2003年3月

·学术讨论·

日本在亚洲前沿的构造定位 及其对中国东部区域构造的含义

马文璞1, 陆松年2, 王果胜1

(1.中国地质大学,北京 100083 2. 中国地质调查局天津地质矿产研究所,天津 300170)

摘要:日本列岛是晚古生代以来洋、陆沿活动陆缘汇聚及南来地体拼贴的产物,在日本海中新世张开以前曾是亚洲 大陆的一部分,因此其历史对于完善东亚显生宙后期的构造演化记录是极为可贵的。本文在有关研究成果的基础上 提出(1)日本列岛主体是中亚造山带沿走向的延伸,记录了从朝鲜半岛向南中生代亚洲大陆的增生历史。中朝克拉 通的东界应在它的西面经图们江带弧形转折后沿朝鲜半岛以东南下。(2)从锡霍特阿林到菲律宾,亚洲前沿以侏罗 纪为主的消减--增生杂岩也可能在闺粤沿海的大片中生代火山岩下面发现;长乐--南澳变质带可能相当于巴拉望或 西菲律宾地块并与日本的黑濑川带有关。(3)日本学者有关飞弹边缘带是秦岭--大别缝合带向东延续的论述,提示 该带可能是中亚和秦岭两个造山带向东延续的复合,中朝和扬子陆块在它以西依次尖灭。

关键词:日本列岛;亚洲前沿;构造定位

中图分类号: P542⁺.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-2552(2003)03-0192-08

日本位于亚洲大陆东部前沿。地质记录表明, 从北海道到九州南端这个长近2000km、宽约300km 的岛列是通过洋、陆沿活动陆缘的汇聚以及来自赤 道低纬地体的拼贴发展而来的。日本的地质演化主 要表现在晚古生代,特别是中生代以来持续向洋生 长上。在日本海作为弧后盆地于中新世(15 Ma)打开 以前,日本曾是亚洲大陆的一部分^[12]。因此它的历 史对于完善亚洲东部大陆边缘显生宙后期的构造 演化记录是极为可贵的。

最早向国内系统介绍日本区域地质的是张之 孟^[3]。1988年吉林省地质科学研究所朴春燮完成 《日本的地质与矿产》专题报告,但未公开发表。 1992年第29届国际地质大会在东京召开期间,地矿 部石油地质研究所以《日本地质新认识》为题出版 了专辑^[4]。这些著述为广大读者介绍了日本的基本 地质情况。2001年10月在大阪举行的"罗迪尼亚、冈 瓦纳的聚集和破裂,亚洲的增生"(简称ISRGA)国 际学术会议进一步提供了学术交流和到现场考察 的机会。这次会议讨论了有关亚洲各陆块在罗迪尼 亚超大陆中的位置、中亚造山带、亚洲中、新生代的 增生等诸多热门话题,并汇集了有关国家相应研究 的最新成果^[5]。参加此次会议和对日本的地质考察 触发了作者写作本文。

日本传统上按棚仓构造线 TTL)分成两个部分: 以西称西南日本,区域构造线近东西向,以东称东北 日本,区域构造线近南北向。西南日本再按中央构造 线(MTL)纵分成两个部分:以北称西南日本内带, 以南部分称西南日本外带。图1为日本主体部分的 概略构造划分,按形成地质时代分成前侏罗纪、侏 罗纪和侏罗纪以后3组地体。可以看出它们是从内 带向外带方向,即从日本海一侧向太平洋一侧生长 的。各构造带目前总体上成一系列指向南的褶皱-推复体群,较老的岩石一般位于较高构造部位。日本 海张开以后沿棚仓构造线的活动转移到以西与之大 致平行的丝鱼川-静冈构造线(ISTL)上。后者是大 地沟(Fossa Magna)的西界,最初作为导致日本海张

收稿日期 2002-11-01 ;修订日期 2002-12-01





图1 日本列岛的构造划分^[16] Fig. 1 Tectonic division of the Islands of Japan

开的三叉裂谷的夭折支,并且是中新世绿色凝灰岩 的主要分布区。0.5 Ma前沿北海道中部日高带发生 的千岛弧与日本弧的碰撞使板块边界向南跃迁到 这里。目前它是北美板块或从北美板块划分出来的 鄂霍次克板块与欧亚及菲律宾海板块的汇聚边界 (图2)。沿日本海东缘的一系列逆冲型强震提示那里 可能已处于向东消减的初始阶段。板块边界的上述 跃迁还合理地解释了为什么丝鱼川-静冈构造线转 变成主逆冲边界以及日本阿尔卑斯(飞弹山脉)更 新世以来的快速抬升。

位于西南日本最北部、围绕能登半岛弧形分布 的飞弹-隐歧带(图1)有约1400km²的变质基底出 露,对不同部分泥质片麻岩和角闪岩的各种同位素 测年给出从1.9 Ga到1100 600 400和240 Ma等多组 事件年龄,未变质的上侏罗统—白垩系手取群磨拉 石不整合覆盖其上^[71],传统上认为该变质基底是受 过多次叠加变质的前寒武纪基底,代表亚洲大陆的 某一部分。该变质基底以飞弹边缘带或飞弹外带蛇 纹混杂带与以南由侏罗纪增生杂岩组成的美浓--丹 波-足尾带接触。日本唯一发育由浅海相地层组成 的连续剖面位于东北日本的南北上地块(图1)。自下 而上包括:志留系碳酸盐岩和少量酸性火成碎屑岩, 中部含Wenlock世化石,底部不整合在冰上(Hikami)花岗岩之上或下伏镁铁质火成杂岩。泥盆系为 酸性玻屑凝灰岩和凝灰质泥、砂岩,上统砂岩中含陆 生植物残片。石炭系下部为泥岩、砂岩、火山碎屑岩 和不纯灰岩。Minato曾认为晚维宪世鬼丸组灰岩底 部有明显的不整合,代表志津(Shizu)运动^[3]。但是这 个不整合近来已被许多作者否定。二叠系不整合在 下伏不同层位石炭系之上(世田米运动),下部含少



Fig. 2 Plate tectonic division of Japan

量酸性凝灰岩和安山质火山碎屑砂岩,中部有特征 的含花岗岩砾石的砾岩夹层。三叠系再度全部是海 相的并不整合在二叠系之上。侏罗系与三叠系也是 不整合接触,但海相碎屑岩中未见火山成因岩石。 最上部是白垩系与消减有关的英安-安山质火山-深成岩。由于日本各部分多由不同时代的消减-增 生杂岩组成,上述地层柱为它与亚洲的构造对比提 供了可贵的线索。Masayuki¹⁸ 提出南北上地块基底的 变质年龄为500 Ma,认为西南日本的黑濑川带在地 层、岩相和生物等方面都与南北上地块相像,前者 是后者向南的延伸。

下面讨论与中国东部构造演化和对比密切相 关的3个问题。

1 日本列岛在东亚大陆的定位

日本的地质记录对亚洲大陆生长的意义只有 它在日本海出现以前的位置确定以后才能体现出 来。经过近20年的探索,这方面的看法已大体趋于一 致,主要的制约事实有:①无论在地理上还是区域 构造上,日本北海道都是俄罗斯远东萨哈林带的向 南延续。两者都由白垩纪至中新世的岛弧火山岩、 远海硅质岩、蛇绿混杂堆积及含海山碎片的消减-增生杂岩组成。Sakakibara等^[9]提出萨哈林东部经受 高压变质的苏苏奈(Susunai) 变基性杂岩就是北海道 神威古潭带的向北延伸。②从Otofuji等¹⁰⁰根据古地 磁成果提出日本列岛的转动变形以来,普遍采用的 模式是东北日本逆时针、西南日本顺钟向的双开门 式旋转,在那以前日本列岛大体是成直线状分布的。 ③水谷伸治郎等¹¹¹根据野外考察,认为中国东北那 丹哈达岭与美浓带不仅放射虫属种,而且混杂堆积 中的晚古生代灰岩和蛇绿岩块都十分相似,提出在 日本海出现以前它们曾与西锡霍特阿林组成统一的 地体。Zonenshain等¹¹²则认为兴凯地块通过日本海 中的大和浅滩与飞弹地块相连。20世纪80年代以来 不同作者根据自己的对比得出的日本在亚洲东缘位 置的复原图都大体相同。图3是Khanchuk¹¹³¹依据从 俄罗斯一侧的对比得出的复原图。

从图3可以看出,由侏罗系和前侏罗系构造带组 成的西南日本内带沿走向向北延入锡霍特阿林带以 西的巨大中亚造山带范围内。中国[14]、俄罗斯[13和日 本学者^[8]对日本海对侧这一中、俄、朝鲜交界地域的 研究都认为这里正是兴凯地块与以西中朝克拉通的 交接部位。其中斯帕斯克带含寒武纪蛇绿岩,沃兹涅 先卡带包括由50km宽的晚二叠世—早三叠世火 山-深成岩带组成的安第斯型陆缘弧内带和以南由 深海浊积岩和蛇绿混杂体组成的增生杂岩外带(在 吉林省龙井市开山屯地区有良好出露)。它们都代表 兴凯地块西南缘的陆缘增生带。最西南的清津带是 从中朝克拉通中分出来的渤海地块与兴凯地块的碰 撞缝合带^[14]。

上述对比意味着如下两个重要推论:①长期以 来日本地质学界根据生物-地理区或地质演化史把 日本列岛或者与中朝地台,或者与扬子地台对比, Maruyama^[15]和Yukio^[16]的观点是最近的实例。但是 日本地质的总体表明它是作为造山带发育起来的, 所以应该与亚洲的造山带而不是与克拉通对比,尽 管组成列岛的某些构造单元原来可能源自克拉通。 例如Masayuki^[8]根据南北上地块的上维宪统富含贵 州珊瑚、袁氏珊瑚,二叠纪的双壳类、菊石动物和纺 锤鑝与华南同源,以及上古生界属华夏植物区等事 实,提出它与扬子克拉通的亲缘关系。根据图3的构 造复原,日本列岛可能是中亚造山带的一部分。支持 这一推断的其他两方面论据是:Sengör^[17]提出,作 为典型阿尔泰型造山带的中亚造山带主要是通过 弧的增生作用由消减-增生杂岩组成的。在江博明 等^{L18} 对中亚造山带显生宙花岗岩类Nd同位素的研究中,采自日本飞弹带的样品与中国东北及内蒙古的样品投在一起,它们都以低初始Sr同位素比、 正ε_{Nd}(*t*)值和1200~300 Ma的年轻的Sm-Nd模式年龄(*t*_{DM})为特征,而与欧洲加里东和海西造山带、中国华夏及朝鲜南部的同时代花岗岩类成强烈对照, 江氏据此提出飞弹带在构造上可能属于东中亚造山带(ECAOB)。事实上早在1990年,Ichikawa^{L1}根据 三叶虫的对比就曾提出飞弹边缘带所代表的海与 中朝陆块北侧的蒙古海有联系的看法。②从图3还可 以看出,近东西向的中朝地台北界从内蒙地轴北侧 东延至吉林延边地区后弧形弯转,因此地台东界可 能呈NNW向由清津带或图们江带沿朝鲜半岛东侧

南下而不再向东延伸。如果Jin等^{[19}]认 为飞弹片麻杂岩属于中朝地台的对 比最终被证明是正确的话,飞弹边缘 带将相当于索伦-清津缝合带的向东 延续。

2 中生代消减-增生杂岩 在亚洲大陆前沿的分布

从1874年在美浓带的灰岩采场 发现二叠纪纺锤磁化石以来,日本地 质界在相当长一段时期内曾认为石 炭—二叠系在列岛有着广泛分布。20 世纪70年代牙形刺,特别是80年代放 射虫生物地层学的兴起,终于使人们 认识到日本大多数所谓的优地槽杂 岩实际上是时代相对较老的各种外 来岩块被包裹在含中生代微体生物 化石的硅质-碎屑基质中,代表从消 减带上刮削下来的无序堆积。它们与 海沟填充浊积岩及滑塌堆积并列就 构成消减-增生杂岩组合。例如出露 规模达10~20 km的秋吉浅海生物灰 岩无例外地都成侧向和垂向上不连 续的岩块位于碱性玄武质熔岩和火 山碎屑岩之上 剖面中无任何陆源物 质形迹,火山岩底部总是断层。因此 它们原来应是远离大陆、坐落在玄武 岩海台基座上的生物礁 后来被构造 拆离的大洋海山碎片[20]。中国东北的 那丹哈达岭也是80年代1:20万区调识别出石炭—二 叠纪灰岩是上三叠统—下侏罗统大岭桥组混杂堆积 中的外来岩块后,通过微体古生物分析才得出基质 的时代范围的。

根据迄今发表的文献资料,以侏罗纪硅质岩和 浊积岩基质为主,内含晚古生代至三叠纪各种外来 岩块的中生代消减-增生杂岩已在从俄罗斯远东经 日本主岛、琉球、台湾到巴拉望的亚洲前沿广大地区 被发现。从北向南包括:布列亚-佳木斯地块以东的 哈巴罗夫斯克、巴兹哈尔(Badzhal)和兴凯地块以东 的萨马尔卡(Samarka)带^[13],西南日本的美浓-丹 波-足尾带、秩父带和东北日本的北北上带,中琉球 奄美大岛Yuwan组含放射虫(J₃—K₁)的燧石、硅质页



of Asia before the opening of the Sea of Japan

岩和玄武岩基质中含大量石炭—二叠纪和三叠纪 的外来岩块(最大的长达3km)。南琉球石垣岛上的 Fusaki组消减杂岩被认为是美浓带向西南的延续^[1]。 台湾大南澳混杂带北部天祥蛇绿混杂堆积的深海 变质泥质岩中也产出晚侏罗世的双鞭毛藻^[21]。

北巴拉望现在虽然是菲律宾群岛的一部分 但 是那里前第三纪基底的广泛出露提示它与全由白 垩系和新生界组成的从吕宋岛向南的群岛主体有 着截然不同的历史,长期以来被称为巴拉望地块。 普遍认为它是因古南海扩张而从亚洲大陆裂离、古 近纪末与菲律宾弧系碰撞的[2],其范围包括巴拉望 岛北部、卡拉绵群岛、民都洛岛西南和班乃岛的西 北角等地。日本地质工作者20世纪80年代以来在这 一地区的持续野外研究终于查明这里也是硅质岩 和灰岩呈岩块位于中—晚侏罗世泥岩基质中的滑 塌堆积。Matsuoka等^[23]在论述布桑加岛Malampaya Sound群增生杂岩放射虫地层学和构造的基础上, 提出它从中二叠—晚侏罗世的硅质岩层序记录了 大洋板块长时间的远洋环境历史,由硅质泥岩代 表的碎屑沉积在剖面中出现以及它进一步被浊积 岩替代反映了向大陆边缘消减带趋近的过程。与 硅质-碎屑层系共生的灰岩块原来是孤立海山上 的碳酸盐建隆,它们在消减过程中被刮削下来并 以叠瓦方式产出在前者中。作者还提出Malampaya Sound群可与西南日本外带南秩父带的Togano群 很好地对比。

中生代消减-增生杂岩的上述空间分布勾画出 了亚洲大陆东缘当时洋陆板块界线的大致位置。在锡 霍特阿林,它们为晚白垩世—古近纪的安第斯型陆缘 弧火山岩覆盖。在这一再造中,中国闽粤东南沿海当 时的构造状态是值得关注的重大基础地质问题。

自周祖翼^{[24} 揹出中国东南是一由不同大陆地块 拼贴而成的复合体、不同地块基底岩系的出露就构 成了华夏古陆,李继亮^[25]从湘赣边境到福建沿海划 分出5个碰撞造山带以来,新的资料日益清楚地表明 这个基底组成和区域构造都不均一的广大地区不 是一个古陆而是造山带的复合体。它经加里东运动 与扬子陆块拼接后在长期夷平的基础上接受了中、 晚泥盆世统一的海侵超覆层系沉积。但是那里晚古 生代以来的岩相变化和区域变质图式都显示这个

新形成的华南陆块的构造活动性向东明显增加 :闽 西以石英砂岩和浅海碳酸盐岩为主的石炭系向东出 现海相火山岩夹层[26] 福鼎南溪更发育深水复理石、 放射虫岩和海底熔岩[27]。在浙江青田原被认为是元 古宙基底的鹤溪群大理岩中发现了Bairidia和鱼骨 化石以及它与变质含煤岩系共生● 表明是包含二叠 系岩块在内的混杂堆积。李培军等認提出闽西早三 叠世溪口组是一套浊积岩系 , 与等深积岩交互 ,其 中、下部的灰岩岩块最长可达1600m,高达100m, 采场上可以看到侧向上突变成薄层浊积岩,上方也 为后者披盖的接触关系 代表当时一倾向东南、由永 安以西的陆架台地碳酸盐岩和向东的陆坡、陆基深 水沉积构成的被动大陆边缘。粤东的侏罗系为海相 复理石 ,厚度超过5 150 m^[29]。区域变质作用也呈类 似变化:华南主体部分未变质的沉积盖层是从泥盆 系开始的 向东到福建中部的大田、德化一带石炭系 变质成片岩和变粒岩,未变质的上三叠统不整合覆 盖其上。更往东的长乐-南澳带上三叠至侏罗系也 遭变质,为未变质的白垩系石帽山群覆盖[29]。

综合杨泰铭等[30]、谢窦克等[31]和黄辉等[32]的研 究成果,沿闽、粤海岸分布的平潭-南澳或长乐-南 澳变质带长约400 km,宽度超过60 km,向东没入海 中。各种结晶片岩、斜长角闪岩和变粒岩呈岩块或包 体被包裹在片麻状斜长花岗岩或混合花岗岩的基质 中。变质程度从角闪岩相到绿片岩相,向内陆方向 变低。原岩包括中性火山岩和长英质凝灰岩。在东 山岛的石墨片岩夹层中采获的微植物化石的时代 为奥陶—志留纪。已发表的同位素年龄提示了自 535 Ma生成以来还经历了200,165,120~90和62.4 Ma 等4次事件。许靖华等^{[27}提出的泉州飞来峰实际上就 是平潭-南澳带沿海岸出露的一些零散蛇纹岩露 头。许氏根据当时泉州附近穿过外来岩块的钻孔记 录 认为这是一异地的变质蛇绿混杂堆积 代表华南 与以东"东南亚地块"的碰撞缝合带。Faure等[33]、 Charvet等^[34]和Lapierre等^{[35}则认为代表与西菲律宾 地块(即巴拉望地块)的碰撞。东南沿海侏罗纪至早 白垩世的陆缘弧火山活动与晚白垩世双模式火山岩 这两幕岩浆活动性质的差异以及两者间的不整合接 触就是这一碰撞的结果。这个叠加了印支和燕山期 事件的前奥陶纪变质基底目前构造夹持在以西闽浙

大陆火山岩和以东台湾中央山脉东翼所代表的晚 中生代板块边界^[36]之间。查明它的确切构造含意以 及闽粤沿海大片火山岩下面是否也有中生代消减--增生杂岩,对恢复中国东南中生代的板块构造十分 重要。平潭-南澳带的基底组成和时代以及晚到侏 罗纪的多次叠加事件记录与西南日本外带的黑濑 川带有相似之处。后者被认为是来自低纬度的一古 生代陆块的残余^[37],查明它们可能的关系也涉及到 中国与邻区的板块构造对比。

3 秦岭-大别造山带的东延问题

秦岭-大别山是中朝与扬子克拉通之间的大陆 碰撞造山带,在安徽中部被郯庐断裂带北错到山东 半岛、在烟台附近入海后并未显示中断或沿走向尖 灭的迹象,因此其东延及沿走向性质的变化就成为 令人关注的问题。

20世纪80年代以来占优势的意见认为朝鲜半岛 上的临津江带或沃川带可能是秦岭-大别带的东延 部分。Cho^[38]根据新的锆石U-Pb离子探针测年,还 提出半岛中部的京畿地块广泛分布着约750Ma与裂 谷有关的双模式岩浆活动,可与扬子地块对比,因 而中国的超高压变质带应对应于临津江带和京畿 地块的相似意见。但是京畿地块以南的朝鲜半岛南 部地史演化总的仍与华北而不是与扬子相似,以及 半岛上未发现超高压变质作用形迹的基本事实 迫 使人们重新考虑这一问题。Chang Ki-Hong等¹³⁹认 为秦岭-大别造山带以南的华南陆块沿山东半岛南 侧向东北延伸到黄海中部后被沿朝鲜半岛以西分 布的右行转换断层错移到日本九州西南。他把华南 陆块的这一向北突出部分称为黄海隆突(Yellow Sea Promontory),认为是中朝与扬子陆块碰撞所引 发的逸脱构造。沃川带的黄江里组含砾板岩就堆积 在向东推进的三叠纪纳布前缘的前陆盆地中。郝天 珧等[40]根据黄海海域的重力资料得出同一结论,提 出中朝与扬子板块边界沿五莲-青岛-荣成和嘉 山-响水岩石圈断裂东延至125°E后,被近南北向的 朝鲜半岛西缘断裂右行错移,然后再沿济州岛南缘 断裂继续东延。Ishiwatari等[41]根据高压变质带的对 比也得出类似的意见。按照这些新的研究成果,秦 岭-大别造山带是从朝鲜半岛以南通过的(图3)。

进一步向东到日本,那里近年来区域变质研究 上的一个重要进展是,在青海(Omi)镇附近飞弹边

缘带的莲华(Range)变质带中识别出了榴辉质蓝 片岩,证明其进变质作用已达榴辉岩相[42]。 Kunugiza等^[7]根据新的锆石、独居石和晶质铀矿单 颗粒U-Th-Pb, SHRIMP以及全岩、角闪石和黑云 母的Rb-Sr和K-Ar测年,发现至少经历了3期变质 作用 350~300 Ma、270~210 Ma和210~180 Ma。 认为 270~210 Ma的一期对应于中朝与扬子板块的碰撞缝 合,据此作者们提出飞弹变质带是中朝与扬子板块 之间三叠纪高压变质的缝合带。在他们的复原图上, 扬子陆块成岬角状在棚仓构造线以西尖灭,隐歧岛 位于这个岬角上,而西南日本主体则位于扬子板块 东南外缘。这样,中亚造山带和秦岭-大别造山带在 日本段不仅在空间上重叠,而且可能是作为一个大 陆边缘发育的。由于中朝和扬子陆块向东依次消失, 造山带的性质沿走向发生变化,以及山东半岛段造 山带的整体架构还不清楚,如何检验上述假说还有 待未来更多的工作。无疑 这一问题对阐述早中生代 古特提斯洋向东延伸及与环太平洋构造域相互作用 的细节是极为重要的。

日本列岛夹持在欧亚、菲律宾海、太平洋和北美 板块之间,其构造部位和演化历史十分有利于对消 减-增生楔地质、弧前盆地演化、弧-弧碰撞和洋、陆 壳沿活动大陆边缘相互作用等方面的研究。事实上, 有关消减带类型的划分、成对变质带概念和俯冲洋壳 温度对榴辉岩化变质作用深度和地震、岩浆活动的影 响等成果也都是通过对日本岛弧的研究得出的。中国 各造山带的演化历史几乎都涉及到岛弧和活动陆缘, 但这方面的专门论述^{[43}近年来才开始出现。借鉴有关 成果对深化认识可收到事半功倍的效果。

唐克东研究员对文稿提出了重要修改意见,在 此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] Ichikawa K, Mizutani S, Hada I, et al. Pre-Cretaceous Terranes of Japan[M] Nippon Insatsu Shuppan Co. Ltd. Osaka, 1990.553 413.
- [2] Kiyotaka Chinzei. Late Cenozoic zoogeography of the Japan area[J] Episodes ,1991 ,14(3) 231~235.
- [3] 张之孟. 日本大地构造及其与东亚构造关系的几个问题[A]
 见:中国及其邻区大地构造论文集[C] 北京:地质出版社,
 1981. 148~173.
- [4] 地质矿产部石油地质研究所. 日本地质研究新认识[J] 石油 地质科技动态, 1992 2(总39期).
- [5] Santosh M, Biju-Sekhar S, Shabeer K P. Rodinia, Gond-

wana and Asia (ISRGA Volume [J] Gondwana Research, 2001, 4(4) 555~852.

- [6] Akira Yao. Mesozoic tectonics in Southwest Japan : Formation and arrangement of the Pre–Jurassic and Jurassic Terranes [J] Gondwana Research , 2001 , 4(4) 831~833.
- [7] Kunugiza K, Tsujimori T, Kano T. Evolution of the Hida and Hida Marginal Belts [M] In ISAGA field workshop (FW-A) Geotraverse across the major geologic units of SW Japan. 2001. 75~131.
- [8] Masayuki Ehiro. Origin and drift histories of some microcontinents distributed in the eastern margin of Asian continent[J] Earth Science(Chikyu Kagaku), 2001 55 .71~81.
- [9] Sakakibara M, Ofuka H, Kimura G, et al. Metamorphic evolution of the Susunai metabasites in southern Sakhalin, Russian Republic[J] J. Metamorphic Geol., 1997, 15 565~ 580.
- [10] Otofuji Y, et al. Paleomagnetic evidence for the clockwise rotation of Southwest Japan [J] Earth Planet. Sci. Lett., 1983 62 349~359.
- [11]水谷伸治郎,邵济安,张庆龙. 那丹哈达地体与东亚大陆边缘 中生代构造的关系[J]地质学报,1989,(3) 204~215.
- [12] Zonenshain Lev P, Kuzmin M I Natapov Lev M. Geology of the USSR : A Plate-Tectonic Synthesis M] AGU Geodynamics Series Volume 21,1990.
- [13] Khanchuk A I. Pre-Neogene tectonics of the Sea-of-Japan region: A view from the Russian side [J] Earth Science (Chikyu Kagaku), 2001 55 275~291.
- [14] 邵济安,唐克东,等.中国东北地体与东北亚大陆边缘演化[M] 北京,地震出版社,1995.46~52.
- [15] Maruyama S. Paleographic maps of the Japanese islands : Plate tectonic synthesis from 750Ma to the present [J] The Island arcs ,1997 & :121~142.
- [16] Yukio Isozaki. Contrasting two types of orogen in Permo-Triassic Japan: accretionary versus collisional[J] The Island arcs,1997 6 2~24.
- [17] Sengor A M C, Natal'in B S. Paleotectonics of Asia : fragments of a synthesis[A] In The Tectonic Evolution of Asia [C] Yin A eds. Cambridge University Press ,1996.486~640.
- [18] Bor-ming Jahn, F Wu, B Chen. Massive granitoid generation in Central Asia: Nd isotopic evidence and implication for continental growth in the Phanerozoic[J] Episodes 2000, 23(2) 82~92.
- [19] Jin F, Ishiwatari A. Petrological and geochemical study on Hida gneissis in the upper reach area of Tetori river : comparative study on the pelitic metamorphic rocks with the other areas of Hida belt, Sino-Korea block and Yangtze block [J] J. Petrol. Miner. Econ. Geol. ,1997 92 213~230.
- [20] Sano H, Kanmera K. Paleogeographic reconstruction of accreted oceanic rocks, Akiyoshi, SW Japam [J] Geology, 1988 ,16 500~603.

- [21] Chinming Wang Lee. An outline of the Tananao Group[J] Proceedings of the Geological Society of China, 1988 31(1): 4~10.
- [22] McCabe R, Almasco J, Diegor W. Geologic and paleomagnetic evidence for a possible Miocene collision in western Panay, central Philippines J Geology 1982 10(6) 325~329.
- [23] Zamoras L R, Matsuoka A. Malampaya Sound Group: a Jurassic –early Cretaceous accretionary complex in Busuanga Island, North Palawan Block[J] Jour. Geol. Soc. Japan, 2001,107 316~336.
- [24] 周祖翼. 东南沿海基底研究评述[J] 福建地质,1989 & (1): 46~53.
- [25] Li Jiliang. Multiple collision orogenies in SE China[A] In: Tectonic evolution of Eastern Asian continent[C] International symposium on the 50th anniversary of the Geological Society of Korea.77~78.
- [26] 福建地矿局. 福建区域地质志[M] 地质出版社,1985.
- [27] Hsu K J, Li J L, Chen H H, et al. Tectonics of South China: key to understanding West Pacific geology [J] Tectonophysics ,1990 ,183 9~39.
- [28]李培军,侯泉林,孙枢,等. 闽西南地区早三叠世溪口组深水沉 积及其演化[J]中国科学(D辑),1998,28(3)219~25.
- [29] 程裕淇. 中国区域地质概论[M] 北京:地质出版社,1994. 336,367~368.
- [30] 杨泰铭,黄文荣,柳昌华,等. 福建东南存在古老基底的新证据 [J] 大地构造与成矿学,1985,9 372.
- [31]谢窦克,郭坤一,赵连才,等. 福建沿海长乐-南澳变质带的O, Nd Sm同位素特征[J] 中国地质科学院南京地质矿产研究所 所刊,1986,7(4))64~75.
- [32] 黄辉,李荣安,杨传夏. 福建东南沿海变质带的年代学研究及 其大地构造意义[J] 科学通报,1989,34(16):1249~51.
- [33] Michel Faure. Pre-Eocene synmetamorphic structure in the Mindoro-Romblon-Palawan area, west Philippines, and implications for the history of Southeast Asia [J] Tectonics, 1989 & 5) 963~979.
- [34] Charvet J, Lapierre H, Yu Y. Geodynamic significance of the Mesozoic volcanism of southeastern China[J] Journal of SE Asian Earth Sciences ,1994 9(4) 387~396.
- [35] Lapierre H, Jahn B M, Charvet J, et al. Mesozoic felsic arc magmatism and continental olivine tholeiites in Zhejiang Province and their relationship with the tectonic activity in SE China[J] Tectonophysics ,1997 274(4) 321~338.
- [36] Zhou X M, Li W X. Origin of late Mesozoic igneous rocks in SE China : implications for lithosphere subduction and underplating of mafic magmas[J] Tectonophysics 2000, 326 : 269~287.
- [37] Aitchison J C , Hada S , Yoshikura S. Kurosegawa terrane : disrupted remnants of a low latitude Paleozoic terrane [J] Jour. SE Asian Earth Sci. , 1992 & 83~92.
- [38] Cho Moonsup. A continuation of Chinses Ultrahigh-Pressure

Belt in Korea : Evidence from ion microprobe U-Pb zircon ages[]] Gondwana Research 2001 *A* 708.

- [39] Chang Ki-Hong, Sun-Ok Park. Paleozoic Yellow Sea transform fault: Its role in the tectonic history of Korea and adjacent regions J Gondwana Research 2001 A 588~589.
- [40] 郝天珧 Suh Mancheol,王谦身,等. 根据重力数据研究黄海周 边断裂带在海区的延伸[J] 地球物理学报 2002 45 385~397.
- [41] Akira Ishiwatari , Tatsuki Tsujimori. Late Paleozoic highpressure metamorphic belt in Japan and Sikhote-Alin : Possi-

ble oceanic extension of the Chinese Dabie-Sulu suture detouring[]] Gondwana Research 2001 A :636~638.

- [42] Tsujimori T, Ishiwatari A, Banno S. Eclogitic glaucophane schist from the Yunotani valley in Omi town, the Range metamorphic belt, the inner zone of southwest Japan[J] J. Geol. Soc. Japan 2000, 106 353~362.
- [43] 周建波,郑永飞,李龙,等.扬子板块俯冲的构造加积楔[J] 地 质学报,2001,75(3) 338~352.

Tectonic positioning of the Islands of Japan in the Mesozoic Asian frontier and its relation to the regional geology of eastern China

MA Wenpu¹, LU Songnian², WANG Guosheng¹

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: The Islands of Japan have evolved through convergence between continental and oceanic plates along active continental margins since the Late Paleozoic. Before the opening of the Sea of Japan as a back-arc basin in the Miocene, the islands were a part of the Asian continent. So its geological history is extremely precious for replenishing the late Phanerozoic tectonic evolutionary records of Eastern Asia. Based on recent research results obtained by Chinese, Japanese, Korean, French and Russian geologists, the authors proposed the following views: (1) The main part of the islands of Japan is the extension of the Central Asian orogenic belt along strike and represents the accretionary history of the Mesozoic Asian continent from the Korea Peninsula southwards. (2) The geology of the Fujian-Guangdong coastal area indicates that the main Jurassic subduction-accretionary complex, distributed from Shikhote-Alin to Palawan, could also occur beneath the large cover of Mesozoic volcanic rocks and that the Changle-Nan'ao metamorphic belt along the coast of Fujian Province is postulated to be a part of the Palawan block or West Philippine block and its history seems similar to the Kurosegawa belt. (3) The Hida metamorphic belt is considered to be an eastern extension of the Triassic suture zone between the Sino-Korean and Yangtze plates proposed by Japanese geologists, implying that the Hida Marginal Belt could be a composite orogenic belt where the Central Asian orogen merged with the Qinling-Dabie orogen and that the Sino-Korean and Yangtze cratons tapered off successively between them.

Key words : Islands of Japan ; Asian frontier ; tectonic positioning