

江苏中部粉砂淤泥质滩岸大剖面 所揭示的滩岸发育过程与环境演变^①

王建^{1,4} 沙润¹ 汪永进¹ 萧家仪^{1,4} 周春林¹ 胡晓晓² 陈国祥³ 黄夕川³

1 (南京师范大学地理系, 南京 210097) 2 (交通部工程规划设计院, 北京 100000)

3 (江苏省水文地质工程地质勘察院, 江苏淮阴 223005) 4 (中国科学院西安黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710054)

摘要 通过对39个钻孔组成的长约10km的江苏中部粉砂淤泥质滩岸大剖面地层与沉积物的多项指标分析发现, 江苏大丰一带现代潮滩及潮下带的位置上, 40~20KaBp之间曾为潮滩环境, 20~10Ka沉积间断、地层缺失, 10Ka以来曾一度发育古潮流沙脊群, 现代潮滩仅仅是近几百年来在潮流沙脊群之上发育而成的。

关键词 江苏 潮滩 环境演变 潮流沙脊 海面变化 海岸

分类号 P 512.2

第一作者简介 王建 男 35岁 博士 地貌学与第四纪环境

1 引言

江苏中部粉砂淤泥质海岸是最典型的粉砂淤泥质海岸之一。加上岸外大型辐射沙脊群的发育, 引起了国内外学者的关注。对于现代潮滩沉积特征、动力条件已进行过一些有益的探讨^[1,2,3,4,5]。但对于粉砂淤泥质潮滩在什么

基础上何时发育而成, 探讨的很少。关于辐射沙州的成因机制还众说纷纭。1995年6~8月结合海岸工程的需要, 在大丰王港附近进行了系统钻探, 共钻了39个孔。钻孔分布从潮间上带、潮间下带一直到潮下带。孔口高程(理论深度基准面)从+4.90m~-8.2m, 构成了一条长达10km横穿现代粉砂淤泥质潮滩的完整的钻孔剖面(图1)。

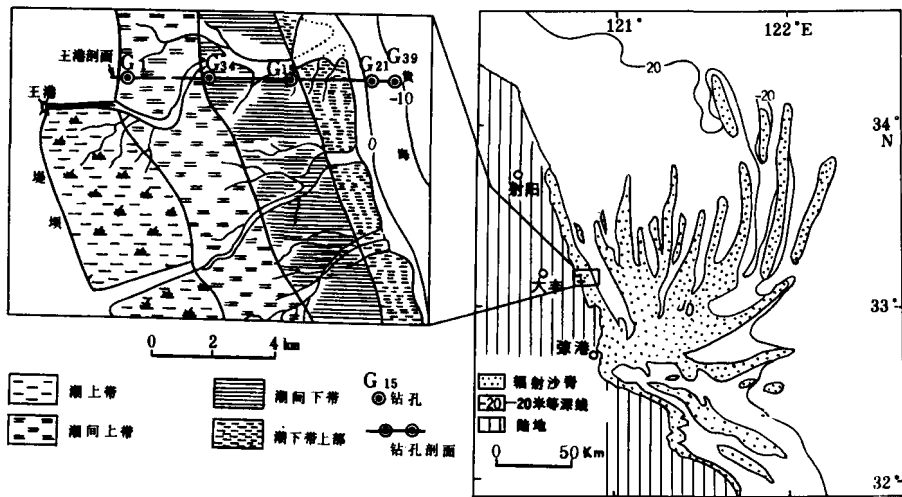


图1 剖面位置图

Fig.1 Location of the profile and the cores

钻孔深度15~45m, 揭露的沉积物, 经¹⁴C年代测试表明, 形成于大约4万年以来, 故有可能对该区4万年来沉积环境的演变及现代粉砂淤泥质潮滩形成的过程及时间, 做一初步探讨。

2 方法简介

对39个孔全部进行了岩性编录与分层, 其中对G15孔、G21孔、G34孔和G39孔四个全取芯孔, 进行了详细的沉积

① 得到国家自然科学基金与中国科学院西安黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金的资助(编号49601019)

结构分析、微体古生物分析、孢粉分析、粒度分析、磁化率与碳酸钙含量的测试及¹⁴C年代的测试(表1)。

表1 样品分析测试项目、数量一览表

Table 1 Analysis items and results of the measured samples

分析项目	15孔	21孔	34孔	39孔	现代潮滩	合计
¹⁴ C年代	1	2	/	3		6
微古(有孔虫)	7	16	6	13	3	45
软体动物	1	3	2		2	8
孢粉	5			10		15
粒度分析	29	33	28	26	6	122
CaCO ₃ 含量	13	21	11	18		63
磁化率	110	165		150	200	625
沉积结构构造	√	√		√		

粒度分析是在 Sk2000 光透式粒度仪及 RPS-75 全自动筛分仪上进行的。粒度参数采用的是矩阵算法。孢粉分析采用的是酸碱法,每个样品鉴定 250~300 粒,然后统计计算百分含量。微体古生物方面主要进行了有孔虫化石的分析鉴定,首先用 15% 的双氧水浸泡,然后过筛,筛出粒径在 0.075~0.175mm 之间的颗粒,然后在显微镜下观察鉴定。

碳酸钙含量用中国科学院南京地理与湖泊研究所研制的碳酸钙含量分析仪测定。¹⁴C 年代由兰州大学地理系¹⁴C 实验室测定。

3 分析结果

3.1 地层的分层与时代

3.1.1 分层

岩性变化可将该钻孔剖面揭示的地层划分为四大层。从表层向下依次表示为 A 层、B 层、C 层与 D 层(图 2)。

A 层 灰黄、黄灰或灰色粉砂质粘土,厚度 0.5~2.0m,埋深 0~2.0m。分布高程为 +4.9~+1.4m(理论深度基准面,下同)。在剖面上只出现在 G1 至 G11 孔之间,相当于现代潮间上带。在现代潮间下带没有分布。

B 层 灰黄色粉砂、粘土质粉砂,个别孔下部为细砂。厚度 2.05~15.45m 不等。层顶埋深 0~2.0m,分布高程 +3.3~-8.2m。层底埋深 7.5~15.45m,层底高程 -2.6~-12.8m。该层在剖面各孔中均可见到。

C 层 青灰色、灰色细砂、粉细砂,厚度 3.6~16.0m,层顶埋深 7.5~15.45m,层顶高程 -2.6~-12.8m。层底埋深 14.5~28.8m,层底高程 -13.7~-27.2m。与下伏 D 层之间存在明显的侵蚀面。

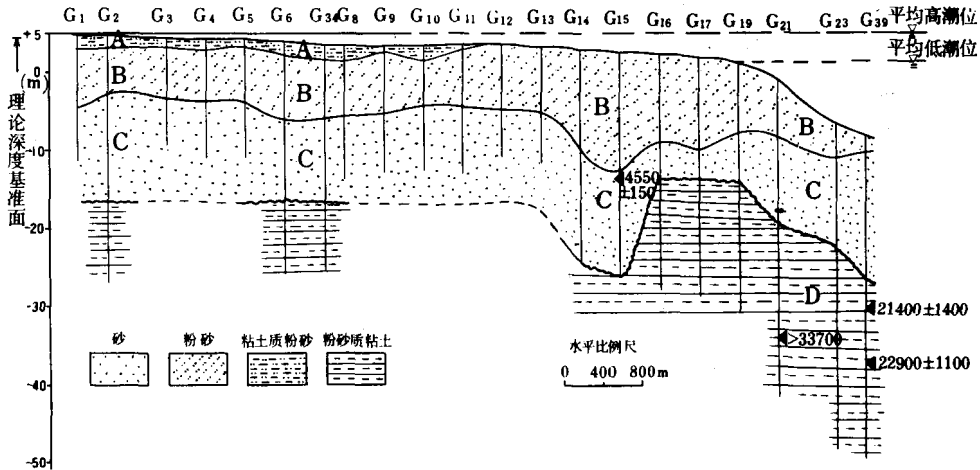


图2 江苏中部潮滩大剖面所揭示的地层及其时代

Fig. 2 The stratigraphy showed by the great profile in the central Jiangsu

D 层 灰色、深灰色粉砂质粘土、粘土夹粉砂。厚度大约 20~30m(在多数孔中未见底)。层顶埋深 14.5~28.8m,层顶高程 -13.7~-27.2m。层底埋深约 40m,层底高程约 -41~-48m。

3.1.2 地层时代

3.1.2.1 D 层 根据 G39 孔深 22.2~22.0m(高程 -30.4~-30.2m)有机质¹⁴C 年代为 21400 ± 1100 a. B. P., 无机碳

酸盐¹⁴C 年代为 28800 ± 900 a. B. P.; G21 孔孔深 33.2~32.9m(标高 34.4~-34.1m)有机质¹⁴C 年代为 33700 ± 4000 a. B. P.(大于 33700 a. B. P.)可知,D 层形成于大约 40000~20000 a. B. P. 之间(见表 2, 参见图 2)。

3.1.2.2 C 层 G15 孔、G34 孔、G21 孔、G39 孔有孔虫及软体动物化石分析结果表明,C 层的海相性为各层中最强的,为近海或滨岸相组合(图 3)。

表2 ¹⁴C年龄一览表
Table 2 Radio-carbon dating results

编号	钻孔	埋藏深度(m)	测年组份	年(a. B. P.)	可靠性
G15-1	G15	16.7~16.0	有机质	4550 ± 150	可靠
G39-1	G39	22.2~22.0	有机质	21400 ± 1400	可靠
G39-2	G39	29.5~29.15	有机质	22900 ± 1100	可靠
G39-2	G39	29.5~29.15	无机组份	28800 ± 900	可参考
G21-1	G21	17.8~17.6	无机组份	29200 ± 1200	不可靠
G21-2	G21	33.2~32.9	有机质	>33700	可参考

孢粉分析表明,C层为青冈栎-栲/栗占优势组合。表明C层沉积时期气候温暖湿润。G15孔埋深16.7~16.0m(高程-14.1~13.4m)有机质¹⁴C年代为4550 ± 150 a. B. P.。这些均表明,C层形成于冰后期(全新世)。

3.1.2.3 B层 为黄河在公元1128~1855年间夺准入南黄海期间的沉积物。理由如下:

(1)该层的灰黄色、黄色与其下伏地层的青灰色形成了鲜明的对比。该层无论在潮间带,还是在潮下带,甚至在潮流水道中(G39孔,水深8.2m),均为灰黄色、黄色。这表明,该层的灰黄色、黄色不完全是由沉积环境的氧化还原条件决定的。而与物源(黄河沉积物大多为黄色)有关。

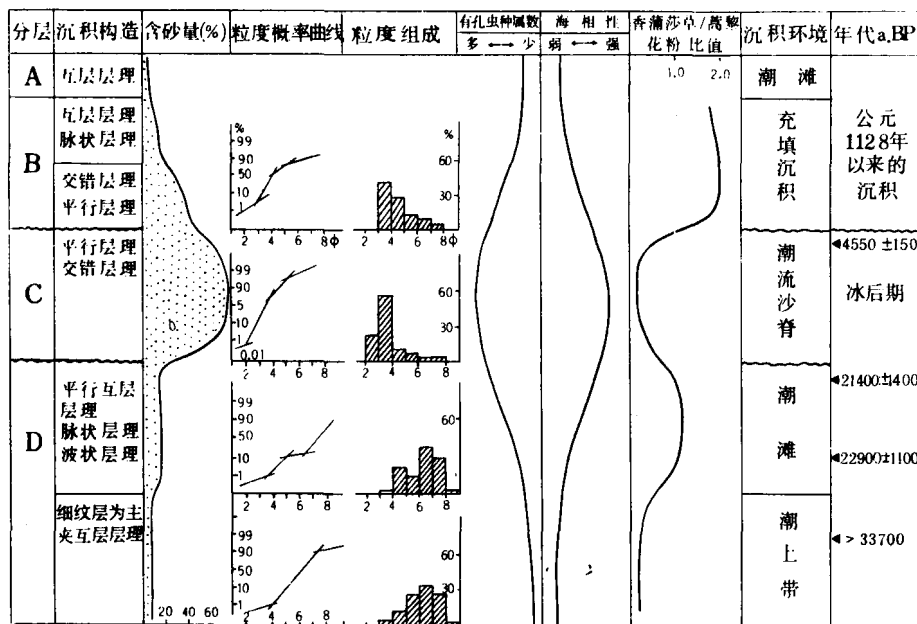


图3 G15、G21、G39孔相序图

Fig. 3 Sedimentary facies of bore holes G15, G21, G39

(2)从粒度特征的比较来看,该层沉积物的粒度组成与废黄河三角洲前积层(前积层为三角洲的主体)的粒度组成非常相似(表3)。当然,由于沉积物的重新搬运与重新沉积,动力分选可能使沉积物粒度发生变化。但由于黄河夺准

入南黄海期间,苏北海岸处于快速堆积状态,由黄河带来的泥沙来不及充分的动力分选就已堆积下来,因此沉积物的粒度组成在很大程度上仍保留了物源区的特征。因此,粒度组成上的相似性在一定程度上反映了物源上的一致性。

表3 B层与废黄河三角洲前积层粒度组成的比较

Table 3 Comparison of grain-size composition

粒 级 φ	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	>9	Ms
废黄河三角洲前积层 (3个样品平均)	0.2	12.29	24.3	20.0	9.6	11.6	10.3	4.5	7.9	5.12
B层 (9个样品平均)	0.4	6.1	28.0	18.0	13.1	13.2	10.9	3.0	7.3	5.24

(3)历史与考古资料的分析也表明,在公元1128~1858年黄河由苏北入海期间,江苏中部岸外水道充填、沙州并岸、岸滩迅速向外淤长^[6]。这一纪录可以与钻孔剖面的沉积记录相互验证。B层下界面起伏不平,高差可达10m。而层顶却比较平坦,为一缓缓向海倾斜的滩面。这正好与历史记录的黄河在苏北入海之前潮流水道与沙州相间排列,以及此后黄河在苏北入海期间水道充填、沙州并岸的特征相对应。

(4)孢粉分析结果表明,淡水水生或沼生草本香蒲(Tapha)、莎草(cyperaceae)花粉在该层出现一峰值。淡水水生或沼生草本在海岸沉积物中出现峰值,表明河流水沙对该区海岸的深刻影响。与黄河在苏北入海期间其水沙对该区

的影响相对应。

(5)众所周知,黄河泥沙或沉积物以其碳酸钙高含量为特征。B层碳酸钙含量比其下伏层明显增高,正好与黄河泥沙影响该区相对应。当然,沉积物的粗细对碳酸钙含量有明显的影响,为了消除粒度组成差异的影响,选取了粒度组成相似的样品进行比较,并根据韩桂荣、刘玉海(1993年)所建立的现代黄河口海区沉积物的碳酸钙含量与粘土含量的相关关系^[7],假设沉积物来源于黄河泥沙,估算了其碳酸钙含量的范围(表4)。结果表明B层的碳酸钙含量特征与黄河沉积物相似,而C层则相差悬殊。

表4 B层、C层及现代黄河相同粒度组成的沉积物碳酸钙含量的比较

Table 4 Comparison of the contents of Calcium Carbonate in layer B and C sediments

样品号	所属层段	平均粒径	粘土含量	CaCO ₃ 含量实测值(%)	(按照现代黄河口海区沉积物粘土含量与CaCO ₃ 含量相关关系计算的CaCO ₃ 含量)	结论
G15-1	B层	0.034	10.7	7.07	7.2±	与黄河沉积物相似
G15-14	C层	0.033	8.2	3.67	6.8±	与黄河沉积物相差悬殊

3.1.2.4 A层 可能为公元1855年黄河北归后的沉积物。黄河北归后,泥沙供应大量减少,沉积速率变小,加上来自岸外(陆架区)的泥沙混和,其颜色不再那么黄,变为黄灰、灰色。另外,随着滩面的淤高,滩面高程达到或接近平均高潮位,一方面滩面的淤高速度减缓,沉积物细化(由粉砂、粘土质粉砂变为粉砂质粘土),另一方面,该层逐渐向海扩展。但到目前为止,该层只分布到G11孔附近。

3.2 沉积环境与沉积相

A层 黄灰或灰色粉砂质粘土;水平互层层理。含贝壳及有孔虫。为现代潮滩上部(潮间上带)沉积物。

B层 以灰黄色粉砂、粘土质粉砂为主,一些孔中该层下部为细砂。潮间带的钻孔中,该层可分为上、下两段。以G15孔为例,上段为灰黄色粉砂、粘土质粉砂,以水平互层层理、脉状层理为特征。粒度组成上,粉砂为主,占70%~80%,砂只占10%~20%,粘土占10%~15%,平均粒径一般分布于5.4~5.85Φ之间。概率累积曲线上以四段式(双跃移)为特征(跃移质一般不超过60%),反映了涨、落潮双向水流的影响。频率曲线上为双峰态,两峰值分别出现在3~5Φ与6~8Φ之间,反映了潮滩沉积的砂、泥互层特征。含大西洋小九字虫等有孔虫化石,种类单调、个体不多、壳体较为破碎。上述特征表明,该层上段为潮滩沉积。下段为灰黄色细砂,交错层理,双向交错层理,平行层理。粒度组成上,砂含量一般20%~40%。粉砂含量40%~60%,粘土含量一般10%左右。平均粒径一般3.5~4.8Φ。概率累积曲线以四段式(双跃度)为特征,多为单峰、正偏态,偏度0~1.2,分选系数1.5~2.4,峰度为2~4。有孔虫化石以毕克卷转虫(*Ammonia bac. var.*),高锅卷转虫,暖水卷转虫(*Ammonia tepida (cushman)*),五块虫(*Quinqueloculina sp.*)为主。种

类与壳体有所增加,壳体保存尚好。但大壳体破碎。这些特征表明该层下段为潮流水道充填堆积。

C层 青灰、灰色细砂、粉细砂。该层实际上为两种类型沉积的交互。一种类型为细砂,交错层理、平行层理。粒度组成上以砂为主,一般占70%~90%,粉砂10%~30%,粘土一般小于10%,平均粒径一般为3.0~4.5Φ。分选较好,分选系数1.2~1.7;正偏,偏度一般0.5~1.0;窄峰态,峰度3~6。频率曲线上为单峰态。概率曲线上为四段式,推移质缺乏,双跃移组份占70%~90%,跃移质粗节点2~3Φ、细节点4~5Φ。有孔虫化石见有毕克卷转虫,凸背卷转虫,大西洋小九字虫、暖水卷转虫等,种类数及壳体数多少不定。孢粉总体上比较贫乏,反映了动力强、孢粉难以沉积的特点。该类型为潮流砂体相。另一种类型为粉细砂或粉砂,平行互层层理、脉状层理。粒度组成及有孔虫化石组合面貌与B层上段相似。孢粉比较丰富,反映了动力作用相对较弱、孢粉易于沉积的环境。这些特点表明这一类型沉积物为潮滩沉积。这两种类型沉积物在C层中的交互,反映了潮流砂脊的发育与演变过程。当潮流砂脊发育时,即沉积第一类型的潮流砂体,但当砂脊加高到平均高、低潮位之间时,便发育了第二类型的潮滩沉积。随着海平面的上升,第二期潮流砂体可以迭置到前期发育的潮滩沉积之上。

D层 灰色、深灰色粉砂质粘土、粘土夹粉砂,含贝壳或贝壳碎屑。又可细分为上、下两部分。上部以互层层理为主,见脉状层理、透镜状层理。粒度组成上以粉砂为主,粉砂一般占60%~70%,砂一般<20%。频率曲线上一般为双峰态,一峰在3~5Φ,另一峰在6~8Φ,反映了粗细互层的特征。在概率累积曲线上通常为四段式,多为正偏。有孔虫化石有毕克卷转虫、暖水卷转虫,凸背卷转虫、圆盘虫、面包虫、

小花虫等。壳体磨损或破碎,该部分为潮滩沉积。

下部以细纹层状或块状粉砂质粘土、粘土为主,夹粉砂层,见贝壳。粒度组成上,砂含量极少,泥的含量增加到20%~30%,粉砂占70%~80%。频率曲线上为单峰型,近于正态分布或微负偏。峰值一般出现在4~8 Φ 之间。在概率曲线上,表现为缓倾斜的单段式或双段式,分选差,悬移质组分占绝对优势,一般可达80%~90%。有孔虫化石见有毕克卷转虫、暖水卷转虫、三块虫、面包虫、砂轮虫、砂盘虫等。种类一般比较单调,壳体数尚多,壳体保存尚好(也有磨损或破碎壳体)。孢粉分析结果显示出生长在潮上带的(盐)蒿、碱棚(藜科)花粉占绝对优势。该部分为潮上带沉积。其中所夹的粉砂层,粒度概率曲线上为三段式(单跃移)、频率曲线上为单峰态,峰值在3~4 Φ 之间,并且见有向细粒方向递减的趋势,反映了粒度组成上具有递变的特点,为风暴潮沉积。

4 问题讨论

4.1 关于末次冰期间冰段的海岸线的位置及海平面的高程

关于苏北沿海末次冰期间冰段(4~2万年BP之间)的海岸线,曾有一些学者认为距今30000年或25000年左右,海岸线曾越过现代岸线深入到苏北平原内部^[8-10]。可通过上面的讨论可知,形成于大约距今4~2万年之间的D层,为潮滩或潮上带沉积。这表明,末次冰期间冰段时,海岸线的位置,至少在大丰县王港附近,与现在海岸线位置相当。

关于本次冰期间冰段我国东部海平面的高程,有的认为比现在低^[8-11];有的认为与现在相当或低数米^[9]。还有的认为比现在低13.8m^[12]。意见难以统一。由于末次冰期间冰段(距今4~2万年)在王港钻孔剖面中为潮滩沉积,因而有可能估算一下当时海平面的高程。假设地壳稳定的话,那么当时海平面的高程应比现在海平面低21~37m。但实际上,该区地壳是下沉的。因此,当时的海平面可能还高一些。假设4~2万年以来地面均匀下沉,那么距今4~2万年间海平面的高程比现在低数米至十几米。

4.2 关于埋藏潮流砂体及古潮流砂脊群

江苏中部岸外巨大的潮流砂脊群,举世注目。有的称之为“苏北暗沙”、“苏北浅滩”、“沙脊群”,还有的称之为“岸外沙州”、“辐射状沙脊群”或“辐射沙州”。关于其成因机制众说纷纭^[5,13-19]。琼港以南陆区全新世埋藏潮沙体的发现^[20],为解释潮流沙脊群的成因机制提供了新的依据。然而,关于埋藏潮沙体分布的范围如何,不甚清楚。

大丰王港钻孔剖面中C层具有以下特征:①冰后期海侵盛期,在相邻的长江三角洲地区及废黄河三角洲地区均为细粒的粘土质(淤泥)沉积物,而唯有该区(琼港及其南北两侧)为粗粒的砂质沉积物,②该砂质沉积物不同于河流砂与滨岸砂,含有比较丰富的有孔虫化石,尽管有一定磨蚀,但破碎并不严重,③沉积结构上交错层理、平行层理为主。粒度组成上砂占70%~90%。平均粒径3.0~4.5 Φ ;正偏,偏度0.

5~1.0;分选好,分选系数1.2~1.7;双跃移组份占70%~90%,在CM图上位于中等至弱紊流作用为主的V区与VI、VII区(图4)。这些特征表明C层为潮流砂体相。

埋藏潮沙体在该处的发现,表明全新世期间埋藏潮沙体不仅仅局限于琼港及其以南,在琼港以北也有分布。分布的北界至少到达大丰王港一带。埋藏潮沙体分布范围如此之大,说明全新世期间潮流沙脊群分布的范围曾一度向现在的陆区扩展。

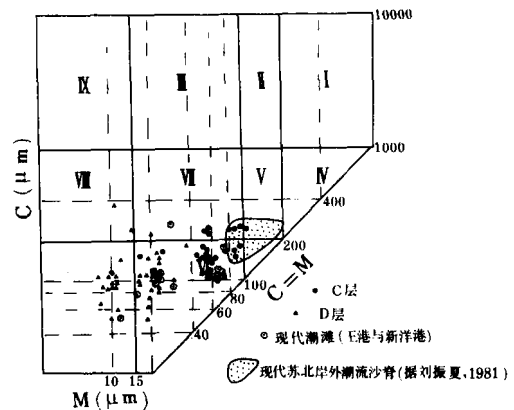


图4 江苏海岸沉积物CM图

Fig.4 CM plot of the coastal deposits in Jiangsu Province

4.3 江苏中部粉砂淤泥质潮滩发育的基础

江苏中部粉砂淤泥质潮滩是世界上最典型的粉砂淤泥质潮滩^[21]。关于其发育的动力条件、物质基础、沉积特征,有一些学者进行过探讨^[1-5,21]。但关于现代潮滩发育的地貌基础论述得不多。张国栋等(1984)曾指出琼港潮滩(坪)是在辐射沙州的基础上形成的^[4]。从大丰王港剖面来看,大丰王港一带潮滩发育的基础(基底)仍然是潮流沙州,即埋藏的古潮流沙脊(州)。即公元1128~1855年间黄河在苏北入海期间,带来大量泥沙,使潮流水道充填,沙州并岸,沙脊合并淤高,从而在其上发育了潮滩。随着岸线的外移,潮滩的位置也随之向海迁移。

5 结 论

从江苏中部滩岸大剖面所提示的地层与沉积物来看,在大约距今4~2万年之间,大丰王港一带海岸线位置与现在海岸线位置相当,在现在潮滩发育的位置附近也发育了潮滩沉积。在末次冰期最盛期前后(大约距今2~1万年间)该区发生侵蚀,沉积间断。在冰后期(10000年以来)该区发育了潮流砂体相沉积。现代的粉砂淤泥质潮滩,仅仅是近几百年来黄河夺准入黄海以来,大量泥沙快速淤积,在潮流沙州(脊)群基础上发育起来的。

致谢:刘泽纯教授、张忍顺教授曾给予指导。陈烨、徐永辉、宋平、徐孝彬、陈仕涛参加了野外采样及实验工作。在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 任美镔, 张忍顺, 杨巨海. 江苏王港地区淤泥质潮滩的沉积作用. 海洋通报, 1984, 3(1): 40~54.
- [2] 朱大奎, 柯贤坤, 高抒. 江苏海岸潮滩沉积的研究. 黄渤海海洋, 1986, 4(3): 20~27.
- [3] 李从先, 李萍. 淤泥质海岸的沉积和砂体. 海洋与湖沼, 1982, (1): 48~59.
- [4] 张国栋, 王益友等. 苏北琼港现代潮坪沉积. 沉积学报, 1984, 2(2): 39~51.
- [5] 任美镔(主编). 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告. 北京: 海洋出版社, 1986, 66~134.
- [6] 张忍顺, 陈才俊等. 江苏岸外沙洲演变与条子泥并陆前景研究. 北京: 海洋出版社, 1992, 8~18.
- [7] 韩桂荣, 刘玉海. 黄河口海区沉积物柱样中碳酸盐组分. 海洋与湖沼, 1993, 24(5): 456~465.
- [8] 王靖泰, 汪品先. 中国东部晚更新世以来海面升降与气候变化的关系. 地理学报, 1980, 35(4): 299~311.
- [9] 耿秀山. 中国东部晚更新世以来的海水进退. 海洋学报, 1981, 3(1): 114~130.
- [10] 刘敏厚, 吴世迎, 王永吉. 黄海晚第四纪沉积. 北京: 海洋出版社, 1987.
- [11] 沈承德, 周明富. 中国东海大陆架 C^{14} 年代学及晚更新世以来海面变化. 科学通报, 1981, 3: 162~165.
- [12] 王建, 刘泽纯等. 江苏海域 13 万年来海面变化定量重建及我国沿海海侵的年代及对比问题. 第四纪沉积与环境变迁, 东南文化杂志社, 1991, 68~75.
- [13] 李成治, 李本川. 苏北沿海暗沙成因的研究. 海洋与湖沼, 1981, 12(4): 321~331.
- [14] 耿秀山, 万延森, 李善为, 张晋年, 徐孝诗. 苏北海岸带的演变过程及苏北浅滩动态模式的初步探讨. 海洋学报, 1983, 5(1): 62~71.
- [15] 万延森, 张晋年. 江苏近海辐射状脊群的泥沙运动与来源. 海洋与湖沼, 1985, 16(5): 392~399.
- [16] 杨长恕. 琼港辐射沙脊成因探讨. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 5(3): 35~44.
- [17] 黄易畅, 王文清. 江苏沿岸辐射状沙脊群的动力机制探讨. 海洋学报, 1987, 9(2): 209~215.
- [18] 赵松龄. 苏北浅滩成因的最新研究. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11(3): 106~112.
- [19] 张光威. 南黄海陆架沙脊的形成与演变. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11(2): 25~33.
- [20] 杨报章, 李从先, 业治铮. 黄海南部陆区全新世埋藏潮沙体. 地理学报, 1995, 50(5): 447~457.
- [21] 耿秀山, 傅命佐. 江苏中南部平原淤泥滩岸的地貌特征. 海岸地质与第四纪地质, 1988, 8(2): 91~101.

Coastal Development and Environmental Evolution in Central Part of Jiangsu Province Derived from a Long Drilling Section

Wang Jian^{1,4} Sha Run¹ Wang Yongjin¹ Xiao Jiayi^{1,4}
Zhou Chunlin¹ Hu Xiaoxiao² Chen Guoxiang³ and Huang Xichuan³

1 (Department of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210097)

2 (Engineering Planning Institute, Transportation Administration, Beijing 100000)

3 (Jiangsu Institute for Hydrogeological and Engineering-geological Investigation, Huaiyin 223005)

4 (Xian Institute for Loess Research, Xi'an 710054)

Abstract

A 10km long section composed of 39 drilling holes in the central Jiangsu is examined to reconstruct the history of the coastal development and environmental evolution. There appears some evidences that modern tidal flat in central Jiangsu developed from Holocene tidal sand ridges in the past centuries. A hiatus of sedimentation occurred between 20 and 10 ka BP. because of the lower stand of sea level. Tidal flat occurred in the modern coastal zone or nearshore during 30~20 ka BP.

Key Words coastal flat sea-level change tidal sand ridges environmental change