代成虫自东向西迁入四川盆地提供了水平输入条件。1983年6月20日08时850毫巴图上表明,从南京经汉口到贵阳南部有一条东北、西南向的切变线。21日08时,此切变线东段仍维持在南

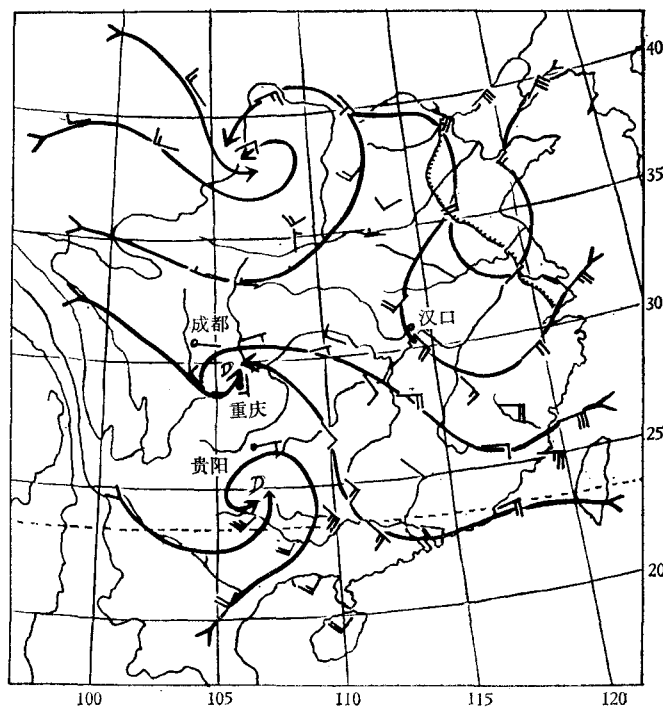


图3 1982年6月4日08时850毫巴流线图
fig. 3 850mb airflow line picture at 08 in June, 4, 1982

表 4 粘虫蛾标记回收试验结果 (1984, 峨眉山)
table 4 the experimental result of the marked armyworm moths in 1984 in Omei Mountain

标记地点	回收地点	回收日期 (月.日)	回收点 海拔(米)	回收 头数	方向	垂直距离 (米)	直线距离 (公里)	备 注
峨眉县九里公社	龚竹林	6.4	450	1	往北		9	标记日期: 1984年5月30日至6月10日 标记点海拔: 460米 标记颜色: 红色 标记蛾量: 214,501头
		6.9	450	2	往北		9	
		6.10	450	2	往北		9	
	净水公社万年测报站	5.31	980	1	往西	520	15	
		6.4	980	1	往西	520	15	
		6.9	980	1	往西	520	15	
		6.11	920	2	往西	460	15	
	万年寺	6.11	1,000	1	往西	540	15	
	华严顶	6.11	2,060	1	往西	1,600	16	
	接引殿	6.7	2,500	1	往西	2,040	16	
	洪雅县张村公社	6.14	1,350	1	往西北	890	40	
		6.9	1,070	1	往西北	610	40	
		6.12	1,350	1	往西北	890	40	
		6.22	1,350	1	往西北	890	40	
西昌市西郊公社	6.19	1,590	1	往西南	1,130	240		
万年寺	息心所	6.24	1,500	2	往西	630	2.5	标记日期: 1984年6月22—26日 标记点海拔: 870米 标记颜色: 绿色 标记蛾量: 31,880头
	华严顶	6.24	2,060	1	往西	1,190	4	

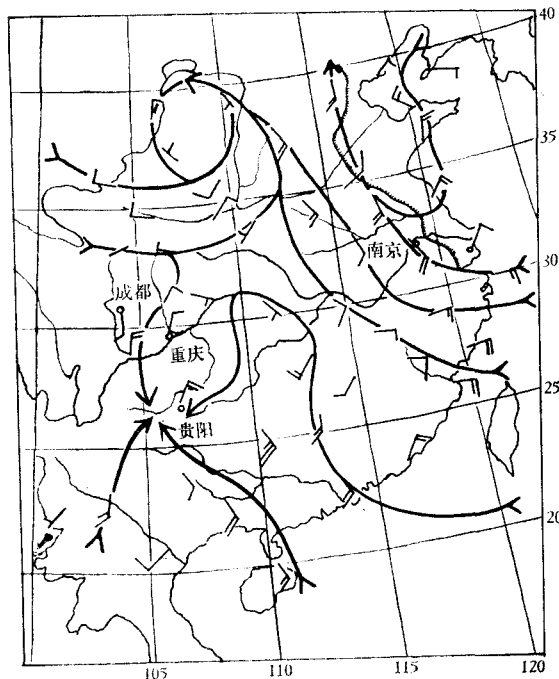


图 4 1982年6月5日08时850毫巴流线图
fig. 4 850mb airflow line picture at 08 in June, 5, 1982

京至汉口一线,这两天长江中、下游地区在切变线影响下,有明显的辐合上升运动,有利于一代成虫起飞,并随着偏东气流迁入川西山区,当气流在峨眉山前受阻时,在爬坡风的作用下,粘虫蛾随气流到达山顶,金顶出现明显迁入峰期。

5. 粘虫蛾标记回收试验的结果

由表4可见,1984年5月30日—6月10日及6月22—26日,先后在峨眉平原和净水万年寺2点标放的红、绿色粘虫蛾,在峨眉山不同海拔高度及本省西昌、洪雅等县,共计回收标记红色粘蛾18头,绿色粘蛾3头。回收点距离标放点垂直距离为460—2,040米,直线距离最远为240公里。通过标记回收,初步明确粘虫具有垂直迁飞的特性,并为分析一代成虫自东向西迁入川西平原后的迁飞方向、高度、距离和迁飞途径提供了科学依据。

四、讨 论

关于金顶上粘虫蛾群的来源问题:通过1973年至1975年连续3个冬春的越冬调查,从未查到过任何越冬虫态,证明粘虫不能在峨眉山区越冬。1981年又进行了麦田一代粘虫调查,虫量甚低,平均每平方米为 0.39 ± 0.32 头。又据郭祥光(1964)报道,粘虫的发育起点温度为 8.7 ± 0.8 (°C),而金顶3—5月份平均温度分别为 -0.6 、 3.3 、 6.2 °C,均在粘虫发育起点温度以下,不能满足完成一个世代所需要的有效积温。且山顶亦无农田,食料缺乏。我们认为不可能是当地繁殖羽化的。通过标放回收试验,得到了初步证实。

参 考 文 献

- 马世骏 1963 粘虫迁飞的生理生态学背景。科学通报 9:65—68。
 —— 1979 中国昆虫生态学三十年。昆虫学报 22(3):257—266。
 郭祥光 1962 南方粘虫之研究Ⅰ,年周期迁飞及季节性生境转移的节律。中国昆虫学会1962年学术讨论会会刊,第83页。
 —— 1964 南方粘虫之研究Ⅳ,粘虫的发育起点、有效积温常数测定及其研究方法、计算方法的比较。昆虫学报 13(5):649—658。
 李光博、王恒祥等 1964 粘虫季节性迁飞危害假说及标记回收试验。植物保护学报 3(2):101—109。
 杨余光、何大恩等 1984 云南省粘虫发生世代及其迁飞规律的研究。动物学研究 5(1):1—20。
 陈永林等 1963 中国渤海及黄海海面迁飞昆虫的初步观察。昆虫学报 12(2):138—148。
 林昌善、孙金如等 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。
 林昌善等 1963 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。北京大学学报 3:291—308。
 林昌善、张宗炳 1964 粘虫发生规律的研究Ⅴ,粘虫季节性远距离迁飞的一个模式。植物保护学报 3(2):92—100。
 夏曾铤等 1963 粘虫发生规律的研究Ⅲ,中国渤海和黄海海面粘虫迁飞的观察。昆虫学报 12(5—6):552—561。
 田中章 1976 アフヨトウの発生生態。植物防疫 30:431—437。
 奥俊夫、小山重郎 1976 东北地方における1969年のアフヨトウ第2回多発生の原因に関する考察。応動昆 20:184—190。

A STUDY ON THE VERTICAL MIGRATION OF ARMYWORM MOTH, *LEUCANIA SEPARATA*, ON EMEI SHAN MOUNTAIN

Xu Peizhen

(*Institute of Plant Protection, Sichuan Academy of Agricultural Science*)

Yang Daide

(*plant protection station of agricultural office of Emei Xian*)

This paper deals with the relationship between vertical migration of armyworm moth and climative factors, in 1979—1984. Six observation-stations were built on the different highness on Emei Shan Mountain, Sichuan province, and observed periodically the immigratory population dynamics of the 1st-generation of the armyworm moth.

The results of the observation of last servfeal years showed that the dynamics of the immigratory population had close zelation with humidity, rain, wind, particuiarly temperature. In natural condition, the average temperature of the first days of the moth appearance was 5.2°C, the immigratory density reached peak at 10.6 to 24.3°C, the suitable temperature and the most suitable temperature are from 15 to 24°C and from 16 to 20°C, respectively.

The results of the observation showed too that the various immigration peak periods of 1st-generation had closest correlation with the south-east and by east wind of high altitude atmospheric pressure 850mb airflow court (windspeed is about 4—6m/s). It is a factor of horizontal and long distance immigration by which the moths westward migrates onto Emei Shan Mountain and other places of Sichuan from east of China. And according to the observations of the vertical migratory dynamics and the experiment of recapturing of marked moths at the different height location of the mountain, it has been preliminarily proved that the moths in Jin Ding are vertically imigrated by ascending airflow from low elevations in summer.