

P-18

全新世高温期我国湖泊沉积 和自然环境的基本特征^①

王云飞

P34 3.3

(中国科学院南京地理与湖泊研究所
湖泊沉积与环境研究开放实验室, 南京 210008)

摘要 在全新世高温期,我国东部地区湖泊沉积广泛发育,西部地区湖泊扩张和高湖面记录普遍,证实该时期我国大多数地区水热条件与现今相比有不同程度的提高和改善。预测未来,因大气中CO₂倍增时重现全新世高温期的自然环境,总体上讲它有利于我国工农业生产条件的改善和环境质量的提高,但东部平原的洪涝灾害将加剧。

关键词 湖泊沉积 自然环境 全新世高温期

前 言

本世纪三十年代 G. S. Callendan 曾预言,随着工业发展和化石燃料的大量使用,大气中 CO₂ 等温室效应气体的含量逐渐增加,地球气候将趋变暖^[1]。但 Callendan 的预言在当时并未引起重视,直到六十年代发生了震惊世界的北非撒哈拉各国的特大旱灾和南亚次大陆频繁的海啸和洪水袭击等气候反常事件,并造成数以百万计的人口死亡和巨大的经济损失之后,人们才认真考虑 G. S. Callendan 的意见。据近年来的研究,工业革命前大气中 CO₂ 的含量为 270—290ppmv,现在约为 350ppmv,并仍以每年 180×10⁸t 的速率向大气输入,其浓度大约以 1—1.5ppmv 的速度增加。此外遍布全球的观察资料也表明,全球温度大致以每十年增加 0.3℃、海平面增高 7cm 的幅度发展。证实 CO₂ 等气体含量增加和温室效应已成为影响人类生存环境的重大问题之一。

为预测未来全球气候变化,采用大气环流模式(GCM),预计到下个世纪中期,当 CO₂ 等温室气体效应相当于上世纪末期 CO₂ 的二倍时,全球温度将升高 3±1℃,可能重现全新世高温期那样的自然环境^[2,3]。大量的研究报告已证实,在早、中全新世由于地球轨道倾斜变化而导致太阳辐射量的变化,全球大部分地区普遍出现温度增高、湿度增大,海面变化也达到顶点。但是各地自然环境千差万别,因此高温期的起讫时间,温度、降水增加的幅度也不尽相同,如我国东部地区大多数报道认为高温期出现在 8000—6000a B.

① 本文承王苏民审阅,李建仁、周克俊提供资料,吕虹妹清绘附图,在此一并致谢。

P. 4.5^[5]；但西部地区其时间跨度可能包括早、中全新世。总之全新世高温期是一个与现代环境有很大区别的时期。可见重建该时段我国自然环境，作为未来气候环境的古代相似物，对防灾、资源合理利用和国土整治都有重要意义。

湖泊是地表长期积水的自然体，其发展和衰亡在很大程度上真实地反映水热平衡的变化，尤其内陆湖泊对气候变化极为敏感。湖泊沉积物具有连续性和高分辨率，是揭示过去气候和环境变化规律的重要途径。本文以我国湖泊沉积研究的成果为依据，参考其他研究报告，对全新世高温期我国自然环境的基本特点作简要分析。

一、全新世高温期以前的古环境概况

第四纪气候最基本的特征表现为冰期、间冰期的交替和古气候不同尺度波动的模式^[6]。据孢粉资料，末次冰期最盛时，年平均温度比现代低 6—8℃，是晚更新世以来最寒冷的时期^[7]。地球两极和大陆山地由于冰川广泛发展，海平面降低，在 15000a B. P. 前，海平面位于现代水深 150—160m 的大陆架边缘。入海河流及其支流因侵蚀基准面降低和纵剖面比降增大，溯源侵蚀作用增强，在河谷中形成深槽。例如长江深槽在上海附近位于 -62m，镇江位于 -55m。长江中、下游和东部平原的外流湖泊基本上被疏通消失。鄱阳湖相应沉积物为赣江冲积物^[8]；太湖为黄土状堆积。此外沿海大陆架广泛出露，大陆度增强以及北半球冰流增长扩大，冬季风强劲，我国的气候变得极为严寒干燥。在这样的气候背景下，我国西部山地雪线降低了 600—1200m，冰川发展，沙漠向四周扩张。内陆湖泊大多萎缩消亡，如青海湖相应沉积物粗化，孢粉以反映荒漠草原景观的藜、蒿、麻黄为代表的组合。由于水位持续降低，在盛冰期时水体被分割在几个洼地中。东部丘陵平原地区受强烈的西北风作用，黄土堆积广泛发育，其界线已扩张到长江南岸，广大地区和出露的陆架呈现草原和森林草原景观，一些亚热带种属植物仅在华南地区保存下来。

事实上末次冰期内部还有多次次一级冷暖波动。在盛冰期以后的晚冰期，古气候以短时段内冷暖急剧变化为特点。进入全新世气温明显上升，并在波动中继续向偏暖的方向发展，逐渐步入早、中全新世高温期。

二、中全新世高海面 and 我国东部的湖泊沉积

我国东部中全新世高温期的自然环境，受海面上升的影响明显。据海平面变化曲线^[5]，8000—6000a B. P.，海平面已接近或一度高于现代海平面，沿海地区普遍发生海侵，并广泛形成湖泊、沼泽。

在钱塘江下游杭嘉湖平原，该时期沉积物为淤泥质粘土和粘土质粉砂，含毕克卷转虫 (*Ammonia beccarii* Var.)、缝裂希里虫 (*Elphidium magellanicum*) 等海相有孔虫化石，属潮坪、潟湖沉积。又据孢粉分析，为青刚栎属 (*Q. glauca*)- 栲属 (*Castanopsis*)、栎属 (*Quercus*) - 禾本科 (*Gramineae*)- 藜科 (*Chenopodiaceae*)- 水龙骨科 (*Polypodium*) 组合，反映为常绿阔叶和落叶阔叶混交林植被的暖湿气候条件^[9]。南部宁绍平原，在全新世海浸最盛时为一片浅海，后接受来自南部的泥沙堆积，经历了湖沼广泛发育的阶段后

逐渐成陆^[10]。在太湖平原西部溧阳、和桥，北部常州、祝塘等地，现代地表以下 4.6—10.3m 为 5500a B. P. 的灰色海浸层，含丰富的嗜温海相有孔虫化石，孢粉组合以栎、枫香 (*Liquidambar*)、青刚栎为代表，表明在中全新世暖湿气候条件下，受到北部江阴、常州和南部杭州湾两个方向的海浸影响，广泛发育了海滨湖沼相沉积 (图 1)。现代太湖平原在其沉积背景下开始了早期发展演化^[11]。

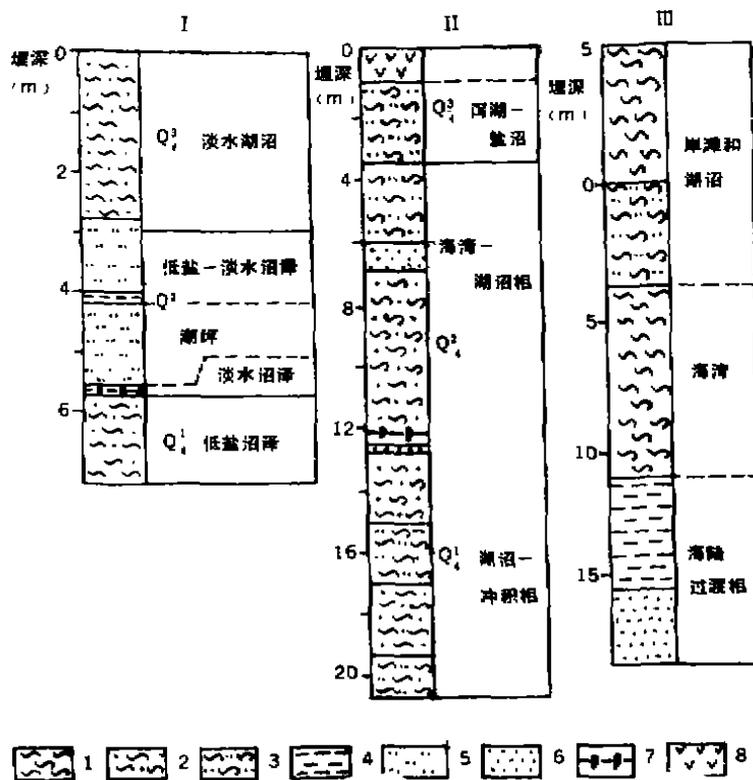


图 1 太湖平原、渤海湾和辽东半岛全新世沉积与沉积环境

Fig. 1 Sediments and sedimentary environments of Tai Lake Plain, Bohai Bay and Liaodong Peninsula in Holocene.

I. 杭嘉湖平原双林孔^[9], I. 渤海湾大杨庄孔^[13], II. 辽东半岛 ZK₁孔^[12].

- 1. 淤泥, 2. 粉砂质淤泥, 3. 淤泥质粉砂, 4. 粘土,
- 5. 粉砂, 6. 砂, 7. 贝壳层, 8. 人工填土

此外，江苏北部和山东沿海，潟湖—沼泽相沉积分布也很广，如海州湾沿岸地下 2—5m 处，广泛分布中全新世潟湖相沉积；射阳湖就其形成的早期也是高海面时，因沿岸砂体发育分隔海湾而形成的潟湖。

渤海湾沿岸、辽河下游平原和辽东半岛沿岸, 潟湖沼泽相沉积是继中全新世海浸最盛期以后, 伴随海面开始下降和沿岸砂体发育而广泛分布的沉积类型^[12] (图 1)。孢粉分析也证实, 7500a B. P., 沉积物中旱生草本植物减少, 湿生、中生的香蒲 (*Typha*)、莎草 (*Cyperaceae*) 和眼子菜 (*Potamogeton*) 等显著增加, 最高可占草本植物总数的 80% 以上, 同时还出现长江以南亚热带环境下生长的蕨类孢子, 如膜蕨属 (*Hymenophyllum*)、水蕨属 (*Ceratopteris*) 等^[13]。

除了直接受海浸影响的潟湖、沼泽相沉积外, 湖泊沉积物还广泛分布在河流中下游地区。由于海浸和沿岸砂体发育, 往往阻塞河流入海通道而漫溢, 在洼地中积水成湖。根据钻孔资料, 沿苏北大运河许多湖泊, 其发展早期均可追溯到中全新世。沂沭河下游的古硕项湖、桑墟湖、青伊湖也由上述原因形成。河北平原以白洋淀、文安洼为代表的湖沼洼淀是位于永定河和滹沱河两大冲积扇之间的低洼地。据白洋淀钻孔沉积物分析, 7500a B. P. 以来的中全新世普遍含有枫香、枫杨 (*Pterocarya*) 等亚热带成分, 表明经历了气候暖湿、地表径流丰富的湖泊发展的全盛时期。由相应沉积物恢复其轮廓, 白洋淀与文安洼连成一片, 面积比现代大十余倍^[14]。

长江中下游是我国湖泊密度最大的地区之一, 但在末次冰期时, 现代太湖、巢湖、鄱阳湖、洞庭湖等均不存在。其形成也是冰后期随着海平面上升和自河口向上游推进的沉积作用, 使河床抬高、洲滩和天然堤发育, 当入江支流在洪水期泄水不畅或堰塞时, 淹没下游河道和洼地形成湖泊。太湖经全新世海侵影响后, 随着长江三角洲发育和钱塘江北部沉积, 使其成为区域低洼地和汇水中心而逐渐成湖^[11]。鄱阳湖在 7000—5000a B. P., 由发育于大别山南麓的河流, 因长江天然堤和阶地的阻挡在望江一带泛滥形成早期彭蠡泽古湖沼泽, 以后逐渐向南扩张形成今日面貌。

由此可见, 在中全新世高温期, 我国东部平原的水热条件比现代好, 同时受海浸影响, 湖泊沼泽曾广泛发育, 其分布比现代广, 面积比现代大得多。但它们多为浅水湖泊, 经以后的沉积充填和人类利用改造后, 大多数已经消失, 只有为数不多的湖泊保存下来。

三、青藏高原湖泊沉积和变迁

青藏高原湖泊星罗棋布, 大于 100km² 的湖泊 65 个, 约占全国湖泊总面积的 38.4%, 是我国湖泊密度最大的地区。其形成历史可追溯到第三纪, 当时高原面高程多在 1000m 左右, 来自孟加拉湾的潮湿气流和丰富降水, 为湖泊的形成和发展提供了有利的条件^[15]。但随着高原面隆起幅度增大和纬向高大山系的形成, 逐渐构成了西南季风北上的巨大屏障。所以青藏高原在第四纪湖泊演化的总趋势表现为不断收缩、咸化和消亡。但是受全球气候波动的影响还存在多次明显扩张和收缩的过程。据青藏高原考察, 全新世高温期, 青藏高原许多湖泊都保存较好的高湖面和湖泊扩张的沉积记录。藏南错那县拿日雍错, 约 6500a B. P., 湖泊沉积物的孢粉组合中, 乔木花粉占 36—49%, 含松 (*Pinus*)、桦 (*Betula*) 和少量铁杉 (*Tsuga*)、栎、桤木 (*Alnus*) 等, 林线上升约 700m, 表明水热条件比现代好。又据湖岸阶地高程推算, 湖面较现代高 21.6m。羊卓雍错湖面也较今高 8—10m 以上, 湖水

经墨墨曲流入雅鲁藏布江,大约距今 3000 年以后,气候趋于干燥渐变为内流湖。冈底斯山北麓扎日南错,湖水矿化度 13.89g/L,但距今 $7010 \pm 150a$,湖面较现代高 23m,湖成阶地中产淡水耳状萝卜螺 (*Radix auricularia*) (Linneaus) 化石,孢粉组合中木本种属占 43%,表明当时湖区气候较为暖湿,适宜以松为代表的木本乔木生长,因此湖泊扩张,淡水生物得以生存。此外高原西部的班公错、松西错,昆仑山北麓的阿其格库勒等湖泊周围,据 ^{14}C 分析,都保存高出现代湖面 8—45m 的中全新世高湖面沉积记录^[16]。柴达木盆地湖泊的演化与青藏高原隆起密切相关,25000a B. P.,该湖泊已进入盐湖阶段,但 9000a B. P. 前后,气候一度转为相对湿润,表现为干盐湖区又形成一些新盐湖^[17]。

青海湖是我国最大的内陆咸水湖泊,位于青藏高原东北部,日月山在其东部纵贯南北,构成内外流区和农牧业区的自然分界线。所以其湖泊沉积物的特性和展布可反映出季风进退、气候冷暖和干湿变化的敏感性。在青海湖周围山麓面之下分布有四级湖泊阶地,其中第二级阶地 (T_2) 在南部江西沟一带发育典型。阶地后缘拔湖 65m,平缓向湖面倾斜伸展约 4—5km 降至 20—25m。阶地湖相沉积物中含螺 (*Galba*) 和大量贝壳碎片。经 ^{14}C 测年,后缘为 $6860 \pm 130a$ B. P.,前缘为 $5310 \pm 125a$ B. P. (图 2)。沉积物的孢粉组合以木本植物云杉 (*Picea*)、松、桦为主,草本植物有禾本科、莎草科、蓼属 (*Polygonum*) 及蒿属 (*Artemisia*) 等草原或草甸成分,反映为针阔混交林和森林草原景观。此外该时期沉积物中还发现紫果云杉树干 (*Picea Purprea*), ^{14}C 测年为 6500a B. P.,根据现代紫果云杉生长条件,预计当时气温较现在高 3—4℃,降水增加有 150 至 200mm。根据湖泊阶地的估算,青海湖全新世中期其面积超过 6000km²。

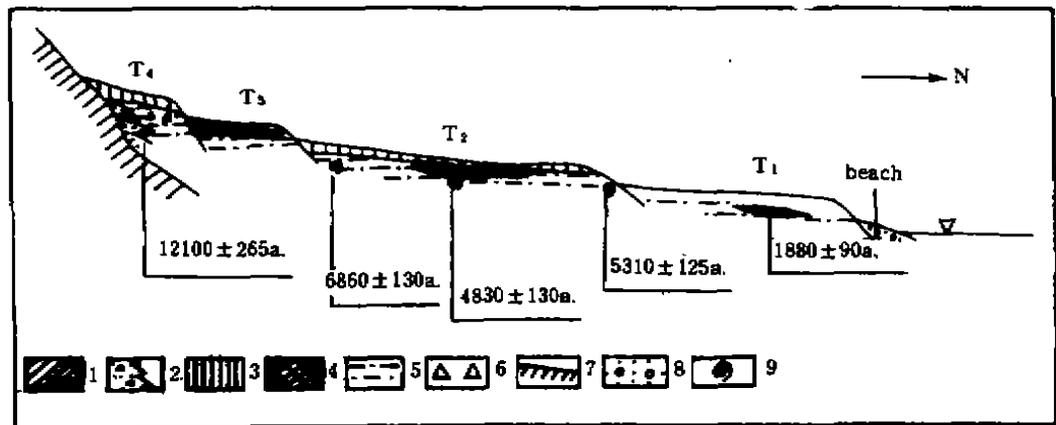


图 2 青海湖江西沟湖泊阶地综合剖面

Fig. 2 The synthetic section of lacustrine terraces near Jiangxigou in Qinghai Lake

1. 基岩, 2. 洪积物, 3. 黄土状堆积, 4. 泥炭,
5. 砂质粘土, 6. 碳屑, 7. 表土, 8. 湖滩砂砾, 9. 螺壳

四、云贵高原和西北干旱区的湖泊沉积

云贵高原的湖泊多属构造湖,根据湖相沉积物分析,其形成时期可追溯至上新世。由于受印度板块向北俯冲的强大应力,使高原东侧形成川滇断块并向东南方挤压,在其边界发育了深大断裂体系,使云南高原面解体和形成一系列构造盆地^[18]。在滇西沿红河断裂带分布有洱海和洱源西湖,在滇东沿小江断裂带发育了滇池、抚仙湖、阳宗海等众多湖泊。由于本区新构造运动强烈,水系变化大,加之纬度低,受西部型季风气候的影响,所以湖泊的演变较为复杂。据研究,云南大多数湖泊在晚更新世晚期都曾出现过扩张和大湖面阶段,但以后发展的总趋势是在波动中逐渐收缩。如滇池是云贵高原上面积最大的湖泊,据沉积物孢粉分析,全新世初期植被以松和温带落叶阔叶混交林为主,含喜暖的亚热带成分如青刚栎(*Q. glauca*)、锥栗属(*Castanopsis*)等。藻类组合中缺失浅湖相的双星藻(*Zygnema*)、转板藻(*Mougeotia*),表明末次冰期以后,气温开始升高,气候较为凉爽湿润,湖水较深、面积较大;其后沉积物的藻类组合均表现为向浅湖转化的特点,但7100—3900a B. P.,孢粉组合中出现了较多的热带成分如棕榈科(*Palmea*)、天南星科(*Araceae*)和喜热蕨类孢子,反映气候比现今较暖湿^[19]。与滇池仅隔分水岭的抚仙湖和滇西洱源西湖,在中全新世也表现气候曾一度偏于湿热,湖泊沉积较为发育的时期。

蒙新干旱区的湖泊多为盆地汇水中心或河流尾间,属内陆水系。其形成和演变的差异较大,但湖泊的扩张和收缩受古气候影响更明显。新疆维吾尔自治区许多湖泊属冰川融水补给,一般在早全新世随着末次冰期结束和气候转暖,因冰川消融,普遍出现高湖面。如罗布泊在9360±120a B. P.,湖泊沉积很发育^[20]。这主要是冰融水补给增加所致,其后逐渐收缩。至中全新世受全球气候变化的影响,有些湖泊曾出现较明显的扩张。据艾比湖沉积物记录的一万年来气候变化序列^[21],约7500a B. P.,孢粉带反映以灌木和草本植物占优势,湿生的香蒲、莎草含量增加,含较多喜暖树种如栎、胡桃(*Juglans*)和枫杨,反映气候比目前暖湿,湖泊沉积物也较发育。

内蒙古东南部萨拉乌苏地区,根据湖相地层研究和重建气候变化曲线分析,9000—3000a B. P.间气候较温湿,出现较大范围的早、中全新世湖沼群;以后气候趋于干旱,湖泊沉积逐渐为河流沉积所覆盖。岱海位于内蒙古自治区凉城县,是一个规模不大的内陆微咸水湖,面积133.46km²。该湖发育受断裂控制,座落在半湿润、半干旱区的过渡带和东亚季风区的西北缘,所以沉积记录保存了较好的区域气候变化的信息。据沉积物孢粉、介形类、自生矿物和有机碳、总氮、元素地球化学等研究,晚更新世以来古气候变化表现为冰期寒冷干旱和间冰期温暖湿润。在10000—4000a B. P.的早、中全新世时期,岱海经历了持续6000年的高湖面阶段。由沿湖广泛分布的二级阶地计算,最盛期湖泊面积达431km²,较现今约大3.2倍,湖面高出现代40—45m(图3)。又据水量平衡计算,年降水比目前增加150—180mm。反映了封闭湖泊对气候变化十分敏感和该区全新世高温期开始得早而结束时间较晚的特点^[22]。

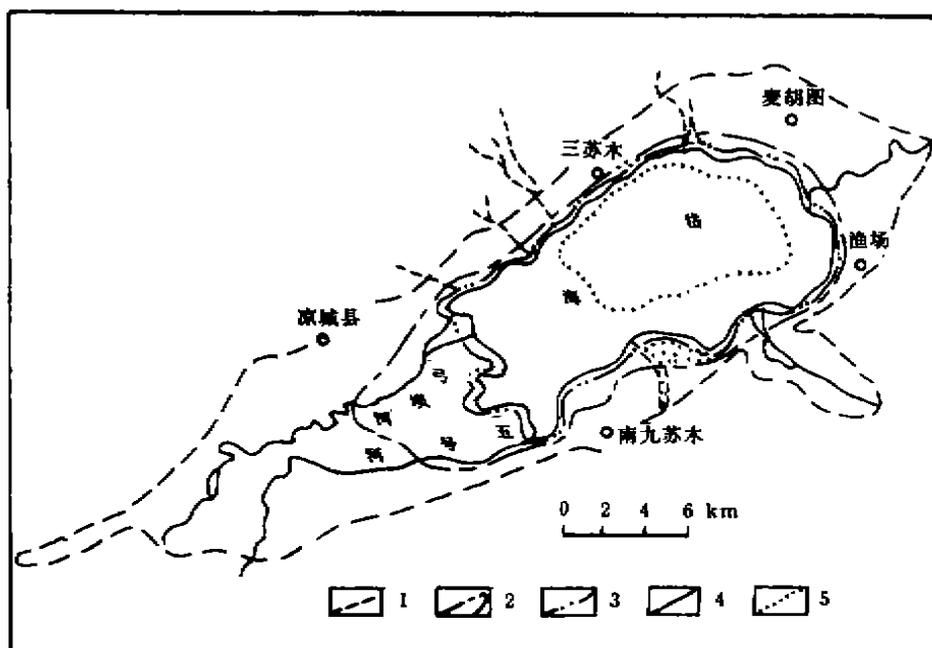


图3 岱海不同时期的湖岸线^[22]

Fig. 3 The ancient shorelines of Daihai Lake

1. 距今 10000—4000 年岸线, 2. 距今 2200 年岸线,
3. 1975 年岸线, 4. 1986 年岸线, 5. 1929 年岸线

五、全新世高温期我国自然环境的基本特点

全新世高温期是全球气候普遍出现温度增高和降水增大的一段时期。表现在寒冷地区生长季节的增长; 中纬度半干旱、半湿润地区的相对湿润化; 热带、亚热带干旱区如撒哈拉、阿拉伯半岛、印巴次大陆、澳大利亚等地降水比现今丰富, 出现高湖面的沉积记录等^[23]。但水热资源改善程度差异很大, 高温期的超前或滞后现象普遍。而有些地区如地中海式气候带, 在末次冰期普遍出现高湖面的沉积记录后, 全新世则表现为湖面收缩。据土耳其 Konya 湖研究, 最后一次大面积湖侵发生于 23000—17000a B. P., 其后近万年, 尤以 7000a B. P. 以来湖水位剧降, 湖泊沉积逐渐为河流冲积物所覆盖^[24]。美国西南部的湖泊也有类似报道。它表明全新世中期, 全球水热分布和组合具有很大的复杂性, 因此, 具体地区需作具体的分析。

我国东部水热条件的最佳时期, 大多出现在 8000—6000a B. P. 前后。根据各地孢粉和古生物分析资料, 华南地区据深海平原钻孔的沉积物研究, 降水与气温略有增高, 但幅度不大^[25]。长江流域推算年平均温度约 16—20℃, 较现代高 2—3℃, 降水量增加 200—300mm, 相应气候属南亚热带型^[9]。华北平原和黄河流域的孢粉组合以榆 (*Ulmus*)、栎为主, 含较多的胡桃、枫香、山毛榉 (*Fagus*) 等喜暖树种^[5]; 另从习惯于淮河流域的四不像鹿 (*Elapheurus davidians*) 也迁移至华北平原北部, 喜暖动物大熊猫、亚洲象、苏门犀和孔

雀迁移至北纬 33°河南省浙川地区^[25]等事实表明,华北平原的水热条件增幅最大,推算年平均温度增高 3—4℃,其中冬季增幅更大,降水增高 300 至 500mm。东北平原和内蒙东部也表现为暖温带气候,永久冻土北撤至 N48°左右,水热条件也有所增加^[27](表 1)。可见全新世高温期,我国东部的自然环境与今天相比,总的有利于当时生产的发展,尤其是华北平原和黄河流域高温期水热资源的相当丰富,可能是我国五千年文明史起源于黄河流域的自然环境基础。但与此同时,随着气候的暖湿化也造成海面上升和海浪潮汐作用的增强,沿海沿江堆积作用旺盛和洼地积水的湖沼化。如果现代因 CO₂ 倍增也出现上述现象,将会对沿岸城市工程设施、农田建设等造成危害,洪涝灾害也将大大增强。尤其在气候环境的转折时期,反常的灾害性气候事件增多。东部沿海地区是我国人口最密集、经济最发达的地区,因此未来可能出现如 1991 年 6—7 月份长江中下游地区特大洪涝灾害的消极影响也绝不能忽视。

表 1 全新世高温期我国自然环境概况

Tab. 1 The general natural environments in China during Holocene Altitheal period.

区 域	湖泊和湖泊沉积记录	孢粉和古生物标志	温度、降水变幅	自然环境特点	
珠江流域和 华南地区	沿海和河流下游湖 沼化。	组合与今同,嗜温种 属稍增多。	稍有增加。	东 亚 季 风 区	暖湿热带、南亚热带 气候,常绿阔叶林景 观。
长江中下游	众多湖泊形成,湖泊 沉积广泛发育。	枫香、栎、栗、漆为 代表的孢粉组合。	年均温度较今高 2— 3℃;降水增加约 200—300mm。		暖湿的南亚热带常 绿阔叶林景观。
华北平原和 黄河中下游	沿海和河北平原湖 沼洼淀广泛分布。	以榆、栎为主,含丰 富喜暖树种;生长大 熊猫、亚洲象等喜暖 动物。	年均温度较今高 3— 4℃;降水增加 300— 500mm。		冬季风衰减明显,属 暖湿的亚热带落叶 阔叶林景观。
东北平原	沿海和河流中下游 湖沼化发展。	以榆、栎为主。	水热条件有增高。		暖湿和温湿的暖温 带气候。
青海湖盆地	青海湖扩张至 6000km ² 。	孢粉组合为云杉、 松、桦为主,适宜紫 果云杉生长。	温度较今高 3—4℃; 降水增加 150— 200mm。	季 风 边 缘 区	气候偏温湿,为针叶 落叶阔叶混交林和 森林草原景观。
岱海盆地和 萨拉乌苏地区	湖沼相沉积分布较 广,岱海湖面持续较 高,面积达 431km ² 。	含丰富松、栎、榆、桦 等木本植物。	年均降水增加约 150—180mm		针叶落叶阔叶混交 林和森林草原,气候 偏温湿。
云贵高原	湖面收缩停顿或稍 有回升。	棕榈科、天南星科等 热带植物成分增加。	较暖干气候背景下 短暂的偏湿波动。	西部型热带,亚热带季风 气候,干湿季分明。	
青藏高原	藏南部分湖泊外流; 湖面扩张和高湖面 记录较普遍。	松、桦、铁杉等木本 花粉增加;部分湖泊 有淡水腹足类生长。	干冷气候背景下的 偏湿波动。	受西南季风增强的影响, 表现为高寒荒漠草原至 森林草原景观。	
柴达木盆地	干盐湖上新盐湖形 成。		干旱气候背景下,短 暂相对偏湿波动。	荒漠和半荒漠草原景观。	
罗布泊和 塔里木盆地	罗布泊持续收缩。		干旱	荒漠景观。	

全新世高温期,由于夏季风增强,冬季风减弱,东亚季风环流的强度和影响范围扩大,因此也不同程度的影响到西部地区的自然环境。位于东南季风边缘的岱海在该时期表现为森林草原景观,预计降水增加约150—180mm;位于东南季风和西南季风边缘的青海湖流域,水热条件适宜紫果云杉等树种生长,推算温度比现今高3—4℃、降水增加150—200mm;此外受西南季风影响较大的青藏高原湖泊也先后出现高湖面的沉积记录。但位于西部大盆地中的湖泊和西南地区湖泊,其水热条件的增幅相对较小或不明显,如罗布泊最大湖面扩张发生在早全新世,而且主要为冰融水补给增加所致;柴达木盆地中的盐湖也仅表现为一些新盐湖的形成,基本上仍维持干旱、半干旱的气候背景;云贵高原的湖泊大多表现为自早全新世以来湖面收缩过程中的短暂停顿。可见全新世高温期,我国西部受东亚季风影响的半干旱半湿润地区,自然环境比现代好,表现在地表径流增加,湖泊有不同程度扩张,绿洲发展,干草原为灌丛草原和森林草原所替代,沙漠向盆地中心退缩,山地冰川雪线升高、面积缩小等。上述自然条件显然对农牧业生产有利(表1)。

这里要指出,本文简要分析了全新世高温期的自然环境,作为预测近代CO₂倍增时我国气候变化的一种古代相似物,但它与早、中全新世主要由天文因素引起的全球气候变化并不是一回事。然而未来气候变化十分复杂,还有许多未知因素和变化机理有待于深入研究。在这种情况下,从湖泊沉积和演化,重现这一时期的自然环境面貌,有可能较直观的展示未来气候、环境的变化趋势,对某些不利因素有所警觉并作为制定正确对策的依据。这也是撰写本文的主要目的和实际意义所在。

参 考 文 献

- [1] Peter, B. G. Carbon dioxide and climate. *Oceanus* 1978, 21 (4): 13—17.
- [2] 王绍武. 大气中二氧化碳浓度增加时对气候的影响. *地理研究*, 1987, 6 (4): 89—105.
- [3] 雅稚风. 山地冰川与湖泊萎缩所指示的亚洲中部气候干暖化趋势与未来展望. *地理学报*, 1990, 45 (1): 1—13.
- [4] 孔昭辰. 北京地区10000年来的植物群发展与气候变化. *植物学报*, 1981, 24 (2): 173—181.
- [5] 赵叔松, 赵希涛. 中国第四纪海平面变化研究的进展. *中国海平面变化*. 北京, 海洋出版社.
- [6] 刘东生、袁宝印. 论第四纪湿润期和干旱期, 中国—澳大利亚第四纪学术讨论会论文集, 北京, 科学出版社, 1987.
- [7] 杨怀仁、谢志仁. 中国近20000年来的气候波动与海面升降运动, 第四纪冰川与第四纪地质论文集第二集, 北京, 地质出版社, 1985.
- [8] 王云飞等. 鄱阳湖盆地第四纪沉积及湖泊形成, 中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集. 北京, 科学出版社, 1985.
- [9] 严钦尚、黄山. 杭嘉湖平原全新世沉积环境的演变. *地理学报*, 1987, 42 (1): 1—14.
- [10] 陈桥驿等. 论历史时期宁绍平原的湖泊演变. *地理研究*, 1984, 3 (3): 29—43.
- [11] 杨怀仁等. 全新世海面变化与太湖的形成和演变, 第四纪冰川与第四纪地质论文集第二集. 北京, 地质出版社, 1985.
- [12] 符文侠等. 下辽河平原和辽东半岛海岸带晚更新世以来的海浸. *地理研究*, 1988, 7 (2): 73—79.
- [13] 王一曼. 渤海湾西北岸全新世海浸问题的初步探讨. *地理研究*, 1982, 1 (2): 59—69.
- [14] 王会昌. 一万年来白洋淀的扩张与收缩. *地理研究*, 1983, 2 (3): 8—18.
- [15] 陈志明. 西藏高原湖泊的成因. *海洋与湖泊*, 1981, 12 (2): 178—186.
- [16] 王富葆. 一万年来青藏高原气候的变化及其发展趋势的初步研究, 第四纪冰川与第四纪地质论文集第二集. 北京, 地质出版社, 1985.
- [17] 陈克造, J. M. 鲍勒. 柴达木盆地晚更新世盐湖演化, 中国—澳大利亚第四纪学术讨论会论文集. 北京, 科学出版社, 1987.

- 出版社, 1967,
- [18] 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. 北京, 科学出版社, 1989.
- [19] 孙湘君、吴玉书. 云南滇池地区全新世以来植被及环境变迁历史, 中国—澳大利亚第四纪学术讨论会论文集, 北京, 科学出版社, 1987,
- [20] 夏训诚、樊自立. 关于罗布泊是否游移的问题, 罗布泊科学考察与研究. 北京, 科学出版社, 1987.
- [21] 文启忠、乔玉楼. 新近晚更新世以来气候环境变迁及对现代自然生态环境的意义, 新疆生态环境研究. 北京, 科学出版社, 1989,
- [22] 王苏民等. 岱海, 合肥, 中国科学技术大学出版社, 1990,
- [23] Butzer, K. W., 1983, Human Response to Environmental Change in the Perspective of Future, *Global Climate. Quaternary Research*, 19: 279—292.
- [24] Roberts, N., 1983, Age, Paleoenvironments and Climatic Significance of Late Pleistocene Konya Lake, Turkey. *Quaternary Research*, 19: 154—171.
- [25] 冯文科、黎维峰. 南海北部琼海平原晚更新世以来沉积环境和古气候变化. 海洋地质与第四纪地质, 1986, 6 (3): 9—24.
- [26] 王富葆. 西北和青藏地区的全新世地层与年代. 中国第四纪研究通讯. 1985, (1): 31—39.
- [27] 夏玉梅. 三江平原 12000 年以来植物群发展和古气候的初步研究, 地理科学, 1986, 8 (3): 240—250.

CHARACTERISTICS OF LAKE SEDIMENT AND NATURAL ENVIRONMENTS IN CHINA DURING THE HOLOCENE ALTITHERMAL PERIOD

Wang Yunfei

(*Lake Sediment and Environment Laboratory, Nanjing Institute
of Geography and Limnology, Academia Sinica, 210008*)

Abstract

During the Holocene altithermal period, lake sediment developed extensively in the east part of China, and lake area expanded. Higher lake level was recorded in the west part, confirming that the heat and moisture conditions were improved to a certain extent. It is predicted that the reappearance of such natural environments as those occurring at Holocene altithermal period due to the doubling of CO₂ concentration in the atmosphere will generally be favourable to improving industrial and agricultural conditions and raising environmental quality although the flood disasters in the east plain may be aggravated in the future.

Key words Lake sediment, natural environment, Holocene, altithermal period