

中国昆虫生态学三十年*

马世骏

一、

昆虫生态学的基础在解放前是极其薄弱的,新中国建立后,在中国共产党的领导下,本着理论联系实际的原则,获得了显著发展,在理论、观点以及应用于控制农、林、卫生等害虫和发展资源昆虫方面,都做出了一定贡献。从发展过程来看,以往的三十年,大致可分为三个阶段,第一阶段是1949—1958年,研究的内容主要是重要害虫的田间发生规律及一般的生态习性,也相应地进行了以生理生态特性为主要内容的实验生态学工作;第二阶段从1961年至1965年,这一阶段的中心研究内容是种群生态学的数量动态和空间动态,包括数量变动的多因素分析、空间结构和大发生理论阐述,于此同时,随着粘虫迁飞问题的突出,行为生态学亦有了迅速的进展;第三阶段从1972年开始,其特点是在前一阶段的基础上向纵深发展,主要表现在数理生态学方面,引进了若干新概念和系统分析等新方法,随着天敌利用和害虫综合防治的需要,也开展了昆虫群落调查及农业生态系统的探索。

根据不完全统计,分析建国三十年来三种学报(昆虫学报、动物学报、植物保护学报)发表的论文,在内容上以一般发生规律比例最大,占50.1%,其次是生理生态和数量生态,各占19.3%,而行为生态、群落生态及生态系统的工作则分别占6.8%,4.5%及2.2%。研究的主要昆虫对象包括40多种,绝大多数属于我国的经济昆虫,并集中在对农、林等生产建设和卫生保健关系较大的十多种益、害虫,它们所占比例,大致如下:

夜蛾类(主要是粘虫、棉铃虫)	17.6%	赤眼蜂等	6.1%
飞蝗	13.3%	地下害虫(金龟子、蛴螬、小地老虎、蝼蛄等)	5.6%
食心虫类(为害果树)	10.3%	马尾松毛虫	4.6%
二、三化螟	8.4%	稻飞虱	4.6%
玉米螟	6.4%	其他(棉红铃虫、棉盲蝻、麦秆蝇、大豆食心虫等)	10.3%
棉蚜等	6.4%		
蝇类	6.4%		

二、

昆虫种群动态是昆虫生态学的中心问题

(一) 昆虫种群数量波动及空间结构是昆虫与其环境系统成分之间相互关系的状态变化,应看成是昆虫种群在一定条件下,生态特性的表现。生态特性是种的适应特性,属

* 根据中国科学院1860号文件,受《昆虫学报》编委会委托,依学科性质分工撰写。

于种的特征。衡量种的生态特性的指标,有三个方面:①物种生长、发育、繁殖、活动等所需要的环境条件;②在一定环境条件作用下,物种所具有的生活潜能及其可耐受的环境变化幅度;③物种和生境间保持的协同进化关系。昆虫种群动态就是上述三种关系在生物环境系统内所构成的结果^[18]。

在东亚飞蝗的种群动态研究中,认为种群数量动态存在调节作用,除生境转移外,系由三个制约种群数量增减的反馈机制所构成,一是种群成活率、繁殖速率与其密度之间的反馈机制,另外两个是发生于环境因素与种群密度之间的复合反馈系统,存在于气象及食物的作用与种群之间,以及天敌及气象因素与种群之间,此调节在种群数量变化中所起的作用与环境因素相比虽属于次要,但调节作用的存在,有可能促使飞蝗种群在适宜气象条件下迅速增长,短期内造成猖獗,不过猖獗持续的时期,很少有可能连续到三个世代以上。反之,在大发生后的不利条件下种群数量下降亦是迅速的,种群下降后,由于正、负反馈机制的作用,得以散居型的特征保持在数量变幅不大的相对稳定状态。飞蝗种群稳定状态的持续时间,即二次大发生之间的时间距离,若以由散居型达到群居型或作相反的转变都需要三个世代来计算,则二次大发生之间的时间距离最短是 6 个世代,即 3 年,而每个猖獗期的历时则至少是 8 个世代即 4 年^[11,15]。通过利用电子计算机和近代数理统计方法对影响发生数量的生物环境条件,进行了多因素分析,提出从三方面考虑预测方法,即根据种群变动规律性,利用随机序列与周期方程,以及用多因素过滤回归估值,并提出了数学预测式: $y_t = f(t) + \xi(t) + g(t)$ ^[14]。

三化螟的数量波动受气候,食料及天敌等环境条件的影响。三化螟的最适温、湿度范围,分别为 25°—30℃ 及 80—100%; 当气温低于 15℃, 高于 33℃ 或相对湿度低于 70%, 对卵的孵化不利, 螟蛾在 40℃ 高温下尚能勉强生存, 在 44℃ 经 1—2 小时即趋死亡。低温是限制三化螟向北分布的重要因素之一。光照长度是诱发三化螟越冬代幼虫滞育的主要因素, 越冬期低温是解除滞育的基本条件。而春季雨量大小对三化螟越冬后幼虫死亡率有很大影响, 从而影响第一代田间发生数量。由于三化螟是单食性害虫, 因此各地水稻栽培制度, 品种搭配和布局, 栽插期迟早和田间管理等措施, 对三化螟的发生代数、发生期和发生数量都有明显的影响, 从而在各地产生了不同世代的发生型。已知的三化螟的天敌达 40 多种, 卵期的主要天敌有稻螟赤眼蜂 (*Trichogramma japonicum*), 长腹黑卵蜂 (*Telenomus rowani*), 等腹黑卵蜂 (*T. dignus*), 稻螟黑卵蜂 (*Telenomus* sp.), 螟卵啉小蜂 (*Tetrastichus schoenobii*) 等, 幼虫期的寄生天敌则有螟黑瘦姬蜂 (*Angitia chilonis*)、三化螟驼姬蜂 (*Amauromorpha schoenobii*)、螟卵绒茧蜂 (*Apanteles ruficrus*) 等, 捕食性动物则有蛙类及蜘蛛等, 在自然情况下所起的作用因地区及年季而异。二化螟发生的环境条件, 除最适温度略低于三化螟外, 其耐低温的能力较三化螟强, 对食料条件的要求, 亦不如三化螟严格。近廿年来由于稻区栽培制度改变和主要品种的更换, 在三化螟和二化螟并存的稻区内, 二种螟虫种群比例、在当地的发生型、发蛾峰态和发生量方面都有比较明显的变化^[58,74,119]。

松毛虫是危害我国针叶林的大害虫, 目前已知的有 19 种, 其中分布广、危害较重的有 6 种, 即落叶松毛虫 (*Dendrolimus superans*)、油松毛虫 (*D. tabulaeformis*)、赤松毛虫 (*D. spectabilis*) 马尾松毛虫 (*D. punctatus*)、云南松毛虫 (*D. latipennis*) 和思茅松毛虫

(*D. kikuchii*), 其中又以马尾松毛虫为害最广, 猖獗频率亦繁。各种松毛虫对松树树种有一定选择, 马尾松毛虫一般仅为害马尾松, 对于其他松树则不易成灾, 分布范围限于马尾松生长区。松毛虫发生程度与林型有密切关系, 由于混交林生物群落结构复杂, 天敌种类丰富, 可以抑制松毛虫猖獗。加之, 混交林水土条件较好, 林木生长健壮, 耐害性亦相对较强。在纯林内, 当松毛虫危害扩及全林时, 适食的天敌如松毛虫赤眼蜂 (*Trichogramma dendrolimus*)、松毛虫黑卵蜂 (*Telenomus dendrolimus*)、致病微生物等尾随增多, 如白僵菌 (*Beauveria bassiana*)、苏云金杆菌 (*Bacillus thuringiensis*) 及多角体病毒等常在松毛虫猖獗后期大量流行, 由于松毛虫在大面积纯松林内容易形成猖獗, 而且从小面积向四周蔓延扩大, 因此, 对此类“虫源地”的生态地理特征进行了分析。随着马尾松毛虫发生密度的增加, 食料成为限制种群继续增长的因素, 例如生活在被害严重松林的种群, 蛹重减轻, 雌性比例下降、产卵量减少。如遇虫口剧增, 引起早期食料缺乏, 少数幼虫迁入其他林类继续为害, 绝大部分由于发育不良而死亡, 表现了密度依赖因素的作用。不合理的化学防治大量杀伤了天敌, 遗留的害虫乘机增殖, 促使猖獗期延续, 因此, 化学药剂应禁止在猖獗后期使用^[46, 47, 90, 108]。

以实验种群进行昆虫种群数量动态研究, 尤其是内禀增长能力, 是以往沿用的一种经典方法, 以杂拟谷盗 (*Tribolium confusum*) 作为试验材料, 应用了三种方法: ① Leslie-Birch 近似法, ② Lotka-Birch 精确法, ③ Howe 快速法, 计算其在 27℃ 与 32℃ 和相对湿度 75% 下的 r_m 值, 试验结果为: 在 27℃ 及 32℃ 下的 r_m 值分别是 0.08794/日及 0.11625/日, 三种计算方法的比较结果, 则表明近似法与精确法之间的偏差较大, 而 Howe 氏快速法与精确法计算结果接近, 因而认为快速法值得在实践中采用。在分析二种温度下的稳定年龄组配的结果表明, 由精确法所求得的 r_m 条件下, 稳定年龄结构将是: 未成熟期 97.2%, 成熟期只占 2.8% (27℃); 或分别是 98% 及 1.8% (32℃)^[66, 68]。

(二) 生命表已成为分析环境因素对昆虫种群数量变动影响的重要方法, 可以种群增长指数进行昆虫数量发展趋势的估计, 亦可用于分析关键因素和对天敌作用进行评价。近年来在国内已推广运用, 不仅用于害虫, 如棉铃虫、稻纵卷叶虫等, 亦开始应用于益虫实验种群, 如七星瓢虫, 作为计划繁殖益虫数量的依据^[51, 70, 80]。严格的调查数据, 还必须采用相应的适宜的统计分析, 方能反映客观规律, 近年在我国的昆虫种群动态研究中, 不仅对常用相关分析, 概率转移, 矩阵和周期分析法等进行了比较研究, 并开始引用系统分析和突变论等新方法, 建立种群动态模型图、数学模式、借助模拟电子计算机分析复杂的昆虫群落结构和害虫暴发的原因, 以及模拟生物群体数量的变动规律^[18, 36, 39, 61]。研究昆虫在自然环境中的空间分布型, 在阐明种群特征, 利用此种讯息发展精确而有效的抽样设计, 以及对研究资料提出适当的数据处理统计方法, 都是必需的依据^[6, 81, 75]。在广州附近对三化螟各期和白穗、枯心苗的田间分布型式作了调查, 结果说明: 螟蛾和卵块在秧田上是随机分布的, 幼虫在本田不随机, 符合核心分布和负二项式分布; 白穗在田间的分布不随机, 1×1 丛、 2×2 丛、…… 6×6 丛各种取样单位型、样本均符合负二项式分布, 4×4 丛、 5×5 丛和 6×6 丛三种取样单位型样本则更符合核心分布。稻遗株内越冬幼虫分布不随机, 亦不符合核心分布, 但符合负二项分布、晚造本田枯心苗田间分布不随机、符合核心分布和负二项分布^[19, 57]。在温室粉虱 (*Trialeurodes vaporariorum*) 成虫空间图式的研究

中,确定粉虱成虫在黄瓜上的概率分布大多呈负二项分布,即聚集分布,根据资料代换公式的比较,指出 Taylor 的方法简易,而 Iwao 的方法对于获得较多的种群空间图式信息是较好的^[84]。通过对东亚飞蝗蝗蝻分布型、成虫分布型及蝗卵分布型的研究,指出①最适配额分层抽样模型的精确度较高,②采用50尺²或100尺²的大样方的相对精确度较10尺²小样方可提高1.7—1.8倍以上;③大样方结合最适配额分层抽的样,比当前采用的10尺²小样方不分层抽样,在时间消耗方面可节省约一半以上,而相对精确度可提高2.2倍^[5,7]。

(三)在医学昆虫种群动态方面,着重进行了传病媒介种类的生态习性研究,特别是与传播疾病和防治措施有直接关系的季节消长及孳生地,例如重要蚊类的孳生场所、季节分布,以及越冬习性等已比较清楚。月光对夜晚蚊虫刺叮活动有明显影响,所以不同月相的夜晚,具有不同流行病学意义^[25,42,45,52]。从防治角度出发,媒介蚊虫大致可分为四个类型:(1)、稻田型,中华按蚊、窄卵按蚊和三带喙库蚊属之;(2)、溪流型,微小按蚊属之;(3)、丛林型,巴拉巴按蚊属之;(4)、家蚊型,致倦库蚊和淡色库蚊属之^[96]。通过对媒介疾病的调查,亦进一步明确了一些蚊种传染疾病的自然感染率^[99]。白蛉的生态研究曾是50年代的一个重要项目,摸清了白蛉的季节消长,盛见于平均气温25°—28℃,其起始与终止的平均气温则因地区而异。在极大程度上,住屋和畜舍为其主要活动场所,大量释放标记白蛉试验的结果指出其活动范围较小,多数均在30米半径以内^[73]。在蝇类方面,特别是家蝇和大头蝇以及若干常见蝇的孳生习性、越冬状态、化蛹场所与季节消长,曾完成了大量工作。影响虫口密度最重要的因素是孳生物的存在数量、频度和贮存状态^[92,103,104]。对于蜚、螨的生态习性的研究亦获得显著进展。这些研究结果已不同程度地应用于防治。

三、

迁飞昆虫的行为机理是昆虫行为生态学方面的一个重要问题,并由于此项研究直接关系我国几个重要害虫的虫情测报及防治,因而亦是近年我国昆虫生态学中比较突出的问题,50年代及60年代初期重点研究了东亚飞蝗及粘虫迁飞与气象因素,特别是气流运行及温度的关系,并初步开始研究了长距离迁飞的能源与物质的转化过程,而迁飞起因则与性成熟前期的激素活动有一定联系。通过标记回收和对雌蛾的抱卵解剖以及五个发生区的发生期分析,证明粘虫每年上半年在我国东半部由南向北,下半年又由北向南的五次迁飞,在地形复杂的西南地区,每年可能有5次垂直迁飞,上半年由低海拔向高海拔三次迁飞,下半年有二次反方向的回迁^[13,21,23,35,48,49,64,65,69,102,120]。概括飞蝗及粘虫迁飞的生理生态学背景,认为迁飞是昆虫维持种群丰富度的一种适应行为,从而提出了“变境成长”的论点^[12,86,87]。进入70年代后,在粘虫的迁飞定向及分布区的研究中,进一步开展了西南及西北地区大发生虫源分析及迁飞定向的标记试验。此外,也探索了粘虫蛾飞行定向与复眼光学系统结构及功能的关系^[4,50,93,94]。并运用数学模式,推导在国外南部可能存在一个第六发生区,其中心点约为北纬13.2°^[102]。稻纵卷叶螟及稻飞虱的研究,是70年代迅速开展起来的,对于稻纵卷叶螟,在各地进行了大面积的越冬虫源普查,在饲养接种和抗寒力测定等基础上,又开展了大范围的高空与近地面标记回收,根据同期突增区和雌蛾卵巢解

剖观察,提出了我国东半部的北迁路线。关于迁飞的原因,初步认为保幼激素的活性可能是控制迁出世代雌蛾卵巢发育的主要内因,而 $28^{\circ}-30^{\circ}\text{C}$ 以上的日平均气温,能抑制卵巢发育,推测可能是促进雌蛾迁飞的主要外因^[38]。在稻飞虱的研究中,通过海上及陆地上空捕虫及成虫标记回收试验,证实了褐稻虱的迁飞。另根据同期突增区的资料分析和各地区水稻成熟期与长翅型成虫迁出的关系,以及长翅型雌蛾卵巢解剖等结果,提出了我国褐稻虱迁飞路线图,并据此分析了高空气流和气象要素与褐稻虱空中运行及降落的关系^[38]。此外对于灰飞虱、白背飞虱在南部稻区的迁飞行为,以及麦蚜、菜蚜的迁移与寄主植物的物候关系等方面,在我国的北部及西北地区亦进行了初步观察与分析^[95,113]。

四、

昆虫群落的研究包括种间关系及人为作用下的生物群落演替规律。种间关系问题是结合天敌利用和提高资源昆虫的生物量进行的。从 50 年代起,以生态生理学为基础,开展了赤眼蜂 (*Trichogramma* spp.) 防治甘蔗螟虫、大红瓢虫 (*Rodolia rufopilosa* Mulsant)、澳洲瓢虫 (*Rodolia cardinalis* Mulsant) 防治柑桔介壳虫、日光蜂 (*Aphelinus mali* Haldemer) 防治吹绵介壳虫的研究工作,相继又进行了青黑小蜂 (*Dibrachy cavus* Walker) 和七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata* Linnaeus) 的生物生态学工作,进入 70 年代后,结合群众性大面积防治,开展了赤眼蜂、七星瓢虫及草蛉 (*Chrysopa* spp.) 的大量繁殖及散放,其中包括主要天敌在田间的扩散性能、分布型和控制害虫种群的效应。此外,在湖南、广西及湖北等省还进行了稻、棉、柑桔等生态系统的天敌昆虫区系和群落结构调查^[41,79,111,115]。

紫胶是我国南部亚热带的重要生物资源,结合紫胶生产的发展,对紫胶虫的寄主植物、紫胶虫生理生态特性、生物生态地理特征,特别是小气候与涌散的关系进行了系统研究,在天敌方面,利用紫胶白虫茧蜂 (*Bracon greeni* Ashmead) 抑制白虫 (*Eublemma amabilis* Moore) 危害已获得成功^[42a,43b,117]。

蝗区可看成是一类自然生态地理单元,它涉及的范围通常只是该地区生态系统的—个部分,即亚系统。如滨湖蝗区及海岸蝗区等。但由于蝗区具有空间上和时间上的结构,表现明显的空间次级形态和季节性景观变化,因而在同一季节内可能出现不同的生物群落,或在同一空间发生生物群落的演替现象,即蝗区次级结构与类型间的形态与性质变化。南阳湖蝗区改造过程中生物群落的演变研究,指出南阳湖蝗区昆虫群落及其寄主植物的动态包括以下二个部分,(1) 各景带的季间演替及年间演替,(2) 湖滨滩地、湖滩阶地及滨湖外围阶地景带间的移动。影响季节演替的因素是气候、水文及人类的活动,而促使景带间昆虫发生及植被移动的主导因素,则是湖水位的变化。蝗区改造后,自然植物群丛被栽培群丛所代替,昆虫亦随食料植物及生境的改变发生变化。例如荒地开垦后,小旋花代替稗草—莎草—藜群丛而成为优势种,使原来分散于荒地中的小地老虎集中到耕后的小旋花地,为害春播作物。改种水稻的地区,使原滨湖滩地的同科自然植被上的许多昆虫迁入稻田形成新的稻田昆虫群落,于此同时,生活在滨湖外围耕作地的虫类,包括害虫及其天敌,诸如稻苞虫、稻纵卷叶螟、二化螟等随着稗草、菰等野生植物群丛的消失及同类作物栽培面积的扩大,发生移动或交换现象,此种变化在一定阶段内系与时俱增。新的栽培群丛中昆虫群落或益害虫食物链索的形成,系依随其相应的生物地理特征而转移。虽

然有些害虫在最初几年很少侵入某种作物区,但随着害虫对新环境、特别是食性的适应,仍有可能成为此种新栽培作物中害虫群体的成员。因此,对蝗区改造后的害虫发生情况,可以遵循害虫的扩散及迁移规律,作出预测^[3]。

荒漠生态系统的昆虫群落结构,在开垦后随着环境条件的变化,植物的丰富程度必然影响昆虫种类与数量,而植物赖以生长的基质—土壤的状况,又左右着植被的类型和盛衰,导致生物群落的重新组合。对青藏高原诺木洪荒漠的研究说明,由大片砾质戈壁砂丘和相对低湿的轻盐碱地区,植被结构是简单的,主要生长稀疏的旱生或盐生植物,如木本猪毛菜 (*Salsola laricifolia*) 群落,怪柳 (*Tamaris* sp.)、芦苇 (*Phragmites communis*) 群落,枸杞 (*Lycium chinense*)、芦苇群落,白刺 (*Nitria sibirica*)、小芦苇、杂草群落,以及海韭菜 (*Triglochin maritimum*)、苦买菜群落。昆虫群落亦比较简单,主要是双翅目、鞘翅目、膜翅目的少数种类。在开垦后的麦田里,双翅目的成分明显改变为适于农田生活的类群,半翅目明显上升,鳞翅目亦有所增加,而以双翅目花蝇科的地种蝇属和粪蝇科为主的农田优势种类非常突出,初开垦农田所包括的属种与荒漠相比有成倍的增加。运用

Simpson 多样性指数公式 $\left(D = \frac{N(n-1)}{\sum n(n-1)} \right)$, 对各生境的昆虫群落组成成分进行分析,

结果进一步表明: 种植 10 年的农田 (小麦田及豌豆田) 昆虫种类较单纯,而且数量集中,怪柳、枸杞、芦苇荒漠田由于生境恶劣,植被稀疏,昆虫种类亦较简单,二者的 D 值分别是最小和较小,其余生境的 D 值均较高。在荒漠地区,引人注意的是依靠牲畜为寄主的吸血昆虫,如虻类、蚊类和若干蝇类 (骚家蝇、污蝇等),还有一些食粪的种类。开垦为农田后,种蝇、盲蝽、菜蝽、粉蝶等主要为害小麦、蔬菜等的种类相继兴起。在开垦到正常农田的 1—3 年的撩荒过程中,昆虫随着植被演替,亦出现过渡类群。不合理地砍伐和挖掘荒漠灌木,不仅直接迫使生活于其间的象甲类无法继续生存,并给荒漠固砂和小气候带来长远的不利影响。从上述结果也可以看出,在比较单一的农田环境中,无论就植物或昆虫而言,生物量都趋向于集中在个别或少数种类,生物之间的食物链索关系比较简单,易于导致某种害虫大发生,所以,在开垦后的农田地区,适当保持异样环境,有利于保持群落多样性和原有生物种群之间的平衡关系^[71,72]。

从农业生态系统的角度,运用综合措施,控制农业害虫危害,已成为我国近年正在迅速发展的趋向,在水稻、棉、玉米以及松林的保护方面,都获得了一定的研究成果^[57,79,101,118,124]。

五、

概括以上所述,可以看出 30 年来我国昆虫生态学方面的发展,有以下几个特点:

(1) 以重要经济昆虫为研究对象,密切结合农、林、牧业生产、水利工程设施、卫生保健和环境保护工作。因而对飞蝗、螟虫、粘虫、稻飞虱、棉虫 (棉金钢钻、棉铃虫、棉蚜)、松毛虫、白蚁、蝇、蚊及紫胶虫等方面,都曾集中一定力量,进行了比较全面的生态学研究。

(2) 不断向深度和广度发展:在建国初期的 50 年代,以一般描述性的发生规律为主,其后逐渐开展了以生理生态特性为基础的实验生态学工作。进入 60 年代后,进而借助电

子计算机进行多因素分析,并运用生物化学及生物物理学手段,探索行为生态机理和种群动态的理论研究。到文化大革命后的 70 年代,更进一步向纵深发展,开始了生态系统的物质循环研究。

(3) 新学科和新理论的相互渗透,加强了生态学的多学科基础: 70 年代以来,随着新系统论、现代控制论和数学、化学、物理学等新成就的进一步渗透,促进了我国生态学的发展,其中的系统工程学原理及系统分析等若干新的数理分析方法,正在有助于我国的生态学迈入更精确的数量科学阶段。

由于我国的昆虫生态学发展系建立在我国生物地理环境特点的基础上,今后若能及时地吸取国外有关学科的新成就,并继续紧密地联系工农业建设和卫生保健中的实际问题,可以预期将在控制害虫和发展昆虫资源事业,以及在生态学理论方面,做出更大的贡献。

参 考 文 献

- [1] 丁岩钦 1963 植物保护学报 2(3): 285—96; 2(4): 365—70。
- [2] 丁岩钦 1964 昆虫学报 13(3): 297—309。
- [3] 丁岩钦、马世骏等 1965 东亚飞蝗蝗区的研究 287—333 页 科学出版社。
- [4] 丁岩钦、高慰曾 1974 昆虫学报 17(3): 307—17。
- [5] 丁岩钦等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [6] 丁岩钦 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [7] 丁岩钦、李典模等 1978 昆虫学报 21(3): 243—59。
- [8] 马世骏 1958 昆虫学报 8(1): 1—40。
- [9] 马世骏 1962 昆虫学报 11(1): 17—29。
- [10] 马世骏、何忠等 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [11] 马世骏 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [12] 马世骏 1964 昆虫学报 13(1): 38—55。
- [13] 马世骏 1963 科学通报 65—68 页。
- [14] 马世骏、丁岩钦等 1965 昆虫学报 14(4): 319—38。
- [15] 马世骏、丁岩钦 1965 动物学报 17(3): 261—77。
- [16] 马世骏 1962 植物保护学报 1(4): 337—50。
- [17] 马世骏 1978 西宁陆地生态系统工作会议论文。
- [18] 马世骏 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [19] 尹汝湛、赵善欢等 1954 昆虫学报 4(4): 337—64。
- [20] 尤端淑、马世骏 1963 植物保护学报 3(1): 333—44。
- [21] 尤其傲、郭鄂等 1958 昆虫学报 8(2): 119—35。
- [22] 王敬儒、戴淑慧 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [23] 王恒祥等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [24] 王承纶、王蕴生等 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [25] 王兴相、张军 1957 昆虫学报 7(4): 473—80。
- [26] 王平远、蔡剑萍 1956 昆虫学报 6(3): 271—86。
- [27] 王蕴生、暴致祥等 1961 昆虫学报 10(4—6): 263—80。
- [28] 朱弘复、张广学 1954 昆虫学报 4(3): 152—212。
- [29] 朱弘复、张广学 1956 昆虫学报 6(3): 253—70。
- [30] 朱弘复、孟祥玲 1958 昆虫学报 8(2): 97—118。
- [31] 朱弘复、韩运发等 1961 昆虫学报 10(4—6): 411—24。
- [32] 朱深甫 1959 昆虫学报 9(6): 515—22。
- [33] 朱象三、汤锡杏等 1964 植物保护学报 3(4): 345—52。
- [34] 朱象三 1979 中国主要害虫综合防治 科学出版社。
- [35] 朱世模 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [36] 朱伯承 1975 昆虫学报 18(4): 393—8。
- [37] 张孝羲 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。

- [38] 张孝羲等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [39] 张遵雄等 1979 农作物病虫害预测预报及昆虫分布抽样学术讨论会论文。
- [40] 傅胜发、万长寿等 1958 应用昆虫学报 1(1): 1—17。
- [41] 龙承德、王永佩等 1960 (mall Haldeman) 昆虫学报 10(1): 1—39。
- [42] 刘凌冰、王乾章等 1960 昆虫学报 10(1): 86—95。
- [43a] 刘崇乐 1959 昆虫学集刊 333—76 页。
- [43b] 刘崇乐等 1963 昆虫学报 12(5—6): 523—37。
- [44] 夏曾铎、蔡晓明等 1963 昆虫学报 12(5—6): 552—63。
- [45] 许锦江 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [46] 肖刚柔、严静君等 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [47] 李必华 1959 昆虫学报 9(4): 316—24。
- [48] 李光博等 1964 中国植物保护科学 446—66 页 科学出版社。
- [49] 李光博等 1964 植物保护学报 3(2): 101—9。
- [50] 李典模等 1977 昆虫学报 20(2): 128—34。
- [51] 李祖荫 1979 农作物病虫害预测预报及昆虫分布抽样的学术讨论会论文。
- [52] 李辉汉、樊天宝等 1965 昆虫学报 14(5): 506—10。
- [53] 李显荣、张广学等 1963 植物保护学报 2(3): 297—308。
- [54] 李超、谢宝瑜 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [55] 杜正文 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [56] 杜正文、蔡蔚琦 1964 昆虫学报 3(1): 129—32。
- [57] 沈庆型 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [58] 陈常铭等 1979 中国主要害虫综合防治 科学出版社。
- [59] 陈常铭、刘仕龙等 1965 昆虫学报 14(2): 118—27。
- [60] 陈常铭 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [61] 陈维博等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [62] 林郁等 1959 昆虫学报 9(5): 423—35。
- [63] 林昌善、郑臻良 1958 昆虫学报 8(1): 41—56。
- [64] 林昌善 1963 植物保护学报 2(2): 111—22。
- [65] 林昌善等 1963 北京大学学报 9(3): 291—308。
- [66] 林昌善 1964 动物学报 16(3): 323—37。
- [67] 林昌善 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [68] 林昌善 1963 动物学报 15(3): 371—81。
- [69] 林昌善、孙金如等 1963 昆虫学报 12(3): 243—61。
- [70] 吴坤君等 1978 昆虫学报 21(4): 385—92。
- [71] 吴亚、金翠霞 1978 昆虫学报 21(4): 393—406。
- [72] 吴亚等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [73] 吴征鉴 1959 昆虫学集刊 277—82 页。
- [74] 吴中林 1978 昆虫学报 21(4): 233—42。
- [75] 吴维均、严毓华等 1965 昆虫学报 14(6): 515—22。
- [76] 金翠霞、何忠等 1965 粘虫的发育和成活与环境湿度的关系、II. 前蛹和蛹 昆虫学报 14(3): 239—249。
- [77] 金翠霞、何忠等 1964 昆虫学报 13(6): 835—43。
- [78] 周明胖等 1962 植物保护学报 1(3): 273—84。
- [79] 周长清 1978 西宁陆地生态系统工作会议论文。
- [80] 庞雄飞 1979 农作物病虫害预测预报及昆虫分布抽样学术讨论会论文。
- [81] 宋哲和 1974 昆虫学报 17(1): 1—10。
- [82] 邹钟琳、张孝羲等 1964 中国昆虫学会 20 周年学术讨论会论文。
- [83] 徐庆丰等 1965 昆虫学报 14(5): 461—75。
- [84] 徐汝梅等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
- [85] 黄可训、吴维均等 1958 应用昆虫学报 1(1): 31—66。
- [86] 黄冠辉、侯无危 1966 昆虫学报 15(2): 96—104。
- [87] 黄冠辉、马世骏 1964 动物学报 16(3): 372—80。
- [88] 黄心华、尤端淑等 植物保护学报 4(2): 119—32。
- [89] 黄良炉、田常富等 1963 植物保护学报 2(3): 321—36。
- [90] 郑瑞亭、姜元振 1963 植物保护学报 2(3): 309—20。
- [91] 孙锡麟、刘元福 1958 昆虫学报 8(3): 235—46。
- [92] 范滋德、席德基 1959 昆虫学报 9(4): 342—65。

- [93] 高慰曾 1976 昆虫学报 19(1): 59—62。
[94] 侯无危、贺小威 1979 昆虫学报 22(1): 34—40。
[95] 管致和、李文藻 1974 昆虫学报 17(1): 11—5。
[96] 陆宝麟 1959 昆虫学集刊 283—301 页。
[97] 赵敬钊、张宣达 1978 昆虫学报 21(3): 271—8。
[98] 程遐年、陈若饒等 1979 昆虫学报 22(1): 1—21。
[99] 柳支英 1959 昆虫学集刊 273—6 页。
[100] 邬祥光、黄心华等 1964 昆虫学报 13(5): 649—58。
[101] 邬祥光、赖友胜等 1975 昆虫学报 18(2): 201—10。
[102] 邬祥光等 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
[103] 韩志学 1974 昆虫学报 17(1): 120—6。
[104] 葛凤翔 1975 昆虫学报 18(1): 71—5。
[105] 葛钟麟、张汉鹤 1959 昆虫学报 9(6): 491—514。
[106] 钦俊德等 1959 昆虫学集刊 234—60 页。
[107] 杨平润 1959 昆虫学集刊 193—221 页。
[108] 蔡邦华 1959 昆虫学集刊 118—49 页。
[109] 蔡邦华、黄复生等 1964 昆虫学报 13(4): 552—71。
[110] 蔡家彬 1979 昆虫预测预报及空间分布抽样学术讨论会论文。
[111] 蒲蛰龙、邓德藻等 1956 昆虫学报 6(1): 1—36。
[112] 蒲蛰龙、朱金亮等 1961 中山大学学报(自然科学) 1961(4): 27—34。
[113] 董庆周 1978 中国昆虫学会 1978 年广州学术讨论会论文。
[114] 钟启谦、魏鸿钧 1958 应用昆虫学报 1(1): 67—82。
[115] 广东省水稻害虫生物防治研究工作队 1974 昆虫学报 17(3): 267—80。
[116] 广东省东深供水管理局等 1976 昆虫学报 19(1): 18—24。
[117] 广东省昆虫研究所 1979 中国主要害虫的综合防治 科学出版社。
[118] 山东省济宁地区农业局 1974 昆虫学报 17(3): 247—57。
[119] 中国农业科学院江苏分院 1959 中国植物保护科学 119—44 页。
[120] 江苏农学院植物保护系昆虫教研组 1976 昆虫学报 19(1): 39—50。
[121] 江苏省徐州地区农业科学研究所等 1975 昆虫学报 18(2): 167—86。
[122] 河北省植保土肥所 1974 昆虫学报 17(3): 281—9。
[123] 河北省植保土肥所 1977 昆虫学报 20(4): 417—25。
[124] 河北省沧州地区农科所等 1978 昆虫学报 21(1): 35—48。
[125] 河北省永清县老君堂大队科技组 1976 昆虫学报 19(1): 51—8。
[126] 南京农学院 1961 南京农学院科学研究专刊。
[127] 新乡县七里营公社 5786 农大 1976 昆虫学报 19(4): 417—24。

INSECT ECOLOGY IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

MA SHIH-CHUN

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

The progress of insect ecology in the past thirty years may be divided into three stages. The first stage includes 1949 to 1958, in which lots of observations have been made on the bionomics and ecological characters of species of great economic importance, such as *Locusta migratoria manilensis*, *Tryporyza incertellus*, *Sitodiplosis mosellana*, *Aphis gossypii*, *Anopheles* spp. and *Culex* spp. Experimental ecology and ecological zoogeographic work have also been started at that time. The second stage was from 1961 to 1965. Researches were chiefly devoted to population dynamics, structure and function of habitats and the regulatory mechanism in population sizes, including the analysis of the multiple factors by using computer. The migration of the armyworm moth *Leucania separata* was also studied. The third stage began from 1971. This period is characterized by the increase in scope and depth of ecological studies in general. Mathematical ecology now possesses enriched ideological and technical bases. Meanwhile, studies of migration have been extended to *Nilaparata lugens*, *Sogatella furcifera*, and *Cnaphalocrocis medinalis*. In order to use parasites and predators in integrated pest control systems, investigations on insect community and structure of field ecosystems have been carried out simultaneously at many localities.

A survey on the papres published in the journals of zoology and entomology reveals that more works have been done on the population problems and less on the higher levels of ecological organisation which will be more thoroughly exploited in the future.