

## 남극 브랜스필드 해협 퇴적물에서 산출된 규조류에 의한 고환경 연구

박영숙\*, 이종덕\*, 윤혜수\*\*, 윤호일\*\*\*

\*전북대학교 지구환경과학과

\*\*충남대학교 지질학과

\*\*\*한국해양연구원 극지연구소

**요 약:** 남극 브랜스필드 해협(Bransfield Strait)의 퇴적층에서 채취한 코아 GC 98-08은 주로 규질 연니(diatom ooze)로 이루어져 있고 사이사이에 이질 퇴적물(homogeneous mud)이 협재 된다. 이 코아 퇴적물에서 총 27속 73종의 규조 미화석을 추출·감정하였다. *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron crilophilum*, *Fragilariopsis curta*, *F. kerguelensis*, *Odontella weissflogii*, *R. styliformis*, *Thalassiosira antarctica*, *T. lentiginosa*와 *Chaetoceros resting spores* 등이 우점종으로 산출되며 이들이 규조류 총 산출량의 66%를 차지한다. *Fragilariopsis obliquecostata* 와 규조 휴면포자는 각각 특정한 층준에서 폭발적으로 나타나는데 이러한 산출현상은 특정 퇴적환경에 우점하는 종들의 변성에 그 원인이 있다. 해빙종(sea-ice taxa)들인 *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron crilophilum*, *Coscinodiscus furcatus*, *Eucampia antarctica*, *Fragilariopsis curta*, *F. cylindrus*, *F. lineata*, *F. obliquecostata*, *F. sublineata* 와 *Odontella weissflogii* 등이 전체 산출량의 29%를 차지하였으며 그들 중 *Actinocyclus actinochilus*, *Chaetoceros spp.*, *Eucampia antarctica*, *F. obliquecostata*와 *Odontella weissflogii* 등은 연안성 환경(neritic environment)을 지시한다. 그러나 남극 순환수나 벨링스하우젠(Bellingshausen)해로부터 따뜻한 해류의 유입을 지시하는 *Fragilariopsis kerguelensis*는 비교적 소량 산출되었다. 브랜스필드 해협의 퇴적물 코아 GC 98-08에서 매우 풍부하게 산출된 해빙종들과 *Fragilariopsis kerguelensis*의 산출양상을 비교해 볼 때 서로 반대의 경향을 나타내며 해빙종들이 우세하였던 시기가 6차례이상 있었음을 알 수 있다. 그러므로 연구지역의 규조 미화석을 함유한 코아 GC 98-08의 퇴적환경은 주로 웨델해(Weddell Sea) 기원의 차고 염도가 높은 해류의 영향하에 있었으며, 동시에 기후변화에 의한 해빙(sea-ice) 분포변화에 영향을 받았음을 알 수 있다.

### 서 론

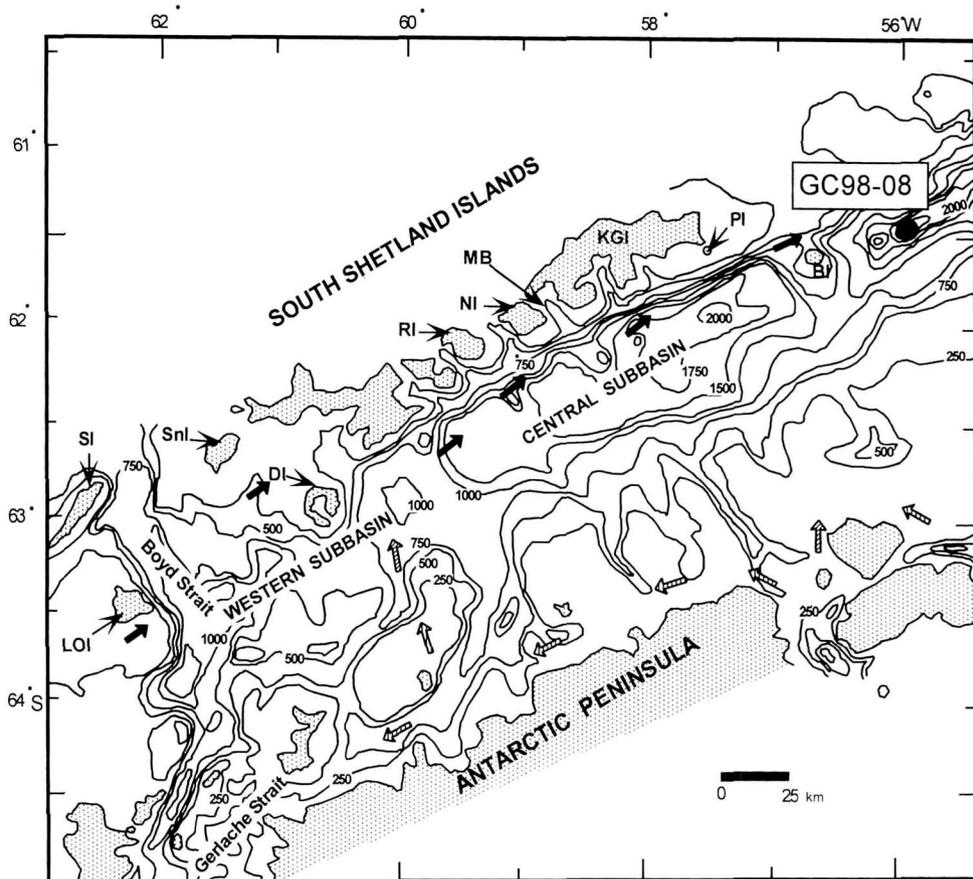
브랜스필드 해협은 5월에서 6월 사이 남극반도로부터 결빙이 시작되어 6월 중순에는 해협이 완전히 얼었다가, 10월 중순부터 해빙이 빠른 속도로 녹기 시작하여 12월에서 4월까지 해협내의 해빙은 완전히 사라진다. 이러한 계절적인 해빙의 변화는 이 지역에 서식하는 규조류의 일차생산 및 종조성에 커다란 영향을 미친다(Kang and Fryxell, 1993; Smith *et al.*, 1992). 규조 미화석은 많은 종들이 특정한 환경에 제한되어 나타나며 변성도에 있어 1차 생산자로서 동물성 플랑크톤보다 해빙, 영양염류, 광도 등, 환경적인 요인들에 민감하므로 퇴적층내에 함유된 규조 미화석의 산출량 및 종 다양성은 해수표면에서의 생산력 및 서식환경과 같은 환경적 정보를 지시해 준다. 따라서 퇴적환경이나 고기후학적 변화 연구에 매우 유용하다(Leventer, 1998).

본 연구는 브랜스필드 해협내에서 채취한 코아 퇴적물(GC 98-08)에서 산출된 규조 미화석의 정량적인 분석을 통하여 규조 미화석들의 종조성과 층준에 따른 변화양상을 연구하고, 이를 이용하여 연구지역의 퇴적당시의 고환경 변화를 해석하고자 한다.

## 연구지역 및 연구방법

브랜스필드 해협은 남극 반도와 남셰틀랜드 군도의 사이, 드레이크 해협(Drake Passage)의 남부에 위치하고 있으며, 최대 깊이가 2,000 m 이상이고 폭이 112 km인 골(trough)이 존재한다(Fig. 1). 브랜스필드 해협의 표층수는 웨델해로부터 저온, 고염의 해류와 벨링스하우젠해로부터 고온, 저염의 해류가 유입되며 이들 서로 다른 특성을 갖는 해류의 유입은 생물학적으로 중요한 영역을 형성한다(Lipski, 1982; Amos, 1987). 또한 브랜스필드 해협의 심해저층수는 남극표층수의 깊은 대류(convection)에 의해 지역적으로 형성되어 나타나며, 저온 및 저염과 저염양염류의 특징을 갖는다(Gordon and Nowlin, 1978). 퇴적물 코아 GC 98-08(표층에서 488 cm까지)의 암상은 주로 규질 연니층(diatom ooze layer)으로 구성되며, 균질한 이질 퇴적물(homogeneous mud)이 협재되어 나타난다(Fig. 2).

약 10 cm 간격으로 50개의 시료를 채취하였고 퇴적물로부터 정확한 종조성과 산출량의 비를 얻기



**Fig. 1.** Index map of Bransfield Strait in Antarctica showing the location of the core GC 98-08(from Jefferson and Anderson, 1980). Inferred surface water flows are shown by arrows; solid arrows indicate warm and less saline water masses originating from the Bellingshausen Sea; striped arrows indicate cold and saline Weddell Sea water(from Piakowski, 1985). SI: Smith Island, Snl: Snow Island, LOI: Low Island, DI: Deception Island, RI: Robert Island, MB: Maxwell Bay, KGI: King Georg Island, PI: Penguin Island, BI: Bridgeman Island.

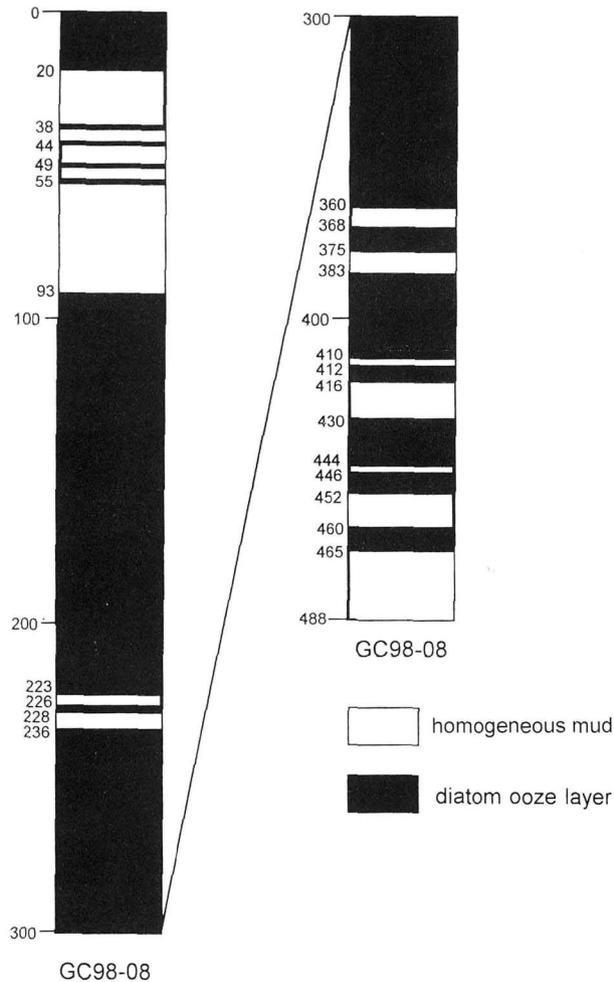


Fig. 2. Lithofacies log of core GC 98-08 in Bransfield Strait.  
Interval of sampling horizons: about 10 cm

위해서 정량적인 규조 미화석의 분석방법을 취하였으며, Boden(1991)의 정량분석 시료처리 방법을 기본으로 약간 수정하여 처리하였다.

## 결과 및 고찰

### 규조 미화석의 군집구성

브랜스필드 해협내 시추코어 퇴적물 GC 98-08의 총 50 개의 시료에서 27속 73종의 규조 미화석이 감정되었다(Table 1). 전 시료를 통하여 규조 미화석이 풍부하게 산출되었으나, 층준 172 cm에서는 규조 미화석의 산출이 거의 없었는데 이것은 이 층준이 퇴적될 당시, 규조 미화석의 생존에 필요한 영양염류와 광량이 부족한 환경이었을 것으로 생각된다. 규조 미화석의 종조성 분석 결과 *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron crilophilum*, *Fragilariopsis curta*, *F. kerguelensis*, *Odontella weissflogii*, *R. styliformis*, *Thalassiosira antarctica*, *T. lentiginosa* 와 *Chaetoceros resting spores* 등이 전 층준에 걸쳐 풍부하게 산출

Table 1. Occurrence chart of the diatom taxa from the core GC 98-08 in the Bransfield Strait.

Species	depth(Cm)																										
	0.0	8.5	20.5	32.0	41.0	51.0	60.0	69.5	83.5	93.0	100.0	109.0	119.0	130.0	140.0	153.0	162.5	172.0	183.0	194.0	203.5	214.0	220.5	232.0	241.0	251.0	
<i>Acanthes brevipes</i> v. <i>angustata</i>		1																									
<i>Actinocyclus actinochilus</i>	28	7	6	14	21	17	16	17	9	6		2	3	5	2	1	6		4	3	2	4	13	14	6	10	
<i>A. curvatus</i>										2																	
<i>A. ingens</i>		1	1		2																						
<i>A. karstenii</i>						3	1			2														2			
<i>A. octonarius</i>	2		2	2		2	1	3				2	2		2	1							2				
<i>Asterompharus antarcticus</i>																											
<i>A. hookerii</i>																											
<i>A. hyalinus</i>																											
<i>A. palvulus</i>		1				2		3	1	3		2	7	9	6	1				2		2	4	2	1	2	
<i>Biddulphia aurita</i>		1																									
<i>Chaetoceros borealis</i>																				2							
<i>C. bulbosum</i>																						2	2				
<i>C. affinis</i>												15		2									2				
<i>C. coarctatus</i>		1				2		3				2			2					7	2		2	8			3
<i>C. danicus</i>												4															
<i>C. perpusillus</i>																											
<i>C. socialis</i>			1					1			1	15										2				1	2
<i>Chaetoceros resting spores</i>			1									2											3	11	2	4	5
<i>Cocconeis costata</i>	4	1	2		6	3	7	4	1	8														2	2		2
<i>C. fasciolata</i>					2	1								2													2
<i>Corethron criophilum</i>	31	156	15	14	2	2	27	8	12	3		9	133	12	6	69	3		31	60	2	4	82	2	13	32	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	8	1	8	22	15	15	10	9	4	10	1	7	7			3	9		5	3	2	2	3			7	
<i>C. curvatus</i>			3																								
<i>C. furcatus</i>	21	3	3	24	8	22	8	3	11	2		15		9	2				3	2	2		2	7	4	7	
<i>C. gigas</i>																											
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>					2	5	1	9	4	14	3	24								4	3	2	7	3	2	2	
<i>Euampia antarctica</i>	11	3	2	2	14	5	1	5		5		4	3	5	4	2	3		2	2		4	4	7		7	
<i>Gomphonema intricatum</i>																											
<i>Goniothecium rogersii</i>																											2
<i>Grammatophora angulosa</i>																						2					
<i>G. robusta</i>																											
<i>Gyrosima</i> sp.																											
<i>Licmophora decora</i>								1																		3	
<i>L. abbreviata</i>																											
<i>Melosira clavigera</i>																											
<i>M. sol</i>	2								1	2																	
<i>Navicula directa</i>	1				2																		2				
<i>N. peregrina</i>				2							2										2	2			2		1
<i>N. praetexta</i>	1											4									2		2				
<i>N. sp.</i>	3	1					1									2							2	2			
<i>Fragilariopsis angulata</i>			1		5	2	1	13	5	2		2	2		2		6		2	2	2		2	5	4	2	
<i>F. curta</i>			5		6	12	10	12	7	14	3	9		9	2	3	6		9	12	10	2	17	10	14	9	
<i>F. cylindrus</i>																					3		2	7	1	3	
<i>F. kerguelensis</i>	9	3	8	14	17	12	14	29	18	24	1	7	2	7		1	25		4	5	5	4	13	29	2	9	
<i>F. lineata</i>		1	1	2				4	2		1	2		2			6		2			9				2	
<i>F. obliquecostata</i>	10	1	1		9		5	4	4	5	1	7	2	5	2	104	6		2	5	2		4		2	2	
<i>F. oceanica</i>																				3	5	9		10		3	
<i>F. ritscheri</i>	2		2	7	8	2	5	3	9	11	4	4	3	7	2	17	6		4	12	2	13	6	14	4	14	
<i>F. separanda</i>			1	5	2	3		4		3							1				2				2	4	3
<i>F. sublineata</i>	1		2	5	5	3		4	5	3							2										
<i>F. turgiduloides</i>	1																										
<i>F. sp.</i>																											
<i>Odontella weissflogii</i>	62	3	13	7	6	24	38	20	13	5	3	11	5	14	25	10	9		4	9	3	7	4	3	4	10	
<i>Porosira gracilis</i>	2		2	2	3	2	1	7	6	2	3		3	2			1		4	3	2	2	4	7	2	5	
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>inermis</i>																					3					1	2
<i>R. hebetata</i> f. <i>bidens</i>	4			2		3	1	4	1			22	2	3		21	1	6	1	2		11	2		2	8	
<i>R. styliformis</i>	1		85	17	21	10	7	5	10	16	160	22	10	9	110	19	50		90	9	139	59	17	12	83	5	
<i>Schimperiella antarctica</i>							1		1												3						
<i>Surirella</i> sp.																										3	
<i>Synedra tabulata</i>																										1	
<i>S. sp.</i>					5			4	4	5				9		3	3					3		2		1	3
<i>Thalassiosira antarctica</i>	10	33	12	10	32	17	25	20	40	14		7	10	21		1	25		18	17	8	22	6	27	16	29	
<i>T. eccentrica</i>					2			3	3	2	1	2	2				1	3							2	2	
<i>T. elliptipora</i>				1										2								29		4		2	5
<i>T. gracilis</i>					5	3	2	1	4	2	6		2		5				3		4	2		2	1	3	
<i>T. lentiginosa</i>	2	2	17	31	5	24	18	10	26	21	3	13	5	53	15	3	9		5	5	5	15	6	22	8	12	
<i>T. lineata</i>	2		4	7	2	2	1	1	4	8				2	9	2					3				2	1	2
<i>T. oliverana</i>	1																										
<i>T. scotia</i>					2					2	3											2		2	2		2
<i>Thalassiothrix longissima</i>			1	5	3	5	3	3	8	2		2	2	2		1				2	2		2			5	
<i>T. sp.</i>									1																		
<i>Trinacria regina</i> v. <i>tetragona</i>	1																			3							

Table 1. Continued.

Species	depth(Cm)	260.0	274.0	281.0	291.0	304.0	309.0	320.0	330.0	343.0	353.0	361.0	369.5	380.0	389.0	402.0	411.0	421.0	433.0	443.5	452.0	460.0	471.0	478.0	488.0
<i>Acanthes brevipes v. angustata</i>	1																								
<i>Actinocyclus actinochilus</i>	10	8	13	33	10	6	10	12	9	14	6	4	15	4	11	18	13			8	11	4	6	7	9
<i>A. curvatulus</i>								3																	
<i>A. ingens</i>				1								1	2		1	1	2				2	1			
<i>A. karstenii</i>	1																								
<i>A. octonarius</i>																2	2					4			2
<i>Asterompharus antarcticus</i>				1				2						2	1	1		2							
<i>A. hookerii</i>	2			1				2						1									1		
<i>A. hyalinus</i>				1					2																
<i>A. palvulus</i>	1		4	2			1	2	2	1												2			
<i>Biddulphia aurita</i>																									
<i>Chaetoceros borealis</i>				1					2																
<i>C. bulbosum</i>			2																						
<i>C. affinis</i>																									
<i>C. coarctatus</i>			2										3				1	2	2				1		
<i>C. danicus</i>				1		5																			
<i>C. perpusillus</i>														2									1	3	1
<i>C. socialis</i>										1	1														2
<i>Chaetoceros resting spores</i>	2	9	5	2	5	16	4	15	15	86		4	201	50	6	2	3			12	23	9	29	200	200
<i>Cocconeis costata</i>	1		3	1	5		3	2		1	1	2	2	1	2	1	2				4	1	1	2	2
<i>C. fasciolata</i>				1	2			2	2		1		2				1						1	2	1
<i>Corethron criophilum</i>	5	2	18	6	3	82	87	6	6	7	2	61	6	1	9	18	3	5			4	4	2		3
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	19	2	6	21	10	3		9	3	6	9	1	8		9	10	2	7	28	9	9	13	5	13	
<i>C. curvatulus</i>																									
<i>C. furcatus</i>	14	2	8	12	5		1	15	12	5	8	1	3	3	5	12	2				5	4	10	5	9
<i>C. gigas</i>				4					2	1		1													
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>	5		6	1	2	2	1	3		1	12	1	5	2	4		5			4	2		7	3	6
<i>Eucampia antarctica</i>	6	2	3	6	9	2		3	2	7	2	1	2	3	2	2	3	2	4			1	4	3	4
<i>Gomphonema intricatum</i>										2		1													
<i>Goniothecium rogersii</i>																									
<i>Grammatophora angulosa</i>																								1	
<i>G. robusta</i>													1												
<i>Gyrosima</i> sp.				1																					
<i>Licmophora decora</i>					3																				
<i>L. abbreviata</i>													1		1								1		
<i>Melosira clavigera</i>													1												
<i>M. sol</i>						2		2	2					3									1		1
<i>Navicula directa</i>																	1					2			1
<i>N. peregrina</i>																									
<i>N. praetexta</i>	4		2							1						1	1								
<i>N. sp.</i>																								1	
<i>Fragilariopsis angulata</i>	1		3	1	7	2	1	3	5	4	13				1	5	2				2		6	5	2
<i>F. curta</i>	7	3	24	4	24	3	3	5	9	18	32	4	20	16	12	23	2	5	8	20	4	22	32	11	
<i>F. cylindrus</i>	3	2	3				1	2	2	4	8	1	3	4	4		2	4				2	1	3	2
<i>F. kerguelensis</i>	16	2	30	3	22	2	11	23	18	7	10	7	12	4	18	20	11			12	16	1	31	22	20
<i>F. lineata</i>	2		5			2		2	2	2	7		5	1	1	3	3						2	14	6
<i>F. obliquecostata</i>			5	2	1	7		7	2	2		6	3	3	4	7	5	8	4		4	4	4	2	2
<i>F. oceanica</i>	2		3	1		2	1	3	6	1	4	4	2		3	1	2			4	5		6	12	1
<i>F. ritscheri</i>	7	3	5		12	2	3	6	12	4	8		9	6	12	8	2	2			5	3	13	7	6
<i>F. separanda</i>	1		2	1	2	2	1	2	5		1	2				1	6			4	2		5	7	
<i>F. sublineata</i>	1			3	2		1	3	2	2	4			5		3	3					1	3	2	
<i>F. turgiduloides</i>																									
<i>F. sp.</i>													1												
<i>Odontella weissflogii</i>	11	8	8	5	20	5	7	5	2	5	2	3	17	9	7	15	8	4	4	11	3	3	9	9	
<i>Porosira gracilis</i>	1	2	2	5			1	2		1				3	3	2	2	2	2	8	2		2		4
<i>Rhizosolenia alata f. inermis</i>						2	25								2	2									
<i>R. hebetata f. bidens</i>	3	8							2	2	1	9	2	6	2	3	13	23				39	1		1
<i>R. styliformis</i>	22	122	6	30	12	6	15	3	20	17	11	74	6	35	29	16	50	126	52	13	94	12	5	19	
<i>Schimperella antarctica</i>				5	2	3				6		1	1	5	3	4	1	2	2			3	1		
<i>Surirella</i> sp.																									
<i>Synedra tabulata</i>																									
<i>S. sp.</i>	2		2	2			1	5	2	4	1	2	2		1	6	2						1	3	6
<i>Thalassiosira antarctica</i>	26	20	38	16	15	3	15	26	11	14	12	7	20	12	18	24	27			4	23	7	13	14	15
<i>T. eccentrica</i>																									
<i>T. elliptipora</i>					5					3	2	1			1	1	5				2				
<i>T. gracilis</i>	1		2	3			4	5	14	3	6		5		5	3	3					1	5	2	13
<i>T. lentiginosa</i>	21	14	6	47	15	26	10	36	38	28	30	9	39	22	23	33	18	18	40	27	13	17	15	30	
<i>T. lineata</i>	1		2	8	3		1	2	3		3				1	1	1	5		4			2	3	
<i>T. oliverana</i>																									
<i>T. scotia</i>	1		2	1	3			3	3	2	2		6	1	2						4		2	7	2
<i>Thalassiothrix longissima</i>			5		2	2	3	7	3	5	1	1	2		2	1	3	4	4	4	2	3		3	3
<i>T. sp.</i>																									
<i>Trinacria regina v. tetragona</i>																									

되며, 규조 화석 전체 산출량의 66%를 차지한다. *F. obliquocostata*와 규조 휴면포자는 각각 특정한 층준에서 폭발적으로 산출되는 경향을 보인다(Fig. 3). *F. obliquocostata*는 코아 퇴적물의 153 cm에서 폭발적으로 증가하였으며 *Chaetoceros* 휴면포자는 코어퇴적물의 300 cm이하의 하부층준(353 cm, 380 cm, 389 cm, 478 cm, 488 cm)에서 다량 산출되는 경향을 보인다. 이러한 폭발적 증가는 바다에 떠있는 해빙(sea-ice coverage)의 영향으로 수괴의 물리적, 화학적 상황이 급변한 환경에 적응한 특정 규조종이 번식을 일으킨 경우이다. *Dactyliosolen antarcticus*, *Eucampia antarctica*, *Fragilariopsis angulata*, *Porosira glacialis*, *Thalassiosira gracilis*와 *Thalassiothrix longissima* 등도 전체 산출량의 7% 정도의 산출을 보이며, 하부 층준에서 상부 층준에 이르기까지 연속적으로 산출된다. *Actinocyclus actinochilus*, *Fragilariopsis curta*, *F. kergudensis*, *F. angulata*, *Thalassiosira gracilis*, *T. lentignosa* 등은 제4기(Pleistocene-Holocene) 지시종으로서 전 층준에 걸쳐서 산출된다(Badauf and Barron, 1991).

### 고환경 해석

브랜스필드 해협 퇴적물 코아 GC 98-08에서 산출된 규조 미화석의 종조성을 살펴본 결과 저서성 종인 *Acanthes brevipes v. angustata*, *Cocconeis fasciolata*, *Gomphonema intricatum*, *Licnophora abbreviata*와 *Navicula directa*를 제외한 나머지 대부분의 종들은 부유성 종들이다. 해빙종들인 *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron criolophilum*, *Coscinodiscus furcatus*, *Eucampia antarctica*, *Fragilariopsis curta*, *F. cylindrus*, *F. lineata*, *F. obliquocostata*, *F. sublineata* and *Odontella weissflogii* 등이 전체 산출량의 29%를 차지하는 풍부한 산출을 보인다. 남극해 전역에 분포하며, 수괴의 1차 생산력을 대표하는 지표종으로서 해

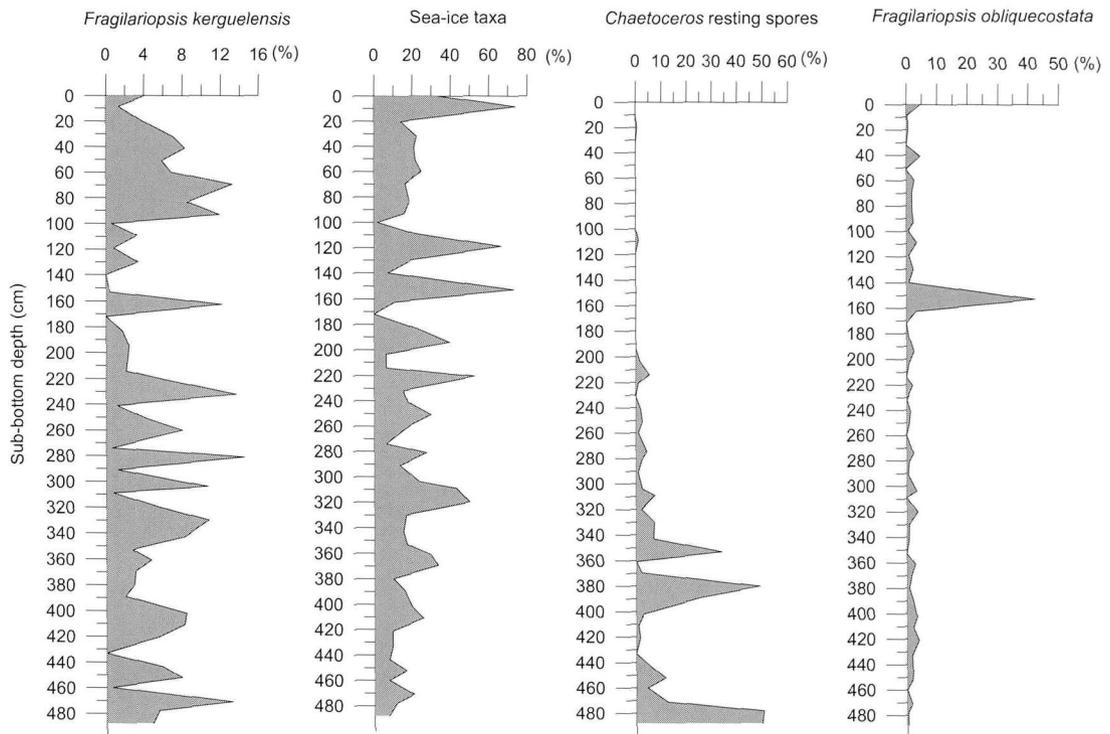


Fig. 3. Relative abundance of related diatom taxa.

빙 근처에서는 드물게 관찰되는 *Thalassiosira antarctica*는 전체의 7%를 차지하며 모든 층준에서 고 큰 분포를 보인다. 특히 총 규조 산출량의 10%를 차지하는 *Corethron criophilum*은 웨델해의 늦겨울에 ice-edge 부근의 식물성 플랑크톤 군집의 중요한 구성원이다(Marra and Boardman, 1984). *Fragilariopsis obliquecostata*는 남극 연안이나 ice-edge 근처에 제한되어 나타나는 종으로서(Kozlova, 1962) 해빙영향을 강하게 받은 연안(neritic)환경을 지시해 주는 유용한 종이다(Gersonde, 1986). *Eucampia antarctica*는 빙기보다 간빙기 동안에 더욱 풍부하게 산출되며(Jones et al., 1984), 남극 대륙처럼 육지와 인접한 연안환경과 해빙이나 빙하(icebergs) 근처에서 풍부하게 나타난다(Burckle, 1984).

또한 연안성종으로서 *Actinocyclus actinochilus*, *Chaetoceros* spp, *Eucampia antarctica*, *F. obliquecostata*와 *Odontella weissflogii* 등이 산출되었으며, *Chaetoceros* spp.를 제외한 나머지 종들은 해빙종에 속한다. 이는 웨델해수를 공급해주는 웨델해의 대륙붕지역이 수심 500 m 미만의 연안지역이기 때문에 이들은 웨델해에서 이동되어 온 것으로 보인다.

*Fragilariopsis kerguelensis*는 일반적으로 수온 약 5°C에서 최대의 성장을 보이며 circumpolar 지역에서 특징적으로 나타나는 종이다(Hendey, 1937; Fenner et al., 1976; Burckle, 1984). 브랜스필드 분지에서의 *F. kerguelensis*의 산출은 분지 서쪽에 분포하는 남극 순환수(Antarctic circumpolar current)나 벨링스하우젠해의 따뜻한 해류의 유입이 있었음을 지시한다. 또한, *F. kerguelensis*는 연안 지역에서는 개체수가 감소하고(Truesdale and Kellogg, 1979; Leventer, 1992) 남극 순환수가 우세한 지역에서 아주 풍부하다(Kozlova, 1964; Defelice and wise, 1981; Gersonde and Wefer, 1987). 연구 코아에서의 해빙종들과 *Fragilariopsis kerguelensis*의 상대적 산출량을 수직분포에 따라 비교해 보면 *Fragilariopsis kerguelensis*는 산출량이 비교적 적고 해빙종들이 적어지는 구간에서 많아지는 경향이 있다(Fig. 3).

*Chaetoceros* 휴면포자는 광량과 영양염류가 적거나 안정한 수괴에서 형성이 되며, -1°C에서 1°C의 온도범위를 갖는 해수와 연안퇴적물에서 가장 풍부하게 산출된다. 또한 규조 대번식의 마지막 단계에서 최대 산출치를 보이며, 간빙기 동안에 산출이 증가하는 경향을 보여준다(Leventer, 1991; Barcena et al., 1998). 그러므로 연구 지역의 하부 층준에서 *Chaetoceros* 휴면포자가 풍부하게 산출되는 것은 이 시기에 규조의 대번성이 있었음을 시사하며, 해빙종들의 수직 분포와는 상반됨을 알 수 있다(Fig. 3).

해빙종들과 *Fragilariopsis kerguelensis*의 층준에 따른 개체수 분포를 비교한 결과 해빙종들의 개체수가 풍부할 때에는 *F. kerguelensis*의 개체수는 감소하는데, 이 주기가 6번 정도 반복되는 것으로 보아 퇴적될 당시 고기후의 변화가 6번 이상 일어났음을 알 수 있다(Fig. 4).

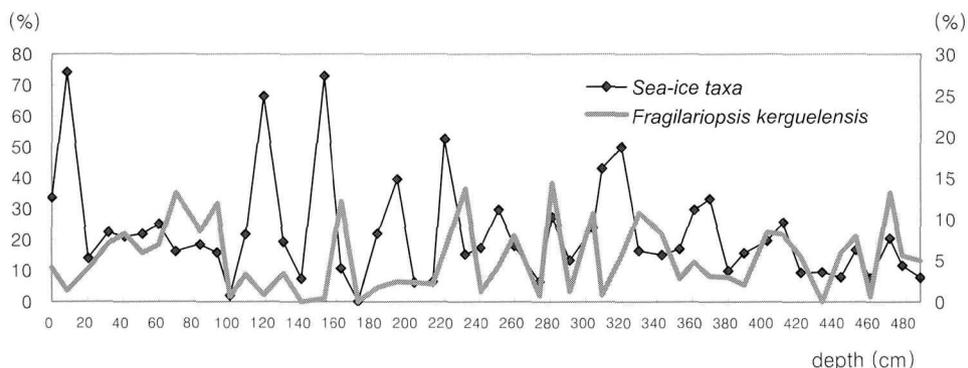


Fig. 4. Comparison of relative abundance of sea-ice taxa and *Fragilariopsis kerguelensis* from GC 98-08.

따라서, 브랜스필드 해협 퇴적물 코아 GC 98-08에서 산출된 규조 미화석의 종조성 연구결과를 종합해 보면 연구지역의 규조 미화석은 주로 웨델해 기원의 해류의 영향을 받으며 웨델해의 기후적 해빙분포의 변화에 따라 퇴적되었음을 알 수 있다.

## 결 론

남극 브랜스필드 해협 코아 퇴적물 GC 98-08로부터 50 개의 시료를 연구한 결과 총 27속 73종의 규조 미화석이 감정되었으며, 이들 중 전 층준에 걸쳐 산출되는 *Actinocyclus actinochilus*, *Fragilariopsis curta*, *F. kerguelensis*, *F. angulata*, *Thalassiosira gracilis*와 *T. lentiginosa*들은 제4기(Pleistocene - Holocene) 지시종이다. 또한 브랜스필드 해협의 퇴적물 코아 GC 98-08에서 산출된 규조 미화석의 종조성 연구결과 해빙종들이 우세하게 산출되고 해빙종과 *Fragilariopsis kerguelensis*, *Chaetoceros* 휴면포자와의 조성비를 비교해 볼 때 퇴적당시 6번 이상의 고기후 변화가 있었음을 알 수 있고 이는 연구지역의 규조 미화석이 주로 웨델해 기원의 해류와 기후 변화에 따른 해빙분포에 영향을 받았음을 의미한다.

## 사 사

본 연구가 수행될 수 있도록 코아시료와 재정적인 지원을 해준 한국해양연구소 극지연구센터에 감사드리며, 시료의 처리와 암실작업을 도와준 김향숙 석사에게도 고마움을 전한다. 그리고 본 논문을 위해 세심한 지적과 도움말을 주신 최덕근 교수와 원문주 교수께 감사드린다.

## Paleoenvironmental significance of diatom assemblages from Core GC 98-08, Bransfield Strait, Antarctica

Young-Suk Bak\*, Jong-Deock Lee\*, Hyesu Yun\*\* and Ho-Il Yoon\*\*\*

\*Department of Earth & Environmental Sciences, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea

\*\*Department of Geology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

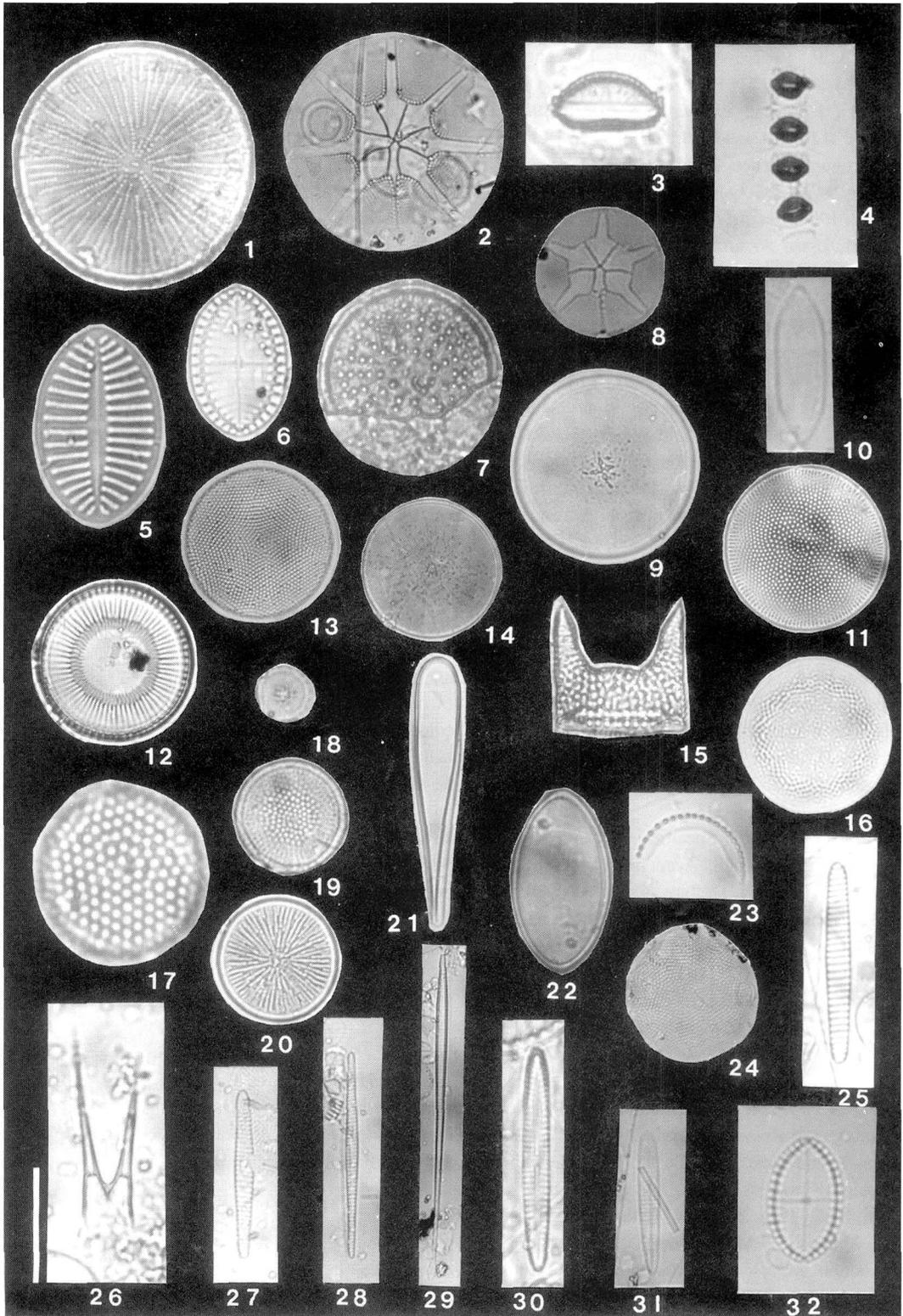
\*\*\*Polar Research Center, KORDI, Ansan P.O. Box 29, 425-600, Korea

**Abstract:** A total of 73 species and varieties belonging to 27 genera are identified from the core GC 98-08 of the Bransfield Strait, Western Antarctica. The diatom assemblages are dominated by *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron crilophilum*, *Fragilariopsis curta*, *F. kerguelensis*, *Odontella weissflogii*, *R. styliformis*, *Thalassiosira antarctica*, *T. lentiginosa* and *Chaetoceros* resting spores, comprising about 66% of the assemblage. The relative dominance of *F. obliquocostata* and *Chaetoceros* resting spores reflects the change of sea-ice coverage. The sea-ice taxa such as *Actinocyclus actinochilus*, *Corethron crilophilum*, *Coscinodiscus furcatus*, *Eucampia antarctica*, *Fragilariopsis curta*, *F. cylindrus*, *F. lineata*, *F. obliquocostata*, *F. sublineata* and *Odontella weissflogii* are influenced by sea-ice or sea-ice related environments and indicate a cooling event during the sedimentation periods. However, *Fragilariopsis kerguelensis* represents the influence of warm waters from Bellingshausen Sea and Antarctic Circumpolar Current. In GC 98-08, when the sea-ice taxa are abundant, the number of *Fragilariopsis kerguelensis* declines drastically. Throughout the core the sea-ice taxa and *Fragilariopsis kerguelensis* show an inverse relationship in relative abundance. Therefore, it is assumed that the diatom assemblages were influenced by the change in sea-ice coverages related to cold waters from the western Weddell Sea into Bransfield Strait.

## 참고문헌

- Amos, A. F., 1987, RACER: Physical oceanography of the western Bransfield strait. *Antarctic Journal of the United States*, 22, 137-140.
- Baldauf, J. G. and Barron, J. A., 1991, Diatom biostratigraphy: Kerguelen Plateau and Prydz Bay regions of the southern ocean. In: Barron, J. A., Larsen, B., Baldauf, J. G., *et al.*, *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, Science Result, 119, 547-598.
- Barcena, M. A., Gersonde, R., Ledesma, S., Fabres, J., Calafat, A. M., Canals, M., Sierro, F. J. and Flores, J. A., 1998, Record of Holocene glacial oscillations in Bransfield Basin as revealed by siliceous microfossil assemblages. *Antarctic Science*, 10(3), 269-285.
- Boden, P., 1991, Reproducibility in the random settling method for quantitative diatom analysis, *Micropaleontology*, 37(3), 313-319.
- Burckle, L. H., 1984, Ecology and paleoecology of the marine diatom *Eucampia antarctica*(Castr.) Mangin, *Marine micropaleontology*, 9, 77-86.
- Defelice, D. and Wise, S. S., 1981, Surface lithofacies, biofacies and diatom diversity patterns as models for delineation of climatic change in the southeast Atlantic Ocean, *Marine micropaleontology*, 6, 29-70.
- Fenner, J., Schrader, H. J. and Weinig, H., 1976, Diatom phytoplankton studies in the Southern Pacific Ocean, composition and correlation to the Antarctic Convergence and its paleoecological significance. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 35, 757-813.
- Gersonde, R., 1986, Siliceous microorganisms in sea ice and their record in sediments in the Southern Weddell Sea(Antarctica). In: Richard, M., ed., *Proceedings of the 8th International Diatom Symposium*, 549-566.
- Gersonde, R. and Wefer, G., 1987, Sedimentation of biogenic siliceous particles in Antarctic waters from the Atlantic sector, *Marine micropaleontology*, 11, 311-332.
- Gordon, A. L. and Nowlin, W. D., 1978, The basin waters of the Bransfield Strit. *Journal of Physical Oceanography*, 8, 258-264.
- Hendey, H. J., 1937, *The plankton diatoms of the Southern Seas*, *Discovery Reports*, 21, 261-365.
- Jones, G. A. and Johnson, D. A., 1984, Displaced Antarctic diatoms in Vema Channel sediments: Late Pleistocene/Holocene fluctuations in AABW flows. *Marine Geology*, 58, 165-186.
- Kang, S. H. and Fryxell, G. A., 1993, Phytoplankton in the Weddell Sea, Antarctica: Composition, abundance and distribution in the water-column assemblages of the marginal ice-edge zone during austral autumn. *Marine Biology*, 116, 335-348.
- Kozlova, O. G., 1962, Specific composition of diatoms in waters of the Indian sector of the Antarctic. *Trudy Instituta Okeanologii, Akademii Nauk SSSR*, 61, 3-18.
- Kozlova, O. G., 1964, Diatoms of the Indian and Pacific sectors of the Antarctic, *Institute of Oceanology, Academy of Sciences, Moscow*(translated from Russian by the Israel Program for Science Translations), 191.
- Leventer, A., 1991, Sediment trap diatom assemblages from the northern Antarctica Peninsula region. *Deep-Sea Research*, 38, 1127-1143.
- Leventer, A., 1992, Modern distribution of diatoms in sediments from the George V Coast, Antarctica, *Marine micropaleontology*, 19, 315-332.
- Leventer, A., 1998, The fate of Antarctic "Sea Ice Diatoms" and their use as paleoenvironmental indicators. *Antarctic sea ice biological processes, interactions, and variability Antarctic research series*, 73, 121-137.
- Lipski, M., 1982, The distribution of chlorophyll a in relation to the water masses in the southern Drake Passage and Bransfield Strait(BIOMASS - FIBEX, February-March 1981). *Polish Polar Research*, 3, 143-152.
- Marra, J. and Boardman, D. C., 1984, Late winter chlorophyll a distributions in the Weddell Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 19, 197-205.
- Smith, R. C., Prezelin, B. B., Baker, K. S., Bidigare, R. R., Boucher, N. P., Coley, T., Karentz, D., MacIntyre, S., Matlick, H. A., Menzies, D., Ondrusek, M., Wan, Z., Waters, K. J., 1992, Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters. *Science*, 255, 952-959.
- Truesdale, R. S. and Kellogg, T., 1979, Ross Sea diatoms: modern assemblage distributions and their relationship to ecologic, oceanographic, and sedimentary conditions. *Marine micropaleontology*, 4, 13-31.

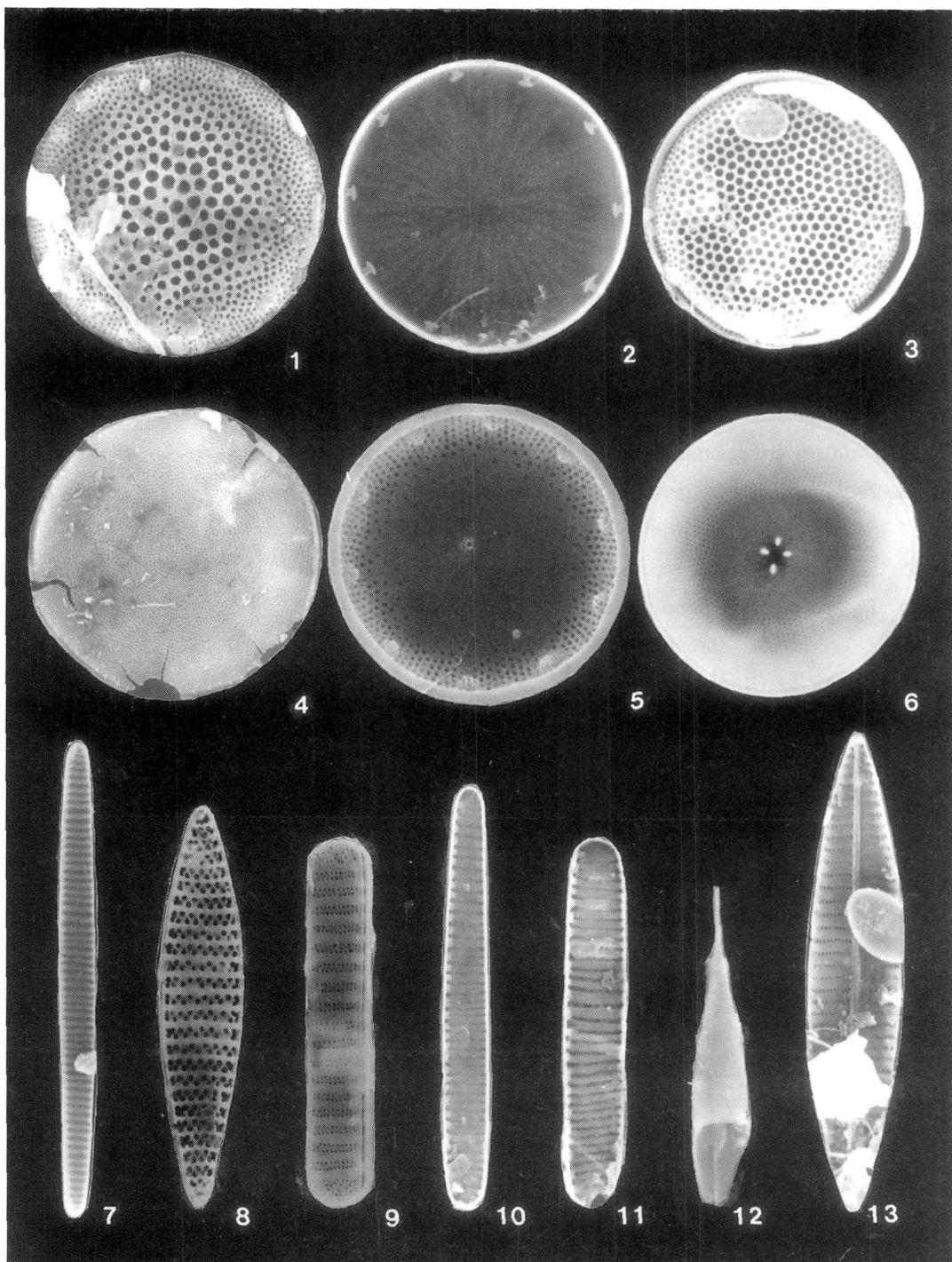
[Plate 1]



**Plate 1**(bar scale: 12.8 $\mu$ m)

- fig. 1. *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen: GC98-08 41cm  
 fig. 2. *Asterompharus hookeri* Ehrenberg: GC98-08 260cm  
 fig. 3, 4. *Chaetoceros* resting spores: GC98-08 214cm, 309cm  
 fig. 5. *Cocconeis costata* Gregory: GC98-08 60cm  
 fig. 6. *C. fasciolata* (Ehrenberg) Brown: GC98-08 304cm  
 fig. 7. *Actinocyclus ingens* Rattray: GC98-08 402cm  
 fig. 8. *Asterompharus palvulus* Karsten: GC98-08 330cm  
 fig. 9. *Coscinodiscus furcatus* Karsten: GC98-08 51cm  
 fig.10. *Fragilariopsis seperanda* Hustedt: GC98-08 241cm  
 fig.11. *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg: GC98-08 153cm  
 fig.12. *Melosira sol* (Ehrenberg) Kutzing: GC98-08 0cm  
 fig.13. *Thalassiosira elliptipora* Donahue: GC98-08 20.5cm  
 fig.14. *Porosira gracilis* (Grunow) Jorgensen: GC98-08 83.5cm  
 fig.15. *Eucampia antarctica* (Castracane) Mangin: GC98-08 353cm  
 fig.16. *Thalassiosira lentignosa* Karsten: GC98-08 60cm  
 fig.17. *T. eccentrica* (Ehrenberg) Cleve: GC98-08 83.5cm  
 fig.18. *T. gracilis* (Karsten) Hustedt: GC98-08 343cm  
 fig.19. *T. antarctica* Comber: GC98-08 8.5cm  
 fig.20. *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen: GC98-08 411cm  
 fig.21. *Licomphora abbreviata* Agardh: GC98-08 194cm  
 fig.22. *Odontella weissflogii* (Janisch) Grunow: GC98-08 60cm  
 fig.23. *Dactyliosolen antarcticus* Castracane: GC98-08 69.5cm  
 fig.24. *Actinocyclus curvatulus* Janisch: GC98-08 93cm  
 fig.25. *Fragilariopsis ritscheri* Hustedt: GC98-08 153cm  
 fig.26. *Rhizosolenia hebetata* f. *bidens* Heiden: GC98-08 100cm  
 fig.27. *Fragilariopsis sublineata* (Van Heurck) Hasle: GC98-08 361cm  
 fig.28. *F. obliquecostata* (Van Heurck) Hasle: GC98-08 153cm  
 fig.29. *Thalassiothrix longissima* Cleve and Grunow: GC98-08 83.5cm  
 fig.30. *Acanthes brevipes* var. *angustata* (Cleve) Grunow: GC98-08 8.5cm  
 fig.31. *Gomphonema intricatum* Kutzing: GC98-08 343cm  
 fig.32. *Cocconeis fasciolata* (Ehrenberg) Brown: GC98-08 291cm

[Plate 2]



**Plate 2**

- fig. 1. *Thalassiosira antarctica* Comber: GC98-08 411<sub>cm</sub>, 3150X  
fig. 2. *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen: GC98-08 41<sub>cm</sub>, 1190X  
fig. 3. *Thalassiosira eccentrica* (Ehr.) Cleve: GC98-08 69.5<sub>cm</sub>, 1295X  
fig. 4. *Actinocyclus octonarius*: GC98-08 109<sub>cm</sub>, 910X  
fig. 5. *Porosira glacialis* (Grunow) Jorgensen: GC98-08 232<sub>cm</sub>, 4550X  
fig. 6. *Coscinodiscus furcatus* Karsten: GC98-08 343<sub>cm</sub>, 1085X  
fig. 7. *Fragilariopsis lineata* Hasle: GC98-08 69.5<sub>cm</sub>, 1120X  
fig. 8. *F. kerguelensis* (O'Meara) Hustedt: GC98-08 281<sub>cm</sub>, 1610X  
fig. 9. *F. cylindrus* (Grunow) Krieger: GC98-08 353<sub>cm</sub>, 4900X  
fig.10. *F. curta* (V. Heurck) Hasle: GC98-08 471<sub>cm</sub>, 1645X  
fig.11. *F. ritscheri* Hustedt: GC98-08 471<sub>cm</sub>, 945X  
fig.12. *Rhizosolenia styliiformis* Brightwell: GC98-08 183<sub>cm</sub>, 539X  
fig.13. *Navicula directa* Smith: GC98-08 51<sub>cm</sub>, 1855X