

韓國南海의 植物플랑크톤의 分布와 水塊特性

朴周錫·李三根

國立水産振興院

Distribution and Species Composition of Phytoplankton in the Southern Waters of Korea and their Relation to the Character of Water Masses

Joo-Suck PARK and Sam-Geun LEE

*National Fisheries Research and Development Agency
Shirang-ri, Kijang-up, Yangsan-gun, Kyongsangnam-do 626~900, Korea*

Phytoplankton samples for this study were collected by Van Dorn Sampler at 28 oceanographic stations in the southern waters of Korea in February, April and August, 1988 to characterize the distribution and species composition of phytoplankton and their relation to the movement of water masses.

During the study periods, phytoplankton standing crops in the southern waters were maximum in April and minimum in February. When the geographical distribution and abundance of the phytoplankton were considered, the highest standing crops were found near the front zone formed between Cheju Island and Tsushima Island. Therefore, their abundance depends on the location of the front zone. On the other hand, there were relatively low standing crops in the open sea off the coastal area from the front zone in February and August.

The cause of the unusual low standing crops found in August at the station 205/01, the central part of the coastal area of the southern waters where the largest standing crops occurred in February and April, seems to be due to the intrusion of Tsushima warm waters. This is because the waters at the station have high temperature and salinity, poor dissolved oxygen and nutrient salts, which are identical to the characteristics of proper Tsushima warm waters. It seems that these warm waters may affect the poor productivity in this area.

Seventy-two species in thirty-three genera of the phytoplankton were identified from the samples. Among them, 61 species in 27 genera belong to diatoms and 12 species in 7 genera to dinoflagellates. The largest number of phytoplankton species occurred in August while the largest number of the cells in April.

Predominant species were *Eucampia zodiacus* in February, *Skeletonema costatum* and *Chaetoceros curvisetus* in April and *Chaetoceros affinis* in August. *Eucampia zodiacus* which was dominant in February and April seems to be an indicator of the southern coastal waters of Korea and mixed waters west of Cheju Island.

緒 言

資料 및 方法

海域에 있어서 植物플랑크톤의 出現種의 組成과 分布生態研究는 그 海域의 生産性 및 水塊判定에 貴重한 資料가 됨으로서 海洋學的 觀點에서 뿐만 아니라 中心漁場探索의 指針提供 等 水産學的 面에서도 重要한 事項이다.

우리나라 南海의 海洋學的 研究는 海洋物理 및 化學的 調查方法에 依한 海況變動과 水塊特性에 관한 報告는 많이 볼 수 있으나(姜, 1874; 孔, 1971; 金, 1982; 盧, 1974; 李, 1974; Lim, 1971; 曹, 1981), 植物플랑크톤을 利用한 生物學的 水塊特性研究는 몇 편(崔, 1966, 1969; 川原田, 1965; Shim and Park, 1984) 밖에 되지 않는다.

本 研究의 目的은 南海의 植物플랑크톤의 分布와 海況과의 關係分析으로 異質水塊의 出現과 流動 等 海洋學的 特性을 밝히고자 하며 特히 8월에 南海沿岸側에 異常暖水塊 發達現象과 그 擴張을 밝히는데 重點을 두었다. 本 研究結果가 南海沿岸 養殖場과 멸치漁場形成에 미치는 影響과 海況豫報를 위한 基本資料에 寄與할 것을 期待한다.

植物플랑크톤의 種의 同定에 협조하여준 當院 안 경호 연구사께 감사 드린다.

本 研究에서 사용한 植物플랑크톤의 試料는 國立水産振興院의 海洋觀測點中 韓國南海의 28개 定點(Fig. 1)에서 1988年 2月, 4月 및 8월에 測溫 및 海水分析試料와 함께 採集하였다.

採集方法은 採水採集法에 따라 Van Dorn Sampler로써 3개층(0, 10 및 30 m)에서 각 층마다 1ℓ씩 採水한 후 Lugol液으로 固定하여 실험실에서 24시간 이상 不動放置시킨후 20 ml로 濃縮시킨 試料中에서 0.2 ml를 取하여 分類 및 計數하여 1ℓ當의 細胞數로 換算하였다.

本 研究에 使用한 資料의 分析方法은 鹽分은 Inductively coupled salinometer로써, 溶存酸素는 Winkler 改良法인 中井式法으로, 窒酸性窒素는 Strickland and Parsons 方法에 依하여 測定하였다.

現存量의 表示資料는 3개의 層別中 表層의 量이 가장 많고 下層으로 갈수록 적어지며 定點別로 層別 比率이 비슷하기 때문에 表層의 資料를 利用하였다.

水溫資料는 2月과 4月은 上, 下層 모두 同質性을 지녔기 때문에 表面水溫을, 8月은 層別 水溫中에 表面水溫은 너무 變化가 심하고 30 m層이 Tsushima 暖流의 特性을 가장 잘 나타내고 있기 때문에 使用하였다.

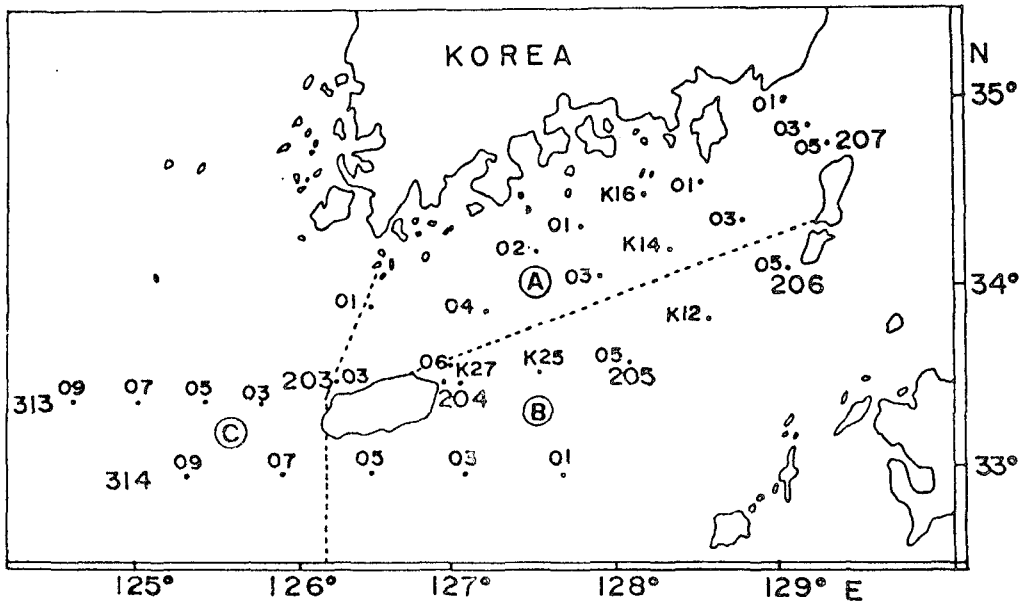


Fig. 1. Location of plankton sampling stations including physico-chemical observations, in the southern waters of Korea, 1988. Areas A, B and C with circle based on Figure 2 are for Table.

結果 및 考察

植物플랑크톤의 分布量과 暖水塊의 關係

南海岸에 있어서 2月の 表層의 植物플랑크톤의 出現量은 36~3,426 cells/l 範圍와 平均 488 cells/l이며 205/01 點에서 最高量이 나타났고 대체로 表面水溫 10℃ 前線의 南海沿岸側 水域에서 濃도가 높은 편이었다. 그 밖에 다른 海域들은 거의 모두 200 cells/l 以下の 貧弱한 量이 均等하게 나타났다 (Fig. 2).

4月の 分布量은 496~12,501 cells/l 範圍와 平均 4,583 cells/l 로서 2月에 비해 크게 增加하고 있으나 分布狀態는 海域別로 大差없이 全域의으로 均等하게 많은 量을 나타내었다(Fig. 2). 그러나 濟州道 西方 周邊海域과 南海東部沿岸海域 等 表面水溫 12~14℃間의 前線形成海域에서 비교적 高濃度の 大量 分布를 示唆한 것이 特徵이라 하겠다.

8月の 分布量은 142~7,438 cells/l 範圍와 平均 2,311 cells/l 로서 4月보다는 적은 편이나 30 m 水層의 水溫 20~23℃間의 조밀한 前線海域인 南海東部海域과 濟州道 北部海域에서 高濃度の 分布量이 나타남으로서 前線과 植物플랑크톤의 濃度分布와 의 關聯이 크게 있는 것으로 본다. 반면 表面水溫 약 27℃ 以上과 30 m層의 水溫 약 25℃인 205線의 暖流水域(Fig. 3)에서는 매우 적은 量이 出現하였으며 또한 濟州道 西方海域에서도 比較的 적은 量이 出現함을 볼 수 있다. 以上の 分布相으로 보아 3個의 異質水塊 即 沿岸海域(Area A), 濟州道 東方의 暖流水域(Area B) 및 濟州道 西方海域(Area C)로 나눌 수 있다(Fig. 1).

특히 205/01點의 量은 356 cells/l로 2月の 3,426 cells/l 및 4月の 7,121 cells/l보다 훨씬 적은 것이 特徵이다. 이는 이 地點에서 Kitahara 定量採集網으로 30 m層에서 垂直採集한 現存量의 경우도 8月の 量이 67 cells/l로서 2月の 168 cells/l와 4月の 348 cells/l에 비해 크게 적다는 사실과 잘 一致하고 있다. 이 205/01點은 朴(1973)의 動物 Plankton의 分布量에서도 300 mg/m³ 以上으로서 南海에서 가장 高濃度の 分布相을 나타낸 곳이다. 崔(1966, 1969)의 약 50,000 cells/l의 出現量에 比하면 너무나 적은 量이라 할 수 있다.

以上 關心이 높아지는 것은 2月과 4月に 分布量이 豊富하였던 205線 특히 205/01點이 8月에는 아주 적은 量으로 나타난 原因을 밝히는 일이며 이를 다음과 같이 分析 考察하였다.

그 量이 적게 分布한 原因은 水溫의 水平分布(Fig. 2)에서 대체적인 暖流水塊의 影響이 알려지

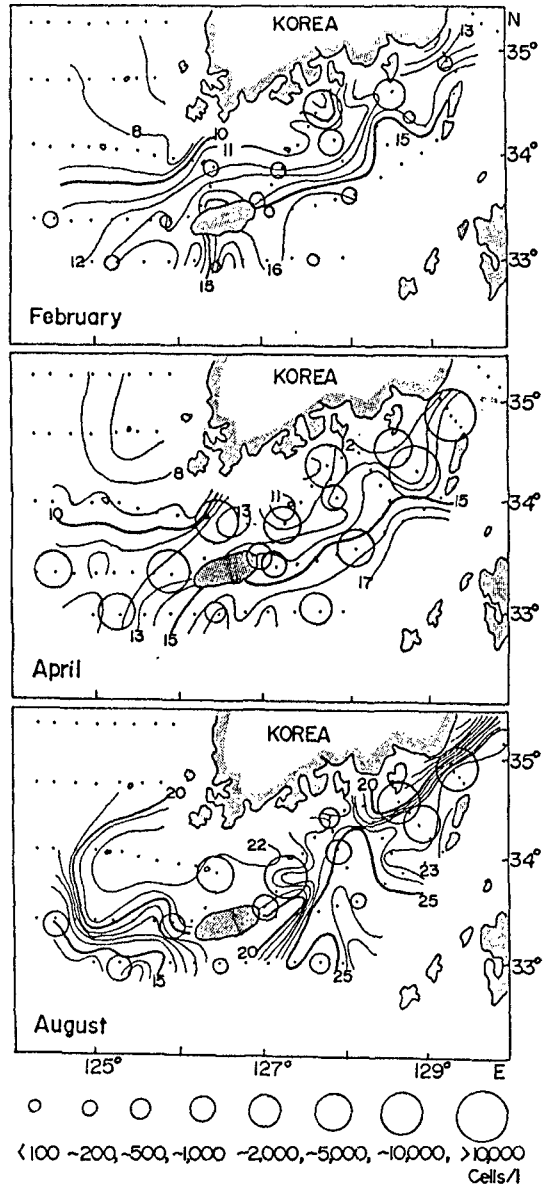


Fig. 2. Distribution of standing crops of phytoplankton at surface and water temperatures at surface (February and April) and 30 m layer(August) in the Southern waters of Korea, 1988.

고 있으나 보다 상세하게 205線의 01, 03 및 05點의 水溫과 鹽分과의 關係(Fig. 3)와 溶存酸素 및 營養鹽類 等の 여러 原因을 年別로 比較(Fig. 4)해 볼 때 각 要因마다 1988年 8月の 값이 다른 年度 8月の 것에 비해 Tsushima暖流水塊의 特性을 지닌 高溫, 高鹽, 貧酸素 및 貧營養을 나타내고 있기 때문에 外洋暖流水塊가 沿岸까지 強하게 影響한 가담이라 본다. 即 1988年の 205/01의 表層의 水溫과

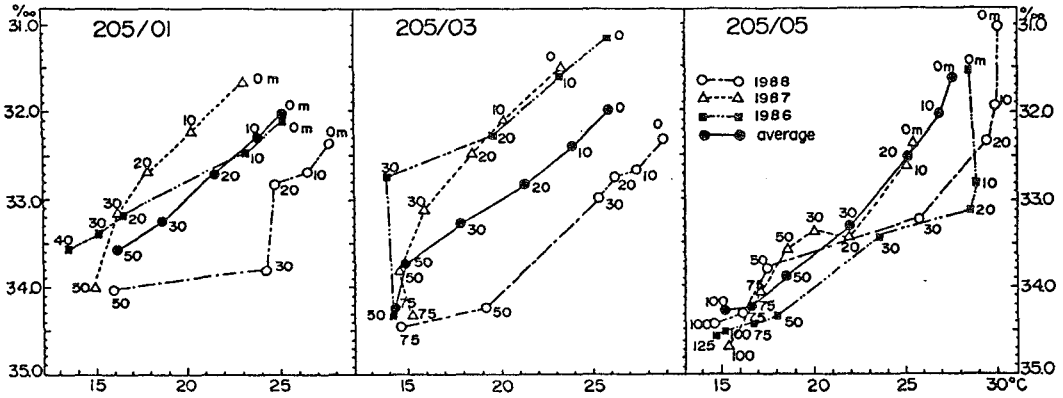


Fig. 3. Yeraly comparison of water temperature and salinity at different layers at stations 205/01 to 205/05 in August of 1988 with 1987, 1986 and average year.

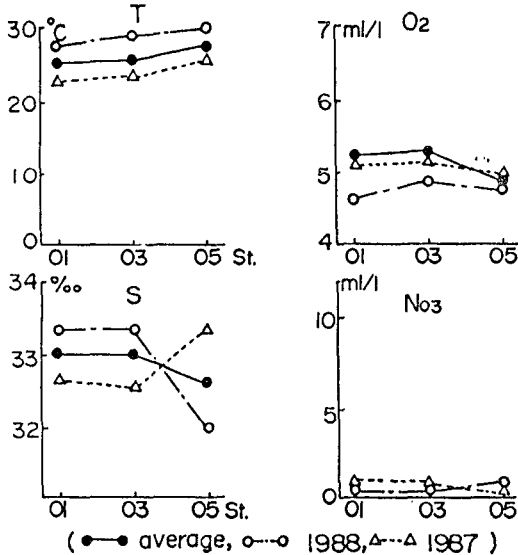


Fig. 4. Yearly comparison of water temperature, salinity, dissolved oxygen and NO₃-N at surface layer at stations of 205/01, 203/03 and 205/05 in August 1988 with 1987 and average year.

鹽分은 1987年의 것보다 약 4.5°C와 0.7‰, 平均의 것보다 약 2.5°C와 0.3‰ 높고, 溶存酸素는 1987年의 것보다 약 0.45 ml/l, 平均의 것보다 약 0.5 ml/l 낮으며 窒酸鹽 또한 1987年의 것에 비해 적은 量을 나타내었다. 205/03點도 마찬가지로 傾向이므로 이는 暖流水塊의 浸透에 의해 現存量이 貧弱한 것으로 推定된다. 또한 205/01點에 外洋暖流種인 *Chaetoceros atlanticus* 및 *Ch. didymus*의 出現組成率이 높다는 것도 暖流水塊의 影響을 뒷받침하는 것으로 본

다. 崔(1969)의 研究結果 外洋側에 있어서 暖流域의 貧弱한 分布量은 本 研究와 一致하나 濟州道 西方域에 항상 貧弱한 分布量의 記錄은 本 研究結果와 다르며 한편 Shim and Park(1984)의 7月 濟州道 西方海域의 現存量보다 적게 나타났다. 그러나 異質水塊의 出現에 따라 分布量의 變化가 생길 수 있으므로 本 海域에 있어서 量의 研究는 더욱 많이 進行되어야 할 必要性을 느낀다.

出現種의 組成

이번 調査에서 出現한 種類數는 33屬 72種 中 珪藻類가 27屬 61種이고 鞭毛藻類가 6屬 11種이며 이들은 月別 水塊別로 特性을 지니면서 出現하였다(Table 1).

2月의 出現種類數는 24屬 48種 中 珪藻類가 20屬 41種이고 鞭毛藻類가 4屬 7種이었다. 優占種은 *Eucampia zodiacus*, *Thalassiosira* spp, *Chaetoceros affinis*, *Nitzschia seriata*順이고 다른 種類들은 稀少하였다. *Eucampia zodiacus*는 A, B 및 C海域(Fig. 1) 中 沿岸水가 優勢한 A海域과 黃海水와 暖流水 및 中國大陸沿岸水의 混合水의 特性을 지닌 C海域을 代表하는 指標種의 價値를 지녔으며 暖流水塊인 B海域과 無關한 것으로 본다(Table 1).

4月의 出現種類數는 28屬 52種이며 그 中 珪藻類가 24屬 46種이고 鞭毛藻類가 4屬 6種이었다. 優占種은 *Skeletonema costatum*, *chaetoceros curvisetus*, *Eucampia zodiacus* 및 *Ch. socialis* 등으로 2月의 組成과는 다르며 다른 種類들은 少量 出現하였다.

8月의 出現種類數는 31屬 68種이며 그 中 珪藻類가 25屬 56種이고 鞭毛藻類가 6屬 11種이었다. 優占種은 前과는 달리 *Chaetoceros affinis*가 75% 以上 壓倒的으로 優勢하고 *Ch. decipiens*, *Ch.atlan-*

Table 1. List of phytoplankton species occurred in the Southern Waters of Korea, 1988.

| Species | Month | Area | February | | | April | | | August | | |
|-----------------------|-------|------------------------|----------|----|---|-------|----|----|--------|----|----|
| | | | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| <i>Actinoptychus</i> | | <i>senarius</i> | R | | | | | | R | | R |
| <i>Asterionella</i> | | <i>glacialis</i> | | | | R | | | R | | R |
| <i>Bacterastrum</i> | | <i>varians</i> | R | | R | | R | | R | | |
| <i>Bact.</i> | | <i>hyalinum</i> | | R | | | R | | | R | |
| <i>Chaetoceros</i> | | <i>affinis</i> | C | C | C | R | | R | CC | CC | CC |
| <i>Ch.</i> | | <i>atlanticum</i> | R | | R | R | R | | CC | R | R |
| <i>Ch.</i> | | <i>borealis</i> | R | | | | | | R | | C |
| <i>Ch.</i> | | <i>coarctatus</i> | | | | | R | | R | R | C |
| <i>Ch.</i> | | <i>compressus</i> | R | | | C | | | R | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>curvisetus</i> | R | | | CC | CC | CC | R | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>debilis</i> | R | | | R | R | | | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>decipiens</i> | R | | | R | | | C | C | C |
| <i>Ch.</i> | | <i>dichaeta</i> | R | C | R | | | | | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>didymus</i> | R | | | R | C | | C | | R |
| <i>Ch.</i> | | <i>frichei</i> | R | | | | | | R | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>lorenzianus</i> | R | | | | C | | R | | R |
| <i>Ch.</i> | | <i>messanensis</i> | | | | | R | | | R | |
| <i>Ch.</i> | | <i>paradoxum</i> | | | | | R | | | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>peruvianus</i> | | | | | | | R | | |
| <i>Ch.</i> | | <i>socialis</i> | R | | | C | CC | C | R | | |
| <i>Climacodium</i> | | <i>frauenfeldianum</i> | | | | | | R | | R | |
| <i>Corethron</i> | | <i>pelagicum</i> | R | R | R | | R | R | | R | |
| <i>Coscinodiscus</i> | | <i>asteromphalus</i> | R | | R | R | R | | R | R | |
| <i>Cos.</i> | | <i>exentricus</i> | R | | R | | R | | | | R |
| <i>Cos.</i> | | <i>gigas</i> | | | R | | | R | R | | |
| <i>Cos.</i> | | <i>radiatus</i> | R | | | | | | R | R | |
| <i>Cos.</i> | | <i>wailiesii</i> | R | | | | R | | R | R | |
| <i>Cylindrotheca</i> | | <i>closterium</i> | R | | | | R | | R | R | |
| <i>Ditylum</i> | | <i>brightwellii</i> | R | R | C | R | R | R | R | | R |
| <i>Dity.</i> | | <i>sol</i> | | | | | | | R | | |
| <i>Eucampia</i> | | <i>zodiacus</i> | CC | | R | CC | | | | | |
| <i>Guinardia</i> | | <i>flaccida</i> | | | | | R | | R | R | R |
| <i>Lauderia</i> | | <i>annulata</i> | R | | | | R | R | R | | |
| <i>Leptocylindrus</i> | | <i>danicus</i> | | C | | R | | | R | R | R |
| <i>Nitzschia</i> | | <i>seriata</i> | C | CC | C | R | R | C | R | R | R |
| <i>Odontella</i> | | <i>aurita</i> | R | | | R | | | R | | |
| <i>Odo.</i> | | <i>sinensis</i> | R | | | | R | | R | | R |
| <i>Paralia</i> | | <i>sulcata</i> | C | | | R | | | | | |
| <i>Planktonella</i> | | <i>sol</i> | | | | R | R | | R | | |
| <i>Pleurosigma</i> | | <i>angulatum</i> | | | | R | | | R | | |
| <i>Pl.</i> | | <i>normanni</i> | R | | | | | | R | | |
| <i>Pl.</i> | | sp. | R | | R | | | | R | | |

Table 1. (계 속)

| Species | Month Area | February | | | April | | | August | | |
|------------------------------------|---------------|----------|----|----|-------|---|---|--------|---|---|
| | | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| <i>Rhizosolenia alata</i> | | R | | R | | | | R | | R |
| <i>Rh. calcar avis</i> | | | R | | | R | | R | | |
| <i>Rh. fragilissima</i> | | | | | R | | | R | R | |
| <i>Rh. hebetata</i> | | | R | | R | R | | R | R | |
| <i>Rh. hebetata f. semispina</i> | | | R | | | | | | | |
| <i>Rh. robusta</i> | | R | | | | R | R | R | R | R |
| <i>Rh. setigera</i> | | R | R | C | | | R | R | R | R |
| <i>Rh. stolterfothii</i> | | | | | R | | | R | | |
| <i>Rh. styliformis</i> | | | | | | R | | R | R | |
| <i>Schrödella delicatula</i> | | R | | | | R | | | R | |
| <i>Skeletonema costatum</i> | | | | | CC | C | C | R | | |
| <i>Stephanopyxis palmeriana</i> | | | | R | | | | R | | |
| <i>Steph. turris</i> | | | | | R | | | R | | |
| <i>Steptotheca thamensis</i> | | | | | R | | R | R | | |
| <i>Synedra tabilata</i> | | | | | | | | R | R | R |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i> | | R | | C | R | R | | R | R | |
| <i>Thalassiosira excentricus</i> | | | | | | | | R | | R |
| <i>Thala. leptopus</i> | | | | | | | R | | | R |
| <i>Thala. rotula</i> | | | | | | | | R | | R |
| <i>Thala. spp.</i> | | C | CC | CC | C | C | C | R | R | R |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> | | R | C | | | | | R | R | R |
| <i>Alexandrium sp.</i> | | R | | | R | | | R | | |
| <i>Ceratium furca</i> | | R | R | R | | | | R | | R |
| <i>Cera. fusus</i> | | R | | | | | | R | | R |
| <i>Cera. macroceros</i> | | | R | | | | | R | R | |
| <i>Cera. massiliense</i> | | | | | | | | R | R | |
| <i>Cera. tripos</i> | | R | R | | R | | | R | | |
| <i>Dictyocha fibula</i> | | | | | R | | | R | | R |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | | R | R | R | R | | | R | R | R |
| <i>Protoberidinium conicum</i> | | | | | R | | | R | | |
| <i>Proto. depressum</i> | | | | | R | | | R | R | R |
| <i>Proto. oceanicum</i> | | R | R | R | R | R | | R | R | |
| <i>Pyrophacus horologium</i> | | | | | | | | R | R | R |

Areas A, B and C are referred to the Figure 1.

R : rare, C : common, CC : abundant

ticus 및 *Ch. didymus* 등 *Chaetoceros*屬이 壓倒的으로 많은 便이며 出現種類數는 8月이 가장 많다. 따라서 優占種의 組成도 時期別로 大差가 있음을 알 수 있다.

한편 Net 採集試料의 優占種의 組成도 採水試料와 같이 2月과 4月은 *Eucampia zodiacus*, 4月은 *Skeletonema costatum*, *Ch. curvisetus* 및 8月은 *Ch. affinis* 등으로 되어 있다.

要 約

韓國 南海에 있어서 植物플랑크톤의 現存量은 4月이 가장 많으며 그 地理的 分布狀態는 主로 濟州道와 對馬島間의 水溫前線形成海域에 가장 豐富하고 그 前線에서 沿岸側이 外洋側보다 더욱 豐富한 傾向이므로 前線形成 位置에 따라 그 豊도가 달라지게 된다.

現存量이 2月과 4月에는 最高量으로 出現한 205線의 01點에 8月에는 反對로 最少量으로 出現한 理由는 이 海域의 環境要因이 다른 年度의 것보다 뛰어나게 高溫, 高鹽, 貧酸素 및 貧營養狀態이므로 이들의 特性을 지닌 Tsushima暖流水塊가 沿岸까지 浸透한 까닭인 것으로 思料된다.

出現種類는 33屬 72種 中 珪藻類가 27屬 61種이고 鞭毛藻類가 6屬 11種이며 時期別 出現種類數는 出現量이 4월에 가장 많은데 비해 8월이 가장 많은 것으로 나타났다.

優占種의 組成은 2月은 *Eucampia zodiacus*, 4月은 *Skeletonema costatum*과 *Chaetoceros curvisetus* 및 8月은 *Chaetoceros affinis* 등으로서 時期別로 大差가 있었다.

*Eucampia zodiacus*는 2月과 4월에 있어서 南海沿岸水域과 濟州道 西方의 混合水域을 指標하는 指標種으로서의 價値가 있다고 본다.

參 考 文 獻

- 姜喆中. 1974. 韓國南海沿岸水의 季節的 變動에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告 12, 107~121.
- 孔 泳. 1971. 韓國南海岸 前線에 關한 研究. 韓國海洋學會誌, 6(1), 25~36.
- 金福起. 1982. 韓國南海의 水溫과 鹽分의 變動係數. 韓國海洋學會誌, 17(2), 74~84.
- 金福起. 1982. 韓國南海의 平年海況과 旋網漁場에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告 30, 7~29.
- 盧洪吉. 1974. 濟州道 西方海域의 暖水塊에 關하여, 濟州大學 漁業學會 漁業研究誌 6, 19~30.
- 朴周錫. 1970. 韓國近海 毛顎類에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告 6, 1~174.
- 朴周錫. 1973. 韓國近海 動物性 浮游生物의 主要群의 量的 分布. 韓國海洋學會誌, 8(1), 33~45.
- Shim, J. H. and Y. C. Park. 1984. Community Structure and Spatial distribution of phytoplankton in the Southwestern Sea of Korea in early Summer. Journal of the Oceanological Society of Korea 19(1), 68~81.
- 李昌起. 1974. 韓國南海域에 있어서의 海流瓶試驗 調查. 國立水產振興院 研究報告 12, 7~26.
- Lim, D. B. 1971. On the origin of the Tsushima current water. The Journal of the Oceanological Society of Korea 6(2), 85~91.
- 曹圭大. 1981. 東支邦海의 海況과 旋網漁場의 分布, 變動에 關한 研究, I. 고등어, 전갱이 漁場의 分布, 韓國水產學會誌, 14(4), 239~252.
- 川原田裕. 1965. 黑潮의 珪藻類. 日本プランクトン研究連結會報 12, 8~16.
- 崔 相. 1966. 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. 韓國海洋學會誌, 1(1~2), 14~21.
- 崔 相. 1969. 韓國海域의 植物플랑크톤의 研究. IV. 東海, 南海 및 西海 海域의 植物플랑크톤. 韓國海洋學會誌, 4(2), 49~67.

1990년 5월 19일 접수

1990년 7월 3일 수리