

现代生态学的若干方法论问题*

罗 汉 军

(广西农业科学研究院)

当代科学迅速发展的同时,不断提出大量的科学方法论问题。随着人口、食物、能源、环境污染与自然资源保护等重大社会问题的出现,现代生态学的发展显得特别引人注目。为了认识生命自然界之间及其与人类社会之间存在的复杂生态关系,现代生态学正不断地向数学、物理、化学、地学、其它生物学分支(特别是遗传学)……以至有关社会科学的各个学科中吸取先进的方法和手段。随着自身抽象化程度的提高和直观性程度的降低,进一步展开了激烈的学术论争,并因方法论的分歧而形成了不同的学派(如系统生态学派、进化生态学派和社会生态学派等)。有鉴于现代生态学地位日益重要而理论尚未成熟,注意到从1950年以来自然科学知识系统的产生和变换问题开始占有显著地位,科学对象的动态过程(发展和进化)成了至关重要的方法论问题,加上近年来世界各国科学界人士对美国科学史家库恩(T.S.Kuhn)的科学观(通过他的重要著作《科学革命的结构》)所表现的强烈兴趣(Emlen,1973;Stegmuller,1980;纪树立,1979;查汝强,1979;stent,1979),我们认为,研究和讨论现代生态学的方法论问题,应该是发展现代生态学的基本途径之一。

一、现代生态学的历史背景与发展的趋势

生态学由海克尔(E.Haeckel)于1866年首次定义为研究生物与环境相互关系的科学,其发展时期大致可分为三个阶段。1900年以前为发展前期,有关生态学的见解和描述散见于自然本体论和一般生态学(特别是植物地理和植物生理方面)的著作(李继侗,1958);1900—1950年为经典生态学发展时期,在此期间逐步完成了描述性的生态学工作;1950年以来属于现代生态学发展时期,表现为生态学方法论重心从强调经验的归纳方法转向历史的系统方法(Egerton,1977;Kendeigh,1974),通过生态系统的研究,特别表现在进化生态和系统分析的成绩上(Emlen,1973)。

在生态学发展的历史过程中,一些生态学家逐步形成了一定的整体观念,把生物与环境的关系看作一个运动的整体,根据各自的研究先后用不同的术语来加以表述。比较突出的是福布斯(Fortes)在1887年所提出的小整体(Microcosm),弗里德里克斯(Friedrichs)在1930年提出的综合体(Holocoen),坦斯利(Tansley)在1935年提出的生态系统(Ecosystem),蒂尼曼(Thienemann)在1939年提出的生物系统(Biosystem),以及苏卡切夫(B.H.Сукачев)在1940年代所提出的生物地理群落(Biogeocoensis)。其中,以生态系统所表达的整体观点最为确切而具有相当的规范意义,因而为世界各国的生态学工作者所广泛接受。

著名的英国植物生态学家坦斯利之所以能够用生态系统的思想为现代生态学的整体观奠定基础,是因为他在经典生态学各学派的纷争中摒弃门户之见,不断向其他科学技术领域吸取营养,而在一定程度上突破经典生态学的局限。他独具慧眼地以生态系统为生态学的方法论思想和理论基础,强调指出:“我们对生物体的基本看法是,必须从根本上认识到有机体不能与它们的环境分开,而与它们的环境形成一个自然系统。”(Tansley, 1935)。1939年,他又在《英伦三岛及其植被》(The British Island and Their Vegetation)一书的序言中进一步阐明:“相对平衡地位基本上是生态学的概念,相当于我曾经说过的‘生态系统’……这种‘相对平衡地位’当然是极少‘稳定’的,它们含有许多不稳定成分而非常敏感,一旦复合因素中有一些表面上很小的变化,这种地位就要发生动摇。”(Tansley, 1954)也就是说,他认为生态系统是一种动态系统。到1946—1954年间,他更深入论述到生态方法论的继承性问题,认为“每一种科学研究都

* 本文承蒙中国科学院动物研究所马世骏教授审阅并提出修改意见,得以避免很多错误,谨此致谢。

有两个阶段——描述阶段和分析阶段。我们首先必须知道现象——即我们所研究的事物与过程是什么样的；在我们能够认识特殊现象到底如何出现之前，必须细致观察、正确记载。否定描述科学是完全真实的科学，显然就在某种程度上构成对描述科学的嘲弄。问题在于这种描述科学的成果是否经过一定的验证。胡乱选取事物而加以非理智的描述自然毫无科学价值，但是按照正确的方法和一定的基本观点对完整的事物作有理智的描述，就不仅有科学价值，而且是科学进步所必须。”(Tansley, 1954)

由此可见，坦斯利不仅注意吸取其他学科的方法、成果，来发展生态学的方法，而且注意到不同方法论的历史对应关系（我国近代植物生态学先驱李继侗（1958）教授也曾指出：“每门科学都有它的传统，有它的总承性”）。这就为现代生态学的理论奠定了初步的方法论基础。我们研究现代生态学的时候，应当给予一定的评价。

如上所述，坦斯利所提出的生态系统观点初步奠定了现代生态学的方法论基础，但是首先在实际研究工作中对此加以肯定和发挥的，不是卓有成名的生态学家，而是一位年轻的生态学工作者林德曼（R.L. Lindeman）。他根据生态系统的思想大胆进行了实验生态学的研究，得出生态系统物质能量动态的新概念，为现代生态学的发展迈出了创造性的一步。

出人意料的是，真正把现代生态学推上现代科学舞台并纳入社会生活之中的，不仅是迅速发展的整个科学技术部门，而且是世界各国的人民群众。1960年以前，现代生态学虽已有所建树，但在一般人的心目中还只是一门不值得谈论的“描述科学”。由于人口、食物、能源、环境污染和自然资源保护等所谓世界五大社会问题日趋严重，世界各国涌现出一股不可抗拒的“生态热”，社会的生态需要和生态学知识的普及，大力推动了生态学研究的发展。一个新的“生态学时代”应运而生。老百姓谈生态，政府领导人谈生态，甚至一般严谨的物理学家、数学家、化学家、遗传学家，以至社会科学领域的经济学家、伦理学家、美学家，也都开始表现出自己对生态学研究的关心，甚至相继转入生态学领域的研究。联合国科教文组织等有关机构所主持的 IBP、SCOPE、UNEP、MAB 等国际性生态学研究以及去年公布的《世界自然保护大纲》，就是这种关注的集中表现。这是现代生态学发展的一个不可忽视的特点。

当前，现代生态学正沿着生态系统的途径，在宏观水平上表现出“全球生态学”的姿态，在微观水平上则开始与分子遗传学相结合，其中卓有成效的领域是生态模型（以梅（May）、麦克阿瑟（MacArthur）、皮卢（Pielou）为代表）、生态系统的分析（以奥德姆（Odum）、帕顿（Patten）、马杰莱夫（Margaleff）、莱文斯（Levins）、斯洛博金（Slobokin）、海尔斯顿（Hairston）为代表）和生态的进化途径（以哈奇森（Hutchinson）、辛普森（Simpson）、汉密尔顿（Hamilton）、皮门塔尔（Pimental）、施瓦茨（Shvarts）为代表）（Dexter, 1979; Price, 1975）。但是，如果生态学确实要发展成为“21世纪的科学”，而“把自然科学和社会科学联合在自己的周围”（亨尔德，1977；刘述周，1979）就必须在基础理论和方法论方面不断地取得突破性的进展。

二、现代生态学的方法论意义

1979年11月，中国科协刘述周同志在中国生态学会成立前夕所作的报告，曾经强调了研究生态学方法论的意义，他说：“生态学本身，在我看来是一个很大的矛盾统一体。搞生态学一定要从全局出发，有整体观念，避免割裂片面的形而上学”，“生态学应与有些学科有些不同，从微观到宏观，从局部到全面都要有所兼顾。因此，生态学的研究方法上，研究道路上，应与这些形式相适应。”

我们认为，生态学的发展，本质上是人类通过长期的创造性科学研究，而对有生命自然系统的结构、功能及其动态演化过程的认识逐渐深入全面的发展。在这个基础上形成了生态学研究必须掌握的逻辑方法和认识方法。学派的差异就是学者所运用的逻辑方法与认识方法的差异。客观的生态学规律与主观的认识方法的矛盾，人类社会面临的生态问题与人类所掌握的生态学手段的矛盾，推动着生态研究方法、研究技术的发展，并不断提出新的方法论要求。

生态学发展前期的有关论述, 通常带有比较浓厚的自然本体论色彩。随后, 经典生态学的研究对象就比较明确而具体, 从个体与其生境的个别因素的相互关系开始, 发展到个体与环境因素的综合关系, 再发展到生物群落的结构及其与环境因素的直观动态关系, 研究手段多采自生理学、地理学的经验描述方法和归纳方法, 学者们往往不自觉地受到形而上学世界观的限制。现代生态学则在此基础上提高了一步, 不仅要批判地继承自然本体论以至经典生态学的优秀成果; 而且要善于吸取其他现代自然科学和社会科学的优秀成果。生态研究手段和研究方法逐步占据了相对独立的重要地位, 成为生态理论研究的中心问题之一。著名的生态学家一般都比较强调方法论研究的指导意义, 鉴于生态学研究手段的不足, 也特别注意引用现代物理学、数学、化学、细胞学、遗传学和进化论的思想和方法, 发展成为生态学自身的研究方法。比较成功的例子是惠特克(R. H. Whittaker)的梯度分析和维度分析途径, 伍德韦尔(G. M. Woodwell)的气相分析途径、利思(Leith)的系统分析和电子计算机数学模型途径、英国对泰晤士河污染的治理乃至最近与分子生物学结合而采用的等级剖析法等等。这些方法途径运用的结果, 往往促进了分支科学的形成。系统生态学、数学生态学、进化生态学、辐射生态学、生化生态学、遗传生态学等等都是这样的例子。

当前, 新的方法途径的运用和分支科学的形成, 体现出现代生态学的综合特点以及生态学研究对象的无限广度和深度。著名的英国科学哲学家波珀(K. R. Popper, 1979)说过“科学发现总是革命的、创造性的。”现代生态学理论的发展和完成, 须要广大生态学家对生命自然界各层次整体(从微观到宏观)的结构—功能动态过程作全面深入的探讨。通过观察和实验的检验, 对现代生态学的规范、理论、方法、准则加以修改、补充或者否定、更替。因此, 生态系统的规范意义问题, 显然是我们必须加以讨论的重要问题之一。

三、生态系统的规范意义¹⁾

如前所述, 著名的英国植物生态学家坦斯利在方法论和群落生态学的角度提出了生态系统的概念。就方法论而言, 他不仅指出“有机体不能与它们的环境分开, 而与它们的环境形成一个自然系统”, 而且明确指出: “生态系统有截然不同的广度和类型, 在宇宙间构成包括从宇宙直至原子各个范畴的种类繁多的自然系统。(坦斯利, 1954)”。这个理论突破了经典生态学的局限, 使生态学出现了新的飞跃, “吸引了众多的生态学家”, 给他们提供了一种“共同语言”, (曲仲湘等, 1980)。因而逐渐成为现代生态学的基本理论和方法论规范。

令人遗憾的是, 一般生态学者在运用生态系统理论的时候, 往往忽略它的方法论意义, 而片面地把它规定为“群落和它的环境”或简单地表述为“生态系统=生物群落+环境条件”, 认为它与苏卡切夫的生物地理群落同义(Emlen, 1973; Kenzie, 1974; 亨德尔, 1977; Odum, 1957; Larcher, 1974)。这种片面性规定的结果, 大大削弱了生态系统在生态学研究中的方法论意义, 并在认识上造成人们对生态学研究对象的层次和逻辑的混乱。通常认为生态研究的层次为个体、种群、群落和生态系统(Smith, 1974), 这是有问题的。这种认识不仅把生物微观层次的生态现象排除在生态学研究范围以外, 而且具有逻辑上的矛盾。如果生态系统等于群落加上它的自然环境, 它和群落在生物层次上就是等价的; 群落的生态系统研究无非是在方法上突破了经典生态研究的局限性, 并没有构成一个新的生物学层次和生态学层次, 它所研究的仍然不过是群落这一生物学层次所具有的生态现象。总之, 我们认为, 应当按照生物学研究的层次来划分生态研究的层次。生态学所研究的不仅是个体生态、种群生态和群落生态, 而且包括分子生态、细胞生态以及生物圈生态甚至宇宙圈生态各个微观和宏观的层次。因为每一个生物层次都处在一定的生态环境中而构成相应的生态层次(表1), 每一个生态层次都具有一定的系统性、整体性以及一定的结构、功能和相应的动态演化过程, 所以, 每一个生态层次都可以运用生态系统的理论规范来加以不同的研究。只有这

1) 提出规范概念的美国科学史家 T. 库恩认为, 规范(paradigm)是理论、方法和准则的总和, 参见《自然科学哲学问题丛刊》1980年第1期: 89—91页

表 1 生物层次与生态层次的对应关系

生物系统	基因	细胞	器官	个体	种群	群落	生物圈
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
环境系统	物质						能量
生态系统	基因生态	细胞生态	器官能生态	个体生态	种群生态	群落生态	生态圈

样,才能使现代生态学的发展与现代生物学各个领域不同层次的研究连系起来,相互促进,共同提高,对各式各样的理论与实践问题作出唯物辩证的解释。看来,这是现代生态学理论研究中应当加以澄清的一个重要问题。

一旦我们正确认识了生态系统的规范意义,就能够把海克爾的经典定义推进一步,把现代生态学的研究范围扩大到有生命自然界中不同生态层次的结构—功能系统及其发展演化的动态过程。使之具有无限的综合性和高度的科学性,成为真正“21世纪的科学”。正如曲仲湘、周纪伦(1980)教授所说的那样,生态系统理论“是一袋宝石,但尚需雕琢”。惟愿国内外生态学工作者中,有更多雄才大略者对它加以创造性的发展,使之臻于完善而进一步发挥它作为生态学理论、方法、准则的规范作用,在现代科学和生产实践领域迸发出灿烂夺目的宝石之光!

四、生态系统的演化问题

著名的美国生态学家、普林斯顿大学动物学教授梅(R.H.May, 1979)认为,“生态系统本身并不进化”,“所谓生态系统的进化,不过是生态系统中诸物种的共同进化,使得某一特定地区的物种总数、物种相对密度及当地的食物网的综合结构出现了引人注目的各种形式。”他显然忽视了环境与生物的相互作用与系统进化关系,忽视了生物过程改变了地球表层岩石圈和大气圈成分、直接影响着土壤、臭氧层、氧气圈的形成和发展的事实,因而作出了“生态系统本身不能进化”的论断。这是我们所不能表示赞同的。

相反,美国华盛顿大学的动物学教授奥里恩斯(G.G.Orians)认为,形形色色的生态系统是长期以来发展演变的结果;并论述了有机体对变化的环境的适应过程,分析了资源开发和种间竞争对自然资源的影响;进一步阐述了上述影响在短期内的效果,以及捕食者以及捕获物之间相互斗争的演化而产生的后果;同时,奥里恩斯还从进化论方面研究了生态系统的趋同过程及其结构的起源问题,生产者 和消费者的相互作用,特别是植物在防护食草动物伤害过程中关于自然淘汰的一般原理。总的提法和有关的论述都很有意义。

与此同时,笔者在曲仲湘教授指导下,根据陈世骧(1978)教授在《生物进化史上的十件大事》一文中提出的生态系统结构演化的思想,也提出了生态系统演化的观点,对生态系统极相结构的演化过程作了初步的理论探讨,认为结合地球的地质、生物、气候演变过程进行生态历史和地理的辩证分析,是研究生物与环境的协同进化关系和生态系统演化的基本途径。“从偶然性的假象里去认知潜蕴着的必然性”(黑格尔, 1980),通过较低层次的研究来解决较高层次研究中所未能解决的问题,是我们在生态演化研究中应当采用的方法途径,例如,研究群落生态系统应从其中的种群生态位(niche of population)着手。在这个基础上,我们根据生态系统的物质、能量、信息的动态关系指出,生态系统的演化是一个从原始的单极(还原者)生态系统开始,通过二极(还原者、生产者)、三极(还原者、生产者、消费者)结构的演化建成,逐渐过渡到次生生态系统和人工生态系统的历史过程;生物与环境相互矛盾又统一的动态过程,表现为生态系统结构、功能演化过程和自然辩证法的统一(罗汉军, 1981)。

结合最近科恩(J.E.Cohen)等人对食物链与生态位空间的研究,奥德姆(1969)对生态系统发展过程的研究,莫诺(J.Monod, 1977)等分子生物学家的生态演化观点,以及普利高津(I.Prigogine)的非平衡态热力学物理演化观点,我们可以就生态系统的演化作一个更为深入的认识。

我们知道,物质、能量、信息的传递和转化是自然界一般物质运动的普遍形式,非生命物质之演化和

转化为生命物质, 其本质在于信息传递过程中形成了特殊的反应模式。这种模式具有大分子的耗散结构, 在其与外界进行的物质、能量、信息交换过程中, 具有“吃进”能量来造成自身有序的能力, 构成一种特殊的生物热力学运动。它的时间和方向与封闭的热力学系统完全相反, 而且形成了一种自动组织、自动调节的能力。这是一种在原始单极生态系统演化过程开始形成而为一切生态系统系都具有的基本特点: 植物光合作用的出现, 使生物有了更可靠的能量来源, 生态系统的稳定性和有关功能也因此而增加或发展, 而在“吃进”能量和信息构成大分子模板的同时, 逐渐形成生长、发育和繁殖行为的模式和节律, 因而为二极生态系统的结构一功能演化奠定了可靠的基础; 动物的出现, 表现为生物行为模式在空间范围和构造能力上的发展, 产生了某种具有一定主动性(模式的演绎性特定趋向和指令)的行为模式。这种简单的“抽象”行为的出现, 标志着三极生态系统的异质性; 随着人类的出现, 主动性模式进一步发展成为高级抽象思维模式, 具有“吃进”外界信息构成次级模式(范畴、概念)的能力, 并由这些模式在实践活动中不断发出调控指令、接受检验并加以调整, 这就是人工生态系统的特点和优点。

总而言之, 演化是生态系统自身的运动过程。忽视这个过程, 就有可能被一些表面的、暂时的生态现象所迷惑。关于生态系统结构一功能的研究就只能停留在静态的、经验的方法论阶段, 不能深入到科学的“不可见王国”之中; 另一方面, 系统生态学的成果也会因此而无法得到比较充分的验证, 我们关于生物与环境协同进化的研究也将因此而得不到系统的答案。

五、结 语

在一定意义上, 生命只有通过支配无生命的物质世界的法则及其在生命物质世界的表现, 才能够充分理解。生命现象和自然现象在本质上是多层次的, 生态现象也因此而具有相应的从微观到宏观的各个层次; 由于各个层次都具有一定的系统性和整体性, 利用生态系统的规范方法来进行生态学研究, 有助于我们去解决人类所面临的各种生态理论问题和实践问题。

另一方面, 我们既然已经认识到按照中国的实际情况发展现代生态学研究、建立中国生态学派的必要, 那末, 我们应当持有自己的生态方法论。中国生态学会理事长马世骏教授在中国生态学会成立时指出: “摆在我们面前的有两大任务: 1. 通过理论与实践的结合, 为当前我国经济建设中的重大问题作出贡献。具体地说, 就是在我国的工业、农业和国防现代化中, 特别是对近年在农、林、牧业和环境问题中已发生的生态学问题发挥作用; 2. 在研究生命系统与环境系统相互作用的过程中, 找出物质与能量的变换规律, 阐明生命与环境的实质关系, 从理论与实践相互联系的成就中, 发展我国的生态学。”

看来, 这也就是我国生态学工作者所面临的历史使命。历史的发展将对此作出明确的回答。

参 考 文 献

- 马世骏 1980 现代生态学的发展趋势和我们的任务——在全国生态学会成立大会上的报告, 森林生态系统研究(1): 221—232。
- 李耶波摘译 1979 第一届国际生态学会简介, 生物科学现状第1期。
- 李继侗 1958 植物地理学植物生态学地植物学的发展, 科学出版社第26—65页。
- 曲仲湘、周纪伦 1980 生态系统与环境治理, 自然辩证法通讯第1期。
- K. R. Popper (纪树立译) 1979 科学革命的合理性, 世界科学译刊第8期。
- W. Stegmüller (纪树立摘译) 1980 科学哲学中的革命, 自然科学哲学问题丛刊第1期。
- 纪树立 1979 科学史: 真理与谬误, 复旦学报(社科版)第6期。
- 陈世骧 1978 生物进化史上的十件大事, 科学通报第3期。
- 沈小峰等 1980 耗散结构理论和自然辩证法, 自然辩证法通讯第2期。
- 亨德尔主编(上海生物化学所等译) 1977 生物学与人类的未来, 科学出版社。
- 罗汉军 1981 生态系统的演化, 自然辩证法通讯第3期。
- 查汝强 1979 简评西方“科学哲学”中关于科学认识发展的几种学说, 哲学研究第11期。
- 黑格尔 1980 小逻辑, 第243页。据肖○焘: 中国社会科学第2期, 第10页。

- A. G. Tansley 1935 The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16:284—307
A. G. Tansley 1954 Introduction to Plant Ecology. 3d ed, reprinted. George Allen & Unwin, London.
E. P. Odum 1957 Fundamentals of Ecology. 1st ed. Saunder, Philadelphia.
E. P. Odum 1969 The Strategy of Ecosystem Development. *Science* 164:262—270
F. N. Beerton 1977 History of American Ecology. Arno, New York.
G. S. Stent 1979 The Quarterly Review of Biology. 54(4): 422
H. M. Hastings & M. Conrad. *Nature*. 282: 838—839
J. M. Emlen 1973 Ecology: an evolutionary approach. Addison-Wesley, Reading.
J. 莫诺 1977 偶然性与必然性. 上海人民出版社.
P. W. Price 1975 Insect Ecology. John Wiley, New York.
R. L. Smith 1974 Ecology and Field Biology. 2nd ed, Harper.
R. W. Dexte 1979 *Ecology* 60(3): 647—648.
R. M. Ma y: 生态系统的进化. 科学 (《科学美国人》中译本). 1979年第11期, 第76—87页.
S. C. Kendeigh 1974 Ecology. Prentice-Hall, Englewood, Cliff.
W. Larcher 1975 Physiological Plant Ecology. Tran. by M. A. Biederman-Thorson, Springer-Verlag. Berlin.

SOME QUESTIONS ON THE METHODOLOGY OF MODERN ECOLOGY

Luo Hadjun

(Agriculture Academy of Quangxi)

This paper had been discussed five questions about the methodology of modern ecology. First, the background and the development approach to modern ecology was described. Second, it was emphasized that the methodology was a scientific basis and guide to the ecological research. Third, it took the ecosystem as a paradigm of ecological invention and took a position opposite to some scholars who had given a definition that the ecosystem was the biotic community plus its habitat and had taken the ecosystem an epivalence to the biogeocoenosis. Fourth, the ecosystem's evolution was described. And finally, it had an introduction for the target and approach of modern ecological schools in China.