

古气候学孢粉研究中的采样方法

王 朋, 薛艳霞, 梁秋实

云南师范大学地理学部, 云南 昆明
Email: 1276916016@qq.com

收稿日期: 2021年3月14日; 录用日期: 2021年4月9日; 发布日期: 2021年4月16日

摘 要

孢粉作为自然界植被的一部分, 记录着自然界中植被与气候和环境的相关信息, 本文通过对现代水体表层沉积样品采集、现代表土样品采集、地层钻孔样品采集、地层剖面样品的采集、现代植物孢粉采集等几种孢粉采集方法做出简单的介绍以希望能给做相似研究的研究者提供帮助。实际采集过程中需要根据采样的具体情况做出适当调整。

关键词

孢粉, 样品采集, 沉积物, 表土, 钻孔, 河流阶地

Sampling Methods in Palaeoclimatological Palynology

Peng Wang, Yanxia Xue, Qiushi Liang

Department of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunan
Email: 1276916016@qq.com

Received: Mar. 14th, 2021; accepted: Apr. 9th, 2021; published: Apr. 16th, 2021

Abstract

Pollen as a product of natural vegetation, recording the natural vegetation and climate information, this article through to the modern water surface sediment samples collected, modern surface soil samples collected, stratigraphic drilling samples, sample collection, stratigraphic profiles of modern plant pollen collecting some pollen acquisition methods, makes a simple introduction to hope to be able to help researchers to do similar research. In the actual collection process, some modifications should be made according to the actual situation of sampling.

Keywords

Pollen, Sample Collection, Sediment, Topsoil, Drilling, River Terraces

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

植物在自然界可以分为两大类，分别是孢子植物和种子植物，孢子植物的繁殖细胞是孢子，种子植物的繁殖细胞是花粉[1]。孢粉主要由原生质、内壁和外壁三部分构成，有些孢子还具有周壁。在化石状态下唯有外壁和部分周壁能保存下来。不同种属的孢粉具有其所固有的外壁结构和萌发器官特征，鉴定孢粉时我们通过观察它的外壁结构和萌发器官特征来鉴定它们的属、种[2]。孢粉具有体积小、产量大、耐酸碱、耐高温和外壁坚固的特征。孢粉的产量大，为研究孢粉化石提供了前提；孢粉的体积小易于搬运，使孢粉具有综合的特征。孢粉的直径一般介于 10~100 μm 之间，密度为 1.81~1.96 g/cm^3 。孢粉的外壁是由一种复杂的有机化合物孢粉素($\text{C}_{96}\text{H}_{22}\text{O}_{24}$)组成，孢粉素是一种类胡萝卜素和含氧的类胡萝卜素聚酯的集合体，加热到 300 $^{\circ}\text{C}$ 或者放入强酸里也不被溶解[3]。在地层中，孢粉可以被长期保存下来。特定的植物产生特定的孢粉，因此，孢粉能较好地反映他们在沉积时期的自然植被状况，为了解过去的气候环境提供可靠的依据。孢粉的分析运用了数学统计法，能够更精确的分析和解释植物群的性质[3]。

孢粉学的研究对象是现代植物的孢子、花粉以及地层中有机壁微体化石[4]，主要包括孢粉和其孢形的形态分类，具体的为苔藓类、蕨类孢子、种子植物花粉。孢形指的是地层里的孢粉经过浸解后所获得的具有抗酸性的有机外壁为化石的形态。在某些特定的条件下，人们把一些个体很小的植物体如藻类和菌类也作为孢粉学的研究对象。在 20 世纪 90 年代开始，一些国内的孢粉研究工作者开始涉足植硅体，因为其归属尚未作出定论，也暂时归入孢粉学的研究范畴[3]。

孢粉学反演古气候主要通过通过对保存在沉积物中的孢子和花粉的研究，确定孢子花粉与它们的母体植物的联系，用孢粉组合建立与地层沉积时期植被的定性或者定量转换关系，进而推断地质时期植被的演化规律和趋势，及其与环境之间的联系[5]。

2. 孢粉采样的方法

孢粉的采样方法根据采集样品的不同可以分为现代水体表层沉积样品采集、现代表土样品采集、地层钻孔样品采集、地层剖面样品的采集、现代植物孢粉采集等不同的种类。根据研究内容的不同需要选择不同的采样方法，文本将对一些简单的花粉采样方法做出介绍：

2.1. 现代水体表层沉积样品采集

现代水体表层沉积样品是研究现代气候与植被关系的良好材料[1]，通过对湖泊表层沉积样品的研究，可以揭示一个地区现代孢粉 - 植被 - 气候之间的关系，为研究古气候与古植被的重建奠定基础。采集现代水体表层沉积样品主要包含以下几个步骤：

采样点的确定：采集现代水体样本需要找到一个湖泊面积大小适中的水域，天然湖泊最好，也可以是水库、池塘等半天然水体。一般选择的水体面积不能太小，面积太小的水体花粉的来源比较单一，不能反映区域的环境特征[6]。一般我们选择的现代采样点要选择受到人类活动影响较小的水体，一般选择

没有开发、人类干扰较小的山区。这样的水体能准确的记录当地的环境特征，花粉类型受到人类活动的影响也较小。我们在选择采样水体的过程中，首先需要确定在哪个行政区域内采集样品，便于规划采样的线路，减少因采样路线耽搁的时间成本与经济成本。我们可以用谷歌地球、或者奥维互动地图的卫星图找到采样行政区域内的水体，根据影像的结果大致判断采样点的位置，在能大致确定的采样点上做好标记，规划好线路。

采样的前期准备：采集现代水体沉积样品需要我们提前做好水上活动的器具以及采样需要的工具，一般包括：橡皮艇、救生衣、测深仪、采样袋、记录本、收纳箱、绳子、抓斗、GPS、船桨等在湖上作业的工具，同时也需要准备好申请采样的相关文件。便于到达采样的地方后能顺利的开展作业。

样品采集：在到达采样点后，我们首先需要和水体的管理单位进行联系(现在的水库、或者天然湖泊在加强管理的和水质保护的过程中会将水体封闭，只有先联系管理人员后，我们才能顺利进入水域)。做好准备工作后就可以进行样品采集，一般可以分为以下几个步骤：

- 1) 采样工具的准备。准备好绳子、抓斗、测深仪、橡皮艇、救生衣、记录本等。
- 2) 确定和记录采样水体的信息。我们在地图上所选择的采样点可能与实际的情况有着误差，水库的名称，面积等信息在实际到达采样点之后需要重新确定。
- 3) 准备采样袋。采样袋上一般要写上采集样品的类型、采样地点，采样时间，采样人员、样品的编号等信息。
- 4) 打开 GPS 设备搜索信号，以便记录采集样品的具体位置。
- 5) 进入湖中一般在湖水较深的位置采集样品。水较深的地方底层水体受到的扰动较小，沉积物的沉积过程比较稳定，样品受到的干扰较小。
- 6) 用抓斗抓取样品，放入到采样袋中，一般抓斗抓取的样品为水体沉积表面的 15 cm 内的样品，研究现代的过程我们需要的仅是表面的几厘米的样品。
- 7) 用 GPS 记录下采样点的具体坐标，并在记录本上记录好采样的编号，水深、GPS 的航点编号等信息。
- 8) 在水中采样完成后还需要采集一到两个水体周围的苔藓或土壤样本，能够和水体里的表层沉积的样品做对比。
- 9) 整理好样品与采样工具并对周围的植被类型、主要的植被属种做简单的调查，记录在记录本上，以便在后续鉴定孢粉的过程中与花粉的结果做简单的对比。
- 10) 在所有采样工作都完成后，回到实验室需要将样品进行晾干或者烘干。水体里的沉积物与水混合长时间放置会腐蚀采样袋，造成样品的损失和造成样品污染。

2.2. 现代表土样品的采集

土壤是植物生长的基础，在植物生长的过程当中植物产生的花粉会自然的落到土壤的表面被土壤吸附保存于土壤当中[7]。自然沉降下的土壤也能反映该地区的植被状况，但是受到花粉传播距离的限制所能反映的区域环境相对较小，因此采集的样品数量与密度较湖泊表层沉积物的样品更大。但是现代的表土样本的采集相比较水体表层沉积物样品的采集需要的工具量要稍微少一些，比较适合小区域的孢粉 - 植被 - 气候关系的研究。

采样点的选择：现代表土样本因为受到花粉距离传播的限制所采集的样本需要选择受到人类活动影响较小的山林地区，在这样的区域里采集的样本不会受到现代农业生产过程中的植物花粉的影响，能较好的反映该地区的植被情况。

采样前的准备：在确定好采样点之后开始准备采样的工具，主要包括：记录本、样品袋、锄头、工

兵铲、GPS、收纳箱等。并对采样地区的天气情况做一定的了解，采集表土花粉一般选择晴天比较好，阴雨天受到降水的影响，在植被含量较少的地方土壤表层的花粉会受到地表径流的影响，造成花粉量的损失。

采集样品：在到达采样点后需要根据该地区的实际情况采集样品，一般选择以一个点为中心在一定距离内采集多个样品作为该地区的样品。在采集过程中要根据样带内的植被类型变化来确定采样地点。

1) 确定实际采样的样方。采集表土样品的在抵达预定采样的区域内需要根据植被类型的变化来确定采点，以确保采样的样品能准确的反映植被的类型。

2) 开启 GPS 搜索信号，清理土壤表层的植被凋落物。

3) 准备采样袋。在采样袋的表面写好采集样品的信息，一般包括采样位置、编号、采集时间、采集人员、样品类型等信息。

4) 开始采样，将样方内的表层土壤用锄头和工兵铲移到对应标号的样品袋内，并封好样品袋，清理干季锄头和工兵铲，以防下次采样的过程中造成样品的污染。

5) 在采样记录本上记录下采样点的航点、采样深度，样品的编号，土壤类型等信息。

6) 在土壤样品采完之后要对周围的植被做出调查，了解周围的主要植被情况，并采集植物的样本，以便后面做出对比。

7) 采样完成后收好采样的工具，并对采样产生的裸露土坑用周围的凋落物掩盖。

2.3. 地层钻孔样品采集

在自然界中存在着很多形成年代久远的天然湖泊、湿地等场所，在漫长的历史中这些区域接收到了大量由风、流水等带来的天然孢粉。它们自然的沉积过程记录了流域内在不同历史时期的植被信息[8]。将采样获取的湖泊沉积岩芯进行孢粉分析，可以帮助我们了解该区域的植被历史与古环境状况，通过花粉-气候函数模拟，可以重建出历史时期的气候数据，是古气候研究的重要手段，是探索过去的“钥匙”[6]。

采样点选择：地层钻孔的采样点，我们一般会选择一些形成时间较为久远的构造断陷湖泊，这样的湖泊所记录的时间尺度较长，记录的环境信息连续，有较高的研究价值。在选择的时候，一般选择的要求也是需要受到人类活动的影响较少，交通相对便利，小型的货运汽车要能够抵达采样点的周围。湖泊的水位要适中，湖泊的水位较深难以确定各钻的深度，湖泊水位较浅，能够采集起来的样品量相对较少。

采样前准备：采样前需要根据当地管理的实际情况向湖泊的管理部门做好采样的申请与报备，以便于后续采样工作的开展。在确定可以采样的时候需要准备好采样的具体器具，租好车辆以便于采样时便于出行。准备的主要工具包括：

1) 奥地利 UWITECPistonCorer 深层沉积物采样系统的各种配件，主要有：钻台、气囊、钻杆、锚等器具。

2) GPS、测深仪、皮划艇、救生衣、气泵等在采样时需要用到的工具。

3) 马克笔、大胶带、笔记本、等记录采样数据与标记样品的工具。

4) 扳手、钳子、水管钳、螺丝刀、螺丝等组装钻台，组装采样管等工具。

5) 充足数量的样品管。

采样工具准备充足之后，运送至采样地点附近。抵达之后首先将采样平台组装完成并移动至湖面，再度将平台上的支撑架在平台上组装起来，并将采样平台固定住，便于后续采样工作的顺利开展。

采样的过程主要包括以下几个步骤：

1) 确定采样的地点。在组装好采样平台后在湖泊中选择适合的采样地点，一般选择湖泊水位较深，湖底相对平缓的区域开展样品的采集。湖泊水位较深，能够采集的样品数量较多，根据钻杆的数量决定

能够采集多深的样品。

2) 对钻进行组装。将样品管塞入钻管并将钻头、活塞、钻尾组装完成后立起来,放入水中。

3) 计算好打开活塞的深度,定位采样的 GPS 点,在记录本上记录好采样的结果,开始放下钻管进行采样。

4) 采样。将重锤上的钢绳用握把固定好,提拉重锤进行采样。在提拉重锤的过程中需要注意钢绳的摆动,防止人员受伤。采样的过程中每隔一会儿要查看距离预定的结束点还有多高的距离,达到预定的采样点停止,将钻管从沉积物种拉取出来。在拉取出来时要注意在卸下钻具的过程中需要注意安全,不能使钻具掉入水中。

5) 取样。取出样品管的过程中需要先清理好样品管的底部,用密封盒对样品管的底部进行密封,防止样品的漏出。样品管的顶部有水或者有空气的需要样品管里塞上填充物,防止在运输的过程中对样品有晃动影响样品的层位变化,

6) 做好标记。在样品管取出后要在样品管上贴好标签,标签上需要写上样品编号,采样时间,样品的长度、样品的上下方向等信息。并将样品管固定好,以防落水。

7) 重复步骤 2 到步骤 6 采新的样品,将样品向更深的层位采集。

8) 在采集完成后将样品的放置于船上运回,样品不能倒置。以防止样品的上部向下移动使样品的中间部分发生断裂,影响层位。

9) 拆运采样的平台返回。

10) 将样品用岩芯切割机剖开,按照需要的间距取样,一般的间距为 0.5 cm 或者为 1 cm,在取样的过程中要在装样品的袋子上标注好样品的钻孔编号,对应的深度等信息。有条件的情况下可以先对剖开的样品进行岩芯扫描获取样品内部的元素丰度信息。在切样的过程中要注意单独保存样品中获得的植物残体,以便利用 ^{14}C 测年技术确定样品的年代信息。遇到大的块状样品在切割的过程中需要注意,不能使块状样品干扰到其他样品,防止层位的错乱。

2.4. 地层剖面样品的采集

采样点的选择: 在某些形成时间较久的河流两岸存在着许多的河流阶地,这些阶地的沉积物也蕴含着丰富的花粉信息。一般我们选择一些没有受人类耕种活动影响的自然河流阶地挖取剖面,采集河流阶地的样品。河流的阶地样品一般呈现的是高处的河流阶地形成年代较早,越靠近河流边缘的阶地形成的时间越晚。现阶段地层的剖面除了河流阶地外,在基础设施快速建设的过程中剖开的山、或土层也可以作为获取孢粉数据,研究气候变化的良好材料。

采样前准备: 在确定采样点后,我们需要准备采样的样品袋,锄头、工兵铲、GPS、卷尺等采样的必备工具。了解采样的地点最近的天气状态,采样时一般选择晴天,这样不同将样品混合,造成污染。

样品采集: 在抵达目的地后需要做到:

1) 确定采集阶地的顺序,用 GPS 确定采样的地点。一般选择从低的阶地或者低的土层开始采集,编好阶地的顺序,按照顺序取样。在汇编好阶地的顺序之后需要用 GPS 确定好每个阶地的经纬度、海拔信息。

2) 绘制阶地的分布图,测量河两岸相同层位阶地间的距离。

3) 挖开表层土壤,测量该阶地的高度做好编号,根据测量的深度在样品袋上记录好深度,采样阶地的编号、采样的时间、采样的样品编号等相关信息。

4) 采集样品需要先采集下层的样品,再采集上层的样品,以防止先采集上层样品的过程中掉落的土壤对下层的样品造成污染,需要重新挖取更深的阶地层位。

5) 样品采集完成后将样品按照顺序放好做检查,并在记录本上记录下每个样品的编号,采样深度,阶地的编号等信息。

6) 收好采样的工具的同时需要对周围的植物做调查,记录下主要的植被,采集一部分植物标本,供后面与鉴定的结果进行对比。

2.5. 现代植物孢粉采集

现代花粉研究是确定孢粉与植物数量关系的基础。需要先确定需要采集的孢粉种类,确定开花的大致时间,在开花的阶段去采集植物的样品。采集现代孢粉需要准备采样袋,小刀,收纳箱、GPS等工具。在抵达采样点后需要做到:

1) 确定需要采集的植物。先对植物进行识别确定需要采集的孢粉种类。

2) 在样品袋上记录好植物的种类,所处地点、样品采集的时间等信息。

3) 用小刀采集发育成熟,但是没有开放的花苞放入样品袋内。开放的花苞经过风力的搬运有一部分的花粉损失,并且会有其它种属植物的花粉混入到孢粉之中,造成样品的污染。没有发育成熟的花苞孢粉的发育没有完全,不利于后期对孢粉的认识过程。

4) 在采集完成成熟花苞的之后还需要采集一些植物的标本,作为后续鉴别的植物的依据。

5) 将对应的植物标本与花粉标本进行整理归类,以便于后期对花粉样品的处理。

3. 讨论

孢粉的采集方法的选择需要根据采样地区与研究类型的实际情况来进行,采集的过程中要结合自身的采样实际情况来进行。因此我们在采样的过程中需要注意根据实际去对采样方法做出一些调整,以便于我们在采样的过程中顺利开展采样的活动。

在现代水体表层沉积物的采集过程中,需要根据水域面积、水深等情况选择适合的采样位置,在遇到水深较深的水体时需要根据抓斗的具体情况加长绳子,或者减少绳子的长度,便于样品的采集。并且由于采集的水体沉积物的含水量比较高,在采样完成后要迅速的对采样的样品进行处理,将收纳样品中渗出的水分清理。如果采集的样品需要长时间的保存,则需要对样品进行干燥处理,以防止样品在长期存放的过程中将采样袋腐蚀,造成诸多的样品被混合,无法利用。在干燥的过程中需要防止灰尘进入样品袋,也需要防止样品彼此间发生混合,造成样品的污染。最好的方式是进行冻干处理,冻干的时候在样品袋的袋口用纸巾包裹,防止样品的漏出。

采集现代表层土壤样品的过程中,需要根据采样点的实际来确定样品采集量的多少,植被密集的地方土壤里的花粉数量丰富,因此采样的量可以稍微小一些。在植被稀疏,土壤裸露的地方,由于受到地表径流不断冲刷、花粉的含量相对较低,采样的量需要特别大[9]。采样完成后主要对样品进行整理。为了样品的长时间保存,需要将采集的样品进行干燥,并且将其整理好,方便后续的取用与清点。

钻孔的样品采集完成之后如果不是着急使用,需要将样品放入冷库,防止在存放的过程中没有压实的样品干燥后晃动,造成样品的年代错乱。并保证样品在进行切样的过程中便于切割。样品切割后需要将样品冻干,冻干后的样品质地疏松,在后续的处理过程中与化学试剂的反应剧烈。疏松的样品容易从中找到大的植物残体,用于 ^{14}C 测年。

河流的阶地采样过程中需要将相同阶地的样品放在同一个收纳箱里,便于后面样品的整理,收纳箱也需要做好编号,回到实验室之后将样品进行重新整理,便于存放与取用。对于阶地的下层土壤水分含量高的样品要进行干燥处理,河流沉积的颗粒一般比较大,直接采用晾干处理。并且挑选出样品中的植物残体,用于 ^{14}C 测年。但是在河流阶地的样品中植物残体的年代容易存在老炭效应年代结果的确定相

对困难。

现代植物花粉采集完成后我们需要将花粉进行干燥处理，便于花粉的保存。采集的植物样本也需要进行干燥，防止样品发霉。植物样本也可以采用拍照的方式进行软件识别，寻找植物的主要信息，便于后期对于信息的查找。

现阶段我们所有的样品管理都在逐渐向着数字化管理的方向迈进，因此无论我们采集的样品属于什么类型，在采样完成后都需要建立对应的数字表格，来存储样品的主要信息，以便于我们在后期快速的查找样品用于实验中。当然为了防止信息出现错误，要保留好原始的记录材料，整理好纸质的存储材料，以防止数字化的材料在电脑损毁，或者出现信息丢失的情况下仍然能够找到对应的记录，方便于我们后续所进行的研究。

4. 结论

本文通过对一些常见的孢粉采集方法进行汇总和整理，为孢粉研究者进行孢粉的采集工作时提供一些帮助。随着技术的创新，孢粉的采集方法也会不断的创新。在采样的过程中，还需根据采样的具体情况去做出相应的调整，以适应不同样品的采集。采样完成后，需要即使整理野外记录本记录的信息，可以采用数字化的结果，进行双向的存储，GPS 获取的数据要导出后进行数字化处理，并与采样的信息汇总整理，便于后面实验和研究工作的开展。

参考文献

- [1] 沈吉. 湖泊沉积与环境演化[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [2] 唐领余, 毛礼米, 舒军武, 等. 中国第四纪孢粉图鉴[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [3] 杨振京, 杨庆华. 孢粉分析原理与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2013.
- [4] 李杰, 李珍, 赵宝成, 蒋辉. 海洋泥质沉积物的孢粉实验室处理方法研究[J]. 海洋科学进展, 2008, 26(2): 184-189.
- [5] 李春海, 何翠玲. 黄土孢粉 HF 处理方法[J]. 微体古生物学报, 2004, 21(3): 346-348.
- [6] 沈才明, 唐领余, 译. 第四纪花粉分析的数值方法[M]. 南京: 东南大学, 1992.
- [7] 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 杨惠秋. 中国植物花粉形态[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [8] 王苏民. 中国湖泊志[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [9] 魏明建, 伊海生, 陈淑娥. 青藏高原腹地红层孢粉分析的有效方法[J]. 第四纪研究, 2001(1): 84.