

# 한국동해남부해역의 수온이 멸치와 미역의 생산량에 미치는 영향

김성현\* · 김동선\*\*†

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

## Effect of Temperature on Catches of Anchovy and Sea Mustard (*Undaria pinnatifida*) in Southern Part of East Sea of Korea

Seong-Hyeon Kim\* · Dong-Sun Kim\*\*

\* Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

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

**요약** : 본 연구는 1969~2007년간 한국 전체의 어업생산통계자료에서 멸치 및 미역 생산량 중 1990~2007년간 동해남부해역의 변동 양상을 파악한다. 이를 위하여 국립수산물과학원의 같은 기간의 207선 수온자료를 이용하였다. 표층수온의 저온화 시기가 4월이면 미역 성장에 호영향을 주어 미역의 생산량이 많고, 그 시기가 6월이면 멸치에 악영향을 주어 멸치의 생산량이 적게 나타났다. 반대로 표층수온의 고온화 시기가 4월이면 미역 성장에 악영향을 주어 미역의 생산량은 적었고, 그 시기가 6월이면 멸치에 호영향을 주어 멸치의 생산량이 많았다. 표층 수온이 고온화 되면 멸치 생산량은 증가하고, 표층수온이 저온화 되면 미역 생산량은 증가하는 것으로 나타났다.

**핵심용어** : 동해남부해역, 수온, 멸치, 미역, 생산량

**Abstract** : This study looked into changes in catches of anchovy and production of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) in Southern part of East Sea in Korea from 1990 to 2007 out of the fishing industry production statistics of Korea from 1969 to 2007, and then examined the relationship between the productions and the sea temperature. The production of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) decreased when the sea surface temperature was high, as it adversely affected its production, while its production increased when the sea surface temperature was low, as this facilitated its growth.

**Key Words** : Southern part of East Sea, Sea temperature, Anchovy, Sea mustard(*Undaria pinnatifida*), Production

### 1. 서론

멸치와 미역의 주생산 해역인 한국 동해남부는 해양학적으로 연안용승과 동해남부로 유입되는 쓰시마난류(TWC : Tsushima Warm Current)에 영향을 바로 받는 곳이다. 쿠로시오로부터 분리된 분지인 쓰시마난류는 제주도 남쪽해역에서 동북쪽으로 전향하여 대한해협을 지나 한국동해로 흐르는 난류이다(조와홍 등, 2005). 이 난류는 한반도 동쪽연안을 따라 계속 북상하여 동한난류가 되며, 동해연안의 외해 측에서는 이 난류와 북한 연안을 따라 남하하는 북한 한류와의 사이에 연안전선을 형성한다. 동해남부 해역에서 쓰시마난류는 남해안 연안에 접안(onshore) 또는 이안(offshore) 등의 계절 및 연 변화를 보이며, 또한 한국 남해 연안수와 쓰시마난류 사이에서 형성되는 연안전선의 변동은 연안역 수온변동의 주된 요인으로 작용

하여 어황에 크게 영향을 미친다.

일반적으로 멸치는 한국 연안, 일본, 중국연안 및 사할린 연안에 분포한다. 멸치는 연중 산란하지만 주산란 시기는 5~7월, 산란 수온 범위는 15~24℃이고 최적 산란 수온은 17~22℃이다. 또한 서식 수온 범위는 8~30℃이며 최적 서식 수온은 13~23℃, 서식수층은 0~60m, 최대 수심은 0~25m로 아침에는 5m 내외, 낮에는 10m내외, 저녁에는 0m에 각각 서식한다고 하였다(해양수산부, 2005).

멸치는 한국의 주요 부어 자원일 뿐만 아니라 1차 생산자와 중대형 어류의 먹이사슬을 이어주는 등 어류 생산력에 중요한 역할을 한다. 이러한 멸치의 중요한 어장인 한국 동해남부해역은 산란장이기도 하고, 자·치어의 성육장이기도 하다(김, 1983; 김, 1992; 김과 최, 1988).

앞에서 언급한 바와 같이 멸치 어장의 어황은 쓰시마 난류의 접안과 이안에 따라 크게 영향을 받는다. 박과 이(1991)는 기선권현망 어장을 대상으로 수온과 어황 변동과의 관계를 분석하였으며 특히 어장의 해양환경 중 연안전선의 연안측에 어

\* 대표저자 : kenta81@pknu.ac.kr, 010-6433-3330

† 교신저자 : 종신회원, kimds@pknu.ac.kr, 051-629-7374

획이 좋았다고 하였다. 추 와 김(1998)은 남해해역에서 멸치 난·자어의 수송과 쓰시마난류와의 관계를 쓰시마난류에 의해 형성되는 Warm streamer 와 소형 Warm eddy에 의해 난·자어기가 연안전선의 내측으로 다량으로 수송된다고 하였다.

한편 미역은 오래전부터 식용으로 이용하였고 임산부에게 중요한 식품으로 알려져 있으며, 양식기술 개발 전에는 해저의 암초위에 부착서식하는 자연산 미역을 채취하였다(국립수산진흥원, 1988). 특히 한국 동해남부해역에 위치한 기장연안은 국지적인 연안용승이 자주 발생하는 냉수역으로 이 지역은 안개 발생이 많고(Lee and Na, 1985), 연안수온이 낮아 예로부터 미역의 품질이 좋아서 전국적으로 잘 알려진 곳이기도 하다.

미역생산은 주로 자연산을 채취하거나 투석식 양식을 하였으나 1960년대 후반부터 인공양식 기술의 개발로 양식 생산량이 급격히 증가하게 되었다(국립수산진흥원, 1988). 수산 양식업 중에서 단일 양식품종으로서 생산량이 많으며, 미역의 생산량에 영향을 주는 것은 쓰시마난류의 접안과 이안 등에 따른 수온의 변화를 들 수 있다.

김 등(1999)은 양식산 쇠미역(*Costaria costata*)의 율엽기(Period of leaf, 1월) 부터 성숙기(Period of full growth, 6월) 까지 양식 해역의 엽장 성장을 수심별로 연구하여 수온이 10℃ 전후의 표층에서 성장이 가장 좋으며 깊어질수록 좋지 않았다(김 등, 1999). 이와 손(1993)은 완도산 북방미역과 일본산 산리꾸 미역 양식종의 성장과 품질을 비교한 바 있다. 그리고 미역의 성숙한 엽체의 성장에 적합한 수온과 광도를 북방형 미역에 대하여 연구한 것에 의하면 5℃ 에서는 광도가 60  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  이하의 낮은 광도에서 빠른 성숙이 일어난 반면, 17℃의 높은 온도조건에서는 60  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  이상의 높은 광도에서 아포체의 발달이 빨랐으며, 대체로 5~10℃가 최적 조건이라고 하였다(김과 남, 1997). 따라서 미역의 생장이 생장하는 겨울에 해수 수온이 이상 고온 현상을 나타내거나 또는, 원자력·화력 발전소 등의 온배수 확산에 영향을 받게 되면 정상적인 성장을 기대하기 어렵게 된다(김 등, 1999).

이와 같은 멸치와 미역의 연구결과를 보면, 멸치는 어장의 수온이 높을 때 어획이 좋고, 미역은 성장기에 수온이 평균보다 낮을 때 생산량이 좋게 나타났다. 연구해역에서 어장의 수온 변화는 앞에서 언급한 쓰시마난류의 연안에 접안 및 이안 현상에 크게 좌우 될 것으로 예상된다. 따라서 이들 수괴들의 상호작용에 의해 일반적으로 동해남부 해역의 평균 수온은 평균에 비해 높거나 또는 낮은 수온분포를 나타낸다.

수온이 멸치와 미역의 생활사와 관련이 있다면, 수온의 변화에 대해 멸치와 미역 생산량에도 각각 영향을 미친다고 볼 수 있다. 하지만 미역은 한국 동해남부 연안역의 표면에서 수심 20m까지의 수온이 17℃보다 높거나 낮은 정도에 따라 생산량에 크게 영향을 미치게 된다(김과 남, 1997). 또한, 멸치의 경우는 최적산란수온에 따라 난의 밀도가 높아지면 자어의 밀도도 비교적 높게 되지만, 특정한 경우에는 이러한 경향을 보기 어렵다고 하였다(김과 김, 1991).

따라서 본 논문에서는 멸치와 미역의 생산량의 연변동과 해역의 수온과의 관련성을 명확하게 규명하고자 한다. 이를 위하여 한국동해남부 및 대한해협의 해양 관측 자료를 이용하여 수온변동이 멸치 및 미역 생산량과 어떠한 관계가 있는지를 검토하였다.

## 2. 자료 및 방법

### 2.1 연구해역 및 자료

연구해역의 수온 자료는 국립수산과학원의 정선해양관측자료(국립수산과학원, 1990~2007년)를 이용하였다. 수온관측점의 위치는 Fig. 1에 나타냈으며 각 숫자는 국립수산과학원의 정점을 나타낸다. 정선해양관측자료에서 수온은 CTD 또는 전도온도계를 사용하여 격월(2월, 4월, 6월, 8월 12월)로 측정된 것을 종래의 수온관측수심에 따른 깊이에 맞추어 사용하였다. 이들 자료 중 207선의 St. 1~3 까지는 1990~2007년까지 자료를 사용하였고, St. 4와 5는 1999~2007년까지는 자료가 없었다(한·일 간의 영해 제한으로 인한 결측).

또한, 멸치 및 미역의 생산량은 통계청 어업생산통계시스템에서 제공하는 일반 해면어업의 어업별, 어종별 생산량 및 천해양식어업의 지방별, 어종별 생산량 자료(1969~2007년)를 사용하였다.

### 2.2 자료분석

동해남부해역에서 생산되는 멸치와 미역 생산량(1990~2007년)은 부산의 멸치와 미역의 연도별 생산량으로 간주하였다. 연도별 생산량은 연구기간에 해당하는 평균을 계산하였고, 이들의 누년 변동도 분석하였다.

정선해양관측자료를 사용하여 Fig. 1의 동해남부해역에서 207선의 연직단면도를 작성하여 수온의 누년 및 월별 변화를 보았다.

207선의 연도·수심별로 평균을 구하고 수온의 Anomaly를 구하여 연직 단면도를 작성하였다(식 1).

$$A_{ni} = (x_{ni} - \bar{x}_i) \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $A_{ni}$ 는 각 성분의 Anomaly를,  $x_{ni}$ 는 각 성분 값,  $\bar{x}_i$ 는 각 성분의 누년평균치를 나타낸다.

Table 1. Cases of studies between catches of anchovy and harvests of sea mustard

Case	Anchovy catches	Sea mustard harvests
1	Good(↑)	Good(↑)
2	Poor(↓)	Poor(↓)
3	Good(↑)	Poor(↓)
4	Poor(↓)	Good(↑)

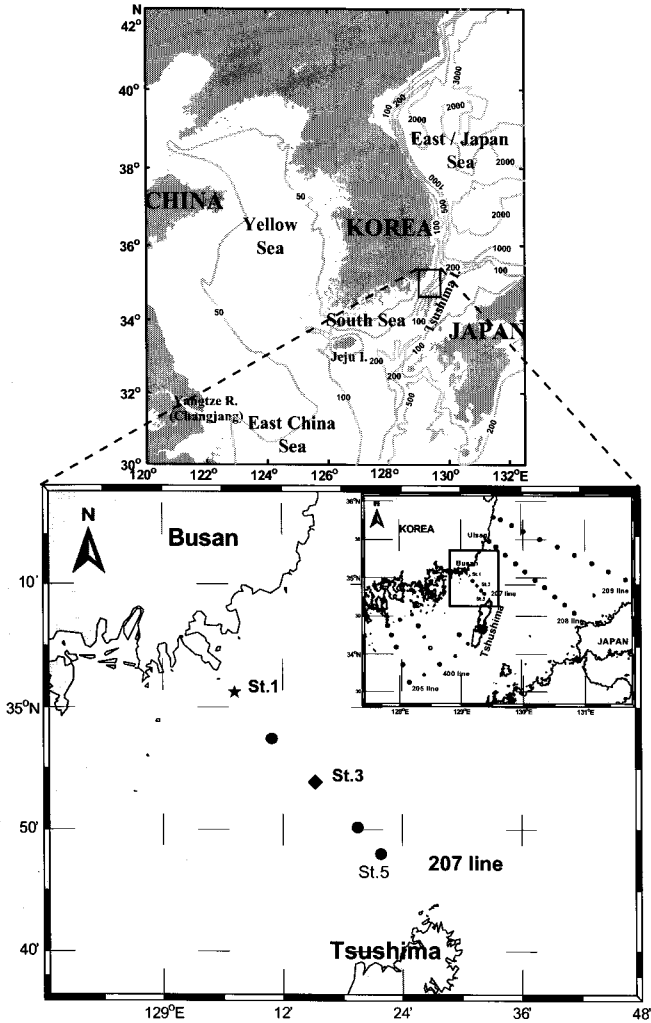


Fig. 1. Location of the oceanographic stations in southern part of East Sea of Korea. Numerals represent the observation stations and line. St. 1 (★) is Busan coastal off station and St. 3 (◆) is East Sea Bottom Cold Water inflow area.

멸치 및 미역 생산량 변동을 토대로 하여, 멸치와 미역 생산량과의 관계 중 평균보다 멸치 및 미역 생산량이 많은 Case 1, 둘 다 적은 Case 2, 멸치 생산량은 평균보다 높고 미역은 낮은 Case 3 그리고, 멸치 생산량은 평균보다 낮고 미역은 높은 경우인 Case 4로 나뉘었다(Table 1). 또한, 각 Case별로 수온의 연평균과 2월, 4월과 6월의 수온을 비교·분석하였다.

### 3. 결과

#### 3.1 멸치 및 미역의 생산량

1990~2007년 부산해역에서 생산된 멸치와 미역 생산량의 누년변화를 Fig. 2에 나타내었다. 멸치는 3천~5만 7천MT 이었으며, 최소는 1992년 약 3천MT 이고, 최대는 2001년의 5만

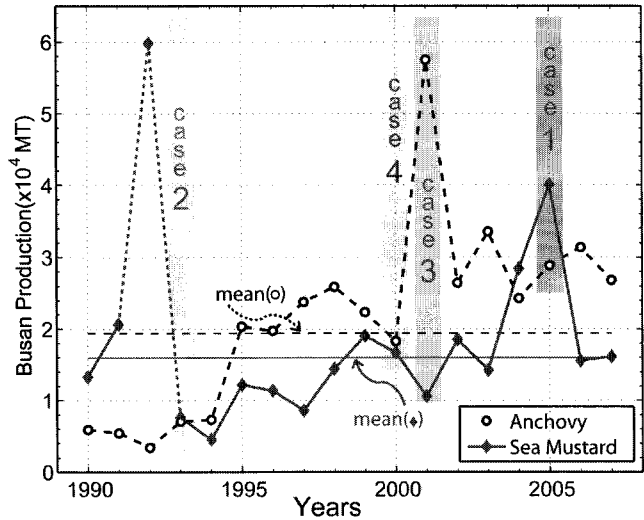


Fig. 2. Annual fluctuation of anchovy catches (-○-) and sea mustard production (-◆-) in Busan of Korea during 1990 to 2007.

7천MT 이었고 그 누년 평균 생산량은 19,908MT 이었다.

또한 미역 생산량은 5천~4만MT 이었으며(92년의 6만MT는 자료 확인이 불가하여 제외하였음), 가장 생산량이 적었던 해는 1994년의 약 5천MT 이고, 가장 많았던 해는 2005년의 약 4만MT 이었다. 그 누년 평균생산량은 15,988MT 이었다.

멸치와 미역의 생산량 변동경향을 보면, 연변동하였으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였다. 1999년, 2002년, 2004년 그리고 2005년 이후에는 평균 생산량 보다 둘 다 많았고(Case 1), 1990년, 1993년 및 1994년에 둘 다 평균 생산량 보다 적었으며(Case 2), 1995~1998년, 2001년, 2003년 그리고 2006년에는 평균 생산량보다 멸치는 증가하고, 미역은 감소하는 경우이며(Case 3), 1992년과 2000년에는 평균 생산량보다 멸치는 감소하고, 미역은 증가하는 경우(Case 4)였다.

#### 3.2 수온 연직분포

1990~2007년까지 207선의 수심별 평균수온의 연직분포를 보면 먼저 연평균은 부산에 가까운 St. 1의 표층수온이 18℃ 이고 쓰시마 쪽으로 갈수록 점차 따뜻해져서 St. 5에서는 19℃ 이상으로 나타났다(Fig. 3-A).

연직 방향으로 보면 부산쪽인 St. 1이 차가워서 수심 30m 이심에서 15℃ 이하였으며, 해저 가까운 수심 75m 가까이에서는 13℃ 이하이다. 특히 대한해협 서수도의 최심부에 해당되는 St. 4에서는 수심 150m 이심에서 9℃ 이하로 표층보다 10℃ 정도 낮은 수온분포를 보인다. 수온의 연평균분포는 St. 1에서 St. 5로 갈수록 수심의 증가에 따라 등온선도 수심의 기울기와 유사하게 깊어지는 경향을 나타내었다.

또한, 2월과 4월 평균수온의 분포를 보면 부산쪽인 St. 1에서 쓰시마 쪽인 St. 5로 갈수록 표층 수온은 증가하는 것을 볼 수 있으며 연직적으로 거의 혼합되어 있는 전형적인 연안

역의 수온 분포를 나타내고 있다. 특히 6월의 평균수온은 수심 약 30m 근처에서 수온약층이 형성되는 특징을 볼 수 있었다.

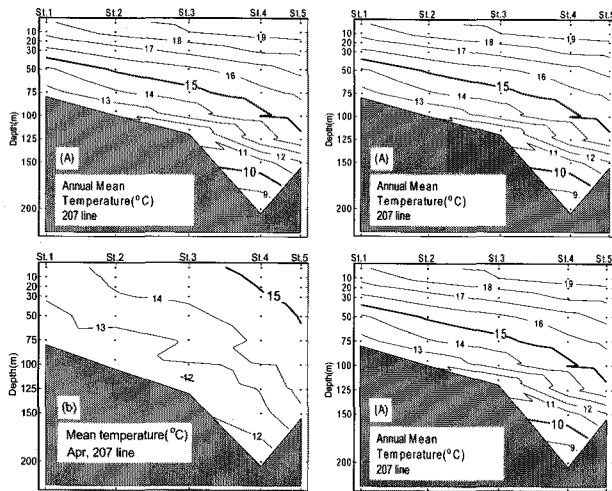


Fig. 3. Vertical distribution of annual mean (A), February (a), April (b), June (c) water temperature along 207 line 1990 to 2007.

### 3.2.1 멸치와 미역 생산량이 높은 연도(2005)

멸치와 미역 생산량이 평균보다 높았던(Case 1) 2005년의 2월, 4월과 6월의 연직수온 단면도 (a~c)와 Anomaly (A~C)를 도시하여 살펴보았다(Fig. 4).

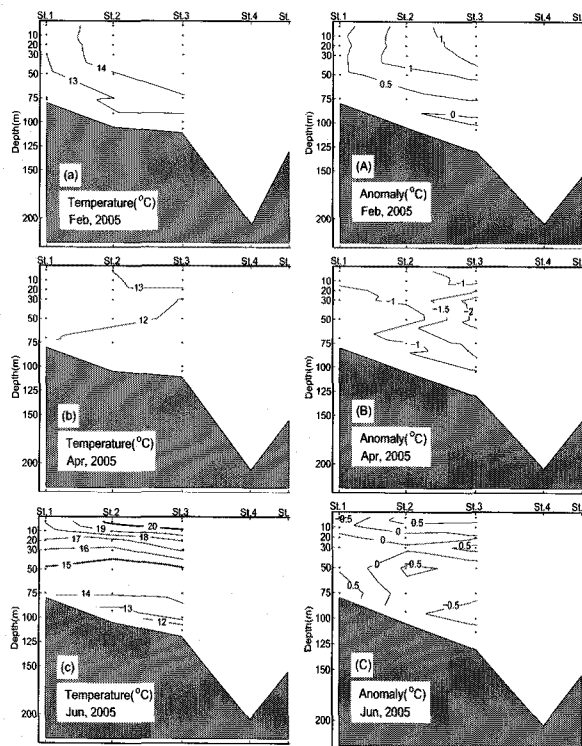


Fig. 4. Vertical distributions of water temperature (a~c) and anomaly (A~C) along the 207 line in 2005.

2005년 2월의 수온연직 분포를 보면 부산쪽인 St. 1의 수심 30m 이심에서 St. 3의 저층으로 13°C로 등온선이 형성되었고 외해역인 St. 2와 3의 표층은 평균 값 보다 1.0°C 높은 값이 출현하였다. 멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 4월의 표층 수온 중 부산 연안쪽인 St. 1은 12°C로 평균보다 1.0°C 낮았다. 외해쪽인 St. 3의 표층은 13°C, 20~50m 깊이 내에서 12°C로 평균보다 1.0~2.0°C 낮게 나타났으며 수심에 따라 변화하였다. 이 시기에 연안으로 접근하여 산란을 하는 멸치가 표층의 수온이 평균보다 낮아 멸치의 생산량이 적을 것으로 예상 할 수 있다. 그러나 멸치의 생육시기인 6월의 표층 수온이 평균보다 높은 0.5°C 이상의 고수온 현상이 나타나 2005년도의 멸치 생산량이 평균보다 조금 높은 28,875MT로 나타났다.

한편 미역 성장 시기인 2월에 고수온 현상이 나타났지만 미역 생산량의 누년 평균 생산량(15,988MT) 보다 높았던 것은 미역 생산 시기인 4월에 나타난 저수온 현상에 의해 미역의 생산량이 증가한 것으로 판단 할 수 있다.

### 3.2.2 멸치와 미역 생산량이 낮은 연도(1993)

멸치와 미역 생산량이 평균보다 적었던(Case 2) 1993년의 2월, 4월과 6월의 연직수온 단면도(a~c)와 Anomaly(A~C)를 각각 나타내었다(Fig. 5).

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 4월의 St. 1의 표층 수온은 13~14°C로 평균보다 0.5°C 높았다. 외해쪽인

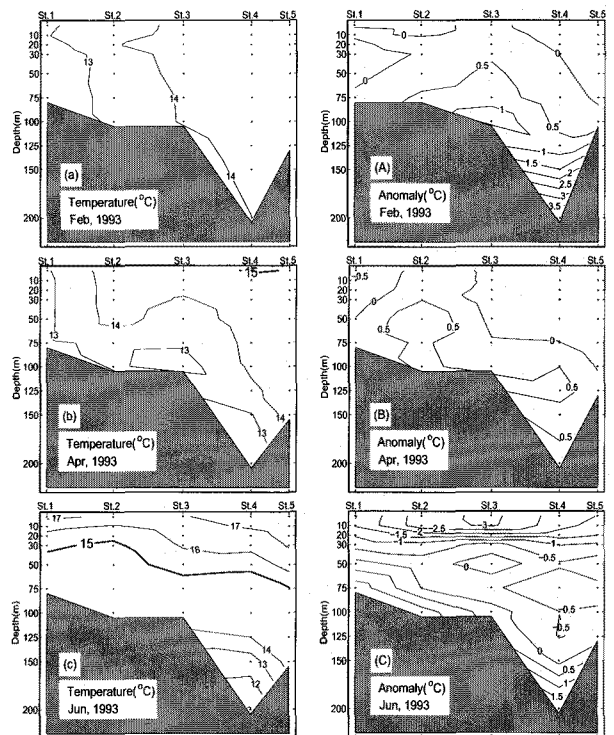


Fig. 5. Vertical distributions of water temperature (a~c) and anomaly (A~C) along the 207 line in 1993.

St. 3의 저층 75m 부근에서 13°C의 핵(Core)을 확인 할 수 있었다. 이 시기에 연안으로 접근하여 산란을 하는 멸치가 표층수온이 평균보다 높아 멸치의 생산량이 높을 것으로 예상할 수 있다. 그러나 멸치의 생육시기인 6월의 표층에서 평균보다 1.0~3.0°C 이하의 낮은 저수온현상이 나타났다. 따라서 이러한 결과로 1993년도 멸치 생산량은 평균보다 낮은 7,075 MT의 생산량이 나타났음을 알 수 있다.

한편, 2월의 수온 분포는 부산쪽인 St. 1은 13°C로 평균 값, 외해쪽인 St. 3의 수심 50m 이심에서는 14°C 이상으로 평균보다 0.5~1.0°C 높은 값을 보였다. 또한, 서수도 저층인 St. 4의 저층에서의 Anomaly가 1.0~3.5°C 높게 나타나 다른 해에 비해 1993년은 고수온현상이 발생한 것으로 판단된다. 따라서 이러한 고수온 현상으로 미역 생산량은 7,065MT로 평균보다 낮은 생산량을 보였다. 특히 미역의 생산 시기인 4월의 표층에서는 평균수온보다 높은 고수온현상이 나타나 미역 생산량이 낮았던 것으로 판단된다.

3.2.3 멸치 생산량은 높고 미역은 낮은 연도(2001)

멸치가 많고 미역이 평균보다 적은(Case 3) 2001년 2월, 4월과 6월의 연직수온 분포(a~c)와 Anomaly(A~C)를 살펴 보았다(Fig. 6).

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월의 표층 수온은 14~15°C로 평균보다 0.5~1.0°C 높았다. 이 시기에 연안으로 접근하여 많은 산란이 이루어졌다고 예상된다. 멸치의 생육시기인 6월은 전 수심에서 고수온 현상이 나타났

으며, 특히 표층에서 평균보다 1.0~1.5°C 높게 형성되어 멸치 생산량도 조사기간 중에 가장 높은 57,534MT 이었다.

또한, 2월의 연안쪽에서는 13°C, 외해쪽에서 14°C의 수온이 전수심에 형성되었다. 저층에서는 평균보다 0.5~1.5°C 낮은 값이 출현하였다. 따라서 이러한 수온분포로 보아 미역 생산량의 증가를 예상할 수 있다. 그러나 2001년의 미역은 10,592 MT로 평균보다 낮은 생산량을 나타내었다. 미역의 생산 시기인 4월의 연안역 표층평균수온은 평균보다 0.5°C 높게 나타났다. 따라서 연안역에서 성장하는 미역이 생산 시기인 4월의 고수온 현상으로 미역 성장에 제약을 받아 생산량이 평균보다 낮게 나타났다고 판단된다.

3.2.4 멸치 생산량은 낮고 미역은 높은 연도(2000)

멸치는 적고 미역은 많은(Case 4) 2000년의 2월, 4월과 6월의 수온(a~c) 및 Anomaly(A~C)의 연직단면도를 Fig. 7에 도시하였다.

멸치의 산란시기인 4월의 수온은 평균보다 0.5°C 감소하였고, 6월의 수온은 St. 3의 저층 7.0°C, 표층 19°C로 분포가 넓게 나타났다. 또한, 수온의 Anomaly를 보면 전 수심에서 음(-)의 값이 강하게 나타난 것을 볼 수 있으며 저층에서는 평균보다 4.0~5.0°C 낮은 값을 보였다. 이러한 저온 현상으로 인하여 멸치의 생산량은 18,258 MT로 평균(19,908 MT)보다 낮게 나타났다.

한편, 2월의 수온 분포는 St. 3 저층 부분을 제외한 모든 수심에서 13°C로서 미역 성장 적정수온과 유사하게 나타났다.

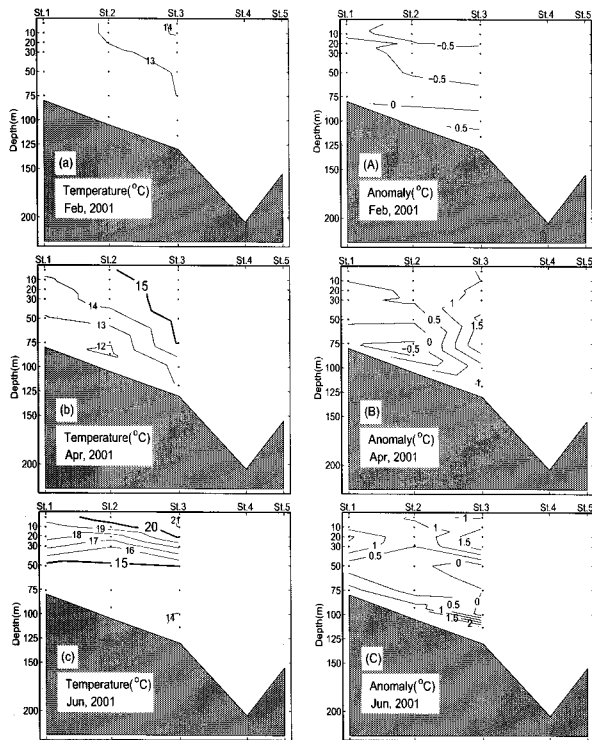


Fig. 6. Vertical distributions of water temperature (a~c) and anomaly (A~C) along the 207 line in 2001.

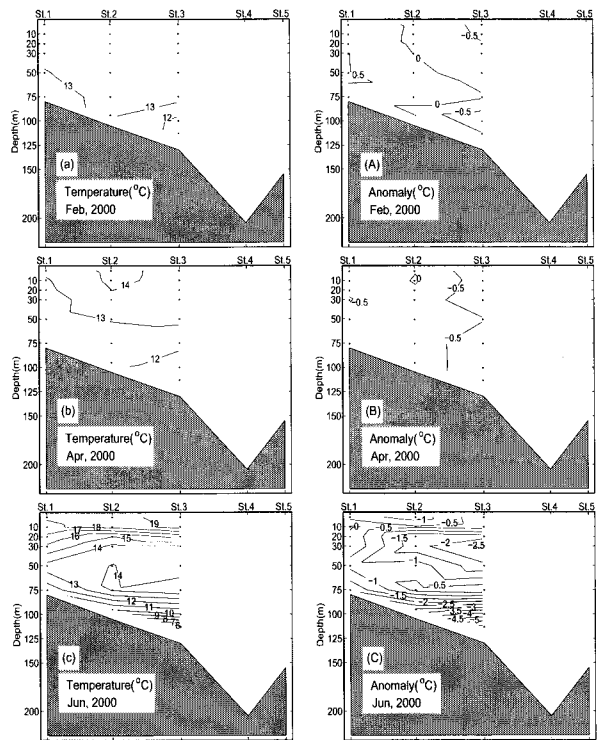


Fig. 7. Vertical distributions of water temperature (a~c) and anomaly (A~C) along the 207 line in 2000.

미역의 생산량은 16,674MT로 평균(15,988MT)보다 조금 높게 나타났다. 이와 같은 결과를 수온과의 연관성에서 살펴보면 미역의 생산 시기인 4월의 전 수층에서(St. 2 수심 10m 제외) 수온이 평균보다 0.5°C 낮게 나타났다. 미역의 성장 시기인 2월에 평균보다 고수온화된 현상이 연안쪽에 나타났지만 4월의 전 수층의 저수온 현상이 미역 성장기간을 연장하는 셈이 되어 미역 생산량이 평균보다 조금 웃도는 결과를 가져왔다고 판단된다.

이상의 결과에서 4월의 수온이 평균보다 저수온일 경우에는 미역 생산량은 증가하고, 고수온일 경우 미역 생산량은 감소하였다. 그리고 6월의 수온이 평균보다 고수온일 경우에는 멸치 생산량은 증가하고, 저수온일 경우 멸치 생산량은 감소하는 경향으로 분석되었다.

#### 4. 고찰

멸치 및 미역 생산량이 평균보다 높았던 2005년(Case 1)과 이들 생산량이 평균보다 낮았던 1993년(Case 2)의 수온을 비교하여 보았다.

김과 최(1998)에 의하면 동해남부 연안역인 울기 연안 해역에서 1985년 6월의 수온분포는 수심 20~50m 층이 10~20°C 이고, 수직경사도 0.5°C/m 이었으며, 이들 해역에서 난 및 자·치어의 분포는 수심 30m 이천에서 60%나 채집되었다고 하였다.

2005년과 같이 멸치와 미역의 생산량이 모두 많았던 경우의 수온 분포는 멸치의 생산량이 적었던 경우보다 표면 수온이 평균보다 높아(Fig. 4) 멸치군이 외해로 빨리 이동하지 않았기 때문이라 생각된다. 그리고 미역의 성장 시기인 2월에 평균보다 고수온화된 현상이 연안쪽에 나타났지만 출하시기인 4월까지 전 수층의 저수온 현상이 나타나 미역 성장기간을 연장하는 셈이 되어 미역 생산량이 평균보다 조금 웃도는 결과를 가져왔다고 판단된다. 1993년의 2월과 4월의 St. 1의 수온 분포는 평균보다 0.5~1.0°C 높게 나타났다(Fig. 5). 이러한 고수온현상은 미역 성장에 악영향을 끼쳐 미역의 생산량은 평균보다 낮았다. 또한, 6월에 나타난 1.0~3.0°C 낮은 수온은 멸치군이 동해남부해역에 머물지 못하고 따뜻한 쓰시마 난류역으로 이동하여 멸치의 생산량이 평균보다 낮았다고 판단된다.

일반적으로 연안부근의 수심 30m 이천의 수온이 낮으면 낮을수록 미역 성장은 좋아지고(이와 손, 1993), 또 미역 엽체 성장도 좋아지는(김과 남, 1997)는 것으로 알려져 있다. 그러나 수온이 낮아지면 멸치의 난·자치어의 부화 및 성장기간이 길어지거나 늦어져 포식 어류에게 포식되어 생산량이 낮아져 자원의 감모현상이 나타난다(Harding, 1974). 따라서 이러한 경우에 멸치의 생산량은 감소하게 되고 수온이 적당히 맞으면 생산량이 증가하게 된다. 임과 옥(1977)에 의하면 멸치의 최적 산란수온이 멸치의 산란시기와 그 이후의 성장기와 적절히 조화를 이루면 어획량이 많아져서 호황을 이룰 것이고 그

렇지 않으면 어황이 나빠질 것이라고 생각된다.

멸치 생산량이 평균보다 높고 미역은 그 보다 낮은 2001년(Case 3)과 이와 반대 즉, 멸치는 생산량이 평균보다 낮고 미역은 높은 2000년(Case 4)의 수온분포를 비교해 보았다.

2001년의 2월은 St. 1의 연안역이 13°C 이하의 저수온이었고, Anomaly도 전체적으로 평균보다 0.5°C 낮은 수온 분포를 나타내어 미역 생산량의 증가를 예상할 수 있으나 반대로 생산량은 평균보다 낮았다(Fig. 6). 이와 같은 현상은 미역이 성장하는 4월의 수온이 평균보다 0.5~1.5°C 높게 형성되어 미역의 성장에 부적합한 환경을 초래하게 되어 평균보다 낮은 미역 생산량이 나타났다고 판단된다. 그리고 멸치의 산란 시기인 4월과 성장 시기인 6월의 Anomaly를 보면 4월은 전체적으로 0.5~1.5°C 높은 값을 보였으며 6월도 전 수층에서 0.5~2.0°C까지 높았다. 이 시기의 고수온 현상은 멸치군이 동해남부해역에 오래도록 머물 수 있는 환경을 조성하게 되고 멸치 어획 기회를 연장하는 효과를 가져와 멸치 생산량이 평균보다 높게 나타났다고 생각 할 수 있다.

한편, 2000년의 4월 및 6월의 Anomaly를 보면(Fig. 7) 2001년과 반대의 현상이 나타남을 볼 수 있다. 먼저 멸치 산란 시기인 4월은 전체적으로 평균보다 0.5°C 낮은 저수온 현상이 나타났으며, 산란 및 자·치어 생존, 즉 생잔율이 저하 될 것으로 예상되며, 성장 시기인 6월의 Anomaly를 보면 St. 2 근처의 표층에서는 1.0°C 이상의 값을 보이거나 수심 10~60m 사이에는 평균보다 0.5~2.0°C의 낮은 저수온 현상을 보였다. 이러한 저수온 현상은 멸치군이 연안역에 머물지 못하고 보다 따뜻한 쓰시마 난류역으로 찾아가게 된다. 즉 연안에서 멸치 어군의 체류기간이 짧아져서 그 생산량이 감소하였으리라 생각되며, 이와는 반대로 미역의 경우에는 표층의 저온 현상이 오히려 성육에 좋은 결과를 가져왔다고 볼 수 있다.

김(2004)에 의하면 남해 연안역의 수온이 높은 경우에는 멸치 생산량은 증가하나 김의 생산량은 감소하는 반면, 수온이 평균보다 낮은 경우에는 멸치 생산량은 감소하고 김 생산량은 증가하는 경향으로 나타났다. 이러한 현상은 멸치와 김의 생산량이 모두 수온과 깊은 관련이 있는 것은 본 결과와 동일하게 나타났다.

그러나 수온자료만으로 이들의 생산량의 변동을 결정짓는 것은 무리가 있으며 생산량 변동 패턴을 구체화하고 염분, 용존산소, 영양염 및 조류나 해류 등과 같은 해황인자와 강수량(하천 유출수량), 기온, 기압, 바람 등과 같은 기상자료를 포함한 다각적인 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 5. 결론

한국 동해남부해역에서 생산되는 멸치와 미역의 각 Case별 생산량은 이 해역의 수온과 가장 밀접하게 관련 되어 있음을 알 수 있었다.

멸치 및 미역의 생산량이 모두 높은 경우인 Case 1(2005년)

의 수온과 Anomaly를 보면 4월에 나타난 표층 수온의 저수온화 현상이 미역 생장에 호영향을 주어 생산량이 증가하였고, 6월에 나타난 고수온화 현상은 멸치의 성장에 호영향을 주어 멸치 생산이 증가한 것으로 판단된다. 이와는 반대로 멸치 및 미역의 생산량이 모두 낮은 Case 2(1993년)의 4월에 수온의 고수온화가 미역 생장에 악영향을 주었으며, 또한 6월에 나타난 저수온화 현상은 멸치 어장 형성에 악영향을 주어 멸치 및 미역의 생산량이 모두 평균보다 낮았다.

멸치 생산량은 높고 미역 생산량은 낮은 경우인 Case 3(2001년)의 4월과 6월에 표층 수온은 평균보다 높게 나타났다. 이러한 고수온현상은 미역의 성장에는 악영향을 미쳐 생산량이 평균보다 낮았으며, 멸치 어장형성에는 호영향으로 멸치 생산량은 증가한 것으로 생각한다. 그리고 멸치 생산량은 평균보다 낮고 미역 생산량은 높은 경우인 Case 4(2000년)의 수온분포를 보면, 4월과 6월에 표층의 저수온현상이 나타났다. 저수온현상은 미역이 성장하기에는 적합한 환경을 제공하였지만, 멸치 어장 형성에는 부적합한 환경이 되어 멸치의 생산량이 평균보다 감소한 것으로 판단된다.

이상과 같이 4월의 수온이 평균보다 저수온일 경우에는 미역 생산량은 증가하고, 고수온일 경우 미역 생산량은 감소하였다. 그리고 6월의 수온이 평균보다 고수온일 경우에는 멸치 생산량은 증가하고, 저수온일 경우 멸치 생산량은 감소하는 경향으로 분석되었다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국립수산물과학원(1990~2007), 한국해양자료센터 정선 해양관측자료. [<http://kocd.nfrdi.re.kr/home/kor/main/index.php>]
- [2] 국립수산물진흥원(1988), 양식미역의 병충해실태와 대책(바늘구멍병 중심으로), 수산기술지, 제24권, pp. 5-14.
- [3] 김성철, 류호영, 박영조, 손용수(1999), 양식산 쇠미역, *Costaria costata*의 수심별 성장비교, 국립수산물진흥원연구보고, 제56권, pp. 101-109.
- [4] 김영식, 남기완(1997), 한국산 미역 배우체의 성장과 성숙에 대한 온도 및 광반응, 한국수산학회지, 제30권 제3호, pp. 505-510.
- [5] 김진영(1983), 한국 남해 및 서해 연안 해역에서 멸치 난 자어의 분포, 부경대학교 석사학위논문, p. 32.
- [6] 김진영(1992), 韓國 남해 멸치, *Engraulis japonica*의 初期生活史와 加入, 부경대학교 박사학위논문, p. 140.
- [7] 김진영, 김주일(1991), 한국 남해안 멸치의 난·치어 밀도와 가입, 국립수산물진흥원연구보고, p. 45.
- [8] 김진영, 최영민(1988), 멸치, *Engraulis japonica* 卵·稚魚의 鉛直分布, 한국수산학회지, 제21권 제3호, pp. 139-144.
- [9] 김현주(2004), 한국남해동부해역에서 수온이 멸치와 김 생산에 미치는 영향, 부경대학교 석사학위논문, p. 74.
- [10] 김형근, 이승복, 김영환, 손철현(1999), 고리 원자력발전소 주변 양식미역의 성장과 수확, 한국수산학회 1999년도 춘계 수산관련학회 공동학술대회 발표요지집, pp.275-276.
- [11] 박중화, 이주희(1991), 멸치 기선권현망의 어장형성과 어장변동에 관하여, 한국어업기술학회지, 제27권 제4호, pp. 238-246.
- [12] 이금열, 손철현(1993), 同一 養殖場에서 成長된 미역의 品種間 形態의特性和 養殖效果, 한국수산학회지, 제6권 제2호, pp. 71-87.
- [13] 임주열, 옥인숙(1977), 한국근해에 있어서 멸치 난·자어의 출현 분포에 관한 연구, 국립수산물진흥원 연구보고, 제16권, pp. 73-85.
- [14] 조규대, 홍철훈, 이규형, 윤종휘, 양성기, 최용규, 김동선, 조광우, 김해동, 김상우(2005), 알기쉽게 풀어 쓴 물리해양학, 부경대학교 출판부, pp. 165-167.
- [15] 추효상, 김동수(1998), 한국 남해의 대마난류 변동이 멸치 난·자어의 연안역 수송에 미치는 영향, 한국수산학회지, 제31권 제2호, pp. 226-244.
- [16] 통계청(1969~2007), 어업생산통계시스템, 사회통계국 농업통계과. [<http://fs.fips.go.kr/main.jsp>]
- [17] 해양수산부(2005), 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장, 국립수산물과학원, pp. 112-118.
- [18] Harding(1974), Sea Fisheries Research. Elek Science, London, pp. 55-66.
- [19] Lee, J. C. and J. Y. Na(1985), Structure of upwelling of the Southeast coast of Korea, J. Oceanogr. Soc, Korea, Vol. 20, pp. 6-19.

원고접수일 : 2010년 04월 28일  
 원고수정일 : 2010년 05월 28일 (1차)  
 : 2010년 06월 21일 (2차)  
 게재확정일 : 2010년 06월 24일