

馬山灣의 環境學의 研究

1. 物理的 特性과 化學 成分含量에 對하여

金 鍾 萬·韓 相 俊·李 鍾 華
韓國船舶海洋研究所 海洋科學研究室

Environmental Studies on Masan Bay 1. Physical Factors and Chemical Contents.

Jong Man Kim, Sang Joon Han & Jong Wha Lee
Department of Marine Sciences, Korea Research Institute of Ship and Ocean

ABSTRACT

The physical factors and chemical contents were studied at 8 stations within Masan Bay, differing in depth and location with respect to inner and outer harbours. It is a relatively small bay with a long and narrow outlet. The water temperature and salinity at the inner bay was rather subject to change on weather condition of the neighbouring land than on the effects of the water mass of outer bay.

The high nutrient contents in the bay were caused by the sewage and industrial activities. The outer harbour was less polluted than that of the inner bay; the high contents were significantly decreased from the entrance of the outer harbour. While the high dissolved oxygen contents, over saturation in the surface strata may be the result of nearly all year round phytoplankton blooms, the lack of oxygen contents in the bottom strata were caused by the inadequate mixing of water mass and organic matters. The frequent red tide in the area may be the results of inflowing raw sewage, industrial activities of neighbouring land and inadequate mixing of water masses.

序 論

海洋物理的인 環境要因 및 海洋化學的인 環境要因은 海洋生態系의 主要 構成要因이다. 陸上 環境要因은 보통 1日을 週期 또는 1年을 週기로 그 變化幅이 甚한데 比하여 海洋環境要因의 變化幅은 작고 持續的인 것이 特徵이다.

海洋生物體는 上記와 같은 變化幅이 작은 環境要因에 適應進化하였다. 따라서 産業活動이나 都市廢水 等の 直接的인 海水內 流入은 環境要因의 變化幅을 갑자기 變化시켜 海洋環境에 均衡이 깨져서 生物體에 重大한 影響을 미치게 된다.

馬山灣은 鎮海灣의 一部分으로 內灣으로 되어

있으며 周邊 臨海工業團地에 依한 工場廢水와 都市人口의 增加에 依한 汚染與否 및 汚染程度에 對한 調查研究가 時急하다 하겠다.

上記 馬山灣에 對하여서는 海洋物理, 化學, 生物, 地質學的인 面에서 短篇的으로 研究한 바가 있다(姜, 1972; 振興院, 1972, 1973; 李 等 1975, 1974a, b, c; 元과 朴, 1973; 朴과 金, 1967; 朴, 1975). 이 中 元(1970), 元과 朴(1973), 李 等(1975, 1974 b, c) 및 朴(1975)은 海水의 水質 汚染과 關聯하여 報告하였으며, 또한 朴과 金(1967)은 鎮海灣 一帶에 걸친 赤潮發生原因을 究明하기 위하여 浮遊生物을 調査한 바가 있다.

本 研究目的은 1974年 9月에서 부터 1975年 5 月에 걸쳐 每月 1回씩 總 9회에 걸쳐 調查分析

하여 既存資料의 補完 및 月別 各要素의 變化狀況을 究明하는 데 있다.

本 調査를 爲해서 誠心껏 도와준 釜小水産大學 朴 守一君, 大學院 나 기환, 박 경양君에게 감사드리며 資料를 整理해 준 洪 在上, 허 성범君 및 圖表作成을 도와준 船舶海洋研究所 石 奉出君에게 진심으로 감사드립니다.

調査 및 方法

1974年 9月부터 1975年 5월에 걸쳐 每月 1회씩 調査를 實施하였으며, 月中干滿의 差가 가장 큰 時期를 擇하여 干潮時에만 馬山內灣에서 釜島水道에 이르기까지 8個 定點에서 調査하였다 (Fig 1).

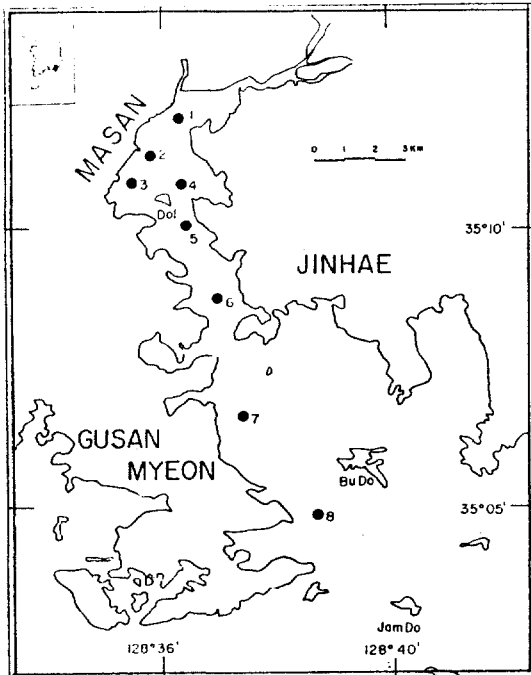


Fig. 1. Sampling stations in the sea off Masan Bay.

採水에는 van Dorn採水器를 使用하여 表層과 底層에서 採水하였다.

調査分析項目은 水溫, 鹽分度, 溶存酸素量 및 亞窒酸鹽, 窒酸鹽, 암모니아+아미노酸, 磷酸鹽, 硅酸鹽을 調査하였으며 아울러 化學的 酸素消費量(COD)도 測定하였다.

1) 水溫

棒狀水銀溫度計를 使用하여 現場에서 測定하

였다,

2) 鹽分度

携帶用 salinometer (Kalsico, Type MC-5)와 Mohr 銀滴定法에 의하여 測定하였다.

3) 溶存酸素量

Winkler變法에 의해 現場에서 固定한 後 實驗室로 運搬하여 測定하였으며, Weiss (1970)의飽和度表를 써서 水溫 및 鹽分度 變化에 따라 溶存酸素量을 電子計算器로 換算하고 이에 의해飽和百分率로 換算하였다.

4) 化學的酸素消費量

알카리성과 망간산카리 溶液으로 酸化를 시킨 후 치오황산나트륨으로 滴定하여 算出하였다 (Carlberg, 1972).

5) 營養鹽類

① 亞窒酸鹽-窒素

amalgated cadmium으로 還元시킨 후 sulph-anilic acid와 diamine溶液으로 發色시켜 波長 543 nm에서 定量하였다(Carlberg, 1972).

② 암모니아+아미노酸-窒素

알카리화한 hypochlorite溶液으로 酸化시킨 다음 sulph-anilic과 diamine溶液으로 發色시켜 波長 543nm에서 吸光度를 測定하였다(Strickland and Parsons, 1968).

③ 磷酸鹽-磷

모리브덴酸과 ascorbic acid로 發色시킨 다음 波長 882nm에서 測定하였다(Carlberg, 1972).

④ 硅酸鹽-硅素

試水를 모리브덴酸과 혼합시켜 10~30분이 지난 후 還元劑(oxalic acid)를 넣어 發色된 것을 波長 810nm에서 測定하였다(Carlberg, 1972).

結果 및 考察

1. 水溫 및 氣溫

全 調査期間을 通하여 水溫과 氣溫의 變化는 그림은 2와 같다.

氣溫의 變化幅은 9月中 定點 8에서 29.8°C로 最高를 나타내며 12月中 定點 6에서 1.0°C로 最低를 나타내고 있다. 또 全 定點을 通하여 月別로 漸移的인 下降과 上昇現象이 뚜렷하였다. 海水의 水溫은 9月中 定點 3의 表層에서 26.0°C로

最高를 나타내며, 1月中 定點 2의 表層에서 4.0°C로 最低値를 나타내고 있다. 水溫의 月別變化는 調査始作時期인 1974年 9月 全 調査定點을 通

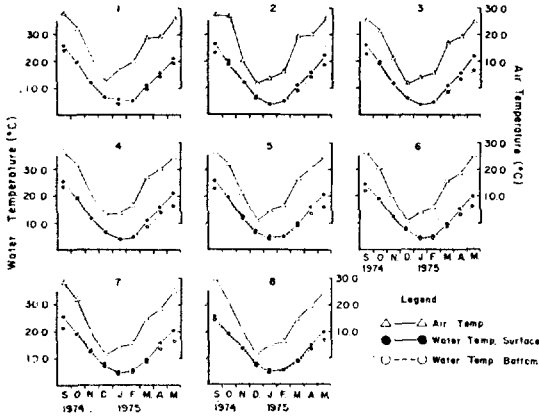


Fig. 2. Seasonal variations of air temperature and water temperature in the sea off Masan Bay.

한 變化 範圍는 21.5°C~26.0°C로 最高를 나타내는 反面에 1975년 1月이 4.0~5.6°C로 最低를 나타내고 있다. 層別 變化에 表, 底層間의 水溫은 調査期間을 通하여 一般의 表層이 底層보다 약간 높은 傾向이 있으나 1974年 9月과 1975年 4月, 5月中에 3~5°C의 層別 差異를 뚜렷이 나타내었으며 이는 內灣의 特性을 감안 할 때 陸上의 影響을 받아 높아진 것으로 思料된다.

各 定點別 水溫은 날씨가 따뜻한 1974年 9月, 10月, 1975年 3月, 4月, 5月은 灣內에서 灣外로 나가면서 점점 水溫이 낮아지는 反面 氣溫이 낮은 1974年 11月, 12月, 1975年 1月, 2月은 灣內에서 灣外로 나가면서 점점 水溫이 높아진다. 이는 灣內는 陸地의 影響에 依한 增減으로 思料된다. Lim(1972)에 依하던 多少 外海에 接해있는 加德島 海域 表層水를 1930年에서 1969年, 即 40年間 걸쳐 調査한 結果 最高値는 8月에 23.01±1.53°C이며, 9月이 21.84±1.35°C로 다음으로 높았다. 2月은 9.31±1.41°C로 가장 낮았는데 이것을 本 調査值 4.0°C~26.0°C와 比較해 볼 때 馬山灣 및 釜島水道는 陸上의 影響을 많이 받고 있다는 것을 알 수 있다. 李 等(1974, a)의 1月과 2月의 水溫이 4.8~8.8°C로 本 調査值의 같은 달의 4.0~5.7°C와 比較해 보면 1974年 겨

울이 多少 따뜻한 것 같다.

2. 鹽分度

全 調査期間을 통한 鹽分度의 變化範圍는

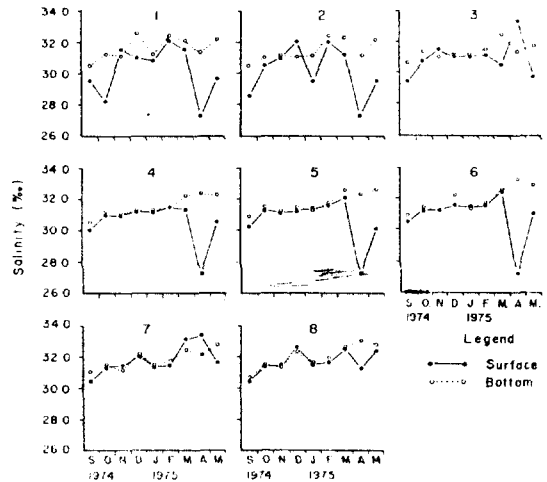


Fig. 3. Seasonal variations of salinity in the sea off Masan Bay.

27.28~33.35‰이며(Fig 3.) 1975年 4月中 定點 1, 2, 3, 4, 5 表層에서 27.28‰로 最低値를 나타내며 같은 4月 定點 7의 表層에서 33.35‰로 最高値를 나타 내었다. 鹽分度의 月別變動은 1975年 3月中의 鹽分變化範圍가 全 定點을 通하여 30.54~33.13‰로 最高値를 나타 내었음에 比하여 1974年 9月中의 鹽分變化範圍가 28.55~31.05‰로 最低値를 나타 내었다. 全 定點을 통한 月別 變化의 最低値와 最高値는 各 各 장마에 依한 陸水의 大量 流入과 旱魃의 直接的인 影響인 것으로 思料된다.

各 定點別 鹽分의 變化는 灣內에 位置한 定點 1, 2, 3, 4의 鹽分變動範圍가 27.28~32.46‰이며 灣外에 位置한 定點 5, 6, 7, 8의 變動範圍가 27.28~33.35‰로 灣內보다 灣外가 多少 높다는 陸水 및 都市下水 等を 直接받아 鹽分度가 낮아진 結果라 하겠다. 特히 1975年 4月 定點 1, 2, 3, 4, 5에서의 測定値가 27.28‰이었는데 이는 採水前日 甚하게 내린 降雨에 依한 陸水 및 都市下水의 影響의 直接的인 結果이다. 鹽分의 層別變化는 그림 3에서 보는 바와같이 대체적으로 底層이 表層보다 鹽分濃度가 높다. 또 灣內에 位置한 定點 1, 2, 3, 4에서 많은 差異를 보이고 있는데 이는 陸水의 流入과 더불어 灣內에서의

上下層 水塊의 混合이 微弱함에 起因한 것이다.

朴(1975)은 1972年 鎭海灣一圓의 7個月동안의 鹽分度를 27.28~33.68%로 報告하였는 바 이는 本 調査結果値와 비슷하다. 李 等(1974, a)이 行한 1974年 1月과 2月中의 鹽分度는 32.75~34.23%로 같은 달 本 調査値의 29.47~32.45% 보다 높은 값이었다.

또 鎭海灣中에서 大體의으로 陸水의 影響을 많이 받고있는 加德島 곶차리 東端海域의 鹽分度가 年中을 通하여 26.00~33.30%로 나타나(李 1974, a) 本 調査値와 類似한 값을 나타내고 있어 本 調査値와 比較하여 볼 때, 馬山內灣 및 外灣은 馬山灣에서 흘러나오는 淡水의 影響을 많이 받고 있다는 것을 알 수 있다.

3. 溶存酸素量

調査 全期間을 통한 溶存酸素量 및 그 飽和度 (Fig.4)는 灣外에 位置한 定點 7의 底層에서 1974年 9月에 5.83%(0.30ml/l)로 最低値를 나타내는 反面 灣內의 定點 1의 表層에서 1974年 9月 調査値가 100%(9.92ml/l) 以上으로 最高値를 나타내어 그 變化範圍가 매우 크다. 各 定點別 月別變化範圍는 表層에서는 1974年 9月이 110.95~205.64%로 最高値를 나타내며 1974年 11月이 68.50~89.6%로 溶存酸素의 缺乏을 나타내었다. 또 底層에서는 1975年 3月이 98.88~

118.83%로 最高値를 나타내는 反面에 1974年 9月이 5.83~75.80%로 最低値를 나타내고 있다. 即 表層에서는 定點마다 多少의 差異는 있지만 大體로 調査始作期間인 1974年 9月부터 1975年 2月까지 繼續減少現象을 나타낸 후 3월부터 5月까지 增加現象을 보인다. 이는 水溫增減에 依한 植物性 plankton의 消長과 아주 密接한 關係가 있다고 思料된다(유광인, 私信).

底層에서는 灣內와 灣外로 나눌 수 있는데 灣內는 9月에서 1月까지 增加現象을 보이다가 5月까지 減少現象이 일어난다. 또 灣外는 10月까지 增加한 後 거의 變化가 없이 一定한 分布를 나타내는데 이는 海水의 流動과 比較해 볼 때 灣內는 물이 停滯되어 上下層 水塊의 混合이 잘 일어나지 않아서 底層의 腐敗現象으로 因한 酸素의 消費가 많아진 것과 灣內에 位置한 各 定點들에서는 海流 및 船舶들의 通路로 水塊의 混合에 依한 結果로 解析된다.

各 定點別 層別變化는 1974年 9月과 1975年 5月의 表層海水가 過飽和狀態인 140~205.64%까지 記錄하였다. 이는 위에서 說明한 沿岸地形이 좁고 깊숙한 狹灣을 이루고 있어 海水流動狀態가 不良하고 都市廢水 및 下水가 灣內에 流入되어 營養鹽類의 增加를 招來하였고 이는 各種 植物性플랑크톤의 急增을 일으켜 이들 生物의 炭素同化作用에 따른 現象임이 分明하다.

또 釜島水道에 있는 定點 5, 6, 7, 8의 表層海水에서도 1974年 9月과 5月에 過飽和狀態를 이루었는 바 植物性플랑크톤의 季節的인 變動과 聯關이 있다고 하겠다.

그外 各 定點別에 따른 溶存酸素量이나 飽和度는 一定한 傾向이 없었다. 本 調査値와 過去의 調査値와 比較해 보면 李(1974, a)의 1,2月 調査値가 98.89~133.94%로 나타나 本 調査値의 같은 달 調査값 77.02~108.74%보다 월동히 높은 값을 보이고 있다.

또 朴(1975)은 1972年 同一 地點에서 溶存酸素가 1.33ml/l임을 報告하였는데 이는 本 結果와 比較할 때 海水의 腐敗狀況이 더욱 甚해 졌음을 證明한다.

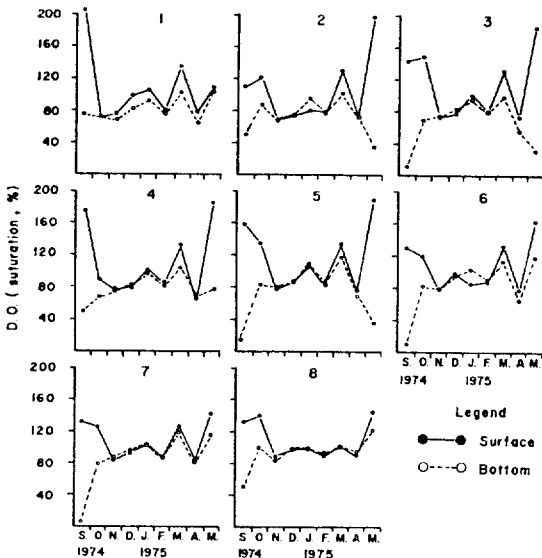


Fig. 4. Seasonal variations of saturation of dissolve oxygen in the sea off Masan Bay.

4. 化學的 酸素 消費量(COD)

化學的 酸素 消費量의 變化範圍는 그림 5와 같

다. 1975年 4月 定點 2의 表層에서 38.23ppm으로 最高值를 나타냈으며 1974年 9月 定點 7의 表層에서 0.46ppm으로 最低值를 나타내어 그 含量의 變化幅이 매우 크다. 各 定點別 月別變動範圍는 1974年 9月이 0.46~11.95ppm, 10月이 2.32~9.76ppm, 11月이 0.60~4.26ppm, 12月이 3.00~16.69ppm, 1975年 1月이 1.92~9.04ppm, 2月이 2.90~7.33ppm, 3月이 1.94~14.28ppm,

면서 他 海水와 混雜되어 가는 것을 알 수 있다.

5. 營養鹽類

① 亞硝酸鹽-窒素

亞硝酸鹽-窒素의 變化幅은 4月 定點 5의 表層이 15.82 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最高值를 나타내고, 9月과 10月 定點 8의 表層이 <0.01 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最低值를 나타내고 있어 그 變化幅이 매우 크다(Fig. 6).

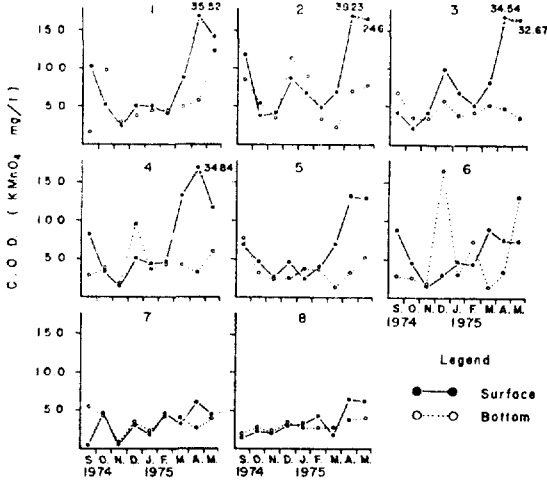


Fig. 5. Seasonal variations of chemical oxygen demand in the sea off Masan Bay.

4月이 2.75~38.23ppm, 5月이 4.05~32.67ppm이었다. 即 1974年 11月이 月別變化中 最低值를 나타내는 反面 1975年 4月이 最高值를 나타내었다. 12月에 多少 增加現象을 보이고 있지만 大體的으로 水溫의 降下에 따라서 化學的酸素消費量도 減少現象을 나타내며 水溫上昇에 따라 海水內의 浮遊物質의 增加에 따라 化學的酸素消費量도 增加하는 것을 알 수 있다. 또 4月의 急激한 增加現象은 調查하는 前日에 온 暴雨에 依한 都市廢水, 下水 및 産業廢水의 大量流入에 依한 原因으로 思料된다. 그림 5에서 보는 바와 같이 層別分布를 보면 全 調查期間을 通하여 表層이 大體로 높다. 이는 海水의 流亂이 不良한 좁고 긴 內灣일 뿐만 아니라, 比重, 密度가 다른 都市下水와 産業廢水 등으로 上下層 水塊의 混合이 잘 일어나지 않은데서 基因한 것으로 思料된다. 各 定點에 따라서는 大體로 灣內에서부터 灣外로 나가면서 점점 減少되어가는 것을 나타내었는데 이는 濃縮된 灣內의 海水가 灣外로 나가

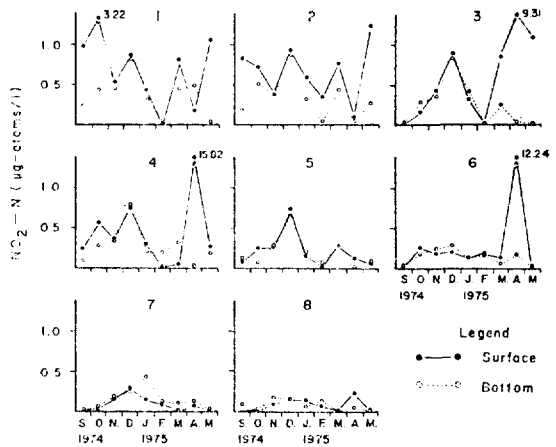


Fig. 6. Seasonal variations of nitrite-nitrogen in the sea off Masan Bay.

各 定點別 變化는 定點 1이 0.04~1.07 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 2 0.05~0.94 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 3 0.03~1.12 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 4 0.02~15.82 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 5 0.01~0.74 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 6 0.01~12.24 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 7 0.01~0.43 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 8 <0.01~0.17 $\mu\text{g-at/l}$ 로 灣內의 定點 1~4까지는 類似한 값을 나타내지만 灣外定點인 5에서부터 漸漸 外海로 나가면서 減少해지는 現象이 뚜렷하며 이는 灣內에 있는 濃縮된 亞硝酸鹽이 漸漸 灣外로 나가면서 다른 海水와 混合稀釋되어 간다고 생각된다. 定點別을 通한 月別變化는 9月 <0.01~1.00 $\mu\text{g-at/l}$, 10月 <0.01~3.22 $\mu\text{g-at/l}$, 11月 0.10~0.54 $\mu\text{g-at/l}$, 12月 0.16~0.94 $\mu\text{g-at/l}$, 1月 0.07~0.60 $\mu\text{g-at/l}$, 2月 0.01~0.36 $\mu\text{g-at/l}$, 3月 0.01~0.87 $\mu\text{g-at/l}$, 4月 0.02~15.82 $\mu\text{g-at/l}$, 5月 <0.01~1.25 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타났다. 月別變化量은 大體로 1974年 12月까지 亞硝酸鹽의 含量이 增加하기 始作하여 12月에 最高含量을 記錄한 後 1975年 2月까지 繼續減少하였다 다시 1975年 3

월부터 增加現象을 나타내었다. 이는 氣溫의 上昇과 더불어 植物性플랑크톤의 繁盛에 基因된 것으로 思料된다.

元(1964)에 依한 1962年 11月~1963年 10月사이의 洛東江河口 汲발, 虹峙洞앞과 下新里 長林區域의 2個體의 潮水에 따라 亞窒酸鹽의 變動을 每月 大潮時에 潮水의 一週期에 걸쳐 測定値는 0.07~0.75 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타났는데 이를 本 調査値와 比較하면 낮은 값을 나타내었다.

崔와 鄭(1972)의 1970年 2月~12月사이 洛東江河口水域의 亞窒酸鹽窒素의 變動이 0.12~2.09 $\mu\text{g-at/l}$ 로 本 調査値와 비슷한 값을 나타내고 있다. 李等(1974, a)의 1974年 1月과 2月的 같은 海域에서의 測定値는 0.29~0.64 $\mu\text{g-at/l}$ 로 같은 달 本 調査測定値 0.01~0.60 $\mu\text{g-at/l}$ 과 매우 類似한 값을 나타내고 있다. 1974年 5월부터 1975年 5月사이의 光陽灣調査(朱, 1975)에서의 測定値가 0.714~12.815 $\mu\text{g-at/l}$ 로 平均이 本 調査測定値보다 多少 높게 나타났다.

② 窒酸鹽—窒素

窒酸鹽—窒素는 海水中的의 암모니아 등이 박테리아의 分解作用에 依하여 亞窒酸鹽으로 分解되고 이는 다시 窒酸鹽으로 變하여 海洋生産力의 基盤이 되는 各種植物性플랑크톤의 營養鹽役割을 한다. 各 定點別 窒酸鹽—窒素의 含量變化는 그림 7와 같다.

各 定點을 通한 9個月間의 變化範圍는 1975年

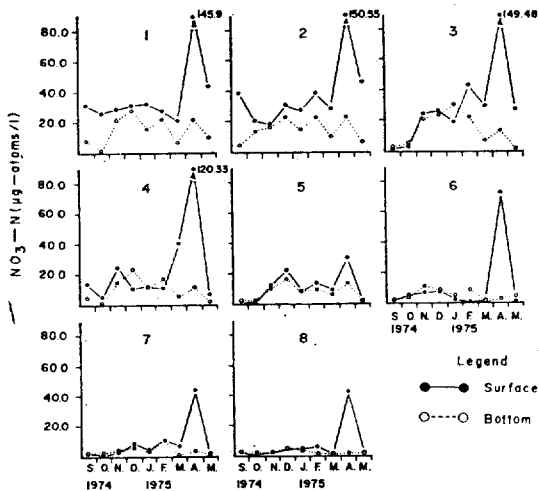


Fig. 7. Seasonal variations of nitrate-nitrogen in the sea off Masan Bay.

4月 定點 2의 表層이 150.55 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最大値를 나타내며, 1975年 2月 定點 6의 表層이 0.48 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最少値를 나타내어 그 變化幅이 매우 커서 內灣과 外灣의 差異를 顯著하게 나타내준다.

各 定點別에 따른 變化範圍는 定點 1이 1.41~145.90 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 2가 5.18~150.55 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 3이 1.94~149.48 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 4가 1.71~120.33 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 5가 1.06~31.43 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 6이 0.48~73.63 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 7이 0.68~44.92 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 8이 0.71~23.58 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타나 亞窒酸鹽窒素의 各 定點別變化와 같은 現象을 나타내고 있다.

月別變化는 調査始作期間인 9月이 2.23~30.16 $\mu\text{g-at/l}$, 10月이 0.71~26.52 $\mu\text{g-at/l}$, 11月이 2.54~29.00 $\mu\text{g-at/l}$, 12月이 4.63~31.63 $\mu\text{g-at/l}$, 1975年 1月이 3.37~32.52 $\mu\text{g-at/l}$, 2月이 0.48~43.93 $\mu\text{g-at/l}$, 3月이 0.68~41.01 $\mu\text{g-at/l}$, 4月이 1.77~150.55 $\mu\text{g-at/l}$, 5月이 1.59~46.36 $\mu\text{g-at/l}$ 로 各 定點別 月別變化는 大體的으로 1974年 10月이 全 調査期間을 通하여 最低値를 나타내며, 1975年 4月이 最高値를 나타내고 있으며 5月에는 減少現象을 나타 냈는데 이는 多少 時間의 差異는 있으나 植物性플랑크톤의 繁盛에 基因된 것으로 思料된다(유광일 등, 準備中).

層別에 따른 變化는 그림 7에와 같이 大體的으로 馬山灣內의 定點인 1에서 4까지는 表層이 底層보다 높은 反面에 馬山內灣을 벗어나는 定點 5부터는 層別變化가 서로 類似한 값을 나타내고 있다. 이는 馬山灣內에 位置한 定點 1에서 4까지는 都市下水나 産業廢水의 直接流入에 依하여 上下混合이 거의 일어나지 않는 停滯된 狀態에서 오는 現象이며 釜島水道에서의 急激한 含量減少와 層別의 類似한 값은 高濃度의 水系가 低濃度인 釜島水道의 水系로 들어오면서 混合稀釋되어 減少된 結果로 思料된다.

崔等(1972)의 洛東江河口에서 調査한 값 4.04~57.90 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 本 調査값이 다소 높게 나타났다.

李等(1974, a)이 1974年 1月, 2月 馬山海域 調査 1.78~10.93 $\mu\text{g-at/l}$ 로 같은 달 本 調査測定値인 0.48~43.93 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 낮은 값이었다.

Gustaf (1973)의 Sweden의 汚染水系에서 調

查值 121.43~157.14 $\mu\text{g-at/l}$ 과 本 調査值中 馬山灣內 4月의 表層值 120.33~150.55 $\mu\text{g-at/l}$ 과 比較하면 매우 類似한 값이었으며 이는 汚染의 結果로 思料된다.

③ 암모니아와 아미노산-窒素

암모니아와 아미노산에 起源을 둔 窒素含量은 암모니아+아미노산-窒素라 稱하고 이를 測定하였다. 海水中 암모니아+아미노산-窒素의 生成 起源은 암모니아를 製造하거나 取扱하는 産業의 廢水, 都市下水, 陸上生物體의 排泄物과 海洋動植物의 排泄 및 腐蝕에 起源한다. 이中 沿岸海水에 가장 큰 影響을 미치는 것은 都市下水나 産業廢水이다. 또 酸化細菌은 암모니아를 亞硝酸, 鹽亞硝酸으로 酸化시키어 植物性플랑크톤에 必要한 窒素를 生成한다. 따라서 암모니아+아미노산에 起源한 窒素의 含量調査는 海洋의 生産力研究에 좋은 資料로 알려져 왔다(Strickland and Parsons, 1968).

調査期間을 通하여 암모니아+아미노산-窒素 含量變化(Fig.8)는 1975年 4月 定點 2의 表層에서 105.08 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最大值를 나타내었다. 이는 調査前日에 온 降雨에 依해서 都市下水 등이 灣內의 過多流入에도 一部 原因이 있었던 것으로 思料된다. 反面 1974年 9月 定點 2의 底層에서 0.01 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最少值를 나타내어 年間變動範圍

가 亞硝酸鹽, 亞硝酸鹽과 마찬가지로 變動幅이 매우 크다.

各 定點別로 보면 定點 1이 0.04~57.64 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 2가 0.01~105.08 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 3이 0.27~48.34 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 4가 0.04~79.92 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 5가 1.44~23.91 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 6이 0.70~71.19 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 7이 0.28~12.86 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 8이 0.09~18.41 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타났으며, 各 定點別에 따른 암모니아+아미노산-窒素의 變化도 大體로 亞硝酸鹽과 亞硝酸鹽과 類似한 傾向을 나타내고 있다.

月別變化는 9月이 0.01~6.26 $\mu\text{g-at/l}$, 10月이 3.99~57.64 $\mu\text{g-at/l}$, 11月이 2.58~30.05 $\mu\text{g-at/l}$, 12月이 0.70~28.53 $\mu\text{g-at/l}$, 1975年 1月이 1.44~20.64 $\mu\text{g-at/l}$, 2月이 4.59~15.69 $\mu\text{g-at/l}$, 3月이 1.22~20.26 $\mu\text{g-at/l}$, 4月이 0.73~105.08 $\mu\text{g-at/l}$, 5月이 0.19~48.55 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타났다. 月別變化는 調査始作期間인 9月부터 10월까지 增加한 後, 水溫의 下降과 더불어 1975年 2月까지 含量值가 減少한다. 또 다시 水溫의 上昇과 더불어 增加하기 始作하여 4月에 最大值를 나타낸다. 層別變化는 1975年 4月을 除外하고 大體적으로 底層의 含量이 높다. 이는 底層의 有機物 分解에 依해서 암모니아+아미노산-窒素가 形成되는데서 오는 現象으로 思料된다.

李等(1974, a)이 1974年 1月, 2月에 걸쳐 調査한 값 2.36~36.98 $\mu\text{g-at/l}$ 를 같은 달 本 調査值 1.02~20.64 $\mu\text{g-at/l}$ 과 比較하면 多少 높은 값을 나타내었다. 또 鎭海灣中 都市나 工場이 發達되지 않은 熊東이나 熊川海域의 含量值 0.56~9.04와 本 調査值과 比較하면 本 調査值가 越等하게 높았는데 이는 本 調査地域이 都市下水나 工場廢水의 影響을 많이 받고 있다는 것을 알 수 있다.

④ 磷酸鹽-磷

海水中的 磷酸鹽-磷은 海洋生物에 대해 制限要因으로서 必須營養鹽이기도 하지만 한편 흔히 沿岸이나 河口海에서 그量이 너무 많을 경우 不必要한 生物의 繁殖을 助長해서 有用生物의 繁殖을 阻害할 뿐 아니라 이를 生物體의 死後腐蝕으로 인해 溶存酸素를 消耗함으로써 二次的으로 環境의 惡化를 가져오는 汚染物質이기도하다.

9個月間의 調査期間을 通하여 磷酸鹽-磷의 變動範圍는 1975年 2月 定點 1의 表層이 3.83 $\mu\text{g-at/l}$

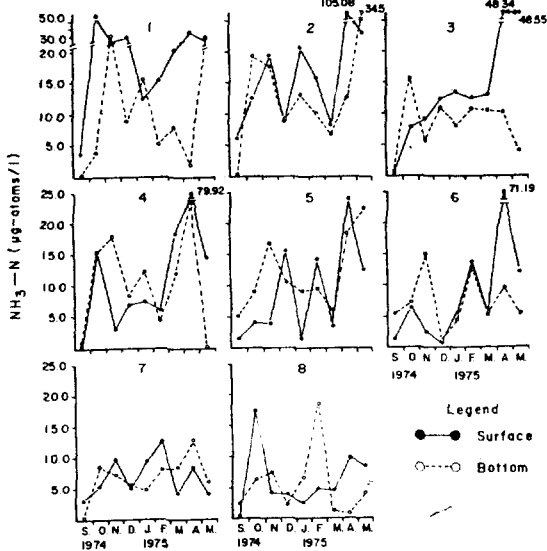


Fig. 8. Seasonal variations of ammonia-amino acid-nitrogen in the sea off Masan Bay.

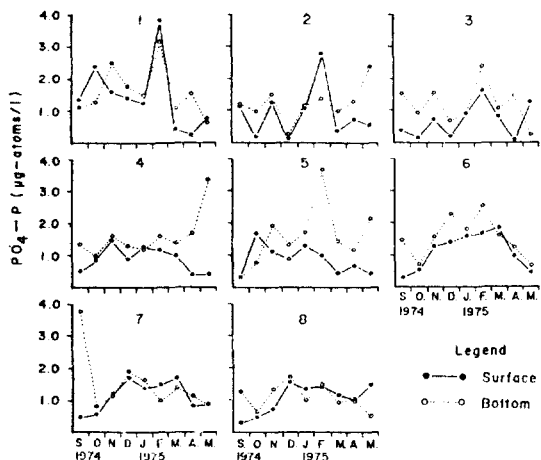


Fig. 9. Seasonal variations of phosphate-phosphorous in the sea off Masan Bay.

로 最大値를 나타내며 1975年 4月 定點 3의 表層에서 0.06 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最低値를 나타내어 그 變化幅이 매우 크다(Fig.9).

各 定點別로 定點 1이 0.26~3.83 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 2가 0.15~2.80 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 3이 0.06~2.40 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 4가 0.40~3.34 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 5가 0.30~3.68 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 6이 0.33~2.55 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 7이 0.48~3.76 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 8이 0.31~1.73 $\mu\text{g-at/l}$ 로 各 定點別 變化는 거의 없었다.

月別變化는 9月이 0.30~3.76 $\mu\text{g-at/l}$, 10月이 0.22~2.40 $\mu\text{g-at/l}$, 11月이 0.74~2.50 $\mu\text{g-at/l}$, 12月이 0.15~2.27 $\mu\text{g-at/l}$, 1975年 1月이 0.93~1.83 $\mu\text{g-at/l}$, 2月이 1.00~3.83 $\mu\text{g-at/l}$, 3月이 0.40~1.85 $\mu\text{g-at/l}$, 4月이 0.06~1.68 $\mu\text{g-at/l}$, 5月이 0.40~3.34 $\mu\text{g-at/l}$ 로 調査時인 9月부터 계속 磷酸鹽-磷의 含量이 계속 增加하여 2月에 最大値를 나타낸 후 水溫의 上昇과 함께 減少하는 現象을 나타내는 데 이는 植物性플랑크톤의 發生과 密接한 關係가 있다 하겠다.

層別變化는 대체적으로 表層보다 底層이 높은 데 이는 역시 表層의 植物性플랑크톤의 發生으로 인한 磷酸鹽-磷의 消耗에 의해서 일어난 現象이라 하겠다. 冬季期間中에는 海水內의 磷酸鹽-磷의 含量이 增加하고 春季에 減少한다는 事實은 잘 알려져 왔으며, 이는 植物性플랑크톤의 繁盛에 起因한 것으로 알려졌다(Reymont, 1967). 이를 本 調査值 月別變化와 密接한 關係가 있다

하겠다.

崔等(1972)이 1970年 洛東江下流에서 測定值 0.18~5.05 $\mu\text{g-at/l}$ 로 本 調査值 보다 약간 높게 나타났다. 李等(1974, a)이 1974年 1月~2月の 馬山灣內 測定值 1.61~4.26 $\mu\text{g-at/l}$ 는 같은 달 本 測定值 0.93~3.83 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 약간 높았다. 朴(1975)이 1972年 같은 海域 調査의 觀測值 0.63~4.50 $\mu\text{g-at/l}$ 는 本 調査值와 비슷한 값을 나타내고 있다. 또 朴(1975)의 調査 海域中 鎭海灣 中央部分의 觀測值 0.09~1.44 $\mu\text{g-at/l}$ 는 本 調査值보다 越等하게 낮았는데 이는 各種産業活動과 都市膨脹이 增大됨에 따라 磷酸鹽-磷의 增加된 現象으로 思料된다. 또 Gustaf (1972)는 Sweden의 汚染水系調査值 0.03~1.68 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 本 調査值가 越等하게 높았다. 이도 都市下水 및 産業活動에 의한 人間汚染의 結果로 思料된다.

⑤ 硅酸鹽-硅素

硅酸鹽은 磷酸鹽, 窒酸鹽과 함께 植物性플랑크톤의 生長에 必要한 要素이며 特히 硅酸鹽은 硅藻類(diatom)의 發生에 없어서는 안될 必須要素이다. 馬山灣內에서 釜島水道에 이르는 各 定點別 含量變化는 그림 10와 같다. 硅酸鹽-硅素의 含量變化範圍는 1975年 4月 定點 2의 表層이 124.95 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最大値를 나타내며, 1974年 9月 定點 1의 底層에서 1.09 $\mu\text{g-at/l}$ 로 最低値를 내었다.

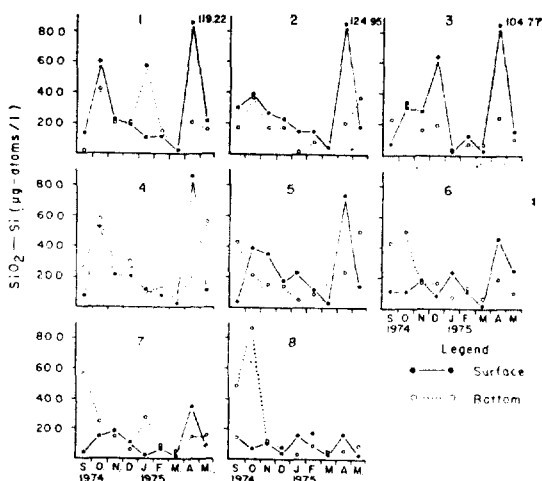


Fig. 10. Seasonal variations of silicate-silicious in the sea off Masan Bay.

各 定點別로는 定點 1이 1.09~119.22 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 2가 1.98~124.95 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 3이 3.07~104.77 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 4가 3.18~86.60 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 5가 2.87~73.76 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 6이 1.82~50.47 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 7이 1.82~56.61 $\mu\text{g-at/l}$, 定點 8이 3.65~86.82 $\mu\text{g-at/l}$, 로 定點別로 큰 差異는 없었다.

月別로는 9月이 1.09~48.49 $\mu\text{g-at/l}$, 10月이 7.34~86.82 $\mu\text{g-at/l}$, 11月이 11.00~35.47 $\mu\text{g-at/l}$, 12月이 4.74~64.01 $\mu\text{g-at/l}$, 1975年 1月이 1.98~57.03 $\mu\text{g-at/l}$, 2月이 7.14~17.66 $\mu\text{g-at/l}$, 3月이 1.82~7.29 $\mu\text{g-at/l}$, 4月이 5.99~124.95 $\mu\text{g-at/l}$, 5月이 2.87~55.89 $\mu\text{g-at/l}$ 로 1975年 4月이 最大 値를 나타내었지만 外의 달은 서로 類似한 값으로 나타났다. 이는 4月 採水前日에 온 降雨에 依한 結果로 思料된다.

洛東江河口에서 1970年 2月에 調査한 값은 40~120 $\mu\text{g-at/l}$ (崔等, 1970)으로 나타났는데 이는 本調査値와 比較할 때 類似한 값이었다. 莞島郡 平日島와 莞島邑에서 1968年 2月에 測定한 것은 各各 7.77~9.09 $\mu\text{g-at/l}$ 와 6.83~9.31 $\mu\text{g-at/l}$ 로 (元, 1970) 同月의 本調査値와 越等하게 낮은 값이었다.

馬山灣에서의 李等(1974, a)의 1974年 1, 2月 月 調査値 3.10~5.34 $\mu\text{g-at/l}$ 는 同月 本 調査値 1.98~57.03 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 越等하게 낮은 값이었다. 또 朴(1975)의 1972年 調査値 3.24~18.90 $\mu\text{g-at/l}$ 보다 本 調査値가 越等하게 높았는데 이는 都市의 膨脹과 産業活動의 增加에 依한 影響인 것으로 思料된다.

參 考 文 獻

- Calberg, S.R. 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.
- 최 상, 정태화, 문형식. 1970. 낙동강하구지역의 해태어장개발에 관한 연구. MOST-R-70-25-F.
- 국립수산진흥원. 1972. 수질오탁조사사업보고 (1967~1971), 제15호
- 국립수산진흥원. 1973. 남해어장조사보고. 제17호; 9-50
- Gustaf Nylander. 1973. Investigations of three water systems in Sweden polluted by industry. Vol.2, 109-116.
- 주홍규. 1975. 호남정유공장을 중심으로 한 광양만 일대의 수질, 해상 및 생태학적조사. STF-74-6.
- 강제원. 1972. 낙동강하구부근(용원리) 김어장의 갯벌, 특히 공장배수의 영향에 관하여. 한국수산학회지, Vol. 5, 39-44.
- 이중화, 김춘수, 광희상. 1974a. 동계 진해만일대 해수의 화학적 성분 함량분포. 한국해양학회지, Vol. 9 (1-2), 39-51.
- 이중화, 한상준, 윤용구. 1974b. 마산, 진해 연안해역 해저퇴적물중의 중금속류 함량에 관한 연구. 한국해양학회지, Vol. 9(1-2), 31-38.
- 이중화, 봉종현, 한상준. 1974c. 진해만의 해수유동에 관하여. 한국해양학회지, Vol. 9(1-2), 19-30.
- 이중화 외 4인. 1975. 진해만 일대의 해양학적 연구 (1974~1975년). KIST보고서, S/C HI 1-705-3.
- Lim, K.B. 1972. On the study of monthly variation of surface seawater temperature and its annual mean condition in the coast of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 9. 29-45.
- 박주서, 김종두. 1967. 진해만의 적조현상에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 제1호, 63-79.
- 박창길. 1975. 진해만 해역의 인산염분포의 특성에 관하여. 한국수산학회지, Vol. 8(2), 68-72.
- Reymont, J.E.G. 1963. Plankton and Productivity in the oceans. 660pp. Pergamon Press, London.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Person. 1968. A practical handbook of sea-water analysis. Fish. Res. Bd. Canada.
- Weiss, R.F. 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in the water and sea-water. Deep Sea Res. Oceanogr. Abst., 17, 721-735.
- 원종훈. 1964a. 낙동강하구 간석지 수질의 년간변화. 한국화학학회지, Vol. 8(4)192-199.
- 원종훈. 1964b. 낙동강하구 김발수질의 매월대조일에서의 시간적 변화. Bull. Busan. Fish. Coll. 6(1), 21-33.
- 원종훈. 1970. 경남 창원군 웅동면 용원리 김발의 수질에 대하여. 한국해양학회지, Vol.5, 30-36.
- 원종훈, 박길순. 1970. 완도읍 및 평일도 김발에 있어서의 동계 5개월간 수질의 조수에 따른 변동. 한국해양학회지, Vol.5, 14-29.
- 用水廢水便覽編輯委員會. 1973. 用水廢水便覽. 九善, 東京.