

青海湖南岸全新世黄土剖面、气候 信息及湖面升降探讨*

陈发虎 汪世兰 张维信 潘保田

(兰州大学中国第四纪冰川与环境研究中心)

关键词 青海湖 全新世 黄土剖面 气候变化 湖面升降

一、前 言

青海湖位于东经 $99^{\circ}36'$ — $100^{\circ}47'$,北纬 $36^{\circ}32'$ — $37^{\circ}15'$ 之间,长106km,宽63km,周长360km,大体呈椭圆形(图1)。湖盆年均气温 -1°C — 1°C ,湖区五站年均降水量仅336.6mm,但年均蒸发量高达870mm,属高原半干旱高寒气候区。

早在19世纪国内外学者就开始注意到青海湖的成因、发展、湖水深度、湖面升降及湖区第四纪地质和地貌等问题^[1-4],不过早期的研究者多以考察为主要目的。青海湖的形成、发展和演化及其湖区气候变迁的深入研究真正开始于50年代后期,我国许多学者都先后做过大量研究工作^[5-8],基本上肯定了青海湖是在早、中更新世新构造断陷盆地的基础上于中、晚更新世演化成内陆咸水湖泊^[10]。近年来青海湖水位下降问题进一步引起了学术界的普遍关注^[11-13]。然而,至今对青海湖区一万年来气候变迁和湖面升降这个问题研究尚不够深入,因而影响到湖面变化的长期预测。

二、青海湖区一万年来气候变化

青海湖湖滨的风成黄土、风积物和山麓冲积物等全新世地层中普遍发育1—3层古土壤,其中青海湖南岸西距黑马河17km、海拔3220m的哈拉力剖面即属一个典型的风成黄土—古土壤剖面。该剖面自下而上由六层组成(图2)。

第一层黄土(QL-1) 出露厚50cm,灰白至灰黄色,质地均一,较疏松,以粉砂为主(占68%),粘粒仅占12.0%,内有 CaCO_3 斑点,局部有微层理,未见底,但据地形判断,其厚度大于5.0m。

第一层古土壤(QL-2) 厚30—40cm,灰黑色,有机质含量低,层次分化不明显,底部及QL-1上部有 CaCO_3 假菌丝体。粉砂含量仍较高(占65.5%),但粘粒含量较QL-1高(21.0%)。底部有机 ^{14}C 年龄为 $10290 \pm 120 \text{ B.P.}$ 。

第二层黄土(QL-3) 厚约20cm,黄色,无层理,粉砂为主(占70%),砂次之

* 西安黄土与第四纪地质开放实验室基金项目。李吉均、王苏民教授审阅全文并提出宝贵意见;样品由兰州大学地理系 ^{14}C 室、沉积室和地质系孢粉实验室分析;图件由韩品莲同志清绘,在此一并致谢。

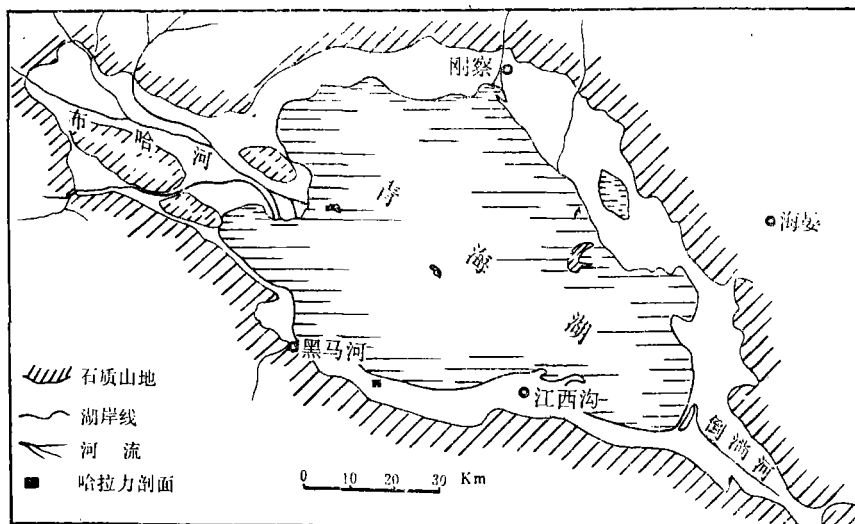


图1 青海湖概况图

Fig.1 Sketch of Qinghai Lake

(占14.0%), 粘粒含量最低(占15.8%), 内有 CaCO_3 结核(直径0.5cm左右), 上下界线难以与古土壤区分。

第二层古土壤(QL-4) 厚70cm, 褐色至黑色, 坚硬, 团块结构, 多植物根孔和虫孔, 白色假菌丝体沿根孔分布, 底部有 CaCO_3 淀积层, 中部粘粒含量高达25.0%, 有机 ^{14}C 年龄是 4730 ± 50 B.P.。

第三层黄土(QL-5) 厚10cm左右, 灰色, 有一定成土作用, 为第三层古土壤的成土母质。

第三层古土壤(QL-6) 厚65—70cm, 浅黑色至黑色, 颜色向上变深, 较坚硬, 块状, 粘粒含量占22.8%, 粉砂占67.2%, CaCO_3 淋溶和淀积现象不明显, 中部 ^{14}C 年龄为 2080 ± 60 B.P.。

高山栗钙土(QL-7) 厚约25cm, 局部可达40cm, 疏松, 粉砂为主(占67.5%), 与QL-6间夹有薄层黄土, 反映出下层古土壤发育结束后仍有黄土堆积, 测得底部有机 ^{14}C 年龄为 840 ± 50 B.P.。

1. 古土壤发育年代

据取样位置和 ^{14}C 年龄资料, 第一层古土壤的 ^{14}C 年龄应当代表该层古土壤开始发育的年龄, 看来取距今10300年较为合适。这一年龄界线也是甘青地区全新世的开始年代。甘青地区这层古土壤广泛分布, 其有机 ^{14}C 年龄在距今10300年至8500年之间, 其中河西走廊民乐县扁都口黄土地层中有3—4层古土壤, 由底部向上第二层古土壤有机 ^{14}C 年龄为 8630 ± 90 B.P., 基本可代表该层古土壤的结束年龄, 取距今8500年为该层古土壤的结束年代。

哈拉力剖面第二层古土壤发育程度最高, 古土壤也较厚, ^{14}C 样取自中部, 显然仅据该年龄数据是无法确定这一成壤期的开始和结束年代。不过这一时期的古土壤在青海

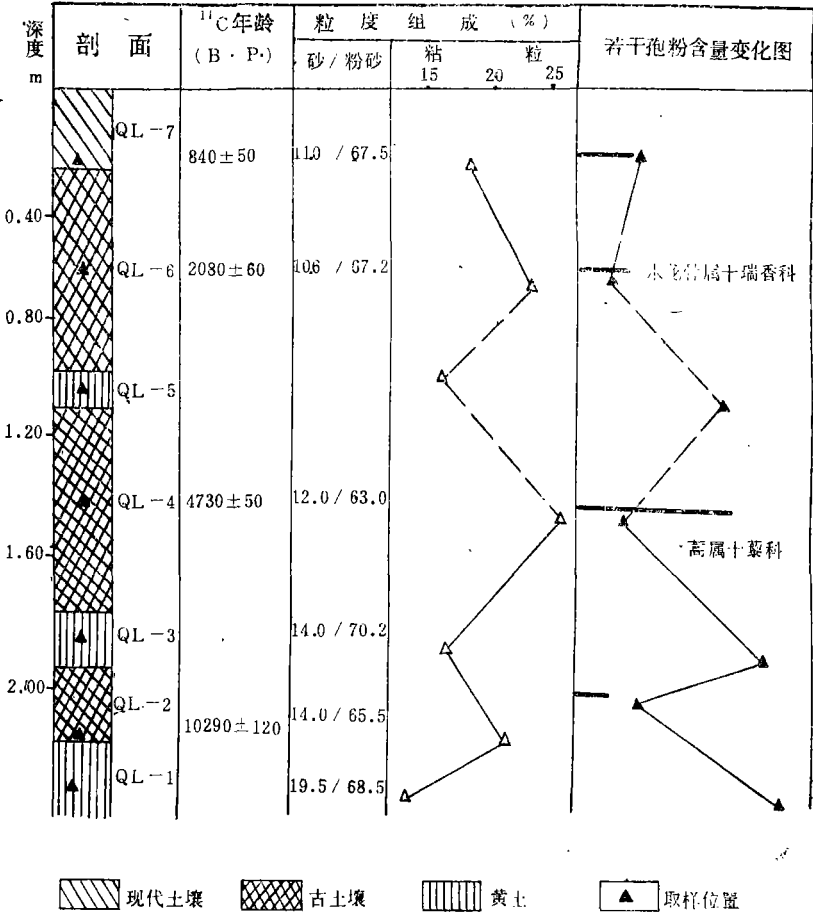


图 2 青海湖哈拉力剖面综合图
Fig.2 Halali profile at Qinghai Lake

湖湖滨和其南的共和盆地分布极广，笔者在青海湖南岸江西沟也对该层古土壤做了 ^{14}C 年龄测定，有机 ^{14}C 年龄与哈拉力剖面基本相当 (4140 ± 50 B.P.)。这一时期青海湖倒淌河源古沙丘停止发育，并在其上形成 3960 ± 100 B.P. 年的古砂壤土；共和盆地塔买古沙丘之上也形成年龄为 6180 ± 90 B.P. 的古砂壤土，丘间洼地的 ^{14}C 年龄则为 3960 ± 100 B.P.，其它一些古土壤的年龄资料也主要位于距今 4 000—6 000 年之间^[14]，这是全新世主要成壤时期，参考广大黄土高原全新世黑垆土发育阶段^[15]，这一成壤期可能在距今 7 000 年已开始，到距今 3 500 年才结束。第三层古土壤仍受现代植物根系的影响，因而实测 ^{14}C 年龄偏年青是无可否认的，但该层古土壤有清晰的发育层次，应该代表一次气候温湿时期，可能是我国秦汉温暖期的反映，其发育年代定在距今 2 800—2 000 年较为合适。现代土壤并非以其下层古土壤为母质，表明在距今 2 000 年后还是有黄土堆积。笔者在青海湖北岸吉尔孟和南岸哈拉力分别测得其底部有机 ^{14}C 年龄为 1030 ± 60 B.P. 和 840 ± 50 B.P.，但这两个数据并不代表其开始发育年代，真正开始发育年代应老于此，估计其开始发育于距今 1 300 年前后的隋唐温暖期，并一直延续至今。

2. 黄土—古土壤的形成环境

哈拉力剖面的粒度¹⁾特征如图2所示,不论黄土还是古土壤,粒度组成具有中国黄土和黄土层内古土壤的典型特征,即粉砂粒级占绝对优势,黄土中约占75%左右,古土壤中约占65%,其次以粘粒为主,约在5—15%之间,无疑哈拉力剖面是一个黄土剖面,古土壤是在黄土母质上发育起来的。前文曾指出,该剖面没有出现水平或倾斜层理,同时粒度概率曲线(图3)也与风成黄土相似而与水成黄土不同^[5],据此认为哈拉力剖面的全新世黄土是风成黄土,因而该剖面是一个较典型的全新世风成黄土—古土壤剖面。粘粒含量的高低在某种程度上反映了粘化作用的强弱,即反映了气候的温湿程度,哈拉力剖面各层粘粒含量如图2所示。

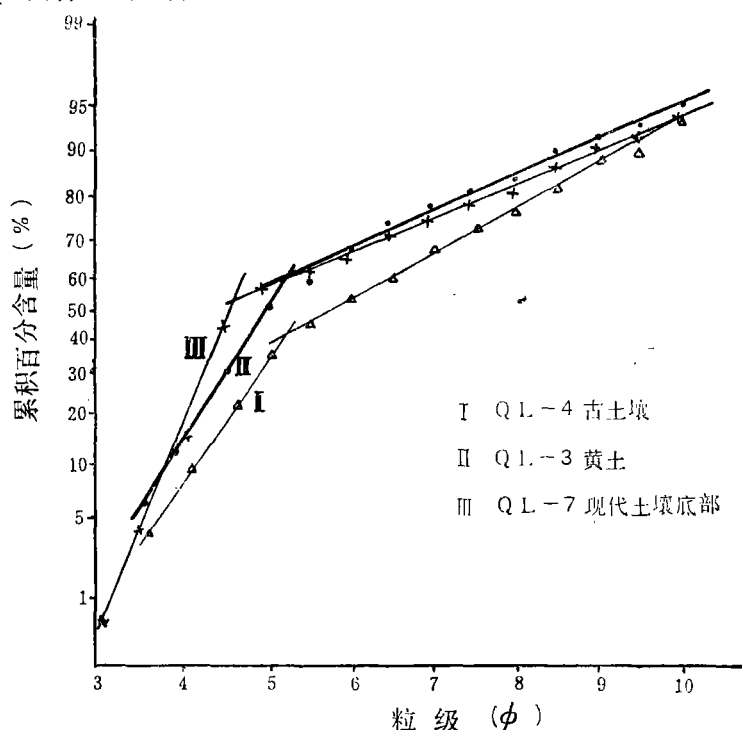


图3 青海湖哈拉力剖面粒度概率图

Fig.3 Probability curves of grain size of Halali profile at Qinghai Lake

哈拉力剖面7层6个样品(QL-5没有分析)中总共统计到28科(属)1347粒孢粉(表1)。不论是黄土样还是古土壤样,皆以草本植物花粉占绝对优势,木本植物花粉含量极低。草本植物花粉以蒿属(*Artemisia* sp.)、禾本科(Gramineae)和菊科(Compositae)为主,反映青海湖湖滨全新世以来植被没有发生过大的更替,山地森林带未曾下降到湖滨。

虽然全新世以来青海湖滨没有发生大的植被更替,但黄土层与古土壤层之间和不同古土壤层之间的孢粉组合仍存在较大的差异(表1)。黄土层的孢粉组合为蒿属—禾本科—菊科,这三科(属)合计含量大于85%以上,其余各科(属)含量甚微。相比之下,古土壤和现代土壤底部蒿属花粉含量减少,而禾本科等的含量升高。三层古土壤间的孢粉组合

¹⁾ 粒度采用 ϕ 值标准,统计参数均用图解法计算。

表 1 哈拉力剖面孢粉统计表*
Table 1 Statistics of spore-pollen of Halali profile

样 号	QL- 1	QL- 2	QL- 3	QL- 4	QL- 6	QL- 7
<i>Artemisia</i> sp.	$\frac{141}{79.66}$	$\frac{106}{34.42}$	$\frac{116}{73.42}$	$\frac{60}{24.39}$	$\frac{47}{17.34}$	$\frac{53}{28.34}$
Compositae	$\frac{7}{3.95}$	$\frac{36}{11.69}$	$\frac{11}{6.96}$	$\frac{16}{6.50}$	$\frac{3}{1.11}$	$\frac{5}{2.67}$
Chenopodiaceae	$\frac{5}{2.82}$	$\frac{6}{1.95}$	$\frac{7}{4.43}$	$\frac{15}{6.10}$	$\frac{11}{4.06}$	$\frac{8}{4.29}$
Polygonaceae		$\frac{19}{6.17}$	$\frac{3}{1.90}$	$\frac{7}{2.85}$	$\frac{35}{12.92}$	$\frac{14}{7.49}$
<i>Ephedra</i> sp.	$\frac{1}{0.56}$					
Gramineae	$\frac{9}{5.08}$	$\frac{31}{10.06}$	$\frac{9}{5.70}$	$\frac{30}{12.20}$	$\frac{78}{28.87}$	$\frac{53}{28.34}$
Liliaceae		$\frac{3}{0.97}$	$\frac{3}{1.90}$	$\frac{6}{2.44}$	$\frac{2}{0.74}$	$\frac{3}{1.60}$
Leguminosae		$\frac{7}{2.22}$	$\frac{1}{0.63}$		$\frac{1}{0.97}$	
Ranunculaceae		$\frac{12}{3.96}$		$\frac{2}{0.81}$	$\frac{5}{1.85}$	$\frac{3}{1.60}$
Labiatae	$\frac{1}{0.56}$	$\frac{17}{5.52}$	$\frac{1}{0.63}$		$\frac{3}{1.11}$	$\frac{3}{1.60}$
Crucifere	$\frac{2}{1.13}$					
Convolvulaceae		$\frac{32}{10.39}$		$\frac{2}{0.81}$	$\frac{1}{0.37}$	
Scrophulariaceae		$\frac{6}{1.95}$		$\frac{2}{0.81}$		
Rosaceae	$\frac{1}{0.56}$					
Thymelacaceae		$\frac{2}{0.65}$		$\frac{32}{13.01}$	$\frac{8}{2.95}$	$\frac{9}{4.81}$
Typhaceae		$\frac{2}{0.65}$			$\frac{2}{0.74}$	$\frac{16}{8.56}$
Polypodiaceae		$\frac{2}{0.65}$				
<i>Polypodium</i>		$\frac{1}{0.32}$		$\frac{28}{11.38}$		
Umbelliferae		$\frac{2}{0.65}$				
Potamogetonaceae				$\frac{4}{1.63}$	$\frac{2}{0.74}$	
Plantaginaceae	$\frac{1}{0.56}$	$\frac{23}{1.47}$	$\frac{3}{1.90}$	$\frac{29}{11.79}$	$\frac{29}{10.79}$	$\frac{8}{4.29}$
Rosaceae	$\frac{1}{0.56}$		$\frac{2}{1.27}$	$\frac{1}{0.41}$		

续表 1

样 号	QL- 1	QL- 2	QL- 3	QL- 4	QL- 6	QL- 7
<i>Picea</i>	$\frac{1}{0.56}$		$\frac{1}{0.63}$			
<i>Betula</i>	$\frac{3}{1.69}$		$\frac{1}{0.63}$		$\frac{10}{3.69}$	
Betulaceae		$\frac{1}{0.32}$		$\frac{2}{0.81}$		$\frac{1}{0.53}$
<i>Cupressus</i>	$\frac{4}{2.26}$			$\frac{10}{4.07}$	$\frac{12}{4.43}$	
<i>Populus</i>					$\frac{19}{7.01}$	$\frac{9}{4.81}$
Indet.				5	2	
<i>Cryptogramma</i>					$\frac{3}{1.11}$	$\frac{2}{1.07}$
科属 粒数	$\frac{13}{177}$	$\frac{18}{302}$	$\frac{12}{158}$	$\frac{16}{246}$	$\frac{18}{271}$	$\frac{14}{187}$

* 分子为孢粉数量，分母为百分含量。

也有一定差异，第一层古土壤以菊科花粉含量较高为特征，孢粉组合为蒿属—菊科—旋花科 (Conveleulaceae)；第二层古土壤中孢粉更为丰富，其组合为蒿属—瑞香科 (Thymelaceae)—禾本科—车前科(Plantaginaceae)—水龙骨属(*Polypodium* sp.)。值得一提的是，该层内瑞香科花粉和水龙骨属孢子含量较高，标志着该层古土壤发育时气候较其余几层古土壤发育时温湿，特别是水龙骨孢子含量高达11.38%，无疑标志当时青海湖滨，至少是湖周山坡有水龙骨属植物生长。水龙骨属植物在我国共有12种，只有中华水龙骨(*P. pseudoamoenum* Ching)一种分布于西北，生长在海拔900—2 800m以下的潮湿沟谷中，取2 800m作为其生长的海拔上限推算，当时青海湖年均气温至少比现在高2.5℃。第三层古土壤孢粉组合与第二层古土壤相似(表1)，只不过没有出现水龙骨属孢子，且瑞香科植物花粉含量较低罢了，说明其发育时气候不如第二层古土壤温湿。

3. 全新世气候演化

古土壤作为过去自然景观的产物(目前已不再发育)，记录其发育时期的气候、植被、地形等自然因素。它同现代土壤一样具有发育层次，因而不同于一般沉积物。黄土层中的古土壤是古气候和古环境的良好记录者，反映了气候温湿时期，黄土作为地质时期或历史时期的风力堆积物，是气候干冷时期的产物^[15]。哈拉力剖面古土壤和黄土相间出现，反映了青海湖湖滨全新世气候的干冷和温湿波动，客观上存在下列几个气候阶段：

第一温湿阶段(距今10 300—8 500年) 是哈拉力剖面第一层古土壤发育时期，据孢粉资料判断，当时的年均气温比现今低，但较其下的马兰黄土堆积时期要温湿得多。该温暖阶段标志青海湖盆全新世的开始。

第一干冷阶段(距今8 500—7 000年) 相当于哈拉力剖面第二层黄土堆积层时期，

据粒度和孢粉资料判断,其干冷程度与马兰黄土(剖面底部)堆积时期基本相同。这一时期,多年冻土下线起码下降到共和盆地沙珠玉湖湖滨,当时的年均气温比今低 $5-6^{\circ}\text{C}$ ^[14];北京平原生长云杉林,年均气温比今低 $7-8^{\circ}\text{C}$ ^[10];黄土高原堆积早全新世黄土^[16]。由此可见,这次寒冷期在中国北方具有普遍意义。

第二暖湿期(距今7 000—3 500年) 这是青海湖区全新世气候最宜期,当时年均气温比现今高 2.5°C ,湖周山地有水龙骨植物生长,湖东岸古沙丘停止发育并在其上形成古土壤,无疑当时降水量要比现今高。这一阶段延续时间较长,是否还存在气候干冷—温湿波动还有待于深入研究。

第二寒冷阶段(距今3 500—2 800年) 这一时期在青海湖湖滨堆积黄土,湖东岸开始出现流动沙丘,湖周山地冻土带下移400—500m,年平均气温比现今低 $2-3^{\circ}\text{C}$ ^[15-16],对应于全新世新冰期或我国历史上的周代寒冷期^[17]。

第三温湿阶段(距今2 800—2 000年) 对应于第三层古土壤发育时期,相当于我国秦汉温暖期^[17]。

第三干冷阶段(距今2 000—1 300年) 正如前文所述,现代土壤的发育母质——风成黄土应是这一阶段的产物。

现代土壤发育阶段(距今1 300年—?) 现代土壤开始发育于我国隋唐温暖期,在一定程度上也代表了一次气候温湿阶段,这一时期也被称做小气候最宜时期(Little Optimum)^[18]。

三、全新世湖面升降

1. 湖面下降幅度

前人多根据湖岸阶地的位置来确定青海湖湖面下降幅度^[6-7,10]。湖岸阶地包括侵蚀阶地和堆积阶地,侵蚀阶地分布于湖区第三级夷平面以下的斜坡上,共3—5级,拔湖20—200m不等^[6,10]。有人认为,除个别地点受新构造运动影响外,湖区分别存在拔湖100m、65m、45m和25m四级湖蚀台地、湖蚀壁龛等代表古湖面的标志,反映了全新世以来湖面四次平衡和下降^[6]。该观点虽不完全为后来的研究者接受,但其结论已被广泛引用^[10,12-13,18]。这里存在一个至关重要的问题:湖岸阶地距湖面的高度能否代表湖面下降的幅度,即湖岸阶地是由于湖面下降湖水变浅形成的,还是湖周山地与湖区差异抬升形成的,或两者共同作用形成的,也就是水动成因还是地动成因,只有前者才能用来推算湖面的下降幅度。

根据野外考察和前人的研究成果^[7,10],青海湖湖岸的侵蚀阶地主要是构造运动间歇性差异抬升造成的,至少受到了湖周山地抬升的影响,理由如下:(1)湖周山地第三级夷平面是晚更新世隆起形成的,现今已抬升到距湖面300—400m,也正是晚更新世初的这次构造运动使得青海湖变成了内陆湖泊^[7]。因而,分布于第三级夷平面之下斜坡上的侵蚀台地无疑是随第三级夷平面的抬升而形成的;(2)青海湖湖盆有两个与外相通的最低垭口,其一为与湟水水系相连的药水河河源垭口,最低点距现今湖面103m;另一为与黄河水系相连的倒淌河河源垭口,最低点距湖面125m^[6]。湖区的许多侵蚀阶地基

座面已高出这两个垭口几十米,例如黑山最高两级侵蚀阶地已分别高出这两个垭口50m、75m和25m、5m。这种现象若不用构造运动来解释是难以理解的;(3)同一级侵蚀阶地在湖周不同地点高度相差极大,这是地壳差异运动的结果。基于上述事实,侵蚀阶地距湖面的高度不代表或至少要扣除构造运动抬升量后才代表湖面的下降幅度,目前流行的青海湖早全新世湖面比现今高100m、面积大1/3的观点值得商讨。

湖成堆积阶地不同于湖成侵蚀阶地,它们位于相对下陷的湖滨地带,多存在三级,分布较为稳定,因而应当是湖面间歇性升降和湖面相对稳定相结合的产物,反映湖面波动。同时因其是全新世的产物,受构造运动的影响较小,它们据湖面的高度可作为湖面下降的幅度。至于湖岸堤用于推算湖面下降幅度方面的情形与堆积阶地相似。青海湖湖滨普遍存在规模较大、延伸较远的湖岸砂堤,在二郎尖一带可达5—6道,在第三级堆积阶地位置还存在一道高出现今湖面25m左右的老湖岸堤。最新的几道湖岸堤在二郎尖一带与一级阶地相当或位于其下,较高的两道与二级阶地相当。

高出现代湖面20余米、最大不超过30m的哈拉力剖面距今10300年以来一直没有为湖水淹没,因而在讨论青海湖湖面升降问题时应当慎重。若按本文资料,那么全新世以来青海湖湖面下降幅度不会超过30m,此结论还有待于其它资料的进一步验证。

2. 湖面下降阶段

青海湖南岸湖滨普遍存在三级堆积阶地,特别以二郎尖、江西沟一带最为发育,在第三级阶地位置还存在一道高出阶地面6—7m绕湖分布的湖岸堤,这表明青海湖在距今10300年以来存在三个较长时间的稳定期和高湖面,也说明全新世以来湖面在升降过程中存在四个阶段。笔者在二郎尖第三级阶地前缘测得湖相淤泥有机 ^{14}C 年龄为 $6080 \pm 170 \text{ B.P.}$,无机 ^{14}C 年龄为 $9070 \pm 50 \text{ B.P.}$;在江西沟西部一个取砂坑内观察到该级阶地的结构是:底部为湖滨相砂,再上为湖滨砂砾层,砂砾层之上为厚1.5m的古土壤(底部含砾石,向上有明显的土壤结构),地表下0.6m为现代栗钙土。古土壤底部有机 ^{14}C 年龄为 $4140 \pm 50 \text{ B.P.}$,基本代表该级阶地即将结束的年代。由此推算,第三级阶地开始发育于距今6000年稍前,而结束于距今4000年稍后。第三级阶地之上湖岸堤顶部无机 ^{14}C 年龄为 $15620 \pm 80 \text{ B.P.}$,据第三级阶地前缘无机 ^{14}C 年龄和有机 ^{14}C 年龄的关系推算,该湖岸堤约形成于距今10400年前后。至于第一和二级堆积阶地因无年龄资料而难以判断其形成时代,不过第一级阶地上直接发育现代土壤,土壤结构与哈拉力剖面现代土壤相似,故其形成年代约在距今1000年前后。

3. 湖面升降与气候变化的关系

青海湖湖滨1—3级堆积阶地和3—5道湖岸堤说明,全新世以来青海湖湖面总的趋势是下降的,但这种下降不是直线性的。湖岸阶地形成时期是湖面长时间的稳定时期,而阶地坡的形成时期是一个稳定向另一个稳定的转化时期,当然这种转化时期也可能是湖面的升高时期。因而,全新世以来湖面至少存在四个较长的稳定时期,目前,甚至百年以来属于水量收支不平衡的湖面下降时期。

青海湖是一个内陆湖泊,其水量的收入直接或间接取决于流域内的降水,而支出则直接通过湖面蒸发实现,因而湖面的升降直接与降水相关,1956—1986年湖面升降与降水的关系图证明了这一点(图4)。由图4可知,凡是多雨年份必定湖面上升,少雨年

份则相反。例如, 1956—1959年降水出现最高峰, 湖面则形成高水位; 相反, 1965—1966年是低降水年份, 相应的湖面为低湖面。总之, 降水的多少与湖面的升降是完全吻合的。应该说, 1956—1986年间湖面升降与降水波动的同步过程, 必然也是全新世以来湖面升降与降水波动关系的缩影, 不过后者幅度更大, 时间更长罢了。事实上, 由于青海湖全新世以来总的趋势是水量支出大于收入, 湖面是下降的, 而湖面稳定时期即为水量收支平衡时期, 因而相对前后阶段而言, 收支平衡时期也是气候潮湿多雨时期和相对高湖面时期, 距湖面25m的湖岸堤和第三级堆积阶地分别形成于早全新世温湿期和气候最宜期即是很好的证明。

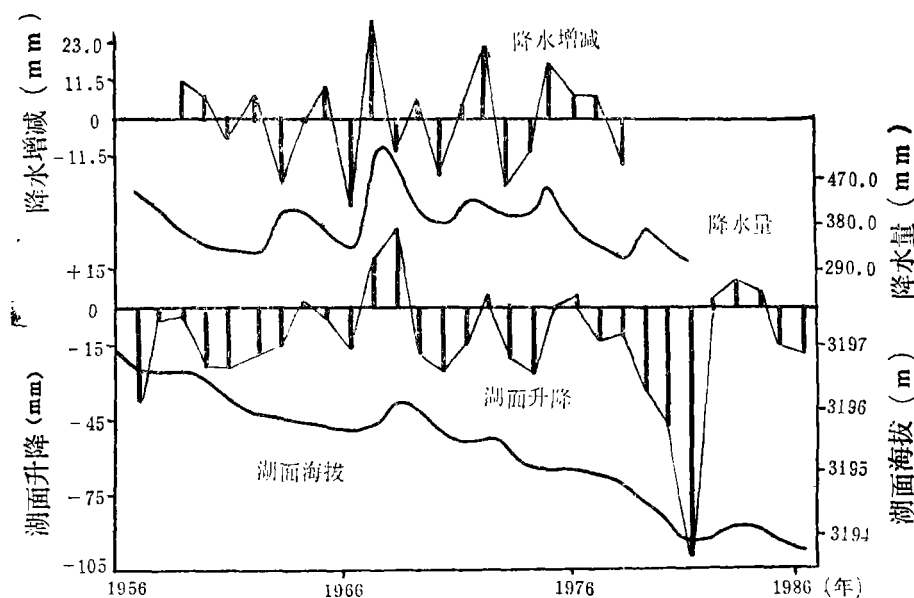


图4 湖面升降与降水的关系

Fig.4 Relationship between lake-level fluctuations and precipitations

总之, 全新世以来青海湖湖面的下降幅度不超过30m, 距今4 000年以来的下降幅度约为20m。湖区全新世的四个气候温湿阶段对应于四个高湖面时期, 后者以湖岸堤和堆积阶地为代表。

参 考 文 献

- [1] 李子奇: 青海湖纪略, 新西北, 3(3), 1931年。
- [2] 刘增乾: 青海湖流域地理志, 西北通讯, 2(2), 1935年。
- [3] 孙建初: 青海湖, 地质评论, 3(5), 1938年。
- [4] 李式金: 青海湖区之初步探讨, 边政公论, 11—12(1), 1942年。
- [5] 施雅风等: 青海湖及其附近地区自然地理(着重地貌)的初步考察, 地理学报, 24(1), 1958年。
- [6] 方永: 青海湖湖盆地貌的基本特征、成因及其演变, 地理集刊, 第5号, 1963年。
- [7] 陈克造等: 青海湖的形成与发展, 地理学报, 30(3), 1964年。
- [8] 黄第藩等: 青海湖第四纪地层, 中国第四纪研究, 6(2), 1965年。
- [9] 杨惠秋等: 青海湖第四纪孢粉组合及其意义, 地理学报, 31(4), 1965年。
- [10] 中国科学院兰州地质研究所等: 青海湖综合考察报告, 9—21页, 科学出版社, 1979年。
- [11] 魏振铎: 青海湖盆的森林变迁, 青海环境, 3期, 1987年。
- [12] 应百才等: 青海湖水位下降及其原因分析, 青海环境, 2期, 1987年。

- [13] 徐叔鹰等: 青海湖东岸的风沙堆积, 中国沙漠, 3(3), 1981年。
[14] 徐叔鹰等: 青藏高原东北边缘区冰缘发展探讨, 冰川冻土, 6(2), 1984年。
[15] 刘东生等: 黄土与环境, 106—113页, 科学出版社, 1985年。
[16] 陈吉方: 北京平原全新世地层及自然环境演变, 中国科学, 9期, 1979年。
[17] 竺可桢: 中国近5000年来的气候变化研究, 中国科学, 2期, 1973年。
[18] 杨怀仁: 第四纪地质, 164—167页, 高等教育出版社, 1987年。
[19] 郑度等: 中国的青藏高原, 98—100页, 科学出版社, 1985年。

THE LOESS PROFILE AT SOUTH BANK, CLIMATIC INFORMATION AND LAKE-LEVEL FLUCTUATIONS OF QINGHAI LAKE DURING THE HOLOCENE

Chen Fahu Wang Shilan Zhang Weixin Pan Baotian

(*Quaternary Glacier and Environment Research Centre, Lanzhou University*)

Key words: Qinghai Lake; Holocene; Loess profile; Climatic changes;
Lake-level fluctuations

ABSTRACT

According to climatic information, ^{14}C dating, spore-pollen analysis and grain size data of Halali loess profile, and the distribution and ^{14}C dating of depositional terrace at south bank of Qinghai Lake, the paper discusses the climatic changes in Qinghai Lake area and the Lake level fluctuations since 10300 years B.P. It is pointed out that there are four relatively warm and humid periods in Qinghai Lake area since the Holocene. They are the periods from 10300 years B.P. to 8500 years B.P., from 7000 years B.P. to 3500 years B.P., from 2800 years B.P. to 2000 years B.P., and from 3500 years B.P. to present time. The optimum climate period in Qinghai Lake area was the period from 7000 years B.P. to 3500 years B.P. when polypodium plants grew luxuriantly around Qinghai Lake, it was quite warm and humid, the average annual temperature was 2.5°C higher than that at present. The cold and dry periods happened in 8500 years B.P. to 7000 years B.P., 3500 years B.P. to 2800 years B.P. and 2000 years B.P. to about 1300 years B.P.. Qinghai Lake level generally tended to lower in the Holocene, but there were four periods of relatively stable high lake-level corresponding to warm and humid periods,

城市地理学发展动态

姚士谋

(中国科学院南京地理研究所)

地理科学 11(1), P60, 参15, 1991

本文简述了城市地理学形成过程、近十年来中国城市地理学的实践及其学科发展与建设,最后叙述了中国城市地理学发展趋势和中国城市化道路问题。

* * * * *

利用卫星影像编制吉林省植被类型图(1:50万)

白玉光 祝廷成

(东北师范大学草地研究所, 长春)

地理科学 11(1), P67, 图1, 表1, 参17, 1991

《吉林省植被类型图(1:50万)》是《中国植被图(1:100万)》的一部分。在编制过程中采用遥感手段,节省了时间和资金,较新的TM影像具有比MSS影像更高的地面分辨率,在卫片解译中采用多时相分析,多因子分析,影像的多时相分析,对照分析法和制图综合。根据解译结果,提出了吉林省植被分类系统,划分出60个群系,总计72个成图符号。

青海湖南岸全新世黄土剖面、气候信息及湖面升降探讨

陈发虎 汪世兰 张维信 潘保甲

(兰州大学中国第四纪古冰川与古环境研究中心)

地理科学 11(1), P76, 图, 表1, 参19, 1991

本文根据青海湖南岸哈拉力黄土-古土壤剖面气候信息,讨论了青海湖区距今10300年以来气候的四次冷暖和干湿交替变化。其中距今7000—3500年为湖区全新世气候最宜时期,当时年均气温比今高2.5℃,而距今8500—7000年和3500—2800年间年均气温分别比今低5—6℃和2.5℃。全新世以来青海湖存在四次高湖面时期,它们与气候的四次温湿期一致,最高湖面不超过现今湖面30m。

* * * * *

大兴安岭岳桦林的类型、结构特征和分布规律

周瑞昌* 杨国亭** 马克平** 孔刚*

*(黑龙江省科学院自然资源研究所, 哈尔滨)

** (东北林业大学, 哈尔滨)

地理科学 11(1), P86, 图3, 表2, 参6, 1991

岳桦林在东北大兴安岭分布在海拔940—1650m的山地。依据其组成、结构及分布特征划分三个类型。本区岳桦林在组成和结构上与长白山地岳桦林有明显的不同。岳桦林具有水土保持作用,应予以保护。