

古領家帯の研究史に関する若干の考察 (3)先市之川時階の中央構造線

Some Considerations on the Research History of the Paleo-Ryoke Belt
(3) The Median Tectonic Line of Pre-Ichinokawa Stage

原 郁夫*・宮本隆実**
Ikuo Hara* and Takami Miyamoto**

Abstract : Recent research history of Mesozoic tectonics of the Median Tectonic Line (MTL) is briefly described in this paper. Some authors pointed out that MTL has to be distinguished four different faults with reference to tectonic significance, time and place : MTL-0 (suture zone between the accretionary complex of the Inner zone and the Kurosegawa-Paleo-Ryoke continent beneath which plate subduction responsible for the formation of the Sambagawa schists occurred), MTL-I (great mylonite zones related to exhumation of high-temperature parts of the Ryoke metamorphic rocks just after intrusion of the older Ryoke granites), MTL-II (great mylonite zones developed along the southern boundary of intrusion field of the younger Ryoke granites) and MTL-III (faulting related to exhumation of the Sambagawa schists). While some others assumed that tectonics described in terms of MTL-0, MTL-I, MTL-II and MTL-III occurred in the same place (MTL as a single fault).

Key words : Median Tectonic Line, Kurosegawa-Paleo-Ryoke continent, Ryoke granites, Izumi Group

はじめに

近年の日本列島地質構造論は、1つには古領家帯論をめぐるようにして極めて興味ある展開を見せていく。古領家帯問題は中央構造線 (MTL) のテクトニクスの問題でもある。久田ほか (2001) が淡路島の和泉層群から超マフィック岩起源のクロムスピネルを発見し「外来岩塊として黒瀬川構造帯の一部」である可能性を示唆したことは、古領家帯問題、MTL のテクトニクス問題の研究者にとって一つの衝撃的な情報であると私たちには思われた。久田ほかの報告を受けて、私たちは直ちに、MTL テクトニクス問題と古領家帯問題を再検討したのである (原ほか, 2002 b)。他方、私たちは、久田ほかの報告を知る直前に、あらためて鹿塩時階の MTL テクトニクスの問題を再検討してい

2002 年 12 月 24 日受付, 2003 年 3 月 17 日受理。

* 応用地質株式会社

Oyo Corporation, 3-1-30 Minaga, Saeki-ku, Hiroshima 731-5124, Japan

** 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学教室
Department of Earth and Planetary Systems Science,
Graduate School of Science, Hiroshima University, 1-3-1
Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan

た (原ほか, 2002 a ; 塩田ほか, 2002)。鹿塩時階の MTL のテクトニクスの内容は、いまだに殆ど明らかにされていないと感じていたからである。この報告の目的は、市之川時階直前頃までの MTL のテクトニクスについて、これまでの視点を点検し、今日の研究課題とされるべきだと考え指摘してきた、幾つかの問題をあらためてまとめて示し、若い研究者の「自由によりかける」ことにある。

MTL のテクトニクス区分

1. 鹿塩時階のテクトニクス

(1) MTL-I と MTL-II

Kobayashi (1941) は、MTL の活動時期を、鹿塩時階、市之川時階というような言葉で区分している。当時と今日とでは、領家花崗岩類の捉え方も花崗岩類のもつ構造の捉え方も大きく異なっているのであるが、今日の研究者も小林の鹿塩時階の MTL という言葉を使用している。その経緯については大友 (1996) を参照していただくとして、今日の多くの研究者は、現在の領家帯の南縁において、領家花崗岩類・変成岩類が

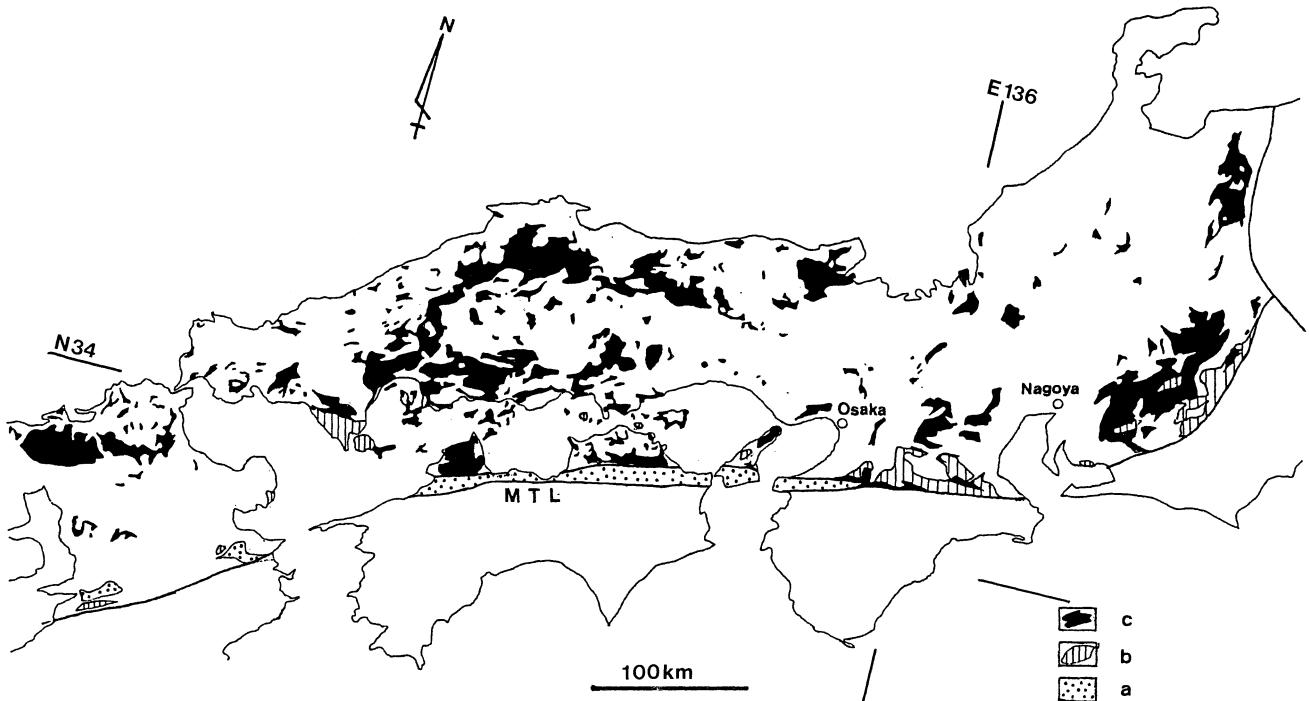
強くマイロナイト化した剪断帯を鹿塙時階の MTL と見做しているようである。小出（1949）が領家花崗岩類を古期花崗岩類と新期花崗岩類に区分してから、領家帶の花崗岩類は、この区分によって記載されてきた。しかし、古期花崗岩類と新期花崗岩類とではマイロナイト化の程度に差のあることは観察されてはいても、鹿塙時階の MTL が、花崗岩類のこの区分にどのように関わるかを真正面から検討されることはなかった（例えば、Hara et al., 1980 b）。宮本・原（1996）は、領家古期花崗岩類をマイロナイト化し領家新期花崗岩類によって貫入される剪断帯（MTL-I）と、領家新期花崗岩類をもマイロナイト化する剪断帯（MTL-II）が区分されるべきであるとした。それには、例えば、中部地方での領家古期天竜峡花崗岩の幅広い強いマイロナイト帯に対する領家新期新城花崗岩の狭く弱いマイロナイト帯の観察、近畿地方東部の粥見地域での変成岩・領家古期横野花崗岩マイロナイトに貫入する領家新期美杉トーナル岩の観察がある。長野県高遠町の南の戸台口で戸台への道の北側法面は、非持花崗岩マイロナイトに貫入する領家新期花崗岩が見られる好露頭である。

(2) MTL-I の位置

鹿塙時階の MTL の位置は、一般に現在の MTL に一致するものと見做されているのだが（例えば、Hara et al., 1980 b ; 高木・柴田, 1996, 2000），しかし、この見解は正しいのであろうか。原ほか（2002 a），塩田ほ

か（2002）は、この問題を改めて検討し、領家帶における MTL-I と MTL-II の位置は確定していないとした。MTL-I については、近畿地方中央部以東の地表では現在の MTL に一致するが、近畿地方中央部より西側では現在の MTL から北へ離れ香川県手島付近を通り山口県柳井地域の北大島衝上断層（Okudaira et al., 1993）に連続する可能性を指摘した。

近畿地方中央部より西側では、現在の MTL に沿って、和泉層群が幅広く分布し領家帶の花崗岩類と変成岩類を被覆しているために、これまでどこでも MTL-I を特徴づける領家古期花崗岩類のマイロナイト帯の存在を直接確認出来ていない（第1図）。したがって近畿地方中央部より西側では、MTL-I の位置は、まだ厳密には確定していないと言わなければならない。近畿地方中央部より西側で MTL-I の位置を確定するためには、和泉層群に被覆されていても MTL-I の位置を指定出来る情報が必要である。そこでまず、近畿地方中央部以東の MTL-I について、MTL-I の位置の指定に役立つような形に情報を整理してみよう。MTL-I の位置の指定に役立つような情報は、MTL-I の形成が、領家帶に何をもたらすような現象と関連して起こったかを検討することによって得られるであろう。近畿地方中央部以東の MTL-I 近傍の領家古期花崗岩類と変成岩類には、極めて強いマイロナイト化と片麻構造を示すという特徴がある。それはナップ群の形成（内部剪断帯と南縁剪断帯は



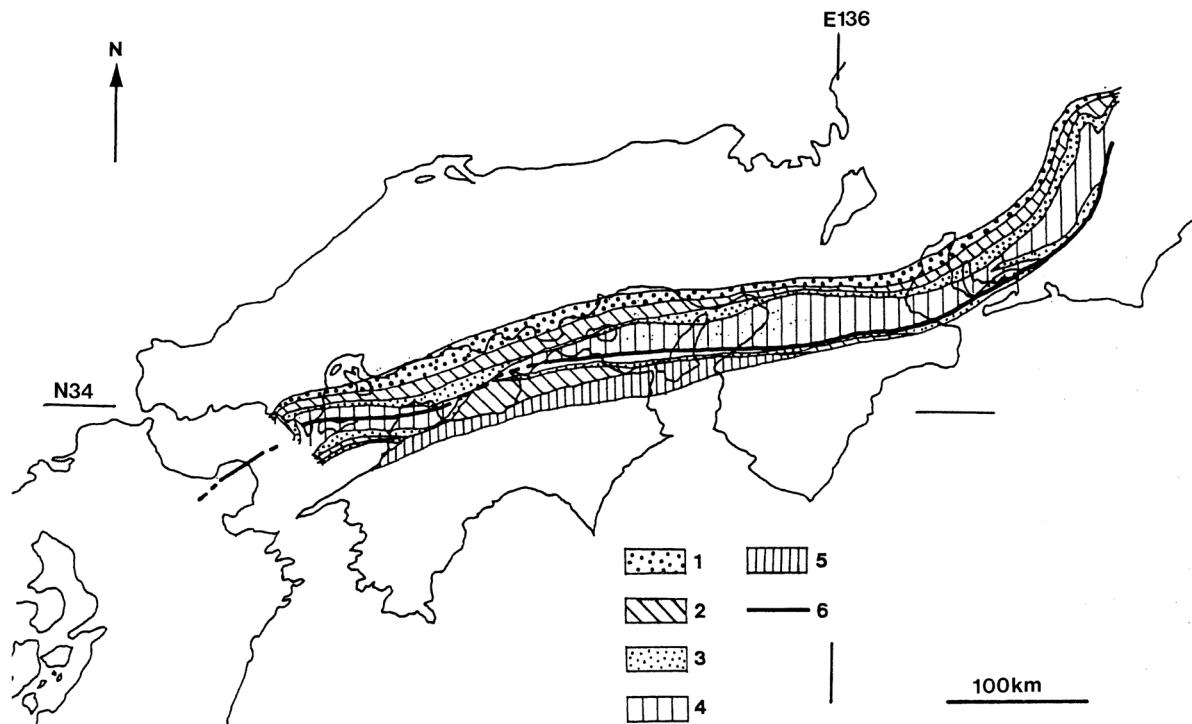
第1図 西南日本における白亜紀～古第三紀花崗岩類の分布（地質調査所（1992）を一部改変）
MTL：中央構造線，a：中軸帯の白亜紀堆積岩類，b：強い片麻構造をもつ領家古期花崗岩類，c：強い片麻構造を示さない花崗岩類。

MTL-Iに相当)に由來した構造である。Sakakibara et al. (1989), Sakakibara (1995)は、近畿地方中央部-東部においてナップ群の形成が、領家帯の北縁に近い笠置-青山付近から現在のMTLまでの幅広い範囲で、石英のXマキシマム・ファブリック形成という高温条件で起こっていることを明らかにした。中部地方においては、大友 (1986, 1990)は三河大野-東栄地域において領家花崗岩類のマイロナイト・カタクリーサイト帯が水平配置な構造を形成することを明らかにし、その東側の地域で増田ほか (1986), 山本・増田 (1987, 1990), Ohtomo (1993), Yamamoto (1994)は、領家古期花崗岩類と变成岩類が、巨大な横臥褶曲の形成を伴う1つのナップとして変位した時のナップ下底が、ほぼ水平な配置の南縁剪断帯はMTL-Iであることを示した。これらの地域の地表では、南縁剪断帯(MTL-I)が現在のMTLに一致している。

領家帯の低圧高温型变成作用の温度分布は、Suwa (1961), 都城 (1965), 奥平ほか (2000)によって図示されている。それによれば、高温部の中心軸は、中部地方では現在のMTLに近接した位置にある(第2図)。内部剪断帯と南縁剪断帯の形成による幅広い範囲にわたりナップ群が発達した近畿地方中央部-東部においては、低圧高温型变成作用の高温部は、ナップ群の発達範囲にはほぼ一致した位置に幅広く分布し、高温部が現在のMTLに近接する位置にまで広がることが示されている。Okudaira et al. (1993)は、柳井地

域において、領家帯の低圧高温型变成作用が領家古期花崗岩類のシート状貫入によってもたらされたものであることを明らかにしている。そうであるとすれば、近畿地方中央部以東における低圧高温型变成作用の高温部の広がりと領家古期花崗岩類のナップ群の分布の一致は、高温部はナップの形成によって上昇したことを示すものと考えられる。したがって、近畿地方中央部以東から得られるMTL-Iの位置の指定に役立つ情報は、低圧高温型变成作用の高温部とナップ形成(低角度配置の高温剪断帯(マイロナイト帯)の形成)との随伴関係であろう。高温剪断帯に沿った地質体の変位のセンスは、top-to-the south～top-to-the southwestである(例えば、Sakakibara et al., 1989; 山本・増田, 1990; Ohtomo, 1993; Sakakibara, 1995)。高温剪断帯のうちの南縁剪断帯がMTL-Iである。

近畿地方中央部より西側においては、現在のMTLに沿って和泉層群が分布する(第1図と第2図)が、和泉層群に沿って分布する花崗岩類の主体は領家新期花崗岩類であり、領家古期花崗岩類も片麻構造の弱いものである(中沢ほか, 1987, 図2.25: 泉南地域, 図2.26: 淡路島; 須鎗ほか, 1991, 図2.3: 香川県, 図2.1: 高緹半島; 第1図)。マイロナイトとしての特徴をもち強い片麻構造を示す領家古期花崗岩類は、泉南地域では和泉層群分布域の数km北側に分布する竜門岳石英閃緑岩・千早川花崗閃緑岩・芦原片麻状石英閃緑岩・平石花崗閃緑岩・滝畠片麻状花崗閃緑岩・神於山



第2図 領家帯における低圧高温型变成作用の温度構造(奥平ほか, 2000を一部改変)。
1: 緑泥石帯, 2: 黒雲母帯, 3: 董青石帯, 4: 珪線石帯とざくろ石-董青石帯, 5: 和泉層群, 6: MTL-I.

片麻状花崗閃緑岩、淡路島では和泉層群分布域の約5km北側に分布する塩尾花崗岩・都志川花崗岩、香川県では約10km北側に分布する栗島花崗岩と手島古期花崗岩である(例えば、中沢ほか, 1987; 須鎗ほか, 1991; Hara et al., 1980a; 第1図)。高縄半島にはマイロナイトとしての特徴をもつ強い片麻構造をもつ領家古期花崗岩類は分布しない。しかし、高縄半島の北側の柳井地域周辺では、強い片麻構造をもつ領家古期花崗岩類(北大島正片麻岩・蒲野花崗閃緑岩など)がマイロナイト帯(北大島衝上断層)を形成して発達する(桜井・原, 1989; Okudaira et al., 1993; 第1図)。このマイロナイト帯に沿った地質体の変位センスは、top-to-the southwestである(Okudaira et al., 1993)。かくして、近畿地方中央部より西側においては、強いマイロナイトとしての特徴をもつ領家古期花崗岩類は、西へ向かって次第に現在のMTLからより遠く離れるようにして、泉州地域から香川県手島付近を経て柳井地域に至る線上に発達するということが出来る(第1図)。

近畿地方中央部より西側における低圧高温型変成作用の高温部の分布はどうであろうか。四国においては和泉層群に接して分布する領家変成岩類は一様に低変成度岩である(Suwa, 1961; 都城, 1965; 奥平ほか, 2000; 第2図)。近畿地方中央部より西側における低圧高温型変成作用の高温部の中心軸は、Suwa(1961), 都城(1965), 奥平ほか(2000)によれば、泉州地域の北側から香川県手島付近を経て柳井地域に至る線上に位置する(第2図)。柳井地域では、領家帶の高温部はナップ群の形成(北大島衝上断層の形成)によって上昇した地質体である(Okudaira et al., 1993)。したがって、近畿地方中央部以東から得られたMTL-Iの位置の指定基準から見た時、近畿地方中央部より西側におけるMTL-Iは、現在のMTLに連続するのではなく、泉州地域の北側から香川県手島付近を経て柳井地域に至る線上に発達する強いマイロナイト帯に連続するものと判断される(第2図)。このようなMTL-Iの理解が今日の検討課題であると考えられる。

領家古期花崗岩類のナップ形成後、領家新期花崗岩類が貫入している。領家古期花崗岩類のシート状貫入、片麻構造の形成、ナップ群の形成という一連の現象を検討し、柳井地域から香川県手島をへて近畿地方中央部以東の領家帶南縁において、領家新期花崗岩類の貫入に先立ち、ナップ群の形成に至る現象が見られることを、原ほか(1991)も指摘している。そして、原ほかは、このような現象からMTLの年代が明らかになるとしている。領家新期花崗岩類の貫入年代からすれば(例えば、Suzuki et al., 1996), 柳井地域におけるMTL-Iの活動は90 Ma頃であると判断される(宮本・原, 1996)。そして、高木・柴田(2000)もまた、

次のように述べている。「MTLの最古期の活動として記録されているのは、鹿塩時階といわれる領家古期花崗岩類のマイロナイト化であるが、古期花崗岩類の片麻状構造自体もMTLの剪断運動と深く関わっていた可能性がある。そこで、領家変成作用のピークとそれに引き続く古期花崗岩類の貫入の時期をMTLの最古期の活動と位置づける。その時期はCHIME年代(Suzuki and Adachi, 1998)から100 Maとする」。

2. MTL-II : 和泉層群の堆積場

近畿地方以東の現在のMTLに沿って分布する領家新期花崗岩類は、現在のMTL近傍の狭い範囲でマイロナイト化している。先に記したように、例えば、新城花崗岩である(Hara et al., 1980b)。これがMTL-IIである。領家古期花崗岩類は温度の低下の過程に繰り返しマイロナイト化を受けている(例えば、Michibayashi and Masuda, 1993; 原, 1996)が、低温条件下でのそれが、MTL-IIに相当するのであろう。しかし、MTL-IIが、近畿地方西部以西でもMTL-Iに沿って発達するという事実、即ちMTL-Iに沿った領家新期花崗岩類にマイロナイト化したという事実は認められていない。例えば香川県手島領家新期花崗岩や柳井地域大島の東和花崗岩にはMTL-IIに相当するマイロナイト帯は認められない。このことは、MTL-IIは現在のMTLにほぼ一致するか、それより南側にあったことを示唆している。朝地変成岩に貫入した荷尾杵花崗岩に発達するマイロナイト帯(唐木田ほか, 1992)は、MTL-IIに相当する構造である可能性がある。MTL-IIの位置とそのテクトニクスを明らかにすることが今日の課題であると考えられる。

和泉層群は、四国から近畿地方西部までの地域では、MTL-Iの南側で現在のMTLに沿って連続するよう分布する(第1図と第2図)。近畿地方中央部以東では、和泉層群相当層は、出合地域(Yoshizawa et al., 1966), 粥見地域(Yoshizawa et al., 1966), 三河大野地域(宇井, 1976, 1977; Ohtomo, 1993)に分布することが知られている。出合地域(原・横山, 1974)と粥見地域(高木, 1985; Sakakibara, 1995)では、和泉層群はMTL-Iマイロナイトとともに分布する。三河大野地域では、現在のMTLの南側に、領家帶は三波川帯の上にナップとして張り出すように発達する(Hara et al., 1980b; Ohtomo, 1993)が、この張り出し部に和泉層群相当層(阿寺七滝礫岩層)が分布する(宇井, 1976, 1977; Ohtomo, 1993)。

三河大野では、MTL-I本体の南側の張り出し部には和泉層群相当層とともに、白亜紀火山岩(巣山火碎岩), 弱変成岩が分布する(宇井, 1976, 1977; Ohtomo, 1993)。同じような関係は、泉州地域と淡路島においても認められる。ここでは白亜紀火山岩類(泉州酸性火山岩類)は、MTL-Iマイロナイト帯(領家古期花崗岩類)の南側に、領家新期花崗岩類を挟んで和泉層群の

基盤岩として発達している。香川県でも泉南酸性火山岩類相当岩類が、MTL-Iマイロナイト分布域の南側で認められる（例えば、中沢ほか, 1987；須鎗ほか, 1991；第3図）。かくして、MTL-Iの南側の領域は、弱変成岩・白亜紀火山岩類・和泉層群の分布によって特徴づけられる場であると言つてよい。

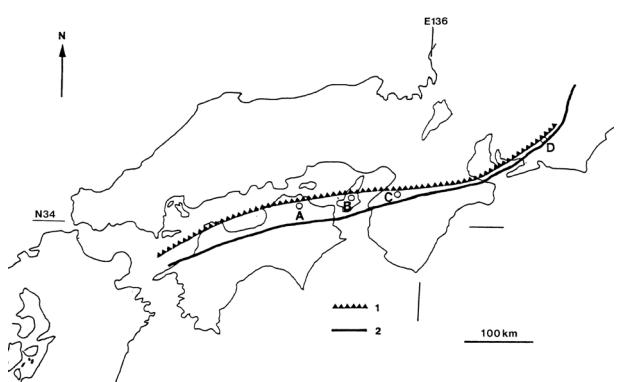
泉南地域における泉南酸性火山岩類は、97 Ma の K-Ar 黒雲母年代を示す花崗岩脈によって貫入されている（例えば、中沢ほか, 1987）。したがって、MTL-I の南側の領域は、白亜紀前期の酸性火成活動場であったと考えられる（第2図と第3図）。泉南地域の酸性火山岩類は泉南層群の構成岩類である。泉南層群は層序区分がなされており、中沢ほか（1987）に従つて記述すると、下位から小川安山岩類→側川礫岩層→泉南層群主部に分けられる。小川安山岩類は溶岩からなり、泉南層群主部は10枚の溶結凝灰岩層とこれに挟まれる7枚の水底碎屑岩層で構成される。溶結凝灰岩層はいずれも250~500 m 層厚で流紋岩質～流紋ディサイト質である。柳（1997）は、閔門層群などの安山岩質火山岩類の南限を白亜紀の火山前線と定義し、白亜紀火山前線を瀬戸内海の北側に位置するとした。火山前線を安山岩質火山岩類の南限として規定するならば、白亜紀火山前線は泉南地域を通ると見るのが自然であろう（第3図）。

カンパニアン～マーストリヒアンの和泉層群の礫岩層を構成する礫には、花崗岩類とともに弱～非変成堆積岩・火山岩などに由来するものがあることが知られている。九州ではセノマニアン～サントニアンの大野川層群の下部霊山層を構成する礫にも、北側から由來した花崗岩・弱変成岩・火山岩起源のものがあることが知られている（寺岡, 1970；小島, 1973）。高木ほか（2000）は、霊山層中のこのような花崗岩礫が103~106 Ma の K-Ar ホルンブレンド年代、108 Ma の K-Ar

黒雲母年代を示すことを明らかにした。この年代は、MTL-I の南側の白亜紀前期の酸性火成活動場が、大野川層群の北側にまで広がっていたことを示す情報である（第3図）。97 Ma の K-Ar 黒雲母年代を示す花崗岩脈とそれによって貫入された上記のような特徴を示す泉南層群を含み、中部地方から九州東部に至る広がりをもって MTL-I より南側に分布する、白亜紀前期の火山岩類を、MTL-I より北側の領域（柳の火山前線）からナップとして移動し領家新期花崗岩によって貫入された地質体であるとは考えにくい。大野川層群分布域の西側の竜峰山変成岩-肥後変成岩間の谷変成岩分布域は白亜紀前期までの酸性火成活動場である（例えば、小山内ほか, 1993；鈴木・足立, 1998；坂島ほか, 1998）。

間の谷変成岩が受けた低圧高温型変成作用は低温部のものでしかない（Yamamoto, 1962；岡本ほか, 1989）。したがって、近畿地方中央部以東から得られた MTL-I の位置の指定基準から見た時、九州における MTL-I の位置は、間の谷変成岩分布域よりも北側であると考えられる。柳井地域からの連続性としても妥当であろう（第2図と第4図）。そうであるとすれば、MTL-I より南側の領域（九州では明らかに黒瀬川-古領家陸塊に属する領域）もまた、北側に低圧高温型変成作用の低温部（木山変成岩-間の谷変成岩；第4図）があって、南側に低圧高温型変成作用の高温部（竜峰山変成岩-肥後変成岩）があり、この高温部の南限に花崗岩マイロナイト（Hayama and Yamada (1980) の記載の大友（1996）による読みかえ）を伴う臼杵-八代構造線が発達することになる。臼杵-八代構造線の南側には白亜紀には低圧高温型変成作用を受けていない領域からなる黒瀬川-古領家陸塊がある。かくして、臼杵-八代構造線発生時のテクトニクスは、白亜紀前期で大野川層群堆積開始前（寺岡, 1970；寺岡・宮崎, 1995）であるが、その内容は、白亜紀の中頃により北側の領域（いわゆる領家帯）で起こった MTL-I のそれに比較されるものであるのかもしれない。

竜峰山変成岩-肥後変成岩-間の谷変成岩-木山変成岩分布域を被覆して、セノマニアンの御船層群が堆積している（第4図）。したがって、eastward younging を示しながらセノマニアンからマーストリヒアンまでの堆積盆（例えば、寺岡, 1977；山北・大藤, 2000）が発達した場合は、白亜紀前期の酸性火成活動場であったと言つてよい。現在の MTL より北側の領域では、領家新期花崗岩類もまた eastward younging を示すことが知られている（例えば、野沢, 1970；寺岡, 1977；Nakajima et al., 1990）。領家花崗岩類の eastward younging と御船層群-大野川層群-和泉層群の eastward younging に最初にふれたのは寺岡（1977）であろう。三波川帯では最上位ナップを構成する三波川変成岩の放射年代もまた eastward young-



第3図 MTL-I の南側の領域における白亜紀火山岩類の分布域。

1:白亜紀火山活動のフロント, 2:中央構造線, A:伯父ヶ浦 (泉南層群相当層), B:淡路島 (泉南層群相当層), C:泉南地域 (泉南層群), D:三河大野 (巣山火碎岩)。

ing を示すようである (Hara et al., 1992). 3 者の関連性を考えながら堆積盆形成のメカニズムを考えたくなるのは自然であろうが、まだ有意なモデルは示されていない。

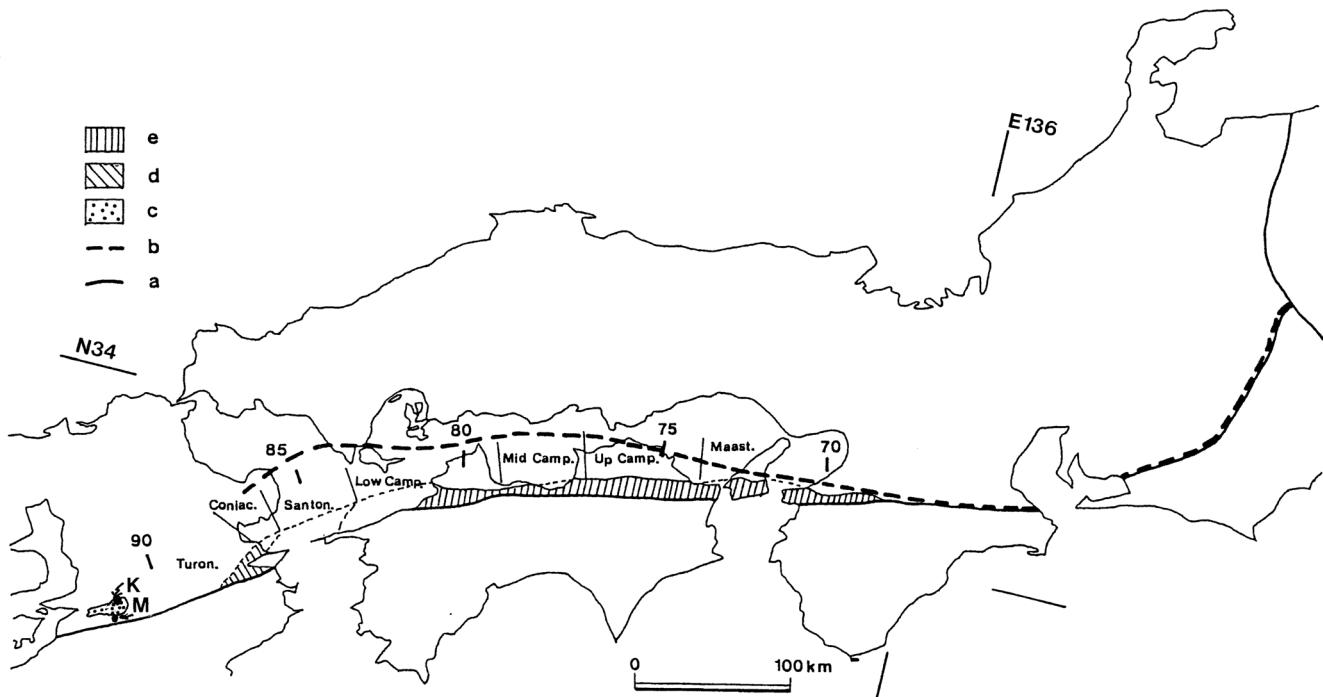
領家新期花崗岩類の主体は、近畿地方中央部以東では MTL-I 近傍より北側に、九州から高縄半島までの間では御船層群-大野川層群-和泉層群分布域の北側に貫入しているように見える (第 1 図)。高縄半島より東側で紀伊半島西部までの間での領家新期花崗岩類分布の南限は不明である。しかし、領家帯全体を通して見る時、領家新期花崗岩類の主体の分布域の南限は、御船層群-大野川層群-和泉層群分布域の北限あるいはそれに近い位置にある可能性がある。御船層群-大野川層群-和泉層群堆積盆の主軸は、領家新期花崗岩類の貫入現象の東への移動に遅れるようにして、その貫入場のすぐ南側に位置するように形成されているように見える。そして、上記のような近畿地方中央部以東からの地質情報からすれば (第 1 図)、MTL-II は、領家新期花崗岩類の貫入場の南限を画するように発達したように見える。

高木・柴田 (2000) は次のように述べている。「横ずれ堆積盆の形成過程を考慮に入れると、大野川-和泉層群は一連の堆積物であるとみなされている (山北, 1998)。しかし、上述のように、朝地変成岩および随伴する花崗岩類自体の帰属が古領家帯ということになれ

ば、大野川層群は跡倉層や真穴層と対比可能になり、和泉層群との対比も改めて検討する必要が出てくる」。しかし、ここでは、このような議論の立て方よりは、何故に 1 つの線上に並ぶようにして御船層群→大野川層群→和泉層群という時代変化を示す左横ずれ堆積盆が発達したのかという点に焦点が結ばるべきではないだろうか。朝地変成岩の帰属にこだわることは今では必要ないことである。久田ほか (2001) の情報から、和泉層群の基盤岩類は黒瀬川帶に連続していたと考えることが出来るからである。御船層群→大野川層群→和泉層群という堆積場に関わる問題は、多様な意味でまだ未解決である。具体的な堆積盆発生に関わる場の変形、即ち基盤の変形特性を具体的に解明する作業はあまり進んでいない。領家帯外帶延長部について考察した後、いまいちど MTL-II との関連において、この問題を取り上げることにしたい。

3. MTL-III：領家帯外帶延長部

矢部 (1963) は、「I. 領家変成岩およびこれに伴う深成岩類の地域の大構造が著しく対称を欠くこと。……III. 同様に和泉砂岩に領家型岩類および不变成古生代岩石の碎屑が豊富に含まれるのに反して長瀬型片岩のそれが全く欠けていること」から、領家帯外帶延長部の存在を想定している。矢部においては現在の MTL の南側が外帶である。現在の MTL は和泉層群の南部を切断している。領家帯外帶延長部は確かに存在し



第 4 図 MTL-I の位置に対する中軸帯の白亜紀堆積盆の位置 (山北・大藤 (2000) を一部改変)。

a : 中央構造線, b : MTL-I, c : 御船層群, d : 大野川層群, e : 和泉層群, K : 木山変成岩, M : 間の谷変成岩。数字はおよその年代 (Ma)。

なければならないのであるが、上記の議論からすれば、それは、MTL-I の北側の領域を含まないのであり、MTL-I の南側の地帯の一部であり、白亜紀前期の酸性火成活動場の一部であり、eastward younging を示す領家新期花崗岩類の貫入場の南側の地帯を含むものであり、eastward younging を示す御船層群-大野川層群-和泉層群堆積盆を含むものであったと考えられる。

原・宮本（2001）は、領家帯外帯延長部の南縁部は領家深成変成作用を免れた領家帯外縁の地質体の痕跡を含む可能性があるため、和泉層群南縁の碎屑岩層を構成する碎屑粒子の年代は興味のあるところであると述べている。そして、原ほか（2002b）は、久田ほか（2001）による淡路島の和泉層群から超マフィック岩起源のクロムスピネル碎屑粒子発見の報告を受け、次のように指摘している。領家帯外帯延長部の構成内容は、今日まで必ずしも明らかではなかった。それは1つには、和泉層群の堆積岩の構成粒子が、それほど厳密には解析されていたわけではなく、微細粒子の分析が不充分であったことがあげられる。このことを明らかにしたのは、久田ほか（2001）による淡路島の和泉層群から超マフィック岩起源のクロムスピネルの発見である。この発見は、これまで提示があった領家帯外帯延長部関連モデルの検証のための重要な情報であろう。

久田ほかは、田代（1996）の二枚貝化石の研究を基礎としたモデルに拠って、「舞鶴構造帯・黒瀬川構造帯を横切った中央構造線沿いに、外来岩塊として黒瀬川構造帯の一部が取り込まれる可能性があろう。すなわち本研究で求められた蛇紋岩は、そのようなものかもしだれないと述べている。しかし、市川（Ichikawa, 1981; 市川, 1982）の古領家帯モデルの延長としての端山（1990）の古領家帯モデル、それを黒瀬川帯をも含める形に改変した原ほか（原ほか, 1991; Hara et al., 1992）の“黒瀬川-古領家陸塊”モデルによっても、和泉層群中の超マフィック岩起源のクロムスピネルの由来は説明可能である。即ち、久田ほかの発見は、領家帯と“黒瀬川-古領家陸塊”は一体をなし、領家帯外帯延長部を構成するというモデルの成立を示唆するものとしても捉えることが出来る。

MTL-II は領家新期花崗岩類の示すテクトニクスである。矢部の領家帯外帯延長部は、領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”とその前面に形成された三波川変成岩との間に起こったテクトニクスを、私たちに考えさせる言葉である。このテクトニクスは、三波川変成岩が沈み込み帯チャネルから上昇する過程における三波川変成岩の上端面に沿った断層運動という側面から見るならば、九州では三波川変成岩の大野川層群との接合、四国以東では三波川変成岩の和泉層群との接合に至るまでの間に展開した現象である。このような現象

に関わる三波川変成岩の上端面に沿った断層を、ここでは仮に MTL-III と呼ぶことにしよう。しかし、和泉層群の基盤として黒瀬川岩類を考えなければならない現在では、MTL-I と MTL-III の接合は、間違いなく市之川時階以降までの現象ということが出来る。しかし、近畿地方中央部以西では MTL-I ではなく、おそらく MTL-II であるから、MTL-III が接合したのは中部地方でも MTL-II というべきであろう。MTL-III に沿った断層運動の内容は、私たち（Hara et al., 1992; 原・塩田, 1996）にもこの問題を検討した経験はあるのだが、残念ながらまだほとんど明らかに出来ていない。MTL-III、三波川変成岩の上昇に関わる三波川変成岩上端面の断層を、鹿塩時階の MTL に連続させて考えている研究者は今日でも多い。しかし、物語的な言説はあっても、地域構造地質学としての具体的な解析を背景とした議論はない。

MTL-III についての、これまでの私たちの見方を簡単に示してみよう。和泉層群堆積盆発生時の基盤岩は、領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”である。紀伊半島の和泉層群に挟在する酸性凝灰岩のジルコンのフィッショントラック年代 76.5-72.2 Ma から、宮田ほか（1993）はその堆積年代を推定している。四国における和泉層群の基盤である白鳥花崗岩の黒雲母 K-Ar 年代は 77 Ma である（須館ほか, 1991）。先に述べたように、MTL-III に沿った三波川変成岩の上昇による領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”的深部からのテクトニク・エロージョンにより、市之川時階までには和泉層群堆積盆の基盤構造に大変化が起こるのであるが、75 Ma は、まだ三波川変成岩を構成する大歩危ナップの変成岩（四万十帯の付加体）のピーク変成作用の時期（沈み込んだ堆積体が上昇に転ずる時期）より少し前である（例えば、Hara et al., 1992; 原・塩田, 1996）。

四国において、大歩危ナップより上位の三波川変成岩ナップ群の上昇に関わる MTL-III の位置を、Hara et al. (1992), 原・塩田 (1996) は、領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”とそれに対して沈み込んだプレートとの間の力学境界であるとし、その根拠を次のように説明している。“黒瀬川-古領家陸塊”的前面に形成された外帶付加体群は、downward younging を示すのであるが、三波川変成岩はこの傾向を乱して、より古い付加体群ではあるが深くは沈み込まなかった付加体群、即ちいわゆる秩父帯のジュラ紀付加体群の中に、その downward younging を切断するようにして上昇している。このため三波川変成岩より上位と下位の秩父帯の付加体群には同じ時代のものが繰り返して観察される。三波川変成岩にはまた独自のdownward younging が認められる。この三波川変成岩が下位から割り込んだ構造線をプレートの力学境界であろうと考えたのである。和泉層群の基盤である白鳥花崗岩の黒雲母 K-Ar 年代 77 Ma は、三波川変成岩がプレートの力学

境界に沿って秩父帯の付加体群中に下位から割り込み接合した年代（秩父帯の付加体の直上に重なる沢ヶ内ナップを構成する三波川変成岩の放射年代から推定；Hara et al., 1992; 原・塙田, 1996）とほぼ一致する。大歩危ナップの変成岩は、この構造線を切断（三波川変成岩と下位の秩父帯の付加体群を切断）して付加している。

かくして、四国において和泉層群堆積盆が東へ向かって成長移動した時期に、三波川変成岩はまだ領家新期花崗岩類の貫入場からは南へ遠く離れており、MTL-II が MTL-III に連続していた可能性は考えられない。三波川変成岩の下位にある秩父帯の付加体群は厚く、構造を良く残しているのに対して、三波川変成岩の上に重なる秩父帯の付加体群は薄くフラグメント化（三波川帯から離れた位置では厚く、構造はかなり良く残存）している。この三波川変成岩の上に重なる秩父帯の付加体群と“黒瀬川-古領家陸塊”が薄くなりフラグメント化するプロセスが、MTL-III が MTL-II と接合するに至るテクトニクスである。市之川時階は、今日ではこのプロセスの結果として、和泉層群と三波川変成岩が接合した時を規定する言葉として提唱されたものであると考えることが出来る。そうであるとしても、三波川変成岩がプレートの力学境界に沿って上昇し秩父帯の付加体群に割り込んだ時から後、三波川変成岩の上に重なる秩父帯の付加体群と“黒瀬川-古領家陸塊”が薄くなりフラグメント化していくプロセスを捉えたテクトニクスの全過程を、市之川時階のテクトニクスと読みかえるということには抵抗がある。三波川帯から見た時、このプロセスに関わる主要なテクトニクスは、大歩危ナップの付加、大洲時相と肱川時相の褶曲作用 (Hara et al., 1992; 原・塙田, 1996) である。しかし、この報告では、このプロセスの詳細な検討はしない。先に MTL-III のテクトニクスはまだほとんど分かっていないとしたのは、このプロセスのことである。時階の厳密な規定にはなお検討が必要であろう。和泉層群堆積場の発生に関連する MTL のテクトニクスに少しふれるまでという設定で、副題を「先市之川時階の中央構造線」としたのである。

Otoh and Yamakita (1995) は、現在の MTL の構造についての反射地震探査の情報（吉川ほか, 1992; 由佐ほか, 1992）を基礎に、MTL を低角度であるとして和泉層群堆積盆形成の議論を構築している。宮田 (1996) は、横倉ほか (1996) による反射地震探査の結果からすれば MTL が高角度であることから、高角度な MTL と低角度の MTL の横ずれ運動に伴って形成される堆積盆がどう違うのかを明らかにする必要が出てきたと述べている。宮田 (1996) はまた、「MTL を 3 次元構造でみたとき、地下深部に延性変形を伴う水平な不連続面 (decollement) が存在する場合、地表か

らそこまでの間で地殻を斜めに切る master fault (主断層) をここでは MTL とよぶ」とし、「紀伊半島の和泉山脈周辺では MTL の南側で浅発地震の下面が地下 10 km であること（溝上・中村, 1988）を考慮して、master fault は 10 km 地下でデコルマンに移行するものと仮定」して、和泉層群堆積盆のモデル実験的研究を行なっている。私たちの本報告での定義からすれば、和泉層群堆積場に近接するようにして発達したと見られる MTL は、MTL-II である。しかし、上記の解析から明らかなように、和泉層群が堆積していた時、堆積場は、領家帯 + “黒瀬川-古領家陸塊” 内部に位置しており、三波川変成岩はまだ現在の MTL からは遠くにあったと考えられる。したがって、現在の MTL についての情報から、当時の MTL-II の形態を考察することには賛成出来ない。寺岡 (1970) による大野川層群堆積盆の解析、宮田ほか (1993) が行なってきた和泉山脈において和泉層群によって不整合に覆われる断層群 (MTL マイロナイト, F, F1~F4) の運動の意味の解析に加えて、同じように四国の和泉層群分布域北縁に沿って発達する活断層を含む断層群 (活断層研究会, 1991; 須鎧ほか, 1991) の発生時期とその運動像に関わる研究、基盤花崗岩の節理系の起源に関わる研究、MTL-II の位置の確認と運動の意味の解析などを含めた、和泉層群堆積盆発生時の基盤岩の変形の具体的な研究をまず進めるべきであると考えるのである。

4. 内帯付加体群と“黒瀬川-古領家陸塊”的縫合線：MTL-0

“黒瀬川-古領家陸塊”が存在するならば、この陸塊と内帯付加体群との接合が起こった縫合線 (MTL-0) の位置の決定が問題となる。MTL-0 を、鹿塙時階の MTL とする見方があるが (高木・柴田, 1996, 2000), このモデルでは鹿塙時階の MTL は現在の MTL～大分-熊本構造線に一致するとされている。しかしながら、すでに鹿塙時階の MTL は、MTL-I と MTL-II に区分されるべきものと議論された。そして、更に MTL-III が識別されるべきであると議論された。しかし、高木・柴田のモデルでは MTL-0 のテクトニクスと MTL-III のそれは、同じ位置で起こったものとみなされている。MTL-I, MTL-II, MTL-III についての先の解析からすれば、高木・柴田のモデルにおける MTL-0 はいまや実体がないものと考えられる。

久田ほか (2001) の研究成果は、和泉層群は領家帯に属する地質体であるというような単純な説明が成立しないことを示した。また、高木・柴田 (1996, 2000) は、現在の MTL～大分-熊本構造線より北側の地帯は白亜紀前期火成岩活動場ではない領家帯であるとしているのであるが、MTL-I の南側の領家帯では上記のように白亜紀前期とみられる火成岩類と堆積体の分布が知られている。

原ほか(2002b)は次のように指摘している。鹿塩時階のMTLには、MTL-IとMTL-IIがあり、縫合線(MTL-0)はそれらとは一致せず、領家帯南縁内に位置するはずだとする見方もある(端山, 1990; 原ほか, 1991, 2002a; 宮本・原, 1996)。この見方では、内帯付加体群と“黒瀬川-古領家陸塊”の間に位置する海域の消滅に際して形成された、MTL-0を特徴づける内帯付加体群とは異質の地質体があるはずである。モデルの成立には、このような地質体の存在が求められることから、その検討が義務である。

原岩から見ると高繩変成岩(石灰岩、塩基性岩、超塩基性岩を多く含み、ジュラ紀堆積物を含む; 宮久ほか, 1959; 野戸, 1977; 現在著者らも調査中、調査結果未公表), 唐崎マイロナイト(玄武岩質火山性碎屑物と約110 Maの酸性火成岩由来の碎屑性ジルコンの混在岩; 坂島ほか, 2000)が、このような地質体である可能性がある。蛇紋岩を多量に含む朝地変成岩と高繩変成岩の類似性は古くから指摘されている(例えば、武田ほか, 2000)のだが、朝地変成岩に貫入する山中花崗閃緑岩の放射年代が、164 Ma Rb-Sr年代(小山内ほか, 1993)ではなく、112~103 Ma K-Ar年代(笛田, 1987; 高木ほか, 2000), 107 Ma SHRIMP年代(高木ほか, 2001)であるとすれば、朝地変成岩の原岩もまたそのような地質体である可能性がある。これが原ほか(2002b)が行なった、まだ文献調査が主体であるが、問題の地質体探しの一端である。宮本ほか(2000)は、阿武隈帯において御斎所変成岩類は内帯付加体群に属し、下位の竹貫変成岩類との境界がMTL-0である可能性を指摘した。御斎所変成岩類は異常に塩基性岩起源の変成岩類の多い地質体である。御斎所変成岩類もまた縫合線に沿って形成された地質体である可能性がある。このような縫合線に沿って形成された可能性のある地質体の詳細な研究は、これまで放置してきた課題であるが、これが、世界各地の多くの縫合線研究の成果もふまえながら進められるべき今日の極めて重要な課題であると考えている。

おわりに

先市之川時階のMTLのテクトニクスは、長年にわたり多くの研究者によって研究されてきたのであるが、いまだに日本列島構造論においてその意味は、殆ど明らかにされていない。私たちも、研究に携わってきたのであるが、分析が充分でなかったことを最近になって理解せざるを得なかったのである。そして、研究史を分析し本論で、次のような諸点が、今日の研究課題となるであろうことを指摘したのである。

1) 和泉層群堆積直前までのMTLのテクトニクスには、MTL-I, MTL-II, MTL-IIIとMTL-0が識別される。

2) MTL-Iのテクトニクスは、領家古期花崗岩類のシート状貫入によってもたらされた低圧高温型変成作用の高温部を、ナップ群の形成によって上昇せしめたものである。MTL-Iの地表での位置は、近畿地方中央部以東では現在のMTLに一致するが、近畿地方中央部より西側では、現在のMTLに連続するのではなく、泉州地域の北側から香川県手島付近を経て柳井地域大島(北大島衝上断層)に至る線上にある。

3) MTL-Iの南側の領域は、四国以東でも白亜紀前期の火成岩活動場である。

4) 白杵-八代構造線は、白亜紀前期の低圧高温型変成作用の高温部をナップ群の形成によって上昇せしめたものである。

5) MTL-IIは領家新期花崗岩類の貫入場のほぼ南限に沿って発達し、位置的にはMTL-IIが現在のMTLにほぼ一致するようみえる。MTL-IIの研究はこれ迄のところ皆無に近い。

6) 領家新期花崗岩類の貫入に遅れるようにして、貫入場の南側にeastward youngingを示しながら御船層群-大野川層群-和泉層群堆積盆の主軸が発達したようにみえる。

7) 和泉層群堆積盆の基盤岩は領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”である。和泉層群堆積盆の発生に関わる基盤の変形特性は解明されていない問題である。

8) 内帯付加体群と黒瀬川-古領家陸塊の縫合線がMTL-0である。

9) MTL-0は、現在のMTLの北側の領家帯南縁内に位置する可能性があるとするモデルでは、内帯付加体群と黒瀬川-古領家陸塊の間に位置する海域の消滅に際して形成された地質体の発見に努めなければならない。

10) MTL-IIIは三波川変成岩の上端面に位置する断層である。

11) 三波川変成岩の上昇開始時には、MTL-IIIはプレートの力学境界に沿っており、三波川変成岩は、より浅い位置にあった秩父帯のジュラ紀付加体群の中のプレートの力学境界と見られる断層に沿って付加体群を割って上昇し、付加体群と接合した。

12) 三波川変成岩が秩父帯のジュラ紀付加体群と接合した頃、和泉層群堆積盆が領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”内部に発生した。

13) 三波川変成岩が外帯のジュラ紀付加体群と接合した後、その北側上位に発達していた領家帯+“黒瀬川-古領家陸塊”/秩父帯のジュラ紀付加体群をテクトニック・エロージョンし、三波川変成岩が和泉層群と接合するまでのプロセスに関与したMTL-IIIがある。

久田ほか(2001)の報告は、“黒瀬川-古領家陸塊”問題とMTL問題の再検討に向けての極めて有効な情報であった。一昨年から武田ほか(2002a, b)が、九州西部野母半島と天草下島において、高压低温型変成岩

の上に、「肥後変成岩に対比するのが妥当とかんがえられる」花崗岩・高温変成岩起源マイロナイト・シート（城山マイロナイト、天草マイロナイト）を発見したこともまた同様に，“黒瀬川-古領家陸塊”問題とMTL問題の再検討に大きな展開をもたらす衝撃的な情報であった。なお、天草下島において、守山・山本（2000）が既に同様の報告を行なっていた（山本啓司私信）。守山・山本（2000）、武田ほか（2002a, b）の報告を受けての考察の詳細は、本稿の焦点から外れるのでここでは差し控えるが、これまでの空想的判断しか許されなかった野母半島-天草下島の高圧低温型変成岩の帰属問題が漸く議論可能となり、初めて根拠をもって、その「三波川変成岩との対比」が指摘されることになったことを付記しておきたい。それはまた、長年困惑の状態にあった九州中央部～西部の古期岩類の地質構造論、そして特にMTL-IIIの理解に大きな進展をもたらすことであろう。

文 献

- 地質調査所, 1992, 100万分の1日本地質図(第3版).
- 原 郁夫, 1996, 領家南縁剪断帯のマイロナイト-形成条件についての一つの情報. 嶋本利彦ほか編「テクトニクスと変成作用」, 創文, 202-210.
- 原 郁夫・宮本隆実, 2001, 古領家帯の研究史に関する若干の考察(1)市川の古領家帯. 構造地質, no. 45, 9-20.
- 原 郁夫・宮本隆実・塩田次男, 2002a, 鹿塩時階と市之川時階の間の時相における領家帯の変形. 日本地質学会西日本支部会報, no. 119, 18.
- 原 郁夫・宮本隆実・塩田次男, 2002b, 中央構造線の発達史についての若干の考察. 日本地質学会西日本支部会報, no. 120, 8.
- Hara, I., Sakurai, Y., Arita, S. and Paulitsch, P., 1980a, Distribution pattern of quartz in granites-Evidence of their high-temperature deformation during cooling. *N. Jb. Miner. Mh.* **1**, 20-30.
- 原 郁夫・桜井康博・奥平敬元・早坂康隆・大友幸子・榎原信夫, 1991, 領家帯のテクトニクス. 日本地質学会第99年学術大会見学旅行案内書, 1-20.
- 原 郁夫・塩田次男, 1996, 沈み込み帯35km深度のテクトニクス 三波川帯からの情報. 広島大学地学研究報告, no. 28, 1-76.
- Hara, I., Shiota, T., Hide, K., Kanai, K., Goto, M., Seki, S., Kaikiri, K., Takeda, K., Hayasaka, Y., Miyamoto, T., Sakurai, Y. and Ohtomo, Y., 1992, Tectonic evolution of the Sambagawa schists and its implications in convergent margin processes. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. C*, **9**, 495-595.
- Hara, I., Shyoji, K., Sakurai, Y., Yokoyama, S. and Hide, K., 1980b, Origin of the Median Tectonic Line and its initial shape. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 18, 27-49.
- 原 郁夫・横山俊治, 1974, 中央構造線の発生とともにうる領家花崗岩の変形. 島弧基盤, no. 1, 9-14.
- 端山好和, 1990, 古領家古陸の復元. 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, 9-13.
- Hayama, Y. and Yamada, T., 1980, Median Tectonic Line at the stage of its origin in relation to plutonism and mylonitization in the Ryoke belt. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 18, 5-26.
- 久田健一郎・関山信太郎・伊与田紀夫・荒井章司, 2001, 淡路島和泉層群から碎屑性クロムスピネルの産出-黒瀬川構造帯を横切る中央構造線. 日本地質学会第108年学術大会講演要旨, 119.
- Ichikawa, K., 1981, Closure of the Jurassic sea in and around the Ryoke-Sambagawa region. In Hara, I. ed., *Tectonics of Paired Metamorphic Belts*, Tanishi Print Kikaku, 113-116.
- 市川浩一郎, 1982, 西南日本のジュラ紀変動. 月刊地球, **4**, 414-420.
- 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆 [代表編集], 1992, 日本地質9「九州地方」. 共立出版, 371p.
- 活断層研究会, 1991, 「新編」日本の活断層-分布と資料. 東京大学出版会, 437p.
- Kobayashi, T., 1941, The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese Islands. *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Ser. 2*, 5, 1-578.
- 小出 博, 1949, 段戸花崗閃緑岩類及び段戸変成岩類. 地団研專報, 28p.
- 小島丈児, 1973, 中央構造線で失われた地質帯. 杉山隆二編, 中央構造線, 東海大学出版会, 東京, 253-261.
- 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. 静大地球科学研報, **12**, 75-87.
- Michibayashi, K. and Masuda, T., 1993, Shearing during progressive retrogression in granitoids : abrupt grain size reduction of quartz at the plastic-brittle transition for feldspar. *Jour. Struct. Geol.*, **15**, 1420-1432.
- 宮久三千年・野間泰二・石橋 澄, 1959, 愛媛県道後温泉附近の地質. 愛媛大紀要, 第II部, 自然科学(地学), **3**, 271-283.
- 宮本隆実・原 郁夫, 1996, 西南日本の白亜紀構造地質学, 特に領家マグマ・アーケの形成・崩壊と三波川高圧変成帯との接合のテクトニクス. 嶋本利

- 彦ほか編「テクトニクスと変成作用」, 創文, 87-98.
- 宮本隆実・原 郁夫・山根 誠, 2000, 黒瀬川-古領家-南部北上陸塊の構造的枠組みの復元. 地質学論集, no. 56, 13-22.
- 都城秋穂, 1965, 変成岩と変成帯. 岩波書店, 458 p.
- 宮田隆夫, 1996, 中央構造線の断層運動と和泉層群堆積盆地形成のモデル化. 嶋本利彦ほか編「テクトニクスと変成作用」, 創文, 220-226.
- 宮田隆夫・牧本 博・市川浩一郎・寒川 旭, 1993, 和歌山及び尾崎地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所.
- 溝上 恵・中村正夫, 1988, 和歌山平野の群発地震活動と震源掘削の意義. 陸上学術ボーリング候補地集, 陸上学術ボーリンググループ, 19-33.
- 守山 武・山本啓司, 2000, 天草下島長崎変成岩類の低角サンドウェーブ状構造. 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, 295.
- Nakajima, T., Shirahase, T. and Shibata, K., 1990, Along-arc lateral variation of Rb-Sr and K-Ar ages of Cretaceous granitic rocks in Southwest Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **104**, 381-389.
- 中沢圭二・市川浩一郎・市原 実 [代表編集], 1987, 日本の地質6「近畿地方」. 共立出版, 297 p.
- 野戸繁利, 1977, 愛媛県松山市のいわゆる領家帯に見出された超塩基性岩類. 地質学雑誌, **83**, 543-544.
- 野沢 保, 1970, 後期白亜紀酸性岩の同位元素年令: 1970年における総括と覚え書. 地質雑誌, **76**, 493-518.
- 大友幸子, 1986, 愛知県静岡県境付近の中央構造線に伴うせん断帯の構造. 日本地質学会第93年学術大会講演要旨, 549.
- 大友幸子, 1990, 領家花崗岩類の変形様式とテクトニクス(5)中央構造線のカタクラサイト. 月刊地球, **12**, 473-477.
- Ohtomo, Y., 1993, Origin of the Median Tectonic Line. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, **9**, 611-669.
- 大友幸子, 1996, 初生中央構造線の研究史. 嶋本利彦ほか編「テクトニクスと変成作用」, 創文, 191-201.
- 岡本和明・原 郁夫・鈴木盛久, 1989, 九州甲佐地域の間の谷-肥後変成岩の地質構造(予報). 地質学論集, no. 33, 187-198.
- Okudaira, T., Hara, I., Sakurai, Y. and Hayasaka, Y., 1993, Tectono-metamorphic processes of the Ryoke belt in the Iwakuni-Yanai district, southwest Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 42, 91-120.
- 奥平敬元・大友幸子・早坂康隆, 2000, 領家変成帯からみた白亜紀西南日本のテクトニクス. 地団研専報, no. 49, 67-80.
- 小山内康人・正尾 敏・加々美寛雄, 1993, 中部九州内帯花崗岩類のRb-Sr全岩アイソクロン年代. 地質学論集, no. 42, 135-150.
- Otoh, S. and Yamakita, S., 1995, Late Cretaceous structural features and tectonics of Southwest Japan. *Proceedings of 15th International Symposium of Kyungpook National University*, 193-202.
- Sakakibara, N., Hara, I. and Ohtomo, Y., 1989, Deformation of granitic rocks in the Ryoke belt (1) Deformation styles of quartz. *DELP Publication*, no. 28, 47-51.
- Sakakibara, N., 1995, Structural evolution of multiple ductile shear zone system in the Ryoke belt, Kinki Province. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, **10**, 267-332.
- 坂島敏彦・寺田健太郎・日高 洋・佐野有司・高橋嘉夫・竹下 徹・早坂康隆, 1998, SHRIMPによる肥後帯深成岩類のU-Pb年代. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 214.
- 坂島敏彦・寺田健太郎・竹下 徹・早坂康隆・佐野有司・日高 洋・高橋嘉夫, 2000, 四国西部唐崎マヨナイトのSHRIMP U-Pb年代. 地質学論集, no. 56, 169-182.
- 桜井康博・原 郁夫, 1989, 領家花崗岩類の変形様式とテクトニクス(1)斜長石の変形様式. 月刊地球, **12**, 457-462.
- 笛田政克, 1987, 豊肥地域の先第三紀基盤岩類. 地質調査書月報, **38**, 385-422.
- 塙田次男・宮本隆実・原 郁夫, 2002, 先市之川時階の中央構造線. 徳島大学総合科学部 自然科学研究, **15**, 81-91.
- Suwa, K., 1961, Petrological and geological studies on the Ryoke metamorphic belt. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **9**, 244-303.
- 須鎧和己・岩崎正夫・鈴木堯士 [代表編集], 1991, 日本の地質8「四国地方」. 共立出版, 266 p.
- 鈴木和博・足立 守, 1998, CHIME年代からみた氷上花崗岩と他の先白亜紀花崗岩類. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 212.
- Suzuki, K. and Adachi, M., 1998, Denudation history of the high T/P Ryoke metamorphic belt, southwest Japan: constraints from CHIME monazite ages of gneisses and granitoids. *Jour. Metamorphic Geol.*, **16**, 23-37.
- Suzuki, K., Adachi, M. and Nureki, T., 1996, CHIME age dating of monazites from metamorphic rocks of the Ryoke belt in the Iwakuni area, Southwest Japan. *Island Arc*, **5**, 43-55.

- 高木秀雄, 1985, 紀伊半島東部粥見地域における領家帶の圧碎岩類. 地質雑誌, **91**, 637–651.
- 高木秀雄・柴田 賢, 1996, 古領家帶の復元. 嶋本利彦ほか編「テクトニクスと変成作用」, 創文, 211–219.
- 高木秀雄・柴田 賢, 2000, 古領家帶の構成要素と古領家-黒瀬川地帯の復元. 地質学論集, no. 56, 1–12.
- 高木秀雄・曾田祐介・吉村淨治, 2000, 九州東部大野川層群の花崗岩礫のK-Ar年代. 地質学論集, no. 56, 213–220.
- 高木秀雄・戸邊恵里・坂島俊彦・寺田健太郎, 2001, 中央構造線の九州における延長問題. 日本地質学会第108年学術大会講演要旨, 118.
- 武田賢治・板谷徹丸・岡田利典, 2000, 四国西部三波川帯北縁部の唐崎マイロナイトのK-Ar年代と起源. 地質学論集, no. 56, 147–167.
- 武田賢治・西村祐二郎・板谷徹丸・早坂康隆, 2002a, 長崎県野母半島の高温型変成岩源マイロナイト. 日本地質学会西日本支部会報, no. 120, 22.
- 武田賢治・西村祐二郎・板谷徹丸・早坂康隆, 2002b, 九州西部, 野母半島・天草下島に産する高度変成岩類. 日本地質学会第109年学術大会講演要旨, 170.
- 田代正之, 1996, 本邦白亜紀二枚貝群集の地理的分布とそのテクトニズム. 月刊地球, **18**, 748–754.
- 寺岡易司, 1970, 九州大野川盆地の白亜紀堆積盆. 地質調査所報告, 237 p.
- 寺岡易司, 1977, 領家・三波川両帯における白亜紀堆積盆. 秀 敬編「三波川帯」, 広島大学出版研究会, 419–433.
- 寺岡易司・宮崎一博, 1995, 九州大野川盆地の上部白亜系と基盤岩類. 日本地質学会第102年学術大会見学旅行案内書, 97–112.
- 宇井啓高, 1976, 阿寺七滝礫岩層の堆積年代. 総合研究A「中央構造線」, no. 1, 81–83.
- 宇井啓高, 1977, 阿寺七滝礫岩層と河内層, 火山岩類との関係について. 総合研究A「中央構造線」, no. 2, 93–96.
- 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. 地学雑誌, **72**, 110–114.
- 山北 聰, 1998, 日本列島-シホテアリンの白亜紀横すべり断層系の復元. 1997年12月地震研シンポジウム「日本列島の地質大構造と地震テクトニクス」演旨, 34–37.
- 山北 聰・大藤 茂, 2000, 中央構造線の後期白亜紀左横すべり変位量の推定とその西南日本の地帯配列における意味. 地団研専報, no. 49, 93–104.
- Yamamoto, H., 1962, Plutonic and metamorphic rocks along the Usuki-Yatsushiro tectonic line in the western part of central Kyushu. Bull. Fukuoka Gakugei Univ., Part III, **12**, 93–172.
- Yamamoto, H., 1994, Kinematics of mylonitic rocks along the Median Tectonic Line, Akaishi Range, central Japan. Jour. Struct. Geol., **16**, 61–70.
- 山本啓司・増田俊明, 1987, 静岡県北西部水窪地域の領家帯マイロナイトの水平せんだん変形. 日本地質学会第94年学術大会講演要旨, 579.
- 山本啓司・増田俊明, 1990, 静岡県北西部水窪地域の領家帯マイロナイトの水平剪断変形. 静岡大学地球科学研究報告, no. 16, 25–47.
- 柳 啓, 1997, 弧状列島の低圧高温型変成帯の熱源. 月刊地球, **19**, 128–132.
- 横倉隆伸・加野直巳・山口和雄・宮崎光旗, 1996, 反射法深部構造探査による1995年兵庫県南部地震震源域周辺の断層・基盤構造. 第11回地質調査所研究講演会資料, 兵庫県南部地震の地質学的背景, 日本産業技術振興協会, no. 265, 33–36.
- 吉川宗治・岩崎好規・井川 猛・横田 浩, 1992, 反射法地震探査による和歌山県西部の中央構造線の地質構造. 地質学論集, no. 40, 177–186.
- Yoshizawa, H., Nakajima, W. and Ishizawa, K., 1966, The Ryoke metamorphic zone of the Kinki district, southwest Japan; Complishment of a regional map. Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B, **32**, 437–454.
- 由佐悠紀・竹村恵二・北岡豪一・神山幸吉・堀江正治・中川一郎・小林芳正・久保寺 章・須藤靖明・井川 猛・浅田正陽, 1992, 反射法地震探査と重力測定による別府湾の地下構造. 地震, 45, 199–212.