

论植物园的活植物收集

贺善安, 顾 姻, 於 虹, 褚瑞芝

[江苏省植物研究所(南京中山植物园), 江苏省植物迁地保护重点实验室, 江苏 南京 210014]
中国科学院

摘要: 对植物园活植物收集评价、引种中的取样方法和迁地保护种群大小等问题进行了论述。对活植物收集的评价包括科学性和代表性, 最具有科学意义的是经过调查从野外收集的有完整记录的材料, 其次是从植物园等机构引种的有记录的材料, 再次是从各地引种的基本上无记录的材料。根据收集物的代表性可分为具有保护意义的收集和保护性收集。取样技术主要针对保护性收集而言, 要求收集样本能涵盖该物种 95% 以上、频率大于 5% 的等位基因。活植物收集种群的大小应从科学性和现实性二方面来考虑, 对植物园里大量的具有保护意义的收集, 其种群大小为乔木 10~20 株, 灌木 40~50 株, 草本 100~200 株; 对于保护性收集则至少为乔木 50~100 株, 灌木 200 株或更多, 草本 300~500 株以上。另外, 对当前植物园活植物收集圃建设的一些重要问题也进行了探讨。

关键词: 植物园; 引种; 活植物收集; 取样方法; 最小种群

中图分类号: Q16; S759.95; Q948.13 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2005)01-0049-05

On living collections in botanical garden HE Shan-an, GU Yin, YU Hong, CHU Rui-zhi (Key Laboratory for Plant *Ex-situ* Conservation, Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(1): 49-53

Abstract: The evaluation criteria of living collections, sampling principles for plant introduction and the appropriate population size for *ex-situ* conservation in botanical garden are discussed. Scientific and representative values are major aspects of evaluation. Collections from natural populations with completed field records are the most valuable ones. Material introduced from botanical gardens, nurseries and other institutions with records is appropriate. Plants obtained from markets and other sources without records are less significant and can mainly for decoration and display in the recreation areas of the garden. Collections in botanical garden can be divided into two groups, collections with conservation value and collections for conservation, by their representative value. Most collections in botanical garden are collections with conservation value and only the collections with more than 95% of alleles with >5% frequency of the species. Usually, it should be established by sampled for several times. Plant species can be scientific measurements for botanical garden practice were suggested. The size of population of collections should be determined from two, scientific and realistic, aspects. For most part of the collections with conservation value the population size can be 10-20 individuals for trees, 40-50 for shrubs and 100-200 for herbaceous plants. For conservation collections it should be, at least, 50-100 for trees, 200 or more for shrubs and 300-500 or more for herbaceous plants. Several key issues of the construction of living collections in botanical gardens are discussed.

Key words: botanical garden; plant introduction; living collection; sampling method; minimum population

生物多样性是植物园的灵魂,活植物收集是保证多样性的根本。中国现代植物园的发展历史比起欧美工业发达国家要短得多,植物园里物种的收集数量一般也较少。在欧洲,收集物种达万种以上的植物园有数十处之多。要加强植物园的建设,提高植物园的水平,就一定要大力加强活植物的收集。然而,在强调增加物种的时候,既不能忽视数量的增加,又不能盲目追求数量;既不能不讲理论根据和科

学方法,又不能不顾实际与现实条件;既不能不考虑侧重面,又不能把收集的对象限制得过于狭窄。因此,对活植物收集的方法、途径和质量必须十分注意。

收稿日期: 2004-10-14

基金项目: 中国生物多样性保护基金会植物园专业委员会资助项目
作者简介: 贺善安(1932-),男,湖南长沙人,大学,研究员,博士生导师,主要从事植物园及植物资源等方面的研究。

1 活植物的收集

对迁地保护活植物收集的评价,是一个多元的综合体系。主要包含2个方面。

1.1 科学性

植物园的活植物收集与一般园林和绿化所用的活植物不同之处主要在于它对科学记录的严格要求,尤其是收集物的采集地、采集时间、材料性质和采集者等信息,这是400多年来植物园界共同努力坚持和追求的科学内涵。从科学性出发,可以把植物园的活植物收集分为3级。

第1级采自天然种群。经过调查研究,直接采集的野生材料是最具有科学意义的收集品,也是在未来科研和利用中最可靠的材料和种源。美国阿诺德树木园的“收集圃原则”中明确指出:“有齐全野外来源记录的植株,其价值远较来自苗圃和植物园的植株高。”^[1]

第2级引自植物园。从各植物园交换和引种得到的有科学记录的材料。这些材料具有与第1级材料相似的意义,但是,之所以要将它们从第1级中划分出来,是因为植物园里往往在很小的范围内保存着许多同属的种类及变种和品种,容易发生杂交和受到近缘的其他种类花粉的干扰,因而种质不纯。对于无性繁殖的材料,则担心它们在栽培条件下繁殖的世代太多而发生变异。因此,这种交流所得的材料,其意义不如直接从野外采集所得到的材料。

第3级来自其他来源。从缺乏足够科学记录的来源所得到的材料,其中很大部分是从商品流通中得到的。在国外,尽管很多有水平的园艺公司也能对他们的商品有一些记录,直至能提供很全面的信息。但是对这些材料的“根”,即从野外到栽培以及栽培后的一系列移栽过程,一般不可能有详细的数据,因此,这种材料都列入第3级。严格地说,其中大多数都不能属于活植物收集的范围,而作为装饰植物园的材料是完全可以的。

1.2 代表性

自从物种保护的概念提出后,植物园的活植物收集在物种水平上的代表性就成为重要标志,这主要是指包含该物种的遗传资源的多少。因为一般植物园的收集物大都个体数很少,而且采样也只在有限的种群中进行,要包含该物种绝大部分的遗传

资源是不可能的。只有按照物种保护为目的进行设计并经过多次反复的取样、研究、再取样、再研究的过程,才能达到具有该物种代表性的收集。根据“物种代表性”原则,植物园的活植物收集分为2大类,即具有保护意义的收集和保护性收集。

1.2.1 具有保护意义的活植物收集(collection with conservation value) 所有植物园的活植物收集,如供观赏、展出、科普、科研和开发利用的,都属于这一类型,即具有保护意义的收集。在一个综合性大植物园,这类收集可以达到数以万计甚或数万种之多。

1.2.2 保护性收集(conservation collection) 只有那些以物种保护为目的,严格按照种群生态学和遗传多样性原则从自然种群取样的收集,才能涵盖该物种的大部分遗传资源,同时对它们的种源(provenance)还要有很详细的记录,才是保护性收集。保护性收集是在栽培条件下生长的、包含有广泛的野外种群产生的基因型的种群。因此,总是有较大的、并能长期保持下去的种群,是经过反复取样和研究形成的收集物。一般每个植物园只能承担十几个或几十个物种的保护性收集,要对成百上千的物种采取严格的研究和收集保存是难于实现的。

对迁地保护内容的评价系统,是指导植物园工作的方针,它符合植物园促进自身工作发展的需要。因此,各园的评价体系也均有自己的特点。世界著名植物园都根据自己的任务,制定自己的评价系统。

2 取样技术

野外(田间)取样技术,虽然主要是针对保护性收集而言,但是对于植株数很少的大量具有保护意义的收集来说,也同样重要。因为注意取样技术,就能大大提高植物园内收集物在物种遗传资源方面的代表意义。

衡量取样的质量主要从样本所包含的等位基因的数量(allelic richness)、平均杂合性的大小(average heterozygosity)和基因型的数量(gene richness)3方面来判断^[2]。强调取样技术,其目的是要求所采集的样本能够包括被采集种群中95%以上且频率大于5%的等位基因^[3]。

由于种群大小的不同,物种的繁殖系统特征不同,是自花授粉还是异花授粉物种,是雌雄同株还是雌雄异株,以及物种本身的变异程度,取样都应有相

应的变化。

濒危物种的种群,单株(个体)数常常很少,如只有1~2株或几个单株,在这种情况下,尽可能从每个单株都采种;如果种群的单株数较多,则可从其中的10~15株单株上采种。在可能条件下,采种的数量应以总计1000粒种子为最低标准,也有作者推荐应从10~50株单株上采种。每个单株的种子应分开保存。如果种群数较多则应先把种群分为若干组,一般至多分为5组,每组选2~3个种群为代表,每个种群选10株单株采种,总共是100~150株单株。

如果以保护物种为目的,以随机的方式取样较为适宜,这样可以避免因人为选择而遗漏了遗传资源。因为基因和基因型并不是直观所能察觉的,能直接察觉的只是表现型。

在取样时一定要弄清楚种群分布的范围和分布区的地貌,确定种群的分布是否是连续性的以及种群内的基因交流、花粉扩散和种子散布的情况,以供取样时参考。在对银杉(*Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang)等濒危物种研究的基础上,葛颂提出,居群间变异占总变异的比率(G_{ST})为0.60时,至少要对6个居群取样才能保存95%的遗传多样性,而 G_{ST} 为0.20的物种,只要对2个居群取样就可达到同样的效果^[4]。

作为育种原始材料的取样,则以选择取样为宜,这样可以根据观察判定和选择形态上和生境上不同的单株采集材料。作为育种原始材料也应注意,必须把每个单株上采到的种子分开保存。有条件时,这2种取样方法可同时进行,使采得的标本可供各方面之需,而且也使整个样本的多样性更全面。在采种时应选择健康而且生长和发育良好的母株。

采集样本建立迁地保护收集圃,有时不能一次完成,则需要重复采种。

对于采取插条或其他无性繁殖材料,其原则是相同的。

3 迁地保护种群的大小问题

迁地保护中至关重要的理论问题是:迁地保护的种群在科学上到底有多大意义?能持续多久?种群生态学和种群遗传学家们对此十分关注。因为植物园迁地保护的规模总是有限的,因此“最小种群”

就是植物园迁地保护中的关键性科学问题。建立迁地保护中最小存活种群(minimum viable population, MVP)或最小种群(minimum population, MP)应考虑下列5个方面:

- 1) 代表性:所取的样品必须能代表该种群的遗传多样性;
- 2) 防止性:随着时间的推移不会因选择而出现基因流失;
- 3) 保存性:能维持种群的遗传完整性;
- 4) 保持性:能维持种群的基因频率;
- 5) 资源可行性:执行中在人力、空间、设备和技术上的可能性。

对最小种群的大小有许多论点和建议,但多数是根据动物学研究的结果推论而来的。Franklin根据动物繁育实践,提出50个个体可能是最低限度;根据果蝇的资料,又建议种群的大小是500个个体^[5],通常称之为50/500法则。一般认为这个法则在实践上难以应用。

许再富提出,在植物园里为了使种群能保持50~100 a,其种群大小的经验公式是 $P_n = L_f \cdot E_e \cdot A_m$,式中的 P_n 为应保护的“最小种群”; L_f 为该物种所属的生活型所要求的保护株数,如乔木10~20株,灌木40~50株,而草本则为100~200株; E_e 为经鉴别的生态型或遗传类型的数量;而 A_m 则为该物种的繁殖系统特性的系数^[6],初步确定,雌雄同株植物不论是自花或异花授粉均为1.2,雌雄异株植物为1.0,而无融合生殖种类为0.8。同时提出至少要分5个植物园保护,以保证保护的安全性。当前植物园的迁地保护,都很难按照这些法则和公式来进行,而且这些提法的科学依据也有待继续研究。

Menges提出,在就地保存时种群的个体应为 $10^3 \sim 10^6$ 个,而对植物园里的迁地保护种群则缺乏研究^[7]。但植物园内自然灾害和环境的变异总比野外自然条件下少得多,因此 $10^2 \sim 10^4$ 个个体可能就足以克服无法控制的气候条件,以及病虫害和食草动物的为害。对迁地保护的种群来说,遗传因素则更为重要,因此,本文作者认为Menges的建议具有一定的实践意义。

Eloff的研究结果表明,对美丽芦荟(*Aloe spectabilis* Reynolds)的3株植株,在90 a间栽培中所繁殖的10000株个体的形态研究发现,其特征与3000 m以外的野生种群没有明显差异^[8],显然栽

培期间并没有基因流产生,因而认为迁地保护并不需要太大的种群。

南京中山植物园 20 世纪 50 年代从江西庐山引种红豆杉[*Taxus chinensis* (Pilg.) Rehd.], 迁地保护的种群共有 11 株单株, 其中 5 株雄株, 6 株雌株, 经过 40 a 的正常生长和发育, 现在已在邻近的自然生境中天然繁衍了 461 株新植株^[9]。这表明即使是乔木物种, 随栽培时间的延长, 很小的种群也可能繁衍扩大成大种群。

在植物园迁地保护种群大小的问题上, 当前的注意力集中于遗传因素方面, 忽视了生态学的因素。从本质上看, 现在的迁地保护工作, 与其说是迁地保护, 还不如说是“迁地栽培”。如果依照保护学的原理来对待植物园的迁地保护, 并重视适宜生境的创造, 迁地保护种群大小的问题, 可能将大为改观。

当前植物园迁地保护的种群大小应根据实际情况确定。首先应分清是一般的收集(即具有保护意义的收集), 还是保护性收集。属于前者, 种群大小不是主要问题, 可以参照许再富的建议^[6], 乔木 10~20 株, 灌木 40~50 株, 草本 100~200 株, 也无须再按繁殖系统特征和生态型等公式调整, 因为这本身就是一种估计。如果植物园的面积较小, 而且人力、物力条件有限, 数量可再减少一些, 如乔木类 3、5、10 株, 也是可行的, 真正应保留多少, 还应根据多方面的实际情况来决定。同时, 植物园里的收集, 也并非一定是一次性完成, 常常需要多次的引种才能获得需要的材料, 1 份成熟的收集材料也常有一个发展的过程。如果是保护性收集; 目标是物种保存, 取样的个体就比较多, 那么, 迁地保护的种群应尽可能大, 可按乔木 50~100 株, 灌木 200 株或更多, 草本 300~500 株取样都不算太多, 但在收集圃里必需留下足够的空间以供植物生长。

根据取样技术分析可以看出, 保存个体太少时取样操作都会有一定的困难, 如果要包含该物种的大部分基因则困难更大。但这样规模的种群, 往往有一个发展的过程, 是一个引种、研究、再引种、再研究的反复过程, 只有这样才能尽可能的将一个物种的遗传资源加以充分保护。几乎没有一个濒危物种, 在人们发现需要保护时, 已经对它的种群生态和遗传资源有充分的了解, 因而也不可能一次引种就能取得该种的绝大部分遗传资源, 只有经过反复研究才能得到充足的信息和建立比较理想的迁地保护

种群。而这种规模和水平的种群, 在一个植物园里则不可能有太多。

4 活植物收集中几个值得注意的问题

4.1 对收集量应有正确的认识

中国植物园较普遍地存在着收集数量偏少的问题。根据典型调查的估计, 在约 150 个植物园中, 多数植物园的收集总数只有 1 000 至 2 000 种(包括种以下单位), 有约 30 个植物园在 3 000 种左右, 收集量达 5000 种的不到 10 个植物园, 达到万种的仅 1~2 处, 基于这样的收集水平, 增加种类以丰富多样性还是很必要的。应该注意的是增加种类不能盲目求数量, 更要注意质量。大量引种商用品种对于满足美化植物园的景观来说是必须的, 但这并不是最重要的资源。植物园为了不断提供新的植物材料, 就要注意收集野生植物资源, 通过选育创造新的植物品种。植物园之间相互引种是必要的, 不可避免的, 任何一份野生引种号的材料都至少应保存在 5 个以上植物园里, 但一般性的材料则不必要过多的重复。

4.2 “具保护意义的收集”在数量上还将占绝大多数

在世界植物园 450 a 的历史中, 在总共 2 300 多个植物园里, 积累了数以百万号计的引种材料, 它们都是生长在人为的栽培条件下。其中前 400 a 左右的收集都是以利用为主要目的, 只有近 50 a 以来才考虑到保护, 但多数仍然是为了利用的“具保护意义的收集”。迄今为止, 所有的专类园也都属于这类性质的收集。原本这些收集物是为了利用, 它们只是“具有保护意义”, 当然, 把它们置于完全栽培条件下, 是无可厚非的。植物园, 尤其是中国和资源丰富的发展中国家的植物园, 今后在开发利用上还会有大量任务。人类不断发掘新植物资源的要求不会终止, 因此, 在植物园里, “具保护意义的收集”在数量上始终要占大多数。现在, 从物种保护的角度出发, 把它们全部都称之为“迁地保护”的内容, 这未尝不可。但从本质上看, 与其说是“迁地保护”还不如说是“迁地栽培”, 因为收集物所处的生境条件是以植物栽培学为基础的环境, 而不是按照物种保护生物学原理所建立的生境条件。当然, 在引种时也应尽可能地采取科学合理的取样技术, 以提高引

种材料(收集物)的代表性。

4.3 “保护性收集”是物种(或种群)的“代表”

严格取样,经过研究、取样、再研究、再取样过程所形成的,具有代表性的“保护性收集”在植物园里是为数不多的,它是植物园物种保护的核心部分,也是科研内容的一部分,迄今主要还只是针对濒危物种,它需要有较大的种群和较大的空间。据报道,符合标准的这类收集在澳大利亚还不到10个种。因此,在一个很长的时期内,在一个植物园里也不可能有为数很多的这类收集。值得注意的是这类收集不应再把它们置于完全人为的栽培条件之下,而应创造适宜于它们的生境。从本质上变“迁地栽培”为“迁地保护”,这对植物园的活植物收集来说是一个根本性的转变。

4.4 自然植被与人工植被的复合设计

南京中山植物园活植物引种圃里红豆杉小种群,经过40余年形成自然种群的事实,并非偶然。小种群在邻近天然次生林中的扩散给人们以启示:物种多样性丰富(包括动物)、群落结构复杂、生境组合多变将有利于物种保护。活植物收集圃,尤其是以代表物种或种群的“保护性收集”的所在处的设计应该向这个方向发展,未来的活植物收集圃的型式,可能就是自然植被与人工植被的混合结构。

人类社会的发展使地球上出现了城市,城市化的进程不可逆转,而城市化的结果则是自然植被的不断减少,城市里发展的最好的也只是人工植被。为了城市的需要,又发展出了高产高效农业,农业用地也大大地减少了自然植被。因此,要实现人与自然的和谐共处,自然植被和人工植被协调发展就成为至关重要的问题。植物园在保护物种上采取自然

植被与人工植被相结合的新模式的研究,不仅对植物园的发展具有深远意义,同时也将对城市生态建设起导向作用。

参考文献:

- [1] 斯蓬伯格 S A. 阿诺德树木园传统的形成[A]. 谢立三,许定发译. 活植物种质资源的收集与保护[M]. 南京:东南大学出版社,1993. 16.
- [2] Brown A H D, Briggs J D. Sampling strategies for genetic variation in *ex-situ* collections of endangered plant species[A]. Falk D A, Holsinger K E. Genetics and Conservation of Rare Plants[M]. New York: Oxford University Press, 1991. 99 - 122.
- [3] Waldren S. Sampling strategy for conservation collections[R]. Beijing: First national workshop on biodiversity and public education for botanic gardens, 2002.
- [4] 邹喻苹,葛 颂,王晓东. 系统与进化植物学中的分子标记[M]. 北京:科学出版社,2001. 147.
- [5] Franklin L A. Evolutionary change in small populations[A]. Soule M E. Conservation Biology—An Evolutionary-ecological Perspective[M]. Sandland, Massachusetts: Sinner Association, 1980. 135 - 149.
- [6] 许再富. 稀有濒危植物迁地保护的原理与方法[M]. 昆明:云南科学技术出版社,1998. 182.
- [7] Menges E S. The application of minimum viable population theory to plants[A]. Falk D A, Holsinger K E. Genetics and Conservation of Rare Plants[M]. New York: Oxford University Press, 1991. 45 - 61.
- [8] Eloff J A, Powire L W. How many plants are needed for *ex-situ* conservation to ensure the subsequent established of viable population[A]. He S A. Proceedings of the International Symposium on Botanical Gardens[C]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Publishing House, 1990. 99 - 104.
- [9] 李新华,贺善安,盛 宁. 红豆杉迁地保护中天然种群的形成[J]. 植物资源与环境,1999, 8(1): 38 - 41.

(责任编辑:惠 红)