

面向 21 世纪的西方生态学
Western Ecology toward the 21st Century

董 全 李晓军
(中华海外生态学者协会,博士生 美国)

他山之石,或可攻玉。了解海外生态学研究
的现状和发展趋势,可对中国生态学研究的发展提供
启迪与借鉴,有助于中国生态学者参与、融入世界
这一领域的共同发展。
世界上许多生态学家都十分关心生态学总体
发展的现状与趋势,例如,美国生态学会和英国生
态学会曾对会员进行了一系列的问卷调查,还有人
对期刊上发表的文章进行了考查分析。这些调查分
析的目的主要在于回答这样两个基本问题:什么是
生态学?生态学工作者研究什么?这两个问题是相
互关联的。从逻辑上讲,生态学的内容包括其内涵
与外延,规定了生态学者的研究对象;而从历史的
角度看,像其他学科一样,生态学经历着一个动态
发展的过程,其内容在变,这个发展变化的过程由

生态学工作者来推动。因此,生态学者在科学研究
中的新发现、新创造更新着生态学的内容;社会所
承认的生态学家群体所从事的研究决定着生态学
的含义。显然,对上述两个问题的动态答案是反映
生态学发展状况与发展趋势的一面镜子。
美国生态学会和英国生态学会当属世界上最大
的生态学会。美国生态学会拥有会员 7 000 人左
右,其会员分布于 80 个国家和地区,但主要集中在
北美,其中美国会员约占 90%,加拿大的会员占
4~5%。英国生态学会拥有 5 000 左右的会员,其中
本国会员占 70~80%,其他会员分布于几十个国
家。可以说这两个学会会员的研究动向大体代表和
左右着西方英语国家的生态学界的动向。他们的研
究进展对世界生态学界亦有重大影响。

表 1 最活跃的生态学研究领域

	综合排序	科 研 专 长				
		从事人数	申请科研项目总数	获准立项数	第一选择	第二选择
群落生态学	1	2	2	2	3	1
种群生态学	2	3	1	1	4	3
水生生态学	2	1	3	3	1	4
植物生态学	4	4	9	8	2	1
森林生态学	5	6	6	7	6	5
自然保护生物学	6	5	5	4	13	6
生理生态学	7	7	4	9	5	10
海洋生态学	8	10	6	5	7	13
生态系统研究	8	9	8	6	11	7
行为生态学	10	8	10	13	8	8
湿地生态学	11	11	11	11	9	11
野生动物生态学	12	14	14	10	10	16
环境与资源管理	13	13	16	14	14	9
渔业生态学	14	15	13	12	12	20
生态学模型	15	12	20	19	17	12

* 本表根据在一领域中从事科研的人数、申请科研项目的数量、生态学工作者对自己专业的认定的数量
以及对各分支学科的兴旺程度进行排序,资料来自美国生态学会对会员的调查(Holland 等,1992)。

本文根据美英等国的生态学者的调查、综述和 分析,简要介绍西方英语国家生态学界近年的研究

动向、工作成果、流行概念和选题重点。希望这些信息可为国内同行提供参考,限于笔者的眼界和知识,本文难免以偏概全,特别是本文资料的选取,对美国有所偏重。

一、领域的兴衰

在一个分支学科领域中从事研究的人员的多寡,在一个领域中申请研究项目的多寡和在一个领域中正在进行的科研项目是多寡是反映一个领域的科研兴旺与否的重要指标,利用这些指标可以对生态学中各分支领域的兴旺程度做大体排序。根据美国生态学会最近对会员进行的调查,在北美生态学界,群落生态学最为兴旺,其次是种群生态学、水生生态学、植物生态学和森林生态学(见表1),看来,北美生态学家倾向于选用生物组织水平来说明自己的研究领域。个体(生理)生态学、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学都列在最兴旺的前十名分支学科中。单从生物组织层次的角度看,研究群落和种群的人数和项目数似均高于研究个体(第7名)、生态系统(第8名)和更高水平(生物圈等)的人数和项目数。在美国生态学会1981年和1988年的调查中,群落生态学和种群生态学也是排在前两名,生态系统排在其次,这个排序同麦金托什(McIntosh)(1989)利用文献引用频率做出的发现相一致。在麦金托什选出的最常引用的生态学经典文献中,19篇是关于群落生态学的,12篇是种群生态学的,9篇属于生态系统。但是如果把依各种不同标准划分的学科都算在内,生态系统研究从1988年第三位降到了第八位,环境影响评价则跌出前15名。

二、概念的流行

英国生态学会给会员发出问卷,就什么是生态学中最重要的概念征求会员的意见。谢雷(Cherrett)(1989)对寄回的问卷进行了整理分析,他发现英国生态学会会员认为,生态系统是最重要的概念,其次是演替、能流、自然资源保护和竞争(见表2)。

斯蒂林(Stiling)(1994)计算了各个生态学概念在三大英文综合性生态学期刊(Ecology, Oecologia, Oikos)的文章中出现的频率,并根据出现频率对概念的流行性进行排序,他发现在这些文章中,最多出现的概念是生物对环境的适应,其次是生物史对策、植物与植食性动物的关系、竞争与共存、生境选择与生境的空间配置(见表2)。

若把上述两项调查的结果放在一起,对概念的流行程度进行评价,最流行的十个生态学概念似应

是:竞争、生物史对策、生物对环境的适应性、能流、养分(物质)循环、演替、种群调节、植物与植食性动物的关系、捕食者与猎物的关系、自然保护。

表2 最受重视的生态学概念

斯蒂林的调查	谢雷的调查
1. 生物对环境的适应	生态系统
2. 生活史对策	演替
3. 植物与植食性动物的关系	能流
4. 竞争与共存	自然资源的保护
5. 生境的空间配置与选择	竞争
6. 捕食者与猎物的关系	生态位
7. 养分循环	物质循环
8. 种群动态调节与密度制约过程	群落
9. 最优觅食理论与领域性	生活史对策
10. 能流和生产力	生态系统脆弱性
11. 稳定性与扰动	食物网
12. 迁移	生物对环境的适应
13. 进化生态学	环境异质性
14. 动物行为	物种多样性
15. 寄生者与宿主的关系	种群密度制约性调节
16. 互利	限制因子
17. 交配行为	环境容纳量
18. 物种多样性	最大可持续生产量
19. 演替	种群循环波动
20. 间接作用,三个营养层间关系	捕食者与猎物的关系
21. 污染和污染指示生物	植物与植食性动物的关系
22. 食物网	岛屿生物地理学
23. 自然保护	食物链中的生物积累过程
24. 岛屿生物地理学	协同进化
25. 外来物种	随机过程
26. 灭绝过程	自然扰动
27. 最大可持续生产量	生境恢复
28. 有害生物的控制	自然保护区
29. 恢复	指示生物

* 本表根据三大生态学期刊:Ecology、Oecologia、Oikos在1987~1991年期间发表的文章中概念出现的频率,和英国生态学会对会员的调查对生态学概念受重视的程度排序,资料来自Stiling(1994),Cherrett(1989)。

生态学概念常同生物组织层次有着对应关系。利用这种对应关系,可以从另一个角度来分析在哪些生物组织水平上的概念最受生态学者的重视。斯蒂林(1994)对期刊文章的调查指出,对种群水平的概念进行的研究占总数一半以上,其次是个体水平,其研究占约1/4强,而群落和生态系统水平上的研究只各占这三大期刊上发表文章的近1/10。

谢雷(1989)对英国生态学会的问卷调查进行了概念的聚类计算分析。他把生态学家大体分为两类:倾心于生态系统研究的人,约占2/3;倾心于种群研究的人,约占1/3。在生态系统研究者中,倾向

于基础研究和应用研究的约各占 1/2,而在种群研究者中,3/4 的人是“生物决定论者”,他们重视种内或种间的相互作用和相互关系,或重视生物适应性。另 1/4 的人是“环境决定论者,”他们专注于环境异质性、随机现象、干扰等等。显然,从不同角度,取用不同资料来分析生态学现状可以得出不同结论。

三、生物种类和生态系统的选择

从生物分类系统的角度看,西方生态学者较多选用动物作为研究对象,在纲的水平上,昆虫、鸟类、兽类最受重视。若扣除在各纲中物种数量的因素,兽类和鸟类的生态学研究所占比例远高于其它纲类;在植物之中,陆生高等植物较受重视,微生物的生态学研究远较动植物为少,只占总数的 1%(见表 3)。不过近来微生物生态学呈崛起的趋势,在 1995 年美国生态学年会上,以微生物生态学为专题的学术报告会有两个,而在以往,以微生物生态学为专题的报告会很少。近来,美国大学招聘微生物生态学教师的数量也在增加,这从不同侧面

表 3 对各生物分类单元做生态研究的频率(%)

分类单元	期刊分析	美国生态学会 1988 年调查	美国生态学会 1981 年调查
动物(总和)	50.4	48	46.3
无脊椎动物(总和)	27.7	19	—
昆虫	18.3	—	—
其他节肢动物	3.7	—	—
非节肢动物	5.7	—	—
海洋无脊椎动物	—	5	—
淡水无脊椎动物	—	7	—
陆地节肢动物	—	7	—
脊椎动物(总和)	22.7	25	—
兽	8.1	—	—
鸟	7.0	—	—
鱼	3.2	—	—
爬行	2.3	—	—
两栖	2.1	—	—
海洋脊椎动物	—	2	—
淡水脊椎动物	—	6	—
陆生脊椎动物	—	17	—
植物(总和)	34.3	37	31.7
陆地维管系植物	—	2.0	—
淡水浮游植物	—	2	—
海洋植物	—	2	—
微生物(总和)	1.1	2	1.5
混合	8.4	—	20.0
理论	5.5	3	—

* 数据来源:Stiling(1994),Travis(1989),Colewan 等(1982)

反映着这个领域的兴旺和发展。微生物在碎屑食物网链中,在土壤生态过程中都起着决定性的作用。过去碎屑食物网链和分解过程受到某种程度的忽视。

表 4 生境或生态系统类型在生态学研究中的选用频率

生境或生态系统类型	频率(%)
温带森林	17.0
温带草地	9.7
热带森林	5.4
热带草地	2.0
荒漠	4.7
苔原	2.6
湿地	1.9
海洋	7.7
淡水水域	10.3
人类干扰下的(农田、城市等)	4.7
试验室或温室	16.4
博物馆	0.2
计算机——理论上的	0.9
其他:洞穴,崖壁,土壤	8.4

* 数据来源:Stiling(1994)

表 5 各营养层次在生态学研究中的出现的频率

营养层次	频率(%)
1	32.2
2	31.1
3	22.1
4	0.7
5	0.2
混合	6.5

* 数据来源:Stiling(1994)

表 6 生态研究中不同物种数出现的频率

物种数	出现频率(%)
1	39.3
2	17.2
3	7.4
4	4.0
5—10	5.9
11—20	4.9
>20	8.5
理论假设	9.3
综述	3.5

* 数据来源:Stiling(1994)

在许多食物网中,人们对碎屑食物网链和分解者的理解存在很大的空白,从而影响和妨碍了人们对整个食物网的正确认识。近年来,这种情况有着变化,微生物生态学是近期生态学的热点之一。

若从生境和生态系统的角度看,西方生态学者

多在森林、草地、淡水水体和试验室中从事研究(见表4)。这使得森林生态学和水生生态学列入最兴旺的领域学科(见表1)。以气候带分,在温带的研究远多于其它地带。另外,研究陆地生物的工作亦远多于水生生物的研究。美国生态学会的调查没有把陆地生态学和草地生态学单独列项,虽然在草地上进行生态学研究很多,从事这些研究的生态学家似乎不把自己的研究列为草地生态学。

若从营养层次和生物物种数的角度看,生态研究的频率同营养层次的高低,同所研究的物种数目近乎成反比(见表5、表6)。多数研究集中于一个种或两个种组成的生态学系统,研究五个以上物种所组成的系统的工作只有20%。

四、生态学的前沿

生态学在发展。旧的生态学理论不断地被改正甚至被推翻,新的理论假说不断诞生,新的工具和方法不断涌现。生态学的前沿阵地不断拓展。对于什么是生态学的前沿领域,生态学家常常各持己见,莫衷一是。美国生态学会曾组织了一批专家对此进行了分析,这次分析是其学会历史上无前例的。分析的结论在美国生态学界和世界生态学界产生了巨大影响。这次分析列出了以下12项生态学基础研究的前沿领域:

(1)自然界中各时空尺度上生物多样性的类型与格局,决定多样性的进化与生态因素和进化与生态过程;

(2)生物有机体的形态、生理和行为特性之间的相互作用和相互影响;

(3)有机体形态、生理和行为在自然或人为造成的环境胁迫下的遗传表型可塑性及其限度;

(4)决定散布与休眠的生态条件;散布与休眠在种群和群落水平上的效应;

(5)解释有机体生活史适应对策的因素;个体生活史对策怎样影响种群对环境干扰变化的反应方式;

(6)决定种群数量的因素;个体的生态学过程与种群动态的关系;

(7)种群的年龄、体形、遗传和空间结构怎样影响种群对环境扰动变化的反应;

(8)景观破碎对种群散布、种群灭绝和种群丰盛度的影响;

(9)群落与生态系统的结构和组成,群落和生态系统对胁迫的反应和决定这种组成结构和反应方式的生物与非生物因素;

(10)在生态系统和景观中生物与非生物成分的相互作用,能量流动与物质交换的调控,气候、人类和生物过程怎样影响和调节生物地化学过程;

(11)在一个时空尺度上的过程和格局怎样影响另一个时空尺度上的过程与格局;

(12)包含人类影响和自然扰动在内的环境异质性对个体、种群、群落的生态过程和格局的影响。

这些前沿领域一方面保持着生态学的传统,即仍着眼于种群群落、生态系统和景观的结构及其动态规律;另一方面,这些前沿领域更强调对机制的理解,对决定结构特征(格局)和动态规律的内外过程的理解,特别是不同时空尺度上和不同生物组织水平上现象之间的相互作用和相互联系。时空尺度(及尺度推绎)的概念、进化遗传的思考、结构单元和内部过程的内在异质性和复杂性的理解,构成了这些基础研究前沿领域的标志。

对生态学系统的基本理解为应用生态学原理解决实际问题奠定了基础,生态学者作为群体负有很重的社会责任;生态学研究要能有助于改善人类生存状况。环境问题牵涉到政治和管理。因此,生态研究的资金也同政治有关。基于这种情况和对这种情况的考虑,面对现代人口、环境和资源问题的巨大挑战,根据前述对基础学科前沿领域的分析,卢布琴科(Lubchenko)等(1991)提出了生态学中十大重要科研项目:

(1)定量确定生物圈与全球气候变化的总体联系,建立多方面的分析模型,这包括研究生态学过程带来的全球气候变化和全球气候变化给生物圈、大气圈、水圈和生态气候带的结构和功能带来的变化;

(2)测量生物生态过程带来的大气、土壤和水体的化学成分、化学特性的变化及这些变化产生的生态效应;建立描述解释和预测这些过程的模型;

(3)测定土地和水的开发利用所造成的生态后果,包括水体陆地间的化学物质流动的改变,和这些改变对群落物种组成、生物多样性和生物地化学过程的影响;

(4)调查人类造成的和自然形成的环境变化带来的遗传演化后果;

(5)建立生物多样性数据库,记录遗传多样性、物种多样性、生境多样性、生态系统多样性的空间分布,测定多样性变化速率和这种变化对群落结构和生态系统过程的影响;

(6)加快对稀有和有消失趋势的物种的研究;

(7)确定反映环境胁迫的指示特征,建立监测生态学系统健康状况和估价预测胁迫的方法手段;

(8)加速恢复生态学的基础研究;

(9)建立和发展用于设计和管理可持续利用的生态学系统的生态学准则;

(10)加强关于有害生物、病原生物的入侵、扩散和爆发的基本规律的研究。

(下转第13页)

物而经历的行为和代谢方面的变化,都突出表现了各自的遗传可塑性。

三、分子生态学的发展

分子生态学是在分子水平上对生态学问题的研究。生物圈中不同层次的生物学、生态学过程是密切联系的,生态学在向宏观、综合方向发展的同时,也在向微观的层次深入,这也是本世纪中期以来分子生物学迅猛发展的必然结果。1992年《分子生态学》杂志的问世,标志着分子生态学已进入迅猛发展时期。当前分子生态学的研究热点是用分子生物学方法,研究生态行为问题。例如,里科(C. Rico)等用DNA指纹谱方法研究三棘鱼的雄性繁殖策略。他们随机抽取17个三棘鱼的巢,分析每一巢的守卫的雄鱼及从中随机抽取的10个卵孵化出的鱼苗的DNA指纹谱,发现这170个鱼苗中只有147个是守卫雄鱼的真正后代,其它的则是其父亲从其他巢“偷”来的,或者是被其它雄鱼所受精。用这种方法,十分精确地揭露了从前用观察方法很难得到的结果。在当前分子生态学研究, DNA指纹谱是应用最为广泛的方法。休伊特(G. M. Hewitt)用该方法证实欧洲大陆的沙漠飞蝗种群来自两个不同起源地,即非洲和中东地区,并指出它们的迁移路线和交汇中心,这是用传统方法如标志放飞很难得到的结果。诺布尔(S. M. Noble)等用这种方法分析一种盐生植物的rDNA,发现特定基因变异的频率与环境潮水淹没的梯度明显相关。而这种变化在形态上没有明显表现。他们还通过分析

38株亲代植物及其2112株子代植物的rDNA,证实这种植物的近亲繁殖行为。雷蒙德(M. Raymond)等用这种方法研究不同地区(非洲、亚洲、北美洲)蚊子抗有机磷杀虫剂的基因,发现抗性的产生主要是由于携带抗性基因的个体在使用杀虫剂后迁移造成的,而不象通常认为的那样是突变的结果。

包括基因工程在内的生物技术是目前最为活跃的科学领域。科学家已经成功地生产了转基因的世界大部分的作物,如玉米、水稻、土豆、棉花以及水果、蔬菜、油料作物等,许多转基因植物已进入田间试验阶段。转基因作物(GMO)通过基因工程获得了原本没有的性状(如抗病虫害性更强、更专一,对营养元素的吸收、氮的固定等生理性状更加优化)因此它能更好地为人类服务。但转基因作物也给生态环境带来以下的风险:可能变为杂草,且具有侵害性;可能成为导管,通过它新的基因转移到野生植物上,从而成为新的杂草;可能含有特殊的病毒,从而产生新病毒,危害重要的经济作物;可能把潜在的有毒物质表现出来,从而伤害其它的生物,影响生物群落的多样性;转基因作物的商业化可能给全球作物多样性带来严重危害,因为农民很可能种植转基因作物而忽视或丧失作物的天然资源;大量释放转基因作物对生态系统的长期累积影响。因此,对转基因作物释放的生态学研究是当务之急。其目标是确定转基因作物在不同生境中持续存在和扩散的潜力;发现能与转基因作物进行杂交的植物物种的范围;调查其杂交后代的生态表现;发展对新的转基因作物进行生态风险评价的规范。

(责任编辑 肖庆山)

(上接第17页)

这些题目力求兼顾基础研究和应用研究的需要。基于这十大课题,卢布琴科等(1991)提出了组织研究全球变化、生物多样性和可持续生物圈的动议;这个建议得到了美国国会的支持。这使这三方面的研究广泛展开,从而对近期生态学发展产生了广泛影响。

五、争议、问题、挑战

本世纪,生态学有了长足的进步。从本世纪初的一个描述性学科发展到了一个有系统野外观测记录、有定量逻辑推理、有实验检验假说的多层次多方位的科学体系。现在人们对许多生态学系统和生态学过程有了比较清楚的理解,当前的生态学是一个多元化的学科。

在几十年里,生态学中争议不断,其中最著名的一个争议是种群生态学中关于密度制约性种群

调节的争议,这个争议持续了50年,也没有能争出所以然来。争议是学科发展的动力之一,关于密度制约性种群调节的争议也曾不断地推进了种群生态学的进展,只可惜尚没有就其本身取得突破性的进展。

当前生态学中无法取得一致意见的一个重要问题是:生态学能否有统一的基本理论,这种理论应适用于不同的地带和不同的时间,历史上生态学没有产生比较令人满意的定律。冠以定律名义的理论往往得不到自然界观察的支持。这种情况发生于一些生态学上最著名的“定律”,比如李比锡(Liebig)的“最小因子定律”、“高斯(Gause)的“竞争排除定律”等等,直到现在生态学理论的预测力仍然很差,生态学仍不是一门预测科学。因此,发展具有普遍意义的具有预测力的生态学理论是对当代生态学家的挑战。

(责任编辑 肖庆山)