

中央構造線のマイロナイト微小構造とテクトニクス

Mylonitic microstructures and geotectonic evolution of the Median Tectonic Line

高木 秀雄*

Hideo TAKAGI

はじめに

近年、金属学的知識の導入や様々な実験装置及びコンピューターなどの解析機器の発展とあいまって、多くの実験的および理論的考察により、マイロナイトの微小構造やファブリックの形成過程について明らかにされつつあり、その成果は *Journal of Structural Geology* などの構造地質学関係の雑誌に頻繁に掲載されている。また、マイロナイトの微小構造が、特に延性剪断帯の運動学的考察に重要な意味を持つことが明らかになってきている (SIMPSON & SCHMID, 1983; COBBOLD *et al.*, 1987)。わが国においても中央構造線（以下 MTL）、棚倉構造線、畑川破砕帯、飛騨変成帯、日高変成帯等において、マイロナイトに関連した構造地質学的並びに岩石学的研究が進められてきた。ちなみに日本地質学会学術大会におけるマイロナイト関連の研究発表は1984年までは0～2件であったものが、1986年以降は10件を越えるまでになってきた。構造線（帯）のテクトニクスを論じるためには、マイロナイトの構造岩石学的研究は欠くことができないものとなってきている。

本論では、筆者のマイロナイトに関するレビュー（高木, 1982; 1986）を補足しつつこれまでの研究の一端を紹介しながら、前半は MTL 沿いのマイロナイトにみられる kinematic indicator としての様々な非対称微小構造をまとめ、後半

は MTL のテクトニクスについて若干の考察を述べたい。

構造要素

構造岩石学では試料は全て定方位で採取し、定方位薄片を作成して微小構造やファブリックが検討されるので、微小構造の記載の前に、マイロナイトを特徴づけるメソスコピックな構造要素（面構造・線構造）の定義を明らかにしておく必要がある。マイロナイトには通常面構造と線構造が原岩よりも顕著にみられる。但し野外で測定できるのは普通面構造で、線構造は認められないこともあり、また存在していても面構造がきれいに露出している場合以外は測定できない。その場合は研究室で定方位試料を切断して面構造を出してから、粘土上に試料を固定して方位を復元し、面上の線構造を測定する作業が行われる。肉眼で観察できる主な面構造・線構造を下記に示す。

Sm：伸長したプレッシャーシャドウとその他の基質部分を作る mm オーダーの縞状構造や黒雲母などの再結晶鉱物の配列によって規定されるマイロナイト面構造 (mylonitic foliation)

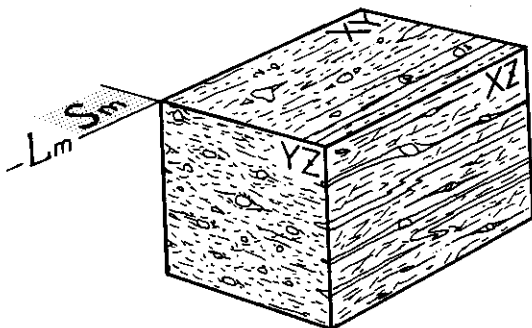
Ss：Sm と低角度で斜交するシアバンド (shear band foliation)

* 早稲田大学教育学部地学教室

Lm: プレッシャーシャドウの伸長や再結晶鉱物の鉱物線構造 (mineral lineation) で規定されるマイロナイト線構造 (mylonitic lineation)

非対称微小構造

延性剪断帯内部に明瞭な線構造 Lm 並びに非対称微小構造が発達する場合は, その変形機構を一軸短縮型変形のみで説明するのは無理があり, 近似的には層流 (laminar flow) に伴う非共軸性 (non coaxial) の変形として扱うことができる。その機構の主要な部分は単純剪断によって占められていると考えられる。従って剪断時の移動の軌跡は線構造 Lm に一致すると考えられ, 剪断のセンスを示すものとして, 下記に述べる様々な非対称微小構造があげられる。以下に述べる代表的な非対称微小構造は, 面構造 Sm に垂直, 線構造 Lm に平行な XZ 面内 (第1図) で観察され, すべて単斜対称を示す。



第1図. マイロナイトの構造要素 (L-S ファブリック)

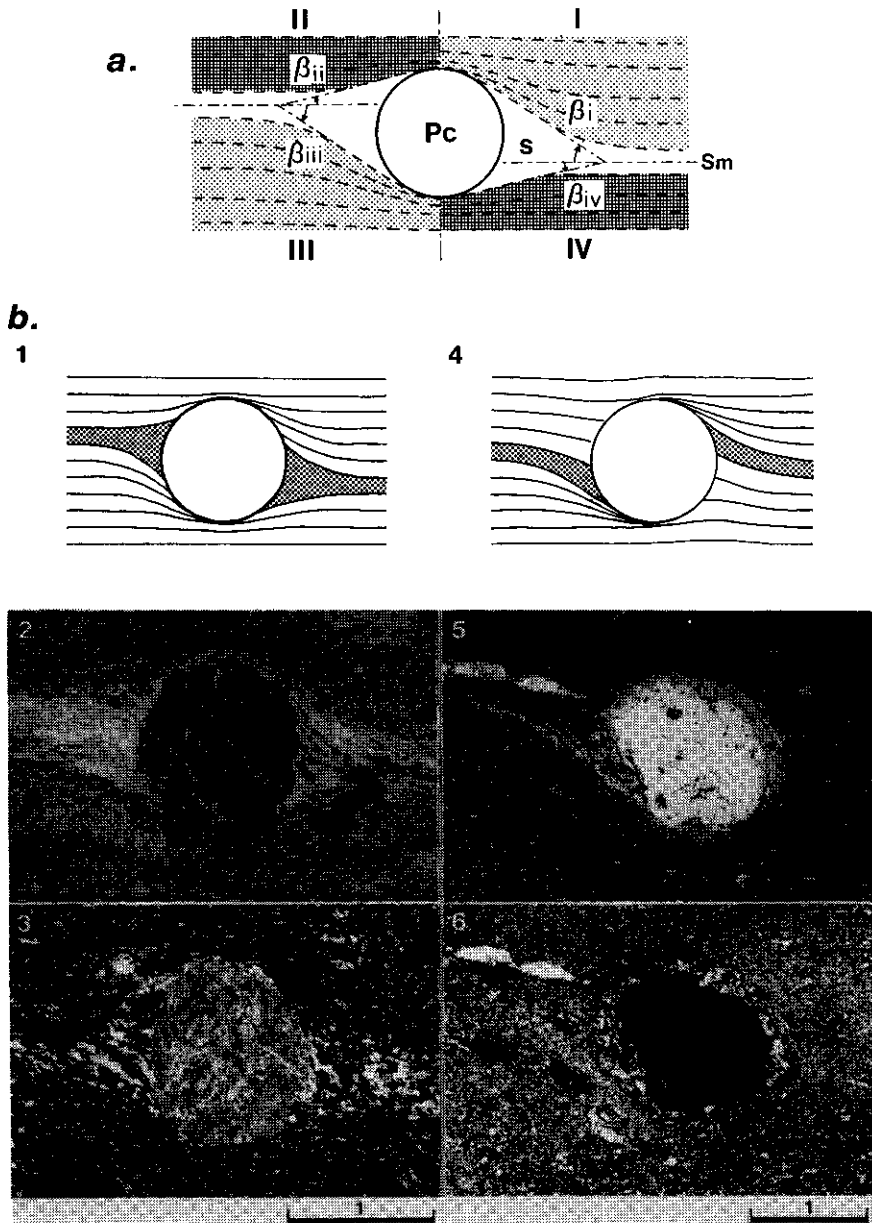
1. 非対称プレッシャーシャドウ (asymmetric pressure shadow)

マイロナイト中のポーフィロクラスト両翼部には, しばしば基質部の鉱物よりも粗粒な石英やカリ長石で充填された領域が存在する。この領域即ちプレッシャーシャドウは, 基質部の塑

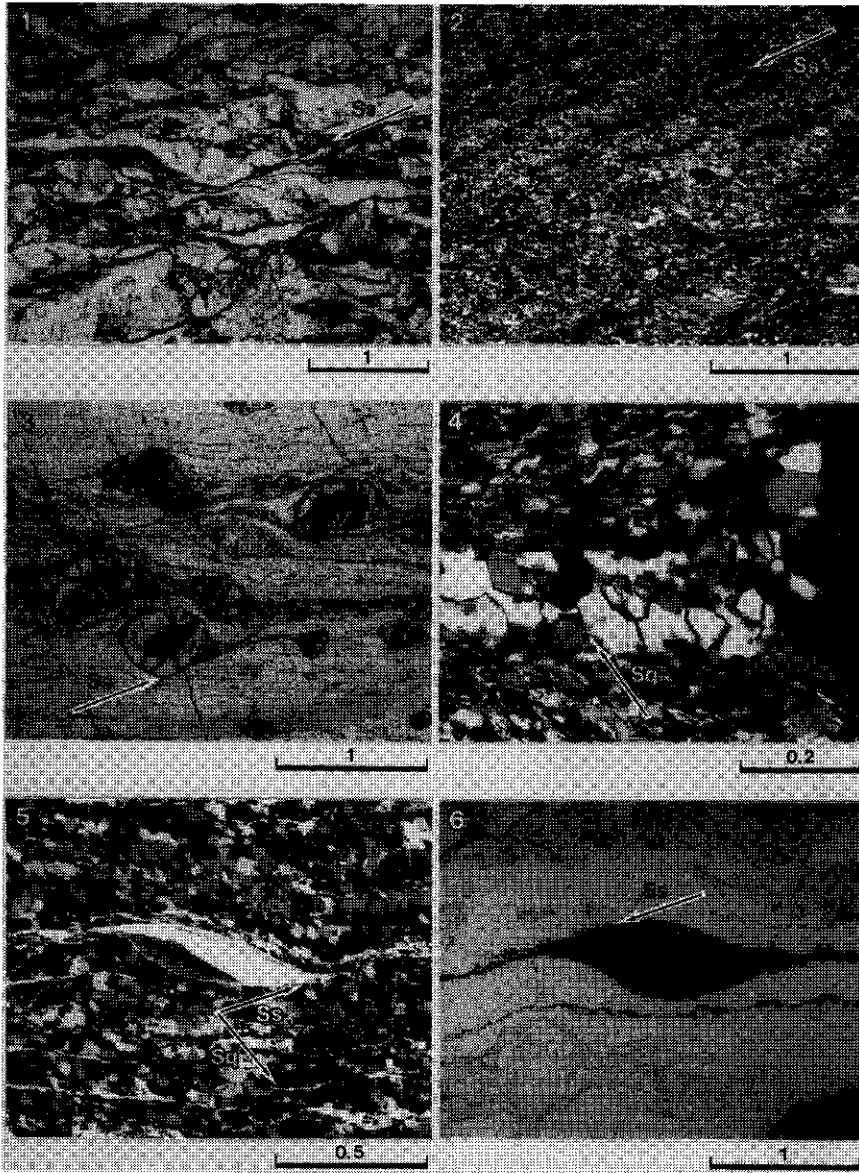
性流動に伴ってポーフィロクラストが回転し, その周囲の基質部が引きずられた結果非対称になったものと考えられる。その形成過程のモデル実験は, GHOSH (1975), SCHONEVELD (1977), PASSCHIER & SIMPSON (1986), VAN DEN DRISTCHE & BRUN (1987) 等によって行われている。PASSCHIER & SIMPSON (1986) TAKAGI & ITO (1988) はそれぞれ異なる手法を用いて非対称プレッシャーシャドウの形態解析を行い, その運動学的指標としての重要性を示した。TAKAGI & ITO (1988) は, ポーフィロクラストに対するシャドウ部の位置関係のみから剪断のセンスを決定するのは危険であるが, ポーフィロクラストの回転に伴ったシャドウ部壁面のひびずりのパターンに着目した場合, 非対称プレッシャーシャドウが剪断のセンスの決定に極めて有効であることを示した。シャドウ部壁面は図版 I a に示されるように4つの象限 (右上から反時計廻りに I, II, III, IVとする) に区分される。各々の象限におけるシャドウ部壁面と Sm とのなす角度 ($\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{iii}, \beta_{iv}$) を測定したところ MTL 沿いのマイロナイトでは常に $\{\beta_i, \beta_{iii}, > \beta_{ii}, \beta_{iv}\}$ という関係が得られた。このことは, マイロナイト形成時に左ずれの剪断作用があったことを物語っている。逆に $\{\beta_i, \beta_{iii} < \beta_{ii}, \beta_{iv}\}$ の場合は, 右ずれを示す。非対称プレッシャーシャドウの代表的な例を図版 I b に示す。

2. シアバンド (shear band foliation)

シアバンド (Ss) は, 剪断帯内で雁行状に配列した剪断面で, Sm に対して低角度で斜交し, 通常フィロ珪酸塩の配列によって認知できる (図版 II-1, 2, 3, 5, 6)。Ss と Sm とのなす角度 α は, Sm に対して反時計廻りに低角度をなす場合が左ずれ, その逆が右ずれの剪断センスを示すと考えられる。中央構造線沿いのマイロナイト中にみられるシアバンドは例外なく Sm に対し反時計廻りに低角度をなしており, α は長野県鹿塩地域で平均 21° , 三重県飯高町地域で平均 24° で, MTL からの距離に対して α の変化は認められない (高木ほか,



図版 I a. プレッシャーシャドウの4象限分割と、各象限におけるシャドウ部壁面と Sm とのなす角 (β)。Pc: ポーフイロクラスト, s: シャドウ部。
 b. 代表的な非対称プレッシャーシャドウの例 (長野県分杭峠南方の試料)。1, 2, 3: σ -type (PASSCHIRER & SIMPSON, 1986), 4, 5, 6: δ -type (同上)。1と4を比べると、ポーフイロクラストに対するシャドウ部の位置関係は逆であるが、各象限における β は両者とも $\{\beta_i, \beta_{iii} > \beta_{ii}, \beta_{iv}\}$ という関係であり、左ずれを示す。2, 3: KSR2; Pc は斜長石, 5, 6: KSR17; Pc はカリ長石。スケールの単位はmm, 2.5: 単ニコル, 3, 6: クロスニコル。



図版 II 左ずれ剪断作用を示す様々な非対称微小構造。写真の長辺は線構造 Lm (面構造 Sm の交線方向) と一致。

1, 2, 3: シアバンド (Ss), 1: 大阪府南方岸和田地域のマイロナイト (SNT157) 中の例, 2: 長野県市野瀬付近の泥質フィロナイト (TIR524) 中の例, 3: 長野県分杭峠南方の珪質フィロナイト (KSR16) 中の例; 屈折率の高いポーフィロクラストはざくろ石。4: Sm と斜交再結晶石英粒の形態ファブリック (Sq), 分杭峠南方のマイロナイト (KSR1) 中の例。

5, 6: 紡錘形を呈する雲母のポーフィロクラスト (mica 'fish'), 5: 市野瀬付近の珪質フィロナイト (TIR525) 中の白雲母ポーフィクラフト, Ss, Sq も発達している。6: 岸和田地域のマイロナイト (SNR171) 中の黒雲母ポーフィロクラスト。スケールの単位は mm, 1, 3, 6: 単ニコル, 2, 4, 5: クロスニコル。

1986)。Ss は Sm を構成している雲母類の配列を曲げているので、Sm 形成末期に形成したと考えられるが、原岩に近い岩石にも認められることから、その発生はマイロナイト化作用の初期から生じた可能性がある。これらのシアバンドと同様の剪断面は、脆性剪断帯（断層ガウジまたは断層角礫）にも知られており（RUTTER, *et al.*, 1986; CHESTER & LOGAN, 1987), それらを Riedel shear 面とみなして、剪断のセンスの決定に利用されている。

ここに述べたシアバンド (Ss) は、BERTHÉ *et al.* (1979) や LISTER & SNOKE (1984) により定義された C 面（仏語：cisaillement [shear] の頭文字）と同様片理面（BERTHÉらによる S 面）と斜交する剪断面であるが、BERTHÉ *et al.* (1979) が研究したアルモリカ剪断帯の場合、C 面と S 面とのなす角度が剪断帯の中心部に向かうにつれ減少するのに対し、MTL 沿いの剪断帯の場合、マイロナイトの原岩分布地域に見られる片状構造の姿勢と Sm の姿勢が平行に近く、マイロナイト化の程度の変化に対して Ss 面と Sm 面とのなす角度に変化が見られない。この違いは、Ss-Sm の関係が S-C の関係と同等ではなく、むしろ S~C-Ss（または S~C-C'）という図式に当てはまることによるものと考えられる。この Ss 面こそ、主変位面 (Sm) に対する Riedel shear 面と見なすことができるであろう。この様な雁行状に配列した剪断面は露頭でも鏡下でも観察可能で、延性剪断帯のみならず脆性剪断帯にも認められることから、剪断のセンスの有力な指標として、その認定は大変重要である。

3. 再結晶石英の形態ファブリック

鏡下では、再結晶石英粒の長軸方向が Sm に対し斜交しているファブリックがしばしば観察される。このような石英粒の配列は三次元的には面として捉えることができ、ちょうど将棋倒し（伏臥状構造）のような配列をなす（図版 II-4, 5)。その面構造を Sq とする。Sq と Sm とのなす角 θ が、Sm に対し時計廻りに鋭角なす場合は左ずれ、その逆の場合は右ず

れの剪断のセンスを示す。鹿塩地域の MTL 沿いのマイロナイト中の再結晶石英粒はすべて P タイプで、Sm に対し時計廻りに鋭角をなす。個々の石英粒の三次元形態は、Sm 平行で Lm に直交する Y 軸方向に最も伸びている。また Sq の走行と MTL の走行とのなす角度は、剪断帯の境界部から中心部に向かうにつれ増加する。再結晶石英の形態ファブリックの形成時期は、マイロナイト化に伴う引きずり褶曲やシアバンド形成の後であり、石英の動的再結晶に伴うこのような Sq の回転は、LISTER & SNOKE (1984) の Finite strain 'clock' モデルによって説明ができる（林・高木, 1987)。再結晶石英の形態ファブリックは、鏡下において剪断のセンスを決定する上で大変有効な指標である。

以上述べた非対称微小構造のほかにも、紡錘形を呈する雲母類 (mica 'fish') : LISTER & SNOKE, 1984), 角閃石, 長石などのポーフィロクラストの長軸の Sm に対する配列方向（図版 II-5, 6), 割れ目によって分断されたポーフィロクラストの伏臥状構造 (displaced broken grains), 引きずり褶曲なども剪断のセンスを決定する上で有効な指標である (SIMPSON & SCHMID, 1983)。

剪断帯の運動像と

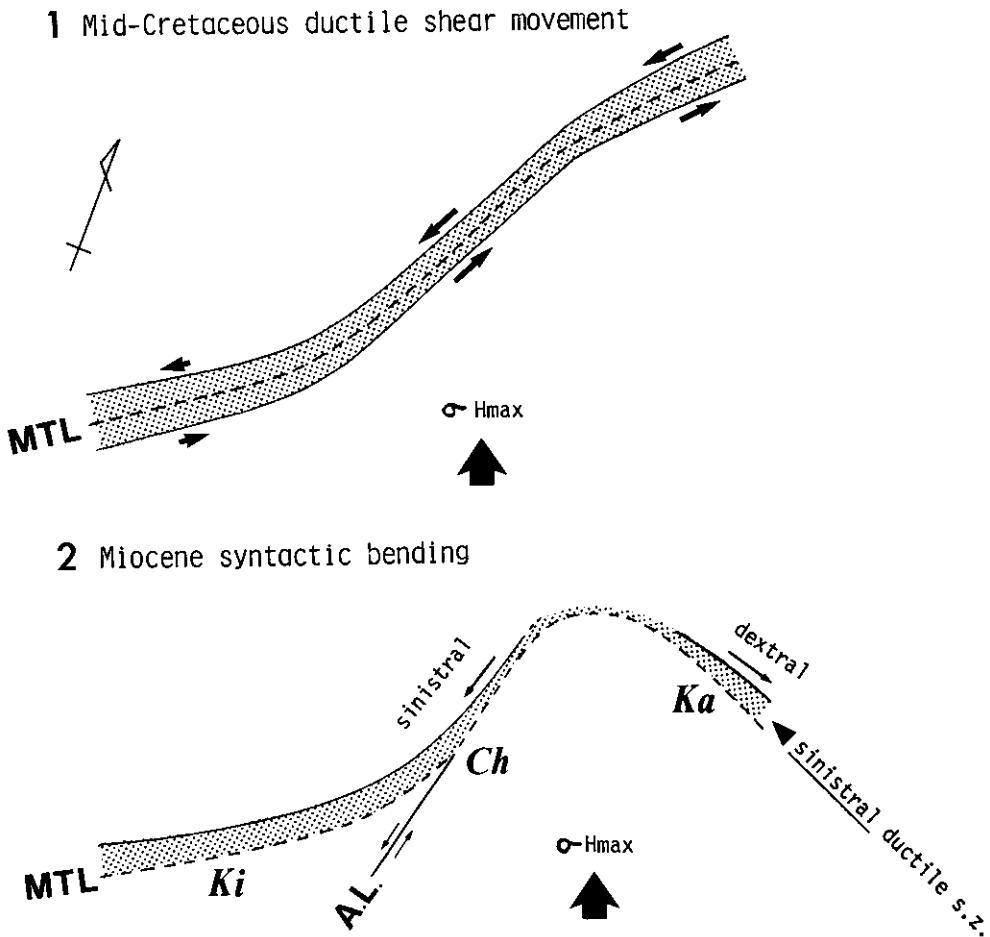
MTL のテクトニクス

筆者がこれまでに観察してきた中部地方及び近畿地方の MTL 沿いのマイロナイトに認められる様々な非対称微小構造は、各々が例外なく左ずれの剪断のセンスを示す。一方、関東山地北東縁部比企丘陵において、中部地方と全く同様の領家帯構成岩類（珪線石片麻岩+非持型トータル岩+マイロナイト）が分布することが明らかになった（高木・長濱, 1987)。そのマイロナイト中の非対称微小構造（非対称プレッシャーシャドウ, 再結晶石英の形態ファブリックなど）はやはり左ずれ剪断のセンスを示す。一方マイロナイト線構造 Lm の方向は MTL とほぼ平行で、一部の例外（高遠北方~杖突峠

地域：長濱・高木，1985)を除きそのプランジは水平に近い。また，面構造 Sm の傾斜も，一部水平に近い部分（水窪地域：増田ほか，1986）が知られているものの，それ以外は垂直に近い。従って MTL の鹿塩時階の剪断作用は基本的には左横ずれであったことがわかる。この結果から，フォッサマグナ地域における東西両側の構造方向の大規模屈曲の形成は，鹿塩時階の MTL の活動（マイロナイト化）よりも後の出来事であると考えられた（第2図）。左横ずれ剪断作用は，近畿地方においても，ま

た最近では関東地方においても，古第三紀までひき続いたことが，断層の雁行配列様式などから推定されている（MIYATA *et al.*，1980；久田・宮田，1987）。上部白亜系和泉層群の堆積の場合も，MTL の左横ずれ運動に伴って北側がステップ状に沈降して形成したと考えられている（平ほか，1981）。

次にこの左横ずれ剪断帯の形成場について考えてみたい。MTL の白亜紀～古第三紀の左横ずれ変位量については，まだはっきり分かっていない。変位量がつかめない最大の原因は，MTL



第2図．中央構造線（MTL）沿いの横ずれ運動史の概念図。

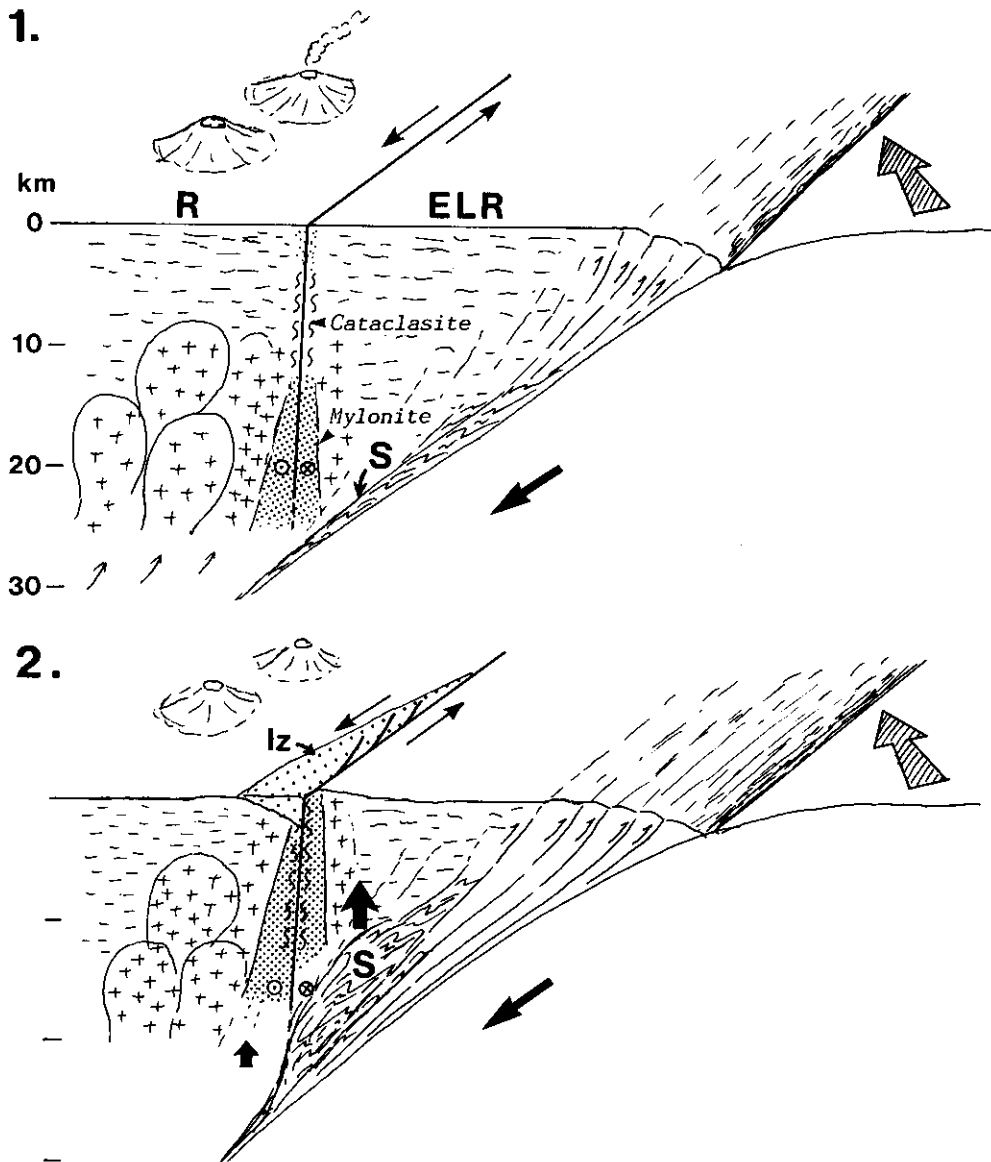
1. 白亜紀半ば頃（鹿塩時階）の左横ずれ剪断帯。
2. 中新世のフォッサ・マグナ地域における大屈曲（対曲構造）Ki：近畿地方，Ch：中部地方，Ka：関東地方，A. L.：赤石裂線

を挟んで南北両側で対比できる地質構成要素が認められないことによる。かつて MIYASHIRO (1972) が領家帯と阿武隈帯を対比させて、400km 移動説を唱えたが、阿武隈帯の変成岩の同位体年代測定や岩石学的研究が進むにつれ、領家帯阿武隈帯を対比する事については疑問視されるようになった。また、関東山地の領家帯が三波川帯とともに当時右ずれの剪断作用下にあったと考えられた(原ほか, 1974)のも、大規模横ずれを否定的に考えられたひとつの要員になったものと思われる。しかし、上に述べたように関東山地の領家帯のマイロナイトについては左横ずれの剪断のセンスが決定されたので、大規模横ずれ説に対する1つの障壁は取り除かれた。ただ、実際問題として、MTL 沿いのマイロナイト帯の場合、面構造 Sm の走行の変化は理想的な剪断帯の構造様式とは必ずしも一致しないので、変位量の見積りは難しい。原・横山 (1974) によると、近畿地方において MTL 沿いの岩石中の再結晶石英粒の形態定向配列によって規定される片理 S₂ の配列から、RAMSAY & GRAHAM (1970) の方法により、延性剪断帯(失われた領家帯東南翼部も含め)の変位量を約30kmと見積っている。また古第三紀前半の場合は、例えば近畿地方において断層ガウジの幅と変位量との関係(ENGELDER, 1974)から、左横ずれ変位量がおおよそ15kmと見積られている(宮田, 1978)。しかし、これらに見積りには片理の認定法や断層ガウジの幅の認定法などに基本的な問題点が残されており、厳密な議論は現段階ではできない。筆者は現在のところ、中部地方や近畿地方の MTL 沿いのマイロナイト帯の幅(～700m)やカタクラサイト帯の幅(～200m)がそれほど広くないので、白亜紀～古代三紀前半の左横ずれ変位量はオーダーとして数十km程度で、100kmは越えないであろうと予想しているが、この点についてはさらに吟味する必要がある。

MTL は、サンアンドレアス断層やアルパイン断層のように、トランスフェーム断層である証拠は挙がっていない。また、MTL と共役な右ずれ剪断帯も見つかっていない。このような

白亜期の左横ずれ剪断帯の形成場は、プレートの斜め沈み込みに伴う火山孤外縁部の横ずれ剪断帯として解釈すると都合がよい。FITCH (1972) は、斜め沈み込みと横ずれ断層の関係を解析し、プレートが境界に対して十分斜めに(45°以下)運動してくる場合は、上盤側に横ずれ断層が発生することを示した。白亜紀～古第三紀(40 Ma)にはクラプレートおよび太平洋プレートが NNW 方向に運動していると考えられており(上田・都城, 1973)、一方、古地磁気からみた第三紀はじめ頃の時計廻りの日本列島の回転(広岡, 1984)を考慮にいと、当時の MTL の方向はおおよそ N30° E (木下・伊藤, 1986)と考えられるので、FITCH (1972) の理論を当てはめることは可能である。マイロナイト化をもたらす左横ずれ剪断作用が働いていた白亜紀半ば頃とはほぼ同時期に、MIYASHIRO (1972) によって示されたように、冷たいプレートの沈み込みによって地下深所まで引きずり込まれた堆積物が、高圧・低温型の三波川変成作用を被っていた(第3図-1)。

領家帯の東翼部がかつて三波川変成帯の上位を占めており、MTL が出現した後その東翼部が欠如したという考えは、矢部(1963)によって述べられており、既に三波川変成岩体が領家帯変成岩体の一部の下にアンダースラストした可能性が指摘されている。市川(1970)は領家帯と三波川帯との間に失われた古領家帯が存在し、MTL の発生により三波川帯側が相対的に上昇し、その構造的上位にあった古領家帯は侵食・削剝されたと考えた。TAMAGI (1986) はこれらの考え方を受け継ぎ、花崗岩の変形史を含めた MTL の発達史を記述した。即ち、MTL 沿いのマイロナイトは、現在地表で認められる領家花崗岩類・変成岩類と三波川結晶片岩との境界断層の運動によって形成されたものではなく、領家帯内部に延びていた左ずれ延性剪断帯の南東側がマイロナイト形成後に失われ、後の断層活動によって三波川結晶と接触するようになったと考えられる。その根拠として、中部地方高遠～鹿塩地域における筆者らの研究から、次のような事実があげられる。即ち、1.



第3図. プレートの斜め沈み込みと MTL の左横ずれ運動, および三波川帯の上昇の概念図。

1. プレートの斜め沈み込みによってもたらされる白亜紀半ば頃の火山弧外縁部の左横ずれ剪断帯。R: 領家帯, ELR: 領家帯東翼部 (失われた古領家帯), S: 三波川帯
2. 古第三紀前半の左横ずれ運動に伴う三波川帯の上昇。
Iz: 和泉層群

マイロナイトの面構造 (Sm) が MTL に対し低角度 (20° 前後) で斜交するが, MTL 近傍で最も低角度になってはいないこと (高木,

1984), 2. マイロナイト帯 (プラストマイロナイトやマイロナイト片麻岩も含む) の幅が, 地域によってかなり異なること, 3. 領家変成

帯の温度構造の帯状配列が高遠付近で MTL に切られていること (諏訪, 1973), 4. 三波川結晶片岩類に領家帯と同様の著しいマイロナイト化が認められないこと, 5. 三波川結晶片岩に右ずれの剪断を示す非対称微小構造が優先的に認められること (生嶋, 1986 MS), などである。

失われた古領家帯も含めた領家帯内部に生じた左横ずれ剪断帯は, 白亜紀以降の三波川帯の相対的上昇によって, MTL を境に並走した対の変成帯をもたらしたと考えられる。従って, MTL の形成史を解明するためには, 三波川帯の上昇のメカニズムが説明されなければならない。平ほか (1979) は, 上盤プレートの最大伸張時に, 三波川帯と古領家帯の間が割れ易い状態になり, 孤間海盆が生じた。このとき, 地下深くにあった三波川結晶片岩は, 上盤側が取り除かれたためにアイソスタティックな平衡を取り戻すため, 一気に地表近くまで上昇してきたという引き戻し (deduction) 過程を考えた。TAKAGI (1986) は, プレートの沈み込みに伴ってアンダースラストした堆積物が構造的に下位に累積したために, 上盤側の変成した古い堆積物が左横ずれ運動に伴いながら (あるいは左横ずれ剪断帯のような弱線を利用しながら) 持ち上がった可能性を指摘している。三波川結晶片岩の形成深度 (15~20km: TORIUMI, 1975) と領家帯のマイロナイトの形成深度 (15~20km: TAKAGI, 1986) に大きな差が無いと考えられるので三波川帯の領家帯に対する相対的な上昇は両地帯の上昇時期または上昇速度の違いによって成し遂げられたに違いない。その三波川帯の両家帯に対する相対的な上昇時に, 領家及び三波川両変成岩類に認められるカタクラスティックな変形 (高木, 1983) をもたらす何回かの断層活動があったのであろう。その時, 領家帯もゆっくり上昇していたに違いない。最近の年代学的研究 (柴田・高木, 1988) によると, 中部地方における MTL の主要な断層活動は中新世の始めごろには終息したと考えられるので, 三波川帯の相対的上昇は主に古第三紀に生じたと思われる。従って, この上昇は上に述べた左

横ずれ運動に伴って不随的に生じたのであろう (第3図-2)。但し, これらの一連の現象は, 東九州の大野川層群中の三波川結晶片岩礫の存在 (寺岡, 1970) や, 領家及び三波川結晶片岩の年代値の東西変化 (木下・伊藤, 1986) を考慮に入れると, 西方へいくほどより古い時代に起こったのであろう。

おわりに

本論では, 白亜紀~古第三紀における MTL のテクトニクスに関する基本的な問題, 即ち左横ずれ剪断作用と三波川帯の相対的な上昇について, 従来の研究を振り返りながらプレート理論に基づく若干の説明を行なった。しかし, この説明の過程で実証されている部分は, 前半にいくつかの例証を示した剪断作用のセンスや, マイロナイト化が領家・三波川両帯の境界である MTL の断層運動の直接の産物ではないという点のみで, MTL の左横ずれ変位量の見積りや三波川帯の上昇過程については, 未だ推論の域を脱してはいない。また, MTL が関東地方以北でどの様に延びるかについては, これまでいくつかの説が提示されているものの未だに明確にされてはいない。さらに, 時代的には MTL よりやや遡るが, 中国大陸沿岸の Tancheng-Lujiang (Tan-Lu) 左横ずれ断層帯 (Xu *et al.*, 1987) や, 南部韓半島の湖南 (Honam) 右横ずれ剪断帯 (YANAI *et al.*, 1985) などの大陸地域の大規模剪断帯との関連性も追求する必要がある。これらの問題点が解明された時, MTL の構造発達史の全容が, より現実的なものとして浮かび上がるであろう。

引用文献

- BERTHÉ, D., CHOUKROUNE, P. and JEGOUZO, P., 1979: Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the example of the South Armerican Shear Zone. *Jour. Struct. Geol.*, 1, 31-42.

- CHESTER, F. M. and LOGAN, J. M., 1987 : Composite planar fabric of gouge from the Punchbowl Fault, California. *Jour. Struct. Geol.*, 9, 621-634.
- COBBOLD, P. R., GAPAIS, D., MEANS, W. D. and TREAGUS, S. H., eds., 1987 : Shear Criteria in Rocks. *Jour. Struct. Geol.* 9, 525-778.
- ENGELDER, J. T., 1974 : Cataclasis and the generation of fault gouge. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 85, 1515-1522.
- FITCH, T. J., 1972 : Plate convergence, transcurrent faults, and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific., *Jour. Geoph. Res.*, 77, 4432-4460.
- GHOSH, S. K., 1975 : Distortion of planar structures around rigid spherical bodies. *Tectonophysics*, 28, 185-208.
- 原 郁夫・横山俊治, 1974 : 中央構造線の発生にともなう領家花崗岩類の変形. 島孤基盤, 1, 9-14.
- ・秀 敬・佃 英吉・大塚杉夫・横山俊治, 1974 : 三波川帯の構造からみたフォッサ・マグナの問題. 構造地質研究会誌, 16, 5-9.
- 林 正貴・高木秀雄, 1987 : 長野県南部における中央構造線沿いの圧砕岩にみられる再結晶石英の形態ファブリック. 地質雑, 93, 349-359.
- 広岡公夫, 1984 : 古地磁気からみた日本列島の変動. 科学, 54, 541-548.
- 久田健一郎・宮田隆夫, 1987 : 関東山地西部の左横ずれテクトニクス. 日本地質学会第94年学術大会講演要旨, p.588.
- 市川浩一郎, 1970 : 西南日本の中・古生代地質により提起される若干の問題. 「島孤と海洋」, 193-200, 東海大学出版会.
- 生嶋明子, 1986MS : 三波川変成岩類の変形・変成作用. 早稲田大学理工学研究科修士論文.
- 木下 修・伊藤英文, 1986 : 西南日本の白亜紀火成活動の移動と海嶺のもぐり込み. 地質雑, 92, 723-735.
- LISTER, G. S. and SNOKE, A. W., 1984 : S-C mylonites. *Jour. Struct. Geol.*, 6, 617-638.
- 増田俊明・長瀬雅之・山本啓司, 1986 : 静岡県北西部水窪地域の中央構造線付近のS-C マイロナイト. 静岡大学地球科学研報, 12, 75-87.
- MIYASHIRO, A., 1972 : Metamorphism and related magmatism in plate tectonics. *Amer. Jour. Sci.*, 272, 629-656.
- 宮田隆夫, 1978 : 和泉山脈南縁の中央構造線の運動像. MTL, no. 3, 73-77.
- MIYATA, T., Ue, H. and ICHIKAWA, K., 1980 : Paleogene left-lateral wrenching on the Median Tectonic Line in Southwest Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan.*, No. 18, 51-68.
- 長濱裕幸・高木秀雄, 1985 : マイロナイトの小構造により推定される剪断帯の運動像—長野県高遠地域の例—. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 494.
- PASSCHIER, C. W. and SIMPSON, C., 1986 : Porphyroclast systems as kinematic indicators. *Jour. Struct. Geol.*, 8, 831-843.
- RAMSAY, J. G. and GRAHAM, R. H., 1970 : Strain variation in shear belts. *Can Jour Earth Sci.*, 7, 786-813.
- RUTTER, E. H. MADDOCK, R. H., HALL, S. H. and WHITE, S. H., 1986 : Comparative microstructures of natural and experimentally produced clay-bearing fault gouges. *PAGEOPH*, 124, 3-30.
- SCHONEVELD, CHR., 1977 : A study of some typical inclusion patterns in strongly paracrystalline-rotated garnets. *Tectonophysics*, 39, 453-471.
- 柴田 賢・高木秀雄, 1988 : 中央構造線沿いの岩石および同位体年代—長野県分杭峠地域の例—. 地質雑. 93. 印刷中
- SIMPSON, C. and SCHMID, S. M., 1983 : An evaluation of criteria to deduce the sense of movement in sheared rocks., *Geol Soc. Amer. Bull.*, 94, 1281-1288.
- 諏訪兼位, 1973 : 中央構造線に沿う変成岩類—領家及び三波川変成帯—. 「中央構造線」, 221-238, 東海大学出版会.
- 平 朝彦・甲藤次郎・田代正之, 1979 : 白亜紀以降西南日本の地史と島孤—海溝系のテクトニズム. 地質ニュース, 296, 27-40.
- ・斉藤靖二・橋本光男, 1981 : 日本列島形成の基本的プロセス—プレートの斜め

- 沈み込みと横ずれ運動—。科学, 51, 508-515.
- 高木秀雄, 1982: マイロナイトの定義及び圧砕岩類の分類に関する問題点。早稲田大学教育学部学術研究 [生物学・地学編], 31, 49-57.
- , 1983: 中央構造線沿いの圧砕岩類に認められるカタクラスティックな重複変形—長野県伊那地方の例—。早稲田大学教育学部学術研究 [生物学・地学編], 32, 47-60
- , 1984: 長野県高遠～市野瀬地域における中央構造線沿いの圧砕岩類。地質雑, 90, 81-100.
- TAKAGI, H., 1986: Implications of mylonitic microstructures for the geotectonic evolution the Median Tectonic Line, central Japan. *Jour. Struct. Geol.*, 8, 3-14.
- 高木秀雄, 1986: Shear zone の形成: マイロナイトの微細構造。唐戸・鳥海編, 「個体と地球のレオロジー」, 254-266, 東海大学出版会.
- ・伊藤真弓・大澤英昭・林 正貴, 1986: マイロナイトに発達する shear band foliation について。日本地質学会第93年学術大会講演要旨, p. 560.
- ・長濱裕幸, 1987: 関東山地北東縁部比企丘陵の領家帯。地質雑, 93, 201-215.
- TAKAGI, H. and ITO, M., 1988: The use of asymmetric pressure shadows in mylonites to determine the sense of shear. *Jour. Struct. Geol.*, 10, in press
- 寺岡易司, 1970: 九州大野川盆地付近の白亜紀層。地調報告, 237, 87p.
- TORIUMI, M., 1975: Petrological study of the Sambagawa metamorphic rocks—the Kanto Mountains, central Japan—. *Univ. Mus Univ Tokyo, Bull.*, 9, 99p.
- 上田誠也・都城秋穂, 1973: 日本列島の地史試論。「中央構造線」, 289-333, 東海大学出版会.
- VAN DEN DRIESSCHE, J. and BRUN, J. P., 1987: Rolling structures at large shear strain. *Jour. Struct. Geol.*, 9, 691-704.
- XU J., ZHU G., TONG w., CUI K. and LIU Q., 1987: Formation and evolution of the Tancheng-Lujiang wrench fault system : a major shear system to the northwest of the Pacific Ocean. *Tectonophysics*, 134, 273-310
- 矢部長克, 1963: 西南日本における領家変成岩体外翼の推定位置。地質雑, 72, 110-114.
- YANAI, S., PARK, B. and OTOH, S., 1985: The Honam shear zone (South Korea): Deformation and tectonic in implication in the Far East. *Sci. Pap. Coll. Arts Sci., Univ. Tokyo*, 35, 181-210.