北西太平洋変動帯について

—「朝鮮・日本列島地質構造論考」1976, 補遺—

立 岩 巖

On the Northwest Pacific Tectonic Zone-Supplements to
“The Koreo-Japanese Tectonic Zone” by Iwao TATEIWA in 1976

Iwao TATEIWA

Abstract

As already interpreted by the writer in “The Koreo-Japanese Tectonic Zone” 1976, the Northwest Pacific Tectonic Zone can be geologically comparable with that having the frontal orogenic belt represented by the Alps-Himalayan Mountains. It covers an extensive area in the eastern part of Eurasiatic continent, the western limit being demarcated by the Baikal Rift System, extending northeasterly about 2,000 km in Siberia, and is constructed of the structural zones mentioned below, which are combined intimately with each other by mutual relationship in genesis.

1: Zone of continental massives characterized in structure by tension faults of the limited directions, NE-SW, NW-SE, E-W, etc. together with grabens and tilted blocks, accompanied by tension faults (Fig. 1).

2: Frontal orogenic belt represented by a series of insular arcs mostly with convex side towards the Pacific Ocean, and characterized with compound zonal structure shown by beds of various ages, complicatedly folded and disjunctured by shear faults (Fig. 2 and 3).

3: Marginal seas with troughs probably of a rift and structural basin origin, on the inner side of insular arcs.

4: Deep sea trenches developing along the outer side of insular arcs.

Each of the insular arcs together with the troughs and the deep sea trenches along the insular arcs constitutes structural sectors as shown in Fig. 6.

The fundamental pattern of the above structures is insisted to have been developed step by step by the crustal movements of the Jurassic, the Late Cretaceous-Early Tertiary, the Mid-Tertiary and the Neogene-Pleistocene ages.

On the origin of the insular arcs and marginal sea basins, various opinions and hypotheses, based upon geological or geophysical investigations, have been presented, although many problems unsolved have been remained because of insufficient data. So far as the Northwest Pacific Tectonic Zone is concerned, however, geological facts demonstrated by observations on the earth surface, imply that firstly the characteristic structures of the insular arcs, above mentioned, may be best explained by the concept of compressional forces repeatedly worked to have lifted into folds and thrust up the insular arcs towards the Pacific Ocean and nextly that the insular arcs have been drifted

oceanwards away from the continent. The movements would cause downwarping of the oceanic crust to form the deep sea trenches.

Figs. 1-9, newly provided here may elucidate in a certain extent recent ideas of the writer on the global tectonics in the Tectonic Zone in question.

I. 緒言——北西太平洋変動帯概説

北西太平洋における島弧の連鎖は、地球上他に比をみない特異な配列であるが、併せて注目すべきは、その外側に寄りそう顕著な深海溝、内側に配列するオホーツク海・日本海・東シナ海などの海盆、さらに海盆の対岸においていくつかの特定方向をとる海岸線をもつ大陸地帯の存在である。

これまでにおける調査研究の結果を総合すると、上記の、いわば大陸海洋間の漸移帯ともいふべき地帯の構造要素の相互間には、構造発達上極めて緊密な関連の存在することが明らかである。前2帯は主として圧力テクトニクス場におかれた地帯、他は主として張力テクトニクス場におかれた地帯である。

構造発達の歴史は若い。すなわち、日本列島の胚芽的存在を示唆する古日本弧(徳田, 1931)が、中生代中期、詳しくはジュラ紀前期大同系後、白亜紀慶尚系前、大陸の前縁に出現して以来、白亜紀末—第三紀初め(仏国寺世)、第三紀中期、および新第三紀—洪積世の変動を主要な段階として、逐次的に達成されたもの、といつてよいのである。

次にこの変動帯の西方限界の問題であるが、これは、この地帯を特徴づける構造の卓越する西方限界の問題であり、従つて筆者は、シベリアのバイカル湖盆を中心として NE-SW 方向におよそ 2000km に及ぶバイカル地溝系(Baikal Rift System, PAVLOVSKI, 1937)をその西方限界とするに躊躇しない。

この構造線以西にはこの方向をとる構造線はもはや卓越しない。代つて卓越するのは NW-SE ないし E-W 方向の構造線であり、このことは、サヤン・アルタイ・天山・アルチン・崑崙・ヒマラヤその他の東西性山嶺の平走していることによって示唆される。もしこの東西性構造の卓越する地帯をもって、ヒマラヤ造山帯を前縁とする1の変動帯をあらわすものとすれば(MOLNAR, et al, 1975)¹⁾、問題の変動帯は正にこれに対応し、同じくグローバルな大構造単元をなすものといわねばならない。最大幅(バイカル地溝系—日本海溝間)およそ 3500km、長軸の延長(広東省西部—千島・カムチャツカ弧北部間)およそ 6500 km の地帯である。両変動帯を地理的に明らかに区別するのはもちろん不可能であるが、大体においては、バイカル地溝系より南方四川省東部を経て、南シナの広東省西部に至る線をもって大体の境界とするのを適当とするようである(Fig. 1をみよ)。

北西太平洋変動帯の概要はおおよそ以上のとおりであるが、このような海陸の巧みな配置は、これまでにしてしばしば、地質学および地球物理学探究のよき対象として取り上げられているのは至極当然のことであり、それに関しては、これまで多くの調査研究の成果が発表されている。筆者も1976年「朝鮮・日本列島地帯構造論考」中で一応の見解をまとめているが、同書は要するに、朝鮮を主とする大陸の諸地域に関する調査研究の成果を広く紹介し、併せて、大陸地域の構造発達に関する知見を可能な限り許容した上で、北西太平洋変動帯の前縁をなす島弧の構造発達に論及し、大陸地塊・島弧間に成因上密接不可分の因果関係の存在することを論じたものであった。

しかし、問題の性質上、また特に、調査の著しく遅れている広域を所々に残している現段階ではある程度やむを得ないであろうが、構造論中には十分な基礎資料を欠き、今後の考証にまつべき多くの点が残されており、また、問題提起の枠を脱していない点もある。なお論議は地球表面で観察された地質学的事実に基づく当然の結果として、大陸より太平洋方面への強力な側圧を認識し、その理念を基本として終始進められているので、全く異なる前提条件下に問題を考える人達を十分説得できることは、もちろん困難であろう。

1) アジア大陸におけるヒマラヤ・天山をはじめとする大構造は、インド・ユーラシア両大陸塊の衝突によって生起、または古い造山帯の若返りにより形成された、とする壮大な見解が述べられている。

Fig. 1 Neotectonic map of the Northwest Pacific Tectonic Zone
 1: Frontal orogenic belt, 2: Grabens and structural basins, 3: Faults, Trench axis ("Plate" boundary), A: Baikal Rift System, B: Argun-Dalai Rift System, C: Zeya-Uda Graben, D: Manchurian Structural Basin, E: Silamulen Graben, F: Shansi Graben System, G: Po-Liao Graben, H: Tanch'ön-Chilin Graben, I: Amnokkang Rift System, J: Yöngdong-Chin'an Graben System, K: Ryūkyū Trough, L: Japan Trough, M: Yamato Trough, N: Kuril Trough, ①: Hei-Liao Divide, ②: Mutanchiang-Yusöng Line, ③: Central Sikhote-Alin Line, ④: Coastal Line, ⑤: South Sikhote-Alin Line, ⑥: Tatarski Line, ⑦: Sapporo-Tomakomai Line, ⑧: Kushiro-Abashiri Line, ⑨: Tsugaru Channel Line, ⑩: Itoigawa-Tagonoura Line, ⑪: Sagamiwan Line, ⑫: Kagoshima Central Line, ⑬: East China Sea Line, ⑭: Taitung-Hualien Line, ⑮: Median Line.

Literatures: BERSENEV, 1971; TATEIWA, 1976; Geol. Academy, China, 1976; etc.

執筆は、大半、1975年秋まで長年にわたり筆者の勤務した株式会社応用地質調査事務所(深田淳夫会長・陶山国男社長)の御好意により同所内で行なわれ、その間何彼と多大の便宜が与えられた。なお同所の羽田忍氏からは折にふれてしばしば参考意見を頂戴した。同じく松尾行洋氏には原稿閲読の労をお願いした。また説明図の製図については、同氏および同氏夫人をわずらわした。この機会に、応用地質調査事務所ならびに上記の諸氏に対し心から感謝の意を表する。

この小文では、前に渉猟しえなかった文献およびその後の新文献を可能な限り参照し、拙書に対する最初の補遺を試みようとしたものであり、古日本内海(Proto-Japan Inland Sea)・扇状構造区(Structural sector)などの提唱や地溝等の名称の改称などを行なっているが、これまでにおける筆者の構造論については、基本的には何等変更するところがなく、むしろこれを強調発展させることになったのを感じる。なお、Figs. 1-9は、現知見に基づき今回新たに編図したものであり、併せて御批判をいただければ幸甚である。

謝辞 糸魚川・田子ノ浦線

に関するその後の情報については、信州大学山下昇教授の御好意によるところが多い。金沢大学糸野義夫教授および東海大学大草重康教授からはソビエト学者による最新の論文の写しをいただいた。またその日本語訳(全訳または部分訳)については大草教授の御教示をしばしばいただいた。中国の近年における地質学の進歩については、愛媛大学佐藤信次教授(当時東京教育大学)に負うところが多い。

II. 島弧の圧力テクトニクスについて

島弧では圧力テクトニクスによる褶曲構造が卓越しており、その典型的な例を、われわれは西南日本弧の外帯にみる。しかし他の島弧では、それに対応する構造の主要な部分またはその殆んど全体が海没しており、海没域では、辛うじてその位置が、深海溝の大陸側斜面によって示唆されているに過ぎないのである。

島弧を特長づけるのは、後述の如き例外は別として、一般的には、弧の内側つまり大陸方面に傾斜する軸面をもつ褶曲構造、同じく内側に傾斜する衝上面をもつ逆ないし押し被せ断層、さらには、褶曲軸に平行ないし直交する横すべり断層 (Fig. 2) などであり、次に述べる4組の褶曲体系によって構成される。

1: 古日本弧を構成し、主として古生代およびそれより古い岩層、たとえば平安系・朝鮮系・先カンブリア変成岩系などよりなる体系

2: 古日本弧の内側に発達した古日本内海 (Proto-Japan Inland Sea) の堆積岩層、たとえば、和泉砂岩層その他日本・カラフトなどの各地に知られている白亜紀層、筑豊・常磐・石狩・釧路等諸炭田の第三紀層よりなる体系

3: 古日本弧の外側に形成された地相向斜性堆積層、たとえば四万十層群・日南層群・牟礼層群・富士川下流地区の第三紀層群などよりなる体系

4: グリーンタフに伴なわれた新第三紀層よりなる体系

上記のような複合体系は、幾回もの地殻変動をうけて甚だ複雑な構造のものとなっており、また、大多数の不整合面が発達していることから、地史・古地理に複雑な変遷のあったことが容易に推察される。

なおこの機会に注意を喚起しておきたい一事は、日高・サハリン帯を含め東北日本や西南日本の日本海沿岸地帯に、上述の褶曲体系とは異なり、弧の外側に傾斜する軸面をもつ褶曲構造が所々に知られていることである。このような構造が如何なる地質条件によって形成されたかについては、これまでに触れていないが、広い視野から推察して、日本海側からの海底地盤による側圧に、日高・サハリン帯の場合は、それに併せて、オホーツク海の陥没に基づく東方からの側圧によってもたらされたものではないかと予想される。今後の考証にまつべき重要課題のひとつであろう。

上記の褶曲体系のうち1と3とは、構造上しばしば分離困難である。これらを併せて、島弧の中軸をなす1構造体系とみなすこともできよう。これと4の間には1の隆起帯、すなわち、西南日本弧では中国隆起帯、東北日本弧では阿武隈・北上隆起帯と1の沈降帯、すなわち、西南日本弧では瀬戸内沈降帯、東北日本弧では東北沈降帯がそれぞれ介在する。さらに西南日本弧をみると、南海々溝の大陸側斜面にも、西南日本外帯におけると恐らく同様な褶曲体系の存在が考えられるので、さらに外側には、四万十層群など

Fig. 2 Lateral slip faults in the central part of Honshu, Japan. ①: Itoigawa-Tagonoura Line, ②: Sagamiwan Line, ③: Itoigawa-Shizuoka Line (Shizuoka Line), ④: Yaegochi Line, ⑤: Akaishi Line, ⑥: Adera Fault, ⑦: Neodani Fault, ⑧: Yanagase Faults, ⑨: Hanaore Fault, ⑩: Yamazaki Fault, ⑪: Tottori Fault, ⑫: Median Line, ⑬: Atotsugawa Fault.

Literatures: KIMURA (T), 1959; FUJITA (K), 1962; KIMURA (M), 1972; MATSUDA, 1972; OKADA, 1973; MURAI・KANEKO, 1973; TATEIWA, 1976; etc.

に珪岩礫を供給した陸域、つまり黒潮古陸が存在していたことになる。

このようにして西南日本弧と東北日本弧は、Fig. 3に示したように、それぞれ5または4の相平行する構造帯によって構成されていることになる。

島弧・大陸地域間における上記の対照的な関係は、もちろん、古い時代から存在していたわけではない。

Fig. 3 Structural zones in Southwest Japan Arc and Northeast Japan Arc. 1, 2: Kuroshio Paleo-land, 3: Axial Anticlinal Zone, 4: Setouchi Depression, 5: Chugoku Uplifted Zone, 6: "Green Tuff" Zone, 1': Axial Anticlinal Zone, 2': Northeast depressed Zone, 3': Abukuma-Kitakami Uplifted Zone, 4': "Green Tuff" Zone; A: Median Line, B: Itoigawa-Tagonoura Line, C: Sagamiwan Line, D: "Plate" boundary. E: Izu-Hakone Massif.

層、押しつぶせ断層などにより著しく擾乱しており、または著しい偏圧を受けているが、白亜紀またはそれ以後の岩層は、正断層によって切断され、また正断層に伴なわれた地塊運動によって擾乱されているが、褶曲構造はあっても、従属的な存在に過ぎない。白亜紀層でも地方によっては殆んど水平状態を保っている。

なお褶曲構造の軸方向や逆断層・押しつぶせ断層の線方向をみると、北朝鮮では NW-SE, NE-SW, WNW-ESE, E-W, N-S などとまちまちであるが、南朝鮮では一般に NE-SW 方向をとる (Fig. 4 をみよ)。古日本弧は当時における大

この点に関連して筆者による既往の説明を補足すると、日本の地殻変動史は、秋吉 (石炭紀—三畳紀)、佐川 (ジュラ紀—古第三紀)、大八洲 (新第三紀—第四紀) の3大造山輪廻 (KOBAYASHI, 1941)、本州地向斜時代 (石炭紀—二畳紀)、本州造山時代 (二畳紀—三畳紀)、本州地背斜時代 (三畳紀—新第三紀前期)、分化時代 (新第三紀—第四紀) に大別され、そのうち本州地背斜時代は地背斜隆起時代と広島変動時代 (酸性火成岩類の大進入) に2分される (山下, 1957)。なお分化時代はグリーンタフ変動 (湊・井尻, 1958) の時代とも呼ばれている。その他にも若干の変動時階区分は提唱されているが省略する。

要するに日本では、時期によりまた地域的には張力テクトニクスの場となっており、また地塊運動を起こしているが、大体においては、終始圧力テクトニクスの場であったといっても過言でない。

これに対し大陸地域では、地質調査の比較的進歩している朝鮮を例にとって述べると、ジュラ紀までの古期岩層、つまりジュラ紀大同系およびそれより古い岩層は、例外なく、岩層の褶曲、逆断

Fig. 4 Structural lineaments shown by the Pre-Cretaceous rock formations in Korea (folding axis, shear faults and schistosity of Pre-Cambrian rocks).

陸の前縁地帯にあって、恐らく、先カンブリア変成岩類を含む古期岩層によって構成され、NE-SW 方向をとる褶曲軸によって著しく褶曲していたのではないかと推察されるのである。

島弧の折れ曲り構造の発生に関する既往の私見を要約すると、東北日本弧・西南日本弧間の折れ曲り構造は伊豆・箱根地塊、つまりナウマンのいわゆる七島山脈 (NAUMANN, 1885)、琉球弧・台湾弧間の折れ曲りは、台東山脈・バタン諸島・バブヤン諸島など一連の若い火山岩地区によって示唆される南北走向の海嶺、千島・カムチャッカ弧とアリューシャン弧との間の折れ曲りは、北西太平洋海嶺の、それぞれの特に強い抵抗に基因して生成された可能性が大きい。

朝鮮に、WNW-ESE, NW-SE, NNE-SSW, N-S 等の方向をとる左横ずれ断層の認められることは、前に述べたとおりであるが (立岩, 1976)、ずれの方向から、琉球弧の運動に関連して発生した疑いがある。また鮮満地塊の稜線をなす妙香山脈は、朝鮮半島の脊梁をなす太白山系の北方延長にあたる狼林山脈を境として位置の喰い違いが明瞭であり、それによると、東側の山系が西側のそれに対し数 10km 程度南方にずれていることになる。このことは、もちろん、今後の考証にまたねば確言できないであろうが、もし実際に上記の如きずれがあるとすれば、これは、右ずれ要素をもつ朝鮮方向の断層に基因するものであり、このような断層の運動が、太白山系の構造発達に関与していることを示唆する。またその運動は、西南日本弧の移動、ひいては、西南日本弧・琉球弧間の折れ曲り構造の生成に関与していると考えられるのである。

西南日本外帯の褶曲帯が関東山地以東で海没してからの北方延長は、断層により、しばしば横断されながらも、結局日高帯に、さらにサハリン帯に連なるものと推察され、また、千島・カムチャッカ弧の褶曲帯も元来それに連続し、それぞれ環太平洋造山帯の一環をなすものと予想される。

この問題についての私見を要約すると、日高・サハリン帯の北方延長は、南北性の右横ずれ断層または断層群の運動によって反転、再び北海道に戻り、地殻変動により著しく擾乱されるが、最後に、北海道東部に至ってほぼ南北走する右横ずれ断層すなわち網走・釧路線によって横断され、それに沿って南方に転位、千島列島沿いに北東走するに至ったものと予想されるのである。なおこのような見解は、今後の考証にまつべき特に多くの点を含んでいるのは否めないが、しかし全く架空的なものでないことも確かであり、むしろ、基本的には、唯一の正しい路線に沿って論議をすすめているのではないかとも思われる。切に今後の考究が望まれることである。

折れ曲りは前に指摘したように実証ないし推定による大規模横ずれ断層に伴なわれており、その運動が折れ曲り構造の発達に重要な役割りを演じていることを示している (立岩, 1976)。

西南日本弧・東北日本弧間の折れ曲り構造の発達に、次記の如き 2 組の大規模横ずれ断層が関与しているのは、特記に値する。その一は糸魚川・田子ノ浦線 (立岩, 1976)、他は相模湾構造線 (木村政昭, 1972; 村井・金子, 1973) である。前者は、日本海中央部の大和堆東部に発して富山舟状海盆を縦貫、糸魚川と田子ノ浦を結ぶ線で本州中部を横断し、駿河湾の海谷に入り、さらに南海々溝に沿って遠く南西方に延長する。陸域での観察結果から判断すれば、横ずれ要素をもつ逆断層に属するものと思われる。

この構造線については、近年、松本盆地から北方姫川上流にいたる地区の数ヶ所において確かな露頭が発見され、露頭部における岩盤破碎状態が詳しく記載されており (石井久夫, 1973)、その他にもその位置を示唆する種々の事実が報告されている (茅原一也, 1976; 水野学, 1976; 西宮克・植田良夫, 1976; 竹内章・坂本満, 1976; 河内洋佑ほか, 1966; 松本盆地団体研究グループ, 1977; 山田哲雄ほか, 1976)。なお海底地形から推測すると、海域では所々において横ずれ断層に横断されているのは明らかであり、推測の範囲では、いずれもが右ずれであるのは注目に値する。東北日本弧が東方に大きく張り出した運動の影響と予測されるからである (Fig. 5)。

一方、相模湾構造線は、北東に彎曲し日本海溝に沿って北進するものと考えられ、性格上糸魚川・田子ノ浦線に対応する。後者と共に、大陸地殻・海洋地殻間の境界をなす可能性は大きい。

Fig. 5 Tectonic map of Itoigawa-Tagonoura Line traversing in the central part of Honshū, Japan. a: Depth contours in metres, b: Faults; A-B-C-D-E-F: Itoigawa-Tagonoura Line, A-B-C-D-G-H: Itoigawa-Shizuoka Line, I-C, J: Median Line, K: Kurofuyama Faults, L: Nakayama Fault, M: Sasayama Line, N: Jūmaisan Line, O: Kannawa Fault, P: Sunzu Fault: ①: Toyama, ②: Ōmi, ③: Itoigawa, ④: Ōmachi, ⑤: Nagano, ⑥: Toyoshima, ⑦: Matsumoto, ⑧: Shiojiri, ⑨: Fujimi, ⑩: Nirazaki, ⑪: Kōfu, ⑫: Shimobe, ⑬: Minobu, ⑭: Fujimiya, ⑮: Yui, ⑯: Shimizu, ⑰: Shizuoka, ⑱: Yaizu, ⑲: Numazu, ⑳: Mishima, ㉑: Atami, ㉒: Itō, ㉓: Shimoda. Literatures: MATSUDA, 1958; TSUYA, 1968; ISHII, H, 1973; CHIHARA, 1976; NISHIMIYA, UEDA, 1976; SHIMAZU et al., 1976; MIZUNO, 1976; TATEIWA, 1976; TSUNESHII, SUGIYAMA, 1978; etc.

Fig. 5 は、その後の資料を斟酌して今回あらたに編図したものであり、主として糸魚川・田子ノ浦線のネオテクトニクスを示す。

次に、上記両構造線によって古日本弧は、成因上特に緊密な相互関係によって結びつけられる島弧・深海溝・縁海盆よりなる2つの扇状構造区 (structural sector), すなわち、西南日本弧・南海舟状海盆・大和・海盆よりなる西南日本区 (Southwest Japan Sector) と東北日本弧・日本海溝・最上舟状海盆を含む日本海の一部よりなる東北日本区 (Northeast Japan Sector) とに区分される。さらに、これに準ずる組み合わせにより、東北日本区の北東に連なる千島・カムチャッカ区 (Kuril-Kamchatka Sector), 西南日本区の南西方に連なる琉球区 (Ryukyu Sector), 台湾・ルソン区 (Formosa-Luzon Sector) が区別される。

ついでに述べるが、千島・カムチャッカ区は西方アフリウシヤン区 (Aleutian Sector) に連なり、台湾・ルソン区は、フィリピン・セレベス区 (Philippine-Celebes Sector), 次いでスンダ区 (Sunda Sector) と連なり、さらに、ビルマ北辺においてヒマラヤ区 (Himalayan Sector) に連なることになる (Fig. 6 をみよ)。

島弧の構造発達に関する現知見を総合するとおよそ以上のとおりであるが、要するに、弧の内側からの側圧を重視することによってはじめ、無理のない合理的な解説が可能になるのである。島弧が太平洋方面に移動していることを肯定した上でのことである²⁾。

- 2) 日本列島が大陸から次第に遠のいていることは早くから認められているが、近年この現象に関し、アジア大陸プレート下深くもぐりこんだ太平洋プレートの一部が溶けて上昇し、日本列島を大陸から引き離し太平洋方面に押し出した、とする一説 (竹内均, 1976: 学会会報, 1976-II, No. 731, 29-32) がある。

Fig. 6 Structural sectors and lateral slip faults in the orogenic belt of Northwest Pacific Tectonic Zone. 1: Lateral slip faults 2: Trench axis ("Plate" boundary), 3: Traces of Arcs; A: Aleutian Sec., B: Kuril-Kamchatka Sec., C: Northeast Japan Sec., D: Southwest Japan Sec., E: Ryūkyū Sec., F: Formosa-Luzon Sec., G: Philippine-Celebes Sec., H: Sunda Sec. Literatures: TOKUDA, 1930; ARITA, 1954; ALLEN, 1962; KONISHI, 1965; GNIBIDENKO, 1971; MARTIN, 1972; GEODEKYAN et al. 1976; TATEIWA, 1976

III. 大陸地塊の張力テクトニクスについて

島弧における褶曲構造の発達には、地殻上表部の短縮を明示し、褶曲状態から推察すると短縮の総和は甚だ大きい。その当然の結果として、隣接区域つまり大陸側には張力の方が生じ、そこでは、結果として正断層や地塊運動をもたらす変動がおこる。それは、白亜紀末—第三紀初めの大変動すなわち仏国寺変動以来の現象であり、その主要な部分はアルプス運動の一環をなすであろうが、大陸地域では、かつて丁文江 (1929) が南シナの南嶺運動に関連して指摘したように、造山運動の型式ではなく、主に正断層や正断層に伴われた地溝や傾動地塊を生起させるものであったのである (Fig. 1)。

正断層系

各説的な記載は拙書 (立岩, 1976) にゆずり、ここでは単に総括的に要点に触れるにとどめる。特に卓越するのは北西太平洋前縁造山帯の大体における延長方向に平行する NE-SW およびそれに近い方向、すなわちシナ方向 (Sinian direction) と、それにほぼ直行する朝鮮方向 (Korean direction) の 2 系列のものであり、それらの交錯により至るところにいわゆる X 字型構造区が構成されている。

両断層系間の前後関係は一定していない。統計上では朝鮮方向の断層がシナ方向のそれを切っている場合が明らかに多いようである。前後関係が一定しないのは、これらの断層が少なくとも前後 2 回の変動、すなわち仏国寺世と第三紀中期の変動に際し、運動の場および方向性をほぼ共通にして生じた場合の多いことによるものと思われる。

ほかに、大体において東西・南北・WNW-ESE・ENE-WSW などの方向をとる断層系も認められる。

東西方向の断層は、数ヶ所の限られた地帯、すなわち、(1) 北緯 57°—60°、(2) 同 50°—53°、(3) 同 41°—43°、(4) 同 35°、(5) 同 25°などの地帯に集中的に多い。ほぼ同様なことは、李四光 (1955) によってもすでに指摘されている (Fig. 1 をみよ)。

以上のうち北緯 41°—43°の地帯は、南満州のシラムレン地溝から、東方渾河・太子河の東西性河谷、鮮満国境の鴨緑江上流地帯、シホテアリン山地南西端部を経て、東北日本・北海道間の津軽海峡地区に及ぶ。

南北方向の断層系としては、満州東部山地の牡丹江河谷から嘎呀江河谷・鮮満国境の豆満江中流・朝鮮北部の会寧川・輪城川などの南北性河谷を連ね、さらに南進して七宝山地塊沖における深海盆の急斜面に及ぶと思われる長大な例がある。日本深海盆の生成に重要な役割を演じた断層のひとつである。この系列に属する断層は比較的少ない。

以上のほか朝鮮半島の南海岸地帯には、ENE-WSW ないし E-W 方向の韓山系 (Hansan System, 小藤, 1903) と呼ばれる断層系があり、実証不十分ではあるが、その運動は、わが中国地方の日本海沿岸地帯の構造発達に大きい影響を与えているようである。

なお朝鮮中部に WNW-ESE 方向の断層の多いことも見逃せない事実であろう。

最後に指摘したいのは方向を異にする構造帯が相交錯する場合についてである。多くの場合両者は、文字どおり相交錯するのであって、折れ曲って一より他に連なるのではない、ということであり、このことは地形上からも明瞭に認められるものである。

そのような構造を示す好例としては、シナおよび朝鮮方向の構造が相交錯し顕著な擾乱地帯を構成している北朝鮮西部 (平安北道) がある。そして、主として地形上の観察結果による判断ではあるが、正にそれに対応する関係は、1 : オホーツク海に面するシナ方向のジュグジュール山脈地帯と東西方向のスタノボイ山脈地帯との間、2 : スタノボイ山脈地帯とシナ方向のヤプロノイ山脈地帯との間、3 : 蒙古高原の南東縁をなす大興安嶺地帯と東西方向の陰山山脈地帯との間、などにみることができる。

地溝

大陸地塊には、シナ方向・朝鮮方向または東西方向の多数の地溝があり (Fig. 1)、傾動地塊と共に重要な構造要素をなす。その主な例を次にあげよう。

- 1 : バイカル地溝系 (Baikal Rift System)
- 2 : アルグン・ダライ地溝系 (Argun-Dalai Rift System)
- 3 : ゼーヤ・ウダ地溝 (Zeya-Uda Graben)
- 4 : 満州構造盆地 (Manchurian Structure Basin)
- 5 : シラムレン地溝 (Silamulen Graben)
- 6 : 山西地溝系 (Shansi Graben System)
- 7 : 渤海地溝 (Po-Liao Graben)
- 8 : 端川・吉林地溝 (Tanchŏn-Chilin Graben)
- 9 : 鴨緑江地溝 (Amnok-kang Rift System)
- 10 : 永同・鎮安地溝系 (Yŏngdong-Chin'an Graben System, Fig. 7)

以上のうち1, 2, 6, 7, 9, 10はシナ方向, 8は朝鮮方向, 3, 5は東西方向をとる。各地溝についての記載は拙書 (1976) にゆずり, ここでは2, 3の注意事項を記すにとどめる。

ゼーヤ・ウダ地溝は恐らく複雑な構造をもつものと推察されるが, 詳細不明である。東方ウダ湾でオホーツク海に延長している, とみてよい。

シラムレン地溝を構成する構造帯の東方延長が津軽海峡に及んでいることについては, すでに述べた。

渤海地溝は, 南西方北シナの沖積原に延長しているものと推察される。この地溝と満州構造盆地との間は, シラムレン地溝によって中断されているが, 構造上前者は後者の一部の延長とみても差支えないようである。

端川・吉林地溝についても地溝としての構造に不明な点が多い。しかし地溝であることについては疑いの余地がなく, その南西側境界の北西方延長はいわゆる黒遼分水界に該当する。この地溝が日本海に延びていることは明らかであろう。

鴨緑江地溝系の西方延長は渤海々峡を越え山東半島北西側 (萊州湾) に延長しているであろう (Fig. 8)。

なお永同・鎮安地溝系については, 今回新たに編図したので, Fig. 7 としてここに掲げる。

最後に, 大陸に近接して日本海の中に広域を占める日本深海盆, 西南日本・大和堆間の大和海盆, 琉球弧沿いの琉球舟状海盆, 千島・カムチャッカ弧沿いの千島海盆も, 島弧運動に基因する陥落運動に由来するものであり, 恐らく白亜紀末—第三紀初めの大変動時階以来, 洪積世後期にかけ段階的に達成されたものであろう。

Fig. 7 Tectonics of the Yŏngdong-Chin'an Graben System. 1: Cretaceous granite (Bukkokuji Series) 2: Cretaceous rhyolite (Bukkokuji Series) 3: Cretaceous lake deposits (Shiragi Series), 4: Pre-Cambrian granite-gneiss and mica-schist. Literatures: SHIMAMURA, 1926, 1927

Fig. 8 Bathymetric chart of Huang-Hai (Yellow Sea) and Po-Hai, compiled by I. TATEIWA from the Bathymetric chart, No. 1005, Hydrographic Department, M. S. A. Japan, 1960. a: Depth contours in metres, b: Faults. Literatures: TATEIWA, 1976; Geol. Academy, China, 1976

- 5: 閩浙地塊 (Minche Massif)
- 6: 朝鮮地塊 (Korean Massif)
- 7: 小興安嶺地塊 (Small Khingan Massif)

地塊の生成機構を通覧すると、注目すべき規則性の存在していることに容易に気付く。すなわち、1—5はいずれもシナ方向をとる稜をもつ傾動地塊であるが、この場合は急斜面を例外なく南東方に向ける。一方、朝鮮方向の稜をもつ6、7の場合は、共に、急斜面を北東方に向けているのであるが、このような規則性がどのような運動条件に由来したかについては、これまでに殆んど論及されていない。なお上記7地塊のうち2、3、6、7の4地塊については、傾動が正断層に伴なわれた撓曲運動によることがほぼ明らかであり、他の地塊についても、ほぼ同様なことがいえるのではないかと予想される。

傾動地塊は、既述の前縁造山帯と共に、北西太平洋変動帯の構造発達上特に重要な要素に属するので、大部分は拙書の記述と重複するが、簡単に要点に触れることとする。

1: アルダン地塊 オホーツク海に近接して海側に急斜面をもつシナ方向のジューグジュール山脈を稜として北西方に傾斜しており、緩斜面は広大なアルダン高原をなす。南は、急斜面をもってゼーヤ・ウダ地溝に臨むスタノボイ山脈によって限られる。

2: 蒙古地塊 地形上アルダン地塊と酷似しており、シナ方向の大興安嶺を稜とし、急斜面をもって満州平野に臨む。北西側の緩斜面は広大な蒙古高原をなす。南縁の一部はシラムレン地溝により、西方地区では、南側に急斜面をもつ陰山山脈によって切られている。

3: 鮮満地塊 北朝鮮の日本海々岸線に近接してシナ方向に走る妙香山脈を稜として北西方に傾き、急斜面をもって日本海に臨む。緩斜面は北西方遠く満州東部山地を形成し、北方延長はアムールの河谷を越えて、シベリア地区内にシナ方向をとるツラナおよびブレインスキーの2山脈をおこす。熱河山地東部や遼

傾動地塊

大陸地塊の北半部は、シナ方向や朝鮮方向の稜をもつ大小の傾動地塊のモザイクにより構成されている、といっても過言でない。その多くは、傾動地塊としての地形が明らかに保存されており、その生成の若いことを示しているが、しかし、地形的条件に基因して流水による浸蝕がすすみ、その特異な地形を殆んど失っている例もある。代表的な例を次に列記しよう。

- 1: アルダン地塊 (Aldan Massif)
- 2: 蒙古地塊 (Mongolian Massif)
- 3: 鮮満地塊 (Korean-Manchurian Massif)
- 4: シホテアリン地塊 (Sikhote-Alin Massif)

東半島と渤海々峽を隔てて相対する山東半島も、この地塊に属するものと予測される。

一般に流水による浸蝕がすすんでおり、高原性の地形は、稜線をなす妙香山脈から鴨緑江上流地方に至る地区に認められるに過ぎない。高原地帯の中核部は蓋馬高原の名称によって知られている。上昇準平原と第四紀玄武岩質熔岩によって構成されている典型的な高原である。

4：シホテアリン地塊 シナ方向のシホテアリン山脈を稜として北西方に傾動した地塊であり、急斜面をもって日本海に臨む。日本深海盆の急斜面は、E-W, NE-SW 等の方向をとってこの地塊に近くせまっており、かつてアーノルト (AHNOLT, 1929) が指摘したように、断層に基因するものと思われる。地塊の海岸地帯に新生代の玄武岩その他の火山岩類が広く分布している事実と併せて注目にあたいする。日本深海盆の成因と同時にその海底地質に関し重要な示唆を与えるからである。

5：閩浙地塊 南シナ沿岸の閩浙山地を構成する地塊であり、全域を通じシナ方向の地形界線と地質構造とが卓越する。孫殿郷 (孫殿郷, 1966) によると、本地塊およびその隣接地帯には、シナ方向の長軸をもつ古第三紀堆積盆地が所々に認められる。

この地塊と台湾との間すなわち台湾海峡には、シナ方向の大規模断層が伏在するものと思われるが、断層の性格は、現段階では全く不明である。

6：朝鮮地塊 朝鮮半島を構成する地塊であり、朝鮮方向の太白山脈を稜とし、日本海側に急斜面を向ける。反対側の緩斜面は、西方黄海の海岸線を越え、黄海の海面下に遠く延びているものと予想される。従って大陸シナ東側の海域は、その大部分が陥落成因による渤海・海没している朝鮮地塊の緩斜面に対応する黄海および琉球弧と成因上の関係をもつ琉球舟状海盆とによって、その主要な部分が構成されていることになる。なお近年は、九州地方西側の海底地形および地質に関し、地球物理学的・地質学的の探査が行なわれており、その結果、古地理上の重要な示唆を与えられている (富田宰臣ほか, 1975; 永野真男ほか, 1976)。

この地塊にはシナ・朝鮮両方向の断層が甚だ多く、両者の交錯によるX字型構造区が至るところに形成されている。これらの断層が火成岩類や石英脈の噴入通路になっていることも前に述べたとおりである。

なお、朝鮮半島・対馬間の朝鮮海峡には、台湾海峡におけると同様にシナ方向の断層が伏在するものと思われるが、その性格を示唆する情報は未だえられていない。

7：小興安嶺地塊 小興安嶺を稜として南西方に傾動した地塊である。北東側は比較的急傾斜をなし、アムール河中流の河谷を隔ててゼーヤ河流域の新生代盆地に臨む。広域が玄武岩質熔岩によって被われており、地質の詳細は不明であるが、その生成は甚だ若いといわれている (牛丸ほか, 1937)。なお、シナ方向や朝鮮方向に第四紀火山丘の配列しているのは顕著な事実である (小倉, 1971)。

IV. 渤海および黄海の海底地形について

渤海が遼河下流の沖積原に連なる地溝に属し、鴨緑江地溝が遼東半島の南岸に沿って延長して山東半島北側の萊州湾に延びている疑いが大きく、朝鮮地塊の緩斜面が朝鮮半島の西海岸線を越え、遠く黄海に延びていると推測されることは既述のとおりであるが、さらに詳しく、上記海域の海底地形と地質構造との関連について論議している例はない。

ここに掲げた Fig. 8 は、水路部海図第1005号「日本海及黄海」第4版、1960に主として基づき、今回仮りに筆者が編図したものである。図示の範囲では、殆んど全域が水深 100m 以下で、かつ起伏量も少ないが、海谷・海嶺・急斜面等が随所にあらわれているのは注目に値する。陸域の地質構造は主として拙書 (立岩, 1976) および400万分1中国地質構造体系図 (1978) によった。

一見して容易に気付くことは、陸域で認められる多くの構造線の海域に延長していることが示唆されていることである。すなわち、海底地形の起伏状態と陸域における地質構造線との対応関係を検討すると、渤海が地溝であり、その南東部にはシナ方向をとる隆起帯が認められ、これは満州東部山地の延長と思わ

れること、鴨緑江地溝系が前述のように南西方遠く延長していること、渤海々峽を横断する顕著な海谷があり、成因を示唆する資料は現状では得られないが、もし地質構造線に基因するものとすれば、鴨緑江地溝系の構造線により横断され、以南が北東方にずれていると推断されること、朝鮮におけるシナ方向・朝鮮方向・南北方向などの多くの構造線が遠く黄海々域に延びているのは明らかであり、それにより朝鮮地塊の緩斜面が広く黄海東半部に延長していることがいっそう明らかに認められること、などが示唆される。しかし現状では、海底地質に関する情報が何等得られないので、推論をさらに押し進めることは困難である。

V. 第四紀地殻変動について

日本では第四紀の地殻変動に関する地質学的ならびに地球物理学的研究が著しく進展し、その結果、水陸分布状態にも大きい変化のあったことが明らかにされている。一方、活断層・活褶曲・地震等についての観察結果（松田時彦, 1968, 1969, ほか）は、過去において褶曲構造を島弧にもたらした造山運動が現在もお継続されていることを示唆する。特に近年は、東北日本区前縁の運動が比較的著しいように思われるのである。

近年大陸の諸地域においても、第四紀変動に関する研究がもちろん進展しているものと思われるが、筆者は、その成果に接することの甚だ少ないのを遺憾とする。大陸側における第四紀変動に関し、かつて指摘された主な点をあげると次のとおりで、実証不十分としても、注目すべき点は決して少なくない。

1：蒙古地塊の稜、大興安嶺は、第三紀初期または中期におけるシナ方向の軸による撓曲運動に基因するものであるが、この隆起運動は、断層運動に伴なわれて洪積世にまで継続され、洪積世末における著しい隆起運動によって、その形成の歴史を了えた（吉沢ほか, 1937；牛丸ほか, 1937）。

2：小興安嶺地塊の稜をなす小興安嶺は、洪積世または沖積世初期の隆起運動によるものであり、この隆起は、NW-SE 方向の断層により地壘状に行なわれた形跡がある。隆起前におけるアムール河の大支流ゼーヤ河の盆地は、北満平野に連なっていた（牛丸ほか, 1937）。

3：満州中部、長春・公主嶺間の伊爾哈山脈より洮南に及び満州平野を斜断する黒遼分水界は、比較的最新の隆起に基因し、その運動は今日もお継続されている疑いがある。北満州の大河嫩江は、元来南満州の遼河の上流であったが、この運動により中断されて、現在の如き水系をなすに至った（新帯, 1928）。

上記2、3の見解を総合すると、かつてアムール河中流以上は、ゼーヤ河等の大支流を含めて、嫩江と共に遼河の水系をなしていたことになる。驚くべき大変化といわねばならない。しかも、これを否定するに十分な根拠は現在みあたらないのである。

4：「遼東半島の隆起は近き地質時代において西より東に大きく」、「なお現時隆起の事実、東海沿岸のみならず渤海湾沿岸にも著しく、蓋平に近き連雲島が今を距る百余年前、一の海島であったことは今古地理述（西暦1807版）の証するところ、しかるに今は明瞭に陸につづき、またその附近の塩田が年一年海中に進んで作らねば海水の流れ込まないようになったことは、清の穆宗の同治元年（1862）以来著しい事実」である（村上飯蔵・新帯国太郎・草間茂登, 1930）。

5：北朝鮮蓋馬高原地帯における第四紀広域隆起は著しく、段階的に 1000m 以上または約 600m の隆起があった（木野崎吉郎, 1932；多田文男・井上修次, 1935；多田文男, 1935）。

6：朝鮮半島の日本海沿岸は洪積世およびその後隆起している疑いがあり、これに対し反対側の黄海沿岸は、所によっては上昇海岸に属する疑いもあるが、むしろ一般には、沈降海岸であることを示唆している。従って、朝鮮地塊の傾動運動は、洪積世およびその後も継続されている疑いがある。

7：日本海深海部の海没は、北朝鮮七宝山地塊の海岸において海側に傾斜している洪積世中期または後期の火山岩累層（立岩, 1925）堆積の末期またはその後のことである可能性が大きい。このことは、七宝山地塊および周辺の第四紀岩層が水平状態を保っているのに対し、同地塊東岸における上記火山岩累層

が、例外なく、明瞭に海側に傾斜していること、既述の如き満州北東部の牡丹江構造線の南方延長線が、七宝山地塊東岸に近接して南北方向をとる海底急斜面を通過すると推断されること、などによって示唆される。

七宝山地塊東岸における火山岩累層を構成した熔岩類の噴出の中心が現海域中にあることはほぼ確実であり、シホテアリン地塊の沿岸地帯に広く分布する新生代火山岩類についても殆んど同様なことがいえるであろう。要するに海没前の深海部は、七宝山地塊からシホテアリン地塊に連なる広い陸塊をなしており、かつ、玄武岩を主とする各種火山岩類により広く被われていた可能性が大きい、といわねばならないのである。

大陸地区における上記隆起運動、陥落による日本深海盆の出現、島弧における大八洲変動に基因する地質構造・地形・古地理の変貌・氷河時代末期における大陸・日本列島間の陸の連絡の中断など、新第三紀一洪積世における一連の変動を最後の段階として、日本海や日本列島をはじめとして、北西太平洋変動地帯の諸地区における現在の状態がほぼ達成されたのである。最後に、これまでに述べてきた筆者の見解を総合し、北朝鮮より日本海を横断し東北日本・日本海溝に至る東西線による模式的地質断面図を Fig. 9 に示す。

Fig. 9 Schematic section along the latitudinal line from the Kaema Plateau in North Korea to Northeast Japan, through Japan Sea. A: Kaema Plateau, widely covered by horizontal lava flows of the Pleistocene basalt, B: Chilchu-Myōngch'ŏn Graben, C: Chilbosan Massif, capped by horizontal flows of the Plio-Pleistocene alkaline rocks, D: Japan Trough with Later Pleistocene volcanics, largely basaltic, on the deep sea floor, E: Yamato Bank, F: Yamato Trough, G: Inner zone of Northeast Japan, widely covered by the Neogene beds with "green tuffs", H: Outer zone of Northeast Japan (Kitakami Massif), I: Frontal orogenic belt, J: "Plate" boundary, K: Japan Trench.

VI. あとがき

この小文は、拙書「朝鮮・日本列島地帯地質構造論考」(1976)出版後の新文献を可能な限り参照した上で、同書の最初の補遺としてまとめたものであり、文中、古日本内海 (Proto-Japan Inland Sea)、東北日本区 (N. E. Japan Sector) その他の扇状構造区 (Structural sector) を提唱、それらの構造区の連鎖を前縁として、ユーラシア大陸地殻が太平洋地殻に接していると説き、朝鮮における横ずれ断層の意義に論及し、さらに、渤海および黄海の海底地形と近接陸域における地質構造線との間の関連に触れなどしているが、その述べるところは、拙書中で述べていることと基本的には異なっていない。省みて気のつくことは多数あるが、集約すれば、およそ次の5点になろう。

1: 今後の考証にまつべき大小多数の問題が未解決のままで残されている。たとえば、奇型的輪郭をもつことから複雑な構造の考えられる北海道だけについていっても、日高・サハリン帯が如何なる変動過程を経て現位置を占めるに至ったか、現在みられる如き複雑な構造は如何に解析されるべきか、日高・サハリン帯における褶曲軸面が傾いているのは千島海盆と緊密な因果関係があるのでないか、あるいは、大陸地盤の西から東への陥入に由来するのではないか、などの疑問があろう。

2: 一方、大小の重要問題に触れた新見解も多く、その主な点については本文中でも触れている。しか

しそのうちには、たとえば、大陸・島弧間の成因的相互関係についての諸問題、西南日本弧外帯を構成している褶曲構造体の北方延長の問題、島弧の折れ曲り構造の発達機構、その他諸種の重要課題に関する見解のうちには、今よりおよそ70年以上もさかのぼる日本地質学界黎明期の初期において、ナウマン、小藤文次郎・小川琢治・リヒトホーフエン・原田豊吉などの諸先輩によって指摘されたことと基本的にはほぼ一致するか、ないしは大差のないものが少なくない。

3：構造発達についての論議は、地表で観察された地質学的事実を最重視してすすめられているが、通覧すると、終始ひとつの理念、つまり、「島弧は、その内側からの側圧に、またその褶曲構造はその側圧とそれに対する海洋地殻の抵抗とに基因する」と規定する理念に基づいてすすめられていることがわかる。それはひとつの仮説といってもよい。近年簡単なモデルによって解説されているプレートテクトニクスの理念を適用するのは、北西太平洋変動帯に関する限り、適当でない。

4：地球物理学的データは、現状では量が不十分であり、また断片的であるが、近年来大構造、特に海域におけるその構造発達を解明する上に貴重な資料として役立っているのは確かである。今後、地球物理学的探査が、技術の進歩と共に、ますます広く実施され、試錐探査事業の進展と相俟って、その成果が地質現象の解析にいっそう広く活用されるようになることが切に望まれる。

5：日本・韓国・朝鮮民主主義人民共和国・中国・ソビエト連邦相互間の情報交換が甚だ不十分である。このことが研究の進歩を妨げているのは、ひとり地学だけの問題ではない。

文 献

- АНДИЕВА, Т. А. ほか(1977) : Магнитное поле прикамчатских акваторий, *Краткие Сообщения*, 120-124.
- АННЕРТ, Е. (1929) : Morphologische und geotectonische Skizze des russischen fernen Ostens and Nordmandschuriens, *Proc. Pan-Pacific Sci. Congr. III (Tokyo, 1926)* 1, 491-533.
- АЛЕКСЕЙЧИК, С. Н. (1954) : Схема Тектонического Районирования Сахалина
- ALLEN, CLARENCES R. (1962) : Circum Pacific Faulting in the Philippines-Taiwan Region. *Jour. Geophysical Res.* 67(12).
- 新井健司ほか(松本盆地団体研究グループ)(1977) : 松本盆地の第四紀地質, 地質学論集, No. 14, 93-102.
- 茅原一也(1976) : 北部フォッサマグナ地域の第三系基盤岩について, 同上, No. 13, 83-95.
- 張 文佑(1959) : 中国X字型断裂与新構造運動的關係, 中国科学院第1次新構造運動座談会發言記錄, 84-87.
- 中国地質科学院(1976) : 縮尺400万分之1, 中華人民共和国構造体系図.
- 藤田和夫(1962) : Tectonic development of the Median Zone (Setouchi) of southwest Japan, since the Miocene, with special reference of the characteristic structure of Kinki area, *Jour. Geosci. Osaka City Univ.* 6(4), 103-144.
- 藤田和夫・奥田 悟(1973) : 近畿・四国の中央構造線のネオテクトニクス, 中央構造線, 97-109, 東海大学出版会.
- 藤田至則(1970) : 北西太平洋の島弧周辺における造構運動のタイプとそれらの相関性, 島弧と海洋, 1-30, 東海大学出版会.
- 藤田至則(1972) : 日本列島の成立, 筑地書館.
- ГЕОЛЕКЯН, А. А. ほか(1976) : Коренные породы дна центральной части Охотского моря, *Советская Геология*, 1976-6, 13-31.
- GNIBIDENKO, H. S., ARGENTOV, V. V. and ПОТАПЬЕВ (1977) : Geology and Deep Structure in Primorye (South-Western Sikhote-Alin, USSR), *Pacific Geology*, 12, 71-98.
- 星野通平(1970) : 第三紀末期の海水準変化と海溝の形成, 島弧と海洋, 155-177, 東海大学出版会.
- 星野通平(1976) : 駿河湾のなぞ, 静岡新聞社.
- 井上宇胤(1971) : Earthquakes in Manchuria, *Geol. Min. Res. Far East*, 3, 70-84.
- 石井久夫(1973) : 姫川流域の糸静線と石坂流紋岩類, 東西総研連絡紙, No. 11, 21-25.
- 石川政憲(1973) : 静岡県高草山地域のアルカリ岩類, 地質学論集, No. 13, 367-379.

- 徐 煜堅(1957): 黄河流域的一些地貌, 地質現象和地震的關係, 中国科学院第1次新構造運動座談会發言記錄, 178-181.
- 貝塚爽平・松田時彦・中村一明(1976): 日本列島の構造と地震・火山, 科学, **46**(4), 196-210.
- 鮎野義夫(1972): On the Origin of Japan Sea Basin, 24th IGC, 1972, Sect. 8, 37-42.
- 鮎野義夫(1976): 石川県地質図, 石川県.
- 鮎野義夫(1977): 石川県の環境地質, 石川県.
- 木村政昭(1972): 中部日本のネオテクトニクス, 地質調査所月報, **23**(12), 46-47.
- 木村敏雄(1959): A sharp bent of the Median Tectonic Line and its relation to Akaishi Tectonic Line—The Tectonic significances yielded by Lateral Faults, *Jap. Jour. Geol. Geogr.* **30**, 215-232.
- 木村敏雄(1977): 日本列島の構造発達史とプレートテクトニクス説, 地質学雑誌, **86**(1), 54-67.
- 木野崎吉郎(1932): 載徳・新福場・古堡・鶯足里図幅, 5 万分 1 朝鮮地質図, No. 14.
- 木野崎吉郎(1937): 朝鮮の第四紀火山について, 朝鮮博物学会雑誌, No. 22, 3-8.
- KOBAYASHI, T. (1941): The Sakawa Orogenic Cycle and its Bearing on the Origin of Japanese Islands, *Jour. Fac. Univ. Tokyo*, **5**, 219-548.
- KOBAYASHI, T. (1941): 比較構造論より見たる佐川造山輪廻, 矢部教授還暦記念祝賀会講演録, 31-41.
- 小坂共栄ほか(北部フォッサマグナ研究グループ)(1976): 北部フォッサマグナ中央部の新第三系の堆積盆, 地質学論集, No. 13, 117-131.
- 小藤文次郎(1892): On the cause of the Great earthquake in Central Japan, 1891, *Jour. Coll. Sci. Univ. Tokyo*, **5**, 296-353.
- 小藤文次郎(1903): An Orographic Sketch of Korea, 同上, **19**, Art. 1, 1-61.
- 小藤文次郎(1909): 中国筋の地貌式, 震災予防調査会報告, No. 63, 1-15.
- Красный, Л. И. (1957): in 「Геогическое Сроение, СССР」 Moscow, 1958, Fig. 22.
- KRASSILOV, V. A. (1975): Paleobotanical Evidence of the Origin of Japan Sea, *Pacific Geology*, **10**, 43-46.
- KRAUSKOPF, K. B., FEITLER, S. AND GRIGGS, A. B. (1939): Structural Features of a Landslide near Gilroy, California, *Jour. Geol.* V. XLVII, No. Aug-Sept, 630-648.
- 馬 杏恒(1957): 五台山及中条山区的一些新構造運動現象, 中国科学院第一次新構造運動座談会發言記錄, 88-98.
- MARTIN, Rudolf (1972): Sixty Years of Global Tectonics—Pros and Cons of Some Modern Concepts 24 th IGC, 1972, Section 3, 143-152.
- 松田時彦(1958): 富士川地域第三系の褶曲形成史, 地質学雑誌, **64**(754), 325-345.
- 松田時彦(1968): 活断層・活しゅう曲, 地震予知研究シンポジウム講演集, 46-49.
- 松田時彦(1969): 活断層と大地震, 科学, **39**(8), 389-403.
- 松田時彦(1972): 地質学的にみた地震と断層, 土木学会特別講演.
- 松田時彦(1973): 活断層としての中央構造線, 中央構造線, 239-251.
- 松田時彦(1977): 本州弧におけるフォッサマグナ地域の特異性, 海洋科学, **8**, 20-23.
- MELANKHOLINA, YE. N. (1975): Formation Complexes in Sakhalin and Hokkaido, *Geotectonics*, **9**(3), 186-193.
- МЕЛАНХОЛИНА, Е. Н. КОВЫЛИН. В. М. (1976): Тектоническое строение Японского моря, *Geotectonics*, **10**(4), 73-77.
- 湊 正雄(1966): 日本列島の最後の陸橋, 地球科学, Nos. 85, 86, 2-11.
- 湊 正雄(1973): The Origin of "Deep Sea Basins" in Marginal Seas behind the Island Arcs of the Western Pacific, *Pacific Geology*, **6**, 95-100.
- 湊 正雄・井尻正二(1958): 日本列島, 岩波書店.
- MOLNAR, P. AND TAPPONNIER, P. (1975): Cenozoic Tectonics of Asia: Effects of a Continental Collision, *Science*, **189**(4201), 419-426.
- 村井 勇・金子史朗(1973): 南関東のネオテクトニクス・ノート, 関東大地震50周年論文集, 125-145.
- 村上敏蔵・新帯国太郎・草間茂登(1930): 満州の自然地理, 日本地理大系満州及南洋篇(改造社), 214-240.
- NAUMANN, Edmund, (1885): Über den Bau und Entstehung der japanischen Inseln.
- 新帯国太郎(1928): 南北満州の山勢と分水嶺について, 地理教育, **8**(4).

- 新帯国太郎(1930): 満州の地形, 日本地理大系別巻, 2.
- 西宮克彦・植田良夫(1976): 山梨県の新第三系について, 地質学論集, No. 13, 349-366.
- 小倉 勉(1969): Volcanoes in Manchuria, *Geol. Min. Res. Far East.* 2, 373-413.
- 岡田篤正(1973): 中央構造線の第四紀断層運動について, 中央構造線, 49-86, 東海大学出版会.
- PAVLOVSKI, E. V. (1937): Origin of the Baikal Lake Depression, *Abstracts of Papers, Intern. XVI Geol. Congr. USSR*, 151-152.
- PETRUSHEVSKY, B. A. (1964): Problems of geologic history and tectonics of East Asia, Nauka, 1964.
- 李 四光(1955): 施捲構造及其他有関中国西北部大地構造体系複合問題, 科学出版社.
- 齊藤林次(1932): 300 万分 1 満州国及接壤地帯地質図, 満州国地質調査所報告, No. 100 附録.
- 沢村武雄(1953): 西南日本外側地震帯の活動と四国およびその付近の地質・地殻変動との関係, 高知大学学術研究報告, 2(15), 1-46.
- 沢村武雄(1954): 南海スラストと南海大地震の初動分布について, 同上, 3(19), 1-6.
- 島村新兵衛(1926): 全州・鎮安図幅, 5 万分 1 朝鮮地質図, No. 5.
- 島村新兵衛(1927): 青山・永同図幅, 同上, No. 7.
- 島津光夫, ほか 3 氏(1976): 御坂山地・古関一高萩地域の地質および変成作用, 地質学論集, No. 13, 313-327.
- 多田文男(1935): 蓋馬高台の地形, 地質学雑誌, 42, 298-299.
- 多田文男・井上修次(1935): 咸鏡北道吉州南大川上流地域の地形と人文, 朝鮮地質見学案内書, No. 5.
- 高橋英太郎・山口 定(1940): 20 万分 1 朝鮮地質図, 義州図幅.
- 立岩 巖(1925): 極洞・明川・七宝山・古站洞図幅, 5 万分 1 朝鮮地質図, No. 4.
- 立岩 巖(1976): 朝鮮—日本列島地帯地質構造論考, 東京大学出版会.
- 田山利三郎(1950): 四国沖の海底地形, 特に大陸斜面の形態について, 水路部要報, No. 7, 54-71.
- 丁 文江(1929): The Orogenic Movements in China, *Bull. Geol. Soc. China*, 8(2).
- 徳田貞一(1931): 弧状山脈, 岩波講座, 地理学.
- 恒石幸正・杉山雄一(1978): 「駿豆断層」の地質学的確認, 日本地質学会第85年学術大会講演要旨, 385.
- 津屋弘達(1968): 富士山の地形・地質, 富士山総合学術調査報告書, 富士急行(株)創立45周年記念出版, 1-149.
- 上田誠也・金森博雄(1978): 海洋プレートの沈み込みと縁海の形成, 科学, 48(2), 91-102.
- 牛丸周太郎ほか(1937): 満州北部の地質及び地誌, 満鉄地質調査所特別出版.
- 山田哲雄・藤田至則・武内俊昭(1976): 松本市北方安曇平における地震探査, 地質学論集, No. 13, 51-60.
- 山下 昇(1957): 中生代, 地学双書, Nos. 10, 11.
- 吉田 尚(1976): 東北日本と中央構造線, 一つの試論, 地団研専報, No. 20, 113-116.
- 吉沢甫ほか(1937): 満州北西部の地質及び地誌, 満鉄地質調査所特別出版.

(1978年12月10日受理)