

我国粘虫发生概况：60 年回顾*

姜玉英** 李春广 曾娟 刘杰

(全国农业技术推广服务中心, 北京 100125)

摘 要 本文总结了我国 1950—2013 年粘虫 *Mythimna separata* (Walker) 发生、防治和损失概况, 揭示了 60 余年中我国粘虫种群数量动态的演化规律。(1) 南方地区越冬代种群发生年代间有波动, 江淮 1 代发生区为害减轻, 东北、华北、黄淮、西北和西南等 2、3 代发生区发生加重。(2) 2 代粘虫为发生最为广泛的 1 代, 1995 年以来粘虫主要危害作物已由小麦变为玉米。(3) 寄主作物种植面积对种群数量总体变动起重要作用, 气候条件影响年度间和区域间的种群波动和变化, 农田生境影响小区域的发生危害程度。

关键词 粘虫, 种群动态, 发生演化, 影响因子

Population dynamics of the armyworm in China: A review of the past 60 years' research

JIANG Yu-Ying** LI Chun-Guang ZENG Juan LIU Jie

(National Agro-Technical Extension and Service Center, Beijing 100125)

Abstract The occurrence, management, and economic impact of the armyworm, *Mythimna separata* (Walker), in China was reviewed based on data from field surveys and poplar branch and light trap catches from 1950 to 2013. Several key characteristics of armyworm population dynamics are as follows: (1) The fluctuation of the overwintering generation of armyworms was slightly different in southern China, the population size of the first generation declined in Jianghuai region of central China, but the damage caused by the second and third generation have been progressively greater in recent years; (2) The most extensive spatial distribution of the second generation was seen in the Huanghuai region, northern, northeastern, southwestern and northwestern China, and since 1995, the major crop affected by armyworms has been wheat rather than corn. (3) The most important factor affecting armyworm population dynamics is the planting area of cereal crops, although annual and regional population fluctuations are determined by changing climate, the extent of crop damage depends on the local farm habitat.

Key words *Mythimna separata*, population dynamics, occurrence evolution, influential factors

粘虫 *Mythimna separata* (Walker) 具有迁飞性、暴食性、群聚性和杂(广)食性发生危害特点, 决定了其是我国农业最重要的害虫(中国农业科学院植物保护研究所, 1979), 由于其最喜食禾本科植物, 因此对水稻、小麦和玉米三大粮食作物的安全生产威胁最大。由于栽培制度、气候条件和人为控制等因素的影响, 粘虫在我国的

发生与危害呈现出阶段性的变化。总结粘虫历史发生概况, 分析其危害作物、发生区域和代次间的动态规律, 探讨动态演变的影响因素, 对研究我国粘虫各区域间虫源关系、提出准确有效的监测预报方法和做好长期持续治理等方面均具有重要意义(姜玉英等, 2013)。为此, 本文利用 1950—2013 年全国粘虫在水稻、小麦、玉米和

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201403031)

**通讯作者, E-mail: jiangyuying@agri.gov.cn

收稿日期: 2014-07-10, 接受日期: 2014-07-16

其他谷类作物上发生面积、防治面积和挽回损失及实际损失数据(陈生斗和胡伯海, 2003), 结合以上农作物播种面积、产量及关键时期气候条件(国家统计局网页; 国家气候中心网页), 以及全国各病虫测报区域站的 1 至 3 代粘虫的监测数据(部分数据来自内部资料, 1990—2013 年《全国植保专业统计资料》), 总结了我国粘虫发生危害概况及作物间、地区间和代次间的动态规律, 分析了作物种植、气候条件和农田生境对粘虫种群消长、区域和田块间发生情况等方面的影响, 以期为粘虫的测报和防控提供科学依据。

1 粘虫发生和危害概况

据《全国植保专业统计资料》的数据, 分析 1950—2013 年 64 年粘虫的发生情况(图 1), 有 20 年发生面积在 666.7 万 hm^2 (1 亿亩) 以上, 1976、1977、1972、2012 和 1966 年分别位居第 1 至第 5 位; 防治面积超过 666.7 万 hm^2 的有 7 年, 由大至小依次为 2012、1977、1976、1972、2013、1990 和 1989 年; 挽回损失超过 100 万 t 的有 5 年, 2012 年达 558.6 万 t, 为前 62 年 (1950—2011) 平均值的 11.8 倍, 第 2 位是 2013 年, 为 211.5 万 t, 1990、1987、1989 年损失在 120 万 t 以上; 实际损失超过 30 万 t 的有 10 年,

损失最大的为 2012 年, 达 99.2 万 t, 1989 年为 49.7 万 t, 1966、1972、1979、1987、1990、1991、2002、2013 年 8 年实际损失在 30 万 t 以上; 实际损失和挽回损失合计的总损失, 超过 100 万 t 的有 14 年, 2012 年达 657.8 万 t, 2013 年为 250.7 万 t, 1986、1987、1989、1990 年为 155~182 万 t, 1977、1981、1984、1991、1997、1998、2002、2005 年为 103~113 万 t。

分析粘虫在我国发生危害演变情况, 大致分为以下四个阶段。

第一阶段为 1950—1965 年, 年平均发生面积和防治面积分别为 258.6 万 hm^2 和 144.4 万 hm^2 (表 1), 发生面积和防治面积最大的是 1960 年, 分别达 587.1 万 hm^2 和 389.6 万 hm^2 ; 年平均挽回损失为 11.3 万 t, 挽回损失最大的为 1965 年, 为 25.1 万 t; 年平均实际损失 11.1 万 t, 1953 年实际损失达 21.9 万 t, 为 1950—1965 年 16 年之首。这段时期由于受农业种植结构和栽培水平的影响, 全国粘虫发生面积不大(不排除统计上有遗漏、数据比实际偏小的现象), 但不少年份(如 1950、1953、1955、1958、1960、1963 年)部分地区某个代次(虫态)出现严重发生的情况(陈励生, 1953; 刘增义和李绵春, 1953; 王玉亭和余彩仲, 1953; 杨逸兰等, 1965; 贾振华等, 1966),

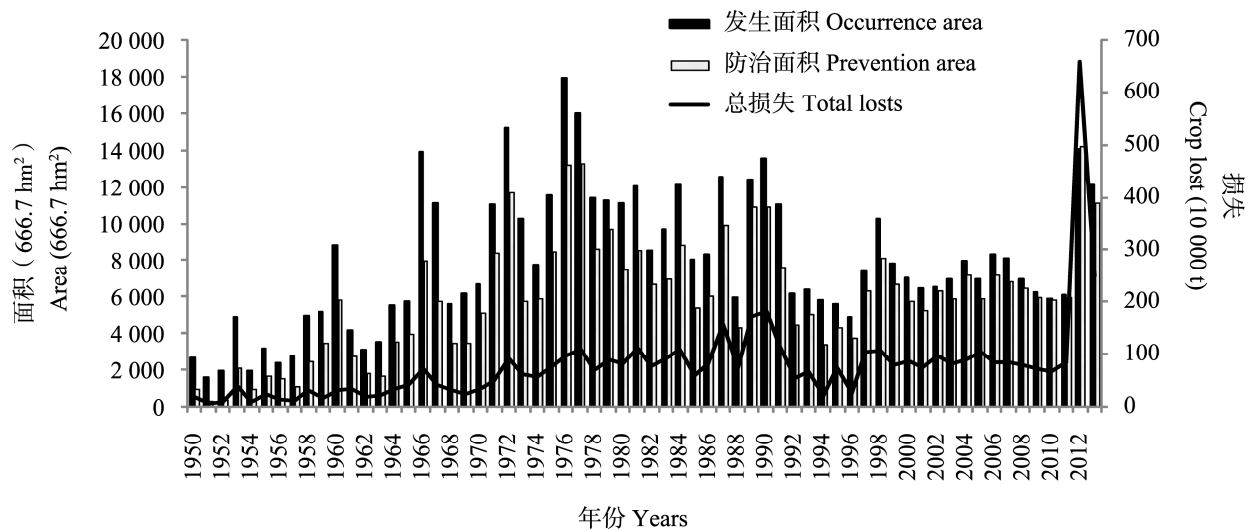


图 1 1950—2013 年全国粘虫发生防治和损失

Fig. 1 The occurrence area, control area and crop lost of armyworm in China, 1950-2013

表 1 我国不同年代粘虫发生防治和损失情况

Table 1 The occurrence area, control area and lost of main crops of armyworm in the past decades

时期 Stage	年平均发生面积 (10 000 hm ²) Yearly mean occurrence area (10 000 hm ²)	年平均防治面积 (10 000 hm ²) Yearly mean control area (10 000 hm ²)	年平均挽回损失 (10 000 t) Yearly mean retrieve lost (10 000 t)	年平均实际损失 (10 000 t) Yearly mean actual lost (10 000 t)
1950—1965	258.6	144.4	11.3	11.1
1966—1991	720.9	525.5	60.8	24.0
1992—2011	458.7	390.2	58.9	17.6
2012—2013	871.8	845.5	385.1	69.2
1950—2013	528.1	397.9	57.9	20.3

总体看本时期是粘虫危害较为严重的时期。

第二阶段为 1966—1991 年,为历史上总体发生严重的时期,26 年平均发生面积为 720.9 万 hm²,只有 1968 年发生面积少于 400 万 hm²,其中 17 年发生面积超过 666.7 万 hm²,1976 年近 1 200 万 hm²,为历史最高值;年平均防治面积 525.5 万 hm²,有 5 年超过 666.7 万 hm²,1976、1977 年达 886.7 万 hm²;年平均挽回损失为 60.8 万 t,有 3 年超过 100 万 t,1990 年达 145.4 万 t,1987、1989 年损失达 120 万 t;年平均实际损失为 24.0 万 t,有 7 年超过 30 万 t,1989 年近 50 万 t。

第三阶段为 1992—2011 年,比上一阶段发生与危害有所回落,为常年发生水平。年平均发生面积为 458.7 万 hm²,20 年期间仅有 1998 年发生面积超过 666.7 万 hm²;年平均防治面积为 390.2 万 hm²,最大的为 1998 年,为 543.7 万 hm²;年平均挽回损失为 58.9 万 t,1997 和 2005 年损失最大,为 83 余万 t;年平均实际损失为 17.6 万 t,2002 年损失超过 30 万 t。

第四阶段为 2012 年以后。其中,2012 年,发生面积为 938.3 万 hm²,居于 1950—2013 年中的第 4 位;防治面积为 947.2 万 hm²,挽回损失为 558.6 万 t,实际损失 99.2 万 t,三者均位于历年首位。2013 年,发生面积为 805.4 万 hm²,防治面积为 743.7 万 hm²,挽回损失为 211.5 万 t,实际损失 39.3 万 t,总损失仅次于 2012 年,为

历史第 2 高值年份。2012—2013 年总体讲为历史上危害最严重的时期,预示着我国粘虫发生进入一个新的发生阶段。

2 粘虫动态变动规律

2.1 发生区域的变化

粘虫在我国除新疆未见报道外,其他省(区、市)均有分布。按季节性发生规律(即代次)可将粘虫发生区域分为南方、江淮、黄淮、华北、东北、西北、西南 7 个地区。其中,南方地区包括湖南、江西、福建、广东、广西和海南 6 省(区),是北纬 30℃以南、粘虫的越冬代发生区;江淮地区包括湖北、安徽、江苏、浙江、上海 5 省(市),是粘虫 1 代发生区;黄淮地区是指河南和山东 2 省,其中河南中南部和山东南部为 1 代粘虫发生区,河南北部、山东北部 and 东部为 2、3 代粘虫发生区;华北地区包括河北、山西、内蒙古、北京和天津 5 省(市、区),为 2 代和 3 代粘虫发生区;东北地区包括黑龙江、吉林、辽宁 3 个省,常年以第 2 代发生数量最多,一些年份第 3 代发生也较严重;西北地区包括陕西、甘肃、宁夏和青海 4 个省(区),此区域主要发生 2 代,其中的陕南和关中地区也发生 1 代,个别年份有少量 3 代危害;西南地区包括云南、四川、贵州和重庆 4 省(市),此区域受地势和气候的影响,发生较为复杂,大部地区主要发生 2 代,云南大部

区域可发生越冬代和 1 代, 其他 3 个省(市)也有少量其他代次的发生。分析 1970—2013 年(此阶段资料较为系统)以上区域发生面积占全国发生总面积的比率(表 2), 其中, 南方地区 1990—2009 年发生面积比率减少, 但 2010—2013 年又回升至接近 1970—1989 年水平, 这与前面分析 1992—2011 年我国粘虫发生相对平稳相吻合, 显然越冬代虫源量的降低对以后各代次发生起到重要控制作用; 江淮地区发生面积比率逐年降低态势明显, 此区域 1 代主要在麦田发生, 此区域发生面积的相对减少, 造成了全国小麦受害下降; 华北和黄淮地区发生面积比率呈逐年上升之势, 此区域是全国发生面积最大的两个区域, 1990 年以来分别保持在 30% 和 20% 以上; 东北地区 1980—1989 年发生面积比率稍高, 其他阶段基本保持在 15%~18% 的水平; 西南地区 1970—1979 年发生面积比率较低, 其他年代基本保持在 6%~9% 之间; 西北地区 1970—1989 年发生面积比率约为 4%, 1990—1999 年上升至 9%, 2000 年以后基本保持 10% 的比率。总体看, 1970 年代以来, 东北地区发生面积比率稳定, 华北、黄淮、西北和西南地区发生面积比率扩大, 而江淮地区减小, 南方地区各年代间有波动。

2.2 主要危害作物的变化

粘虫具有杂(广)食性危害特点, 危害作物

有稻、麦、玉米、高粱、甘蔗、粟、糜子等禾本科作物, 也危害禾本科牧草和芦苇; 野生寄主有狗尾草、画眉草、马唐草、稗草等禾本科杂草; 其他寄主有树木(柳、榆等)、果树(苹果、柑橘等)、蔬菜(白菜、辣椒等)、油料(大豆、花生等)、绿肥(苜蓿等)等。回顾我国历年粘虫主要寄主作物小麦和玉米上粘虫发生面积(图 2), 1950—1985 年, 小麦发生面积大于玉米, 显然是以危害小麦为主, 期间的 1977 年粘虫造成的危害损失占当年小麦总产的 1.5%; 年平均小麦上粘虫发生面积占发生总面积的 53.7%, 其次是玉米, 发生面积比率为 22.2%, 水稻占 8.0%, 其他谷类作物占 16.1%。1986 年玉米上粘虫发生面积开始大于小麦, 1987—1994 年, 小麦和玉米上粘虫发生面积互有高低, 而 1995 年后, 玉米上粘虫发生面积均大于小麦。1986—2013 年, 玉米、小麦、水稻和其他谷类作物发生面积比率分别为 55.9%、25.4%、7.0% 和 11.7%, 由此可见, 粘虫由主要危害小麦变为主要危害玉米, 小麦的地位由玉米取代, 玉米成为粘虫最主要的寄主作物。2004—2013 年, 玉米发生面积占总寄主作物发生面积比率在 68% 及以上, 其中 2012 年达 78.6%, 2012 年因粘虫造成玉米的产量损失占当年玉米总产的 2.9%。防治面积、挽回损失和实际损失情况也是同样的变化(表 3)。

表 2 各地区粘虫发生面积比率(%)
Table 2 The percentage of occurrence area of armyworm in different region of China

年份 Year	南方 South	江淮 Jianghuai	黄淮 Huanghuai	华北 North	东北 Northeast	西南 Southwest	西北 Northwest
1970—1979	7.4	22.3	21.8	24.3	17.9	2.7	3.6
1980—1989	6.9	16.5	18.2	26.7	22.2	5.6	3.9
1990—1999	2.0	9.1	22.7	31.6	17.0	8.5	9.1
2000—2009	2.8	8.8	24.0	32.1	15.1	7.3	10.0
2010—2013	5.9	5.7	22.7	33.0	16.4	6.0	10.3
1970—2013	4.9	13.4	21.8	29.1	17.9	6.1	7.0

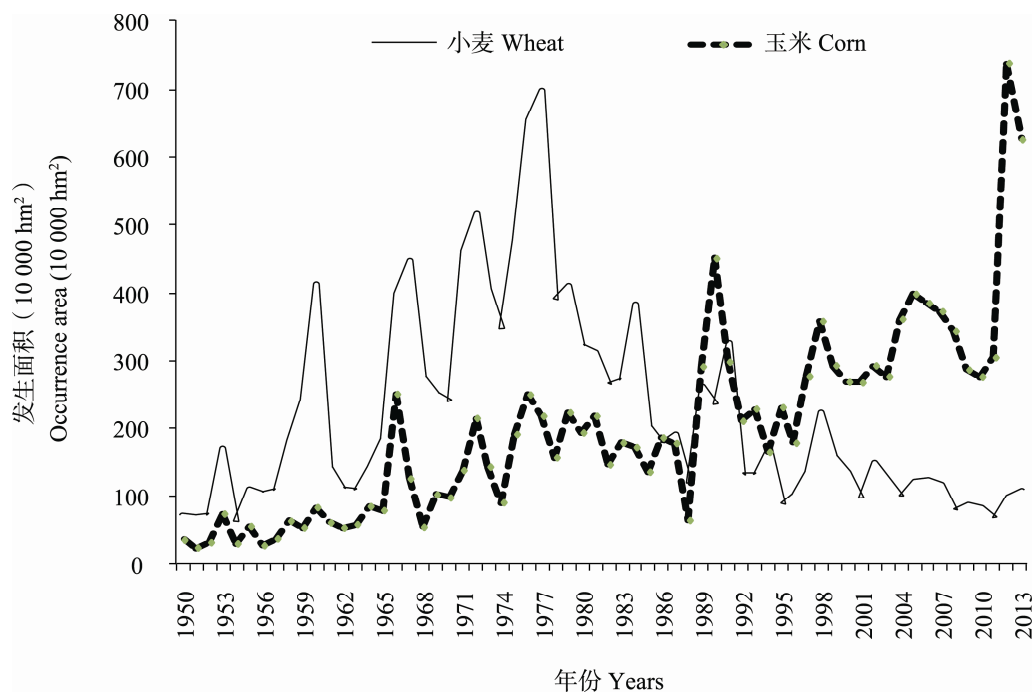


图 2 1950—2013 年小麦和玉米上粘虫的发生面积

Fig. 2 Occurrence area of armyworm in wheat and corn, 1950-2013

表 3 主要寄主作物上粘虫发生防治和产量损失变动情况

Table 3 The percentage of occurrence area, control area and main crops lost of armyworm

内容 Parameters	小麦 Wheat		玉米 Corn		水稻 Rice		其他谷类作物 Other cereal crops	
	1950-1985	1986-2013	1950-1985	1986-2013	1950-1985	1986-2013	1950-1985	1986-2013
发生面积 比率(%) Percentage of occurrence area	53.7	25.4	22.2	55.9	8.0	7.0	16.2	11.7
防治面积 比率(%) Percentage of prevention area	49.2	24.8	21.2	54.8	9.9	9.1	19.7	11.3
挽回损失 比率(%) Percentage of retrieve lost	36.6	14.5	27.8	67.1	22.3	8.1	13.4	10.4
实际损失 比率(%) Percentage of actual lost	31.5	16.6	40.1	63.6	14.7	6.5	13.7	13.3
危害损失率(%) Percentage of harmful lost	0.5	0.2	0.4	0.5	0.1	0.1	—	—

2.3 发生代次的变化

粘虫为追逐适宜寄主和环境条件每年进行南迁北回, 年发生 6~8 代, 对农业生产造成明显危害的主要是 1 至 3 代。其中, 1 代主要发生在江淮和黄淮南部, 包括上海、浙江、湖北、江苏、安徽、河南、山东、山西、陕西等省份; 2 代是发生区域最广泛的 1 个代次, 可在华北、东北、黄淮、西南和西北地区发生, 包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北、天津、北京、山东、陕西、甘肃、宁夏、云南、贵州、四川等; 3 代主要在华北、东北等地发生, 发生省份有河北、天津、北京、山西、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、山东等。从 2.1 分析粘虫发生区域的变化情况可以看出, 南方地区即越冬代发生区域各年代间有波动, 越冬代发生面积的大小决定了虫源量的多寡; 而江淮地区为 1 代发生区, 其发生面积减小即是 1 代发生面积缩小; 东北、华北、黄淮、西北和西南地区均是 2 代和 3 代发生区, 此区域发生面积比率扩大, 即是 2 代和 3 代发生面积的扩大。2.2 分析结果, 1985 年以前粘虫以危害小麦为主, 其中以上海、浙江、湖北、江苏、安徽、河南、山东等江淮和黄淮南部小麦发生面积最大, 如 1976 和 1977 年以上省份粘虫在小麦上发

生面积分别为 75.3% 和 78.9%, 显然是 1 代发生为主。分析粘虫 2001—2013 年全国发生面积, 1 代为 53.9~136.7 万 hm^2 , 年平均面积为 84.0 万 hm^2 ; 2 代发生面积 147.7~433.0 万 hm^2 , 年平均面积为 264.0 万 hm^2 ; 3 代发生面积 88.0~390.0 万 hm^2 , 年平均面积为 137.3 万 hm^2 。统计粘虫 2001—2013 年 1 至 3 代发生面积占全年发生总面积比率 (图 3,) 其平均值分别为 16.2%、45.6% 和 24.0%, 显然 2 代粘虫成为发生最大的代次。

3 几点启示

3.1 寄主作物种植面积对种群数量总体变动起重要作用

粘虫寄主食料多寡、营养成份构成必然影响其生长、生殖、生态适应性等功能的形成与发挥 (刘金平等, 2011)。粘虫具有广食性危害特点, 在自然条件下, 取食植物范围有禾本科、十字花科、豆科、蔷薇科、茄科等 16 科植物, 当大发生时其主要禾本科植物吃光后, 可危害树木、果树、蔬菜、油料和绿肥等, 几乎所有绿色植物均可取食, 但粘虫也有一定的食物专化性, 试验证明以禾本科最嗜好, 取食小麦等禾本科植物的幼虫发

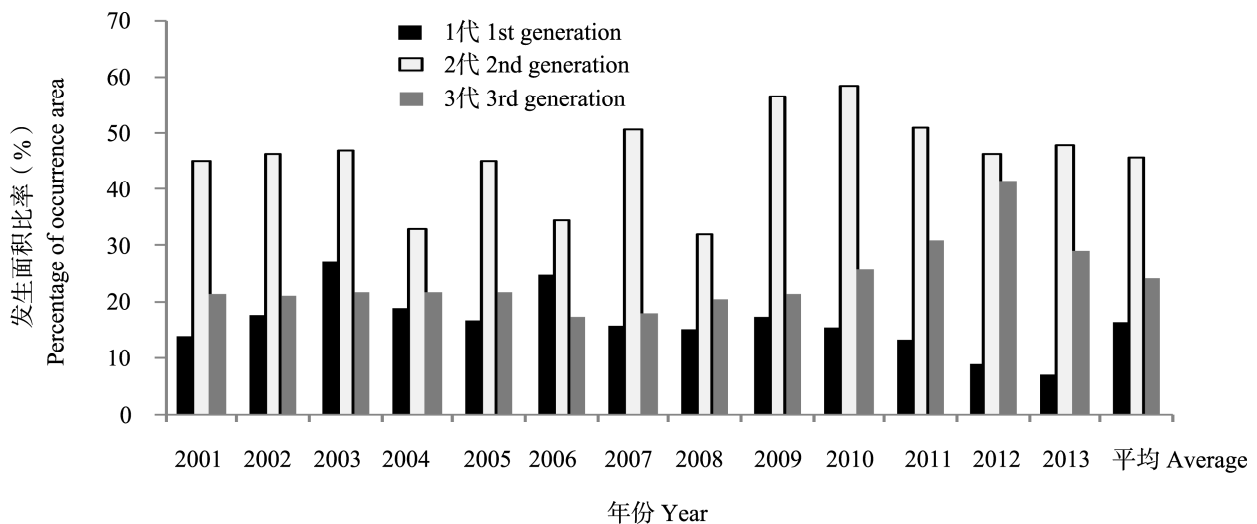


图 3 2001—2013 年全国 1 至 3 代粘虫发生面积比率

Fig. 3 Percentage of occurrence area of the 1st-3rd generation armyworm in China, 2001-2013

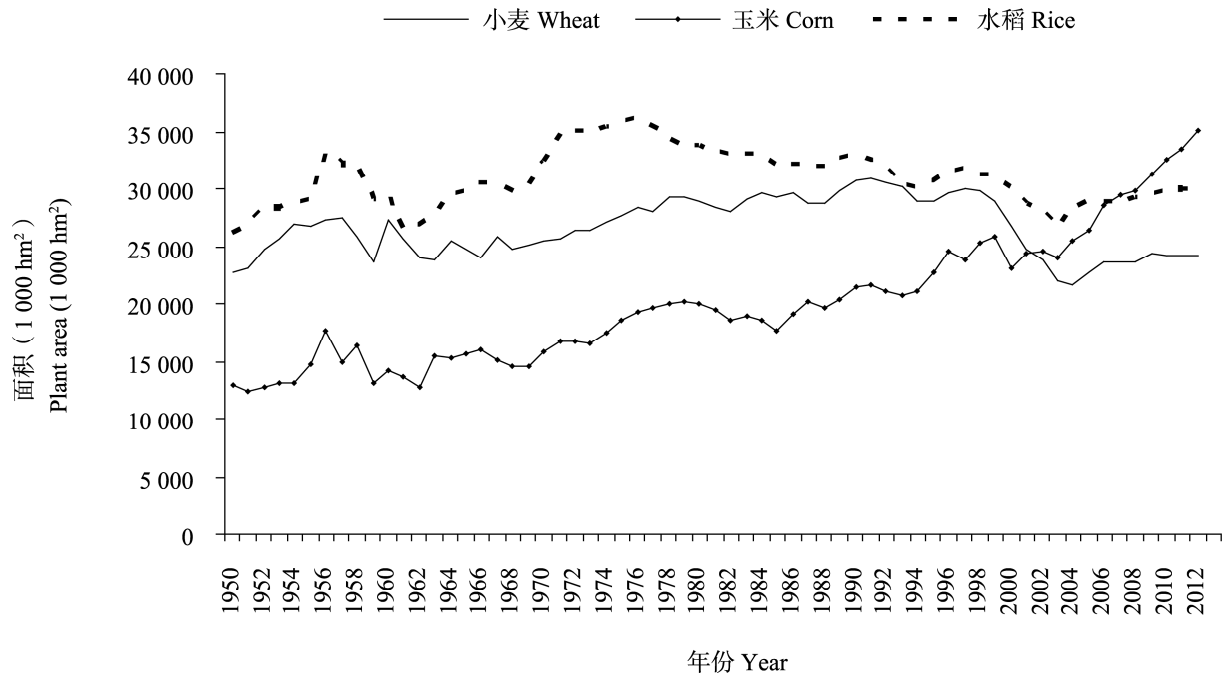


图4 1950—2012年全国主要谷类作物种植面积

Fig. 4 Planting areas of main cereal crops in China, 1950-2012

育好、发育速度快、成活率高、蛹重高、成虫繁殖力强(中国农业科学院植物保护研究所, 1979;《李光博文选》编辑部, 2007), 因此, 小麦、玉米、水稻等禾本科植物是粘虫的优异寄主, 其分布的广泛与否对种群数量增减起到重要的作用。对 1950—2012 年全国小麦、玉米、水稻种植面积与其粘虫发生面积做相关分析, 其相关系数 r 分别为 0.3118、0.8403、0.6062; 其中, 小麦为显著相关 ($P=0.05$, $r=0.250$), 玉米、水稻为极显著相关 ($P=0.01$, $r=0.325$); 同样, 小麦、玉米、水稻 3 种作物的种植面积与其产量损失的相关系数分别为 0.5741、0.5569、0.5020, 均达到了极显著水平。由此可见, 小麦、玉米、水稻种植面积与其粘虫发生面积有直接关系, 尤其是玉米的种植面积与发生面积间的相关性最强。从图 2 可看出, 1986 年起玉米上粘虫发生面积开始大于小麦, 且自 1995 年后, 玉米上粘虫发生面积均大于小麦, 这与当时作物种植面积变动情况相吻合 (图 4), 即从 1986 年起, 玉米种植面积呈明显上升趋势, 至 2007 年玉米种植面积大于小麦和水稻; 而小麦在 1991 年达种植面积的

最高值, 随后总体呈下降趋势; 加之玉米在我国种植区域的广泛性, 我国从南到北均有分布, 尤其是东北、华北、西北、西南和黄淮是春玉米和夏玉米的主要种植区域, 也是 2 代、3 代粘虫适宜发生的地区, 这在很大程度上有利于粘虫种群的日益壮大, 从而造成粘虫在玉米上发生危害逐渐加重, 使其成为受害最重的作物。

3.2 气候条件影响年度间和区域间的种群波动和变化

粘虫为喜中温、高湿的害虫, 据研究, 幼虫发育起点温度为 $(7.7 \pm 1.3) ^\circ\text{C}$, 适宜温度为 $10 \sim 25 ^\circ\text{C}$, 适合相对湿度为 75% 以上; 成虫产卵适温为 $19 \sim 22 ^\circ\text{C}$, 较为合适的相对湿度为 75%, 高温、低湿条件对成虫产卵和幼虫发育极为不利。因此, 粘虫发生数量的消长与气候有着非常密切的关系, 在很多情况下, 气候往往是决定其发生消长的主导因素。分析全国 1 至 3 代粘虫发生区域的气候条件, 1 代和 2 代发生期间通常温度条件是适合的; 3 代粘虫主要受 7 月下旬至 8 月上中旬天气条件的影响, 此时段雨水比较协

调、无特大暴雨和高温干旱的天气,比较适宜 3 代粘虫的发生。我国粘虫发生区域,降水量的多少是影响 1 至 3 代粘虫种群消长的关键因素,回顾我国粘虫发生危害历史,造成大发生的年份往往是“风调雨顺”的年份。如 1966、1977、1990、1991、2012、2013 年总体为降水偏多的年份,尤其是 6—7 月降水量在历年平均值以上,创造了有利于粘虫发生的环境条件。比较连续严重发生的 2012 和 2013 年粘虫发生情况(张云慧等, 2012; 曾娟等, 2013), 2013 年总体发生危害情况比 2012 年轻,但 1 代和 2 代发生重于 2012 年,尤其是 2 代粘虫在我国东北、华北、黄淮、江淮、西北和西南地区 20 个省(市、区)发生,全国发生面积达 449.3 万 hm^2 ; 3 代粘虫在东北、华北、黄淮和西南地区的 14 个省(区、市) 104 个市(盟) 480 个县(区)发生,发生面积 243.8 万 hm^2 。造成 2013 年 2 代粘虫发生重的原因,首先是虫源基数高于 2012 年,另外,5 月份江淮麦区降水比 2012 年多、气温更高,对 1 代粘虫发生更有利一些,且 6—7 月份东北、华北、西北和西南大部与 2012 年一样有较充足的降水和适宜的气温,如 7 月份华北地区(北京、天津、河北、山西和内蒙古)平均降水量为 188.6 mm,较常年同期(119.1 mm)偏多 58.4%,为 1951 年以来第 2 高值。在有更充足虫源量的前提下,3 代发生危害轻于 2012 年的主要原因,是 2013 年 7 月下旬至 8 月上中旬发生区域的气候条件不甚适宜,2012 年 7 月下旬我国华北和东北地区降水量比往年同期明显偏多,平均气温比往年同期偏低 $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,为“喜凉好湿”的粘虫成虫繁殖提供了适宜的环境条件,造成 3 代粘虫大暴发;而 2013 年 7 月下旬至 8 月上、中旬幼虫为害高峰期,除东北北部、河北大部降水偏多外,其他 3 代粘虫发生区降水量比常年都明显偏少,北方绝大部分地区气温偏高 $1\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$,气候条件对 3 代粘虫发生适宜程度不如 2012 年,造成发生危害程度不如 2012 年严重,对连续两年粘虫种群的大幅度上升起到明显抑制作用,导致 3 代成虫回迁数量较 2012 年同期有显著降低。我国南

方、江淮、黄淮、华北、东北、西北、西南 7 个地区年度间发生面积比率的变动,除各地作物种植制度发生变化外,气候条件的变化也起到重要影响。有关气象专家分析,持续近 30 年的夏季“南涝北旱”降水分布型在 2012 和 2013 年显现转变趋势,夏季多雨带位置北移,这也是两年粘虫持续严重发生的重要因素。

3.3 农田生境影响小区域的发生危害程度

综上所述,栽培作物种类对粘虫发生危害起到重要影响,气候条件时空变化导致了粘虫年度和区域间的发生分布和危害程度有明显差异,严格讲,后者是通过改变农田小气候来影响粘虫的发育和繁衍的。农田是粘虫栖居、生存和繁殖的场所,害虫有选择在有利于后代生长发育的寄主和适宜环境产卵的本能,因此农田生境合适与否对粘虫的影响最为直接。农田生境包括寄主植物营养供给情况和温湿度情况等,寄主植物营养供给情况包括植物种类、长势和生育期。在生产实践中可经常观察到不同作物、同一作物不同田块或同一田块受害不均匀等现象,这种现象都可从寄主种类和田间湿度这两个方面找到原因。在一个相对广阔区域内,粘虫会选择禾本科作物或杂草地块产卵,并且优先选择在有干叶尖或嫩叶卷曲的植物上。所以在玉米、水稻、谷子等作物同时存在的东北和华北地区,往往在谷子地或杂草丛生之处先查到幼虫的危害。管理粗放杂草多的地块受害重的另一个原因,是这样的区域湿度条件也较好。长势好和生育期的影响是因为由此造成田间更为郁闭,田间湿度变大,创造了更适宜粘虫发生的生境小气候,因此出现密植多肥和灌溉条件较好的长势茂密农田更适宜粘虫的发生危害的现象。

参考文献 (References)

- 中国农业科学院植物保护研究所, 1979. 中国农作物病虫害(上册). 北京: 中国农业出版社. 697–720.
- 姜玉英, 曾娟, 任宝珍, 张书敏, 金晓华, 赵中华, 刘杰, 2013. 2012 全国 3 代粘虫防控对策和问题建议. 中国植保导刊, 33(6): 64–68.

- 陈生斗, 胡伯海, 2003. 中国植物保护五十年. 北京: 中国农业出版社. 288–313.
- 国家统计局. 年度统计报告. <http://data.stats.gov.cn/workspace/index?sessionId=55B2FFCE25F7EACA931AB248367AE179?m=hgnd>.
- 国家气候中心. 气候影响评价. <http://ncc.cma.gov.cn/cn/>.
- 陈励生, 1953. 山东文登粘虫蛾大发生和生活习性的观察. 农业科学通讯, (7): 292.
- 王玉亭, 余彩仲, 1953. 粘虫蛾发生为害及除治方法. 农业科学通讯, (7): 293–294.
- 刘增义, 李绵春, 1954. 东北区粟夜盗虫(粘虫)之研究与防治. 农业科学通讯, (4): 192–194.
- 杨逸兰, 董大葵, 戴淑兰, 1965. 锦州地区粘虫发生区划调查报告. 辽宁农业科学, (3): 5–11.
- 贾振华, 杨述明, 孙正, 江英华, 1966. 郯城县防治麦田粘虫的经验. 山东农业科学, (1): 42–44.
- 刘金平, 游明鸿, 白史且, 2011. 食料与培养条件对川西北高原粘虫幼虫生长发育的影响. 西南农业学报, 24(3): 949–953.
- 《李光博文选》编辑组, 2007. 李光博文选. 北京: 中国农业出版社. 141.
- 曾娟, 姜玉英, 刘杰, 2013. 2012 年粘虫暴发特点分析与监测预警建议. 植物保护, 39(2): 117–121.
- 张云慧, 张智, 姜玉英, 曾娟, 高月波, 程登发, 2012. 2012 年 3 代粘虫大发生原因初步分析. 植物保护, 38(5): 1–8.