

(2) 層別試料の品位

クラストが厚く発達し産状が良好な試料のうち代表的なものについて、バルク品位の分析に加えて、クラストの肉眼記載に対応した層別試料の品位分析を実施した。今年度主に調査を実施した MC12 海域について、クラストの柱状図と代表的な元素の層別品位の変化を図示した(図 5-6-6)。

MC12 海域で採取されたクラストは、採取水深に関わらずある程度共通した構造を示し、上部は均質緻密な層、下部は幅数 mm に達する柱状間隙(褐色粘土が充填する)が発達するやや軟質な層からなると考えられる。上部層はしばしば多孔質(空隙充填物無し)な層に覆われたり置き換わったりしている。また上部層と下部層の間に、両者の中間的な性質のやや緻密な柱状構造を示す層が挟まることもあり、産状が良好な試料は 3~4 層構造を示すものが主体である。

この層区分に対応した品位の変化をみると、クラストの層構造と同様、各試料にほぼ共通の傾向がみられ、Co、Ni、Mn は上部層より下部層へ行くほど品位が低下し、逆に Si は下部層ほど上昇する。この変化はクラストの見かけの肉眼記載と調和的である。Pt は Co、Ni、Mn ほど下部層の品位低下が著しくなく、むしろ下部層の方が見かけに反して Pt に富む試料の方が多い。前項に示すように、Pt は多孔質で空隙充填物の少ないクラストに顕著に濃集する傾向があるように思われ、また一方で Pt は時代の古いクラストに濃集しているとする研究もある(Halbach et al., 1989 など)。近年の研究においても Pt がクラストに濃集するメカニズムが解明されたとは言えず、本調査による検討でも Pt は Co、Ni と異なる挙動を示す可能性が示唆されるが、詳細はわからない。

また、層別試料に対する REE のコンドライト規格化図より、各試料に共通して、上部層より下部層ほど Ce の正の異常が不明瞭になり、再下部層ではむしろ Ce が負の異常を示すことが明らかになった(図 5-6-7)。下位層の不純物の量、クラストの成長速度、あるいはより続成起源に近い生成環境などを示唆する可能性がある。

5-6-6. まとめ

MC12 及び MC13 海域で採取されたクラストの品位分析の結果、両海域共にほとんどのバルク試料について、Co・Ni 共に 0.4%、Pt は 0.3ppm 以下の範囲の値を示し、ハワイやマーシャル諸島等の有望海域と比較してやや低い品位を示すことが明らかになった。

MC12 海域では、主に水深 1,800m 付近より産する空隙質なクラストについて、Co、Pt の著しい濃集が認められた。

また MC12 海域のクラストは、上部は均質緻密な層、下部は幅数 mm に達する柱状間隙(褐色粘土が充填する)が発達するやや軟質な層からなる共通した構造を持つと考えられる。有用 3 元素のうち Co、Ni は、その産状に対応して上部層ほど品位が高いが、Pt は挙動がややことなり、下部層にも比較的多く含まれることが明らかになった。

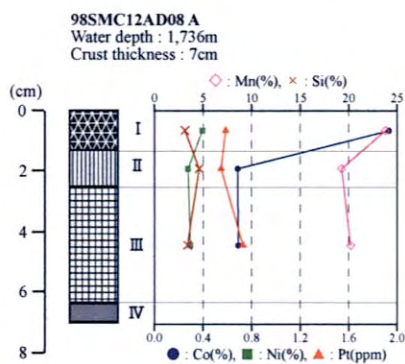
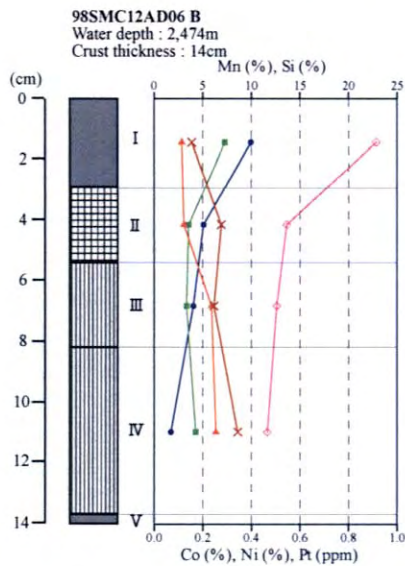
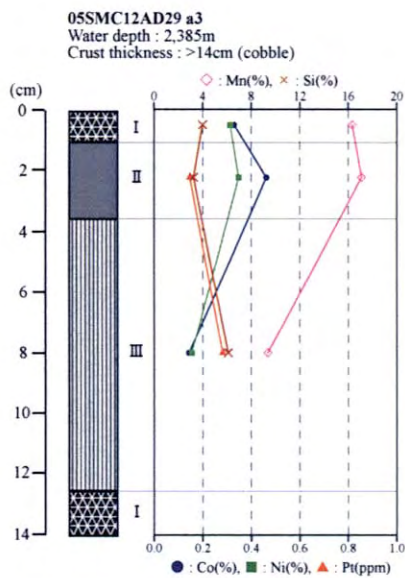
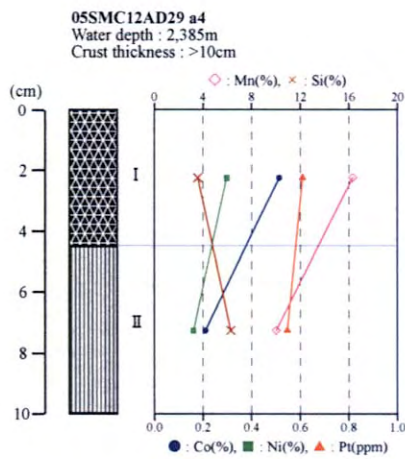
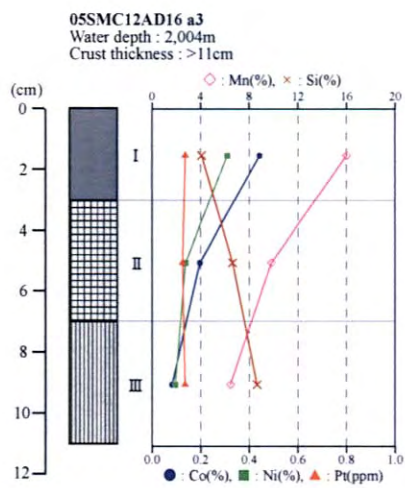
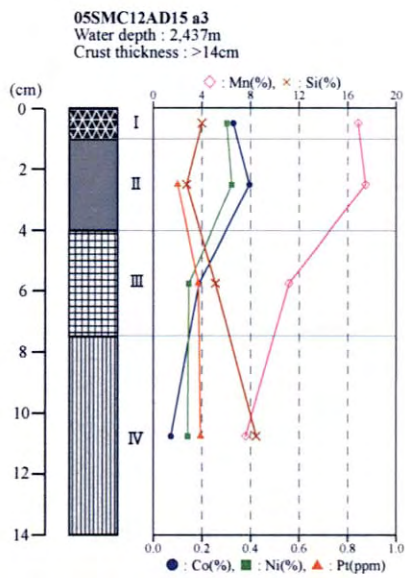


図5-6-6 クラストの構造と主要元素の品位変化

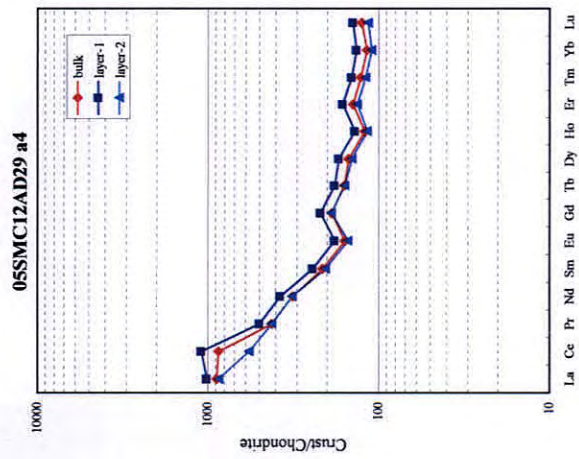
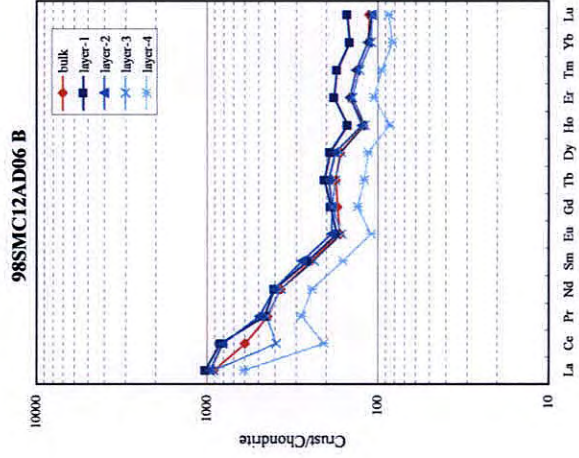
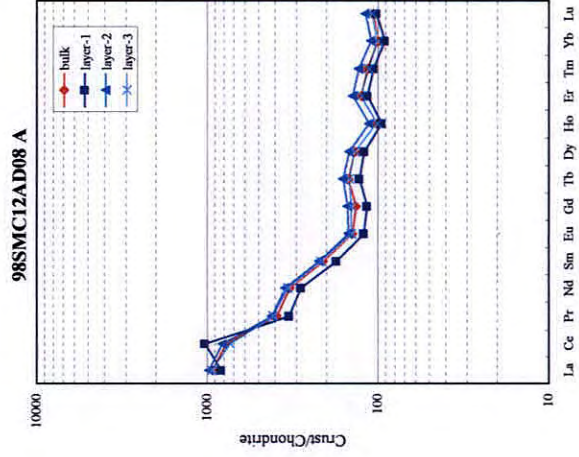
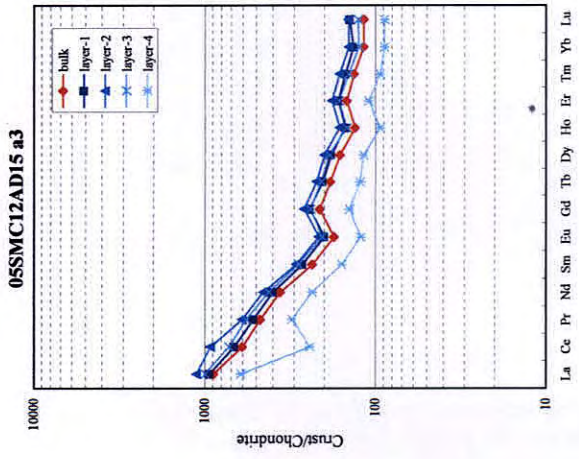
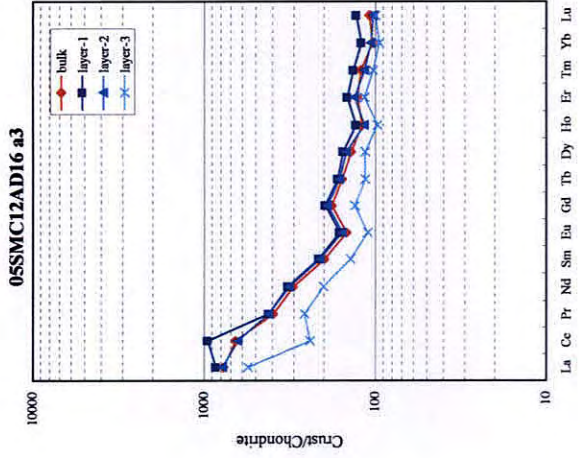
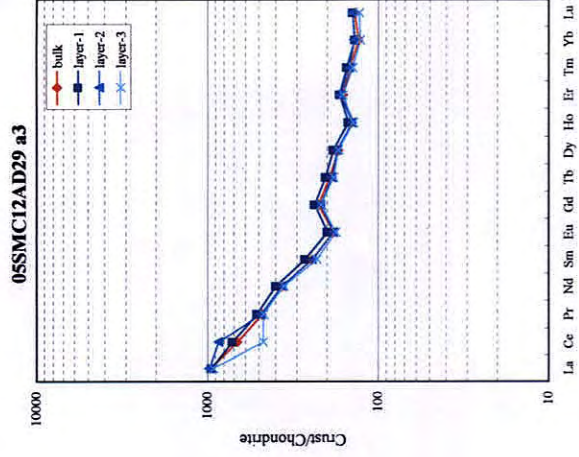


図5-6-7 層別試料のREEコンドライト規格化図

5-7. 石灰岩類中の微化石及び大型化石鑑定

5-7-1. 鑑定試料

本調査では、MC12 及び MC13 海山付近の海底から採取された固結した石灰岩類 8 試料の微化石（浮遊性有孔虫及び石灰質ナンノ化石）鑑定及び 5 試料の大型化石鑑定を行った。

鑑定に係わり、石灰岩試料の肉眼及び顕微鏡観察、大型化石の鑑定については、東北大学大学院理学研究科の井龍康文助教授が実施し、石灰質ナンノ化石の鑑定は秋田大学工学資源学部佐藤時幸教授が実施し、有孔虫化石の鑑定は東北大学大学院理学研究科の尾田太良教授が実施した。

表 5-7-1 分析試料（石灰岩類）一覧

通し番号	海山	試料番号	着底時水深 (m)	深度サンプル枝番	微化石鑑定	大型化石鑑定	地質
1	MC12	05SMC12AD15	2,437	c3	FR01	—	マンガンクラスト
2		05SMC12AD18	1,368	c3	—	FRC01	礫性石灰岩
3		05SMC12AD20	1,562	a1	FR01	FRC01	遠洋性石灰岩
4				c1	—	FRC02	礫性石灰岩
5		05SMC12AD25	2,221	c1	FR01	FRC01	石灰質礫岩
6		05SMC12AD29	2,385	a1	FR01	—	石灰質礫岩
7				c2, c3	FR02	FRC01	礫性石灰岩
8				c4	FR03	—	石灰質礫岩
9	MC13	05SMC13AD15	1,724	a1	FR01	—	シルト岩
10					FR02	—	石灰岩

5-7-2. 石灰岩類試料の肉眼観察

石灰岩の分類は Embry and Klovan(1972)によって改訂された Dunham(1962)の分類に基づき、勘米良(1987)を参照にした（図 5-7-1）。

石灰岩の分類 (Dunham, 1962; Embry and Klovan, 1972 の追加修正)								
構成物は堆積時有機的に連結・結束し合っていない (準原地性~異地性*)					構成物は堆積時有機的に連結または束縛し合っている (原地性)			
粒径 2 mm 以上 (礫サイズ) の粗粒粒子								
10% 以下					10% 以上			
石灰泥(粒径 30 μm 以下)を含む		石灰泥を欠く (透明方解石でセメント)		石灰泥 (基質)支持	粒子相互 支持	生物有機体 は堆積粒子 のせきとめ 作用を行う	生物有機体 は相互に、 また堆積物 を被覆・結 束する	生物有機体 は相互に堅 固な枠組を つくる
石灰泥支持		粒子相互支持						
30 μm ~ 2 mm の粒子								
10% 以下		10% 以上						
lime mudstone	wackestone	packstone	grainstone	floatstone	rudstone	boundstone		
						bafflestone	bindstone	framestone

* 自生原地から多少とも移動して堆積した炭酸塩粒子

図 5-7-1 石灰岩の分類

微化石鑑定及び大型化石鑑定に用いた石灰岩類 10 試料の肉眼鑑定結果を以下に示す。

05SMC12AD15 FR01

マンガン酸化物及び淡黄褐色～淡赤褐色を帯びた粘土。両者は混在している。粘土にマンガン酸化物が浸潤したのか、マンガン酸化物の間を粘土が充填しているのかは判断できない。粘土のうち、淡赤褐色の部分は淡黄褐色の部分よりも固結度が高く、異なる時期に形成された可能性がある。粘土には、浮遊性有孔虫以外に、肉眼及びルーペで確認できる化石は含まれていない。

05SMC12AD18 FRC01

白色～白灰色を呈する bioclastic grainstone。塊状無層理で固結している。生碎物として、底生有孔虫、浮遊性有孔虫、造礁サンゴ (*Stylophora* sp.) の破片 (一部は溶脱し、モールド孔隙を形成している)、サンゴモ、ハリメダ (?) が認められる。粒子間空隙には透晶質セメントが晶出している。岩石表面にはモールド孔隙が発達しており、孔隙の壁面にはマンガン酸化物の薄い皮膜が認められる。

05SMC12AD20 FR01/ FRC01

本石灰岩試料は主体部と縁辺部に区分される (写真)。



主体部：淡黄褐色を呈する bioclastic packstone。塊状無層理で固結している。一部は生碎物 (2 mm 以上) に富み、rudstone 様の岩相を呈する。生碎物として、浮遊性有孔虫、サンゴ片、軟体動物、ウニなどが認められる。生碎物の一部は溶脱しモールド孔隙を形成するが、孔隙の一部は固結した淡赤褐色粘土あるいは未固結の淡灰褐色粘土で充填されており、上下指示構造が認められる場合がある。岩石内部にはマンガン酸化物の浸潤が認められ、岩石表面にも厚さ 1 mm 以下のマンガン酸化物の皮膜が認められる。

縁辺部：淡黄褐色～淡赤褐色を呈する bioclastic packstone。主体部とは明瞭な境界をもって接し、境界部にはマンガン酸化物の浸潤が認められる。主体部に比べて溶解作用を強く受けており多孔質である。浮遊性有孔虫 (?) のモールド孔隙が多く認められる。

05SMC12AD20 FRC02

Coral framestone あるいは coral rudstone。薄板状の造礁サンゴ (*Porites* (?)) が認められる。“基質”はハリメダなどの生砕物を含む bioclastic packstone である。岩石の一部には長径が最大約 2 cm に達する孔隙（生砕物が溶脱したモールド孔隙の可能性あり）が発達する。孔隙の一部と岩石表面には淡赤褐色及び灰色の未固結粘土が認められ、それらには浮遊性有孔虫が含まれている。また、岩石表面にはマンガン酸化物の皮膜が認められる。

05SMC12AD25 FR01/ FRC01

火山岩及び石灰岩の礫を含む石灰岩。白灰色～淡褐色を呈し、固結度はやや低い。火山岩の礫は安山岩 (?) よりなる。石灰岩の礫は浮遊性有孔虫を含むが、著しく変質を被っており、初生的な岩石名の特定は困難である。火山岩の礫及び石灰岩の礫は、中礫大までの大きさで、形状はきわめて不規則である。基質は淡褐色を呈する石灰泥であり、マンガン酸化物の浸潤が認められる。岩石表面にはマンガン酸化物の皮膜が認められ、その表面には浮遊性有孔虫に富む未固結の灰色粘土が付着している。

05SMC12AD29 FR01

淡褐灰色～暗褐灰色を呈する粗粒砂岩。固結度はやや低い。肉眼及びルーペで確認できる大型の生砕物は認められない。粗粒砂岩の上下にはマンガン酸化物が認められ、マンガン酸化物の割れ目及び外側表面には、マンガン酸化物の破片を含む赤褐色粘土と、淡褐色の石灰質粘土が認められる。

05SMC12AD29 FR02/FRC01

c2 は乳白色を呈するサンゴの破片で、表面にはマンガン酸化物の薄い皮膜が認められる。c3 はサンゴモにより被覆された硬骨カイメン (?) の破片である。乳白色を呈し、試料表面にはマンガン酸化物の薄い皮膜が認められる。

05SMC12AD29 FR03

淡褐色を呈する bioclastic packstone。塊状無層理で、よく固結している。ルーペでは白色を呈する斑点が多数認められるが、生砕物かどうか同定は不能である。生物浸食によると思われる不規則な孔隙が認められ、一部は淡黄色の堆積物で充填されている。岩石表面にはマンガン酸化物の皮膜が認められ、岩石内部にもマンガン酸化物が浸潤している。

05SMC13AD15 FR01

暗褐色を呈する細粒砂岩。塊状無層理で固結している。起源不明の孔隙が認められ、一部は固結した乳白色の泥質堆積物あるいは赤褐色の粘土 (?) で充填されている。岩石表

面にはマンガン酸化物の皮膜が認められ、岩石内部にもマンガン酸化物が浸潤している。マンガン酸化物の皮膜には、浮遊性有孔虫を含む灰色の未固結粘土が付着している。

05SMC13AD15 FR02

Bioclastic wackestone. 灰白色～淡黄褐色を呈し、塊状無層理で固結している。軟体動物化石が溶脱して形成されたモールド孔隙が認められる。また、生物擾乱によると思われる孔隙が発達しており、その孔隙は、黄褐色を呈し、浮遊性有孔虫を含む泥質堆積物により充填されている。岩石表面にはマンガン酸化物の皮膜が認められ、岩石内部にもマンガン酸化物が浸潤している。

5-7-3. 石灰岩類試料の薄片観察 (Plate V 参照)

05SMC12AD15 FR01

粘土部分は本来は浮遊性有孔虫化石を含む石灰泥(?)であったと推定されるが、マンガン酸化物の浸潤が著しく、初生的な岩石名は正確には不明である。マンガン酸化物の間には、浸潤後、浮遊性有孔虫を含む石灰泥(母岩とは別)がクラックを充填して堆積した。この充填堆積物の形成には、少なくとも4回以上の履歴が認められ、自身より前の段階で形成された石灰泥を礫として取り込むものも認められる。充填石灰泥の中で淡黄褐色を帯びるものの一部は、他と比べて浮遊性有孔虫の含有量が少なく、炭酸塩含有量が低い。

05SMC12AD20 FRC01

主体部：**foraminiferal pack-/wackestone.** 塊状無層理である。浮遊性有孔虫化石に富む。生物擾乱により形成されたと思われる孔隙を **bioclastic packstone** が充填する。また、起源不明の孔隙が認められ、浮遊性有孔虫を含む石灰泥が充填する。

縁辺部：**bioclastic packstone.** 塊状無層理である。生砕物として二枚貝や貝形虫が認められるが、生砕物の多くが溶脱してモールド孔隙を形成しているため、多孔質である。主体部との境界にはマンガン酸化物の浸潤が認められるため、両者の直接的な関係は正確には把握しがたいが、おそらく明瞭な境界で接していたと考えられる。

縁辺部とした部位が礫として主体部に取り込まれた可能性と、縁辺部とした部位が本来は母岩であり、陸上でカルスト化を被った後、主体部とした部位がその後充填した可能性の2通りが考えられるが、本岩石試料のみでは判断できない。どちらの場合であっても、主体部と縁辺部の堆積後、本石灰岩は陸上に干出し、溶解孔隙が生じた後、孔隙中に **foraminiferal packstone** が充填したと考えられる。

05SMC12AD25 FR01/ FRC01

火山岩及び石灰岩の礫を含む石灰岩。塊状無層理である。火山岩礫は安山岩(?)よりなり、発砲して生じた孔隙には、浮遊性有孔虫化石を含む **foraminiferal pack-/wackestone**

が充填している。石灰岩礫はサンゴモ、ウニなどの生砕物を含むが、著しく変質を被っており、初生的な岩石名を特定することは困難である。これらの礫の表面には薄茶色の皮膜（磷酸塩あるいはマンガン酸化物の可能性あり）が認められる。本石灰岩の基質には 2 種類の堆積物よりなる。1 つは、浮遊性有孔虫に富む火山砕屑岩（シルト岩）であり、斜長石や角閃石（?）を含む。もう 1 つは、浮遊性有孔虫を含む **foraminiferal pack-/wackestone** であり、マンガン酸化物の破片に富む。また、生物擾乱により形成されたとと思われる孔隙を **foraminiferal packstone** が充填している。これら 2 種類の堆積物は混合しているが、後者の方が後から堆積したと考えられる。

05SMC12AD29 FR01

マンガン酸化物が浸潤した火山砕屑岩（粗粒砂岩）。生砕物として浮遊性有孔虫が認められるほか、輝石（?）、斜長石、角閃石、火山岩片などがみられる。粒子間空隙には、泥質堆積物が認められ、一部は石灰質である。非石灰質な部分は石灰質な部分に比べてより黒色を呈するが、両者は不規則に入り混じっている。また、起源不明の孔隙が認められ、マンガン酸化物（?）により充填されている。

05SMC12AD29 FR02/ FRC01

被覆性生物に被覆された硬骨カイメン（?）。硬骨カイメン（?）の外側をワームチューブ（環形動物あるいは軟体動物）、イワノカワ科の藻類、コケムシ、被覆性有孔虫、サンゴモなどの被覆性生物が覆っている。被覆性生物の間隙はミクライトで充填され、底生有孔虫（*miliolinid foraminifera*）、浮遊性有孔虫が認められる。浮遊性有孔虫化石が含まれることから、本石灰岩は陸棚環境下で堆積したと推定される。

05SMC12AD29 FR03

foraminiferal pack-/wackestone。塊状無層理である。生砕物として底生有孔虫を含む。斜長石がわずかに認められる。生物擾乱によると思われる孔隙は、斜長石の針状結晶を含む泥質堆積物によって充填されており、その中には底生有孔虫が認められる。

05SMC13AD15 FR01

火山砕屑物よりなる細粒砂岩。塊状無層理である。アレナイト質であり、粒子は斜長石、角閃石、マンガン酸化物片、火山ガラス、変質鉱物などからなる。生砕物として底生有孔虫、浮遊性有孔虫が認められる。起源不明の孔隙は、マンガン酸化物で汚染された有孔虫や泥質のペレット状粒子が充填されており、上下指示構造（**geopetal structure**）が認められる。これらの粒子間空隙及び充填の最上部には、同定不能の剣状結晶が晶出している。また、砂岩内部には部分的にマンガン酸化物の浸潤が認められる。

05SMC13AD15 FR02

Foraminiferal packstone. 塊状無層理である。生砕物として浮遊性有孔虫が多く認められる。生物擾乱によって形成されたと思われる不規則なパッチ状の泥質堆積物が点在しており、その外縁に沿ってマンガン酸化物が浸潤している。薄片中央部のパッチの中央部は浮遊性有孔虫に富む **foraminiferal packstone** であるが、パッチの外縁部は浮遊性有孔虫化石に乏しく、他の不規則なパッチ状の泥質堆積物と類似した岩相を示す。

5-7-4. 試料の微化石鑑定

(1) 前処理及び鑑定手法

1) 石灰質ナノ化石

試料処理はいずれも沈降法で行った。すなわち、試料の新鮮部を粉末にし、小型ビーカーに入れ水を加える。ストローで攪拌して懸濁液を作成、ストローで上澄みを採集してカバーグラスに広く滴下する。約 40℃の低温に設定したホットプレートで乾燥させる。スライドグラス上に封入剤「光硬化剤」を一滴滴下し、その上に乾燥したカバーグラスを試料面を下にして静かに置く。これを紫外線 Box 内で紫外線を約 15 秒照射して固結させ、ラベルを貼り付けて完成させる。

石灰質ナノ化石の観察には、オリンパス偏光顕微鏡 BX-P (一部改良) を使用した。種の同定には、倍率 1,500 倍を用い、石灰質ナノ化石を無作為に 200 個体定量同定したあと、それ以外にも定量外で産出する種の有無を調べた。

2) 有孔虫化石

岩石表面や破断面を洗浄しその上で染色し双眼実体顕微鏡観察し、また、薄片を作成して生物顕微鏡下で観察した。

(2) 各種微化石の鑑定結果

検討した 10 試料 (うち微化石鑑定 : 8 試料、大型化石鑑定 : 5 試料) の石灰岩類試料からは、石灰質ナノ化石が 5 試料、浮遊性有孔虫が 7 試料から産出した。

1) 石灰質ナノ化石

a. 石灰質ナノ化石の鑑定基準

新第三紀～第四紀では、Martini (1971) や Okada & Bukry (1980) の化石帯及び Takayama and Sato (1987) および、佐藤ら (1999) の対比基準面が国際対比に用いられている。また、古第三紀では、NP のコードナンバーが付された Martini (1971) の化石帯や Okada & Bukry (1980) の化石帯が設定されている (図 2、3)。本調査では、国際深海掘削計画などで一般的に広く用いられている Martini の石灰質ナノ化石帯を用いた。

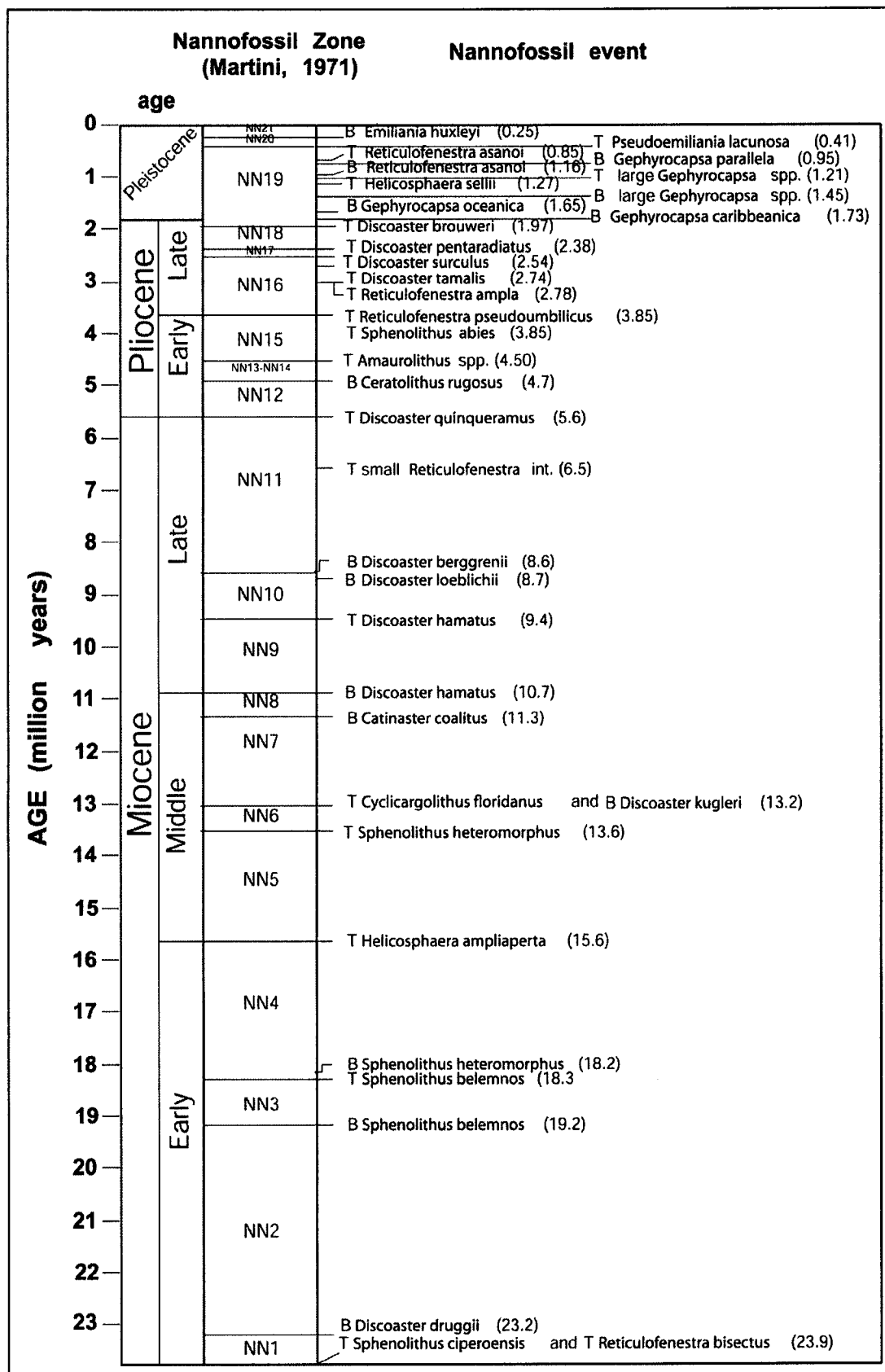


図 5-7-2 新第三紀～第四紀石灰質ナンノ化石帯区分(Martini, 1971)とその基準面及び年代値 (佐藤, 2000)

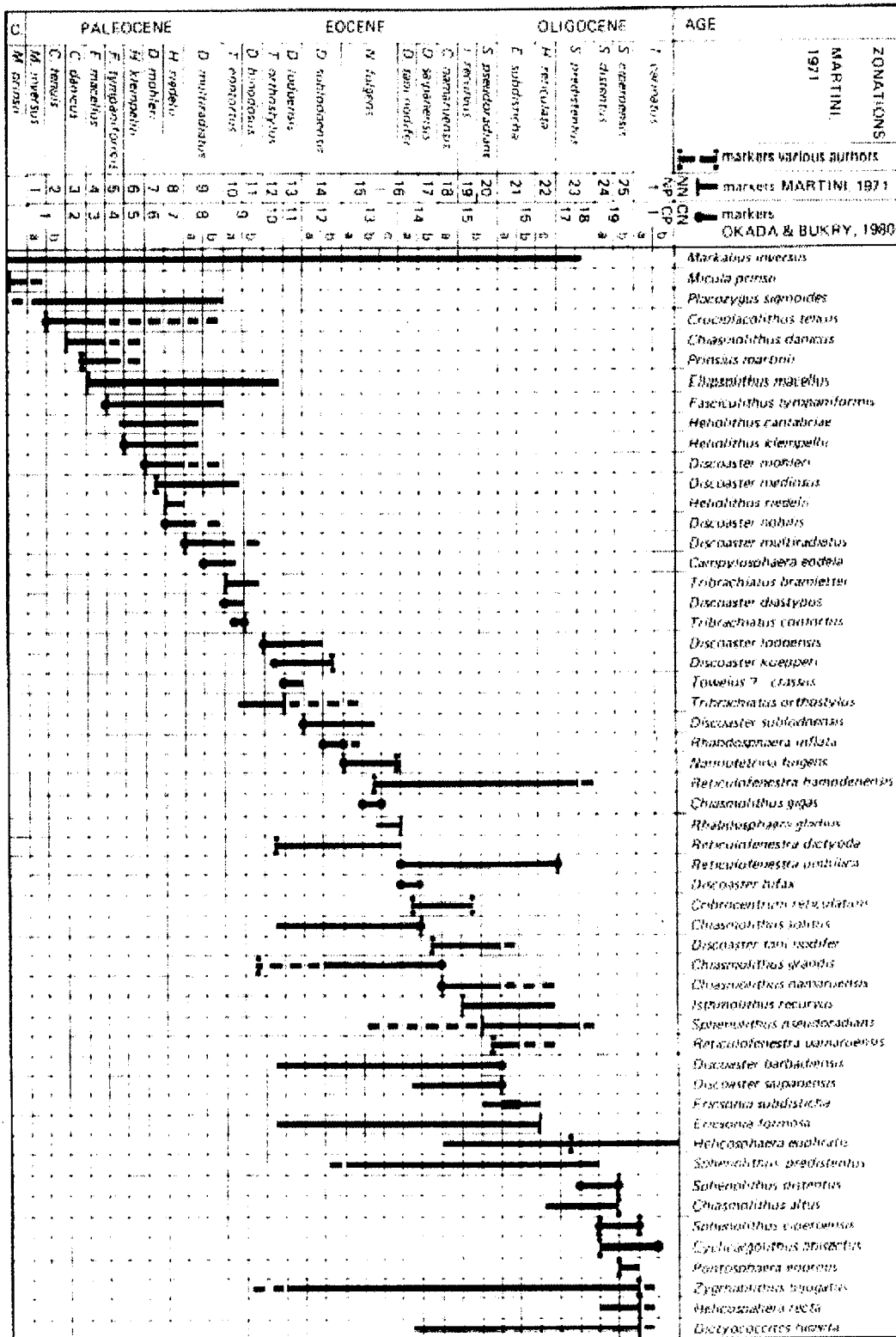


図 5-7-3 古第三紀石灰質ナンノ化石帯区分とその指標種 (Perch-Nielsen, 1985)

b. 石灰質ナノ化石の鑑定結果

石灰質ナノ化石は、検討した石灰岩類試料中 5 試料から産出した。産出結果を表 5-7-2 に示す。

表 5-7-2 石灰岩類試料中に産出した石灰質ナノ化石一覧

Age(Nannofossil Zone: Martini, 1971)	(Barren)	l.Eoc.-e.Olig. (NP17-23)	early Mio. (NN1)	Miocene or older	(Barren)	mixed	(Barren)	Eocene (NP12-17)
Sample	12AD15FR01	12AD20FR01	12AD25FR01	12AD29FR01	12AD29FR02	12AD29FR03	13AD15FR01	13AD15FR02
<i>Calcidiscus formosus</i>						+		+
<i>Calcidiscus leptoporus</i>								
<i>Calcidiscus macintyreii</i>								
<i>Ceratolithus cristatus</i>								
<i>Chiasmolithus grandis</i>								+
<i>Coccolithus eopelagicus</i>								+
<i>Coccolithus pelagicus</i>		18	20	+				+
<i>Coccolithus miopelagicus</i>			+					
<i>Cyclicargolithus abisectus</i>								
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>		57	55					+
<i>Discoaster barbadiensis</i>								+
<i>Discoaster calculosus</i>			+					
<i>Discoaster deflandrei</i>			12	+				
<i>Discoaster pentaradiatus</i>								
<i>Discoaster variabilis</i>			2					
<i>Discoaster spp.</i>								
<i>Discolithina japonica</i>								
<i>Discosphaera tubifera</i>								
<i>Eiffelithus eximius</i>						+		
<i>Emiliana huxleyi</i>								
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>								
<i>Gephyrocapsa parallela</i>								
<i>Gephyrocapsa spp. (small)</i>						+		
<i>Helicosphaera carteri</i>								
<i>Helicosphaera granulata</i>			+					
<i>Helicosphaera hyalina</i>								
<i>Helicosphaera sellii</i>								
<i>Helicosphaera wallichi</i>								
<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>								
<i>Reticulofenestra spp. (small)</i>		14				+		
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>								
<i>Scapholithus fossilis</i>								
<i>Sphenolithus moriformis</i>		10	11			+		
<i>Sphenolithus predistentus</i>		1						
<i>Sphenolithus radians</i>								+
<i>Syracosphaera pulchra</i>								
<i>Tiquetrorhabdulus carinatus</i>			+					
<i>Umbilicosphaera sibogae</i>						+		
Total No. (%)	B	100	100			B	B	

+: present (not counted), B: Barren, r: reworked

調査した 8 試料のうち、石灰質ナノ化石が産出したのは 5 試料である (表 2)。以下に各試料の特徴を記述する。

05SMC12AD20FR01

全体の 57% を占める *Cyclicargolithus floridanus* が、最優占種となっているほか、寒流系種の *Coccolithus pelagicus* も 18% 程度の優勢種となっている。また、*Sphenolithus predistentus* もわずかに認められる。

05SMC12AD25FR01

上述の試料と同様に、*Cyclicargolithus floridanus* が全体の 55% を占め、最優占種となっている。寒流系種の *Coccolithus pelagicus* も 20% 程度を占める中で *Discoaster calculosus*、*Triquetrorhabdulus carinatus* がわずかに産出した。

05SMC12AD29FR01

本試料から産出した石灰質ナノ化石は個体数が少なく、また種数も少ないが、*Discoaster deflandrei* がわずかに認められる。

05SMC12AD29FR03

石灰質ナノ化石の産出個体数が極めて少ない。しかし、*Gephyrocapsa* spp. (small) や *Umbilicosphaera sibogae*、*Calcidiscus formosus*、及び *Eiffelithus eximius* が認められる。

05SMC13AD15FR02

石灰質ナノ化石の産出個体数は少ないが、*Calcidiscus formosus*、*Discoaster barbadiensis*、及び *Chiasmolithus grandis* が認められる。

05SMC12AD15FR01、05SMC12AD29FR02、05SMC13AD15FR01

これらの試料からは、石灰質ナノ化石が全く産しなかった。

2) 有孔虫化石

a. 有孔虫化石の鑑定基準

試料の地質時代は Blow(1969)の化石帯区分を適用し、各々の種の示準面及びその地質年代は主に Berggren et al. (1995) の地質年代区分に基づいている (図 5-7-4~5-7-7)。彼らの示準面は低緯度地域の群集に関するものであり、本調査結果にはそのまま適用できる。有孔虫の薄片写真を章末 Plate VI に示す。

PLIOCENE-PLEISTOCENE TIME SCALE

TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTONIC FORAMINIFERA		CALCAREOUS NANNOPLANKTON				
					Berggren (1973, 1977a, this work)		Marini (1971)	Bukry (1973, 1975)			
					ATLANTIC	INDO-PACIFIC					
							NN21	CN15			
	C1n		PLEISTOCENE	LATE		<i>Gt. truncatulinoides</i> PRZ	NN20	CN14	b		
				MIDDLE					a		
1	C1r	1r 2r		EARLY	CALABRIAN	<i>Gd. fistulosus</i> - <i>Gt. tosaensis</i> ISZ	NN19	CN13	b		
										a	
2	C2n		PLIOCENE	LATE	GELASIAN	<i>Gt. miocenica</i> - <i>Gt. pseudomiocenica</i> - <i>Gd. fistulosus</i> IZ	NN18	CN12	d		
	C2r	1r 2r								<i>D. altispira</i> - <i>D. altispira</i> - <i>Gt. miocenica</i> <i>Gt. pseudomiocenica</i> IZ	NN17
											b
3	C2An	1 2 3n					PIACENZIAN		<i>D. altispira</i> - <i>Gt. pseudomiocenica</i> IZ	NN16	CN11
					<i>Gt. margaritae</i> - <i>Sph. seminulina</i> IZ						
4	C2Ar			EARLY	ZANCLEAN	<i>Glb. nepenthes</i> - <i>Gt. margaritae</i> IZ	NN15 + NN14	CN11	b		
									a		
5	C3n	1r 2r 3r 4n				<i>Gt. cibaoensis</i> - <i>Glb. nepenthes</i> ISZ	NN13	CN10	c		
						<i>Gt. tumida</i> - <i>Gt. cibaoensis</i> ISZ				b	
	C3r			LATE	MESS.	<i>Gt. languaensis</i> - <i>Gt. tumida</i> IZ	NN12	CN9	a		
	C3An.1n						NN11b	CN9	d		
									c		

図 5-7-4 石灰質浮遊性微化石の帯区分と地質年代区分 (鮮新世～更新世)
(Berggren et al., 1995)

EARLY MIOCENE TIME SCALE

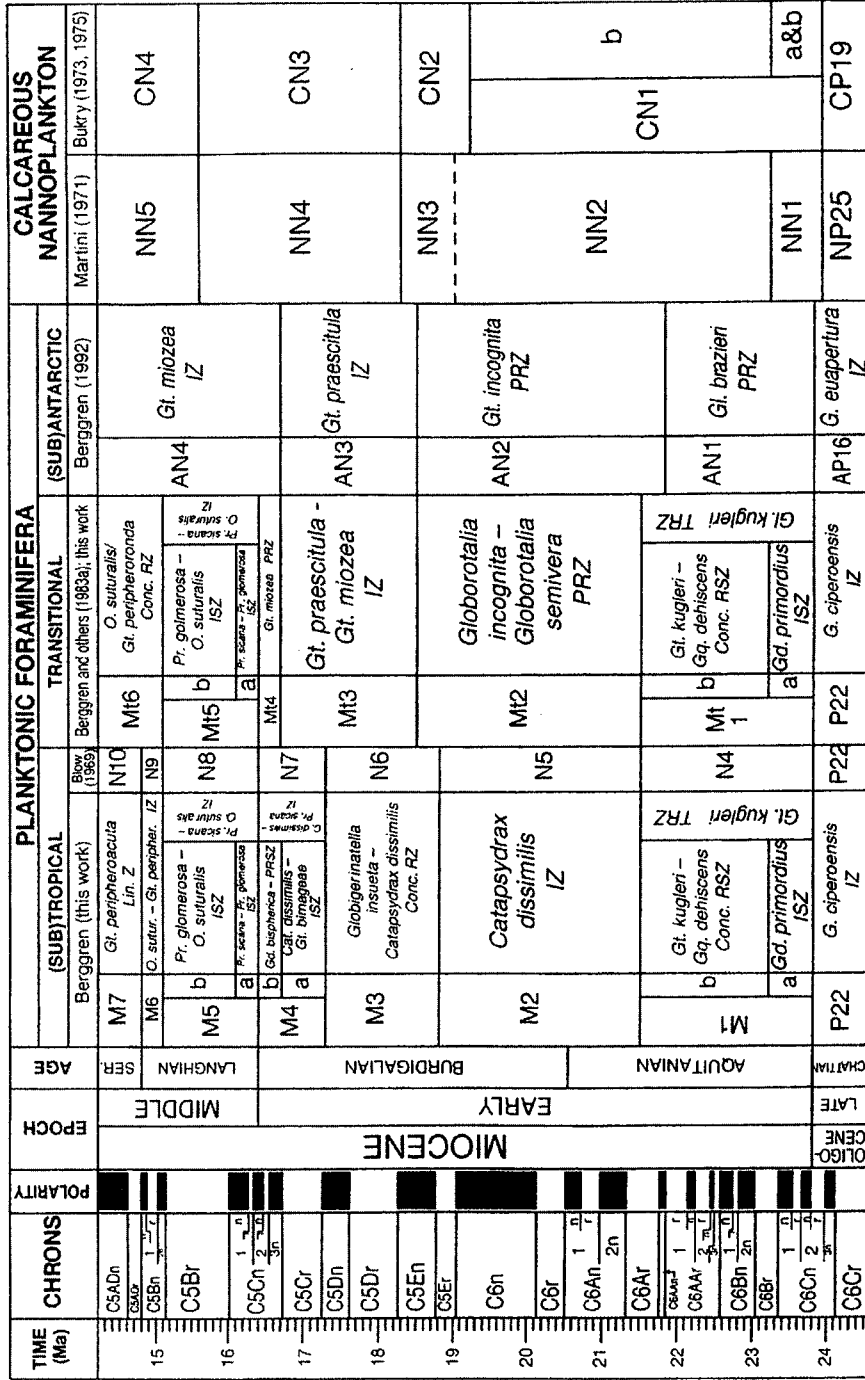


図 5-7-5 石灰質浮遊性微化石の帯区分と地質年代区分 (中新世前期)
(Berggren et al., 1995)

OLIGOCENE TIME SCALE

TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTON ZONES		CALCAREOUS NANNOPLANKTON								
					FORAMINIFERA (Berggren & Miller, 1988; this work)		Martini (1971)	Bukry (1973, 1975)							
23	C6Bn C6Br	■	MIOCENE EARLY	AQUITANIAN	M1b	<i>Gt. kugleri</i> / <i>Gq. dehiscens</i> CRZ	NN2	CN1	a&b						
	24	C6Cn			M1a	<i>Gd. primordius</i> PRZ	NN1								
25	C6Cr	■	OLIGOCENE LATE	CHATTIAN	P22	<i>Gl. ciperensis</i> PRZ	NP25	CP19	b						
26	C7n C7r	■								P21	b	<i>Gl. angulisetularis</i> - <i>Pg. opima</i> s.s. ISZ	NP24		a
	27	C8n C8r													
28	C9n	■								P20	<i>Gl. sellii</i> PRZ	NP23	CP18		
29	C9r	■								P19	<i>T. ampliapertura</i> IZ				NP22
	30	C10n C10r										■	P18	<i>T. cerroazulensis</i> - <i>Pseudohastigerina</i> spp. IZ	
31	C11n C11r	■								P17	<i>T. cerroazulensis</i> IZ	NP20			CP15
	32	C12n											■	P16	
33	C13n	■								P15	<i>Po. semiinvoluta</i> IZ	NP18			
	34	C13r												■	
35		C15n C15r	■	P15	<i>Po. semiinvoluta</i> IZ	NP18									
	36	C16n C16r	■							P15	<i>Po. semiinvoluta</i> IZ	NP18			
37		C17n	■	P15	<i>Po. semiinvoluta</i> IZ	NP18									

図 5-7-6 石灰質浮遊性微化石の帯区分と地質年代区分 (漸新世)
(Berggren et al., 1995)

EOCENE TIME SCALE

TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTON ZONES		CALCAREOUS NANNOPLANKTON				
					FORAMINIFERA		Martini (1971)		Bukry (1973, 1975)		
					Berggren & Müller (1988)	This Work					
31	† C12n		OLIGO-CENE	EARLY	RUPELIAN	P19	<i>T. ampliapertura</i> IZ	NP21	CP16	a	
32	C12r	P18				<i>Ch. cubensis</i> - <i>Pseudohastigerina</i> spp IZ					
33	C13n		LATE	PRIABONIAN	† P17	<i>T. cernozulensis</i> IZ	NP19-20	CP15			
34	C13r	P16			<i>T. cunialensis</i> /Cr. <i>inflata</i> CRZ						
35	C15r	P15			<i>Po. semiinvoluta</i> IZ	NP18					
36	C16n				BARTONIAN	P14	<i>Tr. rohri</i> - <i>M. spinulosa</i> PRZ	NP17	CP14	b	
37	C17n	P13				<i>Gb. beckmanni</i> TRZ					
38	C18n	P12	<i>M. lehneri</i> PRZ	NP16							
39	C18r		MIDDLE	LUTETIAN	P11	<i>Gb. kugleri</i> / <i>M. aragonensis</i> CRZ	NP15	CP13	c	c	
40	C19r	P10			<i>H. nuttalli</i> IZ	a					a
41	C20n		EARLY	YPRESIAN	P9	<i>Pt. palmerae</i> - <i>H. nuttalli</i> IZ	NP14	CP12	b	b	
42	C20r	P8			<i>M. aragonensis</i> PRZ	a					a
43	C21n	P7			<i>M. aragonensis</i> / <i>M. formosa</i> CRZ	NP13	CP11				
44	C21r		LATE	THANETIAN	P6	c	NP11	CP9	b		
45	C22n	P6									<i>M. formosa</i> / <i>M. lensiformis</i> <i>M. aragonensis</i> ISZ
46	C22r		P5	P5	a	NP10	CP8	a			
47	C23n	P5									<i>M. velascoensis</i> IZ
48	C23r		P4	P4	c	NP9	CP8	a			
49	C24n	P4									<i>M. sokoldensis</i> / <i>Gl. pseudomenardi</i> CRSZ
50	C24r		PALEO-CENE	LATE							
51	C25n										

図 5-7-7 石灰質浮遊性微化石の帯区分と地質年代区分 (始新世)
(Berggren et al., 1995)

b.浮遊性有孔虫化石の鑑定結果

浮遊性有孔虫化石は、検討した石灰岩類試料 8 試料のうち 7 試料から産出した。産出結果を表 5-7-3 に示す。

表 5-7-3 石灰岩類試料中に産出した浮遊性有孔虫化石一覧

海山	MC12								MC13
	FR01	FR01	FR01	FR01	FR02	FR02	FR01	FR02	
Sample No.	05SMC12AD15	05SMC12AD20	05SMC12AD25	05SMC12AD29	05SMC12AD29	05SMC12AD29	05SMC13AD15	05SMC13AD15	
Abundance	VR	VR	VR	VR	VR	non	VR	VR	
Preservation	VP	VP	VP	VP	VP		M	VP	
species									
<i>Globigerina cf. binaiensis</i> Koch			+						
<i>Globigerina aff. eocaena</i> Guembel	+								
<i>Globigerina aff. ampliapertura</i> Bolli	+								
<i>Globigerina cf. praebulloides</i> Blow				+					
<i>Globigerina rubescens</i> Hofker							+		
<i>Globigerina</i> spp.				+					
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)			+				+		
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)		+					+		
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)		+	+				+		
<i>Globigerinoides</i> sp.		+							
<i>Globigerinatheka cf. subconglobata</i> (Shutskaya)								+	
<i>Globigerinatheka</i> spp.									
<i>Globoquadrina venezuela</i> (Hedberg)		+				+			
<i>Globorotalia menardii</i> (Parker, Jones and Brady)		+	+						
<i>Globorotalia tumida</i> (Brady)		+							
<i>Morozovella</i> sp.								+	
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny			+						
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones)			+						
<i>Sphaeroidinella dehiscentis</i> (Parker and Jones)		+	+				+		

Preservation M: Medium, VP: very poor
 斜体: 充填物

今回鑑定を行った 8 薄片試料の内、7 試料から浮遊性有孔虫化石が認められた。以下に各試料についての特徴を記す。

05SMC12AD15FR01

本試料からの浮遊性有孔虫化石は非常に保存の悪く、鑑定は困難であるが *Globigerina aff. eocaena* や *Globigerina aff. ampliapertura* とされる浮遊性有孔虫を含む。

05SMC12AD20FR01

本試料からの浮遊性有孔虫化石は非常に保存の悪く、鑑定は困難であるが、*Globoquadrina cf. venezuelana* や *Globigerinoides* 属が認められる。また、充填されて未固結の淡灰褐色粘土中には、比較的保存の良い現世種が認められる。

05SMC12AD25FR01

本試料からの浮遊性有孔虫化石は非常に保存が悪いが、*Globigerina cf. binaiensis* が認められる。また、生物擾乱により形成されたと思われる孔隙を充填している堆積物からは、比較的保存の良い現世種が認められる。

05SMC12AD29FR01

本試料からの浮遊性有孔虫化石は非常に保存の悪く、*Globigerina sp.* が認められるだけである。

05SMC12AD29FR02

本試料から浮遊性有孔虫は非常に保存の悪く、*Globigerinatheka sp.* が認められる。

05SMC12AD29FR03

本試料から浮遊性有孔虫が認められない。

05SMC13AD15FR02

本試料から認められる浮遊性有孔虫化石は再結晶化が著しく、それらの保存は悪い。産出する種のうち年代推定に鑑定可能なのは、*Glonigerinatheka cf. subconglobata* と *Morozovella sp.* である。

3) 大型化石

検討を行った 5 試料について以下に観察結果を記す。時代の決定が出来たのは試料 05SMC12AD18 FRC01 および 05SMC12AD20 FRC02 の 2 試料のみであった。

05SMC12AD18 FRC01

造礁サンゴ *Stylophora sp.* の破片が含まれるが、一部は溶脱し、モールド孔隙を形成している。その他の大型生碎物として、底生有孔虫、サンゴモ、ハリメダ (?) が認められるが、肉眼観察では、属・種レベルでの同定は不可能である。



* *Stylophora* sp.について

- ・固着性の樹枝状群体である。
- ・サンゴ個体は小型で、1.5mm程度の大きさであり、針状の軸柱と6～12枚の隔壁が規則正しく整列する。
- ・中部～西部インド・太平洋に広く分布し、日本では琉球列島～本州南西部のさまざまな環境下で見られる。
- ・化石記録は暁新世～現世である。

05SMC12AD20 FRC01

本石灰岩試料は主体部と縁辺部に区分される。

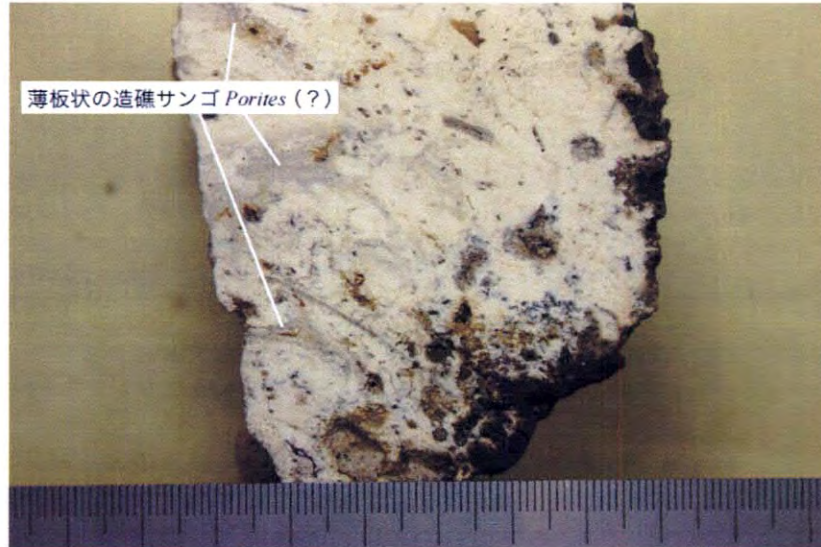
主体部：サンゴ片、軟体動物、ウニなどが認められるが、属・種レベルでの同定は不可能である。

縁辺部：大型の生砕物は認められない。



05SMC12AD20 FRC02

薄板状の造礁サンゴ *Porites* (?) sp. が認められる。サンゴ化石は破片であり、異地性と考えられる。その他の大型生碎物としてハリメダが認められるが属・種レベルでの同定は不可能である。



* *Porites* sp. について

- ・固着性で、群体形は塊状、樹枝状、葉状被覆状などさまざまである。
- ・サンゴ個体は小型で、直径は 2 mm 以下であり、この属特有の隔壁の配列様式を持つ。
- ・インド洋・太平洋および大西洋に広く分布し、日本ではサンゴ礁域から非サンゴ礁域のさまざまな環境下で見られる。
- ・化石記録は始新世～現世である。

05SMC12AD25 FRC01

石灰岩礫には、サンゴモ、ウニなどの大型生碎物が含まれるが、著しく変質を被っており、属・種レベルでの同定は不可能である。基質には大型の生碎物は認められない。



05SMC12AD29 FRC01

c2 は乳白色を呈するサンゴの破片であるが、属・種レベルでの同定は不可能である

c3 はサンゴモにより被覆された硬骨カイメン (?) の破片であるが、両者ともに属・種レベルでの同定は不可能である。



5-7-5. 考察

(1) ナンノ化石

ナンノ化石の鑑定結果から、以下に石灰岩類試料の生成次時期について考察する。各種化石鑑定結果を表 5-7-4 にまとめる。

MC12 海山周辺から採取した試料 05SMC12AD20FR01 では、最優占種である *Cyclicargolithus floridanus* が古第三紀から中期中新世中頃までの生存期間を持つ。地質時代決定に有効な種の産出に乏しいが、後期始新世から前期漸新世の NP17-23 帯に生存期間を持つ *Sphenolithus predistentus* が少量産することから、本試料は、後期始新世から前期漸新世の間で Martini (1971) の NP17-23 帯に対比される。また、試料 05SMC12AD25FR01 は、試料 05SMC12AD20FR01 と同様に、*Cyclicargolithus floridanus* (古第三紀～中期中新世中頃) が最も多く、次いで寒流系種の *Coccolithus pelagicus* を産出する。一方で、後期漸新世末から前期中新世初めの NP25-NN1 帯に産する *Discoaster calcosus*、前期中新世初めの NN1-2 帯に産出が限られる *Triquetrorhabdulus carinatus* を少量含むことから、本試料は前期中新世初めで Martini (1971) の NN1 帯に対比されると考えられる。試料 05SMC12AD29FR01 は、石灰質ナンノ化石は個体数、種数が少ないが、古第三紀から中期中新世中頃まで多産する *Discoaster deflandrei* が認められる。したがって、不確かではあるが、本試料は古第三紀から中新世までの間に対比される。試料 05SMC12AD29FR03 も石灰質

ナンノ化石の産出個体数が極めて少ない。しかし、産出個体には、第四紀に多い *Gephyrocapsa* spp. (small) や *Umbilicosphaera sibogae*、古第三紀、始新世から漸新世初めの NP12-21 帯に産出する *Calcidiscus formosus*、及び後期白亜紀の示準化石 *Eiffelithus eximius* が揃って認められる。このことは、本試料が、白亜系、古第三系及び第四系試料が混在している可能性を示す。一方、MC13 海山周辺の石灰岩類試料 05SMC13AD15FR02 においても、石灰質ナンノ化石の産出個体数は少ないが、古第三紀を示唆する石灰質ナンノ化石が認められる。すなわち、始新世から漸新世初めの NP12-21 帯に産出する *Calcidiscus formosus*、同じく NP12-20 帯に限って産出する *Discoaster barbadiensis*、及び始新世の NP11-17 帯に産出が限られる *Chiasmolithus grandis* が認められる。このことから、本試料は始新世の NP12-17 帯に対比される。

以上より、今回鑑定を行った試料からは始新世、漸新世、及び新第三紀-第四紀の指標種が産出した。第四紀に対比される試料中に若干の下位層から再堆積した石灰質ナンノ化石が認められた（例えば 05SMC12MC01FS01）が、その数は極めて少ない。したがって、MC12 海山周辺の石灰岩類は概して始新世～中新世に形成したと考えられる。しかし、唯一、試料 05SMC12AD29FR03 には、白亜紀、古第三紀、及び第四紀を示唆する石灰質ナンノ化石が混在する。このことは、堆積の過程で、試料のミキシング（再堆積個体との混合）が行われた可能性を示唆すると考えられ、詳細な堆積時期の決定には注意が必要である。

(2) 浮遊性有孔虫化石

浮遊性有孔虫の鑑定結果から、以下に石灰岩類試料の生成次時期について考察する。各種化石鑑定結果を表 5-7-4 にまとめる。試料 05SMC12AD15FR01 から産出する *Globigerina* aff. *eocaena* や *Globigerina* aff. *ampliapertura* とされる浮遊性有孔虫から、本試料は漸新世の堆積物の可能性がある。また、試料 05SMC12AD20FR01 には、*Globoquadrina* cf. *venezuelana* や *Globigerinoides* 属が認められる。したがって、不確かではあるが、本試料は中新世の堆積物の可能性がある。また、充填されて未固結の淡灰褐色粘土中には、比較的保存の良い現世種が認められる。試料 05SMC12AD25FR01 には、*Globigerina* cf. *binaiensis* が認められことから、後期漸新世から初期中新世の堆積物の可能性がある。また、生物擾乱により形成されたとされる空隙を充填している堆積物からは、比較的保存の良い現世種が認められる。試料 05SMC12AD29FR01 の浮遊性有孔虫化石は非常に保存の状態が悪く、*Globigerina* sp. が認められるだけで年代決定は不可能である。また、試料 05SMC12AD29FR02 には *Globigerinatheka* sp. が認められることから、中期始新世の堆積物と考えられる。試料 05SMC13AD15FR02 から認められる浮遊性有孔虫化石は再結晶化が著しく、それらの保存は悪いが、かろうじて産出する *Glonigerinatheka* cf. *subconglobata* と *Morozovella* sp. から判断すると、本試料は Berggren et al(1995)の Zone P.11-12 に相当する可能性があり、中期始新世に堆積したものと推定される。

浮遊性有孔虫化石鑑定の結果、始新世、漸新世及び中新世の化石種が同定された。しかし、保存状態の悪い試料が殆どであり、試料 05SMC13AD15FR02 には著しい再結晶化が認められる。

(3) 大型化石

鑑定を行った 5 試料のうち、時代を決定出来た試料は、試料 05SMC12AD18 FRC01 (造礁サンゴ *Stylophora* sp.) および 05SMC12AD20 FRC02 (造礁サンゴ *Porites* (?) sp.) のみであり、化石記録はそれぞれ暁新世～現世、始新世～現世を示す。

表 5-7-4 石灰岩類試料の化石鑑定結果一覧

通し 番号	海 山	試料番号	水深 (m)	枝番	岩 相	微 化 石			地質時代 (大型化石に基づく)	備 考
						地質時代 (石灰質ナノ 化石に基づく)	地質時代 (有孔虫化石に 基づく)	地質時代 (大型化石に基 づく)		
1		05SMC12AD15_FR01	2,437	c3	石灰泥 (淡黄褐色～淡赤褐色の粘土)	産出せず	漸新世?	-	マンガン酸化物および淡黄褐色～淡赤褐色を帯びた粘土よりなる	
		05SMC12AD18_FRC01	1,368	c3	bioclastic grainstone (foraminiferal pack / wackestone)	-	-	晩新世～現世	底生有孔虫、浮遊性有孔虫、造礁サンゴ (Stylophora sp.) の破片 (一部は溶解), サンゴモ, ハリメダ (?) が認められる	
3		05SMC12AD20_FR01	1,562	a1	bioclastic grainstone	後期漸新世 ～前期漸新世 (NP17～23)	中新世?	-	主体部と縁辺部に区分され、明瞭な境界にはマンガン酸化物の濃縮が見られる。	
		05SMC12AD20_FRC01		-	-	決定不可	主体部と縁辺部に区分され、主体部にはサンゴ片、軟体動物、ウニなどが認められるが、属・種レベルでの同定は不可能である。			
4		05SMC12AD20_FRC02		c1	coral framestone / coral rudstone	-	-	現世	岩石の一部には長径が最大約2 cmに達する孔隙 (生砕物が溶解したモールド孔隙の可能性あり) が発達する	
5	MC12	05SMC12AD25_FR01	2,221	c1	含礁石灰岩 (空隙中にforaminiferal pack / wackestoneが充填)	前期中新世初め (NN1)	後期漸新世 ～初期中新世	-	岩石表面にはマンガン酸化物の皮膜が認められ、その表面には浮遊性有孔虫に富む未固結の灰色粘土が付着している	
		05SMC12AD25_FRC01		-	-	決定不可	石灰岩類には、サンゴモ、ウニなどの大型生砕物が含まれるが、著しく炭質を帯びており、属・種レベルでの同定は不可能である。			
6		05SMC12AD29_FR01		a1	粗粒砂岩 (火山砕屑岩)	古第三紀 ～中新世?	決定不可	-	非石灰質な部分は石灰質な部分に比べてより黒色を呈するが、両者は不規則に入り混じっている	
7		05SMC12AD29_FR02	2,385	c2, c3	c2: サンゴの破片 c3: 硬骨カイメン?の破片	産出せず	中期始新世	-	表面にはマンガン酸化物の薄い皮膜が認められる	
		05SMC12AD29_FRC01		-	-	決定不可	c2は乳白色を呈するサンゴの破片、c3はサンゴモにより被覆された硬骨カイメン (?) の破片であるが、両者ともに属・種レベルでの同定は不可能である。			
8		05SMC12AD29_FR03		c4	bioclastic packstone (foraminiferal pack / wackestone)	白亜紀～第四系 が混在	産出せず	-	生物浸食によると思われる不規則な孔隙が認められ、一部は淡黄色の堆積物 (斜長石の針状結晶を含む泥質堆積物) で充填されている	
9		05SMC13AD15_FR01		a1	細粒砂岩 (火山砕屑岩)	産出せず	現世種	-	起源不明の孔隙は、マンガン酸化物で汚染された有孔虫や泥質のペレレット状粒子が充填される	
10	MC13	05SMC13AD15_FR02	1,724	a1	bioclastic wackestone (foraminiferal packstone)	始新世 (NP12-17)	中期始新世 (P.11-12?)	-	塊状無層理で固結しているが、軟体動物化石が溶解して形成されたモールド孔隙が認められる	

5-8. 未固結堆積物中の微化石鑑定

5-8-1. 鑑定試料

本調査において使用した試料は、MC12 及び MC13 海山付近の海底から採取された未固結の砂質堆積物 4 試料である (表 5-8-1)。

鑑定に係わり、石灰質ナノ化石の鑑定は秋田大学工学資源学部佐藤時幸教授が実施し、有孔虫化石の鑑定は東北大学大学院理学研究科の尾田太良教授が実施した。

表 5-8-1 分析試料 (未固結堆積物) 一覧

通し番号	海山	試料番号	着底時水深 (m)	深度サンプル枝番	地質
1	MC12	05SMC12MC01FS01	3,315	0.10~0.11	石灰質砂
2		05SMC12MC02FS01	2,481	0.10~0.11	石灰質砂
3	MC13	05SMC13MC01FS01	2,358	0.10~0.11	石灰質砂
4		05SMC13MC02FS01	3,163	0.10~0.11	石灰質砂

5-8-2. 試料の化石鑑定

(1) 前処理及び鑑定手法

1) 石灰質ナノ化石

試料処理は基本的に岩石試料の処理と同様であり、試料処理はいずれも沈降法で行った。すなわち、試料の新鮮部を粉末にし、小型ビーカーに入れ水を加える。ストローで攪拌して懸濁液を作成、ストローで上澄みを採集してカバーグラスに広く滴下する。約 40°C の低温に設定したホットプレートで乾燥させる。スライドグラス上に封入剤「光硬化剤」を一滴滴下し、その上に乾燥したカバーグラスを試料面を下にして静かに置く。これを紫外線 Box 内で紫外線を約 15 秒照射して固結させ、ラベルを貼り付けて完成させる。

石灰質ナノ化石の観察には、オリンパス偏光顕微鏡 BX-P (一部改良) を使用した。種の同定には、倍率 1,500 倍を用い、石灰質ナノ化石を無作為に 200 個体定量同定したあと、それ以外にも定量外で産出する種の有無を調べた。

2) 浮遊性有孔虫化石

未固結有孔虫砂は 250 メッシュ (目開き 0.063 mm) の篩上での水洗により (尾田、1978)、同じ開口径の篩上で水洗して有孔虫化石を抽出した。有孔虫の群集組成を定量的に解析するために、乾燥した残渣の分割には分割器を使用した。目開き 100 メッシュの篩にて分離し、底生有孔虫殻の直径が 0.15mm 以上の個体を 100 以上含まれる分割試料から双眼実体顕微鏡下で全有孔虫個体を抽出した。

3) 底生有孔虫

未固結試料（有孔虫軟泥）は、250 メッシュ（目開き 0.063mm）の篩上で水洗し、35℃に設定した電気定温乾燥器で残査を乾燥した。有孔虫の群集組成を定量的に解析するために、残渣の分割には分割器を使用した。有孔虫殻の直径が 0.125mm 以上の個体を、双眼実体顕微鏡下で分割試料から摘出し、同定した。

(2) 各種化石鑑定結果

検討した 4 試料の石灰岩類試料に対して、全ての試料から石灰質ナンノ化石、浮遊性有孔虫、底生有孔虫化石が産出した。

1) 石灰質ナンノ化石

a. 石灰質ナンノ化石の鑑定基準

新第三紀～第四紀では、Martini (1971) や Okada & Bukry (1980) の化石帯及び Takayama and Sato (1987) 及び、佐藤ら (1999) の対比基準面が国際対比に用いられている。また、古第三紀では、NP のコードナンバーが付された Martini (1971) の化石帯や Okada & Bukry (1980) の化石帯が設定されている（添付資料 5-7 図 2、3）。本調査では、国際深海掘削計画などで一般的に広く用いられている Martini の石灰質ナンノ化石帯を用いた。

b. 石灰質ナンノ化石の鑑定結果

石灰質ナンノ化石は、全ての未固結堆積物試料から産出した。産出結果を表 5-8-2 に示す。また、章末 Plate VII には、主要ナンノ化石の顕微鏡写真を添付する。

鑑定を行った 4 試料全てから石灰質ナンノ化石が産出した。その内、200 個体の定量が可能であったのは、産出固体の少なかった試料 13MC01FS01 を除く、3 試料である。化石の保存状態は良好であり、試料 05SMC12MC01FS01 及び 05SMC13MC02FS01 では、保存状態の良いナンノ化石が多産する。

各試料から産するナンノ化石の特長を以下に示す。

05SMC12MC01FS01

保存状態のよい石灰質ナンノ化石が多産する。産出する石灰質ナンノ化石は、*Gephyrocapsa oceanica* や *G. parallela* などの第四紀の示準化石で特徴づけられる。その中でも第四紀後期で NN21 帯を定義する *Emiliana huxleyi* が 16% 程度の頻度で産出する。このことから、本試料は第四紀後期の NN21 帯に対比される。

05SMC12MC02FS01

本試料も上述の試料 05SMC12MC01FS01 と同様に、第四紀後期の石灰質ナンノ化石種で構成される。特に、第四紀後期で NN21 帯を定義する *Emiliana huxleyi* が 8%

程度の頻度で産出することから、本試料は第四紀後期の NN21 帯に対比される。

05SMC13MC01FS01

産出個体数が少ないものの、第四紀示準化石の *G. oceanica* や *G. parallela* などが認められる。さらに、第四紀後期で NN21 帯の指標種 *Emiliana huxleyi* が認められることから、本試料は、第四紀後期の NN21 帯に対比される。

05SMC13MC02FS01

保存状態のよい石灰質ナノ化石が多数産出する、そのうち、第四紀示準化石の *G. oceanica* や *G. parallela* などともに、第四紀後期で NN21 帯の指標種 *Emiliana huxleyi* が認められることから、本試料は第四紀後期の NN21 帯に対比される。

表 5-8-2 未固結堆積物試料中に産出した石灰質ナノ化石一覧

Age(Nannofossil Zone: Martini, 1971)	Quaternary (NN21)	Quaternary (NN21)	Quaternary (NN21)	Quaternary (NN21)
Sample	12MC01FS01	12MC02FS01	13MC01FS01	13MC02FS01
<i>Calcidiscus formosus</i>				
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	5	4		2
<i>Calcidiscus macintyrei</i>	r			
<i>Ceratolithus cristatus</i>	+	2		1
<i>Chiasmolithus grandis</i>				
<i>Coccolithus eopelagicus</i>				
<i>Coccolithus pelagicus</i>	+		+	
<i>Coccolithus miopelagicus</i>				
<i>Cyclicargolithus abisectus</i>				r
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>				r
<i>Discoaster barbadiensis</i>				
<i>Discoaster calculosus</i>				
<i>Discoaster deflandrei</i>				
<i>Discoaster pentaradiatus</i>	r			r
<i>Discoaster variabilis</i>				
<i>Discoaster</i> spp.	r			
<i>Discolithina japonica</i>		+		+
<i>Discosphaera tubifera</i>			+	
<i>Eiffelithus eximius</i>				
<i>Emiliana huxleyi</i>	16	8	+	16
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	11	19	+	10
<i>Gephyrocapsa parallela</i>	30	21	+	18
<i>Gephyrocapsa</i> spp. (small)	10	23		23
<i>Helicosphaera carteri</i>	4	1	+	5
<i>Helicosphaera granulata</i>				
<i>Helicosphaera hyalina</i>				1
<i>Helicosphaera sellii</i>				r
<i>Helicosphaera wallichii</i>			+	2
<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>				r
<i>Reticulofenestra</i> spp. (small)				
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	1	1	+	3
<i>Scapholithus fossilis</i>	4	4		1
<i>Sphenolithus moriformis</i>				
<i>Sphenolithus predistentus</i>				
<i>Sphenolithus radians</i>				
<i>Syracosphaera pulchra</i>	9	3	+	8
<i>Tiquetrorhabdulus carinatus</i>				
<i>Umbilicosphaera sibogae</i>	10	14	+	10
Total No. (%)	100	100		100

+: present (not counted), B: Barren, r: reworked

2) 有孔虫化石

a. 有孔虫化石の鑑定基準

試料の地質時代については、Blow(1969)の化石帯区分を適用し、各々の種の示準面及びその地質年代は主に Berggren et al.(1985, 1995) の地質年代区分に基づいている(図 5-8-1)。4 試料は、すべて鮮新世以降の堆積物であり、浮遊性有孔虫化石の群集構成は全体として *Globigerinoides conglobatus* , *Gds. sacculifer* , *Globorotalia tumida* 及び *Sphaeroidinella dehiscens* の 4 種で約 60%以上を占めていることから、熱帯-亜熱帯地理区を示す群集と考えられる (Be,1977)。彼らの示準面は低緯度地域の群集に関するものであり、本調査結果にはそのまま適用することができる。

なお、鮮新世以降の議論に用いる主な基準面とその推定年代値は次の通りである。

- 1) *Globigerinella calida calida* の出現 : 0.3 Ma
- 2) *Globorotalia tosaensis* の消滅 :0.6 Ma
- 3) *Globorotalia truncatulinoides* の出現:2.0Ma
- 4) *Dentoglobigerina altispira* の消滅:3.09Ma
- 5) *Globorotalia tosaensis* の出現: 3.35Ma
- 6) *Globigerina nepenthes* の消滅:4.18Ma
- 7) *Sphaeroidinella dehiscens* の出現:5.2Ma
- 8) *Globorotalia tumida* の出現:5.6Ma

TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTONIC FORAMINIFERA		CALCAREOUS NANNOPLANKTON				
					Berggren (1973, 1977a, this work)		Marini (1971)	Bukry (1973, 1975)			
					ATLANTIC	INDO-PACIFIC					
1	C1n		PLEISTOCENE	LATE	PT1	b <i>Gt. truncatulinoides</i> PRZ	N23	NN21	CN15		
	C1r	1						EARLY	CALABRIAN	a <i>Gd. fistulosus - Gt. tosaensis</i> ISZ	N20
		2r			a						
	2	C2n		LATE	GELASIAN	PL6	<i>Gt. miocenica - Gd. fistulosus</i> IZ	NN18	NN17	CN13	b
		C2r	1			EARLY	PIACENZIAN			PL5	<i>D. altispia - Gt. miocenica</i> IZ
	2r		PL4	<i>D. altispia - Gt. pseudomiocenica</i> IZ				c			
	3	C2An	1	LATE	PIACENZIAN	PL3	<i>Gt. margaritae - Sph. seminulina</i> IZ	NN15 + NN14	NN15 + NN14	CN11	a
			2								
	4	C2Ar	3n	EARLY	ZANCLEAN	PL2	<i>Glb. nepenthes - Gt. margaritae</i> IZ	NN13	NN13	CN10	b
			4n								
5	C3n	1	LATE	ZANCLEAN	PL1	b <i>Gt. cibaoensis - Glb. nepenthes</i> ISZ	NN12	NN12	CN9	a	
		2									
5	C3r	3	LATE	ZANCLEAN	PL1	a <i>Gt. tumida - Gt. cibaoensis</i> ISZ	NN11b	NN11b	CN9	c	
		4n									
	C3An.1n		MIOCENE	MESS.	M14	<i>Gt. languaensis - Gt. tumida</i> IZ		NN11b	CN9	d	

図 5-8-1 低緯度地域における鮮新世石灰質浮遊性微化石の帯区分と地質年代区分 (Berggren et al., 1995)

b.浮遊性有孔虫化石の鑑定結果

検討を行った4試料の未固結試料全てから浮遊性有孔虫化石を産出し、11属19種の浮遊性有孔虫化石種が認められた(表5-8-3)。浮遊性有孔虫の保存状態は全体として比較的良好であった。

以下に各試料について、産出する浮遊性有孔虫の特徴を記す。

05SMC12MC01

保存の良い浮遊性有孔虫化石が産出し、個体数も多い。優勢な種は *Globigerinoides ruber*、*Gds. sacculifer* であり、その他 *Globorotalia tumida*、*Sphaeroidinella dehiscens* である。*Globorotalia truncatulinoides* と *Glogigerinella calida* が産出し、*Globorotalia tosaensis* が産出しないことから、本試料は上部更新統の堆積物と考えられる。

05SMC12MC02

保存の良い浮遊性有孔虫化石が産出し、個体数も多い。優勢な種は *Globigerinoides ruber*、*Gds. sacculifer* である。*Globorotalia tumida*、*Sphaeroidinella dehiscen*、*Globorotalia truncatulinoides* が産出し、*Globorotalia tosaensis* が産出しないことから、本試料は上部更新統の堆積物と推定される。

05SMC13MC01

比較的保存の良い浮遊性有孔虫化石が産出し、個体数も多い。優勢な種は *Globigerinoides ruber*、*Gds. sacculifer*、*Globorotalia tumida*、*Sphaeroidinella dehiscens* である。また、*Dentoglobigerina altispira* が認められ、*Globigerina nepenthes* や *Globorotalia truncatulinoides* や *Globorotalia tosaensis* が認められないことから後期鮮新世の堆積物と判断される。

05SMC13MC02

試料 05SMC13MC01 同様に比較的保存の良い浮遊性有孔虫化石が産出し、個体数も多い。優勢な種は *Globigerinoides ruber*、*Gds. sacculifer*、*Sphaeroidinella dehiscens* である。また、*Globorotalia tumida* や *Dentoglobigerina altispira* が認められ、*Globigerina nepenthes* や *Globorotalia truncatulinoides* や *Globorotalia tosaensis* が認められないことから後期鮮新世の堆積物と判断される。

表 5-8-3 未固結堆積物試料中に産出した浮遊性有孔虫化石一覧

Sample No.	MC12海山		MC13海山	
	05SMC12MC01 FS01 10-11cm	05SMC12MC02FS01 10-11cm	05SMC13MC01FS01 10-11cm	05SMC13MC02FS02 10-11cm
<i>Candaina nitida</i> d'Orbigny	VR	VR		
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	VR	VR	VR	R
<i>Globigerina rubescens</i> Hofker		VR		
<i>Dentoglobigerina altispira</i> (Cushman and Jarvis)			C	R
<i>Globigerinella aequilateralis</i> (Brady)	R	R		
<i>Globigerinella calida</i> (Parker)	R			
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)	F	C	C	F
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)	C	C		R
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	C	C	C	F
<i>Globoquadrina venezuelana</i> (Hedberg)			R	R
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway and Wissler)	R	F	R	R
<i>Globorotalia menardii</i> (Parker, Jones and Brady)	R	R	R	
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	VR	R		
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)	R	R		
<i>Globorotalia tumida</i> (Brady)	C	C	C	C
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)	R	R		
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny	R	R	F	R
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones)	R	R	R	R
<i>Sphaeroidinella dehiscentes</i> (Parker and Jones)	C	C	C	C

A>30%

30%>C>10%

10%>F>3%

R<3%

c.底生有孔虫化石の鑑定結果

処理した4有孔虫軟泥試料全てから底生有孔虫化石が産出した(表5-8-4)。得られた標本の保存状態は比較的良好であったが、膠着質種は未産出であった。

以下に各試料の種組成の特徴を記す。

05SMC12MC01FS01

Evolvocassidukina brevis (Aoki)、*Gavelinopsis praegeri* (Heron-Allen and Earland)、*Oridorsalis umbonatus* (Reuss)及び*Pseudoparrella exigua* (Brady)が多産する。

05SMC12MC02FS01

G. praegeri 及び *Pullenia bulloides* (d'Orbigny)の産出で特徴づけられる。

05SMC13MC01FS01

底生有孔虫は貧産であり、殻の直径 0.355mm 以上の個体のみ得られた。その中で、*Globocassidulina subglobosa* (Brady)、*Laticarinina holophora* (Stache)及び *Uvigerina proboscidea* Schwager が、やや高い頻度で産出する。

05SMC13MC02FS01

G. subglobosa、*O. umbonatus* 及び *P. exigua* の多産で特徴づけられる。

表 5-8-4 未固結堆積物試料中に産出した底生有孔虫化石一覽

Locality	MC12		MC13	
	05SMC12MC01	05SMC12MC02	05SMC13MC01	05SMC13MC02
Sample No.	3,315	2,481	2,358	3,163
Water depth (m)				
Presevation	G	G	G	G
A/T ratio (%)	0	0	0	0
Benthic foraminifer no. (/g)	----	----	----	----
<i>Calcareous foraminifers</i>				
<i>Aragonia aragonensis</i> (nuttall)		1		
<i>Anomalinoidea</i> sp.			1	4
<i>Astrononion</i> sp.			1	3
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny		2		1
<i>Bulimina rostrata</i> Brady		1		
<i>Cassidulina</i> sp.			1	2
<i>Cibicides wuellerstorfi</i> (Schwager)		3		2
<i>Cibicides</i> spp.	4	3		1
<i>Discorbinella convexa</i> (Takayanagi)			1	
<i>Ehrenbergina hystrix</i> Brady				1
<i>Ehrenbergina pacifica</i> Cushman	1		1	
<i>Evolocassidulina brevis</i> (Aoki)	7			2
<i>Fissurina</i> spp.	5	2	1	3
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen and Earland)	6	15		7
<i>Globocassidulina cressa</i> (d'Orbigny)	2	1		2
<i>Globocassidulina moluccensis</i> (Germeraad)		1		
<i>Globocassidulina mucronata</i> Nomura				1
<i>Globocassidulina parviapertura</i> Nomura	3	2	1	
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	3	6	4	10
<i>Globocassidulina</i> sp.	1	5	2	
<i>Gyroidina altiformis</i> (R.E. and K.C. Stewart)		1		
<i>Gyroidina orbicularis</i> d'Orbigny	2	1	1	4
<i>Gyroidina soldanii</i> d'Orbigny	1			1
<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)		1		2
<i>Lagena</i> spp.	2	1		
<i>Laticarinina holophora</i> (Stache)			4	
<i>Lenticulina</i> sp.		1		
<i>Lernella</i> sp.				1
<i>Melonis barleeanus</i> (Williamson)	1			
<i>Melonis sphaeroides</i> Voloshinova				1
<i>Nodosaria longiscata</i> d'Orbigny		1	1	1
<i>Nuttallides umbonifera</i> (Cushman)	2	3	2	1
<i>Oolina</i> sp.	1	1		2
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)	6	2	1	11
<i>Osangularia culter</i> (Parker and Jones)		2		1
<i>Paracassidulina quasicarinata</i> Nomura				4
<i>Paracassidulina sulcata</i> (Belford)	1	2	2	
<i>Parafissurina</i> sp.	1			
<i>Pleurostomella</i> sp.			1	
<i>Pseudononion</i> sp.				1
<i>Pseudoparrella exigua</i> (Brady)	13		1	12
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)	5	7		5
<i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss)	2			2
<i>Pullenia salisburyi</i> R.E. and R.C. Stewart	1	1		
<i>Pyrgo murrhina</i> (Schwager)	2		2	
<i>Quinqueloculin</i> sp.	1		2	
<i>Rosalina</i> sp.			1	
<i>Rupertia stabilis</i> Wallich	1			
<i>Sphaeroidina compacta</i> Cushman and Todd	1			
<i>Stilostomella</i> spp.				1
<i>Tosaia hanzawai</i> Takayanagi	1	1		1
<i>Uvigerina proboscidea</i> Schwager	2	4	6	2
<i>Miscellaneous calcareous foraminifera</i>	7	3	2	4
Total number of benthic foraminifera	85	74	39	96

5-8-3. 考察

検討を行った未固結堆積物試料全てから石灰質ナンノ化石、有孔虫化石（浮遊性・底生）が産出した。これら石灰質ナンノ化石、浮遊性有孔虫化石から推定される地質時代、底生有孔虫から推定される堆積環境を表 5-8-5 に示す。

表 5-8-5 未固結堆積物試料の化石鑑定結果一覧表

通し 番号	海 山	試料番号	水深 (m)	枝番	岩 相	地質時代 (石灰質ナンノ 化石に基づく)	地質時代 (浮遊性有孔虫 化石に基づく)	堆積環境 (底生有孔虫化 石に基づく)
1	MC12	05SMC12MC01FS01	3,315	0.10~0.11	石灰質砂	第四紀後期 (NN21)	上部更新統	下部漸深海帯
2		05SMC12MC02FS01	2,481		石灰質砂	第四紀後期 (NN21)	上部更新統	決定不可
3	MC13	05SMC13MC01FS01	2,358		石灰質砂	第四紀後期 (NN21)	後期鮮新世	決定不可
4		05SMC13MC02FS01	3,163		石灰質砂	第四紀後期 (NN21)	後期鮮新世	下部漸深海帯

水深の推定には試料が採集された海域ならびに地形についての情報が不可欠である。海域の情報がないので、古水深の推定には、北西太平洋暖流域における現世底生有孔虫の深度分布は Akimoto (1990)、秋元 (1999)、Akimoto and Torii (1996)、Akimoto et al. (2002)、Inoue (1989) 及び Kaiho and Nishimura (1992) を、赤道太平洋域におけるそれは Akimoto (1994) を用いた。

Globocassidulina subglobosa などの *Globocassidulina* 属は、海山の頂部の群集に多い (Akimoto, 1990)。この種と *Gavelinopsis praegeri* は上部漸深海帯に、*Oridorsalis umbonatus* は中部漸深海帯に、*Pseudoparrella exigua* は下部漸深海帯に主に分布する。

MC12 海山の水深 2481m から得られた試料 05SMC12MC02 に下部漸深海帯に分布する *Nuttallides umbonifera* (Cushman) がわずかであるが産出し、かつ上部漸深海帯に分布する *G. praegeri* も含まれることから、本試料では群集に再堆積した個体が多く含まれることを示唆している。このことは、MC13 海山から採集された試料 05SMC13MC01 (水深 2358m) の個体が分級を受けていることとも矛盾しない。したがって、多産種の現在の分布水深に基づく古水深の推定は困難である。しかし、*N. umbonifera* の分布深度と試料が採集された水深が一致することから、下部漸深海帯が最も妥当な深度と考えられる。

水深 3000m を超える 2 試料 (05SMC12MC01 及び 05SMC13MC02) から得られた群集には *Pseudoparrella exigua* が多産することから、堆積深度は下部漸深海帯と判断される。

以上より、未固結堆積物が形成された古水深環境は化石の産出に基づく、MC12 では第四紀、MC13 海山では後期鮮新世～第四紀の下部漸深海帯であったと推定される。