

## 洛東江 河口水域의 榮養鹽類와 有機懸濁物質

崔 相·鄭 兌 和  
韓國科學技術研究所

### NUTRIENTS AND SUSPENDED ORGANIC PARTICULATES IN THE ESTUARY OF NAK-DONG RIVER

*Sang Choe and Tai Wha Chung*

Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

Seasonal changes in nutrients and suspended organic particulates were measured in the estuary of Nak-dong River in relation to the black laver bed. Monthly measurements of water temperature, pH, dissolved oxygen, nutrients ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$  and  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ) and organic suspended particulates (organic carbon and nitrogen) were determined at five stations from February through December, 1970. PH varied 7.6-8.4 with an average of 8.0, and percent saturation of dissolved oxygen were 71-147% with an average of 100.8%.

Studies gave evidence that Nak-dong River estuary is strongly enriched with nutrients. Concentrations of nutrients were: 0.13-12.54  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 1.63  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for  $\text{NH}_4\text{-N}$ , 0.12-2.09  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 0.71  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for  $\text{NO}_2\text{-N}$ , 3.46-56.79  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 21.54  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 4.04-57.90  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 23.79  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for total soluble nitrogen, 0.18-5.05  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 0.96  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for  $\text{PO}_4\text{-P}$ , and 18.33-133.29  $\mu\text{g-atoms/l}$  (averaging 71.57  $\mu\text{g-atoms/l}$ ) for  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ , respectively. These nutrient levels were considerably higher compare with other productive laver beds of Wan Do and Pyung-il Do in Korea or Ise Bay in Japan.

Concentrations of suspended organic particulates varied 55-648  $\mu\text{g/l}$  (averaging 392  $\mu\text{g/l}$ ) with organic carbon, 30-155  $\mu\text{g/l}$  (averaging 92  $\mu\text{g/l}$ ) with organic nitrogen, and its carbon-nitrogen ratios were varied within 1.5-8.4 with an average of 4.6.

#### 緒 言

洛東江은 流路延長 525km, 流域面積 23,852  $\text{km}^2$ 에 달하는 南韓 제1의 河川水系를 이루고 있고, 그 水源은 멀리 江原道 三陟郡 三長面 함백산에서 이루어져, 많은 支流水가 合流되어 慶南 金海郡 鳴旨面과 釜山市 西區를 거쳐 南海의 東部 海域으로 流入된다. 河口一帶는 우리나라에서도 屈指의 海苔漁場이 形成되고, 隣近海域에서는 많은 魚貝類가 生産된다.

洛東江 河口水域의 水質에 關係서는 元 (1964)이 干潟地水質의 年間變化에 관한 調查가 이루어졌고, 또 元 (1970)은 加德島와 龍院里사이의 海域에서 3月 17~23日에 걸친 潮汐에 따른 榮養鹽 調查를 報告하였고, 崔·外 (1970)는 洛東江 河口一帶의 海苔漁場開發을 目的으로 한 榮養鹽, 有機懸濁物, 潮汐流, 底質 등에 관한 一連의 結果를 報告하고 있다.

현단계로서는 洛東江 河口水域의 汚染은 아직은 심각한 상태에 놓여있지 않는 것 같다. 그러

나 장차 地域開發이 進展되고 각종 産業의 발달과 더불어 都市化現象이 推進되면 기필코 적지않은 汚染이 일어날 것이 豫想된다.

우리는 洛東江 河口水域의 海苔漁場開發을 目的으로 하여 一連의 基礎調査를 實施하였으며, 여기서는 榮養鹽과 有機懸濁物에 관한 結果를 報告한다. 이것은 該水域의 海苔漁場開發면에서 必須의인 資料가 될 뿐 아니라 同水域의 富榮養化現象의 資料로서도 重要한 것이라고 思料된다.

本研究는 1970年度의 科學技術處의 研究事業費로 推進되었으며, 여기에 담당職員과 研究調整官에게 깊은 謝意를 표한다.

### 材料 및 方法

기존 洛東江 河口水域의 海苔 養殖漁場의 分布와 河口에서의 距離를 감안하여 第1圖에 圖示하는 바와 같은 5개 定點을 設定하였다. 이것들 定點의 特徵은 다음과 같다.

定點 1은 第1水路의 上流쪽에 위치하고, 洛東江水가 海域으로 注入되는 地域을 代表하고, 定點중 가장 淡水의 影響이 많은 곳이고, 그 부근에는 海苔漁場이 形成되지 않는다.

定點 2는 第1水路의 中間附近 干潟地에 위치하고, 紅岬 앞 海苔漁場을 代表하는 곳이라고 할 수 있다.

定點 3은 사자島(砂洲)의 北쪽 第1, 第2水路가 形成하는 大干潟地의 下端部에 위치하고, 주변에는 海苔養殖場이 分布하지 않는다.

定點 4는 半月島—長者岬 사이의 海苔養殖場의 中心部에 위치하고, 外洋水의 影響을 가장 많이 받는 곳이다.

定點 5는 사자島 南쪽 약 1 km의 干出地 않는 地域을 代表하고, 外洋水의 影響을 받으면서도 第1, 第2水路의 淡水排出의 影響이 큰 곳이다.

1970年 2月에서 同年 12月에 걸쳐 거의 月 1회씩 모두 10회의 調査가 이루어졌다. 調査는 每月의 後期 大潮時에 午前의 最高滿潮時刻부터 2~3時間에 걸친 落潮時에 이루어졌으며, 動力船으로 각 定點을 順番대로 一巡하면서 表層(水面下 50cm)에서 水温, 鹽分, pH, 溶存酸素量을 測定하는 同時에 폴리에틸렌 採水瓶으로 같은 水層에서 榮養鹽 分析試水 1l와 有機懸濁物 分析用 試水 2l씩을 採取하여 폴리에틸렌容器에 保存하여, 이것들은 곧 空輸하여 採水後 4~5時間

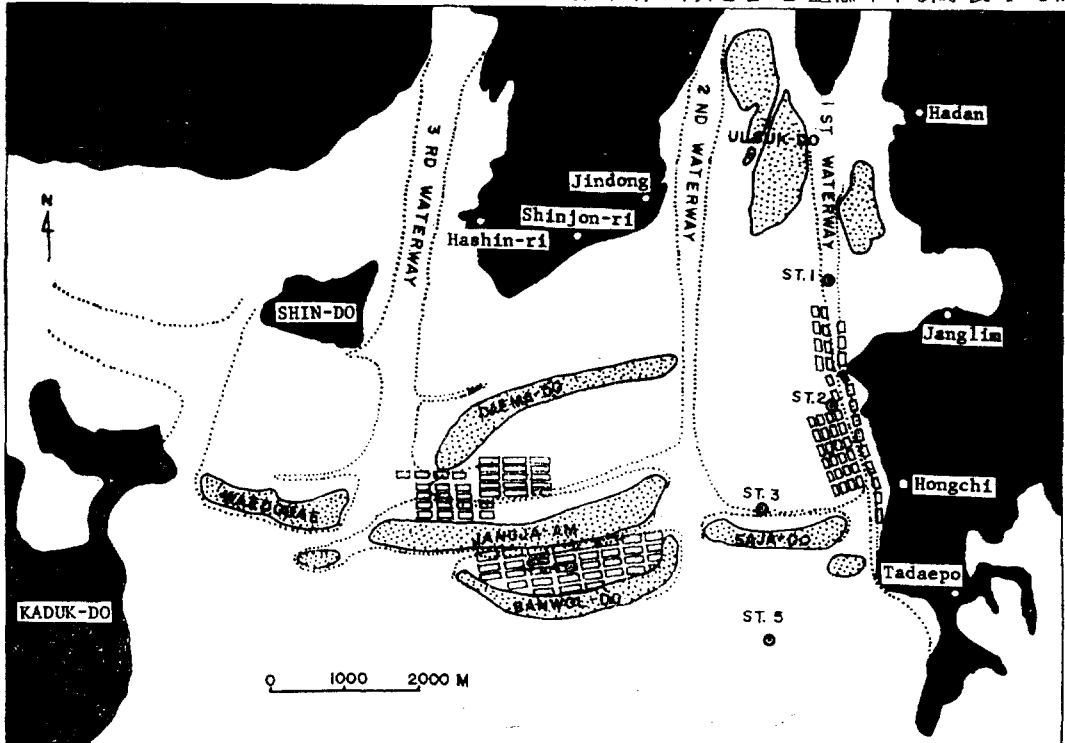


Fig. 1. Map of present laver beds showing location of sampling stations for nutrients and suspended organic particulates in the estuary of Nak-dong River.

以內에 分析하도록 하였다. 각종 水質要素의 調査 및 分析方法은 다음과 같다.

**水温** 눈금 1/10의 50°C 棒狀 溫度計를 사용하여 현장에서 測定하였다.

**鹽分** Mohr의 標準銀 滴定法에 의거하여 測定 하였다.

**pH** McClendon의 Phenol red 指示藥에 의한 比色法으로 현장에서 測定하였다.

**溶存酸素量** Winkler 法에 의해서 현장에서 固

定하여 測定하였다.

**榮養鹽類** 榮養鹽은 Beckman의 Spectrophotometer DU2에 의해서 light-path 50mm의 cell을 사용하여 比色分析하였으며, 그 分析法은 다음과 같다.

**NH<sub>4</sub>-N** 알카리화한 Hypochlorite에 의해서 亞窒酸으로 酸化시킨후 이것을 Sulphanilamide와 Naphthyl-ethylenediamine으로 發色하여, 波長 543 mμ에서 定量하였다(Strickland and Par-

Table 1. Annual ranges and averages of the variables in each station of the estuary of Nak-dong River, Feb.-Dec., 1970.

Station		1	2	3	4	5
W. T. (°C)	Range	5.2-26.7	5.5-27.5	5.2-27.5	5.2-27.0	5.7-27.5
	Average	17.7	18.0	18.0	18.1	18.2
Salinity (‰)	Range	1.84-13.42	1.84-19.54	11.33-32.65	11.11-32.43	11.26-31.22
	Average	8.78	12.36	22.15	22.61	21.34
pH	Range	7.7-8.25	7.8-8.25	7.6-8.25	7.7-8.25	7.7-8.4
	Average	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0
O <sub>2</sub> (ml/l)	Range	5.29-6.77	5.18-7.45	4.78-8.13	5.17-6.41	5.30-7.19
	Average	6.06	6.03	6.19	6.03	6.07
O <sub>2</sub> Sat. (%)	Range	84.62-104.96	71.44-115.38	86.12-146.53	94.16-124.90	96.14-118.21
	Average	94.32	96.47	105.21	104.60	103.58
NH <sub>4</sub> -N (μg-atom/l)	Range	0.17-12.54	0.13-6.36	0.16-2.70	0.20-0.81	0.33-2.73
	Average	3.65	2.39	0.85	0.46	0.78
NO <sub>2</sub> -N (μg-atom/l)	Range	0.23-1.87	0.21-1.31	0.12-1.58	0.23-1.30	0.19-2.09
	Average	0.6	0.67	0.54	0.49	0.88
NO <sub>3</sub> -N (μg-atom/l)	Range	9.79-44.75	5.93-32.18	10.39-43.56	3.46-32.31	5.93-56.79
	Average	25.24	20.12	23.13	16.05	23.17
Total Sol. N (μg-atom/l)	Range	10.46-48.53	9.05-33.25	12.04-42.25	4.04-33.50	6.64-57.90
	Average	29.84	23.03	24.22	17.00	24.84
PO <sub>4</sub> -P (μg-atom/l)	Range	0.29-5.05	0.39-2.15	0.19-3.42	0.18-1.53	0.20-1.73
	Average	1.27	1.01	0.92	0.71	0.88
SiO <sub>2</sub> -Si (μg-atom/l)	Range	34.66-132.77	29.63-133.29	29.06-128.11	20.16-128.11	18.33-131.03
	Average	79.85	66.70	66.51	73.65	71.16
Org. C (μg/l)	Range	—	55.4-623.0	—	124.0-596.4	132.0-647.6
	Average	—	370.8	—	390.4	415.7
Org. N (μg/l)	Range	—	29.7-139.3	—	70.2-155.0	65.4-144.8
	Average	—	92.7	—	86.5	87.0
C/N	Range	—	1.6-8.0	—	1.6-8.2	1.5-8.4
	Average	—	4.1	—	4.7	5.1

sons, 1968).

**NO<sub>2</sub>-N** Sulphanilamide 와 Naphthyl-ethylenediamine 으로 發色시켜 波長 543 mμ에서 定量하였다 (Strickland and Parsons, 1968).

**NO<sub>3</sub>-N** Hydrazine·Cu 의 還元劑에 의해서 窒酸鹽을 亞窒酸으로 還元시켜 波長 543 mμ에서 定量하였다 (Strickland and Parsons, 1960).

**PO<sub>4</sub>-P** Molibdic acid, Ascorlic acid 와 3價의 Antimony 에 의해서 發色시켜 波長 885 mμ에서 定量하였다 (Murphy and Riley, 1962).

**SiO<sub>2</sub>-Si** Molybdate 와 反應시켜 還元劑에 의해서 發色하여 波長 810 mμ에서 定量하였다 (Strickland and Parsons, 1968).

**懸濁性 有機炭素** 試水 1l 를 Glass fiber filter (934 AH, Coleman)에 吸引濾過하여 Potassium dichromate 와 濃硫酸으로 有機物을 酸化시켜, 減少한 Dichromate 의 色擇을 波長 440 mμ에서 測定하여 定量하였다 (Strickland and Parsons, 1968).

**懸濁性 有機窒素** 試水 1l 를 Glass fiber filter (有機炭素定量때와 같음)에 吸引濾過하여 이것을 Kjeldahl 裝置에서 암모니아로 變化시켜, Ninhyd-

rin 으로 發色하여 波長 570 mμ에서 定量하였다 (Strickland and Parsons, 1968).

結 果

測定된 각종 環境要素의 定點別 變動範圍와 그 平均值는 第 1 表와 같다.

1. 水 溫

각 定點別 水溫의 月別變動은 第 2 圖와 같다. 水溫은 2 月末부터 漸增하여 8 月初에 年間의 最高 水溫을 記錄하고, 8 月下旬부터 下降하여 冬季에 最低水溫을 나타내는 水溫周期를 나타내고, 1 月の 水溫이 缺測되어 年間最低水溫의 正確한 出現期는 알수가 없으나 水溫曲線의 推移로 보아 1 月 下旬에서 2 月初旬에 걸친 時日이 아닌가 생각된다.

測定된 水溫範圍는 5.2~27.5°C 에 이르러 定點別 水溫差異는 그다지 크지 않으나, 冬季의 低 水溫期에는 寒冷한 河川水의 영향이 많은곳의 水溫이 낮은 것이 현저하게 나타나 있다. 그리고 測定한 範圍內에서의 定點別 平均水溫은 僅少한 차이지만 定點의 番號順으로 높아져 外洋水의 影响이 많은곳의 水溫이 높다.

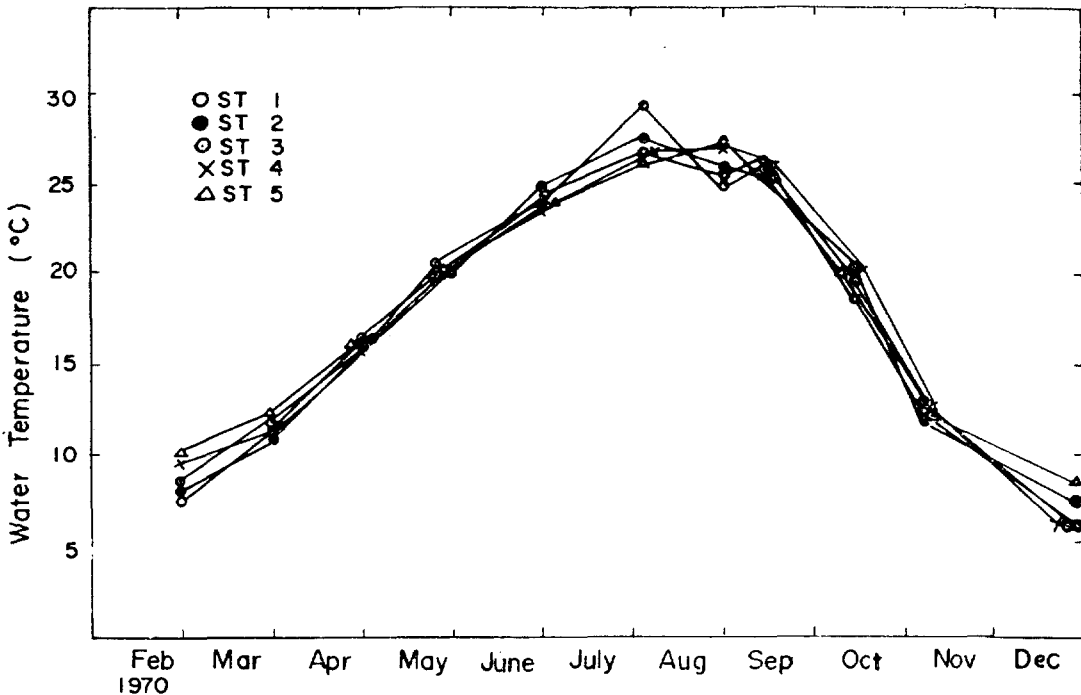


Fig. 2. Seasonal variations of the water temperature in the estuary of Nak-dong River.

2. 鹽分

각 定點別 鹽分의 月別變動은 第3圖와 같다. 鹽分의 變動은 각 定點에 따라 각기 특이한 양상을 자아내고 있고, 一定한 年間消長을 파악하기

어려우나 冬季에 高鹹하고 이것이 8~9月の 大量出水期에 가장 低鹹하게되어 다시 冬季의 高鹹期로 回復하는 年變化를 거듭하고 있다.

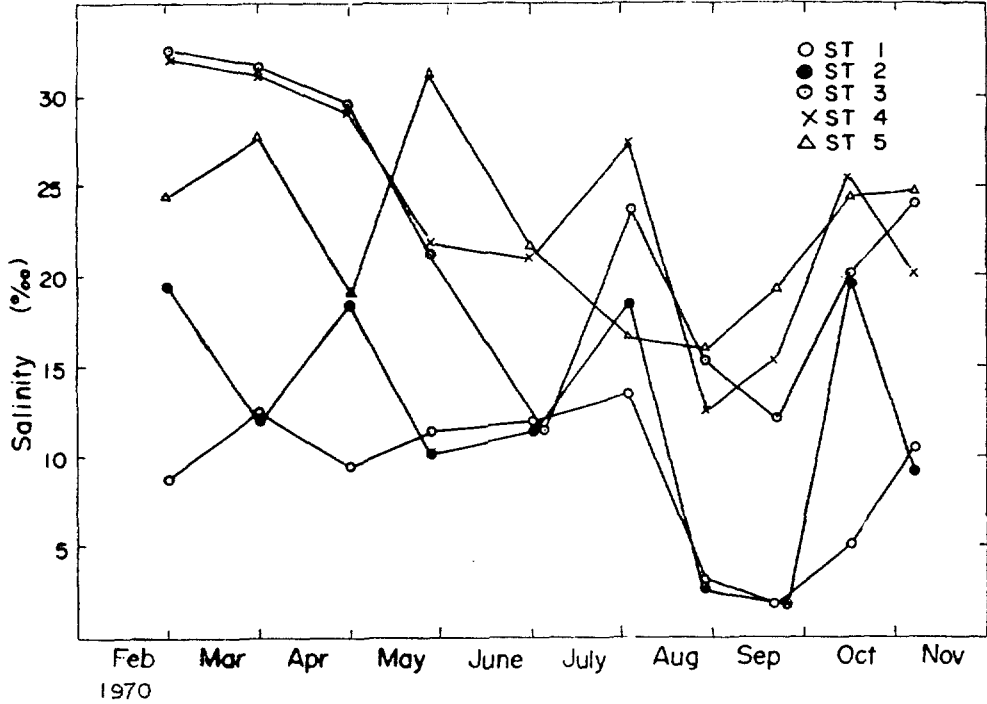


Fig. 3. Seasonal variations of the salinity in the estuary of Nak-dong River.

河口에 가까운 定點 1, 2에서는 특히 洪水期에는 1.84 ‰ 정도의 鹽分量이 維持되고, 調査期間중의 最高鹽分도 13~20 ‰를 上廻하지 못하는 低鹽分域을 이루고 있다. 한편 定點 3, 4, 5에

서는 年間變動範圍 11~33 ‰로서 거의 비슷한 값을 나타내고 있다. 그러나 10月以後에는 定點 1을 除外하면 大潮時의 落潮時 10 ‰以上の 鹽分이 維持되고, 定點 2에서는 海苔에 低鹽分의영

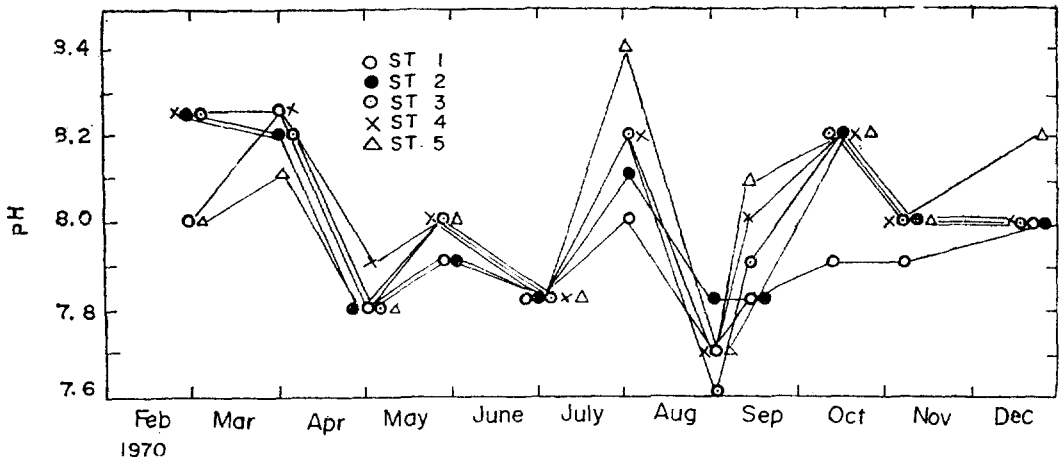


Fig. 4. Seasonal variations of the pH in the estuary of Nak-dong River.

량이 다소 나타날 것이 豫想되나, 그외의 定點에서는 海苔生育에 그다지 支障이 없는 鹽分이 維持되는 것으로 보여진다.

또 平均鹽分量은 定點 1, 2, 3, 5 및 4의 順으로 높아지고, 河口에서 멀어질수록 外洋水의 影響이 많아진다.

3. pH

각 定點別 pH의 月別變動은 第4圖와 같다. 全定點을 통한 年間의 變動範圍는 7.6~8.4에 이르러 定點別, 季節別 變動範圍가 적지 않다. 그러나 大體적으로 冬季에는 正常 pH가 維持되

나 8月初까지 漸次的으로 낮아져 다시 回復되는 傾向을 나타내 測定範圍內에서의 年間平均値는 7.9~8.0으로서 一般海域보다는 다소 낮은 pH를 나타내고 있다.

4. 溶存酸素量

각 定點別 溶存酸素量과 그 飽和度의 月別變動은 第5圖와 같다. 全定點을 통해서 年間의 變動範圍는 4.78~8.13 ml/l로 變動하고, 定點別 平均値는 6.03~6.19 ml/l로서 거의 差異가 없다. 溶存酸素量은 低水温期에 높고 高水温期에 낮지만 그 飽和度는 그렇지도 않고, 3, 4, 8月末 및

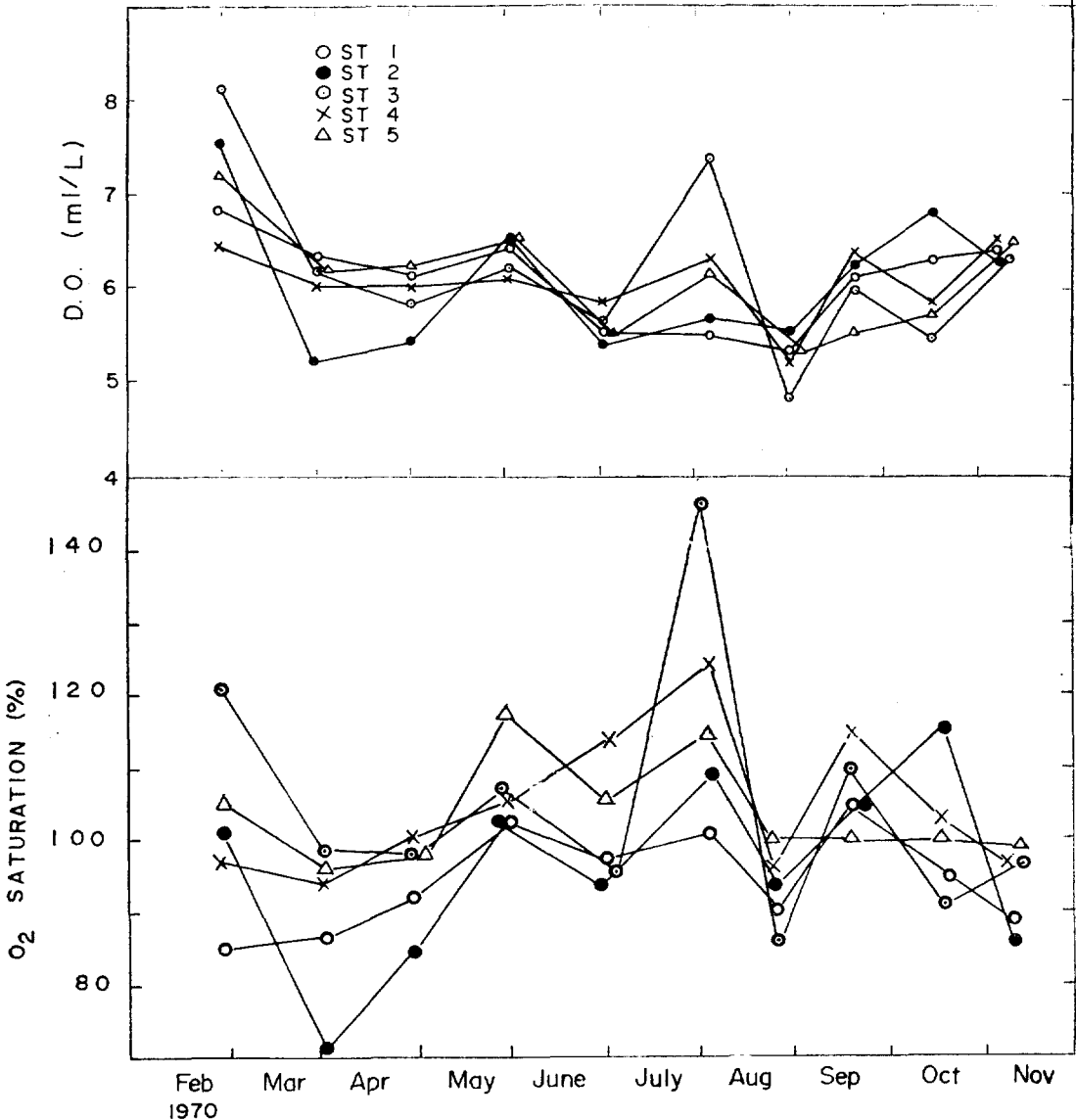


Fig. 5. Seasonal variations of the dissolved oxygen content and its percent saturation in the estuary of Nak-dong River.

11 月에는 全定點서 100% 以下의 飽和度를 나타내고, 5 月, 8 月初 및 9 月에는 全定點에서 過飽和現象을 나타낸다. 溶存酸素 飽和度의 定點別 平均値는 定點 1, 2 에서 94~96%, 定點 3, 4, 5 에서 104~105 %를 나타내고 있다. 이것은 大體的으로 河口域에서 낮고, 外洋水의 影響이 많은 곳에서 높은 경향을 자아내고 있다.

5. 榮養鹽類

a.  $NH_4-N$

각 定點別  $NH_4-N$ 의 月別變動은 第 6 圖와 같다. 全定點을 통한 연간의 變動範圍는  $0.13 \sim 12.54 \mu g-atoms/l$  이고, 2, 5 月을 除外하고 定點別 含量差異가 매우 크다. 定點 4 에서는 年間을 통해서  $0.20 \sim 0.81 \mu g-atoms/l$  로서 거의 비슷한 濃度가 維持되나 다른 定點에서는 時期에 따라 大量의 암모니아態 窒素가 나타나 汚染物의 流入이 있는 것을 나타내고 있고, 특히 定點 1, 2 에서는 8 月以後 大量의 암모니아態 窒素가 나타난다. 河口에서 가장 먼 定點 4 에서는 河口部에서 流出되

는 것이 잘 稀釋되는 탓으로 濃度가 낮다. 定點別로는 定點 1, 2, 3, 5, 4 의 順序로 出現量의 平均値가 작아진다.

b.  $NO_2-N$

각 定點別  $NO_2-N$ 의 月別變動은 第 7 圖와 같고, 그 年間變動範圍는  $0.12 \sim 2.09 \mu g-atoms/l$  이다.  $NO_2-N$ 도 時期에 따라서는 (특히 2 月과 8 月) 定點에 따라 큰 濃度가 不規則하게 나타나는 경향이 있으나, 大體的으로 2 月에서 6~7 月에 걸쳐 出現濃度가 增加하고 그 以後에는 減少되나, 海苔漁期에는 定點別 差異가 없이  $0.6 \mu g-atoms/l$  以下の 濃度가 있는 것으로 豫想된다. 또 定點別로는 定點 1, 5, 2, 3, 4 의 順으로 平均濃度가 적어진다.

c.  $NO_3-N$

각 定點別  $NO_3-N$ 의 月別變動은 第 8 圖와 같고, 그 年間變動範圍는  $3.46 \sim 56.79 \mu g-atoms/l$  이고, 定點別의 濃度差異가 비교적 크다. 이 중 특히 定點 4 를 除外한 곳에서는 出現濃度의 變化의 幅이 크고, 定點 1, 2, 3, 5 에서는  $5.93 \sim 56.76$

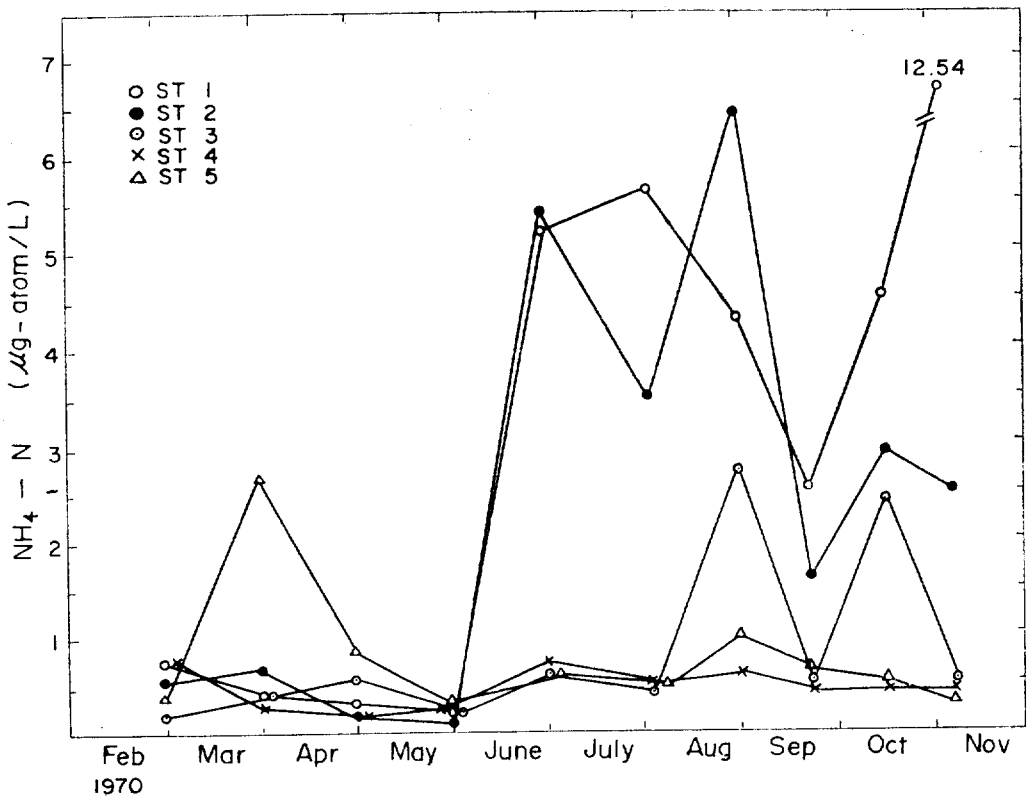


Fig. 6. Seasonal variations of the  $NH_4-N$  in the estuary of Nak-dong River.

$\mu\text{g-atoms/l}$  (平均  $20.12\sim 25.24 \mu\text{g-atoms/l}$ )로서 비교적 많은 양이 나타나고, 定點 4에서는  $3.46\sim 32.31 \mu\text{g-atoms/l}$  (平均  $16.05 \mu\text{g-atoms/l}$ )로서 적은 양이 出現한다. 그리고  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 季節的變

動은 推定하기가 어려우나 定點 1을 除外하면 4~5월에 濃度가 크고 以後 冬季에 걸쳐 減少되며, 海苔漁期에는  $10\sim 20 \mu\text{g-atoms/l}$ 의 濃度가 維持되는 것으로 推測된다.

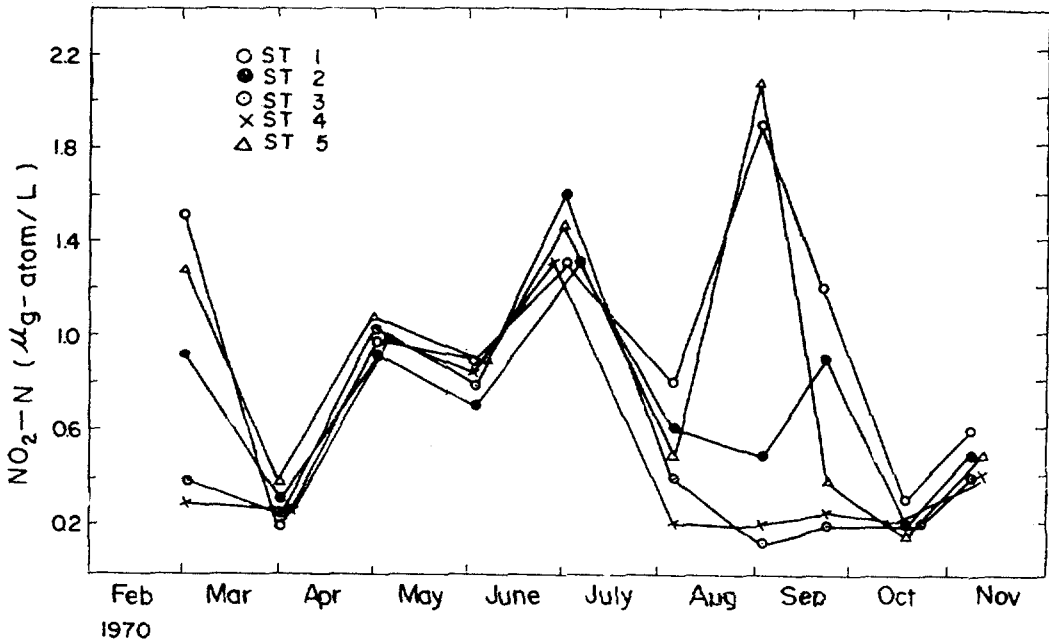


Fig. 7. Seasonal variations of the  $\text{NO}_2\text{-N}$  in the estuary of Nak-dong River.

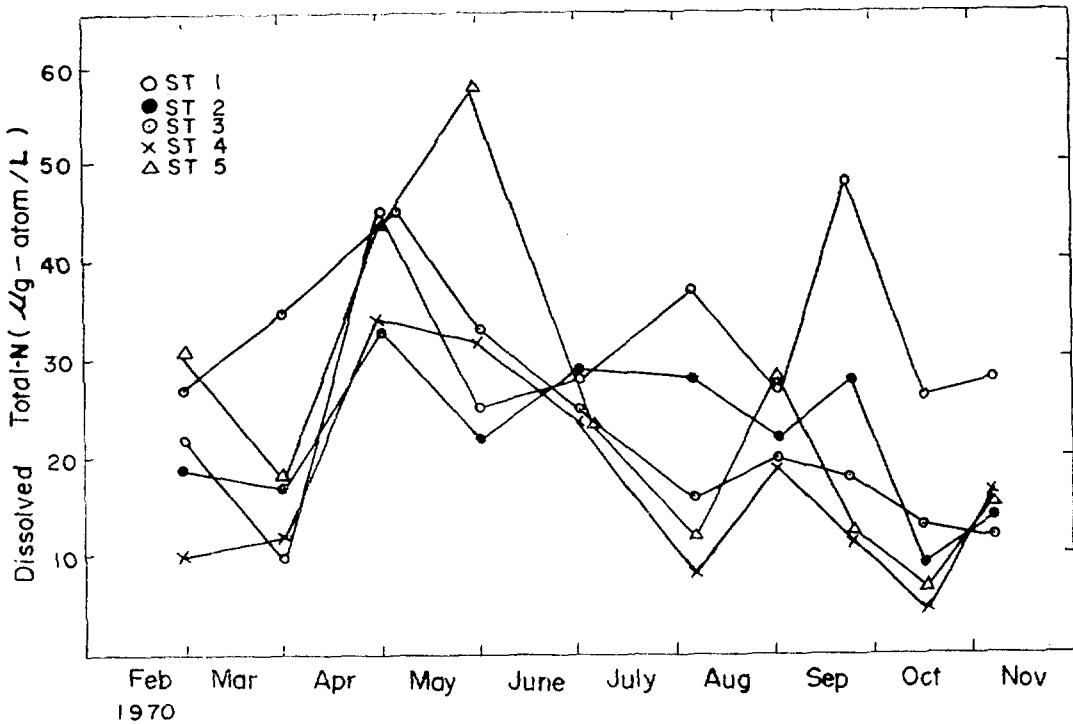


Fig. 8. Seasonal variations of the  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the estuary of Nak-dong River.



d. 可溶性 總窒素量

각 定點別 可溶性 總窒素量의 月別變動은 第9圖과 같다. 이것의 年間變動範圍는 4~58 $\mu\text{g-atoms/l}$ 에 이르러 각종 可溶性 窒素중 가장 量의으로 우세한  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 量에 지배된다. 따라서 그 季節의 消長도  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 그것과 비슷하다.

각 定點으로 본 可溶性 總窒素量은 定點 1에서

10~49  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 30  $\mu\text{g-atoms/l}$ )로서 가장 높고, 다음은 定點 2, 3, 5의 7~58  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 23~25  $\mu\text{g-atoms/l}$ )이고, 定點 4에서는 4~34  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 17  $\mu\text{g-atoms/l}$ )로서 가장 낮다. 이리하여 洛東江 河口의 海苔漁場에서는 養殖期間 중 적어도 10~20  $\mu\text{g-atoms/l}$ 의 可溶性 總窒素量의 濃度가 維持되는 것으로 推測된다.

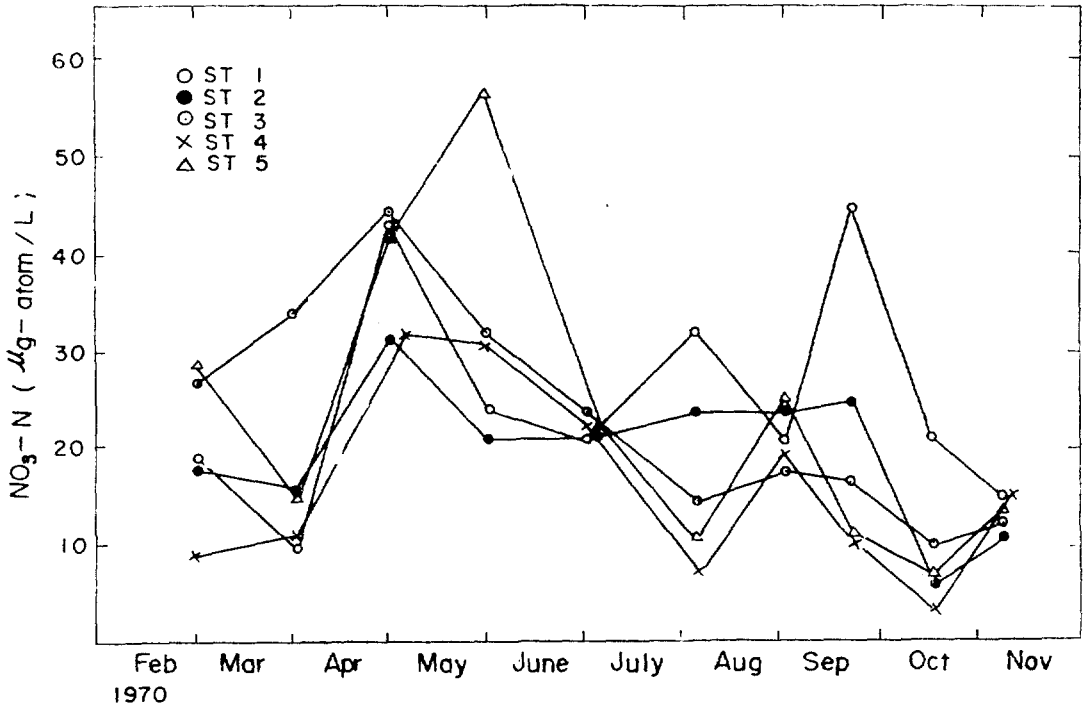


Fig. 9. Seasonal variations of the total soluble N in the estuary of Nak-dong River.

e.  $\text{PO}_4\text{-P}$

각 定點別  $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 月別變動은 第10圖과 같고 그 年間變動範圍는 0.18~5.05  $\mu\text{g-atoms/l}$ 에 이르러 8月과 9月을 除外하면 定點別 濃度差異는 비교적 작다. 定點別로는 河口部의 定點 1이 0.29~5.05  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 1.27  $\mu\text{g-atoms/l}$ )로서 가장 높고, 다음은 定點 2, 3, 4의 0.19~3.42  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 0.88~1.01  $\mu\text{g-atoms/l}$ )이고, 定點 4는 0.18~1.53  $\mu\text{g-atoms/l}$  (平均 0.71  $\mu\text{g-atoms/l}$ )로서 가장 낮은 濃度를 나타내고, 窒素化合物의 出現傾向과 비슷하다.  $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 季節의 消長은 5月下旬에 極少值를 나타내나 2月에서 9月에 걸쳐 漸增되고 그以後 急激히 減少되나 海苔漁期 중에는 0.3~0.8  $\mu\text{g-atoms/l}$ 의 濃度가 維持되는 것으로 推測된다.

f.  $\text{SiO}_2\text{-Si}$

각 定點別  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 의 月別變動은 第11圖과 같고, 그 年間變動範圍는 18.33~133.29  $\mu\text{g-atoms/l}$ 에 이르러, 定點別, 季節別 差異가 심하다. 珪素의 濃度는 3月에 最少值가 나타나 6~8月에 濃度가 크고, 以後 減少되나 각 定點別 年間의 平均濃度는 67~80  $\mu\text{g-atoms/l}$ 로서 거의 差異가 없다.

6. 有機懸濁物

有機懸濁物은 定點 2, 4, 5에서만 定量되었으며, 이것들의 月別變動은 第12圖과 같다. 이중 有機態炭素는 年間變動範圍가 55~648  $\mu\text{g/l}$ 에 이르러 定點別 差異는 그다지 크지않고, 2月에서 5月에 걸쳐 약간 增加하여 8月初까지 漸減하는 傾向을 나타내고, 다시 9月에 增加하여 이후 減少되며, 年間의 平均値는 定點 2에서 371  $\mu\text{g/l}$ , 定點

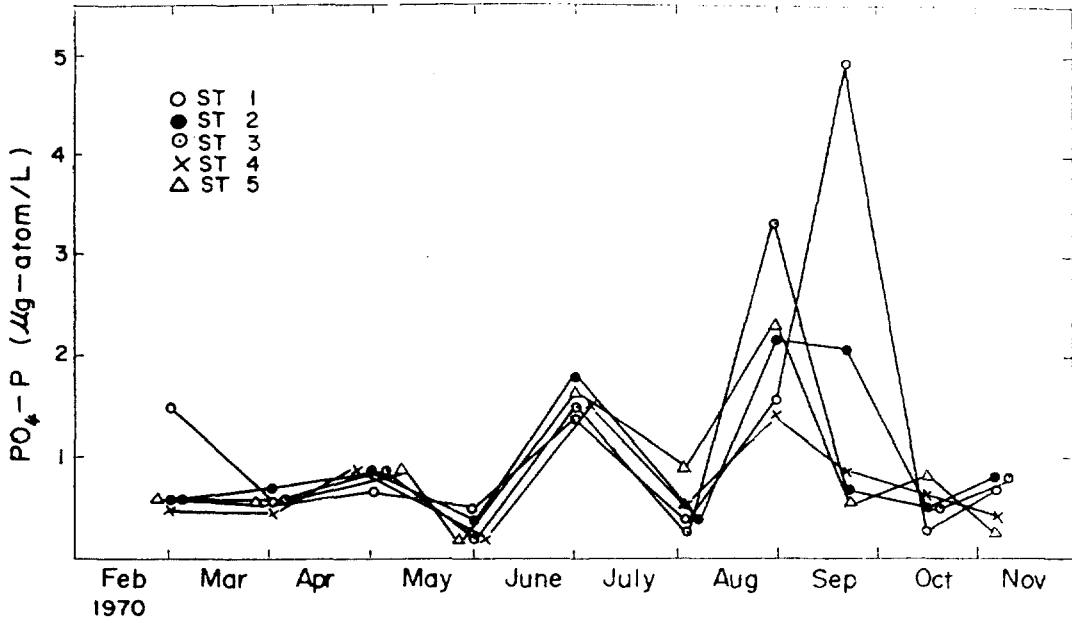


Fig. 10. Seasonal variations of the  $PO_4-P$  in the estuary of Nak-dong River.

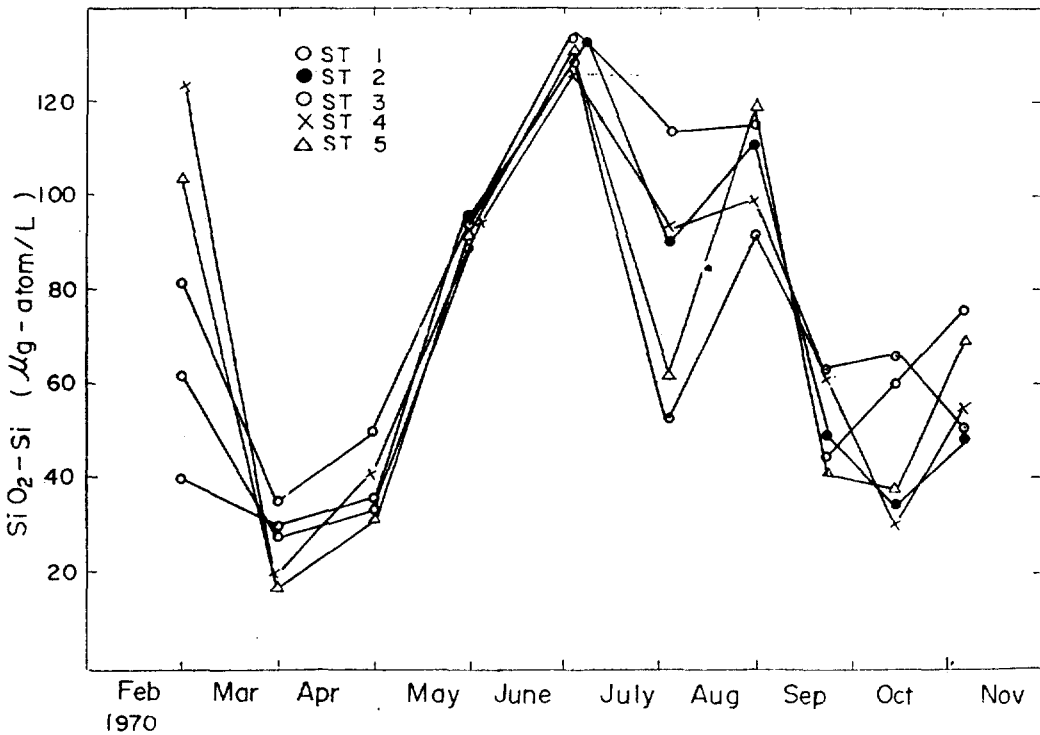


Fig. 11. Seasonal variations of the  $SiO_2-Si$  in the estuary of Nak-dong River.

4에서  $390 \mu g/l$ , 定點 5에서  $416 \mu g/l$ 로서, 河口에서 먼 定點일수록 出現量이 많아지는 경향이 있다.

한편 有機態窒素의 年間變動範圍는  $30 \sim 155 \mu g/l$ 이고, 定點 2의 出現量은 다소의 不規則한 變動樣相을 자아내고 있으나, 定點 4, 5에서는 出

現量의 差異는 極少하고, 8월에 다소 많은 量이 나타나는 것을 除外하면 年間을 통해 70~80  $\mu\text{g}/\text{l}$ 로서 거의 一定한 量이 나타난다. 이것들의 年間の 平均値는 定點 2에서 93  $\mu\text{g}/\text{l}$ 로서 다소 높으나, 定點 4, 5에서는 87  $\mu\text{g}/\text{l}$ 로서 꼭 같다.

또 有機懸濁物質의 C/N의 값은 1.5~8.4이고 有機態炭素의 出現量이 많은 2~5月과 9月의 값이 높고, 그외의 달은 4.5 以下の 低値를 나타낸다. 年間の 平均値는 定點 5가 5.1로서 가장 높

고 定點 2가 4.1로서 가장 低値를 나타내, 外洋水의 영향이 많은 곳일수록 C/N의 값은 많아진다.

考 察

著者들이 1970年 2~12월에 걸쳐 洛東江 河口域 5個定點에서 測定한 水温, 鹽分, pH, 溶存酸素, 榮養鹽類 및 有機懸濁物質의 量은 第1表에 總括한 바와 같다. 이것에 의하면 각종 水質要素

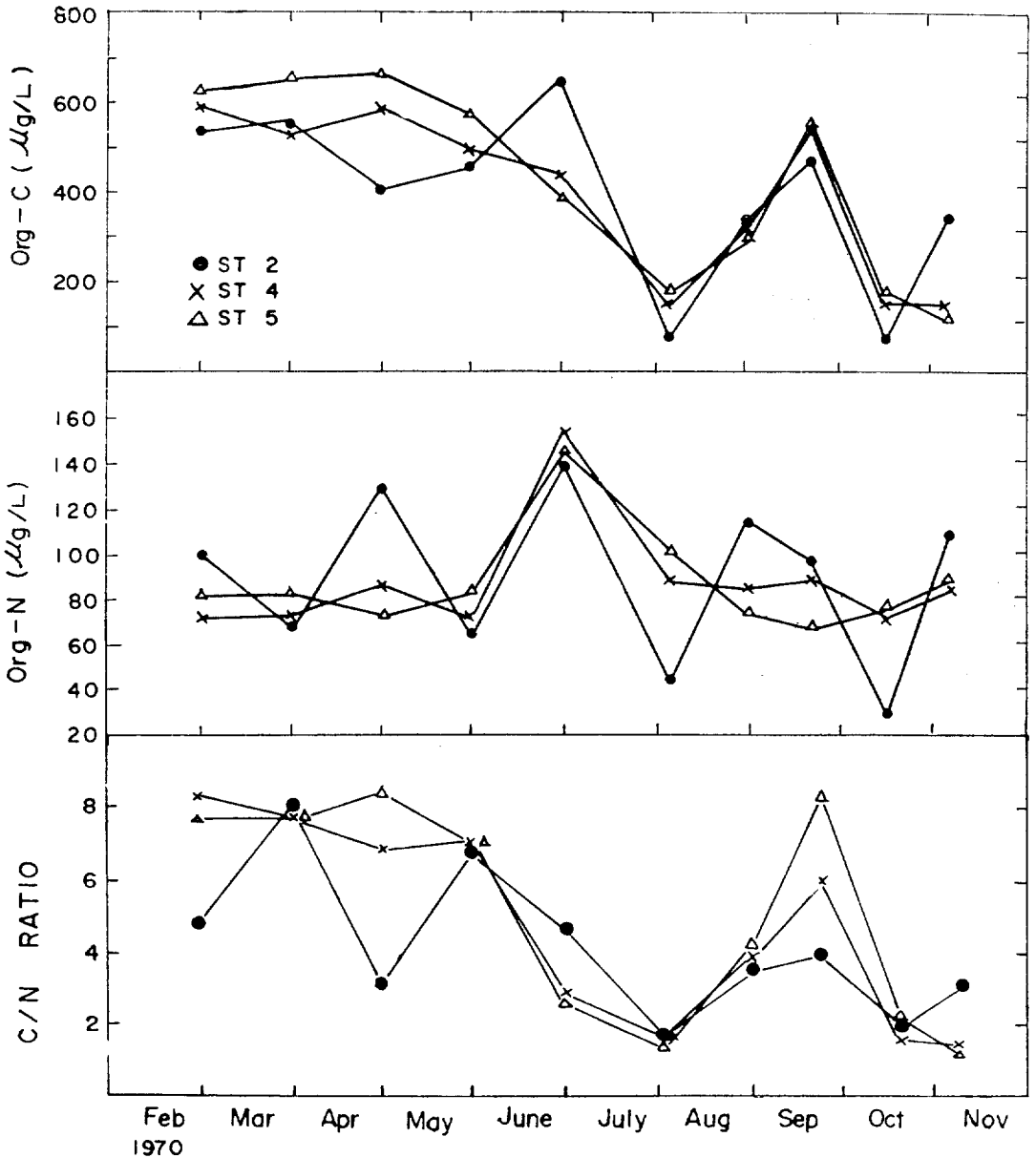


Fig. 12. Seasonal variations of the org.-C, org.-N, and its C/N ratios in the estuary of Nak-dong River.

는 定點에 따라 각기 特異한 樣相을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

水溫은 定點別로 심각한 差異는 없으나 河口에 가까운 定點에서는 冬季에 寒冷한 河川水의 影響을 받아 다소 낮아지고, 鹽分은 河口에서 먼 定點일수록 높아진다. pH는 全定點을 통해서 7.6~8.4의 年間變化를 하고 있으나 定點別 平均値는 7.9~8.0으로서 거의 差異가 없다.

溶存酸素 飽和度는 定點 1~3에서는 時期에 따라 71~86%까지 低下할 때가 있으나 定點 4~5에서는 最低値도 94% 이상의 값이 維持되며, 또 각 定點의 年間의 平均値도 100.8%라는 값을 取하고 있어 洛東江 河口域의 汚染狀況은 溶存酸素 面으로서는 아직 深刻한 상태까지는 진척되어 있지 않다.

榮養鹽類중  $NH_4-N$ 는 0.13~12.54  $\mu g-atoms/l$  (平均 1.63  $\mu g-atoms/l$ ),  $NO_2-N$ 는 0.12~2.09  $\mu g-atoms/l$  (平均 0.71  $\mu g-atoms/l$ ),  $NO_3-N$ 는 3.46~56.79  $\mu g-atoms/l$  (平均 21.54  $\mu g-atoms/l$ ), 可溶性 總窒素量은 4.04~57.90  $\mu g-atoms/l$  (平均

23.79  $\mu g-atoms/l$ ),  $PO_4-P$ 는 0.18~5.05  $\mu g-atoms/l$  (平均 0.96  $\mu g-atoms/l$ ),  $SiO_2-Si$ 는 18.3~133.3  $\mu g-atoms/l$  (平均 71.57  $\mu g-atoms/l$ )로 각각 變動하여, 全般的으로 높은 榮養鹽類의 濃度가 維持된다. 이것을 定點別로 보면 河口에 가장 가까운 定點 1에서 가장 높고, 紅岬마을의 生活廢水의 影響이 있을 定點 2에서 다음 단계의 榮養鹽濃度가 維持되며, 다음에는 定點 3, 5의 順位가 되고, 河口에서 가장 먼 定點 4에서는 外洋水에 稀釋되어 가장 낮은 榮養鹽濃度가 維持된다. 이러한 結果를 보아도 洛東江 河口域의 榮養鹽의 供給源은 河川水임을 알 수 있고, 窒素化合物 中에서는  $NO_3-N$ 가 全體의 85~95%를 차지하여 가장 重要한 成分을 이루고 있다.

元(1964)은 1962年 11月에서 1963年 10月에 걸쳐 洛東江 河口의 水質調査를 實施하였으며, 그의 定點 1, 2는 大體的으로 現調査의 定點 3, 4에 該當하기 때문에 7~8年 사이에 變遷된 몇몇 水質의 變動狀況을 比較해 보면 第2表와 같다. 그 結果에 의하면 pH는 年平均 8.2에서 8.0

Table 2. Comparison of some water quality parameters of present investigation with other study in the estuary of Nak-dong River.

Station		Won (1964)*1		Present Study*2	
		St. 3	St. 4	St. 3	St. 4
pH	Range	7.8-8.5	7.9-8.4	7.6-8.3	7.7-8.3
	Average	8.2	8.2	8.0	8.0
$O_2$ Sat. (%)	Range	71.8-123.2	88.2-113.8	86.1-146.5	94.2-124.9
	Average	96.2	99.4	105.2	104.6
$NH_4-N$ ( $\mu g-at/l$ )	Range	4.88-25.45	4.12-17.58	0.16-2.70	0.20-0.81
	Average	9.59	8.36	0.85	0.46
$NO_2-N$ ( $\mu g-at/l$ )	Range	0.07-0.75	0.08-0.58	0.12-1.58	0.23-1.30
	Average	0.24	0.41	0.54	0.49
$NO_3-N$ ( $\mu g-at/l$ )	Range	2.11-6.89	1.85-7.43	10.39-43.56	3.46-32.31
	Average	4.13	3.80	23.13	16.05
$PO_4-P$ ( $\mu g-at/l$ )	Range	0.12-1.47	0.11-1.09	0.19-3.42	0.18-1.53
	Average	0.53	0.39	0.92	0.71
$SiO_2-Si$ ( $\mu g-at/l$ )	Range	8.0-125.5	6.7-100.5	29.1-128.1	20.2-126.8
	Average	45.2	26.0	66.5	73.7

\*1: Values are based on the result of 12 monthly cruises from Nov. 1962 to Oct. 1963.

\*2: Values of the present investigations are based on the result of 11 monthly cruises from Feb. to Dec., 1970.

Table 3. Comparison of nutrient levels (range and average) of the some laver ground in Korea and Japan.  
Unit:  $\mu\text{g-atoms/l}$

Location	Date	NH <sub>4</sub> -H	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	SiO <sub>2</sub> -Si	Author
Estuary of Nak-dong River	Feb. Mar. and Nov., 1970	0.24-12.54	0.21-1.47	8.70-34.17	0.27-1.45	18.33-123.56	Present study
		1.59	0.57	17.13	0.63	56.34	
Pyung-il Do	Oct. 1968-	1.20-4.73	0-0.05	1.14-3.22	0.09-0.30	5.51-11.45	Won and Park (1970)
	Feb. 1969	2.28	0.01	1.75	0.18	8.23	
Wan Do	"	1.02-7.08	0-0.04	1.00-2.94	0.03-0.64	4.12-15.27	"
		2.38	0.01	1.79	0.25	8.85	
Estuary of Kiso, Nagara and Ibi Rivers	Oct. 1967-	0.70-2.10	0.06-0.42	0.13-4.06	0-0.93	—	Kobayashi et al. (1968)
	Mar. 1968	1.44	0.19	2.00	0.35	—	
Chita, Aichi Pref.	"	1.26-4.34	0.20-0.62	0.84-1.40	0-1.24	—	"
		2.58	0.33	1.18	0.33	—	

으로 低下하여 그동안 酸性物質의 投入이 일어난 것이 推測되고, 溶存酸素 飽和도는 96~99%에서 105% 정도로 오히려 增加하고 있으며, 榮養鹽類중 NH<sub>4</sub>-N는 대폭적으로 減少되어 現調査에서는 元 (1964)의 測定値의 1/10~1/20 밖에 안되는 測定値로 되어 있다. 또 NO<sub>2</sub>-N는 1~2 배, NO<sub>3</sub>-N는 4~5 배, PO<sub>4</sub>-P는 약 2 배가량 現 調査에서 많은 量이 나타나, 前述한 溶存酸素 飽和도의 增加現象과 더불어 그동안 洛東江 河口域에 富榮養化現象이 일어나고 있는 것을 알 수가 있다. 이것들의 原因으로서는 다소의 工業廢水의 流入과 都市廢水 및 糞尿處理場 (下端)부터의 糞尿의 投入이라고 推測된다.

그리고 洛東江 河口域의 海苔漁業期間 중 (10~3月)의 榮養鹽類의 濃度を 우리나라의 다른 漁場인 全南의 莞島와 平日島 (元·朴, 1970), 日本에서도 屈指의 海苔漁場인 愛知縣의 木曾 3川의 河口域과 知多沿岸 (小林·外, 1968)의 그것을 比較하면 第3表와 같다. 이것에 의하면 洛東江 河口域의 NH<sub>4</sub>-N의 濃度は 平均 1.59  $\mu\text{g-atoms/l}$ 로서 木曾 3川의 河口漁場과 비슷한 濃도이나 莞島, 平日島 및 日本의 知多沿岸漁場보다는 다소 낮은 편이고, NO<sub>2</sub>-N의 平均濃度は 0.57  $\mu\text{g-atoms/l}$ 로서 莞島, 平日島漁場보다는 顯著하게 많고, 日本의 木曾 3川과 知多漁場보다 2~3 배의 濃도를 자아내고 있고, NO<sub>3</sub>-N의 平均濃度は 17.13  $\mu\text{g-atoms/l}$ 로서 다른 漁場보다 8~14 배나 많은 量을 나타내, 洛東江 河口漁場은 可溶性 窒素分 특

히 NO<sub>3</sub>-N의 濃도가 큰 것이 特徵이다.

한편 PO<sub>4</sub>-P의 平均濃도도 0.63  $\mu\text{g-atoms/l}$ 로서 莞島, 平日島漁場의 2.3~3.5 배, 木曾 3川과 知多漁場의 약 2 배의 濃도를 나타내, 洛東江 河口漁場은 다른 著名한 漁場보다 월등하게 有利한 榮養鹽의 環境條件을 지니고 있는 것을 알 수 있다.

小林·外 (1969)는 日本 九州의 有明海의 海苔漁場의 水質과 乾海苔의 色擇에 관한 研究에서 海苔漁場의 N와 P의 供給源은 河川水라고 斷定하고, 河川의 影響이 큰 低鹽分인 場所 또는 反對로 河口에서 멀리 떨어진 河川水의 影響이 弱한 水域에서는 色擇이 좋지 못한 것을 밝히고 있으며, 榮養鹽類가 많은 漁場에서는 海苔의 榮養鹽吸收量이 많아져 色擇도 좋아지는 것을 證明하고 있다. 이러한 結果는 곧 洛東江 河口漁場에도 適用될 것이며, 定點 1을 除外한 다른 定點에서는 모두 海苔漁場으로서의 價値가 認定되며, 全漁期를 통해서 恒常 풍부한 榮養鹽이 供給될 수 있는 우수한 漁場임을 알 수 있다. 參考로 附記하면 日本의 木曾 3川과 知多漁場에서는 海苔漁期 後半期에는 主로 榮養鹽의 缺乏으로 海苔色擇의 惡化現象이 일어난다.

한편 有機懸濁物質은 3개 定點사이에 出現量의 差異는 僅少하고, 有機態 炭素量은 55~648  $\mu\text{g/l}$ 의 範圍에서 變動하고, 年間平均値는 392  $\mu\text{g/l}$ 이다. 또 有機態 窒素量은 30~155  $\mu\text{g/l}$ 로 變動하고 年間의 平均値는 92  $\mu\text{g/l}$ 이다. 이 量은 Choc

(1972)가 報告한 東海岸의 古里海域의 有機態 炭素量 35~3,785  $\mu\text{g}/l$  (平均 868  $\mu\text{g}/l$ ), 有機態 窒素量 4~158  $\mu\text{g}/l$  (平均 45  $\mu\text{g}/l$ )와 比較하면 洛東江河口域에서는 懸濁性 有機物質중 有機態 炭素量은 顯著하게 低고, 有機態 窒素量은 약 2 倍의 濃度이다. 그리고 이것들의 C/N 比는 1.5~8.4, 平均 4.6 으로서 窒素化合物 즉 蛋白質이 많은 良質의 組成物인 것을 나타내고 있다.

### 參 考 文 獻

- Choe, S. 1972. Studies on the seasonal variations of plankton organisms and suspended particulate matter in the coastal area of Ko-ri. Paper of the 2nd Intnat. Ocean Develop. Conf. at Tokyo.
- 崔 相·鄭 兌 和·文 亨 植. 1970. 洛東江 河口地域의 海苔漁場開發에 관한 研究. 科技處 1970年度 研究開發 事業報告書 (MOST-R-70-25-F), 1-53.
- 小林 純·外. 1968. 伊勢灣ノリ漁場の水質について. 木曾 3 川河口資源調査報告, No.5, 1023-1058.
- 小林 純·外. 1969. 有明海の乾ノリの色と 化學成分に及ぼす筑後川の影響. 筑後川調査報告附屬資料(8), 水産廳, 1-76.
- Murphy, J., and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27, 31.
- Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1960. A manual of sea water analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. No.125, 61-69.
- Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1968. *A Practical Handbook of Sea Water Analysis*. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. No.167, 65-92.
- 元鍾勳. 1964. 洛東江 河口 干瀉地水質의 年間變化. 大韓化學會誌, 8, 192-199.
- 元鍾勳. 1970. 慶南 昌原郡 熊東面 龍院里 김밭의 水質에 對하여. 韓國海洋學會誌, 5, 30-36.
- 元鍾勳·朴吉淳. 1970. 莞島 및 平日島 김밭에 있어서의 冬季 5個月間 水質의 潮水에 따른 變動. 韓國海洋學會誌, 5, 14-29.