

~~~~~  
 原著論文  
 ~~~~~

## 筑波研究学園都市のボーリングコアから得られた有孔虫化石

金子 稔<sup>1</sup>・石川 博行<sup>2</sup>・野村 正弘<sup>3</sup>・山岸 良江<sup>4</sup>・矢島 祐介<sup>5</sup>

<sup>1</sup>群馬県立桐生高等学校：〒376-0025 群馬県桐生市美原町1-39

<sup>2</sup>太田市立南中学校：〒373-0829 群馬県太田市高林北955-1

<sup>3</sup>群馬県立自然史博物館：〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1

<sup>4</sup>〒370-0866 群馬県高崎市城山町2-21-10

<sup>5</sup>伊勢崎市立第三中学校：〒372-0001 群馬県伊勢崎市波志江町1903-1

### 要 旨

筑波研究学園都市付近で実施されたオールコアボーリングより、更新統の古環境復元を目的として地蔵堂層、藪層、上岩橋層の有孔虫化石分析をおこなった。その結果、*Pseudononion japonicum*—*Buccella frigida* 群集、*Rosalina vilardeboana* 群集、*Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* 群集、*Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* 群集、*Buccella frigida*—*Pseudononion japonicum* 群集、*Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* 群集、*Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* 群集、*Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* 群集、*Pseudononion japonicum*—*Rosalina vilardeboana*—*Elphidium kusiroense* 群集の計9底生有孔虫化石群集を識別した。これらの底生有孔虫化石群集より、各層を下位から上位へ地蔵堂層I帯、II帯、III帯、藪層I帯(Ia亜帯、Ib亜帯)、II帯、III帯、上岩橋層I帯、II帯という8帯2亜帯に区分した。これらの群集は、総じて内湾～内部亜沿岸帯の堆積環境を示している。浮遊性有孔虫化石の多産層準が地蔵堂層III帯および藪層I帯中にみられ、この時期に海進の極大期があったことを認めた。また、南関東の更新統との群集対比についても言及した。

キーワード：底生有孔虫・浮遊性有孔虫・筑波研究学園都市・ボーリングコア・更新統

### はじめに

地質調査所により1981年から、筑波研究学園都市とその周辺地域を対象とした地表地質調査及び、5地点における層序ボーリング(GS-TS-1～5)が実施された(宇野沢ほか, 1988)。本研究では、この5地点の層序ボーリングのうちGS-TS-1及びGS-TS-5について、地質調査所に保管されていたコアを使用して、上岩橋層、藪層、地蔵堂層に対比される層準の有孔虫化石の分析をおこなった。なお、分析にあたっては、試料の採取間隔を狭めて、有孔虫化石群集の層位的変化を明らかにし、秋元・長谷川(1989)の古水深区分に従って古環境を推定した。

### 謝 辞

ボーリングコア試料を使用するにあたり、地質調査所の磯部一洋博士、石井武政博士ならびに元所員の宇野沢昭氏に種々のご援助をいただいた。また、静岡大学理学部の北里洋教授には有孔虫化石の同定などについて多岐にわたりご指導をいただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

### 地 質 概 説

本地域の更新統に相当する下総層群は、下位から地蔵堂層、藪層、上泉層、上岩橋層、木下層及び常総層に区分されている(宇野沢ほか, 1988; 宇野沢, 1993)。有孔虫化石

の分析を行った地蔵堂層、藪層、上岩橋層の概要は、次の通りである。

地蔵堂層は、層厚 8 m 以上で、テフラ薄層や貝化石を含む細～中粒砂層よりなる。

藪層は、全層厚 20～25m 以上で、下位層との間に不整合の存在が推定される。下部は層厚 4～20m の砂礫層～礫混じり中粒砂層からなり、上部は貝殻混じりの細粒砂層よりなる。

上岩橋層は、全層厚 1～38m である。下部は、埋没谷の谷埋め堆積物で、礫混じり中・粗粒砂または腐植土層などからなる。上部は海成堆積物で細粒砂～泥質細粒砂からなり、貝殻片が混じる。

なお、この地域の有孔虫化石の分析には、青木ほか(1980, 1982)、青木・馬場(1985)および宇野沢ほか(1988)がある。いずれも、ボーリングコアを使った研究である。

青木ほか(1980)は、筑波大学構内にて掘削された 300m の深層地下水の観測井について、貝・有孔虫・ケイソウ化石の分析を行い、有孔虫化石について 15 の化石群を報告している。

青木ほか(1982)では、茨城県 7 カ所(筑波大学・阿見・竜ヶ崎・守谷・岩井・五霞村・古河) 埼玉県 1 カ所(鷲宮) 千葉県 3 カ所(関宿・流山・鎌ヶ谷) 東京都 2 カ所(江戸川区篠崎公園・葛飾区高砂) の 13 カ所のボーリングについて、貝・有孔虫の分析をもとに対比を行っている。

青木・馬場(1985)は茨城県南部の 6 カ所(鳥羽田・北浦村・麻生町・江戸崎・竜ヶ崎・守谷) のボーリングコアから *Elphidium oregonense* var. の産出を報告し、古環境・対比の有効性について考察した。

宇野沢ほか(1988)は、前述の層序ボーリング GS-TS-1～3 について有孔虫化石を分析し、古環境を推定している。

## 試料及び処理

### 試料の採取

ボーリング GS-TS-1 及び GS-TS-5 の実施された位置(図 1)、地盤高、掘削長は次のとおりである(宇野沢ほか, 1988)。

GS-TS-1 谷田部町松代 (36° 3' 39" N, 140° 6' 44" E) 地盤高 22.31m, 掘削長 70.0m, 筑波台地

GS-TS-5 阿見町立の越 (36° 2' 53" N, 140° 12' 49" E) 地盤高 4.47m, 掘削長 50.1m, 花室川低地

試料は、ボーリングコア中に貝化石が含まれる層準に着目して採取した。

### 試料の処理

試料を 80°C で 24 時間乾燥し、20～150 g を計量したのち、水を加え加熱し沸騰させる。構成粒子が十分に分散したなら加熱を止め、200 メッシュ(目びらき 0.074mm) のふるい上で水洗した。ふるい上の残渣を電気定温器で乾燥し、検

鏡用試料とした。

検鏡にあたっては、有孔虫の個体数が試料あたり 200 個体程度になるよう残渣を分割し、115 メッシュ(目びらき 0.125 mm) 以上の個体を同定した。

## 分析結果

ボーリング GS-TS-1 及び GS-TS-5 の 2 カ所のボーリングコアより採取した 27 試料を処理し、そのうち 24 試料から有孔虫化石を得た。これらの有孔虫化石の産出状況を表 1～3 に示す。

表には、試料番号、採取深度、試料から得られた有孔虫化石の合計数、試料の処理量(乾燥重量)、試料乾燥重量 1 グラムあたりの底生有孔虫化石数(有孔虫数: BFN)、浮遊性有孔虫化石が産出数全体に占める比(浮遊性比: P/T 比)、および産出種の個体数を示した。

次に、各ボーリングコアより見出された有孔虫化石の産出の概要を示す。

### ボーリング GS-TS-1

16 試料を処理し、そのうち 15 試料から有孔虫化石を得た。有孔虫化石がほぼ連続して産出する層準が、2 層準認められた(図 2)。

BFN は、全般的に少なく、10 以下がほとんどである。試料 1-3 (17.80-.90m) で 46、試料 1-10 (27.80-.90m) で 23、試料 1-15 (57.70-.80m) で 12 の 3 カ所にピークが認められる。

P/T 比は、試料 1-2 (15.40-.50m) で 9.6、試料 1-6 (20.50-.60m) で 10.2、試料 1-15 で 12.0 の 3 カ所にピークが認められる。

底生有孔虫化石の種数は、試料 1-6 で最も多く、約 30 種が確認される。

次に示す種を特徴的に見出すことができる。

*Ammonia beccarii* forma 1, *Ammonia japonica*, *Buccella frigida*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium kusiroense*, *E. somaense*, *E. subgranulosum*, *Hanzawaia nipponica*, *Murrayinella minuta*, *Pararotalia nipponica*, *Pseudononion japonicum*, *Pseudorotalia gaimardii*, *Quinqueloculina* spp., *Rosalina vilardeboana*.

### ボーリング GS-TS-5

11 試料を処理し、そのうち 9 試料から有孔虫化石を得た。有孔虫化石がほぼ連続して産出する層準が 2 層準認められた(図 3)。

BFN は、1.6～79 で、試料 5-4 (29.00-.10m) で 47、試料 5-5 (43.90-44.00m) で 79 の 2 カ所にピークが認められる。

P/T 比は、試料 5-4 で 45、試料 5-5 で 35 の 2 カ所にピークが認められる。

底生有孔虫化石の種数は、試料 5-4 (29.00-.10m) と

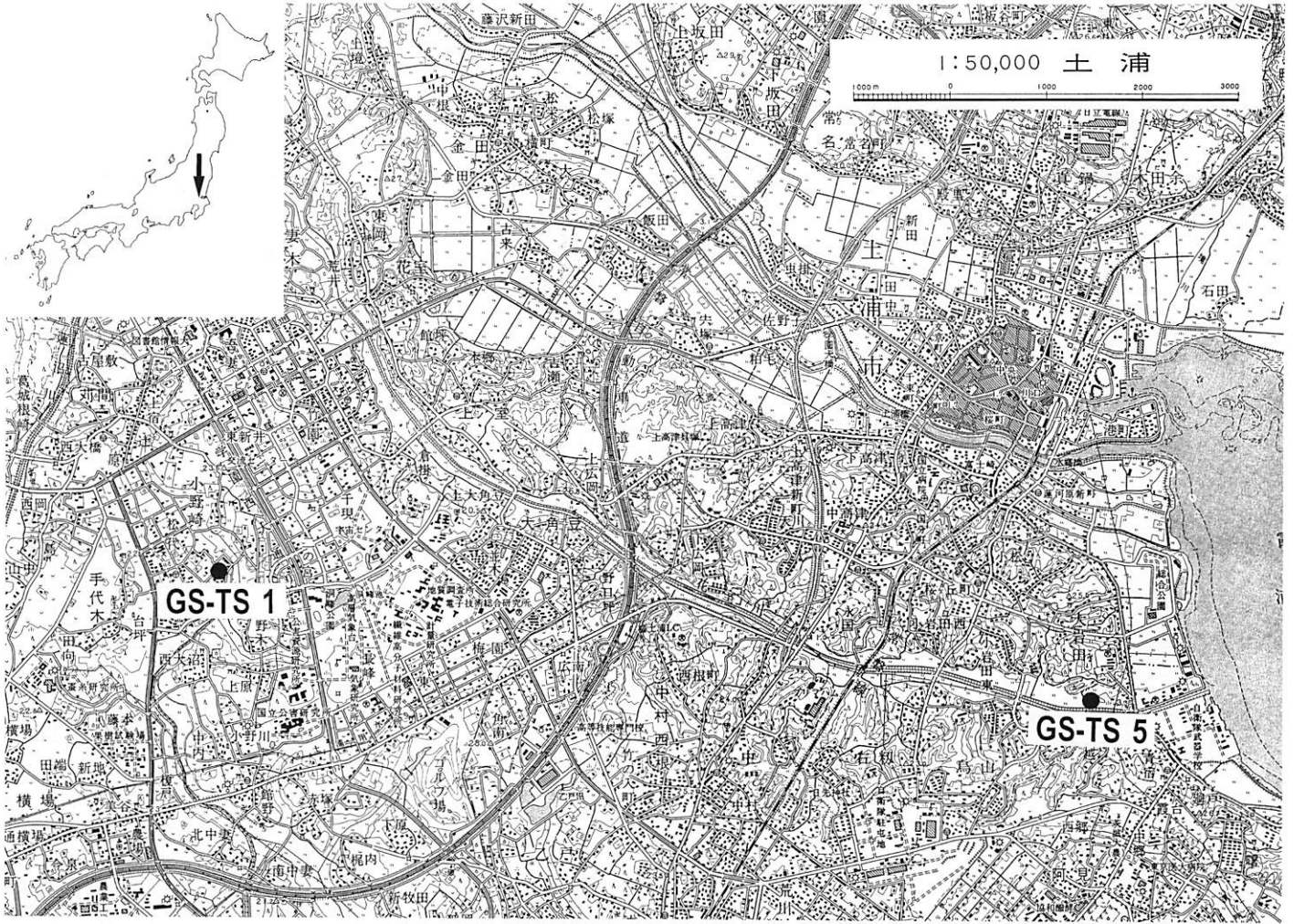


図1 ボーリング掘削位置図 国土地理院発行5万分の1の地形図「土浦」を使用した。

試料5-5にピークがあり、約40種が確認される。

次に示す種を特徴的に見出すことができる。

*Ammonia japonica*, *A. ketienziensis angulata*, *Buccella frigida*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium advenum*, *Globocassidulina bisecta*, *Hanzawaia nipponica*, *Pseudononion japonicum*, *Pseudorotalia gaimardii*, *Rosalina vilardeboana*.

### 底生有孔虫化石群集

以上の底生有孔虫化石の主要産出種に注目して分類したところ、次に示すような群集に区分できる。

#### *Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* 群集

試料1-15 (52.70-.80m) にみられる。

*A. japonica*, *H. nipponica* を主要構成種とし、*Pseudorotalia gaimardii*, *Cibicides lobatulus*, *Pseudononion japonicum* を伴う。優占度は、*H. nipponica* が23%、*A. japonica* が22%、*P. gaimardii* が13%、*C. lobatulus* が12%、*P. japonicum* が11%を示す。僅かではあるが、*Elphidium oregonense* var. の産出がみられる。

#### *Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* 群集

試料1-7 (22.10-.20m) ~ 試料1-14 (39.90-44.00m) にみられる。

*A. beccarii* forma 1 を主要構成種とし、*R. vilardeboana*, *Murrayinella minuta*, *P. nipponica* を伴う。*A. beccarii* forma 1 は、下部の試料1-13 (36.30-.40m) ~ 試料1-14 と、上部の試料1-7 ~ 試料1-8 (24.00-.10m) では優占度50~60%を示し、それに挟まれる試料1-9 (26.50-.60m) ~ 試料1-12 (32.80-.90m) では優占度20~43%を示す。優占度は *R. vilardeboana* が5~16%、*M. minuta* が3~14%、*P. nipponica* が3~19%を示し、どの試料にも共通して産出する。なお、*R. vilardeboana* の産出は *A. beccarii* forma 1 の産出と負の相関がみられる。

#### また、中部の試料1-9 ~ 試料1-12では、*Elphidium subgranulosum*, *Quinqueloculina* spp. の優占度が高まる。 *Pseudononion japonicum* — *Rosalina vilardeboana* — *Elphidium kusiroense* 群集

試料1-1 (14.70-.80m) ~ 試料1-6 (20.50-.60m) にみられる。

表1 GS-TS-1 ボーリングの底生有孔虫化石リスト

GS-TS-1コア 底生有孔虫化石リスト	上 岩 礫 層															截 層	
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15	1-16	
SAMPLE NUMBER																	
CORE DEPTH (m) top	14.70	15.40	16.50	17.80	18.90	20.50	22.10	24.00	26.50	27.80	30.20	32.80	36.30	39.90	52.70	53.50	
bottom	14.80	15.50	16.60	17.90	19.00	20.60	22.20	24.10	26.60	27.90	30.30	32.90	36.40	40.00	52.80	53.60	
処理量[g]	60.00	60.00	5.00	60.00	60.00	60.00	60.00	40.00	20.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	20.00	20.00	
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus) forma 1	3		1	16	23	13	56	89	88	47	66	55	70	118			
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus) forma 2	2		3					9	2								
<i>Ammonia beccarii tepida</i> (Cushman)					16	7	2										
<i>Ammonia japonica</i> (Hada)			4	4					1							53	
<i>Ammonia ketienziensis angulata</i> (Kuwano)		1		1												3	
<i>Ammonia</i> spp.				1					4	3	2	2	3			2	
<i>Anomalina</i> sp.	1	2	1						1								
<i>Bolivina striatula</i> Cushman		1															
<i>Bolivina</i> sp.		1															
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)	2	20	34	4	46	5	3	1	10	11	1	11		6	2		
<i>Buccella inusitata</i> (Andersen)																2	
<i>Bulminella elegantissima</i> (d'Orbigny)						2										1	
<i>Cancris auriculus</i> (Fichtel and Moll)				1													
<i>Cancris</i> spp.					1											2	
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)	2	2	5	1	1						1			1	28		
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> (Cushman)		3														1	
<i>Cibicides</i> spp.			3	2							1						
<i>Cyclogyra planorbis</i> (Schultz)												2		1			
<i>Dentalina</i> sp.																1	
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)		2	2	4	1			1				1				6	
<i>Elphidium clavatum</i> Cushman	1				5		2									5	
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)			1	1				1	1	1		1	1	2			
<i>Elphidium jenseni</i> (Cushman)	4	2	1	1	2						1						
<i>Elphidium kuroense</i> Asano	21	36	28	12	22	13	11	7	23	13	5	26	6	9			
<i>Elphidium oregonense</i> Cushman and Grant var.																5	
<i>Elphidium somaense</i> Takayanagi		4	14	1	17	16			9	7		11					
<i>Elphidium subarcticum</i> Cushman	2	4	2	1	5	3	1		1	2	4	5					
<i>Elphidium subincertum</i> Asano				1	6	2			13	10	2	6			4		
<i>Elphidium subgranulosum</i> Asano	2	2	19		41	16	2		24	10	8	20	2	5			
<i>Elphidium</i> spp.			1	2	7	4	1	5	13	5	10	5	3	5			
<i>Epistominella naraensis</i> (Kuwano)					1	1											
<i>Fissurina cucurbitasema</i> Loeblich and Tappan					1												
<i>Fissurina</i> sp.					1												
<i>Globocassidulina bisecta</i> Nomura	1		1													1	
<i>Globulina</i> sp.																2	
<i>Heterolepa haidingerii</i> (d'Orbigny)			1													3	
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano	2	3	1	2							1					56	
<i>Lagena sulcata spicata</i> Cushman and McCulloch		1															
<i>Lagena cf. semilineata</i> Wright					2												
<i>Lagena</i> spp.				1													
<i>Neocconorbina stachi</i> (Asano)			2			1				1							
<i>Neocconorbina</i> sp.		1															
<i>Nonion manpukujiense</i> Otsuka																1	
<i>Nonionella stella</i> Cushman and Moyer					6	1			2	1							
<i>Murrayinella globosa</i> (Asano)					4												
<i>Murrayinella minuta</i> (Takayanagi)	4	1	3		25	7	4	12	22	33	12	23	7	7			
<i>Pararotalia nipponica</i> (Asano)	2	1		7	1		3	17	15	23	16	24	26	30			
<i>Pararotalia takayanagi</i> Matoba			1						2								
<i>Planoglabratella opcularis</i> (d'Orbigny)			3	3					2	2	6	2	2				
<i>Poroponides cribrerepundes</i> Asano and Uchio	1																
<i>Porosorotalia makiyamae</i> Chiji				3	1											2	
<i>Pseudononion grateloupi</i> (d'Orbigny)		1	1		4				4		1						
<i>Pseudononion japonicum</i> Asano	12	25	61	21	24	9	4		8	4	5	3	2	3	26		
<i>Pseudopolymorphina</i> sp.																2	
<i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)			1		1					1						31	
<i>Quinqueloculina</i> spp.	6	2	9	25	1				23	11	2	15	1	1	1		
<i>Reussella pacifica</i> Cushman and McCulloch					1											1	
<i>Rosalina australis</i> (Parr)				1													
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)	1	1			2							1					
<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Obigny	25	21	30	14	46	12	12	8	41	37	10	35	7	23	4		
<i>Rosalina</i> spp.	1				1						1	1	1				
<i>Sigmoidella kagaensis</i> Cushman and Ozawa				5												1	
<i>Valvulineria hamanaoensis</i> (Ishiwada)							1	1				5					
gen. et spp. indet.	2		2		1	2	1	5	1	10		3	3	1	1		
TOTAL NUMBER OF BENTHIC FORAMINIFERA	97	141	231	134	317	114	112	149	308	234	155	257	134	216	242	0	
TOTAL NUMBER OF PLANKTONIC FORAMINIFERA	3	15	5	3	12	13	1	0	3	1	0	3	0	3	32	1	
P / T RATIO (%) (浮遊性比)	3.0	9.6	2.1	2.2	3.6	10.2	0.9		1.0	0.4		1.2		1.4	11.7		
BENTHIC FORAMINIFERAL NUMBER (有孔虫数)	1.6	2.4	46.2	2.2	5.3	1.9	1.9	3.7	15.4	23.4	3.9	6.4	3.4	5.4	12.1		

表2 GS-TS-5 ボーリングの底生有孔虫化石リスト

GS-TS-5コア 底生有孔虫化石リスト	敷 層				地 蔵 堂 層						
	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11
SAMPLE NUMBER											
CORE DEPTH (m) top	24.30	25.40	26.90	29.00	43.90	45.00	45.70	46.30	47.35	48.00	49.50
bottom	24.40	25.50	27.00	29.10	44.00	45.10	45.80	46.40	47.45	48.10	49.60
処理量(g)	40.00	80.00	25.00	5.00	5.00	25.00	10.00	15.00	20.00	20.00	20.00
<i>Ammonia japonica</i> (Hada)	173	15	26	6	2	21	8	4			
<i>Ammonia ketienziensis</i> (Ishizaki)					15	15	13	3			
<i>Ammonia ketienziensis angulata</i> (Kuwano)				14	51	1					
<i>Ammonia takanabensis</i> (Ishizaki)				16							
<i>Ammonia</i> spp.						1		1			
<i>Amphicoryna scalaris sagamiensis</i> (Asano)				1	9						
<i>Amphicoryna</i> sp.				5				2			
<i>Astrononion umbilicatum</i> Uchio				2	2						
<i>Bolivina spinescens</i> Cushman				2							
<i>Bolivina cf. robusta</i> Brady				1							
<i>Bolivina</i> sp.				1	2						
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)	6	146	58			3	3	25			
<i>Buccella inusitata</i> (Andersen)	4	1	13	9							
<i>Buccella</i> sp.			2								
<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny)		16	6		1	1		2			
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny			3	3	14						
<i>Bulimina subornata</i> Brady					1						
<i>Cancris auriculus</i> (Fichtel and Moll)	1		1	1		6					
<i>Cancris</i> spp.			1			1					
<i>Cassidulina</i> sp.				1	2						
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)	1			13	47	1		1			
<i>Cibicides aknerianus</i> (d'Orbigny)	1			5				2			
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> (Cushman)				6							
<i>Cibicides</i> spp.			2	13	2	2		2			
<i>Dentalina emaciata</i> Reuss				1							
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	5	7	2	25	35	3	10	6			
<i>Elphidium clavatum</i> Cushman	3	14	3					6			
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)								2			
<i>Elphidium kusiroense</i> Asano		4	15			31	19	3			
<i>Elphidium subgranulosum</i> Asano		6	2	4							
<i>Elphidium</i> sp. A		27	30	3	2	8	18				
<i>Elphidium</i> sp. B						11					
<i>Elphidium</i> spp.	1	6	4	3	2	2	5	3	1		
<i>Fissurina cucurbitasema</i> Loeblich and Tappan	1										
<i>Fissurina</i> sp.		1			1						
<i>Globocassidulina bisecta</i> Nomura				7	42	1	1	2			
<i>Globocassidulina</i> sp.			1	1							
<i>Guttulina pacifica</i> Cushman and Ozawa				1							
<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)			1	2	11						
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano	2			26	56	61	17	3			
<i>Heterolepa haidingerii</i> (d'Orbigny)				6	14						
<i>Lagena apiopleura</i> Loeblich and Tappan					1						
<i>Lagena sulcata spicata</i> Cushman and McCulloch	1		1		8						
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny)				1							
<i>Lagena</i> spp.				2	3						
<i>Lenticulina calcar</i> (Linnaeus)				3	27	1	2				
<i>Lenticulina</i> sp.					1	2					
<i>Neolenticulina variabilis</i> (Reuss)					1						
<i>Nonion manpukujiense</i> Otsuka	2			8	7						
<i>Nonion scaphum</i> (Fichtel and Moll)				1				1			
<i>Nonion</i> sp.				4	4						
<i>Nonionella stella</i> Cushman and Moyer				6		2	1				
<i>Oolina hexagona</i> (Williamson)			1								
<i>Oolina</i> sp.			1								
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)				7	10			2			
<i>Pseudononion japonicum</i> Asano	21	58	38	3		14	11	144			
<i>Pseudopolymorphina</i> sp.					1						
<i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)	24	16	14	14	2			4			
<i>Pullenia</i> sp.					1						
<i>Rectobolivina raphana</i> (Parker and Jones)					5						
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)						1		2			
<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Obigny	1		2			171	148				
<i>Rosalina</i> spp.	2							4			
<i>Saracenaria</i> sp.					2						
<i>Shaeroidina</i> sp.					1						
<i>Sigmoidella kagaensis</i> Cushman and Ozawa						1	2				
<i>Siphonaperta macbeathi</i> Vella					2						
Miscellaneous						2					
gen. et spp. indet.	4	1	3	6	8			2			
TOTAL NUMBER OF BENTHIC FORAMINIFERA	253	318	230	233	395	363	259	225	1	0	0
TOTAL NUMBER OF PLANKTONIC FORAMINIFERA	4	41	81	194	192	12	9	5	0	1	0
P / T RATIO (%) (浮遊性比)	1.6	11.4	26.0	45.4	32.7	3.2	3.4	2.2			
BENTHIC FORAMINIFERAL NUMBER (有孔虫数)	6.3	4.0	9.2	46.6	79.0	14.5	25.9	15.0	0.1		

表3 GS-TS-1 および GS-TS-5 ボーリングの浮遊性有孔虫化石リスト

GS-TSコア 浮遊性有孔虫化石リスト		上 岩 橋 層												藪 層		藪 層		地 蔵 堂 層					
		GS-TS-1												GS-TS-1		GS-TS-5		GS-TS-5					
SAMPLE NUMBER	CORE DEPTH (m)	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-9	1-10	1-12	1-14	1-15	1-16	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-10
TOP	BOTOM	14.70	15.40	16.50	17.80	18.80	20.50	22.10	26.50	27.80	32.80	39.90	52.70	53.50	24.30	25.40	26.90	29.00	43.90	45.00	45.70	46.30	47.35
SPECIES	BOTOM	14.80	15.50	16.60	17.90	19.00	20.60	22.20	26.60	27.90	32.90	40.00	52.80	53.60	24.40	24.50	27.00	29.10	44.00	45.10	45.80	46.40	47.45
処理量[g]		60.0	60.0	5.0	60.0	60.0	60.0	60.0	20.0	10.0	40.0	40.0	20.0	20.0	40.0	80.0	25.0	5.0	5.0	25.0	10.0	15.0	20.0
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny			2	1		2	2	1	1			1	2			8	23	28	44	1	3	1	
<i>Globigerina</i> cf. <i>bulloides</i> d'Orbigny					1	3	4						1		1	4	2	4	18	1	1		1
<i>Globigerina falconensis</i> Blow		1															1						
<i>Globigerina</i> cf. <i>foliata</i> Bolli			1	1		1	1									4	4	11	4		1		
<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland			3	1		1	2		1		1				1	6	8	13	11		2		
<i>Globigerina rubescens</i> Hofker																			1				
<i>Globigerina woodi</i> Jenkis						1											1	3	3				
<i>Globigerina</i> cf. <i>woodi</i> Jenkis													1										
<i>Globigerina</i> sp.			1								1		5	1		2	2	2	5	1		1	
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)																		2	1			1	
<i>Globigerinoides extremus</i> Bolli																		1	1				
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> (d'Orbigny)						1												1	1		1		
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)			2		1						1	1	3					8	8	1	1		
<i>Globigerinoides trilobus</i> (Reuss)																	1	2		1		1	
<i>Globigerinoides</i> sp.			1										1				1	3	2				
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)		1											2		1	2	2	11	20				
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli)													1				1	11	2				
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) dex.			3	1		3	1						9			9	22	52	30	3			
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) sin.							3										2				1	1	
<i>Neogloboquadrina</i> sp.			1						1								1	5	2				
<i>Globorotalia crassaformis</i> Galloway and Wissler				1	1											1	3	9	9				
<i>Globorotalia</i> cf. <i>crassaformis</i> Galloway and Wissler													2			2							
<i>Globorotalia hirsuta</i> (d'Orbigny)																			2				
<i>Globorotalia inflata</i> d'Orbigny			1									1	1		1		3	6	3	1			
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)																		1					
<i>Globorotalia tumida tumida</i> (Brady)																		1					
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)																1	1	2					
<i>Globorotalia unguata</i> Bermudez																		1	1				
<i>Globorotalia</i> sp.																			2				
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones)		1											3					2	6				
<i>Pulleniatina</i> sp.																		3					
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny													1						2				
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)																		2					
Miscellaneous										1						2	3	11	14	2			
TOTAL NUMBER OF PLANKTONIC FORAMINIFERA		3	15	5	3	12	13	1	3	1	3	3	32	1	4	41	81	194	192	12	9	5	1
TOTAL NUMBER OF BENTHIC FORAMINIFERA		97	141	231	134	317	114	112	308	234	257	216	242	0	253	318	230	233	395	363	259	225	0
P / T RATIO (%) (浮遊性比)		3.0	9.6	2.1	2.2	3.6	10.2	0.9	1.0	0.4	1.2	1.4	11.7		1.6	11.4	26.0	45.4	32.7	3.2	3.4	2.2	
BENTHIC FORAMINIFERAL NUMBER (有孔虫数)		1.6	2.4	46.2	2.2	5.3	1.9	1.9	15.4	23.4	6.4	5.4	12.1		6.3	4.0	9.2	46.6	79.0	14.5	25.9	15.0	

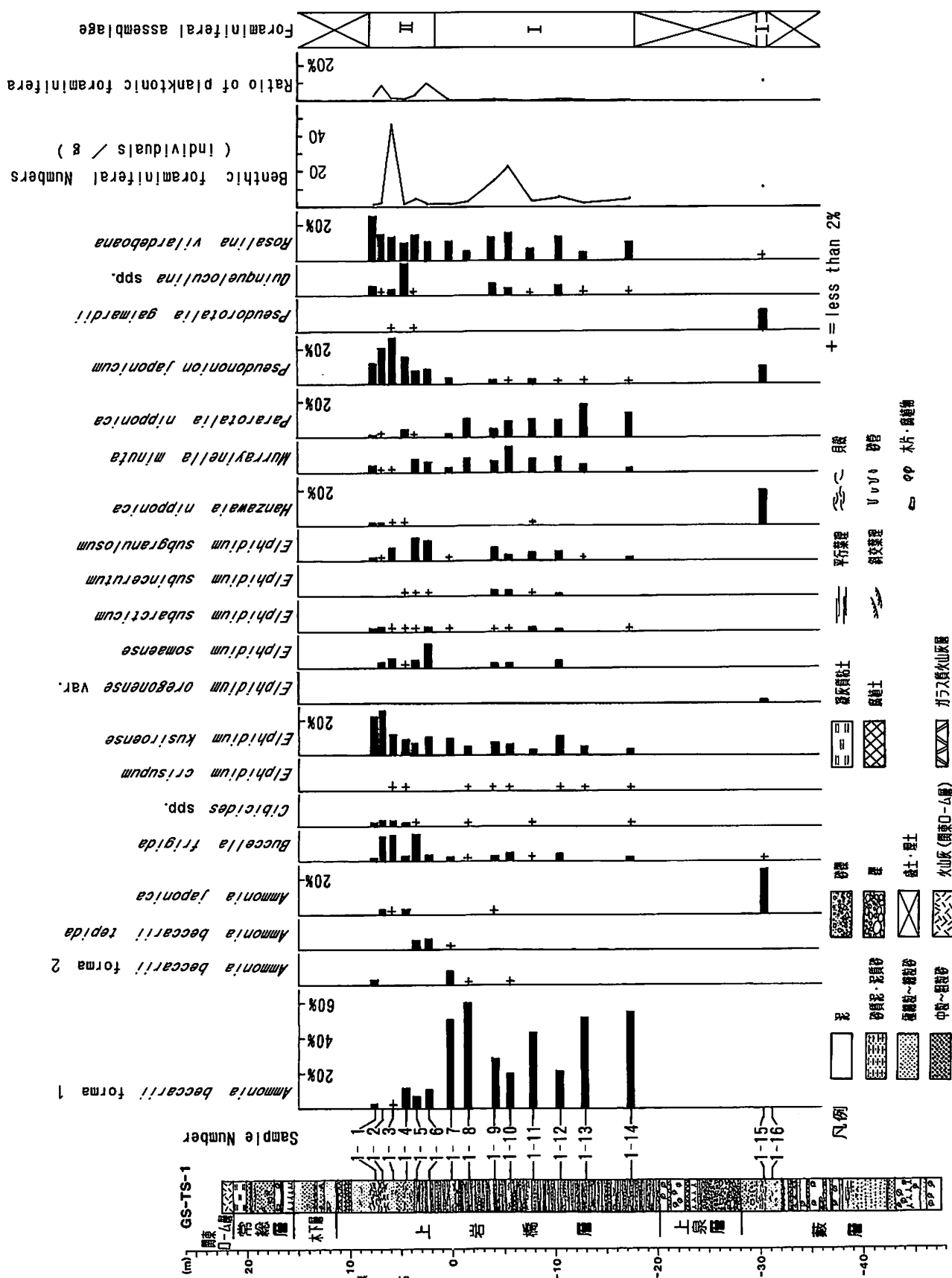


図2 GS-TS-1 ボーリングの底生有孔虫化石の種組成, 有孔虫数および浮遊性比  
「+」は2%未満である。柱状図は、宇野沢ほか(1988)による。

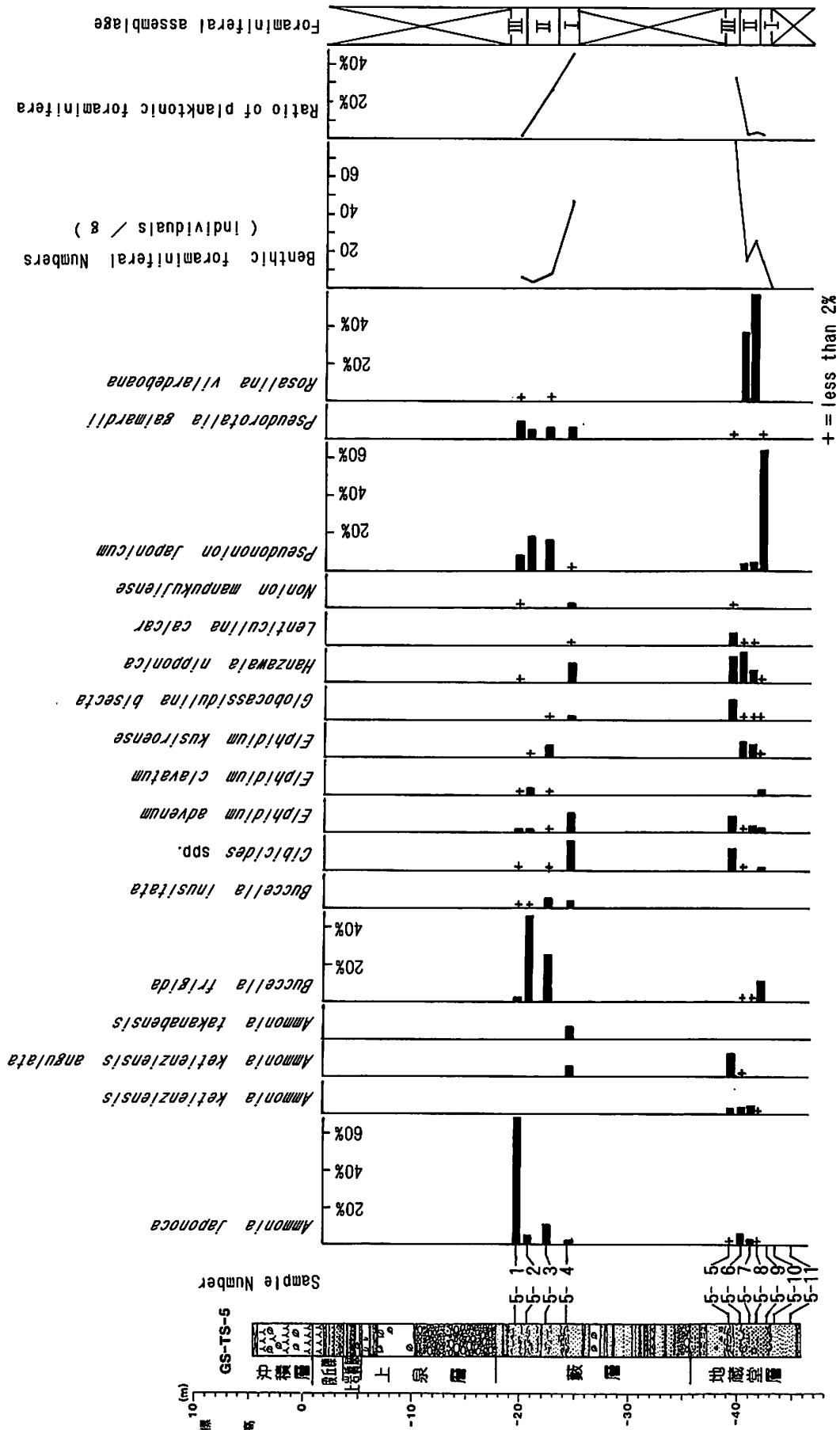


図3 GS-TS-5 ボーリングの底生有孔虫化石の種組成, 有孔虫数および浮遊性比  
「+」は2%未満である。柱状図は, 宇野沢ほか (1988) による。柱状図凡例は図2と同じ。

*P. japonicum*, *R. vilardeboana*, *E. kusiroense* を主要構成種とし, *Buccella frigida*, *Ammonia beccarii* forma 1 を伴う。優占度は *P. japonicum* が 8~26%, *R. vilardeboana* が 10~26%, *E. kusiroense* が 7~26% を示し, どの試料にも共通して産出する。

下部の試料 1-4 (17.80-.90m) ~ 試料 1-6 では, P/T 比が上位に向けて減少するとともに *Elphidium subgranulosum*, *E. somaense* の優占度も減少する。また, *A. beccarii* forma 1 が優占度 7~12% 産出する。さらに, 試料 1-5 (18.90-19.00m) では, *B. frigida* の優占度が 15% を示し, 試料 1-4 では *Quinqueloculina* spp. の優占度が 19% を示す。

上部の試料 1-1 ~ 試料 1-3 (16.50-.60m) では, *P. japonicum* の優占度は試料 1-3 で 26% と最大となり, 上位に向けて減少する。一方で, *R. vilardeboana* の優占度は上位に向けて増加し, 試料 1-1 で最大 26% となる。また, 試料 1-2 (15.40-.50m) と試料 1-3 では, *B. frigida* の優占度が 14~15% を示す。

#### *Pseudononion japonicum*—*Buccella frigida* 群集

試料 5-8 (46.30-.40m) にみられる。

*P. japonicum*, *B. frigida* を主要構成種とする。優占度は *P. japonicum* が 64%, *B. frigida* が 11% を示す。

#### *Rosalina vilardeboana* 群集

試料 5-6 (45.00-.10m) ~ 試料 5-7 (45.70-.80m) にみられる。

*R. vilardeboana* を主要構成種とし, *Hanzawaia nipponica*, *Ammonia japonica*, *A. ketienziensis* を伴う。優占度は *R. vilardeboana* が 47~57%, *A. japonica*, *A. ketienziensis* が 3~6% を示す。試料 5-6 では *H. nipponica* の優占度が 17% を示す。

#### *Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* 群集

試料 5-5 (43.90-44.00m) にみられる。

*H. nipponica*, *A. ketienziensis angulata*, *C. lobatulus*, *G. bisecta* を主要構成種とし, *Lenticulina calcar*, *Elphidium advenum*, *Bulimina marginata*, *Heterolepa haidingerii* を伴う。*H. nipponica*, *A. ketienziensis angulata*, *C. lobatulus*, *G. bisecta* は優占度がどの種も 11~14% を示し, *L. calcar*, *E. advenum*, *B. marginata*, *H. haidingerii* は優占度がそれぞれ 4~9% である。

#### *Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* 群集

試料 5-4 (29.00-.10m) にみられる。

*H. nipponica*, *E. advenum*, *Cibicides* spp. を主要構成種とし, *Ammonia ketienziensis angulata*, *Ammonia takanabensis*, *Pseudorotalia gaimardii* を伴う。優占度は *H. nipponica*, *E. advenum* とともに 11%, *Cibicides* spp. は 16% を示す。*A. ketienziensis angulata*, *A. takanabensis*, *P. gaimardii* は, とともに 6% の優占度を示す。

#### *Buccella frigida*—*Pseudononion japonicum* 群集

試料 5-2 (25.40-.50m) ~ 試料 5-3 (26.90-27.00m) にみられる。

*B. frigida*, *P. japonicum* を主要構成種とし, *Ammonia japonica*, *Pseudorotalia gaimardii* を伴う。*B. frigida* の優占度は 46~25% で上位に向かって減少し, *P. japonicum* は 17~18%, *A. japonica* は 5~11%, *P. gaimardii* は 5~6% の優占度を示す。

#### *Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* 群集

試料 5-1 (24.30-.40m) にみられる。

*A. japonica*, *P. gaimardii* を主要構成種とし *Pseudononion japonicum* を伴う。優占度は *A. japonica* が 68%, *P. gaimardii* が 10%, *P. japonicum* が 8% を示す。なお, 試料 5-1 は, 有孔虫化石の保存が不良であった。

## 化石群集による各層の帯区分

ボーリング GS-TS-1 及び GS-TS-5 のボーリングコアの層序区分と前述の有孔虫化石が産出する化石帯とは, 次のように対応する。

- GS-TS-1 試料 1-15 の化石帯 ..... 藪層  
 試料 1-1 ~ 試料 1-14 の化石帯 ..... 上岩橋層  
 GS-TS-5 試料 5-5 ~ 試料 5-8 の化石帯 ..... 地蔵堂層  
 試料 5-1 ~ 試料 5-4 の化石帯 ..... 藪層

以上の各層を前述の底生有孔虫化石群集により, 下位より上位に向けて次のように帯区分することができる。

### 地蔵堂層

- I 帯 *Pseudononion japonicum*—*Buccella frigida* 群集  
 II 帯 *Rosalina vilardeboana* 群集  
 III 帯 *Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* 群集

### 藪層

- I 帯 I a 亜帯 *Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* 群集  
 I b 亜帯 *Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* 群集  
 II 帯 *Buccella frigida*—*Pseudononion japonicum* 群集  
 III 帯 *Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* 群集  
 上岩橋層  
 I 帯 *Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* 群集  
 II 帯 *Pseudononion japonicum*—*Rosalina vilardeboana*—*Elphidium kusiroense* 群集

## 有孔虫化石群集の特徴と堆積環境

本報告では, 秋元・長谷川 (1989) に基づき古水深を推

定した。同論文は、有孔虫遺骸群集の深度による変化から、日本周辺海域を西南日本沖太平洋・東北日本沖太平洋・日本海沿岸水域・日本海外洋水域にわけて、浅海帯から漸深海帯の範囲について深度帯を区分し、これらの海域毎に現生底生有孔虫の上限深度帯を明らかにした。なお、東北日本沖太平洋では、浅海帯は内部浅海帯(0~20-30m)、中部浅海帯(20-30~70-76m)、外部浅海帯(70-76m~170-180m)と区分している。

## 地蔵堂層

### I 帯

*Pseudonion japonicum*—*Buccella frigida* 群集で特徴づけられる。P/T比は2.2%, BFNは15でともに小さい。*P. japonicum*の産出は64%を占める。

海保・長谷川(1986)は福島県小名浜沖の底生有孔虫の深度分布について調査し、B1~B6帯に区分した。その中で、*P. japonicum*は15~80mないし100m間でほぼ均質に分布していると報告している。また、Matoba(1970)は、松島湾の有孔虫の分布を調査し、*P. japonicum*が湾央部や湾口部に分布しているとしている。さらに、*P. japonicum*と*B. frigida*は、いずれも上限深度帯を上部浅海とする種である(秋元・長谷川, 1989)。以上のことから、古環境は湾央~湾口部で、古水深は内部浅海帯が推定できる。

なお、I帯の下位の試料5-9~10は、産出個体数が少ないため、その詳細は不明である。

### II 帯

*Rosalina vilardeboana* 群集で特徴づけられる。P/T比は1.9~3.4%, BFNは15~30で小さいが、ともにI帯より増加する。*R. vilardeboana*の産出は47~57%を占める。

海保・長谷川(1986)の福島県小名浜沖を調査では、*R. vilardeboana*がB1帯(15~50m)に多いとし、井上(1980)では、黒潮—親潮混合表層水フォーナの主要構成種としている。さらに、小杉ほか(1991)は、内湾域の有孔虫を6つの環境指標種群に分け、*R. vilardeboana*を藻場種群に分類している。

また、上位に向けて優占度が高まる*Hanzawaia nipponica*は、井上(1980)によれば暖流系浅海種とされている。

以上のことから、古環境は近傍に藻場のある湾央~湾口部で、古水深は内部浅海帯が推定できる。また、上位に向けて暖流水の影響が強まったと推定できる。

### III 帯

*Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* 群集で特徴づけられる。P/T比は34.8%, BFNは79で、II帯より急激に増加し、種数も同層の中で最大となる。

*H. nipponica*は暖流系浅海種であり、*G. bisecta*は本邦太平洋側の大陸棚に広く認められる暖流系の種である。さ

らに*A. ketienziensis angulata*は、黒潮影響下の水域のみに分布し、多産帯は50~100m間に認められ、浅海種であるが、内湾相を好まず、塩分濃度の高い外洋に分布するとしている(井上, 1980)。

また、*A. ketienziensis angulata*やそれに伴って産出する*Lenticulina calcar*, *Bulimina marginata*, *Heterolepa haidingerii*そして小数ながら含まれる*Amhicoryna* spp., *Gyroidinoides nipponicus*, *Rectobolivina raphanus*は、いずれも上限深度帯を中部浅海帯や外部浅海帯とする種である(秋元・長谷川, 1989)。

以上のことから、古環境はII帯より水深が増し、暖流水の影響の強い沿岸で、古水深は中部浅海帯が推定できる。また、本帯が地蔵堂層における海進の極大と考えられる。

## 藪層

### I 帯

I帯は、I a 亜帯とI b 亜帯に区分できる。

#### I a 亜帯

*Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* 群集で特徴づけられる。P/T比は45.4%, BFNは47を示し、併せて種数も同層の中で最大となる。また、*Ammonia ketienziensis angulata*, *Ammonia takanabensis*, *Pseudorotalia gaimardii*, *Cibicides lobatulus*を伴う。

*H. nipponica*, *E. advenum*, *P. gaimardii*, *C. lobatulus*は、秋元・長谷川(1989)によれば、これらの種の上限深度帯は内部浅海帯である。

Inoue(1989)は、*P. gaimardii*と*H. nipponica*が日本海やフィリピン海の50m以浅に多いと報告している。また、長谷川(1993)は、おもな種群の分布と100m層における最低水温および最高水温を調査し、日本付近の有孔虫をその地理的分布から5種群に区分している。その中で、本帯の構成種である*A. takanabensis*, *H. nipponica*, *P. gaimardii*, *Nonion manpukuziensis*は種群IIとされ、日本列島周辺を流れる黒潮、対馬暖流、津軽暖流の分布と一致するとしている。

また、本帯から*A. takanabensis*が7%ほど産出している。本種は、天竜川河口沖水深100~200mの細砂底(Akimoto, 1990)、小名浜沖B3帯(160m-254m)大陸斜面最上部(海保・長谷川, 1986)、オホーツク海をのぞく20~250mの水深からの産出が報告され、内湾より外洋からの報告が多い(井上, 1980)。さらに、本種の上限深度帯は、秋元・長谷川(1989)によれば下部浅海である。

以上より、古環境は暖流水の影響下の湾口部~沿岸で、古水深は内部浅海~中部浅海が推定できる。また、本帯が藪層における海進の極大を示すものと考えられる。

#### I b 亜帯

*Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* 群集で特徴づけられる。P/T比は12.0%, BFNは12を示す。種構成

は、I a 亜帯とII帯の中間的な特徴を示す。

*A. japonica* の優占度が22%で、本種は、湾奥部の分布は希で、湾中央から湾口部に多産する(井上, 1980)。

また、井上(1980)により暖流系浅海種とされる *H. nipponica* の優占度が23%を示す。

一方、伴って産出する *Elphidium oregonense* var. の日本近海での分布は、井上(1980)によると北海道の紋別沖・登別沖・江差沖及び青森県八戸沖であるとされている。また、長谷川(1993)によると本種は親潮の影響を受ける混合水域以北に分布する種群IVに分類されている。

以上より、I a 亜帯に比較して水深がより浅く、寒流水の影響がやや増したと考えられる。

## II帯

*Buccella frigida*—*Pseudononion japonicum* 群集で特徴づけられる。P/T比は0.9~22.6%, BFNは4~9で、上位に向けて減少する。*B. frigida* の優占度が高く45%を占める。

*B. frigida* は、釧路沖の浅海性群集における主要種であり(Isiwada, 1964)、北海道の厚岸湾内の主要種である(Morishima and Chiji, 1952)。長谷川(1993)によると本種は温帯域の種群IIIに分類されている。

さらに、暖流系浅海種である *Hanzawaia nipponica* は、I帯で主要種であったにもかかわらず本帯では産出がなくなる。しかし、暖流系浅海種である *P. gaimardii* の優占度が5~6%残存している。

以上より、古環境は内部浅海帯でI帯に比較して水深の浅い湾中央~湾口部が考えられる。なお、寒流水の影響がやや増したものと考えられるが、暖流系浅海種も残存している。

## III帯

*Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* 群集で特徴づけられる。P/T比は1.6%, BFNは6でともに小さい。*A. japonica* の産出は、68%を占める。

*A. japonica* は、湾奥部の分布は希で、湾中央から湾口部に多産する(井上, 1980)。*P. gaimardii* は、広島湾の湾口部(加藤, 1986)、大阪湾の湾口部(紺田・千地, 1986)、小浜・舞鶴湾の湾口部(森嶋, 1947)、以上のように、内湾においては湾口部に分布している。

以上より、古環境は外洋水の影響が低下した湾中央~湾口部で、古水深は内部浅海帯が推定される。

なお、試料5-1は、有孔虫化石の保存が不良であった。そのため相対的に殻の丈夫な種の優占度が高くなった可能性がある。

## 上岩橋層

### I帯

*Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* 群集で特徴づけられる。P/T比

は0~1.4%で顕著な増減の傾向はない。BFNは2~23で、試料1-10で最大となる。種数は小さい。

本帯の上部と下部では *A. beccarii* forma 1 の優占度が高く、中部では *P. nipponica*, *Murrayinella minuta*, *R. vilardeboana* の優占度が高いとともに *Elphidium subgranulosum*, *Quinqueloculina* spp. を伴っている。

*A. beccarii* は、日本の内湾の湾奥部に特徴的な種である(小杉ほか, 1991; Ikeya, 1977; 石和田, 1958; 高柳, 1955)。そして、ここで産出している *A. beccarii* forma 1 は、Matoba(1970)の *A. beccarii* forma 1 に相当するもので、内湾奥部の水域に分布する。

*P. nipponica* は、海保・長谷川(1986)の福島県小名浜沖を調査では、40m以浅に多く、浅いほど含有率が高く、Matoba(1970)松島湾の調査によれば湾口部の特徴種である。また、岩礁地生底生有孔虫で海藻上に仮足を張り生活する葉上生活者の代表である(北里, 1986)。

*R. vilardeboana* は、前述の通り、黒潮一親潮混合表層水フォーナの主要構成種(井上, 1980)で、小杉ほか(1991)は藻場種群に分類している。

また、筑波台地の地下には上岩橋層下部層の堆積に伴って形成された大規模な埋没谷が伏在している(宇野沢ほか, 1988; 宇野沢, 1993)。本帯が含まれている上岩橋層の下部はこの谷埋堆積物にあたる。

以上より、古環境は地形的な谷部に海水が進入してできた湾の湾奥部と推定される。なお、*A. beccarii* forma 1 の優占度の変化から、その中で小規模な海進海退があり、一時的に潮通しのよい時期があったものと考えられる。

### II帯

*Elphidium kusiroense*—*Pseudononion japonicum*—*Rosalina vilardeboana* 群集で特徴づけられる。

P/T比は2.1~10.2%で試料1-6と試料1-2にピークがある。BFNは試料1-3で最大の46となる。

I帯の特徴種であった *Ammonia beccarii* forma 1 の優占度は急激に減少する。一方、*E. kusiroense*, *Buccella frigida*, *P. japonicum* は、いずれも湾中央部~湾口部に分布する(Matoba, 1970)。

以上より、I帯では谷部にとどまっていた水域が、海進にともなって谷を越えて広い湾を形成した。古環境は、その湾の湾中央~湾口部で、古水深は内部浅海であったと推定できる。

## 浮遊性有孔虫化石

GS-TS-1 コアでは全体的に産出個体数は少なく、対比を行うのは難しい。しかし、試料1-15と試料5-4とは、産出個体数は異なるものの、ほぼ同様な種構成からなることから、同2試料は対比できるものと考えられる。

GS-TS-5 コアでは、試料5-4(29.00-29.10m)、試料

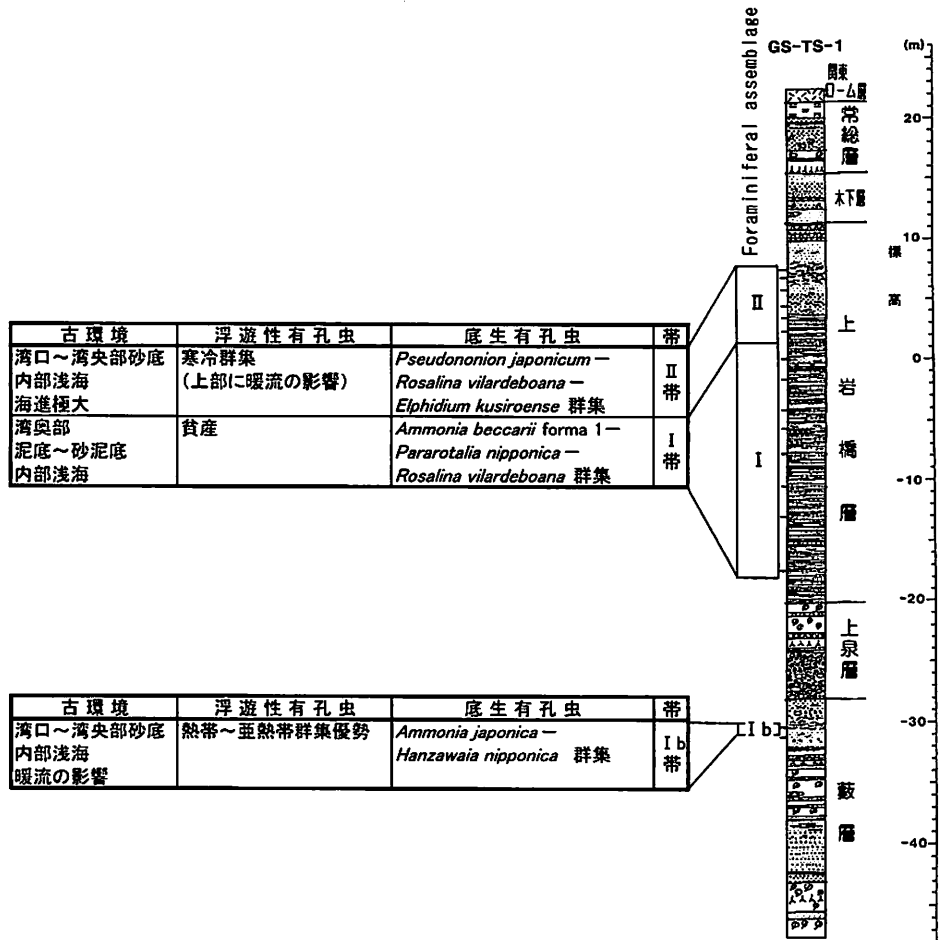
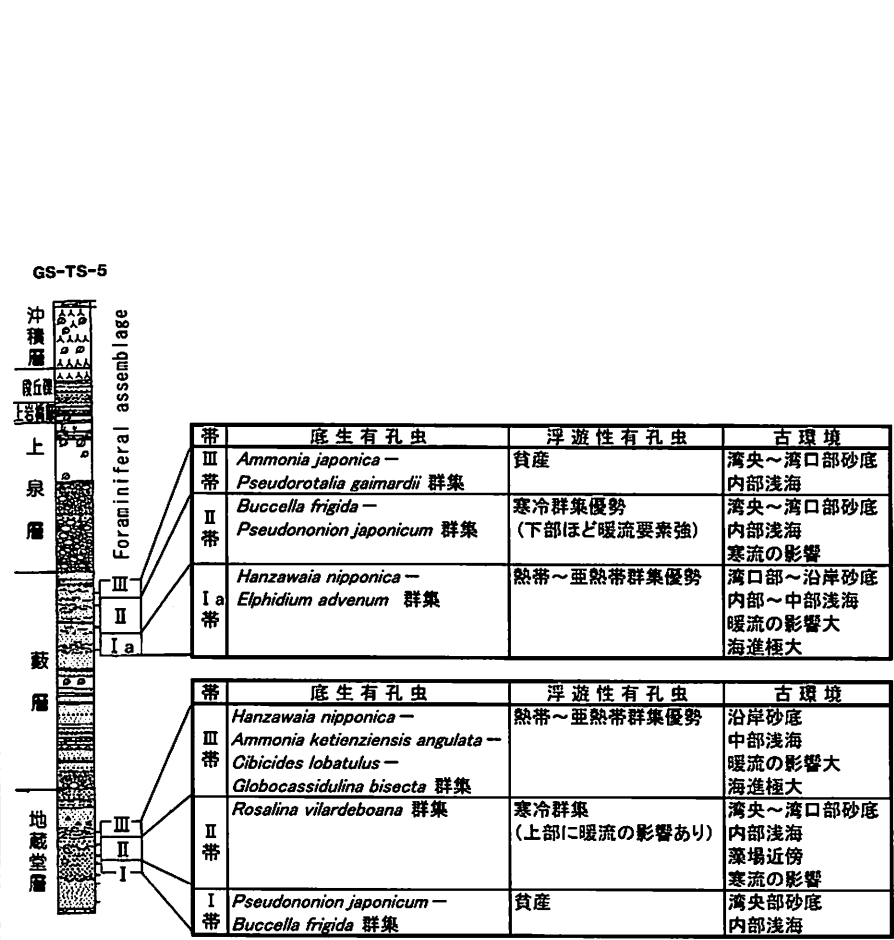


図4 有孔虫化石群集と古環境  
柱状図は、宇野沢ほか (1988) による。柱状図凡例は図2と同じ。

5-5 (43.90-44.00m) の2層準に浮遊性有孔虫化石の多産層準が認められる。両試料からは熱帯～亜熱帯種である *Globigerinoides conglobatus*, *G. extremus*, *G. ruber*, *Pulleniatina obliquiloculata* (Kennett and Srinivasan, 1983) などを産する。さらに試料 5-4 からは, *G. truncatulinoides*, *Globigerinita glutinata* が産出し, 試料 5-5 からは *Orbulina universa*, *Globigerina rubescense* が産出する。また, 両試料から *Globorotalia crassaformis* が産出する。Bé (1977) によれば, これらの種は35.3%を越える高塩分濃度の海水中に生息する種である。気候の温暖化に伴い, 低緯度地域の高塩分濃度の水塊が古東京湾に流入したものと考えられる。これは, 同層準に高塩分濃度域に生息する底生有孔虫 *Ammonia ketienziensis angulata* が産出することと整合的である。

一方, 同層準では寒冷種である *Neogloboquadrina pachyderma* の右巻き個体も産することから, 寒流の影響もあったことを示唆している。

さらに上位の試料 5-3 (26.90-27.00m) になると, *G. crassaformis*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia truncatulinoides* などの温帯域に生息する *Globorotalia* (Bé, 1977) をわずかに伴うのみで, *G. conglobatus*, *G. extremus*, *G. ruber*, *P. obliquiloculata* などの熱帯種が消え, *Globigerina bulloides*, *Globigerina quinqueloba*, *N. pachyderma* 等を中心にした単調な群集へと変化する。Bé (1977) によれば, これらの種は栄養化した海域に生息する群集である。また, 個体数は少ないものの *N. pachyderma* の左巻き個体も産出する。*N. pachyderma* の左巻き個体は, 4月の平均表層海水温が7.2°Cを下回る地域で確認されることがわかっており (Ericson, 1959), 本地域でもかなり寒流優勢な環境が出現したことを示している。

同じコア試料を用い貝化石を調査した磯部ほか (1985) は, 古環境を現在の鹿島灘の海況より多少冷たい仙台湾から内浦湾にかけての浅海域の細粒一砂質泥底の生息貝類と同様の種が多いと述べている。青木・馬場 (1973) の千葉から茨城にかけての地上露頭についての貝化石の検討では, 相対的に高温期にあるとみられる層準でも寒流系種といわれるものの頻度はかなり高く, 親潮の潜流の影響がたえずあったことを示していると述べている。浮遊性有孔虫化石の検討でも全層準にわたり, 寒冷種の産出が認められ, 特定の狭い層準のみに温暖な群集が産出する。これは本地域が, 寒流支配下におかれており, 海水準の上昇によって暖流が流入した時のみに暖流種が流入し, 寒暖混合の種構成をもった多産層準が形成されたと推定される。

## 考 察

地蔵堂層 (徳橋・遠藤, 1984) との対比

鎌滝・近藤 (1997) は, 地蔵堂層の模式地及びその周辺

で, 堆積相, 貝化石の産状, 貝化石の組成を調査し, 地蔵堂層中に3回の明瞭な海進・海退を認め, 堆積シーケンス I・II・III と区分した。この内, 堆積シーケンス I では泉谷化石帯層準にて最も水深が深く, 堆積シーケンス III では, 地蔵堂化石帯層準で最も水深が深いとしている。堆積シーケンス II は, 地蔵堂層が最も厚く堆積した地域のみに見られるとしている。

鈴木・青木 (1962) は, 地蔵堂層と藪層の有孔虫化石について調査し, 泉谷化石帯の有孔虫は内湾的な環境を示し浮遊性有孔虫の産出はまれであり, 一方, 地蔵堂化石帯では, 比較的狭い範囲に, *Pulleniatina obliquiloculata* などの暖流系種が多くなるピークが認められ, その上下の砂層では, 寒流系種が優勢であると報告している。

さらに, 真野・大久保 (1981), 青木・馬場 (1973) は, 貝化石の分析し, 泉谷化石帯は親潮型海流の影響を示す群集であり, 地蔵堂化石帯は *Glycymeris pilsbryi* - *Cryptoptecten vesiculosus* 群集が特徴的に産出し, 下総層群の中では古水温の最も高い亜熱帯的な群集であり, そして, 丹原化石帯は暖流系も混じるが寒流系種が優勢な群集であるとしている。

GS-TS-5 に認められる地蔵堂層 III 帯では, 熱帯～亜熱帯種である *Globigerinoides conglobatus*, *G. extremus*, *G. ruber*, *P. obliquiloculata* などを産出し, 浮遊性比も突出して高く, 底生有孔虫から判断される古水深も中部浅海と最も深い。これらの特徴から, 地蔵堂層 III 帯は, 地蔵堂層上部に位置する地蔵堂化石帯の層準にあたると思われる。

江戸川層 (東京港地下地質研究会, 2000) との対比

金子ほか (2000) は, 東京港地域で実施されたボーリング調査で, 上総層群最上部の東雲層, 下総層群相当層の江戸川層及び東京層の有孔虫化石の分析をおこない江戸川層下部 I 帯, 江戸川層中部 I 帯, 中部 II 帯, 中部 III 帯と区分している。なお, 江戸川層はテフラの対比により藪層に対比されている (東京港地下地質研究会火山灰グループ, 2000)。金子ほか (2000) によれば, 江戸川層中部層 II 帯は *Elphidium advenum*, *Buccella inusitata*, *Pseudorotalia gaimardii* を主要構成種とし, *Ammonia japonica*, *Hanzawaia nipponica*, *Nonion manpukuzeiensis* を伴い, 有孔虫数, 浮遊性比ともに高い。そして, 江戸川層中部層 III 帯は, *Pseudononion japonicum*, *Buccella frigida* を主要構成種とし, *A. japonica*, *Porosorotalia makiyamai*, *Rosalina* spp. を伴い, 有孔虫数, 浮遊性比が江戸川層中部 II 帯に比べて大きく減少しているとしている。

GS-TS-5 に認められた藪層の I 帯は, *H. nipponica* - *E. advenum* 群集・*A. japonica* - *H. nipponica* 群集で特徴づけられ, 有孔虫数, 浮遊性比はともに高く, 種数も多い。そして, 藪層の II 帯は, *B. frigida* - *P. japonicum* 群集で特徴づけられ, 有孔虫数, 浮遊性比は, 上位に向けて

減少する。これらの藪層のⅠ帯からⅡ帯の群集組成、有孔虫数、浮遊性比の変化は、江戸川層中部Ⅱ帯からⅢ帯の変化に類似している。さらに、江戸川層中部Ⅱ帯の上部に産出する *Elphidium oregonense* var. が GS-TS-1 の藪層Ⅰb 亜帯より産出している。よって、藪層のⅠ帯は、江戸川層中部Ⅱ帯に、藪層のⅡ帯は江戸川層中部Ⅲ帯に対比されると考えられる。

#### 上岩橋層（竜ヶ崎団体研究グループ，1994）との対比

竜ヶ崎団体研究グループ（1994）は、稲敷台地南部の下総層群を調査し、江戸崎町時崎の上岩橋層より、全般的に *Pseudonion japonicum* が多産し、*Ammonia beccarii*, *Ammonia japonica*, *Buccella frigida*, *Elphidium clavatum*, *Elphidium kusiroense*, *Hanzawaia nipponica*, *Quinqueloculina* spp., *Rosalina vilardeboana* 等を伴う群集の産出を報告している。これらの種は、いずれも GS-TS-1 に認められる上岩橋層Ⅱ帯の構成種と一致している。一方、上岩橋層Ⅰ帯に当たる群集は、江戸崎町時崎の上岩橋層中に認められない。これは、上岩橋層堆積時期の地形が、GS-TS-1 の地点が谷の中なのに対して江戸崎町時崎の地点が台地上であったためと考えられる。

#### 浮遊性有孔虫化石の多産する層準について

近藤・鎌滝（2000）は、古東京湾の海況の特徴として、沿岸水と外洋水、また暖流と寒流が様々な程度に混合し複雑であり、比較すべき適切な例が日本周辺に少ないこと。高海面期になると湾内に黒潮が流入するという特異な条件のために、水深が大きくなっても底質は細粒とはならず、一般的な堆積相の分布モデルが適応しにくいとしている。

このような環境に支配される古東京湾では、高海面期には黒潮の流入によって、浮遊性有孔虫化石の産出が増え、その結果、全体の有孔虫に占める、浮遊性有孔虫の量（浮遊性比）が大きくなると考えられる。この浮遊性比の高い層準は、テフラと同様鍵層として使えると考えられる。本研究で地蔵堂層のⅢ帯及び藪層のⅠ帯に認められた高い浮遊性比を示す層準が、それにあたる。以上のことから、今後、古東京湾に形成された地層を分析する場合には、P/T比（浮遊性比）に留意する必要がある。

#### *Elphidium oregonense* var. について

青木・馬場（1985）は、茨城県南部で実施された6カ所のボーリングコアより *E. oregonense* var. の産出を報告した。その産出層準は、笠森層最上部あるいは笠森層最上部一金剛地層最下部としている層準および、地蔵堂層としている層準である。一方、金子ほか（2000）は、東京港地域で江戸川層中部の限られた層準に本種を報告した。江戸川層の中・上部層は藪層に対比されている（東京港地下地質研究会火山灰グループ，2000）。本報告では、*E. oregonense*

var. の産出層準は藪層にあたる層準からであり、青木・馬場（1985）の産出層準と一致しない。今後の検討が必要である。

## ま と め

今回の分析の結果、次のようなことが明らかになった。

- (1) 地蔵堂層、藪層、上岩橋層より連続して有孔虫化石が含まれる層準を見出した。
- (2) 次に示す9の底生有孔虫群集を見出した。
  - ・ *Pseudonion japonicum*—*Buccella frigida* 群集
  - ・ *Rosalina vilardeboana* 群集
  - ・ *Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* 群集
  - ・ *Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* 群集
  - ・ *Buccella frigida*—*Pseudonion japonicum* 群集
  - ・ *Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* 群集
  - ・ *Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* 群集
  - ・ *Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* 群集
  - ・ *Pseudonion japonicum*—*Rosalina vilardeboana*—*Elphidium kusiroense* 群集
- (3) 底生有孔虫群集より、各層を下位から上位に向かって、地蔵堂層Ⅰ帯、Ⅱ帯、Ⅲ帯、藪層Ⅰa 亜帯、Ⅰb 亜帯、Ⅱ帯、Ⅲ帯、上岩橋層Ⅰ帯、Ⅱ帯と区分し、古環境の変遷を明らかにした（図4）。なお、古水深は地蔵堂層Ⅲ帯が中部浅海、藪層Ⅰa 亜帯が中部～内部浅海で、他の帯は内部浅海であった。
- (4) 地蔵堂層Ⅲ帯および藪層Ⅰ帯中に明瞭な、浮遊性有孔虫化石の多産層準を見出した。この層準は古東京湾で形成された地層の対比に有効であると考えられる。
- (5) 地蔵堂層Ⅲ帯は、地蔵堂層中の地蔵堂化石帯に対比されると考えられる。
- (6) 藪層のⅠ帯からⅡ帯は、東京港地域の江戸川層中部Ⅱ帯からⅢ帯に対比されると考えられる。

## 文 献

- 秋元和實・長谷川四郎（1989）：日本近海における現生底生有孔虫の深度分布古水深尺度の確立に向けて。地質学論集，32：229-240。
- Akimoto K. (1990) : Distribution of Recent benthic foraminiferal faunas in the Pacific off Southwest Japan and around Hachijojima Island. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser., 60 : 139-223.
- 青木直昭・馬場勝良（1973）：関東平野東部，下総層群の層序と貝化石群集のまとめ。地質雑，79，453-464。

- (1985) : 茨城南部地下からの *Elphidium oregonense* var. の産出. 筑波の環境研究, 9 : 70-72.
- 青木直昭・馬場勝良・堀口 興 (1980) : 筑波大学地下の下総層群の化石分析. 筑波の環境研究 5 A : 39-50.
- 青木直昭・馬場勝良・矢田恒晴・和田紀夫 (1982) : 関東平野中央部地下の下総層群の化石分析. 筑波の環境研究 6 : 157-166.
- Bé. A. W. H. (1977) : An Ecological Zoogeographic and Taxonomic Review of Recent Planktonic Foraminifera. *Oceanic Micropaleontology*, 1 : 1-100.
- Ericson, D. B. (1959) : Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. *Science*, 130 : 219-220.
- 長谷川四郎 (1993) : 底生有孔虫からみた日本周辺海域の水温分布—新生代海洋構造解明に向けて—. 化石, 55 : 131-159.
- Ikeya, N. (1977) : Ecology of Foraminifera in the Hamana Lake Region on Pacific Coast of Japan. *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, 11 : 131-159.
- 井上洋子 (1980) : 日本周辺海域の現生有孔虫の生態学的研究, 石油資源開発技術特報, 41, 421p.
- Inoue, Y. (1989) : North Pacific foraminifera as paleoenvironmental indicators. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba Sec. B*, 10 : 57-162.
- 石和田靖章 (1958) : 汽水域の研究, III, 浜名湖の現世有孔虫群集—汽水域有孔虫群集の研究—. 地質調査所報告, 180 : 1-19.
- Ishiwada, Y. (1964) : Benthonic foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa Group. *Rep. Geol. Surv. Japan*, 205 : 1-45.
- 磯部一洋・大山 桂・宇野沢昭・遠藤秀典・岡 重文・相原輝雄 (1985) : 筑波研究学園都市のボーリングコアから得られた貝化石. 地調月報, 36 : 637-651.
- 海保邦夫・長谷川四郎 (1986) : 福島県小名浜沖底質堆積物中の底生有孔虫の深度分布. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究 : 42-52.
- 鎌滝孝信・近藤康生 (1997) : 下総層群地蔵堂層を構成する堆積シーケンズ. 地質雑, 103 : 747-762.
- 金子 稔・石川博行・野村正弘・山岸良江・矢島祐介 (2000) : 東京港地下の東雲層・江戸川層・東京層の有孔虫化石. 地団研専報, 47 : 47-70.
- 加藤道雄 (1986) : 広島湾の現世底生有孔虫群集. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究 : 27-41.
- Kennett, P. J. and Srinivasan, M. S. (1983) : Neogene Planktonic Foraminifera. Hutchinson Ross Publishing Company, New York.
- 北里 洋 (1986) : 岩礁地底生有孔虫類の生態. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究 : 1-12.
- 紺田 功・千地万造 (1986) : 最近の大阪湾の有孔虫群集 (その1) —高度成長期以前とどう変わったか—. 日本地質学会第93年学術大会講演要旨 : 328.
- 近藤康生・鎌滝孝信 (2000) : フィールド古生態学の方法 : 古東京湾の二枚貝類を中心として. 奈良正和 (編) 古生物トピック No.1 ダイナミック古生態学古環境と化石底生群集との相互作用 : 37-67.
- 小杉正人・片岡久子・長谷川四郎 (1991) : 内湾域における有孔虫の環境指標種群の設定とその古環境復元への適用. 化石, 50 : 37-55.
- 真野勝友・大久保紀夫 (1981) : 成田層群の貝化石群集—二枚貝を中心として—. 軟体動物の研究 (大森昌衛教授還暦記念論文集) : 229-309.
- Matoba, Y. (1970) : Distribution of Recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 2nd Ser.*, 42 : 1-85.
- 森嶋正夫 (1947) : 小浜・舞鶴湾に於ける有孔虫殻の堆積. 生理生態, 2, 168-174.
- Morishima, M. and Chiji, M. (1952) : Foraminiferal thanatocoenoses of Akkesi Bay and its vicinity. *Univ. Kyoto Coll. Sci. Mem. ser. B*, 22 : 113-117.
- 鈴木達彦・青木直昭 (1962) : 茂原市北西の地蔵堂層および藪層の層序と有孔虫化石について. 地質雑, 68 : 497-506.
- 高柳洋吉 (1955) : 松川浦付近の有孔虫. 東北大邦文報告, 45 : 18-52.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) : 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 136p.
- 東京港地下地質研究会 (2000) : 東京港地域の地下地質層序. 地団研専報, 47 : 10-22.
- 東京港地下地質研究会火山灰グループ (2000) : 東京港地下のテフラとその対比. 地団研専報, 47 : 23-30.
- 竜ヶ崎団体研究グループ (1994) : 稲敷台地南部の下総層群—上岩橋層と木下層の堆積相, 層序, 古環境 (その1) —. 地球科学, 48 : 535-551.
- 宇野沢 昭・磯部一洋・遠藤秀典・田口雄作・永井 茂・石井武政・相原輝雄・岡 重文 (1988) : 2万5千分の1筑波研究学園都市及び周辺地域の環境地質図説明書. 特殊地質図 (23-2), 地質調査所, 139p.
- 宇野沢 昭 (1993) : 筑波研究学園都市及び周辺地域の下総層群—特に上岩橋層および常総層の古地理を中心に—. 筑波応用地学談話会誌, 5 : 1-38.

## Abstract

Fossil foraminifera from core samples drilled  
in the Tsukuba Science City, Ibaraki Prefecture, Japan.KANeko Minoru<sup>1</sup> • ISHIKAWA Hiroyuki<sup>2</sup> • NOMURA Masahiro<sup>3</sup> •  
YAMAGISHI Yoshie<sup>4</sup> • YAJIMA Yusuke<sup>5</sup><sup>1</sup> Gunma Prefectural Kiryu Senior High School : 1-39, Mihara-cho, Kiryu, Gunama, 376-0025, Japan<sup>2</sup> Ota City Minami Junior High School : 955-1, Takahayashikita, Ota, Gunma, 373-0829, Japan<sup>3</sup> Department of Geology, Gunma Museum of Natural History :  
1674-1, Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma, 370-2645, Japan<sup>4</sup> 2-21-10, Shiroyama-cho, Takasaki, Gunma, 370-0866, Japan<sup>5</sup> Isesaki City Daisan Junior High School : 1903-1, Hashie-cyo, Isesaki, Gunma, 372-0001, Japan

Analysis of fossil foraminifera from the Pleistocene Jizodo Formation, Yabu Formation and Kamiawahashi Formation was done for the reconstruction of paleoenvironments based on core samples obtained from around the Tsukuba Science City, Ibaraki Prefecture, Japan.

The following 9 fossil benthic foraminiferal assemblages were distinguished *Pseudononion japonicum*—*Buccella frigida* assemblage, *Rosalina vilardeboana* assemblage, *Hanzawaia nipponica*—*Ammonia ketienziensis angulata*—*Cibicides lobatulus*—*Globocassidulina bisecta* assemblage, *Hanzawaia nipponica*—*Elphidium advenum* assemblage, *Buccella frigida*—*Pseudononion japonicum* assemblage, *Ammonia japonica*—*Pseudorotalia gaimardii* assemblage, *Ammonia japonica*—*Hanzawaia nipponica* assemblage, *Ammonia beccarii* forma 1—*Pararotalia nipponica*—*Rosalina vilardeboana* assemblage, *Pseudononion japonicum*—*Rosalina vilardeboana*

—*Elphidium kusiroense* assemblage.

Based on these benthic foraminiferal assemblages, 8 zones and 2 subzones were recognized as follows: Jizodo Formation I zone, II zone, III zone, Yabu Formation I zone (Ia subzone, Ib subzone), II zone, III zone, Kamiawahashi Formation I zone, II zone in ascending order. These assemblages show the sedimentary environments of inner bay to inner sub-coastal zone.

Fossil planktonic foraminifera was revealed that the Jizodo Formation III zone and Yabu Formation I zone yielded abundant planktonic foraminifera.

Both the Jizodo Formation III and Yabu Formation I zones containing abundant planktonic foraminifera, suggest the most distinct transgression in these stratigraphic successions. The correlations of foraminiferal assemblages to the Pleistocene of southern Kanto region were referred.

Key words : Benthic foraminifera • Planktonic foraminifera • Tsukuba Science City • Core sample • Pleistocene

## 図版 1

1a, b	<i>Ammonia beccarii</i> (Linnacus) forma 1	GS-TS-1-7, 22.10-22.20m ; 129倍
2a, b	<i>Ammonia japonica</i> (Hada)	GS-TS-5-6, 45.00-45.10m ; 129倍
3a, b	<i>Ammonia ketienziensis</i> (Ishizaki)	GS-TS-5-6, 45.00-45.10m ; 172倍
4a, b	<i>Ammonia ketienziensis angulata</i> (Kuwano)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 155倍
5a, b	<i>Ammonia takanabensis</i> (Ishizaki)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 172倍
6	<i>Amphicoryna scalaris sagamiensis</i> (Asano)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 86倍
7a, b	<i>Buccella frigida</i> (Cushman)	GS-TS-5-2, 25.40-25.50m ; 172倍
8a, b	<i>Buccella inusitata</i> (Andersen)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 215倍
9	<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 258倍
10a, b	<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
11	<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
12	<i>Elphidium kusiroense</i> Asano	GS-TS-5-7, 45.70-45.80m ; 215倍

## 図版 2

13	<i>Elphidium clavatum</i> Cushman	GS-TS-5-8, 44.30-46.40m ; 172倍
14	<i>Elphidium oregonense</i> Cushman and Grant var.	GS-TS-1-15, 52.70-52.80m ; 34倍
15	<i>Elphidium subgranulosum</i> Asano	GS-TS-1-5, 18.90-19.00m ; 172倍
16a, b	<i>Globocassidulina bisecta</i> (Brady)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 258倍
17a, b	<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 215倍
18a, b	<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano	GS-TS-5-7, 45.70-45.80m ; 129倍
19	<i>Lenticulina calcar</i> (Linnaeus)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 112倍
20	<i>Nonion manpukuziensis</i> Otsuka	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 86倍
21a, b	<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
22a, b	<i>Pseudononion japonicum</i> Asano	GS-TS-5-8, 46.30-46.40m ; 86倍
23a, b	<i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)	GS-TS-5-2, 25.40-25.50m ; 52倍
24	<i>Rectobolivina raphana</i> (Parker and Jones)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 52倍
25a, b	<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Orbigny	GS-TS-5-7, 45.70-45.80m ; 172倍

## 図版 3

26a, b	<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 172倍
27a, b	<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 258倍
28	<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 86倍
29	<i>Globigerinoides extremus</i> Bolli	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
30a, b	<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 172倍
31a, b	<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 172倍
32a, b	<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) dex.	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 215倍
33a, b	<i>Globorotalia crassaformis</i> Galloway and Wissler	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 215倍
34	<i>Globorotalia hirsuta</i> (d'Orbigny)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 129倍
35a, b	<i>Globorotalia inflata</i> d'Orbigny	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 129倍
36	<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 172倍
37	<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
38	<i>Globorotalia unguolata</i> Bermudez	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 129倍
39a, b	<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones)	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 129倍
40	<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny	GS-TS-5-5, 43.90-44.00m ; 86倍
41	<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	GS-TS-5-4, 29.00-29.10m ; 172倍

