

# 洱海地区一万多年以来 气候环境演化的湖泊沉积记录\*

周 静<sup>1, 2</sup> 王苏民<sup>1</sup> 吕 静<sup>3</sup>

(1: 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室, 南京 210008;  
2: 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3: 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

**提 要** 根据对洱海北部 10.8m 深水区 ES 孔沉积物高分辨率的孢粉、粒度、碳屑、藻类分析, 结合 AMS<sup>14</sup>C 测年数据, 划分了 11 个阶段, 恢复了一万多年以来云南洱海地区气候环境演化序列. 全球性的降温事件在该地区都有明显的反映, 包括 9900aBP (Younger Dryas)、8500aBP、7100aBP、5100aBP 左右的四次冷事件, 6800-5500aBP 为全新世水热配置最佳期, 距今 2400 年开始该地区出现较为明显的人类活动.

**关键词** 洱海 多环境指标 冷事件 气候环境演化 人类活动  
**分类号** P343.3 P467

我国云南地区位于青藏高原东南, 山高谷深, 地貌复杂多变, 在西南季风的影响下, 气候宜人, 生物多样性是全国之冠. 近年来, 由于不合理人类活动的强烈干扰, 生态环境急剧退化, 湖泊水环境问题尤为突出<sup>[1]</sup>. 在西部大开发的战略实施过程中, 环境保护、生态建设占有极其重要的位置. 人们也急需了解自身环境的过去、现在, 为国家西部大开发的整体布局 and 战略制定提供依据. 湖泊沉积物包含丰富的环境变化信息, 忠实地记录了所在地区气候环境的特点和演化过程, 并具备连续性好、分辨率高的优势<sup>[2]</sup>. 较长时期以来云南地区的古气候、古环境研究比较薄弱, 缺乏多环境指标高分辨率记录<sup>[3]</sup>. 本文根据洱海北部深水区岩芯 (ES 孔) 高分辨率指标分析, 力求对全新世以来洱海地区的气候环境演化进行重建, 并为预测未来气候环境演化提供新的依据.

## 1 洱海地区自然环境

洱海地处云贵高原的西北部, 横断山脉的东部边缘, 湖盆形成于更新世早期, 属断陷湖泊. 湖盆大致呈南北展布, 中部最深处 20.7 m, 北部最深处 12.6 m, 南部仅 5.9 m, 但南部中央水下平台东西两侧有条形深槽 (图 1). 湖面高程 1974m, 西侧为苍山山地, 苍山十九峰海拔均超过 3500m, 与湖盆平行展布; 东侧为滇中高原, 地形起伏和缓. 入湖河流北有弥苴河、罗时江、永安江, 南有波罗江, 东有海潮河、玉龙河, 西部为苍山十八溪, 出湖河流仅有西洱河<sup>[4]</sup>. 区域现代气候属低纬高原亚热带季风气候, 具有干湿分明的季节

\* 中国科学院知识创新工程重大项目 (KZCX1-10-01) 资助.  
2002-3-26 收稿; 2002-5-24 收修改稿. 周静, 女, 1977 生, 硕士研究生.

特征, 主要受西风南支急流及西南季风的交替影响, 同时青藏高原的高原气候系统对区域气候也会产生较大影响. 降水主要集中在 6-10 月, 占全年降水量的 85% 以上<sup>[5]</sup>.

## 2 采样与分析

2000 年 4 月在洱海北部弥苴河入湖区域水深 10.8 m 处用水上钻井平台和活塞采样器采得连续柱状岩芯 (ES 孔), 长度为 662cm, 在野外按 1cm 间隔分样. 岩性以细颗粒为主, 60cm 以下为暗灰色粉砂质泥, 60-40cm 为灰色粉砂质泥, 向上过渡为浅灰黄色泥. 在实验室对样品进行有机质 AMS<sup>14</sup>C 年代、孢粉、粒度、碳屑、藻类等环境指标的分析.

AMS <sup>14</sup>C 年代由日本东京大学放射性碳素年代实验室测定, 结果如下: 60cm 处为 1890±70aBP、120cm 处为 2690±80aBP、230cm 处为 5360±130aBP、360cm 处为 6860±80aBP、480cm 处为 8 840±90aBP、550cm 处为 9300±120aBP、661 cm 处为 10820±80aBP. 从 AMS <sup>14</sup>C 测年和沉积物深度序列关系 (图 2) 可知, 除了 60cm 处的年代偏老外, 所获数据是可靠的.

粒度分析用 Malven Masters2000 激光粒度仪测定. 对孢粉样品采用称重、酸碱处理及重液浮洗提取, 进行了百分含量及浓度统计, 后者是利用石松 (Cecopdium) 孢子法求得的. 常见的木云、冷杉 (Picea/Abies)、桦 (Betula)、榆 (U 冷杉 胡桃 (Juglans)、桤木 (Alnus). 草本花粉以蒿 (Artemisia)、藜科 (Chenopodiaceae)、莎草科 (Cyperaceae)、禾本科 (Graminaceae) 等比较常见. 蕨类孢子较多的主要有水龙骨科 (Polypodiaceae)、桫欏科 (Cyatheaceae)、裸子蕨科 (Gymnogrammaceae)、中国蕨科 (Sinoperidaceae)、凤尾蕨 (Pteris). 在进行孢粉统计的同时, 对碳屑进行了统计, 并计算其浓度. 盘星藻 (Pediastrum) 在地层中也较丰富.

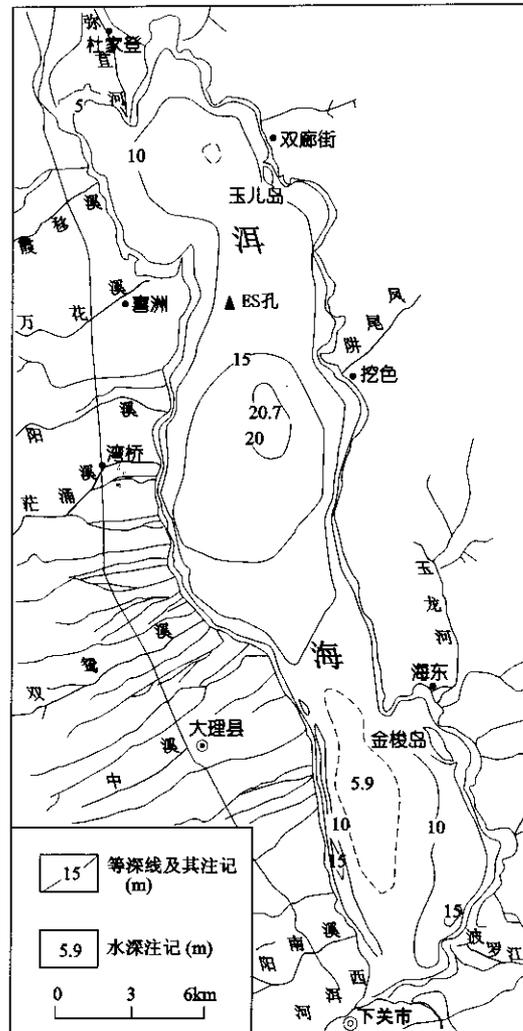


图 1 洱海地形及 ES 孔位置图

Fig. 1 Terrain of Erhai lake and the location of ES core

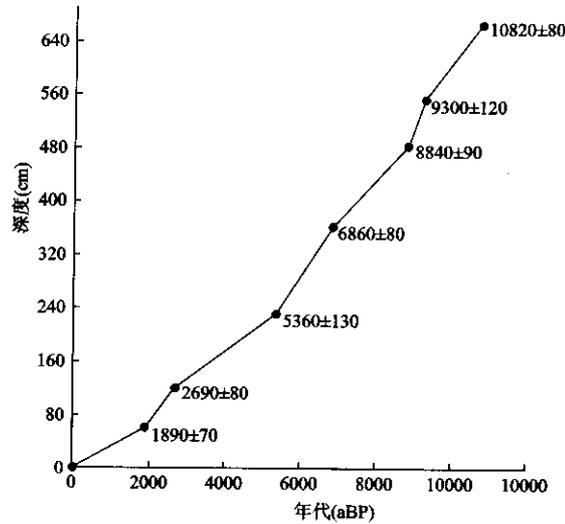


图 2 ES 孔年代-深度关系

Fig.2 Relationship between age and depth in ES core

### 3 结果

综合 ES 孔沉积物孢粉、碳屑、粒度等分析结果, 自下而上分为 11 个阶段(图 3), 各阶段沉积物指标特征及相应的气候环境意义如下:

第 I 阶段: 6.62-6.21m (10800-10200aBP)

该阶段孢粉组合中木本花粉占绝对优势, 以铁杉( $\geq 40\%$ )、松( $\geq 19\%$ )为主, 少量云、冷杉, 阔叶树花粉基本没有出现. 草本浓度很低, 仅在下部含少量莎草科花粉. 孢粉组合反映当时植被类型为山地针叶林, 林线附近铁杉林比较发育. 碳屑浓度变化较大, 最高达 8000 粒/g, 说明经常有大的自然灾害发生, 这些火灾可能是气候转暖引起的森林大火<sup>[6]</sup>. 此外盘星藻浓度很高(3000-9000 粒/g), 说明当时存在较大水体. 沉积物颗粒的中值粒径 MD 较稳定,  $< 2 \mu\text{m}$  的粘土和  $> 65 \mu\text{m}$  的粉砂百分含量变化明显, 表明土壤侵蚀和水动力条件的波动. 综合上述指标可知, 晚冰期末期洱海地区气候相对温凉湿润, 流域自然植被增加, 湖体扩大. 据对西南季风已有的研究表明, 云南广大范围的湖泊扩张与亚洲西南季风的爆发有关<sup>[7]</sup>, 并且该阶段可对应 Bolling-Allerod 升温后期.

第 II 阶段: 6.21-5.82m (10200-9700aBP)

该阶段孢粉总浓度明显下降(5500-13000 粒/g), 草本浓度有所增加, 木本中松、铁杉含量下降, 而云、冷杉和莎草科含量呈现峰值, 分别为 16%、1.8%. 盘星藻浓度、碳屑浓度均比上阶段有所降低. 沉积物  $< 2 \mu\text{m}$  的粘土含量略有降低, 而中值粒径则在 9900aBP 左右出现一个明显峰值,  $> 65 \mu\text{m}$  的粉砂也在 9900aBP 左右含量骤升, 表明水环境有剧烈波动. 以上分析说明该阶段气候冷湿, 流域生物量减少, 植被覆盖率降低, 但云、冷杉林面积有所扩大, 入湖径流携带粗颗粒物可直接到达湖底. 全新世之前在全球范围内发生了新仙女木(Younger Dryas)降温事件<sup>[8]</sup>, 10200-9700aBP 洱海地区的冷湿气候体现了中国西南地区对这一全球性冷事件的响应.

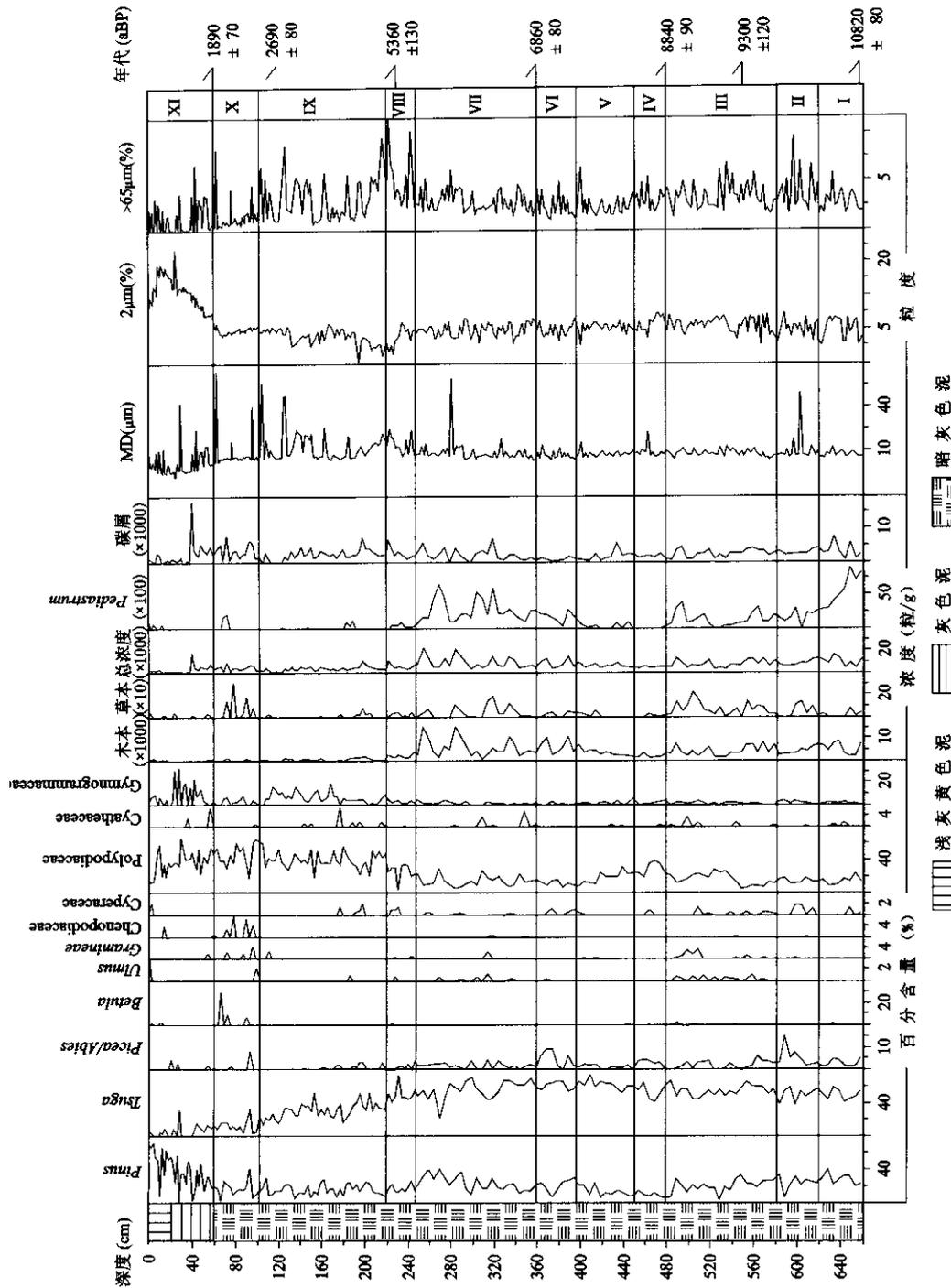


图 3 ES 孔多环境代用指标分析结果

Fig.3 Analytical results of multi-environmental proxies in ES core

### 第III阶段: 5.82-4.78 m (9700-8800aBP)

该阶段木本花粉浓度较上阶段有所增加, 其中喜冷湿的云、冷杉浓度降低 ( $\leq 6\%$ ), 松及铁杉浓度略有回升. 与上阶段不同的是该阶段阔叶树花粉如榆、桦等开始增加. 草本浓度很高, 上部出现较多水龙骨科、禾本科及杪椌科. 本阶段碳屑浓度、盘星藻浓度增大, 最高可达 40000 粒/g. 沉积物颗粒粒度总体稳定、变幅较小. 可以推断该阶段洱海地区气候温偏湿, 垂直植被带谱发育, 低中山为针阔叶混交林, 林线附近铁杉林面积扩大, 区域植被覆盖率提高. 该阶段为全新世初期的升温期.

### 第IV阶段: 4.78-4.50 m (8800-8300aBP)

该阶段木本和草本花粉浓度均减少. 松属含量偏低, 最高仅为 10%. 铁杉含量降低, 而云、冷杉含量较高, 阔叶树花粉消失. 水龙骨科含量继续增加, 碳屑浓度降低. 中值粒径在 8 500aBP 左右突然增大,  $< 2 \mu\text{m}$  的粘土含量降低,  $> 65 \mu\text{m}$  的粉砂含量骤升, 盘星藻浓度几乎为零. 各项指标显示该阶段为全新世中的一次冷事件, 气候冷偏干, 山地针叶林发育, 林线上升. 云南鹤庆盆地的古环境研究也证实了这次冷事件的存在<sup>[9]</sup>, 我国内蒙古岱海的湖泊沉积物 Rb/Sr 比值显示在 7900-8250aBP 期间岱海区域也经历了一次变冷的过程, 格陵兰湖泊沉积物<sup>[10]</sup>和冰芯<sup>[11]</sup>表明 8200aBP 左右确实存在显著的气候冷事件. 此外, 欧洲大陆法国的 Burgundy<sup>[12]</sup>、非洲热带的 Lake Victoria<sup>[13]</sup>也都记录了这次变冷. 这些都说明该事件是一次全球性的环境事件.

### 第V阶段: 4.50 m-3.96 m (8300-7400aBP)

该阶段木本花粉浓度、草本花粉浓度和碳屑浓度均有所提高. 松属含量略有上升, 铁杉含量最高可达 78%, 冷杉含量较低 (0-3%), 但阔叶树花粉仍很少出现. 沉积物中值粒径波动很小,  $< 2 \mu\text{m}$  的粘土含量略有上升,  $> 65 \mu\text{m}$  的粉砂含量变小. 盘星藻浓度有所提高, 但幅度很小 ( $< 2800$  粒/g). 推断这一阶段洱海地区气候偏温湿, 山地垂直带谱中, 松属和铁杉属面积扩大, 冷杉减少, 湖面略有抬升.

### 第VI阶段: 3.96-3.58m (7400-6800aBP)

该阶段孢粉浓度变幅较大, 木本花粉中以云、冷杉增加为主 (峰值可达 10%), 其它属种如松、铁杉明显减少. 盘星藻浓度在 7100aBP 左右达到最低值.  $> 65 \mu\text{m}$  的粉砂和  $< 2 \mu\text{m}$  的粘土含量变化不明显. 碳屑浓度偏低. 这一阶段洱海地区气候变冷干, 以云、冷杉面积扩大为主要特征. Deton 曾以 7800aBP 作为北半球第一冷峰的时间<sup>[14]</sup>, 而在 Rothlisberger 所编制的全新世南北半球冰川波动图上, 不仅北半球山地有较普遍的冰川前进, 连南半球的新西兰和南美热带山也发现有 7300aBP 左右的冰川前进<sup>[15]</sup>, 可知 7000aBP 左右的气候变冷是一次全球气候变化事件, 云南地区对这一事件有较好的响应, 但时间上稍晚、强度稍弱.

### 第VII阶段: 3.58-2.48m (6800-5500aBP)

这一阶段为全新世中稳定的暖湿阶段. 各孢粉总度、碳屑浓度、盘星藻浓度均为整个剖面的高值部分. 木本中松的含量较高, 均值可达 25%; 铁杉和云冷杉含量降低; 榆含量增加.  $< 2 \mu\text{m}$  和  $> 65 \mu\text{m}$  的沉积物颗粒指标均较稳定. 该阶段气温高, 植物生长空前繁茂, 垂直带谱下部的针阔叶混交林发育, 林线、暗针叶林等有较大幅度的退缩, 湖泊扩张. 在此前后, 黄河流域出现仰韶文化 (7000-5000aBP), 长江下游有马家浜文化 (7000-6000aBP)、崧泽文化 (6000-5000aBP), 即使现代不适于人类居住的青藏高原西北部也发

现 30 多处细石器文化遗址, 推测也是该阶段的<sup>[16]</sup>, 但洱海地区的考古研究至今尚未发现人类文明的遗址. 该阶段相当于全新世大暖期的盛期.

第Ⅶ阶段: 2.48-2.20m (5500-5100aBP)

该阶段木本、草本花粉浓度都急剧下降. 松、铁杉和云、冷杉含量均减少, 但蕨类孢粉迅速增多, 以水龙骨科为主. 该阶段森林覆盖率开始降低, 蕨类植被相对发育, 气候开始转冷干. 盘星藻浓度大幅下降, 指示了湖泊水体变小. 本阶段各粒度含量变化非常明显,  $<2\ \mu\text{m}$  的沉积物出现谷值,  $>65\ \mu\text{m}$  的颗粒含量在 5100aBP 骤升, 最高 $>15\%$ , 说明流域植被覆盖条件变差, 湖泊变浅. Deton 称 5800-4900aBP 为第二小冰期, 冷峰出现于 5300aBP 前后, 南北半球各山地均有冰川前进. 我国天山乌鲁木齐河就在 5380aBP 左右存在一次冰进<sup>[16]</sup>. 中国海面在 5600aBP 左右从颠峰转折<sup>[17]</sup>, 华北、华东及西南的古气候研究表明 5600-5300aBP 为低海面和低温期<sup>[18]</sup>. 洱海地区对这次冷事件的响应很强烈.

第Ⅷ阶段: 2.20-1.02m (5100-2400aBP)

继上一阶段的冷事件之后, 该地区气温有所回升, 孢粉浓度依然偏低, 说明流域植被较少. 木本中云、冷杉几乎消失, 温暖树种偶见, 蕨类孢粉含量上升, 反映森林覆盖率进一步减小.  $<2\ \mu\text{m}$  的含量有所增加, 但仍偏低, 而 $>65\ \mu\text{m}$  的含量和中值粒径下部偏低, 上部较高, 3600-2700aBP 粒径明显增粗. 说明该阶段气候凉偏干, 湖面偏低. 晚全新世西藏各地湖泊普遍强烈退缩<sup>[19]</sup>, 而北非撒哈拉地区的湖泊也在 4500aBP 急剧萎缩消亡, 沙漠环境开始出现<sup>[20]</sup>. 洱海地区最早的人类活动的遗址是洱海东部宾川县白羊村遗址,  $^{14}\text{C}$  测定的年代为  $3770\pm 85\text{aBP}$ , 有火塘及使用火的遗迹, 晚期房址多为木胎泥墙, 磨制石器和陶器大量使用<sup>[21]</sup>, 说明人类从距今 4000 年左右开始砍伐、燃烧树木, 与之对应的是这一阶段碳屑浓度增大. 本阶段湖泊流域环境开始受人类活动影响.

第Ⅸ阶段: 1.02-0.6m (2400-1900aBP)

气候继续朝着温干的方向变化, 孢粉的总浓度有所升高, 木本中阔叶树种桦等开始出现且含量较高. 草本浓度剧增, 出现整个剖面上的峰值, 以藜科、禾本科、蒿含量增高为主, 其中藜科平均可达 4%. 粒径稳定、偏细, 与流域草本植被增多, 气候干燥, 径流量减小, 水流携沙能力下降有关. 禾本科和碳屑浓度的增高显示了人类毁林种植活动强度增大.

第Ⅹ阶段: 0.6-0m (1900aBP 以来)

该阶段是受人类活动强烈影响的时期, 由于耕作引起的土壤细颗粒物流失严重, 沉积物中 $<2\ \mu\text{m}$  的颗粒含量大幅度提高, 峰值可达 25%,  $>65\ \mu\text{m}$  的颗粒含量总体较低, 说明流域径流量不大, 水流携沙能力很小. 松属含量呈渐升趋势, 这一方面说明气候暖干, 另一方面主要是长期受人类活动的影响, 大部分地区的自然植被遭到破坏, 多为次生的云南松林取代<sup>[22]</sup>. 铁杉、冷杉含量很低, 表明气候比较温和. 喜暖的胡桃科、喜湿的莎草科、喜干的藜科在不同时段出现孤峰状态, 显示出该阶段内还存在次一级的冷暖干湿波动.

## 4 讨论与结论

(1) 云南的地貌格局自上新世至更新世随着青藏高原的强烈隆升即逐渐形成<sup>[23]</sup>, 因此全新世洱海沉积物中所包含的信息可以不考虑构造运动的影响. 洱海所在的滇西北高山植

被垂直地带性非常明显, 自下而上是半湿润常绿阔叶林(1900-2500m)-湿性常绿阔叶林(2500-2900 m)-云南铁杉林及常绿针阔叶混交林(2900-3200 m)-云、冷杉林(3100-4100 m)-高山灌丛和高山草甸(4000-4700 m). 另有高山松林、落叶松林和硬叶长绿阔叶林交错分布于一定高度范围的林带之中. 此外在深切河谷底部还有热带性的稀树灌木草丛和肉质多刺灌丛<sup>[23]</sup>. 这些植物的孢粉通过水流、风力的作用被搬运到洱海中沉积下来, 使得孢粉样品的分异度较高, 一个样品往往包含各种冷暖干湿的孢粉, 这与平原地区大为不同, 但是其中的优势孢粉组合反映了垂直植被带的迁移, 这种迁移可以指示区域气候背景的变化.

(2)一般在大而深的湖泊底部, 沉积物的颗粒从湖心到湖滨呈环带状逐渐增粗<sup>[24]</sup>. 洱海地区母岩化学风化作用强烈, 广布红土风化壳, 入湖物质偏细, 开阔湖区沉积物中粘土所占比例相当高, 在湖滨为粘土质粉砂和砂<sup>[22]</sup>. 但当气候湿润、降水丰沛时, 苍山因与湖面存在近 2000 m 的高差, 山上的水流蕴藏巨大能量携泥砂形成异重流入湖, 将粗颗粒物搬运到湖心沉积下来, 因而岩芯上突然的粒径增粗可以指示湿润的气候条件下的丰沛径流和较高的湖面; 另外当气候干燥, 湖泊变浅时, 较大的径流也可能携粗颗粒物在湖心沉积. 因此粒度指标的指示意义必须结合湖盆的地形与径流特征来综合判断.

(3)整个 ES 孔所揭示的洱海地区一万年以来的气候演化阶段, 对全球性的冷事件都有很好的响应, 而对暖事件的响应不太明显. 这可能说明位于北纬 30 度以南的该地区晚冰期以来气候演化处于暖的背景下, 这一方面与太阳辐射强度有关, 另一方面与青藏高原的屏障作用有关. 青藏高原平均海拔逾 4000m, 北方较弱的冷空气无法逾越, 只有全球性冷事件才能影响该地区, 这些冷事件记录成为区域对比的桥梁.

(4)考古资料和湖泊沉积记录显示, 距今 4000 年左右该地区开始出现人类活动, 但至 2400 aBP, 仅是原始的渔猎, 对周围环境影响不大. 而此后农耕的出现, 表明人类不仅被动地适应自然界, 而且主动地改造自然界. 1900aBP 以来, 随着人口增多, 毁林开荒日趋严重, 植被破坏严重, 水土流失加剧, 人类改造自然界的强度进一步加大.

## 参 考 文 献

- 1 黄文钰, 吴延根, 舒金华. 中国主要湖泊水库的水环境问题与防治建议. 湖泊科学, 1998, 10 (3):83-90
- 2 王苏民, 余源盛, 吴瑞金等. 岱海——湖泊环境与气候变化. 合肥: 中国科技大学出版社, 1990
- 3 王苏民, 张振克. 中国湖泊沉积与环境演变研究的新进展. 科学通报, 1999, 44 (6):583-584
- 4 朱海虹等. 云南断陷湖泊环境与沉积. 北京: 科学出版社, 1989: 3-11
- 5 徐裕华. 西南气候. 北京: 气象出版社, 1991:32-33
- 6 Dunkerley D L, Deckker P De, Kershaw A P, et al. 第四纪环境. 刘东生等译. 北京: 科学出版社, 1997:127-129
- 7 秦伯强, Harrison S P, 于革等. 末次盛冰期以来全球湿润状况的地质证据——全球古湖泊数据库及其湖水水位变化的大尺度时空分析. 湖泊科学, 1997, 9 (3):203-210
- 8 Dansgaard W, White J W C, Johnsen S J. The abrupt termination of the Younger Dryas climate event. Nature, 1989, 339:532-533
- 9 蒋雪中, 王苏民, 羊向东. 云南鹤庆盆地 30ka 以来古环境与环境变迁. 湖泊科学, 1998, 10 (2):10-16
- 10 Willemse N W, Tornqvist T E. Holocene century-scale temperature variability from West Greenland lake records. Geol, 1999, 27:580-584

- 11 Alley R B. Ice-core evidence of abrupt climate change. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2000, 97:1331-1334
- 12 Rousseau D D, Limondin N. Holocene environmental signals from mollusk assemblages in Burgundy (France). *Quat Res*, 1993, 40:237-253
- 13 Stager J C, Mayewski P A. Abrupt early to mid-Holocene climatic transition registered at the equator and the poles. *Science*, 1997, 276:1834-1836
- 14 Denton G A, Karlen W. Holocene climate variations, their pattern and possible cause. *Quat Res*, 1970, 3: 155-205
- 15 Rothlisberger F. 10000 Jahre Gletschergeschichte der Erde Arau. Verlag: Sauerlander, 1986
- 16 施雅风等. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 1992: 7-8
- 17 杨怀仁, 谢志仁. 中国近 2000 年来的气候波动与海面升降运动. *海洋与湖沼*, 1984, (1):1-13
- 18 杨怀仁. 环境变迁研究. 南京: 河海大学出版社, 1996: 366-373
- 19 李炳元, 王富葆等. 试论西藏全新世古地理的演变. *地理研究*, 1982, 1:4
- 20 Wright Jr H E, Kutzbach J E, Webb III T, et al. *Global climates Since the Glacial Maximum*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1993:324-325
- 21 云南省博物馆. 云南宾川白羊村遗址. *考古学报*, 1981, 3:349-368
- 22 王苏民, 龚洪身. 中国湖泊志. 北京: 科学出版社, 1998.
- 23 云南植被编写组. 云南植被. 北京: 科学出版社, 1987.
- 24 霍坎松 L, 杨松 M. 湖泊沉积学原理. 郑光鹰译. 北京: 科学出版社, 1992

## Climatic and Environmental Changes from the Sediment Record of Erhai Lake over the Past 10000 Years

ZHOU Jing<sup>1,2</sup>, WANG Sumin<sup>1</sup> & LÜJing<sup>3</sup>

(1:Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008,P.R.China;

2:Graduate School of CAS, Beijing 100039,P.R.China; 3: Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093,P.R.China)

### Abstract

Erhai Lake, formed by faults, is the second largest freshwater lake on the northwestern Yunnan Plateau, southwestern of China. The area is influenced by southeast monsoon (from Bengal Gulf), the precipitation between March and October accounted for 70%-90% of a year. Annual average temperature is 15.1°C. ES core with a length of 6.62m was taken from the deep-water area in the northern part of the lake basin in April, 2001. Based on the analysis of high resolution and multi-environmental proxies of this core, including AMS dating, pollen-spore, grain size, alga and carbon fragment, eleven phases of climatic and environmental changes have been identified. As a result, the regional paleoclimate and paleoenvironment are reconstructed over the past 10000 years. Four global cold events were well recorded, which happened in 9.9kaBP, 8.5kaBP, 7.1kaBP and 5.1kaBP. These cold events can be compared to those happened in different parts of the world. The period from 6.8kaBP to 5.5kaBP was the optimum period with wet and warm climate in Holocene. Obvious human activities began from 2.4kaBP in this region.

**Keywords:** Erhai Lake; multi-environmental proxies; cold events; evolution of environment and climate; human activities