

서해산 김 엽체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구

I. 부착규조류와 주변해수의 식물플랑크톤의 종 조성 및 현존량

김중래 · 신윤근* · 이건형** · 이원호***
군산대학교 해양개발학과 · *서울대학교 해양학과
군산대학교 생물학과 · *군산대학교 해양학과

A Study on the relationships between the epiphytic microbes and the blight of *Porphyra* species from the coastal waters of the Yellow Sea, Korea

I. Species composition and standing stocks of epiphytic diatom and ambient water phytoplankton

Joong-Rae KIM · Yoon-Keun SHIN* · Geon-Hyoung LEE**
and Won-Ho LEE***

Department of Marine Development, Kunsan National University, 573-360, Korea

**Department of Oceanography, Seoul National University, 151-742, Korea*

***Department of Biology, Kunsan National University, 573-360, Korea*

****Department of Oceanography, Kunsan National University, 573-360, Korea*

To study the distribution patterns of epiphytic diatom on *Porphyra* species and ambient water phytoplankton, samples were collected in the Gaeya Island, Kyukpo, and Mokpo of the Yellow Sea from February 1989 to March 1990. Fourty species of epiphytic diatoms were observed. Of these, the dominant species of epiphytic diatoms are *Licmophora dalmatica*, *L. abbreviata*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata*, *Achnanthes javanica* var. *subconstriata*, *Grammatophora oceanica*, *Navicula* sp., *Synedra* sp., *Pinnularia* sp., *Fragilaria striatula*, *Cocconeis scutellum* var. *parva*. *Licmophora dalmatica* predominated throughout the study period. Phytoplankton standing stocks were relatively larger than those of other coastal areas in the Yellow Sea, Korea. Distribution patterns of epiphytic diatoms and the ambient water phytoplankton in Gaeya Island were similar to those of Kyukpo, but different from Mokpo.

서 론

부착규조류는 다른 식물에 착생하여 사는 해산 저서규조류의 일종으로 연안역에서 일차생산자로 매우 중요한 역할을 한다(Pomeroy, 1959). 부착규

조류는 특히 김 엽체에 병해를 일으키는 원인 생물로 알려져 있으며(大貝, 1987), 부착규조류의 양과 김 엽체의 건강 상태와는 밀접한 관계가 있는 것으로 보고된 바 있다(Lee and Kim, 1989). 이와 같이 김의 성장과 제품의 질에 결정적 영향을 미

이 논문은 1989년도 문교부 지원 학술진흥재단의 기초과학연구소 학술연구조성비에 의해 연구되었음.

치는 부착규조류에 대한 연구는 최근에 Cho *et al.* (1987)와 Lee and Kim(1989)에 의해 수행되었을 뿐이다. Cho *et al.*(1987)은 김 업체에 착생하는 부착규조류의 분류학적 연구를 통해 7종을 기재하였고 Lee and Kim(1989)은 부착규조류의 정량적 연구를 통해 부착규조류의 양과 김 업체의 건강 상태와 밀접한 관계가 있음을 보고하였으나 김 성장 시기에 따른 부착규조류의 착생량의 변화, 이들의 증식과 환경간의 관계들을 규명하지 못하였다.

따라서 본 연구의 목적은 서해산 김에 병해를 일으키는 미소생물군들과 김 병해와의 관계를 규명하는 첫 단계로 김의 병해를 일으키는 가장 중요한 원인 생물인 부착규조류와 주변해수의 식물플랑크톤의 종조성 및 현존량을 환경요인과 같이 조사하여 김 업체의 성장시기에 따른 부착규조류

의 착생량의 변화, 이들의 증식과 환경요인간의 관계를 규명하므로 부착규조류의 증식요인과 방제대책에 대한 기초자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

개야도, 격포, 목포 등 3개 연안해역(Fig. 1)에서 각각 9차에 걸쳐 김 업체를 채집하였고 아울러 Van Dorn 채수기로 주변해수의 식물플랑크톤 및 이화학적 시료를 채집하였으며 조사시기는 Table 1에 나타났다. 김업체는 G/FC 여과지로 미리 여과한 해수로 3회 세척하여 주변해수의 식물플랑크톤의 혼입을 배제하였다. 김 업체는 oven에서 완전히 건조시킨 후 chemical balance를 이용하여 건중량을

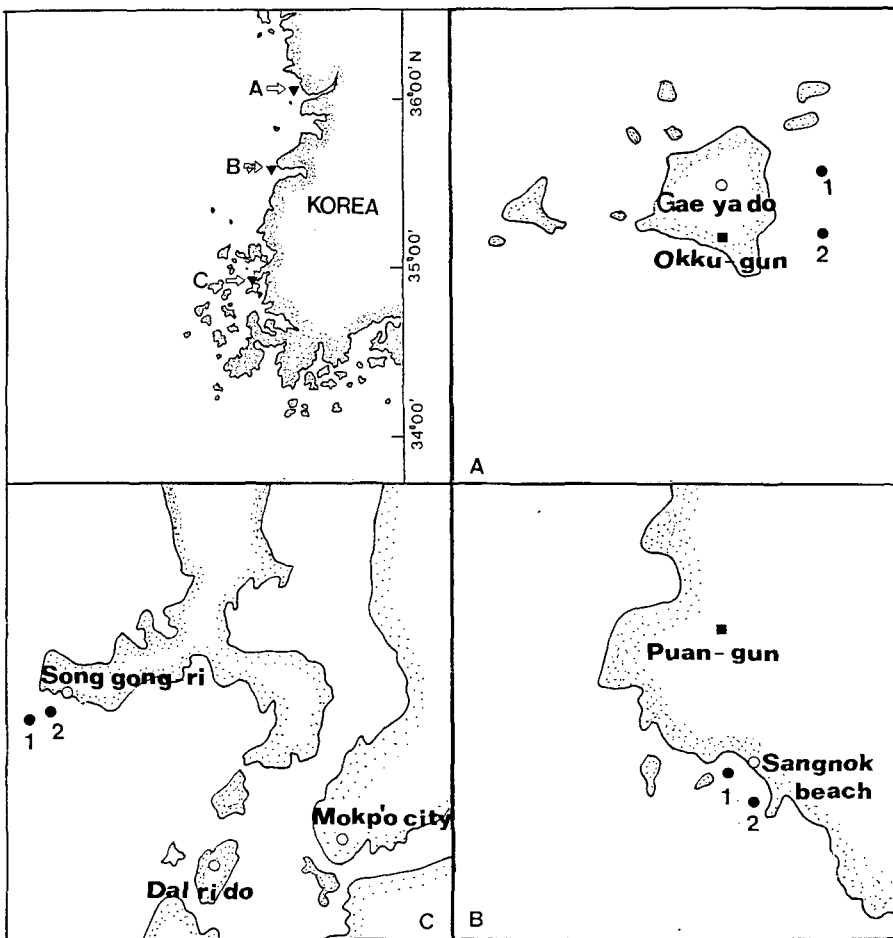


Fig. 1. A map showing sampling sites.
(A) Gaeya Island (B) Kyukpo (C) Mokpo

측정하였으며 Hasle and Fryxell(1970)의 방법에 따라 김 업체와 부착규조류 내 유기물을 제거하였다. 김 업체와 주변해수 중에서 채집한 식물플랑크톤의 계수는 광학현미경 하에서 Sedgwick-Rafter chamber를 이용하여 수행하였다. 분류체계를 밝힘에 있어 규조류는 Hartley(1986), 그외의 식물플랑크톤은 Parke and Dixon(1976)의 분류체계를 따랐다. 온도와 염분은 봉상온도계와 Salinometer(YSI, Model 33)로 측정하였으며, pH는 pH meter(Hanna HI8418)로 측정하였고, 투명도는 현장에서 Secchi disc를 이용하여 측정하였다. 종 다양성 지수는 Shannon and Weaver(1949)의 공식을 이용하여 계산하였다.

결과 및 고찰

이화학적 요인

수온은 2.1~29.1℃의 범위로 지역간의 차이는 크게 나타나지 않는데 비해 계절에 따른 변화는 상당히 큰 것으로 나타났다(Table 2). 조사기간 중 최고의 수온은 8월에, 최저수온은 2월에 나타났으며, 수직적인 온도 변화에서 겨울철에는 표층수온이 저층수온보다 낮고 여름에는 반대의 경향을 보이고 있다. 염분은 20.0~31.4‰의 범위로 계절적인 변화 뿐 아니라 지역적인 차이를 보였다(Table 2). 1989년 3월에서 4월에는(1차에서 3차조사) 염분이 낮는데 비해 겨울철(7차에서 9차조사)에서는 비교적 높은 염분을 나타냈다. 지역적으로는 쿠로시오 지류에 의해 영향을 받는 목포에서 다른 해역에 비해 염분이 높았다.

pH는 7.14~8.47의 범위로 (Table 2), 격포 4차 조사를 제외하고는 모두 8.2 내외로 비교적 높은 수준이었다.

투명도는 0.5~3.8m의 범위로 시공간적으로 변화가 컸다(Table 2). 격포와 개야도에서는 3차 조사시(4월중순)에 투명도가 가장 높았고 여름철에는 비교적 높았으며 3월(1차, 9차 조사)에는 투명도가 낮았다. 반면 목포의 경우는 다소 다른 양상을 보였다.

부착규조류의 종조성 및 현존량

본 연구에서 출현한 부착규조류는 총 40종인데 그 중 29종은 종수준으로, 11종은 속 수준으로 동정되었으며(Table 3), 이는 Cho *et al.*(1987)의 18종, Lee and Kim(1989)의 26종보다 많았다. 전체 출현종수는 차이가 낮으나 목포에서 25종, 격포와

개야도에서 각각 24종씩 출현하여 조사해역 각각의 출현종수는 Lee and Kim(1989)의 결과와 매우 유사하게 나타났다. 일본에서 발표된 여러 연구 결과에서 부착규조류의 종수를 수십종이라 보고한 것(大貝, 1987)으로 미루어 볼 때, 본 연구의 결과는 일반적인 온대 해역에서의 부착규조류 출현종수 범위내에 들어가는 것으로 사료된다. 조사지역 모두에서 출현한 보편종은 *Licmophora dalmatica*, *L. abbreviata*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata*, *Achnanthes javanica* var. *subconstricta*, *Grammatophora oceanica*, *Navicula* sp., *Pinnularia* sp., *Raphoneis amphiceros* 등 9종이었다. 大貝(1987)에 의해 양식 초기 단계에 김 업체에 해를 끼치는 중요한 부착규조류로 *Melosira nummuloides*, *Achnanthes longipes* 등이, 중기 이후에는 *Licmophora* spp., *Synedra* spp., *Tabellaria* spp., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp. 등이 있으며 특히 *Licmophora* spp.는 중기 이후에 다량 착생하여 김 업체에 해를 끼치는 것으로 보고되었는데 본 연구에서도 大貝(1987)에 의해 보고된 중요 부착규조류들의 대부분이 출현하였다.

부착규조류의 현존량은 377~3,592,940cells/g *dry-wt*의 범위로 변화의 폭이 매우 컸다(Table 4). 개야도에서의 변화의 폭이 가장 크게 나타났으며, 목포의 경우 개야도의 최고치보다는 다소 낮으나 전 기간 비교적 높은 수준을 유지하였고, 격포에서 가장 낮게 나타났다. 이 결과는 Lee and Kim(1989)의 경우보다 약 10배 정도 적었다. 부착규조류의 현존량과 김 업체의 건강상태는 매우 밀접한 점(Lee and Kim, 1989)으로 미루어 볼 때, 본 연구의 김 업체 건강상태가 Lee and Kim(1989)의 경우보다는 양호할 것으로 사료된다.

우점하는 부착규조류는 *Licmophora dalmatica*, *L. abbreviata*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata*, *Achnanthes javanica* var. *subconstricta*, *Grammatophora oceanica*, *Navicula* sp., *Synedra* sp. *Pinnularia* sp., *Fragilaria striatula*, *Cocconeis scutellum* var. *parva* 등이다(Table 5). 이들 중 가장 중요한 종은 *Licmophora delmatica*로 총 37개 중 28시료에서 우점할 뿐 만 아니라 특히 부착규조류의 현존량이 많은 시료에서는 90% 전후의 높은 점유율을 보였다. Lee and Kim(1989)는 *Licmophora delmatica*가 전체 출현개체수에서 93.37~99.95%의 절대적인 점유율을 나타내는 것으로 보고하였는데 이것에 비해서는 그 기여 정도가 낮고 변화의 폭도 컸다. 이 종을 포함한 *Licmophora* spp.는 김 양식 초기(11월)에 그 양이 많지 않다가 중기(12월~1월)이후에 특히 많이 발생하는 경향을 보이고 있는데, 이 경

Table 1. Sampling dates

cruise \ region	Gaeya			Kyukpo			Mokpo		
1	Mar.	5,	1989	Mar.	4,	1989	Feb.	24,	1989
2	Apr.	2,	1989	Apr.	1,	1989	Mar.	25,	1989
3	Apr.	17,	1989	Apr.	16,	1989	Apr.	15,	1989
4	Jun.	29,	1989	Jun	22,	1989		-	
5	Aug.	27,	1989	Aug.	26,	1989		-	
6	Nov.	12,	1989	Nov.	12,	1989	Oct.	28,	1989
7	Dec.	21,	1989	Dec.	20,	1989	Dec.	12,	1989
8	Feb.	7,	1990	Feb.	6,	1990	Feb.	21,	1990
9	Mar.	7,	1990	Mar.	6,	1990	Mar.	24,	1990

Table 2. Physio-chemical parameters in study area

region	parameter		cr1	cr2	cr3	cr4	cr5	cr6	cr7	cr8	cr9
Gaeya st. 1	Temp.(s)	°C	7.0	11.0	14.5	22.3	24.2	14.0	7.9	2.6	5.0
	Temp.(b)	°C	-	-	14.5	21.8	22.2	15.0	8.7	3.0	4.8
	Salinity	‰	20.0	23.2	24.3	-	-	26.8	28.6	29.4	27.9
	pH		-	8.44	8.34	8.05	8.32	8.16	8.18	8.26	8.43
	Secchi depth(m)		0.6	2.0	3.8	1.8	2.0	0.8	1.5	2.0	0.85
Gaeya st. 2	Temp.(s)	°C	7.0	11.2	14.3	22.6	25.8	14.0	7.9	2.1	4.0
	Temp.(b)	°C	-	-	14.8	22.2	25.5	15.0	-	3.0	4.9
	Salinity	‰	20.0	23.5	24.5	-	-	26.8	28.4	28.5	27.4
	pH		-	8.47	8.32	8.11	8.29	8.16	8.15	8.23	8.46
	Secchi depth(m)		0.5	2.0	3.7	1.8	2.1	0.8	1.5	2.0	0.7
Kyukpo st. 1	Temp.(s)	°C	-	14.0	16.0	22.3	29.1	17.5	9.0	3.0	6.0
	Temp.(b)	°C	-	-	14.0	22.1	-	16.5	-	3.0	5.0
	Salinity	‰	-	23.0	24.3	27.9	-	32.4	29.4	29.8	28.6
	pH		-	8.31	8.21	7.15	8.26	8.22	8.27	8.25	8.26
	Secchi depth(m)		-	0.4	2.3	2.3	-	1.0	0.5	1.2	0.7
Kyukpo st. 2	Temp.(s)	°C	-	14.0	15.8	21.9	28.7	18.0	9.1	2.5	5.4
	Temp.(b)	°C	-	-	14.5	20.5	-	17.8	-	3.0	4.7
	Salinity	‰	-	24.5	24.3	28.0	-	31.4	29.1	30.9	29.9
	pH		-	8.28	8.13	7.14	8.22	8.22	8.24	8.29	8.32
	Secchi depth(m)		-	0.5	1.8	2.3	-	1.0	0.5	1.3	0.8
Mokpo st. 1	Temp.(s)	°C	-	9.5	17.0	-	-	-	-	6.7	9.8
	Temp.(b)	°C	-	9.5	-	-	-	-	-	6.8	9.8
	Salinity	‰	-	26.2	25.2	-	-	-	-	30.1	30.1
	pH		-	-	8.35	-	-	-	-	8.34	8.34
	Secchi depth(m)		-	0.8	1.0	-	-	-	-	1.5	1.4
Mokpo st. 2	Temp.(s)	°C	-	9.0	16.0	-	-	-	-	6.0	10.0
	Temp.(b)	°C	-	8.7	-	-	-	-	-	5.8	10.0
	Salinity	‰	-	24.8	25.5	-	-	-	-	31.4	29.9
	pH		-	-	8.28	-	-	-	-	8.25	8.4
	Secchi depth(m)		-	0.6	1.2	-	-	-	-	1.4	1.6

s: surface b: bottom

향은 12월에서 2월에 조사한 Lee and Kim(1989)에서도 보였으며, 이는 大貝(1987)의 연구 결과와 동일하다. *Licmophora delmatica* 다음으로 중요한 종은 *Melosira nummuloides*로 37개 시료 중 18개 시료에서 우점종으로 나타났는데 이 역시 Lee and Kim(1989)의 연구 결과와 동일하다. 이 종은 경우에 따라 94.3%의 높은 점유율도 보일 정도로 중요한 종이며, 특히 목포에서 채집한 시료들에서 그 우점도가 높아 지역적인 차이를 나타내고 있다. *Paralia sulcata*도 경우에 따라 70% 정도의 높은 점유율을 나타내었다.

주변해수 식물플랑크톤의 종조성 및 현존량 조사해역에서 출현한 식물플랑크톤은 총 115종으로 89종은 종수준으로 나머지 26종은 속 수준으로 동정되었는데(Table 6) 이 결과는 서해의 253종(장, 1990), 천수만의 262종(신, 1989), 경기만의 228종(Choi and Shim, 1986)보다는 매우 적고, 아산만의 174종(이, 1991)보다는 다소 적고 군산부근 해역에서의 이 등(1989)의 121종과는 비슷하였다. 동정된 115종은 규조류 91종, 와편모조류 19종, 규질편모조류 2종 유글레노이드 2종, 녹조류 1종으로 구성비는 각각 규조류 79.1%, 와편모조류 16.5%,

Table 3. Checklist of epiphytic diatom observed in the three areas(Gaeya; Kyukpo; Mokpo) of the Yellow Sea

<i>Achnanthes javanica</i> var. <i>subconstricta</i>	<i>Achnanthes</i> sp.
<i>Actinopterychus senarius</i>	<i>Actinopterychus splendens</i>
<i>Cerataulina</i> sp.	<i>Chaetoceros danicus</i>
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	<i>Cocconeis</i> sp.
<i>Coccinodiscus oculus-iridis</i>	<i>Cyclotella striata</i> var. <i>baltica</i>
<i>Cymbella affinis</i>	<i>Cymbella</i> sp.
<i>Diploneis</i> sp.	<i>Ditylum brightwellii</i>
<i>Fragilaria scutellum</i>	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Fragilaria striatulum</i>	<i>Grammatophora oceanica</i>
<i>Hyalodiscus stelliger</i>	<i>Licmophora abbreviata</i>
<i>Licmophora dalmatica</i>	<i>Licmophora</i> sp.
<i>Melosira moniliformis</i>	<i>Melosira nummuloides</i>
<i>Merosira joergensii</i>	<i>Navicula</i> sp.
<i>Nitzschia frutuculum</i>	<i>Nitzschia sigma</i>
<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Odontella aurita</i>
<i>Paralia sulcata</i>	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Raphoneis amphicerus</i>	<i>Surirella ovata</i>
<i>Synedra</i> sp.	<i>Synedra tabulata</i>
<i>Thalassiosira anguste-lineatus</i>	<i>Thalassiosira eccentrica</i>
<i>Thalassiosira leptopus</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>

Table 4. Standing stocks of epiphytic diatom in the study areas

	Gaeya		Kyukpo		Mokpo	
	st1	st2	st1	st2	st1	st2
cr1	937	794	3,367	9,528	11,163	10,323
cr2	7,118	5,740	1,980	3,260	697,423	41,303
cr3	1,125	5,065	1,763	805	10,918	6,704
cr4	-	-	-	-	-	-
cr5	-	-	-	-	-	-
cr6	-	3,801	-	580	-	93,618
cr7	4,412,429	377	685	571	1,222	-
cr8	930,686	3,592,940	3,623	-	33,361	11,586
cr9	510,610	151,003	437,314	51,056	158,270	26,962

unit: cells/g dry-wt

기타 4.4%이었다. 격포에서 출현한 식물플랑크톤은 규조류 74종, 와편모조류 13종, 규질편모조류 2종, 유글레나류 1종 등 90종이었고, 개야도에서는 규조류 67종, 와편모조류 16종, 규질편모조류 1종, 유글레나류 2종, 녹조류 1종 등 87종이 동정되었고, 목포에서는 규조류 33종, 와편모조류 3종, 유글레나류 2종 등 38종이 출현하여 다른 두 해역에 비해 매우 적었다. 연구 해역 모두에서 규조류가 가장 중요한 종군으로 나타났으며 이는 한국 연안의 일반적인 경우와 일치한다.

김 염체를 채집한 주변 해수내의 식물플랑크톤 현존량은 15~34,525cells/ml의 범위로 그 변화의 폭이 컸다(Table 7). 이 결과는 아산만의 38~24,847 cells/ml (이, 1991)와 유사하고, 천수만의 48~3,720

cells/ml (심 · 신, 1989), 경기만 (Choi and Shim, 1986: 16~1,753cells/ml), 황해중부 (최 등, 1988: 8~1,240cells/ml; 장, 1986: 16~1,753cells/ml)보다는 높은 현존량이었다. 격포와 개야도의 9차(1990년 3월) 시료의 현존량이 상당히 높은 수준으로 나타났으며 목포의 경우에도 급격히 현존량이 증가하지만 격포나 개야도에 비해 높지 않았다. 이와 같이 겨울철에 현존량이 낮다가 봄철이 되면서 식물플랑크톤이 대발생하는 현상(spring bloom)은 온대해역의 일반적인 현상으로 알려져 있다. 아산만에서 비슷한 시기 연구된 식물플랑크톤의 현존량도 15,000cells/ml 전후로(이, 1991) 매우 높아 본 연구의 격포와 개야도 결과와 유사하였다. 우점종들은 Table 8에서 보는 바와 같이 시기에 따라 변화되고

Table 5. Dominant species of epiphytic diatom in the study area

cruise	Gaeya	Kyukpo	Mokpo
cr1	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i>
cr2	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Licmophora abbreviata</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Paralia sulcata</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i>
cr3	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Navicula</i> sp.	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>navicula</i> sp. <i>Paralia sulcata</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Grammatophora oceanica</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>
cr6	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Grammatophora oceanica</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>melosira nummuloides</i>	<i>Licmophora dalmatica</i>
cr7	<i>Licmophoradalmatica</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Achanthes javanica</i> var. <i>subconstricta</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Fragilaria stritula</i> <i>Synedra</i> sp.	<i>Licmophora dalmatica</i>
cr8	<i>Licmophora dalmatica</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i> <i>Navicula</i> sp.
cr9	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Licmophora abbreviata</i>	<i>Licmophora dalmatica</i>	<i>Licmophora dalmatica</i> <i>Melosira nummuloides</i>

있는데 개야도와 격포의 우점종은 대부분의 시기에 동일하였으나 목포의 우점종은 아주 다르게 나타났다. 개야도와 격포의 경우는 봄철에는 *Eucampia zodiacus*, *Nitzschia seriata* 순으로 우점하다가 여름철이 되면서 뚜렷한 우점종이 없이 *Eutreptiella marina*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Chaetoceros* sp., *Nitzschia delicatissima*, *Paralia sulcata*, *Ceratium kofoidii*, *Gymnodinium* sp., *Ceratium tripos*, *Leptocylindrus minimus*, *Cylindrotheca closterium* 등이 시료에 따라 다양하게 10% 이상의 점유율을 나타냈

으며 특히 와편모조류의 기여도가 커졌다. 늦가을과 겨울에는 *Paralia sulcata*가 우점종으로 나타나고 뒤이어 *Skeletonema costatum*이 중요한 우점종으로 출현하여 3월에 다량 출현하여 춘계 대발생을 주도하고 있다. 반면 목포에서 3월의 대발생을 주도하는 종은 *Thalassiosira nordenskioldii*이며 이 종의 점유율은 85% 전후로 매우 높았다.

종 다양성 지수

Shannon and Weaver(1949)의 공식을 이용하여

Table 6. The list of phytoplankton observed in the study area

Diatoms		<i>Pleurosigma</i> sp.	<i>Podosira stelligera</i>
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>	<i>Actinopterychus senarius</i>	<i>Rhizosolenia alata</i>	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>
<i>Amphiprora paludosa</i>	<i>Amphiprora</i> sp.	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i>
<i>Amphora</i> sp.	<i>Asterionella glacialis</i>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Asterionella kariana</i>	<i>Bacillaria paxilifer</i>	<i>Stauroneis</i> sp.	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	<i>Bellerochea horologicalis</i>	<i>Streptotheca tamesis</i>	<i>Surirella</i> sp.
<i>Biddulphia reticulum</i>	<i>Biddulphia</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Chaetoceros compressus</i>	<i>Thalassiosira caudata</i>	<i>Thalassiosira eccentrica</i>
<i>Chaetoceros danicus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Thalassiosira frauenfeldii</i>	<i>Thalassiosira gravida</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	<i>Thalassiosira hyalina</i>	<i>Thalassiosira leptopus</i>
<i>Chaetoceros pendulum</i>	<i>Chaetoceros radicans</i>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
<i>Chaetoceros simplex</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Tropidoneis antarctica</i>	
<i>Climacodiam frauenfeldii</i>	<i>Cocconeis</i> sp.		
<i>Coscinodiscus astromphalus</i>	<i>Coscinodiscus marginatus</i>	Dinoflagellates	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	<i>Alexandrium fraterculus</i> (= <i>Protogonyaulax fratercula</i>)	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Amphidinium</i> sp.	<i>Ceratium fusus</i>
<i>Cyclotella striatum</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Ceratium kofoidii</i>	<i>Ceratium tripos</i>
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Detonula pumila</i>	<i>Gonyaulax</i> sp.	<i>Gymnodinium lohmann</i>
<i>Diploneis</i> sp.	<i>Ditylum brightwellii</i>	<i>Gymnodinium sanguinium</i>	<i>Gymnodinium</i> sp.
<i>Ditylum sol</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Gyrodinium</i> sp.	<i>Prorocentrum compressum</i>
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>	<i>Prorocentrum</i> sp.
<i>Lauderia annulata</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>	<i>Protoperidinium bipes</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Licmophora abbreviata</i>	<i>Protoperidinium conicum</i>	<i>Protoperidinium depressum</i>
<i>Licmophora dalmatica</i>	<i>Melosira moniliformis</i>	<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
<i>Navicula directa</i>	<i>Navicula elegans</i>		
<i>Navicula salinarum</i>	<i>Navicula</i> sp.	Silicoflagellates	
<i>Nitzschia delicatissima</i>	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Dictyocha fibula</i>	<i>Ebria tripartita</i>
<i>Nitzschia seriata</i>	<i>Nitzschia sigma</i>		
<i>Nitzschia vermicularis</i>	<i>Nitzschia</i> sp.		
<i>Odontella aurita</i>	<i>Odontella longiciruris</i>	Euglenoids	
<i>Paralia sulcata</i>	<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Euglena</i> sp.	<i>Eutreptiella marina</i>
<i>Pleurosigma aestuarii</i>	<i>Pleurosigma affine</i>		
<i>Pleurosigma angulatum</i>	<i>Pleurosigma elongatum</i>	Green algae	
		<i>Scenedesmus</i> sp.	

Table 7. Phytoplankton standing stocks(cells/ml) in the study areas

	Gaeya				Kyukpo				mokpo			
	st1s	st1b	st2s	st2b	st1s	st1b	st2s	st2b	st1s	st1b	st2s	st2b
cr1	803	878	924	1,125	700	711	105	706	60	59	64	98
cr2	164	343	294	366	18	150	16	93	166	96	181	135
cr3	165	66	123	208	15	-	39	-	201	168	102	58
cr4	124	105	121	59	84	150	68	42	-	-	-	-
cr5	50	49	20	75	149	-	243	-	-	-	-	-
cr6	64	45	19	54	109	141	112	57	-	-	-	-
cr7	34	27	37	65	240	-	536	-	-	-	-	-
cr8	455	226	264	755	235	190	231	144	60	240	15	60
cr9	2,760	3,865	4,105	1,644	7,309	16,905	7,469	34,525	1,545	1,235	1,360	2,110

s: surface b: bottom

Table 8. Dominant species of phytoplankton in the study areas

cruise	Gaeya	Kyukpo	Mokpo
cr1	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira baltica</i> <i>Chaetoceros</i> sp.
cr2	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Rhizosolenia stollerfothii</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Asterionella kariana</i> <i>Paralia sulcata</i>
cr3	<i>Nitzschia seriata</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Rhizosolenia stollerfothii</i>	<i>Nitzschia seriata</i>	<i>Asterionella kariana</i>
cr4	<i>Eutreptiella marina</i> <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Paralia sulcata</i> <i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Rhizosolenia stollerfothii</i> <i>Nitzschia delicatissima</i> <i>Ceratium kofoid</i> <i>Ceratium tripos</i>	
cr5	<i>Leptocylindrus minimus</i> <i>Nitzschia delicatissima</i> <i>Thalassiosira</i> sp. <i>Amphidinium</i> sp. <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Eutreptiella marina</i>	<i>Gonyaulax</i> sp. <i>Rhizosolenia stollerfothii</i> <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Chaetoceros lacinosus</i>	
cr6	<i>Paralia sulcata</i> <i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i> <i>Thalassiosira</i> sp.	
cr7	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	
cr8	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Asterionella glacialis</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Leptocylindrus danicus</i> <i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i> <i>Thalassiosira</i> sp.
cr9	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Asterionella glacialis</i>	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Asterionella glacialis</i>	<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> <i>Asterionella glacialis</i>

계산한 부착규조류의 종다양성지수는 0.00~2.07, 주변해수의 식물플랑크톤 종다양성지수는 0.33~2.78의 범위로 시, 공간적으로 매우 변화가 심하였다(Table 9). 부착규조류의 종다양성지수는 *Licmophora dalmatica*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata* 등 주요 우점종의 점유율이 높은 시기에는 종

다양성지수가 낮게 나타났고 같은 시기에도 김 업체의 상태에 따라 종다양성지수는 크게 차이를 보였으나 부착규조류의 수가 적고 현존량이 적은 시기에라도 종다양성지수가 낮게 나타나는 등 종다양성지수가 부착규조류와 김 업체간의 관계를 평가하는 방법으로 이용하는 경우 신빙성이 적다.

Table 9. Species diversity of epiphytic diatom and ambient water phytoplankton

	epiphytic diatom						ambient water phytoplankton											
	Gaeya		Kyukpo		Mokpo		Gaeya				Kyukpo				Mokpo			
	st1	st2	st1	st2	st1	st2	st1s	st1b	st2s	st2b	st1s	st1b	st2s	st2b	st1s	st1b	st2s	st2b
cr1	0.00	0.56	1.58	0.46	1.20	0.46	1.06	1.06	0.85	1.27	1.29	1.26	1.21	1.22	1.58	0.87	1.06	1.27
cr2	1.60	0.21	0.74	1.86	0.61	1.43	0.42	1.16	1.03	0.33	0.45	0.73	1.35	1.62	1.13	1.24	2.06	1.80
cr3	0.50	1.97	1.20	0.00	2.07	2.07	1.34	0.81	1.46	1.58	1.36	-	1.14	-	0.39	0.77	1.22	0.77
cr4	-	-	-	-	-	-	2.14	1.39	1.66	1.66	2.13	1.33	1.57	1.55	-	-	-	-
cr5	-	-	-	-	-	-	1.96	1.92	1.77	1.52	2.78	-	1.94	-	-	-	-	-
cr6	-	1.72	-	1.04	-	0.42	2.00	1.65	0.84	1.03	1.37	1.33	1.74	1.61	-	-	-	-
cr7	0.05	0.97	1.63	1.66	0.00	0.29	1.54	1.91	0.82	1.32	2.05	-	1.16	-	-	-	-	-
cr8	0.19	0.09	0.94	-	1.27	0.28	1.98	1.76	1.93	1.71	1.46	1.53	2.11	1.65	1.35	1.38	-	1.13
cr9	0.43	0.66	0.21	0.56	0.83	-	1.60	2.03	1.97	2.27	0.99	1.32	1.20	1.84	1.21	0.81	0.67	0.97

요 약

김의 병해를 일으키는 부착규조류와 주변해수의 식물플랑크톤의 분포양상을 조사하고자 개야도, 격포, 목포 등 세곳에서 1989년 2월부터 1990년 3월 까지 시료를 채집하였다. 본 연구에서 동정된 부착규조류는 40종이며 우점종은 *Licmophora dalmatica*, *L. abbreviata*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata*, *Achnanthes javanica* var. *subconstricta*, *Grammatophora oceanica*, *Navicula* sp., *Synedra* sp., *Pinnularia* sp., *Fragilaria striatula*, *Cocconeis scutellum* var. *parva* 등이었는데 그 중 *Licmophora dalmatica*가 가장 우점하였다. 주변해수의 식물플랑크톤 현존량은 서해 다른 연안에 비해 비교적 높은 수준이었다. 격포와 개야도의 부착규조류, 주변해수의 식물플랑크톤 상은 유사하였으나 목포의 경우는 다른 양상을 보였다.

문 헌

Archibald, R. E. M. 1972. Diversity in some South African diatom association and its relation to water quality. *Wat. Res.* 6, 1229~1238.

Cho, K. S., J. H. Shim and W. H. Lee. 1987. A taxonomic study on the epiphytic diatoms of *Porphyras tenera* Kjellman from the coastal waters of Korea. *Korean J. Phycol.* 2(1), 129~138.

Choi, J. K. and J. H. Shim. 1986. The ecological study of phytoplankton in Kyeoggi Bay, Yellow Sea. III. Phytoplankton composition, standing crops, tychopelagic plankton. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 21(3), 156~170.

Hartley, B. 1986. A Check-list of fresh water, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining Coastal Waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 66, 531~610.

Hasle, G. R. and G. A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 89(4), 469~474.

Lee, Y. H. and J. R. Kim. 1989. A quantitative study on the epiphytic diatoms of *Porphyras* species from the coastal waters of the Yellow Sea, Korea. *Mar. Develop. Res. KNU.* 1, 51~66.

Parke, R. T. and P. S. Dixon. 1976. Check-list of British Marine Algae 3rd revision. *J. Mar. Biol.*

- Ass. U. K. 56, 527~594.
- Pomeroy, L. R. 1959. Algal productivity in salt marshes of Georgia. *Limnol. Oceanogr.* 4, 386~397.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Champaign.
- 大貝政治. 1987. 附着藻類. 海産附着生物と水産増養殖(梶原 武 編). 恒星社厚生閣. pp. 50~61.
- 신윤근. 1989. 천수만 표영생태계의 부유생물군 생산구조와 에너지 유동에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. 146p.
- 심재형 · 신윤근. 1989. 천수만 일차생산자의 생물량-식물플랑크톤 탄소량과 세포개체수 및 클로로필과의 관계-. 한국해양학회지. 24(4), 194~205.
- 심재형 · 최증기. 1978. 한강하류에 있어서 부유성 조류군집의 구조 및 기능변화에 관한 연구. 한국해양학회지. 13, 31~41.
- 이숙경. 1991. 아산만 및 경기만 식물플랑크톤 군집의 생태학적 비교 연구. 서울대 이학석사학위논문. 95p.
- 이원호 · 이건형 · 최문술 · 이다미. 1989. 군산부근 조간대 및 조하대역에서의 식물플랑크톤과 Bacterioplankton. 한국해양학회지. 24(3), 157~164.
- 장 만. 1990. 한국 서해 식물플랑크톤의 생태학적 연구. 서울대 이학박사학위논문. 185p.
- 최증기 · 박용철 · 김용철 · 이영철 · 정창수 · 손승규 · 황학진 · 한석범. 1988. 서해연안 어장의 생산력 조사. 수진연구보고. 42, 143~168.
-
- 1990년 12월 19일 접수
1991년 1월 10일 수리