中琉球弧, 沖縄諸島のジュラ紀-白亜紀古世付加コンプレックスにおける 海洋プレート層序の復元とユニット区分

Reconstruction of oceanic plate stratigraphies and unit division of Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Okinawa Islands, central Ryukyu Island Arc

Abstract

高見美智夫*・竹村理佐**
西村祐二郎***・小島央彦****

Michio Takami*, Risa Takemura**
Yujiro Nishimura***
and Teruhiko Kojima****

1999年5月24日受付.

1999年7月3日受理.

* 蒜山地質年代学研究所,
Hiruzen Institute for Geology and Chronology,
161-1 Sai, Okayama 703-8248, Japan

** 北居設計(株)山口支社,
Kitai Sekkei Co. Ltd., 3059-1 Shimogo,
Yamaguchi 754-0002, Japan

*** 山口大学理学部地球科学教室,
Department of Earth Sciences, Faculty of
Science, Yamaguchi University, 1677-1
Yoshida, Yamaguchi 753-8512, Japan

**** 川崎地質(株)関西支社,
Kawasaki Geological Engineering Co. Ltd., 2-
1-12 Shikitsu-nishi, Osaka 556-0015, Japan

The Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Okinawa Islands, central Ryukyu Island Arc, are the southwestern extension of the Southern Chichibu Belt in the Outer Zone, Southwest Japan. They are chaotic sedimentary complexes which consist mainly of greenstone, chert, limestone, sandstone, and mudstone. Microfossil (radiolarian) biostratigraphic study was carried out for the Jurassic accretionary complex, newly called the Iheya unit, in Iheya and Izena Islands, which are in the innermost part of the Southern Chichibu Belt of the Okinawa Islands. A primary sedimentary sequence, that is, an oceanic plate stratigraphy, which consists of the Early to Middle Permian limestone, Late Carboniferous to Middle Triassic pelagic chert, Early Jurassic hemipelagic siliceous mudstone, and Early to Middle Jurassic terrigenous mudstone in ascending order, was reconstructed for the unit. Judging from the youngest age of the stratigraphy, an accretion age of the unit is interpreted to be in the Middle Jurassic.

Present study has also resulted in the proposed of a new three-fold division of the Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Southern Chichibu Belt of the Okinawa Islands. This was based on reconstructed oceanic plate stratigraphies compiled from lithologic features and fossil ages of the previous and present works. The three distinct geologic units are as follows: Iheya, Ie, and Motobu units from northwest to southeast or from upper structural horizon to lower one. An accretion age of the Ie unit is inferred to be in the earliest Cretaceous, and that of the Motobu unit to be in the Early Cretaceous, indicating a younging polarity in order of the Iheya unit, Ie unit, and Motobu unit, towards the lower structural units. This subdivision of the accretionary complexes almost coincides with that in the Southern Chichibu Belt of Southwest Japan.

Key words : Jurassic-Early Cretaceous, accretionary complex, radiolaria, oceanic plate stratigraphy, Okinawa Islands, Southern Chichibu Belt

はじめに

1980年代に、詳細な地質調査と微化石(コノドントおよび放散虫)層序学とを組み合わせた研究スタイル(microfossil mapping)が確立したことによって、プレートテクトニクスに基づく造山論の観点から、日本列島の基盤をなす地質体のほとんどは過去の付加コンプレックスで構成されていることが明らかにされてきた(磯崎・丸山, 1991を参照). 一般に、付加コンプレックスは緑色岩, 石灰岩, チャート, 泥岩および砂岩で構成され、覆瓦状のスラストシートやオリストストローム・メランジュといった形で複雑に混在して産する。し

かし上記の研究スタイルによって、本来付加コンプレックスは下位から上位に向かって緑色岩, 遠洋性のチャート, 半遠洋性の珪質泥岩, 陸源性の泥岩および砂岩の順に累重する初生的な層序をもつことが、西南日本の各地で明らかにされてきた(例えば、松岡, 1984; 大塚, 1985; 磯崎, 1986; 高田, 1987; Matsuda and Isozaki, 1991). この層序は海洋プレート層序と呼ばれ、中央海嶺で海洋地殻が形成され、海洋底の拡大によって海洋地殻が大陸縁に向かって水平移動し、その後海溝に沈み込むまでの海洋地殻表層での堆積環境の変遷史を記録している(Isozaki et al., 1990). 海洋プレート層序の復元によって、付加コンプレックスの形成年代が正確に決定

できるようになったうえに、付加コンプレックスの広域的な対比が可能となった。したがって、付加コンプレックスを対象とした地体構造区分を行う際には、正確な海洋プレート層序の復元が重要な鍵をにぎる。

琉球弧の基盤を構成する先新第三系は、古くから西南日本外帯の秩父累帯および四万十帯の南西側延長と考えられ（例えば、Konishi, 1963; 小西, 1965）、両帯の境界をなす仏像構造線の北西側に分布する地質体は秩父南帯（三宝山帯）の延長であることが認識されていた（例えば、Matsumoto et al., 1966; 鹿島, 1976; Takahashi and Kashima, 1980）（Fig. 1）。1980年代には微化石による年代の検討によって、慶良間海裂以北における中琉球弧の秩父南帯はペルム紀から白亜紀古世までのさまざまな年代の岩石が複雑に混在する岩相を呈することが明らかにされた（例えば、遅沢ほか, 1979, 1983; 遅沢, 1986; 藤田, 1980, 1983a, b）。さらに、氏家・橋本（1983）および Ujiié and Oba (1991 a, b) は秩父南帯の中で最も大陸側に位置する沖縄諸島の島々（伊平屋島および伊是名島）に分布する付加コンプレックスを対象として、微化石による年代の検討を行った。その結果、彼らは付加コンプレックスがペルム紀のチャート相とジュラ紀の砕屑岩相とが交互に配列する覆瓦状構造を呈するとみなし、上記の混在岩相をもつ地質体とは区別した。

一方慶良間海裂以南の南琉球弧では、微化石による年代の検討（磯崎・西村, 1989）のほかに、弱変成付加コンプレックスや低温高压型変成岩を対象として、多くの放射年代が測定され広域変成作用の年代の検討がなされた（西村ほか, 1983; Faure et al., 1988; Ujiié and Nishimura, 1992; Nishimura, 1998）。その結果、南琉球弧の地質体は西南日本内帯の周防帯の低温高压型トリアス紀～ジュラ紀変成岩および美濃・丹波帯のジュラ紀付加コンプレックスに対比されることが明らかにされた（磯崎・西村, 1989; Ujiié and Nishimura, 1992; Nishimura, 1998）。

以上のように、琉球弧では微化石層序学的研究は比較的多くなされ、付加コンプレックスがもつ初生的な層序の復元が試みられている（氏家・橋本, 1983; Ujiié and Oba, 1991 a, b; Shen et al., 1996）ものの、海洋プレート層序に基づく付加コンプレックスの解析を行った研究は、西南日本に比べてかなり遅れている。これまで、海洋プレート層序の復元に基づいて西南日本との対比を試みた研究は、南琉球弧の石垣島に分布するジュラ紀付加コンプレックス（磯崎・西村, 1989）のほかにほとんどなされていない。

Fig. 1. Geotectonic framework of Southwest Japan and Ryukyu Island Arc (compiled from Isozaki and Nishimura, 1989; Isozaki and Itaya, 1991; Isozaki and Maruyama, 1991).

Oe: Oeyama Belt, Rn: Renge Belt, Ak: Akiyoshi Belt, Su: Suo Belt, Mz: Maizuru Belt, Ut: Ultra-Tanba Belt, Ry: Ryoke Belt, Sb: Sanbagawa Belt, Ch: Chichibu Belt, Ku: Kurosegawa Tectonic Outlier, I-K. T. L.: Ishigaki-Kuga Tectonic Line, B. T. L.: Butsuzo Tectonic Line, M. T. L.: Median Tectonic Line, I-S. T. L.: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line.

Fig. 2. Geologic map of the Okinawa Islands (compiled and modified from Hashimoto and Nakagawa, 1978; Kizaki, 1985; Fujita, 1989; Ujiié and Nishimura, 1992).

筆者たちは、1995年から中琉球弧に点在する秩父南帯および四万十帯の付加コンプレックスを対象にして、広域的な地質調査に基づく岩相特性の検討、変成岩岩石学的研究、および微化石の抽出やK-Ar年代測定による年代学的研究を行い、これらの成果から中琉球弧の地体構造の検討を進めている。本研究では、沖縄諸島の秩父南帯の付加コンプレックスのうち伊平屋島および伊是名島を主対象として（Fig. 2）、微化石に基づく構成岩類の堆積年代の検討を行った。その結果、石炭紀からジュラ紀の放散虫化石を得ることができ、付加コンプレックスの海洋プレート層序を復元することができた。さらに、そのほかの沖縄諸島（本部半島および伊江島）の秩父南帯付加コンプレックスについて、既報の資料をもとに地質調査によって岩相特性を確認し、産出化石に基づいて構成岩類の年代を再検討するとともに、海洋プレート層序の復元を試みた。それに基づいて、秩父南帯付加コンプレックスのユニット区分を新たに提案し、西南日本との対比を行う。

地質概要

沖縄諸島の先新第三紀基盤岩類は、北西から南東に向かって、ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックス、白亜紀（？）

付加コンプレックスおよび古第三紀付加コンプレックスの大きく三つに分けられ、前二者は秩父南帯に後二者は四万十帯にそれぞれ属するとみなされている（Fig. 2）。これらの地質体はそれぞれ北西に緩く傾斜する断層で境され、この順序で構造的に上位から下位に累重すると考えられる（Ujiié and Nishimura, 1992）。ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスと白亜紀（？）付加コンプレックスとの境界は仏像構造線に相当し、沖縄本島北端の辺戸岬から北西海岸をかすめ本部半島に達し、さらにその南西延長は渡名喜島と慶良間諸島との間を通ると考えられている（Fig. 2）。

ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスは本部半島に最も広く分布するほか、伊江、伊是名、伊平屋などの島々に点々と分布し、これまで本部半島では本部層、与那嶺層、今帰仁層、湧川層など、また各島々ではそれぞれ別個の名称で呼ばれてきた。これらの中でトリアス紀石灰岩を含む今帰仁層は、独立した地質体として扱われてきた。本付加コンプレックスは緑色岩、石灰岩、チャート、砂岩および泥岩から構成される（例えば、Ishibashi, 1968; 橋本ほか, 1976; Takahashi and Kashima, 1980; 藤田, 1980, 1983a）。また、本付加コンプレックスからの化石の産出報告は琉球弧の中でも比較的多く、ペルム紀から白亜紀古世までのフズリナ、二

枚貝のハロピア、アンモナイト、コノドント、放散虫などが報告されている（前掲論文のほかに、Konishi, 1963; Ishibashi, 1969; 石橋, 1974; Koike and Ishibashi, 1974 など）。

白亜紀(?)付加コンプレックスは一般に名護層と呼ばれ、沖縄本島の大部分に広く分布する。本付加コンプレックスはおもに泥質千枚岩ないし粘板岩からなり、砂岩および緑色岩を伴う（例えば、橋本ほか, 1976; 遅沢ほか, 1977; 高橋・鹿島, 1980）。化石の産出はこれまで報告されておらず、付加コンプレックスの形成年代は不明である。

古第三紀付加コンプレックスは一般に嘉陽層^{かよう}と呼ばれ、沖縄本島の南東端に分布する。これは極めて弱い変成作用を受けた成層砂岩、塊状砂岩、砂岩・泥岩互層および礫岩から構成される（Konishi, 1963; 橋本ほか, 1976; 高橋・鹿島, 1980; Ujiie, 1997）。Suzuki and Ujiie (1985) は本付加コンプレックス中の debris flow 堆積物から始新世の *Nummulites amakusaensis* Yabe を報告している。

ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスおよび白亜紀(?)付加コンプレックスは、漸新世～中新世の石英閃緑岩と安山岩や石英斑岩などの岩脈に貫入されている（Bowin and Reynolds, 1975; 鈴木・沖村, 1980; 大四・林, 1982; 大四ほか, 1986, 1987; 川野, 1997）。また、以上の三つの付加コンプレックスは鮮新世～更新世の島尻層群や更新世の琉球層群によって不整合に覆われる（例えば、高安, 1976）。

本研究において、検討の主対象とした付加コンプレックスは、中琉球弧の中で最もアジア大陸側に位置する伊平屋島および伊是名島に分布する（Fig. 2）。これらの島々の付加コンプレックスの岩相特性については、Ishibashi (1968), 氏家・橋本 (1983) および Ujiie and Oba (1991 a, b) によってすでに詳細に報告されているので、本稿ではこれらの研究および本研究における地質調査に基づいて、以下に簡単に記載する。なお本研究では、岩石の露出状況が良い海岸沿いをおもな対象として地質調査および岩石試料の採取を行った。

本地域の付加コンプレックスの構成岩類がもつ面構造は、一般に N 40°~70° E の走向を示し、50°~80° で北西ないし南東に傾斜する。付加コンプレックスは層状チャート、泥岩、塊状砂岩、砂岩・泥岩互層、緑色岩および石灰岩から構成され、塊状砂岩はしばしば礫岩を伴う。層状チャート岩体は一般的な走向方向に連続し、とくに伊平屋島では長径およそ 10 km のシート状の岩体が 2 列認められる。このため、層状チャートと碎屑岩類とは見かけ上交互に配列する分布形態をとる（Fig. 3）。氏家・橋本 (1983) は本地域の付加コンプレックスがオリストストロームやメランジのような混在岩相からなるのではなく、ペルム紀のチャート相とジュラ紀の碎屑岩相とが見かけ上繰り返し累重する覆瓦状構造を呈するとみなした。さらに Ujiie and Oba (1991 a, b) は、チャート相に背斜軸が、碎屑岩相に向斜軸が発達し、それぞれの軸面は北西に高角度で傾斜する等斜褶曲構造をなすと考えた。しかし、本研究の地質調査によれば、伊平屋島北部のヤーヘ岩付近や南東部の我喜屋^{がきや}付近には、長径数 cm~300 m のブロック状の石灰岩、緑色岩、チャートおよび砂岩が泥岩基質中に取り込

Fig. 3. Geologic map of Iheya and Izena Islands (partly modified from Ujiie and Oba, 1991 a), and localities of radiolarian occurrences.

まれた産状を呈することが観察される（Fig. 4）。したがって、本地域の付加コンプレックスは単純な覆瓦状構造を示すのではなく、付加コンプレックスの一部もしくは広域的にこのような混在岩相が含まれることを示しており、上記の大規模な層状チャート岩体も混在岩中の異地性岩体である可能性がある。後述するように放散虫化石の年代に基づけば、伊平屋島の北東部海岸に露出する層状チャート岩体の一部に層序の逆転が認められる。

鏡下観察によれば、泥岩には定向配列した非常に微細な再結晶白雲母が普遍的に認められる。また緑色岩には、緑泥石、緑れん石、パンベリー石、曹長石、石英などの変成鉱物が観察される。これらのことから、本地域の付加コンプレックス

Fig. 4. Mode of occurrence of blocks of sandstone (ss) and limestone (ls) emplaced into mudstone matrices around Yaheiwa (a: Loc. 1) and Gakiya (b: Loc. 2). See Fig. 3 for localities. The hammer as a scale is about 30 cm in length.

はぶどう石-パンペリー石相程度の広域変成作用を受けている、と考えられる。

放散虫化石

構成岩類の堆積年代を決定し、付加コンプレックスの形成年代を明らかにする目的で、伊平屋島および伊是名島において 37 地点から 70 試料の層状チャートおよび泥岩を採取し、放散虫化石の抽出を試みた。これらのうち伊平屋島北東部海岸の 3 地点（セクション A, B, C）については以下に示すように、30 cm～1 m 間隔で連続的に層状チャートおよび珪質粘土岩試料を採取し、詳細な堆積年代の決定を試みた。その結果、20 試料の層状チャートおよび 6 試料の泥岩から、年代決定に有効な放散虫化石が得られた。産出化石のリストを Table 1 と 2 に、産出地点を Fig. 3 にそれぞれ示す。また、セクション A, B および C の地質柱状図を Fig. 5 に示す。

1. 産出化石と年代

A) 層状チャート

セクション A の地層は N 54° E の走向を示し、60° 前後で

南東に傾斜する。本セクションは赤褐色層状チャートからなり、赤褐色珪質粘土岩を頻繁に挟む。その中央部には、厚さ約 1 m の灰白色塊状チャートが挟まれる。本セクションの層厚は 5.9 m である。見かけの上位から下位に向かって、310-09, -10, -11～-20 の順に岩石試料の採取を行った (Fig. 5)。見かけの最上部となる 310-10 から産出した *Pseudoalbaillella* cf. *nodosa* Ishiga や *P. cf. annulata* Ishiga は、石炭紀新世を示すとされる *P. nodosa* 帯の代表的な放散虫である (Ishiga, 1990)。その見掛けの下位層準となる 310-11, -12 および -16 からは、*P. cf. nodosa* に代って *P. cf. chilensis* Ling and Forsythe と *P. cf. scalprata* Holdsworth and Jones とを得た。これらの群集は石炭紀新世～ペルム紀古世前期を示すとされる *P. bulbosa* 帯ないし *P. u-forma* m. I 帯に特徴的に含まれる (Ling and Forsythe, 1987; Ishiga, 1990)。以上のように、本セクションは *P. nodosa* 帯から *P. bulbosa* 帯ないし *P. u-forma* m. I 帯に相当し、石炭紀新世～ペルム紀古世前期の連続した層序をもつと考えられる。また、見かけの上位から下位に向かって放散虫化石群集の年代が若くなることから、本セクションは逆転しているとみなされる。

セクション B の地層はほぼ E-W の走向を示し、80～90° で北に傾斜する。本セクションは 10.2 m の層厚をもつ赤褐色層状チャートからなり、見かけの上位層準に赤褐色珪質粘土岩を挟む。一部に小規模な断層が認められる。見かけの上位から下位に向かって、310-22, -24, -25～-28 の順に岩石試料の採取を行った (Fig. 5)。本セクションからは、*Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* Ishiga and Imoto, *P. fusiformis* (Holdsworth and Jones), *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto および *F. scholasticus* Ormiston and Babcock が産出し、見かけの上位層準に *Pseudoalbaillella* 属が、見かけの下位層準に *Follicucullus* 属がそれぞれ含まれる傾向がある。これらのうち、310-22, -24 および -25 から産出した *P. sp. aff. P. longicornis* や *P. fusiformis* は、ペルム紀中世を示すとされる *P. longtanensis* 帯ないし *P. globosa* 帯を特徴づける放散虫である (Ishiga, 1990)。これらの試料の見かけの下位層準となる 310-26 からは *F. monacanthus* が、さらにその見かけの下位層準となる 310-27 からは *F. scholasticus* がそれぞれ産出しはじめることから、前者はペルム紀中世後期の *F. monacanthus* 帯 (Ishiga, 1990) に、後者はペルム紀中世後期～新世前期の *F. scholasticus* 帯 (Ishiga, 1990) にそれぞれ対比される。以上のように、セクション B には小規模な断層が認められるものの、放散虫化石に基づく年代に大きなギャップが認められないことから、本セクションはペルム紀中世から新世前期の連続した層序をもつ可能性が高い。また、見掛けの上位から下位に向かって放散虫化石の年代が若くなることから、本セクションは逆転しているとみなされる。

セクション C の地層は N 70° E の走向を示し、80～90° で北に傾斜する。本セクションは灰白色層状チャート（層状チャートユニット）と緑灰色層状チャート、緑灰色珪質粘土岩および黒色粘土岩の互層（互層ユニット）とからなり、小

Table 1. A list of Late Carboniferous to Late Permian radiolarians from bedded chert in Iheya and Izena Islands.

Late Carboniferous-Permian Radiolarian	Sample No.	Section A					Section B					Sec. C									
		310-09	310-10	310-11	310-12	310-16	310-20	309-07	311-40	312-14	311-05	310-22	310-24	310-25	310-26	310-27	310-28	311-41	311-42	313-15	313-09
Specific name																					
<i>Pseudoalbaillella</i> cf. <i>nodosa</i>		X																			
<i>P.</i> cf. <i>annulata</i>		X	X	X	X																
<i>P.</i> cf. <i>chilensis</i>			X	X	X																
<i>P. simplex</i>							X														
<i>P.</i> cf. <i>elegans</i>								X													
<i>P.</i> cf. <i>scalprata</i>				X	X																
<i>P. lomentaria</i>									X												
<i>P. fusiformis</i>										X			X	X							
<i>P.</i> sp. aff. <i>P. longicornis</i>										X	X	X	X								
<i>P.</i> sp.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
<i>Follicucullus monacanthus</i>														X							
<i>F. scholasticus</i>															X	X	X	X	X		X
<i>F.</i> sp.														X	X	X	X	X			
<i>Albaillella levis</i>																			X		
<i>A.</i> sp.																			X		
<i>Neobalbaillella</i> cf. <i>pseudogrypa</i>																					X
<i>N.</i> sp.																				X	X

Table 2. A list of Jurassic radiolarians from mud-stone in Iheya Island.

Jurassic Radiolarian	Sample No.	309-09	311-22	311-15	311-26	309-08	310-45
<i>Parahsuum</i> spp.		X	X			X	X
<i>Droetus</i> sp.						X	
<i>Bagotum</i> sp.		X	X				
<i>Canoptum</i> cf. <i>poissoni</i>				X			
<i>C.</i> sp.			X				
<i>Hsuum</i> spp.		X				X	X
<i>Trillus</i> cf. <i>elkhornensis</i>				X		X	
<i>Archicapsa</i> cf. <i>pachyderma</i>						X	X
<i>Stichocapsa</i> cf. <i>japonica</i>						X	
<i>S.</i> sp.			X				
<i>Eucyrtidiellum</i> aff. <i>unumaense</i>						X	X
<i>E.</i> (?) sp.		X					
<i>Parvicingula</i> spp.		X		X	X	X	
<i>Dictyomitrella</i> cf. <i>kamoensis</i>							X
<i>D.</i> sp.		X					
<i>D.</i> (?) sp.			X	X			
<i>Tricolocapsa plicarum</i>							X
<i>T. ruesti</i>							X
<i>T.</i> (?) sp. aff. <i>T.</i> (?) <i>fusiformis</i>							X
<i>T.</i> sp.							X
<i>T.</i> (?) sp.			X				
<i>Unuma</i> sp.							X

規模な断層を境に互層ユニットの見掛けの上位に層状チャートユニットが重なる。本セクションの層厚は5.7 mである (Fig. 5)。層状チャートユニットの313-09からは、*Follicucullus scholasticus* および *Neobalbaillella* cf. *pseudogrypa* Sashida and Tonishi を得た。*N. pseudogrypa* はペルム紀新世後期を示すとされる *N. ornithoformis* 帯ないし *N. optima* 帯 (Kuwahara et al., 1998 による再定義を参照) から産出される (例えば, Sashida and Tonishi, 1988 ; 桑原・八尾, 1998)。互層ユニットからは、放散虫化石は産出されなかった。最近、西南日本の美濃-丹波帯および秩父累帯のジュラ紀付加コンプレックスにおいて、地球規模で起こったと考えられている無酸素事件 (磯崎, 1993, 1995) に関連して、ペルム紀/トリアス紀境界付近の層状チャートの岩相変化が詳細に調べられており、層状チャートに伴われて緑灰色珪質粘土岩や黒色粘土岩が産出することが明らかにされている (例えば, 山北, 1987 ; 桑原ほか, 1991 ; 石田ほか, 1992)。また、ペルム紀の粘土岩は *N. optima* 帯の層状チャートの上位に産し、ペルム紀最末期を示すと考えられている (Kuwahara et al., 1998)。岩相の特徴や *N. ornithoformis* 帯ないし *N. optima* 帯の層状チャートに付随する産状から判断して、本セクションの互層ユニットはペルム紀最末期の粘土岩に対比され、層状チャートユニットとは小規模な断層で接するものの、本来層状チャートユニットの上位に互層ユニットが累重する層序をもっていたと考えられる。この層序と見かけの層序とは一致しないことから、本セクションは逆転しているとみなされる。

309-07 と 311-40 とから産出した *Pseudoalbaillella simplex* Ishiga and Imoto と *P.* cf. *elegans* Ishiga and Imoto ならび

に 312-14 から産出した *P. lomentaria* Ishiga and Imoto は、ペルム紀古世を示すとされる *P. u-forma* m. II 帯および *P. lomentaria* 帯をそれぞれ特徴づける放散虫であり、前者より後者のほうが若い (Ishiga, 1990)。311-05 からは、前述したようにペルム紀中世を示すとされる *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* および *P. fusiformis* を得た。

311-41 と 311-42 とは約 5 m の連続した層状チャートの露頭の一部から採取されたもので、それらの試料の採取間隔は約 1 m である。これらのうち 311-42 からは、*Follicucullus scholasticus* および *Albaillella levis* Ishiga, Kito and Imoto を得た。*A. levis* はペルム紀新世後期を示すとされる *Neobalbaillella ornithoformis* 帯ないし *N. optima* 帯を特徴づける放散虫である (Kuwahara et al., 1998)。311-41 からは、ペルム紀中世後期～新世の産出範囲を示す *F. scholasticus* を得た。本試料は 311-42 に近接していることから、その年代はペルム紀新世と考えられる。

B) 泥岩

310-45 から産出した *Trillus* cf. *elkhornensis* Pessagno and Blome, *Archicapsa* cf. *pachyderma* (Tan), *Eucyrtidiellum* aff. *unumaense* (Yao), *Dictyomitrella* cf. *kamoensis* Mizutani and Kido, *Tricolocapsa plicarum* Yao, *T. ruesti* (Tan) および *T.* (?) sp. aff. *T.* (?) *fusiformis* Yao は、ジュラ紀中世の *T. plicarum* 帯を特徴づける放散虫である (Matsuoka, 1995c)。

309-08 から産出した *Archicapsa* cf. *pachyderma*, *Stichocapsa* cf. *japonica* Yao および *Eucyrtidiellum* aff. *unumaense* は、ジュラ紀中世を示すとされる *Laxtorum* (?) *jurassicum* 帯ないし *Tricolocapsa plicarum* 帯を特徴づける

Fig. 5. Lithologic columns of sections A, B and C at northeastern Iheya Island, showing occurrence of Late Carboniferous to Late Permian radiolarians. An arrow at the left side of each column represents a top of a stratigraphy observed at the outcrop.

放散虫である (Matsuoka, 1995c).

309-09 および 311-22 からは, *Parahsuum* sp., *Bagotum* sp., *Canoptum* sp., *Hsuum* sp., *Eucyrtidiellum* (?) sp., *Parvicingula* sp., *Dictyomitrella* sp., *Stichocapsa* sp. などを得た. *Parahsuum* 属, *Canoptum* 属および *Bagotum* 属はジュラ紀古世に多産し (例えば, Pessagno and Whalen, 1982; Matsuoka and Yao, 1986), *Hsuum* 属や *Parvicingula* 属はジュラ紀古世以降に産出する (Pessagno and Whalen, 1982) ことから, これらの試料の年代はジュラ紀古世のある時期と考えられる.

311-26 からは, *Trillus* cf. *elkhornensis*, *Parvicingula* sp. および *Dictyomitrella* (?) sp. を得た. 詳細な年代を特定することはできないが, *T. elkhornensis* の産出範囲が Pliensbachian 上部から Bajocian 中部であること (Pessagno and Blome, 1980) から考えて, 本試料の年代は Pliensbachian 上部から Bajocian 中部のある時期と推定される.

311-15 からは *Canoptum* cf. *poissoni* Pessagno を得た. *C. poissoni* は下部ジュラ系から産出することが報告されている (Pessagno et al., 1979) ことから, 本試料の年代はジュラ紀古世のある時期と考えられる.

2. 構成岩類の年代

今回, 放散虫化石による年代の検討によって, 伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックスには, 石炭紀新世〜ペル

ム紀新世後期の層状チャート, ペルム紀最末期の珪質粘土岩, およびジュラ紀古世〜中世の泥岩が含まれることが明らかになった.

これまでに, これらの島々の付加コンプレックスを対象として, 以下のような微化石に基づく年代の検討がなされている. Ishibashi (1968) は伊平屋島の 5 地点のレンズ状石灰岩からペルム紀のフズリナの産出を, すなわち 2 地点からペルム紀古世の *Pseudofusulina* sp., *Beedina* spp., *Pseudoschwagerina* sp.などを, 2 地点からペルム紀中世前期の *Misellina claudiae* (Deprat), *Misellina* sp., *Parafusulina* spp.を, 1 地点からペルム紀中世後期の *Neoschwagerina* cf. *margaritae* (Deprat) を, それぞれ報告した. また, 氏家・橋本 (1983) および Ujiie and Oba (1991a) は伊平屋島および伊是名島の多くの地点の層状チャートからペルム紀古世〜中世初頭を示す *Pseudoalbaillella u-forma* m. I 帯〜*Albaillella sinuata* 帯 (Ishiga, 1990) の放散虫を, 伊平屋島の 1 地点の層状チャートからペルム紀新世の放散虫 (*Follicucullus* cf. *ventricosus* Ormiston and Babcock) を, 伊平屋島および伊是名島の各 1 地点の層状チャートからトリアス紀中世の放散虫 (*Archaeospongoprimum spinulosum* Nakaseko and Nishimura) を, それぞれ報告した. さらに, Ujiie and Oba (1991b) は伊是名島の 2 地点の珪質泥岩からジュラ紀古世の放散虫 (*Hsuum minoratum* Sashida など) を, 伊平屋島の 1 地点の泥岩からジュラ紀古世の放散虫

(*Parahsuum simplum* Yao) を、それぞれ報告した。

なお, Ujiie and Oba (1991b) は伊平屋島の北東部海岸 (本研究の 309-08 や 309-09 と近接した地点) から採取した 3 試料の泥岩について、同一試料から年代の異なる放散虫を報告した。これらのうち、2 試料についてはジュラ紀古世の *Parahsuum simplum*, ジュラ紀中世～新世の *Hsuum maxwelli* Pessagno などが、もう 1 試料についてはジュラ紀新世の *Paronaella mulleri* Pessagno, ジュラ紀古世の *Hsuum* (?) *minoratum*, トリアス紀の *Homoeoparonaella* (?) sp. A などがそれぞれ同一試料から報告されている。そして前者の年代はジュラ紀古世に、後者の年代はジュラ紀新世にそれぞれ位置づけられている。しかし、このように年代が異なる放散虫が同一試料から得られたことに対して、十分な言及はなされておらず、これらの泥岩試料の正確な年代については不明瞭な点が多い。このため本稿ではこれ以降、以上の泥岩試料の微化石年代を議論の対象としない。

以上の報告に本研究の検討結果を加えて構成岩類の年代範囲を整理すると、以下ようになる。

石灰岩：ペルム紀古世～中世

層状チャート：石炭紀新世～ペルム紀新世後期、トリアス紀中世

珪質粘土岩：ペルム紀最末期

珪質泥岩：ジュラ紀古世

泥岩：ジュラ紀古世～中世

考 察

微化石による年代の検討結果に基づいて、伊平屋島および伊是名島に分布する付加コンプレックスの海洋プレート層序の復元を試みる。また、そのほかの沖縄諸島 (本部半島および伊江島) の秩父南帯付加コンプレックスについて、筆者らによる地質調査、鏡下観察および K-Ar 年代測定とこれまで報告されてきた岩相特性や化石年代資料を検討し、それらに基づいて海洋プレート層序を復元するとともに新たなユニット区分を提案する。さらに、沖縄諸島の秩父南帯付加コンプレックスと西南日本との広域的な対比を試みる。

1. 海洋プレート層序の復元

微化石年代の検討によって、伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックスには、石炭紀新世からジュラ紀中世までのさまざまな堆積年代をもつ岩石が含まれ、石灰岩および層状チャート (石炭紀新世～トリアス紀中世)、珪質泥岩 (ジュラ紀古世)、泥岩 (ジュラ紀古世～中世) の順に若くなる傾向にあることが明らかになった。今回詳細に検討したように、層状チャートには石炭紀新世～ペルム紀古世前期 (セクション A)、ペルム紀中世～新世前期 (セクション B) およびペルム紀新世後期 (セクション C) のほぼ連続した層序が含まれており、少なくとも石炭紀新世からトリアス紀中世にわたって、層状チャートは本来連続した層序をもっていたと考えられる。一般に、西南日本の美濃・丹波帯や秩父累帯のジュラ紀付加コンプレックスには、ペルム紀/トリアス紀境界付近の珪質粘土岩や黒色粘土岩が産することが知られている (例えば、山北, 1987; 桑原ほか, 1991; 石田ほか, 1992)。本地域

では、セクション C においてペルム紀最末期と考えられる珪質粘土岩および黒色粘土岩が産することが明らかにされたものの、トリアス紀古世の珪質粘土岩や黒色粘土岩はこれまで確認されていない。今後さらに詳細な検討によって、トリアス紀古世の粘土岩の存在が明らかになる可能性がある。

トリアス紀の層状チャートとジュラ紀の珪質泥岩との地質学的関係、およびジュラ紀の珪質泥岩と泥岩と地質学的関係は、これまで野外で確認されていない。しかし、珪質泥岩の堆積年代は層状チャートの堆積年代より若いこと、泥岩の堆積年代は珪質泥岩の堆積年代よりさらに若いことから、本来層状チャートの上位に珪質泥岩が重なり、さらにその上位に泥岩が重なる層序をなしていた可能性が高い。このことについては、今後さらに詳細な microfossil mapping による検討が必要であろう。

以上のことを総合すると、伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックスの海洋プレート層序は、Fig. 6 の左欄に示した地質柱状図のように復元される。一般に、西南日本の美濃・丹波帯や秩父累帯のジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスにおいては、層状チャートから珪質泥岩に、珪質泥岩からさらに泥岩に漸移的に岩相が変化し、かつ層状チャート、珪質泥岩、泥岩の順に微化石の年代が若くなる海洋プレート層序が報告されている (例えば、松岡, 1984; 大塚, 1985; 高田, 1987; Matsuda and Isozaki, 1991)。本地域の層序は一部に欠如はあるものの、下位から上位に向かって、石灰岩、層状チャート、珪質泥岩、泥岩の順に若くなり、上記のような一般的な海洋プレート層序と同様な特徴を示す。その中で、付加作用の時期は砕屑岩の最も若い化石年代によって推定される (例えば、松岡, 1984; 磯崎, 1986; Isozaki et al., 1990; Matsuda and Isozaki, 1991)。海洋プレート層序の最も若い泥岩の年代から判断して、本地域の付加コンプレックスはジュラ紀中世前期ごろに海溝周辺で形成されたと推定される。

なお、本地域の付加コンプレックスはぶどう石-パンペリー石相程度の弱い広域変成作用を受けている。一般に、付加コンプレックスは付加作用の 1,000～3,000 万年後に沈み込み帯の一部で広域変成作用を受けたことが、西南日本の各地で明らかにされてきた (例えば、西村ほか, 1989; 鈴木ほか, 1990; 高見ほか, 1990, 1993; 河戸ほか, 1991)。伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックスも西南日本の付加コンプレックスと同様な過程で広域変成作用を受けたと考えられ、その年代はジュラ紀末～白亜紀初頭ごろと推測される。

2. 秩父南帯付加コンプレックスのユニット区分

沖縄諸島に分布する秩父南帯付加コンプレックスについては、これまで多くの研究者によって地質調査および化石の報告がなされ (前掲の論文)、いくつかの地質体に区分される考えが提示されてきた (例えば、Ishibashi, 1968; 橋本ほか, 1976; 藤田, 1980; Takahashi and Kashima, 1980; Fujita, 1989)。本稿では、Fujita (1989) の地層区分を基本とし、既報の岩相特性や化石年代資料ならびに筆者らの地質調査による岩相特性の確認、鏡下観察および K-Ar 年代測定をもとに、秩父南帯付加コンプレックスが三つのユニットに区分さ

Fig. 6. Reconstructed oceanic plate stratigraphies of the Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes (Iheya, Ie and Motobu units) in the Southern Chichibu Belt of the Okinawa Islands. Radiolarian zones are adopted from Yao et al. (1982), Ishiga (1990), Sugiyama (1992), Matsuoka (1995c) and Kuwahara et al. (1998). Tc: *Triassocampe coronata*, Hg: *Hozmadia gifuensis*. Geologic time scale is after Harland et al. (1990).

れうることを新たに提案する。それらユニットを主要な地名にちなんで北西から南東に向かって、伊平屋ユニット、伊江ユニット、本部ユニットと呼ぶことにする (Fig. 7)。各ユニットの復元した海洋プレート層序を Fig. 6 に示す。

伊平屋ユニットは本研究で検討した伊平屋島および伊是名島のほかに、伊江島北部にも分布する。伊江島北部の湧出には、ペルム紀の放散虫化石を含む赤褐色層状チャートが小規模に露出しており (Ujiié and Oba, 1991a; Shen et al., 1996)、その年代および岩相の特徴は伊平屋島および伊是名島の層状チャートの特徴に酷似する。このことから、この湧出の層状チャートは本ユニットに含まれると考えられる。上述したように、本ユニットはジュラ紀中世前期に形成された付加コンプレックスである。

伊江ユニットは伊江島東部 (城山層: Fujita, 1989) および本部半島北西端の備瀬崎に分布する。本ユニットは層状チャートと砂岩を伴う泥岩とが繰り返し配列する岩相を呈する (氏家・橋本, 1983 の第4図参照)。層状チャートと泥岩との分布形態から判断して、本ユニットは層状チャートから泥岩に漸移的に変化する層序をもったチャート-碎屑岩シーケンスが繰り返し累重する覆瓦状構造を呈する可能性が高い。本ユニットからはこれまでに層状チャートからペルム紀新世、トリアス紀新世～ジュラ紀新世の放散虫化石が、珪質泥岩および泥岩からジュラ紀新世～白亜紀初頭の放散虫化石が、それぞれ報告されている (氏家・橋本, 1983; Fujita, 1989; Ujiié and Oba, 1991a, b; 鈴木, 1992; Matsuoka, 1995b; Shen et al., 1996)。これらの岩相特性および化石年

Fig. 7. Unit division of the Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Southern Chichibu Belt of the Okinawa Islands.

代に基づいて海洋プレート層序を復元すると、Fig. 6 の中欄のように示される。最も若い泥岩の堆積年代から判断して、本ユニットは白亜紀初頭に付加コンプレックスとして形成されたと推定される。

本部ユニットは本部半島北西端の備瀬崎以外の本部半島全体で、かつ仏像構造線の北西側領域に分布する。従来の地層区分の今帰仁層、与那嶺層、本部層、湧川層などを含む。本ユニットは泥岩基質とさまざまな大きさのブロック状の緑色岩、石灰岩、チャートおよび砂岩の岩体からなる混在岩相を呈する（藤田, 1980, 1983 a）。本部半島の北東延長にあたる塩屋、辺戸名および辺戸岬付近にも、石灰岩およびこれに伴った緑色岩の岩体が小規模に分布しており（Fig. 7）、本部半島の石灰岩と岩相上酷似する（高橋・鹿島, 1980；氏家, 1990）。とくに辺土岬の層状石灰岩からは、トリアス紀新世（Carnian）を示すアンモナイト化石（*Discotropites sulcatus* Calcara）の産出が報告されており、本ユニット中の今帰仁層の層状石灰岩に対比されている（石橋, 1974）。以上のことから、これら地域の石灰岩および緑色岩の岩体も本ユニットに含まれると考えられる。

これまでに、本部ユニットからは以下のような年代を示す

さまざまな化石が報告されている。石灰岩からはペルム紀中世のフズリナ（Hanzawa, 1935；橋本ほか, 1976；藤田, 1980, 1983 a, b；Fujita, 1989）、トリアス紀新世（Canian）のアンモナイト（Ishibashi, 1969）、ハロピア（Kobayashi and Ishibashi, 1970）およびコノドント（Koike and Ishibashi, 1974）の産出がそれぞれ報告されている。また、チャートからはペルム紀新世、トリアス紀中世（Anisian～Ladinian）およびトリアス紀新世（Norian）を示すコノドントの産出が報告されている（藤田, 1980, 1983 a；Fujita, 1989）。さらに、泥岩からは白亜紀古世（Valanginian～Barremian）の放散虫の産出が報告されている（藤田, 1980, 1983 a, b；Fujita, 1989）。これらの化石年代と岩相特性に基づいて海洋プレート層序を復元すると、Fig. 6 の右欄のように示される。最も若い泥岩の堆積年代から判断して、本ユニットは白亜紀古世に付加コンプレックスとして形成されたと推定される。

本部半島西部に分布する今帰仁層（Fig. 2）は、Ishibashi（1969）による命名以来、独立した地質体として扱われてきた（例えば、橋本ほか, 1976；藤田, 1980；Takahashi and Kashima, 1980；氏家, 1990, 1996）。本層はおもに緑色岩（玄

武岩質溶岩、塩基性火砕岩) および層状ないし塊状石灰岩 (micrite, oomicrite, intraclast bearing biomicrite, biomicrite など) から構成されており (Ishibashi, 1969; 橋本ほか, 1976; 藤田, 1980), その岩相の特徴から過去の海底火山体およびその上位に発達した礁性石灰岩の一部と考えられる。層状石灰岩からは、テチス海の要素をもつトリアス紀新世のアンモナイトやハロピアの産出が報告されている (Ishibashi, 1969; Kobayashi and Ishibashi, 1970)。一般に、西南日本各地の秩父累帯ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックス中には、テチス海要素のトリアス紀化石を含む海山起源の石灰岩岩体が産し (例えば, Kanmera, 1964; Tamura, 1981; 田村, 1992), その産状から判断して石灰岩岩体は混在岩相中の異地性岩体であるとみなされている (例えば, 大和大峰研究グループ, 1981)。したがって、今帰仁層も同様に本部ユニットの混在岩相中の大規模な異地性岩体であると考えるのが妥当である。

本部半島東部に分布する湧川層 (Fig. 2) は、泥質千枚岩を主体とし砂岩および緑色岩を伴う。本層は藤田 (1980) によって命名されたが、化石が産出しないために、その帰属は不明とされてきた。氏家 (1990, 1996) は湧川層を秩父南帯に含めているが、その積極的な証拠は示されていない。筆者らの検討結果によれば、湧川層の緑色岩は緑泥石、緑れん石、パンペリー石、アクチノ閃石、曹長石、石英などの変成鉱物を晶出しており、本層はパンペリー石-アクチノ閃石相程度の広域変成作用を受けている (小島ほか, 1998)。湧川層の周囲に分布する与那嶺層 (Fig. 2) の緑色岩からも同種の変成鉱物が確認されている。また、泥質岩中の再結晶白雲母の K-Ar 年代を測定した結果、湧川層から 70～75 Ma が、与那嶺層から 71～75 Ma が、それぞれ得られた (小島ほか, 1998)。両者の K-Ar 年代が一致すること、および同種の変成鉱物組み合わせが認められることから、湧川層と与那嶺層とは同時期に同程度の広域変成作用を受けたと考えられる。したがって、湧川層は与那嶺層、本部層および今帰仁層とともに本部ユニットを構成するとみなすのが妥当である。なお、本部ユニットの変成作用や K-Ar 年代については、稿を改めて報告する計画である。

以上のように、沖縄諸島の秩父南帯の付加コンプレックスは、ジュラ紀中世、白亜紀初頭および白亜紀古世にそれぞれ形成された三つのユニットに分けられ、北西から南東 (大陸側から海溝側) に向かって伊平屋ユニット、伊江ユニット、本部ユニットの順に形成年代が若くなる年代極性を示す。これらの地質体は離島に露出したり、第四紀の琉球層群に比較的広域に覆われており、それらユニットの分布範囲が限定されるため、野外におけるユニット間の地質学的関係の観察は非常に困難である。一般に、西南日本のように海洋プレート収束域において発達した付加型造山帯の内部構造は、大陸側から海溝側に向かってかつ構造的上位から下位に向かってより若い付加コンプレックスが順次累重する特徴をもつ (磯崎・丸山, 1991; Isozaki, 1997)。沖縄諸島の付加コンプレックスも同様に、海洋プレート収束域において形成された造山帯の一部とみなされ、大陸側から海溝側に向かって付加

Table 3. Comparison of geologic division of the Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Southern Chichibu Belt of the Okinawa Islands.

Fujita (1989)	Ujiié (1990, 1996)	this study
Wakugawa area Wakugawa Formation	Motobu Zone	Motobu Unit
Motobu area Motobu and Yonamine Formations		
Nakijin - Gusukuyama area Nakijin Formation Gusukuyama Formation	Nakijin Zone	le Unit
Iheya area Iheya, Izena, Maedake and le Formations	Iheya Zone	Iheya Unit

コンプレックスの形成年代が若くなる年代極性を示す。また、付加コンプレックスの構成岩類がもつ面構造は一般に北東-南西方向の走向を示し、北西に傾斜する (藤田, 1980, 1983a; 氏家・橋本, 1983; Fujita, 1989; Ujiié and Oba, 1991a)。したがって、上記の三つの地質ユニットは、北西に傾斜する断層を境に構造的に上位から下位に向かって伊平屋ユニット、伊江ユニット、本部ユニットの順に累重すると考えられる。

Fujita (1989) は沖縄諸島の秩父南帯付加コンプレックスについてすでに地層区分を行っており (Table 3)、本稿の本部ユニット (湧川層および今帰仁層を除く) に相当する部分の緑色岩、チャートおよび石灰岩の岩体がより古い地質体 (本稿の伊平屋ユニットおよび伊江ユニット) に由来すること、地質体の形成年代が北西から南東に向かって若くなることを指摘した。さらに、Fujita (1989) はこのような形成年代の地域的変化を地質体が形成された堆積盆の南東側への移動で説明した。しかし、付加コンプレックスの形成時には、陸側斜面を形成するより古い付加コンプレックスの崩壊に起因して異地性岩体が混入する可能性はあるものの (例えば、紀伊半島中央部の白亜紀新世付加コンプレックス: 大和大峰研究グループ, 1992)、付加コンプレックスを構成する緑色岩、チャート、石灰岩などの岩体のほとんどは、付加コンプレックスが形成される時に海洋プレート側からもたらされたとみなされる。また、付加コンプレックスの形成年代が南東側に向かって若くなる年代極性は、上述したように大陸側から海溝側に向かってかつ構造的上位から下位に向かって、より若い付加コンプレックスが成長する付加型造山帯の特徴を示していると考えられる。

また、氏家 (1990, 1996) は沖縄諸島の秩父南帯付加コンプレックスを、北西から南東に向かってジュラ紀～白亜紀初頭の伊平屋帯 (本稿の伊平屋ユニットおよび伊江ユニット)、トリアス紀新世の今帰仁帯 (今帰仁層)、白亜紀新世の本部帯 (今帰仁層を除く本部ユニット) に区分し (Table 3)、この順で構造的に上位から下位に向かって累重する基盤構造概念の断面図を示した。これは上述の付加型造山帯の内部構造を反

映したものではあるが、今帰仁層を独立した地質体として扱うよりも本部ユニットの混在岩相中の異地性岩体とみなしたほうが妥当である。

3. 西南日本秩父南帯付加コンプレックスとの対比

西南日本の秩父累帯ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスについては、これまで microfossil mapping を基調とした研究が各地でなされ、海洋プレート層序の岩相組み合わせと各岩相の地質時代に基づいて、付加コンプレックスがいくつかの地質ユニットに区分されることが明らかにされてきた(例えば、松岡, 1984; 久田・岸田, 1986; Hada and Kurimoto, 1990; Matsuoka, 1992; Nishi, 1994)。さらに、秩父累帯ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスについてこれまで報告された岩相特性、化石年代、海洋プレート層序、K-Ar 年代などをもとに、広域に適応するユニット区分が提案されている(松岡ほか, 1998)。

今回、沖縄諸島の秩父南帯ジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスについて海洋プレート層序が復元され、上述したように付加コンプレックスが形成年代の異なる三つの地質ユニット(伊平屋、伊江、本部ユニット)に区分されることが提示された。これらのうち、本部ユニットはその特徴として、①緑色岩、石灰岩、チャート、砂岩および泥岩からなる混在岩相を呈すること、②テチス海要素のトリアス紀化石を含む石灰岩の岩体を産すること、および③白亜紀古世の付加年代を示すことから、西南日本秩父南帯の南縁部に分布する三宝山ユニット(松岡ほか, 1998)に対比される。

伊江ユニットは①チャート-碎屑岩シークエンスが繰り返し累重する覆瓦状構造を呈すると考えられること、②三宝山ユニットに対比される本部ユニットの北西側(大陸側)に分布することから、秩父南帯中央部に分布する斗賀野ユニット(松岡ほか, 1998)に類似する(Matsuoka, 1995a, b)。しかし、伊江ユニットの付加年代は白亜紀初頭であるのに対し、斗賀野ユニットの付加年代はジュラ紀中世～新世であり、前者のほうが若い傾向を示す。伊江ユニットの付加年代は、斗賀野ユニットよりもむしろ三宝山ユニットの付加年代(ジュラ紀新世末～白亜紀古世)に類似する。一般に西南日本秩父南帯では、チャート-碎屑岩シークエンスで特徴づけられる岩相を呈する地質体は斗賀野ユニットに含まれ、三宝山ユニットには含まれない(松岡ほか, 1998を参照)。また、松岡ほか(1998)によるユニット区分は基本的に岩質上の性質で定義され、産出化石による地層の年代はユニットの属性とみなされている。したがって、伊江ユニットを斗賀野ユニットに対比するほうが妥当である。チャート-碎屑岩シークエンスで特徴づけられる付加コンプレックスが形成されたのは、西南日本秩父南帯では一般にジュラ紀中世～新世であるのに対し、沖縄諸島では少なくとも白亜紀初頭であることは、そのような付加コンプレックスの形成過程に関して地域的な相違があったと考えられる。

伊平屋ユニットは①緑色岩、石灰岩、チャート、砂岩および泥岩からなる混在岩相を呈すること、②石炭紀新世～ペルム紀新世の層状チャートを豊富に含むこと、③ジュラ紀中世前期の付加年代を示すこと、および④斗賀野ユニットに対

比される伊江ユニットの北西側(大陸側)に分布することから、秩父南帯の北縁部に分布する大平山ユニット(松岡ほか, 1998)に対比される。

以上のように、沖縄諸島の秩父南帯付加コンプレックスは、西南日本秩父南帯のジュラ紀中世～白亜紀古世付加コンプレックスに対比され、秩父南帯における広域的なユニット区分(松岡ほか, 1998)とほぼ同様なユニットに区分されることが指摘される。

ま と め

中琉球弧、沖縄諸島の秩父南帯において、①伊平屋島および伊是名島に分布する付加コンプレックスを対象とした放散虫化石の年代と岩相特性の検討、および②伊平屋島および伊是名島を除く付加コンプレックスについて岩相特性や化石年代資料の再検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

1. 伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックス(伊平屋ユニット)は、石炭紀新世～トリアス紀中世の層状チャート、ペルム紀最末期の珪質粘土岩、ペルム紀古世～中世の石灰岩、ジュラ紀古世の珪質泥岩、およびジュラ紀古世～中世の泥岩などを含む混在岩相からなる。

2. 復元された海洋プレート層序に基づけば、伊平屋ユニットはジュラ紀中世前期に付加コンプレックスとして形成されたと推定される(Fig. 6)。

3. 岩相特性や化石年代から復元された海洋プレート層序の特徴に基づいて、秩父南帯付加コンプレックスは、北西から南東に向かって伊平屋ユニット、伊江ユニット、本部ユニットに区分される。伊江ユニットは白亜紀初頭に、本部ユニットは白亜紀古世にそれぞれ付加コンプレックスとして形成されたと推定される(Fig. 6)。

4. これらのユニットは構造的に上位から下位に向かって伊平屋ユニット、伊江ユニット、本部ユニットの順に累重し、この順に付加年代が若くなる年代極性を示す(Fig. 7)。

5. このようなユニット区分は、西南日本外帯の秩父南帯の広域的なユニット区分にほぼ一致する。すなわち、伊平屋ユニットは大平山ユニットに、伊江ユニットは斗賀野ユニットに、本部ユニットは三宝山ユニットに、それぞれ対比される。

謝 辞

元山口大学理学部の谷口貴子さんには、野外地質調査および岩石試料の採取に際してご協力いただいた。大阪市立大学理学部の八尾 昭教授および桑原希世子博士には、放散虫化石の同定に際してご助力いただいた。山口大学理学部の君波和雄教授および地史研究室の学生の方々には、放散虫化石の電子顕微鏡写真撮影に関してご助力いただいた。研究費の一部は文部省科学研究費補助金(基盤研究B:07454121, 研究代表者:西村祐二郎)を使用した。ここに記して、感謝する。

文 献

- Bowin, C. and Reynolds, P. H., 1975, Radiometric ages from Ryukyu arc region and an $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age from biotite dacite on Okinawa. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **27**, 363-370.
- 大四雅弘・林 正雄, 1982, 沖縄本島主部に分布する貫入岩類の fission track 年代. 琉球列島の地質学研究, **6**, 5-10.
- 大四雅弘・林 正雄・加藤祐三, 1986, 琉球列島産新生代酸性貫入岩類のフィッシュン・トラック年代. 岩鉱, **81**, 324-332.
- 大四雅弘・林 正雄・加藤祐三, 1987, 琉球列島産新生代火山岩類の放射年代. 岩鉱, **82**, 370-381.
- Faure, M., Monié, P. and Fabbri, O., 1988, Microtectonics and ^{39}Ar - ^{40}Ar dating of high pressure metamorphic rocks of the south Ryukyu Arc and their bearings on the pre-Eocene geodynamic evolution of Eastern Asia. *Tectonophysics*, **156**, 133-143.
- 藤田 宏, 1980, 本部半島の先第三系基盤岩類. 琉球列島の地質学研究, **5**, 1-20.
- 藤田 宏, 1983a, 沖縄島・本部半島の“古生層”. 地質学論集, no. 22, 3-13.
- 藤田 宏, 1983b, 沖縄島本部半島からの白亜紀放射虫化石. 月刊地球, **5**, 733-738.
- Fujita, H., 1989, Stratigraphy and geologic structure of the pre-Neogene strata in the central Ryukyu Islands. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, [C], **9**, 237-284.
- Hada, S. 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*, Publ. IGCP Project No. 224: Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, Osaka, 165-183.
- Hanzawa, S., 1935, Topography and geology of the Riukiu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, [2], Geol., **17**, 1-61.
- 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.
- 橋本修一・中川久夫, 1978, 沖縄本島北部の地質Ⅲ—琉球列島中部の地質構造について. 琉球列島の地質学研究, **3**, 23-29.
- 橋本修一・吉田和郎・箕浦幸治・中川久夫, 1976, 沖縄本島北部の地質(中間報告). 琉球列島の地質学研究, **1**, 9-20.
- 久田健一郎・岸田容司郎, 1986, 関東山地西部の浜平層群—ジュラ系—下部白亜系付加体の発達過程—. 地質雑, **92**, 569-590.
- Ishibashi, T., 1968, Bedrock geology of Iheya Islands, Okinawa Island group. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, **13**, 51-72.
- Ishibashi, T., 1969, Stratigraphy of the Triassic Formation in Okinawa-jima, Ryukyus. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, [D], Geol., **19**, 373-385.
- 石橋 毅, 1974, 沖縄島辺土岬の三畳系. 地質雑, **80**, 329-330.
- 石田耕太郎・山下雅之・石賀裕明, 1992, 丹波帯の遠洋性堆積物中の P/T 境界について. 島根大地研報, **11**, 39-57.
- Ishiga, H., 1990, Paleozoic radiolarians. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Publ. IGCP Project No. 224: Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, Osaka, 285-295.
- 磯崎行雄, 1986, 秩父累帯北帯新改層とペルム紀末の黒瀬川地塊北縁収束域. 地質雑, **92**, 497-516.
- 磯崎行雄, 1993, Superanoxia と超大陸の形成: 遠洋深海堆積物中の記録された P-T 境界事件の例. 月刊地球, **15**, 311-313.
- 磯崎行雄, 1995, 古生代/中生代境界での大量絶滅と地球変動. 科学, **65**, 90-100.
- Isozaki, Y., 1997, Jurassic accretion tectonics of Japan. *The Island Arc*, **6**, 25-51.
- 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.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1991, 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体構造区分. 地学雑, **100**, 697-761.
- Isozaki, Y., Maruyama, S. and Furuoka, F., 1990, Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, **181**, 179-205.
- 磯崎行雄・西村祐二郎, 1989, 南琉球石垣島のジュラ紀付加コンプレックス富崎層と後期中生代のアジア東縁収束域. 地質学論集, no. 33, 259-275.
- Kanmera, K., 1964, Triassic coral faunas from the Konosé Group in Kyushu, with notes on stratigraphy by Kametoshi Kanmera and Hiroyasu Furukawa. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, [D], Geol., **15**, 117-147.
- 鹿島愛彦, 1976, 琉球弧における佛像構造線について. 琉球列島の地質学研究, **1**, 43-54.
- 川野良信, 1997, 沖縄島読谷村, 長浜閃緑岩の記載岩石学. 佐賀大文化教育学研究論文集, **2**, 105-114.
- 河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸, 1991, 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. 地質雑, **97**, 959-975.
- 木崎甲子郎, 1985 編著, 琉球弧の地質誌. 沖縄タイムス社, 278 p.
- Kobayashi, T. and Ishibashi, T., 1970, *Halobia styriaca*, Upper Triassic pelecypod, discovered in Okinawa-jima, the Ryukyu Islands. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 77, 243-248.
- Koike, T. and Ishibashi, T., 1974, Upper Triassic conodonts from Okinawa-jima (Paleontological study of the Ryukyu Islands-IV). *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 96, 433-436.
- 小島央彦・西村祐二郎・高見美智夫・板谷徹丸, 1998, 沖縄諸島, 名護層の変成作用と K-Ar 年代. 日本地質学会関西支部・西日本支部合同四国例会演旨, 27.
- Konishi, K., 1963, Pre-Miocene basement complex of Okinawa, and the tectonic belts of the Ryukyu Islands. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, **8**, 569-602.
- 小西健二, 1965, 琉球列島(南西諸島)の構造区分. 地質雑, **71**, 437-457.
- 桑原希世子・中江 訓・八尾 昭, 1991, 美濃・丹波帯のペルム紀新世砥石型珪質泥岩. 地質雑, **97**, 1005-1008.
- 桑原希世子・八尾 昭, 1998, ペルム紀新世放射虫化石群集の多様性. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 11, 33-46.
- Kuwahara, K., Yao, A. and Yamakita, S., 1998, Reexamination of Upper Permian radiolarian biostratigraphy. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, **52**, 391-404.
- Ling, H.-Y. and Forsythe, R. D., 1987, Late Paleozoic pseudoalbalillelid radiolarians from southernmost Chile and their geological significance. In McKenzie, G. D., ed., *Gondwana Six: Structure, tectonics, and geophysics*, 253-260.
- Matsuda, T. and Isozaki, Y., 1991, Well-documented travel history of Mesozoic pelagic chert in Japan: From remote ocean to subduction zone. *Tectonics*, **10**, 475-499.
- Matsumoto, T., Ishikawa, H. and Yamakuchi, S., 1966, A Mesozoic ammonite from Amami-Oshima. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 62, 234-241.
- 松岡 篤, 1984, 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑, **90**, 455-477.
- Matsuoka, A., 1992, Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, southwest Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **96**, 71-88.
- Matsuoka, A., 1995a, Radiolaria-based Jurassic/Cretaceous boundary in Japan. *Proceedings 15th international Symposium Kyungpook Univ.*, 219-232.
- Matsuoka, A., 1995b, Late Jurassic tropical radiolaria: *Vallupus* and its related forms. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **119**, 359-369.
- Matsuoka, A., 1995c, Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *The Island Arc*, **4**, 140-153.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎, 1998, 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. 地質雑, **104**, 634-653.
- Matsuoka, A. and Yao, A., 1986, A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleont.*, **11**, 91-106.
- Nishi, T., 1994, Geology and tectonics of the Sambosan Terrane in eastern Kyushu, Southwest Japan—Stratigraphy, sedimentological features and depositional setting of the Shakumasan Group—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **100**, 199-215.
- Nishimura, Y., 1998, Geotectonic subdivision and areal extent of

- the Sangun belt, Inner Zone of Southwest Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, **16**, 129-140.
- 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.
- 西村祐二郎・松原 康・中村栄三, 1983, 八重山変成岩類の変成分帯と K-Ar 年代, 地質学論集, no. 22, 27-37.
- 遅沢壮一, 1986, 本邦におけるチャート・石灰岩・玄武岩複合岩体の起源, 地質雑, **92**, 709-722.
- 遅沢壮一・相田吉昭・中森 亨・橋本修一・箕浦幸治・堀口敏秋・中川久夫, 1979, 奄美大島の地質 (第 1 報), 琉球列島の地質学研究, **4**, 95-106.
- 遅沢壮一・相田吉昭・中森 亨・新部明郎・蟹沢聰史・中川久夫, 1983, 奄美大島の地質, とくに重力滑動と崩壊による地質の構成について, 地質学論集, no. 22, 39-56.
- 遅沢壮一・橋本修一・吉田和郎・箕浦幸治・中川久夫, 1977, 沖縄本島北部の地質 (中間報告) II, 琉球列島の地質学研究, **2**, 35-40.
- 大塚 勉, 1985, 長野県美濃帯北東部の中・古生界, 地質雑, **91**, 583-598.
- Pessagno, E. A. Jr. and Blome, C. D., 1980, Upper Triassic and Jurassic pantanellinae from California, Oregon and British Columbia. *Micropaleontology*, **26**, 225-273.
- Pessagno, E. A. Jr., Finch, W. and Abbott, P. L., 1979, Upper Triassic radiolaria from the San Hiplito Formation, Baja California. *Micropaleontology*, **25**, 160-197.
- Pessagno, E. A. Jr. and Whalen, P. A., 1982, Lower and Middle Jurassic radiolaria (multicyrtid Nassellariina) from California, east-central Oregon and Queen Charlotte Islands, B.C. *Micropaleontology*, **28**, 111-169.
- Sashida, K. and Tonishi, K., 1988, Additional note on upper Permian radiolarian fauna from Itsukaichi, western part of Tokyo Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., no. 151, 523-542.
- Shen, G., Ujiie, H. and Sashida, K., 1996, Off-scraped Permian-Jurassic bedded chert thrust on Jurassic-early Cretaceous accretionary prism: Radiolarian evidence from Ie Island, central Ryukyu Island Arc. *The Island Arc*, **5**, 156-165.
- Sugiyama, K., 1992, Lower and Middle Triassic radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., no. 167, 1180-1223.
- 鈴木盛久・沖村雄二, 1980, 沖縄本島中部の読谷村に発見された複輝石変成岩について, 琉球列島の地質学研究, **4**, 1-6.
- 鈴木寿志, 1992, 沖縄県伊江島から産出した中生代放散虫化石群集, 日本地質学会第 99 年学術大会演旨, 124.
- 鈴木寿志・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—, 地質雑, **96**, 143-153.
- Suzuki, Y. and Ujiie, H., 1985, *Nummulites amakusaensis* from the Kayo Formation and its significance on the Ryukyu Island Arc development. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, **39**, 385-388.
- Takahashi, J. and Kashima, N., 1980, Geology of Motobu Peninsula, Okinawa-jima with special concern to the lithological correlation between the pre-Tertiary basement of Motobu Peninsula and the Sambosan Group. *Geological Studies of the Ryukyu Islands*, **4**, 15-22.
- 高橋治郎・鹿島愛彦, 1980, 沖縄本島中部の地質と構造, 琉球列島の地質学研究, **5**, 21-26.
- 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.
- 高見美智夫・磯崎行雄・西村祐二郎・板谷徹丸, 1993, 弱変成付加体の K-Ar 年代測定における碎屑性白雲母の混入と接触変成作用の影響—山口県東部ジュラ紀付加体の例—, 地質雑, **99**, 545-563.
- 高田正治, 1987, 山口県東部, ジュラ紀付加コンプレックス玖珂層群の再検討—二種の地質体の識別とその意義—, 総研連絡紙「内帯高压変成帯」, no. 4, 27-37.
- 高安克己, 1976, 沖縄本島における第四系層序の再検討, 琉球列島の地質学研究, **1**, 79-96.
- Tamura, M., 1981, Triassic bivalves from the Buko Limestone, Saitama Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*, **30**, 5-18.
- 田村 実, 1992, 後期三畳紀の河内ヶ谷二枚貝化石群とテチス二枚貝化石群の対立とその意義, 地質雑, **98**, 979-989.
- 氏家 宏, 1990, 大陸の一部であった琉球弧その 1, 中琉球弧の基盤, 氏家 宏編「沖縄の自然—地形と地質」, ひるぎ社, 173-194.
- 氏家 宏, 1996, 琉球弧基盤の生い立ち琉球列島の地史 I. 中村和郎ほか編「日本の自然地域編 8 南の島々」, 岩波書店, 93-111.
- 氏家 宏・橋本義之, 1983, 沖縄本島域“本部帯”内帯の地質と放散虫化石, 月刊地球, **5**, 706-712.
- Ujiie, H. and Nishimura, Y., 1992, Transect of the central and southern Ryukyu Island Arcs. *In Geol. Surv. Japan, ed., 29th IGC Field Trip Guide Book*, **5**, 337-361.
- Ujiie, H. and Oba, T., 1991a, Geology and Permo-Jurassic radiolaria of the Iheya zone, innermost belt of the Okinawa Islands region, Middle Ryukyu Island Arc, Japan Part 1. Geology and Permian radiolaria. *Bull. Coll. Sci., Univ. Ryukyus*, no. 51, 35-55.
- Ujiie, H. and Oba, T., 1991b, Geology and Permo-Jurassic radiolaria of the Iheya zone, innermost belt of the Okinawa Islands region, Middle Ryukyu Island Arc, Japan Part 2. Mesozoic radiolaria and geological structure. *Bull. Coll. Sci., Univ. Ryukyus*, no. 52, 53-89.
- Ujiie, K., 1997, Off-scraping accretionary process under the subduction of young oceanic crust: The Shimanto Belt of Okinawa Island, Ryukyu Arc. *Tectonics*, **16**, 305-322.
- 山北 聡, 1987, 四国東部秩父帯中のチャート相二畳—三畳系間の層序関係, 地質雑, **93**, 145-148.
- 大和大峰研究グループ, 1981, 紀伊山地中央部の中・古生界, 第 35 回地団研大阪大会巡検案内書, 90 p.
- 大和大峰研究グループ, 1992, 紀伊山地中央部の中・古生界 (その 4) —高原川地域—地球科学, **46**, 185-198.
- 八尾 昭・松岡 篤・中谷登代治, 1982, 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放散虫化石群集, 大阪微化石研究会誌特別号, no. 5, 27-43.

(要 旨)

高見美智夫・竹村理佐・西村祐二郎・小島央彦, 1999, 中琉球弧, 沖縄諸島のジュラ紀-白亜紀古世付加コンプレックスにおける海洋プレート層序の復元とユニット区分. 地質雑, 105, 866-880. (Takami, M., Takemura, R., Nishimura, Y. and Kojima, T., 1999, Reconstruction of oceanic plate stratigraphies and unit division of Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Okinawa Islands, central Ryukyu Island Arc. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 105, 866-880.)

沖縄諸島には, 秩父南帯のジュラ紀～白亜紀古世付加コンプレックスが分布する. 本研究では, 最も大陸側に位置する伊平屋島および伊是名島の付加コンプレックス (伊平屋ユニット) を対象として, 放散虫化石を用いた生層序学的研究を行った. その結果, 石炭紀新世～トリアス紀中世の層状チャートやジュラ紀古世～中世の泥岩などから構成される海洋プレート層序が復元され, 本ユニットはジュラ紀中世前期に形成された付加コンプレックスであることが明らかになった. さらに, 既報の研究成果と筆者らの検討結果に基づいて, 秩父南帯の付加コンプレックスを形成年代の異なる三つの地質ユニットに区分し, 各ユニットの海洋プレート層序の復元を試みた. これらのユニットは構造的に上位から下位に向かって伊平屋, 伊江, 本部ユニットの順に累重し, この順に付加年代が若くなる年代極性を示す. このような区分は, 西南日本秩父南帯の広域的なユニット区分にほぼ一致する.