

生物多样性研究的现状与发展趋势

Present State and Future of Biodiversity Studies

马克平 钱迎倩 王 晨

(中国科学院, 北京 100864)

生物多样性是地球上生命经过几十亿年发展进化的结果,是人类赖以生存的物质基础。然而,随着人口的迅速增长,人类经济活动的不断加剧,作为人类生存最为重要的基础的生物多样性受到了严重威胁。

在过去的2亿年中自然界每27年有一种植物物种从地球上消失,每世纪有90多种脊椎动物灭绝。随着人类活动的加剧,物种灭绝的速度不断加快,现在物种灭绝的速度是自然灭绝速度的1000倍!很多物种未被定名即已灭绝,大量基因丧失,不同类型的生态系统面积锐减。无法再现的基因、物种和生态系统正以人类历史上前所未有的速度消失。如果不立即采取有效措施,人类将面临能否继续以其固有的方式生活的挑战。生物多样性的研究、保护和持续、合理地利用急待加强,刻不容缓。

中国是生物多样性特别丰富的国家之一。据统计,中国的生物多样性居世界第八位,北半球第一位。同时,中国又是生物多样性受到最严重威胁的国家之一。由于生态系统的大面积破坏和退化,使中国的许多物种已变成濒危种和受威胁种。高等植物中濒危种高达4000~5000种,占总种数的15~20%。在“濒危野生动植物种国际贸易公约”列出的640个世界性濒危物种中,中国就有156种,约为总数的1/4,形势是十分严峻的。

凡此种种,都要求我们必须立即开展有关的应用基础研究,为有效的保护行动和持续利用措施提供可靠的依据。这将不仅有利当代人,而且造福于子孙后代,既有重要的理论意义,又可产生巨大的社会效益;既是中国持续发展的需要,又是国际社会极为关注,并为之努力工作的重点。

生物多样性的概念

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和。它包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的

基因,以及它们与生存环境形成的复杂的生态系统。因此,生物多样性是一个内涵十分广泛的重要概念,包括多个层次或水平。其中,研究较多,意义重大的主要有遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性四个层次。

1. 遗传多样性

遗传多样性是指种内基因的变化,包括种内显著不同的种群间和同一种群内的遗传变异,亦称为基因多样性。种内的多样性是物种以上各水平多样性的最重要来源。遗传变异、生活史特点、种群动态及其遗传结构等决定或影响着一个物种与其它物种及其环境相互作用的方式。而且,种内的多样性是一个物种对人为干扰进行成功反应的决定因素。种内的遗传变异程度也决定其进化的潜势。

遗传多样性的测度是比较复杂的,主要包括四个方面即形态多样性、染色体多态性、蛋白质多态性和DNA多态性。染色体多态性主要从染色体数目、组型及其减数分裂时的行为等方面进行研究。蛋白质多态性一般通过两种途径分析,一是氨基酸序列分析,二是同工酶或等位酶电泳分析,后者应用较为广泛。DNA多态性主要通过RFLP(限制片段长度多态性)、DNA指纹、RAPD(随机扩增多态DNA)和PCR(聚合酶链式反应)等技术进行分析。此外,还可应用数量遗传学方法对某一物种的遗传多样性进行研究。虽然,这种方法依据表型性状进行统计分析,其结论没有分子生物学方法精确,但也能很好地反映遗传变异程度,而且实践意义大,特别对于理解物种的适应机制更为直接。

2. 物种多样性

此处的物种多样性是指物种水平的生物多样性,与生态多样性研究中的物种多样性不同。前者是指一个地区内物种的多样化,主要是从分类学、系统学和生物地理学角度对一定区域内物种的状况进行研究;而后者则是从生态学角度对群落的组织水平进行研究。物种多样性的现状(包括受威胁现状)、物种多样性的形成、演化及维持机制等是物

种多样性的主要研究内容。物种水平的生物多样性编目(即物种多样性编目)是一项艰巨而又急待加强的课题,是了解物种多样性现状包括受威胁现状(及特有程度等)的最有效的途径。然而,目前我们甚至不能将地球上的物种估计到一个确定的数量级,其变化幅度为500万至3 000万种,甚或200万至1亿种。即使是目前已定名或描述的物种数目也不十分清楚,一种说法为140万种,一种说法为170万种。要想搞清这些问题,困难相当大。此外,物种的濒危状况、灭绝速率及原因、生物区系的特有性、如何对物种进行有效的保护与持续利用等都是物种多样性研究的内容。

3. 生态系统多样性

生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生态系统内生境差异、生态过程变化的惊人的多样性。此处的生境主要是指无机环境,如地貌、气候、土壤、水文等。生境的多样性是生物群落多样性甚至是整个生物多样性形成的基本条件。生物群落的多样性主要指群落的组成、结构和动态(包括演替和波动)方面的多样化。从物种组成方面研究群落的组织水平或多样化程度的工作已有较长的历史,方法也比较成熟。生态过程主要是指生态系统的组成、结构与功能随时间的变化以及生态系统的生物组分之间及其与环境之间的相互作用或相互关系。这是生物多样性研究中非常重要的方面。

4. 景观多样性

景观多样性指由不同类型的景观要素或生态系统构成的景观在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化或变异性。

景观是一个大尺度的宏观系统,是由相互作用的景观要素组成的、具有高度空间异质性的区域。景观要素是组成景观的基本单元,相当于一个生态系统。依形状的差异,景观要素可分为嵌块体、廊道和基质。嵌块体是景观尺度上最小的均质单元,它的起源、大小、形状和数量等对于景观多样性的形成具有十分重要的意义。廊道是具有通道或屏障功能的线状或带状的景观要素,是联系嵌块体的重要桥梁和纽带。按照来源的不同,廊道可以分为干扰廊道、栽植廊道、更新廊道、环境资源廊道和残余廊道。不同的廊道适合不同的景观类型。例如,防火隔离带和传输线等干扰廊道适于森林景观,而防护林带和绿篱等栽植廊道则适于农业景观。基质是相对面积大于景观中嵌块体和廊道的景观要素,它是景观中最具连续性的部分,往往形成景观的背景。基质具有三个特点:相对面积比景观中的其它要素大;在景观中的连接度最高;在景观动态中起最重要的作用。由于能量、物质和物种在不同的景观要素中呈异质分布,而且这些景观要素在大小、形状、

数目、类型和外貌上又会发生变化,这就形成了景观在空间结构上的高度异质性。

景观功能是指生态客体即物种、能量和物质在景观要素之间的流动。自然干扰、人类活动和植被的演替或波动是景观发生动态变化的主要原因。近年来,特别是自70年代以来,森林的大规模破坏造成的生境的片段化、森林面积的锐减以及结构单一的人工生态系统的大面积出现严重地影响了景观的变化过程,形成了极为多样的变化模式。其结果是增加了景观的多样性,给生物多样性的保护造成了严重的障碍。

景观多样性的研究越来越受到人们的重视,特别是在景观格局与生物多样性保护、生境(特别是森林)的片段化对生物多样性的影响、景观的异质性与景观多样性的测度,以及人类活动对景观多样性的影响和景观规划与管理等方面都引起了广泛的关注。

国内外研究现状与发展趋势

1. 生物多样性的调查、编目及信息系统的建立

至今没有一个人能对世界上生物的物种有一个确切的数字。说明在世界范围内生物的调查、定名的工作远远没有做完。其中昆虫尤为突出,估计全世界昆虫可能高达3 000万种,但已描述的仅75.1万种。我国约占1/10,但目前已记载的仅4.2万种。从中国科学院动物研究所昆虫标本馆收藏标本的范围来看,全国被考察过的面积仅1/3左右。

编目工作包括有物种、生态系统以及遗传资源的信息,主要是建立数据库。在此基础上建立生物多样性信息系统,包括数据库、图形库、模型库以及专家系统库。信息系统的目的主要在于利用系统中各种数据库建立有关生物多样性监测和评估模型、生物多样性空间分布及其形成机制模型、重要物种长期种群动态模型、系统的演替模型等。为了提高建模工作效率,缩短建模周期,信息系统应建立一个分析、建模的硬件和软件环境。这些模型和建模环境共同构成信息系统的模型库。从各种理论模型结果到将其用于具体的、实际的生物多样性保护和持续利用活动,一般需要结合大量专家的经验性知识。这是生物多样性保护与生物资源持续利用的专家系统。同样,这些专家系统和专家系统软件环境构成信息系统的专家系统库。

美国内务部专门成立了直属其下的第一个生物调查委员会,开展生物调查编目工作。很多国际机构在这方面已有大量的工作积累,也建有规模较大的生物多样性信息系统。

2. 人类活动对生物多样性的影响

人类活动不断加剧,致使生物多样性受到的威

胁日益严重。被誉为“物种宝库”的热带雨林正以每年 20 万平方公里的速度锐减,天然草场以每年 10 万平方公里的速度荒漠化。昔日连绵不断的森林景观,现已多是残斑缺部。这种生境片段化或岛屿化的现象是当前生物多样性大规模丧失的主要原因。戴蒙德(Diamond 1989)在分析物种灭绝的原因时总结了四点,他称其为“灾祸四重奏”,即生境的破坏或片段化;过度掠取动物和植物;外源种的引入;由上述三个原因导致的次生灭绝效应。这“灾祸四重奏”中每一个因素无一例外地都源于人类活动。据估计,在过去的几十亿年中物种的自然灭绝速率大约是每年 1 种,而现在由于人类活动所引起的物种灭绝速率至少 1 000 倍于此。美国“全球 2000 年度总统报告书”中指出,人类若不采取有效措施,在 1980 至 2000 年的 20 年中将会有 150~200 万种生物(占物种总数的 15~20%)从地球上消失。鉴于这种严峻的现实,人类活动对生物多样性影响的研究已引起国际社会的广泛关注。

这方面的研究主要包括探讨个体、种群、生态系统对人类干扰方式、强度和频度的反应;土地和水资源利用方式的变化对物种多样性和生态学过程的影响;人类引起的和其它环境变化对物种进化的影响;生态系统的片段化对生物多样性和生态学过程的影响;全球变化对生物多样性的影响;退化生态系统的恢复等方面。其依据的理论基础主要是岛屿生物地理学、恢复生态学和保护生物学等。

3. 生物多样性与生态系统功能

生态系统生态学着眼于不同时空尺度上系统对能量和物质的获取、贮存和传递过程。在研究生态系统功能与环境之间的关系时,只注重生态过程而非物种组成。然而,事实上物种组成或物种多样性和基因多样性对于相应的生态系统功能的发挥是十分重要的。

景观改变造成的物种、生物群落和生态系统的大量丧失,迫使人们重视生物多样性与生态系统功能关系的研究。特别是国际生物科学联合会(IUBS)、环境问题委员会(SCOPE)和联合国教科文组织(UNESCO)联合组织的全球性生物多样性研究项目把“生物多样性的生态系统功能”作为其项目的四个主题的第一项。IUBS 早在 1983 年开始的“热带十年计划”的“热带生态系统的物种多样性及其重要性”研究中就开展了这方面的研究工作。上述三个组织分别于 1989 年和 1991 年召开了以“生物多样性的生态系统功能”为主题的学术讨论会,并正式出版了《从基因到生态系统》和《生物多样性与生态系统功能》两本专著。

这一领域研究的问题主要有:生物多样性怎样影响生态系统抵御不利环境的能力,或者说生物多样性与生态系统维持或稳定的关系如何?景观的改

变如何通过影响不同水平生物多样性的变化而影响生态系统功能?物种之间相互关系怎样影响生态过程,继而影响生态系统功能?生态系统的关键种及其作用如何?生态系统中是否存在物种冗余?不同类群的生物怎样影响生态系统功能?

4. 生物多样性的长期动态监测

生物多样性的动态监测工作始于 80 年代初叶;主要是美国的一些研究机构(如 Smithsonian Institution 和 Nature Conservancy 等)在南美洲开展的若干生物多样性动态监测项目。他们选择了不同类型和不同区域的热带雨林设立固定监测样地,组成监测网络。尽管这些项目在网络建设、组织协调等方面还不够完善,但是迈出了可喜的第一步。近年来,某些国际组织,如国际生物科学联合会、环境问题委员会和联合国教科文组织等,正在积极努力,筹建世界生物多样性研究网络。开展“生物多样性的编目和监测”国际合作计划,为全球生物多样性的保护与持续利用提供基本的科学依据。

5. 物种濒危机制及保护对策的研究

据国际自然与自然资源保护联盟的物种保护监测中心估计,全球有 10%的物种面临灭绝,到本世纪末,将有 15~20%的物种从地球上消失,如果不采取有效措施,灭绝速率可能超过 20%,形势十分严峻。更为严重的是我们对于濒危物种知识的贫乏(见下表)。

保护所面临的严重局面	
了解程度不同的物种数目	数量级
1988 年估计存在的物种数目	10 ⁷
已经描述的物种数目	10 ⁶
生态与行为上了解的物种数目	10 ⁴
遗传上了解的物种数目	10 ³
可以用科学方法管理的物种数目	10 ²

“保护物种就是保护人类自己”,“一个基因关系到一个国家经济的兴衰,一个物种影响一个国家的经济命脉”已不是科学家们的宣传口号,而是被多个实例证明的事实。然而,贫乏的物种生物学知识严重地影响了物种保护行动。近年来,世界各国有关的科学家都在开展这方面的研究工作。特别是 1985 年以来,保护生物学的创立与发展大大促进了这一领域的研究。其内容主要包括:濒危物种生殖生物学研究,濒危物种群体遗传学与生态遗传学研究,濒危物种种群生存力分析,以及在此基础上进行濒危物种保护对策的研究等。

6. 栽培植物与家养动物及其野生近缘的遗传多样性研究

这些遗传变异是物种进化的重要原素储备,一个物种的遗传变异愈丰富对环境变化的适应性就愈强。反之,遗传多样性贫乏的物种通常在进化上

的适应性就弱。也就是说,群体内的遗传变异反映了物种的进化潜力。从保护生物学的角度对物种遗传多样性的了解,有助于物种濒危原因的探讨以及对物种“命运”的预测。这就是制定合理保护对策的科学依据。家养动物和植物的遗传多样性在某种意义上也就是宝贵的遗传资源。因此,对遗传多样性的深入了解,不但是现代动植物遗传育种的基础,也是为适应未来人类需求的变化培育相应的品种作准备。特别是随着当代生物技术的迅猛发展,基因转移技术的日益成熟,这种研究更具现实意义。

众所周知,到目前为止,对物种水平的多样性我们还远非都了解,而谈及遗传多样性,情况就更令人失望了。据伍德拉夫(Woodruff 1989)统计,仅有约几千个物种对之进行过遗传学研究,只占已描述物种的很小一部分。面对这种状况,唯一的出路在于确定优先重点。目前,国际上遗传多样性研究最多的生物类群就是家养动物与栽培植物及其野生近缘。国际生物科学联合会—环境问题委员会—联合国教科文组织的生物多样性合作研究项目也把“栽培种野生亲本的生物多样性”列为四大主题之一。

这方面的研究可为遗传资源保存、品种改良以及生物生产力提高提供重要理论依据。

7. 生物多样性的保护管理

这方面的研究包括:自然保护区及国家公园的布局、规划、设计及管理;对特有或濒危物种保护区外的保护;各种迁地保护的方法以及生物技术 in 生物多样性保护上的应用;对某一个地区生物多样性持续利用的方法及策略以及迁地生物重返自然,等等。

近十年来,国际上出现了一门新兴的学科——保护生物学。应该说,保护生物学是生物多样性保护的理论与实践的基础,其主要目的在于:明确保护的问题;建立正确的程序;在科学和管理之间建

立一个桥梁,使科学家熟悉保护的问题,管理工作者熟悉生物学的问题;提供科学的保护与管理。保护生物学的发展很快,美国 1985 年成立了保护生物学学会。目前已有 4 000 多会员,并专门出版一本杂志,名称是《保护生物学(Conservation Biology)》。并于 1994 年 6 月 7~12 日在墨西哥举行了第八届年会。

结 语

综上所述,生物多样性的保护与持续利用研究已受到国际社会的普遍关注,成为当今人类环境与发展领域的中心议题之一,并已引起各国政府和有关国际组织的高度重视,在进行生物多样性保护实践的同时,开展了大量的基础研究工作,为生物多样性的有效保护奠定了基础。

我国由于种种原因,这一领域的研究起步较晚,基础薄弱。虽然已开展了多次大规模的生物资源普查,但目前仍处于家底不清的状态。过去的工作多集中于高等植物及大型动物,而对其它类群则了解甚少,对于生态系统和基因水平的生物多样性研究更嫌不足。随着经济的发展,人口的增加,给生物多样性造成的压力越来越大。生态系统遭受破坏的过程尚在继续,大批物种正在急剧减少乃至绝灭。然而,我们对于生物多样性受威胁的程度、原因等又缺乏了解,生物多样性动态变化的监测几近空白。因此,组织有关部门的研究力量,将不同类群与不同水平的研究有机结合起来,设立系统性、科学性强的重大项目,全面、深入地开展中国生物多样性的保护生物学等基础研究已成为当务之急。无论是从我国的实际需要考虑,还是从缩小与国际同类研究的差距着想,都是十分必要而紧迫的。

(责任编辑 刘先曙)

(上接第 31 页)

当年夏季是否发生旱涝灾害。从近 30 年长江中游发生的五次大涝(1969、1980、1983、1987、1991 年)和四次大旱(1966、1972、1978、1992 年)来看,70 年代多旱,80 年代多涝,具有明显的阶段性。经过研究,发现降雨多寡的阶段性与太阳活动年、季变化周期相关,其周期变化的正半周多涝,为多雨阶段,负半周多旱,为少雨阶段,自 1964 年以来,长江中游已经历了三个多雨阶段和四个少雨阶段。从 1992 年开始进入第四个少雨阶段,并将持续到 2000 年,我们预测在 1999 年或 2000 年长江中游可能有一次大范围旱灾。虽然这些研究还只是初步工作,有

的结果还待检验,但为以后三峡地区同类问题研究积累了资料和经验。上述所有研究启示我们只要不受学科界限阻隔,从日地整体关系进行交叉学科综合研究,某一具体地区的旱涝规律是可以认识和掌握的。

用自己掌握的知识作出贡献是我们知识分子的心愿和义不容辞的责任。出于上述种种考虑,我们建议以三峡工程气象服务为目的,在三峡开发总公司的统一领导下,组织一支多学科参加的研究队伍,从日地整体行为角度开展三峡以上地区水旱规律和预报技术综合研究。

(责任编辑 蔡德诚)