

害虫管理引论

R. L. 梅特卡夫 W. H. 勒克曼 主编

科学出版社

害虫管理引论

R L. 梅特卡夫 W H 勒克曼 主编
中山大学昆虫研究所 译

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书是环境科学与技术丛中论述害虫管理方面的一部有参考价值的著作。主要内容包括害虫管理的概念、生态学和经济学;在害虫管理中对植物抗性、寄生昆虫、捕食者、疾病、杀虫剂、引诱剂、驱避剂和遗传方法的应用;抽样和测定,分析和造模;棉花害虫、饲料作物害虫、果树害虫、森林害虫、人和家畜害虫的管理;害虫管理的发展前景。本书可供植物保护工作者,环境科学工作者,大专院校昆虫专业、植物保护专业师生和中专植物保护专业师生参考。

Robert L. Metcalf and William H. Luckmann
INTRODUCTION TO INSECT PEST MANAGEMENT
John Wiley & Sons, 1975

害 虫 管 理 引 论

R. L. 梅特卡夫 W. H. 勒克曼 主编

中山大学昆虫研究所 译

责任编辑 谢仲屏

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年3月第一版 开本:850×1168 1/32

1984年3月第一次印刷 印张:17 5/8

印数:0001—3,850 字数:467,000

统一书号:13031·2471

本社书号:3397·13-7

定 价: 3.25 元

前 言

过去十年来,“有害生物管理”这一术语已成为昆虫学家、杂草科学家和植物病理学家词汇的重要部分。我们认为,有害生物管理的实践对于现代植物保护和有害生物防治的未来和存在是绝对必要的。本书的目的在于提出害虫管理的一些想法以作为研究工作者和有关人员的工作指南。本书大部分篇幅用来阐述农业害虫问题,并为农业和公共卫生昆虫学其它专门领域制订计划提供基础。

现代害虫管理是以可靠的生物学知识和原理为基础的有害生物防治。二十世纪初期的昆虫学家是害虫管理的先驱,他们的工作经常遭到失败。今天,随着通讯联系、交通、有效的选择性农药、计算机和其它科学手段的迅速发展,我们能够克服几十年前难以克服的有害生物防治的许多障碍。

我们相信,本书将能满足这一需要。我们和其他作者受到编写书籍的强烈愿望所驱使,为有害生物防治的研究者和野外工作者介绍有关有害生物管理的内容和提供制订计划与发展技术的实例。我们希望,这部著作将进一步促进对有害生物管理系统的采纳和应用。章末*所附的参考文献和选读材料特为读者提供机会去了解世界各国有害生物防治领导人和专家撰写的科学论文和著作。

许多科学家和科学杂志的编辑们允许我们利用已发表的材料,伊利诺斯州自然历史调查所 Lloyd LeMerc 先生和 Larry Farlow 先生给我们提供图片,伊利诺斯大学 Alice Prickett 女士为我们提供图表,我们对他们表示衷心感谢。我们感谢作者们对本书的编

* 各章末的参考文献和选读材料集中放在全书之末。——编者

写工作所作出的贡献。

我们特别感谢依利诺斯州自然历史调查所行政助理 Sue E. Watkins 女士提出的建议和指导,她为本书的准备和出版工作耗费了许多时日,我们谨以此书献给她。

R. L. 梅特卡夫

W. H. 勒克曼

1974 年 11 月于伊利诺斯州厄巴纳

目 录

原 理

第一章	害虫管理概念	1
第二章	害虫管理的生态学问题	31
第三章	害虫管理经济学	62

策 略

第四章	害虫管理中的植物抗性	84
第五章	害虫管理中的寄生昆虫和捕食者	121
第六章	疾病在害虫管理中的应用	156
第七章	害虫管理中的杀虫剂	194
第八章	害虫管理中的引诱剂、驱避剂和遗传防治	229

对 策

第九章	害虫管理的数量基础——抽样与测定	259
第十章	害虫管理的分析和造模	297

实 例

第十一章	棉花害虫管理	319
第十二章	饲料作物害虫管理	375
第十三章	果树害虫管理	396
第十四章	森林害虫管理	428
第十五章	防治侵袭人和家畜的害虫管理对策	446

跋

第十六章	害虫管理及其前途	480
参考文献		484
索 引		535

原 理

第一章 害虫管理概念

William H. Luckman Robert L. Metcalf

一、什么是害虫管理

一个国家、一个州或一个县,要从四分之一世纪的预防性害虫防治实践一跃而进行像害虫管理这样一种复杂的专业性工作是不可能的。十分清楚,必须有一个过渡时期,大概需要五年到二十五年或更多的时间,在这一时期内应该采用专业的、教育的和推广的方法,应用新的工具,要对经济和社会的收益与费用作出计算,并且精心研究管理的对策。然而,目前已经开始意识到某些主要的害虫防治计划的危机和关心环境的质量,现在正是这样做的时候了。这就是本书的主要目的。

害虫管理这种想法早就存在了 (Smith, 1972)。这个概念对应用昆虫学来说并不是新的,但是,人们对过分依赖农药的认识越来越深刻,激发了对防治方法的热情,因而极大地增加了群众对害虫管理计划的接受和成功的机会。害虫防治方法的名称是不相同的。综合防治的意义更广了,它最初是用来阐明生物防治作用者与化学防治协调的相互结合 (Bartlett, 1956)。Geier 和 Clark (1961) 把害虫防治这一概念称为有害物种的保护性管理,简称害虫管理。它的一切有用技术都应作出估价,并编制统一的计划来管理害虫,这样就能避免经济损失,并且极大地减少对环境的不良副作用(美国全国科学院,1969)。

有害生物一词是人们使用的一个名称,不具有生态学效力。

人们把某一种昆虫列入害虫的范围，有些种类在某个时候被认为是害虫，而在另一个时候则是益虫。因此，某种昆虫之所以是害虫，是因为我们把它叫做害虫，害虫问题之所以存在，是因为某种昆虫与人竞争。在与现有的昆虫数量相比较并与人竞争上，害虫通常被认为是具有破坏性或有害的。

一般说来，人类社会极为复杂，要停止害虫的一切活动来消除害虫问题是不可能的，但是我们常常轻率地判定哪些是害虫，而且过分急于根除这些害虫。害虫管理概念表明对害虫现状可以进行易于接受的探讨。确实，也许并非一切害虫都是坏的，也并非害虫的一切为害都是不能忍受的。

今后，只要管理人员接受和了解害虫管理的方法，我们就可以利用如轮作这种旧的农事活动并把它称为害虫管理。这比任何其它事情更能决定害虫管理计划的前途。昆虫是可以管理的，但是，管理是由人定方向的，成功的害虫管理依赖于控制害虫的人的影响。尽管在过去十年内害虫管理文献中未出现一些实例和原理，但这个事实是明确的。害虫管理方法对于一切害虫防治活动都是切合实际的。

害虫管理是害虫防治活动的巧妙选择和利用，它将保证经济、生态和社会的有利后果 (Rabb, 1972)。害虫防治活动包括对害虫数量增长的监视，农药的合理使用或有效通讯联系，从而不必进行防治活动。在农业上，害虫管理的结果应当保证有一个强大的农业和生物生存的环境。在卫生方面，它应当保护人类和家畜的健康，保持人类和家畜居住的适宜条件。Geier(1966) 曾经把害虫管理的实践描述为：(1) 怎样改变害虫的生命系统才能把害虫数量减少到可容许的水平，即在经济阈限之下；(2) 利用生物学知识和当代技术来达到限制害虫的目的，即应用生态学；(3) 拟定害虫防治的步骤，使之适应当代技术并与经济和环境质量相一致，即经济和社会的可接受性。

本书论及害虫的管理问题，但是害虫管理的方法、许多概念和实践也可以应用于其它许多种有害生物。

二、为什么要实行害虫管理

(一) 防治体系的瓦解

第二次世界大战结束后,有机合成杀虫剂如滴滴涕和六六六的研制成功开辟了害虫防治的新纪元。这两种产品出产之后出现了几百种有效的合成农药,如杀螨剂、杀菌剂、除草剂、杀虫剂、杀线虫剂和灭鼠剂。已登记的农药从1936年的30种左右增加到1971年的900种以上,美国年产量由不到1亿磅增加到1971年的11亿磅(农药评论,1972)。

由于新的化学制剂产生效力而且容易使用,农药品种和数量的增长是可以预料得到的。最初似乎专门依靠广谱杀虫剂就能够消除害虫问题,例如消灭分布极广的城市家蝇 *Musca domestica* L., 美国东部森林中的舞毒蛾 *Porthetria dispar* (L.) 和世界性的疟疾。因此,一般的喷洒措施是在日常预防的基础上采取的,这就提供了农药防护的屏障,不管害虫的数量是否达到为害的程度。世界各地第一次广泛使用滴滴涕防治家蝇之后两年内开始出现抗药性(Brown 和 Pal, 1971), 第一次暴露出专门依赖杀虫剂的弱点。此后,加利福尼亚州在二十年内连续使用滴滴涕、高丙体六六六、艾氏剂、狄氏剂,毒杀芬、苯硫磷、甲基对硫磷、倍硫磷、双硫磷、毒死蜱、氨基甲酸酯以及昆虫生长调节剂如保幼激素类似物来防治伊蚊 *Aedes* spp.。

在加利福尼亚柑桔园和苹果园内同时防治桔全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) 和苹全爪螨 *Panonychus ulmi* (Koch)。全爪螨的捕食者都被消灭,几乎每个季节都出现了对各种杀螨剂的抗性;果园主接连地使用了杀螨醚、螨卵酯、三氯杀螨砒、一氯杀螨砒、氯杀螨、敌螨、三氯杀螨醇、八甲磷、内吸磷和其它许多有机磷杀虫剂。

连续用农药处理的惊人例子出现在秘鲁、埃及、中美和得克萨斯

斯州的棉田里(参阅第七章)。美洲棉铃虫 *Heliothis zea* (Boddie) 和烟芽夜蛾 *Heliothis virescens* (Fabricius) 已经出现抗药性(Adkisson, 1969), 今天它们实际上已对一切杀虫剂产生免疫力。某些昆虫已从次要害虫(因益虫的存在而使害虫保持在为害数量之下)变成主要害虫, 使某些地区的棉花生产受到破坏。种植者为了控制害虫复活, 在作物生长季节内喷洒甲基对硫磷和对硫磷这些剧毒农药达 10 次、20 次, 最多达 60 次, 每英亩所用的总量达 30—40 磅或更多。在这种情况下, 防虫费用很大, 对棉花生产不利, 某些地区制药工业衰退。此外, 大量使用农药对环境产生极为有害的影响, 并且对农业工人的健康造成极严重的危害。

(二) 作物保护的方式

Smith (1969) 把棉田农业生态系统的世界性作物保护的方式分为五个时期, 这五个时期也适用于其它许多作物。

1. 维持期

通常生长在非灌溉条件下的作物是维持性农业的一部分。这种作物一般不投入世界市场, 只在农村自销或在集市上交换。产量很低。没有有组织的作物保护计划。作物保护效果, 决定于天然防治、棉株的自身抗性、手工捕捉、栽培实践、稀有杀虫剂的处理和饶幸。

2. 利用期

作物保护计划用于保护扩大了的新土地面积, 新品种或新市场。种植者发现了用新合成杀虫剂可以大量杀死昆虫。在大多数情况下, 害虫防治主要是依赖化学农药。化学农药用得很多, 使用定期, 同时不管是否有害虫, 都要进行预防性处理。最初这种计划是成功的, 食料和纤维作物获得高产。这时化学农药用得最多。

3. 危机期

在多年利用期和过多使用杀虫剂之后出现了一系列事件。农药的经常使用和更高的用药量使防治效果更好。害虫虫口往往在施药后再迅速猖獗, 害虫对农药逐渐产生抗性。于是用新农药取

代,害虫对新农药又产生抗性。这时,从未引起为害或仅偶然为害的昆虫则变成严重的主要害虫。抗药性、害虫发展和次要害虫的转化引起生产费用的大量增加。

4. 灾难期

农药的使用引起生产费用增加,使作物不能再继续增长,资金亏损。土壤中农药残余量很高,导致其它作物生长不良,达到法定的农药残余容忍量。由于杀虫剂和两种杀虫剂混合剂的重复使用,这些谷物不再受到商人或新市场的欢迎。现行的害虫防治计划遭到失败。

5. 综合防治期

害虫防治计划得到实施,它接受并利用生态因子和承认防治措施的适宜性。这个概念在于尽可能完善防治而不是扩大它。这就是害虫管理。

并非一切害虫防治计划都与上述各个时期相符,有一些可能同时存在,或者包括若干个时期。一般地说,害虫防治处于利用期,害虫管理概念应该用来避免危机期和灾难期。而且,发展中国家正在执行或修订作物保护计划,从其它国家的错误中吸取教益,利用害虫管理的正确概念去解决将要出现的防治问题。

(三) 环境污染

生态系统各个部分的食物、饲料和有机体内到处存在农药残余,引起科学家和市民对环境污染的广泛注意。滴滴涕在环境中的转移和扩散所引起的后果是众所周知的,加利福尼亚州克利尔湖事件是非常典型的(Hunt, 1966)——用 20ppb 的滴滴涕防治清湖幽蚊 *Chaoborus astictopus* Dyar and Shannon 幼虫,使捕食性鱼类和鸕鹚体内积累了 2000ppm 以上的滴滴涕。从这些例子中我们认识到害虫防治的单一因素,例如只依赖杀虫剂,会存在下述局限:(1)害虫种群对抗性的选择,(2)破坏有益生物,(3)施药后害虫重新出现,(4)次要害虫爆发,(5)饲料、食物和环境存在农药残余,和(6)对人类和环境的毒害。

尽管人们和各国政府为人民利益而真诚努力使用杀虫剂，但是过去二十年许多不良后果也不一定可以预防。现在仍然存在许多的虫害问题，只有使用化学药品才能得到满意的解决。“同某些人的想象相反，利用农药防治害虫不是生态学的过失。农药使用如能从生态学原理的正确基础出发，化学农药则成为可依靠的和有价值的工具。”化学农药的使用在当代社会中是必不可少的”(美国全国科学院，1969)。然而，主要依赖作为唯一防治手段的杀虫剂在昆虫防治和环境中产生许多问题，这些问题又转过来加强害虫管理的需要。很可能，许多害虫管理计划必将包括杀虫剂利用，但这要与其它防治方法相配合，也要与害虫管理概念相符。

三、害虫管理的概念

(一) 农业生态系统的认识

生态系统是自给自足的生境，生物和非生物环境产生相互影响，使能量和物质在不断循环中得到交换(美国全国科学院，1969)。生态系统是实体，如森林、池塘和田野，一般地说，它是可以自我调节的。生态系统和害虫管理的生态概况将在第二章详细讨论。

农业生态系统比自然生态系统如森林和大草原所含有的动物和植物种类则较少。通常有少数主要种和许多次要种，而在害虫大发生的某个时候只有一种害虫(通常是主要种)大量存在。一个典型的农业单位只有1—4种主要作物和6—10种主要害虫。人们只要到田间走一走就能看到，植物和昆虫的多样性并不受环境条件所限制。

农业生态系统是由人精心管理的，并且能够发生突然变化，如耕作、收割和施药。对于害虫管理来说，农学实践是很重要的，因为害虫防治的需要或害虫问题的严重性通常与农学实践有着直接的关系。农业生态系统的重要性可从下述事实看到：今天大约10%的陆地(约30亿英亩)维持着35亿人的生活。很明显，这些土地

必须得到精心管理。

农业生态系统很容易受到害虫的损害,会引起害虫大发生,这是因为缺乏植物和昆虫种的多样性,也因为由于气候和人类的干预而突然发生变化。然而,农业生态系统是食物链和食物网的复合体,它们相互作用而形成极为稳定的单位。种的多样性通常由植物种的同质性和农学实践的一致性来弥补。一种昆虫可以在短时期内为害,定居和生存下来,种植、作物发育和成熟的一致性可以限制害虫的迅速发展。然而,农业生态系统内植物种的多样性的缺乏通常可由密度来弥补;每英亩植物密度的增加可以减轻害虫的侵害,或为害虫增长创造不利条件。抗虫的植物品种更能抵抗害虫的侵害或阻止害虫定居和发展。一些现存的多重相互作用已经作过调查或解释,但是在害虫管理中重要的是承认农业生态系统中复杂的生物系统的存在。

典型例证

Weires 和 Chiang (1973) 提供了与明尼苏达州甘蓝有关的食物网的极好例子。如图 1-1 所示的食物网是由食物网眼组成的。Allee 等人 (1949) 认为食物网眼是“食物网中的分类实体;例如在生活周期某个特定阶段上的一个种或亚种”。粉纹夜蛾 *Trichoplusia ni* (Hübner) 幼虫期是以菜叶为食的一个网眼;以花蜜为食的成虫则是另一个网眼。静止期如卵和蛹不是摄食的网眼,但它们是整个食物网的一部分。

图 1-1 中的食草生物、食腐生物和喜糖生物的网眼分布于网内环。第一级的肉食者、捕食者和寄生者分布在第二环。第二级的肉食者分布在外环。甘蓝食物网包含有 1 种植物, 11 种食叶动物, 10 种吸汁动物, 4 种食根动物, 21 种腐生生物, 79 种喜糖生物和 85 种食肉生物, 它们在群落中产生相互影响。

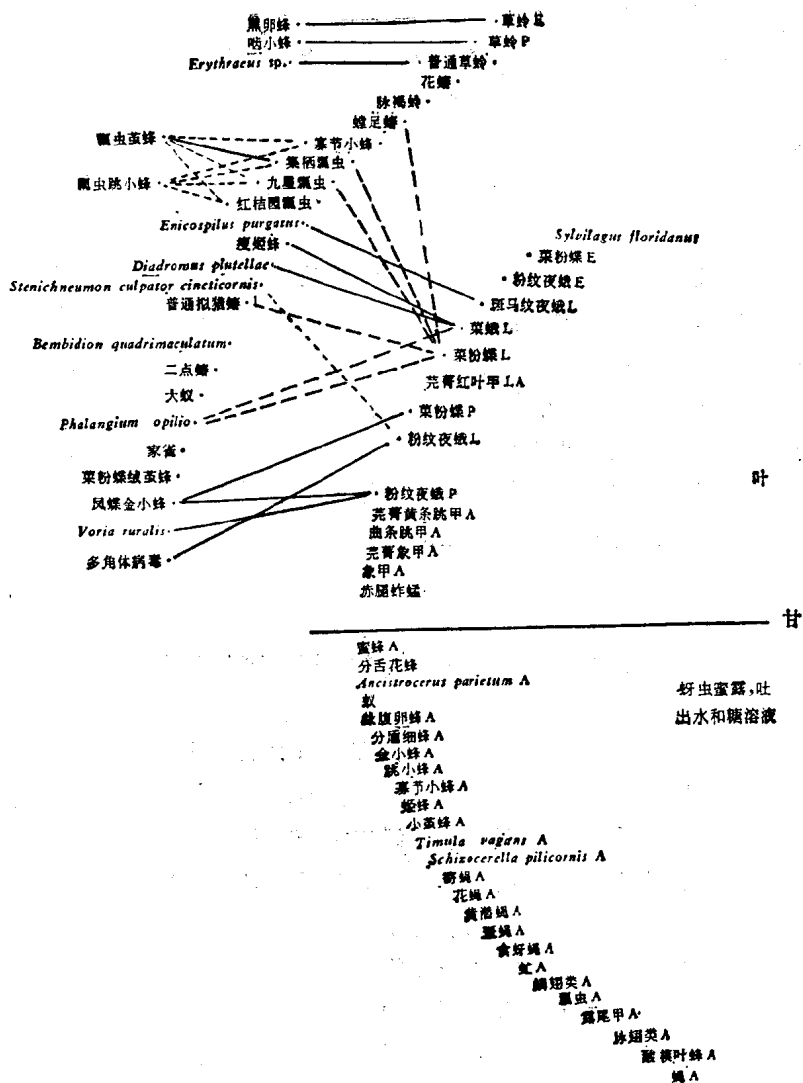
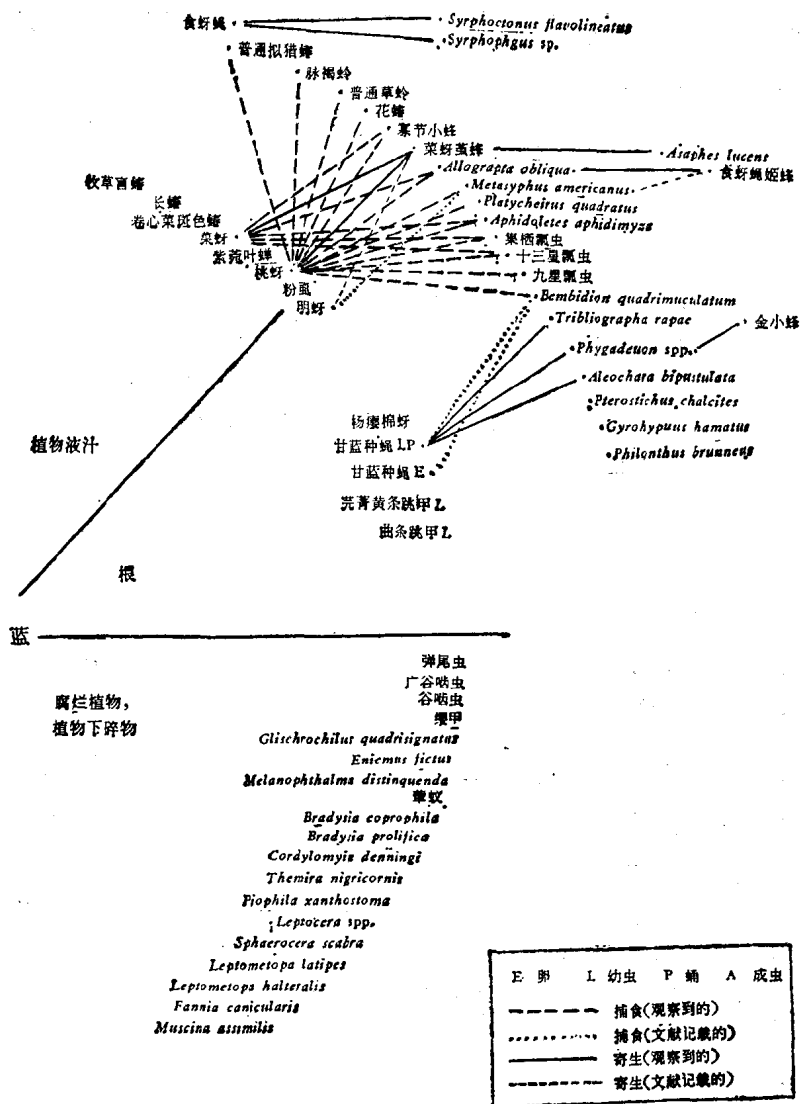


图 1-1 与明尼苏达州甘蓝有关的食物网 (Weires 和

(二) 农业生态系统的规划

不幸的是，人们试图种好作物，可是作物却不能良好地生长。



Chiang, 1973.姜淮章教授和明尼苏达大学农业试验站供稿)

在害虫管理中, 农业生态系统的规划应当估计到害虫问题和防治害虫的方法。例如, 一种作物很容易受到或将会受到害虫为害, 它就不能生长, 因此必须加强管理。相反, 只有避免或减少害虫为

害，作物才能生长。植保工作者应该和植物学家及土壤学家一起共同制订农业生态系统规划，以满足世界对食物的需要，同时要把害虫问题减少到最低限度，避免灾难性事件的发生。这一概念并不否定单作，也没有减少专业化技术农业的效力。

典型例证

大豆 *Glycine max* (L.) Merr. 在美国中西部地区尽管有蚕豆微叶蝉 *Empoasca fabae* (Harris) 为害，仍然生长良好。短毛型“Harosoy”大豆秆高大，不需用药防治这种害虫，然而，无毛型“Harosoy”大豆受到这种害虫的严重为害，植株只长 8—10 英寸。由于受到蚕豆微叶

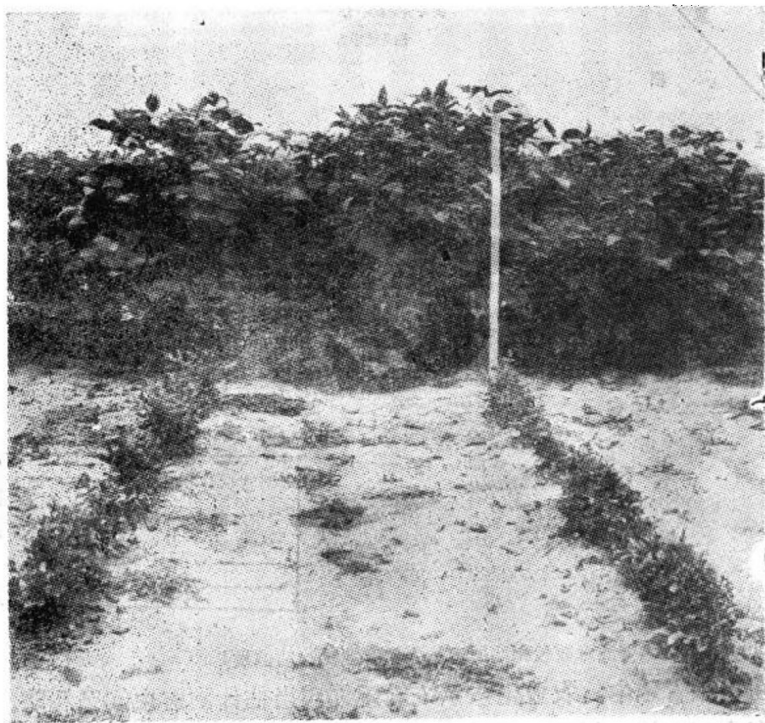


图 1-2 蚕豆微叶蝉为害引起的无毛大豆品种的矮化；背景显示未受害的短毛品种

蝉的为害，使无毛品种矮化（参看图 1-2）。栽种适宜于本地区的短毛大豆品种是农业生态系统的良好规划。

为了避开某些害虫为害而种植的作物没有上述作物那样明显，然而要避开其它害虫为害，必须作好规划，在

表 1-1 玉米轮栽对昆虫种群或潜在为害的影响

	玉米轮栽		
	无	大豆	牧草和干草作物
玉米籽栗褐步甲	0	0	+ ^{a)}
种蝇	0	0	+
金针虫	-	-	+
六月鳃角金龟	-	+	+
玉米根蚜	-	-	+
葡萄肖叶甲	-	-	+
长角叶甲	+	-	-
玉米幼芽根叶甲	+	-	-
黄瓜十一星叶甲	0	0	0
小地老虎	0	+	0
谷象	-	-	+
蛴螬	-	-	0
蓟马	0	?	+
蛴螬	0	0	0
玉米螟	0	0	0
巨座玉米螟	0	0	0
棉铃虫(玉米穗虫)	0	0	0
草地贪夜蛾(伪粘虫)	0	0	0
粘虫	0	0	+
麦长蝥	0	0	+
玉米茎管蚜	0	0	0
总数 +	2	2	10
-	6	7	2
0	13	11	9
?	0	1	0

a) + 昆虫种群或为害程度的增加；- 昆虫种群或为害程度的下降；0 没有影响；? 情况不明。