

遠州灘・熊野灘における現生底生有孔虫群集の 分布と海洋環境

秋元 和實*1

遠州灘に分布する後期新生界の古堆積環境復元に適用するため、渥美・志摩半島沖海域における現生底生有孔虫群集の分布と海洋環境との関係を解析した。底生有孔虫群集をQモード因子分析した結果、底生有孔虫種の分布に影響する6環境因子を見出した。第1因子は深層水、第2因子は表層水、第3因子は陸棚斜面、第4因子は志摩海脚、第5因子は中層水、第6因子は基礎生産量を各々反映している。

キーワード：現生、海洋環境、底生有孔虫、群集の分布、海洋環境

Relationship between oceanographic environments and distribuion of benthic foraminiferal assemblage in the Enshunada and Kumanonada areas, northwest Pacific Ocean

Kazumi AKIMOTO *2

This paper delineates the relationship between the oceanographic environments and the distribution of benthic foraminiferal assemblages for the reconstructed paleoenvironments during the Miocene time in the Enshunada based on benthic foraminiferal fossil. Q-mode factor analysis of the Recent benthic foraminiferal assemblages reveals six important environmental factors as the deep, intermediate and surface water masses, the topographic effects on and around the Shima Spur and the high productivity in the surface water east off the Shima Spur.

Keywords: Recent, oceanographic environments, benthic foraminifera, faunal distribution, Pacific Ocean

*1 名古屋自由学院短期大学（現在熊本大学理学部地球科学科）

*2 Nagoya Jiyu Gakuin Junior College (Faculty of Science, Kumamoto University)

1. はじめに

海洋科学技術センター海底深部構造フロンティアは、防災の観点から遠州灘の地殻構造を調査している(図1)。筆者は、後期新生代における地殻変動の復元の一環として、今年度底生有孔虫化石群集に基づく銭洲海嶺を含む南海トラフ周辺の上部新生界の古水深の推定を試みている。米谷ほか(1986)は、御前崎沖基礎試錐から産した底生有孔虫群集を基に、遠州灘において上部新生界の古水深を復元した。同論文によれば、後期中新世までの群集は下部漸深海帯を特徴づける種からなり、後期鮮新世の群集は上部漸深海帯を、更新世の群集は浅海帯を特徴づける種から構成され、地殻の急激な隆起が明らかになっている。

一般に化石による古環境の復元は、現生種の分布資料に基づいて行われる。数多の水産関連の調査が行われている遠州灘ならびに熊野灘は、海洋環境が詳しく調べられている海域の一つである。関口・野沢(1985)によれば、熊野灘は黒潮流路の内側に中層水の湧昇流が発生するため、基礎生産力が高い。内側(湧昇域)における基礎生産力は沖合の5倍に達し、とくに伊勢湾湾口は動物プランクトンの濃密分布域である。黒潮流路下における溶存酸素極小帯の上限は水深800mに対して、湧昇域で

は水深600mと浅く(坂本, 1985)、湧昇流により多量に供給される有機物と海水中の酸素の消費には相関が認められる。また、湧昇域における水深毎のpHも常に沖側より低い。したがって、有機物の酸化に伴う有機酸の生成が推定され、石灰質底生有孔虫の分布への影響が予想される。

これまで、駿河湾(井上, 1986; Inoue, 1989)、遠州灘(Aoshima, 1978; Akimoto, 1990; 小亀・長谷川, 1998)、熊野灘(Aoshima, 1978; Inoue, 1989; Akimoto, 1990; 大串, 1993)、南海トラフ(秋元, 1990)から現生底生有孔虫群集が報告されている(図1)。これら海域の群集も、秋元・長谷川(1989)の結果と同様に、一般に水塊に支配されて分布している。しかしながら、これら資料を詳細に検討すると、井上(1986)は、駿河湾湾奥の *Stainforthia exilis tenuata* (Cushman) が卓越する群集を親潮潜流に付随する群集と捉え、中～深層水の湧昇に関連づけている。Akimoto(1990)は、*Chilostomella oolina* Schwager 及び *Pseudoparrella exigua* (Brady) を深層水種とした。しかしながら、小亀・長谷川(1998)は、これらの種が水深に無関係に分布することから、水塊以外の環境因子と関係づけている。熊野灘においては、志摩海脚東～南斜面で浮遊性ならびに底生有孔虫数は最大に

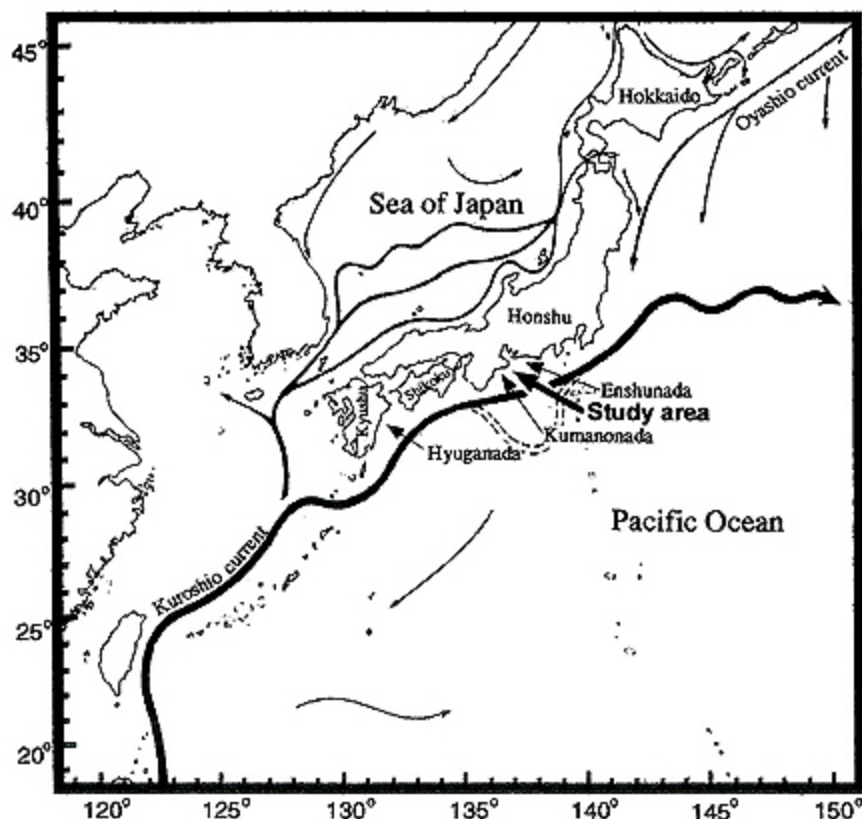


図1 位置図

Fig. 1 Index map of the study area.

及び全底生有孔虫に対する膠着質種の割合を算出した。さらに底生有孔虫については分類・同定し、種毎に個体数を数えた。

3. 遠州灘・熊野灘の群集

熊野灘から新たに得られた試料を加え、現生底生有孔虫の産出状況を表1に示した。Qモード因子分析を用い、底生有孔虫の分布に関係する環境因子を特定する。対象とした試料は底生有孔虫の産出個体の総数が100以上の36試料である。各試料で総個体数が異なるため、百分率に換算し標準化した。3個体以上産出した212タクサを用いて、Qモード因子分析 (SPSS社製プログラム) をした。第6因子まで解釈することで全分散の74.4%を説明している (表2)。因子負荷量を表3に、表4にはいずれかの評点が| 1.0 | 以上を有した54タクサを示した。

3.1 第1因子

第1因子は、全分散の42.6%を占める。因子負荷量は水深の増加に概ね相関する (図3)。0.43以上の高い負荷量は、志摩海脚南方の水深1,391m以深の試料に認められる。志摩海脚東方ならびに渥美半島沖の水深1,200m~1,310mにおける値は、0.25~0.42である。Honza et al. (1983) によれば、水深1,200m以深の底質はシルトが分布しており、底質に顕著な差異は無い。志摩海脚南方の高い負荷量を示す試料の含泥率は71%以上であるが、東方でも試料82-2-16を除いて90%を超える (図4)。この図によっても、負荷量の分布と試料の含泥率には相関がない。

つぎに、水深に関係している因子として、水塊の深度分布に着目した。この海域の溶存酸素極小帯の下限が水深1,200m~1,500m付近にあることから、深層水塊との関係が考えられる。第1因子の高い評点を有する種は、*Bulimina aculeata* d'Orbigny (12.7) 及び *Pseudoparrella exigua* (Brady) (6.2) である。両種の多産深度の上限は、種子島沖においても、水深1,370m付近にある (Akimoto, 1990)。同海域における溶存酸素極小帯の下限も水深1,200m~1,500mにあり、熊野灘及び遠州灘とほぼ同じである。したがって、第1因子は、溶存酸素極小帯以深の深層水と関係する。

3.2 第2因子

この因子は、全分散の13.1%に寄与している。図5によれば、正の高い因子負荷量は、渥美半島沖ならびに志摩半島沖の水深100~238mに分布する。水深200m付近

には表層水と中層水の境界が存在することから、この因子は両海域における表層水下部の特性に関係する。中村 (1985) 及び杉本 (1985) は、この海域において、沿岸部に沿って高塩分の中層水の湧昇を認めている。このため、伊勢湾口において、表層水の塩素は、水深50m以深では年間を通じて一定であり、最も低い夏季でも19%である (宇野木, 1985)。遠州灘においても、陸水の影響を受ける天竜川沖では塩分の低下が認められるが、渥美半島沖では低温・高塩分の中層水の湧昇により、水深100m~250mに存在する水塊の塩分は34.5%を下回らない (中村, 1985)。熊野灘でも、黒潮系高温・高塩分の表層水が志摩海脚から尾鷲に向かって流入する。このとき、表層水の最下部 (塩分極小帯; 34.1~34.3‰) の上層が湧昇流をなす (杉本, 1985)。したがって、この因子は、塩分の高い表層水に関係すると推定される。

Cibicides medius (Finlay) (10.2) が高い正の第2因子評点を有し、負の評点は *Bulimina striata* d'Orbigny (-1.1) 及び *Uvigerina hispidocostata* Cushman and Todd (-1.6) に認められる。西南日本沖太平洋において、*C. medius* が分布する表層水の塩分について検討した。*C. medius* により特徴づけられる群集は、日向灘では足摺岬西方に (Akimoto and Torii, 1996)、黒潮流域では八丈島及び種子島沖に分布する。いずれの海域においても、表層水の最低塩分は34.0%を下まわらない (Akimoto, 1990)。

一方、沿岸水の影響を受ける海域では、表層水の最低塩分は低く、天竜川沖では32.5%まで (稲葉, 1985)、土佐湾内では32.5%まで (宮田ほか, 1985)、都井岬沖では33.5%まで低下する (Akimoto and Torii, 1996)。これら海域には、*Bolivina robusta* Brady 及び *Bulimina marginata* d'Orbigny が卓越する (Aoshima, 1978; Akimoto, 1990; Akimoto and Torii, 1996)。

負の評点が高い *Bulimina striata* は、相模湾初島沖シロウリガイコミュニティに多産する (Akimoto, 1994)。同コミュニティ周辺における底層水の含有塩素量は、海水1kg中538ないし540mMである。漏出する冷水の含有塩素量は、底層水のそれより最大18%低い (皆角ほか, 1994)。Masuzawa et al. (1992) によれば、コミュニティ周辺では、冷水の影響も無く、堆積物中の塩素量は底層水と同じであり、堆積物の深度によらず一定である。これに対し、コミュニティ内部では、堆積物の下方に向かって塩素量が減少し、直上の底層水より最大7%低くなる。*B. striata* は、著しく塩分が低下するコミュニティ内の堆積物中に最も多い (秋元ほか, 1996)。

したがって、*C. mediocris*の分布は最低塩分が高い表層水に関連し、第2因子は塩分の低い沿岸水の影響が少ない表層水に関係すると判断される。

3.3 第3及び第4因子

第3因子及び第4因子の寄与率は、それぞれ6.4%、5.0%である。両因子の高い負荷量は、酸素極小帯に相当する水深587~1,200mに認められる。両因子負荷量の深度分布は重複するが、第3因子は渥美半島沖及び志摩海脚の東西斜面に（図6）、第4因子は志摩海脚頂上に限られる（図7）。したがって、両因子は中層水塊よりも、地形に関係した因子を反映していると推察される。

池原ほか（1998）及びHonza et al.（1983）が報告した堆積学的資料を考慮すると、第3因子負荷量が高い試料の底質は極細粒砂ないしシルトであり、第4因子負荷量が高い試料のそれは細粒ないし中粒砂である。前者の含泥率も40%以上、後者のそれは40%以下である。周囲に比べ地形的高まりである志摩海脚頂部から南西に向かって、相対的に高い第4因子負荷量が広がり、含泥率（図4）および粗粒堆積物の分布も一致する。熊野灘表層には黒潮系反流と称される西向流が卓越し（坂本，1985）、漂流ハガキ調査の結果とも調和する（杉本，1985）。堆積物の分布（図4）から、同海脚上を表層水と同様に東から西へ流れる中層流が予想される。

Bulimina marginata (8.0) 及び *Bolivina robusta* forma A (4.1) は正の第3因子の評点が高く、*Globocassidulina decorata* (Sidebottom) (-1.2)、*Uvigerina proboscidea* Schwager (-1.3)、*Bolivina robusta* (-1.6)、*Hoeglundina elegans* (d'Orbigny) (-1.9) は負の評点を有する。

第4因子の正の評点が高い種は、*Cibicides aknerianus* (d'Orbigny) (6.0) 及び *Uvigerina peregrina shiwoensis* Asano (5.6) であり、負のそれは、*Gyroidinoides nipponicus* (Ishizaki) (-1.3)、*Chilostomella oolina* (-1.3)、*Pseudoparrella exigua* (-2.9) である。

Aoshima (1978) の渥美半島沖及び尾鷲沖中層水群集は、*Cassidulina carinata* Silvestri を多産し、*Bolivina robusta*、*Globocassidulina subglobosa* を伴う。渥美半島沖中層水群集 (EN-II 群集) には、*Bulimina marginata* 及び *C. carinata* が多産し、*B. robusta* forma A、*Bolivinita quadrilatera* (Brady)、*Brizalina karreriana* (Brady)、*Cibicides aknerianus* が共産する (Akimoto, 1990)。これに対して、志摩海脚西方の中層水下の群集は、2クラスター (KU-III・-IV) に区分され、それぞれ水深465 m、水深607mに分布する。*Bolivina robusta*、*Gyroidinoides nipponicus*、*Uvigerina hispidocostata*

は、クラスターKU-IIIを特徴づける。クラスターKU-IVは、KU-IIIの種構成に *Bulimina aculeata*、*B. marginata* が加わる。*Cibicides mediocris* は第2因子評点が高い、*B. marginata* は第3因子評点が高い、*C. aknerianus* は第4因子評点が高い。したがって、クラスターKU-III・-IVは、表層水及び中層水下の陸棚斜面ならびに海脚にそれぞれ分布していた個体が、再堆積して形成した混合群集と判断される。

これらのことから、志摩海脚頂部では中層流の影響を受け、堆積物は分級を受けていると判断される。第3因子は陸棚斜面に、第4因子は志摩海脚に関係すると結論される。

3.4 第5因子

この因子は、底生有孔虫の全分散の3.8%に寄与する。この因子の高い正の負荷量は、志摩半島沖の陸棚斜面上部（水深335~465m）に分布する（図8）。各試料の含泥率は13~50%と変異に富み、この因子が底質と関係している可能性は低い。一方、正の高い負荷量を有する試料は、中層水上部が分布する水深に位置する。

Bolivina robusta (8.5) 及び *Paracassidulina neocarinata* (Thalman) (4.4) は第5因子の正の評点が高く、負の評点は *Cibicides subdepressa* (Asano) (-1.1) 及び *Pseudoparrella exigua* (-2.0) にみられる。Akimoto (1990) 及び Akimoto and Torii (1996) によれば、*B. robusta* 及び *P. neocarinata* は、沿岸水の発達する遠州灘天竜川河口及び日向灘日南市沖に多産し、外洋水の影響が強い八丈島及び種子島沖では貧産である。*B. robusta* は天竜川河口沖においては水深44~187m、日向灘では水深78~726mに分布し、*P. neocarinata* は天竜川河口沖では水深187mに、日向灘では水深199~630mに多い。第5因子の正の評点が高い両種が、両海域においても溶存酸素極小帯以浅の中層水上部で共に多産する。このことから、第5因子は中層水上部の水塊の特性を反映している。

3.5 第6因子

第6因子の寄与率は、3.5%である。高い第6因子の因子負荷量は、渥美半島沖 (KT85-6-G7) 及び志摩海脚 (GH82-2-9) の東斜面に限定される（図9）。この2試料は溶存酸素極小帯に位置するが、志摩海脚南ならびに西斜面上の水深1,200~1,310mの試料では因子負荷量は低い。伊勢湾湾口は動物プランクトンの濃密分布域であり（関口・野沢，1985）、溶存酸素極小帯の上限も他海域に比べ浅い（坂本，1985）。渥美半島から志摩海脚にかけての水深1,252m~1,625mでは、堆積物の酸化還元

表1 底生有孔虫化石产出表

Table 1 Distribution chart of benthic foraminiferal taxa

SAMPLE NO.	DEPTH(m)	GHR2-2																			
		6	8	9	16	19	20	21	22	23	24	25	30	31	33	37	38	39	41	42	
AGGLUTINATED FORAMINIFERS																					
<i>Adicoryma glomeratum</i> (Brady)			1	1		1									1						
<i>Alveolophragmium ringens</i> (Brady)																					
<i>A. subglobosa</i> (G.O.San)						2		1				1								8	
<i>A. wiesneri</i> (Parr)																					
<i>Ammonobaculites agglutinans</i> (d'Orbigny)						1															
<i>A. agglutinans filiformis</i> (Erland)																					
<i>A. sp.</i>			1		1																
<i>Ammodiscus</i> sp.				2											1						
<i>Ammonosculis pseudospinalis</i> (Williamson)																					
<i>Bathysiphon</i> sp.			1		1			2												3	
<i>Cyclammina cancellata</i> Brady																				3	
<i>C. sp.</i>																				1	
<i>Dicammina compressa</i> (Göts)			1	1		3		1				1									
<i>Eggerella bradyi</i> (Cushman)			1	2				1								1					
<i>E. scabra</i> (Williamson)																					
<i>E. sp.</i>																					
<i>Gaudryina atlantica</i> (Bailey)																					
<i>G. atlantica pacifica</i> Cushman and McCulloch		5	1			1				11	11		5	5			9				
<i>G. sp.</i>		1								1				5			2				
<i>Glomospira chalcoides</i> (Jones and Parker)																					
<i>G. gordialis</i> (Jones and Parker)						1		1													
<i>Haplophragmoides columbiensis</i> Cushman			1									1	1			2					
<i>Hormosira globulifera</i> Brady										1											
<i>Karreriella apicalis</i> (Cushman)					1	2						1									
<i>K. cf. bacata</i> (Schwager)						3	3														
<i>K. bradyi</i> (Cushman)																					
<i>Maripella cylindrica</i> Brady																					
<i>M. elongata</i> Norman																					
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)							1	1	1		4	1			1	6				4	
<i>M. communis</i> (d'Orbigny) var.																	1				
<i>Nodellum membranaceum</i> (Brady)																					
<i>Phanosphera fusca</i> Schultze						2		1								1					
<i>P. parva</i> Flier																					
<i>Recurviroides coniformis</i> (Erland)				4					2												
<i>Reophax adamsi</i> Brady			2	3																	
<i>R. dentatiformis</i> Brady																					
<i>R. diffligiformis</i> Brady																3				1	
<i>R. distans</i> Brady					1	1															
<i>R. funiformis</i> (Williamson)			1	14	1			2									1				
<i>R. cf. funiformis</i> (Williamson)																					
<i>R. gunter</i> Brady																					
<i>R. nodulosus</i> Brady																					
<i>R. pulchellus</i> Brady																					
<i>R. scorpiurus</i> Montfort				6	1	3		4									2			3	
<i>R. spiculifer</i> Brady						1		1													
<i>Rhabdammina abyssorum</i> M.San					2	8	1													3	
<i>Rhabdammina alpaciformis</i> Brady								8													
<i>Rotaliammina</i> sp.											1				1					1	
<i>Saccorthis ramosa</i> Brady				31	3	3		6								1				6	
<i>Siphonostoma concava</i> (Karreri)											4		1	2			3				
<i>S. sauleyana</i> (d'Orbigny)		1							1	7	3		7	1		1	2	4			
<i>S. cf. sauleyana</i> (d'Orbigny)																	3				
<i>S. sp.</i>						3															
<i>Spiroplectammina niguchi</i> Takayanagi									2	7	15		6	3		3			1		
<i>S. sp.</i>													1								
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny										2											
<i>T. conica</i> d'Orbigny										6			1								
<i>T. orbica</i> Lilliker and McCulloch										2											
<i>T. rugosa</i> (Reuss)										3				3							
<i>T. sagittula</i> DeFrance																					
<i>T. sagittula</i> DeFrance var. <i>atropa</i> Cushman											4			4			1				
<i>T. sagittula</i> DeFrance var. <i>fulvula</i> Brady														5							
<i>T. vota</i> Lilliker and McCulloch														1							
<i>T. sp.</i>				1		4					1	1					9				
<i>T.?</i> sp.										3	2		15	1			4			1	
<i>Thalassammina parkeri</i> (Uchida)			2	1											1					1	
<i>Trochammina conglobata</i> Brady																					
<i>T. discorbis</i> (Erland)			1																		
<i>T. globuliformis</i> (Parker and Jones)			1	2		1		2								3				1	
<i>T. inflata</i> (Montagu)						2															
<i>T. nana</i> (Brady)																				1	
<i>T. nitida</i> Brady																					
<i>T. pacifica</i> Cushman															1	1					
<i>T. proteus</i> (Karreri)																					
<i>T. sequestrata</i> Jones and Parker																					
<i>T. vesicularis</i> (Göts)			1			1															
<i>T. spp.</i>																					
<i>Varvelina pennanula</i> (Bartsch)						13	10			2									1		
Miscellaneous agglutinated foraminifera				6	1	2				1	1	3			3		2	1		2	
CALCAREOUS FORAMINIFERS																					
<i>Alabamina rubrifera</i> (Heron-Alton and Erland)										2											
<i>A. sp.</i>																					
<i>Altemoglossina pacifica</i> Hoffer													1			2				2	
<i>Ammonosulina alveoliformis</i> (Millet)													1								
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)		3	1							2	3			1							
<i>A. karreriensis</i> (Rohlf)			1			2					5			6				14			
<i>A. tukanensis</i> (Rohlf)																					
<i>A. sp.</i>																2					
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Bartsch)		5				1				4	4	3	3	3				5			
<i>Amphicoryna radiata</i> (Fichtel and Moll)																					

SAMPLE NO.	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	GHK2-2	
SPECIES	DEPTH(m)	6	8	9	16	19	20	21	22	23	24	25	30	31	33	37	38	39	41
<i>F. cf. marginata</i> (d'Orbigny)																			
<i>F. orbignyana</i> Seguenza			1	1	3	1		2				1			1		1		
<i>F. quadrata</i> (Williamson)																			
<i>F. seguenziana</i> (Fornasini)					1														
<i>F. seminiformis</i> (Schwager)																1			
<i>F. sp.</i>					1				1			1	1		1		2	1	1
<i>Fondicula advena</i> Cushman																			
<i>Fundulina</i> sp.		1	1												1				1
<i>Gavilinoopsis lobatulus</i> (Parr)		6									3	2		1	1		1	7	
<i>G. prageri</i> (Heron-Allen and Earland)		2								3	35		15	2			17	1	
<i>G. sp. C</i>													1						
<i>G. sp. D</i>											2								
<i>Glabriella australensis</i> (Heron-Allen and Earland)													2						
<i>G. nakamura</i> (Asano)													2						
<i>G. opercularis</i> (d'Orbigny)										1	9								
<i>G. patelliformis</i> (Brady)											1		1						
<i>G. subopercularis</i> (Asano)													5						
<i>G. sp.</i>		2								1									
<i>Glandulina laevigata</i> (d'Orbigny)																1			
<i>G. cf. laevigata</i> (d'Orbigny)																			
<i>G. nipponica</i> Asano																			
<i>Globobulimina auriculata</i> (Bailey)										1							6		6
<i>G. hawaiiensis</i> Asano													1						
<i>G. pacifica</i> Cushman										2						2	2		2
<i>G. sp.</i>																			
<i>Globocassidulina biocata</i> Nomura													6						
<i>G. brecha</i> (Poag)		1									3								
<i>G. creta</i> (d'Orbigny)		7				1						4		4				3	2
<i>G. decorata</i> (Sidebottom)						3	9												
<i>G. depressa</i> (Asano and Nakamura)												5							1
<i>G. moluccensis</i> (Gemmell)										1									
<i>G. mucronata</i> Nomura		1	5																
<i>G. neobrocha</i> Nomura											4		2	1				2	1
<i>G. oriangularis</i> (Bellard)		3	3							8								2	4
<i>G. parva</i> (Asano and Nakamura)							2	1			1								1
<i>G. parvaperforata</i> Nomura						4													
<i>G. pseudoquadrata</i> Nomura										1	3				1				
<i>G. subglobosa</i> (Brady)				3			3				60			15				30	
<i>G. subparva</i> Nomura						4						5							
<i>G. tuchidai</i> Nomura																			
<i>G. ventralis</i> Nomura																			
<i>G. sp. A</i>		7				2		1	1	1	1			4		2			
<i>G. sp.</i>		1																	
<i>Gumulina</i> spp.																			
<i>Gyrodina aliformis</i> (R.E. and K.C. Stewart)																			
<i>G. breckiana</i> (Karrer)																			
<i>G. cushmani</i> Boomgard		5									11	1	11					2	2
<i>G. neosoldanii</i> Boomgard			1				1					1							
<i>G. orbicularis</i> d'Orbigny					3	5				4	3		3	2	2		11	2	
<i>G. soldanii</i> d'Orbigny		1		1			2					1		2	1				
<i>G. sp.</i>						1													
<i>Gyrodinoides lamarkiana</i> (d'Orbigny)						1	3	2								2			
<i>G. nipponicus</i> (Ishizaki)		3	4				1		3	2	19	10	25	7	7		20	10	2
<i>Hanzawaella nipponica</i> Asano		9	2							3			13						
<i>H. cf. nipponica</i> Asano																			
<i>H. aff. nipponica</i> Asano																			
<i>H. sp. A</i>												24		7	4		8		
<i>Heronallenia</i> sp.																			
<i>Heterolepta haidingeri</i> (d'Orbigny)											3		2				4		
<i>H. subhaidingeri</i> (Parr)										1	1		7						
<i>H. subpraecinctus</i> (Asano)																			
<i>Hoglandina elegans</i> (d'Orbigny)		1			1	1	10	1		3	19		14	6		2	32	2	3
<i>Hyalinea bathica</i> (Schroter)		6	2							1	1	5		1	1		2	3	1
<i>H. sp. A</i>																	1		
<i>Islandella helena</i> Frying-Hansen and Baras									2										
<i>I. sp.</i>						1		1								4		1	
<i>Lagena asanoi</i> Matsuura						2	1												
<i>L. dissona</i> Parker and Jones																			
<i>L. elongata</i> (Ehrenberg)																			
<i>L. gracilis</i> Williamson																			
<i>L. gracillima</i> (Seguenza)																			
<i>L. hispida</i> (Reuss)																			
<i>L. hispida</i> Cushman																			
<i>L. laevis</i> (Montagu)						1													
<i>L. parvi</i> Loeblich and Taggan																			
<i>L. pilosica</i> Cushman and Gray				2															
<i>L. semistriata</i> Williamson																			
<i>L. striata</i> (d'Orbigny)							1												
<i>L. substriata</i> Williamson																			
<i>L. sulcata</i> laevicostata Cushman and Gray											1	1							
<i>L. sulcata</i> spicata Cushman and McCulloch		1									1	4	2	2		3		6	1
<i>L. sp.</i>		1																	
<i>Lenticulina kamakuraensis</i> Asano																			
<i>L. peregrina</i> (Schwager)																			
<i>Lemella inflata</i> (LeRoy)																			
<i>L. ogatawazai</i> Nomura																			
<i>L. seracensis</i> (Gemmell)				1		1					2	2				1			
<i>L. sp.</i>																			
<i>Margulina glabra</i> d'Orbigny																			
<i>M. aculea</i> Bornemann																			
<i>Margulinopsis bradyi</i> (Goëss)		1																	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

表2 Qモード因子分析結果
Table 2 Summary of factor analysis

FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
1	15.34399	42.6	42.6
2	4.69940	13.1	55.7
3	2.29359	6.4	62.0
4	1.79718	5.0	67.0
5	1.36511	3.8	70.8
6	1.27394	3.5	74.4
7	1.18522	3.3	77.7
8	0.98066	2.7	80.4

表3 各試料の第6因子までのQモード因子負荷量
Table 3 Factor loadings of each samples studied for the first six factors

Sample no.	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
GH82-2-6	-0.0477	0.2323	0.1010	-0.0074	0.6254	0.0379
GH82-2-8	-0.0619	0.2273	0.7225	-0.0048	0.2424	-0.0021
GH82-2-9	0.2557	0.1044	0.0055	0.0885	-0.0573	0.4942
GH82-2-16	0.3217	-0.1607	0.2153	0.4325	0.0096	0.2057
GH82-2-19	0.1601	0.2483	0.1914	0.7831	0.0326	0.0453
GH82-2-20	0.3632	0.0957	-0.0456	0.7631	0.1072	0.0949
GH82-2-21	0.5523	-0.1186	0.1525	0.2650	0.0395	0.2358
GH82-2-22	0.8604	0.1504	0.1849	0.1221	0.0208	0.0211
GH82-2-23	-0.0445	0.5766	0.2130	0.0764	0.1750	-0.0229
GH82-2-24	-0.0428	0.7512	0.1152	0.0500	0.1435	-0.0582
GH82-2-25	0.3169	0.0857	0.6161	0.0963	0.1987	-0.0130
GH82-2-30	-0.0346	0.4246	0.0397	-0.1135	0.3054	-0.0545
GH82-2-31	-0.0296	0.8346	0.1487	0.1915	0.0676	-0.0368
GH82-2-33	0.2495	-0.0918	0.4464	0.0134	0.0327	0.2039
GH82-2-37	0.9832	-0.0361	0.0658	0.0675	0.0186	0.0618
GH82-2-38	-0.0427	0.6186	0.1975	0.0140	0.2105	-0.0679
GH82-2-39	0.1217	0.0228	0.2239	0.1102	0.6395	-0.0451
GH82-2-41	0.7478	-0.0999	0.1360	0.1367	0.0561	0.4381
GH82-2-44	0.9878	-0.0170	0.0554	0.0347	-0.0061	0.0268
GH82-2-45	0.9638	-0.0275	0.0501	0.0378	-0.0239	0.0657
GH82-2-47	0.0520	0.1906	0.1147	0.0652	0.7970	0.0252
GH82-2-50	0.4276	-0.0503	0.2430	0.0696	0.1506	0.1378
GH82-2-52	0.9675	-0.0309	0.0745	0.0607	-0.0233	0.0304
GH82-2-53	0.9811	-0.0280	0.0757	0.0442	-0.0081	0.0263
GH82-2-54	0.9725	-0.0317	0.0298	0.0765	-0.0044	0.1342
GH82-2-59	0.9555	0.0553	0.0174	0.1112	0.0566	0.1660
GH82-2-60	0.8747	-0.0627	0.0247	0.2015	0.1206	0.2109
GH82-2-70	0.9832	-0.0141	0.0422	0.0664	0.0101	0.0629
GH82-2-79	0.9472	-0.0320	0.0073	0.1400	0.0457	0.1507
GH82-2-88	0.9502	-0.0458	0.0479	0.0461	-0.0200	0.1043
GH82-2-102	0.9485	-0.0309	0.0226	0.1000	0.0441	0.1765
GH82-2-109	0.8078	-0.0428	-0.0006	0.1044	0.0462	0.2015
KT85-6-G10	-0.0019	0.5752	-0.0876	-0.0549	0.0575	0.0770
KT85-6-G9	-0.0049	0.6710	-0.0732	0.0888	-0.0632	0.0904
KT85-6-G8	-0.0727	0.1172	0.5879	0.4231	0.0787	-0.0727
KT85-6-G7	0.4157	-0.0444	0.0461	0.0710	0.0541	0.8176

点を, *Melonis parkerae* (Uchio) (-1.9) ならびに *Pseudo-parrella exigua* (-3.9) が高い負の評点を有する。

Saccorhiza ramosa は, 西南日本沖太平洋では八丈海盆の水深1,295mのシルト底及び2,800~3,500mに多産する(秋元ほか, 1996b)。南海トラフでは, 水深2,800mで海水のpHは7.7まで低下する(Akimoto, 1990)。中層水における本種の多産は, 伊豆名海穴及び伊平屋海凹の熱水噴出地点(水深1,400m)に近傍に認められる。ここでは, 強酸性の熱水の影響を受け, シロウリガイを含め熱水に依存する生物群集が生息し, 底層水及び間隙水が酸性になり, 鉄酸化物が堆積している(Akimoto et al., 1992)。渥美半島から志摩海脚にかけての水深1,252m~1,625mにも, *S. ramosa* が卓越する。志摩海脚東方から遠州灘沖合いではプランクトン量が著しく高い(関口・野沢, 1985)。ここで堆積物表面の酸化還元電位が低く, pH5.33~7.06の弱酸性から中性である(池原ほか, 1998)。

Uvigerina proboscidea は黒潮流域の中層水において, 遠州灘では群集の総個体数の10%以上を占めるが, 熊野灘の志摩海脚西方海域, 日向灘, 種子島沖, 八丈島周辺では2%以下と少産である(Inoue, 1989; Akimoto, 1990; Akimoto and Torii, 1996)。*U. proboscidea* が優勢な群集が分布する地点では, 堆積物表面の酸化還元電位が比較的高く, pHは7.33~7.06と弱アルカリ性である。膠着質有孔虫比は17%以下であり, 浮遊性有孔虫比は50%以上である。

Chilostomella oolina は, 駿河湾の泥底に多産し(Inoue, 1989), その地点は生物起源の粒子が多く含まれ(井上, 1986), 弱い還元的環境であり, pHは7.58~8.10である(池原ほか, 1998)。本種は, 相模湾の相模海丘シロウリガイコミュニティ周辺に分布する黒色シルト質堆積物の群集にも優勢であり(Akimoto et al., 1994), それらの地点は間隙水のpHは7.8以下である(秋元ほか, 1996c)。

これらのことから, 3種が優勢な群集は, 堆積物へ多量の有機物が供給される環境に分布する。種構成の差異は, 有機物の酸化に起因するpHの低下の程度を反映すると考えられる。したがって, 第6因子は志摩海脚東方の高い基礎生産量を反映している。

4. 遠州灘・熊野灘から報告された群集との比較
底生有孔虫群集の分布が志摩海脚の東西で異なるので, 遠州灘・熊野灘において既報の群集と今回得られた群集の深度分布を比較する(図12)。

Aoshima (1978) は, 西南日本沖太平洋において, 水深1,000mまでに分布する現生底生有孔虫群集を, 沿岸水群集

電位が低く, 表面のpHは5.33~7.06と弱酸性から中性である。ここでは, 浮遊性有孔虫比(P/T ratio)は50%以下であり(図10), 膠着質有孔虫比(A/T ratio)も40%以上と高率である(図11)。供給された有機物が酸化により生成される有機酸による石灰質底生有孔虫の溶解が想定される。

第6因子において, *Saccorhiza ramosa* Brady (6.9), *Chilostomella oolina* (5.9), *Uvigerina proboscidea* (5.8) が高い正の評

表4 高い因子得点を有する底生有孔虫の第6因子までの得点

Table 4 Factor scores of selected benthic foraminiferal taxa for the first six factors

Species	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
<i>Gaudryina atlantica pacifica</i> Cushman and McCulloch	-0.0479	1.4362	-0.0471	-0.4195	0.1380	-0.3250
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)	-0.0080	-0.2262	-0.0664	-0.6229	-0.3795	2.2817
<i>Rhabdammina abyssorum</i> M.Sars	0.0742	-0.1740	-0.3978	1.6870	-0.4534	0.2858
<i>Rhizammina algaeformis</i> Brady	-0.0683	0.0300	-0.3501	-0.5818	-0.5621	1.1393
<i>Saccorhiza ramosa</i> Brady	-0.6588	-0.1097	0.3041	0.0450	-0.7044	6.8996
<i>Spiroplectammina higuchii</i> Takayanagi	-0.0384	1.0924	-0.2120	-0.4020	-0.1093	-0.1888
<i>Varvulina pennatula</i> (Batsch)	-0.4683	-0.2776	-0.8589	3.9436	-0.3332	-0.3361
<i>Bolivina robusta</i> Brady	-0.1473	-0.2121	-1.5675	-0.7429	8.4855	-0.5995
<i>B. robusta</i> Brady forma A	-0.2077	-0.7257	4.1302	-0.1132	-0.4870	-0.7303
<i>Bolivinita quadrilata</i> (Brady)	-0.6121	-0.9758	1.5047	2.4474	-0.8620	0.5796
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny	12.6821	-0.2891	-0.1358	1.9454	0.9005	2.8752
<i>B. marginata</i> d'Orbigny	-0.5848	2.2836	8.0376	0.5055	1.6854	-0.2784
<i>B. rostrata</i> Brady	-0.2244	-0.5364	0.9270	0.0158	-0.6026	1.3681
<i>B. striata</i> d'Orbigny	-0.3442	-1.0871	1.8736	-0.2660	1.1212	1.5040
<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri	-0.4070	-0.4139	3.4692	-0.2754	2.3632	0.4994
<i>Chilostomella oolina</i> Schwager	-0.5619	-0.6628	1.5695	-1.2875	-0.8120	5.8610
<i>Cibicides aknerianus</i> (d'Orbigny)	-0.6268	2.5547	1.0052	5.9556	0.5004	-1.2455
<i>C. refulgens</i> Montfort	-0.0232	0.9220	-0.3089	-0.3390	1.0137	-0.3861
<i>C. subdepressa</i> (Asano)	-0.1595	0.4094	-0.1618	-0.4894	-1.0885	0.6155
<i>C. wuellerstorfi</i> (Schwager)	0.0289	-0.5496	-0.2851	2.7000	0.1605	-0.1758
<i>C. sp.</i>	-0.2437	-0.0902	-0.5083	1.5256	-0.2439	-0.1577
<i>Cibicides medius</i> (Finlay)	0.1779	10.2476	-0.8353	1.5487	-0.7380	0.9963
<i>Elphidium advena</i> (Cushman)	-0.1483	0.8173	1.0096	-0.9257	-0.4809	0.3989
<i>Gavelinopsis lobatulus</i> (Parr)	-0.1388	-0.4921	-0.4082	-0.2026	1.8681	-0.0701
<i>G. praegeri</i> (Heron-Allen and Earland)	-0.0287	1.7877	-0.3704	-0.9334	-0.0598	0.0120
<i>Globocassidulina decorata</i> (Sidebottom)	-0.2312	-0.3636	-1.2099	2.1575	-0.0204	-0.7537
<i>G. mucronata</i> Nomura	-0.1611	-0.3091	1.3987	-0.6420	-0.2595	0.3312
<i>G. subglobosa</i> (Brady)	-0.1050	3.9771	0.5416	-0.3380	-0.5276	-0.6540
<i>G. subparva</i> Nomura	-0.2238	-0.5623	1.6030	1.0659	-0.6164	-0.8969
<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)	-0.0944	1.7151	2.4737	-1.2798	3.0367	-0.2330
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano	0.0256	1.7428	-0.8972	-0.9145	1.0186	0.6912
<i>H. sp.A</i>	-0.0425	1.1315	-0.2832	-0.3768	-0.4052	-0.4424
<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)	0.1898	2.7678	-1.8605	1.3017	0.3537	0.8623
<i>Hyalinea balthica</i> (Schröter)	-0.1098	-0.4777	-0.7307	-0.2088	2.4140	-0.3404
<i>Melonis parkerae</i> (Uchio)	1.6592	-0.5066	-0.3667	-0.5316	0.7616	-1.9174
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0.0234	1.0539	-0.5983	-0.6638	0.1932	0.0451
<i>Nonionellina labradorica</i> (Dawson)	-0.6275	-0.6019	0.8341	-0.6543	-0.4466	3.8788
<i>Paracassidulina neocarinata</i> (Thalman)	-0.2295	1.0678	0.9165	-0.2729	4.4422	0.0995
<i>P. quasicarinata</i> Nomura	-0.0838	-0.2133	1.9845	-0.6632	0.0703	-0.6110
<i>Parrelloides bradyi</i> (Trauth)	0.0891	-0.6367	0.5112	1.0772	-0.2831	0.2274
<i>Planulina ariminensis</i> d'Orbigny	-0.0401	1.0271	0.3968	-0.6494	-0.4711	-0.6999
<i>Pseudoparrella exigua</i> (Brady)	6.2441	0.4170	1.6533	-2.8531	-1.9780	-3.8984
<i>Rectobolivina limbata</i> (Brady)	-0.1098	-0.4482	-0.5250	-0.1634	1.0258	-0.2845
<i>Robulus lucida</i> (Cushman)	-0.2858	-0.3226	0.0124	-0.4267	-0.3365	1.2920
<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Orbigny	-0.0370	1.1398	-0.4549	-0.5278	1.2869	-0.4740
<i>Rutherfordoides mexicanus</i> (Phleger and Parker)	-0.2731	-0.7594	0.7325	-0.2960	-0.2827	1.6652
<i>Sigmioilopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)	-0.3768	-0.0091	0.1718	2.8221	-0.5831	0.5760
<i>Sphaeroidina bulloides</i> d'Orbigny	-0.0587	-0.4688	0.4469	0.0007	-0.1933	-1.0215
<i>S. compacta</i> Cushman and Todd	-0.2475	-0.3405	2.9900	2.6447	0.3373	-0.4319
<i>Uvigerina aculeata</i> d'Orbigny	0.4484	-0.4294	0.6395	1.6424	-0.8868	0.5961
<i>U. hispidocostata</i> Cushman and Todd	1.1503	-1.6361	1.3094	3.5673	2.4845	-0.0163
<i>U. peregrina shiwoensis</i> Asano	-0.5677	-0.6550	-0.9819	5.5609	0.4698	-0.6718
<i>U. proboscidea</i> Schwager	-0.4783	0.0344	-1.2920	0.1189	2.1562	5.8451
<i>U. proboscidea vadesens</i> Cushman	-0.0541	0.3263	1.4914	-0.6460	0.1564	-0.3353

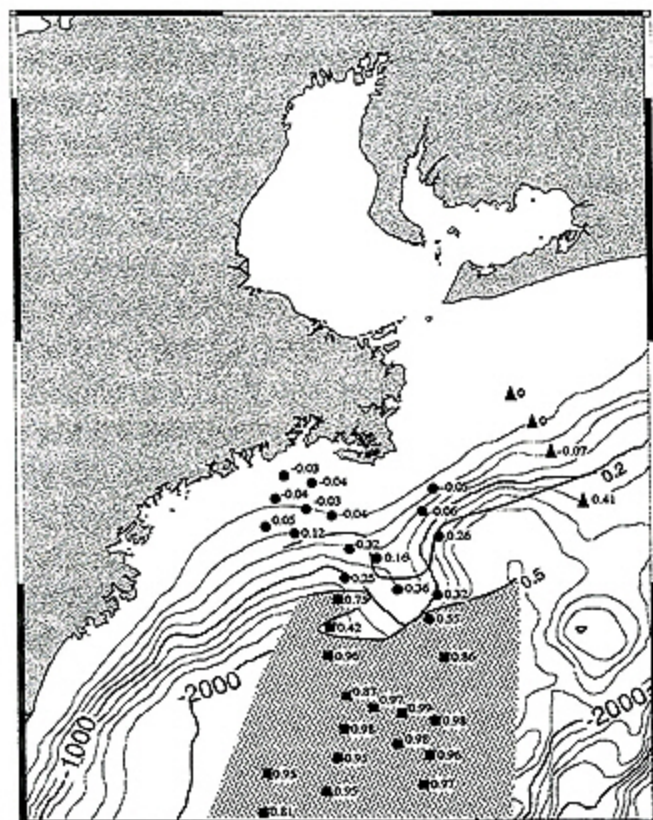


図3 第1因子負荷量の分布
Fig. 3 Distribution of first factor loadings.

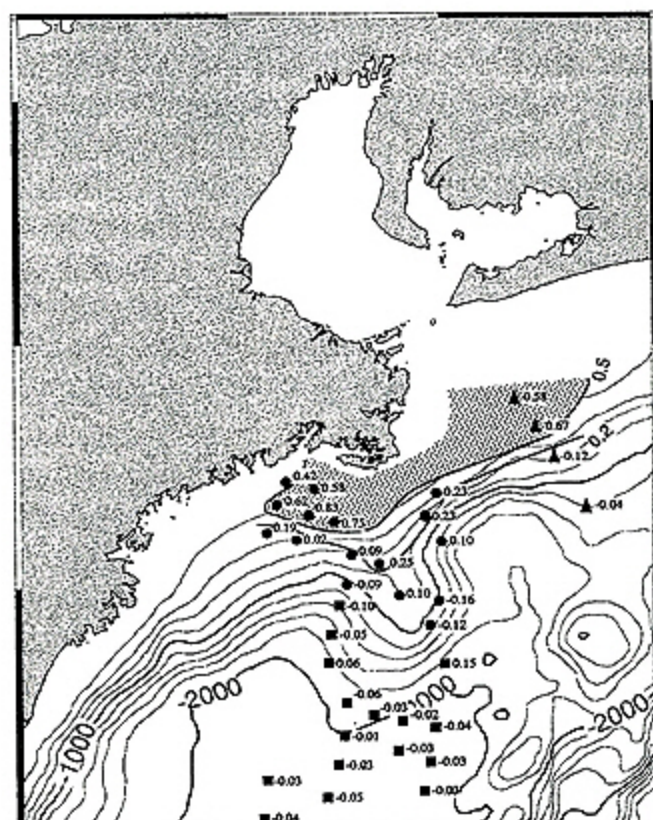


図5 第2因子負荷量の分布
Fig. 5 Distribution of second factor loadings.

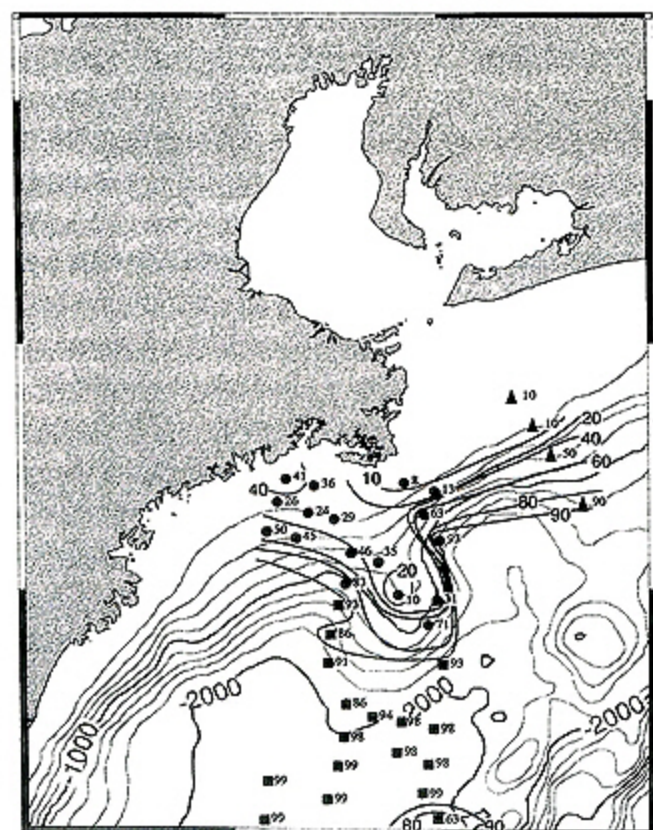


図4 含泥率の分布
Fig. 4 Distribution of mud contents (%).

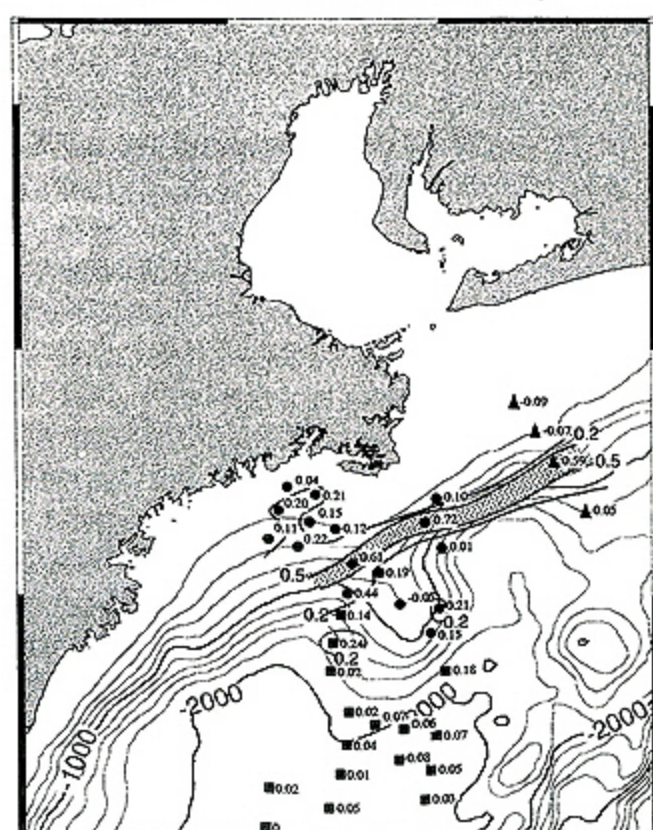


図6 第3因子負荷量の分布
Fig. 6 Distribution of third factor loadings.

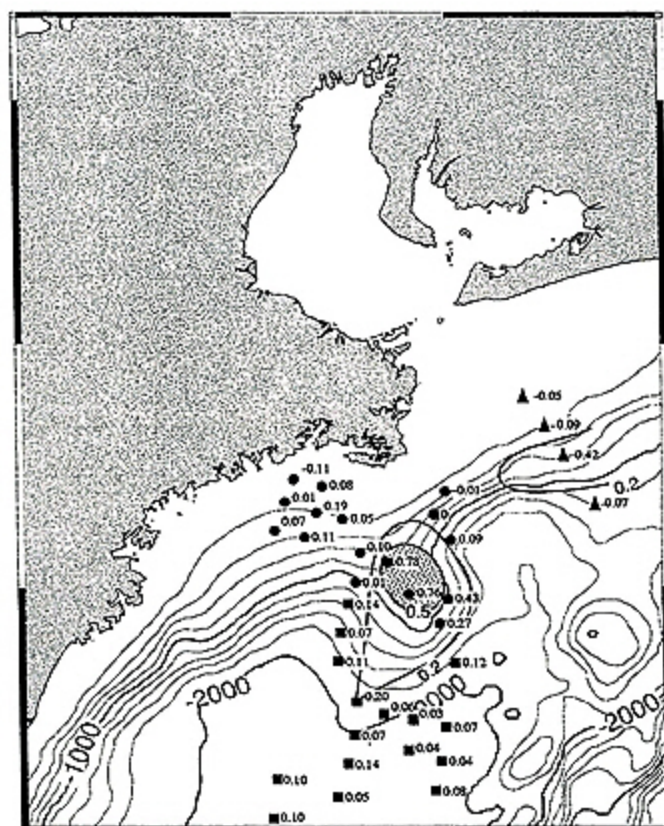


図7 第4因子負荷量の分布
Fig. 7 Distribution of fourth factor loadings.

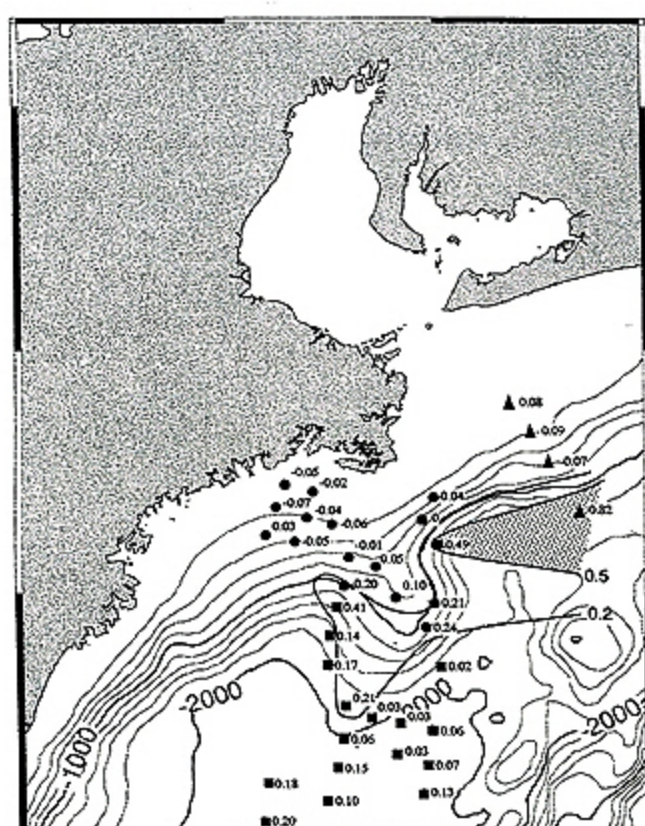


図9 第6因子負荷量の分布
Fig. 9 Distribution of sixth factor loadings.

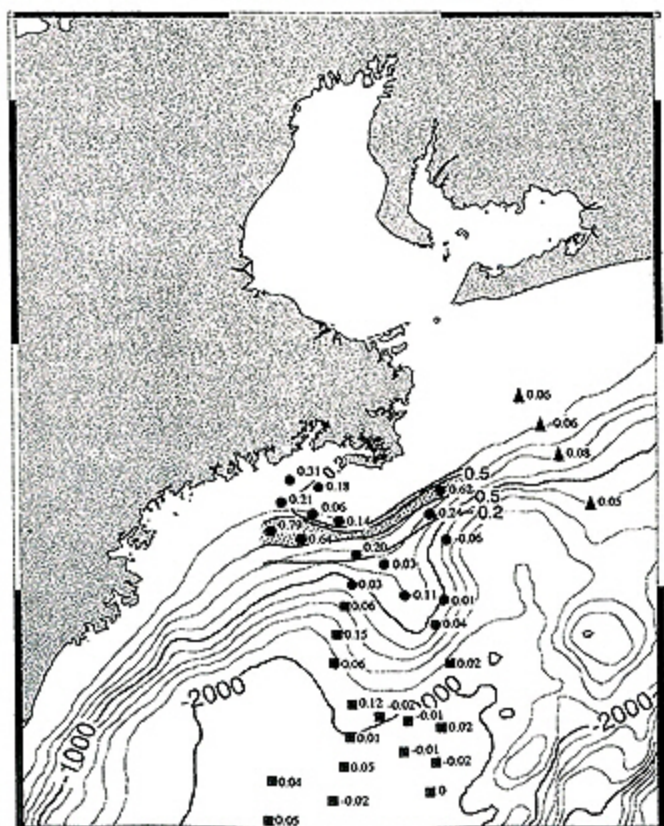


図8 第5因子負荷量の分布
Fig. 8 Distribution of fifth factor loadings.

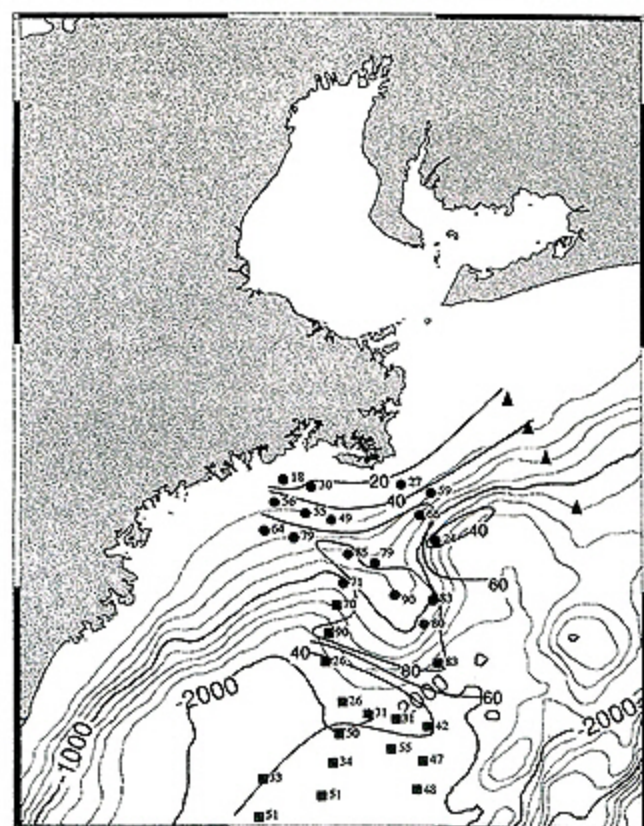


図10 浮遊性有孔虫比の分布
Fig. 10 Distribution of planktonic foraminifer/total foraminiferal ratio (%).

(Coastal water type, 水深40m以浅), 表層水群集 (Surface water type, 水深40~200m), 中層水上部群集 (Upper water type, 水深200~400m), 中層水群集 (Intermediate water type, 水深400~1,000m) に区分した。Inoue (1989) によれば, 熊野灘の水深70~100m~300~400mには *Bolivina robusta* *Bulimina marginata* 群集が, 水深300~400~800mには *Cassidulina carinata*-*Globocassidulina subglobosa* 群集が, 水深800~2,000mには *Bulimina aculeata*-*C. carinata* 群集が分布する。Akimoto (1990) は, Qモードクラスター分析により, 遠州灘渥美半島沖及び熊野灘志摩海脚西方の現生底生有孔虫群集を各々 EN-I~EN-Vの5クラスターならびに KU-I~KU-VIIIの8クラスターに区分した。

Aoshima (1978) によれば, 渥美半島沖ならびに尾鷲沖の表層水群集は, 主に *Bolivina robusta*, *Cassidulina carinata*, *Cibicides aknerianus*, *Cibicidoides mediocris*, *Globocassidulina subglobosa*, *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny から構成される。前者には, *Ammonia ketienziensis* (Ishizaki), *A. takanabensis* (Ishizaki), *Hanzawaia nipponica* Asano が, 後者には *Bulimina marginata*, *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny

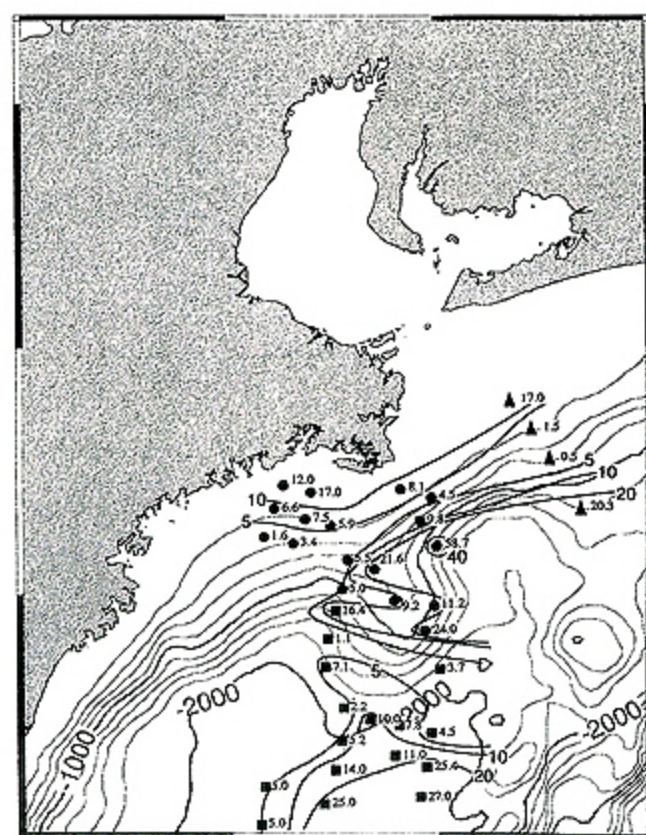


図11 膠着質底生有孔虫比の分布

Fig. 11 Distribution of agglutinated foraminifer/total benthic foraminifer ratio (%)

が随伴する。Inoue (1989) は, 熊野灘の水深70~100m~300~400mの試料に, *C. carinata* が共産する *B. robusta*-*B. marginata* 群集を認めた。EN-I は, *A. ketienziensis*, *C. mediocris*, *H. nipponica* で構成され, *B. marginata* 及び *C. carinata* は含まれない。これに対して, 志摩半島西方の水深100mに分布する KU-I は, 表層水種である *H. nipponica*, *Miliolinella circularis* (Bornemann) の多産で特徴づけられるとともに, 中層水の特徴種である *Gyrogonoides nipponicus* も多数随伴する。加えて, 今回得られた同浅海域の試料には, 中層水を表わす第3及び第5因子の比較的高い因子負荷量が認められる (図6, 8)。これらのことは, 同浅海域での中層水の湧昇を示唆している。坂本 (1985) によれば, 熊野灘において夏季にお

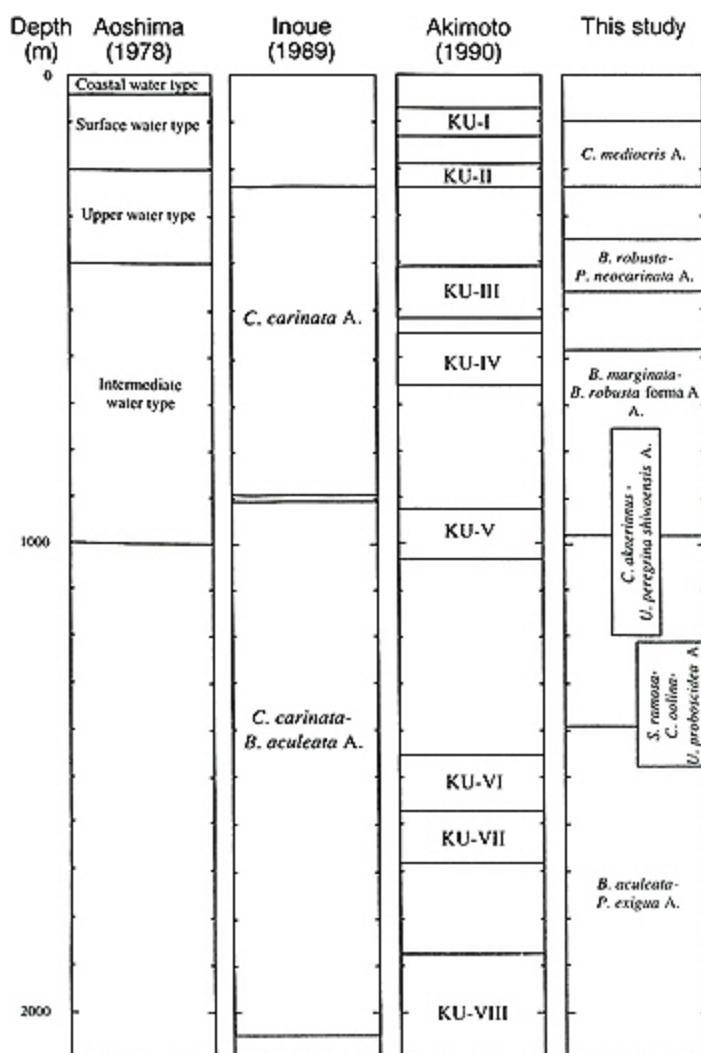


図12 現生底生有孔虫群集の分布の比較

Fig. 12 Distribution of benthic foraminiferal assemblages in the water column, and comparison of established assemblages by Aoshima (1978), Inoue (1989) and Akimoto (1990) with those determined by the present authors.

ける南西風の連吹ならびに冬季の北西の季節風による上層水の移動により、沿岸湧昇流が発生する。特に後者は陸棚縁に沿って帯状に拡がる。これら湧昇流は、沖合水系の塩分極小帯上層から供給されている。この極小帯の上層は陸側では水深300mに位置し、中層水と関係する第5因子の正の負荷量の分布と調和する。このことから、志摩半島沖では、表層水群集の種組成に中層水の湧昇の影響が現われていると推察される。

クラスターKU-VI~KU-VIIIは、*Bulimina aculeata*及び*Pseudoparrella exigua*の多産で特徴づけられる。これは深層水塊を特徴づける第1因子で表わされる*B. aculeata*及び*P. exigua*が優勢な群集と種構成および分布と一致する。しかしながら、クラスターKU-VI及び-VIIには、中層水種である*Cassidulina carinata*及び*Chilostomella oolina*が比較的高い頻度で含まれる。一方、志摩海脚南西に向かって相対的に高い第4因子負荷量及び含泥率の低い底質が広がることから、中層水が同海脚上を北東から南西へ流れることにより、下部中層水に分布する種が再堆積すると判断される。

5. 結 論

遠州灘ならびに熊野灘に分布する現生底生有孔虫群集をQモード因子分析した結果、分布に関係する6環境因子を特定した。第1因子は溶存酸素極小帯以深の深層水に、第2因子は沿岸水の影響が少ない表層水に、第3因子は陸棚斜面に、第4因子は志摩海脚にそれぞれ関係し、第5因子は中層水上部の水塊を、第6因子は志摩海脚東方の高い基礎生産量を反映している。

中層水の湧昇に起因して、渥美半島沖から志摩海脚東方では基礎生産量の増加により深層水群集の種構成に影響が、志摩半島西方の沿岸では表層水群集に中層水種が混在が認められる。さらに、志摩海脚上に分布している底生有孔虫の再堆積が、北東から南西への中層水流により引き起こされている。

文 献

- 秋元和實 (1989): 遠州灘周辺海域の現世有孔虫フォーナ. 93-104. In: 高柳洋吉・石崎国熙編, 論集: 日本列島の有孔虫.
- 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.
- 秋元和實・有田正史 (1989): 熊野灘の現世底生有孔虫群集. 日本古生物学会1989年年会講演予稿集, 109.
- 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群集の深度分布 -古水深尺度の確立に向けて-. 地質学論集, 32, 229-240.
- Akimoto, K. and M. Torii, (1996): Distribution of Recent benthic foraminiferal assemblages in the surface sediments of the Hyuganada area, off Kyushu and Shikoku, Japan. Bull. Geol. Surv. Japan. 47, 41-59.
- Akimoto, K., T. Tanaka, M. Hattori, and H. Hotta (1992): Recent benthic foraminiferal assemblages around hydrothermal vents in the Okinawa Trough, Ryukyu Islands, Japan. p. 221-225. In: Study in Benthic foraminifera. Edited by Y. Takayanagi and T. Saito, Tokai Univ. Press. Tokyo.
- Akimoto, K., T. Tanaka, M. Hattori, and H. Hotta (1994): Neogene benthic foraminiferal assemblages from the cold seep communities -A contribution to the Methane gas indicator-p11-22. In: Pacific Neogene Events in Time and Space, -The International Geological Correlation Program (IGCP-246) project. Edited by R. Tsuchi, Kurofune Publ. Co. Shizuoka. 100pp.
- 秋元和實・佐治智江・堤 礼子・吉原絵奈 (1996a): シロウリガイに共産する現生および化石底生有孔虫群集 (I) -初島沖現生シロウリガイ群集における底生有孔虫の鉛直分布-. 化石, 60, 41-47.
- 秋元和實・植松勝之・服部陸男・加藤千明 (1996b): マリアナ海溝から発見された超深海性現世底生有孔虫群集. JAMSTEC 深海研究, 12, 271-281.
- 秋元和實・佐賀寿美恵・山田和枝 (1996c): シロウリガイに共産する現生および化石底生有孔虫群集 (II) -後期新生代冷湧水に伴う底生有孔虫-. 化石, 61, 40-46.
- Aoshima, M. (1978): Depositional environment of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Japan.-A comparative study of the fossil and the Recent foraminifera-. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, sec. II, 19 (5), 401-441.
- Honza, E., I. Isoyama, K. Onodera and K. Ishibashi (1983): Morphological setting of the Ogasawara Arc. p.30-35. In: Geological investigation of the Ogasawara (Bonin) and Northern Mariana Arcs. April-August 1979 (GH79-2, 3 and 4 Cruise). Edited by Honza, E., E. Inoue and T. Ishihara, Geol. Surv., Japan, Cruise Rep., 14.
- 井上洋子 (1986): 駿河湾堆積物中の有孔虫群集. 海洋科

- 学, 18(9), 101-119.
- Inoue, Y. (1989) : North Pacific foraminifera as paleo-environmental indicators. Sci. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B, 10, 57-162.
- 池原 研・片山 肇・斎藤文紀・石塚 治・古宮正利・小亀 出・仲宗根徹 (1998) : 東海沖海域の海洋及び海底環境。東海沖海域の海洋地質学的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究。平成9年度研究概要報告書, 114-135. 工業技術院地質調査所。
- 稲葉榮生 (1985) : 第12章 遠州灘, II 物理, 482-487. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.
- Ishiwada, Y. (1964) : Benthonic foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa Group. Geol. Surv. Japan, Rep., 205, 1-45.
- 小亀 出・長谷川四郎 (1998) : 遠州灘・駿河湾の現生底生有孔虫群集。東海沖海域の海洋地質学的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究。平成9年度研究概要報告書, 189-199. 工業技術院地質調査所。
- 米谷盛壽郎・秋葉文雄・井上洋子 (1986) : 微化石層序と古環境変化にもとづく本邦陸域および周辺海域における新第三系の Hiatus について。海洋科学, 18(3), 162-168.
- Masuzawa, T., N. Handa, H. Kitagawa and M. Kusakabe (1992) : Sulfate reduction using in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. Earth and Planetary Science Letters, 110, 39-50, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- 増澤敏行 (1996) : 相模湾の "冷湧水". 化石, 60, 32-40.
- 宮田和夫・山重政則・杉浦健三 (1985) : 第18章 熊野灘, II 物理, 732-735. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.
- 大串健一 (1993) : 熊野灘表層堆積物中の底生有孔虫。日本古生物学会1993年年会講演予稿集, 54.
- 坂本市太郎 (1985) : 第14章 熊野灘, III 化学, 581-593. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.
- 関口秀夫・野沢 靖 (1985) : 第14章 熊野灘, IV 生物, 594-605. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.
- 杉本隆成 (1985) 第14章 熊野灘, II 物理, 572-580. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.
- 角皆 潤, 石橋純一郎, 脇田 宏, 蒲生俊敬, 増澤敏行, 中塚 武 (1994) 相模湾初島南東沖「冷湧水」の起源 : 「しんかい2000」第721潜航の結果。JAMSTEC 深海研究, 10号, 395-403.
- 宇野木早苗 (1985) 第13章 伊勢湾・三河湾, II 物理, 513-527. In : 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学, 1106pp.

(原稿受理 : 1998年7月13日)