

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

조은섭·김정배·안경호·유준·권정노·정창수
국립수산과학원 남해수산연구소, 국립수산과학원 양식환경연구소
(2005년 12월 29일 접수; 2006년 4월 24일 채택)

The Clarification Of Spatial-temporal Patterns of Phytoplankton From Southern Korean Coastal Waters In 2004

Eun-Seob Cho, Jeong-Bae Kim, Kyoung-Ho An, Jun Yu,
Jung-No Kwon and Chang-Su Jeong

South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea
Aquaculture and Environment Institute, NFRDI, Tongyeong 650-943, Korea
(Manuscript received 29 December, 2005; accepted 24 April, 2006)

The clarification of spatial-temporal patterns of phytoplankton from southern coastal waters during the period of March to November in 2004 was carried out. Total cell numbers were shown in 5,286 cells ml⁻¹ on March and reached to encounter a peak of 27,775 cells ml⁻¹ on July. Mean cell number was also shown in maximum of 1,587 cells ml⁻¹ on July, which recorded approximately two times higher than on June. The cell number of phytoplankton from southmiddle waters attained an abundance of $\geq 35\%$ regardless of months, which was the highest the abundance of phytoplankton in 2004 than any other waters in this study. Southwestern waters were lower the cell number of 2-5 times than those of southmiddle and southeastern waters. In particular, *Prorocentrum* occurred in southeastern waters on June and the highest cell number of 8,200 cells ml⁻¹ around Tongyeong region on July, which was recorded to occupy the value of 60.9% in southeast waters. The abundance of *Skeletonema costatum* as a dominant taxa in southwest was shown in $\geq 60\%$ on March, July, September, and October, whereas was also recorded to achieve the abundance of above 80% in southmiddle waters on March, July, and September. The majority of the taxa in southeastern waters was diatom: *Eucampia zoodiacus*, and *Chaetoceros* spp.. They occupied above 45%. On November, most of southern waters were abundant to *Chaetoceros* spp. On the basis of cluster analysis using SPSS ver 10.0, phytoplankton occurring on March showed somewhat no correlation with all of southern waters. In contrast to on March, the relationship between southwestern and southmiddle waters was shown on August and November, indicating a distinction from southeastern waters. However, the distance between southwestern/middle and southeastern waters appeared to be less than 5. Consequently, the abundance of phytoplankton in southern waters showed much fluctuations in temporal and spatial assays. In particular, southwestern and southmiddle waters during the periods of summer and winter appeared to be a similar to environmental characteristics.

Key Words : Phytoplankton, Southern waters, Abundance, Relationship, Dominant species

Corresponding Author : Eun-Seob Cho, South Sea Fisheries
Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea
Phone: +82-61-690-8959
E-mail: escho@momaf.go.kr

1. 서론

해양생태계는 다양한 생물군으로 형성되어 있으며, 그 중 식물플랑크톤 군집 및 종 조성 변동은 해양환경에 민감하게 반응하기 때문에 해양생태계

의 동태를 파악할 수 있는 중요 인자로 활용되고 있다. 또한 식물플랑크톤은 1차 생산자로서 수산자원은 물론 서식하고 있는 모든 해양동물의 생산활동을 유지하고 있는 기본 요소이다. 이러한 요인 등에 의하여, 연안해역의 식물플랑크톤 군집구조는 해양 생태계의 기능이나 해역의 효율적 관리 측면에서도 무엇보다 기본적으로 파악되어야 하는 부분이다.

남해안은 비교적 큰 조석 차와 잘 발달된 리아스식 해안 특성을 보여, 수많은 도서 및 곡선형 해안선에 의한 반 폐쇄적 특성을 보이는 내만 해역이 발달되어 있어서 오래 전부터 어패류의 산란장 및 생육장으로 중요한 역할을 했다¹⁾. 목포, 완도 등을 중심으로 하고 있는 남서부해역은 대마난류, 남해연안수, 중국대륙 연안수, 황해저층 고유 냉수가 만나는 길목으로 양질의 해조류가 생산되는 지역이다. 특히, 목포 인근해역인 신안군과 무안군의 갯벌 면적은 전국 최고이다^{2,3)}. 여수, 고흥, 광양, 남해도를 중심으로 한 남해중부해역도 지형학적으로 외양수의 영향을 직접 받는 해역이기 때문에 각 수괴 사이에 해양전선이 형성되어 이 해역의 생물상을 변화시키는 주요 요인으로 알려져 있다⁴⁻⁶⁾. 남해중부는 *Cochlodinium* 적조가 매년 여름철에 첫 발생되기 때문에, 식물플랑크톤의 군집구조의 단기 변동과 요인 등에 관한 기초 자료는 적조발생 모니터링을 이해하는데 중요한 정보가 될 수 있다⁷⁾. 통영, 삼천포, 거제도를 중심으로 한 남해동부해역은 해안선이 불규칙적이고 긴 리아스식 해안을 이루고 있으며, 지형상 파랑이 적고 대신 해수유동이 원활하다는 특성을 갖고 있다⁸⁾. 이러한 요인들 때문에 통영연안은 양식장이 과도하게 밀집되어 있어, 매년 *Cochlodinium* 적조로 인하여 계속적인 대량피해를 입고 있다.

따라서 이 연구는 2004년 남서부, 남해중부, 남해동부해역을 대상으로 각 해역별 식물플랑크톤의 시·공간적 특성과 상호 유연관계 분석 및 생물해양학적 환경특성을 추적하여 남해안 식물플랑크톤의 단기 군집변동이 *Cochlodinium* 적조발생과의 관계를 토의하고, 남해안 *Cochlodinium* 적조 모니터링의 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

조사 정점은 남서부의 6개 정점, 남중부의 16개 정점, 및 남동부의 12개 정점을 대상으로 조사하였다 (Fig. 1). 현장조사는 2004년 3월부터 11월까지 매월 초경에 11차례에 걸쳐 수행하였다. 각 조사 정점에서의 표층수온과 염분은 염분계 YSI 6920을 이용하여 측정하였고, 식물플랑크톤의 종 조성 및

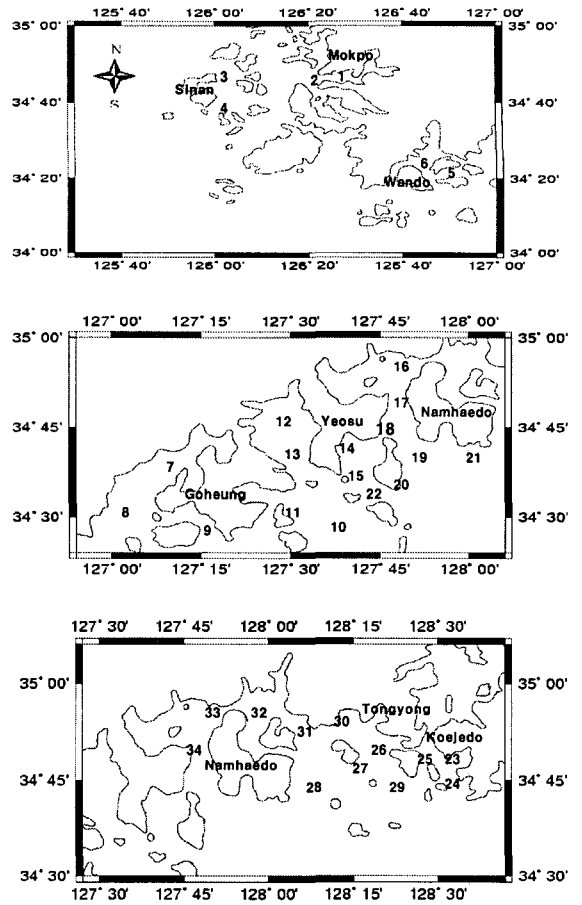


Fig. 1. Map showing the sampling locations. The coastal waters of southwest (top), southmiddle (middle), and southeast (bottom).

개체수를 관찰하기 위하여 해수 1 L를 채수하여 Lugol's solution으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 3일 이상 침강시킨 후 상등액을 제거하여 5 ml로 농축시켰다. 농축 시료는 Sedgwick-Rafter에 분산시킨 뒤 광학현미경 (Olympus, BX50) 하에서 검경한 뒤 세포수를 계수하였다. 부유물질 (SS)은 미리 무게를 측정된 0.7 µm의 유리섬유 여과지 (GF/F filter)로 여과하여 건조한 후 함량차로 측정하였고, Chlorophyll *a*는 해수시료를 0.45 µm 여과지로 여과하여 90% acetone으로 추출한 후 Spectrophotometer (Perkin Elmer, LS50B)로 비색정량하였다. 암모니아질소 (NH₄-N), 질산질소 (NO₃-N), 아질산질소 (NO₂-N), 인산인 (PO₄-P)는 해양환경공정시험법에 따랐다⁸⁾. 일년 중 3월, 8월, 11월을 대상으로 각해역별로 출현하는 모든 식물플랑크톤을 일련번호를 기입하여 상호간의 유연관계식을 얻기 위하여 "0, 1" 수치로 Pearson 상관

계수를 구하고 그 matrix에 의해서 집괴분석을 SPSS ver. 10.0 program으로 수행했다.

3. 결 과

한국남부 연안의 2004년 11회 측정된 표층수와 저층수의 수온, 염분, Chl-*a*, COD, 용존무기질소, 용존무기인 자료를 부록에 요약하였다.

3.1. 남서부해 연안의 수질 특성

표층수온의 경우 대부분 3월에 최저 6-9°C 정도에서 증가되기 시작하여 8월에 최고 22-27°C 범위를 보였다. 그 이후 수온은 하강하는 추세를 보였다. 특히 정점 1에서 최고 수온을 나타낸 반면에 완도인근 해역에서는 최고 22°C로 그 차이는 5°C 정도를 보였다. 또한 저층수와 수온차도 거의 나타나지 않았다. 염분의 경우 신안과 완도해역에 비하여 목포항내의 변화는 5월, 6월, 7월, 9월에는 30 이하의 수치를 보였고, 저층수와 차이도 두 해역에 비하여 높았다. 7월에 목포항에서 Chl-*a* 수치가 최고 22.3 $\mu\text{g l}^{-1}$ 신안과 완도해역에 비하여 약 2배 정도 큰 차이를 보였다. 저층수의 COD는 해역에 관계없이 2 mg l^{-1} 이하를 보인 반면에, 정점 1, 2의 표층수는 5월과 7월에 최고 3.5 mg l^{-1} 을 보였다. 신안과 완도해역은 목포항에 비하여 상당히 낮은 농도를 나타내었다. 목포항은 DIN과 DIP 모두 신안 및 완도해역에 비하여 높은 농도를 보였다. 목포항의 DIN 최고 농도는 5월과 7월에 각각 2.2, 1.8 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 로 신안과 완도에 비하여 10배 이상의 높은 값을 보였다. DIP도 목포항에서 7월, 9월에 0.04-0.06 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 로 다른 해역에 비하여 5배 정도 높게 나타났다.

3.2. 남중부해 연안의 수질 특성

표·저층 수온변동은 3월에 최저 수온을 보이면서 7-8월 사이에 최고 수온, 그 이후 서서히 감소되는 경향을 보이고 있다. 최고 수온 범위는 여름철에 25-28°C를 나타내었고, 3월에는 7-8°C 범위를 보였다. 모든 해역에서 여름철에는 수온약층 현상을 보이고 있다. 염분의 경우 표·저층 및 모든 해역에서 28-33 psu 범위를 보이고 있으나, 월별 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 득량만, 여자만, 가막만의 최고 Chl-*a* 범위는 7-12 $\mu\text{g l}^{-1}$ 인 반면에 광양만은 모든 해역 중에서 가장 높은 25.1 $\mu\text{g l}^{-1}$ 을 보였다. 광양만을 제외한 나머지 해역의 COD는 2 mg l^{-1} 이하로 나타났으나, 9월에 정점 18에서 10.1 mg l^{-1} 로 5배 높은 농도를 보였다. DIN과 DIP도 광양만에서 최고 0.3, 0.01 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 로 나타났다.

3.3. 남동부해 연안의 수질 특성

거제도 연안 (정점 23, 24, 25)의 경우 3월에도

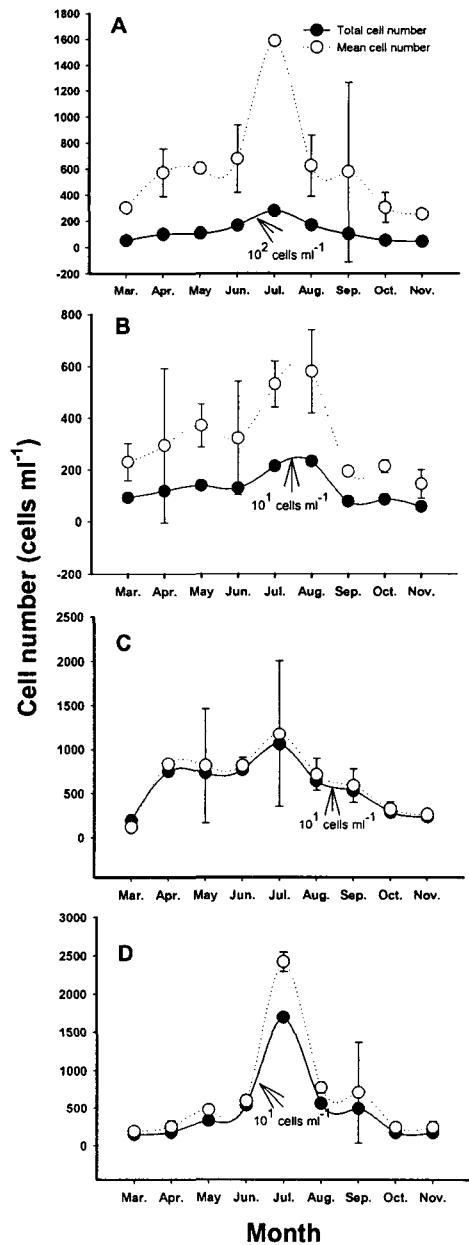


Fig. 2. Monthly variations of total and mean cell number in phytoplankton at sampling sites. The southern waters (A), southwest (B), southmiddle (C), and southeast (D). Error bar represents mean \pm S.D. ($n=9$).

수온이 10°C 정도로 다른 해역에 비하여 약 2°C 높게 나타났다. 여름철에도 25°C 범위로 남해도 인근 해역에 비하여 약 2-3°C 낮은 수온을 보였다. 염분은 표·저층 큰 차이 없이 모두 30-33 psu 범위를 나타내었고, Chl-*a*의 최고값은 정점 25에서 5월에

17.6 $\mu\text{g l}^{-1}$ 로 다른 해역에 비하여 약 2배 정도 높았다. COD는 표·저층에 관계없이 대부분 2.5 mg l^{-1} 이하로 보여 월별 큰 변동이 보이지 않았다. DIN의 경우 통영연안(정점 29)에서 8월에 0.4 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 를 제외하고는 대부분 0.2 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 이하를 보였다. DIP는 정점 24, 30, 33에서 0.03 $\mu\text{mol l}^{-1}$ 로 최치를 나타내었다.

3.4. 현존량

Fig. 2는 월별 식물플랑크톤의 정량적으로 분석한 결과이다. 2004년 남해연안에 출현된 식물플랑크톤의 총 세포수 변화 추이를 보면, 3월 5,286 cells ml^{-1} 에서 서서히 증가되어 7월에 최고 27,775 cells ml^{-1} 를 보였다. 그러나 10월부터 세포수가 급격히 감소되어 11월에는 4,428 cells ml^{-1} 까지 떨어졌다. 평균 세포수는 3월부터 6월까지 완만한 상승세를 보였으나, 7월에는 6월에 비하여 약 2배 정도 높은 최고 1,587 cells ml^{-1} 까지 나타내었다. 남서부해역의 총 세포수는 남해연안의 세포수 비율로 보면 3월에 최고 17.3%, 7월에 최저 7.6%로 남중·동부해역에 비하여 낮은 비율을 나타내고 있다. 남중부해역에 출현된 식물플랑크톤의 비율은 월별에 관계없이 대체적으로 35% 이상을 점유하고 있다. 특히 4월에는 74.9%, 5월에는 69.3%를 보였다. 그러나 7월에는 남중부해역보다 남동부해역에서 60.9%로 약 1.6배 정도 많았다. 전체적으로 볼 때 남중·동부해역은 남서해역에 비하여 식물플랑크톤 총 출현량이 약 2-5배 정도 많았다. 3월, 4월, 5월에는 남해연안에서 *Skeletonema costatum*, *Asterionella glacialis*, *Thalassionema nitzschioides* 등 규조류가 대부분 출현하였으나, 6월에 남해동부해역에서 *Prorocentrum* 종들이 출현하기 시작하여 7월에는 통영, 거제, 진주만 등 모든 조사정점에서 *Prorocentrum dentatum*이 높은 밀도로 발생되었다. 특히 정점 27에서는 최고 8,200 cells ml^{-1} 까지 보였다.

3.5. 우점종

Table 1은 우점종을 나타낸 것으로 남서·중부해역에서는 3월부터 11월까지 규조류가 우점으로 출현한 반면에, 남동부해역에서는 6월과 7월에 와편모조류인 *Prorocentrum minimum*과 *P. dentatum*이 각각 86.4%, 99.6%의 높은 비율을 차지했다. 남서해역의 경우 우점종 중에서 *S. costatum*이 3월, 7월, 9월, 10월에 60% 이상의 점유율을 보인 반면에, 남중부해역의 *S. costatum*은 3월, 7월, 9월에 80% 이상으로 나타났다. 남동부해역은 *S. costatum* 대신에 *Eucampia zoodiacus*, *Chaetoceros* spp. 45% 이상 출현되었다. 특히 11월에는 남해연안에는 대부분 *Chaetoceros* 속으로 우점하고 있는 것을 알

Table 1. Monthly dominant species in the southern coastal waters during the period of March to November, 2004

Month	Species	Percentage (%)	St.
Mar.	<i>Skeletonema costatum</i> ^a	96	1
	<i>Skeletonema costatum</i> ^b	83	16
	<i>Eucampia zoodiacus</i> ^c	62	32
Apr.	<i>Ditylum brighwellii</i> ^a	88	1
	<i>Rhizosolenia setigera</i> ^b	99	10
	<i>Eucampia zoodiacus</i> ^c	90	34
May	<i>Eucampia zoodiacus</i> ^a	47	3
	<i>Leptocylindrus danicus</i> ^b	96	14
	<i>Chaetoceros</i> spp. ^c	95	27
Jun.	<i>Eucampia zoodiacus</i> ^a	79	2
	<i>Chaetoceros</i> spp. ^b	74	13
	<i>Prorocentrum minimum</i> ^c	86	23
Jul.	<i>Skeletonema costatum</i> ^a	56	2
	<i>Skeletonema costatum</i> ^b	100	16, 17
	<i>Prorocentrum deantum</i> ^c	100	27
Aug.	<i>Chaetoceros</i> spp. ^a	85	5
	<i>Skeletonema costatum</i> ^b	87	8
	<i>Chaetoceros affine</i> ^c	51	27
Sep.	<i>Skeletonema costatum</i> ^a	81	5
	<i>Skeletonema costatum</i> ^b	100	16
	<i>Chaetoceros</i> spp. ^c	57	32
Oct.	<i>Skeletonema costatum</i> ^a	77	2
	<i>Chaetoceros</i> spp. ^b	76	13
	<i>Thalassiosira</i> spp. ^c	78	34
Nov.	<i>Chaetoceros</i> spp. ^a	100	3
	<i>Chaetoceros danicus</i> ^b	100	14, 21
	<i>Chaetoceros curvisetus</i> ^c	45	28

^a: the coastal waters of southwest; ^b: the coastal waters of southmiddle; ^c: the coastal waters of southeast.

수 있다.

3.6. cluster 분석

2004년 3월, 8월, 11월 각 정점에서 출현된 식물플랑크톤의 상관관계를 Table 2, 3, 4에 나타내었다. 목포항내의 정점1은 대부분의 모든 정점과 음의 상관계수를 보였다. 특히 3월과 8월은 완전히 음의 상관계수를 나타내었다. 그러나 목포항내의 정점2의 경우, 정점1과 달리 월별에 관계없이 음의 상관계수보다 양의 상관계수를 보여, 동일한 목포항내에서도 많은 차이를 보였다. 수온이 높은 8월에는 남중부해역과 남동부해역 중 거제도과 통영연안과는 음의 상관계수를 많이 보여, 이러한 관계는 11월도 거의 유사하게 나타났다. 그러나 3월은 정점1을 제외하고는 대부분 양의 상관관계를 보여

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Table 2. Pearson correlation matrix of phytoplankton in the southern coastal waters on March, 2004

St.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	-																		
2	0.470*	-																	
3	0	0.917**	-																
4	0.620**	0.574**	0.553**	-															
5	0.422**	0.022	0.006	0.805**	-														
6	0.322	0.078	0.063	0.068	0.027	-													
7	0.370	0.033	0.044	0.722**	0.867**	0.022	-												
8	0.483*	0.130	0.145	0.389	0.380	0.010	0.335	-											
9	0.445*	0.008	0.033	0.116	0.134	0.066	0.121	0.664**	-										
10	0.410*	0.084	0.085	0.227	0.217	0.002	0.214	0.982**	0.679**	-									
11	0.404	0.207	0.203	0.655**	0.638**	0.042	0.200	0.276	0.082	0.127	-								
12	0.570**	0.481*	0.541**	0.979**	0.838**	0.057	0.739**	0.398	0.130	0.227	0.669**	-							
13	0.491*	0.058	0.066	0.529**	0.609**	0.011	0.672**	0.915**	0.577**	0.867**	0.197	0.540**	-						
14	0.389	0.912*	1.000**	0.551**	0.005	0.062	0.044	0.145	0.034	0.085	0.202	0.541**	0.066	-					
15	0.509*	0.245	0.279	0.921**	0.946**	0.042	0.911**	0.401	0.137	0.237	0.550**	0.943**	0.640**	0.279	-				
16	0.465*	0.999**	0.934**	0.577**	0.020	0.077	0.034	0.133	0.011	0.085	0.209	0.493*	0.059	0.931**	0.251	-			
17	0.544**	0.628**	0.564**	0.783**	0.496*	0.071	0.172	0.276	0.065	0.139	0.890**	0.741**	0.182	0.561**	0.543**	0.626**	-		
18	0.378	0.896**	0.999**	0.544**	0.004	0.060	0.045	0.145	0.036	0.084	0.200	0.542**	0.066	0.999**	0.280	0.915**	0.549**	-	
19	0.515**	0.543**	0.520**	0.773**	0.540**	0.064	0.184	0.285	0.075	0.140	0.934**	0.756**	0.191	0.518**	0.564**	0.545**	0.991**	0.511*	
20	0.516**	0.049	0.031	0.161	0.233	0.437*	0.279	0.528**	0.748**	0.526**	0.022	0.174	0.543**	0.031	0.236	0.047	0.007	0.029	
21	0.474*	0.466*	0.504*	0.752**	0.564**	0.056	0.191	0.291	0.086	0.139	0.947**	0.768**	0.196	0.504*	0.577**	0.474*	0.958**	0.503*	
22	0.553**	0.715**	0.673**	0.794**	0.444*	0.074	0.162	0.272	0.064	0.139	0.832**	0.755**	0.174	0.670**	0.534**	0.717**	0.990**	0.659**	
23	0.460*	0.996**	0.947**	0.578**	0.019	0.076	0.035	0.135	0.013	0.085	0.209	0.501*	0.060	0.944**	0.256	0.999**	0.623**	0.930**	
24	0.282	0.149	0.123	0.147	0.074	0.106	0.066	0.046	0.001	0.028	0.089	0.130	0.051	0.123	0.104	0.147	0.141	0.119	
25	0.513*	0.068	0.062	0.119	0.097	0.537**	0.088	0.130	0.205	0.116	0.077	0.115	0.132	0.061	0.110	0.068	0.093	0.060	
26	0.516**	0.026	0.070	0.172	0.186	0.430*	0.165	0.223	0.269	0.196	0.123	0.194	0.233	0.071	0.195	0.032	0.104	0.074	
27	0.392	0.034	0.003	0.047	0.080	0.301	0.088	0.125	0.188	0.118	0.015	0.065	0.136	0.002	0.081	0.031	0.008	0.001	
28	0.708**	0.215	0.215	0.419*	0.354	0.784**	0.316	0.448*	0.504*	0.395	0.281	0.415*	0.457*	0.215	0.397	0.217	0.320	0.213	
29	0.561**	0.154	0.154	0.373	0.345	0.054	0.338	0.528**	0.926**	0.489*	0.211	0.372	0.541**	0.154	0.381	0.155	0.237	0.152	
30	0.472*	0.101	0.099	0.362	0.370	0.008	0.342	0.998**	0.666**	0.987**	0.237	0.364	0.922**	0.099	0.384	0.101	0.234	0.098	
31	0.538**	0.267	0.234	0.437*	0.343	0.022	0.315	0.986**	0.645**	0.970**	0.274	0.416*	0.892**	0.232	0.395	0.266	0.343	0.227	
32	0.576**	0.154	0.146	0.406*	0.386	0.050	0.384	0.551**	0.919**	0.508*	0.222	0.402	0.579**	0.146	0.421*	0.154	0.247	0.144	
33	0.629**	0.172	0.156	0.373	0.334	0.478*	0.337	0.476*	0.570**	0.437*	0.195	0.364	0.501*	0.156	0.374	0.172	0.235	0.153	
34	0.548**	0.079	0.087	0.180	0.162	0.428*	0.144	0.216	0.286	0.193	0.123	0.184	0.219	0.087	0.178	0.080	0.132	0.087	
35	0.645**	0.147	0.138	0.402	0.386	0.441*	0.344	0.465*	0.644**	0.414*	0.278	0.399	0.487*	0.137	0.406*	0.147	0.288	0.135	

Table 2. continued

St.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19	-																
20	0.002	-															
21	0.987**	0.011	-														
22	0.975**	0.012	0.944**	-													
23	0.546**	0.046	0.480'	0.716**	-												
24	0.130	0.024	0.115	0.147	0.146	-											
25	0.091	0.299	0.087	0.093	0.068	0.159	-										
26	0.118	0.374	0.135	0.105	0.036	0.155	0.973**	-									
27	0.003	0.269	0.016	0.007	0.028	0.171	0.942**	0.976**	-								
28	0.320	0.699**	0.316	0.323	0.218	0.020	0.558**	0.516**	0.329	-							
29	0.238	0.724**	0.235	0.239	0.156	0.037	0.230	0.286	0.186	0.564**	-						
30	0.240	0.535**	0.240	0.227	0.102	0.042	0.128	0.217	0.124	0.439'	0.524**	-					
31	0.332	0.504'	0.313	0.347	0.264	0.067	0.135	0.208	0.110	0.457'	0.529**	0.984**	-				
32	0.247	0.728**	0.242	0.246	0.154	0.041	0.230	0.289	0.186	0.572**	0.998**	0.549**	0.553**	-			
33	0.230	0.939**	0.220	0.237	0.171	0.017	0.316	0.379	0.252	0.755**	0.618**	0.474'	0.484'	0.628**	-		
34	0.135	0.381	0.137	0.133	0.082	0.147	0.980	0.995**	0.972**	0.528**	0.312	0.212	0.216	0.314	0.394	-	
35	0.292	0.942**	0.288	0.282	0.147	0.019	0.320	0.387	0.255	0.763**	0.714**	0.460'	0.468'	0.721**	0.985**	0.403	-

Note: 'correlation is significant at the 0.05 level, **correlation is significant at the 0.01 level, bold letters show the negative value.

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Table 3. Pearson correlation of plankton in the southern coastal waters on August, 2004

St.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	-																		
2	0.500*	-																	
3	0.433*	0.415*	-																
4	0.480*	0.581**	0.979**	-															
5	0.379	0.081	0.030	0.040	-														
6	0.465*	0.622**	0.141	0.285	0.091	-													
7	0.526*	0.994**	0.419*	0.579**	0.087	0.641**	-												
8	0.521**	0.275	0.703**	0.689**	0.021	0.192	0.283	-											
9	0.479*	0.145	0.016	0.005	0.122	0.389	0.222	0.062	-										
10	0.508*	0.290	0.545**	0.547**	0.030	0.150	0.296	0.970**	0.063	-									
11	0.487*	0.948**	0.446*	0.577**	0.079	0.402	0.957**	0.268	0.210	0.300	-								
12	0.616**	0.510*	0.644**	0.678**	0.004	0.325	0.526**	0.950**	0.179	0.961**	0.516**	-							
13	0.564**	0.930**	0.401	0.542**	0.097	0.693**	0.964**	0.290	0.394	0.293	0.914**	0.536**	-						
14	0.540**	0.934**	0.427*	0.560**	0.090	0.581**	0.966**	0.289	0.347	0.301	0.957**	0.541**	0.989**	-					
15	0.430*	0.135	0.049	0.036	0.101	0.442*	0.233	0.101	0.918**	0.082	0.202	0.215	0.465*	0.413	-				
16	0.430*	0.135	0.049	0.036	0.101	0.442*	0.233	0.101	0.918**	0.082	0.202	0.215	0.465*	0.412*	1.000**	-			
17	0.521**	0.533**	0.129	0.243	0.107	0.958**	0.598**	0.188	0.618**	0.149	0.394	0.333	0.713**	0.605**	0.681**	0.681**	-		
18	0.454*	0.163	0.600**	0.574**	0.041	0.088	0.166	0.986**	0.005	0.981**	0.164	0.918**	0.165	0.169	0.032	0.032	0.081	-	
19	0.473*	0.038	0.270	0.254	0.528**	0.008	0.037	0.418*	0.061	0.407*	0.036	0.373	0.035	0.039	0.029	0.029	0.004	0.426*	
20	0.633**	0.584**	0.712**	0.756**	0.015	0.339	0.589**	0.933**	0.154	0.930**	0.581**	0.986**	0.569**	0.577**	0.151	0.151	0.326	0.888**	
21	0.601**	0.773**	0.867**	0.942**	0.076	0.542**	0.775**	0.625**	0.191	0.512*	0.725**	0.694**	0.744**	0.737**	0.185	0.185	0.503*	0.492*	
22	0.569**	0.923**	0.395	0.535**	0.099	0.706**	0.958**	0.289	0.412*	0.290	0.904**	0.534**	1.000**	0.986**	0.484*	0.484*	0.730**	0.163	
23	0.472*	0.145	0.027	0.015	0.117	0.414*	0.229	0.076	0.991**	0.070	0.211	0.194	0.425*	0.375	0.962**	0.962**	0.650**	0.014	
24	0.423*	0.034	0.007	0.004	0.746**	0.052	0.040	0.040	0.128	0.042	0.039	0.020	0.051	0.046	0.098	0.098	0.075	0.051	
25	0.406*	0.030	0.031	0.025	0.701**	0.043	0.032	0.087	0.102	0.091	0.030	0.068	0.035	0.030	0.065	0.065	0.058	0.099	
26	0.249	0.110	0.055	0.069	0.132	0.110	0.115	0.049	0.131	0.047	0.106	0.078	0.124	0.117	0.108	0.108	0.126	0.031	
27	0.406	0.024	0.039	0.033	0.681**	0.038	0.025	0.079	0.099	0.079	0.024	0.060	0.028	0.023	0.061	0.061	0.052	0.087	
28	0.359	0.089	0.051	0.060	0.355	0.096	0.097	0.051	0.125	0.049	0.089	0.077	0.111	0.105	0.113	0.113	0.115	0.036	
29	0.302	0.052	0.028	0.033	0.197	0.054	0.055	0.026	0.078	0.025	0.052	0.040	0.062	0.058	0.064	0.064	0.066	0.017	
30	0.296	0.061	0.017	0.023	0.224	0.068	0.065	0.006	0.140	0.006	0.063	0.028	0.071	0.066	0.097	0.097	0.089	0.006	
31	0.373	0.033	0.059	0.051	0.580**	0.070	0.041	0.106	0.140	0.106	0.034	0.076	0.059	0.051	0.119	0.119	0.097	0.119	
32	0.471*	0.105	0.203	0.204	0.520**	0.042	0.107	0.331	0.015	0.337	0.111	0.327	0.107	0.112	0.011	0.011	0.037	0.333	
33	0.150	0.145	0.076	0.092	0.104	0.155	0.155	0.082	0.214	0.081	0.143	0.123	0.174	0.163	0.180	0.180	0.186	0.059	
34	0.105	0.181	0.114	0.134	0.026	0.164	0.190	0.110	0.209	0.107	0.180	0.154	0.200	0.191	0.166	0.166	0.190	0.083	
35	0.158	0.256	0.213	0.238	0.128	0.230	0.269	0.253	0.252	0.248	0.252	0.304	0.285	0.275	0.217	0.217	0.260	0.219	

Table 3. continued

St.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19	-																
20	0.359	-															
21	0.197	0.778**	-														
22	0.034	0.565**	0.741**	-													
23	0.051	0.156	0.192	0.444*	-												
24	0.454*	0.013	0.028	0.053	0.120	-											
25	0.295	0.056	0.009	0.037	0.091	0.966**	-										
26	0.014	0.086	0.109	0.126	0.126	0.221	0.230	-									
27	0.303	0.050	0.000	0.029	0.088	0.968**	0.998**	0.231	-								
28	0.181	0.080	0.093	0.113	0.123	0.414*	0.395	0.709**	0.394	-							
29	0.070	0.044	0.054	0.063	0.075	0.307	0.312	0.480*	0.314	0.775**	-						
30	0.092	0.037	0.061	0.073	0.129	0.321	0.324	0.733**	0.324	0.951**	0.590**	-					
31	0.270	0.071	0.007	0.062	0.135	0.955**	0.980**	0.237	0.984**	0.382	0.316	0.324	-				
32	0.963**	0.315	0.182	0.105	0.007	0.446*	0.290	0.008	0.308	0.177	0.072	0.086	0.259	-			
33	0.007	0.131	0.150	0.177	0.206	0.164	0.172	0.629**	0.172	0.481*	0.355	0.487*	0.178	0.012	-		
34	0.046	0.168	0.193	0.202	0.198	0.107	0.113	0.512*	0.115	0.405*	0.327	0.410*	0.130	0.056	0.727**	-	
35	0.216	0.315	0.302	0.288	0.245	0.104	0.087	0.280	0.086	0.051	0.040	0.076	0.071	0.218	0.470*	0.625**	-

Note: *correlation is significant at the 0.05 level, **correlation is significant at the 0.01 level, bold letters show the negative value.

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Table 4. Pearson correlation of phytoplankton in the southern coastal waters on November, 2004

St.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	-																	
2	0.456*	-																
3	0	0.099	-															
4	a	a	a	-														
5	0.346	0.472*	0.038	a	-													
6	0.361	0.920**	0.129	a	0.088	-												
7	0.460*	1.000**	0.096	a	0.499*	0.907**	-											
8	0.564**	0.188	0.597**	a	0.113	0.162	0.188	-										
9	0.478*	0.004	0.131	a	0.013	0.001	0.005	0.268	-									
10	0.346	0.472*	0.038	a	1.000**	0.088	0.499*	0.113	0.013	-								
11	0.379	0.942**	0.126	a	0.148	0.998**	0.931**	0.167	0.000	0.148	-							
12	0.383	0.158	0.162	a	0.062	0.151	0.157	0.305	0.044	0.062	0.153	-						
13	0.346	0.472*	0.038	a	1.000**	0.088	0.499*	0.113	0.013	1.000**	0.148	0.062	-					
14	0.457*	0.385	0.180	a	0.120	0.382	0.383	0.328	0.040	0.120	0.386	0.970**	0.120	-				
15	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-			
16	0.362	0.921**	0.129	a	0.092	1.000**	0.909**	0.162	0.001	0.092	0.998**	0.151	0.092	0.382	a	-		
17	0.346	0.472*	0.038	a	1.000**	0.088	0.499*	0.113	0.013	1.000**	0.148	0.062	1.000**	0.120	a	0.092	-	
18	0.346	0.472*	0.038	a	1.000**	0.088	0.499*	0.113	0.013	1.000**	0.148	0.062	1.000**	0.120	a	0.092	1.000**	-
19	0.426*	0.244	0.161	a	0.163	0.203	0.246	0.318	0.041	0.163	0.211	0.994**	0.163	0.981**	a	0.203	0.163	0.163
20	0.504*	0.094	0.604**	a	0.060	0.080	0.085	0.989**	0.274	0.060	0.083	0.187	0.060	0.196	a	0.080	0.060	0.060
21	0.542**	0.164	0.503*	a	0.107	0.138	0.165	0.993**	0.272	0.107	0.143	0.288	0.107	0.306	a	0.138	0.107	0.107
22	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
23	0.568**	0.190	0.682**	a	0.000	0.215	0.187	0.978**	0.255	0.000	0.213	0.419*	0.000	0.442*	a	0.215	0.000	0.000
24	0.336	0.152	0.035	a	0.122	0.117	0.153	0.048	0.057	0.122	0.124	0.085	0.122	0.112	a	0.118	0.122	0.122
25	0.121	0.191	0.130	a	0.156	0.146	0.193	0.206	0.188	0.156	0.154	0.136	0.156	0.168	a	0.146	0.156	0.156
26	0.324	0.227	0.165	a	0.183	0.175	0.230	0.260	0.245	0.183	0.185	0.169	0.183	0.206	a	0.176	0.183	0.183
27	0.477*	0.045	0.010	a	0.035	0.036	0.046	0.047	0.308	0.035	0.037	0.037	0.035	0.044	a	0.036	0.035	0.035
28	0.300	0.120	0.075	a	0.126	0.079	0.122	0.082	0.045	0.126	0.086	0.080	0.126	0.099	a	0.080	0.126	0.126
29	0.507*	0.008	0.237	a	0.003	0.008	0.008	0.350	0.989**	0.003	0.008	0.022	0.003	0.023	a	0.008	0.003	0.003
30	0.898**	0.296	0.241	a	0.221	0.237	0.299	0.362	0.341	0.221	0.248	0.238	0.221	0.287	a	0.237	0.221	0.221
31	0.522**	0.008	0.096	a	0.012	0.004	0.008	0.179	0.403	0.012	0.005	0.052	0.012	0.047	a	0.004	0.012	0.012
32	0.353	0.126	0.027	a	0.099	0.098	0.127	0.046	0.208	0.099	0.104	0.046	0.099	0.071	a	0.099	0.099	0.099
33	0.029	0.179	0.113	a	0.136	0.141	0.180	0.178	0.161	0.136	0.149	0.115	0.136	0.147	a	0.142	0.136	0.136
34	0.316	0.093	0.046	a	0.074	0.072	0.094	0.072	0.031	0.074	0.076	0.067	0.074	0.082	a	0.072	0.074	0.074
35	0.451*	0.255	0.199	a	0.193	0.203	0.258	0.310	0.281	0.193	0.213	0.201	0.193	0.243	a	0.203	0.193	0.193

Table 4. continued

St.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19	-																
20	0.193	-															
21	0.300	0.985**	-														
22	a	a	a	-													
23	0.421*	0.955**	0.956**	a	-												
24	0.101	0.026	0.041	a	0.050	-											
25	0.155	0.182	0.198	a	0.204	0.009	-										
26	0.192	0.231	0.251	a	0.258	0.170	0.464*	-									
27	0.041	0.057	0.052	a	0.039	0.371	0.201	0.276	-								
28	0.095	0.065	0.073	a	0.082	0.968**	0.012	0.145	0.240	-							
29	0.023	0.361	0.346	a	0.336	0.055	0.199	0.257	0.303	0.036	-						
30	0.266	0.324	0.348	a	0.364	0.440*	0.218	0.022	0.432*	0.416*	0.359	-					
31	0.050	0.181	0.181	a	0.175	0.275	0.229	0.301	0.782**	0.138	0.406*	0.425*	-				
32	0.060	0.032	0.042	a	0.044	0.373	0.149	0.212	0.960**	0.256	0.203	0.351	0.662**	-			
33	0.133	0.157	0.171	a	0.177	0.275	0.466*	0.120	0.105	0.275	0.170	0.317	0.134	0.060	-		
34	0.076	0.059	0.068	a	0.073	0.944**	0.001	0.153	0.322	0.973**	0.034	0.430*	0.097	0.368	0.252	-	
35	0.226	0.277	0.299	a	0.310	0.280	0.420*	0.793*	0.307	0.261	0.295	0.206	0.321	0.237	0.000	0.270	-

Note: *correlation is significant at the 0.05 level, **correlation is significant at the 0.01 level, bold letters show the negative value, a means no-computing.

8월, 11월과는 상이한 경향을 나타내고 있다. Fig. 3, 4, 5는 3월, 8월, 11월을 대상으로 각 정점별 집괴분석을 한 것으로, 3월의 경우목포항, 신안, 완도 해역은 clade A에 남해중부 및 동부해역과 상호 유연관계가 있는 것으로 보인다. 이와 반면에는 남해안 모든 해역이 포함된 반면에, clade B는 남서·중부해역만 상호 유연관계가 있는 것으로 보였다. 그러나 8월과 11월의 clade B는 거의 남해동부해역만으로 grouping 되었다. clade A와 clade B 거리는 5 정도로 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 clade B에서 거제도 정점 23은 거리가 25 정도로 남서·중부해역과는 상호거리가 먼 것으로 나타났다. 8월에도 clade A에는 남서·중부해역만 상호 grouping 되는 것으로 나타났고, clade B는 거의 남동부해역만으로 집괴되었다. 3월과 같이 clade A와 clade B 거리는 5 정도로 큰 차이를 보이지 않았다. 8월과 비슷하게 11월도 clade A에는 남서·중부해역, clade B에는 남동부해역으로 grouping 되었고, clade A와 clade B 거리도 5 정도로 3월, 8월, 11월에서 보듯이 clade 상호간의 거리는 다소 적은 것으로 보인다.

4. 고찰

4.1. 남해서부

남서부해역은 내만해역이 잘 발달되어 반폐쇄적 특성을 나타내며, 영산강 이외에는 내만으로 유입되는 대형 하천이 없어 육상으로부터 영양염류 공급이 충분치 않다. 또한 영산호와 금호방조제 건설 등으로 해양환경 및 생태계 변화에 많은 영향을 미치고 있다⁸⁾. 특히 여름철에 목포항내에서 낮은 염분과 높은 COD 및 Chl-*a*를 보이고 있다(부록 참조). 또한 Chl-*a*의 경우 여름철과 다른 계절을 비교해보면 여름철에 최대 10배 이상의 높은 농도를 모든 해역에서 보여주고 있다. 그러나 Chl-*a* 값에 비하면 식물플랑크톤 현존량이 매우 낮은 이유는 이 연구에서는 규조류와 와편모조류만을 대상으로 분류한 것으로, 여러 연구자들에 의하면 전 식물플랑크톤 생물량 중 평균 43%가 미소플랑크톤에 의해 점유하고 있다고 한다^{9,10)}. 따라서 여름철 남서부해역의 높은 Chl-*a* 농도의 대부분은 세포크기가 5 μm 이하의 nanoplankton으로 형성되어 있을 것으로 추측된다.

봄부터 겨울까지 주로 *S. costatum*, *Ditylum brightwellii*, *E. zodiacus*, *Chaetoceros* spp.와 같은 규조류에 의해 우점을 보이는 현상 (Table 1)은 윤^{2,11)}의 결과와도 일치되며, 중위도 온대해역에서는 연중 규조류에 의해 점유된다는 Nybakken (1993)¹²⁾

의 주장과도 전반적으로 유사한 내용이다. 와편모조류는 규조류처럼 월별 장기변동을 보이지 않고 여름철에 단기적 출현 양상을 보이는 것이 일반적 특징으로 알려져 있다. 완도해역은 목포와 신안에 비하여 와편모조류의 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 또한 2004년도에 완도해역에서 유해성 *Cochlodinium polykrikoides* 적조생물이 8월 6일 발생되었으나, 신안이나 목포해역에는 출현되지 않았다 (www.nfrdi.re.kr). 규조류는 와편모조류에 비하여 성장을 위해서는 영양염 요구성이 높으나, 고갈되면 낮은 환경에서도 잘 적응될 수 있는 와편모조류로 천이될 수 있다^{13~15)}. 이처럼 여름철에 완도해역은 목포와 신안에 비하여 영양염의 농도가 상대적으로 낮으나 (부록참조), *C. polykrikoides* 적조가 발생할 수 있는 것은 낮은 영양염이라도 충분히 적조를 일으킬 수 있다는 것을 입증하고 있다^{16~18)}. 또한 완도해역에서 황해 저층수보다 난류 (warm current)의 영향을 목포나 신안보다 많이 받기 때문에 와편모조류 점유율도 높고, *C. polykrikoides* 적조도 발생할 수 있는 요인이 된다고 할 수 있다.

4.2. 남해중부

우리나라 연안해역은 각종 생활하수, 산업폐수, 어류 및 패류양식에 의한 자가오염현상 등으로 해역의 부영양화가 급속히 진행되고 있다. 부영양화에 따른 영양염 공급으로 연중 *S. costatum*, *Rhizosolenia setigera*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros* spp. 등과 같은 규조류가 우점으로 출현하고 있다 (Table 1). 심지어 여름철에도 와편모조류보다 규조류가 월등히 높게 점유하고 있고, 여러 연구자들이 발표한 보고에 따르면 연안, 내만해역에서의 최대 출현밀도 10⁶ cells l⁻¹라고 하였다^{19~21)}. 이 연구에서도 4월부터 700 cells ml⁻¹ 이상 출현되어 7월경에 최대 1,059 cells ml⁻¹를 보여 (Fig. 2), 위에서 언급한 최대 밀도와 거의 유사하게 나타났다. 특히 광양만과 가두리 양식장이 밀집된 돌산해역은 다른 조사지점에 비하여 여름철에 매우 높은 세포밀도를 보였고, 부영양화 가속으로 규조류의 절대적 점유때문인 것으로 추측된다. 조사기간 중 고흡과 가막만 해역에서 겨울철에 Chl-*a* 농도가 높은 이유는 광학현미경으로는 극미소 및 미소 플랑크톤의 현존량이 과소 평가 되고 있기 때문인 것으로 판단된다²²⁾. 따라서 고흡과 가막만 해역의 겨울철 기초생산 비율은 대형 식물플랑크톤 보다 미소 플랑크톤에 의한 점유율이 높은 것으로 보인다.

여름철 남중부 해역의 해양환경 요인 및 영양염 조건은 와편모조류의 성장에도 적합하였고, 전해역에 걸쳐 출현하였으나, 점유율은 매우 낮았다. 이

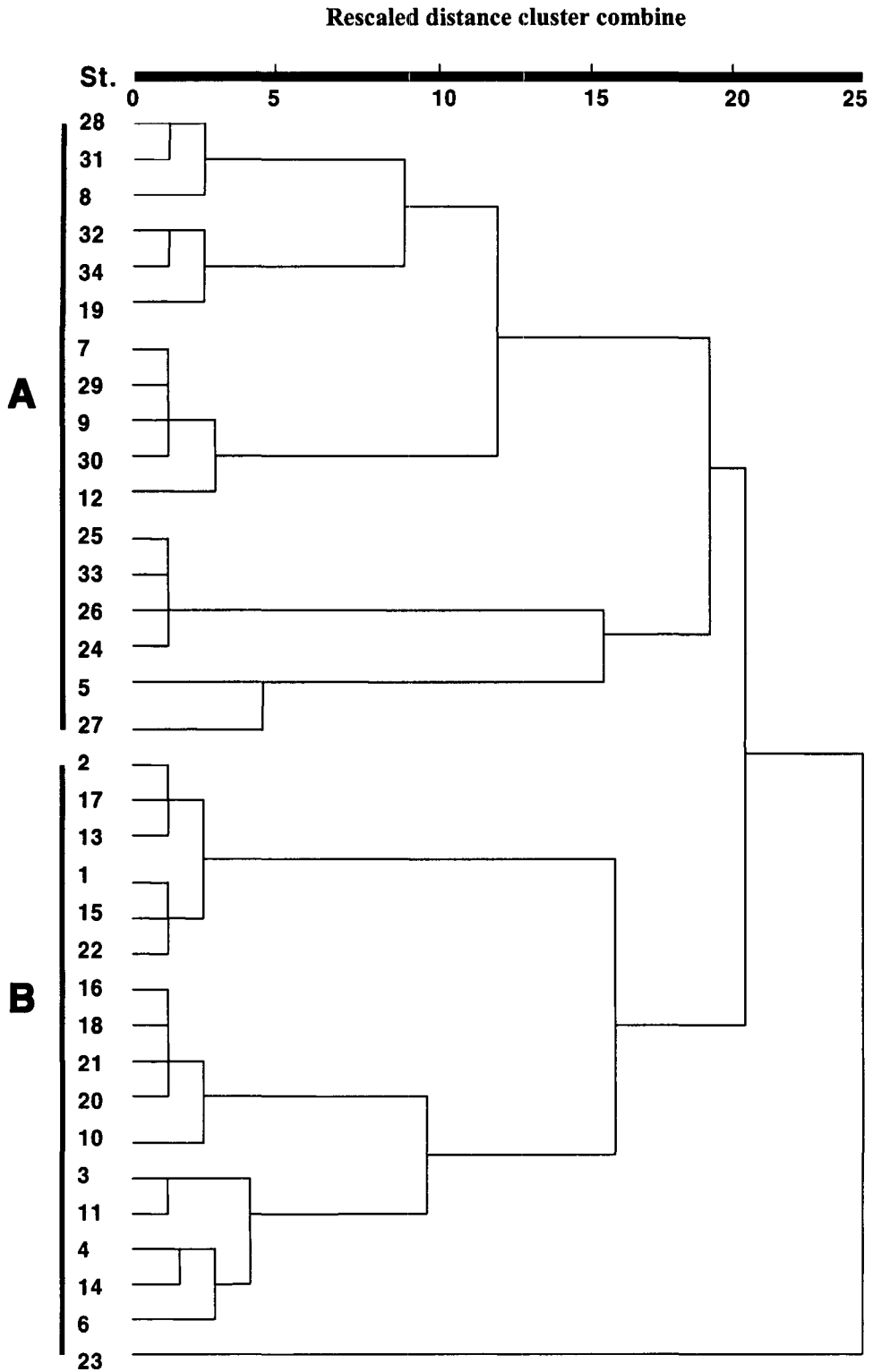


Fig. 3. Hierarchical cluster analysis of phytoplankton at sampling sites on March, 2004. The tree was inferred from a distance matrix based on Pearson method.

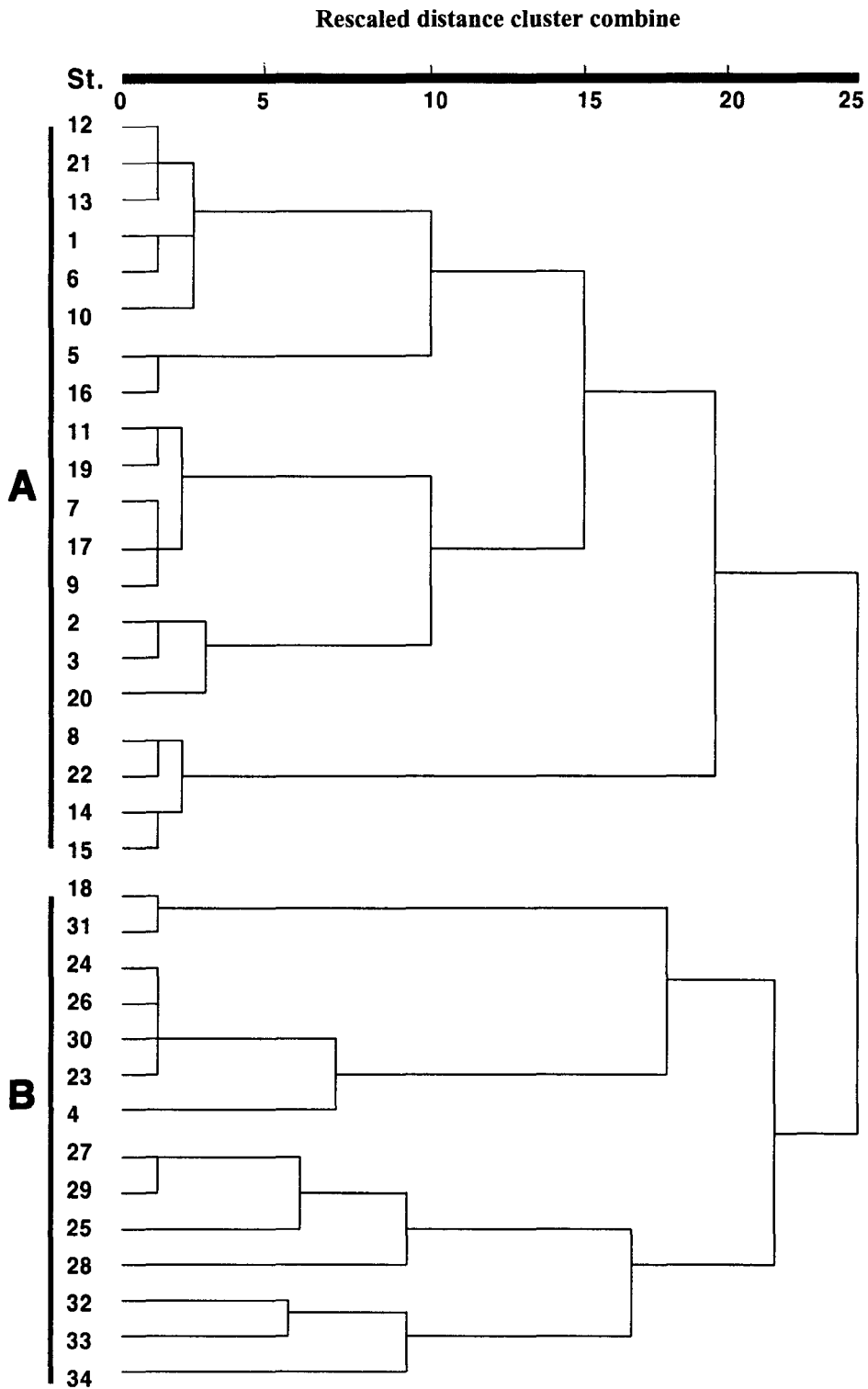


Fig. 4. Hierarchical cluster analysis of phytoplankton at sampling sites on August, 2004. The tree was inferred from a distance matrix based on Pearson method.

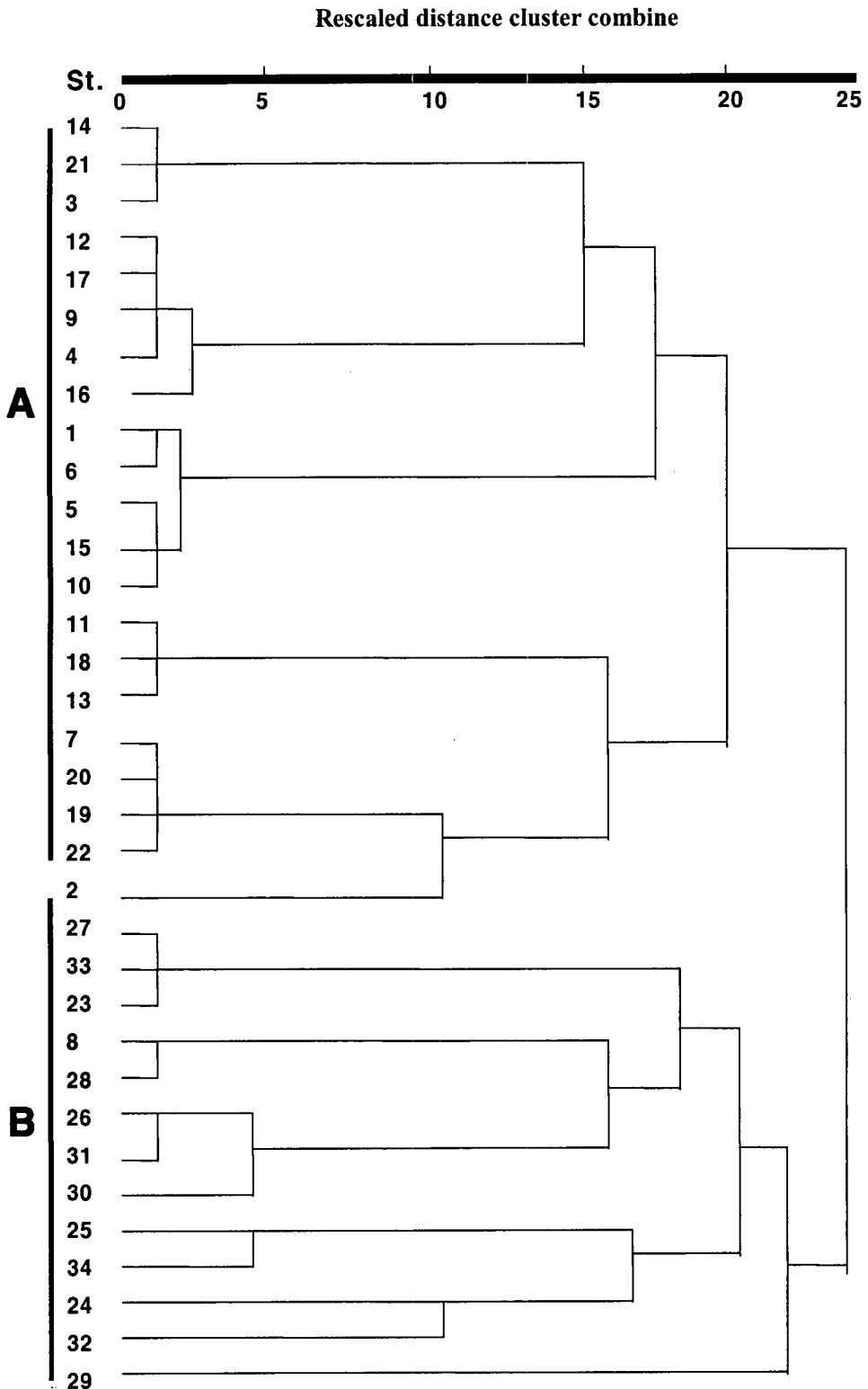


Fig. 5. Hierarchical cluster analysis of phytoplankton at sampling sites on November, 2004. The tree was inferred from a distance matrix based on Pearson method.

시기에는 규조류에서 와편모조류로 천이되기 위해서는 외부에서 다른 특성을 가진 해수가 유입되지 않으면 신속하게 바뀌지 않는 것으로 보고되고 있다²³⁾. *C. polykrikoides* 적조는 8월5일 여수 광도해역에서 첫 발생되어 연안으로 접근하지 못했다 (www.nfrdi.re.kr). 즉, 순간적인 천이를 위해서는 여름철 강한 대만난류수의 영향이 적었기 때문에 *C. polykrikoides* 적조도 연안으로 근접하지 못하고 계속해서 규조류에 의해서 점유되고 있는 것 같다²⁴⁻²⁷⁾. 따라서 외양수의 영향이 적음에 따라 여름철 와편모조류 현존량이 현저히 낮은 이유로 설명될 수 있다.

4.3. 남해동부

이 해역은 복잡한 해안 지형으로 형성된 만(bay)들이 산재해 있어 유용 어·패류의 산란장 및 생육장으로 중요하며, 외해로부터 영양염류 공급이 원활하여 수산동·식물이 풍부한 것으로 알려져 있다²⁸⁾. 그러나 이 해역도 양식장의 밀집으로 인하여 부영양화가 계속해서 지속되고 있다^{29,30)}. 이 연구에서도 COD 함량이 2 mg l^{-1} 이상인 해역이 여름철 기준으로 많이 나타나고 있다 (부록참조). 또한 연중 *E. zodiacus*, *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira* spp. 등과 같은 규조류가 우점으로 출현되었다 (Table 1). 특히 6월과 7월에 우점으로 출현된 *Prorocentrum minimum*과 *P. dentatum*은 부영양화된 내만에서 적조를 종종 일으키는 종으로, 앞으로 통영연안에서는 이와 같은 내만성 적조생물이 많이 출현될 것으로 보인다. 전 해역에 걸쳐 여름철에 와편모조류가 고루 출현되었으나, 점유율은 규조류에 비하여 낮게 나타난 이유도 급격한 물리적 요인이 미진한 것으로 보인다. *C. polykrikoides* 적조도 남해중부처럼 동일한 날짜에 발생되었고, 확장 세력도 내만보다 외해역에서 지속된 것은 (www.nfrdi.re.kr) 내만역에 형성된 규조세력을 천이하기 위해서는 외양수의 영향이 미미한 것으로 생각된다.

4.4. 시·공간적 분포 특성

식물플랑크톤은 수산동물의 먹이가 되는 기초생산자로서 그 해역의 생물량을 결정짓는데 중요한 요인이다. 또한 식물플랑크톤의 군집변동은 해류와 같은 물리적인 요소에 의해서 많은 영향을 받는다. 이 연구기간 동안 남해안에 출현되는 식물플랑크톤의 현존량도 조사정점정별, 시기별로 많은 양의 차이를 보이고 있다. 남해서부는 남중·동부해역에 비하여 현존량이 현저하게 낮은 것은 담수방류, 유기물 증가 등으로 불안정한 해양생태계를 보이는

것으로 추측된다. 반면에, 남해중부해역은 4월부터 $500 \text{ cells ml}^{-1}$ 이상을 9월까지 지속적으로 유지시켜, 남해안에서 가장 많은 현존량을 보였다 (Fig. 2). 따라서 남해중부해역은 식물플랑크톤의 지속적인 성장과 현존량 유지를 위한 환경요인 및 영양염 등이 잘 조화된 안정적인 환경생태계를 보이고 있다.

3월에 출현하는 남해안 식물플랑크톤 군집은 큰 해역별로 분리되는 것이 아니라, 남서부해역에 나타난 식물플랑크톤이 남동부해역에도 충분히 출현될 수 있다는 것이다 (Fig. 3). 식물플랑크톤은 해양생태계의 동태를 파악할 수 있는 중요 인자로서 활용되기 때문에, 3월경의 남해안 식물플랑크톤 군집형성의 해양생태계는 거의 유사한 것으로 보인다. 8월과 11월의 경우 3월과는 정반대로 거의 남서부해역에 출현된 식물플랑크톤의 종 조성이 남중부해역과 상호유연관계를 보여 여름철과 겨울철은 남서부해역과 남중부해역은 유사한 해양환경 특성으로 추측된다 (Fig. 4, 5). 그러나 거리는 남서·중부해역과 남동부해역 거리는 5 정도로 현저한 차이를 보이지 않고 있다.

5. 요약

이 연구는 2004년 3월부터 11월까지 남해안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 변동을 조사했다. 총 세포수의 변화 추이를 보면 3월에 $5,286 \text{ cells ml}^{-1}$ 에서 증가되어 시작하여 7월에 최고 $27,775 \text{ cells ml}^{-1}$ 까지 나타내었다. 평균 세포수도 7월에 최고 $1,587 \text{ cells ml}^{-1}$ 로 6월에 비하여 약 2배 정도 높았다. 남중부해역에 출현된 식물플랑크톤의 비율은 월별로 관계없이 35% 이상을 점유하고 있어 3개 해역 중에서 가장 많은 현존량을 보였다. 남서해역은 남중·동부해역에 비하여 약 2-5배 정도 출현량이 적게 나타났다. 조사기간 동안 특이사항으로는 6월경에 남해동부해역에서 *Prorocentrum*이 출현되기 시작하여 7월에는 통영, 거제, 진주만 등 모든 조사정점에서 *Prorocentrum dentatum*이 최고 $8,200 \text{ cells ml}^{-1}$ 까지 보여, 7월에는 남동부해역에서 전체의 60.9%까지 점유했다. 남서해역의 우점으로 출현한 *Skeletonema costatum*이 3월, 7월, 9월, 10월에 60% 이상을 점유한 반면에, 남중부해역에서도 3월, 7월, 9월에 80% 이상 나타났다. 남동부해역은 *Eucampia zodiacus*와 *Chaetoceros* spp.이 45% 이상 출현되었고, 특히 11월에는 남해연안 모두 대부분 *Chaetoceros*로 우점하고 있었다. 3월에 출현된 남해안 식물플랑크톤의 유연관계는 해역별로 관계없이 상호 유연관계를 나타내지만, 8월과 11월의 경우 남서부해역과 남중부해역은 동

일한 clade로 되나, 남동부해역과는 다르게 grouping 되었다. 그러나 거리는 5 정도로 큰 차이를 나타내고 있지 않았다. 따라서 남해안에 출현하는 식물플랑크톤의 현존량은 시·공간적으로 많은 차이를 나타내고 있으며, 특히 여름철과 겨울철은 남서부해역과 남중부해역이 유사한 해양환경 특성을 보이고 있는 것 같다.

감사의 글

이 연구는 국립수산과학원 (남해해양환경연구, RP-06-ME-011)의 지원에 의해 운영되었습니다. 자료를 분석해 준 이상룡 박사님에게 감사드립니다. 또한 논문을 면밀하고 세심하게 검토해 주신 익명의 심사위원 교수님에게 진심으로 감사드립니다.

참고 문헌

- 1) 윤양호, 2003, 한국 남서해역의 식물플랑크톤 군집 출현 및 분포 특성, 여수대학교 수산과학연구소 논문집, 12, 1-17.
- 2) 윤양호, 1998, 완도 신지연안해역 식물플랑크톤 군집구조 특성, 여수대 논문집, 12, 651-664.
- 3) 윤양호, 2001, 저수온기 목포연안해역의 해양환경학적 특성 1, 수질환경과 기초생산에 영향을 미치는 환경요인 해석, 한국물환경학회지, 17, 1-13.
- 4) Lee, J. C., J. Y. Kim and S. D. Chang, 1984, Thermohaline structure of the shelf front in the Korea strait in early winter, J. Oceanol. Soc., Korea, 19, 39-46.
- 5) 강영실, 전경암, 1999, 한국 남해 연안전선의 생물·화학적 특성 및 영양역학 구조, 한국수산학회지, 32, 22-29.
- 6) 추효상, 김동수, 1998, 한국 남해의 대마난류 변동이 멀치 난·자어의 연안역 수송에 미치는 영향, 한국수산학회지, 31, 226-244.
- 7) NFRDI, 2002, Harmful algal blooms in Korean coastal waters from 2000 to 2001, 158pp.
- 8) 박홍식, 이재학, 최진우, 2000, 목포 주변 해역 조하대 저서동물 시·공간적 분포, 바다, 5, 169-176.
- 9) Yamaguchi, M. and I. Imai, 1996, Size fractionated phytoplankton biomass and primary productivity in Osaka Bay, Eastern Seto Inland, Japan. Bull. Nansei Nat'l. Fish. Res. Inst., 29, 59-73.
- 10) Maita, Y. and T. Odate, 1988, Seasonal change in size fractionated primary production and nutrient concentrations in the temperature neritic water of Funaka Bay, Japan. J. Oceanogr. Soc., Japan, 44, 268-279.
- 11) 윤양호, 1988, 시아해 식물플랑크톤 군집의 계절변동 특성, 한국환경생물학회지, 16, 403-409.
- 12) Nybakken, J. W., 1993, Marine biology-An ecological approach, Harper Collins Coll. Pub., New York, 462pp.
- 13) Banse, K., 1982, Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marine pelagial, Limnol. Oceanogr., 27, 1059-1071.
- 14) Hecky, R. E. and P. Kilham, 1988, Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment, Limnol. Oceanogr., 33, 796-822.
- 15) Furnas, M., 1990, In situ growth rates of marine phytoplankton: Approaches to measurement, community and species growth rates, J. Plank. Res., 12, 1117-1151.
- 16) Lim, W. A., W. J. Choi, Y. C. Park and K. H. Hum, 1999, Species composition and abundance of phytoplankton and marine bacteria during a *Cochlodinium* bloom in Tongyeong, Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., 57, 145-151.
- 17) 이영식, 박영태, 김영숙, 김귀영, 박종수, 고우진, 조영조, 박승운, 2001, *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생기작과 대책: 1. *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생과 소멸의 환경특성, 바다, 6, 259-264.
- 18) 이창규, 김형철, 이삼근, 정창수, 김학균, 임월애, 2001, 남해안 연안에서 적조생물 *Cochlodinium polykrikoides*, *Gyrodinium impudicum*, *Gymnodinium catenatum*의 출현상황 및 온도, 염분, 조도 및 영양염류에 따른 성장 특성, 한수지, 34, 536-544.
- 19) 심재형, 신윤근, 이원호, 1984, 광양만 식물플랑크톤 분포에 관한 연구, 한국해양학회지, 19, 172-186.
- 20) 심재형, 여환구, 박종규, 1992, 한국 동해 남부해역의 일차생산계 1, 생물량과 생산력, 한국해양학회지, 27, 91-100.
- 21) 윤양호, 1995, 가막만 북부해역의 해양환경과 식물플랑크톤 군집의 변동특성 1, 식물플랑크톤 군집의 계절동태와 적조원인생물, 여수수산대학교 수산과학연구소 연구보고, 4, 1-15.

- 22) Larsson, U. and A. Hagatrom, 1982, Fractionated phytoplankton primary production in Baltic eutrophication gradient, *Mar. Biol.*, 67, 57-70.
- 23) 정해진, 박종규, 최현용, 양재삼, 심재형, 신운근, 이원호, 김형섭, 조경제, 2000, 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구 2, 1997년도 식물플랑크톤의 시공간적 변화, *바다*, 5, 27-36.
- 24) 정창수, 최우정, 김학균, 정영균, 김정배, 임월애, 1999, 1998년도 남해도 인근수역의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생과 동물플랑크톤의 분포특성, *수진연구보고*, 57, 153-161.
- 25) 이영식, 박영태, 김영숙, 김귀영, 박종수, 고우진, 조영조, 박승윤, 2001, *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생기작과 대책 1, *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생과 환경특성, *바다*, 6, 259-264.
- 26) 임월애, 정창수, 이창규, 조용철, 이삼근, 김학균, 정익교, 2002, 2000년 여름 남해안에 나타난 *Cochlodinium polykrikoides* 우점적조의 발생 특성, *바다*, 7, 68-77.
- 27) Kang, Y. S., H. G. Kim, W. A. Lim, C. K. Lee, S. G. Lee and S. Y. Kim, 2002, An unusual environment and *Cochlodinium polykrikoides* blooms in 1995 in the South Sea of Korea, *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 37, 212-223.
- 28) Park, H. S., J. W. Choi and H. G. Lee, 2000, Community structure of macrobenthic fauna under marine fish culture cages near Tongyong, southern coastal of Korea, *J. Kor. Fish. Soc.*, 33, 1-8.
- 29) Moon, T. S., H. S. Choi and S. L. Lee, 1992, Studies on the environment of finfish farming area in Tongyong, 1989 to 1990, *Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Korea*, 96, 97-118.
- 30) Lee, J. M., W. C. Lee and S. E. Park, 1994, Studies on the environment of finfish farming area, *Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Korea*, 115, 1-12.

Appendix. Summary of the results of the National Marine Environment Monitoring Program in 2004

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom
1	Mar.	6.00	6.17	30.48	31.22	4.86	1.34	1.16	0.210	0.172	0.003 ¹⁾	0.006
	Apr.	11.84	9.61	31.43	31.85	1.02	1.34	1.16	0.246	0.203	0.004	0.013
	May	17.80	13.67	32.45	31.99	9.09	3.47	1.81	2.283	0.351	0.006	0.016
	Jun.	20.50	18.70	26.20	28.10	2.43	2.58	1.18	0.194	0.116	0.009	0.001
	Jul.	22.86	20.88	25.50	29.85	22.38	3.41	1.81	1.463	0.754	0.048	0.028
	Aug.	27.70	27.70	30.47	30.67	0.92	0.93	0.55	0.170	0.100	0.011	0.012
	Sep.	25.00	24.50	23.52	22.69	1.93	2.70	1.62	1.594	0.681	0.064	0.040
	Oct.	20.70	20.71	29.03	29.25	6.57	1.71	1.31	0.153	0.187	0.000	0.007
	Nov.	14.65	14.63	30.71	30.71	1.90	0.89	0.63	0.185	0.161	0.017	0.018
2	Mar.	5.89	5.84	30.93	31.46	3.68	0.76	0.91	0.138	0.114	0.002	0.003
	Apr.	11.06	10.89	31.83	32.31	1.46	0.76	0.91	0.178	0.230	0.003	0.003
	May	15.93	13.84	22.71	32.33	9.44	3.58	1.98	1.873	0.764	0.003	0.014
	Jun.	18.50	18.40	28.45	24.21	1.25	1.34	0.74	0.250	0.197	0.001	0.013
	Jul.	22.43	21.27	24.23	31.09	22.37	3.09	1.60	1.448	0.902	0.034	0.012
	Aug.	27.00	26.70	30.04	30.35	3.51	1.14	1.06	0.141	0.129	0.014	0.012
	Sep.	24.80	24.20	26.09	23.56	1.46	2.27	1.20	1.583	0.655	0.069	0.038
	Oct.	19.86	20.56	30.35	29.90	3.46	0.96	0.72	0.245	0.136	0.006	0.007
	Nov.	16.86	16.88	31.24	31.43	4.81	0.62	0.51	0.110	0.143	0.012	0.012
3	Mar.	6.17	6.16	32.04	32.01	3.13	0.71	0.87	0.177	0.172	0.006	0.009
	Apr.	10.67	10.63	32.62	32.91	0.63	0.71	0.87	0.169	0.250	0.013	0.015
	May	14.46	14.38	32.49	32.50	1.04	1.81	1.55	0.149	0.130	0.011	0.012
	Jun.	18.10	18.00	30.62	31.53	0.43	0.56	0.45	0.149	0.182	0.014	0.014
	Jul.	21.00	20.81	31.18	31.90	12.14	1.01	0.66	0.407	0.408	0.003	0.011
	Aug.	25.30	25.30	31.86	32.07	1.02	0.44	0.18	0.162	0.124	0.008	0.010
	Sep.	24.80	24.50	29.79	28.42	1.46	1.74	0.48	0.694	0.394	0.033	0.021
	Oct.	20.47	20.44	30.31	30.37	1.67	0.75	0.80	0.175	0.185	0.012	0.023
	Nov.	16.22	16.25	32.14	32.06	1.37	0.65	0.75	0.171	0.168	0.019	0.019
4	Mar.	6.55	7.19	32.74	32.35	1.61	0.67	0.49	0.125	0.147	0.019	0.018
	Apr.	10.64	10.68	33.06	33.07	0.50	0.67	0.49	0.248	0.256	0.018	0.018
	May	13.56	13.57	33.26	33.22	1.32	1.68	1.66	0.124	0.105	0.009	0.013
	Jun.	17.00	16.80	31.47	31.59	0.34	0.24	0.69	0.107	0.198	0.015	0.014
	Jul.	20.70	20.70	31.35	32.19	8.69	1.20	0.77	0.389	0.427	0.010	0.011
	Aug.	24.30	24.00	32.41	32.63	0.90	0.50	0.66	0.122	0.110	0.012	0.010
	Sep.	24.50	24.00	29.45	30.46	0.47	0.43	0.24	0.280	0.252	0.019	0.016
	Oct.	20.34	20.30	30.62	30.74	1.59	0.64	0.69	0.179	0.164	0.014	0.014
	Nov.	17.00	16.93	32.01	32.06	0.96	0.36	0.51	0.172	0.182	0.018	0.018
5	Mar.	8.20	7.90	33.08	33.45	1.64	0.57	0.35	0.091	0.144	0.013	0.012
	Apr.	12.95	12.80	34.05	34.03	0.51	0.57	0.35	0.111	0.129	0.012	0.013
	May	14.52	14.52	33.95	33.97	0.81	1.46	1.14	0.181	0.097	0.010	0.008
	Jun.	17.00	17.00	32.90	32.94	0.84	0.30	0.40	0.092	0.124	0.011	0.011
	Jul.	24.77	21.11	28.06	32.17	8.74	3.36	1.14	0.267	0.273	0.002	0.001
	Aug.	22.50	22.00	33.52	33.64	0.71	0.24	0.46	0.058	0.057	0.010	0.009
	Sep.	23.80	24.70	24.62	27.64	2.32	1.15	0.94	0.377	0.269	0.033	0.026
	Oct.	19.26	19.43	31.70	31.64	1.91	0.96	0.80	0.111	0.096	0.012	0.011
	Nov.	16.82	16.84	32.45	32.51	1.45	0.82	0.33	0.130	0.138	0.020	0.021

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)		COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	
6	Mar.	9.62	9.20	33.38	33.38	0.75	0.39	0.33	0.127	0.145	0.016	0.019	
	Apr.	12.92	12.57	34.19	34.18	0.28	0.39	0.33	0.104	0.131	0.011	0.015	
	May	14.63	14.49	34.01	34.04	0.91	0.77	0.80	0.077	0.106	0.007	0.010	
	Jun.	17.50	17.40	32.16	32.12	0.31	0.48	0.37	0.094	0.120	0.011	0.012	
	Jul.	24.34	21.37	27.63	31.93	10.04	1.46	0.96	0.139	0.288	0.002	0.002	
	Aug.	22.20	21.50	33.53	33.65	1.68	0.53	0.42	0.058	0.050	0.007	0.007	
	Sep.	23.80	24.50	26.49	29.62	2.35	1.04	0.66	0.260	0.237	0.028	0.024	
	Oct.	20.57	19.33	30.66	31.80	2.00	0.77	0.53	0.132	0.077	0.009	0.011	
	Nov.	17.06	16.85	32.62	32.78	0.88	0.44	0.31	0.107	0.118	0.015	0.018	
	7	Mar.	6.94	6.90	33.22	33.59	1.97	0.35	0.42	0.068	0.096	0.005	0.004
		Apr.	11.50	11.51	33.34	33.54	0.73	0.69	0.66	0.063	0.044	0.007	0.005
May		16.87	15.49	33.14	33.31	1.60	1.59	1.49	0.027	0.015	0.001	0.003	
Jun.		21.63	18.60	32.99	33.39	0.29	0.50	0.59	0.024	0.012	0.010	0.006	
Jul.		25.55	22.09	29.94	32.07	7.00	1.43	1.07	0.024	0.054	0.002	0.001	
Aug.		27.17	24.17	32.41	33.00	1.56	0.99	0.55	0.020	0.055	0.007	0.007	
Sep.		24.82	24.44	29.41	30.23	3.06	1.65	1.22	0.038	0.025	0.007	0.006	
Oct.		20.69	20.59	31.16	31.17	1.06	0.74	0.43	0.061	0.065	0.009	0.008	
Nov.		17.54	17.46	31.52	31.76	2.76	1.89	0.69	0.048	0.057	0.011	0.012	
8		Mar.	8.04	7.95	33.50	33.53	0.86	0.22	2.03	0.160	0.152	0.016	0.016
		Apr.	11.91	11.72	33.65	33.66	0.84	0.74	0.54	0.065	0.047	0.009	0.009
	May	16.56	15.28	33.50	33.54	1.48	1.33	1.59	0.059	0.075	0.004	0.006	
	Jun.	21.18	18.29	33.20	33.42	0.43	0.75	0.51	0.091	0.028	0.005	0.009	
	Jul.	25.33	21.61	30.47	32.32	5.88	1.00	0.65	0.029	0.042	0.002	0.002	
	Aug.	25.82	23.48	32.86	33.21	1.16	0.87	0.81	0.014	0.014	0.004	0.004	
	Sep.	24.60	24.38	30.13	30.19	2.06	0.90	1.02	0.098	0.097	0.013	0.016	
	Oct.	20.54	20.43	31.19	31.32	1.05	0.75	0.54	0.066	0.059	0.009	0.009	
	Nov.	17.29	17.26	31.66	31.67	5.24	0.94	0.75	0.041	0.045	0.009	0.010	
	9	Mar.	7.67	7.56	33.46	33.45	1.30	0.83	0.85	0.131	0.127	0.012	0.033
		Apr.	11.85	11.71	33.74	33.77	0.55	0.56	0.46	0.107	0.104	0.012	0.013
May		15.06	14.80	33.76	33.78	0.70	1.22	1.22	0.058	0.092	0.010	0.010	
Jun.		18.95	18.10	33.50	33.52	0.33	0.43	0.40	0.049	0.070	0.010	0.010	
Jul.		22.73	21.97	32.30	32.34	2.10	0.27	0.36	0.120	0.074	0.004	0.006	
Aug.		24.12	22.53	33.40	33.52	1.40	0.71	1.96	0.020	0.043	0.003	0.009	
Sep.		24.34	24.30	30.67	30.74	1.20	0.91	0.83	0.085	0.116	0.014	0.013	
Oct.		20.48	20.45	31.51	31.51	1.03	0.42	0.53	0.065	0.065	0.009	0.009	
Nov.		17.54	17.52	32.26	32.18	2.03	2.05	0.90	0.070	0.073	0.013	0.014	
10		Mar.	7.68	7.69	33.63	33.70	0.46	0.51	0.46	0.118	0.125	0.011	0.014
		Apr.	11.33	10.83	33.32	33.36	1.35	0.70	0.75	0.078	0.092	0.007	0.007
	May	16.27	15.13	33.34	33.34	0.67	1.11	1.24	0.063	0.061	0.011	0.012	
	Jun.	20.11	18.40	33.16	33.58	0.41	0.40	0.03	0.049	0.033	0.009	0.008	
	Jul.	24.51	21.50	32.11	32.79	5.29	1.00	0.63	0.040	0.051	0.003	0.004	
	Aug.	25.87	21.61	33.51	33.79	2.02	0.27	0.31	0.053	0.058	0.010	0.013	
	Sep.	24.80	24.70	30.30	31.33	2.30	1.33	0.66	0.044	0.045	0.011	0.007	
	Oct.	20.48	20.47	31.37	31.36	2.80	1.14	0.94	0.086	0.071	0.002	0.002	
	Nov.	17.66	17.85	31.84	32.31	11.48	2.54	0.72	0.041	0.039	0.005	0.009	

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl- <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)		COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	
11	Mar.	7.34	7.32	33.52	33.49	0.35	1.08	1.01	0.119	0.089	0.010	0.011	
	Apr.	11.81	11.00	33.34	33.34	0.88	0.40	0.54	0.091	0.069	0.007	0.009	
	May	16.11	14.15	33.51	33.53	0.75	1.21	1.40	0.082	0.045	0.011	0.007	
	Jun.	21.51	19.75	33.36	33.38	0.36	0.34	0.45	0.035	0.068	0.009	0.008	
	Jul.	24.13	22.58	31.91	32.28	7.47	1.05	0.78	0.024	0.056	0.001	0.002	
	Aug.	25.66	23.81	33.63	33.58	0.90	0.39	0.44	0.027	0.051	0.006	0.004	
	Sep.	24.79	24.73	30.30	31.18	2.62	1.09	0.85	0.042	0.059	0.009	0.005	
	Oct.	20.46	20.45	31.61	31.69	2.06	0.82	0.80	0.016	0.048	0.001	0.001	
	Nov.	17.79	17.87	31.82	32.09	6.81	2.11	0.83	0.042	0.030	0.007	0.007	
12	Mar.	6.89	6.80	32.74	32.93	0.84	0.59	0.46	0.047	0.052	0.003	0.005	
	Apr.	12.46	11.27	32.36	32.50	1.82	1.31	1.34	0.058	0.018	0.001	0.000	
	May	17.72	16.73	31.49	32.23	2.65	2.00	1.63	0.014	0.028	0.001	0.001	
	Jun.	23.64	20.87	32.39	32.92	0.67	0.94	1.42	0.006	0.011	0.003	0.001	
	Jul.	25.93	23.34	28.67	31.50	10.69	1.77	1.00	0.075	0.067	0.002	0.009	
	Aug.	28.50	27.30	32.34	32.71	2.84	1.55	0.87	0.006	0.024	0.010	0.020	
	Sep.	24.91	24.62	27.58	28.97	2.90	2.11	1.65	0.211	0.138	0.028	0.027	
	Oct.	18.92	19.21	29.79	30.06	2.30	1.30	1.23	0.050	0.075	0.010	0.009	
	Nov.	17.44	17.41	31.91	31.92	2.36	0.91	1.02	0.100	0.067	0.014	0.013	
13	Mar.	7.45	7.73	33.11	33.43	0.50	0.35	0.59	0.069	0.086	0.007	0.009	
	Apr.	11.39	11.11	33.01	33.15	1.42	0.83	0.98	0.052	0.058	0.002	0.005	
	May	16.92	15.76	32.50	33.04	1.41	1.31	0.93	0.040	0.061	0.006	0.006	
	Jun.	22.76	19.24	32.58	33.19	0.62	1.12	1.22	0.014	0.013	0.005	0.002	
	Jul.	25.82	22.00	28.83	32.38	9.62	1.43	1.00	0.093	0.038	0.001	0.004	
	Aug.	27.00	23.88	32.81	33.41	2.58	0.54	0.94	0.015	0.032	0.009	0.010	
	Sep.	24.97	24.65	29.68	30.29	2.25	1.36	1.12	0.079	0.100	0.017	0.017	
	Oct.	20.23	19.98	30.99	31.16	1.12	0.74	0.99	0.038	0.043	0.007	0.007	
	Nov.	17.52	17.49	32.07	32.11	3.16	0.49	0.69	0.068	0.080	0.014	0.013	
14	Mar.	6.95	6.92	33.60	33.60	1.06	0.75	0.64	0.040	0.075	0.004	0.003	
	Apr.	13.15	12.11	33.75	33.69	1.32	0.77	0.69	0.019	0.020	0.003	0.002	
	May	17.87	16.17	32.28	32.95	1.74	2.70	1.90	0.103	0.041	0.001	0.000	
	Jun.	21.27	19.24	33.36	33.44	0.56	0.24	0.48	0.008	0.048	0.003	0.009	
	Jul.	25.13	24.87	32.02	32.42	2.06	0.68	0.46	0.072	0.082	0.010	0.013	
	Aug.	24.23	22.43	33.63	33.71	2.29	0.61	0.55	0.003	0.024	0.005	0.006	
	Sep.	24.52	24.44	30.24	30.22	6.76	1.54	1.34	0.126	0.092	0.011	0.012	
	Oct.	20.42	20.11	30.73	31.13	1.01	0.99	1.09	0.016	0.024	0.002	0.002	
	Nov.	17.36	17.36	31.80	31.82	12.19	1.76	1.41	0.023	0.015	0.004	0.005	
15	Mar.	8.26	8.18	33.87	33.89	0.34	0.17	0.26	0.113	0.111	0.012	0.012	
	Apr.	12.07	11.88	33.85	33.83	0.50	0.40	0.50	0.070	0.081	0.008	0.009	
	May	16.49	15.03	32.82	33.48	2.50	2.10	1.34	0.045	0.052	0.000	0.007	
	Jun.	19.36	17.83	33.51	33.51	0.75	0.42	0.46	0.028	0.122	0.008	0.009	
	Jul.	23.89	21.58	32.25	32.74	4.82	0.79	0.63	0.032	0.021	0.002	0.004	
	Aug.	21.70	20.76	33.74	33.78	1.88	0.66	0.26	0.046	0.058	0.009	0.012	
	Sep.	24.61	24.56	31.02	31.02	1.63	0.86	0.74	0.066	0.087	0.011	0.011	
	Oct.	20.94	20.81	31.68	31.67	0.78	0.46	0.70	0.101	0.096	0.011	0.010	
	Nov.	17.61	17.61	32.23	32.21	3.19	0.74	0.58	0.090	0.080	0.014	0.015	

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl- <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)		COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	
16	Mar.	7.77	8.24	32.36	33.54	0.41	0.46	0.58	0.306	0.089	0.011	0.008	
	Apr.	11.82	11.38	33.17	33.22	0.70	0.75	0.90	0.028	0.023	0.006	0.005	
	May	16.07	15.76	31.65	32.21	0.98	1.39	1.55	0.179	0.103	0.016	0.012	
	Jun.	19.18	18.33	32.24	33.25	0.39	0.45	0.37	0.081	0.192	0.013	0.010	
	Jul.	25.61	21.13	22.97	32.03	34.73	3.47	3.05	0.339	0.266	0.001	0.000	
	Aug.	23.66	22.01	32.69	33.21	3.04	0.98	0.73	0.061	0.090	0.008	0.014	
	Sep.	23.66	22.01	32.69	33.21	1.27	2.30	1.33	0.740	0.255	0.042	0.027	
	Oct.	22.18	22.14	30.68	31.25	1.29	0.62	0.70	0.156	0.149	0.018	0.017	
	Nov.	18.59	18.76	30.02	31.69	4.24	1.71	0.62	0.220	0.152	0.025	0.026	
17	Mar.	8.14	8.28	32.25	33.68	0.60	0.63	0.69	0.190	0.065	0.008	0.009	
	Apr.	11.78	11.31	33.18	33.25	0.73	0.74	0.80	0.042	0.045	0.004	0.005	
	May	15.92	15.13	32.64	32.95	0.90	1.08	1.18	0.095	0.097	0.016	0.015	
	Jun.	19.01	18.42	32.64	33.16	0.85	0.70	0.66	0.085	0.130	0.013	0.010	
	Jul.	25.06	20.51	25.88	32.91	25.15	2.95	2.35	0.156	0.099	0.001	0.001	
	Aug.	23.43	20.04	32.87	33.88	2.54	1.24	0.73	0.064	0.065	0.016	0.015	
	Sep.	23.43	20.04	32.87	33.88	1.62	2.16	1.31	0.624	0.208	0.041	0.023	
	Oct.	22.14	21.78	31.16	31.88	1.40	0.67	0.61	0.129	0.113	0.014	0.013	
	Nov.	18.80	18.61	31.63	32.37	2.29	2.18	0.50	0.149	0.139	0.023	0.021	
18	Mar.	8.21	8.49	33.14	33.81	0.65	0.46	0.66	0.079	0.076	0.007	0.007	
	Apr.	11.54	11.13	33.46	33.52	0.57	0.85	0.94	0.013	0.033	0.004	0.005	
	May	15.07	15.02	33.09	33.08	0.62	1.28	1.30	0.077	0.070	0.012	0.011	
	Jun.	18.58	17.97	33.15	33.36	1.07	0.67	0.70	0.048	0.043	0.009	0.009	
	Jul.	24.14	20.72	29.08	33.04	8.25	1.80	0.83	0.054	0.050	0.001	0.001	
	Aug.	23.46	20.74	33.42	33.82	3.47	0.89	0.54	0.052	0.046	0.014	0.014	
	Sep.	25.58	24.58	26.89	31.10	2.34	1.54	1.28	0.228	0.124	0.025	0.016	
	Oct.	21.94	21.72	31.68	31.97	0.08	10.19	0.46	0.766	0.101	0.007	0.012	
	Nov.	18.82	18.59	31.72	32.27	3.74	0.66	0.62	0.160	0.099	0.024	0.020	
19	Mar.	9.00	8.85	34.06	34.07	1.18	0.89	0.62	0.080	0.067	0.006	0.005	
	Apr.	11.36	11.16	33.63	33.81	0.80	1.04	1.14	0.033	0.029	0.005	0.002	
	May	15.54	14.56	33.54	33.57	0.76	1.30	1.41	0.056	0.016	0.001	0.000	
	Jun.	19.73	17.13	33.43	33.69	0.61	0.74	0.94	0.049	0.029	0.002	0.000	
	Jul.	23.19	19.40	30.95	33.33	10.86	1.19	1.14	0.033	0.083	0.000	0.000	
	Aug.	25.16	19.88	33.50	34.00	1.74	0.71	0.86	0.022	0.068	0.003	0.003	
	Sep.	24.93	24.76	30.56	31.52	2.97	1.39	1.23	0.037	0.044	0.004	0.005	
	Oct.	21.87	21.64	31.66	32.13	2.01	0.62	0.80	0.114	0.077	0.007	0.007	
	Nov.	17.87	17.87	32.88	32.90	2.35	0.57	0.47	0.032	0.042	0.007	0.007	
20	Mar.	8.01	8.28	33.16	33.73	0.56	0.44	0.38	0.078	0.102	0.006	0.009	
	Apr.	12.18	11.51	33.56	33.67	0.40	0.59	0.74	0.023	0.033	0.002	0.003	
	May	15.70	14.86	33.33	33.59	0.91	1.34	1.14	0.056	0.045	0.005	0.005	
	Jun.	19.88	17.57	33.43	33.61	0.71	0.80	1.01	0.017	0.014	0.003	0.001	
	Jul.	22.34	20.12	32.16	33.14	9.62	0.95	0.82	0.040	0.115	0.000	0.005	
	Aug.	27.63	21.64	33.51	33.70	1.10	0.71	0.65	0.031	0.039	0.003	0.003	
	Sep.	24.66	24.59	29.50	30.34	6.26	1.63	1.07	0.096	0.111	0.003	0.007	
	Oct.	21.51	21.48	31.24	31.97	3.54	1.04	0.75	0.033	0.069	0.002	0.006	
	Nov.	17.65	17.33	32.39	32.50	4.12	3.96	0.45	0.136	0.070	0.016	0.013	

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl- <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)	COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom
21	Mar.	9.11	8.97	33.99	34.00	0.54	0.43	0.32	0.048	0.042	0.007	0.006
	Apr.	11.57	11.30	33.87	33.86	0.81	0.53	0.75	0.018	0.041	0.002	0.003
	May	15.43	14.87	33.50	33.47	0.56	1.28	1.86	0.027	0.037	0.001	0.001
	Jun.	19.56	16.99	33.59	33.73	0.62	0.59	0.67	0.013	0.018	0.002	0.001
	Jul.	22.87	18.37	32.26	33.52	3.54	0.44	0.80	0.025	0.026	0.001	0.002
	Aug.	24.64	19.69	33.72	34.01	2.11	0.28	0.22	0.022	0.031	0.002	0.002
	Sep.	24.88	24.73	31.49	31.71	2.06	1.04	0.99	0.029	0.016	0.002	0.004
	Oct.	21.60	21.49	32.30	32.29	0.61	0.26	0.50	0.110	0.077	0.007	0.008
	Nov.	17.85	17.79	33.04	33.05	3.19	0.50	0.53	0.052	0.055	0.009	0.009
22	Mar.	8.44	8.55	33.48	33.77	0.68	0.41	0.38	0.051	0.109	0.008	0.009
	Apr.	12.28	11.96	33.90	33.92	0.41	0.35	0.26	0.049	0.091	0.008	0.009
	May	15.29	14.50	33.62	33.73	0.49	0.77	0.82	0.056	0.042	0.007	0.005
	Jun.	19.07	17.16	33.41	33.68	0.83	0.88	0.70	0.017	0.024	0.003	0.003
	Jul.	21.58	17.51	32.71	33.49	6.83	0.73	0.85	0.037	0.106	0.002	0.010
	Aug.	25.51	20.43	33.50	33.89	1.16	0.31	0.83	0.023	0.055	0.005	0.011
	Sep.	24.70	24.40	29.83	31.13	5.72	1.74	1.07	0.095	0.112	0.001	0.004
	Oct.	21.29	20.95	31.86	31.99	0.68	0.35	0.53	0.110	0.122	0.012	0.013
	Nov.	17.34	17.21	32.63	32.76	3.30	0.47	0.52	0.083	0.095	0.015	0.015
23	Mar.	10.03	10.02	33.45	33.46	4.27	0.85	0.99	0.037	0.051	0.002	0.010
	Apr.	13.43	12.81	34.03	34.14	1.98	1.23	0.94	0.041	0.034	0.010	0.024
	May	16.32	15.28	32.85	33.35	2.06	0.75	0.16	0.042	0.030	0.003	0.000
	Jun.	20.74	16.86	33.71	34.01	0.90	0.90	1.41	0.012	0.013	0.016	0.002
	Jul.	21.91	20.20	32.39	32.70	2.73	1.18	0.69	0.019	0.044	0.001	0.009
	Aug.	25.98	18.83	30.15	33.87	0.96	1.30	1.39	0.036	0.040	0.000	0.007
	Sep.	24.15	24.06	30.67	30.69	6.51	2.69	1.33	0.018	0.029	0.009	0.012
	Oct.	20.82	20.90	31.70	31.73	3.59	1.12	1.66	0.138	0.134	0.011	0.022
	Nov.	17.82	18.03	31.79	32.44	0.96	1.22	1.46	0.039	0.078	0.019	0.012
24	Mar.	10.54	10.51	33.59	33.58	1.20	0.08	0.16	0.039	0.052	0.017	0.015
	Apr.	12.88	12.48	34.20	34.21	2.85	1.02	0.86	0.036	0.052	0.013	0.014
	May	16.48	15.32	32.99	33.68	6.51	1.60	2.22	0.009	0.035	0.014	0.002
	Jun.	19.37	16.90	33.78	33.98	1.55	0.82	1.15	0.017	0.029	0.001	0.016
	Jul.	20.46	19.56	32.55	32.77	1.50	1.00	0.74	0.089	0.092	0.006	0.027
	Aug.	22.83	19.92	33.70	33.82	3.14	1.01	0.88	0.049	0.079	0.010	0.010
	Sep.	24.00	23.82	30.73	30.73	1.25	1.20	0.61	0.033	0.073	0.020	0.019
	Oct.	21.07	21.10	31.65	31.88	1.81	0.96	0.56	0.165	0.177	0.020	0.022
	Nov.	18.07	17.95	32.50	32.54	3.14	1.33	1.06	0.205	0.207	0.031	0.028
25	Mar.	10.19	9.96	33.41	33.31	2.50	0.72	0.62	0.037	0.034	0.013	0.015
	Apr.	12.69	12.32	33.97	34.13	4.54	1.26	0.80	0.038	0.035	0.006	0.013
	May	16.55	14.64	32.91	33.97	17.63	1.50	1.60	0.024	0.042	0.013	0.002
	Jun.	19.50	16.17	33.52	34.03	3.26	0.69	1.34	0.014	0.016	0.011	0.004
	Jul.	21.33	19.45	32.20	32.82	3.21	1.19	1.59	0.119	0.132	0.011	0.038
	Aug.	25.09	18.66	32.91	33.88	3.44	1.78	1.60	0.043	0.076	0.012	0.011
	Sep.	24.04	23.90	30.74	30.93	10.31	1.97	1.47	0.083	0.069	0.010	0.014
	Oct.	21.08	21.07	31.21	32.10	2.59	1.18	1.50	0.125	0.168	0.018	0.012
	Nov.	18.50	18.18	31.98	32.54	3.44	1.18	1.55	0.191	0.217	0.023	0.023

2004년 한국 남해연안 해역에 출현하는 식물플랑크톤의 시·공간적 특성 조사

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)		COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	
26	Mar.	9.03	9	33	33	2.15	0.30	0.61	0.057	0.036	0.017	0.051	
	Apr.	12.25	12.07	34.01	34.07	1.90	1.55	0.93	0.027	0.041	0.010	0.016	
	May	16.99	15.88	32.33	33.12	3.43	1.39	2.02	0.037	0.016	0.003	0.007	
	Jun.	19.50	16.66	33.42	33.78	1.94	0.53	1.71	0.017	0.022	0.001	0.017	
	Jul.	22.50	21	32	33	0.96	1.93	0.97	0.391	0.043	0.008	0.023	
	Aug.	26.50	18.68	32.06	33.85	1.48	2.11	0.93	0.021	0.070	0.002	0.026	
	Sep.	24.58	24.58	31.03	31.04	7.58	1.78	1.57	0.007	0.044	0.009	0.010	
	Oct.	21.64	21.47	31.66	31.28	6.77	2.16	0.86	0.026	0.031	0.005	0.019	
	Nov.	18.24	18.10	31.90	32.11	1.48	0.83	1.46	0.094	0.095	0.011	0.009	
	27	Mar.	9.04	9	33	33	2.15	0.18	0.10	0.028	0.019	0.005	0.012
		Apr.	11.76	11.48	33.70	33.87	2.67	0.78	0.59	0.032	0.041	0.008	0.012
May		17.66	14.49	32.89	33.87	1.51	0.77	0.98	0.020	0.027	0.000	0.000	
Jun.		19.60	16.36	33.40	33.87	0.14	1.25	0.38	0.034	0.016	0.002	0.001	
Jul.		21.68	20	33	33	0.46	0.94	0.79	0.020	0.013	0.003	0.008	
Aug.		23.46	18.46	33.01	33.81	1.39	1.64	0.54	0.039	0.062	0.007	0.015	
Sep.		25.74	24.55	29.54	31.34	1.21	1.97	0.98	0.053	0.013	0.014	0.026	
Oct.		23.19	21.83	31.53	31.97	0.93	1.60	0.98	0.082	0.101	0.006	0.014	
Nov.		18.93	18.34	32.22	32.52	1.39	2.29	1.50	0.151	0.172	0.021	0.014	
28		Mar.	10.04	10	34	34	0.83	0.11	0.03	0.025	0.039	0.019	0.014
		Apr.	12.04	10.91	33.90	33.88	1.69	0.58	0.56	0.031	0.035	0.013	0.032
	May	16.92	14.16	33.50	33.89	1.12	0.70	1.90	0.023	0.018	0.000	0.002	
	Jun.	18.72	16.46	33.82	33.92	0.47	0.50	0.96	0.011	0.015	0.010	0.001	
	Jul.	23.07	20	33	33	9.99	0.90	0.89	0.027	0.015	0.004	0.004	
	Aug.	24.91	17.94	32.66	33.78	0.75	1.41	1.04	0.031	0.080	0.001	0.009	
	Sep.	24.79	24.73	30.13	30.23	0.92	0.86	1.33	0.017	0.035	0.015	0.017	
	Oct.	22.56	21.93	31.78	32.20	0.95	0.88	0.51	0.072	0.134	0.019	0.000	
	Nov.	18.68	18.38	32.49	32.66	0.75	1.47	1.42	0.041	0.107	0.010	0.010	
	29	Mar.	10.72	11	34	34	1.18	0.02	0.03	0.078	0.064	0.021	0.013
		Apr.	15.28	12.03	34.12	34.24	1.95	0.80	0.14	0.063	0.071	0.016	0.018
May		16.85	14.52	33.10	34.10	5.14	1.15	1.41	0.060	0.042	0.008	0.008	
Jun.		17.84	16.23	33.87	34.01	1.61	0.83	0.54	0.025	0.030	0.001	0.009	
Jul.		19.56	19	33	33	0.70	0.81	0.10	0.089	0.068	0.001	0.035	
Aug.		23.71	18.32	28.93	33.82	2.98	2.35	1.52	0.410	0.109	0.000	0.019	
Sep.		23.49	23.50	31.30	31.32	9.90	1.82	1.44	0.047	0.062	0.014	0.012	
Oct.		21.05	21.08	31.30	32.17	3.68	1.86	2.13	0.112	0.138	0.015	0.012	
Nov.		18.30	18.05	32.57	32.71	2.98	1.98	0.82	0.161	0.217	0.018	0.018	
30		Mar.	8.69	8	33	33	1.34	0.40	0.50	0.040	0.045	0.014	0.009
		Apr.	12.99	12.84	33.59	33.59	1.20	1.17	0.93	0.031	0.031	0.004	0.010
	May	16.90	16.59	32.74	32.88	2.58	2.16	1.66	0.060	0.067	0.004	0.003	
	Jun.	20.48	20.18	33.09	33.52	2.66	0.91	1.36	0.021	0.016	0.007	0.004	
	Jul.	24.48	23	31	32	4.33	1.62	1.40	0.029	0.049	0.034	0.034	
	Aug.	25.95	21.23	32.87	33.56	1.49	2.14	0.85	0.023	0.036	0.016	0.021	
	Sep.	25.35	25.33	31.38	31.39	0.87	1.71	0.70	0.043	0.060	0.025	0.018	
	Oct.	20.36	20.87	31.76	31.20	1.96	1.55	0.82	0.127	0.152	0.018	0.034	
	Nov.	17.30	17.35	31.76	31.94	1.49	1.94	2.24	0.199	0.222	0.015	0.022	

Appendix. continued

Station	Month	Temperature (°C)		Salinity		Chl- <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)	COD (mg l^{-1})		DIN ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		DIP ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	
		Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom
31	Mar.	8.67	8	33	33	2.19	0.80	0.48	0.027	0.006	0.016	0.044
	Apr.	12.59	11.94	32.84	33.72	1.15	0.75	0.45	0.035	0.027	0.007	0.016
	May	18.14	15.30	32.25	33.48	1.44	1.68	1.38	0.122	0.027	0.001	0.002
	Jun.	21.42	17.50	33.38	33.67	1.02	0.86	1.25	0.013	0.020	0.006	0.010
	Jul.	24.55	22	32	32	2.06	1.19	1.56	0.052	0.032	0.010	0.017
	Aug.	28.21	20.38	33.11	33.48	1.37	1.38	1.10	0.037	0.032	0.010	0.000
	Sep.	25.26	25.31	31.20	31.26	0.88	1.09	0.83	0.005	0.019	0.026	0.014
	Oct.	21.87	21.54	30.22	31.41	1.65	1.15	1.52	0.083	0.038	0.015	0.007
	Nov.	18.37	18.38	32.12	32.22	1.37	1.26	2.10	0.106	0.179	0.014	0.017
32	Mar.	9.06	8	33	33	1.01	1.22	0.10	0.010	0.031	0.010	0.019
	Apr.	12.20	11.15	33.49	33.64	2.98	1.76	1.15	0.022	0.028	0.001	0.017
	May	17.96	14.04	33.03	29.23	2.23	1.02	1.46	0.033	0.039	0.009	0.014
	Jun.	18.92	15.90	33.65	33.91	1.52	1.02	1.07	0.028	0.043	0.013	0.016
	Jul.	22.61	20	32	33	1.49	0.82	1.18	0.040	0.039	0.015	0.011
	Aug.	22.96	18.74	33.30	33.68	2.26	0.37	0.64	0.054	0.105	0.003	0.013
	Sep.	25.11	24.46	30.29	30.52	1.56	0.98	0.72	0.066	0.054	0.016	0.012
	Oct.	22.92	22.25	31.22	31.64	0.81	0.90	1.66	0.109	0.081	0.031	0.017
	Nov.	18.82	18.71	31.98	32.27	2.26	1.79	1.10	0.159	0.105	0.025	0.024
33	Mar.	8.81	9	33	33	1.01	0.35	0.14	0.034	0.036	0.038	0.021
	Apr.	11.93	11.73	33.34	33.42	3.02	0.58	0.99	0.031	0.029	0.008	0.015
	May	18.07	16.33	31.64	32.84	3.19	1.34	1.30	0.695	0.139	0.020	0.012
	Jun.	19.96	19.00	32.96	33.29	3.27	1.47	0.80	0.086	0.078	0.015	0.012
	Jul.	25.38	22	14	30	2.94	1.54	1.30	0.146	0.153	0.026	0.009
	Aug.	26.22	22.80	32.54	32.94	4.23	1.07	0.82	0.108	0.121	0.022	0.021
	Sep.	24.95	24.94	29.48	29.49	2.58	1.36	0.45	0.107	0.098	0.021	0.019
	Oct.	22.21	22.05	30.63	30.12	1.25	1.39	0.19	0.153	0.177	0.032	0.038
	Nov.	17.80	17.79	31.59	31.61	4.23	1.68	1.41	0.131	0.119	0.015	0.018
34	Mar.	8.90	8	33	33	2.09	0.18	0.11	0.028	0.011	0.034	0.005
	Apr.	12.10	11.73	33.44	33.42	1.74	1.04	0.98	0.027	0.036	0.005	0.006
	May	19.26	17.04	32.28	32.49	2.88	1.54	0.67	0.126	0.017	0.009	0.018
	Jun.	22.84	20.20	32.39	32.90	3.85	1.20	1.70	0.024	0.043	0.001	0.011
	Jul.	24.65	23	24	30	4.40	1.88	1.94	0.334	0.158	0.026	0.015
	Aug.	26.72	24.69	32.31	32.42	4.16	2.27	0.34	0.036	0.054	0.003	0.013
	Sep.	24.90	24.78	28.34	28.49	3.42	1.42	1.33	0.021	0.071	0.013	0.014
	Oct.	22.41	20.96	30.34	30.14	1.94	1.41	1.55	0.147	0.159	0.032	0.022
	Nov.	17.14	17.13	31.37	31.37	4.16	2.24	1.20	0.154	0.138	0.011	0.026