

제주도 東南方 신천沿岸域 海水의 理化學的 特性과 底質分布

崔永贊 · 高基源 · *金尙賢

Distribution of Bottom Sediments and Physico-Chemical Characteristics of the Coastal Sea Water Near Sincheon Area, a Southeastern Part of Cheju Island.

Young Chan CHOI · Gi Won GO · * Sang Hyun KIM

(Dept. Oceanography, *Dept. Fishing technology, College of Ocean Sciences)

The physical characteristics and the distribution of nutrient and bottom sediments were surveyed from June 1986 to March 1987 in Sincheon coastal area and the results could be summarized as follows.

During Summer, fresh waters were inflowed into the sea from Pyoung Hwa Stream and nearby port. Although some expected spring waters are flowed out of site 7 and site 1, the waters could not be extended far away into off-shore area. During Winter, high salinity of more than 34.40‰ and high temperature water of 15.1 °C and 15.3 °C in January and March respectively were showed all over the water strata. Such water characteristics seem to be the result of influences by Tsushima Warm Currents direct inflow in Winter.

The distribution of nitrite-nitrogen was lowest in June and July (0.10~0.20 $\mu\text{g-at/l}$) while highest in March (0.30~0.70 $\mu\text{g-at/l}$). Nitrate-nitrogen was lowest in January and showed rather high concentration with the range of 0.3~3.5 $\mu\text{g-at/l}$. Phosphate-phosphorous and nitrate-nitrogen showed the lowest concentration together with homogenous distribution in November throughout the all survey period. This seems to indicate the complete mixing of out sea water and in shore water during this month.

The sediments could be subdivided into three textural classes, namely gravelly Sand, gravelly silty Sand, and slightly gravelly muddy Sand, but gravelly Sand are the main component. The average grain-size of sediments in surveyed area was $-1.37 \sim 1.5\phi$ and poorly sorted (average 1.41ϕ) and showed the tendency of positively skewed. The concentration of total suspended matter in the surveyed sea water were average 11.33 mg/l and 12.26 mg/l in the surface and 5m below surface and showed comparatively concentration near Pyoung Hwa Stream area.

I. 序 論

濟州島는 周邊바다가 暖流勢力圈內에 들어 있고 우리나라 最南端에 위치한 孤島이므로 沿岸가카이

까지 外海水가 接近하고 있다. 그러나 沿岸線부근에는 湧泉水가 곳곳에서 발견되고 降雨期에는 多量の 降水가 바다로 流入되며 氣溫, 바람, 海流 및 潮流등에 의해 濟州島 沿岸에 접근된 外海水는 淺海域에서 크게 變質되어 濟州島 特有的 沿岸水

를 形成한다 (盧外 4人, 1982). 또한 貧營養 外海水로 알려져 있는 黑潮系水를 바탕으로한 暖流勢力圈內에 年中 속해있을 뿐만 아니라 人爲的 汚染도 배제되어 淸淨狀態가 유지되고 있는 濟州島 沿岸 淺海域은 소라, 전복등 有用水族의 最適의 棲息地로 알려져 왔다.

濟州島 周邊海域에 대한 海洋理化學的 調査는 1980年代에 들어와 시작되어 朴等(1980), 金等(1981), 盧等(1982), 朴(1982), 梁(1983), 鄭等(1983), 楊(1984), 朴(1984)이 있을 뿐이며, 특히 濟州島 沿岸域中 養殖場을 중심으로 한 理化學的 調査는 별로 없는 편이다.

本 研究는 南濟州郡 城山邑 新川里 沿岸水域을 대상으로 水溫, 鹽分, 沿岸底質의 分布特性, 總浮遊物質含量 및 營養鹽類의 含量等에 대해 1986年 6月부터 1987年 3月까지 7次에 걸쳐 現場調査를 實施하여 調査地域의 底質의 分布狀態와 特性, 그리고 海洋理化學的인 特性을 보고하고자 한다.

II. 材料 및 方法

本 研究는 1986年 6月부터 1987年 3月까지 7회에 걸쳐 新川里 養殖場에서 下川里 平和川에 이르는 海域에서 그림 1과 같이 12個의 調査定點을 設定하였다.

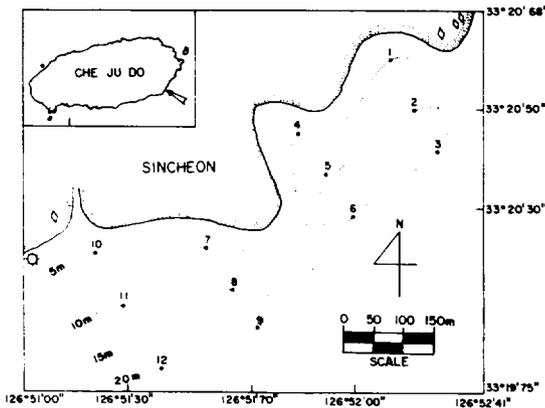


Fig. 1. Bathymetric map and sampling site of the study area (depth in meter).

1. 水溫, 鹽分測定

海水의 特性을 밝히기 위하여 每 觀測時마다 水

溫과 鹽分 測定用으로 各 定點別로 0 m, 5 m, 10 m, 20 m의 順序로 採水하였다. 水溫은 北原式採水器 및 Niskin採水器를 사용하여 採水한 후 1/10℃ 간격의 棒狀溫度計로 現場水溫을 測定했으며, 鹽分濃度는 採水된 海水를 海水瓶에 密封한 후 實驗室로 運搬하여 Mohr-Knudsen의 窒酸銀溶液 滴定法으로 檢定하였다.

2. 營養鹽測定

- 1) 亞窒酸~窒素 : GR試藥에 의한 發色法(日本分析化學會, 北海道支部, 1971).
- 2) 窒酸~窒素 : 亞鉛粉末로 還元, GR試藥에 의한 發色法(上同).
- 3) 磷酸~磷 : 물리브덴(V) 錯體形成을 利用하는 發色法(元, 1964).

3. 堆積物 및 總浮遊物質含量分析

1) 堆積物의 粒度分析

1차 現場調査時(1986年 3月 7日) 스쿠버다이머의 도움을 받아 採取한 堆積物 試料를 粒度分析 試料로 사용하였다. 試料 40~50 g을 取해 溶解性鹽分을 除去하고, 試料를 10%염산과 과산화수소로 處理하였다 (Jackson et. al., 1949). 處理된 試料는 0.0625 mm(230 mesh)의 체(sieve)를 사용하여 粗粒部와 細粒部로 분리하였다. 細粒部는 1φ 간격으로 乾式체질한 후에 粒度別 重量百分率을 求하였고, 細粒部는 Galehouses(1971)의 피펫 方法에 의해 1φ 간격으로 分析한 후, 粒度別 重量百分率을 求하였다. 이 結果를 Folk and ward (1957)의 계산공식에 의해 組織標準值(textural parameters)로 나타냈다.

2) 總浮遊物質 含量 分析

미리 乾燥, 測定한 whatman 유리여과지(孔徑 0.45 μm)로 海水試料 1~2 l를 여과시킨후 이 여과지를 105~110℃의 乾燥器內에서 2時間가량 乾燥시킨 다음, 황산데시케이터에 넣어 방냉한후 恒量으로 하여 무게를 精密히 測定한 다음, 다음 의 式에 의해 含量(mg/l)을 계산하였다.

$$\text{總浮遊物質含量 (mg/l)} = (b-a) \times 1,000/V.$$

여기에서, a : 試料 여과전의 여과지의 무게.

b : 試料 여과후의 여과지의 무게.

v : 試料의 量.

III. 結果 및 考察

1. 水溫, 鹽分分布

1) 季節別 水溫 및 鹽分의 變化

그림 2는 全 調査期間의 水溫-鹽分의 相關分布를 나타내는 T-S diagram 이다.

6 月 초순에는 다른 時期에 比하여 水溫·鹽分差가 最大(水溫 3.3℃, 鹽分 약 7‰)를 보이고 있었다. 반면에 夏季(7, 9 月)는 陸水와 外海水와의 混合에 의해 全體的으로 高溫(18.0~24.4℃)·低鹽(30.80~33.20‰) 現象을 보이고 있었다. 秋季(11 月)에는 高溫·高鹽狀態의 單一水塊를 形成하였고, 冬季(1, 3 月)에는 조사기간중 最低水溫과 最高鹽分狀態를 나타내고 있었다. 이처럼 T-S diagram 上의 季節別 水溫·鹽分變化를 크게 溫節期 및 寒節期로 나누어 살펴볼때 溫節期에는 陸水의 영향에 의해 低鹽現象이 일어나 外海水와의 混合이 이루어지고, 寒節期에는 全海域·全水層이 均一한 鹽分과 水溫을 갖는 海水로 되어 있음을 알 수 있다. 이러한 現象은 本 研究地域이 冬季 延安에서 對馬暖流係 暖水의 影響을 강하게 받고, 夏季에는 沿岸水와의 混合이 잘 이루어지고 있기 때문이라고 생각된다.

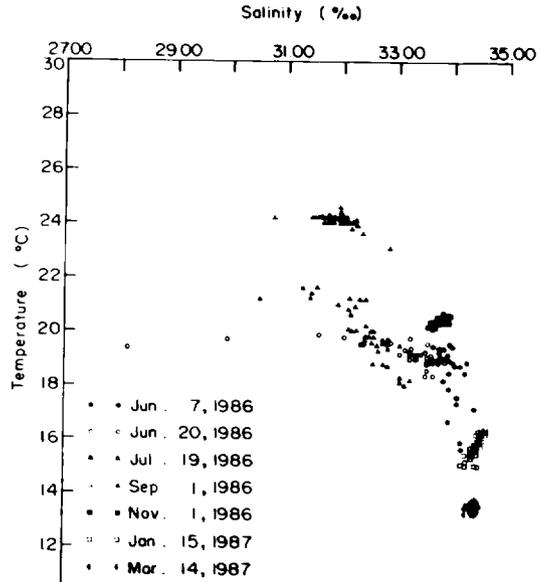
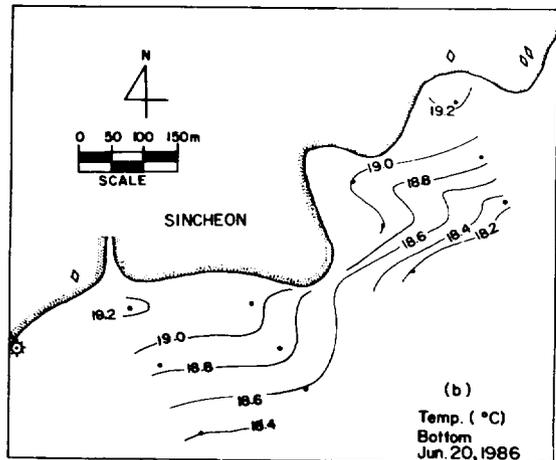
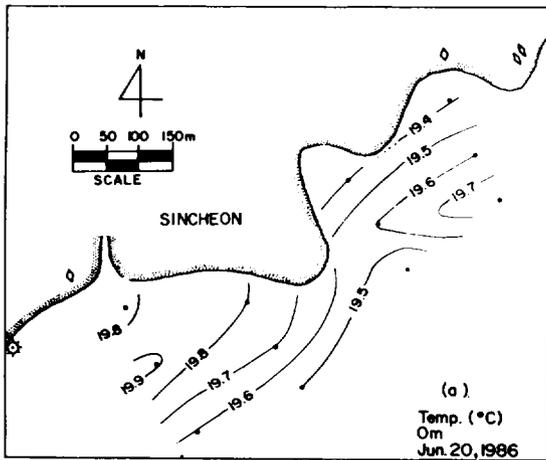


Fig. 2. T-S diagram showing the seasonal variation of T-S ranges at Sincheon.

2) 季節別 水溫과 鹽分의 水平分布

그림 3은 6 月에 觀측된 水溫·鹽分 水平分布圖로서 全水層이 混合된 모습을 보여 주고 있다 (그림 3 (a,b)).



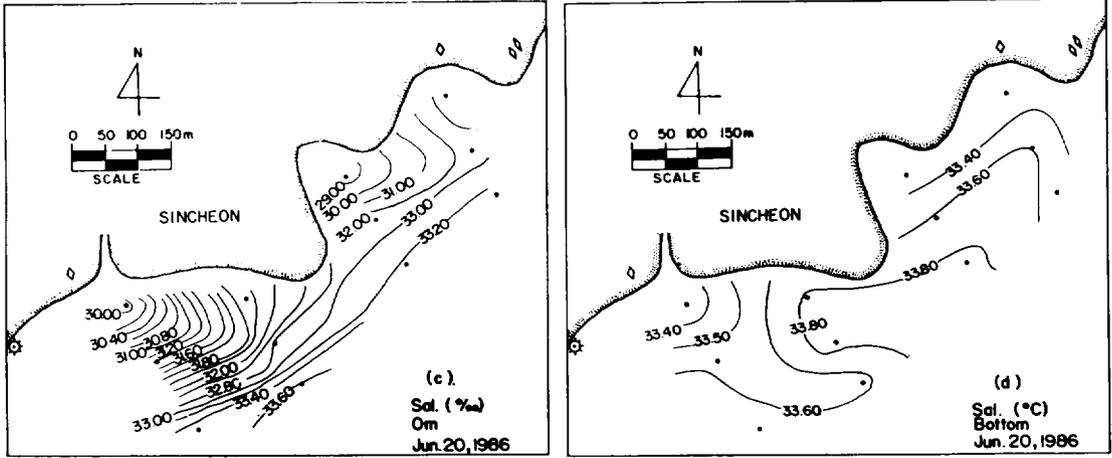
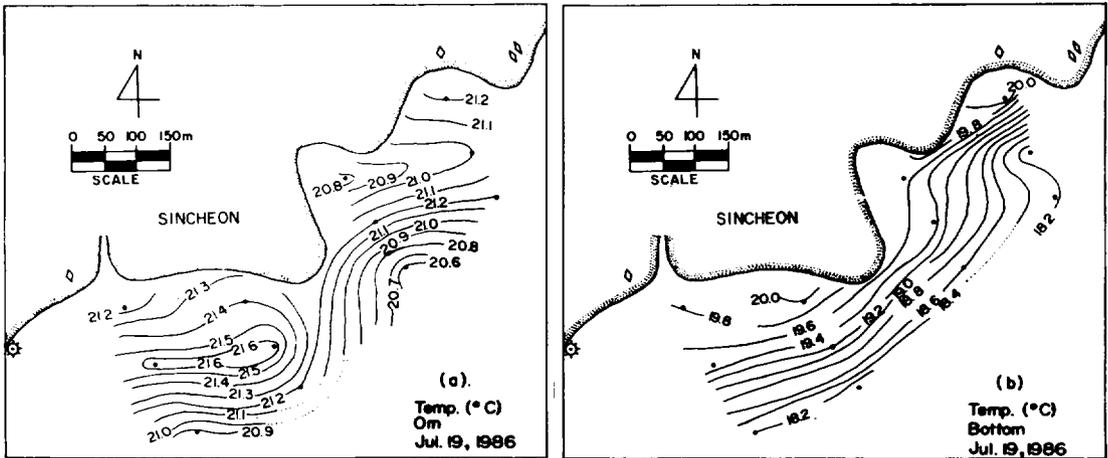


Fig. 3. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.

鹽分分布는 평화천 앞 해안가에서 30.00‰이하인 陸水와 포구의 29.00‰이하인 陸水가 沿岸域으로 流出되나 멀리 확장되지 못하는 형상을 보이고 있다. 반면에 底層에서는 33.40‰이상의 外海水와 沿岸가까이에서 混合되고 있음을 알 수 있다. 또한 河川水의 확장범위는 表層 10m 부근 範圍內에서 混合이 이루어지고 있었는데, 이것은 盧·鄭(1980)이 지적한 서귀포 연안수의 확장범위에서와 같이 陸水가 표층으로만 흘러나가 연직혼합을 이룬다고 지적한 것과 같은 모습을 보여준다. 그림 4, 5는 하계(7月, 9月)에 관측된 表層 및 底層의 水溫·鹽分 水平分布圖이다.

表層 水溫分布는 하계의 太陽熱 輻射로 인해 全體的으로 水溫이 상승한 狀態를 보여주고, 底層에서는 加熱되어 流出된 陸水(24.5℃)와 수온이 낮은 外海水(21.0℃ 이하)사이에서 미세한 구조의 水溫水平傾度가 나타나고 있었다. 이러한 현상은 夏季임에도 불구하고 底層에 냉수가 出現하는 것으로 思料되나 邊等(1983), 盧·鄭(1976, 1977)이 지적한 것처럼 이 지역의 지리적인 여건과 관련, 대마난류의 세력 소장에 따라 外海水의 연안접근 정도가 변한것인지 대마난류의 복상에 의한 沿岸 反流로서 기인한 것인지, 또는 용승현상에 의한 것인지는 外海域까지의 觀測資料가 없어 확실치는



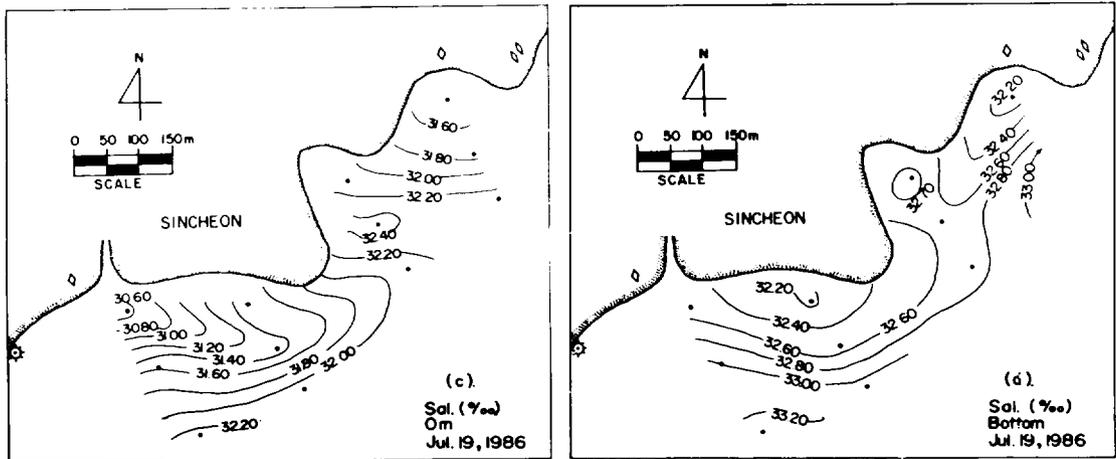


Fig. 4. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.

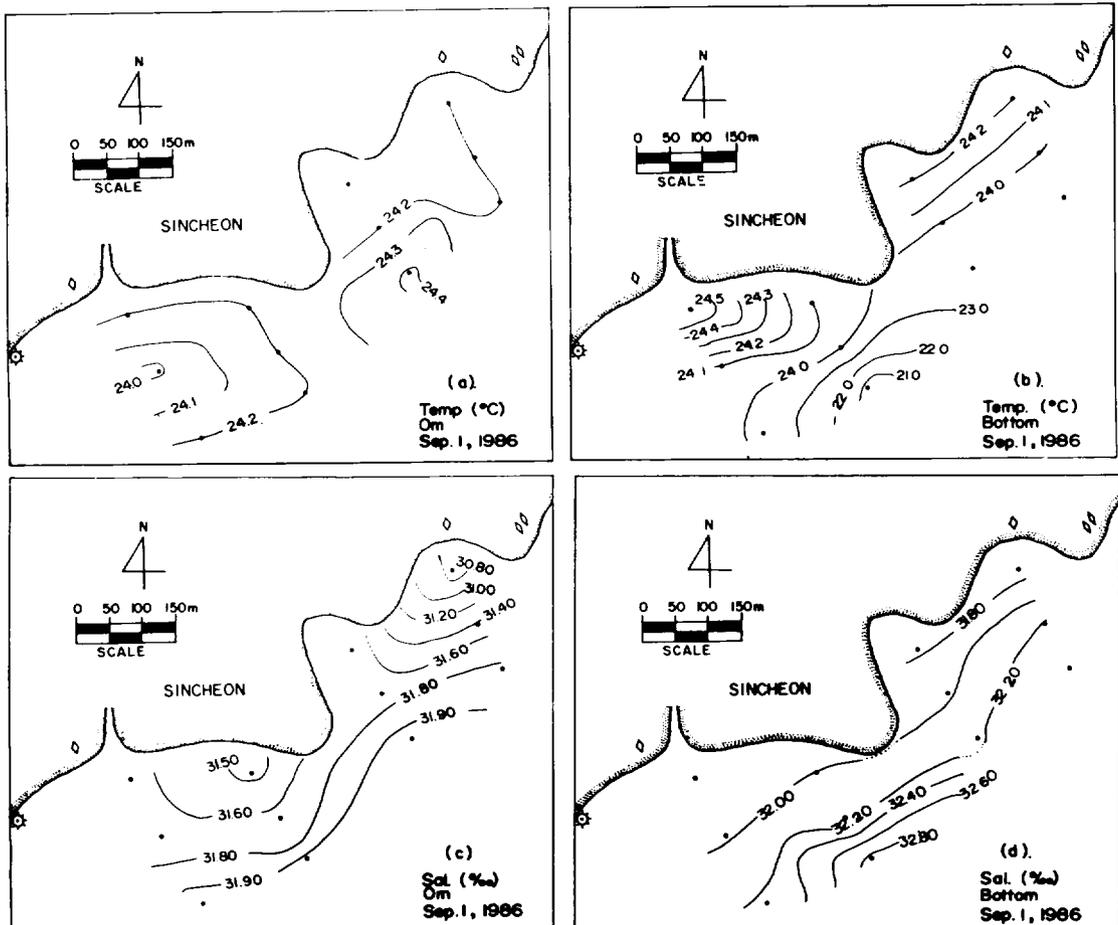


Fig. 5. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.

않다. 7月중순 장마가 거의 끝날 무렵의 鹽分水
 平分布(그림 4)를 보면 表·底層水間에 區分이 확
 실하게 나타나기는 하지만 평화천 및 포구옥수와
 정점 7 및 정점 1 地域의 저염수(32.20% 이하)가
 外海域으로 확장하지 못하고 정점 5를 向하고 있
 는 형태로 나타나고 있다. 이러한 低鹽水の 出現
 으로부터 정점 7과 정점 1에 湧泉水가 存在하고
 있음을 유추해 볼 수 있다.

그림 5(c,d)에서는 정점 1의 低鹽水(30.80%
 이하)가 表層에서 정점 5 쪽으로 확장하고 있으며
 7月 정점 1의 鹽分値보다는 낮게 나타나고 있는
 것이 특징이었다. 이러한 現象은 6月에 觀測된
 (그림 3)에서도 나타나, 河川에서 流出된 陸水가
 外海域으로 확장되지 못하고 정점 5 地域으로 굽이
 쳐 들어가는 형상을 하고 있어서 低鹽의 陸水가

外海域으로 확장하지 못하므로 인해 이 地域의 연
 안 生物에 棲息環境을 제공해 주고 있다고 할 수
 있다. 이러한 것은 盧·鄭(1976)이 지적한 陸水의
 流入과 湧泉水의 영향에 의해 低鹽現象이 특히 淺
 海域에 影響을 가져온다는 사실과 일치한다고 할
 수 있다. 그림 6은 秋季에 觀測된 水溫·鹽分의
 水平分布圖이다.

이 時期에 있어서는 大氣의 影響에 의해 陸水가
 冷却되어 流出되므로 外海域의 暖水와 비교되어
 나타난다. 秋季가 되면서부터 6月·夏季 상황과
 는 달리 暖水인 外海水가 沿岸域으로 直接 影響을
 미치기 始作한다. 그래서 포구옥의 20.2°C 이하의
 冷水가 外海域으로 확장되고 表層 20.6°C, 底層
 20.8°C의 暖水가 沿岸쪽으로 확장되는 現象을 볼
 수 있다. 鹽分分布에서도 6月·夏季 상황과는 달

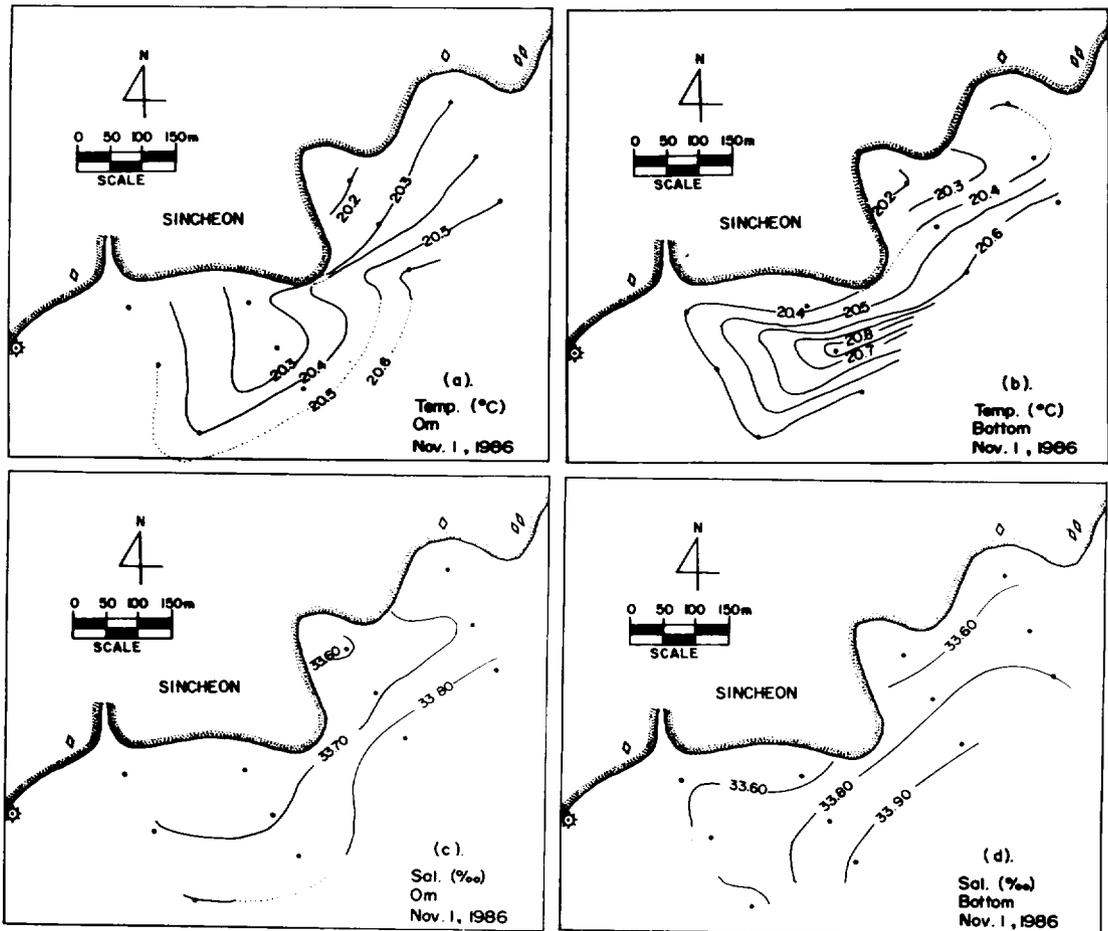


Fig. 6. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.

제주도 東南方 신철沿岸城 海水의 理化學의 特性과 底質分布

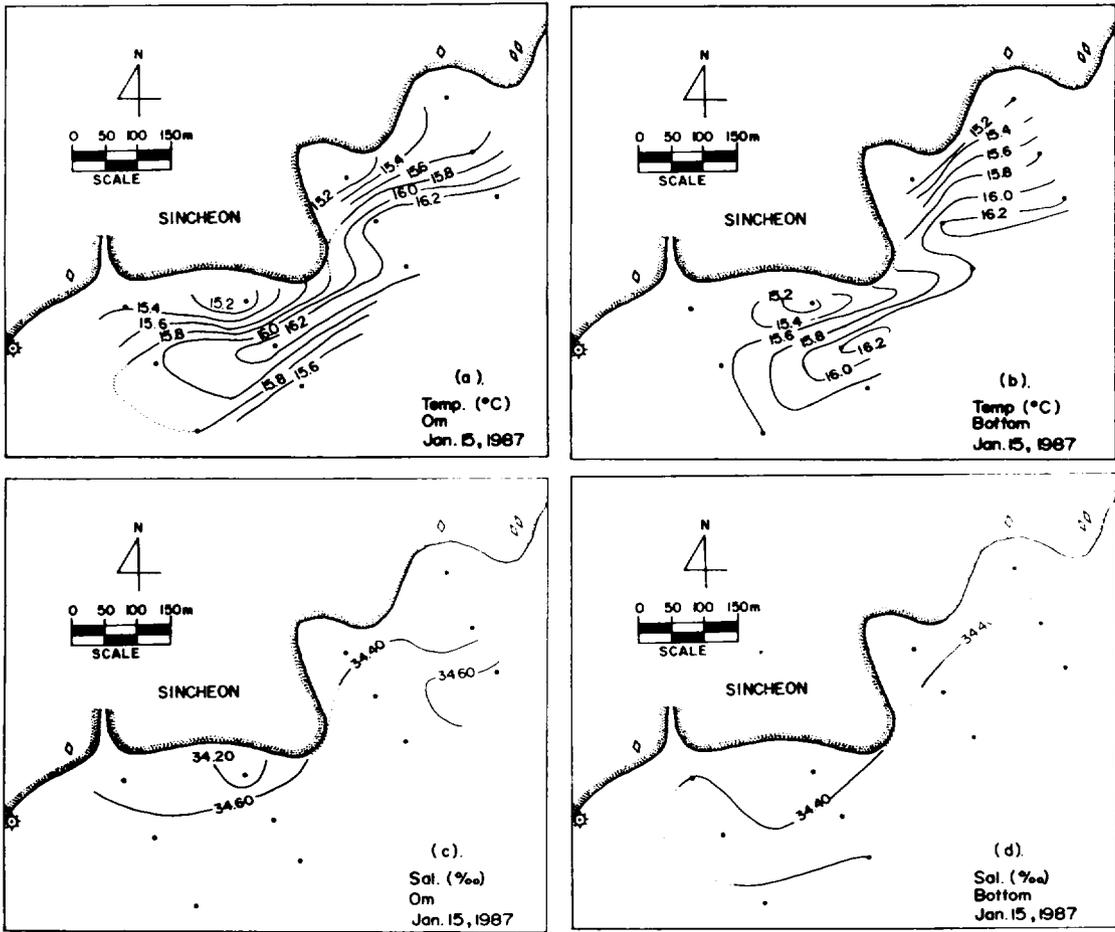
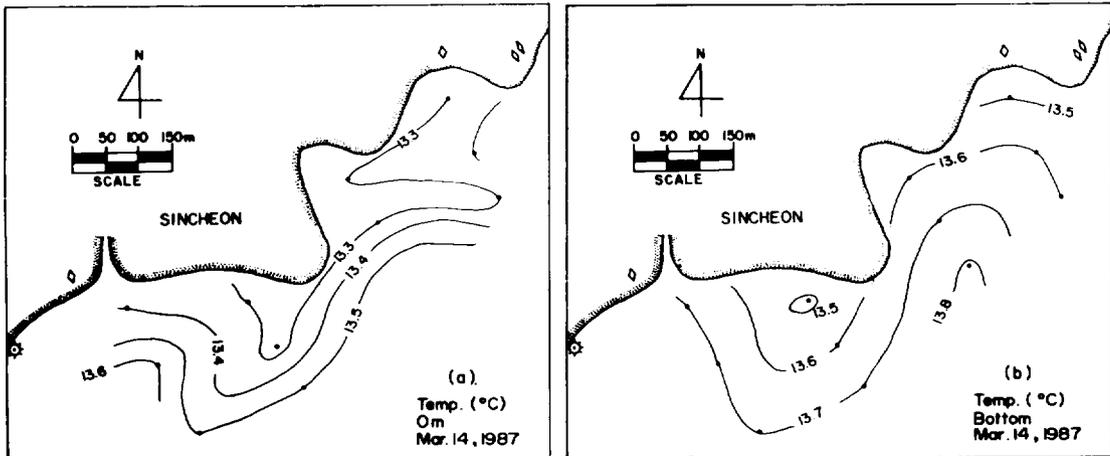


Fig. 7. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.



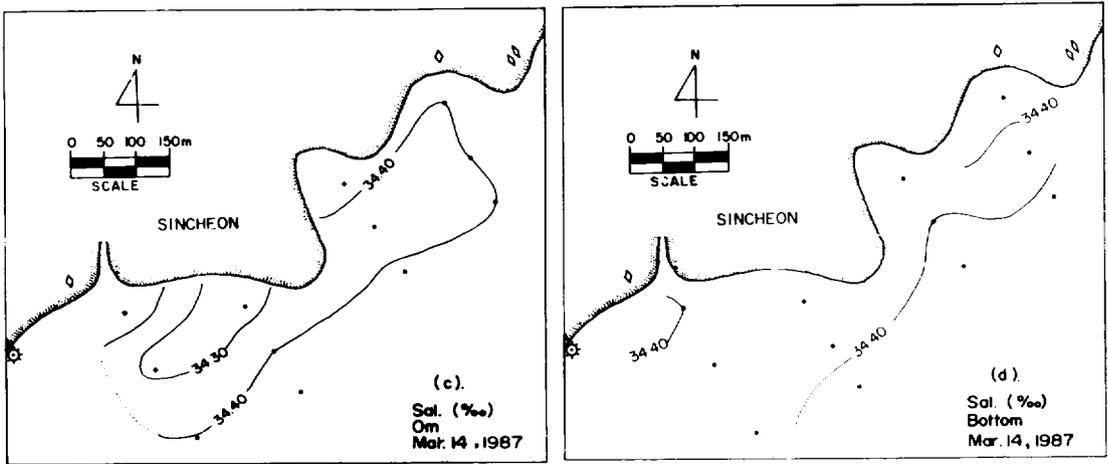


Fig. 8. Horizontal distributions of temperature and salinity at Sincheon.

리 全水層이 33.70% 이상의 高鹽水로 이루어지기 시작하고 있다. 그림 7, 8은 冬季에 觀測된 결과이다.

1月的 水溫分布圖에서는 大氣 冷却作用에 의해 沿岸水(15.2℃ 이하의 冷水)가 冷却되어지고 外海域의 高鹽水(16.2℃ 이하)가 沿岸쪽으로 확장되어 오고, 34.40% 이상의 高鹽水가 全水層을 形成하고 있어서 單一水塊로 形成되어 있음을 알 수 있다. 3月에는 1月的 16.3℃ 이하의 水溫보다 낮은 13.8℃ 이하의 冷水가 冬季 大氣冷却 作用의 進전에 의해 最低水溫(13.3℃)을 나타내고 있다.

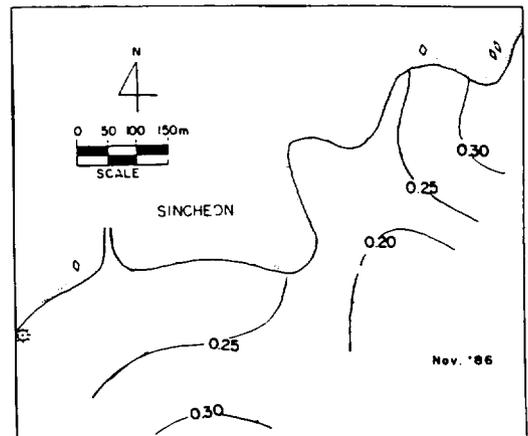
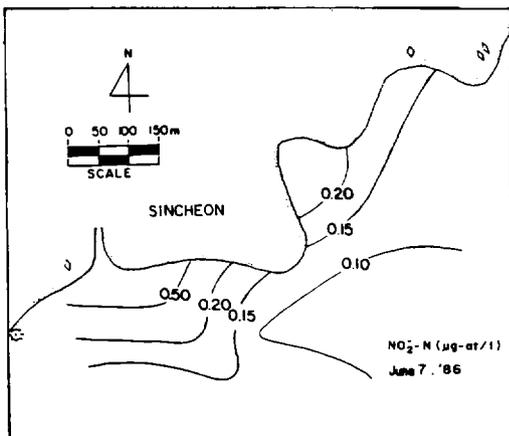
한편 34.30% 이상의 高鹽水가 全海面을 차지하고 있어서 冬季에 對馬暖流係의 高溫·高鹽인 暖流水가 直接 이 地域에 流入되고 있어서 邊等(1983)이 지적한 34.00% 이상의 高鹽水가 秋季에서부터 春季에 걸쳐 형성되고 있음을 알 수 있다.

2. 營養鹽 分布

1) 營養鹽의 水平分布

(1) 亞窒酸~窒素

그림 9는 表層水에 있어서의 亞窒酸~窒素의 水平分布圖이다.



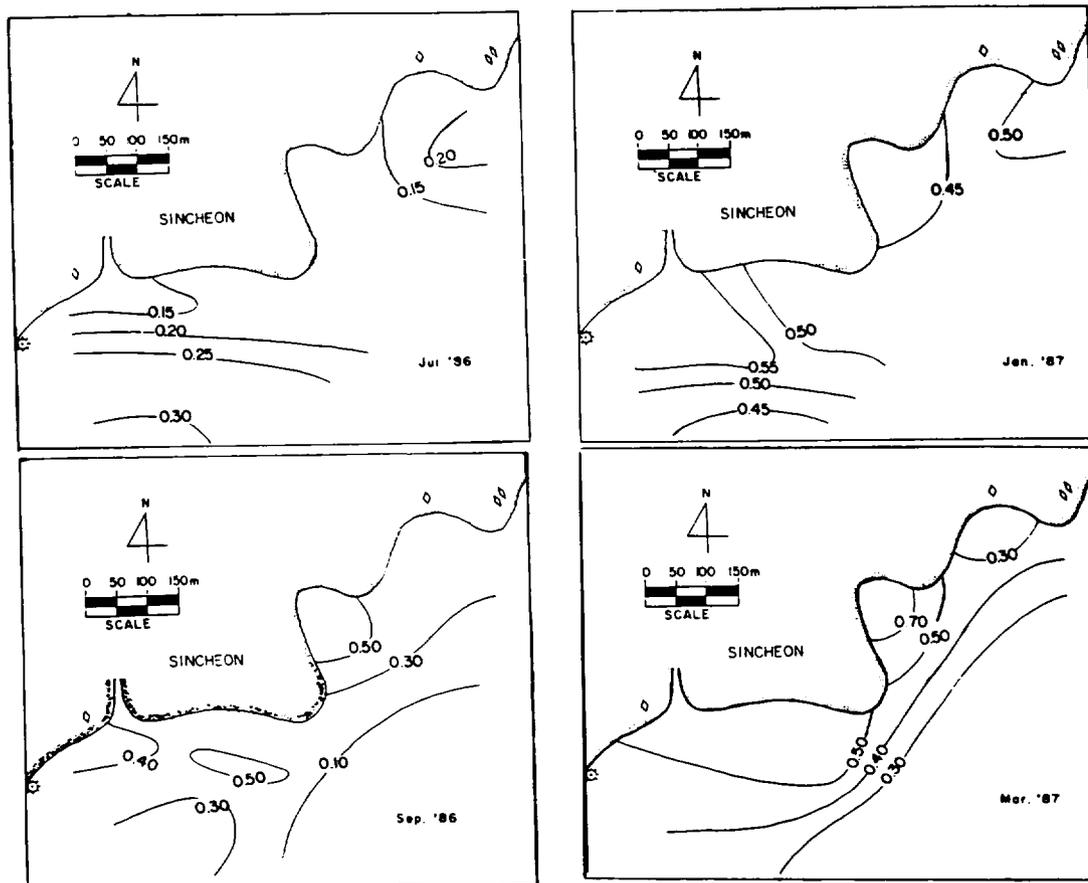


Fig. 9. Horizontal distribution of nitrite contents of surface waters on the coast of Sincheon.

6 月은 河川앞 沿岸海域이 0.50 $\mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높은 濃度를 나타내고 있으나 그외는 全體的으로 0.10~0.20 $\mu\text{g-at/l}$ 의 均一한 分布를 보이고 있다. 7 月은 6 月과 別차이가 없이 均一한 濃度 分布를 보이고 있으나 서쪽 전분공장앞 海域에서 비교적 높은 0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 의 값을 나타내고 있다. 9 月의 浦口앞과 河川앞 沿岸域에서 0.50 $\mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높은 濃度 分布를 나타내고 있으며, 全般的으로 표선등대쪽이 다른 外海쪽(0.10 $\mu\text{g-at/l}$)보다 높아 0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 의 값을 보이고 있다. 11 月은 全般的으로 0.20~0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 濃度 分布를 보이고 있으며, 1 月은 河川앞 海域에서 0.55 $\mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높고 全體的으로는 0.45~0.55 $\mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度를 보이고 있다. 3 月은 浦口앞 海域에서 0.70 $\mu\text{g-at/l}$ 로 調査期間中 가장 높은 濃度 分布를 나타내고 있는 것을 除外

하고는 全體的으로 1 月과 비슷한 0.30~0.50 $\mu\text{g-at/l}$ 의 分布이며, 沿岸域에서 外海쪽으로 갈수록 낮게 나타나고 있다.

이상의 結果로부터 亞窒酸~窒素는 水溫이 낮은 1~3 月에 가장 높은 濃度 分布를 나타내고 있으나(0.30~0.70 $\mu\text{g-at/l}$), 水溫이 높은 6~7 月에 0.10~0.20 $\mu\text{g-at/l}$ 로 낮게 나타나고 있다. 이와 같은 濃度 分布는 崔 等의(1972) 洛東江 河口域 0.12~2.09 $\mu\text{g-at/l}$ 보다는 낮지만 李 等(1974)의 馬山灣 0.29~0.64 $\mu\text{g-at/l}$ 의 濃度和 朴 等(1980)의 西歸浦 앞 0~0.57 $\mu\text{g-at/l}$ 및 金 等(1981)의 城山浦港 0.01~0.79 $\mu\text{g-at/l}$ 의 測定值와는 비슷한 分布 現象을 보이고 있었다. 또한 冬季에 높고 夏季에 낮은 傾向 역시 이들 海域과 一致하고 있었다. 한편 地域別로는 前分공장, 浦口, 河川앞 海域이 비교적 他海域보다 높은 濃度를 나

타내고 있었는데 이것은 陸上에서 流入되는 物質들에 의한 原因이라 생각된다.

(2) 窒酸~窒素

그림 10은 表層水의 窒酸~窒素의 水平分布圖이다.

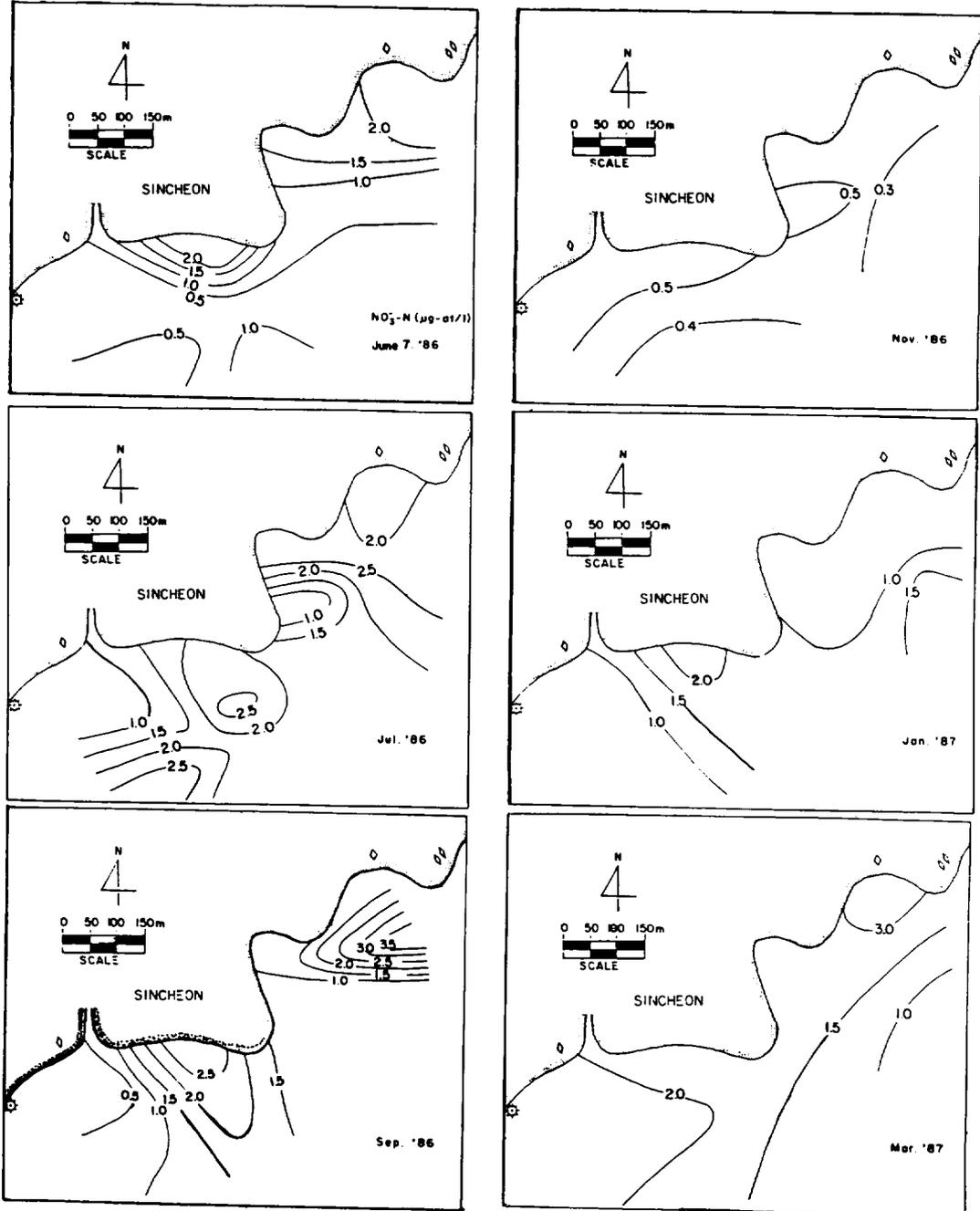
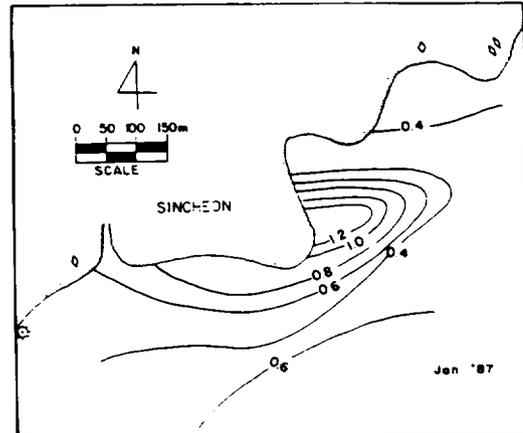
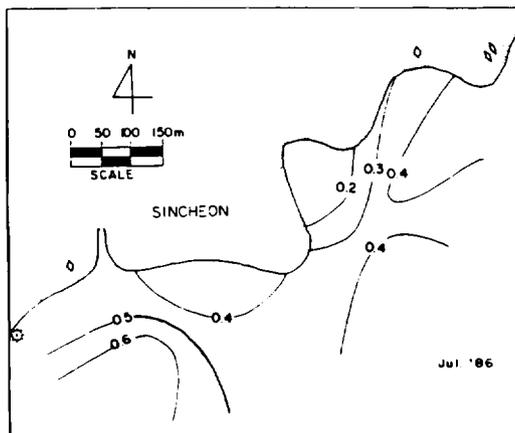
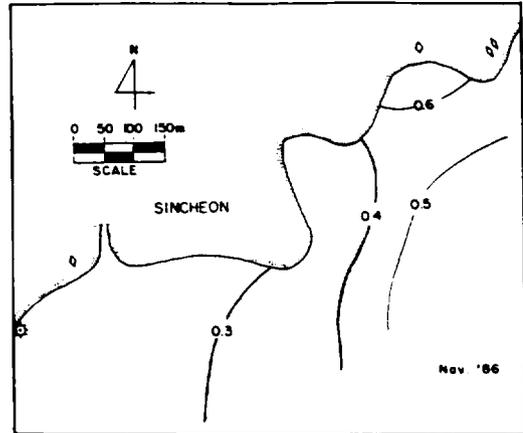
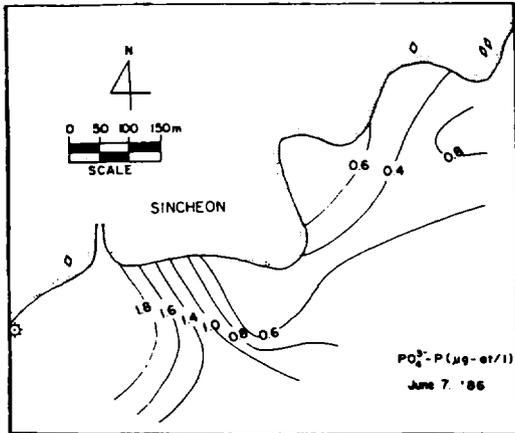


Fig. 10. Horizontal distribution of nitrate contents of surface waters on the coast of Sincheon.

6月은 동쪽 전분공장앞 沿岸域에서 $2.0 \mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높은 濃度分佈를 나타내고 全體的로는 $0.5\sim 2.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 範圍를 보이며, 外海쪽이 沿岸域보다 낮게 나타나고 있다. 7月은 6月과 반대로 표선등대 外海쪽에서 $2.5 \mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높은 濃度를 보이고 있으며, 沿岸쪽이 外海쪽보다 낮게 나타나는 特徵이 있었다. 9月은 동쪽 전분공장앞 沿岸域에서 $3.5 \mu\text{g-at/l}$ 로 全 調査期間中 가장 높은 濃度를 나타내고 있으며, 全體的으로 $0.5\sim 3.5 \mu\text{g-at/l}$ 範圍로 分佈폭이 아주 큰 特徵을 보이고 있다. 11月은 全般的으로 $0.3\sim 0.5 \mu\text{g-at/l}$ 로 비교적 均一한 濃度分佈를 보이고 있다. 1月은 浦口와 河川앞 中間 沿岸域에서 $2.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度를 除外하고는 全般的으로 $1.0\sim 1.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 均一한 값을 나타내고 있으며, 全 調査期間을 통해 가장 낮은 濃度를 보이고 있다.

3月은 동쪽 전분공장앞 沿岸域에서 $3.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물을 除外하고는 1月과 비슷한 濃度分佈를 보이고 있으며, 동쪽 外海쪽이 서쪽 表선등대쪽보다 낮은 濃度를 나타내고 있다.

以上과 같이 全 調査期間을 통해 $0.3\sim 3.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍였는데 이 값은 崔等(1972)의 洛東江 河口 $3.46\sim 56.79$ (平均 21.54) $\mu\text{g-at/l}$, 李等(1978)의 목호 산천海域 $36 \mu\text{g-at/l}$, 鄭等(1983)의 西歸浦 沿岸域 $0\sim 17.14 \mu\text{g-at/l}$ 와 비교하면 매우 낮지만 李等(1974)의 馬山灣 一帶 1月의 $1.78\sim 2.28 \mu\text{g-at/l}$ 와는 비슷한 濃度였다. 또한 亞窒酸~窒素 濃度가 가장 높았던 1월에 窒酸~窒素 測定值가 가장 낮은 것으로 보아 酸化가 미처 이루어지지 않고 있음을 잘 나타내고 있다. 6~7月的 窒酸~窒素가 낮은 것은 水溫上昇에 의한 沿岸域 植物性플랑크톤의 活發한 活動으



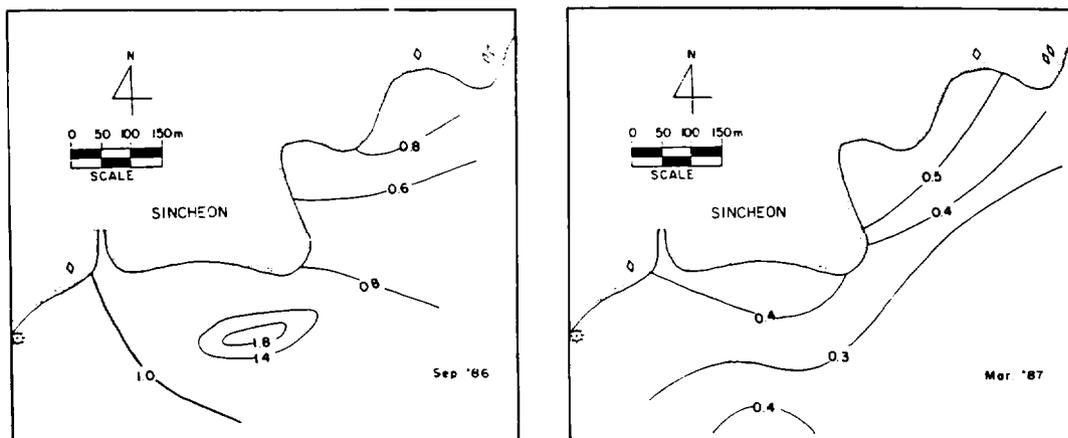


Fig. 11. Horizontal distribution of phosphate contents of surface waters on the coast of Sincheon.

로 인한 消耗에 기인된다고 생각된다. 이와같은 現象은 朴(1984)의 濟州道 三陽沿岸海水 調査에서 6월에 最低 濃度를 報告한 것과 잘 一致하고 있다. 그러나 本 調査期間中 9월의 $3.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 最大 濃度는 朴의 三陽에서 11월 測定值 $9.5 \mu\text{g-at/l}$ 보다 낮고 全體적으로 봤을때 三陽地域 沿岸域보다 훨씬 낮은 濃度를 나타내고 있었다.

(3) 磷酸~磷

그림 11은 表層水의 磷酸~磷의 水平分布圖이다.

6월은 河川앞 海域이 $1.8 \mu\text{g-at/l}$ 로써 가장 높은 濃度分布를 보이고 있다. 海域別로는 포선동대쪽이 다른 海域보다 비교적 높았으나 全體적으로는 $0.4 \sim 1.8 \mu\text{g-at/l}$ 의 範圍를 보이고 있다. 7월은 6월보다 낮은 $0.2 \sim 0.6 \mu\text{g-at/l}$ 의 範圍였으며, 浦口앞에서 河川앞 사이 沿岸域에서 가장 낮은 濃度分布를 보였다. 9월은 河川앞 동쪽 沿岸域에서 $1.8 \mu\text{g-at/l}$ 이상의 高濃度 core가 形成되어 있는 것이 특이하며, 全體적으로는 $0.6 \sim 1.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 비교적 均一한 값의 分布를 나타내고 있다. 11월은 동쪽 전문공장과 서쪽 沿岸域에서 $0.6 \mu\text{g-at/l}$ 로 他海域보다 비교적 높은 濃度를 나타내는 것을 除外하고는 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{g-at/l}$ 로 全 調査期間中 가장 낮은 값을 나타내고 있다. 1월은 浦口와 河川앞 海域사이에 $1.2 \mu\text{g-at/l}$ 로 가장 높은 값을 나타내고 있으며, 外海쪽은 $0.4 \sim 0.6 \mu\text{g-at/l}$ 로 均一한 濃度를 보이고 있다. 3월은 동쪽 전문공장과 浦口앞 沿岸域에서 $0.$

$4 \sim 0.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 비교적 높은 濃度를 除外하고는 1월보다도 더 낮은 外海쪽이나 沿岸域에서 $0.3 \mu\text{g-at/l}$ 로 均一한 分布를 보이고 있다.

이상의 結果로 보면 全 調査期間中 $0.2 \sim 1.8 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍로, 崔等(1972)의 洛東江河口 $0.18 \sim 5.05 \mu\text{g-at/l}$, 李等(1974)의 馬山灣 $1.61 \sim 4.26 \mu\text{g-at/l}$, 李等(1978)의 울산내만과 熊潭만 上層에서 $20.0 \mu\text{g-at/l}$ 이상의 濃度에 비해 대단히 낮은 값이다. 그러나 朴等(1980)의 西歸浦 앞 $0.05 \sim 1.78 \mu\text{g-at/l}$, 金等(1981)의 西歸浦 沿岸 및 城山浦港 $0 \sim 1.61 \mu\text{g-at/l}$, 鄭等(1983)의 西歸浦 沿岸海域 表層 $0.34 \sim 0.90 \mu\text{g-at/l}$ 등 濟州道 東南方 沿岸水와는 비슷한 分布를 보이고 있다. 또한 窒酸~窒素의 濃度分布와 마찬가지로 11월에 가장 낮은 濃度和 均一한 分布를 나타내는 것으로 보아 外洋水 및 沿岸水의 完全混合이 이루어지는 季節이라 볼 수 있다.

2) 營養鹽의 鉛直分布

(1) 窒酸~窒素

營養鹽의 鉛直分布는 調査海域中 소라養殖場을 中心으로한 st. 1,2,3을 連結시킨 A線을 考察하였다. 그림 12는 A線에 대한 窒酸~窒素의 鉛直分布圖이다.

6월은 沿岸域인 定點 1, 2에 $2 \mu\text{g-at/l}$ 이상의 물이 있으며, 外洋으로 갈수록 낮아지는 傾向을 보이고 있고, 定點 3의 中層에 $1 \mu\text{g-at/l}$ 의 비교적 낮은 濃度の 물이 있다. 7월은 6월과는 달리 定點 2와 3의 表層에 $2 \mu\text{g-at/l}$ 로 均一

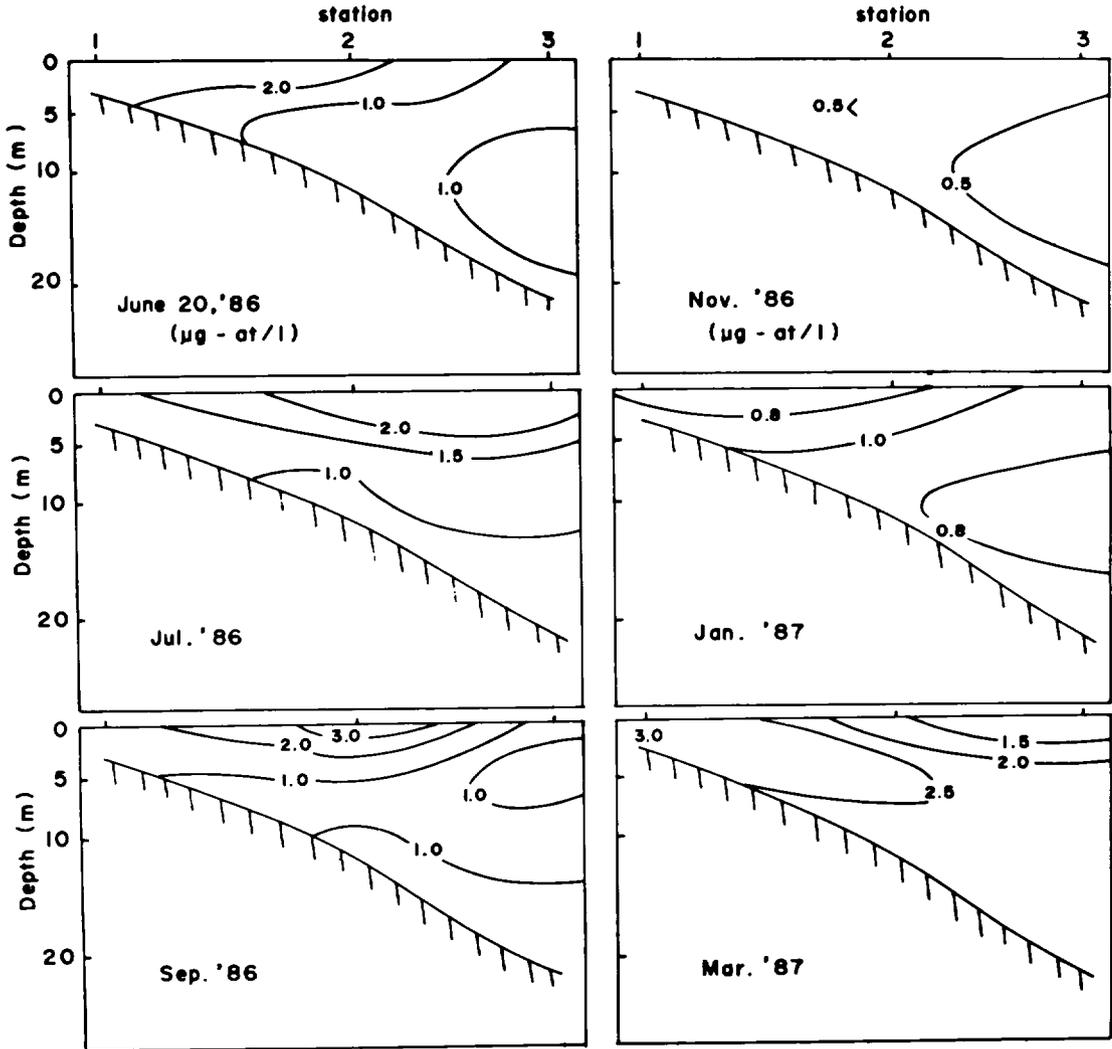


Fig. 12. Vertical distribution of nitrate contents of sea water across A section on the coast of Sincheon.

한 濃度分布를 나타내고 있다. 9월은 定點 2의 表層에서 調査期間中 가장 높은 $3 \mu\text{g-at/l}$ 의 값을 나타내며 沿岸쪽 보다 外洋쪽 濃度가 낮고 5 m층 이심에서는 均一한 濃度分布를 나타내고 있다. 11월은 調査期間中 가장 낮은 $0.3 \sim 0.4 \mu\text{g-at/l}$ 의 물이 表層에서 中層까지 均一하게 分布하고 있으며, 外海의 中層이심에서 $0.6 \mu\text{g-at/l}$ 의 물이 定點 2의 底層까지 밀어 들어오고 있다. 1월은 定點 2의 中層에서 $1.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度を 中心으로 하여 上下의 濃度가 減少하는 現象을

나타내고 있다. 3월은 定點 2와 3의 表層에서 $1.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 물이 있는 반면 定點 1의 表層에서 $3.0 \mu\text{g-at/l}$ 의 沿岸域 高濃度의 물이 定點 2의 中層까지 그 勢力을 뻗치고 있다. 定點 3의 中層 이심에서는 농도폭이 微微한 $2.0 \sim 2.5 \mu\text{g-at/l}$ 로 均一한 分布를 보이고 있다.

이상의 結果를 살펴보면 11월에 表層에서 底層까지 비교적 均一한 濃度分布를 보이는 것으로 보아 上下 混合이 잘 이루어진 시기라고 생각되고 水溫이 높은 6~7월에 表層 濃度가 높게 나타나고

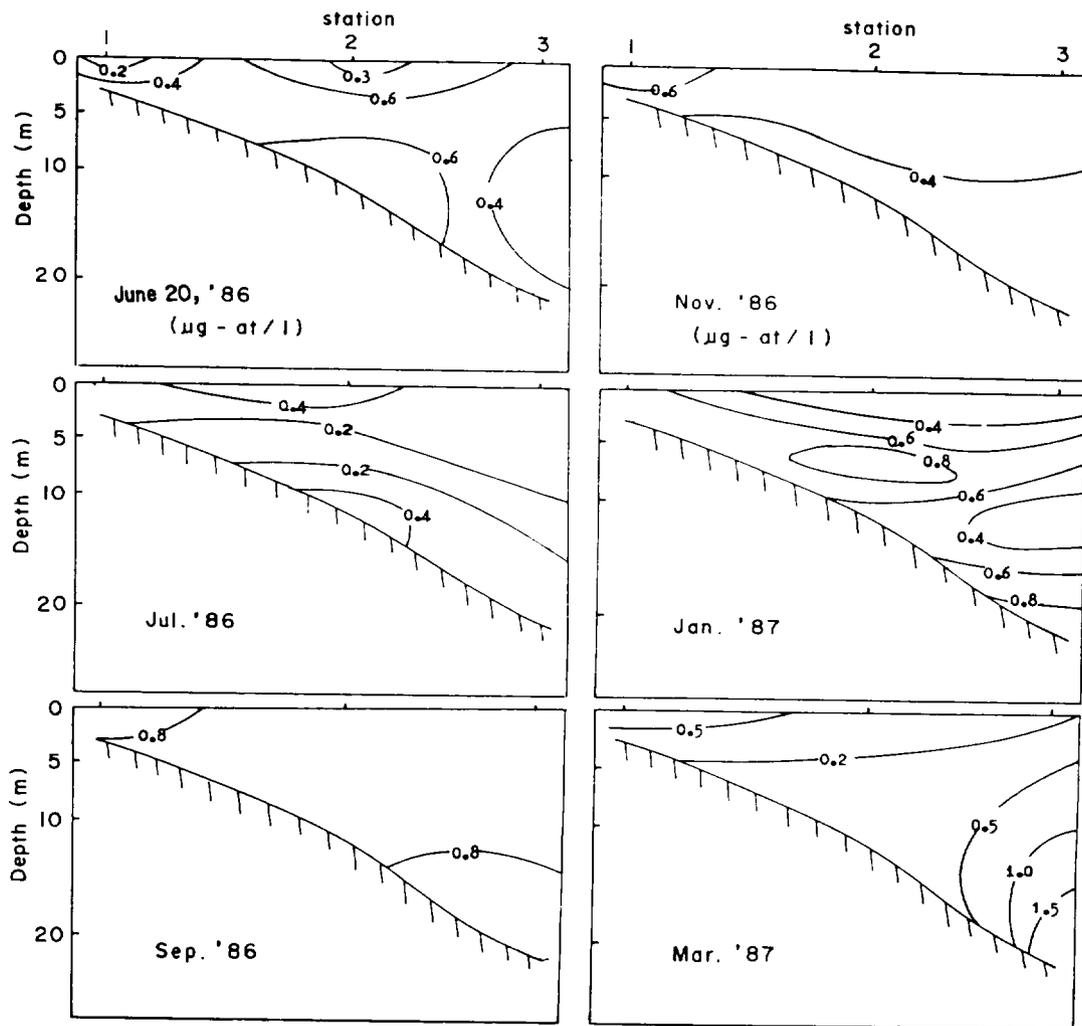


Fig. 13. Vertical distribution of phosphate contents of sea water across A section on the coast of Sincheon.

있으며 中層 底層에서의 季節別 큰 차이는 나타나지 않고 있다.

(2) 磷酸~酸

그림 13은 A線에 대한 磷酸~磷의 鉛直分布圖이다.

6月은 沿岸域의 定點1의 0.2 $\mu\text{g-at/l}$ 의 低濃度 물이 分布하는 것이 특이하며, 定點2의 中層에서 0.05 $\mu\text{g-at/l}$ 를 境界로 하여 表層과 底層으로 0.7 $\mu\text{g-at/l}$ 까지 上下로 上昇하고 있다. 定點3의 中層에서 0.4 $\mu\text{g-at/l}$ 의 比較적 低濃度 물이 沿岸쪽으로 과고 들어오고 있지만 이의 影響은

크지 못한 것 같다. 7月은 6月과 같이 定點2의 中層에서 0.2 $\mu\text{g-at/l}$ 의 濃度를 境界로 하여 上下로 上昇하고 있지만 調査期間中 가장 낮은 0.2~0.4 $\mu\text{g-at/l}$ 의 濃度로 分布되어 있다. 9月은 0.7~0.8 $\mu\text{g-at/l}$ 의 比較적 均一한 濃度分布를 보이고 있으며 이와같은 濃度는 全 調査期間을 통해 가장 높은 濃度였다. 11月은 沿岸域인 定點1에 0.6 $\mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물이 存在하고 있으며, 定點別로 水深이 깊어짐에 따라 그 濃度가 차차 減少하는 特徵을 보이고 있다. 1月은 定點2의 表層에 0.4 $\mu\text{g-at/l}$ 이하의 물이 存在하고 水深이

깊어짐에 따라 濃度가 增加하는 現象을 보이고 있으며, 특히 定點 3의 中層에서 $0.4 \mu\text{g-at/l}$ 이하의 低濃度 물이 沿岸쪽으로 과고 들어오고 있다. 3月은 1月에 定點 3의 中層에서 低濃度 물이 더 沿岸쪽으로 과고 들어오면서 $0.2 \mu\text{g-at/l}$ 로 더 낮은 濃度를 나타내면서 定點 1의 底層까지 그 勢力을 미치고 있고, 반면에 外海쪽 底層의 $1.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물이 차츰 沿岸域 中層까지 그 影響을 미치고 있다.

이상과 같은 結果를 살펴보면 7月에 全調査期間을 통해 가장 낮은 濃度를 보이고 있는데, 이는 植物性플랑크톤의 活發한 活動으로 인한 消耗로 생각된다. 또한 3月이 되면서 外海쪽 底層에서

$1.5 \mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물이 계속 沿岸쪽으로 들어오고 있으며 沿岸域인 定點 1의 9月에 $0.8 \mu\text{g-at/l}$, 11月과 1月 $0.6 \mu\text{g-at/l}$ 의 高濃度 물은 陸上物質의 流入에 의한 것으로 판단되지만 全般的으로 陸上物質 流入은 적은 것으로 생각된다.

3. 堆積物分布 및 總浮遊物質含量

1) 堆積物의 分布 및 特性

粒度分析에 의한 百分率度數分布로부터 Folk and ward(1957)의 공식에 의거 計算된 組織標準値와 Folk(1968)의 三角圖(ternary diagram)에 의거 分別된 堆積物의 類型등은 表 1과 같다.

Table 1. Weight percentage of sediment composition and textural parameters of the bottom sediments

Station	Sediment composition				Classification	Textural parameter			
	Granule (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)		Mean (Mz)	Sorting (σ_1)	Skewness (Sk_1)	Kurtosis (K_c)
1	32.01	67.98			gS	-0.70	1.79	-0.22	1.06
2	21.67	78.32			gS	-0.57	1.54	0.37	0.82
3	1.56	85.65	8.89	3.90	(g)mS	1.54	2.01	-0.09	1.41
4	28.89	71.11			gS	-1.37	1.36	0.05	0.91
5	6.75	92.23			gS	1.16	1.07	0.49	1.93
6	7.38	92.62			gS	1.32	0.84	0.47	0.70
7	21.93	78.06			gS	-0.95	1.30	0.23	0.93
8	7.44	93.25			gS	-0.91	1.24	0.58	3.98
9	23.53	76.45			gmS	-0.97	1.51	0.15	1.02
11	5.16	94.83			gS	-1.24	1.87	1.44	1.73
12	7.87	84.18	7.79		gzS	0.40	0.81	0.16	1.46

Folk의 三角圖에 의한 調査地域 堆積物의 類型分布는 자갈함유모래(gravelly sand), 자갈함유실트질모래(gravelly silty sand), 자갈함유뿔질모래(slightly gravelly muddy sand)로 構成되어 있다.

堆積物의 平均粒度(Mz)는 $-1.37 \sim 1.5\phi$ 로 왕모래(granule)에서 중간모래(medium sand)의 범주에 해당하였고, 分級度(σ_1)는 $0.81 \sim 2.01\phi$, 平均 1.41ϕ 로 分級이 不良한 편이다. 또한 歪度(Sk_1)는 $-0.22 \sim 1.44\phi$, 平均 0.33ϕ 로 positive skewed 한 傾向을 보였다.

本 調査地域의 堆積物의 分布狀態를 보면(Fig. 14), 2개의 定點을 除外한 全域에 자갈함유모래가 넓게 分布하고, 5m 等水深線 안쪽 沿岸에는

岩盤(Rocky Bottom)이 分布를 하고 있는데, 포구에서 養殖場에 이르는 東쪽 地域은 岩盤의 發達이 비교적 빈약한 반면, 포구에서 平和川까지의 西쪽 地域은 岩盤이 바닥쪽으로 비교적 넓게 분포한다. 全般的으로 볼때, 養殖場 周邊地域에는 크고작은 자갈들이 비교적 많이 分布하고, 平和川 附近地域은 主로 細粒質모래가 넓게 分布한다.

平和川 西쪽에는 表善白沙場이 넓게 形成되어 있는데, 이 白沙場을 구성하고 있는 모래는 微貝殼砂(microcoquina sand)이며, 肉眼으로는 白灰色을 띠고 細粒質이다(金, 1974). 이같은 모래들은 周邊地域이 水深이 얇은 淺海臺가 비교적 널리 發達되어 있어 이곳에 棲息하는 貝類와 기타 石灰質殼所有의 生物殼들이 파도나 海流에 의하여 運

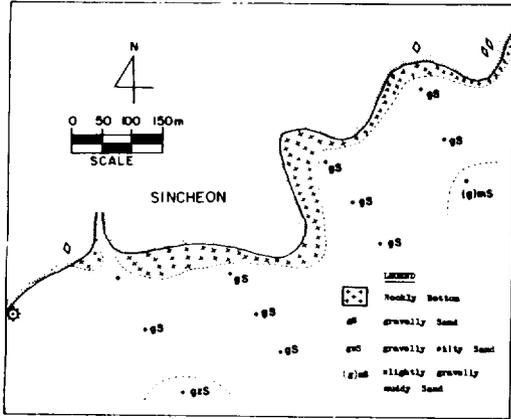


Fig. 14. Distribution of surface sediment.

搬되는 동안 貝砂化되어 內陸으로 運搬된 것들이 다 (金, 1974; 尹, 1985).

2) 總浮遊物質含量

1986年 6月부터 1987年 3月까지 7次에 걸쳐 各 觀測點別 表層(0m)과 5m層의 總浮遊物質含量을 表 2에 나타냈다.

1次 調査時 表層의 平均含量은 10.06 mg/l 이고, 5m層은 11.42 mg/l로 5m層에서가 表層보다 조금 높았으나 含量의 差異는 매우 작은 편이었다.

2次 調査結果, 表層의 平均含量은 9.57 mg/l, 5m層은 9.52 mg/l로 表層과 5m層과의 含量 差는 없는 편이었다.

3次 調査結果, 表層의 平均含量은 13.41 mg/l

Table 2. Concentration (mg/l) of total suspended matter at the surface and 5m waters on the coast of Sincheon in June, 1986—Mar. 1987

	St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6	
	0m	5m										
'86 June 7	7.4	10.7	10.2	14.3	7.5	13.5	10.0	10.5	13.2	6.2		
June 20	8.6	6.3	9.6	8.7	7.6	7.2	9.2	10.9	7.2	7.0	5.3	8.8
July 19	10.5	12.6	11.7	15.5	10.8	12.2	11.9	11.2	13.6	9.5	14.9	15.5
Sep. 1	13.9	14.5	13.5	13.3	13.8	12.1	19.1	19.3	11.9	13.1	15.9	18.4
Nov. 1	8.0	6.2	5.5	8.5	4.7	8.1	7.5	9.4	9.5	8.3	7.2	8.3
'87 Jan. 15	9.4	10.5	9.0	12.7	7.7	7.4	9.5	10.5	9.0	11.6	9.5	10.4
Mar. 14	10.7	13.3	10.8	13.8	9.8	10.1	15.2	13.4	16.8	18.4	14.6	15.6

< Table 2 continued >

	St. 7		St. 8		St. 9		St. 10		St. 11		St. 12		Average	
	0m	5m	0m	5m	0m	5m	0m	5m	0m	5m	0m	5m	0m	5m
10.3	8.2	8.3	11.4				12.7	15.5	10.1	14.7	10.9	15.4	10.06	11.42
10.5	12.8	10.0	10.5	8.3	15.7	12.8	12.4	15.2	18.6	10.6	13.2	9.57	9.52	
18.3	14.2	15.0	14.2	10.8	13.1	13.4	11.2	17.9	18.2	12.1	11.5	13.41	12.06	
15.4	15.3	15.9	18.3	16.2	17.2	18.6	19.5	19.8	19.0	18.3	18.8	14.37	15.73	
10.3	15.2	5.6	15.5	7.6	10.1	12.7	11.8	13.6	12.1	10.6	10.8	8.57	10.67	
9.7	13.3	8.6	8.8	8.3	8.9	12.2	13.3	13.1	13.7	10.8	10.2	9.73	11.78	
18.4	15.5	14.6	15.7	12.5	15.4	13.2	17.1	13.6	12.5	12.6	14.8	13.57	14.63	

1, 5m層은 12.06 mg/l로, 1, 2次 調査結果보다 높은 含量을 나타내고 있었는데, 이는 장마권의 영향으로 많은 비가 내려 多量의 陸水가 流入되었기 때문에 생긴 現象이라 思料된다.

4次 調査結果, 表層의 平均含量은 14.37 mg/l, 5m層은 15.73 mg/l로 앞의 調査結果들에 비해 매우 높은 값을 나타내고 있었는데, 이것은

暴雨를 동반한 颱風 베라호가 本島를 來襲한 後 3일 뒤에 4次 調査가 實施된데서 연유한 것으로 생각된다.

5次 調査結果, 表層의 平均含量은 8.57 mg/l, 5m層은 10.67 mg/l로 나타났으며, 6次인 경우도 表層이 9.73 mg/l, 5m層은 11.78 mg/l로 유사한 含量值를 나타냈다.

7次 調査結果, 表層의 平均含量은 13.57 mg/l 였고, 5m 層은 14.63 mg/l 를 나타내어 1, 2, 5, 6次 調査結果보다 높은 값을 보였는데, 이는 調査當日 風速이 13~15 m/s, 波高 2~3m 로 폭풍주의보가 발효되어 氣象이 극히 나쁜 상태였기 때문에 생긴 현상으로 思料된다.

그림 15~18은 3次('86. 7)와 7次('87. 3) 調査結果 조사지역의 表層과 5m 層의 總浮遊物質 含量의 水平分布를 나타낸 것이다. 表層인 경우 포구에서 平和川에 이르는 西쪽 地域이 포구 東쪽인 養殖場周邊보다 높은 含量值를 나타내고 있으

며, 5m 層에서도 表層과 유사한 含量分布 傾向을 보여주고 있다. 이와같이 平和川 附近地域에서 總浮遊物質의 含量이 높은 것은 平和川을 통한 混濁한 陸水의 영향뿐만 아니라 수심이 비교적 얇고, 底質이 主로 細粒質모래로 되어 있기 때문에 暴風등의 氣象變化가 再浮遊現象을 일으켜 海水의 混濁도를 증가시킨데서 비롯된 것으로 思料된다.

本 調査期間中 總浮遊物質 含量值를 平均하면, 表層은 11.33 mg/l 이고, 5m 層은 12.66 mg/l 로 5m 層에서가 表層보다 조금 높은 含量值를 나타내었는데, 금강하구(65~935 mg/l; 金外,

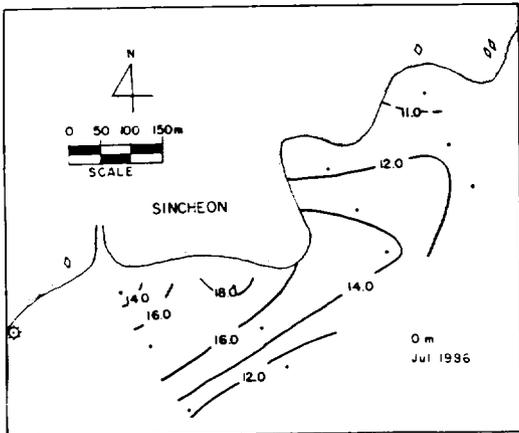


Fig. 15. Horizontal distribution of total suspended matter concentration (mg/l) at the surface water.

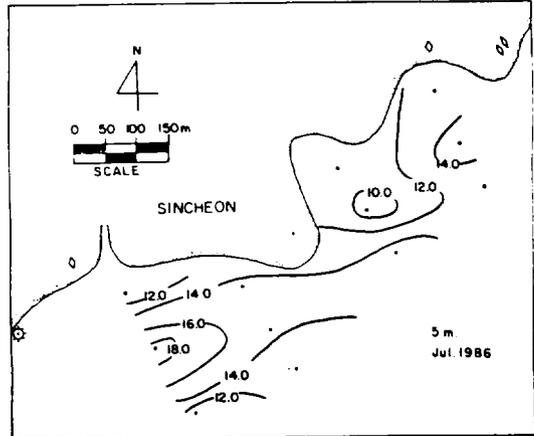


Fig. 16. Horizontal distribution of total suspended matter concentration (mg/l) at the depth of 5m.

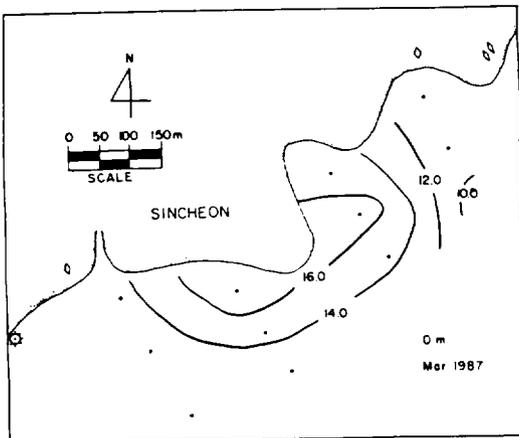


Fig. 17. Horizontal distribution of total suspended matter concentration (mg/l) at the surface water.

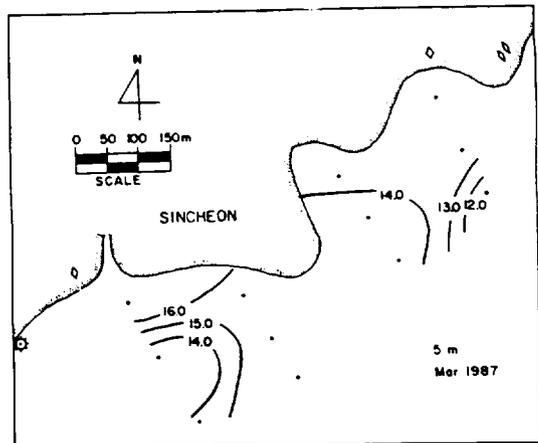


Fig. 18. Horizontal distribution of total suspended matter concentration (mg/l) at the depth of 5m.

1982), 경기만(15.0~332.4 mg/l; 崔外, 1986), 대한해협 일대해역(1~7 mg/l; 朴外, 1986, 1987)에서 調査된 結果들과 비교해 볼때, 灣이나 河口地域보다는 매우 낮은 含量值이고 大陸棚域에 比해서는 조금 높은 含量值이다.

要 約

신천 沿岸域에서 1986年 6月부터 1987年 3月까지 調査된 沿岸海水의 物理的 特性和 營養鹽類 및 低質分布를 要約해 보면,

- 1) 夏季에 평화천과 포구에서 陸水가 流出되며, St. 7 및 St. 1에서 예상되는 湧泉水가 沿岸域으로 流出되기는 하지만 流出水가 外海域으로 멀리 확장되지 못하고 있었다.
- 2) 冬季에는 全 調査 海域이 34.40%以上の 高鹽水와 1月の 15.1℃, 3月 15.3℃ 以上の 高鹽水가 全 水層을 구성하고 있는데, 이러한 海水는 對馬暖流水의 直接的인 流入이 冬季에 두드러지게 나타나는 結果로 볼 수 있다.
- 3) 亞窒酸~窒素는 0.10~0.70 $\mu\text{g-at/l}$ 의 농도 폭이었으며, 夏季에 낮고 冬季에 높은 傾向과 전분공장앞, 浦口, 河川앞 海域에서 높은 편이었다.
- 4) 窒酸~窒素는 1월에 가장 낮은 濃도였으며 대체적으로 0.3~3.5 $\mu\text{g-at/l}$ 의 높은 濃度폭을 나타내고 있다.
- 5) 磷酸~磷 및 窒酸~窒素는 11월에 全 調査期間中 가장 낮은 濃度와 均一한 分布를 보이는 것으로 보아 外洋水와 내만수의 完全混合이 이루어지고 있다고 생각된다.
- 6) 調査地域의 堆積物相은 자갈함유모래(gravelly sand), 자갈함유실트질모래(grevelly silty sand), 자갈함유펄질모래(slightly gravelly muddy sand)로 細分되나 자갈함유모래가 主로 分布한다.
- 7) 調査地域 堆積物의 平均粒度는 $-1.37\sim-1.5\phi$ 였으며, 分級은 不良(平均, 1.41ϕ)하고 positive skewed 한 傾向을 나타냈다.
- 8) 海水中の 總浮遊物質의 含量은 表層에서 平均 11.33 mg/l, 5 m層은 12.26 mg/l로 나타났으며, 平和川 주변지역에서가 비교적 높은 함량치를 나타냈다.

參 考 文 獻

- 金 坵, 1982. 韓國 南西海의 海流分布와 그 영향에 關한 研究. 미발표, 1~29.
- 金福起, 1979. 濟州海峽의 海流와 潮流에 關하여, 國立水産振興院研究報告, 21: 7~21.
- 김봉균, 1974. 제주도에 발달하는 사구층의 고생 物학적 연구. 지질학회지, 10(2): 95~108.
- 金在河·朴吉淳·姜永周, 1981. 濟州道 沿岸 海水의 化學的 및 微生物學的 水質現況에 關한 研究. 濟大海資研報, 5: 17~32.
- 盧洪吉·鄭公圻, 1976. 濟州島 沿岸의 水溫·鹽分 變動에 關한 研究. 濟州大學論文集, 115~122.
- _____. 1977. 濟州島 沿岸의 水溫·鹽分 變動에 關한 研究. 濟州大學論文集, 131~136.
- _____. 1980. 濟州島 沿岸의 環境特性에 關한 基礎的 研究. 濟大海資研報, 4: 1: 5.
- 盧洪吉外 4人, 1982. 濟州島産, 전북稚貝放流漁 場의 環境條件에 關한 研究. 국립수산진흥원 연구보고, 29: 41~58.
- 盧洪吉·平野敏行, 1983. 濟州海峽 東쪽 入口에 出現하는 舌狀의 暖水. 韓國水産學會誌, 16: 299~304.
- 朴吉淳·盧洪吉, 1980. 西歸浦 앞바다 海水의 化學成分量 分布에 關하여. 濟大海資研報, 4: 31~37.
- 朴吉淳, 1982. 濟州島 沿岸海水의 營養鹽類에 關한 研究. 韓國水産學會誌, 15: 255~262.
- 朴吉淳, 1984. 濟州道 三陽沿岸海水의 營養鹽類 分布에 關하여. 濟大海資研報, 8: 9~18.
- 박용안·최진용, 1986. 한반도 동남해역 대륙붕 표층퇴적물의 요인분석과 그 퇴적역사. 해양학회지, 21(1): 35~45.
- 박용안外 3人, 1987. 한국대한해협 대륙붕 표층 퇴적물의 특성과 세립질퇴적물의 지구화학적 특성. 해양학회지, 22(1): 35~43.
- 邊昌翊·鄭龍晉, 1983. 濟州島 沿岸의 海況特性에 關한 研究. 一城山浦港을 中心으로 一. 濟大海資研報, 7: 59~64.
- 양성기, 1985. 제주도 삼양연안해역의 해양환경학 적 연구—수온, 염분 및 용존산소의 분포

- 一. 세대해자연보, 8 : 1~8.
- 윤정수. 1985. 제주연안의 해빈퇴적물에 관한 연구. 광산지질학회지. 18(1) : 55~63.
- 李光雨外 3人. 1978. 여름철 韓國 沿岸 海水中の 營養鹽 含量. 韓國海洋學會誌. 13(2) : 17~25.
- 이재철. 1983. 초겨울 제주해협 근해에서 形成되는 전선의 特性. 韓國水産學會誌. 5(4) : 108~114.
- 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(1-2) : 39~51.
- 日本分析化學會 北海島支部編. 1971. 新版水の分析. pp. 270~274. 化學同人. 京都.
- 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.
- 최중기·심재형. 1986. 서해 경기만 식물플랑크톤에 대한 생태학적 연구 II. 해양학회지. 21(2) : 93~101.
- Folk, R. L. and Ward, W. C. 1957. Brazos river bar : A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Pet. 27 : 3~26.
- Folk, R. L. 1968. Petrology of sedimentary rocks : The university of Texas, Austin. 170.
- Galehouse, J. S., 1971. Sedimentation analysis in carver, R. E. ed., procedures in Sed. Pet. 69.
- Kim S. C., 1982. Suspended paraticulate matters in the Keum Estuary and the adjacent continental shelf. Thesis for masters, S. N. U., 69.
- Lim. D. B. 1976. The movements of the waters off the South coast of Korea. J. Oceanol. Soc. Korea. 11 : 77~88.