

湖泊沉积物研究和利用的新见解

(苏) B. A. 弗龙斯基, P. B. 费多罗瓦

近几年来,苏联坚持不懈地和定向地实行自然资源合理利用和环境保护的措施。特别是湖泊天然资源的利用问题更为迫切,因为它对于发展渔业、提供动力和水源,灌溉农田以及寻找沉积矿床等具有重要的国民经济意义。在解决许多实际问题时,应用古植物学方法进行古地理研究具有重要的作用。还在40年代, B. H. 苏卡乔夫院士在研究了中乌拉尔许多湖泊的腐泥沉积之后,就曾指出,用孢粉分析不仅能详细地探清湖泊及其周围景观的历史,而且能提出利用腐泥矿层的实际建议。

湖泊现代底积物中储藏着巨量不同成分的腐泥、建筑材料、药用泥及湖成石灰,值得特别重视。腐泥、是淡水水体沉积物,一般具有胶冻稠度,含有机物质达15%以上。现在,苏联境内预期腐泥储量约为2500亿立方米,或者1000亿吨,含水量为60%。腐泥沉积层的厚度大多为1~12米,有时达到20米以上。

起初,腐泥因是一种特殊的、具有保存良好的生物成因的微化石地质生成物而引起了许多研究者的注意。它和泥炭一样,被用孢粉学方法研究大多用于古地理学目的,作为建立全新世年代图的主要原始资料。后来,通过研究腐泥的理化性质,才发现它在畜牧业的补充饲料、地方矿肥和矿泉治疗等方面亦具有重要的使用价值。腐泥是一种很有价值的自然资源,在提高极其贫瘠的非黑土带的土地肥力方面作用特别大。据泥炭地质资料,非黑土带中央地区的湖泊腐泥储量约有9.29亿立方米。

但到目前为止,湖泊沉积物中的孢粉颗粒富集度的绝对指标(每1公顷沉积物中孢粉的含量)及微化石化学成分问题阐明得很不够。因此,本文拟深入探讨作为腐泥生物活动主要源泉的陆生植物的孢粉问题,以便有可能广泛地把腐泥这种自然资源应用于经济目的。

腐泥的性质及分布 B. B. 阿拉贝舍夫发现腐泥分布具有一定的规律性:淡水腐泥分布于泰加林带及欧亚北部混交林带,而在草原及半荒漠带遇见的却是另外几种类型的湖泊沉积—淤滞性硫化药用泥。腐泥按其所在地带和水域类型不同,分为三种类型:本地腐泥、混合腐泥及外地腐泥。根据H. B. 科尔德的资料,腐泥可以分成以下几组:有机质含量丰富(50—80%)的沉积物,介于泥炭与腐泥之间的过渡性沉积物;由于强烈矿化作用或由外地进入了无机成分而使有机物质贫乏的沉积物;有机物质贫乏(15%以下)的沉积物;下垫腐泥、腐殖化粘土、砂、亚砂土。在野外条件下,上述各组新鲜腐泥一般用不同的颜色加以区别:第一组呈现棕色色调;第二组呈现灰色、浅灰色—橄榄色;第三组因本身所具有的成分不同或呈黑色,或呈灰色。例如,斯维尔德洛夫州某些湖泊,浅棕色—橄榄色腐泥的含灰量达到15.9~21.6%。除了许多化学元素之外,腐泥还含有不少微量元素,如锰、铜、钼、钴、硼等,都是国民经济各部门所必须的重要矿物。

据M. И. 奈依施塔特等人的资料,在泰加林带内的高原冰碛湖泊中,也广泛地分布着矿化程度相当高的腐泥沉积层。在普斯科夫州南部泰加林附近的冰川湖内,因含有碳酸盐物质,所以分布着内含大量石灰的中等灰化度的腐泥。在莫斯科州、斯摩棱斯克州、梁赞州和弗拉基米尔州的湖泊中,形成着含灰量较少的有机腐泥。在俄罗斯平原草原和半荒漠区的湖泊中,形成着硫化淤泥。它们分布于克里米亚(克腊斯诺耶湖、萨克斯湖、乔克拉克湖)、哈萨克、阿尔泰边区和滨里海低地(艾里顿湖、巴斯克恰克湖、察察湖)等,均具有矿泉治疗价值。

湖泊沉积物中的孢子密集度 在进行古湖泊研究时,分析现代湖泊的底积物,有可能区分出

该底积物的层次，并且能够研究清湖泊产生和发展的历史。湖泊沉积是进行这种研究的极其有利的对象，因为其表面就好像是从环境中捕集孢子颗粒的一种理想的捕集器。

高等植物能生产大量孢粉。它们降落于陆地和湖泊水体表面，最终被埋藏于底积物之中。苏联及其它国家的许多孢粉学著作都列举了一些植物的花粉生产量资料。比如K. Foeguri 和 J. Iversen 的资料，一个桦树枝（树龄10年）和一个栎树枝（树龄较老）能生产1亿以上花粉颗粒，而一个松树枝能生产3.5亿以上花粉颗粒。风媒草生植物可以生产出大量孢粉：每一朵大麻花能生长5亿，一株小小的酸模竟能生产大约4亿花粉颗粒。按分布面积计算，则某些木本植物的花粉生产量更应为一庞大数字。例如瑞典北部和南部的云杉林在盛花期能生产出7.5万吨花粉。芬兰松每年每公顷生产花粉达10—80公斤。假使取最小值10公斤计算，那么苏联现有松林5亿公顷其全年花粉生产量应为5亿吨。因此，植物生产的巨量花粉以及气流搬运的巨大可能，为在地球表面广泛传播花粉创造了有利的条件。

通过多年在咸海、里海、亚速海和黑海西北部等水上154个站对现代“花粉雨”的研究，以及对伏尔加、阿姆、顿河等大河水中花粉的考察，使我们有可能探明空气和流水将花粉带入湖泊和海洋水体的作用。现已查明，绝大部分花粉（97—99%）是由空气携带来的，只有一小部分是河流带入的。夏季，咸海、里海和亚速海水域中由空气带入的花粉颗粒为11620吨，由流水（主要是河流）带入者仅为211吨，也就是说，总共带入了11831吨花粉。从方法论上看，这个结论是重要的，说明苏联南部海洋“花粉雨”的成分相当准确地反映出了周围沿岸植物界的性质。随着自然景观由荒漠向草原的过渡，空中悬浮物之光谱成分也发生相应变化。

孢粉被以不同方式从附近地区带入湖泊水面，继而沉降和较均衡地覆盖于湖底。各种不同的自然地理因素如水域大小、湖底地形、沉积物的岩性类型、水流动态以及沿岸植被性质等都对孢粉光谱的形成产生影响。如苏联南部海洋的现代沉积孢粉研究所表明，其沉积物的光谱符合于邻近地区的植物的基本类型。所以，湖泊沉积是重建昔时自然条件的一个相当理想的对象，可以广泛地用于重建古气候。

海洋、湖泊和泻湖的沉积物中往往含有大量花粉颗粒。布祖卢克斯松林泥炭中积聚的孢粉量最大。苏联泻湖和湖泊沉积层中含有巨量花粉，看来以萨尔平低地察察湖的花粉集聚量为最多。波罗的海、沃罗戈茨克州、滨里海低地以及天山高山湖泊沉积中也有巨量花粉，咸海和里海等特大湖泊的现代沉积物中则较少。现在已经收集到一些世界大洋若干地区的底积物表层的花粉积累量资料：每一克试量中约有2—2.6万粒花粉。黑海深水细泥岩沉积物中的花粉富集量最大，达到10—16万粒，即每1克沉积物中有微克花粉。在里海同一类型的底积物中已发现有机碳的最高含量达到3—4.7%。发现花粉富集度与沉积物岩性类型之间存在着密切的联系，而且在细粒粘质淤泥中花粉密集度最大，在粗沙质沉积中为最少。此外，湖泊和海洋沉积还有一个明显的特征，就是随着有机质的含量的增加，每1克试量中的花粉数量也相应增多。例如黑海西北部的现代沉积物中就发现花粉富集量与有机碳含量之间存在的极为密切的依赖关系。这一点可以用斯皮尔曼秩相关系数（0.77）来加以证明。其它不同自然带的表层土样中也发现有与此类似的关系。草原带的花粉富集量值最大：每1克试剂中约有2.3—18.0万花粉颗粒。那里土壤中有丰富的有机质。这一事实在以后研究湖泊沉积特别是腐泥沉积时很重要，因为它含有大量与海洋沉积不同的有机物质。

既然陆生植物的花粉是湖泊沉积物的细粒粒级的恒定成分，所以，它作为微量元素的载体自然应该受到特别的重视。

花粉颗粒在水中处于悬浮状态，在湖泊沉积物中处于表层位置，是浮游动物和鱼类的重要饲料，它一旦随着灌溉水进入土壤，就会使土壤肥力大大提高。但是灌溉水具有的这种性能，往往由于对水体中和土壤表面集聚的花粉的价值及生产量认识不足，而未予足够重视。准确地掌握湖

泊沉积物中的花粉的含量和化学成分的数据,有助于这个问题的解决。

孢粉的化学成分 陆生植物的花粉具有很高的和多方面的价值,为其它任何生物成因的产品所无法比拟。其成分中含有许多有益物质如碳水化合物、葡萄糖、蔗糖、淀粉、蛋白质、脂肪及矿物成分。它们维持着生物的生命和活动。据E. Γ. 波诺马烈娃资料,在榛树和蒲公英的花粉中,蛋白质相应为30—11.1%,脂肪为4.2—14.4%,碳水化合物(糖)为19.9—34.9%,水为4.9—10.9%,灰为3.8—0.9%。虫媒植物的花粉含有的脂肪比风媒植物多得多。例如,在虫媒植物百合的花粉中,含脂肪达49.7% (在绝对干燥植物中),而风媒植物大麻的脂肪含量仅为1.62%。

除上述成分外,陆生植物花粉还含有各种不同的氨基酸如白氨酸、缬氨酸、赖氨酸、蛋氨酸(甲硫基丁氨酸)等,有时占干花粉重量的13%,对生物的功能起着十分有利的影响。花粉含有大量维生素、硫胺素(维生素B₁)、泛酸、抗坏血酸、芸香武等。例如荞麦花粉中芸香武的含量达17%。这种维生素能提高毛细管壁的抗性,也可用于治疗目的。此外,在植物花粉中还发现了抗生素及生长激素。玉米花粉含的抗生素最多,其次是板栗、蒲公英、三叶草和半月花。在花粉颗粒中分析出了27种化学微量元素如硅、钾、钡、锶、铬、钼、银、钴、金、钨、镉等。“南方地质”生产联合体中心实验室对高加索冷杉的花粉及石松的孢子进行了一次半定量光谱分析,发现其中相应地有19种和17种化学元素:硅为0.3%、铝0.6%、磷1%、钙0.6%、铁0.3%、镁0.6%、锶0.01%、铜0.03%、钛0.05%、铬0.05%、钒0.003%,同时还发现了银、铜、镍和钇的遗迹。

所以,新鲜花粉充满了细胞素,极易为湖泊微生物及其它生物所吸收,使它们更加丰富,并且最终使底积物富集许多重要成分。花粉颗粒具有非常强的稳定性,能够长期地保存于化石状态之中,是由其外壳的化学成分特性所决定的。实验证明,孢粉外膜是由孢子花粉素组成。花粉素对化学因素和微生物因素的作用具有极大的抗性。例如,松柏植物的花粉外膜的孢子花粉素含量为16.8—24.4%,而在石松外壳的孢子花粉素为23.4—27.8%,这能使它们持久地保存下来。相反,杨树花粉的孢子花粉素含量则较低,约为1.4%,所以,在氧化作用下极易引起花粉的破坏。在低等植物如矽藻、轮藻、真菌孢子中,孢子花粉素的比率为3.2—4.25%,而在其它一些藻类中则完全不存在这种孢子花粉素。在缺氧条件下,能使花粉颗粒保存下来,孢子花粉素含量在5%左右或者更高些,足以使花粉在湖泊沉积和特别是生物成因沉积(泥炭、腐泥)中保存下来。

湖泊腐泥的应用 上面叙述的湖泊沉积中花粉富集量及化学成分表明,花粉使沉积物富集补充的生物活性物质。所以,湖泊沉积首先是湖泥(腐泥)具有重要的、陆生植物花粉固有的性质,为其实际利用开辟了广阔的可能。例如,可以大量地用腐泥改良农田。目前,雅罗斯拉夫州涅罗湖已经开采了约150万吨腐泥,将其中100万吨用于农田施肥。腐泥不同于其它肥料,它可以经久不衰地改善土壤的农业化学性质,一般达5—6年而不衰。石灰质腐泥及湖成石灰在中和酸性土壤的过程中有着广泛的用途。在苏联第12个五年计划中,国家打算用有机肥料来改善土壤肥力。为了顺利地解决这个问题,必须高度地重视地方肥料腐泥的农业化学价值所起的重要作用。

既然腐泥及其所含的大量植物花粉具有各种各样的生物活性物质如维生素、抗生素、氨基酸、微量元素、生长激素,所以也可将之用于畜牧业的无机维生素追肥,对于达到苏联粮食纲要指标具有重要的意义。近几年来,由于开展矿泉泥浴治疗需要,湖泊沉积特别是湖泥和腐泥则倍受重视!在泰加林带和混交林带,例如穆尔曼斯克州的萨纳托尔诺耶湖和加里宁格勒州的库尔什斯克湾等的腐泥中都含有极为丰富的硫化氢,现在已广泛地用于治疗目的。爱沙尼亚湖泊中亦分布着大量成因不同的药用淤泥。南方各区,如克腊斯诺达尔斯克和斯塔夫罗波尔斯克边区,都普遍地用含硫化氢的湖泥治疗疾病。今后,应该重视在亚速海、黑海、里海、伊塞克湖、巴尔喀什湖推广海泥和湖泥疗法。从而将大大地开拓疗养基地。

刘西平译自《Геогр. и прир. ресурсы》, 1987, No. 2