

가을철 迎日灣水塊의 一般海洋學的 特性

郭 熙 相
韓國 船舶 海洋 研究所

GENERAL OCEANOGRAPHIC FACTORS IN YEONGIL BAY OF KOREA, LATE OCTOBER 1973

Hi-Sang Kwak

Korea Research Institute of Ship and Ocean

ABSTRACT

Some factors of seawater such as water temperature, salinity, pH, dissolved oxygen and asturation of dissolved oxygen were determined in 5 meters intervals from surface to bottom at 11 stations in Yeongil Bay of Korea during late October 1973.

Distribution pattern of water masses in Yeongil Bay during the period seemed to be heterogeneous as dividing into two parts of surface and bottom. Water temperature, pH, dissolved oxygen and saturation of dissolved oxygen of surface water mass showed higher values and salinity of the mass showed lower values than those factors of bottom water mass.

Surface water mass might be originated from Tsushima current during summer season and bottom water mass from cold body of East Sea of Korea which seemed to extend to coastal zone during winter season.

Land water discharge from Hyeongsan River into the Bay is considered as a minor factor playing slight role in the water mass composition of the area.

序 論

우리 나라 沿岸에 대한 海洋學的 調査는 그렇게 組織的으로 調査된 편이 못된다. 1960年代 이후로 水質汚染과 關係해서 沿岸水質調査를 많이 실시해왔지만(元; 1963, 1964, 1970, 張과 裴; 1968, 박 等; 1969, 李 等; 1969, 金; 1970, 元과 朴; 1970, 1973, 崔와 鄭; 1971, 1972, 姜; 1972, 이 等; 1972a, b, 1973, 1974a, b, c, d, e, 1975a, b, 변 等; 1973, 한 等; 1973, 황 等; 1973, 1974, 1975, 김과 조; 1974a, b, 박 等;

1974a, b, 박과 조; 1974, 李 等; 1974, 鄭과 權; 1974, 郭과 李; 1975, 박 等; 1975, 朴; 1975a, b, 김 等; 1976, 金 等; 1976, 김과 김; 1976) 대부분이 海洋의 特性을 파악하는 데 불충분했고 단 한번을 조사하더라도 면밀한 調査를 실시한 예는 그리 많지 못하다. 그 한 예로 迎日灣 같은 곳은 地形으로나 位置로 보아도 특색이 있다고 할 수 있으나 이곳에 대한 調査로는 崔와 鄭이 基礎生産을 調査하고(1966), 崔가 植物性 플랑크톤의 分類(1967)를 위하여 한 두점 택했던 일이 있고 한 等(1974a, b, 1975)이 水質調査를 할 때에는 灣內에 여러 定點을 택했었으나 調査水層을

上·下層만 택했었기 때문에 一般海洋學의 要素들의 垂直分布樣相 같은 것을 파악할 수 없었다. 다행히 1971年 봄철(홍 등; 1971)과 1972年 여름철(황 등; 1972)에 자세한 조사가 되었으나 東海 固有의 底層冷水帶가 확장되기 시작하는 가을철에 조사가 된적이 없었으므로 1973年 가을에 一般海洋學의 特性을 조사하여 보고한다.

調査海域 및 調査方法

1973年 10月 下旬에 浦項 迎日灣에서 소한리와 대보를 연결하는 線을 A線, 環湖洞과 대동배를 연결하는 線을 B線, 그리고 浦項 漁港燈臺와 입암동을 연결하는 線을 C線 이라고 定하고, 定線 A에서 定點 A-1 (36° 05' 49''N, 129° 27' 17'' E), A-2 (36° 05' 35''N, 129° 28' 43''E), A-3 (36° 05' 18''N, 129° 30' 22''E), A-4 (36° 05' 03''N, 129° 31' 58''E)를, 定線 B에서는 定線 B-1(36° 03' 53''N, 129° 26' 12''E), B-2 (36° 03' 32''N, 129° 28' 13''E), B-3 (36° 03' 15''N, 129° 30' 0''E), 및 定線 C에서는 定點 C-1 (36° 02' 25''N, 129° 23' 55''E), C-2 (36° 02' 02''N, 129° 24' 52''E), C-3 (36° 01' 35'' N, 129° 26' 08''E), C-4 (36° 01' 07''N, 129° 27' 20''E)를 잡아 (Fig. 1) 모두 11個 點을

하고 大潮期의 滿潮에 表層과 表層으로 부터 5m 간격으로 各 定點에서 北原式 採水器로 採水하여 각각 다음과 같은 方法으로 測定하였다.

水温 1/10눈금 棒狀 水銀溫度計로 현장에서 採水 即時 測定하고 實驗室에서 補正하였다.

鹽分 採水된 물을 100ml 갈색 유리병에 넣어 實驗室로 옮긴 다음 Mohr銀測定法으로 測定하였다(Carlberg; 1973).

pH 採水 即時 現場에서 Mitamura Riken Kogyo Model 10-250AH21 pH meter로 測定하였다.

溶存酸素量 採水 即時 現場에서 酸素瓶에 옮겨 固定시킨 후 實驗室로 옮겨 即時 Winkler變法으로 測定하였다(Carlberg; 1972).

溶存酸素飽和度 Weiss(1970)의 飽和度表를 사용하여 溶存酸素量으로 부터 算出하였다.

結 果

測定한 水温, 鹽分, pH, 溶存酸素 및 溶存酸素 飽和度를 定線別, 定點別, 水層別로 나타내 보면 Fig. 2와 같다.

水温 灣入口(A線)에서는 定點 A-1을 제외하면 上層部에서 17°C 이상이던 水温이 水深 15~20m에서 水温躍層이 나타나며, 灣 中央部(B線)

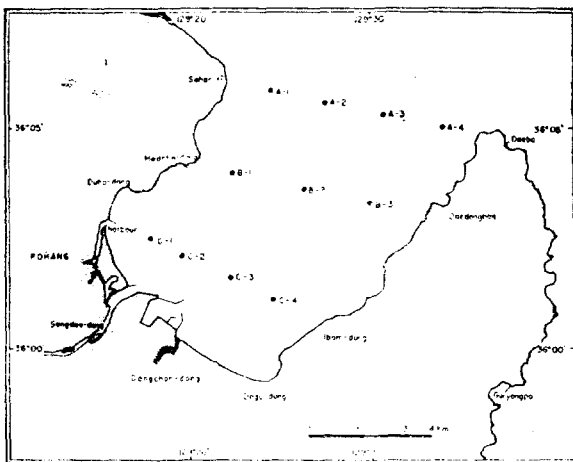


Fig. 1. Locations of observed stations in Yeongil Bay Korea, late October 1973.
Line A : Sohan-Ri~Daebo
Line B : Hwanho-Dong~Daedongbae
Line C : Harbour~Ibam-Dong

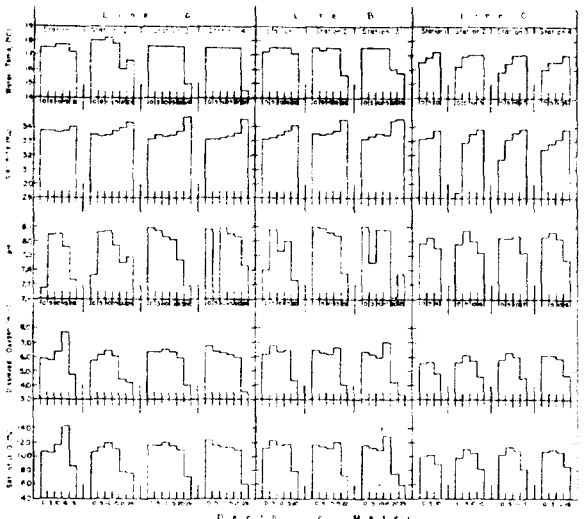


Fig. 2. Observed results of each parameter by each station and depth in Yeongil Bay Korea, late October 1973.

에서는 B-1을 제외하면 水深 15m 以深에 17°C 이상이면 水溫이 急降下 한다. 이와는 반대로 內灣(C線)에서는 水深에 따라 水溫이 上昇하며 表層水溫은 定點 C-3이 제일 낮고 定點 C-4, C-2, C-1 順으로 높아진다. 內灣의 底層水溫도 灣入口나 中央部의 上層水溫보다 약간 낮으며 全體적으로 底層水溫分布는 北쪽沿岸(17°C 이상)보다 南쪽沿岸(16°C 이하)이 더 낮다. 이와 같은 水溫의 水層에 따른 급격한 變化는 灣全體가 均一한 水塊가 아닐 가능성을 내포하는 것으로 볼 수 있다.

鹽分 水溫과는 달리 灣 전체에서 水深에 따라 증가하며, 水溫이 急降下하는 水層에서도 계속 높아지는 데 그 上昇樣相이 水溫의 降下樣相과 비슷하다. 그리하여 表層에서 대개 33%을 넘지 못하던 鹽分이 갑자기 水溫이 떨어지는 水層에서는 34% 이상으로 올라간다. 灣 中央部에서나 入口에서와는 반대로 內灣에서도 水深에 따라 증가하므로 灣入口나 中央部에서 처럼 水溫과 반대현상을 나타내지 않는다. 밑바닥까지도 水溫이 急히 떨어지지 않는 定點 A-1, B-1에서는 鹽分도 밑바닥까지 그리 심한 차이를 보이지 않아 34%을 크게 넘지 못하고, 內灣 역시 밑바닥이 34%을 넘지 못하여 같은 底層이라도 內灣의 底層水는 灣 中央部나 入口의 上層水와 비슷한 鹽分을 나타낸다. 이와 같은 鹽分の 急變은 灣全體가 同一水塊가 아닐 가능성을 더욱 짚게 하는 것이다.

pH 灣 全體에서 水深에 따라 鹽分이 증가하는 것과는 반대로 水深이 깊어짐에 따라 감소되는 경향이며 底層은 일률적으로 8.0 以下이다. 內灣底層水의 性質이 水溫이나 鹽分으로 미루어 보면 灣 中央部나 入口의 上層水와 같이 pH가 8.0 이상이어야 되겠으나 실제로는 8.0 이하이고 북쪽沿岸에 가까운 A-1, B-1 그리고 內灣의 C-1, C-2에서는 表層에서도 pH가 8.0 이하로 떨어지는 것이 주목할 만한 일이다.

溶存酸素量 대개 上層部에서 6.0ml/l 이상을 나타내지만 底層이나 水溫이 急降下하는 15~20m 水深에서는 溶存酸素량이 5.0ml/l 이하로 급격히 떨어진다. pH에서도 마찬가지로 현상이었지만 북쪽沿岸에 가까운 A-1 그리고 內灣의 C-

1, C-2, C-3까지도 表層의 溶存酸素량이 6.0 ml/l 이하로 나타난 것이 주목되며, B-1에서는 6.0ml/l를 넘는다고 해도 크게 잊들지 못하고 pH에서도 그렇지만 A-2에 까지 表層의 溶存酸素량이 6.0ml/l 이하이다. 底層의 溶存酸素量 감소는 pH의 현상과 함께 內灣의 미약한 海水流動(홍 등; 1971, 황 등; 1972)과 관련해서 생각할 수 있겠다.

溶存酸素飽和度 上層水에서는 전체적으로 溶存酸素飽和도가 鎭海·馬山海域의 그것과 같이 100% 이상의 過飽和現象(李 등; 1974, 金 등; 1976)을 나타내지만 底層이거나 水溫이 갑자기 변하는 水層에서는 100%미만으로 떨어지며, 특히 灣 中央部나 入口에서는 80%(底層에서) 이하로 떨어져서 酸素부족현상이 된다. 이런 현상은 pH나 溶存酸素량의 감소현상과 함께 주목할 일이다.

考 察

이상과 같은 結果를 토대로 NOVA 01 Mini Computer를 사용하여 定線別로 각 조사항목의 分布圖를 그려보면 Fig. 3과 같다.

水溫 灣 入口로부터 灣 中央部에 이르기 까지 表層에서 水深 15~20m層까지는 水溫이 17.5°C 이상인 높은 水溫層을 이루고 그 以深은 水溫이 갑자기 떨어져서 16°C 이하의 낮은 水溫層을 이루는 데, 높은 水溫層은 南쪽沿岸이 북쪽沿岸보다 두꺼운 편이다. 이와 반대로 內灣에서는 水深 10~15m 까지 17°C 이하의 낮은 水溫層을 이루고 그 以深에서는 底層까지 17°C 이상의 높은 水溫層을 이루는 데 여기서도 낮은 水溫層은 남쪽沿岸이 더 두꺼운 것으로 나타났다. 내만에서의 이런 현상은 水深이 얇고 氣溫이 찬(調査當日의 氣溫 15°C)것에도 영향을 받았겠지만 그보다도 찬 兎山江水(調査當時 兎山江水溫 15.4°C)가 流入되어 上層水溫이 낮아진 것으로 보인다. 海水의 流動이 심하지 않고(홍 등; 1971, 황 등; 1972, 한 등; 1974a) 밀도도 낮기 때문에 底層까지 완전히 혼합되지 못하고 上層을 덮으면서 灣入口쪽으로 흐르는 것으로 생각

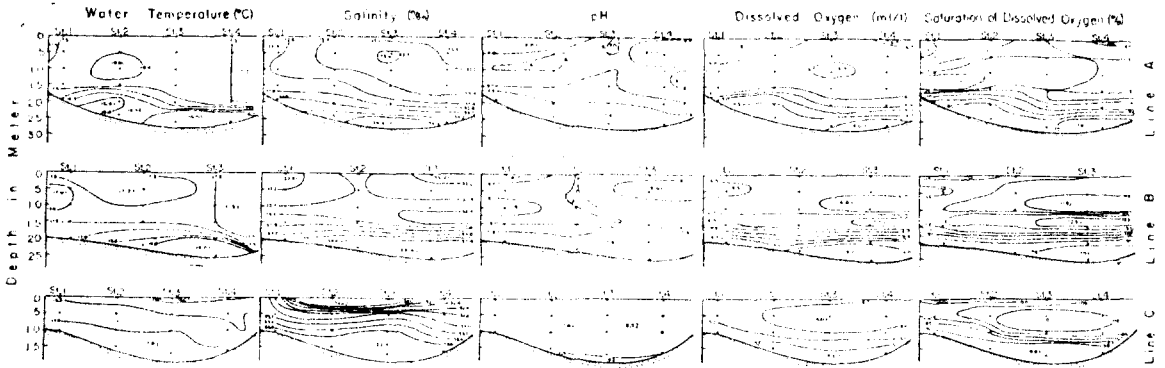


Fig. 3. Vertical distribution of each parameter by observed line in Yeongil Bay Korea, late October 1973.

되며, 낮은 上層水溫層이 남쪽으로 더 두터운 것으로 보아 남쪽沿岸으로 치우치면서 灣入口 쪽으로 퍼지는 것으로 생각된다. 그래서 灣入口에서는 거의 18°C에 가까운 上層水溫이 灣中央部에서는 17.5°C 정도로 약간 낮아진 것으로 분수 있다. 또 內灣 底層水溫이 17°C 이상인 것을 보면 灣中央部까지 깔려있던 밑의 낮은 水溫層은 內灣까지 이르지 못하고, 內灣의 底層에는 灣中央部까지 들어왔던 上層水가 밑으로 깔린 것으로 생각된다. 이렇게 볼때 陸水流入은 水溫과 鹽分에만 영향을 미칠 뿐이고, 灣內에 있는 본래의 水塊는 上層의 높은 水溫層과 밑의 낮은 水溫層으로 구분할 수 있다.

鹽分 灣入口나 中央部에서는 表層으로부터 水溫이 17.5°C인 水層까지는 33.8%이하의 底層分狀態가 계속되나, 水溫이 急降下하는 水層으로부터는 鹽分이 急격히 높아져서 바닥에서는 34% 이상의 高鹽分水層을 이룬다. 그러나 內灣에서는 陸水の 流入으로 인하여 水溫이 17°C 이하인 상층에서는 鹽分이 33.6% 이하이며, 바닥에 33.6% 水層이 있다. 이 바닥의 鹽分도가 灣中央部나 入口쪽의 上層水의 그것과 비슷한 것으로 보아 서로 같은 水層임을 알 수 있다. 그리고 陸水가 直接 流入되는 定點 C-2 부근에서는 32% 이하 29% 까지도 낮아진다. 그러나 여기에서도 陸水流入의 영향은 일시적이고 灣中央部나 入口에는 밑의 高鹽水層과 위의 低鹽水層이 뚜렷하다.

pH 灣入口나 中央部에서는 水溫이나 鹽分이 급격히 변하는 水層까지는 8.0 이상을 유지 하

가 그 以深에서는 8.0 이하로 낮아지는 것을 볼 수 있다.

전체적으로 pH는 8.1을 잊을지 못하며, 內灣에서는 水溫이나 鹽分과 같이 陸水流入에 민감하지 못해서 底層에 극히 얇게 pH 7.9의 水層이 깔려있을 뿐 7.9 < pH ≤ 8.0인 水層이 水溫이나 鹽分이 같은 水層과 일치하지는 않는다. 다만 水溫이나 鹽分과는 달리 灣 전체의 底層 pH가 8.0 이하인 것이 특징으로 이는 上·下 水塊가 잘 혼합되지 못하는 데다가 底質表面의 有機物 腐敗가 영향을 준 것이 아닌가 한다. 또 灣中央部の 북쪽연안은 鹽分도 낮은 편에다가 pH도 낮게 나타났다는 것은 일단 주의를 필요로 한다.

溶存酸素量 灣入口나 中央部에서는 表層에서 부터 水溫이나 鹽分이 급격히 변하는 水層까지는 높은 水溫層임에도 6.0 ml/l 이상의 높은 酸素의 溶存量을 나타내지만, 그 以深에는 낮은 水溫層임에도 溶存量이 떨어져서 6.0 ml/l 이하 최소 4.0 ml/l 이하까지 나타났다. 그래서 높은 水溫層과 낮은 水溫層의 酸素의 溶存量差異가 뚜렷이 구분되며, 內灣에서도 底層水에는 5.5 ml/l 이하로 溶存量이 적고 上層의 낮은 水溫層에는 5.5 ml/l 이상으로 높은 溶存量을 보였다. 여기에서 한가지 특징은 內灣의 底層水가 灣中央部나 入口의 上層水와는 달리 酸素의 낮은 溶存量을 나타낸 것은 灣全體 底層水의 특징으로 pH의 分布와도 관련되는 것 같다.

溶存酸素飽和度 이러한 酸素溶存量을 水溫과 鹽分을 관계시킨 飽和度로 換算해보면, 전체적으로 표층에서 부터 水溫이나 鹽分이 급격히 변

하는 수층까지는 100% 이상의 過飽和現象을 나타내지만 그 以深으로 부터는 점점 飽和度가 낮아져서 灣 中央部나 入口쪽의 底層에는 70% 이하로 떨어져서 酸素부족현상을 보인다. 內灣역시 底層에서는 100% 이하로 飽和度가 떨어져서 pH나 溶存酸素量의 감소와 함께 주목을 끌게 하나 80% 이상은 유지된다. 또 鹽分이나 pH가 낮았던 灣 中央部の 北쪽沿岸은 그래도 11% 이상의 過飽和現象으로 높은 편이었으나 漁灣入口인 C-1, C-2海域은 溶存酸素飽和度 역시 100% 이하로 떨어지는 것으로 보아 맑지 못한 海域으로 보인다.

1972년과 1973년의 10월 15일에 한 등이 조사한(1974a, b) 이상과 같은 酸素들의 表層과 底層의 測定值를 보면 上·下層 사이에 별 差異를 발견할 수 없다. 1973년의 測定值와 비교하더라도 불과 10여일 사이에 그런 分布樣相의 差異가 나타나는 이유에 대해서는 당장 밝혀지기 힘들 것으로 본다.

이상에서 살펴본 灣內의 上·下層 水塊의 異質性을 더 확실하게 알아보기 위하여 T-S diagram을 그려보면 (Fig. 4)灣 入口나 中央部(Hine A, B)에서는 높은 水溫에 낮은 鹽分度의 分布群(上層水塊)과 낮은 水溫에 높은 鹽分度의 分布群(底層水塊)이 뚜렷이 나타났고, 2개의 分布群 사이의 거리가 멀다. 이런 현상은 2개의 分布群 사이에 變化가 심함을 나타내는 것이다. 內灣

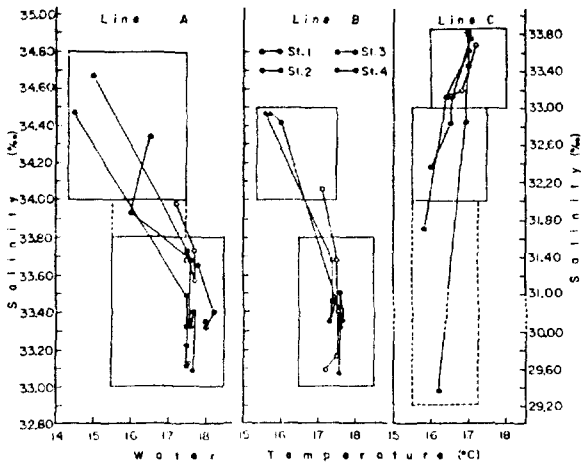


Fig. 4. T-S diagram of each observed line in Yeongil Bay Korea, late October 1973.

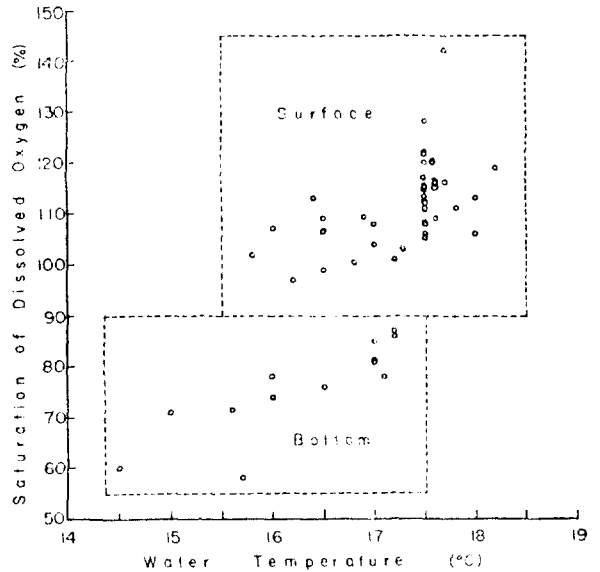


Fig. 5. Relationship between water temperature and saturation of dissolved oxygen in the water of Yeongil Bay Korea, late October 1973.

(Line C)에서는 2개의 分布群 사이가 아주 가깝게 붙어 있으므로 變化가 曠쪽처럼 급격하지 못함을 나타내지만 구별은 뚜렷하다. 그러나 이 구별은 내만의 水塊가 서로 다른 것이 존재하기 때문에 생긴 것이라기 보다는 陸水의 流入으로 인하여 水溫과 鹽分이 變質된 水塊의 出現을 나타낸 것이며 이러한 사실은 C-2, C-3의 表層이 낮은 鹽분에 낮은 水溫을 나타내는 것으로 확실하게 알 수 있다.

이상에서 본 T-S diagram뿐 아니라 水溫과 溶存酸素飽和度와의 관계 (Fig. 5)에서도 역시 灣 전체의 水溫이 낮으며 溶存酸素飽和도가 낮은 群(底層水塊)과 水溫과 溶存酸素飽和도가 높은 群(上層水塊)으로 뚜렷이 구별된다. 이는 T-S diagram과 함께 上·下層水塊가 서로 異質的임을 확실하게 하는 것임을 볼 수 있다.

結 論

가을철 迎日灣內에는 上·下層 2개의 水層이 존재한다고 본다. 이는 가을철에 퇴조하는 對馬溪流가 上層에 存在하고 底層에는 東海固有의 底層冷水帶가 存在하는 것으로 본다.

上層水는 底層水보다 水溫, pH, 溶存酸素量이 높으며 鹽分은 낮은 특징을 나타내고 특히 溶存酸素飽和度는 過飽和現象을 나타낸다.

水溫, pH, 溶存酸素量이 낮은 底層水는 鹽分이 높은 반면 溶存酸素의 飽和度는 70% 以下로 酸素부족현상을 보인다.

水溫이나 鹽分이 灣 中央部나 入口쪽의 上層水와 비슷한 內灣의 底層水는 pH, 溶存酸素量 및 飽和度가 灣 밖쪽의 그것들보다 낮다.

漁港口에서 溶存酸素飽和度가 낮은 것으로 보아 酸素의 消費를 必要로 하는 要因이 있는 곳으로 보인다.

兄山江으로 부터 流入되는 陸水는 流入되는 부근의 水溫이나 鹽分에만 일시적으로 영향을 미치며 灣 남쪽으로 치우쳐서 表層을 덮으며 擴散되는 것으로 보인다.

參 考 文 獻

姜悌源. 1972. 낙동강 하구 부근(용원리) 김 어장의 갯병, 특히 공장폐수의 영향에 관하여, 韓國水產學會誌, 5: 39~44.

金仁培. 1970. 낙동강하류의 수산개발을 위한 기본조사. 2. 수온 및 수질, 韓國水產學會誌, 3: 65~70.

김진열·조상영. 1974a. 수질오탁조사. 1972-인천만. 국립수산진흥원 사업보고, 23: 110~114.

김진열·조상영. 1974b. 수질오탁조사. 1973-인천만. 국립수산진흥원 사업보고 23: 217~227.

김진열·박주석·강철중·이삼석·오윤근·권선원·김복기·박상경·위길영·송개권·정진태·김락균·윤동수·박남선. 1976. 연안어장 환경조사. 경남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고 33: 13~42.

金鍾萬·韓相俊·李鍾華. 1976. 馬山灣의 環境學의 研究 1. 物理的 特性과 化學性含量에 대하여. 韓國海洋學會誌, 11: 25~33.

김명남·김종철. 1976. 연안어장 환경조사. 전남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 33: 45~66.

郭熙相·李鍾華. 1975. 冬季 鎭海·馬山海域의 重金屬. 韓國海洋學會誌, 10: 7~16.

朴清吉. 1975a. 鎭海灣海域의 磷酸鹽分布의 特性에 關하여. 韓國水產學會誌, 8: 68~72.

朴清吉. 1975b. 鎭海灣海水의 富營養化와 클로로필 分布. 韓國水產學會誌, 8: 121~126.

박주석·김복기·김학균. 1975. 제주해협 종합개발조사. 1. 삼치중심어장 생물학적 조사. 국립수산진흥원 사업보고, 26:

박검희·이승길·고태승. 1974a. 수질오탁조사. 1972-금강하류 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23: 88~109.

박검희·이승길·고태승. 1974b. 수질오탁조사. 1973-금강하류 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23: 205~216.

박상원·오원근·박청길·조상영. 1969. 鎭海灣 附近海域의 海水化學成分의 季節的 變化에 關하여. 국립수산진흥원 사업보고, 4: 59~68.

변충규·조석현·백국기·차영길. 1973. 동해 연안어장 환경조사-강원도 연안. 국립수산진흥원 사업보고, 17: 93~116.

이창기·임기봉·김성규·위길영·박대원·김기혁·박주석·이삼석·송개선·조상영·이금열·권낙연·박상경. 1972a. 연안어장 환경조사 사업보고. 국립수산진흥원 사업보고. 12:

이창기·강철중·김성규·박대원·위길영·오윤근·박청길·이금열·박주석·이삼석·송개선·박상경 1972b. 수질오탁조사 사업보고 1967~1971. 국립수산진흥원 사업보고, 15:

이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이금열·김성규·김복기·위길영·송개선. 1973. 남해 연안어장 환경조사-경남연안. 국립수산진흥원 사업보고. 17: 9~50.

이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이금열·김성규·김복기·위길영·송개선. 1974a. 연안어장 환경조사. 경남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고. 21: 12~42.

이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이창국·김복기·이금열·김성규·위길영·송개선 1974b. 수질오탁조사. 1972-부산항. 국립수산진흥원 사업보고, 23: 11~34.

이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이창국·김복기·이금열·김성규·위길영·송개선 1974c. 수질오탁조사 1972-마산만. 국립수산진흥원 사업보고, 23: 35~40.

이창기·박주석·강철중·이삼석·오윤근·박청길·이창국·이금열·김복기·위길영·송개선. 1974d. 수질오탁조사. 1973-울산만, 부산항, 낙동강하구, 진해만, 마산만. 국립수산진흥원 사업보고,

- 23 : 137~194.
- 이창기 · 박주석 · 강철중 · 이삼석 · 오윤근 · 박철길 · 김복기 · 위길영 · 송재선. 1975a. 연안어장 환경조사. 경남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 28 : 10~36.
- 이창기 · 박주석 · 강철중 · 이삼석 · 오윤근 · 김복기 · 정진태 · 김학균 · 위길영 · 송재선 · 이기영 · 곽남선 · 윤동수. 1975b. 한국연안 수질오염조사. 울산만, 온산만, 부산항, 낙동강하구, 진해만, 마산만, 옥포만, 나라도 및 거문도, 여수항 및 광양만, 인천만, 금강하구, 국립수산진흥원 사업보고, 30 :
- 李春九 · 張南基 · 崔信錫. 1969. 貝類養殖을 위한 適地 環境要因에 관한 研究. 韓國水產學會誌, 2 : 33~40.
- 李鍾華 · 金春洙 · 郭熙相. 1974. 冬季 鎭海灣一帶海水의 化學的成分含量 分布. 韓國海洋學會誌, "9", 39~51.
- 박병하 · 조상영. 1974. 수질오탁조사. 1972-제주도 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23 : 115~127.
- Weiss, R.F. 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in the Water and seawater. Deepsea Res. Oceanogr. Abst. 17 : 721~735.
- 元鍾勳. 1963. 鎭津江河口의 水質分布에 對하여. 釜山水產大學 研究報告, 5 : 1~10.
- 元鍾勳. 1964. 洛東江河口 岾발水質의 每月 大潮日에서 的 時間的 變化(1962年 11~1963年 10月 釜山水產大學 研究報告, 6 : 21~34.
- 元鍾勳. 1970. 慶南 昌原郡 熊東面 龍院里 岾발의 水質에 對하여 國海洋學會誌, 5 : 21~34.
- 元鍾勳 · 朴吉淳. 1970. 莞島邑 및 平日島 岾발에 있어서의 冬季五個月間의 潮水에 따른 變動. 韓國海洋學會誌, 5 : 14~29.
- 元鍾勳 · 朴吉淳. 海水汚 1973. 染源追 跡子로서의 플루오르화물 이온 및 鎭海灣의 플루오르화 물이온의 濃度分布. 韓國海洋學會誌, 8 : 9~21.
- 張志元 · 裴三喆. 1968. 釜山, 月內間海水의 水質調查 (海水의 放射線을 中心으로). 韓國水產學會誌, 1 : 51~54.
- 정창세 · 권낙연. 1974. 수질오탁조사. 1973-제주도 주변해역. 국립수산진흥원 사업보고, 23 : 228~251.
- Carlberg, S. 1973. Practical laboratory work in hydrography. FAD/SIDA, FIR/TPLR, 73/M2.
- Carlberg, S.R. co and ed. 1792. New Baltic manual with methods for sampling and analysis of physical, chemical and biological parameters. Inter. Council for the Exploration of Sea. Charlottenlund Slot, DK-2920 Charlottenlund, Denmark.
- 崔相 · 1967. 韓國海域의 植物플랑크톤에 關한 研究 II. 韓國沿岸水域의 植物플랑크톤. 韓國海洋學會誌, 2 : 1~12.
- 崔相 · 鄭兌和. 1966. 韓國沿岸水域의 基礎生産. 原子力研究所 彙報(韓國). 3(1) : 42~57.
- 崔相 · 鄭兌和. 1971. 古里海域의 海洋學의 特性 I. 水溫, 鹽分, pH 및 透明度의 年間變化에 關하여 韓國海洋學會誌, 6 : 37~48.
- 崔相 · 鄭兌和. 1972. 洛東江 河口水域의 營養鹽類와 有機懸濁物質. 韓國海洋學會誌, 7 : 1~14.
- 한희수 · 정형규 · 라정현 · 권선원. 1973. 동해연안어장 환경조사. 경북 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원사업보고, 17 : 117~153.
- 한희수 · 손승정 · 권선원. 1974a. 수질오탁 조사. 1972-영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 23 : 42~87.
- 한희수 · 권선원 · 손승정. 1974b. 수질오탁 조사. 1973-영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 23 : 195~204.
- 한희수 · 권선원 · 손승정. 1975. 한국연안 수질오염조사. 영일만. 국립수산진흥원 사업보고, 30 : 101~109.
- 홍승명 · 추교승 · 정낙기 · 허영규 · 현동욱 · 최영섭. 1971. 영일만 및 부근일대 해양관측 결과. 교통부 수로국, 서울, 한국.
- 황진풍 · 추교승 · 허영규 · 최영섭 · 현동욱 · 정낙기. 1972. 1972년도 해양관측 결과 보고서. 교통부 수로국, 서울, 한국. 51~80.
- 황호경 · 추상용 · 김명남 · 위중환 · 김종칠 · 김상근. 1973. 남해 연안어장 환경조사. 전남 연안어장. 국립수산진흥원 사업보고, 17 : 51~90.
- 황호경 · 추상용 · 김명남 · 위중환 · 김종칠 · 김상근. 1974. 연안어장 환경조사. 전남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 21 : 43~60.
- 황호경 · 김명남 · 김종칠. 1975. 연안어장 환경조사. 전남 연안어장 환경조사. 국립수산진흥원 사업보고, 28 : 37~60.