

新潟県糸魚川市海川周辺地域に分布する鮮新統産軟体動物化石群集と古環境

遠藤満久¹・天野和孝²・柳沢幸夫³

Mitsuhisa Endo, Kazutaka Amano and Yukio Yanagisawa (2005) Molluscan associations and paleoenvironment of the Pliocene formations around Umikawa River in Itoigawa City, Niigata Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 56(11/12), p.411 - 424, 6 figs, 5 tables, 1 plate.

Abstract: Marine Pliocene deposits around the Umikawa River in Itoigawa City, Niigata Prefecture consists of the Kawazume and Nadachi Formations in ascending order. Diatom biostratigraphy indicates that the lower part of the Nadachi Formation is assigned to the subzone NPD 7Bb (early Pliocene), while the upper part of this formation can be correlative with the zones NPD 8 and NPD 9 (late Pliocene). In the molluscan faunas of the Kawazume and Nadachi Formations, the following seven associations were recognized; the upper bathyal to lower sublittoral *Conchocele-Solemya*, *Acila-Lucinoma*, *Conchocele*, *Portlandia*, *Macoma-Axinopsida* associations, and the lower sublittoral *Acila*, *Ophiodermella-Turritella* associations. Based on the characteristics of these molluscan associations, the Umikawa area was placed in the upper bathyal to lower sublittoral zones during the Pliocene age.

Keywords: Mollusca, paleoenvironment, Neogene, Umikawa, Itoigawa, Niigata, Japan

要 旨

新潟県糸魚川市海川周辺の海成堆積物は、鮮新統の川詰層と名立層よりなる。名立層の下部は珪藻化石層序のNPD 7Bb帯に、上部はNPD 8帯及びNPD 9帯に対比される。両層の軟体動物化石群集中には、上部漸深海帯 - 下部浅海帯の *Conchocele-Solemya* 群集、*Acila-Lucinoma* 群集、*Conchocele* 群集、*Portlandia* 群集及び *Macoma-Axinopsida* 群集と、下部浅海帯の *Acila* 群集及び *Ophiodermella-Turritella* 群集の計 7 群集が認識される。以上の群集特性の解析結果から、海川周辺地域は鮮新世を通して、上部漸深海帯 - 下部浅海帯であったことがわかる。

地域)の鮮新統については、藤本ほか(1951)、西田ほか(1966, 1974)、赤羽(1975, 1979)及び大河内ほか(1998)により研究がなされたが、地層境界や地質構造について研究者間で見解が一致せず、問題が残されていた。また、古生物学的データも極めて乏しく、赤羽(1979)が軟体動物の種名をリストアップしているほかには、古見ほか(2004)が保存の悪い化石を図示しているのみである。特に、海川下流域では詳細な研究が全く行われておらず、古環境の変遷もほとんどわかっていなかった。そこで、本研究では野外調査を実施して海川地域鮮新統の層序を再検討し、更に珪藻化石年代と軟体動物化石群集から古環境の変遷を明らかにした。

1. はじめに

新潟県西部の糸魚川市から上越市西部にかけての地域は、北部フォッサマグナに含まれ、また糸魚川 - 静岡構造線の東側に隣接しており、地質学的に重要な地域である(第1図)。この地域の東部にあたる上越市西部地域の鮮新統については、近年詳しい軟体動物及び珪藻化石の研究が行われ、その群集組成や堆積深度の変化が解明されている(天野ほか, 1987, 1988, 1990; Kanno *et al.*, 1989; 天野・菅野, 1991; 柳沢・天野, 2003)。一方、西部の糸魚川市海川下流域(以下、海川

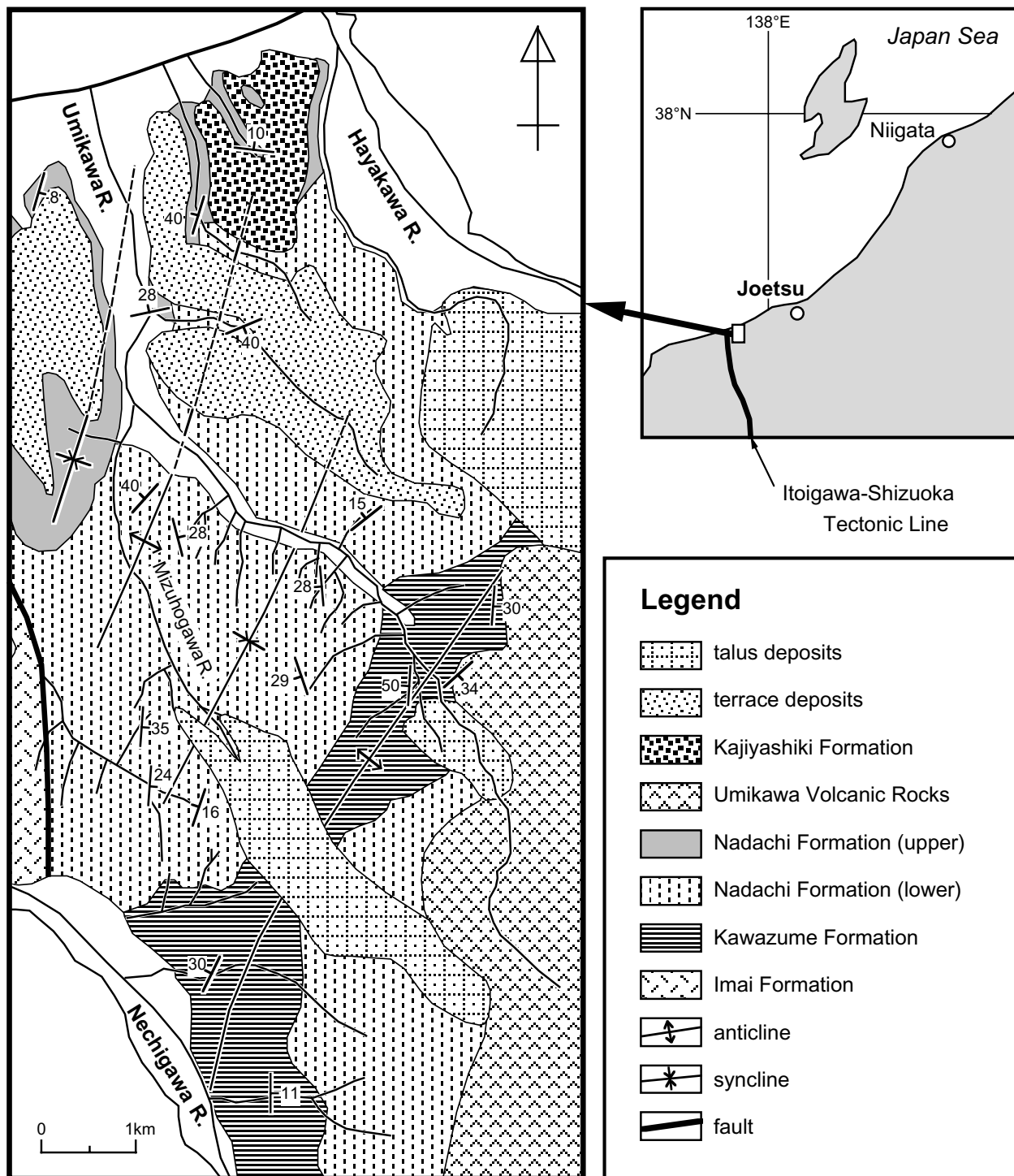
2. 層 序

海川地域を含む西頸城地域の新第三系は、下位より難波山層、能生谷層、川詰層、名立層、谷浜層からなり、互いに整合関係にある(赤羽・加藤, 1989; 天野・菅野, 1991)。このうち、海川流域では、緑色凝灰岩からなる中部中新統の今井層(吉村・石橋, 1979)と断層で接して、鮮新統の川詰層と名立層が広く分布する(第1図)。一方、海川上流に分布する海川火山岩類(Shimazu *et al.*, 1979)は鮮新世に活動したとされているもの(鈴木ほか, 1985)、上記の鮮新統との直接の

¹佐渡市立佐和田中学校(Sawata Junior High School, Sado City, Niigata Prefecture 952-1325 Japan)

²上越教育大学地学教室(Department of Geoscience, Joetsu University of Education, Joetsu City, Niigata Prefecture 943-8512 Japan)

³地質情報研究部門(Institute of Geology and Geoinformation, GSJ)



第1図 海川地域の地質図.

Fig. 1 Geological map of the Umikawa area.

境界が確認できないため、両者の層序関係は明確ではない。しかし、海川火山岩類の分布から判断すると、少なくとも一部では川詰層を不整合に覆っていると考えられる。一方、名立層は礫層を主体とする第四系の梶屋敷層（藤本ほか、1951）と段丘堆積物に不整合に覆われる。ま

た、川詰・名立両層は崖錐堆積物により不整合に覆われている。

本研究地域の川詰層は、含礫泥質砂岩と砂質シルト岩、石灰質シルト岩の互層からなる。すべての層準において1 cm～2 m大の石灰質団塊を散在的に含み、生

物擾乱が顕著である。また, *Makiyama chitanii* が本層下部において密集する。層厚は220~340 mで下位の能生谷層とは整合である。

名立層は砂質シルト岩及びシルト岩を特徴とし, 下部と上部に細分できる。名立層下部は, 塊状の含礫暗灰色砂質シルト岩 - シルト岩を主体とし, 含礫泥岩や細粒砂岩の薄層を夾在し, しばしばスランプ構造が見られ, 石灰質団塊が散在する。生物擾乱が顕著であり, *Makiyama chitanii* が頻繁に認められる。層厚は420~600 mで, 下位の川詰層に整合に重なり, 境界部は漸移する。一方, 名立層上部は, 塊状の緑灰色砂質シルト岩ないしシルト岩からなり, その上部では細粒 - 中粒砂岩の1~10 cmの薄層を挟むようになり, 細粒砂岩とシルト岩の互層が卓越する。時に砂岩層中に材化石を含む。このように名立層下部に比べ岩相はやや粗粒化している。層厚は140 m以上である。

本研究地域には従来考えられていたよりも多くの褶曲構造が認められ, 鮮新統は北東 - 南西方向に軸をもつ2背斜, 2向斜構造によって支配されている(第1図)。

3. 珪藻化石層序

本研究では, 川詰層16試料, 名立層下部25試料, 及び名立層上部8試料の珪藻化石分析を行った(第2図)。処理及び分析手法は柳沢(1999)に従った。その結果, 名立層下部の5試料, 上部の5試料から珪藻化石が産出した(第1表, 第3図)。以下, 珪藻化石帯区分とその年代はYanagisawa and Akiba (1998)に従って記述する。

名立層下部の試料NLW12, 13及び15は指標種が産出せず, 珪藻化石帯の認定はできなかった。しかし, 試料NLW16と17は, *Neodenticula kamtschatica*, *Thalassiosira oestrupii* s. l. を産出し, *Neodenticula koizumii* を欠くことから, NPD 7Bb 亜帯(5.5~3.5 Ma)と認定できる。一方, 名立層上部の試料NU01とNU05は, *N. kamtschatica* と *N. koizumii* が共産することからNPD 8帯(3.5~2.7ないし2.6 Ma)に対比される。更に, 試料NU04, NU03及びNU02は, *N. koizumii* と *Thalassiosira antiqua* が産出し *N. kamtschatica* を伴わないことから, NPD 9帯(2.7ないし2.6~2.0 Ma)に相当する。なお, 試料NU02は *Neodenticula seminae* を含むことから, この種の初産出層準(2.4 Ma)より上位に位置づけられる。

以上の海川地域の鮮新統の珪藻化石層序は, 東隣の上越市西部の珪藻化石層序(柳沢・天野, 2003)と調和的である。すなわち, 上越市西部では川詰層から名立層下部にかけてNPD 7Bb 亜帯, 名立層下部がNPD 8帯, そして名立層上部がNPD 9帯に対比されており, これは海川地域での珪藻化石層序とほぼ一致する。

4. 軟体動物化石群集と古水深の変遷

4.1. 軟体動物化石群の特徴

海川地域では, 36地点で軟体動物化石が産出し(第4, 5図), 川詰層の7産地より40種(第2表), 名立層下部の28産地から91種及び名立層上部の1産地から23種(第3, 4表)が採集・識別された。産出した計124種中には, 9種の絶滅種が含まれる。そのうち, 川詰層 - 名立層下部から産出した *Acila nakazimai*, 名立層下部より採集された *Nuculana onoyamai*, *Yabepecten tokunagai*, *Turritella saishuensis motidukii* 及び名立層上部中に認められた *T. saishuensis saishuensis*, *Ophiodermella ogurana* は, 大桑一万願寺動物群(Otuka, 1939)の特徴的絶滅種である。更に, 名立層下部からは, *Bathymalletia inermis*, *Mizuhopecten tryblum* などの絶滅種も産出した。

4.2. 化石群集の認定

次に, 産出した軟体動物化石群中において化石群集を認定した。認定に際しては, 自生的ないし準自生的産状を示し, かつ, 総個体数が30個体以上産出した7産地(Loc.1, 2, 6, 11, 16, 22, 35)のみを対象とした。Loc. 1, 2, 6, 11, 16, 35の化石群中には生息時の姿勢を保つ化石や合弁の二枚貝化石が含まれ, また散在的に産出することから自生的産状と判断される。一方, Loc. 22では化石が密集して産出しているものの合弁の二枚貝化石を多く含むことや相当する現生種の生息底質と化石の母岩の基質が一致していることから準自生的産状と判断した。30個体以上採集された産地を対象とした理由は, 30個体未満の産地では新たに加わる種が優占種となる可能性が考えられるからである(首藤・白石, 1971)。検討の結果, 川詰層中に *Conchocele-Solemya* 群集と *Acila-Lucinoma* 群集, 名立層下部に *Conchocele* 群集, *Portlandia* 群集, *Macoma-Axinopsida* 群集及び *Acila* 群集, そして名立層上部に *Ophiodermella-Turritella* 群集の計7群集が認められた(第5図)。

川詰層の *Conchocele-Solemya* 群集は, 本層の黒色 - 暗灰色砂質シルト岩中(Loc.1)に認められ, *Conchocele bisecta*, *Solemya tokunagai* を卓越種とし, *Lucinoma acutilineatum*, *Buccinum* sp., *Portlandia toyamaensis*, *Euspira pallida* 等を随伴する。

Acila-Lucinoma 群集は, 川詰層の含礫泥岩中(Loc.2)に存在し, 卓越種は *Acila nakazimai*, *Lucinoma acutilineatum* であり, *Conchocele bisecta*, *Buccinum* sp., *Portlandia* cf. *lischkei* 等を伴う。

Conchocele 群集は, 名立層下部の暗灰色の含礫砂質シルト岩中(Loc.6)で認定され, *Conchocele bisecta* が優占し, *Alvania* sp., *Liocyra* ? sp., *Cryptonatica*



第2図 珪藻化石試料位置図. 国土地理院発行, 1/5万地形図「糸魚川」及び「小滝」を使用. KL01-09: 川詰層下部の試料, KU01-07: 川詰層上部の試料, NLE01-16: 名立層下部(東部地域)の試料, NLW01-17: 名立層下部(西部地域)の試料, NU01-08: 名立層上部の試料. ●印のある試料が珪藻化石が産出した試料. 残りの試料からは珪藻化石は産出しなかった.

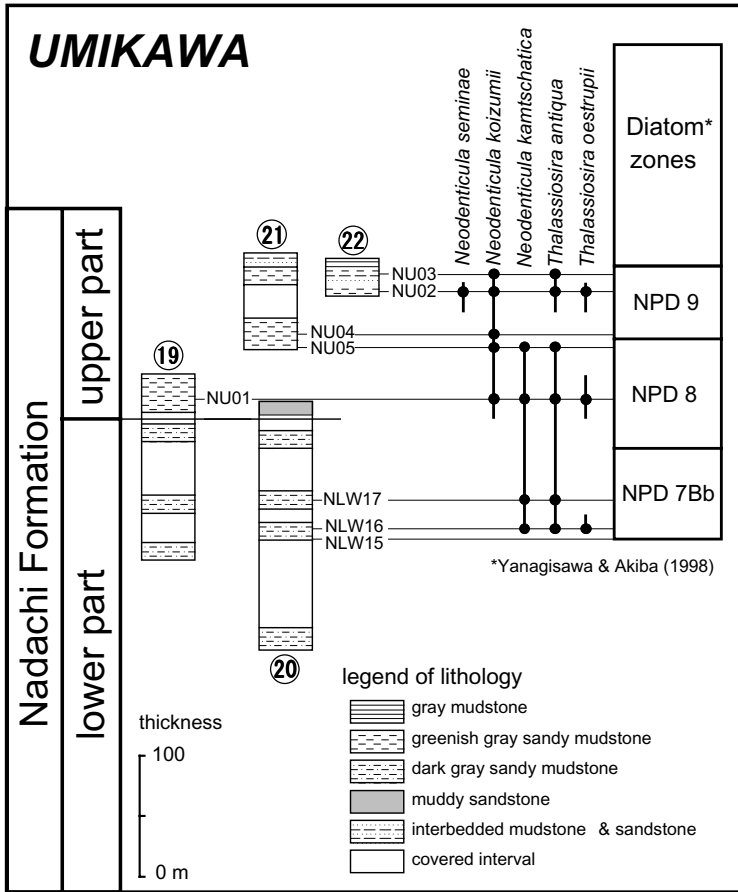
Fig. 2 Map showing locations of diatom samples. Topographic maps "Itoigawa" and "Kotaki" (1:50,000 in scale) by Geographical Institute of Japan. KL01-09: the lower Kawazume Formation, KU01-07: the upper Kawazume Formation, NLE01-16: the lower Nadachi Formation (eastern area), NLW01-17: the lower Nadachi Formation (western area), NU01-08: the upper Nadachi Formation. Samples denoted by closed circle contain diatoms, but others are barren of diatom.

海川周辺の新第三系の軟体動物化石群集(遠藤ほか)

第1表 海川地域の名立層から産出した珪藻化石.

Table 1 Fossil diatoms from the Nadachi Formation of the Umikawa area.

Formation (NL:lower Nadachi F., NU: upper Nadachi F.)	NL	NL	NL	NL	NL	NU	NU	NU	NU	NU
Sample number	NLW	NLW	NLW	NLW	NLW	NU	NU	NU	NU	NU
	12	13	17	15	16	01	05	04	02	03
Diatom zones (NPD)	?	?	7Bb	?	7Bb	8	8	9	9	9
Preservation	P	P	P	P	M	M	P	M	M	M
Abundance	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Actinocyclus curvatus</i> Janisch	1	-	-	-	5	1	1	4	4	2
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg	1	-	-	4	1	3	1	4	1	1
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	4	1	4	10	12	1	1	7	2	1
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	1	2	1	-	-	3	5	+	-
<i>Azpeitia nodulifera</i> (Schmidt) Fryxell et Sims	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>C. costata</i> Gregory	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. curviturunda</i> Brun et Tempère	1	-	-	-	-	-	+	-	1	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>C. vitrea</i> Brun	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	3	3	-	1	-	5	7	-	1	2
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg	1	-	-	-	-	1	-	-	1	+
<i>C.</i> spp.	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
<i>Cladogramma dubium</i> Lohman	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Clavicula polymorpha</i> Grunow et Pantocsek	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) Andrews	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1
<i>Diploneis</i> spp.	7	7	+	3	+	2	1	-	+	4
<i>Grammatophora</i> spp.	-	+	2	1	-	1	-	-	+	+
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	-	5	1	2	2	-	2	-	2	-
<i>Koizumia tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Neodenticula kamschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa	-	-	1	-	+	3	+	-	-	-
<i>N. koizumii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	1	+	1	1	1
<i>N. seminae</i> (Simonsen et Kayana) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
open copula of <i>Neodenticula</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+
closed copula of <i>Neodenticula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>extincta</i> Kozurenko et Sheshukova	-	-	-	-	+	1	-	1	+	-
<i>N. grunowii</i> Hasle	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	53	70	56	38	41	45	39	13	25	11
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Gregory) Heiberg	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	3	2	-	-	1	+	-	2	1	+
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	-	11	3	2	1	-	5	1	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo	14	7	20	27	21	17	25	48	27	69
<i>T. nitzschioides</i> var. <i>parva</i> Heiden et Kolbe	-	-	1	-	+	2	-	+	1	1
<i>Thalassiosira antiqua</i> (Grunow) Cleve-Euler	1	-	+	-	6	+	+	-	5	2
<i>T. convexa</i> var. <i>aspinosa</i> Schrader	-	-	-	-	-	5	17	3	7	+
<i>T. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>T. oestrupii</i> (Ostenfeld) Proshkina-Labrenko s. l.	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-
<i>T. trifulta</i> Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>T. zabelinae</i> Jouse	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-
<i>T.</i> spp.	2	-	-	2	1	1	-	-	4	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	+	1	1	-	1	-	-	-	+	-
Miscellaneous	1	-	-	-	-	2	+	-	-	-
Total number of valves counted	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	9	33	19	16	13	21	16	65	182	100



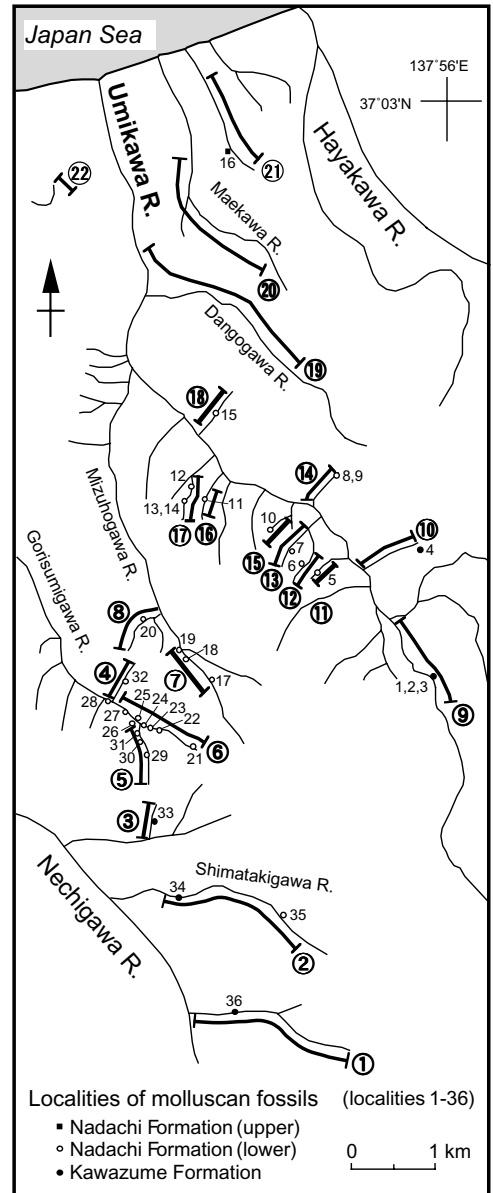
第3図 海川地域鮮新統の珪藻化石層序。試料採取位置は第2図、柱状図作成ルートは第4図を参照。

Fig. 3 Diatom biostratigraphy of the Pliocene sequences in the Umikawa area. Diatom sample localities and column numbers are referred to Figs. 2 and 4, respectively.

clausa, *Ennucula* ? sp., *Portlandia* sp., *Macoma* cf. *calcareo*等を伴っている。

以上の川詰層、名立層下部に見られる3群集は、構成種・食性構造の類似性から Hickman (1984) の *Thyasira-Lucinoma-Solemya* 群集、または Matsui (1985, 1990) による上部漸深海帯 - 下部浅海帯の *Thyasira* 群集に比較され、化学合成群集の特徴種である *Conchocele* や *Lucinoma* が卓越する。こうした群集は名立川以西でのみ見られ、名立地区を除く上越市西部地域では認められない (天野・菅野, 1991; 吉田, 2002)。

Portlandia 群集は、名立層下部の暗灰色砂質シルト岩中の Loc.35 で認められる。優占種は *Portlandia toyamaensis* であり、随伴種は *Nuculana yokoyamai*, *Yoldia* sp., *Conchocele* sp. である。本群集は構成種・食性構造の類似性から Hickman (1984) の漸深海帯の *Protobranch* 群集、または Matsui (1985, 1990) の上部漸深海帯 - 下部浅海帯の *Nuculana* 群集に比較さ



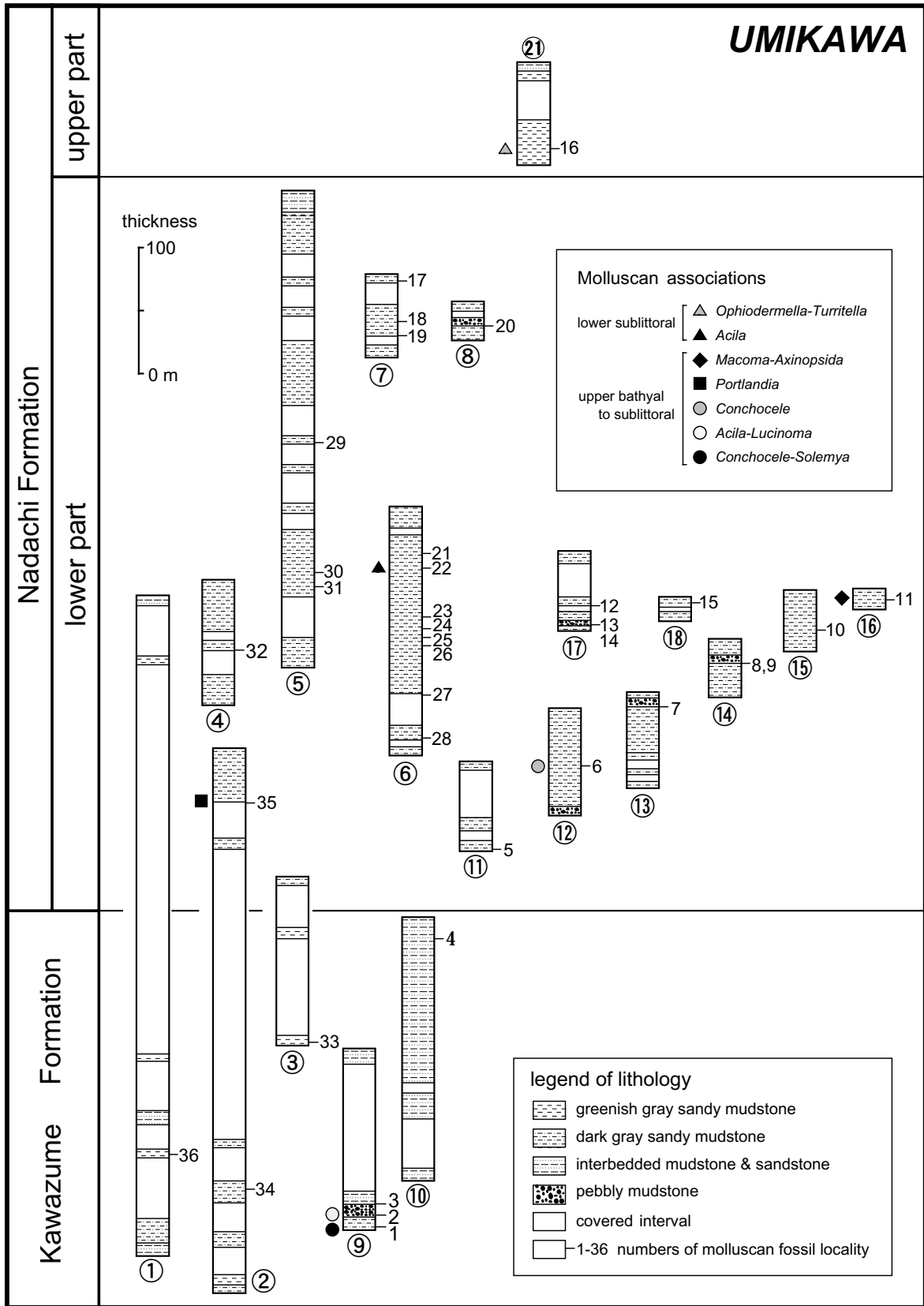
第4図 軟体動物化石産地及び柱状図作成ルート。番号(1~36)は軟体動物化石産地の番号を示す(第5図、第6図、第2表、第3表、第4表及び第5表と共通)。①~②②: 第3図及び第5図の柱状図の番号。

Fig. 4 Map showing localities of molluscan fossils and stratigraphic sections in Figs. 5, 6 and Tables 2, 3, 4, 5.

れる。

Macoma-Axinopsida 群集は、名立層下部の暗灰色砂質シルト岩中 (Loc.11) で認められ、*Macoma calcarea*, *Axinopsida subquadrata* が卓越し、*Ennucula niponica*, *Acila nakazimai*, *Nuculana onoyamai* 等を随伴する。この群集は、Matsui (1985, 1990) の *Acila-Turritella* 群集と *Nuculana* 群集の中間的な組成を持つ。

Acila 群集は、名立層下部の暗灰色シルト岩中の Loc.22 から産出する。群集組成は *Acila nakazimai* が優



第5図 海川地域鮮新統の柱状図及び軟体動物化石群集の分布. 柱状図(①~⑳)作成ルートは第4図を参照. 番号(1~36)は軟体動物化石産地の番号を示す.

Fig. 5 Columnar sections of the Pliocene sequences in the Umikawa area, with the distribution of molluscan associations. Column and locality numbers are referred to Fig. 4.

第2表 海川地域の川詰層産軟体動物化石(表中の数字は個数を示す)。

Table 2 Fossil molluscs from the Kawazume Formation of the Umikawa area. Numbers indicate the number of specimens.

Species	Locality number	1	2	3	4	33	34	36
<i>Solemya (Acharax) tokunagai</i> Yokoyama		10	-	-	-	-	-	-
S. sp.		1	-	-	-	-	-	-
<i>Acila (Truncacila) nakazimai</i> Otuka		-	37	-	-	-	1	-
A. ? sp.		-	-	1	-	-	-	-
A. sp.		-	-	2	-	-	-	-
<i>Ennucula</i> ? sp.		-	-	1	-	-	-	-
<i>Nuculana (Nuculana) permula</i> (Müller)		-	-	2	-	-	-	-
<i>N. (Thestylea) yokoyamai</i> (Kuroda)		-	1	-	-	-	-	-
<i>Portlandia (Portlandella) lischkei</i> (Smith)		-	-	3	-	-	-	-
<i>P. (P.) cf. lischkei</i> (Smith)		-	2	-	-	-	-	-
<i>P. (P.) toyamaensis</i> (Kuroda)		1	-	-	-	-	-	-
<i>P. (Megayoldia) thraciaeformis</i> (Storer)		-	-	-	-	1	-	-
P. ? sp.		-	-	-	-	2	-	-
<i>Lucinoma acutilineatum</i> (Conrad)		6	7	-	-	-	-	-
L. sp.		-	-	-	1	-	-	-
L. ? sp.		-	-	1	-	-	-	-
<i>Conchocele bisecta</i> (Conrad)		18	5	-	-	-	-	-
C. sp.		-	-	1	-	3	6	3
C. ? sp.		-	-	-	1	-	-	-
<i>Chama</i> sp.		-	1	-	-	-	-	-
<i>Macoma (Macoma) calcarea</i> (Gmelin)		-	-	-	6	-	-	-
<i>M. (M.) cf. nipponica</i> (Tokunaga)		1	-	-	-	-	-	-
M. sp.		-	1	-	-	-	-	-
M. ? sp.		-	1	-	-	-	-	-
<i>Cardiomya aff. reticulata</i> (Kuroda)		-	1	-	-	-	-	-
<i>Euspira pallida</i> (Broderip and Sowerby)		2	-	-	-	-	-	-
E. sp.		-	1	-	-	-	-	-
C. cf. <i>janthostoma</i> (Deshayes)		-	1	-	-	-	-	-
C. sp.		-	-	-	-	1	-	-
C. ? sp.		2	-	-	-	-	-	-
Naticidae? gen indet		-	1	-	-	-	-	-
<i>Boreoscala</i> sp.		-	1	-	-	-	-	-
<i>Japellion cf. pericochlion</i> (Schrenk)		1	-	-	-	-	-	-
<i>Clinopegm</i> ? sp.		1	-	-	-	-	-	-
<i>Neptunea (Neptunea) intersculpta</i> (Sowerby)		-	1	-	-	-	-	-
<i>Buccinum cf. unuscarinatum</i> Tiba		-	-	-	-	1	-	-
B. sp.		7	3	-	-	-	-	-
Buccinidae gen. et sp. indet.		-	2	-	-	-	-	-
<i>Admete</i> ? sp.		-	2	-	-	-	-	-
<i>Rectiplanes sanctioannis</i> (Smith)		1	-	-	-	-	-	-

占し、*Liocyma* ? sp., *Turritella saishuensis* subsp. indet. 等を随伴することを特徴とする。

名立層上部の緑灰色砂質シルト岩中 (Loc.16) に認められる *Ophiodermella-Turritella* 群集は、*Ophiodermella ogurana*, *Turritella saishuensis saishuensis* が優占し、*Cryptonatica clausa*, *Mohnia yanamii*, *Ennucula niponica*, *Antiplanes contraria*, *Ophiodermella miyatensis* 等を伴う。

上記の名立層下部と上部に見られる2群集は構成種・食性構造の類似性から、Matsui (1985, 1990) の下部浅海帯の *Acila-Turritella* 群集に類似する。

4.3. 群集の生息深度と古水深の変遷

まず、各群集中に含まれる現生種の生息深度を Higo *et al.* (1999) に基づいて検討した。群集中のすべての現生種が生息できる深度範囲を共通生息深度とし、化石群集の推定生息深度とした。その結果、川詰層の *Conchocele-Solemya* 群集は水深100 m~400 m、*Acila-Lucinoma* 群集は水深100 m~300 m に共通生息深度が認められた。また、名立層下部の *Portlandia* 群集は水深100 m~450 m に共通生息深度がある。更に名立層下部の *Macoma-Axinopsida* 群集は水深40 m~300 m、名立層上部の *Ophiodermella-Turritella* 群集は水深50~250 m で全ての種が生息可能である。

更に群集構造の観点から、これらの生息深度について検討するため、天野ほか (1987) 及び天野・野中 (2001) と同様に、各群集の種多様性を示す Margalef の指数 ($R=(S-1)/\log N$; N: 総個体数, S: 総種数) と、食性構造を示す二枚貝総種数に対する二枚貝原鰓目の割合 (PR/BS: PR; 二枚貝原鰓目の種数, BS; 二枚貝総種数) を求めた (第5表)。次に、この値を秋田県男鹿沖 (高安・柚原, 1977)、静岡県千浜沖 (Tsuchi, 1959)、大井川河口 (Tsuchi, 1960)、田子ノ浦 (Tsuchi, 1966)、新潟県佐渡真野湾付近 (伊藤, 1978) のリストから得られた現生遺骸集団の値と比較した (第6図)。

まず、*Conchocele-Solemya* 群集、*Acila-Lucinoma* 群集、*Conchocele* 群集及び *Macoma-Axinopsida* 群集では、種多様性指数 R は 5.15~8.74、二枚貝総種数に対する二枚貝原鰓目の割合 PR/BS は 0.33~0.60 であり、これらの値は水深120~250 m の現生遺骸集団の領域に含まれる (第5図)。一方、*Portlandia* 群集では PR/BS 値が 120~250 m の現生遺骸集団よりも高い値を、*Acila* 群集では R 値が 2.14 と低い値をとる。また、*Ophiodermella-Turritella* 群集は R が 9.46、PR/BS が 0.25 と水深120 m~250 m の集団及び 60~120 m の集団の境界付近にプロットされる。

現生種の共通生息深度と群集構造の観点から川詰層の *Conchocele-Solemya* 群集、*Acila-Lucinoma* 群集及び名立層下部の *Conchocele* 群集、*Portlandia* 群集、*Macoma-Axinopsida* 群集の生息深度は上部漸深海帯 - 下部浅海帯と考えられる。また、名立層上部の *Ophiodermella-Turritella* 群集は下部浅海帯に生息したと考えられる。一方、名立層下部の *Acila* 群集は絶滅種からなるため共通生息深度が推定できず、群集構造も現生遺骸集団とは異なった値を示す。しかし、前述したようにこの群集は *Ophiodermella-Turritella* 群集と共に Matsui (1985, 1990) が下部浅海帯の群集とした *Acila-Turritella* 群集に類似する。したがって、*Acila* 群集も下部浅海帯の群集と考えられる。

名立層下部では、30個体未満の化石しか採集できな

第4表 海川地域の名立層産巻貝及びツノ貝化石 (表中の数字は個体数を示す)。

Table 4 Fossil gastropods and scaphopods from the Nadachi Formation of the Umikawa area. Numbers indicate the number of specimens.

Species	Locality number	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	21	22	26	28	29	31	16
<i>Punctrella (Punctrella) cf. nobilis</i> Adams		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homalopoma</i> ? sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Turritella (Neohaustator) saishuensis motidukii</i> Otuka		-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. s. (N.) saishuensis</i> Yokoyama		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	31
<i>T. (N.)</i> subsp. indet.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-
<i>Alvania</i> sp.		-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glossaulax</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cryptonatica clausa</i> (Broderip and Sowerby)		-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	20
<i>C.</i> sp.		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>C. ?</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Naticidae gen. et sp. indet.		1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-	4	-	1	-	-	-	-	-
<i>Boreoscala</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Boreotrophon cf. solitarius</i> (Yokoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Mitrella cf. bicincta</i> Gould		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ancistrolepis cf. masudaensis</i> Nomura		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mohnia yanamii</i> (Yokoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>M.</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plicifusus</i> sp.		-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neptunea</i> sp.		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phos cf. iwakianus</i> (Yokoyama)		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum unuscarinatum</i> Tiba		-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. aff. rhodium</i> Dall		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B.</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>B. ?</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Buccinidae gen. et sp. indet.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cancellaria</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Neadmete</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Suavodrillia declivis</i> (v. Martens)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Antiplanes contraria</i> (Yokoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Ophiidermella ogurana</i> (Yokoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
<i>O. miyatensis</i> (Yokoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Propebela yokoyamai</i> (Onoyama)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P.</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turridae gen. et sp. indet.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Turbonilla</i> sp.		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laevidentalium</i> sp.		-	9	1	-	2	18	1	8	2	2	-	3	-	3	-	-	2	-	-	3

かったものの自生的産状を示す10産地が認められる (Loc. 7, 10, 15, 21, 24, 26, 27, 28, 31, 32)。このうち, Loc. 7, 24, 26, 27, 31, 32では *Conchocele bisecta*, *C. sp.* が卓越し, Loc. 10, 28では *Ennucula cf. niponica*, *E. niponica*, Loc. 15では *Bathymalletia inermis*, Loc. 21では *Robaia robai* といった原鰓目二枚貝が卓越する。これらの種は *Conchocele bisecta* が水深4~1,400 m, *Ennucula niponica* が40~1,460 m, *Robaia robai* が100~335 m, *Bathymalletia* 属は50~3,000 m に生息し (Higo et al., 1999), 上記の群集から得られた上部漸深海帯 - 下部浅海帯という推定深度と矛盾しない。

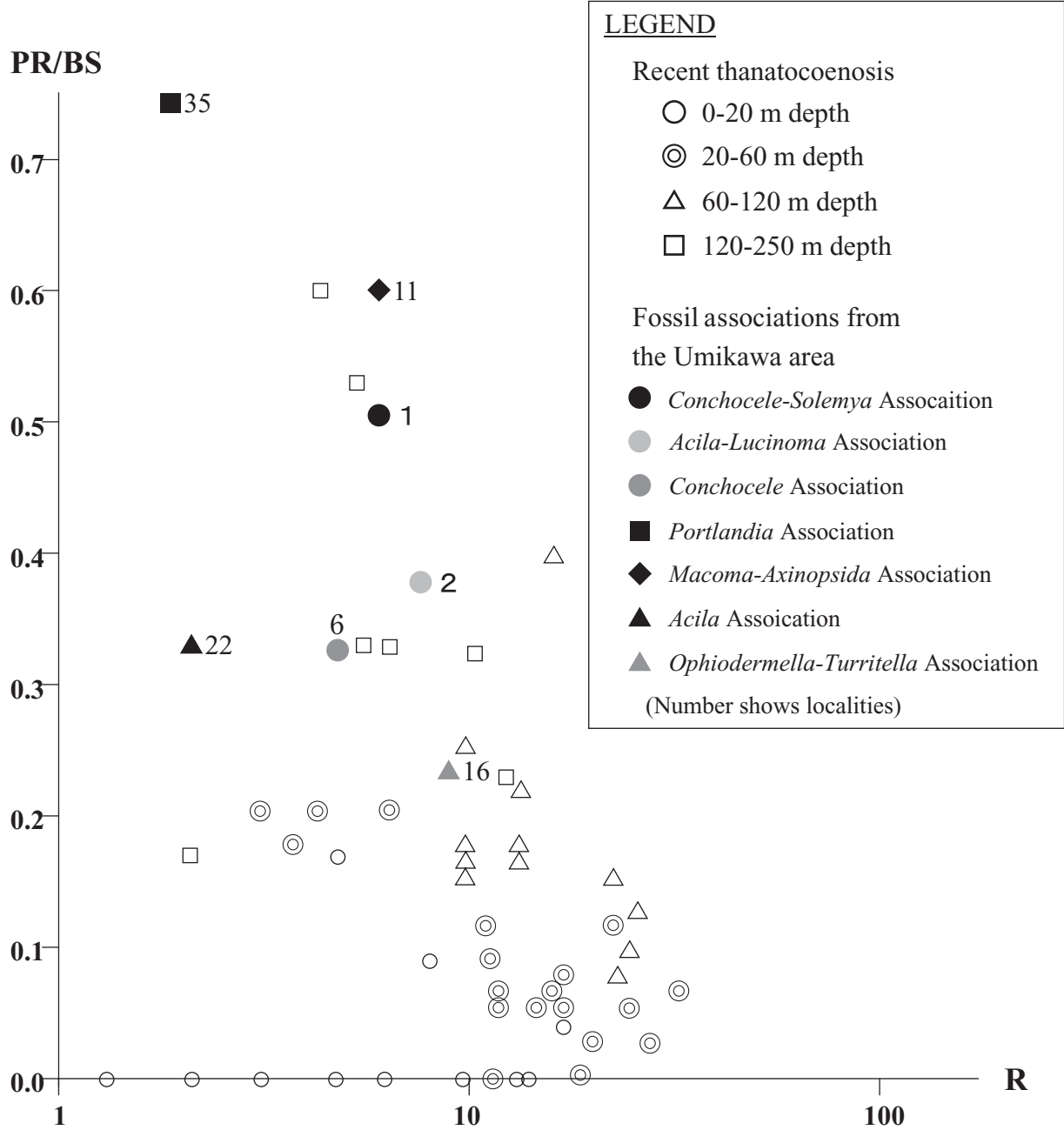
上述した群集の古水深と群集の層序分布 (第5図) から, 川詰層から名立層下部が堆積した当時には, 海川地域は上部漸深海帯 - 下部浅海帯の古水深であり, 名立層上部が堆積した時には, 堆積場が下部浅海帯へと

第5表 海川地域の川詰層と名立層産軟体動物化石群集の種多様性及び二枚貝中に占める原鰓目の種数比。

Table 5 Species diversity and protobranch species ratio to the total bivalves of the fossil molluscan associations from the Kawazume and Nadachi Formations in the Umikawa area.

Molluscan associations	L	N	S	R	PR	BS	PR/BS
<i>Conchocele-Solemya</i>	1	51	12	6.43	3	6	0.50
<i>Acila-Lucinoma</i>	2	68	17	8.74	3	8	0.38
<i>Conchocele</i>	6	56	10	5.15	2	6	0.33
<i>Portlandia</i>	35	32	4	1.99	3	4	0.75
<i>Macoma-Axinopsida</i>	11	84	13	6.24	6	10	0.60
<i>Acila</i>	22	74	5	2.14	1	3	0.33
<i>Ophiidermella-Turritella</i>	16	166	22	9.46	2	8	0.25

L: 産地, N: 個体数, S: 種数, R: 種多様性, PR: 原鰓目種数, BS: 二枚貝種数



第6図 現生遺骸集団と海川周辺産出化石群集のR-PR/BSダイアグラム。現生遺骸集団の分布は、高安・柚原(1977)、Tsuchi(1959, 1960, 1966)及び伊藤(1978)に基づく。

Fig. 6 R-PR/BS diagram showing the structure of the modern thanatocoenoses and the fossil associations from Umikawa area. The data of modern thanatocoenoses are based on Takayasu and Yunohara (1977), Tsuchi (1959, 1960, 1966) and Ito (1978).

上方に向かって浅海化した可能性が推定される。このことは、塊状の含礫暗灰色砂質シルト岩 - シルト岩を主体とし、スランプ構造が見られる名立層下部から時に材化石を含む細粒砂岩を挟む緑灰色砂質シルト岩 - シルト岩からなる名立層上部への岩相変化とも調和的である。

一方、海川地域の約15 km東方に位置する上越市西部地域では、堆積深度は、川詰層から名立層最下部の

堆積時(NPD 7Bb垂帯)では漸深海帯に、名立層下部堆積時(NPD 8帯)に漸深海帯 - 下部浅海帯であり、名立層中上部から谷浜層の堆積時(NPD 9)には下部浅海帯へと変化した(天野・菅野, 1991; 柳沢・天野, 2003)。これを海川地域と比較してみると、名立層に相当する岩相が、海川地域では上越市西部地域より早く堆積していることがわかる。このことは、海川地域では上越市西部地域より浅海化が早かった可能性を示唆

している。

5. おわりに

本研究では、珪藻化石分析により海川地域の名立層がNPD7 Bb亜帯からNPD9帯に相当することが判明した。また、軟体動物化石の群集解析により川詰層・名立層下部堆積時までは上部漸深海帯・下部浅海帯、名立層上部堆積時に下部浅海帯であったことが明らかになった。更に、上越市西部地域との比較から、糸魚川・静岡構造線に隣接する海川地域では名立層が早い時期から堆積し、このため浅海化が早かった可能性がある。これらの結果は海川地域の古環境を解明する上で有用であるばかりでなく、糸魚川—静岡構造線の形成史を考える上で重要である。

謝辞：フォッサマグナミュージアムの竹之内 耕氏、青海町在住の古見 浩氏には野外調査に同行していただくとともに調査地域の情報を提供していただいた。地質情報研究部門の中島 礼博士には、原稿の内容について有益なコメントをいただいた。また、同部門の鈴木 淳博士には編集委員としてコメントをいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

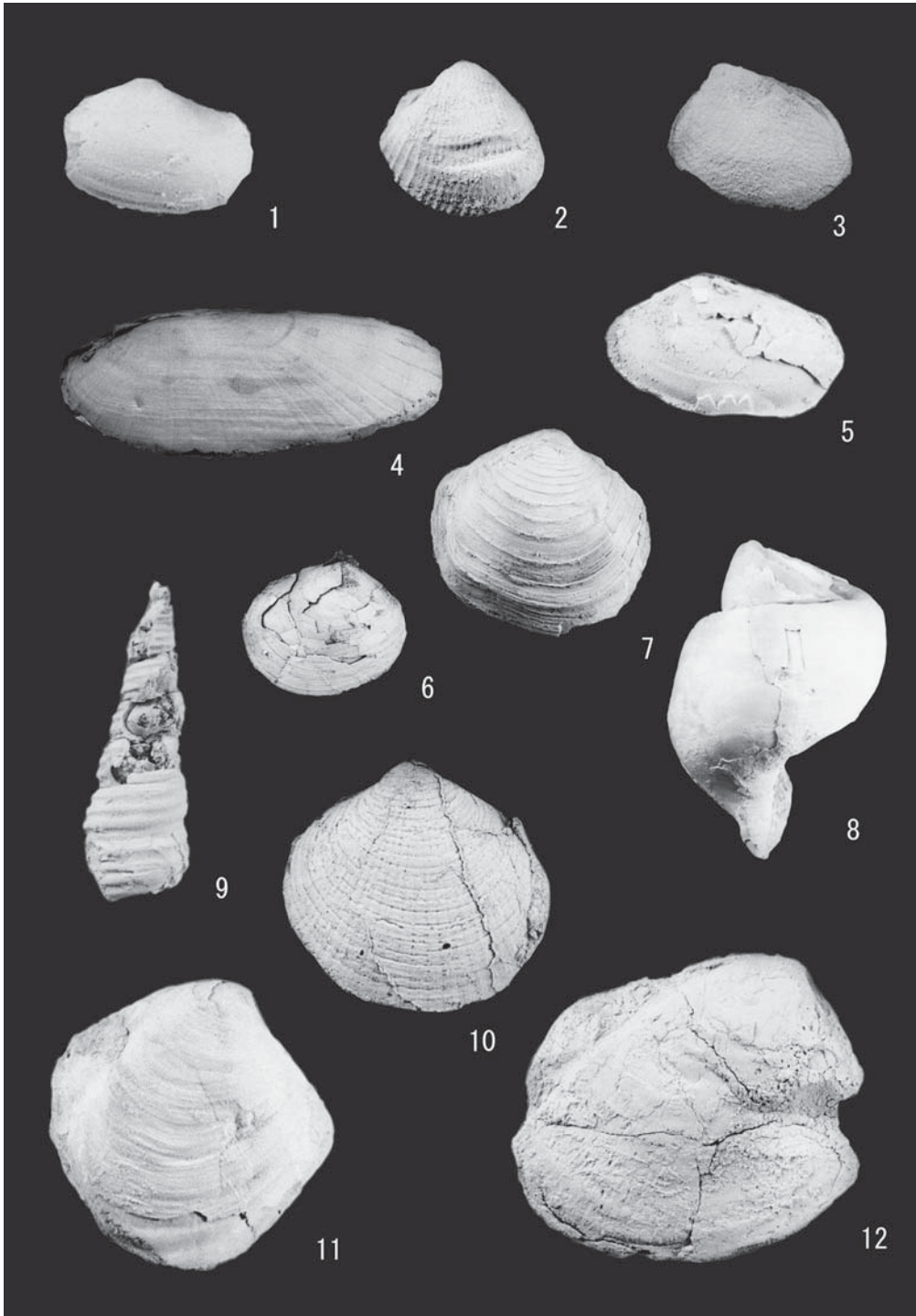
文 献

赤羽貞幸 (1975) 新潟県上越市西部山地における新第三系の層序と地質構造. 地質雑, **81**, 737-754.
 赤羽貞幸 (1979) 北部フォッサマグナ地域における後期新生代の地質構造発達史 (I). 信州大教育学部志賀自然教育施設研究業績, no. 18, 1-23.
 赤羽貞幸・加藤碩一 (1989) 高田西部の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 89p.
 天野和孝・菅野三郎 (1991) 新潟県上越市西部の鮮新世貝化石群集の構成と構造. 化石, no. 51, 1-14.
 天野和孝・野中孝彦 (2001) 貝化石群集の群集構造による古水深の推定方法—中新統瑞浪層群産貝化石群を例として—. 化石, no. 70, 23-34.
 天野和孝・菅野三郎・市川敦子・柳沢幸夫 (1987) 上越市西部の谷浜層産軟体動物群—新潟県上越地域西部の軟体動物化石の研究(その2)—. 上越教育大学研究紀要, **6**, 154-170.
 天野和孝・市川敦子・小金沢五月 (1988) 西頸城郡名立町大菅付近の名立層産軟体動物群—新潟県上越市西部の軟体動物化石の研究(その3)—. 上越教育大学研究紀要, **7**, 63-71.
 天野和孝・菅野三郎・永井 浩・佐々部典子・伴 浩光 (1990) 上越市西部の川詰層産軟体動物群—新潟県

上越地域西部の軟体動物化石の研究(その5)—. 上越教育大学研究紀要, **9**, 67-75.
 藤本信治・藤田和夫・駒谷郁夫・森下 晶・澤井 清・隅田 實 (1951) 新潟県西頸城郡下の新生代層について. 地学, no. 3, 23-30.
 古見 浩・佐藤毅一・佐藤将太・中村行雄・竹之内 耕 (2004) 新潟県糸魚川市別所の戸土層(中部中新統)から産出した軟体動物化石群. フォッサマグナミュージアム研究報告, no. 3, 9-16.
 Hickman, C. S. (1984) Composition, structure, ecology, and evolution of six Cenozoic deep-water mollusk communities. *Jour. Paleont.*, **58**, 1215-1234.
 Higo, S., Callomon, P. and Goto, Y. (1999) Catalogue and bibliography of the marine shell-bearing mollusca of Japan. 531p., Elle Sci. Pub., Yao.
 伊藤勝千代 (1978) 佐渡真野湾付近における貝類遺骸の出現分布. 日本研報告, no. 29, 201-227.
 Kanno, S., Amano, K. and Ban, H. (1989) *Calyptogena (Calyptogena) pacifica* Dall (Bivalvia) from the Neogene System in the Joetsu District, Niigata Prefecture. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 153, 25-35.
 Matsui, S. (1985) Recurrent molluscan associations of the Omma-Manganji fauna in the Gojome area, Northeast Honshu, Part 1. General discussion of fauna and systematic notes on gastropod and scaphopod species. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 139, 149-179.
 Matsui, S. (1990) Pliocene-Pleistocene molluscan association in north-central Japan and their relationship to environment. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 160, 641-662.
 西田彰一・津田禾粒・市村隆三 (1966) フォッサマグナ最北部の新第三系—いわゆる難波山層に関する研究(その1)—. 新潟大地誌研究報告, no. 1, 1-14.
 西田彰一・津田禾粒・市村隆三 (1974) フォッサマグナ最北部の新第三系(その1)—いわゆる難波山層に関する研究—. 地調報告, no. 250-1, 155-168.
 大河内 誠・高橋俊郎・田村嘉之・新潟姫川団体研究グループ (1998) 新潟県、姫川・根知川下流周辺の新第三系層序. 青海町自然史博物館紀要, no.1, 13-20.
 Otuka, Y. (1939) Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary paleogeography). *Jub. Publ. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday*, **2**, 481-519.
 Shimazu, M., Yano, T. and Tajima, M. (1979) Gabbroic

- inclusion in calcalkali andesites of the Fossa Magna region, central Japan. *Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E*, **5**, 63-85.
- 首藤次男・白石成美(1971) 岩屋地区の芦屋層群の貝化石群集—群集古生態学への試み—。九大理研究, **10**, 253-270.
- 鈴木雅彦・北脇裕士・周藤賢治・茅原一也(1985) フォッサマグナ西北部の海川火山岩類, 海川貫入岩類及び雨飾山貫入岩類。新潟大地鉦研究報告, no. 5, 49-77.
- 高安泰助・柚原備也(1977) 男鹿半島沖の現生貝類の分布。藤岡一男教授退官記念論文集, 385-400.
- Tsuchi, R. (1959) Molluscs and shell-remains from the coast of Chihama in the Sea of Enshû, the Pacific side of Central Japan. *Rep., Fac. Lib. Art. Sci., Shizuoka Univ.*, **2**, 143-152.
- Tsuchi, R. (1960) Molluscs and shell-remains in the vicinity off the mouth of the Oi River in the Gulf of Suruga, Central Japan. *Rep., Fac. Lib. Art. Sci., Shizuoka Univ.*, **3**, 71-76.
- Tsuchi, R. (1966) Molluscs and shell-remains from Tago-no-ura, Suruga Bay, Pacific coast of Central Japan. *Rep., Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, **1**, 101-106.
- 柳沢幸夫(1999) 金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序。地調月報, **50**, 49-65.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the Northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395-414.
- 柳沢幸夫・天野和孝(2003) 新潟県上越地域西部に分布する鮮新統の珪藻化石層序と古海洋環境。地調研報, **54**, 63-93.
- 吉田晴子(2002) 新潟県名立町雁田神社周辺の鮮新統名立層産貝化石群と古環境。上越教育大学卒論, 47p.
- 吉村尚久・石橋英一(1979) 姫川河口地域の地質と糸静線—とくに島弧変動との関係について—。総合研究A「島弧変動」研究報告, **1**, 21-23.

(受付: 2005年11月8日; 受理: 2006年1月26日)



図版1 海川地域の川詰層及び名立層産軟体動物化石。

Plate 1 Molluscan fossils from the Kawazume and Nadachi Formations in the Umikawa area. L: shell length, H: shell height.

1. *Portlandia* (*Portlandella*) *toyamaensis* (Kuroda), L = 15.4mm, Loc. 1, Kawazume Formation.
2. *Cardiomya* aff. *reticulata* (Kuroda), L = 17.7mm, Loc. 2, Kawazume Formation.
3. *Acila* (*Truncacila*) *nakazimai* Otuka, L = 20.5mm, Loc. 2, Kawazume Formation.
4. *Solemya* (*Acharax*) *tokunagai* Yokoyama, L = 81.2mm, Loc. 1, Kawazume Formation.
5. *Bathymalletia* *inermis* (Yokoyama), L = 21.8mm, Loc. 15, Nadachi Formation.
6. *Macoma* (*Macoma*) *calcareo* (Gmelin), L = 27.1mm, Loc. 11, Nadachi Formation.
7. *Lucinoma* *acutilineatum* (Conrad), L = 42.9mm, Loc. 1, Kawazume Formation.
8. *Japelion* cf. *pericochlion* (Schrenck), H = 60.0mm+, Loc. 1, Kawazume Formation.
9. *Turritella* (*Neohaustator*) *saishuensis motidukii* Otuka, H = 24.6mm, Loc. 8, Nadachi Formation.
10. *Glycymeris* (*Glycymeris*) *yessoensis* (Sowerby), L = 29.1mm, Loc. 8, Nadachi Formation.
- 11, 12. *Conchocele* *bisecta* (Conrad); 11, L = 34.0mm, Loc. 1; 12, L = 43.4mm, Loc. 2; Kawazume Formation.