

# 生物灾变预测研究中的基础性工作

## Basic Researches in Forecasting of Bio-Disasters

翟保平

(南京农业大学植物保护系, 教授、博士 南京 210095)

生物灾变的发展演化是在生物圈大背景下一种多尺度的生态过程, 是生态系统中物质流、能量流和信息流相互作用的结果。因此, 从不同时空尺度上研究不同尺度间能量的流动和信息的转换将是新世纪里灾变研究的重大课题, 其研究成果将有助于解决目前困扰人们的若干难题, 如种群的暴发与崩溃、多样性与稳定性、不同营养层次的协同进化等。我们面对的生态系统是一种复杂巨系统, 有害生物灾变预测的难度与科学储备的不足形成了巨大反差。没有多尺度、多学科的综合研究, 灾变预测将长期处于低水平徘徊的状态。在新的世纪里, 有必要开展以下基础性工作。

### 1. 建设国家级基础数据库和灾变预警与决策支持系统

这是实现灾变预测的基本前提。病虫害的监测和预报, 尤其是灾变预测, 乃是防治决策的前提; 而准确的预测必须以长期、系统的监测为基础。没有系统、规范、完整、准确的基础数据, 即使有更先进的软件和硬件, 灾变预测也无从谈起。所以情报的收集和初始信息的处理居于特殊重要的地位。情报质量的高低和信息量的大小对预报目标的逼近关系极大, 尤其是对初始信息极敏感的灾变预测对象, 初始信息量的充分性直接决定了预报的成败。因此, 对农业生态环境这种动态、多维、多因子的复杂系统中多层次的信息进行多功能综合分析的能力, 已成为提高病虫测报水平、完善综合治理配套技术、行使科学的植物保护宏观管理的重要前提。近年来发展起来的地理信息系统 (GIS) 则为实现这一目标提供了由静态到动态、由定性到定量、由微观到宏观的区域性与综合性研究手段, 因此开发以 GIS 为平台的灾变预警和决策支持系统应该提到议事日程上来。

### 2. 研究病虫害间歇性猖獗的机制和复杂系统中灾变预测的理论和方法

病虫害的猖獗都是间歇性的, 往往在沉寂多年之后突然暴发, 猖獗一段时间后又销声匿迹。我们迫切需要知道大发生种群是怎样形成的, 什么时

候、什么条件下会暴发, 这恰恰需要对间歇期的低密度种群进行深入细致的研究。英国对非洲粘虫 (*Spodoptera exempta*) 和沙漠蝗 (*Schistocerca gregaria*) 从低密度种群到大发生种群的演变过程的长达半个世纪的研究工作为此提供了极好的范例, FAO 据此已建立了预报沙漠蝗迁入区和非洲粘虫可能暴发区的预警系统。而在国内过于功利的学术环境中, 往往只在病虫害的猖獗期才有可能获得立项资助, 研究工作时断时续, 资料数据残缺不全, 结果只能是穷于应急, 屡败屡战; 从历史的长程看, 又屡屡战屡败。如草地螟、棉铃虫、稻纵卷叶螟等。此外, 灾变的突发是小概率事件, 且具有多因素性、非线性和不确定性的特点, 其大尺度的时空变化过程未必呈周期性, 有的事例甚至绝无仅有, 故基于类推原则和连贯原则的传统预测理论和方法已完全不适用, 亟需开展突发事件的预测理论和方法论的研究, 尽快形成一整套全新的预测方法和完整的软、硬件配套技术。

### 3. 研究害虫的迁飞过程和地域性降虫规律

我国农作物的几种重大害虫多为迁飞性害虫, 其降落机制和降落分布将是今后灾变研究的关键所在。深入研究其迁飞过程和地域性降虫规律可为异地预测提供基本参数, 这需要专门的研究工具 (如昆虫雷达) 和多学科的参与 (如边界层气象学、天气学等), 故应加大对雷达昆虫学研究的支持力度。30 年来, 昆虫雷达已从纯研究工具发展为长期监测的实用工具。ZLC 制式的问世使雷达昆虫学的发展方向出现重大转折; 往常对昆虫迁出活动的短期、集中的观测研究将被对迁入事件的长期监测所取代, 全自动运行、雷达信号的即时分析与处理使得迁飞性害虫的灾变预警可望实现。我国近期内将有一部 VLR 和一部扫描雷达投入使用; 条件成熟时还应建立全国 VLR 监测网。应用 VLR, 可对我国东部迁飞性害虫进行逐日连续观测, 确定其行为参数及空中种群参数; 同时综合高空和地面风温场、作物信息及相关地理信息, 用 GIS 对全国东半部稻区逐日虫情进行大区域的空间分析和三维轨迹分析,

并与雷达实测数据相结合,明确迁出区和迁入区的动态分布及其影响因子,阐明特定天气系统与不同立地条件下空中种群的降落分布规律,据此得出主降区和迁入量及迁入种群的发育期距等灾变预警参数。这样,将 VLR 的实时监测与全国地面虫情的综合分析结合起来,即可建成以 GIS 为平台的迁飞性害虫灾变预警系统。而用 VLR 和扫描雷达联合观测,则可为昆虫迁飞行为机制研究提供更多有价值的信息。其中,降落机制和再迁飞机制将是今后研究中亟需突破的重点。

#### 4. 厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)与生物灾变预测

ENSO 事件可望作为我国生物灾变大尺度长期预测的指示参数,国内已有若干个例的定性分析。但我国地域辽阔,灾害频仍,其中仅农作物病虫害就达 1 200 余种,每年各时段总有某些病虫害在某些地方发生成灾,仅对 ENSO 事件与某些病虫害的发生做些定性的类比分析无法提供可预测的信息。因此,亟需从更高的层次探明其宏观尺度的作用机制,包括 ENSO 事件对境外虫源地气候的影响及相应的虫源量变化; ENSO 事件对副高的影响和相应的与害虫迁飞有关的大气环流形势的变化; ENSO 事件对我国各生态区气候的影响进而对大发生种群形成所起的作用等。

#### 5. 生物型分化和抗药性形成的进化机理

利用抗虫性品种(包括转基因植物)和施用生物制剂或化学杀虫剂等防治措施亦是害虫发育过程中的一种环境扰动。这种环境压力对害虫种群发育稳定性的控制作用程度,取决于害虫种群对环境压力的缓冲能力。生物型分化和抗药性形成就是害虫对环境扰动的一种进化和适应。生物的进化是一个漫长而艰难的过程。为了适应环境,生命顽强存在的形式和能力远远超出了人们的想象力。在环境的剧烈变化中,个体数量足够的生物体总有机会适应环境而成为那个环境的主人。因此,我们既无必要为一种新农药或新品种的出现而得意忘形,也大可不必为药效或品种抗性的丧失而过分懊恼。要紧的是,对这种演化过程应有更多、更远的预见性。我们无法观察到生物进化的过程而只能看到其结果,根据这一结果作出合乎逻辑的推测,并运用各种研究手段去探索其进化机理。目前国外进化生态学的研究热点是利用波动性不对称(Fluctuating asymmetry, FA)这个指示参数来表征这种进化和适应。引进这种新方法,通过建立 FA 与种群适合度之间的相互关系,可望为品种抗性的持久利用和害虫抗药性的治理提供一种有效的监测工具和量化指标,也为生物灾变预测提供一种基本参数。

目前,上述生物灾变预测的基础性工作属于非主流研究,很难得到国家的资助。同时,本来就难度很大的生物灾变预测又因基础数据的缺失而更加

困难。

如稻纵卷叶螟原是局部、间歇发生的次要害虫,而 1964 年以来成为各稻区主要害虫之一,出现了 1969~1977、1980~1983、1988~1991 3 个连年暴发期,其余年份为相对低谷期;1998 年在南方稻区再次大发生,表现出明显的突发猖獗特点。但即使在猖獗年份,仍表现有显著的地域差异和发生分布极不均匀的特点。稻纵卷叶螟的迁飞规律在 80 年代初已基本探明,并用轨迹分析法阐明了江淮稻区稻纵卷叶螟的中小尺度虫源地,用雷达观测了稻纵卷叶螟在迁飞过程中的行为。但由于对其猖獗影响因子和致灾因子的研究太薄弱,尤其是其降落机制、大发生种群形成机制和局地突发机制以及境外虫源的研究还是空白,故其预测预报工作难度极大。为此,农业部病虫测报中心自 80 年代末期始不再向各区域站征报稻纵卷叶螟监测资料,不少测报站便不再将其列为监测对象,国家也未再资助有关稻纵卷叶螟的研究项目,使得稻纵卷叶螟的基础数据严重缺失而且难以弥补,今后的工作将更加困难。又如草地螟,我国有文献记载的大发生曾有 3 次:20 年代末 30 年代初、50 年代初至中后期和 80 年代初,期间间隔 20 年左右。但自 1984 年消退 12 年后,我国北方诸省草地螟的发生数量于 1995 年突然回升,并自 1996 年始再度暴发。但只在几次暴发期国家才立项资助科研人员进行短期监测和研究,例如最近的这次只资助了 1996~1998 年 3 年的研究。1999 年草地螟在更大范围内以空前的密度大暴发,其虫量和危害都远远超出了 50 年代和 80 年代。所以至今连其大发生虫源来自何方尚不清楚。

毫无疑问,分子水平的研究可以为有害生物灾变的宏观规律提供微观机制的基础,但微观研究不可能脱离中观和宏观研究独立地解决生产中的问题。宏观规律并不是微观机制的简单放大,而是自有其来自结构上的高层次的特性,宏观结构左右着微观机制的宏观效应。21 世纪是生物学的世纪,但不仅仅是分子生物学的世纪。因此,国家科技政策导向上对微观研究做某种程度的倾斜是必要的;若失之偏颇,有可能会给我国的科学事业造成长久的内伤。目前在有害生物治理中屡屡应急的被动局面正是忽视中观和宏观研究,尤其是间歇期种群演化规律研究的直接后果。

病虫害预测预报是一种公益事业和政府行为,测报准确程度的提高可大大减少农作物产量和品质的损失,同时又可降低农药使用量而减轻环境污染,故其经济和社会效益均十分显著。因此,只有依靠政府部门的持续投入和研究人员踏踏实实的基础性工作,生物灾变预测才能走出目前的困境。

(删去参考文献外文 15 篇、中文 8 篇)

(责任编辑 肖庆山)