地 质 学 报
1989 年 ACTA GEOLOGICA SINICA 第 3 期
http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx

那丹哈达地体与东亚大陆边缘中生代构造的关系

水谷伸治郎　邵济安　张庆龙
（日本名古屋大学地球科学系）（北京大学地质系）（南京大学地球科学系）

中国黑龙江省境内的那丹哈达地体属于侏罗纪裂解的地体，主要由石炭、二叠纪灰岩和绿片岩、三叠纪层状燧石以及中侏罗世的硅质页岩组成。它们都被包裹在较年轻(晚侏罗世-白垩纪的)碎屑岩中。该地体的地层古生物、岩石以及构造特征完全与日本列岛的美浓地体相同。在日本海形成之前，两个地体曾与西锡霍特阿林地体一起构成一个统一的超地体。与那丹哈达地体和美浓地体十分类似的构造地层地体在琉球岛弧，菲律宾以及婆罗洲也能找到。三叠纪中国大陆拚贴作用完成之后，所有这些地体在晚侏罗世和早白垩世期间沿着亚洲大陆东缘组成了一个增生杂岩带。

一、前　　言

黑龙江省的那丹哈达地体位于乌苏里江流域，主要出露了一套沉积岩层。它的地质意义已经为许多中国地质学家所注意。例如黄汲清[1]把该区称那丹哈达优地槽褶皱带，并把它与黑龙江冒地槽褶皱带一起看作西伯利亚地台东部的一个褶皱系。另一些中国构造学家[2,3]也指出了本区及其邻区的地质特征。大多数中国地质工作者将本区作为环太平洋活动带的一部分。黄汲清等人在他们专著的新版[4]中，将本区(又称饶河突起)归属于锡霍特阿林地区的太平洋造山带。饶河（图 1）位于那丹哈达地体的东南部[5,6]。

北美科迪勒拉的实例[7,8,9]说明，应用地体概念能较好解释通常在大陆边缘所发现的地质体的复杂组合，同时地体分析又给我们提供了描绘造山带组成的线索。除了地体分析外，放射虫微体古生物学近年来的进展也提供了大量可靠的有关许多造山带地区的生物地层资料[10-14]。在近十年中，日本的放射虫微体古生物学家和生物地层学家对日本列岛的古生代—中生代的地质基础研究作出了很大的贡献[14,15]。放射虫微体古生物学分析所获得的最有效的成果之一，是它在地层分析中的应用；特别是应用它能更清楚地查明混杂岩中岩块与基质的关系，例如，中侏罗世的硅质页岩岩块被包在晚侏罗世粉砂岩的基质内。我们的研究结果通常以地层柱状图表示，其中带箭头的柱子就表示岩块与基质的关系：由箭头所出发的地层表明“岩块”的出处，而箭头所指向的地层则代表包围这一岩块

本文于 1988 年 12 月收到，王毅编辑。

的“基质”（见图 3），从而毫不含糊地阐明了在这一杂乱的地质复合体形成之前的地层关系。

本文将根据我们新取得的资料，联系西太平洋地区中生代的构造地质来说明那丹哈达的区域地质。最近对日本列岛新生代地层所作的古地磁研究，已阐明日本列岛的古地理位置[16,17]。这些研究有力地表明，在日本海扩张之前，（15Ma 前），日本西北部的位置与锡霍特阿林地区的距离很接近。这一事实连同大陆增生过程的年龄测定，足以使我们能讨论西太平洋地区花环列岛形成之前的中生代构造地质。

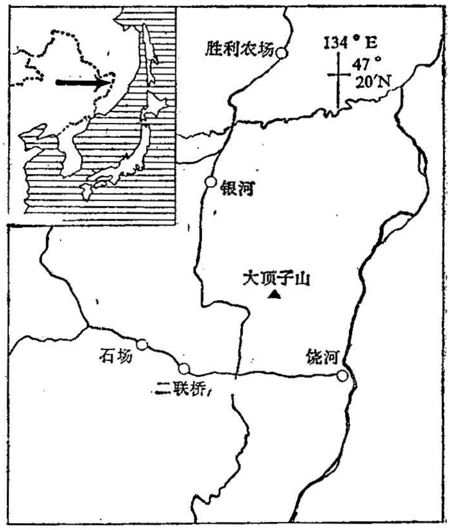

图 1　那丹哈达地体位置示意图

Fig. 1　Sketch map of Nadanhada terran

二、东亚的中生代裂解地体

最近的地质调查表明，亚洲大陆东缘和西太平洋的岛屿，实际上是构造地层地体拚接的混杂体。通过野外研究和地质分析，大致揭示了地体的内部特征和地体间的相互关系。这些地体的大多数为由晚古生代—晚侏罗世地层所组成的裂解地体。现对黑龙江省那丹哈达地体、锡霍特阿林、日本列岛（图 2）和东南亚裂解地体进行分别描述：

（一）那丹哈达地体

本区出露了古生界和中生界。以灰岩、绿岩、层状燧石、砂岩和页岩为主。日本地质学家[18,19]认为这一类沉积杂岩可能构成了活动带的一部分。

中国古生物学家报道[20]本区的灰岩岩块中发现了古生代䗴化石并强调了晚古生代地质年代的重要性。例如，在二联桥出露的一个灰岩岩块中有中石炭世的䗴（*Fusulinella eopulchra*, *F. subpulchra submesopachis* 等）和珊瑚（*Donophyllum* sp. 和 *Koninckocarinia* sp.）；此外，还注意到了石炭二叠纪䗴（*Chalaroschwagerina*, *Paraschwagerina*, *Pseudoschwagerina*, *Misellina*, *Pseudodoliolina*, *Verbeekina* 等）的产状。另一方面，王成源等人[21]在胜利农场（图 1）还发现了晚三叠世的牙形刺。

然而另一些人[22]指出了本区地质构造方面的特殊性。最近发现含䗴的灰岩块体是嵌在较晚地质年代的外来地层中，它们共同形成了沉积的或者构造的混杂堆积。我们在野外工作期间也经常看到这些垮塌堆积的灰岩块及一些绿岩或燧石块都包在地质年代较晚的，即晚侏罗世—早白垩世的外来沉积地层中[5,6,23]。二联桥以东约 10 km 的公路边，出露了一些多少呈杏仁状的枕状玄武岩；而大顶子山地区出现了另一个绿岩杂岩，推测这是与蛇绿岩序列有关的。在这个地区还发现有鬣刺结构的科马提岩[24]。呈韵律层状的燧石岩中，厚约 5 cm 的燧石层夹有薄得多的页岩，它们往往构成层间小褶曲，而且经常作为一个孤立的岩块出露，形成山峰或山顶的悬崖；这些岩石呈灰黄色或褐灰色，偶尔含有放射虫化石。与燧石相比，砂岩抗风化的能力很弱，因此那丹哈达地区的砂岩和粉砂岩出露不

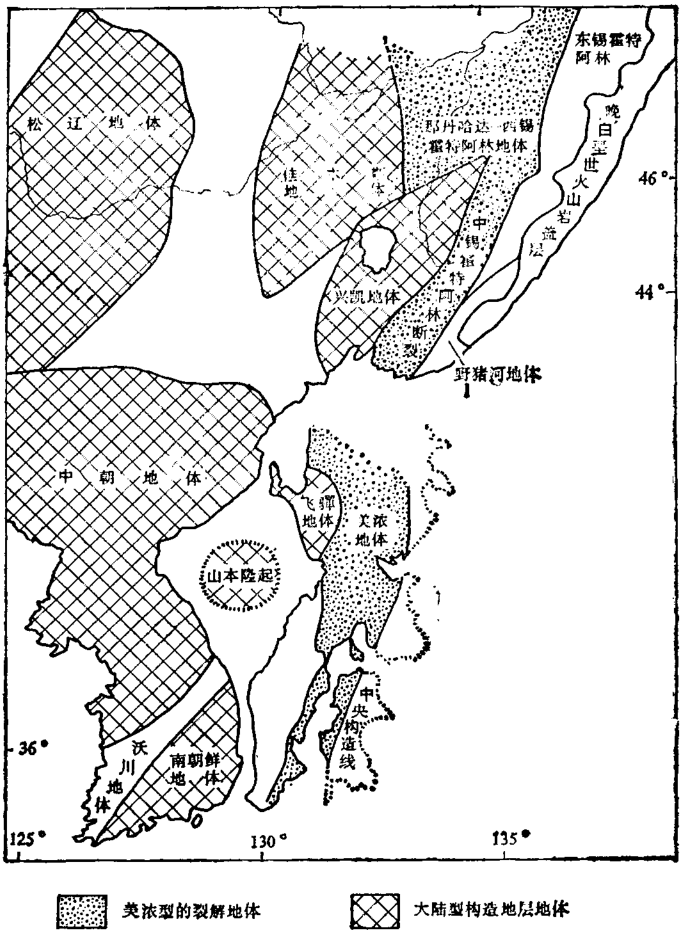

图 2 日本海扩张之前日本列岛、那丹哈达以及锡霍特阿林地区的地体图

Fig. 2 Terrane map showing the paleogeogrpahic relationship of the Japanese Islands and the Nadanhada and Sikhote-Alin region prior to the opening of the Sea of Japan.

多，而银河附近出露的砂岩、粉砂岩块最大，呈灰色，中等粒度的石英、长石碎屑被粘土质基质所胶结，其中未发现化石。在石场以西 15 km 处，我们从该处的硅质页岩地层中发现了侏罗纪的放射虫化石。

那丹哈达地区的燧石和硅质页岩中的放射虫化石其地质年代为中三叠世至中侏罗世[25]；层状燧石层中始终含有晚三叠世的微体古生物化石，而硅质页岩层中则含有中侏罗世的放射虫。已辨认出来的中三叠世放射虫有 *Pseudosty Losphaera japonica*, *Yeharaia annulata*, *Triassocampe deweveri*, *Eucyrtis*(?) sp. 和 *Eptingium* sp., 从该区得到的晚三叠世放射虫有 *Livarella validus*, *Parahswum* sp. A 和 *Acanthocircus* sp. 在所有这些三叠纪放射虫种属中， *Livarella validus* 和 *Parahsuum* sp. 至今仅在那丹哈达地区和日本中部的美浓地区[25,26]有过报道。 在硅质页岩中发现的中侏罗世放射虫有：*Tricolocapsa plicarum*, T. (?) *fusiformis* and *Eucyrtidiellum unumaense*, 这些都是

日本西北部中侏罗世典型的种属。

岩石地层分布和各种年代的化石出现的分散性和不规则性有力地表明，这些从石炭纪至侏罗纪年龄段的地质体不是正常的具有规则层状特征的(所谓 Steno-Sinithin 型的)沉积序列，在那丹哈达地区观察到的这种岩性构造单元组合可统称之为一个裂解地体或混杂地体。根据那丹哈达地体的情况可以概括地说，在这种地体中，上古生界灰岩和绿岩，三叠系层状燧石，下至中侏罗统的硅质页岩是作为岩块被包含在晚侏罗世的外来碎屑岩中的。

小岛讨论过[26]，那丹哈达地体与其西的也是 Ji 和 Coney[2] 提到的佳木斯地体可能是同一地体，它们具有统一的前寒武纪基底，其上不整合地覆盖着晚古生代的海相沉积岩和后来形成的沉积盖层。那丹哈达地体南边以一条断层分隔了由前寒武纪片麻岩、杂岩组成的兴凯地体。这个地体向东延伸跨过乌苏里江前寒武纪基底的表面逐渐没入锡霍特阿林地区，在那里发育了残留在前寒武纪基底上的沉积盖层。而作者将那丹哈达地体与之进行对比后认为兴凯这个地层地体并不存在，因无任何中生代深海环境的证据。

由于在锡霍特阿林地区普遍分布了与那丹哈达地区在岩石地层和生物地层方面一致的地质建造，因此，小岛[26]将那丹哈达和锡霍特阿林地区的西部一起作为一个单一的地体，称为那丹哈达-西锡霍特阿林地体。事实上，Eliseeva 等人[28]和 Tikhomirova[29] 分别都报道了侏罗纪的放射虫。不仅如此，苏联地质学家们还强调了古生代—中生代沉积

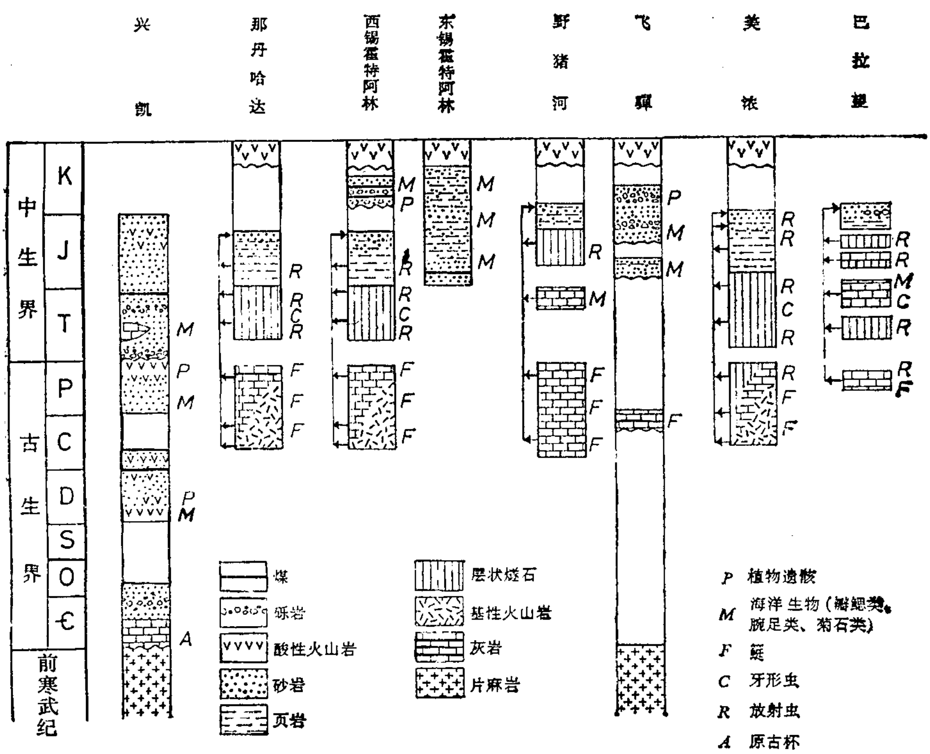

图 3　东亚大陆边缘中生代地体的相互关系

Fig. 3　Correlation of the Mesozoic terranes in the eastern continental margins of East Asia.

建造滑塌堆积的性质[30—33]。

在锡霍特阿林东南部又发现另一相同性质的地体，其年龄比那丹哈达-西锡霍特阿林地体稍年轻一些，小岛初步将其命名为野猪河地体。这些地体的内部特征和地体之间相关性都概括表示在图 3 中。

（二）美浓地体

在日本列岛中部所谓的"古生代"沉积杂岩分布得最广泛。它由石炭—二叠纪灰岩和绿岩，三叠系层状燧石、侏罗系硅质页岩以及晚侏罗世的砂岩、页岩组成。这些岩石总起来组成美浓地体[34,35]。直到 20 世纪 70 年代初，人们相信在美浓地区发现的岩石建造毫无例外地都是石炭—二叠系的，因为那里出露的灰岩岩块中通常都含有这些地质年代的蜓化石，然而最近十年，在美浓及其周围地区的层状燧石层中已经发现了三叠纪的牙形刺。据此认为，这一沉积盆地的演化历史一直贯穿了整个三叠纪。

在 80 年代，大量微体古生物资料，特别是放射虫化石的资料主要是从日本列岛的美浓地区[36]或其它地区得到的。有关侏罗纪放射虫是从许多过去从未报道过的地区发现的。为了建立全日本的化石年龄参考标准，在现场调查和古生物研究的同时，还对"古生界"的组合进行了集中的生物地层学的研究，市川浩一郎等[14]总结了这些结果。在日本中部的这类研究最好的例子是山本[37]给出的地图资料，在图上可以看出不规则分布的二叠纪灰岩，燧石、绿岩，三叠纪燧石和侏罗纪硅质页岩。他的报告指出有一个以二叠纪石灰岩作沉积盖层的海山与一古大陆边缘发生碰撞，而海山上的地层与其周围相关的海相沉积岩发生裂解和破碎，并形成各种大小不同的滑塌岩块，被包在尚未固结的沉积层中。

因此，美浓地体基本上是由晚侏罗世的沉积岩组成的，其中包括较老的侏罗纪硅质页岩，三叠纪层状燧石，石炭—二叠纪灰岩和绿岩，它们多以块状和板状岩块出现，厚几十米或几十米以上，长几公里，在许多地方形成孤立的山丘。绿岩杂岩和上覆的石炭—二叠纪灰岩地层据信是古海山的一部分，而古海山周围曾经广泛分布着主要由二叠和三叠纪硅质页岩组成的深海沉积物（比这些海山年轻）。

对美浓地体的一些中生代地层进行了古地磁研究[35,38,39]，特别是涩谷和笹岛[39]对名古屋以北约 40km 的犬山中三叠统红色燧石层古地磁的研究，以探明这些沉积岩的古地理环境是很可靠的。经过热退磁，地层对比和两种褶皱的试验（即，波长为几米的层状燧石的层间小褶皱和波长为几公里的燧石层大褶皱），发现这些中三叠统红燧石层标本的平均倾向为 $1.4°\pm6.8°$；换句话说，可以推断这些岩石磁化时是处于古纬度北纬或南纬 $0.7°\pm3.4°$。

美浓地体中分布大量砂砾岩之类的粗碎屑沉积物。对这些碎屑物的来源已从亚洲大陆和日本列岛之间的古地理角度进行过讨论。尽管有证据表明，这些碎屑物质大多源于克拉通（花岗岩或变质岩），而且砾岩中碎屑的放射性年龄数据约 2000 Ma[40]，然而在日本列岛碎屑的准确来源仍然没弄清楚。最近，在被侏罗纪地层所包裹的一个二叠纪灰岩滑塌岩块中发现了水玉髓及有关的矿物[41]；然而，这些灰岩岩块的来源仍然不知道。推测这些前寒武纪碎屑很可能是来自中国大陆的克拉通地区，而水玉髓则来自中国东南部的地台区。因为在那里蒸发条件于古生代时占主要地位。

简言之，美浓地体的沉积地层是由两个截然不同的岩石组合构成的，一个由石炭—二叠纪绿岩-灰岩杂岩，三叠纪层状燧石和侏罗纪硅质页岩、放射虫岩所组成的海相岩系，而另一个则主要由砂岩（有时夹有含前寒武纪石英-长石片麻岩的砾岩）所组成的陆相地层。如按岩石地层和生物地层的关系恢复原始结构时，沉积顺序的一般趋势是越向上越粗，大致反映了一种由海相向陆相过渡的趋势，特别是从中、晚三叠世至晚侏罗世时更是如此。然而正如已经讨论过的那样，所有这些沉积岩现在都是以或多或少混杂的形式出现的，表明这种层序是在异常环境和增生条件下形成的。

美浓地体以北，有一条狭窄的缝合带，称为飞驒外缘带，在那里有许多大小不一的破碎的地质块体，与蛇纹岩夹杂在一起。在飞驒外缘带发现的这些地块，其生物地层和岩石地层的性质与美浓地体十分不同。在飞驒外缘带，最老的化石可能是奥陶纪的，是在一个钙质沉积岩块中发现的。此外，沿着美浓地体与飞驒外缘带之间的边缘断层上，发现有一个孤立的蓝闪石片岩岩块。

飞驒地体是由复变质的前寒武纪花岗质杂岩所组成，在约 180 Ma 的褶皱隆起运动中，花岗岩侵入其中，二者同时被侏罗一白垩纪的粗碎屑岩不整合地覆盖着。虽然飞弹地体和飞驒外缘带的中侏罗世地层的沉积时代与美浓地体是一样的，但其沉积相和沉积环境却表现出明显的差异。飞驒地体中的中侏罗世地层是陆相或浅海相的，而在美浓地体中则是深海相的。这两个地体及飞驒外缘带统统都被浓飞流纹岩（晚白垩世至早第三纪的酸性喷发岩）所覆盖。这种地质关系表明，飞驒地体和美浓地体原来位于彼此相距很远的地方，直到晚白垩世它们才拼接在一起的。根据飞驒地体和飞驒外缘带中侏罗纪地层的分布以及飞弹与美浓二地体在沉积相上的差异来判断，这两个地体之间的缝合带是一个具有大幅度的水平滑移边界，其滑移时代发生在中一晚白垩世。

（三）琉球弧的中生代地体

琉球弧从日本的九州延伸到台湾，其长度几乎与日本列岛的主弧相同，它由包括奄美大岛、冲绳、石垣岛等在内的许多小岛屿组成(图 4) 大多数岛屿现在被珊瑚礁所环绕，但它下面的基底都是由与日本列岛主要部分相同的古生代、中生代地层所组成。因此，它们被看作是日本列岛(特别是西南日本)向南的延伸。在 20 世纪 80 年代，用放射虫化石对硫球弧的基底岩石又重新作了研究，结果发现，在奄美大岛之下为嵌入在晚侏罗世(?)外来碎屑地层中的晚古生代灰岩、三叠纪层状燧石以及侏罗纪硅质页岩等滑塌岩块所组成的沉积杂岩[42]。这些岩石中所含的化石与日本列岛的主要化石相似；已报道的二叠纪灰岩中有：*Misellina claudiac Neoschwagerina* cf. *margaritae*, *Yabeina* sp., *Waagenophyllum kueichowense*, 在三叠系燧石层中有 *Triassocampe* cf. *cleweveri*, *Epingium* sp. 在侏罗系硅质页岩中有 *Eucyrtidiellum ptyctum*, *Mirifusus mediodilatatus*, *Ristola altissima*。这些岩石中的动物群以及年代地层学和生物地层学的关系与前述的日本列岛主要部分的美浓地体和秩父地体非常相似。被认为该沉积杂岩的扰动特点主要由重力流引起，并于侏罗纪末至白垩纪初发生在大陆边缘。

这一沉积杂岩现分布于琉球弧比较靠内的部分，而四万十带恰位于这一杂岩以南。该杂岩带又与西南日本的秩父带平行，故认为这一杂岩带与西南日本外部的侏罗纪地体

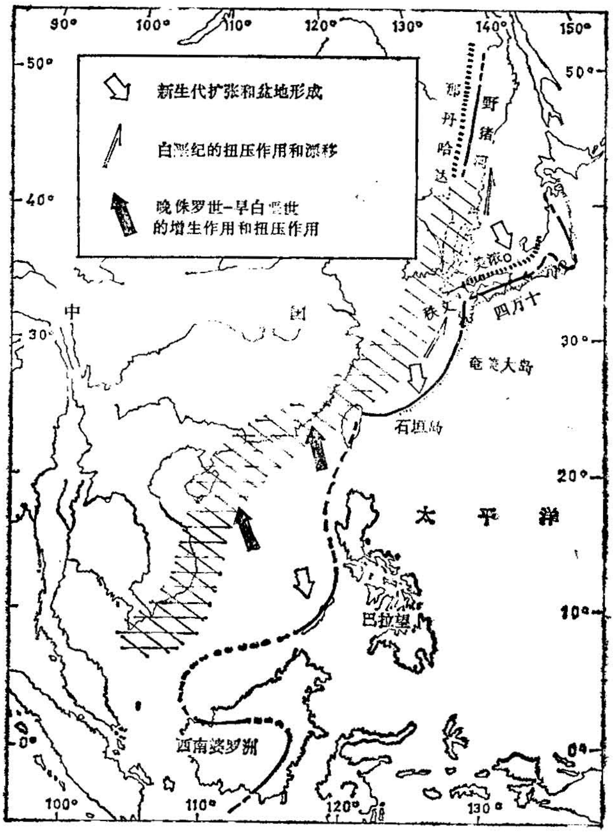

图 4 西太平洋早白垩世时期中生代地体的古构造重建
Fig. 4 Paleotectonic reconstruction of Mesozoic terranes in early Cretaceous time in western Pacific regions.

有关。

在琉球弧南端的石垣岛具有古生代至中生代的基底，据 Isozaki 和 Nishimura[43] 报道，在这里的硅质页岩中发现了放射虫，而在层状燧石中发现了三叠纪化石；石垣岛的侏罗纪地层与日本列岛各主要地体的侏罗纪地层也有许多共同特点。

尽管现在这些侏罗纪沉积杂岩在这些小岛上分布零散，但这些层状岩石似乎构成了一个单一的狭窄的地体。它们作为一个整体，从西南日本外带延伸到石垣岛；因此可将其统称为秩父地体。

（四）菲律宾和婆罗洲的中生代地体

Isozaki 等最近在菲律宾的北巴拉望地区所作的生物地层学研究[44]，发现此区的三叠纪和侏罗纪地层中含放射虫，而在此之前仅知道这里的石炭—二叠纪灰岩含化石。据他们报道，这些含放射虫的燧石和硅质页岩的时代分别是三叠纪和侏罗纪。所有这些灰岩燧石和页岩岩块都是作为滑塌岩块镶嵌在碎屑岩建造中。本区曾一度被认为是一个由大陆型地质建造所组成的孤立地体。由于这种大小不一的滑塌岩块的发现，便提出了新的

可能性，即作为北巴拉望地块的一部分[45]，已构成了与那丹哈达地体或美浓地体相类似的一个裂解地体。据报道，这里的三叠纪和侏罗纪的放射虫的生物组合与日本列岛的非常相似；三叠系的种属有 *Triassocampe deweveri* 和 *Archaeospongoprunum japonicum*，属于下侏罗统的有 *Hsuum* cf. *hisuikyoense* 和 *Acanthocircus* cf. *hexagonus*，属于上侏罗统的有 *Mirifusus mediodilatatus*, *Cinguloturris carpatica*, *Xitus* sp., *Parvicingula ahimenaensis*, *Protunuma* cf. *japonicus*。

据 Matcalfe 的讨论[46]，在婆罗洲确认了婆罗洲地体。其北面和东面分别以卢佩缝合带和默拉图斯缝合带为边界，一个称作达瑙组的蛇绿岩杂岩[47]以其放射虫岩而著名。据说其中含有典型的侏罗纪放射虫化石。据 Hind 的[48]详细研究表明，他的 *Stylatractus ovatus* 与日本及苏联远东地区晚侏罗世至早白垩世地层中发现的放射虫是相同的。我们目前对这一地区的生物地层方面的认识还相当贫乏，有待澄清，但很可能在西南婆罗洲地体周围找到含有晚侏罗世至白垩纪含放射虫建造的混杂堆积带。有趣的是，速水[49]指出婆罗洲地区侏罗纪海洋双壳类（瓣鳃类）与日本的侏罗纪双壳类同属于东亚型，而与特提斯型和毛利恩型不同。

三、讨论和结论

在 80 年代初，放射虫微体古生物学在日本、美国和欧洲发展起来了，而且已应用于地体分析，特别是用它来对环太平洋造山带中中生代地体进行分析。本文中的地质研究成果就为当前国际性的地体研究提供了例证。

然而，在我们的新资料出来以前，加拿大曾有人指出有两种二叠纪的䗴科化石组，其中一种可以说是属于特提斯型的。Ozawa[50] 从生物群分区的观点对二叠纪的䗴科化石进行了总结，并且强调这些生物群来自一个假想的共同源区，该区可称为东特提斯——泛古洋区。在环太平洋区的裂解地体中，发现许多与绿岩杂岩伴生的石炭—二叠纪灰岩，它们似乎都来源于赤道区。同样在环太平洋区的裂解地体中普遍存在的三叠纪层状燧石也是在赤道区形成的。至于微体古生物及其伴生物如牙形石和放射虫，在环太平洋区的裂解的地体中，它们彼此十分相似，即可能在整个中三叠世它们都是属于特提斯——泛古洋区的。

不过，发现西太平洋和东北太平洋区的硅质页岩中的侏罗纪放射虫化石似有轻微差别。对那丹哈达[25]，锡霍特阿林[28,29,51]，日本列岛[14,36]，北美西部[10,52]，墨西哥[11]和西大西洋中的布莱克巴哈马[13,53]等地中侏罗纪放射虫化石进行对比之后认为，尽管日本列岛和布莱克巴哈马盆地相距十分遥远，但两地的中侏罗纪放射虫极其相似。在墨西哥晚侏罗世地层中的 *Vallupus* 和有关种属非常丰富，而在日本的晚侏罗世地层中则很贫乏，甚至缺失。加拿大的某些放射虫种属与日本列岛的相似[54]，而在中侏罗世的美洲生物组合中，则缺失或相当缺少 *Unuma* 或 *Protunuma* spp. 和 *Guexella nudata*。似乎布莱克巴哈马盆地和日本列岛与一部分北美动物群属于同一生物区，而另一组北美放射虫则与特提斯生物群有些差异。在墨西哥富含有机物的黑色灰岩中的放射虫代表了另一个亚群。重要的一点是发现了西太平洋和西藏的放射虫在种属上的相似[55]。似乎可以把侏罗纪的放射虫种属分为特提斯-太平洋组，美洲组和墨西哥组。这可能说明一方面沉积环境不同，另一方

面生物区也不同。这里要强调的重点是，那丹哈达和日本列岛或者菲律宾的侏罗纪放射虫之间的相似程度远大于北美地区内部的相似程度。我们相信上面叙述的西太平洋区许多中生代地体原是一个单一的超地体，它是在晚侏罗世至早白垩世时作为一个增生杂岩体在东亚大陆边缘形成的。

这个原始的超地体所以裂解成许多小块体而成为一些离散的地体，可以想象是由于(1)发生在大陆边缘上的斜向增生。(2)增生之后的侧向或在一定意义上发生左旋[56,57]位移。在非律宾海域的花环列岛和它们之间的洋盆曾被解释成由弧后扩张而形成[45,58]。不过，那里所有的大陆块在侏罗纪都位于一个古大陆的东部边缘，粗碎屑便在哪里沉积下来，从而开始了增生的过程。这个古大陆一定是在三叠纪末形成的一个巨大的拼贴构造[59,60]，大量外来碎屑物质都来源于它。秦岭缝合带和中国南方是这个大陆上较高的地带，是西太平洋沉积盆地主要的物源区。

在亚洲大陆东缘目前所能辨认的这些中生代地体的复杂分布可以用下面3个阶段位移来解释：(1)晚侏罗世一早白垩世，在中国大陆边缘开始发生大陆增生过程。(2)中或晚白垩世，随着增生过程而发生水平挤压一剪切位移，最后(3)晚第三纪时，日本海形成了。可以推测第(2)阶段的古地理相当类似于现在的北美西部。因此，那丹哈达地体与环太平洋域的中生代构造运动有密切关系。

我们在本区工作期间，黑龙江省地质调查一队的康宝祥带我们去了那丹哈达的每个重点地区，并且很详细地讨论了这个地区的地质问题。中国科学院南京地质古生物所的王成源先生向我们提供了本地区三叠纪牙形石的资料。日本名古屋大学的小岛智先生给了我们有关中国和日本放射虫的非常宝贵的资料。日本东京国立科学博物馆的佐藤先生热心地贡献了他关于环太平洋域构造地层地体的想法。南京大学郭令智教授和北京大学何国琦教授，给了我们在那丹哈达岭地区合作研究的机会。这项研究是作为国际地质对比计划第224项(项目负责人为市川浩一郎教授)的一部分进行的。

这项研究工作的大部分资金是来自本文第一作者从日本文部省获得的海外科学考察基金(项目号61042007、62041041和63043031)，在此一并表示真诚的感谢。

参 考 文 献

[1] 黄汲清，任纪舜，姜春发，张之孟，许志琴，1977，中国大地构造基本轮廓。地质学报，第2期，第121页。

[2] 任纪舜、姜春发，张正坤、秦德余，1980，中国大地构造及其演化。科学出版社，第60—61页。

[3] 李春昱、王荃、刘雪亚、汤耀庆，1982，亚洲大地构造图及说明书。第49页，地图出版社。

[4] 黄汲清，陈炳蔚，1987，中国及邻区特提斯域演化。第109页，地质出版社。

[5] Mizutani, S., Kojima, S., Shao, J. A. and Zhang, Q. L., 1986, Mesozoic radiolarians from the Nadanhada area, Northeast China. Proc. Japan Acad., Vol. 62, Ser. B, pp. 337—340.

[6] Mizutani, S., 1987, Mesozoic terranes in the Japanese Islands and neighbouring East Asia. in Leitch, E. C. and Scheibner, E. (editors), Terrane Accretion and Orogenic Belts, Am. Geophys. Union, Geodynamics Ser., Vol. 19, pp. 263—273.

[7] Coney, P. J., Jones, D. L. and Monger, J. W. H., 1980, Cordilleran suspect terranes. Nature, Vol. 288, pp. 329—333.

[8] Jones, D. L., Howell, D. G., Coney, P. J. and Monger, J. W. H., 1983, Recognition, character, and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America. in Hashimoto, M. and Uyeda, S. (editors), Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions, Terra Sci. Pub., Tokyo. pp. 21—35.

[9] Schermer, E. R., Howell, D. G. and Jones, D. L., 1984, The origin of allochthonous terranes: perspectives on the growth and shaping of continents. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., Vol. 12, pp. 107—131.

[10] Pessagno, E. A., Jr., 1977, Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. Micropaleontology, Vol. 23, pp. 56—113.

[11] Pessagno, E. A., Jr., Blome, C. D. and Longoria, J. F., 1984, A revised radiolarian zonation for the Upper Jurassic of western North America. Bull. Am. Paleontology, Vol. 87, No. 320, pp. 1—51.

[12] Baumgartner, P. O., DeWever, R. and Kocher, R., 1980, Correlation of Tethyan late Jurassic-early Cretacous radiolarian events. *Cah Micropal.*, 1980-2, pp. 23—72.

[13] Baumgartner, P. O. 1984 A middle Jurassic -early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on unitary associations and age of Tethyan radiolarites. Eclog. geol. Helv., Vol. 77, pp. 729—837.

[14] Ichikawa, K., Hada, S. and Yao, A. 1985 Recent problems of Paleozoic-Mesozoic microbiostratigraphy and Mesozoic geohistory of Southwest Japan (in Japanese with English abstract). Mem. Geol. Soc. Japan, No. 25, pp. 1—18.

[15] Mizutani, S. 1988 Mino Terrane. in Ichikawa, K., Mizutani, S. and Hara, I., (editors), Pre-Cretaceous Terranes in the Japanese Islands (in press).

[16] Otofuji, Y and Matsuda, T., 1983 Paleomagnetic evidence for the clockwise rotation of Southwest Japan. Earth Planet. Sci. Let., Vol. 62, pp. 349—359.

[17] Otofuji, Y., Matsuda, T. and Nohda, S., 1985 Paleomagnetic evidence for the Miocene counter-clockwise rotation of Northeast Japan-rifting process of the Japan Arc. Earth Planet. Sci. Let., Vol. 75, pp. 265—277.

[18] Yabe, S. and Ohki, K., 1957, Geololgic Map (1:250,000) of T'ung-Chiang (NL-53-1) with geologic column and brief description. Compilation Committee, Geol. Mineral. Res. Far East, Tokyo Geogr. Soc., Tokyo.

[19] Yabe, S. 1959 Geologic Map (1:250,000) of Pao Ch'ing (NL-53-4) with geologic column and brief description. Compilation Committee, Geol. Mineral. Res. Far East, Tokyo Geogr. Soc., Tokyo.

[20] 李文亢、韩建修、张树新、孟繁义，1979，那丹哈达岭北段上古生界基本地质特征，中国地质科学院院刊，第 1 卷，第 1 号，第 104—120 页。

[21] 王成源、康宝祥、张海驲，1986，那丹哈达岭三叠纪牙形刺的发现及其地质意义。中国北方板块构造文集，第 1 集，第 208—214 页．地质出版社．

[22] 冯益民、汤耀庆，1984，中国的混杂地质体。中国地质科学院院刊，第 10 号，第 77—92 页，地质出版社．

[23] Kang, B. X., Zhang, H. R., Qu, G. S. and Liu, C. S. 1988 Tectonic melanges in Nadanhada, China. Third Intern. Symp. Pre-Jurassic Evolution, Eastern Asia, IGCP Project 224, Abstracts, pp. 48—49.

[24] 崔秀石，1986，那丹哈达岭中生代板块俯冲带科马提岩鬣刺结构的发现及其特征。中国北方板块构造文集，第 1 集，第 199—207 页，地质出版社．

[25] Kojima, S. and Mizutani, S., 1987, Triassic and Jurassic Radiolaria from the Nadanhada range, northeast China. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 148, pp. 256—275.

[26] Kojima, S., 1989, Mesozoic terrane accretion in Northeast China, Sikhote-Alin and Japan regions. Palaeogeogr., Palaeoclim. Palaeoecol. (in press).

[27] Ji X. and Coney, P. J., 1985, Accreted terranes of China. in Howell, D. G. (editor), Tectonostratigraphic Terranes of the Circum-Pacific Region. Earth Science Series, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Houston. No. 1, pp. 349—361.

[28] Eliseeva, V. K., Lipman, R. Kh. and Svyatogorova, N. N. (1976) New evidence on central Sikhote Alin stratigraphy (in Russian with English abstract), Geol. i geofiz., Vol. 11, pp. 30—43.

[29] Tikhomirova, L. B., 1985, Jurassic radiolarians of the Far East U. S. S. R. in Westermann, G. E. G. (editor), IGCP Project 171, Circum-Pacific Jurassic. Spec. Paper, No. 10, pp. 18—21.

[30] Mel'nikov, I. G. and Golozubov, V. V., 1980, Olistostrome sequences and consedimentational tectonic nappes in Sikhote-Alin. *Geotectonics*, Vol. 14, pp. 310—317.

[31] Belyayev, S. Yu., 1978, Olistostromes from Khabarovsk suite of Sikhote-Alin (in Russian with English abstract). Geol. i geofiz., Vol. 3, 156—160.

[32] Mazarovich, A. O., 1981, Tectonics of the southern part of Sikhote-Alin. Geotectonics, Vol. 15, pp. 433—442.

[33] Mazarovich, A. O., 1982, Paleozoic-Early Mesozoic tectonic evolution of the southern Maritime territory. Geotectonics, Vol. 16, pp. 61—73.

[34] Mizutani, S. and Hattori, I. 1983, Hida and Mino: tectonostratigraphic terranes in central Japan. in Hashimoto, M. and Uyeda, S. (editors), Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions, Terra Sci. Publ., Tokyo. pp. 169—178.

[35] Hattori, I., 1982, The Mesozoic evolution of the Mino terrane, central Japan: A geologic and paleomag-

netic synthesis. *Tectonophysics*, Vol. 85, pp. 313—340.

[36] Mizutani, S., Hattori, I., Adachi, M., Wakita, K., Okamura, M., Kido, S., Kawaguchi, I. and Kojima, S., 1981, Jurassic formations in the Mino area, central Japan. Proc. Japan Acad., Vol. 57-B, pp. 194—199.

[37] Yamamoto, H., 1985, Geology of the late Paleozoic-Mesozoic sedimentary complex of the Mino terrane in the southern Neo area, Gifu Prefecture and the Mt. Ibuki area, Shiga Prefecture, central Japan (in Japanese with English abstract). Jour. Geol. Soc. Japan, vol. 91, pp. 353—369.

[38] Hirooka, K., Uchiyama, S., Date, T., Kanai, H. and Nakajima, T., 1985, Paleomagnetic evidence for accretion and bending tectonics of the Hida and the circum-Hida Terranes, central Japan. in Howell, D. G. (editor), Tectonostratigraphic Terranes of the Circum-Pacific Region. Earth Science Series, No. 1, 391—399, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Houston.

[39] Shibuya, H. and Sasajima, S., 1986, Paleomagnetism of red cherts: a case study in the Inuyama area, central Japan. Jour. Geophys. Res., Vol. 91, pp. 14105—14116.

[40] Shibata, K. and Adachi, M., 1974, Rb-Sr whole rock ages of Precambrian metamorphic rocks in the Kamiaso conglomerate from central Japan. Earth Planet. Sci. Let., Vol. 21, pp. 277—289.

[41] Hattori, I., 1988, Length-slow chalcedony in sedimentary rocks of the Mesozoic allochthonous terrane in central Japan and its use of tectonic synthesis. in Hein, J. R. and Obradovic, J. (editors), Silica Deposits of the Tethys and Pacific Regions. Springer Verlag (in press).

[42] Osozawa, S., Aita, Y., Nakamori, T., Niibe, A., Kanisawa, S. and Nakagawa, H., 1983, Geology of Amami Oshima, central part of the Ryukyu Islands, with special reference to effect of gravity transportation on geologic construction (in Japanese with English abstract). Mem. Geol. Soc. Japan, No. 22, pp. 39—56.

[43] Isozaki, Y. and Nishimura, Y., 1988, The Fusaki Formation; Mesozoic complex in the Ishigaki Island, Ryukyus and the eastern convergent margin of the Jurassic Asia. Abstracts, 95th Ann. Meet. Geol. Soc. Japan, p. 198.

[44] Isozaki, Y., Amiscaray, E. A. and Rillon, A., 1988, Permian, Triassic and Jurassic bedded radiolarian cherts in North Palawan Block, Philippines: Evidence of Late Mesozoic subduction-accretion. in Ichikawa, K. (editor), IGCP Project 224, Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, Rept. No. 3, pp. 99—115.

[45] Halloway, N. H., 1982, North Palawan Block, Philippines-its relation to Asian Mainland and role in evolution of South China Sea. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., Vol. 66, pp. 1355—1383.

[46] Matcalfe, I., 1988, Origin and assembly of South-east Asian continental terranes. Audley-Charles, M. G. and Hallam, A. (editors), Gonduana and Tethys, Geol. Soc., Sp. Publ., No. 37, pp. 101—118.

[47] Suess, Ed., 1901, Das Antlitz der Erde. Bd. III-1. 1—508 (see pp. 310—315). Tempsky, Prag u. Wien, Freytag, Leipzig.

[48] Hinde, G. J., 1902, Description of fossil Radiolaria from the rocks of central Borneo. in Molengraaff, G. A. F., Geological Explorations in Central Borneo. Soc. Promotion Sci., Exploration, Dutch Colon., pp. 1—56.

[49] Hayami, I., 1984, Jurassic marine bivalve faunas and biogeography in Southeast Asia. in Kobayashi, T., Toriyama, R. and Hashimoto, W. (editors). Geology and Palaeontology of Southeast Asia, Vol. 25, pp. 229—237.

[50] Ozawa, T., 1987, Permian fusulinacean biogeographic provinces in Asia and their tectonic implications. in Taira, A. and Tashiro, M. (editors), Historical Biogeography and Plate Tectonic Evolution of Japan and Eastern Asia. pp. 45—63. Terra Sci. Publ., Tokyo.

[51] Zhamoida, A. I., 1972, Biostratigraphy of the Mesozoic siliceous strata of the east of the USSR (as based on the study of radiolarians). Trans. All Union Order Lenin Award. Geol. Sci. Res. Inst. (Vsegei) N. S., No. 183, pp. 1—199 (in Russian).

[52] Yeh, K. Y., 1987, Taxonomic studies of lower Jurassic Radiolaria from eastcentral Oregon. Spec. Publ. No. 2, pp. 1—169. National Museum. Natural Sci., Taiwan.

[53] Yamamoto, H., Mizutani, S. and Kagami, H., 1985, Middle Jurassic radiolarians from Blake Bahama Basin, west Atlantic Ocean. Bull. Nagoya Univ. Museum, Vol. 1, pp. 25—49.

[54] Carter, E. S., Cameron, B. E. B. and Smith, P. L., 1988, Lower and middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columnbia. Geol. Surv. Canada Bull. 386, pp. 1—109.

[55] Li, H. S., 1988, Early Jurassic (late Pliensbachian) Radiolaria from the Dengqen area, Xizang (Tibet). Acta Micropalaeont. Sinica, Vol. 5, pp. 323—330.

[56] Utkin, V. P., 1984, Strike-slip displacements as a factor in development of the East Sikhote Alin volcanic belt. *Dokl. Akad. Nauk*, Vol. 268, pp. 951—955.

[57] Takagi, H., 1986, Implications of mylonitic microstructures for the geotectonic evolutin of the Median Tectonic Line, central Japan. *Jour. Struct. Geol.*, Vol. 8, pp. 3—14.

[58] Uyeda, S. and McCabe, R., 1983, A possible mechanism of episodic spreading of the Philippine Sea. in Hashimoto, M. and Uyeda, S. (editors) Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions. pp. 291—306. Terra Sci. Publ., Tokyo.

[59] Zhang, Z. M., Liou, J. G. and Coleman, R. G., 1984, An outline of the plate tectonics of China. Geol. Soc. Am. Bull., Vol. 95, pp. 295—312.

[60] Watson, M. P., Hayward, A. B., Parkinson, D. N. and Zhang, Zh. M., 1987, Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition onshore China. Marine, Petrol., Geol. Vol. 4, pp. 205—225.

THE NADANHADA TERRANE IN RELATION TO MESOZOIC TECTONICS ON CONTINENTAL MARGINS OF EAST ASIA

Mizutani Shinjiro,
(department of Earth Sciences, Nagoya University, Japan)
Shao Ji'an,
(Department of Geology, Beijing University, Beijing)
Zhang Qinglong
(Department of Geology, Nanjing University, Nanjing)

Abstract

The Nadanhada terrane, a Jurassic disrupted terrane in Heilongjiang Province of China, is principally composed of Permo-Carboniferous limestone and greenstone, Triassic bedded chert and Middle Jurassic siliceous shale, all enclosed within younger (presumably Late Jurassic-Early Cretaceous) clastics. Paleontological and petrological characteristics and structural features of these formations are entirely identical to those of the Mino terrane of the Japanese Islands. In both terranes there exist the same Triassic radiolarians as well as chaotic mélanges with similar compositions. In the Sikhote-Alin region, geologic formations lithostratigraphically and biostratigraphically equivalent to those of the Nadanhada area are ubiquitously distributed. Fossils contained in olistostromic blocks in the Ryukyu Arc, Philippines and Borneo are also quite similar to those in the Japanese Islands. Therefore, it is inferred that these Mesozoic terranes in the western Pacific region were originally a single superterrane and disrupted before the Late Jurasic to form many small ones, which constituted a belt of accretionary complexes during Late Jurassic and/or Early Cretaceous time along the eastern continental margin of Asia after completion of the Triassic collage of the Chinese continent. Just after, or along with, this accretionary process,horizontal compressoshear displacement took place in Middle to Late Cretaceous. Finally, with The opening of the Sea of Japan in Neogone time, the Mino terrane was divorced from the Nadanhada and Sikhote Alin terranes and arrived at its current position.

In summary, the Nadanhada terrane is closely related to the Mesozoic tectonics of the Circum-Pacific domain.

作 者 简 介

水谷伸治郎，日本国人，男，1932 年生，1954 年毕业于名古屋大学理学部地球科学专业，并获理学博士，现任该大学教授；日本地质学会评议员，主要从事构造地质学，沉积岩石学研究。