大分県佐伯市宇目町における南部秩父帯床木ユニットの欠如と out-of-sequence thrust としての仏像構造線

黒木 雄治¹⁾・高橋 修¹⁾

Shortening of thrust zones and role of the Butsuzo Tectonic Line as an out-of-sequence thrust in Mesozoic accretionary complexes of Ume-machi, Oita Prefecture, Southwest Japan

KUROGI Yuji¹⁾ and TAKAHASHI Osamu¹⁾

1) 東京学芸大学教育学部地学教室 (Department of Astronomy and Earth Sciences, Tokyo Gakugei University, Koganei, Tokyo 184-8501, Japan)

Corresponding author: O. Takahashi (takahasi@u-gakugei.ac.jp)

(2007年4月2日受付,2007年5月29日第一回查読終了,2007年11月22日受理)

Abstract

Mesozoic accretionary complexes of the Southern Chichibu and Northern Shimanto belts are widely exposed in the Kyushu Mountains, Southwest Japan. On the basis of lithofacies and radiolarian biochronologic data, the Mesozoic accretionary complexes comprise three tectonostratigraphic units—Shakumasan (early–middle Callovian), Yukagi (upper Valanginian–Barremian), and Tonegawa (late Albian–Cenomanian). The Shakumasan and Yukagi units belong to the Southern Chichibu Belt and the Tonegawa Unit belongs to the Northern Shimanto Belt. The distribution of the units exhibits a zonal arrangement of the imbricate thrusts in several orders, in particular, the boundary thrust between the Southern Chichibu and Northern Shimanto belts is called the "Butsuzo Tectonic Line". The thicknesses of the Shakumasan and Yukagi units exhibit extreme variations. To the northeast of the study area, both units, especially the Yukagi Unit, become thinner or disappear. The variation in the thickness of the Yukagi and Shakumasan units seems to have occurred due to the combination of the erosional level and the geometrical form of the thrust sequences. The swarm of the curved triangular thrust sheets in the Southern Chichibu Belt (the Shakumasan and Yukagi units) is asymptotically shaped downward with respect to the gently dipping "Butsuzo Tectonic Line," which is an out-of-sequence thrust. Therefore, following deep erosion, the Yukagi Unit disappeared and the chert–clastic sequences of the Shakumasan Unit shortened; on the other hand, following shallow erosion, the Yukagi Unit stood exposed as an erosional remnant of a thrust sheet.

Key words: Mesozoic, accretionary complex, Southern Chichibu Belt, Northern Shimanto Belt, Butsuzo Tectonic Line, out-of-sequence thrust

はじめに

調査地域の大分県佐伯市字²の町は大分県の南部に位置し (Fig.1),南部秩父帯に属する尺間山層,床木層および北部 四万十帯に属する十根川層が分布する(酒井ほか,1993; 奥村ほか,1998).これら各累層は北西から南東に順次帯状 に分布し,その境界は衝上断層で境される.なかでも,床木 層と十根川層の間における衝上断層は,秩父帯と四万十帯を ふつぞう 画する仏像構造線に相当する.

本調査地域における秩父帯および四万十帯の層序学的研

究は、これまで藤井(1954a)、橋本(1962)、神戸・寺岡(1968) などによってなされてきた.藤井(1954a)は、秩父帯三宝山 層群を明治帯古生層と中野帯古生層に区分し古生界として位 置づけた.さらに神戸・寺岡(1968)は、それらの岩相に基 づき明治帯古生層を中~上部ペルム系彦ノ内層および尺間山 層に区分し、中野帯古生層を床木層と改称した.また、床木 層の南側には、仏像構造線を介して時代未詳の四万十層群が 分布するとした.これらの研究では、現在の知見でメランジ中 の異地性岩塊として考えられている石灰岩中のフズリナから各 累層の地質年代の推定が行われたため、秩父帯に属する地



Fig. 1. Index map of the study area showing the distribution of the Sambagawa, Chichibu, and Shimanto belts in Kyushu, Southwest Japan, modified from Takahashi et al. (1998).

層群は主に古生界として認識されていた.しかし,1980 年代から秩父帯および四万十帯の各層準から中生代の放 散虫化石が報告されるようになり,これらの地層は中生界(中 生代の付加体)であるということが明らかになってきた(吉田, 1985;酒井ほか,1993 など).

一方,本調査地域における仏像構造線の研究には,松下(1941),藤井(1954b),鹿島(1971),吉田(1985) などの報告がある.これらの研究においては,本調査地域 における仏像構造線の分布に関する記述は多数なされてい るが,付加体形成の観点から見た,同構造線の持つ性質に ついての記述はあまりなされていない.そこで本研究では, まず大分県佐伯市宇目町における付加体層序の再検討を 行い,秩父帯と四万十帯を介する仏像構造線のトレースを 明らかにすることを目的とした.さらに,仏像構造線が付加 体形成においてどのような役割を担った断層であるのかを明 らかにしていくことを第二の目的とした.

地質概説

本調査地域には、中期ジュラ紀中期~後期白亜紀前期 の付加体が北から南に順次地質年代を新しくしながら分布 している (Figs 2, 3). それらは北から、南部秩父帯に属す る尺間山ユニット・床木ユニット,北部四万十帯に属する十 根川ユニットの3つの構造ユニットに区分される.神戸・寺 岡(1968)は秩父帯尺間山層をチャート主体の砂岩粘板 岩互層・砂岩・粘板岩・礫岩・石灰岩および輝緑岩・輝 緑凝灰岩からなる累層として,また,床木層を石灰岩主体の, 砂岩粘板岩互層・砂岩・粘板岩・礫岩・チャート・輝緑岩・ 輝緑凝灰岩からなる累層として定義した.また,四万十帯十 根川層は,今井ほか(1971)によって砂岩が卓越する累層 として定義された.その後,酒井ほか(1993)によってこれ らの累層は,付加地質体と解釈され,尺間山層は主にチャー トー砕屑岩シークエンス(松岡,1989)からなり,それらが 断層で複数回繰り返しているということ,床木層はさまざま な大きさの異地性岩塊を含む泥質岩基質のメランジからなる ことなどが明らかにされた.

これら南部秩父帯および北部四万十帯に属する付加地 質体の各ユニットは、それぞれ衝上断層で境され、北東-南西の走向を持つ北に 60°程度傾斜した単斜構造を示す。 しかし、松下(1941)がすでに指摘したように秩父帯床木 ユニットと四万十帯十根川ユニットの境界をなす仏像構造線 は 20°~30°程度の北緩傾斜を示し、他のユニット境界断層 より緩い傾斜を持つことが本調査でも明らかとなった。



Fig. 2. Geologic map and localities of radiolarians in the study area. BTL: Butsuzo Tectonic Line.



Fig. 3. Geologic profiles of the study area. Legend is given in Fig. 2.

地質各説

調査地域に分布する地層群は,従来,神戸・寺岡(1968) らによって定義・区分されてきたような通常の地層の積み重 なりとは異なり,付加によって形成された付加地質体である ことが明らかとなってきた(酒井ほか,1993).そこで,本 論では,岩相層序区分である"累層"を用いずに構造層 序区分である"ユニット"の名称を用いる(例えば,脇田, 1989).酒井ほか(1993)や奥村ほか(1998)では層序 名称の混乱を避けるために,あえて"累層"という名称を 用いていたが,本論では,他の通常の地層と区別するとい う点から"ユニット"の層序単位区分を用いる.ただし,岩 相やその分布に従来定義された累層と大きな違いはないた め従来の名称を取り入れ,尺間山ユニット・床木ユニット・ 十根川ユニットの3つに区分した.

1. 尺間山ユニット

(神戸・寺岡(1968)の尺間山層に相当)

分布:本調査地域の北部に北東-南西の一般走向を持っ て北に 60°程度傾斜した単斜構造をとり分布する.調査地 域の西から東へ, N60°E ~ N45°E ~ N60°E と走向を変 化させながら分布している.走向の変化する南田原付近と た石岳付近には,それぞれ向斜構造および背斜構造が認 められる.また,後に議論するように,調査地域北東部で尺 間山ユニットはその分布を狭くしている.

みかけ上,下位の床木ユニットとは衝上断層で,また,調 査地域北東部では,四万十帯十根川ユニットと仏像構造線 相当の衝上断層を介して接している. **層厚:1000m**以上(上限不明)

岩相:本ユニットは,下位から上位へ,珪質粘土岩,チャート,珪質泥岩,粗粒砕屑岩の順に重なる基本層序が構造的に繰り返す地質体からなる.調査地域においては,このチャートと砕屑岩の繰り返し(チャート-砕屑岩シークエンス)が少なくとも5回認められる.一般に尺間山ユニット中のチャートは,よく連続して分布し,急峻な地形がそのチャートの分布と一致しているところも少なくない.地質図に表現することはできなかったが,調査地域北東部(南から2枚目のチャート-砕屑岩シークエンス)においては,砕屑岩はチャートや塩基性火山岩類の岩塊を頻繁に挟み込む.チャートは灰色,淡緑色,赤色および黒色で,一般にリズミカルに成層する.砂岩は中粒ないし細粒で,灰色を示し,調査地域南西部では中新世酸性貫入岩類(酒井ほか,1993)による熱変成を受けホルンフェルス化している部分も見られる.

放散虫化石および地質年代:尺間山ユニットの灰緑色泥 岩(Loc. 1- Loc. 5)および黒色泥岩(Loc. 6)の6地点,6 サンプルから放散虫化石を得た(Table 1).得られた放散虫 化石は, Archaeospongoprunum elegans Wu, Cinguloturris carpatica Dumitrica, Dictyomitrella (?) kamoensis Mizutani and Kido, Emiluvia pessagnoi Foreman, Eucyrtidiellum pustulatum Baumgartner, E. unumaense (Yao), Hsuum (?) amabile (Aita), H. maxwelli Pessagno, Tethysetta dhimenaensis (Baumgartner), Protunuma fusiformis Ichikawa and Yao, Hiscocapsa robusta (Matsuoka), Striatojaponocapsa conexa (Matsuoka), S. plicarum (Yao), および Tricolocapsa (?) yaoi Matsuoka などで,これら の放散虫化石の示す地質年代は,Takahashi and Ishii

南部秩父帯床木ユニットと仏像構造線

localities	Syakumasan Unit						Yukagi Unit		Tonegawa U
species	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acaeniotyle sp.					×	×		×	
Archaeodictyomitra vulgaris									×
A.sp.		×	×			×	×		
Archaeospongoprunum elegans						×			
A. sp.				×					×
Cinguloturris carpatica			×	×					
Cryptamphorella conara									×
Dictyomitrella (?) kamoensis		×		×	×		×		
Emiluvia pessagnoi						×			
Eucyrtidiellum pustulatum						×			
E. unumaense	×								
Hiscocapsa robusta	×			×					
Holocryptocanium barbui								×	×
Hsuum (?) amabile	×								
H. maxwelli	×	×	×	×	×		×		
Protunuma fusiformis	×					×			
Pseudodictyomitra lodogaensis									×
Sethocapsa sp.									×
Striatojaponocapsa conexa	×						×		
S. plicarum		×					×		
Tethysetta dhimenaensis		×	×	×	×	×	×		
Thanarla conica								×	
T. praeveneta									×
Tricolocapsa (?) tetragona							×		
Т. (?) уаоі			×						
<i>T.</i> (?) sp.				×	×		×		
Xitus sp.								×	×

Table 1. Occurrence of radiolarians in the study area. Sample localities are shown in Fig. 2.

(1995) の Guexella nudata (Gn) Assemblage-Zone および Mirifusus guadalupensis (Mg) Assemblage-Zone に、また Matsuoka (1995) の Tricolocapsa conexa (Tc) Interval-Zone (JR5) に相当し、中期ジュラ紀中期 late Bathonian middle Callovian を示す.

2. 床木ユニット (神戸・寺岡 (1968)の床木層に相当)

分布: 尺間山ユニットと同様,北東一南西の走向を持ち 分布する.調査地域南西方の奥江地域では見かけ幅の広 い分布を見せ,その分布は北東に向かうほど狭くなり,大石 岳南方から北東では床木ユニットは欠如し,尺間山ユニット が直接四万十帯十根川ユニットと20°~30°N程度の緩い 傾斜をもつ仏像構造線を介して接している.一方,みかけ上, 上位の尺間山ユニットとは60°程度北に傾斜する衝上断層 で接している.

層厚:最大 320m.

岩相:大きいものは数 10 mから小さいものは数 cm オー ダーの大小様々なチャートや石灰岩,塩基性火山岩類を, 鱗片状劈開の発達する黒色ないし灰緑色の泥質基質中にレ ンズ状に挟み込む.チャートは暗灰色ないし白色を呈し,一 般によく成層する.石灰岩は一般に灰白色無層理であるが, 暗灰色を呈する鳥巣型石灰岩もしばしば含む. 塩基性火山 岩類は,一般に緑色ないし紫色を呈している.

放散虫化石および地質年代:床木ユニットの2地点に おける灰緑色泥質岩の2サンプル(Loc. 7, Loc. 8)か ら放散虫化石を得た. Loc. 7から得られた放散虫化石は Archaeodictyomitra sp., D. (?) kamoensis, H. maxwelli, T. dhimenaensis, S. conexa, S. plicarum, Tricolocapsa (?) tetragona Matsuokaの7種で,これらの放散虫化石の示す 地質年代は, Takahashi and Ishii (1995)の Dictyomitrella (?) kamoensis (Dk) Assemblage-Zone からM. guadalupensis (Mg) Assemblage-Zone にかけて,また Matsuoka (1995)の Tricolocapsa conexa (Tc) Interval-Zone (JR5)に相当し、中期ジュラ紀中期 late Bathonian - middle Callovian を示す.

一方, Loc. 8 から得られた放散虫化石は以下の4種 類である. Acaeniotyle sp., Holocryptocanium barbui Dumitrica, Thanarla conina (Aliev), Xitus sp. こ れ ら の放散虫化石の示す地質年代は, Takahashi and Ishii (1995)の Sethocapsa uterculus (Su) Assemblage-Zone か ら Thanarla conica (Tc) Assemblage-Zone にかけて, また Matsuoka (1995)の Cecrops septemporatus (Cs) Interval-Zone(KR2)からAcanthocircus carinatus (Ac) Zone(KR3) に相当し, 前期白亜紀前期 upper Valanginian - Barremian を示す.

3.十根川ユニット

(今井ほか(1971)の十根川層に相当)

分布:本調査地域の南部に,北東-南西方向の走向を 持ち分布する.ユニット内部の砂岩泥質岩互層の示す傾斜 は,60°程度と比較的急な北傾斜であるが,みかけ上位の 秩父帯との境界は20°~30°N程度の緩い傾斜をもつ仏像 構造線相当の衝上断層である.調査地域南西部では,十 根川ユニットは秩父帯床木ユニットと仏像構造線を介して接 しているが,調査地域北東部では床木ユニットが欠如する ため,十根川ユニットと秩父帯尺間山ユニットが仏像構造 線を介して直接接している.

層厚:500m以上(下限不明).

岩相:主として砂岩および泥質岩からなる.砂岩は中粒 で一般に灰色を,泥質岩は黒色を呈する.砂岩と泥質岩の 量比は様々に変化し,場所によっては厚さが5~30 cmで成 層する砂岩泥質岩互層が卓越しているところもある.調査地 域南部の河床では劈開の発達した黒色泥質岩もみられ,厚 さ数cm程度の砂岩をレンズ状に挟み込む.

+根川ユニットには、チャート、石灰岩および塩基性火 山岩類をほとんど含まないため秩父帯の尺間山ユニットや 床木ユニットとは岩相によって明瞭に区別することができる。 また、尺間山ユニットと同様に、調査地域南西部では中新 世酸性貫入岩類による熱変成を受けホルンフェルス化して いる部分も見られる。

放散虫化石および地質年代: +根川ユニットの3地点 の3サンプルから放散虫化石を得た. その中で, Loc. 9か ら得られた放散虫化石は個体数が多い上に保存も良く地質 年代の決定に有効な試料となったが,他の2サンプルは産 出個体数も少なく保存も悪いため年代決定に有効な試料と はならなかった.

Loc. 9から得られた放散虫化石は、以下の8種 類 で あ る. Archaeodictyomitra vulgaris Pessagno, Archaeospongoprunum sp., Cryptamphorella conara (Foreman), H. barbui, Pseudodictyomitra lodogaensis Pessagno, Sethocapsa sp., Thanarla praeveneta Pessagno, Xitus sp. これらの放散虫化石の示す地質年代は, Takahashi and Ishii (1995)の Holocryptocanium barbui (Hb) Assemblage-Zoneに相当し,後期白亜紀前期 late Albian - Cenomanian を示す. 考察

1. 調査地域における仏像構造線の性質について

各ユニットの泥質岩から産出した放散虫化石の示す地質 年代(各ユニットにおける地質年代の上限)は、北西から 南東に向かって順次新しい年代を示す.つまり、これら各ユ ニットはそれぞれ衝上断層で境され、北東-南西の走向を 持つ北に 60°程度傾斜した付加体に特徴的な単斜構造をと る.しかしながら、床木ユニットと十根川ユニットの境界をな す仏像構造線は、他のユニット境界断層に比べると 20°~ 30°Nと傾斜が比較的緩い.つまり、本調査地域において 仏像構造線は、Murata (1981, 1982)でも指摘されているよ うに、他のユニット境界断層を地下深部で切るように存在し ている衝上断層であると考えられる(Fig.3).また,他のユニッ ト境界断層同様大規模な破砕帯を伴わない.

木村(1998)では、低角度に陸側に傾斜する衝上断層 が、陸側により急傾斜する in-sequence thrust 群(本研究 でいうところのユニット境界断層)およびそれに関連する褶 曲・覆瓦構造(本研究でいうところのチャートー砕屑岩シー クエンスを形づくる衝上断層)を斜めに切る構造的関係 が生じた場合,この低角度の衝上断層を out-of-sequence thrust (Morley, 1988)と認定することができると述べてい る.つまり、本調査地域に当てはめて考えてみると、北に急 傾斜している尺間山ユニットや床木ユニットの構造を斜断し ている低角度の仏像構造線が、付加体中に発達する outof-sequence thrust に相当する可能性が考えられる.

仏像構造線を含むユニット間のあるいはユニット内の衝 上断層それぞれの活動年代を示すデータや、古地温構造と の関係(例えば, Ohmori et al., 1997)などを示すことで、 より確実に本調査地域の仏像構造線が out-of-sequence thrust であることを認定できるであろう.

調査地域北東部における床木ユニットの欠如と out-of-sequence thrust としての 仏像構造線の関連性について

調査地域北東部では,以下に記述するような2つの特徴 的な地質構造が見られた.1)調査地域北東部において床 木ユニットが欠如する.今回の調査で調査地域の南西部で は床木ユニットが連続的に分布している事を確認することが できたが,大石岳南方から北東部ではその分布を確認する ことができなかった.そのため,前述したように,調査地域 北東部では仏像構造線を介して尺間山ユニットが十根川ユ ニットと直接接している.2)調査地域北東部において,尺間山ユニット中のチャート-砕屑岩シークエンスどうしが非常に近接して分布している,もしくは見かけ上,上位のチャート-砕屑岩シークエンスが見かけ上,下位のチャート-砕屑岩シークエンスに衝上している様子が見られた.

これら2つの特徴と仏像構造線の持つ out-of-sequence thrust の性質との関連性について考察する. Fig.4 は, Kimura(1997) による付加体の模式断面図に加筆したもの である. この図には,付加体中の imbricate thrust zone で は高角度のスラスト(imbricate thrust) が発達しており,そ の高角度のスラスト群が out-of-sequence thrust zone にお いて,低角度の out-of-sequence thrust によって切られてい る様子が示されている. ここで注目すべきは,削剥レベルに よるチャートー砕屑岩シークエンスの地表への現れ方である.

Fig.4において、構造深度 I は付加体の浅部を切る面で、 Πは付加体の深部を切る面を表す.これらの面を削剥され た時の地表面と考えた時に、地質図において、IとⅡでは それぞれ異なったチャートー砕屑岩シークエンスの分布を示 す.例えば、浅部を切るようにした I を現在の地表面と考え た時、地表では同様な幅・間隔での比較的整然としたチャー ト・砕屑岩の繰り返しを見せる.しかし、Ⅱを現在の地表面 と考えた時、砕屑岩部は薄くなり、隣り合ったチャートー砕屑 岩シークエンスが近接した分布を見せる.また、場所によっ ては砕屑岩部が欠如し、チャートどうしが衝上断層によって 重なり合う場合も考えられる.さらには、out-of-sequence thrust によって imbricate thrust が二次的に切られるために、 I では地表に露出していた地質体(α)がⅡでは削剥され、 一部の地質体が構造深度の深いところでは欠如することも 考えられる.

ここで,これらの可能性と本調査地域の地質構造とを照 らしあわせて考えてみる.調査地域南西部の尺間山ユニッ トでは,地質各説にも記述したように,整然としたチャートー 砕屑岩シークエンスの基本的な繰り返しが見られる.つまり, これは Fig.4 における I の面を地表面としたときの分布パ ターンと一致する.また,調査地域北東部で,チャートが近 接したり重なり合ったりするチャートー砕屑岩シークエンスの 分布パターンは, II の面を地表面とした時のそれらの分布 パターンに一致する. つまり,調査地域のチャートー砕屑岩 シークエンスの分布は,付加体の浅部と深部における構造 形態をそのまま反映させている可能性が考えられる.

調査地域北東部では背斜軸が存在するため,侵食を受け, 付加体の構造的深部が地表に露出し,一方,調査地域南 西部では向斜軸が存在するため,付加体の構造的浅部が 削剥されずに残されて分布していると考えられる. 仏像構造 線に接して分布する床木ユニットの欠如も,仏像構造線が out-of-sequence thrust のひとつであると考えるならば,上 述したような構造的に深い位置での地質体の欠如という考 え方からそれを説明することができる.

謝辞:西日本技術開発株式会社の西園幸久博士および 東北大学の鈴木紀毅博士には粗稿を査読して頂き,有益な ご助言をいただいた.ここに感謝の意を表します.



Fig. 4 Schematic cross section illustrating the repetition of accretionary complexes by imbricate and out-of sequence thrusts. This figure was adapted from Kimura (1997) with additions of the erosional level and other characteristics by authors. A: clastic rocks, B: siliceous mudstone and chert, C: oceanic basement, P.T.: proto-thrust zone.

- 藤井浩二, 1954a, 大分県臼杵地域の層序と構造(1). 地質学雑誌, 60, 413-427.
- 藤井浩二, 1954b, 大分県臼杵地域の層序と構造(2). 地質学雑誌, 60, 494-500.
- 橋本 勇,1962,大分県佐伯市付近の時代未詳層群の層序と構造(1). 九州大学教養部地学研究報告, 9, 1-12.
- 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. 地質学雑誌, 77, 207-220.
- 神戸信和・寺岡易司,1968,臼杵地域の地質.地域地質研究報告(5 万分の1地質図幅),地質調査所,63p.
- 鹿島愛彦, 1971, 九州の仏像構造線についての二,三の知見. 愛媛大 学紀要, 自然科学Dシリーズ (地学), **4**, 81-92.
- Kimura, K., 1997, Offscraping, underplating and out-of-sequence thrusting process of an accretionary prism: On-land example from the Mino-Tamba Belt, central Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 48, 313-337.
- 木村克己, 1998, 付加体の out-of-sequence thrust. 地質学論集, no. 50, 131-146.
- 松岡 篤,1989, ジュラ紀テレーンをつなぐ鍵-チャート・砕屑岩シークェ ンス-. 構造地質, no. 34, 135-144.
- Matsuoka, A., 1995, Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *The Island Arc*, 4, 140-153.
- 松下久道,1941,大分県木浦・宮崎県見立地方の地質.九州帝國

大學理學部研究報告, 地質学之部, 1, 1-13.

- Morley, C. K., 1988, Out-of-sequence thrusts. Tectonics, 7, 539-561
- Murata, A., 1981, Large *decke* structures in the Kurosegawa and Sambosan terrains, in Kyushu, Southwest Japan. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section II*, 20, 277-293.
- Murata, A., 1982, Large decke structures and their formative process in the Sambagawa-Chichibu, Kurosegawa and Sambosan terrains, Southwest Japan. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section II, 20, 383-424.
- Ohmori, K., Taira, A., Tokuyama, H., Sakaguchi, A., Okamura, M. and Aihara, A., 1997, 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, 100p.
- 酒井 彰・寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・坂巻幸雄, 1993, 三重 町地域の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質図幅),地質 調査所, 115p.
- Takahashi, O. and Ishii, A., 1995, Radiolarian assemblage-zones in the Jurassic and Cretaceous sequence in the Kanto Mountains, central Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Earth and Planetary Sciences*, 29, 49-85.
- 脇田浩二, 1989, 付加テクトニクスと用語. 構造地質, no. 34, 3-7.
- 吉田英一, 1985, 大分県佐伯市北東部の地質および仏像構造線の再 検討. 地質学雑誌, 91, 867-877.

Explanation of plate 1

1. Archaeospongoprunum elegans Wu

(Loc. 6)

2. Cinguloturris carpatica Dumitrica

(Loc. 4)

3. Dictyomitrella (?) kamoensis Mizutani and Kido

(Loc. 4)

4. Emiluvia pessagnoi Foreman

(Loc. 6)

5. Eucyrtidiellum pustulatum Baumgartner

(Loc. 6)

6. E. unumaense (Yao)

(Loc. 1)

- 7. Hsuum (?) amabile (Aita)
 - (Loc. 1)
- 8. H. maxwelli Pessagno

(Loc. 1)

- 9. Tethysetta dhimenaensis (Baumgartner) (Loc. 6)
- **10.** *Protunuma fusiformis* Ichikawa and Yao (Loc. 6)
- **11.** *Hiscocapsa robusta* (Matsuoka) (Loc. 1)

12. Striatojaponocapsa conexa (Matsuoka)

(Loc. 1)

13. S. plicarum (Yao)

(Loc. 2)

14. Tricolocapsa (?) yaoi Matsuoka

(Loc. 3)

- 15. *Holocryptocanium barbui* Dumitrica (Loc. 8)
- 16. Thanarla conina (Aliev)

(Loc. 8)

- 17. Archaeodictyomitra vulgaris Pessagno (Loc. 9)
- **18.** *Cryptamphorella conara* (Foreman) (Loc. 9)
- **19.** *Holocryptocanium barbui* Dumitrica (Loc. 9)
- 20. Pseudodictyomitra lodogaensis Pessagno (Loc. 9)
- 21. Thanarla praeveneta Pessagno (Loc. 9)

Scale bars indicate 100 µm

Plate 1

