

昆虫与生物多样性保育:展望和对策(下)*

2 史前的和历史的影响

2.1 主要事件 今天的任何保育管理对策都不能忽视过去,不同纬度昆虫基因资源幅度的变化极大。主要影响因素是:1)陆地区域的史前岛屿化;2)第四纪以前的主要气候变化;3)仅在北半球发生的更新世冰川作用;4)欧洲和中东历史上早期的景观碎片化;5)本世纪由人类导致的日渐广泛和密集的生境丧失和景观退化。地质时间规模上的事件影响物种的生物地理学,而历史事件对物种具有生态影响。

2.2 岛屿化、冰川作用及特有种现象 长期隔离的历史使得一些岛屿具有独特的群落。在这类岛屿上许多昆虫由于生境的丧失和外来动物的偶然引入而灭绝,如象甲(*Hadramphus stilbocarpae*)今天仅在无鼠的新西兰沿岸岛屿存在。

距今约 18 000~15 000 年前,北半球最后一次冰川消灭了全部生物群。全球范围变冷期间,在热带和南半球有避难所。如今在亚马逊河流域森林避难所的边缘,富有蝶类的特有种和亚种。

在基因方面,南温带地区由于免遭更新世冰盖而比北温带地区更丰富,某些地区甚至超过热带。如好望角植物界,尽管面积小($9 \times 10^4 \text{ km}^2$),但每 1000 km^2 上却有 94.5 种植物,这比北半球的一些生物地理单元要高的多(如苏丹每 1000 km^2 有 1.28 种,北美东部为 1.37 种),甚至比热带的一些地区也高(如非洲西部热带为 1.6 种,巴西为 4.73 种)。

昆虫的丰富度依地理区域、测度范围和分类单元而变化。Collins 和 Morris 在世界范围内记录到 573 种风蝶(Papilionidae),绝大多数产于热带。在 Collins 和 Morris 的资料中,物种在不同纬度的丰富度是以分布区的重叠为基础,对于除 $0 \sim 10^\circ$ 的每个纬度带,北纬带总是比南纬带要丰富。

美国和澳大利亚有相似的昆虫与植物种类的比率,单位面积上昆虫种数也相似。英国单位植物物种所对应的昆虫物种数是前两者的 3 倍多,而非洲南部的是前两者的 2 倍。单位面积的昆虫种数,南部非洲特别丰富,但是英国的丰度紧跟其后。同南半球相比,英国的昆虫极为丰富,而该区系几乎全部由冰川后的入侵者组成。从全球范围来看,温带和地中海式亚热带气候区的昆虫多样性在总体上也并不与植物多样性一致。Gaston 曾指出,在世界范围内,昆虫与植物比率变化很大,当单位面积上植物丰度升高时,此比率变小。

南半球不同地区的物种特有性极高。仅非洲南部,许多类群显示了高的物种特有性,如蜜蜂总科为 85%,螽斯总科约为 75%。即使在世界其他地区显示出较低特有性的类群,在非洲南部其特有性亦高。Johnsen 对蝗总科的研究显示,南非有 47.2% 为特有种,是非洲各国中最高的。甚至运动性较高的蜻蜓目昆虫,南非特有种为 18%。而 Shirt 调查的英国 13 746 昆虫类群中才有 10 个特有种或亚种。

从保育生物学的观点看,南半球的昆虫种类和昆虫基因多样性极其丰富,这些指示者说明在确定生物多样性保育的目标时目光不能仅仅停留在热带。

2.3 历史上的景观碎片化及其恢复 欧洲、中东和亚洲的部分地区由于几千年的定居农业对景观有相当大的干扰。英国原始林地可能在 2500 年前就被清除了 1/2,到 1086 年仅存约 15%,今天只剩 2%。在北半球,特别是在欧洲,许多保育措施的目的是维持按照工业化前的时代管理的景观。在北美对森林只能轮流进行择伐,并试图恢复退化了的残余美国中西部大草原。

近来的农业扩展是引起热带地区植物和昆虫灭绝的主要原因,热带地区基因的丧失速度巨大,而在北温带对冰川后形成的相对单调的昆虫基因库影响较轻。由于种质资源不清,损失难以估计。

Soulé 预测温带陆地景观的恢复呈指数式增长,在 2100 年左右达到高峰,而热带地区的景观恢复是起步缓慢的渐进过程,直到 2200 年以后才显示出增长。如果偶然事件(如瘟疫)起作用,景观的总体恢复将以自然植被演替的形式进行(在物种的相对丰富度方面昆虫具有作用)。

2.4 近来的全球影响 野生的自然已经结束,地球上无处不受到工业化的影响。理论上,全球平均温度上升 3 °C,昆虫可向高海拔处迁移 500 m 或向高纬度迁移 250 km。在未来的 70 年内温度是否会升高这么多或更可能是 1.5 °C,目前还不能确定。无论温度升高多少,昆虫及其寄主植物作为一个群落,其迁移可能跟不上温度的变化。

全球范围的种种不利影响,如地球变暖、紫外辐射增加及酸雨等,其作用、空间格局和强度各不相同,生物群还必须抵抗景观退化和碎片化的压力,即使是植物区系能够变化,也不能保证新的植物群落对昆虫适宜。况且,昆虫的行为和生物学特性能否使其在新的结构和功能下生存仍是不得而知的。

温带昆虫能耐受更广泛的温度变化,故在全球变化下,它们比热带昆虫更易存活。赤道地区的变暖程度比两极更轻,这对热带昆虫有利。但是有些热带昆虫的耐受性极为狭窄。澳大利亚雨林果蝇的一些种类仅能忍受温度上升 2 °C。中非的地面甲虫(*Africobatus* spp.)在温度仅有 0.9 °C 变化时即进行休眠。这些实验说明,生理学在保育生物学中犹如生态学一样起着重要作用。

3 昆虫和经济学

3.1 杀虫剂 不足已命名昆虫的 1% 是害虫。为了抑制其数量和控制它的危害,昆虫学家多在对这一小部分昆虫进行研究。农业害虫管理是以经济学而不是以生态学为基础的。没有一种农业或园艺害虫不导致财富或审美方面的损失。有些昆虫,特别是蝗虫,有史记录以来就曾引起巨大的经济损失。还有许多害虫是人为所致,在集约农业使条件适于害虫数量增加以前,它们的数量常较少或危害不严重。

尽管技术和能量的输出都有增加,但在害虫控制方面却进步甚微。在美国,尽管采取了各种防治措施,包括每年使用约 35×10^4 t 杀虫剂,但仍因害虫而损失了大约 37% 的作物,价值 500 亿美元。从 1945 年至今,尽管杀虫剂的用量增至 10 倍多,但同期由昆虫引起的作物损失仍增加了近 1 倍(占作物产量的 7% 到 13%)。

尽管杀虫剂已污染了生态系统,使许多土壤和水系的动物区系贫乏,却没有一种杀虫剂单独使一种昆虫灭绝。昆虫收集和杀虫剂的应用可能在当地能抑制昆虫种群甚至使当地种群碎片化,但不是引起灭绝的主要原因。生境的丧失和退化及外来入侵类群的影响是更主要的原因。

3.2 持续农业 《关心地球:可持续生存的策略》一书强调指出近来存在这样一种趋势,即不顾未来资源单纯地向大地大量索取。资源的枯竭和环境的恶化,迫切要求持续利用资源,即现在农业和其他产品的生产不能减少将来获得相同质量和数量收成的机会。将理论付诸实践是最困难的。在人口对土地的压力和需求大于其承载力地方情况更是如此。

种植方法必须以低的能量输入而不仅是以简单的高产为目的。美国的阿门族人(Amish)推行一种机械化程度最低的低能量输入农业,产量虽低但波动较小。

在确定如何利用轮作、基因工程作物、活篱笆和选择性更高的杀虫剂以增加害虫的天敌、寄生物和疾病方面,昆虫保育学家和农业生态学家发挥了很重要的作用。要设法使环境条件的改变朝着增加害虫死亡率与降低害虫出生率的方向进行,这样则可减少作物生产中杀虫剂的用量。

一种观念是以昆虫本身为目的而在耕地上直接保育昆虫,即在农田中留出保育畦(conservation headland)。这虽会使作物减产 5 ~ 10%,但保育畦为许多田边物种提供了寄生植物和花蜜资源。弄蝶科(Hesperiidae)、灰蝶科(Lycaenidae)、蛱蝶科(Nymphalidae)和粉蝶科(Pieridae)的蝴蝶,在留有保育畦的田中丰度是全播田的 2 倍,但保育畦物种多数是数量很多的广幅种,保育畦和其他管理实践能否有利于真正濒危的狭域分布物种仍是未知的。

3.3 经典生物学防治 外来害虫出现时,经典生物学防治(CBC)方法可能适用。生物学防治采用引入特定天敌来控制特定的外来害虫。害虫除对作物有影响外,对土著生物群落亦可能有害,它可被认为是偶然引入的、高种群密度的生物群落污染成分。这种污染实际上是不可逆的。

保育主义者的观点认为引进新的生物防治作用体是一个更深层次上的污染,且是不可逆转的,和普通生

物污染不同的是它降低了害虫危害的水平。

在生物控制圈内,保育常意味着保护和增加土著和引入的天敌。增加天敌数目可通过如下途径,即减少杀虫剂的用量,为成虫提供额外的食物资源或设置保护性的植被避难所。

尽管从经典生物学防治中已获得了相当可观的经济利益,却必须时常注意对非目标生物的影响。特别是对于太平洋岛屿的动物区系,早期引进的一些昆虫天敌可能已造成损害甚至导致某些物种灭绝。要科学地证实某种天敌是引起灭绝的主要原因是困难的。应遵守严格的指导方针,如要明确在气候条件适宜的地区使用多食性捕食天敌的危险性。

外来的昆虫天敌能否消灭土著的昆虫区系是一个重要的研究领域。必须研究外来天敌引入后对土著动物区系的影响,在害虫和天敌之间建立低而稳定的平衡之后更要特别注意这一点。但这种研究不能代替仔细筛选具有低潜在危险性的生物防治作用体。

尽管目标生物的灭绝确曾发生,但生物学防治的目的是建立稳定的平衡。有时引入的天敌物种由于使其寄主种群降至过低而导致自身灭亡。

生物学防治有时对自然保育有利,在保育区引入的食草昆虫能抑制入侵植物,引入的天敌或拟寄生者也可以降低野生区域的入侵昆虫。

由于人类活动的日益增加不断导致害虫转移,而每种新杀虫剂的研究和推广需要 10×10^8 美元的费用,且有 500 余种昆虫和螨已具有了抗药性,故从经济利益上考虑,经典生物学防治措施是必要的。

4 物种拯救对策

4.1 栖息地和景观的保育及恢复 要保育昆虫,就必须尽可能多地保育各种类型的生境和景观。

生境和景观不是静止的,植物演替以不同的规模发生,昆虫保育来自对景观各部分的适当管理。但许多景观的管理初衷并不是为保育昆虫,在管理实践上作适当调整使之适于保育昆虫是有益的。

一旦原始景观受到干扰或分割,管理措施通常成为必需。由于道路将稀树干草原分隔开,阻止了火势从闪电击着点的扩展,这样就需要引入火烧机制。

尽管昆虫保育已从北温带陆地扩展到包括热带雨林在内的区域,维持地球各处各种大小的典型生境类型仍是至关重要的。

在制定昆虫保育决策时,植物群落的演替阶段是一个要考虑的重要内容,要尽可能保育各种演替阶段。此外,边缘效应也很重要。

由于群落的组成成分很广,以及昆虫发育上的多型现象和相互作用的多样性,使完全恢复一个群落几乎是不可预计的。因此,要尽可能地继续保持原始的或接近原始的景观。

4.2 数量及质量上的多样性测度 当生物多样性保育的重要性变得日趋明显时,一些地区因动物区系的丰富度而被确定是否保护。物种被认为在质量上是同等的,维持越多物种的地区其价值越高。数量上的多样性已用等级-丰富度曲线、多样性指数和多变量统计来表示和测度。

最近几年物种在质量上得到认识,所有的物种并不都是相等的。具有独特动物区系的地区则被给予较高的等级评估。而且,系统发育多样性测度已被用来确认动植物区系分类上的独特性地理区域。在古老避难所的边缘有最丰富的、总体最独特的、易变化的动物区系,如亚马逊河流域的一些蝴蝶。

另一个质量特征是物种的功能等价性。在生态系统中,不是所有物种所起的作用都相等。在功能等价上有两个极端。一方面,每个物种在生态系统中起着相对重要的作用,依次移去每一个物种都将削弱生态系统的完整性,就象从飞机上移去铆钉使其结构减弱一样(铆钉假说),如果真是如此,则所有的物种都是关键种。另一方面,一个生态系统可能由在功能上部分重叠的类群构成,即每个类群具有生态上的等价种,以至群落中失去一些物种时对生态系统的过程没有多大影响(多余假说)。在这种情况下,则不存在关键种。大多数群落的情况介于两者之间,既具有一些“多余的”物种,也有一些关键种。生物多样性保育必须在制定管理目标之前就考虑到物种的这些功能差异。其困难在于对特定条件组合下的相对多余性或关键程度常常不为人所知。

未来的生物多样性保育研究将更多地强调生境的实用质量价值。昆虫既是客观指示者,本身又是保育的

对象,将起到核心的作用。保育既意味着管理也意味着研究,故对管理目标必须清楚。这就是为什么识别具有下列特征的区域至关重要:典型性,独特性(包括特有种汇集点),负载大量稀有种(它们可能在分类系统上近缘),具有持续农业价值或是物种发生地。

4.3 通道 动物找到食物或配偶(由此导致基因交流)的运动能力是自然保育中需要考虑的一个重要方面。昆虫在空中和陆地表面具有不同的活动能力。应对昆虫的微小体型和克服植物景观复杂性的能力予以重视。

为了维持多样性(丰富度)或保育基因的独特性可能需要多块植被甚至全部的景观。迁移走廊对许多昆虫是必须的。迁移走廊将块状景观联结起来,对具有大巢区的动物变得日益重要。不同昆虫活动能力可能不同,有时甚至同一个属的种类也有很不同的活动能力(特别是直翅目的一些短翅型种类),而有些则具有持续飞翔能力。有些物种可能有很高的运动潜能,但却不能穿越某些受干扰了的地带。

迁移走廊可能成为捕食者伏击迁移物种的有利洞穴。理论上,走廊也可能是疾病的传播通道。但对于昆虫至今没有任何实验能支持上述观点,这些通道可对不同景观起着生态学时间差上的作用。在地质特征上起作用的大范围或地区性的通道或走廊在世界上一些残留的野生自然区域仍是可行的,如亚马逊河流域。这样的地区对保存未来生物多样性意义重大。

4.4 人工繁殖 昆虫饲养的难易程度差别很大。尽管对有些昆虫从野外捕回并且从幼虫饲养到成虫相当容易,但要确保在人工饲养条件下完成多个世代则完全是另一回事。

无论繁殖后代是为了重新引入到恢复或重建的区域,还是为了拯救一个生境退化的物种,人工繁殖的目的需要明确。当自然灾害消灭了一个十分稀有的物种时,人工繁殖的种系也起到保留地的作用。1970年英国某地(Woodwalton Fen),大型铜蝶(*Lycaena dispar* spp. *batavus*)种群利用笼养的幼虫重建成功。

由于繁殖需要相当的技术,这就限制了能够繁殖的物种数目。因此,选择繁殖物种十分关键。有关繁殖物种的行为和生态学知识也是必须的。目前必须展开以保存稀有基因为目的的人工繁殖。

总之,人工繁殖作用有限,是与景观保育不同的保育类型。

4.5 保存技术 发展使生物在遗传上和生理上处于休眠状态的保存技术有很广阔的前景,但这必须与基因工程加以明显区别,保存技术主要是使物种脱离危险的环境。

相对于为扭转由于景观破坏而引起大批物种灭绝的迫切要求,绘制昆虫基因组图谱的巨大代价是不切实际的。为未来的检验和重新引入,在基因库中保存物种与基因,必须克服基因组活性究竟能休止多长时间且能复活的问题。为保育地球上现今的生物多样性而发展相关技术是十分重要的。同时,迫切需要发展保存全部群落的方法,以利于一旦全球气候稳定后的长期恢复项目。

在分类学上,基因冻存技术和基因序列分析将起到十分重要的作用。物种可能更快地被描述、编目和在系统发育上归类。

4.6 景观保育和重建生态学 通过保存景观而保育昆虫及其个体的栖息地,是对于生物多样性保育最合乎道德和最可行的尝试。景观给予了人类对自然界产生好奇心的机会。这种好奇心激起尊重,尊重又导致保存及共存。对于保存原有的生物来说,实际上并没有任何可替代选择。被改变的或已失去的物种必须通过重新引入恢复。人们期望所有的特殊物种都能存活下去,如狭域分布的、遗传学上古老的、物种发生来源的物种、典型种或任何其他物种。区域虽然能够科学地选定,但是对所有的物种能否存活的预测取决于良好的、直觉上的、从整体上加以考虑的乐观态度。由于1000个种就可提供 50×10^4 个可能的不同强度的相互作用。因此,这些作用不可能被分类或描述出来,更不用说在它们退化或破坏之后对其进行重建了。由保存景观进而保育昆虫及其栖息地对于生物多样性保育是一个最切合实际的途径。

(李冰祥 陈永林* 据 Samways M J 著《Insects in Biodiversity Conservation: Some Perspectives and Directives》. *Biodiversity and Conservation*, 1993, 2: 258 ~ 282 编译)