

日本岛弧的滚卷趋势与亚洲大陆边缘的蠕散*

李永植

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

亚洲东部与东南部边缘海沟-岛弧-弧后盆地系统是以大陆型地壳向大洋型地壳转化为主要趋势的一类过渡型地壳区。这一转化过程是由于大陆岩石圈向大洋岩石圈的仰冲及蠕散运动完成的。大洋岩石圈向大陆岩石圈下面的俯冲晚于大陆向大洋的仰冲, 这种俯冲对沟弧盆系的最后定型起辅助作用。日本岛弧的滚卷是大陆岩石圈仰冲的一种特殊形式。

日本诸岛在中生代以统一的整体同亚洲大陆东缘相联结。借助该地区的地磁异常图、古地磁数据及地层同位素年代等各方面资料, 可以恢复日本未成岛弧以前所处的古地理位置(图1)。中生代末, 日本开始脱离亚洲大陆。

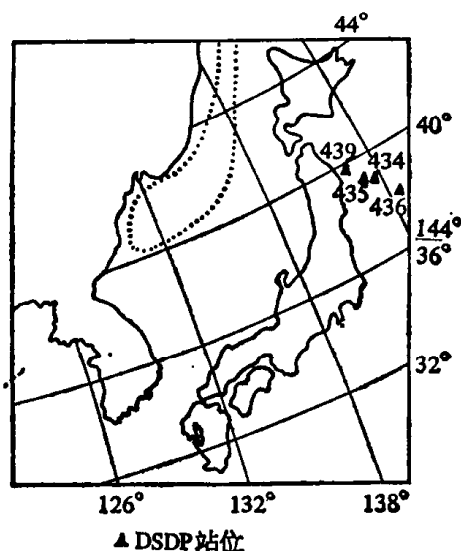


图1 中生代期间日本的古地理位置
(以点线标出, 据濑川尔朗^[1]与安川克己^[2]等人资料绘制)

日本岛弧离开亚洲向东南方向的迁移不是一种单纯的平移运动, 而是在平移中表现出滚卷的趋势。日本岛弧这种复杂的运动形式在地质及地球物理方面具有明显表现。

早已发现, 日本海沟的岛弧一侧有较大的负重力异常。这种负重力异常是由于岛弧花岗岩在临近海沟处发生逆掩褶皱, 使海沟的岛弧一侧比重较小的花岗岩重迭增厚而出现质量亏损所致。

日本岛弧外侧(靠太平洋一侧)自新生代以来发生了强烈的断陷沉降, 部分陆地沦为海底。六十年代晚期, 原田哲朗与德冈隆夫^[2]等许多日本学者根据西南日本沿岸地质调查的资料推断, 在西南日本外海曾经

出现一个黑潮陆块。海洋地质与地球物理调查结果证实, 这个陆块位于西南日本海槽以北由纪伊半岛至冲绳岛一带地区。该陆块由前志留纪的石英砂岩、中生代的砂岩、燧石及酸性火成岩类构成。自白垩纪至中新世早期, 黑潮陆块高出海平面, 在大气条件下遭受风化剥蚀, 为西南日本地区的晚白垩世日高川统、始新世音无川统与渐新世牟娄统诸地层提供物质来源。中新世中期(距今20百万年前), 该陆块沉没于海底。最近深海钻探发现, 在本州以东至日本海沟内坡, 另有一亲潮陆块^[4]。此陆块于晚白垩世以前露出海面, 晚中新世沦为海底。从地震剖面上可以看到本州白垩系不整合面在海底向东延伸至水深为6000米的日本海沟西侧。从DSDP* 434孔采得的岩芯中可以看到这个不整合面上的大量圆球度较好的河湖相砾石。DSDP439

本文1982年2月1日收到。

* DSDP—Deep Sea Drilling Program.

站的岩芯分析结果表明,日本岛弧外侧地壳自晚渐新世以来沉降了约 2800 米。

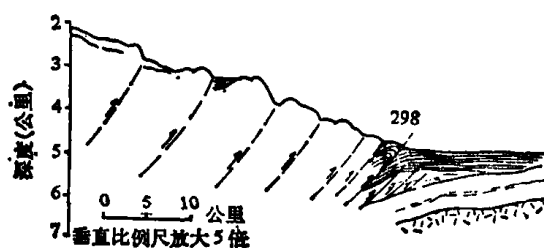


图2 日本岛弧外侧的迭瓦构造
(据 J. C. Ingle 等^[11])

日本岛弧外侧(包括本州以东及西南日本以南海底)有许多逆掩褶皱与迭瓦状断层(图2)。这不仅在地震剖面上有清楚的显示,而且得到深海钻探的证实。位于西南日本海槽北坡的 DSDP298 孔井深 550—611 米的地层全部发生倒转。日本海沟西侧的 DSDP434 孔井深 111 米以下出现两个重复的上新统硅藻地层^[6],此站上新统地层厚度同附近没有发生倒转的 DSDP435、436 孔上新统地层厚度相比明显增大。

日本岛弧的滚卷使其前缘受到挤压而后部则受到拉张。西南日本岛弧濒临菲律宾海一侧的佻像构造线与中央构造线便是在日本岛弧滚卷过程中因前缘受挤压而闭合的地槽。中央构造线缺失中生代地槽沉积。这条构造线北侧有一北东向的上白垩统磨拉石建造。与此相反,在日本岛弧的西北侧(靠日本海一侧),却发育着张性断裂并有新生代绿色安山岩广布。这种安山岩是由日本岛弧前缘卷入地幔的花岗岩同太平洋俯冲玄武岩混熔而成的喷发产物。安山岩之所以不出现于岛弧前缘而在岛弧的中后部产出,是由于花岗岩与玄武岩的混熔需要具备一定的温度与压力等方面的条件。这些条件仅出现于岛弧中后部的地幔中。岛弧前缘热流值低,地幔速度正常,刚刚沉陷的冷却岩石圈因深度不够、温度较低而不能熔融,因此不能造成中性岩浆,安山岩不出现于岛弧前缘。岛弧中后部热流值上升,地幔波速较太平洋低约 8%,是确有以下沉岩石圈重融过程的反映。岛弧花岗岩从岛弧前缘沉陷进入地幔,同俯冲的太平洋玄武岩一道向西北方向运移,并互相混熔成中性岩浆在岛弧中后部以安山岩产出。这个过程使岛弧物质不断得到更新,将岛弧改造成在岩性方面有别于典型大陆的过渡型地壳(图3)。

日本岛弧的滚卷使日本海沟的位置逐渐东迁。

菲律宾海是由大陆型地壳在大洋型地壳上仰冲及蠕散而转化为洋壳的。至今在菲律宾海西北角尚有中生代陆壳型褶皱基底的残余。菲律宾海盆南缘的帕劳岛具大陆型地壳。在地球动力学计划执行期间,日本与美国的海洋地质学家们从菲律宾海底采得了大量花岗岩等酸性岩类的碎块。西马里亚纳海岭与西之岛也见英安岩赋存^[7]。

菲律宾海自从始新世形成之日起,一直处在强烈的沉降过程中。整个说来,菲律宾海的水深比太平洋同龄地壳海域的水深大。西北菲律宾海底自始新世以来下沉了 4000 米(DSDP445 孔),九州-帕劳海岭北段自上新世以来地壳沉降了 600 米(DSDP296 孔)。

菲律宾海的海底地形西深东浅。西菲律宾海盆水深约为 5500—6000 米。帕里西·维拉海盆水深 5000 米左右,平均较西菲律宾海盆浅 500 米。马里亚纳海槽水深更浅(约 2500—3000 米)。菲律宾海盆内各海岭东西两侧地形不对称(图4);西坡较缓,东坡较陡。各海岭西侧坡度亦各有差异。愈靠西部的海岭,其西坡愈是平缓;愈靠东部的海岭,其西坡愈显陡峻。以各海岭西侧 15 公里计算,九州-帕劳海岭的西坡极为平缓,西马里亚纳海岭西坡坡度为 0.5%,

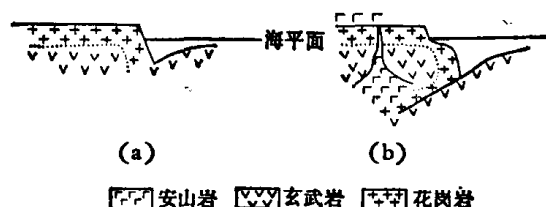


图3 日本岛弧的地壳在滚卷过程中受到改造
(a)与亚洲大陆相联结的日本,地壳与岩性同亚洲大陆一致;(b)日本脱离亚洲大陆,前缘沉陷,形成沉没陆块,后部拉裂,岛弧花岗岩与大洋玄武岩混熔后通过张性断裂以安山岩喷出

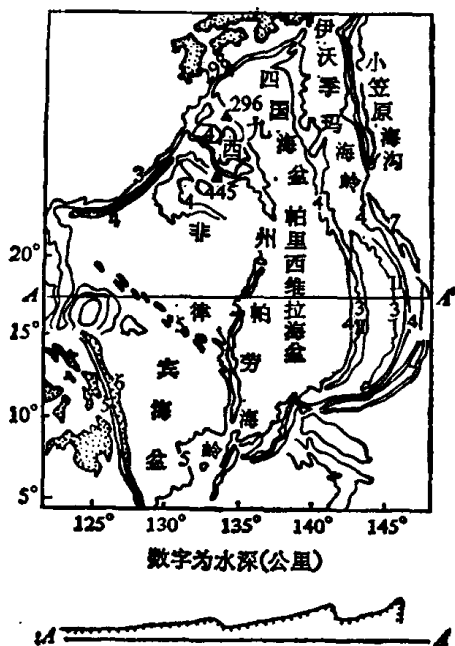


图4 菲律宾海的海底地形

I. 西马里亚纳海岭; II. 东马里亚纳海岭

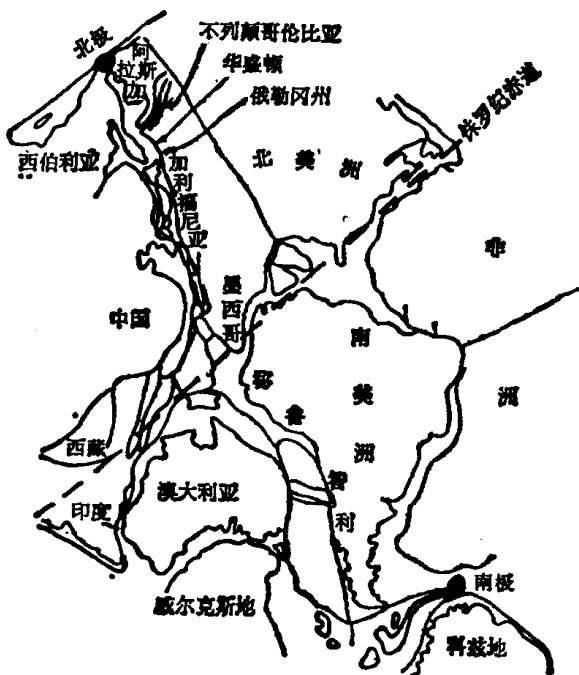


图5 侏罗纪早期世界古地理图(据O. Shields^[11])

东马里亚纳海岭西坡坡度为1.5%。菲律宾海的海底地形显示出地壳自西向东逆掩的运动趋势。

菲律宾海的裂开首先从西部开始,然后逐渐向东发展。每个海盆的拉张都是自南而北推进的。西菲律宾海盆形成于始新世,深海钻探采样的古地磁测量与古生物化石鉴定结果证明,这个海盆北部的残余陆壳自始新世以来向北迁移了约2000公里。帕里西·维拉海盆于渐新世出现;四国海盆接着于中新世裂开。马里亚纳海槽形成于上新世。有资料表明伊豆-小笠原海岭是早渐新始从九州-帕劳海岭分裂东迁而成的,它本身又从南部开始裂开,这一张裂过程至今仍在向北伸展。

菲律宾海盆地壳厚度自西向东减薄。整个菲律宾海盆的地壳与岩石圈厚度低于典型大洋地壳区。

从菲律宾海盆的演化可以看出,大陆型地壳向大洋型地壳的转化是通过地壳的强烈沉降、多次断裂及玄武岩喷发等三个互相联系的过程完成的,其中岩石圈断裂的形成对陆壳向洋壳转化具有最基本的意义。

Shields 根据近年来陆续发现的北美洲西部同亚洲大陆在地质、构造、古生物及现代生物区系等多方面的相似性以及其他资料,重新绘制了中生代的世界古地理图(图5)。该图以南北向超基性岩带为界将北美洲划分为东、西两部分,西部在中生代早期联结于亚洲大陆,而东部则与欧洲、非洲相接壤。南美洲位于汤加-克马得克海沟附近。侏罗纪早期,北美西部与亚洲大陆之间发生分裂,在亚洲东部造成许多北东向与北北东向的断裂,自西伯利亚至华南广大地区发生大规模酸性岩浆活动。它们是大陆岩石圈自上而下的断裂活动的结果。这种断裂活动使亚洲大陆边缘日益破碎,为部分大陆碎块的分离造成了必要的条件,亚洲大陆边缘的海沟-岛弧-弧后盆地系统开始胎动了。

从皇帝海岭与夏威夷海岭走向的转折及深海钻探结果可以看出,太平洋岩石圈的运动方

向在距今42百万年前由北北西折向北西西。太平洋岩石圈运动方向的这一重大转折对于日本海沟及其它西太平洋边缘海沟的形成具有决定性作用。海沟的形成标志着太平洋岩石圈开始向亚洲大陆下面俯冲。太平洋岩石圈在地幔中受挤压并熔融上升,造成弧后扩张,把早已断离亚洲大陆的日本岛弧进一步推离大陆。中新世海沟-岛弧-弧后盆地系统基本定型。

致谢:在参加张文佑教授主编的《中国及邻区海陆大地构造图》编图期间,作者曾将本文内容提出与某些同志讨论。李清同志为本文绘图,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 濑川尔朗等,科学, 46(1976), 2: 83—90.
- [2] 安川克己、中岛正志,地质学杂志, 80(1974), 5: 215—224.
- [3] 原田哲朗、德冈隆夫,科学, 44(1974), 8: 495—502.
- [4] 奈须纪幸等,海洋科学, 11(1979), 10: 807—815.
- [5] Ingle, J. C. et al., *Initial Reports of the DSDP*, 31 (1975), 317—332.
- [6] Initial core Descriptions, DSDP Leg 56, 1977, 48—49.
- [7] 青木斌、岩渊义郎,东海大学海洋学部业绩集,第5集,昭和45—47年, 191—199.
- [8] Shields, O., *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 26 (1979), 3/4, 181—220.