

## 光陽灣 植物 플랑크톤 分布에 關한 研究

沈載亨 · 辛允根 · 李元鎬

서울대학교 自然科學大學 海洋學科

### On the Phytoplankton Distribution in the Kwangyang Bay

Jae Hyung Shim, Yoon Keun Shin and Won Ho Lee

Department of Oceanography, Seoul National University, Seoul 151

**要約:** 光陽灣 식물 플랑크톤의 分布와 環境과의 關係에 對한 研究가 1982년 3月에서 12月까지 4회 에 걸쳐 계절별로 이루어졌다. 本 研究에서 總 211種이 同定되었는데 이들은 67屬 196種 14變種 1品 種으로 構成되었다. 季節別 우점종은 春季 *Rhizosolenia delicatula*, *Chroomonas* sp., 夏季 *Chroomonas* sp., 秋季 *Chaetoceros debilis*, *C. socialis*, 冬季 *Skeletonema costatum*, *Chroomonas* sp.로 季節에 따른 우점종의 遷移현상이 뚜렷하였다. 식물 플랑크톤現存量의 時間的 變化는 암모니아態 질소의 농도, 동물 플랑크톤에 의한 攝食壓力, 水溫의 變化와 밀접한 關係가 있으며 특히 春季 硅藻類의 大發生은 암모니아態 질소의 농도와 높은 相關性을 보였다. 種 多樣性指數는 비교적 낮다. 全 群集內에서 nanoplankton의 年 平均 비율은 36.5%로 光陽灣 일차생산과 먹이망에서 중요한 位置를 占하였다. 植物 플랑크톤의 空間分布에 의하여 研究水域은 대체로 淡水 流入이 많은 蟾津江 河口域, 外洋水의 影響이 적은 灣 左側域, 外洋水의 影響이 큰 灣 右側域 等 3個의 特征적인 水域으로 區分된다. 공장폐수도 植物 플랑크톤 分布에 影響을 미치는 것으로 나타났다.

**Abstract:** Phytoplankton samples were collected seasonally from March to December, 1982 in order to study the distribution of phytoplankton and their relation to environmental factors in Kwang-yang Bay. A total of 211 taxa of phytoplankton representing 67 genera, 196 species, 14 varieties, and 1 forma have been identified. Seasonal succession of dominant species is evident in this bay; *Rhizosolenia delicatula*, *Chroomonas* sp. being predominant in spring, *Chroomonas* sp. in summer, *Chaetoceros debilis*, *C. socialis* in autumn, and *Skeletonema costatum*, *Chroomonas* sp. in winter, respectively. The standing crops of the phytoplankton vary with time, and have relevance to  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration, grazing pressure, and temperature. In spring, diatom blooming is relatively well correlated with the  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration. The species diversity is rather low in general. The fraction of nanoplankton total cell number represents an annual average of 36.5%, showing a meaningful contribution to the primary production and food web in this water system. Spatial distribution of phytoplankton indicates that this bay could be divided into three characteristic areas; Seomjin-river mouth area heavily influenced by fresh water, western-half area scarcely affected by the oceanic water, and eastern-half area heavily influenced by the oceanic water. The industrial effluents from the Yeochun Industrial Complex also affected the spatial distribution of phytoplankton.

序 論

해양 생태系 내에서 식물 플랑크톤은 全 海洋 먹이망의 기초가 되는 일차 生産者이다. 따라서 식물 플랑크톤의 變化는 全 海洋生態系에 영향을 미치므로 식물 플랑크톤의 分布 양상 및 群集 구조를 環境要因과 아울러 研究하는 것은 必須의 이다.

研究水域인 光陽灣은 韓國 南海岸 中部에 위치한 淺海性 內灣으로서 面積은 약 200km<sup>2</sup>이다. 灣의 南部는 外洋과 接하여 있고 北東部는 露梁水道를 통해 泗川灣과 연결되며 北部의 蟾津江과 水魚川 등에서 담수가 流入된다. 또한 灣 南部에는 麗川工業단지가 위치하고 있다. 이와같은 地域의 特性때문에 光陽灣의 水質環境을 支配하는 要因은 蟾津江 등에서 유입되는 淡水量(주·서, 1975), 공단 폐기물(노·이, 1975), 강한 조류에 의한 外洋水의 영향 등으로 思料된다. 따라서 이런 水質環境에 따른 식물 플랑크톤 分布를 考察하여 灣의 特性을 研究할 가치가 있다. 그런데 光陽灣 식물 플랑크톤 相을 研究한 崔(1970), 劉等(1975), 梁(1977, 1978), 梁·金(1981) 등은 주로 이 水域에 서식하는 식물 플랑크톤의 種組成과 量을 밝히는데 그 目的을 두었고 대부분 nanoplankton을 간과하였다. 이에 本

研究에서는 光陽灣 식물 플랑크톤 分布 양상을 調查하여 水域의 特性을 규명하고자 하였다. 즉 식물 플랑크톤의 種類와 세포수를 계절별로 조사하여 空間的 分布와 環境과의 관계 및 계절 변화를 考察하였다. 아울러 nanoplankton의 전체 세포수에 대한 비율을 조사하여, 光陽灣 일차 생산과 먹이망에서 nanoplankton의 중요성을 밝히 고자 하였다.

材料 및 方法

1. 試料 採取 및 分析

光陽灣內에 15개 定點을 선정하여(Fig. 1) 各 調查 定點의 表·底層에서 계절별로 試料 採取

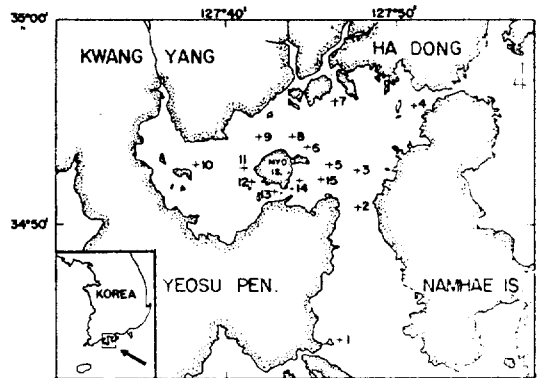


Fig. 1. A map showing sampling stations in study area.

Table 1. Sampling dates and times.

ST. NO.	1st Survey		2nd Survey		3rd Survey		4th Survey	
	DATE	TIME	DATE	TIME	DATE	TIME	DATE	TIME
1	Mar. 18	10:30-	Jul. 21	10:50-12:30	Oct. 15	10:30-11:30	Dec. 15	12:40-13:25
2	18	13:08-	21	14:10-15:05	15	12:30-13:20	15	14:20-14:40
3	18	14:35-	21	15:45-16:50	16	14:20-14:40	15	16:50-17:10
4	18		21	17:10-18:00	17	10:20-11:00	15	10:35-11:10
5	16	11:40-	22	12:00-12:35	15	14:30-15:00	13	15:30-15:53
6	16	13:15-	22	14:30-15:30	15	15:35-16:05	13	14:55-15:15
7	17	14:40-	24	09:30-09:55	17	09:20-09:45	15	09:25-09:55
8	16	15:20-	22	13:30-14:18	15	16:15-16:40	13	14:20-14:40
9	17	11:10	22	12:48-13:25	16	11:50-12:30	13	12:50-13:20
10	17	12:20-	22	11:18-12:05	16	10:55-11:25	13	12:09-12:38
11	17	10:10-	22		16	10:00-10:40	13	11:05-11:50
12	17	09:35-	22	09:00-09:45	16	09:00-09:40	13	09:50-10:50
13	17	09:05-	22	16:50-17:25	16	15:55-16:10	14	08:25-09:05
14	18	08:30	22	16:00-16:35	16	15:20-15:45	13	16:35-16:50
15	16	10:00-	24		16	14:55-15:10	13	16:07-16:27

를 하였으며 그 일정과 시간은 Table 1과 같다.

식물 플랑크톤의 定性的 研究를 위한 試料는 NORPAC型 플랑크톤 採取網(網經 50cm, 網目 56 $\mu$ m)으로 각 定點에서 수평 曳引하여 채집한 후 포르말린으로 고정하였으며, 定量試料는 Van Dorn 採水器로 表·底層에서 500ml씩 採水한 후 Lugol액으로 처리하고 aluminium箔으로 遮光 貯藏하였다.

種의 同定은 2,000倍率까지의 현미경으로 行하였고 세포의 計數는 Sedgewick-Rafter counting chamber 및 Palmer-Maloney slide로 行하였다.

### 2. 海水의 理化學的 分析

光度 測定은 Submarine Photometer(Kahlsico; model 268 WA 310)와 Secchi disc를 사용하여 行하였고 水溫과 溶存酸素量은 Y.S.I.; model 57 D.O. meter로 測定하였고 pH는 Portable pH meter(Photovolt; model 126A)로, 염분은 Y.S.I. model 33 S-C-T meter로, 窒酸鹽, 磷酸鹽, 硅酸鹽의 농도는 Strickland & Parsons(1972)의 方法으로 測定하였다. 溶存酸素量의 포화도는 International Oceanographic Tables(Anon, 1973)을 이용하여 구했다.

### 3. Cluster分析과 種 多樣性 指數

식물 플랑크톤 群集의 Phytohydrographic region을 밝히고자 定性 및 定量자료로 定點간의 類似도를 Jaccard指數로 구하고 이것을 Cluster 分析하였으며 群集의 種 多樣性 指數는 Shannon-Wiener 공식으로 계산하였다.

## 結果와 考察

### 1. 海水의 理化學的 特性

調査기간 중 水溫은 春季 9.0~9.7°C, 夏季 22.0~26.5°C, 秋季 19.8~22.5°C, 冬季 7.2~11.2°C로 變했다. 계절별 平均 수온이 春季 9.4°C, 夏季 23.5°C, 秋季 21.8°C, 冬季 9.5°C로 계절에 따른 변화는 매우 큰 데 反하여 표층과 저층의 수온차이는 거의 없다.

鹽分은 春季 28.8~33.6‰, 夏季 16.5~30.0‰, 秋季 27.0~30.2‰, 冬季 26.2~32.1‰로 變한다. 담수 유입이 적은 春季에 가장 높고 담수 유입이 많은 夏季에 가장 낮으며 外海쪽으로 갈수록 鹽分이 증가하는 경향을 보여, 蟾津江으로부터 流入되는 淡水量이 光陽灣의 鹽分을 左

右하는 가장 큰 인자임이 확인되었다.

溶存酸素量은 春季 7.0~8.9ml/l, 夏季 4.6~7.6ml/l, 秋季 6.4~9.1ml/l, 冬季 10.9~13.5ml/l의 범위로 변한다. 용존산소량을 주어진 수온과 염분에서 백분율로 포화도로 환산한 결과 거의 과포화 상태였다.

수소이온농도는 전 海域 平均 8.1로 일반적인 海水의 수소이온농도 범위 안에 있고 時間的, 空間的 變動이 거의 없다.

透明度는 春季 2.5~5.0m, 夏季 0.8~2.5m, 秋季 0.9~3.0m, 冬季 1.3~2.8m로 계절 및 定點간의 차이가 비교적 큰 데 蟾津江으로부터 담수 유입이 적은 春季에 가장 높고 담수 유입이 많은 夏季에 낮게 나타났다.

營養鹽類는 암모니아態 질소의 4계절 平均 濃도가 61~317 $\mu$ g-at/l로 높은 데 그 기원은 麗川 工業단지의 廢水와 農耕地로 부터 유입된 비료에 의한 것으로 思料된다. 질소態 질소의 농도는 4.8~19.3 $\mu$ g-at/l, 亞窒素態 질소는 3.8~16.1 $\mu$ g-at/l의 범위이다. 또한 燐酸鹽의 농도는 27~73 $\mu$ g-at/l이고 硅酸鹽은 276~846 $\mu$ g-at/l로 상당히 높다. 영양염류의 농도는 전반적으로 식물 플랑크톤 成長에 요구되는 量보다 훨씬 높다.

### 2. 植物 플랑크톤 群集의 種組成

本 調査기간을 통하여 光陽灣에서 同定된 植物 플랑크톤은 總 211種(67屬 196種 14變種 1品種)이었다(Appendix). 이 結果는 光陽灣에서 植物 플랑크톤 相을 研究한 崔(1970)의 39種, 劉等(1975)의 59種, 梁(1977)의 78種, 梁·金(1981)의 103種에 비해 2~5배이며 本 海域과 연결된 駕莫洋灣—汝子灣의 경우(Shim, 1980)와는 비슷하였다.

光陽灣 植物 플랑크톤의 季節別 種組成을 分析한 結果는 春季 33속 64種, 夏季 55속 137種, 秋季 57속 154種, 冬季 41속 123種으로 出現種數는 秋·夏·冬·春季順으로 많았다(Table 2), 이들 群集을 구성하는 식물 플랑크톤을 主要群類로 나누어 보면 다음과 같다.

硅藻類: 全 出現種數의 75.5%를 占有하여 全 海域에 걸쳐 전 季節에 共히 가장 우세하게 나타났다. 이들은 主로 沿岸種 및 汽水種인 硅藻類로 構成되어 內灣 汽水域의 特徵을 보인다. 한편

**Table 2.** Number of species and genera of the phytoplankton community observed in Kwangyang Bay, 1982.

Groups	Season		Spring		Summer		Fall		Winter		Total	
	Genera	Species	Genera	Species	Genera	Species	Genera	Species	Genera	Species	Genera	Species
Diatoms	24	51	42	108	42	119	31	96	48	159		
Dinoflagellates	5	9	6	22	8	28	4	20	10	43		
Silicoflagellates	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3		
Cryptomonoid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Bluegreen algae	—	—	1	1	2	2	—	—	2	2		
Green algae	—	—	1	1	1	1	1	1	2	2		
Euglenoid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Total	33	64	55	137	57	154	41	123	67	211		

**Table 3.** Common species of phytoplankton community of the study area.

Species	Spring	Summer	Autumn	Winter	Species	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Actinoptychus senarius</i>		+		+	<i>Navicula salinarum</i>				+
<i>Asterionella glacialis</i>	+	+	+	+	<i>Nitzschia delicatissima</i>	+			
<i>Bacillaria paxillifer</i>		+	+		<i>N. longissima</i>	+	+	+	+
<i>Bacteriastrium comosum</i>			+		<i>N. seriata</i>	+	+	+	
<i>B. hyalinum</i>		+	+		<i>N. sigma</i>			+	+
<i>Chaetoceros affinis</i>			+		<i>Odontella sinensis</i>		+		+
<i>Ch. compressus</i>			+		<i>Pleurosigma angulatum</i>			+	
<i>Ch. curvisetus</i>		+			<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>				+
<i>Ch. debilis</i>	+	+	+	+	<i>Rh. delicatula</i>	+			
<i>Ch. decipiens</i>		+	+	+	<i>Rh. imbricata</i>				
<i>Ch. didymus</i>		+			var. <i>shrubslei</i>		+	+	
<i>Ch. didymus</i>					<i>Rh. setigera</i>	+	+		
var. <i>protuberans</i>		+			<i>Skeletonema costatum</i>		+	+	+
<i>Ch. lorenzianus</i>		+			<i>Stephanopyxis turris</i>		+	+	
<i>Ch. socialis</i>			+	+	<i>Streptotheca tamesis</i>		+	+	
<i>Corethron criophylum</i>		+	+	+	<i>Thalassionema nitzschioides</i>		+	+	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>		+	+		<i>Thalassiosira rotula</i>				+
<i>C. consinniiformis</i>				+	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		+	+	
<i>C. normanii</i>				+	<i>Ceratium fusus</i>		+	+	+
<i>C. oculus-iridis</i>		+	+	+	<i>Dinophysis caudata</i>			+	
<i>Coscinodiscus</i> sp.				+	<i>Gyrodinium spirale</i>	+			
<i>Cylindrotheca closterium</i>	+	+	+	+	<i>prorocentrum micans</i>	+			
<i>Diploneis</i> sp.		+	+	+	<i>Distephanus speculum</i>		+		
<i>Ditylum brightwellii</i>		+	+		<i>Eutreptiella marina</i>	+			
<i>Guinardia flaccida</i>	+	+			<i>Chroomonas</i> sp.	+	+	+	+
<i>Hemiaulus sinensis</i>		+							

+: occurred at least 12 stations

21種의 外海種과 暖水種이 同定되었는데 이는 海域이 內灣이면서도 潮流때문에 Kuroshio의 영향을 다소 받고 있음을 보여준다(Choe, 1966;

Lee, Shim & Kim, 1967; Shim, 1980; Shim and Park, 1984).

Table 3에서 보는 바와 같이 계절에 관계없이

Table 4. Phytoplankton standing crop of each station

unit: cells/ml

Station	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom
1	1,346	1,395	296	439	1,013	1,504	971	589
2	871	874	283	84	1,557	645	479	385
3	1,052	1,033	105	158	205	168	756	736
4	1,044	1,187	310	204	169	305	765	822
5	764	828	115	143	1,836	476	717	1,033
6	933	911	138	79	1,333	1,700	744	933
7	989	1,209	504	333	210	225	550	625
8	1,266	1,165	227	178	1,314	1,016	746	715
9	1,194	1,473	162	148	1,068	710	599	432
10	1,583	2,001	598	209	1,266	1,208	682	496
11	1,442	1,354	323	203	1,328	1,635	337	426
12	2,617	2,828	444	172	969	1,734	1,661	1,607
13	2,517	2,651	444	410	1,229	1,337	365	397
14	2,849	2,753	402	—	1,650	1,387	886	—
15	946	1,621	215	277	1,039	791	382	433
Average	1,427	1,552	304	215	1,079	989	709	688

보편적으로 出現하는 硅藻類는 *Asterionella glacialis*, *Chaetoceros debilis*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima* 等이다. 그리고 春季를 제외한 계절에 보편적인 種은 *Odontella sinensis*, *Chaetoceros decipiens*, *Corethron criophilum*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. oculus-iridis*, *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei*, *Skeletonema costatum*이고 *Nitzschia seriata*는 冬季를 제외한 계절에 보편적이었다.

雙鞭毛藻類: 모두 10屬 43種이 同定되었는데 계절별로는 春季 9種, 夏季 22種, 秋季 28種, 冬季 20種이다. 이는 全 出現種의 20.3%를 占有하여 硅藻類 다음으로 重要한 構成 群類이다. 그 代表的인 種은 *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripos*, *Dinophysis caudata*, *Prorocentrum micans*, *Protogonyaulax fratercula*等이다.

褐色鞭毛藻類: *Chroomonas* sp.는 계절에 관계없이 전 해역에 나타나 定量的으로나 定性的으로나 매우 重要한 種이다.

기타: 矽質鞭毛藻類 3種, Euglenoid 1種이 자주 出現하는데 비해 量은 매우 적다. 蟾津江河口域(定點 7)에서는 淡水種인 藍藻類와 綠藻類가 각각 2種씩 出現하여 淡水의 영향이 큼을 뚜렷이 나타낸다.

### 3. 植物 플랑크톤의 現存量 變化

식물 플랑크톤의 現存量은 대체로 表層과 底層간에 큰 차이가 없으나 定點간에는 상당한 차이가 있어 표층의 경우 105~2,849cells/ml, 저층의 경우 79~2,828cells/ml의 變化를 나타냈다 (Table 4). 이러한 값은 오염內灣인 鎮海灣에 비해서는(李外, 1981) 훨씬 낮으며 남해 沿岸域의 일반적인 경우보다는 높다. 同一 海域에서의 과거 測定值(崔, 1970; 劉等, 1975; 梁, 1977; 梁·金, 1981)와 비교해 볼 때 時間이 지나면서 現存量이 증가하는 경향이 뚜렷하다. 이는 麗川 公업단지가 光陽灣 남부에 건설된 후 생겨난 水質環境의 變化와 밀접한 관계가 있는 것으로 思料된다.

現存量의 變化는 주로 우점종에 의하여 左右되는데 각 계절별 주요 우점종은 Table 5에 나타내었다.

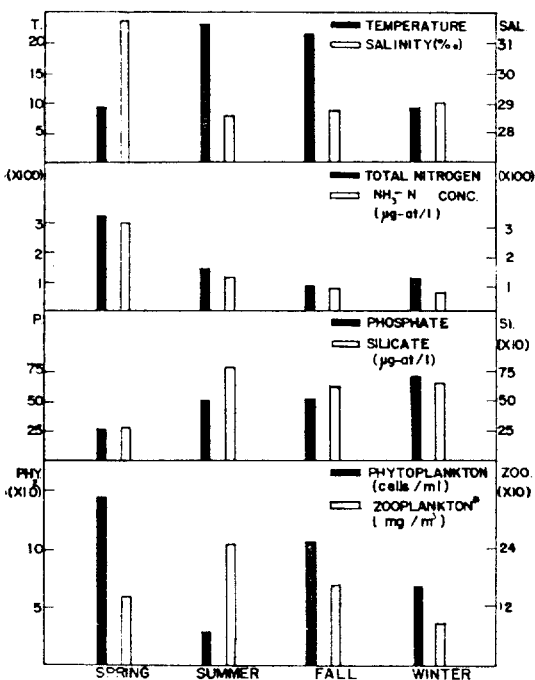
春季에는 *Rhizosolenia delicatula*, *Chroomonas* sp.가 각각 現존량의 70.5%, 23.2%를 占有한다. 夏季에는 *Chroomonas* sp.가 現존량의 34.1%를 차지하고 定點에 따라 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros debilis*等이 現존량의 10%以上の 組成比를 보였다. 秋季에는 *Chaetoceros debilis*, *C. socialis*가 각각 65.1%, 20.5%를, 冬季에는 *Sk-*

**Table 5.** Dominant species of phytoplankton.

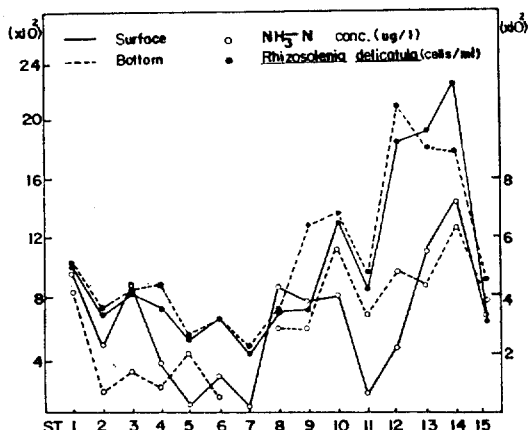
Spring, 1982	<i>Rhizosolenia delicatula</i> , <i>Chroomonas</i> sp.
Summer, 1982	<i>Chroomonas</i> sp., <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Chaetoceros debilis</i> , <i>Schrödella delicatula</i> , <i>Protogonyaulax fratercula</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i>
Autumn, 1982	<i>Chaetoceros debilis</i> , <i>Chaetoceros socialis</i> , <i>Chroomonas</i> sp.
Winter, 1982	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>Chroomonas</i> sp.

*letonema costatum*, *Chroomonas* sp.가 52.2%, 37.9%를 占有하였다. 이를 종합하면 계절에 따른 우점종의 遷移는 春季에 *Rhizosolenia delicatula*, *Chroomonas* sp., 夏季에 *Chroomonas* sp., 秋季 *Chaetoceros debilis*, *C. socialis*, 그리고 冬季 *Skeletonema costatum*, *Chroomonas* sp.로 나타났다.

Fig. 2는 식물 플랑크톤 現存량의 계절變化와 아울러 環境要因 및 動物 플랑크톤량의 계절變化



**Fig. 2.** Histogram showing response of phytoplankton and zooplankton\* to seasonal changes in physico-chemical environment of Kwangyang Bay. (\*from Kim, 1984)



**Fig. 3.** Relationship between  $NH_3-N$  concentration (right) and *Rhizosolenia delicatula* cell density (left) in spring, 1982.

를 보여준다.

春季의 植物 플랑크톤 現存량의 평균은 1,490 cells/ml로 調査기간 中 가장 높았다. 이는 *Rhizosolenia delicatula*의 大發生에 의한 것으로 特別 麗川公단 부근의 定點 12, 13, 14에서 2,517~2,849 cells/ml로 가장 높게 나타나고 定點 2, 5, 6, 7에서 1,000 cells/ml以下로 적게 나타났다. 이는 암모니아態 질소의 濃도와 매우 밀접한 相關關係가 있음을 보여주고 있다(Fig. 3). 일반적으로 플랑크톤 藻類는 영양염류의 濃도에 따라 그 生産量이 支配될 뿐 아니라(Raymont, 1980) 特別 질소源 中 암모니아態 질소를 選擇하기 때문에(Strickland et al., 1968) 光陽灣의 경우, 公場 廢水가 암모니아態 질소를 과다하게 함유하고 있어서 높은 수준의 現存량을 나타낸 것으로 思料 된다.

夏季의 경우 105~598 cells/ml로서 春季에 비해 現存량이 현저히 감소하는데 영양염류는 암모니아態 질소의 양을 제외하고는 증가하는 경향을 보여주고 있다(Fig. 2). 夏季에 질산염의 濃도가 春季에 비해 상당히 감소하였으나 식물 플랑크톤의 成長에 충분한 量이다. 그런데 本 研究과 同一 水域에서 같은 시기에 動物 플랑크톤 相을 調査한 Kim(1984)에 의하면 動物 플랑크톤의 평균 濕重量은 春季 161 mg/m<sup>3</sup>, 夏季 251 mg/m<sup>3</sup>, 秋季 178 mg/m<sup>3</sup>, 冬季 92 mg/m<sup>3</sup>이었고 이들의 대부분이 草食性인 橈脚類와 浮遊性

幼生인 것으로 報告하였다. 이 결과를 미루어 볼 때 夏季 식물 플랑크톤의 감소는 動物 플랑크톤에 의한 攝食이 主要因인 것으로 思料된다. 이것은 溫帶 沿岸海域의 일반적인 현상이다(Parsons et al., 1977).

秋季의 現存量은 平均 1,034cells/ml로 夏季보다 상당히 증가한다. 당시의 영양염류나 물리적 요인은 夏季에 비해 큰 차이가 없다. 그러나 動物 플랑크톤의 量이 夏季에 비해 73mg/m<sup>3</sup>나 감소한 것으로 미루어 보아(Fig. 2), 이는 動物 플랑크톤의 감소에 따라 식물 플랑크톤이 증가한 것으로 思料된다.

冬季의 現存量은 평균 699cells/ml로 秋季보다 다소 감소한다. 이는 수온이 12°C 정도 낮아져 秋季 우점종인 *Chaetoceros debilis*와 *C. socialis*가 감소하고 廣溫性인 *Skeletonema costatum*과 *Chromonas* sp.가 발생하였기 때문으로 思料된다. 또한 春季와 冬季의 溫度분포가 비슷하나 春季에는 대발생이 있었는데 反해 冬季 現存量이 낮은 수준에 머문 것은 암모니아態 질소의 농도가 감소되었기 때문으로 思料된다.

따라서 光陽灣 식물 플랑크톤의 現存量 變化를 支配하는 요인은 암모니아態 질소의 농도와 수

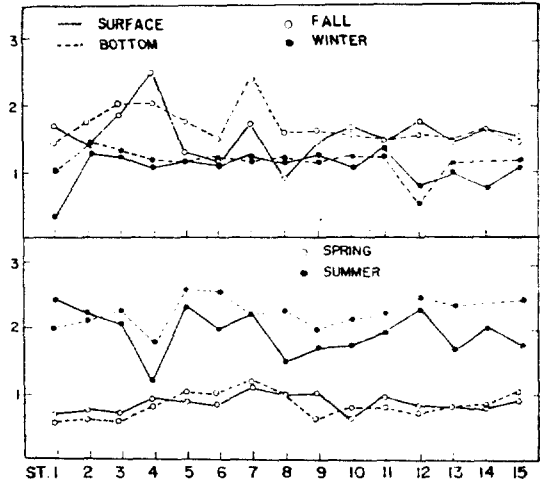


Fig. 4. Spatial variations of phytoplankton species diversity.

온, 그리고 동물 플랑크톤의 攝食壓力 等인 것으로 思料된다.

4. 植物 플랑크톤 群集의 種 多樣性 指數

光陽灣 식물 플랑크톤 群集의 種 多樣性 指數는 0.37~2.60의 범위로 계절별, 정점별, 分布는 Fig. 4와 같다. 전체적으로 보아 種 多樣性 指數가 낮게 나타나는 데 이는 우점종의 전체 현존량에 대한 비율이 높기 때문이다. 種 多樣性 지

Table 6. Nanoplankton fraction(%) of total cell concentration.

Station	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.
1	14.8	18.1	17.8	1.0	4.4	2.5	5.2	20.5
2	21.7	18.7	34.8	9.2	2.8	6.4	43.7	38.8
3	20.2	17.1	19.4	32.4	17.0	37.9	28.5	53.4
4	26.0	23.1	20.3	18.1	27.8	14.8	68.8	62.8
5	31.7	31.6	28.0	8.4	2.3	10.1	39.8	64.3
6	27.1	27.4	39.8	40.6	2.3	2.6	40.5	28.0
7	54.1	58.4	31.4	36.9	38.4	23.3	68.6	70.4
8	42.4	38.4	76.3	39.0	4.3	4.5	76.1	68.9
9	36.0	14.5	56.7	35.5	11.8	19.5	73.7	48.3
10	10.6	28.2	67.8	55.6	15.3	10.2	36.1	49.7
11	36.0	24.0	67.8	23.8	9.4	8.8	65.3	55.9
12	15.9	12.9	38.0	28.8	13.8	7.3	14.3	7.1
13	15.5	18.4	58.7	34.4	8.4	12.4	33.1	27.7
14	12.5	20.8	55.0	—	7.6	7.7	12.1	—
15	31.1	20.2	54.7	27.4	10.7	7.3	31.1	45.1
average	26.6	24.8	44.4	29.9	11.8	11.6	42.5	45.8

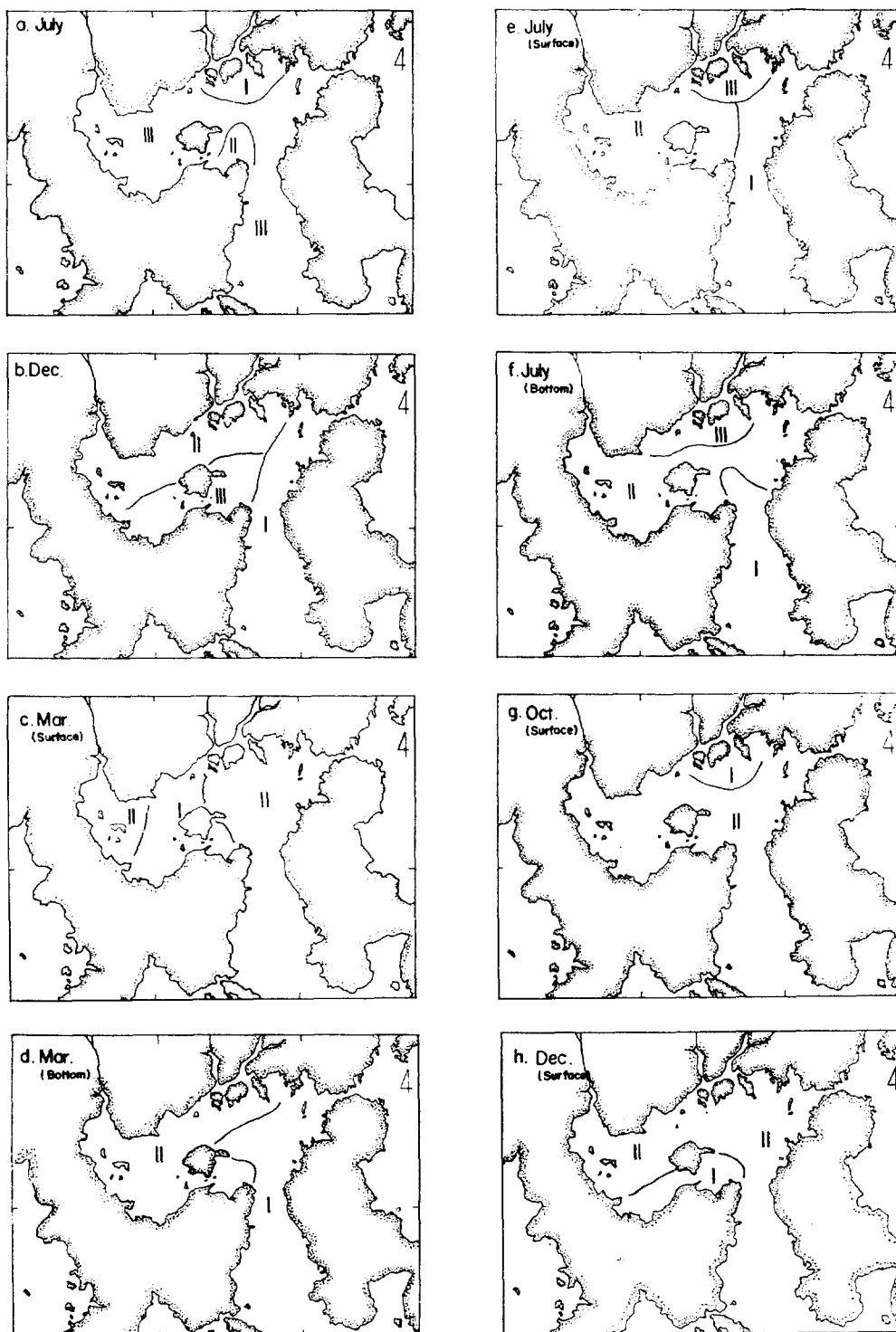


Fig. 5. Division of Kwangyang Bay by cluster analysis based on qualitative(a, b) and quantitative data (c, d, e, f, g, h) of phytoplankton.



수의 계절별 평균은春季에 0.86, 夏季 2.08, 秋季 1.62 冬季에 1.15로春季에 가장 낮고夏季에 높았다.春季에 낮은 것은 현존량이 큰 데 反하여 출현종수가 적기 때문이며夏季의 경우에는春季와 달리 현존량은 적은 데 출현종수가 많아 종 다양성 지수가 높게 나타났다.

#### 5. 植物 플랑크톤의 Size-fraction

本 研究에서는 2~20 $\mu\text{m}$ 의 플랑크톤을 nanoplankton으로 20 $\mu\text{m}$  이상을 netplankton으로 大別하여 總 出現 細胞數에서 nanoplankton이 차지하는 비율을 Table 4에 나타내었다. nanoplankton의 전체 출현 세포수에 대한 年 平均 비율은 36.5%이었다. 또한 계절별 平均 비율은春季에 25.7%, 夏季 36.5%, 秋季 11.7%, 冬季 44.1%로 冬季에 가장 높았다. 이는 光陽灣 일차생산과 먹이망에서 nanoplankton이 중요한 위치를 占하고 있음을 보여준다.春季와 秋季보다 冬季·夏季에 nanoplankton의 비율이 높은 것은 크기와 세포의 부피가 적은 종류가 큰 종류보다 環境 變化에 적응하는 능력이 크기 때문인 것으로 思料된다(Jeffris, 1977; Raymont, 1980). nanoplankton을 構成하는 種은 주로 7~14 $\mu\text{m}$ 의 *Chroomonas* sp.이었는데 量的으로 90% 이상 占유하였다. 또한 naviculoid diatoms과 2~5 $\mu\text{m}$ 의 둥글고 2개의 鰓毛를 가진 monoid form 등도 出現하나 量的으로 重要하지 않다. *Chroomonas* sp.는 秋季의 몇 定點을 제외하고는 年中 우점종으로 나타나는 데 이는 Cryptophyceae에 속하는 microflagellates가 年中 優占했다는 Ago Bay에서의 결과(Tanaka et al., 1983)와 유사하였다. 또한 Shim(1980)은 駕莫洋灣에서 鹽분이 낮고 流速이 느리며 수온이 높은 定點에서 상당한 量의 *Chroomonas* sp.가 出現하였다고 報告한 바 있으며 Shim and Park(1984)은 濟州島 부근 海域에서 夏季 우점종으로, Yoo(1982)는 群山 沿岸海域에서 秋季 우점종으로 報告하였다. Shim(1983), Shim and Lee(1983)은 大韓海峽의 식물 플랑크톤 群集에서 Cryptophyceae에 속하는 microflagellates가 중요한 位置를 占하고 있다고 하였다. 따라서 nanoplankton의 주요 構成種인 Cryptophyceae에 속하는 microflagellates에 대한 상세한 研究가 要 望된다.

#### 6. 植物 플랑크톤의 空間分布

植物 플랑크톤의 定性 및 定量資料로서 定點 間의 類似도를 Jaccard指數로 구하고 이것을 Cluster分析 處理한 結果로 본 phytohydrographic region은 Fig. 5와 같다.

定量資料에 의한 Clustering 結果는 定性의 경우와 달리 계절에 따라 植物 플랑크톤 相으로 본 海域의 구분이 相異함을 보여 주는데 이는 群集의 種組成보다 生産量의 分布가 環境變化에 더욱 민감함을 意味한다(Margalef, 1967).

##### 1) 定性資料에 의한 Cluster 分析 結果

春季와 秋季에는 全 調査 海域의 類似도가 높아 지역적인 구분이 나타나지 않았다. 이는 群集의 種組成이 비교적 均일한 樣相임을 뜻한다. 그러나 夏季와 冬季는 각각 3개 水域으로 나눌 수 있다.

夏季: 鎭津江 河口인 I 水域, 猫島 右側에서 三日港까지인 II 水域, 그리고 나머지 水域인 III 水域으로 구분된다(Fig. 5a). I 水域은 淡水의 流入이 他계절에 비해 크게 증가되었으며 主要 構成種은 *Gyrosigma balticum*, *Nitzschia longissima* var. *reversa*, *Paralia sulcata*, *Melosira granulata* var. *angustissima* 등의 內灣, 汽水種 및 *Cymbella* sp. *Surirella* sp. 등의 淡水種이다. II 水域은 *Protogonyaulax fratercula*, *Protoperidinium hirobis*, *Lauderia annulata*, *Thalassiosira rotula*, *Oxytoxum* sp. 등의 外洋, 暖水種이 特徵적인 種이고 III 水域은 대부분의 海域을 占有하면서 다양한 種組成을 이루는데 특히 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros debilis*, *Chroomonas* sp. 등이 主要 種이다.

冬季: 鹽분이 높고 外洋과 직접되는 정점 1, 2, 3, 4의 I 水域과 淡水의 流入으로 鹽분이 다소 낮은 定點 7, 8, 9, 10, 11을 포함하는 II 水域, 그리고 公傭단지부근의 III 水域으로 나뉜다(Fig. 5 b). I 水域은 外洋種인 *Chaetoceros affinis* var. *willei*와 冷水種인 *Chaetoceros densus*, *C. decipiens*, *Thalassiosira hyalina*, 그리고 *Asterionella glacialis*, *Chaetoceros constrictus*, *Guinardia flaccida*, *Stephanopyxis palmeriana*, *S. turris*, *Thalassionema nitzschioides*, *Ceratium furca* 등 沿岸, 內灣種의 會合으로 특징을 이룬다. II 水域의 主要

種은汽水種인 *Nitzschia vermicularis*, *Pleurosigma angulatum*, *P. clevei*, *Gyrosigma strigilis*, *Hyalodiscus stellier* 등이며 Ⅲ水域은 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros didymus* 등의 內灣種이 主要種이다.

2) 定量資料에 의한 Cluster分析 結果

春季: 表層의 경우 Fig. 5c에서 보는 바와 같이 I, II水域으로 나눌 수 있는데 I水域은 암모니아態 질소의 농도가 비교적 높은 공업단지 주변水域으로 *Rhizosolenia delicatula*가 대발생하여 현존량이 높다. 主要種은 *Asterionella glacialis*, *Eucampia zodiacus*, *Nitzschia delicatissima*, *N. seriata* 등이다. II水域은 現存量에 있어 I水域보다 낮고 主要種이 *Guinardia flaccida*, *Paralia sulcata*, *Navicula salinarum*, *Cylindrotheca closterium* 등으로 그 構成에 차이가 있다. 底層의 경우에도 2개水域으로 구분되어(Fig. 5d) 정점 1, 2, 3, 4, 5, 6을 포함하는 I水域과 그 외의 定點들의 II水域이 주로 우점종인 *Rhizosolenia delicatula*와 *Chroomonas* sp.의 現存量 차이에 의해 나뉘는데 이는 底層의 암모니아態 질소의 分布와 관계가 깊은 것으로 나타나며 II水域의 현존량이 I水域보다 높다.

夏季: 표층은 Fig. 5e에서와 같이 灣 右側水域인 I水域, 河口的 III水域, 나머지 전역의 II水域으로 구분된다. III水域은 鹽分이 매우 낮은(16%) 環境인데 주로汽水種으로 構成되어 있으며 現存量이 I, II水域보다 높다. I과 II水域은 現存量에 있어서의 차이보다는 種構成의 差異로 구분된다. 저층도 역시 3개水域으로 나눌 수 있는데(Fig. 5f) 표층과는 달리 I水域은 정점 1, 2, 5로 이어져 썩기모양으로 猫島 北部水道를 따라 들어가는 경향을 보이며 定點 3, 4는 表層의 II水域과 이어져 II水域을 형성하고 III水域은 定點 9까지 擴大된다. I水域은 外洋種을 주로 하여 일부 內灣種을 포함하는 반면 II水域은 대부분 內灣種으로 構成되었고 *Chroomonas* sp.가 많이 出現한다. III水域은 鹽分이 낮고汽水種이 主要種으로 他水域과 구분된다.

秋季: 表層과 底層이 共に 전 海域에 걸쳐 유사한데 Fig. 5g와 같이 표층의 경우 2개水域으로 나뉜다. I水域은 *Nitzschia longissima* var.

*reversa*, *Pleurosigma aestuarii* 등汽水種이 主要種으로 II水域과 種構成의 차이가 난다.

冬季: 표층의 경우 역시 2개水域으로 나눌 수 있으나 秋季와는 전혀 다른 양상을 나타낸다(Fig. 5h). 즉 정점 13, 14, 15를 포함하는 I水域과 나머지 全 海域의 II水域으로 나뉜다. I水域은 공업단지 부근으로 전반적인 現存量이 II水域보다 낮으며 主要種이 *Chaetoceros lorenzianus*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Thalassiosira rotula* 등으로 *Chaetoceros debilis*, *Rhizosolenia delicatula*, *Eutreptiella marina* 등이 主要種인 II水域과 種構成에 차이가 있다.

이 Phytohydrographic region은 海水 流動 및 海水의 物理 化學的 特性에 의해 구분되는데 光陽灣은 干滿의 差가 크고 海水의 流動이 甚한 海域이기 때문에 식물 플랑크톤분포양상이 時間에 따라 크게 변한다. 그러므로 1회정도의 관측으로는 한 계절을 대표하기는 어렵다(Shim & Yang, 1982). 따라서 本 研究에서 究明된 水域의 구분은 단지 調査 당시의 特性을 보여주는 것이다. 그러나 水域의 구분을 종합하여 推論하면 光陽灣은 대체로 淡水 流入이 많은 蟾津江 河口域과 外洋水의 영향이 적은 灣 左側域 그리고 外洋水의 영향이 큰 灣 右側域 등 3개의 水域으로 구분할 수 있으며 공단에서 유입되는 工場廢水도 植物 플랑크톤의 分布에 影響을 미치고 있는 것으로 思料된다.

參 考 文 獻

Anon, 1973. International Oceanographic Tables. Vol. 2, National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO. ISBN 92-3-001044-8.  
 방극순, 1967. 한산만에 있어서 Microplankton의 양 및 조성에 대한 조사. 국립수산진흥원연구보고 1:119-130.  
 Brunel, J., 1970. Le phytoplankton de la baie des Chaleurs. Les presses de l'Université de Montréal. 365pp.  
 Buther, R.W., 1967. An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal waters. Part IV. Cryptophyceae. London; Her Majesty's Stationary Office. 54pp.  
 Campbell, P.H., 1973. Studies on Brackish water Ph-

- toplankton. Sea Grant Publication, North California. 407pp.
- Choe, S., 1966. Phytoplankton Studies in Korean Waters 1. J. Oceanol. Soc. Kor. 1(1-2): 14-21.
- 崔貞信, 1969. 수영만에 있어서의 규조류의 계절적인 양 및 조성 변화. 한국수산학회지 2(1-2):16-24.
- 崔貞信, 1970. 가을철 남서해안 규조류의 양과 조성. 여수수전논문집. 4(2):9-17.
- 주홍규 · 서화중, 1975. 섬진강하류 기수구역 수질의 이화학적 조사. 한국육수학회지 8(1-2):7-12.
- Cupp, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. of the Scripps Inst. of Oceanogr. 5(1):1-237.
- Hustedt, F., 1927~66. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora Leipzig, Akad. Verlag Vol.7: teil 1, 1-920 (1927~30): Teil 2, 1-845 (1931~59): teil 3, 1-816 (1961~66).
- Jeffries, H.P., 1977. Plankton Resources. In: Coastal ecosystem Management (J.R. Clack ed.). A Wiley-Interscience Pub. 677-687.
- Kim, Y.S., 1984. An Ecological study on the zooplankton community in Kwang Yang Bay, Korea. Thesis. M.S. Dept. Oceanography SNU, 76pp.
- Lee, M.J., J.H. Shim, and C.K. Kim, 1967. Studies on the plankton of the Neighboring Seas of Korea. Rep. Inst. Mar. Biol. SNU 1(6):1-14.
- 李光雨, 南基樹, 許亨澤 等. 1981. 鎮海灣의 赤潮 및 汚染모니터링시스템 開發을 위한 研究. 海洋開發研究所 報告書. BSPE: 00031-56-7., 189-235.
- Margalef, R., 1967. Some concepts relative to the organization of plankton. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 5:257-289.
- Min, B.S., 1977. Differentiation of Some Environmental Factors and planktonic Communities of the two areas divided by the Break water between Yeungdo and Jodo, Busan. Bull. Korean Fish. Soc. 10(4):243-258.
- Parsons, T.R., M. Takahashi, and B. Hargrave., 1977. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press. 332pp.
- 노재식 · 이영복, 1975. 광양만 및 그 주위의 자연환경. 과학기술처 (STF-74-6):27-35.
- Raymont, J.E.G., 1980. Plankton and Productivity in the Oceans. 2nd ed. Vol.1 phytoplankton. Pergamon Press. 489pp.
- Shim, J.H., 1980. Biological Oceanography of the Gamagyang Bay-the Yeoja Bay water system (I). J. Oceanol. Soc. Kor. 15(2):89-99.
- Shim, J.H., 1983. A Biological Oceanographic study on the Southern waters of Korea Eastern Sea. Shim et al. 1983. Rep. Res. Inst. Basic Sci., SNU. 101-143.
- Shim, J.H. and W.H. Lee, 1983. Plankton study in the southeastern sea of Korea(I): phytoplankton distribution in September, 1981. J. Oceanol. Soc. Kor. 18(2):91-103.
- Shim, J.H. and Y.C. Park, 1984. Community Structure and spatial distribution of phytoplankton in the southwestern sea of Korea, in early summer. J. Oceanol. Soc. Kor. 19(1):68-81.
- Shim, J.H. and J.S. Yang, 1982. The community Structure and Distribution of phytoplankton of the Keum River estuary. J. Oceanol. Soc. Kor. 17:1-11.
- Strickland, J.D.H., R.W. Eppley, and B. Rojas de Mondiola, 1969. Phytoplankton populations, nutrients and photosynthesis in Peruvian Coastal Waters. Biol. Inst. del Mar del Peru. 2:1-45.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. 167, Fish. Res. Board Canada, 311pp.
- Tanaka, N., M. Sugiyama, and K. Ohwada. 1983. Ecological studies of phytoplankton in Ago Bay with Special Reference to the Relation between Growth and Salinity. Bull. plankton Sod. of Japan 30(1):1-10.
- Yamaji, I. 1966. Illusion of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd. 369pp.
- 梁漢春, 1977. 봄철 여수연안 규조류의 양과 조성. 여수수전논문집. 11:71-81.
- 梁漢春, 1978. 봄철 여수연안의 식물 플랑크톤 색소량 분포. 여수수전논문집 12:82-88.
- 梁漢春 · 金容煥, 1981. 광양만 부유생물의 조성 및 양의 계절적 변화. 여수수전논문집 15:35-45.
- 유광일 · 홍순우 · 하영철 · 이정호, 1975. 플랑크톤 및 기초생산력 조사 연구. 호남정유 공장을 중심으로한 광양만 일대의 수질, 해상 및 생태학적 조사. 과학기술처 (STF-74-6):120-135.

Yoo, S.J., 1982. Phytoplankton community off the coast of Kusan. Thesis. M.S. Dept. Oceanography, SNU. 50pp.

APPENDIX.

Classification of phytoplankton species occurred from Kwangyang Bay, 1982.

PHYLUM CHRYSOPHYTA

CLASS BACILLARIOPHYCEAE

Order Centrales

Suborder Coscinodiscineae

Family Melosiraceae Kützing

*Corethron criophilum* CASTRACANE

*Hyalodiscus stelliger* BAILEY

*Leptocylindrus danicus* CLEVE

*Melosiragranulata* var. *angustissima* O.F. MÜLLER

*Melosira hyperbera* GRUNOW

*Melosira moniliformis* (O.F. MÜLLER) AGARDH

*Melosira nummuloides* A. AGARDH

*Paralia sulcata* (EHR.) CLEVE

*Schröderella delicatula* (PERAGALLO) PAVILLARD

*Stephanopyxis palmeriana* (GREVILLE) GRUNOW

*Stephanopyxis turris* (GREVILLE & ARNOT)

RALFS

Family Thalassiosiraceae Lebour, emend Hasle

*Lauderia annulata* GRAN (= *L. borealis*)

*Skeletonema costatum* (GREV.) CLEVE

*Thalassiosira baltica* (GRUNOW) OSTENFELD

*Thalassiosira condensata* CLEVE

*Thalassiosira eccentrica* (EHR.) CLEVE (= *coscinodiscus eccentrica*)

*Thalassiosira hyalina* GRUNOW

*Thalassiosira leptopus* (EHR.) FRYXELL and HASLE (= *coscinodiscus lineatus*)

*Thalassiosira rotula* MÜLLER

Family Coscinodiscaceae Kützing

*Coscinodiscus asteromphalus* EHRENBERG

*Coscinodiscus centralis* EHRENBERG

*Coscinodiscus centralis* var. *pacifica* GRAN & ANGST

*Coscinodiscus concinniformis* SIMONSEN ((= *C. concinnus*))

*Coscinodiscus debilis* GROVE

*Coscinodiscus gigas* EHRENBERG

*Coscinodiscus granii* GOUGH

*Coscinodiscus janischii* A SCHMIDT

*Coscinodiscus jonesianus* (GREV.) OSTENFELD

*Coscinodiscus jonesianus* var. *commutatus*

(GRUNOW) HUSTEDT (= *C. commutatus*)

*Coscinodiscus normanii* GREGORY

*Coscinodiscus oculus-iridis* EHRENBERG

*Coscinodiscus oculus-iridis* var. *borealis* (BAIL.) CLEVE

*Coscinodiscus perforatus* EHRENBERG

*Coscinodiscus radiatus* EFRENBERG

*Coscinodiscus stellaris* ROPER

*Coscinodiscus tabularis* GRUNOW

*Coscinodiscus* sp.

Family Hemidiscaceae Hendy, emend Simonsen

*Actinocyclus octonarius* EHRENBERG (= *A. ehrenbergii*)

Family Heliopeltaceae H.L. Smith

*Actinoptychus senarius* EHRENBERG

Suborder Rhizosoleniineae

Family Rhizosoleniaceae Petit

*Guinardia flaccida* (CASTR.) H. PERAGALLO

*Rhizosolenia alata* BRIGHTWELL

*Rhizosolenia alata* var. *indica* (PERAG.) OSTENFELD

*Rhizosolenia bergonii* H. PERAGALLO

*Rhizosolenia calcar-avis* M. SCHULTZE

*Rhizosolenia delicatula* CLEVE

*Rhizosolenia hebetata* form. *semispina* (HENSEN) GRAN

*Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* CLEVE

*Rhizosolenia pungens* CLEVE

*Rhizosolenia robusta* NORMAN

*Rhizosolenia setigera* BRIGHTWELL

*Rhizosolenia stolterforthii* H. PERAGALLO

Family Chaetocerae H.L. Smith

*Bacteriastrum comosum* PAVILLARD

*Bacteriastrum delicatulum* CLEVE

*Bacteriastrum hyalinum* LAUDER

*Bacteriastrum varians* LAUDER

- Chaetoceros affinis* LAUDER  
*Chaetoceros affinis* var. *willei* (GRAN) HUSTEDT  
*Chaetoceros borealis* BAILEY  
*Chaetoceros brevis* SCHÜTT  
*Chaetoceros coarctatus* LAUDER  
*Chaetoceros compressus* LAUDER  
*Chaetoceros concavicornis* MANGIN  
*Chaetoceros constrictus* GRAN  
*Chaetoceros costatus* PAVILLARD  
*Chaetoceros curvisetus* CLEVE  
*Chaetoceros danicus* CLEVE  
*Chaetoceros debilis* CLEVE  
*Chaetoceros decipiens* CLEVE  
*Chaetoceros densus* CLEVE  
*Chaetoceros denticulatum* LAUDER  
*Chaetoceros didymus* EHRENBERG  
*Chaetoceros didymus* var. *protuberans* LAUDER  
*Chaetoceros difficilis* CLEVE  
*Chaetoceros laciniosus* SCHÜTT  
*Chaetoceros lauderi* RALFS  
*Chaetoceros lorenzianus* GRUNOW  
*Chaetoceros pseudocrinitus* OSTENFELD  
*Chaetoceros pseudocurvisetus* MANGIN  
*Chaetoceros radicans* SCHÜTT  
*Chaetoceros rostratus* LAUDER  
*Chaetoceros socialis* LAUDER  
*Chaetoceros teres* CLEVE  
*Chaetoceros tertissimus* GRAN  
*Chaetoceros vanheuckii* GRAN  
*Chaetoceros wighamii* BRIGHTWELL
- Family Biddulphiaceae Kützing
- Subfamily Hemiauloideae Jousé, Kieselev & Poretskii
- Cerataulina bergonii* H. PERAGALLO  
*Eucampia zodiacus* EHRENBERG  
*Hemiaulus membranaceus* CLEVE  
*Hemiaulus sinensis* GREVILLE
- Subfamily Biddulphioideae SCHÜTT
- Biddulphia pulchella* GRAY
- Biddulphia turgidus* EHRENBERG
- Family Lithodesmiaceae H. & M. Pergallo
- Ditylum brightwellii* (WEST.) GRUNOW  
*Streptotheca tamesis* SCHRUBSOLE
- Family Eupodiscaceae
- Subfamily Eupodiscoideae
- Odontella mobiliensis* (BAILEY) GRUNOW  
*Odontella sinensis* (GREV.) GRUNOW
- Order Pennales
- Suborder Araphidineae
- Family Diatomaceae Dumortier
- Asterionella glacialis* CASTRACANE  
*Fragilaria oceanica* CLEVE  
*Fragilaria* sp.  
*Grammatophora marina* (LYNGBYE) KÜTZING  
*Grammatophora Oceanica* GRUNOW  
*Grammatophora* sp.  
*Licmophora* sp.  
*Rhabdonema adriaticus* KÜTZING  
*Synedra acus* KÜTZING  
*Synedra kamtschatica* GRUNOW  
*Synedra* sp.  
*Tabellaria fenestrata* (LYNGBYE) KÜTZING  
*Thalassionema nitzschioides* HUSTEDT  
*Thalassiothrix frauenfeldii* GRUNOW
- Suborder Raphidineae
- Family Achnantheceae Kützing
- Achnanthes oblique* (GREG.) HUSTEDT  
*Cocconeis* sp.
- Family Naviculaceae Kützing
- Amphiprora alata* (EHR.) KÜTZING  
*Amphiprora angustata* HENDY  
*Amphiprora gigantea* (O'MEARA) CLEVE  
*Amphiprora paludosa* W. SMITH  
*Amphiprora* sp.  
*Amphora* sp.  
*Cymbella* sp.  
*Diploneis* sp.  
*Gyrosigma balticum* (EHR.) CLEVE  
*Gyrosigma strigilis* (W. SMITH) CLEVE  
*Gyrosigma tenuirostris* (GRUNOW) CLEVE  
*Navicula cancellata* DONK  
*Navicula directa* var. *longa* (GREG.) RALFS  
*Navicula rodiosa* CLEVE  
*Navicula salinarum* GRUNOW  
*Navicula schmidtii* KÜTZING  
*Pleurosigma aestuarii* W. SMITH  
*Pleurosigma angulatum* (QUEK.) W. SMITH  
*Pleurosigma clevei* GRUNOW  
*Pleurosigma compactum* GREVILLE  
*Pleurosigma faciola* (EHR.) W. SMITH

- Pleurosigma formosum* W. SMITH  
*Pleurosigma intermedium* W. SMITH  
*Pleurosigma naviculaceum* DE BREBISSE  
*Pleurosigma normanii* RALFS (=P. affine)  
*Pleurosigma rigidum* W. SMITH  
*Pleurosigma strigosum* W. SMITH  
*Stauroneis membranaca* (CLEVE) HUSTEDT  
*Tropidoneis antarctica* var. *polylasta* GRAN & ANGST  
 Family Nitzschiaceae Kützing  
*Bacillaria paxillifer* (O. MÜLLER) HENDY  
*Cylindrotheca closterium* (EHR.) REIMANN & LEWIN  
*Nitzschia delicatissima* CLEVE  
*Nitzschia laevis* GRUNOW  
*Nitzschia longissima* (BREB.) RALFS  
*Nitzschia longissima* var. *reversa* W. SMITH  
*Nitzschia pacifica* CUPP  
*Nitzschia pungens* GRUNOW  
*Nitzschia seriata* CLEVE  
*Nitzschia sigma* (KÜTZING) W. SMITH  
*Nitzschia sigma* var. *intercedens* GRUNOW  
*Nitzschia sigma* var. *intermedia* W. SMITH  
*Nitzschia vermicularis* (KÜTZING) GRUNOW  
 Family Surirellaceae Kützing  
*Campylodiscus biscostatus* W. SMITH  
*Campylodiscus libernicus* EHRENBERG  
*Campylodiscus undulatus* A. SCHMIDT  
 CLASS CHRYSOPHYCEAE  
 Order Ebriales  
 Family Ebriaeae  
*Ebria tripartita* var. *simplex* SCHULTZE  
 Order Dictyochales  
 Family Dictyochaceae  
*Dictyocha fibula* EHRENBERG  
*Distephanus speculum* (EHR.) HAECKEL  
 PHYLUM DINOPHYTA  
 CLASS DINOPHYCEAE  
 Order Prorocentrales  
 Family Prorocentraceae  
*Prorocentrum micans* EHRENBERG  
*Prorocentrum lima*(EHR.)DODGE (= *Exuviella marina*)  
 Order Dinophysiales  
 Family Dinophysiaceae  
*Dinophysys caudata* SAVILLE-KENT  
 Family Ornithoceraceae  
*Ornithoceros* sp.  
 Order Gymnodiales  
 Family Gymnodiniaceae  
*Gyrodinium spirale* (BERGH) KOF. & SWEZY  
 Order Peridinales  
 Family Pyrophacaceae  
*Pyrophacus horologium* STEIN  
 Family Peridiniaceae  
*Protoperidinium brockii* (KOF & SWEZY) BALECH  
*Protoperidinium cerasus* (PAUSEN) BALECH  
*Protoperidinium conicoides* (PAUSEN) BALECH  
*Protoperidinium conicum* (GRAN) BALECH  
*Protoperidinium depressum* (BAILEY) BAILECH  
*Protoperidinium diabolium* (CLEVE) BAILECH  
*Protoperidinium granii* (OSTENFELD) BALECH  
*Protoperidinium hirobis* ABÉ  
*Protoperidinium leonis* (PARV.) BALECH  
*Protoperidinium murrayi* KOF  
*Protoperidinium oceanicum* (VANHÖFFEN) BALECH  
*Protoperidinium ovatum* (POUCHET) SCHILLER  
*Protoperidinium pallidum* OSTENFELD  
*Protoperidinium pellucidum* (BERGH) SCHÜTT  
*Protoperidinium pentagonium* GRAN  
*Protoperidinium pentagonium* var. *latissimum* ABÉ  
 Family Gonyaulacaceae  
*Gonyaulax monacantha* PARVILLARD  
*Gonyaulax polygramma* STEIN  
*Gonyaulax spinifera* (CLEP. & LACHM.) DIESING  
*Gonyaulax* sp.  
*Protogonyaulax fratercula*(BALECH) TAYLOR  
 Family Ceratiaceae  
*Ceratium breve* (STENFELD & SCHMIDT) SCHRÖDER  
*Ceratium deflexum* (KOF) JÖRGENSEN  
*Ceratium furca* (EHR.) CLAPAREDE & LACHMAN

*Ceratium fusus* (EHR.) DUJARDIN  
*Ceratium gibberum* GOURRET  
*Ceratium karstenii* PAVILLARD  
*Ceratium kofoidii* JÖRGENSEN  
*Ceratium lineatum* (EHR.) CLEVE  
*Ceratium longipes* (BAILEY) GRAN  
*Ceratium macroceros* (EHR.) CLEVE  
*Ceratium massiliens* JÖRGENSEN  
*Ceratium pavillardii* (EHR.) KOFOID  
*Ceratium trichoceros* KOFOID  
*Ceratium tripos* (O.F. MÜLLER) NITZSCH  
*Ceratium vultur* CLEVE  
 Family Oxytoxaceae  
*Oxytoxum* sp.

PHYLUM EUGLENOPHYTA

CLASS EUGLENOPHYCEAE

Order Eutreptiales

Family Eutreptiaceae

*Eutreptiella marina* DA CUNHA

PHYLUM CYANOPHYTA

CLASS CYANOPHYCEAE

Order Nostocales

Family Oscillatoriaceae

*Oscillatoria limosa* C.A. AGARDH

Family Nostocaceae

*Anabaena* sp.

PHYLUM CHLOROPHYTA

CLASS CHLOROPHYCEAE

Order Zygenematales

Family Zygenemataceae

*Spirogyra* sp.

Order Chlorococcales

Family Scenedesmadeae

*Scenedesmus abundance* (KIRCHNER) CHODAT

PHYLUM CRYPTOPHYTA

CLASS CRYPTOPHYCEAE

Order Cryptomonadales

Family Cryptomonadaceae

*Chroomonas* sp.