

根据花粉与藻类化石组合探讨 滇池 Q_3 晚期的湖泊环境变迁*

萧家仪

(南京师范大学地理系)

吴玉书

(中国科学院植物研究所, 北京)

提要 滇池北缘草海地区的草2孔, 含丰富的孢粉和藻类化石, 根据其成分的变化, 并与现代湖底层沉积物中花粉和藻类分布规律进行对比, 结果表明: 距今约50000年以来, 滇池经历了由浅湖—大湖(湖进)—浅湖(湖退)的演变过程。

滇池, 我国西南高原上的一大淡水湖。湖盆中堆积了数百米厚的晚新生代沉积物, 是研究我国低纬度地区新生代古地理的理想地点。长期以来, 许多学者就昆明盆地的历史和环境演变, 做了深入细致的工作。但详细揭示晚更新世后期湖盆变化, 定论甚少。本文对滇池北部的草2孔中水生、沼生植物花粉与藻类化石, 和滇池湖底现代表层花粉的分布, 以及现代水生植被的生态进行综合分析, 推测滇池湖盆距今50000a以来的演变趋势。

一、自然概况与钻孔位置

滇池位于云南省昆明市的西南, $102^{\circ}42'E$, $24^{\circ}46'N$ 。湖面海拔高度1885.0m, 面积约300km², 为一南北长约39km, 东西宽约5—12km, 略向东凸的弓型水域。滇池北部有一东西向的天然湖堤, 称之为海埂。北为草海, 平均水深1.5m, 最深2.6m; 南为滇池主体水域, 平均水深4.1m, 最深为10.1m。湖西侧为陡峭的昆明西山。东、西、南侧多为低矮山丘, 分布有多条入湖河流, 较大的有盘龙江。出湖河流为东南侧的海口河(图1)。

昆明地区受西南季风的控制, 干湿季分明, 年平均气温14.7℃, 降水量1000mm左右, 属西南高原气候类型。植被为亚热带半湿润常绿阔叶林带。建群种主要是山毛榉科(*Fagaceae*)中的青冈(*Cyclobalanopsis*)、栲(*Castanopsis*)、石栎(*Lithocarpus*)等属中的常绿乔木。次生植被为云南松(*Pinus yunnanensis*)或华山松(*P. armandii*)林。

草2孔, 位于滇池北部草海的东侧, 盘龙江入湖河口三角洲上(图1), 孔深20.47m。

*本项研究由国家自然科学基金资助。资助号4850068

本文得到刘泽纯教授的指导。张树夫、袁绍敏、翁成郁等参加野外样品采集与地质调查工作、特致谢忱。

由灰棕色和灰色粉砂质粘土、粘土质粉砂和粉、细砂组成,局部层段有机质含量较高,为灰黑色与黑色的泥炭和炭质粘土层。主要层段为:18.20—20.47m,以灰棕色细砂、粉砂为主;11.40—18.20m,灰褐色粘土,中夹几层细粉砂;5.6—11.40m,较厚的粉砂质砂层,上部有砂-粉砂质砂与薄层泥炭夹层;1.0—5.6m,黑色、灰黑色泥炭和炭质泥,中夹粘土质粉砂层。1.0m以上为人工填土。

草2孔取 ^{14}C 测年样4块,绝对年龄数据见表1¹⁾。据黄巧华²⁾用回归方程计算该孔的沉积速率,与邻近钻孔的 ^{14}C 测年数据进行对比,推算出草2孔近21m深的底界年龄为距今50000a左右。

二、水生植物花粉和藻类化石

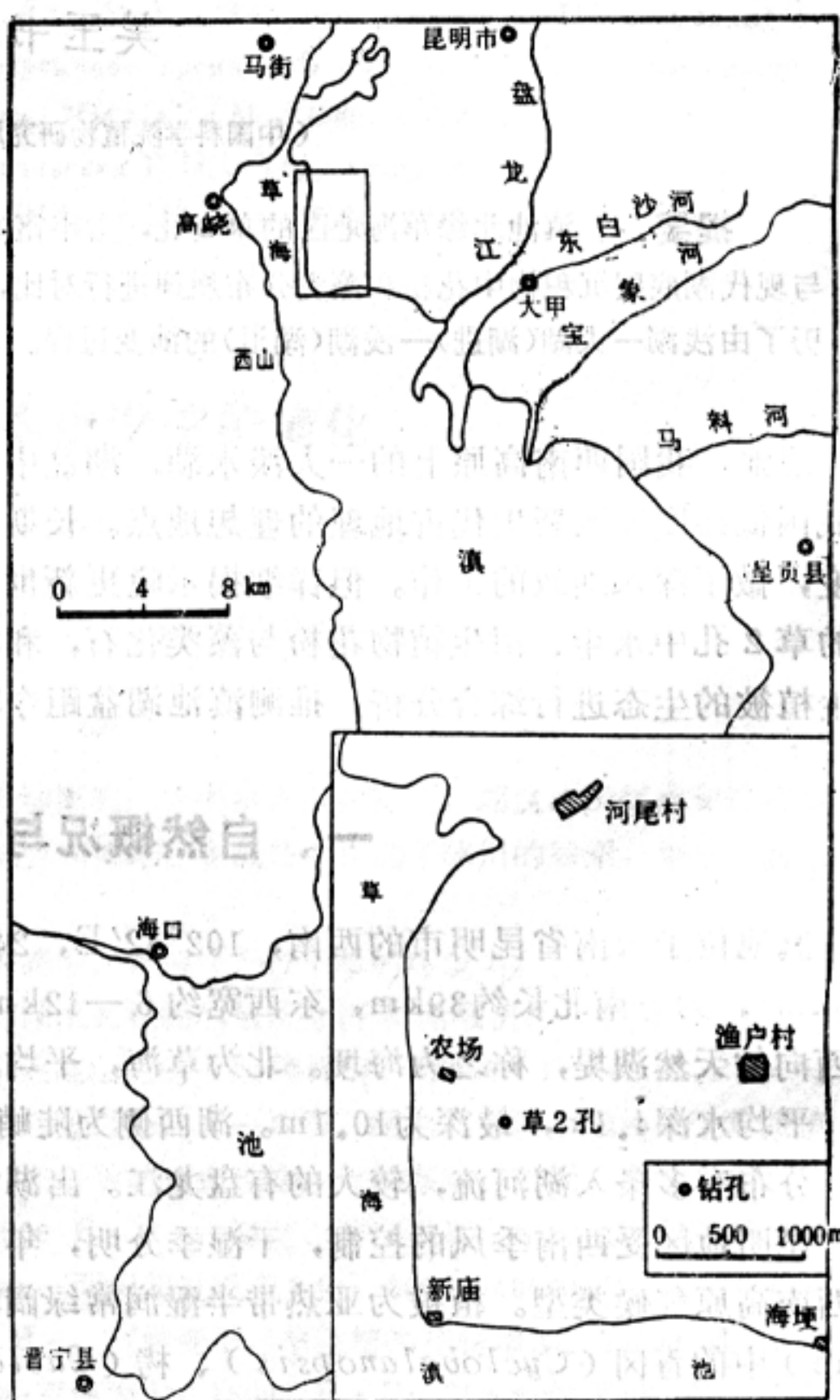
草2孔取孢粉样26块。碎样后用10% Na_2CO_3 溶液浸泡,加热煮沸10—15分钟,水洗后用比重2.0—2.1的重液浮选二次,再水洗后富集。每块样品孢粉丰富,花粉组合中的木本类花粉主要有松(*Pinus*)、铁杉(*Tsuga*)、冷杉(*Abies*)和山毛榉科的青冈、栲、石栎等。草本植物花粉主要是蒿(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)等。其中水生与沼生的莎草科(*Cyperaceae*)、狐尾藻(*Myriophyllum*)和浮游藻类盘星藻(*Pediastrum*)占有较大比重。本文就上述几种水生、沼生植物的花粉与藻类在钻孔中的含量变化,探讨滇池湖盆更新世后期以来的演变。

1) 莎草科 该科花粉从下至上都出现。含量变化频繁,孔深大于17.3m百分比偏低,在10%以下(为草本类花粉,蕨类孢子和藻类化石总量的百分比,下同);12.3—17.3m,百分含量略增,平均15%左右,个别层段高达22%;8.1—12.3m,

表1 草2孔的取样深度和年代

Tab. 1 Sampling Depth and Its Age (B.P.) from Core Chao-2

实验编号	取样深度 (m)	^{14}C 年龄 (B.P.) 半衰期=5568a
87-12	1.86~1.93	1560+169/-161
88-11	5.75~5.85	11465+117/-115
87-11	8.71~8.84	17883+313/-302
88-9	12.7~12.8	28657+829/-752



草2孔位置图
Location of Core Chao-2

1) ^{14}C 年龄由南京师范大学地理系 ^{14}C 实验室测定。

2) 黄巧华, 昆明盆地滇池滨岸两孔岩芯的沉积和环境分析, 1989。

含量又偏低，为12—14%；1.4—8.1m，含量骤增，一般在30—40%，最高含量达48.4%。1.4m以上，又降至10%左右。

2) 狐尾藻 该属花粉在孔深14.3m以下不出现，6.5—14.3m段个别见到，但在13.0m上下时，可见有4%的含量；3.7—6.5m，百分比含量为6%左右，峰值可达18%；0.9—3.7m，在富含有机质的粘土、腐殖泥和泥炭层中，有高含量出现，而在粉砂、细砂夹层中则少见或缺失。

3) 盘星藻 孔深14.30m—20.47m，除个别层位偶见外一般不出现；14.3m以上开始连续出现，13.4m处百分含量为一峰值，达14%，尔后消失；6.6—12.0m段的细砂层中高含量出现，下部最高，可达50%，向上逐步降低；0.9—6.6m，仅在4.5m处有一小高峰，达34%，一般见不到盘星藻。总体而言，盘星藻化石在钻孔中14.30m以上的粉砂、细砂层中含量高，而有机质高的腐殖泥、泥炭层中含量极低或无。

三、生态意义与湖盆演变

湖泊中的水生、沼生植被和藻类，其分布规律与水的深度和湖底基质密切相关。上述三类植物花粉与藻类化石在钻孔中的含量变化，反映出这些母体植物与藻类在当时受湖水深度与沉积物的影响——繁茂或迁徙。根据现代的生态习性与分布，将今比古，可追溯湖盆的演变过程。

莎草科是一大科，种类繁多，陆生、水生、沼生种类都有。其水生种类，大都属挺水型植物，而且往往是水生与陆生植被之间的过渡类型^[1]。莎草科花粉在普通光学显微镜下，一般仅能鉴定至“科”，鉴定至“属”、“种”的困难较大。据文献记载，近代滇池的莎草科水生植被有5属7种。而60年代有成片的莎草科的水葱(*Scirpus validus*)群落，分布于湖岸浅水处。孙湘君在论述滇池湖底表层沉积物的花粉分布规律时，用多项式拟合曲线表明湖底沉积物中莎草科花粉含量与湖泊水深的关系^[3]：水体深度小于2m时，花粉浓度大，曲线为峰值；水深超过2m时，曲线下降；超过3m后，曲线很快趋向于零。

狐尾藻，我国广泛分布于浅湖池沼中。易与金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)，黑藻(*Hydrilla*)等组成沉水植物带，生长在水深0.5—3.0m的地带。纯狐尾藻群落，在水深1.7—3.0m的浅湖、沼泽地带极易见到。现代滇池也是如此，最宜狐尾藻繁茂生长的是水深2—3m的滨岸地带，复盖度可达40—100%^[2]，水深超过4m，不易见到。

盘星藻，非地带性分布的淡水藻类。常见于湖泊、池塘与小的河流中，水体深度一般不超过15m^[4]。现代滇池中的浮游生物，就有大量的盘星藻。其数量的多寡与湖体水深变化有关^[3]：水深小于4.5m时，数量少、含量低，每克干物质(下同)约有2000个盘星藻；水深超过4.5m时，个体数激增；而6.4m水深的湖底沉积物中数量最多，每克干物质中含近万个。可见，滇池中因水深的差异，在沉积物中盘星藻含量的多少相差有近5倍之多。

孢粉分析是探讨古地理演变的有效方法之一。但陆生植物(尤其是乔木)花粉与水生、沼生植物花粉的传播机制有所区别。陆生植物花粉在离开母体后，主要是通过空气(风)和降水冲刷(水流)散布于较大的地域内，因此，这样的孢粉组合往往是代表一个区域的植被概况。水生、湿生植物和浮游藻类，因植株个体矮小和生活在水体中，孢粉由气流传播影响小；而在相对稳定的水体中，这类花粉和浮游藻类易就地堆积赋存。曾有孢粉学者研究湖

泊中孢粉的沉积模式,指出地方性分布的花粉,如柳和水生植物花粉,在近源头与浅水地区,有较高的比例^[6]。盘星藻,是我国第三系与第四系陆相地层中常见的古藻化石,众多的研究表明,盘星藻化石在地层中的大量出现,可作为淡水湖沼沉积的标志^[4]。

显见,草2孔中莎草科、狐尾藻的花粉与盘星藻化石的变化记录,完全反映了滨岸水生、沼生植被与生活在较深水体中盘星藻群体在草海地区的繁茂与演替,据此可推算出因湖盆扩大或缩小而引起的草海湖水水位的变化,从而详细记载了滇池湖盆的演变序列:大约在距今40000—50000a间(草2孔深15.0—20.47m),滇池水深较现代浅,湖盆较现代小,湖面尚未抵达草海,草海地区可能为河口三角洲平原,有盘龙江的入湖河道。狐尾藻也因流水作用,不宜生长,盘星藻只在入湖河流中个别见到,近湖和河道旁湿地,有少量莎草科植物生长;大约在距今40000a以后,湖盆开始扩张,滇池水位上升,草海地区河流作用减弱,逐渐过渡为滨岸浅湖。湿生的莎草科植物复盖度增大,并有少量的狐尾藻分布。而盘星藻在湖进的后期开始少量出现,此时的草海湖水水位可能比现代高;约在距今28000a左右(孔深12.7m左右),有一次小规模湖退,水深与现代相近,盘星藻突然消失,狐尾藻与莎草科植物少量出现。其后,湖盆再次急剧扩张,盘星藻大量涌现,并有别处漂来个别和少量的狐尾藻和莎草科花粉。此阶段的草海已为滇池北部的湖底,水深在6m左右(较现代水深4m以上);进入全新世后,湖盆急剧退缩,草海地区湖面水位回落,盘星藻向湖中深水地区富集,代之的是浅水地带生长的狐尾藻急剧增多,莎草科中水生、沼生植物的丰度也日趋增大。草海地区趋于沼泽化,堆积泥炭和腐殖泥(表2)。

中国科学院南京地理与湖泊研究所等单位,在论述昆明盆地环境与沉积时指出,晚更新世晚期,昆明地区气候凉湿,湖水变浅,入湖河流三角洲间沼泽发育,距今40000—25000a,构造运动相对稳定,盆地地形平坦,为一大湖面时期。全新世后,抬升运动强烈,一些浅湖沼泽被抬升为湖泊阶地。人类历史以来,构造运动和缓,湖泊水体退缩^[5]。黄巧华对草海地区二个钻孔的沉积相分析后认为:距今40000a前,草海地区的沉积物以河流营力为主,为三角洲平原沉积;距今40000—28000a,为滨外浅湖沉积,滇池湖水深度不及现代;距今28000—14000a,草海主要为湖泊环境;距今14000a以后,草海淤积,水体沼泽化。他人的工作结果,除了年代与小规模湖盆波动的差异外,滇池湖盆自晚更新世晚期以来总的演变趋势,与本文所得结论比较吻合。

四、结 语

近代滇池的水生、沼生植被繁茂,沿岸的浅水带与湖边湿地,有狐尾藻群落和莎草科中的水生与沼生种类。这些水生、沼生植物的花粉,在草2孔中的大量出现,有其重要的古生态意义。

现代滇池湖底的沉积物中,可见到浮游藻类盘星藻。不同深度的水底沉积物中,盘星藻含量不同。水深4.5m以上,含量低,水深超过4.5m,含量倍增。这对反映过去的湖盆变化,有一定的指示意义。

目前研究的孢粉沉积机制表明,地方性花粉(如水生植物和某些湿生植物花粉),不可能随气流的传播至较远的距离,一般就地沉积,代表当地小范围的植被面貌。因此,将草2孔中狐尾藻、莎草科的花粉与盘星藻化石的记录与现代同类花粉与藻类在滇池湖底沉积物

表 2 草 2 孔中水生植物孢粉与滇池湖盆演变
Tab. 2 Sporopollen of Aquatic plants in Coro Chao-2 and Evolution of Dianchi Lake Basin

深度 (m)	岩 性 描 述	¹⁴ C 测 年 (半 衰 期 为 5568 a)	莎 草 科 Cyperaceae	狐 尾 藻 Myriophyllum	盘 星 藻 Pediastrum	湖 盆 演 变	古 地 理 研 究	
							构 造 环 境 分 析 (据南京地理所等 1989)	沉 积 相 分 析 (草海) (据黄巧华 1989)
5	人工填土	19m, 1560+169/ -166a B.P.	平均30-40%* 最低20% 最高40%	无	无	湖盆逐步缩小 草海渐浅、淤 积沼泽化	人类历史以来,构造运动平 缓,湖泊水体退缩 全新世湖盆抬升,一些浅湖 沼泽升为湖泊阶地	水体沼泽化,草海淤积见有泥 炭与黑色炭质粘土
	粘土质粉砂							
	泥 炭							
	粉 砂							
	泥炭							
10	粉砂层	5.8m, 11465+117/ -115a B.P.	12-14%	零星 出现	34% 上部20% 平均30% 最高达50%	湖盆扩张,有一太 湖面期,滇池湖水 深度较现代深4m 以上	?	草海主要为湖泊环境,受湖面 波动与盘龙江入湖分流影响, 有滨外浅湖相、河口砂坝与水 下河道沉积
	砂							
	粘土质粉砂							
	砂							
15	粉砂	12.7m, 28657+829/ -752a B.P.	平均15% 最高23% 低于10%	4% 零星出现	无	湖退 湖盆缓慢扩张 草海为湖滨	距今2.5-4万年,构造 运动相对宁静,昆明盆地地 形更趋平坦、湖水一度上 涨,为一大湖面期	滨外浅湖,湖水深度较现代浅
	粘土质粉砂							
	砂							
	粘土质粉砂							
20	砂			无	无	滇池湖盆较现代小, 湖面低、湖水尚未抵 达草海	更新世晚期,气候变凉偏 湿,湖水变浅,三角洲间沼 泽发育	三角洲平原环境,沉积物以河 流营力为主
	夹有粉砂层							
	砂							

* 表中孢粉百分比全为草本、蕨类、藻类孢粉总数的百分含量

中的分布规律对比, 显见在距今40000—50000a, 滇池湖盆较现代小, 草海地区尚未为湖; 距今40000a以后, 滇池有一湖进事件, 湖水逐渐上涨, 草海逐渐成为湖滨; 距今28000a左右, 有一次小规模湖退; 晚更新世末期, 湖盆急剧扩张, 草海成湖, 水深达6 m左右; 全新世后, 湖盆退缩, 草海地区沼泽化。这样的演变过程, 与一些学者用其它方法研究滇池湖盆的演变趋势基本相符。

参 考 文 献

- [1] 中国植被编辑委员会编著, 中国植被, 科学出版社, 685, 1988。
- [2] 戴全裕, 云南滇池水生植被的观察与分析, 海洋湖沼通报, 2期, 1986。
- [3] 孙湘君、吴玉书, 云南滇池表层沉积物中花粉与藻类分布规律与数量特征, 海洋地质与第四纪地质, 7(4), 1987。
- [4] 王开发、王宪曾, 孢粉学概论, 北京大学出版社, 163, 1983。
- [5] 中国科学院南京地理与湖泊研究所等, 云南断陷湖泊环境与沉积, 科学出版社, 103, 1989。
- [6] Birks H. J. B and Birks H. H., Quaternary Paleoecology, Edward Arnold, 184, 1980。

ANALYSIS OF THE LATE PLEISTOCENE ENVIRONMENTAL CHANGES IN DIANCHI LAKE, YUNNAN PROVINCE

Xiao Jiayi

(Department of Geography, Normal University of Nanjing)

Wu Yushu

(Botany Institute, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

There exists a large of aquatic *Myriophyllum* and Cyperaceae Pollen and *Pediastrum* algae fossils in Core Chao-2 in Dianchi. Comparing the pollen and algae fossils with the distribution of sporollen and algae in the surface of Dianchi Lake, it is clearly shown that the lake used to be a shallow lake with the water level shallower than that of the present stage about 40000-50000 yr. (B.P.). The lake basin extended gradually and the lake-level rose slowly up to the maximum of about 4.5m above the present one. But the lake became reduced about 28000yr. (B.P.). At the begining of the Holocene, the basin began to shrink, the lake-level began to drop down, the whole lake basin was gradually filled up.