四国中央部における三波川帯・秩父累帯間の地体構造境界*

河戸克志**・磯崎行雄**・板谷徹丸***

Geotectonic boundary between the Sanbagawa and Chichibu belts
in central Shikoku, Southwest Japan*

Katsushi Kawato**, Yukio Isozaki** and Tetsumaru Itaya***

Abstract The Mesozoic accretionary complex in the Tosayama area, central Shikoku, consists of two distinct geologic units, *i. e.* the Akaragi and Takakawa units newly proposed here. These two units are bounded by the Sasagatani fault that strikes E-W and dips southward. The Akaragi unit is composed of basic and pelitic phyllites with allochthonous blocks of chert, greenstones, limestone, and dolomite, and possesses metamorphic mineral parageneses of the glaucophane schist facies and the pumpellyite-actinolite facies. The Takakawa unit is composed of pebbly mudstone with allochthonous blocks of chert, greenstones, sandstone, and limestone, and is characterized by metamorphic mineral parageneses of pumpellyite-chlorite assemblage. Microfossil ages indicate that the Takakawa unit formed as an accretionary complex probably in middle Jurassic time and the Akaragi unit in the earliest Cretaceous, respectively. New K-Ar ages of metamorphic white micas were obtained from 14 pelitic and basic phyllites of the Akaragi unit, and 11 pelitic phyllites of the Takakawa unit. The K-Ar ages of the Akaragi unit concentrate around 115 Ma, while those of the Takakawa unit around 140 Ma. On the basis of microfossil ages and K-Ar ages, the Akaragi unit is correlated to the Sanbagawa high-P/T metamorphic rocks, on the other hand, the Takakawa unit to the Jurassic accretionary complex of the Chichibu belt. There is a remarkable break in metamorphic age and paragenesis along the Sasagatani fault between these two units. Thus, in central Shikoku, the Sasagatani fault can define the geotectonic boundary between the Sanbagawa high-P/T metamorphic belt and the Chichibu non-high-P/T belt. In addition, the field relation of these two units is geologically significant because it suggests the primary tectonic superposition of the Jurassic accretionary complex of the Chichibu belt upon the Sanbagawa metamorphic rocks. The new results refute the previous geological understanding that the Sanbagawa metamorphic rocks tectonically overlie all units of the Chichibu belt in Southwest Japan.

Key words : Mesozoic, accretionary complex, microfossil age, high-P/T metamorphism, K-Ar age, dating, Sanbagawa belt, Northern Chichibu belt, Sasagatani fault

1991年4月26日受付. 1991年7月15日受理.

* 日本地質学会第97・98年学術大会(富山, 1990年10月; 松山, 1991年4月)にて講演.

** 山口大学理学部地質学鉱物科学教室. Department of Geology and Mineralogical Sciences, Yamaguchi University, Yamaguchi 753, Japan.

*** 岡山理科大学蒜山研究所. Hiruzen Research Institute, Okayama University of Science, Okayama 700, Japan.

はじめに

西南日本外帯は、北から三波川帯、秩父累帯および四万十帯に区分される。3帯の中央に位置する秩父累帯は、紀伊半島中央部でその分布がいったん途切れるものの、関東山地から九州西部まで東西方向に1000 km以上にわたってよく連続する。秩父累帯は、伝統的に構成岩相の相違や地質構造の特徴から、北帯、中帯および南帯の3帯からなるとされることが多かった(例えば、石井ほか, 1955)。最近になって、秩父累帯の中央部は黒瀬川帯と呼ばれるようになり、北帯および南帯との境界の位置や形態について修正がなされはじめた(磯崎・板谷, 1990; Yoshikura *et al.*, 1990)。本稿ではこのような、秩父累帯の三分法(北帯、黒瀬川帯および南帯)を便宜的に用いることにする。

三波川帯と黒瀬川帯に挟まれた秩父累帯北帯には、厚層のチャート、緑色岩類および泥質岩を主とする地質体が分布する。それらは、かつて古生代優地向斜堆積物として説明されたが、微化石年代の検討をきっかけに、最近では中生代の付加コンプレックスとみなされるようになった(例えば、Isozaki, 1987; Tominaga, 1990)。これらの地層群は、弱い変成作用を被っており、その変成度が北側に隣接する三波川変成岩類に向かって見かけ上、連続的に上昇するように観察されたことから、伝統的に北帯の地質体は三波川変成作用の弱変成部に相当するとみなされてきた(例えば、Seki, 1958; Iwasaki, 1963; Banno, 1964; Toriumi, 1975)。

しかし、最近になって三波川変成岩類と北帯の地質体との間に、変形構造の発達程度の相違(Faure, 1983)や付加体としての形成年代の差(磯崎, 1988)が認識され、北帯の地質体は三波川変成帯よりも古い、別の低度変成帯に属する可能性が指摘された(磯崎, 1988; Isozaki & Itaya, 1990)。このような予想をもとに、磯崎ほか(1990)は四国中西部の秩父累帯北帯の弱変成ジュラ紀付加コンプレックスの白色雲母 K-Ar 年代を測定し、約 140 Ma (白亜紀古世最前期)という三波川変成作用(白亜紀古世最後期～新世)よりも古い変成年代を得た。このように秩父累帯北帯の一部が、三波川変成帯とは別の独立した変成帯に属することが徐々に明らかになりつつある。しかし、三波川帯/秩父累帯間の地体構造境界の正確な位置およびその形態の詳細についてはまだ十分明らかにされていない。

そこで両帯の境界の実態を明らかにするために、筆者らは、帯区分が明瞭な高知県土佐郡土佐山村北部および土佐町南部(土佐山地域)において、詳細な野外調査と微

化石年代の検討および弱変成地質体の再結晶白色雲母 K-Ar 年代の測定を試みた。本稿では、その結果について報告する。

謝辞: 年代測定用試料の鉱物分離方法について山口大学教養部西村祐二郎教授に御教示いただき、かつ同研究室の実験施設を利用させていただいた。岡山理科大学大学院の岡田利典氏と竹下浩征氏には、年代測定に関して御助力いただいた。東京大学教養学部丸山茂徳助教授と同大学理学部大学院の寺林 優氏には、変成鉱物の鑑定ならびに有益な御助言を下さった。野外調査に際して、高知県土佐山村平石の高橋宗一郎御夫妻と(株)大一商店高知出張所の坪倉 敏氏にはたいへんお世話になった。山口大学大学院理学研究科の鈴木寿志氏(現在: 京都大学大学院理学研究科)と高見美智夫氏(現在: 大阪市立大学大学院理学研究科)には、有意義な御討論をいただいた。これらの方々に深く感謝の意を表する。

地質概説

高知県中央部土佐山地域は、従来秩父累帯北帯とされた領域の中には位置する(Fig. 1)。土佐山地域には、主にチャート、緑色岩類および砕屑岩類からなる中生代付加コンプレックスが分布する。また、本地域の北縁部には三波川帯の南縁を特徴づける御荷鉾緑色岩類が、一方、南縁部には黒瀬川帯の先ジュラ紀地質体(磯崎・板谷, 1990)が分布する。これら3種の地質体は、ほぼ東西から東北東-西南西方向の明瞭な帯状配列を示す。中生代付加コンプレックスと南側の黒瀬川帯の地質体との境界は、明瞭な北傾斜の断層、上倉スラスト(Isozaki, 1987)によって画される。一方、北側の御荷鉾緑色岩類は、中生代付加コンプレックスの構造的下位に産する。従来両者は見かけ上整合関係にあるとされていた(武田ほか, 1977)。

中生代付加コンプレックスは、秩父累帯の延長方向と調和的に、東西ないし東北東-西南西の走向を有し、中から高角度で南へ、あるいは一部で北へ傾斜する(Fig. 2)。この地質体は、かつて上八川層という名称で一括されたこともあった(Suyari, 1961)が、岩相組み合わせおよび変成・変形様式の相違に基づいて、次の2つのユニットに明瞭に区分される。すなわち、本地域の北半部に分布する赤良木ユニットと南半部に分布する高川ユニットである。赤良木ユニットは、高川ユニットと比較して明らかに強い変成・変形作用を被っている。

中生代付加コンプレックス分布域には、ほぼ東西の走向を有し中角度で南へ傾斜する断層が観察される。特に赤良木ユニットと高川ユニットとの境界部には、明瞭な

Fig. 1. Index map of the study area in central Shikoku (modified from Isozaki & Itaya, 1990).

M.T.L. : Median Tectonic Line. B.T.L. : Butsuzo Tectonic Line.

破碎帯を伴った断層が発達する (Fig. 2)。この断層は、磯崎ほか (1990) が笹ヶ谷断層と仮称したもので、ほぼ東西の走向を有し中角度で南へ傾斜する。すなわち、この断層を介して高川ユニットが、赤良木ユニットの構造的上位に累重する (Figs. 2, 3)。また、本地域には南北の走向をもちほぼ垂直な断層が数条発達し、それらによって上述の両ユニットの東西方向の連続は、わずかに変位している (Fig. 2)。

土佐山地域の中生代付加コンプレックス

高知県中央部土佐山地域の中生代コンプレックスは、チャート、緑色岩類などの海洋プレート構成岩類および砂岩、泥岩などの陸源粗粒砕屑岩類から構成されており、これらの諸岩石は複雑に混在化している。このような岩相組み合わせおよび産状から判断して、本地域の中生代コンプレックスは過去のプレート沈み込み帯で形成された付加体の一部とみなされる。この中生代付加コンプレックスは、ほぼ東西走向の笹ヶ谷断層によって、北側の赤良木ユニットと南側の高川ユニットとに二分される。両ユニットは、構成岩相の量比、および変成・変形作用に関して互いに明瞭に異なっている。本項では、こ

れら両ユニットについて記載する。また、赤良木ユニットと高川ユニットとを境する笹ヶ谷断層は、後述するように、地体構造境界として重要な地質学的意義をもっているため、本項でやや詳しく記載する。

1. 赤良木ユニット

本地域北部の赤良木峠から笹ヶ谷付近に分布する地質体を赤良木ユニットと命名する。本ユニットは、高知県土佐郡土佐町笹ヶ谷の黒滝川北方、標高 800 m 付近を東西に走る林道沿いに模式的に露出する (Fig. 2)。なお、赤良木ユニットは、本地域を予察的に検討した磯崎ほか (1990) が、御荷鉾緑色岩類の随伴岩類とした地質体に相当する。また、四国中央部の概査を行った Yamakita (1988) は、本ユニットにほぼ対応する地質体を穴内川層群笹ヶ谷層と呼んだ。すなわち、本地質体は数層準の厚層のチャート層と塩基性凝灰岩の互層からなる層序学的連続性をもった地質体として扱われ、一連整合に重なる“穴内川層群”の一部をなすとみなされた。しかし、本地質体は過去の海溝周辺で形成された付加体であり、一連整合の層序をもっていない。また、本地質体は、隣接する地質体 (高川ユニット) ととも層序学的関係をもたない。そこで、混乱を避けるため、本稿では本地

Fig. 2. Geologic map of the Tosayama area in central Shikoku.

Fig. 3. Geologic profiles of the Tosayama area in central Shikoku. Section lines are shown in Fig. 2.

質体に対して赤良木ユニットという新名称を与えることにする。

分布：赤良木ユニットは土佐山地域北部に広く分布する。その分布北限は御荷鉾緑色岩類の南縁であり、本ユニットは、北側の御荷鉾緑色岩類の見かけ上の下位に調和的に産する。また、本ユニットは南側の高川ユニットとは笹ヶ谷断層によって境される(Figs. 2, 3)。

地質構造と層厚：本ユニットは、一般に東北東-西南西の走向を有し、南へ 40° - 70° 傾斜する。しかし、調査地域西部の赤良木峠付近では、北東-南西から東北東-西南西の走向を有し、ゆるく 20° - 30° 北へ傾斜したり、ほぼ水平な構造を示す部分がある(Figs. 2, 3)。土佐町笹ヶ谷付近において本ユニットの見かけ層厚は最大となり、約 1500 m に達する。

岩相：本ユニットは、主としてチャート、緑色岩類、塩基性および泥質千枚岩からなり、砂岩、石灰岩およびドロマイトを伴う。これらの岩石は全体として混在岩相を呈し、塩基性および泥質千枚岩からなる基質中に、さまざまな大きさのチャートや緑色岩類などの岩体がブロック状あるいはレンズ状に含まれている。本ユニットでは、基質が全体の 20-30% を占め、ブロックの量比が大きい。赤良木ユニットは、主として塩基性および泥質千枚岩を基質とすること、変成作用による再結晶度が高いことおよびブロックの量比が異なることから、後述する高川ユニットとは野外において明瞭に識別される。

基質：本ユニットの基質は、塩基性および泥質千枚岩からなる。塩基性千枚岩は、一般に淡緑色を呈し、片理、微褶曲が顕著に発達する塩基性凝灰岩からなる。変成鉱物の成長は明瞭である。その詳細については後述する。塩基性千枚岩は、数 cm から数 10 cm の幅で泥質千枚岩と互層することが多い。泥質千枚岩は、一般に黒色を呈し、しばしば層厚 1 cm 以下の砂質部を挟んだ泥質岩からなる。鏡下観察によれば、泥質千枚岩は主にシルト大の粒子からなり、石英や長石の鉱物粒子を不規則に含む。また、白色雲母、緑泥石および炭質物が片理に沿って鱗片状に成長しているようすが観察される。

ブロック状岩体：本ユニット中に含まれるブロック状岩体は、チャート、珪質泥岩、緑色岩類、石灰岩および砂岩である。チャートが多量に産し、ブロック状岩体中の 75% を占める。また、単一のブロックの規模も大きい。緑色岩類と石灰岩がそれに続き、珪質泥岩と砂岩はごく少量である。

チャートは、ブロック状岩体の中で最も普遍的に産する岩相で、長径数 km から数 cm までのさまざまな大きさにわたり、塊状チャートと層状チャートからなる。また、本ユニットのチャートは、しばしばドロマイトあるいは石灰岩と密接に伴って産する。塊状チャートは、本ユニット中のチャート岩体の主体をなし、再結晶が著しく、白色から灰白色、あるいは赤紫色を呈する。また、赤紫色塊状チャート岩体中に、長径 30 cm 以下のレン

ズ状ドロマイトが一定方向に配列したようすが観察される場合がある。逆に、白色チャートがレンズ状に明灰色石灰岩基質の中に産する例も少なくない。一方、層状チャートは、赤色、赤紫色あるいは淡緑色を呈し、層厚 2 cm 以下の珪質部と層厚 1 mm 以下の泥質部の有律互層からなるが、後述する高川ユニットの層状チャートに比べ、より強く再結晶している。また、層状チャートは、しばしばドロマイトあるいは石灰岩と密接に伴って産する。赤色チャートとドロマイトの互層は、赤良木峠および笹ヶ谷においてよく観察される。赤色チャートの層厚は 1-3 cm で、まれに葉理が観察される。ドロマイトは、層厚 2 cm 以下で黄褐色を呈する。

緑色岩類は、一般に赤紫色から濃緑色あるいは淡緑色を呈する。塩基性の凝灰岩や凝灰角礫岩が主体をなし、塩基性の細粒塊状溶岩やドレライトを伴う。緑色岩類は、最大のもので長径 500 m、多くは数 m 以下の大きさでさまざまな形態で産する。一般に凝灰岩や凝灰角礫岩が片状であるのに対し、溶岩類は、弱い片理が発達するのみで塊状である。塩基性の溶岩は、オフィティックからサブオフィティック組織、また、ドレライトはオフィティック組織を示す。変成鉱物については後述する。

石灰岩には、塊状石灰岩、石灰岩礫岩および層状石灰岩などが含まれる。石灰岩は、最大長径 400 m に及ぶが長径 5 m 以下のものが多く、レンズ状岩塊として基質の塩基性および泥質千枚岩中に産する。塊状石灰岩は白色を呈し、再結晶化が著しく堆積構造は観察されない。また、弱い劈開が部分的に発達する。また、上述したように長径 30 cm 以下の白色塊状チャートをレンズ状に包有するようすがしばしば観察される。石灰岩礫岩は、matrix-supported 組織および clast-supported 組織を有し、基質は赤紫色の塩基性凝灰岩からなる。礫は、白色ないし黒灰色の石灰岩礫と赤紫色の塩基性凝灰岩からなる。陸源性の粗粒な礫や砕屑粒子は観察されない。層状石灰岩は、層厚 1-3 cm の白色石灰岩と層厚 5 mm 以下の石灰質泥岩との有律互層からなる allodapic 石灰岩である。

珪質泥岩は、しばしば層状チャートに随伴し、チャートから漸移するようすが観察される。また、長径数 m の大きさのブロック状岩塊として単独で産する場合もある。黄褐色から白色を呈し、片理が顕著に発達する。鏡下観察によれば、珪質泥岩は淘汰の良好な粘土大の粒子からなる。明瞭な堆積構造は観察されない。

砂岩は、極めてまれで長径 1 m 程度のレンズ状岩塊として基質の泥質千枚岩中に産する。石英、長石および岩片からなる中粒ワッケである。弱い片理が発達し、構

成粒子はある一定方向に偏平化されているが、砂岩の組織は明瞭に残存している。

変成作用: 本ユニットの岩石は、明瞭な変成・変形作用を被っており、塩基性および泥質千枚岩には絹糸状光沢を呈する劈開面が顕著に発達する。

鏡下において、塩基性の凝灰岩や凝灰角礫岩に、緑泥石、パンペリー石、アルカリ角閃石、白色雲母などが鱗片状に成長しているようすや、顕著な片理、細密褶曲の発達が観察される。本ユニットの緑色岩類および泥質岩には、次のような変成鉱物共生が認められた。

緑色岩類:

エジリンオージャイト+パンペリー石+緑泥石+白色雲母+石英+曹長石+スフェーン

エジリンオージャイト+緑泥石+アクチノ閃石(?) +石英+曹長石

リーベック閃石+緑泥石+白色雲母+石英+曹長石
スチルプノメレン+緑泥石+白色雲母+石英

泥質岩:

白色雲母+緑泥石+石英+曹長石+石墨

緑色岩類に認められる変成鉱物共生から判断して、赤良木ユニットは藍閃石片岩相からパンペリー石-アクチノ閃石相程度の低温高圧型変成作用を被ったとみなされる。

年代:

付加体としての形成年代: 白亜紀古世前期?

変成年代: 白亜紀古世後期

これらの年代の詳細については後述する。

2. 高川ユニット

土佐山地域南部の高川付近に広く分布する地質体を高川ユニットと命名する。本ユニットは、高知県土佐郡土佐山村高川から城に至る高川川に沿って模式的に露出する (Fig. 2)。高川ユニットは、岩相組み合わせやそれらの混在化した産状および後述する産出化石の内容から、調査地域東方の穴内川ダム周辺から土佐山田町北部に広く分布するジュラ紀付加コンプレックス (Isozaki, 1987) の西方延長とみなされる。なお、Yamakita (1988) は、本ユニットにほぼ相当する地質体を穴内川層群下八川層および宮ノ上層と呼んだ。しかし、本地質体は付加体であり、累層と呼ばれるべき層序学的単位ではない。また、周囲の地質体と連続した“層群”の一部をなすものでもない。したがって、赤良木ユニットの場合と同様に混乱を避けるため、本稿では本地質体に対して高川ユニットという新名称を与えることにする。

分布: 高川ユニットは、土佐山地域南部に広く分布し、北側の赤良木ユニットとは笹ヶ谷断層によって境され、

南側の黒瀬川帯の最北端を占める上倉層(石崎, 1960; 磯崎・板谷, 1990)とは, 上倉スラストによって境される(Figs. 2, 3).

地質構造と層厚: 一般に東西から東北東-西南西走向を有し, 北ないし南へ 40° - 80° 傾斜する. 本ユニットは, 高川の約 1 km 北方を通り, ほぼ東西走向で, 中角度で南斜する断層によって大きく二分される(Figs. 2, 3). この断層は, 幅 5 m の破碎帯で断層粘土を伴う. 本ユニットは, この断層よりも北側では中角度から高角度で南斜, 逆に高川周辺では北斜する構造を有する. 本ユニットの見かけの積算層厚は, 高川の中の谷から城に至る県道 16 号線沿いのルートにおいて約 3500 m である.

岩相: 本ユニットは, 多量のチャート, 緑色岩類, 砂岩および礫質泥岩からなり, 石灰岩, 砂岩泥岩互層, 酸性凝灰岩, 珪質泥岩および黒色泥岩を伴う. これらの岩石は, 礫質泥岩からなる基質中に, さまざまな大きさのブロック状あるいはレンズ状岩体として産する. 本ユニットの基質とブロックとの量比は, 約 2:3 である. 一般に高川ユニットの泥質岩や塩基性凝灰岩には, 赤良木ユニットで観察されるような強い変形構造は観察されないが, 分布域北部では, 部分的に千枚岩化しているものもある.

基質: 淘汰不良の礫質泥岩が本ユニットの基質をなす. 泥質部はシルト大で, チャート, 砂岩および緑色岩類などの小礫および碎屑性の石英, 長石等の鉱物粒子を含む. まれに均質な粘土大からシルト大の泥質岩からなるものもあり, これらはしばしば礫質細粒砂岩に移化する.

ブロック状岩体: 本ユニットのブロック状岩体は, チャート, 珪質泥岩, 酸性凝灰岩, 緑色岩類, 石灰岩, 砂岩, 砂岩泥岩互層および黒色泥岩からなる. チャート, 緑色岩類および砂岩が多量に産し, ブロック状岩体の主体をなす. 次いで石灰岩が多い. この内, チャートおよび緑色岩類は, 単一のブロック状岩体としての規模が大きい. 珪質泥岩, 酸性凝灰岩, 砂岩泥岩互層および黒色泥岩は少量である.

チャートは, 長径数 km から数 cm の大きさのブロック状岩体ないしレンズ状岩塊として礫質泥岩中に多量に産する. 層状チャートが主体をなし, 白色, 灰色, 黒色および赤色を呈する. 層状チャートは, 層厚 1-8 cm の珪質部と層厚 2 cm 以下の泥質部の有律互層からなり, 層内褶曲や小断層がよく発達する. また, 層状チャートは, しばしば珪質泥岩あるいは酸性凝灰岩を密接に伴う. 緑色岩に随伴するチャートもあるが, その接触部で

はチャートは再結晶して塊状を呈するものが多い.

緑色岩類は, 礫質泥岩中に長径数 km から数 m のブロック状岩体からレンズ状岩塊として多量に産する. 本ユニットの緑色岩類は, チャートあるいは石灰岩と密接に伴って産することが多く, 一般に緑色から赤紫色を呈し, 塊状である. 塩基性凝灰岩, 凝灰角礫岩を主体とし, 少量の塩基性溶岩を伴う. 塩基性凝灰岩の一部は葉理をもつ. 凝灰角礫岩は, 径数 cm から数 10 cm の塩基性岩の角礫と同質の凝灰岩基質からなる. 溶岩は, 塊状をなすものと枕状構造をもつものがある. いずれも原岩の玄武岩組織をよく残している. 変成鉱物については後述する.

砂岩は, 側方延長約 1 km の巨大なシート状岩体として, あるいは長径 10 m 以下のレンズ状岩塊として礫質泥岩中に多産する. 明瞭な堆積構造が観察されない塊状砂岩が多い. まれに層厚数 cm の黒色シルト岩を挟むことがある. 一般に中粒から細粒で, 一部粗粒のワッケで, 黒色泥岩の小岩片をしばしば包有する.

石灰岩には, 塊状石灰岩と層状石灰岩がある. 長径 5 m 以下のレンズ状岩塊として礫質泥岩中に産することが多いが, 最大長径 300 m のレンズ状岩体が緑色岩類に伴われて産する例もある. 塊状石灰岩は, 暗灰色から白色を呈し, 堆積構造は観察されない. 層状石灰岩は, 層厚 5 cm 以下の灰色石灰岩と層厚 2 cm 以下の淡緑色石灰質泥岩との有律互層からなる *allodapic* 石灰岩である. しばしば激しく褶曲している.

珪質泥岩は, 層状チャート岩体中に随伴することが多く, チャートとは漸移する関係にある. また単独で長径数 m のブロック状岩体として, 礫質泥岩中に産する場合もある. 一般に黒色から明灰色を呈し, 淘汰の良い粘土大の粒子からなる. 放散虫化石を豊富に含む.

酸性凝灰岩は, 単層厚 0.5-2 cm でチャートあるいは珪質泥岩と互層をなして産する. 半透明で淡緑色から明灰色を呈する.

砂岩泥岩互層は, 礫質泥岩中に長径数 m 以下の大きさで産する. 層厚 10-20 cm の砂岩層と層厚 1-5 cm の黒色シルト岩層からなる砂岩優勢の互層である.

黒色泥岩は, 単独で礫質泥岩中に長径 10 m 以下の岩体として産するものと, 珪質泥岩あるいは酸性凝灰岩と随伴するものがある. 淘汰の良好なシルト大の粒子から構成される.

変成作用: 本ユニットの岩石は, 極めて弱い変成作用を被っている. 特に北部の泥質岩の一部には, 弱いながら片理が形成され, 絹糸状光沢を呈する劈開面を有するものがある. しかし, 赤良木ユニットにみられたような顕

Fig. 4. The surface trajectory of the Sasagatani fault in the Tosayama area, central Shikoku.

Outcrops of the Sasagatani fault are observed at Locs. ①, ③, ④, ⑦, ⑨ and ⑩. Locs. ②, ⑤, ⑥ and ⑧ are reference points for location of the Sasagatani fault.

Topographic maps are parts of 1/25,000 map sheets, "Tosayama" and "Tai" of Geograph. Surv. Instit.

著な変成・変形作用の証拠は観察されない。本ユニットの緑色岩類および泥質岩には、次のような変成鉱物共生が認められた。

緑色岩類：

パンペリー石＋緑泥石＋スチルプノメレン＋方解石
＋石英＋曹長石

パンペリー石＋緑泥石＋白色雲母＋方解石＋石英＋
曹長石

緑泥石＋白色雲母＋方解石＋石英＋曹長石

緑泥石＋方解石＋石英＋曹長石

泥質岩：

白色雲母＋緑泥石＋炭質物＋石英＋曹長石

詳細な変成相の査定は困難であるが、緑色岩類に認められる変成鉱物共生が藍閃石片岩相やパンペリー石-アクチノ閃石相の高圧鉱物を含まない部分共生であるために、高川ユニットは藍閃石片岩相やパンペリー石-アクチノ閃石相よりも低温部の変成相に属すると推定される。

年代：

付加体としての形成年代：ジュラ紀中世末

変成年代：白亜紀古世最前期

これらの年代の詳細については後述する。

3. 笹ヶ谷断層

本断層は、土佐山地域およびその東方に隣接する地域において、ほぼ東西方向に追跡される。笹ヶ谷断層の露頭が野外で確認された6地点、①、③、④、⑦、⑨お

および⑩の位置をFig. 4に示す。いずれの地点でも連続した露頭の中で、両ユニットが断層を介して接するようすが観察される。破碎帯の幅は4-10 mで、断層角礫や断層粘土からなる。

地点⑦は、最も大規模な破碎帯が観察される地点で、そこでは赤良木ユニットの塊状白色チャートと高川ユニットの緑色岩類が、幅10 mの断層破碎帯を介して接する(Figs. 4, 5)。この地点の破碎産物の原岩は主に高川ユニットの緑色岩類である。また、幅約2 mにわたって粘土化した部分があり、緑色部と黒色部とが不規則に互層する。この面の走向・傾斜は、N83°E, 46°Sである。

なお、Fig. 4に示した地点②および⑤は赤良木ユニットの分布南限を示す地点であり、また地点⑥および⑧は高川ユニットの分布北限を示す地点である。笹ヶ谷断層の断層面を平面と仮定して、上述の断層露頭の位置や両ユニットの分布様式から調査地域中央部から東部における断層面の走向・傾斜を求めると、N85°E, 45°Sと算出される(Figs. 4, 6)。この値は、上述した地点⑦の測定値と調和的である。

また、城周辺において笹ヶ谷断層は、南北性の断層によっていったん断たれるものの、調査地域西部の工石山^{くしいやま}周辺でさらに西方延長が追跡される(Figs. 2, 4)。工石山周辺については、地点①と両ユニットの分布を考慮して、断層面の走向と傾斜を算出すると、N60°E, 60°-70°Sという値が得られる。この値も、上述の調査

Fig. 5. Field sketch of the outcrop of the Sasagatani fault at Loc. ⑦.
For this location, refer to Figs. 4 and 6.

地域東部で算定した値と調和的である。

以上のことから、笹ヶ谷断層はほぼ E-W ないし N60°E の走向を有し、南へ 45°から 70°傾斜する断層であることが示された。

産出化石と付加体形成年代

1. 産出化石と年代

土佐山地域の中生代付加コンプレックスからの産出化石については、これまで須鎗ほか(1980), Yamakita (1988)および磯崎ほか(1990)による報告がある。それらによれば、本地域の 2 つのユニットには、石炭紀新世の石灰岩とドロマイト、トリアス紀新世の石灰岩、ペルム紀古世から中世およびトリアス紀新世のチャート、ジュラ紀の黑色泥岩が含まれることが明らかにされている(Fig. 7)。本研究においても、さらに両ユニットの年代を正確に求めるため、43 試料の泥質岩を採集し、微化石による年代測定を試みた。その結果、新たに 4 地点から年代決定に有効な放散虫化石を見いだした。以下に、これまでに両ユニットから得られた化石とその年代を記す。

赤良木ユニット：須鎗ほか(1980)は、次のようなコノドント化石の産出とそれらの年代を報告した。

Loc. 1 (石灰岩)：石炭紀新世初期

Gondolella clarki Koike,
Neognathodus symmetricus Lane,
Idiognathodus cf. delicatus Gunnell,
Idiognathoides sinuatus Harris & Hollingsworth

Loc. 2 (ドロマイト)：石炭紀新世初期

Gondolella clarki Koike,
G. gymna Merrill & King,
Idiognathodus cf. delicatus Gunnell,
Idiognathoides sinuatus Harris & Hollingsworth

Loc. 3 (石灰岩)：トリアス紀新世

Epigondolella primitia Mosher

高川ユニット：Yamakita (1988)は、次のような微化石の産出とそれらの年代を報告した。

Loc. 8 (チャート)：トリアス紀新世放散虫化石

Canoptum sp.,
Triassocampe sp.

Loc. 9 (チャート)：ペルム紀？コノドント化石

Gondolella sp. (Permian type),
Hindeodella sp.

Loc. 10 (チャート)：

ペルム紀古世から中世コノドント化石

Enantiognathus ziegleri Diebel,
Xaniognathus tortilis Tatge,
Gondolella sp. (Permian type),
Hindeodella sp.

ペルム紀古世から中世放散虫化石

Pseudoalbaillella cf. scalprata Holdsworth & Jones,
P. sp.

さらに、磯崎ほか(1990)および本研究において、次の 4 地点から年代決定に有効な放散虫化石が得られた。

Fig. 6. Distribution of outcrops between Jou and Sasagatani, showing the surface trajectory of the Sasagatani fault between the Akaragi and Takakawa units.

Locs. ②, ③, ④, ⑤, ⑥ and ⑦ are reference points for locating of the Sasagatani fault. Refer to Figs. 2 and 4.

Fig. 7. Locality map of dated samples with their white mica K-Ar ages in the Tosayama area, central Shikoku. Samples of A-7, A-10 and A-13 are basic phyllites, and the rest is pelitic phyllites. Samples of T-4, T-5 and T-6 correspond to Jou, Kuishi-6 and Kuishi-2, reported by Isozaki *et al.* (1990). Microfossil occurrences are also shown.

Locs. 4, 5, 6, 7 (黒色泥岩):

Hsuum sp.,

Tricolocapsa sp.

Hsuum 属は、ジュラ紀古世中期から白亜紀古世前期にかけて産出するとされる (Pessagno, 1977) が、これらの試料においては *Tricolocapsa* 属と共産することから、おそらく Locs. 4, 5, 6, 7 の黒色泥岩の年代は、ジュラ紀のある時期と推定される。

2. 付加体としての形成年代

すでに述べたように、赤良木ユニットと高川ユニットは、ともに岩相組み合わせおよびその混在化した産状から過去の付加体とみなされる。付加の年代は、遠洋性ないし半遠洋性堆積物が陸源粗粒砕屑岩によって覆われる層準の年代によって近似される。しかし、その年代が不明の場合は、砕屑岩の年代あるいは、チャートや石灰岩等の海洋プレート由来の最も若い化石の年代に基づいて、付加の年代を推定しなければならない。

赤良木ユニットから産する最も若い化石年代は、ブロック状岩塊として産するトリアス紀新世の石灰岩である。この石灰岩ブロックに対して基質をなす塩基性およ

び泥質千枚岩の年代はそれよりも若いと推定されるが、直接年代を示す化石は得られていない。したがって、赤良木ユニットの付加体としての形成年代は、トリアス紀新世以降のある時期と推定される。さらに、本ユニットに類似する徳島県上勝地域の^{おおかわら}大川原ユニット (鈴木, 1991) との対比から、その年代は白亜紀古世と推定されるが詳細は後述する。

高川ユニットから産する最も若い化石年代は、黒色泥岩からのジュラ紀型放散虫化石であるが、詳しい年代は決定できない。しかし、本地域のすぐ東側に隣接する穴内川ダム周辺には、本ユニットの東方延長部とみなされるジュラ紀付加コンプレックスが分布し、その泥岩からは、ジュラ紀中世 (178-157 Ma) の放散虫化石の産出が報告されている (Yamakita, 1988)。以上のことを考慮すると、高川ユニットの付加体としての形成年代は、おそらくジュラ紀中世末頃と推定される。

K-Ar 年代

土佐山地域に分布する赤良木ユニットと高川ユニットとは、程度の違いはあるものの、ともに広域変成作用を

Table 1. List of metamorphic mineral paragenesis of dated rock samples from the Tosayama area in central Shikoku.

Sample name	Mineral paragenesis	(detrital mineral)
A-1	white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-2	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
A-3	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
A-4	white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-5	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz + alb)
A-6	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
A-7 *	white mica + cal + qz + alb + chl	
A-8	white mica + qz + alb + chl	
A-9	white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-10 *	riebeckite + white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-11	white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-12	white mica + carbon + qz + alb + chl	
A-13 *	white mica + stp + qz + alb + chl	
A-14	white mica + carbon + cal + qz + alb + chl	(qz + alb)
T-1	white mica + carbon + qz + alb + chl	
T-2	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
T-3	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz + alb)
T-4	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
T-5	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
T-6	white mica + carbon + qz + alb + chl	
T-7	white mica + carbon + qz + alb + chl	
T-8	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
T-9	white mica + carbon + qz + alb + chl	
T-10	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz)
T-11	white mica + carbon + qz + alb + chl	(qz + alb)

Samples with asterisk are basic phyllites, and the rest is pelitic phyllites.

carbon : carbonaceous material, qz : quartz, alb : albite, chl : chlorite, cal : calcite, stp : stilpnomelane.

被っている。特に赤良木ユニットは、藍閃石片岩相に達する低温高压型変成作用を被っている。本研究では、両ユニットが被った変成作用の年代を検討する目的で、泥質千枚岩および塩基性千枚岩の白色雲母 K-Ar 年代の測定を試みた。

測定試料: K-Ar 年代測定試料として採集した岩石試料の中から、変成作用で生じた白色雲母を多量に含み、かつ後生的な熱的影響を被った形跡がまったく観察されないものを選択した。また、測定試料が両ユニットの分布域の中で偏らないように配慮した。その結果、赤良木ユニットについては、泥質千枚岩 11 試料と塩基性千枚岩 3 試料を、また高川ユニットについては泥質千枚岩 11 試料を選んで測定した。それらの試料採集位置を Fig. 7 示す。また、これら年代測定岩石試料の変成鉱物共生を Table 1 に示す。

年代測定した赤良木ユニットの泥質千枚岩および塩基性千枚岩には、片理・劈開等の変形構造が著しく発達し、また劈開面は絹糸状光沢を呈する。鏡下観察において、明瞭なスレート劈開、細密褶曲およびプレッシャーシャドウの発達が観察される。再結晶白色雲母は、片理に沿って鱗片状に成長しており、長径 10-50 μm 程度

Table 2. K-Ar ages of white micas from pelitic and basic phyllites in the Tosayama area, central Shikoku.

Sample name	K (wt.%)	rad. Ar ⁴⁰ (10 ⁻⁶ ccSTP/g)	K-Ar age (Ma)	non-rad. Ar (%)
A-1	6.36±0.13	3018±29	118.3 ± 2.5	1.0
A-2	6.28±0.13	3104±30	123.2 ± 2.6	1.1
A-3	5.48±0.11	2551±25	116.3 ± 2.5	2.0
A-4	7.42±0.15	3274±31	110.2 ± 2.4	1.4
A-5	4.93±0.10	2222±21	112.6 ± 2.4	2.8
A-6	6.51±0.13	2907±28	111.5 ± 2.4	1.8
A-7 *	5.00±0.10	2088±20	104.6 ± 2.3	1.7
A-8	5.82±0.12	2849±28	121.9 ± 2.6	1.9
A-9	6.70±0.13	3302±32	122.7 ± 2.6	1.5
A-10 *	2.92±0.06	1339±13	114.5 ± 2.5	1.2
A-11	7.36±0.15	3666±35	124.1 ± 2.7	1.3
A-12	8.01±0.16	3749±36	116.8 ± 2.5	0.6
A-13 *	5.04±0.10	2346±23	116.1 ± 2.5	1.2
A-14	6.63±0.13	3026±30	114.0 ± 2.5	2.2
T-1	4.54±0.09	2926±29	158.7 ± 3.4	2.4
T-2	5.68±0.11	3088±31	135.0 ± 2.9	3.5
T-3	3.71±0.07	2134±21	142.6 ± 3.1	3.5
T-4	4.49±0.09	2488±24	137.4 ± 2.9	2.0
T-5	6.43±0.13	3698±36	142.4 ± 3.0	1.0
T-6	6.43±0.13	3704±36	142.6 ± 3.0	1.7
T-7	7.07±0.14	3729±36	131.1 ± 2.8	1.4
T-8	3.80±0.08	2089±20	136.4 ± 2.9	2.3
T-9	5.72±0.11	2944±28	128.1 ± 2.7	1.4
T-10	5.21±0.10	2883±28	137.2 ± 2.9	2.1
T-11	4.97±0.10	2550±25	127.7 ± 2.7	1.3

Samples with asterisk are basic phyllites, and the rest is pelitic phyllites. T-4, T-5 and T-6 correspond to Jou, Kuishi-6 and Kuishi-2, reported by Isozaki *et al.* (1990), respectively. Decay constants used to calculate ages are after Steiger & Jäger (1977). $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10}/\text{yr}$, $\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10}/\text{yr}$, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$.

のものが多く、砕屑性の白色雲母は含まれていない。

一方、高川ユニットの泥質千枚岩試料には、礫質泥岩中の黒色泥岩ブロックから採集したもの(T-1, T-2, T-3, T-6, T-8, およびT-11)および基質をなす礫質泥岩中で比較的細粒で淘汰の良好な部分から採集したものの(T-4, T-5, T-7, T-9, およびT-10)とが含まれる。これら泥質岩試料は、赤良木ユニットの試料と比較して明らかに変形構造の発達程度が弱く、細密褶曲は観察されない。しかし、劈開面には絹糸状光沢がよく観察される。鏡下において、スレート劈開の発達や、それに沿って長径 10-40 μm 以下の白色雲母が成長しているようすが観察される。砕屑粒子として含まれる鉱物は主に石英である。

再結晶白色雲母の分離・濃集は、西村ほか(1989)の方法に従って行った。測定試料とした白色雲母は、岩石中に含まれる結晶の大きさに応じて # 200-235, # 235-280, # 200-280または# 280-330のサイズのふるいを用いて集めた。また粉碎時には、岩石中に含まれる砂質部を取り除くよう努めた。測定試料の総カリウム

Fig. 8. Frequency distribution of K-Ar ages of white micas from basic and pelitic phyllites in the Tosayama area, central Shikoku. Time scale is after Harland *et al.* (1990).

量(wt. %)が、純粋な白色雲母のものよりもかなり低い値を示す(Table 2)のは、分離した粒子が複雑にインターグロースした白色雲母と炭質物との集合体であるためと考えられる。カリウムとアルゴンの測定は、岡山理科大学萩山研究所分室の装置を用いて長尾ほか(1984)の測定法に従って行った。

測定結果: 白色雲母 K-Ar 年代の測定結果を Table 2 および Figs. 7, 8 に示す。Fig. 8 に示されるように、赤良木ユニットと高川ユニットとの白色雲母 K-Ar 年代は、おのおの異なった範囲をもつ。両ユニットの年代範囲は一部で近接するが、両者の年代範囲は決して重複することはない。すなわち、赤良木ユニットの白色雲母 K-Ar 年代値は、105-124 Ma (白亜紀古世中～後期)の範囲にわたり、115 Ma 頃に集中する。また、泥質千枚岩と塩基性千枚岩との間で明瞭な差は認められない。一方、高川ユニットの泥質岩の白色雲母 K-Ar 年代値は、1 試料の年代値(159 Ma)を除けば、128-143 Ma (白亜紀古世前～中期)の範囲にわたり、140 Ma 頃に集中する。

緑色岩類の変成鉱物共生から判断して、赤良木ユニットは藍閃石片岩相からパンペリー石-アクチノ閃石相程度の変成作用を、一方、高川ユニットは藍閃石片岩相や

パンペリー石-アクチノ閃石相よりも低温の変成作用をそれぞれ被ったと推定される。このことから、両ユニットともに最高変成温度が、白色雲母 K-Ar 年代の閉止温度(350 °C: Jäger, 1979)を越えることはなかったと推定される。それは、次のような理由による。両ユニットの緑色岩類には変成鉱物としてパンペリー石が産するが、Mg-Al パンペリー石が単独相として存在可能な最高温度限界は、9 kb 以下の圧力範囲で 350 °C 以下とされており(Schiffmann & Liou, 1980)、他の鉱物と共存するとその分解温度はさらに低くなる(Liou *et al.*, 1985)からである。すでに西村ほか(1989)や鈴木ほか(1990)によって論じられているように、変成温度が閉止温度に達しなかった場合、白色雲母 K-Ar 年代は変成作用のピーク年代を近似するとみて差し支えない。したがって、今回測定した白色雲母 K-Ar 年代値は、両ユニットが被った変成作用のピーク年代に近い年代を示すと判断される。すなわち、赤良木ユニットは 115 Ma (白亜紀古世後期)頃に、一方高川ユニットは 140 Ma (白亜紀古世最前期)頃に広域変成作用のピークを迎えたと推定される。

なお、高川ユニットからの試料中で、T-1 のみが 159 Ma という古い年代をもつ(Figs. 7, 8)。鏡下観察では、この試料中に碎屑性白色雲母の存在は観察されなかったが、粉碎した部分には碎屑性白色雲母が含まれていた可能性がある。

考 察

本項では、以上に述べた事実に基づき、土佐山地域に分布する 2 種の中生代付加コンプレックスの形成史および地体構造上の帰属と、両ユニット間の境界がもつ地質学的意義について議論する。

1. 赤良木ユニットの帰属と形成・変成過程

赤良木ユニットは、三波川帯の南縁を占めるとされる御荷鉾緑色岩類とは調和的な構造を呈し、これまでのところ両者の間に明瞭な構造的ギャップは認められていない。また、赤良木ユニットの緑色岩類がもつ変成鉱物共生は、本地域北部の御荷鉾緑色岩類のもの(鈴木, 1972)と共通である。このことから、赤良木ユニットと御荷鉾緑色岩類とは、密接に関連して形成された一連の付加体であると推定される。したがって、低温高压型変成作用を被っている御荷鉾緑色岩類を三波川帯の構成要素とみなす限り、赤良木ユニットも同様に三波川帯の地質体であると判断される。

今回、白色雲母 K-Ar 年代を測定した結果、赤良木ユニットは 115 Ma (白亜紀古世後期)頃に変成作用の

ピークを迎えたことが明らかとなった。この変成年代は、Yamaguchi & Yanagi (1970)や南新ほか(1979)によって報告された三波川帯の全岩 Rb-Sr アイソクロン年代(110 ± 20 Maおよび 116 ± 10 Ma)とよく対応する (Fig. 8)。なお、より高変成度部にあたる三波川帯主部の白色雲母 K-Ar および Ar-Ar 年代は、70-90 Ma に集中する (Itaya & Takasugi, 1988; Takasu & Dallmeyer, 1990)が、これらは変成作用のピーク後の冷却過程の年代を示すと解釈されている。

赤良木ユニットとほとんど共通の岩相組み合わせ、変形構造の発達程度、変成相また変成年代をもつ地質体が徳島県上勝町北部に知られている。この地質体は大川原ユニットと呼ばれ、同様に三波川変成帯の一部とみなされている (鈴木ほか, 1990; 鈴木, 1991)。隣接地域からの放散虫化石の産出 (岩崎ほか, 1984)に基づき、大川原ユニットの付加体としての形成年代は白亜紀初期と推定されている。

以上のことを総合すると、赤良木ユニットの形成・変成史は次のように推定される。すなわち、赤良木ユニットは、おそらく白亜紀古世のある時期に付加体として形成され、その直後の白亜紀古世後期に低温高圧型三波川変成作用を被ったのであろう。

2. 高川ユニットの帰属と形成・変成過程

高川ユニットは、岩相組み合わせ、それらの混在岩化した産状および産出化石の内容から秩父累帯北部に分布するジュラ紀付加コンプレックス (Isozaki, 1987; Yamakita, 1988; Tominaga, 1990; Hada & Kurimoto, 1990)の一部とみなされる。また高川ユニットは、パンペリー石-緑泥石の組み合わせを生ずる弱い変成作用を被っている。今回、白色雲母 K-Ar 年代の測定によって、高川ユニットが被った変成作用のピーク年代が約 140 Ma であることが明らかとなった。この変成年代は、本地域の一部および愛媛県大洲市鳥首地域から報告された秩父累帯北帯のジュラ紀付加コンプレックスの変成年代 (141 Ma; 磯崎ほか, 1990)と一致する。前述のように、高川ユニットの付加体としての形成年代はジュラ紀中世末 (160 Ma)頃であることから、本ユニットの変成年代 (約 140 Ma)はそれよりも若いことになる。したがって、本ユニットに関しては付加体として形成された後に、変成作用を被ったことになり、その順序に地質学的矛盾はない。

以上のことから、本ユニットの形成・変成史は次のように考察される。すなわち、本ユニットはジュラ紀中世 (160 Ma頃)に海溝周辺で付加体として形成され、その直後の白亜紀初頭 (140 Ma頃)に沈み込み帯のやや深部

で広域変成作用を被ったのであろう。なお、付加体形成と変成作用との時間間隙は、高川ユニットの場合約 10-20 Ma とかなり短いことが明らかとなった。これと同様な結果は、西南日本内帯のペルム紀およびジュラ紀付加コンプレックスについて報告されており (例えば、西村ほか, 1989; 高見ほか, 1990)、弱変成付加体について一般的な特徴とみなされる。

3. 四国中央部における三波川帯と秩父累帯との構造的累重関係

本研究によって、高知県中央部土佐山地域の赤良木ユニットは三波川変成岩類に、一方、高川ユニットは秩父累帯北部のジュラ紀付加コンプレックスにおおの対応すること、また両者は明瞭な南傾斜の笹ヶ谷断層によって境されることが明らかとなった。これらの事実は、四国中央部において三波川変成作用を受けた地質体の分布南限、すなわち三波川変成帯の南限が、笹ヶ谷断層によって定義されることを意味している。結局、四国中央部における三波川帯と秩父累帯との境界は、かつて考えられていた御荷鉾緑色岩類の南縁ではなく、それから約 3 km 南側 (従来秩父累帯北帯とされた領域の中)に位置することが判明した (Fig. 9)。

変成作用の性質や年代を考慮して地体構造区分を試みるならば、三波川帯は白亜紀の低温高圧型三波川変成作用を被った地質体の分布域として定義されなければならない。今回の土佐山地域における弱変成付加体の変成年代のデータは、このような三波川帯の地体構造区分の基準として有用である。かつて三波川帯と秩父累帯北帯との境界は、御荷鉾緑色岩類の南縁とされることが多かった (例えば、武田ほか, 1977)。しかし、その境界は、主要岩相境界に沿って引かれたものであって、地質構造や変成度あるいは変成年代の違いによって明確に定義されたものではなかった。

このように、地質学および年代学的に明確に定義された三波川帯と秩父累帯間の境界は、さらに側方への追跡が可能である。例えば、土佐山地域の東方に隣接する穴内川ダム周辺地域の中生代付加コンプレックスについては、変成鉱物組み合わせの異なる 2 つのユニットに区分される可能性が指摘されている (石塚ほか, 1991)。詳細な境界の位置や形態は報告されていないが、笹ヶ谷断層の東方延長は、この 2 つのユニットの間を通過すると推定される。また、すでに四国東部の上勝町北部では、三波川帯の南限を画する慈眼寺断層 (鈴木ほか, 1990)の位置や形態が明らかにされている。今後、他の地域においても三波川帯・秩父累帯間の境界の通過位置を明確にする必要がある。

Fig. 9. Newly proposed geotectonic boundary between the Sanbagawa belt and the Northern subbelt of the Chichibu belt in central Shikoku.

M.T.L. : Median Tectonic Line. B.T.L. : Butsuzo Tectonic Line. K.T. : Kanbaradani thrust.

Fig. 10. Schematic profile displaying the tectonic superposition of the Sanbagawa metamorphic rocks and the Jurassic accretionary complex of the Northern subbelt of the Chichibu belt, Southwest Japan.

ところで、土佐山地域において側方へ約 9 km 追跡される笹ヶ谷断層は、ほぼ東西の走向を有し、南へ 45°-70° 傾斜する (Figs. 2, 3, 4). このことは、本地域の秩父累帯北帯のジュラ紀付加コンプレックスが、三波川変成岩類の構造的上位に産することを意味している (Fig. 10). 徳島県上勝地域でも黒瀬川帯の先ジュラ紀地質体や北帯のジュラ紀付加コンプレックスが三波川変成岩類の上位に累重すること (鈴木ほか, 1990; 鈴木, 1991) が明らかにされている。したがって、四国の中央

部および東部では広域的に秩父累帯北帯の地質体が三波川変成岩類の構造的上位に累重していると推定される。

上述のように、従来三波川帯と秩父累帯との境界は、御荷鉾緑色岩類の南縁とされることが多かったために、厳密な意味での三波川帯・秩父累帯境界の形態について議論されたことがなかった。さらに御荷鉾緑色岩類が欠如する部分では、両帯の境界の位置や形態はさらに不明確であった。このような状況のもとで Hada & Suzuki (1983), および小澤ほか (1985) らは、三波川変成岩類が秩父累帯北帯の地質体の構造的上位に累重するモデルを示した。さらに、栗本 (1986) および Hada & Kurimoto (1990) らもそのような解釈を受け継いでいる。これらに対して、Faure (1983) は、構造地質学的観点から秩父累帯北帯のジュラ紀付加コンプレックスは三波川変成岩類の上位にナップとして累重するモデルを示した。また、西南日本全体をほぼ水平な付加体の累重として統一的に説明する最近の試み (磯崎・丸山, 1990; 磯崎ほか, 1991; 磯崎・板谷, 1991) のなかでも、付加体の形成順序に基づいて北帯のジュラ紀付加コンプレックスは三波川変成岩類の上位に累重するとみなされている。このように三波川変成岩類と秩父累帯の地質体との間の

累重関係に関しては、現在2つの相反する解釈があるが、今回、四国中央部で確認された地質体の産状および四国東部における同様な地質体の産状(鈴木, 1991)は、いずれも後者の解釈を支持している。

ま と め

1. 高知県中央部土佐山地域に分布する中生代付加コンプレックスは、岩相組み合わせおよび変成・変形様式の相違に基づいて、北側の赤良木ユニットと南側の高川ユニットに区分される。両ユニットは、ほぼ東西走向で南に中角度から高角度で傾斜する笹ヶ谷断層によって境される。
2. 赤良木ユニットは、115 Ma 頃に藍閃石片岩相からパンペリー石-アクチノ閃石相に相当する変成作用を被った地質体であり、三波川変成岩類の構成要素とみなされる。
3. 高川ユニットは、秩父累帯北帯ジュラ紀付加コンプレックスに対応し、140 Ma 頃にパンペリー石-緑泥石の組み合わせを生ずる変成作用を被った地質体である。
4. 土佐山地域では、秩父累帯北帯ジュラ紀付加コンプレックスが三波川変成岩類の構造的上位に産する。

文 献

- Banno, S., 1964, Petrologic studies on Sanbagawa crystalline schists in the Besshi-Ino district, central Shikoku, Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II*, **15**, 203-319.
- Faure, M., 1983, The Mesozoic orogeny in the Outer Zones of SW Japan in eastern Shikoku. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*, **34**, 1-35.
- Hada, S. and Suzuki, T., 1983, Tectonic environments and crustal section of the Outer Zone of Southwest Japan. In Hashimoto, M. and Uyeda, S., eds., *Accretion Tectonics in the circum Pacific region*, Terra Pub., Tokyo, 207-218.
- and Kurimoto, C., 1990, Northern Chichibu Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S. Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Nihon-insatsu, Osaka, 165-183.
- Harland, W. B., Armstrong, R. L., Cox, A. V., Craig, L. E., Smith, A. G. and Smith, D. G., 1990, *A Geologic time scale 1989*. Cambridge University Press, Cambridge, 263 p.
- 石井健一・市川浩一郎・中川衷三・須鎗和巳・山下 昇, 1955, 四国の秩父累帯について. 日本地質学会関西支部報, no. 26, 西日本支部報, no. 16, 合併号.
- 石崎国熙, 1960, 高知市北東部の地質—特に上部古生界と下部白亜系の不整合関係について—. 地質雑, **66**, 553-565.
- 石塚英男・勝矢元樹・石山 守・土井 崇, 1991, 四国中央部・北部秩父地帯の変成作用. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 445.
- Isozaki, Y., 1987, End-Permian convergent zone along the northern margin of Kurosegawa Landmass and its products in central Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **30**, 51-131.
- 磯崎行雄, 1988, 三波川変成作用と三宝山帯-四万十帯の形成. 月刊地球, **10**, 367-371.
- ・板谷徹丸, 1990, 四国中央部および紀伊半島西部黒瀬川地帯北縁の弱変成岩類の K-Ar 年代—西南日本における黒瀬川地帯の広がりについて—. 地質雑, **96**, 623-639.
- Isozaki, Y. and Itaya, T., 1990, Chronology of Sanbagawa metamorphism. *Jour. metamorphic. Geol.*, **8**, 401-411.
- 磯崎行雄・板谷徹丸, 1991, 四国中西部秩父累帯北帯の先ジュラ系クリッペー黒瀬川内帯起源説の提唱—. 地質雑, **97**, 431-450.
- ・河戸克志, 1990, 秩父累帯北帯ジュラ紀付加コンプレックスの変成年代. 地質雑, **96**, 557-560.
- ・丸山茂徳, 1990, 新版日本列島地体構造論. 日本地質学会第97年学術大会演旨, 356.
- ・板谷徹丸, 1991, 西南日本コルディレラの構造. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 14-15.
- Itaya, T. and Takasugi, H., 1988, Muscovite K-Ar ages of the Sanbagawa schists, Japan and argon depletion during cooling and deformation. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **100**, 281-290.
- Iwasaki, M., 1963, Metamorphic rocks of the Kotu-Bizan area, Eastern Shikoku. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II*, **15**, 1-87.
- 岩崎正夫・市川浩一郎・八尾 昭・Faure, M., 1984, 四国東部みかぶ緑色岩類中の緑色岩礫岩の時代. 日本地質学会関西支部報, no. 97, 西日本支部報, no. 81, 合併号.
- Jäger, E., 1979, Introduction to geochronology. In Jäger, E. and Hunziker, J. C., eds., *Lectures in isotope geology*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1-12.
- 栗本史雄, 1986, 和歌山県清水-美里地域の秩父累帯北帯. 地質雑, **92**, 737-748.
- Liou, J. G., Maruyama, S. and Cho, M., 1985, Phase equilibria and mineral parageneses of metabasites in low-grade metamorphism. *Mineral. Mag.*, **49**, 321-333.
- 南新真裕・柳 哮・山口 勝, 1979, 四国中央部三波川変成岩の Rb-Sr 全岩年代. 日本列島の同位体地球科学, 68-71.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一, 1984, K-Ar 法による年代測定. 岡山理大嶺山研報, no. 9, 19-38.
- 西村祐二郎・板谷徹丸・磯崎行雄・亀谷 敦, 1989, 西南日本内帯 220 Ma 高压変成岩の原岩年代と変成履歴—山口県錦町地域の例—. 地質学論集, no. 33, 143-166.
- 小澤智生・平 朝彦・小林文夫, 1985, 西南日本の帯状地質構造はどのようにしてできたか. 科学, **55**, 4-13.
- Pessagno, E. A., 1977, Upper Jurassic radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. *Micropaleontology*, **23**, 56-113.
- Schiffman, P. and Liou, J. G., 1980, Synthesis and stability relations of Mg-Al pumpellyite, $\text{Ca}_4\text{Al}_5\text{MgSi}_6\text{O}_{21}(\text{OH})_7$. *Jour. Petrol.*, **21**, 441-474.
- Seki, Y., 1958, Glauconitic regional metamorphism in the Kanto Mountains, central Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*,

- 29, 243-258.
- Steiger, R. and Jäger, E., 1977, Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359-362.
- Suyari, K., 1961, Geological and paleontological studies in central and eastern Shikoku, Japan. Part 1. Geology. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*, **11**, 11-76.
- 須鎗和巳・桑野幸夫・石田啓祐, 1980, 御荷鉾緑色岩類およびその周辺の層序と構造—その1. 高知県中央部土佐町・本山町地域一. 徳島大教養紀要(自然科学), **13**, 63-82.
- 鈴木堯士, 1972, 四国中西部におけるみかぶ緑色岩類の火成活動と変成作用. 高知大学術研報. **21**, (3), 39-62.
- 鈴木寿志, 1991, 徳島県勝浦川地域における中・古生代付加体の構造的累重関係. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 161.
- ・磯崎行雄・板谷徹丸, 1990, 四国東部における三波川変成帯と黒瀬川地帯との構造的累重関係—徳島県上勝町北東部に分布する弱変成岩類の K-Ar 年代一. 地質雑, **96**, 143-153.
- 高見美智夫・磯崎行雄・西村祐二郎・板谷徹丸, 1990, 山口県東部の弱変成ジュラ紀付加コンプレックス(玖珂層群)の原岩形成年代と変成年代. 地質雑, **96**, 669-681.
- Takasu, A. and Dallmeyer, R. D., 1990, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age constraints for the tectonothermal evolution of the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan: a Cretaceous accretionary prism. *Tectonophysics*, **185**, 111-139.
- 武田賢治・佃 栄吉・徳田 満・原 郁夫, 1977, 三波川帯と秩父帯の構造的関係. 秀 敬編: 三波川帯, 広島大出版研究会, 107-151.
- Tominaga, R., 1990, Tectonic development of the Chichibu belt, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. C*, **9**, 377-413.
- Toriumi, M., 1975, Petrological study on the Sambagawa metamorphic rocks, the Kanto mountains, central Japan. *Bull. Univ. Museum, Univ. Tokyo*, **9**, 99 p.
- Yamaguchi, M. and Yanagi, T., 1970, Geochronology of some metamorphic rocks in Japan. *Eclogae Geol. Helv.*, **63**, 371-388.
- Yamakita, S., 1988, Jurassic-earliest Cretaceous allochthonous complexes related to gravitational slidings in the Chichibu terrane in eastern and central Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II*, **21**, 467-514.
- Yoshikura, S., Hada, S. and Isozaki, Y., 1990, Kurosegawa Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Nihon-insatsu, Osaka, 185-201.

(要 旨)

河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸, 1991, 四国中央部における三波帯・秩父累帯間の地体構造境界. 地質雑, **97**, 959-975. (Kawato, K., Isozaki, Y. and Itaya, T., 1991, Geotectonic boundary between the Sanbagawa and Chichibu belts in central Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **97**, 959-975.)

四国中央部土佐山地域の秩父累帯北半部に分布する中生代付加体は, 岩相組み合わせおよび変成・変形様式の異なる2つの地質体, 赤良木ユニットおよび高川ユニット, に区分される. 両ユニットは, はば東西の走向を有し, 中角度で南斜する笹ヶ谷断層によって明瞭に境される. 赤良木ユニットは御荷鉾緑色岩類と密接に随伴し, また 105-124 Ma の白色雲母 K-Ar 年代を有することから, 三波川変成岩類の一部とみなされる. 一方, 高川ユニットは秩父累帯北帯の地質体とみなされ, 140 Ma 前後の白色雲母 K-Ar 年代をもつ. したがって, 両者の境界をなす笹ヶ谷断層が四国中央部における三波川帯/秩父累帯境界にあたることが判明した. また, 高川ユニットと赤良木ユニットとの構造的累重関係は, 四国中央部において秩父累帯北帯の地質体が三波川変成岩類の構造的上位に位置することを示している.