

大洋钻探与冲绳海槽地质

林振宏 吕亚男 高学敏

(青岛海洋大学海洋地球科学学院 266003)

提要 本文简要回顾大洋钻探计划实施十余年来所取得的成果,评述了西太平洋边缘海盆的研究概况,提出东海大陆边缘的重大地质问题是陆缘的构造演化历史和动力学过程、弧后扩张中心的热液成矿作用以及海洋沉积层序记录的古气候和古海洋环境变化,指出矿物-地球化学在大洋钻探研究中的重要性。

关键词 冲绳海槽,大洋钻探,矿物地球化学

深海钻探(DSDP)和大洋钻探(ODP)是一项全球性涉及固体地球科学各个领域的庞大科学工程,它将对地球科学产生深远的影响。中国参加国际大洋钻探计划,将为全球地学研究做出积极贡献,并进一步推动我国地球科学事业的发展。

1 大洋钻探计划 10a

地球的表面有大约 2/3 是水深超过 4km 的深海区。没有大洋底沉积物和岩石的研究,解决地球科学中的重大理论问题是难以想象的。

继深海钻探计划(DSDP)之后,1985 年开始由深海钻探船“乔迪斯·决心号”(JOIDES Resolution)实施的大洋钻探计划已在世界大洋区进行了 58 个航次。在 356 个钻位钻井 800 多口,共采取深海岩芯样品近 200km(图 1)。在大洋地壳结构、地磁场变化、古气候和古海洋环境(海平面、洋流、上升流)和大陆边缘构造演化研究方面取得了举世瞩目的成果。从深海岩芯中获取的岩石、沉积物和地球化学信息为解决地球科学的重大基础理论问题,诸如地幔与地壳的相互作用、海洋的发育模式、岩石圈的应力形变、地壳中的流体循环以及全球环境变化和全球地球化学平衡等提供了新的资料。人们正越来越深刻地认识到大洋钻探计划对人类赖以生存的地球环境保护和自然资源的开发利用所具有的重大科学意义和经济效益。

表 1 西太平洋边缘海盆大洋钻探工作

Tab. 1 ODP of the Marginal Basin of the West Pacific

| 航次 | 海盆 | 钻位 | 钻井数 | 回采岩芯 (m) |
|---------|------|----|-----|-------------|
| 124 | 苏禄海盆 | 5 | 13 | 2 122 |
| 127-128 | 日本海盆 | 7 | 19 | 3 023 |
| 135 | 劳海盆 | 8 | 18 | 1 249 |
| 合计 | | 20 | 50 | 6 574 |

2 西太平洋边缘海盆

大陆边缘是大陆和大洋之间的过渡区,也是海陆、内外动力相互作用的复杂地带。边缘海盆既是大陆边缘的主要沉积场所,第四纪沉积层可逾 1 000m,又受构造活动、岩浆活动的影

收稿日期:1996 年 3 月 12 日

1996 年第 3 期

51

响,一般热流值较高,地震多为深源地震、浅源地震少。大陆边缘构造演化历史是大洋钻探计划的重要目标之一。位于西太平洋板块聚敛边缘的边缘海盆,如阿留申海盆、鄂霍茨克海盆、日本海盆、冲绳海槽、马里亚纳海槽、西菲律宾海盆、斐济海盆和劳海盆等(图 2),其地壳构造近似于大洋底,多数具有高的热流值并伴火山和热液活动。大洋钻探 124、127、128 和 135 航次曾在日本海、苏禄海和劳海盆钻井取得岩芯约 6km(表 1),对海盆的地壳形变过程、火山弧边缘海盆的发育演化、海底热液成矿作用以及古气候和古海洋学的沉积记录做过研究。但从钻位和钻井数量看,仍是大洋钻探的薄弱研究区,研究的深度和广度有待深入。

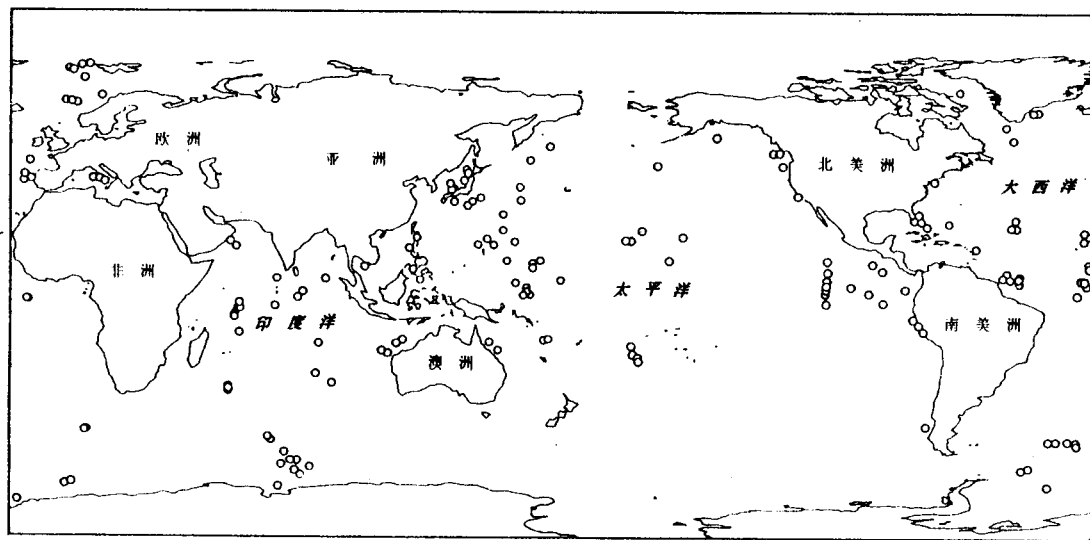


图 1 大洋钻探位置
Fig. 1 The sites of Ocean Drilling Program

3 冲绳海槽地质

冲绳海作为一个至今仍在扩张中的弧后盆地,与西太平洋其他边缘海盆有不同之处:陆壳厚度不大,但尚未形成典型的洋壳。岩浆活动以中酸性岩浆占主导地位,基性玄武岩仅有局部性分布^[1]。裂谷带热液活动较强,地热流特高和深地震频繁等特点^[2]。该区虽进行过多次海洋地质和地球物理调查,但多以近表层为主,对深部地壳结构、岩浆演化规律和沉积层记录的古气候和古海洋环境变化缺乏深入了解。通过大洋钻探可以解决东海大陆边缘的构造发育演化历史和动力学过程、弧后盆地扩张中心的热液成矿作用、古海洋环境和邻近大陆区的古气候演变等重大地学问题。

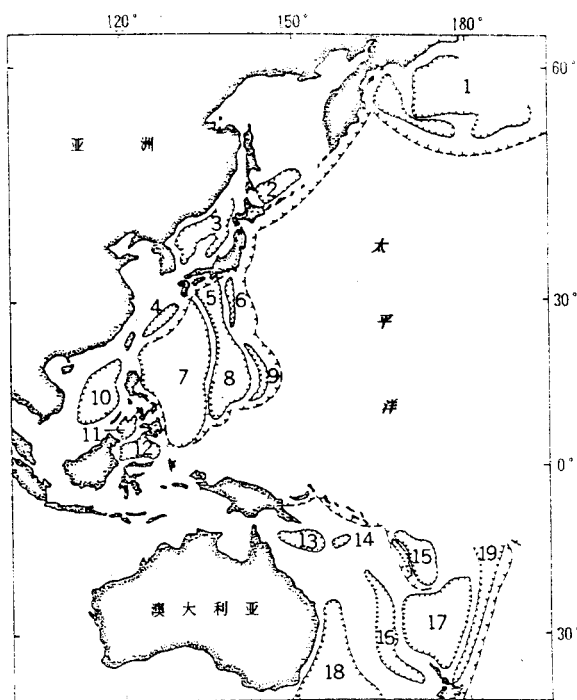


图2 西太平洋边缘海盆

Fig. 2 The Marginal Basin of the West Pacific (D. E. Kang, 1971)

- | | | |
|----------|------------|--------------|
| 1. 阿留申海盆 | 7. 西菲律宾海盆 | 13. 珊瑚海盆 |
| 2. 千岛海盆 | 8. 帕里塞维拉海盆 | 14. 新赫布里底海盆 |
| 3. 日本海盆 | 9. 马里亚纳海槽 | 15. 斐济海盆 |
| 4. 冲绳海槽 | 10. 南海海盆 | 16. 新喀里的尼亚海盆 |
| 5. 四国海盆 | 11. 苏禄海盆 | 17. 南斐济海盆 |
| 6. 小笠原海盆 | 12. 苏拉威西海盆 | 18. 塔斯曼海盆 |
| | | 19. 劳·哈佛海槽 |

程,对了解东海大陆边缘的动力学过程和构造演化以及寻找今、古海底热液矿床具有理论和经济意义。

冲绳海槽是东海的深水盆地,具有浅水区向大洋区过渡的半远洋沉积特征。由于大陆输入物质丰富,沉积速率很高。地质历史上青藏高原的隆起上升过程,可能对低纬度区印度洋季风产生影响,改变中国大陸的环境和气候,控制着植被生长,河川发育和大陆物质向西北太平洋的输送。一般来说,细粒物质以风尘和流水的形式搬向大洋,粗粒级碎屑则主要通过河流、水下重力流或冰川形式搬运。中国大陆物质的输入对西北太平洋沉积作用和地球化学平衡有重要影响,有人根据西太平洋沉积与中国黄土的 Sr 同位素资料的对比,提供了沉积物来源的证据。海洋沉积层序记录了相邻大陆的古气候^[13]和古海洋变化以及不同时间尺度的事件沉积信息。大洋钻探计划 145 航次断面钻探在北太平洋高纬度区获得了新生代精细的海洋学和气候变化记录^[9],确认了早渐新世时期的冰碛舌沉积,始新世时期沉积物向下坡搬运、滑移和火山事件,26ka 以来物源主要来自西伯利亚和阿拉斯加;根据蛋白石通量推定中中新世的碳酸盐补偿深度(CCD)为 1.5km。此外,西菲律宾海的风尘沉积^[4],劳-汤加弧前盆地的晚中生代块体流沉积^[6]和威德尔海中始新世-晚渐新世的古海洋与古

东海盆地从燕山运动(K₁)以后开始发育,至第三纪早期形成裂谷,渐新世~中新世继续断陷,中新世晚期受菲律宾板块的运动的影响地壳破裂,产生裂谷,形成海槽^[3]。东海盆地沉积物巨厚,中-新生代沉积厚逾万米,并含有丰富的有机质,是重要的海洋油气盆地。冲绳海槽的发育演化是东海陆缘构造演化的组成部分,对东海盆地沉积物的有机质转化、油气生成、运移和聚集有重要影响,在勘探开发海洋油气资源中具有指导意义。

海底热液成矿作用是当代海洋地质研究的热点之一。洋中脊区的大洋钻探,主要是在东太平洋海隆和大西洋中脊取得了大量有关洋壳结构、岩浆活动、热液循环以及岩矿、地球化学方面的资料,发现一批块状硫化物矿床,并初步建立了成矿过程模式。聚敛板块边缘盆地扩张中心的热液硫化物成矿作用是从 80 年代初开始注意的,目前还了解得不多。西太平洋的冲绳海槽、马里亚纳海槽、劳海盆和斐济海盆都已相继发现高品位的“黑烟囱”硫化物,就其产状、地质构造环境、成矿物质来源和形成方式以及矿床类型都与洋中脊块状硫化物和红海型的多金属泥并不相同。研究弧后扩张中心的热液成矿过程

气候演化都是通过海洋沉积层序的精细分析得到的^[8]。

4 大洋钻探的矿物-地球化学研究

海洋沉积层序中成因矿物、某些敏感性元素和同位素变化记录了沉积形成时期气候和海洋环境演变的信息,是判别沉积物来源和搬运沉积形式,识别事件沉积的重要依据。例如可以根据长石成分定量分析、石英的阴极发光性、磁铁矿的含钛量和辉石矿物中的微量元素,判明矿物的成因和物质来源。粘土矿物成因与其生成条件有密切关系。根据其矿物组合、成分和结构特征可以判别风尘物、大陆粘土和海底火山灰蚀变物,提供古气候和古海洋环境信息。

沉积物的痕量和稀土元素是环境变化的敏感性指示剂,REE、Mn 含量和 Ce 异常在沉积旋回和深海沉积物的成因研究中已经应用^[12]。根据氧化还原的敏感元素,总有机 C、全 N、Mn、Sb、U、As 以及总有机 C-全 S 和全 S- $\delta^{34}\text{S}$ 的垂向变化可以研究古海洋的氧化还原、生物生产力和成岩变化过程及其与冰期气候和海平面变化的关系^[10]。Ulrich 根据火山沉积物的 Ba/Zr 比值变化判明了劳海盆火山作用从早上新世到更新世的成分演化和喷溢类型^[11]。

Hodkinson R. A. 等^[7]在研究劳海盆的热液成矿作用中,应用热液氧化物相因子(Fe、Mn、Co、Ni、Zn、Pb、V 和 P)计算了热液输入的时间变化,确定在 32ka 达到最高峰,并据此推论了扩张速率的变化。

关于同位素的研究和应用方面,O、C、S 同位素比较成熟,在判断气候、海水温度、生物生产力和成因上已广泛应用。Sr-Nd 同位素主要用于热液成矿作用,岩浆演化和深海浊流的研究。

通过有机质来源的分子化合物研究气候和海水温度变化的分子地层学正在兴起。

近年来 Si 同位素的应用正在引起重视^[5]并已在月岩和矿床成因研究中开始应用。粘土矿物、硅质岩和岩石、矿物的硅同位素组成特征可以判断其形成环境条件,追踪火成岩的形成演化历史。

通过矿物-地球化学综合研究,建立中、小尺度(0.1~1ka 级)事件沉积的识别标志是古气候、古海洋环境变化研究的一种有效途径,在大洋钻探岩芯研究中占有重要地位。

参考文献

- [1] 翟世奎等,1994。海洋学报 16(3):61~73。
- [2] 喻普之、李乃胜,1992。东海地壳热流。海洋出版社,101~115。
- [3] 秦蕴珊等,1987。东海地质。科学出版社,269~270。
- [4] 石学法、陈丽蓉,1995。海洋地质与第四纪地质 15(2):61~72。
- [5] 丁梯平等,1994。硅同位素地球化学。17~49,64。
- [6] Beidulv B., 1994. *ODP. Scientific Result* 135:87-100.
- [7] Hodkinson, R. A. et al., 1994. *ODP. Scientific Result* 135:75-86.
- [8] L. Diester-Haass, et al., 1993. *Mar. Geol.* 114:233-250.
- [9] Rabinowitz, P. D. et al., 1993. *OTC* 7082.
- [10] Toshiyuki Masuzawa, et al., 1992. *ODP. Scientific Result* 127/128Pt. (1):705-716.
- [11] Ulrich Bednarz, et al., 1994. *ODP. Scientific Result* 135:51-74.
- [12] Yoshitaka Minai, et al., 1992. *ODP. Scientific Result*, 127/128, Pt. (1):713-732.
- [13] Zhao Yiyang, 1993. *Chem. Geol.* 107:267-269.

OCEAN DRILLING PROGRAM AND GEOLOGY OF OKANAWA TROUGH

Lin Zhenhong, Lü Yanan and Gao Xuemin

(College of Marine Geoscience, Ocean University of Qingdao, 266003)

Received: Mar. 12, 1996

Key Words: Ocean Drilling Program(ODP), Okanaawa Trough, Mineral-Geochemistry

Abstract

Ocean Drilling Scientific Results in the past ten years are briefly introduced and the studies of the marginal basins of the West Pacific are reviewed. It is considered that the principle problems of the continental margin in the East China Sea are tectonic evolution and dynamic process of the continental margin, hydrothermal mineralization in the spreading center of the backarc basin and changes of paleoceanograph and paleoclimate recorded in the marine sedimentary sequence. And mineral-geochemistry plays an important role in the study of the Ocean Drilling Core.