

## 西歸浦 沿岸海水의 海洋化學의 特性

朴吉淳 · 梁千益 · 崔永贊  
(濟州大學校 理工大學)

### Chemical Oceanography on the Coastal Seawater at Seogwipo

Kil Soon PARK · Cheon Ik YANG and Young Chan CHOI  
(Dept. Food Sci. & Tech., Cheju Nat. Univ.)

In the coastal region of Seogwipo, a tidal front where coastal and offshore water are met is thought to be formed in the area where Mun Do and Sam Do are connected. The concentration of nutrients in the surface layer is higher in offshore water than those of coastal seawater except for the nitrates. In this region stratified state is broken in November as in off the southwest coast of Korea, and become homogeneous in the distribution of each constituents. This homogeneous state is maintained in December as well. Linear regression equation is  $\text{nitrate} = 7.63 \times \text{phosphate} - 0.31 (= 0.76)$ , and N:P = 7:1.

#### 緒 論

海洋에서 營養鹽類는 海洋生態系의 主要 環境因子일 뿐만 아니라 水系의 富營養化에 直接的인 關聯이 있어 世界的으로 많은 研究가 進行되고 있다.

우리나라에서도 沿岸水質 및 海洋의 特性에 관한 調査가 1960年代 後半들어 活潑하게 이루어지기 시작하였다. 元(1963, 1964a, 1970)은 우리나라 主要 김양식장인 嶺津江과 洛東江 河口 및 慶南 昌原郡 慈東面 龍院里 김밭의 水質을 調査하였고 元과 朴(1970)도 莞島郡內 김양식장의 水質을 調査 報告하였다. 崔와 鄭(1972)은 洛東江 河口 水域의 營養鹽類와 有機懸濁物을, 李等(1978)은 우리나라 主要 沿岸 海水中の 營養鹽 含量을 調査하였고 朴等(1967), 朴等(1969), 李等(1974), 朴(1975a, 1975b), Yang과 Hong(1982)은 鎮海灣 一帶에 대하여 海洋學의 特性과 化學成分量에 대한 調査 및 赤潮現象等 富營養化에 關聯된 調査를 하였다.

濟州島는 地理的인 特性으로 對馬暖流, 黃海暖流, 中國大陸沿岸水, 黃海低層冷水帶等 여러 水塊의 물이 沿岸 가까이까지 그 勢力을 미치고 있으며 또 海岸線 부근 곳곳에서 湧泉水가 솟아나오며, 降雨期에는 大量의 陸水가 流入되어 沿岸 가까이까지 壓迫해 들어 온 外海水가 크게 變質되어 濟州島 特有의 沿岸水를 形成하고 있다(盧와 鄭, 1976, 1977). 이와같은 特性을 지닌 濟州島 周邊 海域에 관한 調査는 1970년대부터 始作되어 濟州島 西方 海域의 暖水塊에 대한 盧(1974)의 調査 外 濟州島 沿岸의 水溫과 鹽分의 變動 및 環境 特性에 관한 調査(盧와 鄭, 1976, 1977, 1980)와 城山浦를 中心으로 한 沿岸 海況의 特性에 관한 調査(邊等, 1983) 등이 있다. 또한 朴과 盧(1980), 金等(1980)은 西歸浦港, 濟州港, 城山浦港等 制限된 海域에서의 水質을, 朴(1980)은 濟州島 沿岸 一帶의 營養鹽을 調査 報告한바 있다.

西歸浦 沿岸은 소라 전복 같은 貝類의 養殖場으로 利用되고 있으며 西歸浦 앞 바다의 沿岸水는 陸水가 島島와 蚊島의 中間地點에서 森島를 잇는 곳까지 擴張되

어 外海水와 潮境을 이루고 있어 (盧와 鄭, 1980) 복잡한 海洋 環境을 이루고 있을 것이라 생각되어 이 海域에서의 營養鹽을 調査하여 海洋化學의 特性을 科明하고자 한다.

## 調査 및 方法

### 1. 採 水

1981年 10月부터 12月까지 3個月間 每月 1회씩 西歸浦 앞바다 17個 定點 (Fig.1)에서 0 m, 10 m, 25 m, 50 m 및 底層의 海水를 北原式 採水器로 採水하였다.

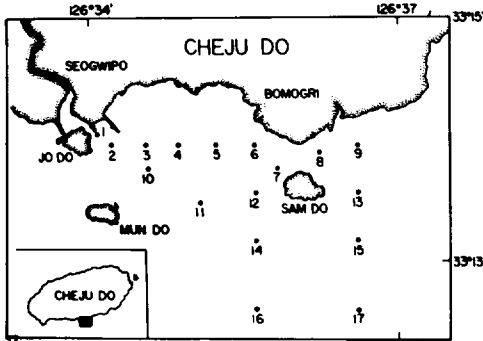


Fig.1. Location of oceanographic stations.

### 2. 分析方法

營養鹽類 分析用 試水는 採水 直後 클로르포름을 添加시킨 후 實驗室로 옮겨 바로 分析하였다.

(1) 水溫: 採水 現場에서 棒狀水銀溫度計로 測定하였다.

(2) 鹽分: 우라닌-전분 指示藥을 使用하는 鹽滴定法 (日本海洋學會, 1968)

(3) 硅酸鹽-硅素: 硅素-몰리브덴 錯體 形成을 利用하는 法 (青村, 1971)

(4) 窒酸鹽-窒素 (亞窒酸鹽-窒素 包含): Zn 粉末로 還元, GR 試藥에 의한 發色法 (同上)

(5) 磷酸鹽-磷: 磷-鎳酸부틸 抽出, 몰리브덴 (V) -티오시안산 錯體 發色法 (元, 1964 b)

## 結果 및 考察

### 1. 各 成分의 鉛直分布

### (1) 水溫

水溫의 月別 鉛直分布圖 (Fig.2)를 보면 全般的으로

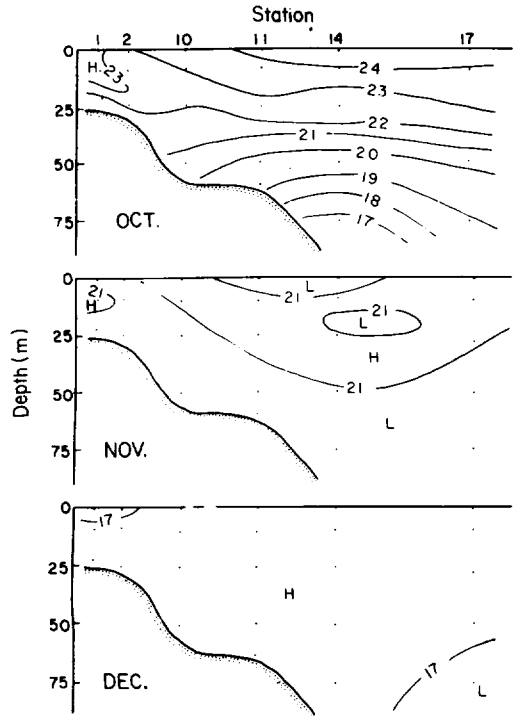


Fig.2. Vertical distributions of seawater temperature (°C).

西歸浦港 入口인 定點 1과 2에서는 다른 곳보다 높은 水溫을 나타내고 있다. 이들 定點을 除外하면 10月에는 水深이 깊어짐에 따라 水溫이 漸次 낮아지는 典型的으로 安定된 成層을 形成하고 있으나 11月이 되면 氣溫의 低下 等에 의한 鉛直混合이 일어나기 시작하여 12月에 表層과 底層 全體가 均一한 水溫을 나타내는 것 같다.

### (2) 鹽分

鹽分의 月別 鉛直分布圖 (Fig.3)를 보면 安定된 成層을 形成하고 있는 10月에는 陸水의 影響을 받은 低鹽分의 물이 蚊島와 森島를 잇는 곳인 定點 11부근의 表層까지 그 影響을 미치고 있다. 이런 現象은 朴과 盧 (1980)도 發表한 바 있다. 이런 점으로 보아 天池淵 및 正房瀑布 등에서 流入되는 陸水는 蚊島와 森島를 잇는 곳의 表層까지만 그 勢力을 미치고 있는 것으로 생각된다. 의곳을 境界로 沿岸쪽은 鹽分이 33.6% 이

西歸浦 沿岸海水의 海洋化學的 特性

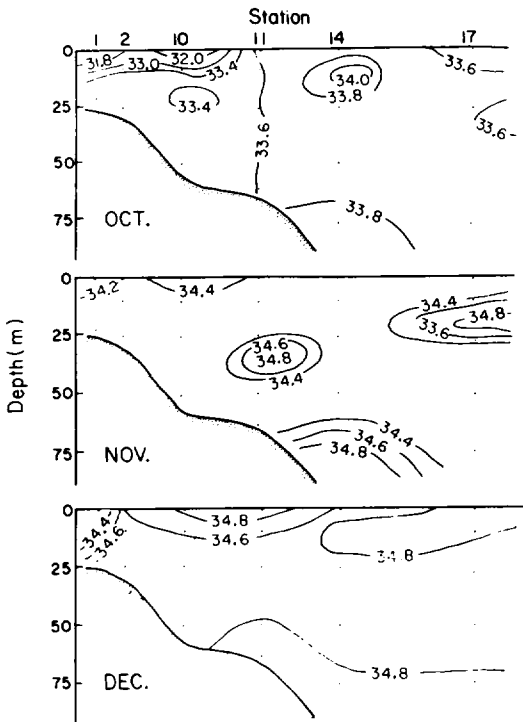


Fig.3. Vertical distributions of salinity (‰).

下인 低鹽分의 물이 分布되어 있고 外海쪽에는 33.6‰ 以上の 高鹽分의 물이 分布되어 있다. 定點 14의 10 m層에 鹽分이 34.0‰인 高濃度 코아(core)가 있는데 이것은 氣溫의 低下로 인한 顯熱損失과 蒸發로 인한 潛熱損失이 커져 表層 水溫이 下降함과 同時에 高鹽分水인 對馬暖流가 西歸浦 沿岸까지 接近하는 現象 등이 겹쳐 생긴 것이라 생각된다. 11월과 12월에는 港口인 定點 1을 除外한 全海域이 10月보다 높은 34.4‰ ~ 34.8‰의 물이 分布되어 있으나 11월은 鉛直混合이 일어나고 있는 중이라 비교적 복잡한 濃度 分布를 나타내고 있다고 생각된다.

(3) 營養鹽類

硅酸鹽-硅素의 月別 鉛直分布圖(Fig.4)를 보면 港口인 定點 1에서는 陸水의 影響으로 他 定點의 表層 水보다 硅酸鹽의 濃度가 높다. 10월과 12월 定點 10의 表層에 10  $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 高濃度 물이 나타나는데 이는 港內에서 流出되어 나오는 陸水가 潮流 등의 影響을 받아 생긴 現象인 것 같다. 港入口를 除外하면 10월은 全海域이 대체로 5  $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 均一한 分布를 나타내고 있다. 11월에는 高鹽分 高營養鹽인 底層水가

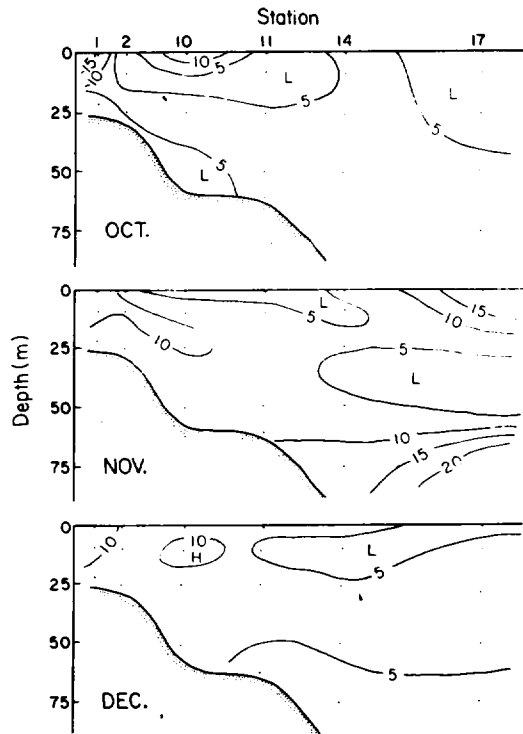


Fig.4. Vertical distributions of silicates ( $\mu\text{g-at}/\ell$ ).

蚊島와 森島를 잇는 潮境域 부근까지 影響을 미치고 있고 中層을 中心으로 上下 混合이 일어나 表層에 硅酸鹽을 供給하고 있는 것 같다. 12월에는 10월과 마찬가지로 定點 10에서 表層쪽이 10  $\mu\text{g-at}/\ell$  이상인 高濃度 코아가 나타나는 것을 除外하면 5~10  $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 물이 分布되어 있다.

窒酸鹽-窒素의 月別 鉛直分布圖(Fig.5)를 보면 10월에는 陸水의 影響을 많이 받는 定點 1~10을 除外하면 表層(1  $\mu\text{g-at}/\ell$ )에서 底層(6  $\mu\text{g-at}/\ell$ )으로 갈수록 窒酸鹽이 規則적으로 많아지는 安定된 成層을 形成하고 있어 水溫의 分布와 그 樣相이 비슷하다. 11월에는 10월 表層에 있던 低濃度의 물이 없어지고 中層까지 3  $\mu\text{g-at}/\ell$  안팎의 물이 均一하게 分布되어 있어 混合이 中層까지는 이루어지고 있음을 나타내고 있는 것 같다. 硅酸鹽의 경우와 같이 高窒酸鹽(7  $\mu\text{g-at}/\ell$ )의 底層水가 潮境域 부근까지 影響을 미치고 있다. 12월에는 上下 混合이 일어난 것으로 보이며 5~6  $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 물이 全海域에 分布되어 있다. 특히 表層의 底窒酸鹽의 물이 없어진 것으로 보아 이 時期에는 表層의 營養鹽은 底層으로부터 供給되는 것으로 생각된다.

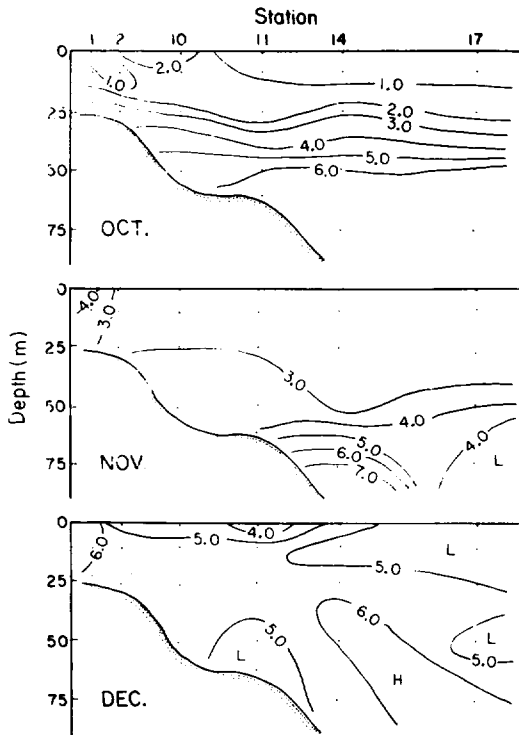


Fig.5. Vertical distributions of nitrate ( $\mu\text{g-at/l}$ ).

磷酸鹽-磷의 月別 鉛直分布圖 (Fig.6) 를 보면 10 月은 外海쪽 底層에 1.0  $\mu\text{g-at/l}$ 인 高濃度 물이 存在하고 있는 것을 除外하면 대체로 0.5  $\mu\text{g-at/l}$ 의 물이 分布되어 있다. 11 月에는 底層에 있던 1.0  $\mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물은 사라지고 全海域에 0.5  $\mu\text{g-at/l}$ 인 물이 均一하게 分布되어 있는데 이것도 鉛直混合으로 인하여 일어난 現象으로 볼 수 있다. 12 月에도 港入口쪽을 除外하면 11 月과 마찬가지로 0.5  $\mu\text{g-at/l}$ 의 均一한 濃度の 물이 分布되어 있다. 港入口쪽인 定點 2에서 1.0  $\mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물이 나타나는 것은 天池淵 등에서 나오는 陸水의 影響으로 생각된다.

西歸浦 앞바다에서 11 月에 鉛直混合이 일어나고 있음을 朴과 盧 (1980) 가 報告한 바 있으며 李 (1983)도 濟州 海峽 近海에서 上下 鉛直混合이 活潑하게 일어난다고 報告하였다.

## 2. 營養塩類의 水平分布

表層水에서 各 定點의 營養塩 濃度を 算術平均 하여 Fig.7에 나타내었다. 이를 보면 硅酸鹽 경우, 陸水의 影響을 가장 많이 받는 西歸浦港 入口가 18.8  $\mu\text{g-at/l}$

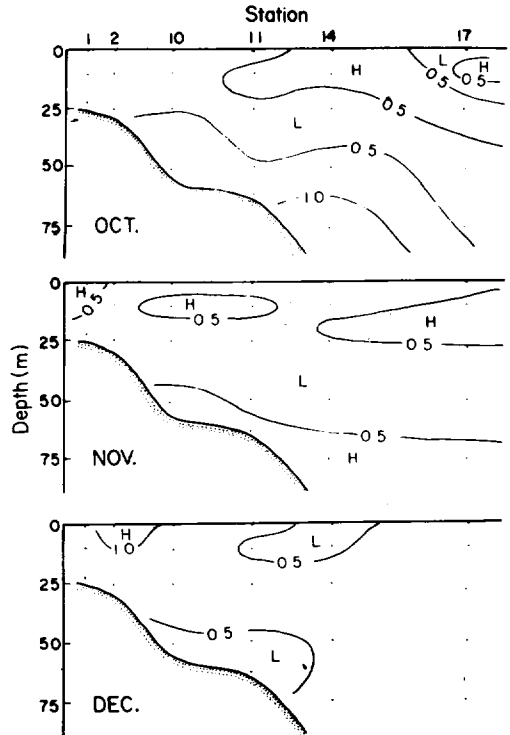


Fig.6. Vertical distributions of phosphate ( $\mu\text{g-at/l}$ ).

로 調査 海域中 가장 硅酸鹽 濃도가 높고 外海쪽 定點 16에서도 11.0  $\mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물이 있다. 이 두 定點을 除外하면 沿岸쪽의 硅酸鹽 濃도는 4~7  $\mu\text{g-at/l}$ 로 外海쪽의 7~11  $\mu\text{g-at/l}$  보다 낮다. 一般的으로 沿岸域의 營養塩 특히 硅酸鹽은 陸水로부터 多量 供給되고 있다고 생각되고 있다. 그러나 西歸浦 沿岸은 天池淵과 正房瀑布 등에서 陸水가 流入되고 있음에도 불구하고 沿岸쪽의 硅酸鹽의 濃도가 낮다는 것은 西歸浦 沿岸의 營養塩이 陸水로부터 供給되는 것이 아니라 對馬暖流나 中國大陸沿岸水에 의하여 供給되는 것으로 생각할 수도 있고 또 沿岸에서는 플랑크톤의 活動이 活潑하여 消耗量이 供給量보다 많아 일어난 現象으로 볼 수도 있어 앞으로 좀 더 깊이 調査해 볼 필요 있다고 생각한다.

窒酸鹽은 定點 10과 17을 除外하면 2~3  $\mu\text{g-at/l}$ 의 비교적 均一한 分布를 나타내고 있다. 沿岸쪽이 外海쪽 보다 약간 높은 濃도를 나타내는 것이 硅酸鹽과는 相反되는 現象이었다. 甫木里쪽 沿岸의 濃도가 周圍보다 약간 높은 4  $\mu\text{g-at/l}$ 의 물이 分布되어 있는 것이 特異한데 이런 現象은 硅酸鹽에서도 나타났다.

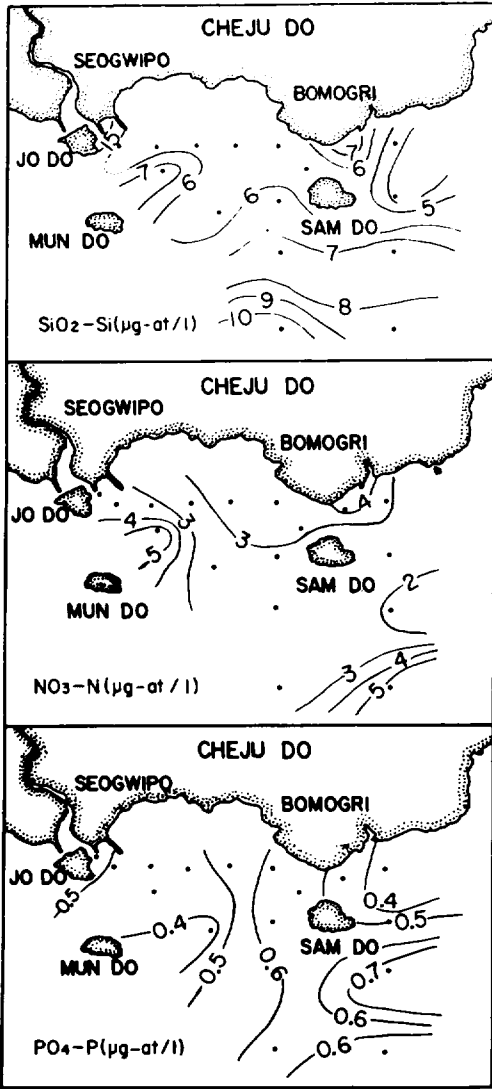


Fig.7. Horizontal distributions in constituents of surface water.

磷酸鹽은 甫木里 東쪽 沿岸인 定點 9에서 가장 낮은  $0.35 \mu g-at/l$ 를 나타냈고 森島 東南쪽 定點 15에서  $0.79 \mu g-at/l$ 로 가장 높은 濃度를 나타내었다. 矽酸鹽과 같이 港入口에서의 濃度가 他 定點의 濃도와 差異가 별로 없는 점으로 보아 陸水로부터 공급되는 것은 거의 없다고 볼 수 있다. 全體적으로는 沿岸쪽이 潮境域 밖보다 낮은 濃度의 물이 分布되어 있는 것은 矽酸鹽의 分布와 같은 環象이다.

### 3. 矽酸鹽과 磷酸鹽과의 關係

Tomczak (1981)이 大西洋에서 矽酸鹽과 磷酸鹽 사이에 아주 좋은 相關關係 ( $r = 0.96$ )를 유지하고 있다고 報告한 바 있어 西歸浦 沿岸에서의 矽酸鹽과 磷酸鹽 사이의 相關關係를 檢討하여 Fig.8에 나타내었다. 몇

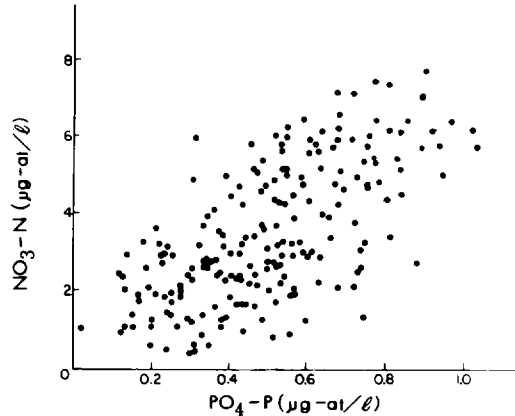


Fig.8. Relationship between nitrate and phosphate.

몇 表層水를 除外하고는 磷酸鹽의 濃度가 增加하면 矽酸鹽의 濃度도 增加하는 現象을 나타내었으며 이 두 營養鹽의 關係를 式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\text{矽酸鹽} = 7.63 \times \text{磷酸鹽} - 0.31 \quad (r = 0.76)$$

大西洋 中央水의 100 ~ 500 m層에서 矽酸鹽과 磷酸鹽과의 相關關係가 0.96으로 거의 直線的인 關係(Tomczak, 1981)를 나타냈으나 本 調査에서는 最大水深이 75 m 밖에 되지 않는 沿岸水라는 점과 濃度 範圍도 半程度 밖에 되지 않는다는 점을 감안한다면 相關係數가 0.76 라면 그런대로 좋은 相關關係를 나타내고 있다 볼 수 있다.

海洋生物中 約 90%를 차지하고 있는 植物性 플랑크톤의 構成 原素中 矽素와 磷의 造成으로부터 얻은 矽素와 磷의 原子比는 16:1 (服部, 1973)인데 西歸浦 沿岸에서 얻은 矽素와 磷의 比는 7:1로 적은 값을 나타내었다. 元과 朴(1970)이 莞島에서 調査하여 얻은 13~14:1 보다도 아주 적은 값이나 Sousa等(1981)이 Bengal灣의 0~75層에서 調査 報告한 0~4.4:1 보다는 큰 값이나 100~1000 m層에서의 6~7:1과는 類似한 값이다. 그러나 Sander와 Moore(1979)가 Barbados 沿岸에서 調査 報告한 9.8:1보다도 약간 낮다. 물론 이런 값들은 分析方法의 差異등에 따라서도 달라질 수도 있으나 西歸浦 沿岸에서 矽素와 磷의 比가 7:1이라는 것은 磷酸鹽에 비하여 矽酸鹽이 相對적으로 적게 分布되어 있다는 것을 의미하는데 이것이 濟州島 沿岸水의 特性일 수도 있으므로 이 점에 대해서 더 많은 研究가 이루어져야 하겠다.

要 約

1981年 10月부터 12월까지 3個月間 西歸浦 앞바다의 水質을 調査한 結果는 다음과 같다.

西歸浦 沿岸은 蚊島와 森島를 連結하는 곳을 中心으로 沿岸水와 外海水가 만나는 潮境域이 形成되고 있으며 이 潮境域을 中心으로 沿岸쪽의 營養鹽 濃度가 窒酸鹽을 除外하고는 外海쪽보다 낮다.

西歸浦 沿岸은 韓國 南海 沿岸에서처럼 11月경이 되면 成層이 破壞되어 沿直混合이 일어나 表層과 底層의 營養鹽 濃度가 均一해진다.

窒酸鹽과 磷酸鹽 사이에는 좋은 相關關係( $r=0.76$ )를 갖고 있으며 窒酸鹽 $=7.63 \times$ 磷酸鹽 $-0.31$ ,  $N:P=7:1$ 이었다.

參 考 文 獻

青村和夫(1971): 新版水の分析. 日本分析化學會北海道支部編, pp.270~274. 化學同人, 京都.

邊昌翊·鄭龍晉·盧洪吉(1983): 濟州島 沿岸의 海況 特性에 관한 研究. 濟州大學海洋資源研究所 研究報告, 7, 59~64.

崔相·鄭兌和(1972): 洛東江 河口 水域의 營養鹽類와 有機懸濁物質. 韓國海洋學會誌, 7, 1~14.

服部明彦(1973): 海洋生化學. pp.56~65, 東京大學出版會, 東京

日本海洋學會(1968): 海洋觀測指針. pp.155~168.

金春洙·李鍾華·朴炳權·郭熙相·韓相俊·尹雄求(1974): 1973~1974年 冬季 嶺海灣 一帶에서의 海洋學的인 特性調查研究. 韓國科學技術研究所附設 海洋開發研究所, BS HG1-536-5.

金在河·朴吉淳·姜永周(1981): 濟州島 沿岸 海水의 化學的 및 微生物學的 水質 現況에 關한 研究. 濟州大學 海洋資源研究所 研究報告, 5, 17~32.

Lee, J.C.(1983): Characteristics of front near the Cheju Strait in early winter. Bull. Korean Fish. Soc., 16, 51~58.

李鍾華·金春洙·郭熙相(1974): 冬季 嶺海灣 一帶 海水의 化學的 成分 含量分布. 韓國海洋學會誌, 9, 39~51.

李光雨·郭熙相·李壽珩·李東洙(1978): 여름철 韓國 沿岸 海水中的 營養鹽 含量. 韓國海洋學會誌, 13, 17~25.

박상운·오윤근·박청길·조상영(1969): 嶺海灣 附

近 海城의 海水 化學 成分의 季節의 變化에 關하여. 國立水產振興院 研究報告, 4, 59~68.

朴周錫·金鍾斗(1967): 嶺海灣의 赤潮現象에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告, 1, 63~79.

朴清吉(1975a): 嶺海灣 海城의 磷酸鹽分布의 特性에 關한 研究. 韓國水產學會誌, 8, 68~72.

朴清吉(1975b): 嶺海灣 海水의 富營養化와 클로로필 分布. 韓國水產學會誌, 8, 121~126.

朴吉淳·盧洪吉(1980): 西歸浦 앞바다 海水의 化學 成分量 分布에 關하여. 濟州大學 海洋資源研究所 研究報告, 4, 31~37.

朴吉淳(1982): 濟州島 沿岸海水의 營養鹽類에 關한 研究. 韓國水產學會誌, 15, 255~262.

盧洪吉(1974): 濟州島 西方 海城의 暖水塊에 對하여. 漁業研究誌, 6, 19~20.

盧洪吉·鄭公圻(1976): 濟州島 沿岸의 水溫 鹽分 變動에 關한 研究(I). 濟州大學論文集, 8, 115~122.

盧洪吉·鄭公圻(1977): 濟州島 沿岸의 水溫 鹽分 變動에 關한 研究(II). 濟州大學論文集, 9, 131~136.

盧洪吉·鄭公圻(1980): 濟州島 沿岸의 環境特性에 關한 基礎的 研究(I). 西歸浦 沿岸水의 擴張範圍. 濟州大學校, 海洋資源研究所 研究報告, 4, 1~5.

Sander, F., E. Moore (1979): Significance of ammonia in determining the N:P ratio of the sea water off Barbados, West Indies. Mar. Biol. 55, 17~21.

Tomczak, M. Jr.(1981): An analysis of mixing in the frontal zone of South and North Atlantic Central Water off North-West Africa. Prog. Oceanogr., 10, 173~192.

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(1964a): 洛東江 河口 金밭의 水質의 每月 大潮日에서의 時間的 變化. 釜山水產大學 研究報告, 6, 21~34.

元鍾勳(1964b): 水質分析을 目的한 極微量 磷酸鹽의 高感度比色定量法. 大韓化學會誌, 8, 113~120.

元鍾勳(1970): 慶南 昌原郡 慈東面 龍院里 金밭의 水質에 對하여. 韓國水產學會誌, 5, 14~19.

元鍾勳·朴吉淳(1970): 莞島邑 및 平日島 金밭에 있어서의 冬季 五個月間의 潮水에 따른 變動. 韓國水產學會誌, 5, 14~19.