

碩 士 學 位 論 文

여름철 濟州島周邊海域에 있어서 海水의
化學的 特性에 關한 研究

濟州大學校 大學院

海 洋 學 科

金 聲 秀

1987年 12月 日

여름철 濟州島周邊海域에 있어서 海水의
化學的 特性에 關한 研究

指導教授 高 有 峰

金 聲 秀

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함

1987年 12月 日

金聲秀의 理學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____
委 員 _____
委 員 _____

濟州大學校 大學院

1987年 12月 日

A STUDY ON CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEAWATER IN
THE NEIGHBOURING SEA OF CHEJU ISLAND IN SUMMER

Sung - Su Kim

(Supervised by Professor You-Bong Go)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF SCIENCE

DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1986. 12

目 次

Summary	Ⅱ
I. 序 論	1
II. 材料 및 方法	3
II-1. 試料採取 및 前處理	3
II-2. 分析方法	6
III. 結果 및 考察	7
III-1. 各 成分의 水平濃度分布	7
III-1-1. 營養鹽類	7
III-1-2. 鹽分 및 密度	14
III-1-3. 클로로필 a 및 懸濁物質	16
III-2. 海域別 各 成分의 垂直分布特性	21
III-2-1. 濟州島 南東海域	21
III-2-2. 濟州島 北西海域	28
IV. 要 約	40
參考文獻	42
附 錄	47

Summary

In the neighbouring sea of Cheju Island, water masses with different chemical properties influence considerably spatial and temporal fluctuation of chemical constituents, particularly in summer. Also, this area has important meanings in the fishery aspects such as coastal fishery farming environment. Accordingly, nutrients, chlorophyll a and suspended matter at the 57 sites were determined in summer, 1986, to understand the distribution characteristics of those constituents related to biological productivity and various oceanographic processes determining their concentration.

In the 10m layer, phosphate and silicate contents are 2-4 times higher in the northern sea of 34°N relative to values in the south-eastern sea off Cheju Island. However, nitrate shows relatively lower concentration in the northern sea. In the 50m layer, concentration of silicate shows no difference in the northern and western sea, but phosphate and nitrate have their different distribution in the two regions. The lowest content of nutrients seems to appear in the southern and southeastern sea off Cheju Island. The values of chlorophyll a in the 20m layer are generally 1-4 times higher than those in the northern region of 34°N and 5 miles offshore of Cheju Island. Horizontal distribution of suspended matter indicates a pattern similar to chlorophyll a and the contents generally increase with water depth.

The $\Delta\text{N}/\Delta\text{P}$ ratios in the survey area show almost lower values compared with Redfield ratio, suggesting different uptake or decomposition rate between the two nutrients. The ratio of

$\Delta N / \Delta P$ in the surface water from southeastern region indicates almost two times larger value than in the western area Coastal Water of the China Continent and Yellow Sea Bottom Cold Water are presented in the surface and bottom water respectively.

On the other hand, the ratio of $\Delta Si / \Delta P$ in the surface of southeastern sea is very larger than those of the mid-bottom water and in seawater from the other region. The southeastern region on Cheju Island is a pathway of Tsushima Warm Water which flows to Japan Sea from East China Sea. Therefore, it seems that $\Delta Si / \Delta P$ ratio is a useful parameter characterizing the Tsushima Warm Water. Also, $\Delta Si / \Delta P$ ratio in the mid-bottom water of western region is comparatively smaller than in the surface water, but approximately equal to that in the corresponding depth of southeastern region.

I. 序 論

濟州島 週邊海域은 水深이 約 200 m以內의 淺海이고, 多樣한 生物資源이 棲息하고 있어 우리나라 南·西海 漁業을 代表할 만큼 重要的 位置에 있다. 특히 고등어, 전갱이등의 旋網漁業은 濟州島 近海의 水産業的 價値를 더욱 높이고 있다. 따라서 이 海域에 대한 海洋學的研究는 漁場環境의 保存과 水産資源의 増大를 위한 側面에서 더욱 必要하다.

濟州島는 南海, 西海 및 東支那海와 隣接하고 있어서 그 週邊 海域의 海況은 매우 複雜하고, 時·空間的 變化도 매우 심하다. 이를테면 黑潮(Kuroshio)에서 分派된 對馬暖流水는 濟州島 南東쪽 海域에 큰 影響을 주는 반면에, 그 支流인 黃海暖流水는 濟州島 南西쪽 沿岸까지 接近한다.(金, 1980 ; 金·盧, 1982 ; Park, 1985). 그리고 西海 中央部에서 겨울철에 形成된 黃海底層冷水가 季節水 溫躍層의 下部를 따라 濟州島 南西쪽 海域까지 南下 擴張하며, 그 先端部는 125°E , 30°N 附近까지 이르는 것으로 報告되어 있다 (Nakao, 1977 ; Park, 1985). 또한 여름철에는 揚子江等 中國大陸沿岸에 있는 大河川으로 부터 陸水가 大量流入되어 低鹽의 中國大陸沿岸水가 形成되고, 이 水塊는 東支那海로 부터 濟州島 南西쪽으로 擴張하여 濟州島 週邊海域은 물론 南海 및 東海까지 低鹽化現象을 나타낸다 (Uda, 1936 ; Miyazakh and Abe, 1960 ; 姜 1971, 1974 ; Moriyasu, 1972 ; 井上, 1974 ; Lim, 1976).

이와같이 濟州島 周邊海域에는 서로 다른 몇 개의 水塊가 나타나며, 또한 이들 水塊들의 季節的 消長과 混合 擴散의 經路도 매우 多樣하다. 그러나 이 海域은 海洋에서 일어나고 있는 物理·化學的過程을 보다 詳細하게 理解하는데 매우 적합한 海域이므로 海洋研究의 場으로서도 重要하다고 생각된다. 濟州島 隣接 海域에 있어서 水塊의 物理的特性과 海水의 流動擴散過程에 대해서는 比較的 많이 研究되어 왔지만 (Dong, 1970; 盧, 1974; 盧·平野, 1983; 盧, 1985; 金, 1987; 尹, 1987). 海水의 化學的 性質 特히 基礎生産力에 關聯되는 化學成分들의 物質循環에 관한 報告는 극히 적다. 全·高(1983)는 濟州島 周邊海域 海水中 클로로필 a 의 含量을 測定하여 基礎生産力을 推定하고 海域을 크게 3개로 나누었다. 또한 朴(1982)은 沿岸 2 마일 이내의 海水中 營養鹽類의 濃度分布를 調査한바, 이들 成分의 濃度는 濟州島 周邊海域에 影響을 주는 몇 개의 水塊들에 의해 크게 左右된다고 했다. 以外에 韓國海洋研究所(1986, 1987)에서 Socotra 周邊海域의 利用開發과 海洋資源圖作成을 위해 실시한 營養鹽類 및 클로로필 a 의 調査結果報告書가 있다. 그런데 水塊들의 化學的特性이 基礎生産力에 미치는 影響을 具體적으로 說明하지는 않았다. 또한 研究海域이 국한되어 있거나 주로 秋季의 資料들이다.

따라서 이 研契는 여름철에 濟州島 周邊海域에 있어서 營養鹽類, 클로로필 a 및 懸濁物質의 海域別 濃度分布特性을 把握하고, 水溫 및 鹽分과 成分들의 分布모양으로 부터 海水의 物理的 流動過程을 基礎生産關聯成分들의 分布를 決定하는 過程을 理解하는데 그 目的이 있다.

II. 材料 및 方法

II-1. 試料採取 및 前處理

本 大學 實習船 濟州 402 號 (總噸數: 160 噸)에 승선하여 1986 年 8 月 5 日부터 2 週日間 濟州島 沿岸에서 約 50 마일 以內的 57 個 地點에서 水層別로 採水하였다. 各 採水地點의 正確한 位置와 水深은 表 1 과 그림 1 에 나타내었다. 調查海域은 濟州島 北東海域을 除外한 $32^{\circ}30' \sim 34^{\circ}10'N$ 와 $125^{\circ}20' \sim 127^{\circ}40'E$ 의 範圍이고, 水深은 大개 100m 内外로 가장 얇은 水深은 地點 2 에서 42 m, 가장 깊은 水深은 地點 17 에서 132 m 였다.

Nansen 과 Niskin 採水器를 使用하여 水溫, 鹽分 및 營養鹽類 測定用 海水는 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100 m 水層에서, 클로로필 a 와 懸濁物質用 試水는 0, 20, 50 m 水層에서 採水하였다. 水溫 및 鹽分은 轉倒溫度計와 鹽分計를 使用하여 本 大學 漁業學科 海洋學研究室팀에 의해 測定되었다. 船上에서 採水한 海水 1 l 를 孔徑 $0.45\mu m$ 밀리포어 여과지 (HA 型)로 여과한 後 1% $MgCO_3$ 溶液 0.5ml 를 넣고 吸引濾過하여 클로로필을 固定했다. 이 여과지는 本 大學 實驗室에서 클로로필 a 를 測定할때 까지 냉장보관하였다. 懸濁物質은 船上에서 海水 5 l 를 孔徑 $1\mu m$ 유리섬유여과지로 여과하여 測定하였고, 營養鹽類用 試料는 폴리에틸렌병에 넣어 클로로포름 소량을 添加하고 急速凍結시켰다.

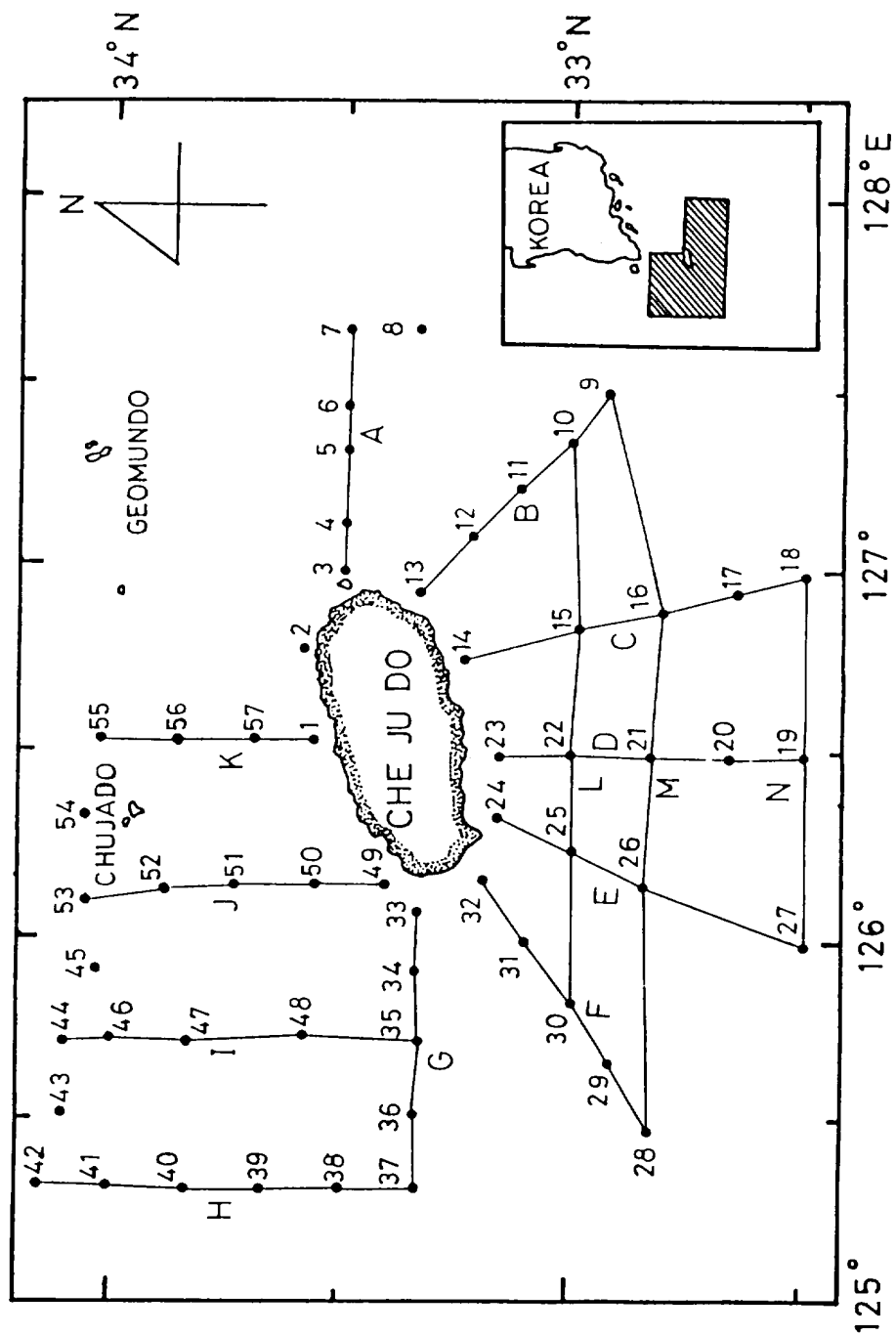


Fig. 1. Study area and location sampled seawater in the neighbouring sea of Cheju Island.

Table 1. Location and water depth of the seawater sampling sites in the neighbouring sea of Cheju Island.

Stn. No.	Depth (m)	Location		Stn. No.	Depth (m)	Location	
		Latitude	Longitude			Latitude	Longitude
1	98	33° 34' N	126° 32' E	30	97	33° 00' N	125° 51' E
2	42	33° 36' N	126° 47' E	31	105	33° 06' N	126° 01' E
3	120	33° 30' N	127° 00' E	32	90	33° 11' N	126° 10' E
4	128	33° 30' N	127° 08' E	33	90	33° 20' N	126° 05' E
5	106	33° 30' N	127° 19' E	34	92	33° 20' N	125° 56' E
6	96	33° 30' N	127° 27' E	35	92	33° 20' N	125° 44' E
7	102	33° 30' N	127° 40' E	36	86	33° 20' N	125° 32' E
8	117	33° 20' N	127° 40' E	37	83	33° 20' N	125° 20' E
9	130	32° 51' N	127° 30' E	38	87	33° 30' N	125° 20' E
10	122	33° 00' N	127° 22' E	39	90	33° 40' N	125° 20' E
11	107	33° 07' N	127° 14' E	40	84	33° 50' N	125° 20' E
12	103	33° 13' N	127° 06' E	41	92	34° 00' N	125° 20' E
13	85	33° 20' N	126° 57' E	42	85	34° 10' N	125° 20' E
14	90	33° 14' N	126° 46' E	43	80	34° 08' N	125° 32' E
15	101	32° 59' N	126° 51' E	44	54	34° 08' N	125° 44' E
16	106	32° 49' N	126° 54' E	45	74	34° 02' N	125° 56' E
17	132	32° 39' N	126° 57' E	46	65	34° 00' N	125° 44' E
18	110	32° 30' N	127° 00' E	47	54	33° 50' N	125° 44' E
19	102	32° 30' N	126° 30' E	48	96	33° 35' N	125° 45' E
20	107	32° 40' N	126° 30' E	49	64	33° 24' N	126° 09' E
21	118	32° 50' N	126° 30' E	50	96	33° 34' N	126° 09' E
22	103	33° 00' N	126° 30' E	51	110	33° 44' N	126° 09' E
23	96	33° 10' N	126° 30' E	52	92	33° 53' N	126° 08' E
24	94	33° 10' N	126° 20' E	53	50	34° 04' N	126° 07' E
25	105	33° 00' N	126° 15' E	54	47	34° 04' N	126° 20' E
26	103	32° 50' N	126° 10' E	55	47	34° 02' N	126° 32' E
27	90	32° 30' N	126° 00' E	56	67	33° 52' N	126° 32' E
28	90	32° 50' N	125° 30' E	57	110	33° 42' N	126° 32' E
29	83	32° 55' N	125° 41' E				

II-2. 分析方法

磷酸鹽은 strickland과 parsons(1968)의 方法에 따라 比色定量하였고, 이때 濃度係數는 $5.13\mu\text{g-atom} / \text{Absorbance}$, 測定誤差는 $\pm 0.01\mu\text{g-atom} / l$ 으로 窒酸鹽 및 硅酸鹽의 경우보다 定量感度도 높고, 測定誤差도 적었다.

窒酸鹽은 Zn 粉末을 試料에 넣어 亞窒酸鹽으로 還元시킨 다음 Griss-Romijn 試藥으로 發色시켜 吸光度를 測定하였다.(日本分析化學會, 1971). 標準操作에 의한 檢量線으로 부터 計算한 濃度係數는 $41.7\mu\text{g-atom} / \text{Absorbance}$ 이고, 測定誤差는 $\pm 0.2\mu\text{g-atom} / l$ 정도였다.

硅酸鹽은 몰리브덴 산암모늄을 添加하여 硅素 - 몰리브덴 錯體를 만든 후 發色시켜 比色定量하였고(JIS, 1980), 濃度係數는 $48.7\mu\text{g-atom} / \text{Absorbance}$, 測定誤差는 $\pm 0.2\mu\text{g-atom} / l$ 으로 窒酸鹽의 경우와 비슷한 感度和 誤差였다.

클로로필 a 는 船上에서 前處理한 밀리포어 여과지를 90% Acetone 10ml 에 沈漬하여 冷暗所에서 24 時間 放置한 후 원심분리하고 나서 上澄液의 吸光度를 測定하여 濃度を 計算하였다.(Strickland and Parsons, 1968).

懸濁物質(Suspended Matter, SS)의 濃度は 孔徑 $1\mu\text{m}$ 여과지를 使用하여 測定하였으므로 孔徑 $0.45\mu\text{m}$ 밀리포어 여과지를 使用하였을 때의 값보다 낮을 것이다. 그러나 몇개의 試料에 대해 比較해 본 結果 큰 差가 없었으며 反復測定誤差는 $\pm 20\%$ 정도였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

各 定點에 對한 水深別 水溫, 鹽分, 營養鹽類, 클로로필 a 및 懸濁物質의 濃度測定結果는 附錄에, 正점마다 各 成分의 濃度範圍와 平均値는 表 2 에 나타내었다. 이들 測定値를 利用하여 우선 各 成分들의 水平 및 垂直濃度分布特性을 論하고, 濟州周邊海域에 存在하는 各 水塊의 海域別 分布狀況과 海洋化學의 特性에 對해 考察하고자 한다.

Ⅲ-1. 各 成分의 水平濃度分布

Ⅲ-1-1. 營養鹽類

水溫 및 鹽分躍層의 上部인 10 m水層과 躍層下部인 50 m水層에 있어서 營養鹽類의 水平分布圖를 그림 2, 3, 4 에 나타내었다. 그림 2 에서 磷酸鹽은 10m水層의 경우 34°N 北쪽海域에서 0.30 ~ 0.46 $\mu\text{g-at/l}$ 의 가장 높은 濃度를 나타내었으며, 濟州島 西쪽海域에서는 沿岸域의 0.05 $\mu\text{g-at/l}$ 以下인 低濃度를 除外하면 0.05 ~ 0.10 $\mu\text{g-at/l}$ 의 範圍였다. 그리고 濟州島 南쪽 및 南東쪽해역에서는 0.05 $\mu\text{g-at/l}$ 以下の 낮은 濃度分布를 나타내었다. 50 m水層에서는 10 m水層의 경우와 다른 分布를 보인다. 즉 濟州島 北西쪽으로 約 50 마일 떨어진 海域에 調査海域中 가장 높은 0.80 $\mu\text{g-at/l}$ 以上の 高濃度를 나타내고 있으며 南東方向으로 갈수록 점차 濃도가 낮아져서 濟州島 서쪽 15 마일 海域에서는 0.60 $\mu\text{g-at/l}$ 정도

Table 2. Ranges and mean values of temperature, and chemical constituents at each station.

Stn. No.	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Nutrients (µg - at/L)			Chl. a (mg/m ³)	SS (mg/L)
			NO ₃ - N	SiO ₂ - Si	PO ₄ - P		
1	14.0-26.2	31.23-33.76	0.08-5.32	6.32-11.48	0.02-0.55	0.06-1.49	0.70-1.90
	18.89	32.83	1.99	8.89	0.30		1.24
2	15.5-23.3	31.54-33.40	0.07-0.13	7.54-9.97	0.05-0.26	0.77-1.18	
	18.60	32.66	0.11	8.72	0.16	0.98	
3	14.0-24.8	31.21-34.01	0.25-4.87	6.08-14.43	0 - 0.57	0.10-1.88	
	17.79	32.95	1.56	9.77	0.22	0.75	
4	14.1-24.4	31.38-34.34	0 - 4.82	4.14-16.49	0.02-0.46	0.17-1.72	0.50-1.33
	19.19	33.29	1.91	9.52	0.19	0.75	0.97
5	15.1-27.9	31.90-34.50	0.08-5.27	6.23-15.86	0 - 0.56	0 - 0.51	0.67-1.53
	20.53	33.27	1.80	9.90	0.12	0.30	1.12
6	15.3-27.9	31.76-34.50	0 - 6.26	5.50-15.32	0 - 0.47	0.04-0.64	1.03-1.70
	19.94	33.32	2.33	10.23	0.15	0.34	1.31
7	15.1-27.7	31.72-34.49	0.04-7.65	4.96-14.40	0.03-0.44	0.01-1.00	0.90-1.80
	20.46	33.39	2.50	9.50	0.20	0.44	1.39
8	14.2-20.0	31.26-34.45	0.13-2.37	4.43-11.68	0.01-0.46		
	21.04	33.42	0.78	8.12	0.11		
9	15.5-20.9	30.87-34.53	0 - 7.62	4.33-16.01	0.01-0.87	0.10-0.34	0.90-1.46
	22.24	33.50	2.26	8.60	0.26	0.26	1.15
10	14.8-29.0	31.30-34.41	0.08-6.45	5.11-14.45	0.02-0.47	0.08-0.36	0.52-1.08
	21.84	33.51	2.87	8.81	0.18	0.21	0.85
11	15.1-29.0	31.46-34.41	0.40-5.17	5.35-13.28	0 - 0.75	0.08-1.29	0.78-3.00
	21.70	33.00	2.45	8.03	0.13	0.65	1.42
12	13.9-20.0	30.79-34.21	0.02-5.17	5.84-14.74	0.02-0.14	0.12-0.46	0.50-4.24
	20.00	33.10	2.03	6.98	0.06	0.31	2.00
13	14.1-26.9	31.37-33.99	0.12-4.52	6.81-13.87	0 - 0.33	0.21-1.59	1.08-3.72
	16.22	32.85	1.54	9.42	0.15	2.51	1.97
14	14.2-20.4	31.23-34.23	0.12-4.93	7.59-14.60	0.04-0.11	0.04-0.73	1.40-2.00
	16.86	33.01	1.32	9.49	0.07	0.38	1.77
15	14.3-27.4	31.65-34.45	0.12-7.88	6.23-15.91	0 - 0.51	0.11-0.39	0.80-1.90
	19.91	33.32	2.57	9.81	0.20	0.30	1.21
16	13.4-27.6	31.68-34.24	0.27-4.67	6.62-12.80	0.02-0.55	0.02-0.81	0.58-1.10
	19.29	33.39	1.57	10.09	0.20	0.46	0.64
17	14.5-20.6	30.64-34.43	0.15-3.28	5.30-14.69	0.04-0.62	0.13-0.34	1.02-1.78
	19.94	33.39	1.37	10.15	0.27	0.20	1.49
18	13.8-28.7	30.70-34.29	0.06-4.23	4.67-9.39	0.03-0.35	0.03-1.30	0.78-1.26
	20.13	32.83	0.87	7.41	0.12	0.64	1.12
19	11.4-21.0	31.54-34.29	0.09-2.70	4.67-11.38	0.02-0.12	0.03-1.11	0.60-3.44
	18.30	32.70	0.73	7.86	0.06	0.54	1.39
20	12.6-27.4	31.59-34.16	0.05-3.92	5.06-13.82	0 - 0.69	0.04-0.87	1.18-2.18
	18.59	32.52	3.92	8.31	0.24	0.38	1.57
21	13.1-27.8	31.58-34.45	0.03-5.63	5.21-16.74	0 - 0.84	0.03-0.36	0.94-1.40
	18.28	33.05	2.15	10.73	0.25	0.13	1.17
22	13.6-27.6	31.58-34.30	0.07-3.02	5.69-12.45	0 - 0.48	0.03-0.76	0.60-1.60
	18.59	33.04	0.97	8.66	0.16	0.50	1.17
23	14.3-28.1	31.74-34.18	0.06-2.57	7.10-12.36	0.06-0.43	0.20-2.34	0.82-2.10
	18.83	33.17	0.56	9.15	0.16	1.01	1.20
24	14.3-28.0	31.77-33.91	0.38-4.60	5.45-10.31	0 - 0.63	0.11-0.94	0.56-1.00
	19.00	33.12	2.09	0.50	0.27	0.56	1.20
25	12.7-20.2	31.82-33.84	0 - 4.98	6.62-13.87	0.05-0.29	0.02-0.47	0.96-1.52
	17.64	32.77	1.72	9.09	0.19	0.29	1.19
26	11.8-27.9	31.69-33.85	0.03-0.58	6.47-11.68	0.02-1.07	0.19-1.69	0.32-1.98
	17.74	33.02	0.35	8.21	0.21	0.67	1.00
27	12.0-27.3	30.75-33.61	0.11-3.94	5.50-12.94	0.02-0.18	0.02-0.38	0.46-5.68
	17.78	32.34	1.20	8.57	0.08	0.24	1.92
28	11.8-27.2	29.99-34.40	0 - 0.25	4.82-11.20	0.03-0.74	0.06-2.64	0.64-1.94
	17.88	31.78	0.11	7.14	0.26	1.13	1.03
29	11.9-26.8	30.44-33.85	0.03-5.29	5.69-14.74	0.02-0.68	0.07-0.39	0.18-2.52
	17.75	32.34	1.87	8.85	0.21	0.24	1.00
30	12.2-27.9	30.45-33.97	0 - 2.97	4.62-10.31	0.01-0.25	0.20-0.61	0.30-1.96
	15.59	32.62	0.69	8.40	0.13	0.39	0.78

Table 2. continued.

Stn. No.	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Nutrients ($\mu\text{g} - \text{at/L}$)			Chl. a (mg/m ³)	SS (mg/L)
			NO ₃ ⁻ - N	SiO ₂ - Si	PO ₄ ³⁻ - P		
31	13.3-28.0 18.78	31.64-33.98 32.84	0.02-5.82 2.08	5.25-10.36 8.40	0.05-0.64 0.26	0.66-0.73 0.38	0.06-0.62 0.29
32	14.0-28.2 20.6	31.72-33.91 32.83	0.20-2.54 1.38	7.40-12.07 9.37	0.06-0.12 0.08	0 0.79	0.62-1.36 1.01
33	14.5-28.3 19.62	31.79-33.88 32.96	0.22-4.25 2.59	6.76-11.14 8.77	0 0.19	0.15-2.11 0.92	0.32-0.94 0.59
34	12.9-27.6 17.66	30.22-33.81 32.50	0.02-5.57 2.16	5.64-17.42 10.20	0.05-0.77 0.35	0.28-0.49 0.39	0.72-1.62 1.25
35	11.4-27.9 17.09	30.15-33.67 32.34	0.33-8.34 2.28	5.64-15.18 8.80	0.09-0.75 0.30	0.08-0.73 0.31	0.42-2.03 1.35
36	12.0-28.2 18.32	28.88-33.50 31.72	0.04-3.56 1.21	4.23-22.57 9.34	0.03-0.64 0.33	0.16-1.07 0.73	1.23-2.90 1.91
37	11.0-28.2 17.62	27.29-33.56 31.39	0.20-4.31 1.93	4.62-11.87 8.99	0.05-0.74 0.41	0.07-0.76 0.37	1.68-2.90 2.08
38	11.0-28.1 17.12	27.41-33.27 31.59	0.37-1.34 1.68	4.57-19.61 9.53	0.07-0.65 0.31	0.07-0.48 0.26	
39	10.3-27.6 16.97	29.18-33.24 31.95	0.20-4.19 1.60	4.33-11.63 7.64	0.05-0.90 0.35	0.07-0.24 0.14	0.58-1.68 1.34
40	10.5-26.8 13.12	30.71-34.22 32.06	0.03-5.57 2.92	4.62-9.44 7.55	0.04-0.50 0.24	0.24-0.40 0.36	
41	10.8-21.1 14.49	31.91-33.27 32.76	0.20-3.20 1.90	5.21-9.97 6.73	0.07-0.85 0.52	0.07-0.62 0.39	1.60-2.28 2.55
42	10.9-21.7 16.03	31.05-33.00 32.42	0.14-3.00 1.56	6.57-12.26 0.61	0.09-0.68 0.31	0.04-2.21 0.95	0.88-3.13 1.88
43	11.0-22.4 15.32	31.61-33.27 32.49	0.07-8.35 2.63	5.60-16.01 10.01	0.14-0.74 0.40	0.14-1.21 0.52	
44	12.1-17.5 14.4	32.50-32.96 32.77	2.10-5.03 3.46	8.76-13.18 10.09	0.09-0.62 0.38	0.14-1.50 1.03	3.95-7.67 5.22
45	11.6-29.9 16.8	28.88-33.40 32.23	0.41-3.99 1.78	4.62-11.38 8.24	0.06-0.66 0.43	0.10-0.48 0.35	1.42-3.74 2.27
46	11.9-29.2 16.73	29.08-33.16 32.18	0.09-4.16 2.07	4.72-18.49 11.89	0.17-0.67 0.39	0.08-2.47 1.09	2.06-6.03 4.39
47	11.1-29.8 18.74	27.87-33.28 31.46	0.13-2.37 0.79	5.35-11.00 8.25	0.10-0.68 0.30	0.06-0.56 0.33	2.70-4.85 3.44
48	11.7-27.9 17.99	30.14-33.44 32.10	0.03-3.80 1.26	3.31-17.12 7.48	0 0.15	0.07-0.24 0.16	0.10-1.56 1.05
49	14.5-28.0 20.92	31.07-33.72 32.52	0.08-4.35 1.54	4.28-7.25 5.43	0 0.04	0.10-0.76 0.45	0.35-3.10 1.43
50	12.3-27.9 16.87	30.14-33.70 32.37	0.08-4.66 1.83	2.92-9.73 6.54	0.03-0.33 0.11	0.07-0.46 0.26	0.50-1.05 1.11
51	11.4-28.4 17.69	30.25-33.47 32.68	0.02-4.05 1.26	3.16-10.17 6.29	0 0.14	0.08-0.48 0.24	0.48-3.25 1.41
52	10.3-18.0 14.15	30.37-33.56 32.50	0.08-3.25 1.31	3.84-9.97 5.87	0.07-0.63 0.28	0.24-1.10 0.67	0.50-2.28 1.17
53	11.9-22.7 15.56	31.66-33.23 32.65	0.22-7.86 3.10	2.92-10.31 6.90	0.02-0.60 0.22	0.08-1.26 0.77	1.00-2.93 0.89
54	14.4-28.3 18.86	30.76-32.91 32.25	0.41-2.53 1.31	4.91-11.34 8.35	0.03-0.77 0.46	0.08-1.71 0.76	0.62-6.35 3.27
55	14.8-24.3 17.98	31.36-32.88 32.41	0.26-5.94 2.69	8.66-15.42 10.92	0.09-0.57 0.31	0.07-1.36 0.60	2.58-5.78 4.09
56	12.6-28.1 18.18	30.22-33.61 32.35	0.23-6.49 2.61	2.09-18.10 8.82	0.09-0.61 0.33	0.10-1.33 0.55	1.26-3.39 2.53
57	12.7-28.0 18.51	31.37-33.71 32.30	0.06-6.91 2.11	6.76-17.85 10.39	0.04-0.78 0.32	0.10-0.62 0.40	0.82-1.60 1.16

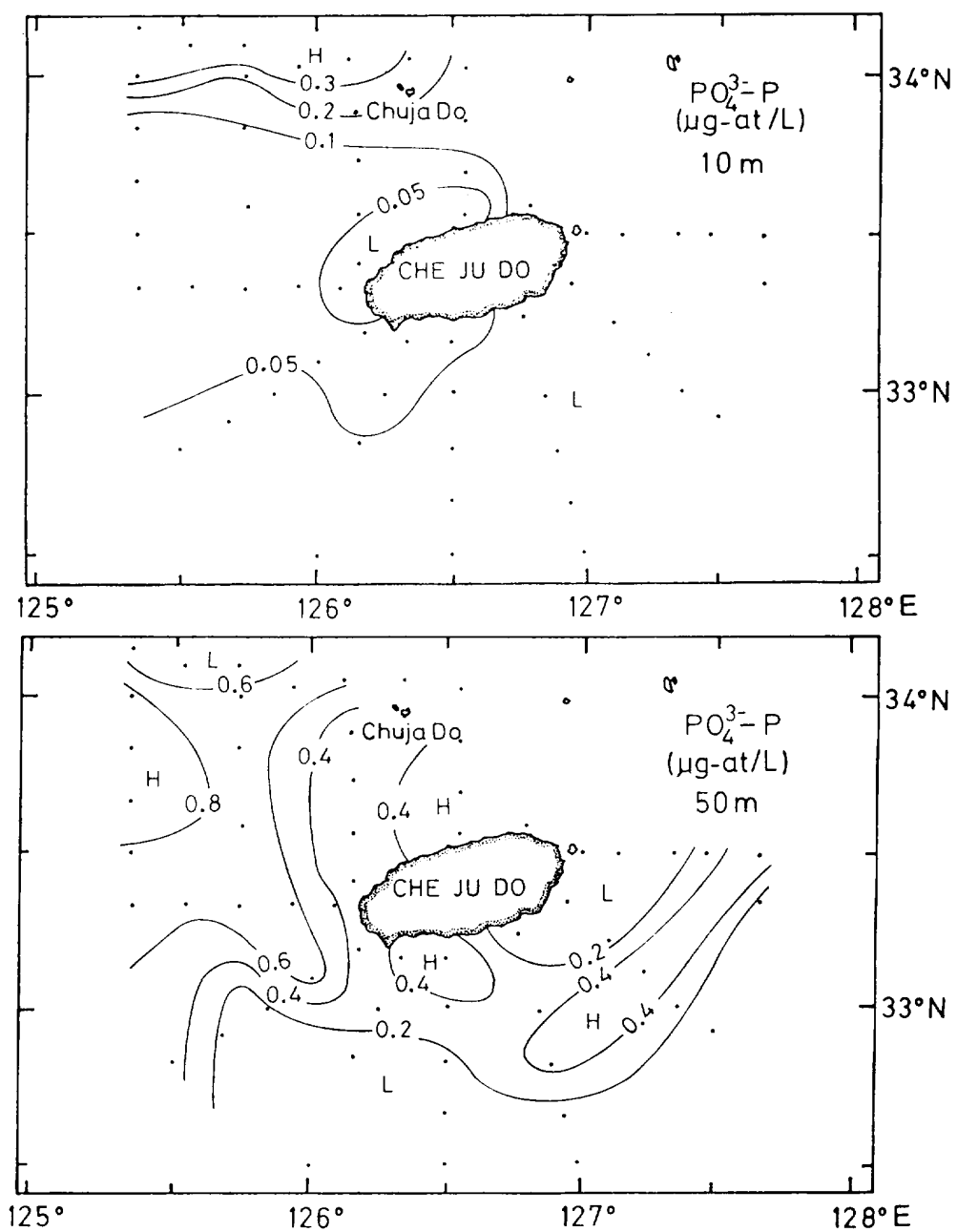


Fig. 2. Horizontal distributions of phosphate at the water depth of 10m and 50m.

의 농도를 보인다. 그리고 濟州島 南東쪽해역에서는 沿岸에서 約 30 마일 떨어진 곳에 南西方向으로 舌狀의 高濃度 核 ($0.40\mu\text{g-at/l}$ 以上)이 存在하고, 이 核을 中心으로 沿岸域과 外海域에서 $0.20\mu\text{g-at/l}$ 以下の 낮은 濃度를 보였다. 또한 濟州항 正北쪽 3 개 정점과 화순앞 2 개 정점에서 $0.40\mu\text{g-at/l}$ 以上の 比較的 高濃度 이나 화순에서 約 20 마일 밖의 海域에서는 $0.20\mu\text{g-at/l}$ 以下の 낮은 濃度를 보인다.

窒酸鹽의 경우 (Fig.3), 10 m 水層에서는 磷酸鹽의 濃度分布와는 달리 秋子島 北쪽海域・濟州正南쪽 및 南東쪽 해역에 出現하는 $0.5-1.0\mu\text{g-at/l}$ 以上の 比較的 高濃度海域을 除外한 나머지 海域에서는 $0.5\mu\text{g-at/l}$ 以下였다. 50 m 水層에서는 磷酸鹽과 비슷한 分布를 보이고 있으나 秋子島와 小黑山島 中間海域에서 $1.8\sim 3.1\mu\text{g-at/l}$ 로 저농도를 보였으며, 濟州도 正北쪽해역이 西쪽해역에 비해 더 높은 窒酸鹽 濃度分布를 보인것이 磷酸鹽의 경우와 다르다.

硅酸鹽의 水平分布 (Fig.4) 를 보면, 濟州島 北쪽해역에서는 34°N 北쪽이 $9\mu\text{g-at/l}$ 以上으로 가장 높고, 南쪽으로 向함에 따라 濃도가 점차 낮아진다. 濟州島 南西海域은 $5\sim 7\mu\text{g-at/l}$ 이며 南쪽海域에서는 沿岸域에 存在하는 $8\mu\text{g-at/l}$ 以上の 比較的 高濃度 核을 中心으로 外海로 向함에 따라 점차 낮아져서 約 30 마일 밖의 정점들에서는 $4.3\sim 6.1\mu\text{g-at/l}$ 의 농도범위를 보인다. 한편 濟州島 東쪽해역에서는 沿岸에서 約 30 마일 밖의 정점에서 7.1

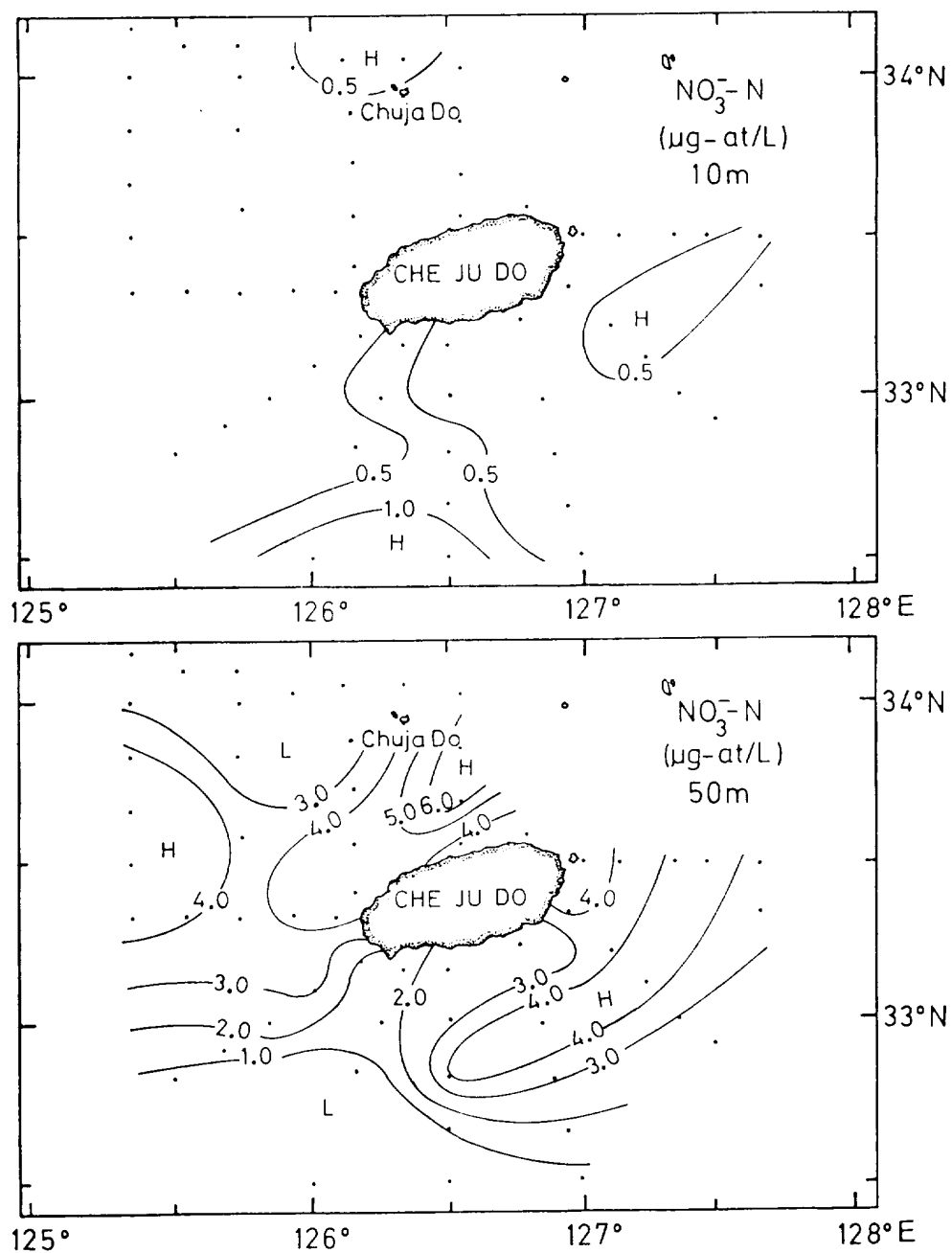


Fig. 3. Horizontal distributions of nitrate at the water depth of 10m and 50m.

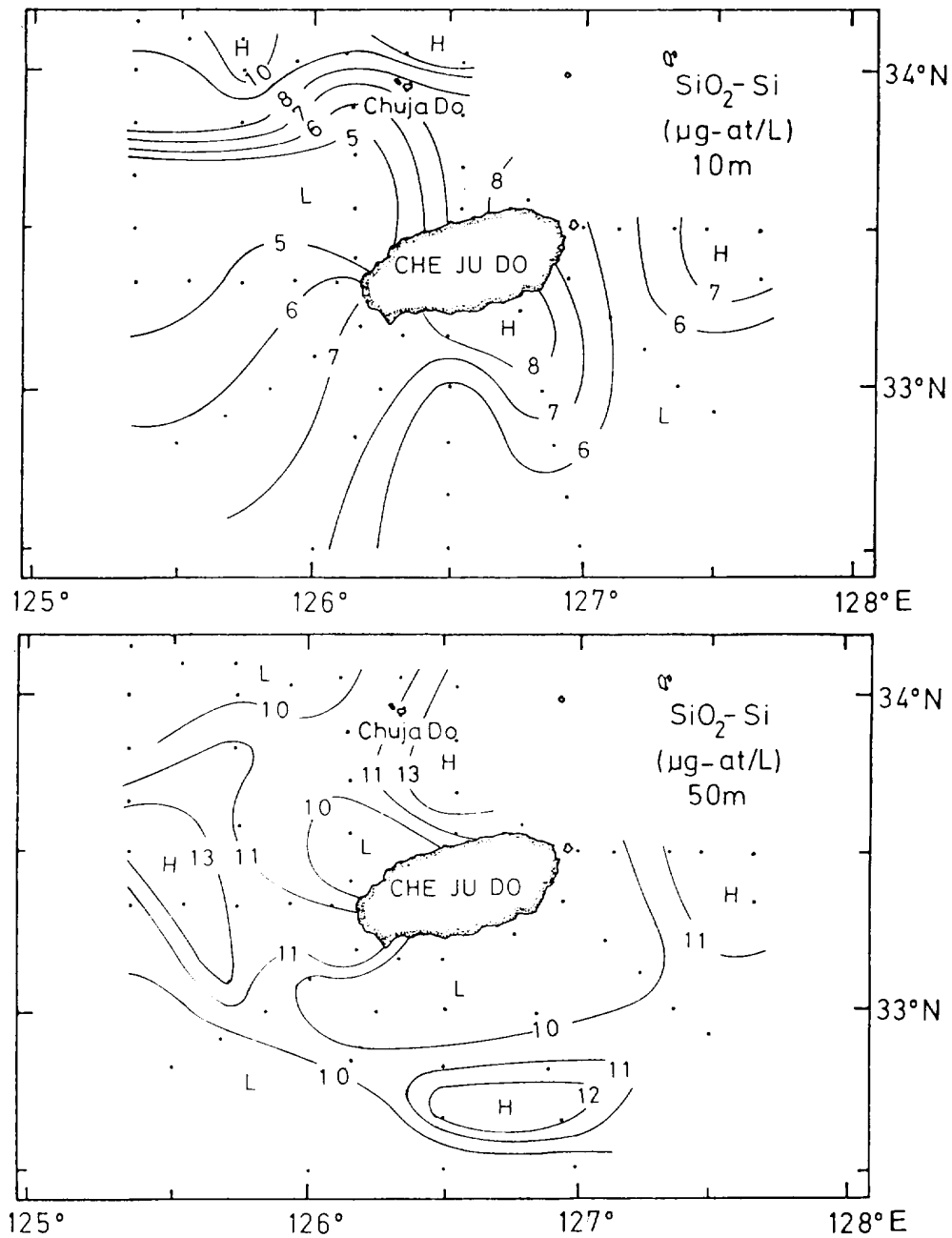


Fig. 4. Horizontal distributions of silicate at the water depth of 10m and 50m.

~ $7.5\mu\text{g-at/l}$ 의 농도범위를 보였다. 50m 수층의 경우 濟州島 北쪽 및 서쪽해역에 $13\mu\text{g-at/l}$ 以上の 水塊가 存在하며, 남쪽 약 40 마일 해역에 $11\mu\text{g-at/l}$ 以上の 核이 나타나고 있다. 10m 수층에서는 남쪽 沿岸海역이 높은 濃度인데 비해 50m 수층에서는 오히려 沿岸쪽이 $10\mu\text{g-at/l}$ 以下로 낮은 濃度分布를 보인다.

III-1-2. 鹽分 및 密度

鹽分の 水平分布圖(Fig.5)를 보면 10m 수층에서 緯度 34°N 北쪽海역에 $32.0 \sim 32.6\text{‰}$ 의 相對的 高鹽水가 分布하고 있으며, 濟州島 서쪽해역은 沿岸에서 約 40 마일 떨어진 定點 37 에 나타나는 28.6‰ 의 低鹽 Core 를 核으로 31.0‰ 의 舌狀 低鹽水가 濟州海峽으로 流入되고 있다. 한편 濟州 南쪽 및 南東쪽 海역에서는 남동쪽의 약 35 마일 떨어진 海역에 出現하는 $32.0 \sim 32.8\text{‰}$ 의 相對的 高鹽 Core 를 除外하면 나머지 海역에서는 $31.6 \sim 31.8\text{‰}$ 로 均질한 海水가 存在하고 있다. 50m 수층에서는 緯度 34°N 北쪽海역에서 $32.9 \sim 33.0\text{‰}$ 로 均質하고 調査海域中 가장 低鹽을 보인다. 濟州島 서쪽해역은 約 15 ~ 20 마일 以內的 沿岸域을 除外한 나머지 海역에서 $33.2 \sim 33.6\text{‰}$ 로 比較的 均質한 低鹽水가 分布하고 있다. 한편 南쪽海역은 沿岸域에서 약 20 ~ 30 마일 밖의 外海역이 $33.0 \sim 33.4\text{‰}$ 로 西쪽海역에 비해 다소 낮은 低鹽水가 分布하고 있는 반면 沿岸域에서도 $33.6 \sim 33.9\text{‰}$ 로 比較的 高鹽水가 西쪽 및 北쪽 沿岸까지로 미치고 있다. 남동쪽해역은 약 40 마일 떨어진 外海역의 34.4‰ 以上の 高濃度 Core 를 中心으로

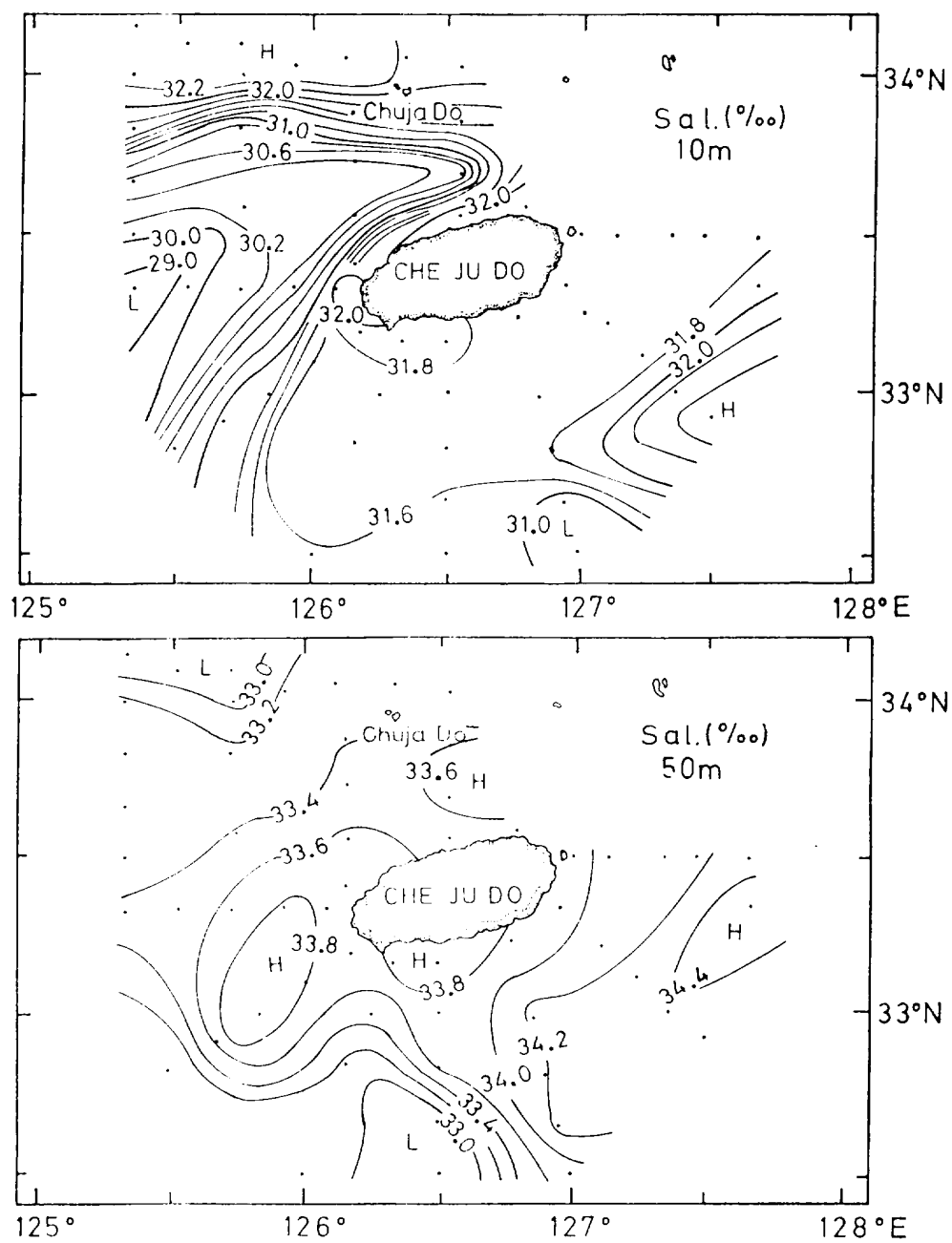


Fig. 5. Horizontal profiles of salinity at the water depth of 10m and 50m.

34.0‰以上の 高鹽水が 沿岸 약 10 마일 海域까지 擴張分布하고 있다.

密度的 水平分布(Fig.6)역시 鹽分과 비슷하지만 濟州島 동쪽 약 10 마일以內的 沿岸域에 σ_t 값이 20.5 ~ 20.9 로 外海域에 비해 다소 높은 값을 보이는데 이는 연안역에 出現하는 低溫水때문이다. 50m水層에서는 鹽分과는 달리 σ_t 값이 25.4 ~ 25.5 인 高密度水가 濟州海峽과 濟州南西쪽 海域으로 擴張分布하고 있고, 南東쪽海域에서는 沿岸에서 約 40 마일 떨어진 外海域에서 σ_t 가 24.4 以下인 低密度水가 沿岸域으로 擴張하고 있다. 또한 南쪽 海域에서는 σ_t 가 25.1 ~ 25.2 정도의 比較的 高密度水가 存在하고 있으며 이런 高密度水는 濟州島 西쪽 약 20 마일以內的 沿岸域에 分布하고 있다.

III-1-3. 클로로필 a 및 懸濁物質

50m水層에서의 클로로필 a 는 濟州島 沿岸域 및 南東쪽으로 약 20 마일 떨어진 海域의 몇개 정점에서 약 $0.2 \text{ mg} / \text{m}^3$ 의 濃度を 나타내고 그외의 定點에서는 20m水層의 값보다 훨씬 낮은 $0.1 \text{ mg} / \text{m}^3$ 以下였다. 따라서 表層과 20m水層에서의 클로로필 a 의 水平分布를 그림 7 에 나타내었다. 그림에서 濟州島 西南쪽 약 40 마일 海域의 定點 28 에서 가장 높은 $2.6 \text{ mg} / \text{m}^3$ 을 보이고, 濟州島 西쪽 및 東쪽연안, 正南쪽 약 30 ~ 40 마일 海域, 秋子島 西쪽海域 및 濟州島 西南쪽 약 30 마일海域에서 $0.5 \sim 1.6 \text{ mg} / \text{m}^3$ 정도의 濃度を 보였다. 20m水層에서는 表層과는 다소 다른 分布로서 濟州

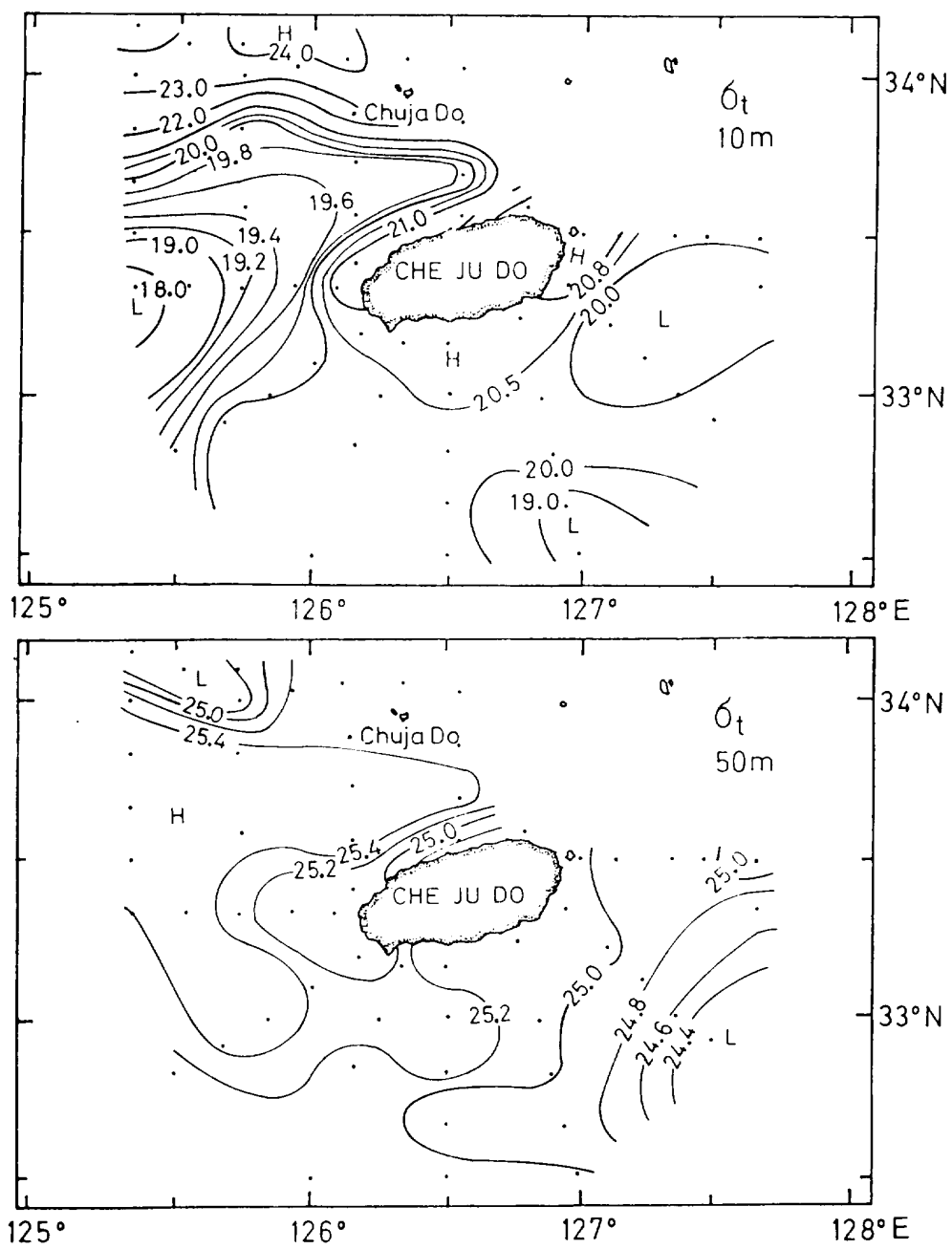


Fig. 6. Horizontal profiles of density at the water depth of 10m and 50m.

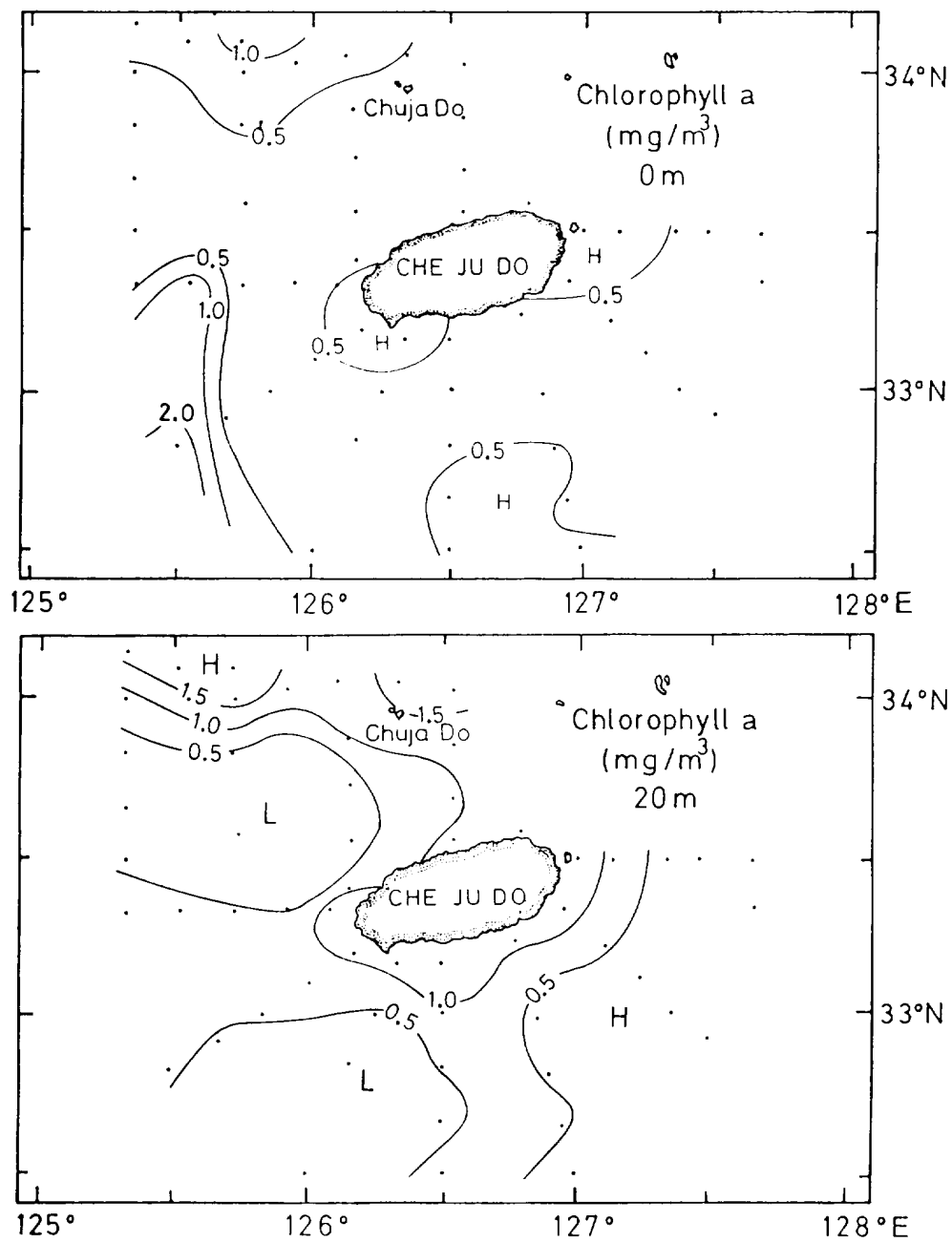


Fig. 7. Horizontal profiles of chlorophyll a at the water depth of 10m and 50m.

島 西쪽과 南西쪽 海域에서 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下인데 비해 南東쪽 海域에서는 대체적으로 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下이다. 한편 緯度 34°N 北쪽해역과 濟州島 沿岸 5 마일以內의 海域에서는 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の 濃度分布를 보였다.

懸濁物質은 50 m 水層에서의 濃도가 가장 높았으나 클로로필 a 의 水平分布와 比較하기 위하여 表層과 20m 水層의 濃度分布를 그림 8 에 나타내었다. 그림으로 부터 表層에서는 秋子島 西쪽 및 그 附近海域에서 $1 \sim 4 \text{ mg}/\text{l}$ 정도의 濃度範圍이고, 濟州島 西쪽 약 40 마일 海域, 南쪽沿岸 및 南東쪽 外海域에서 $1 \sim 2 \text{ mg}/\text{l}$ 의 값을 보였다. 20m 水層에서도 表層과 비슷한 分布樣狀을 나타내고 있으나 表層보다 다소 높은 값을 보였다.

以上の 結果를 要約해보면 대체적으로 클로로필 a 는 表層에 비해 20m 水層의 濃도가 다소 높는데 반해 懸濁物質은 水深이 증가함에 따라 점차 증가한다. 또한 20 m 水層에서 緯度 34°N 北쪽해역의 클로로필 a 濃度は 落東江 河口(朴等, 1975) 및 鎮海灣(朴, 1975)에서의 값보다 약 $\frac{1}{4}$ 정도이나 東海沿岸域의 같은 水層에서의 濃度(全, 朴, 1968)와 비슷하다. 濟州西쪽 및 南西쪽 海域의 濃度は Kuroshio 表層水中의 값 $0.3 \sim 0.5\text{mg}/\text{m}^3$ (Aruga and Monsi, 1962)와 비슷하다. 클로로필 a 및 懸濁物質은 營養鹽類, 鹽分 및 密度的 水平分布보다 海域別 濃度差가 비교적 적었다. 그러나 緯度 34°N 北쪽海域과 濟州島 西쪽 外海域에서는 鹽分 및 密度的 分布特性과 유사했다.

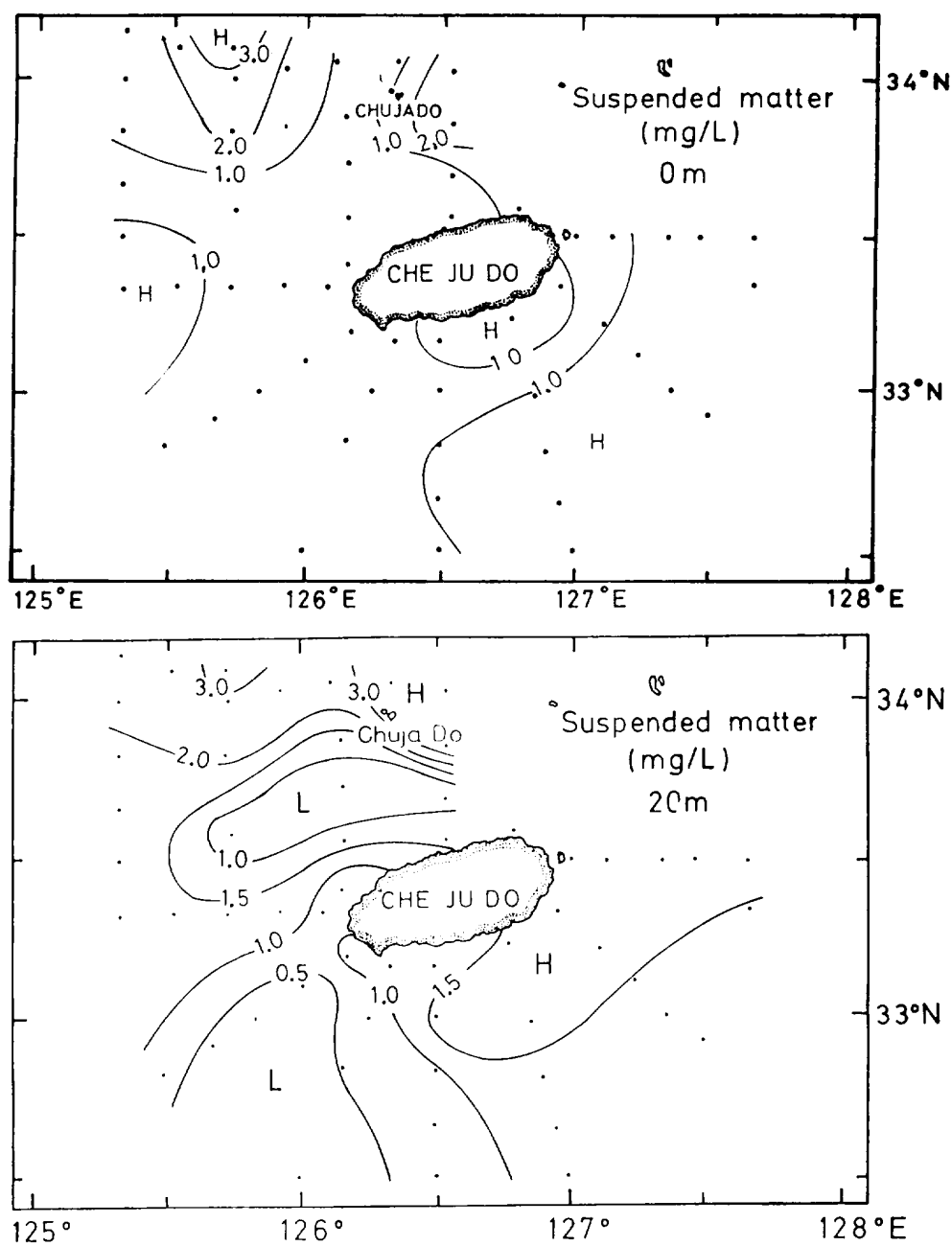


Fig. 8. Horizontal profiles of suspended matter at the water depth of 10m and 50m.

Ⅲ-2. 海域別 各 成分의 垂直分布 特性

Ⅲ-2-1. 濟州島 南東海域

東支那海에서 쿠로시오 表層水와 中國大陸沿岸水가 水平混合에 의하여 形成된 對馬暖流水(Miyazaki and Abe, 1960 ; Kato, 1969)는 濟州島 東쪽沿岸에 위치한 우도와 日本五島列島 사이를 통과하여 東海로 流入된다(Uda, 1934, 1936). 이러한 流路를 갖는 對馬暖流水가 濟州海峽 동쪽해역의 水溫과 鹽分에 미치는 影響에 대해서는 井上(1974)과 盧·平野(1983) 외에도 많은 研究가 행하여 졌으나 濟州島 南東쪽 해역에 있어서 夏季에 營養鹽類, 클로로필 a 및 懸濁物質의 垂直濃度分布를 詳細히 把握하고자 한 研究는 지금까지 거의 없는 실정이다. 그래서 우도東쪽의 緯度 $33^{\circ}30'N$ 에 위치한 A線上的 定點과 그 바로 南쪽의 B線上的 定點에서 各 成分의 垂直分布特性和 水塊의 化學的 性質에 대해 考察하고자 한다.

A線上的 垂直分布를 나타낸 그림 9를 보면 密度躍層은 水深 10m와 30m사이에 存在하고 있으며 10m層 上部에서는 沿岸으로 부터 約 15마일 떨어진 海域을 境界로 沿岸쪽에서는 水溫 및 鹽分이 各各 $23.5 \sim 24.8^{\circ}C$, $31.2 \sim 31.8\%$ 範圍인데 비하여 外海域에서는 연안역보다 水溫이 $3 \sim 4^{\circ}C$ 높고, 鹽分도 다소 높다. 50m以深에서도 역시 定點 4와 5를 境界로 연안역과 外海域이 뚜렷이 구분되며, 沿岸域에 비교적 低溫·低鹽의 水塊가 存在하고 있다. 磷酸鹽과 窒酸鹽은 密度躍層 上部에서 各各 $0.05\mu g-at/l$ 및 $0.5\mu g-at/l$ 이하로 定點마다 거의 비슷한 濃度分布를 보였으

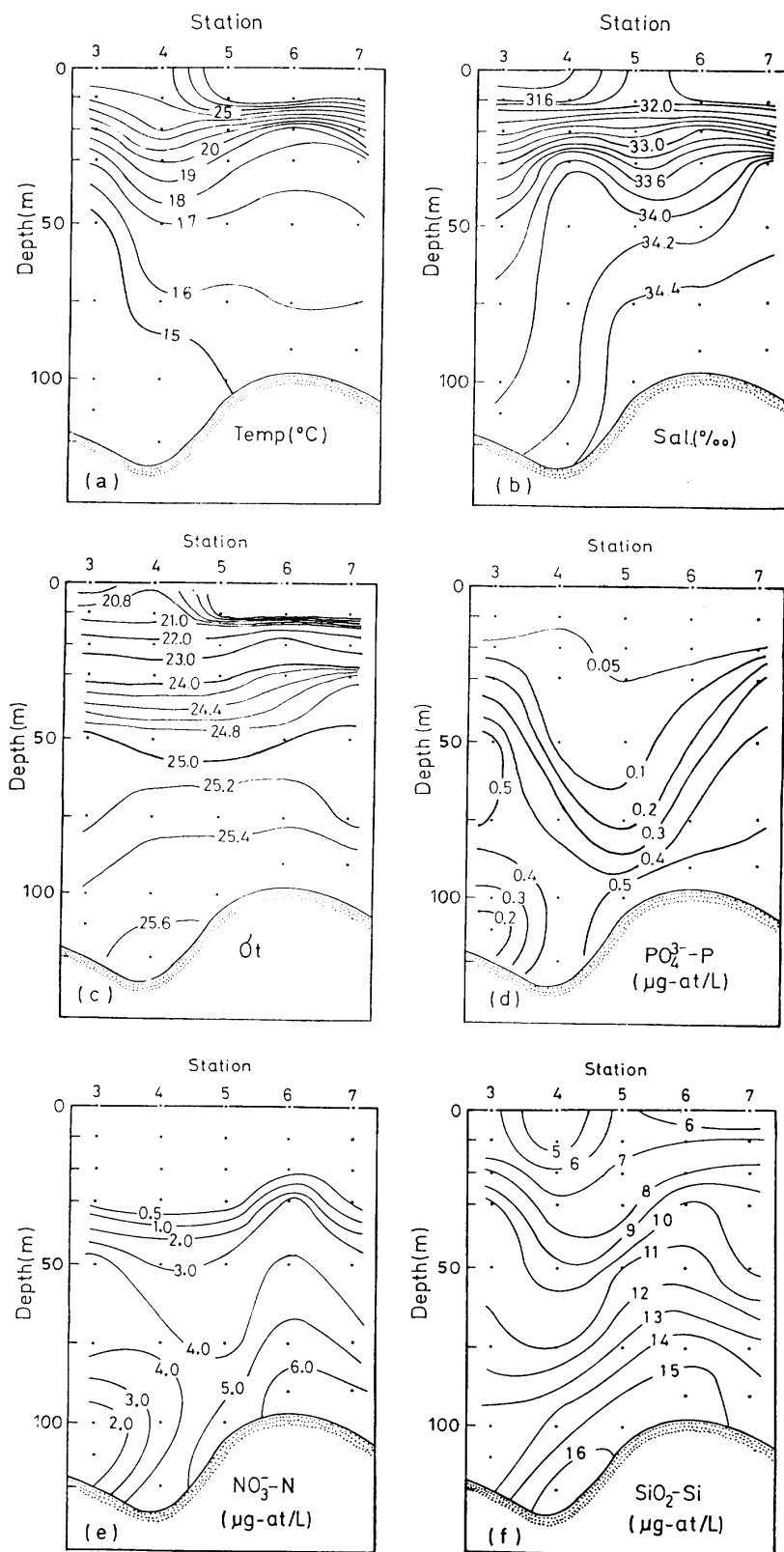


Fig. 9. Vertical profiles of temperature(a), salinity(b), density(c), phosphate(d), nitrate(e) and silicate(f) along A line.

나, 硅酸鹽은 外海域이 沿岸域에 비하여 다소 높게 나타났다. 躍層下部에서는 水溫과 鹽分의 경우와 마찬가지로 정점 4와 5를 경계로 沿岸域에 비하여 外海域에서 다소 높은 營養鹽類濃度を 보였으며, 특히 沿岸域의 75m以深에서 磷酸鹽 및 窒酸鹽濃도가 中層에 비하여 더 낮은 것이 特異하다. 클로로필 a와 懸濁物質은 3개 水層에 대해서만 測定하였기 때문에 垂直分布圖를 提示하지 않았지만, 대체적으로 클로로필 a는 表層極大를 보이는 정점 4를 경계로 外海域에 비하여 연안역의 농도가 1~3배정도 높았다. 반면 懸濁物質은 外海쪽으로 갈수록 점차 增加하는 傾向이다.

B線상의 정점들에서 各成分의 垂直分布圖(Fig.10)를 보면, 密度躍層은 연안정점에서는 30m上部에 存在하고 있지만 연안에서 약 15마일 떨어진 정점 12에서는 10~30m로 그 幅이 좁아졌으며 外洋으로 갈수록 점차 擴張되어 外海域의 정점 9에서는 50m層 上部에 存在하고 있다. 躍層上部에서는 水溫의 경우 低溫을 나타내는 沿岸定點 13을 除外한 全定點에서 28.6~29.6℃로 比較的 均一하였으며 沿岸域에 비해 外海域에서 2~3℃ 높았으나, 鹽分은 정점간의 差는 다소 있지만 대체로 30.8~31.4‰로 뚜렷한 特徵은 볼 수 없었다. 躍層下部 역시 정점 12와 13의 底層에 水溫과 鹽分이 各各 14.5℃ 및 34.1‰以下로 外海域에 비하여 相對적으로 低溫, 低鹽水가 沿岸域에 出現하고 있다. 이러한 分布樣狀은 營養鹽類 및 클로로필 a에서도 비슷하였으나, 懸濁物質은 다소 다른 樣狀을 보였다. 磷酸鹽과 窒酸鹽의 경우 躍層上

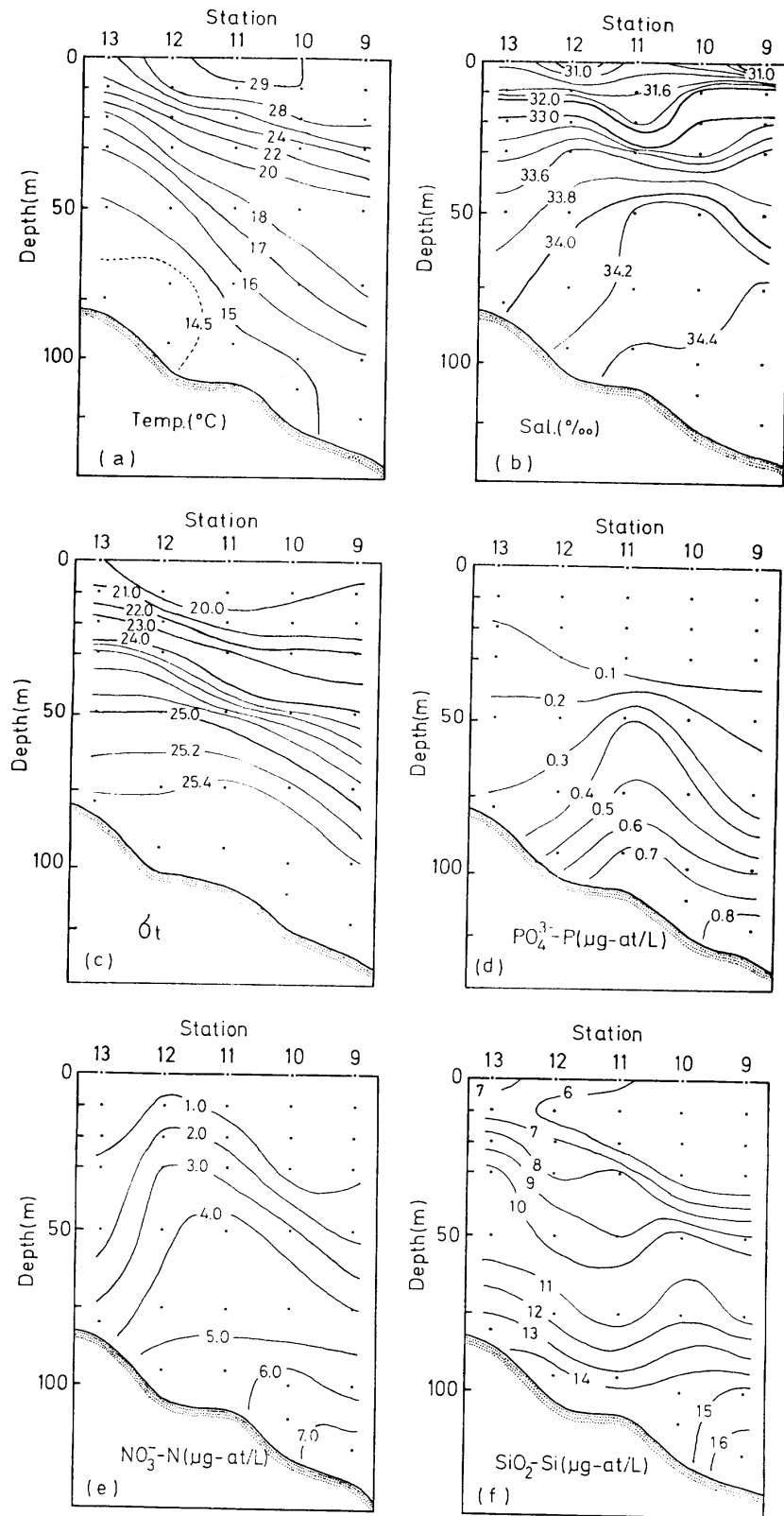


Fig.10. Vertical profiles of temperature (a), salinity (b), density (c), phosphate (d), nitrate (e) and silicate (f) along B line.

部에서는 B線과 비슷하였으나 硅酸鹽은 A線에서와는 달리 연안역에 비해 外海域에서 $1 \sim 2 \mu g-at/l$ 정도 낮은 값을 나타내었다. 躍層下部에서는 同一水層에서 高營養鹽類를 나타내는 정점 11과 12를 경계로 外海域에 비해 沿岸域에서 低濃度를 보였다. 클로로필 a는 A線에서와 비슷하였으나 懸濁物質은 沿岸域이 外海域에 비해 높았다. 이와같이 濟州島 南東쪽 약 40 마일 海域에 위치한 정점 9의 75m 以深層에서 水溫과 鹽分이 各各 $15.5^{\circ}C$ 및 34.5% 以上の 比較的 高溫・高鹽水가 나타나고 있고, 그보다 北쪽에 위치한 정점 7과 8에서는 다소 낮은 값을 보이나 Miyazaki and Abe(1960), Lim(1971) 등이 定義한 對馬暖流 底層水의 特性値와 비슷한 것으로 보아 對馬暖流水의 本流는 이들 정점 바로 東쪽을 통과하고 있다고 생각된다. 또한 B線에서는 34.0% 의 等鹽分線이 50m 層에 存在하고 있으나, A線에서는 그보다 約 10m 上部 水層에 存在하고 있는 데 이는 對馬暖流水가 北上하면서 점차 上昇하고, 沿岸 約 10 마일 海域까지 擴張分布하고 있음을 시사한다. 우도부근 海域에 出現하는 冷水塊에 대해서는 이미 盧・鄭(1976, 1977), 邊(1981), 曹・梁(1984) 등의 報告가 있으며, 이 冷水塊의 出現原因으로서 沿岸가까이 까지 接近한 對馬暖流水가 우도水路에서 강한 潮流 및 地形的 摩擦에 의해 強制混合되거나, 濟州海峽內的 右旋環流, 혹은 濟州島 東쪽에 接岸했던 暖流가 우도부근에서 移岸할때 湧昇에 의해 생기는 것으로 추정하고 있다(盧・鄭, 1976, 1977). 營養鹽類의 濃度는 水層別, 定點別로 다소

차이가 있으나 對馬暖流水의 化學的 特性을 把握하기 위해 磷酸鹽
 과 窒酸鹽, 磷酸鹽과 硅酸鹽의 關係를 그림 11에 나타내었다. 分
 散은 다소 심하지만 대체적으로 磷酸鹽과 窒酸鹽은 正의 相關關
 係를 보이며, 그 기울기는 約 11로서 Redfield가 提示한 16
 (Redfield et al., 1963)보다 다소 낮다. 磷酸鹽과 硅酸鹽의 關
 係는 水層別로 기울기가 현저히 다르고 분산도 심하여 전체적인
 기울기를 제시하는데 困難한 점은 있으나 대체로 正의 相關關
 係를 보인다. σ_t 값으로 구분한 表層 ($< 30\text{ m}$), 中層 ($30 \sim 75\text{ m}$)
 底層 ($> 75\text{ m}$)의 $\Delta N/\Delta P$ 및 $\Delta Si/\Delta P$ 比를 보면 $\Delta N/\Delta P$ 比는
 水層別로 큰 差가 없으나 $\Delta Si/\Delta P$ 比는 表層에서 높고 底層에서
 낮아 一般外洋水와는 相反된 現象을 보인다. 表層 및 中層水中的
 $\Delta N/\Delta P=10$ 은 一般外洋水の 16보다 다소 낮지만, 底層水中的
 값 12는 太平洋 深層水中的 比 12 (Tsunogai, 1972)와 東海의
 13 ~ 14 (Kido and Nishimura, 1974)와 비슷하다. 그러나 $\Delta Si/\Delta P$
 比의 경우 表層水の 125는 太平洋 深層水中的 120과 비슷하지
 만, 中層水中的 32와 底層水中的 22는 一般外洋水 (Redfield et
 al., 1963) 및 東海 表層水中的 값 16 (Kido and Nishimura, 1974)
 의 1.5 ~ 2 倍정도이며, 東海 中層水中的 30 (Kido and Nishimura,
 1974) 및 Juan 海峽의 22 (Stefansson and Richard, 1963)와 비슷
 하였다. 이 海域에서 $\Delta N/\Delta P$ 의 比가 Redfield가 提示한 16보
 다 다소 낮은 이유는 이들 두 成分이 生物에 의한 吸收率 또
 는 有機物 分解時의 再生率에 있어서 차이가 있기 때문인 것으로

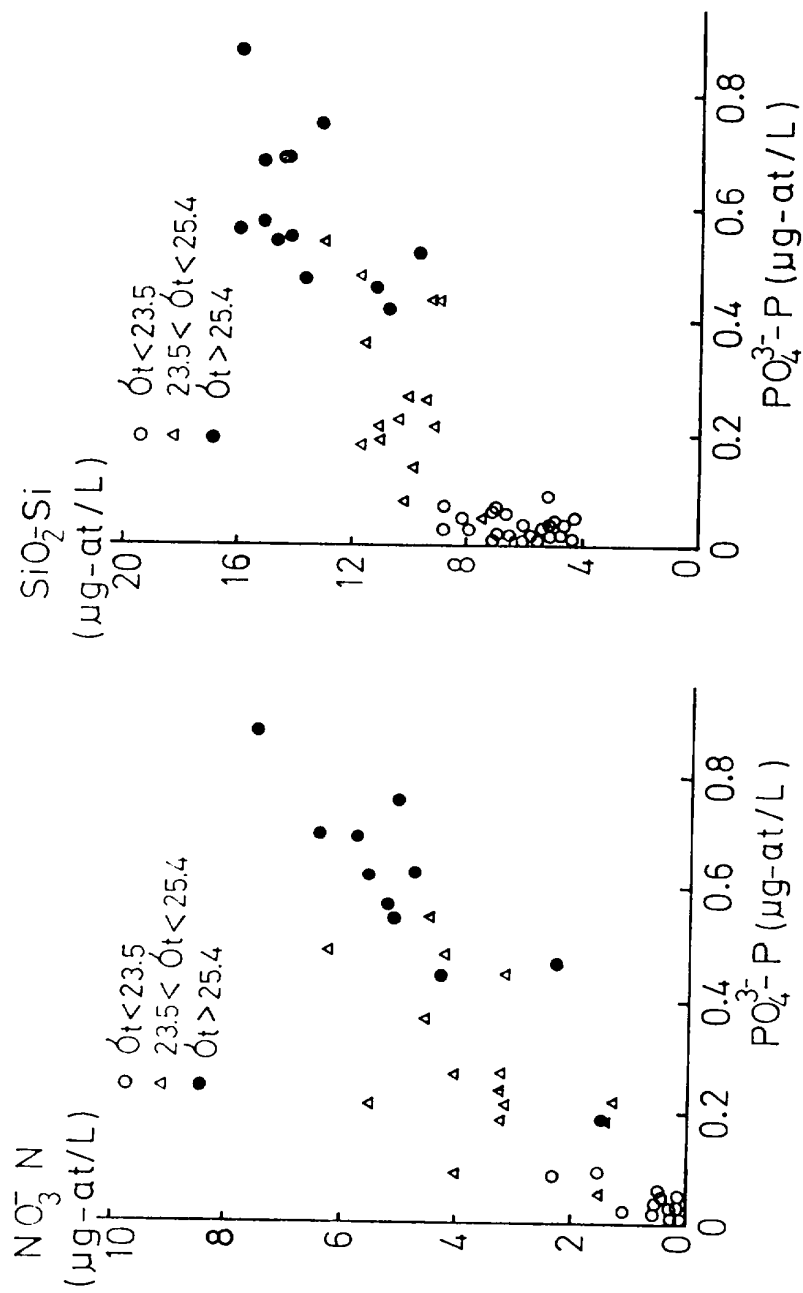


Fig.11. Plots of nitrate and silicate against phosphate in the south eastern sea of cheju Island.

생각된다. 그러나 表層에서 $\Delta Si / \Delta P$ 값이 中・底層에서 보다 훨씬 큰 이유는 生物・化學的인 過程보다는 夏季에 硅酸鹽을 多量 含有한 中國大陸沿岸水가 이 海域의 表層까지 物理的인 混合・擴散에 의해 영향을 받기되어 왔기 때문이라고 생각된다. 한편 클로로필 a 와 營養鹽類, 懸濁物質과 營養鹽類의 關係는 뚜렷한 相關性이 없었다.

III-2-2. 濟州島 北西海域

濟州島 周邊海域에 中國大陸沿岸水の 出現에 對하여 Uda(1934, 1936)가 最初로 報告했다. 最近들어 Yu et al.(1983), Beurdsley et al.(1983), Limeburmer et al.(1983)의 報告에 의하면 揚子江 排水가 中國大陸沿岸을 따라 남쪽으로 흐르다가 臺灣海流와 混合된 후 北上한다고 한다. 또한 金(1987)은 濟州島 周邊海域에 出現하는 32.20 % 以下の 低鹽水を 大陸沿岸水로 定義하고, 그 流路는 濟州島 서쪽海域에서 濟州海峽으로 流入되어 大韓海峽쪽으로 移動한다고 報告하였다. 本 研究에서도 20m 上部層에서 鹽分 및 密度의 水平分布를 보면 低鹽의 中國大陸沿岸水가 濟州海峽 서쪽으로 流入되어오는 것이 현저하게 나타났다. 따라서, H線, I線 및 K線상의 各 成分의 垂直斷面圖로 부터 黃海底層冷水 및 그 混合水塊를 區分하고 各 水塊의 化學的 特性을 살펴본다.

H線의 垂直斷面圖(Fig.12)로 부터 密度躍層은 定點 40을 境界로 남쪽海域에서는 30 m 上部層에 存在하고 있으나, 北쪽 海域에서는 10 m ~ 30 m 層에 存在하고 그 勢力도 남쪽海域에 비해 弱하다. 躍層上部에서는 定點 40을 境界로 남쪽해역에 水溫 및 鹽分이

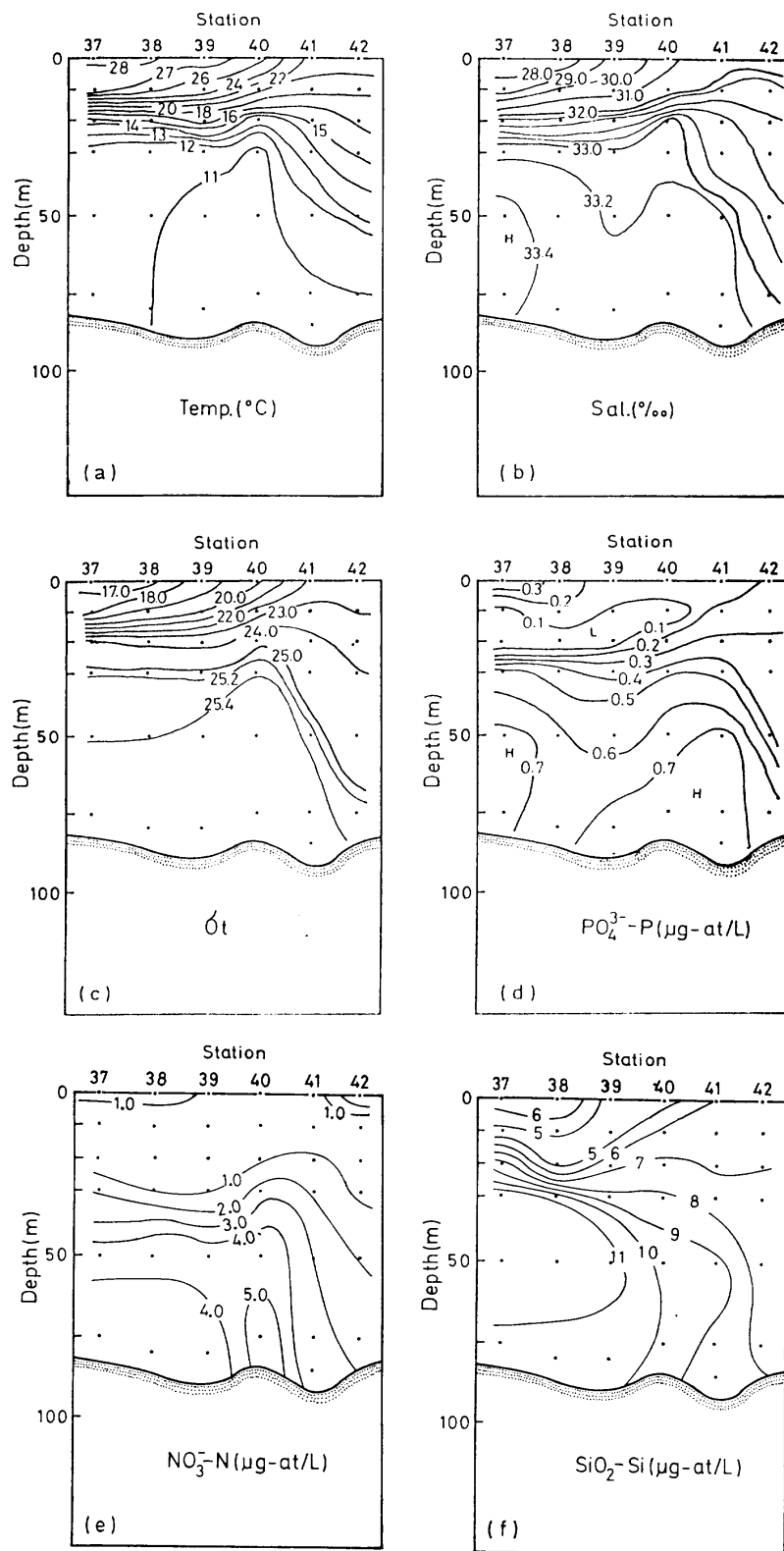


Fig.12. Vertical profiles of temperature (a), salinity (b), density (c), phosphate (d), nitrate (e) and silicate (f) along H line.

各各 26.8 ~ 28.2 °C 및 27.4 ~ 30.7‰의 高溫・低鹽水가 存在하고, 北쪽海域에서는 水溫이 5.5 ~ 7.0 °C 정도 낮고 鹽分은 1.1 ~ 4.6‰ 정도 높았다. 躍層下部 역시 定點 39 와 40 의 底層에 나타나는 10.5 °C 以下の 低溫 Core 를 中心으로 12 °C 의 等溫線과 33.0‰ 의 等鹽分線이 거의 同一한 水層에 存在하고 있으며 그 存在 水層은 定點 40 을 境界로 南쪽해역에서는 약 30 m 水層에 存在하고, 北쪽해역에서는 점차 깊어져서 定點 42 에서는 底層에 나타났다. 小黑山島 附近의 定點 41 과 42 에서는 20 m ~ 50 m 水層에서 水溫이 13.4 ~ 16.2 °C, 鹽分이 32.4 ~ 32.8‰로 매우 均質한 海水가 存在하고 있다. 이러한 分布樣象은 營養鹽類, 클로로필 a 및 懸濁物質에서도 비슷한데 躍層上部에서는 定點 40 을 境界로 南쪽정점보다 北쪽정점에서 比較的 高營養鹽水가 存在한다. 躍層下部에서는 磷酸鹽과 窒酸鹽이 底層에서 高濃度를 보인 定點 40 을 境界로 北쪽정점에 비해 南쪽정점에서 約 0.5 倍 정도 높다. 클로로필 a 는 정점 39 를 境界로 南쪽해역이 北쪽해역에 비해 $\frac{1}{2}$ 정도의 濃度를 보였으며, 懸濁物質 역시 表層에서는 비슷하였으나 中底層에서는 南쪽해역이 $\frac{1}{2}$ 정도의 濃度를 보였다.

I 線 (Fig. 13) 에서도 마찬가지로 정점 47 을 境界로 南쪽 정점에서는 10 m ~ 30 m 層에 北쪽 정점에서는 H 線에서 보다 다소 上部層인 10 m 上部에 密度躍層이 存在하고 있다. 躍層上部에서는 水溫이 29.2 ~ 29.8 °C 로 調査海域中 가장 高溫을 보인 定點 46 과 47 을 境界로 南쪽정점에서는 水溫과 鹽分이 各各 27.9 °C 및 30.1‰인데

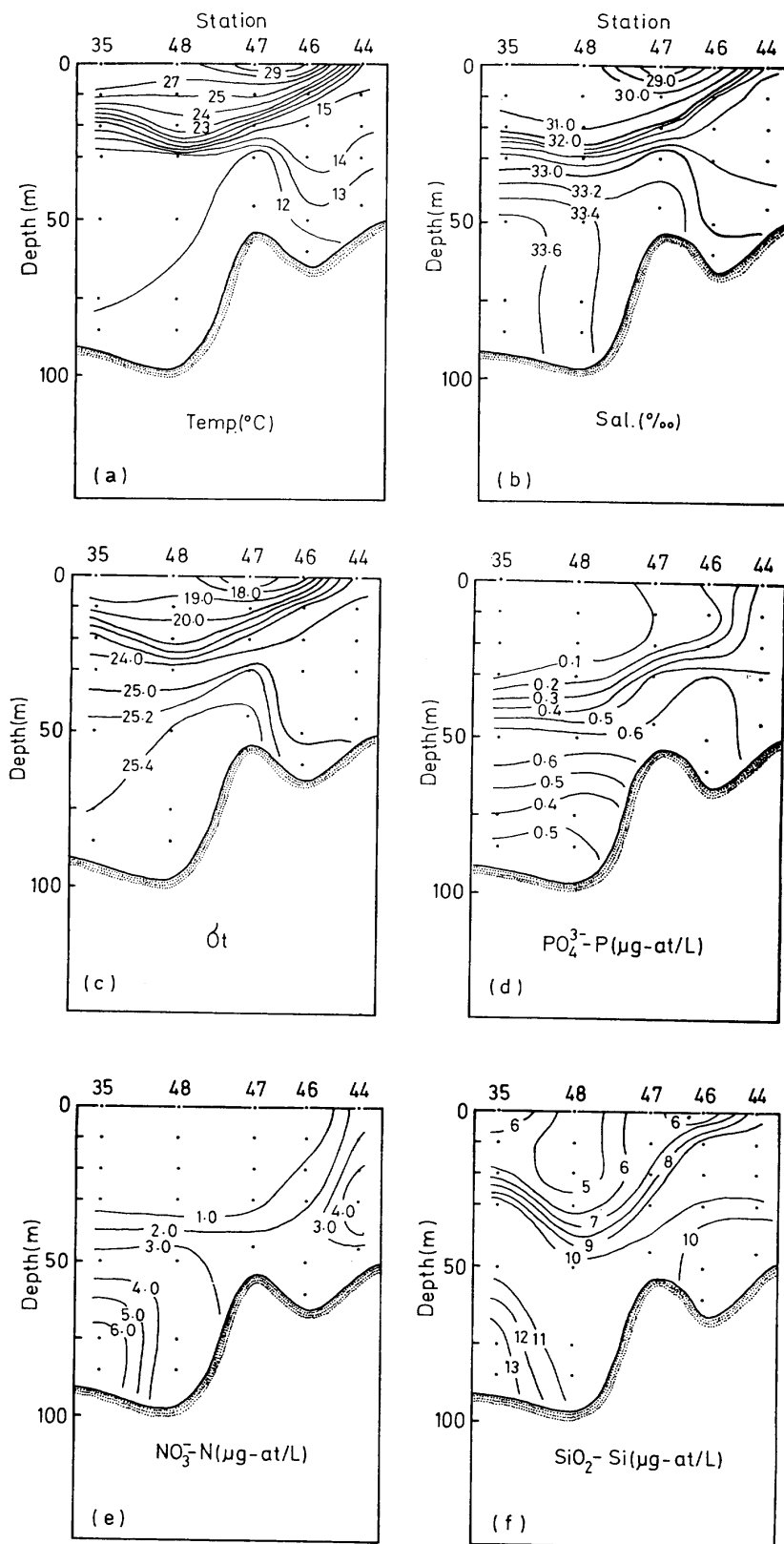


Fig.13. Vertical profiles of temperature (a), salinity (b), density (c), phosphate (d), nitrate (e) and silicate (f) along I line.

반해 北쪽 정점에서는 水溫이 約 10°C 낮고 鹽分이 2.5‰ 높은 相對的 低溫・高鹽水가 存在하고 있다. 躍層下部에서는 H線의 中層에 存在했던 12°C 의 等溫線이 底層에 存在하고 있으며 北쪽해역에서는 表層 부터 30m 水層까지 水溫이 $13.8 \sim 17.5^{\circ}\text{C}$, 鹽分이 $32.6 \sim 32.8\text{‰}$ 로 均質한 海水가 存在하고 있고 이 均質水는 定點 46의 10m ~ 40 m 水層까지 擴張分布하고 있다. 躍層上部에서 磷酸鹽 및 矽酸鹽 정점 46을 境界로 南쪽해역에서는 各各 $0.13\mu\text{g-at/l}$ 및 $0.8\mu\text{g-at/l}$ 以下로 比較的 低濃度를 나타낸데 반해 北쪽해역에서는 $0.43 \sim 0.62\mu\text{g-at/l}$ 및 $1.4 \sim 5.0\mu\text{g-at/l}$ 로 約 4~6 배 높았다. 硅酸鹽은 정점간의 차이는 다소 있으나 南쪽해역에서는 $3.8 \sim 6.9\mu\text{g-at/l}$ 로 低濃度를 보인데 반해 北쪽해역에서는 $8.9\mu\text{g-at/l}$ 로 相對的 高濃度를 나타내었다. 躍層下部에서도 정점 35와 정점 48의 底層에서 낮고 中層에서 다소 높은 營養鹽類의 濃度를 보인다. 클로로필 a는 정점 47을 境界로 南쪽해역에 비해 北쪽해역이 3~5 배 높았으며, 懸濁物質 역시 北쪽해역이 4~7 배 정도 높았다.

K線(Fig.14)에 의하면 密度躍層은 20 m上部에 存在하고 있으며, 躍層上部에서는 濟州海峽 中央部인 정점 56과 57에서 水溫 및 鹽分이 各各 28°C 以上, 33.4‰ 以下の 高溫・低鹽水가 存在하고 있다. 秋子島 北쪽의 정점 55와 濟州島 北쪽沿岸의 정점 1에서는 鹽分이 31.2‰ 정도로 비슷한 반면 水溫은 정점 55에서 24.3°C 로 比較的 低溫을 나타내었으며, 定點 1에서는 그보다 약 2°C 높

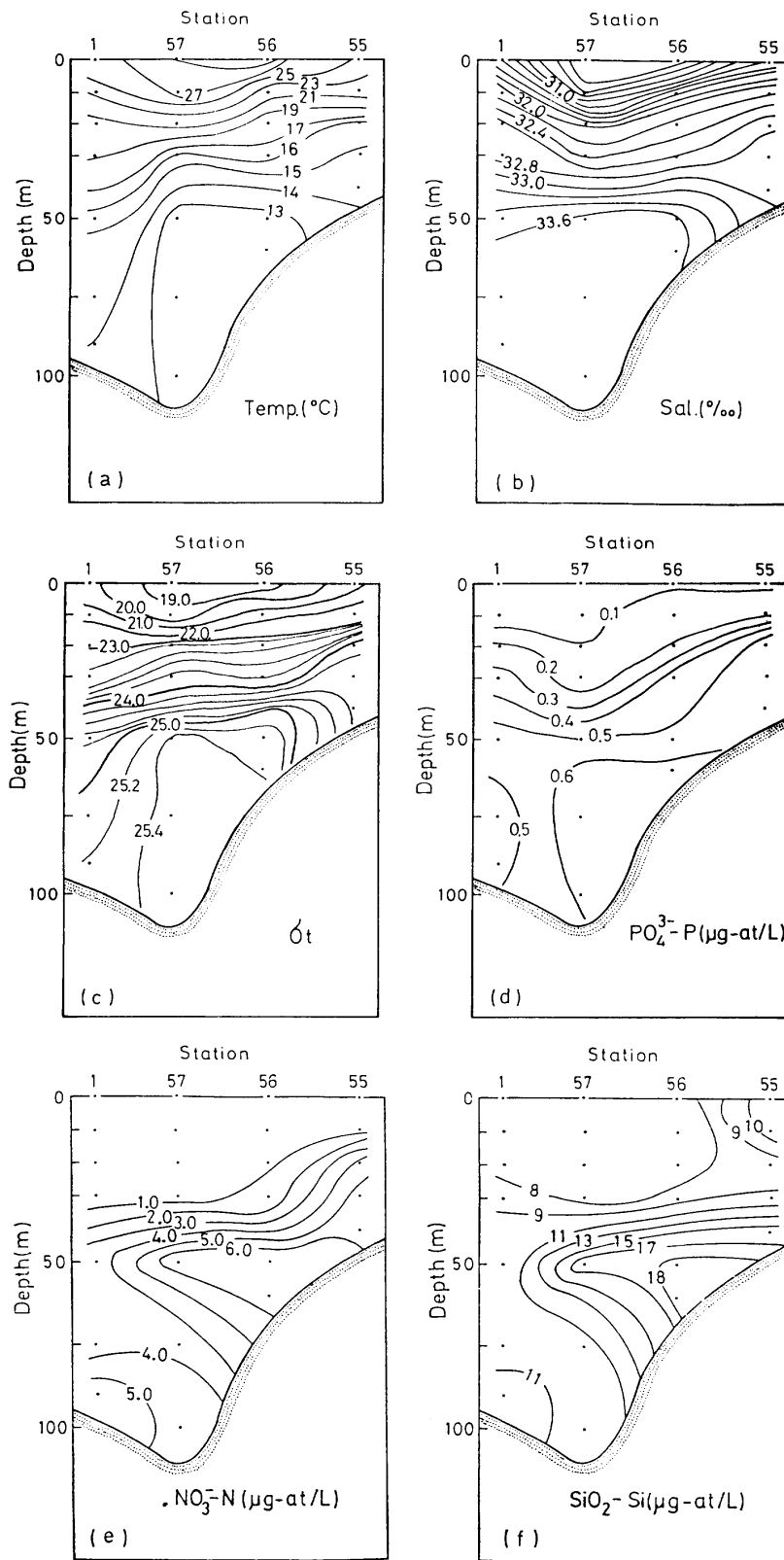


Fig.14. Vertical profiles of temperature (a), salinity (b), density (c), phosphate (d), nitrate (e) and silicate (f) along K line.

았다. 躍層下部에서는 I 線의 底層에 出現했던 12°C 以下の 低溫水는 나타나지 않았으나 13°C 以下の 比較的 低溫水가 海峽 中央部の 底層에 分布하고 있으나 鹽分은 濟州島 北쪽沿岸과 비슷한 33.7‰을 보였다. 20 m 上部層에서는 磷酸鹽과 窒酸鹽이 다른 線에 비해 다소 높았으나 硅酸鹽은 海峽中央部の 정점 56 을 경계로 北쪽정점에서는 $10\mu\text{g-at/l}$ 以上の 高濃度水가, 南쪽정점에서는 $6 \sim 7\mu\text{g-at/l}$ 로 相對的 低溫度水가 分布하고 있다. 躍層下部에서는 정점 57 을 경계로 北쪽정점의 底層에 存在하는 高濃度水가 海峽의 中央部로 침투하고 있으며 그 影響으로 定點 1 에서 相對的 低濃度を 나타내는 것이 아닌가 생각한다.

以上을 要約하면 濟州島 西쪽 약 40 ~ 50 마일 海域의 表層에 나타나는 高溫, 低鹽, 豐營養鹽類는 中國大陸沿岸水の 影響때문이라고 생각되지만 水溫・鹽分資料로 볼때 그 流路는 濟州海峽 쪽으로 向하는것을 뚜렷이 알수 있으나 營養鹽類 및 클로로필 a 등은 현저히 농도가 낮아져 그 流路를 알 수 있을 정도로 농도분포가 분명히 구별되지 않았다. 한편 H 線의 底層에 出現한 低溫・低鹽水는 Lie (1984)가 提示한 黃海中央部에 있어서 黃海底層冷水의 特性値와 비슷하며, Park(1985)이 黃海南部 및 濟州島 南西部海域의 特性値에 속하는 것으로 보아 黃海底層冷水의 南下 擴張하는 主流域이 정점 39 와 40 임을 유추 할수 있다. 또한 H 線에서 30m 水層에 存在했던 12°C 의 等溫線이 I 線 및 J 線에서는 50m 以深層에 나타나는것과 海峽中央部の K 線에서는 水溫이 13°C 内外로 비교적 低

溫이고 鹽分이 33.6‰이상인 비교적 高溫을 나타내는 水塊가 存在하는 것으로 보아 黃海暖流의 影響을 받는 混合水塊라고 생각된다. 따라서 濟州西쪽 海域으로 南下 擴張한 黃海底層冷水의 一部가 濟州海峽으로 流入되고 있으나, 그 流路는 濟州島 西쪽沿岸을 끼고 北上하는 黃海暖流의 影響을 받아 그 流向이 다소 바뀌는 것 같다.

以上の 垂直・水平分布로 부터 確實히 구분되는 中國大陸沿岸水와 黃海底層冷水의 化學的 特性을 把握하기 위해 營養鹽類의 相互關係를 그림 15에, σ_t 와 營養鹽類 相關關係를 그림 16에 나타내었다. 그림 15에서 磷酸鹽과 矽酸鹽은 正의 相關關係를 나타내며, 中國大陸沿岸水와 黃海底層冷水의 境界層인 水深 30m를 境界로 그 上部層에서는 기울기가 약 5 정도로 매우 낮았으나, 그 以深層에서는 分散도 다소 심하고 기울기도 약 7 정도로 表層보다 다소 크다. 磷酸鹽과 矽酸鹽間에는 比較的 直線的인 正의 相關關係를 보였다. 이 海域에 있어서 $\Delta H / \Delta P$ 및 $\Delta Si / \Delta P$ 의 原子比를 보면 σ_t 값이 20 以下인 20m 上部層에서는 $\Delta N / \Delta P$ 의 比가 調查海域中 가장 낮은 값이고, $\Delta Si / \Delta P$ 의 比도 다른 海域 表層水中의 값에 비해 $\frac{1}{2}$ 정도인 것 등으로 미루어 中國大陸沿岸水의 影響을 강하게 받고 있다고 생각된다. 中國大陸沿岸水와 黃海底層冷水의 混合水層(20 ~ 50 m)에서 $\Delta N / \Delta P$ 값은 表層과 비슷하지만 $\Delta Si / \Delta P$ 의 比는 南東쪽 海域 表層水中의 比보다 다소 낮다. 한편 底層에서 $\Delta N / \Delta P$ 의 比가 南東쪽 海域의 底層에 비해 매우 낮은 이

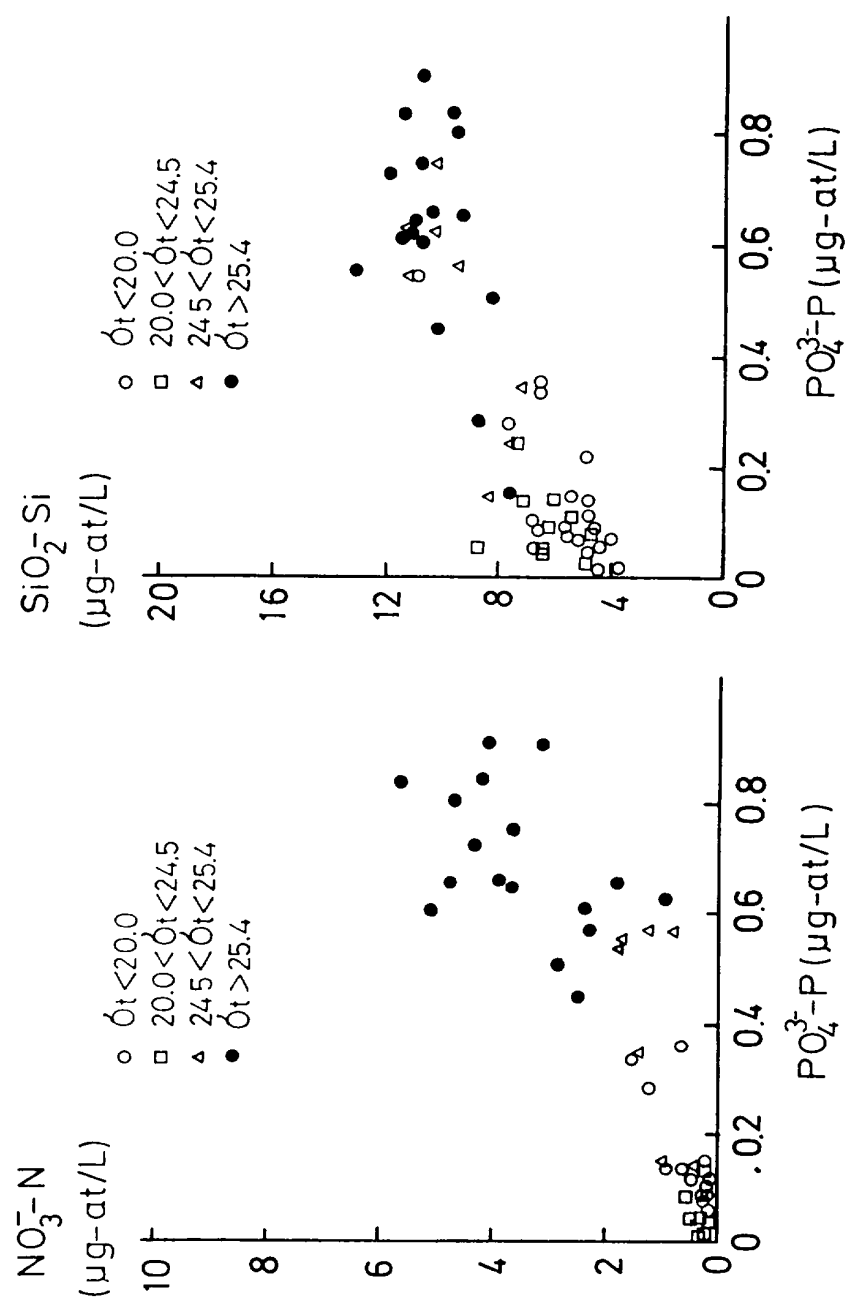


Fig.15. Plots of nitrate and silicate against phosphate in the northwestern sea of Cheju Island.

유는 生物學的인 過程에 의한것 보다는 磷酸鹽과 硅酸鹽 濃도가 比較的 높은 黃海底層冷水의 影響이라고 생각된다. 이 海域도 南東海域과 마찬가지로 클로로필 a 와 營養鹽類의 相關關係는 分散이 매우 심하였다. 濟州島 西쪽해역에 出現하는 中國大陸沿岸水가 이 海域의 營養鹽類 및 懸濁物質의 分布에 미치는 影響을 보기 위하여 σ_t 와 營養鹽類와의 關係(Fig.16)를 보면 대체적으로 逆의 相關關係를 보인다. 그리고 鹽分과 懸濁物質 濃度사이에서도 逆相關關係를 나타낸다(Fig.17). 따라서 濟州島 北西쪽海域에서 表層水中의 營養鹽類와 懸濁物質濃도가 높은것은 夏季에 中國大陸沿岸水の 擴張에 의한것으로 판단되며, 이 海域의 生物・化學的過程이 南東海域과 현저히 다르기 때문이라고는 생각되지 않는다.

한편 濟州島 南쪽 및 南西쪽 海域에서는 中國大陸沿岸水, 黃海底層冷水 및 黃海暖流水等の 水塊가 매우 複雜한 모양으로 混合되고 있어 各 水塊의 特性을 把握하기 위해서는 더 많은 研究가 必要할 것이다.

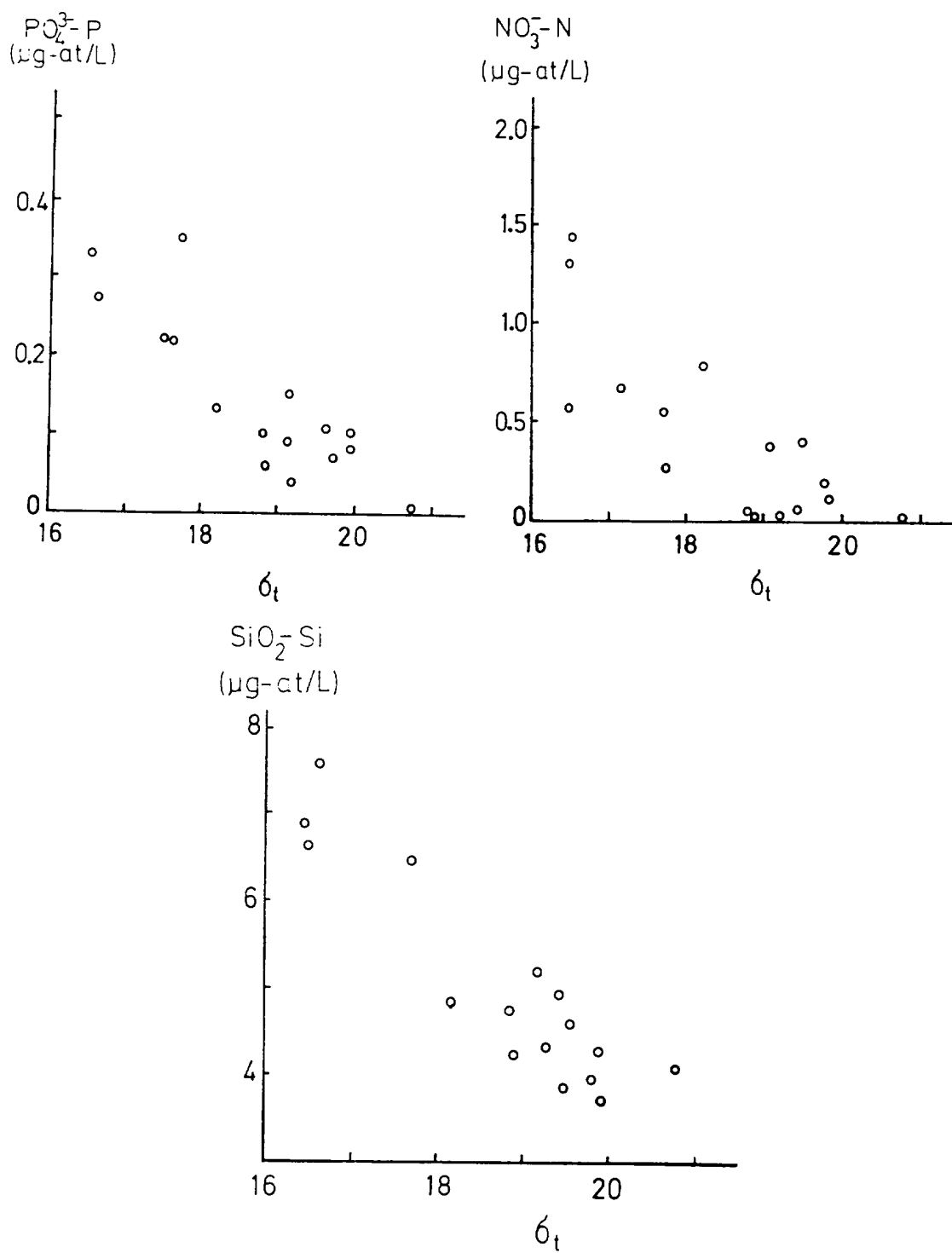


Fig.16. Relationships between nutrients and density in the northwestern sea of cheju Island.

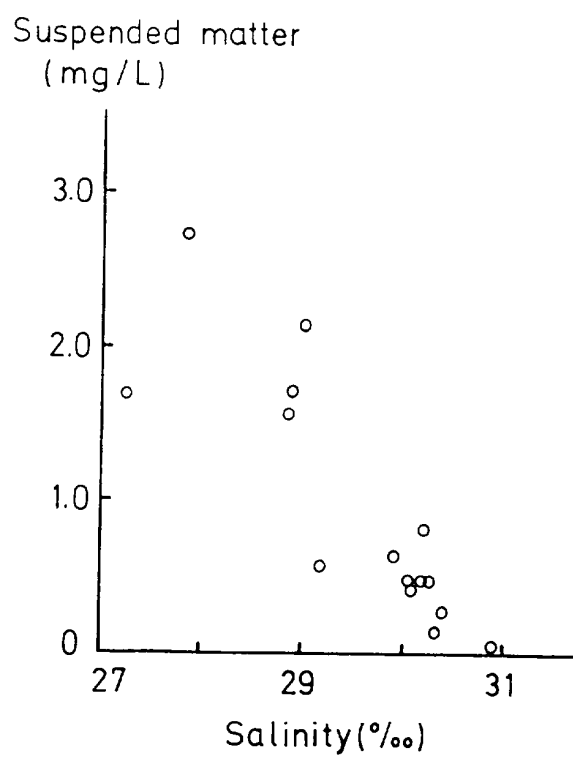


Fig.17. Plot of suspended matter versus salinity in the northwestern sea of cheju Island.

IV. 要 約

여름철 濟州島 周邊海域에 있어서 營養鹽類・클로로필 a 및 懸濁物質의 海域別濃度分布特性 및 이들 濃度分布를 決定하는 物理・化學的 過程에 대해 考察한바, 아래와 같은 內容으로 要約된다.

10 m 水層의 營養鹽類濃度は 緯度 34°N 北쪽海域에 있어서 磷酸鹽 및 硅酸鹽의 濃度は 濟州島 南東쪽海域에 비해 2~4 倍 높다. 50 m 水層에서 硅酸鹽은 濟州島 正北쪽 및 서쪽 外海域에서 서로 비슷하나, 磷酸鹽 및 窒酸鹽은 두 海域에서 서로 다른 濃度分布를 보였고 南쪽 및 南東쪽 外海域에서는 最低濃度を 보였다.

클로로필 a 의 濃度は 대체적으로 表層에 비해 20 m 水層에서 1~4 倍정도 높고, 緯度 34°N 北쪽海域과 濟州島 西南쪽海域 및 沿岸域에서 比較的 高濃度を 보였다. 懸濁物質의 濃度分布도 定點別로 다소 차이는 있으나, 대체적으로 클로로필 a 와 비슷하였으며, 水深이 깊어짐에 따라 점차 增加하는 傾向을 보였다.

또한 濟州島 周邊海域中 南東쪽海域에는 對馬暖流水가, 西쪽海域의 表層에는 中國大陸沿岸水, 中・底層에는 黃海底層冷水가 크게 影響을 주는 것으로 思料된다.

南東쪽海域의 $\Delta N / \Delta P$ 값은 水層別로 큰 차이가 없으며, 그 비가 Redfield 比보다 다소 낮은 것은 이들 두 成分이 生物에 의한 吸收率 또는 有機物 分解時의 再生率에 차이가 있기 때문이다.

서쪽해역 表層 및 中層水中의 $\Delta N / \Delta P$ 값이 남동쪽해역의 表層에 비해 $\frac{1}{2}$ 정도인 것은 中國大陸沿岸水の 影響인 것으로 생각되며 底層水中의 값이 남동쪽해역 表層水中의 값과 비슷한것으로 보아 磷酸鹽에 비해 磷酸鹽濃도가 높은 黃海底層水の 影響때문이라고 생각된다.

한편 $\Delta Si / \Delta P$ 比는 南東쪽 海域에서 表層水中의 값이 中・底層水에 비해 매우 높은 것은 硅酸鹽을 多量 含有한 對馬暖流水의 影響때문이라고 생각되며 中・底層에서는 Redfield 比와 비슷한 것으로 미루어 이들 두 成分이 거의 비슷한 樣象으로 再生되고 있다고 생각된다. 서쪽해역 表層水中의 比가 南東쪽해역에 비해 낮은 이유는 中國大陸沿岸水の 影響을 받고 있기 때문이며, 中・底層水中의 값이 表層水 보다 낮고 南東쪽海域과 비슷한 것은 生物學的인 過程에 의한것 보다는 磷酸鹽과 硅酸鹽 濃도가 比較的 높은 黃海底層 冷水의 影響때문이라고 생각된다.

參 考 文 獻

- 姜喆中, 1971. 韓國西海 海況의 季節的 變動에 關하여. 國立水產振興院研究報告, 8:9-29.
- 姜喆中, 1974. 韓國南海岸 沿岸水의 季節變動에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告, 12:102-121.
- 金仁鈺, 1987. 濟州島 周邊海域에 出現하는 中國大陸沿岸水에 關한 研究. 濟州大學校 碩士學位論文. p.46.
- 金 圻, 1980. 韓國南西海의 海流分布와 그 影響에 關한 研究. 서울大學校 自然科學大學, 未發表 技術報告.
- 金 圻・盧洪吉, 1982. 韓國南西海의 海流分布와 그 影響에 關한 研究. 서울大學校 自然科學大學, 未發表 技術報告.
- 盧洪吉・鄭共析, 1975. 濟州海峽의 夏季海況에 關하여 濟州大學校 漁業研究誌, 7: 13-20.
- 盧洪吉, 1976. 濟州島 沿岸의 水溫鹽分變動에 關한 研究 - I. 濟州大學校 論文集(자연과학편), 8: 115-122.
- , 1977. 濟州島 沿岸의 水溫鹽分變動에 關한 研究 - II. 濟州大學校 論文集(자연과학편), 9: 131-136.
- 盧洪吉, 平野敏行, 1984. 濟州海峽 東쪽 入口에 出現하는 舌狀의 暖水. 韓國水產學會誌, 16: 299-304.
- 盧洪吉, 1985. 濟州島 周邊海域의 漁場環境에 關する研究, 博士學位論文, 東京大學, 215 pp.

- 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.
- 朴榮冠, 吳潤根, 朴清吉. 1985. 洛東江 河口域에 出現하는 黃綠
色 水色帶의 特性에 關한 研究, 韓國海洋學會誌, 20:
30-36.
- 朴清吉, 1975. 鎮海灣 海水의 富營養化와 클로로필 分布, 韓國水
產學會誌, 8: 121-126.
- 邊昌翊, 鄭龍晉, 盧洪吉, 1983. 濟州島 沿岸의 海況特性에 關한
研究. 濟州大學校 海洋資源研究報告, 7: 59-64.
- 尹龍勳, 1987. 黃海底層冷水의 特性糾明과 南下證據, 濟州大學校.
碩士學位論文. 55 pp.
- 日本分析化學會北海道支部編, 1971. 新版水の分析, 270-274. 化學
同人, 京都, 日本.
- 全基玉, 朴清吉, 1986. 韓國東海의 Chlorophyll 分布에 關한
研究, 國立水產振興院 研究報告, 5: 27-43.
- 全得山, 高有峰, 1983. 濟州島 周邊海域의 Chlorophylla 含量分
布. 濟州大學校 海洋資源研究報告, 7: 23-27.
- 井上尙文, 1974. 日本海 海域の海洋學的特性, 日本水產學會編, 水
產學ツリズ 5, 對馬暖流 - 海洋構造 漁業, 27-41 pp.
- 曹圭大・梁龍林, 1985. 쓰시마 暖流域에서의 船網漁場環境, 韓國
漁業技術誌, 21: 41-61.
- JIS, 1981. 工場排水試驗方法 (K 0102).

- 海洋研究所, 1986. 다랑도(소코트라暗礁)와 그 周邊海域의 多
目的 移用開發을 위한 調査(1), 海洋研究所報告書, BSPE
00074-107-1.
- 海洋研究所, 1987. 韓國海域綜合海洋資源作成研究 - 南海(豫備調
査) - 海洋研究報告書, BSP 00046-163-7.
- Aruga, Y. and M. Monsi, 1962. Primary production in the northern
part of the pacific off Honshu, Japan. J. Oceanogr. Soc.
Japan, 18 : 75-94.
- Beardsley, R.C., R. Limeburner, D. Hu, K. Le, G.A. Cannon and
D.J. Pashinski, 1983. Structure of the Changjiang River
Plume in the East China Sea during June 1980. Int Symp. on
Sedimentation on the Continental shelf, with Special Refer-
ence to the East China Sea, Hangzhou, April : 265-284.
- Dong, H.I., 1970, The drift bottle experiment in the Korea Strait
luring 1966-1969. Technical Rept. Hydrogr. off Korea : 85-97.
- Kato, T., 1969. An influence of the upper water of the Kuroshio
upon the bottom water mass over the continental shelf in
the East China Sea. Bull. Japan Soc. Fish. Oceanogr. Spec.
No. : 129-134.
- Kido, K. and M. Nishmura, 1973. Reperation of silicate in the
Ocean. I. The Japan Sea as a Model of Closed System J.
Oceangr. Soc. Japan.
- Lie, H.J., 1984. A note on Water massed and general Circulation
in the Yellow Sea(Hwanghae). J. Oceanogr. Soc. Korea, 19:

187-194.

- Lim, D.B., 1971. On the origin of the Tsushima Current water J. Oceanogr. Soc. Korea, 6 : 85-91.
- Lim, D.B., 1976. The movement of waters of the south coast of Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 11 : 77-88.
- Limeburner, R., R.C. Beardsley and J. Zhao, 1983. Water masses and circulation in the East China Sea. Int. Symp. On Sedimentation on the Continental shelf, with special Reference to the East China Sea, Hangzhou, April : 266-269.
- Miyazaki, M. and S. Abe, 1960. On the Water masses in the Tsushima current area. J. Oceanogr. Soc. Japan, 16 : 59-68.
- Moriyasu, S., 1972. The Tsushima current, In KUROSHIO, its physical aspects. Ed. H. Stommel and K. Yoshida. Univ. of Tokyo Press, Tokyo : 353-369.
- Nakao, T., 1977. Oceanic Variability in relation to fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. J. Fac. Mar. Sci. Tech., Tokyo Univ., Japan, Spec. No. : 190-367.
- Park, Y.H., 1985. Some important summer oceanographic phenomena in the East China Sea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 20 : 12-21.
- Redfield, A.C., B.H. Ketchum and F.A. Richards, 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. The Sea. Vol.2. Interscience Publishers New York-London.
- Stefansson, U. and F.A. Richards, 1963. Process contributing to the nutrient distributions off the Columbia River and Strait

- of Juan de Fuca. *Limnol. Oceanogr.*, 8, 394-410.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1968. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167, Ottawa, Canada.
- Tsunogai, S., 1972. An estimation of the rate of decomposition of organic matter in deep water of the Pacific Ocean. In *Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean*, Prof. S. Motoda's Commemoration Volume.
- Yu, H., D. Zueng and J. Jiang, 1983. Basic hydrographic characteristics of the studied area. *Int. Symp. On Sedimentation on the Continental Shelf, with Special Reference to the East China Sea, Hangzhou, April* : 270-279.
- Uda, M., 1934. The results of simultaneous Oceanographical investigation in the Japan Sea and its adjacent water in May and June, 1932. *J. Imp. Fish. Exp. St.*, 5 : 57-190.
- , 1936. The results of simultaneous Oceanographical investigation in the Japan Sea and its adjacent water during October and November, 1933. *J. Imp. Fish. Exp. St.*, 7 : 91-151.

Appendix. The concentration of physical and chemical constituents in seawater obtained from in the neighbouring sea of Cheju Island, August, 1986.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (μg - at/L)			Chl. a (mg/m ³)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
1	0	26.2	31.23	20.13	6.32	0.08	0.02	0.27	0.96
	10	23.0	32.14	21.77	7.20	0.08	0.03	-	-
	20	20.3	32.66	22.90	7.98	0.49	0.20	1.49	1.86
	30	19.1	32.74	23.28	8.42	0.30	0.33	-	-
	50	15.2	33.53	24.79	10.75	3.90	0.55	0.06	0.74
	75	14.4	33.72	25.12	10.07	3.79	0.47	-	-
	90	14.0	33.76	25.23	11.48	5.32	0.49	-	1.40
2	0	23.3	31.54	22.23	7.54	0.11	0.05	0.77	1.03
	10	18.4	32.72	23.43	8.66	0.07	0.15	-	-
	20	17.2	32.99	23.93	9.37	0.11	0.18	1.18	-
	30	15.5	33.40	23.63	9.97	0.13	0.26	-	-
3	0	24.8	31.21	20.54	6.37	0.37	0	0.26	-
	10	23.5	31.52	20.92	6.08	0.33	0	-	-
	20	20.1	32.35	22.72	8.07	0.25	0.07	1.88	-
	30	17.1	33.00	23.95	10.31	0.27	0.20	-	-
	50	14.7	33.67	25.01	9.68	4.87	0.57	0.10	-
	75	14.1	33.89	25.09	11.87	4.47	0.50	-	-
	100	14.0	33.98	25.40	13.42	-	0.29	-	-
	110	14.0	33.02	25.42	12.35	1.72	0.12	-	-
4	0	24.4	31.38	20.78	4.13	0.03	0.02	1.72	1.50
	10	24.1	31.47	20.94	4.57	0	0.04	-	-
	20	23.5	32.73	22.07	-	0.13	0.07	0.36	1.33
	30	20.3	33.96	23.89	7.63	0.26	0.06	-	-
	50	17.0	34.14	24.85	9.09	2.82	0.08	0.17	0.90
	75	15.9	34.12	25.33	10.36	4.07	0.34	-	-
	100	14.1	34.15	25.51	14.74	3.15	0.42	-	1.13
	120	14.2	34.34	25.63	16.49	4.82	0.46	-	-
5	0	27.9	31.90	20.10	6.22	0.28	0	0.38	1.53
	10	27.9	31.91	20.10	6.90	0.28	0.02	-	-
	20	21.7	32.72	22.57	8.02	0.12	0.03	0.51	1.17
	30	18.5	33.28	23.83	7.54	0.08	0.05	-	-
	50	16.8	34.16	24.92	10.99	3.32	0.08	0.00	0.67
	75	15.8	34.40	25.31	13.71	3.28	0.11	-	-
6	0	27.9	31.76	19.99	5.49	0	0	0.34	1.20
	10	27.9	31.77	20.00	9.53	0	0.02	-	-
	20	18.5	33.02	23.63	8.80	0.21	0.03	0.64	1.70
	30	17.6	33.62	24.31	10.46	4.04	0.08	-	-
	50	16.3	34.11	24.99	11.14	5.54	0.21	0.04	1.03
	75	16.1	34.46	25.33	13.84	6.26	0.47	-	-
7	0	27.7	31.73	20.03	4.96	0.04	0.03	0.32	1.47
	10	27.7	31.72	20.02	7.15	0.50	0.06	-	-
	20	22.0	32.65	22.43	8.17	0.46	0.05	1.00	1.80
	30	17.8	34.30	24.79	9.19	0.16	0.21	-	-
	50	16.9	34.36	25.04	9.29	3.18	0.44	0.01	0.90
	75	16.0	34.46	25.15	13.33	-	0.54	-	-
8	0	28.4	31.26	19.46	4.43	0.67	0.05	-	-
	10	28.8	31.85	19.77	7.15	0.23	0.01	-	-
	20	26.2	33.09	21.53	5.79	0.26	0.03	-	-
	30	22.8	34.36	23.51	5.06	0.38	0.04	-	-
	50	18.5	34.43	24.71	7.68	1.45	0.18	-	-
	75	14.2	33.72	24.89	8.66	-	0.27	-	-
	100	14.7	34.18	25.41	10.85	1.82	0.42	-	-
	110	14.7	34.45	25.62	11.38	2.37	0.46	-	-

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (µg - at/L)			Chl. a (mg/m)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
51	0	28.4	30.25	18.70	3.16	0.02	0.06	0.23	0.48
	10	26.8	30.30	19.25	4.38	0.18	0.02	-	-
	20	19.5	32.87	23.27	5.11	0.13	0.04	0.48	0.53
	30	14.6	32.39	24.05	5.21	0.13	0	-	-
	50	11.4	33.45	25.50	10.17	3.04	0.44	0.08	1.00
	75	11.5	33.42	25.46	7.49	4.05	0.15	-	-
	100	11.6	33.47	25.48	8.51	4.20	0.27	-	3.25
52	0	17.7	30.37	21.80	3.84	0.08	-	0.24	0.50
	10	17.8	31.92	22.96	5.69	0.18	0.22	-	-
	20	18.0	32.27	23.18	5.06	0.13	0.35	1.10	1.10
	30	15.4	32.54	23.99	5.11	0.29	0.13	-	-
	50	11.8	33.40	25.38	5.30	1.98	0.19	-	0.80
	75	11.5	33.56	25.56	9.97	3.29	0.07	-	-
	85	10.3	33.47	25.71	10.10	3.25	0.34	-	2.28
53	0	22.7	31.66	21.49	6.28	0.22	0.05	0.97	1.00
	10	15.5	32.72	24.11	8.47	1.48	0.16	-	-
	20	14.2	32.84	24.48	7.92	1.71	0.36	1.26	1.75
	30	13.5	32.82	24.61	8.52	4.86	0.52	-	-
	40	11.9	33.23	25.23	10.31	5.21	0.60	0.08	2.93
54	0	28.3	30.76	19.12	4.91	0.41	0.03	0.48	0.62
	10	20.1	32.09	22.52	7.34	0.66	0.29	-	-
	20	16.9	32.63	23.72	8.12	2.54	0.62	1.71	2.83
	30	14.6	32.88	24.42	9.10	2.70	0.60	-	-
	40	14.4	32.91	24.49	9.27	3.25	0.70	0.08	6.35
55	0	24.3	31.36	20.88	10.51	0.34	0.09	0.36	2.58
	10	20.3	32.20	22.55	10.95	0.26	0.13	-	-
	20	15.7	32.78	24.11	8.66	3.84	0.47	1.36	3.90
	30	14.8	32.85	24.36	9.05	4.06	0.50	-	-
	40	14.8	32.88	24.38	15.42	5.94	0.58	0.07	5.78
56	0	28.1	30.22	18.77	7.01	0.23	0.09	0.23	3.30
	10	21.4	31.75	21.92	7.20	0.41	0.14	-	-
	20	17.9	32.32	23.25	2.09	0.36	0.20	1.33	3.22
	30	16.5	32.56	23.76	8.32	1.77	0.43	-	-
	50	12.6	33.60	25.39	10.10	6.49	0.49	0.10	1.26
	60	12.6	33.62	25.40	10.22	6.37	0.61	-	2.32
57	0	28.0	30.31	18.87	7.54	0.06	0.04	0.49	0.82
	10	27.7	30.46	19.08	12.65	0.16	0.07	-	-
	20	20.4	31.91	23.30	6.76	2.19	0.10	0.62	0.88
	30	15.3	32.38	23.89	7.01	-	0.11	-	-
	50	12.7	33.65	25.41	17.85	6.91	0.50	0.10	1.34
	75	12.8	33.71	25.43	10.27	3.50	0.78	-	-
	100	12.7	33.69	25.44	10.65	1.58	0.63	-	1.60

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (µg - at/L)			Chl. _a (mg/m³)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
9	0	28.7	30.87	19.07	4.33	0.26	0.01	0.34	1.10
	10	28.9	32.79	20.44	4.72	0.18	0.02	-	-
	20	28.4	33.25	20.95	4.72	0	0.04	0.34	0.90
	30	25.8	33.71	22.16	4.28	0.43	0.05	-	-
	50	18.9	33.84	24.16	9.92	1.89	0.14	0.10	1.46
	75	18.1	34.53	24.96	10.68	4.03	0.26	-	-
	100	15.6	34.50	25.45	15.32	5.76	0.68	-	-
	120	15.5	34.52	25.49	16.01	7.62	0.87	-	-
10	0	29.0	31.30	19.29	5.21	0	0.04	0.08	1.08
	10	29.0	32.21	19.97	5.11	0.08	0.02	-	-
	20	28.2	33.09	20.89	5.16	-	0.05	0.36	0.52
	30	22.9	32.98	22.43	5.64	0.33	0.04	-	-
	50	18.8	34.39	24.61	10.61	3.28	0.23	0.20	0.72
	75	17.0	34.27	25.24	11.92	4.17	0.47	-	-
	100	15.0	34.41	25.52	14.45	6.45	0.69	-	1.08
	110	14.8	34.39	25.55	14.41	6.45	0.69	-	-
11	0	29.6	31.46	19.41	6.08	0.40	0	0.59	3.08
	10	28.8	31.60	19.58	6.08	0.61	0.04	-	-
	20	26.5	31.77	20.45	5.35	1.52	0.09	1.29	0.92
	30	21.8	33.59	23.20	8.81	2.45	0.07	-	-
	50	17.5	34.27	24.84	9.00	4.35	0.43	0.08	0.90
	75	15.6	34.22	24.49	9.78	4.85	0.52	-	-
	95	15.1	34.41	25.50	13.28	5.01	0.75	-	0.78
12	0	28.8	30.79	18.98	6.71	0.20	0.06	0.36	0.60
	10	28.6	31.66	19.69	5.84	1.12	0.02	-	-
	20	22.3	33.29	22.84	7.01	2.76	0.07	0.46	1.70
	30	18.5	33.69	24.15	7.83	3.00	-	-	-
	50	15.6	33.99	25.06	9.73	3.32	0.26	0.12	1.46
	75	13.9	34.07	25.39	11.77	4.63	0.26	-	-
	95	14.3	34.21	25.51	14.74	5.17	0.54	-	4.24
13	0	26.9	31.37	20.02	7.20	0.12	0	0.71	1.08
	10	23.6	31.60	21.19	6.81	0.13	0.02	-	-
	20	17.8	33.03	23.31	8.22	0.73	0.12	1.59	1.66
	30	16.2	33.38	24.46	10.27	0.44	0.12	-	-
	50	14.9	33.71	25.00	10.17	4.52	0.26	0.21	1.40
	80	14.1	33.99	25.42	13.87	3.31	0.33	-	3.72
14	0	28.4	31.23	19.44	7.59	1.92	0.07	0.38	1.84
	10	26.1	31.48	20.35	9.88	0.16	0.04	-	-
	20	18.6	32.83	23.47	8.22	0.33	0.06	0.73	1.48
	30	16.5	33.39	24.40	10.17	0.43	0.09	-	-
	50	14.8	33.78	25.08	9.97	0.12	0.04	0.04	2.00
	75	14.4	34.12	25.38	13.04	4.93	0.08	-	-
	85	14.2	34.23	25.55	14.60	4.35	0.11	-	-
15	0	27.4	31.65	20.07	8.17	0.25	0	0.39	1.14
	10	27.1	31.67	20.18	7.78	0.12	0	-	-
	20	21.0	32.99	22.97	6.23	0.30	0.03	0.39	1.90
	30	18.1	34.16	24.61	10.27	0.23	0.04	-	-
	50	16.6	34.27	25.05	9.39	5.72	0.39	0.11	0.80
	75	14.3	34.03	25.28	10.95	3.46	0.44	-	-
	95	14.9	34.45	25.57	15.91	7.88	0.52	-	0.98
16	0	27.6	31.68	19.79	6.62	0.37	0.02	0.54	0.72
	10	26.8	31.81	20.38	6.91	0.36	0.04	-	-
	20	19.9	34.24	24.21	10.02	0.93	0.03	0.81	0.94
	30	17.8	34.20	24.71	10.65	4.67	0.09	-	-
	50	16.1	34.10	25.03	11.00	4.27	0.55	0.02	1.10
	75	13.4	33.66	25.49	12.60	1.88	0.41	-	-
	90	13.4	33.79	25.38	12.80	2.54	0.24	-	0.58

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients ($\mu\text{g} - \text{at/L}$)			Chl. a (mg/m)	SS (mg/L)
					$\text{SiO}_2 - \text{Si}$	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$		
17	0	28.6	30.64	18.93	5.30	-	0.04	0.13	1.78
	10	28.6	30.77	19.03	5.89	0.16	0.04	-	-
	20	20.7	33.80	23.66	6.32	0.15	0.07	0.34	1.20
	30	19.5	34.40	24.44	10.65	0.35	0.11	-	-
	50	17.8	34.40	24.87	12.89	1.71	0.12	0.13	1.02
	75	15.2	34.43	25.36	13.57	2.60	0.53	-	-
	100	14.5	34.29	25.53	11.87	2.72	0.62	-	1.72
18	125	14.6	34.39	25.59	14.69	3.23	0.61	-	-
	0	28.7	30.72	18.96	4.72	0.06	0.03	0.60	1.26
	10	28.7	30.70	18.94	4.67	0.39	0.04	-	-
	20	22.9	32.56	22.11	6.86	0.18	0.03	1.30	1.22
	30	17.4	33.83	24.52	8.12	0.09	0.06	-	-
	50	15.0	33.85	25.29	8.90	-	0.35	0.03	0.78
	75	13.8	33.88	25.36	9.20	0.25	0.23	-	-
19	100	14.4	34.29	25.56	9.39	4.23	0.14	-	1.20
	0	27.0	31.58	20.15	4.67	0.81	0.02	0.50	0.72
	10	26.8	31.54	20.18	5.16	2.70	0.07	-	-
	20	18.8	31.13	22.88	6.67	0.88	0.05	1.11	0.89
	30	15.1	32.27	24.85	7.35	0.36	0.06	-	-
	50	11.4	32.92	25.08	8.61	0.09	0.06	0.03	0.60
	75	14.3	34.18	25.49	11.19	0.23	0.06	-	-
20	95	14.7	34.29	25.49	11.38	0.07	0.11	-	3.44
	0	27.4	31.61	20.04	5.06	0.64	0.09	0.87	1.18
	10	27.3	31.59	20.06	6.96	0.54	0.00	-	-
	20	22.1	31.83	21.79	7.69	0.51	0.07	0.23	-
	30	14.1	32.40	21.16	7.98	0.05	0.08	-	-
	50	13.2	32.56	24.46	13.82	1.01	0.14	0.04	1.24
	75	12.6	33.51	25.32	8.71	3.92	0.69	-	-
21	100	14.4	34.16	25.45	8.66	1.28	0.58	-	2.28
	0	27.7	31.58	19.92	7.25	0.40	0.06	0.10	1.14
	10	27.8	31.61	19.91	5.20	0.54	0.00	-	-
	20	26.2	32.21	22.58	10.12	0.13	0.05	0.36	0.94
	30	13.9	32.38	24.18	9.05	0.16	0.04	-	-
	50	13.1	33.68	25.35	10.65	4.33	0.15	0.03	1.18
	75	13.9	34.04	25.47	12.02	2.69	0.65	-	-
22	100	14.8	34.45	25.59	14.79	3.38	-	-	1.40
	110	14.8	34.45	25.59	16.74	5.63	0.84	-	-
	0	27.6	31.65	20.01	7.63	0.26	0.00	0.71	0.60
	10	25.2	31.58	20.70	5.69	0.07	0.01	-	-
	20	19.9	32.37	22.78	6.32	0.29	0.00	0.76	1.52
	30	14.7	33.33	24.77	9.10	0.75	0.17	-	-
	50	13.6	33.78	25.33	8.47	0.50	0.26	0.03	0.94
23	75	14.6	34.30	25.52	10.95	3.02	0.18	-	-
	95	14.6	34.30	25.52	12.45	1.90	0.48	-	1.60
	0	28.1	31.74	19.92	7.88	0.50	0.08	0.49	1.00
	10	25.1	31.86	20.94	8.17	0.23	0.06	-	-
	20	18.2	33.00	23.69	7.10	0.25	0.12	2.34	0.86
	30	16.8	33.40	24.33	7.30	0.25	0.11	-	-
	50	15.0	33.86	25.09	9.20	2.57	0.43	0.20	0.82
24	75	14.3	34.15	25.47	12.36	0.19	0.12	-	-
	90	14.3	34.18	25.49	12.07	0.14	0.23	-	2.10
	0	28.0	31.77	19.97	5.45	0.38	0.00	0.63	0.56
	10	26.4	31.84	20.53	7.30	0.64	0.06	-	-
	20	19.5	32.93	23.30	7.49	4.31	0.07	0.94	0.96
	30	16.0	33.67	24.73	9.48	4.60	0.45	-	-
	50	14.4	33.87	25.23	9.58	1.46	0.54	0.11	1.46
	75	14.3	33.91	25.28	10.31	2.11	0.63	-	-
	85	14.4	33.90	25.25	9.88	1.15	0.16	-	1.80

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (µg - at/L)			Chl. a (mg/m³)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
25	0	28.2	31.82	19.94	6.62	0	0.05	0.38	1.28
	10	27.8	31.84	20.09	8.12	0.72	0.05	-	-
	20	15.1	32.27	23.85	6.62	0.47	0.20	0.47	0.98
	30	13.2	32.41	24.35	8.12	0.39	0.23	-	-
	50	12.7	33.41	25.22	9.54	1.91	0.29	0.02	0.96
	75	13.2	33.81	25.43	10.75	4.98	0.25	-	-
	95	13.3	33.84	25.44	13.87	3.55	0.25	-	1.52
26	0	27.9	31.69	19.94	6.57	0.63	0.02	0.23	0.84
	10	20.8	32.13	22.37	7.15	0.36	0.05	-	-
	20	19.3	33.54	23.84	7.49	0.16	0.04	1.69	0.86
	30	15.7	33.05	24.32	7.97	0.03	0.12	-	-
	50	11.8	33.06	25.12	10.12	0.58	0.08	0.10	0.32
	75	13.3	33.85	25.44	10.47	0.50	0.12	-	-
	95	13.4	33.85	25.42	11.68	0.19	0.29	-	1.98
27	0	27.3	30.75	19.43	5.50	0.11	0.02	0.32	0.46
	10	27.1	31.58	20.12	7.64	3.94	0.02	-	-
	20	15.3	32.34	23.86	8.27	2.77	0.02	0.38	0.52
	30	12.3	32.56	24.64	7.83	1.18	0.18	-	-
	50	12.0	33.20	25.19	9.24	1.08	0.14	0.02	1.00
	80	12.7	33.61	25.38	12.94	1.13	0.08	-	5.68
28	0	27.2	29.99	18.89	4.82	0	0.08	2.64	0.66
	10	26.6	30.93	19.78	6.28	0.09	0.03	-	-
	20	14.7	32.29	23.95	7.44	0.22	0.06	0.73	0.86
	30	15.0	31.13	22.99	5.21	0.25	0.74	-	-
	50	11.8	32.96	25.04	7.98	-	0.41	0.06	1.94
	75	12.0	33.40	25.35	11.15	-	-	-	-
29	0	26.8	30.44	19.35	5.69	0.03	0.02	0.27	0.18
	10	25.1	31.09	20.36	5.74	0.12	0.04	-	-
	20	16.8	32.15	23.38	7.30	0.18	0.06	0.39	0.60
	30	11.9	32.79	24.89	10.02	3.26	0.68	-	-
	50	12.9	33.85	25.52	9.63	2.33	0.16	0.07	1.02
	80	13.0	33.74	25.42	14.74	5.29	0.30	-	2.52
30	0	27.0	30.45	19.30	4.62	0.08	0.01	0.36	0.30
	10	26.6	31.16	19.96	7.10	0.08	0.03	-	-
	20	15.2	32.22	23.79	7.93	0.00	0.22	0.61	0.42
	30	12.2	32.67	24.74	8.76	0.04	0.25	-	-
	50	13.4	33.97	25.52	10.31	0.66	0.13	0.20	0.42
	75	13.3	33.97	25.54	10.17	1.03	0.14	-	-
	90	13.4	33.93	25.48	9.92	2.92	0.15	-	1.96
31	0	28.0	31.66	19.89	5.25	0.31	0.10	0.34	0.08
	10	27.9	31.64	19.91	6.37	0.31	0.05	-	-
	20	19.8	32.34	22.79	8.22	0.38	0.21	0.73	0.60
	30	16.1	32.53	23.83	8.42	1.00	0.05	-	-
	50	13.3	33.79	25.40	9.54	5.82	0.64	0.06	0.06
	75	13.7	33.97	25.45	8.56	5.04	0.53	-	-
	95	13.7	33.98	25.46	10.36	1.99	0.23	-	0.40
32	0	28.2	31.72	19.87	7.98	0.21	0.08	1.38	0.62
	10	26.1	31.91	20.68	7.49	0.20	0.06	-	-
	20	24.1	32.20	21.50	7.64	0.42	0.09	1.00	1.36
	30	16.2	33.50	24.55	10.07	3.29	0.07	-	-
	50	15.0	33.73	24.99	12.07	1.63	0.12	0.00	1.28
	80	14.0	33.91	25.35	11.00	2.54	0.07	-	0.78

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (µg - at/L)			Chl. a (mg/m³)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
33	0	28.3	31.79	19.89	6.76	0.79	0.05	0.51	0.32
	10	23.6	32.24	21.67	6.76	0.22	0.00	-	-
	20	19.6	32.84	23.22	7.54	1.67	0.14	2.11	0.62
	30	17.1	33.22	24.13	9.65	0.36	0.07	-	-
	50	14.7	33.78	25.10	10.46	4.25	0.48	0.15	0.94
	80	14.5	33.88	25.22	11.14	2.25	0.40	-	0.46
34	0	27.6	30.22	18.93	6.67	0.28	0.08	0.28	0.72
	10	26.7	30.63	19.53	5.64	0.02	0.07	-	-
	20	16.4	32.32	23.60	8.27	0.33	0.05	0.49	1.40
	30	14.0	33.04	24.67	10.42	1.62	0.15	-	-
	50	12.9	33.81	25.49	11.72	5.57	0.62	-	1.62
	75	13.0	33.74	25.42	10.65	4.65	0.77	-	1.62
	85	13.0	33.75	25.43	11.04	3.42	0.71	-	1.24
35	0	27.9	30.15	18.79	6.81	0.17	0.10	0.11	0.42
	10	26.9	30.15	19.10	5.64	0.33	0.09	-	-
	20	15.7	31.82	23.37	6.03	0.33	0.09	0.73	1.50
	30	12.3	32.81	24.83	11.00	0.30	0.09	-	-
	50	12.7	33.61	25.38	10.70	3.82	0.75	0.08	1.46
	75	12.7	33.64	25.40	15.18	6.13	0.40	-	-
	85	11.4	33.67	25.67	-	8.34	0.54	-	2.03
36	0	28.2	28.88	17.74	6.47	0.54	0.35	1.07	1.23
	10	27.2	30.00	18.90	4.23	0.04	0.08	-	-
	20	18.6	31.59	22.52	4.87	0.41	0.03	0.51	1.30
	30	12.2	32.92	24.94	7.01	0.45	0.34	-	-
	50	12.0	33.49	25.42	12.57	2.23	0.56	0.16	2.20
	75	12.0	33.50	25.43	10.90	3.56	0.64	-	-
37	0	28.2	27.29	16.55	6.67	1.47	0.33	0.27	1.68
	10	27.6	28.59	17.71	4.62	0.28	0.08	-	-
	20	14.3	32.31	24.05	8.66	0.20	0.05	0.76	1.90
	30	11.8	33.16	25.20	11.14	1.75	0.53	-	-
	50	11.9	33.45	25.40	11.87	4.31	0.72	0.07	1.85
	75	11.9	33.56	25.49	10.56	3.56	0.74	-	2.90
38	0	28.1	27.41	16.67	7.69	1.34	0.27	0.24	-
	10	26.4	30.05	19.18	5.21	0.37	0.15	-	-
	20	14.7	32.34	23.99	4.57	0.53	0.08	0.48	-
	30	11.4	33.18	25.29	11.00	0.91	0.62	-	-
	50	11.1	33.26	25.40	13.61	5.09	0.60	0.07	-
	80	11.0	33.27	25.43	9.10	1.84	0.65	-	-
39	0	27.6	29.18	18.15	4.77	0.80	0.13	0.11	0.58
	10	25.4	30.56	19.87	4.33	0.20	0.08	-	-
	20	16.5	32.50	23.79	6.32	0.46	0.05	0.24	1.65
	30	11.7	33.04	25.12	8.12	0.91	0.14	-	-
	50	10.3	33.18	25.48	11.63	4.19	0.83	0.07	1.68
	80	10.3	33.24	25.53	10.70	3.02	0.90	-	1.43
40	0	26.8	30.71	19.55	4.62	0.42	0.11	0.24	-
	10	20.2	31.71	22.20	6.42	0.42	0.04	-	-
	20	12.7	33.09	24.97	7.40	3.96	0.24	0.48	-
	30	10.7	33.18	25.41	8.03	2.94	0.50	-	-
	50	10.5	33.22	25.49	9.44	4.59	0.30	-	-
	75	10.5	33.22	25.49	7.40	5.57	0.23	-	-
41	0	21.1	31.91	22.12	6.18	0.29	0.17	0.49	1.60
	10	17.0	32.33	23.47	6.42	0.20	0.34	-	-
	20	15.6	32.62	24.01	8.71	2.37	0.52	0.62	2.28
	30	14.0	32.69	24.40	5.21	1.83	0.07	-	-
	50	11.9	33.21	25.22	9.97	2.48	0.83	0.07	3.55
	75	10.9	33.27	25.45	8.34	3.06	0.85	-	-
	85	10.8	33.27	25.46	8.52	3.10	0.85	-	2.75

Appendix. continued.

Stn. No.	Dep. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Density	Nutrients (µg - at/L)			Chl. a (mg/m)	SS (mg/L)
					SiO ₂ -Si	NO ₃ -N	PO ₄ -P		
42	0	21.7	31.85	21.91	6.57	3.00	0.21	0.61	1.38
	10	18.8	32.12	22.87	5.26	0.14	0.09	-	-
	20	16.2	32.42	23.72	6.91	0.73	0.35	2.21	0.88
	30	15.2	32.45	23.96	7.46	0.79	0.39	-	-
	50	13.4	32.66	24.50	8.69	1.82	0.40	0.04	1.90
	75	10.9	33.00	25.24	9.78	2.90	0.68	-	3.13
43	0	22.4	31.61	21.53	5.60	0.27	0.14	0.21	-
	10	16.6	32.34	23.57	7.05	0.41	0.20	-	-
	20	14.0	32.36	24.15	8.09	1.74	0.22	1.21	-
	30	15.0	32.52	24.06	9.98	2.05	0.55	-	-
	50	12.9	32.81	24.72	11.01	3.15	0.64	0.14	-
	75	11.0	33.27	25.43	10.31	6.35	0.74	-	-
44	0	17.5	32.59	23.55	8.90	2.10	0.46	1.59	4.05
	10	14.5	32.79	24.38	-	-	0.62	-	-
	20	14.1	32.76	24.44	8.76	4.01	0.43	1.35	3.95
	30	13.8	32.77	24.51	10.18	5.03	0.51	-	-
	45	12.1	32.96	24.99	9.54	2.68	0.49	0.14	7.67
45	0	29.9	28.88	17.18	4.62	0.68	0.06	0.47	1.66
	10	18.1	32.29	23.17	6.28	0.41	0.21	-	-
	20	15.1	32.63	24.13	8.44	2.17	0.50	0.48	1.42
	30	14.4	32.85	24.44	11.38	2.54	0.52	-	-
	50	11.6	33.34	25.37	9.15	3.99	0.62	0.10	3.74
	65	11.7	33.40	25.40	9.97	4.90	0.66	-	-
46	0	29.2	29.08	17.56	4.72	-	0.22	0.72	2.06
	10	17.5	32.41	23.41	10.56	0.09	0.17	-	-
	20	14.6	32.71	24.29	12.49	1.39	0.30	2.47	2.16
	30	14.3	32.78	24.41	10.02	1.52	0.61	-	-
	50	12.9	32.91	24.79	9.87	2.18	0.67	0.08	6.03
	60	11.9	33.16	25.18	10.20	4.16	0.36	-	5.98
47	0	29.8	27.87	16.46	6.91	0.59	0.13	0.56	2.76
	10	25.7	30.67	19.86	6.37	0.13	0.10	-	-
	20	15.5	32.27	23.76	5.35	0.08	0.11	0.36	2.70
	30	11.6	33.19	25.26	9.54	0.78	0.56	-	-
	45	11.1	33.28	25.42	11.09	2.37	0.60	0.06	4.85
48	0	27.9	30.14	18.78	4.31	0.03	0.05	0.22	0.40
	10	26.6	30.49	19.45	3.84	0.05	0	-	-
	20	23.4	30.96	20.76	4.23	0.03	0	0.24	0.10
	30	12.7	32.79	24.74	5.98	0.15	0.14	-	-
	50	12.8	33.43	25.41	10.31	3.80	0.65	0.07	1.72
	75	11.7	33.43	25.43	10.12	2.48	0.25	-	-
49	0	28.0	31.07	19.45	4.91	0.14	0.07	0.48	0.35
	10	23.6	31.92	21.43	4.28	0.08	0	-	-
	20	19.5	32.87	23.27	5.59	0.88	0.02	0.76	0.85
	30	19.0	33.03	23.52	5.11	2.27	0.02	-	-
	55	14.5	33.72	25.09	7.25	4.35	0.08	0.10	3.10
50	0	27.9	30.14	18.78	4.77	0.18	0.06	0.24	0.50
	10	25.5	30.36	19.69	2.92	0.08	0.07	-	-
	20	15.5	32.30	23.78	4.04	0.08	0.05	0.46	1.33
	30	12.0	32.82	24.90	7.74	0.32	0.03	-	-
	50	12.5	33.65	25.45	8.12	4.56	0.13	0.07	0.80
	75	12.4	33.70	25.50	8.47	2.94	0.13	-	-
	85	12.3	33.64	25.48	9.73	4.66	0.33	-	1.85

謝

辭

본 연구의 시작부터 끝까지 아낌없는 지도와 정성을 기울여 주신 부산수산대학 양한섭 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 항상 관심을 갖고 격려하여 주셨고 본 논문을 심사하여 주신 고유봉교수님, 윤정수 교수님, 최영찬교수님께 감사드립니다. 그리고 시료분석에 많은 도움을 주시고 박길순교수님께도 마음속 깊이 감사드리며 본 논문을 위해 귀중한 자료를 제공하여 주신 본 대학 어업학과 노홍길교수님께도 감사드립니다. 그동안 저와 고락을 같이 나누어온 해양화학연구실원과 시료분석에 동참하였던 84년 졸업생들에게도 감사드리며 바쁜 가운데도 많은 도움을 주신 전경암형과 송시태군에게도 감사드립니다.

또한 자료정리에 많은 도움을 주었던 부산수산대학 해양학과 대학원생과 화학해양학 연구실원들에게도 감사드리며 항상 뜨거운 격려와 위안을 주었던 벗 김태운군의 고귀한 우정 잊지 못할 것입니다.

끝으로 그동안 께은 일을 도맡아 해주었던 사랑하는 동생들과 열의와 정성을 다해 뒷바라지 하여주신 매형, 누님께도 감사드리며 당신의 불편하신 몸도 돌보지 않으며 더할수 없는 사랑과 정성으로 심혈을 다해 뒷바라지 하여주신 할머니님과 어머님께 이 논문을 바칩니다.