

9-17, 图版: 2页 青海湖盆地 35 万年来的  
植被演化及环境变迁

山发寿

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁 810008)

p931.7

杜乃秋 孔昭宸

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

**提要** 本文依据青海湖南岸二郎剑阶地 QH-86 孔(深 155m)中 200 余个孢粉样品的分析资料, 将该孔深 78m 以上的孢粉图式, 从下至上划分出七个区域性孢粉带, 并结合铀系法测年数据, 论述了 350ka B. P. 来的湖区植被和环境演变。其气候曲线与毗邻的柴达木盆地, 甚至与深海钻孔及洛川黄土, 具有可对比性。

**关键词** 青海湖, 更新世, 孢粉分析, 古植被, 古环境

青海湖位于青藏高原的东北部, 其东毗邻半干旱的黄土高原, 西与干旱的柴达木盆地接壤, 植被分区属柴达木盆地温性荒漠区和东部湟水—黄河流域温性森林草原的过渡区。因此, 它是环境变化的敏感区。由于青海湖是我国最大的内陆咸水湖, 人为性干扰较小, 湖体稳定, 湖相沉积连续完整, 故保存着大量古气候变化的信息, 使它成为研究青藏高原乃至全球环境的理想地区。尽管已有青海湖南岸二郎剑阶地深 210m 的青 5 孔孢粉资料<sup>[1]</sup>, 但受当时条件的限制, 样品稀少, 而又缺测年数据。近年来虽从湖中取样进行孢粉分析, 并论述环境演变<sup>[2,3]</sup>, 但涉及时段较短。

本文旨在通过二郎剑阶地 QH-86 孔岩芯的孢粉分析(图 1), 试图揭示较长时段的植被和环境状况。尽管在深 155—78m 的类黄土中只分析出个别花粉, 但在深 78—1.95m 的井段, 近 90 个样品中却统计近 30000 孢粉(图版 I、J)。故以此段的孢粉组合作为讨论的主要依据。

国家自然科学基金资助项目。

本文孢粉样由中国科学院盐湖研究所、澳大利亚国立大学及瑞士联邦苏黎世理工大学合作研究青海湖课题组提供。文中采用钻孔年龄由黄颀、蔡碧琴先生测定, 图件由胡金泉先生清绘, 在成文过程中承蒙陈克造研究员给予指导, 孙湘碧和王苏民研究员提出宝贵修改意见。在此一并致谢。

本文于 1992 年 6 月 15 日收到。

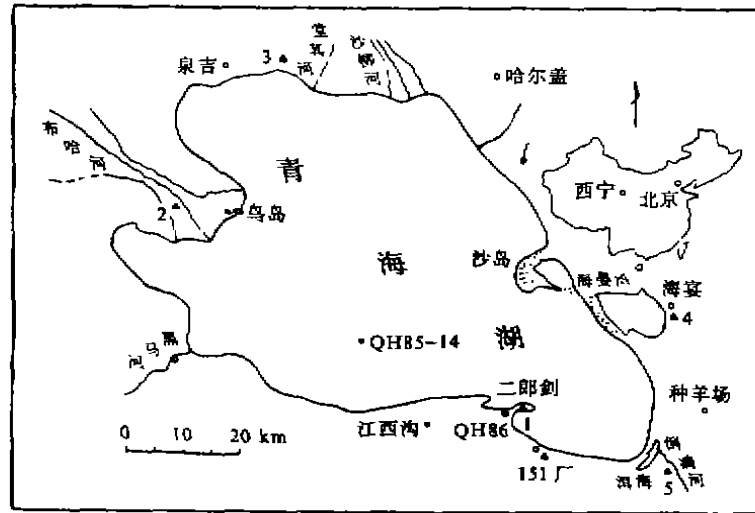


图1 青海湖二郎剑阶地 QH-86 钻孔及周围表土孢粉样位置略图  
Fig. 1 Distribution schematic map of core QH-86 at the Erlangjian and its surrounding surface samples, Qinghai Lake

## 一、孢粉组合特征

在 QH-86 孔中,共鉴定出 54 个科属的孢粉。其中针叶乔木有冷杉属 (*Abies*)、云杉属 (*Picea*)、松属 (*Pinus*)、还见个别的铁杉属 (*Tsuga*)、雪松属 (*Cedrus*)；落叶阔叶乔、灌木植物有桦属 (*Betula*)、榛属 (*Corylus*)、桤木属 (*Alnus*)、榆属 (*Ulmus*)、胡桃属 (*Juglans*)、椴属 (*Tilia*)、漆树属 (*Rhus*)、胡颓子属 (*Elaeagnus*) 等；旱生灌木、半灌木及草本主要有麻黄属 (*Ephedra*)、白刺属 (*Nitraria*)、蒿属 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*)；中生、湿生草木主要有菊科 (*Compositae*)、蓼科 (*Polygonaceae*)、禾本科 (*Gramineae*)、伞形科 (*Umbelliferae*)、莎草科 (*Cyperaceae*)；水生、沼生植物主要有香蒲属 (*Typha*)、眼子菜属 (*Potamogeton*)、川曼藻属 (*Ruppia*)、盘形藻属 (*Pediastrum*)、双星藻属 (*Zygnema*) 等；蕨类植物主要有水龙骨 (*Polypodium*)、中国蕨 (*Sinopteris*)、卷柏 (*Selaginella*) 及光面三缝孢。

为了较客观地解释孢粉谱,笔者曾从湖周围采集表土样 10 多个,通过统计其中的二郎剑、布哈河、泉吉河、海晏湾、倒淌河、151 厂等 6 个表土,其组合中除出现少量桦和个别云杉、松外,均以草本和灌木植物花粉为优势。因此其表土组合反映了现在环湖高寒草甸、草原和高寒灌丛的植被特征。而祁连山、大通河的森林植被的乔木树种花粉并未能大量传播到本区,从而有助于应用 QH-86 孔的孢粉资料,恢复其历史植被的特征。我们根据 12 个用铀系法实测的年龄数据,用最小二乘法回归结果如下:

$$y = 4234H + 11414$$

式中,  $y$  为年龄(a),  $H$  为深度(m)。

由于实测年龄数据与钻孔深度间呈较好的直线相关,故可根据回归方程求出各孢粉带的界线年龄。

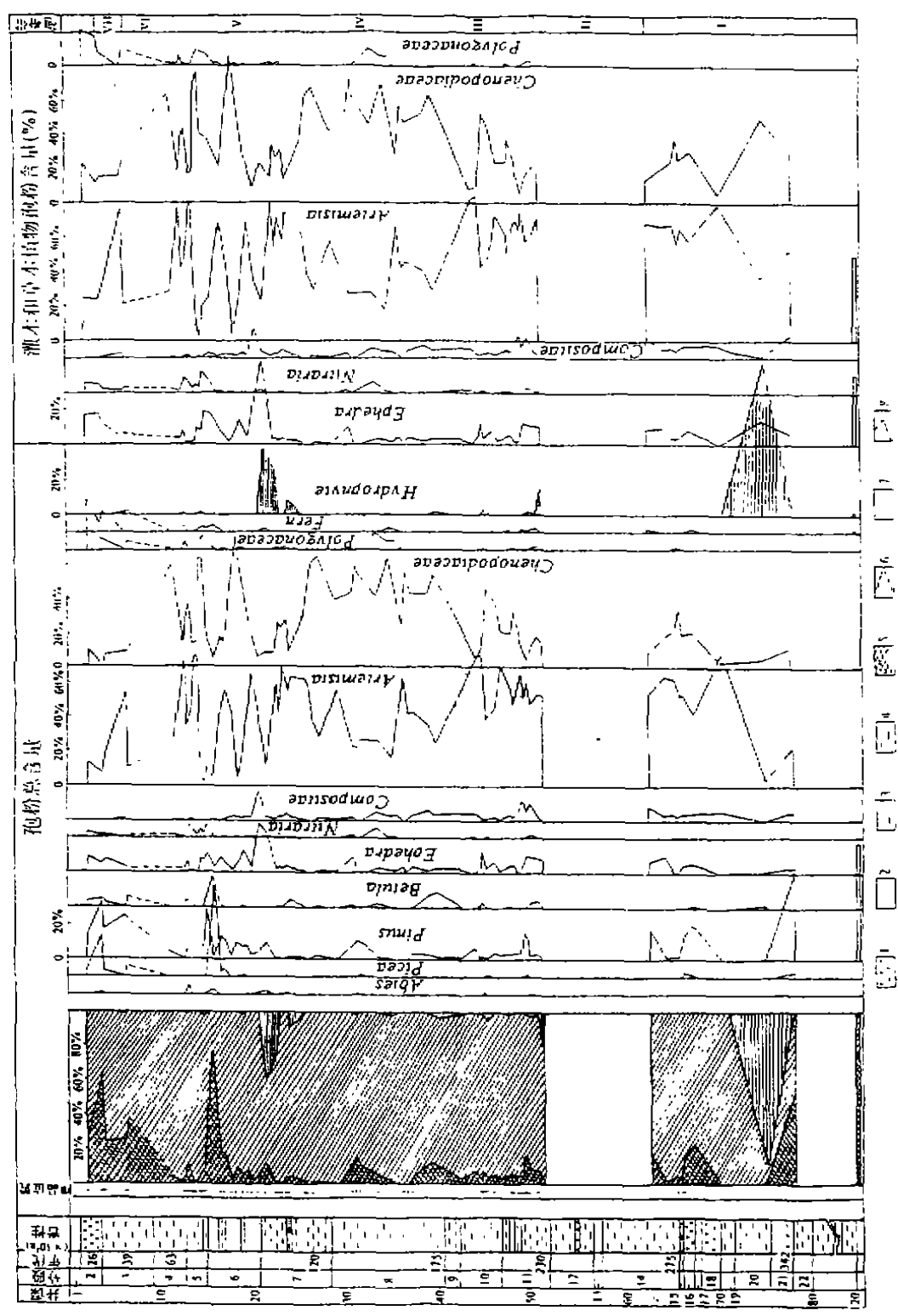


图 2 青海湖二郎剑 35 万年孢粉百分比图式  
 1. 砂砾层, 2. 粉砂层, 3. 粘土质粉砂, 4. 粉砂质粘土, 5. 乔木植物, 6. 蕨类及水生植物, 7. 灌木及草本植物, 8. 孢粉曲线  
 Fig. 2 Pollen percentage diagram for selected taxa in core QH-86 at Erlangjian, Qinghai Lake since 350 ka B. P.

现依据 QH-86 孔井深 78m 以上孢粉组合特征,并结合岩性和沉积年龄,从中选出 11 种有代表性的孢粉类型,作出 QH-86 孔孢粉百分比图式,并从下至上划出七个区域性孢粉带(图 2)。

**I 带** 井深 77.93—62.21m,岩性主要为粘土质粉砂、粉砂及少量砂砾;年龄为 342—275ka B. P.。本带乔木花粉含量占孢粉总数的 13.6 (0.5—53.2)%<sup>①</sup>,主要为松,其次有云杉、桦;灌木、草本植物花粉含量为 76.2%,以蒿 49.2 (3.9—79.9)%、藜 16.9 (4.0—37.8)%、麻黄 4.1 (0.5—9.4)%和菊科 4.4 (0—9.4)%为主;本带有少量蕨类孢子。值得提出的是,井深 77.83—77.93m 段,乔木植物花粉高达 53.2%;井深 74.94—75.56m 段,则见到大量短棘盘形藻(*Pediastrum boryanum*)群体,共统计 1180 个,占孢粉总数的 87.6%;井深 65.32—66.17m 段见到落叶阔叶乔木植物栗(*Castanea*)和较多类型的灌木及草本植物花粉,如大戟科(*Euphorbiaceae*)、旋花科(*Convolvulaceae*)、五加科(*Araliaceae*)、十字花科(*Cruciferae*)等。

**II 带** 井深 62.21—51.81m,岩性为粘土质粉砂,回归年龄为 275—230 ka B. P.。本带孢粉含量少,在分析的 10 多块样品中,统计花粉均不足 100 粒,乔木花粉仅见松,另有少量蒿、藜、麻黄、菊科和个别蕨类孢子。

**III 带** 井深 51.81—38.60m,岩性为粘土质粉砂、粉砂质粘土和少量细砂层,年龄为 230—175ka B. P.。本带乔木植物花粉含量为 7.9 (2.0—17.3)%,有松、桦和少量云杉、冷杉、桉木、榛、栎、栗;草本及灌木植物花粉占 89.0 (76.6—96.3)%,主要有蒿 55.1 (24.8—81.1)%、藜 22.7 (4.2—54.5)%、麻黄 5.1 (0.5—12.9)%、菊科 3.0 (0.7—11.8)%,其次有白刺、木犀科(*Oleaceae*)、伞形科、十字花科、蓼科、唇形科(*Labiatae*)、石竹科(*Caryophyllaceae*)等植物花粉。本带的突出特征是,出现较多的淡水生的狐尾藻和盘星藻,在井深 51.51—51.81m 水生植物花粉最高可占 21.4%,此外本带还富含蕨类孢子。

**IV 带** 井深 38.60—25.71m,岩性为粘土质粉砂和粉砂质粘土,年龄为 175—120ka B. P.。本带乔木花粉含量降低,仅占 4.7 (0—12.7)%,计有松、桦和个别冷杉、云杉、榆树花粉;草本及灌木植物花粉高达 95.1 (83—100)%,尤以藜 49.3 (26.4—65.6)%、蒿 40.7 (22.3—66.9)%占优势,次为少量菊科、伞形科、石竹科、豆科(*Leguminosae*),偶见蕨类孢子和水生植物花粉。

**V 带** 井深 25.71—12.25m,岩性主要为粉砂质粘土、粘土质粉砂和粉砂层,年龄为 120—63ka B. P.。本带乔木植物花粉含量再次增高,占 10.6 (0.3—77.2)%,乔木中主要由松、桦组成,其次见少量冷杉、云杉;草本及灌木植物花粉为 84.7 (18.7—99.4)%,有蒿 42.4 (2.5—79.5)%、藜 29.4 (6.9—77.5)%、麻黄 6.5 (0.4—29.1)%和菊科 1.9 (0—18.4)%;另见较多的水生植物花粉 4.0 (0—38.9)%和蕨类孢子。依据本带孢粉组合变化,将 V 带下分三个亚带:

**Va 亚带** 井深 25.71—20.82m,年龄为 120—100ka B. P.。本亚带乔木花粉含量低,仅占 3.8 (0.3—12.4)%,有松、桦和个别云杉、冷杉;草本及灌木占 83.1 (46.9—99.4)%,有

① 指占孢粉总数的百分比,括号外示平均值,括号内示最低值—最高值,以下均同。

蒿 51.9 (10.6—71.2)%、藜 20.8 (10.2—32.6)%、麻黄 5.3 (1.7—23.0)%和菊科 1.9 (0.7—4.0)%，也见十字花科、大戟科、伞形科、蓼科植物花粉。V a 带中蕨类孢子含量低，但水生植物含量较高，占 13.0 (0—38.9)%，主要由盘形藻、狐尾藻、香蒲等组成。

V b 亚带 井深 20.82—16.94m，年龄为 100—83ka B. P.。其中乔木植物花粉占 5.7 (2.3—10.5)%，而草本及灌木植物花粉竟占 94.1 (89.5—97.7)%，主要由藜 40.5 (7.3—77.5)%、蒿 35.2 (4.0—66.6)%、麻黄 10.1 (1.5—29.1)%和菊科 4.7 (1.4—18.4)%所组成。本亚带偶见蕨类孢子和水生植物花粉。

V c 亚带 井深 16.94—12.25m，年龄为 83—63ka B. P.。本亚带乔木植物花粉含量较高，为 17.2 (0.9—77.2)%，主要有松，其次是桦、云杉、冷杉，尚见个别榆树花粉；草本及灌木花粉含量占 80.6 (18.7—98.8)%，其中尤以蒿 40.1 (2.5—79.5)%、藜 28.9 (6.9—65.8)%为主，其次有麻黄 5.3 (0.4—11.5)%、白刺 3.3 (0—8.0)%、蓼科 2.5 (0.3—8.2)%和菊科 0.4 (0—1.1)%。并见较多的蕨类孢子 1.7 (0.3—2.9)%和少量水生植物花粉。

VI 带 井深 12.25—6.52m，岩性为粘土质粉砂，年龄为 63—39ka B. P.。本带中仅见少量松、桦、藜、蒿花粉和个别蕨类孢子及水生植物花粉。

VII 带 井深 6.52—3.50m，岩性为黑色粘土质粉砂，年龄为 39—26ka B. P.。本带乔木植物花粉含量升高，占 38.0 (23.9—64.6)%，主要以松、云杉占优势，次为桦、榆、冷杉和铁杉；草本及灌木植物花粉含量降低，仅为 54.1 (31.3—72.6)%，其中以蒿 26.6 (7.5—55.7)%、藜 7.9 (2.7—10.9)%、禾本科 8.8 (0—16.9)%、麻黄 4.9 (3.0—7.7)%、蓼科 3.8 (0—5.5)%、白刺 0.9 (0.8—1.4)%为主，此外也见少量莎草科、个别香蒲、狐尾藻。本带蕨类植物含量高，占 4.9 (0—12.4)%。

## 二、古植被及古环境演化

青海湖盆地在 342—275ka B. P. 时，以松、云杉、桦组成的针叶林和针阔叶混交林曾从山地向湖区伸展，以蒿、藜、菊科等组成的草原植被繁盛。此期山地植被垂直带谱发育，山地可能有针叶林、针阔叶混交林，甚至落叶阔叶林；但其湖区植被主要为草原，同时夹有麻黄、白刺等荒漠区系成份。就整个盆地来看，其植被表现为森林-草原景观，反映出较今温暖湿润的气候环境，尤其在 342ka B. P.，气候温湿，森林植被发育；约在 331ka B. P.，湖域扩大，水质淡化，生长有淡水生的短棘盘形藻和挺水植物香蒲；约 292ka B. P.，由云杉、松组成的针叶林曾退出湖区，但在低山或水热条件较好的沟谷地带尚有栗、栎等落叶阔叶树种生长；约至 288ka B. P.，由喜温偏干的松组成的松林面积扩大，反映气候再转温干。

275—230ka B. P.，湖区森林植被退缩，广大湖区气候冷干，植被可能为荒漠草原或因沉积环境而不利于花粉的保存。

从 230ka B. P. 开始，邻湖山区重新出现以松、桦、云杉、冷杉、桧木、榛、栎、栗组成的针叶林或针阔叶混交林，并显示出植被垂直带谱，在周围高山地带可能分布喜冷湿的暗针叶林，尽管湖区尚有少量温带落叶阔叶树种生长，但由蒿、藜、菊科、伞形科、十字花科、蓼科等组成的草原植被占重要位置。由于受温暖湿润气候的影响，当时湖水水域扩大，湖水淡化，湖

中生长有大量盘形藻和沉水植物狐尾藻。

约 175ka B. P., 湖区森林植被退缩, 而由藜、蒿、菊科、伞形科、石竹科、豆科等组成的草原植被发育, 反映了温凉干燥的气候, 此时, 淡水生植物消失, 而湖中生长着耐咸至微咸水的川蔓藻 (*Ruppia*)<sup>①</sup>。不过, 在 146—140ka B. P., 森林植被曾有所扩展, 反映了短暂的温湿气候时段。

至 120—100ka B. P., 尽管湖区植被主要是蒿、藜、菊科、十字花科、大戟科、伞形科、蓼科等组成的草原植被, 但其孢粉组合反映了温凉湿润的气候环境。因而在湖水中短棘盘形藻、狐尾藻得以繁盛; 而由松、桦、云杉、冷杉等组成的森林树种仍被保存在局部水热条件较好的地带。

约 100—83ka B. P., 青海湖区尚有喜温干的松树生长, 草甸和草原植被减少, 而麻黄、白刺、藜科等荒漠区系成份一度增加, 反映了温干的气候环境, 受其气候影响, 蕨类植物减少, 湖中淡水生植物消失, 生长着川蔓藻。

约 83—63ka B. P., 青海湖区森林植被迅速扩展, 73ka B. P. 时, 以云杉、冷杉、松、桦组成的针叶林、针阔叶混交林曾广布湖周。随之森林面积缩小, 广大湖区是以蒿、藜、菊科、蓼科、伞形科等组成的草原占优势, 反映了温凉半湿润的气候环境。此时, 湖水补给量增加, 湖水淡化, 并有淡水水生植物生长。

约从 63ka B. P. 始, 湖区森林植被进一步缩小或消失, 湖区草原退化, 反映了冷干的气候环境, 此时湖中仍有咸水水生植物川蔓藻生长。

约在 39ka B. P., 森林植被迅速繁盛, 广布湖区, 树种除云杉、松、桦、冷杉外, 还有温带落叶阔叶树种栎生长, 形成针阔叶混交林的景观。由于禾本科、蒿、藜等组成的草原植被发育, 同时荒漠生的麻黄、白刺、怪柳等仍在湖区生长, 湖中并有香蒲、狐尾藻等淡水水生植物, 反映了该段是较今温暖湿润的气候环境, 这样的气候条件至少延续至约 26ka B. P.。

在 QH-86 钻孔中, 按沉积速率推算, 缺失 26—10ka B. P. 的沉积, 即在此期间湖水咸化, 退缩至海拔 3200m (钻孔高程) 以下。因此, 缺少湖相沉积, 这与近年来青海湖的研究结果相吻合<sup>[4]</sup>。由于在青海湖区近 10ka B. P. 的植被和气候环境变迁, 曾经历了 8—3.5ka B. P. 的森林繁盛期, 当时的植被与气候更接近青海湖东部的湟水—黄河流域的森林植被区。有趣的是, 随着青海湖畔日月山发现 6.5ka B. P. 的云杉木材, 而在本文叙述的 QH-86 孔深 1.05m 和 0.65m, 分别取得了 7.4ka B. P. 和 6.0ka B. P. 的年龄数据, 而其中的孢粉组合中, 乔木树种有松、桦和云杉等, 占孢粉总数的 20% 以上, 从而进一步证明了全新世高温期在青海湖区的存在。

### 三、结论和讨论

(一) 青海湖二郎剑 QH-86 孔孢粉分析结果表明, 350ka B. P. 以来的湖区环境经历了如下阶段:

① 由高东林提供样品和资料, 经中国科学院植物研究所, 陈耀东先生代为鉴定。

1. 342—275ka B. P. 为温暖湿润气候, 植被表现为森林-草原。
2. 275—230ka B. P. 为冷干气候期, 湖区植被贫乏。
3. 230—175ka B. P. 为温暖湿润气候, 植被为森林-草原。
4. 175—120ka B. P. 为温干气候期, 植被为草原。
5. 120—63ka B. P. 为温凉湿润气候期。其中 120—100ka B. P. 为温凉湿润气候, 植被为疏林-草原, 湖水淡化; 100—83ka B. P. 为温干气候, 植被为疏林-草原; 83—63ka B. P. 为温凉湿润气候, 植被为森林-草原。
6. 63—39ka B. P. 为气候冷干, 植被贫乏。
7. 39—26ka B. P. 为温暖湿润气候, 湖区植被形成森林景观。

(二) 青海湖 350ka B. P. 来的古气候变化, 与毗邻的柴达木盆地<sup>[5-6]</sup>, 甚至与黄土剖面<sup>[7-8]</sup>和深海钻孔<sup>[9,10]</sup>具有可比性(图 3)。

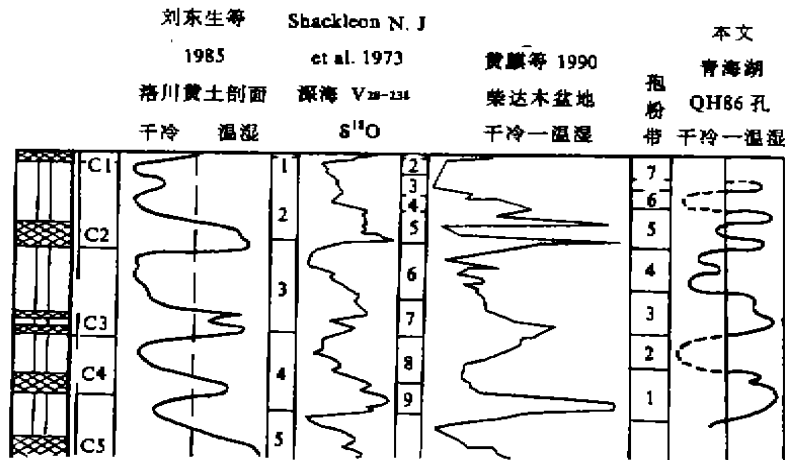


图 3 青海湖二郎剑 QH-86 孔气候曲线对比图

Fig. 3 Comparison of climatic curves at core QH-86 in Qinghai Lake with those from Luochuan loess profile, V28-238 and Qaidamu Basin

(三) 有关青海湖的形成时间问题, 看法并非一致<sup>[11-12,13]</sup>。本文从孢粉资料提供一些证据, 尽管在 155—78m 井段的类黄土中孢粉稀少, 但有趣的是在井深 96.5m 的样品中, 发现了两粒川蔓藻的坚果, 更有意思的是在井深 120m, 相当布容和松山期交界处(B/M), 乔木植物花粉竟占 69%, 而且以松为主, 并见少量淡水、沉水生狐尾藻花粉。由此看来, 青海湖盆地很可能在 730ka B. P. 已汇水成湖。然而从孢粉资料能够清楚地反映环境演化的, 应该是从 342ka B. P. 开始(井深 78m), 即 342—275ka B. P.、230—175ka B. P.、120—100ka B. P.、83—63ka B. P. 和 39—26ka B. P. 的湖水水域扩张、湖水淡化期或气候湿润期; 275—230ka B. P.、175—120ka B. P.、100—83ka B. P. 和 63—39ka B. P. 的湖水水域缩小, 水质咸化期或气候干旱期。

## 参 考 文 献

- [1] 杨惠秋、江德昕。青海湖盆地第四纪孢粉组合及其意义。地理学报,1965,31(4):321—344。
- [2] 杜乃秋、孔昭宸、山发寿。青海湖 QH85-14C 孔孢粉分析及其古气候古环境初步探讨。植物学报,1989,31(10):879—890。
- [3] 孔昭宸、杜乃秋、山发寿等。青海湖全新世植被演变及气候变迁——QH85-14C 孔数值分析。海洋地质与第四纪地质,1990,10(3):79—90。
- [4] 陈克造, J. M. Bowler, K. Kelts。四万年来青藏高原的气候变迁。第四纪研究,1990,(1):21—31。
- [5] 杜乃秋、孔昭宸。青海柴达木盆地察尔汗盐湖的孢粉组合及其在地理和植物学上的意义。植物学报,1983,25(3):275—289。
- [6] 黄麒、陈克造。七十三万年来柴达木盆地察尔汗盐湖古气候波动的形式。第四纪研究,1990,(3):205—211。
- [7] 刘东生等。黄土与环境。北京,科学出版社,1985:44—101。
- [8] An Zhisheng, George J. Kukla, Stephen C. Porter, Jule Xiao, Magnetic Susceptibility Evidence of Monsoon Variation on the Loess Plateau of Central China during the Last 130000 Year, Quaternary Research, 1991, 36(1):19—28。
- [9] Willians D. F., Thunell R. C., Tappa E. D. and Raffi I., Chronology of the Pleistocene Oxygen Isotope Record, 0—1.88 m. y. b. p., Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1988, 64(1):221—240。
- [10] Shackleton N. J. and Opdyke N. D., Variations in the Earth's Orbit, Pacemaker of Equatorial core V28—238, Quaternary Research, 1973, 3(1):39—55。
- [11] Chen Kezao, Salt Lakes and Eolianites in the Qaidamu Basin, Highlights of Quaternary Geology in China, International Union for Quaternary Research XIII International Congress, Beijing, 1991。
- [12] 袁宝印、陈克造、J. M. Bowler、叶素娟。青海湖的形成与演化趋势。第四纪研究,1990,(3):233—243。
- [13] 中国科学院兰州地质研究所等。青海湖综合考察报告。北京,科学出版社,1979:1—22。

## VEGETATIONAL AND ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE LAST 350ka IN ERLANGJIAN, QINGHAI LAKE

Shan Fashou

(Institute of Salt Lake, Academia Sinica, Xining 810008)

Du Naiqiu Kong Zhaochen

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100044)



### Abstract

Qinghai Lake is situated in the northeastern margin of the Qinghai-Xizang Plateau, i. e. a boundary area of East Asia monsoon with very sensitive climatic and vegetational changes. In accord with cold and semiarid climate, the vegetation zone of Qinghai Lake region belongs to high cold shrub steppe and meadow.

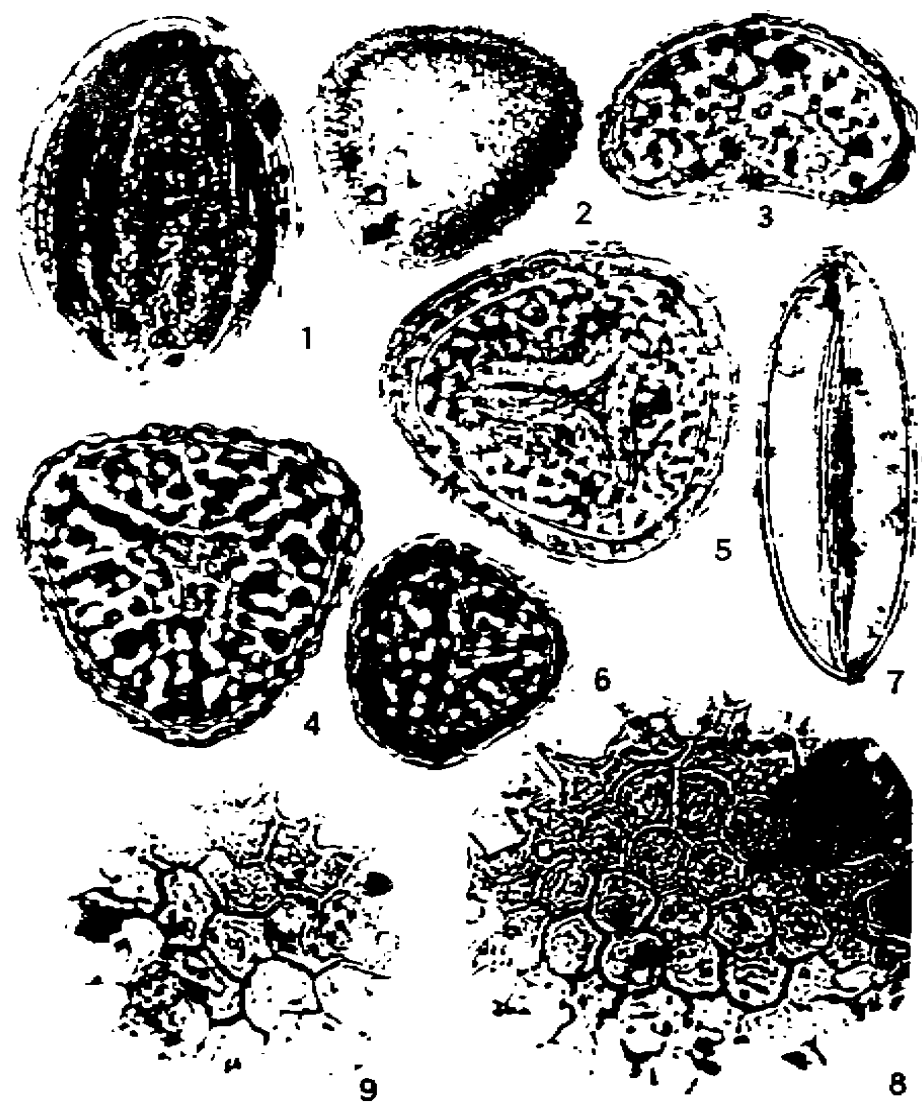
In the previous papers based on the information of sporo-pollen assemblages by radiocarbon dating, the authors (Du et al. 1989, Kong et al. 1990) preliminary have pictured the vegetational and climatic changes in the last 11000 a. Unfortunately, vegetational and climatic succession was so short that only a little is known about the environmental changes since pleistocene. The pollen analytical investigation of 155m-deep-QH86 core from Erlongjian terrace in Qinghai Lake has been carried out. (Fig. 1)

For sporo-pollen analysis on 200 samples collected from core-QH86, 90 samples are qualified for statistics. Based on the characteristics of QH86 core sporo-pollen assemblage along with  $^{230}\text{Th}$  dating, seven pollen zones may be subdivided in an ascending order as follows: (Fig. 2)

In zone I (342—275ka B. P.), zone III (230—175ka B. P.) and zone V (83—63ka B. P.) the vegetation belongs to temperate steppe mixed by a few trees. During those periods some hydrophytes, such as *Typha*, *myriophyllum*, *pediastrum boryanum* and ferns apparently increased. The climate was relatively warm and wet. It is emphasized that the vegetation and natural environment changed violently in Qinghai Lake region between 39 and 26 ka B. P. (pollen zone VI) the vegetation was dominant in a subalpine conifer forest consisting of *picea*, *pinus*, *Abies* and etc. Such broad-leaved deciduous trees as *Betula*, *Ulmus*, *Quercus* might grow in conifer forest. Lakes and bogs were well developed. In contrast with zone VI, zone I (275—230ka B. P.), zone IV (175—120ka B. P.) and zone VII (63—39ka B. P.) the vegetation was represented by temperate shrub, semi-shrub and steppe, consisting of predominant Chenopodiaceae, *Artemisia*, *Ephedra*, *Nitraria* and Gramineae. In those periods trees, ferns and algae were obviously reduced due to dry and cold climate.

It is pointed out that palynological evidence is still shot for some layers during 730—350ka B. P. in QH86 core. So it is necessary to make further investigations.

**Key words** Qinghai Lake, pleistocene, pollen analysis, paleovegetation, paleoenvironments



1. 麻黄粉, 2. 双盾木, 3. 水龙骨科, 4-6. 金粉蕨, 7. 水绵, 8. 单棘盘星藻, 9. 短棘盘星藻

1. *Ephedripites* sp. 2. *Dipelta* sp. 3. *Polypodiaceae* 4-6. *Onychium* sp.  
 7. *Spirogyra* sp. 8. *Pediastrum simplex* 9. *P. boryanum*