

# 수심에 따른 득량만 키조개 어장의 환경 특성

최용규 · 조규대\* · 이병걸 · 홍철훈

부산수산대학교 해양산업개발연구소, \*부산수산대학교 해양학과

(1995년 3월 4일 접수)

## Environmental Characteristics According to the Depth in Deukryang Bay, Culturing Ground of Pen Shell (*Atrina pectinata*)

Yong-Kyu Choi, Kyu-Dae Cho\*, Byung-Gul Lee and Chul-Hoon Hong

Research Center for Ocean Industrial Development, National Fisheries

University of Pusan, Pusan 612-021, Korea

\*Department of Oceanography, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

(Received March 4, 1995)

The distribution of water mass in Deukryang Bay was investigated using observational data obtained on July 12 (spring tide) and 19 (neap tide) in 1994. In characteristics of water mass at the bay the area is divided into three ones by a vertical attenuation coefficient  $k$  and a stratification parameter,  $\log_{10}(H/U^3)$ , was  $H$  is depth, and  $U$  mean velocity in the bay. The contour of  $k=0.6$  has a similar distribution to the isobath of 10m depth in spring tide, and of 5m depth in neap tide, respectively. This indicates that the water mass in the area between the isobath of 5m and 10m depth is changed by tidal periods. The stratification parameter corresponding to  $k=0.6$  was 2.1~2.2.

In the shallow water of 5m depth the characteristics of water mass was distributed in temperature of 25.5~31.0 ℃ and salinity of 32.8~33.8 PSU(Practical Salinity Unit), the temperature was high and the salinity distributed widely. In the deep water of 10m depth it was the temperature of 22.0~29.5 ℃ and the salinity of 33.0~33.6 PSU, the temperature was low and the salinity distributed narrowly. In the middle depth water of 5m to 10m depth, the temperature of 22.0~30.0 ℃ and the salinity of 32.8~33.5 PSU, its values showed the middle between the values of the deep area and the values of the shallow area.

### 서 론

남해 연안역은 넓은 대륙붕의 발달과 복잡한 해안 지형에 의해 형성된 만(灣)들이 산재해 있어 어패류의 산란장 및 생육장으로써 주요한 역할을 한다. 특히 남해안의 서쪽에 위치한 득량만은 남서 -

북동으로의 길이가 약 50km이고, 동서로의 폭이 약 4.6~11km로써, 내륙으로 깊숙이 들어간 거의 폐쇄된 형태의 내만이다. 득량만 주변은 인구가 적고, 이렇다 할 산업 시설이 없어 남해 연안역의 다른 만과는 달리 환경 오염이 거의 없는 비교적 깨끗한 만이다.

만이나 연안역은 외양역과는 달리 대체로 수심이 얕기 때문에 혼합층이 해저면까지 이르는 경우가 많다. 따라서 영양염등의 분포 양상이 바람이나 조류등에 의해서 표층에서 해저면까지 거의 균일하여 식물플랑크톤의 광합성 작용에 많이 이용된다. 조류가 강하기 때문에 조석 혼합 현상이 뚜렷하게 나타날 수가 있다. 때로는 연안역은 바람에 의하여 표층수가 외양으로 이동함에 따라 생기는 Ekman 수송에 의한 해수를 보충하기 위해서 저층의 해수가 표층으로 용승하게 된다. 해수의 수평 운동을 일으키는 연안수의 이러한 현상들은 연안역이나 만에서 특성 분포를 결정하는 중요한 요인으로 작용하게 된다(Mann and Lazier, 1991).

패류 양식장의 특성은 양식장 생물들이 색이, 월동, 산란등을 위해 적합한 곳으로 이동을 하지 못하고 거의 일정한 곳에 머무르는 특성이 있다. 대부분의 경우 이러한 정착 생활은 양식장 주변 해역의 환경을 그대로 영향 받게됨으로 기후 및 해역 환경의 변화에 의해 생산성이 크게 좌우된다고 볼 수 있다(조, 1994). 연안 양식 어장의 생산량에 큰 변동을 주는 요인의 하나인 발생 및 유생 단계의 대량 폐사가 일어나는 경우, 그 과정은 점진적으로 진행되기 보다는 순간적으로 발생하는 경우에 많기 때문에 주요 어장에 대한 연속적인 관측이 요구된다. 이들 관측 자료와 해수의 물리적인 특성과의 관계를 파악할 수 있으면, 연안 양식 어장의 생산성을 보다 정확하게 예측할 수 있으리라 사료된다. 본 연구는 이러한 프로그램의 일환으로서, 우리나라 키조개의 주생산지인 득량만의 어장 환경을 평가하는데 있어 그 기초가 되는 해양 환경을 조사하였다.

득량만에서의 연구 조사를 보면, 국립수산진흥원(1982)은 기초 환경 조사를 통해 득량만의 수온, 염분, 용존산소 등의 분포 특성을 계절별로 구분하여 보고한 바가 있으며, Lee and Rho(1993)는 득량만의 측류를 하여 반일주조가 만의 전체 유동에너지의 70~82%를 차지 한다고 하였다. 이것을 근거로 정 등(1994)은 득량만의 해수 유동에 관한 수치 실험을 행하여 만구와 만의 동쪽 해역에서 50~60cm/s에 달하는 강한 흐름이 존재함을 보고하였다. Lee(1994)는 득량만에서 조석 주기에 따라

서 수괴의 특성이 변한다고 하였으며, 김(1993)은 득량만에서의 수온의 변화는 수심차에 의한 저열량 등에 의해서 영향을 받는다고 하였다. 또한 한(1994)은 득량만의 동물 플랑크톤의 분포와 군집 분석을 통하여, 동물 플랑크톤의 출현 개체수가 적은 만 입구 수역과 출현 개체수가 많은 만의 북서쪽 수역 및 득량도 부근 수역으로 나눌 수 있다고 보고하였다. 양(1993)은 수문리쪽에서 하천의 담수 유입으로 인하여 인산염과 규산염이 만의 북서쪽에 많이 분포하며, 만의 입구쪽에 질산염이 많이 분포하는 것으로 보아서, 남해안 연안수가 득량만 내로 유입된다고 하였다.

그러나 득량만에 관한 연구들은 계절적 혹은 조석 주기별 득량만의 전체적인 수괴의 변화를 설명하거나, 혹은 생물 및 화학적 인자의 분포 양상을 가지고 득량만에서 개략적인 수역별 분포 특성을 설명하였다. 이들의 연구 결과들은 전체적으로 수괴의 분포가 변하는지 혹은 득량만의 일부 지역에서 수괴의 변화가 있는지를 구체적으로 제시하지는 못하였다. 본 연구에서는 키조개의 대표적 어장인 득량만에서의 수온, 염분 등의 해양 관측 자료 및 해수의 혼탁 정도를 개략적으로 나타내는 투명도로서 득량만 수형의 분포 특성을 조사하였다. 투명도는 현탁물에 의해서 크게 변할 뿐만 아니라, 빛의 흡수, 보상 심도 등 생물 생산과 관련되어 일어나는 주요한 해양학적 인자이기도 하며, 패류의 먹이가 되는 식물플랑크톤과 같은 기초 생산에 크게 좌우되는 인자이기도 하다. 본 연구에서는 수온, 염분, 투명도 등으로서 조사한 득량만의 수형 분포가 조석 주기에 따라서 해역별로 뚜렷한 분포 특성이 있음을 밝혔다.

## 자료 및 방법

키조개 생산이 많이 되는 득량만의 어장 환경 특성을 살펴 보기 위하여, 1994년 7월 12일의 대조기와 7월 19일의 소조기때에 각각 해양 관측을 실시하였다. 득량만에서의 관측 정점은 Fig.1과 같이, 만내수와 만외수의 해수 교환이 이루어지는 협부의 정선 A에서부터 운동과 용동을 잇는 정선 F까지, 득량만을 가로지르는 8개의 정선에서 모두

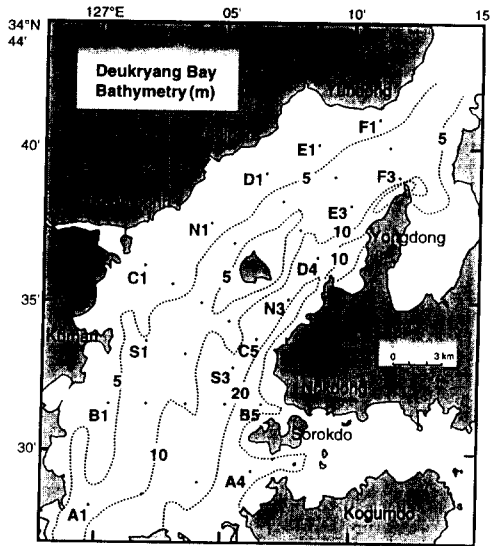


Fig. 1. Stations and bathymetric map in Deukryang Bay.

30개의 정점에 대하여 관측을 수행하였다. 관측 조사는 전자기 유속계(ECM-12)를 사용하였으며, 이것으로부터 수온, 염분, 밀도 등을 표층에서부터 저층까지 깊이에 따라 거의 연속적으로 실시하였다. 아울러 득량만에서의 해수의 혼합 정도를 개략적으로 살펴보기 위해 투명도판을 이용하여 각 정점에서의 투명도도 조사하였다.

또한, 관측 기간동안의 득량만의 키조개 어장의 해황을 살펴 보기 위하여, 관측 자료를 이용하여 표층과 저층의 수온, 염분 및 밀도의 수평 분포도를 각각 작성하였다. 본 연구에서 염분은 PSU (Practical Salinity Unit)로 나타내었으며, 단위는 생략하였다. 또한, 각 특성치의 분포도와 함께 T-S diagram을 사용하여 득량만의 전반적인 수형 특성을 살펴보았다. 그리고 득량만내에서 해수의 혼합 정도는 Lambert의 방정식  $I_z = I_0 \exp(-kz)$ 을 이용하여, 투명도로부터 깊이에 따른 빛의 연직감쇠계수(vertical attenuation coefficient)를 살펴 보았다. 여기서  $I_z$ 는 어떤 깊이에서의 빛의 세기이며,  $I_0$ 는 표층에서의 빛의 세기이다.  $k$ 는 연직감쇠계수로서 Pickard and Emery(1982)가 제시한  $k = 1.6/D$ ( $D$ 는 투명도판의 깊이)의 식을 사용하여 투명도로부터 환산하였다. 그리고  $z$ 는 깊이이다. 또한  $k$  값에 의해서 득량만을 해역별로

구분하고, 연안역에서의 해수의 성층 정도를 나타내는 Simpson and Pingree(1978)의 식을 이용하여  $\log_{10}(H/U)$ (여기서  $H$ 는 깊이,  $U$ 는 유속)의 값과 비교하였다. 이와 같이 구분된 해역별로, T-S diagram을 나타내어 해역별 수형의 분포를 고찰하였다. 한편, 기상청의 한국기후표와 기상월보를 이용하여 1994년 7월의 기온과 강수량에 대하여 예년치에 대한 편차에 대해서도 고찰을 행하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수괴의 분포 특성

1994년 7월 12일(대조기)과 19일(소조기)에 관측된 자료로써 득량만의 표층과 저층에 대한 수온, 염분, 밀도 등의 수평분포도를 통한 패류 어장의 환경 특성을 살펴보았다.

Fig.2는 대조기(7월 12일)와 소조기(7월 19일) 때의 수온 수평 분포도를 표층과 저층에 대해서 각각 나타낸 것이다. 표층의 수온을 보면, 대조기때는 운동에서 수온이 약 30℃로써 가장 높았고, 소조기때는 수문리에서 수온이 약 31℃로써 가장 높았다. 조석 주기에 따라서 최고 수온이 나타나는 수역이 달라지고 있으며, 이와 같은 현상은 저층 수온의 수평 분포도에서도 유사하게 나타났으나, 다만 대조기때에는 30℃의 고수온역이 나타나지 않았다. 또한 수온의 수평 분포도는 표·저층 모두 수심의 분포도와 유사한 형태로, 북서쪽의 수심이 얇은 곳에서 남동쪽의 수심이 깊은 곳으로 갈수록 수온은 점차 낮아져서 만입구에서는 표면은 25℃(대조기), 28℃(소조기)였으며, 저층은 22℃(대조기), 24℃(소조기)였다. 표층과 저층의 수온차를 보면, 대조기때가 약 2~3℃이고, 소조기때가 약 1~4℃로써, 특히 소조기때에 수심이 깊은 남동쪽에 성층이 강하게 형성되어 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 국립수산진흥원(1982)의 연구 보고에 의하면, 득량만의 입구를 통하여 만내로 유입 또는 유출되는 해수가 득량도를 중심으로 약간 서쪽으로 편향되어 만외로 유출·입하기 때문이다. 이와 같이, 조류의 흐름이 강한 대조기때는 최고 수온대가 수문리의 북쪽에서 나타나며, 조류의 흐름이 다소 약한 소조기때는 최고 수온대가 수문리의 남쪽

에서 나타난다고 하였다. 또한 신(1994) 및 Lee (1994)가 보고한 바와 같이 대조기 및 소조기와 같은 조석 주기의 변화 상태가 수온과 염분의 성층 상태에 매우 중요한 요소로써 작용함을 알 수 있다. 수온의 분포상은 수심이 5m 이천으로 얕은 수

문리쪽이 28℃ 이상으로 높고, 수심이 10m 이심으로 깊은 녹동쪽은 27℃ 이하로 낮다. 이것은 기온의 영향을 많이 받는 연안역에서 수온의 분포는 수심 차이에 의한 열저장 용량의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

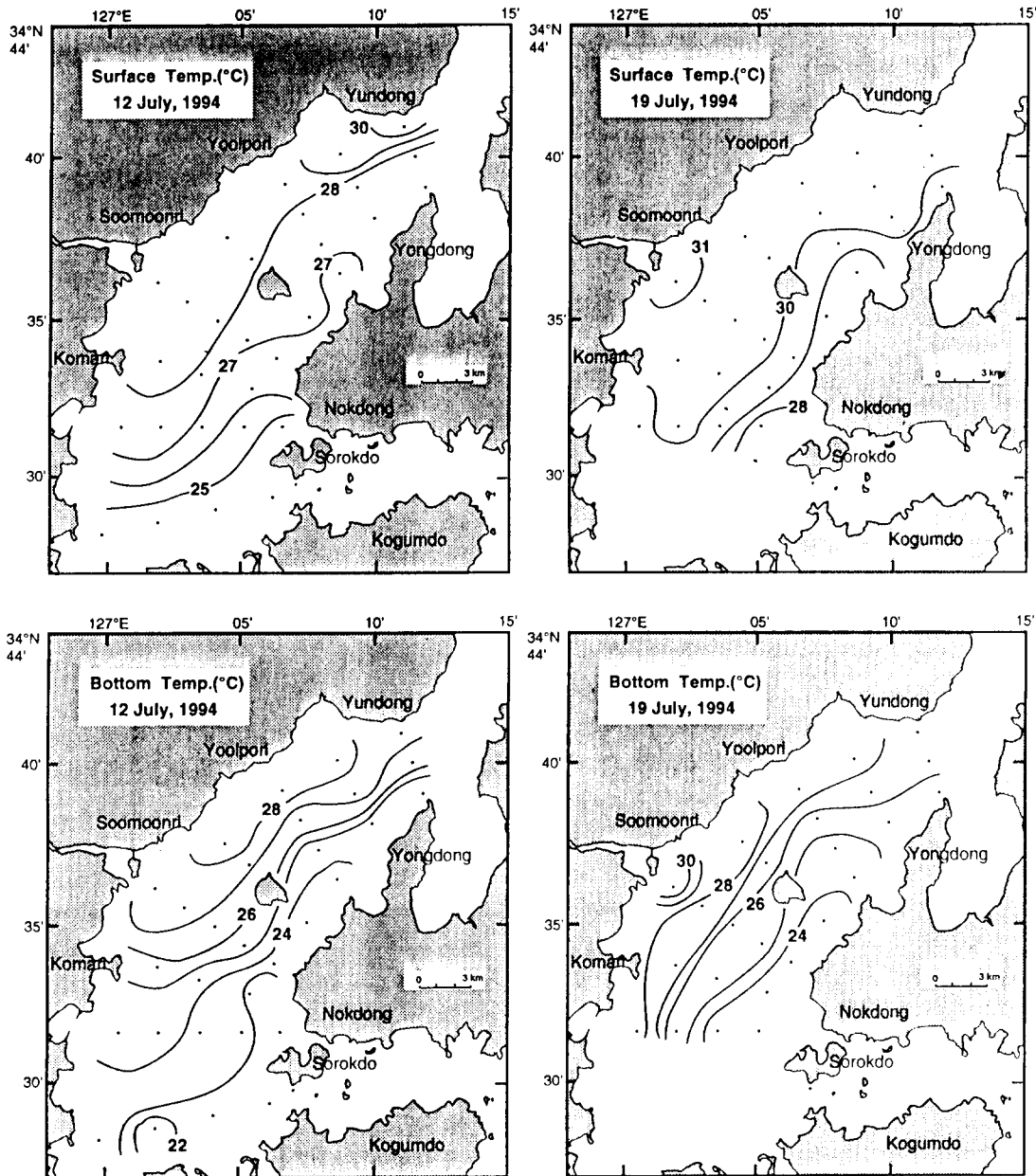


Fig. 2. Horizontal distributions of surface(upper) and bottom(lower) temperature on 12 July(spring tide) and 19 July(neap tide), 1994, respectively.

수심에 따른 특량만 키조개 어장의 환경 특성

대조기와 소조기때의 염분에 대해서 표면과 저층의 염분 수평 분포도를 Fig.3에 나타내었다. 대조기때의 표층 염분은 그 분포가 복잡하며, 만내수와 만외수를 구분할 수 있는 해협역에서 33.4 정도의 고염이 나타나고 있다. 대조기때의 저층과 소조

기때의 표 저층은 33.1~33.7로 염분의 분포가 일정하다. 김(1994)은 하계 소조기때는 수문리쪽에서 담수의 영향을 많이 받아 저염의 분포를 나타낸다고 하였다. 본 관측 기간중에서는 수문리쪽에서 오히려 33.7(표층)~33.5(저층)의 고염의 분포를

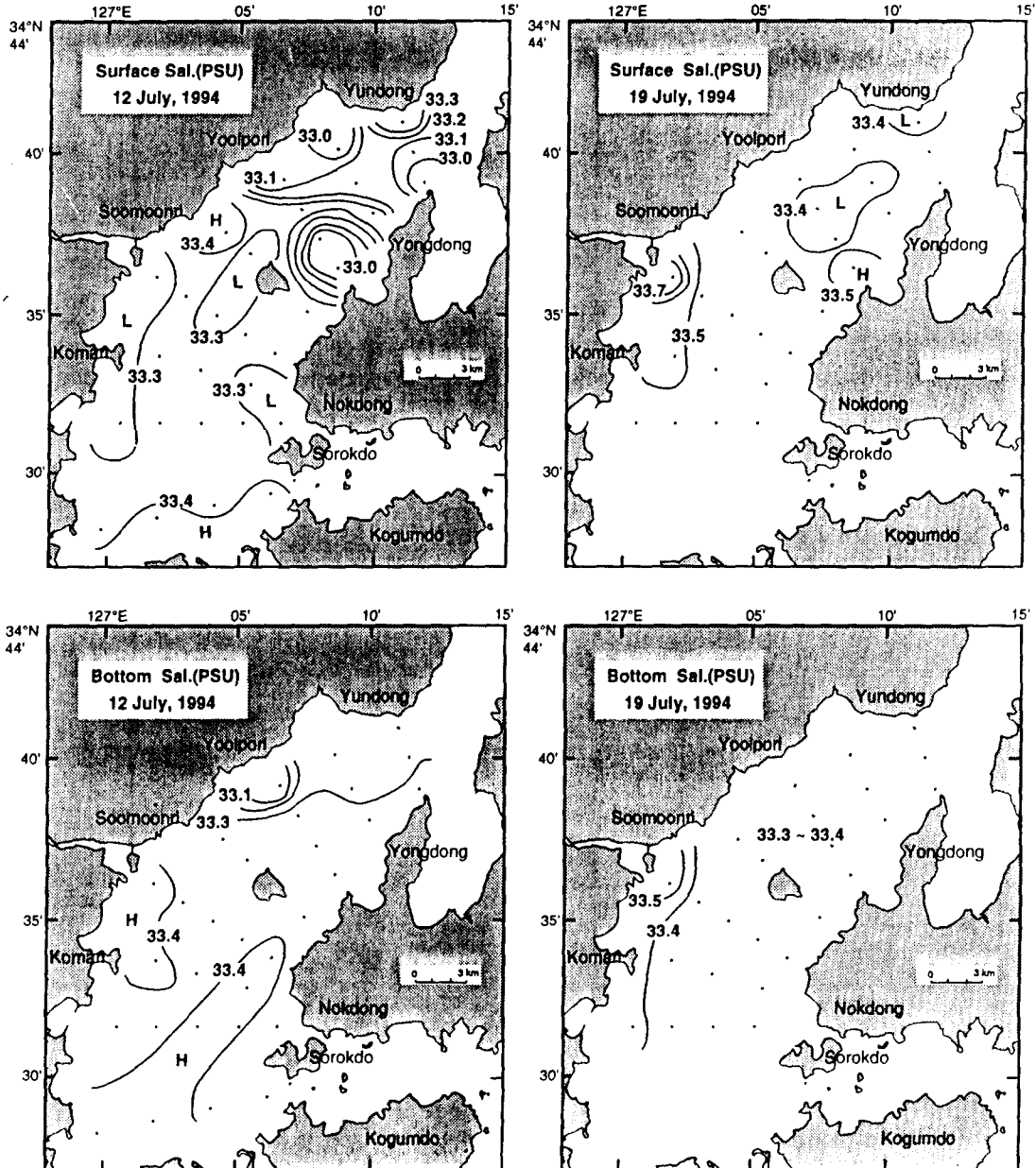


Fig. 3. Horizontal distributions of surface(upper) and bottom(lower) salinity on 12 July(spring tide) and 19 July(neap tide), 1994, respectively.

나타내고 있다. 이것은 1994년 7월의 관측 기간중의 폭서와 갈수로 인한 영향으로 생각되며, 이것에 관해서는 기상 자료와 누년 자료를 함께 분석해서 연구할 필요가 있다고 사료된다.

Fig.4는 대조기와 소조기때의 밀도( $\sigma_t - t$ )에

대한 수평 분포도를 표층과 저층에 대해서 각각 나타낸 것이다. 밀도의 수평 분포는 수온의 수평 분포도(Fig.2)와 같이 수문리나 울포리의 얕은 곳에서 녹동이나 소록도의 깊은 곳으로 갈수록 무거운 물이 분포하며, 그 등치선의 분포는 수심의 분포와

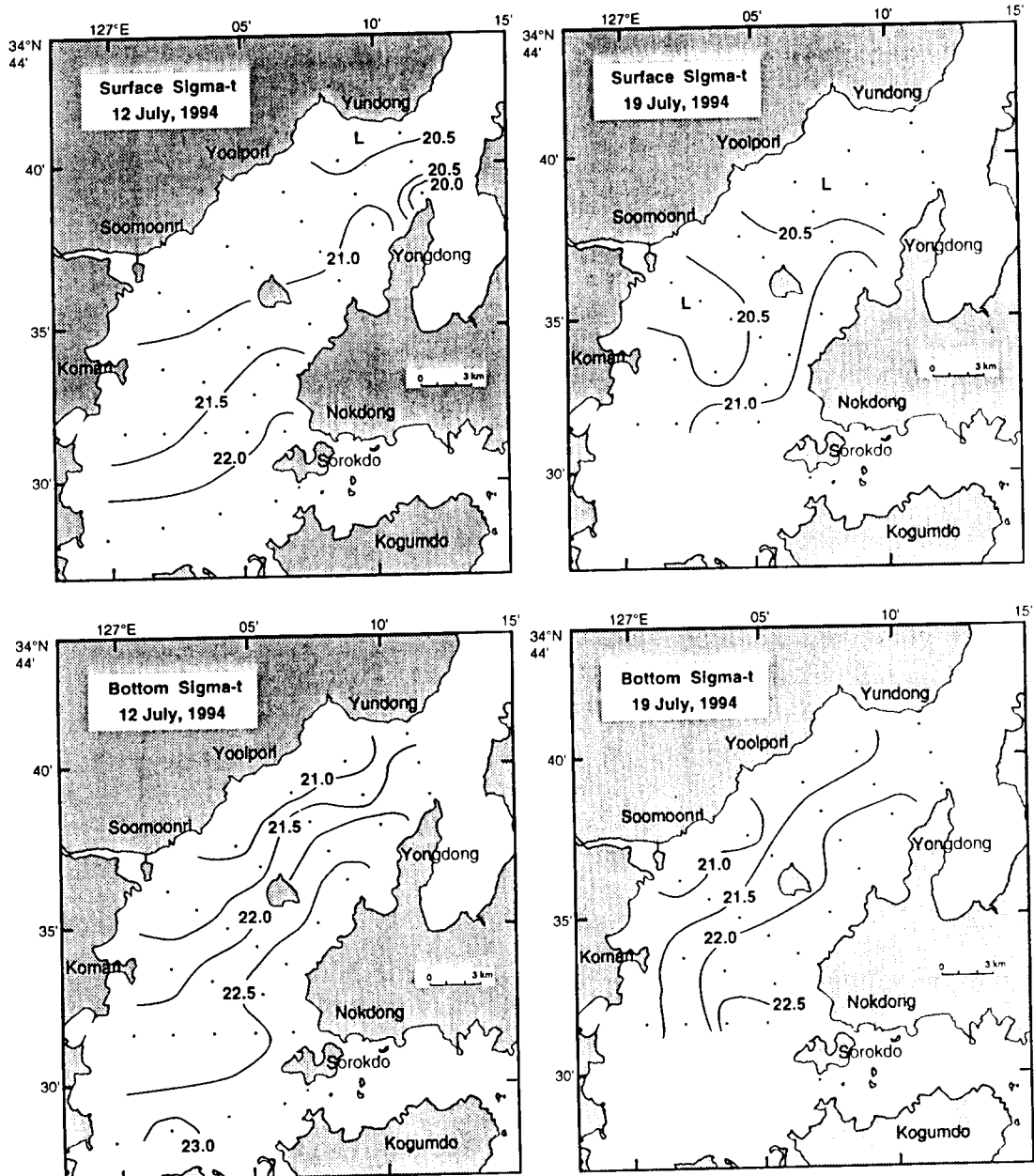


Fig. 4. Horizontal distributions of surface(upper) and bottom(lower) density on 12 July(spring tide) and 19 July(neap tide), 1994, respectively.

수심에 따른 득량만 키조개 어장의 환경 특성

유사한 형태를 보인다. 이것은 수심이 깊은 녹동쪽  
에서부터 차고 다소 고염인 만외수가 만의 동쪽편  
으로 유입하여 득량만의 수심이 얇은 북쪽과 서쪽

으로 흘러 들어 오는 도중에 저염수에 의해 희석되  
기 때문이라 생각된다. 이러한 현상은 다음절에서  
설명되는 해역 구분에 의한 수형(水型) 분포 특성

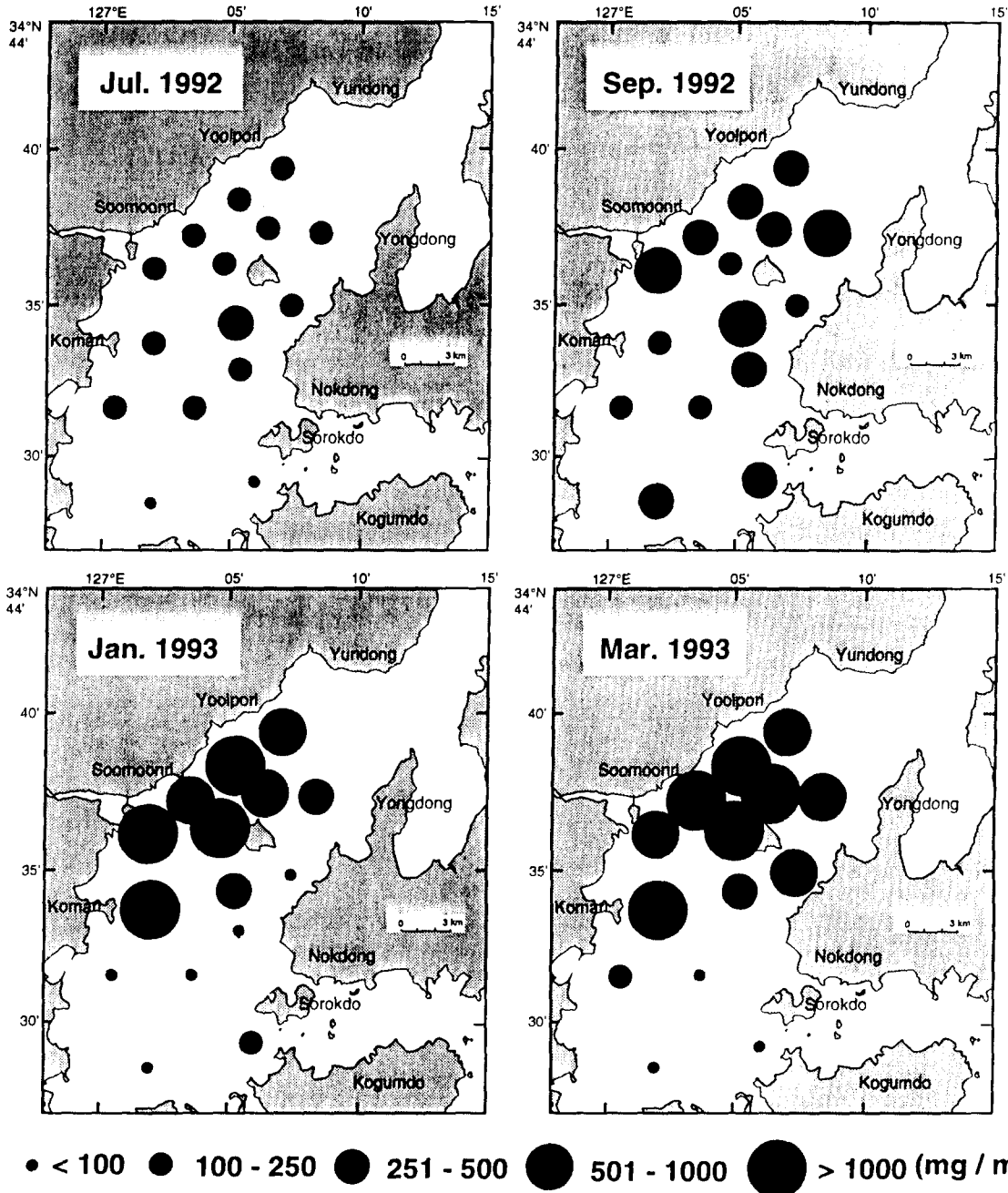


Fig. 5. Seasonal distributions of zooplankton biomass(mg/m<sup>3</sup>), respectively(by Han, 1994)

으로 부터 보다 더 자세히 살펴 보기로 한다. 이와 같이 득량만에서의 수온, 염분, 밀도 등의 등치선의 분포는 일반적으로 등수심선과 평행하게 분포하여 동쪽의 상대적인 고밀도수와 서쪽의 저밀도수가 서로 대비를 이루고 있는 것으로 보인다. 또한 표면에서 대조기때는 등밀도선이  $21.0\text{kg/m}^3$  이상의 무거운 물이 득량도 이남을 점하고 있지만, 소조기때는 수심이 깊은 녹동쪽에 한정되어 있다. 해저면에서 이러한 분포는 등밀도선이  $22.0\text{kg/m}^3$  이상의 등치선의 분포와 유사하다. 즉, 조류의 세기가 대조기때는 소조기때보다도 강하기 때문에, 대조기때는 차고 무거운 만외수가 만의 깊숙한 곳까지 유입하고 있음을 의미한다.

양(1994)은 득량만에서 영양 염류는 담수 및 남해안 연안수의 유입에 의해 분포 특성이 좌우되는데, 수심이 깊은 녹동쪽으로부터 득량만 안쪽으로 남해안 연안수가 유입된다고 하였다. 양(1994)에 의하면, 인산염은 연안역에서 토양 입자의 유입에 의해 농도가 높아지게 되는데, 득량만에서는 수심이 얇은 울포리쪽이 약  $0.4\mu\text{M}$  이상으로 높으며, 이와는 대조적으로 규산염이나 질산염의 농도는 수심이 깊은 녹동쪽에서  $5\mu\text{M}$  이상 나타나, 수심이 깊은 녹동쪽으로부터 득량만 안쪽으로 남해안 연안수가 유입된다고 하였다. 이와 같이 영양 염류의 수평 분포에서도 득량도를 중심으로 하여, 수심이 얇

은 북서쪽과 수심이 깊은 남동쪽으로 해역이 구분될 수 있는 분포 특성의 차이가 있음을 나타내었다.

Fig.5는 한(1994)이 득량만에서 동물플랑크톤의 생물량(biomass)을 계절별로 나타낸 것이다. 하계(7월)와 추계(9월)의 경우, 수심이 얇은 북서쪽과 수심이 깊은 남서쪽에서의 생물량의 분포 차이가 확실하지 않지만, 동계(1월)와 춘계(3월)에는 수심이 얇은 북서쪽의 생물량이 약  $500\text{mg/m}^3$  이상으로 나타나고 있는데, 이것은 수심이 깊은 남동쪽의 생물량이 약  $500\text{mg/m}^3$  이하인 분포 양상과는 확연히 구분된다. 이처럼, 득량만에서 해수 특성들의 분포는 주로 동서 대비를 이루고 있음을 알 수 있다. 연안역은 바로 인접한 육지로부터의 영양염의 공급으로 전체적인 생물의 활동성이 높다. 수심이 얇을수록 조류에 의한 연직 혼합이 강하게 발생할 수 있음을 시사하며, 이것은 수심이 약 5m 이천으로 얇은 수문리쪽이 수심이 10m 이심으로 깊은 녹동쪽 보다 플랑크톤의 생체량이 더 많이 나타남을 보이고 있다.

Fig. 6은 득량만의 해수 특성을 수형별로 보기 위하여, T-S diagram(왼쪽)와 T- $\sigma_t$  diagram(오른쪽)를 각각 나타낸 것이다. 여기서 동그라미(○) 표시는 대조기때(7월 12일)의 수형군을 나타내며, 십자(+) 표시는 소조기때(7월 19일)의 수형군을 나타낸다. 소조기때는 염분 변화가 거의 없고 수온

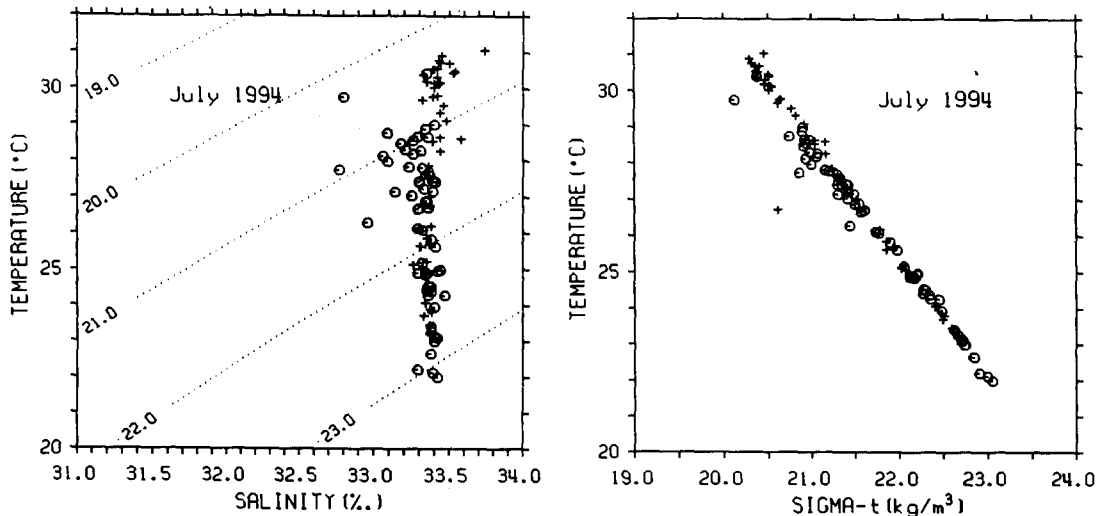


Fig. 6. T-S(left) and T- $\sigma_t$  diagram(right) in Deukryang Bay on July, 1994. Circles denote the water types on 12 July(spring tide) and crosses on 19 July(neap tide), 1994.



변화가 크다. 그러나 대조기때는 염분 변화가 약간 나타났다. 연안이나 만에서 해수의 밀도는 주로 염분에 의해서 좌우된다. 그러나 본 연구 기간 동안은 득량만의 밀도가 염분보다는 수온에 의해서 변하고 있음을 T-σ<sub>t</sub> diagram에서 볼 수 있다. T-σ<sub>t</sub> diagram에서 일직선상에서 왼쪽으로 벗어나 있는 수형들은, 다소 낮은 염분에 의해서 밀도가 결정된 수형들임을 알 수 있다.

일반적으로 연안역의 밀도는 주로 염분에 의해 좌우되지만, 득량만의 경우는 밀도에 수온이 영향을 많이 끼치고 있으므로, 기온의 영향을 살펴보고져, 중앙기상대의 한국기후표와 기상청의 1994년 7월의 기상월보를 이용하여, 득량만에 근접해 있는 장흥과 고흥의 기온 및 강수량의 예년치에 대한 편차(anomaly)를 Fig.7에 나타내었다. 관측 기간이었던 7월은 기온의 편차가 모두 2.0℃ 이상

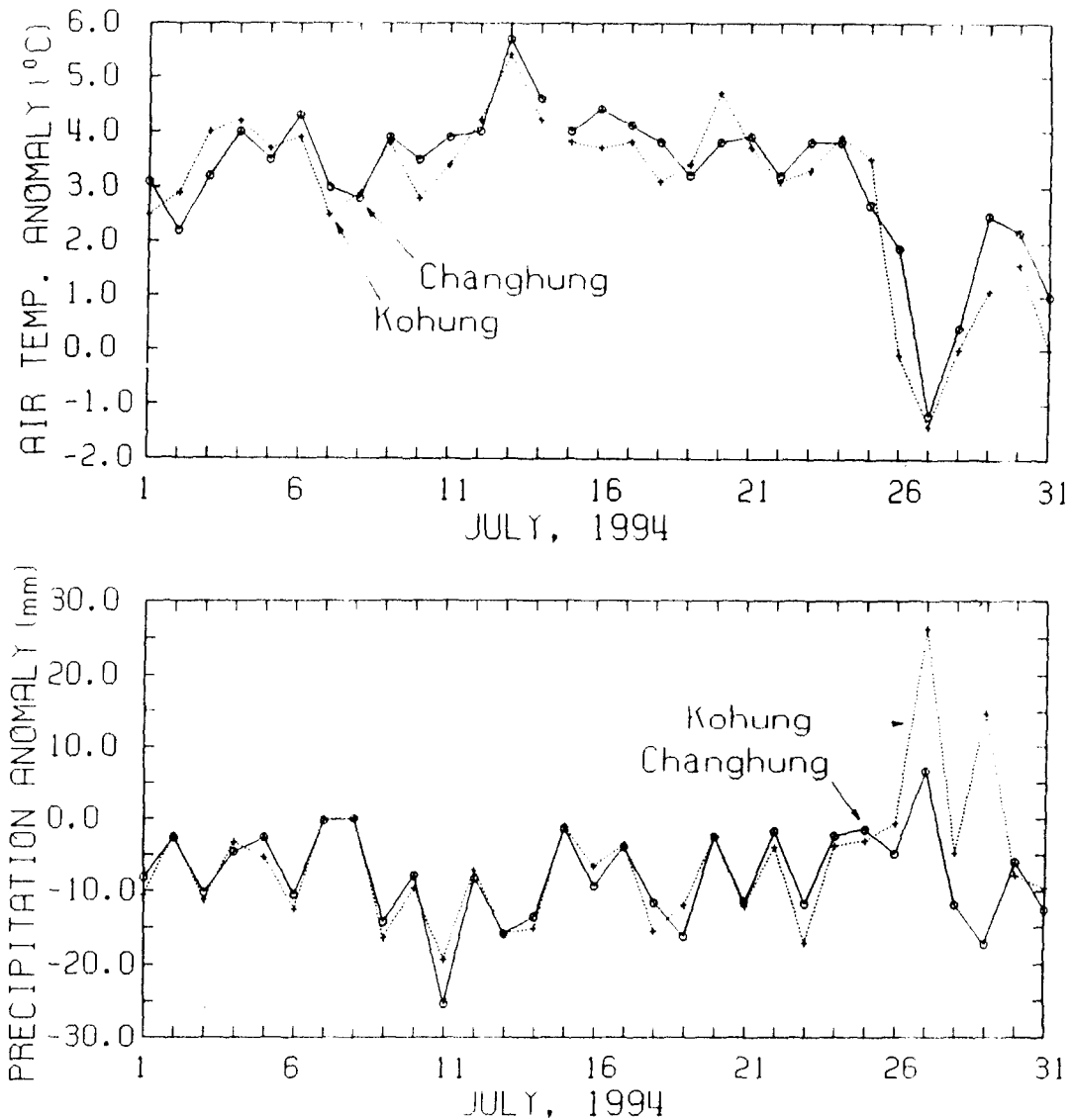


Fig. 7. Air temperature anomaly(upper) and precipitation anomaly(lower) at Changhung (full line) and Kohung(dot line) in July, 1994.

로 높고, 강수량의 편차는 예년에 비해서 낮은 음의 편차값을 보이고 있다. 그리고 이 만은 이렇다할 큰 하천이 없으므로, 담수의 유입이 없는 것이 염분 변화에 의한 밀도 변화에 큰 영향을 주지 못하는 이유중의 하나라고 생각된다. 그러므로 이러한 현상은 주로 흑서로 인하여 밀도가 수온에 의해서 좌우됨을 나타낸다고 하겠다.

특량만은 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 수심이 완만하게 깊어지는 형태(Fig.1)로, 수심이 깊은 특량도의 동쪽은 대체로 수온이 낮고 밀도가 큰 수괴가 존재하고 있다(Fig.2~Fig.4). 김(1993)은 특량만에서의 수온의 변화는 수심차에 의한 저열량 등에 의해서 영향을 많이 받는다고 하였고, 또한 양(1994)과 한(1994)은 영양염류와 동물플랑크톤의 분포로써, 특량만에서 남해 연안수의 유입이 있음을 지적하였다. 이와 같이 특량만에서는, 수심차에 의한 저열량과 남해 연안수의 유입에 의한 상호 작용으로 수온 및 밀도의 분포가 동서 대비를 이루고 있는 것이 이 만의 특징이라 할 수 있다.

## 2. 수심별 수형의 분포

수형의 분포 양상이 조석 주기에 따라서 어떻게 달라지는가를 보기 위해서, 특량만내에서의 해수

의 혼탁 정도를 나타내는 투명도로부터 대조기와 소조기때의 빛의 연직감쇠계수를 구하여, 그 수평 분포도를 Fig.8에 각각 나타내었다.

투명도의 수심이 얇은 곳은 해수중에 현탁 물질이 많으므로, 이런 곳은 빛의 흡수가 커서 수심이 깊어짐에 따라서 빛의 투과력이 급격히 줄어든다. 즉, 빛의 연직 감쇠 계수( $k$ )의 값이 크다는 것은 투명도 값이 작다는 것으로 Fig.8에서 처럼, 비교적 수심이 5m 이천인 윤동, 울포리, 수문리쪽에서  $k$  값(1.2 이상)이 크다. 또한 수심이 얇은 수문리나 울포리쪽은 소조기때( $k=1.2$ )보다 대조기때( $k=1.6$ )에 해수가 더 혼탁함을 알 수 있다. Lee(1994)의 수치모델연구에 의하면, 해수에 작용하는 대조기의 조류에너지는 특량만 근처를 통과하는 풍속 약 15m/s인 태풍의 에너지와 거의 비슷한 것으로 나타났다. 그리고 Lee and Rho(1993)는 특량만에서의 장기간의 연속해류 관측 결과 반일주조가 특량만 전체 해류 에너지의 약 80%를 차지한다고 밝힌바 있다. 이와 같은 결과를 근거로 하여 공이(1994)는 수심이 얇고 유속이 비교적 큰 대조기때에는 저면에서 입자가 재부유하기에 충분하다고 하였다. 따라서 수심이 비교적 얇은 곳은 대조기때에 재부유된 입자들때문에 빛의 투과력이 줄어들

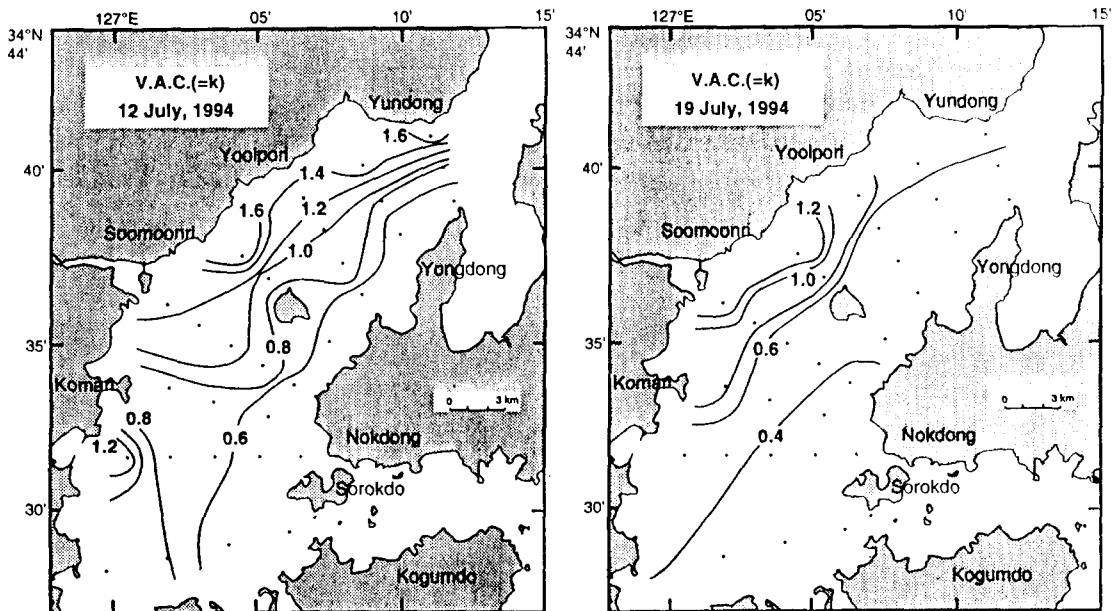


Fig. 8. Vertical attenuation coefficient( $k$ ) on 12 July(left) and 19 July(right), respectively.

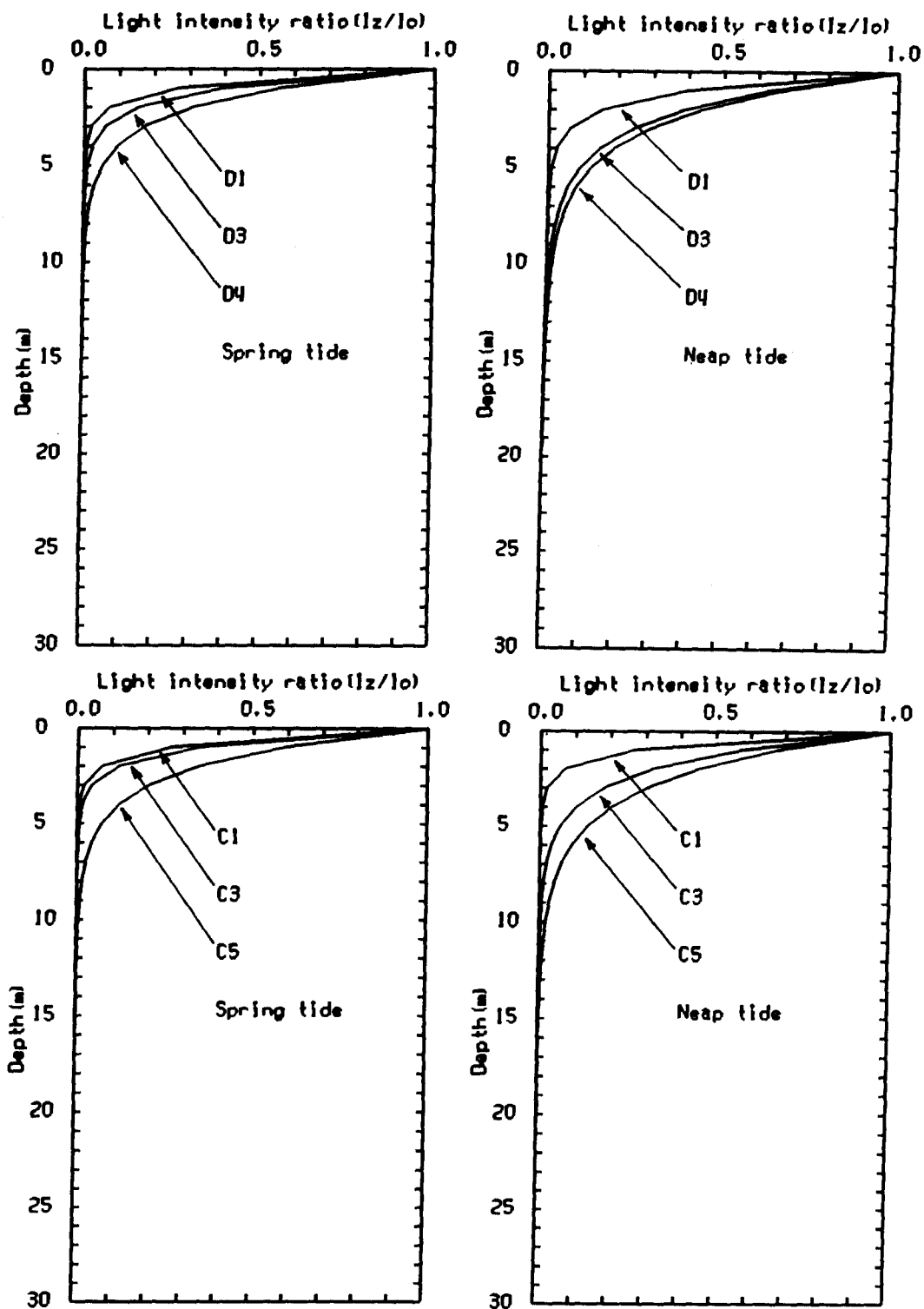


Fig. 9. Light intensity ratios ( $I_z/I_0$ ) according to depth in the stations of line D (upper) and C (lower) during tidal cycle.

어  $k$ 값이 크게 나타나게 된다고 생각된다.

$k$ 값의 분포는 대조기(0.6~1.6)와 소조기(0.4~1.2)에 따라 그 값의 차이가 있다. 이러한 값의 차이가 득량만의 수형 분포와 어떤 관련이 있는지를 살펴보기 위해서, Fig.9에 정선 D와 정선 C에서 수심이 얇은 정점(D1과 C1)과 수심이 중간 정도 깊이인 정점(정점 D3과 C3), 그리고 수심이 깊은 정점(D4과 C5)을 택하여, 깊이에 따른 빛의 감쇠율( $I_z/I_0$ )을 구하였다. 대조기와 소조기에 따라서 수심이 얇은 곳(정점 D1과 C1)과 수심이 깊은 곳(정점 D4와 C5)에서는 깊이에 따라서 빛의 감쇠율의 변화가 유사하다. 그러나 수심이 약 5~10m되는 득량만의 중부 해역인 정점 D3와 C3에서는 대조기때에 빛이 50%로 감소하는 깊이가 약 1m이지만, 정점 D3와 C3에서 소조기때에 빛이 50%로 감소하는 깊이는 약 1.5m 정도가 된다. 또한 대조기 때에 빛의 감쇠율을 보면, 정점 D3와 C3는 수심이 5m 이전의 정점 D1과 C1에 가까운 값을 나타내며, 소조기때에 빛의 감쇠율을 보면, 정점 D3와 C3는 수심이 10m 이심의 정점 D4과 C5에 가까운 값을 나타낸다. 따라서 득량만 중부 해역의 수심이 약 5~10m 되는 곳은 조석 주기에 따라 빛의 감쇠율의 변화가 뚜렷하다고 할 수 있다. 대조기와 소조기때의 수심 5m와 10m가 되는 득량만 중부 해역의 빛의 연직 감쇠 계수 값은 약 0.6을 나타내며(Fig.8), 득량만에서 정점별 깊이에 따른 빛의 감쇠율도 수심 5m와 10m사이의 정점에서 조석 주기별 변화가 크게 나타나므로(Fig.9), 대조기와 소조기때의  $k$ 가 0.6인 값을 Fig.10에 함께 나타내었다. 조사 기간중 조석 주기별에 따른  $k$ 가 0.6의 값을 나타내는 등치선이 소조기때는 수심 5m인 등수심선과 유사하며, 대조기때는 수심 10m인 등수심선과 유사하게 분포함(Fig.1)을 알 수 있었다.

조석 주기별  $k$ 가 0.6의 값으로 해역이 적절하게 구분되는지를 보기 위해서, 연안역에서 성층 정도를 나타내는 변수인  $\log_{10}(H/U^3)$ (여기서,  $H$ 는 수심,  $U$ 는 주태음반일주조( $M_2$ )의 유속)의 값을 Simpson and Pingree(1978)에 의해서 구하였다. 즉, Fig.11은 득량만에서의 성층 정도를 나타내는 변수인  $\log_{10}(H/U^3)$ 의 값을 나타낸 것으로, 여기서 유속( $U$ )의 값은 Lee(1994)가 수치모델에 의해서

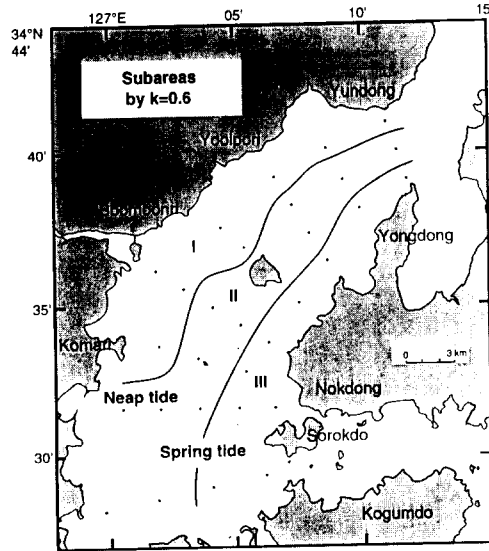


Fig. 10. Subareas divided by  $k$  equals 0.6.

계산한 주태음반일주조( $M_2$ )의 값을 이용하였다. 수심이 5m인 곳과 10m인 곳의  $\log_{10}(H/U^3)$ 의 값은 약 2.1~2.2의 값이다. Simpson and Pingree(1978)가 영국의 남서부 해역에서 연안역의 성층과 혼합을 설명하면서, 전선역에서의  $\log_{10}(H/U^3)$ 의 값을 약 1.8~2.0으로 보았다. Yanagi and Tamaru(1990)는 일본의 붕고 해협(Bungo channel)에서 같은 식을 사용하여, 전선역에서  $\log_{10}(H/U^3)$ 의 값을 2.5~2.9로 계산하였다. Lee(1993)는 1992년 7월 초부터 1993년 4월까지의 관측 결과를 중심으로 대체로 득량도 서쪽 해역에서 염분 전선이 형성됨을 보고한 바 있다. 또한 국립수산진흥원(1982)은 득량도 동쪽 해역의 수심이 깊은 곳에서 유속이 비교적 강하게 흐른다고 하였다. 한(1994)은 외양성 난류종으로서 한국 근해의 난류성 지표종이 되는 *Sagitta enflata*가 득량만에서 비교적 고온 고염인 만의 입구와 만의 동쪽에서 많이 출현하여 외양성 난류가 만의 안쪽까지 영향을 미친다고 하였다. 공·이(1994)는 득량만내의 부유물의 공간적인 분포와 총량은 유속과 같은 물리적 특성 및 수심과 같은 지형적 특성에 따라서 좌우된다고 하였다. 이와 같은 결과들은, 득량만에서  $\log_{10}(H/U^3)$ 이 2.1~2.2의 값(조석 주기에 따른 빛의 연직감쇠계수인  $k$ 가 0.6으로 수심이 약 5m인 곳과 10m인 곳)으로 해역을 구분하여도 됨을

수심에 따른 득량만 키조개 어장의 환경 특성

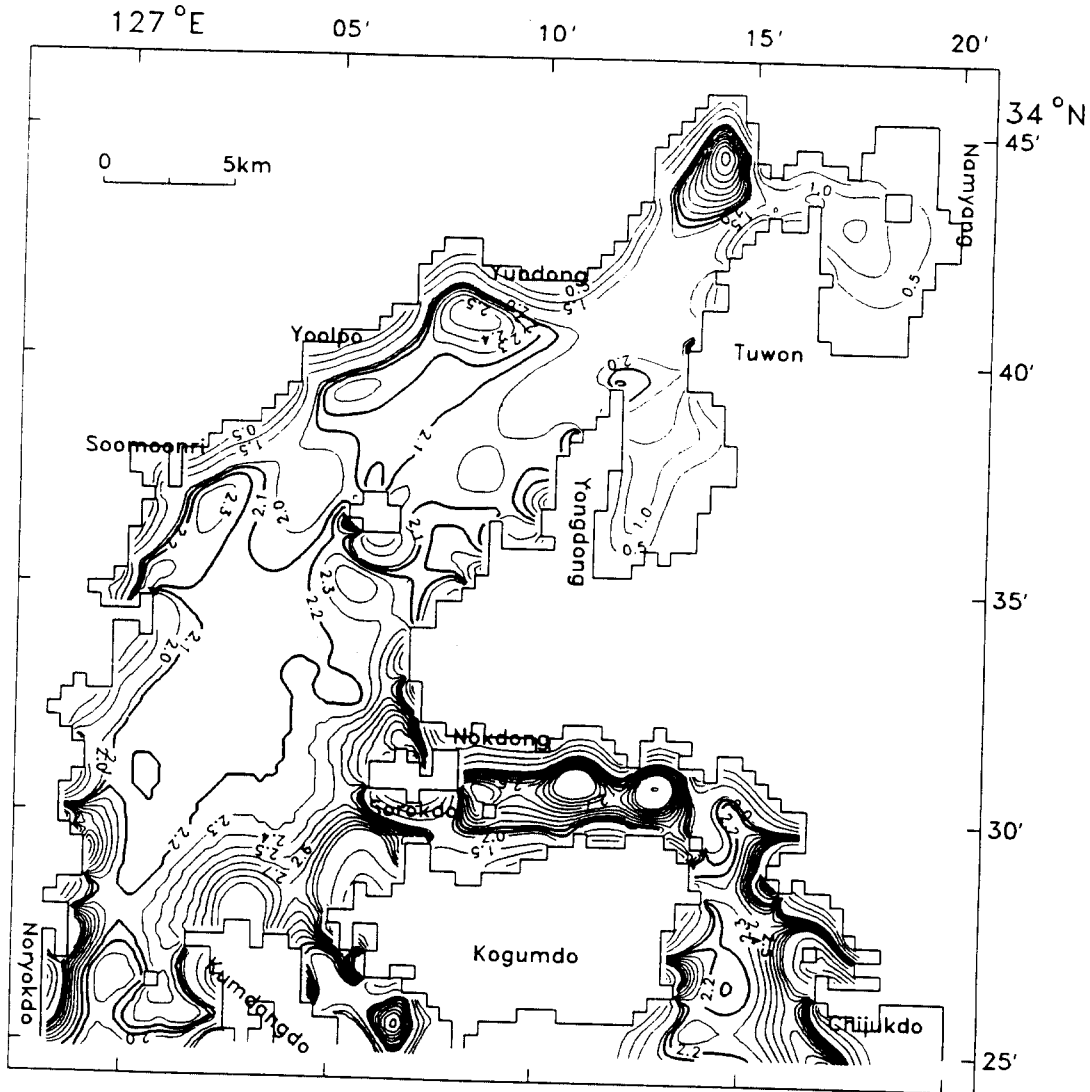


Fig. 11. Values of  $\log_{10}(H/U^3)$  in Deukryang Bay. H is the depth and U the velocity of the lunar semi-diurnal constituent. The data for U is obtained from Lee(1994).

뒷받침한다.

이렇게 구분된 해역별로 수형의 분포가 어떠한가를 보기 위해서 T-S diagram을 Fig.12에 나타내었다. 여기서 대조기와 소조기별 표층과 저층의 T-S diagram을 작성한 것으로, 각각의 T-S diagram에서 동그라미(○) 표시는 해역 I, 세모(△) 표시는 해역 II, 십자(+) 표시는 해역 III(Fig.10)을 나타내고 있다. T-S diagram에서 해역 II의 수형군(△ 표시)의 분포를 보면, 대조기는 해역 III의 수형군(+ 표시)에 비교적 가까이 분포하고, 소조

기는 해역 I의 수형군(○ 표시)에 가까이 분포되어 있음을 볼 수 있다. 그리고 대조기때 표층의 경우에 염분의 분포 범위가 비교적 넓다. 그리고 표층의 수형군의 분포는 소조기가 대조기에 비해서 고온 고염의 분포를 보이며, 저층의 수형군의 분포는 대 소조기가 거의 유사한 분포를 보인다. 소조기의 표층에서 수온의 분포 범위가 가장 좁고(약 27.5~31.0℃), 이에 비해서 대조기의 표층과 대 소조기때의 저층은 수온의 분포 범위가 대체로 넓다(약 22.0~30.5℃). 그리고 염분의 분포 범위를 보면,

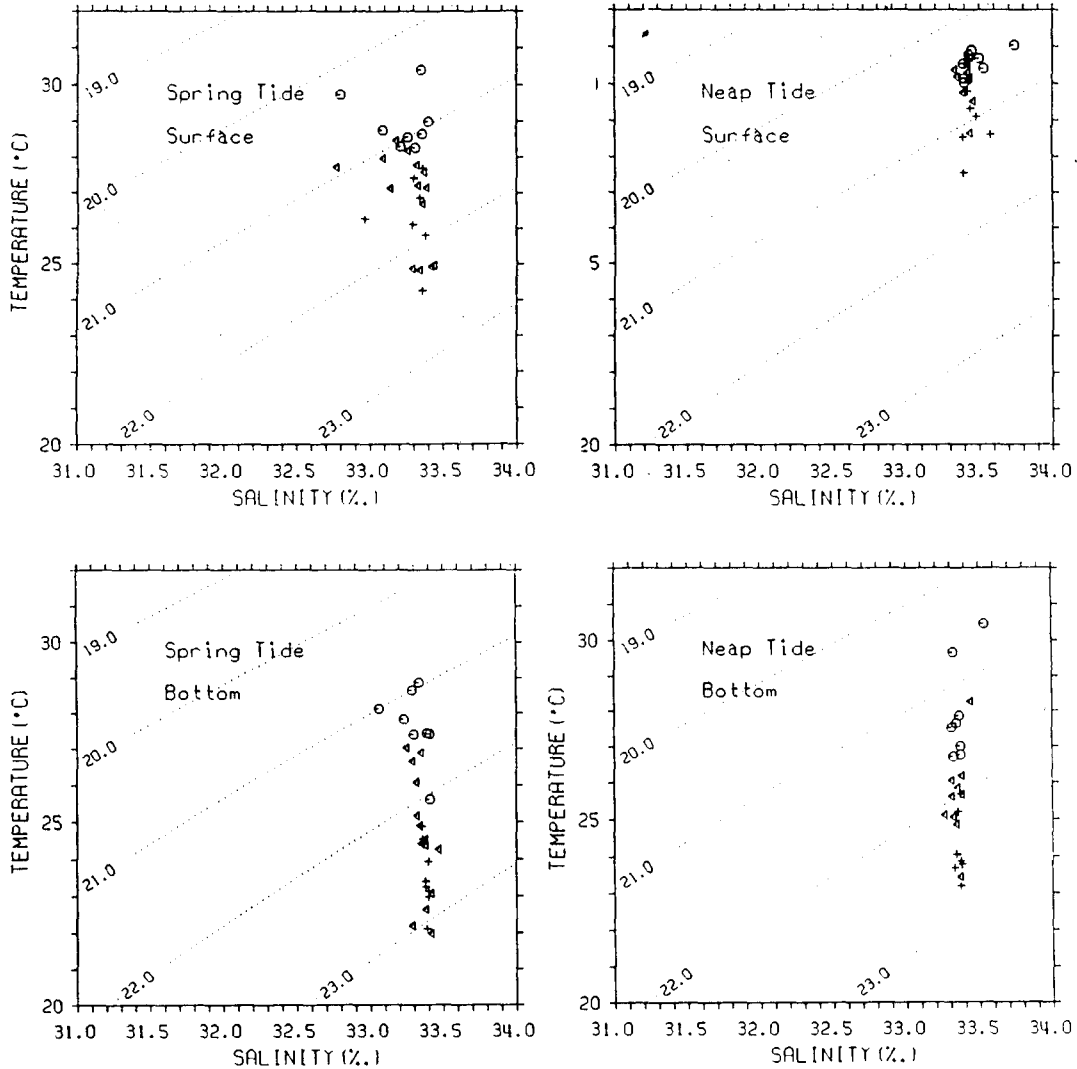


Fig.12. T - S diagrams of surface(upper) and bottom(lower) divided by subareas. Circles denote the area I, triangles the area II and crosses the area III, respectively.

대조기때의 표층에서 염분의 분포 범위가 가장 넓고(약 32.8~33.55), 이에 비해서 소조기의 표층과 대 소조기의 저층에서 염분의 분포 범위가 비교적 좁다(약 33.05~33.75). 이러한 특성들은 수형의 분포에서 특히 저층의 경우에, 비교적 뚜렷하게 각 해역별로 구분됨을 보인다.

### 결 론

특량만의 키조개 어장의 해양 환경을 알아보기

위하여 1994년 7월 12일(대조기)과 19일(소조기)에 걸쳐 특량만의 수형 분포 특성을 조사하였다.

특량만은 관측 기간중에 대조기와 소조기에 따른 빛의 연직감쇠계수(k)가 0.6인 곳을 경계로 하여 3개 해역으로 구분될 수 있었다. 조석 주기에 따른 k가 0.6인 등치선의 변화는 대조기에는 약 10m인 등수심선, 소조기에는 약 5m인 등수심선과 유사하게 분포하였다. 따라서 특량만의 수심 약 5~10m인 해역은 조석 주기에 따라서 수형의 특성이 뚜렷하게 바뀌는 수역이라고 할 수 있다. 즉,

수심 약 5~10m인 만 중앙 해역은 T-S diagram에서 대조기때는 수심이 얇은 해역의 수형군에 가까이 분포하고, 소조기때에는 수심이 깊은 수형군에 가까이 분포하였다. 그리고 성층 정도를 나타내는 변수인  $\log_{10}(H/U^3)$ 의 값은 수심 5m와 10m인 등수심선에서 약 2.1~2.2의 값을 나타내었다.

특히, 본 연구 기간인 1994년 7월 동안은 혹서와 갈수로 인하여 예년치보다도 기온은 약 2℃ 이상 높았으며, 강수량은 예년치보다도 훨씬 낮은 음의 값을 나타내었다. 이러한 영향으로 인하여 득량만의 수피의 밀도는 관측 기간동안 주로 수온에 의해서 결정되고 있었다.

앞으로는 기상 자료 및 득량만에서의 과거 누년 자료를 분석하여, 이상(abnormal) 고수온년에 대한 만내의 물리적인 변동, 조류와 해저 지형에 기인한 내부파의 형성이나 연속 관측에 의한 급조(急潮)등에 관한 연구도 필요하리라 생각된다.

### 감사의 글

이 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 부산수산대학교 해양산업개발연구소의 1994년도 연구비 지원에 의해서 이루어졌습니다.

### 참고문헌

- 1) 공영세 · 이병걸(1994) : 득량만의 퇴적물 및 부유물 특성. 한국해양학회지 29(3), 269~277.
- 2) 국립수산진흥원(1982) : 전남 동부 연안 양식어장 기초환경 및 저서 패류에 관한 조사. 국립수산진흥원 여수지부, p. 7~79.
- 3) 기상청(1994) : 기상월보, 36~37.
- 4) 김상우(1993) : 1992~1993년의 득량만의 해양학적 특성. 부산수산대학교 대학원 이학석사 논문, p.47.
- 5) 신상일(1994) : 득량만의 해황과 조류 특성. 부산수산대학교 대학원 이학석사 논문, p.41.
- 6) 양한섭(1994) : 득량만에서 영양 염류의 계절 변화와 생물제한 인자. 부산수산대학교 해양산업개발연구소 연구 결과 보고서, 8~10.
- 7) 여수수산대학(1992) : 고흥지구 간척개발 사업에 따른 어업권 피해 조사서. 여수수산대학수산과학연구소, 191~267.
- 8) 정은진 · 홍철훈 · 이병걸 · 조규대(1994) : 득량만의 해수유동에 관한 수치 실험 I. M2 조에 의한 해수 유동. 한국수산학회지 27(4), 397~403.
- 9) 조규대(1994) : 남해연안역 수산업의 문제점 및 발전 방향 6. 남해연안 어패류의 어장환경. 한국수산학회 1994년도 추계공동 학술심포지움, p.73.
- 10) 중앙기상대(1984) : 한국기후표 제3권, 78~86.
- 11) 한동훈(1994) : 득량만 動物플랑크톤의 分布와 群集構造. 부산수산대학교 대학원 이학석사 논문, p.18~19.
- 12) Lee, B. G.(1994) : A Study of Physical Oceanographic Characteristics of Deukryang Bay using Numerical And Analytical Models in Summer. Nat. Fish. Univ. Pusan, Ph.D. Thesis p.145.
- 13) Lee, J. C. and H. K. Rho(1993) : Physical Feature of the Multidisciplinary Oceanographic Studies in Deukryang Bay, Korea. Proc. FOID'93, RCOID, Nat. Fish. Univ. Pusan, 55~66.
- 14) Mann, K. H. and J. R. N. Lazier(1991) : Dynamics of Marine Ecosystems - Biological~Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Scient. Publ. Inc., 111~112.
- 15) Pickard, G. L. and W. J. Emery(1982) : Descriptive Physical Oceanography, An Introduction. 4th(SI) Enlarged Edition, Pergamon Press, p.249.
- 16) Simpson, J. H. and R. D. Pingree(1978) : Shallow sea fronts produced by tidal stirring. in Oceanic Fronts in Coastal Processes. eds. Bowman M. J. and W. E. Esaias and coauthored by the participants. 29~42.
- 17) Yanagi, T. and H. Tamaru(1990) : Temporal and spatial variations in a tidal front. Continental Shelf Res. 10(7), 615~627.