

大洋钻探与中国边缘海沉积地质学*

石学法

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 边缘海沉积地质学研究在大洋钻探计划中占据着重要地位,也是我国的优势所在,应该成为我国 ODP 近期工作的主要内容。本文讨论了与 ODP 有关的几个中国边缘海沉积地质学问题:古黑潮的演变与陆海相互作用,长江、黄河入海时间及其对海洋沉积作用的影响,冲绳海槽的沉积相和沉积体系,古季风与海平面变化,这些问题的深入研究与解决将会为实现 ODP 的学术目标、为全球变化研究做出重要贡献。

关键词 大洋钻探,边缘海,沉积地质学,全球变化

1 引言

1968~1983 年实施的“深海钻探计划”(DSDP)和 1985 年继之实施的“大洋钻探计划”(ODP)极大地促进了海洋固体地球科学的发展,使地球科学发生了革命性的变化。可以预料,中国加入 ODP 组织,将给我国的海洋固体地球科学乃至大陆固体地球科学的发展提供一个契机。中国在制定自己的 ODP 科学计划时,一方面无疑地必须与国际接轨,以 ODP 的科学目标为指导,尽可能广泛地参与大洋固体地球科学多个领域、多个地区的研究,提高我国的整体科学研究水平;另一方面也要发挥我国的自然优势并考虑我国的实际利益,通过大洋钻探来深化研究、解决与我国密切相关的科学问题。

与 DSDP 相比,ODP 具有更为深刻、远大的目标——探测研究地球系统。洋底有新生的地壳、有正在发生的火山和热液活动,是直接观察地幔与地壳相互作用的场所;洋底又有记录水圈、大气圈、生物圈相互作用历史的连续沉积层,因而大洋钻探是探讨地球系统演化的最佳途径。1987 年,“科学大洋钻探第二届会议”(COSOD II)^[7]指出 ODP 有 5 个学术目标:(1)全球气候与环境演变;(2)幔壳相互作用;(3)地壳流体循环和全球地球化学平衡;(4)岩石圈的应力与形变;(5)生物圈的演化过程。1990 年在美国发表了大洋钻探 1990~2002 年长期规划,进一步把 ODP 的科学目标归纳为两大方面:(1)地壳与上地幔的成分、结构与动态;(2)大洋与气候变化的原因与效应——地球环境,水圈、冰圈、气圈和生物圈的演化^[8]。可以看出,海洋沉积地质学在 ODP 中所起的作用是至关重要的,它通过对海底沉积物的研究来解决气候、环境和生物圈的演化问题。

中国临近西太平洋,发育有独特的边缘海。选择边缘海沉积地质学为中国 ODP 近期工作的主要内容是非常合适的。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2900 号。

本文在写作过程中蒙李从先教授和喻普之研究员提供参考资料,谨致谢忱。

收稿日期:1996 年 3 月 12 日

2 与 ODP 有关的几个中国边缘海沉积地质学问题

边缘海的形成与青藏高原的隆升是亚洲新生代地质发展史上的重大事件,它们构成了地球上—对独特的构造格局,既改变了中国的自然景观与资源配置,也改变了人类赖以生存的自然环境。中国边缘海的地质过程与青藏高原的研究一样,是地球系统、全球变化研究中的重要一环^①。

目前业已认识到,边缘海是岩石圈变形、沉积物堆积、化学成分特殊的岩浆作用与成矿作用的集中地区,其沉积物可以提供众多的全球地质演变的信息,包括过去的全球变化、全球海平面变化、表层水与底层水温度历史变化、海流路径与能量变迁等等。近 20a 来几个重大国际地球科学合作计划,如国际岩石圈计划(ILP),地学大断面(GTT),国际地质对比计划(IGCP),当然也有 DSDP 和 ODP 都把边缘海的地质作用作为其重要的工作内容。ODP 自 1985 年开始实施的 10a 内,就有 3a 13 个航次在西太平洋边缘海从事调查研究工作。但研究程度还远远不够,今后尚须进一步加强研究,特别是有关中国边缘海的研究还相当薄弱。

中国边缘海包括东海(冲绳海槽)和南海,界于东亚大陆与太平洋、印度洋之间,是西太平洋边缘海系列中的主要边缘海,组成了中国东南大陆边缘的海域部分。它既是中国大陆岩石圈与海洋岩石圈相互交接变换地带,又是中国大陆环境与海洋相互交接转换地带。中国大陆是通过半深水与半封闭的边缘海和大洋发生相互作用的,不同于欧美大陆通过陆架直接与深水大洋发生相互作用。因此,海陆相互作用更多的是发生在半深水、半封闭的边缘海中。要解决上述一系列问题,必须借助于 ODP。

就东海(冲绳海槽)而言,通过 ODP 要解决的沉积地质学问题有古黑潮演变和黄河、长江入海问题;对南海而言,有赖于 ODP 解决的古气候古环境方面的重要学术问题是古季风和青藏高原隆起问题。现将各问题阐述如下:

2.1 古黑潮的演变与陆海相互作用

对东亚大陆气候与环境有重大影响的黑潮,是一条发生在西太平洋与边缘海之间的边界流。它从东海南部进入冲绳海槽,沿其北上。海陆相互作用首先发生在冲绳海槽,然后才影响到陆架。如此看来,对陆架浅水-半深水、边缘海-深水大洋的完整研究,才有可能了解海陆相互作用的全部内容。

古黑潮的发生演变历史,冰期、间冰期黑潮的空间变迁与强弱变化,黑潮发生偏移的次数等问题,只有通过深钻才能解决。

2.2 长江、黄河入海时间及其对冲绳海槽的影响

在冲绳海槽实施 ODP 计划的首要学术目标之一应该是探索长江、黄河物质对冲绳海槽的影响。为达到此目标,要解决的问题是:(1)长江、黄河最早注入海槽的时间;(2)黄河、长江物质在地质历史(冰期、间冰期)时期对海槽影响强度的变化。

50 年代末曾有学者提出长江成为完整河系的时间在第四纪初^[1],80 年代对长江三角洲的研究发现,该区在更新世早、中期沉积物属河流相,其中河床砾石粒径甚大,系近源河流沉积^[2],当时在该区尚未出现真正的长江,因而长江入海的时间不早于更新世中期,最早注入海槽的时期也不会早于更新世中期。

据中国黄土高原水系沉积物——古土壤系列模式和侵蚀旋回阶段的研究,在 1.64~

^① 喻普之,1995。边缘海的地质过程及动力学。

1. 45 MaB. P. 时段为现代黄河水系诞生与基本成型的阶段^[3], 据此推断黄河入海的时间不早于该时期。

因此长江黄河形成完整河系的时间都在第四纪, 到达冲绳海槽的时间也在第四纪, 因而在冲绳海槽实施深钻钻透第四系时, 会遇到长江黄河携带的陆源物质初次到达海槽时所形成的沉积物。近年来也有学者认为, 黄河、长江入海仅仅发生在全新世。

长江、黄河物质形成完整河系东流入海与青藏高原的快速隆升有关。冲绳海槽中初次出现长江、黄河物质代表着青藏高原隆升的效应已经到达冲绳海槽, 同时说明东亚地形完成了由东高西低到西高东低的转化, 这是东亚大陆影响西太平洋沉积作用最重要的事件。

2.3 冲绳海槽的沉积相和沉积体系

冲绳海槽的巨厚沉积物以陆源物质占主导地位, 现在一般认为这些物质除黄河、长江物质直接注入海槽外, 主要是从邻近东海陆架搬运而来。我们推测搬运方式主要有两种: (1) 通过浊流、牵引流和滑坡沿海底峡谷搬运; (2) 盆地西坡的块体运动。在海槽西坡上可能埋藏着巨大的海底峡谷和海底扇沉积。在第四纪初期和第四纪以前, 长江、黄河尚未形成完整水系入海之时, 这种海底峡谷应该更为发育。从现有资料看, 晚更新世以来陆架物质向海槽的输运曾发生过很大变化, 冲绳海槽的沉积速率无论在空间上还是时间上都是不均匀的。现有的模式难以解释各种环境变量在不同深度上的重要作用以及风暴、浊流、滑坡的复合沉积楔的沉积相结构, 需要开展沉积体系的研究。借助于深钻资料并结合地球物理资料才能解决沉积物输运过程和沉积相的演化问题。

2.4 古季风研究

南海位于东亚季风和西南季风的交汇区, 是研究古季风的理想场所。海区中风成沉积物的丰度和分布规律提供了大范围季风活动记录, 将该海区长岩芯沉积物序列与黄土记录对比将为探讨边缘海区及东亚大陆的古大气环流场变化提供高质量信息, 利用南海海区沉积物保留的古海洋温度场信息、底层水与表层水流动方式演变信息与大气环流场进行对应分析将成为古季风和古海洋研究的重要突破点; 同时将为解决东亚季风与西南季风的演化规律和动力机制提供确切的证据。

冲绳海槽的风成沉积物中也记录了古季风的演变信息。

2.5 南海沉积作用对青藏高原隆起的响应

青藏高原的隆升是新生代晚期全球重大的地质事件之一, 在其影响之下, 大气环流、海洋沉积、海水化学成分以至大气成分都发生了相应的变化。ODP 和 DSDP 揭示出, 作为对这一事件的直接响应, 印度洋发育了两大深海沉积扇(孟加拉扇与印度河扇)^[6,9]。南海北部陆架的莺歌海盆地中巨厚的海相沉积(仅第四纪厚度就达 2 000m)系来自红河三角洲, 也应是青藏高原隆升的结果^[4,5]。南海沉积物及珊瑚礁沉积中同位素组成的变化对此也应有较明显的反映。青藏高原隆升又可能是全球新生代变冷和东亚季风兴起的原因, 前已述及, 南海有很好的古季风沉积记录, 如能在南海进行大洋钻探并与青藏高原的研究结合起来, 可望为揭示晚新生代以来全球环境气候演变的机理做出突破性的贡献。

2.6 海平面变化

近年来根据海平面波动旋回产生的沉积学特征进行地层划分、对比和解释地质记录发展起来了层序地层学方法, 这种方法有可能成为全球沉积和地层对比极为有效的工具。至今大陆边缘包括边缘海的海面变动研究是一项备受重视且争议甚多的课题。东海(冲绳海槽)和南海是研究海平面变化的有利地区, 特别是南海发育珊瑚礁, 为海平面变化的全球对比研究提供了不可多得的信息。

中国参加 ODP, 在重视边缘海沉积地质学研究的同时, 应该而且必须重视大洋沉积地质学的

研究。应当承认,目前我国在大洋固体地球科学包括大洋沉积地质学方面的研究是相当落后的,不改变这种现状,我国的海洋固体地球科学就难于有长足的发展。今后在构造沉积学、碳酸盐沉积学、事件沉积学以及成岩作用等学科前沿领域应该开展深入的研究,关于这些问题我们在此就不一一详述了。

参考文献

- [1] 任美镔,1959.地理学报 25(3):46~55.
- [2] 吴标云、李从先(主编),1987.长江三角洲第四纪地质.海洋出版社.
- [3] 朱照宇、丁仲礼,1994.中国黄土高原第四纪古气候与新构造演化.地质出版社,47~86.
- [4] 汪品先、夏伦煜、王律江等,1991.地质学报 65(2):176~187.
- [5] 汪品先,1995.地球科学进展 10(3):254~257.
- [6] Cochran J. R. ,1990. *Proc ODP Scientific Results* 116:397-414.
- [7] European Science Foundation,Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling,1987. Report of the Second Conference on Scientific Ocean Drilling,Strasbourg,France,3-5.
- [8] Joint Oceanographic Institutions Inc. , 1990. *Ocean Drilling Program (Long Range Plan 1989-2002)*. Washington,119
- [9] Weser O. E. , 1974. *DSDP Initial Reports* 23:503-523.

OCEAN DRILLING AND SEDIMENTARY GEOLOGY OF CHINA MARGINAL SEAS

Shi Xuefa

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071*)

Received: Mar. 12, 1996

Key Words: Ocean Drilling Program, Marginal Seas, Sedimentary geology, Global changes

Abstract

The sedimentary geology of marginal seas occupies an important position in the Ocean Drilling Program (ODP), it is a superior field of our country and thus should become the major parts of our recent ODP researches. This paper discusses several problems of sedimentary geology of marginal seas related with ODP as follows: The evolution of palaeocurrent and the interplay of sea and land; the time that the Yangtze River and the Yellow River flowed into sea and its effect on marine sedimentary processes; the sedimentary facies and the sedimentary system of the Okinawa Trough; the palaeomonsoon and sealevel changes. The deep research and resolution of these problems will make great contributions to the realization of ODP objects and the study of global changes.