

古里海域의 海洋學의 特性

I. 水温, 鹽分, pH 및 透明度의 年間變化에 關하여

崔 相 · 鄭 允 和

韓國科學技術研究所 · 水產資源研究室

OCEANOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KO-RI SEA AREA. I. ANNUAL CYCLIC CHANGES IN WATER TEMPERATURE, SALINITY, pH AND TRANSPARENCY

Sang Choe and Tai Wha Chung

Fishery Resources Lab., Korea Institute of Science & Technology, Seoul, Korea

ABSTRACT

Observations of water temperature, salinity, pH and transparency of the Ko-ri sea area were made between May 1969 and April 1970. A seasonal thermocline was well defined in August, strongly isolating the warm surface water (19-22°C) from the cold bottom water (14-17.5°C) introducing from the open sea. In February the coldest isothermal water (11°C) occurred. In the warm months (May-September), the salinity patterns show great variations with the coastal run-off. During the cold months (December-April) the highest isohaline water (35‰) occurred. Annual ranges of surface and bottom pH values were 7.8-8.4 (averaging 8.27) and 7.9-8.4 (averaging 8.26), respectively. The transparency was greatest (6.0-7.0m) during winter and spring months and least (1.2-2.5m) during summer months.

沿, 近海의 海洋學의 研究는 該海域의 海況을 파악하고 또 漁業開發을 위해서 제1의적인 중요성을 지닐 뿐만 아니라 각종의 臨海施設의 建設을 위해서도 기본적으로 수행되어야 하는 중요한 일이라고 하겠다.

1971년에는 우리나라에도 처음으로 600MW의 原子力 發電所가 慶南 東萊郡 古里에 建設되기에 이르렀으며, 이것은 그 사업의 특수성에 비추어 施設의 安定性, 冷却熱水 放水의 再循環問題, 放射性 物質의 汚染과 冷却熱水의 影響정도등 各반 문제가 상세하게 검토되어야 하기 때문에 古里海域의 綜合的인 海象調査가 必要하게 되었다.

우리는 韓國電力株式會社의 援助를 받아 1969年 5月에서 1970年 4月에 걸쳐 發電所 建設敷地(古里) 近隣海域의 各種 環境調査, 潮汐流調査,

生物調査, 底質 및 棲息生物의 放射能調査, 漁業實態調査 및 冷却熱水의 放水에 따른 各種 障害에 대한 推定 등 一連의 調査를 實施하여 報告한 바가 있으나 (Choe and Chung, 1970), 여기서 는 古里近海의 海底地形, 水温, 鹽分, pH 및 透明度에 關해서 한층 더 詳細한 분석을 한 結果에 關해서 報告한다.

本文에 들어가기에 앞서 이 調査研究에 研究費를 지원해준 韓國電力株式會社와 事業推進에 積極的인 協調를 해주신 韓電 原子力部 金哲鎭 部長 및 關係職員諸位에게 深甚한 謝意를 表하는 바이다.

調 查 方 法

海底地形은 1969年 8月 5日에 國立水產振興院

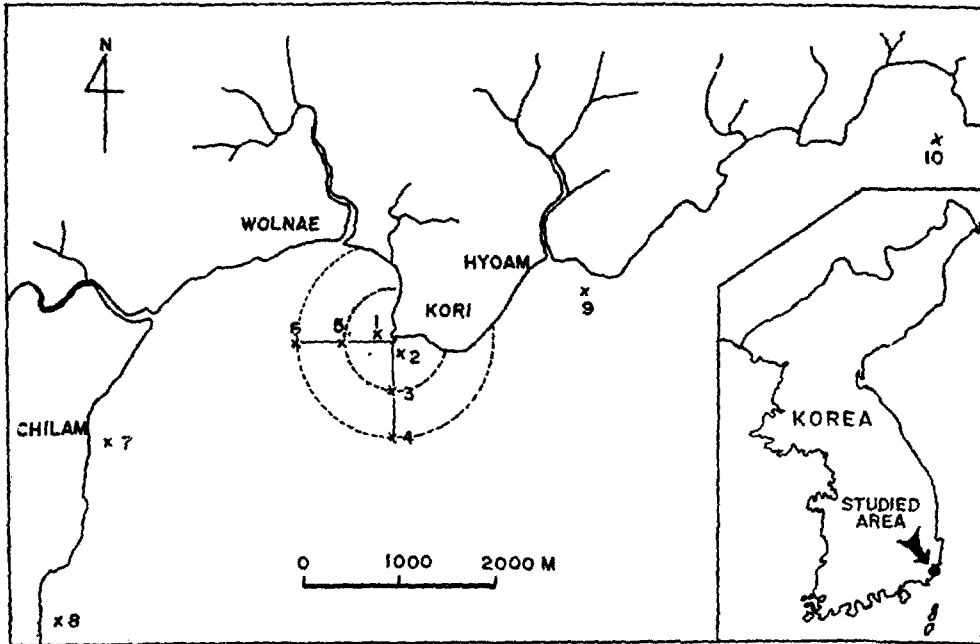


Fig. 1. Map of observation area showing location of sampling stations.

調査船 白羊山號(34톤)의 Furuno 830-A型 音響測深機(50kc)에 의해서 總航跡 약 20km를 音響測深하여 決定하였다.

한편 該海域의 定期的인 環境要因 變動調査를 실시하기 위해서 第1圖와 같은 定點網을 設定하였다. 古里의 左側 突出部の 先端을 基點으로 하여 北西 및 東南쪽 각 50m 距岸地點에 定點 1, 2를, 南쪽과 西쪽 각각 500m, 1,000m地點에 定點 3, 4, 5, 6을 設定하고, 古里 南西 및 北東沿岸에서 距岸 100m 以內의 10m 水深部에 각각 定點 7, 8, 9, 10을 設定하였다.

이상의 10개 定點에서 1969年 5月에서 1970年 4月에 걸쳐 每月 1回씩 각 定點의 表層 및 底層에서 水温, 鹽分 및 pH를 測定하고 또 透明度를 測定하였다. 전 관측을 통해서 採水는 키다하라식 採水器를 사용하였으며, 水温은 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ (1/10눈금)의 棒狀 溫度計로서, 鹽分은 Mohr의 標準銀滴定法으로, pH는 McClendon의 緩衝液을 사용한 Cresol red에 의한 比色法으로 測定하였다.

結 果 및 考 察

1. 海底地形

音響測深에 의해서 古里, 月內灣 一帶의 海底地形을 밝혀 그 결과에 의해서 作成한 水深度는 第2圖와 같다.

이것에 의하면 月內灣은 6m 以淺의 內灣을 이루고, 灣南쪽으로 緩慢한 平坦地形이 形成된다. 古里의 左側突端 南쪽 약 500m 海域에는 南北의 길이 약 700m, 最低水深 4.5m의 比較의 規模가 큰 水中岩礁가 發達하고, 小規模의 水中岩礁는 七岩 南쪽 沿岸에도 發達한다.

2. 水温

後述하는 바와 같이 10개 定點의 水温과 鹽分の 年間變化狀況은 月內灣에 注入되는 陸水의 影響을 가장 많이 받는 定點 1, 2, 5, 6과 陸水의 影響이 적은 定點 7, 8, 9, 10, 그리고 이 두 定點群의 中間的인 性格을 띤 定點 3, 4의 3개群으로 나눌수 있으며(第7圖 參照), 水温, 鹽分, pH 및 透明度의 年間變化는 이것들을 代表하여 定

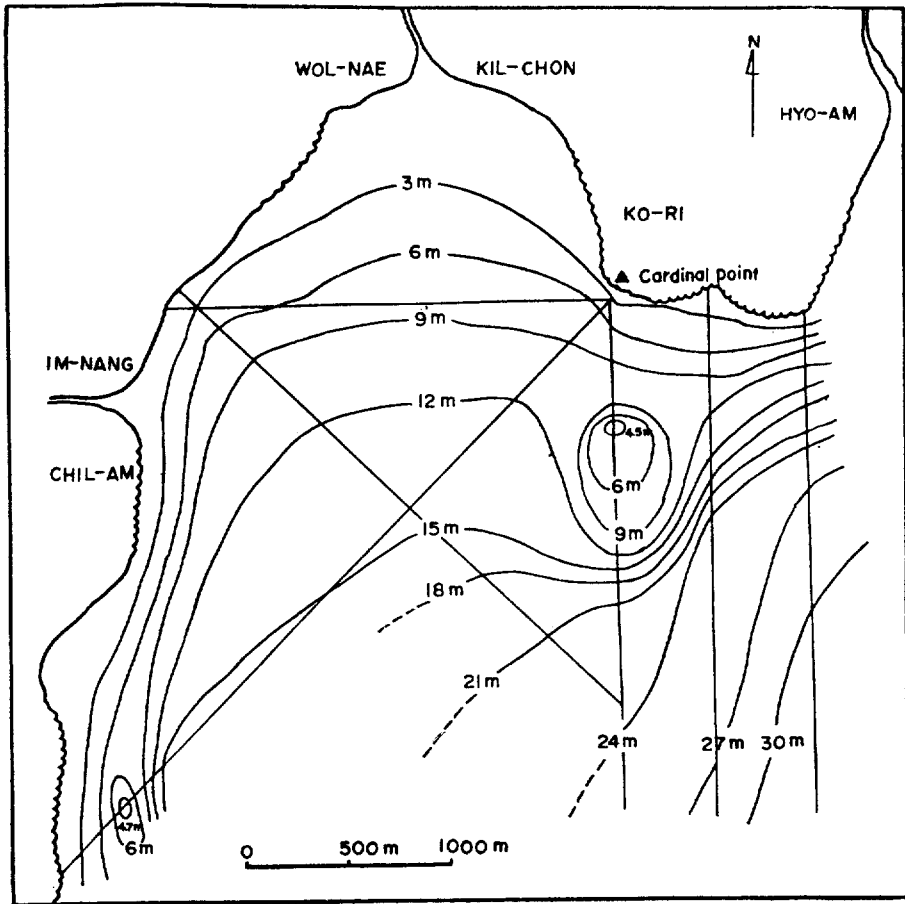


Fig. 2. Bathymetric chart of the Ko-ri sea area with contours in 3 meters. Straight line shows the course of sounding survey.

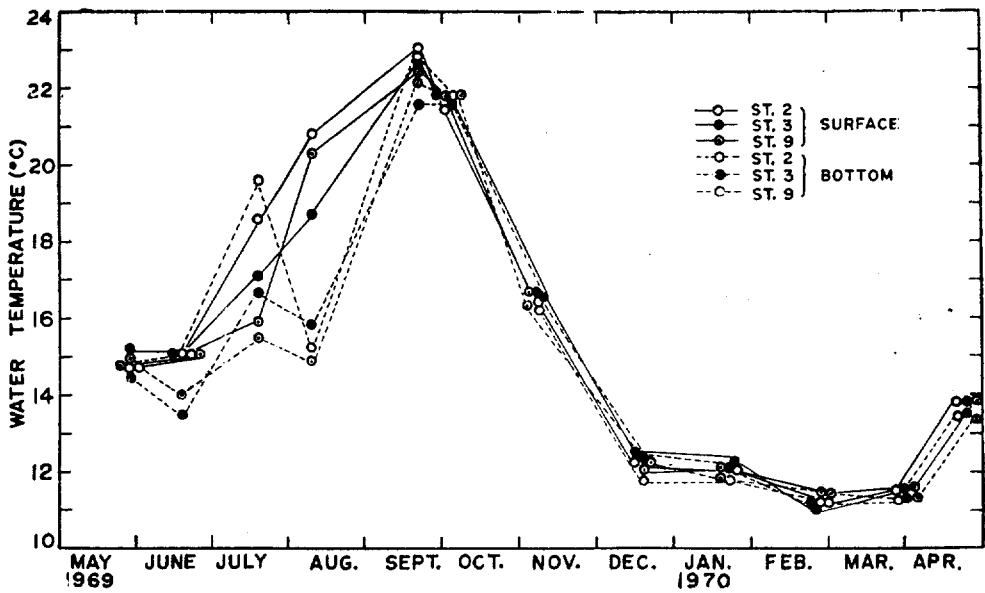


Fig. 3. Seasonal variations of the water temperature at stations 2, 3, and 9.

點 2, 3, 9의 것으로서 說明하기로 한다.

定點 2, 3, 9에 있어서의 表層 및 底層水의 年間水溫變動은 第3圖와 같다. 2月에는 表層水溫 11.2~11.7°C, 底層水溫 11.0~11.7°C로서 年間の 最低水溫을 이룩하고, 3月以後 水溫은 漸昇하여 9月에는 表層水溫 22.2~23.5°C, 底層水溫 22.1~23.5°C에 이르러 年間の 最高水溫을 이룩한다. 그後 10月初부터 12월에 걸쳐 水溫은 急降下하여 12月中旬에는 벌써 12°C前後의 冬季水溫이 形成되어 2月末까지 徐徐히 低下되어 年間 最低水溫을 記錄하고, 4月初까지 約간의 水溫上昇이 이루어져, 6월부터 9월에 걸쳐 水溫이 急上昇하는 年變化를 이루고 있다.

이러한 水溫의 年間變化는 定點에 따라서도 다

소의 差異는 있으나 특히 定點 3, 9 등 陸水의 影響이 적은 곳에서는 7~9月の 表層 및 底層水溫의 上昇傾向에 差異가 있는것이 注目된다. 10월부터 翌年 5月까지는 底層水溫이 약간 낮기는 하나 表層水溫과의 水溫差는 거의 없고, 6월부터 9월에 걸쳐 表, 底層의 水溫差가 顯著해진다. 그리고 表層水溫은 6월부터 9월에 걸쳐 急上昇하지만 底層水溫은 9월에 있어서의 急激인 上昇이 特異하다.

한편 定點別 月別 水溫比較는 第4圖와 같다. 5월부터 9월에 걸쳐서는 定點에 따른 또는 表層과 底層사이의 水溫差가 顯著하게 나타나게 되고, 定點間에 있어서는 7~8月에는 4.1~4.5°C, 表層 및 底層사이에는 특히 8월에 있어서 最高

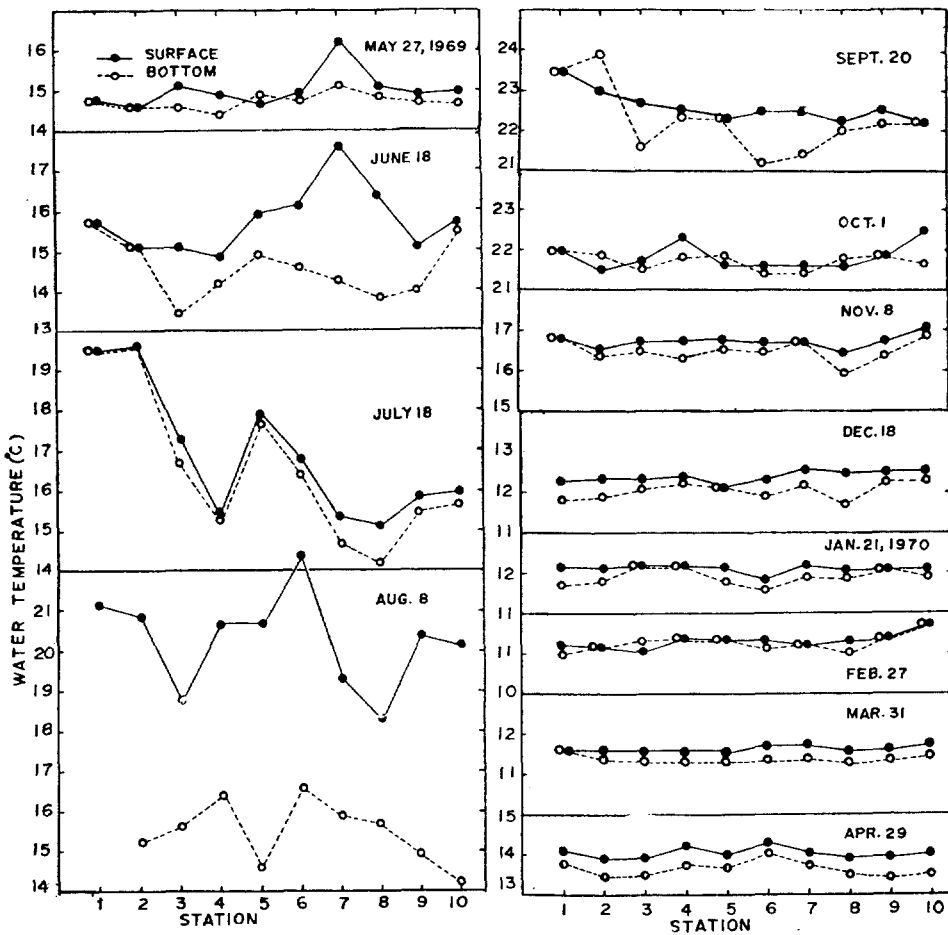


Fig. 4. Monthly water temperature fluctuations at each station.

6.1°C(定點 5)의 水温差를 자아내고 있다. 7月에는 表層 및 底層間의 水温差가 거의 없는 것이 注目되나 그 理由는 不詳하다. 그리고 특히 表層水에서 5~6月에서 定點 7, 8, 9, 10에서 다소 高温이고, 7~9月에는 反對로 低温인 傾向이 있으나, 5~6月の 東海岸 南部의 暖流의 影響과 7~9月の 灣內海域 定點들의 高水温化와 더불어 其他 海域에의 東海岸 底層水의 影響增大가 가져온 結果라고 推測된다.

이것과는 달리 10月에서 翌年 4月에 걸쳐서는 定點間의 水温差가 僅少해지고(最高 1°C 以下) 또 表層 및 底層間의 水温差도 적어져 全 定點에서 거의 비슷한 水温을 자아내고 있는 것이 特徵이다. 前述한 바와 같이 表層과 底層水의 水温差는 8月에 가장 크고 以後 줄어들어 2月에 最小로 되어 以後 또다시 漸增하는 年變化를 이루고 있다.

각 定點別 年間的 水温範圍와 平均水温은 第1表와 같다. 각 定點을 통해서 表層水温은 11.1°

Table 1. Annual ranges of surface and bottom water temperatures at each station (May, 1969-April, 1970).

Station	Surface (°C)		Bottom (°C)	
	Range	Mean	Range	Mean
1	11.2-23.5	16.2	11.1-23.5	16.1
2	11.2-23.0	15.9	11.2-22.9	15.5
3	11.1-22.7	15.6	11.2-21.6	15.1
4	11.4-22.5	15.7	11.4-22.4	15.2
5	11.3-22.3	15.9	11.3-22.3	15.2
6	11.3-22.5	16.0	11.2-21.5	15.2
7	11.2-22.5	15.9	11.2-21.4	15.0
8	11.3-22.2	15.5	11.0-22.1	14.8
9	11.4-22.5	15.7	11.4-22.2	15.1
10	11.7-22.4	15.9	11.7-22.2	15.1
Mean	11.1-23.5	15.8	11.0-23.5	15.2

~23.5°C(平均水温範圍 15.5°~16.2°C, 平均水温 15.8°C), 底層水温은 11.0°~23.5°C(平均水温範圍 14.8°~16.1°C, 平均水温 15.2°C)로서

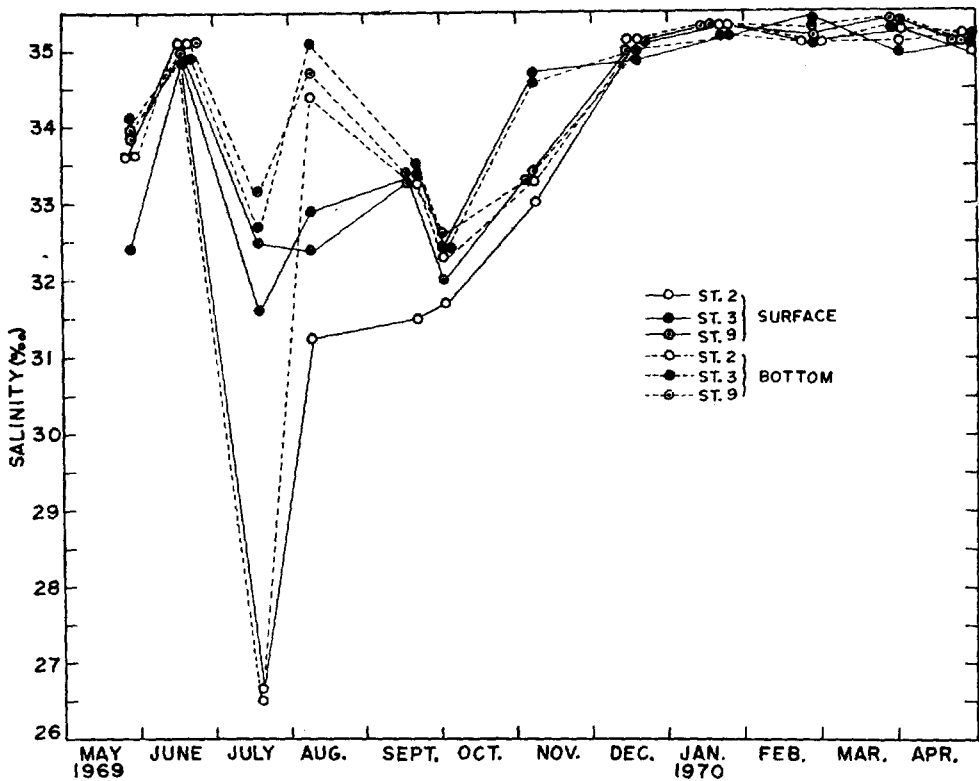


Fig. 5. Seasonal variations of the salinity at stations 2, 3 and 9.

底層水가 약간 낮고, 定點 1, 2에서 다소 水温이 높은 것을 除外하면 다른 定點에서는 年間水温範圍 또는 그 平均水温範圍가 거의 비슷하다.

3. 鹽 分

定點 2, 3, 9에 있어서의 表層 및 底層水의 年間 鹽分變動은 第5圖와 같다. 古里海域의 鹽分은 12月에서 6月에 걸쳐서는 鹽分量 35%前後의 準外海性인 高鹽分이 持續되어 7~9月의 雨期에 低韌하게 되어 10, 11月의 回復期를 거쳐 冬, 春季의 固有 高鹽分으로 回復되는 年變化를 이루고 있다.

雨期의 低鹽分期에는 특히 月內灣水의 影響이 많은 定點에서 鹽分이 低下되고, 7月에는 定點 2에서 表層 및 底層水의 鹽分이 26.5% 정도까지 低落되나 다른 定點에서는 低韌期에도 31%以上の 比較的 높은 鹽分이 維持된다. 그리고 大體的으로 底層鹽分이 表層鹽分보다 높다.

한편 定點別, 月別 鹽分比較는 第6圖와 같다. 이것에 의하면 5~11月(6月除外)에는 定點間 또는 水層에 따른 鹽分差가 顯著하나 12月에서 翌年 4月에 걸쳐서는 鹽分差異가 極히 僅少해지며, 이것은 前述한 水温上의 特性과 비슷한 樣相을

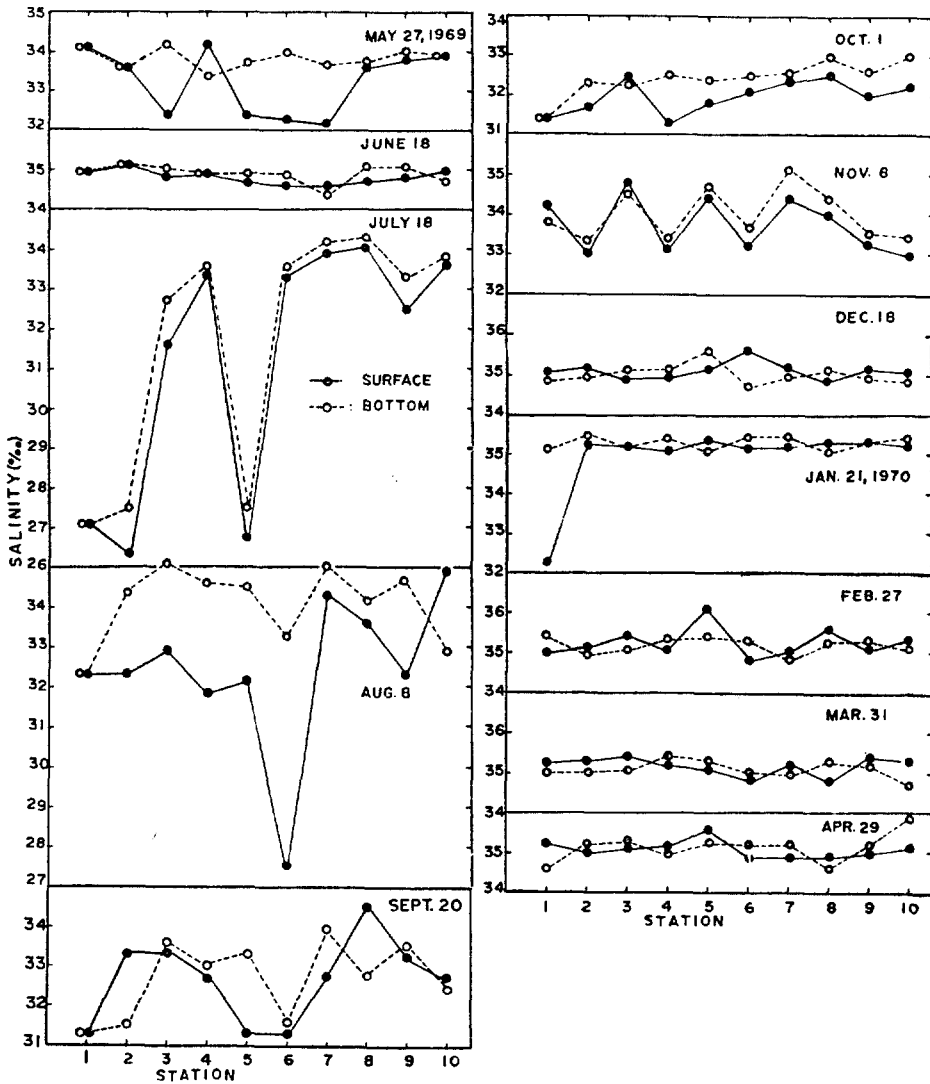


Fig. 6. Monthly salinity fluctuations at each station.

자아내고 있다. 특히 表層鹽分에 있어서는 7~9 月の 低鹹期에 있어서도 定點 7, 8, 9, 10에 있어서는 다른 定點보다는 高鹹한 傾向이 있고, 雨期에 있어서의 月內灣에 가까운 定點들의 低鹹化가 比較的 顯著하게 나타나고 있다.

또 각 定點의 年間的 鹽分變動範圍와 平均 鹽分量은 第2表와 같으며, 全定點을 통해서 表層

鹽分量은 26.56~36.06‰(平均 鹽分量範圍 33.17~34.29‰, 平均鹽分量 33.67‰), 底層鹽分量은 27.05~35.64‰(平均 鹽分量範圍 33.33~34.54‰, 平均鹽分量 34.44‰)로서 底層鹽分量이 다소 높다.

4. 水溫과 鹽分과의 關係

各 定點의 月別 水溫-鹽分 關係圖는 第7圖와

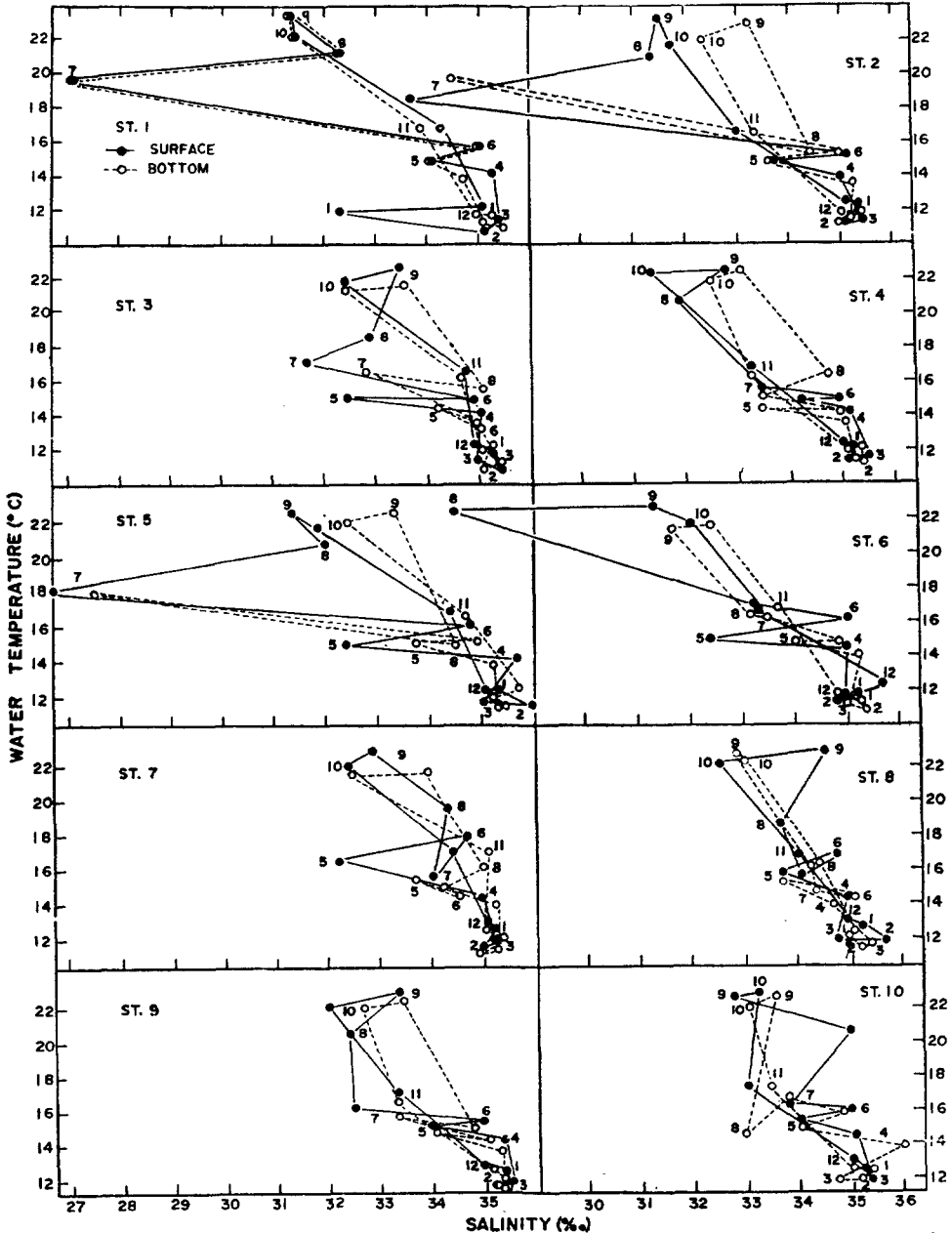


Fig. 7. Monthly temperature-salinity characteristics of the water at surface and bottom for each station in the Ko-ri sea area.

Table 2. Annual ranges of surface and bottom salinities at each station (May, 1969–April, 1970).

Station	Surface (‰)		Bottom (‰)	
	Range	Mean	Range	Mean
1	27.05–35.23	33.17	27.05–35.43	33.33
2	26.56–35.25	33.21	27.50–35.30	33.76
3	31.62–35.41	34.01	32.38–35.37	34.45
4	31.27–35.39	33.12	32.45–35.30	34.22
5	26.56–36.06	33.18	27.50–35.64	33.98
6	27.47–35.59	33.33	31.56–35.25	34.03
7	32.16–35.23	34.17	32.52–35.25	34.54
8	32.54–35.23	34.29	32.95–35.32	34.40
9	31.96–35.37	34.01	32.63–35.30	34.38
10	32.23–35.32	34.28	32.94–35.86	34.27
Mean	26.56–36.06	33.67	27.05–35.86	34.44

같다. 이것에 의하면 각 定點의 水温, 鹽分上의 特性을 瞭然하게 알 수 있다. 水温의 年間變動은 定點上의 差異없이 $11^{\circ}\sim 22^{\circ}\text{C}$ (定點 1, 2는 23°C 까지 上昇)이나 鹽分量은 定點에 따라 相當한 差異가 있고, 定點 1, 2, 5, 6에서는 表層 및 底層鹽分이 7~10月에는 32%以下로 低落된다. 또 定點 3, 4에서는 表層鹽分이 7, 8, 10月에 32%를 약간 下廻하지만 그외의 定點 7, 8, 9, 10에서는 雨期에 있어서도 32% 以下の 鹽分으로 되는 경

우는 없다.

이러한 각 定點의 水温, 鹽分上의 特性을 綜合한 古里近海의 水塊의 特徵은 1, 2, 3月에는 水温 $11^{\circ}\sim 12^{\circ}\text{C}$, 鹽分 35‰ 以上の 冬季의 固有水塊가 卓越하고, 以後 春季, 夏季에 걸쳐 水温은 22°C 까지 上昇되고 鹽分은 31~34‰까지 低下되어, 秋季의 回復期를 거쳐 또다시 冬季의 固有水塊로 되돌아가는 年變化를 이루고 있고, 이것은 마치 冬季의 固有水塊를 基點으로 하는 扇形을 이루는 水温—鹽分 關係圖를 이룬다. 그리고 定點 1, 2, 5, 6은 月內灣의 低鹹海水의 影響을 가장 많이 받는 同質水塊를 이루고, 定點 7, 8, 9, 10은 陸水의 影響이 적은 同質水塊를, 그리고 定點 3, 4는 그 中間形인 水塊의 特性을 이루고 있다.

5. pH

定點 2, 3, 9에 있어서의 表層 및 底層水의 pH의 年間變動은 第 8圖와 같다. 古里海域의 海水의 pH值는 8月을 除外하고는 $8.1\sim 8.4$ 의 範圍로 變動하고, 3, 4月에 8.4라는 年間의 最高値를 이루어 以後 低下되어 11月까지 8.3前後의 pH值가 維持되어 12月, 1月에는 $8.1\sim 8.25$ 로 약간 低落되어 春季의 高 pH 期로 접어드는 年變化를 이룬다. 8月の 低 pH는 陸性物質의 注入으로 일어난 現象으로 보이나, 12, 1月の 下降, 3~4月の 上

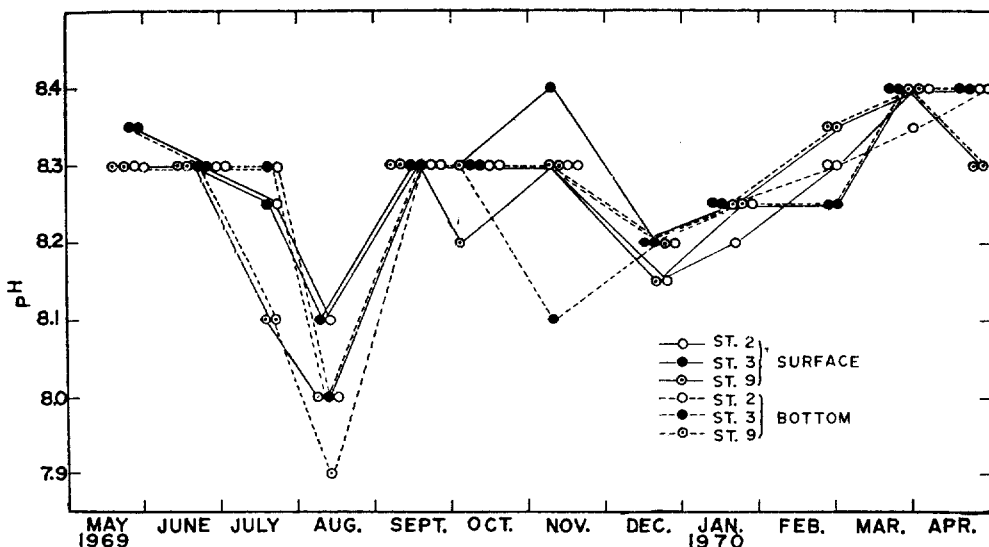


Fig. 8. Seasonal variations of the pH at stations 2, 3, and 9.

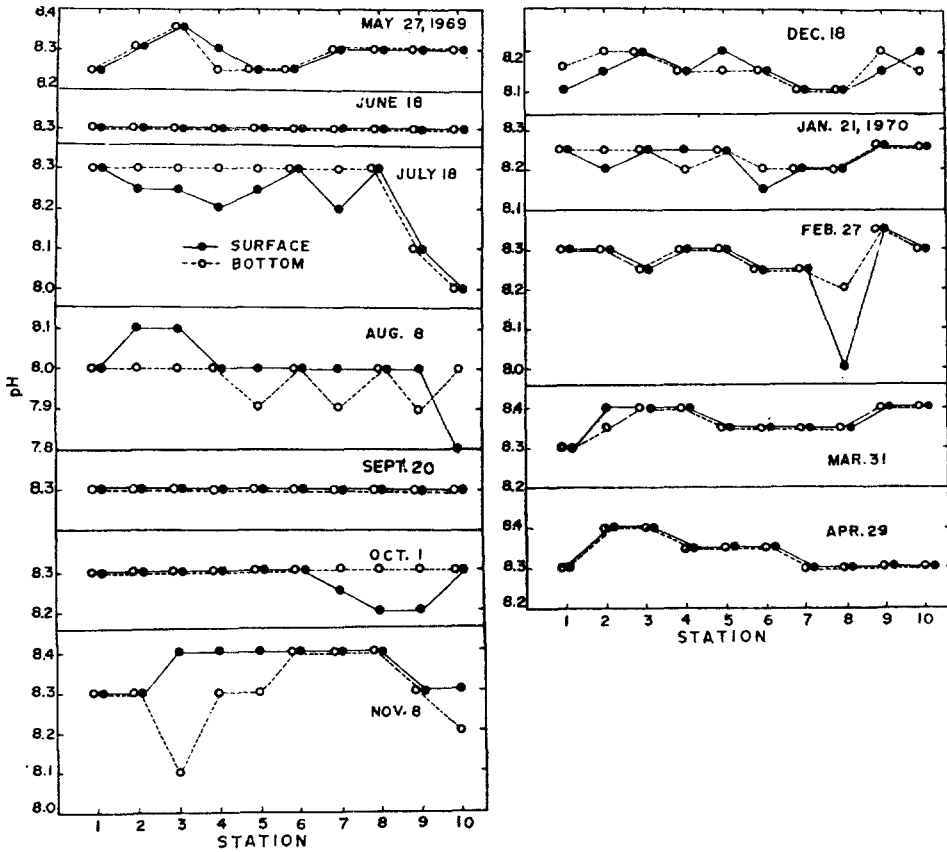


Fig. 9. Monthly pH fluctuations at each station.

昇現象은 이번의 觀測資料만으로서는 說明을 하지 못하겠다.

한편 定點別, 月別 pH 值의 比較는 第9圖와 같으며, 定點에 따른 다소의 差異는 있으나 5~6 月에는 水層의 差異없이 全定點에서 8.3 前後의 pH가 維持되어 7~8 月에는 pH 值가 低下한다. 7 月에는 먼저 表層水의 pH 低下가 일어나 8 月에는 全水塊가 7.8~8.1 정도까지 低下되나, 9~11 月에 걸쳐 8.3 정도로 回復되어 12 月, 1 月에는 약간의 pH 低下가 일어나 2~4 月에 걸쳐 다시 8.3 정도로 回復되며, 이때 灣內水의 影響이 많은 定點에서는 8.4 정도까지 pH 值가 上昇한다.

그리고 각 定點의 年間의 pH 變動範圍와 平均 值는 第3 表와 같고, 表層水에서는 7.8~8.4(平均 8.27), 底層水에서는 7.9~8.4(平均 8.26)로서 水層에 따른 pH 值의 差異는 거의 볼수 없다.

Table 3. Annual ranges of surface and bottom pH values at each station (May, 1969-April, 1970).

Station	Surface		Bottom	
	Range	Mean	Range	Mean
1	8.0-8.3	8.3	8.0-8.3	8.3
2	8.1-8.4	8.3	8.0-8.4	8.3
3	8.1-8.4	8.3	8.0-8.4	8.3
4	8.0-8.4	8.3	8.0-8.4	8.3
5	8.0-8.4	8.3	7.9-8.4	8.2
6	8.0-8.4	8.3	8.0-8.4	8.3
7	8.0-8.4	8.3	7.9-8.4	8.2
8	8.0-8.4	8.2	8.0-8.4	8.3
9	8.0-8.4	8.2	7.9-8.4	8.2
10	7.8-8.4	8.2	8.0-8.4	8.2
Mean	7.8-8.4	8.27	7.9-8.4	8.26

6. 透明度

定點 2, 3, 9에 있어서의 年間の 透明度의 變化는 第10圖와 같다. 이것에 의하면 古里海域의 透明度는 年間 2~7m의 範圍로 變動하고 있다. 年間の 最高透明度는 11, 3, 4月(6~7m)에 이루어져 春, 夏季에 걸쳐 低下하여 6~10月에는 2~3.5m로서 年間の 最低透明度를 이룬다. 11月에는 일단 6~7m의 높은 透明度까지 回復되었다가 冬季에 걸쳐 다시 低下하여 2~3月에도 2.5~4.5m의 比較的 낮은 透明度를 이룩한다. 그後 3~4月에는 다시 6~7m의 透明度로 回復되어 春, 夏季의 低透明度를 이루는 年變化를 이루고 있다.

한편 定點別, 月別 透明度의 比較는 第11圖와 같으나 每調査時마다 定點에 따른 差異가 크고, 定點에 따른 一定한 特性을 찾아 볼 수 없는 複雜한 樣相을 자아내고 있다.

透明度는 원래 海中 懸濁物質의 量에 따라 變化되고, 또 이것은 水温, 陸性物質의 注入量, 風浪, 潮汐流, 地形 등에 따라 副次的인 影響을 받는 것이므로 沿岸海域에서는 그 樣相이 매우 複雜할 것이 充分히 豫測되며, 이것은 海中 懸濁

Table 4. Maximum, minimum and mean transparency at each station (May, 1969-April, 1970).

Station	Min.(m)	Max.(m)	Mean(m)
1	1.2	6.5	3.1
2	2.0	7.0	4.1
3	2.2	7.0	4.3
4	2.5	7.0	4.3
5	1.0	7.0	3.9
6	1.8	7.0	4.3
7	2.2	7.0	4.0
8	2.5	6.5	3.7
9	2.5	6.5	4.4
10	2.3	6.0	4.2
Mean			4.0

物을 취급할 때에 다시 言及하기로 한다.

그리고 각 定點의 年間の 透明度의 範圍 및 그 平均值는 第4表와 같으며, 年間の 最低値는 1.0m, 最高値는 7.0m이고, 平均值는 4.0m이다. 각 定點중에서도 定點 3, 4, 6, 9, 10 등 外海의 影響이 많다고 생각되는 곳의 透明度가 다소 크게 나타나고 있다.

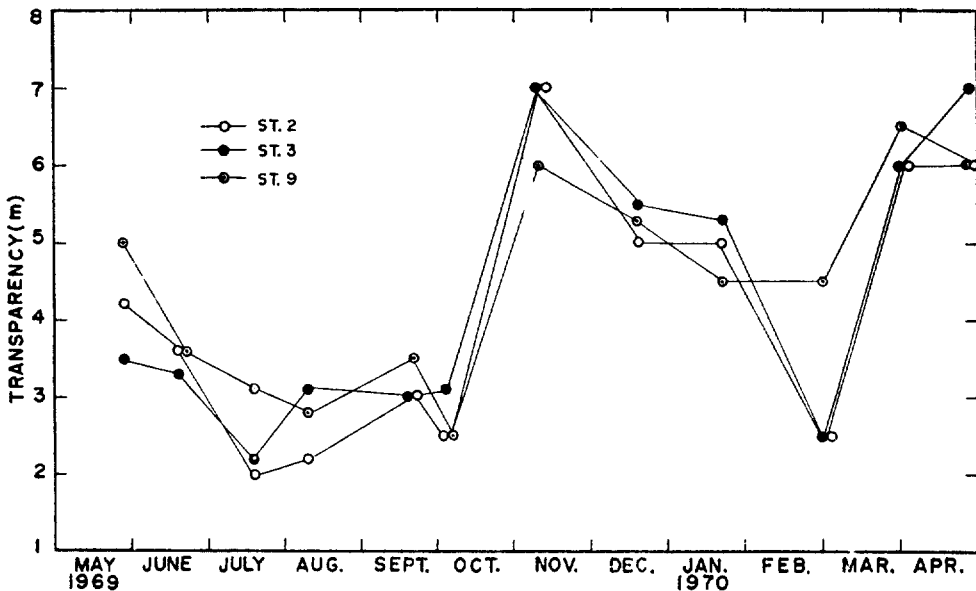


Fig. 10. Seasonal variations of the transparency at stations 2, 3, and 9.

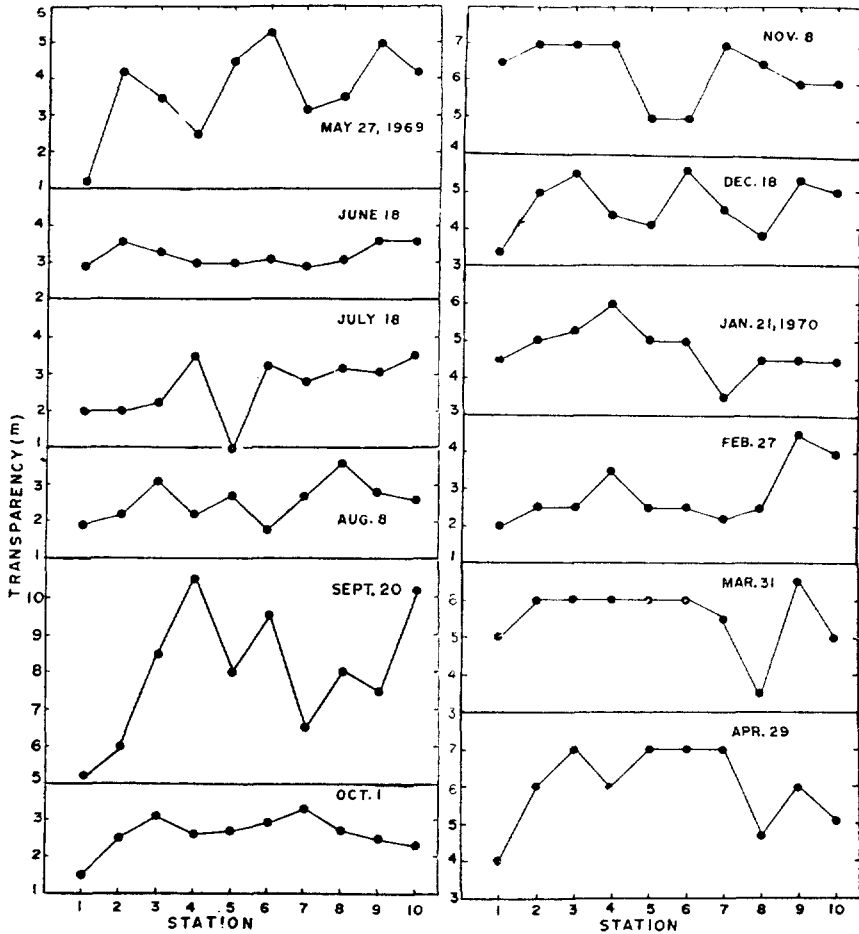


Fig. 11. Monthly transparency fluctuations at each station.

要 約

慶南 東萊郡 古里의 原子力 發電所 建設地點을 中心으로 하여 近隣海域에 10個의 調査定點을 設定하여 海底地形, 水温, 鹽分, pH 및 透明度의 年間變化를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 年間の 水温變動範圍는 表層水 11.1°~23.5°C(平均 15.8°C), 底層水 11.0°~23.5°C(15.2°C)로서 底層水의 水温이 약간 낮고, 最高水温은 9月, 最低水温은 2月에 이루어진다. 6~9月에는 表層과 底層水間의 水温差가 크고, 특히 8月에는 6°C의 水温差가 있으나 이 以外의 季節에는 水層에 따른 水温差가 매우 僅少하다.

2. 年間の 鹽分變動範圍는 表層水 26.56~36.06‰(33.67‰), 底層水 27.05~35.86‰(34.44‰)로서 底層水의 鹽分이 다소 높고, 7~10月에는 陸水의 影響이 많아 海水의 鹽分變動이 심하다. 그러나 12月부터 翌年 6月에 걸쳐서는 35%以上의 安定된 鹽分이 持續되며, 大部分의 定點에서 年間을 통해 31%以上의 比較的 높은 鹽分이 維持된다.

3. 水温-鹽分上의 特性으로 본 古里近海의 海水는 1~3月에는 水温 11°~12°C, 鹽分 35%以上의 冬期의 固有水塊가 顯著하게 發達되어, 이것은 春, 夏季에 걸쳐 水温은 22~23°C까지 上昇되고 鹽分은 31~34%까지 低下되나, 秋季의

回復期를 거쳐 冬季의 固有水塊로 되돌아가는 年變化를 이루고 있다.

4. 年間的 pH 變動範圍는 表層水 7.8~8.4 (8.27), 底層水 7.9~8.4(8.26)로서 水層에 따른 變動이 거의 없고, 8월에 낮고 3~4월에 높다.

5. 年間的 透明度의 變動範圍는 1.0~7.0m (4.0m)로서 定點에 따라 많은 差異가 있고, 6~9

月과 2월에 작고 11, 3, 4월에 크다.

參 考 文 獻

- Choe, S. and T. W. Chung. 1970. Oceanological studies for the construction of the Ko-ri nuclear power plant. KIST Res. Rept., CI 47-109, 1-143.