

## 丹波帯の遠洋性堆積物中のP/T境界について

石田耕太郎\*・山下雅之\*・石賀裕明\*

P/T boundary in pelagic sediments in the Tanba Belt, Southwest Japan.

Kotaro Ishida\*, Masayuki Yamashita\* and Hiroaki Ishiga\*

### Abstract

The P/T (Permian / Triassic) boundary and its change of depositional environment are discussed through examination of radiolarian and conodont biostratigraphy in pelagic sediments. The Sasayama section in Fujioka-oku, Sasayama-cho, Hyogo Prefecture, Southwest Japan was investigated. It geologically depends on bedded chert sequence of about 54 meters thick embedded in the Jurassic melange of Upper Tanba nappe. The sequence comprises, 1) the Permian bedded cherts gradually changing their color from red in the lower part to gray in the upper part, 2) light yellowish gray siliceous shale, 3) the Triassic alternating beds of chert and siliceous shale, and black to gray bedded chert in ascending order.

The Permian bedded cherts of about 31 meters in thickness, produce species of *Neobaillella*, *Albaillella*, *Follicucullus*, *Pseudoalbaillella* and these are divided into 5 radiolarian zones of the Middle Permian to Upper Permian in successive cherts sequence. Reddish bedded cherts of about 25 meters thick of Middle Permian age underlies grayish bedded chert of about 10 meters thick with interval of upper Middle to upper Permian age. Late Permian is defined by occurrence of *N. grypus* Ishiga et al. and *N. ornithoformis* Takemura and Nakaseko. The uppermost part of gray cherts show abrupt lithologic change into the siliceous shales where they produce some spherical radiolarians and less amount of siliceous sponge spicules.

The Triassic alternating beds of chert and siliceous shale is about 1.5 meters in thickness. This rock alternates rhythmically with chert and siliceous shale. The siliceous shale produces *Neospathodus waageni* and *Neospathodus dieneri* that suggests Smithian (Early Triassic) age. The cherty parts of this rock yields some spumellaria, and which grades upward into black to gray bedded cherts.

The paleoenvironmental change of the basin in the P/T boundary can be considered as follows :

- (1) The red bedded cherts were deposited in an oxic condition, which in turn gradually, changed into anoxic black bedded cherts of the *Follicucullus japonicus* Zone probably in Middle Permian time.
- (2) This anoxic environment succeeded during whole of the Upper Permian, and the radiolarian extinction was drastically occurred in the Latest Permian. This is appeared in the lithologic change from bedded cherts into siliceous shales.

---

\* 島根大学理学部地質学教室 Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, Matsue, 690 Japan

- (3) Siliceous shales yields no elements of Permian microfossils especially radiolarians and conodonts.
- (4) Black organic mudstone is very rich in carbonaceous materials, of which sedimentary basin is supposed in anoxic environment caused by high rate of primary productions. Probably P/T boundary exists between siliceous shale and this organic rock.
- (5) Microfossiles occurred from alternating beds of chert and siliceous shale of Early Triassic cherty part yields some spumellaria, while siliceous shale parts yields *Neospathodus waageni* and *Neospathodus dieneri*. This suggests that decreased lives at the latest Permian is restoring in the Earliest Triassic oceans.

## はじめに

ペルムートリアス紀境界（以下P/T境界とする）は白亜紀—古第三紀境界とともに、顕生代を分ける大きな境界の1つである。

P/T境界の研究は、パキスタンのソルトレンジ・カシミール地方や、イランのアバディー・ゾルファー地方のアジア西部地域や、中国南部の長興などのテーチス海の浅海相を対象として行われてきた。これらの地域では、垂直水平方向に連続性に富んだ地層が分布し、境界問題そのものおよび、生物の大量絶滅の研究に適している（例えば、中沢，1974）。浅海の堆積物は反面では、海水準変動の影響を受けやすい。

遠洋性堆積物中ではこのような変動を比較的受けにくいと考えられ、P/T境界の研究には興味もたれるところである。しかし、遠洋性堆積物は一般に付加コンプレックスを構成するメランジ中にスラブとして取り込まれており、連続性の良い地層群が少ない。

最近、丹波—美濃帯や秩父累帯の各地においてP/T境界を含むと考えられる露頭が報告され、P/T境界付近の層序についての検討が急速に進められている。その端緒は山北（1987）による四国東部の秩父累帯徳島県那賀郡木沢村天神丸からの報告である。ここではペルム紀新世の放散虫を産出する層状チャートから、黑色泥岩をへてトリアス紀古世のコノドントを産出する珪質頁岩への一連の層序が記載された。

その後相次いで層状チャートシックエンス中のP/T境界付近の層序が報告されてきた（例えば、Sano, 1988；杉山, 1990, 1991；桑原ほか, 1991）。

本論では、丹波帯篠山地域のセクションにおけるP/T境界について、

- (1) ペルム紀中世から新世の放散虫生層序学的検討。
- (2) トリアス紀古世のチャート—珪質頁岩互層のコノドント生層序学的検討。

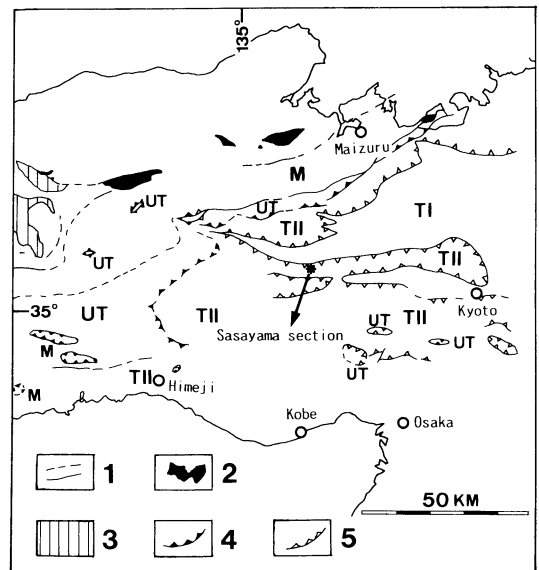
- (3) P/T境界における環境変遷の検討。  
について簡単にまとめる。

## 試料採集セクション

検討した篠山セクションは兵庫県多紀郡篠山町藤岡奥に位置し、丹波帯Ⅱ型地層群メランジ中の層状チャートシックエンスである（第1図）。

## 篠山セクションの岩相の特徴

本セクションは、南北に層厚約54mあり、露頭北側より、A層：チャート（厚さ約31m）・B層：珪質頁



第1図 篠山セクション位置図および地質概略図、石賀ほか（1991）一部を用いた。

M：舞鶴帯，UT：超丹波帯，TⅡ：丹波帯Ⅱ型地層群，TⅠ：丹波帯Ⅰ型地層群，1：各地帯の境界，2：超塩基性岩，3：丹波帯相当層，4：ペルム紀後期のスラスト，5：ジュラ紀後期のスラスト

岩(厚さ約0.8m)・C層: 剪断をうけた黒色チャートに黒灰色破碎質グージを伴う層(厚さ約1m)・D層: 珩質頁岩-チャート互層(厚さ約1.5m)・E層: 層状チャート, かななる(第2, 3図参照).

後に述べるように北側のA層, B層が中・上部ペルム系で, 南側のD層, E層がトリアス系である.

#### A層. 層状チャート

A層のチャートは, 岩色が下位より赤~赤褐色, 緑褐色, 赤~赤褐色, 緑灰色(赤色・黒色・灰色を呈する層が混在する), 緑灰色, 灰色と変化する(第3図). 一般によく成層しているが, 部分的に層理は不明瞭である. 単層の厚さは一般におよそ4~7cmであるが, 1~2cmや10cm以上の層も見られる. この層状チャート中には, いくつかの小規模な断層が見られ, 断層近くの層は変形・変質をしている.

#### B層. 珩質頁岩

B層の珩質頁岩は, A層の上位に整合に重なる. この珩質頁岩は淡い黄土色を呈し, 単層厚およそ3cm程で成層している. 非常に緻密で均質な組織であるが, ハンマーでたたくと単層内で層理面と同方向に剝離する. また, 鏡下で観察すると, 主に微晶質の石英と絹雲母からなり粘土鉱物が平行葉理状に並んでいることが見られる. 肉眼では確認することが出来なかったが, 2 $\mu$ m以下の黄鉄鉱が薄片中に点在し, 25 $\mu$ m程の大きな結晶は石英脈中に産出する. 生物片は確認することができなかった.

#### C層. 剪断をうけた黒色チャートに黒灰色破碎質グージを伴う層

C層中には, 黒色チャートが剪断をうけ10cmほどの断片になり, また, 断片のまわりに, 黒灰色を呈する破碎質のグージを観察することができる. B層およびD層との関係は, 本層が断層破碎帯である可能性がある.

#### D層. 珩質頁岩-チャート互層

D層は, 珩質頁岩とチャートが露頭の北側から南側に向って, 珩質頁岩に優勢な層から層状チャートへ変化する様子が観察される.

チャートは, 露頭北側ではおよそ1~2mmの層厚であるが, 南側ではおよそ1~1.5mmの層厚になる. また, 岩色は黒色を呈する. 放散虫抽出により *Spumellaria* が得られ, 鏡下による観察においても *Spumellaria* の断面を確認することができる.

珩質頁岩は, 露頭北側ではおよそ3cmの単層厚であるが, 南側では層状チャートの挟みの部分としてお

よそ1~2mmの単層厚になる. また, 岩色は淡い黄色を呈する. 非常に綿密で均質な組織であるが, 黄鉄鉱が密集している部分も見られる. 鏡下で観察すると, 主に微晶質の石英と絹雲母からなり粘土鉱物が平行葉理状に並んでいることが見られる. 黄鉄鉱は5 $\mu$ m程の結晶がおよそ60 $\mu$ m程の密集層を形成し, 2 $\mu$ m以下の結晶が薄片中に多量に点在している. 25 $\mu$ m程の大きな結晶は主にチャートとの境界部において産出する. 生物片は海綿骨片が含まれていることを確認できる.

#### E層. 層状チャート

E層は, 黒~灰色を呈する. 一般によく成層をしているが, 露頭南側では非常に変形をしており, 層理は不明瞭である. 単層の厚さはおよそ1~3cmである. この層状チャート中にも, いくつかの小規模な断層が見られる. 断層近くの層はかなり変形をしていて, 15~20mの断層破碎帯が見られる. また, 断層破碎帯中に黒色泥岩が注入したところが見られる.

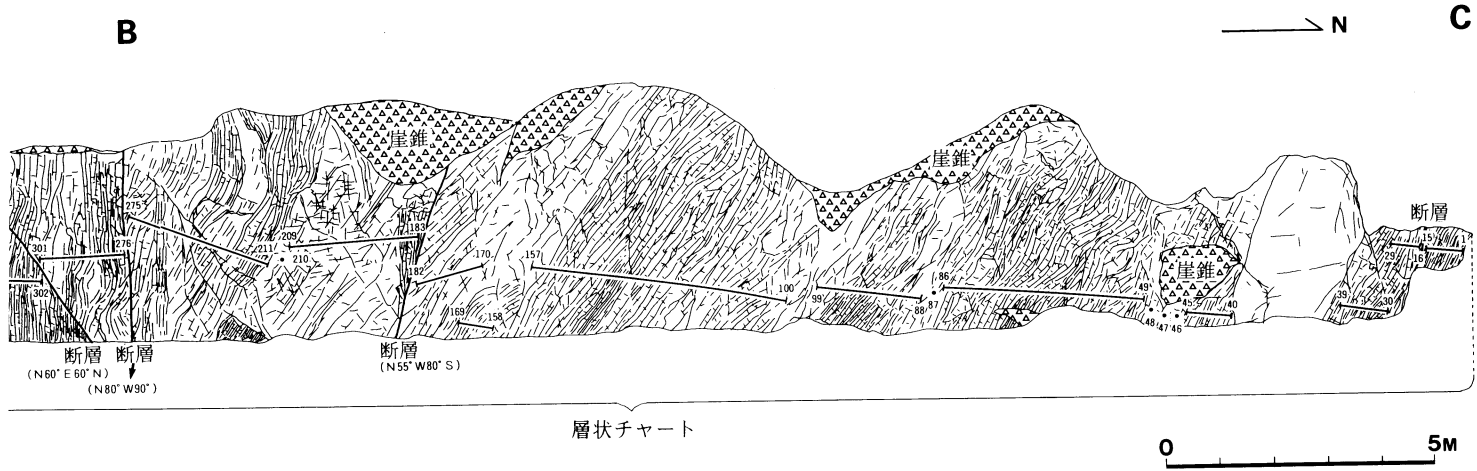
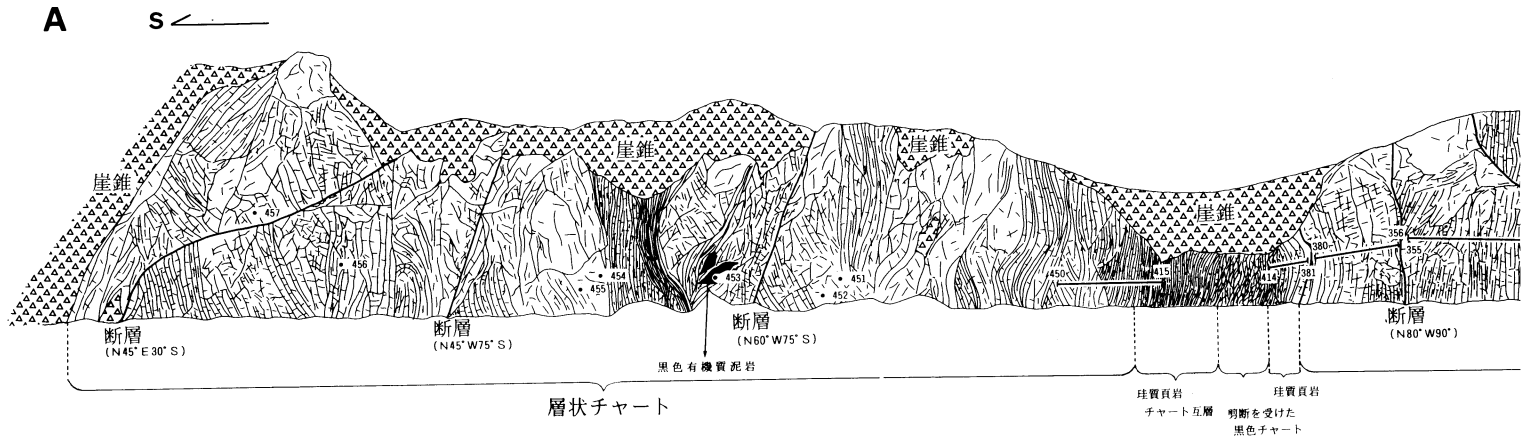
### 本検討セクションにおける産出微化石

試料の採集は, A層では層理の安定している部分では各単層毎に採集し, あまり層理が明瞭でない部分では数cm~数10cmの幅で採集し370個(SY-1~380)の試料を得た. 同様に, B層より34個(SY-381~414), D層およびE層より43個(SY-415~457)の合計447個のチャートおよび珩質頁岩を採集し放散虫を抽出した(第2図).

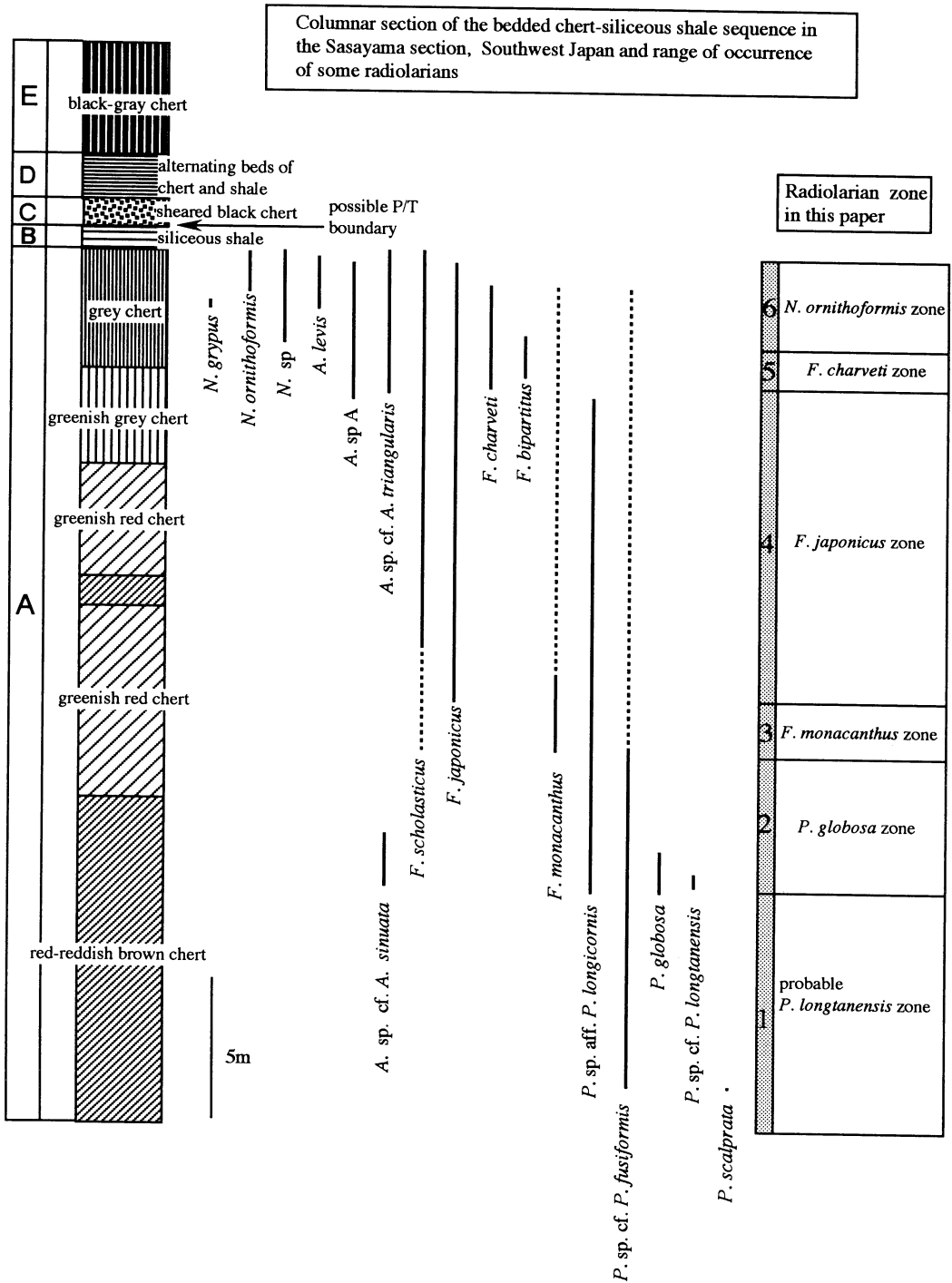
A層のチャート370試料より *Albaillellaria* 放散虫化石を4属15種得た(第1-1~8表).

この層状チャートからは上記の放散虫の他に種不明の, *Albaillella* 属・*Follicucullus* 属・*Pseudoalbaillella* 属・*Spumellaria* の各放散虫を得た. 特に, *Albaillella* 属については *A. triangularis* と同様な三角形をした外形であるが, *A. levis* のような殻の表面(殻を横切る帯がない)の形態をもつものが得られ *A. sp. A* とした. 放散虫の他には18試料からコノドントが, 286試料から海綿骨片が産出した. しかし, コノドントについては年代決定に有効なもの含まれていない. Ishiga (1990) にもとづけば, これらの放散虫から本検討セクションのA層の年代は, ペルム紀中世からペルム紀新世にかけての年代をもつことがわかる.

A層の上位に整合に重なるB層の34試料より, 2試料から *Spumellaria* が, 10試料から海綿骨片が産出し



第2図 篠山セクション露頭スケッチおよび試料採集層準と岩相



第3図 篠山セクションの岩相および産出放射虫化石と放射虫群集帯（試料採集位置は第2図参照）

た(第1-8表)。これら産出した微化石は、年代決定に有効な化石を含んでいない。しかし、この珪質頁岩がペルム紀中世からペルム紀新世の年代を示す上述したA層に整合に重なることから、この珪質頁岩はペルム紀新世もしくはそれ以降の年代を示すと考えられる。

D層とその上位に位置するE層の43試料より、1試料から *A. levis* (SY-457) が、31試料から *Spumellaria* が、17試料から海綿骨片が、1試料からコノドントが産出した(第1-9表)。また、D層中の珪質頁岩を層理面に沿って剝離し、表面を双眼実体顕微鏡を用いて観察するとコノドントが印象化石として見られる。この方法により *Neospathodus waageni* および、*Neospathodus dieneri* が産出した(山北私信)。これらのコノドントは、小池(1979)のコノドント生層序にもとづけば、トリアス紀古世 Smithian の年代を示唆する。これによりD層の年代がトリアス紀古世 Smithian であり、それから漸移して形成された上位のE層はトリアス紀古世 Smithian か、それ以降の年代が考えられる。また、*A. levis* については本検討セクション最南端の断層(N45°E30°S)の上位で採集した試料(SY-457)より産出した。*A. levis* の産出は、その層状チャート層の年代がペルム紀新世を示唆し、断層によりトリアス紀の層状チャート層にペルム紀新世の層状チャート層が再び繰り返していると考えられる。

#### ペルム紀中・新世放散虫群集

本セクションは、ペルム紀中世からトリアス紀古世 Smithian 以降にわたる年代を示す。そこで、本検討セクションで産出したペルム紀中世から新世にかけての放散虫化石群集について Ishiga (1990) の放散虫化石群集帯との比較を行う。

Ishiga (1990) は、丹波-美濃帯における放散虫生層序学的研究により石炭紀新世からペルム紀新世までを13の放散虫化石群集帯に区分した。それら13の放散虫化石群集帯の中で、特に、検討セクションの群集に対比できるペルム紀中世から新世にかけては、下位より、*P. longtanensis* 群集帯、*P. globosa* 群集帯、*F. monacanthus* 群集帯、*F. scholasticus* 群集帯、*N. optima* 群集帯、*N. ornithoformis* 群集帯の6つの放散虫化石群集帯に区分されている。また、Ishiga (1991) において、Ishiga (1986, 1990) の *F. monacanthus* 群集帯と *F. scholasticus* 群集帯が、*F.*

*monacanthus* 群集帯、*F. japonicus* 群集帯、*F. charveti* 群集帯と再区分された。尚、この再区分により *F. scholasticus* m. II が *F. japonicus* と記載され、*F. scholasticus* m. I が *F. scholasticus* とされ、今回はこれにならった。

本検討セクションペルム紀層状チャート層では構成種の特徴から、下位より *P. globosa* 群集帯・*F. monacanthus* 群集帯・*F. japonicus* 群集帯・*F. charveti* 群集帯・*N. ornithoformis* 群集帯の5つの群集帯の存在が認められる(第3図)。以下に本検討セクションにおける各群集帯について記述する。

#### *P. globosa* 群集帯

産出層準：SY-54~SY-112

構成種：*P. globosa*, *P. sp. aff. P. longicornis*, *P.*

*sp. cfr. P. fusiformis*

岩相：赤色~赤褐色~緑褐色層状チャート

年代：ペルム紀中世中部

対比：Ishiga (1990) の構成種にみられる *P. lanceolate*・*A. asymmetrica* の産出が見られない。

#### *F. monacanthus* 群集帯

産出層準：SY-113~SY-130

構成種：*F. monacanthus*, *P. longicornis*, *P. sp.*

*cfr. P. fusiformis*, *F. scholasticus*

岩相：緑褐色層状チャート(一部緑灰色を含む)

年代：ペルム紀中世中部~上部

対比：Ishiga (1990) の構成種に見られない *P. sp. cfr. P. fusiformis* の産出が見られる。*F. monacanthus* と *F. scholasticus* が、ほぼ同じ時期に産出している。

#### *F. japonicus* 群集帯

産出層準：SY-131~SY-297

構成種：*F. japonicus*, *F. scholasticus*, *P. sp. aff.*

*P. longicornis*, *A. triangularis*, *F. monacanthus*, *P. sp. cfr. P. fusiformis*

岩相：赤色~赤褐色~緑灰色層状チャート(一部黒~灰色を含む)

年代：ペルム紀中世上部~ペルム紀新世下部

対比：B地帯群篠山地域である本検討セクションでは Ishiga (1986) に報告のあったように *F. scholasticus*, *F. japonicus* の両方の産出が見られる。

Ishiga (1990) の構成種に見られない *P. sp. cfr. P. fusiformis* と *P. sp. aff. P. longicornis* の産出が見られる。*P. sp. cfr. P. fusiformis* につ

いては, derive の可能性が考えられる.

#### *F. charveti* 群集帯

産出層準: S Y-298~S Y-324

構成種: *F. charveti*, *F. bipartitus*, *F. scholasticus*,  
*F. japonicus*, *A. triangularis*, *F. monacanthus*,  
*P. sp. cfr. P. fusiformis*,

岩相: 緑灰色層状チャート

年代: ベルム紀新世下部

対比: 超丹波帯や黒瀬川構造帯に限って産出する  
(Ishiga, 1986 ; 1990) *F. charveti* と *F. bipartitus* の産出がみられる.

Ishiga (1990) の構成種に見られない *F. monacanthus* と *P. sp. cfr. P. fusiformis* の産出が見られる. おそらく derive の可能性が考えられる.

#### *N. ornithiformis* 群集帯

産出層準: S Y-325~S Y-378

構成種: *N. ornithiformis*, *N. grypus*, *A. levis*, *A. triangularis*,  
*F. scholasticus*, *F. japonicus*, *F. charveti*,  
*F. bipartitus*, *F. monacanthus*, *P. sp. cfr. P. fusiformis*

岩相: 灰色層状チャート

年代: おそらくベルム紀新世上部に対比 (Ishiga, 1986)

対比: Ishiga (1990) の構成種に見られない *A. triangularis*,  
*F. scholasticus*, *F. monacanthus*, *P. sp. cfr. P. fusiformis* の産出が見られる.

Ishiga (1990) の構成種に見られる *A. excelsa*,  
*N. optima* の産出が見られない.

*N. grypus* が *N. ornithiformis* より下位に産出する.

本検討セクションには, 以上のような放散虫化石群集帯が認められた. また, 以下に本検討セクションで認められなかったベルム紀中世から新世にかけての群集帯とその理由を推測してみる.

#### *P. longtanensis* 群集帯

*P. globosa* 群集帯の下位に位置する *P. longtanensis* 群集帯は, それを構成する特徴種の放散虫 4 種のうち, *P. globosa* が出現するまでに産出した試料がない. しかし, *P. globosa* 群集帯の下位に層状チャート層が存在すること, *P. longtanensis* 群集帯を構成する特徴種が *P. globosa* 群集帯に現われていることを考えると, おそらく *P. longtanensis* 群集帯は存在して

いるが, チャートの再結晶などの保存上の問題で産出しないと考えられる.

#### *N. optima* 群集帯

*N. optima* 群集帯は, 群集帯を特徴づける *N. optima* の産出が認められない. これは, *N. optima* に特徴的な広がったハンゴ型のロッド (Ishiga, 1982) が, 非常に弱く壊れやすいために処理中に破損したために認められなかったか, もしくは *N. optima* 群集帯の位置にハイエイタスが存在するためと考えられる.

### 遠洋性堆積物のP/T境界

#### 1. P/T境界での岩相の変化

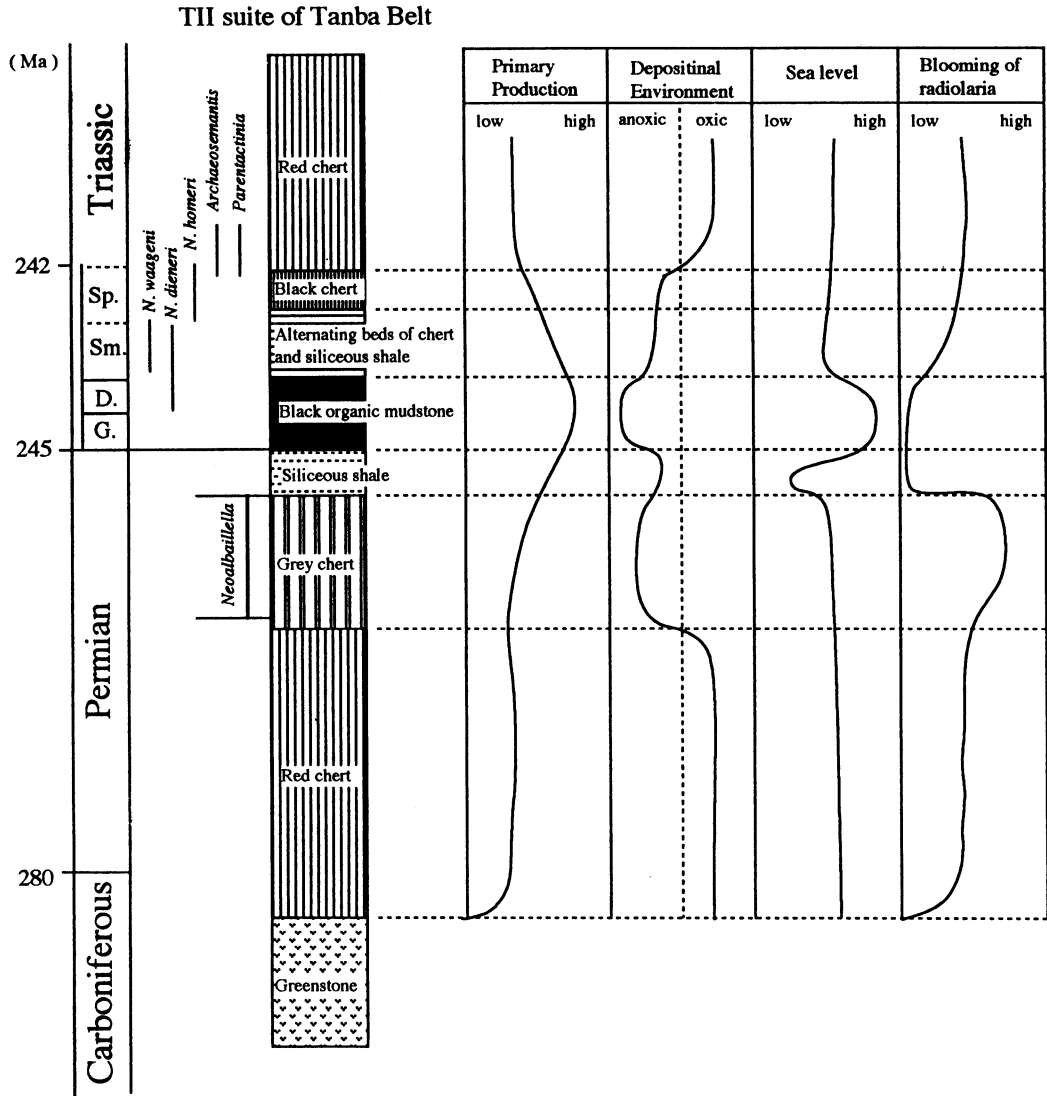
最近の遠洋性相のP/T境界の研究により, P/T境界付近で, 特徴的に岩相が変化することが知られてきた. 丹波帯Ⅱ型地層群においてそれは, 下位より, (1) ベルム紀新世までの層状チャート, (2) 珪質頁岩, (3) 黒色有機質泥岩, (4) トリアス紀古世の珪質頁岩—チャート互層および, それ以降の層状チャートとなる.

丹波帯の層状チャート—クエンスは, その最下部に緑色岩が伴われる. この緑色岩は海山, 海洋島起源であるとされ (佐野ほか, 1989), 丹波帯Ⅱ型地層群の層状チャートを形成した堆積盆は大洋底でない.

また, 本検討セクションの(1)に相当する層状チャート内や他の丹波帯Ⅱ型地層群のベルム紀層状チャートで岩色が下位から上位では赤色から灰色へと変化する様子が観察される. この岩色の変化は, 層状チャートが形成されたときの堆積盆の環境に支配されている. 赤色チャートの色は, 赤鉄鉱やゲータイトなどの酸化物の色によるもので, 酸化的環境下で形成され, 一方, 灰(黒)色チャートの色は, 有機物に起因する炭質物の色によるもので, 還元的环境下で形成された (磯崎・丸山, 1992). このチャートの岩色の変化は, 本検討セクションの微化石の検討から, *F. japonicus* 群集帯後期に相当することより, おそらくベルム紀中世後期から新世最前期ごろ堆積盆の環境が変化したと考えられる.

また, (3)の黒色有機質泥岩に相当する層は, 山北 (1987), Sano (1988), 杉山 (1990, 1991) により報告されている. 黒色有機質泥岩の形成は, 大量のプランクトンの発生 (プランクトン・ブルーム) と, 還元的環境の存在に起因する. 還元的環境の存在は, 堆積盆に停滞水が存在し, 無酸素状態にあったことを示唆する.

以上まとめると, 少なくとも丹波帯のチャート相の



第4図 丹波帯Ⅱ型地層群におけるP/T境界を含む珪質岩シーケンスの柱状図。基礎生産、堆積環境、海水準、放散虫ブルーミングは岩相の変化にもとづいている。

堆積盆は、海山のような高まり上の凹地にあり、海水準変動の影響を受けやすかったと考えられる。このような堆積盆では、海水準の低下にともなって閉鎖的になり、還元的環境条件になりやすい。しかし、海水準が上昇すると、十分に酸素を含んだ水塊が堆積盆にもたらされ、酸化的環境になる。これは、当時の海流パターンや海水温に大きく依存している。ここで推察されるP/T境界付近の海水準変動および堆積盆の環境を第4図に模式的に示す。ペルム紀中世後期ころから、海水準が低下しはじめる。堆積盆の環境は、チャートの色が赤色から灰（黒）色に変化した。そし

て、ペルム紀新世を通じて海水準は徐々に低下し続け、珪質頁岩が形成されるときももっとも低下した。そのとき堆積盆の環境は、還元的環境ではあったが酸素を消費する生物が海洋中に少なく、酸化的環境よりに移行した。その後、海水準が上昇しプランクトンの活動が活発になり多くの有機物を生産する。そのため、その分解に多くの酸素が消費され、還元的環境になり黒色有機質泥岩が形成される。トリアス紀古世Smithianになり珪質頁岩-チャート互層が形成されるときには、少し海水準が低下したと考えられる。それは、異常に有機物に富む黒色有機質泥岩の形成が終



わったことから推察できる。

## 2. P/T境界はどこにあるか

本検討セクションをはじめ、ペルム紀新世の *N. ornithoformis* 群集帯を産出する層状チャート互層の上位には、非常に生物化石に乏しい珪質頁岩が重なる。珪質頁岩は堆積速度が遅く、また、検討セクションにおいても *Albaillellaria* が産出しなない。おそらく海水準の変動にともなう。海流パターン、海水温の変化により、古生代型放散虫生態系に大きな変化が起こり、放散虫が絶滅したと推察できる。高い基礎生産のもとで黒色有機質泥岩は形成された。古生代末の生物の大絶滅により減少した海洋中の生物、なかでも植物プランクトンがまず活発な活動をはじめ、再び生物に富んだ豊かな海が出現した。本検討セクションにおけるトリアス紀古世 Smithian 前期の *Neospathodus waageni* や *Neospathodus dieneri* の珪質頁岩—チャート互層からの産出は、この時期に古生代末に絶滅した生物種が再び回復してきたことを推察させる。そして、現在のところ Griesbachian, Dienerian を示す化石は得られてないが、黒色有機質泥岩の形成はこの時期に相当するかもしれない。

以上の考えより遠洋性堆積物中のP/T境界は、ペルム紀新世の層状チャートの上位に位置する(2)珪質頁岩と、(3)黒色有機質泥岩の境界にあると考えられる。

## 謝 辞

P/T境界研究会の参加者の方々には有益な御意見、御討論をいただいた。特に、宮崎大学教育学部の山北聡助教授には篠山セクションのコノドント化石について未公表のデータの使用を許可下さり、貴重な御意見をいただいた。

後藤広和(特殊プラント工業株)・山岡祐二(島大・地質院生)の両氏には、フィールドにて試料採集や露頭採掘に援助をいただいた。

篠山町の藤井勉氏には野外調査のおり便宜をはかって頂くとともに、様々な世話をいただいた。

以上の方々に、感謝します。

## 文 献

- Ishiga, H., Kito, T. and Imoto, N., 1982 : Late Permian radiolarian assemblages in the Tamba district and an adjacent area, Southwest Japan. "Earth Sci." (*Chikyu Kagaku*), 36, 10-22.
- , 1986 : Late Carboniferous and Permian Radiolarian biostratigraphy of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 29, 89-100.
- , 1990 : Paleozoic Radiolarians. Pre-Cretaceous terranes of Japan, Publication of IGCP Project 224, 285-295.
- , 1991 : Description of new *Follicucullus* species from Southwest Japan, *Mem. Fac. Sci. Shimane Univ.*, 25, 107-118.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1992 : 付加帯中の遠洋性堆積物に保存された古生代・中生代境界事件の記録とその地球史上の意義, 日本地質学会第99年学術大会演旨, 57.
- 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頁岩. 地質雑, 97, 1005-1008.
- 小池敏夫, 1979 : 三疊紀コノドントの生層序. 日本の二疊系ならびに三疊系におけるコノドントとナマコの骨片による層序. 鹿沼茂三郎教授退官記念論文集, 21-77.
- 中沢圭二, 1974 : 中・古生界境界問題について. 地質雑, 83, 1-21.
- Sano, H., 1988 : Permian oceanic—rocks of Mino Terrane, Central Japan, Pt. 1. Chert facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 94, 697-709.
- 佐野 栄・田崎耕市, 1989 : 丹波帯の緑色岩. 西南日本内帯高圧変成帯とテクトニクス. 地質学論集, 33, 53-67.
- 杉山和弘, 1990 : 岐阜市金華山より産する前期—中期三疊紀放散虫化石群集. 日本地質学会第99年学術大会演旨, 177.
- , 1991 : 岐阜市金華山の三疊系より産する二疊紀放散虫化石について. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 28.
- 山北 聡, 1987 : 四国東部秩父帯中のチャート相二疊—三疊系間の層序関係. 地質雑, 93, 145-148.

## 図版の説明

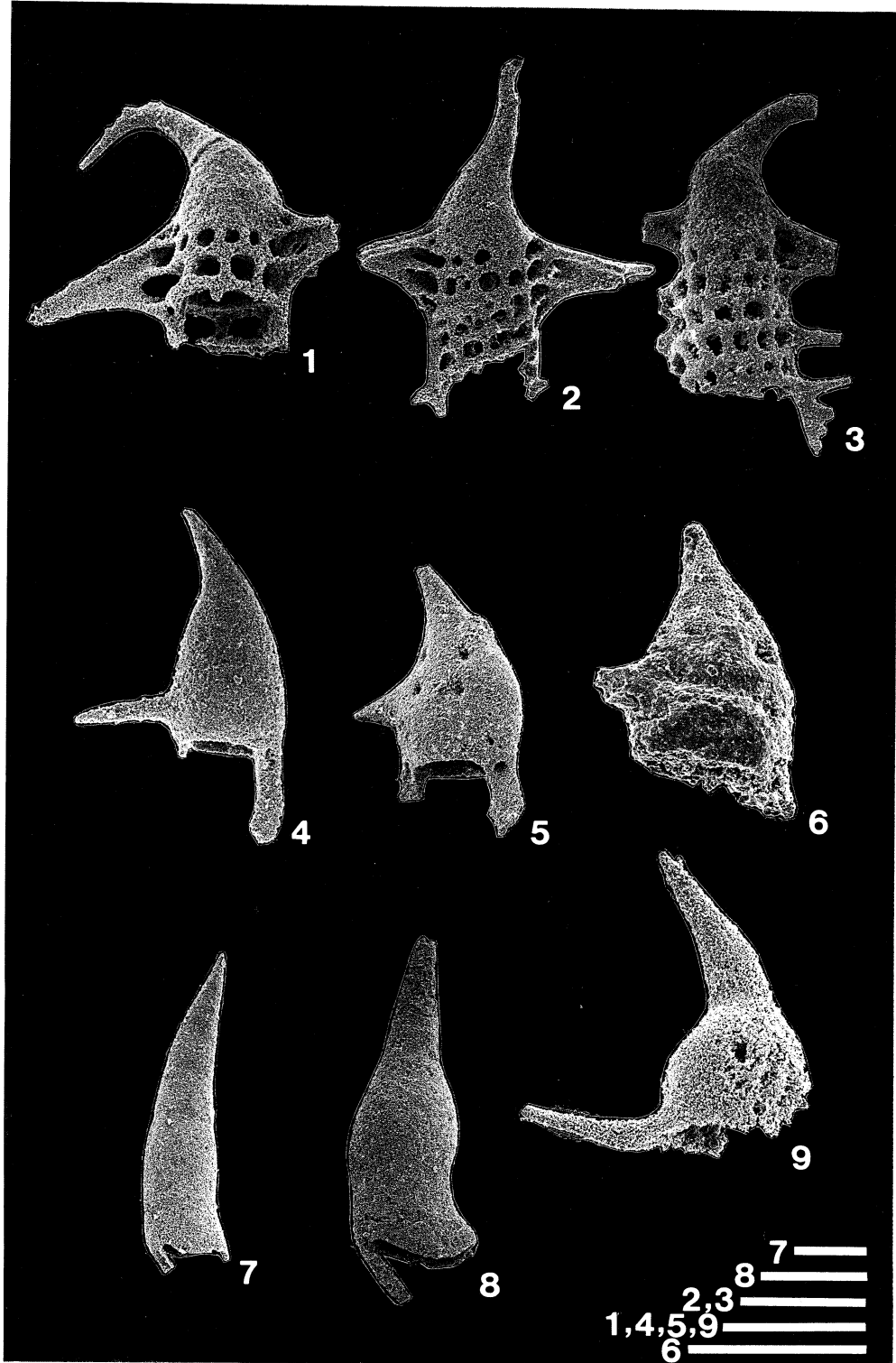
図版1 (Scale bar=100  $\mu$  m)

1. *Neobaillella grypus* Ishiga, Kito and Imoto
2. *Neobaillella ornithoformis* Takemura and Nakaseko
3. *Neobaillella* sp. cfr. *N. ornithoformis* Takemura and Nakaseko
4. *Albaillella levis* Ishiga, Kito and Imoto
5. *Albaillella* sp. A
6. *Albaillella* sp. cfr. *A. triangularis* (Ishiga, Kito and Imoto)
7. *Follicucullus scholasticus* Ormiston and Babcock
8. *Follicucullus japonicus* Ishiga
9. *Follicucullus charveti* Caridroit and De Wever

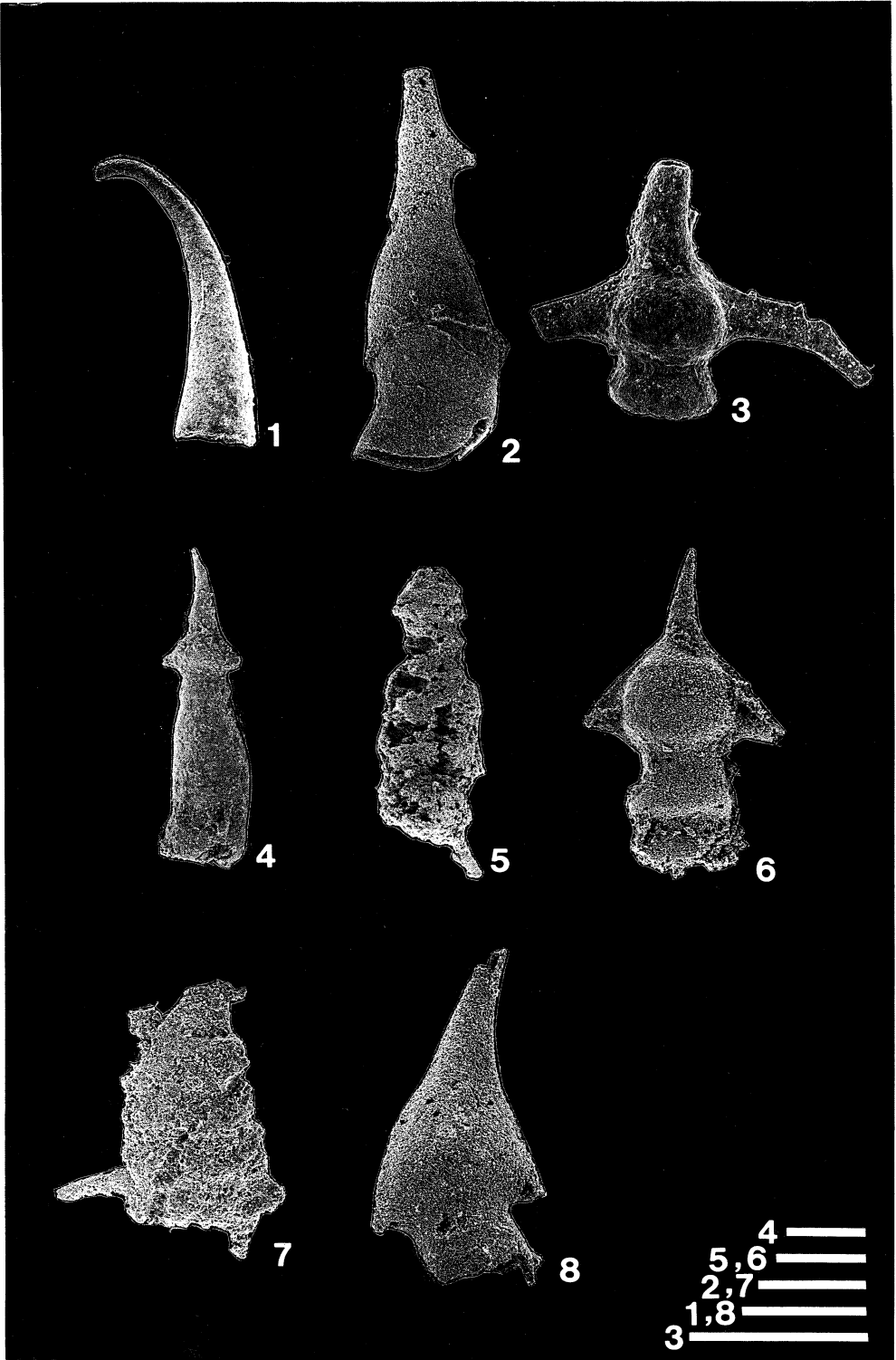
図版2 (Scale bar=100  $\mu$  m)

1. *Follicucullus bipartitus* Caridroit and De Wever
2. *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto
3. *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* Ishiga and Imoto
4. *Pseudoalbaillella* sp. cfr. *P. fusiformis* (Holdsworth and Jones)
5. *Pseudoalbaillella* sp. cfr. *P. longtanensis* (Sheng and Wang)
6. *Pseudoalbaillella globosa* Ishiga and Imoto
7. *Albaillella* sp. cfr. *P. sinuata* (Ishiga and Imoto)
8. *Pseudoalbaillella scalprata* (Holdsworth and Jones)

図版 1



図版 2



SY-	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longianensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellaria	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																			●					
11																								
12																								●
13																								
14																								
15																								
16																								●
17																								●
18																								●
19																								●
20																								●
21																								●
22																								●
23																								●
24																								
25																				●				
26																				●				●
27																								
28																								
29																								
30																●								
31																								●
32																								●
33																								●
34																				●				●
35																								●
36																								●
37																								
38																								
39																								
40																								
41																								
42																								
43																								
44																				●				
45																								●
46																								
47																								
48																								
49																								●
50																●								

第1-1表 産出微化石のリスト

SY- 51	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longitanensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellana	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
52															●									
53																								
54																								●
55														●		●						●		●
56															●						●	●		
57															●						●	●	●	
58							●														●	●	●	
59																		●			●	●		
60																●					●	●		
61																					●	●		●
62															●	●					●	●		
63															●	●					●	●		
64																					●	●		
65																●					●	●		
66															●	●					●	●		
67															●	●					●	●		
68																					●	●		
69															●			●			●	●		
70																●					●	●		
71															●						●	●		
72															●			●			●	●		
73																					●	●		
74																					●	●		
75																					●	●		
76																	●				●	●		
77																					●	●		
78															●						●	●		
79															●	●					●	●	●	●
80																	●				●	●		●
81															●						●	●		●
82																					●	●		
83							●								●						●	●		
84																					●	●	●	
85																					●	●		
86																					●	●		
87																					●	●		●
88																					●	●		
89															●						●	●		
90																					●	●	●	●
91																					●	●		
92																●					●	●		
93																					●	●	●	●
94																●					●	●		●
95																●					●	●		●
96																●					●	●		●
97																					●	●		●
98																					●	●		●
99															●						●	●		●
100																					●	●		●

第1-2表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithiformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longitanensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellana	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-101																								
102																				●	●	●		●
103																				●	●	●		●
104																				●	●	●		●
105																				●	●	●		●
106																				●	●	●		●
107																				●	●	●		●
108																				●	●	●		●
109																				●	●	●		●
110																				●	●	●	●	
111																				●	●	●	●	
112														●						●	●	●	●	
113									●				●		●					●	●	●	●	
114												●	●	●	●					●	●	●	●	
115																●				●	●	●	●	
116																				●	●	●	●	
117												●	●	●	●					●	●	●	●	
118													●	●	●					●	●	●	●	
119														●						●	●	●	●	
120																				●	●	●	●	
121															●					●	●	●	●	
122												●	●	●	●					●	●	●	●	
123												●	●	●	●					●	●	●	●	
124													●	●	●					●	●	●	●	
125																				●	●	●	●	
126												●	●	●	●					●	●	●	●	
127												●	●	●	●					●	●	●	●	●
128													●	●	●					●	●	●	●	●
129																				●	●	●	●	●
130																				●	●	●	●	●
131										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
132												●	●	●	●					●	●	●	●	●
133												●	●	●	●					●	●	●	●	●
134												●	●	●	●					●	●	●	●	●
135																				●	●	●	●	●
136										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
137										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
138																				●	●	●	●	●
139										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
140												●	●	●	●					●	●	●	●	●
141																				●	●	●	●	●
142																				●	●	●	●	●
143																				●	●	●	●	●
144										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
145										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●
146																				●	●	●	●	●
147																				●	●	●	●	●
148																				●	●	●	●	●
149														●						●	●	●	●	●
150										●		●	●	●	●					●	●	●	●	●

第1-3表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longianensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellana	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-151														●								●		
152																						●		●
153																						●		●
154																						●		
155																						●		
156																								●
157														●										
158																								●
159																								
160																							●	
161																								
162										●				●						●		●	●	●
163										●				●						●		●	●	●
164										●				●						●		●	●	●
165										●				●						●		●	●	●
166										●				●	●					●		●	●	●
167									●	●				●						●		●	●	●
168									●	●				●	●					●	●	●	●	●
169									●	●				●	●					●	●	●	●	●
170										●				●						●	●	●	●	●
171										●				●						●	●	●	●	●
172										●				●						●	●	●	●	●
173										●				●	●					●	●	●	●	●
174										●			●	●						●	●	●	●	●
175										●				●						●	●	●	●	●
176										●				●						●	●	●	●	●
177										●				●	●					●	●	●	●	●
178										●				●						●	●	●	●	●
179										●				●	●					●	●	●	●	●
180										●				●	●					●	●	●	●	●
181									●	●				●	●					●	●	●	●	●
182									●	●				●	●					●	●	●	●	●
183										●				●						●	●	●	●	●
184										●				●						●	●	●	●	●
185										●				●						●	●	●	●	●
186										●				●						●	●	●	●	●
187										●				●						●	●	●	●	●
188										●				●						●	●	●	●	●
189										●				●						●	●	●	●	●
190										●				●						●	●	●	●	●
191										●				●						●	●	●	●	●
192										●				●						●	●	●	●	●
193									●	●				●	●					●	●	●	●	●
194										●				●						●	●	●	●	●
195									●	●				●						●	●	●	●	●
196									●	●				●						●	●	●	●	●
197										●				●	●					●	●	●	●	●
198										●				●						●	●	●	●	●
199										●				●	●					●	●	●	●	●
200									●	●				●	●					●	●	●	●	●

第1-4表 産出微化石のリスト



	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithiformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longianensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellana	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-201																								
202									●	●				●	●					●	●	●		●
203														●	●					●	●	●		●
204										●				●	●					●	●	●		●
205										●				●	●					●	●	●		●
206														●	●					●	●	●		●
207														●	●					●	●	●		●
208										●				●	●					●	●	●		●
209								●	●					●	●					●	●	●		●
210														●	●					●	●	●		●
211													●	●	●					●	●	●		●
212														●	●					●	●	●		●
213														●	●					●	●	●		●
214														●	●					●	●	●		●
215														●	●					●	●	●		●
216								●	●					●	●					●	●	●		●
217								●	●					●	●					●	●	●		●
218								●	●					●	●					●	●	●		●
219								●	●					●	●					●	●	●		●
220								●	●					●	●					●	●	●		●
221								●	●					●	●					●	●	●		●
222								●	●					●	●					●	●	●		●
223								●	●					●	●					●	●	●		●
224								●	●				●	●	●					●	●	●		●
225								●	●				●	●	●					●	●	●		●
226								●	●				●	●	●					●	●	●		●
227								●	●					●	●					●	●	●		●
228								●	●					●	●					●	●	●	●	●
229								●	●					●	●					●	●	●		●
230								●	●					●	●	●				●	●	●		●
231								●	●					●	●					●	●	●		●
232								●	●					●	●					●	●	●		●
233								●	●					●	●					●	●	●		●
234								●	●					●	●					●	●	●		●
235								●	●					●	●					●	●	●		●
236								●	●					●	●					●	●	●		●
237								●	●					●	●					●	●	●		●
238								●	●					●	●					●	●	●		●
239								●	●					●	●					●	●	●		●
240								●	●					●	●					●	●	●		●
241								●	●					●	●					●	●	●		●
242								●	●					●	●					●	●	●		●
243								●	●					●	●					●	●	●		●
244								●	●					●	●					●	●	●		●
245								●	●					●	●					●	●	●		●
246								●	●					●	●					●	●	●		●
247								●	●					●	●					●	●	●		●
248								●	●					●	●					●	●	●		●
249								●	●					●	●					●	●	●		●
250								●	●					●	●					●	●	●		●

第1-5表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longianensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellaria	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-251										●				●						●				
252														●							●			●
253														●							●			
254										●				●							●			●
255										●				●							●			
256										●				●							●			●
257								●		●				●							●			●
258									●	●				●							●			●
259									●	●				●							●			●
260									●	●				●							●			●
261								●	●					●							●			●
262									●	●				●							●			●
263														●							●			●
264										●				●							●			●
265														●							●			●
266													●	●	●						●			●
267														●							●			●
268														●							●			●
269														●							●			●
270									●					●							●			●
271									●	●				●							●			●
272														●							●			●
273									●	●				●							●			●
274									●	●				●							●			●
275																					●			●
276																					●			●
277																					●			●
278																					●			●
279																					●		●	
280																					●			
281														●							●			
282																					●			●
283																					●			
284																					●			
285																					●			●
286														●							●			●
287														●							●		●	
288														●							●			●
289																					●			●
290																					●			●
291																					●		●	●
292									●	●	●				●						●		●	●
293					●				●	●	●										●		●	●
294					●				●												●		●	
295					●	●								●	●						●		●	
296					●	●								●							●		●	●
297					●	●		●													●		●	●
298					●				●	●											●		●	●
299					●									●							●		●	●
300																					●		●	

第1-6表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithiformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longianensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellaria	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals	
SY-301																									
302																						●	●		
303					●				●			●										●	●		
304					●						●	●										●	●		
305					●				●	●	●		●	●								●	●		
306					●					●	●		●	●								●	●		
307					●					●	●		●	●								●	●		
308					●				●	●	●		●	●								●	●		
309					●					●	●		●	●								●	●		
310					●					●	●		●	●								●	●		
311					●					●	●		●	●								●	●		
312					●	●				●	●		●	●								●	●		
313					●			●		●	●		●	●								●	●		
314					●				●	●	●		●	●								●	●		
315					●				●	●	●		●	●								●	●		
316					●				●	●	●		●	●								●	●		
317					●				●	●	●		●	●								●	●		
318					●			●		●	●		●	●								●	●		
319					●				●	●	●		●	●								●	●		
320					●				●	●	●		●	●								●	●		
321					●				●	●	●		●	●			●					●	●		
322					●				●	●	●		●	●								●	●		
323					●				●	●	●		●	●			●					●	●		
324					●				●	●	●		●	●			●					●	●		
325		●			●	●			●	●	●		●	●								●	●		
326		●			●	●			●	●	●		●	●								●	●		
327					●				●	●	●		●	●								●	●		
328					●				●	●	●		●	●								●	●		
329					●				●	●	●		●	●								●	●		
330					●				●	●	●		●	●								●	●		
331	●		●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
332			●	●	●	●			●	●	●		●	●								●	●		
333					●			●		●	●		●	●								●	●		
334					●				●	●	●		●	●								●	●		
335					●				●	●	●		●	●								●	●		
336	●	●	●	●	●				●	●	●		●	●			●					●	●		
337		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
338		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
339		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
340					●				●	●	●		●	●								●	●		
341		●			●				●	●	●		●	●								●	●		
342		●			●				●	●	●		●	●								●	●		
343					●				●	●	●		●	●								●	●		
344					●				●	●	●		●	●								●	●		
345					●				●	●	●		●	●								●	●		
346					●				●	●	●		●	●								●	●		
347					●				●	●	●		●	●								●	●		
348					●				●	●	●		●	●								●	●		
349				●	●				●	●	●		●	●								●	●		
350					●				●	●	●		●	●								●	●		
351	●		●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
352			●	●	●	●			●	●	●		●	●								●	●		
353					●			●		●	●		●	●								●	●		
354					●				●	●	●		●	●								●	●		
355					●				●	●	●		●	●								●	●		
356	●	●	●	●	●				●	●	●		●	●			●					●	●		
357		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
358		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
359		●	●	●	●				●	●	●		●	●								●	●		
360				●					●	●	●		●	●			●					●	●		

第1-7表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp.cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp.cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp.cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp.cf. P. longitanensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumellaria	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-361			●		●									●										
362									●													●		
363			●																			●		●
364			●	●	●									●								●	●	
365				●										●								●	●	
366																						●	●	
367																						●	●	
368		●	●	●	●	●				●				●								●	●	
369				●	●	●				●				●								●	●	
370														●								●	●	
371																						●	●	
372																						●	●	
373																						●	●	●
374																						●	●	
375																						●	●	
376		●	●	●					●													●	●	
377			●						●													●	●	
378		●				●			●					●								●	●	●
379																						●	●	
380																						●	●	●
381																						●	●	●
382																								
383																								
384																							●	
385																								
386																							●	
387																								
388																							●	
389																						●	●	●
390																							●	
391																							●	
392																								
393																								
394																								
395																								●
396																							●	
397																							●	
398																							●	
399																							●	
400																							●	
401																								
402																								
403																								
404																								
405																								
406																								
407																								
408																								
409																								
410																								

第1-8表 産出微化石のリスト

	<i>N. grypus</i>	<i>N. ornithoformis</i>	<i>N. sp</i>	<i>A. levis</i>	<i>A. sp A</i>	<i>A. sp cf. A. triangularis</i>	<i>A. sp cf. A. sinuata</i>	<i>A. sp</i>	<i>F. scholasticus</i>	<i>F. japonicus</i>	<i>F. charveti</i>	<i>F. bipartitus</i>	<i>F. monacanthus</i>	<i>F. sp</i>	<i>P. sp. aff. P. longicornis</i>	<i>P. sp. cf. P. fusiformis</i>	<i>P. globosa</i>	<i>P. sp. cf. P. longitansensis</i>	<i>P. scalprata</i>	<i>P. sp</i>	Spumelliana	Sponge spicule	Conodont	Heavy minerals
SY-411																								
412																								
413																								
414																								
415																								
416																						●		●
417																						●		●
418																						●		●
419																						●		●
420																						●		●
421																						●		●
422																						●		●
423																						●		●
424																								
425																								
426																						●		●
427																						●		●
428																						●		●
429																						●		●
430																								
431																						●		
432																								
433																								
434																						●		
435																						●		
436																								
437																						●		
438																						●		
439																						●		
440																						●		
441																						●		
442																						●		
443																								●
444																								
445																						●		
446																						●		
447																						●		
448																						●		
449																						●		
450																						●		
451																						●		
452																								
453																						●		
454																								
455																						●		
456																						●		
457																						●		

第1-9表 産出微化石のリスト