

제주도 北方 塔洞沿岸海域의 冬季 水質 特性

崔永贊 · 金在河

海洋科學大學 海洋學科 · 理工大學 食品工學科

Water Quality of Tap-Dong Coastal Area in Northern Part of Cheju in Winter Season

Young Chan CHOI · Jai Ha KIM*

Dept. Oceanograph, Cheju National Univ.

*Dept. Food Sci. and Tec., Cheju National Univ.

Physico-Chemical and microbiological characteristics of both surface and bottom sea water were evaluated on six sites of Cheju City Tap-Dong coastal area in February 1980 and November 1987.

The results were as follows.

- 1) Water temperatures were 18.2°C and 13.4°C in November and February respectively.
Salinity contents were 32.65‰ and 32.88‰ in November and February respectively and the influence of open sea water to coastal area is greater in February than in November.
- 2) DO is 6.55mg/l and 8.09mg/l in November and February respectively and maintains above 6.0mg/l which is the standard value of sea water quality class [I]
The range of COD is 0.30~1.51mg/l and this value is also within the water quality class [I] except above 1mg/l in coastal area and the entrance area of Cheju harbor.
SS is within 3.05~8.30mg/l range and is higher in February than November.
- 3) The distribution of nutrients is in the range of 4.87~38.57µg-at / l and 0.21~1.18µg / l in nitrate and phosphate respectively.
The fact that in February the differences of concentrate both in sites and depths were minimal indicates that the influence of open sea water was enlarged to the area of coast and well mixed between top and bottom in this month.
The ratio of nitrate and phosphate is 22 : 1 and the concentrate of nitrate is relatively than phosphate in Tap-Dong coastal area.
- 4) Coliforms are in the range of 0~7.9×10³MPN/100ml and higher in coastal area than open sea. This indicates that entering sewage could not influence on the open sea area.

緒 言

濟州島는 地理的인 特性으로 對馬暖流, 黃海底層冷水 및 中國大陸沿岸水 등의 外洋水가 복잡한

양상으로 相接하여 海況의 季節的 變化가 심한것이 특징이다(井上, 1975; 金, 1982). 특히 降雨期에는 大量의 陸水가 바다로 流入되고 海岸線 부근에서는 많은 湧泉水가 솟아나와 沿岸가까이까지 壓迫해 들어온 外洋水는 크게 變질되어 濟州島 特

有的 沿岸水를 形成하고 있다(盧 등, 1976, 1977, 1980; 高 등, 1984; 鄭 등, 1983). 이러한 特性을 지닌 제주도 주변 海域에 관한 理化學的 研究로는 盧 등(1976, 1977, 1980), 朴 등(1980), 金 등(1981), 盧 등(1982), 梁 등(1983), 鄭 등(1983), 楊(1984), 朴(1984), 朴 등(1986), 崔 등(1987)이 있다.

제주시민의 위락공간으로 利用되고 있는 塔洞沿岸은 산지천 및 제주항에서 流出되고 있는 陸水와 병문천에서 流入되고 있는 處理되지 않은 가정하수에 의하여 海水 水質特性이 時空間的으로 심한 海況變化가 豫想된다. 그러므로 本 研究는 塔洞沿岸域의 冬季 水質特性을 理化學的으로 考察해 보고자 한다.

材料 및 方法

1987年 11月과 1988年 2月 2回에 걸쳐 Fig. 1과 제주도 塔洞沿岸域 6個 觀測點에서 表層과 底層水를 北原式採水器로 採水하여 實驗室로 운반 즉시 分析하였다.

水溫: 現場에서 浮상온도계로 測定

鹽分: Salinomer(Tsurumi E-1)로 測定

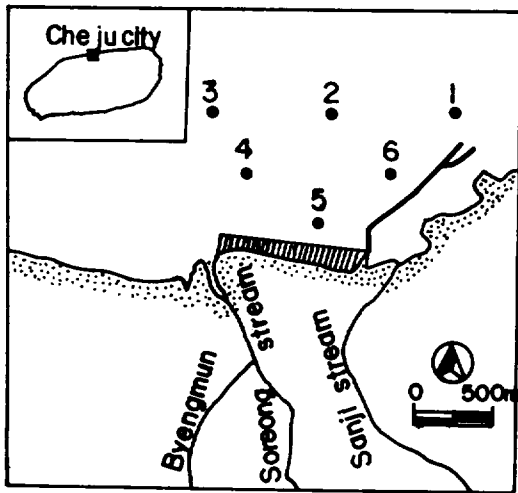


Fig. 1. Map showing the sampling sites

溶存酸素(DO): 現場에서 산소병에 고정시켜 實驗室에서 윈클러아지드 변법으로 測定

化學的 酸素要求量(COD): 環境汚染公定試驗法에 따른 알카리 과망간산 칼륨법

浮遊物質(SS): Glass fiber filter 로 여과시켜 105°C에서 乾燥시킨 含量

암모니아 窒素(NH₄⁺-N): Indophenol blue 法 (FAO, 1975)

亞窒酸-窒素(NO₂⁻-N): GR 試藥에 의한 發色法(日本分析化學會)

窒酸·窒素(NO₃⁻-N): Zn 粉末로 還元, GR 試藥에 의한 發色法(同上)

磷酸-磷(PO₄³⁻-P): Ascorbic acid Method 에 의한 定量

硅酸-硅素(SiO₂-Si): 몰리브덴 靑法에 의한 吸光光度法으로 定量

大腸菌群: 環境汚染公定試驗法에 의한 MPN 法.

結果 및 考察

調査海域의 水質結果는 表1과 그림 2~3에 나타내었다.

水溫·鹽分分布

調査海域의 水溫分布는 11월에 18.0~18.5°C, 2월에 12.8~13.7°C였으며, 表層과 底層間의 水溫차는 미미한 것으로 보아 上下混合이 잘 이루어지고 있는 상태이다.

2月の 水溫은 11月보다 5°C 정도 낮은 분포였으며, 11月은 沿岸域이나 外洋域이 水溫差가 없지만 2月에는 沿岸域이 外洋域보다 1°C 정도 낮게 나타나는데 이는 水深이 얇은 관계로 大氣의 影響인 것 같다.

楊(1984)의 報告에 依하면 三陽沿岸에서 2月에 最低水溫이 12.1°C와 邊等(1983)이 牛島 水道에서 4月에 13.5°C 등 全般的인 濟州島 沿岸域의 最低水溫은 12°C 이상이 되고 있다.

鹽分은 11월에 30.88~33.53%이며 2月은 31.28~34.45%의 分布範圍이다. 11月이나 2月에 表層水보다 底層水에서 鹽分濃度가 높게 나타나고 있는 것은 流入陸上水의 影響으로 생각되며, 2月の 鹽分濃度가 11月の 濃도보다도 높은 것으로 보아 外洋水가 沿岸域까지 接近하고 있음을 보여주고 있다. 이와같은 鹽分濃度는 楊(1984)에 의한

제주도 北方 塔洞 沿岸 海域의 冬季 水質 特性

Table 1. Quality of Cheju Tap-Dong coastal water in winter.

	Temp. (°C)		Salinity (‰)		DO		COD (mg/l)		SS		NH ₄ ⁺ -N (μg-at/l)	
	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.
1S	18.2	13.4	33.22	34.45	6.98	8.10	0.56	0.79	5.65	8.30	0	0
1B	18.5	13.5	33.35	33.05	6.40	8.06	0.49	1.51	5.35	5.47	0.46	0
2S	18.0	13.5	33.07	32.08	6.68	8.02	0.80	1.10	5.40	4.80	0	0
2B	18.4	13.7	33.50	34.33	6.58	7.91	0.85	1.21	4.70	4.47	0	0
3S	18.2	13.6	32.82	31.50	7.02	8.12	0.30	0.90	3.35	4.10	0.46	0
3B	18.4	13.7	33.53	32.55	6.38	8.02	0.38	0.92	3.10	5.23	0.62	0
4S	18.4	13.3	31.20	33.17	6.24	8.13	0.48	0.49	3.05	4.90	0.92	0
4B	18.3	13.5	32.20	34.45	5.98	8.12	0.57	0.69	2.95	4.63	0.31	0
5S	18.4	12.8	30.88	32.12	7.00	8.28	0.44	0.90	5.85	4.63	10.54	0
5B	18.2	13.3	32.42	33.03	7.12	8.08	0.53	0.98	4.55	4.80	0.15	0
6S	18.2	13.2	32.78	31.28	6.44	8.14	0.62	0.97	5.65	5.63	0.23	0
6B	18.1	13.6	32.86	32.65	5.80	8.12	0.90	1.15	5.25	6.23	0.69	0
Avg.	18.28	13.43	32.65	32.89	6.55	8.09	0.58	0.97	4.57	5.27	1.20	0

	NO ₂ ⁻ -N		NO ₃ ⁻ -N		PO ₄ ³⁻ -P		NO ₃ ⁻ -N/PO ₄ ³⁻ -P		SiO ₂ -Si		Coliform(MPN/100ml)	
	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.	Nov.	Feb.
1S	0.26	0.12	9.29	5.17	0.46	0.21	20.20	24.62	8.18	7.64	1.8×10 ²	0.23×10 ²
1B	0.26	0.12	9.29	4.83	0.56	0.20	16.59	24.15	7.56	7.10	1.8×10 ²	0.15×10 ²
2S	0.22	0.06	11.39	5.69	0.46	0.17*	24.76	33.47	9.86	7.95	1.8×10 ²	0
2B	0.22	0.18	9.25	5.17	0.47	0.26	19.68	19.88	7.51	7.91	1.8×10 ²	0
3S	0.11	0.12	11.39	5.86	0.45	0.17	25.31	34.47	9.86	7.48	1.8×10 ²	0
3B	0.30	0.06	8.45	5.95	0.46	0.23	18.37	25.87	6.64	7.69	1.8×10 ²	0
4S	0.22	0.12	12.10	5.60	0.53	0.21	22.83	26.67	10.63	9.84	1.8×10 ²	0
4B	2.52	0.12	9.71	5.78	0.53	0.27	18.32	21.41	8.02	7.32	1.8×10 ²	0.23×10 ²
5S	0.37	0.09	38.57	5.90	1.18	0.27	32.69	21.85	39.61	9.69	7.9×10 ³	0.93×10 ²
5B	0.33	0.12	10.41	5.82	0.52	0.20	20.02	29.10	8.79	9.68	1.8×10 ²	1.1×10 ²
6S	0.37	0.12	12.66	5.00	0.55	0.27	23.02	18.52	11.24	7.91	7.9×10 ²	1.5×10 ²
6B	0.11	0.12	9.71	4.96	0.55	0.26	17.65	19.08	8.02	6.94	1.8×10 ²	1.5×10 ²
Avg.	0.44	0.11	12.69	5.48	0.56	0.23	21.62	24.92	11.33	8.10		

三陽에서 2월에 34.5%, 邊等(1983)에 의한 牛島水道에서의 11월, 1월에 34.10%. 朴等(1986)에 의한 西歸浦 沿岸에서 11월과 12월에 34.6%. 값과 比較해보면 濟州周邊域의 冬季 鹽分濃度는 34% 이상을 나타내고 있다.

溶存酸素(DO), 化學的 酸素要求量(COD) 및 浮遊物質(SS)

DO는 11월에 5.80~7.12mg/l, 2월에 7.91~8.28mg/l의 範圍이다. 2월의 DO濃度가 11월값보다 높게 나타나고 있는데 이는 水溫이 낮기 때문에 相對的인 飽和量 增大와 有機物 分解能力 低下 등의 影響으로 생각되며 이와같은 濃度는 海域水質 基準等級(I)의 基準值인 6.0mg/l 이상을 上回하고 있는 良好한 水質狀態이다.

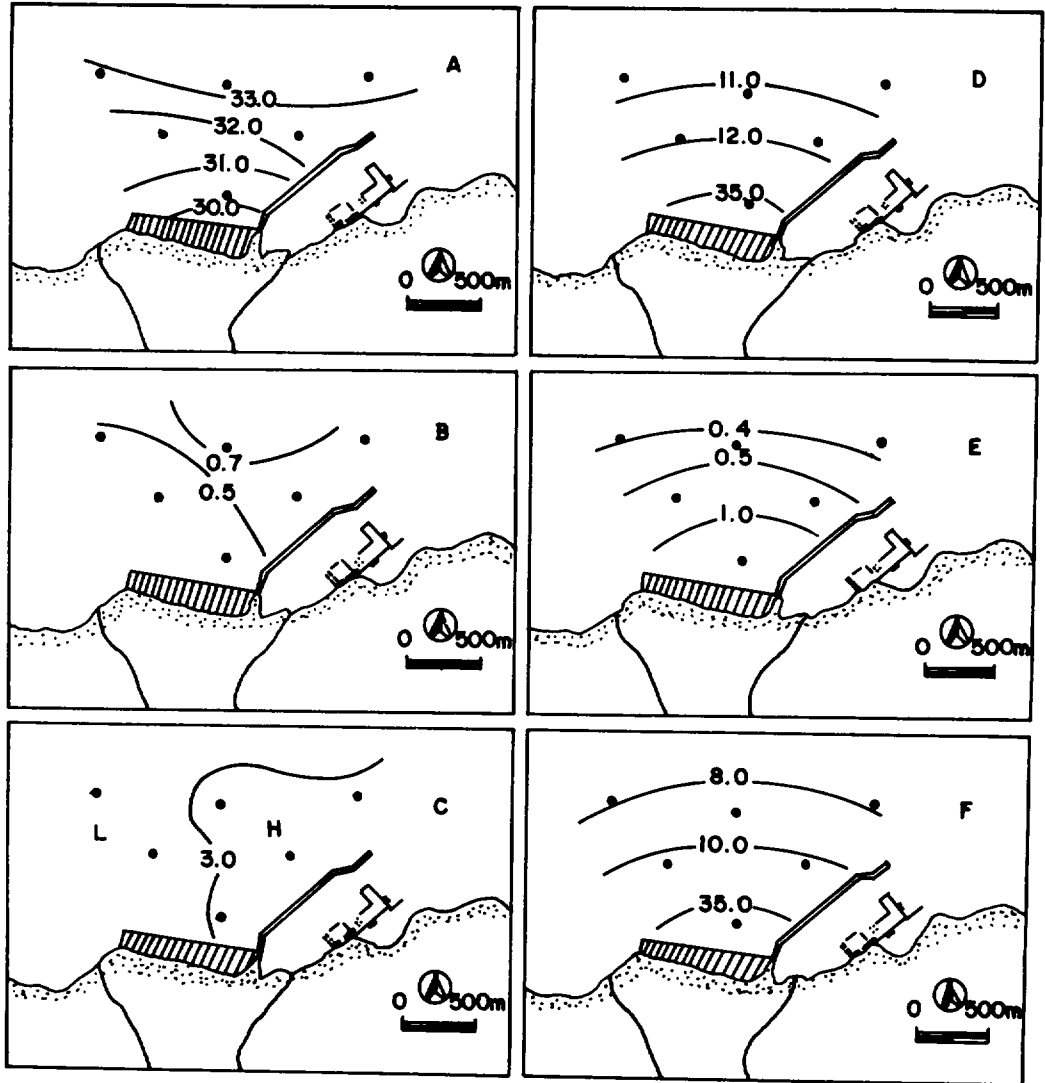


Fig. 2. Surface water ingreient distribution in Tap-Dong Coastal area, 1987. 11

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| A: Salinity(‰) | D: Nitrate($\mu\text{g-at/l}$) |
| B: COD(mg/l) | E: Phosphate($\mu\text{g-at/l}$) |
| C: SS(mg/l) | F: Silicate($\mu\text{g-at/l}$) |

COD는 海水의 有機物 指標로 使用되고 있는 項目으로 11月은 0.30~0.90mg/l, 2月은 0.4 9~1.51mg/l의 範圍이다. 11月, 2月 모두 濟州港 以北쪽인 頂點 1, 6에서 가장 높은값을 보이고 있다. 이는 山地川 등에서 流入되는 物質들이 港 밖으로 流出되어 다시 塔洞쪽으로 밀려오는 것 같다. 이와같은 海流影響은 環境廳 調查資料(1984)

와도 잘 일치하고 있다. 2月的 COD 값이 11月보다 높은것은 낮은 水溫으로 인한 流入 有機物이 分解가 잘 이루어지지 않은 것으로 생각된다. 朴(1984)의 三陽沿岸에서 調查 報告한 2月的 1.5 ppm, 11月的 1.0~1.5ppm 등과 比較해 보면 本 調查海域이 약간 낮은값을 보이고 있다.

SS 濃度는 11月に 3.05~5.85mg/l, 2月に 4.

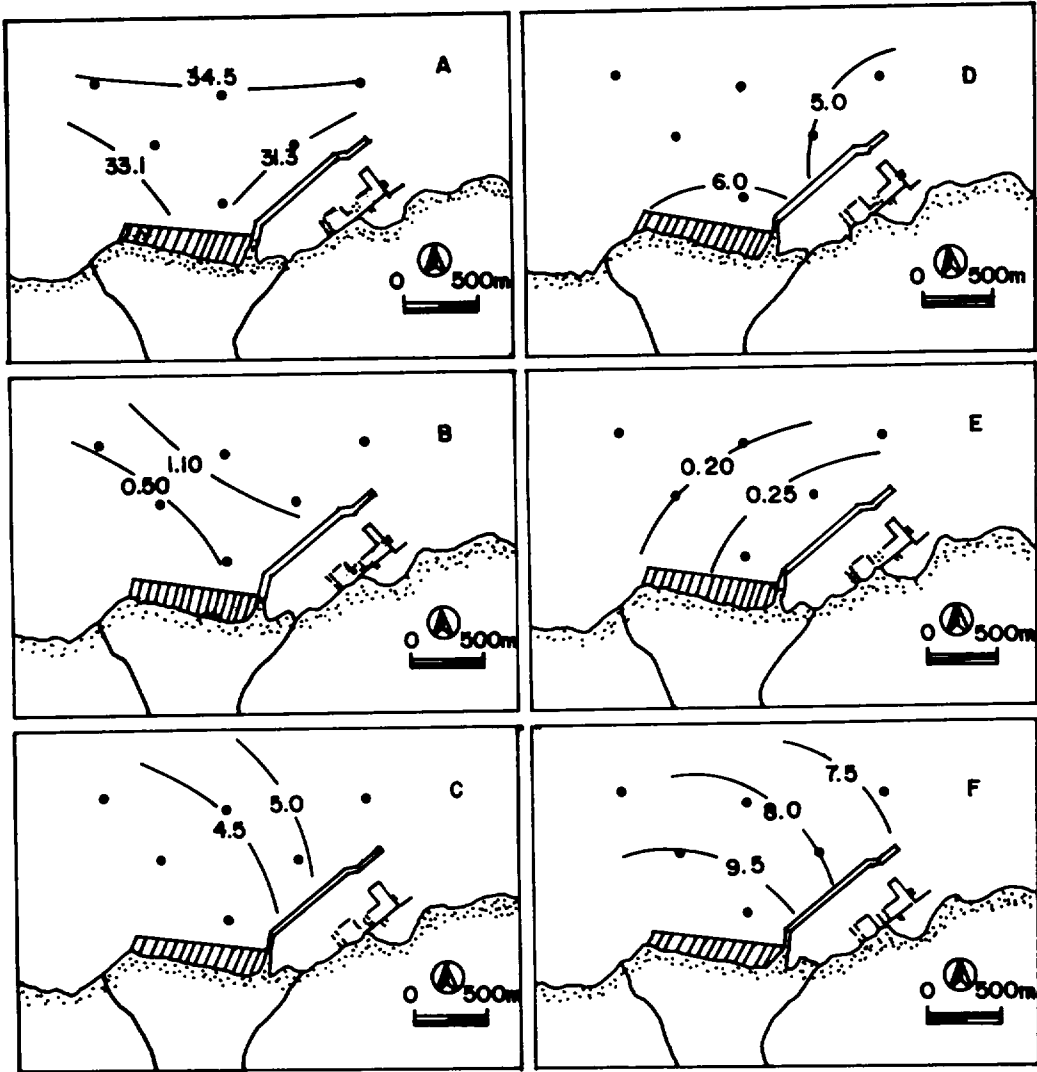


Fig. 3. Surface water ingreient distribution in Tap-Dong Coastal area, 1988. 2

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| A: Salinity(‰) | D: Nitrate($\mu\text{g-at/l}$) |
| B: COD(mg/l) | E: Phosphate($\mu\text{g-at/l}$) |
| C: SS(mg/l) | F: Silicate($\mu\text{g-at/l}$) |

10~8.30mg/l의 範圍이다. 地點別 變化폭은 濟州 港에 가까운 頂點 2와 5를 境界로 하여 東쪽에서 나 西쪽보다 相對的으로 높은 濃度를 보이고 있다. 이는 港內物質이 港밖으로 流出되어져 다시 海流에 依한 影響으로 塔洞쪽으로 밀려오는 것으로 추측된다. 또한 11月보다 2月에 濃度가 높은 것은 水溫이 낮은 關係로 流入 有機物 分解가 잘 이루어지지 않은 結果로 보인다.

營養鹽類의 分布

암모니아 窒素, 亞窒酸-窒素, 窒酸-窒素
 암모니아 窒素는 11月에 頂點 3, 4, 5, 6에서 0.15~10.54 $\mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍를 나타내고 있으며, 2月에는 全 頂點에서 檢出되지 않고 있다. 頂點 3, 4에서 0.31~0.92 $\mu\text{g-at/l}$ 의 濃度分布는 崔 等(1987)의 병문천 河口域에서 3.01~18.17

ppm의 값과 關聯시켜 보면 下水의 影響이 이곳까지 미치고 있다고 생각되며, 頂點 5, 6에서의 濃度分布는 塔洞에서의 下水流入에 依한 것으로 생각된다.

亞窒酸-窒素는 調查期間에 $0.06 \sim 2.52 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍이다. 11월에 頂點 4의 底層에서 $2.52 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度를 除外하고는 地點別 濃度差는 크게 나타나고 있지 않다.

窒酸-窒素는 11월에 $5.74 \sim 38.57 \mu\text{g-at/l}$, 2월에 $4.83 \sim 5.90 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍이다. 11월에는 表層보다는 底層에서의 濃度가 높고 沿岸域에서가 外洋域보다 높은 濃度를 보이고 있는 것으로 보아 流入源은 下水의 影響이라 생각된다. 2월의 濃度分布는 地點別 水層別 큰 差가 없는 것으로 보아 外洋水가 沿岸域까지 勢力이 擴張되고 있으며, 上下混合이 잘 이루어진 結果로 본다.

磷酸-磷

磷酸-磷은 11월에 $0.45 \sim 1.18 \mu\text{g-at/l}$, 2월에 $0.21 \sim 0.27 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度범위이다. 11월의 $1.18 \mu\text{g-at/l}$ 의 頂點 5의 表層의 값이고, 이 濃度를 除外하고는 地點別 層別 차이는 별로 크지 않다. 또한 2월의 濃度分布는 11월의 濃度보다도 낮는데 이와같은 濃度값는 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 沿岸海域 表層 $0.34 \sim 0.90 \mu\text{g-at/l}$ 등 濟州島 東南方 沿岸水와 유사한 分布이다. 또한 2월에 沿岸水, 外洋水, 表層 底層間에 均一한 分布를 나타내는 것으로 보아 外洋水와 沿岸水가 完全 混合이 이루어지는 季節이라 볼수 있다.

硅酸-硅素

硅酸鹽은 11월에 $6.64 \sim 39.61 \mu\text{g-at/l}$, 2월에 $4.95 \sim 9.84 \mu\text{g-at/l}$ 의 濃度範圍를 보이고 있다. 沿岸域인 頂點 4, 5, 6에서 11월, 2월 모두 外洋域보다 높은 濃度를 보이고 있는 것으로 보아 陸水로부터 多量 供給되고 있다고 생각된다. 11월의 濃度가 2월의 농도보다 表層에서는 높고 底層에서는 비슷한 分布를 보이는 것으로 보아 季節의인 陸水の 量的인 差異와 流入 陸水가 表層으로 外洋水에 影響을 미치고 있다고 보아진다. 이와같은 濃度는 朴等(1986)의 西歸浦에서의 $4 \sim 11 \mu\text{g-at/l}$, 朴(1982)의 濟州島 沿岸海水 10m層에서의 $3 \sim 9 \mu\text{g-at/l}$ 와 유사한 濃度 分布이다.

窒酸鹽과 磷酸鹽과의 關係

朴等(1986)은 西歸浦 沿岸에서 窒酸鹽과 磷酸鹽과의 比가 7 : 1이라고 報告하고 있고, 元과 朴(1970)이 莞島에서 13~14 : 1, Soura等(1981)이 Bengal灣의 0~75層에서 0~4.4 : 1, 100~1,000m層에서 6~7 : 1, Sander와 Moore(1979)가 Barbados 沿岸에서 9.8 : 1 등이라고 보고하고 있는데, 本 調查에서는 水深이 낮고 陸水 流入이 直接 미치는 海域이며, 또한 調查資料가 적어 약간의 疑問은 생기지만 窒酸鹽과 磷과의 比는 11월에 21.4 : 1, 2월에 22.8 : 1로 磷酸鹽에 比하여 窒酸鹽이 相對的으로 높게 分布하고 있다. 崔(1970)가 洛東江 河口에서 調查 報告한 23.5와 비슷한 分布로 이는 陸上에서 流入되는 下水의 影響으로 생각된다. 앞으로 沿岸水 特性을 把握하기 위해서 더 많은 資料와 研究가 이루어져야 할 것이다.

大腸菌群

調查海域이 沿岸域이기 때문에 微生物學的인 水質現況을 把握하기 爲한 大腸菌群을 調查하였다.

11월에는 $1.8 \times 10^2 \sim 7.9 \times 10^3 \text{MPN}/100\text{ml}$, 2월에는 $0 \sim 1.1 \times 10^2 \text{MPN}/100\text{ml}$ 의 群數 範圍를 보이고 있다. 11월이나 2월 모두 沿岸域인 頂點 5, 6에서 最大値를 보이고 있는데 이는 塔洞에서 흘러 들어오는 下水의 影響으로 보아진다. 11월에 頂點 5와 6인 沿岸域에서 가장 높은 $7.9 \times 10^3 \sim 7.9 \times 10^3 \text{MPN}/100\text{ml}$ 이던 것이 2월에는 $0.93 \times 10^2 \sim 1.1 \times 10^2 \text{MPN}/100\text{ml}$ 로 낮아진 것은 外洋水가 沿岸까지 勢力을 미쳐 稀釋에 依한 影響과 水溫이 11월보다 2월이 5°C 정도 낮아 水溫이 높을 때 보다 낮을 때가 낮은 數値를 나타내고 있다는 Halton等(1968)과 崔等(1970)의 報告와 一致하고 있다. 또한 頂點 5와 6을 除外하고는 海域水質 基準 等級(I)이내였으며, 沿岸域의 下水 影響은 外洋域에 미치지 못하고 있다. 이와같은 菌數는 金(1983)이 濟州島 周邊 海水浴장에서 여름철 調查 報告한 $1.8 \sim 2,400 \text{MPN}/100\text{ml}$ 의 값보다는 높다. 이는 塔洞 沿岸域은 下水流入이 계속되고 있기 때문이라 생각된다.

要 約

濟州市 塔洞 沿岸域의 冬季 海水의 理化學的 特

性を把握하기 위하여 1987年 11月과 1980年 2月에 6個 頂點을 設定하여 表層과 底層의 水質을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 水溫은 11월에 18.2°C, 2월에 13.4°C 를 나타내고 鹽分은 11월에 32.65‰, 2월에 32.88‰. 로 外洋水의 影響은 2월에 더 沿岸域까지 미치고 있다.

2) DO는 11월에 6.55mg/l, 2월에 8.09mg/l 이상을 항상 維持하고 있다.

COD는 0.30~1.51mg/l의 範圍로 沿岸域과 濟州港 入口쪽에서 1mg/l 이상을 보인 것을 除外하면 海域水質 基準等級(I)에 該當되고 있다.

SS는 3.05~8.30mg/l 範圍이며 季節別로는 2월에 濃도가 높다.

3) 營養鹽類의 分布는 窒酸鹽이 4.87~38.57μg-at/l, 인산염은 0.21~1.18μg-at/l 範圍이며, 2월에 地點別 水層別 濃度差가 微微한 것으로 보아 外洋水가 沿岸域까지 勢力이 擴張되고 있으며, 上下混合이 잘 이루어진 時期라 본다.

窒酸鹽과 磷酸鹽과의 比는 22:1로 塔洞 沿岸域은 窒酸鹽이 磷酸鹽보다 相對的으로 높은 濃度 分布이다.

4) 大腸菌數는 0~7.9×10³MPN/100ml의 範圍였으며, 外洋域보다 沿岸域에서가 상당히 높게 나타나고 있어 流入下水는 外洋域에 影響을 미치지 못하고 있다.

參 考 文 獻

APHA, AWWA, APCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th Edition.

邊昌翊·鄭龍晉·盧洪吉, 1983. 濟州島 沿岸의 海況特性에 관한 研究. — 城山浦를 中心으로 — 濟大海資研報, 7: 59~64.

鄭相喆·盧洪吉·朴吉淳·全得山, 1983. 西歸浦 沿岸海域의 基礎生産에 影響을 미치는 海洋環境. 韓國水產學會誌, 16, 305~316.

崔永贊·高基源·金尙賢, 1987. 제주도 東南方 新 沓 沿岸 海水의 理化學의 特性과 底質分布, 濟大海資研報, 11, 53~71.

青村知夫, 1971. 新版水の分析. 日本分析化學會 北海道支部編, p. 270~274, 化學同人, 京都.

崔永贊·朴吉淳, 1986. 洛東江 下流域의 高營養化 現象에 관한 研究. 韓國水產學會誌, 19(4), 339~346.

崔相·金健治, 1970. 糞便性 汚染細菌類의 淡水 및 海水에 대한 抵抗性, 韓國海洋學會誌, 5 (2), 65~72.

環境廣告示 第83~9號, 1983. 環境汚染公定試驗法 (水質編).

Halton, J. E and W. R. Nehlsen, 1968. Survival of E. Coli in Zero-Degree Centigrade Sea Water. J. WPCF, 40(5) part 1, 865~868.

井上常文, 1975. 東支那海 陸上의 海底流動. 海洋科學, 7: 12~19.

JIS K0102, 1981. 工場排水試驗法.

김 구, 1982. 한국남서해의 해류분포와 그 影響에 관한 연구. 미발표, 1~29.

高有峯·朴吉淳·朴庸向·尹正守·楊城基·全得山, 1984. 濟州朝天地區海洋觀光團地造成에 따른 海洋學의 基礎調査, pp. 113.

金在河·朴吉淳·姜永周, 1981. 濟州島 沿岸海水의 化學的 및 微生物學的 水質現況에 관한 研究. 濟大海資研報, 5, 17~32.

金在河, 1983. 濟州道內 主要 海水浴場의 微生物學的 水質現況. 濟大海資研究報, 7, 53~58.

梁千益, 1983. 西歸浦 沿岸海水의 海洋化學的 特性. 濟大碩士學位 請求論文.

楊城基, 1984. 濟州島三陽沿岸海域의 海洋環境學的 特性. 濟大海資研報, 8, 1~8.

元鍾勳·朴吉淳, 1970. 莞島邑 및 平日島 김발에 있어서의 冬季五個月間의 潮水에 따른 變動. 韓國水產學會誌, 5, 14~19.

朴吉淳·盧洪吉, 1980. 서귀포 앞바다 海水의 化學成分量 分布에 관하여. 濟大海資研報, 4, 31~37.

朴吉淳, 1984. 濟州道 三陽沿岸海水의 營養鹽類分 布에 관하여. 濟大海資研報, 8, 9~18.

朴吉淳·梁千益·崔永贊, 1986. 西歸浦沿岸海水의 海洋化學的 特性. 濟大海資研報, 10, 39~44.

盧洪吉·鄭公圻, 1976. 濟州島 沿岸의 水溫 鹽分 變動에 관한 研究. 濟大論文集, 115~122.

盧洪吉·鄭公圻, 1977. 濟州島沿岸의 水溫 鹽分 變動에 관한 研究. 濟大論文集, 131~136.

盧洪吉·鄭公圻, 1980. 濟州島沿岸의 環境特性에

- 관한 基礎的 研究. 濟大海資研報, 4, 1~5.
- 盧洪吉 · 朴吉淳 · 李棋完 · 林崎晔 · 鄭基玉, 1982.
濟州島産 전복稚貝 放流漁場의 環境條件에 關
한 研究. 국립수산진흥원 연구보고, 29,
41~58.
- Sunder. F. E. Moore, 1979. Significance of
Ammonia in determining the N : P ratio of
the Sea water off Barbados, West Indies,
Mar. Biol. 55, 17~21.