

文章编号: 1009-3850(2004)02-0045-06

藏北羊湖地区孢粉组合及其 1.3 万年以来的古气候变化

黄 勇, 牟世勇, 贺永忠, 朱 勋, 陈 仁

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 近年在羊湖地区全新世沉积物中采获了大量的孢粉化石, 依据孢粉的种类、含量变化及年龄值划分了孢粉组合带, 建立了孢粉组合序列, 识别出 3 个气候变化旋回, 初步分析了该地区 1.3 万年以来的古气候变化规律, 具有环境研究意义。

关键词: 孢粉组合; 古气候; 1.3 万年; 羊湖; 藏北

中图分类号: P532

文献标识码: A

藏北地区的内陆湖泊星罗棋布, 其中以羊湖规模较大, 面积约 120km², 湖光山色, 烟波浩淼, 堪称高原明珠。但仅 1972 年以来, 湖面便退缩近 400m, 目前其东南部形成的半岛前缘正以堤坝形式向前扩展, 在此围成了一个小湖湾(图 1)。该堤坝在 1972 年没于水下, 现已高出水面约 2m, 近 30 年内湖面至少下降了 2m, 年退缩量高达 8cm/a, 退速惊人。

2002 年, 贵州省地调院为了研究羊湖盆地的演化, 在湖泊周边布置了钻孔和实测剖面, 在 ZK₁ 和 IP₁₆ 剖面上采获了大量的孢粉化石。由于孢粉对气候的变化反应灵敏^[1], 因而笔者依据孢粉组合特征分析了该地区 1.3 万年以来的古气候变化, 具有环境研究意义。

1 孢粉样品测年值

贵州地调院除了在湖泊周边的第四系中布点观测外, 还布置了 1 个钻孔和 4 条实测剖面, 采集的微生物样品共 73 件, 全部进行了分析, 仅在 ZK₁ 和 IP₁₆ 上部发现丰富的孢粉化石, 经国家地震局地质研究所测年, 最老年龄值为 12800±85a, 最新年龄值为 8970±170a(表 1)。

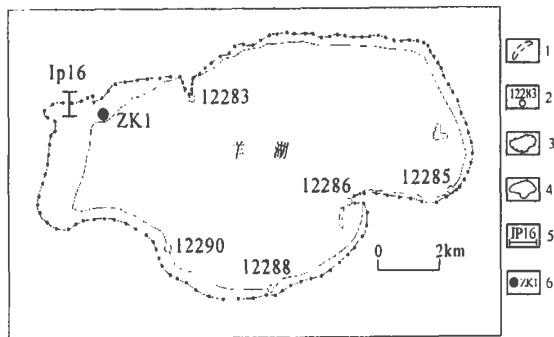


图 1 羊湖的退缩范围

1. 暴露水面的堤坝; 2. 湖岸线的观测点及编号; 3. 1972 年的湖岸线; 4. 现在湖岸线; 5. 实测剖面及编号; 6. 钻孔及编号

Fig. 1 Diagram showing the scope for the decrease of the Yanghu Lake

1= dam above the lake level; 2= observation site and its number; 3= lake strandline in 1972; 4= present-day lake strandline; 5= measured section and its number; 6= bore-hole and its number

收稿日期: 2004-03-15

第一作者简介: 黄勇, 1962 生, 工程师, 主要从事区域地质调查工作。

资助项目: 1:25 万奥依亚依拉克幅、羊湖幅区域地质调查项目(19991300009071)。

表 1 ¹⁴C 样品测年结果综合表

Table 1 ¹⁴C age determinations for the sporopollen fossils from the upper parts of the IP₁₆ and ZK₁ sections

编 号	距今年代/a	树轮校正/a
ZK ₁ -17BF ₁	11220±200	13160±220
ZK ₁ -13BF ₂	8970±170	10180±225
ZK ₁ -11BF ₁	9840±250	11220±450
IP ₁₆ -7BF	12800±85	15440±550

注 ¹⁴C 半衰期采用 5568 年; 起始计年为 1950 年; 液闪仪器型号 Quan tulus-1220 (LKB); 样品物质: 砂粘土

2 孢粉组合带特征

2.1 ZK₁ 剖面上的孢粉组合带

ZK₁ 钻孔剖面位于羊湖西侧的湖边, 孔深 4.84m, 划分了 19 层(图 2), 主要岩性有粗砂、细砂、粉砂、砂质粘土、粘土及少量有机质粘土和极薄层石膏。除 ZK₁-12BF 和 ZK₁-13BF 样品中的孢粉化石较少外, 其余均较丰富。根据钻孔孢粉种类及其含量变化, 剖面自下而上可分为 4 个孢粉组合带。含量次之, 占组合的 23.2%~49.7%, 个别样品木本植物花粉含量超过草本植物花粉含量, 在整个钻孔中其含量最高、种类最多, 乔木中针叶树种花粉含量较

少, 仅见有松属、云杉属、冷杉属和罗汉雪松属; 落叶阔叶、常绿阔叶树种花粉含量较高, 主要是桦科、壳斗科的栎属、榆科花粉, 其它还见有楝属、冬青属、槭属、悬铃木属等; 灌木树种中以麻黄为主, 含量为 5.9%~11.3%, 其他见有大戟属、芸香属和白刺属等。蕨类孢子含量极少, 仅占组合的 1.2%~7.4%, 以卷柏常见。

1. *Ephedra-Quercus-Chenopodiaceae-Artemisia* 孢粉组合带(第 I 带)

化石见于 ZK₁-15BF 至 ZK₁-19BF₁ 样品中。该带草本植物花粉占优势, 含量为 42.9%~75.0%, 尤以陆生草本植物为主, 主要是藜科花粉含量很高, 占组合的 30.8%~60.7%, 并有少量蒿属, 含量为 3.4%~16.7%; 禾本科花粉常见; 水生草本植物中香蒲属、浮萍属和狐尾藻属等常见。木本植物花粉

2. *Ephedra-Chenopodiaceae-Artemisia* 孢粉组合带(第 II 带)

化石见于 ZK₁-14BF 样品中。该带出现的种类虽少, 但优势属种明显。草本植物花粉占绝对优势, 为 81.4%, 主要是藜科花粉, 占组合的 68.1%; 其次是蒿属, 含量为 9.5%。木本植物花粉次之, 占组合

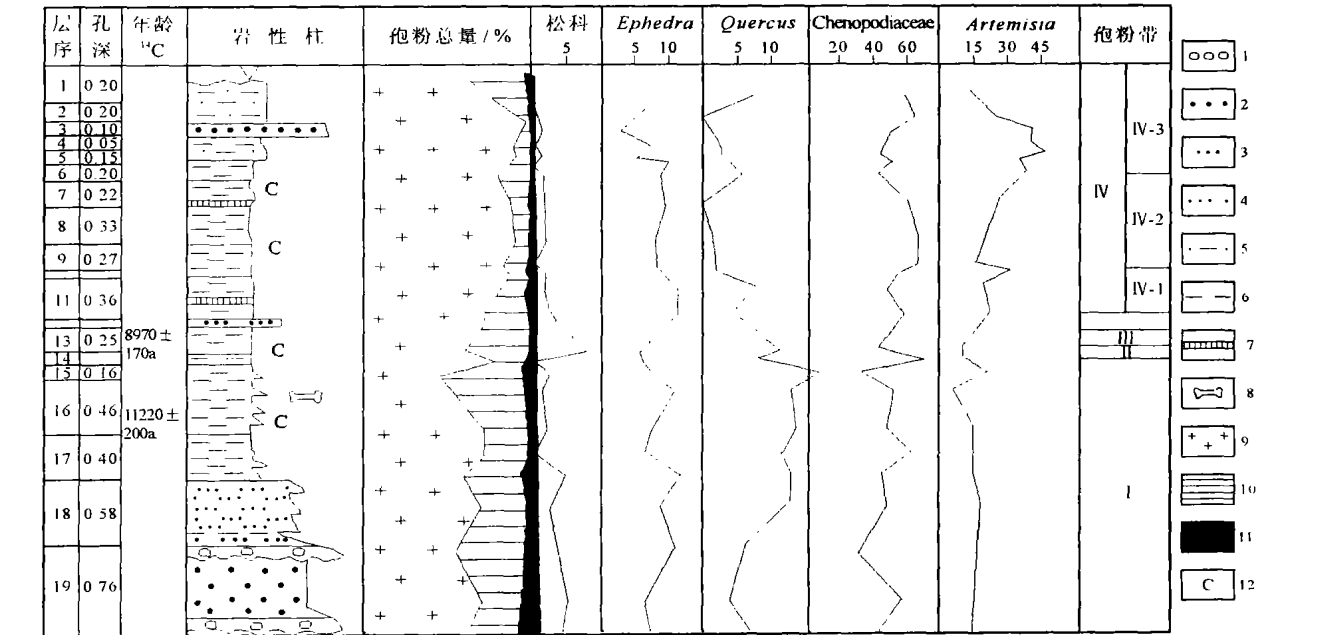


图 2 ZK₁ 钻孔剖面孢粉含量图

1= pebble; 2= coarse sand; 3= fine sand; 4= silt; 5= sandy clay; 6= clay; 7= gypsum; 8= rib of vertebrates; 9= conifer, broad-leaved tree and shrub; 10= herb; 11= Pteridophyta; 12= carbon-bearing organic matter

的14.3%,含量明显低于上一组合,主要是乔木植物的栎属和灌木植物的麻黄属,含量分别为7.7%和5.7%。水生草本植物极少。蕨类孢子仅见有卷柏一属,占组合的4.3%。

3. *Betulaceae-Quercus-Chenopodiaceae* 孢粉组合带(第III带)

化石见于 ZK₁-12BF 至 ZK₁-13BF 样品中。该带与上一组合相比,木本植物花粉含量明显上升,但仍低于草本植物花粉,尤以喜温的针叶树种和桦科花粉增加显著。草本植物花粉中仍以藜科花粉含量最高,为42.9%,其次是蒿属,含量为8.9%,鸡爪勒属、禾本科和十字花科花粉常见;水生草本植物花粉中以香蒲属、浮萍属常见。木本植物花粉中乔木植物出现有松属(4.0%)、云杉属、雪松属、冷杉属、胡桃科、桦科(7.1%)、栎属(10.7%)和榆属等分子;灌木植物花粉以麻黄属为主,占组合的5.4%,白刺属、芸香属可见。蕨类孢子含量较少。

4. *Ephedra-Chenopodiaceae-Artemisia* 孢粉组合带(第IV带)

化石见于 ZK₁-1BF 样品中。该带的显著特点是以灌木和陆生草本植物花粉为主,较前一组合乔木植物减少。可进一步细分为3个亚组合带。

(1)第一亚组合带(ZK₁-11BF₁至ZK₁-11BF₂)。该亚带以草本植物花粉占优势,含量为68.6%~79.4%,其中藜科花粉含量最高,为45.7%~56.4%;次是蒿属,含量为17.6%~0.2%;禾本科、十字花科花粉常见。木本植物花粉含量为18.3%~26.2%,有松属、云杉属、落叶松属、栎属、榆属、槭属和桦科。蕨类孢子含量最少,为2.3%~5.2%,有卷柏、木贼、凤尾蕨和水龙骨科的孢子。

(2)第二亚组合带(ZK₁-7BF至ZK₁-10BF)。该亚带与前一亚组合比较,不同之处是乔木植物花粉进一步减少,达到整个钻孔的最低值。草本植物花粉含量明显增加,为82.6%~89.0%,以蒿属、藜科花粉为主,分别为14.2%~31.1%、54.4%~66.5%;禾本科、十字花科花粉常见。木本植物花粉含量为11.0%~14.2%,其中灌木的麻黄属为7.3%~9.2%;针叶树种仅见有松、云杉、雪松3属;乔木的阔叶树种仅见有栎、槭、紫树和冬青4属。蕨类孢子含量极少,为0~3.2%。

(3)第三亚组合带(ZK₁-1BF至ZK₁-6BF₁)。该亚带以草本植物花粉占优势,含量为75.0%~93.1%,主要成分为藜科花粉(41.2%~64.4%)和蒿属(12.5%~45.5%);其他如禾本科、菊科等花粉

零星见及。木本植物花粉除麻黄属(2.4%~9.4%)外,其他成分很少。蕨类孢子含量极少,为0.4%~2.7%。它的显著特点是蒿属花粉含量明显增加,个别样品超过了藜科花粉。

2.2 IP₁₆剖面上的孢粉组合带

剖面位于羊湖西侧的卡拉苏代牙河边的一级阶地上,探槽揭露厚9.57m,划分了22层(图3),由含粘土质粉砂—细砂层、石英粉砂层、粘土层、含粉砂质粘土层、含砾砂质粘土层及砂砾层组成,局部夹膏盐条带。石英粉砂层具水平层理和小型交错层理。

除 IP16-20BF、IP16-16BF、IP16-13BF、IP16-12BF、IP16-11BF、IP16-10BF、IP16-9BF、IP16-1BF 见有少量孢粉化石外,其余均见有较丰富的孢粉化石。根据剖面孢粉种类及其含量变化,自下而上划分了3个孢粉组合带。

1. *Chenopodiaceae* 高含量组合带(第I带)

化石见于 IP16-3BF 样品中,属种单调,以陆生草本植物花粉中藜科花粉占绝对优势,含量达95.1%,蒿属含量为3.1%,其它的木本植物花粉如麻黄、松属、桦属、栎属、榆属等极少。

2. *Betulaceae-Quercus-Chenopodiaceae* 孢粉组合带(第II带)

化石见于 IP16-4BF 至 IP16-16BF 样品中。该带可细分成4个亚组合带:

第1亚组合带(IP16-4BF至IP16-8BF)。该亚带木本植物花粉略超过草本植物花粉含量,分别为42.1%~58.8%和35.6%~55.4%。木本植物中针叶树种有松属、罗汉松、云杉、雪松、冷杉属等,落叶阔叶、常绿阔叶树种中以胡桃科、桦科、壳斗科的栎属、榆属含量较高,其它还见有楝属、冬青属、槭属、悬铃木属等;灌木树种中以麻黄为主,含量为3.5%~6.9%,还见有白刺属等。草本植物中藜科花粉含量较高,为21.8%~39.6%,其次是蒿属,占组合的10.9%~13.9%,禾本科、十字花科、菊科和伞形科等花粉零星。蕨类孢子含量极少,仅占组合的2.5%~5.0%,主为卷柏。

(2)第2亚组合带(IP16-9BF至IP16-13BF)。该亚带为化石贫乏带,仅有一些代表干燥气候条件下的藜科、蒿属和白刺属等花粉。

(3)第3亚组合带(IP16-14BF至IP16-15BF),即 *Pinus-Quercus-Chenopodiaceae-Artemisia* 孢粉亚组合带。该亚带草本植物花粉略超过木本植物花粉含量,分别为48.9%~56.5%和36.9%~46.6%。木本植物中针叶树种有松属(1.2%~

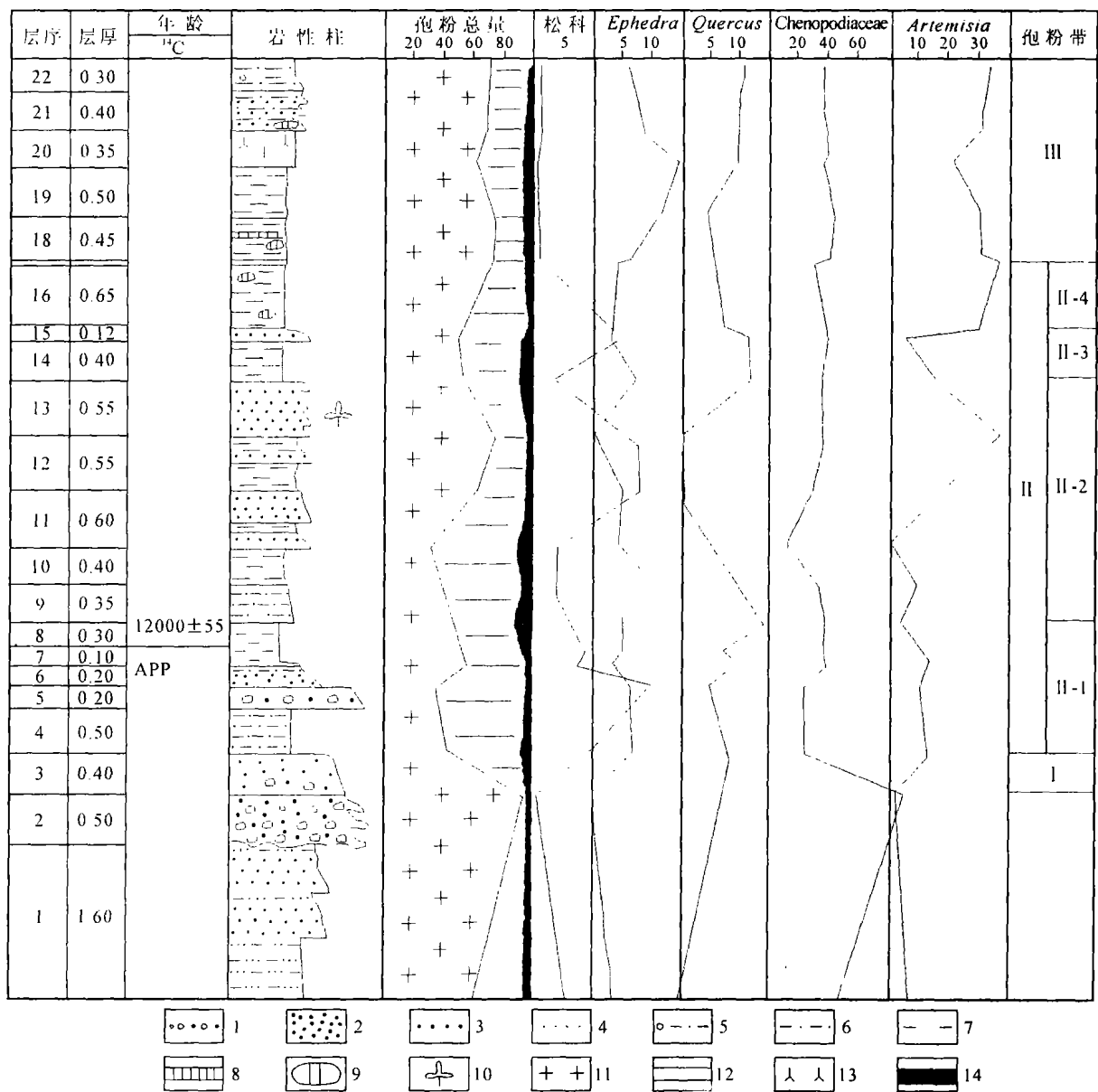


图3 IP₁₆剖面孢粉含量图

1. 含砾砂层; 2. 粗砂层; 3. 细砂层; 4. 粉砂层; 5. 含砾砂质粘土层; 6. 砂质粘土层; 7. 粘土层 8. 石膏层; 9. 石膏包体; 10. 植物碎片; 11. 针叶树、阔叶树和灌木; 12. 草本植物; 13. 古土壤; 14. 蕨类植物

Fig. 3 The sporopollen contents in the IP₁₆ section

1= gravel-bearing sand; 2= coarse sand; 3= fine sand; 4= silt; 5= gravel-bearing sandy clay; 6= sandy clay; 7= clay; 8= gypsum; 9= gypsum inclusion; 10= plant fragments; 11= conifer, broad-leaved tree and shrub; 12= herb; 13= paleosol; 14= Pteridophyta

9.1%)、罗汉松属、云杉属(0.6%~3.6%)、雪松属和冷杉属(1.2%~1.4%)等, 落叶阔叶、常绿阔叶树种中有胡桃科、桦科、栎属、榆科、楝属、冬青属、槭属、悬铃木属等; 还见有古近纪子遗分子, 如罗汉松铁杉和银杏属; 灌木树种中以麻黄为主, 含量为3.2%~7.1%, 另见白刺属等。草本植物中以藜科花粉为主, 占组合的36.9%~38.0%, 其次是蒿属,

含量为7.7%~16.1%, 另有禾本科、菊科和香蒲等。蕨类孢子含量较少, 占组合的4.5%~6.5%, 以卷柏、水龙骨科较常见。

(4) 第4亚组合带(IP16-16BF)。该亚带也为化石贫乏带。这段地层中含一些代表干燥气候条件下的藜科、菊科、蒿属和白刺属等花粉。

3. *Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* 孢粉组合带(第 III 带)

化石见于 IP₁₆-17BF 至 IP₁₆-22BF 样品中。该带以草本植物花粉占优势,含量为 62.5%~73.7%,木本植物花粉次之,占组合的 23.4%~32.8%,蕨类植物孢子极少,仅占 1.8%~4.7%。草本植物中仍以藜科花粉为主,占组合的 29.2%~43.1%,蒿属含量较前一组合明显增加,个别样品还超过藜科花粉,含量为 21.9%~35.7%,禾本科、菊科、十字花科的花粉均有见及。木本植物中针叶树种较前一组合明显减少,只有松属、云杉属、罗汉松属。落叶阔叶、常绿阔叶树种含量有所下降,多见桦科、栎属及榆属。灌木中麻黄属较前一组合略有增加,含量为 4.2%~14.1%。

2.3 孢粉组合序列

ZK₁ 的第 II 孢粉组合带与 IP₁₆ 的第 III 孢粉组合带,在带名、代表属和特征诸方面都完全一致,两者可以对比。ZK₁ 的第 I 孢粉组合带(*Ephedra*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia*)与 IP₁₆ 的第 II 孢粉组合带(*Betulaceae*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*)亦可以对比,尤其与其第三亚带(*Pinus*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia*)更为接近,ZK₁ 第 I 孢粉组合带中也有相当数量的 *Pinus*,IP₁₆ 第 II 孢粉组合带第 3 亚带中亦有较多的 *Ephedra*。

3 1.3 万年以来的古气候变化

依据 ZK₁ 与 IP₁₆ 孢粉组合之间的关系可建立羊湖地区第四纪末期的孢粉组合序列(表 2),从而重塑与之对应的气候要素,以了解古气候的演化规律。

气候的干旱和潮湿是研究气候演化的基本要素,根据剖面序列中孢粉的组合特征,将 1.3 万年以来的气候划分为 3 个干—湿气候旋回,每个旋回由 1 个干旱期和 1 个半干旱、半潮湿或潮湿期组成。

3.1 第 I 旋回阶段(约 13~9.5ka)

该旋回由孢粉组合综合序列上的第 I—II 带构成(表 2)。干旱期以剖面 IP₁₆ 深度 7.05~9.5m 为代表,主要为河床相的砂砾或砾砂层。对应于 ZK₁ 剖面的 18—19 层,根据孢粉组合带 I—*Chenopodiaceae* 高含量组合带,以藜科、蒿属占绝对优势,为草原型植被,代表干旱、荒漠环境。该旋回的潮湿期以剖面 IP₁₆ 深度 2.05~7.05m 为代表,以灰褐色粘土层夹粉砂层为主,下部具 1 层 0.2m 厚的砂砾层,砾径 0.3~5cm,次圆,无序,总体以湖相和河漫滩相为主,次为

砂砾质河状相。根据孢粉 II-A 组合带(*Betulaceae*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*),以木本针叶林、阔叶林为主,为疏林草原型植被,代表半干旱、半潮湿的亚热带气候。由于第 II 阶段末期的掀斜运动,湖盆进一步缩小和变得更为狭窄,这期间剖面 IP₁₆ 与钻孔 ZK₁ 皆为湖相沉积,所以,阶地 I 的范围都应为湖水所盖,由此可见羊湖在 12.8~10ka 时,虽然湖盆缩小,但是湖面还是远比现在大得多。

3.2 第 2 旋回阶段(约 9.5~8ka)

该旋回由孢粉组合综合序列上的第 III—IV 带构成(表 2)。干旱期以钻孔 ZK₁ 深度 2.4~2.5m 为代表,沉积物为黑色有机质粘土夹 1cm 厚灰白色砂层,为湖泊相沉积,据孢粉 II 组合带(*Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia*)分析,其植被特点、植被类型和它们反映的古气候环境与气候旋回的干旱期相似。该旋回的潮湿期以钻孔 ZK₁ 深度 2.1~2.4m 为代表,以灰色、灰黑色有机质粘土为主,顶部为极薄的白色砂层,亦为湖泊相沉积,据孢粉 IV 组合带—(*Betulaceae*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*)分析,木本针叶林、阔叶林近半,为疏林草原型植被,反映气候温和偏干。该阶段由于时间较短,对羊湖的演化表现不明显。

3.3 第 3 旋回阶段(9ka—现在)

该旋回由孢粉组合综合序列上的第 IV—V 带构成(表 2),是一个不完整的旋回,只存在干旱期,以 ZK₁ 深度 0~2.1m 为代表,中下部以黑色粘土为主夹石膏层或石膏盐砂层,上部为灰白、灰绿色砂质粘土夹砂层,属湖心相(下部)和湖滨相(上部),据孢粉 V 组合带 *Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* 分析,以藜科、蒿属和禾木科为主,为草原型植被,代表干旱、荒漠环境,剖面上的膏盐沉积也提供了这一佐证。

上述 3 个气候旋回与依据 ZK₁ 钻孔和 IP₁₆ 剖面上的相关样品测试数据(氧化物含量、有机碳总量及微量元素的含量等)所判断的气候变化基本一致,与柴达木盆地察尔汗 b 孔所建立的全新世以来的气候旋回十分类似。它反映了 1.3 万年以来羊湖地区的气候变化规律,总体趋势是向干向热的方向演变。青藏高原西部 4.3ka 时已严重干旱^[2],气候变干导致了植被恶化,塑造了现代以藜、蒿为主的荒漠草原的植被环境。目前,羊湖地区正处于第 3 个气候旋回的干旱期,湖面仍在退缩,高原正在荒漠化,生态系统日益脆弱,但要等待第 3 个气候旋回的潮湿期的来临几乎是不可能的,因为人类活动的出现

表 2 羊湖地区近 1.3 万年来的孢粉组合序列及古气候演化表

Table 2 The sequences of the sporopollen assemblages and palaeoclimatic changes since 13 ka in the Yanghu region, northern Xizang

孢粉组合带及亚带序列	代表层位	草本植物花粉(%)	植被类型	植被特点	气候
V <i>Ephedra</i> - <i>Chenopodiaceae</i> - <i>Artemisia</i> 孢粉组合带	ZK ₁ -1BF~11BF				
三亚带	ZK ₁ -1BF—6BF	75.0~93.1%	草原型	藜科、蒿属和禾木科为主	干旱、荒漠或盐湖环境
二亚带	ZK ₁ -7BF—10BF	82.6~89.0%			
—亚带	ZK ₁ -11BF ₁ —11BF ₂	68.6~79.4%			
IV <i>Betulaceae</i> - <i>Quercus</i> - <i>Chenopodiaceae</i> 孢粉组合带	ZK ₁ -13BF	51.8	疏林草原型	木本针叶林、阔叶林近半	气候温和偏干
III <i>Ephedra</i> - <i>Chenopodiaceae</i> - <i>Artemisia</i> 孢粉组合带	ZK ₁ -14BF IP ₁₆ -17BF—22BF	81.4	草原型	藜科、蒿属为主	干旱、荒漠或盐湖环境
II-B <i>Ephedra</i> - <i>Quercus</i> - <i>Chenopodiaceae</i> <i>Artemisia</i> 孢粉组合带	ZK ₁ -15BF—19BF ₁	42.9~75	疏林草原型	木本针叶林、阔叶林过半	气候温和偏干
II-A <i>Betulaceae</i> - <i>Quercus</i> - <i>Chenopodiaceae</i> 孢粉组合带	IP ₁₆ -4BF—16BF		疏林草原型(针阔叶混交林—草原植被)	木本针叶林、阔叶林为主	半干旱、半潮湿的亚热带
四亚带	IP ₁₆ -16BF	化石极少			
三亚带 <i>Pinus</i> - <i>Quercus</i> - <i>Chenopodiaceae</i> - <i>Artemisia</i> 孢粉组合亚带	IP ₁₆ -14BF—15BF	48.9~56.5%			
二亚带	IP ₁₆ -9BF—13BF	化石极少			
—亚带	IP ₁₆ -4BF—8BF	35.6~55.4			
I <i>Chenopodiaceae</i> 高含量组合带	IP ₁₆ -3BF	98.2	草原型	藜科、蒿属占绝对优势	干旱、荒漠或盐湖环境

与现代工业的高速发展正在破坏自己的生存环境和对地球具有保护作用的大气层。

参考文献:

[1] 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原地层[M] . 北京: 科学出版社, 2001.

[2] 施雅风, 李吉均, 李炳元. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M] . 广州: 广东科技出版社, 1998.

The palaeoclimatic changes since 13 ka as revealed by sporopollen assemblages in the Yanghu region, northern Xizang

HUANG Yong, MOU Shi-yong, HE Yong-zhong, ZHU Xun, CHEN Ren
(Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

Abstract: Numerous sporopollen fossils have been taken in recent years from the Holocene sediments in the Yanghu region, northern Xizang. The assemblage zones and sequences of the sporopollen assemblages are established on the basis of the types, contents and ages. The assemblage zones include from the base upwards: (1) *Ephedra*-*Quercus*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* (Zone I), (2) *Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* (Zone II), (3) *Betulaceae*-*Quercus*-*Chenopodiaceae* (Zone III), and (4) *Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* (Zone IV) zones in the ZK₁ borehole section, and (1) *Chenopodiaceae* (Zone I), (2) *Betulaceae*-*Quercus*-*Chenopodiaceae* (Zone II), and (3) *Ephedra*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* (Zone III) zones in the IP₁₆ section. Three cycles of palaeoclimatic changes are also recognized. The palaeoclimatic changes indicated by these cycles are believed to be of important environmental significance.

Key words: sporopollen assemblage; palaeoclimate; 13 ka; Yanghu Lake; northern Xizang