

文章编号: 1004—5589 (2009) 02—0157—09

朝鲜半岛古生代中期—中生代早期构造格局

梁道俊^{1,2}, 刘永江¹, 李俊杰³, 白晶哲⁴, 刘城先⁵

1. 吉林大学 地球科学学院, 长春 130061; 2. 金日成综合大学 地质系, 平壤 朝鲜;
3. 中国地质调查局 沈阳地质矿产研究所, 沈阳 110032; 4. 吉林省黄金管理局, 长春 130021;
5. 长春工程学院, 长春 130021

摘要: 古生代中期—中生代早期朝鲜半岛发生了两次主要构造事件, 即古生代中期朝鲜半岛中部临津江构造带的活动和古生代晚期—中生代早期朝鲜半岛北部豆满江造山带(咸北地块)的碰撞拼接事件。临津江带的地层、化石和构造等特征研究表明临津江带形成于志留纪末—泥盆纪初, 结束于中生代三叠纪松林期; 根据咸北地块沉积地层的岩浆岩岩石学、年代学资料, 认为豆满江造山带的碰撞拼接时期可能是二叠纪—三叠纪。黄海地球物理、地震研究, 朝鲜半岛大地构造和沉积盖层研究结果表明苏-鲁高压变质带没有延伸到临津江带, 而是被近南北向纵贯朝鲜西海的断裂右行错移到了济洲岛以南; 咸北地块和输城川断裂带的地质特征研究表明, 咸北地块可能与佳木斯地块相连接, 输城川断裂带可能与牡丹江断裂带相连接。

关键词: 朝鲜半岛; 临津江构造带; 咸北地块; 构造格局; 古生代中期—中生代早期

中图分类号: P542

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1004-5589.2009.02.003

Structural framework of Korean Peninsula in Middle Paleozoic – Early Mesozoic

LYANG To Jun^{1,2}, LIU Yong-jiang¹, LI Jun-jie³, BAI Jing-zhe⁴, LIU Cheng-xian⁵

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China;
2. Department of Geology, Kim Il Sung University, Pyongyang, Korea;
3. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Shenyang 110032, China;
4. Gold Management Bureau of Jilin Province, Changchun 130021, China;
5. Changchun Institute of Technology, Changchun 130021, China

Abstract: There are two main tectonic events in Korean Peninsula in Middle Paleozoic–Early Mesozoic, that are the activity of Limjingang belt in middle Korean Peninsula in Middle Paleozoic and the collision event of Domangang orogenic belt (Hambuk Massif) in the northern part of Korean Peninsula in Late Paleozoic–Early Mesozoic. The research on the characteristics of strata, fossils and structure shows Limjingang belt formed in Late Silurian–Early Devonian, and ended in Songlin Stage of Triassic in Mesozoic. Based on the petrological and chronological data of sedimentary strata and magmatic rocks of Hambuk Massif, it is considered that Domangang orogenic belt was formed during Permian–Triassic. The studies of geophysics and earthquake in the Yellow Sea and geotectonic and sedimentary strata show that Sulu high-pressure metamorphic belt not extended to Limjingang belt, but moved to

收稿日期: 2008-09-11; 改回日期: 2008-11-15

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (40739905), 中石化集团海相前瞻性项目 (C0800-06-ZS-327) 联合资助。

作者简介: 梁道俊 (1969-), 男, 朝鲜平壤人, 副教授, 主要从事构造地质学方面的研究。E-mail: lyangdaojun123@sina.com

通讯作者: 刘永江 (1964-), 男, 黑龙江尚志人, 教授, 博士生导师, 主要从事造山带和构造年代学研究。E-mail: yliu@vip.sina.com.

the south of Cheju-do by the dextral fracture which north-south trending running across Korean West Sea. The study of geological characteristics in Hambuk massif and Susengchen fault zone show that Hambuk massif is probably connected with Jiamusi massif and Susengchen fault zone is probably connected with Mudanjiang fault zone.

Key words: Korean Peninsula; Limjingang belt; Hambuk massif; structural framework; Middle Paleozoic-Early Mesozoic

古生代时期朝鲜半岛总体稳定发展, 整体升降, 沉积了古生界寒武—志留系和石炭—二叠系两套盖层建造。这两套盖层建造属稳定地台型沉积, 但古生代中期—中生代早期朝鲜半岛发生了两次重大地质事件, 即朝鲜半岛中部临津江构造带活动和朝鲜半岛北部咸北地块(豆满江造山带)的碰撞拼接事件^[1,3]。

临津江构造带为穿过朝鲜半岛中部呈近东西方向展布的构造带, 又称中部构造带(或中部东西构造带)。临津江带的研究重点聚焦于临津江带是否是分隔中-朝地台与扬子地台的苏-鲁带向东延伸的问题。在临津江构造带形成时期, 朝鲜半岛北部咸北地块也进入了活动阶段, 这时期的地质事件称为豆满江运动, 形成的豆满群属于活动地槽型沉积。临津江构造带和咸北地块的研究近年来受到周边国家地学工作者的重视。这些问题的解决有助于

对包括朝鲜半岛的整个东北亚地质格局的再认识。基于此, 笔者试图在分析临津江构造带和咸北地块地质、地球物理特征的基础上, 提出自己的观点, 并为今后的研究提供有益的参考。

1 临津江带

1.1 存在的几种观点

根据地层出露状况及其他地质特征, 朝鲜半岛自北向南划分成咸北地块、狼林地块、平南拗陷、京畿地块、沃川构造带和岭南地块等6个构造单元(图1)。

传统观点认为狼林地块、平南拗陷、京畿地块、沃川带和岭南地块都属于中-朝地台(Sino-Korean Platform), 在大地构造位置上, 除了咸北地块以外, 朝鲜半岛的全部都属于由前寒武纪结晶基底组成的中-朝地台^[1,2]。

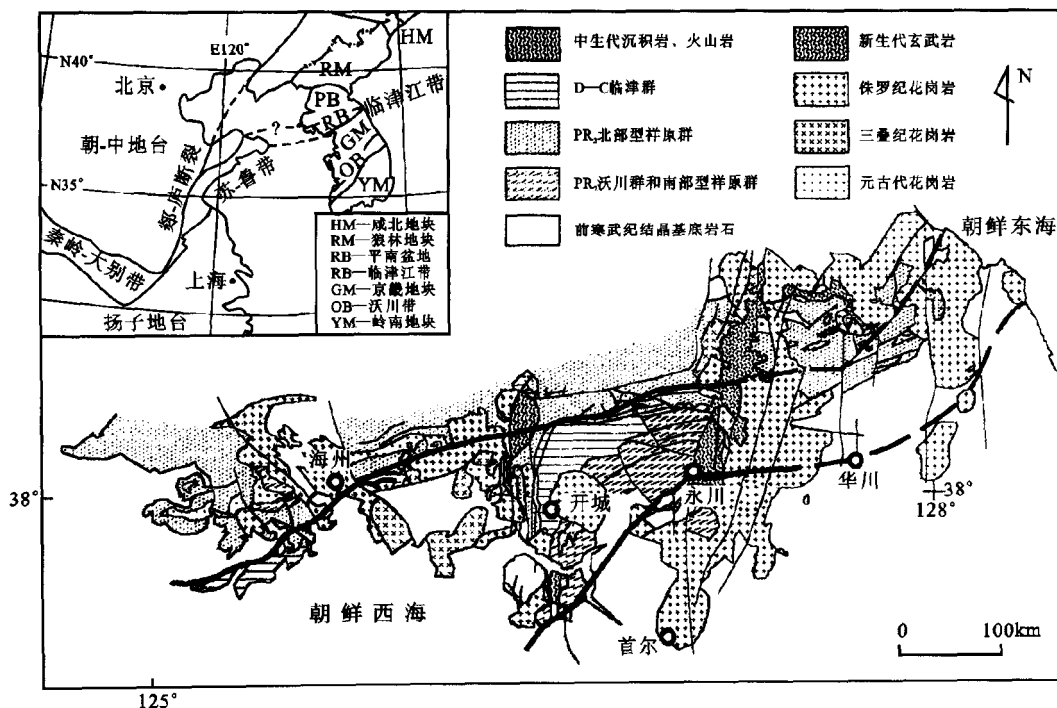


图1 朝鲜半岛中部的临津江带地质略图^[3]

Fig. 1 Sketch geological map of Limjingang belt in middle Korean Peninsula

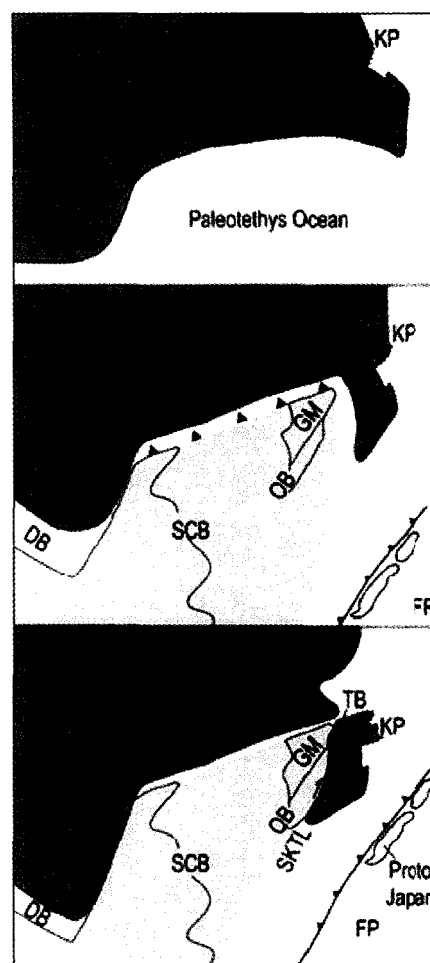
但是,近年来随着对中国中-朝地台和扬子地台之间的秦岭-大别-苏鲁碰撞带的研究,有许多学者提出这个碰撞带向东延伸到临津江带,因而把朝鲜半岛分为南、北两个部分,临津江带以北属于中-朝地台,临津江带以南属于扬子地台^[4,5]。多年来,对于中-朝地台与扬子地台的东延界线问题有过许多的争议。1992年刘光鼎提出了将五莲-青岛-荣城-临津江断裂带作为两大块体分界线^[6]。后来,根据在朝鲜半岛平壤南部存在上奥陶统一志留系,在临津江地区存在泥盆纪临津群的事实,一些学者提出了以威海-临津江断裂作为中-朝、扬子地台分界线的观点。但是与临津江带直接接触的平南盆地和京畿地块之间的关系,具体的碰撞过程,到现在还很少有人研究。原因是狼林地块和京畿地块的地质资料较少,特别是临津江带的研究程度比较低。

目前关于临津江带问题存在的观点为:

根据太白 (Taebaek) 盆地和平南盆地的沉积特征,一些研究者认为朝鲜半岛的狼林地块和岭南地块属于中-朝地台,京畿地块属于扬子地台,三叠纪到侏罗纪时期,京畿地块插入狼林地块和岭南地块之间,结果形成了朝鲜半岛的现在大地构造面貌^[7-9] (图2)。中韩两国的科研人员近年来在朝鲜半岛进行了大量的实地考察,提出朝鲜半岛全部都属于中-朝地台的新认识。如万天丰指出,临津江以南的京畿地块具有典型的中朝板块的结晶基底,古生界早期沉积岩系以及中奥陶统与石炭系之间的假整合地层接触关系与华北相似,认为朝鲜半岛南部的主体仍应属于中-朝地台。并且根据朝鲜半岛平南盆地和沃川盆地的新元古界—中奥陶统及平行不整合其上的中石炭统的地层特征和中国辽东半岛本质上没有区别,狼林地块、岭南地块和京畿地块片麻岩-麻粒岩基底岩系所做的 SHRIMP 年龄测定都以 1.8~2.5 Ga 为主,以及朝鲜南部沃川带发现了与北部一样的志留纪牙形刺等证据,有一些人认为整个朝鲜半岛都属于中-朝地台^[10-15]。但是,如果说朝鲜半岛的主体是中-朝地台,那么,中-朝地台和扬子地台的碰撞带—中国秦岭—大别—苏鲁带是否进入朝鲜半岛? 因此,很多学者开始关注黄海的地质构造特征。

1.2 黄海地区地质地球物理场特征

黄海位于中国大陆与朝鲜半岛之间,为半封闭



NM—狼林地块; PB—平南盆地; TB—太白盆地; KP—朝鲜高原; YM—岭南地块; GM—京畿地块; OB—沃川盆地; FP—Farallon 板块奥陶纪变形前阶段 (A)、三叠纪 (B)、侏罗纪变形前阶段 (C)^[7]

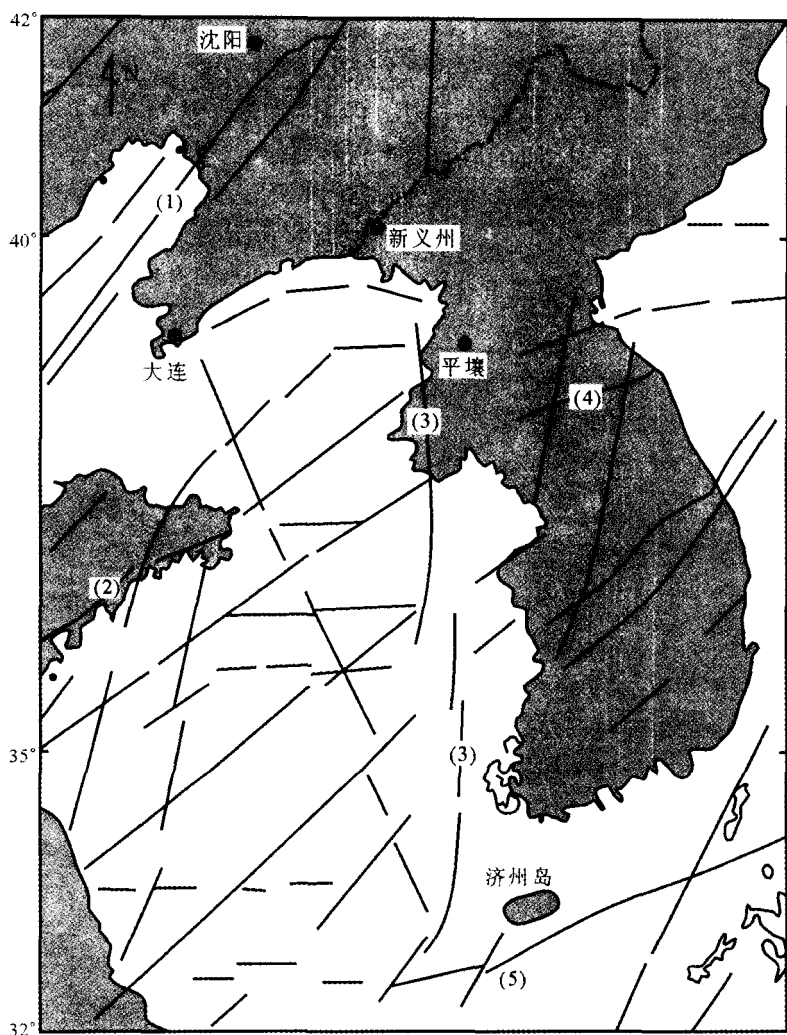
图2 中-朝地台 (SKB) 和华南地台 (SCB) 的大地构造再造

Fig. 2 Tectonic reconstruction of Sino-Korean Block (SKB) and South China Block (SCB)

的内陆海。从地理分布上讲,黄海是一个大陆架浅海,面积约 412 000 km²,一般以山东半岛的成山角和朝鲜半岛的瓮津之间的连线为界,将黄海分为南黄海和北黄海两部分。黄海是认识中国东部构造演化、板块相互作用的重要窗口,近年来受到周边国家地质工作者的重视。前人在此地区做过大量工作^[6,16-26],为黄海地质的深入研究奠定了基础。黄海周边有郯庐断裂带、五莲-青岛断裂带、即墨-牟平断裂带、临津江 (Rimjingang) 带、沃川 (Okcheon) 和朝鲜西海断裂 (朝鲜半岛西缘断裂带) 等。关于这些断裂带的分布与性质,各国的

科学家做了大量的研究,发现了一些地质证据^[1-3],并对断裂构造在黄海海区的延伸情况,提出了一些看法。自1996年起,中国科学院地质与地球物理研究所与韩国公州大学开展了“黄海地质地球物理场特征”的国际合作研究工作,在对黄海的地球物理资料(包括重力、磁力等)进行研究的基础上,对该地区的断裂分布及其性质做了进一步研究^[8,9,20]。研究范围是 $N32^{\circ}$ — $N42^{\circ}$, $E120^{\circ}$ — $E130^{\circ}$,包括中国的胶东、辽东半岛,朝鲜半岛和

整个黄海海区。在对布格重力数据进行各种处理的基础上,参照中国东部断裂体系的研究和黄海海域的一些其他研究成果^[21-23],主要对黄海周边地区的一些断裂在海区的延伸、黄海与周边构造单元之间的相互关系展开了讨论,并选择典型剖面进行了深部地质结构的反演,以便对该区的地质单元分布、断裂在海区的延伸情况有较为全面的认识。根据黄海及周边地区的布格重力资料,给出了研究区的断裂带、块体结合带分布图(图3)。



(1) 郯庐断裂带; (2) 五莲—青岛—荣城断裂带; (3) 朝鲜西海断裂; (4) 临津江带; (5) 济州岛南缘断裂带

图3 黄海主要断裂展布^[10]

Fig. 3 Distribution of main faults in Yellow Sea

在对朝鲜半岛西缘断裂带和五莲—青岛—荣城断裂带进行研究后,提出五莲—青岛—荣城断裂带确实东延入海,但并未进入朝鲜半岛与临津江断裂带相连部位。朝鲜西海断裂西侧属于扬子块体的部

分,曾受向北应力作用,向北发生了平移。由五莲—青岛—荣城断裂带和南黄海北部断裂带、朝鲜西海断裂及济州岛南缘断裂带共同组成的断裂带应该是中-朝与扬子地台之间的结合带。重力资料研究

表明,中国东部一些主要断裂带在海区确有东延,但它们大部分被朝鲜西海断裂所阻隔,未能与朝鲜半岛上的主要断裂带相贯通。特别是五莲—青岛—荣城断裂带的东延长度有限,并未与临津江断裂贯通。中-朝与扬子地台的结合带在研究区西侧(胶东地区),应在五莲—青岛—荣城和嘉山—响水断裂一带;在朝鲜半岛一侧该结合带应为济州岛南缘断裂带,二者以朝鲜半岛西海断裂带相连,形成“Z”字型。朝鲜西海断裂为右行走滑断裂,沿该断裂带和中国东部郯庐断裂带,扬子板块向北运动嵌入中朝板块之中,形成一个巨大的嵌入构造。总之,近年来黄海地球物理研究成果及其他资料表明苏-鲁高压变质带没有延伸到临津江构造带,而是被纵贯朝鲜西海的近南北向断层右行错移到了济洲岛以南^[4,5,10-15]。

据朝鲜地震研究所十几年的研究查明在朝鲜西部存在一条南北方向的地震分布带(Song Gun Ho等,2002年)^①。该地震带沿朝鲜西海断裂分布(图3中的(3)断裂带)。该研究资料和黄海地球物理研究资料完全一致。

1.3 地层古生物特征

中-朝地台一般缺失志留纪—早石炭世地层。但是朝鲜黄海北道松林市的侏罗系大同群底砾岩中发现含志留纪珊瑚化石的砾石,被认定在朝鲜存在志留纪地层^[3]。中-朝地台内部无争议的志留系只有朝鲜半岛北部平南盆地的谷山组和宝良里组。有生物化石依据的志留系仅在朝鲜半岛平南盆地新溪、谷山地区和法洞一带小面积出露。因临津江带活动而形成的该区沉积地层称为临津群(或金川群)。临津群主要出露于黄海北道金川郡、兔山郡,江原道铁原郡、金化郡和开城市板门店郡,分布面积较少(图1)。临津群是一套以海相层为主夹陆相层的沉积,岩性为碎屑岩夹碳酸盐岩和少量火山岩。区域构造走向为北东东至南西西或近东西方向,为一复式单斜构造。临津群自下而上分为安峽(Anhyob)组、扶压(Buab)组和朔宁(Sak-neong)组,最大出露厚度>3 000 m。临津群主要组成岩石为深灰色—灰绿色云母质块状粉砂岩、灰—灰褐色砂质石英岩、绿灰—深灰色千枚岩、黑色板岩、钙质砾岩、灰绿色绢云母千枚岩夹灰岩、石英角斑岩和砂质板岩等。临津群内产出腕足类、头足类、腹足类、苔藓虫、海百合和介形虫等动物化

石,鳞木和轮藻等植物化石。腕足动物是海生底栖的无脊椎动物,临津群内腕足动物化石丰富,所以临津群是明显的海相沉积地层。临津群腕足类化石时代为D-C₁(图4),显然在朝鲜半岛内只有临津江带形成了D-C₁海相沉积地层。

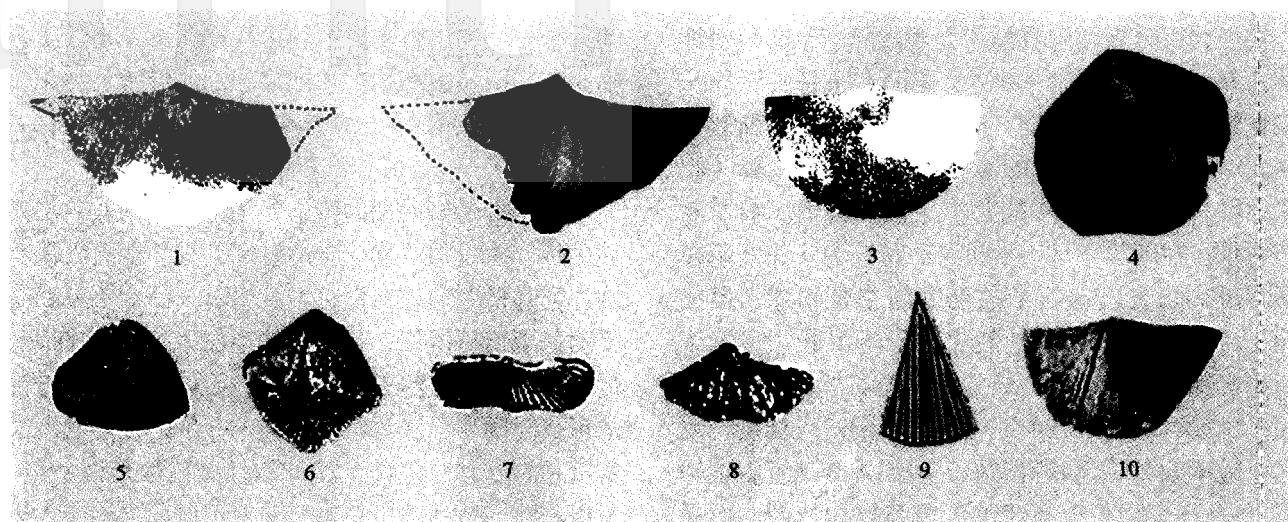
临津群受到后期的构造作用改造,正常的层序被破坏,所以很难确定它的层序。在朝鲜有人认为临津群是稳定的地台型沉积,另有人认为临津群是活动的地槽型沉积,目前仍然存在争议。临津群的形成时代是泥盆纪—早石炭世,因此临津江构造带的形成时间早于泥盆纪,而临津江带内存在的大同群沉积岩(J₁)是临津江带活动结束后以后沉积的,所以临津江带活动应结束于侏罗纪以前。除晚古生代海西期豆满江造山带活动外,整个朝鲜半岛在古生代中晚期经过稳定的地壳演化过程。进入中生代,在朝鲜半岛又发生了十分强烈的构造运动—松林运动,松林运动相当于中国的印支运动(I、II)。松林运动使整个朝鲜半岛受到强烈的收缩变形,临津江带也受到因收缩作用影响而产生的逆冲推覆构造变形,所以临津江带活动可能结束于中生代三叠纪松林期。因临津江带位于朝鲜半岛的军事分界线,所以临津江带研究程度较低,目前还没找到临津江带是碰撞带的可靠证据(如还没发现高压矿物岩石等)。总之,根据黄海地球物理资料和朝鲜半岛近年来的大地构造研究表明,中国中部高压变质带并没延伸到朝鲜半岛,而有可能被朝鲜西海断裂右行错移到济洲岛以南。

2 咸北地块(豆满江造山带)

2.1 地层与岩浆活动特征

豆满群自下而上分为Amgi组,Gyeryongsan组和Songsan组,主要由硅铁质岩、片岩类和大理岩等组成。根据豆满群的地层和化石资料,认为其形成时代是早二叠世中期—中三叠世(285~230 Ma)^[1,2]。晚古生代—中生代初,咸北地块发生了强烈的岩浆活动,形成了清津杂岩和豆满江杂岩。清津杂岩(清津超基性—基性混杂岩体)主要组成为蛇纹岩、橄榄岩和辉石岩等超基性及基性岩石。该岩体为沿着咸北地块西南边缘输城川(Susong-

① SHNG Gun Ho. 朝鲜半岛地震带分布特征: 博士论文[D]. 朝鲜平壤: 地质研究所, 2002.



1. 津群朔宁组弥堂里层 (C_1^1) *Schizophoria* cf. *upensis* Sarytcheva $\times 1.5$; 2. 临津群朔宁组弥堂里层 (C_1^1) *Schizophoria* sp. $\times 2.3$; 3. 临津群扶压组圆明里层 (D_3^2) *Schuchertella* cf. *matyrica* Nalivkin $\times 1.8$; 4. 临津群朔宁组月岩里层 (C_1^1) *Camarotoechia* sp. $\times 1.5$; 5, 8. 江原道铁原郡立石里临津群扶压组立石里层 (D_3^2) *Ptychomaletoechia shetienchiaensis* Tien $\times 3$; 6. 临津群朔宁组弥堂里层 (C_1^1) *Plicochonetes* (?) *transverses* Nalivkin $\times 1$; 7, 9. 临津群朔宁组弥堂里层 (C_1^1) *Camarotoechia pander* (Semenov et Moeller) $\times 2.5$; 10. 黄海北道金川郡圆明里临津群扶压组圆明里层 (D_3^2) *Pleuropugnoides* cf. *kinlingensis* Gvabau $\times 1.5$; 1-4, 6, 7, 9. 黄海北道金川郡岬内里

图4 中生代临津群腕足类化石

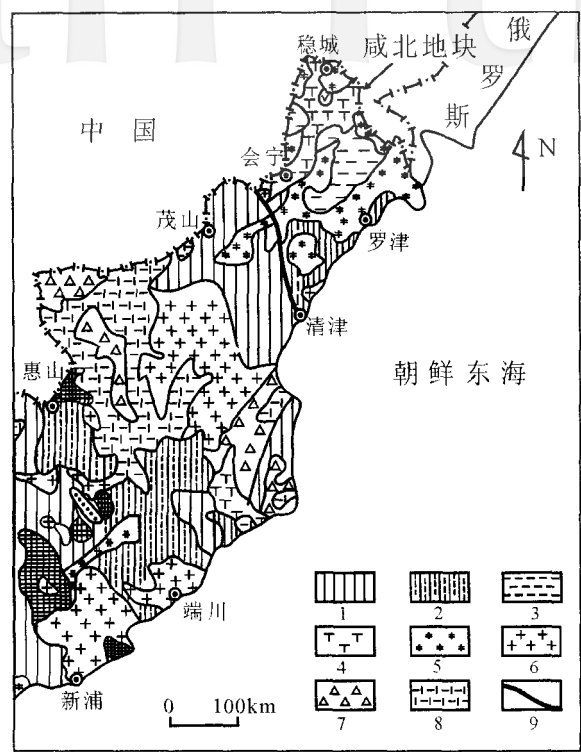
Fig. 4 Brachipod fossils from Limjin System in Middle Paleozoic

cheon) 断裂带分布的向北北西延长的超基性岩体。代表性的岩体为 Chenmasan 岩体 (6 km $\times$ 0.7 km)、Hwangmandong 岩体 (8 km $\times$ 0.4 km) 和 Tomakdong 岩体 (4 km $\times$ 0.5 km)、Kyowonli 岩体 (12 km $\times$ 1.5 km) 等。该超基性岩石矿物成分大部分为橄榄石和辉石, 少量为磁铁矿、金红石、锆石、菱镁矿和铬铁矿等, 且经过石棉化作用、纤维质散点状蛇纹岩化作用、滑石化作用等几个阶段的变质作用变为滑石。此混杂岩体的蛇纹岩化学成分为 SiO_2 40 ~ 43 wt. %、 MgO 32 ~ 38 wt. %、 FeO 2 ~ 5 wt. %、 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 0.23 wt. %。一般以 Ni、Cr、Co、V、Zn 的含量高为特征, 其中, 绵质蛇纹岩的 Ni、Cr 含量很高。豆满江杂岩大部分组成为花岗质岩石, 咸北地块 (豆满江造山带) 内由十几个侵入岩体组成, 该花岗岩类可分为 3 个岩相: ① 闪长岩和花岗闪长岩; ② 黑云母花岗岩和二云母花岗岩; ③ 黑云母花岗岩和花岗斑岩。闪长岩大部分由深灰色、灰绿色和灰色块状构造和斑状结构组成。主要矿物为斜长石 (An45)、角闪石、石英和黑云母, 副矿物为磁铁矿和磷灰石等。

花岗岩主要矿物为石英、正长石、斜长石、黑云母和角闪石, 副矿物为磁铁矿和磷灰石等。特别是花岗闪长岩的副矿物中含有磁铁矿 60 ~ 83 wt. %、钛铁矿 0.1 ~ 0.2 wt. %。豆满江杂岩花岗岩属于 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值较高的富 Na 系列, Ni、Co、Mn 的含量相当高。根据岩石化学的特征, 可以把豆满江杂岩花岗岩看成地幔起源 “I 型” 花岗岩。根据此混杂岩体侵入了豆满群 Songsan 组地层中、被侏罗纪沉积岩覆盖的事实, 可以推断此岩体形成年代为晚二叠世—三叠纪, 黑云母 K - Ar 年龄是 265 ~ 280 Ma。

2.2 存在的问题和讨论

最近朝鲜的一些学者认为咸北地块是由清津地体、会宁地体和稳城地体组成的复合构造地体, 狼林地块与咸北地块拼贴过程中形成了输城川缝合带 (混杂岩带)。输城川断裂带是构造非常复杂的缝合带, 蛇绿岩沿输城川断裂带呈带状分布。输城川断裂带向北延伸与中国境内的哪个断裂带相连? 目前存在两种可能性, 首先有可能与牡丹江断裂带连接, 其次有可能与西拉木伦河断裂带连接。目前,



1-太古代狼林群；2-古元古代摩天岭群；3-下部二叠纪中期-中部三叠纪豆满江群（285~230 Ma）；4-古近纪地层；5-上部二叠纪-三叠纪豆满江岩群；6-中部侏罗纪端川岩群；7-古近纪火山岩；8-新近纪火山岩；9-宣川断裂带

图5 朝鲜半岛北部的咸北地块地质略图
Fig.5 Sketch geological map of Hambuk masiff in northern Korean Peninsula

多数学者认为牡丹江断裂带是佳木斯地块和松嫩地块的缝合带，西拉木伦河断裂带是中-朝地台的北部边界断裂。关于西拉木伦河断裂带向东的延伸和是否进入朝鲜境内的问题还存在争议。因为该断裂带西部地区典型的蛇绿岩在东部地区消失，因中生代以来强烈的构造-岩浆活动改造而使断裂带的出露和延伸遭到破坏等原因，很难解决这个问题。另一方面，黑龙江杂岩带沿牡丹江断裂带呈南北带状分布，由佳木斯地体向松嫩地体俯冲拼贴增生而成^[27-32]。1990年以来对中国东北地区构造演化研究取得了重大的进展，主要是认识到中-朝地台与西伯利亚地台之间的对接带具有一定的宽度，并不是中-朝地台与西伯利亚地台之间的直接碰撞拼贴，它们之间存在并划分出若干中、小微板块^[25]。位于黑龙江省东部的佳木斯地块是中国东北地区的一个主要大地构造单元，主要由黑龙江群和麻山群变

质岩组成。麻山群主体为一套经历低压高温角闪岩相-麻粒岩相变质作用的变质岩系，其主要岩石类型有长英质片麻岩、石墨片岩和大理岩等，为佳木斯地块的变质基底，可以和咸北地块的茂山群对比。茂山群主要岩石类型也有长英质片麻岩、石墨片岩和大理岩等。黑龙江群主要岩石类型有蓝片岩、云母钠长片岩、大理岩、变玄武岩、变辉长岩和蛇纹石化橄榄岩等，与清津杂岩相似。很多人认为黑龙江群为佳木斯地块与周边地块拼合而形成的构造混杂岩，而且产出于佳木斯地块西缘的构造混杂岩带，沿牡丹江断裂带呈南北向延伸。清津杂岩（清津超基性-基性混杂岩体）也为沿着咸北地块西南边缘输城川断裂带分布的向北北西延长的超基性岩体。虽然关于黑龙江杂岩带的形成时代有不同的看法，但存在与清津超基性-基性混杂岩体相似的可能性。所以，输城川断裂带与牡丹江断裂带相连接，咸北地块与佳木斯地块相对应的可能性较大。

尽管取得了一些令人瞩目的成果，但是仍然存在一些重要的地质问题有待解决，如咸北块与狼林地块拼贴的时限问题；输城川混杂岩带的原岩特征、地球化学特征和形成时代；咸北地块的构造演化特征；输城川断裂带的向北延伸和连接中国的哪个断裂带问题等。因此，了解整个东北亚地区地质情况，对咸北地块向西西南与狼林地块发生拼贴增生而形成的输城川混杂岩带的研究具有重要的意义。

3 结论

- (1) 古生代中期—中生代早期朝鲜半岛发生了两次主要构造事件，即古生代中期朝鲜半岛中部临津江带的活动和古生代晚期—中生代三叠纪朝鲜半岛北部咸北地块（豆满江造山带）的碰撞拼接事件。
- (2) 通过临津江带的地层、化石和构造等特征分析，认为临津江带形成于志留纪末—泥盆纪初，结束于中生代三叠纪松林期；根据咸北地块沉积地层、岩浆活动和年代学资料，咸北地块与狼林地块碰撞拼接时期可能是晚古生代二叠纪—中生代三叠纪。
- (3) 黄海地球物理和地震研究、朝鲜半岛大地构造和沉积盖层研究结果表明：苏-鲁高压变质

带没有延伸到临津江构造带,而是被纵贯朝鲜西海的近南北向断裂右行错移到了济洲岛以南;根据咸北地块和输城川断裂带的地质特征,咸北地块可能与佳木斯地块相连接,输城川断裂带可能与牡丹江断裂带相连接。

参考文献:

- [1] 梁道俊,宋材秀.大地构造学[M].平壤:金日成综合大学出版社,2007:171-250.
LYANG To Jun, Song Jae Su. Geotectonic geology [M]. Pyongyang: Kim Il Sung University Press, 2007: 171-250.
- [2] 白龙浚.朝鲜地质[M].平壤:科学出版社,1998:1-160.
BAEK Lyong Jun. Geology of Korea [M]. Pyongyang: Science Press, 1998: 1-160.
- [3] 李炳柱.1:250 000 Seoul-Namchonjeom 地质图幅说明书[M].大田:韩国地质资源研究院,1999:1-64.
LEE Byung Joo. Explanatory note of the 1:250 000 Seoul-Namchonjeom sheet [M]. Taejon: Korea Institute of Geology, Mining and Materials, 1999: 1-64.
- [4] 李春昱.对亚洲地质构造发展的新认识[M].北京:科学出版社,1981:1-21.
LI Chun-yu. New ideas of the tectonic development of Asia [M]. Beijing: Science Press, 1981: 1-21.
- [5] 任纪舜,王作勋.从全球看中国大地构造—中国及其邻区大地构造图简要说明[M].北京:地质出版社,1997:9-18.
REN Ji-shun, WANG Zuo-xun. Tectonic of China as viewed over the globe—brief explanatory notes on the tectonic map of China and adjacent regions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997: 9-18.
- [6] 刘光鼎.中国海区及邻域地球物理场特征[M].北京:科学出版社,1992:1-150.
LIU Guang-ding. Geophysical field features of China sea and adjacent regions [M]. Beijing: Science Press, 1992: 1-150.
- [7] Yin A, Nie S. An indentation mode for the North and South China collision and the development of the Tanlu and Honam fault systems, eastern Asia [J]. Tectonics, 1993, 12: 801-813.
- [8] HAO Tian-yao, LIU Yi-ke, DUAN Chang. Characteristics of geophysical field in East China and adjacent regions [J]. Geoscience Journal, 1998, 2 (3): 108-116.
- [9] Suh Mancheol. Seismic stratigraphy of Henksan Basin in the South Yellow Sea [C] // Suh Mancheol. Geological resources of the Yellow Sea. Kongju: Kongju National University, KOSEF, NSFC. 1998: 95-121.
- [10] 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(3):385-398.
HAO Tian-yao, Suh Mancheol, WANG Qian-shen, et al. The study of extension of faults in Yellow Sea and adjacent region from gravity data [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2002, 45 (3): 385-398.
- [11] 蔡乾忠.黄海含油气盆地地质与大地构造环境[J].海洋地质动态,2002,18(11):8-12.
CAI Qian-zhong. Regional geology and geotectonic environment of petroliferous basins in the Yellow Sea [J]. Marine Geology Letters, 2002, 18 (11): 8-12.
- [12] 戴明刚.黄海地质与地球物理特征研究进展[J].地球物理学进展,2003,18(3):583-591.
DAI Ming-gang. Research progress in geology and geophysics characters of the Yellow Sea [J]. Progress in Geophysics, 2003, 18 (4): 583-591.
- [13] 郝天珧,刘建华, Suh Mancheol,等.黄海及邻区深部结构特点与地质演化[J].地球物理学报,2003,46(6):803-808.
HAO Tian-yao, LIU Jian-hua, Suh Mancheol, et al. Deep structure characteristics and geological evolution in Yellow Sea and adjacent region [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2003, 46 (6): 803-808.
- [14] 郝天珧, Suh Mancheol, 刘建华,等.黄海深部结构与中朝—扬子块体结合带在海区位置的地球物理研究[J].地学前缘,2004,11(3):51-61.
HAO Tian-yao, Suh Mancheol, LIU Jian-hua, et al. Deep structure and boundary belt position between Sino-Korean and Yangtze blocks in Yellow Sea [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11 (3): 51-61.
- [15] 葛肖虹,马文璞.东北亚南区中、新生代大地构造轮廓[J].中国地质,2007,34(2):212,222.
GE Xiao-hong, MA Wen-pu. Mesozoic-Cenozoic framework of the southern Northeast Asia [J]. Geology in China, 2007, 34 (2): 212, 222.
- [16] 秦蕴珊,赵一阳,陈丽蓉,等.黄海地质[M].北京:海洋出版社,1989:1-100.
QIN Yun-shan, ZHAO Yi-yang, CHEN Li-rong, et al. Geology of Yellow Sea [M]. Beijing: China Ocean Press, 1989: 1-100.
- [17] 张文佑.中国海区及邻域海陆大地构造[M].北

- 京: 科学出版社, 1986: 575.
- ZHANG Wen-you. Marine and continental tectonics in China seas and adjacent regions [M]. Beijing: Science Press, 1986: 575.
- [18] 杨志坚. 胶东地块构造演化及其东延去向问题 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1989, 9 (2): 1-11.
- YANG Zhi-jian. On the tectonic evolution of Jiaodong massif and its extension to east [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1989, 9 (2): 1-11.
- [19] 万天丰. 中朝与扬子板块的鉴别特征 [J]. 地质论评, 2001, 47 (1): 57-63.
- WAN Tian-feng. Distinctive characteristics of Sino-Korean and Yangtze plates [J]. Geological Review, 2001, 47 (1): 57-63.
- [20] 王谦身, 安玉林. 南黄海西部及邻域重力场与深部构造 [J]. 科学通报, 1999, 44 (22): 2248-2453.
- WANG Qian-shen, AN Yu-lin. Gravity field and deep structure in the western part of South Yellow Sea and adjacent area [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44 (22): 2448-2453.
- [21] 郝天珧, 刘伊克, 段昶. 根据重磁资料探讨中国东部及其邻域断裂体系 [J]. 地球物理学报, 1996, 39 (增刊): 141-149.
- HAO Tian-yao, LIU Yi-ke, DUAN Chang. Approaching fault system of the East China and adjacent area from gravity and magnetic data [J]. Chinese Journal of Geophysics, 1996, 39 (Suppl.): 141-149.
- [22] 蔡峰. 北黄海盆地基底地质特征 [J]. 海洋地质动态, 1996, 12 (169): 1-3.
- CAI Feng. Geological feature of the basement in the North Yellow Sea Basin [J]. Marine Geology Letters, 1996, 12 (169): 1-3.
- [23] 陶宝国. 南黄海周缘地区的地质构造联系 [J]. 海洋地质译丛, 1999, 85 (4): 1-14.
- TAO Bao-guo. Relationship of geological tectonics around South Yellow Sea [J]. Translation Collection of Marine Geological, 1999, 85 (4): 1-14.
- [24] CONG Bo-lin, ZHAI Ming-guo, Dennis C A, et al. Petrogenesis of ultrahigh-pressure rocks and their country rock at Shuanghe in Dabieshan, central China [J]. Eur J Mineral, 1995, 7: 119-138.
- [25] WANG Qing-chen, Ishiwatari A, ZHAO Zhong-yan, et al. Coesite-bearing granulite retrograded from eclogite in Weihai, eastern China [J]. Eur J Mineral, 1993, 5: 141-152.
- [26] YOUNG Kyon Whoo. Petrological study of ultramafic rock in Choongnam Province, Korea [C] // Suh Manchoul. Geological resources of the Yellow Sea. Kongju: Kongju National University, KOSEF, NSFC, 1998: 5-21.
- [27] 白景文, 王文兴. 黑龙江依兰牡丹江变质蓝片岩特征 [J]. 岩石矿物学杂志, 1988, 7 (4): 298-308.
- BAI Jing-wen, WANG Wen-xing. The characteristics of Yilan-Mudanjiang metamorphic blueschist in Heilongjiang [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 1988, 7 (4): 298-308.
- [28] 曹熹, 党增欣, 张兴洲, 等. 佳木斯复合地体 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1992: 1-120.
- CAO Xi, DANG Zeng-xin, ZHANG Xing-zhou, et al. Jiamusi complex terrane [M]. Changchun: Jilin Science & Technology Press, 1992: 1-120.
- [29] 吴福元, 孙德有. 佳木斯地块片麻状花岗岩的锆石离子探针 U-Pb 年龄 [J]. 岩石学报, 2001, 17 (3): 443-452.
- WU Fu-yuan, SUN De-you. Zircon SHRIMP U-Pb ages of gneissic granites in Jiamusi massif [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17 (3): 443-452.
- [30] 李锦轶. 牛宝贵. 黑龙江省东部中太古代碎屑岩浆锆石的发现及地质意义 [J]. 地球学报, 1995, 3: 331-333.
- LI Jin-yi, NIU Bao-gui. Discovery of Middle Archean residual zircon from eastern Heilongjiang and its geological implications [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1995, 3: 331-333.
- [31] 李锦轶. 中国东北及邻区若干地质构造问题的新认识 [J]. 地质论评, 1998, 44 (4): 339-347.
- LI Jin-yi. Some new ideas on tectonics of NE China and its neighboring areas [J]. Geology Review, 1998, 44 (4): 339-347.
- [32] 吴福元, 曹林. 东北亚地区的若干重要基础地质问题 [J]. 世界地质, 1999, 18 (2): 1-13.
- WU Fu-yuan, CAO Lin. Some important problems of geology in northeastern Asia [J]. Global Geology, 1999, 18 (2): 1-13.