

## 釧路海底谷から採取された岩石試料の放射虫化石年代

本山 功<sup>1,\*</sup>・上栗伸一<sup>2</sup>・辻野 匠<sup>3</sup>・川村喜一郎<sup>4</sup>・三輪哲也<sup>5</sup>

Isao Motoyama, Shin-ichi Kamikuri, Taqumi TuZino, Kiichiro Kawamura and Tetsuya Miwa (2010) Radiolarians from rock samples recovered from the Kushiro submarine canyon. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 61(3/4), p. 87-103, 4 figs, 2 tables, 3 plates.

**Abstract:** A marine geological survey was conducted by YK07-14 cruise in the continental slope region off Kushiro, eastern Hokkaido to study sedimentation and tectonic evolution of the forearc-trench system. Rock samples were collected from the submarine outcrops along the Kushiro Canyon during the submersible Shinkai #1032, #1033 and #1035 dives operated by the cruise. From these samples radiolarians were extracted to determine the depositional ages of the sedimentary bodies of the forearc basin and the outer high. Samples taken from the outer high yielded radiolarians indicative of the Late Eocene-Early Oligocene, Early Miocene and early Middle Miocene ages. This result supports a seismic profile-based interpretation that the outer high consists of accretionary prism. Radiolarians from the forearc sediment samples suggest Pliocene or younger ages.

**Keywords:** Radiolaria, biostratigraphy, Oligocene, Miocene, Pliocene, forearc, Hokkaido

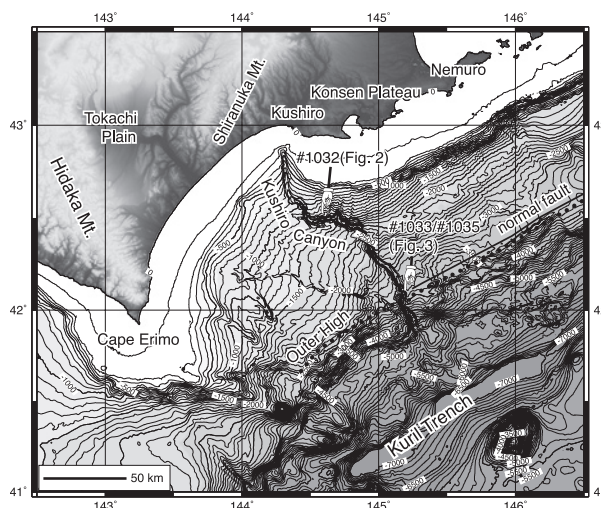
### 要旨

北海道釧路沖の釧路海底谷において実施された「しんかい 6500」の潜航調査 (#1032, #1033, #1035) により採取された泥岩試料を分析した結果, 年代決定に有効な放射虫化石が得られた。外縁隆起帯から採取された試料から産出した放射虫は後期始新世～漸新世, 前期中新世及び中期中新世の年代を示す。隆起帯の陸側の前弧海盆からは, 鮮新世またはそれ以降の年代を示す放射虫が得られた。

### 1. はじめに

2007 年に北海道釧路沖の釧路海底谷において実施された, 海洋研究開発機構の「しんかい 6500」による潜航調査 (#1032, #1033, #1035) により, 海底の露岩から数点の泥質岩試料が採取された。本報告では, それら泥質岩試料の堆積年代推定を目的として放射虫化石を検討した結果について述べる。

釧路海底谷は北海道釧路沖の陸棚の水深 70 m 付近から南東方向へ流下して水深 7000 m の千島海溝まで達す



第 1 図 「しんかい 6500」第 1032, 1033 及び 1035 潜航調査海域周辺の地形図。

Fig. 1 Topographic map around the Shinkai #1032, #1033 and #1035 dive areas.

る, 全長 233 km の海底谷である (Noda *et al.*, 2008 ; 嶋村, 2008 ; 辻野, 印刷中) (第 1 図)。ほぼ全域にわたって

<sup>1</sup> 筑波大学地球進化科学教室 (Department of Earth Evolution Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, 305-8572 Japan)

<sup>2</sup> 日本学術振興会特別研究員 PD (筑波大学) (JSPS Research Fellow, Department of Earth Evolution Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, 305-8572 Japan)

<sup>3</sup> 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

<sup>4</sup> 財団法人深田地質研究所 (Fukada Geological Institute, 2-13-12 Honkomagome, Bunkyo, Tokyo 113-0021, Japan)

<sup>5</sup> 独立行政法人海洋研究開発機構 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2-15 Natsushima-Cho, Yokosuka-city, Kanagawa 237-0061)

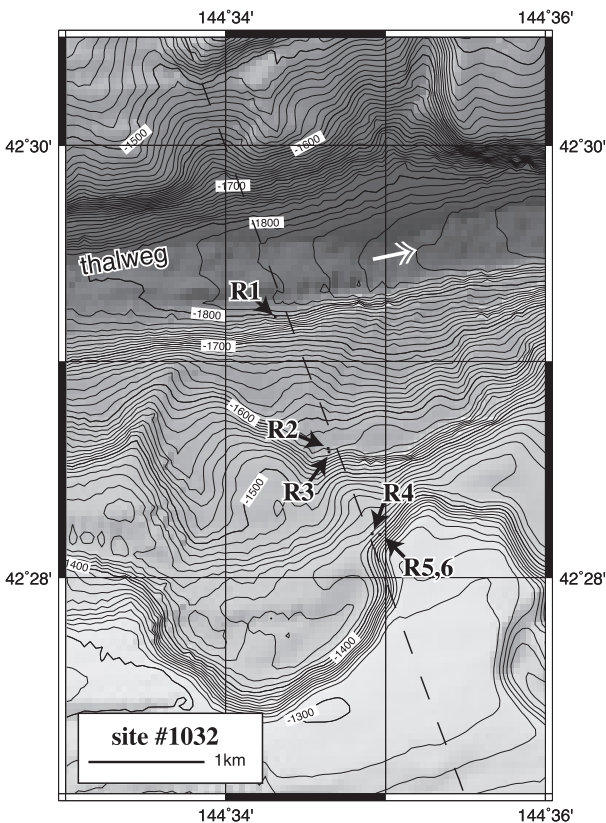
\* Corresponding author: I. MOTOYAMA, Email: isaomoto@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

海底を数100m下刻しているため、谷底や側壁には表層堆積物に覆われていない岩石の露出があり、それを調査することによって、海底谷自体の形成史とともに、当該大陸斜面域の地形発達史やテクトニクス、付加体形成史、前弧海盆の堆積作用などについて重要な知見を得ることができる。

釧路海底谷は海溝軸と平行に伸長する外縁隆起帯（水深3500m付近）を境にして緩傾斜の上流（30/1000）とやや傾斜のきつい下流（平均50/1000）に分けられる。音波探査記録によると、外縁隆起帯は非成層の反射面から構成されており、その陸側に成層した反射面からなる小海盆が認められる。この小海盆は十勝沖の水深140～3000mに広がる十勝沖前弧海盆の東端に当たる。

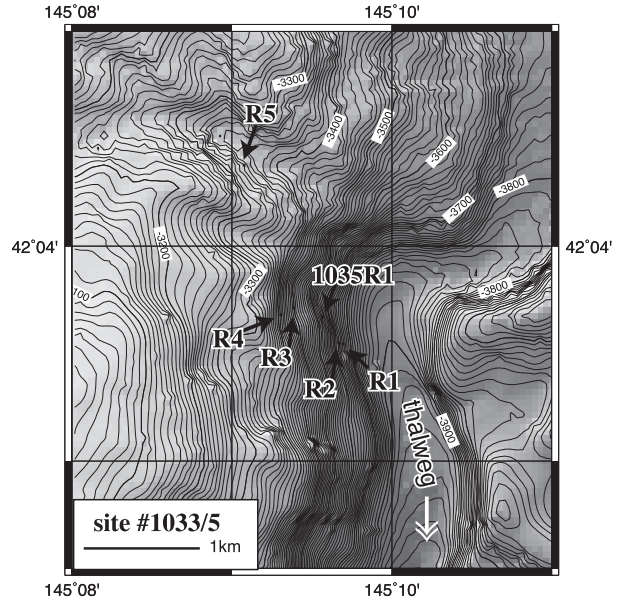
2. 潜航調査及び試料採取

釧路海底谷及び周辺海域の調査のため、2007年10月1日から9日にかけて海洋研究開発機構の調査船「よこ



第2図 「しんかい6500」第1032潜航調査海域の海底地形図。R1-R6は岩石試料採取地点。破線はGH03航海における音波探査測線（測線42：辻野，印刷中）を示す。位置は第1図を参照。

Fig. 2 Bathymetric chart of the Shinkai #1032 dive area. R1-R6 are the rock sampling sites. Broken line indicates the seismic survey line (line number 42) of GH03 Cruise (TuZino, in press). See Fig. 1 for location.



第3図 「しんかい6500」第1033/1035潜航調査海域の海底地形図。R1-R5は第1033潜航の岩石試料採取地点。1035R1は第1035潜航の岩石試料採取地点。位置は第1図を参照。

Fig. 3 Bathymetric chart of the Shinkai #1033/#1035 dive area. R1-R5 are the rock sampling sites in #1033 dive. 1035R1 is the site in #1035 dive. See Fig. 1 for location.

すか]によるYK07-14航海が実施され、その期間中に「しんかい6500」による潜航調査（#1032，#1033，#1035）が行われた。

#1032潜航調査（潜航観察：辻野）は、自然堤防の形成を含む釧路海底谷の発達史を明らかにすることを目的とすることから、潜航地点として海底谷が前弧海盆堆積物を下刻している釧路海底谷の屈曲部が選定され、潜水調査船は水深1815mの谷底に着底し、そこから南岸側を登るように調査した（第1図，第2図）。音波探査記録によると、この潜航地点付近の側壁には、十勝沖前弧海盆の音響層序のTaからTfにかけての地層が現れている（辻野，2010本号，第3図）。潜航観察の結果、この側壁は数10cmの厚さで成層した地層からなっており、採取された岩石によれば、半固結細粒砂岩ないしシルト岩から構成されている。試料は、音響層序Teにあたる水深1791m（#1032-R1）、音響層序Tdにあたる水深1580m（#1032-R2）と水深1554m（#1032-R3）、音響層序Tcにあたる水深1410m（#1032-R4）、水深1386m（#1032-R5）及び水深1387m（#1032-R6）の計6地点から採取された（第1表，第2図）。

#1033潜航調査（潜航観察：川村）と#1035潜航調査（潜航観察：三輪）は、前弧海盆と外縁隆起帯境界の断層及び外縁隆起帯の構成岩石を調査することを目的とした。#1033潜航は水深3898mの谷底に着底したのち

Table 1. Sample list.

第1表 試料一覧表.

Sample no.	Latitude	Longitude	Water depth	Description
#1032-R1	42-29.2069°N	144-34.3110°E	1791 m	Semiconsolidated dark olive grey siltstone
#1032-R2	42-28.5972°N	144-34.6419°E	1580 m	Semiconsolidated olive grey mudstone
#1032-R3	42-28.5814°N	144-34.9162°E	1554 m	Semiconsolidated dark olive siltstone
#1032-R4	42-28.2025°N	144-34.9162°E	1410 m	Semiconsolidated greyish olive siltstone
#1032-R5	42-28.1989°N	144-34.9639°E	1386 m	Semiconsolidated dark greenish grey mudstone
#1032-R6	42-28.1989°N	144-34.9639°E	1387 m	Unconsolidated greyish olive claystone
#1033-R1	42-03.5449°N	145-09.6931°E	3762 m	Consolidated olive grey siltstone
#1033-R2	42-03.5506°N	145-09.6689°E	3715 m	Consolidated grey siltstone, olive grey siltstone, and sandstone
#1033-R3	42-03.7127°N	145-09.3847°E	3514 m	Consolidated grey siltstone and olive grey siltstone
#1033-R4	42-03.6802°N	145-09.3067°E	3391 m	Semiconsolidated dark greyish sandy claystone
#1033-R5	42-04.3773°N	145-09.0772°E	3363 m	Semiconsolidated dark greyish sandy claystone
#1035-R1	42-03.6720°N	145-09.5679°E	3672 m	Consolidated grey siltstone

西側斜面を登り、#1035 潜航は水深 3889 m の谷底に着底したのち西側斜面を登った(第1図, 第3図)。側壁は谷底から水深 3400 m まで凹凸に富んでいて成層状態ははっきりしない。その範囲の岩石は微小な断層により数 mm 程度の間隔で細かく寸断されており、付加体あるいはなんらかの変形を受けた岩石と推定された(川村, 2010 本号)。側壁上部は整然とほぼ水平に堆積した地層から構成されており、前弧海盆堆積物と推定できる。試料は、水深 3760 ~ 3500 m の側壁下部に当たる #1033 潜航 3 地点(#1033-R1, #1033-R2, #1033-R3)、#1035 潜航 1 地点(#1035-R1)の合わせて 4 地点と、側壁上部に当たる #1033 潜航 2 地点(#1033-R4, #1033-R5)から採取された(第1表, 第3図)。

### 3. 放散虫分析法

放散虫分析を行ったのは第1表に掲げる 12 試料についてであり、そのうち #1033 潜航の 3 試料(#1033-R1, #1033-R2, #1033-R3)と #1035 潜航の 1 試料(#1035-R1)は外縁隆起帯から採取された。#1032 潜航の 6 試料全てと #1033 潜航の 2 試料(#1033-R4, #1033-R5)は外縁隆起帯の陸側の前弧海盆堆積物である。

試料は海底の露岩から採取されたものであるため、穿孔性生物により空けられた孔の中に表層泥が入り込んでいたり、岩塊の表面が軟化して表層泥と区別しにくくなっていたりすることがある。そのため、未固結堆積物による汚染の影響を除去するため、まず試料の塊の表層部分を慎重に取り除いてゆき、中心部分のみを取り出した。これを硬さに応じて指先またはハンマーで数 mm 程度の大きさに砕いてからピーカーに入れ、乾燥後にナフサを注いで浸透させたあと、熱湯を加えて煮沸し泥化させた。これを開孔径 63 μm の篩で水洗したのちピーカーに戻し、過酸化水素水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)を注いで加熱した。反応が進んで泥化したところで再び篩で水洗した。篩上の

残渣を乾燥させてから、あらかじめ糊を塗布したスライドガラス上に散布して定着させ、エンテラン・ニューを封入剤に用いて 24 × 36 mm のカバーガラスをかぶせて固定し、観察用プレパラートとした。観察は光学顕微鏡下 100 ~ 400 倍で行い、可能な限り 100 個体に達するまで個体数を計数した。

## 4. 放散虫化石

放散虫は検討した 12 試料全てから産出した(第2表)。全般に保存良好であったが、産出量は試料によって違いがあり、外縁隆起帯から採取された試料からは豊富に産出した。前弧海盆堆積物から採取された試料の方は、1 スライドで 100 個体に達しないことが多く、産出量が少ない傾向がみられた。これは、後者の試料の方が、珪藻、珪質海綿の骨針、火山ガラスなどの砂粒サイズの粒子による希釈の度合いが大きいためである。

### 4.1 堆積年代

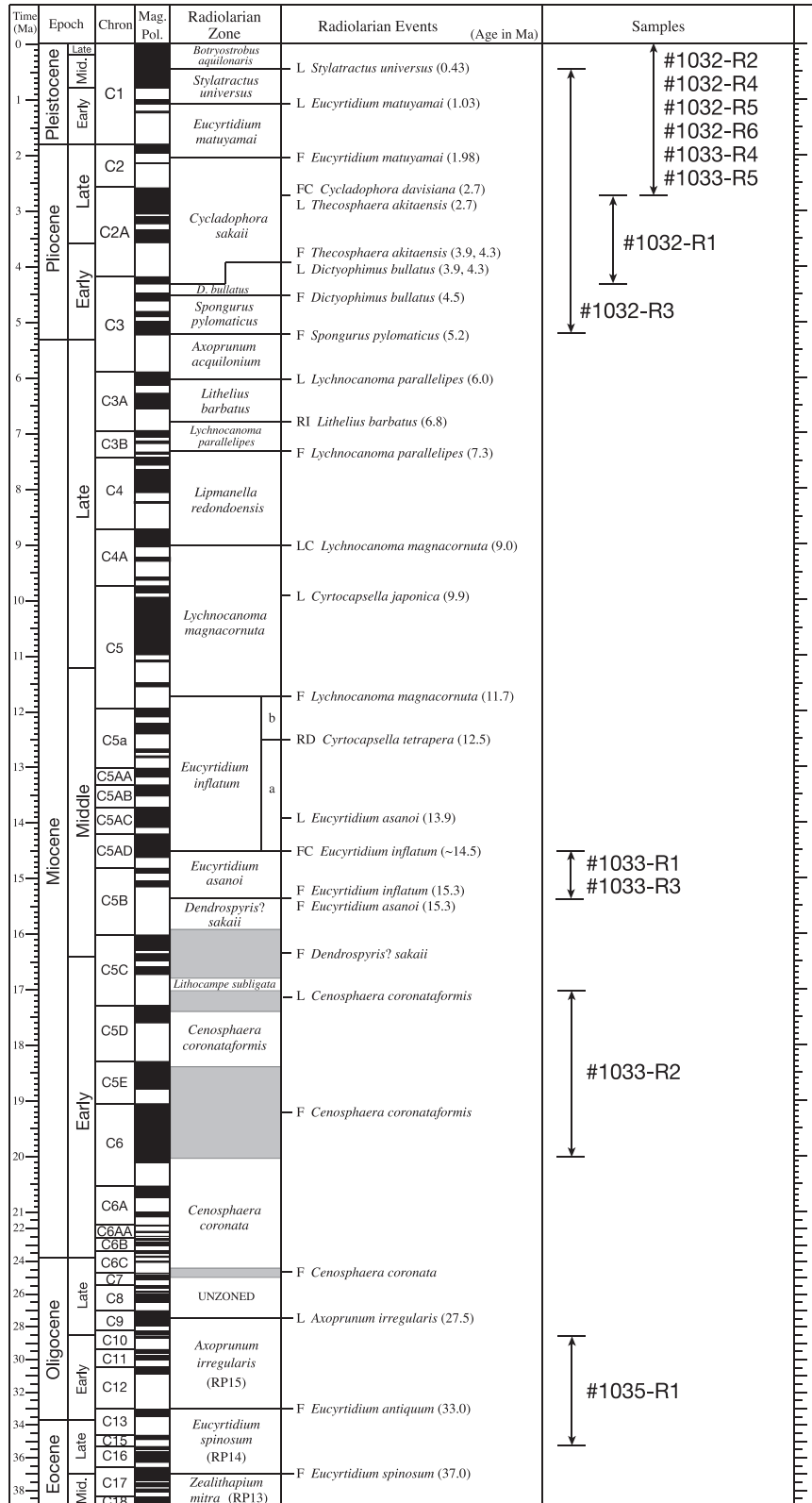
本研究では、堆積年代推定のために、船山(1988)、Shilov(1995)、Takemura and Ling(1997)、Hollis(1997)、Kamikuri *et al.*(2004)、Motoyama *et al.*(2004)の放散虫化石帯を組み合わせて使用する(第4図)。すなわち、中期中新世~第四紀放散虫化石帯については北太平洋中高緯度で確立された Kamikuri *et al.*(2004)と Motoyama *et al.*(2004)の化石帯に基づき、放散虫イベントの年代値は Kamikuri *et al.*(2007)を使用する。ただし、*Eucyrtidium asanoi*帯と *Eucyrtidium inflatum*帯の定義や年代値は船山(1988)と本山・丸山(1998)に準じる。前期中新世の放散虫化石帯には北太平洋高緯度で確立された Shilov(1995)の化石帯を用いる。後期始新世~漸新世の放散虫化石帯には南大洋で確立された Takemura and Ling(1997)と南太平洋で確立された Hollis(1997)を用いる。

Table 2. Radiolarian occurrence list. Asterisks (\*) indicate occurrence in a second slide. Abbreviation of radiolarian zones: IC.sak. = lower *Cycladophora sakaii* Zone, uC.sak. = upper *Cycladophora sakaii* Zone, S.py. = *Spongurus pylomaticus* Zone, S.un. = *Stylatractus universus* Zone, E.asa. = *Eucyrtidium asanoi* Zone, L.sub. = *Lithocampe subligata* Zone, uRP14 = upper RP14 Zone of Hollis (1997), RP15 = RP15 Zone of Hollis (1997).

第2表 放射虫産出表. アステリスク (\*) は2枚目のスライドにおける産出を示す.

Dive no. Sample no.	#1032 R1	#1032 R2	#1032 R3	#1032 R4	#1032 R5	#1032 R6	#1033 R1	#1033 R2	#1033 R3	#1033 R4	#1033 R5	#1035 R1	
<i>Acrosphaera arktios</i>			1	1									
<i>Collosphaera</i> sp. A of Reynolds (1980)							4		2				
<i>Collosphaera</i> sp.									1				
<i>Actinomma leptoderma</i>										5	3		
<i>Actinomma medianum</i>										*			
<i>Amphistylus angelinis</i>												2	
<i>Druppattractus hastatus</i>								*					
<i>Druppattractus irregularis</i>			28			1							
<i>Pentactinosphaera hokurikuensis</i>								48					
<i>Stylacontarium bispiculum</i>						*							
<i>Stylatractus neptunus</i>				1			*		1			2	
<i>Stylatractus s. santaeamae</i>			*				1		*				
<i>Stylatractus universus</i>			1										
<i>Siylosphaera? magnaporulosa</i>												1	
<i>Siylosphaera</i> aff. <i>magnaporulosa</i>												9	
<i>Siyptosphaera? spumacea</i>							2						
<i>Thecosphaera akitaensis</i>	2												
<i>Thecosphaera japonica</i>				1									
<i>Thecosphaera pseudojaponica</i>	2									1			
Actinommidae spp.	5	3	14	5	2	7	13	7	*	15	9	10	
<i>Didymocyrtis laticonus</i>								*					
<i>Didymocyrtis mammifera</i>									*				
<i>Didymocyrtis</i> cf. <i>mammifera</i>													
<i>Didymocyrtis</i> sp.							1						
<i>Frumulum japonicum</i>									*				
<i>Amphirhopalum ypsilon</i>											1		
<i>Amphymenium amphistylum</i>							*		*			1	
<i>Stylochlamydidium venustum</i>	1		*	2						4	7		
<i>Stylodictya aculeata</i>	1						1		1				
<i>Stylodictya validispina</i>	3	2	2	1			1	1	2	1	4		
Porodiscidae spp.				1	1		5	9	18	1	1	7	
<i>Dictyocoryne</i> sp.							1						
<i>Spongopyle osculosa</i>		2	*		1	1	*			1			
<i>Spongotrochus glacialis</i>			1										
Spongodiscidae spp.	9	6	9	27	8	4	16	19	20	11	15	22	
Pyloniidae spp.						1			1		1	2	
<i>Larcopyle buetschlii</i>		1	1	1	2	2				3	2		
<i>Larcopyle hayesi</i>									*				
<i>Larcopyle polyacantha</i>							3	2	*			*	
<i>Larcopyle weddellium</i>	2	1	1	4	2					1	3		
<i>Lithelius minor</i>		1										2	
<i>Lithocarpium titan</i>												24	
<i>Spirema</i> sp. of Kling (1973)							2		*				
<i>Spongurus pylomaticus</i>			*										
Litheliidae spp.	14	3	11	10	2	14	47	13	49	11	13	17	
<i>Arachnocorys? dubius</i>							*						
<i>Ceratocyrtis</i> sp.			*										
<i>Gondwanaria campanulaeformis</i>			*										
<i>Lipmanella dicyoceras</i>											1		
<i>Lipmanella pilva</i>							*		*				
<i>Lipmanella redondoensis</i>							*		*				
<i>Pseudodictyophimus gracilipes</i>			1	2		2				4			
Plagoniidae spp.	4		11	11	10	23	*		*	8	6		
<i>Cinclopyramis</i> sp.										1			
<i>Cornutella profunda</i>			*				3		3	1		*	
<i>Cycladophora cornutoides</i>			5	2						3	2		
<i>Cycladophora cosma cosma</i>									*				
<i>Cycladophora bicornis bicornis</i>										*			
<i>Cycladophora davisiana</i>			1		17	9	36			21	3		
<i>Cycladophora ochotica</i>									*				
<i>Cycladophora sakaii</i>	11												
<i>Cycladophora</i> spp.							*		1			1	
<i>Cyrtocapsella tetrapera</i>							*	1	*				
<i>Cyrtolagena</i> sp.			1				*		*				
<i>Dictyophimus hirundo</i>				2						*			
<i>Dictyophimus</i> sp.						1							
<i>Eucyrtidium asanoi</i>							*		*				
<i>Eucyrtidium calvertense</i>									*				
<i>Eucyrtidium cienkowskii</i>									*				
<i>Eucyrtidium hexastichum</i>											1		
<i>Eucyrtidium teuscheri</i>			*								1		
<i>Lithopera neotera</i>									*				
<i>Peripyramis circumtexta</i>						1			*				
<i>Pterocanium korotnevi</i>											1		
<i>Pterocanium korotnevi?</i>										2			
<i>Stichocorys peregrina</i>	1												
Theoperidae spp.						1	*		*		5	*	
<i>Dictyocephalus papulosus</i>							*		1	2			
Pterocorythidae sp.											1		
<i>Dictyoprora nigrinae</i>												*	
<i>Phormostichoartus corbula</i>									*				
<i>Siphocampe arachnea</i>	1		6			1				1		*	
Artostrobiidae spp.	4		2						*	1	2	*	
<i>Botryopyle</i> sp.							*						
<i>Ceratospyrus borealis</i>										*			
<i>Phormospyris stabilis</i> group									*				
<i>Spyrida</i> spp.	2	1	4	4	4	5			*	2			
total specimens counted	62	22	100	90	41	100	100	100	100	100	82	100	
Radiolarian zone	IC.sak.	uC.sak.-	S.py.-	S.un.	uC.sak.-	uC.sak.-	uC.sak.-	E.asa.	-L.sub.	E.asa.	uC.sak.-	uC.sak.-	uRP14-RP15

釧路海底谷試料の放散虫年代(本山ほか)



第4図 試料の放散虫年代。地磁気極性年代尺度は Berggren *et al.* (1995) に準じる。放散虫化石帯は、中期中新世以降については船山 (1988), 本山・丸山 (1998), Kamikuri *et al.* (2004, 2007) と Motoyama *et al.* (2004), 前期中新世については Shilov (1995), 始新世～漸新世については Takemura and Ling (1997) と Hollis (1997) に基づく。

Fig. 4. Radiolarian age control for the samples. Magnetic polarity time scale after Berggren *et al.* (1995). Middle Miocene to Pleistocene radiolarian zones after Funayama (1988), Motoyama and Maruyama (1998), Kamikuri *et al.* (2004, 2007) and Motoyama *et al.* (2004). Early Miocene zones after Shilov (1995). Eocene to Oligocene zones after Takemura and Ling (1997) and Hollis (1997).

#1032 潜航の6試料から産出した放散虫は、全て鮮新世以降の年代を示した(第4図)。#1032-R1から産出した放散虫群集は、*Cycladophora sakaii*の多産を特徴として*Thecosphaera akitaensis*を伴うことから、*C. sakaii*帯下部(4.3~2.7 Ma)を示す。#1032-R2, #1032-R4, #1032-R5, #1032-R6の4試料は、*Cycladophora davisiana*の産出を特徴とすることから、*C. sakaii*帯上部~現在(2.7~0 Ma)に当たると考えられる。*Eucyrtidium matuyamai*(生存期間1.98~1.03 Ma)や*Lychnocanoma nipponica sakaii*(生存期間1.7~0.05 Ma)の産出が認められないことから、*C. sakaii*帯上部(2.7~1.98 Ma)に限定される可能性もあるが、産出個体数が少ないため(とくに#1032-R2と#1032-R5)、確信は持てない。#1032-R3の放散虫は*Spongurus pylomaticus*と*Stylatractus universus*を含むことから、*S. pylomaticus*帯~*S. universus*帯(5.2~0.43 Ma)を示す。*C. davisiana*を含まないことを重視すると*S. pylomaticus*帯~*C. sakaii*帯下部(5.2~2.7 Ma)に限定できるかもしれないが、*C. sakaii*も産出しないため判断できない。

#1033 潜航の5試料中3試料は前期・中期中新世の年代を示し、2試料は鮮新世以降の年代を示した(第4図)。#1033-R1と#1033-R3の2試料は、*E. asanoi*を産するが*E. inflatum*を欠くことにより、船山(1988)の*E. asanoi*帯(15.3~約14.5 Ma)に相当すると考えられる。#1033-R2は、*C. tetrapera*を産出し、*Pentactinosphaera hokurikuensis*を多産するため、Shilov(1995)の*Lithocampe subligata*帯かそれより古い前期中新世に当たると考えられる。*P. hokurikuensis*の多産により特徴付けられる群集は、常磐地域の亀ノ尾層・平層(19~17.5 Ma)(竹谷, 1995)や三重の一志層群(中世古ほか, 1982)との共通性が高いので、おそらく20~17 Maくらいの年代を示すと考えられる。#1033-R4と#1033-R5の2試料は、*C. davisiana*の産出を特徴とすることから、*C. sakaii*帯上部~現在(2.7~0 Ma)に当たると考えられる。*E. matuyamai*(生存期間1.98~1.03 Ma)や*L. nipponica sakaii*(生存期間1.7~0.05 Ma)の産出が認められないことから、*C. sakaii*帯上部(2.7~1.98 Ma)に限定される可能性もあるが、産出個体数が少ないため、確信は持てない。

#1035-R1からは、少量ではあるが*Dictyoprora nigrinae*が産出した。この種はDSDP Leg 29 Hole 280から記載された種であり、Hollis(1997)の南太平洋放散虫化石帯の*Eucyrtidium spinosum*帯(RP14帯, 37~33 Ma)の上部~*Axoprunum irregularis*帯(RP15帯, 33~27.5 Ma)から産出が知られ、産出区間は上部始新統~下部漸新統とされている(O'Connor, 2000)。このことにより#1035-R1の堆積年代は後期始新世~前期漸新世の範囲内と考えられる(第4図)。この年代はおおよそSanfilippo and Nigrini(1998)の低緯度放散虫化石帯

のRP19~RP20に相当するが、#1035-R1からは低緯度化石帯の指標となる種は認められなかった。

## 4.2 対比

道東太平洋沿岸地域の第三系については、これまでにいくつかの放散虫化石層序学的研究がなされているので、それらとの対比についても述べておきたい。十勝地方豊頃地域の中新統大川層・生花苗層・大樹層については長田(1986)と舟川(1993)による研究があり、生花苗層から*E. inflatum*の産出が報じられている(長田, 1986)。したがって、今回*E. asanoi*帯とされた#1033-R1と#1033-R3の2試料は、生花苗層の下位の大川層に対比されうる(第4図と本山, 1999のfig.2を見比べると分かりやすい)。長田(1986)と舟川(1993)は、十勝地方東縁の浦幌-厚内地域についても検討し、それによると、放散虫化石の産出層準は上部中新統に当たる直別層・厚内層・白糠層に限定される。今回推定された堆積年代に基づけば、#1032-R1~R6と#1033-R4, R5の8試料は上部鮮新統の白糠層上部に相当する可能性があり、#1033-R1~R3の3試料は下部~中部中新統の時和層・オコッベ沢層に相当すると考えられるが、時和層とオコッベ沢層からは放散虫の産出報告がないため群集の比較をすることはできない。ただし、中世古ほか(1982)により珪藻の*Actinocyclus ingens*帯相当とされる地層(直別層中部とされる)から*P. hokurikuensis*の多産が報告されているので、#1033-R2はその層準に対比可能である。十勝沖太平洋における基礎試錐「十勝沖」については、おおよそ鮮新統~上部中新統に当たる掘削深度約700~2500 mの層序区間から放散虫化石の産出が報告されている(佐々木ほか, 1985;長田, 1986)。しかし、鮮新統の層準からは比較できる特徴種の産出は報告されていないこと、また、掘削深度2500 m以深の層準は貧~無化石帯であることから、今回の釧路海底谷試料との対比を行うことは難しい。

長田(1986)によると、放散虫は基礎試錐「十勝沖」の掘削深度1750 m付近から続成作用による変質により保存状態が悪化し、掘削深度約2500 m以深のシリカ続成帯の石英帯になるとほぼ消失したとされる。このように、埋没深度が増して続成作用が進むと放散虫の保存に影響が出るため、一般に古い時代の地層ほど保存良好な放散虫化石を得ることは難しくなる。道東地域についてはこれまでのところ放散虫の研究例が限られているということもあるが、本研究により、試料数は少ないものの、とくに中期中新世及びそれより古い時代の保存のよい放散虫群集データが得られた点に放散虫層序学上大きな意義があると考えられる。つまり、これまで実体のよくわかっていなかった群集についての貴重なデータが得られたわけであり、そのため本論文では写真図版を充実させ(図版1-3)、species listも掲載するように心がけた(付録)。

## 5. まとめ

音波探査プロファイルにより外縁隆起帯は付加体からなる可能性が示されたが、外縁隆起帯から産出した放散虫は後期始新世から中期中新世前期の範囲の年代を示したので、その可能性を支持するといえる。十勝沖前弧海盆の音響層序 Ta ~ Te は少なくとも鮮新世かそれより若い年代であることが判明した。また、年代に大きなギャップがあることから(第4図)、外縁隆起帯の上の前弧海盆堆積物は、付加体の上に不整合にのっているものと推察される。これら、海底地形の形成史や前弧海盆堆積史の詳細については、辻野(2010 本号)と川村(2010 本号)を参照されたい。

外縁隆起帯を構成する地層の一部は、道東豊頃地域の大川層に対比されうる。また、今回得られた保存良好な放散虫の群集データは、道東地域における今後の放散虫層序学の発展にとっても有意義なデータになると考えられる。

謝辞：査読者の地質情報研究部門板木拓也主任研究員と編集委員の地質情報研究部門片山 肇主任研究員には貴重なコメントを頂いた。東京大学工学部佐々木智之博士には地形データを提供いただいた。YK07-14 航海乗船研究者には、船上での作業を手伝っていただいた。深海潜水調査船「よこすか」の請蔵船長並びに乗組員、「しんかい6500」運航チームの今井司令並びにチーム員の方々には支援いただいた。記して御礼申し上げたい。

## 文 献

- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III and Aubry, M.-P. (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M.-P., and Hardenbol, J., eds., *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, SEPM Spec. Pub., no. 54, 129-212.
- Blueford, J. R. (1982) Miocene actinommid Radiolaria from the equatorial Pacific. *Micropaleontology*, **28**, 189-213.
- Boltovskoy, D. and Riedel, W. R. (1987) Polycystine Radiolaria of the California Current region: seasonal and geographic patterns. *Marine Micropaleontol.*, **12**, 65-104.
- Chen, P. H. (1975) Antarctic Radiolaria. In Hays, D. E., Frakes, L. A., et al., *Init. Repts. DSDP*, **28**, 437-513. Washington, D.C. (U.S. Govt. Printing Office).
- 舟川 哲 (1993) 北海道東部, 後期中新世の放散虫化石群集. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 9, 293-311.
- Funakawa, S. (2000) Internal skeletal structures of the Cenozoic genera *Gondwanaria*, *Lipmanella* and *Lithomelissa* (Plagiacanthidae, Nassellaria) and their taxonomy. *Micropaleontology*, **46**, 97-121.
- 船山政昭 (1988) 能登半島珠洲地域の第三系の新第三系の岩相および放散虫化石層序. 東北大地質古生物研報, no. 91, 15-41.
- Goll, R. M. (1976) Morphological intergradation between modern populations of *Lophospyris* and *Phormospyris* (Trissocyclidae, Radiolaria). *Micropaleontology*, **22**, 379-418.
- Haeckel, E. (1887) Report on the Radiolaria collected by H.M.S. *Challenger* during the years 1873-76. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the Years 1873-76, Zoology*, **18**, clxxxviii + 1803 p., 140 pl, 1 map.
- Hays, J. D. (1970) Stratigraphy and evolutionary trends of Radiolaria in North Pacific deep-sea sediments. *The Geological Society of America, Memoir*, **126**, 185-218.
- Hollis, C. J. (1997) Cretaceous-Paleocene Radiolaria from eastern Marlborough, New Zealand. *Institute of Geological and Nuclear Sciences monograph*, **17**, 152p.
- Kamikuri, S., Nishi, H. and Motoyama, I. (2007) Effects of late Neogene climatic cooling on North Pacific radiolarian assemblages and oceanographic conditions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **249**, 370-392.
- Kamikuri, S., Nishi, H., Motoyama, I. and Saito, S. (2004) Middle Miocene to Pleistocene radiolarian biostratigraphy in the Northwest Pacific, Ocean Drilling Program Leg 186. *The Island Arc*, **13**, 191-226.
- 川村喜一郎 (2010) 有人潜水船しんかい6500によって明らかになった釧路海底谷西壁の地質構造. 地調研報, **61**, 137-145.
- Kling, S. A. (1973) Radiolaria from the eastern North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 18. In Kulm, L. D., von Huene R., et al., *Init. Repts. DSDP*, **18**, 617-671. Washington, D.C. (U.S. Govt. Printing Office).
- Lazarus, D. (1992) Antarctic Neogene radiolarians from the Kerguelen Plateau, Leg 119 and 120. In Wise, S.W.Jr., Schlich, R. A., et al., eds., *Proc. ODP, Sci. Results*, **120**, 785-809. College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Lazarus, D., Faust, K. and Popova-Goll, I. (2005) New species of prunoid radiolarians from the Antarctic Neogene. *Jour. Micropalaeontol.*, **24**, 97-121.
- Ling, H.-Y., Stadum, C. J. and Welch, M. L. (1971) Polycystine Radiolaria from Bering Sea surface sediments. In Farinacci, A., ed., *Proceedings of the 2nd Planktonic Conference Roma 1970*, **2**, 705-729.
- Lombardi, G. and Lazarus, D. B. (1988) Neogene

- cycladophorid radiolarians from North Atlantic, Antarctic, and North Pacific deep-sea sediments. *Micropaleontology*, **34**, 97-135.
- Morley, J. J. and Nigrini, C. (1995) Miocene to Pleistocene radiolarian biostratigraphy of North Pacific Sites 881, 884, 885, 886, and 887. In Rea, D. K., Basov, I. A., Scholl, D. W., and Allan, J. F., eds., *Proc. ODP, Sci. Results*, **145**, 55-91. College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Motoyama, I. (1996) Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific. *Micropaleontology*, **42**, 221-262.
- Motoyama, I. (1997) Origin and evolution of *Cycladophora davisiana* Ehrenberg (Radiolaria) in DSDP Site 192, Northwest Pacific. *Marine Micropaleontol.*, **30**, 45-63.
- 本山 功 (1999) 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩—石油探鉱への適用. 石油技誌, **64**, 268-281.
- 本山 功・丸山俊明 (1998) 中・高緯度北西太平洋地域における新第三紀珪藻・放散虫化石年代尺度：地磁気極性年代尺度 CK92 および CK95 への適合. 地質雑, **104**, 171-183.
- Motoyama, I., Niitsuma, N., Maruyama, T., Hayashi, H., Kamikuri, S., Shiono, M., Kanamatsu, T., Morishita, C., Aoki, K., Hagino, K., Nishi, H. and Oda, M. (2004) A Middle Miocene to Pleistocene magnetobiostratigraphy of ODP Sites 1150 and 1151, northwest Pacific: sedimentation rate and updated regional geologic time scale. *The Island Arc*, **13**, 289-305.
- Motoyama, I. and Nishimura, A. (2005) Distribution of radiolarians in North Pacific surface sediments along the 175° E meridian. *Paleontol. Res.*, **9**, 95-117.
- 長田亨一 (1986) 北海道東部厚内 - 豊頃地区における放散虫化石層序と放散虫化石の保存度について. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 7, 95-108.
- Nakaseko, K. (1971) On some species of the Genus *Thecosphaera* from the Neogene formations, Japan. *Science Reports, College of General Education, Osaka University*, **20**, 59-66.
- 中世古幸次郎・長田亨一・西村明子 (1982) 中新世から発見された *Pentactinocarpinae* 亜科の種について (予報). 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 5, 423-426.
- Nakaseko, K., Nagata, K. and Nishimura, A. (1983) *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko): A revised early Miocene Radiolaria. *Science Reports, College of General Education, Osaka University*, **32**, 31-37.
- Nakaseko, K. and Nishimura, A. (1974) Miocene radiolarian fossils of the Oki Islands in Shimane Prefecture, Japan. *Science Reports, College of General Education, Osaka University*, **23**, 45-73.
- Nigrini, C. (1967) Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, California*, **2**, 125 p.
- Nigrini, C. (1970) Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in Core V20 130. *The Geological Society of America, INC. Memoir*, no. **126**, 139-183.
- Nigrini, C. (1977) Tropical Cenozoic Artostrobiidae (Radiolaria). *Micropaleontology*, **23**, 241-269.
- Nigrini, C. and Lombardi, G. (1984) A guide to Miocene Radiolaria. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, no. 22, i-xvii; S1-S102; N1-N206, 33 plates.
- Nigrini, C. and Moore, T. C. Jr. (1979) A guide to modern Radiolaria. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, no. 16, p. i-xii, S1-S142, N1-N106, 28 pl.
- Noda, A., TuZino, T., Furukawa, R., Joshima, M. and Uchida, J. (2008) Physiographical and sedimentological characteristics of submarine canyons developed upon an active forearc slope: The Kushiro Submarine Canyon, northern Japan. *Geol. Soc. Am. Bull.*, doi:10.1130/B26155.1.
- O'Connor, B. (2000) Stratigraphic and geographic distribution of Eocene-Miocene Radiolaria from the Southwest Pacific. *Micropaleontology*, **46**, 189-228.
- Petrushevskaya, M. G. (1967) Radiolyarii otriyadov Spumellaria i Nassellaria Antarkticheskoi oblasti (po materialam Sovetskoi Antarkticheskikh ekspeditsii). In *Rezultaty Biologicheskikh Issledovaniy Sovetskoi Antarkticheskoi Ekspeditsii 1955-1958*, 3, *Issledovaniya Fauny Morei*, 4(12), p. 5-186. Zoologicheskii Institut, Akademiya Nauk SSSR, Leningrad. (in Russian)
- Petrushevskaya, M. G. (1971) Radiolyarii Nassellaria v planktone mirovogo okeana. In *Radiolyarii Mirovogo Okeana (po materialam Sovetskic ekspeditsii)*, *Issledovaniya Fauny Morei*, 9(17), 5-294. Zoologicheskii Institut, Akademiya Nauk SSSR, Leningrad. (in Russian)
- Renz, G. W. (1976) The distribution and ecology of Radiolaria in the central Pacific: Plankton and surface sediments. *Bulletine of the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, California*, **22**, 267p.
- Reynolds, R. A. (1980) Radiolarians from the western North Pacific, Leg 57, Deep Sea Drilling Project. In *Scientific*



- Party, *Init. Repts. DSDP*, **56, 57**, part 2, 735-769. Washington, D.C. (U.S. Govt. Printing Office).
- Sakai, T. (1980) Radiolarians from Sites 434, 435, and 436, Northwest Pacific, Leg 56, Deep Sea Drilling Project. *In* Scientific Party, *Init. Repts. DSDP*, **56, 57**, part 2, 695-733. Washington, D.C. (U.S. Govt. Printing Office).
- Sanfilippo, A. and Nigrini, C. (1998) Code numbers for Cenozoic low latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. *Marine Micropaleontol.*, **33**, 109-156.
- Sanfilippo, A. and Riedel, W. R. (1970) Post-Eocene "closed" theoperid radiolarians. *Micropaleontology*, **16**, 446-462.
- Sanfilippo, A., Westberg-Smith, M. J. and Riedel, W. R. (1985) Cenozoic radiolaria. *In* Bolli, H. M., Saunders J. B. and Perch-Nielsen K. eds., *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, 631-713.
- 佐々木 詔雄・加地時夫・笹岡 健・井口 隆 (1985) 基礎試錐十勝沖の地質層序—道東地域における中新世タービダイト相の考察. *石油技誌*, **50**, 53-63.
- Shilov, V. V. (1995) Miocene–Pliocene radiolarians from Leg 145, North Pacific. *In* Rea, D. K., Basov, I. A., Scholl, D. W., and Allan, J. F., eds., *Proc. ODP, Sci. Results*, **145**, 93-116. College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- 嶋村 清 (2008) 改訂「日本列島海底谷系図」—海底谷の地形的特徴と問題点. *地質雑*, **114**, 560-576.
- Sugiyama, K. and Furutani, H. (1992) Middle Miocene radiolarians from the Oidawara Formation, Mizunami Group, Gifu Prefecture, central Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, no. 19, 199-213.
- Takemura A., and Ling, H. Y. (1997) Eocene and Oligocene radiolarian biostratigraphy from the Southern Ocean: correlation of ODP Legs 114 (Atlantic Ocean) and 120 (Indian Ocean). *Marine Micropaleontol.*, **30**, 97-116.
- 竹谷陽二郎 (1995) 常磐炭田地域に分布する下部中新統湯長谷層群の放散虫化石. *国立科博専報*, no. 28, 47-57.
- 辻野 匠 (印刷中) 釧路沖海底地質図及び同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 辻野 匠 (2010) 北海道十勝沖前弧海盆東縁を流下する釧路海底谷の潜航調査. *地調研報*, **61**, 125-136.
- Vitukhin, D. I. (1993) Raschlenenie kainozoya Dalinego Bostoka Rossii po radiolariyam. *Geologicheskii Institut, Rossiiskaya Akademiya Nauk, Trudi*, **485**, 1-104. (*in Russian with English abstract*)

(受付：2009年2月3日；受理：2009年5月28日)

付録 放散虫種目録

Appendix. Species list.

**Family Collosphaeridae**

*Acrosphaera arktios* (Nigrini). Motoyama and Nishimura, 2005, p. 110, fig. 7.1.

*Collosphaera* sp. A Reynolds, 1980, p. 761, pl. 1, figs. 1-4 (Plate 1, fig. 15).

**Family Actinommidae**

*Actinomma leptoderma* (Jørgensen) (Plate 1, figs. 14a, b). Motoyama and Nishimura, 2005, p. 110, figs. 7.18-20.

*Actinomma medianum* Nigrini. Nigrini and Moore, 1979, p. S31, pl. 3, figs. 5, 6.

*Actinomma popofskii* (Petrushevskaya)? (Plate 1, figs. 11a, b). Morley and Nigrini, 1995, p. 81, pl. 1, figs. 4, 5. This species is herein counted under the Actinommidae spp.

Actinommidae sp. A (Plate 1, figs. 7a-c). This species is herein counted under the Actinommidae spp.

*Amphistylus angelinus* (Campbell and Clark) (Plate 2, fig. 7). Chen, 1975, p. 453, pl. 21, figs. 3, 4.

*Drupptractus hastatus* Blueford, 1982, p. 206, pl. 6, figs. 3, 4 (Plate 2, fig. 5).

*Drupptractus irregularis* Popofsky (Plate 2, fig. 6). Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 97, pl. 1, fig. 21.

*Hexacantium* sp. A (Plate 1, figs. 8a-10b). This species is herein counted under the Actinommidae spp.

*Hexalonche* sp. (Plate 1, figs. 13a, b). This species is herein counted under the Actinommidae spp.

*Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko) (Plate 1, figs. 1a-3). Nakaseko *et al.*, 1983, p. 33, pl. 1, figs. 1-3.

*Stylacontarium bispiculum* Popofsky. Kling, 1973, pl. 15, figs. 11-14; *Stylacontarium* sp. aff. *S. bispiculum* Popofsky. Kling, 1973, p. 634, pl. 6, figs. 19-23, pl. 14, figs. 5-8.

*Stylatractus neptunus* Haeckel, 1887, p. 328, pl. 17, fig. 6 (Plate 2, figs. 1a, b).

*Stylatractus santaeannae santaeannae* (Campbell and Clark) (Plate 2, fig. 2). Lazarus, 1992, p. 796, pl. 4, figs. 6-8.

*Stylatractus universus* Hays, 1970, p. 215, pl. 1, figs. 1, 2 (Plate 2, figs. 8a-9b).

*Stylatractus* sp. (Plate 2, figs. 4a, b). This species is herein counted under the Actinommidae spp.

*Stylosphaera? magnaporulosa* (Clark and Campbell) (Plate 2, figs. 3a, b). Sugiyama and Furutani, 1992, p. 202, pl. 12, figs. 5-7, 10; pl. 15, figs. 3, 4, 6, 7.

*Styptosphaera? spumacea* Haeckel (Plate 1, figs. 4a-5). Nigrini and Moore, 1979, p. S71, pl. 8, figs. 6a, 6b.

*Thecosphaera akitaensis* Nakaseko (Plate 1, figs. 6a, b). Sakai, 1980, p. 704, pl. 2, figs. 6a, 6b.

*Thecosphaera japonica* Nakaseko, 1971, p. 61, pl. 1, figs. 3a,

3b.

*Thecosphaera pseudojaponica* Nakaseko, 1971, p. 62, pl. 1, fig. 8.

*Thecosphaera* sp. (Plate 1, figs. 12a, b). This species is herein counted under the Actinommidae spp.

**Family Coccodiscidae**

*Didymocyrtis laticonus* (Riedel) (Plate 2, fig. 13). Sanfilippo *et al.*, 1985, p. 658, figs. 8.5a, b.

*Didymocyrtis mammifera* (Haeckel). Sanfilippo *et al.*, 1985, p. 658, fig. 8.4.

*Didymocyrtis* sp. (Plate 2, figs. 11, 12).

**Family Phacodiscidae**

*Prunulum japonicum* Nakaseko and Nishimura, 1974, p. 52, pl. 3, figs. 6a-7b; pl. 4, figs. 2a, 2b (Plate 2, figs. 10a, b).

**Family Porodiscidae**

*Amphirhopalum ypsilon* Haeckel. Nigrini and Moore, 1979, p. S75, pl. 10, figs. 1a-1e.

*Amphymenium amphistylium* Haeckel (Plate 2, fig. 15). Morley and Nigrini, 1995, p. 78, pl. 1, figs. 8, 9.

*Stylochlamydidium venustum* (Bailey). Ling *et al.*, 1971, p. 711, pl. 1, figs. 7, 8; *Spongotrochus* (?) *venustum* (Bailey). Nigrini and Moore, 1979, p. S119, pl. 15, figs. 3a, 3b.

*Stylodictya aculeata* Jørgensen (Plate 2, fig. 19). Nigrini and Lombardi, 1984, p. S69, pl. 10, figs. 1a, 1b.

*Stylodictya validispina* Jørgensen (Plate 2, fig. 18). Nigrini and Moore, 1979, p. S103, pl. 13, figs. 5a, 5b.

**Family Spongodiscidae**

*Dictyocoryne* sp. (Plate 2, fig. 14).

*Spongopyle osculosa* Dreyer (Plate 2, fig. 17). Nigrini and Moore, 1979, p. S115, pl. 15, fig. 1.

*Spongotrochus glacialis* Popofsky. Petrushevskaya, 1967, p. 43, figs. 21.1-7, figs. 22.1-7, fig. 26.2

Spongodiscidae spp. (Plate 2, fig. 16).

**Family Litheliidae**

*Larcopyle buetschlii* Dreyer (Plate 2, fig. 24). Nigrini and Moore, 1979, p. S131, pl. 17, figs. 1a, 1b.

*Larcopyle hayesi* (Chen) (Plate 2, fig. 21). Lazarus *et al.*, 2005, p. 97, pl. 11, figs. 1-21.

*Larcopyle polyacantha* (Campbell and Clark) (Plate 2, figs. 27, 28). Lazarus *et al.*, 2005, p. 106, pl. 2, figs. 1-17; pl. 3, figs. 1-12; pl. 4, figs. 1-10.

*Larcopyle weddellium* Lazarus, Faust and Popova-Goll, 2005, p. 117, pl. 10, figs. 1-14.

*Lithelius minor* Jørgensen. Nigrini and Lombardi, 1984, p. S95, pl. 14, figs. 1a, 1b.

*Lithocarpium titan* (Campbell and Clark) (Plate 2, figs. 25-26b). Shilov, 1995, p. 108, pl. 1, figs. 1, 2.

*Spirema* sp. Kling, 1973, p. 635, pl. 7, figs. 23-25 (Plate 2, fig. 20).

*Spongurus pylomaticus* Riedel (Plate 2, figs. 22, 23). Nigrini and Moore, 1979, p. S65, pl. 8, figs. 3a, 3b.

Litheliidae spp. (Plate 3, figs. 32, 33)

### Order Nassellaria

#### Family Plagoniidae

*Arachnocorys? dubius* Dogiel (Plate 3, fig. 1). ?*Mitrocalpis araneafera* Popofsky. Nigrini, 1970, p. 169, pl. 3, figs. 1, 2; *Arachnocorys? dubius* Dogiel. Ling et al., 1971, p. 712, pl. 1, figs. 9-10.

*Ceratocyrtis* sp. (Plate 3, fig. 3).

*Gondwanaria campanulaeformis* (Campbell and Clark) (Plate 3, fig. 5). Funakawa, 2000, p. 100, pl. 1, figs. 1a-d; pl. 7, figs. 1a, 1b; text-fig. 4.

*Lipmanella pilva* Vitukhin, 1993, p. 85, pl. 29, figs. 6, 7, 15.

*Lipmanella redondoensis* (Campbell and Clark) (Plate 3, fig. 4). Funakawa, 2000, p. 108, pl. 4, figs. 2, 3; pl. 7, fig. 6; text-fig. 8.

*Lipmanella dictyoceras* (Haeckel). Kling, 1973, p. 636, pl. 4, figs. 24-26.

*Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) (Plate 3, fig. 2). Petrushevskaya, 1971, p. 93, figs. 47-49.

#### Family Theoperidae

*Cornutella profunda* Ehrenberg (Plate 3, fig. 6). Nigrini, 1967, p. 60, pl. 6, figs. 5a-5c.

*Cycladophora cornutoides* Kling (Plate 3, fig. 11). Motoyama, 1997, p. 56, pl. 1, figs. 1-3.

*Cycladophora cosma cosma* Lombardi and Lazarus, 1988, p. 104, pl. 1, figs. 1-6 (Plate 3, fig. 12).

*Cycladophora bicornis bicornis* (Popofsky). Lombardi and Lazarus, 1988, p. 106, pl. 5, figs. 9-12.

*Cycladophora davisiana* Ehrenberg (Plate 3, figs. 9, 10). Motoyama, 1997, p. 60, pl. 1, figs. 4-10.

*Cycladophora ochotica* Vitukhin, 1993, p. 81, pl. 26, figs. 1, 2; pl. 28, fig. 13 (Plate 3, figs. 13-15).

*Cycladophora sakaii* Motoyama. Motoyama, 1997, p. 60, pl. 1, figs. 15-25.

*Cyrtocapsella tetrapera* (Haeckel) (Plate 3, figs. 16, 17). Sanfilippo and Riedel, 1970, p. 453, pl. 1, figs. 16-18.

*Cyrtolagena* sp. (Plate 3, fig. 8).

*Dictyophimus hirundo* (Haeckel) group. Motoyama, 1996, p. 256, pl. 6, figs. 6, 7.

*Eucyrtidium asanoi* Sakai, 1980, p. 709, pl. 7, figs. 12-14 (Plate 3, figs. 20, 21).

*Eucyrtidium calvertense* Martin (Plate 3, fig. 19). Hays, 1970, p. 213, pl. 1, fig. 6.

*Eucyrtidium cienkowskii* Haeckel group. Sakai, 1980, p. 710, pl. 7, figs. 8-10.

*Eucyrtidium hexastichum* (Haeckel). Renz, 1976, p. 132, pl. 5, fig. 9.

*Eucyrtidium teuscheri* Haeckel, 1887, p. 1491, pl. 77, fig. 5 (Plate 3, fig. 18)

*Lithopera neotera* Sanfilippo and Riedel, 1970, p. 454, pl. 1, figs. 24-26, 28 (Plate 3, fig. 22).

*Peripyramis circumtexta* Haeckel (Plate 3, fig. 7). Nigrini and Moore, 1979, p. N29, pl. 21, figs. 4a, 4b.

*Pterocanium korotnevi* (Dogiel). Nigrini and Moore, 1979, p. N39, pl. 23, figs. 1a, 1b.

*Stichocorys peregrina* (Riedel). Sanfilippo and Riedel, 1970, p. 451, pl. 1, fig. 10.

Theoperidae sp. A (Plate 3, figs. 23-25). This species is herein counted under the Theoperidae spp.

#### Family Carpocaniidae

*Dictyocryphalus papillosus* (Ehrenberg). Renz, 1976, p. 139, pl. 6, fig. 9.

#### Family Artostrobiidae

*Dictyoprora nigrinae* O'Connor, 2000, p. 198, pl. 2, figs. 1a-8b; pl. 3, figs. 1a-8 (Plate 3, figs. 26a, b).

*Phormostichoartus corbula* (Harting) (Plate 3, fig. 28). Nigrini and Moore, 1979, p. N103, pl. 27, fig. 3.

*Siphocampe arachnea* (Ehrenberg) group (Plate 3, fig. 27). Nigrini, 1977, p. 255, pl. 3, figs. 7, 8.

#### Family Cannobotrythidae

*Botryopyle* sp. (Plate 3, fig. 29). *Botryopyle* cf. *cribrosa* (Popofsky) group. Nakaseko and Nishimura, 1974, p. 57, pl. 7, figs. 6-9b.

#### Suborder Spyrida

*Ceratospyris borealis* Bailey. Nigrini and Moore, 1979, p. N9, pl. 19, figs. 1a-1d.

*Phormospyris stabilis* (Goll) group (Plate 3, fig. 30).

*Phormospyris stabilis stabilis* (Goll). Goll, 1976, p. 390, pl. 1, figs. 1-13; pl. 2, figs. 7-14.

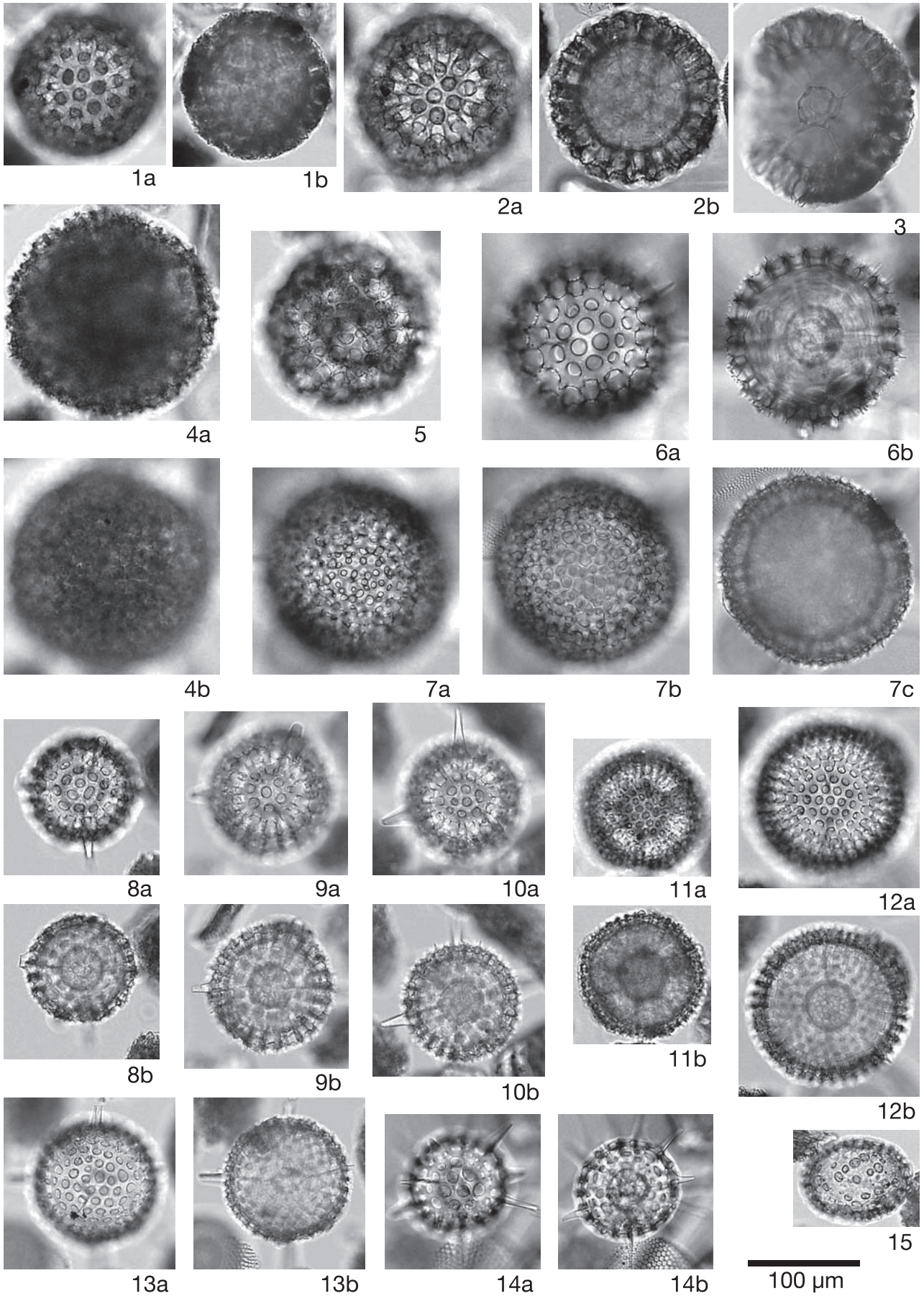
Spyrida spp. (Plate 3, figs. 31a, b).

図版1 放射虫写真.

Plate 1. Photograph of radiolarians.

- 1-3. *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko). 1, #1033-R2, sl. 1, M41/2; 2, #1033-R2, sl. 1, W45/0; 3, #1033-R2, sl. 1, Q24/0.
- 4, 5. *Styptosphaera? spumacea* Haeckel. 4, #1033-R1, sl. 1, U21/3; 5, #1033-R3, sl. 1, M49/2.
6. *Thecosphaera akitaensis* Nakaseko. #1032-R1, sl. 1, Y31/2.
7. *Actinommidae* sp. A. #1032-R6, sl. 1, H23/4.
- 8-10. *Hexacontium* sp. A. 8, #1033-R3, sl. 1, P55/3; 9, #1033-R3, sl. 1, W38/1; 10, #1033-R3, sl. 1, Z38/0.
11. *Actinomma popofskii* (Petrushevskaya)?. #1033-R1, sl. 1, F26/3.
12. *Thecosphaera* sp. #1033-R3, sl. 1, H45/3.
13. *Hexalonche* sp. #1033-R3, sl. 1, J36/3.
14. *Actinomma leptoderma* Jørgensen. #1032-R3, sl. 1, L42/0.
15. *Collosphaera* sp. A of Reynolds (1980), #1033-R1, sl. 1, W31/1.

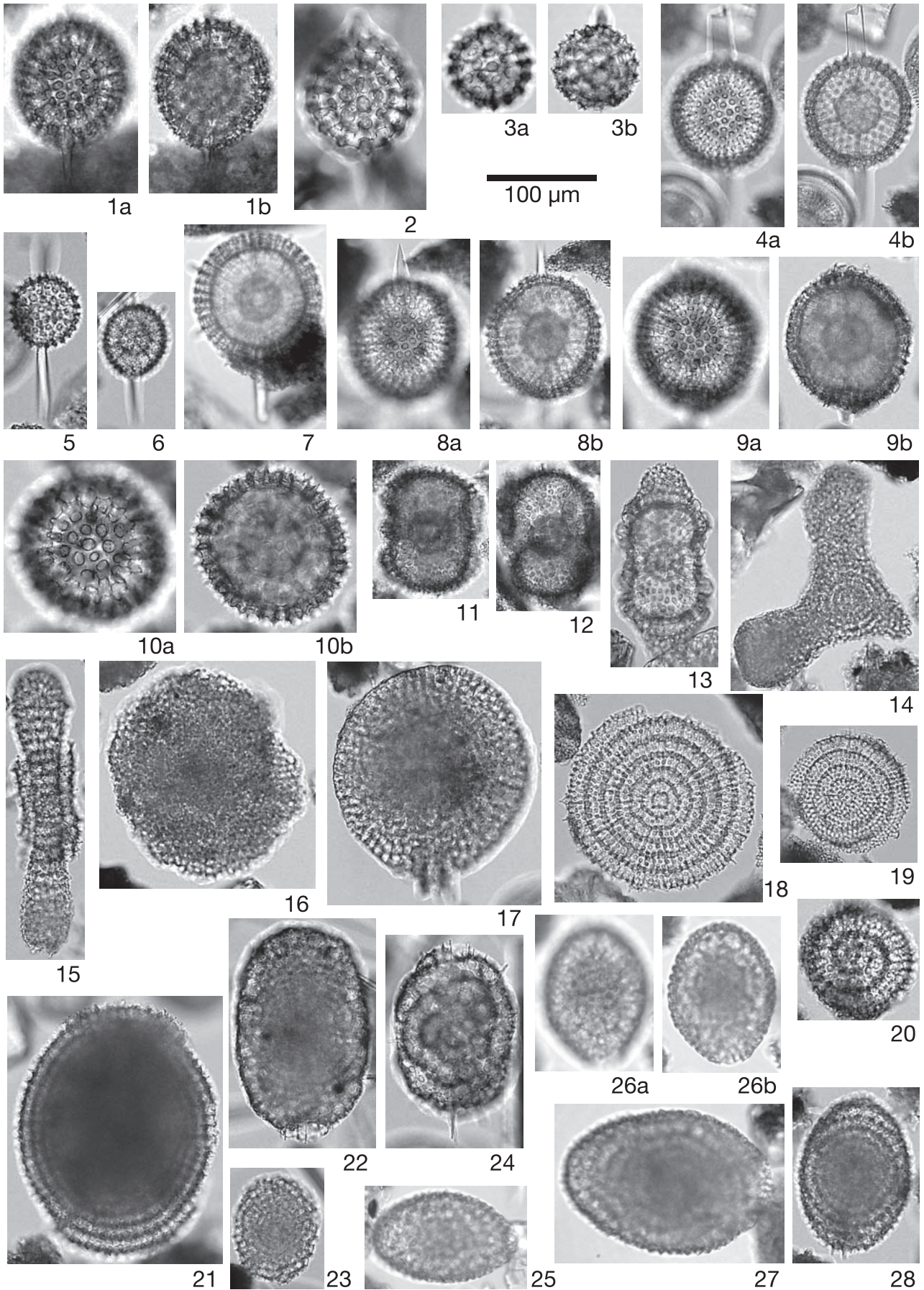
釧路海底谷試料の放散虫年代(本山ほか)



図版2 放散虫写真.

Plate 2. Photograph of radiolarians

1. *Stylatractus neptunus* Haeckel. #1033-R1, sl. 1, O27/0.
2. *Stylatractus santaeannae santaeannae* (Campbell and Clark). #1032-R3, sl. 1, T53/2.
3. *Stylosphaera? magnaporulosa* (Clark and Campbell). #1035-R1, sl. 2, B23/4.
4. *Stylatractus* sp. #1033-R3, sl. 1, E36/0.
5. *Druppatractus hastatus* Blueford. #1033-R2, sl. 1, U23/2.
6. *Druppatractus irregularis* Popofsky. #1032-R3, sl. 1, T53/1.
7. *Amphistylus angelinus* (Campbell and Clark). #1035-R1, sl. 3, N52/1.
- 8, 9. *Stylatractus universus* Hays. 8, #1033-R3, sl. 1, Q29/4; 9, #1033-R1, sl. 1, Z30/1.
10. *Prunulum japonicum* Nakaseko and Nishimura. #1033-R3, sl. 1, J34/0.
- 11, 12. *Didymocyrtis* sp. 11, #1033-R1, sl. 1, X36/0; 12, #1033-R1, sl. 1, M39/0.
13. *Didymocyrtis laticonus* (Riedel). #1033-R3, sl. 1, S48/0.
14. *Dictyocoryne* sp., #1033-R1, sl. 1, X20/0.
15. *Amphymenium amphistylium*. #1033-R3, sl. 1, Z23/2.
16. *Spongodiscidae* sp. #1033-R2, sl. 1, F44/2.
17. *Spongopyle osculosa* Dreyer. #1033-R1, sl. 1, M46/1.
18. *Stylodictya validispina* Jørgensen. #1033-R3, sl. 1, F50/4.
19. *Stylodictya aculeata* Jørgensen. #1033-R3, sl. 1, D51/2.
20. *Spirema* sp. of Kling (1973). #1033-R1, sl. 1, N21/2.
21. *Larcopyle hayesi* (Chen). #1033-R3, sl. 1, Y38/3.
- 22, 23. *Spongurus pylomaticus* (Riedel). 22, #1032-R3, sl. 1, M39/4; 23, #1032-R3, sl. 1, A41/0.
24. *Larcopyle buetschlii* Dreyer. #1032-R3, sl. 1, D26/0.
- 25, 26. *Lithocarpium titan* (Campbell and Clark). 25, #1035-R1, sl. 1, J19/3; 26, #1035-R1, sl. 1, R23/0.
- 27, 28. *Larcopyle polyacantha* (Campbell and Clark). 27, #1035-R1, sl. 1, C40/4; 28, #1033-R3, sl. 1, K54/1.



図版3 放散虫写真.

Plate 3. Photograph of radiolarians

1. *Arachnocorys? dubius* Dogiel. #1032-R6, sl. 1, B33/0.
2. *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey). #1032-R6, sl. 1, X46/2.
3. *Ceratocyrtis* sp. #1032-R3, sl. 1, N53/2.
4. *Lipmanella redondoensis* (Campbell and Clark). #1033-R1, sl. 1, W30/3.
5. *Gondwanaria campanulaeformis* (Campbell and Clark). #1032-R3, sl. 1, C42/0.
6. *Cornutella profunda* Ehrenberg. #1033-R1, sl. 1, D41/3.
7. *Peripyramis circumtexta* Haeckel. #1032-R6, sl. 1, A34/4.
8. *Cyrtolagena* sp. #1033-R1, sl. 1, T29/0.
- 9, 10. *Cycladophora davisiana* Ehrenberg. 9, #1032-R6, sl. 1, G36/2; 10, #1032-R6, sl. 1, A35/3.
11. *Cycladophora cornutoides* Kling. #1032-R3, sl. 1, X35/0.
12. *Cycladophora cosma cosma* Lombardi and Lazarus, #1033-R3, sl. 1, B26/2.
- 13-15. *Cycladophora ochotica* Vitukhin, 13, #1033-R3, sl. 1, H43/0; 14, #1033-R3, sl. 1, Q30/2; 15, #1033-R3, sl. 1, S52/2.
- 16, 17. *Cyrtocapsella tetrapera* Haeckel. 16, #1033-R2, sl. 1, H37/2; 17, #1033-R2, sl. 1, B21/1.
18. *Eucyrtidium teuscheri* Haeckel. #1032-R3, sl. 1, W38/4.
19. *Eudyrtdium calvertense* Martin. #1033-R3, sl. 1, U43/3.
- 20, 21. *Eucyrtidium asanoi* Sakai. 20, #1033-R1, sl. 1, Q37/0; 21, #1033-R3, sl. 1, C34/0.
22. *Lithopera neotera* Sanfilippo and Riedel, #1033-R3, sl. 1, R30/4.
- 23-25. *Theoperidae* sp. A. 23, #1033-R1, sl. 1, A31/0; 24, #1033-R3, sl. 1, B42/3; 25, #1033-R3, sl. 1, Q22/1.
26. *Dictyoprora nigrinia* O'Connor. #1035-R1, sl. 1, Y29/0.
27. *Siphocampe arachnea* (Ehrenberg). #1032-R3, sl. 1, Z25/0.
28. *Phormostichoartus corbula* (Harting). #1033-R3, sl. 1, K38/0.
29. *Botryopyle* sp. #1033-R1, sl. 1, M43/0.
30. *Phormospyris stabilis* group. #1033-R3, sl. 1, B26/3.
31. *Spyrida* sp. #1032-R6, sl. 1, Q30/4.
- 32, 33. *Litheliidae* spp. 32, #1033-R1, sl. 1, D25/3; 33, #1032-R1, sl. 1, T41/1.



