

宮崎県五ヶ瀬町祇園山層から産出するシルル紀四放サンゴ化石群

木戸 絵里香¹⁾・杵山 哲男²⁾

(平成16年11月30日受理)

Silurian rugose corals from the Gionyama Formation,
Gokase-cho, Miyazaki Prefecture, Southwest JapanErika KIDO¹⁾ and Tetsuo SUGIYAMA²⁾

(Received November 30, 2004)

Abstract

The Gionyama Formation, a unit of Silurian and Devonian rocks, is exposed in the Gokase-cho, Miyazaki Prefecture, and assigned to the Kurosegawa Terrane in Southwest Japan. Two localities from the G2 Member of the Gionyama Formation contain an abundant rugose corals fauna consisting of 17 species in 12 genera. These are : *Tryplasma* sp. A, *T.* sp. B, *T.* sp. C, *Cystiphyllum* sp., *Holmophyllum* sp. A, *H.* sp. B, *Labechiellata regularis*, *Rhizophyllum* sp. A, *R.* sp. B, *Neobrachyelasma* sp. aff. *N. balchascicum*, *Pseudamplexus* sp., *Amsdenoides* sp., *Amplexoides* sp., *Strombodes* sp., *Nanshanophyllum* sp. aff. *N. typicum*, *N.* sp. aff. *N. mirandum* and *Ptychophyllum* sp. The following genera are reported for the first time from this member : *Cystiphyllum*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Neobrachyelasma*, *Pseudamplexus*, *Amsdenoides*, *Amplexoides*, *Strombodes*, *Nanshanophyllum* and *Ptychophyllum*. In addition, *Neobrachyelasma*, *Strombodes* and *Ptychophyllum* are previously unknown from the Silurian of Japan. Of these genera in the G2 Member of the Gionyama Formation, eight commonly occur in the Upper Llandovery sequence in the Ningqiang - Guangyuan depression in the northern part of South China. In China, *Nanshanophyllum* indicates a middle to late Telychian age. Therefore the coral fauna from the G2 Member can be inferred to indicate a Late Llandovery age. Also, this is the second report of the co-occurrence of *Neobrachyelasma* and *Nanshanophyllum*, which previously was know only from the Ningqiang - Guangyuan depression. *Neobrachyelasma* is also known from Kazakhstan and the Altay area, and *Nanshanophyllum* has been reported from the Hunan Province in South China, Gansu Province in Qidam, Australia and Canada. Thus, the similarities of the coral faunas between the Gionyama Formation and

1) 福岡大学大学院理学研究科地球圏科学専攻 〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1

Graduate School of Science, Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan

2) 福岡大学理学部地球圏科学科 〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1

Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan

these areas should be considered in any paleobiogeographic reconstruction of the Kurosegawa Terrane.

Key words: Kurosegawa Terrane, Gionyama Formation, Silurian, rugose coral, Nanshanophyllum, Neobrachyelasma, Upper Llandovery

はじめに

宮崎県五ヶ瀬町の祇園山周辺には、黒瀬川帯のシルル-デボン系である祇園山層（斉藤・神戸，1954）が分布する（Fig.1）．同層のG2層とG3層からはシルル紀サンゴ化石をはじめ，三葉虫や腕足類等の化石が多産し，祇園山は西南日本を代表する化石産地として古くから知られている（浜田，1959）．祇園山層から産出するシルル紀サンゴ化石の古生物学的研究は，浜田（1959），Hamada

（1961），Kato（1990），足立・兒子（1996），Niko（1998），Niko and Adachi（1999，2000）等によって行われてきた．これらの研究のほとんどは床板サンゴを中心に行われており，これまでに21属34種の床板サンゴ化石群が記載図示，もしくは産出リストに化石の名称が示されている．一方，四放サンゴ化石に関しては詳しい古生物学的研究は行われておらず，これまでに9属12種が産出化石リストに挙げられただけで（浜田，1959；Hamada，1961），記載図示されたものはない．

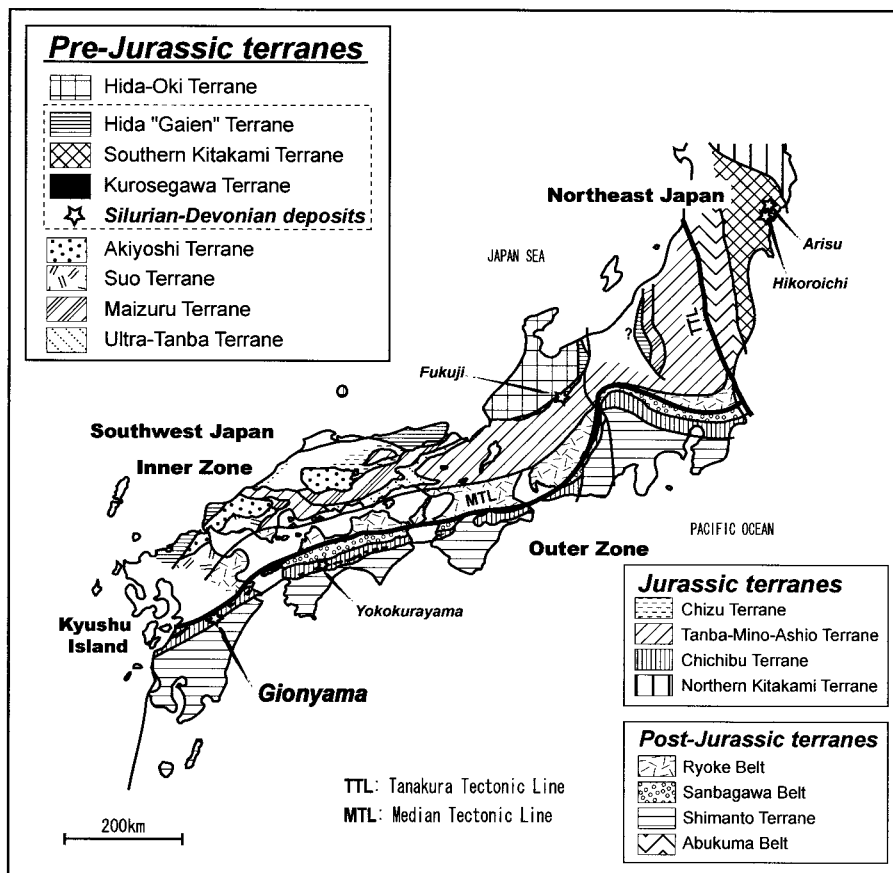


Fig.1 Index map showing the tectonic divisions of Southwest Japan, the locality of the Gionyama Formation, and the localities of Silurian corals in Japan (modified from Yao, 2000).

日本のシルルーデボン系は、黒瀬川帯の他に南部北上帯と飛騨外縁帯にその分布が知られている (Fig.1)。祇園山層から産出するシルル紀サンゴ化石群は、同じ黒瀬川帯のシルルーデボン系である横倉山層群をはじめ、南部北上帯のシルル系川内層及び奥火の土層や、飛騨外縁帯のシルル系から産出するサンゴ化石群と比較されてきた。

横倉山層群から産出するシルル紀サンゴ化石群の研究は、Kato *et al.* (1980) や Nakai (1981) 等によって行われている。Kato *et al.* (1980) は床板サンゴ化石7属と四放サンゴ化石4属の名称を産出化石リストに加えている。また、Nakai (1981) は床板サンゴ化石の分類学的検討を中心に、3属9種を記載図示した。

南部北上帯川内層から産出するシルル紀サンゴ化石群に関しては、Sugiyama (1940) が床板サンゴ13属23種、四放サンゴ8属15種を記載図示し、その後 Kato *et al.* (1980) が床板サンゴ1属と四放サンゴ2属の名称を産出化石リストに加えている。Hamada (1961) は Sugiyama (1940) によって報告された床板サンゴ化石の再検討を行い、川内層から新たに3属3種を識別した。また、Kato and Minato (1977) は Sugiyama (1940) によって報告されたサンゴ化石群のうち、四放サンゴ1種の再記載、図示を行っている。奥火の土層については、Kawamura (1980) によって床板サンゴ2属7種が記載図示され、その後、床板サンゴ4属5種と四放サンゴ4属4種の名称が産出リストに加えられている (川村, 1983)。

飛騨外縁帯から産出するシルル紀サンゴ化石については、一重ヶ根地域に分布する石灰岩ブロックから床板サンゴ化石1種と四放サンゴ化石1種の産出が報告されている (Kato *et al.*, 1980)。しかし、この石灰岩は斑れい岩中の捕獲岩であるとされ (栗原, 2004)、岩体の規模から今後更に豊富なサンゴ化石が産出することは期待できない。

これらの研究の結果、南部北上帯のシルル系からは、床板サンゴ13属29種、四放サンゴ8属15種が記載報告されており、日本国内では最も詳しい研究が行われている。しかし、祇園山層や横倉山層群を含む黒瀬川帯については、産出リストが公表されているだけで、詳しい古生物学的研究は極めて不十分な状態である。

近年、日本列島の形成過程をめぐり黒瀬川帯、

南部北上帯、飛騨外縁帯の岩相や化石相及び層序の比較が盛んに行われている (磯崎・丸山, 1991; 梅田, 1996; 大藤・佐々木, 1998; 波田・吉倉, 1999; 永広, 2000; 田沢, 2000等)。しかし、黒瀬川帯のシルル紀四放サンゴ化石群については、古生物学的検討が不十分のまま、化石リスト中の分類名を用いて国内外の化石群と比較されているのが現状である。従って、検討が遅れている黒瀬川帯のシルル紀四放サンゴ化石について、早急に分類学的検討を行い、その種構成の全容を明らかにする必要がある。

今回祇園山層の G2 層から、これまで日本から報告されたことのない3属3種を含む豊富な四放サンゴ化石群を見出した。それらは *Tryplasma* sp. A, *T.* sp. B, *T.* sp. C, *Cystiphyllum* sp., *Holmophyllum* sp. A, *H.* sp. B, *Labechiellata regularis*, *Rhizophyllum* sp. A, *R.* sp. B, *Neobrachyelasma* sp. aff. *N. balchascicum*, *Pseudamplexus* sp., *Amsdenoides* sp., *Amplexoides* sp., *Strombodes* sp., *Nanshanophyllum* sp. aff. *N. typicum*, *N.* sp. aff. *N. mirandum*, *Ptychophyllum* sp. の12属17種である。この中で *Cystiphyllum*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Neobrachyelasma*, *Pseudamplexus*, *Amsdenoides*, *Amplexoides*, *Strombodes*, *Nanshanophyllum*, *Ptychophyllum* の10属は、祇園山層 G2 層から新たに産出が確認されたものである。更に *Neobrachyelasma*, *Strombodes*, *Ptychophyllum* の3属は、日本のシルル系からは初めての産出報告となる。このように、祇園山層 G2 層は黒瀬川帯の四放サンゴ化石群としてこれまで考慮されていなかった新しい要素を豊富に含んでいることが明らかになった。

本論文では、祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石群12属17種の形態的特徴を記述し、その種構成の概要を報告する。また、祇園山層 G2 層の四放サンゴ化石群と、国内外のシルル紀四放サンゴ化石群との比較を行い、これまでコノント化石による時代対比 (桑野, 1976) と若干のずれがあった G2 層の地質時代について、四放サンゴ化石群の分類結果をもとに再検討した。更に、祇園山層 G2 層産四放サンゴ化石群の新しい要素である *Nanshanophyllum* と *Neobrachyelasma* の2属について、中国のシルル紀サンゴ化石に関

する最近の研究成果 (Scrutton and Deng, 2002 ; Rong *et al.*, 2003 ; He and Chen, 2004) を踏まえて, その古生物地理学的意義について若干の検討を行った. なお, 産出した四放サンゴ化石の分類学的検討は完了しているわけではない. その多くは未定種のままであるが, 模式標本との比較検討を進めたものについては, その比較結果を反映した種名を用いた.

祇園山層の層序概説

祇園山層について最初に詳細な層序学的研究を行ったのは浜田 (1959) である. 浜田 (1959) は岩相と産出化石に基づき, 祇園山層を下位から順に G1 層から G4 層に区分した (Fig.2). 最下位の G1 層 (層厚約100m) は主に砂岩からなり, 緑色緻密凝灰岩を挟む. 北に分布する鞍岡火成岩類とは断層関係で接している. 時代決定に有効な化石が産出しないため, G1 層の時代は明らかではない. その上位の G2 層 (層厚25m以上) は, 砂岩, 泥岩とそれらに挟在する石灰岩礫岩からな

る. この石灰岩礫岩からは, サンゴ化石をはじめ, 三葉虫, 腕足類, 二枚貝, 巻貝等の化石が豊富に産出する. 主に薄桃色の塊状角礫石灰岩層からなる G3 層 (層厚は最大で240m) には, サンゴ化石をはじめ層孔虫や腕足類等の化石が産出する. 石灰岩礫岩の礫間には, スタイロライト構造が発達する. 最上部の G4 層 (層厚1100m) は, 下位から順に酸性凝灰岩層, 砂岩層, 礫岩層からなる. 酸性凝灰岩層を構成しているのは主に緑色緻密凝灰岩で, 上位の礫岩の礫種にはこの緑色緻密凝灰岩起源のものが多く. 祇園山層のうち G1 層と G2 層, また G2 層と G3 層は, 整合関係とみなされている.

浜田 (1959) は床板サンゴ化石 *Falsicatenuropora shikokuensis* と三葉虫化石 *Coronocephalus kobayashii* が産出することから, G2層の時代をシルル紀 Wenlock 世後期とした. また, G3層については, 床板サンゴ化石 *Schedohalysites hitakamiensis* と四放サンゴ化石 *Zelophyllum* sp.の産出に基づき Ludlow 世前期とした. 桑野 (1976) は横倉山層群の G2 層相当層から,

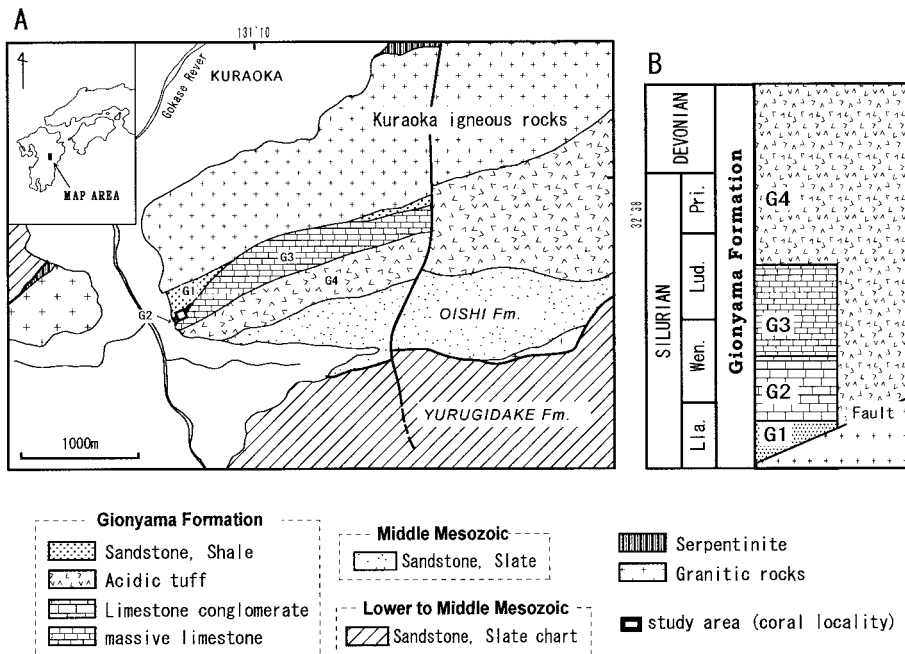


Fig.2 (A) Compiled geological map of the western half of Mt. Gionoyama including the study area (modified from Niko and Hamada, 1986). (B) Generalized stratigraphic relationship between the members of the Gionoyama Formation (from Hamada, 1959, Kuwano, 1976 and Umeda, 1997).

Llandovery 世後期から Wenlock 世前期を示すコノドント化石 *Panderodus* sp., *Ambalodus gallerus*, *Pterospathodus amorphognathoides* を見出した。また、G3 層相当層からは Wenlock 世後期から Ludlow 世前期を示すコノドント化石 *Ozarkidina excavata excavata* を報告している。このように G2 層と G3 層の時代対比は、コノドント化石の方がサンゴ化石や三葉虫化石よりもやや古く見積もられている。また、Wakamatsu et al. (1990) は G2 層下位の凝灰質砂岩泥岩互層から放散虫化石 *Secuicollacta? exquisita* を報告し、G2 層の時代を Llandovery 世後期から Wenlock 世とした。しかし、この対比は桑野 (1976) の研究成果を考慮に入れたもので、産出した放散虫化石をもとにした独自の時代決定ではない。G4 層については、浜田 (1959) によって Ludlow 世後期以降からデボン紀中期に達する可能性が指摘されていた。最近、梅田 (1997) は祇園山東部に分布する G4 層中の複数の凝灰質岩から、Wenlock 世後期から Ludlow 世前期、Pridoli 世、デボン紀中世前期に及ぶ放散虫化石群を報告し、G4 層の一部が G2 層及び G3 層と同時異相である可能性を指摘した。祇園山層の構成メンバーの層序関係を模式的に示した Fig.2B は、コノドント化石 (桑野, 1976) と放散虫化石 (梅田, 1997) による対比結果を総合したものである。

四放サンゴ産出地点の地質概説

今回報告する四放サンゴ化石群は、祇園山南西斜面に連続露出した厚さ55mの地層群から得られた (Fig.2A)。この地層群は岩相の特徴に基づいて、下位から順に下部層、中部層、上部層に区分できる。その模式的柱状図を Fig.3 に示す。岩相の特徴と産出化石内容から、下部層と中部層は浜田 (1959) の G2 層に相当し、上部層は G3 層に相当すると考えられる (Fig.3)。

下部層は下位から順に砂岩泥岩互層 (厚さ 8 m)、凝灰質泥岩層 (厚さ 2 m) からなる。化石採集地点付近の中部層最下部は風化赤色粘土からなり、石灰岩礫岩の岩塊を含む露出不良部分 (厚さ 8 m) を挟む。しかし、崩落によって露出した斜面下部では、砂質基質に富む薄い石灰岩礫岩層を挟んで、下部層が中部層の石灰岩礫岩層に整合的に移化し

ている。

中部層は石灰岩礫岩層 (厚さ 5 m)、粗粒砂岩層 (厚さ 4 m)、凝灰質砂岩層 (厚さ 6 m)、石灰岩礫岩層 (厚さ 3 m)、凝灰質頁岩層 (厚さ 3 m)、石灰岩礫岩層 (厚さ 8 m)、砂岩層 (厚さ 1 m) の順に累重し、石灰岩礫岩の礫種は、礫性石灰岩の断片やサンゴをはじめとする造礁生物化石の骨格片である。礫間の基質部分は、凝灰質な砂岩や泥岩によって埋められているが、場所によって基質の非石灰質部分の量差が大きい。本地域では、中部層は上部層の塊状礫質石灰岩に整合的に覆われる。

上部層の塊状石灰岩礫岩は、中部層のそれに比べて非石灰質基質の割合が少なく、礫間にはスタイロライト構造が発達する。中部層に比べてサンゴ化石の保存状態が悪く、再結晶化が進んでいる。本論文で報告するサンゴ化石群は、中部層最下位の石灰岩礫岩層、及び上位の石灰岩礫を伴う凝灰質頁岩層の 2 層準から産出したものである (Fig. 3)。これらのうち下位の石灰岩礫岩層を Loc.1 とし、上位の凝灰質頁岩層を Loc.2 とした。図に示すように、その他の層準からもサンゴ化石をはじめ腕足類や巻貝類等の豊富な化石群が得られているが、それらの古生物学的検討は未了である。

祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石群

調査地域の Loc.1、及び Loc.2 から産出した四放サンゴ化石群のリストを Fig.3 に示す。同図には、各四放サンゴ化石標本の産出個体数も並記している。なお、*Labechiellata* と *Nanshanophyllum* は模式標本との比較を行い、*Neobrachyella* に関しては文献調査によって種の比較検討を行った。その結果を種名として表記している。その他未定種としたものは、得られた標本数や保存状態から種レベルでの検討には到っていない。

祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石について現在までに行った分類学的検討の結果、下位の Loc.1 から *Tryplasma* sp. A, *T.* sp. B, *T.* sp. C, *Cystiphyllum* sp., *Holmophyllum* sp. A, *H.* sp. B, *Labechiellata regularis*, *Rhizophyllum* sp. A, *R.* sp. B, *Pseudamplexus* sp., *Amsdenoides* sp., *Strombodes* sp., *Nanshanophyllum* sp.

aff. *N. mirandum*, *Ptychophyllum* sp.の10属14種が得られた。また、上位の Loc.2 からは *Cystiphyllum* sp., *Nanshanophyllum* sp. aff. *N. typicum*, *Neobrachyelasma* sp. aff. *N. balchasicum*, *Amplexoides* sp.の4属4種が産出した。

Hamada (1961) は G2 層から産出した四放サンゴ化石について, *Tryplasma* sp. cf. *T. hayasakai*, *Tryplasma* sp., *Labechiellata regularis*, *Zaphrentid* の3属4種をリストに挙げている。今回

の調査では、既に報告されている *Tryplasma* と *Labechiellata* に加えて、新たに *Cystiphyllum*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Neobrachyelasma*, *Pseudamplexus*, *Amsdenoides*, *Amplexoides*, *Strombodes*, *Nanshanophyllum*, *Ptychophyllum* の10属の産出を確認した。さらに、これらの中で *Neobrachyelasma*, *Strombodes*, *Ptychophyllum* の3属は、日本から初めての報告となる。なお、Hamada (1961) は G3 層から産出

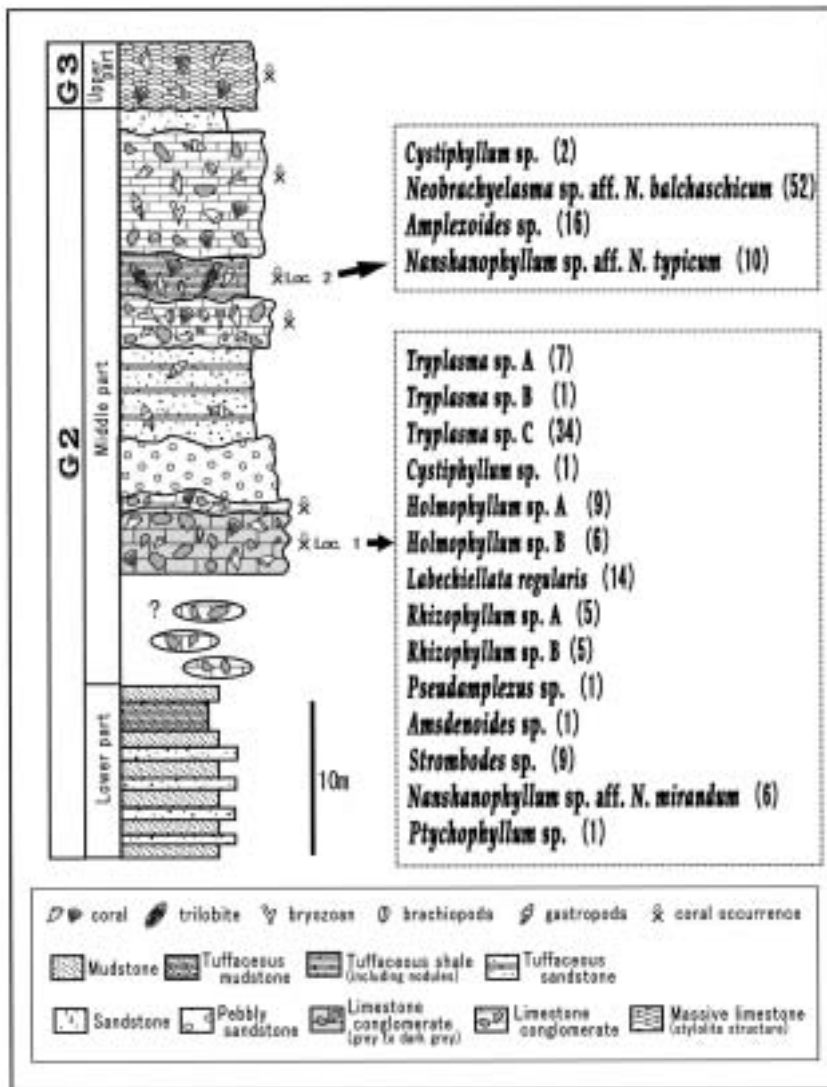


Fig.3 Columnar section of the study area and the rugose corals collected from the two localities. Numbers in parenthesis are the number of specimens for each species.

する四放サンゴ化石群について, *Tryplasma* sp. cf. *T. higtizawaensis*, *T. sp. cf. T. multiseptata*, *Hedstroemophyllum* sp., *Labechiellata regularis*, *Rhizophyllum* sp., *Kodonophyllum* sp., *Pycnostylus* sp., *Zelophyllum* sp., *Zaphrentis?* sp.の8属9種をリストに加えている。しかし, *Tryplasma*, *Labechiellata* 及び *Rhizophyllum* の3属は, 今回の調査によってG2層からも産出することが明らかになった。以下に, 祇園山層G2層から産出した四放サンゴ化石の形態の特徴を記述する。

サンゴ体中央部が広い空間になっている *Tryplasma* は, 祇園山層G2層から産出した四放サンゴ化石の中で最も多産する。単体あるいは群体で, 刺状を呈す短い隔壁は大隔壁と小隔壁からなり, サンゴ体外周部には肥厚帯が形成される。サンゴ体中央を占める完全型の床板は, 水平~緩やかなドーム状を呈す。今回産出した *Tryplasma* 属のサンゴ化石は, 以下の特徴から *T. sp. A*, *T. sp. B*, 及び *T. sp. C* の3種に区分することができる。明らかに単体である *T. sp. A* (Pl. , Fig.1a, b) は, サンゴ体の外形がコマ型, あるいは細円錐型である。大隔壁と小隔壁は長く, サンゴ体外周部には幅広い肥厚帯が形成される。この肥厚帯は隔壁が外壁側周辺で肥厚し, 隣り合う隔壁が接することで形成されたものである。単体か群体かは明らかではないが, 連結管様の構造が認められる *T. sp. B* (Pl. , Fig.2) は, コマ型あるいは細円錐型をなす。本種は *T. sp. A* に比べて隔壁数が多く, 隔壁の長さが短い。また, 主隔壁溝が発達する点においても *T. sp. A* と区別することができる。隣接して産出するため枝状群体の可能性のある *T. sp. C* (Pl. , Fig.3a, b) は, サンゴ個体が円筒型で, *T. sp. A* や *T. sp. B* と比べて個体サイズが小さい(最大4mm)。また, 隔壁は極めて短く, 肥厚帯が目立たないという特徴がある。

サンゴ体内部が広い泡沫組織で占められることで特徴的な *Cystiphyllum* sp. は, 刺状の短い大隔壁と小隔壁をもつ。泡沫組織は外周部に比べてサンゴ体中央部の方がやや大きい。本種は下位の Loc.1 と上位の Loc.2 の両方から産出した。これらの標本を Pl. , Fig.4, 5に示す。下位の Loc.1 から産出した標本は, コマ型あるいは円錐

型を呈し, 個体サイズが大きい(最大40mm)。縦断面では, 泡沫組織はサンゴ体外周部で半球状~垂球状を呈し, サンゴ体中央に向かって急傾斜する。また, サンゴ体中央部では平坦あるいは傾斜する。上位の Loc.2 から産出した標本は, 個体サイズがやや小さいが, 骨格の形態の特徴は Loc.1 のものと一致する。

祇園山層から2種を識別した *Holmophyllum* は, 隔壁が大隔壁と小隔壁からなり, それらは刺状を呈して放射状に配列するという特徴がある。不完全型の床板は, 水平あるいは窪んでいる。また, サンゴ体外周部には泡沫組織が密に発達する。個体サイズが大きい *H. sp. A* (Pl. , Fig.6, 7) は, 最大直径が34mmにおよび, サンゴ個体の外形がコマ型あるいは円錐型を呈す。隔壁は短く, サンゴ体中央には広い空間が残る。本種の特徴としては, 床板帯に比べて泡沫帯が幅狭く, 主隔壁溝が発達することが挙げられる。個体サイズがやや小さい *H. sp. B* (Pl. , Fig.8a, b) は, サンゴ体の外形が円筒型, あるいは細円筒型を呈す。本種は *H. sp. A* より隔壁が長く, サンゴ体中央に残る空間の幅が狭い。床板帯の幅が泡沫帯の幅に比べてより狭いのが特徴的である。

特徴的なサマステロイド型群体を形成する *Labechiellata* は, 刺状突起を伴う高次隔壁をもつ。不完全型床板は皿状を呈し, 床板帯の幅は狭い。泡沫組織は密に発達し, その幅は極めて広い。祇園山層から産出した複数の花莖を含むサンゴ体では, 花莖間の距離が3mmから15mmと変化に富む。このことから, 群体内における花莖の配列は不規則であるものと考えられる。本種 (Pl. , Fig.9a, b) は, 隔壁の配列方式や床板及び泡沫組織の特徴から, 南部北上帯の川内層から産出する *Labechiellata regularis* (Sugiyama, 1941) に同定することができる。

スリッパ型の単体である *Rhizophyllum* は, 刺状を呈する大隔壁と小隔壁をもつ。対隔壁側の外壁が平坦化し, 肥厚帯が形成されることが特徴で, 主隔壁側の外壁は半円状を呈する。主隔壁を囲むように明瞭な主隔壁溝が発達し, その周辺に隔壁が密に分布する。サンゴ体内部には泡沫組織が幅広く発達する。祇園山層からは *R. sp. A* (Pl. , Fig.10) と *R. sp. B* (Pl. , Fig.11) の2種を識別した。個体サイズが大きい *R. sp. A* は,

対隔壁側の平坦な外壁の長さが最大で50mmに及ぶ。また、主隔壁溝がサンゴ体中央に向かって細く閉じるという特徴がある。一方、*R. sp. B*は*R. sp. A*に比べて個体サイズが明らかに小さく、主隔壁溝はサンゴ体中央に向かって広がっている。対隔壁のサンゴ体内側先端部については、*R. sp. A*は薄いのに対し、*R. sp. B*のそれは根棒状に肥厚する。

単体の *Pseudamplexus sp.* (Pl. , Fig.2a, b) は、隔壁が大隔壁と小隔壁からなり、サンゴ体外周部には狭い肥厚帯が発達する。サンゴ体の中央には幅広い空間が発達し、そこを占める床板は完全型でドーム状を呈す。本種は下位の Loc.1 から産出し、サンゴ体の外形は円錐型で、短い隔壁と幅の狭い肥厚帯が発達する。サンゴ体中央部の幅広い空間や肥厚帯が形成されるという特徴は *Tryplasma sp. B* と類似するが、本種には刺状の隔壁が認められないことから明瞭に区別できる。

下位の Loc.1 から産出した単体の *Amsdenoides sp.* (Pl. , Fig.3) は、直径が17mmと比較的小型で、大隔壁と小隔壁からなる薄い隔壁は刺状突起を伴う。泡沫組織は発達していない。今回の調査では本種は1個体しか産出せず、標本の保存状態が悪かったために縦断面の薄片を作製することが出来なかった。しかし、サンゴ体の一部が磨耗しているものの、直径が17mmの時に隔壁総数が72本程度に及ぶと考えられ、Sutherland (1965) が米国テネシー州から記載した *A. acutiannulatum* と隔壁数や横断面での特徴が調和的であることから同属であると判断した。

束状群体の *Strombodes sp.* (Pl. , Fig.5, 6) は、大隔壁と小隔壁からなる隔壁をもつ。大隔壁はサンゴ体中央に達して旋回する。サンゴ体の外周部には、ロンズデル型泡板が発達する。本種のサンゴ個体の外形は円筒型で、隔壁がサンゴ体中央部でわずかに旋回し、小隔壁はサンゴ体周辺部に形成されたロンズデル型泡板に切られて不連続になる。また、本種にはドーム状を呈す不完全型床板が発達する。

下位の Loc.1 と上位の Loc.2 の2層準から産出した *Nanshanophyllum* は、隔壁数と大隔壁基部の肥厚の程度の違いから、それぞれ別種であると考えられる。下位の Loc.1 から産出した *N. sp. aff. N. mirandum* (Pl. , Fig.8, 9a, b) は、

サンゴ体の外形が細円錐型で、個体サイズが大きい(最大28mm)。隔壁数が多く、サンゴ体の直径が28mmの時に、隔壁総数は128本に及ぶ。隔壁は外壁側基部から先端部にかけて徐々に細くなる。主隔壁は長く、サンゴ体の中央部で主隔壁と対隔壁が連結して中央板様の偽軸が形成される。また、サンゴ体の中央部には、主隔壁に隣接する隔壁の先端部が開いて形成された主隔壁溝が発達するという特徴を持つ。不完全型床板はドーム状を呈し、床板帯は内側床板帯と外側床板帯に区別することができる。この床板帯の幅は、泡沫帯のそれに比べて狭い。また、床板帯と泡沫帯の間には、隔壁の断面が犬牙状に現れる。本種は隔壁数が多い点や隔壁が外壁側基部から先端部にかけて徐々に薄くなる点、サンゴ体の中央部に偽軸が発達する点、床板がドーム状を呈し、床板帯の幅が泡沫帯に比べて狭い点で、中国甘粛省の Quannaogoushan 層 (Telychian 階中部から Wenlock 統最下部) から報告されている *N. mirandum* (Yü, 1962) に最も類似していると考えられる。しかし、大隔壁の旋回が不明瞭である点と主隔壁が長い点では、*N. mirandum* と異なっている。

上位の Loc.2 から産出した *Nanshanophyllum sp. aff. N. typicum* (Pl. , Fig.7a, b) は、サンゴ体の外形が細円錐型で、個体サイズは最大で23mmである。本種の隔壁総数は Loc.1 から産出した *N. sp. aff. N. mirandum* に比べて少なく、サンゴ体の直径が23mmの時に84本である。大隔壁はサンゴ体中央に達して旋回するが、隔壁先端が連結することはなく中央部には空間が残る。また、これらは泡沫帯で顕著に肥厚し、床板帯では薄くなる。小隔壁はまれに泡沫組織に切られて不連続に発達する。本種の主隔壁は短く、主隔壁のサンゴ体内側先端部には、隣接する大隔壁との間に空間が形成されて小さな主隔壁溝となっている。一方、対隔壁はサンゴ体中央部にまで伸張して偽軸を形成する。床板帯と泡沫帯の境界部には、内側壁が発達する。不完全型床板はドーム状を呈し、床板帯は内側床板帯と外側床板帯に区別することができる。小型球状の泡沫組織が密に発達し、泡沫帯の幅が床板帯に比べて広い。床板帯と泡沫帯の境界部には、隔壁の断面が犬牙状に現れる。本種は隔壁の外壁側基部が肥厚する点やサンゴ体の中央部に偽軸が発達する点、内側壁が発達する点、

床板帯がドーム状を呈す点、泡沫帯の幅が広い点で、Quannaogoushan 層から産出した *N. typicum* (Yü, 1956) に最も類似していると考えられる。しかし、隔壁の外壁側先端部の肥厚が顕著である点や、主隔壁が短い点では *N. typicum* とは異なっており、*Nanshanophyllum* sp. aff. *N. typicum* とした。

大型単体の *Ptychophyllum* sp. (Pl. , Fig. 10) は、花莖が広がった傘貝型、あるいは円錐型を呈し、個体サイズが大きい (最大30mm)。大隔壁と小隔壁からなる隔壁をもち、大隔壁はサンゴ体中央に達してわずかに旋回する。また、小隔壁は泡沫組織に切られて不連続に発達する。床板は不完全型で、泡沫組織が密に発達し、床板帯と泡沫帯で骨格要素に粗密がある。

日本から初めての産出報告となる *Neobrachyella* sp. aff. *N. balchaschicum* (Pl. , Fig. 1 a, b) は単体で、サンゴ体中央で旋回して偽軸を形成する大隔壁と、短い小隔壁をもち、床板は不完全型で、泡沫組織を欠くという特徴がある。本種は上位の Loc. 2 からのみ産出した。コマ型あるいは円錐型を呈し、個体サイズが大きく成熟個体では最大で35mmである。この時の隔壁総数は80本に及ぶ。サンゴ体中央には、大隔壁の旋回によって形成された偽軸が発達する。主隔壁は周囲の大隔壁に比べて短く、主隔壁の内側先端部に主隔壁溝が発達する。サンゴ体周縁部には、隔壁間にラミナ状に石灰質組織が沈着した肥厚帯が形成される。床板は不完全型で、内側床板帯ではたわみ、外側床板帯ではほぼ水平あるいはややドーム状を呈する。本種はサンゴ体の外形や隔壁の旋回、内側床板帯と外側床板帯で床板の形態が異なる点等で、カザフスタン、バレーハシ地域の Ludlovian から報告されている *N. balchaschicum* (Nikolaeva, 1960) に類似していると考えられる。しかし、隔壁の外壁側先端部が肥厚する点や、外側床板のサイズが小さく密である点で *N. balchaschicum* とは区別できる。

単体サンゴの *Amplexoides* sp. (Pl. , Fig. 4a, b) は、大隔壁と小隔壁からなる隔壁が外周部にとどまり、サンゴ体中央に床板のみからなる広い空間が形成されている。床板は完全型で、ほぼ水平あるいは波打っている。短い主隔壁の周囲で床板は顕著に窪み、明瞭な主隔壁溝が発達する。本

種は上位の Loc. 2 からのみ産出し、サンゴ体の外形がコマ型を呈する。

国内から産出する シルル紀四放サンゴ化石群との比較

祇園山層から新たに産出した四放サンゴ化石群と、これまでに黒瀬川帯、飛騨外縁帯、南部北上帯のシルル系から報告されている四放サンゴ化石群との比較を行った (Fig. 4)。

祇園山層と同様に黒瀬川帯に属する横倉山層群の G2 層相当層からは、*Amplexoides*, *Tryplasma*, *Hedstroemophyllum*, *Nanshanophyllum* の4属が報告されている (Kato et al., 1980)。これらの4属のうち、*Amplexoides*, *Tryplasma*, *Nanshanophyllum* の3属が今回祇園山層 G2 層からも産出した。また、Kato et al. (1980) は横倉山層群の G3 層相当層から *Tryplasma*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum* の3属を報告しており、その中の *Tryplasma* と *Rhizophyllum* の2属は、Hamada (1961) によって祇園山層 G3 層からも報告されている。しかし、これら3属は今回の調査で G2 層からも産出することが明らかになった。このように、祇園山層から産出する四放サンゴ化石群と横倉山層群の G2 層相当層及び G3 層相当層から産出する四放サンゴ化石群は、属の構成が非常に類似しているといえる。

飛騨外縁帯の一重ヶ根地域に分布する石灰岩体からは、*Rhizophyllum* のみの産出が報告されている (Kato et al., 1980)。この石灰岩体はシルル紀後期を示す三葉虫化石 *Encrinurus* を含むことから、Kato et al. (1980) はこれを一重ヶ根層の一部とみなしている。従って、Fig. 4 に示すように、飛騨外縁帯のシルル系と祇園山層 G2 層では、1属のみが共通していることになる。なお、この一重ヶ根地域の石灰岩体に関しては、栗原 (2004) 等によって斑れい岩中の捕獲岩であることが指摘されており、その層位学的原位置や周辺の古生層との関係は不明である。

南部北上帯に関しては、川村 (1983) が奥火の土層から産出する床板サンゴの *halysitid* が黒瀬川帯の G2 層から産出するそれらと共通性をもつことを指摘している。また、*Falsicatenipora*

shikokuensis が共通して産出することから、奥火の土層の一部を G2 層と対比している。奥火の土層の地質時代については、桑野 (1976) の黒瀬川帯でのコノドント化石による生層序学的検討結果が引用され、Llandovery 世初期ないし中期から Llandovery 世後期ないし Wenlock 世とされている (Kato *et al.*, 1980 ; 川村, 1983)。一方、Kato (1990) は川内層から産出する *Schedohalysites kitakamiensis* が黒瀬川帯の G3 層からも産出することから、これらに対比している。また、Kato *et al.* (1980) は川内層から産出した床板サンゴ 9 属 (*Schedohalysites*, *Falsikatenipora*, *Halysites*, *Favosites*, *Multisolonia*, *Heliolites*,

Propora, *Plasmoporella*, *Alveolites*) と四放サンゴ 8 属 (*Tryplasma*, *Cystiphyllum*, *Nipponophyllum*, *Rhizophyllum*, *Spongophyllum*, *Amsdenoides*, *Pilophyllum?*, *Neocystiphyllum*) がスウェーデンのゴトランド島からも産出することを指摘し、川内層の時代が Wenlock 世から Ludlow 世である可能性を示唆した。

これまでに川内層からは四放サンゴの *Tryplasma* sp., *T. ozakii*, *T. higitizawaensis*, *T. takainariensis*, *T. hayasakai*, *T. hayasakai multiseptatum*, *T. japonica*, *Cystiphyllum aseptatum*, *Nipponophyllum yabei*, *N. giganteum*, *Labechiellata regularis*, *Rhizophyllum lunilatum*, *Amsdenoides* sp., *Cyathophylloides* sp., *Pilophyllum?* sp., *Neocystiphyllum?* sp., *Spongophyllum yoshii*, *Kitakamiphyllum cylindricum* が記載図示されている (Sugiyama, 1940 ; Kato and Minato, 1977 ; Kato *et al.*, 1980)。これらの四放サンゴ化石群と祇園山層 G3 層から産出する四放サンゴ化石群 (Hamada, 1961) を比較すると, *Tryplasma*, *Labechiellata*, *Rhizophyllum* の 3 属が共通しており, 今回これらの 3 属全てが祇園山層 G2 層からも産出した (Fig. 4)。また, 奥火の土層からは *Tryplasma* sp., *Amsdenoides* sp., *Rhizophyllum* sp., *Pseudamplexus* sp. の産出が報告されている (川村, 1983)。これら 4 属の四放サンゴは, 祇園山層 G2 層からも産出することが明らかになった (Fig. 4)。この中で, *Tryplasma* と *Rhizophyllum* の 2 属は祇園山層の G3 層からも産出する (Hamada, 1961)。これらの結果から, 祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石群は, 奥火の土層から産出する化石群と共通の要素が多い可能性がある。このことは, 祇園山層 G2 層と奥火の土層から産出する halysitid に共通性が見られる (川村, 1983) ことと調和的である。

RUGOSE CORAL GENERA FROM JAPANESE SILURIAN	Kurosegawa		Hida-Gaien	Southern Kitakami	
	Gionyama	Yokokura-Yama	Hitoegane	Hikorojishi	Shimmarisu
<i>Nipponophyllum</i>				●	
<i>Cyathophylloides</i>				●	
<i>Pilophyllum</i>				●	
<i>Neocystiphyllum</i>				●	
<i>Spongophyllum</i>				●	
<i>Kitakamiphyllum</i>				●	
<i>Hedstroemophyllum</i>	◎	●			
<i>Kodonophyllum</i>	◎				
<i>Pycnostylus</i>	◎				
<i>Zelophyllum</i>	◎				
<i>Zaphrentis?</i>	◎				
<i>Tryplasma</i>	○	●	●	●	●
<i>Labechiellata</i>	○			●	
<i>Rhizophyllum</i> *	○	●	●	●	●
<i>Cystiphyllum</i> *	◎			●	
<i>Neobrachiylasma</i> **	◎				
<i>Amplexoides</i> *	◎	●			
<i>Nanshanophyllum</i> *	◎	●			
<i>Holmophyllum</i> *	◎	●			
<i>Pseudamplexus</i> *	◎				●
<i>Amsdenoides</i> *	◎			●	●
<i>Strombodes</i> **	◎				
<i>Ptychophyllum</i> **	◎				

- ◎ coral from the G2 Member ○ coral from the G2 and G3 Members
 ◎ coral from the G3 Member (by Hamada, 1961)
 ● coral occurrence from the other Silurian limestones in Japan

Fig.4 List of rugose corals from the Silurian strata in Japan, based on Hamada (1961) and this study. Circles indicate presence, and lines indicate common occurrences of rugose coral genera in the different areas. A single asterisk (*) indicates a new occurrence from the G2 Member of the Gionyama Formation and double asterisks (**) indicate the first occurrences from Japanese Silurian strata.

四放サンゴ化石群に基づく G2 層の国際対比

中国では筆石とコノドントに基づくシルル系の生層序及び堆積環境の見直しが行われ, シルル紀古地理の再検討が進められている (Scrutton and Deng, 2002 ; Rong *et al.*, 2003)。南部中国のシルル系から産出する四放サンゴ化石群については,

Scrutton and Deng (2002) が地域別の詳しい産出リストを明らかにしており, He and Chen (2004) がシルル紀前期に関する属レベルの産出レンジを取りまとめている. 今回明らかになった祇園山層 G2 層産四放サンゴ化石群を Scrutton and Deng (2002) の示した産出リストと属レベルで比較した. その結果, G2 層から産出した四放サンゴ化石群のうち, *Tryplasma*, *Rhizophyllum*, *Cystiphyllum*, *Neobrachyelasma*, *Amplexoides*, *Pseudamplexus*, *Ptychophyllum* の 7 属が, 陝西省南部から四川省北部にかけて広がる Ningqiang-Guangyuan 地域の礁性石灰岩からも共通して産出することが明らかになった (Fig.5). また, G3 層から産出する四放サンゴ化石群 (Hamada, 1961) についても, この地域のもとの *Hedstroemophyllum*, *Pycnostylus*, *Zelophyllum*, *Tryplasma*, *Rhizophyllum* の 5 属が共通している (Fig.5). この礁性石灰岩の時代は, 筆石とコノドント化石に基づき Llandovery 世 Telychian 期中期から後期とされている (Rong *et al.*, 2003).

祇園山層から産出した四放サンゴ化石のうち *Nanshanophyllum* については, 南部中国西南に位置する湖南省の Longchihe Shimen 地域から *N. planocystosum* が産出し, Ningqiang-Guangyuan 地域からは産出しないとされている (Scrutton and Deng, 2002; p. 111, fig. 77). しかし, 同じ論文の中で *Idiophyllum multiseptatum* は Ningqiang-Guangyuan 地域からのみ産出するとされている. この *I. multiseptatum* は Ge and Yü (1974) によって四川省北部の Guangyuan 地域から *Nanshanophyllum multiseptatum* Fan and He (MS) として記載図示された (p. 171, pl. 77, figs. 10, 11). この種は, その後 He (1978) によって同名のサンゴ化石として改めて記載されている (p. 110, pl. 56, fig. 7). それによるとサンゴ体の主及び側隔壁部に三次隔壁が形成されるとしているが, 図示された標本では四放サンゴの隔壁挿入様式に沿って新しい一次及び二次隔壁が挿入されているだけで, 三次以上の高次隔壁は認められない. また, 1974年に同名で図示された標本 (Ge and Yü, 1974; pl. 77, fig. 10) には, 明らかに三次以上の高次隔壁が認められる. その後, He and Chen (1986) は *Idiophyllum* 属を再検討し, *Nanshanophyllum multiseptatum* Fan and He を *Idiophyllum* 属に移行した. しかし, He (1978) が Guangyuan 地域から報告した *Nanshanophyllum multiseptatum* は, 高次隔壁がないことや隔壁数が湖南省から産出する *N. planocystosum* に近いこと等から, *Nanshanophyllum* に属するものと考えられる. 一方, Ge and Yü (1974) が示した *N. multiseptatum* は高次隔壁が発達することから, *Idiophyllum* に属名を変更すべきものであると考えられる. このように, 同じ Guangyuan 地域から得られた He (1978) の *N. multiseptatum* と Ge and Yü (1974) の *N. multiseptatum* は, 異物同名である可能性が指摘できる. 従って, Scrutton and Deng (2002) による Guangyuan 地域から産出したサンゴ化石リストの中に, *Nanshanophyllum* 1 種を追加する必要があると考えられる. 以上の検討結果を加味すると, 祇園山層 G2 層と Ningqiang-Guangyuan 地域から産出する Telychian 期中期から後期の四放サンゴ化石群の間には, *Nanshanophyllum* を含めた 8 属が共通すると考えられる (Fig.5).

南部中国から産出する Telychian 期の四放サンゴ化石群の中で, *Nanshanophyllum* は *Monoclimacis crenulata* 筆石帯と *M. griestoniensis* 筆石帯だけに産出することから, Telychian 期中期から後期の示準化石的な要素であると考えられている (Scrutton and Deng, 2002; p. 116, fig. 78). 祇園山層から産出した *Nanshanophyllum* 2 種は, 甘粛省の Quannaogoushan 層から報告されている *N. typicum* (Yü, 1956) と *N. mirandum* (Yü, 1962) にそれぞれ類似している. 最近, Rong *et al.* (2003) は Quannaogoushan 層に関して地質時代の再検討を行い, それまで Wenlock 世とされていたものを Telychian 期中期から Wenlock 世最前期に修正している.

祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石群の産出レンジを Fig.6 に示す. この図は Hill (1981) と He and Chen (2004) をもとに作成したものである. 祇園山層 G2 層の四放サンゴ化石群に含まれる *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Amplexoides*, *Strombodes* は, Llandovery 世中期に南部中国に初めて現れた属であり, *Neobrachyelasma*, *Pseudamplexus*, *Amsdenoi-*

des, *Nanshanophyllum*, *Ptychophyllum* は南部中国に出現し, Llandovery 世後期を特徴づける四放サンゴ化石として生層序学的に重要な属であると考えられている (He and Chen, 2004). このように, 祇園山層 G2 層から産出する *Nanshanophyllum* 2 種が, 甘肅省の Quannaogoushan 層

RUGOSA	Japan		China	
	Gionyama		Ningqiang-Guangyuan depression	
<i>Aphyllum</i>			□	
<i>Maikottia</i>			□	
<i>Cysticonophyllum</i>			□	
<i>Micropasma</i>			□	
<i>Pilophyllia</i>			□	
<i>Mucophyllum</i>			□	
<i>Gyalophylloides</i>			□	
<i>Gyalophyllum</i>			□	
<i>Ceraster</i>			□	
<i>Kyphophyllum</i>			□	
<i>Shensiphyllum</i>			□	
<i>Micula?</i>			□	
<i>Miculiella</i>			□	
<i>Chonophyllum</i>			□	
<i>Idiophyllum</i>			□	
<i>Ningqiangophyllum</i>			□	
<i>Dokophyllum</i>			□	
<i>Tabularia</i>			□	
<i>Oliveria</i>			□	
<i>Hedstroemophyllum</i>	◎	—	□	
<i>Kodonophyllum</i>	◎	—	□	
<i>Pycnostylus</i>	◎	—	□	
<i>Zelophyllum</i>	◎	—	□	
<i>Zaphrentis?</i>	◎	—	□	
<i>Tryplasma</i>	○	—	□	
<i>Labechiellata</i>	○	—	□	
<i>Rhizophyllum*</i>	○	—	□	
<i>Cystiphyllum*</i>	○	—	□	
<i>Neobrachyelasma**</i>	○	—	□	
<i>Amplexoides*</i>	○	—	□	
<i>Nanshanophyllum*</i>	○	—	□	
<i>Holmophyllum*</i>	○	—	□	
<i>Pseudamplexus*</i>	○	—	□	
<i>Amsdenoides*</i>	○	—	□	
<i>Strombodes**</i>	○	—	□	
<i>Ptychophyllum**</i>	○	—	□	

◎, ●, ○: same with Fig.4

□ coral from the Ningqiang-Guangyuan depression

Fig.5 List of rugose corals from the Gionyama Formation and Ningqiang-Guangyuan depression in the northern part of South China, based on Hamada (1961), Scrutton and Deng (2002) and this study. Circles and squares indicate presences from the Gionyama Formation and the Ningqiang-Guangyuan depression, respectively. Lines indicate taxa occurring in the both areas. See Fig. 4 for explanation of asterisks.

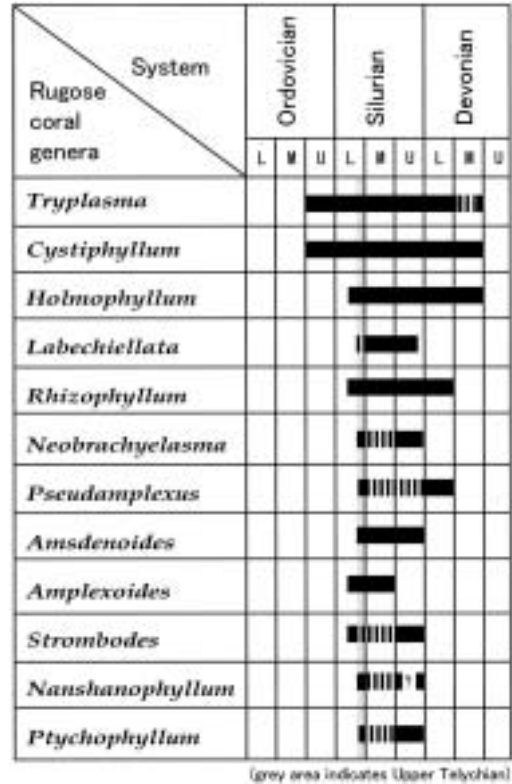


Fig.6 Stratigraphic ranges of the rugose coral genera from the G2 Member of the Gionyama Formation, compiled from Hill (1981) and He and Chen (2004).

から産出する *N. typicum* や *N. mirandum* に類似すること, また G2 層から産出する四放サンゴ化石群が, Ningqiang-Guangyuan 地域の Telychian 期中期から後期の地層から産出する四放サンゴ化石群と多くの共通属を含んでいることから, 祇園山層 G2 層のサンゴ化石群の時代は, Llandovery 世後期である可能性が高い. このことは, 桑野 (1976) による黒瀬川帯シルル系のコノドント化石に基づく時代対比と調和的である.

祇園山層産四放サンゴ化石群の古生物地理学的意義

日本のシルル紀サンゴ化石群は, 黒瀬川帯と南部北上帯から共通して産出する *Schedohalysites* や *Falsicatenipora* が, オーストラリア東部及び

南部中国のシルル系下部～中部に産出することから、それらの地域との関連性が指摘されていた (Hamada, 1961; Kato, 1990). また、南部北上帯から産出する *Nipponophyllum* がオーストラリア、アジア、ウラル、ヨーロッパから産出し、黒瀬川帯と南部北上帯から共通して産出する *Labechiellata* がオーストラリア、カザフスタン、カナダ極圏に産出することから、Kato (1990) はシルル紀当時に、日本を含むこれらの地域が赤道付近に位置していた可能性を示唆した。

祇園山層 G2 層から産出が明らかになった四放サンゴ化石の中で、*Neobrachyelasma* はこれまでに南部中国北縁部 (Ningqiang-Guangyuan depression) の Llandovery 統上部や、カザフスタンとアルタイ地域の Ludlow 統から 3 種が報告されている (Nikolaeva, 1960; Zheltonogova, 1965; Sytova, 1966). また、*Nanshanophyllum* は南部中国の Llandovery 統上部や、カイダム地域の Llandovery 統上部から Wenlock 統最下部の他、オーストラリア東部のニュー・サウス・ウェー

ルズに分布するシルル系下部 (Upper Llandovery 統) や、カナダ北部のエルズミア島に分布するシルル系上部 (Pridoli 統) から 5 種が報告されている (Yü, 1956, 1962; Ge and Yü, 1974; He, 1978; McLean, 1975a; Pedder, 1976). シルル紀中期の古地理図 (McKerrow and Scotese, 1990; Rong *et al.*, 2003) に *Neobrachyelasma* と *Nanshanophyllum* が産出した地域をプロットすると (Fig.7), これらの 2 種が共通して産出する地域は、祇園山以外では Ningqiang-Guangyuan 地域だけである。また、これまでに報告されている *Neobrachyelasma* の中で、産出時代が古い Llandovery 世を示すものは Ningqiang-Guangyuan 地域に見られ、それよりも新しい Ludlow 世を示すものはカザフスタンやアルタイ地域に見られる。更に、*Nanshanophyllum* はオーストラリア東部や Ningqiang-Guangyuan 地域及び甘肅省から産出した種の方が、カナダ北部から産出した種よりも古い時代を示す。これらは Scrutton and Deng (2002) や

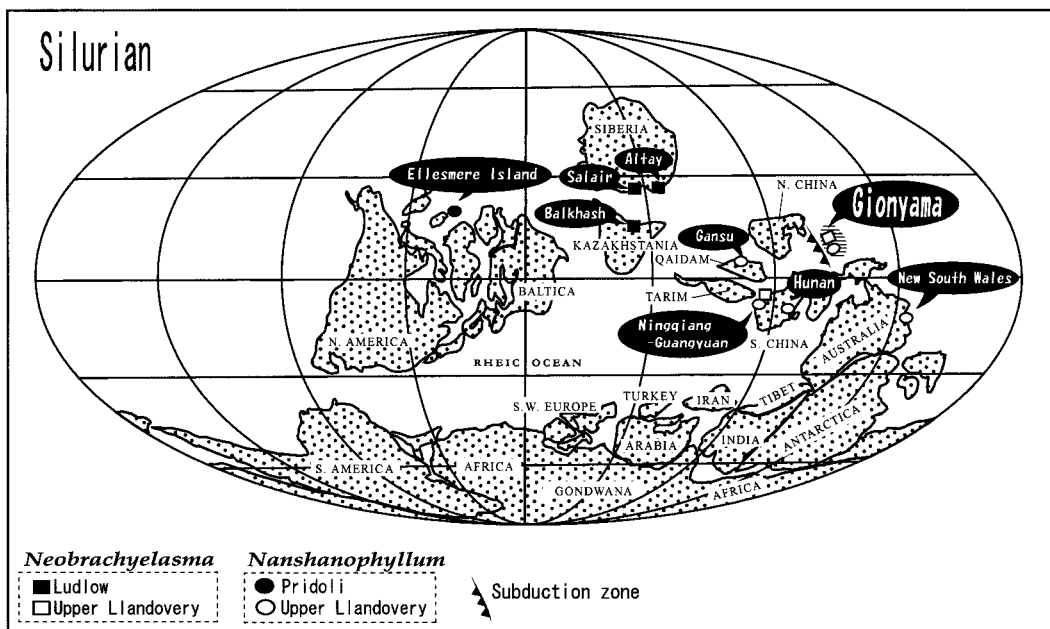


Fig.7 Paleogeographic distribution of *Neobrachyelasma* and *Nanshanophyllum*. Base map is modified from McKerrow and Scotese, 1990 and Rong *et al.*, 2003. Circles indicate the location of *Nanshanophyllum* bearing strata. Upper Llandovery and Pridoli occurrences are indicated by white and black circles, respectively. Squares indicate *Neobrachyelasma* bearing strata. Upper Llandovery and Ludlow occurrences are indicated by white and black squares, respectively.

Rong *et al.* (2003) が、中国のシルル紀化石群には南部中国に出現し、時間の経過に伴ってシベリアへと移行したものが多く指摘していること、の具体例の一つである可能性がある。

また、He and Chen (2004) は南部中国から産出する Llandovery 世の四放サンゴ化石群が、シベリアやカザフスタンだけでなくオーストラリアから産出する化石群集とも類似性があることを指摘している。祇園山層 G2 層から産出する四放サンゴ化石群と、オーストラリア東部のニュー・サウス・ウェールズから産出する Llandovery 世の四放サンゴ化石群 (McLean, 1974a, b, c, 1975 a, b, 1985) を属レベルで比較すると、*Trypasma*, *Cystiphyllum*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Pseudamplexus*, *Amplexoides*, *Strombodes*, *Nanshanophyllum*, *Ptychophyllum* の 9 属が共通する。

以上の結果から、祇園山層 G2 層から産出するサンゴ化石群については、今後少なくとも南部中国北縁部やカイダム、アルタイ、カザフスタン、オーストラリアから産出する四放サンゴ化石群に注目し、より詳細な比較検討を進めていく必要がある。

ま と め

1. 宮崎県五ヶ瀬町祇園山層の G2 層からは、少なくとも 12 属 17 種の豊富な四放サンゴ化石群が産出することが明らかになった。このうち *Neobrachyelasma*, *Strombodes*, *Ptychophyllum* の 3 属は、日本のシルル系から初めて産出した。
2. 祇園山層 G2 層から産出した四放サンゴ化石群は、同じ黒瀬川帯の横倉山層群及び南部北上帯の奥火の土層から産出する化石群と強い類似性が認められる。
3. 祇園山層 G2 層から産出した 12 属の四放サンゴ化石群のうち、8 属が南部中国北縁部の Ningqiang-Guangyuan 地域から産出する Llandovery 世後期の四放サンゴ化石群と共通している。このうち *Nanshanophyllum* は、中国では Llandovery 世後期の Telychian 期中期から後期を特徴付ける要素として重要視されており、G2 層の時代は Llandovery 世後期である可能性が高い。

4. 祇園山層 G2 層の四放サンゴ化石群は、*Neobrachyelasma* や *Nanshanophyllum* 等を含むことから、以前から類似性が指摘されている南部中国やオーストラリアだけでなく、カイダム、アルタイ、カザフスタンから産出する化石群との比較検討を進めることが必要である。

謝 辞

本論文で報告した四放サンゴ化石標本の一部は、福岡市在住の河野虎雄児氏、福岡大学理学部の杉原薫博士によって採集されたものを使用させていただいた。また試料採集にあたっては、宮崎県五ヶ瀬町教育委員会に全面的なご支援をいただいた。本研究を進めるにあたり、北海道大学の加藤誠名誉教授、新潟大学の新川公助教授、大阪市立大学の江崎洋一助教授には、四放サンゴ化石の分類についてご教示を賜った。南京地質古生物研究所の王向東教授には、模式標本の観察で便宜を図っていただいた。琉球大学の長井孝一助教授と宮城教育大学の川村寿郎助教授には、祇園山層の層序と石灰岩の堆積相について有益なご助言をいただいた。また、福岡大学理学部の田口幸洋教授、上野勝美助教授、石原与四郎博士、および地史環境変動系ゼミの院生、学部生の皆様には、日頃から本研究に関して議論していただいている。杉原薫博士とカンザス州立大学の R. West 教授には、本稿の査読をしていただき、有益なご助言をいただいた。以上の方々に深く感謝いたします。

引用文献

- 足立富男・児子修司, 1996, 宮崎県祇園山層産シルル紀床板サンゴ類. 地学研究, 45, (2), 67-73.
- 永広昌之, 2000, 南部北上帯 - 早池峰構造帯と黒瀬川帯・“古領家帯”. 地質学論集, 56, 53-64.
- Ge, Z. Z. and Yü, C. M., 1974: Silurian corals. In Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Inst., ed., *A handbook of the stratigraphy and paleontology of southwest China*. Acad. Sinica, Science Press, Beijing, 165-173. [In Chinese]

- 波田重熙・吉倉紳一, 1999, 黒瀬川帯の形成とゴンドワナ. 月刊地球, **21**, (12), 845-850.
- 浜田隆士, 1959, 西南日本外帯ゴトランド系の層序と分帯. 地質雑, **65**, 688-700.
- Hamada, T., 1961, The middle Paleozoic group of Japan and bearing on her geological history. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, **21**, 79-91.
- He, X. Y. and Chen, J. Q., 1986, On the genus *Idiophyllum*. *Acta Palaeontologica Sinica*, **25**, (5), 525-530. [In Chinese with English summary]
- He, X. Y. and Chen, J. Q., 2004, Origin, dispersal and biogeographic affinity of the Middle-Late Ordovician and the Llandovery rugose corals in the Yangtze region. *Acta Palaeontologica Sinica*, **43**, (2), 179-191.
- He, Y. X., 1978, Rugosa. In Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, ed., *Atras of fossils of Southwest China, Sichuan volume, part 1*, Geological Publishing House, Beijing, 98-179. [In Chinese]
- Hill, D., 1981, Rugosa and Tabulata. In Moore, R. C., Robinson, R. A., Teichert, C., Ashlock, V., Keim, J. D., McCormick, L. and Williams, R. B., eds., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata, Supplement* Geol. Soc. America, Boulder, 1-762.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1991, 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体構造区分. 地学雑誌, **100**, (5), 697-761.
- Kato, M., 1990, Palaeozoic corals. In Ichikawa, K. et al., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Publication of IGCP Project No. 224: Pre-Jurassic Evolution of East Asia, Osaka City University, Osaka, 307-312.
- Kato, M. and Minato, M., 1977, Note on the occurrence of *Amsdenoides* (Rugosa) from the Japanese Silurian. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser.* , **17**, (3), 535-539.
- Kato, M., Minato, M., Niikawa, I., Kawamura, M., Nakai, H. and Haga, S., 1980, Silurian and Devonian corals of Japan. *Acta Paleontologica Polonica*, **25**, (3-4), 557-566.
- 川村信人, 1983, 南部北上山地のシルル系奥火の土層と先シルル紀花崗岩体. 地質雑, **89**, 99-116.
- Kawamura, M., 1980, Silurian halysitids from the Shimoarisu District, Iwate Prefecture, Northeast Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, (4), **19**, 273-303.
- 栗原敏之, 2004, 飛騨外縁帯のシルル系・デボン系放散虫層序. 地質雑, **110**, (10), 620-639.
- 桑野幸夫, 1976, 黒瀬川構造帯におけるシルル紀コノドントの産出. 国立科学博専報, no. 9, 19-22.
- McKerrow, W. S. and Scotese, C. R., 1990, Revised world maps and introduction. In McKerrow, W. S. and Scotese, C. R., eds., *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*, Geol. Soc. Mem., no. 12, Geol. Soc., London, 1-21.
- McLean, R. A., 1974a, Chonophyllinid corals from the Silurian of New South Wales. *Paleontology* **17**, 655-668.
- McLean, R. A., 1974b, Cystiphyllidae and Goniophyllidae (Rugosa) from the Lower Silurian of New South Wales. *Paleontographica*, Abt. A, **147**, 1-38.
- McLean, R. A., 1974c, The rugose coral genera *Streptelasma* Hall, *Grewingkia* Dybowski and *Calostylis* Lindström from the Lower Silurian of New South Wales. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, **99**, 36-53.
- McLean, R. A., 1975a, Lower Silurian rugose corals from central New South Wales. *Jour. Proc. R. Soc. N. S. W.*, **108**, 54-69.
- McLean, R. A., 1975b, Silurian rugose corals from the Mumbil area, central New South Wales. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, **99**, pt. 4, 181-196.
- McLean, R. A., 1985, New Early Silurian rugose corals from the Panuara area, central New South Wales. *Alcheringa*, **9**, 23-34.
- Nakai, H., 1981, Silurian corals from the

- Yokokurayama Formation in the Mt. Yokokura region, Kochi Prefecture, Southwest Japan, Part , Halysitidae. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, **123**, 139-158.
- Niko, S., 1998, Silurian tabulata corals *Eofletcheria* and *Aulocystis* from the Gion-yama Formation, Miyazaki Prefecture. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C*, **24** (1, 2), 41-49.
- Niko, S. and Adachi, T., 1999, *Gokaselites*, a new genus of Silurian tabulate corals from the Gion-yama Formation, Miyazaki Prefecture. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C*, **25**, (1, 2), 45-49.
- Niko, S. and Adachi, T., 2000, Silurian multi-soleniids (Coelenterata: Tabulata) from the Gion-yama Formation, Miyazaki Prefecture. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C*, **26**, (3, 4), 107-119.
- Niko, S. and Hamada, T., 1986, The Middle Silurian Foraminifer (*Saccamminopsos*) from the Gion-yama Formation, Central Kyushu. *Sci. Pap. Coll. Arts and Sci., Univ. Tokyo*, **36**, (2), 173-178.
- Nikolaeva, T. V., 1960, Podclass Tetracollara (Rugosa). In Bulvankar, E. Z. et al., eds., *Novye predstaviteli chetyrekhluchevykh korallov SSSR*. In Markovskiy, B. P., ed., *Novye vidy drevnikh rasteniy i bespozvonochnykh SSSR*. Gosgeoltekhizdat, Moscow, 220-254.
- 大藤茂・佐々木みぎわ, 1998, 古生代~中生代の“アジア大陸”と“日本列島”. *地質学論集*, **50**, 159-176.
- Pedder, A. E. H., 1976, Initial record of unusual Late Silurian rugose coral genera from Yukon Territory. *Geol. Surv. Can.*, **76-1B**, 285-293.
- Rong, J. Y., Chen X., Su Y. Z., Ni Y. N., Zhian R. B., Chen T. E., Fu L. P., Li R. Y. and Fan J. X., 2003, Silurian Paleogeography of China. In Landing, E. and Johnson, M. E., eds., *Silurian Lands and Seas*, New York state Museum, Bull., New York, 493, 243-298.
- 斎藤正次・神戸信和, 1954, 宮崎県西臼杵郡三ヶ所村・鞍岡村付近の地質-ゴトランド系・二畳系ならびに白亜系の新しい分布. *地調月報*, **5**, (3), 1-8.
- Scrutton, C. T. and Deng, Z. Q., 2002, Rugose and tabulate corals. In Holland, C.H. and Bassett, M. G., eds., *Telychian rocks of the British Isles and China (Silurian, Llandovery Series)*, an experiment to test precision in stratigraphy. National Museum of Wales, Geological Series no. 21, Cardiff, 102-124.
- Sugiyama, T., 1940, Stratigraphical and palaeontological studies of the Gotlandia deposits of the Kitakami Mountainland. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Ser. 2*, **21**, (2), 1-146.
- Sugiyama, T., 1941, On a new form of the genus *Labechiellata* from Tyosen (Korea). *Jour. Geol. Soc. Japan*, **48**, (576), 75-77.
- Sutherland, P. K., 1965, Rugose corals of the Henryhouse Formation (Silurian) in Oklahoma. *Oklahoma Geol. Surv., Bull.* **109**, 1-92.
- Sytova, V. A., 1966, Rugozy borovushkinskoy svity (vepkhny silur) Rudigo Altaya. *Vopr. Paleontologii*, **5**, 93-100. [In Russian]
- 田沢純一, 2000, 飛騨外縁帯・南部北上帯・黒瀬川帯の古生界: 対比と造構史. *地質学論集*, **56**, 39-52.
- 八尾昭, 2000, 東アジアの中 - 古生代テクトニクスからみた西南日本の地帯配列. *地団研専報*, (49), 145-155.
- Yü, C. M., 1956, Some Silurian corals from the Chiuchuan Basin western Kansu. *Acta Palaeontol Sinica*, **4**, (4), 599-620.
- Yü, C. M., 1962, Middle Silurian corals of North Qilianshan. *Geology of Qilianshan*, **4**, (3), 13-110. [In Chinese]
- 梅田真樹, 1996, 放散虫化石に基づく黒瀬川構造帯の中部古生界と飛騨外縁帯・南部北上帯との比較. *月刊地球*, **18**, (11), 718-723.

梅田真樹, 1997, 宮崎県祇園山地域の黒瀬川帯のシルル系・デボン系放散虫生層序. 日本地質学会第104年学術大会演旨, p. 380.

Wakamatsu, H., Sugiyama, K., Furutani, H., 1990, Silurian and Devonian radiolarians from the Kurosegawa Tectonic zone, Southwest, Japan. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **37**, 157-192.

Zhel'togova, V. A., 1965, Znachenie rugosa dlya stratigrafii siluria gornogo Altaya i Salaira. In Sokolov, B. S. and Ivanovskiy, A. B., eds., *Rugozy Paleozoya SSSR*. Tr. I Vsesoyuznogo simpoziuma po izuchenie iskopaemykh korallov SSSR, pt. 3, 33-44. [In Russian]

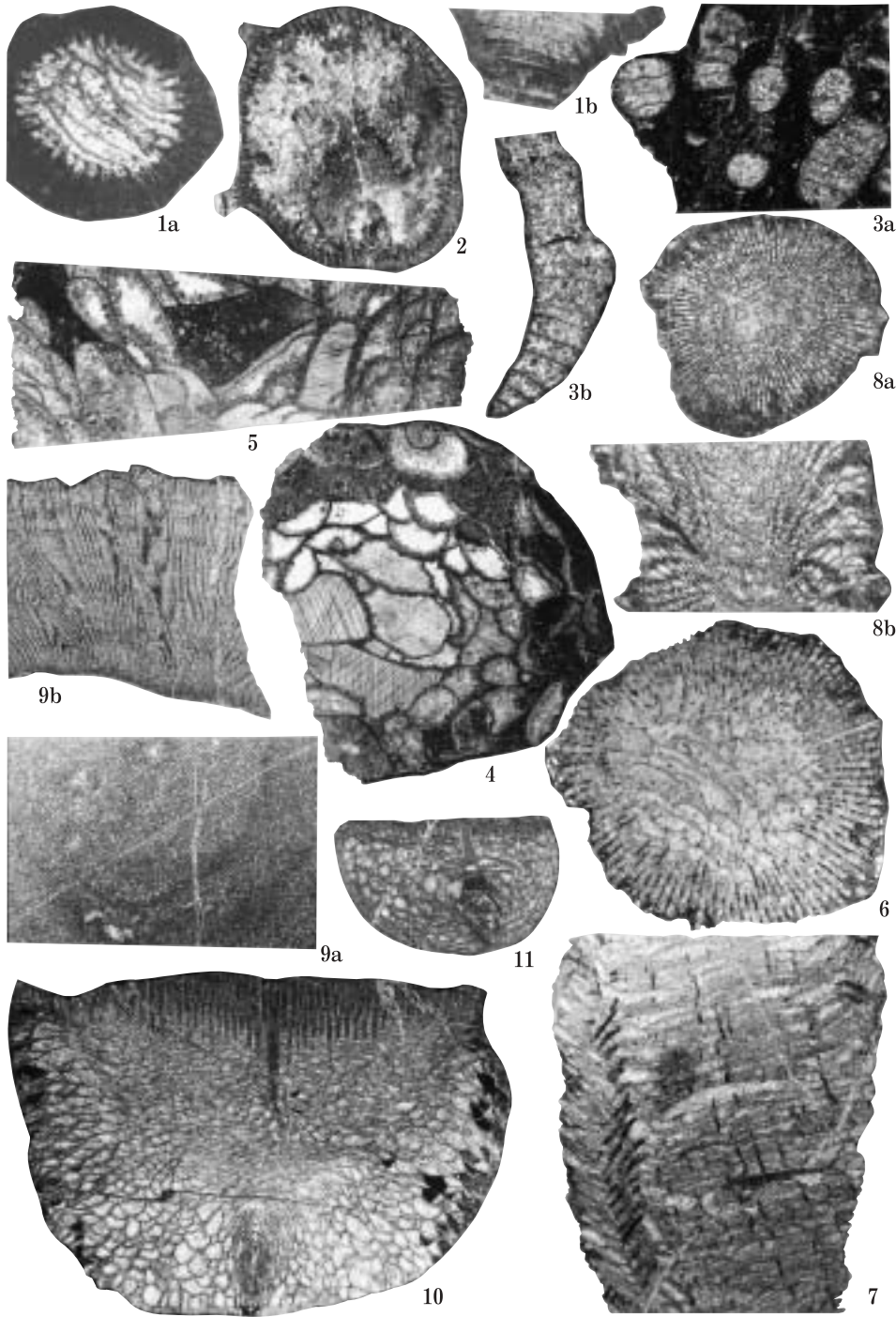
Explanation of Plates

Plate

- Fig.1a, b.** *Tryplasma* sp. A. 1a, transverse section, 1b, longitudinal section, Loc. 1, specimens E-10a, b, respectively, $\times 2.3$.
Fig.2. *Tryplasma* sp. B. Transverse section, Loc. 1, specimen E-7, $\times 2$.
Fig.3a, b. *Tryplasma* sp. C. 3a, transverse section, 3b, longitudinal section, Loc. 1, specimens GT1-5-2, GT1-5-1, respectively, $\times 2$.
Fig.4, 5. *Cystiphyllum* sp. 4, transverse section, Loc. 1, specimen S-4, $\times 2.3$. 5, longitudinal section, Loc. 2, specimen K-29d, $\times 2.3$.
Fig.6, 7. *Holmophyllum* sp. A. 6, transverse section, Loc. 1, specimen S-1, $\times 1.6$. 7, longitudinal section, Loc. 1, specimen G1-3-1b, $\times 1.6$.
Fig.8a, b. *Holmophyllum* sp. B. 8a, transverse section, 8b, longitudinal section, Loc. 1, specimens Gy206-3a, Gy206-2b, respectively, $\times 1.8$.
Fig.9a, b. *Labechiellata regularis* Sugiyama. 9a, transverse section, 9b, longitudinal section, Loc. 1, specimens GFD 20764a, b, respectively, $\times 1.8$.
Fig. 10. *Rhizophyllum* sp. A. Transverse section, Loc. 1, specimen G1-10-1a, $\times 1.6$.
Fig. 11. *Rhizophyllum* sp. B. Transverse section, Loc. 1, specimen G1-9-1a, $\times 1.8$.

Plate

- Fig.1a, b.** *Neobrachyelasma* sp. aff. *N. balchaschicum* Nikolaeva. 1a, transverse section, 1b, longitudinal section, Loc. 2, specimens K-53a, c, respectively, $\times 1.8$.
Fig.2a, b. *Pseudamplexus* sp. 2a, transverse section, 2b, longitudinal section, Loc. 1, specimens Gy108-1a, b, respectively, $\times 1.8$.
Fig.3. *Amsdenoides* sp. Transverse section, Loc. 1, specimen Gy107-1a, $\times 2$.
Fig.4a, b. *Amplexoides* sp. 4a, transverse section, 4b, longitudinal section, Loc. 2, specimens K-123015a, b, respectively, $\times 2$.
Fig.5, 6. *Strombodes* sp. 5, transverse section, Loc. 1, specimen Gs2-03413b, $\times 2$. 6, longitudinal section, Loc. 1, specimen G-2, $\times 2$.
Fig.7a, b. *Nanshanophyllum* sp. aff. *N. typicum* Yü. 7a, transverse section, 7b, longitudinal section, Loc. 2, specimens K-20a, b, respectively, $\times 2$.
Fig.8, 9a, b. *Nanshanophyllum* sp. aff. *N. mirandum* Yü. 8, transverse section, Loc. 1, specimen E-2a, $\times 2$. 9a, transverse section, 9b, longitudinal section, Loc. 1, specimens G1-5-1a, b, respectively, $\times 2$.
Fig.10. *Ptychophyllum* sp. Transverse section, Loc. 1, specimen G2-2-1, $\times 1.8$.



Plate

