

计算机在古植物学上应用的进展^①

胡雨帆 李中明 韦安华

中国科学院植物研究所, 北京, 100093

本文将概述近十几年来, 国内外在利用计算机进行古植物学, 主要是植物大化石的研究方面所取得的进展, 并进而展望其前景。

1 数据计算

在相当长时期里, 古植物学一直被当作一门描述性科学, 深奥的数学问题与古植物学家无缘。所以直至近几年, 国内许多古植物学者也只是利用它来进行文字处理或制表。

而在 70 年代末, 随着古生态学的发展, 一些从事这方面研究的国外古植物学家, 开始利用计算机代替手工方法, 进行某些生态学数据的统计和计算。例如 Phillips 等 (1977, 1981) 在当时就开始用编程的计算机统计计算出煤核中各植物类群及各类器官的生物量 (composition) 和发生率 (frequency of occurrence), 进而根据这些数据说明其成煤沼泽的生态特征。然而这类统计和计算是相当简单的。

80 年代以来, 计算机的应用开始渗入到传统的化石植物分类学和系统演化等研究中。这种进步无疑是与现代生物的分类方法的新发展分不开的。其中最主要的, 是在 70 年代初在分类学方面已形成了 3 个主要学派: 综合系统学、数值系统学和分支系统学, 进而至 70 年代中期, 后两个学派的思想和研究方法开始渗透进古动物学研究中, 而以植物碎片为研究对象的古植物学, 尽管前进的步伐总比其他学科慢些 (Stein, 1987), 也于 80 年代初开始接纳这两种方法。这样古植物学为计算机的应用敞开了大门。

数值分类学是以生物全面的相似性为基础, 利用各种数学方法进行分类的一种理论和方法。这种方法与某些数学理论紧密相关, 除了线性代数及多元分析理论外, 有时还涉及模糊数学、图论和信息论等原理 (Sneath et al., 1973; 徐克学, 1983)。因此, 复杂的数学计算和大量的数据处理, 只有靠计算机才能做到快速准确。这也是数值分类学到 70 年代才得以迅速发展的原因。而在古植物学上, 有一些很好的例子 (Niklas et al., 1978; Mosbrugger et al., 1982), 其中之一是

Miller (1982) 对在中生代松柏类植物的系统发育进行了探讨。结果表明 Florin 关于现代松柏类起源的假设是正确的, 即现代松柏 (不包括紫杉科植物) 是由勒巴契杉科 (Lebachiaceae) 经伏脂杉科 (Veltziaceae) 演化而来的, 这项研究得到了国际古植物学界的好评。

应包括在数值分类学中的另一研究方向, 是“利用统计学或其他数学方法, 从数据中引出种系发生的推论”。这种方法的应用可追溯到 30 年代, 只是由于缺乏适当的计算设备而一直未得到进一步发展。最近一些古植物工作者们试图利用判别函数和方差分析等找出划分化石植物分类群的方法 (李中明, 1986; Mosbrugger, 1986)。

尽管分支系统学不像数值分类学那样, 它是一种纯数学方法, 分支图的建立也不像聚类图那样依赖于计算机, 但是作为一种具有严格逻辑性的分类学理论随着研究所涉及的类群和特征数的增加, 要从大量的分支图中筛选出最合理的分支图, 同样也只有利用计算机技术 (周明镇等, 1983)。为此, 还有人编制了专门供分支分析用的计算机程序 (Miller, 1982; 徐克学, 1983)。在古植物学上, 用编程的计算机进行植物系统演化研究的代表例子, 是 Doyle 等 (1986, 1987) 对种子植物系统发育的研究。此项研究对 16 个前裸子植物到被子植物的大类群, 进行了分支分析。根据对 62 个性状的分析结果, 不仅得出了关于这些类群之间相互关系的一些结论, 而且证明“化石资料对改变或补充由分支系统学推出的现代类群间的关系具有很大价值”。从而肯定了化石植物在弄清系统发育和大演化方面的作用。由于这样的研究所涉及的性状和类群相当多, 没有计算机, 完成这样的研究几乎是不可想象的。

2 信息处理

古植物学作为一门形态科学, 在过去的一个多世纪里已描述约 15000 个属的 30000 个种。在这些宝贵的记录中, 既有大量具研究价值的信息有待于开发, (下转第 262 页)

① 本文为国家自然科学基金 (编号 39470048)、中国科学院资环局重点基金 (编号 Kz 952-S1-128)、生物科学技术特殊支持费 (财政部专项) (编号 STZ-1-01) 和古生物学科特支费资助项目。

(上接第 254 页)也有一些错误和重复,需要改正和整理。然而这项工程相当大,手工是很难完成的。越来越多的古植物学家已意识到,应充分利用计算机的能力来完成此项工作。

由国际古植物组织(IOP)实施的“植物化石数据库工程”是一项涉及化石植物分类,地层和地理分布等内容的庞大信息工程。这项由国际古植物组织委托英国东伦敦理工大学承担的工程,至 1990 年 5 月已完成了可行性研究阶段的任务。在这个阶段中,他们完成了国际通用的数据库字段格式的设计,及 9000 个属的数据输入工作。同年 5 月,在德国法兰克福召开的第三届国际森肯堡古植物学会议上,国际古植物界讨论了此项可行性研究,并通过了法兰克福声明。至 1991 年,一个包含 10478 个属的数据库 PFRI 已被建成。这是一项对古植物学的发展具有战略意义的工作,并将推动古植物学研究的现代化进程。同时其他种类的数据库也有了发展。

3 图像技术

在以形态学为基础的古植物学研究中,各种形式的图形图像是必不可少的一个部分。在过去的研究中,这些图形图像的构成主要依赖绘图和照相技术,而很少使用其他现代化的影视手段。现在,在上述的国际化石植物数据库中,不仅包含文字,而且还通过图像处理技术输入了化石植物的形态图。这样人们不仅能从数据库中获得由文字携带的信息,而且能通过这些图像识别直接到形态学信息。

应用计算机图像处理技术的另一个例子,是计算机三维重建技术在煤核植物研究中的应用(陆惠民等,1991)。

4 前景

目前,国内外正在继续探索计算机在古植物学上的应用,例如计算机模拟技术研究化石植物大类群的演化;由计算各种结构的尺寸研究古植物构造形态学;智能数据库和专家系统研究;图像识别技术在化石鉴定中的应用;数字图像技术在处理化石照片方面的应用;由计算机进行三维重建的共焦距显微镜的应用等。正如美国古植物学家 T. N. Taylor 最近所说:“作为古植物学家,必须善于从大量化石中创造出获取信息的新方法,也只有这样的人,才能不断解答古植物研究中的新问题。”

参 考 文 献

李中明. 1986. 方差分析在台木类化石鉴定中的应用. 植物学报, 30(2):187~195.
陆惠民, 李中明. 1991. 计算机三维重建技术在煤核研究中

的应用. 植物学报, 33(2): 149~152.

徐克学. 1983. 浅谈分类学的数学方法. 植物分类学报, 20(4):502~509.

周明镇, 张弥曼, 于小波. 1983. 分支系统学译文集. 北京: 科学出版社, 1~12.

Doyle J A, Donoghue M J. 1986. Seed plant phylogeny and origin of angiosperms: an experimental cladistic approach. Bot. Rew., 52:321~431.

Doyle J A, Donoghue M J. 1987. The importance of fossils in elucidating seed plant phylogeny and macroevolution. Rew. Palaeobot. Palyn., 50:63~95.

Miller Jr C N. 1982. Current status of paleozoic and Mesozoic conifer. Rew. Palaeobot. Palyn., 37:99~144.

Mosbrugger V, Vogelehner D. 1982. Zur Sippenabgrenzung in der Palaobotanik mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden am Beispiel der jungpalaozoischen Pteridophylle *pecopteris arborescens*—*Cyathea*. Palaeontographica Abt. B, 184:107~126.

Mosbrugger V. 1986. Zur klassifikation der pecopteriden: ein vergleich traditioneller Gliederungen mit den Ergebnissen einer Clusteranalyse. Palaeontographica Abt. B, 198:75~99.

Niklas K J, Brown Jr R M, Santos R R. 1978. Ultrastructure and cytochemistry of Miocene angiosperm leaf tissue. Proc. Nat. Acad. Sci., 75:3263~3267.

Phillips T L, Kunz A B, Mickish D J. 1977. Paleobotany of permineralized peat coal balls from the Herrin (NO. 6) Coal Member of the Illinois Basin. Interdisciplinary studies of peat and coal origin, 7:18~49.

Phillips T L, DiMichele W A. 1981. Paleoeology of Middle Pennsylvanian age coal swamps in southern Illinois—Herrin Coal Member at Sahara mine No. 66. Paleobotany. Paleoeology and evolution, 1: 231~248.

Sneath P H A, Sokal R R. 1973. Numerical taxonomy. San Francisco, London: Freeman, 1~573.

Stein Jr W E. 1987. Phylogenetic analysis and fossil plants. Rew. Palaeobot. Palyn., 50:31~ 61.

(章雨旭 编辑)