

濟州道 三陽沿岸海域의 海洋環境學的 研究

— 水溫, 鹽分 및 溶存酸素의 分布 —

楊 城 基

(海洋科學大學 海洋學科)

An oceanic environmental investigation of the coastal waters of Samyang, Cheju Island.

— The distributional characteristics of temperature, salinity and dissolved oxygen —

Yang, Sung-Ki

(Dept. Oceanography, College of Ocean Science and Technology)

The seasonal distribution and characteristics of temperature, salinity and dissolved oxygen on the coast of Samyang were studied based on the oceanographic data compiled from February to November of 1983.

The peculiar coastal sea water of the area was annually formed by the temperature and salinity lower than open sea water, and it was extended to about 1 Km off the coast, covering only the surface layer and such a phenomenon was most developed in summer. And then, the open sea water was strenuously approached to the coast in winter, particularly, at middle and bottom layer mainly influenced by Tsushima warm current and it formed vertically homogeneous water owing to the strong wind and tidal current.

In summer, the sea surface temperature and salinity of coastal water were 28.5 °C and 29.7‰ by inflowing of much fresh water, while in winter they were 13°C and 34.7‰, respectively. Mean value of dissolved oxygen concentrated at surface layer of the coastal water during the period Feb. — June was 5.5—6.5 ml/l, and it was higher than open sea water by about 0.3 ml/l (3%).

Through out the year, vertical mixing layer influenced by wind and tidal current in the coastal area was formed at depth of 20m and it was deeper at open sea area about 10m depth than that of the area, but comparatively stable stratification was seen at the open sea area in summer. The shallow tidal front was found near the entrance of Samyang and Shinchon.

序 論

濟州道 周邊海域은 周年을 통해 對馬暖流系의 暖水
와 冷水系인 黃海冷水 및 中國大陸沿岸水 등의 外洋水
가 복잡한 樣狀으로 相接하여 海況의 季節的 變化가

심한것이 특징이다 (井上, 1975; 金, 1982). 이들 外
洋水가 濟州道 沿岸域으로 접근함에 따라 沿岸水와의
境界域에서는 그 海域 特有의 海洋環境을 조성하며, 이
러한 沿岸海洋環境의 時空間的인 變化는 沿岸生物의
棲息條件과 分布特性 및 沿岸漁場의 形成機構 등에 많
은 영향을 미치고 있다.

濟州港과 朝天港 사이에 위치한 三陽沿岸域은 海岸地形과 水深이 매우 불규칙한 形狀을 하고 있다. 또한 하계의 降水 등에 의한 多量의 陸水와 海岸線附近의 群小湧泉으로부터 年中 淡水가 海洋으로 流入되어 全般的으로 外洋水보다 低溫, 低鹽인 三陽沿岸水를 형성하고 있다(高 等, 1984). 또한 이 海水는 外洋水와의 사이에 현저한 淺海前線을 形成하며, 이러한 前線域에서는 일반적으로 海水의 심한 수직적인 운동과 溫度, 鹽分 등의 강한 교환뿐만 아니라 榮養鹽, 葉綠素 및 플랑크톤의 分布 등이 급격한 變化를 일으켜 生物活動이 활발하므로 三陽沿岸의 漁場形成과 밀접한 關係가 있을 것으로 豫상된다.

본 研究에서는 三陽沿岸海域의 海洋環境이 이 海域의 海洋基礎生産에 미치는 影響을 究明하기 위하여 1983年 2月부터 11月까지 每月 실시된 海洋觀測資料로부터 三陽沿岸水의 季節別 水溫 및 鹽分 등의 分布特性과 外洋水와의 水平 및 鉛直混合時期와 季節變化를 調査하였다.

資料 및 方法

이 研究는 Fig. 1과 같이 9個의 海洋觀測點을 선정하고 1983年 2月부터 11月까지 每月 調査된 水溫, 鹽分 및 溶存酸素의 觀測資料를 利用하였다.

各 定點의 水溫은 Nansen 採水器 및 Kitahara式 採水器를 使用하여 水層別(0, 5, 10, 20, 30, 40, 50m)로 測定하고, 鹽分은 採水된 試水를 실험실로 옮겨 Uranine 指示藥을 使用한 銀滴定法으로 檢定하였으며, 溶存酸素量은 現場에서 TOA DO-B 溶存酸素計로 測定하였다.

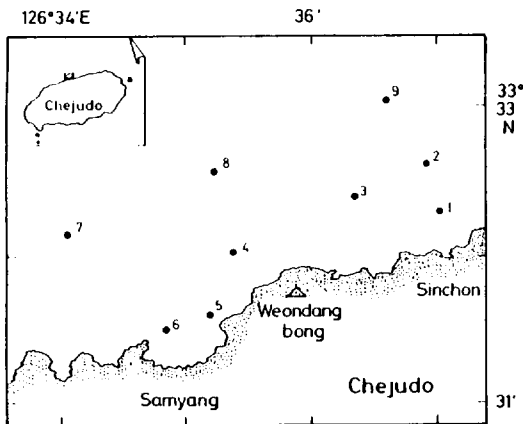


Fig. 1. Research area and stations of oceanographic observation in the coast of Samyang, 1983.

三陽沿岸水와 外洋水와의 混合時期 및 夏季成層海洋의 형성시기를 파악하기 위하여 沿岸域인 Sta.6과 外洋域인 Sta.8의 各 水層別 水溫 및 鹽分의 季節變化와 兩水塊의 年間을 통한 T-S diagram으로 부터 月別 水型의 特性을 調査하였다. 또한 沿岸水와 外洋水의 年中 境界域으로 볼 수 있고, 또 沿岸에 거의 평행한 Sta. 2, Sta. 3, Sta. 4 및 Sta.6의 各 定點들을 연결하는 水溫, 鹽分의 鉛直斷面圖로 부터 時空間的인 分布의 特性을 밝히고, 이들 定點에 거의 수직방향인 Sta. 5, Sta. 4 및 Sta. 8의 鉛直斷面圖에서 沿岸水의 擴張範圍와 外洋水가 沿岸으로 接近하는 樣狀 및 前線域을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 水溫 및 鹽分의 季節變化

Fig. 2는 三陽沿岸域(Sta.6)과 外洋域(Sta.8)에 있어서 各 水溫과 鹽分의 季節變化를 나타낸 것이다. 이것에서 水溫과 鹽分값의 位相은 거의 逆相關을 나타내며, 變化樣相은 8月을 中心으로 거의 對稱的이다. 특히 5月에 沿岸域인 20m以淺에서 水溫과 鹽分이 4月과 6月に 비해 各 各 1~2°C 및 0.5‰ 정도 높은 19.5°C와 34.3‰을 나타내고 있는것은 본 觀測時期와 이 海域의 海水流動과 밀접한 關係가 있을 것으로 推측된다. 일반적으로 水深이 얇은 沿岸海域의 海洋環境은 강한 潮流에 의한 亂流로 인해 外洋水와 沿岸水와의 수직 및 鉛直混合을 일으켜 복잡한 變化를 일으킬 뿐만 아니라 潮汐의 週期에 따라 그 특성이 다양하게 나타날 수 있다. 따라서 金(1979)과 高 等(1984)이 이 부근의 海域에서 調査한 海·潮流의 特性을 고려할 때 高溫, 高鹽인 外洋水가 沿岸域으로 강하게 접근한 것으로 생각된다.

表層水溫의 最低値는 2月に 12.1°C, 最高値는 8月に 28.2°C로 나타나며, 年變化幅은 약 16°C가 된다. 鹽分은 3月に 약 34.7‰, 8月に 29.5~30.4‰로서 各 各 最高値와 最低値를 보인다. 이러한 結果는 盧 等(1976)이 濟州港에서 調査한 水溫과 鹽分의 平均値중에서 鹽分은 거의 일치하고 있으나 水溫은 약 2°C 낮게 나타나며, 또 10m以深과 外洋보다 약 1°C以上 低溫을 보이고 있다. 이같은 현상은 多季 차고 강한 大氣의 冷却效果로 인한 三陽沿岸 特有的인 局地的인 현상으로 사료된다.

年中 表層混合層이 沿岸域에서는 20m까지 外洋은 10m以上 깊은 30m까지 形成되고 있다(Fig.2).

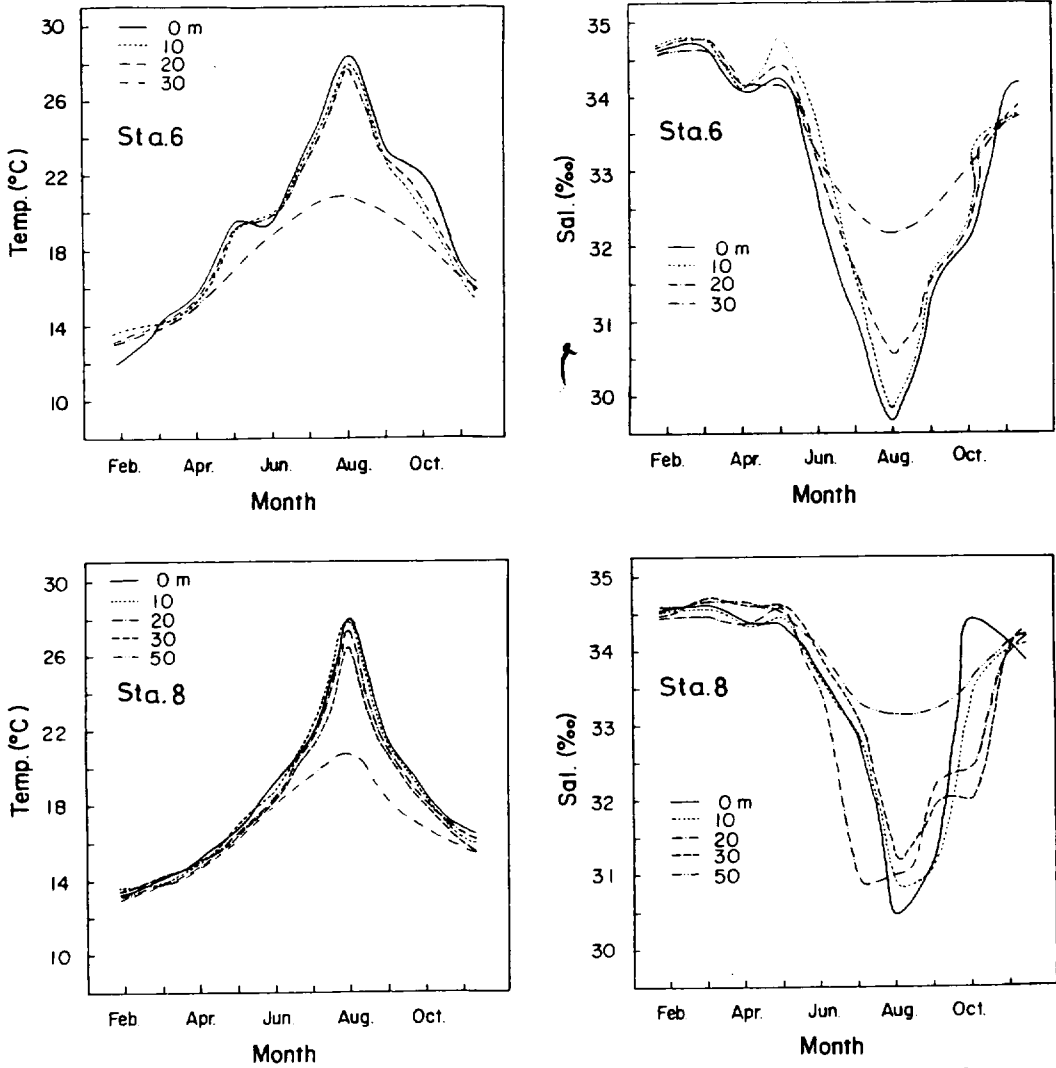


Fig. 2. Monthly vertical variations of temperature(°C) and salinity(‰) on the coastal waters of Samyang.

특히 沿岸域은 2월부터 5월까지, 外洋에서는 2월부터 6월까지 表·底層間의 密度가 거의 均質한 混合水의 性格을 띄고 있다. 이러한 경향은 10월부터 다시 나타나고 있는데 이것은 Fig. 3의 年間을 통한 T-S diagram에서도 더욱 잘 나타내고 있다. 즉 兩水塊의 水溫은 1°C內외의 차를 나타내며, 鹽分은 동계의 경우 1~1.5‰의 심한 차이를 보인다. 따라서 이들 海水의 密度는 주로 하계에는 水溫에 의해서, 또 동계에는 鹽分에 의해 결정되고 있으며, 동계부터 춘계에 걸쳐 이들 海水는 水平 및 鉛直混合이 年中 가장 활발하게 일어나고 있다. 이때 海水의 混合에는 東·西方向의 강한 潮

流에 의한 海底亂流뿐만 아니라 海洋表面의 風力(Surface wind stress)도 상당히 작용하리라 생각된다.

沿岸海域은 5月以後부터 太陽輻射熱의 증가로 全海域의 水溫이 전반적으로 상승하며, 表層水와 底層水와의 사이에는 成層海洋이 나타나기 시작한다. 그러나 外洋에서는 이 보다 1個月 늦은 6월부터 나타나기 시작하여 8월에 가장 현저하며, 30m層에서는 강한 水溫 및 鹽分의 躍層이 形成되고 있다. 또한 躍層以深은 表層에 비해 季節的 變化가 극히 적은데, 이러한 結果는 金(1982)이 濟州港의 外海에서 調査한 結果와 거의 일치되고 있다.

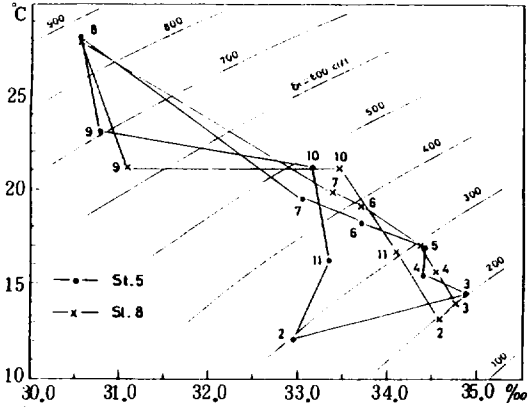


Fig. 3. Temperature and salinity relations for the sea surface in the coast of Samyang. Numbers in curves indicate months.

2. 水溫, 鹽分과 溶存酸素의 水平 및 鉛直分布

濟州島 北岸의 中央에 位置한 三陽沿岸域은 水深이 50 m 內外인 淺海域으로서 海洋環境의 季節的 變化가 심하고 (高 等, 1984), 黃海와 南海가 서로 接하는 境界域으로서 水溫, 鹽分 등의 海水特性이 水平的으로 급격히 變化하는 海域이다 (金, 1982). 이 海域에서 春季 (4月)에 대한 20 m 및 底層의 水溫과 鹽分의 水平分布를 Fig. 4에 나타냈다. 三陽浦口의 부근해역은 海洋水보다 약간 낮은 약 15°C의 水溫과 34.2‰의 鹽分을 가지는 沿岸水가 分布하고 있으나 新村沿岸域은 이

보다 높은 15.5°C의 水溫과 34.0‰ 以下の 低鹽水가 나타나고 있다. 또한 이 時期에 Fig. 2의 水溫 및 鹽分의 鉛直分布에서도 알 수 있는바와 같이 表底間에는 이들 값의 차이가 거의 없으므로 三陽浦口에서 外洋으로 流出되는 低溫, 低鹽의 沿岸水는 약 20 m의 두께를 가지면서 沿岸으로부터 外海로 약 1km까지 擴張하고 있으며 그 깊이는 점차 얕아지고 있다. 또 新村沿岸의 水溫이 주위보다 0.5°C 以上 높게 나타나고 있는 것은 이 부근의 海岸에 위치한 群小湧泉들로부터 流出되는 多量의 淡水때문인 것으로 사료되며, 이 湧泉水는 年中 15.9°C를 유지하고 있다 (高 等, 1984). 그러나 全海域에서 34‰ 以上の 高鹽水가 나타나는 것은 金 (1982)과 井上 (1975)이 밝힌바와같이 이 부근의 海域이 對馬暖流의 영향권내에 위치하여 高溫, 高鹽인 外洋水가 沿岸으로 강하게 接近하고 있기 때문이며, 이러한 현상은 등계에 현저하게 나타나고 있다. 따라서 三陽과 新村浦口의 부근해역에서는 이들 沿岸水와 境界를 이루며 약한 前線域을 形成하기 시작한다.

成層海洋이 나타나기 시작하는 6月은 沿岸에 거의 평행한 水溫 및 鹽分의 鉛直斷面圖 (Fig. 5)에서, 表層으로부터 30 m까지는 冬季에 形成되었던 海水의 鉛直分布가 거의 소멸되고 있는 形狀을 보이며, 그 以深에서는 18°C 以下の 水溫과 34.0‰ 以上の 高鹽水가 나타나고 있다. 원당봉 앞 海域 (Sta. 4와 Sta. 3 사이)은 水溫 및 鹽分이 각각 18°C와 34.0‰ 以上の 暖水系인 三陽方面의 沿岸水와 이보다 河川水 및 湧泉水의 影響을 비교적 많이 받고있는 低溫, 低鹽인 新村方面의 沿岸水가 서로 境界를 이루고 있다.

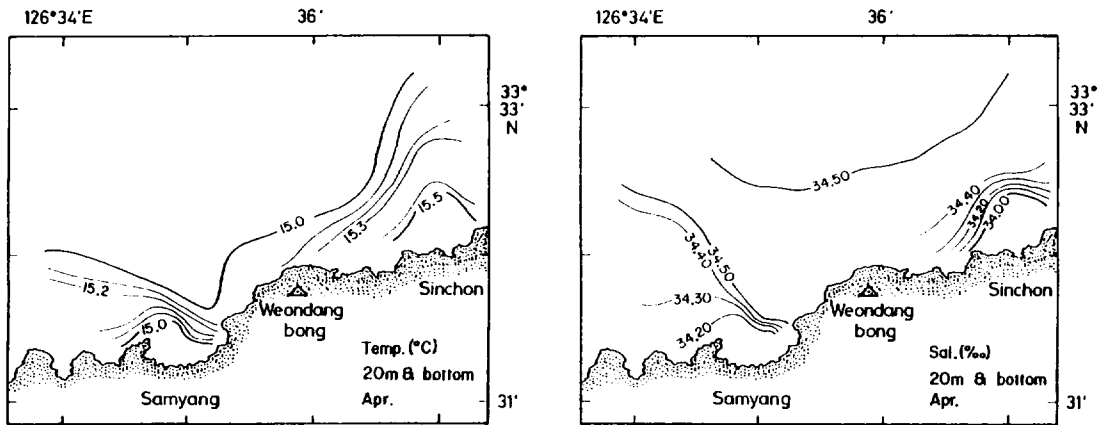


Fig. 4. Horizontal distribution of temperature (°C) and salinity (‰) at 20m and bottom layer in April, 1983.

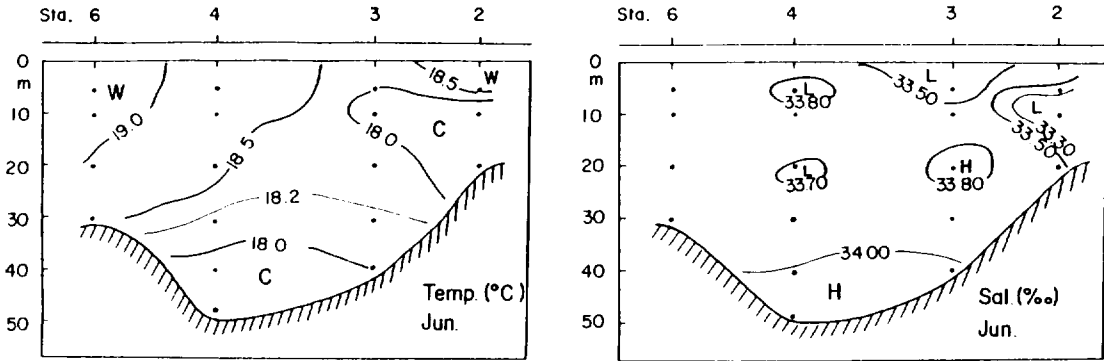


Fig. 5. Vertical sections of temperature (°C) and salinity (‰) in June, 1983.

溶存酸素은 表層이 低層보다 약 0.3ml/l (5%) 정도 높게 分布하고 있으나 全水深을 통해 거의 均質한 값을 보이고 있다 (Table 1). 또한 三陽 및 朝天沿岸域이 外海에 비해 약간 높게 나타나고 있으며 특히 원당 봉 앞 해역에서는 주위보다 高濃度의 海水가 分布하고

있다. 이것은 岬과 같은 形狀인 海底地形의 影響으로 表·底層水의 混合이 활발한 것으로 생각되며, 6月의 경우는 朴(1982)이 本 海域의 外海에서 調査한 값보다 약간 낮은 5.4~5.9ml/l를 보이고 있으나 그 原因은 분명하지 않다.

Table 1. Surface concentration of dissolved oxygen (ml/l) at Samyang in Feb. - June, 1983

Figure in parenthesis indicates the concentration ratio (%) of dissolved oxygen

Station No.	Month				
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
1	—	5.76 (96.5)	6.41 (113.8)	6.02 (105.5)	5.61 (101.5)
2	—	5.44 (91.2)	6.30 (106.5)	6.95 (112.2)	5.63 (101.5)
3	—	5.80 (97.8)	6.19 (106.7)	6.32 (110.6)	5.86 (105.5)
4	6.17 (99.7)	5.66 (94.8)	6.39 (110.0)	6.10 (108.0)	5.77 (104.0)
5	7.46 (119.0)	5.54 (93.8)	5.91 (101.8)	6.34 (112.2)	5.49 (99.0)
6	6.07 (98.0)	5.45 (92.2)	6.59 (113.0)	5.81 (107.2)	5.64 (102.0)
7	6.53 (106.5)	5.55 (93.0)	6.44 (110.8)	6.31 (110.5)	5.56 (101.0)
8	6.44 (106.0)	5.47 (91.6)	6.39 (110.8)	6.27 (110.0)	5.56 (101.0)
9	6.41 (103.0)	5.44 (91.2)	6.44 (110.8)	6.15 (108.8)	5.39 (98.0)

Fig. 6은 夏季(8月)의 水溫과 鹽分의 水平分布를 나타낸 것인데, 三陽沿岸域은 6月에 비해 水溫이 8°C 이상 上昇된 27.5~28°C의 高水溫이 나타나고 있으나 新村沿岸域은 26°C以下와 29.6‰以下의 低溫·低鹽水가 分布하여 이보다 상대적인 高溫·高鹽水인 外洋

水와의 사이에서 淺海潮汐前線이 形成되고 있음을 알 수 있다. 또한 이 季節은 年中 最高溫과 最低鹽의 海水特性을 나타내며 (Fig. 2, Fig. 3), 이들 값은 沿岸과 外洋에 있어서 큰 차이는 없으나 대체로 沿岸의 底層水溫이 外洋에 비해 약 1°C 이상 높게 나타나고 있는것

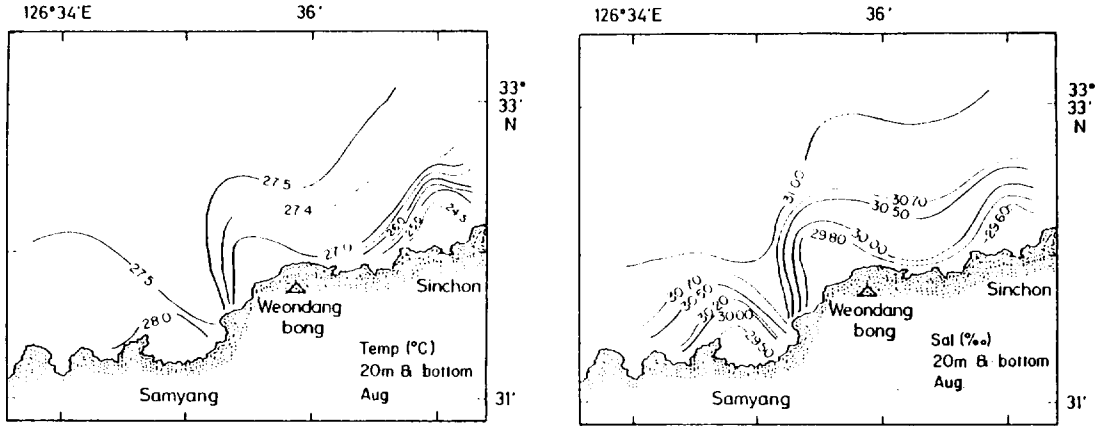


Fig. 6. Horizontal distribution of temperature(°C) and salinity(‰) at Samyang area in August, 1983.

은 三陽沿岸의 局地的인 氣象現象 및 강한 潮流에 의한 海水의 鉛直的인 混合過程과 연관이 있을 것으로 추측된다. 또 鹽分이 外海보다 0.5 ‰ 以上 낮게 나타나는 것은 7月以後 降水 등에 의한 多量의 陸水가 海洋에 流入하기 때문이다.

8月에 있어서 三陽浦口로 부터 外洋을 연결하는 水溫과 鹽分의 鉛直斷面圖를 Fig.7에, 그리고 沿岸에 평행한 斷面圖를 Fig.8에 각각 나타냈다. 이들 그림에서 30 m 以深에서는 현저한 水溫 및 鹽分의 躍層이 形成되고 있으며, 특히 外洋域인 Sta.8의 40 m層에서는 더욱 강하게 나타나고 있다. 또한 원당봉 앞 海域(Sta.4)은 주위보다 低溫(28°C), 低鹽(30.5 ‰ 以下)의 沿岸水가 存在하고, 三陽沿岸域인 Sta.5와 Sta.6의 20 m

以淺은 外洋에 비해 0.5~1°C 정도 낮은 低溫水가 分布하고 있다. 이러한 成層海洋은 10월부터 점점 약화되어 11월은 上·下層의 水溫과 鹽分이 각각 약 1°C와 0.3 ‰ 정도밖에 차이가 없으므로 일부 海域의 底層을 제외한 全 海域의 海水가 大部分 混合되고 있음을 알 수 있고, 특히 15 m와 20 m 사이는 완전한 混合層을 形成하고 있다(Fig.9). 그러나 Fig.8에서 Sta.2와 Sta.3 사이의 海域에서는 34.0 ‰ 以下인 新村沿岸水가 外洋水의 영향을 비교적 많이 받고있는 三陽方面의 沿岸水와 plume type의 前線(Bowman and Esaias, 1978)을 形成하고 있으므로 이 海域은 營養鹽類, 엽록소 및 plankton 등의 分布特性이 현저한 相異를 나타낼 것으로 예상된다.

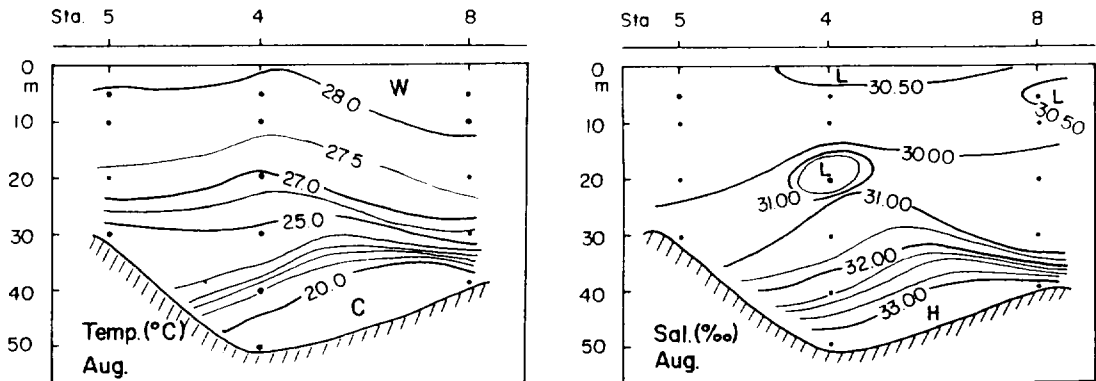


Fig. 7. Vertical sections of temperature(°C) and salinity(‰) in August, 1983.

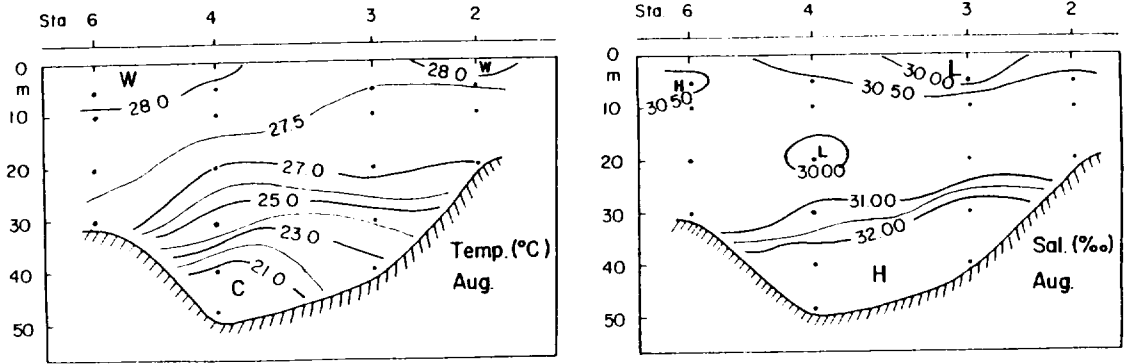


Fig. 8. Vertical sections of temperature and salinity in August, 1983.

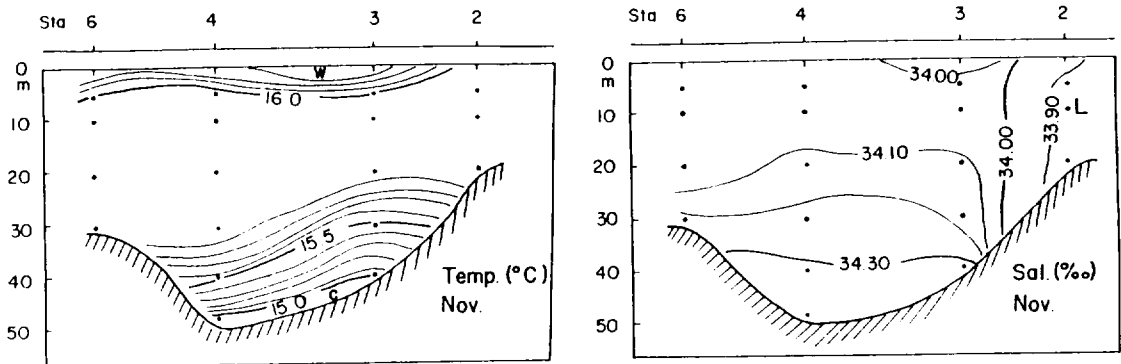


Fig. 9. Vertical distributions of temperature (°C) and salinity (‰) in November, 1983.

要 約

1983年 2月부터 11월까지 每月 三陽 沿岸 海域에서 調査된 海洋 觀測 結果로 부터 三陽 沿岸 水의 季節別 水溫, 鹽分 및 溶存 酸素의 分布 特性을 把握하였다.

三陽 沿岸 海域에는 年中 外洋 水보다 低溫, 低鹽인 三陽 特有의 沿岸 水가 形成되어 沿岸 으로부터 약 1 km 外洋 까지 表層을 덮으면서 擴張하고 있으며, 그 勢力은 夏季에 가장 發達하고 있다. 그러나 中·底層에서는 對馬 暖流 등의 영향을 받고 있는 高溫, 高鹽의 外洋 水가 沿岸 으로 接近하여 沿岸 水와의 사이에 현저한 前線域 을 形成하고 있으나, 冬季에는 全 海域의 上·下層이 거의 均質한 混合水로 된다.

夏季에 降水 등에 의한 多量의 陸水 流入으로 沿岸 水는 28.5°C의 水溫과 29.7‰의 極低鹽水로 되며, 多

季에는 外洋 水의 影響으로 13°C와 34.7‰을 나타내 고 있다. 또한, 春·夏季의 溶存 酸素量은 沿岸 域이 外洋 보다 約 0.3 ml/l (5%) 높은 5.5~6.5 ml/l 였다.

周年을 통한 鉛直 混合層이 表層 으로부터 沿岸 域에서 20 m 層까지, 外洋은 30 m 層까지 形成되며, 夏季의 外洋 域에서는 比較적 安定된 成層 海洋을 나타내고 있으나 三陽과 新村 浦口의 앞 海域에는 淺海 潮汐 前線이 形成되고 있다.

參考文獻

Bowman, M. J. and W. E. Esaias. 1978 : Oceanic Fronts in costal processes. Springer-Verlag, 114 p.

楊 城 基

井上常文. 1975 : 東支那海陸棚上の海底流動・海洋科學.
7 : 12 ~ 19.

金福起. 1979 : 濟州海峽의 海流와 潮流에 관하여. 國
水振研報. 21 : 7~21.

김 구. 1982 : 한국 남서해의 해류분포와 그 영향에
관한 연구. 미발표. 1~29.

高有峰・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
洋學的 基礎調査. 未發表. 113 pp.

朴吉淳. 1982 : 濟州島 沿岸海水의 營養鹽類에 관한 研
究. 韓水誌. 15 : 255~262.

盧洪吉・鄭公斡. 1976 : 濟州島 沿岸의 水溫 鹽分 變動
에 관한 研究. 濟大論文集. 115~122.