

棚倉構造線の北方延長問題の再検討 —日本国-三面マイロナイト帯を中心に—

Reexamination on the northern extension of the Tanagura Tectonic Line,
with special reference to the Nihonkoku-Miomote Mylonite Zone*

高橋 浩**

Yutaka Takahashi**

Abstract: The Nihonkoku Mylonite Zone (NMZ), 15 km in length and 2~5 km in width, is situated along the border between Niigata and Yamagata Prefectures. It trends in NW-SE direction and extends to the upper reaches of the Miomote River on the SE side to form the "Nihonkoku-Miomote Mylonite Zone (NMMZ)". The Nihonkoku-Miomote Tectonic Line (NMTL) occurs as a main fault in the NMMZ, which has been regarded as one of the most possible northern extensions of the "Tanagura Tectonic Line (TTL)".

In the Asahi Belt, which is located on the northeast side of the NMTL, Late Cretaceous volcano-plutonic rocks such as Tagawa Acidic Rocks and Nishitagawa Granodiorite are widely distributed. These Late Cretaceous volcano-plutonic rocks are not present in the Abukuma Belt, but are widely distributed in the Ashio Belt. Moreover, the Iwafune Granite in the Ashio Belt also occurs on the northeast side of the NMTL. Therefore, the NMTL is not the northern extension of the TTL, which divides the Abukuma Belt from the Ashio Belt, but a main fault in the "Inner Shear Zone of the Ashio and Asahi Belts", just like the "Inner Shear Zone of the Ryoke Belt (RISZ)".

According to the restored paleogeography of the Japanese Islands before the opening of the Japan Sea, the Median Tectonic Line (MTL) smoothly extends to the TTL, although they are not straight but are convexly curved to the Pacific side. The NMMZ branches off from the TTL and the RISZ also branches off from the MTL. The tectonic movement of the NMMZ was sinistral with normal fault sense, along the plane striking NW-SE~N-S, dipping SW~W and along the line plunging 10°~40° to the south. On the other hand, tectonic movement of the RISZ was top to the west with reverse fault sense. The NMMZ is regarded to have been formed simultaneously with the RISZ during mid-Cretaceous in age, in the frame of sinistral tectonic movement of eastern margin of the Asian Continent, due to rapid oblique subduction of the Izanagi Plate beneath the Asian Continent. The sinistral tectonic movement with normal fault sense of the NMMZ is due to tensional tectonics around the convexly curved plate boundary. On the other hand, top to the west movement with reverse fault sense of the RISZ is explained by transpressional tectonics due to the oblique subduction.

Key words: *Nihonkoku Mylonite Zone, Nihonkoku-Miomote Mylonite Zone, Nihonkoku-Miomote Tectonic Line, Tanagura Tectonic Line, Median Tectonic Line, Inner Shear Zone of the Ryoke Belt, Ashio Belt, Abukuma Belt, Asahi Belt*

1999年4月30日受付, 1999年9月6日受理

* 棚倉構造線及び棚倉破砕帯については, それぞれ, Tanakura Tectonic Line, Tanagura Fracture Zoneの英訳が使われているが(地学団体研究会新版地学事典編集委員会, 1996), 棚倉の読みは"たなぐら"が正しいので, 両者に対して, Tanagura Tectonic Line, Tanagura Fracture Zoneを用いることを提案する。

** 地質調査所地質部

Geology Department, Geological Survey of Japan 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

はじめに

^{たなぐら}棚倉構造線(TTL)は足尾帯と阿武隈帯を境する構造線であり(黒田, 1963), 西南日本で明瞭な帯状地質構造がTTL以東に連続しないこと(磯見・河田, 1968; Ichikawa, 1990など), 白亜紀花崗岩類の年

代・性質、鉱床生成区などが TTL を挟んで異なること(蟹沢, 1974; 石原, 1973; Ishihara, 1977; Shibata & Ishihara, 1979 など) などから、先第三紀の西南日本と東北日本を境する第一級の構造線と考えられている。一方、吉田(1977, 1981)は、小川・石和田(1976)や小川ほか(1979)の空中磁気異常のデータ(阿武隈-竜ヶ崎磁気区)などを考慮して、中央構造線(MTL)は阿武隈山地南方で TTL と早池峰構造帯に繋がる断層に分岐するという、中央構造線分岐説を提唱し、阿武隈-南部北上帯は、西南日本内帯と外帯の間にレンズ状に挟まれた形態をとるという地体構造区分図を示した。また、柴田・高木(1989)は、関東山地北部の異地性花崗岩体の年代および同位体組成を検討し、これらの花崗岩体が阿武隈花崗岩類と南部北上帯の薄衣式花崗岩礫に対比されることを明らかにした。このことは、関東山地北部の内帯と外帯の間に東北日本の構成要素である阿武隈帯および南部北上帯の花崗岩類が存在していることを示しており、TTL は MTL の延長であると考えた。高木・柴田(1996)はこの考えをさらに進め、南部北上帯および阿武隈帯の構成要素が四国西部~九州肥後帯まで延びているという可能性を指摘し、これらが、いわゆる古領家帯(市川, 1982; 端山, 1991)に相当すると考えた。いずれにしろ、TTL は、先第三紀の日本列島の地体構造を規制する最も重要な構造線の一つである。しかしながら、TTL の存在は、阿武隈山地南西縁では明瞭であるが、その北方では広く新第三系、第四系に覆われ不明瞭となっている(Fig. 1)。TTL の北方延長候補としては、朝日山地西縁部を走る日本国-三面構造線(NMTL; 島津, 1964 a, b)、朝日山地東縁部を走る大井沢断層(皆川ほか, 1967)および山形市西方を南北に走る伏在断層(Fig. 1 の TTL; 久保・高橋, 1992)が考えられている。

本論では、日本国-三面マイロナイト帯(NMMZ)を中心に、朝日山地周辺の地質と構造について述べ、TTL の北方延長問題について考察する。さらに、東アジアにおける白亜紀左横ずれ剪断作用の枠組みにおける NMMZ の広域テクトニクス上の位置づけとその形成過程を領家帯の内部剪断帯と比較検討しつつ考察する。

日本国-三面マイロナイト帯周辺の地質と構造

NMMZ は、新潟・山形県境に聳える日本国山周辺に分布する日本国マイロナイト帯(NMZ; 高橋, 1998)とその南東方に位置する三面川上流地域に分布するマイロナイト帯(朝日団体研究グループ, 1987)から構成される、総延長 50 km 程の北北西-南南東方向に走るマイロナイト帯であり、棚倉破砕帯(大森ほか, 1953; 越谷, 1986)の北北西方延長部に位置している(Fig. 1)。

NMZ は、幅 2~5 km、長さ 15 km にわたって追跡され、北西-南東方向に延びた帯状の分布を示し、マイロナイト帯の中央部には足尾帯の堆積岩起源と考えられる泥質マイロナイト(黒雲母白雲母片岩)が存在する(高橋, 1998)。NMZ の南西方には、粗粒塊状の黒雲母花崗岩(岩船花崗岩; 資源エネルギー庁, 1982)が広く分布しており、マイロナイト構成岩類の一つである片麻状黒雲母花崗岩と漸移関係にある(Fig. 2)。一方、NMZ の北東側では、部分的に弱いマイロナイト化作用を受けた日本国マイロナイトの原岩は、中粒塊状の角閃石黒雲母花崗閃緑岩(西田川花崗閃緑岩; 資源エネルギー庁, 1982)によって貫入され、熱変成を被り再結晶している(高橋, 1998)。なお、岩船花崗岩は、小規模ではあるが、黒雲母白雲母片岩層の北東側にも分布している(Fig. 2)。マイロナイトの面構造・線構造は、全体としてみると黒雲母白雲母片岩層の両側で系統的に異なっている。黒雲母白雲母片岩層の北東側では、マイロナイトの面構造は南北~北西-南東走向で、西~南西に 50°~80°傾斜しているものが多く、線構造は南方へ 10°~40°ブランチしている。一方、黒雲母白雲母片岩層の南西側では、マイロナイトの面構造は東西~北西-南東走向で、南~南西に 30°~50°の緩傾斜を示すものが多く、線構造は不明瞭なものが多く、南方へ 30°~35°ブランチしている(Fig. 2)。マイロナイトの変形構造から求められた剪断のセンスはすべて左横ずれである(高橋, 1998)。NMZ 全体としてみると、北西-南東走向で、南西に 50°前後傾斜した面に沿って南に 30°前後ブランチした正断層成分を持った左横ずれの剪断センスを示している。また、マイロナイト中の再結晶石英の最大粒径から求められたマイロナイト化の程度は、黒雲母白雲母片岩層周辺の花崗岩類起源のマイロナイトでもっとも強く、一部にウルトラマイロナイト(Sibson, 1977)も認められる(高橋, 1998)。マイロナイト化の程度は、黒雲母白雲母片岩層から離れるほど弱まり、塊状の花崗岩類に漸移している。

NMZ の南東方の三面川上流地域には、泥質および砂質千枚岩よりなる竹の沢層(朝日団体研究グループ, 1987)が分布しており(Fig. 2)、これは日本国マイロナイト構成岩類のうちの黒雲母白雲母片岩に対比される。竹の沢層および周辺の花崗岩類はマイロナイト化作用を被っており、面構造・線構造が認められる。竹の沢層の原岩は、周辺の地質状況から足尾帯の堆積岩類と考えられている(朝日団体研究グループ, 1987)。竹の沢層のマイロナイト面構造は、走向は南北であり西傾斜のものが卓越し東傾斜や水平に近いものも存在するが、線構造は南に緩くブランチしている(Fig. 2, D)。竹の沢層周辺の片麻状花崗岩類(三面アダメロ岩体および化穴複合花崗閃緑岩体)の面構造は、三面アダメロ岩体では南北走向で、西傾斜のもの

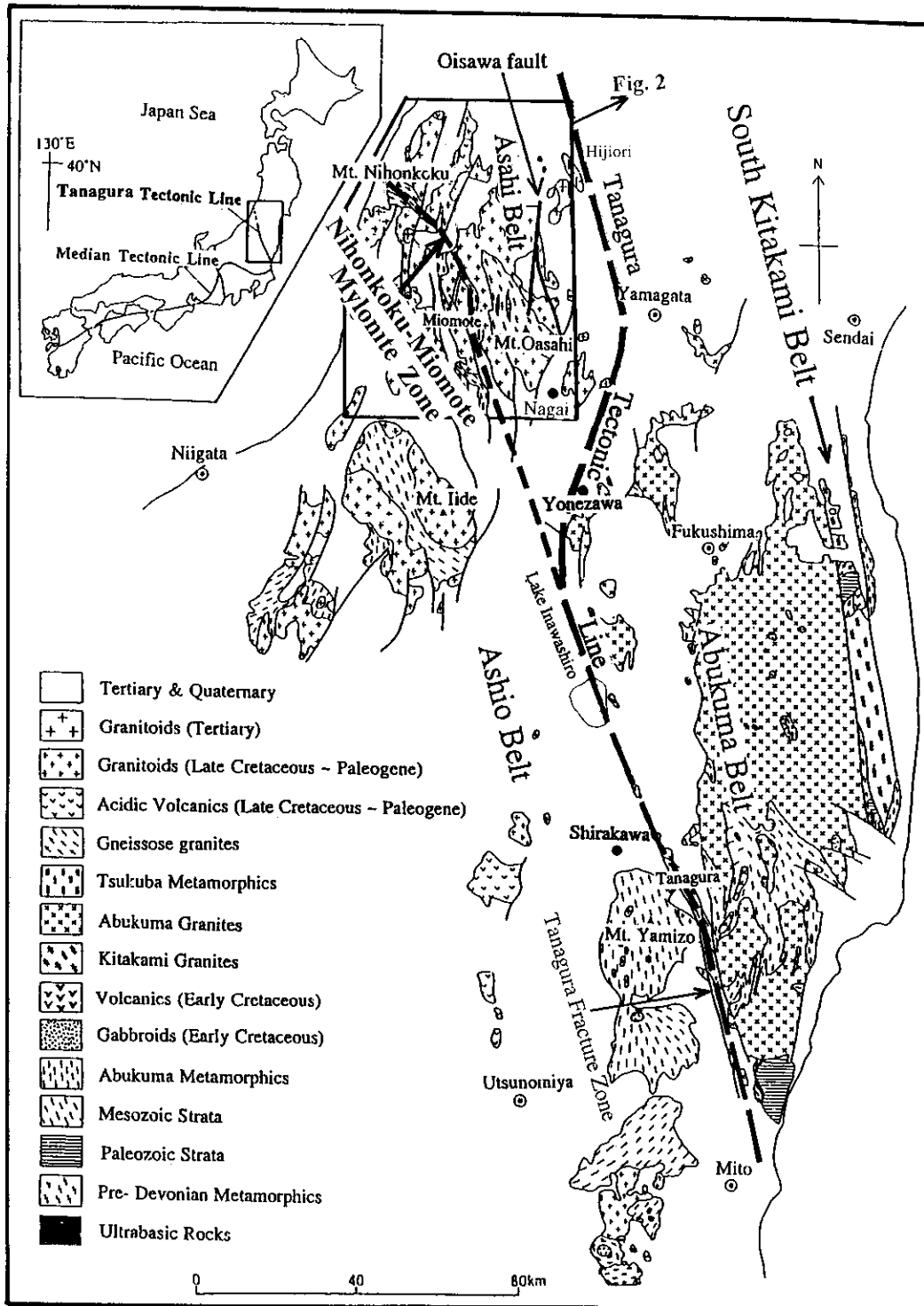


Fig. 1 Regional geological map of pre-Neogene basement rocks around the Tanagura Tectonic Line, modified from Takahashi (1998).

と東傾斜のものが存在するが (Fig. 2, C and E), 化穴複合花崗閃緑岩体では南北走向で西傾斜のことが多い (Fig. 2, G). また, これらの片麻状花崗岩類の線構造は緩く南にプランジするものが卓越し, 剪断のセンスは左横ずれである (朝日団体研究グループ, 1995). 末沢川溶結凝灰岩の面構造は南北走向, 東傾斜で, 線構

造は北東に緩くプランジしており (Fig. 2, F), 剪断のセンスは左横ずれである (庄司, 1983). 末沢川溶結凝灰岩は新期の塊状花崗岩 (角礫アダメロ岩) に貫入され, さらに, 南北性の断層によって切られており, もとの姿勢から大きく変位した可能性が強い. NMMZ 東方の朝日山地の古期深成岩類 (Fig. 2, I) や新期深

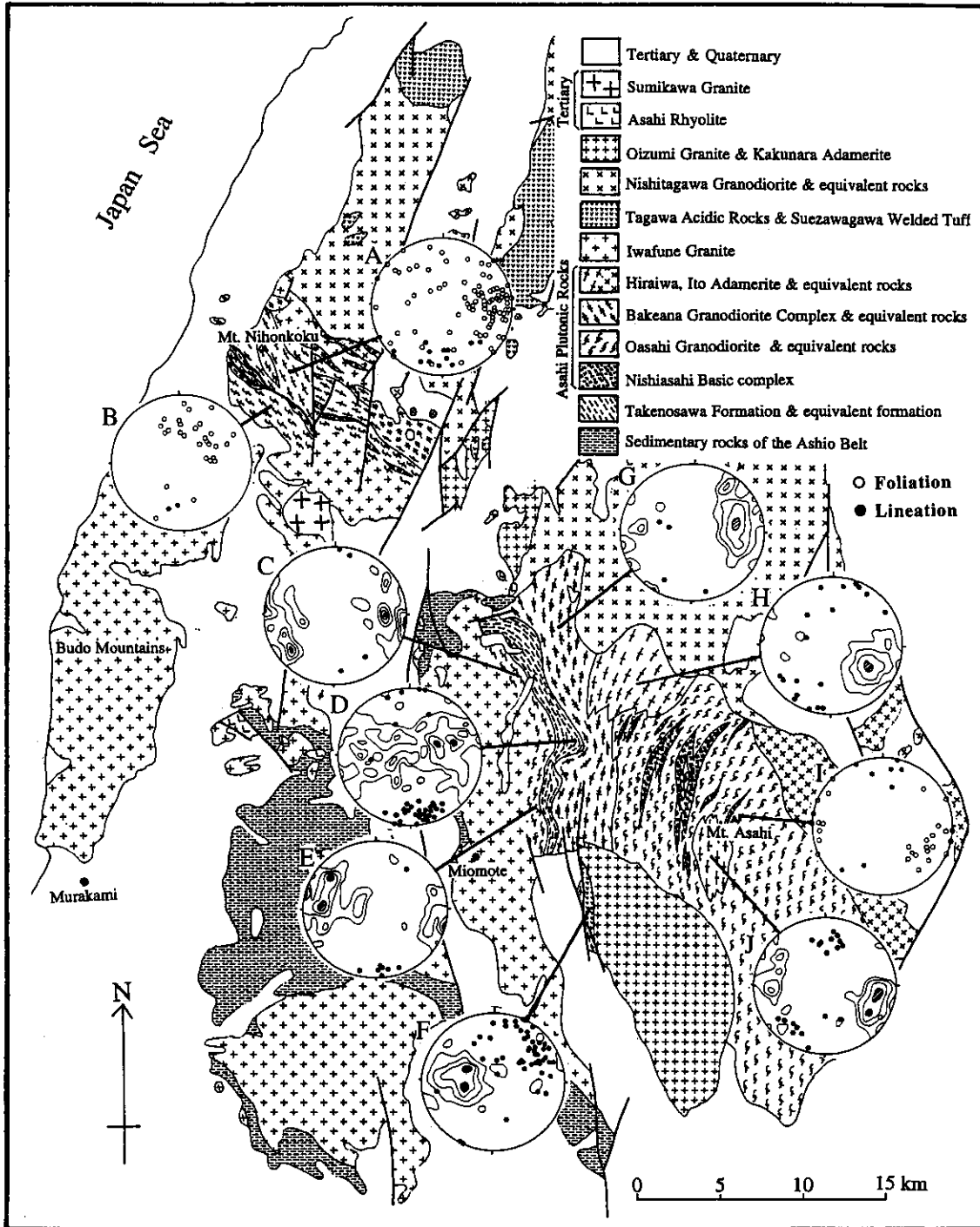


Fig. 2 Schmidt net projections of mylonitic foliations and stretching lineations for the Nihonkoku-Miomote Mylonite Zone, plotted on the geologic map of pre-Neogene basement rocks around the Asahi Mountains, compiled after Tsuchiya et al. (1999). Equal area projections (lower hemisphere) for poles of mylonitic foliations (open circles and contour lines) and stretching lineations (closed circles) are presented. Structural data are after Takahashi (1998) for A and B, and Research Group of the Asahi Mountains (1995) for C to J. A and B: Nihonkoku Mylonite Zone, C: Northern part of Miomote Adamellite, D: Takenosawa Formation, E: Southern part of Miomote Adamellite, F: Suezawa-gawa Welded Tuff, G: Northern part of Bakeana Granodiorite Complex, H: Ito Adamellite, I: Osahi Granodiorite and Ohtama Granodiorite, J: Hiraiwa Adamellite.

成岩類 (Fig. 2, H and J) の面構造は北東-南西走向で北西傾斜のものが卓越するが、線構造は、北東-南西方向でほぼ水平なものが多い。

NMZ は上述のように、正断層成分を持った左横ずれマイロナイト帯である。また、三面川上流に分布する竹の沢層周辺は、NMZ と同様に南にプランジした正断層成分を持った左横ずれマイロナイト帯であり、NMMZ は、全体として、南方プランジの正断層成分を持った左横ずれマイロナイト帯であると言える。

棚倉構造線の北方延長問題

NMMZ の南西側には、足尾帯の堆積岩類とそれらに貫入する岩船花崗岩が広く分布しており、NMMZ よりも北東側には足尾帯の堆積岩類は存在しないが、前述のように、岩船花崗岩は小規模ながら NMZ の北東側にも分布している (Fig. 2)。朝日山地周辺に分布する深成岩類は朝日古期深成岩類および新期深成岩類に区分されている (朝日団体研究グループ, 1987)。朝日古期深成岩類は、NMMZ の東側に分布し、角閃石はんれい岩よりなる西朝日複合塩基性岩体、片麻状花崗岩類よりなる大朝日花崗閃緑岩体、大玉花崗閃緑岩体、中岳花崗閃緑岩体および相模アダメロ岩体から構成される (Fig. 2)。朝日新期深成岩類は、化穴複合花崗閃緑岩体、平四郎アダメロ岩体、三面アダメロ岩体、平岩アダメロ岩体、以東アダメロ岩体からなり、化穴複合花崗閃緑岩体は日本国マイロナイトのうちの片麻状角閃石黒雲母花崗閃緑岩に、平岩アダメロ岩体および以東アダメロ岩体は片麻状黒雲母花崗閃緑岩にそれぞれ対比されている (土谷ほか, 1999; Fig. 2)。三面アダメロ岩体および平四郎アダメロ岩体は、朝日新期花崗岩類に含まれているが、NMMZ の西側に分布し、それぞれ、片麻状黒雲母花崗岩および岩船花崗岩に対比されている (土谷ほか, 1999; Fig. 2)。朝日古期深成岩類については、古期領家深成岩類に対比されるとの見解 (須藤, 1977; 茅原・卯田, 1982) と阿武隈帯の古期深成岩類に対比されるとの見解 (丸山ほか, 1979) があるが、未だ定説はない。ここでは、須藤 (1977) に従い NMTL よりも北東側の朝日山地周辺の先新第三紀基盤を構成する地質帯について朝日帯と呼ぶことにする。なお、NMTL は、島津 (1964, a, b) によって想定された構造線であり、実際には、断層剪断帯である NMMZ 中の主要断層に相当する。本論では、日本国マイロナイト帯の黒雲母白雲母片岩層北東縁の断層と竹の沢層の東縁部を結んだ線を NMTL とする。朝日帯の構成岩石には、白亜紀後期のデイサイト質溶結凝灰岩および花崗閃緑斑岩からなる田川酸性岩類 (矢内ほか, 1973) や、それらに貫入し熱変成を与えている 60 Ma 前後 (黒雲母, K-Ar 年代) (資源エネルギー庁, 1982; 河野・植田, 1966) の西田川花崗

閃緑岩などの塊状の花崗閃緑岩類が分布しており、これらに相当する岩石は阿武隈帯には存在しない。一方、足尾帯の花崗岩類は 60 Ma 前後の年代値を示すものが多く、田川酸性岩類に対比される白亜紀後期の酸性火山岩類が多数存在する (矢内, 1972; 山田ほか, 1982)。また、田川酸性岩類は朝日山地とその周辺地域における先新第三紀基盤岩類の最も北東側 (外帯側) に位置しており、西南日本内帯の泉南流紋岩類 (市原ほか, 1986) と状況が類似している。以上のことから、NMTL を境にして先新第三紀基盤岩類の性格が大きく異なっているとは考えられず、むしろ朝日帯の東方を境にして変わっているように見える (久保・高橋, 1992)。したがって、NMTL は足尾帯と阿武隈帯を境とする棚倉構造線の北方延長とは考えられず、足尾・朝日帯の境界部に生じたマイロナイトを伴う断層剪断帯中の主要断層であり、NMMZ は西南日本における領家帯の内部剪断帯と同様の性格を有するものといえよう。

大井沢断層 (皆川ほか, 1967) (Fig. 1) については、その活動時期は新第三紀以降であり、マイロナイトを伴わず、断層の両側で基盤の花崗岩類の記載岩石学的性質が同一である (久保・高橋, 1992)。従って、大井沢断層は新第三紀以降、朝日帯の内部に発達した南北性の断層であり、TTL の北方延長としては不相当であると考えられる。

結局、TTL の北方延長は、朝日山地東方に求められることになるが、この地域は広く新第三系および第四系に覆われており、点在する先新第三紀基盤岩類の情報から、伏在すると考えられる TTL を推定した (Fig. 1)。長井市東方に分布する花崗岩類は、朝日山地の花崗岩類に対比されており (大沢ほか, 1987; 久保・高橋, 1992)、米沢市東方の栗子地域の花崗岩類 (丸山ほか, 1979) や山形市南東方に分布する花崗岩類は阿武隈花崗岩類に対比されている (大沢ほか, 1987)。また、月山北東の肘折のボーリングで、新第三系の下 (地下 1,450 m 以深) に花崗閃緑岩の存在が確認されており、記載岩石学的特徴、90.1 Ma という黒雲母の K-Ar 年代 (松永ほか, 1989) 等から、阿武隈花崗岩に対比されている (久保・高橋, 1992)。従って、先第三紀基盤岩類の地質区境界としての TTL は、米沢市南西部までは棚倉破砕帯及びその北北西方延長と一致するが、米沢市南西部から北北東方にシフトし山形市西方を経て北北西方に延びているものと考えられる。

NMMZ は、先新第三紀のマイロナイト帯であり、地理的に棚倉破砕帯の北方延長上に位置している。棚倉より北方には、白河東方 (福島県, 1965)、猪苗代湖東方 (福島県, 1965)、米沢南西部 (山元・柳沢, 1989)、末沢川 (庄司, 1983)、三面 (朝日団体研究グループ, 1987, 1995) および日本国 (高橋, 1998) の各地に先新第三紀のマイロナイト帯が存在している

(Fig. 1). 現在分かっている限りでは、これらのマイロナイト帯の剪断のセンスはすべて左横ずれである。したがって、NMMZは、先新第三紀マイロナイト帯としての“棚倉マイロナイト帯”と一連の剪断帯であり、TTLから派生した、足尾・朝日帯の境界部に生じた剪断帯であると考えられる。

アジア大陸東縁における白亜紀左横ずれ剪断作用と 日本国-三面マイロナイト帯の形成モデル

先新第三紀基盤岩類の分布で示される現在における日本列島の地体構造は、もともとの構造が新第三紀以降の構造運動によって改変された結果を示している。中でも、中新世に生じたと考えられている日本海の拡

大は、先新第三紀基盤岩類の構造を大きく改変したと考えられている(新妻ほか, 1985; Otofujii, 1996など)。そこで、先新第三紀基盤岩類の地体構造を検討するため日本海拡大前の占地理図(Fig. 3)を作成した。西南日本はOtofujii & Matsuda (1987)にはほぼ従い、対馬海峡付近を中心とした約45°の時計回りの回転運動を元に戻し、東北日本は浜野・当舎(1985)の古地磁気データに従い占地理を復元した。こうして復元された日本海拡大前の日本の先新第三紀基盤岩類の配列で示される地体構造を見ると、若干太平洋側に凸の張り出した形態を持つものの、TTLとMTLはスムーズに連続している。西南日本内帯の領家帯では、MTLから内帯側に派生する剪断帯が存在し、これは領家帯の内部剪断帯(RISZ)と呼ばれている(高木, 1985)。

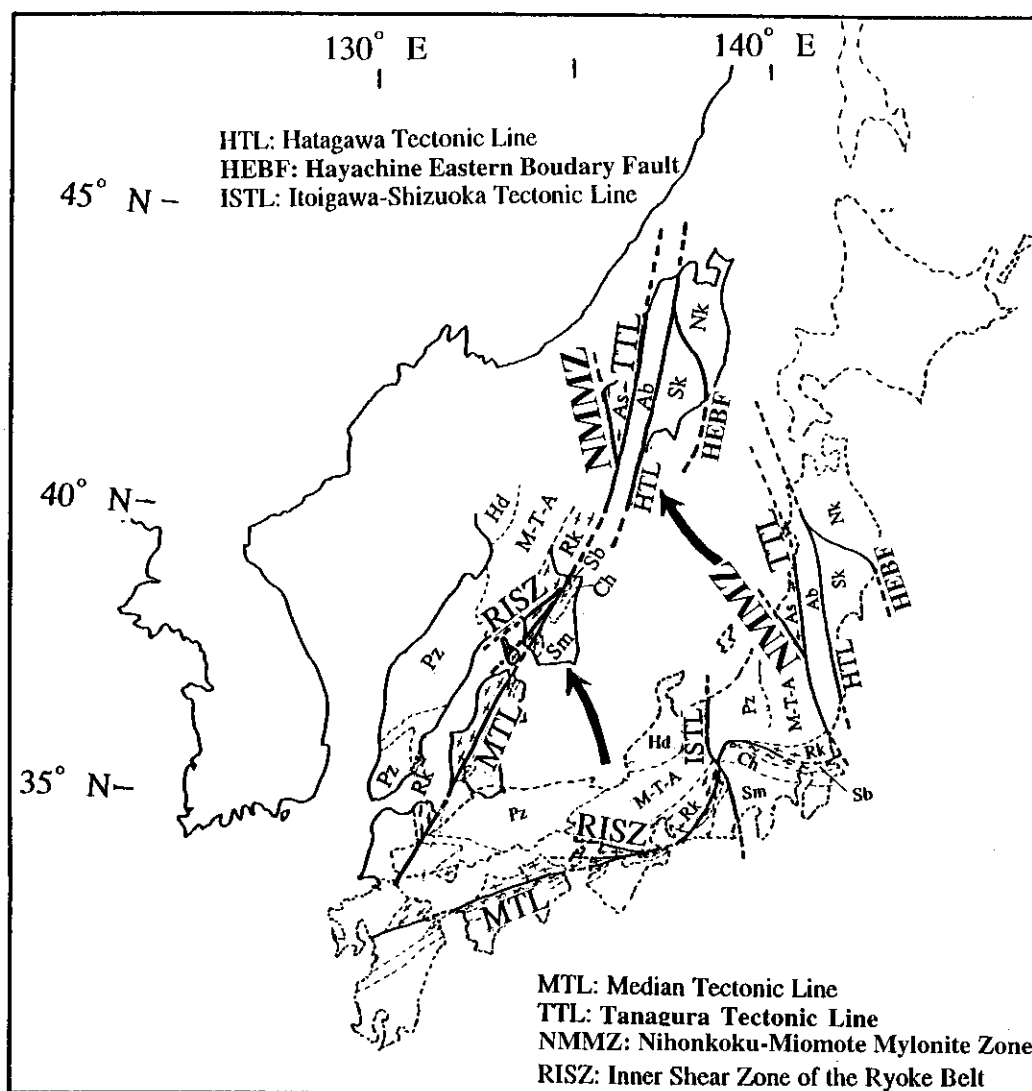


Fig. 3 Restoration of paleogeography of the Japanese Islands before opening of the Japan Sea. Paleoposition of SW and NE Japan were restored by paleomagnetic data after Otofujii & Matsuda (1987) and Hamano & Tosha (1985), respectively. Geotectonic map of the Japanese Islands was modified from Ichikawa (1990). Hd: Hida Belt, Pz: Paleozoic terranes, M-T-A: Mino-Tanba-Ashio Belt, Rk: Ryoke Belt, As: Asahi Belt, Ab: Abukuma belt, Sk: South Kitakami Belt, Nk: North Kitakami Belt, Sb: Sanbagawa Belt, Ch: Chichibu Belt, Sm: Shimanto Belt

NMMZはTTLより、RISZはMTLより、それぞれ派生しており、日本海拡大前のアジア大陸東縁部の凸型張り出し部を挟んで対称的な配列を示している。

Fig. 4は、100 Ma 前後におけるNMMZとRISZの造構環境を示したモデルである。上述のように、NMMZは正断層成分を持った左横ずれマイロナイト帯であり、マイロナイト化作用の時期は90 Ma以前であると考えられている(高橋, 1998)。一方、RISZは逆断層成分を持った左横ずれ(上盤西ずれ)マイロナイト帯であり、主要なマイロナイト化作用の時期は70 Ma前後と考えられているが、これに先行する左横ずれマイロナイト化作用が90 Ma前後およびそれ以前にも生じていたと考えられている(島田ほか, 1998)。また、淡路島のRISZでも88 Ma以前にマイロナイト化作用が生じていたことが報告されており(高橋, 1992)、NMMZとRISZにおける左横ずれマイロナイト化作用が90 Ma前後以前に同時に起こったと考えることができる。当時、イザナギプレートは北北西方に高速(20.5~23.5 cm/年)で移動しており、アジア大陸東縁において斜め沈み込みを行っていたと考えられている(Maruyama & Seno, 1986)。

Fig. 5は、海洋プレートが大陸プレートに対して斜

め沈み込みを行った場合に大陸プレート内に形成される構造をまとめたものである。海洋プレートの大陸プレートに対する沈み込み境界が直線の場合(Fig. 5中央)、大陸側はトランスプレッションの場となり、主剪断面に対して低角の逆断層成分を持った左横ずれ剪断帯やそれと平行な褶曲、主剪断面に対して高角な正断層成分を持った剪断帯が形成される(Sanderson & Marchini, 1984)。海溝周辺に付加体が存在する場合、付加体は海溝軸に平行で大陸側に傾斜した構造をとるため、大陸側に傾斜した逆断層が形成されやすく、主剪断面に高角な正断層は形成されにくいと考えられる。RISZは左横ずれトランスプレッションの場で形成されたと考えられており(島田ほか, 1998)、MTLより派生する逆断層成分を持った左横ずれ(上盤西ずれ)マイロナイト帯や褶曲構造はこのモデルと調和的である。沈み込む海洋プレートに対して大陸プレートが凹型にへこんでいる場合(Fig. 5左)、海洋プレートの運動成分のうちのプレート境界(海溝軸)に平行な成分は、屈曲部手前側の(a)の方が屈曲部より先の(b)よりも大きいため屈曲部周辺の大陸側は圧縮応力場となり、逆断層が形成される。プレート間の相対運動のセンスは異なるが、中新世中期以降の北海道東部

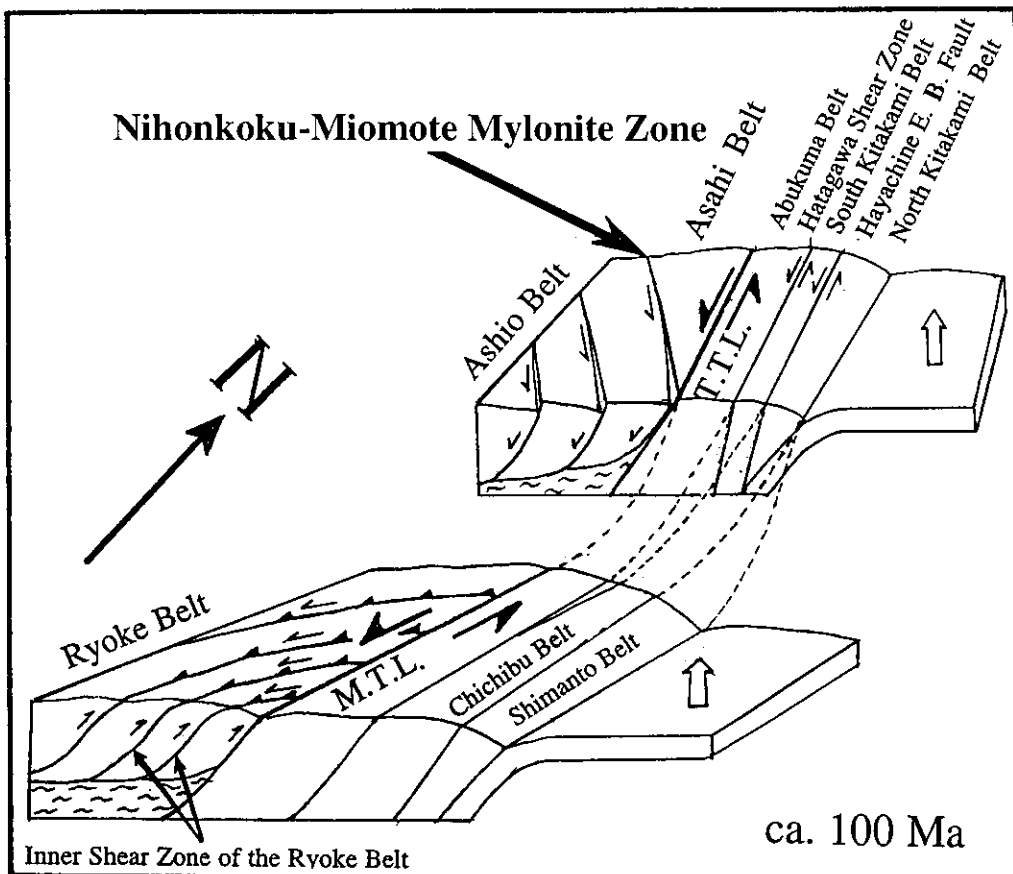


Fig. 4 Schematic model for the structural state of the Nihonkoku-Miomote Mylonite Zone compared with the Inner Shear Zone of the Ryoke Belt at ca. 100 Ma.

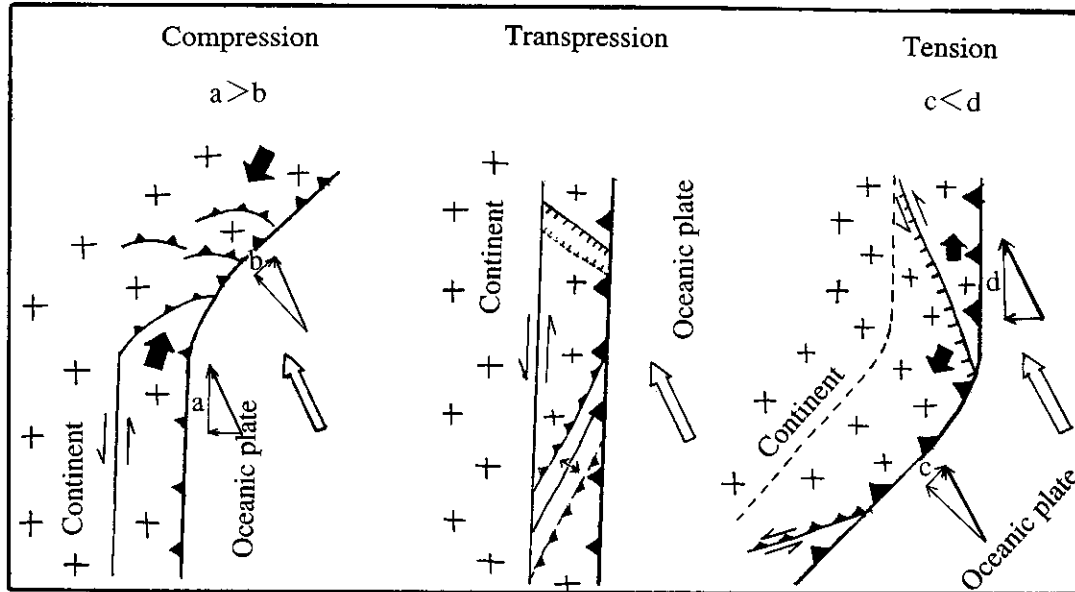


Fig. 5 Modes of oblique subduction between continental plate and oceanic plate, and structures in the continent resulted from the oblique subductions.

の千島弧南西端はちょうどこの状況にある(木村, 1981). 沈み込む海洋プレートに対して, 大陸側が凸型に張り出している場合(Fig. 5右), 海洋プレートの運動成分のうちプレート境界に平行な成分は, 屈曲部手前側の(c)の方が屈曲部より先の(d)よりも小さいため屈曲部周辺の大陸側は引張応力場となり, 正断層成分を持った左横ずれ剪断帯が形成される. また, 屈曲部周辺以外はトランスプレッションの場となり, 逆断層成分を持った左横ずれ剪断帯が形成される. この状況は, 100 Ma前後のアジア大陸東縁の状況(Fig. 4)と類似しており, 屈曲部付近から延びる正断層成分を持った左横ずれ剪断帯がNMMZに相当し, 屈曲部手前の逆断層成分を持った左横ずれ剪断帯がRISZに相当する. このモデルは, 上述した日本海拡大前の海洋側に張り出した日本の地質構造と, 100 Ma前後におけるイザナギプレートのアジア大陸東縁への斜め沈み込みの状況と整合的である.

まとめ

1. 日本国-三面マイロナイト帯(2~5 km × 50 km)は, 北北西-南南東方向に伸張し, 足尾帯の堆積岩類と各種花崗岩類を起源とする泥質および花崗岩質マイロナイトより構成される. 剪断のセンスは南方プランジの正断層成分を持った左横ずれである.

2. 朝日山地東縁を南北に走る大井沢断層の活動時期は新第三紀以降であり, マイロナイトを伴わず, 断層の両側で基盤の花崗岩の記載岩石学的性質が同じであるので, 棚倉構造線の北方延長としては不相当と考える.

3. 日本国-三面構造線(NMTL)よりも北東側の朝日山地周辺(朝日帯)には, 田川酸性岩類やそれらに貫入する西田川花崗閃緑岩などの白亜紀後期の火山深成岩類が分布しており, これらに対比される岩石は阿武隈帯には存在しないが, 足尾帯には広く分布する. また, 足尾帯北部に広く分布する岩船花崗岩は日本国マイロナイト帯の北東側にも少量分布する. 従って, 足尾帯と阿武隈帯を境する棚倉構造線の北方延長はNMTLではなく, 朝日山地東方を走る伏在断層であると考えられる.

4. 日本国-三面マイロナイト帯(NMMZ)は, 棚倉構造線から派生した, 足尾・朝日帯の境界部に生じたマイロナイト帯であり, 白亜紀中頃(100 Ma前後)に, 逆断層成分を持った左横ずれマイロナイト帯である領家帯の内部剪断帯と同時に形成されたと考えられる. 当時はイザナギプレートが高速で北上し, 凸型の張り出しが想定されるアジア大陸東縁において斜め沈み込みをしていたと考えられており, NMMZは張り出し部付近から派生したため引張応力場となり正断層成分が生じ, 領家帯内部剪断帯はトランスプレッションの場となったため逆断層成分が生じたと考えられる.

謝 辞

小論は, 1998年12月に京都大学で開催された構造地質研究会冬の例会で発表した内容をまとめたものである. 地質調査所の木村克己博士は小論をまとめることを勧め, テクトニクスの議論をしてくださった. 同所の渡辺 寧博士, 新潟大学の豊島剛志博士には原稿を

読んで頂き有益な助言を賜った。また、東北大学の永広昌之博士ならびに秋田大学の丸山孝彦博士には、丁寧な査読をして頂き、適切なご意見を賜った。以上の方々に礼を申し上げます。

文 献

- 朝日団体研究グループ, 1987, 朝日山地南西部の地質—その
1. 岩石記載と貫入関係—, 地球科学, **41**, 253-280.
- 朝日団体研究グループ, 1995, 朝日山地南西部の地質—その
2. 地質構造—, 地球科学, **49**, 227-247.
- 地学団体研究会新版地学事典編集委員会, 1996, 新版地学事
典, 平凡社, 1443 p.
- 茅原一也・卯田 強, 1982, 棚倉構造線北方延長の問題—特
に日本国片麻岩・朝日山地片状～片麻状花崗岩類に関
連して, 月刊地球, no. 37, 181-193.
- 福島県, 1965, 5万分の1地質図幅「猪苗代湖東部地方」およ
び同説明書, 66 p.
- 浜野洋三・当舍利行, 1985, 東北日本の運動と古地磁気学,
科学, **55**, 476-483.
- 端山好和, 1991, 占領家占陸の復元, 地質雑, **97**, 475-491.
- 市川浩一郎, 1982, 概論: 西南日本のジュラ紀変動, 月刊地
球, no. 41, 414-419.
- Ichikawa, K., 1990, Pre-Cretaceous Terranes of Japan. In
Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao,
A. eds. *Pre-Cretaceous terranes of Japan*. Pub. IGCP
224, 1-12.
- 石原舜三, 1973, Mo-W 鉱床生成区と花崗岩岩石区, 鉱山地
質, **23**, 13-32.
- Ishihara, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-
series granitic rocks. *Mining Geology*, **27**, 293-305.
- 磯見 博・河田清雄, 1968, フォッサ・マグナ両側の基盤岩
類の対比. 日本地質学会第75年学術大会総合討論会資
料, 4-12.
- 市原 実・市川浩一郎・山田直利, 1986, 岸和田地域の地
質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査
所, 148 p.
- 蟹沢聰史, 1974, 火成活動および変成史よりみた東北日本,
地質学論集, no. 10, 5-19.
- 河野義礼・植田良夫, 1966, 本邦産火成岩の K-A dating
(IV)—東北日本の花崗岩類—, 岩鉱, **56**, 41-55.
- 木村 学, 1981, 千島弧南西端付近のテクトニクスと造構応
力場, 地質雑, **87**, 757-768.
- 越谷 信, 1986, 棚倉破砕帯の変形と運動, 地質雑, **92**, 15
-29.
- 久保和也・高橋 浩, 1992, 阿武隈花崗岩類と北上花崗岩類
から見た阿武隈帯の東縁・西縁, 地学団体研究会第46
回総会シンポジウム要旨集, 111-115.
- 黒田吉益, 1963, 東北日本の深成変成岩類の相互関係, 地球
科学, no. 67, 21-29.
- Maruyama, S. and Seno T., 1986, Orogeny and relative
plate motions: examples of the Japanese Islands.
Tectonophysics, **127**, 305-329.
- 丸山孝彦・小島秀康・金谷 弘, 1979, 朝日山地南西域と栗
子地域の花崗岩類の Rb-Sr 含有量—棚倉構造線の北方
延長 (I), 地質学論集, no. 17, 121-133.
- 松永 烈・山口 勉・厨川道雄・小林秀男・村松茂樹,
1989, 肘折 HDR-1 抗井から得られたコアの性状につ
いて, 日本地熱学会学術講演会講演要旨集, A 38.
- 皆川信弥・山形 理・菅井敬一郎・武川次弘, 1967, 大井沢
構造帯およびその延長—棚倉破砕帯の北方延長—その
2—, 山形大紀要(自然科学), **6**, 469-479.
- 新妻信明・平 朝彦・斎藤靖二, 1985, 日本海拡大前の日本
列島, 科学, **55**, 744-747.
- 小川克郎・石和田靖章, 1976, 大陸棚におけるフォッサ・マ
グナの延長, 海洋科学, no. 83, 47-54.
- 小川克郎・堀川義夫・津 宏治, 1979, 茨城県日立—千葉県
鴨川地域の空中磁気異常と地質構造, 第II報, 磁気異
常と地質構造, 地調月報, **30**, 549-569.
- 大森昌衛・堀越和衛・鈴木康司・藤田至則, 1953, 阿武隈山
地西南縁の棚倉破砕帯について, 地質雑, **59**, 217-223.
- Otofujii, Y., 1996, Large tectonic movement of the Japan
Arc in late Cenozoic times inferred from paleomagnetism: Review and synthesis. *Island Arc*, **5**, 229-249.
- Otofujii, Y. and Matsuda, T., 1987, Amount of clockwise
rotation of Southwest Japan-fan shape opening of
the southwestern part of the Japan Sea. *Earth
Planet. Sci. Lett.*, **85**, 289-301.
- 大沢 穂・三村弘二・久保和也・広島俊男・村田泰章,
1987, 20万分の1地質図幅「仙台」, 地質調査所.
- Sanderson, D.J. and Marchini, W.R.D., 1984, Transpres-
sion. *Jour. Struct. Geol.*, **6**, 449-458.
- Shibata, K. and Ishihara, S., 1979, Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of
plutonic rocks from Japan. *Contr. Mineral. Petrol.*, **70**,
381-390.
- 柴田 賢・高木秀雄, 1989, 関東山地北部の花崗岩類の年
代, 同位体からみた中央構造線と棚倉構造線との関係,
地質雑, **95**, 687-700.
- 資源エネルギー庁, 1982, 広域調査報告書, 羽越地域 (I),
164 p.
- 島田耕史・高木秀雄・大澤英昭, 1998, 横ずれ圧縮場にお
ける地質構造発達様式: 紀伊半島東部, 領家帯南縁部の
マイロナイト化と褶曲形成の時空関係, 地質雑, **104**,
825-844.
- 島津光夫, 1964 a, 東北日本の白亜紀花崗岩 I, 地球科学, no.
71, 18-27.
- 島津光夫, 1964 b, 東北日本の白亜紀花崗岩 II, 地球科学,
no. 72, 24-29.
- 庄司勝信, 1983, 朝日山地・末沢川溶結凝灰岩の変形特性,
地質雑, **89**, 197-208.

- Sibson, R.H., 1977, Fault rocks and fault mechanisms. *Jour. Geol. Soc. London*, **133**, 191-213.
- 須藤定久, 1977, 中部～関東地方における後期白亜紀～古第三紀火山深成作用の問題点. 地団研専報, no. 20, 53-60.
- 高木秀雄, 1985, 紀伊半島東部粥見地域における領家帯の圧砕岩類. 地質雑, **91**, 637-651.
- 高木秀雄・柴田 賢, 1996, 占領家帯の復元. テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 211-219.
- 高橋 浩, 1992, 淡路島の花崗岩類の K-Ar 年代—特にマイロナイト化作用の時期について—. 岩鉱, **87**, 291-299.
- 高橋 浩, 1998, 新潟・山形県境, 日本国マイロナイト帯の地質と構造. 地質雑, **104**, 122-136.
- 土谷信之・高橋 浩・柳沢幸夫・山元孝広・久保和也・駒澤正夫・広島俊男・内藤一樹, 1999, 20 万分の 1 地質図幅「村上」, 地質調査所.
- 山田直利・須藤定久・河田清雄, 1982, 濃飛流紋岩の東方延長. 月刊地球, no. 37, 棚倉構造線, 159-165.
- 山元孝広・柳沢幸夫, 1989, 棚倉破碎帯の北方延長に関する新知見—山形県米沢市南西部の先新第三紀マイロナイト—. 地調月報, **40**, 323-329.
- 矢内桂三, 1972, 足尾山地北部の後期中生代酸性火成岩類その 1, 地質. 岩鉱, **67**, 193-202.
- 矢内桂三・井上 武・大口健志, 1973, 朝日山地の白亜紀後期田川酸性岩類—新第三系グリーン・タフ層基盤岩の再検討—. 地質雑, **79**, 11-22.
- 吉田 尚, 1977, 東北日本と中央構造線—一つの試論. 地団研専報, no. 20, 113-116.
- 吉田 尚, 1981, 東北日本の先新第三紀地体構造について. 構造地質研究会誌, no. 26, 3-29.