

# 부산연안해역의 환경이 멸치와 미역의 생산량에 미치는 영향

김치현\* · 김성현\*\* · 조규대\*\*\* · 김동선\*\*\*\*

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

## Effect of Environment of Catches of Anchovy and Sea Mustard in Busan Coastal, Korea

Chi Hyun Kim\* · Sung Hyun Kim\*\* · Cu Dae Cho\*\*\* · Dong Sun Kim\*\*\*\*

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

\*\*\*Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

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

요 약 : 부산연안해역의 멸치와 미역의 생산량(1990~2007)의 연변동을 규명하기 위하여 대한해협 및 해협 관측 자료(1990~2007)로 수온과의 관련성을 살펴보았다. 멸치와 미역 생산량 모두 해마다 변동은 있으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였으며 수온약층 이천에서 평년보다 높은 수온이 나타날 때 멸치의 생산량은 증가하고 미역의 생산량은 감소하다. 한편 수온약층 이십에서 평년보다 낮은 수온이 나타날 때 멸치의 생산량은 감소하고 미역의 생산량은 증가하는 경향으로 분석되었다.

핵심용어 : 멸치, 미역, 수온약층

ABSTRACT : Water temperature data of National Fisheries Research and Development Institute[NFRDI] during periods of 1990 to 2007 were analyzed to investigate the effect of the water temperature on catches of anchovy and *Undaria Pinnatifida* in coastal of Busan, Korea. Our findings indicated that the catches of anchovy and *Undaria Pinnatifida* were controlled by various oceanographic conditions, mainly water temperature. The appearance of warmer water at stratification above depth, higher anchovy catches and cooler water at stratification below depth, higher *Undaria Pinnatifida* production.

KEYWORD : anchovy, *Undaria Pinnatifida*, Stratification

### 1. 서 론

멸치와 미역의 주 해역인 동해남부는 해양학적으로 연안 용승과 동해남부로 유입되는 쓰시마난류(對馬暖流)에 영향을 바로 받는 해역이다. 쓰시마 난류는 쿠로시오의 분지가 제주도 남쪽해역에서 동북향 쪽으로 전향하여 대한 해협을 지나 우리나라 동해로 흐르는 난류이다. 이 난류는 한반도 동쪽연안을 따라 계속 북상하여 동한난류가 되며 동해 외해 측에서는 이 난류와 북한 연안을 따라 남하하는 북한한류와의 사이에 전선을 형성한다. 동해남부 해역에서 쓰

시마난류는 남해안 연안에 접근 또는 이안 등의 계절 및 연(年) 변화를 보이고, 또, 한국 남해 연안수와의 사이에서 형성되는 전선이 어황에 크게 영향을 미친다.

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

멸치 어장도 앞에서 언급한 바와 같이 쓰시마 난류의 한국 연안의 접근 또는 이안 등에 따라서 어황에 크게 좌우하게 된다. 박과 이 (1991)는 기선권현명 어장을 대상으로 수온 변동과 어황 변동과의 관계를 분석하였는데 어장의 해양환경 중 특히 수온에 의해 크게 영향을 끼친다고 하였다. 추 등(1998)은 남해해역에서 멸치 난·자어의 수송과 쓰시마난류와의 관계를 쓰시마 난류에 형성되는 warm

\* 비회원, kijangbada@hanmail.net 051)629-7071

\*\* 비회원, kenta81@pknu.ac.kr 051)629-7071

\*\*\* 정회원, cdcho@pknu.ac.kr 051)629-7071

\*\*\*\*중신회원, kimds@pknu.ac.kr 051)629-7374

streamer 와 소형 warm eddy 에 의해 난·자치어가 연안 전선의 내측에 다량으로 수송된다고 하였다.

쓰미나 난류의 연안으로 접근과 이안 등에 따른 수온의 변화는 미역 생산량에도 영향을 줄 수 있다. 미역은 한국 남해안과 동해 남부해역에서 많이 생산되며, 수산 양식업 중에서 단일 양식품종으로서 그 가치가 대단히 높다. 미역에 관해서는 김 등(1994)은 양식산 쇠미역 (*Costaria costata*)의 유엽기(1월)부터 성숙기(6월)까지 양식 해역의 수온이 9.1~12.8℃ 였으나, 염장은 10℃ 전후에 가장 성장이 좋고, 수심별로는 표층이 가장 성장이 좋으며 깊어질수록 좋지 않았다. 이와 손(1993)은 두 종류의 미역 양식종에 대한 품질을 비교하였다. 미역의 성과 해역에 관한 연구는 거의 없는 상태였다. 따라서 기온 강하기인 겨울철에 생산되는 김에 관한 연구자들의 성과를 보기로 하였다. 김에 관한 연구는 이(1988), 홍 등(1987), 이(1992), 장 등(1983)은 수온, 기온 등 양식장 환경이 김 생산에 영향을 미친다고 하였으며, 정(1986)은 한국과 일본의 김 양식장의 환경 특성과 생산에 대해 비교한 바 있다.

임과 옥(1977)에 의하면 일반적으로 멸치는 최적 산란 수온이 17~22℃, 최적 서식 수온이 13~23℃라고 하였다. 그리고 김과 남(1997)에 의하면 미역의 성숙한 엽체의 성장에 적합한 수온은 북향형은 12℃보다 낮은 5℃(광도가 60  $\square \square \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  이하), 온도 17℃ 이상(광도가 60  $\square \square \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  이상)가 적합하였으나, 대체로 5~10℃가 최적 조건이라고 하였다. 따라서 미역의 생명이 성장하는 겨울에 해수 수온이 이상 고온 현상을 나타내거나 또는, 원자력·화력 발전소 등의 온배수 확산역에 영향을 받게 되면 정상적인 성장을 기대하기 어렵게 된다. 그러므로 멸치는 어장의 수온이 높을 때, 미역은 성장기에 수온이 평년보다 낮을 때 좋은 어획량과 작황을 이룰 것이다. 이러한 어장의 수온 변화는 앞에서 언급한 쓰시마난류의 연안에 접근 및 이안 현상에 크게 좌우 될 것으로 예상된다. 따라서 이들 수괴들의 상호작용에 의해 일반적으로 동해남부 해역의 평균 수온은 평년에 비해 높거나 낮거나 하는 변동을 보인다.

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 20m 까지의 수온이 12℃보다 높거나 낮은 정도에 따라 작황에 크게 영향을 미치게 된다. 또한, 멸치의 경우는 최적산란수온에 따라 난의 밀도가 높아지면 자어의 밀도도 비교적 높게 되지만, 특정한 해에는 이러한 경향을 보기 어렵다고 하였다(김 등, 1991).

따라서 본 논문에서는 멸치와 미역의 생산량의 연(年)변동과 해역의 수온과의 관련성을 명확하게 규명할 필요가 있다. 또한 수온의 변동이 기온의 변동과 어떠한 관련성이 있는가를 살펴보기로 하였다.

따라서 본 논문에서는 멸치와 미역의 생산량의 연변동과

해역 수온과의 관련성을 명확하게 규명할 필요가 있다. 이를 위하여 대한해협을 해양 관측 자료로 해황변동이 미역 작황과 멸치 어획과 어떤 관계가 있는가를 검토하였다

## 2. 자료 및 방법

### 2.1 연구해역 및 자료

연구해역인 동해남부에서 수온 자료는 국립수산과학원의 정선해양관측자료(국립수산과학원, 1990~2007년)를 이용하였다. 수온관측점의 위치는 Fig. 1에 나타냈으며 각 숫자는 국립수산과학원의 정선을 나타낸다. 정선해양관측자료에서 수온은 자료채집수심(m)에서 CTD 또는 전도온도계를 사용하여 격월(2월, 4월, 6월, 8월 12월)로 측정된 것을 종래의 수온관측수심에 따른 깊이에 맞추어 사용하였다. 그리고 연안정지관측자료 중 부산연안해역에 근접한 기장 정점의 월별 수온 자료(1990~2007년)를 사용하였다.

동해 남부의 멸치 및 미역의 생산량은 어업생산통계시스템(<http://fs.fips.go.kr/main.jsp>; 1990~2007년)의 일반 해면어업 어업별 어종별 생산량 및 천해양식어업 지방별 어종별 생산량 자료를 각각 사용하였다. 이 중에서 부산의 멸치 및 미역의 생산량 자료는 1990~2007년의 것을 사용하였다.

본 논문에서는 207 line의 수온 자료를 사용하여 멸치와 미역 생산량과의 관계에 대해 분석하였다.

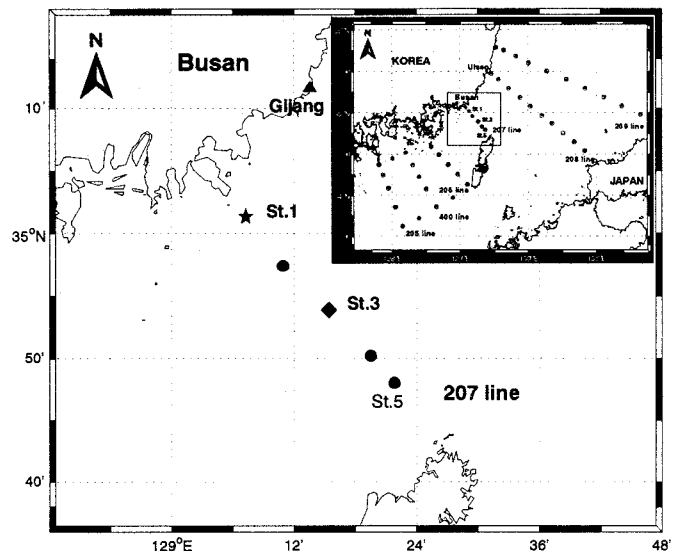


Fig. 1. Location of the oceanographic stations in eastern part of South Sea of Korea. Numerals represent the observation lines.

### 2.2 자료분석

부산연안 해역의 멸치와 미역 생산량 자료를 이용하여 지난 약 20년간(1990~2007년) 멸치와 미역 생산량의 연도별 변동을 분석하였다.

정선해양관측자료를 사용하여, Fig. 1의 동해남부해역에서 207선의 평균 단면도를 작성하여 수온 약층의 수심을 확인하였고, 연안역에 영향을 끼칠 수 있는 정점 207-01(★)과 동해 저층냉수의 유입역의 정점 207-03(◆)을 각각 선정하여 수온의 누년 및 월별 변화를 살펴보았다. 그리고 연안정지관측자료를 이용하여, 연안해역에 근접한 기장정점(▲)의 누년 및 월별 변화를 시계열로 작성하고 anomaly를 살펴보았다.

식 1을 사용하여 207선의 연도·수심별로 평균 수온의 anomaly를 구하여 연직단면도를 작성하였으며, 또한, 기장 연안정지관측 자료 중 수온의 월별 누년 평균을 구하여 anomaly를 구하였다. (식 1).

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

여기서,  $\square\square\square\square$ 은 anomaly,  $\square\square\square\square$ 는 각각 값,  $\square\square$ 를 누년 평균치를 나타낸다.

해황과 멸치 및 미역 생산량 변동을 토대로 하여, 멸치와 미역 생산량과의 관계 중 평균치 보다 멸치 및 미역 생산량이 둘 다 많은 해, 둘 다 적은 해, 멸치가 미역 생산량보다 더 많은 연관성 있는 해, 멸치가 미역 생산량보다 적은 연관성 있는 해로 나뉘었다. 이들 멸치 및 미역의 생산량 관계에 해당하는 해에 대한 해황을 비교·분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 멸치 및 미역의 생산량 변동

Fig. 1은 1990~2007년 부산해역에서 생산된 멸치 어획량과 미역 생산량의 누년변화를 나타낸 것이다. 미역 생산량은 4천~4만 MT 이었으며(92년의 6만 MT는 자료 확인이 불가하여 제외하였음), 가장 생산량이 적었던 해는 1994년의 약 5천 MT 이고, 가장 많았던 해는 05년의 약 4만 MT 이었다. 그 누년 평균생산량은 15,988 MT 이었다.

멸치 어획량은 3천~5만 7천 MT 이었으며, 가장 어획량이 적었던 해는 1992년 약 3천 MT 이고, 가장 많았던 해 2006년의 5만 7천 MT 이었으나 생산량의 이상할 정도로 생산량이 많아 통계 자료의 이상유무가 확인 되지 않아 이것을 제외하면 2006년의 3만 1천 MT이었다. 그 누년 평균 생산량은 19,908 이었다.

생산량 변동경향을 보면, 멸치와 미역 생산량 모두 해마다 변동은 있으나 전반적으로 점차 증가하는 추세를 보였다. 멸치와 미역 생산량은 대체로 1991년까지는 평균값보다 낮은 상태였으나 1995년부터 2000년까지는 평균상태를 유지하거나 약간의 변동을 보이지만, 그 이후로는 평균값을 상회하여 약 3만 MT 대로 증가한 상태에서 그 변동 폭도 심했다.

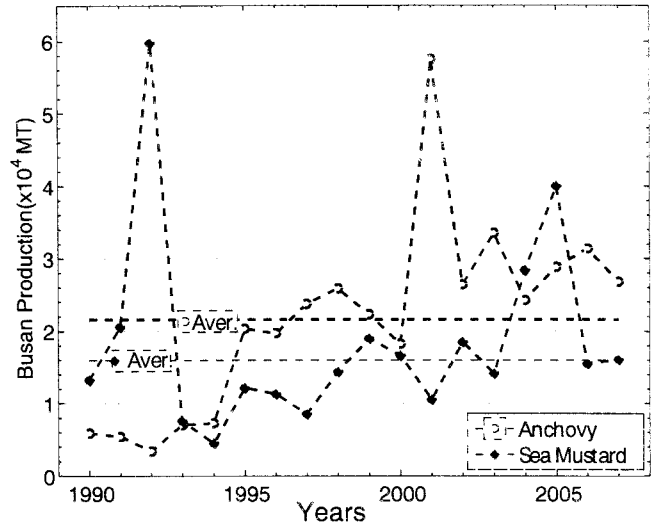


Fig. 1. Annual fluctuation of anchovy catches(-○-) and sea mustard production(-□-) in Pusan of Korea during 1990 to 2007.

또, 멸치와 미역 생산량을 비교해보면, 99년, 02년, 04년, 05년 이후에는 평년 생산량 보다 둘 다 많았고(case 1), 90년, 93년, 94년, 95년, 96년에 둘 다 평년 생산량 보다 적었으며(case 2), 01년, 03년에는 평년 생산량보다 멸치는 증가, 미역은 감소하는 역관계의 해이며(case 3), 92년, 00년에는 평년 생산량보다 멸치는 감소, 미역은 증가하는 역관계의 해(case 4)였다(Table. 1).

Table. 1. Cases of relation between production and 207 line water temperature

| Case | Anchovy       | Sea mustard   | Year |
|------|---------------|---------------|------|
| 1    | prosperity(↑) | prosperity(↑) | 2005 |
| 2    | depression(↓) | depression(↓) | 1993 |
| 3    | prosperity(↑) | depression(↓) | 2010 |
| 4    | depression(↓) | prosperity(↑) | 2000 |

#### 3.2 수온 연직분포

1990~2007년까지 207 line의 수심별 평균수온 연직분포를 Fig. 3에 나타내었다. 이를 이용하여 각 case별 anomaly를 계산하였다. 정선관측자료 중 1990~1998년은 St.1~St.5까지 있으나, 1999년 이후는 St.1~St.3의 자료만 존재하여 St.1~St.3까지 나타내었다.

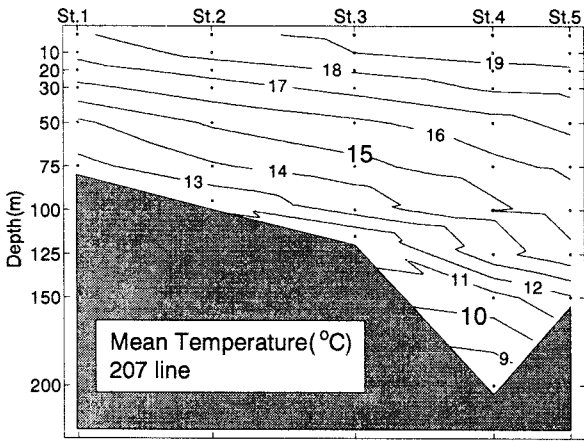


Fig. 2. Vertical distribution of mean water temperature along 207 line from 1990 to 2007.

3.2.1 멸치 및 미역 둘 다 평년치 보다 높을 때(case 1)

Fig. 3 은 멸치 및 미역 둘 다 평년치 보다 생산력이 높은 2005년의 연평균 연직수온 분포와 식 (1)에서 구한 anomaly를 각각 나타냈다.

연 평균 수온(a)을 보면 Fig. 2의 누년 평균수온분포와 비슷하나 누년 평균치보다 약간 수온이 높게 나타나고 있다. 즉 표면 St. 1에서 18 °C이나 외양으로 갈수록 수온이 높아져 St. 3에서는 19 °C 이상이 되어 있다. 연직으로는 St. 1의 75 m에서는 12 °C 이상이였으나 외해 쪽인 St. 3에서 13 °C 이하를 나타내었다.

따라서 부산 연안 쪽은 수온이 낮고 대마도 쪽은 높은 것으로 나타났다. 이러한 현상을 보다 상세하게 보면 그림(b)의 anomaly에서 전체적으로 -0.5 °C 이상의 따뜻한 수온단면에 St. 3의 50m 부근이 누년 평년값 보다 -1.0 °C 낮은 찬물이 있고 이것이 St. 1의 10~20 m 에까지 점차 온도가 높아지면서 확장되어 있다. 따라서 평년값 보다 -0.5 °C인 냉수가 St. 3의 50 m에서 St. 1 쪽으로 침투하여 표층과 저층을 분리하고 있는 형태의 분포를 보이고 있다.

그러므로 연안 측인 St. 1의 수심 10~30 m에서 평년값 보다 낮게 나타나 미역의 생산량이 증가한 것으로 추정되나 멸치 생산량의 증가는 수온이 높게 되어 멸치가 외해 쪽으로 떠나지 않고 연안역에 오래도록 남아 있었던 것이 복합적 요인에 의해 생산량이 증가 한 것으로 추정된다.

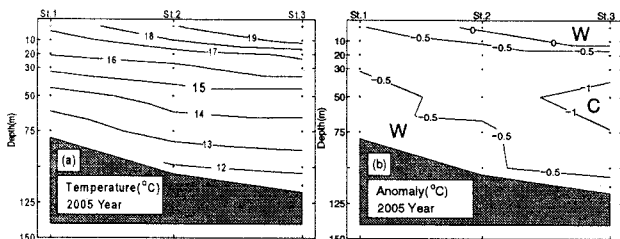


Fig. 3. Vertical distributions of water temperature(a) and anomaly(b) along the 207 line in 2005.

Fig. 4은 멸치 어획량과 미역생산량이 모두 평년치 보다 높았던(case 1) 2005년의 2·4·6월의 연직수온 단면도(좌측)와 anomaly(우측)를 각각 나타낸 것이다.

미역의 성장시기는 11월~2월이며 출하시기는 4~5월경이다. 이에 2005년 2월의 수온연직 분포를 보면 부산쪽인 St. 1의 수심 30 m 이심에서 St. 3의 저층으로 13 °C로 등온선이 형성되었고 외해역인 St. 2와 St. 3이 표층은 평년치 보다 1.0 °C의 높은 값이 출현하였다. 미역 생산량의 감소를 예상하였으나 40,068 MT로 평년치보다 높은 생산량을 보였다. 이러한 현상을 파악하기 위하여 부산연안역에 위치한 기상 정지관측 정점의 수온을 파악한 결과(Fig. 5) 2004년 11월~2005년 2월 까지 평균치 보다 고온현상을 발견할 수 있었다. 미역 성장시기에 고온현상이 나타났지만 미역 생산량이 높았던 것은 수온 외적인 복합적 요인에 의한 증가로 판단된다.

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월의 St. 1은 표층 수온은 12 °C 로 평년 보다 -1.0~0.5 °C 낮았다. 외해쪽인 St. 3의 표층은 수심 10 m 깊이 내에서 -1.0~1.0 °C 급격히 변화하는 것을 볼 수 있다.

이 시기에 연안으로 접근하여 산란을 하는 멸치가 표층의 수온이 평년 보다 낮아 멸치의 생산량이 적을 것으로 예상되나 멸치의 생육시기인 6월의 표층에서 평년 보다 높은 0.5 °C 이상의 고온현상이 나타나 2005년도의 멸치 생산량은 평년보다 조금 높은 28,875 MT의 생산량을 보였다.

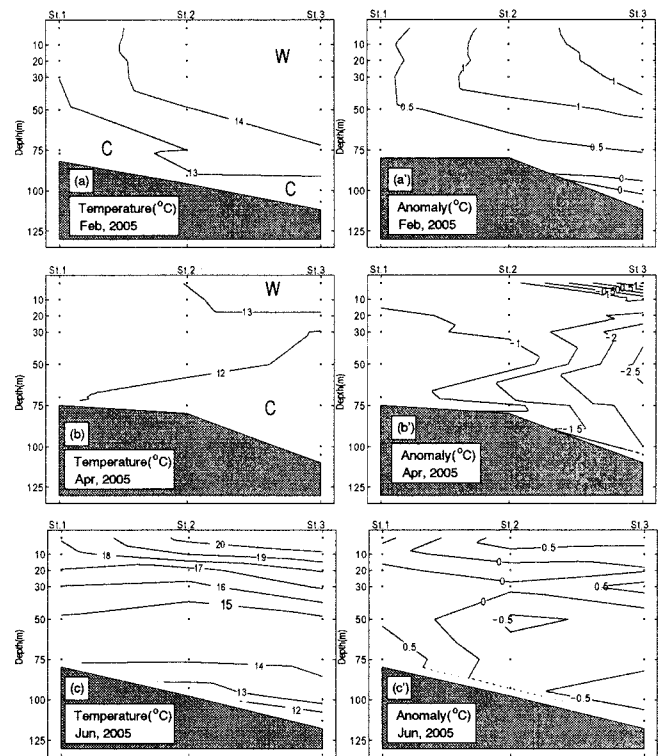


Fig. 4. Vertical distributions of water temperature(left) and anomaly(right) along the 207 line.

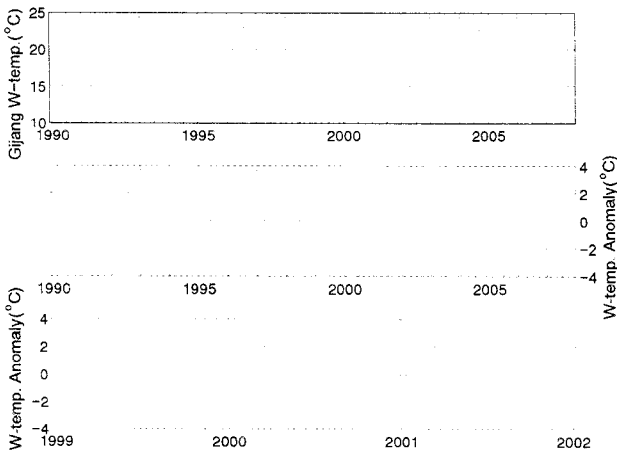


Fig. 5. Gijang station of coastal stationary observation monthly water temperature(°C; upper) and monthly anomaly(middle) from 1990 to 2007 and monthly anomaly((lower) during January, 1999 to December, 2001.

**3.2.2 멸치 및 미역 둘 다 평년치 보다 낮을 때(case 2)**

멸치 및 미역 둘 다 평년치 보다 생산력이 낮은 1993년의 연평균 연직수온 단면도와 연평균 수온에서 누년 평균값을 뺀 anomaly를 Fig 6.에 각각 나타냈다.

수온의 연직단면도(a)에서 보면 St. 1의 수심 10m와 St. 2의 수심 30 m로부터 시작하여 외양쪽으로 갈수록 수온이 17 °C 이상의 고온이다. 수온 약층 수심 30~50 m 사이의 15~17 °C 등온선을 따라 연안역의 St. 1에서 St. 5에까지 이어져있다. 그리고 St. 3의 수심 25m 깊이에서는 11 °C의 냉수가 해저를 향해 반동심원으로 되어있다. anomaly(b)를 보면 St. 3의 깊이 75 m 에는 0 °C 이상의 따뜻한 물이 연안측인 St. 1에서 외양측인 St. 5에 까지 띠모양으로 분포하고 있다. 이 저온수의 상하층에는 각각 -1.0 °C 이하의 찬물이 존재하고 있다.

멸치의 생산량은 전년(1992년) 보다는 증가한 7,075 MT 로 평균(21,579 MT) 이하의 생산량을 보이며 미역의 생산량은 전년(1992년 59,828 MT)에 비해 약 6배가 감소한 7,605 MT 이었다. 이러한 표층의 저온 현상 때문에 연안역 멸치군은 외양으로 이동하여 가므로 어획량이 감소하게 된다. 중층의 고온현상이 미역의 생산량 감소에 직접적인 원인인 것으로 추정 된다

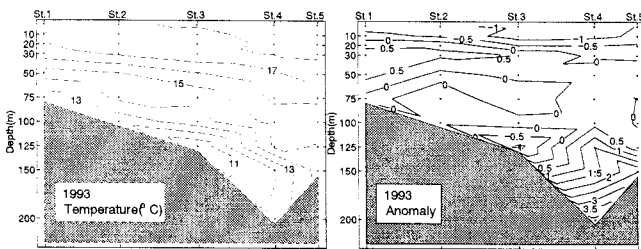


Fig. 6. Vertical distributions of sea water temperature(a) and anomaly(b) along the 207 line in 1993.

Fig. 7은 멸치 어획량과 미역생산량이 모두 평년치 보다 적었던(case 2) 1993년의 2·4·6월의 연직수온 단면도(좌측)와 anomaly(우측)를 각각 나타낸 것이다.

미역의 성장시기는 11월~2월이며 출하시기는 4~5월경이다. 이에 1993년 2월의 수온연직 분포를 보면 부산쪽인 St. 1의 평년값을 보이며, 외해쪽인 St. 3의 수심 50 m에서 0.5 °C 높게 나타났으면 저층에서는 1.0 °C 값을 보이며 서수도 저층인 St. 4의 저층에서는 1.0~3.5 °C의 높은 고온을 볼 수 있었다. 미역 생산량은 7,605 MT로 평년치보다 낮은 생산량을 보였다. 이러한 현상을 파악하기 위하여 부산연안역에 위치한 기장 정지관측점의 수온을 파악한 결과(Fig. 5) 1992년 11월~1993년 2월까지 평년치 보다 고온현상을 발견할 수 있었다. 미역 성장 시기에 고온현상이 나타났나 미역 생산량이 낮았던 것으로 판단되나 단지 수온 만으로 단정 짓기에는 무리가 있다.

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월의 St. 1은 표층 수온은 13~14 °C 로 평년 보다 0.5 °C 높았다. 외해쪽인 St. 3의 저층 75 m 부근에서 13 °C 의 핵(core)를 확인 할 수 있었다. 이 시기에 연안으로 접근하여 산란을 하는 멸치가 표층의 수온이 평년 보다 높아 멸치의 생산량이 높을 것으로 예상되나 멸치의 생육시기인 6월의 표층에서 평년 보다 낮은 -1.0~-3.0 °C 이하의 저온현상이 나타나 1993년도 멸치 생산량은 평년보다 낮은 7,075 MT의 생산량을 보였다.

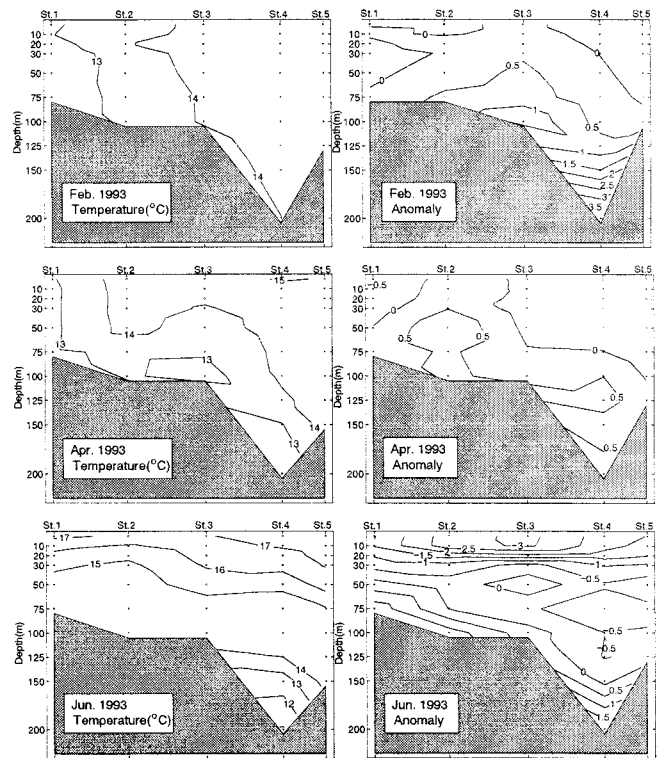


Fig. 7. Vertical distributions of water temperature(left) and anomaly(right) along the 207 line.

**3.2.3 멸치는 높고 미역은 평년치 보다 낮을 때(case 3)**

생산량이 멸치는 높고 미역은 평년치 보다 낮은 2001년의 연평균 연직수온 분포에서 누년 평균 수온을 사용하여 구한 anomaly를 Fig 8.에 각각 나타냈다.

연직단면도(a)에서 보면, St. 1의 표면은 18 °C 이하이나 외양측인 St. 3에서는 20 °C 이상이 된다. 그리고 연직으로 보면 St. 1의 수심 20 m 에서는 16 °C 이상의 고온수가 있으며 수심 40m 이심의 저층에는 모두 14 °C 이하의 저온수가 있어 다른 해에 비하여 약 2 °C 이상 고온화 되어 있는 셈이다. 수온 anomaly (b)를 보면 St. 2의 수심 50 m 에서는 -0.5 °C 의 생수가 St. 1의 표면에서 St. 3 수심 20 m 까지 핵(core) 형태로 분포하고 있다. 이 core의 상하측에는 평년값 보다 0.5~1.0 °C 이상의 고온화가 되어있다.

따라서 멸치의 생산량은 57,534 MT로 연구기간 중 평균보다(21,889 MT)가장 높게 나타났지만 미역의 생산량은 평균(16,000 MT)보다 낮은 10,592 MT 생산량을 보였다. 수온약층 이천에서 뚜렷한 고온현상이 나타나 멸치가 부산 연안역에 장기간 체류하게 되어 생산량은 증가하였고, 이러한 고온현상이 거꾸로 미역 생산량은 감소시킨 것으로 나타났다. 전반적으로 수온이 상승할 경우에는 멸치 생산량이 증가하였고 미역 생산량은 감소하는 특징을 나타내었다.

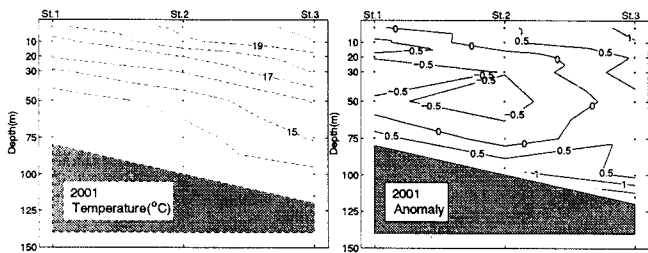


Fig. 8. Vertical distributions of sea water temperature(a) and anomaly(b) along the 207 line in 2001.

Fig 9.은 멸치의 어획량이 많고 미역 생산량이 평년치 보다 적은(case 3) 2001년 2·4·6월의 연직수온 분포와 2·4·6월의 수온에서 각월의 평균(1990~2007)을 뺀 anomaly를 각각 나타낸 것이다.

미역의 성장시기는 11월~2월이며 출하시기는 4~5월경이다. 이에 2월의 수온연직 분포를 보면 전수심에서 13 °C로 형성되었고 저층에서는 평년치 보다 -1.5~0.5 °C의 낮은 값이 출현하였으며, 외해역인 St. 3 표층은 14 °C로 평균 값을 보였다. 미역 생산량의 증가를 예상하였으나 10,592 MT로 평년치 보다 낮은 생산량을 보였다. 이러한 현상을 파악하기 위하여 부산연안역에 위치한 기상 정지관측점의 수온을 파악한 결과(Fig. 5) 2000년 11월~2001년 2월까지 평년치 보다 고온현상을 발견할 수 있었다. 외해역 보다 연안역에서 성장하는 미역이 성장시기에 연안역의 고온현상으로 낮은 생장이 제약받아 생산량이 나타났다고 생각된다.

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월의 표층 수온은 14~15 °C로 평년보다 0.5~1.0 °C 높았다. 이 시기에 연안으로 접근하여 많은 산란이 이루어졌다고 예상된다. 멸치의 생육시기인 6월은 전 수심에서 고온현상이 나타났으며, 특히 표층에서 평년보다 1.0~1.5 °C 높게 형성되었다. 이로 인하여 2001년도의 멸치 생산량은 조사기간 중에 가장 높은 57,534 MT의 생산량을 보였다.

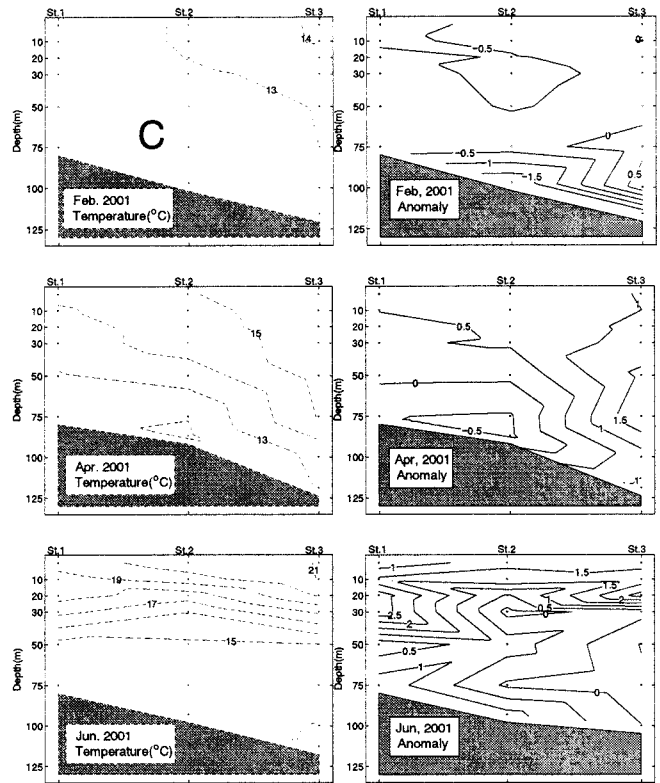


Fig. 9. Vertical distributions of water temperature(left) and anomaly(right) along the 207 line.

**3.2.4 멸치는 낮고 미역은 평년치 보다 높을 때(case 4)**

멸치의 어획량은 낮고 미역의 생산량은 평년치 보다 높은 2000년의 연평균 연직수온 분포에서 누년 평균 수온을 뺀 anomaly를 Fig 10.에 나타냈다.

Fig. 10의 (a) 부산연안측 St. 1에서 외양측의 St. 3의 표면 수온은 17~19 °C 로서 이는 수심 10 m 까지 이어지고 있다. 수심 30 m 이심에서부터 15 °C를 중심으로 약층을 형성하고 있으며 이는 St. 1부터 st. 3 ( 10 °C) 에 이르기까지는 하층인 저층으로 갈수록 저온화되어 있다. 특히 St. 1의 75 m 깊이에는 15 °C 의 따뜻한 물이 존재하며 다른 해에 비하여 연안측이 높고 외해측인 St. 2, St. 3에서 극히 저온을 나타내고 있다. Fig. 12의 (b) anomaly를 보면 St. 1의 표면은 -0.5 °C 로 저온화 되어있고 외양인 St. 3 에서는 평년값을 나타내고 있으며, 전 정점의 10~20 m 깊이에서는 0.5 °C 의 저온화가 2000년보다 뚜렷하다. 그러나 St. 1의 수심 75 m 와 St. 2의

수심 50 m 깊이에서 2.5 °C, 0.5 °C 이상의 고온화가 각각 일어나고 있으며, St. 3의 수심 100 m에서 평년값 보다 무려 -2.5 °C 나 낮은 냉수가 존재하고 있다.

멸치 생산량 18,258 MT로 평균(21,579 MT)보다 낮은 반면, 미역 생산량은 16,674 MT로 평균(16,000 MT) 보다 조금 높게 나타났다. 이는 St. 1의 부산측 수온이 평년값 보다 낮아 멸치가 외해로 밀려나가고 반대로 미역은 저온화로 평년치보다 성장에 좋은 영향을 끼친 것으로 보인다.

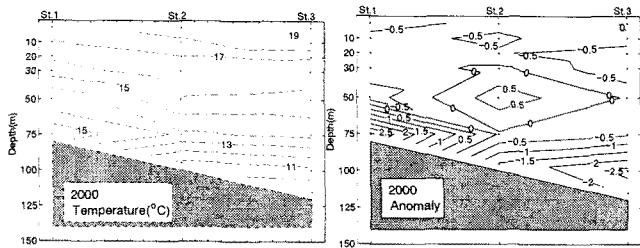


Fig. 10. Vertical distribution of water temperature(°C; left) and anomaly(right) along the 207 line in and 2000.

Fig. 13은 멸치 어황은 적고 미역 생산량은 누년 평균치 보다 생산력이 많은(case 4) 2000년의 2·4·6월의 연직수온 분포와 2·4·6월의 수온에서 각월의 평균(1990~2007)을 뺀 anomaly를 각각 나타낸 것이다.

미역의 성장시기는 11월~2월이며 출하시기는 4~5월경이다. 이에 2000년 2월의 수온연직 분포를 보면 St. 3 저층 부분을 제외한 전수심에서 13 °C로 형성되었고 미역 성장 적정수온과 유사하게 나타났다. 미역의 생산량은 16,674 MT로 평균(10,600 MT)보다 조금 높게 나타났다. 이에 가장 정지관측점의 수온을 파악한 결과(Fig. 11) 1999년 11월과 12월은 평년치보다 낮으며, 2000년 1월과 2월은 평균치 보다 고온현상을 발견할 수 있었다. 일시적으로 발생한 고온현상으로 미역의 생산량이 평년보다 조금 웃도는 결과가 나왔다.

멸치의 산란시기인 4월의 수온은 전수심에서 -0.5 °C 감소하였고, 이로 인해 평년보다 멸치의 산란이 감소할 것으로 예상되며 6월의 수온을 보면 St. 3의 저층 7.0 °C, 표층 19 °C로 분포가 넓게 나타났다. 이에 anomaly를 보면 전 수심에서 음(-)의 값이 강하게 나타난 것을 볼 수 있으며 저층에서는 -4.0 ~ -5.0의 큰 값이 존재하였다. 이러한 저온현상에 따른 멸치의 생산량을 살펴보면 18,258 MT로 평년(21,579 MT)보다 낮게 나타났다.

수온약층 이전 수온이 평년보다 높은 경우에는 멸치 생산량은 증가하고 미역의 생산량은 감소하는 반면, 수온약층 이심 수온이 평년보다 낮은 경우에는 멸치생산량은 감소하고 미역 생산량은 증가하는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.

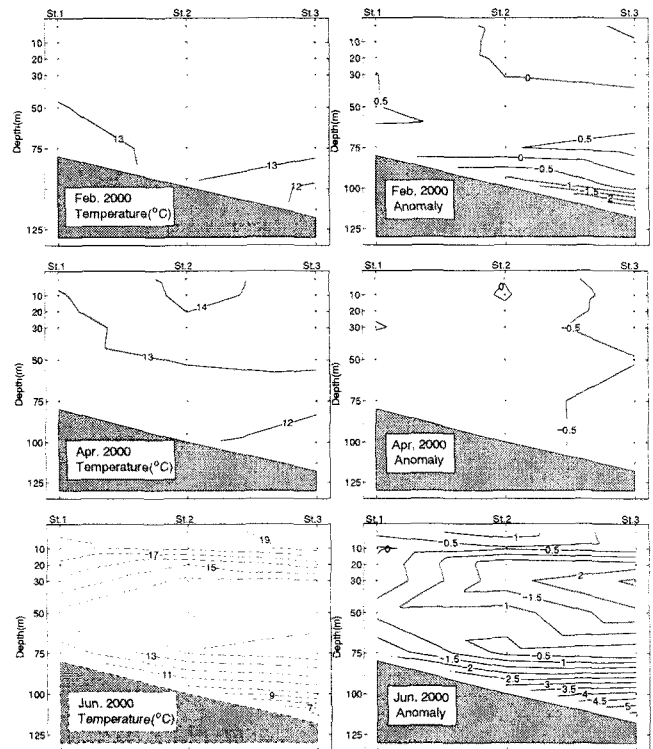


Fig. 11. Vertical distributions of water temperature(left) and anomaly(right) along the 207 line.

#### 4. 결 론

부산연안해역의 멸치와 미역의 생산량의 연변동을 규명하기 위하여 수온과의 관련성을 살펴보았다. 이를 위하여 대한해협의 해양 관측 자료로 해황변동이 미역 작황과 멸치 어황과 어떤 관계가 있는가를 검토하였다.

멸치와 미역의 생산량이 많았던 경우(case 1), 2005년 평균 수온의 표층은 평년치 보다 anomaly가 0.5°C 높게 나타나고, 그 이심에서는 anomaly가 -0.5°C로 미역의 생산량이 증가한 것으로 추정되나 멸치 생산량의 증가는 수온 외적인 멸치 내유량 증가 등의 요인이 복합적으로 작용한 것으로 추정된다.

멸치 생산량이 많았던 경우, 멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월에 표층의 수온이 14~15°C를 유지하였으며, 평년보다 약층 이전 수온 anomaly가 0.5~1.0°C인 경우였다. 멸치의 생육시기인 6월은 전 수심에서 고온현상이 발견되고, 특히 표층에서 평년보다 1.0~1.5°C 높게 형성되었던 2001년도의 멸치 생산량은 조사기간 중에 가장 높은 57,534 MT의 생산량을 보였다.

미역 생산량이 많았던 경우, 미역의 성장시기에 중요한 2월의 경우 미역의 최적수온인 12°C에 가까울수록 미역의 생산량이 증가하였다. 2000년 미역 생산량은 16,6674 MT로 평균(16,000 MT)보다 조금 높게 나타났다. 연평균 수온의 anomaly는 표층은 평년값은 저층은 -2 ~ -0.5°C로 낮게 나

타났다. 기장 정지관측점의 자료 파악한 결과 1999년 11월과 12월은 평년치보다 낮으나, 2000년 1월과 2월은 평균치보다 고온현상이라 시기적으로 발생한 고온현상으로 미역의 생산량이 평년보다 조금 웃도는 결과가 나왔다.

본 연구에서 전체적으로 수온이 평년보다 높은 경우에는 멸치 생산량은 증가하나 미역의 생산량은 감소하는 반면, 수온이 평년보다 낮은 경우에는 멸치생산량은 감소하고 미역 생산량은 증가하는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김진영, 1983. 한국 남해 및 서해 연안 해역에 있어서 멸치 난자어의 분포. 부경대학교 대학원 이학 석사 학위 논문, pp32.
- [2] 한국해양연구소, 1997. 남해 대륙붕 물질순환과 생지화학 환경연구.
- [3] 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.
- [4] 김진영, 최영민, 1988. 멸치, *Engraulis japonica* 란. 치어의 수직분포. 한국수산학회지, vol.21[3], 139~144.
- [5] 박종화, 이주희, 1991. 멸치 기선권현망의 어장형성과 어장변동에 관하여. 한국어업기술학회지, 27[4], 238~246.
- [6] 추효상, 김동수, 1998. 한국 남해의 대마난류 변동이 멸치 난. 자어의 연안역 수송에 미치는 영향. 한국수산학회지, vol. 31[2], 226~244.
- [7] 김성철, 류호영, 박영조, 손용수, 1994. 양식산 쇠미역, *Costaria costata*의 수심별 성장비교.
- [8] 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, vol6(2), 71~87.
- [9] 이기탁, 1988. 낙동강 하구의 김생산과 환경요인과의 관계, 부경대학교 대학원 수산학 석사 학위 논문, pp32.
- [10] 홍재상, 송춘복, 김남길, 김종만, 허형택, 1987. 광양만의 김 생산과 양식장 환경과의 관계에 대하여. 한국수산학회지, 20[3], 237~247.
- [11] 이수택, 1992. 김 양식 생산에 미치는 기상요인에 대하여- 부산 경남지방을 중심으로- 부경대학교 최고경영관리자 논문집[8], 290~298.
- [12] 장선덕, 진평, 박기영, 1983. 양식 김의 광합성에 미치는 수온, 염분 및 부니의 영향. 한국수산학회지, 16[4], 335~340.
- [13] 정상화, 1986, 한.일의 김양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교 연구. 수진연구보고[37], 31~178
- [14] 임주열, 옥인숙, 1977. 한국근해에 있어서 멸치 난자 치어의 출현 분포에 관한 연구, 국립수산과학원 수진연구보고, vol. 16, 73~85.
- [15] 김진영, 김주일, 1991. 한국 남해안 멸치의 난. 치어 밀도와 수진연구보고, vol. 45.
- [16] 국립수산과학원, 1990~2007, 해양관측자료 정선해양관측자료, 한국해양자료센터. [http://kodc.nfrdi.re.kr/home/kor/main/index.php]
- [17] 통계청, 1990~2007, 어업생산통계시스템, 사회통계국 농업통계과. [http://fs.fips.go.kr/main.jsp]
- [18] 국립수산과학원, 1990~2007, 해양관측자료 연안정지관측자료, 한국해양자료센터. [http://kodc.nfrdi.re.kr/home/kor/main/index.php]