

南黄海埋藏古河系研究*

李 凡 于建军
姜秀珩 杜全胜 宋怀龙
(中国科学院海洋研究所, 青岛, 266071)

提要 1987—1989 年浅地层测量结果表明,南黄海海底存在许多埋藏古河道、古湖泊、古三角洲,它们组成一个完整的水系。据矿物分析和化学成分分析,北部的古河道为古黄河水系,南部的为古长江水系,二者有可能一度汇合于南黄海中部。它们可能形成于 2.5—0.9 万年以前的低海面时期。成山角东部的下部地层中发现更老的古河道,可能为中更新世古黄河河床。在南黄海中部 80m 水深处发现了低海面时期的古黄河、古长江三角洲,那里约为 2.5 万年以前的古海岸线。

根据 1983—1984 年间的调查资料,笔者曾报道了南黄海海底埋藏古河系的分布^[1]。本文根据 1987—1989 年测得的新资料进行了补充,并对本区埋藏古河道的分布,水系属性,形成时代,及海岸线分布等重要问题综合论述。

调查是在中国科学院海洋研究所的“科学一号”轮上进行的。使用的仪器主要有美国 O. R. E 公司生产的地质脉冲仪和带有傍扫声纳的晶体反射剖面测量系统。前者穿透深度为 100—200m,后者可获得海底以下 30—50m 清晰地层记录。

一、埋藏古河道的断面类型及充填沉积物的构造特征

埋藏古河道的断面类型是研究古河流性质、水系分布的基础。由于剖面仪揭示出的古河道地层记录包含了整个河流发育历史的信息,因此,在某种程度上说,古河道的断面类型常具有古河谷的性质。

1. 埋藏古河道的主要断面类型

关于本区埋藏古河道的断面类型,笔者曾有过报道^[1],此处仅作简要补充说明。

(1) 对称式古河道(图 1) 河道两岸坡度基本对称。其典型断面有测线 87-7 的第 91 站(32°20'N,122°48'E)等。

(2) 不对称式古河道 河道两侧岸坡不对称,陡坡为侵蚀岸,缓坡为堆积岸,如测线 87-7 的第 30 测站(32°47'N,123°10'E)、85-2 的第 21 测站(35°07'N,122°08'E)等。

(3) 窄陡型断面 受水流强烈切割,河谷断面狭而陡。此类河谷所见较少,测线 87-7 的第 50 测站(33°39'N,123°35'E)、84-3 的第 29 测站(33°25'N,123°23'E)等较为典型。

(4) 复式河谷 指一个河谷内有两个或多个河槽。它具有辫状河或某些曲流河的断

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2004 号。国家自然科学基金资助项目,编号: 4860237。参加海上测量的还有王绍智、王刚等同志。

收稿日期: 1991 年 1 月 31 日。

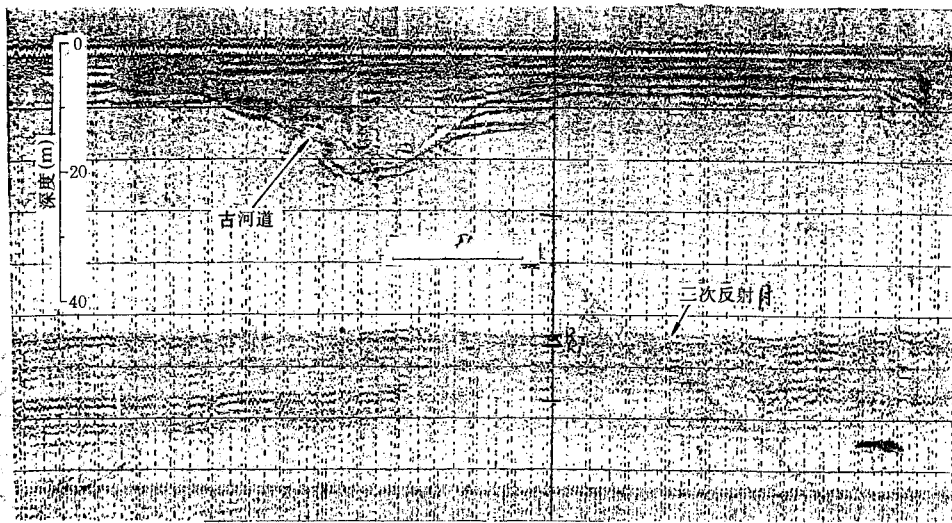


图1 对称型埋藏古河道

Fig. 1 Symmetric buried paleo-channel

面特征。双河槽中常有两个流道：一个较大，为主泓流道；一个较小，为副流道。主、副流道在河流发育过程中可以互变。此断面常为大型曲流河道中、下游断面的特征，如长江、密西西比河等。多槽型断面是辫状河道断面的特征，常发育在气候较为干燥、水位季节性变化强的地区，如在我国华北地区的弥河、白浪河等。

双槽河谷的典型断面见于 83-4 的 8 测站 ($34^{\circ}12'N, 124^{\circ}11'E$)、84-4 的第 19 测站 ($34^{\circ}13'N, 123^{\circ}00'E$) 等。多槽河谷断面见于 88-4 的第 35 测站 ($35^{\circ}36'N, 124^{\circ}01'E$) 等地。

上述四种古河道断面基本上是发育在同一地层层位上，故可统称为单层埋藏古河道。

(5) 双(多)层埋藏古河道 典型的双层河谷见于测线 84-4 的第 15 测站 ($33^{\circ}59'N, 123^{\circ}19'E$)、88-4 的第 10 测站 ($36^{\circ}45'N, 123^{\circ}47'E$) 和 88-1 的第 14 测站 ($36^{\circ}35'N, 123^{\circ}48'E$) 等。

由于缺少较深的钻孔资料，很难将埋藏古河道的发育和地层时代一一对应起来。然而有一点非常明显，就是不同时期的河流发育具有明显的继承性。也就是说，后期发育的河道往往在先期的老河谷，或在其附近发育。因此，往往在一个埋藏古河道的上部或下部地层中，能够发现不同时代的古河道，或与河流发育有关的地貌单元，如牛轭湖、河口三角洲等。

在南黄海的埋藏古河道断面中，以不对称型最多，加上复式河道、双层河道的出现，可以推测，当时本区的古河流应当以曲流河为主，兼有辫状河发育，其区域古地貌类型则为冲积平原。这种情况与目前华北平原河流地貌特征大致相同。

2. 充填沉积物的沉积构造特征

在埋藏古河道充填沉积物层中，常见有复杂的波状反射结构、高度角倾斜交错反射结构，甚至局部有乱岗状反射结构等，其反射强弱不等。有时在暗色的强反射结构中，夹杂

一些浅色或无色半透明的条带斑块。例如,在测线 84-1 的第 29 测站 ($35^{\circ}30'N, 122^{\circ}35'E$)、84-4 的第 56 测站 ($35^{\circ}58'N, 123^{\circ}0'E$) 等。上述情况说明,埋藏古河道充填沉积物以砂质为主,同时具有粉砂或泥质沉积物夹层等。古河道内,沙质沉积物构成大小不同的沙体(沙丘、反沙丘、沙波等)。沙体的形成和移动便构成复杂的高角度斜层系及交错层系,特别在主河床内,充填沉积物具有明显的沉积结构复杂、沉积构造多变的特征。此外,在一些记录清晰的不对称型河谷断面的记录中,还可以看出,在古河流的缓坡沉积物层中,具有大尺度的向河床中部倾斜的斜层系,偶而夹有少量低角度的交错层。这是曲流河发育过程中点坝发育、沉积物侧向加积作用的极好例证。

古河道内有大量沙体发育,反映了当时的河流流水具有季节性变化明显、暴涨暴落、水流湍急的特征。这种特征与南海西部及北部湾东部海域中发现的埋藏古河道不同^[2],那里的充填沉积物层中,多为大尺度波状反射结构及低角度交错反射结构,说明其沙体不像这里的那样发育,这可能是古河流水位虽有季节性变化,但不像本区幅度较大的暴涨暴落,显然,这是两地区古气候不同的反映。埋藏古河道充填沉积物之上,普遍覆盖着厚薄不等的全新世海相沉积物层,即声学透明层,它们主要是湿度较大的细软沉积物。

由上所述可以看出,古河道充填沉积物层普遍具有沉积构造复杂、沉积结构多变的特征。这种特点引起了沉积物的物理、力学性质多变,连续性很差,能给海洋工程带来灾害。

二、埋藏古湖泊、古三角洲及古海岸线

1. 古湖泊

在浅地层剖面中,常发现一种蝶形洼地,宽阔而较浅。沉积物层中水平层理发育。它们是在静水环境下形成的,在地貌形态和沉积特征上均具有明显的湖泊特征。其出现点主要分布在海州湾附近,也散见于苏北浅滩的东南部。典型剖面有测线 88-4 第 29 测站, 87-5 第 10 测站等。

应当指出,在很多埋藏古湖泊的下面,见有埋藏古河道(图 2)。它们往往是上下连

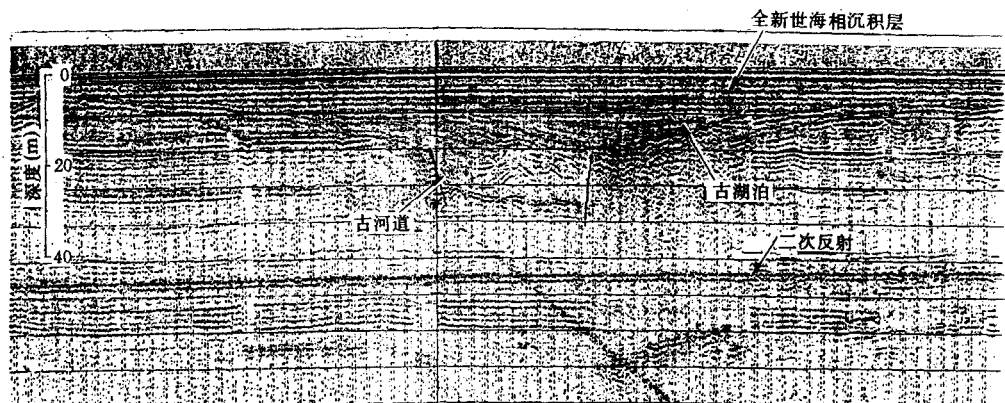


图 2 埋藏古湖泊
(上部为全新世海相沉积,下部为一埋藏古河道)

Fig. 2 Buried paleo-lake

续,或者其间只有不太强的反射界面,标志着两者之间存在一个不明显的沉积间断。上述情况说明,这些埋藏古湖泊是由古河流发育成的,埋藏古湖泊的上覆地层为全新世海相沉积层,这样,由下到上便形成了由河到湖,由湖到海一整套海侵层序。不难想象,这里在低海面末期,侵蚀基准面上升,河流逐渐老化而进入老年期,河曲发育、水流不畅,渐渐积水成湖。随着海侵的进一步发展,逐渐沦入海底,埋藏于海相沉积物之下。

2. 古三角洲及古海岸线

埋藏古三角洲是古河口及古海岸线分布的重要标志。据报道,在水深大于 25m 的海底,至少存在两条海岸线^[4],一条在水深 50m 左右的海底,另一条在 80m 左右。苏北浅滩区水深 50m 左右海底,晚更新世以来曾发育 6 个相互叠置的三角洲^[5],构成了复杂的老黄河、淮河、长江复合三角洲。本次调查在南黄海中部深水区的 80m 处,发现了大范围以前积层为特征的三角洲群,以及类似于河口区分流叉道等古地貌单元。其埋藏深度为 3—5m,前积层厚度为 15—20m,结构复杂。因缺乏钻孔资料,很难进行详细的地质划分。然而,结合古河流的分布形势不难看出,它们是从南到北多个小型古三角洲的组合(图 3),其分布水深为 80m 左右。这说明,现水深 80m 左右的陆架区曾经一度为古海岸线。

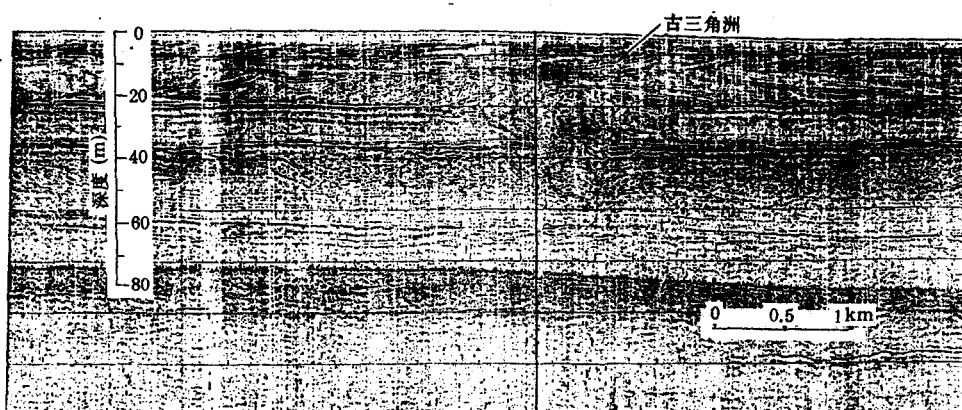


图 3 南黄海中部的埋藏古三角洲

Fig. 3 Buried paleo-delta in center part of South Yellow Sea

如果对比深水区的浅地层结构,可以发现一个令人颇感兴趣的现象,即南黄海北部深水区存在上下两层埋藏古三角洲,而且分布的地理位置不同。例如,在测线 88-4 偏北面的第 14 测站 ($36^{\circ}35'N, 123^{\circ}48'E$) 附近,上部基本上为冲积平原;海底 20m 以下的地层中则发育埋藏古三角洲。而在南部的测线 87-6 的第 80 测站 ($34^{\circ}46'N, 123^{\circ}54'E$),海底以下 4—5m 处的地层即为埋藏古三角洲;其下部 20m 左右的地层中却不存在古三角洲。这种情况似乎说明,上下两地层所代表的海侵规模不等,古海岸线位置不同。上部古三角洲形成时期的海侵规模比下部略小,古海岸线偏南。

海洲湾内水深 50m 左右的海底以下的地层中,至今尚未发现埋藏古三角洲,然而却发现埋藏的超覆地层及古岸堤。例如,测线 84-1 的第 30 测站 ($35^{\circ}30'N, 122^{\circ}31'E$) 附近有地层超覆尖灭现象,并伴随有埋藏的古沿岸堤分布。从其古地貌形态来看,古沿岸堤的

形态不太明显,高差不大,而且向海侧的水下岸坡平缓宽阔,推测,当时这里的海岸应为粉砂淤泥质海岸,埋藏的古沿岸堤具有沙脊的性质。显然,在现水深 50m 左右的海底存在着另一期埋藏古海岸线。

海州湾内见有埋藏古河道和埋藏古海岸线,前者层位在下,后者在上。然而却未见埋藏古三角洲。这种奇怪的现象只能说明它们处于不同的时代。在此处东流的埋藏古河道的形成时代可能与中部深水区埋藏古三角洲的时代相当,而 50m 左右水深的埋藏古海岸线的形成时代较前者形成晚。

三、埋藏古河系的形成时代

1. 浅地层结构及全新世沉积物层的厚度分布

在浅地层地质脉冲仪记录中,海底以下 100m 左右的地层中有五个可以在全区连续追踪的强反射界面,各层的埋藏深度分别为: R_1 , 1.5—10m, 个别海区如苏北浅滩一部分及石岛以南近海的部分海区则超过 10m; R_{2-1} , 15—25m; R_{2-2} , 35—45m; R_{2-3} , 55—65m; R_{3-1} , 80—90m, 个别测点可能不同。在两个主要反射界面之间可能还有亚反射界面。上述强反射界面往往又表现出侵蚀面的特征,意味着上下地层之间呈不整合接触,沉积环境发生了重大变化。

R_1 以上的地层为我国陆架海区广泛见到的声学透明层,是全新世海相沉积物层。根据 R_1 反射界面的埋深分布,结合有关钻孔资料,给出本区全新世沉积物层厚度分布图(图 4)。

从图 4 可以看出,成山角东部,海州湾及调查区的东部,全新世沉积物层的厚度均不大于 1m;苏北浅滩及石岛近海区附近,厚度可大于 10m。如果把后两处全新世沉积物层厚度较大、沉积速率较快的地区视为两个沉积中心的话,它们基本上可以与南黄海北部盆地及南部盆地的位置相吻合^[6],说明,这两个盆地自晚更新世以来仍有继承性下沉现象,只是由于后期古黄河、古长江输入巨量的泥沙,才改变了古地形面貌。

2. 埋藏古河系的形成时代

测线 84-1 是地层结构很清晰的记录剖面,在这条记录剖面中,上部声学透明度的厚度,由东向西逐渐减少,在第 25 测站附近渐灭,下部老地层出露。这个位置恰好与海州湾内残积层分布的东缘相吻合。另外,在上述测线 85-1 第 28 测站、85-1 第 33 测站等都有类似现象。这里即是水深 50m 左右的古海岸线发育的位置,其残留沉积物的 ^{14}C 年龄约

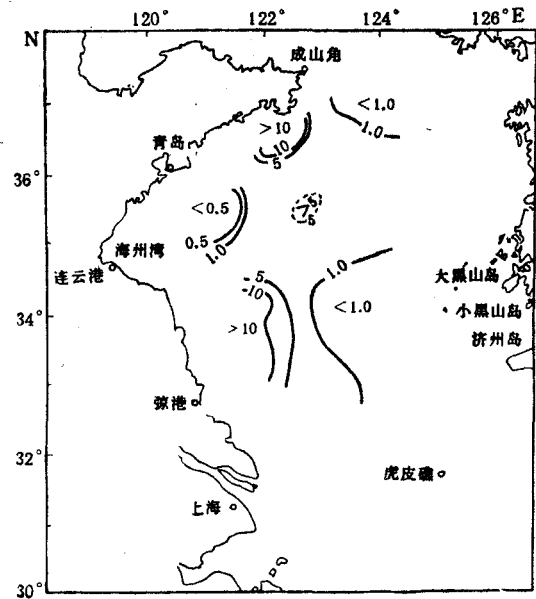


图 4 南黄海全新世沉积物层厚度分布

Fig. 4 Distribution of thickness in Holocene sediment in South Yellow Sea

为 1.25 万年^①，然而根据中国东部陆架海区海平面升降的总趋势推测，这一海岸线应当形成于 0.8—1.0 万年。位于测线 88-4 北端的 H88-6-1 浅钻孔岩芯中，0.25—0.47cm 的岩层为泥炭层，其 ¹⁴C 年龄为 25300 ± 1430 ，下伏之陆相地层在测线 88-4 上往南追踪，层位恰好与中部深水区的埋藏古三角洲群相当，这里是古海岸线所在地，也是西部海州湾、苏北以及由北黄海流入的古河道的汇集地。由此推测，深水区埋藏古岸线的形成时代应当为 2.5 万年左右，是晚更新世海退时期的产物。海州湾内埋藏古河道的形成时代，也应相当于这一时期，或这一时期至全新世海侵之间的低海面时期。

应当指出，本区发现的埋藏河道并非单纯出现在同一层位上，而是在很多测站上见有双层或多层的埋藏古河道，即使只存在单层的埋藏古河道，有时在不同的地点也出现在不同的层位上。由此看来，它们可能分别形成于不同的时代。由于资料的限制，目前尚难以详细分清它们的形成时代，但值得注意的是，在调查区北部测线 88-4 第 37 测站 ($35^{\circ}30' \cdot 5N, 124^{\circ}2' \cdot 7E$) 海底以下 30m 左右的地层中，发现有河床形态非常明显的大型埋藏古河道，河床宽约 1km，所处层位约在声学反射界面 R_{2-1} 与 R_{2-2} 之间，其时代大致相当于中更新世(图 5)。类似情况尚见于测线 88-4 的测点 10, 34, 35; 87-4 的测点 7 等。

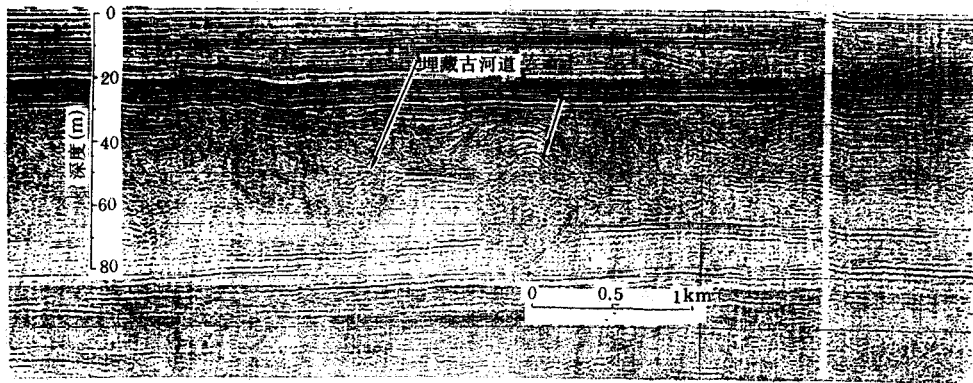


图 5 成山角东部海区海底深层埋藏古河道

Fig. 5 Older and larger buried paleo-channel in lower strata east of the Chengshanjiao cape

四、埋藏古河系的分布

根据埋藏古河道、古湖泊、古三角洲的出现位置、断面特征等，绘出了南黄海西部古河系的分布略图(图 6)。

由于资料的限制，暂时难以详细分辨出它们的形成时代，因此有可能将不同时期的古河道、古湖泊、古三角洲同绘于图 6 中，出现某些不协调现象。但是，由于河道发育有明显的继承性，所以，总体看来，可以认为，本图基本反映了晚更新世以来调查区埋藏古河系的基本概况。即大约在 2.5 万年以前，从北黄海南下的古河流，可能汇集于山东半岛东南岸、东岸，并由此流入古黄海。此外，苏北南半部的琼港附近有南、北两支古河系，北支向东偏北方向，与海州湾内的古河流大致平行流入古黄海，并形成了中部深水区一系列埋藏

古三角洲; 南支则由弥港附近向东南方向流入东海陆架区。弥港附近曾为晚更新世末至全新世初期的古长江口, 因此该区的古河道应属古长江水系。北部的古河道从其地理位置分析, 应属古黄河水系, 从调查区北部的成山角近海的H88-6-1岩芯和海州湾内的 N_{2-1} 和 NH_{2-4} 岩芯样品化学分析资料表明, 它们与现代黄河输入泥沙的成分虽不完全相同, 但非常相似, 皆为 Ca, Sr 含量较高; Fe, Mn, Cu, Cd, Co 等元素含量较低而与长江泥沙有明显的区别, 同时, 其矿物成分中伊利石、高岭石、绿泥石、白云石等的含量普遍高于长江输入的泥沙, 因此证明, 当时, 调查区北部和西部海州湾区都属古黄河流域。

随着冰期的发展, 海平面进一步下降。由于河流发育的继承性, 推测, 古河道可能沿深水槽区内更老的古河谷附近向南延伸, 并且在济洲岛的西南方向流入现冲绳海槽的北部。全新世以来, 随着海平面的振荡性上升作用, 在水深约 50m 等深线附近塑造了新的海岸线, 其时代约为 8—10ka。此间, 海州湾附近的黄河古河道可能向南移至苏北浅滩, 与古长江一起形成了巨大的复合三角洲, 故海州湾内不存在埋藏的古黄河三角洲。

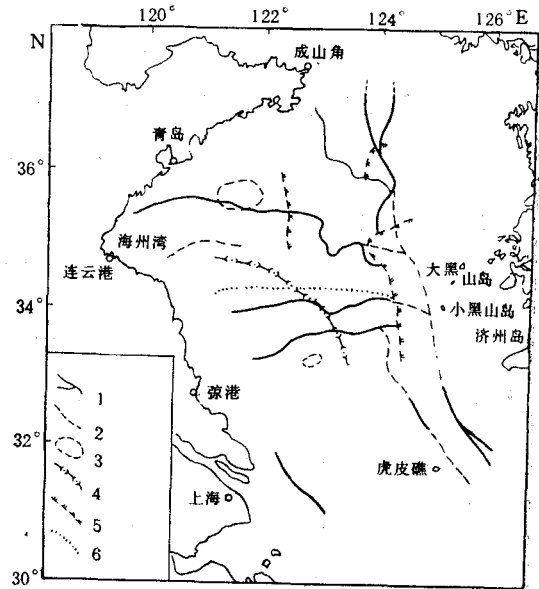


图 6 南黄海晚更新世以来埋藏古水系分布略图

Fig. 6 Schematic map of buried paleo-channel system in South Yellow Sea since Pleistocene
1. 埋藏古河道; 2. 推测的埋藏古河道; 3. 埋藏古湖泊; 4. 老黄河-淮河-长江; 5. 埋藏古海岸线; 6. 古黄河水系与古长江水系界。

五、遗留问题

由于研究海区的限制及缺少足够的钻孔资料, 许多问题仍悬而未决。例如, 古黄河是否曾经穿过渤海海峡进入北黄海折而向南流入南黄海? 古黄河在南黄海的主要流路究竟在哪里? 古黄河流出南黄海以后又流向何方? 在那里有无老三角洲发育等问题, 都需要对渤海、北黄海、南黄海东部、东海北部外陆架及陆坡区, 以及冲绳海槽的北部调查后, 才有可能得到较为可靠的回答。另外古黄河最早于何时流经黄海陆架区? 成山角以东近海区的大型下层埋藏古河道、深水区的埋藏古三角群的隶属关系等问题尚需要足够深的钻孔分析资料论证。

参 考 文 献

- [1] 王振宇, 1982. 南黄海西部残留砂特征及成因的研究. 海洋地质研究 2(3): 63—70.
- [2] 李 凡、董太禄、姜秀珩等, 1990. 莺歌海附近陆架区埋藏古河道及海平面变化. 海洋与湖沼 21(4): 347—356.
- [3] 杨子庚, 1986. 南黄海陆架晚更新世以来的沉积环境. 海洋地质与第四纪地质 5(4): 1—20.
- [4] 徐家声、高 建、谢福缘, 1981. 最末一次冰期的黄海. 中国科学 (B) 5:605—681.

- [5] 秦蕴珊、李 凡、唐宝珏等, 1986. 南黄海埋藏古河系。科学通报 24: 1887—1890。
[6] Emery, K. O., 1969. Geological structures and some water characteristics of the East China Sea and Yellow Sea. *Tech. Bull.* 2: 3—43.

STUDY ON BURIED PALEO-CHANNEL SYSTEM IN THE SOUTH YELLOW SEA*

Li Fan, Yu Jianjun, Jiang Xiuhang, Du Quansheng and Song Huailong

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071*)

ABSTRACT

Investigation of sub-strata profiles shows that there are many buried paleo-channels, paleo-lakes, and paleo-delta which made up integrated paleo-water system in the South Yellow Sea. According to data of chemical and mineral composition of sediments, the northern part belongs to the paleo-Yellow River system and the southern part to the Changjiang River system, and both converged in the center of the South Yellow Sea. They were formed from 2.5 to 0.9×10^4 a B. P. during the end of late pleistocene. Older and larger buried paleo-channel, which might be paleo-Yellow River formed during middle Pleistocene was found in lower strata at the place east to the Chengshanjiao Cape. In addition onlape strata representing paleo coastline system was discovered near the isobath of 50 m corresponding with the relict sediment in the Haizhou Bay. At isobath of about 80 m large buried paleo-delta with complex cross bedding sequences was found in the center part of the South Yellow Sea. It represents another paleo-coastline system during 2.5×10^4 a B. P. during regression period.

* Contribution No. 2004 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.