

濟州島 沿岸의 水溫 鹽分 變動에 關한 研究 — I

— 一般的인 變動의 傾向 —

盧 洪 吉
鄭 公 炘

Studies on the fluctuation of temperature and salinity in the Coast of Jeju Island — I

— The tendency of the general fluctuation of temperature and salinity —

Rho Hong-kil
Chung Kong-heun

Summary

The tendency of the general fluctuation of coastal sea surface temperature and salinity in Jeju Island is investigated to get knowledges about the characteristics of the surrounding waters of Jeju Island.

The results obtained are as follows:

1. The coastal surface water of Jeju Island is covered by Tsushima Warm Water mass through a whole year but the phenomenon of low temperature appear occasionally due to the extension of the Yellow Sea cold water, the occurrence of wind wave and the development of upwelling.
2. The mean minimum temperature which occurs from the late in February to the middle in March is 12.5°C at the shore station of Sanji and 14°C at the shore station of Seogwipo.

The mean maximum temperature which occurs in August is 25°C at the shore station of Sanji and 27°C at the shore station of Mara-Do.

The irregular variations of the coastal sea surface temperature appear before and after the occurrence time of mean maximum temperature. However, the most stable season of the coastal sea surface temperature is the spring.

3. Analyzing the varied aspect of the surface water temperature at Sanji and U-Do, it suggests that anticyclonic current may occur in the channel of Jeju in summer.

4. Mara-Do and U-Do are the important shore station that the former can use to study about the extension of the Yellow Sea cold water and that the latter can use to study about the variation of the strength of the Tsushima Warm Current.

5. The occurrence time of the maximum air and water temperature coincides well because the variation of air temperature influence directly the variation of water temperature at the same time or less than ten days.

6. The minimum salinity at the each shore station in Jeju Island is the range of 27.3)-2) 00 0/00 and it occurs from the late in August to the early in September because of the difference with location.

7. The variation of salinity in the coast of Jeju Island coincides well with the variation of the precipitation in Jeju Island and particularly, the phenomenon which of salinity decrease rapidly in summer is principally caused by the decrease of salinity in the off shore of Jeju and inflow of great quantity of land water from Jeju Island.

8. One of the characteristics of the coastal sea condition of Jeju Island is the rapid fluctuation of temperature and salinity in summer.

I 緒 論

最近 海洋研究의 한 方法으로 海洋觀測用 Buoy를 一定한 海域에 定置하여 研究 目的에 必要한 正確한 資料를 얻으려는 傾向이 있다. 濟州島는 地理的인 位置로 보아 이와같은 Buoy의 機能을 充分히 發揮할 수 있는 좋은 條件을 갖고 있다. 또 濟州島의 東側은 우리나라 南·東海의 海況을 크게 左右하는 對馬暖流가, 西側은 西海의 海況에 큰 影響을 미치는 黃海暖流가 接近²⁾ 通過하고 있으므로 濟州島 沿岸의 海況研究는 우리나라 近海의 海況 變動을 미리 豫測할 수 있는 좋은 方法이 發見될 可能性도 있다. 그러므로 本研究는 濟州島 沿岸의 海況 把握은 勿論 對馬暖流 및 黃海暖流研究의 一環으로 取扱 될 수 있다. 이와같은 觀點에서 本研究는 海洋學的으로 매우 重要한 意義를 갖는다.

濟州島 水産業은 海藻類, 貝類等 沿岸 定着性 生物를 主對象으로 하고있고 漁業 역시 小型 漁船을 主軸으로³⁾ 沿岸 定着性 魚類 내지는 沿岸 가까이 來游해오는 溯游性 魚種을 漁獲對象으로 하고 있다. 그러므로 濟州島의 沿岸 海況은 濟州島 水産開發을 위해서도 반드시 考慮해 넣어야할 基礎 資料이다. 고로 本研究는 水産業的인 側面에서도 매우 重要하다.

沿岸 海況의 分析에는 여러가지 環境要因을 利用할 수 있겠으나 本研究에서는 海況變動의 指標로서 널리 쓰이고 있는 水溫·鹽分만을 주로 사용했다.

지금까지 本研究와 直接的인 關連이 있는 研究는

없고 다만 西田 (1926)⁴⁾로부터 시작되어 最近 李 (1966)⁵⁾ 孔(1968)⁶⁾ 金·盧(1968)⁷⁾ 韓(1970)⁸⁾ 임 (1972)⁹⁾ 등의 우리나라 全域에 걸친 沿岸水溫 研究나 沿岸漁場 研究에서 단편적으로 取扱되고 있다. 그러나 上記의 여러 研究는 濟州島 沿岸 全域의 資料를 利用하지 않아 濟州島 沿岸 全域의 水溫을 檢討하지 못했으며 또 沿岸 海況에 크게 影響을 주는 鹽分에 關해서는 전혀 취급되지 않고 있다. 그러므로 濟州島 沿岸 全域에 걸친 海況特性을 여러 觀點에서 具體的으로 究明하여 海洋學 및 水産學的 研究에 應用할 必要가 있다. 本研究는 이와같은 研究의 一環으로 우선 濟州島 沿岸의 概括的인 水溫 鹽分變動 傾向을 把握하고자 했다.

II 資料 및 方法

國立水産振興院에서 發表한 우리나라 沿岸定地 海洋觀測 資料中 本研究와 가장 關係가 깊은 馬羅島, 西歸浦, 牛島, 山地, 竹島, 者只島, 巨文島等의 10個 年間 (1965年~1974年)의 旬別水溫 (日別 觀測 資料를 旬別로 平均한 값)과 1976年 3月부터 每月 2回 以上 濟州島 沿岸의 8個 定點 (Fig. 1 參照)에서 調査한 水溫 鹽分値를 利用했다.

또 水溫 鹽分 變動과 氣象과의 關係 究明을 爲해 濟州 및 西歸浦 觀測所의 氣象關係 資料도 檢하여 利用했으며 鹽分 檢定은 Mohr의 窒酸銀 溶液 滴定法에 의했다.

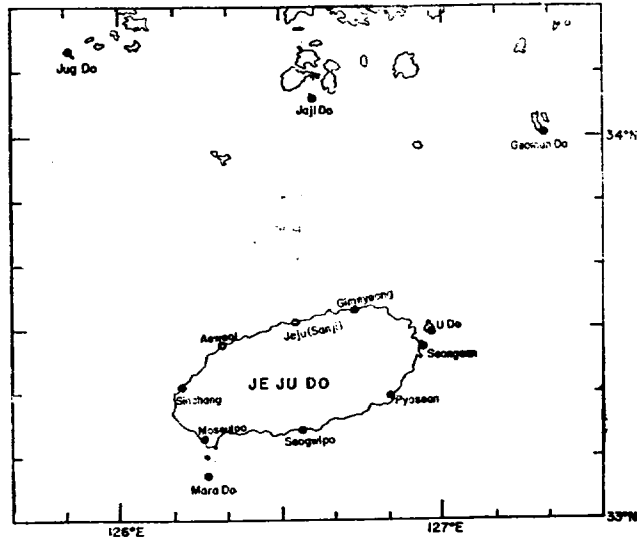


Fig. 1. Location of shore stations.

○ 結果 및 考察

1965年 부터 1974年 까지 10년間의 濟州島 附近 重要 定地 觀測點들의 平均 水溫 年變化 曲線을 Fig. 2에 나타냈다. 이것에 의하면 濟州海峽 北側에 位置한 竹島와 者只島의 平均水溫 年變化는 다른 地域 水溫 年變化와 確實히 區別되고, 馬羅島 西歸浦 牛島 山地等은 서로 거의 비슷한 變化를 보이며 巨文島는 中間의인 性格을 띠고 있다. 또 冬季 最低 平均水溫도 濟州島 沿岸은 12.5°C 以上으로 他地域에 比해 높다. 그러므로 濟州島 沿岸은 모두 暖流勢力圈 內에 屬해 있다.

濟州島 沿岸의 最低 平均水溫은 馬羅島와 西歸浦 가 山地 및 牛島보다 그 出現時期가 빨라 2月 下旬에, 山地가 3月 上旬, 牛島가 가장늦어 3月 中旬에 나타난다. 그때의 最低 平均水溫은 北側인 山地가 가장낮아 12.6°C이고 西歸浦가 가장 높아 13.9°C 이다.

한편 夏季 最高 平均水溫은 山地가 가장 낮아 24.9°C 馬羅島가 가장 높아 27.1°C이며 그 出現時期는

山地가 가장 빨라 8月 上旬내지中旬에, 牛島가 가장 늦어 8月 下旬에 나타난다. 그러므로 濟州島 沿岸의 最低 平均水溫은 12.5°C~14°C로 그 出現時期는 2月 下旬내지 3月 中旬이며, 最高 平均水溫은 25°~27°C로 8月中旬에 나타난다. 임(1972)⁸⁾은 1930年 부터 1967年 까지의 沿岸定地 觀測資料를 利用, 우리나라 各地域의 月別 平均水溫을 調査했다. 그 結果에 依하면 山地는 2月 12.82°C, 8月 24.93°C 이며 馬羅島는 2月 13.78°C, 8月 25.62°C 이다. 이것은 馬羅島의 夏季 最高 平均水溫이 本研究의 平均水溫 보다 약간 낮게 나타난것을 除外하고는 本研究의 結果와 아주 잘 一致한다. 그러므로 濟州島 沿岸의 平均 水溫은 約 10년間의 平均値를 取해도 큰 差異는 없는것 같다.

牛島는 一般的으로 山地側 보다 暖流의 影響을 많이 받아 牛島의 平均水溫이 山地보다 높을 것이 豫想된다. 그러나 Fig. 2에 依하면 冬季는 牛島가 山地보다 水溫이 높으나 暖流勢力이 強해지기 始作하는 4月 中旬부터 最高 水溫이 나타나기 直前的 7月 下旬까지 계속 山地가 牛島보다 水溫이 높다. 그러나 以後 부터는 牛島側이 山地側보다 오히려 水溫이

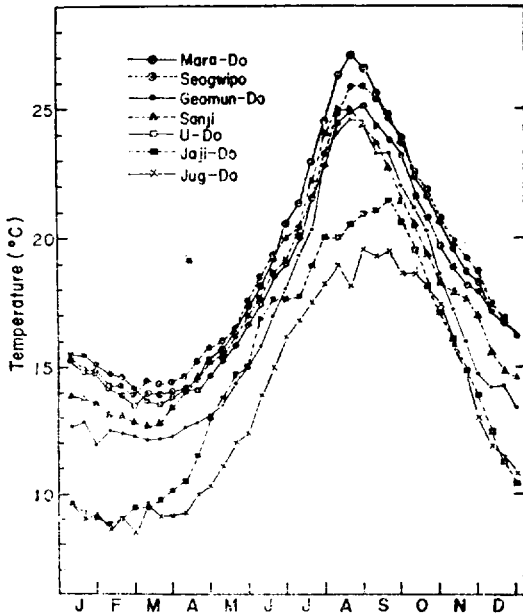


Fig. 2. Annual variation of mean Surface water temperature at the shore stations (1965-1974).

훨씬 높다. 이와같은 현상은 山地側이 牛島側 보다 훨씬 沿岸性이어서 水溫이 氣溫의 影響을 많이 받기 때문에 생기는 일이라고 생각할 수 있기도 하나, 가장 外洋에 位置하고 있는 馬羅島의 水溫은 오히려 山地 水溫보다 높은 점을 보면 단순히 氣溫의 影響만으로 생기는 문제만은 아닌것 같다. 그러므로 이와같은 현상을 간단히 說明한 수는 없지만 濟州海峽內에 右旋環流와 湧昇流가 存在한다고 가정하면 쉽게 說明할 수 있다. 만일 이 海峽內에 右旋環流가 存在한다고 하면 이 環流의 初期에는 山地沿岸까지 高溫인 外海水가 強하게 流入하므로 水溫이 上昇하고 반면 牛島側은 이 環流의 左側에 位置하게 되므로 低溫이 된다. 그러므로 이 環流의 初期에는 牛島 보다 山地의 水溫이 높게 된다. 그러나 이 環流가 점차 發達하면 山地沿岸에는 湧昇流가 생겨 水溫이 下降하게 된다. 그러므로 山地는 이 湧昇流 出現以後 氣溫은 上昇하더라도 水溫은 上昇하지 않기 때문에 牛島 및 他地域에 比해 最高水溫도 낮으며 그 出現도

가장 빨라 他地域에 最高水溫이 나타날때 山地沿岸은 이미 水溫이 下降하는 傾向을 보인다. 그리고 者只島 附近의 夏季 冷水 現象도 이 環流理論을 도입하면 잘 說明 될수 있다. 濟州海峽內의 右旋環流는 盧·鄭(1975)²⁾에 의해 觀測된바 있으나 夏季에 恒時 이와같은 環流가 存在 하는지의 여부에 대해서는 今後 보다 많은 研究가 必要하다. 山地沿岸의 湧昇 現象은 1976年 9月에도 實測되었다.

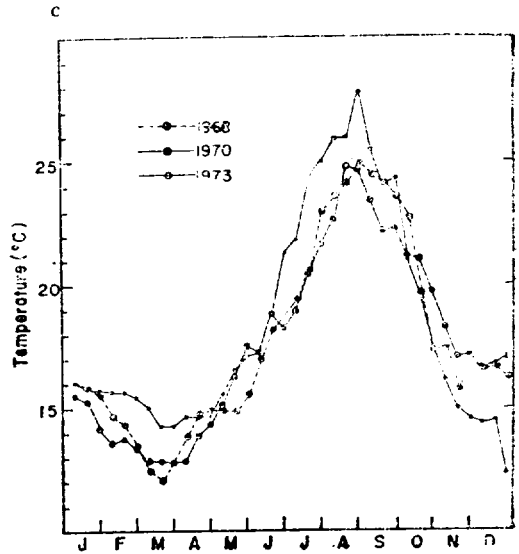
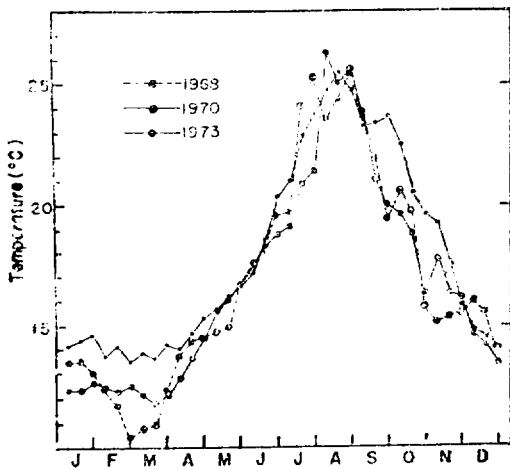
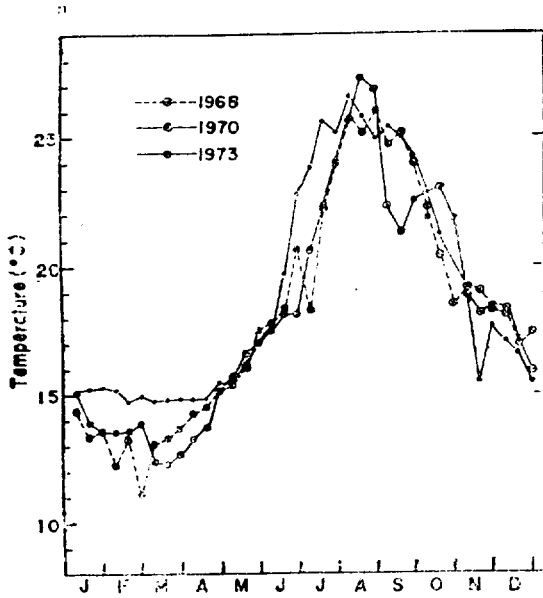
平均水溫의 年變化는 正規分布에 가까운 圓滿한 曲線을 나타내지만 水溫 變化의 實際 樣相은 이와 같은 圓滿한 曲線을 나타내는 것만은 아니다. 그러므로 實際의 水溫 變動 狀態를 좀더 具體的으로 알아보기 위해 濟州島 沿岸 各定點의 해에따른 水溫 年變化 狀態를 Fig. 3에 나타냈다. 이것에 依하면 馬羅島의 冬季 水溫이 해에따라서는 10日間에 2~2.5°C 程度의 큰 變化를 보인다 (Fig. 3, a 參照). 이것은 다른 地域의 冬季 水溫 變動幅에 比하면 그 振幅이 매우 크다. 또 이곳은 外海水의 影響을 가장 強하게 받을수 있는 位置임에도 불구하고 1968年의 경우는 最低 11°C 까지 水溫이 下降 했다. 이와같은 現象은 黃海冷水의 勢力 消長이 적어도 馬羅島의 冬季 水溫에 크게 影響을 끼치고 있음을 뜻한다. 그러므로 馬羅島는 黃海冷水의 消長關係 研究에 크게 도움을 줄수있는 重要한 定點이 될수있다.

濟州島 沿岸의 水溫 上昇 傾向은 冬季는 平均 12.5~15.5°C의 水溫 範圍內에서 별 變化없이 거의 平行 狀態를 維持하나 5月부터 旬別 1~2°C 程度의 上昇率로 오르기 始作하여 7月부터 急激히 上昇한다. 7月以後의 水溫 上昇率은 旬別 4°C 程度에 達할때도 있다. (Fig. 3 參照). 이와같은 極甚한 水溫 上昇은 濟州島沿岸의 夏季 低鹽 現象과 깊은 關係가 있다. 또 夏季 最高 水溫이 나타나는 時期를 前後하여 不規則한 水溫 變化가 나타난다. 이것은 夏季 極히 表層만을 얹게 덮고 있던 低鹽, 高溫의 低密度水가 風浪이 強하게 되면 中, 底層水와 強制 混合이 일어나므로 생기는 一時的인 水溫 低下 現象³⁾과, 湧昇流의 發達에 依한 水溫 低下 現象에 基因한다.

그러나 牛島의 경우는 이와같은 不規則한 水溫 變化가 잘 나타나지 않고 冬季 및 夏季의 水溫 變動 狀態가 가장 緩慢하다 (Fig. 3, c 參照). 이것은 牛島가 濟

Fig.2. Annual variation of surface water temperature at the shore stations in Jeju Do.

- a : Mara-Do.
- b : Sanji.
- c : U-Do.



있다는 것을 뜻한다. 그러므로 牛島는 對馬暖流의 勢力 變化 研究에 利用할 수 있는 重要한 定點이 될 수 있다.

Fig.3 (a,b)에서 알수 있는 바와 같이 濟州島 沿岸의 해에다른 水温 偏差가 가장 작은 時期는 春季이다. 그러므로 濟州島 近海의 海況을 分析할때 春季의 海況을 바탕으로 이것이 時期에 따라 어떻게 變해 가는가를 追跡하는 것이 매우 効果的일것 같다.

沿岸의 水温 變化에 影響을 주는 要因은 여러가지 있겠으나 그중 氣溫이 水温에 미치는 影響은 매우 크다. 그러므로 氣溫과 水温이 어떠한 關係에 있는가를 考察해 보는것은 매우 重要하다. Fig. 4는 1974年 西歸浦의 旬別 氣溫과 水温을 比較한 것이다.

이것을 分析하면 3月 上旬에서 中旬사이에 氣溫이 上昇했다가 다시 下降하는 變動을 보일때 水温도 同時에 氣溫과 같은 變動을 하고있다. 또 3月 下旬부터 계속 上昇하던 氣溫이 4月 下旬 그 上昇率이 둔화되어 오히려 약간 下降하는 傾向을 보이자 水温도 역시 전혀 上昇하지 않았다. 그러나 6月 下旬의 경우는 氣溫 上昇率 둔화의 影響이 10日 以後인 7月 上旬의 水温 變化에 나타나고 있다. 그러므로 濟州島의 氣溫이 沿岸水温에 미치는 影響은 거의 同時에 나타나거나 늦어도 10日 以內에 나타남을 알수있다.

州島 沿岸에서는 가장 安定된 暖流 勢力圈內에 屬해

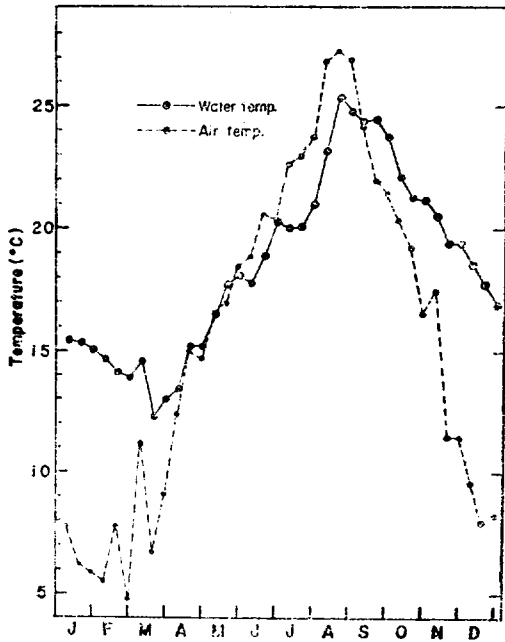


Fig. 1. Relation between air temperature and Surface water temperature at the shore of Seogwipo (1974)

특히 濟州島의 最高 氣溫 出現 時期와 最高 水溫 出現 時期는 아주 잘 一致한다. 또 水溫과 氣溫과의 差를 보면 冬季에는 水溫이 氣溫보다 6~9°C 程度 兪 동하게 높으나 5月부터 9月까지는 오히려 氣溫이 水溫보다 1~3°C 程度 높다. 그러나 9月以後 부터는 다시 水溫이 氣溫 보다 높다.

濟州島 沿岸의 鹽分濃度는 地域에 따라 그 特性이 매우 뚜렷하게 나타난다. 예를 들면 洞月 濟州市 金寧은 모두 濟州海峽에 面해 있으면서도 76年 7月 11日의 鹽分 觀測結果는 洞月 32.25‰, 濟州市 31.76‰, 金寧 28.38‰로 地域에 따른 差가 매우 크다. 이와 같은 地域의 特性은 주로 河川이나, 沿岸에 散在해 있는 湧泉水로 부터 陸水의 流入이 많거나 外海水의 影響이 時期에 따라 자주 變하는 경우에 나타난다. 그러므로 濟州島 沿岸의 一般의 鹽分變化 傾向을 알기 위해서는 地域의 特性이 排除된 定點의 選定이 매우 重要하다. 이러한 條件을 充足하는

定點으로는 城山과 新昌을 들수있다. 이들 地點은 恒時 外海水의 影響이 沿岸가까이 까지 미치고, 河川이나 湧泉水가 없으므로 陸水의 流入이 많지 않다.

Fig. 5는 城山과 新昌의 鹽分 變化와 濟州市의 降雨量과의 關係이다. 이것에 의하면 城山은 冬季로부터 5月 上旬까지는 34.40‰, 以上の 高鹽分을 維持하나 5月 中旬부터 鹽分이 낮아지기 始作하여 7月 下旬에는 31.76‰, 까지 내려간다. 이것이 8月中에 急激히 낮아져 9月 上旬에는 最低 鹽分 29.00‰에 達한다. 그러나 低鹽 現象은 오래 持續되지 않고 9月 中旬에는 다시 31‰, 以上으로 회복된다. 新昌 역시 城山과 비슷한 鹽分 變化 傾向을 보이나 단지 鹽分 低下 時期가 城山보다 빨라 5月 上旬 부터 低下 하기 始作하며 最低 鹽分이 27.56‰, 까지 低下 한다는點에 差가 있다. 他地域 역시 冬季는 34‰, 以上の 高鹽分을 나타내나 대체로 5月 上旬부터 鹽分이 低下하기 始作하여 8月 下旬내지 9月 上旬에 最低 鹽分에 달한다. 그러므로 濟州島 沿岸의 最低 鹽分 出現時期는 8月 下旬내지 9月 上旬이며 이때의 鹽分濃度는 27.39‰, ~29.00‰의 範圍이다. 그러나 地域에 따라서는 27.00‰, 以下로 低下 한 곳도 있다.

鹽分 變化와 降雨量과의 關係를 보면 34‰, 以上の 高鹽分을 維持하는 冬季는 降雨量이 鹽分 變化에 크게 影響을 미치지 못하나 濟州 近海의 鹽分이 低下하는 5月부터는 降雨과 沿岸水의 鹽分 低下와는 매우 關係가 깊다.

濟州市의 降雨量이 濟州島의 降雨量을 代表하는 것으로 보고 이것과 城山의 鹽分 變化를 比較하면 5月 中, 下旬에 88.40mm의 降雨量이 있을때 鹽分은 34‰,에서 32.94‰,까지 크게 低下 했으며 7月 上, 中旬 35.53mm의 降雨量이 있을때 鹽分은 32.35‰,에서 31.76‰,까지 變했고, 7月 下旬부터 8月 上旬까지 3.63mm의 적은 降雨量에서는 鹽分도 거의 變化가 없다. 그러나 8月 下旬에서 9月 上旬까지 20.04mm의 降雨量을 보이나 鹽分도 크게 變化해서 30.63‰,에서 29.00‰,까지 低下했다. 그러나 9月 中 下旬 5.92mm로 降雨量이 減少하자 鹽分濃度도 다시 31‰, 以上으로 회복되었다. 이처럼 濟州島 沿岸의 鹽

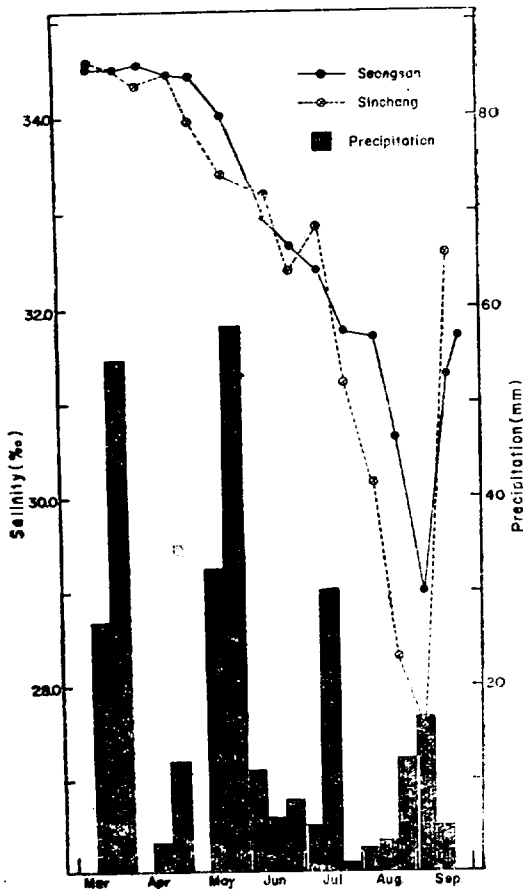


Fig. 5. Relation between the Variation of salinity at the shore stations and the Precipitation of Jeju city in 1976.

分 변화와 降雨量 변화와는 잘 일치한다. 또 濟州市의 平均降雨量은 7, 8, 9월이 가장 많아 每月 200mm 以上이고 이 이외의 달은 대개 100mm 以下이다. 그러므로 濟州島 沿岸은 外海水가 低鹽하게 되는 夏季에 降雨量도 가장 많아 陸水의 流入이 增加하므로 沿岸水의 鹽分이 急激히 低下하는 主要 原因이 된

다. 이와같은 夏季의 急激한 鹽分 低下는 同時間 水溫의 急激한 變化와 더불어 濟州島 沿岸 海況의 特徵이 될 수 있다.

IV 要 約

1965年 부터 1974年 까지의 沿岸 定地 水溫, 1976年의 水溫 鹽分 및 氣象관계 資料를 利用하여 濟州島 沿岸의 一般的인 水溫 鹽分 變動 傾向을 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 濟州島 沿岸 全域은 모두 暖流勢力圈內에 屬해 있으나 黃海冷水의 擴張, 風浪, 湧昇流의 發達 등으로 때때로 局地的인 低溫 現象이 나타난다.

2. 濟州島 沿岸의 最低 平均水溫은 12.5°~14°C로 2月 下旬내지 3月 中旬에, 最高 平均水溫은 25~27°C로 8月中旬에 나타나며, 最高 水溫이 나타나는 時期를 前後하여 不規則한 水溫 變化가 있다. 그러나 濟州島 沿岸의 水溫이 가장 安定되는 時期는 春季이다.

3. 山地와 半島의 平均水溫 變化相으로 보아 濟州島 海峽內에 夏季 右旋環流가 存在할 수 있다.

4. 馬羅島는 黃海冷水의 消長關係 研究에, 半島는 對馬暖流의 勢力變化 研究에 利用 될수있는 重要한 定點이다.

5. 濟州島의 氣溫이 沿岸水溫에 미치는 影響은 거의 同時에 나타나거나 늦어도 10日 以內에 나타난다. 그러므로 最高 水溫 出現時期와 最高 氣溫 出現時期는 잘 一致한다.

6. 濟州島 沿岸의 最低 鹽分 出現時期는 8月 下旬내지 9月 上旬이며 이때의 鹽分 濃度는 27.30‰~29.00‰이다.

7. 濟州島 沿岸의 鹽分 變化와 降雨量變化와는 잘 一致하며 特別 夏季 急激한 鹽分 低下는 濟州近海의 低鹽 現象과 多量의 陸水 流入에 基因한다.

8. 濟州島 沿岸은 夏季 水溫 및 鹽分의 急激한 變動이 있다.

參 考 文 獻

- 1) 盧洪吉(1974) : 濟州島 西方海域의 環水塊에 關하여, 漁業研究誌, 6, 19~30.
- 2) 손태준(1974) : 제주도 어업구조에 대한 고찰, 漁業研究誌, 6, 31~44.
- 3) 西田敬三(1926) : 沿岸定地海洋觀測成績にあてはれたる朝鮮近海の氣象に就て, 海洋調査報告, 1, 33~54.
- 4) 李錫佑(1966) : 韓國沿岸의 水温과 氣温의 季節變化, 水路年報(1966年度), 141~149.
- 5) 孔泳(1968) : 沿岸水温의 季節變動에 關하여, 水振研究報告, 3, 50~79.
- 6) 金乙培·盧洪吉(1968) : 담세우의 漁場調査研究, 科學技術處, E68-82, 1~102.
- 7) 韓相復(1970) : 韓國 近海水温의 週期的 變化 (I). 南海의 巨文島海域 表面水温 年週變化 및 永年變化, 韓國海洋學會誌, 5(1), 6~13.
- 8) 임기봉(1972) : 한국 연안 수온의 월별 변동과 평년상에 대하여, 수산연구보고, 9, 29~45.
- 9) 盧洪吉·鄭公妍(1975) : 濟州海峽의 夏季海況에 關하여, 漁業研究誌, 7, 13~20.