

苏北琼港辐射沙洲研究的进展和争论*

RECENT RESEARCH AND CONTROVERSY OF THE JIANGGANG RADIAL SAND RIDGE IN NORTHERN JIANGSU PROVINCE

李从先 赵娟

(同济大学海洋地质系 上海 200092)

国际地圈生物圈计划的核心计划之一是海岸带海陆相互作用(LOICZ),“海岸带海陆相互作用”中国工作组已经成立,为参与全球变化的研究,需要选择海陆相互作用明显,影响又大的地区进行研究,以揭示中国海岸带海陆相互作用的基本规律,预测未来海岸环境变化,江苏沿岸的琼港辐射沙洲可能就属于这类典型地区。

琼港辐射沙洲是江苏滨外一种特殊的沉积体系,它以东台市琼港地区为顶点向海辐散,南北长 200km,东

1995 年第 4 期

西宽 100km,面积约 20 000km²,辐射沙洲体系内脊槽相间,沙脊上水深小,有的低潮出露,零米线以上的沙脊面积达 2 200km²。沙槽水深一般为 15~20m,最大愈 40m^①。潮流沿沟槽辐聚辐散,在潮流的作用下沙洲和沙槽经常移动^[3]。这种特殊的沉积体系影响着江苏海岸环

* 国家自然科学基金资助课题。

① 朱大奎、安藏生,1993。江苏岸外辐射状沙洲的形成演变,任美镔教授八十华诞地理论文集,142~147。

境、海岸开发、南黄海的动力环境以及渔业和航运等,因而引起了各方面专家的极大关注,开展了广泛的研究,取得了很大的进展,但仍存在许多问题和争论,其中最突出的是围绕琼港辐射沙洲的成因问题,本文对此作简要的介绍。

1 琼港辐射沙洲的发现和研究的背景

1.1 辐射沙洲的发现

古籍中隋唐时代江苏岸外已有水下沙洲的记载,本世纪初至 50 年代的地图上,琼港滨海域仍被绘成不规则,排列无序的水下暗沙^[2]。1958 年江苏水利厅采用实测与渔民访问相结合的方法,第一次绘出了琼港辐射沙洲的基本轮廓。之后,海军航保部门的实测和卫星遥感都得到了辐射沙洲更加详细的特征,为进一步研究它的成因提供了基础资料。

1.2 大陆架砂体研究的进展

琼港辐射沙洲是在国内外重视大陆架沉积动力学和浅海砂体研究的背景下开展起来的。大陆架沉积的研究大体可分为 3 个阶段,各阶段皆有代表性的概念模式。本世纪 30 年代以前,占统治地位的是 Johnson 的动力模式,即自岸向海随着作用于海底的动力强度减弱,沉积物逐渐变细,直至大陆架边缘水深 200km 处^[20]。30~60 年代 Shepard, Emery 发现,中、外大陆架广泛分布粗粒砂质沉积物,被称为残留砂^[21,22],认为是冰后期海侵过程中产生的。这被称为大陆架沉积的海侵模式。在相当长的时间内海侵模式为指导大陆架研究的重要理论概念。70 年代 Swift 指出,残留沉积在一定条件下仍受到波浪、潮流的改造和搬运^[23],并提出陆架沉积的海侵动力模式。在这一思想指导下,大陆架被分为波控和潮控两类^[24]。大陆架砂体被分为波成和潮成两种,从而推动了浅海砂(岩)体的研究。琼港辐射沙洲属于大陆架潮成砂体。

潮成砂体的研究较迟,1963 年才对世界陆架潮成砂体的特征和分布作了系统描述^[25]。之后大陆架潮成砂体的研究广泛开展,发表了许多重要著作和论文^[26,27]。琼港辐射沙洲与世界其他地区的潮成砂体比较,它的独特之处在于,以海岸浅湾为顶点向海呈辐射状分布,这在国内外已报道的潮成砂体中还找不到第二个实例。再加它的产生、演变和发育趋势对苏北南黄海具有深刻影响,因此具有重要的理论意义和实用价值,自然成为研究的热点。

2 琼港辐射沙洲成因研究的主要进展和争论

2.1 琼港辐射沙洲的成因——两种对立的意见

关于琼港辐射沙洲的成因,存在两种不同的意见。第一种意见是依据辐射沙洲的形态,苏北沿岸潮差和滩地高程的变化,部分地区的测流资料,以及孢粉的组合和扩散,提出辐射沙洲是由长江北上的近岸流及其携带的泥沙与废黄河口南下的近岸流和泥沙相遇于琼港,向海辐散而形成它的物源是长江和黄河的泥沙,并把它作为长江三角洲的伴生沉积体系^①。这种意见认为沿海潮流系统和泥沙运动产生了辐射沙洲体系,即动力造成了地貌形态。另一种意见主张,长江河口沙坝是辐射沙洲形成的初始形态^②。长江泥沙是辐射沙洲的物源^[2,13]。实质上这种意见是原始指状砂体决定了潮流的辐聚和辐散。

应当说,这两种意见都是在资料尚不够充分的情况下提出来的,然而,尔后众多研究辐射沙洲成因的论文大多围绕这两种意见。例如,有的研究者指出,琼港辐射沙洲以南个别地区的测流结果,只指示了流的方向,而不能说明北上的近岸流能否到达琼港地区^{③④}。卫星遥感的研究证明,现今长江入海的泥沙主要向南扩散,不能到达琼港地区。这些研究都指出了前述第一种意见的问题和不足。

A. 海洋水文研究的进展

80 年代初 47 个站的准同步水文观测揭示了琼港辐射沙洲潮流分布的格局,泥沙的进出状况。特别值得提出的是,琼港辐射沙洲以南的沿岸流,1980 年夏季的观测表明,流幅宽达 10n mile 的近岸流向北可达长沙镇,然而顺时针方向折而向海 1980~1981 年的冬季该近岸流向北直达琼港,并与苏北北部来的近岸流相遇。自长江口地区北上的这股流称为“长江北支流”^{⑤⑥}。

应当指出虽然准同步水文观测得到琼港辐射沙洲地区潮流辐聚辐散更加清晰的轮廓,积累了丰富的资料,对潮流场和辐射沙洲作了更接近实际的描述。然而,究竟是潮流产生了辐射沙洲,还是辐射状沙洲决定了潮流的分布格局,仍然是一个悬而未决的问题。

- ① 同济大学三角洲科研组,1978。全新世长江三角洲的沉积过程和砂体特征。
- ② 何浩明,1979。江苏海岸地貌与琼港辐射沙洲。
- ③ 林锡藩,陶义忠,1981。江苏海岸带临近海域的初步分析(II)——南部辐射状沙洲水域 1980 年夏季海流状况,江苏海岸带调查文集。
- ④ 林锡藩,陶义忠,1981。江苏海岸带临近海域的初步分析(III)——南部辐射状沙洲水域 1980 年海冬季海流状况,江苏海岸带调查文集第二集。

B. 地质资料的多解性

80年代初的调查工作积累了丰富的沉积学、古生物学及其他方面的资料,对辐射沙洲的认识大大深入^①。但这些材料对解决辐射沙洲的成因问题尚嫌不足,主要表现出资料的多解性。以沉积物的粒度分析结果为例,根据海岸沉积的基本原则,沉积物较粗之处通常为物源区,由此泥沙沿岸运动,逐渐变细。港辐射沙洲地区沉积物最粗,向南向北变细,它似乎必为物源区。本区能够提供物质的主要是河流,本区最大的河流是长江,沉积物的粒度成了长江曾在此入海的有力证据之一。这未必是唯一的解释。事实上,对于细砂以上的沉积物,上述海岸沉积原则是适用的,然而对于以悬浮搬运为主的细砂、粉砂、粘土的混合物,它未必适用,因为细颗粒物在悬移中可以被带到岸边和深水区,致使在搬运中逐渐粗化,远离物源的高能环境处则可能最粗。杭州湾是一个很好的实例,由长江带入的沉积物在口门较细,为粉砂质粘土或粘土质粉砂,而在尖山以上的涌潮区则为分选较好的粉细砂^[5,6]。琼港辐射沙洲地区是否可用同样的过程和机制来解释沉积物的粗化。由此,琼港辐射沙洲沉积物的变粗不一定是物源区的证据,也可代表泥沙沿岸运移的终点。

有孔虫等微体生物化石可以作为地质资料多解性的第二个实例。琼港辐射沙洲地区有孔虫等微体生物化石十分丰富,特别是近岸潮滩地区,每50g干样中可达数千枚,而且个体小,壳体磨损^②。微体生物化石的这些特点,通常是河口环境所特有^[7]。由此推论琼港地区曾经为河口。这似乎可以成为上述第二种意见的证据之一。应当说,关于河口有孔虫特征、组合和分布的研究证明,河口地区不是有孔虫等微体生物的生态环境,而是它们动力环境,即有孔虫的组合和分布受制于动力环境的变化^[7]。辐射沙洲间的沙槽向岸变窄,形似河口湾,其中潮流的变化类似河口湾,因此,有孔虫在类似的动力环境中具有相似的特征、组合和分布,也就不足为奇了。现今无大河在琼港地区入海,然而潮滩沉积中微体化石仍然具有上述特征,可见现今琼港微体化石的特点,可以从不同的角度进行解释。

C. 潮汐数值模拟

80年代中、后期采用潮汐数值模拟的方法,对琼港辐射沙洲的成因取得了突破性的进展。模拟时,原始海底地形取10×10km方格网的平均水深,从而消除了辐射沙洲地形的影响。模拟的结果显示,东海的前进潮波与北部海域旋转潮波在琼港地区辐合,产生了辐聚辐散的潮流场。进而得出结论,辐聚辐散的潮流产生了琼港辐射沙洲^[8,9],张东升(1993,个人通讯)采用类似的方法,

取得了相似的结果,可见这一过程是可重复的,结论是可靠的。

2.2 辐射沙洲产生的时代

关于港辐射沙洲产生的时代,众说纷纭,分歧更大。主张形成于晚更新世末期至全新世晚期各个时期的研究者都有^[10~16,28]。钻探表明,琼港地区存在晚更新世末期的硬粘土层,它与辐射沙洲的组成物质完全不同^[29,30]。该硬土层具古土壤特征,系古土壤层^[19]。硬土层分布普遍,因此晚更新世末期琼港地区既不可能形成辐射沙洲,长江古河谷也不可能从此通过。硬粘土层之上为滨海相泥质沉积,其中夹泥碳层和贝壳层C¹⁴测年为10 000~12 000a,滨海沉积的特征说明,此时不具备辐射沙洲形成的条件。

冰后期最大海侵时,长江形成以镇江、扬州为顶点的巨大河口湾,苏北海岸线在海安、东台、灌云一线。潮汐潮流的模拟表明,最大海侵时,长江河口湾成为独立的动力体系,与外海相隔(张东升,1993,个人通讯)可能使泥沙主要封闭在湾内,用以建设三角洲砂体。长江能够供给琼港辐射沙洲泥沙的时间当在7 500a以后。

苏北琼港辐射沙洲地区60多个钻孔的综合分析表明,辐射沙洲陆上延续部分以东台市台东地区为顶点,以北为黄河三角洲的影响区,以南为长江三角洲,以西为全新世湖沼沉积区。湖沼沉积区沉积层薄,3~12m,以泥质沉积为主,夹薄层泥炭,硬粘土层分布普遍,埋深较浅。辐射沙洲陆上延续部分位于最大海侵线以东,最大海侵线的时代约为7 000~5 000a前^[1]。辐射沙洲形成的年代当在此之后,即可能在全新世的中、晚期。

3 未来的研究与争论解决的途径

琼港辐射沙洲成因的研究包括产生的主导因素、形成机理、演变过程,只有正确地理解这些问题才能建立起符合实际的概念模型,作出模拟和发展趋势的预测。这样的海岸带环境预测才是科学的,可靠的。基于上述分析,要探索琼港辐射沙洲的成因至少需要作以下工作。

(1) 在长江可能于琼港入海的地区作浅层地震,寻找长江古河谷,结合钻探和钻孔的岩芯分析,确定是否存在古河谷,并研究古河谷的位置、形态等。只有如此才能肯定或者否定琼港地区曾为长江主要入海口的可能性。因此,古河谷存在与否成了琼港辐射沙洲成因研究

① 刘振夏,黄易畅等,1987.江苏潮流脊。

② 朱晓东,1987.长江三角洲第四纪有孔虫化石群的形成与应用,同济大学硕士论文。

的重要组成部分。

(2) 鉴于常规的沉积学和古生物学方法取得的结果是多解的,需要探索新的方法,以解决辐射沙洲的物源问题。这是探讨琼港辐射沙洲形成和演变的关键之一。

(3) 在初步摸清琼港辐射沙洲的前提下,进行模拟,再现辐射沙洲形成和演变的过程,根据对现有沿岸各种因素的特征,预测发展趋势。

参考文献

- [1] 任美镔(主编),1986。江苏省海岸带和海涂资源综合调查。海洋出版社,117~134。
- [2] 张忍顺、陈才俊,1992。江苏岸外沙洲演变与条子泥并陆前景研究。海洋出版社,8~24。
- [3] 李从先,王靖泰,李萍,1979。同济大学学报 3:1~14。
- [4] 傅命佐、朱大奎,1986。南京大学学报 22(3):536~544。
- [5] 钱宁、戴泽衡、李光,1964。地理学报 30(2):124~138。
- [6] 陈吉余等,1964。钱塘江河口沙坝的形成及其历史演变,地理学报 30(2):139~154。
- [7] 汪品先、闵秋宝、卞云华、华录,1980。我国若干河口的有孔虫、介形虫埋葬特征及其地质意义,海洋微体古生物论文集。海洋出版社,101~111。
- [8] 黄易畅、王文清,1987。海洋学报 9(2)。
- [9] 沈育疆、黄岱岩、钱成春,1993。试释黄海半日潮波系统,海洋学报 15(6):16~24。
- [10] 赵松龄,1991。海洋地质与第四纪地质 11(3):105~112。
- [11] 周长振、孙家淞,1981。海洋地质研究 1(1):83~91。
- [12] 杨长恕,1985。海洋地质与第四纪地质 5(3):35~44。
- [13] 朱永其、曾成开、金长茂,1984。东海陆架地貌的初步研究,东海研究文集。海洋出版社,82~93。
- [14] 李成治、李本川,1981。海洋与湖沼 12(4):321~331。
- [15] 李成治、李本川,1984。海洋科学集刊 21:269~279。
- [16] 杨子庚,1985。海洋地质与第四纪地质 5(4):1~19。
- [17] 陈报章、李从先、业治铮,1991。海洋地质与第四纪地质 11(2):37~46。
- [18] 陈报章、李从先、业治铮,1994。南黄海南部陆架全新世沉积研究 12(2):63~71。
- [19] 李从先、李萍、孙和平等,1994。土壤地质。地质出版社,75~79。
- [20] Stanley D. J., Swift D. J. P., 1976. Marine Sediment Transport and Environmental Management, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Tokyo, 311-350。
- [21] Shepard, F. P., 1963. Geol. Soc. Am. Bull. 43: 1 017-1 034。
- [22] Emery, K. O., 1968. AAPG, 52: 446-464。
- [23] Swift D. J. P., 1972. Holocene Evolution of the Shelf Surface, Central and Southern Atlantic Coast of North America in Swift D. J. P., D. B Duane & O. H Pilkey, eds in Shelf sediment transport; Dowden, Hutchinson Ross 499-574。
- [24] Reading, H. G., 1978. Sedimentary Environments and Facies, Elsevier, New York, 207-258。
- [25] Off, T., 1963. AAPG, 47(2):324-341。
- [26] Stride A. H., 1982. Offshore Tidal Sands; Processes and Deposits Chapman & Hall, London New York。
- [27] De Boer, P. L., Van Gelder & Nio S. D., 1988. Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies, Dordrecht Boston Tokyo, 23-38。
- [28] Wang Zhenyu, et al., 1983. On Submarine Sediments and Depositional Process of West Part of South Huanghai Sea, Proceedings of International Symposium on Sedimentation on the Continental Shelf with Special Reference to The East China Sea, China Ocean Press, 641-623。