

植物濒危机制研究的原理和方法

洪德元 葛 颂 张大明 汪小全 程树志

(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室, 北京 100093)

摘要 物种濒危和灭绝的机制是生物多样性保护中的重大问题,也是保护生物学所要解决的核心问题之一。本文简要地回顾了稀有和濒危植物研究的历史,介绍了导致植物稀有和濒危的各种因素。植物稀有和濒危的第一类因素来自人类的直接干扰破坏,包括生境的破坏(森林砍伐)、土地的使用、人类的利用以及分类学的缺陷等;第二类因素来自植物内部的生物学特性和其所处环境条件的变化,包括类群的进化历史,生殖生物学特点,生态环境因子,居群的遗传结构和动态等等。通过对上述各种植物稀有和濒危机制的分析和讨论,提出了植物稀有和濒危机制研究的主要原则和方法。

关键词 植物稀有和濒危 机制 综述

1 引言

生物多样性是地球上生命长期进化的结果,更是人类赖以生存的物质基础。由于当今世界人口的高速增长,人类经济活动的不断加剧,生物多样性正面临着日益严重的威胁。尤其是在生物多样性十分丰富的热带、亚热带发展中国家,由于人口膨胀和经济发展所带来的压力,生态系统正受到严重的破坏,大量物种已经灭绝或处于濒危状态,物种的遗传多样性也在急剧丧失。与此同时,人类对生物资源的需求却在日益加大。因此,生物多样性保护是当前国际关注的全球环境问题之一,保护生物多样性是保护自然或保护地球的一个重要部分(陈灵芝等,1993)。

根据化石记录推算,在农业刚刚出现的10000年时间里,平均每10年消失一个植物种;到最近的100年里,平均每10年消失近100个植物种。然而,到了20世纪后半叶,物种灭绝的速度不断加快,若以平均每10年5%这一保守的灭绝速度推算,今后平均每10年将会有近1500种植物消失,而且这还没有包括大量未被发现和命名的物种(尤其在热带地区)。物种是生物长期进化的产物,是生态系统和生物群落的组成单元,物种的消失和灭绝不仅会对生态系统带来不良后果,而且会使生物群落中的平衡受到破坏,因为:种植物的灭绝将会引起10—30种其他伴生生物的丢失(洪德元,1990)。因此,保护物种就是保护生物多样性,就是保护人类赖以生存的资源,就是保护人类自己。

据估计,目前全球有10%的物种濒临灭绝;到本世纪末,将有15%—20%的物种从地球上消失(Myers,1988)。因此,对物种灭绝的研究是生物多样性保护中的重大问题,也是保护生物学(conservation biology)所要解决的三大迫切问题之一(陈灵芝,1994)。然而,面对大量物种灭绝和濒临灭绝这一严峻的现实,我们对于物种,尤其是稀有和濒危物种的了解却相当贫乏(马克平等,1994; Fiedler 等,1992),这无疑有碍于对灭绝现象的正确认识,使我们无法采取科学有效的措施来保护受到威胁的物种,挽救濒于灭绝的物种。达尔文早在《物种起源》中就指出:稀有是灭绝的必然前兆,除非找到稀有的原因,否则我们就不能解释灭绝。因此,要想对物种进行有效的保护和持续利用,就必须阐明灭绝的原因和机制,就必须对物种稀有和

濒危现象进行研究。

2 植物濒危机制概说

2.1 植物的濒危和稀有现象

物种是由居群 (population) 和居群系统构成的, 是和环境相互适应长期进化的产物, 同时物种仍处在不断的进化之中。当一个物种不能和其所在环境相适应时, 居群结构就会发生变化, 居群不断缩小, 个体不断减少, 逐渐走向稀有、濒危以致最终的灭绝。国际自然和自然资源保护联盟 (IUCN) 曾制订了动植物濒危等级划分的参考标准, 用濒危 (endangered)、渐危 (vulnerable)、稀有 (rare) 等概念来确定物种受威胁的程度, 通常将濒危种看成是面临着灭绝危险的类群, 稀有种指那些在全世界范围内数量很少的类群, 渐危种则介于这两者之间 (陈灵芝, 1994)。然而, 这些濒危等级之间并没有明确的界限, 很难真正反映物种在自然中的状况, 在实际操作中困难很大, 尤其是在目前对物种的认识还很欠缺的情况下。因此物种受威胁等级的划分还有待进一步研究 (陈灵芝, 1994)。尽管如此, 动植物的稀有现象却是几百年来生物学家们一直感兴趣的自然现象之一 (达尔文, 1865; Fiedler 等, 1992), 由于在对物种各方面进行深入研究之前很难确定其是否濒危 (面临灭绝), 故濒危种的概念只在少数明确的物种中使用。相比之下, 稀有种的概念则由来已久, 被广泛使用 (达尔文, 1865; Griggs, 1940; Drury, 1980; Falk 等, 1991), 用来代表那些居群或个体数量比较少的物种。对植物来说, 包括 3 种不同的情况: (1) 分布范围广但居群不大; (2) 分布窄但居群很大; (3) 分布范围窄且居群不大 (Drury, 1980; Fiedler 等, 1992)。因此, 稀有是对物种个体分布格局和数量的一种定量描述, 但什么样的分布格局和数量可作为濒危种并无标准。由于不同的物种具有不同的进化历史、不同的生物学特性和不同的居群结构, 因而对环境条件可能作出不同的反应, 具有不同的适应能力。例如, 许多木本植物被称为“古特有种”, 它们从几百万年前至今一直分布在很有限的局部地区; 而另一些曾经有过广泛分布的种, 只是近年来由于环境的恶化、人为的破坏, 其分布区才逐渐缩小 (Fiedler, 1986)。显然这二种类群濒危的程度决不能用空间分布和数量来衡量。因此, 要研究物种濒危机制, 就要针对稀有种各自的起源、进化历史、生物学特性、居群结构和动态进行深入的研究。换句话说, 不仅要考虑地理空间尺度, 而且要考虑时间尺度 (Fiedler 等, 1992), 因为稀有既是一种空间现象也是一种时间现象 (Harper, 1981)。

在研究植物的濒危现象时, 一个常被忽视的问题是分类学研究的不足和偏差。与热带地区研究不足、还有大量类群未被发现和描述相反, 在许多温带地区一直存在着对类群的过多描述 (overdescription) (Fiedler 等, 1992)。一方面, 由于不同的分类学家对物种的划分有不同的观点, 坚持“小种”概念的分类学家往往将一个类群分为不同的许多种, 这些“种”自然就变为稀有或濒危了, 这类争议的例子有许多 (汤彦承等, 1989; Kruckeberg, 1985)。正如 Kruckeberg (1985) 所说: “不同的分类学判断可以将物种从稀有变为常见, 或者从常见变为稀有”。另一方面, 由于分类学研究的不足, 包括野外调查不够、标本不足、研究还不深入等, 也会造成分类学上的困难以至出现错误。例如橄榄科的橄榄属 (*Canarium*) 曾被定为 45 个种, 全为特有 (稀有或濒危) 种, 然而经过深入研究之后, 现在只被承认 9 个种, 其中只有 4 个特有种 (Richardson, 1978)。类似的例子还有很多 (Fiedler 等, 1992)。因此, 由于分类学的主客观原因会造成一些人为的“稀有”或“濒危”种, 这也从另一角度表明了分类学工作的基础性和重要性。

2.2 植物稀有和濒危现象研究简史

达尔文大概是最早对稀有现象发生兴趣并进行描述的学者，从而引起 19 世纪后半叶的许多博物学家和系统学家对稀有现象进行讨论 (Fiedler 等, 1992)。Willis (1922) 通过对植物区系的研究, 认为大多数稀有种 (尤其是特有种) 都是还没有时间向外扩展的年轻种, 与此相反, 一些分类学家则认为, 大多数稀有种是由于年龄高而“开始衰老 (senescent)”和濒于灭绝的种 (Fernald, 1929)。然而, 现在已经很清楚, 天然稀有种可以是新种, 也可以是老种或中等年龄的种, 稀有和年龄之间没有明确的相关关系 (Stebbins, 1980; Fiedler 等, 1992)。

本世纪 30 年代, 由于遗传学研究的介入, 人们对稀有现象的解释开始强调类群或居群的遗传多样性或同质性 (homogeneity), 认为稀有种所具有的遗传变异性比常见种低, 许多稀有种因居群缩小而导致近亲支配和等位基因的随机固定, 进而降低了居群的生存能力 (Wright, 1931; Stebbins, 1942)。此后针对大量物种包括稀有和濒危物种所进行的遗传多样性检测表明, 有许多稀有或特有种确实具有很低的遗传多样性, 但同时也发现一些广布种遗传多样性也很低, 而有些稀有种遗传多样性却可以较高 (Chapman, 1967; Gottlieb, 1973; Stebbins, 1980; Karron, 1991), 所以对稀有种的遗传学研究并未得出一致的结论, 这仍然是目前关注和讨论的课题之一 (Falk 等, 1991; Fiedler 等, 1992)。

与此同时, 还有一批植物学家着重强调物种稀有和濒危的生态学因素, 认为物种稀有是由于环境 (包括气候、土壤和其它生物等) 的制约 (Kruckeberg, 1985)。例如, 许多稀有种生长于短期性生境 (temporary habitats) 或先锋生境中, 还有些稀有种多出现于生境片断化以及所谓“生态学岛屿 (ecological islands)”的地方, 这些“岛屿”与周围的生态因子 (尤其是土壤) 明显不同 (Mason, 1946; Stebbins, 1976)。竞争能力弱也可能是物种稀有的另一因素 (Griggs, 1940; Kruckeberg, 1985)。支持这些生态学解释的实例确有不少, 尤其是来自对美国西部稀有和特有种的研究报道; 但同样也有许多常见种生长在特殊的环境或生境中, 以及稀有种生长于常见的群落中, 仅用生态学因素是无法解释的 (Stebbins, 1980; Kruckeberg, 1985)。

上述这些对稀有现象的研究和解释都是从不同学科角度进行的, 因此都有一定的局限。随着人们对稀有和濒危物种不断深入的研究以及各个学科之间的相互渗透, 对物种稀有和濒危的原因也有了更为深入的认识。Stebbins (1980) 提出了基因库——生态位相互作用理论 (gene pool-niche interaction theory), 认为对稀有现象的认识要从物种特定的进化历史, 特定的生态环境和特定的遗传结构 3 个方面综合分析, 使人们对稀有现象的认识从“单因素 (singular causes)”走向了“现代的综合 (modern synthesis)” (Fiedler 等, 1992)。

3 植物稀有和濒危的机制

80 年代后, 对植物稀有和濒危的研究不断增多, 加上植物学各分支学科的介入, 使植物稀有和濒危机制的研究成为综合性很强的研究领域, 造成植物稀有或濒危的多方面而且错综复杂的因素也被人们逐渐认识。许多学者曾分别对植物稀有或濒危的类型、意义和机制进行了详细的分析和充分的讨论 (Harper, 1981; Rabinowitz, 1981; Fiedler, 1986), Fiedler 和 Ahouse 最近 (1992) 按时间和空间两个因素将维管植物的稀有分成四大类型, 并举例对各类型稀有的原因和机制进行了分析和讨论。限于篇幅, 我们只能根据自己的认识, 将导致植物稀有和濒危的主要原因和机制作一简单的介绍。

3.1 物种稀有和濒危的人为因素

从某种意义上来说, 许多植物的稀有、濒危和灭绝都和人类的发展有关, 因为随着人口的不增长, 人类经济活动的不断加剧, 尤其是人类对资源掠夺式的开发, 人类的生存环境已发

生了明显变化，地球上没有哪一种生物能够下受影响。但在此所说的人为因素是指那些直接导致植物居群和个体减少或消失的人类活动。其中影响最大的是森林等生态系统的破坏，尤其是大片热带森林正急剧减少。据估计，被誉为“物种宝库”的热带雨林（占世界物种总数一半）正以每年 20 万 km² 的速度锐减，天然草场以每年 10 万 km² 的速度荒漠化，大量的湿地和水生生态系统也正遭受不可挽回的损失（陈灵芝等，1993）。此外，土地的大片占用，园艺、工业、医药对生物资源需求的不断增加和掠夺式的采挖等等都是导致物种稀有和濒危的人为因素，如我国的人参、野生牡丹和许多兰花等，都面临着这样的命运。这些导致植物稀有或濒危的人为因素是显而易见的，无须赘言（陈灵芝等，1993；Fiedler 等，1992）。

3. 2 物种稀有和濒危的自然因素

导致植物稀有和濒危的自然因素主要有下面几个方面：（1）类群的进化历史；（2）类群所处的生态环境；（3）类群的生殖生物学和居群动态特点；（4）类群的遗传特性和遗传多样性。

类群的进化历史包括类群的起源、演化、发展以及在此过程中一些历史事件对类群的影响。根据化石记录，不少裸子植物曾经有极广的分布范围，只是由于地质史上冰川的作用，其分布范围才不断缩小。例如北美红杉（*Sequoia sempervirens*）曾广布于北美西部，从阿拉斯加至加州南部和落基山脉，而如今仅限于加州海岸（Kruckeberg, 1985），仅在我国中部（四川、湖北、湖南）发现的水杉天然林也曾广布于东西半球（Florin, 1952）。这些类群都是从广布逐渐变为稀少，现存的多是一些残遗分布。与此不同的是，另一些类群的稀有或濒危很可能是暂时的，它们具有逐步发展成为常见种的可能或潜力。许多草本植物起初并不常见，但能很快开拓新环境，成为常见的广布种。例如异源多倍体 *Spartinatownsendii* 和 *Tragopogon mirus* 就是由稀有种逐步变为广布种的（Kruckeberg, 1985）。*Layia discoidea* 是仅分布在加州南部 155km² 范围的稀有种，被认为是从近缘广布种 *L.glandulosa* 中衍生出来的，具有丰富的遗传多样性，其分布范围很可能会逐步扩大（Gottlieb 等，1985），由此可见，物种的稀有或濒危可能是其进化历史或物种形成过程的一种体现。

生态环境因素是导致物种稀有或濒危的重要原因。热带的许多附生兰花、天南星科等植物都是适应局部小气候的特殊类群，而一些“岛屿”特有种则是地形、土壤等因素不连续的产物，如在一些隔离的岩盘、火山区、山脉等（Kruckeberg, 1985）。不同类群对特殊生境的专一程度也不一样，例如半边莲属（*Lobelia*）的 *L.gibberoa* 出现在中非高山的许多山峰上，而同属 *L.elgonensis* 只出现在 Elgon 山上（Good, 1974）。在与植物稀有或特有相关的生态因素中，对土壤因素，即土壤的物理、化学和生物学特性研究得最多和最详细，适应特殊土壤的植物特有种的报道很多（Kruckeberg, 1984；Fiedler 等，1992）。例如，在津巴布韦 Great Dyke 就至少有 20 个仅生长于蛇纹岩土壤上的特有植物种（Wild 等，1977）；在美国加州十字花科 *Streptanthus* 属的 *Euclisia* 组内，16 个类群中就有 14 个是喜好蛇纹岩的类群，其中 10 个是分布范围很小的特有种（Kruckeberg, 1984）。更为极端的是有些特有类群只存在于单个居群且生长在极为特殊的生境中，如 *Pedicularis rainierensis* 只存在于单个火山口上；*Zizania texana* 只在美国得克萨斯州 San Marros 河的一处中偏碱性、年温差不到 5.0℃ 的溪流中生长（Terrell 等，1978），这也是保护生物学中十分重视生境保护的原因之一。此外，植物和植物、植物和动物（尤其是授粉昆虫）之间往往具有一定的伴生或协同进化关系，各种生物之间的互助和对抗关系也是导致植物稀有和濒危的一个不可忽视的因素（Drury, 1980；Kruckeberg, 1985）。

在考虑植物稀有和濒危的原因时，植物自身的生殖生物学特性和居群（种群）生物学特点

是两个十分重要的方面。前者包括个体的生殖方式（有性、无性或兼性）、交配系统（自交或异交）、传粉和受精、生殖能力、种子散布方式等等；后者涉及种群的数量变化（出生率和死亡率）、年龄组成、空间分布格局等等（Kruckeberg, 1985; Fiedler 等, 1992），刺柏属（*Juniperus* L.）和柏木属（*Cupressus* L.）是柏科的两个近缘属，均为乔木或大灌木，在许多生物学特性包括对环境的需求方面十分相似。然而在美国西部，刺柏属的物种全为广布种；而柏木属中的许多种分布区都都很有限，特有（稀有）种的比例比北美任何其它木本属都高（Stebbins, 1980）。进一步研究表明，刺柏属植物的种子生于可被鸟类啄食的浆果中，因此鸟类可将其种子携带到距母树很远的地方，起到散布种子的作用；而相比之下，柏木属植物的种子被坚硬的本体球果包被，种子成熟后直接入张开的球果中落到地面，很难借助于鸟类进行扩散。所以：柏木属许多稀有（特有）种和其生殖特点有很大关系（Stebbins, 1980）。桦木科的 *Betula uber* 之所以为濒危种大概和其极低的生殖能力有关。据调查该类群种子的萌发率只有 1%（Kruckeberg, 1985）。其它一些生殖生物学因素，如一些被子植物授粉昆虫的变化或减少也会导致物种生殖能力下降从而限制其向外扩展（UrbanqLka, 1984）。

稀有和濒危植物的遗传学研究是揭示稀有和濒危机制的另一个重要方面，也是国际上讨论的热点之一（Falk 等, 1991）。因为对稀有或濒危植物遗传多样性研究不仅能了解物种的进化历史以及稀有或濒危的机制，而且关系到能否采取科学有效的措施来保护濒危物种，是保护生物学研究的核心之一（葛颂等, 1994; Falk 等, 1991）。早在本世纪初，一些学者就指出稀有或特有种往往出现遗传上的衰退，也即遗传变异下降（Wright, 1931; Stebbins, 1942），后来的许多研究也证实了这种现象（Stebbins, 1980; Schwartz, 1985; Karron, 1987）。造成遗传衰退的原因有选择作用、居群有效大小降低、遗传漂变以及自交等等（Kruckeberg, 1985; Karron, 1991）。由于等位酶方法是目前检测遗传多样性比较成熟且广泛应用的方法，因此 Hamrick 和 Godt（1990）针对 653 篇涉及 449 个植物种的研究报道进行统计分析，结果表明特有种遗传变异水平明显低于广布种（葛颂, 1994）。Karron（1991）总结了 11 群同属种的对比研究，每一群同属种既包括分布范围很大的广布种也包括分布区很窄的特有或稀有种，这样对比的类群除分布范围很不相同外，其余的生物学特性以及面对的生态条件和自然选择压力是相似的，结果表明，不管是从多态位点比例还是从平均每个位点等位基因数目上看，特有或稀有种的遗传变异水平都要比其近缘（同属）广布种为低（Karron, 1991）。但是，上述的这些总结说明了一个一般规律，在许多具体的类群中也有例外，也即仅凭地理分布范围是不能预测植物类群遗传变异性的多少，因为遗传变异高低不仅仅与类群的分布范围有关，而且与类群的起源、进化历史、生殖特点和生物学特性、环境条件等等诸多因素有关（葛颂, 1994; Karron, 1991）。正因如此，对遗传多样性的研究将有助于揭示植物稀有和濒危的内在机制。

4 植物濒危机制研究的基本方法

由前述可知，植物稀有和濒危的原因和机制是十分复杂的，要探讨和阐明植物濒危的机制，就必须有正确的指导思想，合理的研究思路和方案，有效的研究手段。早在几年前，作者就多次呼吁开展生物多样性的基础研究，把对濒危生物的保护研究作为国家重大项目来对待（洪德元, 1990），并积极搜集资料、组织人员筹划一项旨在挽救成千上万种植物类群的重大项目。

经过 3 年多的广泛调研、反复酝酿和各方面专家的讨论、审核，由全国十儿所大学和研究所合作开展的“中国主要濒危植物保护生物学研究”课题终于为国家自然科学基金委“八五”重大项目之一，濒危植物的濒危机制研究是该项目中的核心。在此，我们根据该重大项目在立

项、申请和启动后一些经验体会，介绍一些植物濒危机制研究的基本思路和方法。

4. 1 选择合适的研究对象

自然界生物物种的发生、发展、衰退和消失要经历相当漫长的过程，在这过程中物种形成与绝灭的速率是基本接近的。然而，本世纪以来，物种灭绝的速率大大加快，同时也有大量的物种正在变为稀有或濒危，按我国专家的初步统计，在中国高等植物中就有 1009 种稀有濒危植物，占我国高等植物总数的 3.5% (陈灵芝等, 1993)，而实际的比例要高于此数 (洪德元, 1990)。面对数目如此之大的稀有濒危植物，我们所能研究的类群不可能大多，这就涉及到选择哪些稀有濒危植物作为研究的对象。在此提供几条选择类群的基本原则。

首先，作为濒危机制研究对象的类群必须是分类学上的实体，也即分类上的好种。迄今，在植物中有关物种的概念和定义，尤其是物种划分的实际标准还无法统一 (Stussey, 1990)。因此，在选择研究对象时应避免针对那些分类学上有争议或分类地位不明的类群，以保证研究的对象确实是在某种程度上受到威胁的物种，且是自然界具有独特遗传特征、无法替代的类群。其次，必须具备可操作性，即主要分布在我国，有一定的居群或个体数目。这样，我们才能进行必要的观察、测定、试(实)验和分析，显然，对于那些处于灭绝边缘，自然界很难发现的类群是无法开展濒危机制研究的。对这样的类群，我们面临的任务是采取什么手段和技术来抢救它们。第三，被研究的对象具有良好的研究基础，这对揭示物种濒危机制具有重要意义。由于物种濒危的机制各式各样，导致濒危的因素又错综复杂，故有良好的研究背景，对所选类群生物学特性有一定的认识，将能使研究人员更全面和更深入地分析、阐明濒危的机制。

4. 2 以居群(种群)为单位，群落和生态系统为背景

任何植物都以居群(种群)方式存在于自然界，并在时间上连绵不断，构成进化的基本单位，只有在居群水平上才能反映物种的结构、动态和遗传多样性。事实上，物种稀有或濒危就是通过居群的缩小和居群数目的减少而表现出来的。种群生态学和群体遗传学的理论和方法是研究濒危机制的重要手段，而二者均是以居群为基本研究单位。另一方面，由居群构成的物种是生态系统和群落的组成单元，任何居群都存在于特定的时间和空间中，都会与其所在环境发生关系，相互影响。因此，在研究濒危机制时，决不能脱离物种所在的时空环境，包括时间环境(地质和进化历史)、物理环境(气候、土壤等)和生物环境(互助、伴生、竞争等)。

4. 3 常见种和濒危种的对比研究，抓住濒危的主要环节

植物濒危的机制来自物种内外两方面的因素。内因包括植物的遗传、生理、发育和生殖等特性；外因则来自人为干扰、生态环境变化等。而这些内外因素的共同作用往往是物种濒危的主要原因。通常，濒危植物许多异常生物学特性在缺乏参照对比的情况下不易察觉，而且因其个体或居群很少，研究材料来源受到限制，故对濒危物种近缘常见种的研究就更为重要。我们只有了解正常的现象，才能进一步发现和认识异常现象及其原因。另一方面，尽管导致濒危的因素很多，不同类群濒危的机制可以完全不同，但任何物种濒危的原因中都有一个或若干个主导因素。例如，*Pedicularis rainierensis* 和 *Zizania texana* 的濒危在于对生境的特殊要求；*Betula uber* 的濒危在于生殖能力上的衰弱；而人参、紫斑牡丹的濒危很大程度上是人为的破坏(见前述)。因此，在了解和掌握有关类群各方面资料的基础上，必须抓住制约物种生存和发展的主要因子和环节，这样才能从根本上揭示物种濒危的机制。

4. 4 多学科的参与和合作

正如生物多样性、物种多样性等所要研究的问题一样，物种濒危机制也存在着多样性，这

就决定了我们研究濒危机制的方法和手段必须多样性,我们必须依靠生殖生物学手段来了解濒危植物从种子萌发到开花结实整个生活周期的生物学特点,依靠分类学和遗传学方法揭示类群间的关系、进化历史和遗传多样性,依靠生态学方法来阐明种群的结构、动态以及植物与环境之间的关系等等。多学科研究也正是当前植物濒危机制研究的趋势。例如,在动物学领域兴起并在植物学领域逐步开展起来的种群生存力分析(population viability analysis),运用了数学(统计学)、遗传学和生态学等学科的原理来研究小居群(种群)的动态和命运,就是研究物种灭绝和濒危的多学科方法之一(李义明等,1994; Menges, 1991),可以说,植物学各分支学科的研究手段和方法都是研究植物濒危机制所不可缺少的,多学科方法的应用意味着各学科研究工作者的参与和合作,这是物种濒危机制研究中一个极易忽视而又十分关键的环节。

参考文献

- 陈灵芝(主编),1993 中国的生物多样性——现状及其保护对策。北京:科学出版社
- 陈灵芝,1994.生物多样性保护现状及其对策.见钱迎倩,马克平(主编).生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,13—35
- 葛颂,1994.同工酶和植物进化生物学研究.见陈家宽,杨继(主编).植物进化生物学.武汉:武汉大学出版社,153—208
- 葛颂,洪德元,1994.遗传多样性及其检测方法.见钱迎倩,马克平(主编).生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,123—140
- 李义明,李典谟,1994.种群生存力分析的主要原理和方忠.见钱迎倩,马克平(主编).生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,69—82
- 洪德元,1990.生物多样性面临的危机.中国科学院院刊,2:117—120
- 马克平,钱迎倩,王晨,1994.生物多样性研究的现状与发展趋势.见钱迎倩,马克平(主编).生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,1—12
- 汤彦承,向秋云,1989.重订藤山柳属的分类——续谈植物分类学工作方法.植物分类学报.27(2):81—93
- 达尔文著,1865.周建人等译.1955.物种起源.北京:生活·读书·新知三联书店
- Chapman,S.R.1967 Patterns of genetic variability associated with a highly inbreeding species. Proc.Montana Acad. Sci. 72: 26—32
- Drury . W.H.1980.Rare species of Plants,Rhodora 82: 3—48
- Falk,D.A. and Holsinger,K.E.1991. Genetics and Conservation of Rare Plants. New York,Oxford University Press.Inc.
- Fernald,M.L.1929.some relationships of the floras of the Northern Hemisphere Proc.Intern. Congr. Plant Sciences 2: 1487—1507
- Fledler,P.L. and Ahouse, J.J. 1992 . Hierarchies of cause: Toward an understanding of rarity in vascular plant species. In
- Fledler,P.L. and Jain,S.K.(eds.). Conservation Biology the Theory and Practice of Nature Conservation preservation and Managment.NEW York : Chapman and Hall,23—47
- Florin,R.1952 on Metasequoia , living and fossil Bot.Not. 1: 1—30
- Gottlieb,L.D,1973. Genetic differentiation,sympatric speciation, and the origin of a diploid species of stephanomeria.Am.J.Bot.60: 545—553
- Gottlieb,L.D. et al. 1985 . Morphological and electrophoretic divergence between Layia discoidea and L.glandulosa Syst. Bot. 10: 484—495

- Griggs,R.F. 1940. The ecology of rare plants. Bull.Torrey Bot. Club. 67 : 575—594
- Good.R. 1974 . The Geography of Flowering Plants . London : Longman. 4th ed.
- Harper,J .L. 1981.The meanings of rarity . In : Synge,H. (ed.).The Biological Aspects of Rare Plant Conservation. New York : WiLey, 189—203
- Karron,J.D.1987 .A comparison of levels of genetic polymorphisms and self-compatibility in geographically restricted and widespread plant congeners. Evol. Ecol. 1 : 47—58
- Karron,J.D.1991. Patterns of genetic variation and breeding systems in rare plant species. In
- Falk .D.A. and Holsinger (eds.), Genetics and Conservation of Rare Plants. New York, Oxford University Press .Inc. 87—98
- Kruckeberg,A.R.1984 . California serpentine : Flora, vegetation, geology, soils, and management problems.Univ. Calif. Publ . Bot.78 : 1—180
- Kruckeberg,A.R.1985 . Biological aspects of endemism in higher plants . Ann. Rev.Ecol. Syst . 16 : 447—479
- Mason,H.L.1946. The edaphic factor In narrow endemism . I.The nature of environmental influences. Madrono 8 :209—226
- Myers,N.1988.Threatened biotas : “ Hotspot ” in tropical forests Environmentalist,8 : 1—20
- Rabinowitz,D.1981. Seven forms of rarity. In : Synge, H. (ed.)The Biological Aspects of Rere Plant Conservation. New York : John Wiley and bons : 205—217
- Richardson,I.R.K. 1978. Endemic taxa and the taxonomist In : Street,H.E.(ed.) Essays in Plant Taxonomy, LondOn : Academic Press , 245—262
- Stebbins,G.L.1942 . The genetic approach to problems of rare and endemic species Madrono,6 : 240—258
- Stebbins, G.I. 1976. EcologicaJ islands and vernal pools of California. In Jain,S. (ed.). Vernal Pools , their Ecology and Conservation.Inst.Ecol.Univ.Calif.Davis. 9 : 1 —14
- Stebbins,G.L.1980.Rarity of plant species : a synthetic viewpoint. Rhodora , 82 : 77—86
- Terrell,E.E.et al. 1978. Observations on Zizania texana , an endangered species. Bull. Torrey Bot. Club.105 : 50—57
- Schwartz,O.A.1985. Lack of protein polymorphism in the endemic relict Chrysosplenium iowense (saxifraga) Can . J. Bot. 63 : 2031—2034
- Urbanska,K.M.1984 . Plant reproductive strategies.In : Grant,W.F. (ed.) Plant Biosystematics. London : Academic Press,211—228
- Wild H. and Bradshaw,A.D. 1977. The evolutionary effects of metalliferous and other anomalous soils in south central Africa. Evolution 31 : 282—293
- Willis,J.C.1922 .Age and Area :A Study in Geographical Distribution and Origin of Species. London :Cambridge Univ. Press.
- Wright,S . 1931, Evolution in mendelian populations, Genetics ,16 : 97—159

**PRINCIPLES AND APPROACHES
TO STUDYING THE MECHANISMS OF
PLANT RARITY AND ENDANGERMENT**

Hong Deyuan, Ge Song, Zhang Daming, Wang Xiaoquan, Cheng shuzhi
(Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044)

To understand the causes of rarity, endangerment and extinction in plants is the major concern in biological conservation and the critical area of research in conservation biology . In this paper, we shall briefly review the history of the research work concerning rare and endangered plants, and then introduce the possible reasons why plant species are rare and endangered . The first class of factors to cause the rarity and endangerment in plants come mainly from direct effects of human intervention including habitat destruction (deforestation) ,land management , human uses, taxonomic artifacts ,etc. The second class of causes relates to the intrinsic properties of plants and the environment where plants live,i .e. ,speciation and evolutionary history ,reproductive biology ,ecological factors population genetic structure and dynamics, etc.Based on theelucidation and discussion about those causes , several principles and approaches are proposed to study the confounding factors of plant rarity, endangerment and extinction.

Key words : Rare and endangered plant,Causes,Review