

瑞浪市化石博物館研究報告 第 47 号, 1–19, 4 pls., 2 figs., 7 tables.
Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, no. 47, 1–19, 4 pls., 2 figs., 7 tables.
©2020, Mizunami Fossil Museum
Manuscript accepted on February 27, 2020; online published on April 30, 2020
<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:07FF3A7D-962A-4EA0-B145-C893FAD965E7>

佐渡島(新潟県)の下部中新統最上部下戸層から 産出した砂底および岩礁性軟体動物化石

天野和孝*・相田満久**

*上越教育大学地学教室

〒943-8512 新潟県上越市山屋敷町 1 番地

**佐渡市教育委員会佐渡ジオパーク推進室

〒952-8501 新潟県佐渡市両津湊 198 番地

Sandy and rocky shore molluscan fossils from the uppermost Lower Miocene Orito Formation on Sado Island in Niigata Prefecture, central Japan

Kazutaka Amano* and Mitsuhsa Aida**

* Department of Geoscience, Joetsu University of Education,

1 Yamayashiki-machi, Joetsu City, Niigata 943-8512, Japan

<amano@juen.ac.jp>

** Sado Island Geopark Promotion Office, Sado City Board of Education,

198 Ryotsu-minato, Sado City, Niigata 952-8501, Japan

Abstract

A total of 58 molluscan species was collected from the uppermost Lower Miocene Orito Formation at Kougasezaki, Sado Island, Niigata Prefecture. Fifty-two species, including six rocky shore gastropods are first recorded from the formation. *Megacardita osawanoensis* (Tsuda), *Vepricardium okamotoi* Taguchi, *Timoclea itoigawae* (Tsuda), *Turbo* (*Marmarostoma*) *ozawai* (Otuka), *Haliotis notoensis* Masuda and *Littorinopsis miodelicatula* Oyama are briefly described. These species suggest that the formation at Kougasezaki was deposited in the intertidal zone to 10–20 m depth, associated with a rocky shore environment.

Key words: Latest early Miocene, Molluscan fauna, Niigata Prefecture, Orito Formation, sandy and rocky shore

はじめに

佐渡島に分布する下戸層(歌代, 1950)は, 富山県の下部中新統上部黒瀬谷層に対比される代表的

な地層として知られてきた(例えば, 津田, 1956). 本層からは, 前期中新世末期~中期中新世初期の温暖な気候下で生息していたと考えられる軟体動物群集である“Arcid-Potamid Fauna”が報告されている(津田, 1956, 1965; 木村・小林, 1977; 小佐渡

団体研究グループ, 1977; Kobayashi and Ueda, 1991). また, 下戸層からは軟体動物化石の他にも *Miogyopsina kotoi* Hanzawa や *Operculina complanata japonica* Hanzawa などの大型有孔虫化石 (Hanzawa, 1935), 海生哺乳類の *Paleoparadoxia tabatai* (Tokunaga) (Tokunaga, 1939), *Carcharodon megalodon* (Agassiz) を含む7種の板鰓類化石 (小林・笹川, 1987), マングローブの花粉化石 *Kandelia* (齊藤ほか, 2016) が報告されている。

木村・小林(1977)は, 大佐渡地域の下戸層の5産地からイタヤガイ科を含む29種の軟体動物化石を報告した. 小佐渡団体研究グループ(1977)は, 小佐渡地域の8産地より Arcid-Potamid Fauna を含む27種の軟体動物化石を報告している. Kobayashi and Ueda (1991) はこれらを総括し, 佐渡島の下戸層から48種の軟体動物化石をリストアップし, *Anadara (Hataiarica) kakehataensis* Hatai and Nisiyama, *Vicarya japonica* Yabe and Hatai, *Vicaryella notoensis* Masuda など Arcid-Potamid Fauna の特徴種を含む9種の特徴種を記載した. その後, 珪藻化石を用いた生層序学的研究により, 大佐渡地域の“下戸層”は再定義された下戸層(17–16.7 Ma)と新たに提唱された羽二生川層(16.7–12.3 Ma)に二分されることが明らかとなった(柳沢・渡辺, 2017a, b). 彼らの層序に従えば, 大佐渡地域の平根崎などイタヤガイ科などを産出する産地は羽二生川層に含まれることになる。

今回, 小佐渡地域に位置する河ヶ瀬崎から58種の軟体動物化石を採集・識別したが, 本地域の1つの露頭とその周辺から得られた種数としては最多となる. 本論文ではこれらの軟体動物化石を図示し, 主要な種については記載を行い, 併せて群集の特徴や古環境について簡潔に述べる。

化石産地と標本

軟体動物化石は, 河ヶ瀬崎の露頭 (Fig. 1; 北緯 37°52'54", 東経 138°17'12") とその 50 m 北方の範囲内の海岸の転石から採集された. 本産地は小佐渡団体研究グループ(1977)の Loc. 1 付近, Kobayashi and Ueda (1991) の Loc. 6 付近に相当する. 露頭では, 下部中新統三瀬層の玄武岩質安山岩が下戸層に不整合に覆われている(小木団体研究グループ, 1986) (Fig. 2A). 下戸層は下位より基底礫岩(層厚 1 m), シルト質細粒～中粒砂岩(層厚 2.5 m), 砂質シルト岩(層厚 2.5 m)からなる. 本調査の結果, 淘汰の悪

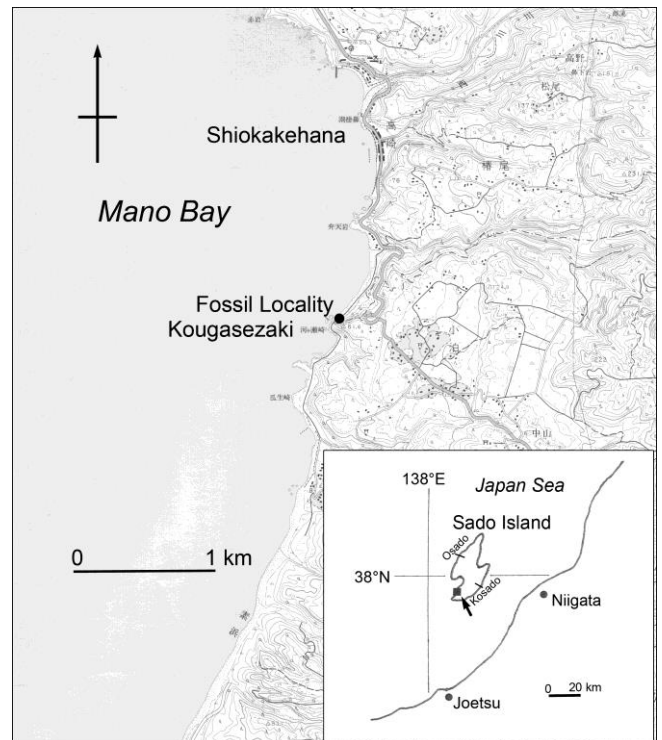


図 1. 化石産地. 基本図は国土地理院の 25,000 分の 1「羽茂本郷」を使用。

Fig. 1. Locality of fossil. Base map from “Hamochi-hongou”, original scale 1:25,000; topographical map published by the Geospatial Information Authority of Japan.

い基質を構成するシルト岩中より *Cycloseris* sp. (Figs. 2C, 2D) や *Galaxea* sp. (Fig. 2E) などのイシサンゴ化石が認められた. また, 基底礫岩から砂質シルト岩まで殻の溶けた軟体動物の印象化石が採集されている. 特に, 化石が多く産出したのはシルト質細粒～中粒砂岩と砂質シルト岩からである。

産出した化石は印象化石が多く, シリコンゴムで模型を作成し, 同定した. 現生種は *Myadora japonica* Habe と *Clementia papyracea* Gray の 2 種であり, 他は絶滅種である. 古環境復元のため絶滅種については, 当該属の現生種の最大深度幅とすべての底質を Higo et al. (1999) より求めた. なお, *Vicaryella* は絶滅属であるため, この対象から除外した. シリコンゴムを含め全標本は塩化アンモニウムでホワイトニングし, 図示した. なお, 図示された全標本は佐渡博物館 (SM) に保管されている。

産出した軟体動物化石

本研究では, 二枚貝類 27 種, 掘足類 1 種, 腹足類 30 種の合計 58 種が認められた (Table 1). これ

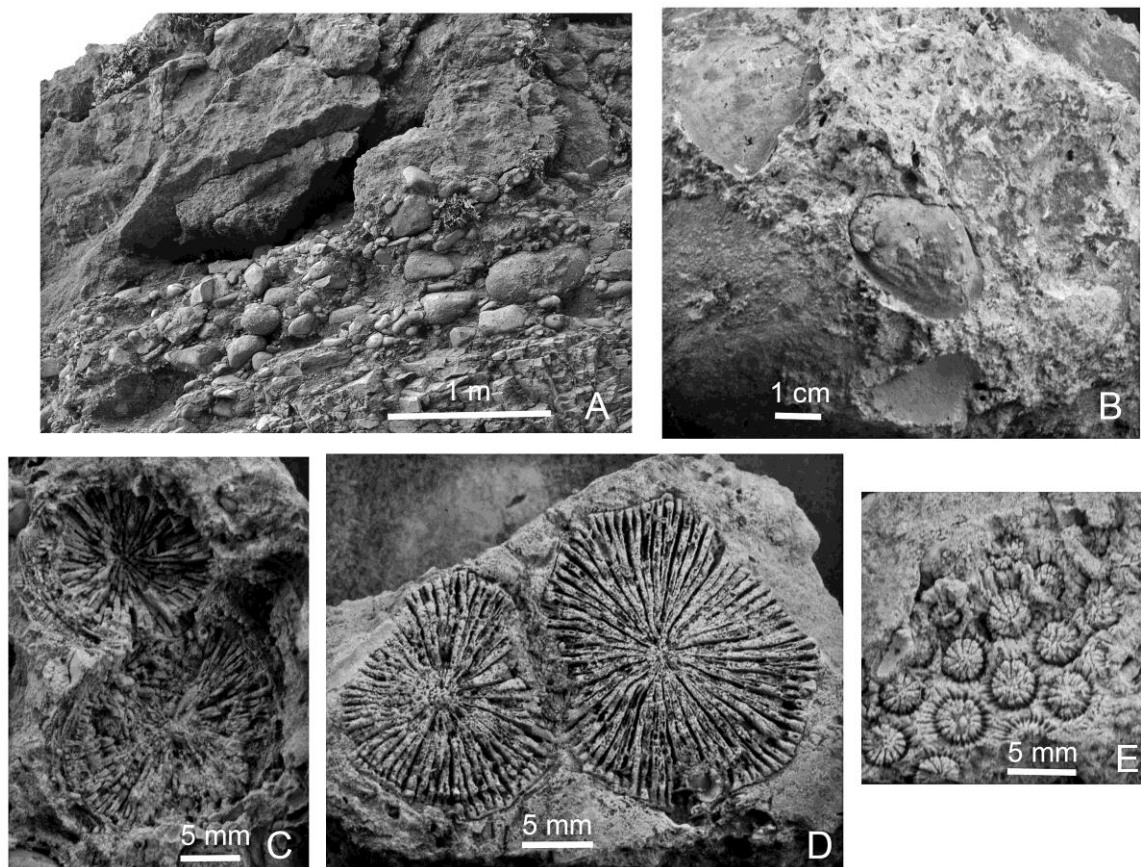


図 2. A, 化石産地の露頭。下戸層の基底礫岩が三瀬層の玄武岩質安山岩(写真右下)を不整合で覆っている。また、砂岩(写真左上)が基底礫岩を覆っている。B, *Haliotis notoensis* Masuda の産状 (SM no. 5524-34)。C-E, イシサンゴ類; C, D, *Cycloseris* sp. (SM no. 5524-60-1, 2); E, *Galaxea* sp. (SM no. 5524-61)。

Fig. 2. A, Outcrop of the fossil locality. Basal conglomerate of the Orito Formation unconformably covers basaltic andesite (lower right). Sandstone overlies the basal conglomerate (upper left). B, Occurrence of *Haliotis notoensis* Masuda (SM no. 5524-34). C-E, Scleractinian corals; C, D, *Cycloseris* sp. (SM no. 5524-60-1, 2); E, *Galaxea* sp. (SM no. 5524-61).

は、佐渡島における化石産地のうち、1 産地から最多種数の産出であり、下戸層から報告されていた軟体動物化石(木村・小林, 1977; Kobayashi and Ueda, 1991)の総種数を上回る。また、これまでに報告された軟体動物化石群との共通種として、津田(1965)とは *Littorinopsis miodelicatula* Oyama が、木村・小林(1977)とは *Saccella saikaiensis* Masuda, *Clementia papyracea* Gray が、小佐渡団体研究グループ(1977)とは *Reticunassa simizui* (Otuka) が、Kobayashi and Ueda(1991)とは *Diplodonta ferruginata* Makiyama, *Clementia papyracea* Gray, *Littorinopsis miodelicatula* Oyama, *Conus tokunagai* Otuka が挙げられる。Kobayashi and Ueda(1991)の Loc. 6 は本産地近傍であるにもかかわらず、彼らが報告した軟体動物化石リ

ストには本研究で報告する種が全く含まれない。したがって、以上の 6 種を除く 52 種は下戸層からの初報告である。未報告種が多い点について、本産地の化石は印象化石であるためこれまで識別されなかった可能性がある。

主要な軟体動物化石の記載

Class Bivalvia
Family Carditidae
Genus *Megacardita* Sacco, 1899

***Megacardita osawanoensis* (Tsuda, 1959)**
(Pl. 1, figs. 5, 7, 8)

表 1. 軟体動物化石リスト. *個体数 **r, 岩礁; s, 砂底; sm, 砂泥底; m, 泥底; c, サンゴ.

Table 1. List of molluscan fossils from Kougasezaki.

* Number of specimens. ** r, rock; s, sand; sm, sandy mud; m, mud; c, coral.

Species name	N*	depth (m)	bottom**
<i>Saccella saikaiensis</i> Masuda	4	10-450	s, m, sm
<i>Scapharca makiyamai</i> (Hatai and Nisiyama)	14	0-60	s, m, sm
<i>Glycymeris (Veletuceta)</i> cf. <i>cisshuensis</i> Makiyama	7		
<i>Solamen</i> ? sp.	1		
<i>Chlamys (Chlamys) kumanoensis</i> Masuda	13	20-500	r, s, sm
<i>Spondylus</i> sp.	4		
<i>Megacardita osawanoensis</i> (Tsuda)	36	10-120	r, s
<i>Myadora japonica</i> Habe	5	10-990	s, m
<i>Thracia</i> sp.	1		
<i>Cyathodonta</i> ? sp.	1		
<i>Epicodakia minoensis</i> (Itoigawa)	2	0-20	s
<i>Nipponomysella</i> ? sp.	1		
<i>Gastrochaena</i> sp.	1		
<i>Vepricardium okamotoi</i> Taguchi	18	0-100	s, m
<i>Fabulina</i> sp.	2		
<i>Merisca</i> sp.	3		
<i>Solidicorbula succincta</i> (Yokoyama)	8	0-50	s, m
<i>Anisocorbula ohiroi</i> (Masuda)	3	0-300	s, m
<i>Lutraria osawanoensis</i> Tsuda	4	0-100	s, sm
<i>Diplodonta ferruginata</i> Makiyama	4	10-150	s
<i>Periglypta</i> sp.	4	0-50	s, m, sm
<i>P.</i> ? sp.	3		
<i>Timoclea itoigawae</i> (Tsuda)	45	0-350	s, m, sm
<i>Phacosoma tugaruana</i> (Nomura)	4	0-200	s, m, sm
<i>Cyclina (Cyclina) takayamai</i> Oyama	2	0-20	sm
<i>Clementia papyracea</i> Gray	1	0-150	s, m
<i>Siratoria</i> ? sp.	2		
<i>Fissidentalium</i> sp.	2		
<i>Euchelus notoensis</i> Masuda	4	0	r
<i>Turbo (Marmarostoma) ozawai</i> Otuka	17	0-30	r
<i>Lunella kurodai</i> Itoigawa	1	0-5	r
<i>Emarginula</i> sp.	2		
<i>Haliotis notoensis</i> Masuda	41	0-50	r, c
<i>Pirenella tokunariensis</i> (Masuda)	11	0	m
<i>Vicaryella ancisa</i> (Yokoyama)	1		
<i>Bittium</i> sp.	6		
<i>Turritella (Hataiella) yoshidai</i> Kotaka	7	5-260	s, m, sm
<i>Littorinopsis miodelicatula</i> Oyama	21	0	r, ma
<i>Crepidula (Bostrycapulus) minoensis</i> Itoigawa	2	0	r
<i>Pachychrommium harrisi</i> (Pannekoek)	9		
<i>Tanea minoensis</i> (Itoigawa)	3	0-300	s, sm
<i>Cryptonatica</i> sp.	1		
Naticidae gen. et sp. indet.	1		
<i>Cypraea</i> sp.	1		
<i>Gyrineum</i> ? sp.	1		
<i>Mitrella</i> sp.	1		
<i>Reticunassa simizui</i> (Otuka)	6	0-50	s, r, sm
<i>R.</i> sp.	1		
<i>R.</i> ? sp.	1		
<i>Phos</i> ? sp.	1		
<i>Siphonalia</i> ? sp.	1		
<i>Chicoreus</i> cf. <i>asanoi</i> Masuda	3		
<i>Oliva osawanoensis</i> Tsuda	1	0-20	s
<i>Synola</i> ? sp.	1		
<i>Conus tokunagai</i> Otuka	12	0-560	r, c, s, sm
<i>Inquisitor</i> ? sp.	1		
<i>Merica</i> sp.	2		

Venericardia (Megacardita) osawanoensis Tsuda, 1959, p. 74, pl. 2, figs. 6-9.

Megacardita osawanoensis Tsuda; 金子・後藤, 1992, p. 14, pl. 6, figs. 1a, b; 松浦, 2009, pl. IV-7, fig. 26.

採取標本: 36 標本.

計測: Table 2.

下戸層の標本は小型(最大殻長: 17.9 mm)で, 14-17 本の狭い肋間と高い放射肋を持ち, 富山県の下部中新統黒瀬谷層から報告された *Megacardita osawanoensis* (Tsuda, 1959) に同定される. 本種は日本周辺に生息する *Megacardita ferruginosa* (Adams and Reeve, 1850) に肋数が類似しているが, より小さな殻を持ち, 狭い肋間とより高い放射肋を持つ点で異なる.

表 2. *Megacardita osawanoensis* (Tsuda) の計測.

*NR, 放射肋数.

Table 2. Measurement of *Megacardita osawanoensis* (Tsuda). *NR, number of radial ribs.

Specimens	Length (mm)	Height (mm)	NR*	Valve
SM no. 5524-7-1	17.9	13.6	14+	right
SM no. 5524-7-2	12.7	10.5	16	right
SM no. 5524-7-3	14.6	12.3	17	left
SM no. 5524-7-4	12.0	9.0	14	left
SM no. 5524-7-5	11.8	9.1	17	left
SM no. 5524-7-6	13.8+	13.3	16+	left

Family Cardiidae

Genus *Vepricardium* Iredale, 1929

Vepricardium okamotoi Taguchi, 1990

(Pl. 2, figs. 3, 4)

Vasticardium ogurai (Otuka); Ogasawara, 1976, p. 49, pl. 2, figs. 8-12.

Vepricardium (Vepricardium) okamotoi Taguchi, 1990, p. 609, figs. 6-1-10, 7.

Vepricardium cf. *okamotoi* Taguchi; 中川, 2018, p. 40, pl. 15, fig. 4.

?*Vasticardium ogurai* (Otuka); 松浦, 2009, pl. IV-5, fig. 23.

採取標本: 18 標本.

計測: Table 3.

下戸層の標本は最大殻長 30.4 mm で, 48 本の平坦な放射肋を持ち, 棘状突起は認められないが, 殻頂部が膨らみ, 放射肋数から Taguchi (1990) によ

り岡山県の中新統勝田層群吉野層から報告された *Vepricardium okamotoi* Taguchi, 1990 に同定される。Taguchi (1990) によれば、本種は44–52本の放射肋を持ち、*Cardium ogurai* に類似するが、36–40本を持つ *Cardium ogurai* とは放射肋数と後端部の放射肋に棘状突起が見られる点で異なるとされている。下戸層の標本には棘状突起が見られないが、Matsubara (2011) が指摘したように、棘状突起は保存の良い個体にしか認められないため、殻の特徴と放射肋数から *Vepricardium okamotoi* に同定した。また、Ogasawara (1976) が石川県の下部中新統砂子坂層から記載した *Vasticardium ogurai* (Otuka) は42–47本の放射肋を持ち、本種に同定される。

表 3. *Vepricardium okamotoi* Taguchi の計測。*NR, 放射肋数。

Table 3. Measurement of *Vepricardium okamotoi* Taguchi. *NR, number of radial ribs.

Specimens	Length (mm)	Height (mm)	NR*	Valve
SM no. 5524-14-1	24.2	21.1	34+	right
SM no. 5524-14-2	30.4	28.1+	38+	left
SM no. 5524-14-3	29.7	26.9	39+	left
SM no. 5524-14-4	12.9	11.4	-	left
SM no. 5524-14-5	20.7	20.0	33+	left
SM no. 5524-14-6	20.4	19.2+	48	left
SM no. 5524-14-7	21.3	19.2+	40+	left
SM no. 5524-14-8	14.2	12.7	41+	right
SM no. 5524-14-9	13.1	10.9	-	left
SM no. 5524-14-10	11.8	9.2	-	left
SM no. 5524-14-11	11.2	9.3	-	left

Family Veneridae

Genus *Timoclea* Brown, 1827

Leukoma itoigawae Tsuda, 1959 や *L. minoensis* Itoigawa, 1960 が所属するとされていた *Leukoma* 属について、Huber (2010) は、本属が *Protothaca* 属の古参シノニムであることを指摘した。しかしながら、前述 2 種は小型で、二分しない主歯と二分岐する放射肋を持つことで *Protothaca* 属とは大きく異なり、前述の特徴は *Timoclea* 属のものである。したがって、*Leukoma itoigawae* や *Leukoma minoensis* として記載された種は *Timoclea* 属に帰属する。

Timoclea itoigawae (Tsuda, 1959)

(Pl. 1, figs. 12, 13, 17)

Leukoma sp. indet.; Itoigawa, 1956, p. 189, pl. 3, fig. 7.

Leukoma itoigawae Tsuda, 1959, p. 76, pl. 2, figs. 12a, b; Masuda, 1966, pl. 35, figs. 26, 27a, b; 金子・後藤, 1992, p. 16, pl. 8, fig. 4.

Leukoma (Glycydonta) itoigawae Tsuda; 糸魚川ほか, 1974, p. 91, pl. 27, figs. 1a, b.

?*Glycydonta itoigawae* (Tsuda); 糸魚川ほか, 1981, pl. 13, figs. 4a, b; 糸魚川ほか, 1982, p. 75.

採取標本: 41 標本。

計測: Table 4.

下戸層の標本は小型(最大殻長: 10.4 mm)で、明瞭な細長い小月面, 31–33 本の平坦な放射肋を持ち、腹縁付近で二分岐する。また、平坦な成長肋, 二分しない主歯と浅い套線弯入を持つことから、富山県の下部中新統黒瀬谷層から記載された *Timoclea itoigawae* (Tsuda, 1959) に同定される。また、岐阜県瑞浪層群の明世層宿洞相から記載された *Timoclea minoensis* (Itoigawa, 1960) が本種に最も良く似るが、38–40本の肋を持つ点で区別される。

表 4. *Timoclea itoigawae* (Tsuda) の計測。*NR, 放射肋数; **NC, 同心円肋数。

Table 4. Measurement of *Timoclea itoigawae* (Tsuda). *NR, number of radial ribs; **NC, number of commarginal ribs.

Specimens	Length (mm)	Height (mm)	NR*	NC**	Valve
SM no. 5524-23-1	9.3+	8.0	32	10	left
SM no. 5524-23-2	10.4+	8.3	32	17	right
SM no. 5524-23-3	8.1	6.8	31	9	left
SM no. 5524-23-4	7.4	6.3	32	9	right
SM no. 5524-23-5	6.2	5.0	27+	7	left
SM no. 5524-23-6	7.1	6.6	-	-	left
SM no. 5524-23-7	4.9	4.0	29+	-	left
SM no. 5524-23-8	5.7	4.1	32	5	left
SM no. 5524-23-9	6.8	6.8	33	10	right
SM no. 5524-23-10	6.4	6.4	31	11	right
SM no. 5524-23-11	5.0	5.0	31	16	left
SM no. 5524-23-12	5.5	5.5	33	6	right

Class Gastropoda

Family Turbinidae

Genus *Turbo* Linnaeus, 1758

Subgenus *Marmarostoma* Swainson, 1829

Turbo (Marmarostoma) ozawai Otuka, 1938

(Pl. 3, figs. 2–4, 7, 8)

Turbo (Lunella) ozawai Otuka, 1938, p. 16, pl. 3, fig. 22–24.

Turbo (Marmarostoma) ozawai Otuka; Horikoshi in Kobayashi and Horikoshi, 1958, p. 50, text fig. b; Masuda, 1966, p. 333, pl. 36, figs. 18–22; 糸魚川ほか, 1981, pl. 27, figs. 13a, b; 糸魚川ほか, 1982, p. 147; 中川・竹山, 1985, pl. 23, figs. 3a, b; Ozawa et al., 1986, pl. 13, fig. 1; Oyama et al., 1994, p. 20; 中川, 2009, pl. 1, figs. 6–8; 中川, 2018, p. 17, pl. 2, figs. 3–10.

Turbo (Marmarostoma) cf. ticaonica Reeve; Horikoshi in Kobayashi and Horikoshi, 1958, p. 49.

Turbo (Marmarostoma) minoensis Itoigawa, 1960, p. 27, pl. 4, figs. 2, 3; 糸魚川ほか, 1974, p. 125, pl. 39, figs. 13–15; 糸魚川ほか, 1982, p. 146, pl. 27, figs. 12a, b.

Turbo ozawai Otuka; 糸魚川ほか, 1974, p. 125, pl. 38, figs. 17–18; 金子・後藤, 1992, p. 18, pl. 9, figs. 4a, b.

採取標本: 17 個体.

計測: Table 5.

下戸層から産出した標本は全て不完全な保存状態である。5 螺層からなり、次体層では 3–4 本の螺肋と肋間に 3 本の螺脈を持つ。これらの螺肋は丸く、ほぼ同じ幅の肋間により隔てられる。次体層と体層間の縫合は深く、体層は周縁より上部では 4 本の強い肋と 3 本の螺脈を持ち、殻底では 5–7 本の非常に太い肋を持つ。これらの螺肋は後方に傾く成長線と交叉し、1 個体の不完全標本では肩角部に弱い瘤状彫刻が見られる。蓋は類円形で、やや小さく(最大長: 10.3 mm)、非常に厚い(最大厚: 3.7 mm)。蓋の外表面は平滑で、膨らむが、縁辺付近でややくぼむ。一方、内表面は平坦で、1 巻半の弱い右巻きの溝を刻む。

本種は、Otuka (1938) により広島県の備北層群から産出した 2 個体の蓋化石に基づき、新種として記載された。その後、Masuda (1966) は石川県珠洲市馬縹および高波の東印内層から殻化石を記載し、図示した。下戸層の標本はやや広い肋間を持つ点で、馬縹産よりも高波産の標本に類似している。また、Oyama et al. (1994) は本種の模式地より殻化石を採集し、岐阜県瑞浪層群の明世層宿洞相から記載された *Turbo (Marmarostoma) minoensis* Itoigawa, 1960 の殻化石を比較した結果、その特徴が一致したため本種の新参シノニムとしており、本論でも Oyama et al. (1994) に従う。

宮城県の中部中新統茂庭層から記載された *Turbo (Marmarostoma) parvuloides* Nomura, 1940 は本種

よりも弱い螺肋を持つことで区別され、静岡県の中部中新統湯ヶ島層群桜田層より記載されている *Turbo (Marmarostoma) matsuzakiensis* Tomida and Kadota, 2012 は本種よりも大きな殻とより少ない螺肋を持ち、螺肋上には棘状突起を持つ点で異なる。

表 5. *Turbo (Marmarostoma) ozawai* Otuka の計測。
*NSP, 次体層上の螺肋数; **NSB, 体層上の螺肋数。

Table 5. Measurement of *Turbo (Marmarostoma) ozawai* Otuka. *NSP, number of spiral cords on penultimate whorl; **NSB, number of spiral cords on body whorl.

a) Shell

Specimens	Height (mm)	Diameter (mm)	NSP*	NSB**
SM no. 5524-30-3	17.3	15.8	3	7
SM no. 5524-30-4	18.4	16.1+	4	-
SM no. 5524-30-5	14.3	11.9	4	9
SM no. 5524-30-6	10.1+	8.8	4	8

b) Opercula

Specimens	Diameter (mm)	Thickness (mm)
SM no. 5524-30-7	10.3	3.3
SM no. 5524-30-8	8.7	3.7
SM no. 5524-30-9	5.7	2.5

Family Haliotidae

Genus *Haliotis* Linnaeus, 1758

Haliotis notoensis Masuda, 1966

(Fig. 2B, Pl. 3, figs. 12, 13, 16, 17)

Haliotis notoensis Masuda, 1966, p. 329, pl. 36, fig. 1; 中川・竹山, 1985, pl. 23 fig. 6; Ozawa et al., 1986, pl. 13, fig. 3.

not *Haliotis notoensis* Masuda; Okubo and Takayasu, 1979, pl. 1, fig. 1. [= *Haliotis amabilis* (Itoigawa and Tomida, 1982)]

採取標本: 41 個体.

計測: Table 6.

下戸層の標本は小型で耳状の殻を持つ(最大径: 36.9 mm)。殻は 2 巻半の螺層からなり、体層で 13–26 本の丸い螺肋を持ち、体層上部の縫合付近では不規則で弱い 6–15 本の広くて丸い縦肋が見られる。また、体層の肩角部では 10–17 個の楕円形の孔列が見られる。これらの特徴から、下戸層の標本は石川県の東印内層から記載された *Haliotis notoensis* Masuda, 1966 に同定される。

Haliotis notoensis Masuda は岐阜県の瑞浪層群明世層宿洞相より記載された *Haliotis amabilis* (Itoigawa and Tomida, 1982) に最も類似するが, *Haliotis amabilis* (Itoigawa and Tomida) は本種より大型で(最大径: 87.5 mm; 富田ほか, 2006), 62本の螺肋と強い縦肋を持つ点で異なる。

Okubo and Takayasu (1979) は島根県隠岐諸島の久見層から *Haliotis notoensis* Masuda を報告したが, 富田ほか(2006)により指摘されているように, その大きさや縦肋の強さなどから久見層の標本は *Haliotis amabilis* (Itoigawa and Tomida) に同定される。

なお, 従来, *Haliotis* 属は多くの属に分類または亜属に細分されているが(例えば, Itoigawa and Tomida, 1982), Geiger (1998) や Geiger and Groves (1999) はその形態による根拠が不十分であることを指摘している。前述の理由により, 本論では *H. notoensis* を特定の亜属に含めない。

表 6. *Haliotis notoensis* Masuda の計測。*NH, 孔数; **NSB, 体層上の螺肋数; ***NAB, 体層上の縦肋数。

Table 6. Measurement of *Haliotis notoensis* Masuda. *NH, Number of holes; **NSB, Number of spiral cords on body whorl; ***NAB, number of axial ribs on body whorl.

Specimens	Max. length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	NH*	NSB**	NAB***
SM no. 5524-33-1	33.3	23.5	7.1	12	23	-
SM no. 5524-33-2	22.0	15.3	7.1	10	13	-
SM no. 5524-33-3	28.9	17.1+	6.0	14+	-	5+
SM no. 5524-33-4	20.8	15.3	5.8	9+	-	5+
SM no. 5524-33-5	36.9	24.4	9.5	15	-	9+
SM no. 5524-33-6	32.8	23.8	10.6	9+	-	9+
SM no. 5524-33-7	29.0	22.7	6.8	12+	-	10
SM no. 5524-33-8	19.4	15.8	5.7	-	-	6
SM no. 5524-33-9	18.1	-	5.8	12+	22	12
SM no. 5524-33-10	14.4	14.2	5.0	17	26	15
SM no. 5524-33-11	15.1	11.9	-	9+	16	9

Family Littorinidae

Genus *Littorinopsis* Mörch, 1876

Littorinopsis miodelicatula Oyama, 1950

(Pl. 3, figs. 9, 10)

Littorinopsis (*Littorinopsis*) *miodelicatula* Oyama, 1950, p. 7, pl. 1, figs. 2, 3.

Littorinopsis miodelicatula Oyama; Masuda, 1966, pl. 36, figs. 28–30; 糸魚川ほか, 1981, pl. 28, figs. 8a, b; 糸魚川ほか, 1982, p. 156; Kobayashi and Ueda, 1991, pl. 2, figs. 6a, b.

?*Littorina* (*Littorinopsis*) *miodelicatula* Oyama; Rosewater, 1970, p. 466, pl. 358, figs. 1–3.

Littorinopsis? *miodelicatula* Oyama; 安野ほか, 2014, pl. 1, fig. 16.

採取標本: 21 個体。

計測: Table 7.

下戸層の標本は最大殻高 12.1 mm, 最大殻径 10.4 mm で螺塔は高く, 平滑な 2 層の胎殻と 4–5 層の終殻からなる。体層は明瞭な成長線と 8–10 本の丸い螺肋を持ち, 成長線と螺肋の交点では細かな顆粒状となる。縫合は深い。体層の殻底は平坦で, 7–9 本の螺肋を持つ。これらの特徴から, 標本は富山県の下部中新統黒瀬谷層から記載された *Littorinopsis miodelicatula* Oyama, 1950 に同定される。

Oyama (1950) が指摘しているように, 現生種の *Littorinopsis carinifera* (Menke, 1830) は *Littorinopsis miodelicatula* Oyama に類似するが, 殻がより大きく(最大殻高は 22.2 mm), 螺肋も 20 本と多いことで本種と区別される。

表 7. *Littorinopsis miodelicatula* Oyama の計測。

*NSP, 次体層上の螺肋数; **NSB, 体層上の螺肋数。

Table 7. Measurement of *Littorinopsis miodelicatula* Oyama. *NSP, number of spiral cords on penultimate whorl; **NSB, number of spiral cords on body whorl.

Specimens	Height (mm)	Diameter (mm)	NSP*	NSB**
SM no. 5524-39-1	10.1	8.2	8	-
SM no. 5524-39-2	11.2	7.9+	9	-
SM no. 5524-39-3	5.7	4.6	8	17
SM no. 5524-39-4	6.3	4.3	8	15
SM no. 5524-39-5	4.9	4.6	8	-
SM no. 5524-39-6	4.6	5.2	8	16
SM no. 5524-39-7	4.6	3.8	7	16
SM no. 5524-39-8	3.2	3.2	7	-
SM no. 5524-39-9	12.1	10.4	8	-

軟体動物化石群集の特徴と古環境

河ヶ瀬崎の下戸層より産出した軟体動物化石群集中には, 西南日本の前期中新世末期～中期中新世初期の門ノ沢動物群 (Otuka, 1939) に特徴的な種が認められる。主な種として *Scapharca makiyamai* (Hatai and Nisiyama), *Vepricardium okamotoi* Taguchi,

Solidicorbula succincta (Yokoyama), *Anisocorbula ohiroi* (Masuda), *Diplodonta ferruginata* Makiyama, *Timoclea itoigawae* (Tsuda), *Turbo* (*Marmarostoma*) *ozawai* Otuka, *Vicaryella ancisa* (Yokoyama), *Littorinopsis miodelicatula* Oyama, *Conus tokunagai* Otuka が挙げられる。

多産した軟体動物化石は *Megacardita osawanoensis* (Tsuda), *Vepricardium okamotoi* Taguchi, *Timoclea itoigawae* (Tsuda), *Turbo* (*Marmarostoma*) *ozawai* Otuka, *Haliotis notoensis* Masuda, *Littorinopsis miodelicatula* Oyama など砂底、岩礁性種からなり (Table 1), 産出した 58 種中 52 種は下戸層から初産出である。礫岩中から蓋を伴う *Turbo* (*Marmarostoma*) *ozawai* Otuka が産出し, *Haliotis notoensis* Masuda がほぼ完全個体で産出している点 (Fig. 2B) を考慮すると, 堆積場付近に岩礁の存在が推定される。また, 群集中には, *Turbo* や *Haliotis* の各属が多産するほか, *Eucherus*, *Lunella*, *Pirenella*, *Littorinopsis*, *Crepidula* (*Bostrycapulus*) など現在の潮間帯付近に生息域が限られる属 (Higo et al., 1999) を含む。一方, *Saccella*, *Chlamys* (*Chlamys*), *Megacardita*, *Myadora*, *Diplodonta* の各属は, 現世では水深 10–20 m 以深に生息している。したがって, 化石産出層の岩相や岩礁や砂底など様々な環境下に生息する種が混在する群集構成から判断すると, 当時の河ヶ瀬崎周辺には温暖な岩礁を伴う潮間帯から水深 10–20 m のシルト底が存在し, 本群集はこれらや近隣の砂底に生息する種が集積したものと考えられる。

また, 富山県の下部中新統黒瀬谷層から産出しているマングローブ沼の軟体動物群 (Oyama, 1950) との共通種として, *Littorinopsis miodelicatula* Oyama が挙げられる。また, Oyama (1950) や Taguchi (1981) が指摘しているように, マングローブ沼付近に生息していたと考えられている *Vicaryella* も産出している。マングローブ沼の存在は, すでに小佐渡丘陵の他の産地 (Kobayashi and Ueda, 1991 の Loc. 5) で指摘され (Kobayashi and Ueda, 1991), その産地からはマングローブの花粉化石 *Kandelia* も報告されている (齊藤ほか, 2016)。したがって, 本群集は堆積場付近にマングローブ沼が存在していたことも示していると考えられる。

謝 辞

東北大学総合学術博物館の西 弘嗣教授, 根本潤氏には模式標本を検討するにあたり, お世話に

なった。また, 元東北大学理学部の中森 亨博士にはサンゴ化石についてご助言をいただいた。東京都調布市の堀内 渚氏からは標本の一部をご提供いただいた。英文については GNS Science (New Zealand) の Alan G. Beu 博士に校閲いただいた。福井県立羽水高等学校の中川登美雄博士, 瑞浪市化石博物館研究報告編集委員からは丁寧な査読をいただいた。記して御礼申し上げる。

引用文献

- Adams, A., and A. L. Reeve. 1850. Mollusca. In A. Adams, ed., The Zoology of the voyage of H.M.S. Samarang, under the command of Captain Sir Edward Belcher, C.B., F.R.A.S., F.G.S., during the years 1843–1846, Part 3. Reeve, Benham, and Reeve. London. p. 45–87. London.
- Brown, T. 1827. Illustrations of the conchology of Great Britain and Ireland. Drawn from nature. W.H. Lizars, D. Lizars and S. Highley. Edinburgh and London. 144 p.
- Geiger, D. L. 1998. Recent genera and species of the Family Haliotidae Rafinesque, 1815 (gastropoda: Vetigastropoda). The Nautilus 111: 85–116.
- Geiger, D. L., and L. T. Gloves. 1999. Review of fossil abalone (Gastropoda: Vetigastropoda: Haliotidae) with comparison to Recent species. Journal of Paleontology 73: 872–885.
- Hanzawa, S. 1935. Some fossil *Operculina* and *Miogyopsina* from Japan and their stratigraphic significance. Science report of the Tohoku Imperial University, Series 2 (Geology) 18: 1–29.
- Higo, S., P. Callomon, and Y. Goto. 1999. Catalogue and bibliography of the marine shell-bearing Mollusca of Japan. Elle Scientific Publications. Yao. 749 p.
- Huber, M. 2010. Compendium of Bivalves. ConchBooks. Hackenheim. 901 p.
- Iredale, T. 1929. Strange molluscs in Sydney Harbour. Australian Zoologist 5: 337–352.
- Itoigawa, J. 1956. Molluscan fauna of the Tsuzuki Group in Kyoto Prefecture, Japan. Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B 23: 181–192.
- Itoigawa, J. 1960. Paleocological studies of the Miocene Mizunami Group, central Japan. Journal of Earth Sciences, Nagoya University 8: 246–300.

- 糸魚川淳二・柴田 博・西本博行. 1974. 瑞浪層群の貝類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告 1: 43–203.
- 糸魚川淳二・柴田 博・西本博行・奥村好次. 1981. 瑞浪層群の化石. 2. 貝類(軟体動物). 瑞浪市化石博物館専報 3-A: 1–53, pls. 1–52.
- 糸魚川淳二・柴田 博・西本博行・奥村好次. 1982. 瑞浪層群の化石. 2. 貝類(軟体動物)(続). 瑞浪市化石博物館専報 3-B: 1–330.
- Itoigawa, J., and S. Tomida. 1982. *Miohaliotis amabilis*, a new haliotid fossil from the Miocene Mizunami Group, with special reference to fossil haliotid fauna in Neogene and Quaternary of Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 9: 1–14.
- 金子一夫・後藤道治. 1992. 富山県八尾町井栗谷の化石. 富山市科学文化センター収蔵資料目録 5: 1–86.
- 木村和子・小林巖雄. 1977. 新潟県佐渡に分布する下戸層の古生物学的研究(その 1)—平根崎・下戸などから産する軟体動物化石について—. 佐渡博物館研究報告 7: 143–156.
- 小林巖雄・笹川一郎. 1987. 佐渡, 平根崎における新第三系産の板鰓類化石—下戸の古生物学的研究(その 2)—. 佐渡博物館研究報告 9: 231–237.
- Kobayashi, I., and T. Ueda. 1991. Early middle Miocene molluscan assemblages from the Orito Formation, Sado Island, central Japan. *Science Reports of the Niigata University (Geology)* 8: 129–149.
- Kobayashi, T., and M. Horikoshi. 1958. Indigeneous *Aturia* and some tropical gastropods from the Miocene of Wakasa in West Japan. *Japanese Journal of Geology and Geography* 29: 45–54.
- 小佐渡団体研究グループ. 1977. 小佐渡西三川地域の下戸層. *地球科学* 31: 193–203.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae, per Regna Trium Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Editio decimal, reformata. Vol. 1. L. Salvii. Holmiae (Stockholm)*. 823 p.
- Masuda, K. 1966. Molluscan fauna of the Higashi-Innainai Formation of Noto Peninsula, Japan. II. Remarks on molluscan assemblage and description of species. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series* 64: 317–337.
- Matsubara, T. 2011. Miocene shallow marine molluscs from the Hokutan Group in the Tajima area, Hyogo Prefecture, southwest Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 37: 51–113.
- 松浦信臣. 2009. 新版 石川の化石. 北國新聞社. 金沢市. 274 p.
- Menke, K. T. 1830. *Synopsis methodica molluscorum generum omnium et specierum earum, quae in Museo Mankeano adservantur: cum synonymia critica et novarum specierum diagnosibus*. G. Uslar. Pyrmonti. 168 p.
- Mörch, O. A. L. 1876. *Synopsis molluscorum marinarum Indiarum occidentalium imprimis insularum danicarum*. *Malakozoologische Blätter* 23: 45–58, 87–143.
- 中川登美雄. 2009. 福井県内浦層群下層から産出した熱帯砂底ならびに岩礁棲軟体動物化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告 35: 127–151.
- 中川登美雄. 2018. 福井県大飯郡高浜町小黒飯の化石. 前期中新世末～中期中新世初頭の熱帯海中気候を代表する岩礁・砂底群集. 福井市自然史博物館 福井市. 78 p.
- 中川登美雄・竹山憲市. 1985. 福井県内浦層群の貝化石群集と堆積環境. 瑞浪市化石博物館研究報告 12: 27–48.
- Nomura, S. 1940. Molluscan fauna of the Moniwa shell beds exposed along the Natori-Gawa in the vicinity of Sendai, Miyagi Prefecture. *Science Reports of the Tohoku Imperial University, Series 2 (Geology)* 21: 1–46.
- Ogasawara, K. 1976. Miocene Mollusca from Ishikawa-Toyama Area, Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Series 2 (Geology)* 21: 1–46.
- 小木団体研究グループ. 1986. 小佐渡山塊南部の新生界. *地球科学* 40: 417–436.
- Okubo, M., and K. Takayasu. 1979. Discovery of middle Miocene molluscs at Kumi, Dogo, Oki Islands. *Memoirs of the Faculty of Science, Shimane University* 13: 121–130.
- Otuka, Y. 1938. Mollusca from the Miocene of Tyugoku, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Sec. 2* 5: 21–45.
- Otuka, Y. 1939. Tertiary crustal deformations in Japan. (With short remarks on Tertiary palaeogeography). In *Jubilee Publication in the Commemoration of Prof. H. Yabe's 60th Birthday*. p. 481–519.

- Oyama, K. 1950. Studies of fossil molluscan biocoenosis, no. 1, Biocoenological studies on the mangrove swamps, with descriptions of new species from Yatsuo Group. Report of the Geological Survey of Japan 132: 1–15.
- Oyama, K., H. Nishimoto, and A. Naruse. 1994. New fossil molluscs indicating tropical sea elements from the Miocene Bihoku Group, Southwest Honshu, Japan. Part 2. Description of *Cancilla hirosei* n. sp., with notes on some molluscs from the Bihoku Group of Shobara City, Hiroshima Prefecture. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum 21: 19–28.
- Ozawa, T., T. Nakagawa, and K. Takeyama. 1986. Middle Miocene molluscan fauna of the Uchiura Group, Wakasa Province, Southwest Japan. Palaeontological Society of Japan, Special Papers 29: 135–148.
- Rosewater, J. 1970. The Family Littorinidae in the Indo-Pacific. Part I. The Subfamily Littorininae. Indo-Pacific Mollusca 2: 417–534.
- Sacco, F., 1899. I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Part 27. Carlo Clausen. Torino. 102 p.
- 齊藤 毅・山野井 徹・岡戸祐樹・小林巖雄・神蔵勝明・渡邊剛忠・市橋弥生・糸魚川淳二. 2016. 佐渡島に分布する下戸層(下部／中部中新統)の花 粉化石(予報): とくにマングローブ花粉 *Kandelia* の出産について. 佐渡の自然史: 調査研究報告 4: 57–68.
- Swainson, W. 1829. Zoological illustrations, or, original figures and descriptions of new, rare, or interesting animals, selected chiefly from the classes of ornithology, entomology, and conchology, and arranged according to their apparent affinities. 2nd series 1. Baldwin and Cradock. London. 45 pls.
- Taguchi, E. 1981. *Geoloina/Telescopium* bearing molluscan assemblages from the Katsuta Group, Okayama Prefecture—with special reference to brackish faunal zonation in the Miocene of Japan. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum 8: 7–20.
- Taguchi, E. 1990. A new species of *Vepricardium* (Bivalvia: Mollusca) from the Miocene Katsuta Group in Okayama Prefecture, Southwest Japan. Transactions and Proceedings of the Paleontological Society of Japan, New Series 160: 609–617.
- Tokunaga, S. 1939. A new fossil mammal belonging to Desmostylidae. In Jubilee Publication in the Commemoration of Prof. H. Yabe's 60th Birthday. p. 291–299.
- Tomida, S., and M. Kadota. 2012. A New Species of *Turbo (Marmarostoma)* (Gastropoda: Turbinidae) from the Miocene Yugashima Group of Izu Peninsula, Central Japan. Venus (Journal of the Malacological Society of Japan) 70: 53–57.
- 富田 進・奥村好次・楓 達也. 2006. 岐阜県瑞浪産中期中新世アワビ類化石 *Haliotis amabilis* の老成個体の産出とその意義. 瑞浪市化石博物館研究報告 33: 111–114.
- 津田禾粒. 1956. 古地理よりみた佐渡の地史—いわゆる Green Tuff 地域の中新統に関する堆積環境の研究. 地質学雑誌 62: 550–558.
- Tsuda, K. 1959. New Miocene molluscs from the Kurosedani Formation in Toyama Prefecture, Japan. Journal of the Faculty of Science, Niigata University, Series II 3: 67–110.
- 津田禾粒. 1965. 東北裏日本の新第三紀動物群と岩相—とくに中新世中期の動物群について—. 化石 10: 20–23.
- 柳沢幸夫・渡辺真人. 2017a. 大佐渡地域南部に分布する新第三系堆積岩類の層序の改訂. 地質調査研究報告 68: 259–285.
- 柳沢幸夫・渡辺真人. 2017b. 大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序. 地質調査研究報告 68: 287–339.
- 安野敏勝・中川登美雄・吉澤康暢. 2014. 福井県あわら市北東部の中新統から産出した貝類化石群集. 福井市自然史博物館研究報告 61: 17–24.
- 歌代 勤. 1950. 佐渡ヶ島(大佐渡)西南部・沢根—相川地域の層序について. 地質学雑誌 56: 302–303.

Appendix 主な地名・地層名の読み

明世: あげよ

大佐渡: おおさど

下戸: おりと

勝田: かつた

門ノ沢: かどのさわ

久見: くみ

黒瀬谷: くろせだに

河ヶ瀬崎: こうがせざき

高波: こうなみ

小佐渡: こさど

桜田: さくらだ

三瀬: さんぜ

宿洞: しゅくのほら

砂子坂: すなごさか

羽二生川: はにゅうがわ

羽茂本郷: はもちほんごう

東印内: ひがしいんない

備北: びほく

平根崎: ひらねざき

馬縹: まつなぎ

茂庭: もにわ

湯ヶ島: ゆがしま

吉野: よしの

Plate 1

Fig. 1. *Saccella saikaiensis* Masuda, SM no. 5524-1-1, right valve.

Fig. 2. *Scapharca makiyamai* (Hatai and Nisiyama), SM no. 5524-2-1, left valve.

Figs. 3, 9. *Glycymeris (Veletuceta) cf. cisshuensis* Makiyama.

Fig. 3, SM no. 5524-3-1, left valve.

Fig. 9, SM no. 5524-3-2, left valve.

Fig. 4. *Myadora japonica* Habe, SM no. 5524-8-1, right valve.

Figs. 5, 7, 8. *Megacardita osawanoensis* (Tsuda).

Fig. 5, SM no. 5524-7-5, left valve.

Fig. 7, SM no. 5524-7-6, left valve.

Fig. 8, SM no. 5524-7-9, inner surface of right valve.

Figs. 6, 14. *Epicodakia minoensis* (Itoigawa).

Fig. 6, SM no. 5524-11-1, left valve.

Fig. 14, SM no. 5524-11-2, inner surface of left valve.

Fig. 10. *Thracia* sp., SM no. 5524-9, left valve.

Fig. 11. *Merisca* sp., SM no. 5524-16-1, left valve.

Figs. 12, 13, 17. *Timoclea itoigawae* (Tsuda).

Fig. 12, SM no. 5524-23-2, right valve.

Fig. 13, SM no. 5524-23-6, inner surface of left valve.

Fig. 17, SM no. 5524-23-3, left valve.

Fig. 15. *Diplodonta ferruginata* Makiyama, SM no. 5524-20-1, right valve.

Fig. 16. *Gastrochaena* sp. with its burrow, SM no. 5524-24-13, right valve.

Fig. 18. *Chlamys (Chlamys) kumanodoensis* Masuda, SM no. 5524-5-1, right valve.

All scale bars show 5 mm. Except for Figs. 9, 10 and 16, illustrated specimens are silicone rubber casts coated with ammonium chloride.

Plate 1

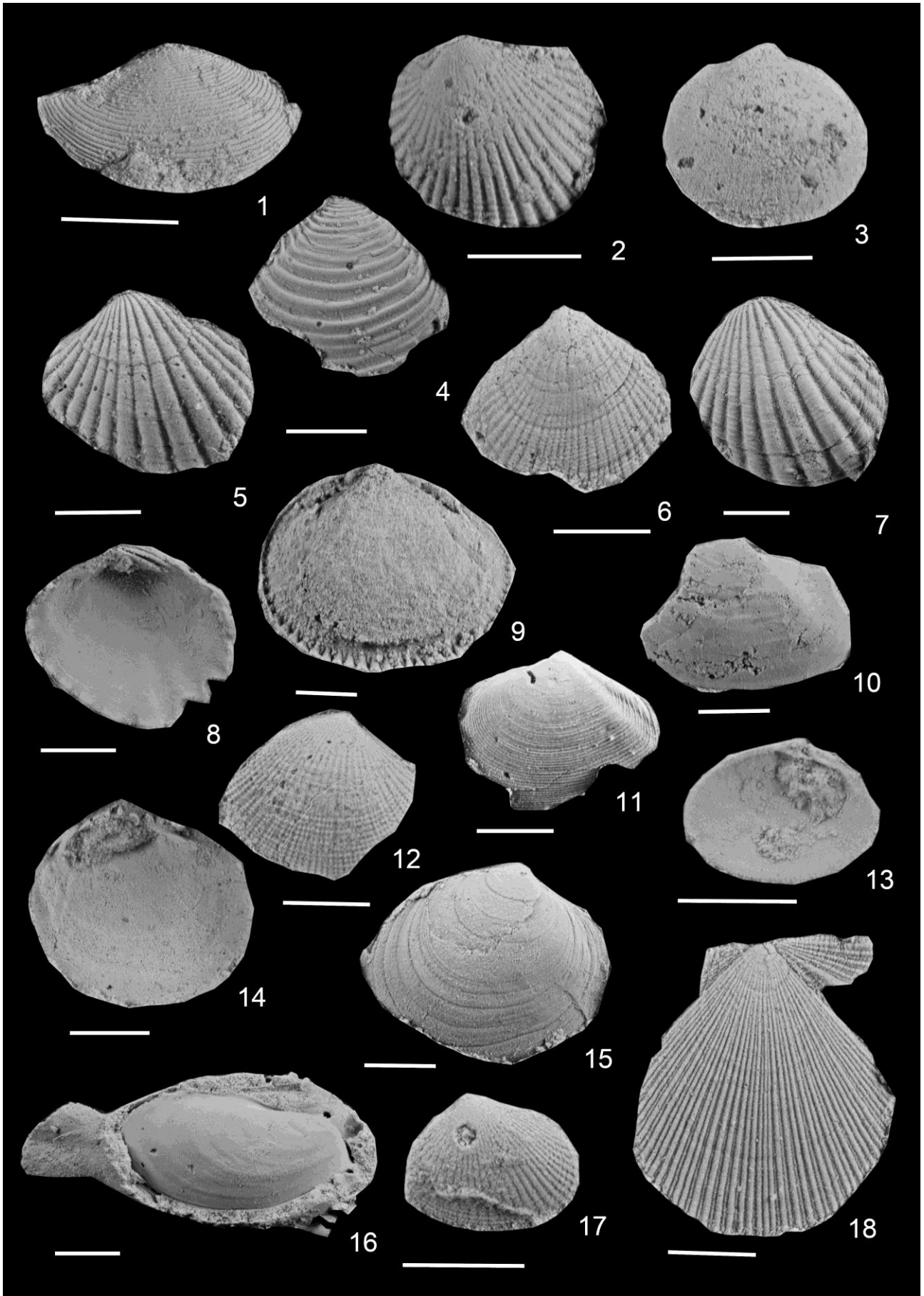


Plate 2

Fig. 1. *Solidicorbula succincta* (Yokoyama), SM no. 5524-17-1, right valve.

Fig. 2. *Anisocorbula ohiroi* (Masuda), SM no. 5524-18-1, right valve.

Figs. 3, 4. *Vepricardium okamotoi* Taguchi.

Fig. 3, SM no. 5524-14-6, left valve.

Fig. 4, SM no. 5524-14-3, left valve.

Figs. 5, 7, 9, 14. *Periglypta* sp.

Fig. 5, SM no. 5524-21-5, left valve.

Fig. 7, SM no. 5524-21-2, hinge part of right valve.

Fig. 9, SM no. 5524-21-1, inner surface of right valve, white arrow showing a pallial sinus.

Fig. 14, SM no. 5524-21-1, right valve.

Fig. 6. *Clementia papyracea* Gray, SM no. 5524-26, left valve.

Figs. 8, 12. *Phacosoma tugaruana* (Nomura).

Fig. 8, SM no. 5524-24-1, left valve.

Fig. 12, SM no. 5524-24-2, inner part of left valve showing a deep pallial sinus.

Figs. 10, 11. *Cyclina (Cyclina) takayamai* Oyama.

Fig. 10, SM no. 5524-25-1, inner surface of right valve.

Fig. 11, SM no. 5524-25-2, right valve.

Fig. 13. *Lutraria osawanoensis* Tsuda, SM no. 5524-19, left valve.

All scale bars show 5 mm. Except for Figs. 4, 6, 9, 12 and 13, illustrated specimens are silicone rubber casts coated with ammonium chloride.

Plate 2

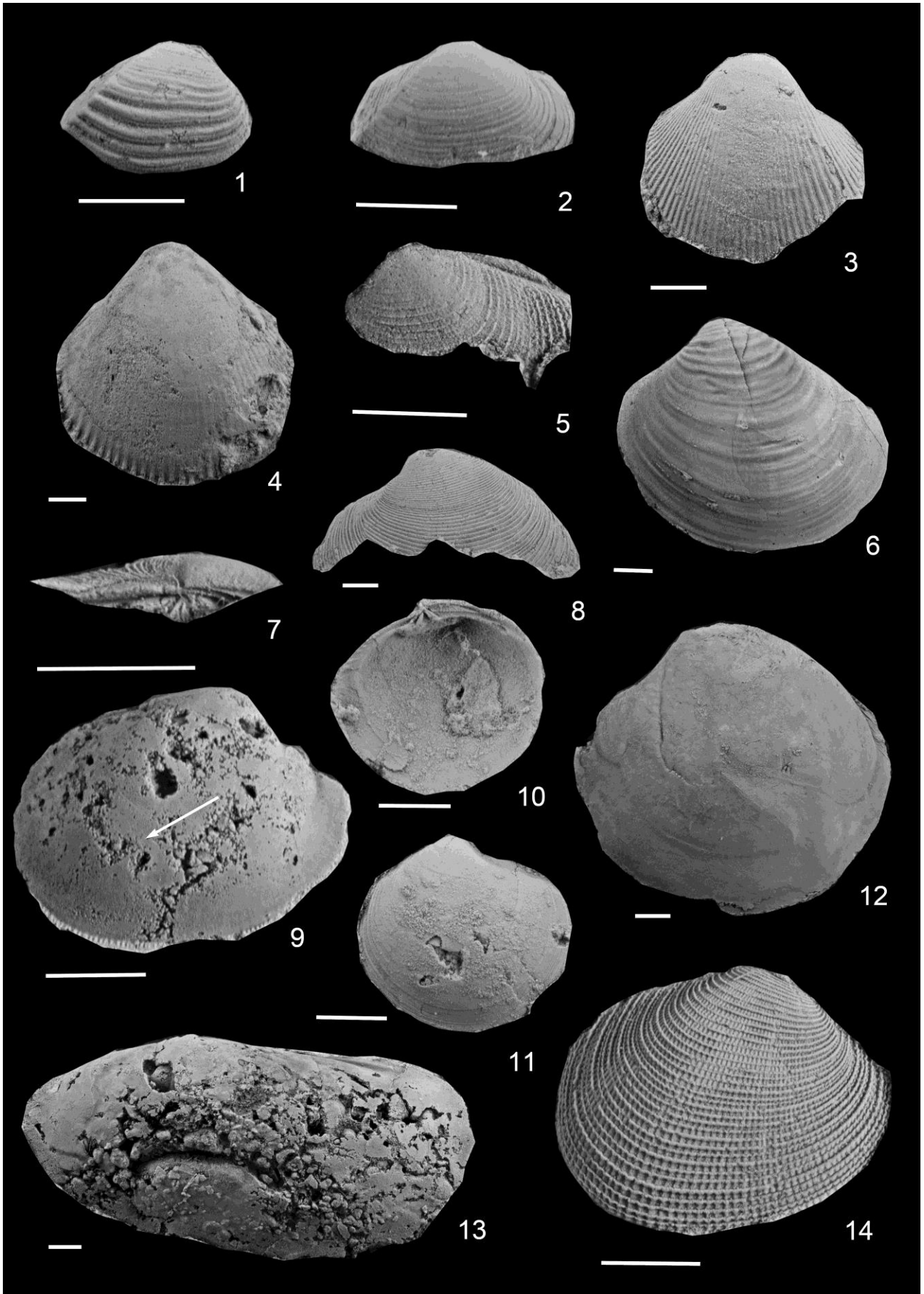


Plate 3

Fig. 1. *Euchelus notoensis* Masuda, SM no. 5524-29-1, apical view.

Figs. 2, 3, 4, 7, 8. *Turbo (Marmarostoma) ozawai* Otuka.

Fig. 2, SM no. 5524-30-11, inner surface of operculum.

Fig. 3, SM no. 5524-30-8, outer surface of operculum.

Fig. 4, SM no. 5524-30-6, apertural view.

Fig. 7, SM no. 5524-30-4, apertural view.

Fig. 8, SM no. 5524-30-3, abapertural view.

Fig. 5. *Emarginula* sp., SM no. 5524-32-1, apical view.

Fig. 6. *Lunella kurodai* Itoigawa, SM no. 5524-31, apical view.

Figs. 9, 10. *Littorinopsis miodelicatula* Oyama.

Fig. 9, abapertural view.

Fig. 10, apertural view.

Fig. 11. *Pirenella tokunariensis* (Masuda), SM no. 5524-35-1, apertural view.

Figs. 12, 13, 16, 17. *Haliotis notoensis* Masuda.

Fig. 12, SM no. 5524-33-10, apical view.

Fig. 13, SM no. 5524-33-11, apical view.

Fig. 16, SM no. 5524-33-4, apical view.

Fig. 17, SM no. 5524-33-7, apical view.

Fig. 14. *Crepidula (Bostrycapulus) minoensis* Itoigawa, SM no. 5524-40-1, apical view.

Fig. 15. *Vicaryella ancisa* (Yokoyama), SM no. 5524-36, abapertural view.

Fig. 18. *Turritella (Hataiella) yoshidai* Kotaka, SM no. 5524-38-1, abapertural view.

All scale bars show 5 mm. Except for Fig. 14, illustrated specimens are silicone rubber casts coated with ammonium chloride.

Plate 3

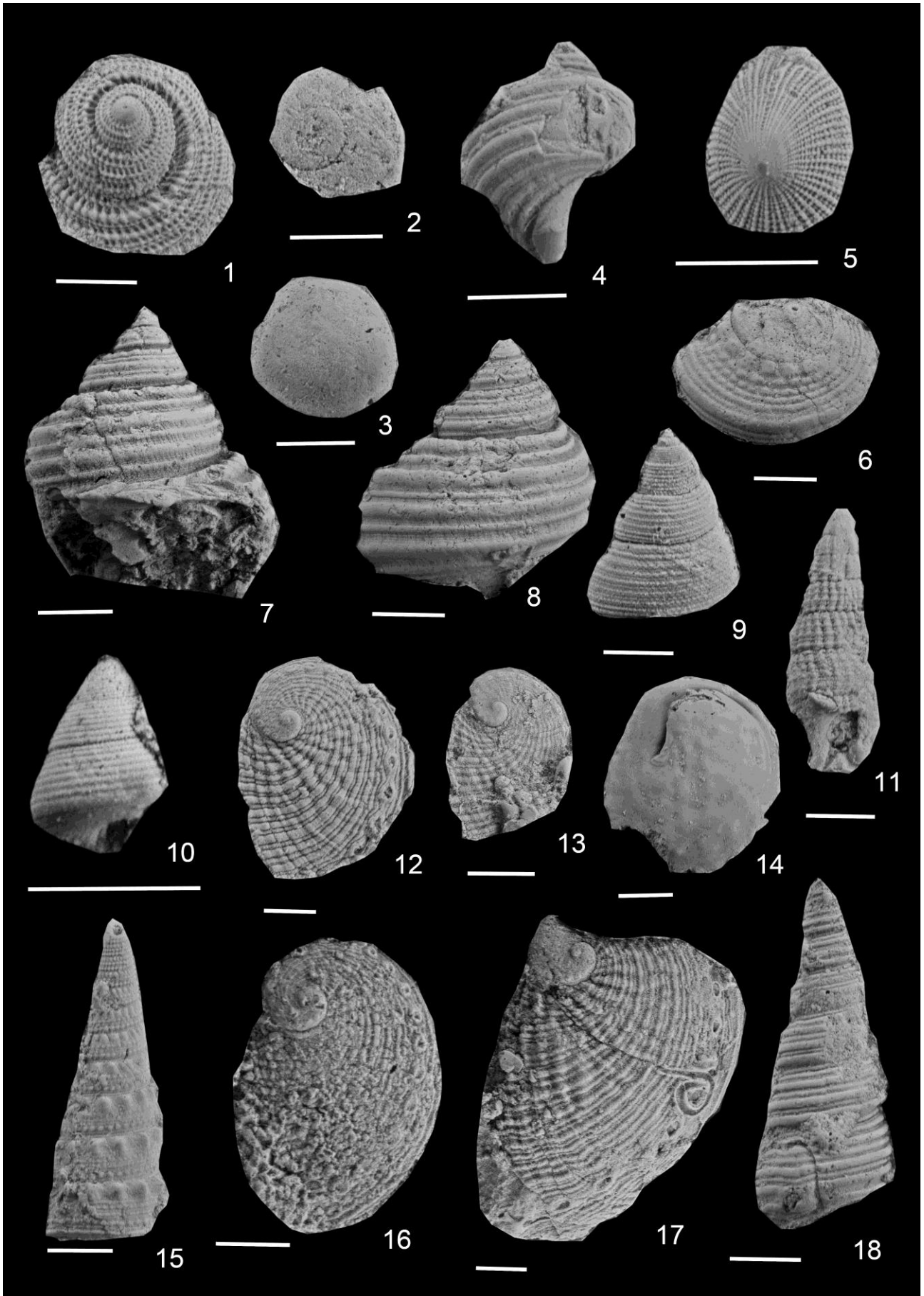


Plate 4

Fig. 1. *Pachychrommium harrisi* (Pannekoek), SM no. 5524-41-1, apical view.

Fig. 2. *Cryptonatica* sp., SM no. 5524-43-1, apertural view.

Fig. 3. *Mitrella* sp., SM no. 5524-47, abapertural view.

Fig. 4. *Tanea minoensis* (Itoigawa), SM no. 5524-42-1, apertural view.

Fig. 5. *Oliva osawanoensis* Tsuda, SM no. 5524-54, apertural view.

Figs. 6, 7. *Reticunassa simizui* (Otuka).

Fig. 6, SM no. 5524-48-1, abapertural view.

Fig. 7, SM no. 5524-48-2, abapertural view.

Fig. 8. *Cypraea* sp., SM no. 5524-45, apertural view.

Fig. 9. *Chicoreus* cf. *asanoi* Masuda, SM no. 5524-53-1, abapertural view.

Figs. 10, 13. *Merica* sp.

Fig. 10, SM no. 5524-33-7, apertural view.

Fig. 13, abapertural view.

Fig. 11. *Eocylichna* sp., SM no. 5524-59, abapertural view.

Fig. 12. *Conus tokunagai* Otuka, SM no. 5524-56-1, abapertural view.

All scale bars show 5 mm. Except for Figs. 8, 11, illustrated specimens are silicone rubber casts coated with ammonium chloride.

Plate 4

