

九州-四国の四万十帯の低角ナップ構造

Low-angle nappe structures of the Shimanto Terrane in Kyushu and Shikoku, southwest Japan

村田明広*

Akihiro Murata*

Abstract: In the Shimanto Terrane of Kyushu, the Cretaceous Morotsuka Group is thrust toward SE over the Cretaceous Makimine Group and Paleogene Kitagawa Group along the Tsukabaru Thrust. The Makimine and Kitagawa Groups are phyllite-dominated strata, and are thrust toward SE over the Paleogene Hyuga Group along the Nobeoka Thrust. The Tsukabaru and Nobeoka Thrusts are nearly horizontal as a whole, and form giant nappes and some klippen.

In east Shikoku, the Cretaceous Mugi Formation is thrust over the Paleogene Murotohan Group along the Aki Tectonic Line, which is correlative with the Nobeoka Thrust of Kyushu. The Aki Tectonic Line, which is originally low-angle thrust, probably became high-angle by later folding.

In west Shikoku, phyllitic strata do not occur near the boundary between the Cretaceous Lower Shimanto Group and Paleogene Murotohan Group. However, the Miocene Takatsukiyama Granitic Rocks, intruding the Lower Shimanto Group, have many xenoliths of pelitic schists and phyllites. These metamorphic rocks might be correlative with the phyllites over the Nobeoka Thrust of Kyushu. This suggests the occurrence of the Aki Tectonic Line underneath the phyllites. The low-angle nappe structures may be the fundamental structures of the Shimanto Terrane in Shikoku, too.

Key words: *Shimanto Terrane, thrust, nappe, Nobeoka Thrust, Tsukabaru Thrust, Aki Tectonic Line, Takatsukiyama Granitic Rocks, Kyushu, Shikoku*

はじめに

九州の四万十帯では、白亜系と古第三系を分ける延岡衝上断層（今井ほか, 1971 など）、そして、白亜系を二分する塚原衝上断層（齊藤ほか, 1996 ; 村田, 1998 b）が存在する。これらの衝上断層は、かなり離れた位置でのクリッペの存在から全体として水平に近く、これらが形成する低角ナップ構造は、四国へ連続する可能性が示された（村田, 1998 b）。本稿では、九州の低角ナップ構造について簡単に述べた後、四国東部の安芸構造線周辺地域の予察的な調査結果と、四国西部の四万十帯の地層分布状況から、四国での低角ナップ構造の可能性について検討する。

四国総合研究所、長谷川修一博士・鶴田聖子氏には多くの議論をしていただくとともに、長谷川博士には粗稿を読んでいただいた。記して感謝する。

九州の四万十帯の低角ナップ構造

延岡衝上断層（延岡構造線）は、延岡から椎葉村へ延びる 6~15° NW 傾斜の低角な衝上断層である（今井ほか, 1971, 1982 ; 坂井・勘米良, 1981 ; 寺岡ほか, 1981 ; 村田, 1996, 1998 b ; 齊藤ほか, 1996 ; 宮崎県, 1997-1998）（第 1 図）。延岡衝上断層の上盤は白亜系槇峰層群（村田, 1998 b）・古第三系北川層群（小川内ほか, 1984 ; 奥村ほか, 1985）の千枚岩優勢層であり、下盤は千枚岩化していない古第三系日向層群である（木村ほか, 1991 ; 村田, 1995）。槇峰層群は緑色片岩相の変成を受けているが、日向層群はそれより変成度が低い（Toriumi and Teruya, 1988 ; 今井ほか, 1971,

1999年4月5日受付, 1999年8月11日受理.

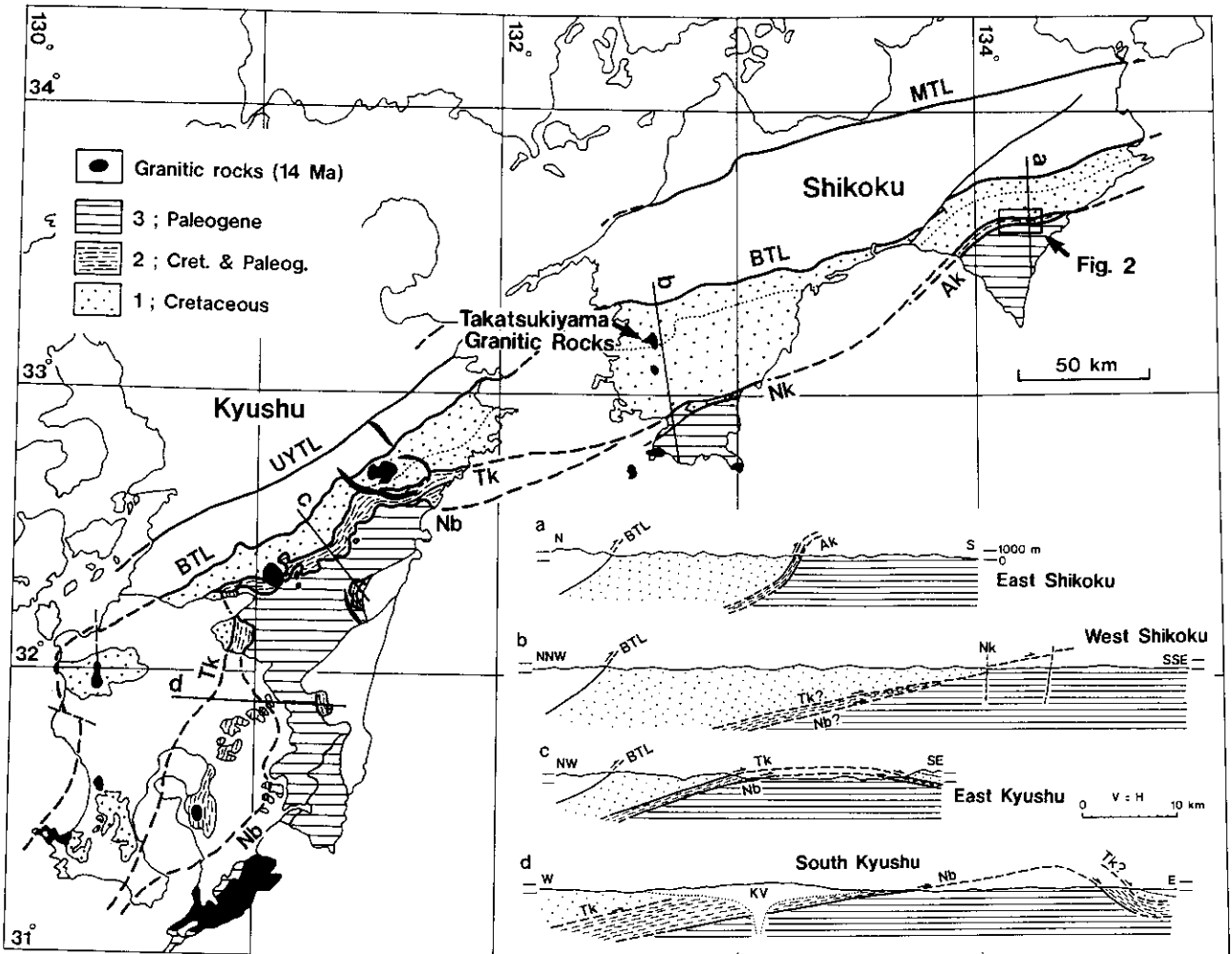
*徳島大学総合科学部物質科学教室
Geology Department, Faculty of Integrated Arts and
Sciences, University of Tokushima
Tokushima 770-8502, Japan

1979). また、延岡衝上断層の上盤と下盤では、イライト結晶度(木原ほか, 1993; 木村, 1998)や輝炭反射率(大森, 1998)で温度構造のギャップの存在が示されている。

塚原衝上断層は、数度~30°NW 傾斜で塚原から上椎葉南西方まで達しており、北西側の砂岩優勢の諸塚層群を、南東側の槇峰層群の上へ衝上させている。ここでいう諸塚層群は、北限を仏像構造線、南限を塚原衝上断層で挟まれた地帯に分布する砂岩優勢の白亜系であり(村田, 1998 b), 主に砂岩からなる地層と主に乱雑層(メランジュ相)からなる地層が、北西傾斜の衝上断層で交互に繰り返している。なお、諸塚層群と槇峰層群は、岩相の違いに基づいて区分されているが、寺岡・奥村(1992), 寺岡ほか(1994), 奥村ほか(1998)による区分とは異なっている。彼らによる佐伯亜層群(長石質砂岩を含む地層)と、浦江亜層群(石

質砂岩を含む地層)の境界付近には、両タイプの砂岩が混在する部分があり、また、浦江亜層群中の片状砂岩の組成を佐伯亜層群中の非変成のものと単純に比較することには無理があると考えている。塚原衝上断層は大崩山環状岩脈によって切られ8 km に達する走向隔離がみられるが、環状岩脈の内側のブロックは500 m 程度下降(Takahashi, 1986)しただけである(村田, 1998 a, 1999)。

延岡衝上断層本体から15 km 南東へ離れた尾鈴山や宮崎市西方内ノ八重ではクリッペが存在し、衝上断層の変位量の最小値は約60 km と見積もられる。また、塚原衝上断層による諸塚層群のクリッペが、尾鈴山と内ノ八重の延岡衝上断層によるクリッペの上位に存在し、塚原衝上断層の変位量の最小値も60 km に達する可能性がある(村田, 1998 b; 宮崎県, 1997-1998)(第1図)。これらの衝上断層は、クリッペの部分では



第1図 九州-四国の四万十帯の地質概略図と横式断面図(村田, 1998 b に加筆)。

1: 砂岩優勢な白亜系, 2: 千枚岩優勢な白亜系・古第三系, 3: 古第三系。

九州の古第三系北川層群は、千枚岩優勢で延岡衝上断層の上盤と考えられるため、2に含めている(村田, 1998 b 参照)。砂岩優勢な白亜系分布域の点線は、寺岡・奥村(1992)による長石質砂岩(北側)と石質砂岩(南側)の分布境界を示す。MTL: 中央構造線, UYTL: 臼杵-八代構造線, BTL: 仏像構造線, Nb: 延岡衝上断層, Tk: 塚原衝上断層, Ak: 安芸構造線, Nk: 中筋構造線, KV: 霧島火山岩類。

いずれも南東へ傾斜しているが、これらは本来水平に近かったものが、下盤の日向層群とともに褶曲を受けて、南東へ傾斜したと考えられた(村田, 1991, 1996)。尾鈴山・内ノ八重のクリップの存在から示されるように、九州の四万十帯では、古第三系日向層群の上に延岡衝上断層による楨峰層群のナップ、さらにその上に塚原衝上断層による諸塚層群のナップが、全体として非常に低角に重なっている(村田, 1998b)(第1図断面図c, d)。

四国の四万十帯の低角ナップ構造

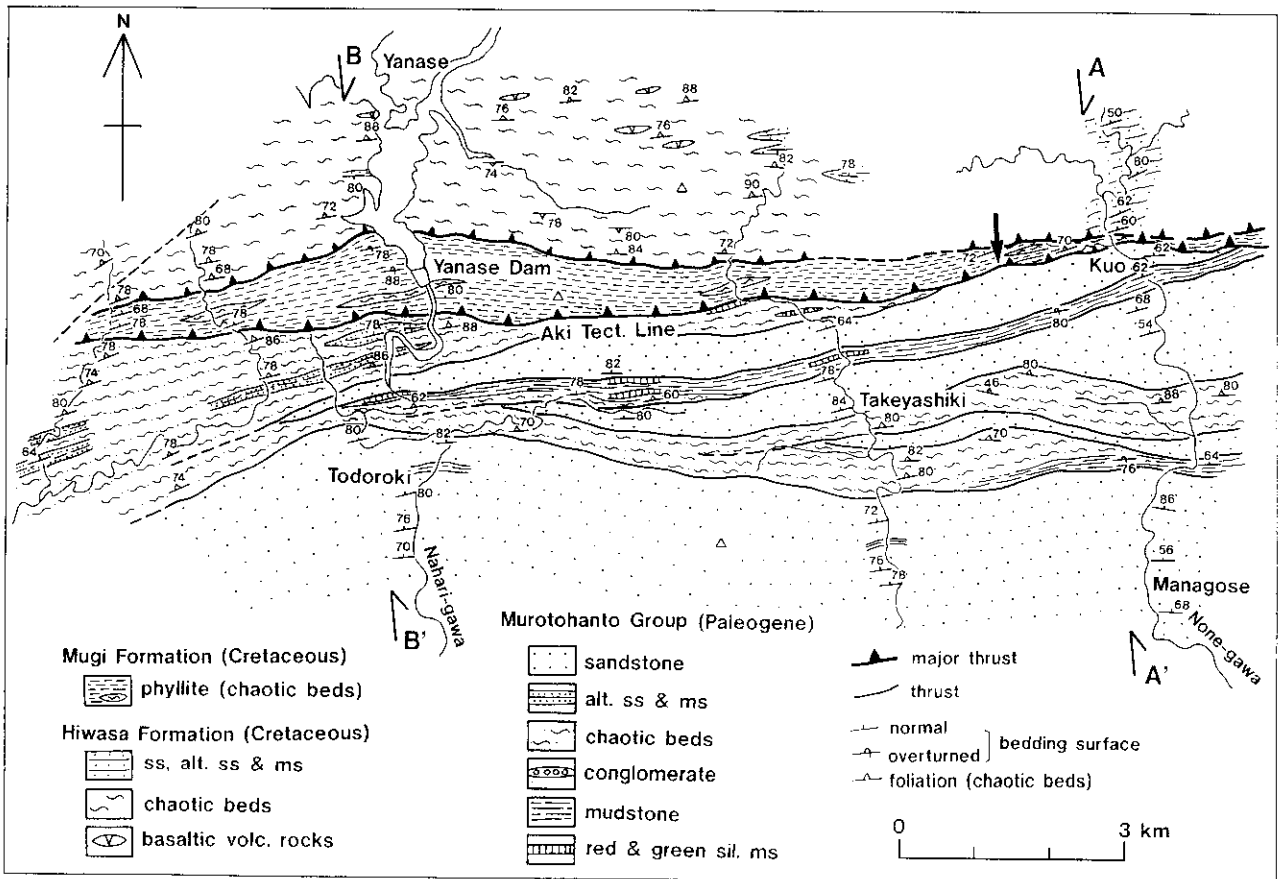
四国の四万十帯では、現在までのところ、比較的高角な地質構造が知られているが(平ほか, 1980; 坂口ほか, 1992; Sakaguchi, 1996; Ohmori et al., 1994 など)、九州の延岡衝上断層や塚原衝上断層は60 km以上の変位量を持つことや、より深い削剝レベルの断面が九州東部で見えていることから、これらの衝上断層は低角なままで四国へ連続していると考えられる(村田, 1998b)。

1. 四国東部の安芸構造線

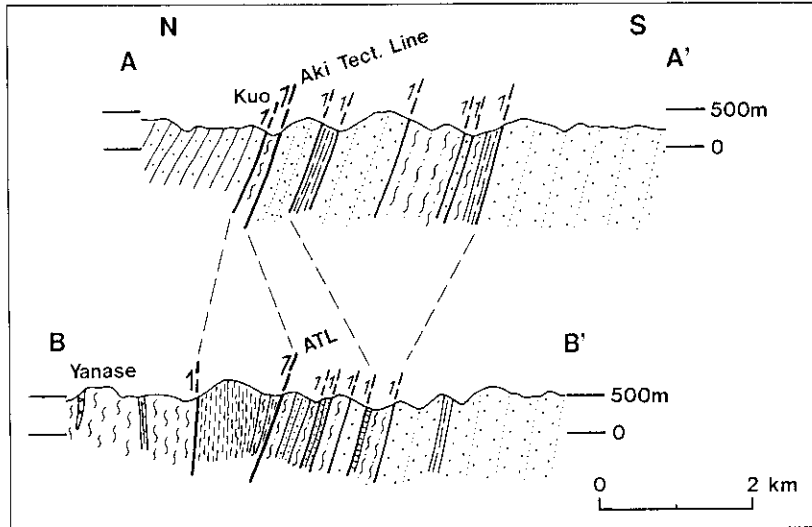
四国東部、室戸半島北部の魚梁瀬-久尾地域で、白亜系-古第三系境界とされる付近の予察的な調査を行っ

た。本地域では、安芸構造線(甲藤ほか, 1960, 1961; 須鎗・山崎, 1987)の北側に千枚岩優勢で乱雑層を伴う地層が分布する(第2図)。一方、安芸構造線の南側には主に砂岩、砂岩泥岩互層、泥岩、乱雑層からなり、赤・緑色珪質泥岩と礫岩を伴う地層が分布している(第2図)。安芸構造線の北側・南側に分布するこれらの地層は、岩相上、周辺に分布する白亜系牟岐層(公文・井内, 1976)と古第三系室戸半島層群(平ほか, 1980)にそれぞれ対応すると考えられる。ここでの安芸構造線は白亜系と古第三系の境界断層となっており(甲藤ほか, 1961, 1975; 公文・井内, 1976)、九州の延岡衝上断層に相当するとされている(甲藤, 1977)。牟岐層の北側には、地域北西部の魚梁瀬付近では主として乱雑層からなり、砂岩、玄武岩質火山岩類を伴う地層が、地域北東部の久尾北方では主に砂岩および砂岩泥岩互層からなる地層が分布しており(第2図)、これらはいずれも日和佐層(公文・井内, 1976)に対応すると考えられる。

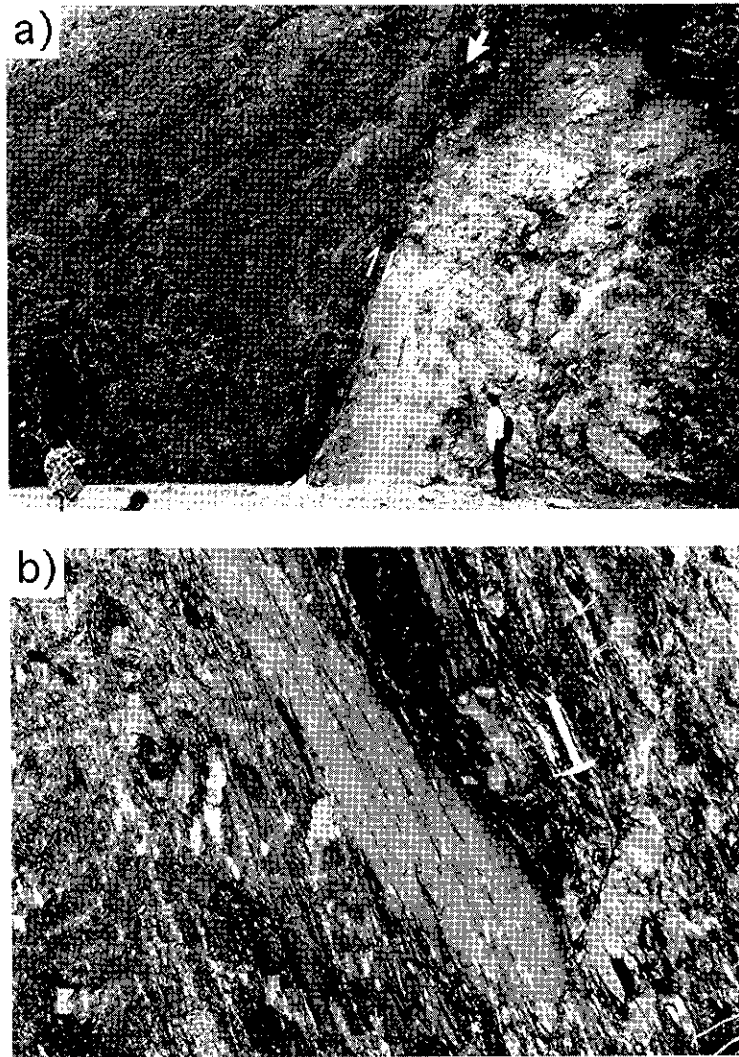
魚梁瀬-久尾地域では、安芸構造線はそのトレースと地形との関係から判断するとかなり高角であり、久尾西方で断層露頭が確認される(第2図)。ここでは、北側の牟岐層千枚岩が68°Nで幅40 cmの断層破砕帯を介して、南側の室戸半島層群の砂岩と接している



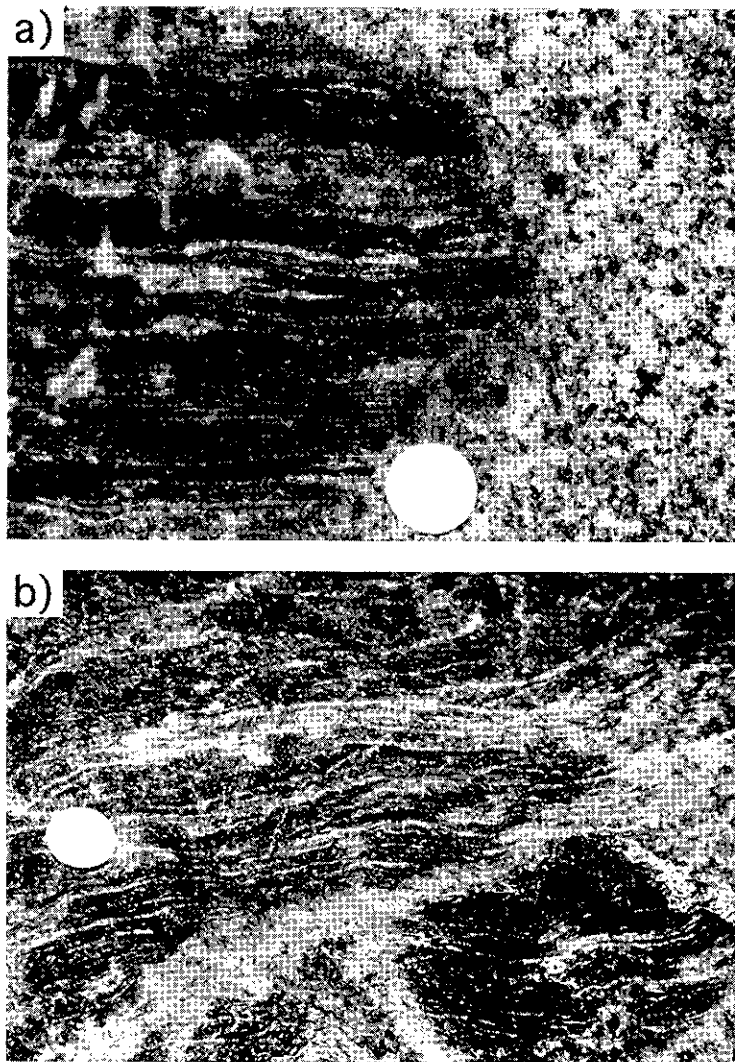
第2図 四国東部魚梁瀬-久尾地域の四万十帯の地質図。矢印は、第4図aの露頭的位置を示す。走向・傾斜の記号の数字は傾斜を示す。



第3図 四国東部魚梁瀬-久尾地域の四方十帯の断面図。
断面図の位置 (A-A', B-B'), 凡例は第2図を参照。



第4図 安芸構造線およびその周辺の露頭の露頭写真。
a) 安芸構造線の露頭。左(北)が白亜系の弱い千枚岩。右(南)が古第三系の砂岩。断面面(図中の矢印)は、 68° 北傾斜で、50cm以下の破砕帯を伴っている。久尾西方1.5kmの林道沿い(第2図の矢印)。
b) 安芸構造線の上盤の千枚岩。左上から右下にかけてがフォリエーション。フォリエーションは層理面にはほぼ平行で北に傾斜する。aの露頭の南東50m。ハンマーの長さは33cm。



第5図 高月山花崗岩中の変成岩ゼノリス。
 a) 千枚岩～泥質片岩起源のゼノリス。コインの位置が境界。ゼノリス中に砂質の部分が認められる。宇和島市東方、成川溪谷。
 b) 千枚岩～泥質片岩起源のゼノリス。長径1.2mのゼノリスの一部。石英細脈が片理面に沿って頻りに認められる。成川溪谷。コインの径は2.2cm。

(第4図a)。断層破砕帯では傾斜方向の条線が確認されたので、北側の白亜系が南側の古第三系の上に衝上したと判断した。この付近の千枚岩は、予察的なライト結晶度の測定(鶴田ほか, 1995)から判断する限り、九州の槇峰層群に比べて千枚岩の程度は弱い(第4図b)。

本地域では、安芸構造線の北側と南側の地層はともに $60\sim 90^\circ N$ 傾斜と高角になっており、一部で逆転して南傾斜となっている(第2, 3図)(公文・井内, 1976; 鶴田ほか, 1995)。断層・地層が高角なことを除けば、安芸構造線付近では、九州東部の延岡衝上断層とその南北両側の地層と同じ関係が見られる(第1, 2図)。もともと低角な衝上断層であった安芸構造線は、四国東部で北方に傾動して特異的に高角になったと考えることができる(第1図断面図a)。岩相から、牟岐層の千枚岩優勢の部分は槇峰層群に、その北側の砂岩優勢の日和佐層(公文, 1981)は諸塚層群にそれぞれ

対比される可能性があり、両者の境界が塚原衝上断層に相当する可能性がある。

四国東部の東海岸付近における安芸構造線の位置に関しては、研究者によっていくつかの考えが示されていた(公文・井内, 1976; 甲藤ほか, 1977; Yanai, 1984など)。これらいずれの考えでも、安芸構造線は白亜系・古第三系境界としてとらえられている。その後、須鎗・山崎(1987, 1988)は従来白亜系とされていた泥質岩から多くの古第三系の放射虫・有孔虫を発見し、安芸構造線の位置をかなり北寄りに修正した。筆者の予察的な調査では、魚梁瀬-久尾地域の安芸構造線の北側でみられた千枚岩は、東海岸に沿うルートでは分布せず、日和佐層と室戸半島層群が接しており、安芸構造線と塚原衝上断層に相当する断層が“合流”している可能性がある。

一方、Ohmori et al. (1994)は、東海岸周辺地域で、輝炭反射率による温度構造のギャップの存在を認め、

安芸構造線の位置を須鎗・山崎 (1987) のものよりかなり南に特定した。Ohmori et al. (1994) により安芸構造線の北側の白亜系とされた地域には、古第三系の放散虫・有孔虫が多数産出している (須鎗・山崎, 1987, 1988)。また、この地域には、赤・緑色珪質泥岩が分布しており、魚梁瀬-久尾地域の安芸構造線の南側と同じであることから、Ohmori et al. (1994) により安芸構造線とされた断層は、古第三系中の断層と思われる。しかしながら、九州の延岡付近の延岡衝上断層と同様に、安芸構造線の両側に古第三系が分布する可能性も否定できないので、魚梁瀬-久尾地域の各地層の時代決定も含めて、さらに検討が必要である。

2. 四国西部の中筋構造線と高月山花崗岩体の変成岩ゼノリス

四国西部の四万十帯では、高角な中筋構造線 (田中, 1980; 須鎗・山崎, 1988; 高知県, 1991) が白亜系の下部四万十層群のほぼ南限であるが、その南には別の高角の断層が存在し、両断層の間には白亜系と古第三系の両方が分布する (田中, 1980) (第1図)。中筋構造線付近やその北側には、九州の諸塚層群に対比可能な地層が分布するが、九州東部で見られた白亜系嶺峰層群や古第三系北川層群に対比可能な千枚岩優勢層の分布は知られていない (甲藤ほか, 1961; 平ほか, 1980; 田中, 1980; 須鎗・山崎, 1988)。九州東部や四国東部の断面 (第1図断面図c, a) を参考にすると、四国西部では千枚岩優勢層は白亜系砂岩優勢層の下に低角な衝上断層に沿って存在していると推定することができる (第1図断面図b) (村田, 1998b)。

四国西部の地下に千枚岩優勢層が存在することは、宇和島東方の高月山花崗岩体中のゼノリスから推定することができる。高月山花崗岩体は白亜系の下部四万十層群を貫く14 Maのもので (第1図)、周囲の地表には露出していない変成岩・変形岩のゼノリスを含むことが知られている (鹿島, 1982; 寺岡ほか, 1986; 小松ほか, 1991)。宇和島市東方の成川溪谷で観察されるゼノリスの中には、露頭での見かけから判断する限り、千枚岩~泥質片岩起源と思われるものが多く含まれている (第5図a, b)。このことは、地下に安芸構造線 (延岡衝上断層に相当) とその上盤の千枚岩が存在する可能性を示唆している。小松ほか (1991) は変成岩ゼノリスについて岩石学的検討を行い、ゼノリスにはかなり高度な変成岩が含まれていることと、縞状グラニュライトは42 MaのRb-Sr全岩アイソクロン年代が得られたことを明らかにした。なお、この年代値は、延岡衝上断層上盤の北川層群で得られた、イライトによる48.4 MaのK-Ar年代 (Mackenzie et al., 1990) と近いことが指摘され、四万十帯に高温型広域変成作用が存在したとされている (小松ほか, 1992)。今後、これら変成岩のゼノリスに関してさらに岩石学的検討が必要と考える。

おわりに

九州の四万十帯で明らかになった低角ナップ構造は、四国東部の安芸構造線周辺の地質構造の特徴や、四国西部の高月山花崗岩体中の泥質変成岩ゼノリスの存在によって、四国へも連続する可能性が示された。この推定が正しいとすると、紀伊半島西部の四万十帯でも、白亜系と古第三系の境界である御坊-萩構造線 (徳岡ほか, 1981 など) は、地下では九州と同様に非常に低角になっている可能性がある。今後、この観点に立って、四国、紀伊半島や赤石山地、関東山地の四万十帯での地質構造の解明が必要であると考える。

文 献

- 今井 功・寺岡易司・奥村公男, 1971, 九州四万十帯北東部の地質構造と変成分帯. 地質雑, 77, 207-220.
- 今井 功・寺岡易司・奥村公男・神戸信和・小野晃司, 1982, 諸塚山地の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 71 p.
- 今井 功・寺岡易司・奥村公男・小野晃司, 1979, 神門地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 44 p.
- 鹿島愛彦, 1982, 四国西部, 高月山花崗岩中の捕獲岩源岩についての二, 三の知見. 四万十褶曲帯の形成過程 (56年度総研成果報告書) 九州大学, 108-117.
- 甲藤次郎, 1977, 四万十帯あらかると一安芸-宿毛構造線と室戸半島層群の今昔一. 地質ニュース, no. 271, 11-17
- 甲藤次郎・小島丈児・沢村武雄・須鎗和巳, 1960, 20万分の1高知県地質鉱産図. 高知県.
- 甲藤次郎・小島丈児・沢村武雄・須鎗和巳, 1961, 高知県地質鉱産図説明書. 高知県, 129 p.
- 甲藤次郎・三井 忍・小出和男, 1975, 室戸半島北東部の徳島県穴喰-高知県野根間の地質 (四万十地向斜における地層変形機構の研究その1). 高知大学学術研究報告, 23, 123-133.
- 甲藤次郎・須鎗和巳・鹿島愛彦・橋本 勇・波田重熙・三井 忍・阿子島功, 1977, 高知営林局管内表層地質図. 高知営林局.
- 木原宏一・金川久一・村田明広, 1993, 微細構造とマイクロファブリックの解析による九州東部四万十付加体の変形プロセスの検討. 日本地質学会第100年学術大会演旨, 481.
- 木村克己, 1998, 付加体における out-of-sequence thrust. 地質学論集, no. 50, 131-146.
- 木村克己・巖谷敏光・三村弘二・佐藤喜男・佐藤岱生・鈴木祐一朗・坂巻幸雄, 1991, 尾鈴山地の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 137 p.
- 高知県, 1991, 高知県温泉水脈推定基礎地質図 (20万分の1, 甲藤次郎・波田重熙・岡村 眞・田代正之・平 朝

- 彦・寺戸恒夫編), 高知県,
小松正幸・白石るりこ・黒田隆之助, 1991, 四万十帯第三紀花崗岩(高月山, 柏島)と変成岩ゼノリス, 日本地質学会第98年学術大会見学旅行案内書, 161-181.
- 小松正幸・田中玲子・正尾 敏・加々美寛雄, 1992, 四万十帯のEocene高温型変成作用, 日本地質学会第99年学術大会演旨, p. 457.
- 公文富士夫, 1981, 徳島県南部の四万十帯白亜系, 地質雑, 87, 277-295.
- 公文富士夫・井内美郎, 1976, 室戸半島北東部, 徳島県穴喰町周辺の四万十帯層群古第三系一層位学的・堆積学的検討一, 地質雑, 82, 383-394.
- Mackenzie J.S., Taguchi, S. and Itaya, T., 1990, Cleavage dating by K-Ar isotope analysis in the Palaeogene Shimanto Belt of eastern Kyushu, S.W. Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, 85, 161-167.
- 宮崎県, 1997-1998, 20万分の1宮崎県地質図(第5版, 村田明広編集)および宮崎県の四万十帯の地質, 44 p.
- 村田明広, 1991, 九州四万十帯, 内ノ八重層の作るデュプレックス構造と内ノ八重クリッペ, 地質雑, 97, 39-52.
- 村田明広, 1995, 九州四万十帯日向層群の赤・緑色珉質泥岩とデュプレックス, 地学雑誌, 104, 82-93.
- 村田明広, 1996, 九州東部, 神門-尾鈴山地域の四万十帯のナップ構造, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 9, 49-61.
- 村田明広, 1998 a, 九州, 大崩山環状岩脈地域の四万十帯の地質構造, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 11, 41-47.
- 村田明広, 1998 b, 四万十帯のデュプレックスと低角ナップ構造, 地質学論集, no. 50, 147-158.
- 村田明広, 1999, 九州四万十帯, 塚原衝上断層によるほぼ水平なナップ, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 12, 27-36.
- 小川内良人・岩松 暉・日邊暁子, 1984, 宮崎県延岡市北東部の四万十帯層群の層序および地質構造, 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), no. 17, 67-88.
- 大森琴絵, 1998, 輝炭反射率から見た延岡北方の延岡衝上断層, 日本地質学会第105年学術大会演旨, p. 130.
- Ohmori, K., Taira, A., Tokuyama, H., Sakaguchi, A., Okamura, M. and Aihara, A., 1994, Paleothermal structure of the Shimanto accretionary prism, Shikoku, Japan: role of an out-of-sequence thrust. *Geology*, 25, 327-330.
- 奥村公男・酒井 彰・高橋正樹・宮崎一博・星住英夫, 1998, 熊田地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 100 p.
- 奥村公男・寺岡易司・杉山雄一, 1985, 蒔田地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 58 p.
- 斉藤 眞・木村克己・内藤一樹・酒井 彰, 1996, 椎葉村地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 133 p.
- Sakaguchi, A., 1996, High paleogeothermal gradient with ridge subduction beneath the Cretaceous Shimanto accretionary prism, southwest Japan. *Geology*, 24, 795-798.
- 坂口有人・大森琴絵・山本浩士・相原安津夫・岡村 眞, 1992, 輝炭反射率からみた四国四万十帯北帯の熱構造—高知県中西部域を例にして—, 高知大学学術研究報告(自然科学), 41, 29-44.
- 坂井 卓・勸米良亀齡, 1981, 宮崎県北部の四万十帯の層序ならびに緑色岩の層序・構造的位序, 九州大学理学部研究報告(地質), 14, 31-48.
- 須鎗和巳・山崎哲司, 1987, 徳島県四万十帯北帯と南帯の境界—安芸構造線の再検討一, 徳島大学教養部紀要(自然科学), 20, 37-46.
- 須鎗和巳・山崎哲司, 1988, 四国四万十帯南帯北縁部の微化石年代, 徳島大学教養部紀要(自然科学), 21, 107-133.
- 平 朝彦・田代正之・岡村 眞・甲藤次郎, 1980, 高知県四万十帯の地質とその起源, 四万十帯の地質学と古生物学(甲藤次郎教授還暦記念論文集), 林野弘済会高知支部, 319-389.
- Takahashi, M., 1986, Anatomy of a middle Miocene Valles-type caldera cluster: geology of the Okueyama volcano-plutonic complex, southwest Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 29, 33-70.
- 田中啓策, 1980, 伊予鹿島及び宿毛地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 56 p.
- 寺岡易司・池田幸雄・鹿島愛彦, 1986, 宇和島地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 91 p.
- 寺岡易司・今井 功・奥村公男, 1981, 20万分の1地質図幅「延岡」, 地質調査所.
- 寺岡易司・奥村公男, 1992, 四万十帯北帯の構造区分と白亜系砂岩組成, 地質学論集, no. 38, 261-270.
- 寺岡易司・柴田 賢・奥村公男・内海 茂, 1994, 九州東部—四国西部の四万十帯層群の碎屑性カリ長石および白雲母のK-Ar年代, 地質雑, 100, 477-485.
- 徳岡隆夫・原田哲朗・井内美郎・石上智良・木村克己・公文富士夫・中條健次・中屋志津男・坂本隆彦・鈴木博之・谷口純造, 1981, 龍神地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 69 p.
- Toriumi, M. and Teruya, J., 1988, Tectono-metamorphism of the Shimanto Belt. *Modern Geology*, 12, 303-324.
- 鶴田聖子・長谷川修一・村田明広, 1995, イライト結晶度からみた安芸構造線—四国東部, 魚梁瀬-久尾地域—, 日本地質学会第102年学術大会演旨, p. 219.
- Yanai, S., 1984, Paleogeography of the Cretaceous Shimanto Geosyncline, in respect of forearc tectogenesis in active continental margin. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, 21, 1-37.