

学科发展

展望九十年代的生态学

马 世 骏

(学部委员,中国科学院环境科学委员会主任)

一、引 言

自然科学的发展历程,从认识自然进而成为促进社会发展的一支力量,通常经过两个阶段,即从试验阶段演变为社会承认与社会需要的阶段,当代生态学的发展历程亦属如此。生态学原则被有目的地应用到生产实践,起始于本世纪的 40 年代,如用于野生动物的狩猎与管理,当时仅局限在动物种群生态学个别规律的应用;60 年代开始用于解决环境问题,如工业污染、热带森林破坏、水土流失与土地沙化,继之而来的则是要解决直接冲击社会经济发展和人类生活的粮食、人口、自然资源的压力。在 1987 年 42 届联合国大会上,确认了生态学的基本原则是经济持续发展的理论基础,这一观点为联合国组织及各国政府所接受,并主动或被迫地开展不同程度的应用。80 年代后期,国际间出现了和平趋势,可以设想在局势相对稳定的 90 年代,由于工业经济发展的资源竞争,工业污染以及局部地区生态环境的破坏,将进一步激化。发展中国家的人口膨胀,势必加深此种激化程度。因此,经济发展、资源利用与环境保护相互作用所构成的矛盾,将成为当代科学家所要解决的焦点,亦是当代和今后生态学家所面临的主要挑战。

二、生态学的发展趋势

如上所述,生态学涉及的范围,大致包括三个方面。

(一) 生态圈的功能研究。如大气酸化、温室效应以及臭氧层的变薄,影响到全球气候变化,进而危害农业生产和生态系统的正常功能以及已受到损害和即将受到损害的生态系统的再造与恢复;不同受害程度云杉光合作用电子传递链的研究;低浓度有害气体的叶片或针叶计算机模拟;能源开辟、再生资源恢复与增产;由于人类活动范围的日益扩大,使自然形成的物质大循环和能量变换受到干扰,这不仅影响到生物圈及生态系统正常的物质循环代谢,亦为人类进一步开发海洋资源增加了复杂程度,这就必须研究水陆界面的交换,海气、水气以及地气之间的交换等机理,其中包含着物理、化学及生物学的作用过程。除了涉及一系列工艺性的技术问题外,生态学工作者必须对此提出有效对策。

(二) 对异常气候和其它自然灾害的预警。这是我们防患未然必须重视的宏观课题,亦是 70 年代后期以来,许多国际组织及政府关切的科研工作之一。进行此项研究固然可以通过模型、模拟技术取得瞻望性的资料,但这还不够,还需应用以往长时期的实际记录,借此寻求历史性的变化规律,以增加可信赖性。近年来,历史观点,进化观点普遍受到重视。地质时期变化、长时期气候的演变、古树年轮分析、古生物学、古生态学和古地理学等材料,通过大量的和微量的分析,对此作出了贡献。

(三) 直接关系社会发展和人类生活改善的经济问题。工业发展、资源利用以及环境整治与保护,无一不涉及经济问题。工农业建设的优劣,以至对某个国家的评价,经济效益是常用的评价指标之一。在生态系统研究中,分析结构与功能的优劣,则把物质、能量在层次间的转化率高以及空间生态位利用比例作为区分的指标,从而促进了新的交叉学科——经济生态学的发展,亦为进化生态学增添了新内容。

上述趋势反映了当代生态学流行的几个观点:

1. 包括层次结构与共生、互生等复杂生活关系的整体观点;
2. 体现进化、交替、协调、重建等物理、化学、生物共同作用过程的动态观点;
3. 经济、生态、社会、科技相结合的综合效益观点(即复合生态系统的生态经济学观点);
4. 反映了定量化、模型化和工程化趋势。

三、国际上有关生态学的若干重点课题

近 30 年来的生态学研究,大致可分为三个阶段: 60 年代的国际生物学规划 (IBP); 70 年代的人与生物圈规划 (MABP); 80 年代后期开始的国际地圈与生物圈规划 (IGBP)。这三个规划可以代表此三阶段的主要趋势。

IBP 以自然生态系统的物流、能流为主要对象, MABP 强调了人类活动对自然生态系统及生物圈的作用; 80 年代初期提出的“只有一个地球”概念,加深了人与自然界相互关系的认识。人类活动已影响整个地球的表层,包括生物圈、大气圈、地圈及水圈,威胁到支持人类生存的自然系统,因而协调人与自然的关系以改善人类的生存环境,将成为 90 年代生态学研究的重要动向。可以设想随着物质分析方法及模拟技术的提高,揭露地、气、水、生物之间的物质、能量关系及其作用过程,并进而寻求协调人类与自然关系的有效途径将成为可能,从近年一些国际科学组织提出的重点研究课题,可以窥视今后生态科学的一般动向。

环境问题的研究已明显地从污染物对生物的一般损伤,向损伤机理、元素动态及生理生化作用过程探索,如: 环境元素对动植物 DNA 的损伤与修补作用、人工放射性核素的生物地球化学循环通道、小流域的生物地球化学代谢,涉及物质的运动、输送和转化,能量与物质的累积及其穿越的界面,包括气、土、水与其中生物群的相互作用,而人类构成的影响,又增加了代谢过程的复杂性。人类对生态系统的干扰 (Anthropogenic perturbation Ecological Systems) 曾是 1989 年秋季欧洲第 5 届生态学大会讨论的主题。

以宿主为重心,内环境为对象,从细胞水平和分子水平研究人类、动物、植物与其正常微生物群相互关系的“微生态学”,结合外环境致病机理研究,探讨微生物量变与定位转移以及生态流过程所形成的平衡或失调,近年已受到医学家及微生物学家的重视。

化肥是增加农业单位面积产量的主要投入物质,过量施用亦已出现损伤土壤活力的现象,尤其是磷肥投进的影响,引起较多的注意,国际上设有磷肥的专业研究所,美国设有研究磷的基金,联合国环境规划署自 1988 年起亦列为重要资助项目。磷在陆地及水域生态系统的循环,以及与其他元素,如碳、氮、硫等在生物地球化学循环中的关系,影响到施用磷对环境的影响,此项研究在南亚及西南亚格外受到重视。

在土壤边界层的水热交换过程、非均质土壤中的水热传递过程以及土壤-大气边界上水分与能量的交换过程等项研究基础上建立的旱作耕层蓄墒保土性能的数学模型, 已是农学家, 尤其是研究土壤的生态学家必须掌握的基本资料。以界面理化特性及其物流、能流机理为对象的研究, 由于是生命和自然界保持活力的基本问题, 有发展成一新分支学科——界面生态学 (Interface Ecology) 的趋势。

防止自然生态系统萎缩和恢复受损伤的生态系统, 是受到各国关注的工作。这项工作只有在我们较深入地了解了生态系统抗逆能力及其恢复作用过程的基础上, 方有可能开展。生物群落的稳定性以及生态系统的演替规律, 则是当前研究的理论问题之一, 它的意义在于对制定保护生态系统的管理方法以及为重建和设计生态系统提供依据。

人类活动已在大范围地改变着自然环境, 形成许多交错带和隔离带, 使原来的景观界面发生变化。群落交错带或半隔离带可以起到半渗透界面控制能量、物质、信息跨过景观的作用, 亦具有物种生境补缺及原始生境保护的作用, 因而受到生态能量学家及群落生态学家的重视。开展交错群落或半隔离带对生物多样性及生态流影响的研究, 并探索对全球景观的影响, 以寻找对变化环境中交错带的管理方法。其研究内容通常包括不同有机体的层次, 例如, 生态系统的边界如何影响生物的多样性以及生物群体的能量、物质及信息的流动; 生物多样性和生态流又将如何由于交错带的存在, 反应环境变化, 特别是对于全球气候、海平面、土地利用以及大气微量气体的影响, 人类对交错带的改变, 扩大到何种范围(广度), 方产生全球变量的反应。此种在生态系统中增加异源性 (Heterogeneity) 的研究, 属变化环境的交错带理论及景观界面的研究范畴。

生物的逆境耐性研究, 直接关系农作物的稳定性及其生产力。因此, 农作物耐性机理研究可能给予的效益, 引起农业生态学家的兴趣, 认为通过抗逆性研究, 还能挖掘出提高农作物产量较大的潜力。例如, 环境的逆境影响, 限制着美国农业生产潜力的 25 %。研究结果表明环境和生物因素的复合结构, 影响农作物分布, 植物经受的最高温和最低温多半是在表土附近, 因此, 建群期的幼苗死亡率, 常取决于耐温极限的生态影响。热带低地起源的植物, 易遭受冻害, 对 0—15 °C 之间的非冻结温度即较敏感。光与另一逆境因素结合, 可造成光害, 若植物体的温度、水分和盐分的逆境因素与光子通量密度趋于一致。对植物逆境生态学和生理学的有关细胞问题, 进行综合研究, 将有助于说明植物的耐性极限和有效性能。这样我们就可以有能力将植物的生理特性与其在复杂自然环境的生长、繁殖有效地联系起来。我们需要发展此种能力, 以研究模拟植物的性能, 使其形成更为完善的生长模型, 并在我们掌握自然环境复杂性的基础上, 产生对生态学的新认识。

二氧化硫等大量气体所造成的污染, 早已引起各国重视, 并相应开展了研究。近年来研究工作又伸展到微量气体在陆地系统与空气间的交换, 以及此类气体的生成、动态与计量。研究课题如: 在生态系统协调生产和消化痕量气体中, 生物学组分与环境变量之间的相互规律; 控制痕量气体在陆地生态系统与大气层流动过程中的作用物质; 痕迹气体与物理的、化学的、气候的交换作用的地生理学规律; NO_2 与 N_2O 逆转的微生物学控制; CH_4 的生物学库及其在陆地生态系统生产量的控制与土壤吸收模型等。

由于海洋不仅是重要的自然资源库, 并对气候调节起着重要作用, 因而海洋生物圈与大气圈等的相互作用, 被列为全球性的重要课题。例如, 海-气交换对海洋生态系统特性的依赖; 初

级生产力对海洋循环作用和营养物动态的依赖;海洋沉积作用过程和生命物质再循环中的海底生物学作用过程;由于气候的变化,海洋生态系统对全球或区域,特别是沿海所起的反馈作用;陆地尘埃影响海水清浊度和痕迹元素对浮游生物及有效营养的重要性;短期与长期的生物相变化及演替对海水化学组成变化的作用;特别在沿海区,气候与海洋表层系统和陆地与大气交接面,经常伴随着能量、水分的转化与搬运以及全球气候现象对海洋生态系统功能的反应等。

水土流失是全球性问题,在研究土地-水-大气-植被的相互作用的动态过程中,不同层次土壤的理化性质被列为重要内容之一,并着重于表土层结构的稳定性,研究如何控制放牧土壤的渗透、流失、冲刷等与其理化生物性质及其作用过程的关系。

四、我国生态学工作者的任务

研究世界各大地区自然生态条件的发展趋势,并寻求一个评价和改善不良生活与生存条件的基础,是当代科学家面临的一个紧迫任务。为此,动员了多种学科的科学家的,包括自然科学家和社会科学家,其中生态学家承担着桥梁的作用。尤其在 1987 年 42 届联合国大会通过了 WCED 的报告之后,关系世界各国经济持续发展的战略与措施,要以生态学的基本原则为依据,形势更加明确。在此前后的几年中,相继提出了生态管理 (Eco-management)、生态规划 (Ecological Plan)、生态建设 (Ecological Construction) 等观点,以及生态技术 (Ecological technique) 与生态工程 (Ecological Engineering) 的设想,并已有部分得到了实施。

生态循环与转化效率探讨,在我国工农业建设及环境保护方面的应用,自 80 年代初期亦已开始。如建立生态农业、企业化生态工厂、生态村、生态乡及生态县等,但尚未达到定量。因此,实现模型化及工程化还须进行许多生态学基础工作。引进新技术,以提高生态技术的水平,尤其显得重要。现代生态学不仅要广泛应用以系统论等为基础的优化理论,更要求生态学工作者掌握物理、化学及生命科学的新成就,去阐明生物与环境相互作用的复杂过程、应用数学的新成就,以分析表达复杂系统中各组分的定量关系。本文第三部分中列举了若干研究课题都关系到环境保护、工农业发展及异常气候对人类造成灾害等重大社会问题,我国有的在在进行,有的尚未开始,在已进行的研究工作中亦尚待向定量及模型方面深化。

根据以上生态学的发展趋势,结合我国的需要,我国生态学工作者在 90 年代的任务,应包括下列三方面:

(一) 适应国际趋势,结合我国国情,有选择地参加全球有关的生态学项目,理论研究与应用研究兼顾。

(二) 应用现代技术和系统分析方法,深入种群生理生态学及生物群落能量学研究,进一步打好生态学基础。

(三) 发扬我国在生态学方面的新思想、新成就,多学科相互补充,构成体系。

生态学的基础研究,虽然主要靠高等院校和科研单位进行,但大量应用工作及科学实验尚须结合农村、农场、工厂去开展。1987 年以来,不少国家录制了有关生态环境保护及生态建设的录像磁带,向生产经营者及群众宣传。最近我还收到日本寄来的“自然农业”、“生态农业”的录像磁带,宣传农业生态工程的优点。我国应跟上去,以适应形势的需要,“水涨船高”亦必将促进理论生态学的发展。