

沖縄本島東部勝連半島沖宮城島周辺の鮮新統～更新統 浮遊性有孔虫化石層序

花 方 聡

秋田県秋田市手形住吉町3 - 1 - 106

Pliocene - Pleistocene planktonic foraminiferal biostratigraphy in the Miyagijima and adjacent islands, off Katsuren Peninsula, east of Okinawa-jima, Japan.

Satoshi Hanagata

Tegatasumiyoshicho 3-1-106, Akita, Akita 010-8570, Japan

Abstract

Planktonic foraminiferal (> 75 μm) biostratigraphy in the eastern islands off the Katsuren Peninsula, Okinawa-jima was described based on 45 samples collected from the surface sections.

This region provides excellent distributed exposures of the Shimajiri Group and the overlying Chinen Formation in the study area, which provides materials suitable for a comparative paleoenvironmental study of megafossils and microfossils. This study aims to collect basic information on geology and geologic ages for future study.

The occurrences of index planktonic foraminifera, including *Globoquadrina altispira*, *Truncorotalia tosaensis*, and *Truncorotalia truncatulinoidea*, indicate that the strata in this study region ranges from PL3 of N19 (Pliocene) to N22 (upper Pliocene to Pleistocene); further, it is indicated that these are correlative with the Yonabaru, Shinzato and Chinen Formations, in ascending order, as defined in southern Okinawa-jima.

In the study region, the stratigraphic boundary of the Yonabaru and Shinzato Formations could not be ascertained due to the lack of marker-pumice-bearing tuff bed observed in the type section, and also due to the difficulties faced in distinguishing between the two formations, both of which show similar lithofacies. Therefore, the Yonabaru and Shinzato Formations are treated as one indistinguishable unit. The boundary between the "Yonabaru-Shinzato" and the Chinen Formation shows clino-unconformable contact in southern Hanzajima. A similar truncation is observed at the base of a significant channel structure in the Yonabaru Formation of southern Miyagijima. This implies that the base of the Chinen Formation indicates a similar sedimentary process that is induced by channel formation. Further, facies change between the Chinen and underlying formation solely implies environmental change of the hinterland such as the formation of a coral reef. Consequently, the Chinen Formation, whose stratigraphic position has been controversial, is considered to display a higher affinity with the Shimajiri Group than with the Ryukyu Group.

Planktonic foraminiferal assemblages generally exhibit a subtropical paleoenvironment, which is similar to that on the offshore of the present Ryukyu-Arc region. However, assemblages in "PL5-6" include abundant *Turborotalita quinqueloba*, *Turborotalita humilis*, and *Globigerinita glutinata* as compared with those in PL3-4. This stratigraphic change in assemblages suggests the increasing effect of colder water mass, upwelling or coastal water in late Pliocene on the basis of modern planktonic foraminiferal distributions.

Key words: Chinen Formation, Okinawa, Paleooceanography, Planktonic Foraminifera, Pleistocene, Pliocene, Shimajiri Group, Shinzato Formation, Yonabaru Formation

1. はじめに

沖縄本島の南東に位置する平安座島・宮城島・伊計島は、勝連半島と海中道路および橋によってつながった小さな三つの島である(図1)。これらの島々には近年、農地開発事業によって鮮新統～更新統島尻層群の大規模な露頭が多く作られており、それらの露頭からは貝類化石などを大量に採集することができる(たとえば, Noda, 1988)。また、風化の影響が少ない微化石分析用の岩石試料が採取できることから、大型化石と微化石それぞれから得られる古環境データなどの比較検証をする条件が整っている。

そこで、本論では、今後の研究の基礎資料とするため本地域に分布する島尻層群について浮遊性有孔虫化石層序の検討を行い、さらに浮遊性有孔虫化石群集の古海洋学的意義を考察したのでその結果を報告する。

2. 地質概説

本地域の地質に関しては、MacNeil (1960) 以来、沖縄本島南部の研究の一環として研究が行われてきた(たとえば、名取・影山, 1987; 氏家, 1988; Noda, 1988)。また、本地域の知念層および琉球層群の地質・層序については、Nakamori (1986) が概略を示し、大清水・井龍(2002)によって詳細な検討が行われている。

調査地域に分布する鮮新-更新統は、下位から与那原層、新里層、知念層および琉球層群に区分される(名取・影山,

1987; 氏家, 1988)。

これらの地層群は多くの正断層によって断たれている。なかでも顕著な北西-南東方向の断層が平安座島と宮城島との海中(以下、断層Aと呼ぶ)、宮城島の中央部(断層B)、および宮城島と伊計島との海中(断層C)にあることが、琉球層群石灰岩層がつくる台地の標高のずれから判読される。また、島尻層群中には数十cmから数メートル規模の断層が頻繁に存在していることが露頭単位で確認できる。

1) 与那原層および新里層

両層は、MacNeil (1960) が与那原粘土部層(Yonabaru clay member)およびその上位の新里凝灰岩部層(Shinzato tuff member)と定義したものを牧野・樋口(1967)が累層(Formation)のランクとしたものである(図2)。沖縄本島南部の模式地においては両層の境界部に約5~10mの軽石質凝灰岩層が発達する(古川, 1985)。しかしながら、後述するように当地域においてはこれに対比される凝灰岩層は見出されなかった。境界部の凝灰岩層が見出されない場合、見かけの岩相上から両層を識別することはほぼ不可能であり、ここからは簡単のため両層を一括して与那原-新里層として論ずることとする。なお、名取・影山(1987)やNoda(1988)は、宮城島南西海岸(試料T07採取地点)の海水面付近に4m程度の厚さで発達する凝灰岩・砂岩・シルト岩の互層部分を新里層基底と見なしているが、後述するとおり今回の浮遊性有孔虫生層序の検討結果ではこの層準よりも上位まで模式地の与那原層で認められる*Globoquadrina altispira*を含む浮遊性有孔虫化石群集が産出しているため、模式地の新里層基底に対比される層準はさらに上位に位置する。

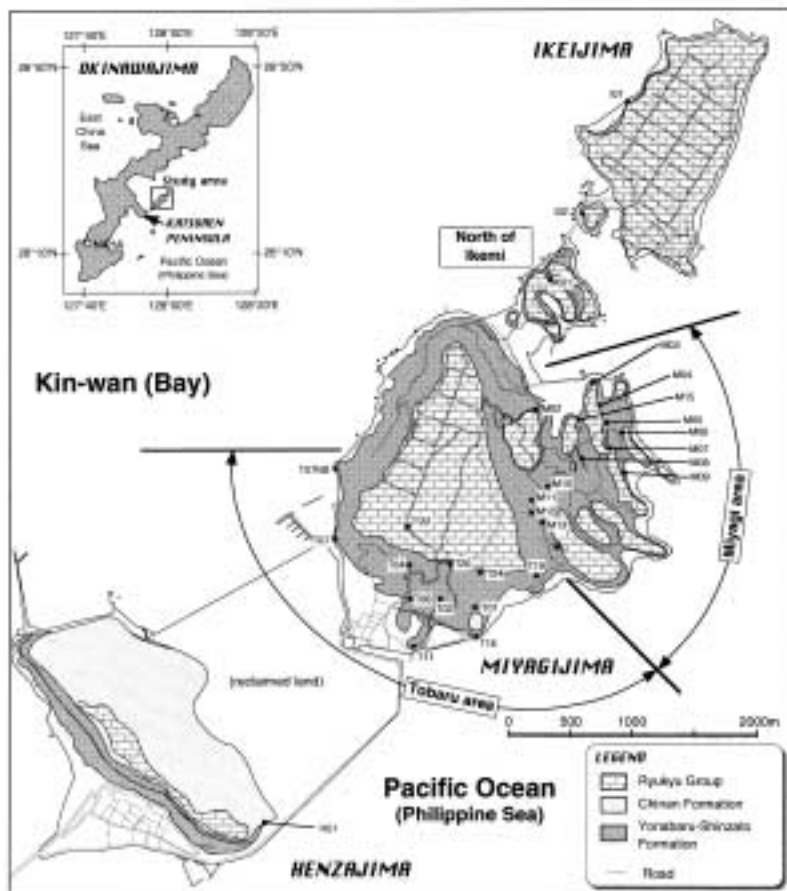


図1. 調査地域および試料採取位置図。
Fig. 1. Index and sampling locality maps.

与那原 - 新里層は、塊状暗灰色シルト岩ないし砂質シルト岩からなるが、厚さ数十～数cm単位の軽石質凝灰岩層を頻りに挟み、数cm単位の砂岩層を部分的に挟むことで特徴付けられる。シルト岩には石灰質ノジュールやマールが所々に発達し、巻貝化石、有孔虫化石を多く含む。凝灰岩層は側方への連続性が乏しく、その基底部に砂岩を伴うことなどから広域に降下した火山灰ではなく、相対的に浅い場所で堆積したものが重力流によって再堆積したものと推定される。また、伊計島では凝灰岩相中にスランプ構造が認められる。

顕著なチャネル構造が宮城島の南部 (T02 地点; 図版 1 の A) において観察された。同島南部の地域では、ほぼこのチャネル層準の上下で地層傾斜が変化しており、下位 (東傾斜約 5～10度) より上位 (東傾斜約 15～20度) が急傾斜になる傾向が認められる。

2) 知念層

MacNeil (1960) が知念砂層 (Chinen sand) として定義したものを野田 (1977) が知念層と呼び、それ以降知念層という名称が用いられている。下位層との境界部にシルト質泥岩を含む部分が存在するが、ほぼ全体が砂岩からなり、多くの軽石質凝灰岩を夾在する。基底部は約 2 m の砂質シルト岩～砂岩層とその上部に複数挟まるパミス質凝灰岩層によって特徴づけられ、その上位は固結の強弱により板状に見える石灰質砂岩からなる。

本研究地域の知念層は平安座島の東部、宮城島の南東部に分布し、層厚は 10m から 15m である。平安座島においては知念層が新里層を削り込み、傾斜面で接している様子が観察できる (図版 1 の B)。また、本研究地域では知念層は琉球層群の石灰岩層の下位に必ずしも分布しない。これは、本研究地域における琉球層群の下位にすべからず知念層が存在するとした名取・影山 (1977) や氏家 (1988) の見解とは一致せず、大清水・井龍 (2002) の指摘を支持するものである。

知念層を島尻層群と琉球層群のどちらに含めるべきかという問題は多くの研究者によって議論されてきた。たとえば、茨木 (1975) は新里層上部が *Truncorotalia truncatulinoides* を産出し、知念層と年代的に近接していることなどから島尻層群に含めるべきとしている。野田 (1977) も新里層と知念

層は整合関係にあるとしている。一方、三島・氏家 (1983) は、知念層は下位の新里層と傾斜不整合の関係で接しており、琉球石灰岩の基層と見なされるため、琉球層群に含まれるべきものであると主張している。沖縄本島南部では下位の新里層と整合に見える場所や、上位の琉球石灰岩と整合に見える場所もあるため (Tanaka and Ujiié, 1984)、この地層がどの層群に含まれるかははっきりしない。本研究地域を詳細に検討した大清水・井龍 (2002) や佐藤ほか (2004) は、知念層をどちらにも含めずに独立したユニットとして扱うべきとしており、本論でもこれにしたがうこととする。

3) 琉球層群

琉球層群の名称は MacNeil (1960) による。なお、前述のとおり本論では知念層を琉球層群に含めない。本研究地域では主として厚さ 10m 程度の石灰岩として分布している。下位層とは不整合で接し、調査地域内ではほとんど水平に分布している。沖縄に分布する石灰岩はその形成時期がいくつかの年代に分かれることが知られているが、研究地域における石灰岩については大清水・井龍 (2002) が詳細に検討しており、平安座島および宮城島のは与勝層に、伊計島のは港川層にそれぞれ対比されている。本研究は琉球層群内部の層序については対象としていないので、以下では「琉球層群」と一括して述べることにする。

3. 試料および方法

有孔虫分析に供した試料数は 50 個であり、宮城島を中心として平安座島南岸、伊計島北岸からも採取した (図 1)。乾燥重量約 100g の岩石試料を約 60 分の乾燥機で 10 時間程度乾燥した後、熱湯に浸し、岩塊が十分に軟らかくなってから 200 メッシュ (75 μm) の篩で水洗した。標本は残渣を適宜分割し、浮遊性有孔虫の総数が 200 個体以上になるようにピッキングした。さらに、以上の作業で検出されなかった種がないことを確認するため残渣の概査も併せて行った。拾い出した有孔虫は可能な限り全て同定し、産出個体数を記録した。

Age		Ujiié (1985, 1988)	Natori (1976) Natori & Kageyama (1987)	Noda (1977)	Ibaraki (1975)	Makino & Higuchi (1967)	MacNeil (1960)	Hanzawa (1935)
QUATERNARY	Pleistocene	Ryukyu Group Ryukyu limestone Chinen F.	Ryukyu Group Naha limestone Chinen Sand	Ryukyu Group	Ryukyu Group Naha limestone Chinen Sand	Ryukyu Group Ryukyu limestone (not studied)	Ryukyu Group Chinen Sand	Ryukyu limestone
		Shinzato Formation	Shinzato Formation	Shinzato Formation	Shinzato Formation	Shinzato Formation	Shinzato tuff member	Chinen Sand
TERTIARY	Pliocene	Yonabaru Mudstone	Yonabaru Formation	Yonabaru Formation	Yonabaru Formation	Yonabaru Formation	Yonabaru clay member	Shimajiri beds (Shimajiri group, 1925)
		Shimajiri Group	Shimajiri Group	Shimajiri Group	Shimajiri Group	Shimajiri Group	Shimajiri Formation	

図 2. これまでの研究者間の岩相層序区対比。
Fig. 2. Summary of stratigraphic divisions in the previous studies.

の上位に直接 N22 が直接接するように図示しており、Berggren et al. (1995) に基づく PL6 が欠如しているような印象を与えているが、PL5 の上限 (2.30 Ma; Berggren et al., 1995) を決める *Globorotalia pseudomiocenica* が沖縄地域に産出しないために PL6 を表記していないということであり、同化石帯に対比される層準の欠如を意図しているのではない。そこで、本研究では Ujiié (1985) における PL5 を PL5-6 と表記することとする。

調査地域において認められた生層準は下位から *Truncorotalia tosaensis* の出現層準 (N21 基底), *Globoquadrina altispira* の消滅層準 (PL4 上限), および *Truncorotalia truncatulinoides* の出現層準 (N22 基底) である。Ujiié (1985) に基づいた化石帯区分では、最下位の PL3 は Blow (1969) の N19 上部に、PL4 から PL5-6 の区間が N21 にそれぞれ相当し、ここまでは鮮新世を示す。また PL5-6 の上位は N22 であり、鮮新世末～更新世を示す (佐藤ほか, 2004)。

沖縄本島南部地域における浮遊性有孔虫化石層序と岩相層序区分との対応によると、与那原層の下限は上部中新統であり、上限は浮遊性有孔虫化石帯 PL4 上限の約30m 上位にあるとされている。新里層の上限は PL5-6 の上限、すなわち *Truncorotalia truncatulinoides* の初出現層準の約10m 上位にあるとされている (Ujiié, 1985)。一方、佐藤ほか (2004) は、*T. truncatulinoides* の産出下限を知念層中に認めている。Ujiié (1985) と佐藤ほか (2004) 間における *T. truncatulinoides* の初出現層準のずれについては、原因不明であるが、Ujiié (1985) に基づくとすれば知念層は全て N22 の範囲内であり鮮新統最上部～更新統である。

本研究において最も良好な地層の露出に基づいて連続的な層序区間を調査しているのは宮城島南部 (桃原地区と呼ぶ) なので、はじめにこの地域の層序を中心に検討し、次に平安座島の知念層について述べ、それらの結果に基づいて周辺地域の層序について述べることにする。

Miyagi area of Miyajima																			Izumi-ita			Ikejima								
4	5	6	T18	M12	M20	M11	M22	M15	M24	M26	M28	M27	M23	M28	M10	M13	M14	T19	IS21			IS2			ID1					
			Str	f	Co	m	f	1	3																					
																			0.73			0.30						4.48		
0.31																														
1.17	0.81	7.73	1.96	3.31	1.24	2.17	3.03	1.26	0.35 3.37			1.42	0.36	0.36	3.90	3.49	3.13	4.26	1.47	0.40										
1.76	1.02	1.87	2.69	0.66	0.31	0.27	0.38	1.89	10.24	1.06			1.06	2.55	1.06				1.42	2.78	3.63	3.66		0.34						
2.64	1.84	2.93	2.20	0.66	0.62				0.31	5.12				0.35 0.58			1.25	0.71	2.93	0.33		1.83								
19.35	25.61	23.20	17.36	22.19	23.53	20.33	30.30	17.61	9.19	31.69	31.46	19.50	27.24	21.17	30.50	17.44	18.13	26.95	14.37	5.56	13.53	18.90		9.12	20.51	11.24				
0.59 0.82 1.33 0.24				0.54 0.76							0.35	1.06	1.09	0.35	0.29	0.94	0.33													
7.92	11.27	12.27	13.20	18.21	11.75	11.28	11.74	1.26	4.67	8.10	14.23	8.87	18.64	8.76	9.93	19.48	11.56	19.86	18.48	7.94	2.31	3.06		0.34	32.87	3.10				
0.53								0.45						0.29			0.33													
0.29 0.82 0.88				0.66				0.63 3.61 0.70			0.35			1.42			0.36			0.40			2.13		0.68	5.81				
1.76	0.41	0.49		0.33	0.31							0.36 0.73			0.87		1.88				0.34		2.33							
12.32	10.86	2.99	8.07	7.62	4.64	4.07	6.82	8.81	17.47	3.87	2.62	8.16	1.79	10.58	2.48	10.76	13.75	7.80	8.50	21.83	23.10	11.28		17.91	3.37	24.03				
2.05	1.43	2.13	0.73	0.66	1.55	1.65	0.76	1.26	11.75	1.41	6.03		0.72	2.55	0.35	0.58	1.42		0.29	1.19	0.99	1.22		4.05	0.56	4.26				
3.23	0.61	0.53	1.71	1.34 0.54 0.38		2.20	2.41	2.11	0.37	2.84	0.36	3.65	0.71	2.33	3.13	1.42	1.76 11.11 5.94			4.27		11.49	0.29	6.98						
				0.62							2.19			0.63			0.29 1.59			1.52		4.05		1.55						
3.81 5.74 3.20 1.98				5.96 8.19 7.32 3.79 6.29 3.31 3.87 1.50 3.19				3.23 4.38 4.81 1.45 1.25 6.38			3.81 8.33 13.66			7.62 10.47		0.56 9.30														
1.76	0.82	2.40	1.22	0.33	0.93	1.63	2.27	2.20	0.15	1.41	3.75	2.84	2.15	1.09	1.77	0.87	1.25	0.35	2.05	0.40	1.32	0.61		1.01	1.40	0.78				
0.59	1.02	0.53	2.20			0.33	0.31	0.81		0.31 0.15			0.35 0.29			0.35			1.47											
3.23	0.41	4.00	2.20	0.66	0.93	1.36	0.38	0.31	1.66	0.35	0.35		1.08	0.73	0.35	0.87	0.63	2.84	2.35	1.19	1.22		0.68							
13.49	8.61	11.20	4.89	18.87	20.43	18.16	21.59	1.57	2.71	10.56	7.12	17.38	17.56	19.71	17.73	13.66	17.19	8.51	15.84	13.10	11.55	11.89		4.05	7.02	10.47				
2.64	2.66		0.98	2.65	5.68	1.06	4.92	4.09	7.23	4.93	4.49	2.84	2.15	2.55	1.42	4.36	3.44	2.48	4.40 3.57 2.31			7.93		6.08	7.02	9.89				
0.27																	0.35													
0.88	0.61	0.29 0.20		0.66	1.06	1.90	1.26 1.81 2.46 0.37		1.42	1.09 1.42 0.58 1.25		2.38 0.66			2.03		2.71													
0.29	0.20			0.38				1.96			0.71		0.36			0.88 0.40		0.68		0.78										
0.88	0.20	0.27	0.24					1.05			0.71		0.35																	
0.20 0.61								0.60 0.15			1.42		0.36			0.61		0.39												
0.88	0.20	0.27	0.62			1.20			1.77		0.36			0.63			0.29		0.30 2.03		0.39									
2.93	0.41	1.33	2.93	3.84	0.31	5.69	0.38		1.05 7.39			4.26		1.48			1.77		4.99 3.17 1.65		7.62 4.73		1.69 1.55							
0.24											4.26 0.71			1.16																
1.47				2.32										0.35			2.05			5.90										
4.69	3.69	5.07	11.99	4.30	4.33	5.42	4.17	10.21 10.86 4.26			11.47 0.36 6.03 8.72 9.69 2.84		2.05			8.16 1.19			9.27											
7.62	6.76	8.80	12.47	0.66	4.64	11.38	2.27	1.57	0.15	5.99	15.36	2.13	6.81	5.47	11.70	6.69	4.06	3.19	0.53											
0.53				0.99 0.31 1.36				0.37						0.40																
1.47	2.87	5.87	7.58	4.30	5.57	2.44	5.30	47.17	4.22	4.58	4.12	5.67	3.23	8.03	3.19	3.78	5.94	5.67	7.62	13.10	18.15	14.02		15.54	4.78	3.85				
341	488	375	409	302	323	369	264	316	664	284	267	282	279	274	262	344	320	282	341	262	303	328		296	366	258				

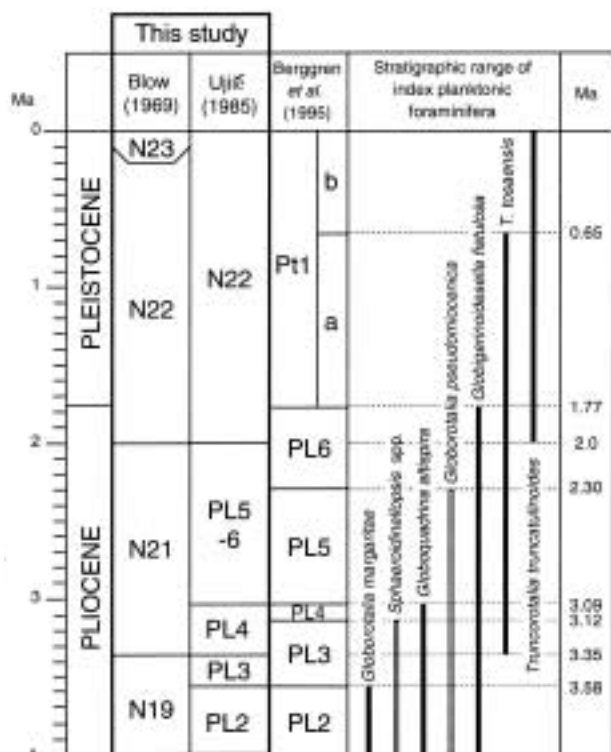


図3. 浮遊性有孔虫化石帯の定義。

Fig. 3. Definitions of planktonic foraminiferal zones.

1) 桃原地区

宮城島西部の桃原地区では、最下部付近（試料 T07a 採取層準）から層厚約90mにわたり *G. altispira* の連続的な産出が認められる。一方 *Globorotalia margaritae* や *Globorotalia nepenthes* などの PL3 より下位を示す要素や PL4 以上を示す *T. tosaensis* が産出しないことから、本地区の最下部は PL3 相当と見なされる。この区間では *Globigerinoidesella fistulosa* が産出し、N19~N21 (PL2~6) 相当の層準であることを支持している (Bolli and Saunders, 1985)。

最下位から約50m上位の露頭（試料 T02 採取地点）において大規模なチャンネルに伴う削剥面の存在が確認された（図版1のA）。削剥面の下位はほぼ南北走向で東傾斜10度、上位は北北西-南南東走向で東傾斜20度を示し、上位の方がやや傾斜が急になる。この削剥面の下位（試料 T02b）は PL3 を示すが、直上（試料 T02Jb）からは PL4 を示す *T. tosaensis* の産出が認められた。すなわち、本地域では PL4 の時期にチャンネル形成に伴い削剥が生じ、地層の欠如が起こったことを示している。

島尻層群中のチャンネル堆積物の存在については、MacNeil (1960) が指摘している。彼は、沖縄本島南部における新里層基底の凝灰岩層がチャンネル充填堆積物であり、時間的な間隙はほとんどないとしても両層の境界部において削剥が生じていることを指摘し、このような削剥面の存在が島尻層群堆積時の構造運動や火山活動を示すものであると述べている。宮城島南部で確認されたチャンネル構造も同様のものと考えられるが、このような堆積構造の存在や、凝灰岩層が側方に連続しないといった現象も含めて、規模の大小はあるとしても与那原層-新里層堆積時にチャンネルの形成や重力流に伴う地

層の削剥が頻繁に起こったことが推測される。

桃原地区で大規模なチャンネルが確認された層準（試料 T02Jb 採取地点）の約40m上位の試料（T22-4）には *G. altispira* の終産出層準が認められる。したがって、本来ならばこの直上に PL4 の上限があると推定されることから、PL5-6 の層準は桃原地区の最も高い標高の地点から採取した試料（T20）及びこれより東側の地域で確認されているのみである。ただし、群集組成を見た場合、ここで PL3~4 に対比した層準とそれより上位の層準では産出種の組成について差異が認められる。すなわち、前者では *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides ruber* や *Globigerinoides trilobus* の頻度が高く、後者では *Globigerinita glutinata*, *Turborotalita quinqueloba* や *Turborotalita humilis* の頻度が高い（図4）。また、上位の層準では生息区間が PL4 の時代から更新世（0.65 Ma; Berggren et al., 1995）に及び *T. tosaensis* も産出しない。したがって、何らかの環境変化により *G. altispira* が当研究地域に分布しなくなった可能性があるため厳密に *G. altispira* の絶滅年代を示す層準が試料 T22-4 採取層準直上にあるとは断定できない。ただしここでは対象とする地理的範囲が狭いことから *G. altispira* の終産出層準が少なくとも調査範囲内でほぼ同時期を示すと仮定し、この層準から N22 の指標種である *T. truncatulinoides* の産出下限までの層準を括弧付きで“PL5-6”と表記して取り扱うこととする。同じ理由で、模式地において認められるような与那原層と新里層との境界部に存在する凝灰質砂岩層は本地域では認められず、岩相上も両層を明確に区分することはできないため、生層序に基づいて“PL5-6”とした層準が新里層と同年代を示す確証はなく、この層準が与那原層相当である可能性を完全には否定できない。

桃原地区に分布するシルト岩主体の地層の最上部においても後期鮮新世~更新世を示す N22 の指標種である *T. truncatulinoides* の産出は認められない。*Truncorotalia truncatulinoides* の生息環境は、海洋表層の水温構造に影響されており、均質な温暖水塊が厚く発達する環境を好むとされている (Jian et al., 2000)。したがって同種が産出しないことは、寒冷水塊の影響など何らかの古海洋環境の影響によって更新世に入ってから当海域に分布できなかったことが原因となっている可能性がある。しかしながら、下位層から連続して産出している *Globorotalia menardii* の殻の巻き方向は、与那原-新里層シルト岩相の最上部においても右巻き優占であり、同種の殻の巻き方向が下部~中部鮮新統では右巻きが卓越し、上部鮮新統上部において左巻きに変化し、現世においても左巻き優占であること (Bolli and Saunders, 1985) を考慮すると、この層準が鮮新統であると結論付けることができる。

桃原地区南東部に分布する石灰質砂岩を主体とする知念層は、落差は不明であるが断層により西側の与那原-新里層と接している。この知念層は東側にも広がりを持たず、分布域の東側では地層が西傾斜を示し、知念層分布域の西側とは逆方向になっている。したがって、知念層を含んだ東西150m程度の幅をもつブロックが陥没するような形で分布しているものと推測される。知念層直下のシルト岩（試料 T16）からは *T. tosaensis* が産出するが、N22 を示す *T. truncatulinoides*

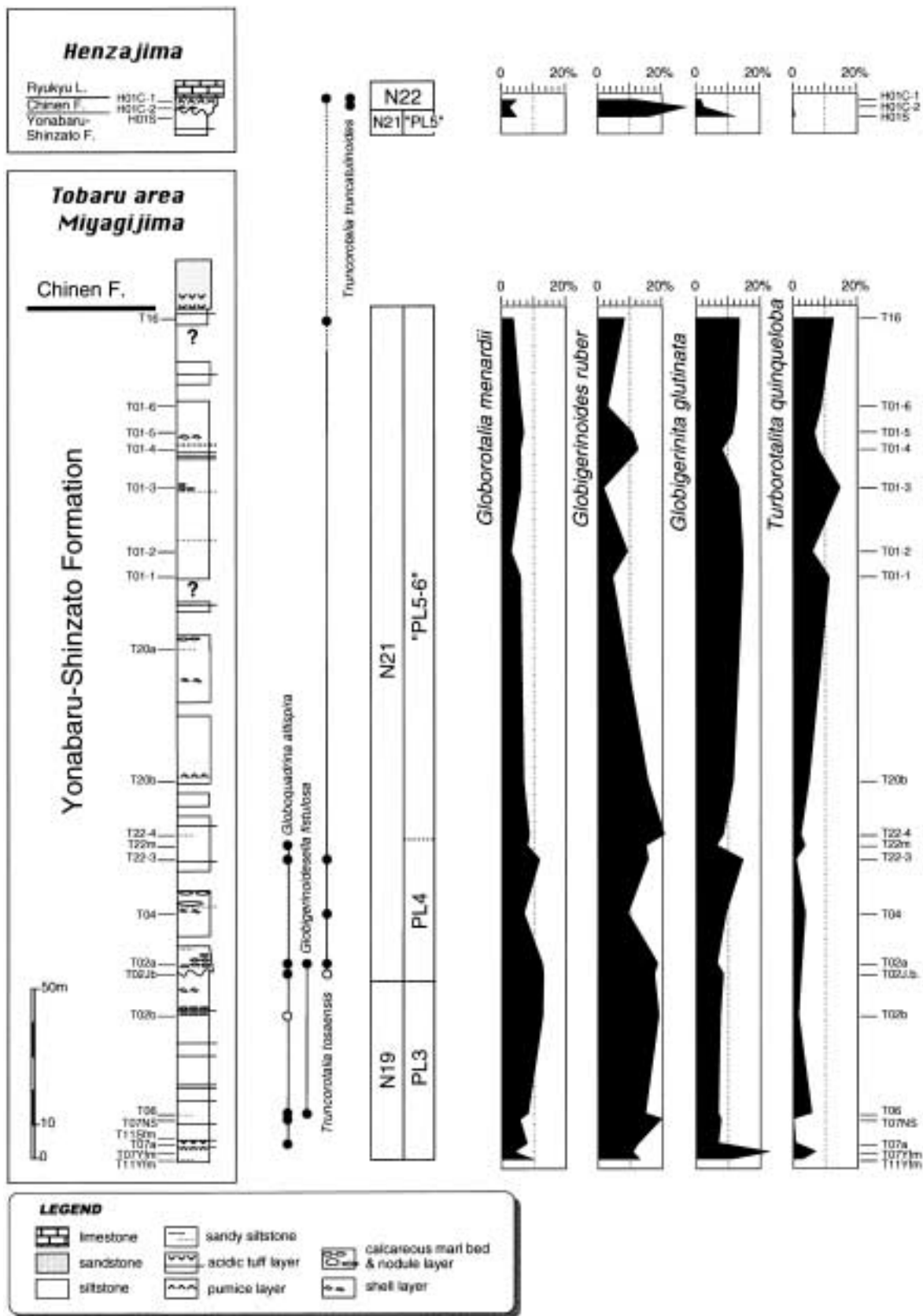


図4. 宮城島南部桃原地区および平安座島南岸の地質柱状図と浮遊性有孔虫の産状。

Fig. 4. Lithologic column of the Tobaru area, southern Miyagijima, and the southern shore of Henzajima with occurrences of index and environmentally significant planktonic foraminifera.

の産出は認められないことからこの層準は鮮新統であり、PL5-6 に対比される。これは、*Globorotalia menardii* の巻

き方向が知念層と接する部分の直下においても右巻き優占であることによっても支持される。

桃原地区の知念層を挟む断層の存在については Noda (1988) も指摘しているが、Noda (1988) は、ここで知念層としている石灰質砂岩層は、鮮新世を示す貝類化石を産出するために知念層ではなく与那原層であると述べている。しかしながら、石灰質砂岩直下のシルト岩からは *T. tosaensis* が産出していることから、同砂岩は PL4 以上の層準であり、周辺で PL4 以上の層準に同様の石灰質砂岩層は認められないのでこの桃原地域南東部の石灰質砂岩は知念層に対比される。Noda (1988) の述べている貝類化石が鮮新統かつ与那原層相当とする根拠は不明であるが、石灰質砂岩本体から産出しているのであれば再堆積群集と考えざるを得ないであろう。

2) 平安座島

平安座島南岸の露頭では知念層が下位のシルト岩層を削り込んで傾斜面で接している。削剥面の下位ではほぼ南北走行で東傾斜13度を示し、上位では東傾斜22度を示す。知念層の基底部には約2mのやや泥質な砂岩からなる部分があり、この部分(試料 H01C-2)とさらに上位の石灰質砂岩(試料 H01C-1)から試料を採取した。知念層より下位のシルト岩から採取した試料(H01S)には年代指標種が産出しておらず、鮮新世以降としか決定できないが、*T. humilis* や *G. glutinata* が比較的多く産出することから宮城セクションの“PL5-6”の層準に対比される可能性が高い。知念層については、2試料とも *T. truncatulinoides* を産出し、Blow (1969) の N22 に対比され、鮮新世最後期～更新世の年代が推定される(図3)。*Globorotalia menardii* の巻き方向は左巻き優占であり、これも後期鮮新世後期以降の年代であることを支持している。中川ほか(2001)は知念層下部石灰質泥岩中に石灰質ナノ化石 *Gephyrocapsa* (Large) の初産出層準(1.45 Ma)が存在することを報告しているが、本研究結果と整合的である。また、石灰質ナノ化石の年代を踏まえると、H01C-2 と H01C-1 に産出する右巻きの *Pulleniatina* は、1.6 Ma 以降の右巻きが卓越する期間に対応するものと考えられる。

なお、本論では知念層を島尻層群および琉球層群のいずれにも含めず、独立したユニットとして取り扱ったが、平安座島で認められる知念層による下位層の削り込みは、宮城島南部の与那原層中で認められたチャンネルと同様に上位の方が東傾斜が急になる傾向があること、底生有孔虫群集から推定される古水深を考慮すると削剥面が海中で形成されたものであること(中川ほか, 2001)から、これがチャンネルの形成に伴う削剥と考えれば、この露頭において堆積間隙があったとしても広域的にみると知念層と下位層の間には堆積物供給源における珊瑚礁の形成などの環境変化があっただけであり、時間間隙のない一連の浅海化過程を示しているという解釈もできるのではないと思われる。したがって、知念層の帰属に関しては堆積システムという面からの考察が必要であろう。

3) 宮城島北東部宮城地区

宮城島中央部を南北に切る断層Bの東側地域を宮城地区と呼ぶことにする。本地区では、主に琉球層群の石灰岩層の分布によって認識される断層Bとほぼ平行な方向に発達した複数の断層により極めて複雑な地質構造を形成している(大清水・井龍, 2002)。また、島尻層群の露出も限られるため露

頭間の層序関係を把握することが困難である。そこで、ここでは浮遊性有孔虫化石帯指標種の産出状況と宮城地区で認められた群集組成の特徴に基づき露頭単位の生層序について述べる(図5)。

試料 M09, M11, M02, M04 は、*G. altispira* の産出と *T. tosaensis* や *G. margaritae* の無産出により PL3 に対比される。また、試料 M12 は M11 の採取地点と接近しており、*G. ruber* の相対頻度が高く、*T. humilis* や *T. quinqueloba* の相対頻度が低いことから群集組成が類似しており、試料 M12 の層準も PL3 に含まれる可能性がある。同様に試料 M15 の採取位置は M02 と M04 に挟まれた地点にあり、群集組成からも PL3 相当である可能性が高い。

試料 M07, M13 からは、*G. altispira* は産出していないが *T. tosaensis* が産出しており、*T. tosaensis* の連続的な産出は桃原地区の PL4 の特徴であることから PL4 に対比される可能性がある。また、試料 M03 では保存状態が悪いため cf. を付したが *Truncorotalia* cf. *T. tosaensis* が産出しており、これも PL4 に相当する可能性が高い。試料 M08 は M07 に近接した位置で採取しており、この試料は *G. ruber* の相対頻度が高く、*Pulleniatina obliquiloculata* を含むなどの点で M07 との群集組成が類似していることから、両試料の層準は近接しているものと推定される。以上、PL3, PL4 に対比された試料の採取層準は年代層序の観点から沖縄本島南部における与那原層に対比される。

上記以外の試料からは化石帯指標種の産出が認められないが、試料 M10, M06, M05, M14 の4試料は、群集中において *G. glutinata*, *T. quinqueloba*, *T. humilis* の相対頻度が高いことから宮城地区で“PL5-6”とした層準に対比される可能性が高い。

4) 池味北

宮城島の北部から伊計島側に突き出た部分にある島状の部分を池味北と呼ぶことにする。道路沿いの露頭(K01)で採取した3試料を分析した。その結果、下位の2試料(K01Sfm, K01tf)から *G. altispira* が産出し *T. tosaensis* は産出しなかったため、これらの層準は PL3 に対比される。上位の試料(K01Cs)からは化石帯の指標種が産出していないが群集組成は下位層と類似しており、*G. menardii* の巻き方向も右巻き卓越であることから鮮新統であり、下位の試料との間に年代的な間隙はほとんど無いものと考えられる。以上により、浮遊性有孔虫化石層序に基づく年代層序の観点から本露頭は全て与那原層に対比される。この結果は氏家(1988)と一致している。

5) 伊計島

南西部(I02)と北岸(I01)において採取した4試料について分析を行った。4試料中3試料(I02m, I02t, I01-3)から *G. altispira* の産出が認められ、*T. tosaensis* などの化石帯指標種が産出しないことからこれら3試料は PL3 に相当し、前述の池味北の場合と同様、与那原層に対比される。伊計島北岸の下位試料(I01-1)からは年代指標種が産出していないため化石帯を決定できないが、顕著な削剥面などは認められないのでこれも上位層同様に与那原層に対比される。氏家(1988)や名取・影山(1988)も伊計島の琉球層群の下位にある地層を与那原層としており、今回の結果と整合的で

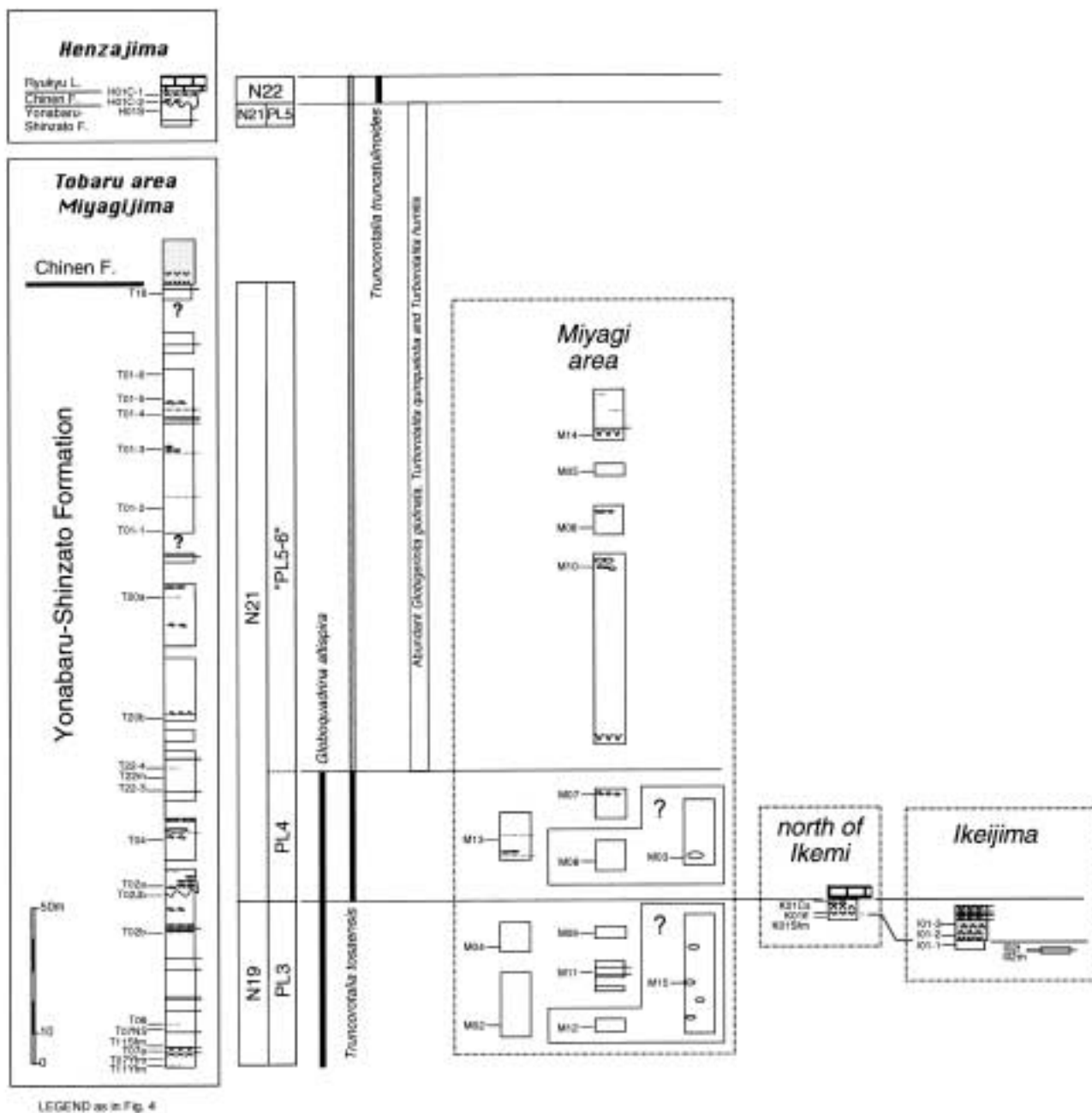


図5. 宮城島桃原地区を標準とした各セクションの層序対比。
 Fig. 5. Stratigraphic correlation of the Tobaru area of Miyagijima with other sections.

ある。

6) 浮遊性有孔虫化石帯の地理的分布

以上述べてきた今回の調査地域における浮遊性有孔虫化石帯の地理的分布を図6に示す。全体としてほぼ北西部にPL3の地層が分布し、南東へ上位層が分布している傾向が認められる。しかしながら、観察された地層の走向傾斜方向はこれと一致していないものが多く、特に断層A、Bの付近では断層の方向と地層の走向方向がほぼ平行となる傾向が明らかである。これは断層形成に伴い、ブロックが傾動した結果を示しているためと推定される。桃原地区では連続的な地層の露出があったため、地質解釈が比較的容易であるが、模式地における新里層と同一の年代を示す層準の存在は不明である。これは、前述のとおり模式地において認められる新里

層基底部の凝灰岩層に対比される顕著な地層が見出されないこと、実質的に与那原・新里両層を肉眼で区別することができないことに起因している。宮城地区では、各露頭間の上下関係は浮遊性有孔虫化石帯でしか把握することができず、化石帯の地理的な分布と地層の走向傾斜の関係を見た場合、露頭では見出されていない断層やチャネル構造が存在する可能性は高い。

5. 浮遊性有孔虫から見た古海洋環境

ここでは連続的に試料が得られた宮城島桃原地区のデータを中心に浮遊性有孔虫群集から推定される古環境について議論する。

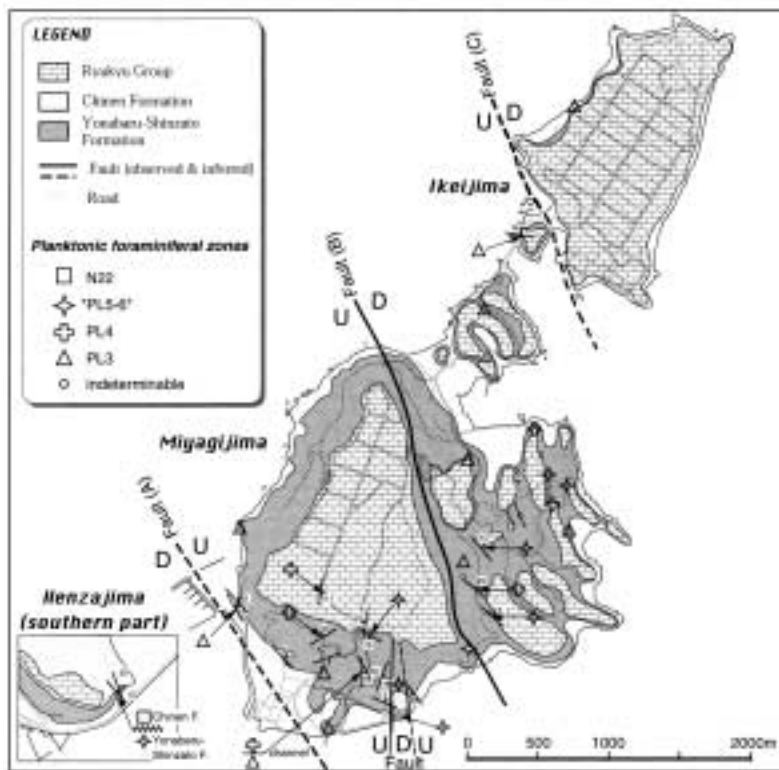


図 6. 地質図及び浮遊性有孔虫化石帯の地表分布 .
 Fig. 6. Geologic map representing the geographic distributions of planktonic foraminiferal zones.

浮遊性有孔虫群集は、*Globorotalia menardii*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinita glutinata*, *Turborotalita quinqueloba* などが連続的に産出していることから現在の亜熱帯地域の群集 (Bé, 1977) と共通性が高く、ほぼ現在の琉球弧周辺と同様の温暖な水塊環境を示しているものと考えられる。ただし、産出した種の相対頻度を見た場合、PL3~PL4 層準では *G. ruber*, *Globigerinoides trilobus*, *G. menardii* が高い比率を占め、典型的な亜熱帯性の群集と考えられる一方、PL5-6 層準では、*G. glutinata* や *T. quinqueloba*, *Turborotalita humilis* がより高い比率を占めている。*Turborotalita quinqueloba* が比較的寒冷な水塊環境 (Bé, 1977)、湧昇流の影響 (Sautter and Sancetta, 1992; Park and Shin, 1998)、または沿岸水の影響 (Takemoto and Oda, 1997) がある海域に比較的多く生息することから“PL5-6”の時期に、いずれかの海洋環境変動があった可能性が推定される。温暖な黒潮水塊の影響を示す *Pulleniatina obliquiloculata* (Li et al., 1997; Ujiie and Ujiie, 1999, 2000) が産出した層準は *T. quinqueloba* の頻度が低い傾向があり、これらの層準から産出している群集に関しては古水温の変化が群集組成に影響を与えたと推定される。しかしながら、比較的寒冷な環境を示す *Neogloboquadrina incompta* [= *Neogloboquadrina pachyderma* 右巻き個体] や *Globigerina bulloides* の産出 (Bradshaw, 1959; Thompson, 1981) が少ないため、古水温のみに原因を求めるには不確かさが残る。湧昇流が影響した可能性については、分析試料中に放散虫化石などの湧昇域を特徴付ける化石をほとんど産出しないことなどから現在得られているデータでは十分な根拠がない。沿岸水の影響についても現時点で得られているデータでは評価できない。したがって、この群集変化の示す海洋環境の変化要因については生物生産性の影響を受ける底生有孔虫を含めたベントスの情報

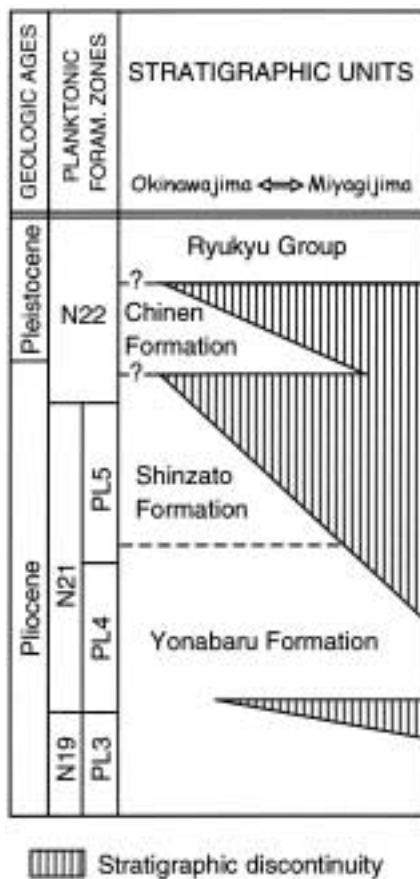


図 7. 層序関係についての模式図 .
 Fig. 7. Schematic relationship of formations.

や地化学的なデータなど、さらに多面的な資料の追加が必要である。

引用文献

6. まとめ - 研究地域の地史

平安座島, 宮城島, 伊計島に分布する琉球層群の石灰岩層より下位に分布する地層の浮遊性有孔虫化石を検討した結果, 知念層より下位は浮遊性有孔虫化石帯の PL3 以上の層準(鮮新統)であり, 最上部は PL5-6 の層準に対比される可能性が高いことが示された。これは年代層序の観点から沖縄本島南部における与那原層および新里層に対比される。一方, 知念層は N22 を示し, 上部鮮新統～更新統である。

浮遊性有孔虫群集は PL3~4 と“ PL5-6 ”の間で差異が認められ, “ PL5-6 ”において *Turborotalita quinqueloba* や *Globigerinita glutinata* を多く産出する傾向が認められた。このことから, “ PL5-6 ”の時期に寒冷水塊や, 湧昇流, または沿岸水の影響が強くなるなどの古海洋環境の変化があった可能性が示唆される。

与那原層中(PL4)に大規模なチャネル形成に伴うと考えられる削剥面が確認された。これは当時の堆積場が重力流の影響を強く受けていたことを示しており, 平安座島南部において観察される知念層基底における新里層の削剥面も同様のチャネル形成に伴う堆積現象を示している可能性を指摘した。

以上の結果に基づいて, 沖縄本島南部地域の既存研究及び本研究地域における層序関係を図7に模式的に示した。沖縄本島南部では各層準の年代が近接しているために各層の関係が議論されているところであるが, 宮城島を中心とした本研究地域では明らかにかなりの層序区間が欠如していることが判明した。このことがどのような地史的意義を持つのかについては広域的な堆積システムという面からの検討が必要であるが, 以上の成果により, 本研究地域に分布する島尻層群の地質年代および表層水塊環境に関する基礎資料を得るという当初の目的は達することができた。

謝 辞

本研究は, 1991年に名古屋大学理学部地球科学科卒業研究として調査を行った際に採取した試料に基づいている。糸魚川淳二博士には現地踏査をはじめ多くのご指導をいただいた。海洋科学技術センターの北里洋博士には卒業研究の際にいくつかの試料について有孔虫の分析をしていただき, その結果を今回の研究にあたり分類などの面で参考にさせていただいた。名古屋大学の小澤智生教授, 静岡大学の延原尊美博士, 名古屋大学の井上恵介氏には卒業研究及び本論文作成に際しご指導いただいた。原稿の作成にあたっては井上洋子博士にご助言をいただいた。東北大学の井龍康文博士には査読していただき, 多くの貴重なご意見をいただいた。秋田大学の的場保望教授には有孔虫の走査型電子顕微鏡(SEM)写真撮影に係る機材使用について便宜をはかっていただいた。同大学の千田恵吾技官にはSEM写真の撮影, 現像などにご協力いただいた。これらの方々により感謝します。

Bé, A. W. H. (1977), An ecological, zoogeographic and taxonomic review of Recent planktonic foraminifera. In Ramsay, A. T. S. (ed.), *Oceanic Micropaleontology*, 1-100. Academic Press.

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. Publ., **54**, 129-212.

Bolli, H. M. and Saunders, J. B. (1985), Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In Bolli, H. M., Saunders, J. B. and Perch-Nielsen, K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*, 155-262. Cambridge Univ. Press.

Blow, W. H. (1969), Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H. (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, E. J. Brill, Leiden, **1**, 199-421.

Bradshaw, J. S. (1959), Ecology of living planktonic foraminifera in the North and equatorial Pacific Ocean. *Contrib. Cushman Found. Foramin. Res.*, **10**, 25-64.

Cande, S. C. and Kent, D. V. (1995), Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **100**, 6093-6095

Hanzawa, S. (1935), Topography and Geology of the Riukiu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 2nd Ser. (Geol.)*, **17**, 1-59.

茨木雅子 (1975), 沖縄本島の新第三系・第四系について。静岡大地科研報, **1**, 1-9.

Jian, Z., Li, B., Huang, B. and Wang, J. (2000), *Globorotalia truncatulinoides* as indicator of upper ocean thermal structure during the Quaternary: evidence from the Southern China Sea and Okinawa Trough. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **162**, 287-298.

古川博恭 (1985), 沖縄本島南部。木崎甲子郎編著, 琉球弧の地質誌, III B-8, 107-114。沖縄タイムス社。

Li B., Jian Z. and Wang P. (1997), *Pulleniatina obliquiloculata* as a paleoceanographic indicator in the southern Okinawa Trough during the last 20,000 years. *Marine Micropal.*, **32**, 59-69.

MacNeil, F. S. (1960), Tertiary and Quaternary Gastropoda of Okinawa. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **339**, 1-148.

牧野登喜男・樋口 雄 (1967), 沖縄本島南部の天然ガス鉱床の地質学的考察。石油技術協会誌, **32**, 1-11.

三嶋昭二・氏家 宏 (1983), 沖縄本島島尻層群の浮遊性有孔虫層序と地質構造。月刊地球, **5**, 713-721.

中川 洋・松田博貴・佐藤時幸・平塚美友紀・尾田太良 (2001), 沖縄本島南部知念層の堆積相と堆積年代。予察。堆積学研究, no. 53, 99-101。

Nakamori, T. (1986), Community structures of Recent and Pleistocene hermatypic corals in the Ryukyu Islands, Japan. *Tohoku Univ. Sci. Rep.*, 2nd Ser. (Geol.), **56**, 71-133.

Natori, H. (1976), Planktonic foraminiferal biostratigraphy and datum planes in the Late Cenozoic sedimentary sequence in Okinawa-jima, Japan. In Takayanagi, Y. and Saito, T. (eds.), *Progress in micropaleontology*, 214-243.

名取博夫・影山邦夫 (1987), 沖縄本島中・南部。日本油田ガス田図12, 地質調査所。

野田浩司 (1977), 沖縄本島南部における新里層と知念層の層序関係とその意義について。琉球列島の地質学研究, **2**, 55-60.

Noda, H. (1988), Molluscan fossils from the Ryukyu Islands, Southwestern Japan, Part 2. Gastropoda and Pelecypoda from the Shinzato Formation in the middle part of Okinawa-jima. *Sci. Rep. Inst. Geosci., Tsukuba Univ.*, Sec. B, **9**, 29-85.

- 大清水岳史・井龍康文 (2002), 沖縄本島勝連半島沖の島々に分布する知念層および琉球層群の層序. 地質雑, **108**, 318-335.
- Park, B. K. and Shin, J. C. (1998), Seasonal distribution of planktonic foraminifers in the East Sea (Sea of Japan), a large marginal sea of the northwest Pacific. *Jour. Foram. Res.*, **28**, 321-326.
- 斎藤常正 (1999), 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準化石層序. 石油技術協会誌, **64**, 2-15.
- Sautter, L. R. and Sancetta, C. (1992), Seasonal associations of phytoplankton and planktonic foraminifera in an upwelling region and their contribution to the seafloor. *Marine Micropal.*, **18**, 263-278.
- Takemoto, A. and Oda, M. (1997), New planktonic foraminiferal transfer functions for the Kuroshio-Oyashio Current region off Japan. *Paleo. Res.*, **1**, 291-310.
- Tanaka, Y. and Ujiie, H. (1984), A standard late Cenozoic microbiostratigraphy in southern Okinawa-jima, Japan, Part 1. Calcareous Nannoplankton zones and their correlation to the Planktonic foraminiferal zones. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, ser. C, **10**, 141-168.
- Thompson, P. R. (1981), Planktonic foraminifera in the western North Pacific during the Past 150,000 years: Comparison of modern and fossil assemblages. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **35**, 241-279.
- Ujiie, H. (1985), A standard late Cenozoic microbiostratigraphy in southern Okinawa-jima, Japan. Part 2. Details on the occurrence of planktonic foraminifera with some taxonomic annotations. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, ser. C, **11**, 103-136.
- 氏家 宏 (1988), 沖縄本島中・南部の地質図 (浮遊性有孔虫化石帯に基づく). 株国建.
- Ujiie, H. and Ujiie, Y. (1999), Late Quaternary course changes of the Kuroshio Current in the Ryukyu Arc region, northwestern Pacific Ocean. *Marine Micropaleontology*, **37**, 23-40.
- Ujiie, Y. and Ujiie, H. (2000), Distribution and oceanographic relationships of modern planktonic foraminifera in the Ryukyu Arc region, northwest Pacific Ocean. *Jour. Foram. Res.*, **30**, 336-360.
- 2004年6月18日原稿受理

付録：産出した浮遊性有孔虫リスト

同定した種 (アルファベット順) の原記載名との対応について以下に記載する。

- Bolliella calida (Parker)** (Pl. 4, fig. 6)
= *Globigerina calida* Parker, 1962.
- Candeina nitida d Orbigny** (Pl. 4, fig. 4)
- Clavatorella sp. 1** (Pl. 3, fig. 9)
- Globigerina bulloides d Orbigny**, 1826 (Pl. Pl. 5, fig. 1).
- Globigerina falconensis Blow**, 1959 (Pl. 5, fig. 2).
- Globigerina foliata Bolli**, 1957 (Pl. 5, fig. 3).
- Globigerina cf. G. uvula (Ehrenberg)**
Compared with *Pylodexia uvula* Ehrenberg, 1861.
- Globigerinella siphonifera (d Orbigny)** (Pl. 4, fig. 7)
= *Globigerina siphonifera* d Orbigny, 1839.
- Globigerinina glutinata (Egger)** (Pl. Pl. 4, fig. 3)
= *Globigerina glutinata* Egger, 1893.
- Globigerinoides conglobatus (Brady)** (Pl. 5, fig. 4)
= *Globigerina conglobata* Brady, 1879.
- Globigerinoidesella fistulosa (Schubert)** (Pl. 6, fig. 3)
= *Globigerina fistulosa* Schubert, 1910.
- Globigerinoides obliquus Bolli**, 1957 (Pl. 5, fig. 5).
- Globigerinoides pyramidalis (van den Broeck)** (Pl. 5, fig. 6)
= *Globigerina bulloides* d Orbigny var. *rubra* d Orbigny subvar. *pyramidalis* van den Broeck, 1876.
- Globigerinoides ruber (d Orbigny)** (Pl. 5, fig. 7)
= *Globigerina rubra* d Orbigny, 1839.
- Globigerinoides sacculifer (Brady)** (Pl. 5, fig. 8)
= *Globigerina sacculifera* Brady, 1877.
- Globigerinoides trilobus (Reuss)** (Pl. 6, fig. 1)
= *Globigerina triloba* Reuss, 1850.
- Globoquadrina altispira (Cushman and Jarvis)** (Pl. 4, fig. 5)
= *Globigerina altispira* Cushman and Jarvis, 1936.
- Globorotalia menardii (Parker, Jones and Brady)** (Pl. 2, fig. 1)
= *Rotalia menardii* Parker, Jones and Brady, 1865.
- Globorotalia tumida (Brady)** (Pl. 2, fig. 2)
= *Pulvinulina menardii* (d Orbigny) var. *tumida* Brady, 1877.
- Globorotalia scitula (Brady)** (Pl. 2, fig. 3)
= *Pulvinulina scitula* Brady, 1882.
- Globoturborotalita decoraperta (Takayanagi and Saito)** (Pl. 6, fig. 4)
= *Globigerina decoraperta* Takayanagi and Saito, 1962.
- Globoturborotalita rubescens (Hofker)** (Pl. 6, fig. 5)
= *Globigerina rubescens* Hofker, 1956.
- Neogloboquadrina acostaensis (Blow)** (Pl. 2, fig. 4)
= *Globorotalia acostaensis* Blow, 1959.
- Neogloboquadrina humerosa humerosa (Takayanagi and Saito)** (Pl. 2, fig. 5)
= *Globorotalia humerosa* Takayanagi and Saito, 1962.
- Neogloboquadrina humerosa praehumerosa (Natori)** (Pl. 2, fig. 6)
= *Globorotalia humerosa praehumerosa* Natori, 1976.
- Neogloboquadrina incompta (Cifelli)** (Pl. 2, figs. 7, 8)
= *Globigerina incompta* Cifelli, 1961.
- Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg)**
= *Aristerspira pachyderma* Ehrenberg, 1861.
- Orbulina universa d Orbigny**, 1839 (Pl. 6, fig. 7).
- Orbulina suturalis Brönnimann**, 1951 (Pl. 6, fig. 6).
- Pulleniatina obliquiloculata (Parker and Jones)** (Pl. 4, fig. 1)
= *Pullenia sphaeroides* (d Orbigny) var. *obliquiloculata* Parker and Jones, 1865.
- Pulleniatina okinawaensis Natori**, 1976 (Pl. 4, fig. 2).
- Sphaeroidinella dehiscens (Parker and Jones)** (Pl. 6, fig. 6)
= *Sphaeroidina bulloides* d Orbigny var. *dehiscens* Parker and Jones, 1865.
- Truncorotalia bononiensis (Pondi)** (Pl. 3, fig. 1)
= *Globorotalia bononiensis* Pondi, 1962.
- Truncorotalia crassaformis (Galloway and Wissler)** (Pl. 3, fig. 2)
= *Globigerina crassaformis* Galloway and Wissler, 1927.
- Truncorotalia tosaensis (Takayanagi and Saito)** (Pl. 3, fig. 3)
= *Globorotalia tosaensis* Takayanagi and Saito, 1962.
- Truncorotalia truncatulioides (d Orbigny)** (Pl. 3, fig. 4)
= *Rotalina truncatulinoides* d Orbigny, 1839.
- Truncorotalia viola (Blow)** (Pl. 3, fig. 5)
= *Globorotalia (Globorotalia) crassula viola* Blow, 1969.
- Turborotalita humilis (Brady)** (Pl. 3, fig. 6)
= *Truncatulina humilis* Brady, 1884.
- Turborotalita quinqueloba (Natland)** (Pl. 3, fig. 7)
= *Globigerina quinqueloba* Natland, 1938.
- Turborotalita cf. T. pseudopumillio (Brönnimann and Resig)** (Pl. 3, fig. 8)
Compared with *Globorotalia (Turborotalia) pseudopumillio* Brönnimann and Resig, 1971.

Plates 1 - 6

図版 1

宮城島南部において認められたチャネル構造 (A) および平安座島南岸における与那原 - 新里層と知念層の境界 (B)。

写真A中の矢印はチャネル構造の基底部，写真B中の矢印は知念層基底部における傾斜不整合を示す。写真Aの露頭高は約25 m，写真B中央部のつるはしの柄は約1 m。

Plate 1

Channel structure observed in the southern part of Miyagijima (A) and the boundary of the Yonabaru-Shinzato and Chinen Formations in southern Henzajima (B).

Arrows in photograph A indicate the base of the channel structure. Arrow in photograph B indicates the base of Chinen Formation, which clearly shows angular unconformity. Height of the outcrop in photograph A is approximately 25 m. Length of the pickstick in the center of photograph B is approximately 1 m.



A



B

图版 2

島尻層群に産出した浮遊性有孔虫化石 .

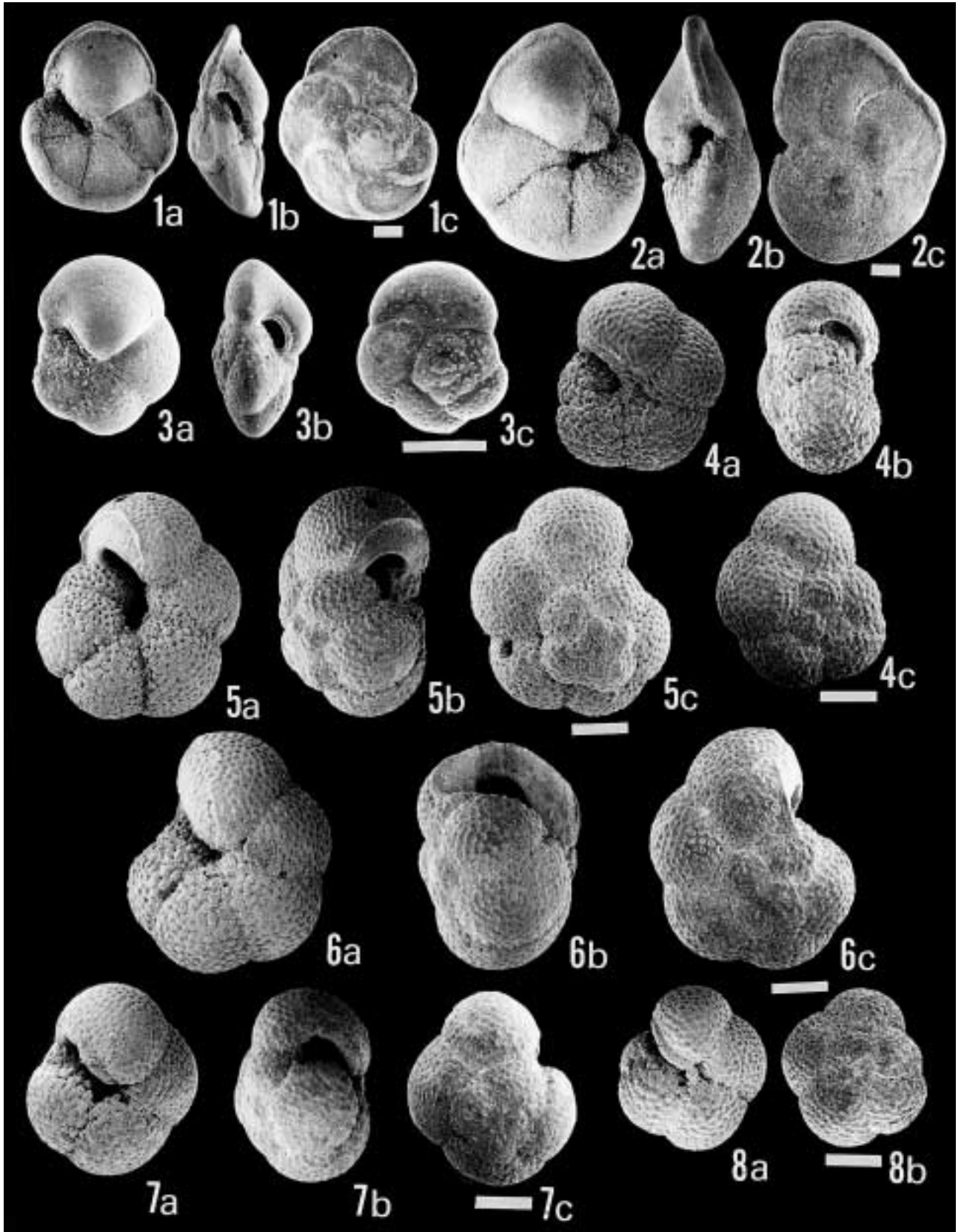
Plate 2

Planktonic foraminifera from the Shimajiri Group.

For all figures, a: umbilical view; b: peripheral view; c: dorsal view; except 8b: dorsal view.

Scale bars = 0.1 mm.

1. *Globorotalia menardii* (Parker, Jones and Brady). Sample M11.
2. *Globorotalia tumida* (Brady). Sample T07NS.
3. *Globorotalia scitula* (Brady). Sample T07NS.
4. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow). Sample T07NS.
5. *Neogloboquadrina humerosa humerosa* (Takayanagi and Saito). Sample T02b.
6. *Neogloboquadrina humerosa praehumerosa* (Natori). Sample M05.
- 7, 8. *Neogloboquadrina incompta* (Cifelli). Samples of fig. 7, T07NS, fig. 8, T01-1.



図版 3

島尻層群および知念層に産出した浮遊性有孔虫化石 .

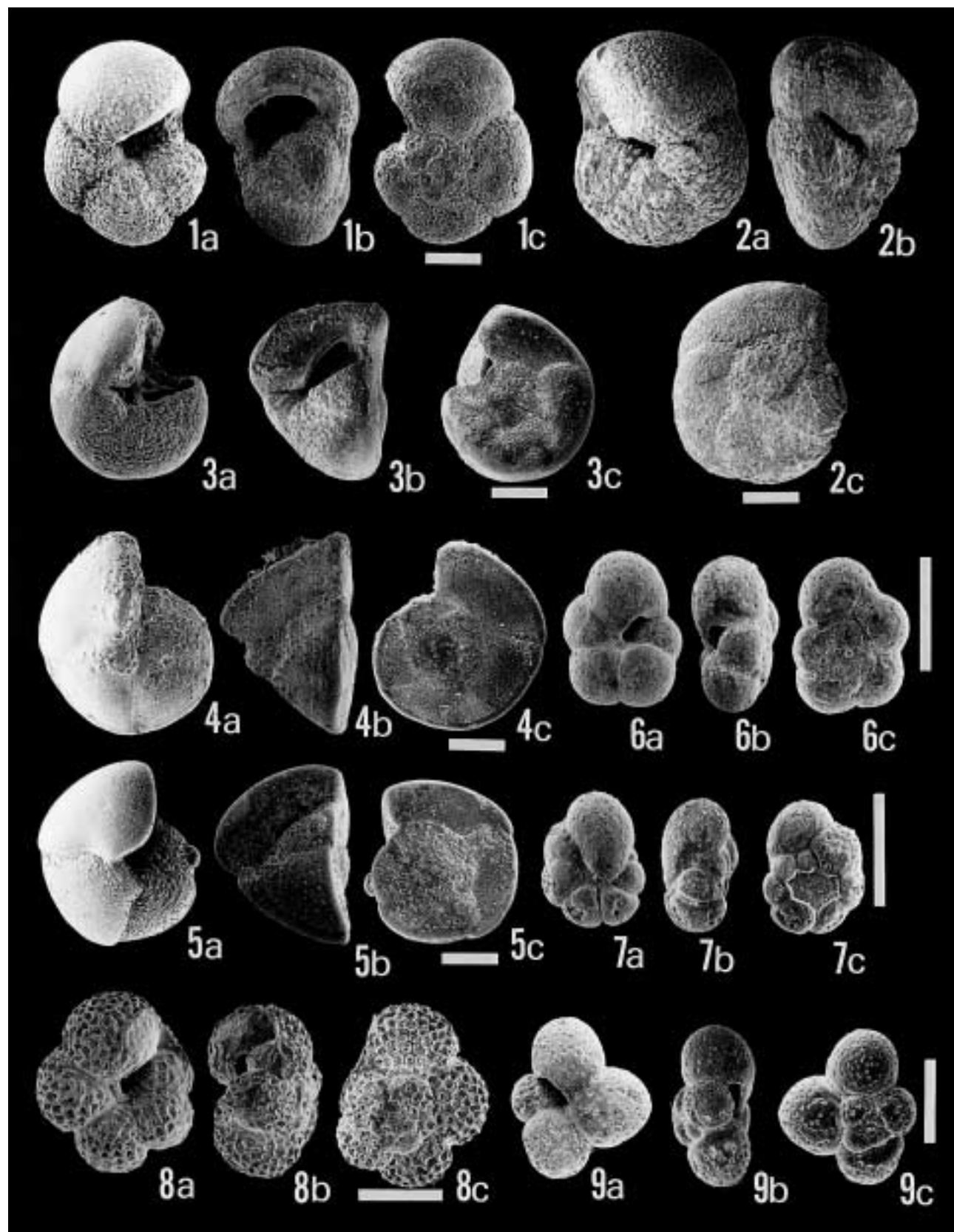
Plate 3

Planktonic foraminifera from the Shimajiri Group and Chinen Formation.

For all figures, a: umbilical view; b: peripheral view; c: dorsal view.

Scale bars = 0.1 mm.

1. *Truncorotalia bononiensis* (Pondi). Sample T06.
2. *Truncorotalia crassaformis* (Galloway and Wissler). Sample T07NS.
3. *Truncorotalia tosaensis* (Takayanagi and Saito). Sample M13.
4. *Truncorotalia truncatulioides* (d Orbigny). Sample H01C-2.
5. *Truncorotalia viola* (Blow). Sample T11Yfm.
6. *Turborotalita quinqueloba* (Natland). Sample M06.
7. *Turborotalita humilis* (Brady). Sample M06.
8. *Turborotalita* cf. *T. pseudopumillio* (Brönnimann and Resig). Sample K01TF.
9. *Clavatorella* sp. 1. Sample M12.



图版 4

島尻層群に産出した浮遊性有孔虫化石 .

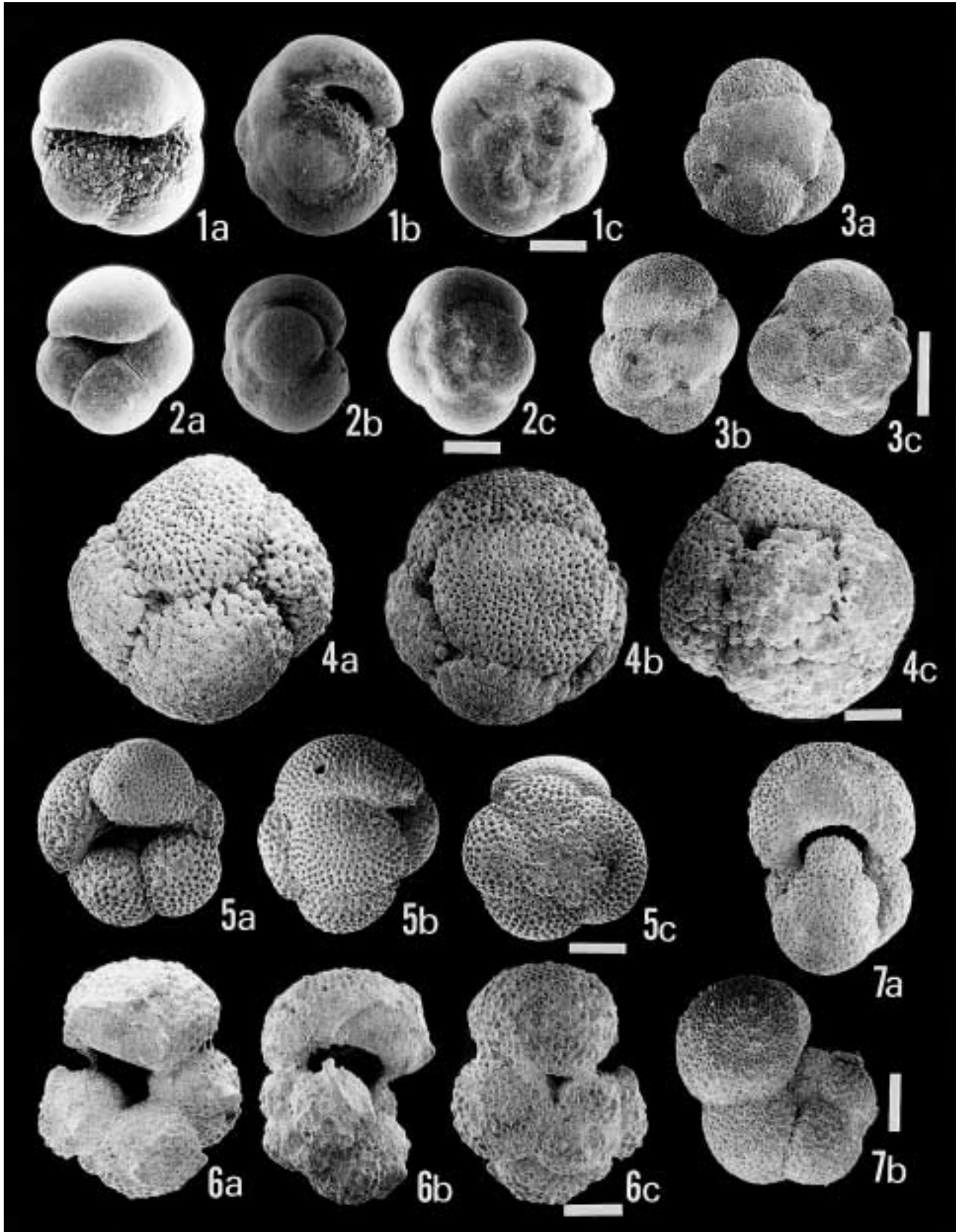
Plate 4

Planktonic foraminifera from the Shimajiri Group.

For all figures, a: umbilical view; b: peripheral view; c: dorsal view; except 7a: apertural view, 7c: side view.

Scale bars = 0.1 mm.

1. *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker and Jones). Sample T07NS.
2. *Pulleniatina okinawaensis* Natori. Sample T07NS.
3. *Globigerinita glutinata* (Egger). Sample T07NS.
4. *Candeina nitida* d Orbigny. Sample M08.
5. *Globoquadrina altispira* (Cushman and Jarvis). Sample T07NS.
6. *Bolliella calida* (Parker). Sample I02m.
7. *Globigerinella siphonifera* (d Orbigny). Sample T20b.



图版 5

島尻層群に産出した浮遊性有孔虫化石 .

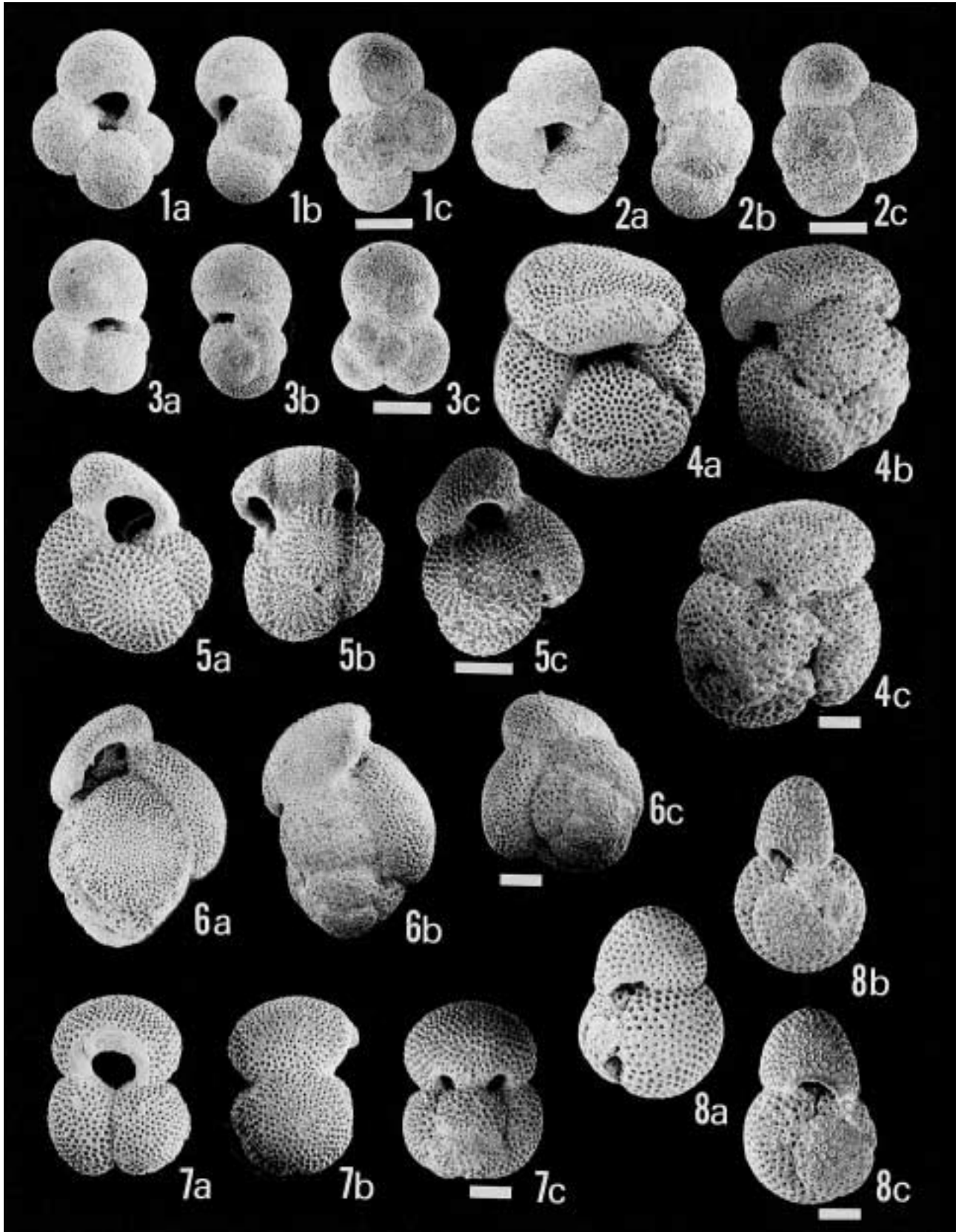
Plate 5

Planktonic foraminifera from the Shimajiri Group.

For all figures, a: umbilical view; b: peripheral view; c: dorsal view.

Scale bars = 0.1 mm.

1. *Globigerina bulloides* d Orbigny. Sample M04.
2. *Globigerina falconensis* Blow. Sample M04.
3. *Globigerina foliata* Bolli. Sample T01-3.
4. *Globigerinoides conglobatus* (Brady). Sample T01-6.
5. *Globigerinoides obliquus* Bolli. Sample T07a.
6. *Globigerinoides pyramidalis* (van den Broeck). Sample T04.
7. *Globigerinoides ruber* (d Orbigny). Sample M04.
8. *Globigerinoides sacculifer* (Brady). Specimen with " sac. "Sample T02b.



图版 6

島尻層群に産出した浮遊性有孔虫化石 .

Plate 6

Planktonic foraminifera from the Shimajiri Group.

For all figures, a: umbilical view; b: peripheral view; c: dorsal view; except 7a: side view, 7b: dorsal view, 8: direction unknown.

Scale bars = 0.1 mm.

1. *Globigerinoides sacculifer* (Brady). Specimen without " sac. " Sample T01-2.
2. *Globigerinoides trilobus* (Reuss). Sample T07NS.
3. *Globigerinoidesella fistulosa* (Schubert). Sample T06.
4. *Globoturborotalita decoraperta* (Takayanagi and Saito). Sample M04.
5. *Globoturborotalita rubescens* (Hofker). Sample T22-4.
6. *Sphaeroidinella dehiscens* (Parker and Jones). Sample T07NS.
7. *Orbulina suturalis* Brönnimann. Sample T07NS.
8. *Orbulina universa* d Orbigny. Sample T07NS.

