

青岛沿海地区 20,000 年以来的 古地理环境演变*

韩有松 孟广兰

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 本文通过微体古生物和孢粉分析, 岩相古地理研究和海岸地貌调查资料, 探讨了青岛沿海地区 20,000 年以来的海陆变迁和古植被古气候的演变规律。在距今 12,000—11,000 年前, 由于气候转暖, 全新世陆架海侵使晚更新世末期的平原和盆地变成浅海和海湾。8000—5000 年前出现高海面, 5m 等高线构成全新世海侵最大范围的古海岸线。自 3500 年以来, 气温降低, 海面逐渐下降至现代海岸线附近。

第四纪古地理环境的变化, 直接影响着人类的活动。我们通过青岛沿海地区第四纪浅层沉积物微体古生物化石和古植物孢粉分析研究以及海岸地质地貌的野外调查资料, 探索了本区 20,000 年以来的古地理自然环境演变过程 and 变化规律, 为自然环境变化预测及其对人类生产活动影响的研究, 提供科学依据。

一、自然地理及海岸地貌特征

青岛沿海地区, 地处山东半岛东南部的黄海之滨。沿岸由崂山、珠山低山丘陵及狭窄的滨海小平原构成。崂山和珠山山脉由中生代燕山期花岗岩构成。崂山位于胶州湾北部, 是胶东地区最高的山脉, 顶峰海拔 1133 m; 珠山位于胶州湾南部, 顶峰海拔 725 m; 两山峻峭, 沟谷纵横, 为侵蚀低山地貌类型。崂山和珠山的外围为海拔高度小于 200 m 的剥蚀丘陵, 地势起伏平缓, 由中生代花岗岩或中生代火山岩、火山碎屑岩、砂岩和砂砾岩构成。早在第三纪以前已基本形成了低山丘陵地貌, 第三纪以来一直处于侵蚀和剥蚀状态, 其山麓斜面表现为剥夷面的地貌特征。

海岸地貌属基岩港湾海岸, 岬湾相间、岸线曲折。自北而南发育有大小十几个海湾, 主要有丁字湾、崂山湾、北湾、胶州湾、灵山湾、黄家塘湾等。其中以胶州湾最大, 被崂山和珠山环抱, 深入内陆, 水深海阔, 成为天然良港。丁字湾东西方向伸展而狭长。比较大的海湾湾头区, 发育有狭窄的滨海小平原。海湾堆积岸段, 发育有各种形态的堆积地貌体, 如沙滩、沙咀、沿岸沙堤及泻湖。岬角及基岩岸段, 海岸陡直, 海蚀崖十分壮观。海蚀崖下往往形成砾石海滩及砾石堤地貌。崂山东海岸的巨砾海滩以及下清宫、盘龙庄等处的迭置砾石堤比较典型。近岸还有许多岩石岛屿屹立于波滔之中, 如长门岩、田横岛、大公

* 中国科学院海洋研究所调查报告第 1283 号。本所王少青同志协助分析孢粉样品, 绘图室清绘图件, 谨此致谢。

收稿日期: 1983 年 4 月 24 日。

岛、小公岛、朝连岛、薛家岛、灵山岛、斋堂岛等。

青岛沿海属温带季风型气候、年平均降雨量 725—1100mm，年平均气温 11.9—12.6℃，年平均相对湿度为 70—74%，具有显著的海洋性气候特点¹⁾。本区在中国植被区划中，属栽培植物及赤松、麻栎林区^[2]。滨海滩地有稀疏的盐碱性旱生草本植物生长。

青岛沿海地区现代优越的地理环境，是中、新生代及第四纪地质历史发展的结果。现代海洋环境，又是全新世陆架海侵的产物^[3]。

二、第四纪晚期沉积地层

根据青岛附近陆架浅海、胶州湾、黄岛前湾、丁字湾及沿岸地区第四纪钻探资料和野外地质剖面调查证明，在低山丘陵区，广泛发育有厚度小于 5m 的冲积、冲洪积、沼泽沉积和残积、残坡积物；在滨海平原及河谷地带，第四系松散沉积物厚度一般为 5—20m，最大厚度约 30m。其中以胶州湾西岸的洋河下游五河头，胶州湾北岸的大沽河、城阳河、流亭河和沧口河河口，胶南县王哥庄河口，丁字湾南岸的周疃河口及其西岸的五龙河口和北岸的潮里等岸段较为发育。胶州湾、黄岛前湾、丁字湾及黄海海底的第四系沉积物厚度一般小于 10m。

1. 滨海平原区

第四系沉积地层可划分为两个不同岩相层：

下部主要由黄色、灰黄色中粗砂、砂砾石、钙质结核和灰色、灰黑色泥质粉砂、粉砂质粘土组成。沉积物中含有淡水生扁卷螺 (*Hippeutis* sp.)、河蚬 [*Corbicula fluminea* (Müller)]、河蚌 (*Unionidae*)、中国圆田螺 [*Cipangopaludina chinensis* (Gray)] 等遗壳；含有较多的藜科 (*Chenopodiaceae*)、蒿属 (*Artemisia*)、菊科 (*Compositae*)、水龙骨科 (*Polypodiaceae*)、栎属 (*Quercus*)、柳属 (*Salix*)、松属 (*Pinus*) 等孢粉化石。该层埋藏深度为 0—30m 左右，沉积层厚度约 5—10m。下伏岩层为中生界沉积岩，呈不整合接触关系。胶州湾北岸南万盐场钻孔深为 9.5—10.1m 的泥炭层，经 ¹⁴C 测定为 21,830 ± 390 年；丁字湾西岸埠前钻孔深为 5.5—7.0m 的淤泥，¹⁴C 测定为 18,315 ± 275 年；丁字湾北岸潮里钻孔深为 8.1—8.4m 的淤泥，¹⁴C 测定为 16,254 ± 220 年。年龄资料表明，该层属晚更新世末期沉积，为陆地冲积或冲洪积物。

上部主要由灰色、灰黑色、灰黄色淤泥质粉砂、粉砂质淤泥和细砂组成。沉积物中含有较丰富的海相生物化石和孢粉化石。如有孔虫，主要有嗜温转轮虫 [*Ammonia tepida* (Cushman)]、厚壁转轮虫 (*Ammonia confertitesta* Zheng)、连接转轮虫 [*Ammonia annectens* (Parker and Jones)]、清晰企虫 (*Elphidium limpidum* Ho, Hu et Wang)、珍珠企虫 (*Elphidium margaritaceum* Cushman)、秋田九字虫 (*Nonion* cf. *N. akitaense* Asano)、易变筛九字虫 [*Cribronion incertum* (Williamson)]、五块虫属 (*Quinqueloculina* d'Orbigny)、孔缝筛九字虫 (*Cribronion porisuturalis* Zheng)、光滑九字虫 (*Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang)、多角口室虫 (*Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang)、粗糙企虫 (*Elphidium hispidulum* Cushman) 等；还有介形虫、贝类、海胆刺、苔藓虫、藤壶碎片等。孢粉主要有藜

1) 王福志等, 1984. 青岛地区海岸带气候资源。

方在上层之上,又被现代冲积物或沼泽相沉积物所覆盖,其间显示出明确的层位及时代关系(图 1—3)。

2. 近岸浅海及海湾区

第四纪沉积物一般厚 5—10m。目前获得的钻探资料,以丁字湾及其湾口陆架区厚度最大,在 20m 以上;黄岛前湾最大厚度 15m 左右;胶州湾海区中部小于 10m,但大沽河口、五河口外近岸区的沉积厚度,由海岸带钻孔资料推测,可能大于 15m;胶州湾口外黄海陆架区,柱状厚度最大为 5m,尚未取得深部资料。

海区沉积地层、岩相划分同滨海平原区一致,亦可分为上下两层:上层由灰色、灰黄色砂和淤泥组成。沉积物中含有丰富的海相生物遗壳。在胶州湾,该层底部 ¹⁴C 测年为 11,800 ± 200 年¹⁾,故确定其为全新世以来的海相沉积。下层由砂、粗砂、砾石及粘土组成。沉积物中含有钙质结核,没有发现生物化石。该层至今未获得可供判定岩相和时代的资料。根据岩性及分布特点,砂及砂砾层见于胶州湾及丁字湾中部深水区,推测属晚更新世低海面时期的河流沉积。黄海陆架区海底有些站位的黄褐色粘土,内含钙质结核,其岩性性状同沿海陆架区的黄土状堆积相似,所以可将其确定为晚更新世末期的陆相地层。

上、下层迭置,呈不整合接触关系(图 4)。

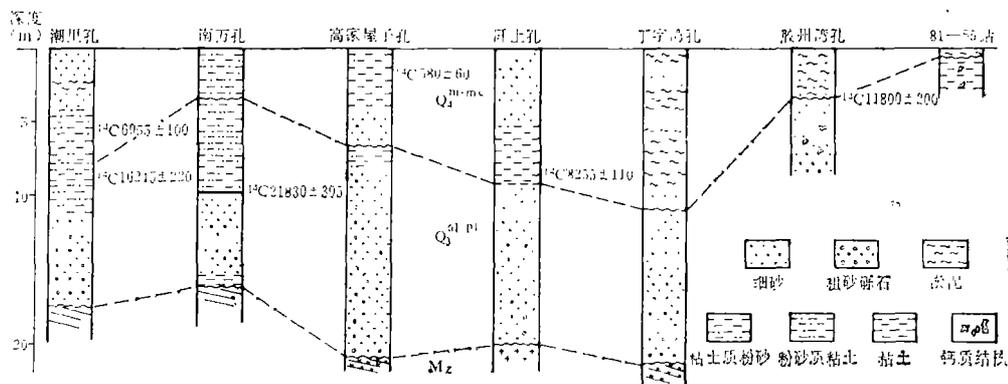


图 4 青岛沿海地区第四纪沉积柱状对比图

(阡上孔和胶州湾孔分别引自山东师范大学和国家海洋局第一海洋研究所资料)

三、全新世海侵及海陆变迁

依据上述青岛沿海地区海岸和胶州湾、黄岛前湾、丁字湾及近岸浅海陆架海底地貌及第四纪沉积地层的调查研究结果,发现 20,000 年以来的古地理环境演变,曾经历如下过程:

在距今 20,000—12,000 年前的晚更新世末期,青岛附近的黄海及海湾曾是陆地环境。12,000 年前的黄海岸线位于朝连岛南部水深 50—60m 的海区^[4]。长门岩、大公岛一带为侵蚀堆积平原。平原上为河流泛滥堆积区,有黄土状堆积发育。现在的海中岛屿为分

1) 李善为、徐孝诗,1982。胶州湾钻探沉积物的初步分析。海洋研究 2: 60—61。

布于前陆架平原上的孤山丘陵。胶州湾,丁字湾等诸海湾是一些内陆侵蚀盆地。大沽河水系、五龙河水系穿越这些盆地,延伸注入东侧的黄海。沿海平原为冲积平原。崂山、珠山低山丘陵为内陆山地和剥蚀丘陵(图5)。

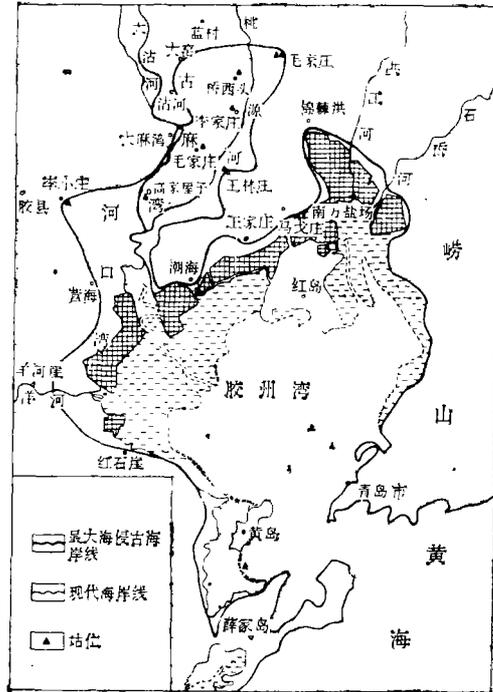


图5 胶州湾沿岸海岸线变迁图

12,000年以来,随着海平面的上升,海水逐渐由黄海侵入到青岛地区,在距今12,000—11,000年前淹没了早期的平原和盆地,形成陆架浅海和海湾。胶州湾的雏形,则形成于11,000年前。海平面继续上升,约在距今11,000—8000年前最后形成胶州湾。距今8000年前,海水进而侵入现在的滨海河谷平原,深入内陆达5—20km,在胶州湾西岸可达胶县李小庄、营海、洋河崖一线。在大沽河河谷,侵入内陆达20km以上,至蓝村以南的胶济铁路线一带。距今6000—5000年前,海侵最盛时,海水曾淹没了沿岸海拔5m以下的陆地,形成了大沽河麻湾和丁字湾两个古河口湾等。在河口湾内发育有牡蛎礁特殊微地貌体^[7]。5m等高线构成全新世海侵最大海侵阶段的古海岸线。当时的海平面比现代海面高2—3m,出现高海面。在距今4000—3500年前,海平面出现回降趋势,加上陆源入海泥沙的堆积作用,海水又从河口湾退出去,海平面回降到现代海面附近^[8]。由于海陆变迁,滨海平原形成陆相及海相的交互堆积,成为冲积-海积平原。青岛沿海平原是3500年以来形成的。

四、古植被和古气候

作为古地理自然环境要素的植被和气候变化,是通过第四纪沉积物孢粉分析结果取得的。

1. 孢粉组合特征

根据高家屋子、潮里、阡上三个钻孔¹⁾和李家庄等剖面的沉积孢粉分析结果,取得了青岛沿海地区 20,000 年以来的四个孢粉组合带,自下而上为:

I. *Chenopodiaceae-Artemisia-Compositae-Polypodiaceae* 孢粉组合带

在高家屋子孔深 6.85m 以下(由于孢粉数量不够统计数,故未在孢粉图中画出),潮里孔深 8.1—9.75m。孢粉含量较少,以草本花粉为主,含有少量木本花粉,水龙骨科孢子含量较多。草本花粉中,藜占绝对优势,在高家屋子孔最高含量近 70% (占孢粉总量)。蒿属在潮里孔占 7.4—42.6%。其次为菊科、柳属、栎属、松属和桦属等成分。

II. *Chenopodiaceae-Artemisia-Quercus-Pinus* 孢粉组合带

处于高家屋子孔深 5.5—6.85m, 潮里孔深 6.8—8.1m 的层位。孢粉含量较多,草本花粉仍占优势,木本花粉增多。主要有藜、蒿、栎、榭、松、栗、桦和柳等。其中藜科在高家屋子孔占 50% 以上,蒿属在潮里孔占 6.1%。木本花粉栎和松的含量较 I 带已成倍增长。

III. *Quercus-Chenopodiaceae-Pinus-Polypodiaceae* 孢粉组合带

位于高家屋子孔深 3.6—5.5m, 潮里孔深 3.63—6.8m 的层位中,孢粉含量比较丰富,木本花粉大量增加,且种类较多。其中栎的含量增长显著,在潮里孔占 15% 左右,在高家屋子孔占 7.8—14.6%。此外,还有松、栗、槭、榭、漆树 (*Rhus*)、山毛榉 (*Fagus*)、木兰等。草本花粉的含量已降至 50% 以下,除藜科花粉外,其它种类含量都很少。蕨类孢子明显增多,主要有水龙骨科、紫萁属 (*Osmunda*)、凤尾蕨属、桫欏科 (*Cyathecaceae*) 等。

IV. *Chenopodiaceae-Pinus-Quercus-Sparganiaceae* 孢粉组合带

存在于高家屋子孔深 0—3.6m, 潮里孔深 0—3.63m 的沉积中。孢粉含量较多,草本花粉增多而木本花粉减少,凤尾蕨孢子大量出现。草本花粉以藜、黑三稜和蒿为主。木本花粉则以栎、松、栗、桦为主,但栎的含量较 III 带已大为减少(图 6, 7)。

在本区上述两个钻孔中,凤尾蕨属 (*Pteris*) 孢子(未鉴定到种)不断出现,尤其在胶州湾北岸的高家屋子孔深 0—3.6m 的层位中,其含量最多时可占孢粉总量的 60% 以上。从孢子的形态和颜色特征看,并不像再沉积的老孢子。然而,这种生长于湿热气候环境中的蕨类却大量出现于青岛沿海地区,值得进一步研究。

根据本区地层时代划分和孢粉组合特征,上述四个孢粉组合带应归属于第四纪更新世末期至全新世时期。I 带处于晚更新世末期,距今 20,000—12,000 年前; II—IV 带处于距今 12,000 年以来的全新世时期。

2. 古植被和古气候变化特征

沉积物中的孢粉组合特征,反映了青岛沿海地区 20,000 年以来的植被和气候演变曾经历过的几个发展阶段。

I 带孢粉组合特征反映距今 20,000—12,000 年前的植被以草本植物为主,木本植物较少。低平的滨海平原区生长着以藜科、菊科为主要成分的盐生草甸及稀树草原,是青岛东侧黄海陆架平原的一部分。而且盐生旱生藜科植物的繁盛,说明当时本区滨临海洋不远。在低山丘陵区,由少量喜温凉的桦、松、柳、栎等树木组成的森林植被很不发育。这种植被

1) 阡上孔样品由山东师范大学地理系提供。

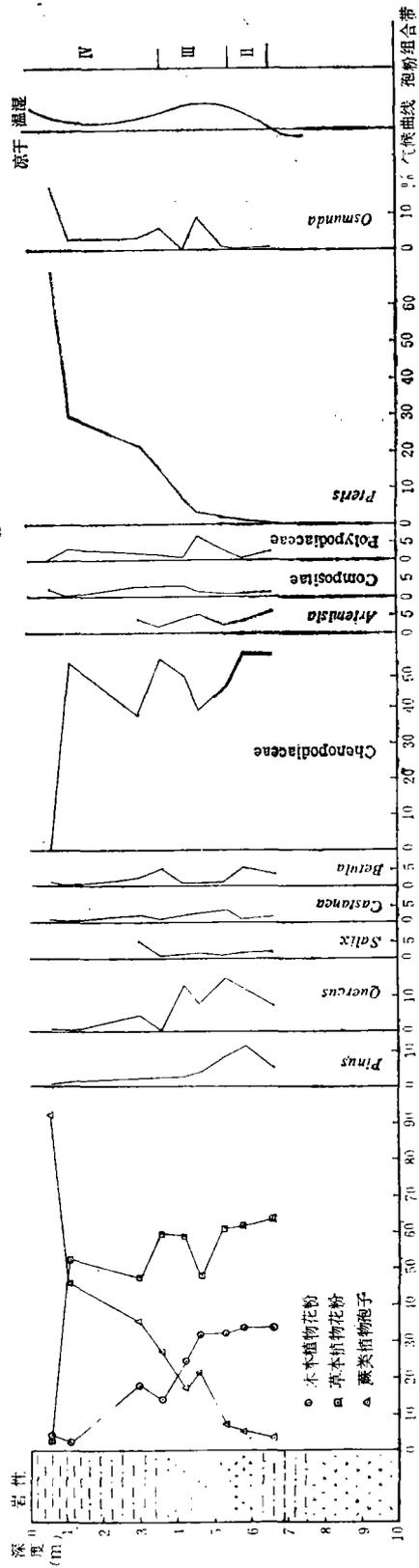


图 6 胶州湾北岸高家屋子孢粉图式

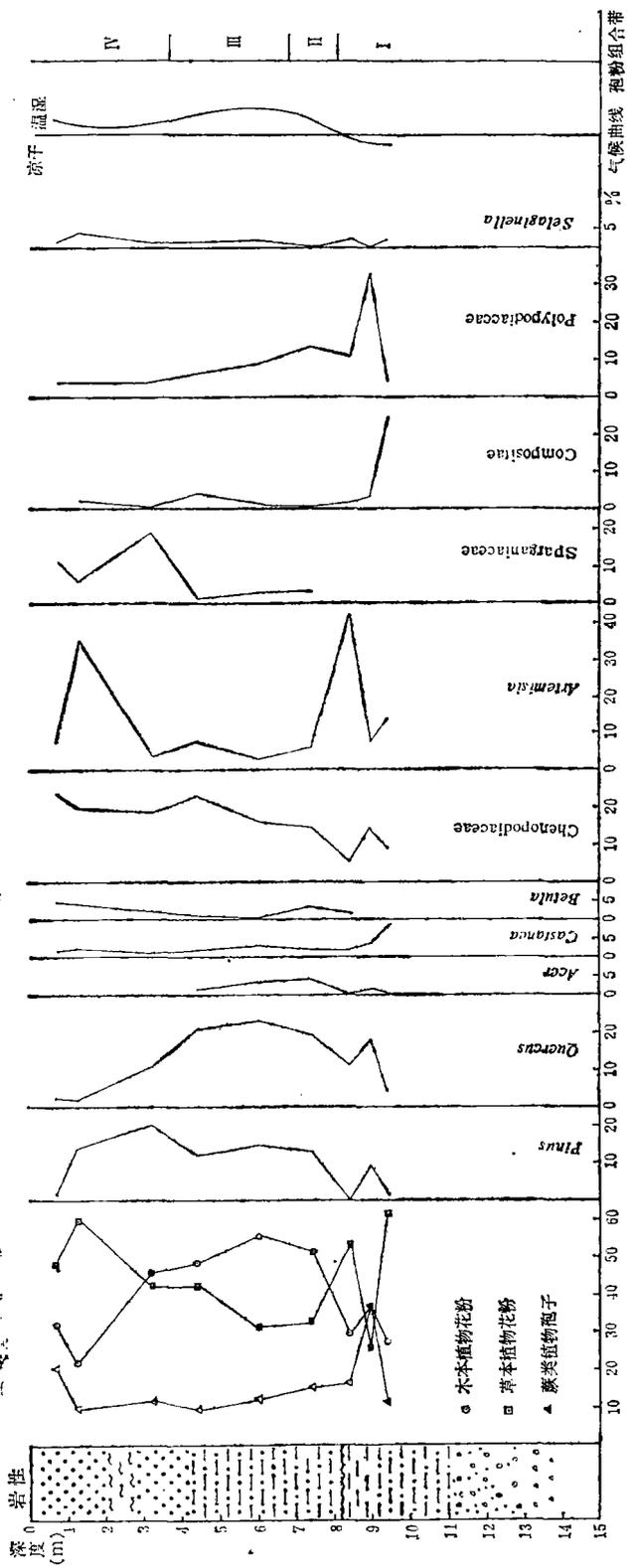


图 7 丁字湾潮里孢粉图式

景观,在我国东部区域,目前大部分分布于华北平原北部及渤海湾周围,气候比较干凉,年降雨量 500—600mm,年平均气温 9—12℃ 左右,较本区现代年平均气温低而干燥^[1-3]。青岛市平度县新河和胶南县乔家洼等地发现的大型哺乳动物化石,如披毛犀 (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach)、普氏羚羊 (*Gazella przewalskyi* Buchner)、纳玛象 (*Elephas cf. namadicus* Falc) 等^[5,6],正是晚更新世末期干冷气候的标志。

从距今 12,000 年前起,中国东部区域,古气候普遍转变为温湿气候期。本区的 II, III, IV 孢粉组合带正反映古气候的这种重大演变。II 带与 I 带相比,虽然草本花粉仍较多,但喜温凉的松、桦、栎等木本植物已开始增多,反映此时的植被面貌,除河谷平原区仍然生长着成片的草本植物外,低山丘陵区的树木已经有较大的发展。这说明气候已从干凉变得温凉略干,正是我国北方沿海区域更新世末期寒冷气候向全新世温湿气候演变的过渡阶段。III 带的孢粉组合特征,反映草本植物大量减少,木本植物进一步增多。不仅树林面积扩大,而且树木种类也在大量增加,并出现喜暖湿的种属,如胶南县阡上孔深 5.0—5.2m 的层位中,槭属花粉占 13% 以上;胶南县泊里剖面,漆树、胡桃 (*Juglans*)、木兰和枫香 (*Liquidambar*) 等也占有一定比例。这都反映了全新世中期气候温暖湿润。低山丘陵区的落叶阔叶及针叶混交林植被已经形成。这个阶段的自然环境,基本上同现代长江中下游平原北部、淮河流域相似。年降雨量 800—1000mm,年平均气温 14—15℃,较本区现代气候要温暖湿润些^[6,7]。大沽河平原李家庄、桥西头、王林庄等地生存的丛生牡蛎礁,证明温暖湿润的气候自距今 8000 年前起一直延续到 3500 年前。IV 带反映出距今 3500 年以来,本区植被发育有趋于衰落的表现。木本植物显著减少,喜暖湿的亚热带种属已不多见,而喜温凉的松和桦有些增加。植被面貌同现代基本相似。低山丘陵区是以赤松、落叶栎为主的针叶落叶阔叶林;滨海河谷平原以盐生旱生草本植物为主;沼泽湿地中生长着较多的水生植物。这种植被特征正反映本区温带滨海气候特点。由于海洋的影响,四季温差同相当纬度的内陆相比较小,而相对湿度较大。

总之,青岛沿海地区 20,000 年以来的气候演变表现为四个阶段:(1) 距今 20,000—12,000 年前,为凉干气候期;(2) 距今 12,000—8000 年前,为温凉略干气候期;(3) 距今 8000—3500 年前,为温暖湿润气候期;(4) 3500 年以来,为温凉略湿气候期。本区 20,000 年以来的古气候演变规律,同我国北方沿海区域是一致的。(附表 1)

五、气候变化与海陆变迁的关系

前述海陆变迁与古气候演变过程,具有相当一致的进程。本区的实例又证明,第四纪的气候变化同海面波动的因果关系为:当第四纪古气候由晚更新世末期的寒冷气候回升转变为冰后期的温暖气候时,由于大陆冰盖的消融,引起洋面上升。在青岛胶州湾地区,海平面曾由距今 11,000 年前的 -16—-35m 高程,迅速上升到距今 8000 年前的 0m 高程;到距今 5,000—6,000 年前,进而上升到 3—5m 高程^[8],此时正是本区气候进入全新世之后,由温凉向暖湿转变的阶段。因此,我们认为,晚更新世末期以来的海平面变化、海侵事件发生及海陆变迁,是同气候波动密切相关的^[9]。当然,在一定的区域范围内及一定的时间区间中,新地壳运动和入海泥沙的堆积作用等因素也可以造成海陆的变迁,这一点亦是毋庸置疑的。

表 1 青岛沿海地区古地理环境演变综合表

地质时代		岩相及地层		孢粉组合带	古植被及古气候	古地理环境	
全新世 (Q ₁)	3500 年	平原及海区	低山丘陵区	IV 藜科-松属- 栎属-黑三稜科	针叶及落叶阔叶混 交林, 小片盐生旱生 植物 温凉略湿	平原及海区	低山丘陵区
		冲洪积及 沼泽沉 积	残积, 残坡积, 洪积及沼 泽沉积			冲积海积 平原	侵蚀及 剥蚀
	8000 年	海积及 海陆过渡 沉积		III 栎属-藜科-松 属-水龙骨科	落叶阔叶及针叶混交林 暖湿	近岸浅 海及海 湾	低山 丘陵
	12,000— 11,000 年			II 藜科-蒿属- 栎属-松属	草原, 小片森林 温凉略干		
晚更新世 末期 (Q ₃)	20,000 年	冲积及 冲洪积	残积, 残坡积, 洪积, 黄土状堆 积	I 菊科-水龙骨科 藜科-蒿属-	盐生草甸, 稀树草原 凉干	侵蚀盆地 侵蚀堆积平原 侵蚀及剥蚀 低山丘陵	

六、小 结

青岛沿海地区 20,000 年以来的古地理环境演变表现出两个突出的特点:

1. 自晚更新世末期至全新世时期, 由于古气候的变化, 导致海平面的上升, 海水由黄海侵入本区, 发生全新世陆架海侵, 形成了陆架浅海及海湾, 从根本上改变了青岛沿海地区的古地理环境;

2. 海洋环境的形成, 又给本区的气候带来新的影响因素, 逐渐形成了现代的、具海洋性特点的温带季风型气候, 给本区人类活动造就了优越的地理环境。自距今 5000—6000 年前胶县三里河人在本区生存以来, 逐渐开发和发展的青岛地区的文明历史。

参 考 文 献

- [1] 中国植被编辑委员会, 1980. 中国植被. 科学出版社, 810—812, 505—510 页。
- [2] 中国科学院自然区划工作委员会, 1959. 中国气候区划. 科学出版社, 88, 130, 196 页。
- [3] 侯学煜, 1982. 中国植被地理及优势植物化学成分. 科学出版社, 210—213, 53—56, 79—89 页。
- [4] 徐家声、高建西、谢福缘, 1981. 最末一次冰期的黄海. 中国科学 5: 607—608。
- [5] 孙善德, 1982. 胶南首次发现纳玛象等古动物化石. 青岛日报, 7 月 18 日。
- [6] 韩有松, 1982. 山东半岛发现披毛犀化石. 古脊椎动物与古人类 20(3): 247。
- [7] 韩有松, 1980. 牡蛎礁与新河古海岸线. 海洋科学集刊 16: 59—65。
- [8] 韩有松、孟广兰, 1984. 胶州湾地区全新世海侵及海平面变化. 科学通报 20: 1255—1258。
- [9] 韩有松、王绍鸿、孟广兰, 1981. 试论陆架海侵. 科学通报 6: 363—365。

THE CHANGES OF PALEOGEOGRAPHICAL ENVIRONMENT OF QINGDAO COAST DURING THE PAST 20,000 YEARS*

Han Yousong and Meng Guanglan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

ABSTRACT

On the Qingdao coast, two layers of Quaternary sediments are recognized, the lower part consisting of upper Pleistocene alluvium and alluvium-diluvium and the upper part Holocene marine facies and sea-land transitional facies deposits.

Results of the study on coastal geomorphology, sedimentary strata and inferred paleogeography suggest that before the late Upper Pleistocene Qingdao was under a terrestrial environment consisting mainly of mountainous region of medium-low height and denudated hills while the Jiaozhou Bay and the Dingzi Bay etc. were inland erosional basins. In the early Holocene about 8000—12,000 years ago the Huanghai Sea transgressed into this area leading to the formation of the present shallow shelf sea and gulf. At the beginning of the middle Holocene some 8000 years ago, transgression reached to the present coastal zone and extended along low and flat river valleys and intruded about 5—20 km to inland area which caused the formation of the estuary of Dingzi Bay and the ancient Mawan Bay etc. At the time of the highest sea level, sea water intruded onto coastal land less than 5 m in height, where the paleocoastline was generally 5 m high during the Holocene transgression. The 5 m high isopleth indicates the ancient coastline. At about 3000—4000 years ago, as a result of the lowering of sea level and of the deposition of terrigenous silt into the sea, sea water was forced to retreat to a location near the present coastline.

Results of spore-pollen content of Quaternary sediments indicate that there are 4 spore-pollen assemblages connected to different environments. From top to bottom, they are as follows: Zone I, *Chenopodiaceae-Artemisia-Compositae-Polypodiaceae*; Zone II, *Chenopodiaceae-Artemisia-Quercus-Pinus* Zone III, *Quercus-Chenopodiaceae-Pinus*. Pleistocene (Zone I) vegetation consisted of *Pinus-Quercus-Sparganiaceae*.

From the characteristics of spore-pollen assemblages shown in the Late Upper Pleistocene (Zone I) vegetation consisted of saline meadow, sparse trees and herbal plants, and the climate was dry and cold, but turned warm and damp during the Holocene (Zone II, III and IV), vegetation was luxuriant than ever, upland-hill zones were covered with forest of deciduous, broad and coniferous leaves, plain and river valley zones with trees and grasses. The three different Holocene spore-pollen assemblage zones are characteristic of warm-cold and rather dry in the early Holocene, warm and damp in the middle Holocene and warm and cold and rather damp in the late Holocene.

* Contribution No. 1283 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.