

## 紀伊半島北西部, 高野山地域の上部白亜系花園層の地質と放散虫化石

栗本史雄<sup>1\*</sup>・木村克己<sup>2</sup>・竹内 誠<sup>3</sup>

Chikao Kurimoto, Katsumi Kimura and Makoto Takeuchi (2015) Geology and radiolarian fossils of the Upper Cretaceous Hanazono Formation in the Koyasan area, northwestern part of Kii Peninsula, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.66 (3/4), p.41-79, 5 figs, 3 tables, 9 plates.

**Abstract:** The western Kii Peninsula which is situated in the Outer Zone of the Southwest Japan, is generally characterized by E-W trend zonal structure of the Sambagawa, Chichibu and Shimanto Belts from north to south. However, the zonal structure is incomplete in the central part of Kii Peninsula and rocks of the Chichibu Belt are not cropped on the land surface. In this paper, geology of the Hanazono Formation in the Koyasan area where the rocks of the Chichibu Belt are absent is described, and radiolarian fossils from the Hanazono Formation and the adjacent Yukawa and Miyama Formations are reported.

The Hanazono Formation is in fault contact with the Sambagawa Metamorphic Rocks through the Aridagawa Tectonic Line to the north, and is in fault contact with the Yukawa or Miyama Formations through the Yanase Fault or the Yukawa Thrust to the south. The Hanazono Formation is divided into 5 units and they are called Hn1, Hn2, Hn3, Hn4 and Hn5 Units, respectively. Hn1 Unit is situated in the northern-most part of the Hanazono Formation, and characterized by obvious foliation as compared with Hn2 to Hn5 Units. Hn1 Unit is in fault contact with Hn2-Hn5 Units through the Kamiya Fault.

The Hanazono Formation mainly consists of shale with sandstone, felsic tuff, chert, red shale, limestone and basalt, and is characterized by mixed rock which includes the blocks of sandstone, chert and basalt in shale matrix.

Radiolarian fossils were obtained from chert, felsic tuff, shale and tuffaceous shale of the Hanazono, Yukawa and Miyama Formations, and 4 radiolarian fossil assemblages are recognized, that is, *Holocryptocanium barbui* Assemblage, *Dictyomitra formosa* Assemblage, *Dictyomitra koslovae* Assemblage and *Amphipyndax tylotus* Assemblage. According to the previous studies, *Holocryptocanium barbui* Assemblage is correlated to late Albian to Cenomanian, *Dictyomitra formosa* Assemblage to Turonian to Coniacian, *Dictyomitra koslovae* Assemblage to Santonian to early Campanian, and *Amphipyndax tylotus* Assemblage to late Campanian.

Judging from the lithologic characters and imbricated structure, the Hanazono Formation is considered to be constructed as an accretionary complex. The radiolarian fossils show that the construction age of the Hn1 Unit was Turonian to Coniacian, Hn2 Unit was Turonian to late Campanian, and Hn3 and Hn4 Units were Turonian to latest Campanian and Hn5 Unit was late Albian to latest Campanian.

**Keywords:** accretionary complex, radiolarian fossil, thrust, Late Cretaceous, Hanazono Formation, Yukawa Formation, Miyama Formation, Shimanto Belt, Koyasan, Wakayama, Nara, Kii Peninsula, Southwest Japan

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation) 現所属; 評価部 (Evaluation Department)

<sup>2</sup> 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation) 現所属; 防災科学技術研究所 (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)

<sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科 (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

\*Corresponding author: C. Kurimoto, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: kurimoto-chikao@aist.go.jp

## 要 旨

紀伊半島西部において、三波川帯、秩父帯及び四万十帯は東西に延びた帯状配列を示すが、紀伊半島中央部において秩父帯の地質体が欠如し、三波川帯と四万十帯の地質体は有田川構造線を介して接する。秩父帯の地質体が欠如する紀伊半島中央北西部の高野山地域には、四万十帯の上部白亜系花園層と南に隣接して湯川層及び美山層が分布する。

花園層は、北は有田川構造線を介し三波川変成岩類と、南は梁瀬断層を介して湯川層、湯川スラストを介して美山層と接する。同層は岩相及び地質構造からみて、Hn1, Hn2, Hn3, Hn4, Hn5の5ユニットに区分される。Hn1ユニットは最も北に分布し、変形による面構造の発達認められる。一方、南側のHn2～Hn5ユニット(花園層主部と呼ぶ)は、Hn1ユニットと比較して面構造の発達が弱い。Hn1ユニットと花園層主部は東北東～西南西性の神谷断層で画される。

花園層は頁岩を主体とし、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、チャート、赤色頁岩、石灰岩、玄武岩及び混在岩を伴う。頁岩を基質とし、砂岩、チャート、玄武岩などの岩塊を含む混在岩が特徴的である。また、複数のユニットが衝上断層による覆瓦構造を示し、基質の頁岩はチャートよりも若い時代の放散虫化石を産出する。湯川層は、岩相の特徴により構造的上位からYk1, Yk2, Yk3の3ユニットに区分され、北側の花園層とは梁瀬断層で画される。美山層はMy1, My2, My3, My4の4ユニットに区分されるが、本地域ではMy1ユニットの北縁部が分布し、北側の湯川層とは湯川スラストによって画される。

花園層、湯川層及び美山層から得られた放散虫化石を検討し、群集Ⅰ：*Holocryptocanium barbui*群集、群集Ⅱ：*Dictyomitra formosa*群集、群集Ⅲ：*Dictyomitra koslovae*群集、群集Ⅳ：*Amphipyndax tylotus*群集の4群集を識別した。既報告等との比較から、群集Ⅰは後期アルビアン期～セノマニアン期、群集Ⅱはチューロニアン期～コニアシアン期、群集Ⅲはサントニアン期～前期カンパニアン期、群集Ⅳは後期カンパニアン期を指示すると考えられる。

花園層は岩相や覆瓦構造などの特徴から付加体であり、放散虫化石に基づいてHn1ユニットはチューロニアン期～コニアシアン期、花園層主部のHn2ユニットはチューロニアン期～後期カンパニアン期、Hn3～Hn4ユニットはチューロニアン期～最末期カンパニアン期、Hn5ユニットは後期アルビアン期～最末期カンパニアン期に形成されたと考えられる。湯川層及び美山層から産出した放散虫化石が示す地質時代は従来の報告と矛盾しない。

## 1. はじめに

紀伊半島西部において北から南に三波川帯、秩父帯及び四万十帯に所属する地質体が分布する。三波川帯と秩父帯の境界である御荷鉾構造線は、5万分の1地質図幅「海南」(平山・田中, 1956b)及び「動木」(平山・田中, 1956a)に示され、有田川中流域では有田川構造線(Hada, 1967)と呼ばれた。一方、秩父帯と四万十帯の境界である仏像構造線は、和歌山県紀伊由良地域や井谷地域では、秩父帯南帯の地質体と四万十帯美山層、寺杣層あるいは湯川層との境界に相当する(徳岡ほか, 1982; Yao, 1984; 岩橋, 1987)。しかし、紀伊半島中央部の広い範囲においては、三波川帯、秩父帯及び四万十帯の帯状配列が認められず、秩父帯の地質体が欠如し、三波川帯と四万十帯が接するとされた(大和大峯研究グループ, 1981など)。

栗本(1982)は、秩父帯欠如の西端に当たる高野山南西方において、従来の秩父古生層を花園層と命名し、混在岩の存在や岩相組み合わせの特徴から付加体と判断した。さらに放散虫化石の産出に基づいて花園層は四万十帯に属する上部白亜系と判断し、西方から分布する秩父帯の東限を画する断層を板尾断層と呼んだ。Kurimoto (1994)は、栗本(1982)の北東延長地域の花園層を面構造の発達した北部ユニットと発達の弱い南部ユニットに二分し、それぞれの岩相・構造・放散虫化石・K-Ar年代を報告するとともに、花園層が秩父帯の地質体や四万十帯の湯川層の構造的下に深く沈み込み、その後の上昇と剝削により地表に現れたモデルを提唱した。栗本ほか(1998)は20万分の1地質図幅「和歌山」において、花園層及びその相当層をH1～H4の4ユニットに区分した。

本論文では、栗本(1982)、Kurimoto (1994)及び栗本ほか(1998)の花園層のユニット区分と地質構造を見直し、放散虫化石に基づいて同層の付加体形成時代を述べる。また、南隣の湯川層・美山層から産出した放散虫化石についても報告する。

## 2. 研究史

平山・神戸(1959)は本地域の北半部を含む5万分の1地質図幅「高野山」において、秩父帯の古生層を秩父帯主部と北縁部の細川帯に区分し、御荷鉾構造線より北側の三波川帯について教良寺帯(点紋帯)と志賀帯(無点紋帯)に二分した。

志井田(1962, 1967)は、紀伊半島中央部の広範な地域を調査し、秩父帯・四万十帯の地質体区分を提示し、仏像構造線などの地帯区分境界を示した。のちに志井田ほか(1989)は、これらの成果の一部を5万分の1地質図幅「山上ヶ岳」としてとりまとめた。

大和大峯研究グループ(1981)は本論文の調査地域の東半分を含む辻堂・城戸地域において、三波川帯と四万十

帯の地質体が接し、秩父帯の地質体が欠如するとした。その後、同グループは一連の研究により、紀伊半島中央部に分布する秩父帯・四万十帯の地質体の層序・構造・地質時代を明らかにした(大和大峯研究グループ, 1989, 1992, 1994, 1998)。大和大峯研究グループ(2005)は、紀伊半島中央部の秩父帯・四万十帯の地質体が混在岩や衝上断層で画された覆瓦構造で特徴づけられる付加体であるとの判断から、各層を付加コンプレックスとして再定義した。大和大峯研究グループ(2012)は長年の研究に基づいて紀伊半島中央部の四万十帯の地質を総括した。

竹内(1996)は奈良県から三重県にかかる吉野地域と樺田川地域の三波川帯・秩父帯・四万十帯の地質を詳細に報告した。吉野地域は本調査地域の東に接する地域である。

山本・鈴木(2012)は5万分の1地質図幅「高野山」南縁から「伯母子岳」に分布する花園コンプレックスをHz1ユニット(国城山ユニット)、Hz2(湯子川ユニット)、Hz3(御殿川ユニット)、Hz4(池津川ユニット)の4ユニットに区分し、放散虫化石の産出に基づいてHz2ユニット(サントニアン期～前期カンパニアン期)、Hz3ユニット(後期カンパニアン期)、Hz4ユニット(最末期カンパニアン期)へと、構造的上位から下位に向かって付加体の形成時代が若くなることを示した。また、花園コンプレックスの分布する地帯を日高川帯から除外し、高野山帯と命名した。

構造地質学的な視点の研究として、Awan and Kimura(1996)は、イライトの結晶度(IC)が三波川変成岩類から花園層にかけて北から南に徐々に高くなる傾向を明らかにし、熱構造と構造形成に言及した。またOnishi *et al.*(2001)は、花園層の北縁部を対象にして構造解析に基づいて沈み込み帯の変形史とその原因となるプレート運動について議論した。

本地域の花園層の南に分布する湯川層及び美山層については、以下の研究がある。紀州四万十帯団体研究グループ(1986)は、紀伊半島西部の中津村(現在の日高川町)の美山層について、層序と構造を明らかにし、コニアシアン期～サントニアン期を示す放散虫化石を報告した。紀州四万十帯団体研究グループ(1991)は花園村(現在のかつらぎ町)に分布する湯川層とその南の美山村(現在の日高川町)から龍神村(現在の田辺市)にかけて分布する美山層の層序と地質構造を報告した。湯川層については下位よりY1, Y2, Y3の3部層に区分し、岩相、地質構造及び浅海性二枚貝や放散虫化石の産出に基づいて、大陸棚外縁から上部大陸斜面で形成された後期アルビアン期～チューロニアン期の地質体であると判断した。一方、美山層については岩相の特徴や構造から付加体と判断し、構造的上位からM1, M2, M3の3部層に区分し、放散虫化石の産出に基づいてその形成時代をチューロニアン期～前期カンパニアン期とした。紀州四万十帯団体研究グループ

(2006)は和歌山県中西部の御坊市から田辺市にかけて広く分布する竜神層を再検討し、岩相と変形構造に基づいて竜神層の最北部を美山層の構造的最低位のM4に位置付け、後期カンパニアン期を示す放散虫化石の産出を報告した。紀州四万十帯団体研究グループ(2012a)は、紀州四万十帯団体研究グループ(1991)の湯川層を付加体として再定義し、放散虫化石の産出を追加した。紀州四万十帯団体研究グループ(2012b)は、紀州四万十帯団体研究グループ(1991)の美山層を美山コンプレックスと改称し、新たに産出した放散虫化石に基づいて上限の地質時代を前期マーストリヒチアン期に改訂した。

上記以外に5万分の1地質図幅「粉河」(牧本ほか, 2004)では、その南東端に花園層が図示されている。

### 3. 地質概説

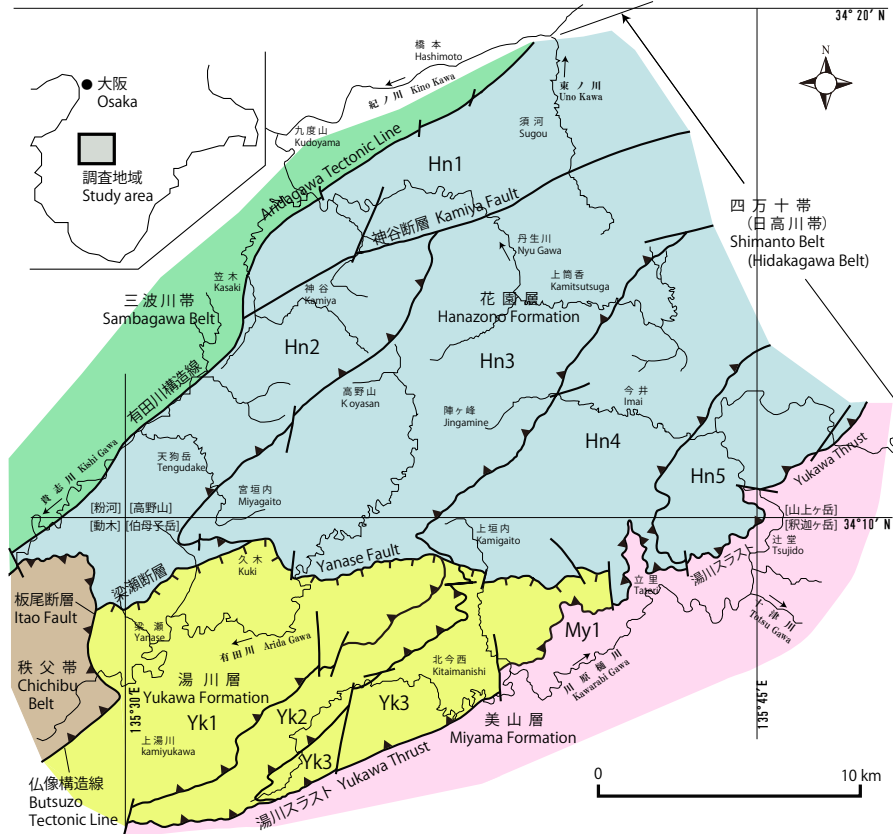
調査地域は、和歌山県と奈良県にまたがる5万分の1地質図幅「高野山」及びその南の「伯母子岳」の北半部に相当する。本地域は地質学的には有田川構造線、板尾断層及び仏像構造線により三波川帯、秩父帯、四万十帯の3帯に区分される。

有田川構造線以北は三波川帯に属し、三波川変成岩類が分布する。同岩類は泥質片岩、苦鉄質片岩を主体として、珪質片岩、砂質片岩、石英片岩を伴う。有田川構造線以南において、板尾断層以西は秩父帯に属し、北から南に北帯のジュラ紀付加体、黒瀬川帯の結晶片岩類の境川層とそれを覆う後期白亜紀前弧海盆堆積物の外和泉層群二川層、及び南帯のジュラ紀～前期白亜紀の付加体が分布する。秩父帯の南には仏像構造線を介して四万十帯の地質体が分布する。板尾断層以東では四万十帯の付加体が広く分布し、秩父帯の地質体は分布しない。四万十帯は紀伊半島において、北から日高川帯、音無川帯、牟婁帯の3帯に区分される。本調査地域には日高川帯に属する花園層、湯川層及び美山層が分布する(第1図)。

花園層は、岩相の組み合わせや構造的な特徴から、Hn1, Hn2, Hn3, Hn4, Hn5の5ユニットに区分され、東北東～西南西性の神谷断層(Kurimoto, 1994)により、北縁部に位置するHn1ユニットと南側のHn2～Hn5ユニット(花園層主部と呼ぶ)に二分される。栗本(1982)は、高野山南西方に分布する花園層を混在岩の存在や岩相組み合わせの特徴から付加体と判断した。本地域の花園層は栗本(1982)の花園層を含み、その延長に相当し、同様の特徴から花園層は付加体と判断される。

湯川層は、岩相の特徴に基づいて構造的上位からYk1, Yk2, Yk3の3ユニットが累重し、東西性の軸を持つ褶曲構造が存在する。Yk1ユニットは砂岩を主体とし、砂岩頁岩互層や頁岩を伴う。Yk2ユニットは頁岩や互層を主体とする。Yk3ユニットは砂岩を主体とし、砂岩頁岩互層や頁岩を伴う。紀州四万十帯団体研究グループ





第1図 高野山地域の地質体区分  
 []は5万分の1地形図の範囲を示す  
 Fig. 1 Geological division in the Koyasan area  
 Brackets show 1:50,000 topographic maps

(2012a)は岩相及び地質構造の再検討により、同層が付加体であると判断した。

美山層は構造的上位からMy1, My2, My3, My4の4ユニットに区分される(紀州四万十帯団体研究グループ, 2012b)が、本報告地域においてMy1ユニットの北縁部が分布する。My1ユニットは砂岩、頁岩から構成され、東西性の走向を有し、北または南に傾斜する。紀州四万十帯団体研究グループ(1991)は、美山層が付加体の特徴である覆瓦構造や地質時代の極性を有することを示した。

#### 4. 花園層

##### 4.1 概要

花園層は、最初に命名された和歌山県伊都郡花園村(現在のかつらぎ町)、高野町、かつらぎ町、海草郡美里町(現在の紀美野町)、有田郡清水町(現在の有田川町)に加えて、東方の伊都郡九度山町、橋本市及び奈良県吉野郡野迫川村に広く分布し、さらに大塔村(現在の五條市)と西吉野郡天川村に及ぶ。花園層は有田川構造線を介して

北側の三波川変成岩類と接し、西端は板尾断層で画される。本層の南限は、本地域中西部において南傾斜の梁瀬断層(紀州四万十帯団体研究グループ, 1991)によって湯川層と画され、東部においては湯川スラスト(紀州四万十帯団体研究グループ, 2012a)で美山層と接する(第1図, 第2図)。

花園層は全体に頁岩優勢で、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩などの陸源の堆積岩と、チャート、玄武岩などの海洋起源の岩石から構成される。砂岩、チャート、玄武岩などはレンズ状あるいは層状に分布し、一部に砂岩や砂岩頁岩互層が卓越する部分がある。頁岩を基質として砂岩、チャート、玄武岩などの岩塊を含む混在岩が特徴的である。花園層には、付加体に典型的な玄武岩・チャートの海洋性岩石から始まり、上位に頁岩・砂岩の陸源堆積岩が重なる海洋プレート層序は認められないが、海洋性岩石及び混在岩の存在から付加体であると判断した。

花園層は、岩相の組み合わせや構造的な特徴から、Hn1, Hn2, Hn3, Hn4, Hn5の5ユニットに区分





され、東北東～西南西性の神谷断層 (Kurimoto, 1994)によって北縁部のHn1ユニットと花園層主部(Hn2～Hn5ユニット)に二分される。Hn1ユニットは頁岩を主体とし、チャートや玄武岩のレンズ状岩体を伴い、神谷断層に沿った見かけ最下位に混在岩が卓越する。Hn1ユニットは北に傾斜する同斜構造を呈する。花園層主部では構造的低位のHn5ユニットから上位のHn2ユニットにかけて累重する覆瓦構造を呈し、一般に東西性で西傾斜の軸を持つ褶曲構造を示す。Hn1ユニットの頁岩には変形による面構造が顕著に認められるが、花園層主部ではその発達弱く、両者には変形構造の差異が認められる。

本報告と従来報告との地質体区分の対応を述べると、本報告のHn1ユニットはKurimoto (1994)の北部ユニットに相当するが、今回、神谷断層の通過位置を西半分では北方に、東半分では南方に修正したため、Hn1の分布範囲に若干の変更が生じた。本報告のHn2ユニットとHn3ユニットの一部がKurimoto (1994)の南部ユニットに相当する。また、栗本ほか(1998)と比較すると、本報告のHn1、Hn2、Hn3の各ユニットは栗本ほか(1998)のH1ユニット、H2ユニット、H3ユニットにそれぞれ相当し、Hn4ユニットはH4ユニットの西端部に、Hn5ユニットはH4ユニットの東半部に相当する。なお、栗本(1982)の花園層分布域は本報告のHn2ユニットの南西端に当たる。

山本・鈴木(2012)の研究対象地域は本報告の花園層の南寄り3分の2を対象としている。本報告のHn1ユニットの西端部が山本・鈴木(2012)のHz1ユニットに、本報告のHn2ユニットが山本・鈴木(2012)のHz2ユニットにほぼ相当するが、神谷断層の通過位置の相違によりHn2ユニットの北端部がHz1に含まれる。本報告のHn3ユニットは山本・鈴木(2012)のHz3ユニットの西部4分の3を含む。本報告のHn4ユニットは山本・鈴木(2012)のHz3ユニット東部4分の1とHz4ユニットの西半部に合わせたものを含む。また、本報告のHn5ユニットは山本・鈴木(2012)のHz4ユニットの東半部に相当する。なお、山本・鈴木(2012)はHz4ユニットの南端にチャート・玄武岩に富むHz2ユニットが分布するとしたが、本報告では玄武岩の分布や地質構造からHn4ユニットに含めた。

## 4.2 岩相と地質構造

以下に花園層を構成するHn1～Hn5ユニットの岩相と地質構造を述べる。Hn1ユニットは花園層の北縁部に位置し、花園層の大部分を占めるHn2～Hn5ユニットは花園層主部に当たる。

### 4.2.1 Hn1ユニット

#### 分布

本ユニットは花園層の一番北を占め、<sup>にゅう</sup>丹生川下流域、不動谷川沿い及び東ノ川沿いに分布し、本調査地域内に

において南北方向に4～5 km、東西方向に約15 kmの分布範囲を有する。本ユニットの北限は有田川構造線でもって三波川帯変成岩類と画され、南は花園層主部のHn2ユニット及びHn3ユニットと神谷断層を介して接する。神谷断層は北に急傾斜する断層であり、直線状に追跡される。

#### 岩相

本ユニットは主として頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、チャート、玄武岩、混在岩を伴う。Hn1ユニットの南限を画す神谷断層に沿って、混在岩が南北500 m～1 kmの幅で分布する。本ユニット西部において玄武岩のレンズ状岩体が多数認められ、ほかに砂岩頁岩互層、チャートが狭い範囲に分布する。東部では見かけ下半部に比較的連続する砂岩層が分布する。

頁岩は黒、灰色などを呈し、一部に凝灰質な部分が認められ、面構造や微褶曲がよく観察される。砂岩は一般に中粒～細粒であり、黒灰色や灰色を呈する。チャートは層状で、灰色、赤色などを呈する。赤色頁岩は赤褐色あるいは暗赤色を呈する。野外において、赤色チャートと赤色頁岩は漸移することがある。玄武岩は西半部の不動谷川や丹生川沿いで観察される。玄武岩は緑色や一部に赤紫色を呈し、溶岩、ハイアロクラスタイト、凝灰岩から構成され、前述の赤色チャート及び赤色頁岩と整合関係で接することがある。混在岩は、頁岩を基質として砂岩、チャート、玄武岩などの岩塊を含む。

#### 地質構造

一般に東北東～西南西の走向で、北に40～75度で傾斜する。本ユニットの地質構造はユニット西端において有田川構造線に断られる。不動谷川において有田川構造線の断層露頭は確認されていないが、花園層の玄武岩が東北東～西南西の走向で分布するのに対して、有田川構造線は南北性に走り、斜交関係にある。Hn1ユニット内には東北東～西南西性の断層が認められ、神谷断層及び面構造の走向とも一致する。

### 4.2.2 Hn2ユニット

#### 分布

本ユニットは花園層の西端を占め、貴志川、不動谷川上流及び湯子川沿いに、北西～南東方向に4～5 km、北東～南西方向に約15 kmの分布を有する。北西は有田川構造線を介して三波川帯変成岩類と、南西は板尾断層を介して秩父帯の地質体と、南は梁瀬断層を介して湯川層とそれぞれ画される。花園層の他ユニットとの関係は、北は神谷断層でHn1ユニットと断られ、南東は構造的低位のHn3ユニットと衝上断層で接する。

#### 岩相

本ユニットは主として頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、チャート、石灰岩、玄武岩、混在岩を伴う。南西端では全体的に混在岩の分布が卓越



し、多数の砂岩、砂岩頁岩互層、チャート、玄武岩がレンズ状岩体として分布する。中央部から東半分では、砂岩、珪長質凝灰岩、玄武岩が層状あるいはレンズ状に分布し、混在岩がHn3ユニットとの境界に沿って見かけ最下位に分布する。石灰岩は、有田川構造線沿いに長径数m大の岩塊として確認される。なお、石灰岩は地質図(第2図)では誇張して表現した。

頁岩はHn1ユニットの頁岩に比較して面構造の発達は認められず、黒色、黒灰色などを呈する。頁岩の一部には淡緑色や白色などを呈する凝灰質な部分があり、両者は漸移する。砂岩は一般に中粒～細粒であり、黒灰色ないし灰色を呈する。珪長質凝灰岩は灰白色や白色を呈し、頁岩中にレンズ状に分布する場合、あるいは層状に走向方向に比較的連続する場合がある。チャートは層状のものが多く、白色、灰色、赤色などを呈する。チャートは玄武岩に接して産出することがあり、一部には赤色頁岩に漸移することもある。地質図では白色、灰色、赤色などのチャートと赤色頁岩を合わせて図示した。玄武岩はレンズ状あるいは層状に分布し、湯子川沿いでは見かけの層厚が最大300 mに達する(第2図)。玄武岩は緑色、暗緑色を呈し、溶岩、ハイアロクラスタイト、凝灰岩などから構成される。頁岩を基質として砂岩、砂岩頁岩互層、チャート、玄武岩などの岩塊を含む混在岩が頻繁に認められる。なお、栗本(1982)は比較的広い分布幅を持つ珪長質凝灰岩を地質図に示したが、多くの場合は凝灰質頁岩であるので本論文では頁岩に含め、比較的連続が確認できる珪長質凝灰岩のみを図示した。

#### 地質構造

一般に北東～南西の走向を有し、北あるいは南に30～60度程度で傾斜する。ユニット西端では、東西ないし東北東～西南西の走向で西にプランジする軸を持つ褶曲構造が認められ、その波長は500 mから2 km程度である。その褶曲構造は赤色頁岩、チャート、玄武岩などの分布から追跡される。ユニット北東端において同様の褶曲がわずかに認められるが、中央部の広い範囲では北東～南西の走向で北西に傾斜する。

#### 4.2.3 Hn3ユニット

##### 分布

本ユニットは花園層の中央部を占め、高野山周辺から丹生川及び御殿川沿いに分布する。本地域の花園層の中で最も広く、本調査地域内において東西ないし北西～南東方向に5～8 km、北東～南西方向に約20 kmの分布を有する。北を神谷断層で画され、南東は構造的な下位のHn4ユニットと衝上断層で接する。南は梁瀬断層を介して湯川層と接する。

##### 岩相

本ユニットは頁岩を主とし、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、玄武岩、混在岩を伴う。チャートは地質図

に図示できる規模では分布しない。東半部において、見かけ下半部では頁岩が卓越し、中部から上半部では砂岩及び砂岩頁岩互層が卓越する。この砂岩及び砂岩頁岩互層は、丹生川から東ノ川沿いで最も広い分布を示すが、側方に急激に見かけの厚さが減少する。一方、西半部では、混在岩がHn4ユニットとの境界に沿って見かけ最下位に分布し、砂岩や珪長質凝灰岩が層状に分布する。

岩相の特徴はHn2ユニットと類似することから、記載の重複を避け、特筆すべき点に限って述べる。北部に分布する砂岩及び砂岩頁岩互層は走向方向への厚さの変化が著しく、丹生川沿いの砂岩は見かけの最大層厚は700 mに達する。珪長質凝灰岩はユニット中部から南半部において複数の層準に分布し、厚さ数10 m、走向方向に500 mから2～3 kmの連続を示す。産状は厚さ約3 cmの珪長質凝灰岩と厚さ2～3 cmの頁岩が互層する。玄武岩は高野山北東方に分布するのみで、見かけの厚さ数10 mで、走向方向に2～3 kmの連続を示す。

#### 地質構造

ユニット北端と南端において、東西ないし東北東～西南西の走向で西にプランジする軸を持つ褶曲構造が認められ、その波長は3 kmから5 km程度である。地層の走向はこの褶曲構造に規制され、傾斜は一般に30～75度程度である。

#### 4.2.4 Hn4ユニット

##### 分布

本ユニットは中原川、池津川流域及び丹生川上流域に分布し、本調査地域内において北西～南東方向に約5 km、北東～南西方向に約13 kmの分布を有する。南東は構造的な下位のHn5ユニットと接する。河原樋川と池津川<sup>かわらび</sup>の出会い西方の南北性断層の西側では、本ユニットは梁瀬断層を介して湯川層と接する。一方、南北性断層の東側では湯川スラストを介して構造的な下位の美山層と衝上断層で接する。

##### 岩相

本ユニットは頁岩を主とし、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、チャート、玄武岩、混在岩を伴う。北部から中央部では頁岩が卓越し、砂岩、砂岩頁岩互層、チャート、玄武岩がレンズ状に分布する。一方、南端部の梁瀬断層に近傍では玄武岩のレンズ状岩体が多数分布する。

岩相の特徴はHn2ユニットと類似することから、Hn3ユニットと同様、要点を述べる。珪長質凝灰岩は池津川において厚さ20～30 mで走向方向に数kmの延長で分布する。また、小規模のため地質図には図示できないが、灰白色の珪長質凝灰岩が厚さ数cm～数10 cmで、頁岩中に岩塊として含まれる場合がある。チャートと玄武岩は野外において近接して産出する。本ユニット最南端において、地質図でチャートと図示したものは赤色頁岩を主体とし、向斜構造のため見かけ広い分布域を示す。この



赤色頁岩は暗赤色を呈し，緑灰色あるいは淡緑色の凝灰質頁岩と漸移する。

#### 地質構造

北部から中央部にかけて，地層は北東～南西の走向で，北西に30～50度程度傾斜することが多い。一方，南端では玄武岩と砂岩が分布し，東西ないし東北東～西南西の走向で西にブランチする軸を持つ褶曲構造が認められ，その波長は500 mから1.5 kmである。

#### 4.2.5 Hn5ユニット

##### 分布

花園層の南東端を占め，天ノ川流域に分布し，本調査地域内において北西～南東方向に約4 km，北東～南西方向に約8 kmの分布を有する。本ユニットは花園層の構造的最低位に位置し，湯川スラストを介して構造的低位の美山層と接する。

##### 岩相

本ユニットは頁岩を主とし，珪長質凝灰岩，玄武岩，混在岩を伴う。湯川スラストに沿って見かけ最低位に玄武岩や混在岩が分布する。

岩相の特徴はHn2ユニットと類似することから，要点を述べる。天ノ川沿いの猿谷貯水池付近では厚さ約10 mの珪長質凝灰岩が2層準認められる。これらは厚さ5～10 cmのチャート光沢をした白色珪長質凝灰岩と厚さ2～3 cmの灰色凝灰質頁岩の互層から構成される。この珪長質凝灰岩は走向方向への連続が未確認であるが，その分布は走向方向に数100 m連続する可能性がある。本ユニットには地質図に図示できる規模のチャートはないが，東端部の玄武岩は赤色チャートを伴う。その玄武岩の一部には枕状溶岩が認められ，見かけ上位に赤色チャートが重なり，玄武岩と赤色チャートの組み合わせが断層で2回繰り返す。

##### 地質構造

東端では北東～南西の走向で西にブランチ軸を持つ褶曲構造が認められ，その波長は2～3 kmである。見かけ玄武岩の分布幅が広がっている。

#### 4.2.6 花園層内のユニット境界

Hn1ユニットの南限は神谷断層に相当し，花園層主部のHn2～Hn3ユニットと画される。神谷断層は東北東～西南西の走向を有し，丹生川支流の三尾川沿いの東郷<sup>ひがしこう</sup>において東西性で北に70度に傾斜する断層が確認される。また，神谷断層に沿うHn1ユニットの南縁部<sup>たにおぶか</sup>において，西方の神谷から東郷，北又を経て，谷奥深に至るまで，混在岩が南北幅200～300 mに分布する。

花園層主部のHn2～Hn5ユニットは衝上断層によって画される覆瓦構造を示していると考えられるが，野外においてユニット境界の断層を確認することはできない。しかし，想定される境界に沿ってユニットの構造的最低

位に混在岩の存在が認められる。Hn2ユニットでは，宮垣内周辺から湯川辻，高野山を経て北又南方に至るまで，Hn3ユニットでは，上垣内西方から陣ヶ峰の東を経て丹生川沿いの下筒香に至るまで，Hn4ユニットでは，中原川沿いの今井東方から天辻において，またHn5ユニットでは野外での露出状態が悪いが，猿谷ダム周辺において混在岩の分布が確認される。

#### 4.2.7 対比

花園層の主たる分布域の5万分の1地質図幅「高野山」(平山・神戸, 1959)と比較すると，花園層主部(Hn2～Hn5ユニット)の大部分は平山・神戸(1959)の秩父帯主部に相当し，Hn2ユニットの北西端の狭い範囲が秩父帯細川帯に相当する。また，Hn1ユニットの北半部は志賀帯南縁部に，一方，Hn1ユニットの南半部のうち西半部は秩父帯細川帯に，東半部は秩父帯主部にそれぞれ対比される(第3図)。

本地域の南側において，紀州四万十帯団体研究グループ(2012a, b)は湯川層とその南に接する美山層の分布を示し，両層の境界を画する断層を湯川スラストと呼んだ。本地域南東端の立里<sup>たちり</sup>より東方では湯川層が分布しないことから，花園層主部のHn4及びHn5ユニットが湯川スラストを介して美山層と接することになる(第1図，第2図，第3図)。

大和大峯研究グループ(1989, 2005)は本地域の東に隣接する辻堂地域において，構造的上位の赤滝コンプレックスと低位の宇井コンプレックスの分布を示し，両層の境界を宇井スラストと呼んだ。赤滝コンプレックスは花園層の東方延長に位置し，花園層は赤滝コンプレックスに対比される(第3図)。なお，紀州四万十帯団体研究グループ(2012a, b)は美山層を宇井コンプレックスに，湯川スラストを宇井スラスト対比した。

## 5. 放散虫化石

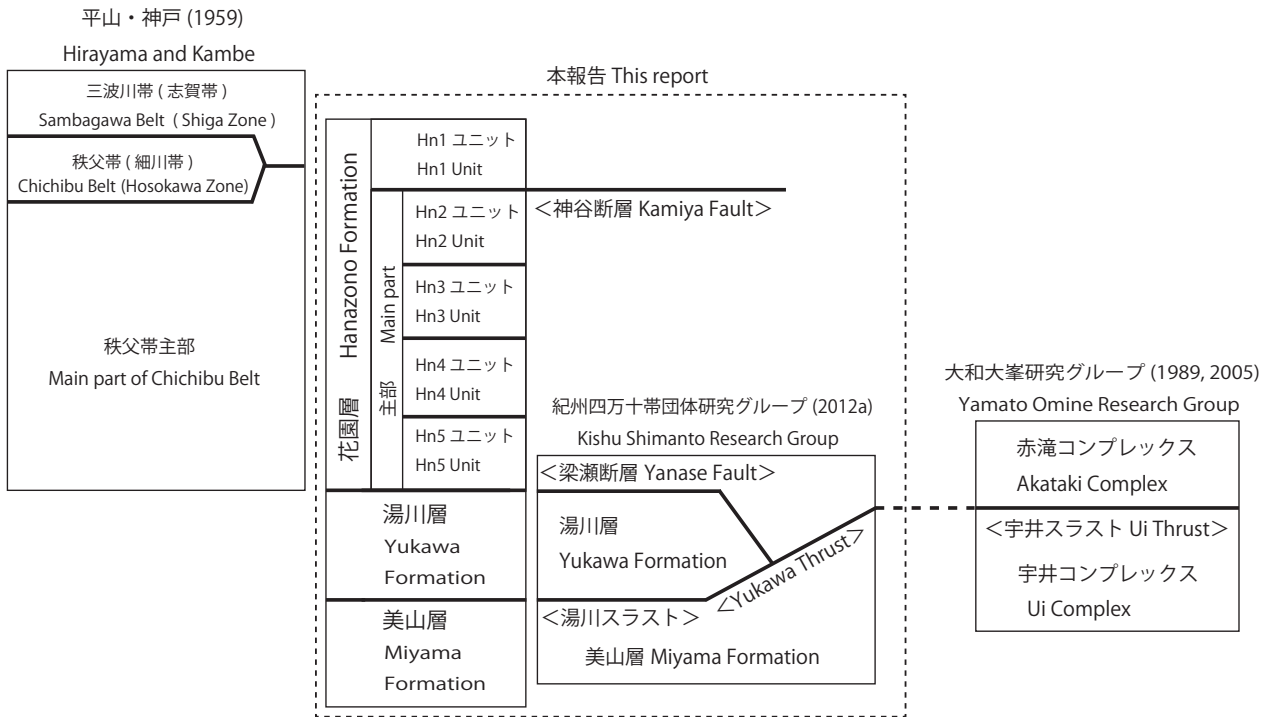
本論文では，花園層及び南に隣接する湯川層，美山層北縁部から頁岩，凝灰質頁岩，珪長質凝灰岩，チャートを採取し，フッ酸処理により放散虫化石を抽出した。走査型電子顕微鏡による観察に基づいて放散虫化石の同定と放散虫化石群集の設定を行い，各群集の指示する地質時代を考察した。化石産出地点を第4図，化石リストを第1表～第3表，化石写真を図版1～図版9に示す。

### 5.1 放散虫化石群集と地質時代

産出した放散虫化石の特徴と組み合わせから4つの放散虫化石群集を識別し，それぞれの群集を群集Ⅰ，群集Ⅱ，群集Ⅲ，群集Ⅳと呼ぶ。

#### 群集Ⅰ：*Holocryptocanium barbui*群集

群集Ⅰは，*Pseudodictyomitra pseudomacrocephala*, *P.*



第3図 高野山及び周辺地域における対比  
太線は断層を示す

Fig. 3 Correlation in the Koyasan and the adjacent area  
Bold line shows a fault

*leptoconica*, *P. nakasekoi*などの*Pseudodictyomitra*属, *Thanarla brouweri*, *T. conica*, *T. elegantissima*, *T. praeveneta*, *T. veneta*などの*Thanarla*属, *Holocryptocanium barbui*, *H. geysersensis*, *H. astiensis*, *H. tuberculatum*などの*Holocryptocanium*属及び*Novixitus weyli*の産出が特徴的で, ほかに*Archaeodictyomitra*属や*Stichomitra*属などから構成される。

群集Ⅰは竹谷(1995)が本邦上部白亜系の放散虫化石を整理した中で, 後期アルビアン期~セノマニアン期とした放散虫化石の構成種に, また公文ほか(1986)及び寺岡・栗本(1986)の*Holocryptocanium barbui*群集の構成種とよく一致する。山本・鈴木(2012)は花園層から, 紀州四万十帯団体研究グループ(2012a)は湯川層から*H. barbui*群集に相当する放散虫化石を報告した。その他, *H. barbui*群集に相当する化石群集は数多く報告されている。以上のことから, 群集Ⅰは後期アルビアン期~セノマニアン期を指示すると考えられる。

**群集Ⅱ : *Dictyomitra formosa* 群集**

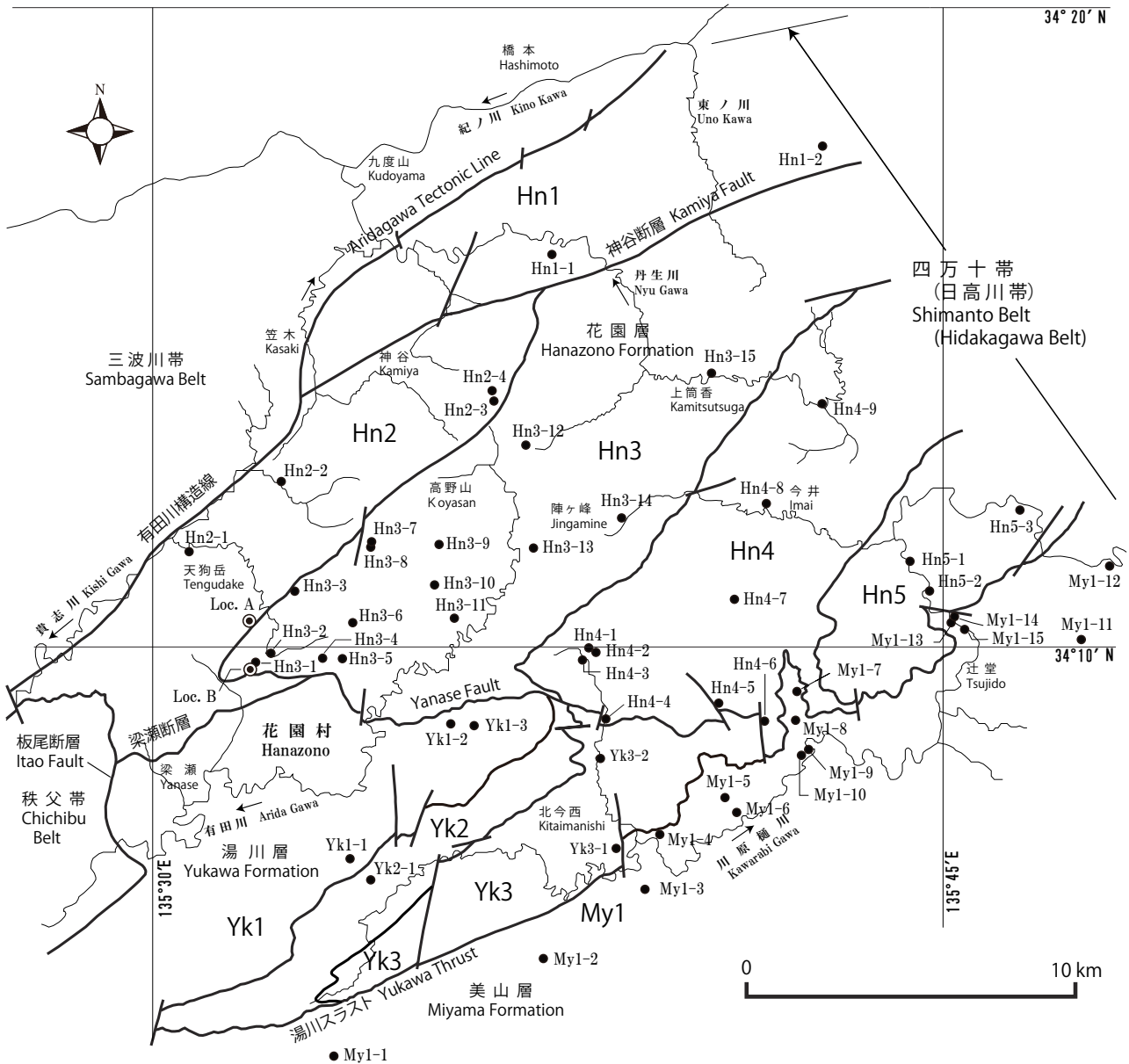
群集Ⅱは*Dictyomitra formosa*, *D. multicostata*, *D. napaensis*などの*Dictyomitra*属, *Archaeodictyomitra vulgaris*, *A. simplex*などの*Archaeodictyomitra*属, *Amphipyndax stocki*, *A. ellipticus*などの*Amphipyndax*属, 及び*Stichomitra*属などの多節 *Nassellaria* から構成される。群集Ⅱを構成する

*Dictyomitra* 属, *Archaeodictyomitra*属, *Amphipyndax*属は一般に産出レンジが長いものが多く, 地質時代を限定する特徴種は見当たらない。しかし群集Ⅰを特徴づける*Pseudodictyomitra*属, *Thanarla*属, *Holocryptocanium*属が産出しなことから, 群集Ⅰと群集Ⅱとは種構成が大きく異なり, 群集Ⅱは群集Ⅰよりも若い時代を示しチューロニアン期以降であると考えられる。また, 後述の群集Ⅲの指標となる*Dictyomitra koslovae*が産出しなことから, それよりも古い時代と判断できるため, 群集Ⅱはチューロニアン期~コニアシアン期を指示すると考えられる。群集Ⅱの構成種は, 公文ほか(1986)の*Dictyomitra formosa* 群集, 寺岡・栗本(1986)の*Dictyomitra formosa* 群集 - *Dictyomitra densicostata* 群集のものと類似する。

**群集Ⅲ : *Dictyomitra koslovae* 群集**

群集Ⅲは*Dictyomitra formosa*, *D. multicostata*, *D. koslovae*などの*Dictyomitra*属, *Archaeodictyomitra vulgaris*, *A. simplex*などの*Archaeodictyomitra* 属, *Amphipyndax stocki*などの*Amphipyndax* 属から構成され, *D. koslovae* 及び *D. aff. koslovae* の産出で特徴づけられる。

群集Ⅲを特徴づける*D. koslovae* について, 竹谷(1995)はその産出をサントニアン期~カンパニアン期とした。群集Ⅲの構成種は公文ほか(1986)の*Artostrobium urna* 群



第4図 高野山地域の放散虫化石産出地点  
 Fig. 4 Localities of radiolarian fossils in the Koyasan area

集及び寺岡・栗本(1986)の*D. koslovae*群集の構成種と類似する。一方、*Nassellaria*以外の放散虫化石として、本群集に含まれる*Alievium gallowayi*の産出レンジは前期サントニアン期～後期カンパニアン期とされた(Pessagno, 1976)が、上記群集の時代と矛盾しない。したがって、後述の*Amphipyndax tylotus*, *A. pseudoconulus*を特徴とする群集Ⅳが後期カンパニアン期と考えられることから、群集Ⅲはサントニアン期～前期カンパニアン期を指示すると考えられる。

ここで*D. koslovae*について若干言及する。Foreman

(1975)によると*D. koslovae*は第4殻室あるいは第5殻室の幅が広く、次の1～2室は幅が狭くなり直線的な形状を呈する。本報告の*D. aff. koslovae*は*D. koslovae*と比較して、幅の広がりやその下の殻室の幅の狭まり方が弱く、全体に丸みを帯びた形態を示す。本報告の*D. aff. koslovae*は、淡路島の和泉層群から産出する*D. aff. koslovae*(山崎, 1987)に類似する。山崎(1987)は*D. aff. koslovae*の産出を前期カンパニアン期から前期マーストリヒチアン期とした。また、本報告の*D. aff. koslovae*は、山本・鈴木(2012)が花園層から報告した*D. aff.*



第1表-1 花園層から産出した放射虫化石

Table 1-1 Radiolarian fossils from the Hanazono Formation

ch: チャート, chert ft: 珉長質凝灰岩, felsic tuff sh: 頁岩, shale ts: 凝灰質頁岩, tuffaceous shale

サブユニット区分		Hn1		Hn2			
地点番号		Hn1-1	Hn1-2	Hn2-1	Hn2-2	Hn2-3	Hn2-4
岩石の種類		sh	sh	ts	sh	sh	ts
岩石試料登録番号 (GSJ R)		107867	107868	107869	107870	107871	107872
化石試料登録番号 (GSJ F)		18235	18236	18237	18238	18239	18240
放射虫化石群集		群集II	群集II	群集II	群集III	群集II	群集II
1	<i>Alievium gallowayi</i>						
2	<i>Alievium</i> sp.				●		
3	<i>Amphipyndax ellipticus</i>						
4	<i>Amphipyndax pseudoconulus</i>						
5	<i>Amphipyndax stocki</i>						
6	<i>Amphipyndax tylotus</i>						
7	<i>Amphipyndax</i> cf. <i>tylotus</i>						
8	<i>Amphipyndax</i> sp.						
9	<i>Archaeodictyomitra simplex</i>						
10	<i>Archaeodictyomitra</i> cf. <i>simplex</i>						
11	<i>Archaeodictyomitra sliteri</i>						
12	<i>Archaeodictyomitra</i> cf. <i>squinaboli</i>						
13	<i>Archaeodictyomitra vulgaris</i>						
14	<i>Archaeodictyomitra</i> cf. <i>vulgaris</i>						
15	<i>Archaeodictyomitra</i> sp.	●	●	●	●		
16	<i>Archaeospongoprunum</i> sp.						
17	<i>Cornutella</i> sp.						
18	<i>Cryptamphorella</i> sp.		●				
19	<i>Diacanthocapsa</i> sp.					●	●
20	<i>Dictyomitra densicostata</i>						
21	<i>Dictyomitra formosa</i>	●					●
22	<i>Dictyomitra</i> cf. <i>formosa</i>			●			
23	<i>Dictyomitra koslovae</i>						
24	<i>Dictyomitra</i> cf. <i>koslovae</i>				●		
25	<i>Dictyomitra</i> aff. <i>koslovae</i>						
26	<i>Dictyomitra multicostata</i>						
27	<i>Dictyomitra</i> cf. <i>multicostata</i>						
28	<i>Dictyomitra</i> sp.	●	●		●	●	
29	<i>Holocryptocanium geysersensis</i>						
30	<i>Holocryptocanium</i> sp.						
31	<i>Mita</i> sp.						
32	<i>Novixitus weyli</i>						
33	<i>Orbiculiforma</i> sp.						
34	<i>Parvicingula</i> sp.						
35	<i>Praeconocaryomma californiense</i>						
36	<i>Pseudoaulophacus</i> sp.		●	●	●		
37	<i>Pseudodictyomitra pseudomacrocephala</i>						
38	<i>Pseudodictyomitra</i> sp.						
39	<i>Stichomitra asymbatos</i>			●			
40	<i>Stichomitra</i> cf. <i>asymbatos</i>						
41	<i>Stichomitra communis</i>						
42	<i>Stichomitra</i> cf. <i>communis</i>						
43	<i>Stichomitra</i> sp.			●	●	●	
44	<i>Thanarla conica</i>						
45	<i>Thanarla elegantissima</i>						
46	<i>Thanarla praeveneta</i>						
47	<i>Thanarla</i> sp.						
48	<i>Xitus</i> sp.						

第1表-2 花園層から産出した放散虫化石

Table 1-2 Radiolarian fossils from the Hanazono Formation

	Hn3														
	Hn3-1	Hn3-2	Hn3-3	Hn3-4	Hn3-5	Hn3-6	Hn3-7	Hn3-8	Hn3-9	Hn3-10	Hn3-11	Hn3-12	Hn3-13	Hn3-14	Hn3-15
	sh	sh	sh	sh	ts	ft	sh	ft	ft	sh	sh	sh	sh	sh	sh
	107873	107874	107875	107876	107877	107878	107879	107880	107881	107882	107883	107884	107887	107888	107889
	18241	18242	18243	18244	18245	18246	18247	18248	18249	18250	18251	18252	18255	18256	18257
	群集Ⅲ	群集Ⅲ	群集Ⅲ	群集Ⅳ	群集Ⅱ	群集Ⅱ	群集Ⅱ	群集Ⅱ	群集Ⅲ	群集Ⅳ		群集Ⅲ	群集Ⅱ	群集Ⅱ	群集Ⅱ
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															

第1表-3 花園層から産出した放射虫化石

Table 1-3 Radiolarian fossils from the Hanazono Formation

	Hn4									Hn5		
	Hn4-1	Hn4-2	Hn4-3	Hn4-4	Hn4-5	Hn4-6	Hn4-7	Hn4-8	Hn4-9	Hn5-1	Hn5-2	Hn5-3
	ft	sh	ft	ft	sh	ch	ts	sh	sh	ft	sh	ch
	107890	107891	107892	107893	107894	107895	107896	107897	107898	107899	107900	107901
	18258	18259	18260	18261	18262	18263	18264	18265	18266	18267	18268	18269
群集IV	群集III		群集I			群集III	群集II	群集IV	群集I	群集II	群集I	
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				●								



第2表 湯川層から産出した放散虫化石

Table 2 Radiolarian fossils from the Yukawa Formation

ft: 珉長質凝灰岩, felsic tuff sh: 頁岩, shale ts: 凝灰質頁岩, tuffaceous shale

サブユニット区分	Yk1			Yk2	Yk3	
地点番号	Yk1-1	Yk1-2	Yk1-3	Yk2-1	Yk3-1	Yk3-2
岩石の種類	sh	sh	ts	ft	sh	ts
岩石試料登録番号(GSJ R)	107902	107885	107886	107903	107904	107905
化石試料登録番号(GSJ F)	18270	18253	18254	18271	18272	18273
放散虫化石群集		群集 I	群集 I	群集 I	群集 I	群集 I
<i>Alievium</i> sp.				●		●
<i>Amphipyndax</i> cf. <i>stocki</i>				●		
<i>Amphipyndax</i> sp.			●	●		●
<i>Archaeodictyomitra simplex</i>			●	●		
<i>Archaeodictyomitra vulgaris</i>		●	●	●		●
<i>Archaeodictyomitra</i> sp.		●	●	●		
<i>Cryptamphorella</i> cf. <i>conara</i>						●
<i>Dictyomitra</i> sp.	●			●		
<i>Hemicryptocapsa polyhedra</i>						●
<i>Holocryptocanium barbui</i>				●		
<i>Holocryptocanium</i> sp.					●	
<i>Mita</i> sp.				●		●
<i>Novixitus weyli</i>		●				●
<i>Novixitus</i> sp.				●		
<i>Parvicingula</i> sp.		●				●
<i>Praeconocaryomma</i> sp.						●
<i>Pseudoaulophacus</i> sp.		●				
<i>Pseudodictyomitra pseudomacrocephala</i>						●
<i>Pseudodictyomitra</i> cf. <i>pseudomacrocephala</i>				●		
<i>Pseudodictyomitra</i> sp.				●		●
<i>Squinabollum</i> cf. <i>fossilis</i>						●
<i>Stichomitra</i> cf. <i>communis</i>	●			●		●
<i>Stichomitra</i> sp.		●		●		●
<i>Thanarla brouweri</i>		●		●	●	
<i>Thanarla conica</i>			●			
<i>Thanarla elegantissima</i>				●		●
<i>Thanarla praeveneta</i>		●	●	●		
<i>Thanarla veneta</i>			●			●
<i>Thanarla</i> sp.		●				

第3表 美山層から産出した放射虫化石

Table 3 Radiolarian fossils from the Miyama Formation

ft: 珉長質凝灰岩, felsic tuff sh: 頁岩, shale ts: 凝灰質頁岩, tuffaceous shale

サブユニット区分	My1														
	My1-1	My1-2	My1-3	My1-4	My1-5	My1-6	My1-7	My1-8	My1-9	My1-10	My1-11	My1-12	My1-13	My1-14	My1-15
地点番号	sh	sh	sh	sh	ft	at	sh	ft	sh	sh	sh	ft	ts	sh	sh
岩石種	sh	sh	sh	sh	ft	at	sh	ft	sh	sh	sh	ft	ts	sh	sh
岩石登録番号GSJ R	107906	107907	107908	107909	107910	107911	107912	107913	107914	107915	107916	107917	107918	107919	107920
化石登録番号GSJ F	18274	18275	18276	18277	18278	18279	18280	18281	18282	18283	18284	18285	18286	18287	18288
放射虫化石群集			群集 I	群集 II	群集 I & II	群集 II		群集 I		群集 I		群集 I	群集 II	群集 II	
<i>Alievium</i> sp.					●			●		●		●			
<i>Amphipyndax ellipticus</i>				●	●	●		●			●				
<i>Amphipyndax stocki</i>		●		●		●		●			●			●	
<i>Amphipyndax</i> sp.			●		●		●								●
<i>Archaeodictyomitra simplex</i>												●			
<i>Archaeodictyomitra vulgaris</i>			●									●			
<i>Archaeodictyomitra</i> sp.				●	●	●	●					●			
<i>Archaeospongoprunum</i> sp.			●	●	●	●			●	●		●			
<i>Cornutella</i> sp.				●	●										
<i>Crucella</i> sp.												●			
<i>Cryptamphorella</i> sp.															●
<i>Diacanthocapsa</i> sp.				●									●		
<i>Dictyomitra formosa</i>				●	●	●								●	
<i>Dictyomitra multicostata</i>				●											
<i>Dictyomitra napaensis</i>				●		●									
<i>Dictyomitra</i> sp.	●			●	●	●						●	●	●	
<i>Hemicryptocapsa polyhedra</i>												●			
<i>Holocryptocanium astiensis</i>												●			
<i>Holocryptocanium geysersensis</i>								●							
<i>Holocryptocanium tuberculatum</i>								●							
<i>Holocryptocanium</i> sp.					●										
<i>Immersothorax</i> sp.	●								●						
<i>Mita gracilis</i>								●							
<i>Mita</i> sp.					●	●		●				●	●		
<i>Novixitus weyli</i>												●			
<i>Novixitus</i> sp.												●			
<i>Orbiculiforma</i> sp.			●		●										
<i>Parvicingula</i> sp.								●							
<i>Praeconocaryomma</i> sp.					●	●				●	●				
<i>Pseudoaulophacus</i> sp.		●				●		●	●	●		●			
<i>Pseudodictyomitra lepticonica</i>					●							●			
<i>Pseudodictyomitra nakasekoi</i>					●							●			
<i>Pseudodictyomitra pseudomacrocephala</i>								●				●			
<i>Pseudodictyomitra</i> sp.									●						
<i>Squinabollum fossilis</i>						●									
<i>Squinabollum cf. fossilis</i>							●	●							
<i>Stichomitra asymbatos</i>						●						●		●	
<i>Stichomitra communis</i>			●	●	●	●		●				●			
<i>Stichomitra cf. communis</i>													●		
<i>Stichomitra</i> sp.			●	●	●	●	●			●		●		●	
<i>Thanarla brouweri</i>					●					●					
<i>Thanarla cf. brouweri</i>			●												
<i>Thanarla veneta</i>												●			
<i>Thanarla</i> sp.			●												
<i>Spongotropus</i> sp.							●					●			
<i>Xitus</i> sp.												●			

*koslovae* や *Archaeodictyomitra lamellicostata* (*Dictyomitra lamellicostata*) に類似する。山本・鈴木(2012) は、*D. koslovae* と *A. lamellicostata* が産出する群集を *D. koslovae* 間隔帯(サントニアン期～前期カンパニアン期)と判断し、*A. lamellicostata* や随伴種の産出から見て前期カンパニアン期の可能性を指摘した。

#### 群集Ⅳ：*Amphipyndax tylotus* 群集

群集Ⅳは *Dictyomitra formosa*, *D. multicostata*, *D. koslovae*, *D. densicostata* などの *Dictyomitra* 属, *Amphipyndax tylotus*, *A. pseudoconulus*, *A. stocki*, *A. ellipticus* などの *Amphipyndax* 属から構成され、*A. tylotus* や *A. pseudoconulus* の産出が特徴的である。ほかに *Stichomitra* 属, *Alievium* 属が産出する。

群集Ⅳを特徴づける *Amphipyndax* 属について、竹谷(1995) は *A. tylotus* の産出をカンパニアン期以降、*A. pseudoconulus* の産出を後期カンパニアン期以降とした。また群集Ⅳは、公文ほか(1986)の *Amphipyndax tylotus* 群集の構成種に類似する。最近、山本・鈴木(2012) は花園層から、紀州四万十帯団体研究グループ(2012b) は美山層から *A. tylotus* や *A. pseudoconulus* を含む放散虫化石群集を報告している。本群集は特徴種である *A. tylotus*, *A. pseudoconulus* の産出からみて、後期カンパニアン期を指示すると考えられる。

## 5.2 化石産出試料

### 5.2.1 花園層

花園層の33試料から放散虫化石を抽出し、そのうち群集を識別できたのは29試料である。

群集Ⅰは Hn4 ユニット、Hn5 ユニットから産出し、Hn4-4, Hn5-1, Hn5-3 の3試料である。Hn4-4 は厚さ約10 cm の珪長質凝灰岩で、頁岩中の岩塊である。Hn5-1 は珪長質凝灰岩で、厚さ約10 m で地質図では走向方向に数100 m の規模を示す。Hn5-3 は玄武岩の見かけ上位に重なる赤色チャートである。この玄武岩と赤色チャートは頁岩中の厚さ約10数mの岩塊であり、地質図に図示できる規模を有しない。

群集Ⅱは花園層の全ユニットから産出し、全部で14試料である。Hn1-1 は混在岩中の成層した黒色頁岩、Hn1-2 は砂岩頁岩互層中の頁岩である。Hn2-1, Hn2-4 及び Hn3-5 は凝灰質頁岩で、一部に珪質あるいは砂質部分がある。Hn3-6 及び Hn3-8 は層状の珪長質凝灰岩である。Hn2-3, Hn3-7, Hn3-13, Hn3-14, Hn3-15, Hn4-8, 及び Hn5-2 は黒灰色頁岩である。

群集Ⅲは Hn2 ユニット、Hn3 ユニット、Hn4 ユニットの合計8試料から産出した。Hn2-2 は砂岩頁岩互層中の頁岩である。Hn3-1, Hn3-2, Hn3-3 は黒色ないし黒灰色の頁岩である。Hn3-9 は淡緑色あるいは白色の珪長質凝灰岩で、硬質部と軟質部の互層を呈する。Hn3-12 は一部に凝灰質部分を含む頁岩で、頁岩優勢な砂岩頁岩互層中のものである。Hn4-2 は頁岩優勢な砂岩頁岩互層

中の頁岩である。Hn4-7 は灰色の凝灰質頁岩で、玄武岩の見かけ上位に位置する。

群集Ⅳは Hn3 ユニット、Hn4 ユニットの合計4試料から産出した。Hn3-4 は成層頁岩で、周囲には混在岩が分布する。Hn3-10 は頁岩優勢な砂岩頁岩互層中の頁岩である。Hn4-1 は緑色あるいは白色でチャート光沢の珪長質凝灰岩で、周囲は凝灰質頁岩である。Hn4-9 はややシルト質で凝灰質部分を含む頁岩である。

さらに今回、栗本(1982)において後期白亜紀の放散虫化石を産出した Loc. 12 (珪長質凝灰岩、本論文 Hn2 ユニットの Loc. A) と Loc. 15 (凝灰質頁岩、本論文 Hn3 ユニットの Loc. B) の試料を再検討し、*Dictyomitra koslovae*, *Dictyomitra formosa* に加えて、群集Ⅳに特徴的な *Amphipyndax pseudoconulus* 及び *Amphipyndax tylotus* の産出を確認した。なお、*Amphipyndax pseudoconulus* は栗本(1982)の *Amphipyndax enesseffi* に相当する。

### 5.2.2 湯川層

湯川層の6試料から放散虫化石を抽出し、それらのうち5試料から群集Ⅰを識別した。Yk1-2 及び Yk3-1 は砂岩頁岩互層中の黒色頁岩である。Yk1-3 及び Yk3-2 は凝灰質頁岩で、前者は層状の黄土色ないし緑色を呈し、後者は褐色を帯びた灰色でややシルト質である。Yk2-1 は灰緑色の細粒な硬質部と淡緑色の極細粒な軟質部の互層からなる珪長質凝灰岩である。湯川層から産出した放散虫化石群集は紀州四万十帯団体研究グループ(1991, 2012a)の結果と調和的である。

なお、紀州四万十帯団体研究グループ(2012a)は、紀州四万十帯団体研究グループ(1991)が報告した *Dictyomitra formosa* の産地を再調査し、保存の良い *Holocryptocanium barbui* 群集を得たことから、*Dictyomitra formosa* 群集の産出は誤りであったとした。しかし本論文の Yk1-1 (頁岩)からは、群集Ⅰを特徴づける種が産出せず、*Dictyomitra* 属や *Stichomitra* 属が産出した。保存状態が悪いため化石群集の認定には至らなかったが、チューロニアン期以降の可能性があると考えられ、検討の余地があると思われる。

### 5.2.3 美山層

美山層の My1 ユニットの15試料から放散虫化石を抽出し、そのうち群集を識別できたのは9試料である。

群集Ⅰは My1-3, My1-8, My1-10, My1-12 の4試料から産出する。My1-3 及び My1-10 は砂岩優勢な砂岩頁岩互層中の頁岩である。My1-8 及び My1-12 は珪長質凝灰岩で、前者は淡緑色を呈し、厚さ30～50 cm で黒色頁岩中に挟まれる。群集Ⅱは My1-4, My1-6, My1-13, My1-14 の4試料から群集Ⅱの放散虫化石が産出する。My1-4 及び My1-14 は頁岩で、前者は砂岩優勢な砂岩頁岩互層の頁岩、後者は頁岩優勢な砂岩頁岩互層中の頁岩

で、珪長質凝灰岩の岩塊を含む。My1-6は珪長質凝灰岩、My1-13は凝灰質頁岩である。さらにMy1-5の珪長質凝灰岩からは群集Ⅰと群集Ⅱの混在群集が産出する。

なお、紀州四万十帯団体研究グループ(2012b)は、美山層の構造的最上位のM1ユニット(近井ユニット)をチューロニアン期～コニアシアン期としたが、上記のようにMy1ユニット北縁部の頁岩及び珪長質凝灰岩から群集Ⅰ(後期アルビアン期～セノマニアン期)の放散虫化石が産出した。

## 6. 考察

### 6.1 花園層の付加体形成時代

花園層は全体に頁岩優勢で、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩などの陸源の堆積岩と、玄武岩、チャートなどの海洋起源の岩石から構成され、岩相の組み合わせや地質構造の特徴から海洋プレートの沈み込みに伴って形成された付加体であると判断される。一般に付加体においては、チャートなどの海洋起源の岩石は頁岩などの基質よりも古い地質時代を示す。

本報告と山本・鈴木(2012)に基づいて、花園層の地質時代と付加体としての形成時代を考察し(第5図)、周辺の白亜紀付加体との比較を試みる。なお、本報告と山本・鈴木(2012)では花園層のユニット区分が異なるため、山本・鈴木(2012)の放散虫化石を本報告のユニット区分に当てはめた。

#### Hn1ユニット

本ユニットの頁岩から群集Ⅱ(チューロニアン期～コニアシアン期)の放散虫化石が産出するが、変形のため放散虫化石の保存が悪く、現時点ではこれ以上詳細に地質時代は限定できない。したがって、Hn1ユニットの構成岩類はチューロニアン期～コニアシアン期であり、付加体の形成も頁岩の地質時代に基づいて同様にチューロニアン期～コニアシアン期と考えられる。

#### Hn2ユニット

本ユニットの頁岩及び凝灰質頁岩からは群集Ⅱ(チューロニアン期～コニアシアン期)、頁岩からは群集Ⅲ(サントニアン期～前期カンパニアン期)、珪長質凝灰岩からは群集Ⅳ(後期カンパニアン期)の放散虫化石がそれぞれ産出する。

一方、山本・鈴木(2012)の報告によると、Hn2ユニットに相当するHz2ユニットの地点①のチャートから*Holocryptocanium barbui*群集の放散虫化石が産出し、アルビアン期～前期セノマニアン期を示すとされた。地点③の黒色頁岩は構成種から中期サントニアン期～前期カンパニアン期とされた。このチャートは山本・鈴木(2012)の地質図において、北西～南東方向によく連続するチャート・玄武岩のすぐ近くに位置し、レンズ状岩体の一部の可能性がある。地点②の緑灰色頁岩からは*D. koslovae*が産出するが、*A. tylotus*が産出しないこと

から最末期コニアシアン期～前期カンパニアン期とされた。しかし*Archaeodictyomitra lamellicostata*(あるいは*Dictyomitra lamellicostata*)の産出を考慮すると、後述のHz3ユニットの地点⑥と同様に前期カンパニアン期として良いと考えられる。

両者を総合すると、Hn2ユニットの構成岩類はアルビアン期～後期カンパニアン期に及ぶ。そのうち頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩はチューロニアン期～後期カンパニアン期、チャートはアルビアン期～前期セノマニアン期であり、チャートは頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩よりも古い時代を示す。したがって、付加体の基質と判断される頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩の地質時代に基づいて、付加体の形成はチューロニアン期～後期カンパニアン期と考えられる。

#### Hn3ユニット

本ユニットの頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩からは群集Ⅱ(チューロニアン期～コニアシアン期)、頁岩及び珪長質凝灰岩からは群集Ⅲ(サントニアン期～前期カンパニアン期)、頁岩及び凝灰質頁岩からは群集Ⅳ(後期カンパニアン期)の放散虫化石が産出する。

一方、山本・鈴木(2012)の報告によると、Hz3ユニットの地点⑥の緑灰色頁岩の放散虫化石は*D. koslovae*間隔帯(サントニアン期～前期カンパニアン期)に相当するが、*A. lamellicostata*を伴うことから同間隔帯上部の前期カンパニアン期を示すとされた。地点⑦、⑧、⑨、⑩の緑灰色頁岩からは*D. koslovae*、*A. tylotus*が産出し、*A. lamellicostata*も共産することから*A. tylotus*間隔帯に相当し、後期カンパニアン期とされた。地点⑪の緑灰色頁岩からは*A. tylotus*、*A. lamellicostata*を産出するが、*D. koslovae*を産出しないことから、最末期カンパニアン期と判断された。

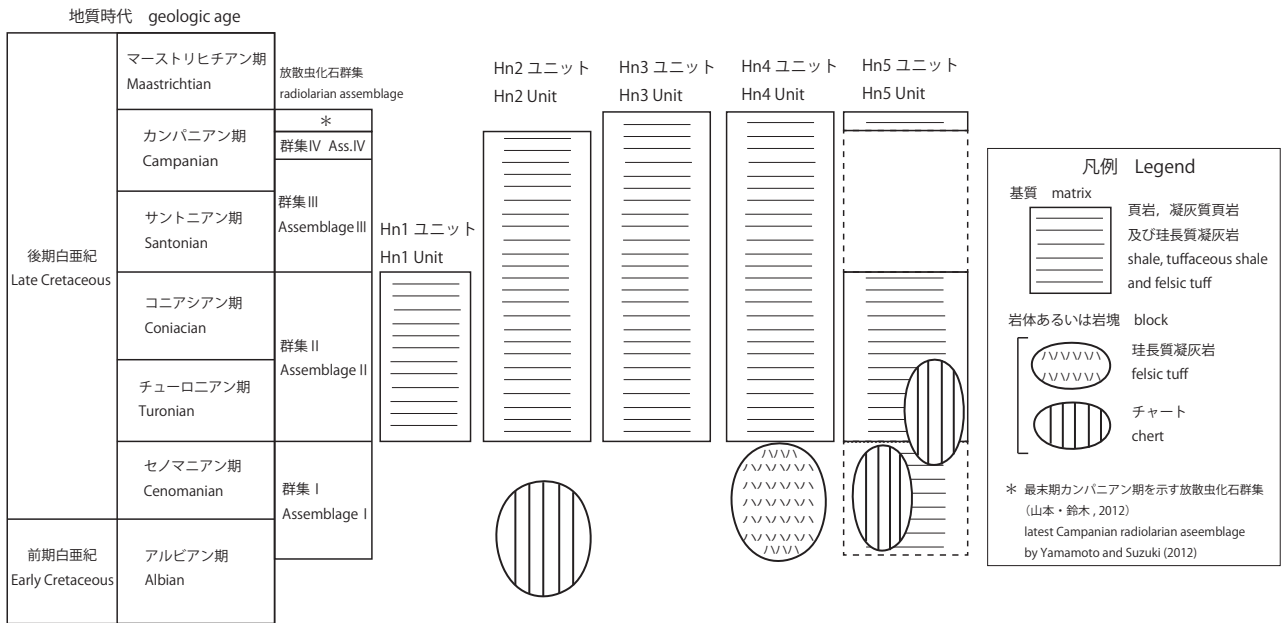
両者を総合すると、頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩から産出した放散虫化石に基づいて、Hn3ユニットの構成岩類はチューロニアン期～最末期カンパニアン期に及ぶ。チャートの地質時代は不明である。したがって、付加体の基質と判断される頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩の地質時代に基づいて、付加体の形成はチューロニアン期～最末期カンパニアン期と考えられる。

#### Hn4ユニット

本ユニットの珪長質凝灰岩からは群集Ⅰ(後期アルビアン期～セノマニアン期)、頁岩からは群集Ⅱ(チューロニアン期～コニアシアン期)、頁岩及び凝灰質頁岩からは群集Ⅲ(サントニアン期～前期カンパニアン期)、頁岩及び珪長質凝灰岩からは群集Ⅳ(後期カンパニアン期)の放散虫化石が産出する。後期アルビアン期～セノマニアン期の放散虫化石を産出する珪長質凝灰岩(Hn4-4)は頁岩中の岩塊である(5.2.1参照)。

一方、山本・鈴木(2012)の報告では、地点④及び地点⑤はHz2ユニットとされたが、本報告のHn4ユニットの





第5図 放散虫化石に基づく花園層の地質時代  
Fig. 5 Geologic age of the Hanazono Formation based on the radiolarian fossils

分布域に含まれる。両地点の緑灰色頁岩から産出した放散虫化石はサントニアン期～前期カンパニアン期とされた。地点⑫の緑灰色頁岩はH<sub>z</sub>3ユニットに所属するとされたが、本報告のHn4ユニットの分布域に含まれる。本試料では *A. tylotus*, *A. lamellicostata*, *D. koslovae* が産出することから後期カンパニアン期とされた。地点⑭の緑灰色頁岩及び地点⑰の黒色頁岩からは、Hn3ユニットの地点⑪と同様に *A. tylotus* や *A. lamellicostata* を産出するが、*D. koslovae* は産出しないことから、最末期カンパニアン期と判断された。

両者を総合すると、Hn4ユニットの構成岩類は後期アルビアン期～最末期カンパニアン期に及ぶ。そのうち岩塊の珪長質凝灰岩は後期アルビアン期～セノマニアン期であり、それ以外の頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩はチューロニアン期～最末期カンパニアン期である。したがって、付加体の基質と判断される後者の頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩の地質時代に基づいて、付加体の形成はチューロニアン期～最末期カンパニアン期と考えられる。

#### Hn5ユニット

本ユニットの珪長質凝灰岩 (Hn5-1) 及びチャート (Hn5-3) からは群集 I (後期アルビアン期～セノマニアン期)、頁岩からは群集 II (チューロニアン期～コニアシアン期) の放散虫化石が産出する。一方、群集 I を産出するチャートは、野外において玄武岩の見かけ上位に重なる赤色チャートである (5.2.1 参照)。

一方、山本・鈴木 (2012) の報告によると、地点⑬

のチャートから産出した放散虫化石は、群集 I の *Holocryptocanium barbui* 群集の特徴種である *H. barbui* を含まず、*Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* や *Novixitus weyli* を産出することから、群集 I よりも若い後期セノマニアン期～チューロニアン期と判断された。このチャートは山本・鈴木 (2012) の地質図において図示されておらず、小規模なレンズ状岩体あるいは混在岩中の岩塊と考えられる。地点⑮の緑灰色頁岩及び地点⑯の黒色頁岩は *A. tylotus*, *A. lamellicostata* を産出し、*D. koslovae* を含まないことから、最末期カンパニアン期とされた。

両者を総合すると、Hn5ユニットの構成岩類は後期アルビアン期～最末期カンパニアン期に及ぶが、サントニアン期～後期カンパニアン期は確認されていない。後期アルビアン期～セノマニアン期を示す珪長質凝灰岩は、地質図において走向方向に連続する層として分布することから周囲の頁岩と整合関係にあり (5.2.1 参照)、混在岩中の岩塊ではなく基質である可能性が考えられる。この珪長質凝灰岩は第5図において後期アルビアン期～セノマニアン期の基質として表示した。一方、チャートには後期アルビアン期～セノマニアン期と後期セノマニアン期～チューロニアン期の2種類があり、レンズ状岩体あるいは岩塊として産出する。したがって、サントニアン期～後期カンパニアン期は未確認ではあるが、付加体の基質と判断される頁岩、凝灰質頁岩及び珪長質凝灰岩の地質時代に基づいて、付加体の形成は後期アルビアン期～最末期カンパニアン期の可能性が考えられる。

### 付加体形成の時代極性

花園層主部のHn2～Hn5ユニットの付加体形成時代のうち、最も若い地質時代に着目すると、Hn2ユニットよりもHn3～Hn5ユニットの方がやや若い地質時代を示すものの、構造的上位から下位に向かって順次若くなる明瞭な極性は認められない。また、付加体形成の開始時期に注目すると、構造的最低位のHn5ユニットが最も古く、後期アルビアン期に開始した可能性がある。

### 6.2 放散虫化石時代から見た周辺の地質体との関係

本地域周辺の四万十帯白亜系の形成時代を概観すると、北から花園層、湯川層、美山層、竜神層に区分され(第2章参照)、湯川層から竜神層に向けて付加時代が順次若くなる極性を示すが、最も北に位置する花園層は湯川層よりも時代が若く、この極性を乱している(栗本, 1982; 山本・鈴木, 2012)。Kurimoto (1994)は、花園層が沈み込みの過程で付加体として形成され、その後、梁瀬断層(紀州四万十帯団体研究グループ, 1991)の活動により湯川層の北側に配置されるに至ったと考えた。紀州四万十帯団体研究グループ(2012b)は、美山層を構造的上位からM1～M4の4ユニットに区分し、岩相の組み合わせと見かけの層序の特徴、覆瓦構造を示すこと、基質の頁岩の時代が構造的上位から下位に向かって、M1ユニット(チューロニアン期～コニアシアン期)、M2ユニット(サントニアン期～前期カンパニアン期)、M3ユニット(サントニアン期～前期カンパニアン期)、M4ユニット(後期カンパニアン期～前期マーストリヒチアン期)と順次若くなる極性を有することから、美山層は典型的な付加体であると判断した。美山層の各ユニットの上限の地質時代に注目すると、花園層主部の付加体形成の上限の時代は後期カンパニアン期～最末期カンパニアン期であり、前期マーストリヒチアン期は含まないが、美山層M4ユニットの時代に近い。

## 7. まとめ

紀伊半島北西部の高野山地域の花園層は、岩相と地質構造に基づいてHn1～Hn5の5ユニットに区分される。北縁部のHn1ユニットと花園層主部(Hn2～Hn5ユニット)は東北東～西南西性の神谷断層により画される。Hn1ユニットは、主として頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、チャート、玄武岩、混在岩を伴う。面構造や微褶曲がよく観察され、頁岩を基質として砂岩、チャート、玄武岩などの岩塊を含む混在岩を伴う。花園層主部は構造的上位からHn2～Hn5の各ユニットが衝上断層によって画された覆瓦構造をなす。Hn2ユニットは主として頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、玄武岩、混在岩を伴う。Hn3ユニットは主として頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、チャート、石灰岩、玄武岩、混在岩を伴う。Hn4ユニットは主として

頁岩からなり、砂岩、砂岩頁岩互層、珪長質凝灰岩、チャート、玄武岩、混在岩を伴う。Hn5ユニットは主として頁岩からなり、珪長質凝灰岩、玄武岩、混在岩を伴う。

花園層に加えて隣接する湯川層及び美山層から産出した放散虫化石の群集組成を検討し、放散虫化石群集I、II、III、IVを識別した。群集I：*Holocryptocanium barbui*群集は後期アルビアン期～セノマニアン期を、群集II：*Dictyomitra formosa*群集はチューロニアン期～コニアシアン期を、群集III：*Dictyomitra koslovae*群集はサントニアン期～前期カンパニアン期を、群集IV：*Amphipyndax tylotus*群集は後期カンパニアン期を示すと考えられる。

花園層は岩相組み合わせや地質構造の特徴から付加体であり、本報告及び山本・鈴木(2012)による放散虫化石の産出に基づいてHn1ユニットはチューロニアン期～コニアシアン期、花園層主部のHn2ユニットはチューロニアン期～後期カンパニアン期、Hn3～Hn4ユニットはチューロニアン期～最末期カンパニアン期、Hn5ユニットは後期アルビアン期～最末期カンパニアン期に形成されたと考えられる。

謝辞:本研究にあたり、山本俊哉氏(和歌山県立田辺高校)には野外調査及び放散虫化石に関して重要な情報を頂戴した。査読者の地質情報研究部門の斎藤 眞博士及び編集委員の内野隆之博士には有意義なご指摘と議論を頂戴した。厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- Awan, M. A. and Kimura, K. (1996) Thermal structure and uplift of the Cretaceous Shimanto Belt, Kii Peninsula, Southwest Japan: An illite crystallinity and illite b0 lattice spacing study. *The Island Arc*, **5**, 69-88.
- Foreman, H. (1975) Radiolaria from the North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 32. In Larson, R.L., Moberly, R., *et al.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **32**, 579-676.
- Hada, S. (1967) Geology of Middle-Aritagawa district, Wakayama Prefecture, with special reference to the relationship between the Chichibu belt and Sambagawa belt. *Bull. Osaka Museum Natural History*, no. 20, 39-60.
- 平山 健・神戸信和(1959) 5万分の1地質図幅「高野山」および同説明書. 地質調査所, 41p.
- 平山 健・田中啓策(1956a) 5万分の1地質図幅「動木」および同説明書. 地質調査所, 37p.
- 平山 健・田中啓策(1956b) 5万分の1地質図幅「海南」および同説明書. 地質調査所, 62p.
- 岩橋豊彦(1987) 井谷地域. 中沢圭二・市川浩一郎・市原

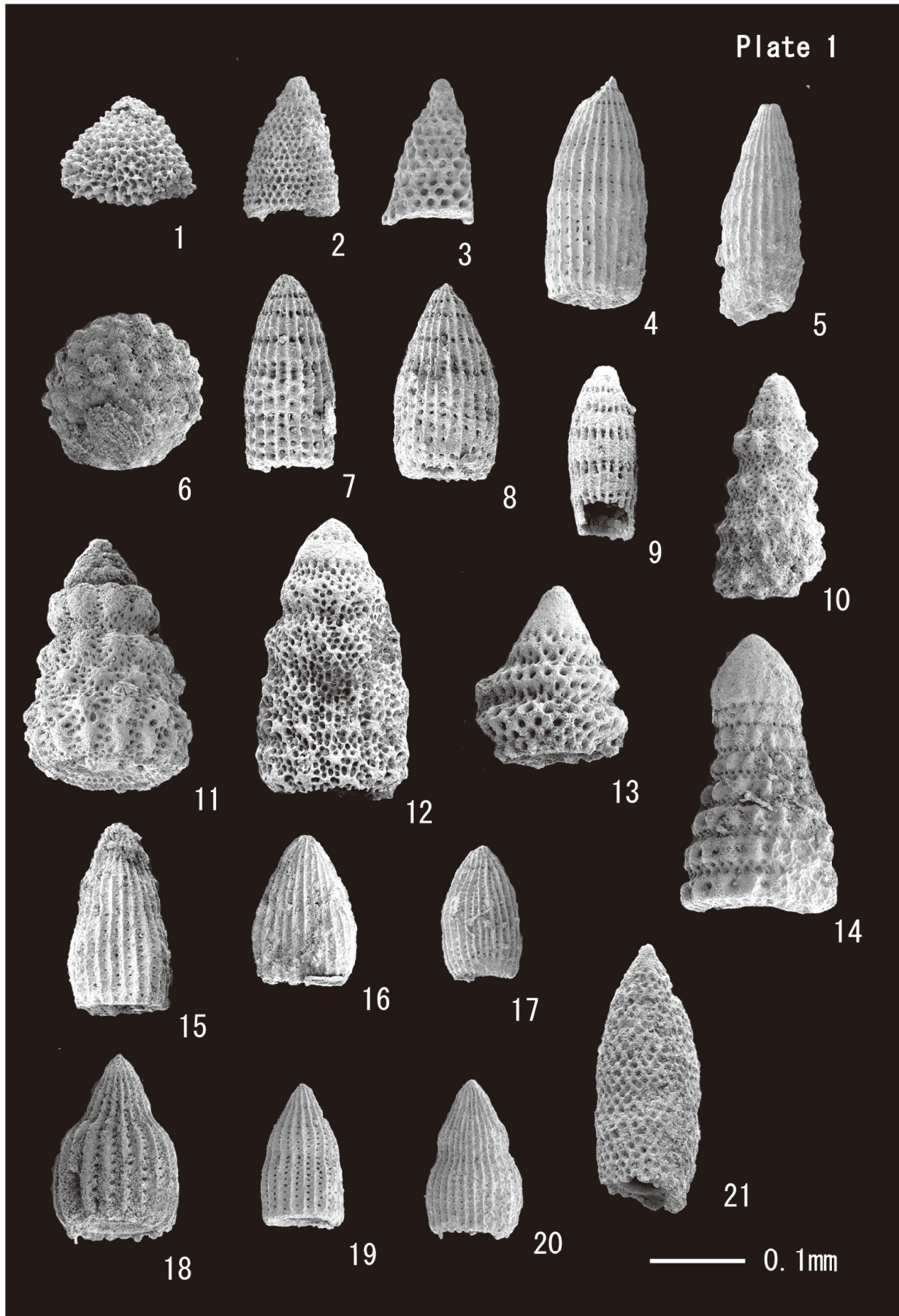
- 実(編)，日本の地質6「近畿地方」，86-87，共立出版。
- 紀州四万十帯団体研究グループ(1986) 紀伊半島西部中津村周辺の日高川層群美山累層－紀伊半島四万十累帯の研究(その11)－。地球科学，**40**，274-293。
- 紀州四万十帯団体研究グループ(1991) 和歌山県中東部の日高川層群湯川累層－紀伊半島四万十累帯の研究(その12)－。地球科学，**45**，19-38。
- 紀州四万十帯団体研究グループ(2006) 和歌山県中西部の日高川帯の地質－紀伊半島四万十累帯の研究(その13)－。地球科学，**60**，355-374。
- 紀州四万十帯団体研究グループ(2012a) 湯川付加コンプレックスの提唱。地団研専報，no.59，25-34。
- 紀州四万十帯団体研究グループ(2012b) 美山付加コンプレックスの再定義－チューロニアン～下部マーストリヒチアンの付加体－。地団研専報，no.59，25-34。
- 公文富士夫・松山尚典・中条健次(1986) 紀伊半島四万十累帯日高川層群の改訂ジュラ紀後期－白亜紀放散虫化石群集。化石，no.41，17-27。
- 栗本史雄(1982) 和歌山県高野山南西方のいわゆる秩父系－上部白亜系花園層－。地質雑，**88**，901-914。
- Kurimoto, C. (1994) Geology of the Kudoyama area in the western Kii Peninsula, Southwest Japan, with reference to disappearance of the Chichibu terrane. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **45**, 235-255.
- 栗本史雄・牧本 博・吉田史郎・高橋裕平・駒澤正夫(1998) 20万分の1地質図幅「和歌山」。地質調査所。
- 牧本 博・宮田隆夫・水野清秀・寒川 旭(2004) 粉河地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，産総研地質調査総合センター，89p。
- Onishi, C. T., Kimura, G., Hashimoto, Y., Ikehara-Ohmori, K. and Watanabe, T. (2001) Deformation history of tectonic mélange and its relationship to the underplating process and relative plate motion: An example from the deeply buried Shimanto Belts, SW Japan. *Tectonics*, **20**, 376-393.
- Pessagno, E. A. Jr. (1976) Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. *Micropaleont. Spec. Pub.*, no. 2, 95p.
- 志井田 功(1962) 紀伊半島中央部における秩父累帯および日高(四万十)累帯の層位的構造地質学的研究。名古屋大教養紀要，**6**，1-58。
- 志井田 功(1967) 十津川沿線の地質。付記；紀伊半島における“仏像構造線”の問題。奈良県地理学会編奈良県文化論叢，35-51。
- 志井田 功・諏訪兼位・梅田甲子郎・星野光雄(1989) 山上ヶ岳地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，100p。
- 竹谷陽二郎(1995) 本邦上部白亜系の放散虫化石層序の再検討－特に国際対比上有効な層準について－。地質雑，**101**，30-41。
- 竹内 誠(1996) 紀伊半島三波川帯・秩父帯・四万十帯の地質－奈良県吉野地域及び三重県橿田川地域。地調月報，**47**，223-244。
- 寺岡易司・栗本史雄(1986) 宇和島地域の四万十帯白亜系層序－大型化石と放散虫化石の層序的分布に関連して－。地調月報，**37**，417-453。
- 徳岡隆夫・原田哲朗・鈴木博之・八尾 昭・須田芳朗(1982) 20万分の1地質図幅「田辺」。地質調査所。
- 山本俊哉・鈴木博之(2012) 花園付加コンプレックスの地質と放散虫化石。地団研専報，no. 59，1-14。
- 山崎哲司(1987) 四国・淡路島西部の和泉層群の放散虫化石。地質雑，**93**，403-417。
- 大和大峯研究グループ(1981) 紀伊山地中央部の中・古生界。地学団体研究会第35回総会巡検案内書，88p。
- 大和大峯研究グループ(1989) 紀伊半島中央部の中・古生界(その3)－御吉野地域－。地球科学，**43**，119-128。
- 大和大峯研究グループ(1992) 紀伊山地中央部の中・古生界(その4)－高原川地域－。地球化学，**46**，185-198。
- 大和大峯研究グループ(1994) 紀伊山地中央部の中・古生界(その5)－新子地域－。地球科学，**48**，163-118。
- 大和大峯研究グループ(1998) 紀伊山地中央部の中・古生界(その6)－辻堂地域－。地球科学，**52**，275-291。
- 大和大峯研究グループ(2005) 紀伊山地中央部の中・古生界(その9)－辻堂・大峯・台高・国見山地域の再検討－。地球科学，**59**，287-300。
- 大和大峯研究グループ(2012) 紀伊半島中央部の四万十帯。地団研専報，**59**，15-23。
- Yao, A. (1984) Subdivision of the Mesozoic complex in Kii-Yura area, Southwest Japan and its bearing on the Mesozoic basin development in the Southern Chichibu Terrane. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **27**, 41-103。

( 受 付：2014年10月23日 受 理：2015年6月30日 )

図版1 花園層の群集 I : *Holocryptocanium barbui*群集  
Plate 1 *Holocryptocanium barbui* Assemblage of the Hanazono Formation

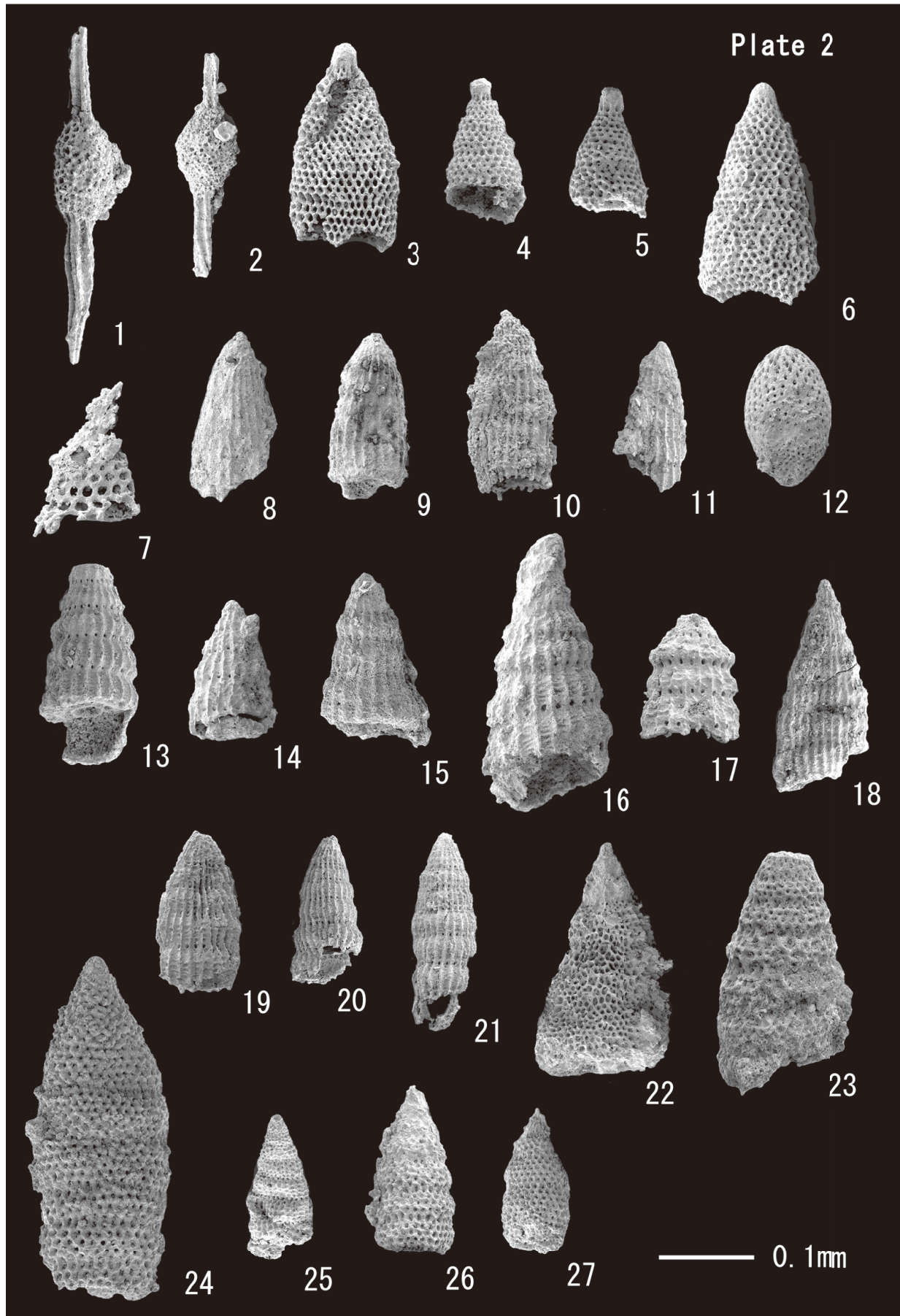
1. *Alievium* sp. Loc. Hn5-3, GSJ F18269-2
2. *Amphipyndax* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-62
3. *Amphipyndax* sp. Loc. Hn5-1, GSJ F18267-17
4. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Hn4-4, GSJ F18261-113
5. *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno Loc. Hn4-4, GSJ F18261-110
6. *Holocryptocanium geysersensis* Pessagno Loc. Hn5-3, GSJ F18269-11
7. *Mita* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-15
8. *Mita* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-18
9. *Mita* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-49
10. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. Hn5-3, GSJ F18269-8
11. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. Hn5-3, GSJ F18269-12
12. *Xitus* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-42
13. *Parvicingula* sp. Loc. Hn5-3, GSJ F18269-15
14. *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol) Loc. Hn5-3, GSJ F18269-14
15. *Thanarla* sp. Loc. Hn4-4, GSJ F18261-23
16. *Thanarla conica* (Aliev) Loc. Hn4-4, GSJ F18261-38
17. *Thanarla conica* (Aliev) Loc. Hn4-4, GSJ F18261-88
18. *Thanarla elegantissima* (Cita) Loc. Hn5-3, GSJ F18269-17
19. *Thanarla praeveneta* Pessagno Loc. Hn4-4, GSJ F18261-115
20. *Thanarla praeveneta* Pessagno Loc. Hn4-4, GSJ F18261-61
21. *Stichomitra* sp. Loc. Hn5-3, GSJ F18269-7





図版2 花園層の群集Ⅱ : *Dictyomitra formosa*群集  
Plate2 *Dictyomitra formosa* Assemblage of the Hanazono Formation

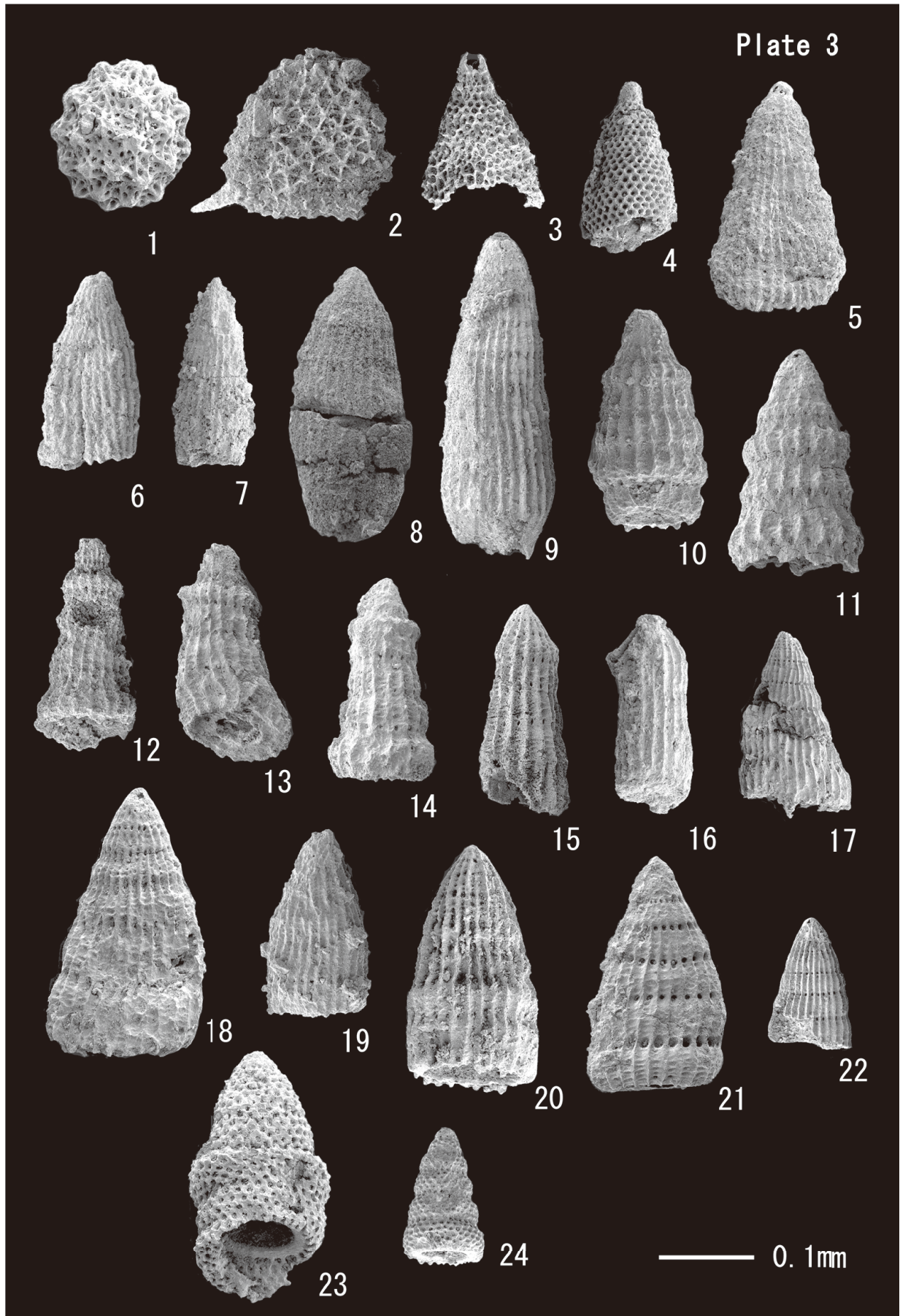
1. *Archaeospongoprunum* sp. Loc. Hn3-13, GSJ F18255-7
2. *Archaeospongoprunum* sp. Loc. Hn3-13, GSJ F18255-5
3. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. Hn3-13, GSJ F18255-1
4. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. Hn5-2, GSJ F18268-7
5. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. Hn3-5, GSJ F18245-1
6. *Amphipyndax* sp. Loc. Hn3-5, GSJ F18245-2
7. *Cornutella* sp. Loc. Hn3-13, GSJ F18255-2
8. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Hn3-15, GSJ F18257-7
9. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Hn3-7, GSJ F18247-1
10. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Hn3-6, GSJ F18246-4
11. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Hn5-2, GSJ F18268-16
12. *Diacanthocapsa* sp. Loc. Hn2-4, GSJ F18240-2
13. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn2-4, GSJ F18240-4
14. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn3-8, GSJ F18248-4
15. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn1-1, GSJ F18235-1
16. *Dictyomitra cf. formosa* Squinabol Loc. Hn5-2, GSJ F18268-13
17. *Dictyomitra cf. formosa* Squinabol Loc. Hn3-8, GSJ F18248-1
18. *Dictyomitra cf. multicosata* Zittel Loc. Hn3-5, GSJ F18245-4
19. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-6, GSJ F18246-6
20. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-6, GSJ F18246-7
21. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-6, GSJ F18246-5
22. *Stichomitra asymbatos* Foreman Loc. Hn2-1, GSJ F18237-2
23. *Stichomitra cf. asymbatos* Foreman Loc. Hn3-5, GSJ F18245-9
24. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. Hn3-5, GSJ F18245-11
25. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. Hn3-13, GSJ F18255-6
26. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. Hn5-2, GSJ F18268-8
27. *Stichomitra* sp. Loc. Hn5-2, GSJ F18268-14



図版3 花園層の群集Ⅲ : *Dictyomitra koslovae*群集  
Plate 3 *Dictyomitra koslovae* Assemblage of the Hanazono Formation

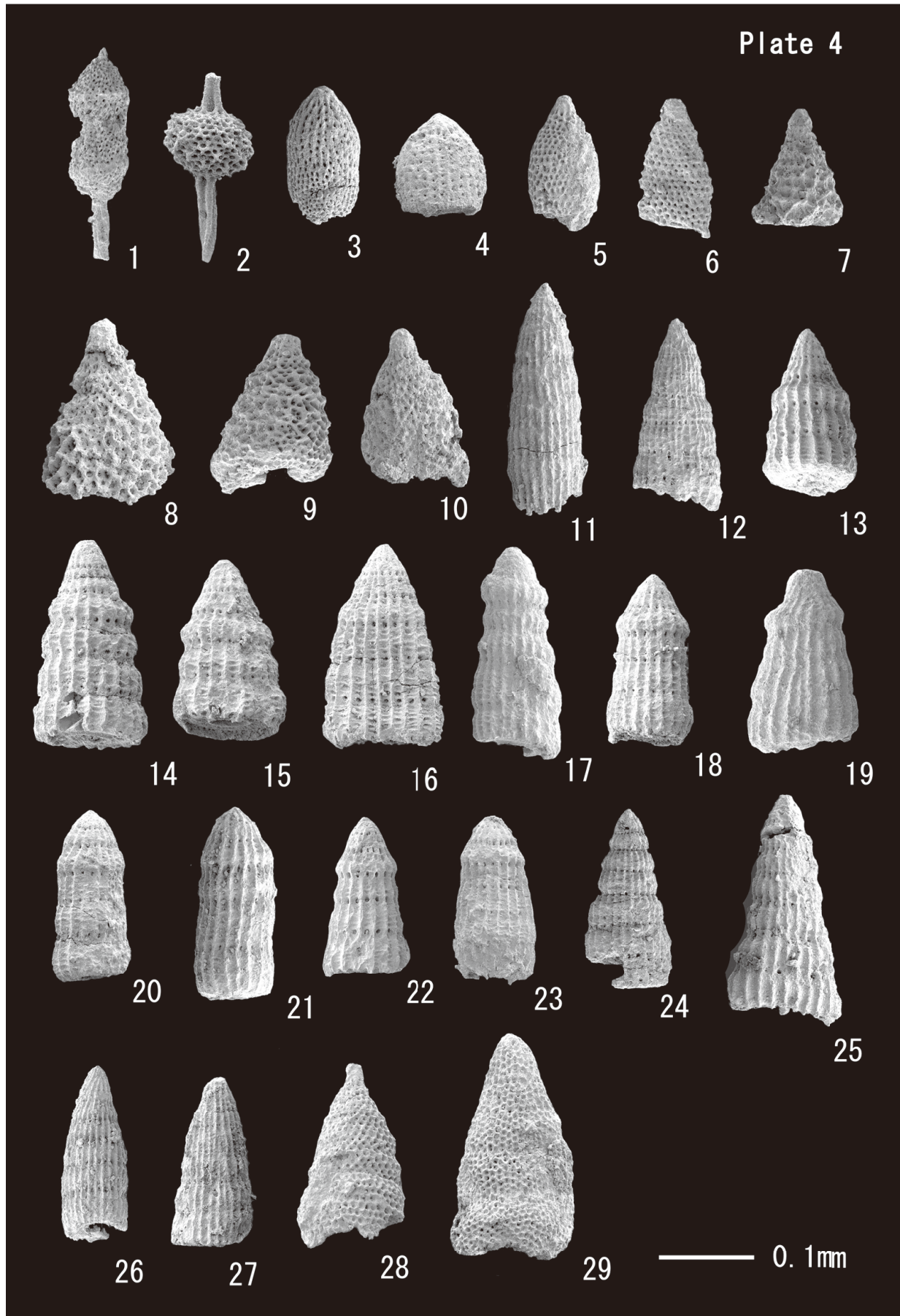
1. *Praeconocaryomma californiense* Pessagno Loc. Hn3-3, GSJ F18243-1
2. *Alievium gallowayi* (White) Loc. Hn3-1, GSJ F18241-15
3. *Amphipyndax* sp. Loc. Hn3-1, GSJ F18241-24
4. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. Hn4-7, GSJ F18264-6
5. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Hn3-12, GSJ F18252-6
6. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Hn3-9, GSJ F18249-9
7. *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno Loc. Hn3-9, GSJ F18249-5
8. *Archaeodictyomitra* cf. *squinaboli* Pessagno Loc. Hn3-12, GSJ F18252-24
9. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Hn3-1, GSJ F18241-2
10. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn4-7, GSJ F18264-7
11. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn3-12, GSJ F18252-15
12. *Dictyomitra* cf. *koslovae* Foreman Loc. Hn2-2, GSJ F18238-2
13. *Dictyomitra* cf. *koslovae* Foreman Loc. Hn2-2, GSJ F18238-3
14. *Dictyomitra koslovae* Foreman Loc. Hn3-3, GSJ F18243-9
15. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn3-1, GSJ F18241-17
16. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn3-9, GSJ F18249-6
17. *Dictyomitra multicostata* Zittel Loc. Hn3-1, GSJ F18241-23
18. *Dictyomitra multicostata* Zittel Loc. Hn3-1, GSJ F18241-16
19. *Dictyomitra* cf. *multicostata* Zittel Loc. Hn4-7, GSJ F18264-5
20. *Dictyomitra multicostata* Zittel Loc. Hn3-1, GSJ F18241-10
21. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-1, GSJ F18241-21
22. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-1, GSJ F18241-19
23. *Stichomitra* sp. Loc. Hn3-1, GSJ F18241-14
24. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. Hn3-3, GSJ F18243-8





図版4 花園層の群集Ⅳ : *Amphipyndax tylotus*群集  
Plate 4 *Amphipyndax tylotus* Assemblage of the Hanazono Formation

1. *Archaeospongoprimum* sp. Loc. Hn4-1, GSJ F18258-98
2. *Archaeospongoprimum* sp. Loc. Hn3-4, GSJ F18244-16
3. *Diacanthocapsa* sp. Loc. Hn3-10, GSJ F18250-2
4. *Diacanthocapsa* sp. Loc. Hn3-10, GSJ F18250-7
5. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko and Nishimura Loc. Hn4-1, GSJ F18258-87
6. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. Hn4-1, GSJ F18258-8
7. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Loc. Hn3-10, GSJ F18250-1
8. *Amphipyndax tylotus* Foreman Loc. Hn3-4, GSJ F18244-5
9. *Amphipyndax* cf. *tylotus* Foreman Loc. Hn4-1, GSJ F18258-34
10. *Amphipyndax* sp. Loc. Hn4-9, GSJ F18266-8
11. *Archaeodictyomitra sliteri* Pessagno Loc. Hn3-10, GSJ F18250-21
12. *Dictyomitra densicostata* Pessagno Loc. Hn3-10, GSJ F18250-31
13. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn3-10, GSJ F18250-36
14. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn3-10, GSJ F18250-34
15. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. Hn3-10, GSJ F18250-40
16. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-4, GSJ F18244-8
17. *Dictyomitra koslovae* Foreman Loc. Hn4-1, GSJ F18258-17
18. *Dictyomitra koslovae* Foreman Loc. Hn3-10, GSJ F18250-35
19. *Dictyomitra koslovae* Foreman Loc. Hn4-9, GSJ F18266-14
20. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn3-10, GSJ F18250-30
21. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn3-4, GSJ F18244-3
22. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn4-1, GSJ F18258-75
23. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. Hn4-1, GSJ F18258-11
24. *Dictyomitra multicostata* Zittel Loc. Hn3-10, GSJ F18250-26
25. *Dictyomitra multicostata* Zittel Loc. Hn3-10, GSJ F18250-33
26. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-4, GSJ F18244-13
27. *Dictyomitra* sp. Loc. Hn3-10, GSJ F18250-19
28. *Stichomitra* sp. Loc. Hn4-1, GSJ F18258-57
29. *Stichomitra* sp. Loc. Hn3-10, GSJ F18250-27



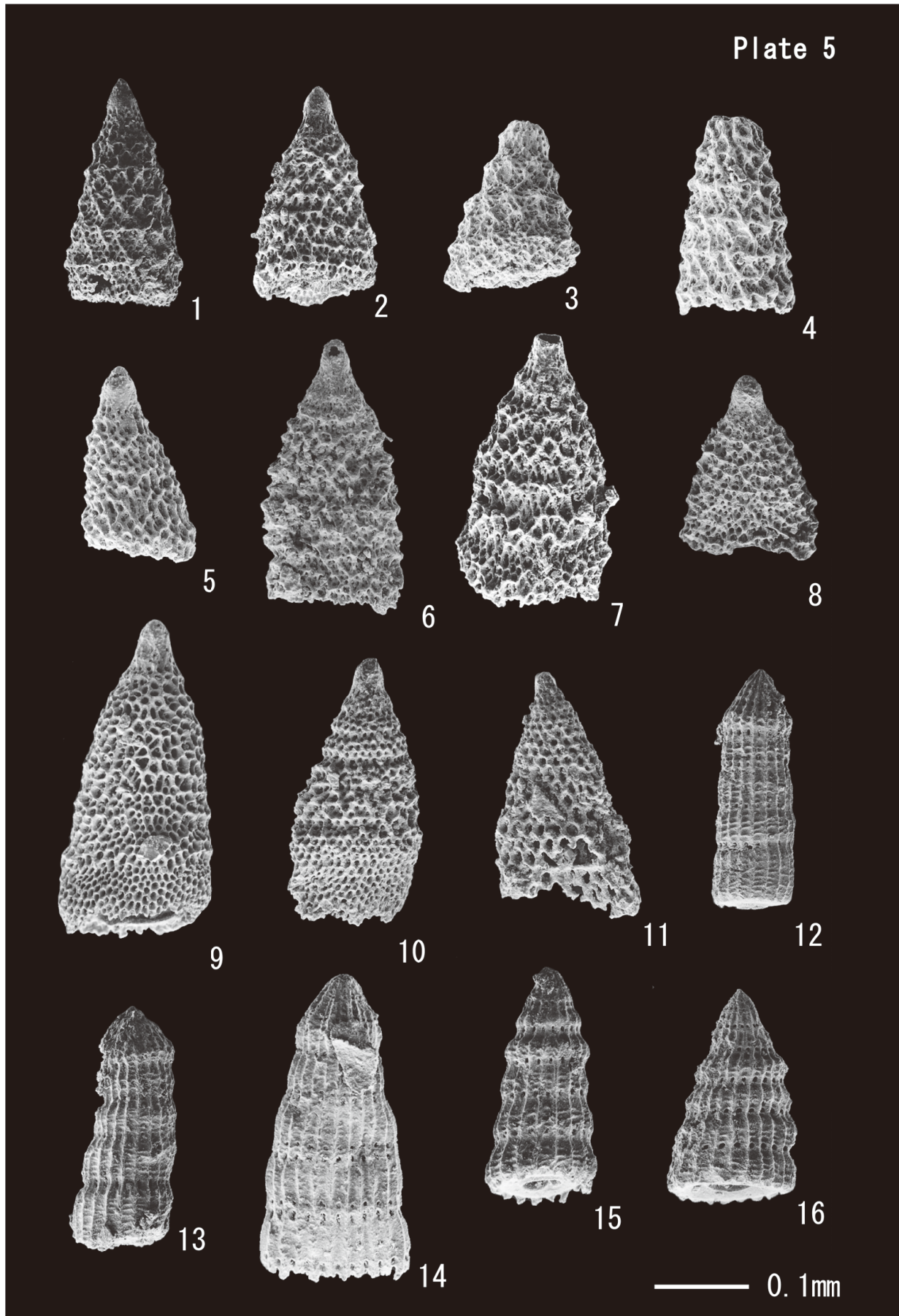


図版5 花園層(栗本, 1982)の放射虫化石の再検討—群集IV : *Amphipyndax tylotus*群集—  
Loc. A及びLoc. Bは栗本(1982)の化石産出地点Loc. 12及びLoc. 15に相当する。

Plate 5 Re-examination of radiolarians of the Hanazono Formation (Kurimoto, 1982)—*Amphipyndax tylotus* Assemblage—  
Locs. A and B are corresponding to Loc. 12 and 15 of Kurimoto (1982), respectively.

1. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Loc. A (Hn2)
2. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Loc. B (Hn3)
3. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Loc. A (Hn2)
4. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Loc. A (Hn2)
5. *Amphipyndax tylotus* Foreman Loc. A (Hn2)
6. *Amphipyndax tylotus* Foreman Loc. B (Hn3)
7. *Amphipyndax tylotus* Foreman Loc. B (Hn3)
8. *Amphipyndax tylotus* Foreman Loc. B (Hn3)
9. *Amphipyndax* aff. *tylotus* Foreman Loc. B (Hn3)
10. *Amphipyndax* aff. *tylotus* Foreman Loc. B (Hn3)
11. *Amphipyndax* sp. Loc. B (Hn3)
12. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. A (Hn2)
13. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. A (Hn2)
14. *Dictyomitra* aff. *koslovae* Foreman Loc. A (Hn2)
15. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. A (Hn2)
16. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. A (Hn2)

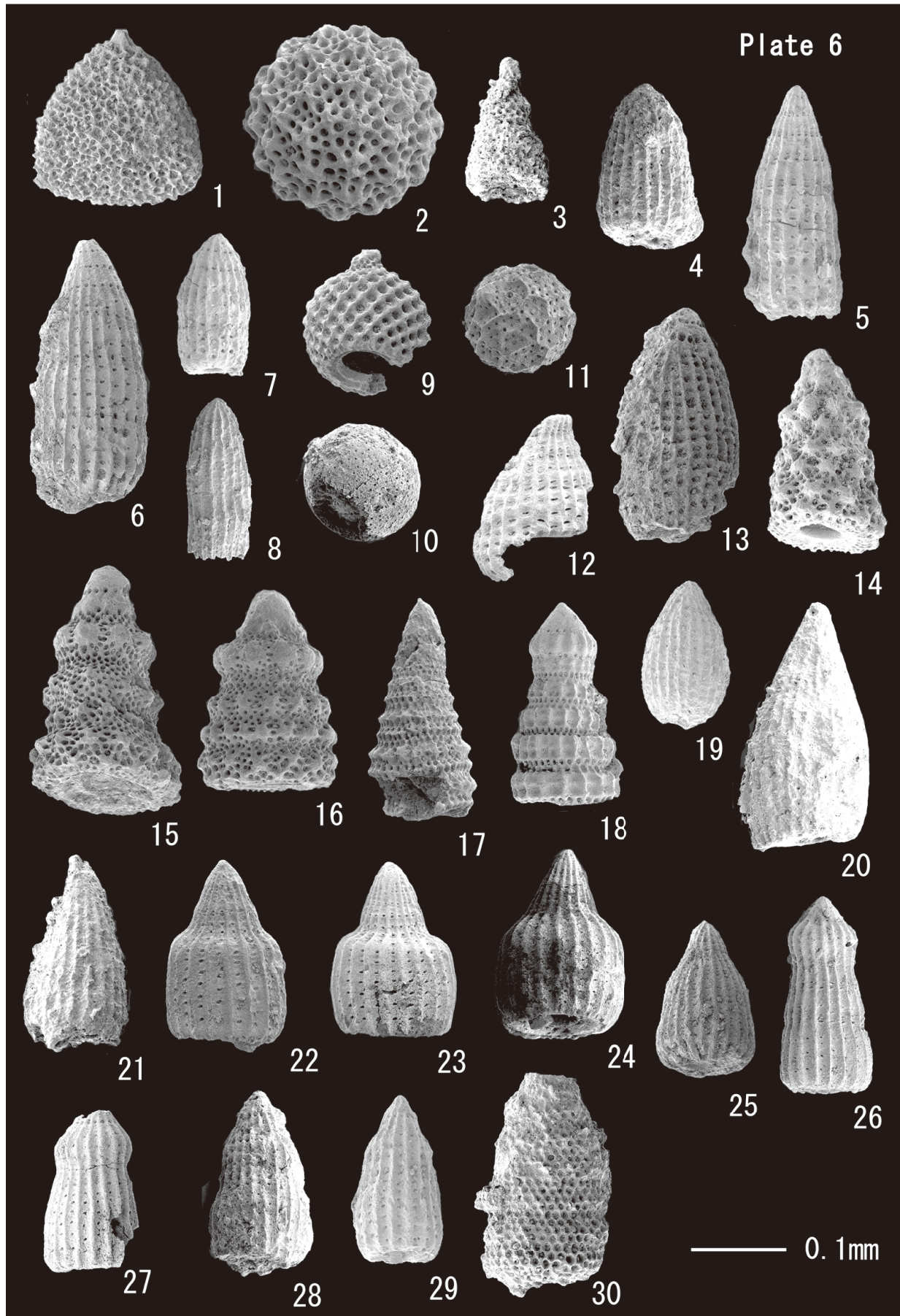




図版6 湯川層の群集 I : *Holocryptocanium barbui*群集  
Plate 6 *Holocryptocanium barbui* Assemblage of the Yukawa Formation

1. *Alievium* sp. Loc. Yk3-2, GSJ F18273-24
2. *Praeconocaryomma* sp. Loc. Yk3-2, GSJ F18273-29
3. *Amphipyndax* cf. *stocki* (Campbell and Clark) Loc. Yk2-1, GSJ F18271-2
4. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Yk2-1, GSJ F18271-83
5. *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno Loc. Yk1-3, GSJ F18254-18
6. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. Yk3-2, GSJ F18273-39
7. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Yk1-3, GSJ F18254-2
8. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. Yk1-2, GSJ F18253-9
9. *Cryptamphorella* cf. *conara* (Foreman) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-22
10. *Holocryptocanium barbui* Dumitrica Loc. Yk2-1, GSJ F18271-12
11. *Hemicryptocapsa polyhedra* Dumitrica Loc. Yk3-2, GSJ F18273-46
12. *Mita* sp. Loc. Yk3-2, GSJ F18273-10
13. *Mita* sp. Loc. Yk3-2, GSJ F18273-20
14. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. Yk3-2, GSJ F18273-40
15. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. Yk3-2, GSJ F18273-36
16. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. Yk3-2, GSJ F18273-34
17. *Parvicingula* sp. Loc. Yk3-2, GSJ F18273-28
18. *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-23
19. *Thanarla conica* (Aliev) Loc. Yk1-3, GSJ F18254-13
20. *Thanarla brouweri* (Tan) Loc. Yk2-1, GSJ F18271-25
21. *Thanarla brouweri* (Tan) Loc. Yk2-1, GSJ F18271-34
22. *Thanarla elegantissima* (Cita) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-15
23. *Thanarla elegantissima* (Cita) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-27
24. *Thanarla elegantissima* (Cita) Loc. Yk2-1, GSJ F18271-64
25. *Thanarla* sp. Loc. Yk1-2, GSJ F18253-30
26. *Thanarla veneta* (Squinabol) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-41
27. *Thanarla veneta* (Squinabol) Loc. Yk3-2, GSJ F18273-19
28. *Thanarla praeveneta* Pessagno Loc. Yk2-1, GSJ F18271-70
29. *Thanarla praeveneta* Pessagno Loc. Yk1-3, GSJ F18254-5
30. *Stichomitra* cf. *communis* Squinabol Loc. Yk2-1, GSJ F18271-71

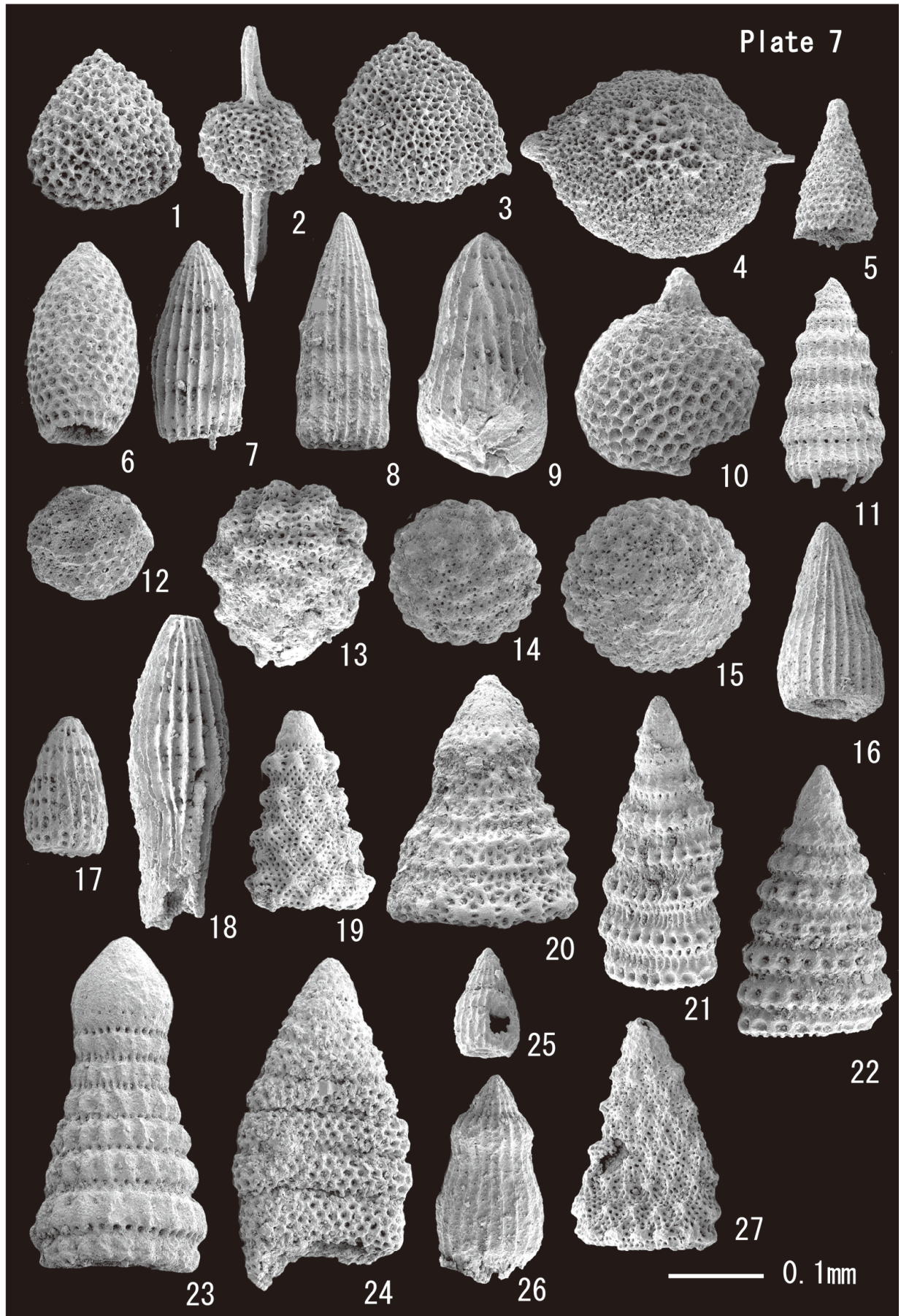




図版7 美山層の群集 I : *Holocryptocanium barbui*群集  
Plate 7 *Holocryptocanium barbui* Assemblage of the Miyama Formation

1. *Alievium* sp. Loc. My1-8, GSJ F18281-41
2. *Archaeospongoprunum* sp. Loc. My1-3, GSJ F18276-5
3. *Pseudoaulophacus* sp. Loc. My1-10, GSJ F18283-20
4. *Pseudoaulophacus* sp. Loc. My1-12, GSJ F18285-36
5. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. My1-8, GSJ F18281-28
6. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko and Nishimura Loc. My1-8, GSJ F18281-25
7. *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno Loc. My1-12, GSJ F18285-8
8. *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno Loc. My1-12, GSJ F18285-17
9. *Thanarla* sp. Loc. My1-3, GSJ F18276-2
10. *Squinabollum* cf. *fossilis* (Squinabol) Loc. My1-8, GSJ F18281-27
11. *Dictyomitra* sp. Loc. My1-12, GSJ F18285-51
12. *Hemicryptocapsa polyhedra* Dumitrica Loc. My1-12, GSJ F18285-28
13. *Holocryptocanium astiensis* Pessagno Loc. My1-12, GSJ F18285-41
14. *Holocryptocanium geysersensis* Pessagno Loc. My1-8, GSJ F18281-14
15. *Holocryptocanium tuberculatum* Dumitrica Loc. My1-8, GSJ F18281-5
16. *Mita gracilis* (Squinabol) Loc. My1-8, GSJ F18281-18
17. *Mita* sp. Loc. My1-8, GSJ F18281-26
18. *Mita* sp. Loc. My1-12, GSJ F18285-38
19. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. My1-12, GSJ F18285-52
20. *Novixitus weyli* Schmidt-Effing Loc. My1-12, GSJ F18285-23
21. *Pseudodictyomitra leptoconica* (Foreman) Loc. My1-12, GSJ F18285-34
22. *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani Loc. My1-12, GSJ F18285-11
23. *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol) Loc. My1-8, GSJ F18281-19
24. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. My1-12, GSJ F18285-33
25. *Thanarla brouweri* (Tan) Loc. My1-10, GSJ F18283-4
26. *Thanarla veneta* (Squinabol) Loc. My1-12, GSJ F18285-50
27. *Xitus* sp. Loc. My1-12, GSJ F18285-22

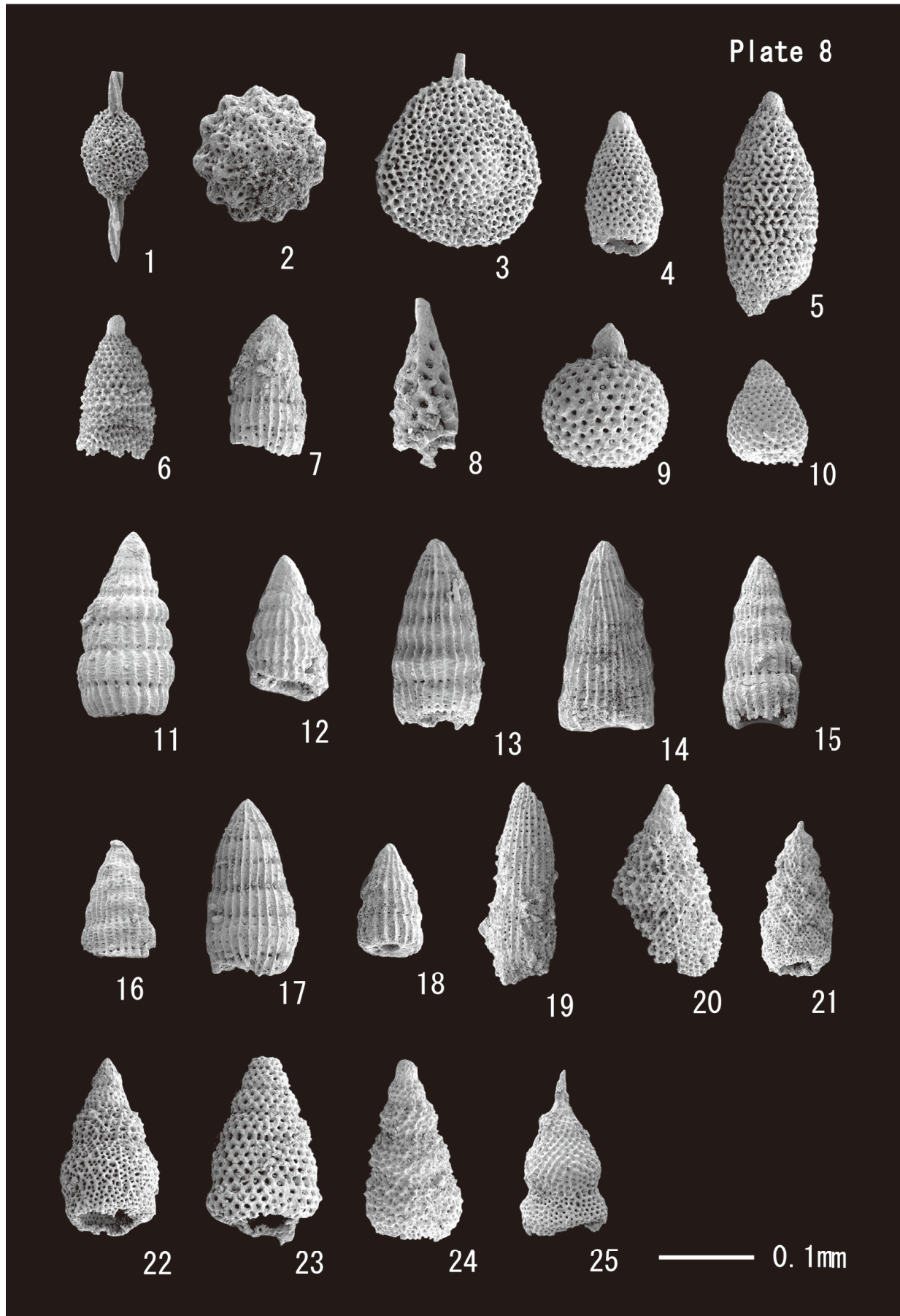




図版8 美山層の群集Ⅱ：*Dictyomitra formosa*群集  
Plate 8 *Dictyomitra formosa* Assemblage of the Miyama Formation

1. *Archaeospongoprunum* sp. Loc. My1-4, GSJ F18277-26
2. *Praeconocaryomma* sp. Loc. My1-6, GSJ F18279-1
3. *Pseudoaulophacus* sp. Loc. My1-6, GSJ F18279-5
4. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko and Nishimura Loc. My1-6, GSJ F18279-17
5. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko and Nishimura Loc. My1-6, GSJ F18279-30
6. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) Loc. My1-4, GSJ F18277-11
7. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. My1-4, GSJ F18277-17
8. *Cornutella* sp. Loc. My1-4, GSJ F18277-2
9. *Squinabollum fossilis* (Squinabol) Loc. My1-6, GSJ F18279-20
10. *Diacanthocapsa* sp. Loc. My1-4, GSJ F18277-8
11. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-4, GSJ F18277-21
12. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-6, GSJ F18279-4
13. *Dictyomitra multicosata* Zittel Loc. My1-4, GSJ F18277-30
14. *Dictyomitra multicosata* Zittel Loc. My1-4, GSJ F18277-10
15. *Dictyomitra napaensis* Pessagno Loc. My1-6, GSJ F18279-25
16. *Dictyomitra napaensis* Pessagno Loc. My1-4, GSJ F18277-1
17. *Dictyomitra multicosata* Zittel Loc. My1-4, GSJ F18277-28
18. *Dictyomitra* sp. Loc. My1-6, GSJ F18279-36
19. *Mita* sp. Loc. My1-6, GSJ F18279-22
20. *Stichomitra asymbatos* Foreman Loc. My1-6, GSJ F18279-32
21. *Stichomitra asymbatos* Foreman Loc. My1-6, GSJ F18279-13
22. *Stichomitra asymbatos* Foreman Loc. My1-6, GSJ F18279-16
23. *Stichomitr acommunis* Squinabol Loc. My1-6, GSJ F18279-38
24. *Stichomitra* sp. Loc. My1-6, GSJ F18279-14
25. *Stichomitra* sp. Loc. My1-4, GSJ F18277-22





図版9 美山層の混在群集

群集 I : *Holocryptocanium barbui*群集と群集 II : *Dictyomitra formosa*群集の混在群集

Plate 9 Mixed Radiolarian Assemblage of the Miyama Formation

Mixed assemblage of *Holocryptocanium barbui* and *Dictyomitra formosa* assemblages

1. *Alievium* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-8
2. *Alievium* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-45
3. *Archaeospongoprunum* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-42
4. *Praeconocaryomma* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-33
5. *Orbiculiforma* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-44
6. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko and Nishimura Loc. My1-5, GSJ F18278-7
7. *Holocryptocanium* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-25
8. *Archaeodictyomitra* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-30
9. *Cornutella* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-12
10. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-26
11. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-18
12. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-20
13. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-14
14. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-15
15. *Dictyomitra formosa* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-3
16. *Dictyomitra* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-19
17. *Mita* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-39
18. *Pseudodictyomitra leptconica* (Foreman) Loc. My1-5, GSJ F18278-11
19. *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani Loc. My1-5, GSJ F18278-36
20. *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani Loc. My1-5, GSJ F18278-28
21. *Thanarla brouweri* (Tan) Loc. My1-5, GSJ F18278-1
22. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-2
23. *Stichomitra communis* Squinabol Loc. My1-5, GSJ F18278-22
24. *Stichomitra* sp. Loc. My1-5, GSJ F18278-24



