

## 멸치와 김 생산량 변동에 미치는 수온의 영향

이 충 일\* · 김 현 주

\*부경대학교 해양산업개발연구소, 부경대학교대학원 해양산업공학협동과정  
(2007년 2월 22일 접수; 2007년 7월 19일 채택)

## Effect of Temperature on Anchovy Catch and Laver Production in the Eastern Part of the South Sea of Korea

Chung Il Lee\* and Hyun-Ju Kim

\*Research Center for Ocean Industrial and Development, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering Graduate School,  
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
(Manuscript received 22 February 2007; accepted 19 July, 2007)

Effect of seawater temperature (temperature) on the production of anchovy, *Engraulis japonica* and laver, *Porphyra tenera* Kjellman, were investigated in the eastern part of South Sea of Korea (ESS). Bimonthly temperature data (Feb., Apr., Jun., Aug., Oct., Dec.) from 1980 to 2002 were collected from Korean Oceanographic Data Center (KODC) and monthly anchovy catch and laver production from 1980 to 2002 were used from published sources by the Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, Korea. Effects of temperature on the two organisms were examined in four cases. In case of lower anchovy catch and higher laver production (1993), temperature during main spawning season of anchovy was about 0.2-0.6°C lower than normal condition, and temperature during seed collecting season of laver in Namhaedo, Kojedo went down below 22.0°C. In case of higher anchovy catch and higher laver production (1995), optimum temperature for catch was formed in main fishing ground, temperature for seed collection was lower than 22.0°C. In case of lower anchovy catch and lower laver production (1996), temperature for spawning and catch was about 0.6-1.6°C lower than normal condition, and temperature during seed collection in nursery was about 0.5-1.0°C higher than optimum temperature for seed collection. In case of higher anchovy catch and lower laver production (1998), temperature during main fishing and spawning season was about 1.0-1.8°C higher than normal condition, and temperature during laver seed collection in nursery was 1.5°C higher than optimum temperature for seed collection.

Key Words : Temperature, Anchovy, Laver, South Sea of Korea, Optimum temperature

### 1. 서 론

멸치(*Engraulis japonica*)는 우리나라의 주요 어업자원일 뿐만 아니라 해양생태계 먹이 사슬의 중간 단계로서 매우 중요한 역할을 하며<sup>1)</sup>, 산란장 및 치·자어의 성육장은 주로 남해 연안역에 형성된다<sup>2)</sup>. 김(*Porphyra tenera* Kjellman)은 남해와 서해 연안에서 주로 양식되며, 단일 양식 해조류 중 가장 높

은 생산고를 나타낸다<sup>3)</sup>.

우리나라의 멸치 총 어획량은 1960년대 이전에는 5만톤 이하로 낮았으나, 이후 증가하여 1993년 이후부터는 20만톤 이상으로 지속되고 있다<sup>4,5)</sup>. 김 생산량은 다소 기복이 있으나 1972년도 약 2만 8천톤에서 점차 증가하여 1984년 10만톤, 1993년 20만톤, 1994년 26만 3천 톤 정도이다<sup>6)</sup>.

멸치와 김의 주 생산해역인 남해는 해양학적으로 복잡한 환경을 보이는 천해역으로서 해양생물 분포에 영향을 미치는 쓰시마난류, 한국 남해연안수와 황해 난류의 영향을 받고 있다<sup>2,7)</sup>. 그 특성이 서로 다른 수괴간에 형성되는 조경과 수괴 상호간의 혼

Corresponding Author : Chung Il Lee, Research Center for Ocean Industrial and Development, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
Phone: +82-51-620-6257  
E-mail: leeci@pknu.ac.kr

함 등으로 복잡한 어장환경이 형성되며<sup>1,2,8)</sup>, 이러한 수괴의 확장과 소멸 등에 따른 해양환경 변화는 남해를 주 서식해역으로 하는 멸치와 김의 생산량 변동에 큰 영향을 미칠 수 있다. 수온이 멸치 어장의 분포와 어획량에 영향을 미치는 중요한 인자<sup>9)</sup>이며, 하계 한국남해연안에서 산란된 멸치 난과 치어의 분포는 쓰시마난류 세력의 강약 및 쓰시마난류계수와 연안수 사이에 형성되는 전선역의 영향을 받는다<sup>10)</sup>. 최적산란수온이 17.0-22.0°C, 최적서식수온이 13.0-23.0°C인 멸치<sup>11,12)</sup> 주 분포수층은 0-25m이며<sup>8)</sup>, 멸치 어획량은 해표면 부근의 수온변화에 큰 영향을 받을 수 있다<sup>5)</sup>.

김 양식은 대체로 2-5m 미만의 얕은 해역에서 이루어지며<sup>3)</sup>, 그 생산량은 연안역의 환경변화에 민감하게 반응하여 변할 수 있다. 채묘기와 수확기 등 성육 단계의 수온, 기온과 같은 양식장 환경이 김 생산의 증감에 영향을 미치며<sup>13-15)</sup>, 김의 광합성율이 실험수온은 8.0-16.0°C까지 수온이 높아짐에 따라 증가하나 18.0°C에서 감소된다<sup>16)</sup>. 또한, 한국과 일본의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교<sup>17)</sup>에 따르면, 한국의 경우 김 양식장은 고염분 저수온의 환경으로서 병해발생의 위험도는 낮으나 양호한 해수교환에 의해 생산량이 유지되고 있다. 김의 채묘는 22.0°C 보다 낮은 수온에서 적합하며, 채묘 후 45일 동안 평균 수온이 14.0°C 이상 일때는 수확량이 격감한다<sup>13)</sup>.

지금까지 멸치에 관한 연구는 수온이 멸치 어장의 주 형성시기, 어장의 시·공간적인 분포<sup>1,2,8-12)</sup>, 멸치의 초기 생활사, 난(eggs)·치어(larvae)의 성장에 미치는 영향<sup>1,2,8,10,11)</sup> 등에 초점을 두었다. 수온이 멸치와 김 생산량에 미치는 영향에 대한 연구는 주로 1990년 이전 현상에 초점을 둔 것으로서, 이들 생산량이 급격하게 변하는 1990년 이후에 대한 연구결과는 부족한 상태이다. 특히 환경인자와 김생산량과의 상관성에 대한 연구는 대부분 1년 이하의 단기간 자료를 이용한 것으로 김의 생활사 연구에 집중되어 있다. 각기 다른 환경(특히 수온)을 선호하는 멸치와 김에 대한 개별적인 연구는 있으나 비교 연구는 미흡한 상태이다. 수온은 멸치와 김의 생활사와 관련이 있으며, 수온의 변화는 멸치와 김의 생산량에 각각 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 한국남해동부해역의 수온이 멸치와 김의 생산량에 미치는 영향 및 이들 사이에는 어떠한 관계가 있는지 규명하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 수온

남해동부해역의 수온 자료는 한국해양자료센터에

서 제공된 것으로 국립수산진흥원(現 국립수산과학원)<sup>18)</sup>에서 격월(2, 4, 6, 8, 10, 12월)로 수행중인 정선해양관측에 의해 측정된 것이다. 자료의 기간은 1980-2002년까지며, 정선해양관측점의 위치는 Fig. 1과 같다. 그림에서 각 숫자는 국립수산과학원의 정선 및 정점 번호이다.

수온이 멸치 및 김의 생산량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 멸치 생산량은 적고 김 생산량은 많았던 해, 멸치와 김 생산량이 둘 다 많았던 해, 둘 다 적었던 해, 멸치 생산량은 많고 김 생산량은 적었던 해의 표층 및 10m의 수평분포와 어장의 중심 위치에 있는 정선 400에 대하여 수온의 연직 분포도를 작성하였다.

### 2.2. 멸치 어획량과 김 생산량

남해동부해역의 멸치 어획량은 농림수산통계연보<sup>4)</sup>와 해양수산통계연보<sup>19)</sup>에 수록된 부산과 경상남도의 생산량 자료로서 어업별 구분이 없는 남해동부해역 전체의 어획량을 의미한다. 따라서 멸치 자원량의 객관성을 유지하기 위해 권현망 어업을 매개 변수로 선정하였다.

권현망어업의 주 어획어종은 98%가 멸치이며, 권현망 어업에 의해 생산된 멸치 생산량 중 약 75% 정도가 남해 중·동부 해역에서 어획되고 있다<sup>5,9)</sup>. 그리고 남해동부해역의 멸치 권현망 어업의 어장은

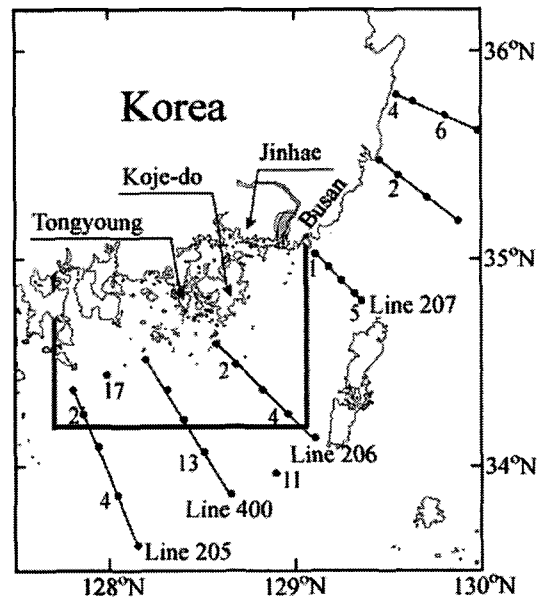


Fig. 1. Study area showing the serial oceanographic stations in the eastern part of South Sea of Korea. Numerals and box represent station number and the main fishing ground for the anchovy tow net fishery.

Fig. 1에서 사각형 테두리내의 남해도와 거제도 연안이며, 그 중심은 통영 연안에 형성 된다<sup>20,21</sup>). 권현망 어업에 의한 멸치 어획량이 남해 동부 전체 멸치 어획량을 대표할 수 있는지 알아보기 위해, 1986년부터 2000년 까지 연도별 및 주어기(7-8월)의 남해 동부해역 전체 어획량과 통영의 멸치권현망 어획량을 비교하였다. 또한, 객관적인 자원량 지수를 구하기 위해 남해동부해역 전체 어획량과 권현망에 의한 단위노력당 생산량 자료의 연 변동을 비교한 뒤, 남해동부해역 전체 생산량 자료 중 주어기에 해당하는 7-8월의 평균 어획량과 권현망에 의한 단위노력당 어획량 자료에서 7-8월의 값을 평균하여 상호 비교하였다. 단위노력당 어획량은 통영에서의 권현망 어업 멸치 생산량, 조업 척수<sup>22</sup>)를 이용하였다.

김 생산량은 농림수산통계연보<sup>4)</sup>와 해양수산통계연보<sup>19)</sup>의 천해양식어업의 지방별 어종별 생산량 중 부산과 경남 자료를 사용하였다. 남해동부해역의 김 양식장은 Fig. 1의 사각형 테두리내의 남해도와 가덕도 연안에 위치해 있다. 그리고 단위면적당 김 생산량을 구하기 위해, 1993-2002년의 부산과 경남의 김 생산량 및 양식장 면적을 이용하였다.

### 3. 결 과

#### 3.1. 멸치와 김의 생산량

1980-2002년까지 멸치와 김 생산량은 모두 연변동은 있으나 점차 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 멸치 생산량은 1988년에 82,013톤으로 최저치를 기록한 반면, 1993년에는 167,898톤으로 최고치를 기록하였으며, 전 기간 평균 생산량은 117,000톤이었다. 멸치 생산량은 1992년까지는 평균치보다 적었지만, 그 이후로는 평균값을 상회하여 변동폭이 크게 나타났다.

김 생산량은 1982년에 2,290톤으로 최저치를 기록한 반면, 1995년에 19,760톤으로 최고치를 기록하였으며, 전 기간 평균 생산량은 7,000톤이었다. 멸치의

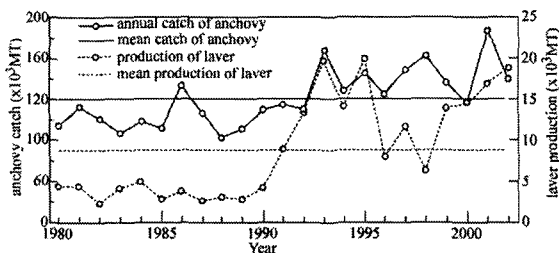


Fig. 2. Annual fluctuation of anchovy catch (solid line) and laver production (dotted line) in the eastern part of South Sea of Korea from 1980 to 2002.

생산량과 유사하게 1991년부터 평균값보다 높았으며 이전보다 변동 폭이 크게 나타났다.

멸치와 김은 1993년과 1995년, 2001년에는 모두 호황이었으며, 1996년에는 모두 불황이었다. 한편, 1998년에는 멸치는 호황, 김은 불황이었으며 2002년에는 멸치는 불황, 김은 호황이었다.

Fig. 2의 멸치 어획량은 어업별, 해역별로 구분된 것이 아니라 남해동부 전 해역의 총 어획량으로 자원량의 객관적인 변동을 파악하기에는 한계가 있다. 따라서 멸치 주 조업(操業)지인 통영주변 해역의 멸치권현망에 의한 생산량이 남해동부해역을 대표할 수 있는지를 검증하였다. (Fig. 3).

남해동부해역 전체 어획량과 권현망 어업에 의한 어획량 변동 경향은 1993년과 1998년을 제외하면 전반적으로 유사하였고, 어획량의 차이는 있으나 주어기 동안 둘 사이의 변동 경향이 일치하였다. 따라서 통영의 멸치 생산량으로 남해동부해역의 생산량 변동패턴을 유추할 수 있는 것으로 나타났다. 남해동부해역 전체 어획량과 단위노력당 어획량의 변동 경향은 1993년과 1997년을 제외하고는 전반적으로 유사하였으며, 이러한 경향은 주어기(7-8월) 동안에 나타났다. 그러므로 권현망어업에 의한 총 어획량뿐만 아니라, 단위노력당 어획량으로도 남해동부해역에서 어획된 멸치의 어획량 변동을 파악할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 권현망 어업에 의한 단위노력당 어획량이 남해동부해역의 멸치 자원량 변동을 대변할 수 있는 것으로 분석되었다.

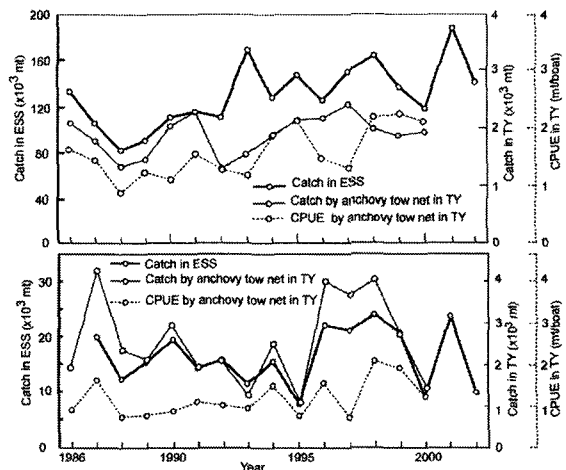


Fig. 3. Total catch and catch per unit effort (CPUE) of Anchovy in the eastern part of South Sea (ESS) and Tongyoung (TY) for the period 1986 to 2002. The upper one is for annual variation and the lower one is for main fishing season from July to August.

김의 경우, 양식장 면적의 영향을 배제하기 위하여 1994-2002년 까지 남해동부해역의 김 생산량과 단위면적당 김 생산량을 비교하였다(Fig. 4). 남해동부해역에서 김 총 생산량과 단위면적당 생산량의 변동 경향이 일치하였다. 따라서 본 연구에서는 김의 단위면적당 생산량(mt/ha)이 전체 김 생산량의 변동을 대변할 수 있는 것으로 나타났다.

3.2. 멸치와 김의 생산량과 수온과의 관계

수온이 멸치 어획량 및 김 생산량에 미치는 영향을 파악하기 위하여, 남해동부해역에서 멸치 어획량은 적고 김생산량은 많았던 해(1993년), 모두 많았던 해(1995년), 모두 적었던 해(1996년), 그리고 멸치 생산량은 많고 김 생산량은 적었던 해(1998)의 수온의 분포 특성을 살펴보았다.

3.2.1. 멸치 생산량은 적고 김 생산량은 많았던 해(1993년)

표층수온은 동해남부연안측은 17.0-18.0°C, 권현망 어업의 중심어장인 남해도와 거제도 사이는 17.0-17.5°C였다(Fig. 5). 김 양식장이 위치해 있는 남해도 연안측은 17.0°C의 등온선이 평년보다(Fig. 6) 외해측에 형성되었으며, 가덕도 주변은 17.5°C 이하였다. 10m 수층의 수온은 가덕도 주변은 표층과 같았으나 남해도 연안측과 동해남부연안측은 표층보다 0.5°C 낮았다.

평년에 대한 변동치를 보면 표층에서 동해남부연안측은 평년보다 약 0.2°C-0.4°C 높았으나, 남해도와 거제도 주변은 0.2-0.8°C, 가덕도와 남해도의 연안측은 0.6°C 낮았다. 10m 수층은 남해도 연안측이 평년보다 0.1°C 높았던 것을 제외하면 표층과 유사한 분포를 보였다.

권현망 어업 조업구역 내에서 멸치의 주 분포수층인 0-25m의 수온의 연직 분포 범위는 16.5-17.5°C로서 평년보다 약 0.5°C 낮았다. 이와 같이 1993년에는 권현망 어업의 중심어장인 남해도와 거제도 주변과 김 어장인 남해도의 연안측에 저온현상이 나타나, 멸치생산량은 낮은 반면, 김 생산량은 높은

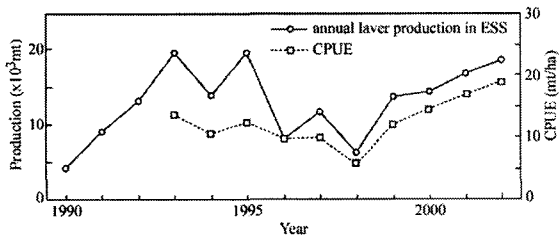


Fig. 4. Annual laver production and CPUE fluctuation in the eastern part of South Sea of Korea (ESS) from 1990 to 2002.

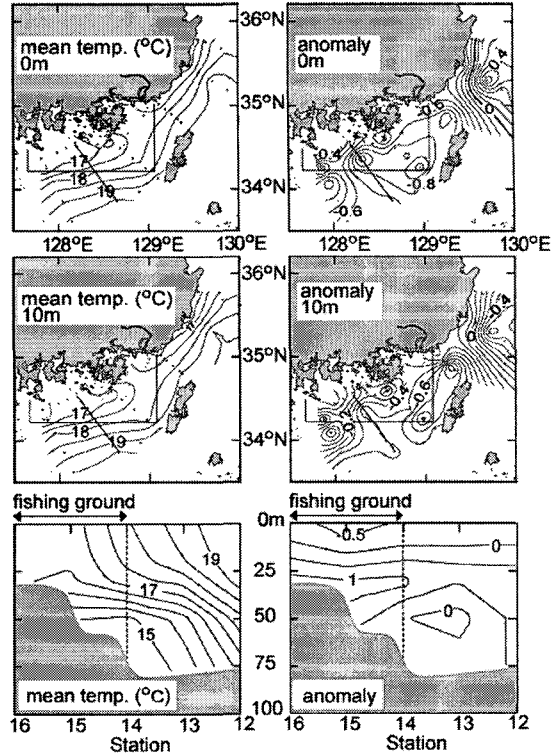


Fig. 5. Horizontal distribution at surface (top) and 10m (middle) and vertical distribution (bottom) of annual temperature along line 400 (see Fig. 1) in 1993.

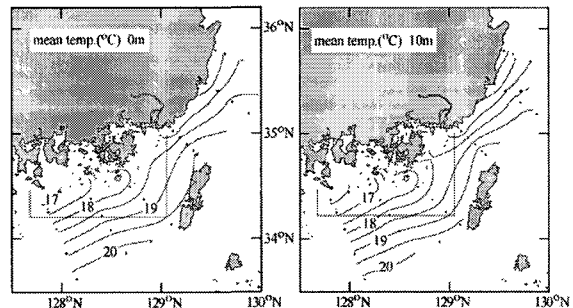


Fig. 6. Horizontal distribution of annual mean temperature at surface and 10m depth from 1980 to 2002.

것으로 나타났다.

3.2.2. 멸치와 김의 생산량이 모두 많았던 해(1995)

표층수온은 동해남부연안측은 16.5-19.0°C, 권현망 어업의 중심인 남해도와 거제도 주변은 16.5-18.5°C였으며, 가덕도 연안측은 17.0°C 이하였다. 10m 수층의 수온은 동해남부연안측은 16.5°C-18.5°C, 남해도와 거제도 주변은 16.0-17.5°C였으며, 가덕도 연안측은 16.3°C 이하였다(Fig. 7).

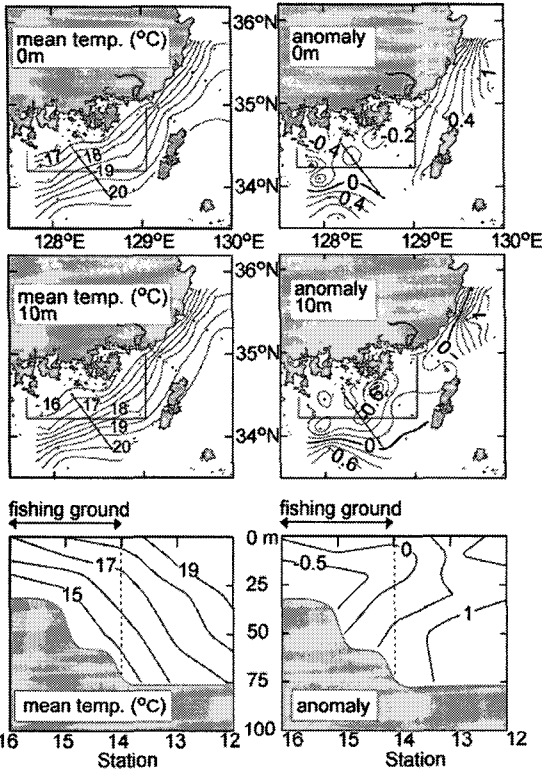


Fig. 7. Horizontal distribution at surface (top) and 10m (middle) and vertical distribution (bottom) of annual temperature along line 400 (see Fig. 1) in 1995.

수온의 편차를 보면 동해남부연안은 전반적으로 평년보다 0.4-1.0°C 높았고 남해도와 거제도 주변은 극히 연안을 제외하면 평년과 같거나 평년보다 약 0.2-0.6°C 낮았다. 10m 수층의 수온 편차는 동해남부연안측은 표층과 비슷하였으나, 남해도와 거제도 주변은 표층보다 평년에 비해 0.2°C 정도 더 낮게 나타났다.

연직수온은 권현망 어업 중심어장인 남해도와 거제도 주변은 뚜렷한 저온현상이나 고온 현상은 나타나지 않았지만, 김 어장인 가덕도와 남해도의 연안측에서는 저온 현상이 나타났다. 따라서 김의 생산량 증가는 김 양식장의 저온 현상에 의한 것으로 추정되나 멸치 생산량의 증가는 수온외의 멸치 내유량 증가와 같은 외적인 요인이 복합적으로 작용한 것으로 판단된다.

3.2.3. 멸치와 김의 생산량이 모두 적었던 해(1996)

표층수온은 동해남부연안측은 16.0-17.5°C, 남해도와 거제도 주변은 17.0-19.0°C, 가덕도 연안측은 18.5°C 이하였다. 남해도와 거제도 주변은 1995년보다 약 0.5°C, 가덕도 연안측 역시 1.5°C 높았으며, 동

해남부연안측은 0.5°C 낮았다. 10m 수층의 수온은 동해남부연안측은 15.5-17.0°C, 남해도와 거제도 주변은 16.0-18.0°C, 가덕도 연안측은 17.5°C 이하였다.

동해남부연안측은 평년보다 0.2-1.6°C 낮았으며, 남해도와 거제도 주변, 가덕도 연안측은 0.2-0.6°C 높았다 (Fig. 8). 10m 수층에서는 권현망 조업구역 내 전해역인 남해도와 거제도 주변, 동해남부연안측의 수온이 평년보다 0.2-1.4°C 낮았으며, 조업 구역 이남에서는 0.2-0.6°C 높았다.

권현망어업 조업구역 내에서 멸치의 주분포수층인 0-25m에서의 연직 수온범위는 14.0-18.0°C이며, 아표층은 15.0°C 이하의 저온수가 존재하여 평년보다 0.5-1.0°C 낮았다. 이와 같이 1996년에는 권현망 어업의 중심어장인 남해도와 거제도 주변은 뚜렷한 저온현상이 나타났으나, 김 어장인 가덕도와 남해도의 연안측에서는 비교적 고온 현상이 나타났다.

3.2.4. 멸치 생산량은 많고 김 생산량은 적었던 해 (1998년)

표층수온은 동해남부연안측은 18.5-19.0°C, 남해도와 거제도 주변은 18.0-19.5°C, 가덕도 연안측은

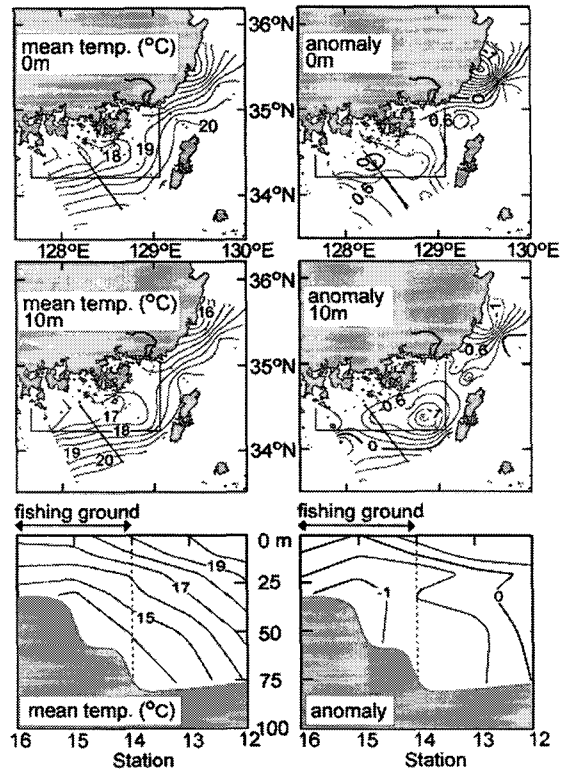


Fig. 8. Horizontal distribution at surface (top) and 10m (middle) and vertical distribution (bottom) of annual mean temperature along line 400 (see Fig. 1) in 1996.

19.5°C 이하였다(Fig. 9). 전 해역에서 1995, 1996년보다 약 1.5°C 높게 나타났다. 10m 수층에서는 전반적으로 표층수온과 비슷한 분포를 보여, 남해도와 거제도 주변은 표층과 마찬가지로 1995, 1996년보다 1.5°C 정도 높게 나타났다. 가덕도와 동해남부의 연안측에서는 1995, 1996년보다 약 2.0°C 높았다.

수온의 편차 분포는 표층과 10m 수층에서 모두 멸치와 김 어장의 전 해역이 평년보다 1.0-1.4°C 높게 나타났으며 특히, 남해도와 거제도 사이가 주변보다 높았다.

권현망 어업의 조업구역 내에서 멸치의 주 분포 수층인 0-25m에서의 연직 수온범위는 17.0-20.0°C로서 평년보다 1.5°C 정도 높게 나타났다.

따라서 1998년에는 멸치와 김 어장에서 뚜렷한 고온현상이 나타나, 멸치 생산량은 증가하였고 김 생산량은 감소한 것으로 나타났다. 전반적으로 멸치

어장의 수온이 상승할 경우에는 멸치 생산량이 증가하였고 김 생산량은 수온이 평년보다 낮을 경우에 증가하는 특징을 나타내었다.

#### 4. 고 찰

한국남해의 해양물리적인 환경변화는 동 해역의 수산자원의 분포에 밀접한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 멸치는 산란 후 약 2개월 전후부터 어장에 가입되므로 멸치의 연간 생산량은 그 해 산란량과 자원가입량에 의해 결정되며<sup>23,24)</sup>, 한국근해에서 1968-1972사이의 멸치 산란량의 변화현상은 수온 변화의 영향을 크게 받았다<sup>11)</sup>. 따라서 멸치는 그 해 산란시기와 생산시기에 산란장 및 어장의 해양환경요인(수온, 해수유동, 염분) 등에 의해 생산량이 결정되며<sup>25)</sup>, 최적 서식수온이 13.0-23.0°C로 수온이 높은 환경을 선호한다<sup>11,12)</sup>.

수피의 확장과 소멸에 따른 김 양식장의 수온 변화는 김 생산의 증감에 영향을 미칠 수 있다. 수온, 기온 등의 환경인자는 김 생산의 증감에 영향을 미치며<sup>13,15)</sup>, 김 양식은 9월 중순에 채묘작업이 이루어지므로 그 이후의 생산량은 채묘기의 수온변동에 의해 영향을 받는다<sup>13)</sup>. 채묘시 수온은 22.0°C 이하가 적합하고, 채묘 후 45일 동안 평균 수온이 14.0°C 이상일 때는 흉작이 결정될 정도로 저수온 환경을 선호한다<sup>13)</sup>. 한편, 멸치 생산량이 많고 적은은 어획노력량의 변동에 의해서도 영향을 받는다. 1993년에 남해동부해역의 멸치 생산량은 많았으나, 단위노력당 생산량은 낮았다(Figs. 2, 3). 따라서 1993년에는 어획노력량의 증가로 인해 생산량이 많았던 것으로 생각된다. 1995년과 1998년에는 멸치 생산량이 많고 단위노력당 생산량도 높은 반면, 1996년에는 멸치 생산량 및 단위노력당 생산량 모두 낮은 수준이었다. 이 시기에는 어획노력보다 수온이 멸치 생산량에 영향을 미친 것으로 생각된다. 따라서 멸치의 생산량 변동에는 해양환경 요인 외에 자원량 변동도 고려되어야 한다.

김 생산량은 연구기간(1993-2002년)동안 남해동부해역의 생산량과 단위면적당 생산량의 변동 경향과 일치한다(Fig. 4). 김 양식장 면적은 1993년 이후 점차 감소하고 있어 김 생산량 변동은 양식장 면적보다는 양식장 주변의 해양환경요인에 더 많은 영향을 받는 것으로 판단 된다(Table 1). 본 연구에서는 해양환경 중 특히 수온이 생산량의 증감에 미치

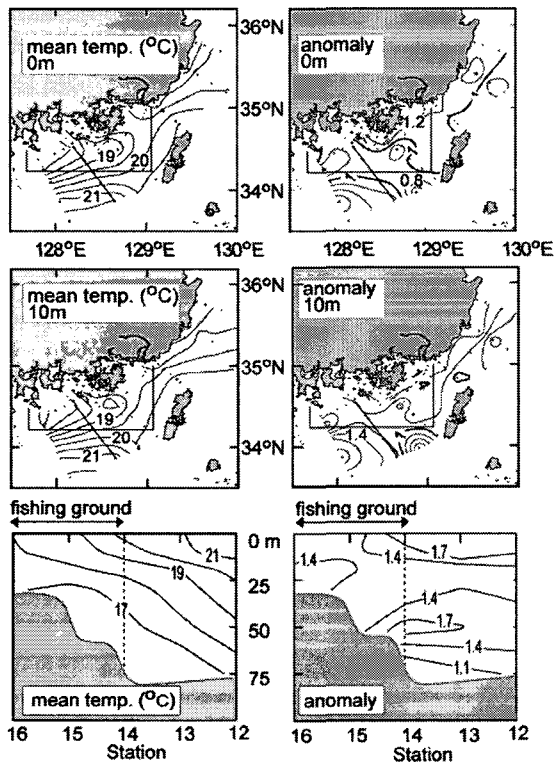


Fig. 9. Horizontal distribution at surface (top) and 10m (middle) and vertical distribution (bottom) of annual mean temperature along line 400 (see Fig. 1) in 1998.

Table 1. Area of laver farming in the eastern part of South Sea of Korea

Area	Year	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ha (1ha=10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> )		1547	1384	1375	1373	1347	1155	1155	997	997	986

는 영향에 초점을 두어 고찰하였다.

4.1. 수온과 멸치 어획량과의 관계

남해 동부해역에서 멸치 권현망 중심어장인 남해도와 거제도 주변은 표층과 10m에서 표준편차가 각각 0.8-0.9로 큰 값을 보였다(Fig. 10). 즉, 이 해역은 수온의 변동이 큰 해역으로서 수온의 변동이 멸치 생산량의 증감에 영향을 미칠 수 있으며, 수온의 변동폭이 멸치의 서식 적수온 범위를 벗어난다면 멸치 생산량의 변동에 큰 영향을 줄 것으로 생각된다.

멸치 생산량이 많았던 해(1995년)에는 멸치의 최성어기인 8월에 동해남부해역의 수온이 평년보다 1.0-7.0℃ 낮아서, 남해동부해역과 동해남부해역의 해황구조가 각각 뚜렷하게 분리되었다(Figs. 11, 12). 또한 8월에 멸치어군은 수온상승 및 난류세력의 확장으로 동해 연안측으로 북상회유가 활발하게 이루어지는 것으로 알려져 있다<sup>26)</sup>. 따라서 멸치어군이 동해남부연안측으로의 북상회유가 저지되어 권현망 어업의 중심어장인 남해동부연안측에 멸치어군의 밀도가 높았을 것으로 생각되며, 동해남부해

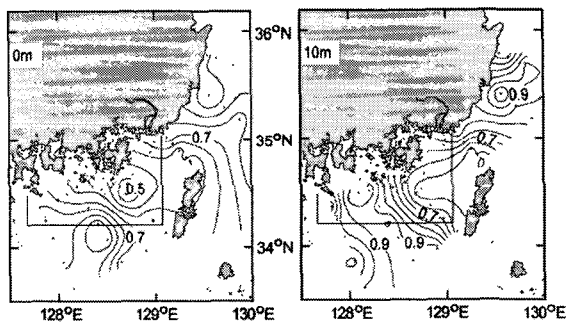


Fig. 10. Horizontal distribution of standard deviation of temperature at surface (top) and 10m (bottom) for the period 1980 to 2002.

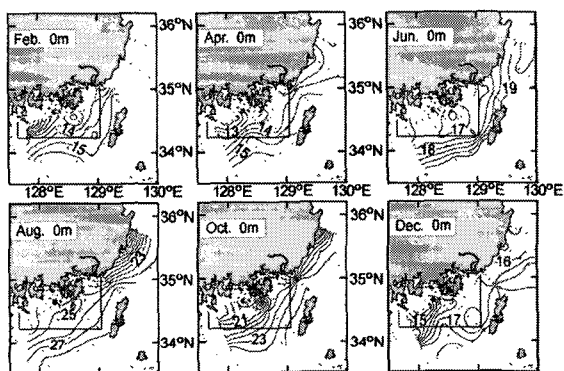


Fig. 11. Bimonthly horizontal distribution of surface temperature (°C) in the eastern part of South Sea of Korea in 1995.

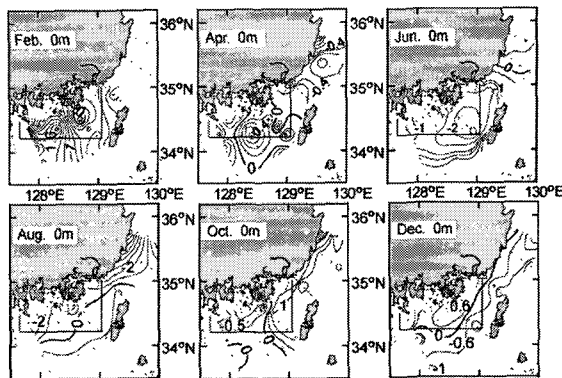


Fig. 12. Bimonthly horizontal distribution of surface temperature anomaly in the eastern part of South Sea of Korea in 1995.

역과 남해동부해역의 수괴 분리 현상이 나타나면 평년에 비해 어황이 좋아지는 현상<sup>9)</sup>과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

또한 멸치 생산량이 많았던 해(1995, 1998년)에는 멸치의 한어기인 2월과 12월에 권현망 어업의 중심어장인 남해 동부해역에 좋은 어장 조건이 형성되어 어업이 이루어졌기 때문인 것으로 나타났다. 따라서 멸치어군이 남해 중·동부 연안측의 11.0-13.0℃ 난수역으로 남하 회유하여, 한어기인 2월에도 권현망 어업의 중심어장인 남해동부해역에서 12.0-13.0℃의 수온대를 중심으로 멸치의 월동어군의 체류량이 많아서, 권현망 어업의 어장이 형성되었을 것으로 생각된다. 이는 2월과 12월에 멸치어군의 남하회유가 활발하고 한국 남해 연안의 난류계수역과 일본 큐슈 연안측에서 월동<sup>26)</sup>을 하는 것과 관련이 있는 것으로 보인다.

멸치 생산량이 적었던 해(1993)에는 멸치의 최성어기인 8월에 25.0℃의 수온대가 평년과 호황년에 비해 남해도와 거제도 주변보다 외해측인 대마도 이남에 형성되었다(Figs. 13, 14) 이로 인해 동해남부연안측과 권현망어업의 중심어장인 남해동부해역의 수온이 평년보다 1.0-3.0℃ 낮았다. 즉, 남해동부해역과 동해남부연안측에 걸쳐 동일한 성질의 수괴 분포를 나타내고 있어 어군의 분산으로 조밀한 어장이 이뤄지지 못했을 것으로 생각된다.

권현망 어업의 중심어장인 남해도와 거제도 주변은 13.0-14.0℃의 수온대가 외해측에 형성되고 평년보다 0.6-1.6℃ 낮아서, 산란을 위해 내유한 멸치성어의 내유량이 적었던 것이 가입량의 감소로 이어져 생산량이 감소하였던 것으로 생각된다. 한국 남해에서 멸치성어군의 회유경로를 보면<sup>26)</sup>, 3월 이후 4월부터 멸치어군은 산란을 위하여, 남해안 연안측으로 집안 회유를 하는 것으로 알려져 있다. 또

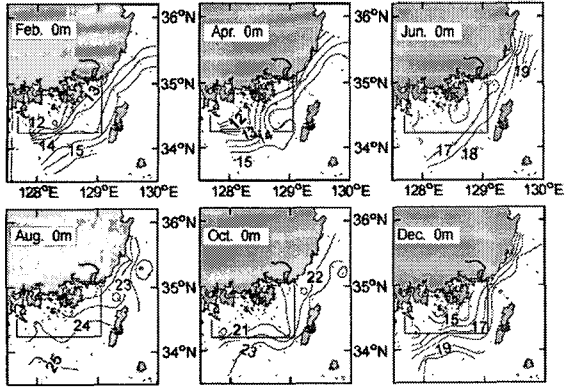


Fig. 13. Bimonthly horizontal distribution of mean surface temperature (°C) in the eastern part of South Sea of Korea in 1993.

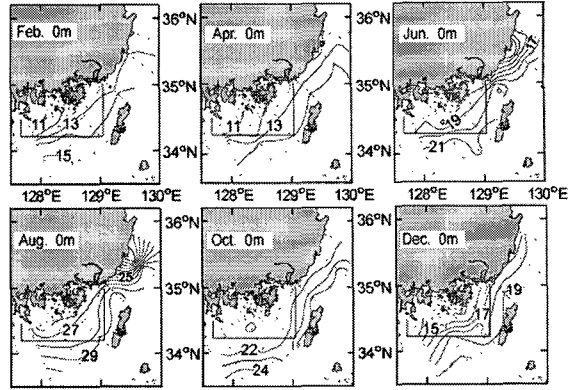


Fig. 15. Bimonthly horizontal distribution of surface temperature (°C) in the eastern part of South Sea of Korea in 1996.

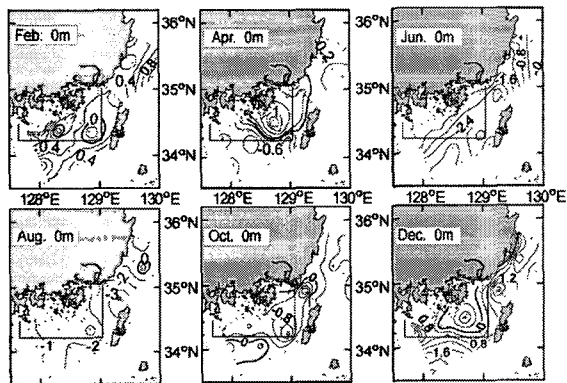


Fig. 14. Bimonthly horizontal distribution of sea surface water temperature anomalies in the eastern part of South Sea of Korea in 1993.

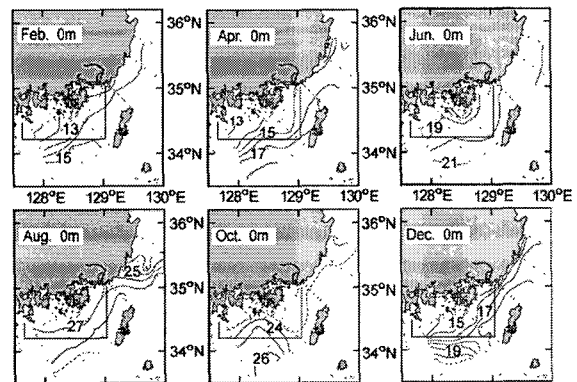


Fig. 16. Bimonthly horizontal distribution of mean surface temperature (°C) in the eastern part of South Sea of Korea in 1998.

한 저수온에서는 고수온보다 난의 부화시간이 길어지고 자어의 성장속도가 지연된다<sup>27)</sup>. 이를 고려하면 산란시기에 산란장의 수온이 평년보다 낮음에 따라, 멸치의 발생 및 성장이 지연되어 가입율이 감소하고 피식률은 증가하여 어획량이 감소한 것으로 생각된다.

#### 4.2. 수온과 김 생산량과의 관계

본 연구에서 사용된 김 생산량은 그 해 2월부터 12월의 생산량을 합한 것이다. 따라서 2월의 김 생산량은 전해 10월(채묘시기)의 해황에 영향을 받는다. 김 생산량이 많았던 해(1993, 1995년, Figs. 11, 13)는 그 전해(1992, 1994년, Fig. 17) 10월에 20.0-21.0°C(Figs. 10, 12, 16)의 채묘적수온이 남해도와 가덕도 연안측(김 양식장의 주 분포역)에 형성되었다.

김 생산량이 적었던 해(1996, 1998년, Figs. 15, 16)에는 그 전해인 1995년과 1997년의 채묘시기인

10월에 채묘적기의 수온이 김 어장에 형성되었다(Figs. 11, 17). 그러나 1996년과 1998년에는 생산시기인 2월에 고온현상이 나타나 생산량이 적었던 것으로 추정된다(Figs. 15, 16).

채묘적기의 수온은 22.0°C 정도가 적당<sup>28)</sup>하다고 하였는데, 김 생산량이 많았던 해에는 채묘적기의 수온이 김 어장에 분포하였다. 그러나 김 생산량이 적었던 해에는 22.0°C보다 약 1.0-1.5°C 높아서 채묘작업이 지연되고 초기 발아가 늦어져서 김 생산량이 저하 됐을 것으로 생각된다. 채묘기의 수온이 22.0°C 이하로 낮아지는 시기에 포자가 많이 나타나므로<sup>3)</sup>, 채묘기의 해양환경이 그 해 김 생산량에 큰 영향<sup>13,14,29)</sup>을 미치는 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 해구별, 양식장별 멸치와 김의 생산량 자료를 이용할 수 없었고, 멸치와 김의 생태가 수온과 관련이 높다<sup>2,9)</sup>는 연구결과를 근거로 수온의 변화에 초점을 두었다. 향후 남해의 복잡한 해양학



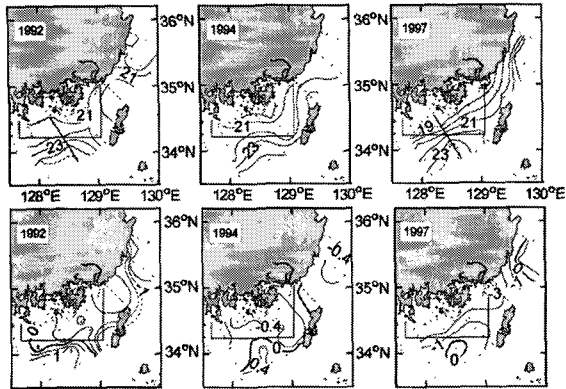


Fig. 17. Horizontal distribution of sea surface water temperature (upper) and anomalies (lower) in October, 1992, 1994 and 1997.

적 환경특성과 수온 이외의 여러 환경인자와 동시에 상호 반응을 하는 멸치와 김의 특성을 고려할 때, 수산해양학적 입장에서 다양한 해양환경인자와 계군의 특성과 멸치 산란기 및 채묘기의 환경변동을 감안한 보다 종합적인 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 1980-2002년간 한국남해 동부해역에서 수온이 멸치와 김의 생산량에 미치는 영향을 4가지 경우로 구분하여 조사하였다.

1) 멸치 생산량이 적고 김 생산량이 많았던 해(1993년): 멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기(4월)의 수온이 평년보다 0.2-0.6°C 낮았으며, 주 어획시기(8월)에는 25.0°C의 수온대가 평년과 호황년에 비해 외해측에 형성되었다. 김은 채묘기(10월)에 남해도와 가덕도 연안에 채묘기 적수온(22.0°C)보다 낮은 수온대가 형성되었다.

2) 멸치와 김의 생산량이 모두 많았던 해(1995): 멸치의 주어장인 남해도와 거제도 주변에 어획 적수온대가 형성되었으며, 멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월에는 수온이 평년보다 0.2-1.0°C정도 높게 나타났다. 김의 경우는 양식장이 주로 위치한 남해도와 가덕도 연안에서 채묘기의 수온이 21.0°C이하로 채묘기 적수온보다 낮게 나타났다.

3) 멸치와 김의 생산량이 모두 적었던 해(1996): 멸치 최성어기 및 멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기의 수온이 평년에 비해 0.6-1.6°C 낮았다. 김은 채묘기 수온이 적정온도보다 0.5-1.0°C 정도 높았다.

4) 멸치 생산량이 많고 김 생산량이 적었던 해

(1998): 멸치 주 어획시기 및 산란철의 수온이 평년에 비해 1.0-1.8°C높게 나타났다. 이로 인해 멸치는 생산량이 많았지만, 김의 경우는 채묘기 수온이 23.5°C 이하로 채묘기 적수온보다 1.5°C가량 높았다.

전체적으로 수온이 평년보다 높은 경우에는 멸치 생산량은 증가하나 김의 생산량은 감소하는 반면, 수온이 평년보다 낮은 경우에는 멸치 생산량은 감소하고 김 생산량은 증가하는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다. 따라서 멸치 어장의 저온 현상 및 김 양식장의 고온현상이 멸치 및 김 생산량 감소를 일으키는 주요 원인으로 작용한다.

### 감사의 글

이 논문은 2006년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-353-F00010)이며, 이에 대해 깊은 감사를 드립니다.

### 참 고 문 헌

- 1) Kim J. Y., 1992, Early life history and recruitment of anchovy, *engraulis japonica*, in the southern waters of Korea, Ph. D. Dissertation, Dept. of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan, Busan.
- 2) 김진영, 1983, 한국 남해 및 서해 연안 해역에 있어서 멸치 난자어의 분포, 석사학위논문, 부산수산대학교, 부산.
- 3) 강제원, 고남표, 1977, 해조양식, 태화출판사, 294pp.
- 4) 농림수산부, 1961-1996, 농림수산통계연보.
- 5) 국립수산진흥원, 1998, 1998년 남해 추계 멸치 어황 전망, 국립수산진흥원 해어황정보지.
- 6) 수산업협동조합중앙회, 1997, 주요수산물편람.
- 7) 한국해양연구소, 1997, 남해대륙붕 물질순환과 생지화학 환경연구, 연구보고서, 442pp.
- 8) Kim J. Y., Choi Y. M., 1988, Vertical distribution of Anchovy, *Engraulis japonica* eggs and larva, J. Kor. Fish Soc., 21(3), 139-144.
- 9) Park J. H., Lee J. H., 1991, In relation to the formation of fishing ground and the fluctuation of fishing condition of Anchovy, *Engraulis japonica*, caught by Anchovy drag net, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 27(4), 238-246.
- 10) Choo H. S., Kim D. S., 1998, The Effect of Variations in the Tsushima Warm Currents on the Egg and Larval Transport of Anchovy in the Southern Sea of Korea, J. Kor. Fish

- Soc., 31(2), 226-244.
- 11) 임주열, 옥인숙, 1977, 한국 근해에 있어서 멸치란 치자어의 출현분포에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 16, 73-85.
  - 12) 국립수산진흥원, 1985, 연근해 주요어종의 생태와 어장, 자원조사 자료집, 8, 79-85.
  - 13) 이기탁, 1988, 낙동강 하구의 김 생산과 환경요인과의 관계, 석사학위논문, 부산수산대학교, 부산.
  - 14) Hong J. S., Song C. B., Kim N. K., Kim J. M., Huh H. T., 1987, Oceanographic Conditions in Relation to Laver Production in Kwangyang Bay, Korea, J. Kor. Fish Soc., 20(3), 237-247.
  - 15) 이수택, 1992, 김 양식 생산에 미치는 기상 요인에 대하여-부산·경남 지방을 중심으로-. 부산수산대학교 최고경영관리자 논문집, 8, 190-298.
  - 16) Chang S. D., Chin P., Park K. Y., 1983, Effects of Temperature, Salinity, and Silt and Clay on the Rate of Photosynthesis of laver, *Porphyra yezoensis*, J. Kor. Fish Soc., 16(4), 335-340.
  - 17) 정상화, 1986, 한·일의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교연구, 국립수산진흥원 연구보고, 37, 31-78.
  - 18) 국립수산진흥원, 1980-2002, 해양조사연보.
  - 19) 국립수산진흥원, 1986-2002, 어황조사연보.
  - 20) 해양수산부, 1997-2002, 해양수산통계연보.
  - 21) 이병기, 1974, 충무근해에 있어서의 멸치의 연직분포에 관하여. 부산수산대학교 연구보고, 14(1), 209-217.
  - 22) 수산업협동조합중앙회, 1997, 주요수산물편람
  - 23) 김진영, 김용문, 1986, 멸치의 초기 성장에 관한 연구, 국립수산진흥원 연구보고, 37, 151-156.
  - 24) Ricker W. E., 1954, Stock and recruitment, J. Fish. Res. Board Can., 11(5), 559-623.
  - 25) Nakata H., 1991, Coastal processes related to the transport, survival and recruitment of fish larvae, Bull. on Costal Oceanography, 28(2), 195-220.
  - 26) 장선덕, 홍성윤, 박청길, 진평, 이병기, 이택열, 강용주, 공영, 1980, 멸치 자원의 회유에 관한 연구, 부산수산대학교 연구보고, 12, 1-38.
  - 27) Marshall S. L., Parker S., S., 1982, Pattern in-dendification in the microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otolith, Can. J. Fish. Auat. Sci., 39, 542-547.
  - 28) 한국수산신보사, 1992, 김 양식 현황과 정책 방향, 수산 양식, 78-81.
  - 29) 한국수산신보사, 1996, 해조류: 해황에 따라 생산량 좌우, 수산양식, 112-113.