

論文

# 한국남해동부해역에서 수온이 멸치와 김 생산량에 미치는 영향

김현주\* · 권철휘\*\*

\*부경대학교 해양산업공학(협), \*\*부경대학교 해양산업개발연구소

## Effect of Temperature on Catches of Anchovy and Laver in Eastern part of South Sea of Korea

Hyun-ju Kim\*, Chul-Hui Kwoun\*\*

\*, \*\*Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea, Research Center for Ocean Industrial and Development(RCOID)

요 약 : 수온과 멸치와 김 생산량의 관계를 규명하기 위해, 1980~2002년 한국 남해 동부해역에서 생산량과 해양관측자료를 분석하였다. 한국 남해 동부해역에서 연간 멸치와 김 생산량은 둘 다 해마다 변동은 있으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였다. 멸치와 김 생산량은 해양환경 특히, 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 표층은 평년보다 높고, 0~20m에서의 수온은 평년보다 낮았을 때 특히 저층에 약 15℃ 이하의 저온수가 존재했을 때, 둘 다 생산량이 저조하였다.

핵심용어 : 멸치, 김, 수온, 남해동부해역

**ABSTRACT** : Water temperature data of National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI) during periods of 1980 to 2002 were analyzed to investigate the effect of the water temperature on catches of anchovy and laver in the eastern part of the Southern Waters of Korea. The annual catches of anchovy and laver increased gradually although they showed fluctuations each year. Our findings indicated that the catches of anchovy and laver were controlled by various oceanographic conditions, mainly water temperature. The appearance of cooler sea surface water, warmer water at 0 to 20 m depth, and bottom water of about 15℃ caused relatively lower catches.

**KEY WORDS** : Anchovy, Laver, Water temperature, the eastern part of the Southern Waters

### 1. 서론

멸치는 남해안에서 주요한 산란장 및 치·자어의 성육장을 형성하며 [1], 주요한 어획자원일 뿐만 아니라 많은 종류의 수산자원생물이 연루되는 먹이 사슬의 중간 단계로서 매우 중요한 역할을 한다 [2]. 또한 김은 주로 남해안과 서해안에서 양식되고 있으며, 단일 양식 품종으로는 가장 높은 생산고를 나타내므로 수산 양식업 중에서 중요한 위치를 차지하고 있다 [3].

멸치와 김의 주 생산해역으로 본 논문의 연구해역인 남해는 해양학적으로 복잡한 환경을 보이는 대륙붕 해역이다. 한국 남해에 있어서 해양생물 분포에 영향을 미치는 수괴는 쓰시마 난류, 한국남해연안수와 황해난류 및 황해 냉수이다 [1], [4]. 이들 수괴들은 경계에서 조정을 형성하거나 혼합 등의 물리적 운동으로 해양 내부 구조의 변동을 초래한다 [1], [5], [2]. 특히 수온의 변화는 남해에서 멸치의 분포에 영향을 미친다.

지금까지 멸치에 관해서는 박과 이 (1991)는 기선권현망 어장을 대상으로 수온변동과 어획변동과의 관계를 분석하였는데 어장환경이 해양환경 특히 수온에 의해 지배된다고 하였으며 [6], 추 등 (1998)은 남해에서 멸치 난·자어의 수송과 대마난류와의 관계를 연구한 바 있다[7].

또한 수괴의 확장소멸에 따른 수온의 변화는 김의 생산량에도 영향을 미친다. 김에 관해서는 이 (1988), 홍 등 (1987), 이 (1992), 장 등 (1983)은 수온, 기온 등 양식장 환경이 김 생산에 영향을 미친다고 하였으며 [8], [9], [10], [11], 정 (1986)은 한국과 일본의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관해 비교하였다 [12].

일반적으로 임과 옥 (1977)에 의하면 멸치는 최적산란수온이 17~22℃, 최적서식수온이 13~23℃이며 [13], [14], 김은 채묘 시 23℃이하로 떨어지는 게 좋으며, 채묘 후 45일 동안 평균 수온이 14℃이상일 때는 흉작이 결정적일 정도이다 [8]. 즉, 멸치는 수온이 높은 환경을, 김은 상대적으로 수온이 낮은 환경을 선호한다. 게다가 여러 수괴들의 상호작용에 의해 일반적으로 남해의 평균수온은 평년에 비해 높거나 낮거나 하는 변동을 보인다. 수온이 멸치와 김의 생활사와 관련이 있다면, 수온의 변화에 대해 멸치와 김의 생산량에도 각각 영향을 미친다고 볼 수 있다. 하지만 김과 김 (1991)은 한국 남해안 연안역에서는 멸치 난의 밀도가 높으면 자어의 밀도도 비교적 높지만, 특정한 해에는 이러한 경향을 보이지 않는다고 하였다 [15].

따라서 본 논문에서는 여러 해양 환경 인자 중에서, 한국 남해 동부에서 수온이 멸치와 김의 생산량에 어떠한 영향을 미치며, 또한 이들 둘 사이에 어떠한 관계가 있는지를 고찰하고자 한다.

\* , hotspots@hanmail.net 051)620-6875  
\*\*정희원, kwounch@hanmail.net 051)620-6955

## 2. 자료 및 방법

### 2.1 자료

연구해역인 남해동부에서 수온 자료는 국립수산과학원의 정선해양관측자료 (국립수산과학원, 1980~2002년)를 이용하였다. 수온관측점의 위치는 Fig. 1과 같다. 각 숫자는 국립수산과학원의 정선을 나타낸다. 정선해양관측자료에서 수온은 자료채집수심 (m)에서 CTD 또는 전도온도계를 사용하여 격월로 측정하였다.

남해 동부의 멸치 생산량 자료는 일반 해면어업 어업별 어종별 생산량 자료를 사용하였다. 김 생산량 자료는 해양수산부에서 발행된 해양수산통계연보 (1980~2002년)의 천해양식어업 지방별 어종별 생산량 자료를 사용하였다.

본 논문에서는 다른 요인들을 배제하고 수온자료만을 이용하여 멸치와 김 생산량과의 관계에 대해 분석하였다.

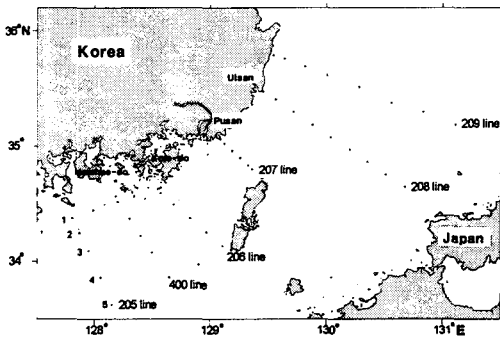


Fig. 1. Location of the oceanographic stations in eastern part of South Sea of Korea. Numerals represent the observation lines.

### 2.2 방법

국립수산과학원의 정선해양관측자료 (1980~2002년)를 이용하여, 남해동부해역에서 0m, 10m 에서의 수평수온분포를 분석하여 이를 해황의 기본자료로 하였다.

연구해역에서의 멸치와 김 어장의 해황을 분석한 다음, 어장의 안정성을 알아보기 위해서 아래의 식을 이용하여 수온의 표준편차 수평분포를 분석하였다. 표준편차가 크다는 것은 어장의 수온변동이 심했다는 것으로 그때 멸치와 김 생산량의 변동이 예상된다.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

n : 자료의 개수(1980~2002년)

$x_i$  : 관측값(수온)

$\bar{x}$  : 평균값(1980~2002년)

s : 표준편차

어황분석은 부산과 경남의 멸치와 김 생산량 자료를 합하여 남해동부해역에서의 생산량으로 하였으며, 이를 이용하여 지난

20년간 (1980~2002년) 멸치와 김 생산량의 연도별 변동을 분석하였다.

해황과 멸치와 김 생산량 변동을 토대로 하여 해황과 멸치와 김 생산량과의 관계를 멸치와 김 생산량이 둘 다 많은 해, 둘 다 적은 해, 멸치가 김 생산량 보다 더 많은 역관계인 해로 나뉘었으며, 이에 대해 0m, 10m 수평 수온분포를 분석하였다. 또한 각각의 해 (year)에 멸치와 김 어장의 수온이 평년보다 낮았는지 높았는지를 비교하기 위해 0m, 10m 에서의 수온 anomaly 수평분포를 분석하였다.

수온약층이 어느 수층에서 얼마나 강하게 형성되었는지 알아보고, 연안역과 외해역의 수온을 비교하기 위해 각각의 해에 세 개의 정선에 대하여 연직수온분포를 분석하였다. 세 개의 정선은 205, 400, 208선이다.

## 3. 해 황

### 3.1 평년 수평 수온분포

한국 남해 동부 해역에서 1980~2002년까지 0m, 10m의 평년 수평수온 분포를 Fig. 2 에 나타냈다. 동해남부 연안측의 수온은 17.5~18°C, 권현망 어업의 중심 어장인 남해도와 거제도 주변은 17~18°C였다. 김 양식장이 위치해 있는 가덕도 연안측은 18°C이하였다. 10m 에서 수온은 표층과 비슷한 분포 형태를 보였지만, 전 해역에서 표층보다 약 0.5°C 낮았다.

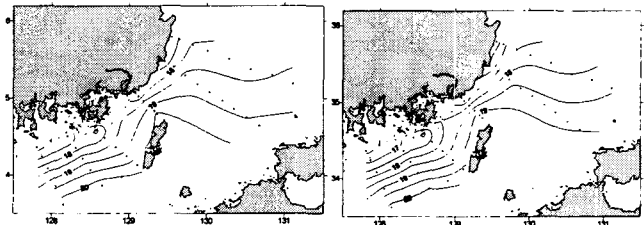


Fig. 2. Distribution of mean temperature (°C) at surface and 10m during 1980 to 2002

### 3.3 수온의 표준편차 수평분포

본 연구해역인 한국 남해 동부 해역에서 어장의 안정성을 알아보기 위해, 1980~2002년에 대해 수온의 표준편차 수평 분포를 Fig. 3에 나타냈다. 표층에서 표준편차의 범위는 0.5~0.85였다. 거제도 동부와 대마도 사이 표준편차는 0.5로 주변보다 낮았으나, 남해도와 거제도 주변인 205, 400-13, 400-14 부근과 동해남부해역인 208선에서는 0.8로서 수온의 변동이 심한 지역임을 알 수 있다.

10m에서 표준편차 범위는 0.6~0.95로서 표층에 비해 전체적으로 높았다. 표층과 마찬가지로 거제도 동부와 대마도 사이가 0.6으로 주변보다 낮았으며, 남해도와 거제도 주변인 205, 400선과 동해남부해역인 208선 역시 0.9로서 수온변동이 큰 지역임을 알 수 있다.

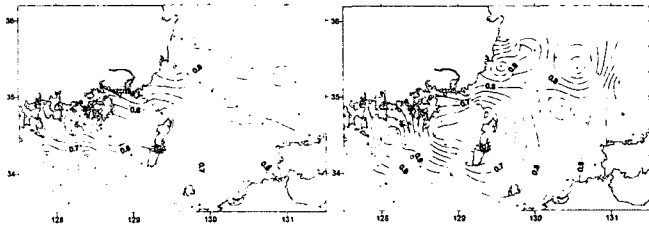


Fig. 3. Distributions of standard deviation of water temperature at surface and 10m during 1980 to 2002.

#### 4. 어황

##### 4.1 연도별 멸치와 김 생산량의 어획량 변동

1980~2002년까지 한국 남해 동부 해역에서 멸치와 김 생산량의 연도별 변동을 Fig. 4에 나타내었다. 생산량 변동을 보면, 멸치와 김 생산량 모두 해마다 변동은 있으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였다.

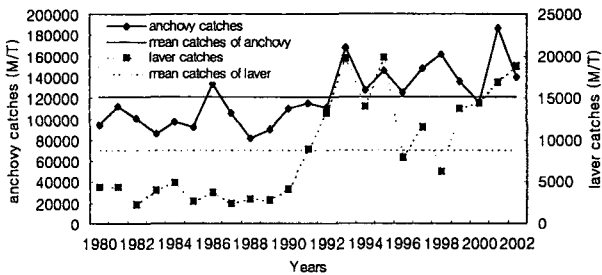


Fig. 4. Annual fluctuation of anchovy and laver catches in eastern part of South Sea during 1980 to 2002.

멸치와 김 생산량은 대체적으로 1991년까지는 평균값보다 낮은 상태에서 약간의 변동을 보이지만, 그 이후로는 평균을 상회하여 변동폭이 심했다.

멸치와 김의 생산량을 비교해보면, 둘 다 생산량이 많은 해, 둘 다 적은 해, 역관계인 해를 볼 수 있다. 84년, 86년, 93년, 95년에 둘 다 많았고, 96년에 둘 다 적었으며, 98년에는 멸치 생산량이 김 생산량 보다 더 많아 역관계를 보였다.

멸치와 김 생산량이 둘 다 많았던 해 중 피크를 보인 1993년, 둘 다 적었던 1996년, 그리고 역관계였던 1998년에 대해서 각각 수온과 멸치와 김 생산량과의 관계에 대해 분석하였다.

##### 4.2 수온과 멸치와 김 생산량과의 관계

한국 남해 동부 해역에서 멸치와 김 생산량이 둘 다 호황이었던 1993년, 둘 다 불황이었던 1996년, 그리고 역관계였던 1998년의 해황 특징을 비교하고자 각 해의 0m, 10m의 수평수온분포를 살펴보았다. 또한 연안역과 외해역의 수온을 비교하고 수온약층이 어느 수층에서 얼마나 강하게 형성되었는지를

알아보기 위해 각각의 해에 세 개의 정선에 대해 수온의 연직분포를 살펴보았다.

##### 4.2.1 멸치와 김 생산량이 모두 호황인 해 : 1993

멸치와 김 생산량이 모두 많았던 해인 1993년의 0m, 10m에서의 수온수평분포와 수온 anomaly분포를 Fig. 5에 나타냈다.

먼저, 표층에서의 수평수온분포를 보면, 동해 남부 연안측은 17~18°C, 남해도와 거제도 주변은 17~17.5°C였으며, 17~18°C 등온선이 평년보다 동해남부연안측은 더 연안에, 남해도와 거제도 주변은 외해에 형성되었다. 가덕도 주변은 17.5°C 이하였다. 10m에서는 남해도 주변과 동해남부 연안측이 표층보다 0.5°C 낮았으며, 가덕도 주변은 표층과 같았다.

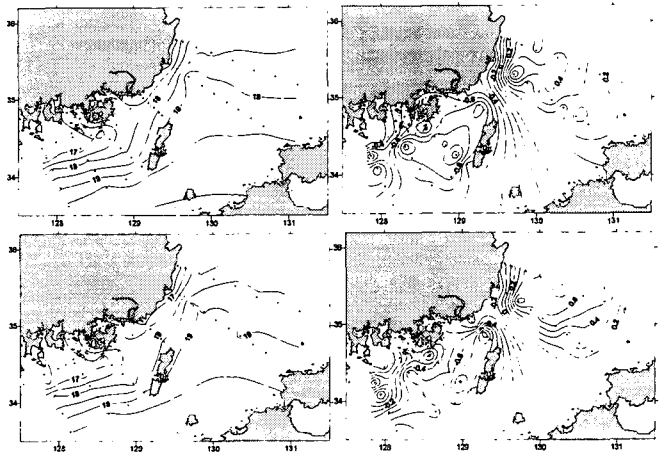


Fig. 5. Distribution of water temperature (°C, left) and water temperature anomaly (right) at surface and 10m in 1993.

수온 anomaly 분포를 보면, 표층에서 동해남부연안측은 평년보다 0.2~0.4°C 높았으나, 남해도와 거제도 주변은 0.2~0.8°C 낮았다. 가덕도 주변은 약 0.6°C 낮았다. 10m에서는 동해남부연안측, 남해도와 거제도 주변, 가덕도 주변 모두 표층보다 0.2°C 높았다.

연직 수온분포를 205, 400, 208선에서 살펴보면(Fig. 6), 205

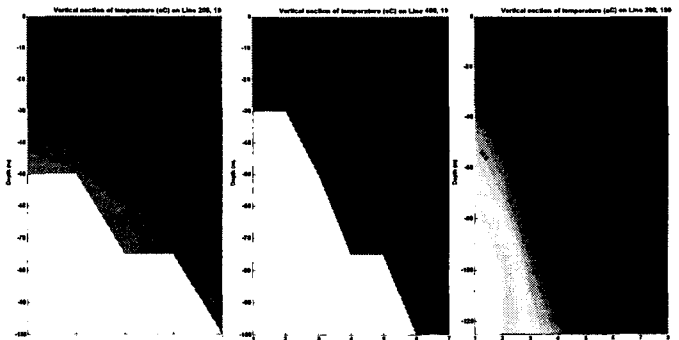


Fig. 6. Vertical distributions of water temperature (°C) along lines 205, 400 and 208 in 1993.

선에서는 0~30m에 걸쳐 19.6~16°C, 400선에서는 19.6~16.2°C, 208선에서는 19.4~14.7°C의 분포로 세 지역에서 수온의 분포가 비슷하였다.

205 선에서 표층 수온을 보면, 연안역은 16~16.5°C인 반면, 외해역은 18~19.5°C로 연안역이 외해역보다 수온이 낮았다.

#### 4.2.2 멸치와 김 생산량이 모두 불황인 해 : 1996

멸치와 김 생산량이 모두 적었던 해인 1996년의 0m, 10m에서 수온수평분포와 수온 anomaly 분포는 Fig. 7에 나타났다.

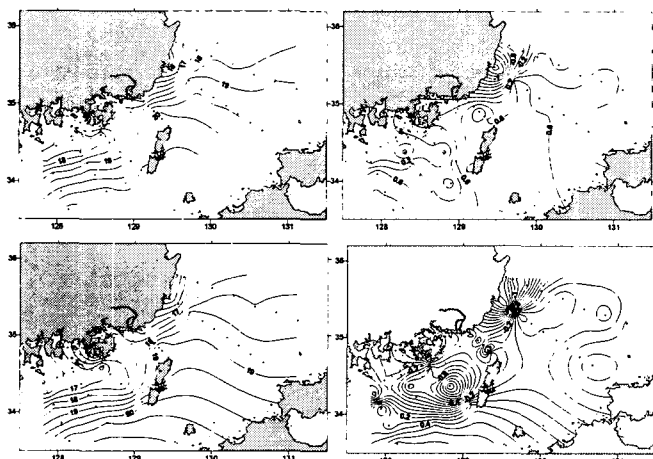


Fig. 7. Distributions of water temperature (°C, left) and water temperature anomaly (right) at surface and 10m in 1996.

먼저, 표층 수평수온분포를 보면, 동해남부 연안측은 16~18°C, 남해도와 거제도 주변은 17~18.5°C, 가덕도 주변은 18°C 이하였다. 1993년과 비교해보면, 남해도와 거제도 주변, 가덕도 주변은 1993년 보다 17~18°C 등온선이 연안쪽에 형성되었으며, 동해남부해역은 외해쪽에 형성되었다.

10m에서 남해도와 거제도 주변은 16.5~17.5°C, 동해 남부 연안측은 15~17°C, 가덕도 주변은 17.5°C 이하였다. 표층과 마찬가지로 1993년과 비교해 보면, 남해도와 거제도 주변은 연안역이 0.5°C, 동해남부해역에서는 1°C 낮았으며, 가덕도 주변은 같았다.

수온 anomaly 분포를 보면, 표층에서는 남해도에서 가덕도에 이르기까지 평년보다 0.2~0.6°C 높았으며, 동해남부해역은 0.2~1.6°C 낮았다. 10m에서는 남해안과 대마도 사이에 이르는 전 해역이 평년보다 0.2~1.4°C 낮았으며, 대마도 이남에서는 0.2~0.6°C 높았다.

그리고 앞서와 같이, Fig. 8에 205, 400, 208선에 대해 연직 수온분포를 나타내었다. 205선에서는 0~30m에 걸쳐 21.2~14°C, 400선에서는 20.7~13.9°C, 208선에서는 19.5~13.2°C였다. 93년과 비교해 보면, 205, 400선에서는 2~3°C 정도 높았으며, 208선에서는 30m에서의 수온이 약 1.5°C 낮았다. 또한 205, 400선 저층에서 93년에는 볼 수 없었던 15°C 이하의 저온수가 존

재하였으며, 208선에서는 93년보다 1°C 정도 더 낮았으며, 15°C 이하의 수온이 표층부근까지 존재하였다. 이로 인해 205선에서는 표층을 제외한 전 수층에서 93년 보다 0.5~2°C 낮았다.

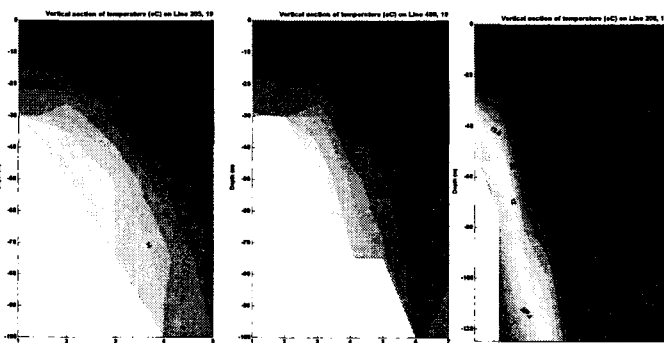


Fig. 8. Vertical distributions of water temperature (°C) along lines 205, 400 and 208 in 1996.

#### 4.2.3 멸치와 김 생산량이 역관계인 해 : 1998

멸치와 김 생산량이 역관계보였던 해인 1998년의 0m, 10m에서의 수온수평분포와 수온 anomaly 분포를 Fig. 9에 나타냈다. 먼저, 표층에서의 수온분포를 보면, 동해남부 연안측은 18.5~19°C, 남해도와 거제도 주변은 18~19.5°C, 가덕도 주변은 19.5°C 이하였으며, 전 해역에서 93, 96년 보다 약 1.5°C 높았다.

10m에서 동해남부해역은 18~19°C, 남해도와 거제도 주변은 17.5~19°C, 남해도와 거제도 주변은 17.5~19°C, 가덕도 주변은 19°C 이하였다. 남해도와 거제도 주변, 가덕도 주변은 표층과 마찬가지로 93, 96년보다 약 1.5°C 높았으며, 동해남부연안측에서는 93년보다 1°C, 96년보다 2°C 높았다.

수온 anomaly 분포를 보면, 표층과 10m 모두에서 전 해역이 평년보다 1~1.4°C 높았다. 특히 남해도와 거제도 주변이 인근 해역보다 높았다.

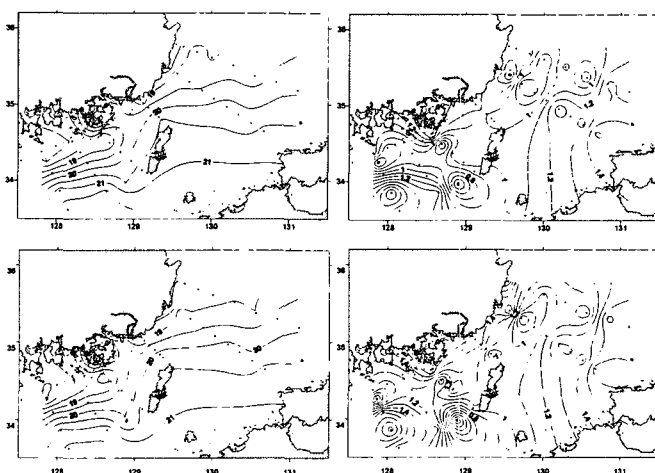


Fig. 9. Distributions of water temperature (°C, left) and water temperature anomaly (right) at surface and 10m in 1998.

앞서와 마찬가지로, Fig. 10 에 205, 400, 208선에 대해 연직 수온분포를 나타내었다. 205선에서는 0~30m에 걸쳐 21.7~16℃, 400선에서는 21.6~16.6℃, 208선에서는 20.7~15.3℃였다. 93년보다는 전체적으로 약 1℃ 높았으며, 96년과 비교해 보면, 표층에서는 약 1℃, 30m 부근에서는 약 2℃ 정도 높았다. 또한 205, 400선 저층에서 15℃ 이하의 저온수가 존재하였지만 93, 96년에 비해 10-20m 정도 더 낮은 수층에 존재하였다.

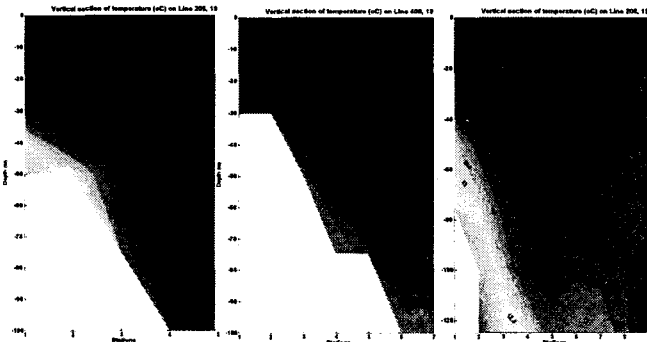


Fig. 10. Vertical distributions of water temperature (°C) along lines 205, 400 and 208 in 1998.

## 5. 고찰

1980~2002년 기간동안 한국 남해 동부 해역에서의 멸치와 김 어장의 해황 및 어장의 안정성을 조사하였다.

한국 남해 동부해역 어장의 안정성을 살펴보면(Fig. 3), 동해 남부해역과 권현망 중심어장인 남해도와 거제도 주변 그리고 김 양식장이 위치해 있는 남해도와 가덕도 주변의 0m, 10m에서 표준편차가 큰 것을 알 수 있다. 즉 멸치와 김 어장에서의 표준편차가 크다는 것은 수온변동이 큰 지역이라는 것으로 이에 수반하여 멸치와 김의 생산량 변동이 예상된다.

최근 23년(1980~2002)동안 한국 남해 동부해역에서 연간 멸치와 김 생산량을 살펴보면(Fig. 4), 1990년 이후부터 급증하였으며 변동폭의 변화가 심하였다. 이 시기는 박 등 (2003)에 의하면 남해안에서 동물플랑크톤의 생체량의 변동이 급증한 시기와 일치하고 있다 [16]. 즉, 같은 기간 동물플랑크톤의 생체량의 연 변화를 분석하였는데, 1980년대 초반부터 1990년대 초반까지 비교적 안정된 분포였고, 1992년 이후 다소 증가 경향을 나타냈다고 하였다. 또한 1996년에는 남해안의 동물플랑크톤 생체량이 1980년대에 비해 25배에서 최대 50배까지 증가했으며, 1998년까지 높은 수준이 지속되었다고 밝히고 있다. 또한 멸치의 경우 1990년대 이후 조업강도가 대폭 늘어났고 기선권 현망 어선이 발달했으며 [17], [18], 김의 경우는 양식 방법의 개선 [17] 등으로 인해 생산량이 많아진 것으로 생각된다. 그러므로 1990년대 이후 해양환경과 해양환경 외적인 요소들이 복합적으로 영향을 미쳤다고 생각된다.

수온이 멸치와 김 어장에 미치는 영향을 보기 위해, 멸치와 김 생산량이 둘 다 많았던 해 중 피크를 보인 1993년, 둘 다 적

었던 1996년 그리고 역관계였던 1998년으로 구분하여 고찰하였다.

1993년에는 동해남부해역에서는 수온이 평년보다 높았지만 기선권현망의 주어장인 남해도와 거제도 주변은 표층과 10m 모두에서 평년보다 낮았음에도 불구하고 멸치 생산량이 많았으며 (Fig. 5), 김 생산량이 많았던 것과는 일치함을 알 수 있다. 멸치 어장이 동해남부해역에서 형성되었을 가능성이 있으며, 수온이 아닌 영양염류 등과 같은 다른 해양요인이나 해양외적인 요인의 영향에 대해 고찰이 필요하다.

한편 1996년은 1993년과 달리 표층수온에서는 남해도와 거제도 주변이 연안역과 외해역 모두 평년보다 높았는데 (Fig. 7), 이로 인해 김 양식은 수심 2~5m로 표층부근에서 행해지므로 이와 관련하여 김 생산량이 적었던 것으로 생각된다. 그러나 멸치의 경우 표층에서는 권현망 어업의 중심 어장인 남해도와 거제도 주변이 평년보다 높았지만, 10m에서는 권현망 조업구역 내의 전 해역이 평년보다 수온이 낮았으며, 조업 구역 이남에서 평년보다 높은 것을 볼 수 있다. 수온이 표층에서는 평년보다 높았고 10m에서는 평년보다 낮았는데 연직적으로 좀더 세부적으로 알기 위해 205, 400, 208선에 대해 연직수온분포를 살펴본다 (Fig. 8). 권현망 어업의 중심 어장인 남해도와 거제도 주변인 205, 400선은 93년 (Fig. 6)보다 표층은 2~3℃ 높았지만, 저층에서 10m 부근까지 93년에는 볼 수 없었던 15℃이하의 저온수가 존재하였다. 그러므로 멸치어군이 외해쪽에서 연안으로 접근하지 못했거나, 연안에서 외해로 분산되어 생산량이 낮았던 것으로 추정할 수 있다.

또한 1998년 남해도와 거제도 주변과 동해남부해역에서 수온은 93, 96년보다 약 1.5℃ 높았으며, 특히 남해도와 거제도 주변은 평년보다 1~1.4℃로서 상승정도가 주변보다 더 높았다 (Fig. 9). 또한 연직수온분포 (Fig. 10)를 보면, 205, 400선 저층에서 15℃이하의 저온수가 존재했지만, 93, 96년에 비해 10~20m 정도 더 낮은 수심인 30m부근까지만 존재하였다. 즉, 98년에는 권현망 조업구역내 전 해역과 남해안에서 멸치의 주분포 수층으로 알려져 있는 0~30m [5]에서 평년, 93, 96년보다 수온이 높았던 것으로 보아 멸치 생산량이 김 생산량보다 더 많았던 것으로 생각된다.

따라서 한국 남해 동부에서 멸치와 김 생산량은 수온과 밀접하게 관련되고 있음을 알 수 있었다.

그러나 본 연구에서는 해구별, 양식장별 멸치와 김 생산량 자료를 이용할 수 없었으며, 멸치와 김의 생태와 생산량이 수온과 관련이 높다 [6], [1]는 연구결과를 근거로 하여 수온자료만으로 분석하였다. 그리하여 수온이 멸치와 김 생산량에 미치는 영향에 대해 고찰한 결과 멸치와 김 생산량은 수온에 의해 지배됨을 알 수 있었다. 하지만, 남해의 복잡한 해양학적 특성과 여러 환경인자와 동시에 상호 반응을 하는 멸치와 김의 특성을 고려할 때, 수산해양학적 입장에서 다양한 해양환경인자와 계군의 특성을 감안한 보다 종합적인 연구가 필요한 것으로 생각된다.

## 6. 요약

본 연구에서는 여러 해양인자 중에서, 한국 남해 동부해역에서 수온이 멸치와 김 생산량에 어떠한 영향을 미치며, 또한 이들 둘 사이에 어떠한 관계가 있는지를 고찰하였다. 이를 위해 1980~2002년 기간 중 한국 남해 동부 해역에서 국립수산과학원의 수온을 이용하여 0m, 10m 수평수온분포, 수온 표준편차분포를 분석하여 해황의 기본자료로 삼았으며, 해양수산부의 생산량 자료를 이용하여 연간 멸치와 김 생산량의 변동을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

멸치와 김 생산량은 모두 해마다 변동은 있으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였으며, 1990년 이후부터 급증하여 변동폭이 컸다.

멸치와 김 생산량의 풍·흉은 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 수온이 평년보다 연안역은 높고, 표층아래에서 30m까지 15℃이하의 저수온이 존재했을 때, 멸치와 김 생산량 모두 저조하였다. 또한 전 해역의 수온이 평년보다 높았을 때는 멸치 생산량은 많았고, 김 생산량은 적었다.

## 참고 문헌

- [1] 김진영, 1983. 韓國 남해 및 서해 沿岸 海역에 있어서 멸치 난자어의 분포. 부경대학교 대학원 이학 석사 학위 논문, pp 32.
- [2] 김진영, 1992. 韓國 남해 멸치, *Engraulis japonica*의 初期生活史와 加入. 부경대학교 대학원 이학 박사 학위 논문, pp 140.
- [3] 태화출판사, 1977. 해조양식.
- [4] 한국해양연구소, 1997. 남해 대륙붕 물질순환과 생지화학 환경연구.
- [5] 김진영, 최영민, 1988. 멸치, *Engraulis japonica* 란·치어의 수직분포. 한국수산학회지, vol. 21(3), 139~144.
- [6] 박종화, 이주희, 1991. 멸치 기선권현망의 어장형성과 어장변동에 관하여. 한국어업기술학회지, 27(4), 238~246.
- [7] 추효상, 김동수, 1998. 한국 남해의 대마난류 변동이 멸치 난·자어의 연안역 수층에 미치는 영향. 한국수산학회지, vol. 31(2), 226~244.
- [8] 이기탁, 1988. 낙동강 하구의 김생산과 환경요인과의 관계, 부경대학교 대학원 수산학 석사 학위 논문, pp30.
- [9] 홍재상, 송춘복, 김남길, 김종만, 허형태, 1987. 광양만의 김 생산과 양식장환경과의 관계에 대하여. 한국수산학회지, 20(3), 237~247.
- [10] 이수택, 1992. 김 養殖 生産에 미치는 氣象要因에 대하여-釜山·慶南地方을 中心으로-. 부경대학교 최고경영관리자 논문집(8), 290~298.
- [11] 장선덕, 진평, 박기영, 1983. 양식 김의 광합성에 미치는 수온, 염분 및 부니의 영향. 한국수산학회지, 16(4), 335~340.
- [12] 정상화, 1986. 한·일의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교연구. 수진연구보고(37), 31~178.
- [13] 임주열, 옥인숙, 1977. 한국 근해에 있어서 멸치 난치자어의 출현분포에 관한 연구, 국립수산과학원 수진연구보고, vol. 16, 73~85.
- [14] 국립수산과학원, 1985. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 자원조사 자료집 제 8호, 79~85.
- [15] 김진영, 김주일, 1991. 한국 남해안 멸치의 난·치어 밀도와 가입. 수진연구보고, vol. 45.
- [16] 박종화, 임양재, 차형지, 2003. 한국 남해안 해황과 멸치어황 변화. 한국수산자원학회지, vol. , 86~87.
- [17] 수산업협동조합중앙회, 1997. 주요수산물편람.
- [18] 기선권현망수산업협동조합, 1990. 멸치권현망수협 발전사.
- [19] 국립수산과학원, 1980~2002. 한국해양자료센터 정선해양관측자료.([http://www.nfrda.re.kr/sitemap/technical/enviroment\\_9.htm](http://www.nfrda.re.kr/sitemap/technical/enviroment_9.htm))
- [20] 농림수산부, 1980~1996. 농림수산통계연보.
- [21] 해양수산부, 1997~2002. 해양수산통계연보.