

## 여름철 韓國 沿岸海水中的 營養鹽 含量

李光雨 · 郭熙相 · 李壽珩 · 李東洙

韓國海洋開發研究所

### NUTRIENTS IN COASTAL WATER OF KOREA DURING SUMMER OF 1977

*Kwang Woo Lee, Hi-Sang Kwak, Soo Hyung Lee and Dong Soo Lee*

Korea Ocean Research and Development Institute, KIST

#### ABSTRACT

General water quality parameters were measured, as a base-line study, for possible water pollution problems in the coastal waters of some important harbors and near-sea industrial complexes all around coastal zones of Korea from June 1 to October 15, 1977. The areas surveyed were near Mugho-Samcheog, Ulsan, Jinhae-Masan, Yeosu-Gwangyang, Mogpo, Gunsan and Incheon.

Among the surveyed coastal areas, the Ulsan and the Jinhae-Masan areas showed high levels of dissolved oxygen, pH, COD and nutrients. Particularly, the surface waters of the Ulsan inner bay represented COD 15.6mg/l and NO<sub>2</sub>-N 110μg/l. The surface layer of the Masan bay displayed pH 8.92 and NO<sub>3</sub>-N 372μg/l, while 309μg/l of PO<sub>4</sub>-P was recorded in the surface of the Haengam bay.

In general, it is shown that some coastal areas are presenting signs of pollution from man's activities.

#### 序 論

우리 나라에서의 沿岸水質調査나 海洋特性調査는 現在까지 단편적으로 이루어진 것이 상당히 많다. 解放前에 調査된 것을 제외하면 1960年代 前半까지는 調査된 것이 별로 없으나 後半에 들어와서는 元(1963, 1964), 朴과 金(1967), 張과 襄(1968), 朴 等(1969), 李 等(1969)의 養殖場 주변을 위주로 한 調査가 시작되었으며, 經濟成長과 때를 같이하여 1970年代 前半에 들어와서는 元과 朴(1970), 金(1970), 元(1970), 崔 等(1970), 崔와 鄭(1971), 洪 等(1971), 姜(1972), 崔와 鄭(1972), 황(1972), 元과 朴(1973), 金 等(1974), 李 等(1974), 노 等(1975), 郭과 李(1975), 朴(1975a, b), 郭(1976, 1977)等 沿岸水質의 現況에 대하여 집중적으로 調査가 行해졌다. 그러나 어떤 한 海域에 있어서의 海洋學의 特性이나 營養鹽 또는 重金屬을 調査했을 뿐 그

이외의 海域을 같은 季節에 調査해서 비교 분석한 사실은 거의 없다. 물론 海洋特性을 調査한 記錄은 國立 水產振興院이 1950年代 初 부터 東·西·南海의 定線觀測을 하고 있고, 交通部 水路局에서는 1963~1970年 사이에 定線海洋觀測을 실시했으나 이들은 단순한 資料이기 때문에 고려하지 않는다고 하더라도, 水產振興院에서는 1972年 부터 每年 各 支院과 함께 전국 주요 沿岸漁場에 대한 環境查調事業으로 沿岸의 水質調査를 실시 해 왔다(김과 조, 1974a, b; 박과 조, 1974; 박 等, 1974a, b; 변 等, 1973; 이 等, 1972 a, b, 1973, 1974a, b, c, d, e, 1975 a, b; 정과 권, 1974; 한 等, 1973, 1974 a, b, 1975; 황 等, 1973, 1974, 1975). 그러나 이들 調査는 各 海域에 따른 最高值, 最低值, 算術平均 및 偏差 등을 말하는 것에 불과할 뿐 各 海域의 상황을 면밀하게 비교·분석하거나 調査項目間의 關係같은 것은 거의 分析되지 못하고 있다.

본 연구는 이러한 현상을 감안, 보다 조직적이

고 체계적인 調査計劃을 樹立하기 위한 Base-line study로서, 現況調査를 하기 위하여, 여름철에 墨湖 · 三陟海域, 蔚山海域, 鎭海 · 馬山海域, 麗水 · 光陽海域, 木浦海域, 群山海域 및 仁川海域에서 基礎적인 水質指數와 營養鹽을 調査하여 보다 조직적이고 체계적인 調査計劃을 세울 때 자료로 쓸 수 있도록 하기 위하여 기초조사연구를 實施했다.

**調査海域 및 採水分析方法**

**調査海域** : 東海의 墨湖 · 三陟海域에서는 既存 國際港인 墨湖港과 새로 國際港으로 開發中인 北坪港 및 既存 三陟港에서 港內와 港口 밖을 합쳐 모두 17個 調査點을 정하고(Fig. 1), 蔚山海域에서는 兌和江 河口인 蔚山內灣과, 灣 밖에서는 방어진 뒷쪽에서 부터 湍山 非鐵金屬園地 앞을 지나 鎭海水浴場에 이르기 까지 沿岸쪽으로 모두 28個 調査點(Fig. 2)을 정했다. 南海에서는 鎭海 · 馬山海域의 馬山灣과 行岩灣에 20個 調査點을 잡고(Fig. 3), 麗水 · 光陽海域에서는

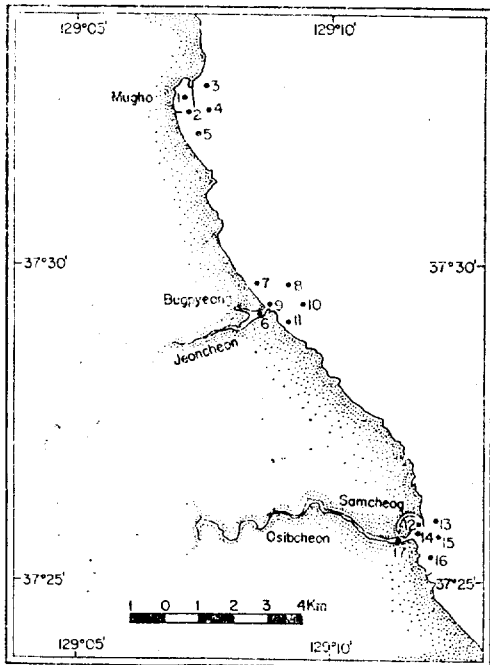


Fig. 1. Sampling stations in the Mugho-Samcheog area.

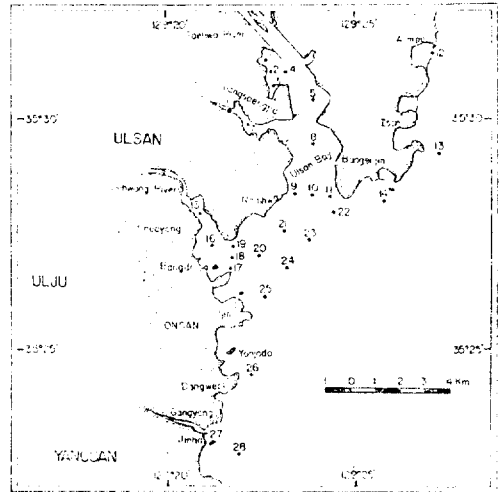


Fig. 2. Sampling stations in the Ulsan area.

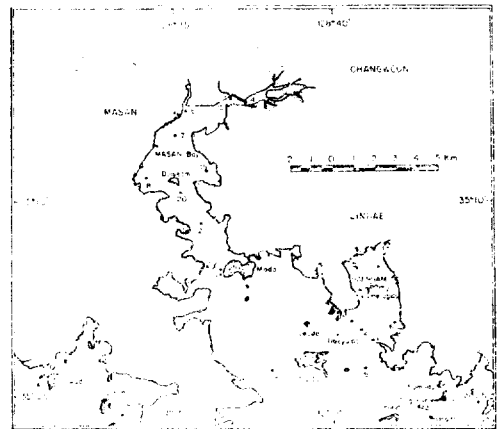


Fig. 3. Sampling stations in the Jinhae-Masan area.

南海大橋 동쪽에서 부터 光陽灣으로 해서 오동도를 지나 麗水港과 麗川郡 突山面의 北西部 一部海域에 이르는 海上에서 총 31個 調査點을 (Fig. 4) 잡았다. 西海에서는 木浦海域에서 榮山江의 영향을 받을 것으로 보이는 南海灣, 靈岩灣, 海南灣등 內灣一帶와 押海島 附近에서 20個 調査點을 정하고(Fig. 5), 群山海域에서는 錦江河口부근과 群山 앞바다에서 18個 調査點을 (Fig. 6), 그리고 仁川海域에서는 漢江河口에서 江華島를 거쳐 仁川에 이르는 仁川 앞바다와 建設中인 半月工業園地 앞바다를 합쳐 19個 調査點(Fig. 7)을 정하여 調査를 했다.

**採水方法** : 墨湖 · 三陟海域은 1977年 7月 中旬에, 蔚山海域은 1977年 7月 下旬, 鎭海 · 馬山海

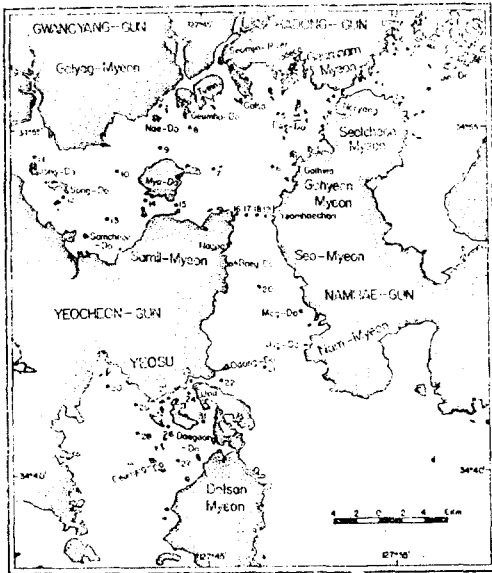


Fig. 4. Sampling stations in the Yeosu-Gwangyang area.

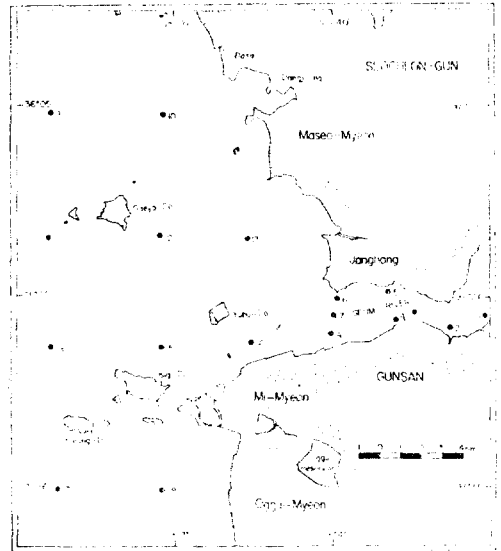


Fig. 6. Sampling stations in the Gunsan area.

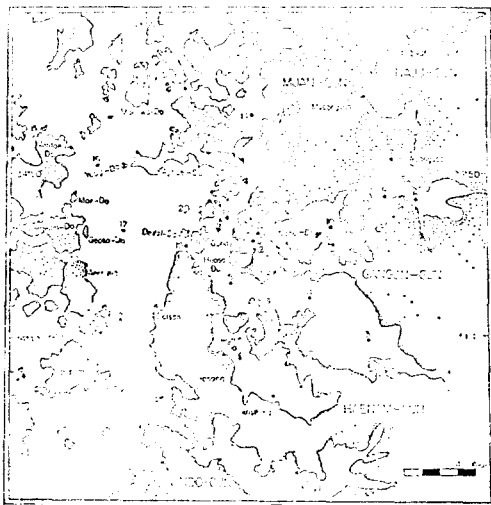


Fig. 5. Sampling stations in the Mogpo area.

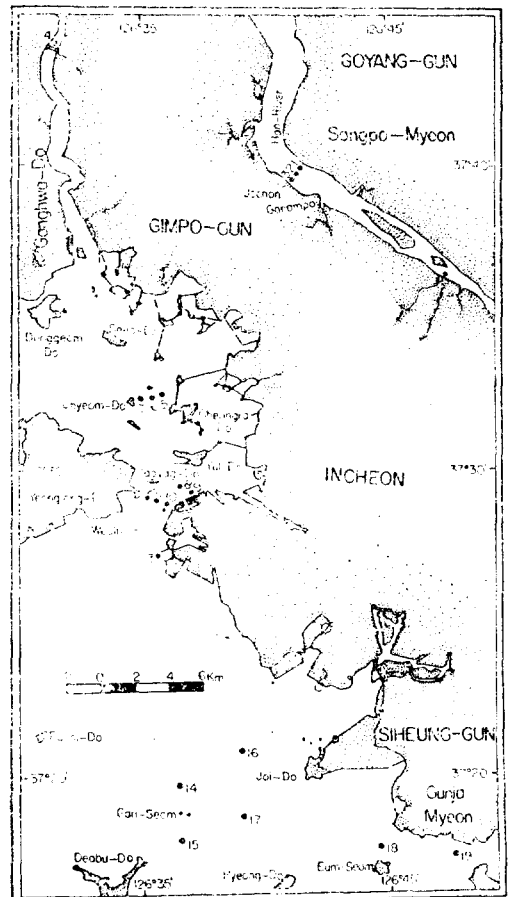


Fig. 7. Sampling stations in the Incheon area.

域은 1977年 6月 初旬, 麗水·光陽海域은 1977年 8月 下旬, 木浦海域에서는 1977年 9月 初旬, 群山海域은 1977年 9月 下旬에 그리고 仁川海域은 1977年 10月 中旬에 採水하였다. 採水時間은 大潮와 小潮 中間의 退水시간을 택하였고, 上·中·下層에서 5l Van-Dorn採水器를 利用하였다.

分析方法: 採水時 溶存酸素量(DO)과 水溫은 YSI Model 57 probe로, pH는 Fisher Model 150

現場用 pH meter로 현장에서測定하고, 200ml 들이 polyethylene瓶에 鹽分分析用, 化學的酸素要求量(COD)分析用, 그리고 各營養鹽分析用으로 試水를 各各 나누어 담아서 鹽分分析用 試水를 제외하고도 上陸 即時 냉동공장에서 급속냉동시킨 후 ice-box에 얼음으로 채워서 실험실로 운반했다.

실험실에 운반된 試水로 鹽分은 Yeokal Model 601 MKIII Conductivity meter를 사용해서 測定·換算하였고, 化學的酸素要求量(COD)은 冷凍試水를 溶解시켜서 알칼리성 하에서 過망간酸 카리로 酸化시킨 다음 요드화카리로 遊離시킨 요드를 Sodium Thiosulphate로 滴定했다(Carlberg; 1972).

營養鹽은 냉동된 試水를 溶解시키는 즉시  $\text{NO}_2\text{-N}$ (亞窒酸鹽-窒素)은 Shinn 方法을,  $\text{NO}_3\text{-N}$ (窒酸鹽-窒素)은 Morris and Riley 方法을, 磷酸鹽-磷( $\text{PO}_4\text{-P}$ )은 Murphy and Riley 方法을 그리고 硅酸鹽-硅素( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ )는 Mullin and Riley 變法을 기초로 한 Strickland and Parsons 方法(1974)에 의하여 각각 分析하였다.

## 結果 및 考察

各 海域에서의 調査結果는 時差가 있는 단 한번의 試水採取에 의한 것이지만 여름철에 수행된 것이며 地域의 特性을 나타낼 것으로 보여 相互 比較하였다.

調査結果를 편의상 墨湖·三陟 海域에서는 各 港을 망라해서 內港(St. 1, 2, 9, 12, 14, 內灣으로 表示)과 外港(外灣으로 表示, 그 外 調査點)으로, 蔚山에서는 St. 22, 23, 24, 25를 포함한 밖쪽을 外灣, 안쪽을 內灣으로 나누었으며, 鎭海·馬山 海域에서는 行岩灣(內灣으로 表示)과 馬山灣(外灣으로 表示)으로 나누었고, 麗水·光陽 海域에서는 光陽灣(內灣으로 表示, St. 7~15)과 外灣(기타 調査點)으로 區分했고, 木浦 海域에서는 內灣(St. 1~12)과 外灣(기타 調査點)으로, 群山 海域은 錦江河口(內灣으로 表示, St. 1~8)와 群山 앞바다(外灣으로 表示, 그 外 調査點)로, 仁川 海域은 仁川 앞바다(內灣으로 表示, St. 7~13)와 半月 앞바다(外灣으로 表示, St. 14~

19)로 각각 구별하여 Fig. 8과 9에 나타냈고 이들을 다음과 같이 比較檢討했다. 各 調査點의 中層이나 또는 江河口에서 鹽分이 거의 없는 河川水의 調査點에서 얻은 資料들은 補助資料로만 사용했다.

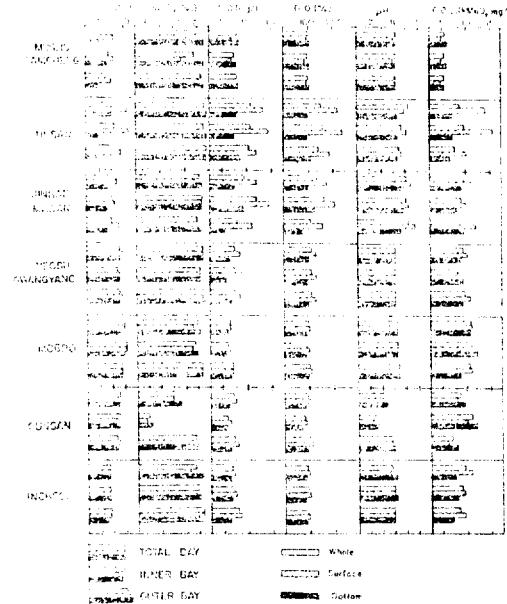


Fig. 8. General oceanographic factors in the surveyed coastal areas of Korea.

水温: Fig. 8에서 보면 半島의 西部에 해당하는 麗水, 木浦, 群山, 仁川 등의 海域에서는 上·下層 差異가 거의 없었으나 東部에 해당하는 墨湖·三陟, 蔚山, 鎭海·馬山 海域에서는 두드러지게 나타났으며, 특히 蔚山 海域에서는 灣內·外 모두  $10^{\circ}\text{C}$  이상의 差異로 上層(平均  $24^{\circ}\text{C}$  이상)이 높았다.

鹽分: 東쪽의 墨湖·三陟, 蔚山, 鎭海·馬山 海域에서는 底層의 平均이 대략 32‰ 이하였다. 전체적으로 上層의 鹽分含量이 底層보다 낮은 경향을 보였고 특히 水温의 上·下層 差異가 컸던 東쪽에서 두드러졌으며, 陸水의 影響은 錦江河口가 가장 심해서 群山 앞바다까지 影響을 미쳤다.

溶存酸素量(DO): 光陽灣에서 부터 仁川 海域까지 西쪽에서 平均  $5\sim 9\text{mg/l}$ , 墨湖·三陟 海域에서 平均  $7\sim 9\text{mg/l}$ , 馬山灣이나 蔚山內·外灣의 底層에서 平均  $5\sim 9\text{mg/l}$ 로 溶存量이 나타났

으며, 墨湖·三陟海域을 제외하고는 모두 上層에서 약간 우세한 경향이었다. 그리고 馬山·行岩灣과 蔚山內·外灣에서는 上層이 底層보다 월등히 溶存量이 높았으며 그 중에도 특히 蔚山內灣에서는 底層(平均 7.4mg/l)에 比하여 上層(平均 14.6mg/l)이 거의 2배에 가까운 差異를 보였으며 馬山灣에서도 上層이 底層보다 平均 30% 이상 溶存量이 높았다.

**pH:** 全國的으로 7.9~8.2 사이의 分布를 나타냈으나 錦江河口에서는 陸水의 影響으로 거의 中性에 가까(上層 平均 7.09, 底層 平均 7.26)었다. 그러나 馬山·行岩灣에서는 8.3 이상으로 上層에서는 더 높은 값을 나타내어 馬山灣 上層(平均 8.92)에서 거의 9에 육박하고 있다. 그리고 蔚山內域에서도 上層이 8.48로 높은 값이었다.

**化學的 酸素要求量(COD):** 墨湖·三陟에서는 5~6 KMnO<sub>4</sub>mg/l로 調査海域中에서 가장 낮았으나 대체적으로 陸水의 影響이 큰 西쪽에서 7~12 KMnO<sub>4</sub>mg/l로 높았다. 그러나 馬山灣(上層 平均 12.17 KMnO<sub>4</sub>mg/l)과 蔚山內灣(上層 平均 15.63 KMnO<sub>4</sub>mg/l)에서는 底層보다 上層이 월등히 높아 蔚山內灣의 경우 底層(平均 6.96 KMnO<sub>4</sub>mg/l)에 比하여 上層이 2배이상 높게 나타났다.

**亞硝酸鹽—窒素(NO<sub>2</sub>-N):** 西海에서 木浦內灣(平均 11.3μg/l), 錦江河口(平均 11.7μg/l) 및 仁川 앞바다(平均 7.7μg/l) 그리고 東쪽의 墨湖·三陟海域의 內陸上層(平均 8.4μg/l)에서 높았을 뿐 아니라, 馬山灣의 上層(平均 33.8μg/l)이나 蔚山內灣의 上層(平均 110μg/l)에서는 底層보다 각기 거의 5배(馬山灣 底層 平均 7.0μg/l) 및 30배(蔚山內灣 底層 平均 3.8μg/l) 정도 높게 나타났다.

**硝酸鹽—窒素(NO<sub>3</sub>-N):** 대체적으로 100μg/l 이하였으며 특히 半月 앞바다에서는 8μg/l 정도였으나 墨湖·三陟內港(底層 平均 36μg/l)에서는 近 10배(上層 平均 347μg/l), 蔚山內灣(底層 平均 112μg/l)에서는 2배 가까이(上層 平均 220μg/l), 馬山灣(底層 平均 78μg/l)에서는 5배 가까이(上層 平均 372μg/l), 木浦內灣(底層 平均 95μg/l)에서는 近 2배(上層 平均 171μg/l)가 底層보다 上層이 각각 높았으며 錦江河口에서는 上層(平均 624μg/l)과 底層(平均 531μg/l)이 같이 높았다. 그래서 馬山灣에서는 1974年 2月의 調査值(李等; 1974)보다 월등히 높았고, 錦江河口에서는 1966~1967年 사이에 서울의 광나루에서 調査된 값(崔等; 1968)보다 2배이상 높았으며 1970~1971年 사이에 衣岩岬에서 調査된 값(Choe and Kwak; 1971)보다 높은 값이었다.

**磷酸鹽—磷(PO<sub>4</sub>-P):** 墨湖·三陟海域에서는 大략 10μg/l 이하였으며 半島의 西쪽에 해당하는 麗水, 木浦, 群山, 仁川海域에서는 40μg/l 미만이었고 上·下層 差異도 거의 볼 수 없었으나, 蔚山內灣과 行岩灣에서는 上層이 모두 200μg/l 이상이었으며 蔚山灣에서 특히 높았고 行岩灣의 St. 8에서는 660μg/l까지 記錄되었다. 이러한 현상들은 灣外까지 影響을 미쳤으며 馬山灣에서는 底層(平均 81μg/l)이 上層(平均 40μg/l)보다 倍 이상이 높았다.

**硅酸鹽—硅素(SiO<sub>2</sub>-Si):** 錦江河口에서는 上·下層이 모두 2,300μg/l 이상으로 調査海域中 가장 높았으며 墨湖·三陟의 內灣 上層과 馬山灣에서는 1,000μg/l 이상이였다. 墨湖·三陟의 內灣 上層에서 높았던 것은 港口 入口의 調査點 中에서 이웃한 河川의 影響이 있었기 때문이며, 馬山灣에서는 流入되는 河川이 전체 灣에 影響을

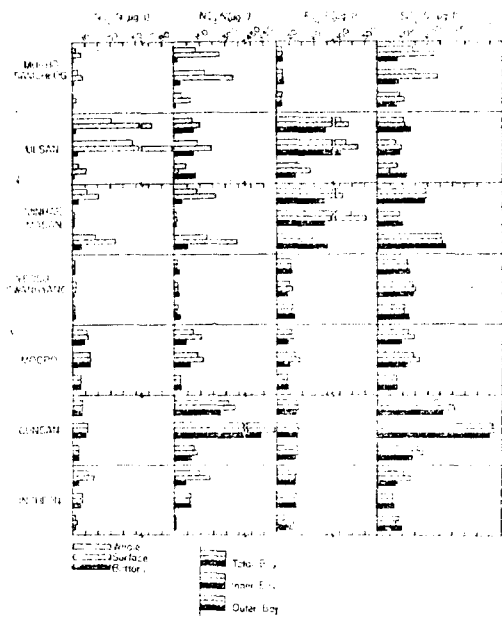


Fig. 9. The distribution of nutrients in coastal waters of surveyed area.

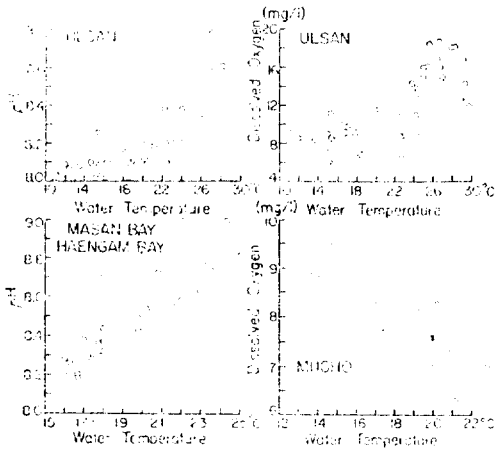


Fig. 10. Relations of pH and dissolved oxygen to water temperature in Ulsan, Masan-Haengam and Mugho areas.

미쳤고 鎭江河口에서는 陸水가 매우 混濁되어서 생긴 결과로 보인다. 그 이외의 調査海域에서는 1,000 $\mu$ g/l 미만이었다.

一般海洋學의 特性: 水溫, 溶存酸素量 및 pH 間의 一般의인 相關關係를 살펴보면 墨湖 · 三陟 海域에서의 水溫과 溶存酸素量은 Fig. 10에서 보는 바와 같이 서로 反比例하는 相關關係(相關係數 -0.86, 有意水準 99.9%)를 얻었으나, 蔚山에서는 水溫이 增加하면 대체적으로 溶存酸素量(DO)과 pH가 높아지는 경향을 나타냈으며 馬山 · 行岩灣에서는 水溫과 pH가 陽의 相關關係(相關係數 0.83, 99.9% 有意水準)를 나타내었다. 또 Fig. 11에 나타난 바와 같이 蔚山海域이나 馬山灣 또는 行岩灣에서는 pH와 DO가 서로 99.9% 有意水準으로 陽의 相關關係를 나타

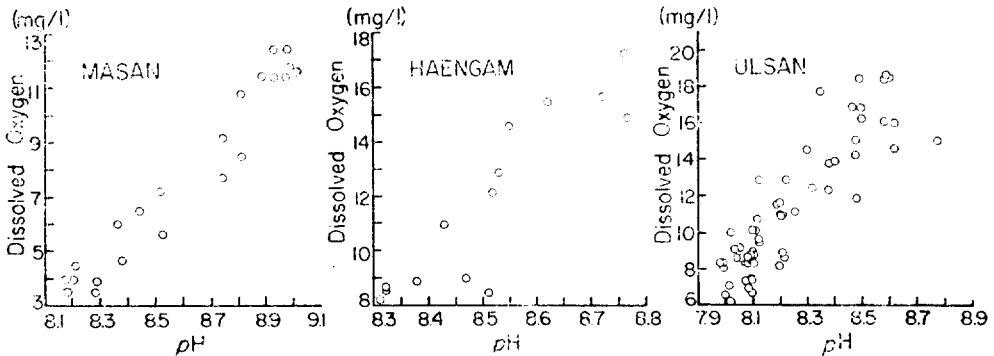


Fig. 11. Correlations between pH and dissolved oxygen in Masan, Haengam and Ulsan bay areas.

내고 있었다. 이러한 사실들은 플랑크톤의 一次生産性(primary productivity)과 관련이 있을 가능성도 있다. 이 海域은 Fig. 9에서 보는 바와 같이 營養鹽 含量이 매우 높으며 따라서 플랑크톤의 現存量이 매우 높으리라고 추측된다. 또한 하루중에 一次生産이 제일 왕성한 시간에는 中水の 炭酸개스가 플랑크톤의 광합성에 가장 많이 消耗되므로 pH가 上昇하는 同時에 遊離酸素가 많아질 가능성이 있다. 이에 더하여 좋은 날씨도 보조적일 수 있겠다. 그러나 海水中の pH와 DO는 그 밖의 여러가지 要因에 의하여 決定되는 까닭에 한마디로 단정하기는 어려운 것이다.

營養鹽 分布의 特性: Fig. 12에서 보는 바와 같이 西海쪽의 木浦, 群山, 仁川海域에서 NO<sub>2</sub>-N

(亞窒酸鹽-窒素)와 NO<sub>3</sub>-N(窒酸鹽-窒素) 사이에는 相關關係가 陽의 方向으로 나타났고, 群山에서만은 SiO<sub>2</sub>-Si(硅酸鹽-硅素)와 NO<sub>2</sub>-N 사이에 상당히 깊은 相關關係(相關係數 0.96, 99.9% 有意水準)가 나타났다. 그러나 NO<sub>3</sub>-N과 PO<sub>4</sub>-P(磷酸鹽-磷) 사이나 化學的酸素要求量(COD)과 NO<sub>3</sub>-N나 PO<sub>4</sub>-P 사이에는 전혀 相關성이 나타나지 않았다. 이러한 현상은 人間活動의 결과로 나타난 人爲的인 原因에 의해서 關聯性을 찾아 볼 수 없게 될 가능성도 있다고 본다. 이러한 경우는 行岩灣에서의 磷酸鹽-磷의 含量(Fig. 9)에서 뚜렷했다.

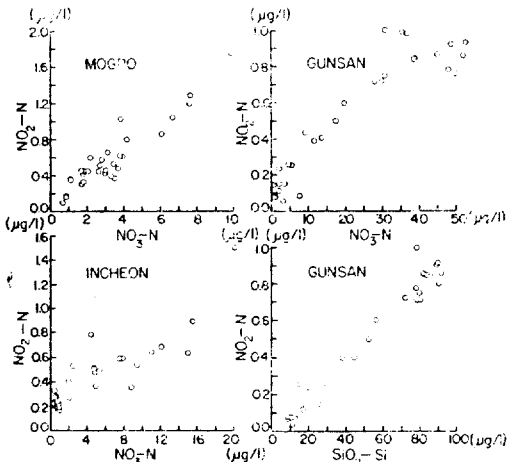


Fig. 12. Relationships between  $NO_2-N$  and  $NO_3-N$  in sea waters of the western coast of Korea.

結 論

우리 나라 全 海域에 대한 體系의인 調査에 앞서 우선 주요 港灣이나 工業團地沿岸의 base-line study를 실시한 결과 各 海域에 따라 差異가 뚜렷한 곳이 나타났다.

蔚山海域이나 馬山·行岩灣에서 특히 表層의 富營養狀態가 계속되고 기타 조건이 적당하다면 plankton의 과잉번식을 초래할 가능성이 짙으며 따라서 赤潮가 發生할 가능성이 濃厚하다고 볼 수 있겠다. 그러나 한번의 調査로 성급히 단정할 수는 없으므로 다각적이고 體系의인 調査가 계속되어야 하겠다.

參 考 文 獻

姜悌源. 1972. 낙동강 하구 부근(용원리) 김 어장의 갯벌, 특히 공장 폐수의 영향에 관하여. 韓國水産學會誌, 5, 39~44.  
 郭熙相·李鍾華. 1975. 冬季 鎭海·馬山海域의 重金屬. 韓國海洋學會誌, 10, 7~16.  
 郭熙相. 1976. 가을철 迎日灣의 一般海洋學의 特性. 韓國海洋學會誌, 11, 89~95.  
 郭熙相. 1977. 가을철 迎日灣 海水中的 鐵分量과 그 分布. 韓國海洋學會誌, 12, 48~53.  
 金仁培. 1970. 낙동강하류의 수산개발을 위한 기본조사·2. 수온 및 수질. 韓國水産學會誌, 3, 65~70.

金春洙·李鍾華·朴炳權·郭熙相·韓相俊·尹雄求. 1974. 1973~1974年 冬季 鎭海灣一帶에서의 海洋學의 인 特性調査研究. 韓國科學技術研究所附設 海洋開發研究所, BS HGI-536-5.  
 김진열·조상영. 1974a. 수질오탁조사. 1972-인천만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 110~114.  
 김진열·조상영. 1974b. 수질오탁조사. 1973-인천만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 217~227.  
 노재식·이서래·양경린·외. 1975. 호남정유 공장을 중심으로한 평양만일대의 수질, 해상 및 생태학적 조사. 과학기술처 보고서, STF-74-6.  
 박겸희·이승길·고태승. 1974a. 수질오탁조사. 1972-금강하류 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 88~109.  
 박겸희·이승길·고태승. 1974b. 수질오탁조사. 1973-금강하류 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 205~216.  
 박명하·조상영. 1974. 수질오탁조사. 1972-제주도 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 115~127.  
 박성운·오윤근·박청길·조상영. 1969. 鎭海灣附近海域의 海水化學成分의 季節의 變化에 關하여. 국립수산진흥원 연구보고, 4, 59~68.  
 朴周錫·金鍾斗. 1967. 鎭海灣의 赤潮現象에 關한 研究. 국립수산진흥원 연구보고, 1, 63~79.  
 朴清吉. 1975a. 鎭海灣海域의 磷酸鹽分布의 特性에 關하여. 韓國水産學會誌, 8, 68~72.  
 朴清吉. 1975b. 鎭海灣海水의 富營養化와 클로로필 分布. 韓國水産學會誌, 8, 121~126.  
 변충규·조석현·백국기·차영일. 1973. 동해 연안어장 환경조사-강원도 연안. 국립수산진흥원 사업보고, 17, 93~116.  
 Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bull. 167, Fish. Res. Bd. Canada, Ottawa, Canada. 45~80.  
 李鍾華·金春洙·郭熙相. 1974. 冬季鎭海灣一帶海水의 化學的成分含量分布. 韓國海洋學會誌, 9, 39~51.  
 이창기·임기봉·김성규·위길영·박대원·김기혁·박주석·이삼석·송재선·조상영·이금열·권낙연·박상정. 1972a. 연안어장 환경조사 사업보고. 국립수산진흥원 사업보고, 12.  
 이창기·강철중·김성규·박대원·위길영·오윤근·박청길·이금열·박주석·이삼석·송재선·박상정. 1972b. 수질오탁조사 사업보고, 1967~1971. 국립수산진흥원 사업보고, 15.  
 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이

- 금열·김성규·김복기·위길영·송재선. 1973. 남해 연안어장 환경조사-경남연안. 국립수산진흥원 사업보고, 17, 9~50.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·이금열·김성규·김복기·위길영·송재선. 1974a. 연안어장 환경조사. 경남연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 21, 12~42.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·이창국·김복기·이금열·김성규·위길영·송재선. 1974b. 수질오탁조사, 1972-부산항. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 11~21.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·이창국·김복기·이금열·김성규·위길영·송재선. 1974c. 수질오탁조사, 1972-낙동강~진해만에 이르는 해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 22~34.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·이창국·김복기·이금열·김성규·위길영·송재선. 1974d. 수질오탁조사, 1972-마산만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 35~40.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·이창국·이금열·김복기·위길영·송재선. 1974e. 수질오탁조사. 1973-울산만, 부산항, 낙동강 하구, 진해만, 마산만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 137~194.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박정길·김복기·위길영·송재선. 1975a. 연안어장 환경조사. 경남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 28, 10~36.
- 이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·김복기·정진대·김학균·위길영·송재선·이기영·곽남선·윤동수. 1975b. 한국연안 수질오염조사. 울산만, 온산만, 부산항, 낙동강 하구, 진해만, 마산만, 옥포만, 나라도 및 거문도, 여수항 및 광안만, 인천만, 금강 하구. 국립수산진흥원 사업보고, 30.
- 李春九·張南基·崔信錫. 1959. 貝類繁殖을 위한 適地 環境要因에 관한 研究. 韓國水產學會誌, 2, 33~40.
- 元鍾勳. 1963. 蟾津江河口의 水質分布에 對하여. 釜山水產大學研究報告, 5, 1~10.
- 元鍾勳. 1964. 洛東江河口 岾泚水質의 每月 大潮日에 서의 時間的 變化(1962年 11月~1963年 10月). 釜山水產大學研究報告, 6, 21~34.
- 元鍾勳. 1970. 慶南 昌原郡 熊東面 龍院里 岾泚의 水質에 對하여. 韓國海洋學會誌, 5, 30~36.
- 元鍾勳·朴吉淳. 1970. 莞島邑 및 平日島 岾泚에 있어 서의 冬季五個月間의 潮水에 따른 變動. 韓國海洋學會誌, 5, 14~29.
- 元鍾勳·朴吉淳. 1973. 海水汚染源 追跡子로서의 플루오르화물이온 및 鎳海灣의 플루오르화물 이온의 濃度分布. 韓國海洋學會誌, 8, 9~21.
- 張志元·裴三喆. 1968. 釜山, 月內間 海水의 水質調查 (海水의 放射線을 中心으로). 韓國水產學會誌, 1, 51~54.
- 진창세·권낙연. 1974. 수질오탁조사. 1973-제주도 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 228~251.
- Choe, Sang and Hi-Sang Kwak. 1971. Chemical water quality of lake Eui-am. J. Oceanolog. Soc. Korea, 6, 63~77.
- 崔相·鄭兌和. 1971. 古里海域의 海洋學的 特性 I. 水溫, 鹽分 pH 및 透明度의 年間變化에 關하여. 韓國海洋學會誌, 6, 37~48.
- 崔相·鄭兌和. 1972. 洛東江 河口水域의 營養鹽類와 有機營濁物質. 韓國海洋學會誌, 7, 1~14.
- 崔相·鄭兌和·郭熙相. 1968. 漢江의 營養鹽類 및 主要 이온類의 年變化와 그 水質的 考察. 韓國海洋學會誌, 1, 26~38.
- 최상·정태화·문형식. 1970. 낙동강하구 지역의 해내어장 개발에 관한 연구. 과학기술처 연구개발사업 보고서, MOST-R-70-25-F.
- Carlberg, S. R. co and ed. 1972. New Baltic manual with methods for sampling and analysis of physical, chemical and biological parameters. Inter. Council for the Exploration of Sea, Charlottenlund Slot. DK-2920 Charlottenlund, Denmark.
- 한희수·정형규·라정연·권선원. 1973. 동해연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 17, 117~153.
- 한희수·손승경·권선원. 1974a. 수질오탁조사. 1972-영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 42~87.
- 한희수·권선원·손승경. 1974b. 수질오탁조사. 1973-영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 23, 195~204.
- 한희수·권선원·손승경. 1975. 한국연안 수질오염조사. 영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 30, 101~109.
- 홍승명·추고승·진낙기·리영규·현동욱·최영섭. 1971. 영일만 및 부근연대 해양관측 결과. 교통부수로국, 서울, 韓國.
- 황진풍·추승교·허영섭·현동욱·정낙기. 1972. 1972년도 해양관측 결과보고서. 교통부수로국, 서울, 韓國. 51~80.
- 황호경·추상용·김명남·위종관·김종철·김상근.



1973. 남해 연안어장 환경조사. 전남 연안어장. 국립 수산진흥원 사업보고, 17, 51~90.      국립수산진흥원 사업보고, 21, 43~60.
- 황호정 · 추상용 · 김명남 · 위종환 · 김종철 · 김상근.      황호정 · 김명남 · 김종철. 1975. 연안어장 환경조사. 전남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 28, 37~60.
1974. 연안어장 환경조사. 전남 연안어장 환경조사.