

## 1992~93년 하계 득량만의 수온과 염분의 분포

김상우 · 조규대 · 노홍길\* · 이재철 · 김상현\* · 신상일  
부산수산대학교 해양학과  
\*제주대학교 어업학과

### Temperature and Salinity Distribution in Deukryang Bay in Summer of 1992~93

Sang-Woo KIM, Kyu-Dae CHO, Hong-Kil RHO\*, Jae Chul LEE,  
Sang-Hyun KIM\* and Sang-Il SHIN  
Department of Oceanography, National Fisheries University of Pusan  
\*Department of Fishery, Cheju National University

As a part of the multidisciplinary oceanographic study for the productivity enhancement in Deukryang Bay, temperature and salinity were observed from 1992 through 1993. From the results, only the data in summer of two years are compared. Owing to the contrary meteorological conditions in both summers both of temperature and salinity had the patterns of horizontal distributions quite different from each other. In 1992 with low precipitation, there was a tendency of temperature increase and salinity decrease from the bay mouth towards the bay head. In 1993 when the air temperature was abnormally low, isotherms and isohalines tended to be parallel to the local axis of the bay where the warmer and less saline water distributed along the western coast. Reduced solar radiation and increase in the relative importance of the distribution of properties along the current that was parallel to the axis of the bay could be responsible for this result. Vertical structures of both temperature and salinity were dependent on the stirring effect of tidal current. Stratification was destroyed during the spring tide while it was formed during the neap tide.

**Key words :** Deukryang Bay, temperature, salinity, horizontal distribution, stratification, tide

#### 서 론

득량만은 우리나라 남해의 고흥반도 서쪽편인 전남 장흥군과 보성군에 인접하고 있어 보성만이라고 부르기도 하는데 (Fig. 1), 만 입구에 금당도, 거금도, 소록도 등을 중심으로 3개의 수로로 형성되어 있으며, 만의 중앙부에 득량도가 위치하고 있다. 득량만은 면적이 374.4km<sup>2</sup>, 용적 28.2×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>이며, 남서가동북 방향의 장축의 길이는 약 50km이고 폭은 4.6~11km로서 남쪽 입구에서 안으로 들어갈수록 폭이 좁아지는 형태를 가지고 있다. 만내의 수심은 최고 40m이고 평균수심은 7.5m이다. 수심의 분포를 상세히 보면 만의 중앙에 위치한 득량도를 중심으로 서쪽은 해저 경사

가 대단히 완만하고 얕으며, 동쪽에는 40m에까지 달하는 골이 형성되어 있다 (Fig. 1).

득량만에 관한 연구로는 국립수산진흥원 (1982)의 전남 동부 연안 양식어장 기초환경 및 저서패류에 관한 조사, 국립수산진흥원 (1988)의 연안어장 기본 조사보고서, 여수산대 (1992)에서 조사한 고흥지구 간척개발사업에 따른 어업권 피해조사보고서 등이 있지만 다른 해역에 비해서 관측자료가 극히 적은 편이다. 한편 우리나라 다른 만에 비해서 득량만은 오염이 덜 되어서 해양환경과 생물생산과의 관계를 연구하는데 매우 적합한 만이라 생각된다. 그리고 이 만에는 유용 수산 생물인 키조개와 같은 자연산 패류의 생산량이 많은 뿐만 아니라 피조개와 키조개 등의 패류

양식장도 많이 분포하여 있고, 또한 겨울에는 김 양식장으로도 많이 이용되고 있는 중요한 어장이다.

본 연구는 여름철에 종종 발생하는 패류의 대량 폐사와 이 만내의 키조개를 포함한 이들 패류의 지역적인 성장 속도의 차이등을 규명하고 양식 생산성을 향상시키기 위한 종합적인 해양조사의 일환으로 시행된 해양물리학적 기초조사로서 해황 변동의 지표로 널리 이용되는 수온 염분 자료를 이용하여 1992년과 1993년 하계 득량만의 해황 변화를 비교하였다.

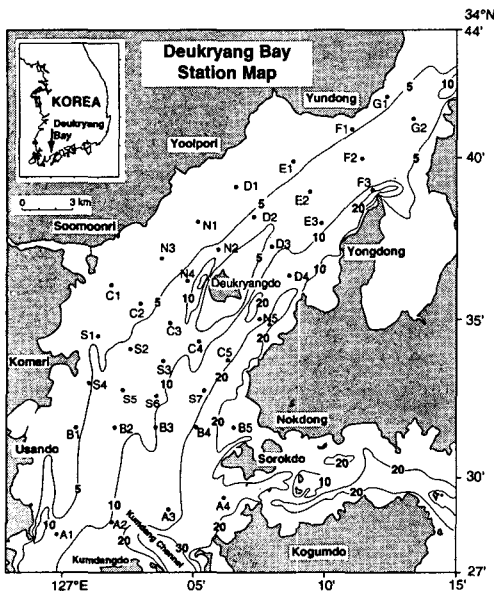


Fig. 1. Locations of hydrographic observation in Deukryang Bay.

## 자료 및 방법

득량만의 하계의 어장 환경을 파악하기 위하여 1992년의 대조기인 7월 1~2일, 소조기인 7월 23일과 9월 19일에, 1993년의 대조기인 7월 4일, 소조기인 7월 23일과 8월 13일에 최대 38개 정점 (Fig. 1)에서 수온과 염분 관측을 실시하였다. 관측에 사용된 기기는 1992년에는 CTD (model SBE-19), 그리고 1993년에는 전자기 유속계 (model ECM-12)였다. 기기의 하강속도는 초속 1m 정도로 하였는데, 전자기 유속계의 경우에는 측정시간 간격을 1초로 고정하여 관측하였

다. 이렇게 각 정점의 표면에서 해저 가까이까지 연속 측정된 자료를 가지고 수온, 염분의 층별 수평분포 및 연직단면도를 만들어서 유사한 시기의 분포를 비교하였다. 1992년과 1993년의 하계는 기상조건이 매우 대조적이어서 해양현상 역시 상당히 판이하게 나타났는데, 비교 연구를 위해서 장흥 관측소의 기상자료를 이용하였다.

관측의 규모 축소가 불가피할 경우에는 키조개의 양식장이 많이 분포한 Line-C와 Line-D (Fig. 1) 근처부터 관측을 완료하였으나 선박이나 장비의 고장으로 인하여 충분한 관측이 불가능할 경우도 있었다. 본문에서 수평 분포도는 표면과 저층에 대한 것만을, 연직 단면도는 Line-C와 Line-D에 대한 것만을 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 득량만 지역의 기상

Fig. 2는 장흥관측소에서 조사한 기온, 일조시간, 풍속 그리고 강수량의 평균을 나타낸 것이다. 1992년 초여름에는 비가 적었던 반면에 1993년의 여름에는 비가 많았던 데다가 이상저온 현상이 계속되어 매우 대조적인 기상을 보였는데, 그 결과 7~9월의 월평균 기온이 1993년에 낮았으며 이는 연평균 기온 (1992년 13.1°C, 1993년 12.4°C)에도 반영이 되었다. 일조시간은 1992년 6, 7, 8월에 각각 223, 173, 182시간으로 많았던 반면, 1993년 여름에는 7, 8월에 88, 81시간으로 매우 적게 나타나 이상저온 현상의 가장 큰 원인이 되었다. 하계의 월평균 풍속은 전반적으로 2m/sec 미만으로 다른 계절에 비해 약한편이었다. 강수량을 보면 1992년의 경우 총강수량 1218.2mm중에서 특히 하계에서 추계로 넘어가는 9월에 많은 강수량 (320.9mm)이 기록되었고, 6~7월에 비교적 적었으며, 1993년은 강수량이 전반적으로 많은데 특히 8월은 561.2mm로 연강수량의 37%를 차지하였다.

### 2. 수온의 분포

Fig. 3은 수온의 수평 분포도인데 두 해의 비슷한 시기의 상태를 쉽게 비교할 수 있도록 왼쪽에는 1992년, 오른쪽에는 1993년의 결과물, 그리고 표저층의 상

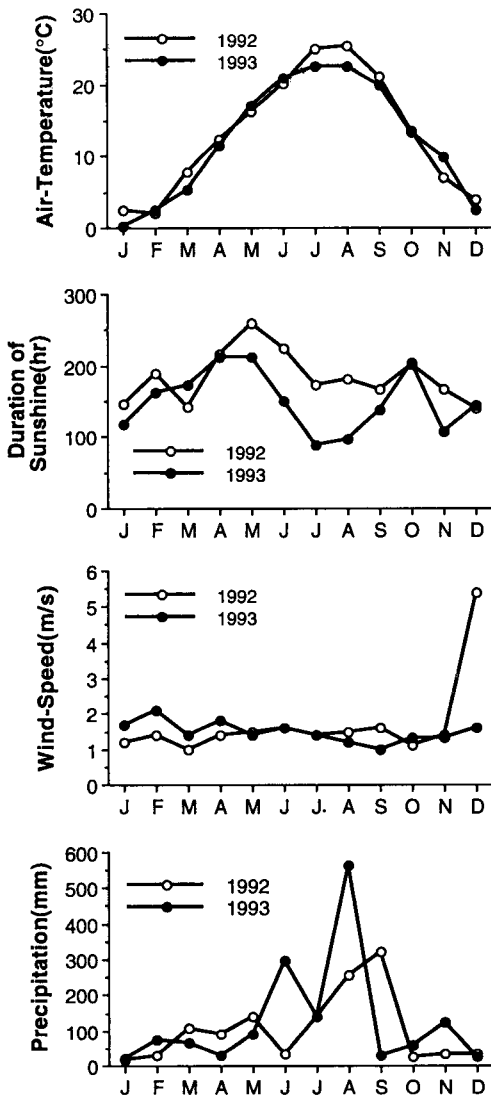


Fig. 2. Monthly variations in mean air temperature (°C), total duration of sunshine (hours), mean wind speed (m/sec) and total precipitation (mm) at Changhung Weather Station 1992~1993.

태 비교를 동시에 할 수 있도록 위 부분에 표층 수온을, 아래 부분에는 저층 수온을 나타내었다. Fig. 3a는 7월 초, Fig. 3b는 7월 하순, 그리고 Fig. 3c는 9월 하순과 8월 상순에 관측한 결과이다. 1992년 9월을 제외한 모든 경우의 공통적인 양상은 모든 층에서의 수온 분포가 1992년에는 고마리에서 연동까지의 얇은 곳과 만의 상류쪽이 높고 입구쪽이 낮은 반면에 1993

년에는 관측점의 수가 적기는 하나 등온선이 만의 주축 방향과 대체로 평행하여 서부 천해역으로부터 동부 수로 방향으로 갈수록 수온이 감소하는 경향이 뚜렷하다. 한편 국립수산진흥원 (1982)이 만내 10개 정점에서 관측한 자료를 보면 9월의 경우 24.0°C에서 25.0°C의 수온범위를 가지며 만의 입구로부터 상류까지 수온이 증가하는 전형적인 분포경향을 보였다.

만내의 수온분포에 영향을 주는 요소는 무엇보다 일사량이 중요하고 외해로부터의 해수유입에 따른 해수순환 및 조류에 의한 혼합작용, 그리고 바람에 의한 해수유동의 변화와 표층으로부터의 열손실 과정 등을 들 수 있다. 이 중에서 여름철의 바람은 태풍이 부는 시기를 제외하고는 대체로 약하며 특히 유속계가 설치되었던 기간 동안은 바람이 매우 약하여 (Lee et al. 1995) 만내의 해수순환과 열손실 과정에 큰 영향을 주지 않았던 것으로 추측된다. 일반적으로 득량만의 서부와 북동쪽 만의 상류역 (분포도에는 일부만 보임)은 수심이 얇고 경사가 완만하여 태양복사 에너지는 조류에 의하여 바닥까지 전달되어 여름철에 모든 층에서의 수온이 쉽게 높아지는 반면에 동쪽의 깊은 수로 부분은 같은 복사에너지가 깊이 분산되어야 하므로 가열효과가 덜 나타날 것이다. Lee et al. (1995)에 의하면 서부 해역의 조류는 만의 주축 방향인 북동-남서 방향의 왕복성이 매우 탁월하고 항류 성분은 남쪽으로 흐르며 이는 동부에서의 북향류를 필요로 하여 반시계 방향의 해수순환이 일어남으로써 외해로부터의 비교적 저온인 해수는 동쪽 수로를 통하여 들어오고 만의 상류역에서 어느정도 가열된 해수는 서쪽 해안을 따라 흘러 나갈 것이므로 만의 서부와 북동부의 얇은 곳에서 수온이 높은 1992년의 정상적인 경우는 쉽게 이해가 된다.

그러나 1993년 여름에는 다른 해에 비해서 일사량이 적어 이상저온 현상이 심했으므로 태양복사에 의한 가열효과는 상대적으로 감소하는 반면에 해류의 주축 방향으로 흐르는 조류와 해수순환에 의한 영향이 커질 것이다. 이렇게 될 경우 수온의 분포는 상류와 하류의 차이 보다는 해수유동의 방향에 맞추어질 것이라고 설명할 수 있다.

7월 초순 (Fig. 3a)에 있어서 1992년에는 표층과 저층 모두 20~24°C의 분포를 보이지만 1993년에는 관측영역이 좁아져서 만구 부근의 수온은 알 수 없고

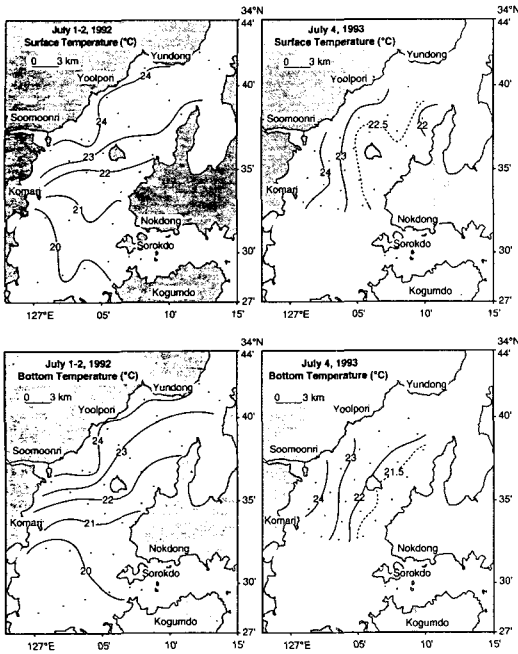


Fig. 3a. Horizontal distributions of water temperature at surface and bottom on 1~2 July 1992 (spring) and 4 July 1993 (spring).

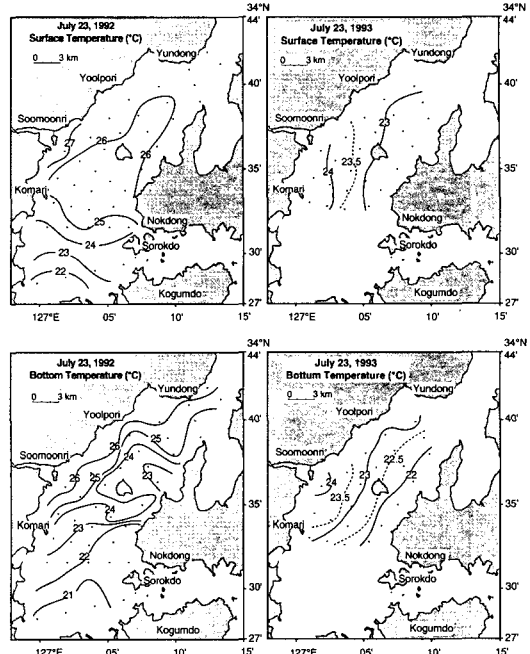


Fig. 3b. Horizontal distributions of water temperature at surface and bottom on 23 July 1992 (neap) and 1993 (neap).

득량도 주변에는 22~24°C의 분포로 전년도와 범위는 비슷하나 등온선의 배치가 앞에서 설명한 바와 같이 보다 북동-남서 방향으로 이루어져 있다. 그리하여 표층에서 24가 이상의 고수온역은 줄어든 대신에 23가 이하의 저수온역은 증가하였는데 6월의 일조시간이 1992년의 223시간에 비해, 1993년에 150시간으로 적었기 때문일 것이다. 이러한 경향은 만의 종축방향으로 이루어져 있으므로 관측영역이 더 확대되었더라도 동일한 경향을 보였으리라 추측할 수 있다. 더구나 7월의 일조 시간은 각각 173시간과 88시간으로 (Fig. 2) 차이가 커짐에 따라 7월 하순에는 수온분포에 있어서도 현저한 차이가 생겼다 (Fig. 3b). 다만 대조기였던 1993년에 강한 조류에 의한 연직혼합 작용으로 표층과 저층의 온도차가 작았던 것에 반해 소조기였던 1992년의 경우는 상대적으로 높았던 일사량으로 형성된 성층이 조류도 약하여 비교적 강하게 유지된 결과를 보여준다. Fig. 3c는 관측 시기에 상당한 차이가 있으므로 직접적인 비교는 곤란하다. 두 경우 모두 소조기에 관측한 결과이지만 1992년 9월 19일에는 서쪽 연안역이 23°C 이하로 수온이 낮고 동쪽의 깊은

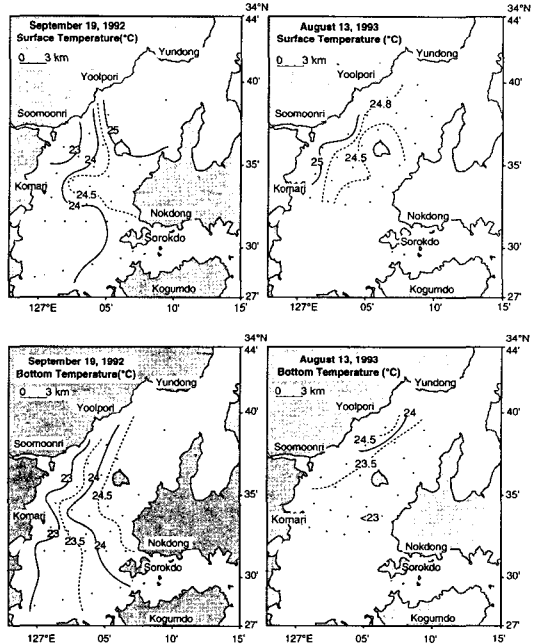


Fig. 3c. Horizontal distributions of water temperature at surface and bottom on 19 September 1992 (neap) and 13 August 1993 (neap).

곳에서 높은 반대 현상을 보여준다. 이것은 관측 전에 5일간 북북서풍이 지속적으로 불었고 (Kim, 1993), 가을철로 접어들면서 천해역에서의 냉각이 보다 많이 진행되었기 때문일 것이다. 한편 1993년 8월 13일에는 7월 하순에 비해서 전반적으로 1~1.5°C 가량 수온이 증가했으며 분포양상도 전월과 비슷하다.

Fig. 4는 Line-C와 Line-D에서의 수온의 연직단면도이다. 대조기였던 7월 초의 경우 (Fig. 4a), 강한 조류에 의한 연직혼합으로 인하여 성층이 매우 약하다. 7월 23일의 경우 (Fig. 4b), 1992년에는 비교적 강한 성층이 소조기의 약한 조류로 인하여 파괴되지 않아 동쪽 수로에서는 3.5°C 정도의 연직수온변화를 보이는 한편, 1993년에는 같은 소조기이지만 기상조건으로 인하여 전체적으로 수온이 낮으며 표층가열이 덜되어 성층도 매우 약하다. 1992년 9월에는 (Fig. 4c) 냉각작용이 진행된 결과 성층이 파괴되었고 서쪽 천해역의 수온이 오히려 낮은 양상을 잘 보여주고 있으며 소조기였던 1993년 8월에는 성층이 어느정도 유지되고 있다. 이와 같이 전반적인 수온분포에는 태양복사에 의한 표층가열 효과와 바람에 의한 열에너지의 연직혼합이 가장 중요한 요소가 되지만 바람이 약한 경우에 득량만과 같이 조석현상이 두드러진 곳에서는 조류의 상태에 따라 성층의 발달-파괴의 과정이 반복된다는 것을 알 수 있다.

### 3. 염분의 분포

Fig. 5는 염분의 수평 분포도인데 그림의 배치 순서는 수온의 경우와 같다. 증발량이 적은 여름철에 염분의 수평분포에는 강수와 하천을 통한 담수의 공급, 그리고 외해로부터의 고염수의 공급이 가장 중요하게 커다란 강이 없는 득량만에서는 수문리의 수문천이 가장 큰 담수원이고 동북부 상류에서도 일부 공급되며 동부에는 뚜렷한 담수원이 존재하지 않는다. 그러므로 서부에 많은 저염수와 동쪽 수로를 통하여 공급되는 고염수 모두 조류의 주축방향으로 운동할 것이므로 등염선도 만의 중심축과 평행한 경향을 띄게 되리라고 예상할 수 있다. 실제의 염분분포를 대략 살펴보면 수온의 분포와 마찬가지로 1992년에는 만의 입구로부터 상류로 갈수록 염분이 감소하는데 비해 1993년에는 수문리쪽으로 갈수록 감소하는 경향이 있음을 파악할 수 있다. 그리고 강수량이 비교적 적었

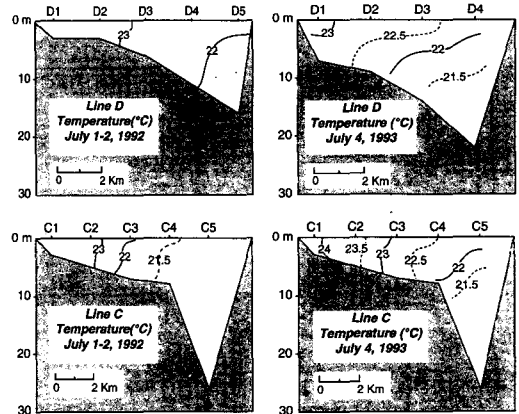


Fig. 4a. Vertical sections of water temperature at Line-C and Line-D 1~2 on July 1992 (spring) and 4 July 1993 (spring).

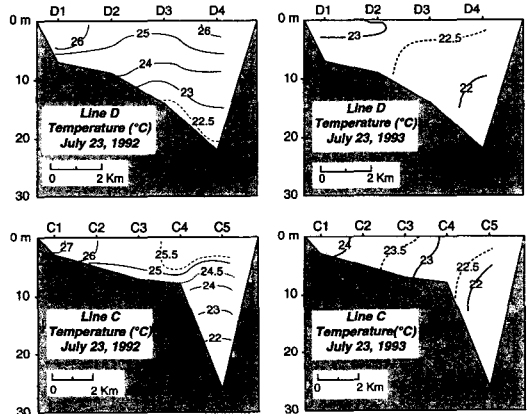


Fig. 4b. Vertical sections of water temperature at Line-C and Line-D on 23 July 1992 (neap) and 1993 (neap).

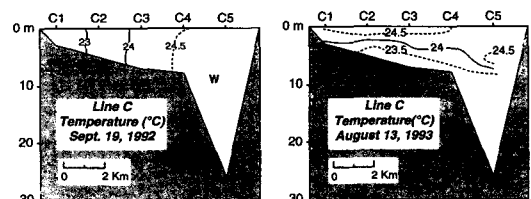


Fig. 4c. Vertical sections of water temperature at Line-C on 19 September 1992 (neap) and 13 August 1993 (neap).

던 1992년에 전반적으로 염분이 높았다. 한편, 국립수산진흥원 (1982)의 관측결과를 보면 관측정점이 10개

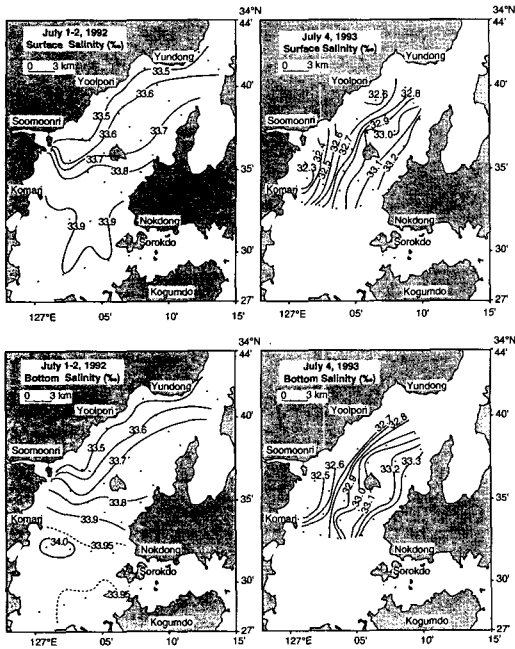


Fig. 5a. Horizontal distributions of salinity at surface and bottom on 1~2 July 1992 (spring) and 4 July 1993 (spring).

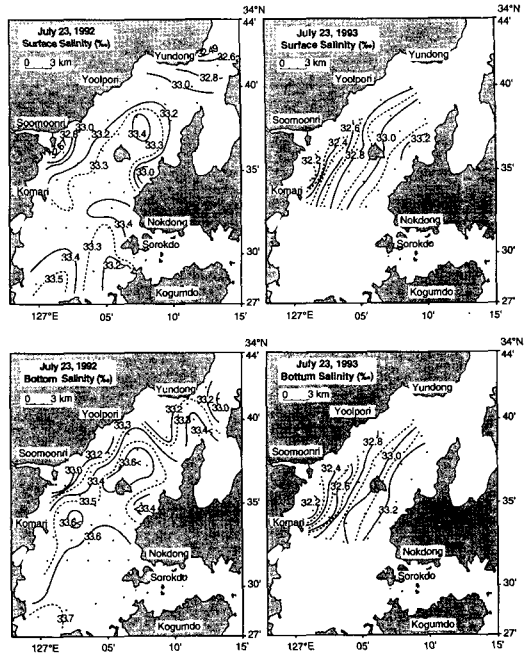


Fig. 5b. Horizontal distributions of salinity at surface and bottom on 23 July 1992 (neap) and 23 July 1993 (neap).

로 적어서 구체적인 분포양상을 파악하기는 어려우나 전체적으로 입구로부터 상류쪽으로 염분이 감소하며 등염분선은 위도에 대개 평행하게 분포한다. 여기에는 2월, 5월, 9월, 11월의 관측자료가 제시되어 있는데, 2월에 32.4~33.0‰의 범위로 가장 높고, 9월에 30.8~31.4‰의 범위로 가장 낮았다.

7월 초에 있어서 (Fig. 5-a), 1992년에는 33.5~34.0‰의 비교적 작은 범위를, 그리고 1993년에는 보다 좁은 해역에서 32.3~33.3‰의 더 큰 범위를 가지는데, 이것은 강수량이 적었던 1992년에 담수의 공급이 적은 상태에서 조류에 의한 수평혼합이 지속된 결과인 것으로 해석된다. 1992년 7월 23일 (Fig. 5b)에는 대체적인 양상은 같으나 만 입구쪽의 표층염분이 높고 만의 중앙부에 득량도를 중심으로 고염수가 상류로 침투해 들어가는 형태를 띄고 있으며 다소 복잡한 분포를 보인다. 이것은 7월 16일에 118mm 정도의 많은 비가 내렸고 소조기에 관측이 되어 만의 중축 방향의 조류가 약했기 때문일 것이다. 이에 비해 담수의 공급이 6월부터 더 많았던 1993년의 경우는 대조적인 분포상태를 보여준다.

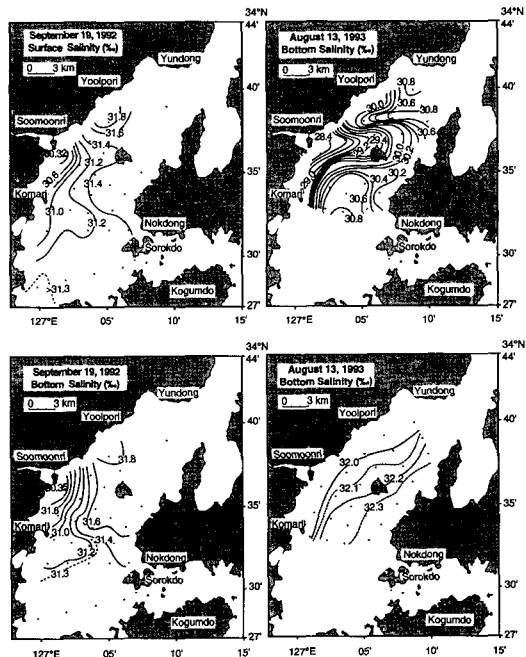


Fig. 5c. Horizontal distributions of salinity at surface and bottom on 19 September 1992 (neap) and 13 August 1993 (neap).

Fig. 5c는 매우 독특한 대조를 이룬다. 1992년 9월에는 수문리 근처가 저염 분포를 보인데 비해 울포리 쪽에 고염수가 나타났으며 특히 득량도를 중심으로 북동쪽에 표층 31.4‰ 이상, 저층에서는 31.6‰ 이상의 고염수가 분포하여 상류쪽으로 염분이 감소하는 전형적인 여름철의 분포와는 정 반대였다. 이러한 현상의 원인을 설명하기는 그리 쉽지 않으나, 수문리 부근에는 소량이나마 담수가 유입되지만 그 상류쪽에는 담수원이 없고 9월의 가을철의 기상조건에 강수량이 거의 없었는데다가 (Fig. 2), 소조기의 약한 조류와 약한 해수순환으로 인해 상류역에 체류하던 해수의 지속적인 증발이 그 원인이었으리라는 추측이 가능하다. 반면에 1993년 8월의 총 561mm 중에서 관측 당일에도 97mm의 비가 내려 표층에서는 수문리 근처에 28.4‰로부터 동부와 남부의 30.8‰까지 상당히 변화가 컸으나 저층은 33.0~32.3‰의 분포로 연직방향의 차이가 매우 컸다. 그리하여 표층의 고온 저염수와 저층의 저온 고염수 사이에 상당히 강한 밀도성층이 형성되었을 것이라는것을 짐작할 수 있는데 이는 염분의 연직단면도에서 보다 쉽게 알 수 있다.

Fig. 6는 염분의 연직단면도이다. 7월초에는 두 해 모두 대조기에 측정되어 성층이 약한데 1993년에는 많은 담수유입으로 인하여 동-서간의 염분차도 크고 특히 Line-D에서는 연직방향의 성층도 완전히 파괴되지 않은 상태였다. 7월 하순에는 1992년에 Line-D의 관측이 일부 완료되지 않아 비교하기에 어려우므로 Line-C의 단면만 비교를 하였는데 (Fig. 6b), 모두 소조기의 관측결과지만 1992년에는 성층이 형성되어 있는 반면에 1993년에는 성층이 형성되지 않았다. 이 결과는 대조적인 두 해의 기상조건으로 설명될 수 있다. 1992년에는 상층의 고온저염수와 저층의 저온고염수 사이에 밀도성층도 강하여 약한 조류에는 파괴되지 않으나, 1993년에는 이상저온으로 인하여 수온의 연직변화가 작았고 (Fig. 4b) 바람도 비교적 강하게 불어 염분성층 또한 형성될 수 없었을 것이다. 1993년 8월 13일에도 (Fig. 6c) 소조기였기 때문에 강한 염분성층이 형성되어 있고 1992년 9월 19일에는 같은 소조기간이었지만 앞에서 언급한 바와 같이 가을철의 냉각, 혼합작용으로 성층이 파괴된 결과를 나타내었다.

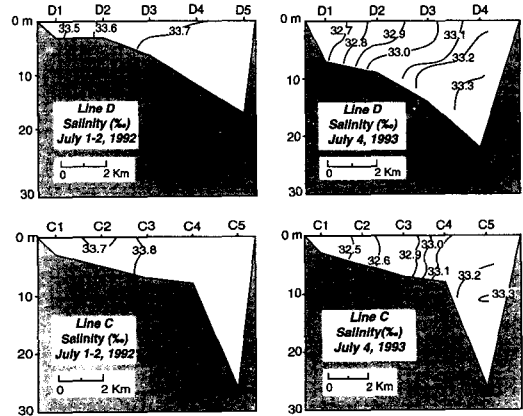


Fig. 6a. Vertical sections of salinity at Line-C and Line-D 1~2 July 1992 (spring) and 4 July 1993 (spring).

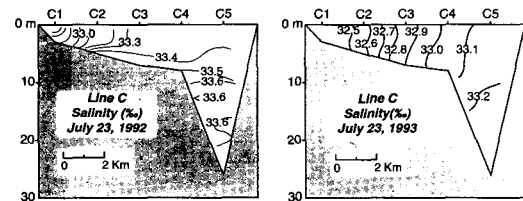


Fig. 6b. Vertical sections of salinity at Line-C on 23 July 1992 (neap) and 1993 (neap).

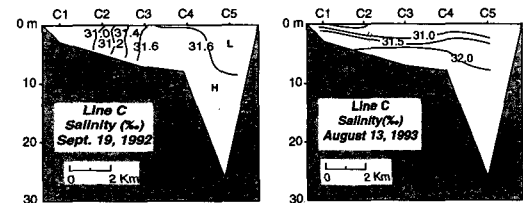


Fig. 6c. Vertical sections of salinity at Line-C on 19 September 1992 (neap) and 13 August 1993 (neap).

### 요 약

1992년부터 1993년까지 수행된 득량만의 양식생산성 향상을 위한 종합적 해양조사의 일환으로 수온과 염분 관측을 실시한 결과 중에서 하계의 자료를 비교 분석하였다. 두 해에 여름철의 기상조건은 서로 대조

적이었는데 1992년에는 비가 적고 맑은 날이 많았던 데 비해 1993년에는 흐린날이 많고 강수량 또한 많아 이상저온 현상이 심했다. 이러한 기상의 영향은 만내의 수온과 염분의 분포에 직접적으로 영향을 주었다. 바람이 대체로 약한 여름에는 태양복사에 의한 열 공급과 조류에 의한 연직혼합 및 해수순환에 의한 열 수송에 의해서 수온분포가 결정되는데, 염분분포에는 열 공급 대신에 강수에 의한 담수의 공급이 중요해진다. 서부와 북동부의 천해역이 고온저염수가 분포하여 입구로부터 상류 방향으로 수온은 증가하고 염분이 감소하는 1992년과는 달리 1993년에는 등온선과 등염선이 만의 종축과 평행한 경향이 강하여 많은 강수량과 함께 복사열의 공급이 감소한데다가 만의 종축 방향으로 흐르는 조류와 항류의 영향이 상대적으로 증가된 결과로 해석된다. 한편, 연직분포에 있어서는 조류가 강한 대조기에는 성층이 파괴되며 소조기에는 성층이 발달하는 현상을 보여주었다.

## 사 사

이 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인

부산수산대학교 해양산업개발연구소의 연구비 지원에 의해서 수행되었다.

## 참 고 문 헌

- 국립수산진흥원. 1982. 전남 동부 연안 양식어장 기초 환경 및 저서패류에 관한 조사. 129pp.
- 국립수산진흥원. 1988. 연안어장 기본 조사보고서. 전라남도편. 13~25.
- 여수수산대 수산과학연구소. 1992. 고흥지구 간척개발 사업에 따른 어업권 피해조사 보고서. 55~64.
- Kim, S. W. 1993. The oceanic condition of Deukryang Bay in 1992~93. M. S. Thesis, National Fisheries University of Pusan, 47pp.
- Lee, J. C., H. K. Rho, K. D. Cho, S. I. Shin, S. W. Kim and S. H. Kim. 1995. Tidal current in the western part of Deukryang Bay in summer 1992. J. Fish. Soc. Korea, 28(1), 1~6. (in Korean)

---

1994년 8월 24일 접수

1995년 1월 7일 수리