

韓國海域의 植物플랑크톤의 研究. I.

1965年 夏季의 韓國海峽 表層水의 植物플랑크톤의 量과 分布

崔 相

原子力研究所·生物研究室

PHYTOPLANKTON STUDIES IN KOREAN WATERS. I.
PHYTOPLANKTON SURVEY OF THE SURFACE IN THE KOREA
STRAIT IN SUMMER OF 1965

*Sang Choe**

ABSTRACT

A phytoplankton study in the Korean waters has been commenced from 1964 as parts of the primary production studies in the Korean waters and the cruise for the cooperative studies of the Kuroshio from 1965 to 1968. Samples are taken by dipping 300-500 ml of sea water from the surface, and then fixed by adding neutralized formalin. The phytoplankton identification and cell counts are made on samples carefully after concentrated by decanting and centrifuging in the laboratory.

This report deals with the surface phytoplankton obtained during the period of August 14-27, 1965 at twenty-three stations in the Korea Strait.

Fifty-nine species in seventeen genera of diatoms are detected from the samples collected at the stations. Among them seven species in five genera are considered to be purely neritic or cold water species and eight species in four genera are oceanic species of the Kuroshio.

The highest phytoplankton standing crops are found in the sea area neighboring coastal waters of southern Korea, and the species distribution shows anomalies in normally oceanic species being confined to neritic waters.

There are distinct genera compositions of eastern, western and intermediate sea areas in the Korea Strait.

序 論

우리 나라의 西, 南, 東海 즉 黃海, 韓國海峽 및 日本海는 각자가 特異한 海洋學的 構造를 지니고 있다.

西海는 全般的으로 80 m以淺의 淺海를 構成하여 大陸系 河川水를 豊富하게 供給을 받아, 季節風이 甚한 秋, 冬季에는 特히 浮泥質의 發達이

顯著하고, 이곳의 海洋水는 大陸의 氣候의 影響을 많이 받고 있는 것이 特徵이다. 한편 一部分의 黃海水는 黃海南部, 東支那海에서 移流에 의해 黑潮와 混合되어 對馬暖流를 形成하여 韓國海峽을 거쳐 日本海로 流入한다.

韓國海峽은 227 m의 最大水深部를 갖는 V字形 海谷을 이루고 對馬暖流의 主要通路의 役割을 하며, 冬季에는 日本海로 부터 底層冷水帶가 이곳

* Atomic Energy Research Institute
Seoul, Korea

의 東北端一帶까지 뻗어나오게 된다.

日本海는 最大水深이 4,000 m에나 達하는 深海를 이루고 있으며 恒常對馬暖流의 注入을 받으면서 季節的으로 複雜한 水塊을 形成하게 되며, 우리 나라 北部沿岸에는 北韓寒流가 形成하게 된다.

이와 같이 西, 南, 東海의 各海域水는 總體的으로 東支那海 東部緣邊部를 北上하는 黑潮勢力에 依據하여 季節的으로 規則있는 變動을 이루고 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 特異한 海洋學의 構造에 依據하는 이 海域들에서의 漁業도 各己 特異한 모습을 보여주고 있으며, 이 海域의 海洋學的 構造는 지금부터 우리의 손으로 한층 더 詳細하게 追求되어야 할 것이다.

海域의 플랑크톤類의 組成 및 量的의 分布에 關한 研究는 海洋學的 觀點에서만 아니라 漁業面에서도 極히 重要한 일이라고 하겠다. 지금까지 우리 나라 周邊海域의 플랑크톤類의 研究는 極히 不振한 狀態에 있었다. 如上과 같은 複雜한 海洋構造를 지니고 있는 黃海, 韓國海峽, 日本海의 플랑크톤相도 複雜한 樣相을 지니고 있는 것이 豫想되며, 이것들의 季節的消長을 正確하게 把握하고자 하는 것이 이 研究의 主要目的이라 하겠다. 이것은 또한 이 海域에 있어서의 生態系를 究明 하는데 또 沿·近海漁業 및 養·增殖漁業에도 直接的인 도움이 될 것이 期待된다.

우리 나라의 沿岸水域의 플랑크톤相에 關해서는 1930~33년에 日本學術會議의 事業으로서 小久保가 主管한 日本 全沿岸을 網羅한 16定點의 調査에서 釜山과 木浦의 2地點이 選定되어 表面採水法에 의한 植物플랑크톤에 關한 詳細한 研究가 알려져 있고 (小久保·鈴木, 1938, 1940), 黃海, 韓國海峽, 日本海의 플랑크톤相에 關해서는 日本의 觀測調査船들에 의한 斷片的인 資料가 相川(1934, 1936)에 의해 報告된 것이 있다. 그후 倉茂(1934, 1944)는 바지락 漁場의 植物플랑크톤을 究明하는 目的으로 1937~1941年의 5個年間, 1942~1943년에 걸쳐 釜山의 多大浦와 忠南 大也島의 植物플랑크톤에 關해서 詳細한 定量的 研究를 하였다. 그러나 우리 沿岸과 그 接續海域全域에 걸친 系統的이고 總括的인 플랑

크톤相에 關한 調査와 研究는 아직 成就 못하고 있다.

筆者는 1965年 夏季부터 시작된 Kuroshio 國際合同調査에 의한 1965年夏季의 韓國海峽 表層水의 植物플랑크톤을 調査하는 機會가 있어 그 結果에 關해서 報告한다. 本文에 앞서 調査材料를 提供해준 交通部 水路局 海洋課의 李錫祐課長과 同課職員諸位에 深甚한 謝意를 表하며, 또 이 論文을 發表할 機會를 가려준 UNESCO 韓國委員會의 趙民夏事務總長, 元昶勳企劃部長 및 企劃部職員諸位에게도 깊은 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

植物플랑크톤의 材料는 1965年 8月 14日부터 同月 27日에 걸쳐 交通部 水路局 觀測船 第1水路號 (240 ton)에 의해 韓國海峽의 32觀測點中의 23定點에서(第1圖參照) 300 ml의 表層水를 採水法으로 採水한 것이며, 이것을 15 ml로 濃縮하여

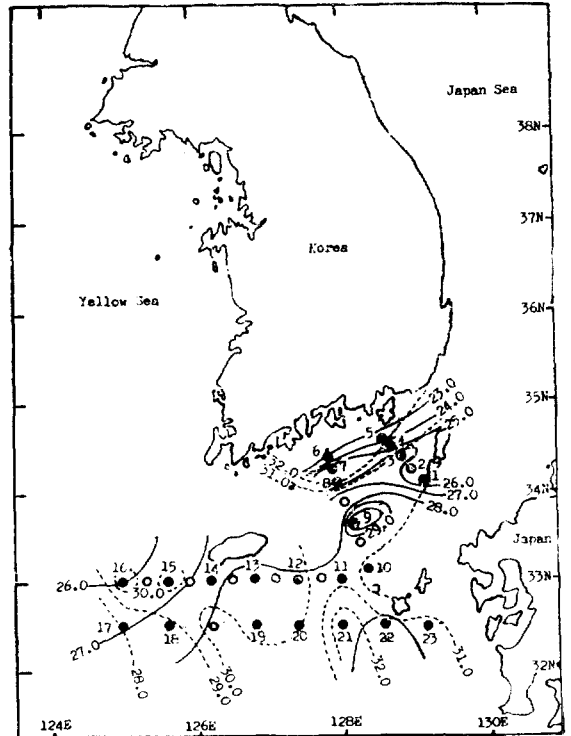


Figure 1. Phytoplankton sampling stations (St. 1-23, closed circles), the surface water temperature (C, full line) and the surface salinity (‰, dotted line) for August 14-27, 1965.

1 ml 씩 2~3회 計數하여 植物플랑크톤의 種類와 數量을 定量하였다.

計數는 모든 種類에 있어서 細胞單位로 計數하고 이것을 海水 1l 당의 個體數를 表示하였다. 또 各定點에서는 硅藻의 出現組成은 나타난 全硅藻細胞數에 對한 各屬의 百分率로 나타내, 이것을 出現率로 하였다. 植物플랑크톤의 檢索은

Hustedt(1927-29, 1955), Lebour (1929), Cupp (1943), 小久保 (1955)에 의하였다.

結 果

1. 水溫과 鹽分分布

植物플랑크톤 採集定點의 日字, 時刻, 位置, 採集場所의 透明度는 第1表와 같다.

Table 1. Phytoplankton sampling dates, positions and transparencies.

Station	Position		Date	Time	Transparency (m)
	N Latitude	E Longitude			
1	34°08.1'	129°06.5'	8-14-65	0802	19
2	35°15.3'	128°58.1'	8-14-65	1004	19
3	34°22.6'	128°49.6'	8-14-65	1208	-
4	34°29.7'	128°41.2'	8-14-65	1503	-
5	34°35.5'	128°34.3'	8-14-65	1700	-
6	34°22.7'	127°49.3'	8-14-65	2300	15
7	34°15.2'	127°52.7'	8-15-65	0005	15
8	34°05.9'	127°56.8'	8-15-65	0202	14
9	33°37.8'	128°09.1'	8-15-65	0706	27
10	33°09.3'	128°21.7'	8-15-65	1307	-
11	33°00.0'	127°59.0'	8-15-65	2000	-
12	33°00.0'	127°23.3'	8-16-65	0200	27
13	33°00.0'	126°47.7'	8-16-65	0708	21
14	33°00.0'	126°11.7'	8-16-65	1305	-
15	33°00.0'	125°35.8'	8-25-65	1207	-
16	33°00.0'	125°00.0'	8-25-65	1705	-
17	32°36.0'	125°00.0'	8-25-65	2105	-
18	32°36.0'	125°33.5'	8-26-65	0103	20
19	32°36.0'	126°29.0'	8-26-65	0802	25
20	32°36.0'	127°03.2'	8-26-65	1203	-
21	32°36.0'	127°38.0'	8-26-65	1605	-
22	32°30.0'	128°34.2'	8-26-65	2204	19
23	32°30.0'	129°09.2'	8-27-65	0208	27

觀測定點數가 적어서 正確한 等溫線 및 等鹽分線을 그리기는 無理하나, 當時의 觀測資料 (水路年報, 1965)를 引用하여 無理없는 想定下에서 等溫線과 等鹽分線을 그려보면 第1圖와 같다.

32定點의 水溫範圍는 23.00~30.15°C이었고 韓國南岸 東半部쪽으로 23°C의 低溫線이 펼쳐 있고 離岸함에 따라 漸次로 高溫하여 지며, St.10 附近에 30°C 以上の 高溫水帶가 엮보이며, 넓은 範圍가 28~29°C의 水帶로 덮여 있다. 한편 黃海쪽에서는 역시 低溫水 (26°C)가 廣範하게 影響을 미

치고 있다.

鹽分範圍는 28.08~32.76‰로 變動하고 있으며 等鹽分線의 分布를 보면 韓國南岸쪽과 St.30 附近에서 鹽分 32‰以上の 高鹹海域을 이루고 있고, 調査海域의 많은 部分이 鹽分 29~31‰의 海水로 덮여 있다. 여기서도 黃海南部쪽에서 低鹹水 (鹽分28‰)가 비치고 있다.

2. 硅藻類의 出現傾向

植物플랑크톤을 採集한 23定點을 通하여 나타

난 全種類와 個體數는 第2表와 같다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 1965年 8월에 韓國海峽 表層水에 나타난 硅藻類는 모두 17屬 59種이고, 이것에는 *Chaetoceros*屬이 23種, *Rhizosolenia*屬이 11種, *Coscinodiscus*屬이 6種, *Schrödella*屬, *Dactyliosolen*屬, *Leptocylindrus*屬, *Pleurosigma*屬이 各各 2種씩이고 그 외에 여러屬이 包含되어 있다.

出現個體數로서 壓頭的으로 優勢한 것은 *Chaetoceros*屬이며 다음에 *Rhizosolenia*屬, *Leptocylindrus*屬, *Schrödella*屬의 順序로 되고 *Coscinodiscus*屬의 것은 量的으로는 많지 않았다.

*Chaetoceros*屬 중에서는 *Chaetoceros curvicutus*가 가장 많이 出現하고 다음에 *C. compressus*, *C. paradoxum* 등이고, *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia hebetata semispina*등도 比較的 많은 量이 나타났다.

그리고 稀少하게 나오는 種類로서는 *Chaeto-*

ceros pseudocrinitus, *C. decipiens singularis*, *C. didymus protuberans*, *C. costatus*, *Rhizosolenia alata gracillima*, *R. alata indica*, *R. hebetata hie-malis*, *Coscinodiscus jonensianus*, *Asteromphalus cleveanus*, *Schrödella schröderi*, *Dactyliosolen antarcticus*, *Thalassionema nitzschoides*, *Navicula membranacea* 등이 있었으나 後報에서 밝히는 바와 같이 이것들 중에는 純沿岸種이기 때문에 遠岸쪽으로는 分布가 미치지 않는 것들이 包含된다.

3. 定點別 硅藻類의 出現傾向

硅藻類의 定點別 出現傾向은 第1表에서 알 수 있는 바와 같이 巨濟島 南端에서 日本 對馬島 南端에 걸친 定線 (St.5~1) 과 所里島 南端에서 日本의 五島列島에 걸친 定線에서 硅藻의 高密度 出現海域이 形成된다. 이들 海域中에서도 韓國沿岸쪽에 特히 量이 많으며, 陸岸과의 距離가 멀수록 硅藻의 數量도 적어진다. 特히 韓國沿岸에 隣接한 St.5, 6에서는 1/當 2.5~4.0萬個가 計數되었고 遠海쪽에서는 St.10에서 約 6,000個體, St.17에서 約 10,000 個體가 計數되었으나 濟州島南方海域을 비롯한 遠海쪽에서는 硅藻의 數量이 大體的으로 貧弱하고 그 數量은 1/當 數十에서 約 500에 不過하였으며 St.15, 20, 23에서는 硅藻類가 全然 檢出되지 않았다 (第2圖).

硅藻의 種類別로 가장 많은 種類가 나타난 곳은 St.6 및 St.5가 壓倒的으로 많고 St.4, 3, 2, 17, 1의 順序로 種類數가 減少되나, St.14, 18, 19, 21등은 겨우 1~2種類로서 그 數量도 적은 것이 特色이다.

4. 定點別 出現硅藻類에 組成

各定點別 出現硅藻類의 屬의 組成은 第3圖와 같다. 定點別로 가장 많은 硅藻類가 出現한 St.5, 6에서는 沿岸種이 比較的 優勢하게 出現하는 것이 特徵이다. 이곳에서의 出現硅藻의 屬間比率는 *Chaetoceros*屬이 61~64%, *Rhizosolenia*屬이 4~5%, *Coscinodiscus*屬이 0.1~0.2%, 其他가 31~34%이었으며 *Chaetoceros*屬에서는 *Chaetoceros compressus*, *C. affinis*, *C. paradoxum*, *C.*

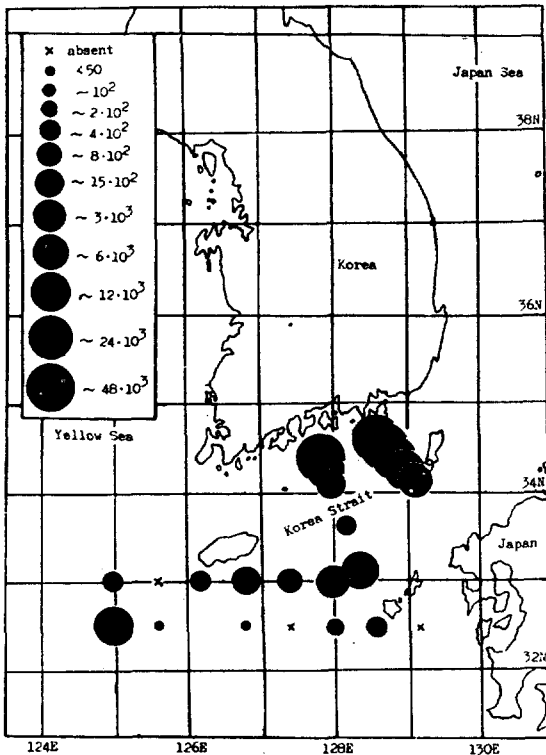


Figure 2. Distribution of phytoplankton standing crops in the Korea Strait for August 14-27, 1965.

Table 2. Occurrence of phytoplankton species and number of cells per liter in the

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Chaetoceros curvicutus</i>		735	5061	5040	3969	2751	3570	945		
<i>Chaet. compressus</i>		273	273	4137	3507	2730	7413	126	567	
<i>Chaet. weisflogii</i>		168	924	672	840	42	168	357		
<i>Chaet. peruvianus</i>		21		42						
<i>Chaet. lauderi</i>		147	231					147		
<i>Chaet. affinis</i>			294	398	966	1596	1806	63		
<i>Chaet. paradoxum</i>			336		273	5124	8169	861		
<i>Chaet. decipiens</i>			273		210	315	462			
<i>Chaet. pseudocrinitus</i>			84							
<i>Chaet. didymus</i>						588				
<i>Chaet. didymus anglica</i>				776	1197	1721	1176	84		
<i>Chaet. debilis</i>				924	4263	357	399			
<i>Chaet. anastomosans</i>				105	546					
<i>Chaet. distans</i>				651	2793	462	210			
<i>Chaet. lorenzianus</i>				84		357	588	357	84	
<i>Chaet. pendulus</i>					126	63				
<i>Chaet. decipiens singularis</i>						21				
<i>Chaet. denticulatum</i>						63		84		
<i>Chaet. borealis</i>						168	126			
<i>Chaet. didymus protuberans</i>						231				
<i>Chaet. convolutus</i>							84			
<i>Chaet. costatus</i>							147			
<i>Chaet. tortissimus</i>							105		168	
<i>Rhizosolenia hebetata semispina</i>		21	147	336	147	189	84	84		231
<i>Rhiz. alata inermis</i>		126			546	25				21
<i>Rhiz. robusta</i>			21		21					
<i>Rhiz. alata gracillima</i>				630						
<i>Rhiz. stiliiformis</i>				210		42	210			
<i>Rhiz. stollerfothii</i>				273	126	294	840			
<i>Rhiz. imbricata</i>				21						
<i>Rhiz. calcar-avis</i>				63						
<i>Rhiz. fragilissima</i>						651	567			
<i>Rhiz. alata indica</i>						42				
<i>Rhiz. hebetata hiemalis</i>										
<i>Coscinodiscus excentricus</i>						21	42			
<i>Cosc. gigas</i>							21			
<i>Cosc. marginatus</i>							21		21	
<i>Cosc. radiatus</i>										
<i>Cosc. jonesianus</i>										
<i>Cosc. asteromphalus</i>										
<i>Cosc. grani</i>							42			
<i>Asteromphalus cleveanus</i>							483	2730		
<i>Skeletonema costatum</i>							441	420		
<i>Schrödella delicatula</i>		147	210	273	672	441	42			
<i>Schrö. schröderi</i>										
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>				84						
<i>Dacty. flexuosus</i>					210		63			
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>					1134	336	84			
<i>Hemiaulus hauckii</i>				651	378	357	105			
<i>Leptocylindrus danicus</i>				84		4116	5460		84	
<i>Lepto. minimus</i>						609	2268			
<i>Climacodium biconcavum</i>					42		147		42	
<i>Nitzschia seriata</i>						1092	1113			
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>						126	630	483	21	
<i>Ditylium brightwellii</i>							21			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>							462			
<i>Navicula membranacea</i>							42			
<i>Pleurosigma normani</i>								21		
<i>Pleur. sp.</i>										
Total		1638	7854	15435	21966	24591	39753	3696	987	252

Korea Strait on August 14-27, 1965.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1071												
		126											
42			84										
		21					231						
357 5397	168 210	168 42	231 231	147 84		21	6426 126		42		21	147	
		63					252						
126	105		21 126									21	
						21	21						
						42 147 42 42	84	42					
							840						
							84						
							273					42	
	231												
		42	210				1239 21						
							21				147		
5922	1785	462	903	231	0	315	9639	63	63	0	168	210	0

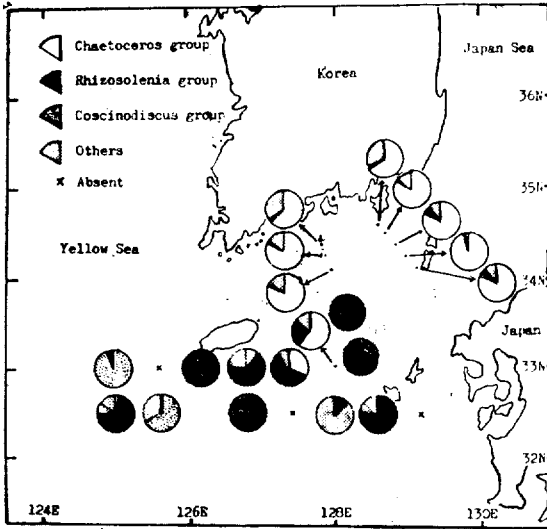


Figure 3. The main genera composition of phytoplankton in the Korea Strait for August 14-27, 1965.

decipiens, *C. lorenzianus*, *C. didymus anglica*, *C. borealis* 등이 優勢하게 出現하고, *Rhizosolenia* 에서는 *R. stollerfothii*, *R. fragilissima*가 그리고 *Skeltonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus*, *Nitzschia seriata* 등 沿岸 또는 北方種이 優勢하게 出現하였다.

St. 1~4, St. 7~8에서는 *Chaetoceros* 屬이 82~95%, *Rhizosolenia* 屬이 0~10%, 其他種이 3~15%의 組成으로 出現하고, *Coscinodiscus* 屬의 것이 거의 나타나지 않는 것이 特徵이다. 出現種類로서는 *Chaetoceros curvicutus*, *C. weisflogii*, *C. debilis*, *C. anastomosans*, *C. distans*, *Hemiaulus hauckii* 등이 顯著하게 優勢하다.

St. 11은 *Chaetoceros* 屬이 多少 優勢하게 出現하나 이것을 除外한 St. 9~14와 St. 17, 19, 22에서는 *Rhizosolenia* 屬이 59~100%로 優勢하게 出現하고 *Coscinodiscus* 屬이 出現하지 않는 것이 特色이며, 量的으로는 *Rhizosolenia hebetata semispina*, *R. alata inermis*가 優勢하다.

St. 16, 18은 *Coscinodiscus* 屬이 67~90%의 比率로 出現하는 것이 特色이다.

5. 韓國海峽에 나타난 黑潮의 示標種

川原田 (1965)에 의하면 黑潮流域의 沿岸水에서 많이 出現하는 種類는 *Chaetoceros danicus*,

C. compressus, *C. decipiens*, *C. radicans*, *Nitzschia closterium*, *N. longissima*, *N. seriata*, *Rhizosolenia fragilissima*, *R. stollerfothii*, *Skeltonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* 등의 5屬 11種이라고 하고, 黑潮 全海域에서 周年에 걸쳐서 나타나는 暖水種에는 *Bacteriastrum conosum*, *B. hyalinum*, *B. varians*, *Chaetoceros atlanticus neapolitana*, *C. brevis*, *C. curvicutus*, *C. didymus*, *C. lauderi*, *C. lorenzianus*, *C. messanensis*, *Leptocylindrus danicus* 등의 3屬 12種이 있고, 冷水種으로서 *Chaetoceros compressus*, *C. decipiens*, *Eucampia zoodiacus*, *Nitzschia closterium*, *N. delicatissima*, *N. seriata*, *Rhizosolenia stollerfothii*, *Thalassionema nitzschioides* 등 5屬 8種이 있다고 하였다.

그리고 暖水外洋種으로서 *Chaetoceros coarctatus*, *C. dadayi*, *C. pendulus*, *C. peruvianus*, *C. rostratus*, *C. seychellerum*, *C. tetrastichon*, *Climacodium biconcavum*, *C. freuensfeldianum*, *Hemiaulus hauckii*, *H. sinensis*, *Rhizosolenia alata*, *R. alata gracillima*, *R. bergonii*, *R. calcar-avis*, *R. castracanei*, *R. cylindus*, *R. setigera*, *R. styliformis*, *R. styliformis latissima*, *R. styliformis longispina* 등 4屬 21種을 들었다.

1965年 夏季에 韓國海峽에 나타난 黑潮의 外洋示標種으로서 *Chaetoceros peruvianus*, *C. pendulus*, *C. denticulatum*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *R. alata gracillima*, *R. styliformis*, *Climacodium biconcavum*, *Hemiaules hauckii* 등이 있으나 이들은 St. 1, 3~8, 10, 11, 12 등에서 出現하고 특히 St. 5~6에서 顯著한 出現을 하는 것이 注目된다. 그리고 沿岸性 北方種으로서 *Chaetoceros decipiens*, *Dactyliosolen flexuosus*가 St. 2, 4~6에서 多量 出現하고 또 *Chaetoceros convolutus*, *Schrödella schröderi*가 St. 17에서 많이 出現하는 傾向은 該海域의 海洋學의 特殊性을 暗示하는 것이라고 짐작된다.

純沿岸性 또는 北方種으로서 *Chaetoceros compressus*, *C. decipiens*, *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia fragilissima*, *R. stollerfothii*, *Skeltonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* 등이 St. 1~6에서 많이 出現하고 특히 St. 5~6에서 優勢한 出現

을 하는 傾向이 있으며, 이것은 앞에서의 純外洋性暖水種의 出現傾向과 아울러 興味있는 水系分析의 資料가 되겠다.

考 察

1965年 夏季에 韓國海峽에서 採水法에 의해 採集한 表層의 植物플랑크톤 材料에 依據하여 韓國海峽에 出現한 植物플랑크톤의 量과 그 分布 狀態에 關하여 考察하였다.

出現한 植物플랑크톤은 모두 17屬 59種이었고 이 중 純沿岸 또는 北方種이 5屬 7種이었으며, 黑潮의 外洋種이 4屬 8種이 나타났다.

元來 夏季에는 韓國海峽의 黑潮의 勢力이 커진다. 南쪽 海域에서 優勢하게 接岸하는 黑潮는 黃海水系와 韓國의 沿岸水를 吸引 混合하여 日本海에 流入하는 概況을 이루고 있다. 이러한 海況에서는 植物플랑크톤의 分布를 利用하여 어느 程度 水系分析이 可能하나 이 報告에서는 黃海와 日本海의 表層水의 植物플랑크톤에 關한 資料의 欠乏으로 進展된 考察은 하지 못하였다.

그러나 St.1~6과 St.16~18에서는 植物플랑크톤의 動態는 興味있는 水系分析과 海況把握의 可能性을 暗示하고 있다.

文 獻

1. 相川廣秋. 1934. 浮游生物定量調査-2. 日本海の浮游

生物の特質について. 水産試験場報告, No.5, 237~272.

2. 相川廣秋. 1936. 浮游生物定量調査-4. 第2次北太平洋並に日本海一齊調査. 浮游生物調査報告, No. 7, 153~207.

3. Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scrips Inst. Oceanogr., 5 (1): 1-238.

4. Hustedt, F. 1927~29. Die Kieselalgen. Bd. VII, Lief.1, 1~608.

5. Hustedt, F. 1955. Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. Duke Univ. Mar. St. Bull., No.6, 5~67.

6. 川原田 祐. 1965. 黑潮의 硅藻類. 日本プランクトン研究連絡會報, No. 12, 8~16.

7. 小久保 清治. 1955. 浮游硅藻類. 日本學術振興會, 東京, 59-316.

8. 小久保 清治·鈴木朝得. 1938, '40. プランクトン時報, No. 14, 15.

9. 倉茂英次郎. 1943. 朝鮮黃海測及び南鮮における浮游性硅藻の量的並に質的特性. 第1報, 昭和12年乃至16年定量成績. 朝鮮總督府水産試験場報告, No. 8, 1~140.

10. 倉茂英次郎. 1944. 朝鮮黃海測及び南鮮における浮游硅藻の量的並に質的特性. 第2報, 昭和17-18年沿岸各地成績並に滿州國及び關東州沿岸との比較. 日本海洋學會誌, 3(4): 254-276.

11. Lebour, M. V. 1929. The planktonic diatoms of Northern Seas. Ray Society, London, 1~253.

12. 水路局. 1965. 구로시로觀測資料. 水路年報, No. 1101, 29-39.