

冲绳海槽北部西坡的古三角洲沉积^{*}

范奉鑫^{1,2} 阎 军¹ 陈长安¹ 栾振东¹ 庄丽华¹

(¹中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

(²中国科学院研究生院, 北京 100039)

自 20 世纪 70 年代我国开展东海海洋地质调查以来, 在海底经常能发现河流、河口沉积物以及与水道相似的负地形, 称为古河道、古三角洲或古河口等 (李全兴, 1990; 金翔龙, 1992; 石斯器等, 1989; 秦蕴珊等, 1987)。第四纪气候频繁波动, 造成陆架上尤其是外陆架上陆相地层与海相地层频繁交替, 因此有不同时期的古三角洲和古河道保留, 沉溺的古河道在我国陆架海底的不少地区均有发现。由于海底沉积作用的不均衡性, 埋藏较浅的沉溺河谷从地形特征上依稀可辨, 埋藏较深的在海底表面则渺无踪迹, 只有借助于高分辨率的地球物理测量, 才能发现其踪迹。

晚更新世末期, 长江、黄河是否流经东海陆架区进入冲绳海槽, 虽有不少作者论述, 但终因缺少系统的实测资料而未取得共识。长江、黄河在历史上每年向大海输入巨量泥沙, 加快了海淤积和推进速度, 但古长江三角洲也应该是体积大、构造特征明显的大型堆积体, 然而至今尚未有这方面的报道。

作者对冲绳海槽北部进行大面积高分辨率浅地层剖面分析中, 发现在陆架外缘坡折线附近, 近海底表面处存在大面积斜层理三角洲沉积结构, 这为晚更新世末期以来我国的大河 (黄河、长江) 从冲绳海槽入海提供了新的证据。

一、资 料 来 源

应用美国 ORE 公司生产的浅地层剖面仪 (GeoPulse) 于 1994 年和 2000 年分别在冲绳海槽北部海域 ($126^{\circ}\sim 129^{\circ}30'E$, $28^{\circ}30'\sim 33^{\circ}N$) 进行了高分辨率浅地层测量, 调查共获得浅地层剖面约 2400 km (图 1)。系统包括: 5420 型发射机、5813 型水听器、5210 型接收机和 EPC-1600 型记录器。系统发射从 105~455 焦耳能量可调, 接收机具有 AGC、TVG 和 TVG 延迟、高/低通滤波和用浪补偿功能。地层穿透深度一般为 100~150 m, 分辨率为 0.5~1.0 m。浅地层测量的同时进行了水深测量。调查采用走航式方法, 船速控制在 6 节以内, 记录剖面扫描宽度为 200 m。本文作者以在该海域调查所获浅地层资料为基础, 结合地形、沉积物等资料, 对所发现的埋藏古三角洲进行了综合分析。

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目资助 KZCX2-YW-212

收稿日期: 2006 年 9 月 15 日。

受陆相沉积。研究区所处海域为残留沉积区，近表层沉积物即为晚更新世末期形成的沉积层。从浅地层剖面可知，研究海域晚更新世地层为河湖相和三角洲相地层所控制。在陆坡上部地区，声学地层穿透较浅，但海底滑坡、海底沟坎，以及陆坡隆起等独特的地质现象仍清晰地反映出来。

2. 古三角洲沉积的声学地层结构

浅地层测量结果发现，在冲绳海槽北段西侧陆架坡折线附近的浅地层剖面中，靠近海底处的地层上，发现两套以大尺度低角度前积反射结构为特征的地层（图 2 图 3），具有明显三角洲沉积的特征。大型前积层斜层理的存在，是三角洲存在的最主要标志之一。两层三角洲沉积之间为一古侵蚀面。图 2所示为三条记录上层三角洲砂体的浅地层层剖面，而部分测线（图 3 图 4）记录了上下两层三角洲沉积结构。

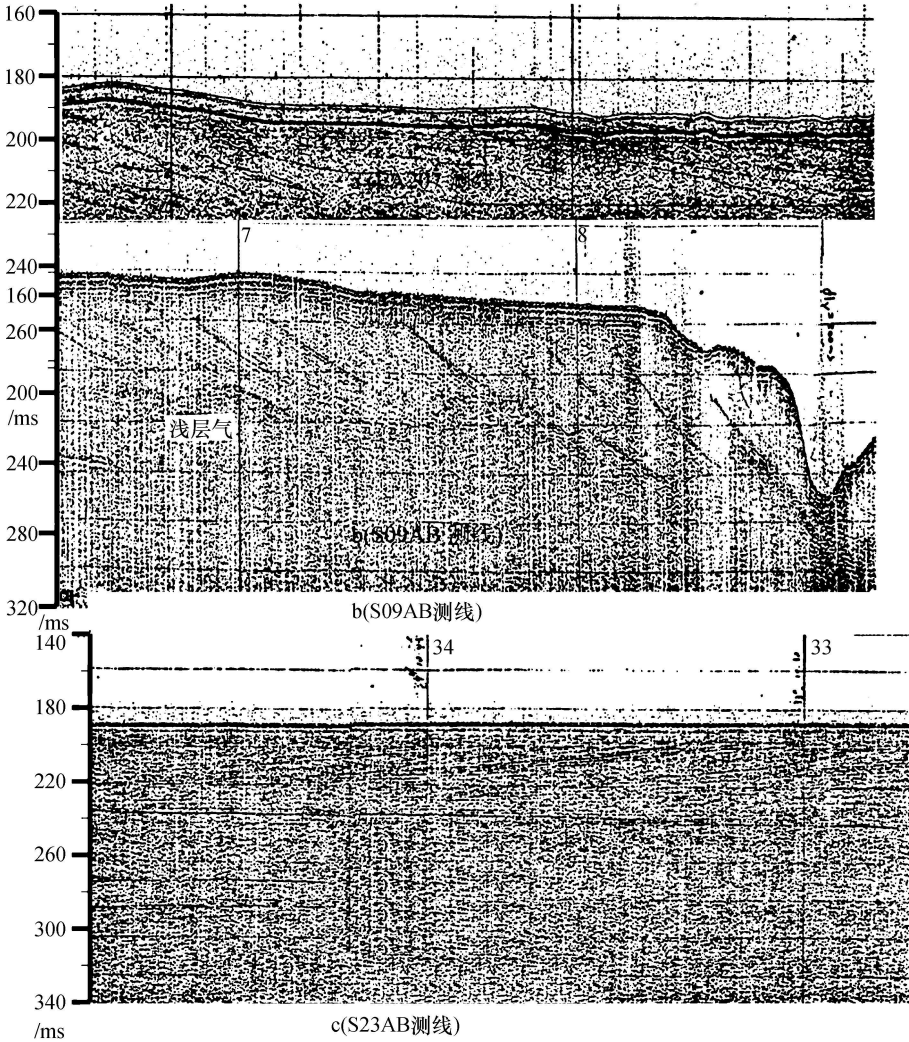


图 2 古三角洲浅地层结构记录

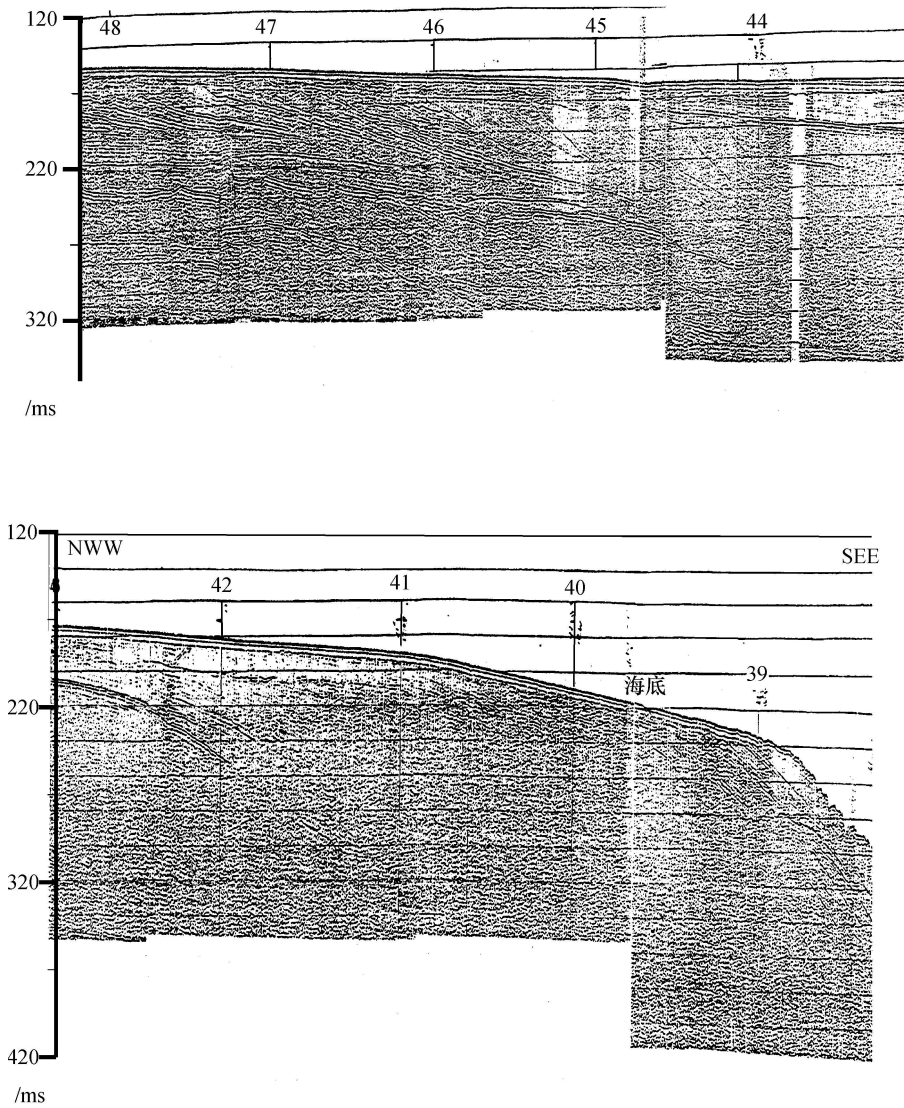


图 3 S18AB测线浅地层剖面记录

典型的三角洲由顶积、前积和底积组成。前积层沉积体内，由于坡度大，沉积速度快，常出现浊流、滑坡等沉积物的群体运动，它们会破坏古三角洲的结构。通过穿越水下古三角洲的数条浅地层测线的记录来看（图 2 图 3），这里的水下古三角洲的前积层和底积层结构典型，但顶积层不完整。它们普遍具有大尺度低角度前积交错反射结构，斜层理倾角一般不大于 1° ，局部可增至 10° 左右，反射较强，为偏砂相或粉砂相沉积物。这一组以前积交错层系为代表的三角洲前缘砂体，具有建设型三角洲特征。其中斜层理的倾角及倾向的不同反映了古河口沉积物粒度和水流方向的变化。砂体下面有以平行和亚平行水平反射结构为特征的沉积物层，可视为三角洲底积层。依据反射特点推测，其所处层位为晚更新世的陆相和海陆过渡相的

三角洲相沉积。层内倾斜层理清晰，但顶部呈波浪形起伏，这里起伏的地表可能是由于三角洲沉积形成之后，其顶部被侵蚀或因滑坡而造成的，并造成顶积层的缺失。其中下层三角洲顶积层因受到严重侵蚀而完全缺失。因此，浅地层记录剖面上没有发现典型三角洲的完整沉积层序。

这些三角洲砂体在测线剖面上的长度可达十余公里，最大厚度达 30 ~70m。所处水深为 110 ~200m，其中北部较深，南部较浅。古河道的宽度一般达数公里至十几公里，在调查区内发现如此规模的河口沉积结构，为今后的研究提供了重要依据。

在部分三角洲剖面的地层中，发现有埋藏浅层气的存在，这是三角洲砂体中普遍存在的现象（图 2 b）。河流携带的大量有机物质连同沉积物一起在河口沉积下来并为后期沉积物所掩埋，在一定条件下，有机物质发生分解，形成载气沉积。在浅地层剖面上，载气沉积因具有声学屏蔽作用，而将其下的反射界面屏蔽。

如测线 S18AB剖面所示（图 3 图 4），上层三角洲砂体位于下层三角洲砂体的东部，表明陆架的沉积在向海槽方向推移，同时也表明在沉积区上的继承性。结合其底部侵蚀面的存在，说明在晚第四纪时期，海面曾多次退出陆架区，而来自我国大陆的河流曾多次到达该区，坡折线附近处于大河入海的河口区沉积环境。

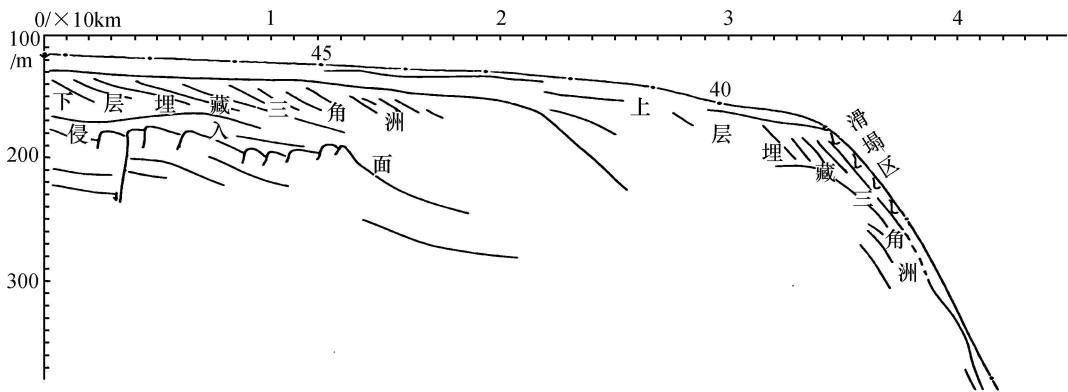


图 4 S18B测线浅地层剖面解释图

在古三角洲的陆向一侧和埋藏古三角洲分布区，发现还存在几条具有明显切割充填反射结构的埋藏古河道断面（图 5），其宽度在剖面上可达十几公里，切割深度可达 20 余米。这些河道普遍位于三角洲沉积的西部和西北部，与三角洲沉积共同构成了完整的河流沉积体系，并证明这些三角洲砂体是由来自中国大陆的大型河流形成的。其内部充填物为亚平行——斜层理沉积，说明当时水流平缓，已经接近河口地区。根据三角洲砂体和古河道断面的相互位置分析，三角洲区的古河道端面应视为当时河口三角洲的尾间河道或分流叉道，而三角洲西北侧的古河道（图 5 a），可能是当时的主河道。古河道充填发生于冰后期海侵时期，快速持续的相对海平面上升是古河谷厚层充填物沉积的条件和背景。上覆层与河谷充填物为渐变关系，反映海平面上升和海水逐渐入侵。

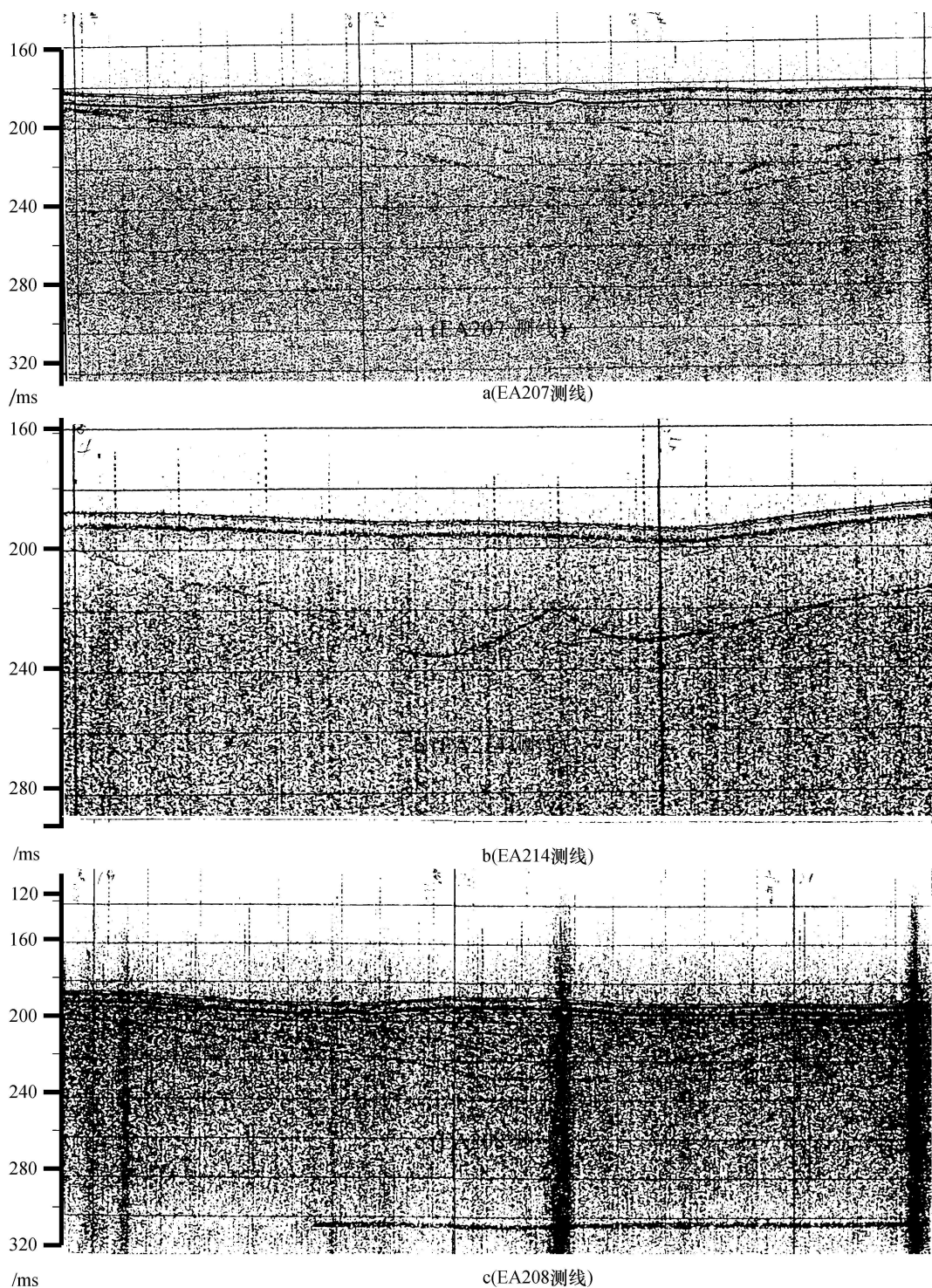


图 5 埋藏古河道浅地层结构记录

3. 古三角洲沉积的地理位置

根据浅地层地球物理测量资料，研究海域三角洲沉积区分布于南北两个区块（图 6），南部三角洲面积较小，约 7500 km²，而北部面积较大，达数万平方公里。其主体位于陆架外缘坡折线附近陆架一侧，而其前缘越过了坡折线而到达陆坡上部。因此该水下古三角洲的前缘坡地也是陆架向陆坡的转折地带。其中南部的古三角洲明显分为上下两层，上层三角洲位于下层三角洲沉积的东部 [如测线 SAB18 上 49[#]~44[#]段出现于第二层，而 41[#]~38[#]段出现于第一层（图 3、图 4）]，两者之间为一古侵蚀面，其上层三角洲沉积，与北部的三角洲砂体同处于海底最表层，且顶积层受到侵蚀或发生滑塌作用而大部分缺失。

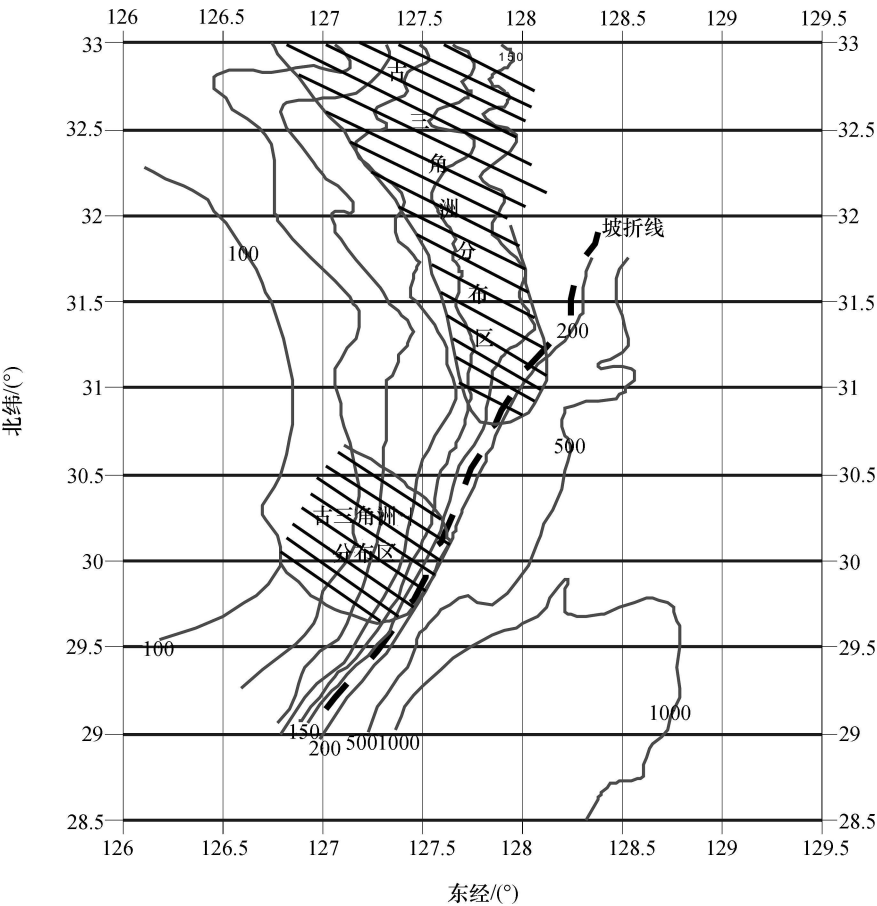


图 6 古三角洲沉积地理位置

本次调查发现的三角洲沉积地层，分布于不同的层次，这表明晚第四纪时期，海平面曾多次到达该区域，每次都留下相应的三角洲砂体系。从浅地层记录看，三角洲的前缘坡地还出现有沟、坎地形。而三角洲沉积以东的上陆坡处，普遍存在滑坡现象（图 7）。东海陆坡上部存在表层沉积物滑塌的现象，是研究者们预料的，但直接的证据

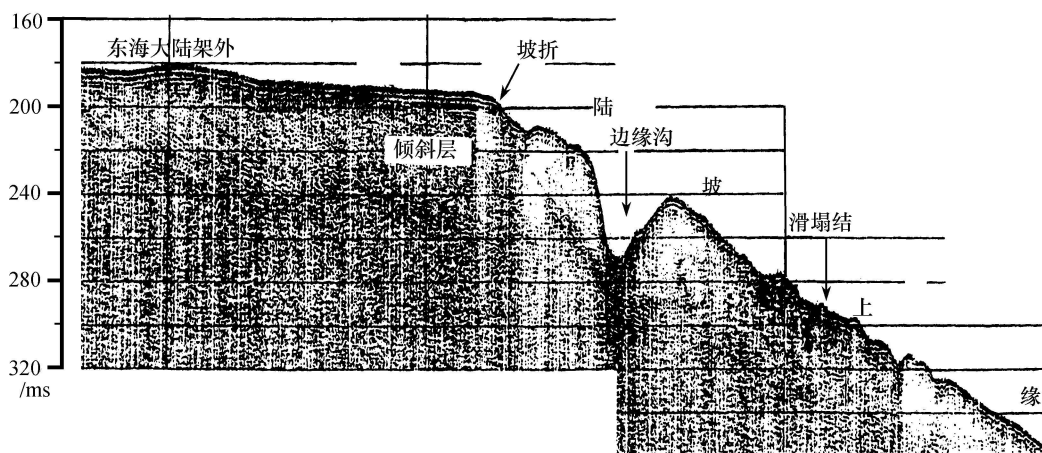


图 7 S09AB测线浅地层剖面

较少。本项调查发现了陆坡上部滑塌结构存在的直接证据。这些边缘沟坎和滑塌结构分别可连成一片，构成沿两条 NNE-SSW 向展布的狭长地带。

该边缘沟坎和滑塌带的出现，表明冲绳海槽西坡存在沉积物向槽底的流动。滑塌正好出现在坡折线外侧坡度增大的陆坡上部，这说明滑坡可能和低海面时期陆架露出水面、坡折线陆海交汇区附近有大量物质来源以及地处较大的地形坡度有关。在低海面时，海面位于坡折线附近，河流携带大量沉积物流在陆架外缘处沉积下来形成三角洲沉积。这些松散沉积物在外力触发作用下，发生整体崩塌并沿坡向下移动，形成陆架边缘的沟坎地貌和大规模的滑塌结构（范奉鑫等，1999）。

4. 古三角洲沉积的海底地形特征

南部三角洲水深基本为 110 ~ 150 m，而北部三角洲沉积基本位于水深 110 ~ 200 m。古三角洲由西和西北向东南方向倾斜，与本区地势一致。在此以东的海槽区为相应时期的古东海。由于本区位于外陆架残留沉积区，现代沉积速率很低，海底基本保持末次冰期海进时的原貌，因此古地面的起伏依稀可辨。测深资料表明：130 ~ 150 m 等深线在本区的走向很明显地蜿蜒曲折，恰似古岸线弯曲伸展。同时，在大比例尺的海底底形图上，附近海底常见小型的等深线圈闭，形成洼坑或岗埠，类似于沿岸泻湖或沙丘等，反映了古地面的不平坦。在北部三角洲分布区，此类特征尤其明显。

三角洲的前缘水深约 130 ~ 150 m，北部三角洲前缘水深更大（达 200 m），其共同特点是前缘坡度较大，三角洲沉积呈向东南突出的裙状体。

5. 古三角洲沉积区的底质特征

从表层和柱状取样中可见，该古三角洲海域是一片细砂和中细砂的分布区，并夹有贝壳碎屑（汪品先等，1980；秦蕴珊等，1987；袁迎如，1982）。古三角洲上的底质为中细砂、细砂和粉砂质砂，生物组成混杂，沉积物的颗粒和生物遗体及遗壳都经受过较长时间磨损，表明是当时形成的沉积物，为浅海相或河口相的沉积，沉积物为浅海（古滨

海的残留砂。古三角洲处海底面有残留砂直接出露海底, 这里是晚更新世末期全新世海进初期的沉积区。

二、水下埋藏古三角洲的形成时代

在玉木冰期最盛时期, 海面大幅度下降 130 ~ 150m, 与这里的海底地貌相应, 古三角洲的前缘也就是当时的古海岸线的位置。其前缘相当于 150m 左右的古海岸线的位置。本文所讨论的水下埋藏古三角洲可能即于此时形成。

在我国陆架海域, 已相继发现的晚更新世晚期低海面时形成的多套三角洲砂体和埋藏古河道, 如黄海中部的古黄河三角洲(李凡等, 1998; 秦蕴珊等, 1988; 秦蕴珊, 1987)和南海陆架边缘的古珠江三角洲等(黄振国等, 1995; 冯文科等, 1982; Li et al., 1989; 范奉鑫, 1999)。本古三角洲在陆架上的位置, 与珠江口外陆架边缘处古珠江三角洲的位置和水深相当, 应形成于同一时期。

在北美大陆等地方普遍发现晚更新世末期低海面时有大河入海, 并伴有大规模三角洲砂体系。与长江同纬度的密西西比河(Fisk et al., 1995; William et al., 1999)及拉瓦卡河(Wilkinson, 1977), 先后发现末次冰期的古河谷。虽然美洲和欧亚大陆不同, 北美至 37.5°N 以北曾为冰原覆盖, 亚洲大陆则主要发育季风, 而无冰盖。

末次冰期亚洲大陆干旱化可使蒸发量增加, 河流流量减少。北美冰盖同样不利于河流的发育。然而位于 38 ~ 39°N 之间的美国东海岸的特拉华河口外同样有深达 50m 的古河谷(Belknap et al., 1985)。可见末次冰期时, 中纬度地带河流发育下古河谷是相当普遍的现象。这可能预示着似本三角洲为晚更新世末期低海面时形成的古长江三角洲。

利用表层海水古盐度重建来研究古环境演变是一种有效手段。河流冲淡水可以使边缘海盆的海水盐度降低。在冲绳海槽区域, Xu 等(1999)通过浮游有孔虫组合面貌研究指出, 19.5 ~ 15 ka B.P. 期间冲绳海槽北部受沿岸淡水影响明显加强, 造成了该区表层水的底盐环境。其研究海域位于三角洲砂体以东附近海域, 这进一步显示当时确有大河在冲绳海槽北部入海, 这与三角洲砂体的存在完全一致。另外, 三角洲沉积区大量海底样品的测年资料也表明 12 ~ 20 ka B.P. 期间(汪品先等, 1980; 袁迎如, 1992; 郑铁民等, 1982)。因此本海域的上层古三角洲砂体, 形成于晚更新世末期玉木冰期极盛时和全新世初期的底海面时期, 而下层三角洲沉积形成于较早的另一冰期低海面时期。

1. 古三角洲沉积的来源

从三角洲的规模来看, 形成三角洲的河流是大型的河流; 从地理位置来看, 当首推发源于我国大陆的长江和黄河等大型河流。再从斜层理的性质判断, 三角洲形成时气候导致的韵律性变化并不明显, 也可以说是流入大海的河流径流量比较稳定, 入海物质的粒径变化不明显。

由于受大陆架外缘的平均水深为 132m (Shepard, 1973) 和末次冰期极地冰量使海平面下降 150 ~ 160m (星野通平, 1980) 等概念的影响, 末次冰期低海面时的长江、黄河似乎必须在冲绳海槽入海, 这势必引起冲绳海槽沉积率的增加。最近的研究已经发现, 在

冲绳海槽存在晚更新世末期高沉积率的地区(李凤业等, 1999), 可能说明当时确有大河在此入海。

长江是我国第一条大河, 也是世界著名的大河之一, 现在的年平均输沙量达 4.68 亿 t, 其沉积作用对于东海陆架的形成无疑具有重大作用。在晚更新世低海面时期, 以长江为主的中国大陆河流对陆架的影响也是明显的, 据外陆架残留沉积的化学元素的分析证明, 这些沉积物来源于大陆。矿物鉴定资料进一步证明, 外陆架和现在的长江口同属于一个矿物分区, 它的沉积物质是由长江为主的大陆沿岸河流供给的(秦蕴珊等, 1987)。大型底栖贝类的分析显示, 一些生物习性与河流有关的贝类种属的遗壳常发现在沟谷状的海底地形附近, 而这些沟谷则构成了以长江为主的海底沟谷系统, 遍布于东海陆架(郑铁民等, 1982; 耿秀山, 1984; 朱永其等, 1984; Li et al., 1989)。这些贝类的 ^{14}C 测年数据大多在 15000 ~ 25000 a, 少数大于 30000 a, 即它们应属于玉木冰期海退时形成并残留于海底的。近年来在东海陆架上所开展的高分辨浅地层剖面测量结果显示(刘振夏等, 2000; 袁迎如, 1992), 这里的残留沉积层中存在很多大型河道形和湖形沉积结构, 进一步证明了晚更新世低海面时, 在裸露的东海陆架上依然存在着以长江为主的大型河流的沉积作用。在陆架上形成了冲积平原, 从泥炭层、猛马象、野牛、披毛犀以及四不像鹿等喜冷哺乳动物遗骸的发现可知, 平原上水草丰盛, 除了河流之外, 还分布着众多的湖泊和沼泽。最低的岸线位于陆架坡折线附近, 即水深 150 ~ 160 m 深处。

袁迎如(1992)通过对东海陆架海底地形和浅地层结构的研究, 得出东海外部陆架有两个晚更新世晚期形成的古长江口的结论。而作者在研究中发现的陆架边缘三角洲沉积区, 其中的南部三角洲沉积区与袁迎如(1992)文中所讲的东河口完全吻合。因此, 可以认为, 南部三角洲极有可能是古长江三角洲。而北部的三角洲沉积, 因在三角洲西北部发现大型埋藏古河道, 因此形成该三角洲的河流应来源于西北部地区。联系到已有多位学者在黄海陆架区发现了埋藏古黄河河道和古黄河三角洲, 并得出晚更新世末期低海面时古黄河进入冲绳海槽的推断, 因此, 北部的古三角洲形成可能与古黄河入海有关。

关于南北两区古三角洲沉积的来源问题, 需要进一步的化学、矿物、古生物等的综合研究才能得出准确的结论。

2. 古三角洲沉积的地理意义

在古三角洲水深 110 ~ 170 m 的海底出现三角洲沉积层的大型斜层理, 这是晚更新世低海面时代的佐证。古三角洲处海底有残留砂直接出露在海底, 它们是晚更新世末期全新世初期形成的滨海相沉积砂。

从三角洲沉积分布的区域看, 它们均位于坡折线附近。众所周知, 三角洲是河流和海洋相互作用的产物。作者在调查三角洲沉积时发现, 陆架曾经是东海西部大陆的自然延伸, 陆架外缘曾经是来自我国大陆河流的入海口。晚更新世海平面下降的过程中, 海岸线曾达到现在的坡折线附近, 以长江、黄河为主的河流从冲绳海槽西坡入海, 因此冲绳海槽是我国与日本的天然分界线。

随着高分辨率地球物理仪器的应用, 海底埋藏古地貌形态逐渐显露出来, 如埋藏古

河道、古湖泊、古三角洲、古沙堤等。利用高分辨率地球物理资料, 结合系统钻孔资料的分析研究, 为我国东海陆架晚更新世以来的环境变迁, 特别是为黄河、长江的形成及其在陆架区的发育过程提供了大量证据。

参 考 文 献

- 范奉鑫, 林美华. 1999. 海南岛东部外陆架水下埋藏古三角洲. 海洋科学, **6**: 55~58
- 范奉鑫, 林美华. 1999. 东海北部陆架外缘的边缘沟、坎. 海洋科学, **3**: 53~56
- 冯文科等. 1982. 南海北部海底地貌初步研究. 海洋学报, **4**(4): 462~471
- 耿秀山. 1981. 中国东部陆架的海底古河系. 海洋科学, (2): 21~26
- 黄振国, 张伟强等. 1995. 珠江水下三角洲. 地理学报, **50**(3): 206~214
- 金翔龙. 1992. 东海海洋地质. 北京: 海洋出版社, 5
- 李从先, 张桂甲. 1995. 末次冰期存在入海的长江吗? 地理学报, **50**(3): 459~463
- 李凡等. 1998. 南黄海满藏古三角洲. 地理学报, **53**(3): 238~244
- 李凤业等. 1999. 冲绳海槽晚更新世以来沉积速率的变化与沉积环境的关系. 海洋与湖泊, **30**(5): 540~545
- 李全兴. 1990. 渤海东海地质地球物理海洋图集. 北京: 海洋出版社, 2
- 刘振夏等. 2000. 东海陆架的古河道和古三角洲. 海洋地质与第四纪地质, **20**(1): 9~14
- 秦蕴珊. 1986. 黄海地质. 北京: 科学出版社, 169~172
- 秦蕴珊, 李凡等. 1988. 南黄海埋藏古河系. 科学通报, **24**: 1887~1890
- 秦蕴珊等. 1987. 东海地质. 北京: 科学出版社
- 石斯器, 杨长恕. 1989. 东海外陆架浅层地震地层学的初步研究. 见: 杨子庚、林和茂主编, 中国近海及沿海地区第四纪进程与事件. 北京: 地质出版社, 62~67
- 汪品先等. 1980. 关于东海残留沉积物的微体化石特征. 海洋学报, **2**(1): 67~78
- 星野通平. 1980. 浅海地质学. 北京: 科学出版社, 281~209
- 袁迎如. 1992. 东海大陆架外部的晚更新世晚期长江河口. 海洋学报, **14**(6): 85~91
- 郑铁民等. 1982. 东海大陆架晚更新世底栖贝类遗壳及其古地理环境的探讨. 黄东海地质. 北京: 科学出版社, 198~207
- 朱永其等. 1984. 东海陆架地貌特征. 东海海洋, **2**(2): 1~13
- Bartek L R, Welner R W. 1995. Do equilibrium conditions exist during sediment transport studies on continental margins: An example from the East China Sea. *GeoMarine Letters*, **15**: 23~29
- Belknap D E, Kraft J C. 1985. Influence of Antecedent Geology on Stratigraphic Preservation Potential and Evolution of Delaware's Barrier Systems. *Marine Geology*, **63**(3): 235~262
- Bemé S, Vagner P, Guichard F et al. 2002. Pleistocene Forced regressions and sand ridges in the East China Sea. *Marine Geology*, **188**: 293~315
- Fisk H N, McFarlan E J. 1995. Late Quaternary deltaic deposits of the Mississippi River. In: O'Hara et al. (ed.) *Crust of the Earth: A Symposium*. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, **67**: 279~302
- Li Tinghuan and Jinbo. 1989. Seismic Facies Analysis of the Seafloor Instabilities in the Pearl River Mouth Region. *Marine Geotechnology*, **8**(1): 19~31
- Posamentier H W, Vail P R. 1988. Eustatic Controls in Clastic Deposition II: Sequence and System Tract Models. In: Wilgus B, Hastings B, Kendall C G et al. (eds.), *Sea Level Changes: An Integrated Approach*. SEPM Special Publication, **42**: 124~154
- Shepard F P. 1973. *Submarine Geology*. 3rd ed. New York: Harper & Row Publishers, 48~51
- Wilkinson B H, Byrne J R. 1977. Lavaca Bay Transgressive Deltaic sedimentation in cenue Texas Estuary. *AAPG*, **61**(4): 527~545
- William W. Sager, William W. Schroeder et al. 1999. A tale of two deltas: seismic mapping of near surface sediments on the

Mississippi-Alabama outer shelf and implications for recent sea level fluctuations. *Marine Geology* **160**, 119 ~ 136

Xuedong Xu and M. 1999. Oda. Surface-water evolution of the eastern East China Sea during the last 36000 years. *Marine Geology* **156**, 285 ~ 304

PALEO-DELTA DEPOSITION IN THE WEST SLOPE OF THE NORTHERN OKINAWA TROUGH

FAN Fengxin^{1,2} YAN Jun LI Chenggang CHEN Chang'an

LUAN Zhendong ZHUANG Lihua

(¹ Key Laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

(² Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

ABSTRACT

On the basis of the analysis of the sub-bottom profile gathered from the north part of Okinawa trough in 1994 and 2000, large area of oblique bedding delta depositions and buried channels were found in the area near the continental break, which provides the new evidence for the existence of large rivers from the mainland of China entering Okinawa trough during the last period of Late Pleistocene.

The sub-bottom profile data show that two sets of the strata characterized by large scale and low angle foreset reflection beddings, appearing as delta deposition, were found in the neritic strata of continental break in the west side of the north part of Okinawa Trough. The existence of large scale of foreset oblique bedding is one of the most important symbols indicating the existence of delta. An erosion surface exists between the two layers of the delta depositions. In the profile these delta sand bodies can reach more than 10 km in length and 30 ~ 70 m in thickness. The water depth there is 110 ~ 200 m at present, being deep in the north and shallow in the south. The width of the buried channel ranges from several kilometers to over 10 km in general. The discovery of such a large scale of estuarine deposit structure in the survey area has a great significance. Delta deposition lies in two areas. The one in the south is small with the area of 7500 km² and the one in the north is bigger with the area of tens of thousand square kilometers. The main part of the delta body lies in the side of continental shelf near break, with forepart acrossing the break and reaching the upper part of the continental slope.

Several of buried channel sections with obvious characteristics of incision and filling reflection configuration were discovered in the area to the west of and in the paleo-deltas distribution area, which reaches more than 10 km wide in the profiles, with the incision depth up to 20 m. Most of these channels lie in the west or northwest of the delta deposition area, forming an integrated river deposition system. This phenomenon proves that the delta sand bodies came from

big rivers of China. The filling of the channels happened in the postglacial transgressive epoch.

In the most prosperous period of Wurm Glacial Stage, sea level had descended about 130~150m. Corresponding to the seabed geomorphology here, the fore part of the paleo delta is just at the location of the ancient coastline. The fore part just lay in the location of the ancient coastline where the depth was about 150m. Buried paleo delta discussed in this paper was likely formed during that period.

According to the dimension of the delta, it can be concluded that the river forming the delta was very big. According to the location, it can be deduced that they were likely the Changjiang River or the Yellow River.