

남극 브랜스필드해협 시추공 퇴적물내의 제4기 구조류

이 영 길

경북대학교 자연과학대학 지질학과

Quaternary Diatoms from the Core Sediments of the Bransfield Strait, Antarctica

Young Gil Lee

Department of Geology, Kyungpook National University

요약: 남극 Bransfield 해협에서 채취한 2개의 피스톤 시추공(S16과 S15)에서 산출되는 구조류군집에 관한 미고생물학적 연구를 실시하여 함구조퇴적층의 퇴적환경, 생층서 및 지질시대에 관하여 연구하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 시추공 S16에서 23속 79종 및 변종의 구조류가, 그리고 S15 시추공에서 28속 90종 및 변종의 구조류가 동정되었으며 시추공별로 가장 다산되는 종은 S16 공에서는 *Thalassiosira antarctica*, S15 공에서는 *Nitzschia kerguelensis* 이다. S16공과 S15공의 구조류군집조성은 몇몇 종을 제외하고는 산출종은 서로 유사하나 다만 조성비가 서로 약간 다른 양상을 보인다. (2) 본 연구시추공의 구조류군집은 아남극 및 남극의 고유종 혹은 분포종과 원양 및 근해성종으로 주로 구성되어 있다. 양극종과 접빙종 및 epontic 구조류도 본 구조류군집의 주요한 구성종이며 재이동 된것으로 생각되는 구조류의 함유비는 매우 낮다. 이는 본 퇴적sequence는 강한 저층류의 영향을 비교적 적게 받는 고해양학적 환경하에서 한냉하고 빙하의 영향을 어느정도 받는 근해 내지 근해와 인접한 외해환경하에서 퇴적된 것으로 추정된다. 그리고 구조류군집조성 양상은 시추공의 지리적위치와 상당한 연관성이 있음이 인정된다. (3) 본 함구조퇴적층은 구조기준면과 생층서적 주요구조류종의 생존범위를 기준하여 2개의 구조대 즉, *Thalassiosira lentiginosa* Partial range Zone과 *Actinocyclus ingens* Partial range Zone으로 분대되며 그 지질시대는 Pleistocene에서 Holocene에 이르는 것으로 추정된다.

주요어: 브랜스필드 해협, 구조, 기준면, 구조대

ABSTRACT: The paleoenvironments, biostratigraphy, and geologic age of the two piston core sediments (S16 and S15) collected from Bransfield Strait, Antarctic, are studied by the micropaleontological studies based on diatoms. The results may be summarized as follows: (1).A total of 79 species and varieties, belongs to 23 genera, and that of 87 species and varieties, belongs to 28 genera, is identified in core S16 and core S15, respectively. Among them, *Thalassiosira antarctica* is the most abundant species, about 25-50%, in core S16 and *Nitzschia kerguelensis* is also the most abundant species, about 18-38%, in core S15. Except for a few species, the species occurred in the diatom assemblages of two cores are nearly similar to each other, but the proportion of individual species are different to each other. (2).The diatom assemblage in this study area are composed mainly of Antarctic and Subantarctic endemics or indicators and oceanic and neritic species. Biopolaris species and cryophilic or epontic diatoms are also important. The percentage of reworked diatom frustules due to bottom current activity are very low (less than 1%) in the sedimentary sequences. These indicate that the sediments were deposited under cold water and neritic to inner oceanic environments, and can be suggested that the bottom current activity was not strong and the sedimentary basin was more or less influenced by the sea ice. (3).Based on the diatom datum levels and biostratigraphic ranges of important taxa, two diatom Zones are recognized in the sedimentary sequence. The two diatom Zones are *Thalassiosira lentigi-*

nosa Partial range Zone and *Actinocyclus ingens* Partial range Zone. The geological age of these sedimentary sequences ranges from Pleistocene to Holocene.

Key words: Bransfield Strait, diatom, datum level, diatom zones

I. 서 론

한국해양연구소 극지연구센터에서 실시한 1991-1992년도 하계남극탐사계획에 의해 남 Shetland섬과 남극만 사이에 위치한 Bransfield 해협에서 시추한 수개의 피스톤 코어중 미고생물학적 연구를 위해 한국해양연구소 극지연구센터로부터 두개의 시추공(S16, S15)시료를 제공 받았다. 제공받은 모든 시료에는 많은량의 규조각과 와편모조류의 유해를 비롯한 수종의 미생물유해들이 함유되어 있다. 이들중 와편모조류에 대한 미고생물학적연구는 이미 실시된바 있다(Byun.H. S., et.al, 1994, in printing). 본 연구는 S-16 및 S-15 시추공 퇴적물내에 함유된 규조유해군집에 대한 미고생물학적 연구로서 연구시추공 퇴적물의 퇴적환경, 생층서, 고해양환경 및 지질시대에 관한 연구결과이다.

II. 시료처리 및 연구방법

시추공의 위치와 시추공의 길이 및 해수의 심도는 Fig.1과 표 1에 표시되어 있다. 시료는 암회색을 띠는 mud 내지 silt가 대부분이나 약간의 중립 혹은 조립의 모래가 함유되어 있는 경우가 흔하다. 미고생물학적 연구를 위한 시료는 각 시추공 공허 30cm 등간격으로 총 39개를(S-16: 19개, S-15: 20개) 채취하였으며 현미경관찰을 위한 시료처리와 박편제작은 Kanaya(1959)가 시도한 간단한 약품처리과정을 거쳐 제작하였다. 즉 (1) 시료를 60°C 정온건조기에서 24시간 건조시

킨후 시료 1g을 취하고 (2) 200cc 비이커에다 넣은후 15%의 과산화수소수(H₂O₂)를 약간의 증류수와 함께 200cc 정도 가하고 약 15분 정도 가열하여 유기물의 분해와 함께 泥化 처리한다 (3) 증류수를 첨가 한 뒤 휘저어 섞은 후 약 15초간 정치 한 후 경사법으로 상부의 현탁액을 다른 비이커에다 옮기고 하부의 점토물질을 제거한다 (4) 이와같은 작업을 4-5회 반복하고 100cc 현탁액으로 부터 0.5cc을 취하여 24 x 24mm 카바그라스 위에 떨어뜨려 60°C에서 건조시킨 후 캐나다 발삼을 사용하여 박편을 제작하였다.

규조의 동정은 400배 내지 600배의 고배율현미경하에서 행하여 졌으며 통계적처리를 위해 각 시료당 규조각이 200개가 될때까지 동정하였다. 관찰대상은 중심미 규조인 경우 중심부를 포함한 규조각 2/3 이상이 보이는 것을 대상으로 하였으며 통계적 처리를 위해 이를 1개체로 산정하였다. 단 예외로 *Rhizosolenia*속은 정측부가 보존되

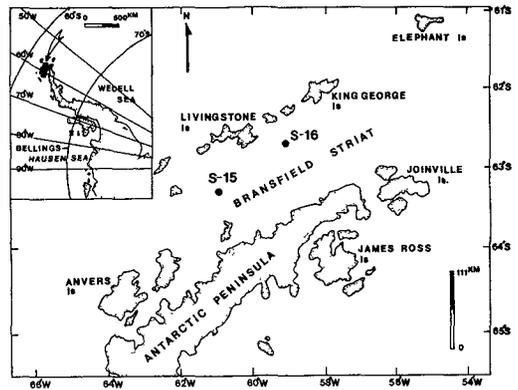


Fig. 1. Piston Cores Sites study area

Table 1. Localities of piston cores using in this study.

Core	Latitude	Longitude	Water depth	Core length
S-16	62°, 38', 0295" S	59°, 09', 6341" W	1,500 m	547 cm
S-15	63°, 09', 0634" S	61°, 04', 4533" W	1,220 m	577 cm

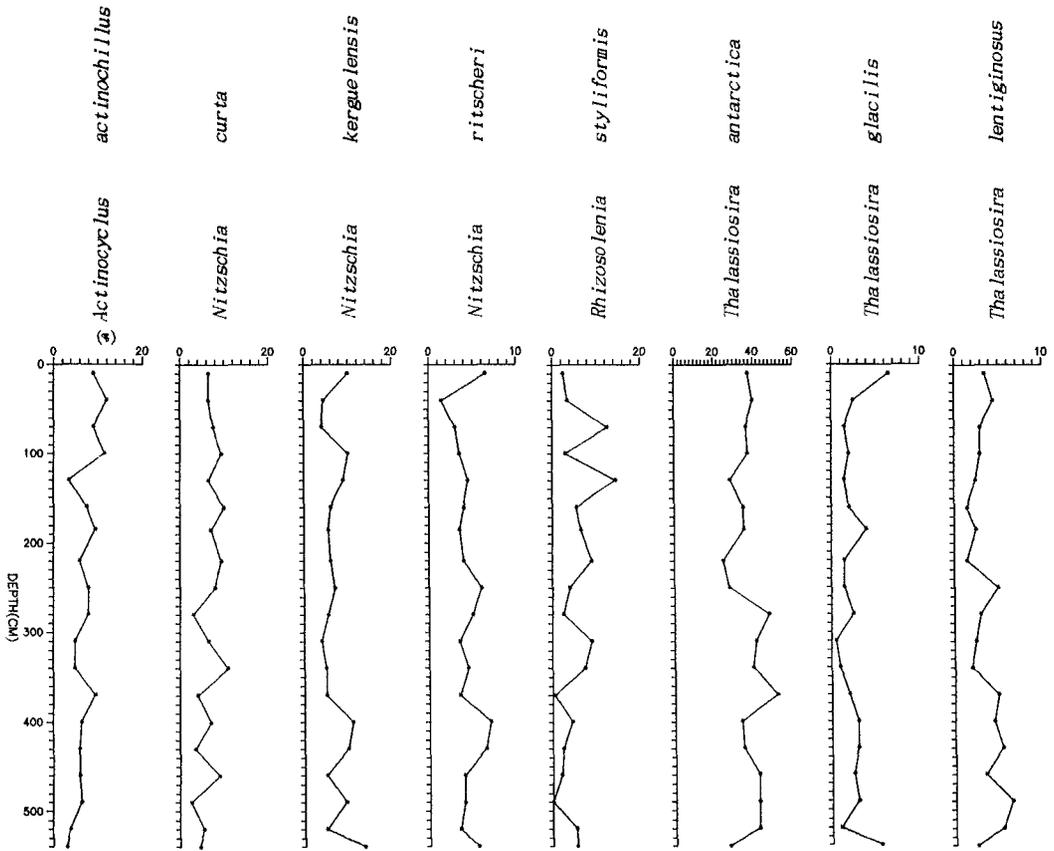


Fig. 2. Vertical distribution of selected diatom species in Core S16

어 있으면 1개체로, 그리고 Pennales-Araphids형 규조는 규조각이 파괴되었을 경우 규조각 파괴정도가 1/2 정도이고 apical end가 나타나면 1/2 개체로 산정하였다. 상대적 산출빈도치는 200개의 규조각을 산정하는데 소요되는 24 x 24mm 카바그라스에서의 strewn line수를 반영하여 구하였는데 예를들면 200개의 규조각을 산정하는데 24 x 24mm 카바그라스에서 3개의 strewn line이 소요되었으면 1/3로 계산하였다. 주요 산출규조종의 생태와 지리적분포에 관한 내용은 DeFelice and Wise(1981), Fenner *et al*(1976), Krebs(1983), Sancetta(1982), McCollum(1975), Abbott(1974), Ciesielski(1983), Schrader(1976), Akiba(1982), Williams(1986) 등의 문헌을 참고하였다.

III. 결과 및 토의

1. 군집구성

1) S16 시추공

총 19개 시료에서 23속 79종 및 변종의 규조가 동정되었으며 종별, 시료별 산출빈도는 표 2에 도시되어 있다. 표에서 보는바와 같이 본 시추공에서 가장 다산되는 종은 *Thalassiosira antarctica*로 전시료에서 25%부터 50% 정도 산출된다. 이외에 다산되는 종으로는 *Actinocyclus actinochillus* (= *Coscinodiscus actinochillus*), *Cocconeis costata*, *Corethron criophilum*, *Nitzschia curta*, *N. cylindrus*, *N. kerguelensis*, *N. lineata*, *N. ritscheri*, *Rhizosolenia styliformis*, *Eucampia balaustium*(= *E. antarctica*), *Thalassiosira gracilis*, *T. lentiginosa* 등이며 전시료

Table 2. Relative frequency of diatom taxa in Core S16

		sample No.		sample depth(cm)																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ecology		sample depth(cm)		5	35	65	95	125	155	180	215	245	275	305	335	365	395	425	455	485	515	535
species				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				10	40	70	100	130	160	185	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520	540
<i>Achnanthes</i>	<i>brevipes</i> var. <i>angustata</i>	M					1									1						
<i>Actinocyclus</i>	<i>actinochillus</i>	M p n		18	24	18	23	7	15	19	12	16	16	10	10	19	13	12	12	13	8	6
A.	<i>curvatulus</i>	M p o				1		1		1	1	1		2	1	2	3	6	1		1	1
A.	<i>ingens</i>	M p n						1			1									1		
A.	<i>octorarius</i>	M p l		1												2				1		
<i>Asteromphalus</i>	<i>parvulus</i>	M p en		1	1			1				1				1						2
A.	<i>robustus</i>	M p n											1									
<i>Cocconeis</i>	<i>costata</i>	M p o		6	7	1	4	7	4	6	8	3	3	6	1	2	3	4	2	4	8	3
C.	<i>fasciolata</i>				1			1		1	2		1	2	1							
C.	<i>illustris</i>							1														1
<i>Corethron</i>	<i>criophilum</i>	M p o		8	2	6	4		4	1	2	1	1	2	4	2			1	1	1	4
<i>Coscinodiscus</i>	<i>asterompharus</i>	M p n												1		1						1
C.	<i>bullatus</i>	M p o									1											
C.	<i>furcatus</i>	M p n								2				1								
C.	<i>oculus-iridis</i>	M p o				1				1	1								1			1
C.	<i>pyrenoidophorus</i>	M											2	1								
C.	<i>stellaris</i>	M p n				1			1					1		1						1
C.	<i>stellaris</i> var. <i>symbolophorus</i>	M p n		2	1	1	2	4	1	3		4	2	3	3	2	2	3	3	2	1	1
C.	<i>tabularis</i>	M p o		1	1	1		1			1	2			1							
C.	sp.													2	1							
<i>Delphineis</i>	sp.								1													
<i>Denticulopsis</i>	<i>hustedtii</i>	M p n																	1		1	
D.	<i>seminae</i>	M p n															1					
D.	spp.			1				1		1	1		4	2	1		1	2	2			
<i>Eucampia</i>	<i>balaustium</i>	M p n		3	15	1	1		1	1	4	4		1	2			7	2	3	1	1
<i>Gomphonema</i>	sp.						2		1								1					
<i>Grammatophora</i>	<i>arcuata</i>	M					1			2									1			
G.	<i>serpentina</i>									2						1						
G.	sp.								1	1				1			1					
<i>Licmophora</i>	<i>decora</i>			2																		
<i>Navicula</i>	<i>directa</i>	M p o		1							1	1				2						1
N.	sp.												1									1
<i>Nitzschia</i>	<i>angulata</i>	M p o		2		3	4	3	3	1	3	2	5	3	1		3	3	2	4	1	1
N.	<i>barbieri</i>	M													1				1			
N.	<i>curta</i>	M p n		13	13	15	19	13	20	14	19	16	6	13	22	8	14	7	18	5	11	9
N.	<i>cylindrus</i>	M p n		3	6	3	9	5	7	8	8	8	3	4	2	1	5	2	7	2	4	4
N.	<i>inflatula</i>	M								1		1										
N.	<i>interfrigidaria</i>										1								1			
N.	<i>keguelensis</i>	M p o		20	9	8	20	18	12	11	12	14	11	8	10	10	22	20	10	19	10	27
N.	<i>lanceolata</i>	M p o		3	1	2	3	2	3	2	1	3	3	1	1		3	1	1	2	1	4
N.	<i>lecointei</i>	M		1							2	1			1			1	1			
N.	<i>lineata</i>	M		3	2	2	3	3	7	2	9	8	2	3	3	5	7	6	2	7	5	5

Table 2. Continued

		sample No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ecology	species	sample depth(cm)		5	35	65	95	125	155	180	215	245	275	305	335	365	395	425	455	485	515	535	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				10	40	70	100	130	160	185	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520	540	
N.	<i>obliquecostata</i>	M	p en						5	4	4			1	2	1	2		2	2	2	2	
N.	<i>polaris</i>	M	p n						1								1						
N.	<i>ritscherii</i>	M	p	13	3	6	7	9	8	7	8	12	10	7	9	7	14	13	8	8	7	11	
N.	<i>separanda</i>	M	p o	2	1	2	1	3	1		5	1	2	1	1	1	1	2	7	1	2	1	
N.	<i>sicula</i> var. <i>rostrate</i>	M																				1	
N.	<i>sublineata</i>	M	p n	3	2	3	4	3	4	4	10	10	4	9	9	5	6	1	5	11	4	5	
N.	<i>turgidula</i>	M																				1	
N.	<i>vanheurkii</i>	M										2											
N.	sp. A	M																				1	
N.	sp.B	M													1								
<i>Podosira</i>	<i>gracilis</i>	M	p o	1	2	1		1	3	2	3				1	1				2	1	3	
<i>P.</i>	<i>pseudodenticulata</i>				2			1															
<i>Rhizosolenia</i>	<i>alata</i> f. <i>inermis</i>						1	3	1		3	1		2	1		2			2	2	1	
<i>R.</i>	<i>hebetata</i> f. <i>bidens</i>				1		1								1	1			1		1		
<i>R.</i>	<i>hebetata</i> f. <i>hiemalis</i>	M	p o		1	1			1					1			1	1			2		
<i>R.</i>	<i>setigera</i>	M	p n			1																	
<i>R.</i>	<i>styliformis</i>	M	p o	5	7	25	6	29	11	13	18	8	5	18	15	1	9	5	4		11	11	
<i>R.</i>	sp.							1				1										1	
<i>Rouxia</i>	<i>antarctica</i>	M								1						1							
<i>Schimperiella</i>	<i>antarctica</i>	M	p n					1	2	1		1		1				3				1	
<i>Stellarima</i>	<i>microtrias</i>	M																			2	1	
<i>S.</i>	<i>stellaris</i>	M				3	1	1				1	1			1			2		2	1	
<i>Synedra</i>	sp.								1														
<i>Thalassiosira</i>	<i>anguste-lineata</i>				1										1							3	
<i>T.</i>	<i>antarctica</i>	M	p en	75	80	73	75	57	70	71	50	56	96	83	80	104	68	70	85	85	85	55	
<i>T.</i>	<i>decipiens</i>	M	p l					1										1				1	
<i>T.</i>	<i>eccentrica</i>	M	p l		1							1		1	1							1	
<i>T.</i>	<i>gracilis</i>	M	p en	13	5	3	4	3	4	8	3	3	5	1	2	4	6	6	5	6	2	11	
<i>T.</i>	<i>gravida</i>												1			1	1						
<i>T.</i>	<i>lentiginosa</i>	M	p o	7	9	6	6	5	3	5	3	10	6	5	4	10	9	11	7	13	11	5	
<i>T.</i>	<i>lineata</i>	M	p n	1													1					2	
<i>T.</i>	<i>ritscherei</i>			1									2										
<i>T.</i>	<i>trifluta</i>	M	p																	1			
<i>T.</i>	<i>turmidia</i>	M	p				2								1			2					
<i>Thalassiothrix</i>	<i>longissima</i>	M	p o	3	3	1	3	3	3	2	4	3	6	2	3	3	3	5	4	2	7	10	
<i>Trinacria</i>	<i>excavata</i>						1									1							
Genus and species Indet.				2	3	1	2		2	2	2				3		1	2		1	2	1	
Total				200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Relative Diatom densities				2.0	2.5	2.5	2.5	2.0	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	2.0	1.7	1.7	1.7	2.0	2.0	1.1

*: M; marine species, p; planktonic species, b; benthonic species, n; neritic species, o; oceanic species, en; eurychoric neritic species, l; littoral to sublittoral species

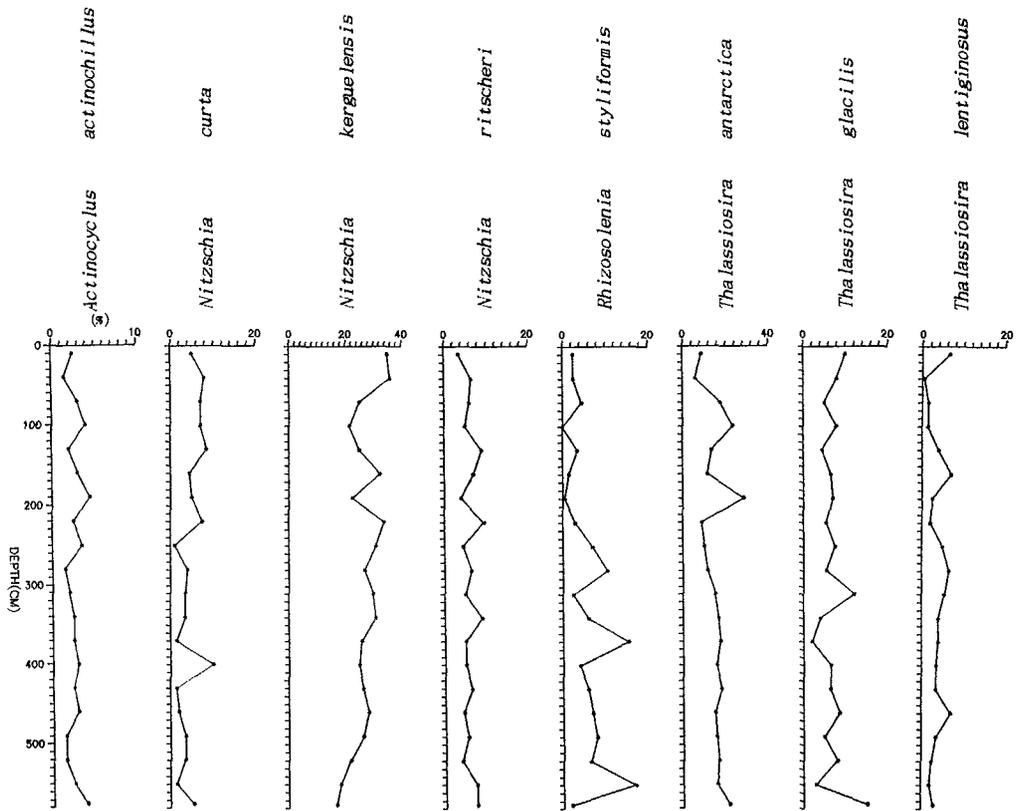


Fig. 3. Vertical distribution of selected diatom species in Core S15

에서 1% 내지 20% 정도 산출된다. 이들 종들의 심도에 따른 산출빈도 변화상은 Fig. 2에 도시되어 있다. 이들 종들은 모두 전형적인 남극, 아남극 혹은 양극 고유종이나 분포종으로 원양성 및 근해성의 부유성종이다(Abbott, 1974; Krebs, 1983; Fenner et al., 1976; Burckle et al., 1987; Sancetta, 1982; Akiba, 1982 등). 본 시추공에서 산출되는 규조는 원양성종이 26.5%, 근해성종이 66.7%로 전 규조각의 93% 이상이 근해 및 원양성종이며 몇개의 시료에서만 극소수로 산출되는 *Delphineis* sp., *Grammatophora arcuata*와 같은 저서, 연안성종을 제외하고는 거의 대부분이 부유성종이다(93.4%). 또 본 시추공의 규조군집은 극소수로 산출되는 *Thalassiosira oestrupii*, *T. eccentrica*와 같은 온난-temperate성종을 제외하고는 모두 한해성종으로 구성되어 있다. 특히 *Nitzschia curta*, *N. lineata*, *N. ritscheri*, *Thalassiosira antarctica*, *Actinocyclus*

*actinochilus*와 같은 전형적인 극지 한해성종인 점빙성종(cryophilic species)이 다산된다.

층위의 변화에 따른 주요 산출규조의 산출량변화는 전반적으로 뚜렷한 변화상은 보이지 않지만 *Thalassiosira antarctica*는 상부에 비해 하부에서(200-520cm범위), 그리고 *Rhizosolenia styliiformis*는 하부에 비해 상부에서(35-310cm범위) 높은 산출을 보인다. 그리고 S15시추공에 비해 *Thalassiosira antarctica*의 산출이 월등히 높은 반면 *Nitzschia kerguelensis*의 산출량은 낮은 양상을 보인다. 본 시추공에서 산출되는 규조각의 보존상태는 각시료에서 공히 매우 양호한 편이며 상대적산출빈도치도 1.1 내지 2.0 정도로 매우 높은 편이다.

2) S15 시추공

총 20개 시료에서 28속 90종 및 변종의 규조가

Table 3. Relative frequency of diatom taxa in Core S15

		ecology		sample depth(cm)		sample No.																			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				5	35	65	95	125	155	185	215	245	275	305	335	365	395	425	455	485	515	545	570		
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
species				10	40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520	550	575		
<i>Achnanthes</i>	<i>brevipes</i> var.	M										1				1			1		1		1		
	<i>angustata</i>																								
A.	sp.												1				1								
<i>Actinocyclus</i>	<i>actinochillus</i>	M	p	n	5	3	6	8	4	6	9	5	7	3	4	5	5	6	5	6	3	3	5	4	
A.	<i>curvatulus</i>	M	p	o	2	2	6	1	1		1	3	8	4	2		2		1	2	1	3	3	3	
A.	<i>ingens</i>	M	p	n					1					1		1					1				
A.	<i>octorarius</i>	M																			2			1	
<i>Amphora</i>	<i>ovalis</i>	M	b	l				1														1			
<i>Asteromphalus</i>	<i>hookeri</i>	M	p	n											1			1		1					
A.	<i>parvulus</i>	M	p	e	n	1	1	1	3	4	3		1	1	4			1	2	2	2	4	3	3	4
A.	<i>robustus</i>	M	p	n				1										1			1				
<i>Bacteriosira</i>	<i>fragilis</i>	M						2																	
<i>Biddulphia</i>	<i>punctata</i>	M			1													1							
<i>Chaetoceros</i>	<i>bulbosum</i>	M			1			2																1	
<i>Cocconeis</i>	<i>californica</i>								1	1								1							
C.	<i>costata</i>	M	p	o	5	1	3	5	2	5	5	2	2	3	3	3	2	5	3	1	2	3	2	1	
C.	<i>fasciolata</i>	M			1						1	1	2							2					
C.	<i>illustris</i>																							1	
C.	<i>schuettii</i>				1									1				1							
<i>Corethron</i>	<i>criophilum</i>	M	p	o					1	1	1	1			1					2	1		1	3	
<i>Coscinodiscus</i>	<i>bullatus</i>	M	p	o	1			1	1								1		1						
C.	<i>furcatus</i>	M						1																	
C.	<i>marginatus</i>	M	p	o					1	1															
C.	<i>oculus-iridis</i>	M	p	o					1												2				
C.	<i>pyrenoidophorus</i>	M				1	1						1		1			1			1			1	
C.	<i>stellaris</i>	M	p	n											1	1						1			
C.	<i>stellaris</i> var.	M	p	n	2	1	1	2		1	3	2	3	2		3	4	4	1	1	2	3	1	2	
	<i>symbolophorus</i>																								
C.	<i>tabularis</i>	M	p	o					1	2	1	1	2		1	1			1			1	1	1	
C.	sp.				1				1							1									
<i>Denticulopsis</i>	<i>seminae</i>	M	p	n		1	1	1				2	1								1				
D.	spp.	M				12	2		1	1	1	2	2	3				2	1			2	1	1	
<i>Eucampia</i>	<i>balaustium</i>	M	p	n	3	7		4	5	4	2	1	3	4		2	3	4	2	1	10	10	6	2	
<i>Gomphonema</i>	<i>intricatum</i>													1				1							
G.	sp.											1	1				1								
<i>Grammatophora</i>	<i>arcuata</i>	M													1						1			1	
<i>Hyadodiscus</i>	<i>scoticus</i>																							1	
H.	sp.																							1	
<i>Licmophora</i>	<i>decora</i>				1																				
L.	sp.								1																
<i>Melosira</i>	sp.					2	2					1													
<i>Navicula</i>	<i>directa</i>	M	p	o	1	1									1										
N.	sp.												1												
<i>Nitzschia</i>	<i>angulata</i>	M	p	o	5	15	8	5	4	6	3	8	1	2	6	5	1	2	10	2	3	5	4	4	

Table 3. Continued

		sample No.		ecology																			
				sample depth(cm)																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
species		ecology																					
		5	35	65	95	125	155	185	215	245	275	305	335	365	395	425	455	485	515	545	570		
		species																					
		10	40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520	550	575		
<i>N. barbieri</i>	M					1								1									
<i>N. curta</i>	M p n	10	16	14	14	17	9	10	15	2	8	7	7	3	20	3	4	7	7	3	11		
<i>N. cylindrus</i>	M p n		1		2	6	2	3	5	3	3	2	2	3	3		1	3	3		4		
<i>N. frustulum</i>	M							1															
<i>N. inflatula</i>	M		1	1						1				1	1	1				1			
<i>N. kerguelensis</i>	M p o	70	72	50	43	50	65	45	68	62	54	60	62	52	50	53	57	53	44	37	34		
<i>N. lanceolata</i>	M p o	7	6	7	4	4	7	3	4	3	3	4	5	3	2	2	3	2	3	2	1		
<i>N. lacointei</i>	M		1																				
<i>N. lineata</i>	M			4	4	2	2	4				2		5	4	1	2			2	2		
<i>N. obliquecostata</i>	M pen	2	2	3	2	1	1				1	3	3	1	1	1		3	1	4	1		
<i>N. polaris</i>	M p n													1									
<i>N. pseudonana</i>	M						1																
<i>N. ritscheri</i>	M p n	7	13	12	10	18	14	8	19	9	13	10	18	10	10	13	9	11	8	15	15		
<i>N. separanda</i>	M p o	3	3	5	2	2	2	1				2	4	1	2	10	2	8	5	4	6		
<i>N. sicula</i> var. <i>rostrata</i>	M		1																				
<i>N. sublineata</i>	M p n		1	4	2	1	3	3	3	2	2	2		3	1	2	2	1		3	3		
<i>N. sp. A</i>	M				1		1		5	3	1	4	2	1	4	1			1		2		
<i>N. sp. B</i>	M					1					1												
<i>Podosira gracilis</i>	M p o	4			3	2	1		4	1	2	2		1			3	2			1		
<i>P. pseudodenticulata</i>	M			1	3	1		1		2				1	1	1		1	1				
<i>P. sp.</i>	M																1						
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>inermis</i>	M			1	1							1	1		1								
<i>R. hebetata</i> f. <i>bidens</i>	M		3				1	1		1	3			1									
<i>R. hebetata</i> f. <i>hiemalis</i>	M p o	1	2	3	1	2		1	2	3	3		2	3		1	2	2	2	2			
<i>R. styliformis</i>	M p o	5	5	9		7	3	1	6	14	21	5	12	31	8	12	14	16	13	34	4		
<i>R. sp.</i>	M												1							1			
<i>Schimperella antarctica</i>	M p n	2	1		1	2						1		1	2	3	1		1	1			
<i>S. oliverana</i>	M									1													
<i>Stellarima stellaris</i>	M								1	1									2	1	2		
<i>Stephanopyxis</i> spp.	M													1		1				1			
<i>Synedra kerguelensis</i>	M		1																				
<i>S. spp.</i>	M		1		1								1										
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	M			1				1		1		1			1	1			2				
<i>T. antarctica</i>	M pen	18	12	35	47	27	23	57	18	20	23	30	33	35	31	36	30	31	33	32	43		
<i>T. decipiens</i>	M b l						1							1					1				
<i>T. eccentrica</i>	M p l						1												1	2			
<i>T. gracilis</i>	M pen	20	16	10	16	9	13	14	11	15	11	24	8	4	13	13	17	10	16	6	30		
<i>T. hyaline</i>	M																1						
<i>T. kryophila</i>	M p n					1			2														
<i>T. lentiginosus</i>	M p o	13	1	3	3	8	14	5	4	10	13	11	8	8	7	7	14	7	5	4	6		
<i>T. lineata</i>	M p n		1	1							1				1				1				
<i>T. oestrupii</i>	M p n			1			1										1	2			1		

Table 3. Continued

		sample No.																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ecology	sample depth(cm)																				
		5	35	65	95	125	155	185	215	245	275	305	335	365	395	425	455	485	515	545	570
species																					
		10	40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520	550	575
<i>T. trifulta</i>	M p									1	2	1									
<i>T. turmida</i>	M p	1			1	1		1			1				1						
<i>T. sp.</i>			1		1	1		1			1				1						
<i>Thalassiothrix longissima</i>	M p o	8	2	4	1	6	4	5	3	7	6	3	3	3	4	6	3	7	4	9	6
<i>Trycheneis aspera</i>	M b l									1											
Genus and species Indet.			2		1		1		3	3	3	2	5	2		6	4	5	6		
TOTAL		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Relative Diatom Density		2.0	1.7	2.0	1.7	1.7	1.3	1.3	2.0	2.0	2.0	1.7	1.3	1.2	2.0	1.7	2.0	1.7	2.0	2.0	1.3

*M: marine species, p: planktonic species, b: benthonic species, l: littoral species, n: neritic species, o: oceanic species, en: eurychoric neritic species

동정되었으며 종별, 시료별 산출빈도는 표 3에, 그리고 다산되는 주요종들의 층위에 따른 산출량 변화상은 Fig. 3에 도시되어 있다. 표에서 보는바와 같이 본 시추공에서 산출되는 규조군집의 조성은 몇종을 제외하고는 S16시추공의 규조군집과 유사하나 조성이 서로 약간 다른 양상을 보인다. 본 시추공에서 가장 다산되는 종은 *Nitzschia kerguelensis*로 전시료에서 18%에서 38% 정도 산출되며 S16공에서 가장 다산되는 종인 *Thalassiosira antarctica*는 6%에서 22% 정도로 본 시추공에서는 두번째로 다산된다. 이외 본 시추공의 모든 시료에서 1% 이상 산출되는 종들로는 *Actinocyclus actinochille*, *Cocconeis costata*, *Coscinodiscus stellaris* var. *symbolophorus*, *Eucampia balaustium*, *Nitzschia angulata*, *N. curta*, *N. ritscheri*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassiosira gracile*, *T. lentiginosa*, *Thalassiothrix longissima* 등을 들수 있다. 본 시추공에서 산출되는 규조는 *Trachyneis aspera*, *Melosira* sp., *Ampora ovalis* 등 극소수의 저서연안성종을 제외하고는 93% 이상이 부유원양성(48.7%) 및 부유근해성(43.4%)의 한해성종이다. 본 시추공에서 가장 다산되는 *Nitzschia kerguelensis*는 0-7°C 해수온에서 잘 서식하고 위도 40°S와 70°S해역에서 주로 많이 분포하는 부유원양성 한해성종이다(Fenner et al., 1976, Buckle et al., 1987, Kim & Park, 1988). Fig. 3에서 보는바와 같

이 층위에 따른 주요산출종들의 산출빈도의 변화는 뚜렷하지는 않으나 *N. kerguelensis*는 하부에 비해 상부에서(0-38cm범위), 그리고 *Rhizosolenia styliformis*는 상부에 비해 하부에서(330-540cm범위) 다소 높은 산출양상을 보인다. 본 시추공에서 산출되는 규조각의 보존상태는 S16 시추공에서와 같이 양호한 편이며 상대적 산출빈도치도 1.2-2.0 정도로 매우 높은 편이다.

2. 퇴적환경

함규조퇴적층내에 함유된 규조의 산출량, 종다양성, 및 규조종류는 해수표면에서의 생산력과 생식 및 서식환경과 밀접한 연관이 있으므로 함규조퇴적층의 퇴적환경, 고해양학적 및 고기후 해석에 유용한 자료로 이용된다.

전술한바와 같이 본 시추공들의 규조군집은 남극 혹은 아남극 및 양극에 분포하는 근해성 및 원양성의 한냉부유성종으로 주로 조성되어 있다. 이중 남극 고유종 혹은 아남극 지시종들이 전체 규조각의 75% 이상을 차지하고 있다. 반면 해류에 의해 재이동, 운반되었을 가능성이 많은 아적도나 적도지역 분포종들은 매우 낮은 산출빈도를 보인다. Fig. 4는 시추공별 원양성종, 근해성종, 연안-근해성종의 산출비를 도시한 것인데 Fig. 4에서 보는바와 같이 시추공 S16에 비해 시추공

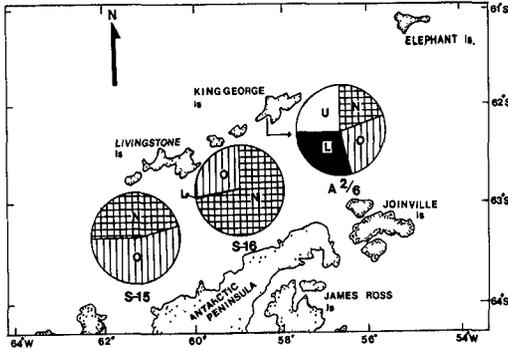


Fig. 4. Percentage of oceanic (O), neritic (N) and littoral (L) species in Core S16, Core S15, and A 2/6. U; unknown

S15의 규조군집에서 근해성종 보다 원양성종이 다소 높은 산출비를 보여 주고 있다. 이는 S15 시추공의 위치가 시추공 S16 보다도 다소 외해와 연결된 지역이기 때문인 것으로 추정된다. 본역 북동쪽에 위치하는 King George섬의 Marina 소만의 표층 및 시추공(A2/6: 길이: 25cm)의 함규조 퇴적층에 대한 미고생물학적 연구결과는 Mariana 소만내의 함규조퇴적층내에는 저서성 연안-근해성종인 *Pseudogomphonema groenlandium*가 가장 다산되며(총 규조각의 14-19%) 원양성 보다 연안성 내지 근해성종이 훨씬 다산됨을 보여주고 있다(Kim & Park, 1988).

S16과 S15 시추공, 특히 비슷한 심도의 시료에서도 이종의 산출이 전혀 없으며 다만 극소수의 연안저서종들이 함유되어 있을 뿐이다. 이와

같은 사실은 본 시추공들의 함규조퇴적층은 해류 등에 의해 타지역으로 부터의 운반, 공급되었거나 재이동이 거의 없이 현 해역 일대에서 높은 생산량을 가지거나 서식하는 규조류의 유해에 의해 근해 내지 근해와 인접한 외해환경하에서 퇴적된 것으로 추정된다. 또 군집내에는 *Thalassiosira antarctica*, *Nitzschia curta*, *N. ritscherei* 등의 점빙종도 전시료를 통해 다산되므로 빙하의 영향을 어느정도 받는 한냉한 기후환경이 퇴적기간동안 계속된 것으로 생각된다. 그러나 빙하의 영향이 규조의 서식과 생산을 억제할 정도는 아니었을 것으로 추정된다.

3. 생층서와 지질시대

남극 및 아남극지역의 고제삼기 부터 현재까지 퇴적층에 대한 생층서적 연구는 지금까지 DSDP 및 ODP 등의 연구를 통해 여러학자들에 의해 연구된바 있다(Donauhue, 1975; Schrader, 1976; McCollum, 1975; Ciesielski, 1983,1986; Koizumi, 1982; Akiba, 1982; Gersonde and Burckle, 1990; Baldauf and Barron, 1991; Harwood et al., 1992a, 1992b). 본 연구에서는 본역에 산출되는 규조종 들중 생층서적으로 주요한 화석규조종들의 층위적 주요기준면과 산출범위를 참고하여 본 연구 함규조퇴적층의 생층서적 연구와 지질시대에 대해 조사해 보았다. 표 4는 남극 및 아남극지역에서 Pliocene-Pleistocene 기간동안 생층서적으로 주

Table 4. Composite list of Pleistocene diatom events and ages from prior studies

Datums		Age(Ma)	References
T	<i>Hemidiscus karstenii</i>	0.195	Burckle et.al (1987)
T	<i>Actinocyclus ingens</i>	0.62	Ciesielski (1983)
T	<i>Thalassiosira elliptipora</i>	0.65	Ciesielski (1983)
B	<i>Thalassiosira elliptipora</i>	1.55-1.75	Baldauf and Barron(1991)
B	<i>Thalassiosira gracilis</i>	2.2	Harwood et.al (1992)
B	<i>Nitzschia kerguelensis</i>	2.7	McCollum (1975)
B	<i>Actinocyclus actinocyllus</i>	2.2-2.5	Gersonde and Burckle(1990)
B	<i>Nitzschia curta</i>	3.5	Harwood et.al (1992)
B	<i>Thalassiosira lentiginosa</i>	3.8	Harwood et.al (1992)
B	<i>Thalassiosira oestrupii</i>	5.1-5.3	Burckle et.al (1978)
B	<i>Hemidiscus karstenii</i>	8.7	

*: T; last appearance datum level, B; first appearance datum level

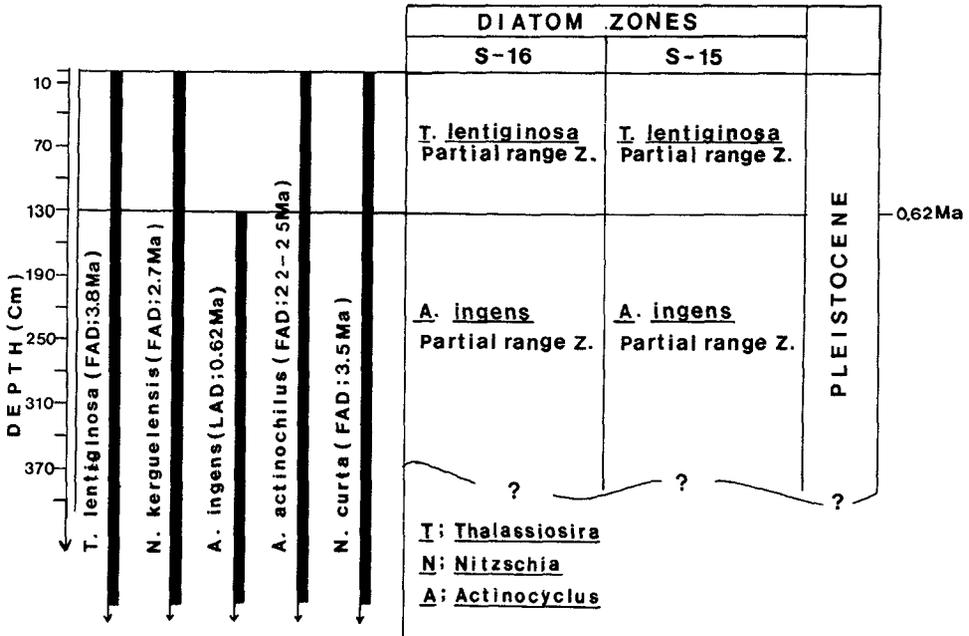


Fig. 5. Biostratigraphic ranges of stratigraphically important diatoms, and diatom biostratigraphic subdivisions in the sedimentary sequence

요한 규조사건(events)의 기준면과 절대년대를 지금까지 발표된 자료를 근거하여 도시한 것이다. 표 2, 3에서 보는바와 같이 본 시추공내에는 남극의 Pleistocene이나 Holocene 퇴적층의 생층서적 연구에 주요한 diagnostic종으로 이용되는 *Hemidiscus karstenii*, *Actinocyclus ingens*, *A. elliptiporus*, *Rouxia isopolica*와 같은 종들은 양 시추공에서 극소수로 산출되는 *A. ingens*를 제외하고는 산출되지 않는다. 이들 종들은 Miocene 내지 Pliocene에서 이미 전멸한 종으로 알려진 종인데 강한 저층류의 영향으로 재이동되어 상위의 지층에 재퇴적되어 남극의 Pleistocene이나 Holocene 지층의 생층서연구에 주요한 diagnostic종으로 이용되는 것들이다.

이들 주요규조사건과 주요화석규조의 생존지질시대를 근거하여 본연구 합규조퇴적층에 대한 생층서적 분대를 실시하고 이를 지질시대연대와 연관시켜 도시하면 Fig. 5과 같다. Fig. 5에서 보는바와 같이 본연구 양 시추공의 합규조퇴적층은 2개의 화석대로 분대 가능하며 그 지질시대는 Pleistocene에서 Holocene인 것으로 생각된다. 본역 인근 Bellingshausen해역의 piston 코아 시료를

연구한 Akiba(1982)와 Koizumi(1982)의 연구결과 및 Weddell해역의 piston 코아를 연구한 연구결과 (Macchiavello & Lange, 1980)도 인접 연구퇴적층의 지질시대가 Pliocene에서 Pleistocene이라는 결과를 얻었다. 두 Zone에 대하여 설명하면 다음과 같다.

1. Thalassiosira lentiginosa Partial range Zone

a. 정의: *Thalassiosira lentiginosa*의 최종산출층준(최상부, i.e Holocene)에서 *Actinocyclus ingens*의 최종산출층준까지(기저).

b. 지질시대: upper Pleistocene에서 Holocene(0-0.62Ma)

c. 대비: ODP Leg 113에서의 *Thalassiosira lentiginosa* Zone(Gersonde & Burckle, 1990)

2. Actinocyclus ingens Partial range Zone

a. 정의: 최상부: *Actinocyclus ingens*의 최종산출층준

하부: 불명

b. 지질시대: lower Pleistocene(?)에서 upper Pleistocene(0.62 Ma-약 2.0 Ma)

c. 대비: ODP Leg 113에서의 *Actinocyclus ingens* Zone(Gersonde and Burckle, 1990), ODP Leg 120에서의 *A. ingens* Zone과 *Nitzschia kerguelensis* Zone(Harwood *et.al.*, 1992a)

d. 적요: ODP Leg 113에서는 이 Zone의 기저를 *Thalassiosira kolbei*의 최종산출층을 기준했으나 본 시추공들에서는 이종이 산출되지 않으며 또 하부층을 결정 할 만한 생층서적 주요구조종의 산출이 없으므로 기저의 경계를 설정하기가 곤란하다. 기저의 지질시대는 분명하지는 않지만 최초산출시대가 2.2-2.7Ma인 *Thalassiosira gracilis*, 2.2 Ma-2.5 Ma인 *Actinocyclus actinochillus*, 그리고 2.7 Ma인 *Nitzschia kerguelensis* 등 최초산출이 2.2 Ma에서 2.7 Ma인 구조가 전시료를 통해 다산되므로 기저의 지질시대는 대략 2.0 Ma경일 것으로 추정된다.

4. 결 론

1) 시추공 S16에서 23속 79종 및 변종의 구조가, 그리고 S15 시추공에서 28속 87종 및 변종의 구조가 동정되었는데 시추공별로 가장 다산되는 종은 S16공에서는 *Thalassiosira antarctica*(25-50%), S15 공에서는 *Nitzschia kerguelensis*(18-38%)이다. 두 시추공의 구조군집 조성은 몇종을 제외하고는 산출종은 서로 유사하나 다만 종별 조성비가 서로 약간 다른 양상을 보인다.

2) 연구시추공 함구조퇴적층의 구조군집은 아남극 및 남극의 고유종 혹은 분포종과 원양 및 근해성종으로 주로 구성되어 있으며 재이동된 것으로 생각되는 구조각들의 함유비는 매우 낮다.

이는 본 퇴적 sequences는 한냉하고 또 빙하의 영향을 어느정도 받은 근해 내지 근해와 인접한 외해환경하에서 퇴적된 것으로 추정된다. 그리고 구조군집 조성 양상은 각 시추공의 위치와 상당한 연관성이 있음이 인정된다.

3) 본 함구조퇴적층내에 함유된 생층서적 주요 구조종의 기준면과 생존 지질시대를 근거하여 함구조퇴적층을 분대하면 2개의 구조대(*Thalassiosira lentiginosa* Partial range Zone과 *Actinocyclus ingens* Partial range Zone)로 분대되며 지질시대는 Pleistocene에서 Holocene에 해당되는 것으로 추정

된다.

5. 사 사

본 연구를 가능하도록 시료를 제공해 주신 한국해양연구소 극지연구센터에 감사를 드린다.

참고문헌

- Abbott, W.H., 1974, Temporal and spatial distribution of Pleistocene diatoms from the southeast Indian Ocean; *Nova Hedwigia Beih.*, **25**: 291-347.
- Akiba, F., 1982, Late Quaternary diatom biostratigraphy of the Belligshausen Sea, Antarctic Ocean; *Rep. Tech. Res. Cen. JNOC*, **16**: 31-74.
- Baldauf, J.G., and Barron, J.A., 1991, Diatom biostratigraphy: Kerguelen Plateau and Prydz Bay regions of the Southern Ocean; *In* Barron, J., Larsen, B., *et. al.*, *Proc. ODP. Sci. Results*, **119**: College Station, TX(Ocean Drilling Program), 547-598.
- Byun, H.S., Yun, H.S., Yi, S.S., and Chang, S.K., 1994, Fossil Dinoflagellates from the Core Sediments of the Bransfield Striat, Antarctica; *Korean Jour. Polar Research*, (in printing)
- Ciesielski, P.F., 1983, The Neogene and Quaternary diatom biostratigraphy of subantarctic sediments, D.S.D.P Leg 71; *In* Ludwig, W.J., Krashenninnikove, V.A., *et.al*, *Init. Repts. D.S.D.P 71*: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 863-885.
- DeFelice, D.R., and Wise, S.W., Jr., 1981, Surface lithologies, biofacies, and diatom diversity patterns as moldels for delineation of climate change in the southwest Atlantic Ocean; *Marine Micropaleontology*, **6**: 29-70.
- Fenner, J., Schrader, H-J., and Wienigk, H., 1976, Diatoms Phytoplankton Studies in the southern Pacific Ocean, Composition and Correlation to the Antarctic Convergence and its Paleontological Significance; *In* Hollister, C.D., Craddock, C., *et al.*, *Init. Repts. D.S.D.P. 35*: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 757-813.
- Gersonde, R., and Burckle, L.H., 1990, Neogene diatom biostratigraphy of ODP Leg 113, Weddell Sea (Antarctic Ocean); *In* Barker, P.F., Kennett, J.P., *et.al.*, *Proc. ODP. Sci. Results*, **113**: College Station, TX(Ocean Drilling Program), 761-789.
- Harwood, D.M., and Maruyama, T., 1992a, Middle Eocene to Pleistocene Diatom Biostratigraphy of Southern Ocean Sediments from the Kerguelen Plateau, Leg 120; *Proc. of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v. 120, 683-733.
- Harwood, D.M., Lazarus, D.B., Abelmann, A., Aubry, M.,

- Berggren, W.A., Heider, F., Inokuchi, H., Maruyama, T., McCartney, K., Wie, W., and Wise, Jr., S.W., 1992b, Neogene Intergrated Magnetobiostratigraphy of the Central Kerguelen Plateau, Leg 120; *Proc. of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v. 120, 1031-1052.
- Kanaya, T., 1959, Miocene diatom assemblages from the Onnagawa Formation and their distribution in the correlative formation in northeastern Japan; *Sci. Repts. Tohoku Univ., Ser.2*, 30, 1-130.
- Kim, W.H., and Park, B.K., 1988, Marine Diatoms from the late Quaternary sediments in the Marian Cove, King George Island, Antarctica; *Jour. Paleont. Soc. Korea*, 4, 2, 135-159.
- Koizumi, I., 1982, Late Quaternary diatoms of the Bellingshausen Basin, Antarctic Ocean; *Rept. Tech. Res. Cen. JNOC*, 16, 75-89.
- Krebs, W.N., 1983, Ecology of neritic diatoms, Arthur Harbor, Antarctica; *Micropaleontology*, 29, 3, 267-297.
- Macchiavello, J.C.M., and Lange, C., 1980, Diatomeas del Cenozoico al nordeste de la Peninsula Antarctica (en testigos E7-10y E22-31); *Contrib. Inst. Antarct. Argent.*, 232, 1-35.
- McCollum, D.W., 1975, Diatom stratigraphy of the Southern Ocean; In Hayes, D.E., Frakes, L.A., et. al., *Init. Repts. D. S.D.P.28* : Washington (U.S. Govt. Printing Office), 515-571.
- Sancetta, C., 1982, Distribution of diatom species in surface sediments of the Bering and Okhotsk Seas; *Micropaleontology*, 28, 221-257.
- Schrader, H-J., 1976, Cenozoic planktonic diatom biostratigraphy of the southern Pacific Ocean; *Init. Repts. D.S.D.P. 35* : Washington (U.S. Govt. Printing Office), 605-672.
- Williams, K.M., 1986, Recent Arctic marine diatom assemblages from bottom sediments in Baffin Bay and Davis Strait; *Marine Micropaleontology*, 10, 327-341.

EXPLANATION OF PLATES

Plate 1 (Scale Bar: 20 μ)

- Fig. 1. *Actinocyclus actinochillus* (Ehrenberg) Simonsen, S16-2, 35-45cm
 Fig. 2. *Actinocyclus curvatulus* Jan. in A. Schmidt, S16-11, 305-310cm
 Fig. 3. *Asterompharus palvulus* Karsten, S16-1, 5-10cm
 Fig. 4. *Thalassiosira lentiginosa* (Janisch) Fryxell, S15-6, 155-160cm
 Fig. 5. *Thalassiosira antarctica* Comber, S16-2, 35-40cm
 Fig. 6. *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, S16-3, 65-75cm
 Fig. 7. *Thalassiosira lineata* Jouse, S15-3, 65-70cm
 Fig. 8. *Schimperiella antarctica* Karsten, S15-15, 425-430cm
 Fig. 9. *Corethron criophilum* Castracane, S15-5, 125-130cm
 Fig. 10. *Eucampia balaustium* Castracane, S16-3, 65-70cm
 Fig. 11. *Cocconeis costata* Gregory, S15-4, 95-100cm
 Fig. 12. *Cocconeis costata* Gregory, S16-2, 35-40cm
 Fig. 13. *Cocconeis fasciolata* (Ehrenberg) Brown, S15-9, 245-250cm

Plate 2 (Scale Bar: 20 μ)

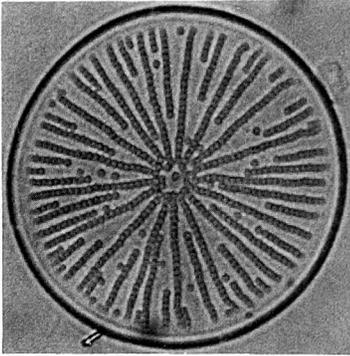
- Fig. 1. *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg, S16-1, 5-10cm
 Fig. 2. *Coscinodiscus furcatus* Karsten ?, S16-7, 180-185cm
 Fig. 3. *Thalassiosira lentiginosa* (Janisch) Fryxell, S15-6, 155-160cm
 Fig. 4. *Thalassiothrix longissima* Cleve and Grunow, S15-1, 5-10cm (brocken specimen)
 Fig. 5. *Coscinodiscus furcatus* Karsten, S15-4, 95-100cm
 Fig. 6. *Schimperiella antarctica* Karsten, S15-5, 125-130cm(isolated connecting band)
 Fig. 7. *Corethron criophilum* Castracane, S16-4, 95-100cm
 Fig. 8. *Thalassiosira antarctica* Comber, S16-10, 275-280cm
 Fig. 9. *Thalassiosira gracilis* (Karsten) Hustedt, S16-14, 395-400cm
 Fig. 10. *Eucampia balaustium* Castracane, S16-3, 65-70cm
 Fig. 11. *Thalassiosira antarctica* Comber, S16-19, 535-540cm
 Fig. 12. *Rhizosolenia hebetata* f. *bidens* Heiden, S16-3, 275-280cm
 Fig. 13. *Nitzschia sublineata* Hasle, S15-3, 65-70cm

Plate 3 (Scale Bar: 20 μ)

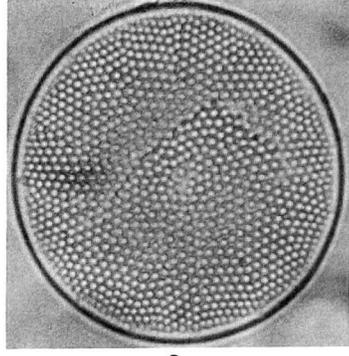
- Fig. 1. *Cocconeis costata* var. *keruelensis* (Petit) Cleve, S15-6, 155-160cm
 Fig. 2. *Nitzschia ritscheri* (Hustedt) Hasle, S15-4, 95-100cm
 Fig. 3. *Nitzschia ritscheri* (Hustedt) Hasle, S16-1, 5-10cm
 Fig. 4. *Nitzschia ritscheri* (Hustedt) Hasle, S15-17, 485-490cm
 Fig. 5. *Nitzschia obliquecostata* (Van Heurck) Hasle, S15-1, 5-10cm
 Fig. 6. *Nitzschia obliquecostata* (Van Heurck) Hasle, S15-11, 305-310cm
 Fig. 7. *Amphora* sp.(= *A. ovalis* ?), S15-4, 95-100cm
 Fig. 8. *Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle, S15-3, 65-70cm
 Fig. 9. *Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle, S15-20, 570-575cm
 Fig. 10. *Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle, S16-5, 125-130cm
 Fig. 11. *Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle, S15-18, 515-520cm
 Fig. 12. *Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle, S16-9, 245-250cm
 Fig. 13. *Grammatophora serpentina* (Ralfs) Ehrenberg, S16-7, 180-185cm

- Fig. 14. *Nitzschia sublineata* Hasle, S16-8, 215-220cm
- Fig. 15. *Cocconeis costata* Gregory, S16-8, 215-220cm
- Fig. 16. *Nitzschia sublineata* Hasle, S15-3, 65-70cm
- Fig. 17. *Nitzschia separanda* (Hustedt) Hasle, S15-15, 425-430cm
- Fig. 18. *Nitzschia lineata* (Castracene) Hasle, S15-3, 65-70cm
- Fig. 19. *Nitzschia curta* (Van Heurck) Hasle, S16-2, 35-40cm
- Fig. 20. *Nitzschia angulata* (O'Meara) Hasle, S16-4, 95-100cm
- Fig. 21. *Nitzschia separanda* (Hustedt) Hasle, S16-8, 215-220cm
- Fig. 22. *Nitzschia curta* (Van Heurck) Hasle, S16-8, 215-220cm
- Fig. 23. *Nitzschia cylindrus* (Grunow) Hasle, S16-4, 95-100cm
- Fig. 24. *Nitzschia obliquecostata* (Van Heurck) Hasle, S16-6, 155-160cm
- Fig. 25. *Nitzschia obliquecostata* (Van Heurck) Hasle, S15-11, 305-310cm
- Fig. 26. *Nitzschia obliquecostata* (Van Heurck) Hasle, S15-3, 65-70cm
- Fig. 27. *Nitzschia curta* (Van Heurck) Hasle, S15-4, 95-100cm
- Fig. 28. *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, S16-3, 65-70cm
- Fig. 29. *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, S16-5, 125-130cm

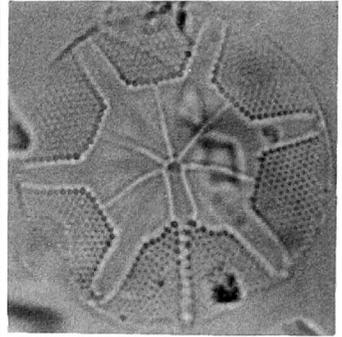
PLATE 1



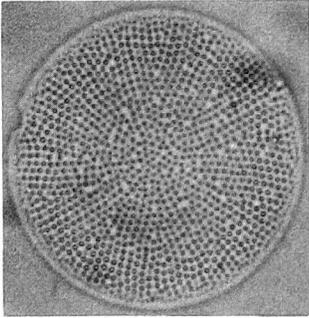
1



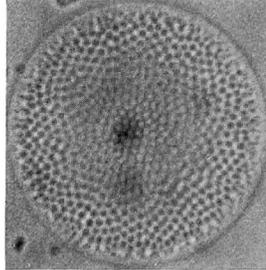
2



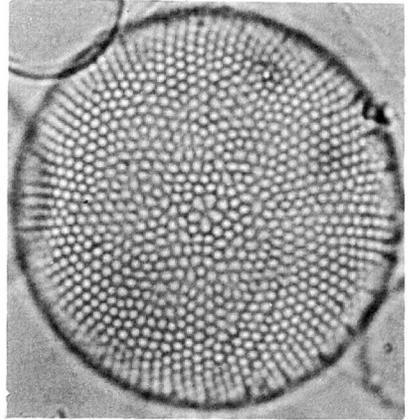
3



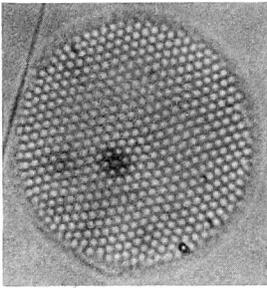
4



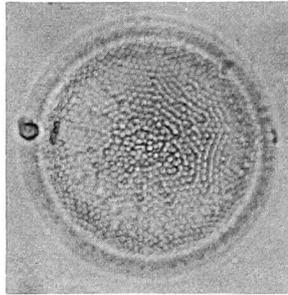
5



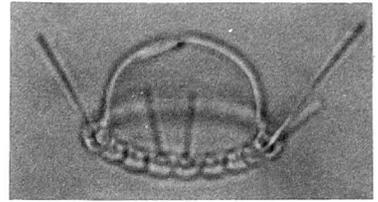
6



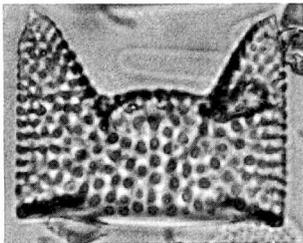
7



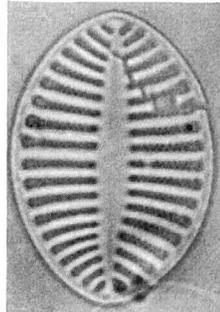
8



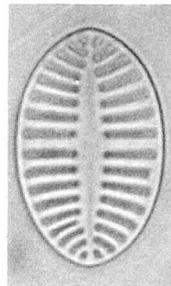
9



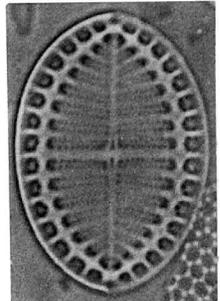
10



11

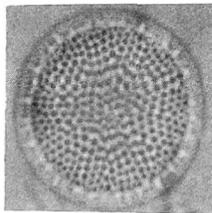
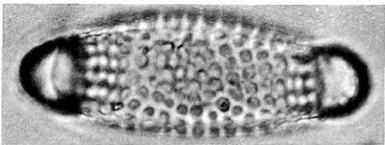
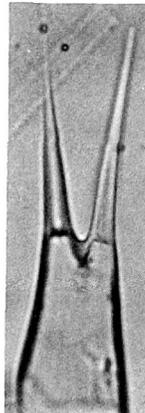
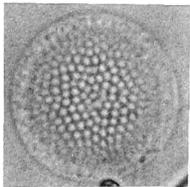
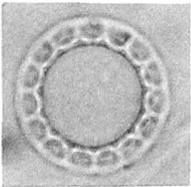
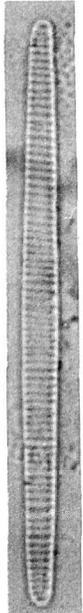
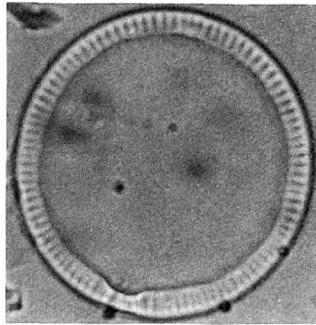
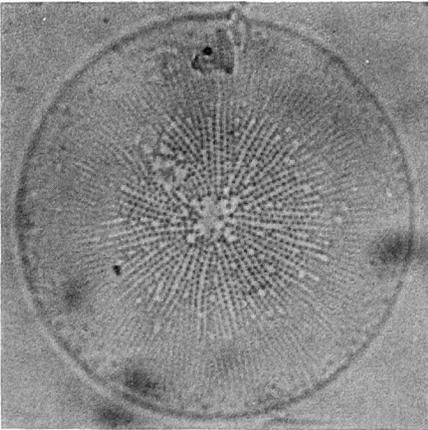
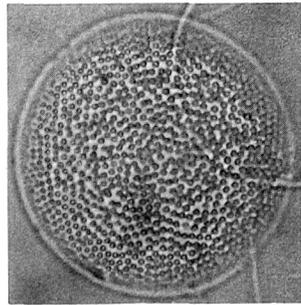
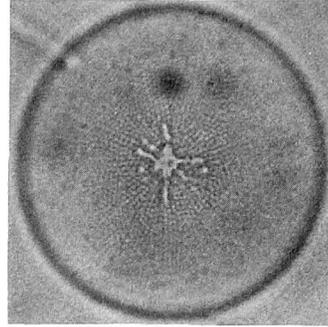
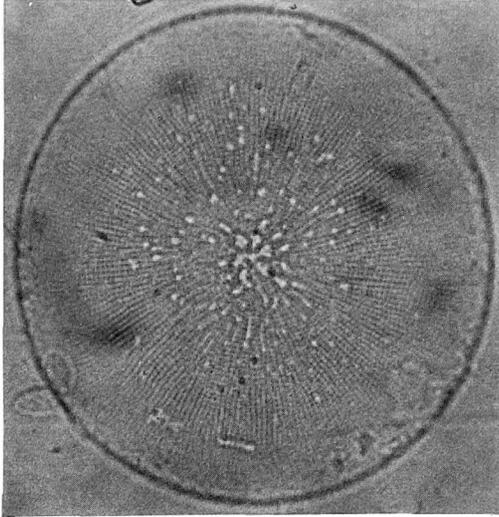


12



13

PLATE 2



11

12

13

PLATE 3

