

2000年系统学议程：制订生物圈计划

全世界物种的发现、描述和分类的全球计划技术报告

美国植物分类学家学会、系统生物学家学会、Willi Hennig 学会和系统学标本馆联合会
组成的联合体

Systematics Agenda 2000: Charting the Biosphere

A Global Initiative to Discover, Describe and Classify the World's Species

the American Society of Plant Taxonomists, the Society of Systematic Biologists and
the Willi Hennig Society in cooperation with the Association of Systematics Collections, 1994

目 录

前言	(197)
内容提要	(198)
导言	(199)
2000年系统学议程:制订生物圈计划	(201)
系统学知识及生物多样性的价值	(201)
人类健康	(201)
物种经济学	(202)
药物	(202)
农业	(203)
农业和遗传资源	(204)
林业	(205)
渔业	(205)
了解和保护地球的生命支持系统	(206)
提高日常生活的质量	(207)
加强科学研究	(208)
2000年系统学议程的任务	(208)
第一项任务:全球物种多样性的发现、描述和编目	(208)
第二项任务:分析这个全球发现计划获得的信息,并将其融合于 一个能反映生命史的预测性分类系统	(209)
第三项任务:把这个全球计划获得的信息整理成为一种有效的、可查询的形式, 以最大限度地满足科学和社会的需求	(212)
迎接挑战:基础设施与人才资源	(213)
建立和加强系统学研究中心及标本收藏	(214)
教育、培训及人才资源开发	(216)
生物多样性项目	(216)
2000年系统学议程完善了其他生物多样性计划	(217)
对2000年系统学议程的投资	(217)
参考文献	(218)
词汇	(220)

2000年系统学议程:制订生物圈计划

全世界物种的发现、描述和分类的全球计划技术报告

前 言

遐想你被置身于一个陌生但又美丽的星球。四周景色宜人。漫步沙滩,翻滚的波浪拍打着海岸,岸上绿草悠悠,溪流潺潺,茂密的森林衬托着远处白皑皑的雪山。你只消一瞥便能领悟到这是个充满生命的世界——种类如此之多令人感到茫然,乍看约或令人发颤。

试想会有多少东西能从这个新的星球了解到,而这些知识会有多么的重要。有些植物可能会变成新的食物,哺育饥饿的生灵,或许化作新的药物,解除疾病的痛苦;有些动物也许能有效遏制作物害虫的危害;微生物或就能够分解污染物,或就能够维持住一个拥挤世界的大气。再想一想,你这一辈子能在这个迷人的新世界里的寿命是如此之短,因此你只能在这短暂的时窗内把所有的一切都发现出来。

事实上你无需穷尽你的想象力,因为这个渺茫的星球就是我们的地球。我们星球上的生命丰富得让人吃惊,它造福人类的潜能同我们幻想到的任何一个星球一样可观,更不用说我们今后还要继续求索。短暂的时窗也同样是事实。我们地球的表面,不论是陆地还是水域,都由于人口膨胀带来对住房、食物和燃料的需求而面临着急骤的退化。今后一代或两代人口的迅猛增长加之资源消耗,将在我们尚有机会发现更不用说仔细研究我们正在失去什么之前,大量生命的多样性将被毁坏。

当得知地球上数百万计的物种尚未发现或描述后,许多人都感到惊奇。实际上,地球上的生命是如此之丰富,对某些生物类群的研究是如此之肤浅,我们仍不清楚地球上到底生活有多少物种。假如地球上有一千万或五千万个物种,几乎任何一个生物学家都不会感到吃惊。

然而,我们确实知道生物多样性过去对我们有多么重要,将来对我们会有多么重要。我们也知道,研究这种多样性可以告诉我们这个星球的生命史是什么,这些研究怎样来帮助我们解决进入二十一世纪后世界面临的最紧迫的难题。我们目前正面对一个前所未有的机遇,一个在我们失败后子孙后代不再会有的机遇。

系统学是生物学的一个分支科学,它的任务是掌握生命的多样性。系统学家把掌握的知识划分到分类系统,以此表示我们对现存物种或过去年代物种的了解,进而准确推测尚未了解的物种。世界系统生物学家被迫切地要求加紧对地球生命的探索,以便为全社会提供必不可少的背景知识,发现和利用新的生物资源,并制定保护地球生物多样性的有效决策。

美国植物分类学家学会、系统生物学家学会、Willi Hennig 学会及系统学标本馆联合会组成的联合体

1994年

内容提要

地球上的物种,包括人,共同构成了一块精美的纺织品。这块纺织品塑造了对维持生命至关重要的大气、气候、土壤、水及地球的其他生态学特性。构成纺织品的一百多万根丝线(物种)为系统生物学家,即探索地球生物多样性的科学家所发现和描述。反过来,物种描述又为其他各项研究的开展打下基础,例如物种间关系的研究以及告诉我们生命多样性组成及其历史的分类研究。物种的分类犹如强大的理论工具,能帮助我们了解、维持并合理利用我们继承下来的丰富的生物财富。

系统生物学研究在过去两百多年中取得了重大的成就,尽管如此,我们对生命的了解还远远不够,数千万计的物种仍有待我们去探索、去认识。这些物种中可能有维持复杂的生态平衡的物种,可能有增加和扩大农业生产的物种,也可能有会成为消灭人类健康之敌的新药和特效药的物种。令人欣慰的是,近期系统学的发展适时提出了制订生物圈计划的艰巨任务,其目的就在于掌握物种多样性的巨大的范围。

对人类今后的生存和幸福来说,当前迎接这一挑战比以往任何时候都要重要。当今世界逐步面临多样性减少和栖息地消失的境况,人类对珍贵生物资源的需求也在不断提高。为此,物种多样性的基础系统学研究势在必行。世界上的自然资源管理者、药物开发者、保护生物学家、生态学家及其他有关人士只有共同努力,才能付之于实现。

对地球生物多样性了解得越多,人类保护陆地和海洋自然生境的能力就越强。如果想让子孙后代享有我们所依赖的地球生命的多样性,我们就必须求得这些知识。

国际系统生物学界倡议的2000年系统学议程旨在实现世界各国所追求的一个科学目标,即发现、描述和分类地球上的物种。实现这个目标要求国际社会努力完成三个彼此关联的科学任务。

第一项任务:全球物种多样性的发现、描述和编目;

第二项任务:分析这个全球发现计划获得的信息,并将其融合于一个能体现生命史的预测性分类系统

第三项任务:把这个全球计划获得的信息整理成为一种有效的、可查询的形式,以最大限度地满足科学和社会的需求。

它对科学和社会的作用巨大,具体表现在:

1. 新发现的物种将扩充社会有用资源的编目;
2. 新的系统学数据将会用维持和利用各国物种多样性所必需的知识把保护学家、政策制定者及生物资源管理者武装起来。
3. 物种多样性知识将有助于新产品的发现,并将指导农作物和药物的新品种和改良品种的选择。
4. 基底数据将随之产生,并用于监测全球气候及生态系统的变化,其中包括物种灭绝速度、生态系统退化以及外来的、引起病害和虫害生物体的传播等。

“浪费、破坏我们的自然资源，……，将会损害子孙后代真正的繁荣昌盛，按理说我们应把繁荣昌盛传给他们并发扬光大”

—西奥多·罗斯福

1907年12月3日提交国会的咨文

我们与其他数百万物种共同占有地球。这些物种形态多样，关系奥秘，是三十多亿年进化的结果。地球上的物种，包括我们本身，被汇织在一个精美的生态结构中。这个结构塑造了大气、气候及地球的地理特性，并奠定了生命本身的基础。

人类依赖于难以数计的其他物种。换言之，人类生活的好坏与全球生态网络的状况有着直接的关系。成千上万的物种被人类用于食物、住房、衣物、药品、商业或其他目的。对其他生命型的利用推动了世界经济的发展，使我们每个人的生活更富裕、更美好。

人类能有效利用其他物种的本领来自对这些物种知识的了解。这种知识从认识它们是什么种类、它们在哪儿、它们会有什么特征、它们与别的物种有什么关系开始。地球上的生命形式极其丰富多样。迄今为止，已描述的物种大概不足150万种，但据专家估计与我们一道栖居地球的物种很可能有几千万。记录和了解物种多样性对人类今后的发展至关重要。了解这些基本知识是系统学这门科学的主要任务。

系统生物学家致力于地球物种的发现、描述和了解。他们根据获得的信息对物种进行分类，在此基础上再整理有关这些物种的所有生物学知识，并制订出一个框架，预测已知的或未知的生活型的特征。尽管我们掌握地球物种的知识还不够全面，但新的系统分析方法、生物遗传物质(DNA)的直接利用、尖端的信息处理技术、自然历史标本收藏的增加及其数据库的建立等手段，都为了解全球生物多样性铺平了道路。

未加控制的人类活动使我们目前正处于一个重大的生物灭绝时期，因此目前认识生物多样性比以往任何时期更具有迫切性。据美国国家研究理事会的一份报告称，到2100年很可能一半以上的现有物种都将灭绝(NRC 1980)。但就目前生态系统的退化速度来看，这项推测可能还有些保守；按照哈佛大学著名的生物学家 E. O. Wilson 博士的谨慎估计，地球上每年导致绝灭的物种有将近2万7千种(Wilson 1992)。人口的膨胀、贫穷的增长、全球的冲突及自然资源的过度利用造成了环境质量严重的下降和物种多样性不可挽回的损失。

多样性的减少伴随着生物学知识的损失降低了各国人民改善经济状况和提高生活水平的能力。物种灭绝的悲剧向国际社会发出了严峻的挑战——在人类生物遗产永久地失去之前，发现、保存和认识其多样性。生物圈的未来尚有赖于各国政府在今后几十年内的共同努力。近期在里约热内卢召开的联合国环境与发展大会(UNCED)已经认识到这一点。大会上国际社会认识到，在保持经济持续发展的同时有必要维持生物圈的完整性。各国通过全球行动计划“二十一世纪议程”也呼吁要加强对地球生物多样性的了解程度。

在发展经济的同时兼顾持续利用取决于综合的政治决策和经济决策。成功的决策必须以各种准确的地球物种科学库的信息为依据。为迎接掌握生命多样性重任的挑战，国际系统学界提出了一项探索和研究计划——2000年系统学议程：绘制生物圈图谱。有了全社会的共同决心和一致支持，全世界的系统学家们提出了一项加速研究的计划，以期在今后25年中解答下列问题：

1. 地球上的物种是什么？
2. 它们分布在什么地方？
3. 它们具有什么样的特性？
4. 它们之间的关系如何？

本项研究获得的知识将被整理成为预测性的分类系统和数据库，使其成为认识、维持和永续利用

人类继承的巨大的生物财富的有效工具。

系统学是建立在以下工作之上的科学：

分类学：

发现、描述和划分物种或物种类群(合称分类单元)的科学

系统发育分析：

发现生物种类群间的进化关系

分类：

按照进化关系将物种最终归为不同的类群

2000年系统学议程:制订生物圈计划

世界系统学界通过2000年系统学议程果断地提出了一项迎合社会需求、有明确科学目标的计划:发现、描述和划分全世界的物种。

迎接生物多样性危机的挑战和成功地完成这项议程要求国际上的广泛参与。议程确定了三项彼此关联的研究任务:

1. 全球物种多样性的发现、描述和编目;
2. 分析这个全球发现计划获得的信息,并将其融合于一个能体现生命史的预测性分类系统;
3. 把这个全球计划获得的信息整理成为一种有效的、可查询的形式,以最大限度地满足科学和社会的需求。

系统学知识及生物多样性的价值

“每一个国家都有三种财富,即物质财富、文化财富和生物财富。前两者我们基本了解,因为它们是人日常生活的组成部分。生物多样性问题的实质是没有给予生物财富以足够的重视。这是一个重大的战略性失误。随着时间的推移,这次失误越来越会让人们感到惋惜”

E. O. Wilson, 1992年,第311页

尽管人们依赖数以万计的物种获取食物、住房、药品及其他必不可少的物质,但据科学预示生物圈的未知部分还蕴藏着更大的潜力。在全球环境面临各种不利改变的当今,掌握更多的物种多样性知识尤为重要。这些知识大部分来自系统学基础研究,即发现和描述新物种,确定物种的特征及与其他物种的关系,按照这些数据进行分类并建立预测性的信息查询系统。由此可见,对于试图了解生物多样性、为子孙后代保护和管理生命多样性的基础科学和应用科学研究人员来说,系统学知识乃基础之基础。

人类健康

世界上有几亿人在蒙受生物引发的疾病带来的痛苦。为了解除这些疾病对人类的折磨,全世界每年投入的经费高达几十亿美元。纵观世界上所有的疾病,目前最让人深恶痛绝的有三类寄生虫,它们是导致疟疾的原生动物、引发日本血吸虫病的血液蠕虫及造成爱滋病的 HIV 病毒。此外,世界上25%的人在肠内寄生有影响儿童身体和智力发育的蛔虫。自1979年以来,细菌中有270个新属和大约1100个新种被相继描述。现已认识的病原或兼性病原属、种的数量在不断增加。

没有系统学这门科学,就不可能取得对付这些疾病的进展。系统学家能够认识、区分并说明影响人类健康的非病原体及病原体的特征。这些生物有数十万个种和上百万个品系,其中包括细菌、病毒、真菌、酵母菌、原生动物、线虫、蛔虫、扁虫、绦虫、昆虫、蝉、螨、蜘蛛、蝎、蜗牛等。仅仅了解可能引发疾病的生物这还不够,我们还要把一个类群中的所有已知物种区别开来,以便加强对新发现物种的了解,确定某个已知的品系或物种本为非病原体是否已转变成病原体(见专栏1)。

掌握致病生物的进化关系对提高人类健康水平同样起着关键的作用。通过研究疾病载体及相关的非疾病载体的相似性,便能预测致病生物的变化趋势和发现新的病原型。由于爱滋病导致的免疫紊乱患者人数不断增加,而人类又能够移植器官、医治重度烧伤和延长老人及癌症患者的生命,因而,即使是最无毒的细菌和病毒也有可能危及生命的安全。尽管人们有抗生素、疫苗、良好的卫生条件和安全的食品,但是许多传统的疾病正在复活,一些前所未有的疾病正在出现。大量曾一度被认为是非病原体的物种,目前已经从人类病例中被分离出来。事实证明,掌握全部生物类群的进化关系及地理分布知识,对于了解病原体由动物转至人类的过程和发现某些病原种比其他种毒性更强的原因起着关键的作用。

“如果认为我们必须在服侍人类和服侍环境之间作出选择的话,那我们就犯了一个危险的错误。两个目标的统一必须当作一个首要问题来对待,二者不能也绝对不能分离开来。”

—Orville Freeman,

美国前农业部长,1989年

物种经济学

物种的利用给全球经济带来了价值数万亿美元的效益。随着越来越多的国家编目、研究并提出对本国境内多样性的权利时,关于物种的利用和管理的国际协议和条约逐渐在受到重视。发现和描述的物种越多,对其分布及与别的物种间的关系了解得越详尽,那么这些物种对一个国家的经济能作出的贡献就越大,这些物种能给后代保存下来的就越多。2000年系统学议程所确定的研究任务已经为获得这些重要的知识制订了计划。

历史表明,新种的发现以及随后的特性研究,往往会带来重大的经济效益。系统学分析,包括物种间已研究认识的特性的比较,从而能够推测新种的特性;反过来,这些推测又能更有效、更可靠地评定这些新种的潜在经济价值。

药 物

据世界卫生组织统计,人类为药用目的而利用的植物有两万多种。事实上,发展中国家有80%的人仍然依靠传统药物作为主要的疾病治疗(手段)。这些药物大部分来自野外采集的植物,给这些物种的很多野生种群带来了很大的压力。

专栏1

疟疾与系统学:既救命又省钱

没有遵循寄生虫及其传播媒介的准确的系统学知识而制定的疾病控制措施,只会造成时间和金钱的浪费。疟疾就是一例。

疟疾是由 *Plasmodium* 属的寄生原生动物引起的。在该属四个会侵染人体的物种中, *Plasmodium falciparum* 造成死亡或病态的危害最大,它通过蚊子叮咬而传染给脊椎动物。能携带寄生虫的蚊子的种类很多,但它们的分布和传播能力各不相同。据世界卫生组织估计,全世界疟疾患者每年有2—3亿例,大约一百万例患者因病死亡,其中多数为儿童。

六十年代,许多科学家都在从事 *Anopheles gambiae* 这种分布于非洲的主要传播媒介的杀虫剂抗性研究。几十个品系被送到伦敦进行杀虫剂和杂交试验,以确定其抗性遗传模式。大量的杂交种不能再生育。在研究过程中,系统学家发现一个被认为是 *A. gambiae* 的种实际上是六个不同的种,其生物学特性和疟疾传播能力显然各不相同。类似情况在蚊子中还重复出现过。美国的 *Anopheles quadrimaculatus*、印度的 *A. culicifacies* 和泰国的 *A. dirus* 均被证明是种的复合体(即不仅仅是一个物种),它们传播疟疾的能力各不相同。

“美国药店开出的所有药方中,四分之一是从植物中提取的物质,13%来自微生物,另外3%强来自动物。也就是说,40%以上的药来源于生物。然而,这些药物只不过占众多可利用中的极小部分。”

—E. O. Wilson, 1992年,第283—285页

实践证明,在筛选有药效的成分时,如果选用传统药物所利用的物种,其成功机遇比选用同一地区中植物随机抽样要大得多。人类利用动物和植物的能力,是各地人民与自然界密切相处,在长期的实践、失败过程中经过不断总结形成的。专长于民族生物学,即研究人们利用土生土长动植物的系统学家对这些重要经济物种的描述和研究起着主要作用。开展人类利用的动物、植物和微生物的民族生物学综合调查迫在眉睫。记载传统人类社会与为其所用的动植物间的关系,包括种质保护,是系统民族生物学的一个重要研究领域。

分类系统的创造是系统民族生物学的一个最重要的贡献。系统民族生物学的民族生物区系遗传

多样性的大部分科研工作,如保存、保护、育种、有用基因的探索、生物技术等,都随着近缘关系的决定而定的。研究成果多以分类、分类学专著或系统发育分析的形式在科学界交流。这些研究可提供基础的生物学信息,如物种分布、结构变异等,它们对驯化种和野生近缘种的研究有着关键的作用。许多发现新药的例子也可以说明系统民族生物学的重要性(见专栏2)。

世界上用有花植物制造的药物产值达数十亿美元。然而这项财富大多数仅来自一小部分物种。与25万种有花植物相比,微生物具有更大的多样性,它们很可能是药物和其他生物技术产品的重要来源(Bull 等,1992)。微生物药中最著名的例子是由 *Penicillium notatum* 生产的盘尼西林,它给治疗传染病的药物带来了一场革命。

寻找微生物来源新药的工作才刚开展。微生物的系统发育和分类能促进对它们相互间关系的认识,这为筛选自然界的大量物种提供了可预测的线路图。因此,系统学知识对微生物新药的发现具有不可估量的作用。遗憾的是,人们对微生物尤其是病毒、细菌和真菌的系统学了解甚少,上百万的物种仍有待发现和描述,多数类群间的关系仍有待分析。此外,研究许多微生物类群的系统学家也不断减少。这种状况如不改变,人类便会失去发展经济和技术的许多良机(Hawksworth 和 Ritchie 1993)。

专栏2

系统民族生物学与新药的发现:马达加斯加的几个例子

马达加斯加这个陆地岛屿上有1万3千多种植物。令人惊奇的是,这个岛屿上80%的植物都是特有种。通过研究这些特有种及其在当地医疗体系中的作用而开发的新药不胜枚举。

长春花(*Catharanthus roseus*)是其中最著名的一个例子。不久以前,它还仅仅是人们花园中的一种观赏植物。当地不少人把它当作一种民间草药来治疗糖尿病,于是人们对它进一步研究,以期从中找到口服胰岛素的代用品。虽然玫瑰红蔓长春花在治疗糖尿病方面的效用尚未得到证实,但它的提取物却发现具有大幅度减少实验动物白血球计数和抑制骨髓活动的功效。根据上述观察结果,人们终于分离出两种化学成份,即能够有效治疗白血病的长春碱和长春新碱。自从这种药物首次进入市场以来,儿童白血病的治愈率由过去的10%提高到现在的95%。

芙木属(*Rauwolfia*)中有两个种,即蛇根木(*R. serpentina*)和 *R. vomitoria*,它们的根是提取几种生物碱或制作根粉的原材料。这些产品的药物制剂可用来治疗高血压,也可用于治疗精神紊乱的镇静剂。

“……问题是灭绝的速度上升得如此之快,以至于如果人们找到一种具有特殊生物活性的植物,很可能当你去时已发现其生境全然无存。这是一场时间战争。”

Michael Balick
纽约植物园经济植物研究所所长

农 业

世界农业的发展有赖于农业研究带来的技术进步。从世界范围看,发达的农业体系正朝着减少杀虫剂、化肥和除草剂的施用量,加强生物防治、害虫综合管理和持续性农业的方向发展。以上技术强烈依赖于有关害虫类群、害虫的植物寄主及害虫天敌的系统学知识。系统学信息是农业管理的语言和预测基础,由于系统学信息的不足而造成搁浅或失败的项目多不胜数(见专栏3)。

随着对非杀虫剂防治策略的作用的不断重视,需要了解在农业生态系统中起重要作用的各种各样的生物越来越成为关键问题。据估计,有用的生物防治因子可能有数千种,但它们均未被科学所揭示。因此,要发挥它们的经济作用,就必须首先发现和描述这些生物,并把它们纳入分类系统和信息系统。如果有一些生物,它们在农业生态系统中既能使产量提高并又有一个健康的环境,但人们却对它们尚未认识,或与别的生物混淆不清,或其他物种的关系不明,农业发展势必会受到极大的阻碍。

系统学研究节省数十亿美元:几个生物防治事例

在十九世纪末期,吹棉蚧(*cottony-cushion scale*)严重影响了加利福尼亚的柑桔产业。根据一位系统学家提供的信息,在澳大利亚进行国外考察,结果发现并引进了一种以吹棉蚧为食的瓢虫,从而控制了这种蚧虫的危害,拯救了加利福尼亚的柑桔业。

许多年来,生物防治专家一直没有找到对加利福尼亚红介壳虫有效的天敌。一位介壳虫专家应邀研究这种昆虫,结果发现它实际上是三个不同的相似种,即加利福尼亚红介壳虫、黄蚧和紫杉蚧。其后,研究寄生蜂的系统学家发现,正是因为鉴定失误才难以找到红介壳虫的天敌。不久,各种成功的生物防治因子相继被引入。

了解有害种的原产地往往会给寻找有效生物防治因子提供很大的帮助。甜菜叶蝉(*Circulifer tenellus*)早先被认为是 *Eutettix* 属的一个种,原产南美洲。遗憾的是,人们在南美洲不仅没有发现防治因子,还浪费了大量的时间和精力。最后系统学家发现该种其实属于东半球的 *Circulifer* 属,于是便在地中海地区找到了几种有效的天敌,并引入加利福尼亚。

1974年,扎伊尔发现了一种引进的粉蚧科介壳虫。这种害虫每年给西非的木薯种植业造成近14亿美元的损失。这种介壳虫被描述为物种 *Phenacoccus manihoti*,于是人们开始在南美北部寻找它的生物防治因子。在没有找到任何有效的寄生虫后,一位粉蚧科系统学家又重新研究,结果找到了一个与上述种非常相近的种 *P. herreni*,主要见于南美北部,而 *P. manihoti* 实际上分布在较南部。有了这一发现,有效的寄生虫便很快被找到并引入非洲灾区。

外来害虫的侵入对世界农业生产最具破坏力。不幸的是,国际贸易量的增长和交通网络的飞速发展增加了引入新害虫的可能性。大多数国家都要查验入境的商品,搜查任何外来的传染物,并制定相应的入境管理规定。这些措施基本上依赖于系统学家提供的信息,因为任何一个国家都不可能有完整的所有物种的编目,也不可能完全了解某种被查获的生物是否分布于本国。再者,多数重要的农业类群大都确乏详尽的鉴定材料。缺乏某一害虫类群的系统学信息有时还会产生一些特殊问题,例如,烟草芽蠕虫(budworm)往往见于来自中美和南美的查获商品。芽蠕虫一直被认为只有三个种,但近期专项研究表明,其复合体由十二个不同的型组成。

各个国家也必须制定若干规定,以限制从某些国家进口某些特殊的农业产品。这些规定都必须以系统学知识为依据,同时也要依靠本国对原产国商品中出现的所有植食性生物、它们是否有害虫的潜势以及世界分布的了解程度(见专栏4)。

由于缺乏足够的系统学知识,尤其是关于有害物种的系统学知识,制定这些重要规定的科学依据往往不足。

专栏4

系统学信息与农产品贸易

从某种情况上讲,掌握有潜在危害的生命的系统学知识可为增加商品的出口量和避免严重国际贸易事件发生铺平道路。举例说明,加拿大从美国进口的小麦中带有一种黑粉菌,这种菌最初被鉴定为 *Neovossia indica*,一种极其危险的外来病原体。为此,加拿大作出禁止从美国进口小麦的禁令。经一位系统学家研究这种病菌,最终认定是一种常见于大米的物种 *Tilletia barclayana*,并且早在小麦运到同一仓库之前就已存在。正是由于这项极小的系统学发现,一场可能造成重大经济损失的国际事件才得以平息。

农业和遗传资源

在过去,农业项目提倡使用杀虫剂和化肥,常常给环境带来不利影响。而在当今,随着害虫管理和生物防治等低环境影响策略的出台,作物种质需要重新发掘。这项工作要求详细地了解世界珍贵的农

业生物区系,譬如说潜在的作物体系、害虫、控制害虫种群水平的天敌等。遗传工程能成功地把一种生物的基因移植到另一种生物,因此,保持物种多样性变得尤其重要,因为任何生物的遗传材料都可能有益于农业体系。系统学知识则能使科学家更好地了解作物的抗病情况,从而在特定情况下选用最佳的遗传原种(见专栏5)。

专栏5

系统学发现与作物改良:两个事例

玉米

1977年,一位叫 Rafael Guzman 的墨西哥植物系统学家重新发现了(在两块玉米大田间的水渠中)消失已久的 *Zea perennis*,一种珍贵的多年生玉米草,即野玉米。*Zea perennis* 是人类三种最主要农作物(其他两种为水稻和小麦)之一的玉米(*Zea mays*)的一个近缘种。不久以后,Guzman 又在附近山区的云雾林中发现了这种多年生玉米草的另外一个种,并把种籽送给玉米系统学家 Hugh Iltis 和 John Doebley 研究。这些种籽所产生的植物结果是一个鲜为人知的种 *Z. diploperennis*。与 *Z. perennis* 不同的是,这种玉米的染色体数目与家种玉米恰好相同,很容易与家种玉米杂交。更令人感到惊奇的是,*Z. diploperennis* 可以抵抗家种玉米(*Z. mays*)常见的七种病毒病,同时某些对病毒的抗性目前可以移植到家种玉米。迄今为止,已经有四个抗病毒玉米品种进行了商业性种植。世界玉米的年产值近600亿美元,这项发现的潜在经济价值可见一斑。

上述事例的另一方面也值得引起人们的重视。这个新种发现于生物多样性丰富的墨西哥西南部地区,但是森林砍伐、牧业和农业正在迅速破坏着这个地区的森林。如果不是 Sierra de Manantlan 整个山区被确定为生物圈保护区,这种珍贵植物所剩的几个种群现在可能已经绝灭。还有,新种的发现者如果不是一位杰出的草本植物系统学家,或者他没有把种籽送给分类困难的 *Zea* 属方面的专家,这一珍稀物种或许就会为人们所忽略。以上事实进一步说明了培养一大批优秀的系统学家,增强探索、记录和保存世界上现存生物区系多样性力量的重要作用。

蕃茄

1962年,Hugh Iltis 和 Don Ugent 在安第斯山探险时采集到一千多号植物标本,包括一个野生蕃茄新种的种籽。新种与家种蕃茄杂交后,可增加杂种果实的可溶性固体含量。这项成果每年可为蕃茄种植业创造800万美元的效益。

林 业

美国的林地面积有230万英亩。虽然木材产品的产值高达1360亿美元,与其相比,林副产品及娱乐、水资源等非商品利用所创造的价值则要更大些。随着人们对森林价值认识的转变,森林管理出现了重大的变革。新型的管理哲学促使人们去保护老龄林,并寄更大希望于非木材物种。与传统的森林管理方式相比,森林的长期管理面临着一连串的问题。尽管大多数森林管理者能够测定森林物理和化学性状,监测动植物区系变化,但他们仍然缺乏衡量森林系统生物多样性的专门知识。有限的无脊椎动物及微生物系统学知识使森林濒临险境,在控制引进的有害节肢动物和病原体方面尤其如此。例如,1992年不列颠哥伦比亚发现了一种奇异的昆虫。由于没有这方面的专家,等鉴定出这种可怕的外来甲虫 *Buprestis hemmoradialis* 时已经过了一年的时间。在此期间,这种昆虫已经过了两个生长季节。这么一来,本来可以在小范围内采取的灭杀措施,只好扩展到大范围内进行。像这样的时间耽搁不仅降低了灭虫效果,而且还增加了灭虫的经费开支。

渔 业

渔业产品是世界上蛋白质的主要来源(Norse 1993)。因此,区分普通鱼类和具商业价值的海味对自然资源管理和为水产养殖物种的选择有着重要的作用(见专栏6)。此外系统学信息在国内法及国际法规、条约和公约的执行等政策问题上也同等重要。

非本地种的引进极有可能给水生环境带来严重的危害。人们往往认为一些外来种有益而故意将其引入,不料后果最为严重。不少水生生物种通过栖居船体或水舱而无意被引入。这些引进的物种大部分会在经济上给土生种带来严重的损失。再则,引进种还会携带许多寄生虫和病原体。系统学的研究对准确鉴定引进种及其寄生虫和病原体有着不可磨灭的贡献,是制定有效管理策略的理论基础。

专栏6

系统学研究提高渔业产量:两个事例

正确鉴定目标物种把系统学与渔业也联系到了一起。太平洋东北部的狭鳕(*Theragra chalcogramma*)捕捞业是世界上最大、创造经济价值最高的捕捞对象之一。至二十世纪八十年代,狭鳕已经成为世界渔业中捕捞量最大的鱼种。然而,狭鳕只不过是东北太平洋地区几种近缘鱼类中的一种,不久前其早期生活史还鲜为人知,部分原因在于其幼体的野外样品难与其他鱼类难以辨别。在过去的十年中,系统学的研究结果突破了这一难关,能够准确地分辨出不同的幼体,使得通过增加幼体数量提高可捕捞鱼类产量之计划得以实施。系统学家还通过随船服务和举办管理人员分类培训班,为这项捕捞业提供后续服务。

要维持和扩大鱼类可捕捞种群的规模,准确无误的系统学信息必不可少。例如,有关西班牙鲭的数据都以巴西种群为根据,渔业人员最初打算利用这一信息来管理墨西哥湾和美国东海岸的种群。然而系统学研究证明,巴西种群为 *Scomberomorus brasiliensis*,与北美种群 *Scomberomorus maculatus* 截然不同。由于两个种的生物学特性各异,像南方种那样进行管理很可能会导致失败。

了解和保护地球的生命支持系统

地球表面的环境与有生命的生物间的关系十分密切,并随时间的推移而改变。地球上数百万的物种不仅相互关联,与周围的环境也息息相关,最终形成了一个维持生命存在的错综复杂的生态网络。这种关系的产物免费为我们提供了清洁的空气、水、肥沃的土壤及调节地球的地球化学循环(基本上通过微生物作用完成)。绿色植物能吸收太阳的能量,并把能量转化给别的生物。世界上的植被特别是热带雨林再把水循环到大气,从而控制着气候的变化。

随着人口的暴涨及全球变化的加快,地球的生命支持系统日益受到威胁。人类从世界自然资源获取食物、住房、衣物和燃料的同时,也给环境带来了严重的影响,像森林大面积砍伐、空气污染、水污染、全球变暖等。

系统学的知识在监测这种全球变化方面起到最基本的作用。收藏的标本是生物群落和生态系统变更的见证,记载着长时间内环境对所受压力的反应。同样是这些标本,由于包含不同的物种存在和鉴定的基本科学证据,因此也是物种灭绝的最可靠记载。对下个世纪物种灭绝的推测,主要依靠森林砍伐和生境破坏方面的综合信息。没有物种存在和分布的有完整记录的科学知识,就没有生态变化和物种灭绝的准确评估。只有系统学才能可靠地衡量生物多样性的危机程度。

另一方面,正确鉴定物种对监测全球变化也十分重要。所有的生物群落都包含一些对环境变化特别敏感的物种。比如,某些蛙类对空气质量的变化异常敏感;在水生群落中,某些鱼类对水纯度变化十分敏感。为此,科学家已越来越多地利用这些指示种来考察全球变化对自然群落的影响,从而实现监测全球变化的目的。只有准确鉴定和描述这些物种,掌握其分布及近缘种的知识,才能够开展这些监测活动。

世界上许多生境和生态系统都生活着成千上万的有着极其复杂作用关系的物种。生态学家和资源管理人员进行这些相互关系的动态研究时,由于对即使是最普通物种的鉴定和分布的认识都还存在着缺陷,这些生境和生态系统的基本描述当然不可能全面。这就要求开展深入的系统学研究,描述和鉴定地球众多生态群落中生存的物种。这些信息对提供评定环境压力所依据的基低数据至关重要。

系统学对自然资源的管理和保护同样有重要作用。保护区生物多样性的保护管理人员需要对物种作鉴定并了解其地理分布,为有效管理策略的制定和实施提供依据。系统学则为物种的鉴定、多样性的评价以及需要特别保护的物种的确定提供了理论基础。此外,系统学信息与保护区和开发区的选

址和规划、它们与地方和国家法规的关系的评估,都有着紧密的联系。有效管理动植物国际贸易也同样需要精确的系统学资料。这些资料还直接有利于一些像濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)的国际性条约和公约的执行和实施。

提高日常生活的质量

生物的多样性有助于我们去理解人类意识和智力的某些方面。对自然环境的宁静和舒适的追求是人类的共性,这就是许多宗教道德文化为什么具有保护和尊敬自然环境信仰的原因。人类能够使其他物种灭绝,而在伦理道德上,人们普遍认为应肩负起阻止这种悲剧发生的责任。这正像 Ehrlich 和 Ehrlich(1992,第220页)指出的那样,“我们认为,如果大多数人没有保护生物多样性的观念,那么这个问题就不可能得到解决。”

纵观人类历史,人对其他物种显示出极度的好奇心,并为其美学价值所倾倒。人类与自然的这种联系在所有民族中普遍存在,并体现于对其他物种的态度,尤其是园艺业、宠物饲养、野生动物和鸟的观赏等活动之中。对其它物种的美学和情感依托的同时,还为许多人创造了巨大的经济效益,尤其在自然旅游和标本贸易这两个方面。

旅游业每年创造的价值达2500亿美元。如果把观赏其他物种连带的旅行活动计入在内,上述收益中有将近20%来源于生态或自然旅游。不少国家国民生产总值的大部分或部分来自生态旅游,其中单是某些物种就创造了巨额收入。例如在东非,肯尼亚 Amboseli 公园的一头狮子十五年内可创汇50万美元,所有的非洲象每年创汇60万美元。如果计入此类自然区域各项配套产业的盈利,这项收入在全世界可达几百亿美元(见专栏7)。

专栏7

系统学与生态旅游

系统学研究对生态旅游业的贡献重大。系统学方面的出版物,例如修订版、图解、专著、编目、标本等,为野外向导、旅行向导、电影、录像、录音及其他宣传手段提供了科学的背景材料。

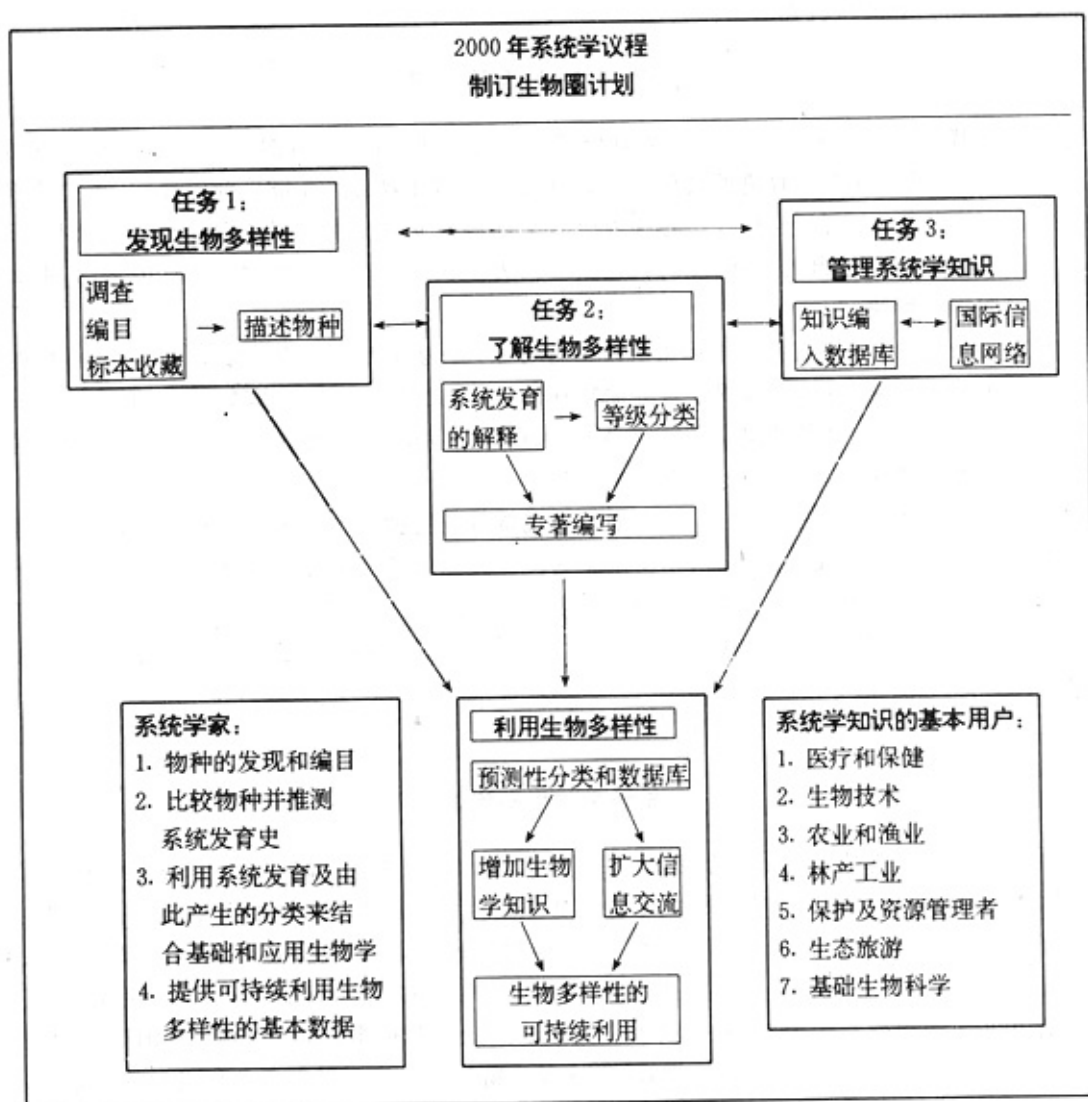
上千年来,人类不论生存在哪里,都始终和其他物种的驯化、种植打着交道。当今驯养和栽培的动植物已有几万种,其繁殖和贸易的商业价值有几十亿美元(Groombridge 1992)。举例说明,仅英国就栽培有3000多种用作装饰的植物;全世界有贸易记录的兰花种类超过5000种。从国际商业范畴来讲,像鸟类、爬行动物、蛙类、热带鱼类、蝴蝶、蜘蛛等动物的出口每年可创造几亿美元的效益。系统学对监测和管理世界自然资源的重大作用表现在它提供了准确的识别材料、图解以及物种分布信息。世界上大量的动植物贸易对其自然种群产生了极大的压力,尤其是从野外直接猎取。由于许多物种形态的相似,因此,有效地监测物种和执行法律必须依靠物种的准确鉴别。

加强科学研究

系统学构画了一个总体框架,使生物学的研究成果在这个框架内得以整理和交流。比较两个或两个以上物种的生物学研究,或针对某一物种但其研究成果最终会被对其它种有兴趣的生物学家考虑的生物学研究,都或多或少地借鉴系统学的研究成果。系统学研究的结果对选择研究系统和评价一些有意义的生物学现象的普遍性也有重要的作用。

通过分析物种关系而产生的系统发育树包含着对血统(共同祖先)、长期的特征变化及地理分布(历史生物地理学)变化的假设。理论上讲,在演化世代期所发生的所有生物学变化都能在系统发育树中体现出来。近年来,由系统学家提出来的以系统发育假设为依据的严谨的比较研究法得到了发展,用来研究和解释一系列生物学现象,例如寄生物及寄主的生物地理学和协同进化,生态学和行为学的历史变迁等(Brooks 和 McClennan 1991)。与此同时,系统发育假设也成为研究适应、物种形成、灭绝等基本进化过程的理论基础。

2000 年系统学议程的任务



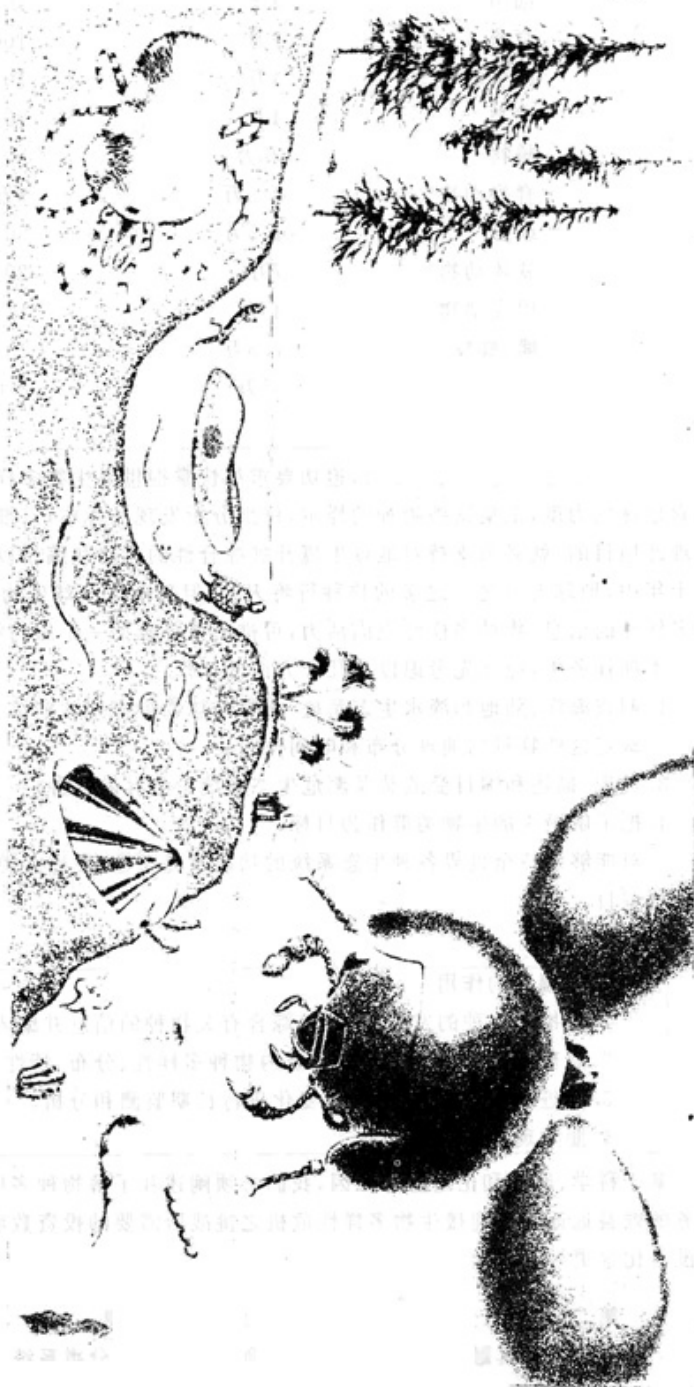
第一项任务：全球物种多样性的发现、描述和编目

生物圈物种的发现、描述和编目是人类用智慧管理生物圈的一个重要贡献。由于许多物种过于微小，其研究十分困难，造成世界各地生物多样性的了解甚少。譬如说，世界上任何一处普通庭院都生存有许多物种，将这些物种逐一列出几乎不大可能，更何况比它复杂得多的生态系统。

迄今为止，系统学家大约已经描述了 140 万种生物，其中大部分是昆虫。据推测，尚未发现和描述的物种仍有 1 千万到一亿种（见专栏 8）。

有待了解的物种的数量多得如此令人吃惊，这似乎又与我们在日常生活中所接触到的少数树木、哺乳动物、鸟类、蝴蝶及其他常见物种大有出入。那么就去想象一下大片的雨林，那里仅在一棵树上就能发现几百种昆虫，在一小块森林就生存有几百个不同的树种，仅在几立方英尺的土壤和地表腐叶中就会生活着上千种微小的螨、线虫、真菌和微生物。

物种图



各种生物的大小代表其分类单元已描述物种的数量。
单位尺寸: □ = 约 1 千个已描述的种

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------------------|
| 1 原核生物界(细菌、蓝绿藻) | 8 扁形动物门(扁虫) | 14 非昆虫节肢动物门
(螨、蜘蛛、甲壳动物等) |
| 2 真菌 | 9 线形动物门(线虫) | 15 鱼纲(鱼类) |
| 3 藻类 | 10 环节动物门(蚯蚓等) | 16 两栖纲(两栖动物) |
| 4 植物界(多细胞植物) | 11 软体动物门(软体动物) | 17 爬行纲(爬行动物) |
| 5 原生动物门 | 12 棘皮动物门(海星等) | 18 鸟纲(鸟类) |
| 6 多足动物门(海狗) | 13 昆虫纲 | 19 哺乳类(哺乳动物) |
| 7 腔肠动物门 | | |

插图: Frances L. Fawcett, 作者: Q. D. Wheeler, 1990, 美国昆虫学会年刊 83: 1031-1047.

物种图是一幅想象的景观。图上生物的大小与其代表类群的物种数量成正比。这些数量还不够准确。许多物种尚未被发现或描述,对大部分物种的系统发育关系也了解甚少。例如昆虫(甲虫)以迄今描述的 95 万种为准,但据昆虫学家估计可能有 1 千万种以上。图中涉及的其他类群如爬行动物和许多无脊椎动物的分类单元,可能未按其自然类群组合,也就是说它们可能不具有一个独特的共同祖先。随着物种的描述,其共同关系的分析和分类时系统发育的反映,本图将全面、形象地体现生物多样性。

域的数据,并为解释生物学信息提出一个理论框架。仅仅具备一份物种的名录并不能得到整理所掌握知识的一个预测性框架。永续利用地球的生物多样性,预测的准确性十分重要。事实上,系统学家已经掌握了一套整理生物多样性的科学依据,其中包括通过了解物种间血缘关系或系统发育关系而产生的分类系统(见专栏9)。

现生物种是进化多样化漫长历史的最终产物。进化史上共同祖先和相关性之独特模式是建立物种系统发育的基础。按照这种系统发育遗传进行的分类称为自然分类。

物种的知识是按照生物系统发育分类进行整理的。获得这些知识能使科学家们推断有特殊科学价值或社会价值的物种及其特性,并有利于创造保存这些知识的有效信息系统(见专栏10)。这些知识还将推动新的多学科研究。按照自然分类的理论框架储存和查询信息,能够更有效更经济地利用物种及其生境的知识(见专栏11)。

专栏9

系统发育知识使基础生物学与应用生物学相结合

分析系统发育关系是一项综合性的工作,可把它比作是汇集各研究领域数据的一个总成。这些研究领域包括大解剖和显微解剖学、发生生物学、遗传学、分子生物学、比较生理学、地质学、古生物学、生态学、行为学以及生物地理学。一项研究中最后采用的数据取决于所研究生物的种类、与这些生物有关的知识的多少以及不同类型的数据对确定种间关系所起作用的大小。

系统学家把各种生物特征的相似性归结到等级模式之中,以反映生物的系统发育史。这样,猫类物种具有的相似性在熊类物种中则没有;像猫类和熊类的食肉动物所具备的相似性,其他哺乳动物中也不存在。更广泛一些,所有哺乳动物具有的特征,如毛皮和乳腺等,其他脊椎动物都没有,依此类推,直到包括所有生命类群。由此,掌握这种历史等级使系统学家能够准确地预测没有仔细研究过的物种的特征。这种推测有着重大的经济意义。从鲜为人知的物种中寻找新的活性药物化合物就是其中一例(见专栏11)。

专栏10

自然分类如何进行预测

正像物种特征比较研究可以揭示种间进化关系那样,进化关系也可用所谓的自然分类清楚地表示出来。物种间的关系划有等级,其分类也是如此。这种关系按照十八世纪瑞典分类学家卡尔·林奈的姓名命名,称为林奈等级,包括种、属、科、目、纲、门和界。照此分类,所有哺乳动物都属于哺乳纲,其中包括食肉目。食肉目又包括熊类和猫类,分别属于熊科和猫科。猫类被划分在猫科猫属 *Panthera* (注:仅一部分猫类划分在这个属),这一属内还包括虎,它的学名(拉丁名)为 *Panthera tigris*。这些独特的名称好比一种科学的语言,不仅便于交流,而且也便于储存任何生物类群的信息。

由此可知,按照这种等级列出的物种名单比按照字母顺序列出的名单更能预测物种的特征。因此,一种了解甚少的猫科动物可以预测它具备其他猫科动物的许多特征、食肉动物的一些特征和所有哺乳动物的部分特征。按照字母顺序列出的名单,或没有准确反映种间关系的等级分类名单,则不具备这种推测功能。

上述简单事例在人类应用物种知识方面具有深远的意义。假如为增强对物种生物学特性的预测能力,把这种知识聚集在数据库内,从此便能更有效、更经济地利用这些特性的话,我们就会在自然分类的理论框架内储存和查询这些知识。这进一步突出了发现所有物种系统发育关系的重要性。

分类的预测价值:紫杉醇与癌症

天然产品紫杉醇产自短叶紫杉(*Taxus brevifolia*)的皮,经证实是一种治疗卵巢癌和乳腺癌的强效药剂。遗憾的是,从三棵树的皮中提取的紫杉醇才能治疗一位癌症患者,而且事后树便死亡。漫无目的地去寻找含有同样产品的植物可能会花费很多年的时间。由于了解短叶紫杉的进化关系,人们便着手审查它的近缘种。研究发现,少量浆果紫杉(*Taxus baccata*)的叶也能够提取紫杉醇,而且既经济又不会给紫杉树带来危害。

更有趣的是,发现一种生活在短叶紫杉皮中的真菌新种 *Taxomyces andreanae*:它也能产生紫杉醇。这样便开辟了生产廉价、有效抗癌药的可能性。

过去的二十年极大地推动了系统学理论和实践的快速发展,使揭示地球生命的多样性和系统发育成为一个可以实现的目标。电子显微镜术、基因序列分析等新的数据收集方法进一步拓宽了信息来源,反过来,信息又协助人类把物种划入等级分类,使信息本身成为所有比较生物学领域内整理物种多样性知识不可缺少的框架。新型计算机技术能够进行大型数据库的处理,否则至少上一代系统学家会被埋没在大量的数据之中。

本项任务中,应优先考虑以下几个方面的工作:

1. 确定主要生物类群的系统发育关系,为基础生物学和应用生物学提出一个总体理论框架;
2. 发现对应用生物学至关重要的物种类群的系统发育关系,重点放在对人类健康、粮食生产、全世界各种生态系统保护等有重要作用的物种上;
3. 发现对基础生物科学至关重要的物种类群的系统发育关系,比如与实验科学有广泛联系的学科,或者对维持生态系统功能及完整性必不可少的学科;
4. 继续探索对分析系统学数据更有效的技术和方法。

生命系统发育分类的作用有:

1. 建立一套测定灭绝速率和全球变化模式的框架;
2. 为寻找基因、生物产品、生物防治因子和潜在作物物种提供指导;
3. 为生物学知识的管理提供一套预测性框架,为社会和科学的沟通奠定基础;
4. 协助保护者、资源管理者和政策制定者确定优先项目;
5. 为连结所有生物学科的比较研究、连结所有生物类群的多学科研究创造基础;
6. 为了解形成当今生命多样性的物种形成、灭绝、适应等过程提供科学基础。

第三项任务:把这个全球计划获得的信息整理成为一种有效的、可查询的形式,以最大限度地满足科学和社会的需求

掌握世界数百万物种的大量知识,就需要新型的配套系统的支持,这样才能有效地利用和查询这些知识。这种信息系统包括系统学、地质学和生态学方面的数据,其来源途径主要是现有自然历史标本收藏、图书馆、档案馆以及不断发展着的调查和编目。随着新种的发现、系统发育关系的阐述以及其他信息的积累,有关物种的知识也需要不断更新。电子知识在全世界的普及使所有国家都受益匪浅。数据库例如分子遗传学数据库,必须通过标准的物种名称和系统发育分类与其他生物技术数据库相连接。

系统学的发展依靠物种信息的积累和交流。在过去,信息是通过植物志、动物志、专著、民族生物学研究等文字印刷方式进行积累和传播的。除此之外,还有几亿个标本和与标本有关的数据散存在世界各地的系统学标本存储机构。这些信息必须按照科学名称进行整理,同时科学名称要遵循以种间关系为依据的等级分类。

高速的信息处理技术、硬件以及建立有亲缘关系的数据库等现代化信息手段的出现,使人们能够为任何意图、以任意组合方式提取物种信息。在综合其他数据库内的信息后,将为提出地球生命组合

新的见解提供依据。另一方面,以上的数据库还能避免研究和管理的重复,节省数百万美元的经费。然而,由于各种来源的欠缺,彻底改革系统学在实际应用上的作用以及大大地扩展其对科学和社会的价值的理想还没有实现。要发挥散落在世界各地的物种信息的优势,就应当开展这项工作。事实上,保护生物学家、资源管理者及其他自然资源利用者曾多次要求获得这些信息。

本项任务中,应优先考虑以下几个方面的工作:

1. 以世界自然历史标本存储机构收藏的标本为基础,建立物种信息的系统学、生物地理学和生态学数据库。
2. 综合系统学标本存储机构的数据和地理信息系统(GIS)数据库的信息,为监测过去和现在全球变化对物种的分布和灭绝造成的影响提供条件。
3. 建立各数据库间的联系,使各种分类单元及其分布区所有有用的信息可有效地被查询。
4. 建立和采用一套信息系统,便于国际用户的使用。
5. 编撰所有系统学数据库必需的、包括分类名称、地理分布及其他信息内容的数据字典。
6. 出版手册、图解、电子动植物志、专著等数据产品。
7. 通过持续提供软件和硬件的支持,以建立维持和更新数据库及信息网络的机制。

有效的系统学信息系统的作用有:

1. 使政策制定者作出更全面的资源永续利用决策。
2. 更详细地记载物种的灭绝及其分布的变化。
3. 系统学及相关信息的数据库使用效率越高,就越能更经济地管理生物资源。
4. 方便系统学知识的获得,便于解决问题。
5. 在生物学及其他领域特别是生物技术的数据之间建立新的比较和联系的方法。
6. 加强国际交流与合作,减少科研工作的重复。

迎接挑战:基础设施与人才资源

被里约热内卢召开的联合国环境与发展大会以及生物多样性公约采纳的全球行动计划(21世纪议程)呼吁各参会国制定国家策略,去编目和了解本国的生物多样性,并制定今后的保护计划。在编目和了解世界生物多样性的过程中,国际社会将面临两个重大的挑战。第一,需要极力扩大和改善系统学研究的基础设施建设,特别是修盖生物标本收藏馆;第二,强化专业系统学人员的培训和录用,改变“分类学障碍”的说法。

系统学为生物多样性研究奠定了基础

“许多建议(加强基础和应用保护研究)认为,现有分类学知识能够承担这些工作。然而,完成这项工作所需要的训练有素的分类学队伍并不存在。生物多样性的描述、编目、分类、监察和管理知识必须经过培训。有了以上这些基础才能去研究和保护生物多样性。”

国家研究委员会,保护生物多样性,1992,第71页

系统学界通过“2000年系统学议程”提出系统学行动计划的建议。上面提到的三项任务的成功,对履行这个行动计划是必要的。这项计划有以下几个主要点:

1. 所有的国家为了解、保存和利用他们的生物多样性就要建立和加强具标本收藏馆的系统学研究中心;
2. 对系统学家和其支撑系统工作人员进行教育和培训的有关单位进行资助;
3. 在基础和应用系统学范围内要扩大研究工作的队伍;
4. 全世界系统学研究单位之间在研究和教育方面开展国际合作和交流;
5. 在上述这些单位之间,并扩大到社会上建立起电子交流的联系;
6. 支持基于分类单元和全世界范围的比较系统学研究。

在一些国家中没有合适的基础设施来存放世界上大多数国家的生物多样性标本,是得不到生物多样性综合知识的一个原因。同时,发达国家的系统学研究中心也不是以支持它们为执行上述研究任务所承担的应负的责任。物种丰富国家未来的繁荣将有赖于发展管理他们自己的生物资源的能力,其中包括要具备为提供对有效地作出决策所需知识的科学基础设施。世界各国为克服科学能力的不足,就必须通过建造新的或加强现有标本收藏馆的基础设施,例如博物馆、标本馆和为微生物和遗传资源保存所需要的贮藏所。

全世界自然历史标本收藏馆拥有20亿号标本(Duckworth等,1993)。我们虽然已掌握有如此巨大的生物学遗产,但是通过已保存的标本,只鉴定了地球物种多样性的一小部分。植物、动物和其它生物的系统学标本收藏馆仅仅是我们生物区系的永久性记录。起源于这些标本收藏馆的特殊的库和数据库是我们对地球自然历史的书面的记录(见专栏12)。已保存标本的系统学收藏馆可在自然历史博物馆、标本馆和大学的标本馆和农业部、自然资源或生物考察等政府有关部门的标本馆内见到。这些标本收藏馆也可以活生物的形式保存在动物园、水族馆、昆虫馆、鸟类馆、植物园内,或者如种质、冷冻的组织 and 微生物的模式标本保存在特殊的贮藏器内。

有保存标本的标本收藏(馆)的系统学研究中心是各国乃至全世界有关生物多样性知识的贮藏场所。尽管各国标本收藏的基础设施不同,但它们基本上具有两种主要功能。第一种是国家研究中心,通过标本馆、图书馆和数据库,记载本国的生物多样性。第二种设施也很有存在的必要,这类中心的功能是支持重点放在分类单元,且有国际意义的系统学研究或标本收藏。有些中心只有上述一种功能,而另外一些中心则具有足够的基础设施和科研力量,两种功能兼备。许多中心可以在现有机构和标本收藏馆的基础上建立,而有些则必须重新建立。不论是那种情况,科学设施的核心都应当包括有分类单元知识的专业系统学家。

专栏12

系统学标本收藏馆的重要性

“科学标本收藏馆是社会在了解自然界过程中的一项持续性投资。.....随着生境的消失、物种的灭绝和有重要地质学及古生物学价值的遗址的破坏,这些标本收藏馆中的标本已成为一种不可再生资源。”

——保存自然科学标本收藏馆:环境遗产记事,第6页

1. 标本收藏馆是人类自然遗产的永久性记录,它包含着许多科学领域的研究所不可缺少的材料,例如保存生物多样性和监测全球变化的研究;
2. 标本收藏馆能满足应用生物学的需求,例如卫生科学(寄生虫学、流行病学、诊断学)、农业、资源管理、生物技术等;
3. 标本收藏馆积极支持公共教育和正规教育计划;
4. 通过标本收藏馆的展览提高自然保护及生物多样性保护的公众意识。

国家系统学研究中心。国家研究中心应当建有收藏各地方或各地区动植物区系的标本收藏馆,使国内生物多样性研究和管理能够采用准确、最新的系统学数据。世界各地的标本收藏馆要求配有专业人员,以便提供当地生物区系鉴定准确的标本;这些标本许多都是当地的特有种。此外,全国生物学调查所得数据的核实也要依靠这些系统学标本收藏馆中的佐证标本。只有研究这些标本,研究人员才能断定同一物种在不同地区被发现。

国家生物资源研究中心的迅速发展以及世界各国制定的各种计划,如墨西哥的全国生物多样性交流委员会(CONABIO)、哥斯达黎加的国家生物多样性研究所(INBio)、美国的全国生物多样性调查等,都为此类项目在国内的顺利开展奠定了基础。这些计划作用重大,是研究、管理和保护各国生物多样性的基础,也是争取国内支持这些行动的依据。

国际系统学研究中心。2000年系统学议程行动计划的内容之一就是建立新的或完善现有的系统

学研究中心,为实现记录世界生物多样性这个目标作出贡献。各个国家研究中心重复各种生物类群的标本收藏馆或分类研究既不现实,也没有必要。相反,了解世界上某一分类单元情况的系统学家则必须得到收藏各国标本的研究中心的资助,以便在世界各地开展研究工作,因为物种往往经常是跨国境分布的。系统学研究最终以分类单元来定向的,所以就必须全面地在世界范围内收藏各种生物类群的标本。由于地区性标本收藏一般不够全面,很难广泛地满足比较系统学研究的要求,各国研究机构有必要充分地参与。由此,国际研究机构间的合作和数据库联网不可缺少。物种丰富国家研究机构间的伙伴关系也应当建立起来,以便保持系统学标本收藏馆的稳定和发展,建立起交流标本、生物多样性信息、培训水平和科学知识的网络。任何一个标本收藏馆都不可能有研究各种生物类群的系统学家,可见各类群世界级专家的人员交流也势在必行。系统学界如果想多快好省地编目和划分世界的物种多样性,建立起这种联系乃关键所在。

在各有关国家建立系统学研究中心,就要求开展一些重大的国际合作项目。除个别情况外,世界上物种丰富国家基本上没有标本收藏馆,即使有也得不到足够的支持。这些标本收藏馆大部分都缺乏专业系统学家和受过培训的辅助人员,可用于调查和编目的经费也普遍不足,更不用说资助系统学家到世界各地的标本收藏馆去进行必要的比较研究。物种丰富的国家如果要建立一套系统学知识体系,为生物多样性的保护和永续利用提供服务,就必须解决这些问题(见专栏13)。

在发达国家,系统学标本收藏馆的数量和侧重各不相同。以美国为例,主要的系统学研究中心目前有50多个,收藏从细菌到鲸几乎包括所有生命类型的标本。大型标本收藏中心都是一些重要的自然历史博物馆及植物园,州立机构、联邦机构、许多大学也有。此外,侧重收藏地区标本的研究机构也很多,这些标本收藏馆具有重要的历史和科学价值。

与系统学标本收藏馆有关的数据中心、图书馆和档案馆同样是系统生物学研究的重要场所。专业图书馆并不仅限于收藏书刊,也同样收集卡片索引、目录、原稿、插图、照片、缩微胶片记录、制图法资料、文献档案及不同类型的电子媒介物等。近几年来,科学信息的大量产生也相应使大多数研究机构的收集能力有所提高。如果生物多样性的全球调查和编目工作获得成功,即使是最大的研究中心,其贮存和管理信息的能力也会逐渐显得不足。只有加强基础设施建设,提高系统学数据库的储存、查询和利用的水平,才能使世界科学家共享信息,避免研究重复和面向社会。

专栏13

利用收藏标本解决问题

·当公共健康官员担心鱼类体内的水银含量时,可通过博物馆的标本样品了解水银污染的历史模式。

2. 60年代许多鸟类的种群数量开始下降,经研究博物馆收藏的鸟蛋,发现蛋壳日趋变薄,终于使研究人员联想到由于环境中存在有 DDT。

3. 导致爱滋病及其他疾病的病毒突变频繁,若与曾描述过的、贮藏在模式菌种或冷冻标本中的菌株进行比较,便可帮助公共健康官员了解疾病的传播途径。

改善系统学基础设施的建议:

1. 建立和完善世界各国的国家系统学研究中心。这些中心应当盖有收藏记录国内生物财富的地方及地区参考标本收藏馆,具有供研究和储存信息之用的设施,并具备培训和教育能力;

2. 建立或完善国际系统学研究中心,以利于获得系统学知识和建设有分类单元研究重点的世界性标本收藏馆;

3. 通过建立国际网络,改善世界上标本的照管和保藏,实现知识、信息及资源的共享。

4. 加强和扩大现有系统学研究中心的储存能力及研究力量,包括制定相应计划,将所有已登记的生物多样性录入数据库。

5. 加强和扩大系统学研究中心间国际合作项目进行。

在占世界80%的陆生生物多样性的国家中,其科学家数量仅占6%,这是获得科学知识、了解和有效利用生物多样性的一个严重制约。除此之外,另一个制约因素是全世界缺少许多生物类群的分类专家,包括一些最富有多多样性和最有经济价值的类群。由此看来,实现2000年系统学议程提出的三项研究任务所面临的最大挑战,或许就是在全世界招募、教育、培训和聘用足够的系统学家和技术人员。美国国家科学理事会的全球生物多样性特别工作组(1989)、英国上议院的科学和技术选择委员会(1991)等众多组织和特别工作组的结论认为,缺少生物的鉴定、记录和分类方面的系统生物学家,严重妨碍了全球生物多样性减少之问题的有效解决。

训练有素的系统学家数量减少的原因很多。美国国家科学基金会近期指导进行的一项大学调查发现,在调查的有博士学位授予权的院校中,系统生物学家仅有940名,25%的所有调查院校只设置了副手职位(Higher Education Survey, 1990)。更可悲的是,收到的回复中只有18%的院校表明如果今后有新的教员职位,它们才会聘用系统学家。在美国和英国,系统学家的研究工作和(或)教学职位由于受到其他生物学领域的竞争,在几十年前已紧缩。因此,大部分研究机构在调查时提出它们愿扩大的是分子生物学而不是系统学项目,因为前者“具有更大的资助机会”。

出于上述原因,新培养的系统学家的数量比二十年前减少了很多。许多生物类群的分类专家越来越少,如藻类、细菌、真菌、低等无脊椎动物、昆虫及其近缘种等。一些对经济和生态系统最为重要的生物类群更需要专业培训的专家去作研究。以线虫为例,美国有15个机构所属的标本馆和12名专职线虫系统学家,但带学生的线虫系统学家只有两位。由于线虫对农业有举足轻重的作用,缺乏受过培训的专家必将会带来严重的经济后果。

改变“分类学障碍”的说法

“.....过去几年中下降最严重的是分类学和系统学领域。受过培训的分类学家急缺,热带国家几乎没有。许多重要生物类群方面的专家也显不足,发达国家甚至也是如此。另外,可参考的标本收藏馆也不够,而且地区分布不平衡,大都远离被研究生物的原产地。目前分类学的效率低下,重复研究较多。有鉴于此,在开展任何生物多样性研究之前,必须首先强调改变‘分类学障碍’的说法。”

—DIVERSITAS: IUBS-IUMS-SCOPE-UNESCO

生物多样性项目

尽管人们对许多类群的系统学知识不足或严重不足有一致的看法,但尚欠缺能说明该学科有这种趋势的证据。统计世界现有的各生物类群的系统学专业人才十分必要,只有这样,才能更准确、更有效地重点实施培训和吸收人才计划。

系统生物学人才资源的匮乏在发展中国家更为突出。受过培训的科学家的人数、研究经费、标本馆职位、部门支持等方面的不足,都意味着很少有系统科学家投身这一学科行列。要扭转这种局势,迫切需要强化发展中国家地方自然历史研究机构的作用,建立与发达国家研究机构间的联系(National Research Council)。由于在很多发展中国家环境恶化和生物多样性丧失的趋势不断加快,培训“准分类学家”,让他们与专业系统学家一道工作也不失为解决人才资源问题的一种办法,但这并不意味着可以取代建立有效的科学基础设施和强大的科学家队伍的计划。

在发达国家,不少像博物馆和植物园之类的研究机构开展了与附近大学联合培养系统生物学本科生和研究生的项目。这些项目一般说来都有很大的国际性成分。尽管取得的成绩不少,但就物种多样性的危机程度和描述世界生物资源在科学和经济上的紧迫性来看,系统学还必须得到更多的经费支持,争取在研究生和大学生中培养出更多的科学家。部分证据表明,大学生对物种多样性很感兴趣,他们为现代系统学研究的重要性和在智力上富有的挑战性所吸引。但由于研究生经费不足和博士生毕业后就业前景渺茫,他们只好打消投身系统学研究的念头。

加强人才资源的利用的建议:

1. 从事发展中国家持续发展和环境保护推动项目的国际机构应当为基础系统学研究以及专业、准专业系统学家的培训和聘任提供经费支持;
2. 各国应当建立全国生物多样性监测机构、系统学研究中心及标本收藏馆及国家生物普查机构,并为上述活动的开展配置专业的系统学家;
3. 各大学和研究所凡设有生物多样性培训和教育项目者,应当配备专业系统学教师。
4. 发达国家的政府机构和自然历史研究机构应当向物种丰富国家的学生及其他科研人员的培训提供更大的援助;
5. 资源管理机构(如林业、渔业、野生动物等)的工作人员中应当包括专业系统学家。

2000年系统学议程完善了其他生物多样性计划

国际社会许多机构和组织已经认识到描述和了解地球物种多样性的紧迫性。这些机构和组织包括

- 联合国环境与发展大会(UNCED)及其二十一世纪议程

- 联合国环境规划署(UNEP)

- 联合国开发署(UNDP)

- Diversitas, 一个包括以下机构和组织的联合体:

 - 国际生物科学联盟(IUBS)

 - 环境问题科学委员会(SCOPE)

 - 联合国教科文组织(UNESCO)

 - 国际微生物学联盟(IUMS)

- 二十一世纪的微生物多样性, 国际生物科学联盟(IUBS)和国际微生物学联盟(IUMS)的一项行动计划

非政府组织也发出同样的呼吁,特别是:

- 世界资源研究所(WRI)

- 世界自然基金会(WWF)

- 国际自然保护联盟/国际自然与自然资源保护联盟(IUCN)

- 大自然保护协会(TNC)

2000年系统学议程从分类单元着手提出了全球生物多样性的一个前景展望,给保护和管理这项必不可少资源的科学框架增添了新的内容。对所有旨在了解、保护和利用生物多样性的计划,如生态学界提出的持续性生物圈计划来说,2000年系统学议程起到了锦上添花的作用。

对2000年系统学议程的投资

2000年系统学议程之计划设想宏伟,需要众多方面的大力支持才能得以实现。任何政府或任何国际机构都不可能去单独资助这项计划的运作,它需要世界上众多组织和政府的共同支持。2000年系统学议程的任务通过一项长远的25年计划实现,每年大约需要投入经费30亿美元。

经费预算系根据各项工作的开支制订,其中包括人才开发、建立计算机网络、支持标本收藏建设(包括模式菌种及种质贮藏所)、研究项目、宣传研究成果等方面的开支。按照目前的资助水平,完成2000年系统学议程的任务至少需要150年。鉴于生物多样性丧失的紧迫性,目前每年的研究和基础建设资助(大约5亿美元)必须增加将近六倍才能在25年内完成这些任务。

从生物多样性显示出的科学、经济和美学价值中不难看出这项投资的产出。发现、描述、了解和利用其他物种取得的持续进展已经使人类受益匪浅。人类今天的进一步努力会带来明天的更大效益,同时也将有助于今后世代生命多样性的保存。

参考文献

- Brooks, D.R. and B. McClellan. 1991. Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology. U. of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Bull, A. T., M. Goodfellow, J. H. Slater. 1992. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology. *Annual Review of Microbiology* 46: 219-252.
- di Castri, F., J. R. Vernhes, and T. Younes. 1992. Inventorying and monitoring biodiversity. *Biology International*, Special issue 27, pp. 1-28.
- Duckworth, W. D., H. H. Genoways, and C. L. Rose, 1993. Preserving natural science collections: chronicle of our environmental heritage. National Institute for the Conservation of Cultural Property, Washington, D. C.
- Ehrlich, P. R. and A. H. Ehrlich. 1992. The value of biodiversity. *Ambio* 21: 219-226.
- Ehrlich, P.R. and E.O. Wilson. 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science* 253: 758-762.
- Gaston, K.G. and R.M. May. 1992. Taxonomy of taxonomists. *Nature* 365: 281-282.
- Gore, A. 1992. *Earth in the balance*. Houghton Mifflin, New York. Groombridge, B. (ed.). 1992. *Global biodiversity: status of the Earth's living resources*. World Conservation Monitoring Centre. Chapman and Hall, London.
- Hawksworth, D.L. and J.M. Ritchie. 1993. Biodiversity and biosystematic priorities: microorganisms and invertebrates. International Mycological Institute, CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Higher Education Surveys. 1990. Systematic biology training and personnel. Survey No. 10., Washington, D. C.
- Holden, C. 1989. Entomologists wane as insects wax. *Science* 246:754-756.
- Iltis, H. H. 1989. Serendipity in the exploration of biodiversity: what good are weedy tomatoes? Pp. 98-105 in *Biodiversity* (E.O. Wilson, ed.), National Academy Press, Washington, D. C.
- International Union for the Conservation of Nature (IUCN), World Resource Institute (WRI), Conservation International (CI), World Wildlife/U.S (WWF/US), and World Bank. 1990. *Conserving the world's biological diversity*.
- Lubchenco, J., A.M. Olson, L.B. Brubaker, S.R. Carpenter, M.M. Holland, S.P. Hubbell, S.A. Levin, J.A. MacMahon, P.A.
- Matson, J.M. Melillo, H.A. Mooney, C.H. Peterson, H.R. Pulliam, L.A. Real, P. Regal, and P.G. Risser. 1991. The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- May, R.M. 1992. How many species inhabit the Earth? *Scientific American*, 267(4): 42-48.
- Miller, E.H. (ed). 1985. *Museum collections: their role and future in biological research*. Vancouver, B. C. : Brit. Columbia Prov. Museum Occas. Papers Series, No. 25.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *Environmentalist* 8: 187-208.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hotspot analysis. *Environmentalist* 10: 243-256.
- Myers, N. 1991. Tropical forests: present status and future outlook. *Climate Change* 19: 3-32.
- Nash, S. 1989. The plight of systematists: are they an endangered species? *Scientist* Oct 16: 7.
- National Research Council. 1992. *Conserving biodiversity: a research agenda for development agencies*. National Academy Press, Washington, D. C.
- National Research Council. 1993. *A biological survey for the nation*. National Academy Press, Washington, D. C.
- National Science Board. 1989. *Loss of biological diversity: a global crisis requiring international solutions*. National Science Foundation, Washington, D. C.
- Norse, E. A. (ed.). 1993. *Global marine biological diversity*. Island Press, Washington, D. C.
- Office of Technology Assessment (OTA). 1987. *Technologies to maintain biological diversity*. Washington, D. C.
- Peters, R. L., and T. E. Lovejoy (eds.). 1992. *Global warming and biological diversity*. Yale University

Press, New Haven, Connecticut.

Rasoanaivo, P. 1990. Rain forests of Madagascar: sources of industrial and medicinal plants. *Ambio* 19: 421-424.

Raven, P.H. 1993. A plea to the citizens of the world: live as if Earth matters. *Diversity* 9(3): 49-51.

Raven, P.H. and E.O. Wilson. 1992. A fifty year plan for biodiversity studies. *Science* 258: 1099-1100.

Reid, W. V., and K. R. Miller. 1989. Keeping options alive: the scientific basis for conserving biodiversity. World Resources Institute, Washington, D. C.

Resolutions from the International Symposium and First World Congress on the Preservation and Conservation of Natural History Collections. 1992. Madrid, Spain: pp: 1-57; EBCOMP, S.A., Bergantin, 1-28042 Madrid. Endorsed by United Nations Education, Scientific and Cultural Organization.

Sitarz, D. (ed.). 1993. AGENDA 21: the Earth Summit strategy to save our planet. Earthpress, Boulder, Colorado.

Stierle, A., G. Strobel, and D. Stierle. 1993. Taxol and taxane production by *taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of Pacific Yew. *Science* 260: 214-216.

Task Force on Global Biodiversity. 1989. Loss of biological diversity: a global crisis requiring international solutions. NSF-89-171, Washington, D. C.

U. K. House of Lords. 1991. Systematic Biology Research. Select Committee on Science and Technology, 1st Report. London: HMSO, HL Paper 22-I.

U. K. Natural Environment Research Council. 1992. Evolution and biodiversity the new taxonomy. London.

United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). 1992. United Nations Convention on Biological Diversity.

Wheeler, Q.D. 1990. Insect diversity and cladistic constraints. *Annals of the Entomological Society of America* 83: 1031-1047.

Wilson, E.O. 1985. The biological diversity crisis: a challenge to science. *Issues Sci. Technol.* (Fall): 20-29. Wilson, E.O. (ed.). 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D. C.

Wilson, E. O. 1992. The diversity of life. Harvard University Press, Cambridge, Ma.

Wilson, E. O. 1992. Biodiversity: challenge, science, opportunity. *American Zoologist* 32: 1-7.

World Resources Institute. 1993. Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development. World Resources Institute, Washington, D. C.

World Resources Institute (WRI), International Union for the conservation of Nature (IUCN), and United Nations Environment Program (UNEP). 1992. Global Biodiversity Strategy. Guidelines for action to save, study, and use the earth's biotic wealth sustainably and equitably. WRI, Washington, D. C.

词 汇

生物多样性(Biodiversity): 生物的多样性和变异性,包括物种的数量、独特分支(distinct clades)的数量、种内遗传性变异及“功能的”多样性(生物的功能、生物与其他生物及其环境间相互作用的多得不计其数的方式)。

生物地理学(Biogeography): 对植物、动物和微生物地理分布的研究。

生物资源(Biological Resource, Bioresources): 对人类有实在或潜在价值的某种生物,或者源于某种生物的产品。

生物圈(Biosphere): 有生命存在的地球部分。

生物技术(Biotechnology): 利用生物或源于生物的物质,去制造或改变某种产品,改良植物或动物,或者为特定目的去开发微生物的任何技术。

分支(Clade): 某一分类单元,系统发育中的一个分枝或一个谱系。

分类(Classification): 正式地、科学地把物种排列到某种等级系统,并给物种或物种类群制订科学名称。

比较生物学(Comparative biology): 一个以上物种之间的比较研究。

特有(Endemic): 某种生境或地理区域特有的某一物种。

绝灭(Extinction): 某一物种最后一个个体的死亡。

编目(Inventory): 把某一指定区域的所有植物、动物及微生物种的名称或描述编列成表。

专著(Monograph): 汇集世界上关于某一分类单元的所有已知资料,包括新的及过去已知的物种,按照已知的系统发育组织编写的一本全面的论著。

系统发育多样性(Phylogenetic diversity): 某一类群所代表的独特的谱系的数量或分支的数量。

系统发育(Phylogeny): 物种间进化史的模式及物种间的共同祖先。

物种(Species): 生物的种类;分类学和系统发育分析的基本单位。

物种多样性(Species diversity): 原义是指即地球上物种的数量和种类;广义上亦包括物种的数量及其相互关系(如系统发育多样性)。

调查(Survey): 按照一定的方法考察某一选定地区,以便发现大型或微型的动植物区系内的所有物种。

系统学(Systematics): 现在生活的和化石生物(物种)种类的比较研究,包括它们的描述、分布及其共存的系统发育关系。

分类单元(Taxon): 一个物种或一组相关的物种。

分类学(Taxonomy): 把物种科学地划分到一种等级系统,以此反映对其系统发育的了解情况。

(郭寅峰译 钱迎倩和周红章校)