

## 四国中央部黒瀬川帯美良布層の放散虫年代と二枚貝群集

香西 武\*・石田啓祐\*\*・近藤康生\*\*\*

Radiolarian ages and bivalve fauna of the Birafu Formation, Central Shikoku.

KOZAI Takeshi\*・ISHIDA Keisuke\*\*・KONDO Yasuo\*\*\*

**Abstract** Jurassic-Cretaceous sediments are widely distributed in the Inner and Outer zones of SW Japan. In the Outer Zone, the micro- and mega-fossil biostratigraphy of the Birafu Formation, one of the Jurassic-Cretaceous sediments, is investigated in detail. Based on the tectonic subdivision of East Shikoku, the Birafu Formation belongs to the Sakashu Belt (south Kurosegawa Belt) that is composed of the Permian accretionary complexes. On the contrary, the Nankai Group probably belongs to the Yoshigahira Belt of the post-Neocomian tectonic unit.

The Birafu Formation is lithostratigraphically subdivided into seven members. Radiolarians are abundantly found in nine horizons of the members A2, A3, B2 and C. In the type section, rich molluscan faunas are found in the Member B1. *Ataxioceras kurisakense* of early Kimmeridgian ammonite has been reported from the lower part of the Member A3. The type section is subdivided into three radiolarian assemblage zones (AZ), i.e. the *Kilinora spiralis* AZ (Oxfordian: Member A2), *Loopus primitivus* AZ (Tithonian: upper part of the Member A3), and the *Pseudodictyomitra carpatica* AZ (Berriasian - lower Valanginian: Members B2 and C) in ascending order. The Birafu Formation is at least attributed to the total time-range from Oxfordian to Berriasian.

Bivalves are found mainly in the Member B1 that is situated stratigraphically between the *Loopus primitivus* AZ (Tithonian) and *Pseudodictyomitra carpatica* AZ (Berriasian - lower Valanginian). Bivalves are subdivided into two groups. One is marine Late Jurassic to earliest Cretaceous, and the other is marine and non-marine Early Cretaceous. Early Cretaceous bivalves occur in the base of the Member B1. It suggests that the J/K boundary is located between the upper part of the Member A3 and the lowest part of the Member B1. Further suggestion is that the transition between Jurassic and Cretaceous bivalve-types took place in the Berriasian. It is important to clarify the bivalve evolution across the Jurassic - Cretaceous boundary.

**Key words:** Birafu Formation, Kurosegawa Terrane, Bivalve, Radiolaria, stratigraphy, biostretigraphy, facies analysis, Jurassic, J/K boundary, Early Cretaceous.

### はじめに

J/K境界における二枚貝フォーンナの特徴を明らかにすることは、ジュラ紀型二枚貝と白亜紀型二枚貝の変遷を解明する上で非常に重要である。西南日本外帯黒瀬川帯には、

\* 鳴門教育大学自然系地学教室 Laboratory of Geosciences, Natural Science Education (Science), Naruto University of Education, Tokushima 772-8502, Japan. E-mail: kozai@naruto-u.ac.jp

\*\* 徳島大学総合科学部地球物質科学教室 Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, Tokushima 770-8502, Japan.

\*\*\* 高知大学理学部自然環境科学科 Department of Natural Environmental Sciences, Faculty of Science, Kochi University, Kochi 780-8520, Japan

大型化石を伴うジュラー白亜系が点在する。それらの中で四国中央部、香北町付近に分布するジュラー白亜系については、古くから注目され、層位・古生物学的研究がなされてきた。伊木(1897)は本地域に関して初めて地質調査を行い、ジュラ系鳥巢層の石灰岩、白亜系の石灰岩の存在と共に、アンモナイト、二枚貝や植物化石の産出を報告した。その中のトリゴニアについては、Yehara (1923)が鳥巢統産出のものと共に記載し、アンモナイトについては、Kobayashi & Fukada(1947)が徳島県栗坂層産出のものと共に Kimmeridgian を示す *Ataxioceras kurisakense* として記載している。倉田ほか(1941)は白亜系石灰岩中の化石を検討し、ジュラ系鳥巢統から産するものと異なることを明らかにし、この石灰岩を含む地層を白亜系領



石統に位置づけ、三宝山帯の鳥巢統と区別した。また、須鎗・桑野(1986)は鳥巢層群の再検討の中で、本地域を秩父帯中帯に位置づけ、Aptianの萩野・船谷層に対比した。森野ほか(1989)は、放散虫類および二枚貝類を検出し、西の川下流域を模式地として美良布層を設定し、南海層群を含めた。地質年代に関しては、産出する放散虫及び二枚貝から、late Valanginian ~ Barremian とし、美良布層は白亜系であるとした。しかし、ジュラ紀要素の放散虫の報告もあり(村田,1990)、正確な地質時代を明らかにすることが課題として残されている。

最近、四国東部において新たな知見に基づく秩父累帯の地帯区分が提案され(石田・香西,2003)、黒瀬川帯全体の見直しが必要となってきている。本層の地帯帰属に関しては、美良布層を含む南海層群の帰属を黒瀬川帯とする考え(香西・石田,2000)と三宝山帯とする考え(田代・川村,1995)がある。この地帯帰属問題は、黒瀬川帯、三宝山帯の白亜紀二枚貝古生物地理を考察する上で、また両帯の接合後の堆積史を考察する上で重要である。

以上のように、美良布層からは、ジュラ紀を指標する化石、白亜紀を指標する化石が散点的に産出しているものの、ジュラ系と白亜系の関係及びその分布の詳細は明らか

ではなかった。筆者らは、秩父累帯の再検討の一環として、美良布層を調査し、岩相層序及び大型、微化石フォナーの検討を行った。その結果、美良布層は坂州帯に帰属し、南海層群とも異なった地帯に分布すること、地質年代がジュラ紀後期~白亜紀最前期であることが明らかとなったので美良布層を再定義し、J/K境界付近のフォナーの特徴について報告する。

地質概説

調査地域は、高知県香美郡土佐山田町から香北町の地域である。本地域には、黒瀬川帯、三宝山帯及び四万十帯が分布する(Fig. 1)。白亜系分布域の北側には、ペルム紀付加コンプレックスの白木谷層群(Suyari, 1961)が分布し、白亜系とは御在所山スラストによって画される。秩父累帯の南側は、上葦生川断層で三宝山帯と四万十帯が接する(伊熊, 1980)。本地域の付加体被覆層ジュラ-白亜系はENE-SWS方向の走向を示し、杉田構造線を堺に北側に下部白亜系物部川層群が、南側に南海層群、美良布層及び鳥巢層群が分布する(甲藤・須鎗, 1956; 田代, 1985; 須鎗・桑野, 1986; 森野ほか, 1989など)。土佐山田町杉田-香北

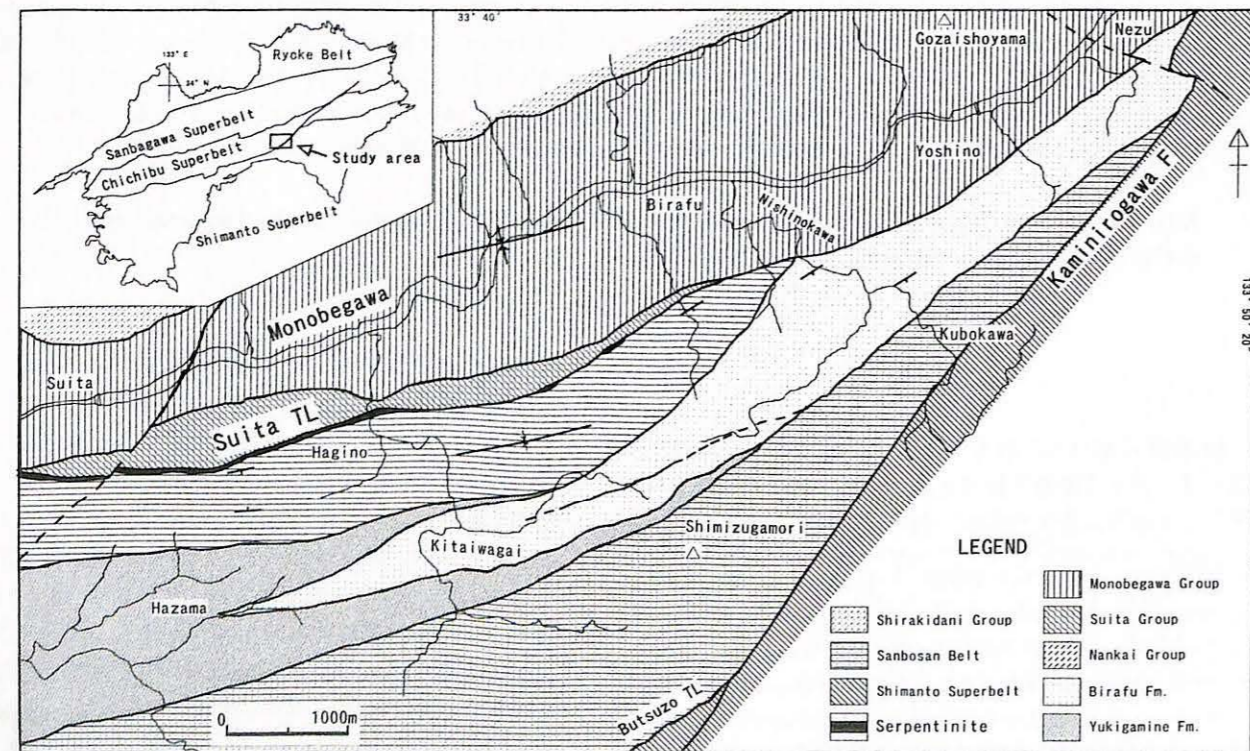


Fig. 1. Geologic map of the study area.

町美良布間では物部川層群と南海層群の間に、ペルム紀のフズリナを含有する石灰岩塊を含むペルム紀付加コンプレックスの杉田層群が分布する(甲藤・須鎗, 1956)。美良布以東では杉田構造線を境に、物部川層群と南海層群及び美良布層が直接接する。杉田構造線は、時に蛇紋岩を伴った北傾斜の低角度断層である。南海層群の南側には、同層群と構造的に接するペルム紀付加コンプレックスの雪ヶ峰層が分布する(香西・石田, 2000)。雪ヶ峰層は、ペルム紀放散虫を含む泥岩、チャートの他に大小の石灰岩塊を含み、それらから石炭紀やペルム紀のフズリナ類が検出されている(甲藤・須鎗, 1956; 沢村・甲藤, 1961)。また、香北町北岩改北方では、南海層群と美良布層の間に雪ヶ峰層が分布し、北岩改南方では美良布層と三宝山帯の間に分布する。

物部川層群は物部川の流軸方向と一致するENE-WSW走向の向斜軸をもち、北翼側がより粗粒岩化する。この粗粒岩相の解析から、堆積物が北西から南東方向に供給されたことが明らかにされている(Kobayashi et al., 1945)。物部川層群は下位から領石層、物部層、軸ノ木層、日比原層に区分されている(Tashiro & Kozai, 1984)。

南海層群を構成する地層には、船谷層、萩野層、神母ノ木層がある(甲藤・須鎗, 1956; Tashiro & Kozai, 1984; 田代, 1985)。船谷層は、甲藤・須鎗(1956)によって命名され、礫岩、泥岩、砂岩泥岩互層からなる。礫岩中のチャート礫からデボン紀を示す放散虫が検出され、船谷層堆積当時後背地にシルル-デボン系が存在したことが示唆されている(香西・石田, 2000)。萩野層は、アルコーズ砂岩、砂岩泥岩互層で特徴づけられる。砂岩からは *Pterotorigonia moriana* (Yehara), *Chlamys shikokuensis* Amano, *Cucullaea fujii* Hayami など特徴的な二枚貝類(Yehara, 1927; Amano, 1957; Hayami, 1965)や、Aptianを示す *Chelonicerus* sp. が産出する(Tashiro & Kozai, 1984)。神母ノ木層は、砂岩及び礫質砂岩、泥岩で構成される。礫岩には、酸性火成岩を多量に含む。砂岩及び泥岩から *Mesomiltha japonica* Tashiro, *Isocyprina japonica* Tashiro & Kozai などの二枚貝や *Chelonicerus* sp. を産する(香西・石田, 2000)。萩野層と神母ノ木層の二枚貝フォナーは異なるが、アンモナイトが指標する時代は同一であり、両層は同時異相の可能性もある。

三宝山帯には、鳥巢式石灰岩を特徴的に含む鳥巢層群相当層が分布する(伊木, 1897; 蔵田ほか, 1941; Kobayashi et al., 1945など)。須鎗・桑野(1986)は、本層南縁とした石灰質泥岩から Aptian の有孔虫群集を検出し、鳥巢層群が Aptian に及ぶ可能性を指摘した。しかし、村田(1990)は上葦生川断層が産出地点の北側を通るとし、有孔虫産出地点を四万十帯に属するものとみなした。

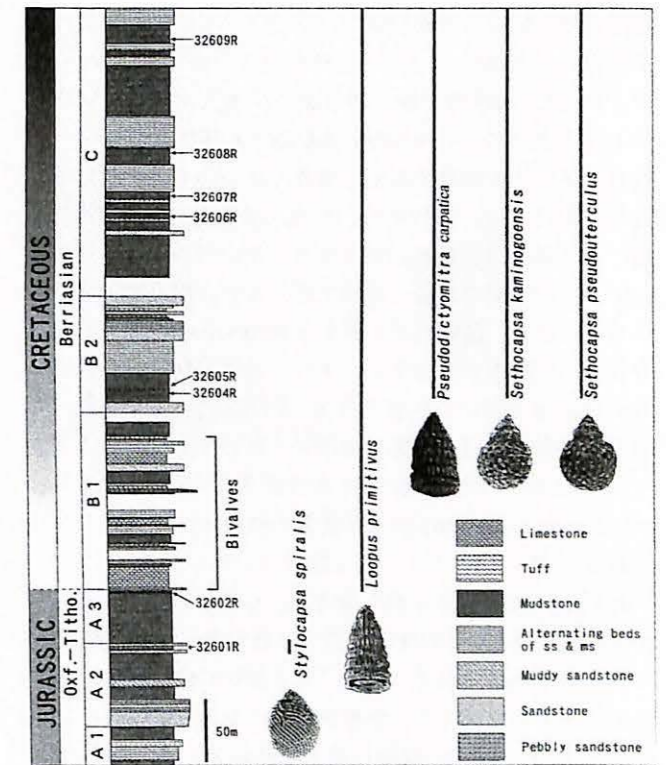


Fig.2. Lithologic columns of the Birafu Formation with radiolarian localities.

美良布層(再定義)

分布: 本層は、四国中央部の物部川南方に位置し、土佐山田町間から香北町根須にかけて分布する(図1)。  
 模式地: 高知県香美郡香北町西の川  
 層厚: 模式地の全層厚は約600m。

岩相・層序: 本層は岩相から、6部層に区分される(Fig. 2)。本層最下部のA1部層は、断層で物部川層群日比原層泥岩と接する。岩相は、黒色泥岩及び泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなる。化石は未見である。A2部層は、暗灰色中粒砂岩、泥質砂岩、砂質泥岩からなる。泥質砂岩には、貝殻片を含む部分もある。上部の泥岩にはレンズ状の酸性凝灰岩を含み、凝灰岩直下の泥岩から *Kilinora spiralis* 群集帯の放散虫が見いだされた。A3部層は砂質泥岩及び黒色泥岩からなる。泥岩からは、*Ataxioceras kurisakense* Kobayashi & Fukada が産出している(伊木, 1897; Kobayashi & Fukada, 1947)。最上部付近は、黒色泥岩中に酸性凝灰岩をレンズ状に含む部分があり、その凝灰岩直下の泥岩から *Loopus primitivus* 群集帯の放散虫が検出された。B1部層は、砂岩、石灰岩、黒色泥岩で構成される。砂岩は、有機物や泥質物を含み淘汰の悪い砂岩と石灰質砂岩からなる。有機物含有砂岩からは、海生及び非海生の巻き貝、二枚貝などが



産出する。個々の石灰岩層のなかでは、下位ほど碎屑性粒子に富み、上位にはサンゴ、層孔虫などの化石を含む(森野, 1993)。石灰岩を覆う黒色泥岩は淘汰が良く、化石をほとんど含まない。B1部層は多量の大型化石を含み、二枚貝フォナを考察する上で重要であるので、次章にその詳細を記述する。B2部層は、砂岩、黒色泥岩、砂岩泥岩互層、石灰質砂岩、石灰岩からなる。下位の砂岩は、淘汰の良い、中粒砂岩である。泥岩には、まれに酸性凝灰岩をレンズ状に含み、凝灰岩の上位から *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放散虫を産出する。また、希に二枚貝を含む。上位の砂岩は、時に石灰質となる。C部層は、主に泥岩、砂岩泥岩互層から成り、希に凝灰岩を挟在する。特に、下位の泥岩は頻りに酸性凝灰岩の薄層を挟む。泥岩からは *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放散虫が産出するが、放散虫の多くがパイライトに置換されている。

柱状図作成ルートと柱状図をFig. 3, Fig. 4に示す。A1-A3部層は、分布域全般に下部には粗粒部、上部で細粒化する傾向が認められる。また、AII部層の酸性凝灰岩は、各ルートでも追跡でき、放散虫群集の出現で特徴づけることができる。B1-B2部層は側方変化が著しい。B1部層の砂岩-石灰岩の発達は、模式地の西の川で非常に顕著であ

るが、近隣の地域では岩相が急激に変化し、石灰岩の分布に乏しい。また大型化石の産出も石灰岩の分布同様にその産出頻度が少なくなる。B2部層の石灰岩、砂岩に関しては、いくつかのルートで確認でき、放散虫群集が産出する。C部層の細粒岩層は、側方に連続する。放散虫群集に関しては各ルートとも、*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放散虫と共にパイライトに置換された個体も多産する点で共通している。

構造：地層はN70°E前後の走向で、南傾斜南上位を示す。北縁は、土佐山田町間から香北町熊淵にかけてはベルム系雪ヶ峰層と断層で接し、熊淵から西の川にかけては南海層群萩野層と断層で接する。それ以北は、物部川層群日比原層と断層で接する。南縁は、土佐山田町間から香北町清水ヶ森北方付近まではベルム系雪ヶ峰層と断層で接し、それ以北は三宝山帯鳥巢層群と断層で接する (Fig. 1)。

**B1部層の層序と堆積環境**

西の川ルートには、美良布層のB1部層がよく露出しており、石灰岩層と碎屑岩層が繰り返し重なっている層序が観察できる。このルートでは明らかな断層も認められる

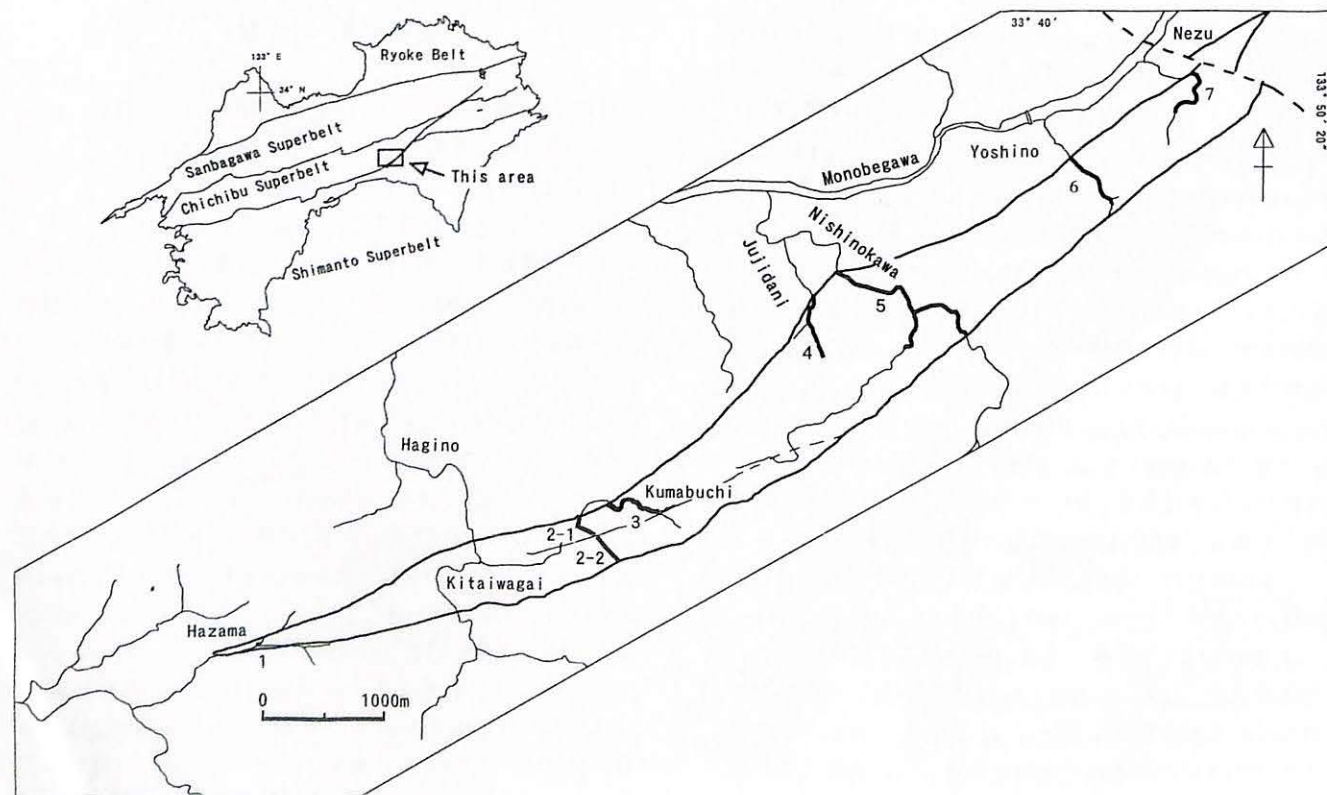


Fig. 3. Localities of columnar sections in the Birafu Formation.

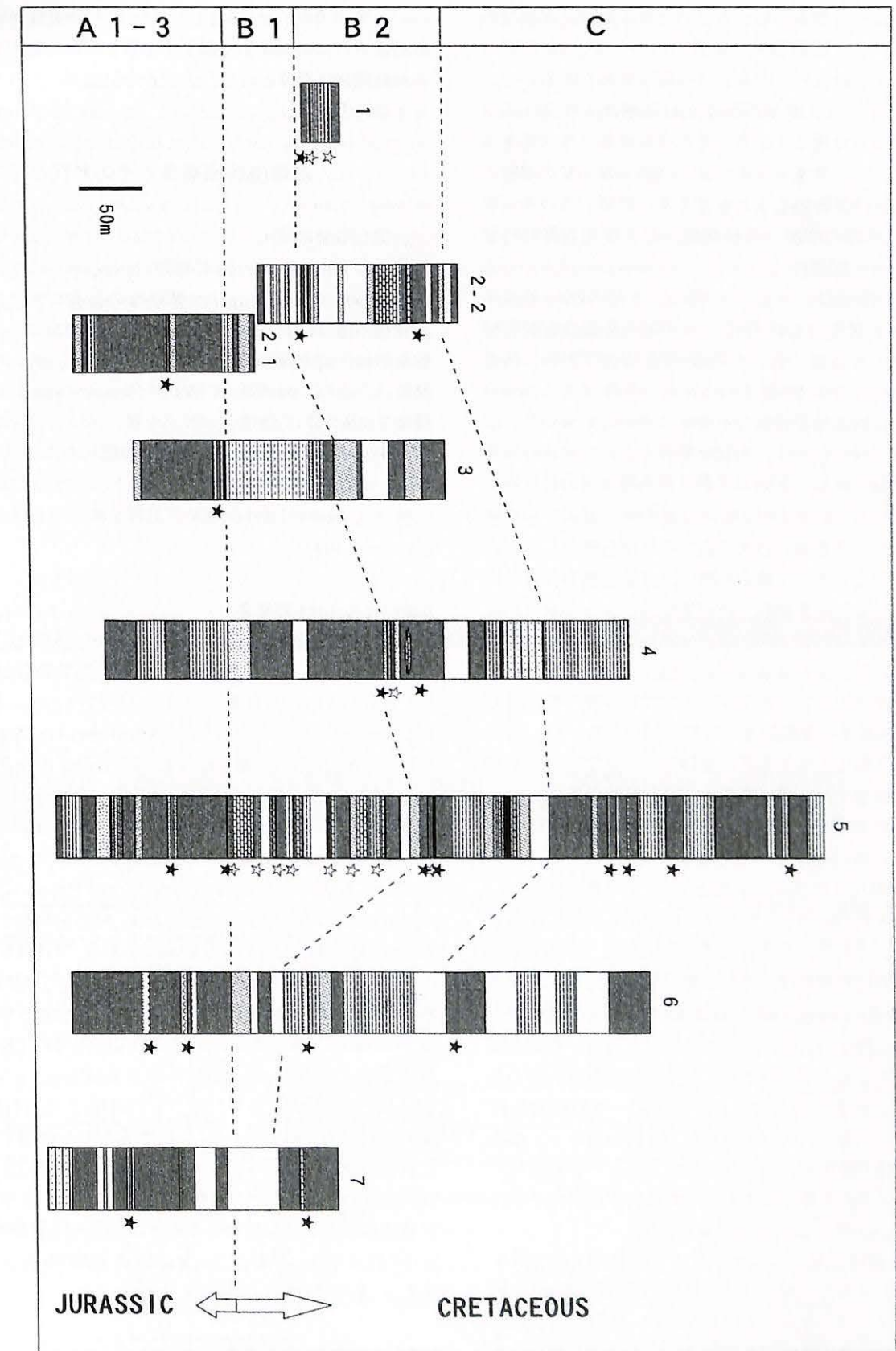


Fig. 4. Columnar sections of the Birafu Formation with bivalve and radiolarian horizons. Legend is the same as those in Fig. 2. ☆: bivalve, ★: radiolarian.



が、おおむね一連の層序を示すものとみられる。砕屑岩から石灰岩への変化は漸移的であるのに対して、7層それぞれの石灰岩から砕屑岩への変化は明瞭な境界があるので、これを岩相層序の境界とすれば、B1部層は、サブユニットI-IVに細分できる。一方、それぞれのサブユニットの特徴により、サブユニットI-III(下部)、IV・V(中部)、VI-VII(上部)にまとめることができる。以下、このルートにおけるB1部層の層序と堆積環境、および化石群の特徴について簡単に記述する。

B1部層下部では、下位から順に、下位の厚い泥岩を覆って貝化石層を含む砕屑岩、ネリネアを含む石灰質砂岩、ウーイドを多量に含む石灰岩、そして再び泥岩に覆われるというサイクルが3層認められる。各サブユニットのなかでは、砕屑性粒子の割合が上位に向かって減少し、石灰岩の上部で最小となり、明瞭な境界を介して砕屑性堆積物(泥岩)に覆われる、というパターンが共通に認められる。最下位のサブユニットIは、ジュラ紀の厚い泥岩から連続しているため、便宜的に石灰岩直下の貝化石層から、石灰岩の上限までとする。下位から順に、貝類遺骸を含み、植物片を大量に含む泥質砂岩、石灰質砂岩、ウーイド・ペロイド・グレインストン、ウーイド・グレインストンと重なり、再び石灰質砂岩をはさんだ後、砕屑性粒子の多いウーイド・グレインストン・バックストーンに移り変わる。最上位は、径1cm前後の藻類被覆殻を持つ球状体を含む、薄い石灰質泥岩を経て、黒色泥岩に覆われる。サブユニットIIおよびIIIは断層で接しているため完全な層序はわからないが、石灰岩の堆積相とその累重パターンから見て、サブユニットIと同様の層序であると推定できる。

B1部層中部はサブユニットIVとVの2サイクルを含む。中部では石灰岩の厚さも、サイクルの厚さも下部に比べて薄いのが特徴である。石灰岩直下の貝化石層、特にサブユニットVの貝化石層には、美良布層で最も多様な汽水性貝類群集(Aguilerella nagatoensis-Corbula imamurae 群集)が含まれている。中部の石灰岩は露頭の制約のため、詳細な岩相変化は不明であるが、ウーイドを多量に含む石灰岩であり、下部の石灰岩と共通の変化パターンが一部に認められる。ちなみに、森野(1993)が詳述した、西の川ルート南斜面の石灰岩体の層相変化はこれらのサブユニットに認められる堆積サイクルと非常に似ており、位置関係から見てサブユニットIVの石灰岩と対比される。

B1部層上部は、サブユニットVの石灰岩の上位に重なる、全体として上方に粗粒化する砕屑岩(層厚約80m)に始まる。サブユニットVIは、下位から順に、砂質泥岩と極細粒砂岩の互層、石灰質砂岩と粗粒のウーイドからなる。サブユニットVIIは、下位から順に、砂岩、細粒石灰質砂岩、パウンドストーンが重なる。

以上のように、B1部層では石灰岩と砕屑岩が繰り返して形成され、中部及び上部下半で最も浅海化しており、その堆積環境は全体として、沖合から沿岸へとシフトしたことも読みとれる。

放散虫産出層準とその年代

美良布層の模式セクションにおける放散虫生層序は、下位から *Kilinora spiralis* 群集帯、*Loopus primitivus* 群集帯 & *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯 の存在が確認された。岩相層序的には、A2部層の上部(32601R)が *Kilinora spiralis* 群集帯に、A3部層の最上部(32602R)が *Loopus primitivus* 群集帯に、そしてB2部層-C部層が *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯に属することが明らかとなった。なお、*Kilinora spiralis* 群集帯と *Loopus primitivus* 群集帯の間にあたるA3部層の下部からは、下部 Kimmeridgian 階を示準するアンモナイトの *Ataxioceras kurisakense* が記載されている(Kobayashi & Fukada, 1947)。

*Kilinora spiralis* 群集帯

本帯の上下限は特定されていないが、A2部層最上部(32601R)から産する特徴種を伴う群集で特徴づけられる。*Kilinora spiralis* 群集帯では、特徴種の *Kilinora spiralis* (Matsuoka)の産出とともに、*Hsuum maxwelli* Pessagno, *Stichocapsa robusta* Matsuoka, *Tethysetta dhimenaensis* (Baumgartner), *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, および *Tricolocapsa cf. parvipora* Tan が豊産する。*Archaeodictyomitra amabilis* Aita, *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, *Eucyrtidiellum nodosum* Wakita, *Mirifusus guadalupensis* Pessagno, *Ristola procer*a (Pessagno), *Stylocapsa tecta* Matsuoka, ならびに *Tricolocapsa plicarum* Yao も普通に産する。美良布層の模式セクションにおける *Kilinora spiralis* 群集帯は、Matsuoka & Yao(1986)の *Kilinora spiralis* 帯に対比され、上部ジュラ系下部(Oxfordian)に相当する。A2部層最上部の泥岩(32601R)からは *Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel & Sanfilippo) と *Kilinora spiralis* が共産することから、この層準は Hull(1997)の Subzone 2γ (Oxfordian中部)に属するものと推測する。美良布層の模式セクションにおける *Kilinora spiralis* 群集帯は、同様に、四国東部の南部黒瀬川帯(坂州)に分布する栗坂層模式セクションにおけるB-C2層準の泥岩部層(層厚3m)に対比され、栗坂セクションでは *Kilinora spiralis* が多産する(Ishida 1997)。

*Loopus primitivus* 群集帯

本帯の上下限は特定されていないが、A3部層最上部(32602R)から産する特徴種を伴う群集で特徴づけられ

の *Loopus primitivus* 帯に対比され、最上部ジュラ系(Tithonian)に相当する。

*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯

本帯の上下限は特定されていないが、B2部層とC部層から産する *Pseudodictyomitra carpatica* を豊産する群集で特徴づけられる。模式セクションでは、B2部層の基底部付近より、同種とともに *Archaeodictyomitra mitra* Dumitrica, *Archaeodictyomitra pseudomulticostata* (Tan), *Sethocapsa kaminogoensis* Aita, *Sethocapsa pseudouterculus* Aita ならびに *Tethysetta columna* (Rüst)の初出が認められる。*Archaeodictyomitra apiarium* (Rüst), *Archaeodictyomitra mitra*, *Loopus doliolum* Dumitrica, *Loopus yangi*, *Neorelumbra kiesslingi* Dumitrica, *Pantanellium lanceola* (Parona), *Svinitzium depressum*, *Svinitzium mizutani* と *Svinitzium pseudopuga* は当群集帯から普通ないし豊富に産する。*Archaeodictyomitra broweri*, *Archaeodictyomitra minoensis*, *Mirifusus mediodilatatus*

る。*Loopus primitivus* 群集帯は *Loopus primitivus* (Matsuoka & Yao)の産出とともに、*Cinguloturris carpatica*, *Protunuma japonicus* Matsuoka & Yao, *Ristola altissima* (Rüst), *Svinitzium depressum* (Baumgartner), *Svinitzium mizutani* Dumitrica, *Svinitzium pseudopuga* Dumitrica と *Xitus gifuensis* Mizutani の豊産で特徴づけられる。*Archaeodictyomitra apiarium* (Rüst), *Archaeodictyomitra broweri* (Tan), *Archaeodictyomitra minoensis* (Mizutani), *Loopus doliolum* Dumitrica, *Loopus primitivus*, *Loopus yangi* Dumitrica, *Neorelumbra kiesslingi* Dumitrica, *Pantanellium lanceola* (Parona), *Protunuma japonicus*, *Solenotrima* (?) *ichikawai* Matsuoka & Yao, *Svinitzium mizutani*, *Svinitzium pseudopuga* Dumitrica, *Tethysetta boesii* (Parona), *Tethysetta pygmaea* Dumitrica, *Xitus gifuensis* の各種は、本帯から産出し始める。*Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel & Sanfilippo) は下位から引き続き産する。*Hsuum maxwelli* および *Pseudodictyomitra carpatica* (Loznyi) は、どちらも本帯からは産しない。本帯は Matsuoka(1995)

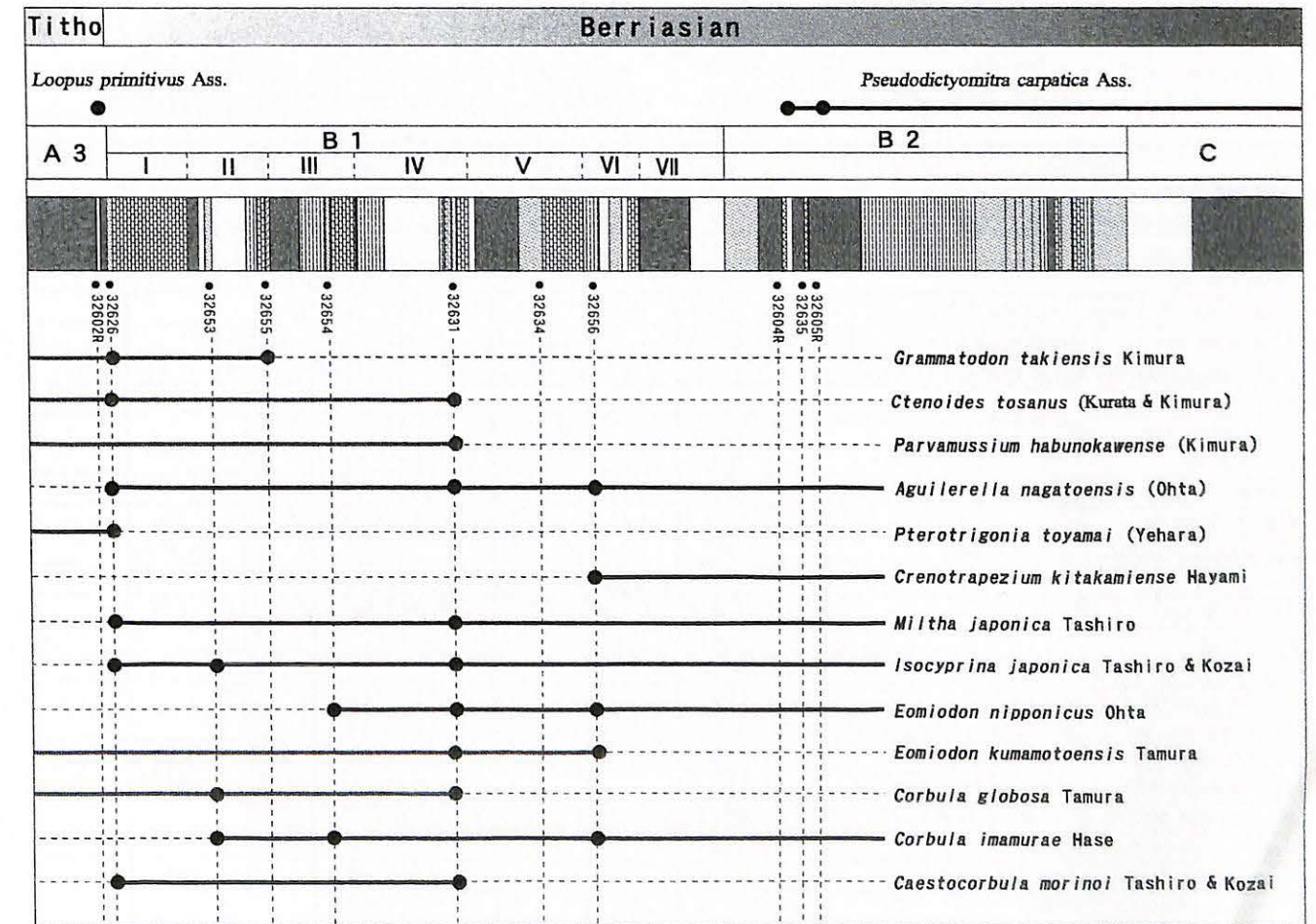


Fig. 5. Lithologic column of the members B1 and B2 and occurrence list of bivalves.



(Rüst), *Tethysetta boesii*, *Tethysetta pygmaea* と *Tethysetta usotanensis* (Tumanda) は、少数ながら本群集帯から産する。当群集帯の下部(B2部層)からは、下位層に引き続いて *Cinguloturris carpatica*, *Eucyrtidiellum ptyctum*, *Loopus primitivus* と *Solenotrimita* (?) *ichikawai* が産する。

当群集帯の上部(C部層)は *Archaeodictyomitra tumandae* Dumitrica, *Becus rotula* Dumitrica, *Cinguloturris cylindra* Kemkin & Rudenko, *Eucyrtidiellum pyramis* Aita, *Pseudodictyomitra altiturris* Dumitrica, *Pseudodictyomitra* aff. *thurowi* Dumitrica, *Pseudoxitus* aff. *seriola* Dumitrica, *Ristola* aff. *cretacea* (Baumgartner), *Sethocapsa* (?) *subcrassitestata* Aita ならびに *Xitus robustus* Wu の初出で特徴づけられる。

*Pseudodictyomitra carpatica* 帯 (Matsuoka 1995) ならびに *Ditrabs sansalvadorensis* 帯 (Aita & Okada 1986) は、Tithonian 最上部-白亜系最下部 (Berriasian - Lower Valanginian) と見なされている。当セクションでは、*Sethocapsa pseudouterculus* と *S. kaminogoensis* が *Pseudodictyomitra carpatica* と共に群集帯のほぼ最下部から出現する。Matsuoka (1995) は *Pseudodictyomitra carpatica* の FAB が J/K 境界のわずかに下位であるとしている。また Aita & Okada (1986) は、*Sethocapsa*

*pseudouterculus* の出現が、*Ditrabs sansalvadorensis* 帯のほとんど基底であり、J/K 境界のわずかに下位であるとしている。しかしながら、*S. kaminogoensis* は、同じ Breggia River section において J/K 境界以後に出現するとされる。加えて Dumitrica et al. (1997) は *Archaeodictyomitra mitra*, *Archaeodictyomitra pseudomulticostata* や *Tethysetta columna* を Berriasian 以降から報告している。このような状況から、筆者らは模式セクションにおける *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の始まりは Berriasian であり、J/K 境界は B2 部層より下位であると見なしている。

*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の上限に関して、Dumitrica et al. (1997) は *Archaeodictyomitra tumandae*, *Becus rotula* Dumitrica, *Cinguloturris cylindra* や *Pseudodictyomitra altiturris* の産出が Berriasian - Valanginian であるとしている。また Matsuoka & Yang (2000) によれば、*Cecrops septemporatus* の EFAB は *Cecrops septemporatus* 帯の下底であり、その年代は Valanginian とされている。当セクションからは *Cecrops septemporatus* (Parona) は未検出であり、C部層の最上部は依然 *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯にあり、その年代は Valanginian 後期には及ばない。

Table 1. List of bivalves obtained from the Member B1. \*:1-3 specimens, \*\*: 4-9 specimens, \*\*\*:over 10 specimens.

Species	Locality	32626	32653	32655	32654	32631	32634	32656	32635
<i>Nucula</i> ? sp.				※					
<i>Grammatodon takiensis</i> Kimura		※		※					
<i>Cucullaea</i> sp.		※							
<i>Septifer</i> sp.		※							
<i>Ctenoides tosanus</i> (Kurata & Kimura)		※				※			
<i>Limatula</i> sp.							※		
<i>Parvamussium habunokawense</i> (Kimura)						※			※
<i>Chlamys</i> sp.						※			
? <i>Entolium</i> sp.		※							
<i>Ostrea</i> sp.		※				※			
<i>Plicatula</i> sp.						※			
<i>Isognomon</i> sp.						※		※	
<i>Aguilerella nagatoensis</i> (Ohta)		※				※		※※※	
<i>Bakevellia</i> sp.			※				※		
<i>Lycettia</i> sp.						※			
<i>Pinna</i> sp.		※							
<i>Pterotrignonia toyamai</i> (Yehara)		※※							
<i>Miltha japonica</i> Tashiro		※				※			
<i>Linearia</i> sp. aff. <i>L. nankaiana</i> Tashiro & Kozai						※			
<i>Prptocardia</i> sp. cf. <i>P. tosensis</i> Kimura		※※				※		※※	
<i>Crenotrapezium kitakamiense</i> Hayami								※※	
<i>Isocyprina japonica</i> Tashiro & Kozai		※※	※※※			※※※			
<i>Eomiodon nipponicus</i> Ohta					※	※			
<i>Eomiodon kumamotoensis</i> Tamura						※		※	
<i>Corbula globosa</i> Tamura			※			※※			
<i>Corbula imamuræ</i> Hase			※		※			※※	
<i>Caestocorbula morinoi</i> Tashiro & Kozai			※			※※			

産出二枚貝とその環境の変遷

二枚貝類は、石灰岩が特徴的に分布する B1 及び B2 部層から産出する (Fig. 5)。産出する二枚貝リストを Table 1 に示す。B1-I の砂岩層からは、*Grammatodon takiensis* Kimura, *Pterotrignonia toyamai* (Yehara), *Miltha japonica* Tashiro, *Isocyprina japonica* Tashiro & Kozai, *Ctenoides tosanus* (Kurata & Kimura) など海生二枚貝の他、汽水生の *Aguilerella nagatoensis* (Ohta) が産出する。*Pterotrignonia toyamai* は、Yehara (1923) によって鳥巢層群から産出する標本と本層からの標本をもとに記載されたものである。本種はこの層準からのみ産出し、保存が悪く、破片化したものや摩滅したものが多く、B1-II の砂岩からは、海生の *Isocyprina japonica*, *Corbula globosa* Tamura の他、汽水生の *Corbula imamuræ* Hase, *Caestocorbula morinoi* Tashiro & Kozai などが産出する。このほかにも多数の巻き貝を共産し、中には 10cm を越える大型のものもある。また石灰岩上部の石灰質砂岩部から *Grammatodon takiensis* が産出する。石灰岩を覆う泥質岩からの二枚貝産出は希である。B1-III の砂岩からは、*Eomiodon nipponicus* Ohta, *Corbula imamuræ* などの汽水生二枚貝類が産出する。B1-IV の砂岩からは、海生の *Ctenoides tosanus*, *Parvamussium habunokawense* (Kimura), *Miltha japonica* Tashiro, *Isocyprina japonica*, *Eomiodon kumamotoensis* Tamura, *Corbula globosa* などの他、汽水生の *Aguilerella nagatoensis*, *Eomiodon nipponicus*, *Caestocorbula morinoi* が産出する。B1-V の砂岩

からは産出化石は少ないが、海生の *Falcimylus* sp., *Limatula* sp. が産出する。B1-VI の砂岩からは、海生の *Crenotrapezium kitakamiense* Hayami の他、汽水生の *Aguilerella nagatoensis*, *Eomiodon nipponicus*, *Eomiodon kumamotoensis*, *Corbula imamuræ* が産出する。B1-VII からは化石の産出は確認できていない。B1部層の全ての泥岩層から放散虫検出用サンプルを採取し処理を行ったが、微化石は検出されなかった。B2部層からの大型化石は、*Parvamussium habunokawense* が 1 個体得られたのみである。一方、放散虫は豊富に産出する。

B1部層からの二枚貝類は、海生種と汽水生種の混在で特徴づけられる。それら非海生二枚貝と海生二枚貝の産出頻度は、B1-I 及び B1-II では海生二枚貝の割合が約 90% であるのに対して、B1-IV 及び B1-VI では非海生二枚貝類の産出頻度が約 40% と B1-I, II より高い値を示す (Fig. 6)。このことは、B1-I から B1-III の堆積場が若干汽水からの影響をうける沿岸域であったのに対して、B1-IV ~ B1-VI 堆積時にはその堆積場が、さらに汽水の影響を最も受ける環境へと変化したことを示す。森野 (1993) の層準は B1-IV に対比され、B1-IV の砂岩-石灰岩の形成が汽水環境から浅海環境へと変化する中で形成されたことを指摘している (森野, 1993)。このことは、今回の調査結果と矛盾しない。B1-VII からは、大型化石は産出せず、微化石も検出できていない。このことは、B1-6 が形成された後、その堆積の場が沿岸からさらに沖合へとシフトした可能性がある。B2部層からは、大型化石の産出は希で、放散虫が産出する。

以上、二枚貝の産出状況から、B1部層は細かなサイク

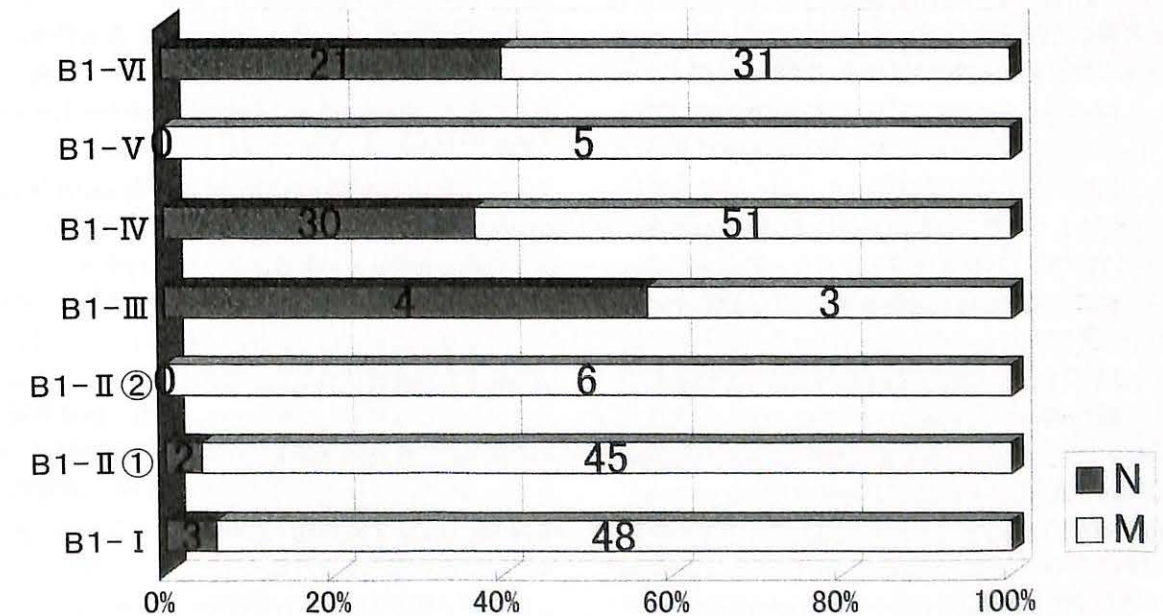


Fig. 6. Occurrence frequency of non-marine and marine bivalves from the Member B1. N: non-marine bivalves, M: marine bivalves. Numerical value means the number of collected specimens.



ルを繰り返しながら全体として沿岸から汽水域へと環境が変化した後、沖合へと堆積環境が変化したと考えられる。

### 産出二枚貝が示す地質時代

美良布層から産出する二枚貝類は、ジュラ系からのみ報告されている種、ジュラー白亜系最下部から報告されている種、白亜系からのみ報告されている種に大別される(Fig. 5)。

ジュラ系から報告されている二枚貝類、*Grammatodon takiensis*, *Ctenoides tosanana*, *Parvamussium habunokawense*, *Corbula globosa*, *Eomiodon kumamotoensis* は高知県鳥巢層群、熊本県坂本層などから産出が報告されている(Tamura, 1959a,b)。坂本層は、岩相から上部層、下部層に区分され、上部層下部の含石灰岩頁岩細互層から二枚貝類が、また上部層上部の黒色頁岩層から二枚貝類及び Tithonian を示すアンモナイト(*Aulacosphinctes* sp.)が産出する(田村, 1960)。また上部層からは、*Hsuum maxwell* 帯及び *Loopus primitivus* 帯の放散虫群集が産出し、それらの放散虫群集から上部層の地質年代は Kimmeridgian から Tithonian とされている(西園, 2001)。これらから、坂本層上部から産出する二枚貝類の時代は Kimmeridgian から Tithonian と考えられる。また、*Grammatodon takiensis*, *Ctenoides tosanana*, *Corbula globosa* は、Oxfordian から Kimmeridgian とされる相馬層群中ノ沢層(Mori, 1963)からも産出が報告されている(Masatani & Tamura, 1959)。Pterotriongia toyamai は、本層の他、鳥巢層群や徳島県栗坂層、熊本県黒崎層から産出が報告されている(Tamura, 1960; Tamura & Murakami, 1986)。栗坂層の産出層準は、*Kilinora spiralis* 帯の放散虫群集が産する地点と Kimmeridgian 下部を示す *Ataxioceras kurisakense* が産出する地点間から産し、その時代は Oxfordian 上部ないし Kimmeridgian 下部と考えられる(Ishida, 1997)。

また、*Grammatodon takiensis*, *Corbula globosa* は相馬中村層群小山田層からも産出が報告されており、小山田層は、アンモナイトや放散虫の産出から最下部白亜系とされている(Sato, 1961a,b; 松岡, 1989)。さらに、*Parvamussium habunokawense*, *Eomiodon kumamotoensis*, *Pulsidius globosa* は、熊本県海浦層からも産出が報告されており(太田・門司, 1976; 田村・村上, 1987)。海浦層は、アンモナイトの産出から白亜紀最前期に及ぶとされる(田村・村上, 1987)。

以上、本層から産出する二枚貝類のうち、*Parvamussium habunokawense*, *Eomiodon kumamotoensis*, *Pulsidius globosa*, *Grammatodon takiensis* のレンジは、Oxfordian 上部ないし Kimmeridgian から Berriasian で、*Pterotriongia toyamai*, *Ctenoides tosanana* のレンジは、Oxfordian 上部ないし Kimmeridgian から Tithonian と考えられる。

一方、本層から産出する二枚貝の中で白亜系から報告さ

れている二枚貝類は、*Crenotrapezium kitakamiense*, *Aguilerella nagatoensis*, *Isocyprina japonica*, *Miltha japonica*, *Eomiodon nipponicus*, *Corbula imamurae* などである。*Crenotrapezium kitakamiense* は、下部白亜系とされる十三浜層群より記載されたものである(Hayami, 1960)。*Aguilerella nagatoensis*, *Eomiodon nipponicus* は、豊西層群吉母層から記載され(Ohta, 1973, 1974)、竹ヶ谷層群葛蒲層や熊本県川口層からも産出が報告されている(太田, 1977; 香西ほか, 2001)。これらの種は坂州動物群に含まれ、その時代は Hauterivian と考えられている(Kozai & Ishida, 2003)。*Corbula imamurae* は、吉母層から記載されたものである(Hase, 1960)。*Isocyprina japonica* は Aptian の南海層群神母ノ木層から記載され(Tashiro & Kozai, 1989)。*Miltha japonica* Tashiro は Late Barremian から Early Aptian とされている熊本県袈裟堂層から記載されている(Tashiro, 1990)。

二枚貝産出層準の上位からは、*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放散虫が産出する。この群集帯の示す年代は Berriasian から Valanginian 前期であることから判断すると、これらの二枚貝出現は、*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯と同時代もしくはそれ以前である。従って、これらの種のレンジは、下限が従来知られている時代より下がるものと考えられる。

本層の二枚貝類は、*Loopus primitivus* 群集帯と *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の間から産し、ジュラ紀最後期から白亜紀最前期の範囲内にある。産出するジュラ紀型二枚貝類の多くは、前述の通り白亜紀最前期までのレンジを持つことが知られている。一方、白亜紀型二枚貝類は、従来は Hauterivian ~ Aptian から知られていたもので、ジュラ紀からの産出報告はない。従って、本層の二枚貝群集は、白亜紀最初期の二枚貝群集と考えるのが妥当で、JK 境界は大型化石を産する B1 部層基底の砂岩と放散虫を産する A3 部層最上部の泥岩との間に存在すると考えられる。

ジュラ紀にのみ知られていた *Pterotriongia toyamai*, *Ctenoides tosanana* が B1 部層から産出するのは、それらのレンジが白亜紀まで及ぶ可能性、もしくは白亜系へのリワークの可能性が考えられる。大型化石が多産する B I 部層堆積時は堆積盆が浅海化しており、海退に伴って下位層準の削剥が起きる可能性がある。そのことによってジュラ系が白亜系の中に再堆積したと考えられ、それらの碎屑物とともにこれらの二枚貝類が白亜系の中にもたらされた可能性もある。これらの種は比較的厚い殻を持つが、産出標本は表面が摩滅し、全て離弁で、破片化しているものが多いことは再堆積の可能性を裏付ける。

非海生二枚貝類と海生二枚貝類の混在は、汽水域で生息していた二枚貝が死後運搬された結果生じたものと考えられる。二枚貝が多産する砂岩は、植物片を多量に含む。ま

た、二枚貝は離弁で砂岩中に散乱状態で含まれ、異地性の産状を示す。削剥されたジュラ系堆積物とともに汽水域で生息していた非海生二枚貝類が沿岸域へもたらされ、その上に小規模な珊瑚礁が形成されたと考えられる。

A3 部層最上部の *Loopus primitivus* 群集帯産出層準と B1 部層基底部の大型化石産出層準はそれらの堆積環境が大きく異なるのに比して、その間の厚さは非常に薄い。この堆積環境の急変は海退に伴う岩相変化に由来するのか、それとも B1 部層がブロックとして泥質岩中にもたらされたための現象なのか、今後詳細な堆積相の検討とともに議論していく必要がある。

### 美良布層の地帯帰属問題

本地域を最初に研究した伊木(1897)は、物部川流域に発達する下部白亜系が向斜構造をしていることに着目し、本層の石灰岩を向斜南翼の白亜系最下部層に位置づけた。その後、倉田ほか(1941)は、本層の石灰岩が鳥巢統とは異なる化石を含んでいることから、白亜系領石統の石灰岩であるとした。さらに石灰岩を含む本層を鳥巢一領石漸移層と位置づけ、以南の鳥巢統と区分した。甲藤・須鎗(1956)は、杉田・楯古構造線以北の下部白亜系を秩父帯北帯領石・物部川層群とし、その構造線と岩改・吹越構造線の間に分布する下部白亜系を秩父帯中帯物部川層群とした。さらに岩改・吹越構造線以南を三宝山帯とした。田代(1985)は北帯と中帯の二枚貝フォナには共通性が少ないことと下部白亜系の分布の違いから、中帯の下部白亜系を南海層群と新称した。須鎗・桑野(1986)は、三宝山帯とされる地点から Aptian とされる有孔虫を検出し、本層分布域から報告されている *Ataxioceras kurisakense* Kobayashi & Fukada はオリストストロームの可能性があったとした。そして本層分布域を全て下部白亜系とし、萩野層・船谷層(南海層群)に対比し秩父帯中帯に帰属させた。森野ほか(1989)は、本地域の地層を他の南海層群とは岩相的に異なることから、美良布層と新称し、南海層群に含めた。その後、田代・川村(1995)は、本層も含め南海層群を三宝山帯に帰属させた。しかし、香西・石田(2000)は、南海層群分布域にはベルム系付加コンプレックスである雪ヶ峰層が分布することから、南海層群を黒瀬川帯に帰属させた。

最近、四国東部において新たな知見に基づく秩父累帯の地帯区分がなされ(石田・香西, 2003)、本層の帰属を明らかにすることは、黒瀬川帯全体の見直しをする上で重要である。また、本層に対比される地層は、黒瀬川帯中に点在しており、それらの関係を明らかにする上でも重要である。南海層群最下部は、Hauterivian - Barremian と考えられる船谷層礫岩から始まる(香西・石田, 2000)。礫岩は、断

層によってベルム系と接するため、ベルム系との初生的関係は不明であるが、礫岩層は断層による構造変形を受けておらず、本来はベルム系と不整合であった可能性もある。船谷層上位の神母ノ木層、萩野層の下部は Aptian で、上部は Albian に及んでいる可能性がある。一方、美良布層は、下部は断層によって断たれているため最下部(A I 部層)の年代は明らかではないが、A II 部層から C 部層は、Oxfordian から Berriasian もしくは Valanginian 前期の範囲にある。従って、南海層群と美良布層は、堆積相、堆積年代が異なり、両者間に時代的間隙も存在することから、両者は異なった地層群に属すると考えられる。

また、南海層群は、香北町萩野付近を中心とする ENE-WSW 方向に軸をもつ向斜構造を呈し、南に下位の地層が分布する。一方、南海層群の南側に位置する美良布層は南傾斜南上位で、ジュラ紀後期から白亜紀最前期の地層である。美良布層と南海層群とは断層によって画されている(Fig. 1)。以上のことから、両者には分布域を異にし、構造的、時代的に隔たりがあることから、異なった地帯に帰属すると考えるのが妥当である。地帯の所属に関しては、前述の通り、黒瀬川帯に帰属させる考えと、三宝山帯に帰属させる考えがある(田代・川村, 1995; 香西・石田, 2000)。本層の西端、土佐山田町間では、両側をベルム系雪ヶ峰層に挟まれるように本層が分布しており、美良布層はまだベルム系付加帯の分布範囲内にある。従って、本層は、黒瀬川帯に属すると判断される。

以上のことから、美良布層は、岩相、化石、地質年代から判断して、四国東部、黒瀬川帯に分布する坂州帯栗坂層に対比され、坂州帯に帰属するとみなされる。一方、南海層群は坂州帯と正木帯(物部川層群)の間に位置すること、美良布層とは構造的に異なる地帯に属すること、などから判断して、吉ヶ平帯に帰属すると考えられる。

### まとめ

四国中央部に分布する美良布層は、岩相区分上 6 部層に区分された。それらの中で、A2 部層は、*Kilinora spiralis* 群集帯の放散虫を産出し、Oxfordian である。A3 部層下部からは early Kimmeridgian を示すアンモナイトの産出が報告されており、上部からは *Loopus primitivus* 群集帯の放散虫が産出し Tithonian である。Early Kimmeridgian を示すアンモナイトの産出に関して、白亜系との時代的矛盾が指摘されていたが、放散虫群集が示す年代からはその時代観に矛盾はない。B1 部層は、石灰岩の発達で特徴付けられ、ジュラ紀型、白亜紀型の海生、非海生二枚貝類が共産する。B1 部層は、側方への岩相変化が著しい。B2 部層からは、*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放散虫が産出し、希

に二枚貝も産出する。C部層からは、*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の放射虫が産出する。本部層から産出する放射虫は、パイライトに置換されている場合が多い。B2部層、C部層からの放射虫は Berriasian 以降の年代を示し、上限は依然 *Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯にあり、その年代は Valanginian 後期には及ばない。

B2部層から産出するジュラ紀型二枚貝の多くは、白亜紀最前期まで生息していたことが知られる。しかし、一部は浅海化に伴う削剥により、ジュラ系からもたらされた可能性もある。白亜紀型の二枚貝類はB1部層から出現し始める。これらの産出から、B1部層はすでに白亜紀に属すると考えられ、JK境界は、B1部層基底の砂岩とA3部層上部の *Loopus primitivus* 群集産出層準との間にある。

白亜紀最前期は、ジュラ紀型二枚貝と白亜紀型二枚貝が一部共存し、二枚貝群集の転換期である。海生種と非海生種の混在は、非海生二枚貝が浅海域へもたらされた結果生じたものであろう。非海成種の占める割合から、B1部層の形成を通してその環境が沿岸-汽水域-沿岸-沖合と変化したと考えられる。しかし、A3部層からB1部層にかけての堆積環境の急変に関しては、今後さらに検討が必要である。

美良布層は南海層群とは異なった地層群に属するが、ヘルム紀付加コンプレックスの分布とそれらとの関係から両者とも黒瀬川帯に属する。四国東部で設定された地帯区分に基づくと、美良布層は坂州帯に対比され、従来美良布層が属するとされていた南海層群は吉ヶ平帯に対比される可能性が高い。

## 謝 辞

本調査にあたって、大野正宏氏、遠藤浩氏、斉藤 誠氏には、高知大学理学部在学中に卒論などの研究で得られた二枚貝類のサンプル及び産出層準に関する情報をいただいた。また、筑波大学指田勝男教授には有益な意見と適切な示唆をいただいた。これらの方々には厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- Aita, Y. and Okasa, H., 1986, Radiolarians and calcareous nannofossils from the uppermost Jurassic and Lower Cretaceous strata of Japan and Tethyan regions. *Micropaleontology*, **32**, 97-128.
- Amano, M., 1957, The Lower Cretaceous fauna from Hagino in southern Shikoku, Japan. *Kumamoto Jour. Sci., Ser. B*, **2**, 51-75.
- Dumitrica P., Immenhauser, R. and Dumitrica-jud R., 1997, Mesozoic radiolarian biostratigraphy from Masirah

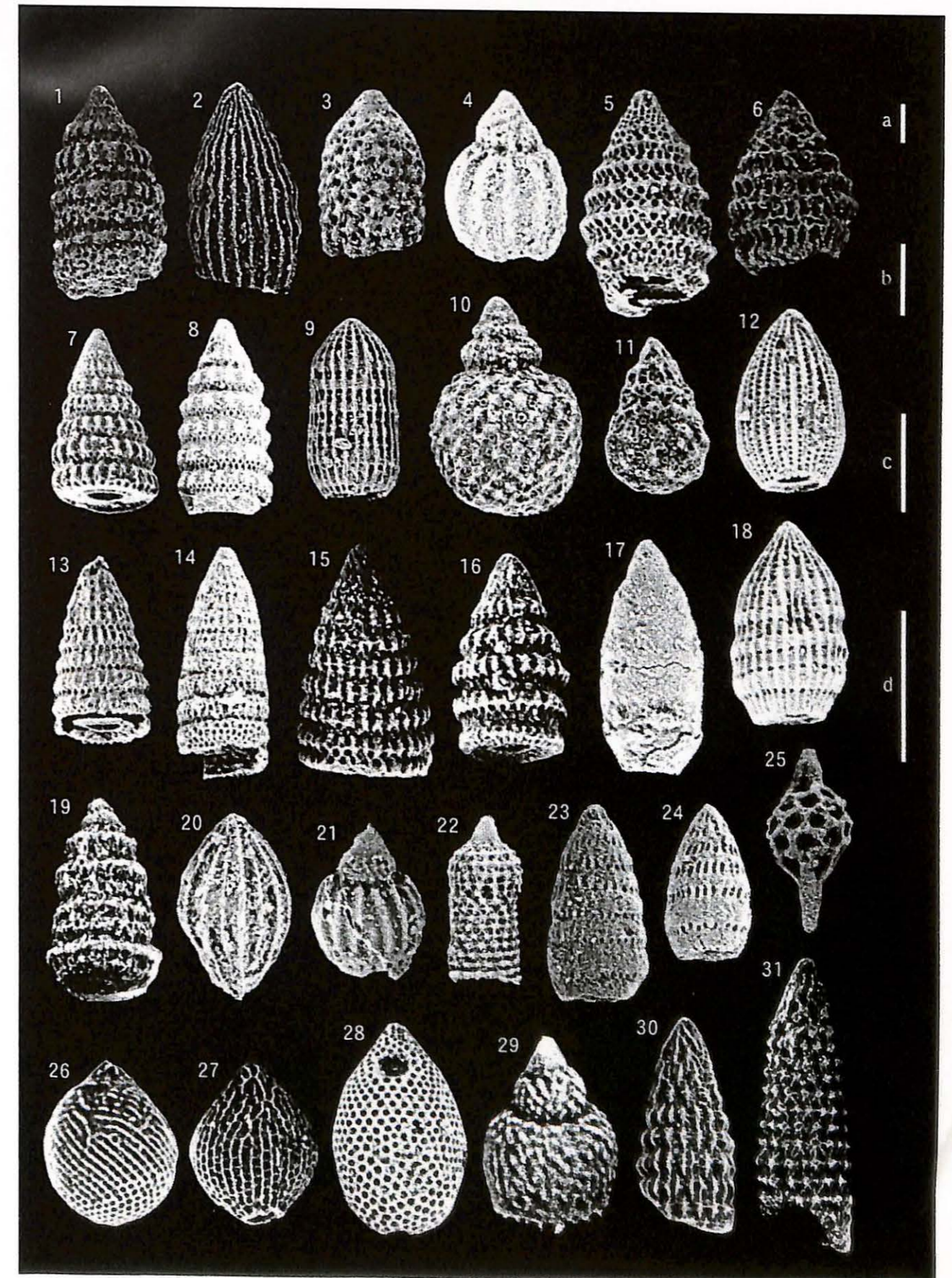
- Ophiolite, Sultanate of Oman, part I: Middle Triassic, uppermost Jurassic and Lower Cretaceous Spumellarians and multisegmented Nassellarians. *Bull. National Museum of National Sci.*, **9**, 1-106.
- Hase, A., 1960, The Late Mesozoic formations and their molluscan fossils in West Chugoku and North Kyushu, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, **3**, 238-338.
- Hayami, I., 1960, Pelecypods of the Jusanhama Group (Purbeckian or Wealden) in Hashiura Area, Northeast Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **31**, 13-22.
- Hayami, I., 1965, Lower Cretaceous marine pelecypods of Japan, part I. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D*, **15**, 221-349.
- Hull D. Meyerhoff., 1997, Upper Jurassic Tethyan and southern Boreal radiolarians from western North America. *Micropaleontology*, **43**, supplement 2, 1-202.
- 伊木常誠, 1897, 土佐のジュラ及び白亜紀層. 地質雑, **4**, 411-421.
- 伊熊俊幸, 1980, 高知県領石・物部地域の秩父累帯白亜紀層の変形. 地質雑, **86**, 389-407.
- 石田啓祐・香西 武, 2003, 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序. 徳島大学総合科学部, 自然科学研究, **16**, 11-41.
- Ishida, K., 1997, *Stylocapsa(?) spiralis* Assemblage (Radiolaria) from the Kurisaka Formation of the Torinosu Group in Shikoku, SW Japan. *NOM, Spec. Vol.*, No.10, 193-203.
- Kobayashi, T., Fujita, A. and Kimura, T., 1945, On the geology of the central part of southern Shikoku. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **20**, 19-45.
- Kobayashi, T. and Fukada, A., 1947, A new species of Ataxioceras in Nippon. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **20**, 45-48.
- 甲藤次郎・須鎗和己, 1956, 物部川盆地の再検討 (四国秩父累帯の研究-VII). 高知大学学術研究報告, **5**, 1-11.
- 香西 武・石田啓祐, 2000, 高知県中部, 土佐山田地域に分布する南海層群の層序及び物部川層群との対比. 鳴門教育大学研究紀要, 自然科学編, **15**, 13-25.
- 香西 武・石田啓祐・橋本寿夫・森江孝志・中尾賢一・森永 宏・元山茂樹・福島浩三, 2001, 徳島県相生町に分布する黒瀬川帯の地質. 阿波学会紀要, **47**, 1-17.
- Kozai, T. and Ishida, K., 2003, Early Crataceous non-marine-bivalve faunal groups from Central and East Shikoku, Japan. *Mem. Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, **2**, 133-148.
- 倉田延男・背地清彦・深澤恒雄, 1941, 物部川盆地中部の地質(概報). 地質雑, **48**, 384-390.
- Masatani, K. and Tamura, K., 1959, A stratigraphic study on the Jurassic Soma Group on the Eastern Foot of the Abukuma Mountains, Northeast Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **30**, 245-259.

- 松岡 篤, 1989, 相馬中村層群小山田層(最下部白亜系)からの放射虫化石. 化石, **46**, 11-16.
- Matsuoka, A., 1995, Radiolaria-based Jurassic/Cretaceous boundary in Japan. *Proc. 15<sup>th</sup> Symposium of Kyungpook National Univ.*, 219-232.
- Matsuoka, A. and Yang Q., 2000, A Direct Correlation between North American and Japan-Pacific Radiolarian Zonal Schemes for the Upper Jurassic. *GeoResearch Forum*, **6**, 119-128.
- Matsuoka, A. and Yao A., 1986, A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleontology*, **11**, 91-105.
- Mori, K., 1963, Geology and paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, ser.2, **35**, 33-65.
- 森野善広, 1993, 高知県物部地域の下部白亜系鳥巢式石灰岩の生成環境. 地質雑, **99**, 173-183.
- 森野善広・香西 武・和田 貴・田代正之, 1989, 高知県物部地域の鳥巢式石灰岩を含む下部白亜系美良布層について. 高知大学学術研究報告, **38**, 73-83.
- 村田明広, 1990, 高知県下の上葦生川断層の左横滑り変異量. 構造地質, **35**, 31-43.
- 西園幸久, 2001, 九州黒瀬川地帯の坂本層から産出したジュラ紀放射虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, **12**, 203-214.
- 太田善久, 1977, 九州八代地域の下部白亜系川口層の層序. 福岡教育大学紀要, **27**, 45-61.
- Ohta, Y., 1973, Pelecypod family Neomiodontidae from the Lower Neocomian of Japan. *Bull. Fukuoka Univ. Education*, **22**, 245-273.
- Ohta, Y., 1974, A new bivalve (bivalvia) from the Lower Cretaceous of southwest Japan. *Bull. Fukuoka Univ. Education*, **23**, 79-86.
- 太田善久・門司直昭, 1976, 海浦層(下部白亜系)について. 福岡教育大学紀要, **26**, 117-136.
- Sato, T., 1961a, La limite Jurassico - Crétacée dans la stratigraphie Japonaise. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **32**, 533-541.
- Sato, T., 1961b, Faune Berriasienne et supérieure nouvellement découverte au Japon. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **32**, 543-551.
- 沢村武雄・甲藤次郎, 1961, 高知県地質産産図説明書, 高

知県, 129p.

- Suyari, K., 1961, Geological and paleontological studies in central and eastern Shikoku, Japan - Part 1, geology. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*, **11**, 11-76.
- 須鎗和己・桑野幸夫, 1986, 鳥巢層群の放射虫年代 その2 - 高知県香美郡香北町久保川の鳥巢層群 -. 徳島大学教養部紀要, **19**, 37-43.
- 田村 実, 1960, 坂本層群-九州-の層位学的研究. 地質学雑誌, **66**, 371-383.
- Tamura, M., 1959a, Taxodonta and Isodonta from the Upper Jurassic Sakamoto Formation in Central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeontological Society of Japan, N.S.*, **34**, 53-65.
- Tamura, M., 1959b, Some pelecypods from the Upper Jurassic Sakamoto Formation in Central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeontological Society of Japan, N.S.*, **35**, 113-120.
- Tamura, M., 1960, Upper Jurassic pelecypods from the Torinosu Group in Shikoku, Japan. *Mem. Fac. Education, Kumamoto University, Nat. Sci.*, **8**, 227-225.
- 田村 実, 村上浩二, 1987, 海浦西方の海浦層(白亜紀最前期). 熊本大学教育学部紀要, 自然科学, **36**, 19-27.
- Tamura, M. and Murakami, K., 1986, Upper Jurassic Kurosaki Formation discovered at Kurosaki, Tanoura Town, Kumamoto Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Education, Kumamoto University, Nat. Sci.*, **35**, 47-55.
- 田代正之, 1985, 四国秩父帯の白亜系 - 下部白亜系の横ずれ断層について -. 化石 **38**, 23-35.
- Tashiro, M., 1990, Bivalve fauna from the Kesado Formation of Yatsushiro Mountains in Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kochi University*, **11**, 1-22.
- 田代正之・川村喜一郎, 1995, 秩父帯南帯(三宝山帯)の解釈. 高知大学学術研究報告, **44**, 11-25.
- Tashiro, M. and Kozai, T., 1984, Bivalve from the type Monobegawa Group (Part 1). *Res. Rep. Kochi University*, **32**, 259-293.
- Tashiro, M. and Kozai, T., 1989, Bivalve from the type Monobegawa Group (Part 4). *Res. Rep. Kochi University*, **38**, 113-144.
- Yehara, S., 1923, Cretaceous Trigonidae from South-western Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **2**, 59-84.
- Yehara, S., 1927, Faunal and stratigraphical study of the Sakawa basin, Shikoku. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **5**, 1-40.





→  
**Fig. 7.** Late Jurassic and Early Cretaceous radiolarians from the type section of the Birafu Formation, Central Shikoku. Scale bars: 100  $\mu$  m; a: 22; b: 1, 3, 5, 7, 9, 25, 30, 31; c: 2, 4, 6, 8, 10 - 24, 26 - 28; d: 29. 1, *Cinguloturris cylindra* Kemkin and Rudenko, from 32607R in C. 2, *Archaeodictyomitra tumandae* Dumitrica, from 32607R in C. 3, *Ristola aff. cretacea* (Baumgartner), from 32607R in C. 4, *Eucyrtidiellum pyramis* Aita, from 32606R in C. 5, *Tethysetta boesii* (Parona), from 32604R in B2. 6, *Tethysetta pygmaea* Dumitrica, from 32607R in C. 7, *Pseudodictyomitra carpatica* (Loznyiak), from 32604R in B2. 8, *Pseudodictyomitra carpatica* (Loznyiak), from 32604R in B2. 9, *Archaeodictyomitra apiarium* (Ruest), from 32604R in B2. 10, *Sethocapsa pseudouterculus* Aita, from 32604R in B2. 11, *Sethocapsa kaminogoensis* Aita, from 32604R in B2. 12, *Archaeodictyomitra mitra* Dumitrica, from 32604R in B2. 13, *Loopus primitivus* (Matsuoka and Yao), from 32602R in A3. 14, *Loopus primitivus* (Matsuoka and Yao), from 32602R in A3. 15, *Svinitzium pseudopuga* Dumitrica, from 32602R in A3. 16, *Svinitzium depressum* (Baumgartner), from 32607R in C. 17, *Solenotrimita (?) ichikawai* Matsuoka and Yao, from 32602R in A3. 18, *Archeodictyomitra minoensis* (Mizutani), from 32602R in A3. 19, *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, from 32602R in A3. 20, *Protunuma japonicus* Matsuoka and Yao, from 32602R in A3. 21, *Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel and Sanfilippo), from 32602R in A3. 22, *Ristola altissima* (Ruest), from 32602R in A3. 23, *Loopus yangi* Dumitrica, from 32602R in A3. 24, *Loopus doliolum* Dumitrica, from 32602R in A3. 25, *Pantanellium lanceola* (Parona), from 32607R in C. 26, *Kilinora spiralis* (Matsuoka), from 32601R in A2. 27, *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, from 32601R in A2. 28, *Stichocapsa robusta* Matsuoka, from 32601R in A2. 29, *Eucyrtidiellum nodosum* Wakita, from 32601R in A2. 30, *Hsuum maxwelli* Pessagno, from 32601R in A2. 31, *Ristola procerca* (Pessagno), from 32601R in A2.

Fig. 7



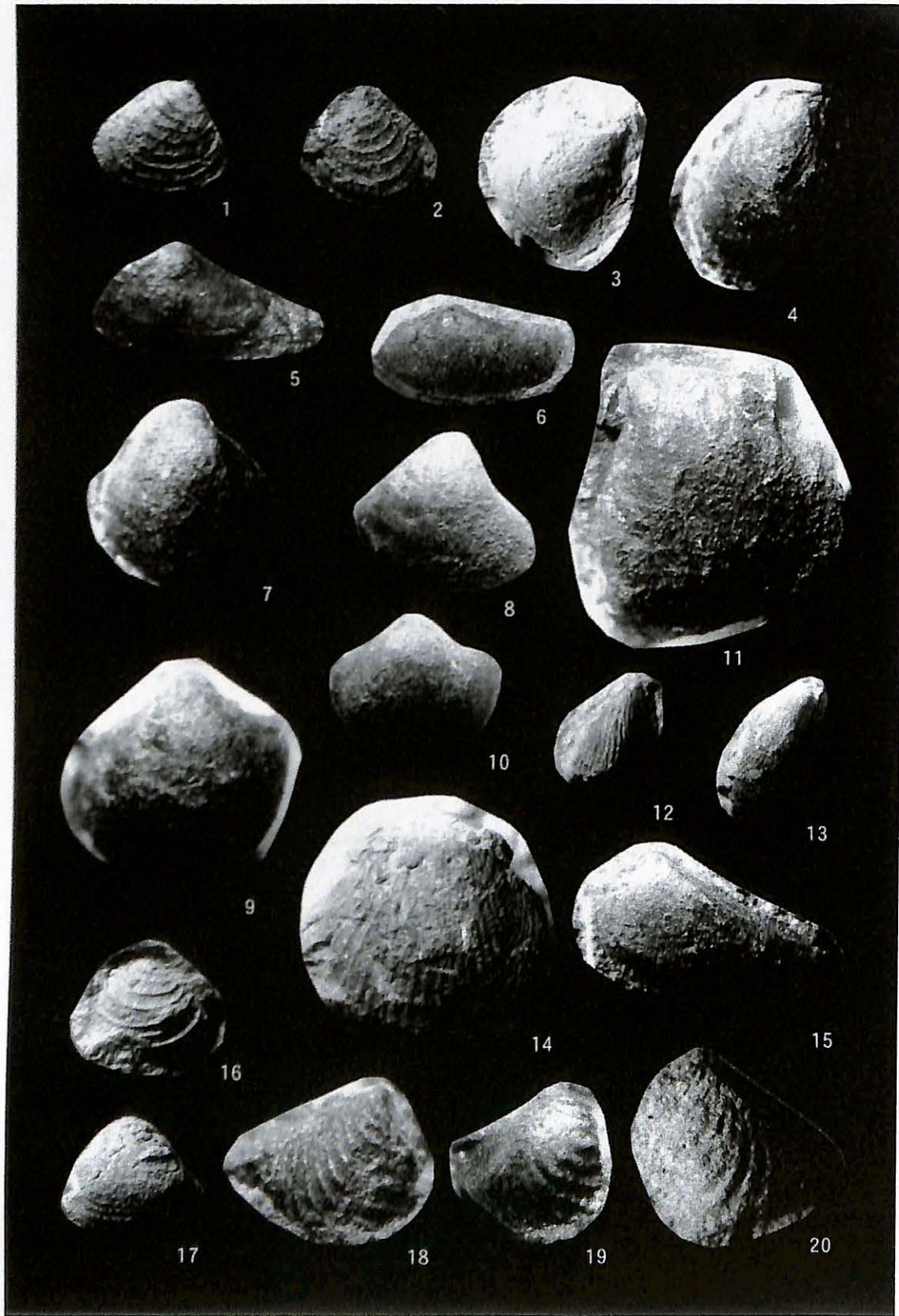


Fig. 8. Early Cretaceous bivalves from the type section of the Birafu Formation. 1, 2, *Eomiodon nipponicus* Ohta, from 32631,  $\times 2$ . 3, 4, *Ctenoides tosanus* (Kurata and Kimura), from 32626,  $\times 1.5$ . 5, 6, *Corbula imamurae* Hase, (5: from 32654,  $\times 1.5$ , 6: from 32653,  $\times 3$ ). 7-10, *Protocardia* sp. cf. *P. tosenis* Kimura, (7: from 32656,  $\times 1.5$ , 7-10: from 32656,  $\times 1.5$ ). 11, *Isognomon* sp., from 32631,  $\times 1.5$ . 12, 13, *Septifer* sp., from 32626,  $\times 1.5$ . 14, *Chlamys* sp., from 32631,  $\times 2$ . 15, *Crenotrapezium kitakamiense* Hayami, from 32631,  $\times 1$ . 16, 17, *Eomiodon kumamotoensis* Tamura, from 32631,  $\times 1.5$ . 18-20, *Pterotrigonia toyamai* (Yehara), from 32626,  $\times 2$ .

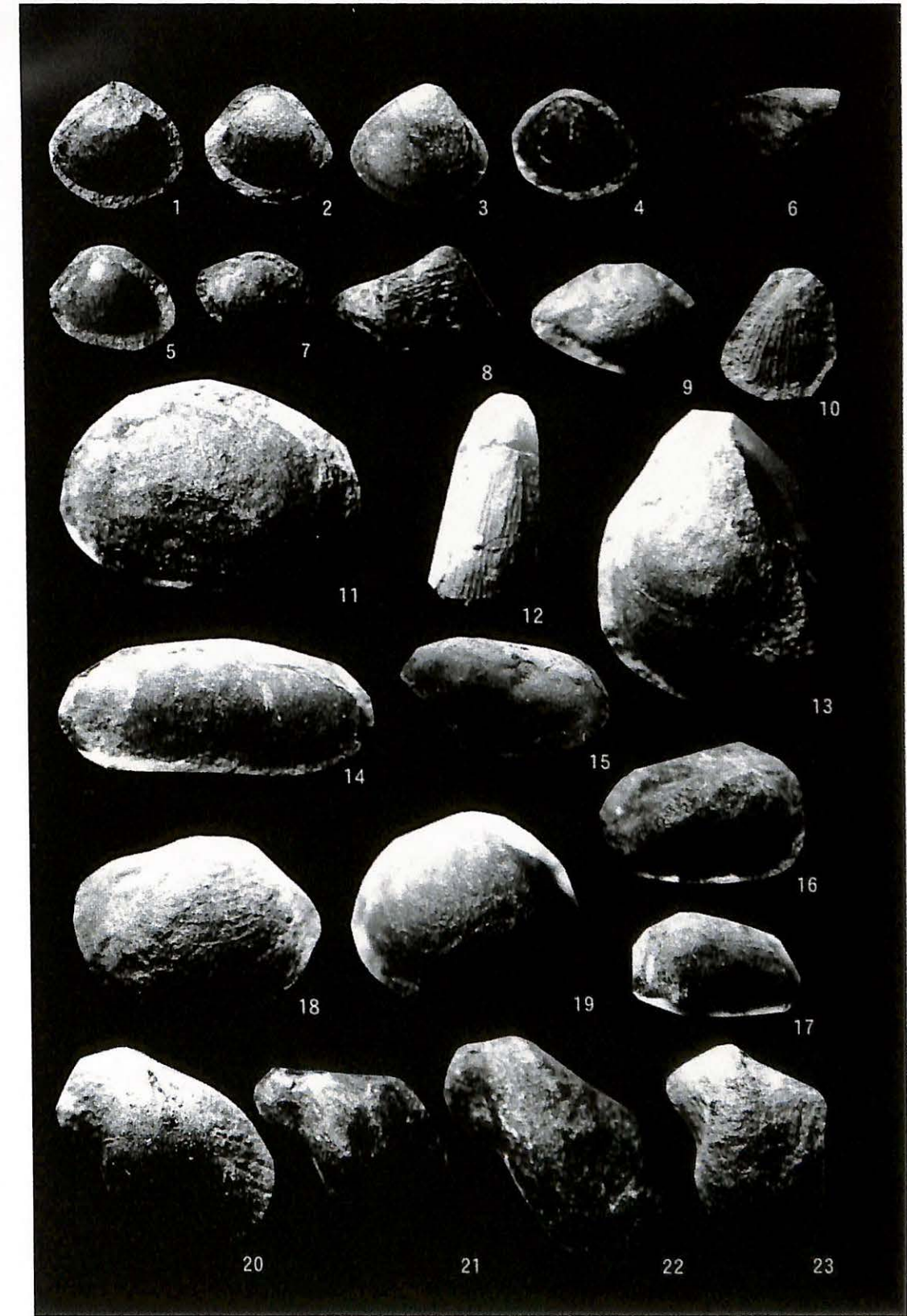


Fig. 9. Early Cretaceous bivalves from the type section of the Birafu Formation. 1-5, *Isocyprina japonica* Tashiro and Kozai, from 32631,  $\times 3$ . 6, *Lycettia* sp., from 32631,  $\times 1$ . 7, *Corbula globosa* Tamura, from 32631,  $\times 4$ . 8, 9, *Caestocorbula morinoi* Tashiro and Kozai, from 32631,  $\times 3$ . 10, *Parvamussium habunokawense* (Kimura), from 32631,  $\times 2$ . 11, *Ostrea* sp., from 32631,  $\times 1.5$ . 12, *Pinna* sp., from 32626,  $\times 3$ . 13, *Ctenoides tosanus* (Kurata and Kimura), from 32631,  $\times 2$ . 14, 15, *Linearia* sp. aff. *L. nankaiana* Tashiro and Kozai, (14: from 32631,  $\times 1$ , 15: from 32631,  $\times 2$ ). 16, 17, *Grammatodon takiensis* Kimura, from 32626,  $\times 2$ . 18, *Miltha japonica* Tashiro, from 32626,  $\times 1.5$ . 19, *Cucullaea* sp., from 32631,  $\times 1$ . 20-23, *Agillerella nagatoensis* (Ohta), from 32631,  $\times 1.2$ .