

治理有害动物的战略与策略

——主要以中国棉虫为讨论材料

朱 弘 复

(中国科学院动物研究所)

前 言

有害动物,本文着重谈其中的有害昆虫。所谓有害,是指这些动物或昆虫对人类生命和生活起着有害的作用。地球上已知约一百万种昆虫中,一部分对人类造成严重灾害。举若干有数据可查的例子来说:美国约有一万种害虫和螨类,其中约七百种(212种从国外传入)为害比较严重(Smith, *et al.* 1973, p. 446)。世界上棉花害虫的记载有 1,326 种(Hargreaves, 1948),美国有一百种左右昆虫和螨类为害棉花,1951—1960年平均年损失五千万美元,约为年产量的19%(Metcalf *et al.* 1975, p. 379)。印度1963—1964年因虫害损失粮食15%,约计1,300万吨。Cramer (1969)根据世界各地许多资料分析研究,估计世界上农业因虫害损失每年产量的13.8%,约值200—300亿美元。

以上数例可以说明与害虫作斗争的重要性。我国古代劳动人民与害虫作斗争有悠久的历史:远在三千年前,《诗经·小雅》中就有防治农业害虫的记载。公元前713年唐朝设有专门治蝗官员,当时利用“掘沟捕蝗”,科学水平很高。在杀虫药剂方面:早在二千年前已开始利用汞剂、砷剂和藜芦等,一千五百年前利用石灰和草木灰治虫,一千年前应用铜剂和铅剂。与西方国家相比:1865年开始用巴黎绿治马铃薯甲虫,1892年用砒酸铅治舞毒蛾,1916年用砒酸钙治棉铃象虫,1920年以后才用有机药剂如除虫菊、鱼藤酮、尼古丁、对位二氯苯、樟脑等,1927—1940年间用有机合成化合物。

解放以后,毛主席指示“以农业为基础”,说明发展农业的重要性,1977年中国共产党十一次全国代表大会提出了包括农业在内的“四个现代化”,进一步重视农业的发展。在《农业发展纲要》和农业“八字宪法”中的“保”字即是植物保护。这些都是科学地对待防治害虫的基本战略。新中国成立以来,我国昆虫学工作者对害虫的生物学和防治办法做了不少工作,为保护农林业生产和人畜健康有一定的贡献。过去,曾对害虫“防治”或“防除”,有过名词上的争论,若干医学昆虫工作者用害虫“防制”,有其一定的科学意义。近十年来国际上提出“有害动物的治理”¹⁾,在意义上和科学内容上比较深广。本文利用过去参加棉虫工作的一些实际体会作初步探讨。

1) “Pest management”经过同几位有关同志商讨,认为译作“有害动物的治理”比较能表达它的科学内容,如“治理黄河、治理淮河”,有其丰富的科学内容。

“有害动物治理”的涵义

自从四十年代末,尤其五十年代利用广谱杀虫剂(如 DDT,六六六等)以后,化学防治曾兴盛一时,并曾誉为“昆虫学的黄金时代”,认为有了灵丹妙药,手到病除,从此防治害虫可以高枕无忧。事实证明并非如此简单。1946—1947 年仅仅用 DDT 两年之后,就在瑞典、丹麦、意大利、美国发现家蝇发生抗性,据 Brown (1970)的报告,已知 119 种农业害虫对 DDT 发生抗性,而对于天敌、传粉昆虫、野生动物、鱼类的杀伤,尤其残效药剂对环境的污染更为危险。再经过生物浓缩作用,在鱼类和鸟类身体中含毒量可达 10^3 — 10^7 倍,问题就更严重了。

迄五十年代末,提出使用“结合防治”,即化学防治与生物防治相结合。后来更扩大其意义,利用一切可以应用的技术,安排成统一的计划程序,来控制有害动物的群体数量,使经济损失和对环境的反作用达到最小程度(Metcalf 等,1975)。这与我国提出的综合防治有相似之处。有害动物治理的内容,Geier (1966)曾提出:(1)研究害虫生活体系中所需要的条件,加以改变,减少其发生数量,达到可以容忍的水平;(2)应用生物学知识及近代科学技术以达到所希望的变化;(3)适应近代科学技术,修订防治方法,以符合经济的和环境质量的要求。当然不同意见经常会有,例如 Woods (1974)引用 Clark (1967)的意见,认为“有害动物的治理”与“结合防治”是同义词,他说:组织和运用各种合适方法来控制害虫,使其在经济上危害达到最小程度,在环境和生态学上的影响达到理想程度。必须充分了解生态体系¹⁾和害虫群体²⁾动态,以及其它各种有影响的因素。实际上目前科学水平还未能达到这些要求,所以还在试研阶段。作者认为即使二者内容完全一致,而“有害动物治理”的科学意义宽广,以用后者较当。

综合许多方面的见解,“有害动物治理”,其内容大致应包括下列各方面:(1)昆虫区系调查,包括害虫与益虫;(2)对主要昆虫的生物学研究,了解其发生与发展特性,环境因素对它的影响;(3)群体数量动态,生物因素和非生物因素对它的制约;(4)生态体系研究,尤其研究个体、群体、群落的结构、能量互换、物质交流、生物因素与非生物因素的影响等等;(5)对自然环境的影响;(6)经济核算与经济限阈;(7)制订一套治理策略,有步骤地实施各种防治、根治或消灭害虫的方法;(8)研究制订害虫治理的模型;(9)制订害虫治理的方针政策;(10)应用“体系科学”³⁾到害虫治理。以上各条是介绍大致情况,不一定求全,项目间也微有重复,可以进一步研究修订。但都是属于基本战略方面的。至于策略则包括各种具体的防治措施,如农业防治、化学防治、生物防治、遗传防治、物理防治、机械防治、植物抗性等等,不需详述。以上只是作者目前的一些想法,不一定完全正确。这门学科正在发展之中,随着发展必将在内容上有所充实和修订,新技术的发展和渗透(如电子计算机、遥感技术等),也会影响和应用到本门学科内,前途是宽广的,还需要昆虫工作者的努力。

1) Ecosystem 有人译为“生态系”或“生态系统”,我认为用“生态体系”更能表达其意义。

2) Population 原译为“种群”,因与分类学上有重复,所以改作“群体”。“个体”到“群体”到“群落”,很顺适。

3) Systems Science.

中国棉虫的治理

过去作者曾同我们棉虫工作组的同志们在国内主要棉区从事棉虫工作若干年, 现在择要地把一些与害虫治理的意义相符的资料探讨一下。

中国棉区的农业生态体系

中国棉区分布的幅度很大, 从北纬 19 度到北纬 44—45 度; 从东经 76 度到东经 124 度。海拔高度相差也大, 山西、陕西两省棉区为黄土高原中小盆地, 与一般平原棉区相差 300—400 米, 河西走廊海拔 1,500—2,000 米左右, 甘肃敦煌在 1,100 米以上, 新疆吐鲁番盆地则低于海平面 154 米。根据自然条件, 共分为五个棉区:

1. 黄河流域棉区 包括河北、山东全部棉区, 河南省除南阳以外的全部棉区, 安徽、江苏两省的淮河以北棉区。

本区土壤为褐土及灰褐土, 在黄土高原的河谷冲积平原上为石灰性冲积土, 排水不良地区也有盐积土。华北平原以石灰性冲积土为主, 低洼地区也有盐积土, 河谷两岸有风积沙丘。豫东、皖北、苏北西边一部分, 原来砂疆土最广, 因河水多次氾滥, 被冲积土所掩盖成为石灰性冲积土。

本区植被为落叶阔叶区, 主要为夏绿林, 以栎类占优势, 油松、侧柏等针叶树混生其间。经长期农垦, 原生植物只在山地有小片残留。

本区气候属华北气候类型, 华北平原部分地区最冷月在 0—6℃ 之间, 湿润度在 0.5—1.0 之间, 一年中候平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有 180—235 天。黄土高原湿润度为 0.12—0.50 之间, 年雨量 400—550 毫米。气温日差较大, 4 月气温比 10 月高, 夏季长 1.5—2.0 月, 最热月不超过 25℃。北京市及河北省、山西临汾以南、陕西关中、山东、河南、江苏沿陇海路两侧, 全年气温平均大都在 13℃ 以上, 无霜期 180—240 天。

本区棉花一年一熟, 冬季休耕或冬作小麦, 夏作玉米、高粱、粟、大豆、甘薯等, 可与棉花配成二年三熟或三年四熟制。

本区棉虫主要有棉蚜、地老虎、蓟马、盲蝽、红铃虫、棉铃虫、鼎点金钢钻、棉叶蝉、棉红蜘蛛、油葫芦、灰象甲、种蝇等。

2. 长江流域棉区 本区北以秦岭、伏牛山、淮河、洪泽湖、苏北灌溉总渠为界, 东至东海, 西以成都以西的西康高原山麓为界, 南以福建的戴云山、江西南部的九嶷山、广东、广西北边的五岭、贵州中部的分水岭为界。棉花集中在北纬 28 度以北, 包括陕西省汉中、河南省南阳、四川、湖北、江西、浙江的棉区, 安徽、江苏两省淮河以南棉区, 贵州北部、福建北部的棉区。

本区土壤: 长江以北丘陵和平原地区, 汉水流域大部地区, 河南南部及安徽淮河以南平原, 都是江淮丘陵低地褐土及冲积土区。平原低地冲积土很广, 为水稻土。长江中游沿岸及下游三角洲、洞庭湖和波阳湖沿岸、成都平原等均为无石灰性冲积土、水稻土和砂质土, 滨海土中含可溶性盐类。

植被主要为暖温带混交林带。汉水流域、大别山、桐柏山以及江北淮南, 以马尾松、栓皮栎等为主; 苏南、浙西、皖南、赣、湘北山地以马尾松、杉、枫香、椴、槭、水青冈等占优势;

川东、川北、鄂西山地及秦岭南坡,以杉、马尾松、枫香为主,水杉的发现,说明植被类型古老;秦岭南坡有樟,汉中盆地有棕榈、芭蕉和柑桔,毛竹分布到信阳一带。

气候比较复杂,秦岭南北气候有显著差异,北为北方景色,南为南方景色。四川盆地最冷月超过 6°C ,南部超过 10°C 。黔鄂山地、贵州高原年雨量约 900—1,250 毫米,月平均气温超过 22°C 有 1—3 个月,最热月不超过 25°C 。长江以北年雨量 750—1,250 毫米,最冷月 $0-4^{\circ}\text{C}$,月平均气温 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 有 4 个月。长江以南最冷月 $4-6^{\circ}\text{C}$,月平均气温 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 有 5 个月,夏季最热的 7 月和 8 月气温为 30°C 左右。闽浙地区最冷月低于 6°C ,秋季台风及地形关系,9 月份雨量超过 150 毫米。本棉区年雨量一般在 1,000 毫米左右,无霜期 230—290 天。

农作栽培多为一年两熟或三熟,棉后种大麦、小麦、蚕豆、豌豆、油菜、苜蓿或苕子。冬作套种棉花,同时种水稻、玉米、高粱、大豆、甘薯、芝麻等,也可轮作。

本区棉虫大致与黄河流域棉区相似,但赣棉盲蝽为黄河流域所无,大造桥虫历史上在江浙大量发生为害,翠纹金钢钻以湖北或河南南阳为分布北界,棉铃虫在本区每年发生 5 代,斜纹夜蛾发生普遍,红铃虫为害严重,每年发生 3—4 代。棉红蜘蛛发生数量大,为害重,棉蚜在春季大量发生,但往往为春雨抑制,棉叶蝉是本区重要害虫。

3. 辽河流域棉区 本区只辽宁省棉区,北以辽河与松花江的分水岭为界,南临渤海,东至千山,西至山地。土壤是石灰性冲积土,植被以赤松、柞栎为主。

雨量年达 500—800 毫米,4 月气温 10°C 左右,5 月 $15-19^{\circ}\text{C}$,7 月 25°C 左右,8 月下降至 24°C 左右,10 月 10°C 左右,11 月 0°C 左右,无霜期 170 天左右。

农作一年一熟制,多用套作,与别区不同。与棉轮作有春小麦、大豆、高粱、玉米、甘薯等。

主要棉虫与黄河流域棉区相似,但以棉蚜为害最重。由于冬季气温在 -6 至 -16°C ,仓库中红铃虫不能越冬,所以为害已不成问题。

4. 西北内陆棉区 本区自乌鞘岭起,包括甘肃河西走廊和新疆维吾尔自治区全部。土壤主要为草甸灰钙土,低湿地区为沼泽土,干旱地区为石质荒漠土。植被为干旱地带森林草原、草原及荒漠复合类型,在盆地为干荒漠及半荒漠灌丛类型,盆地因雨水少,酷暑严寒相间,植被稀疏。瀚海中心常数百里无一植物。在润湿草原边缘植被比较茂盛,形成半荒漠或荒漠草原。绿洲植物有杨、榆、红柳、沙枣、枸杞、怪柳等树木,苦马豆、紫花苦苣等草本植物。

敦煌、张掖等地年雨量不足 100 毫米,湿润度 < 0.12 ,低于 0°C 期达 3—4 个月,高于 22°C 期有 2—3 个月。塔里木盆地雨量极少,塔里木年雨量只 4.5 毫米,库车、焉耆等地也不到 100 毫米,吐鲁番最热时曾达 47.8°C 。

一年一熟制,棉收后冬闲,与棉轮作有小麦,夏作主要为高粱、玉米等。

新疆棉区害虫显示了中亚细亚区系特点,特征棉虫有棉长管蚜、苜蓿蚜、黄蝉等。红铃虫和金钢钻等未曾侵入。甘肃棉区则为东洋区系与中亚细亚区系过渡状态,主要棉虫与黄河流域棉区相近似,但红铃虫未曾发生。

5. 华南棉区 本区北界戴云山、九嶷山、五岭、贵州中部分水岭,以至云南西北部丽江以北高山,直至腾冲,东面包括台湾省,南面包括海南岛,西南至国境界。土壤复杂,有红

壤、水稻土、砂砖红壤、冲积土、黄壤、石灰性及酸性紫色土等。

植被极为茂盛,云南省有各种类型的常绿栎林、松林、林中灌木丛、藤本很多,附生各种蕨类、兰类、苔藓、地衣等。滇黔桂沿境多为锥栎、木荷等混合常绿林,热带植物种类很多。台湾东北部为雨林式,南部为季雨林式。海南岛东北部为雨林式,西南部为季雨林式。闽粤沿海、广西南部等地森林为虫媒异型林,树种繁多。

气候: 闽粤沿海全年平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$, 一年中平均气温 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 的有 180 天以上。福州以南无冬季, 夏季超过 6 个月。年雨量超过 1,500 毫米。广西南部月平均气温 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 的有 2—4 个月。海南岛属热带气候, 年雨量 1,500—2,000 毫米。云南东部最冷月 $0\text{--}6^{\circ}\text{C}$, 南部夏季不足 6 个月, 最冷月 $6\text{--}18^{\circ}\text{C}$ 。

本区棉株冬季不死, 多年生, 除陆地棉外, 海岛棉、木棉以及一种攀枝花(木棉科)高达数丈。棉虫种类复杂, 其中以金钢钻、红铃虫为害严重。带棉红蛛、埃及金钢钻、棉四点叶甲是特征种。棉蚜在川黔交界以卵及若虫越冬, 在云南可以终年繁殖不息。

表 1 几种主要棉虫在各棉区发生比较

主 要 棉 虫		黄河流域	长江流域	辽河流域	西 北	华 南
棉 蚜	世代 发生时期	20± 3—10 月	20+ 2—11 月	20— 4—10 月	20— —	— 全年
	发生数量 越冬	多 卵	少 卵或若虫	多 卵	少 卵	中 无
红 蜘蛛	世代 发生时期	12± 3—10 月	18± 2—11 月	12± 4—10 月	— —	20+ 全年
	发生数量 越冬	中 成虫	多 成虫、若虫	中 成虫	少 成虫	中 —
绿 盲 蝽	世代 发生时期	4—5 4—10 月	5—6 4—10 月	— —		很少 —
	发生数量 越冬	多 卵	中 卵	很少 卵		
中 黑 盲 蝽	世代 发生时期	4 4—10 月	— 4—11 月	— —	— —	— —
	发生数量 越冬	很少 卵	中 卵	— —	— —	— —

中国植棉历史和棉虫由来

中国在公元前一世纪到公元后第四世纪之间, 广东、广西、云南等地已经有利用木棉织布的历史记载。草棉则是后来才引进的。大概在第十三世纪推广到长江流域种植, 后来又扩大到黄河流域。真正重要的棉虫是指草棉上的害虫, 与我国植棉历史密切分不开的。推断棉虫的由来, 可有下面几个途径:

1. 由原始生物群落中的成员转变为次生生物群落中的成员 许多种昆虫当原始生活环境被破坏后, 可以适生于新的环境条件下, 如果营养和生境对它有利, 就可大量繁殖起来。更由于昆虫食性的不同, 可分为下面两亚类: (1) 杂食性昆虫——这类昆虫占棉虫的大多数, 因为它们食性幅度大, 可以寄生在多种植物上, 当转移到棉田以前, 原来在其它植

纹金钢钻只能在比较偏南的地区越冬,可能由成虫迁飞才能侵入较北棉区。

各棉区的棉虫因为栽培制度的改变,棉虫发生为害也在起着变化,如棉铃虫在北部棉区本来群体数量不大,可是近年数量大增,为害增剧。又如棉大造桥虫在三十年代是江苏一带特别严重成灾的害虫,近年虽在个别地点偶有发生,几乎已经绝迹。它本来是林木害虫,我们采到的标本很多,为什么不在棉田大量为害?其原因尚待研究。棉红蜘蛛原在黄河流域棉区为害严重,近年因栽培和管理制度改变,在长江流域棉区为害转重。云南棉区因多季棉的栽培制度,金钢钻连续严重为害,改制后,为害减轻。

棉虫的食物网

由食物链而组成食物网,内容包括许多种害虫和益虫的相互关系,棉株的生长时间、

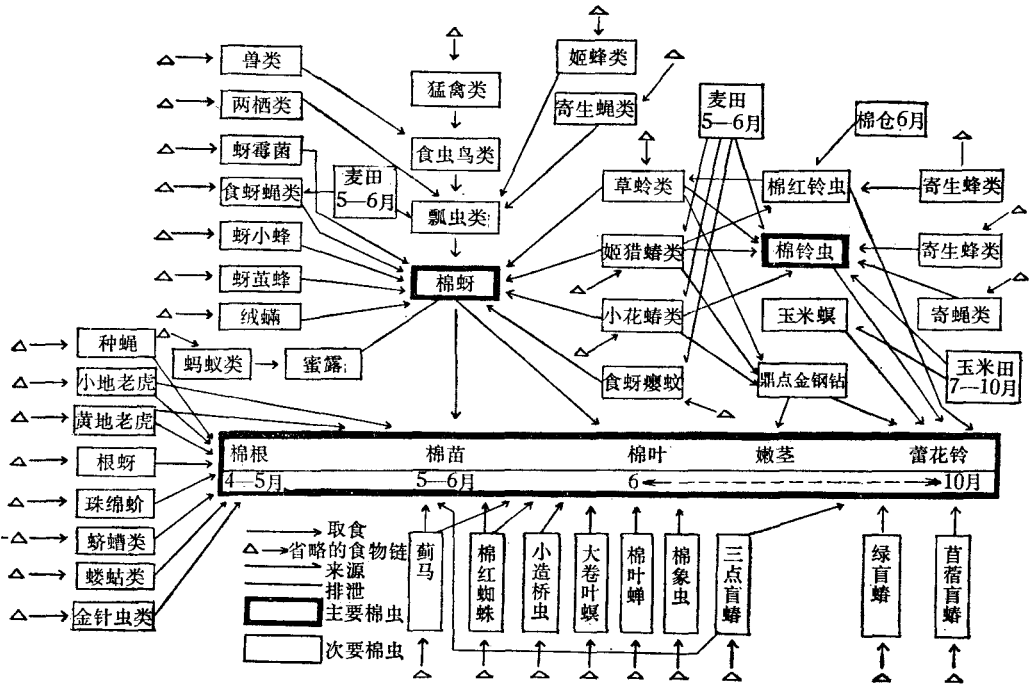


图2 北方棉区棉虫食物网(多维图)

发育阶段、被害部位以及棉田附近的有关寄主植物和害虫、益虫的来源及其活动途径。这是研究棉虫生态体系的一个方面,也是害虫治理的一个组成部分。过去我们研究棉虫的工作同志经过多年的调查分析,积累了相当丰富的资料,可制成各棉区的棉虫食物网,为了节约篇幅,现在只列出三个比较复杂的食物网图,从中可以看出生态体系中一个方面。这三个图由张广学同志协同制出。食物网中的各链环,如受干扰或击破,就会失去原先的相对平衡,影响到害虫的发生和发展。视其干扰的程度大小,对害虫发生影响的程度如何,或人为地加以破坏,是研究害虫治理的一个重要方面。

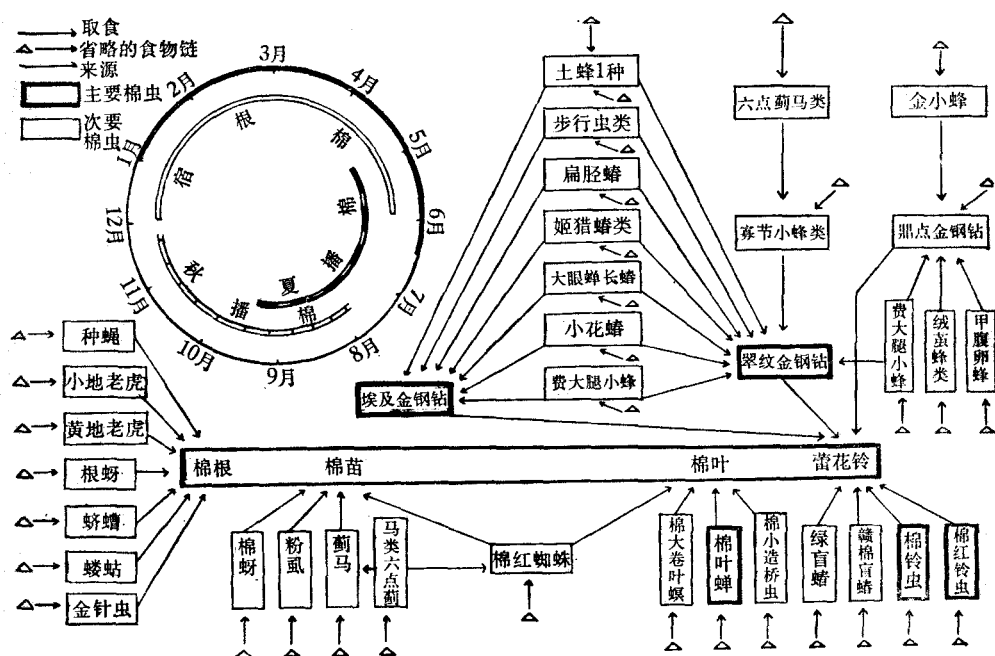


图3 云南棉区棉虫食物网(多维图)

棉虫的预测预报

从1954年开始,我们工作组根据棉蚜的生活习性作出预测预报,其后经过全国各地棉虫工作同志的努力,农业部植保局召集过许多次会议,汇集各地研究资料,总结经验,改进方法,对各种主要棉虫作出不同程度的预测预报办法,受到棉业工作者的欢迎。曾说:“预测预报就是好,病虫发生早知道;抓住关键打巧仗,省工省钱效果高”。预测预报的内容,主要是:(1)害虫发生的空间,即地点和面积,经过各地点的实际调查、统计和分析,可以达到此目的。(2)害虫发生的时间,在一定地区害虫生活周期中各虫期发育有其一定需要的时间,从上一个世代到下一个世代,或从前一个虫期到后一个虫期都可计算出所需要的时间。自然条件的变化对害虫发生有很多影响,利用生物统计方法可以对测定虫期有些帮助。利用物候也可作为害虫发生期的一种标志,例如在北方棉区,洋槐开花或柳絮飘扬现象,正是棉蚜由越冬寄主向棉田迁飞盛期;棉株现蕾或麦收前后,正是棉蚜在棉田间由点片发生到普遍扩散时期;越冬寄主石榴树如果在冬季因严寒而冻死,则第二年棉蚜发生较轻。害虫发生期受许多条件的影响,气温的影响更著,过去也曾利用温积来测定,但也有其一定的局限性。(3)害虫发生数量:根据基数及性比预测在一定时间内发生和发展数量,例如预测春季棉田内可能迁来的棉蚜,首先需要知道越冬寄主上棉蚜卵的数量;利用麦田和豌豆等田中棉铃虫的基本数量,预测棉田中可能发生的概况。这个基数如果是两性生殖的,两性比例必须计算在内,孤雌生殖的就没有这个问题。害虫的繁殖能力和死亡率也都应考虑在内。迁移习性影响数量变化,例如早春棉蚜由越冬寄主迁到棉田,秋末在棉田中发生大量有翅蚜,预示棉蚜将迁出,棉田中棉蚜数量将急剧下降。(4)为害程

度,有一些现成的计算公式,此处不拟详述。

害虫发生预测是一个复杂问题,影响因素很多,对害虫的基本研究愈多,则对这问题的了解可以逐步加深,基本资料的积累和分析,对作出预报有很大帮助。以上只是简要地介绍过去工作中的情况,未及详述。

综合防治

防治害虫的目的在于消灭害虫的为害或减轻其为害程度至一定可能的水平,从而使农业生产不致受到损失或挽救损失至最低可能的程度。当然在近年的要求还须涉及避免环境污染和人畜保健问题。综合防治的内容包括一切可以利用而有效的方法,有化学防治、生物防治、农业防治、物理防治等许多方面。我国的棉虫防治,过去除使用过许多种杀虫药剂外,灯光诱蛾、树枝诱蛾、糖醋诱蛾等都是很普遍的方法。在农业防治方面更为注意,播种前药剂拌种,消除田边杂草,尤其是害虫越冬寄主;出苗后结合间苗,除去有虫棉苗;结合整枝打顶消灭害虫。冬季结合棉花入仓消灭红铃虫,冬耕消灭越冬害虫。在生物防治方面,十多年前在湖北即已利用金小蜂防治仓库中的越冬红铃虫。这个方法有其优点:利用仓库中红铃虫为大量繁殖的饲料,又在仓库中释放,环境条件比较单纯,易于管理。近年又利用瓢虫、草蛉进发行防治棉虫,已取得初步成效。在五十年代末,我组工作同志曾制出《棉虫综合防治方案》,当时我们工作地点在河南安阳,所以是一个代表北方棉区的防治方案,其中包括:时期和棉株发育阶段、害虫发生的种类、防治措施的具体安排等等,经过三年使用,三次修订。可惜此后我们的工作性质改变了,没有继续下去。

讨 论

我国棉虫防治工作有几个特点:(1)在农业部领导下,制订了一个方针——即是“预防为主,综合防治”。这个方针十分正确,因为在害虫没有大量发生之前,采取切实可行的措施,把害虫消灭在大田之外,即是还没有到达大田为害之先,即进行防治措施。既到大田之后,也是主张“治早、治小、治了”。总之一切为了避免大量为害成灾。这些措施都是依靠害虫预测预报工作起指挥作用。(2)组织工作强,群众力量大。中央、地区、县、公社、大队、生产队都有治虫机构、研究队伍或治虫队伍,凡是有效的防治方法,很易具体执行。尤其近年的“四级农科网”以及群众的科学种田,作出了很多成绩。(3)我国五个棉区,分布地区广,自然条件各异,害虫种类不同,发生规律各异,必须根据当地的特点制订防治措施。(4)棉虫种类杂复,生态习性各异,既要求控制害虫为害,又要求防治措施简单有效,节省人力和物力。其中必然会发生一些矛盾,力求解决这些矛盾,提高效力。(5)一切事物都不是静止不变的,随着我国社会主义事业的进展,现代化农业的要求,环境条件的改变,棉虫种类、发生规律等也在逐渐变化,因此对于防治害虫措施也须适应新的要求,不断研究害虫的新变化和新的防治措施,这是科学工作者的任务。

害虫治理的科学内容很广,包括战略性的基础科学研究和策略性的防治措施研究。它还在青年时期,例如体系科学的结合应用,数学模型的制订,都有待充实,不断改进。我们可以吸取国外工作的精华,作为今后工作的借鉴。

参 考 文 献

- 丁岩钦 1963 棉盲蝽生态学特性的研究 I, II. 植物保护学报 2(3): 285—96, 2(4): 365—9。
- 丁岩钦 1964 陕西关中棉区棉盲蝽种群数量变动的研究。昆虫学报 13(3): 297—309。
- 王则华 1953 北方棉区棉铃虫观察。昆虫学报 3(4): 516—8。
- 朱弘复、张广学 1950 棉蚜为害对于棉株生长及籽棉产量之影响。中国科学 1(1): 201—24。
- 朱弘复、张广学 1954 棉蚜在棉田中消长研究。昆虫学报 4(3): 195—211。
- 朱弘复、张广学 1955 六种常用治蚜药剂对棉株生长和棉花产量的关系。昆虫学报 5(1): 43—67。
- 朱弘复、张广学 1956 棉蚜及其预测预报。财经出版社, 48 页。
- 朱弘复、张广学 1956 棉蚜在棉田中的发生与扩散。昆虫学报 6(3): 253—70。
- 朱弘复、孟祥玲 1958 三种棉盲蝽研究。昆虫学报 8(2): 97—118。
- 朱弘复、傅胜发、孟祥玲、张广学 1959 中国棉花害虫。科学出版社, 108 页。
- 许明霞、张广学、朱弘复 1958 棉铃虫研究。应用昆虫学报 1(1): 18—30。
- 何本极、马惠璋 1963 金小蜂的生物学特性及其利用。昆虫知识 7(1): 17—20。
- 钦俊德等 1962 关于棉铃虫食性和营养的某些特点。昆虫学报 11(4): 327—40。
- 傅胜发、曹赤阳、万长寿 1963 棉铃虫的若干生态特性及其发生类型。植物保护学报 2(1): 75—87。
- Bottrell, Dale G. and Perry L. Adkisson 1977 Cotton insect pest management. *Ann. Rev. Ent.* 22: 451—81.
- Brown, A. W. A. and R. Pal 1969—70 Insect resistance. *Farm Chem.* Sept.-Nov. 1969; 1970.
- Fenemore, P. G. 1975 The changing role of chemicals in pest control. *New Zealand Entomologist* 6(1): 2—5.
- Geier, P. W. 1966 Management of insect pests. *Ann. Rev. Ent.* 11: 471—90.
- Hargreaves, H. 1948 List of recorded cotton insects of the world. Common Wealth Institute of Entomology, London, 50pp.
- Kosztarab, Michael 1975 Role of systematics collections in pest management. *Bul. Ent. Soc. Amer.* 21(2): 95—8.
- Metcalf, R. L., Wm. H. Luckmann *et al.* 1975 Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons, N. Y. 587 pp.
- Ruesink, W. G. 1976 Status of the system approach to pest management. *Ann. Rev. Ent.* 21: 27—44.
- Smith, R. F. *et al.* 1973 History of Entomology. Annual Reviews Inc., 517 pp.

STRATEGIES AND TACTICS OF PEST MANAGEMENT WITH SPECIAL REFERENCE TO CHINESE COTTON INSECTS

H. F. CHU

(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Cotton is a fiber crop with great importance to human life and industry, having been cultivated in China a little more than seven hundred years since it was introduced from foreign countries in the thirteenth century. At present, there are five cotton cultivation areas scattering about 19—44°N. latitude and 76—124°E. longitude, i.e., the Yellow River basin cotton area, the Yangtze River basin cotton area, the South China cotton area, the Northwest inland cotton area, and the Liao River basin area. Each cultivation area possesses its own climatic, soil, vegetative, ecosystematic and other characteristics which have been briefly described in the text. For a number of years, the author and his colleagues have worked in several major cotton producing regions on the subject of cotton insects. Since cotton was exotic to China, how did the insect pests immigrate into cotton fields is of utmost concern in studying Chinese cotton insects. The answer is given in this paper: The insect members of the primary community shifted into the secondary community, embracing the omnivorous insects and the oligophagous insects originally inhabiting on the mallow family host plants indigenous in China. Meanwhile, a few exotic species immigrated from foreign countries.

Food webs are studied and worked out in multidimensional character diagrams to show the complicated interrelationships among the cotton insects, natural enemies, time and space, growth and developmental stages of the cotton crop. Monitoring system is considered as the foremost step in pest management system which was developed as early as in the fifties and widely used in different cotton areas in China, resulting in very good effects in suppressing the cotton pest damages. A more significant strategy is relied on the insect pest management policy which stresses "preventive measures first and then integrated control." Combating cotton insect pests by integration of various compatible suppressive measures is a traditional tactic in China and generally centered round the following aspects: cultural manipulations including field sanitation practices, chemical, physical, biological and some other suppressing measures. As soon as the confidence on the broad spectrum organoinsecticides collapsed in the sixties, an increasing appreciation of the importance of biological control has appeared. Among the many local natural enemies of cotton insect pests, an indigenous wasp, *Dibrachys cavus* (Walker) was very attractive to Chinese entomologists. This species parasitizing on the overwintering pink bollworms has been mass bred and liberated indoors in the barns of certain cotton areas with successful suppressing results.

Four-ranked network of scientific experiment is another advantage in insect pest management system in China because it can mobilize a large team of scientific workers distributed in the counties, people's communes, productive brigades, and productive

teams. They are doing much of the entomological experiments and also the extension works, and ready to transfer the current techniques and knowledge to the peasants.

Pest management itself as a novel trend in combating injurious insects is in the developing stage, and in accompany with the advances of new scientific ideas and modern techniques, it will be nourished and promoted in progression. We have much to look forward in the foreseeable future that the innovative approaches to the pest management will have much brilliant prospects.