

論 説

紀伊半島西部の黒瀬川帯周辺の鳥巢式石灰岩から産するジュラ紀新世刺胞
および海綿動物化石とその地質学的意義柏木健司^{*,†}・山際延夫^{**}・八尾 昭^{*}・江崎洋一^{*}・酒折有美子^{***}・庄司康弘^{****}^{*}大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻[†]現所属：産業技術総合研究所地球科学情報研究部門^{**}堺市新金岡町3-1-14-102, 591-8021^{***}加古川市立平岡中学校^{****}八尾市立刑部小学校Late Jurassic cnidarian and poriferan fossils from the Torinosu-type
limestones in the Kurosegawa Terrane, western Kii Peninsula,
Southwest Japan and their geological significanceKenji Kashiwagi^{*,†}, Nobuo Yamagiwa^{**}, Akira Yao^{*}, Yoichi Ezaki^{*}, Yumiko Sakaori^{***} and Yasuhiro
Shoji^{****}^{*}Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, Osaka 558-8585[†]Institute of Geoscience, Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba 305-8567^{**}3-1-14-102 Shinkanaoka, Sakai 591-8021,^{***}Hiraoka junior high school, Kakogawa 675-0101^{****}Osakabe elementary school, Yao 581-0015

Abstract. Cnidarian and poriferan fossils were reported from the Torinosu-type limestones in the middle member of the Ikenoue Formation, Kurosegawa Terrane, western Kii Peninsula, Southwest Japan. They include 16 species belonging to 13 genera (nine Scleractinia, one Spongiomorphida, one Sclerospongia, and two Stromatoporoidea). The recorded cnidarian and poriferan fauna shows Late Jurassic in age, and the age estimation is consistent with the radiolarian chronostratigraphic data of the fine-grained clastic rocks enclosing the Torinosu-type limestones. Field observations suggest that the Torinosu-type limestone bodies were originally formed as laterally discontinuous carbonate mounds in shallow marine environment, and they were broken in part into blocks and transported downwards.

Torinosu-type limestones associated with fine-grained clastic rocks are widely distributed in the Tithonian to Berriasian strata of both the Kurosegawa and Southern Chichibu terranes in the western Kii Peninsula. It has been discussed that shallow marine carbonate environment was formed as a result of uplift of the fore-arc basin caused by collision of seamounts. Furthermore, thrust movement of the Kurosegawa nappe over the Southern Chichibu Terrane accumulated thick olistostrome on the fore-arc basin during the middle Oxfordian to Kimmeridgian, resulting in the formation of shallow marine environment.

Key words: Torinosu-type limestone, Ikenoue Formation, Cnidaria, Porifera

はじめに

鳥巢式石灰岩とそれを含む鳥巢層群およびその相当層は、九州から四国、紀伊半島を経て関東山地に至る黒瀬川帯と秩父南帯、および南部北上帯の相馬地域にまで断続的に分布する。鳥巢層群の模式地である高知県佐川盆地では、蔵田（1940, 1941a, b）や木村（1956）により、鳥巢層群の化石年代と層序の大綱が明らかにされている。さらに、鳥巢式石灰岩には刺胞および海綿動物化石が豊富に含まれ、Yabe and Sugiyama（1935）により海綿動物に属する層孔

虫類, Eguchi（1951）により刺胞動物に属する六放珊瑚類のモノグラフ的研究がなされている。

おもに1980年代以降、黒瀬川帯と秩父南帯に分布する鳥巢層群では、泥岩や酸性凝灰岩の放散虫化石年代が報告されるようになった。市川ほか（1982）は、四国中～西部と紀伊半島西部における鳥巢層群およびその相当層から産するアンモナイトと放散虫化石年代を総括し、黒瀬川帯の鳥巢層群はジュラ紀中世を主体とし、秩父南帯の鳥巢層群はジュラ紀新世後期（～白亜紀最初期？）を主体とするとした。しかし、最近になって細粒碎屑岩の放散虫化石年代

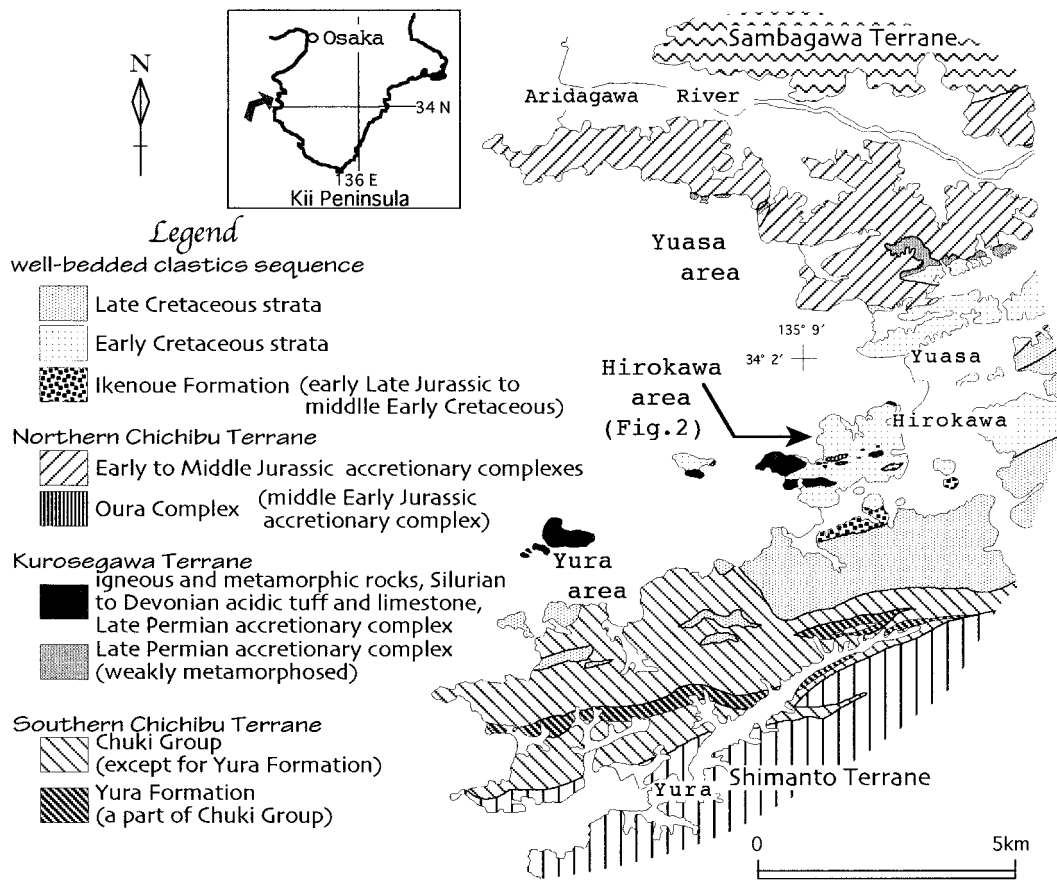


図1. 紀伊半島西部の秩父帯と黒瀬川帯の地質概要。

Fig. 1. Geological outline of the Chichibu and Kurosegawa terranes in the western Kii Peninsula, Southwest Japan.

に基づき、黒瀬川帯の鳥巢層群の中にもジュラ紀新世後期～白亜紀最初期を示すものが、若干ながら知られるようになった(柏木・八尾, 1999; 石田・香西, 2000 など)。なお、九州西部の黒瀬川帯に位置する鳥巢層群相当層の坂本層からは、1960年代初頭にジュラ紀新世後期を示すアンモナイトが報告されていた(田村, 1960)。

異なる地帯における共通した地質系統の存在は、地帯相互の古地理学的位置関係や接合時期、構造関係など、そのテクトニクスを構築する上で重要な地質情報を提供する。しかし、黒瀬川帯と秩父南帯に分布する鳥巢層群の年代は、多くの場合において明確に異なると考えられていた(市川ほか, 1982など)のために、上記の観点からの研究は紀伊半島西部(柏木・八尾, 1999)を除いて少ないのが現状である。

紀伊半島西部の和歌山県広川地域の黒瀬川帯には、ジュラ系上部統下部～白亜系下部統中部の池之上層(柏木・八尾, 1999)が分布する。本稿では、池之上層の鳥巢式石灰岩から産する刺胞および海綿動物化石とその年代論について報告する。さらに、ジュラ紀新世から白亜紀最初期に至る黒瀬川帯と秩父南帯の古地理学的位置関係について考察を行う。本稿をまとめるにあたっては、調査地域の地質全

般を柏木が、刺胞および海綿動物化石の年代論を山際、江崎、酒折および庄司が、考察を柏木、八尾が担当し、全体の取りまとめを柏木が行った。

地質概説

調査を行った広川地域は、地帯構造区分の上で黒瀬川帯に属している(図1)。広川地域の地質は、松本(1947a)、平山・田中(1956)によりその大綱が明らかにされ、陸成～浅海成の下部白亜系とその中に断層で挟まれる古生界の分布が示された。その後、とくに古生界についての岩石学および古生物学的検討が行われ(吉倉・吉田, 1979; 桑原ほか, 1989など)、1990年代以降には柏木・八尾(1993, 1997, 1999)、柏木(1998)の一連の研究において、新たな地質系統の存在が報告されてきた。以下、広川地域の地質の概要を、柏木(1998)と柏木・八尾(1999)に基づいて述べる。

広川地域には、黒瀬川帯構成岩類、小浦コンプレックス、池之上層(ジュラ系上部統下部～白亜系下部統中部)、および陸成～浅海成の下部白亜系が分布する(図2)。これ

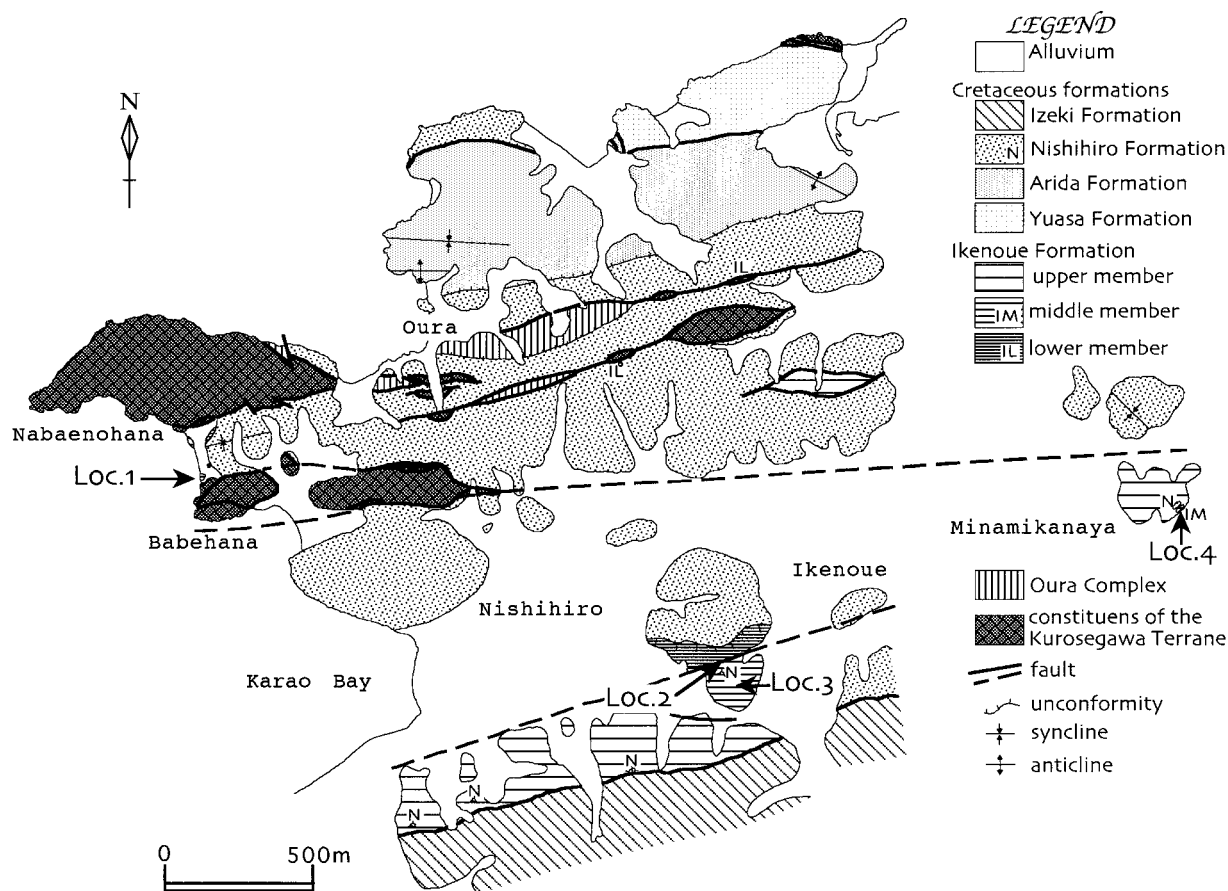


図2. 広川地域の地質図と鳥巢式石灰岩の産出地点。柏木・八尾（1999）を簡略化。

Fig. 2. Geological map of the Hirokawa area, and localities of the Torinosu-type limestones. Simplified from Kashiwagi and Yao (1999).

らは、主として断層関係で接するものの、陸成～浅海成の下部白亜系の一部は、小浦コンプレックスと池之上層を不整合に覆う。

黒瀬川帯は、火成岩類や変成岩類、シルル～デボン紀の酸性凝灰岩類と石灰岩、およびペルム紀新世碎屑岩類から構成される。火成岩類や変成岩類の詳細は吉倉・吉田(1979)に、ペルム紀新世碎屑岩類の詳細は柏木・八尾(1997)に示されている。

小浦コンプレックスは、泥岩基質中に様々な岩型、サイズのブロックを含む混在岩を主体とし、整然層を少量伴う付加複合体で、その放散虫化石年代はジュラ紀古世中期を示す。その帰属については、秩父北帯の一部とする考え(柏木, 1998)と、黒瀬川帯に含めるとする考え(山北, 1998)がある。

陸成～浅海成の下部白亜系は、下位より湯浅層(Hauterivian), 有田層(Barremian), 西広層(Aptian～Albian)に区分され、有田層は湯浅層を整合に覆い、西広層は有田層を不整合に覆う(松本, 1947a; 平山・田中, 1956)。このうち、西広層は小浦コンプレックスと池之上層を不整合に覆う。1950年代以降の下部白亜系に関する研究は、宮本

(1980)やMaejima(1983, 1988)などによる堆積学的検討が進展した。なお、田中ほか(2001)は西広層から産する汽水生二枚貝化石群が、南海層群川口層から産するそれとの共通性が高いことを根拠に、西広層の年代がValanginian～Barremian前期に対比される可能性を指摘している。

池之上層は、岩相的に下位から下部層、中部層、上部層の3部層に区分される碎屑性整然層である。下部層は主に塊状の泥岩から構成され、層状泥岩や砂岩を伴い、塊状泥岩中には石灰質団塊が頻繁に含まれる。中部層は、下位より泥岩優勢砂岩泥岩互層(以下、泥岩優勢互層と記述)、砂岩優勢砂岩泥岩互層、およびシルト質泥岩層からなり、泥岩優勢互層とシルト質泥岩層中に鳥巢式石灰岩を伴う。上部層は、シルト質泥岩層と泥岩優勢互層から構成され、泥岩優勢互層は一般にせん断変形を被っている。なお、下部層は中部層に整合に覆われ、中部層と上部層は断層関係と推定される。各部層の放散虫化石年代は、下部層がジュラ紀新世前期～中期(Oxfordian後期～Kimmeridgian)、中部層がジュラ紀新世後期～白亜紀最初期(Tithonian～Berriasian)、上部層が白亜紀古世中期(Valanginian～Barremian)を示す。また、池之上層のうち中部層はその岩相と年代に基づ

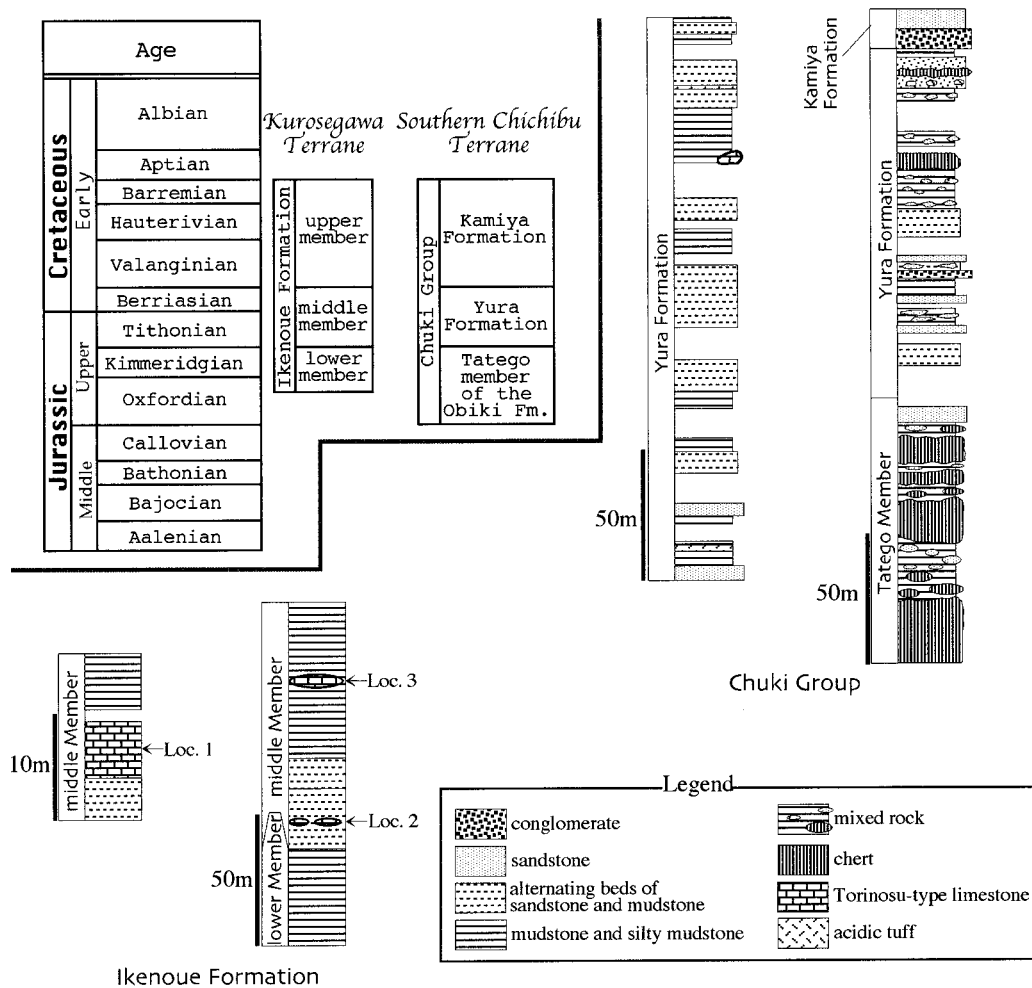


図3. 紀伊半島西部における池之上層と中紀層群の層序対比.

Fig. 3. Stratigraphic correlation between the Ikenoue Formation and the Chuki Group in the western Kii Peninsula, Southwest Japan. Modified from Yao (1984) and Kashiwagi and Yao (1999).

いて、秩父南帯中紀層群のうちの由良層にほぼ対比できる(図3)。さらに、中部層に整合に覆われる下部層は由良層に整合に覆われる大引層立巖部層に、上部層は由良層を不整合に覆う神谷層に、それぞれの年代と層序的位置づけにおいて対比できる。

鳥巢式石灰岩の産状

池之上層中部層には鳥巢式石灰岩が4地点で観察される。各地点の野外での産状(図4)は以下の通りである。

バベ鼻北方 (Loc. 1): 鳥巢式石灰岩は、名南風鼻とバベ鼻を結ぶ南北にのびる海岸沿いに約10mにわたって露出する。南側に分布する細粒砂岩シルト質泥岩の細互層とは断層で接し、北側に分布する石灰質砂岩に整合に覆われ、さらに北側には石灰質泥岩が露出する。細粒砂岩シルト質泥岩の細互層と石灰質砂岩中の級化構造、および鳥巢式石灰岩中の刺胞および海綿動物化石の成長方向は北上位を示す。

池之上 I (Loc. 2): 鳥巢式石灰岩は、泥岩優勢互層中を通過する池之上断層の、粘性が高く茶色を呈する断層粘土中にブロック状に産出する。それらの大きさは、数cmから最大2m径である。刺胞動物化石が密集する部分では、化石の周囲の基質部分が選択的に溶食され、化石がレリーフ状に浮き上がって見える場合がある(柏木・八尾, 1999の第1図版の6)。また、ウーライト質石灰岩も含まれる。なお、本露頭は現在コンクリートで覆われており観察不可能である。

池之上 II (Loc. 3): 鳥巢式石灰岩は、南北に伸びる尾根の東西両側斜面に孤立して露出し、周囲のシルト質泥岩との関係は露頭欠如のため不明である。その層厚は5m程度で、露頭表面には多数の刺胞および海綿動物化石が観察される。

南金谷 (Loc. 4): 鳥巢式石灰岩は、南金谷公民館の裏に約20mにわたって露出する。露頭表面には多数の刺胞動物化石が観察される。鳥巢式石灰岩と周囲の地層との関係は、

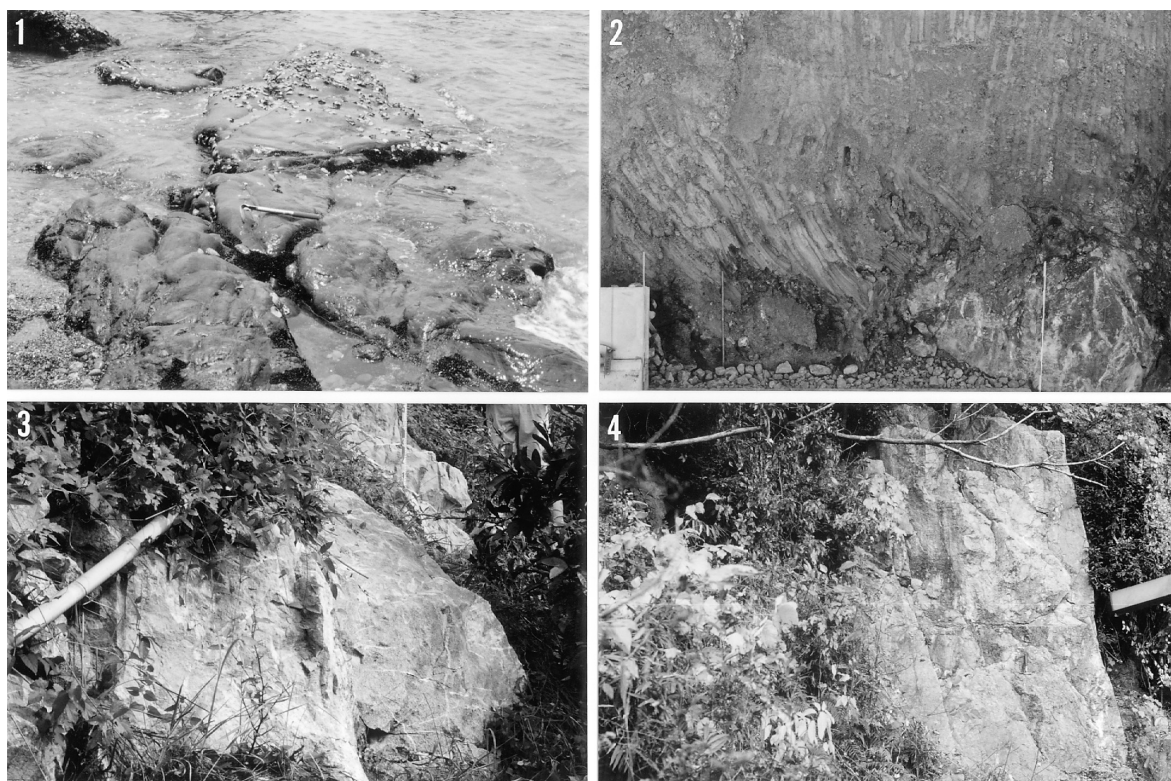


図4. 池之上層中部層に含まれる鳥巢式石灰岩の産状. 1; 海岸線沿いに露出する鳥巢式石灰岩 (Loc. 1), 2; 池之上断層の断層粘土中にブロックとして含まれる鳥巢式石灰岩 (Loc. 2), 3; 果樹園の斜面中に位置する鳥巢式石灰岩 (Loc. 3), 4; 斜面の裾に露出する鳥巢式石灰岩 (Loc. 4).

Fig. 4. Modes of occurrence of the Torinosu-type limestones of the middle member of the Ikenoue Formation. 1; The Torinosu-type limestone of Loc. 1 is exposed along the shoreline, 2; Torinosu-type limestones of Loc. 2 are included as blocks within the fault clay of the Ikenoue Fault, 3; The Torinosu-type limestone of the Loc. 3 is present at the slope of the orchard, 4; The Torinosu-type limestone of Loc. 4 crops out at the lower slope.

露頭欠如のため不明である.

広川地域から産出する刺胞および海綿動物化石

1. 研究史

広川地域における鳥巢式石灰岩の存在を初めて報告した館林 (1930) は、南金谷の鳥巢式石灰岩から産する海綿動物化石として、層孔虫類 *Stromatopora* を報告した. 平山・田中 (1956) は、広川地域に位置する3ヶ所の鳥巢式石灰岩から、下記の刺胞動物 (六放珊瑚類・スポンジオモルファ類) および海綿動物 (硬質海綿類・層孔虫類) 化石を報告している.

名南風鼻半島 (Loc. 1): 六放珊瑚類; *Stylina higoensis* Eguchi, 層孔虫類; *Parastromatopora japonica* Yabe.

西広南東約 800m (Loc. 3): 六放珊瑚類; *Thamnasteria* sp., *Dimorpharaea* (?) sp., スポンジオモルファ類; *Spongiomorpha asiatica* Yabe and Sugiyama, 層孔虫類; *Parastromatopora japonica* Yabe, *P. memoria-naumanni* Yabe, *P. kiensis* Yabe and Sugiyama, *P. mitodaensis* Yabe and Sugiyama.

南金谷 (Loc. 4): 六放珊瑚類; *Stylina higoensis* Eguchi,

Thamnasteria yuraensis Eguchi, T. sp., *Dimorpharaea* (?) sp., スポンジオモルファ類; *Spongiomorpha asiatica* Yabe and Sugiyama, 硬質海綿類; *Chaetetopsis crinita* Neumayr, 層孔虫類; *Parastromatopora japonica* Yabe, *P. memoria-naumanni* Yabe.

平山・田中 (1956) は、上記の鳥巢式石灰岩を含む地層を、下部物部川亜層群に相当する有田層とした. そして、湯浅地域に分布する有田層から産するアンモナイト化石年代 (松本, 1947b) に基づき、広川地域の有田層の年代も白亜紀古世中期 (Barremian) に位置づけた. しかし、広川地域の有田層からは、アンモナイトや放散虫などの示準化石は報告されていない. また、鳥巢式石灰岩からは刺胞および海綿動物化石が多産するにも関わらず、その化石年代についての検討はなされていなかった.

柏木・八尾 (1999) は、鳥巢式石灰岩の周囲の細粒碎屑岩類から産する放散虫化石年代を検討し、その年代が Tithonian ~ Berriasian であることを明らかにした. そして、従来の有田層からその部分を独立させて、池之上層中部層と名づけ、鳥巢層群相当層に位置づけた.

表1. 広川地域の鳥巢式石灰岩から産する刺胞および海綿動物化石リスト. Loc.1: バベ鼻北方, Loc.2: 池之上-I, Loc.3: 池之上-II, Loc.4: 南金谷.

Table 1. List of cnidarian and poriferan fossils from the Torinosu-type limestones in the Hirokawa area, western Kii Peninsula, Southwest Japan. Loc.1: North of Babehana, Loc.2: Ikenoue-I, Loc.3: Ikenoue-II, Loc.4: Minamikanaya.

fossil species / sampling localities		1	2	3	4
Scleractinia	<i>Dimorpharaea tosaensis</i> Eguchi	○		○	
	<i>Heliocoenia costulata</i> Koby	○			
	<i>Pseudocoenia slovenica</i> Turnšek			○	
	<i>Stylina higoensis</i> Eguchi	○			
	<i>Stylina sugiyamai</i> Eguchi	○			
	<i>Stylina</i> aff. <i>sugiyamai</i> Eguchi			○	
	<i>Stylina</i> (?) sp.			○	
	<i>Thamnasteria abukumaensis</i> Mori	○			○
	<i>Thamnasteria huzimotoi</i> Eguchi				○
	<i>Aplosmilia</i> (?) sp.			○	
	<i>Isastraea</i> sp.	○			
	<i>Mitrodendron</i> sp.				○
Spongiomorpha	<i>Spongiomorpha asiatica</i> Yabe and Sugiyama	○		○	○
	<i>Chaetopsis crinita</i> Neumayr	○			
Stromatoporoidea	<i>Parastromatopora japonica</i> Yabe	○			
	<i>Milleporidium</i> sp.			○	

2. 刺胞および海綿動物化石種とその年代論

今回, Locs. 1~4の鳥巢式石灰岩から得られた刺胞動物化石は, 六放珊瑚類9属12種, スポンジオモルファ類1属1種, 海綿動物化石は, 硬質海綿類が1属1種, 層孔虫類2属2種である(表1, 図5, 6). 以下, 得られた化石種について, それらの化石種の記載報告と写真が図示された産出報告を主体に比較検討をし, 年代を論じる. 化石種の記載報告は別途詳細に行う予定である.

六放珊瑚類: *Dimorpharaea tosaensis* は, Eguchi (1951) により高知県佐川盆地の秩父南帯の鳥巢層群から模式標本が記載され, さらに黒瀬川帯の鳥巢層群からも記載報告された. その後, 三重県志摩地域の今浦層群から産出が報告されている(山際ほか, 1979). なお, 佐川盆地秩父南帯の鳥巢層群からは Tithonian を示す放散虫化石(Matsuoka and Yao, 1985)が, 佐川盆地黒瀬川帯の鳥巢層群からは Callovian 後期を示すアンモナイト化石(甲藤・松本, 1981など)が報告されている. 今浦層群のうち, 分布域の東部からはジュラ紀新世を示す二枚貝化石や, 刺胞動物化石(六放珊瑚類)および海綿動物化石(硬質海綿類)を産する(山際ほか, 1979)ものの, 分布域の西端からはジュラ紀中世後期, 新世前期, および白亜紀古世前期(Valanginian ~ Barremian)を示す放散虫化石が報告されている(坂・手塚, 1988).

Heliocoenia costulata Koby は, ヨーロッパの中部~上部ジュラ系(Bathonian ~ Tithonian)から産出が知られている(Turnšek, 1997参照).

Pseudocoenia slovenica は, Turnšek (1972, 1997) によりヨーロッパの上部ジュラ系(Oxfordian ~ Tithonian)から記載報告された.

Stylina higoensis は微小な珊瑚個体で特徴づけられ, その模式標本は熊本県球磨地域の坂本層から記載報告された(Eguchi, 1951). なお, Eguchi (1951) は本種をバベ鼻北方(Loc. 1)からも報告している. その後, 本種は佐川盆地秩父南帯の七良谷層(Yamagiwa *et al.*, 1976)と鳥巢層群(山際ほか, 1976, 1996), 志摩地域の今浦層群(山際ほか, 1979), 和歌山県由良地域の由良層(山際, 1985), 大分県津久見地域の津井層(山際・平郡, 1987)から産出が報告されている. また, 由良地域の秩父南帯下部白亜系神谷層中にブロックとして含まれる鳥巢式石灰岩(以下, 神谷層と略する)からも産出が知られている(山際, 1985). 本種を産出する石灰岩体を含む地層の化石年代については, 以下の報告がある. 坂本層からは Tithonian 後期を示すアンモナイト化石の産出が知られている(田村, 1960; Sato, 1961). 七良谷層からは, Oxfordian ~ Kimmeridgian を示す放散虫化石が報告されている(Matsuoka, 1992). 津井層からは, ジュラ紀の軟体動物化石(橋本, 1977)と, Oxfordian 中期 ~ Tithonian 前期を示す放散虫化石(松岡, 1986; Nishi, 1994)が報告されている. 由良層からは, Tithonian ~ Berriasian を示す放散虫化石(Yao, 1984; Matsuoka and Yao, 1985), およびジュラ紀新世を示すアンモナイト化石(筧ほか, 1965)が報告されている. 神谷層は, 白亜紀古世中期(Valanginian ~ Barremian)を示すオリストストローム相からなり, 鳥巢式石灰岩は下位の由良層に由来するオリストリストと考えられている(Yao, 1984).

Stylina sugiyamai は, *S. higoensis* に形態的特徴は類似するが, 珊瑚個体はそれよりやや大型である. 佐川盆地秩父南帯の鳥巢層群から模式標本が記載され, さらに佐川盆地黒瀬川帯の鳥巢層群からも記載報告された(Eguchi, 1951). その他, 志摩地域の今浦層群(山際ほか, 1979), 由良地域の由良層と神谷層(山際, 1985)から産出が報告されている.

Thamnasteria abukumaensis は, 大型の珊瑚個体を持つのが特徴で, 相馬地域の相馬中村層群中ノ沢層最上部の小池石灰岩から記載報告された(Mori, 1963). 中ノ沢層の小池石灰岩からは, Tithonian 前期に対比されるアンモナイト化石の産出が知られている(Sato, 1962, 1992).

Thamnasteria huzimotoi は, 隔壁にシナプチキュラが顕著に発達しているのが特徴で, 模式標本は関東山地五日市地域の鳥巢層群相当層から記載報告された(Eguchi, 1951). その後, 志摩地域の今浦層群(山際ほか, 1979), 球磨地域の坂本層と簗瀬層(山際ほか, 1981), 由良地域の由良層と神谷層(山際, 1985), 津久見地域の津井層(山際・平郡, 1987)から産出が報告されている. 簗瀬層からは, ジュラ紀新世後期 ~ 白亜紀最初期を示す放散虫化石(西園, 1996など)が報告されているが, 同層産出のアンモナイト化石は Oxfordian を示している(松本・田村, 1985; 松本・西園, 1985).

Aplosmilia (?) sp. は, 相馬地域の中ノ沢層から Mori (1963) により記載報告された *Aplosmilia* (?) *tochikuboensis* に形態的特徴が類似するが, 珊瑚個体が小型であり新種の可能性が

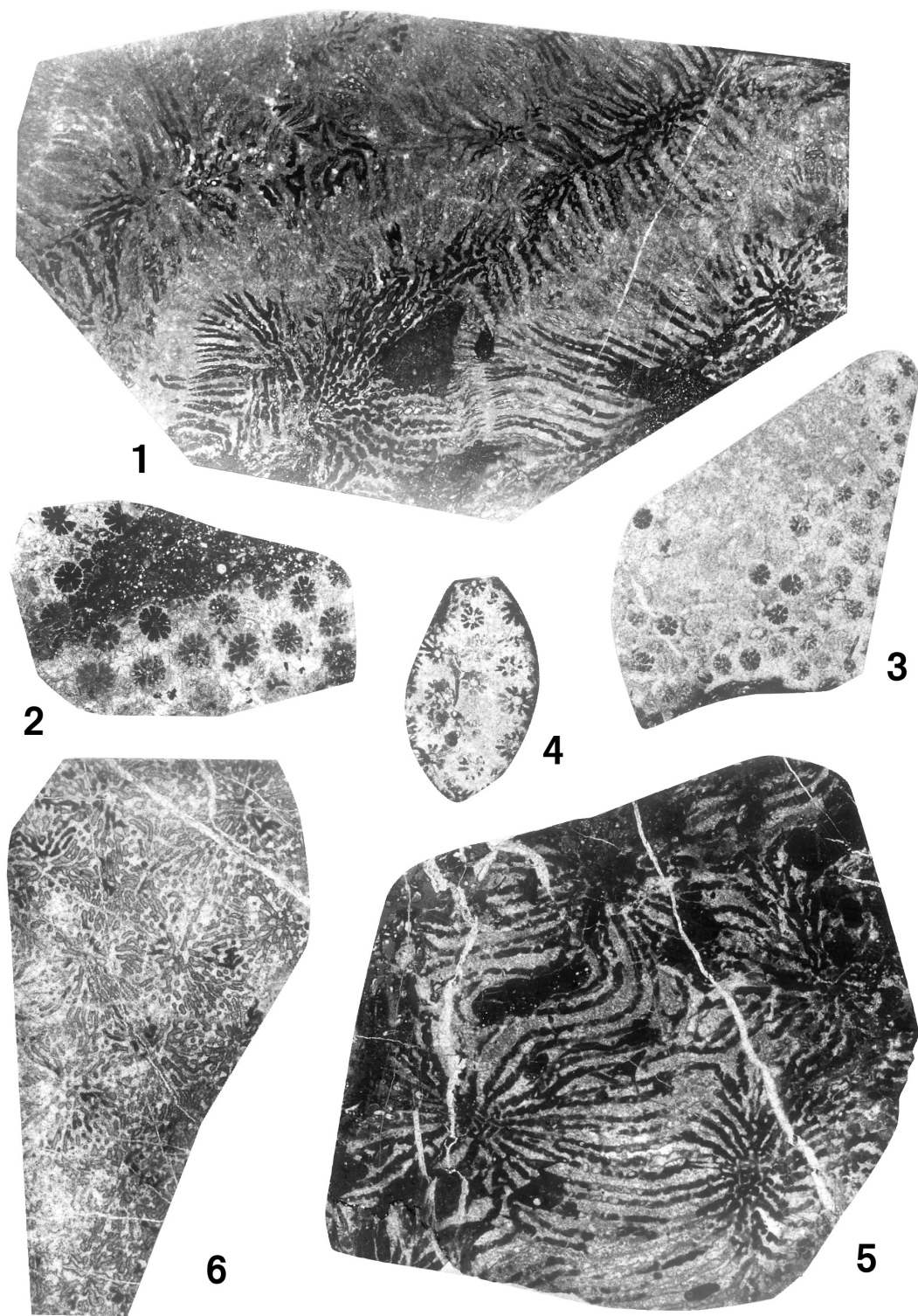


図5. 池之上層中部層の鳥巣式石灰岩から得られた刺胞動物化石.

Fig. 5. Cnidarian fossils from the Torinosu-type limestones of the middle member of the Ikenoue Formation in the Hirokawa area, western Kii Peninsula. 1; *Dimorpharaea tosaensis* Eguchi, transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 2; *Pseudocoenia slovenia* Trunšek, transverse section, $\times 4$ (Loc. 3), 3; *Stylina higoensis* Eguchi, transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 4; *S. sugiyamai* Eguchi, transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 5; *Thamnasteria abukumaensis* Mori, transverse section, $\times 4$ (Loc. 4), 6; *T. huzimotoi* Eguchi, transverse section, $\times 4$ (Loc. 4).

ある.

Isastraea sp. は、ヨーロッパのジュラ紀新世 (Malm) から産出が知られる *Isastraea fromenteli* Koby (Roniewicz, 1966

参照) に形態的特徴が類似するが、珊瑚個体が小型であり新種の可能性がある.

スポンジオモルファ類; *Spongiomorpha asiatica* は、Yabe

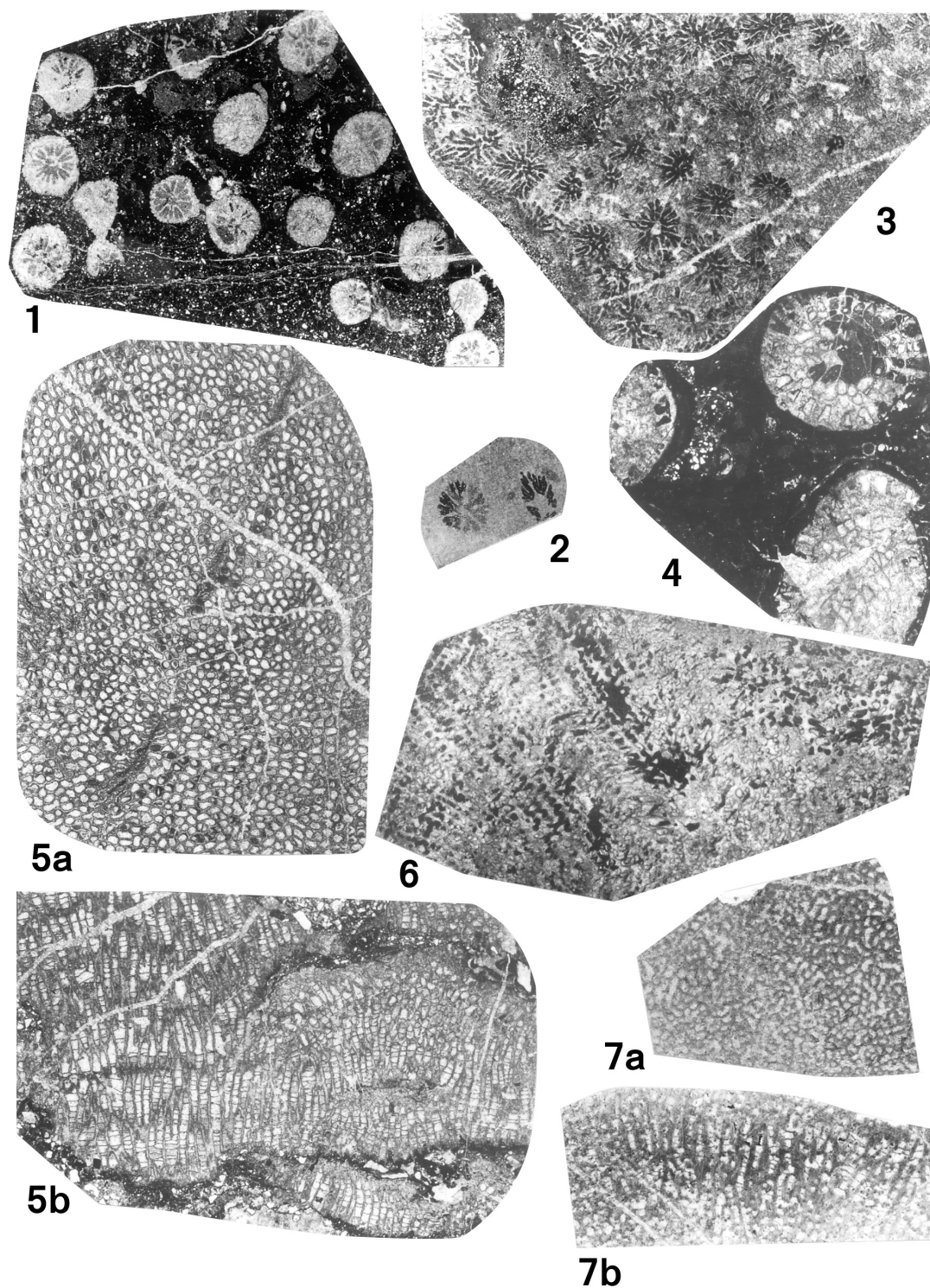


図6. 池之上層中部層の鳥巢式石灰岩から得られた刺胞および海綿動物化石.

Fig. 6. Cnidarian and poriferan fossils from the Torinosu-type limestones of the middle member of the Ikenoue Formation in the Hirokawa area, western Kii Peninsula. 1; *Aplosmilia* (?) sp., transverse section, $\times 4$ (Loc. 3), 2; *Heliocoenia costulata* Koby, transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 3; *Isastraea* sp., transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 4; *Thecosmilia* sp., transverse section, $\times 4$ (Loc. 1), 5; *Chaetetopsis crinita* Neumayr, a, transverse section, $\times 4$, b, longitudinal section, $\times 4$ (Loc. 1), 6; *Spongiomorpha asiatica* Yabe and Sugiyama, longitudinal section, $\times 4$ (Loc. 1), 7; *Parastromatopora japonica* Yabe, a, transverse section, $\times 4$, b, longitudinal section, $\times 4$ (Loc. 1).

and Sugiyama (1931) により佐川盆地秩父南帯の鳥巢層群、および関東山地山中地域の山中白亜系から記載報告された。最近の六放珊瑚類の研究に基づけば、山中白亜系の鳥巢式

石灰岩の年代は白亜紀古世であり、おそらくはその中期 (Barremian ~ Aptian 前期) の可能性が強いと考えられる (Yamagiwa *et al.*, 1998)。そのほか、本種は北海道枝幸山

地の上部ジュラ系および礼文島の下部白亜系からも記載報告されている (Hashimoto and Nagao, 1964). その後, 佐川盆地の七良谷層 (Yamagiwa *et al.*, 1976), 球磨地域の坂本層や簞瀬層 (山際ほか, 1981) から産出が報告された。

硬質海綿類;*Chaetetopsis crinita*は, Neumayr (Naumann and Neumayr, 1890) により佐川盆地秩父南帯の鳥巢層群から記載報告された。その後, 志摩地域の今浦層群 (山際ほか, 1979), 球磨地域の簞瀬層 (山際ほか, 1981), 由良地域の由良層と神谷層 (山際, 1985), 津久見地域の津井層 (山際・平郡, 1987) から産出が報告されている。

層孔虫類;*Parastromatopora japonica* Yabeは, 日本の上部ジュラ系産出の層孔虫類の代表的な種で, Yabe and Sugiyama (1935) により, 佐川盆地秩父南帯の鳥巢層群をはじめ, 九州を除く西南日本外帯各地の鳥巢層群相当層, 相馬地域の中ノ沢層から記載報告された。その後, 球磨地域の坂本層からも産出が報告されている (山際ほか, 1981)。

以上の刺胞および海綿動物化石の産出層位に基づけば, 広川地域の鳥巢式石灰岩のうち, Locs. 1, 3, 4の刺胞および海綿動物化石の年代はジュラ紀新世と考えられる。Loc. 2の鳥巢式石灰岩からは, 三畳紀中世～白亜紀を示す*Thecosmilia* sp. が産するのみで, 詳細な年代決定には至っていない (柏木・八尾, 1999)。

考察

1. 岩相に基づく池之上層中部層の堆積環境

鳥巢式石灰岩と周囲の碎屑岩類との堆積学的関係については, 次に示す二つのケースが考えられる。鳥巢式石灰岩と碎屑岩類は整合関係にある場合と, 鳥巢式石灰岩は碎屑岩類中にブロックとして含まれる場合である。以下, Locs. 1～3における野外での産状と化石年代に基づき, 池之上層中部層の堆積環境について考察する。なお, Loc. 4の鳥巢式石灰岩は孤立して産し, 周囲に碎屑岩類が伴わないことから, 議論から外しておく。

Loc. 1 (バベ鼻北方): 鳥巢式石灰岩は, 北側に分布する石灰質砂岩に整合的に覆われ, さらにその北側には石灰質泥岩が露出している。岩相や岩相間の接触関係に基づけば, 鳥巢式石灰岩から石灰質泥岩までは, 整合一連の堆積物と考えられる。なお, 鳥巢式石灰岩からはジュラ紀新世を指示する刺胞および海綿動物化石が産するものの, 周囲の碎屑岩類からは年代決定に有効な化石を得ていない。

Loc. 2 (池之上-I): 鳥巢式石灰岩は, 現在では池之上断層の破碎帯を構成する断層粘土中にブロック状に産し, 泥岩優勢互層とは断層を介して構造的に接する。泥岩優勢互層は, 岩相的に重力流堆積物と考えられるとともに, 池之上断層の両側で岩相変化はほとんど認められない。このことから, 鳥巢式石灰岩は泥岩優勢互層中にブロックとして存在していたと判断される。鳥巢式石灰岩は, 刺胞および海綿動物の生息しうる浅海域で堆積した後に重力流により運搬され, 泥岩優勢互層の堆積場に定置したと考えられる。

Loc. 3 (池之上-II): 鳥巢式石灰岩とシルト質泥岩との地質関係は, 露頭欠如のために観察できない。シルト質泥岩は砂岩層を所々に挟み, 層厚数m程度の砂岩泥岩互層を伴い, 観察する限りにおいて石灰質な岩相を伴わない。このシルト質泥岩からは, Tithonian～Berriasianを示す放散虫化石が産出し, 鳥巢式石灰岩の堆積年代はそれと同時期, ないしはそれ以前のジュラ紀新世前期～中期と解釈される。鳥巢式石灰岩が, 周囲のシルト質泥岩と整合関係であったとする積極的な証拠は無く, むしろ両者の岩相は急変している。Loc. 3の鳥巢式石灰岩は, その堆積後にブロックとしてシルト質泥岩中に定置したと考えられる。

以上より, Loc. 1の鳥巢式石灰岩は周囲の碎屑岩類と整合関係にあり, その堆積場としては刺胞および海綿動物が生息しうる浅海域が想定される。対して, Locs. 2, 3の鳥巢式石灰岩は, 周囲の碎屑岩類中にブロックとして含まれ, 層厚数mから十数m程度と小規模な分布形態を持つ。Kano and Jiju (1995) は, 四国西部において, 層厚50～100m以上に達する鳥巢式石灰岩が, 陸源碎屑岩上に炭酸塩マウンドを形成していたことを報告している。池之上層中部層の大部分は, 炭酸塩マウンド周辺の陸源碎屑岩が卓越する部分に相当すると考えられる。そして, 点在して含まれる小規模な鳥巢式石灰岩 (Locs. 2, 3) は, 炭酸塩マウンドから重力流などに伴われて周辺部に運搬されたブロックに位置づけられる。

2. 紀伊半島西部における鳥巢層群相当層の古地理学的位置関係

池之上層中部層の岩相的および年代的特徴は, 秩父南帯中紀層群の一部を構成する由良層 (Yao, 1984) のものと共通性が高い。また, 池之上層中部層と由良層は, それぞれの岩相と年代に基づき, 鳥巢層群相当層に位置づけられている。

由良層は, 下半部の砂岩泥岩互層と鳥巢式石灰岩を伴う泥岩, および上半部のオリストストローム相から構成される。由良層最下部に位置するチャートアレナイトは, 大引層立敵部層中の古生代石灰岩表面にみられる, 穿孔貝による孔を充填している (Yao *et al.*, 1970)。また, 由良層下半部に産する鳥巢式石灰岩は, 周囲の泥岩と整合関係で接している。以上の事実より, 由良層下半部の堆積環境は陸棚上の浅海域が想定されている (八尾, 1995)。また, 砂岩泥岩互層中に頻繁に発達するスランプ褶曲 (Yao, 1984) の存在は, 砂岩泥岩互層が斜面上で堆積した重力流堆積物であることを示している。一方, オリストストローム相で特徴づけられる由良層上半部の堆積場としては, 陸棚よりさらに海洋側に位置する大陸斜面が想定されている (八尾, 1995)。また, 由良層下半部の砂岩泥岩互層中に発達するスランプ褶曲の変形特性は, 当時の海底斜面が北東から南西方向へ傾斜していたことを示している (Yao, 1984)。

ところで, 岩相的特徴が類似する池之上層中部層と由良層は, とともに類似の堆積環境下で形成されたと考えられ,

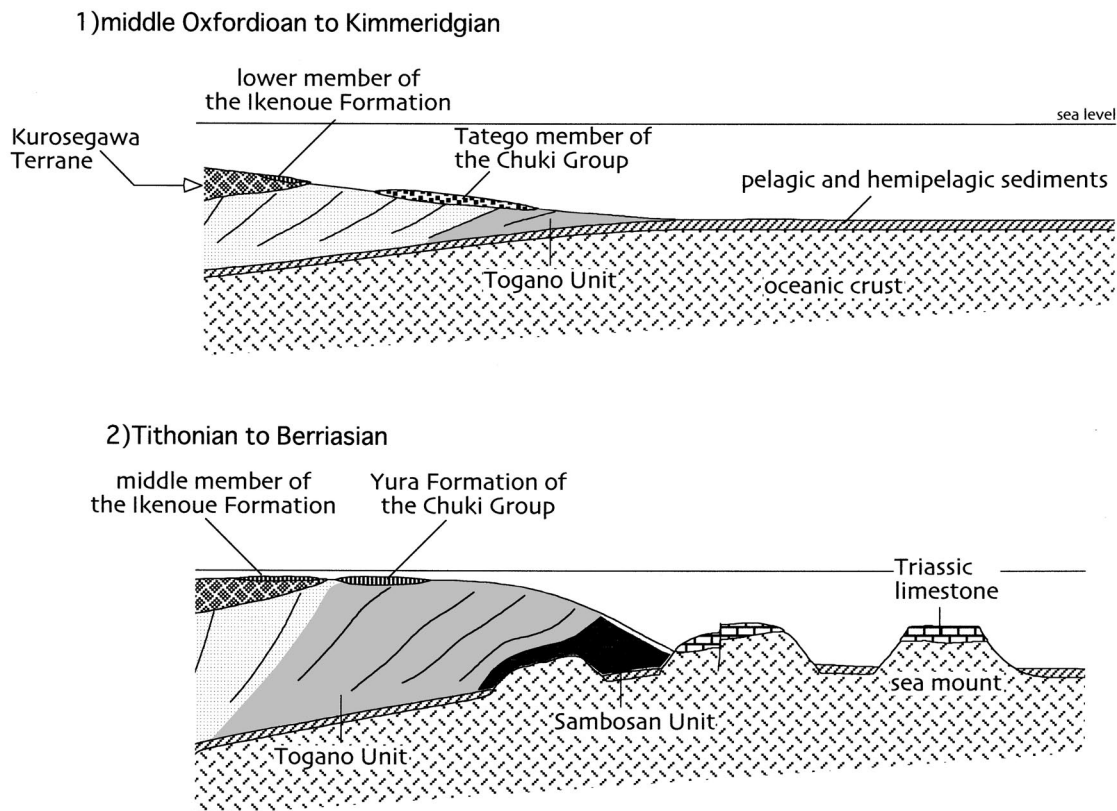


図7. ジュラ紀新世～白亜紀最初期にかけての黒瀬川帯と秩父南帯の構造関係。

Fig. 7. Tectonic relationship between the Kurosegawa and Southern Chichibu terranes during the Late Jurassic to earliest Cretaceous.

現在の位置関係から同一ないしは近接する堆積盆で堆積した可能性が高い。すなわち、相対的に北側に位置する池之上層中部層の堆積場は、由良層より陸域に近い位置にあったといえる。オリストストローム相で特徴づけられる由良層上半部は、由良層分布域のうちの南側に位置する。由良層上半部は大陸斜面上に堆積したと推定されており、このことは上記の古地理学的位置関係の解釈と整合的である。

3. ジュラ紀新世～白亜紀最初期のテクトニクス

池之上層の地質情報に基づいた、紀伊半島西部の黒瀬川帯と秩父南帯における地帯構造発達史については、柏木・八尾（1999）ですでに議論されている。柏木・八尾（1999）は、Oxfordian前期に、黒瀬川帯が秩父南帯のジュラ紀付加複合体の構造的上位に、ナップとして累重したことを示した。ここでは、黒瀬川帯がナップとして累重した後の、池之上層下部層から中部層に至る時期のテクトニクスに関して議論する（図7）。

Oxfordian後期～Kimmeridgianにかけて、海溝付近では秩父南帯斗賀野ユニット（松岡，1984；松岡ほか，1998）が付加複合体として形成されていた。同時に、海溝陸側斜面上には陸側から多量の古生代後期緑色岩－石灰岩のオリストリスが供給され、大引層立巖部層が形成された。これらオリストリスの供給は、黒瀬川帯が秩父帯上へ衝突する際

に、その前縁部の緑色岩－石灰岩で構成されていた斜面が崩壊したためと解釈されている（八尾，1995）。より陸側に位置する陸棚上では、泥岩を主体とする池之上層下部層が堆積していた。

引き続き Tithonian～Berriasian にかけて、海山群の沈み込みに伴って秩父南帯三宝山ユニット（松岡ほか，1998）が付加複合体として形成されていた。深海平原上で著しい凸地形をなす海山群の沈み込みは、海溝陸側斜面の急激な上昇を促し、鳥巢層群とその相当層が堆積しうる浅海域を広範囲に形成したと考えられている（Matsuoka，1992）。池之上層中部層と由良層は、このような浅海域に堆積したのであろう。

ところで、紀伊半島西部における秩父南帯中紀層群は、その大部分が海溝陸側斜面上で堆積したオリストストローム相から構成されている（Yao，1984）。大引層立巖部層に含まれる長径500m以上に達する後期古生代白崎石灰岩の表面には、穿孔貝の穿孔跡が多数観察され（Yao *et al.*，1970），広範な浅海環境が形成されていたとともに、その一部は由良層堆積直前に海岸に露出していたと推定されている（八尾，1995）。由良層堆積直前（Kimmeridgian）における多量の緑色岩－石灰岩の巨大オリストリスの供給は、海溝陸側斜面の埋積を促進し、海山の沈み込みによる海溝陸側斜面の上昇とともに、その浅海化に大きく貢献したと考えられる。

まとめ

- 1) 紀伊半島西部，和歌山県広川町の黒瀬川帯に分布する，池之上層中部層に含まれる鳥巢式石灰岩から，刺胞および海綿動物化石を報告した．刺胞および海綿動物化石の指示する年代はジュラ紀新世である．
- 2) 池之上層中部層の大部分は，炭酸塩マウンド周辺に堆積した陸源碎屑岩が卓越する部分に相当する．炭酸塩マウンドそのものは1箇所でのみ認められる．散点的かつ小規模に含まれる鳥巢式石灰岩は，炭酸塩マウンドから重力流により運搬され，陸源碎屑岩中にブロックとして定置した．
- 3) Kimmeridgianの頃，陸側から古生代後期の緑色岩－石灰岩の巨大オリストリスが海溝陸側斜面上に多量に供給された．厚層のオリストストロームの堆積は，海溝陸側斜面の浅海化を促進させた．
- 4) Tithonian～Berriacianにかけて，海山列の付加に伴って海溝陸側斜面が急激に上昇し，広範な浅海域が形成されるとともに，その浅海域に池之上層中部層や由良層などの鳥巢層群相当層が堆積した．

謝辞

東北大学の森 啓教授には，刺胞および海綿動物門の分類について貴重な御教授をいただいた．宮崎大学の山北 聡助教授には，初期の粗稿を校閲していただくとともに，とくに地帯の概念に関して議論していただいた．故庄司真也氏には，野外および室内研究において甚大な御助力をいただいた．京都大学の増田富士雄教授には，文献の検索に際してお世話になった．匿名の2名の査読者には有益な御指摘を頂き，原稿が多いに改善された．本研究には，柏木に与えられた平成12年度深田地質研究所研究助成金の一部を用いた．以上の方々に心から感謝します．

文献

- Eguchi, M., 1951. Mesozoic hexacorals from Japan. *The Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Japan*, Second Series, Geology, **24**, 1-96.
- Hashimoto, W. and Nagao, S., 1964. A find of Spongiomorphoids from the Cretaceous System of Rebun Island and the Esashi Group of the Esashi Mountains, Hokkaido. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan*, New Series, (55), 271-280.
- 橋本 勇, 1977. 九州東部秩父累帯の津井・尺間山・床木3層について．九州大学理学部研究報告，地質学，**12**，157-163.
- 平山 健・田中啓策, 1956. 5万分の1地質図幅「海南」および同説明書．地質調査所，1-62.
- 市川浩一郎・中谷登代治・松岡 篤・八尾 昭, 1982. 四国・紀州の鳥巢層群と相当層の年代関係．日本地質学会第89年学術大会演旨，216.
- 石田啓祐・香西 武, 2000. 鳥巢層群栗坂層の放散虫年代と黒瀬川帯坂州ユニットの層序．日本地質学会第107年学術大会（島根）演旨，59.
- 寛 民夫・石井健一・市川浩一郎, 1965. 紀伊半島西部(2)南帯．UMP-C-ZONE連絡紙，(2), 7.
- Kano, A. and Jiju, K., 1995. The Upper Jurassic -Lower Cretaceous

- carbonate-terrestrial succession and the development of a carbonate mound in western Shikoku, Japan. *Sedimentary Geology*, **99**, 165-178.
- 柏木健司, 1998. 紀伊半島西部，秩父北帯小浦コンプレックスから産出したジュラ紀古世放散虫化石．大阪微化石研究会誌，特別号，(11), 123-135.
- 柏木健司・八尾 昭, 1993. 紀伊半島西岸湯浅地域から産したジュラ紀～白亜紀古世放散虫化石とその意義．大阪微化石研究会誌，特別号，(9), 177-189.
- 柏木健司・八尾 昭, 1997. 紀伊半島西部黒瀬川帯の名南風鼻とバベ鼻レンズ状部の地質関係．大阪微化石研究会誌，特別号，(10), 47-53.
- 柏木健司・八尾 昭, 1999. 紀伊半島西部の黒瀬川帯周辺の上部ジュラ系一下部白亜系池之上層．地質学雑誌，**105**, 523-534.
- 甲藤次郎・松本達郎, 1981. 高知県加茂中学校周辺の鳥巢層群からの生痕化石とアンモナイトについて．高知大学学術研究報告，自然科学，**30**，43-50.
- 木村敏雄, 1956. 鳥巢層群の層序および鳥巢石灰岩に関する研究．地質学雑誌，**62**，515-526.
- 蔵田延男, 1940. 斗賀野盆地四近の地質学的研究－鳥巢統の層序学的考察を主題として－（其の1）．地質学雑誌，**47**，507-516.
- 蔵田延男, 1941a. 斗賀野盆地西方に発達する鳥巢統を含む地質学的研究．地質学雑誌，**48**，75-82.
- 蔵田延男, 1941b. 斗賀野盆地四近の鳥巢石灰岩に就て（続報）－特に其の層序学的研究資料の一部－．地質学雑誌，**48**，336-350.
- 桑原希世子・堀 利栄・福富孝義・八尾 昭・福田修武, 1989. 紀伊半島西部黒瀬川構造帯からのペルム紀放散虫化石の産出．日本地質学会関西支部報，(108), 3-4.
- Maejima, W., 1983. Prograding gravelly shoreline deposits in the Early Cretaceous Yuasa Formation, western Kii Peninsula, Southwest Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, **89**, 645-660.
- Maejima, W., 1988. Marine transgression over an active alluvial fan: the early Cretaceous Arida Formation, Yuasa-Aridagawa Basin, southwestern Japan. In Nemec, W. and Steel, R. J., eds., *Fan deltas: sedimentology and tectonic settings*, Blackie and Son, 303-317.
- 松本達郎, 1947a. 西南日本外帯地質構造発達史に関する新知見－和歌山県有田川流域の地質学的研究－．九州大学理学部研究報告，地質学，**2**，1-12.
- 松本達郎, 1947b. 和歌山県湯浅町附近古白亜系産菊石類化石について．九州大学理学部研究報告，地質学，**2**，13-19.
- 松本達郎・田村 実, 1985. 九州熊瀬層産の *Campylites* 属アンモナイトについて．地質学雑誌，**91**，371-373.
- 松本達郎・西園幸久, 1985. 九州熊瀬層産の *Decipia* 属アンモナイトについて．地質学雑誌，**91**，421-423.
- 松岡 篤, 1984. 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群．地質学雑誌，**90**，455-477.
- 松岡 篤, 1986. 大分県津久見地域の秩父累帯南帯の中生界．大阪微化石研究会誌，特別号，(7), 219-223.
- Matsuoka, A., 1992. Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, southwest Japan. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **96**, 71-88.
- Matsuoka, A. and Yao, A., 1985. Latest Jurassic radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, **28**, 125-145.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎, 1998. 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質．地質学雑誌，**104**，634-653.
- 宮本隆実, 1980. 西南日本外帯の秩父帯白亜系の層序学的・堆積学的研究．広島大学地学研究報告，**23**，1-138.
- Mori, K., 1963. Geology and Paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *The Science Reports of the Tohoku University, Sendai*, Second Series, Geology, **35**, 33-65.
- Naumann, E. and Neumayr, M., 1890. Zur Geologie und Paläontologie von Japan. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, **57**, 1-40.
- Nishi, T., 1994. Geology and tectonics of the Sambosan Terrane in eastern Kyushu, Southwest Japan -Stratigraphy, sedimentological features and depositional setting of the Shakumasan Group-. *The Journal of the*

- Geological Society of Japan*, **100**, 199-215.
- 西園幸久, 1996. 放散虫化石層序に基づく秩父帯南帯の堆積史とその収束過程. 熊本大学理学部紀要 (地球科学), **14**, 45-226.
- Roniewicz, E., 1966. Les Madréporaires du Jurassique supérieur de la Bordure des Monts de Sainte-Croix Pologne. *Acta Palaeontologica Polonica*, **11**, 157-264.
- 坂 幸恭・手塚茂雄, 1988. 志摩半島の秩父帯南帯. 地学雑誌, **97**, 10-24.
- Sato, T., 1961. Faune Berriasienne et Tithonique supérieure nouvellement découverte au Japon. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **32**, 543-551.
- Sato, T., 1962. Études Biostratigraphiques des ammonites du Jurassique du Japon. *Mém. Soc. Géol. France N. Ser.*, (94), 1-122.
- Sato, T., 1992. Southwest Asia and Japan. In Westernmann, G.E.G. ed., *The Jurassic of the Circum-Pacific*, 194-213, Cambridge Univ.
- 田中 均・高橋 努・一瀬めぐみ・柏木健司, 2001. 紀伊半島秩父帯南海層群の層序と地質年代. 日本地質学会西日本支部会報, (118), 19.
- 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.
- 館林寛吾, 1930. 紀州由良附近の鳥巢統其他に就て. 地球, **13**, 330-352.
- Turnšek, D., 1972. Upper Jurassic corals of southern Slovenia. *Razprave SAZU, Classis*, **15**, 145-265.
- Turnšek, D., 1997. Mesozoic Corals of Slovenia. *Zbirka ZRC*, **16**, 1-512.
- Yabe, H. and Sugiyama, T., 1931. On some Spongiomorphoid Corals from the Jurassic of Japan. *The Science Reports of the Tohoku University, Sendai*, Second Series, Geology, **14**, 103-105.
- Yabe, H. and Sugiyama, T., 1935. Jurassic Stromatoporoids from Japan. *The Science Reports of the Tohoku University, Sendai*, Second Series, Geology, **14**, 135-192.
- 山際延夫, 1985. 由良町のサンゴ化石と層孔虫化石. 市川浩一郎・石井健一・山際延夫・八尾 昭編, 由良町の地質, 由良町誌, 史(資)料編, 60-75.
- Yamagiwa, N., Habuchi, Y. and Miyata, K., 1976. Some interesting fossils from the Naradani Formation at the Naradani district, Sagawa Basin, Kochi Prefecture, Southwest Japan (1)- Order Scleractinia -. *Memoires of Osaka Kyoiku University*, III, Natural Science and Applied Science, **25**, 135-142.
- 山際延夫・平郡秀一郎, 1987. 大分県津久見地域四浦半島に分布する津井層産出の珊瑚化石について. 大阪教育大学紀要, 第三部門, 自然科学, **36**, 27-37.
- Yamagiwa, N., Hisada, K. and Tamura, M., 1998. Early Cretaceous Hexacorals from the western part of the Sanchu area, Kanto Mountains. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C*, **24**, 51-66.
- 山際延夫・石原至朗・海東晃子, 1996. 高知県佐川地域秩父累帯南帯の鳥巢層群産出六放珊瑚の1新種について. 日本古生物学会第145回例会予稿集, 50.
- 山際延夫・石川典子・佐々木啓子・溝口慶子・村木範子, 1981. 熊本県上部ジュラ系坂本層および熊瀬層産出の腔腸動物化石について. 大阪教育大学紀要, 第三部門, 自然科学, **30**, 57-70.
- 山際延夫・鳴橋憲一・辻井安喜・藤田孝子・和田朋子, 1979. 志摩半島東部に分布する上部ジュラ系今浦層群産出の珊瑚化石について (第1報). 地学雑誌, **88**, 29-39.
- 山北 聡, 1998. 北部秩父帯とはどの範囲か—北部秩父帯と黒瀬川帯をめぐる地体区分上の問題—. 地質学雑誌, **104**, 623-633.
- 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. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, **27**, 41-103.
- 八尾 昭, 1995. 由良町の地質発達史. 由良町誌, 通史編上巻, 37-86.
- Yao, A., Ichikawa K., and Ishii K., 1970. Discovery of the Upper Jurassic / Permian unconformity at Shirasaki, Wakayama Prefecture and its geological significance. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, **13**, 17-30.
- 吉倉紳一・吉田 勝, 1979. 紀伊半島西部の黒瀬川構造帯. 日本列島の基盤, 加納 博教授記念論文集, 319-340.

(2002年2月7日受付. 2002年3月19日受理)

