

7. 65Ma BP 以来天津滨海地区的植被演变特征

杨吉龙¹⁾, 秦雅飞¹⁾, 胥勤勉¹⁾, 周新鄂²⁾, 胡云壮¹⁾, 杜东¹⁾, 孟利山¹⁾

1) 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津, 300170; 2) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京, 100044

内容提要:天津东部广泛分布的中新世沉积物为阐释中新世以来的古植被和古气候提供了研究载体, 本文依据塘沽区 1226m 深 G2 孔的花粉分析结果, 结合古地磁等定年手段, 重建了天津滨海地区约 7.65Ma BP 以来的古植被特征。研究显示, 区域地貌环境与气候环境共同作用于周边的植被环境。沉积速率与草本花粉组合具有良好的对应关系, 研究表明在约 6.73~6.43 与 3.58~3.03 Ma BP 沉积速率较大时形成相对较高的河滩高地, 其他时期以盐沼和盐碱地为主。由乔木花粉显示的植被历史表明在 6.90~7.65Ma BP 周边植被为暖温带落叶阔叶林, 代表暖湿环境, 3.61~6.9 Ma BP 为干旱的疏林草原, 2.80~3.61Ma BP 为针阔叶混交林, 较为凉湿, 1.28~2.80 Ma BP 为暖温带落叶阔叶林的景观, 整体上较为暖湿。1.28Ma BP 以来, 草本与乔木花粉的波动变化, 反应了更新世中后期冷暖气候的波动。

关键词:晚中新世以来; 渤海湾; 植被演化; 气候变化; 沉积速率

新生代晚期, 随着青藏高原的隆升加剧, 北半球冰盖的形成, 区域植被对全球气候变化的适应也做出了相应的结构性调整(Ding Z L et al., 2005; Sun Xiangjun et al., 2005)。重建区域古植被演化历史, 探讨其与过去气候及地貌过程的相互关系是目前全球变化领域的主要内容(Cerling et al., 1997; Ding Z L et al., 2005; Sun Xiangjun et al., 2005)。

滨海地区由于其相对稳定连续的沉积, 一直以来是研究过去气候环境变化的重要载体(Miller et al., 1998, 2005), 研究滨海沉积物记录的陆生植被演变历史, 探讨其与过去气候—地貌环境变化的关系是了解全球变化过程中地圈—生物圈相互作用机制的重要环节(王开发, 1998; Behling et al., 2000; Kershaw et al., 1993)。渤海海湾地区位于华北平原东北部, 发育有深厚的以粉砂和粘土为主的河湖相新生代沉积物(王强等, 1992), 其沉积环境与过程不仅是构造地貌运动研究关注的重要问题, 也是古气候与古植被研究的重要材料(王艳, 2000a; 郭盛乔等, 2005; 李玉嵩等, 2011; 范淑贤等, 2010)。

近年来, 基于渤海海湾地区精细年代地层研究,

国内学者利用花粉分析, 氧同位素等研究方法重建了晚更新世以来渤海湾的沉积环境与古植被历史, 其研究结果显示区域植被千年尺度的周期性变化与晚更新世以来气候变化波动具有良好的对应关系(王艳, 2000b; 郭盛乔等, 2005; 李玉嵩等, 2011; 张俊牌等, 2007)。在更长时间尺度上, 毕志伟等(2012)强调了上新世晚期以来古土壤钙结核层碳氧同位素组分的古气候环境意义, 并依此对古气候指标进行了定量转换, 范淑贤等(2010)通过大量花粉数据及古地磁地层学研究重建了近 4.0 Ma BP 以来天津北部地区古植被和古气候变化序列。

但是已有的研究, 更多地关注于气候变化对植被演化的影响, 而即便是在构造活动相对微弱的晚更新世时期, 不论是普遍存在于渤海湾地区的全新世海侵, 还是冰盛期的大面积海退, 都会对滨海地区区域植被造成影响, 因而在长时间尺度上对滨海地区的植被演变不可避免地需要加入古地貌变化的讨论。本文以天津市东部滨海 G2 孔的花粉地层学研究为主, 结合古地磁等测年资料, 重建了天津平原东部晚中新世约 7.65 Ma 以来的古植被, 并探讨了其与地貌环境与古气候过程的相互关系。

注: 本文为中国地质调查局项目(编号 1212011120170, 1212011120089)资助。

收稿日期: 2014-05-02; 改回日期: 2014-12-02; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 杨吉龙, 男, 1980 年生。硕士, 助理研究员, 从事水文地质及第四纪地质研究, Email: jilong.y@163.com。通讯作者: 秦雅飞, 男, 1983 年生。硕士, 工程师, 从事工程地质及第四纪地质研究, Email: qinyafei1017@163.com。

1 研究区自然地理概况

天津滨海地区位于华北平原东北部(图1),属于大陆性季风气候,并具有海洋性气候特点:冬季寒冷、少雪;春季干旱多风;夏季气温高、湿度大、降水集中;秋季秋高气爽、风和日丽。全年平均气温8.3~12.4℃,高温极值40.9℃,低温极值~18.3℃。年平均降水量611.6~640.0mm,多年平均降水量为552.7mm,年降水量分配不平衡,多年平均水面蒸发量为1625mm,降水随季节变化显著,冬、春季少,夏季集中。

天津滨海地区植被处于海洋和陆地两大生态系统的过渡地区(图1),植被分布在很大程度上受控于土壤盐分条件,如滨海盐沼(coastal salt marsh),规则地被海洋潮汐淹没,具有随高程渐变而呈现急剧变化的环境梯度,因而与地貌环境的变化密切相关,表现出十分显著的带状分布(Zonation)(贺强等,2010;郝翠等,2012)。

这种区域沿海岸带分布的植被,受土壤盐分的控制非常强烈,而其随地势高程的土壤盐分水平的带状分布又与潮汐作用密切相关(贺强等,2010;郝翠等,2012)。目前,天津滨海地区的这种相对与垂直高程的植被带分布可以达到8m,其中由藜科碱蓬为建群种的滨海盐沼可由海滩向内陆延伸50km。

G2孔位于滨海盐沼带,周边生长的主要草本植

物有禾本科的狗尾草(*Setaria viridis*), 獐毛(*Aeluropus sinensis*), 虎尾草(*Chloris virgata*), 芦苇(*Phragmites australis*), 蒿属的青蒿(*Artemisia carvifolia*)猪毛蒿(*Artemisia scoparia*), 还有藜科的盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)等,主要的乔木有国槐(*Sophora japonica*), 刺槐(*Robinia pseudoacacia*), 旱柳(*Salix malsudana*)等。

2 研究材料与研究方法

2.1 钻孔情况与地磁年代

研究区处在黄骅拗陷盆地内,沉积了巨厚的新生代堆积物,前新生代地层发育情况与区域地层基本相同。研究区新生代堆积物可达1000~3500m以上(徐杰等,2004;李华梅等,1977),对华北平原第四系下限的研究指出,第四系底板深度尚没有大于500m,但受基底构造的影响,第四系底界深浅不一(王强等,2003)。天津G2钻孔位于天津东部海河北侧,东经117°37'36.7",北纬39°03'56.7",钻孔深度1226m,孔口海拔约3m。在0~70m上覆全新世和晚更新世地层中可以宏观判断有海相沉积物,以下主要为河湖相的粉质黏土、黏土质粉砂和粉细砂沉积(表1)。

G2孔岩芯柱的年代主要依据古地磁完成,测试在中国科学院地质与地球物理研究所古地磁实验室和中国地质科学院地质力学研究所古地磁实验室完

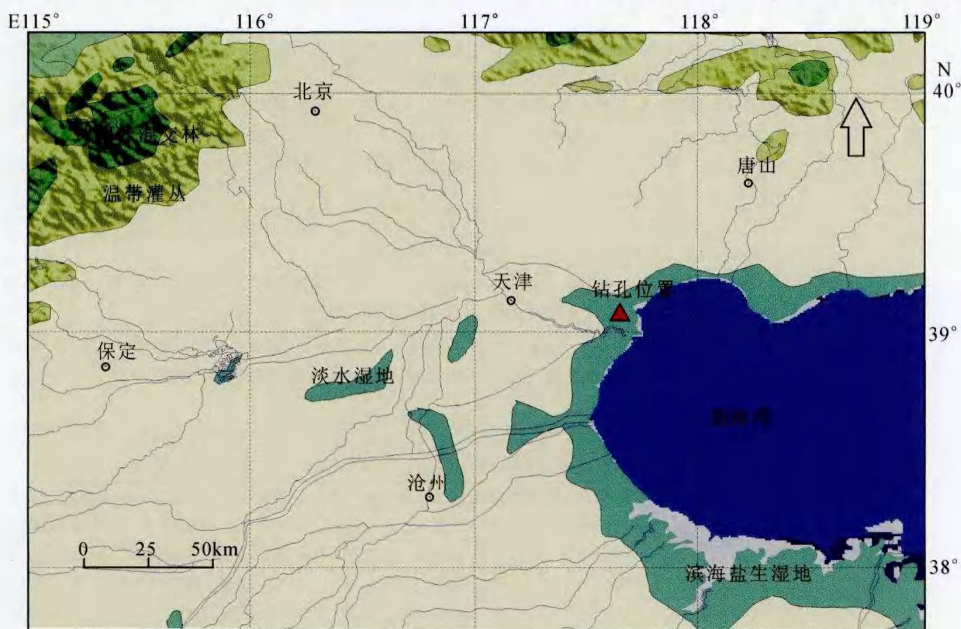


图1 天津东部G2钻孔地理位置图

Fig. 1 Location map of the G2 Borehole in the east of Tianjin

表1 天津东部G2孔岩芯剖面特征

Table 1 Core profile characteristics of the G2 Borehole in the east of Tianjin

分层	深度(m)	岩性描述
1	0~2.8	回填土;
2	2.8~20.6	暗灰色淤泥质粉砂,呈软塑状,局部见粉砂与粘土质粉砂互层,多见海相双壳类碎片,以河口相的光滑河蓝蛤和毛蚶为主;
3	20.6~31.0	浊黄棕色粉砂、粉细砂,粘土质粉砂,锈染斑普遍发育,上部以粉细砂为主,下部见粉细砂与粘土质粉砂互层;
4	31.0~39.0	暗灰色粉砂、粘土质粉砂,多见碳屑及贝壳类碎屑,以河口相的光滑河蓝蛤、文蛤和毛蚶为主;
5	39.0~53.8	浊黄棕色、灰黄棕色粉砂、粉细砂,松散堆积,块状无层理;
6	53.8~71.0	灰黄棕色、暗灰色粉砂,粉细砂,粘土质粉砂,上部多锈染,少见贝壳类碎屑;中部灰色粘土质粉砂,致密块状;下部粉细砂含量增高,多处见贝壳类碎屑;
7	71.0~80.3	黄棕色、灰褐棕色粉质粘土、粉细砂,顶部致密块状,见钙质结核;下部颗粒变粗,构成正粒序旋回;
8	80.3~95.7	灰色、黄灰色粉细砂、粉砂,局部显水平层理和斜层理,弱钙质胶结,少量钙质结核;
9	95.7~126.2	棕灰色粘土质粉砂、灰黄色粉砂、粉细砂,上部为粘土质粉砂,多锈染、弱钙质胶结,下部为粉砂、粉细砂,发育水平层理、交错层理,夹粘土质粉砂薄层、中层,上下部构成正粒序旋回。和下伏地层明显见有冲刷面;
10	126.2~138.0	暗灰色粘土质粉砂,灰色粉砂,上部为粘土质粉砂,局部出现粉砂夹层;中部为暗灰色粘土质粉砂,含少量有机质,见锈染斑和钙核;下部灰色粉砂,显水平层理,夹有泥质条带;
11	138.0~175.0	为黄灰色粉砂、黄棕、橄榄灰色、灰色细砂、中砂,构成正粒序沉积旋回,多锈染、钙质结核;细砂、中砂层发育水平层理、斜层理,偶见淡水双壳类丽蚌;
12	175.0~198.3	黄棕色粘土质粉砂,黄灰色粉砂,灰色粉细砂,构成正粒序沉积旋回,上部粘土质粉砂,致密,多锈染、弱钙质胶结;下部灰色粉细砂,显水平层理,斜层理;
13	198.3~213.4	黄棕色粘土质粉砂,暗灰色粉细砂,构成正粒序沉积旋回,上部多锈染、少见钙核,下部颗粒变粗,夹磨圆较好的钙核,见丽蚌碎屑;
14	213.4~229.1	黄棕色粘土质粉砂,橄榄棕色粉细砂,构成正粒序沉积旋回,多锈染、钙质结核普遍发育,粉细砂显水平层理;
15	229.1~268.9	黄棕色、暗棕色粘土质粉砂,黄棕色粉细砂和细砂,构成多个正粒序沉积旋回,厚度不等,粒序之间多突变,上部多锈染和钙质胶结,下部粉细砂、细砂,显水平层理,夹少量中厚层粘土质粉砂;
16	268.9~307.6	棕灰色粘土质粉砂,浊黄、黄棕色粉细砂,细砂,多锈染,少见钙核,粘土质粉砂层中多有机质,少量豆螺碎片,粉细砂,细砂显水平层理、交错层理;
17	307.6~326.4	棕灰色粘土质粉砂、黄灰色粉砂、黄棕色粉细砂,细砂,粘土质粉砂和粉砂中多锈染,钙质结核,向下,细砂含量增高,细砂显水平层理,底部见两处碳化植物碎屑;
18	326.4~383.6	黄棕色、粘土质粉砂,橄榄棕色粉细砂、细砂,构成多个正粒序沉积旋回,厚度不等,向下颗粒渐粗,粘土质粉砂致密块状,多锈染、见钙质胶结,粉细砂、细砂,显水平层理,斜层理、交错层理,可见含煤夹层和少量生物碎屑;
19	383.6~453.6	暗棕色、亮黄棕色粘土质粉砂,橄榄棕色细砂,向下颜色渐黄;粘土质粉砂致密块状,多锈染、见钙质胶结;细砂,显水平层理;
20	453.6~520.1	暗棕色、黄棕色粘土质粉砂,黄棕色、橄榄棕色细砂,向下颗粒渐粗,构成多个正粒序沉积旋回;粘土质粉砂致密块状,多锈染、见钙质胶结,局部含有机质,见贝壳标本;细砂,显水平层理;
21	520.1~574.2	棕色、浊黄棕色、灰褐棕色粘土质粉砂,暗橄榄棕色细砂,构成3个正粒序沉积旋回,粒序之间多突变;粘土质粉砂致密,多锈染、见钙质胶结、含有机质条带,偶见贝壳化石;细砂,中砂显水平层理;
22	574.2~591.4	浊黄棕色粘土质粉砂,灰色粉细砂,构成1个正粒序沉积旋回;粘土质粉砂,致密,多锈染和还原条带,局部夹粉砂薄层;粉砂、细砂显水平层理,向下粒度增大;
23	591.4~637.5	棕色、亮黄棕色粘土质粉砂,浊黄棕色、橄榄棕色细砂,构成2个正粒序沉积旋回;粘土质粉砂致密,多锈染,粘土质粉砂底部含有有机质,少见钙核;细砂显水平层理,向下粒度增大;
24	637.5~667.5	浊黄棕色粘土质粉砂,黄棕色粉细砂、灰色细砂,构成2个正粒序沉积旋回;粘土质粉砂致密,多锈染和还原条带,见钙质胶结、铁锰结核;粉细砂、细砂显水平层理,局部发育锈染,底部颗粒渐粗,颜色变灰;
25	667.5~800.5	棕色、浊红棕色、浊黄棕色粉质粘土、粘土质粉砂,黄棕色、灰褐棕色粉细砂、细砂,构成多个厚度不等的正粒序沉积旋回;粘土质粉砂致密,多锈染,多见钙质钙核,局部含有机质、偶见粉砂夹层;粉细砂、细砂显水平层理、斜层理,局部发育锈染,底部颗粒渐粗;
26	800.5~874.5	暗棕色、浊黄棕色粉质粘土、粘土质粉砂,灰褐棕色粉砂、细砂,构成2个正粒序沉积旋回;上部粘土质粉砂致密,顶部多锈染,普遍多钙质胶结;下部巨厚细砂、中砂层,显水平层理,从上往下颗粒渐粗,颜色变灰;
27	874.5~1003.4	暗棕色、灰绿色粘土质粉砂,黄棕色、灰褐棕色粉细砂、细砂,构成3个厚度不等的正粒序沉积旋回;粘土质粉砂多锈染和还原灰绿色斑,弱钙质胶结;下部巨厚细砂、中砂层,显水平层理,从上往下颗粒渐粗,颜色变灰,偶见鹅卵石;
28	1003.4~1081.7	暗红棕色、暗灰绿色粉砂,棕色粉质粘土,灰褐棕色细砂,构成多个厚度不等的正粒序沉积旋回;粉质粘土、粉砂多锈染和还原灰绿色斑,弱钙质胶结;下部巨厚细砂、中砂层,显水平层理,从上往下颗粒渐粗,颜色变灰与下伏地层呈渐变关系;
29	1081.7~1226.0	绿灰色、暗红棕色粉质粘土、粘土质粉砂,灰褐棕色粉砂、细砂,构成多个沉积旋回;粘土质粉砂多锈染和还原灰绿色条带,弱钙质胶结,偶见锰结核;巨厚粉细砂层,显水平层理,交错层理,从上往下颗粒渐粗,颜色变灰。

成。总共测试了1423件古地磁样品,其中,488件样品分离出了特征剩磁,较好的指示了极性时转换(肖国强等,2014)。G2孔的布容正极性时(0.78Ma BP)底界位于孔深104.0m处,松山反极性时(2.58Ma BP)始于孔深约303.0m处,贾拉米洛与奥都威极性亚时深度分别为124.7~139.1(0.98~1.07Ma BP)、219.4~242.2m(1.78~1.94Ma BP),孔深303.0~478.0m为高斯正向极性,其年龄为2.58~3.58Ma BP,向下478.0~658.0m为吉尔伯特反向极性,其年龄为3.58~5.23Ma BP,745.0~900.8m对应标准极性柱C3An.2n,其年龄为6.43~6.73Ma BP,900m以上的样品分辨率能够揭示该孔的主要极性时。900m以下,由于存在大段砂层,获得稳定特征剩磁的样品较少,与标准极性柱对比仍存在不确定性,我们初步将1012.0~1032.1m和1098.0~1178.4m分别对应于C3Bn及C4n.2n。根据沉积速率外推钻孔底界1226m处的年龄约为8.5Ma BP。

此外在19.4m处取的海侵层底部样品,在美国Beta实验室进行了AMS¹⁴C测年,结果为9.45 ka cal BP。

2.2 花粉分析方法

花粉样品的采集:G2钻孔花粉样品取样深度在2.4~1125.8m,取样间隔岩性主要为粉质黏土、黏土质粉砂和粉细砂。每个样品重量为100g,经盐酸和氢氟酸处理、直径7 μ m筛网筛选提取花粉化石。花粉鉴定统计在400倍日本OLYMPUS光学生物显微镜下进行,每个样品的鉴定所统计花粉数是在观察统计3个玻片以上所得。在559块样品的大部分中发现了花粉化石,但由于整体上数量较少(高于50粒的样品为109个,高于100粒的样品73个),而种类相对单调,本文选择50粒为有效鉴定数量,利用Tilia软件对花粉图谱进行了百分比图谱的绘制(图2)。

在有效的109个样品中一共鉴定了22149粒花粉,分属于44个科属。其中木本植物花粉有21个科属,花粉有柏科Cupressaceae、罗汉松属Podocarpus、松科的松属Pinus、云杉属Picea、冷杉属Abies、铁杉属Tsuga、雪松属Cedrus、桦科的桤木属Alnus、桦科的桦属Betula、鹅耳枥属Carpinus、榛属Corylus、山毛榉科的山毛榉属Fagus、栎属Quercus、榆科的榆属Ulmus、桦属Zelkova、胡桃属Juglans、柳属Salix、漆属Rhus、槭属Acer等;草本植物花粉有23科属,花粉有麻黄

属Ephedra、禾本科Gramineae、藜科Chenopodiaceae、菊科Compositae、蒿属Artemisia、蒲公英属Taraxacum、毛茛科Araliaceae、唐松草属Thalictrum、蔷薇科Rosaceae、蓼科Polygonaceae、旋花科Convolvulaceae、豆科Leguminosae、十字花科Cruciferae、茜草科Rubiaceae、律草属Humulus、百合科Liliaceae、石竹科Caryophyllaceae等,水生草本植物花粉眼子菜属Potamogeton、莎草科Cyperaceae、香蒲属Typha等。

此外,在选取的109个有效样品中还鉴定有蕨类植物孢子1768粒,分属10科属,主要有水蕨属Ceratopteris、石松科Lycopodiaceae、卷柏属Selaginella、中华卷柏S. sinensis、水龙骨科Polypodiaceae、凤尾蕨属Pteris、里白属Hicriopteris等。其中以水蕨属Ceratopteris为主要类型,在314.7m,337.8m等个别层位具有很高数量,反映了湖沼水生型沉积环境。

3 G2孔花粉组合特征

花粉谱整体上以松属为主,占27.8%~99%,平均百分比达到84.7%,鉴于花粉中松属的强表达性,在进行花粉谱分带时多主要参照了其他科属的百分比变化,由此,根据花粉科属类型和组合特点从下到上划分6个花粉带。在百分比花粉图谱绘制中,蕨类孢子未计算在内,但其孢子总数附在后续中可以为沉积环境提供参照。

花粉带I,深度946.8~1125.8m(6.90~7.65Ma BP),木本植物花粉占绝对优势,草本植物花粉少量分布。木本花粉含量占35.6%~98.8%,花粉以松属为主,没有云冷杉,最高含量占98.5%,还有少量的栎属、榆属、桦属、胡桃属,尤其铁杉属以一定比例的出现,显示了整体上温暖湿润的环境;草本花粉花粉有藜科、蒿属、菊科、禾本科、蓼科等。水生湿生草本花粉有莎草科和香蒲属;蕨类植物孢子在出现有较多水蕨属。

花粉带II,深度716.8~946.8m(6.15~6.90Ma BP),该带花粉不丰富,仅在906.1m、831.3m、816.4m、751.4m和716.8m花粉含量达到100粒。这些样品中木本植物花粉占绝对优势,草本植物花粉少量。木本花粉含量相对较低39.2%~90.6%,以松属为主,栎属、桦属、榆属等非常零星出现;草本花粉比例相对较高,主要增加的种类有藜科、蒿属、禾本科、并出现有蓼科、百合科、麻黄属等。湿生草

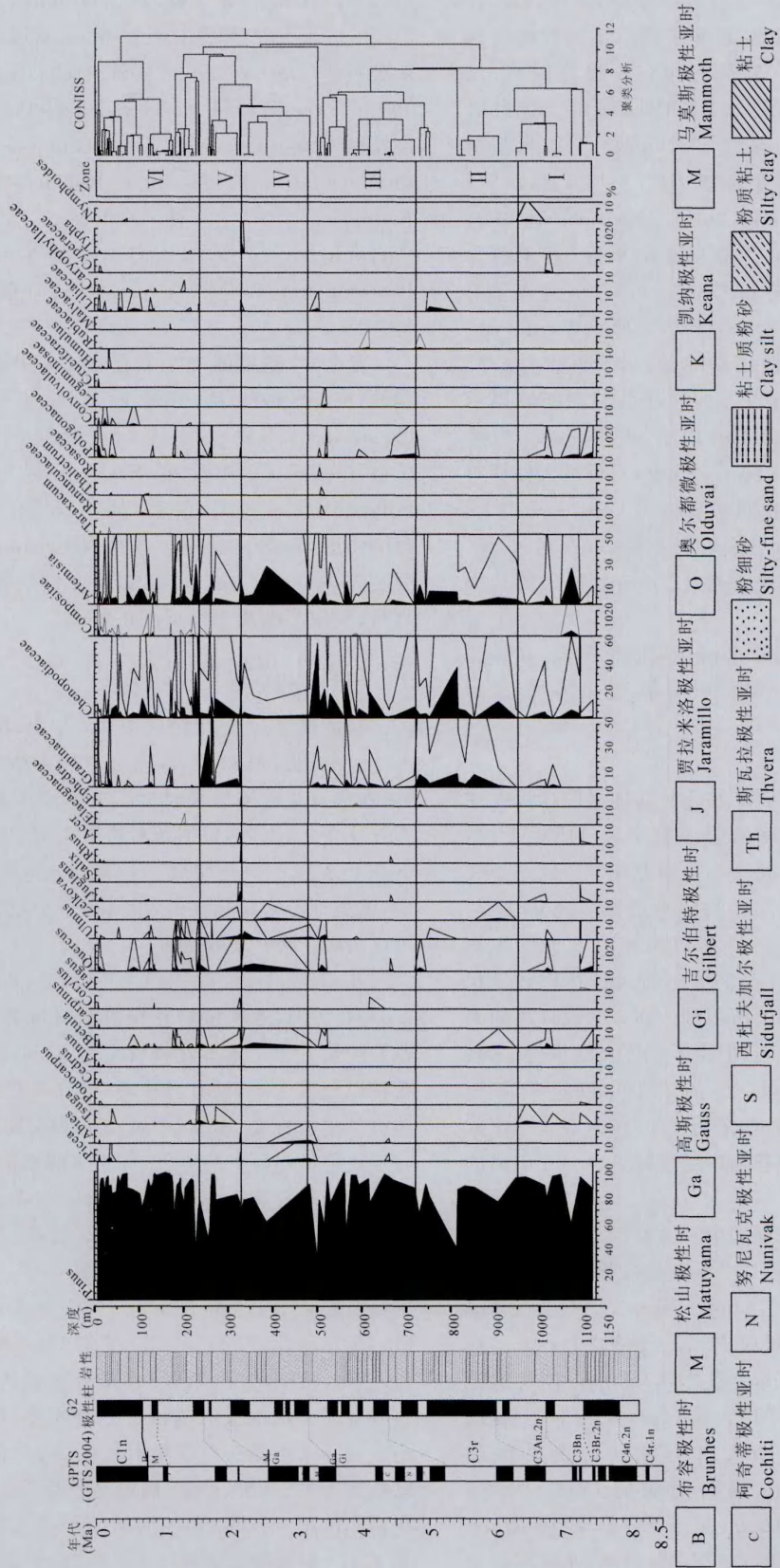


图 2 天津东部 G2 孔花粉百分比图谱
Fig. 2 Spore-Pollen diagram of the G2 Borehole in the east of Tianjin

本以及蕨类植物孢子几乎不见。花粉含量断断续续出现高峰,植被群落简单,反映当时当地植被类型可能为干旱的温带草原为主的植被景观,个别层段为以针叶林草原的植被景观。

花粉带 III,深度 480.2~716.8m(3.61~6.15 Ma BP),本带松属花粉比例增加,云杉属、冷杉属花粉开始出现,显示温度在一定程度上的下降,还有少量的栎属、胡桃属、榆属、榛属等,反应周边的林地以针阔叶混交林。草本花粉中禾本科与蒿属花粉百分比显著减少,藜科花粉在草本花粉中占有绝对优势,反应了以藜科植物为主导的草原环境,同时在上一花粉带中基本消失的水生与蕨类花粉再次出现,可能反应了以滨海湿地为主的沉积环境。

花粉带 IV 深度 317.6~480.2m(2.80~3.61Ma BP),本带主要特征表现为,木本花粉中落叶阔叶树种比带 III 增加,其中栎属,最高含量达到 5.3%,还有伴随着一定数量的榆属、桦属、榛属、漆属、胡桃属、云杉属、冷杉属等,整体上反映了针阔叶混交林与落叶阔叶林地的植被景观;草本花粉中藜科与禾本科百分比下降,蒿属增加,最高含量为 16.5%;水生草本与蕨类植物孢子在前期基本不见,在后期有所增加。

花粉带 V 深度 164.5~317.6m(1.28~2.80 Ma BP),木本花粉含量占 61.4%~98.7%,花粉仍以松属为主,最高含量占 98.3%,栎属、桦属、榆属、铁杉属、云杉属等少量;草本花粉占 2.2%~42.4%,花粉以藜科、蒿属,禾本科为主,其次是菊科、蓼科、毛茛科、旋花科等。蕨类孢子大量出现,可能反应了以滨海湿地为主的沉积环境。

花粉带 VI 深度 0~164.5(0~1.28 Ma BP),乔木植物主要花粉主要是松属,最高含量占 99.1%,还有少量的桦属、栎属、榆属、铁杉属、云杉属等,草本花粉占 0.9%~8.5%,花粉有藜科、菊科、蒿属、禾本科、蓼科、唐松草属、石竹科等整体百分比呈一定比例的波动。蕨类植物整体数量减少,存在一定波动。反应了这段时间沉积环境与植被条件的不稳定性。

4 讨论

在滨海地区钻孔的花粉研究中,我们既要考虑到气候变化过程对花粉谱中种属变化的影响,同时也应该考虑到地形地貌变化而造成对区域植被的影响。

为了解 G2 孔花粉的来源,分析 G2 孔花粉谱

变化所反映的古植被与古气候信息,我们搜集了位于滨海地区周边的广泛区域不同植被类型的表土花粉数据,并与植被分布进行了对比,如表 2 所示,在 G2 钻孔周边,从数百公里外的暖温带林地,温带草原,一直到浅海,深海地区的表土花粉的组成可以看出,乔木类的花粉由于其传播广泛,更有可能代表是区域性(数百公里范围)的植被整体变化特征,与气候过程关系密切。

相对于乔木花粉,草本花粉和蕨类孢子由于传播范围较近,更有可能反映局部(数公里范围)植被的变化,其即有可能受气候过程的影响,也有可能受到相对海拔导致的区域性地貌,如盐碱地—河滩高地变化等地貌过程的影响。

考虑到地貌环境变化可能对局地生态环境具有影响,而区域内的沉积速率与地貌环境紧密相关。因此加入对 G2 孔的沉积速率的变化对比,可以了解地貌沉积过程与局部生态过程的对应关系,用以推断过去区域的地貌生态环境特征。通过磁性地层年代与 G2 孔深度对应关系对比,我们可以得出天津滨海地区,7.56Ma BP 以来的沉积速率变化(图 4)。其主要的年代界限与深度的对应关系如本文 2.1 节所述。

4.1 地貌环境变化以及指示标志

如图 3 所示,天津滨海地区,藜科(Chenopodiaceae)植物盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)由裸地向外在近海边高盐浓度的土壤环境里逐渐形成密集的单种优势群落。然后在地势较高的地区,会形成盐地碱蓬与禾本科(Poaceae)獐毛(*Aeluropus Trin*)群落共生。在地势进一步升高后,就会出现大量芦苇(*Phragmites australis*)群落,而形成芦苇和盐地碱蓬群落,在水湿条件丰富的地方,土壤盐度更低的地区则发育成为纯的芦苇群落,或者为菊科(Asteraceae)的碱菀(*Tripolium vulgare*)与芦苇的共生群落(郝翠等,2012)。而随着地势的进一步升高,区域土壤完全脱盐后受气候带控制的灌丛草原或森林草原才会出现(图 3)。

同时天津滨海地区的表土与近海花粉组合表现出显著受到地形控制的变化,尤其在近海地区宽 50km 的盐沼带表现出高藜科,高禾本科的特征(表 2)。这种花粉组合特征在 G2 孔也有对应反应。其中以藜科,禾本科,水蕨为主的出现频率可以基本判断出,G2 孔沉积的地貌变化过程,经历了多次盐湿地或盐碱地—河滩高地的旋回(图 4)。

对比剖面沉积速率与花粉谱变化特征,我们可

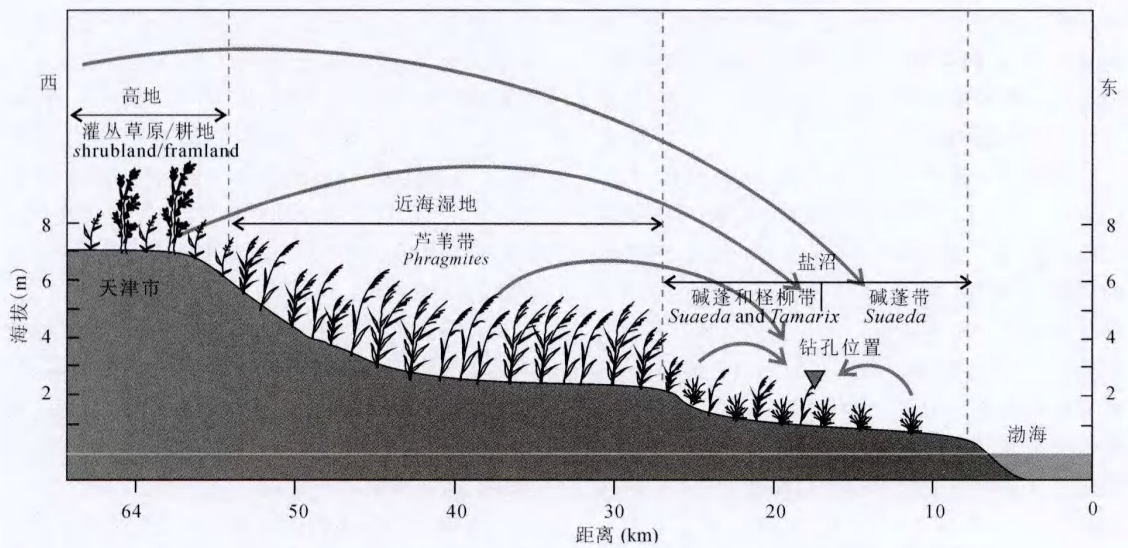


图3 天津滨海地区植被带状分布及钻孔花粉来源区域

Fig. 3 The zonal distribution of vegetation and sources of pollensin Tianjin Binhai Area

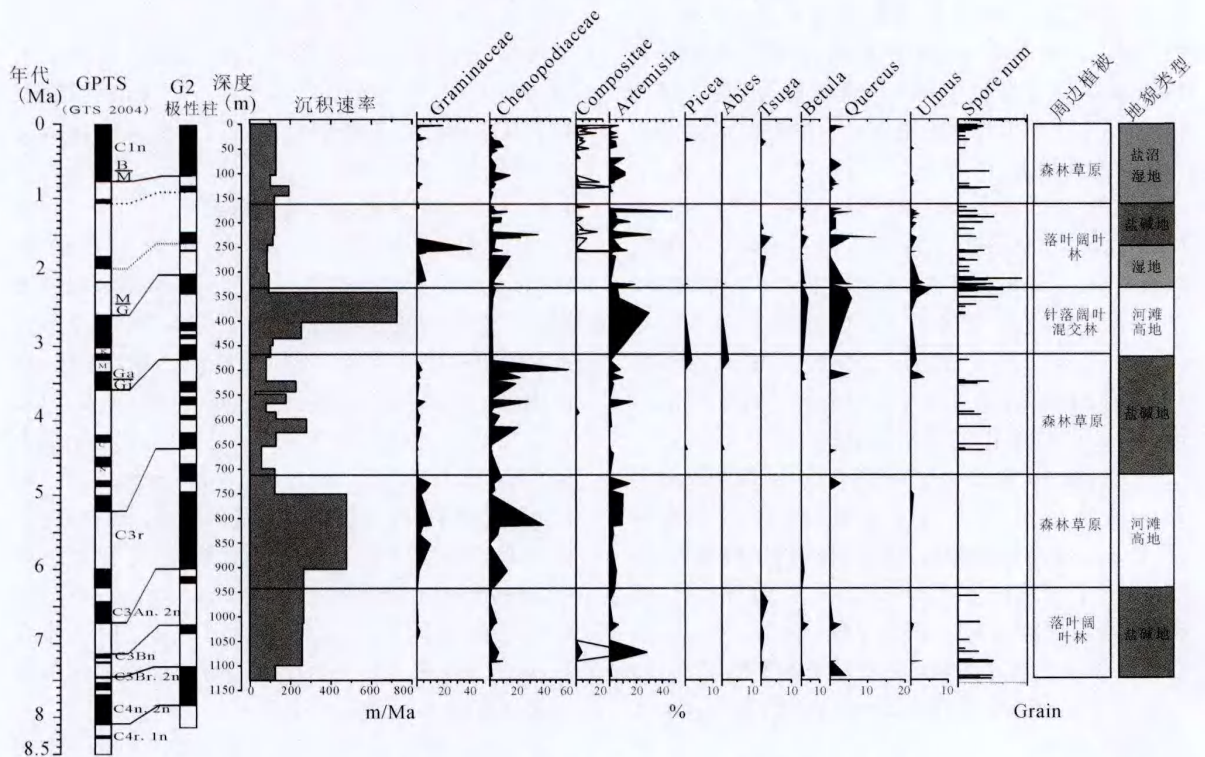


图4 区域沉积速率与地貌类型、植被类型对比

Fig. 4 Comparison chart for regional sedimentation rate to geomorphic types and vegetation types

以看见两者的显著相关性。比如,在深度约 900.8 ~ 745.0m (6.73 ~ 6.43 Ma BP), 478.0 ~ 303.0m (3.58 ~ 3.03 Ma BP) 两段,剖面沉积速率加大,花粉谱中花粉百分比也出现了相应的显著变化,主要

表现为水生的水蕨类孢子与盐生的藜科花粉百分比的减少。显示了植被条件的改变及水域面积减少,可能指示因区域沉积加速造成的相对地势的抬高。渤海湾西岸已有孢粉研究典型钻孔年代基本在

表 2 滨海不同区域表土花粉中主要种属的含量

Table 2 The main species content of pollen in topsoil for different coastal regions

地貌类型	<i>Pinus</i> (%)	<i>Quercus</i> (%)	<i>Artemisia</i> (%)	Chenopodiaceae(%)	Gramineae(%)	引用文献
温带草原	0.1~15.1	0~3.2	10.0~82.0	1.0~85.7	1.8~9.0	许清海等,2005
暖温带林地	16.4~84.1	1.1~31.8	15.4~59.0	4.5~33.2	1.5~7.1	李月从等,2005
高潮滩	6.7~11.1	0.7~1.5	24.4~28.4	37.4~48.9	2.0~3.3	孙廷智等,1990
中潮滩	7.1~11.7	1.4~2.0	29.4~33.1	28.7~37.4	3.2~5.5	
低潮滩	7.4~17.4	0.5~6.4	14.6~28.5	17.4~62.9	2.3~5.5	
近海沉积 0~20km km	17.0~18.0	1.0~6.0	10.0~15.0	8.0~12.0	5.0~8.0	金小凤,1984
近海沉积 20~50km	8.0~21.0	3.0~5.0	12.0~20.0	8.0~21.0	2.0~5.0	
远海沉积 50~70km km	22.0~35.0	3.0~6.0	5.0~15.0	5.0~15.0	2.0~6.0	

4.0Ma BP 之内,黄骅 HB1 孔在 3.11~3.20 Ma BP、天津北部 CQJ1 孔在 3.18~3.44Ma 表现出了水蕨属的减少或消失,显示水生环境基本消失(范淑贤等,2009,2010),与 G2 孔 3.58~3.03 Ma BP 花粉特征表现一致,说明这一时期的水生环境的消失具有普遍性,反映了此时段区域沉积加速,普遍接收沉积,抬高了地势。

4.2 气候环境变化及其指示标志

相比于草本和蕨类孢子,乔木花粉具有更加广阔的传播性,乔木花粉的种类特征,以及百分比变化,则可能更多地用来指示区域植被与气候环境的变化。

如表 2 所示,松属花粉虽然被普遍认为是具有超代表性的,但在近海沼泽,以及草原地带,没有松树生长的区域比例一般不超 30%,而 G2 孔中松属的花粉占有 27.8%~99%,即最低为 27.8%,这样高的比例与松属花粉的超代表性有关,同时也很可能说明周边地区在最近 7.65Ma 以来,以松属为代表的林地或者疏林较普遍地存在,但林地的组成成分与规模随着气候波动有一定变化。比如带 I (6.90~7.65Ma BP) 中栎属、榆属、桦属、胡桃属,铁杉属,这些地代表性的花粉种属的出现说明了整体上气候温暖湿润的情况,表明周边地区受气候带植被为暖温带落叶阔叶林。

带 II 与带 III(3.61~6.90 Ma BP),整体上种类变少,一些种类完全消失,而乔木百分比也有所下降,显示了气候的干旱化发展,反应了疏林草原的景观。带 IV(2.80~3.61 Ma BP) 开始出现了一定比例的云杉和冷杉花粉,与栎属共同代表了温带针阔叶混交林,说明气候在这一时期温度有所下降。带 V(1.28~2.80 Ma BP) 出现了与带 I 相似的组合,反应了暖温带落叶阔叶林的景观,说明该时段的某些时候温度有所上升。而后在花粉带 VI(0~1.28 Ma BP) 中,草本与乔木花粉的波动变化,反应了第

四纪后期冷暖气候的波动,但由于年代精度与样品分析数量的问题,难以细致地分清各个冰期一间冰期时段。

5 结论

综合了天津东部滨海区的 G2 钻孔的花粉数据,磁性地层年代,区域沉积速率,表土花粉分布特征等综合分析,我们可以得出以下结论:

(1)G2 孔花粉分析重建的植被历史研究显示,区域地貌环境与气候环境共同作用于周边的植被环境。花粉谱中乔木以松属为主一直占有较高的比例,其次为栎属,榆属,桦属,铁杉,云杉等,草本花粉中蒿属、藜科、禾本科为主,蕨类以水蕨孢子出现最多。其中,乔木类花粉代表是区域性的植被整体特征,主要受气候过程影响,草本,蕨类反映局部植被的变化,受地貌过程影响强烈。

(2)G2 孔沉积速率反映的区域沉积过程与草本花粉组合具有良好的对应关系,研究表明当在沉积速率较大时(约 6.73~6.43Ma BP 与 3.58~3.03 Ma BP),形成相对较高的河滩高地,但总体上在过去 7.65Ma BP 里区域沉降一堆积速率保持相对稳定,主要以滨海盐沼为主。

(3)以乔木花粉出现的种类特征,以及百分比变化为标志的气候环境变化研究显示:6.90~7.65Ma BP 周边植被为暖温带落叶阔叶林,代表暖湿环境;3.61~6.90 Ma BP 为干旱的疏林草原,2.80~3.61 Ma BP 为针阔叶混交林,较为凉湿;1.28~2.80 Ma BP 为暖温带落叶阔叶林的景观,整体上较为暖湿;而 1.28 Ma BP 以来,草本与乔木花粉的波动变化,反应了更新世中后期冷暖气候的波动。

参 考 文 献

毕志伟,杨振京,赵华,刘海坤,刘林敬,杨庆华,赵红梅,王凡.

2012. 华北平原中部晚上新世以来沉积物碳氧同位素特征及其古环境意义. *地理与地理信息科学*, 28(3): 93~94.
- 范淑贤, 刘海坤, 赵华, 吉云平, 毛洪亮. 2009. 3.2 Ma BP 以来河北黄骅地区孢粉地层与古气候变迁. *微体古生物学报*, 26(2): 173~180.
- 范淑贤, 翟子梅, 张学斌, 吉云平, 刘林敬. 2010. 天津北部 4.00Ma BP 以来古植被与古气候. *古地理学报*, 12(6): 654~662.
- 郭盛乔, 王苏民, 杨丽娟. 2005. 末次盛冰期华北平原古气候古环境演化. *地质评论*, 51(4): 423~427.
- 贺强, 安渊. 2010. 滨海盐沼及其植物群落的分布与多样性. *生态环境学报*, 19(3): 657~664.
- 郝翠, 李洪远. 2012. 天津滨海新区湿地植物群落特征及植被演替过程. *南水北调与水利科技* 10(3): 77~81.
- 金小凤. 1984. 渤海西部表层沉积物的孢粉、藻类组合及分布特征. *海洋地质与第四纪地质*, 4: 115~119.
- 李华梅, 王俊达, 安芷生. 1977. 河北衡水地区钻孔岩芯的古地磁研究. *地球化学*, (3): 210~218.
- 李月丛, 许清海, 肖举乐, 阳小兰. 2005. 中国北方森林植被主要表土花粉类型对植被的指示性. *第四纪研究*, 25(5): 598~608.
- 李玉嵩, 陈建强, 赵硕, 王海英, 李欣. 2011. 唐山地区晚更新世以来的花粉组合特征及其与邻区的对比. *地球学报*, 32(2): 178~188.
- 孙廷智, 孟庆芬. 1990. 渤海湾西岸歧口一狼坨子滩涂表层孢粉和藻类研究. *海洋通报*, 9(5): 58~66.
- 王开发. 1988. *第四纪孢粉学*. 贵阳: 贵州人民出版社.
- 王强, 宋大伟, 王云生. 1992. 第四系. 见: 邓永高. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(一), 区域地质, 第 29 号, 天津市区域地质志. 北京: 地质出版社, 116~156.
- 王艳. 2000a. 渤海湾曹妃甸晚更新世末期以来古植被与古气候演变序列. *海洋地质与第四纪地质*, 20(2): 87~92.
- 王艳. 2000b. 渤海西北岸曹妃甸地区晚更新世末期以来古环境恢复. *黄渤海海洋*, 18(3): 47~53.
- 王强, 刘立军, 徐海振, 马震, 职太平, 兰自亭, 王亚斌, 刘雪松, 林沛, 董殿伟. 2003. 华北平原第四系下限的再研究. *地质调查与研究*, 26(1): 52~60.
- 徐杰, 冉勇康, 单新建, 陈国光, 李祥根. 2004. 渤海海域第四系发育概括. *地震地质*, 26(1): 24~32.
- 许清海, 李月丛, 阳小兰, 郑振华. 2005. 北方草原区主要群落类型表土花粉分析. *地理研究*, 24(3): 394~402.
- 肖国强, 杨吉龙, 赵长荣, 王强, 胥勤勉, 胡云壮, 秦雅飞, 李静, 肖国桥. 2014. 天津滨海地区 G2 孔磁性地层年代及其构造指示. *地质通报*, 33(10): 1642~1650.
- 张俊牌, 杨振京, 徐建明, 张静, 林景星, 刘海坤, 林防, 毕志伟. 2007. 华北平原东部滨海地区晚更新世以来的花粉组合与古环境. *中国古生物学会花粉学分会七届二次学术会议论文摘要集*: 33.
- Behling H, Arz H W, Patzold J, Wafer G. 2000. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104~1. *Quaternary Science Reviews*, 19(10): 981~994.
- Cerling T E, Harris J M, MacFadden B J, Leakey M G, Quade J, Eisenmann V, Ehleringer J R. 1997. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary. *Nature*, 389(6647): 153~158.
- Ding Z L, Derbyshire E, Yang S L, Sun J M, Liu T S. 2005. Stepwise expansion of desert environment across northern China in the past 3.5 Ma and implications for monsoon evolution. *Earth and Planetary Science Letters*, 237(1~2): 45~55.
- Kershaw A P, McKenzie G M, McMinn A. 1993. A Quaternary vegetation history of northeastern Queensland from pollen analysis of ODP site 820. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 133: 107~114.
- Miller K G, Mountain G S, Browning J V, Sugarman P J, Christie-Blick N, Katz M E, Wright J D. 1998. Cenozoic global sea level, sequences, and the New Jersey transect: results from coastal plain and continental slope drilling. *Reviews of Geophysics*, 36(4): 569~601.
- Miller K G, Kominz M A, Browning J V, Wright J D, Mountain G S, Katz M E, Cramer B S, Christie~Blick N, Pekar S F. 2005. The Phanerozoic record of global sea~level change. *science*, 310(5752): 1293~1298.
- Sun Xiangjun, Wang Pinxian. 2005. How old is the Asian monsoon system? —Palaeobotanical records from China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 222(3): 181~222.

Palaeovegetation Evolution Features of the Tianjin Coastal Region Since 7.65Ma BP

YANG Jilong¹⁾, QIN Yafei¹⁾, XU Qinmian¹⁾, ZHOU Xinying²⁾,
HU Yunzhuang¹⁾, DU Dong¹⁾, MENG Lishan¹⁾

1) *Tianjin Centre, China Geological Survey, Tianjin, 300170;*

2) *Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100044*

Abstract

The Miocene far-ranging deposits in east plain of Tianjin provide the study carrier for palaeovegetation and palaeoclimate since the Miocene. Based on the analysis of pollens in deep borecore drilled in Tanggu, in combination with the chronostratigraphic framework recovered by the palaeomagnetic, this study regains the palaeovegetation evolution features for the Tianjin Coastal region since 7.65Ma BP. The results show that regional geomorphology and climate jointly acted on the circumjacent palaeovegetation environment. The corresponding relations between deposits sedimentation rate and herbaceous pollens show that the high sedimentation during period of 6.73~6.43Ma BP and 3.58~3.03Ma BP formed bature and during other periods formed mainly salt marsh and kaline soil. The history of palaeovegetation evolution shows by arborescent pollens that the palaeovegetation was temperate deciduous broad-leaved forests, and stands for warm and humid environment during 6.90~7.65Ma BP, 3.61~6.90Ma BP. Palaeovegetation was dominated by arid veld. 2.80~3.61Ma BP, the climate became cool and humid, and palaeovegetation turned to mixed coniferous broad leavedforest grass. During the periods of 1.28~2.80Ma BP, the climate became warm and humid and palaeovegetation became temperate deciduous broad-leaved forests. Since 1.28Ma BP, the fluctuations of herbaceous pollens and arborescent pollens revealed the fluctuations of cold-warm climate from middle-late periods of Pleistocene.

Key words: Late Miocene; Bohai Bay; palaeovegetation evolution; palaeoclimate evolution; sedimentation rate

word版下载: <http://www.ixueshu.com>
