

<단보>

멸치의 산란기 수온이 어획량에 미치는 영향

이충일\* · 장이현<sup>1</sup> · 박성은<sup>1</sup>  
강릉원주대학교 해양생명공학부, <sup>1</sup>국립수산과학원

Influence of Water Temperature During the Main Spawning Period on Anchovy Catch

Chung Il LEE\* · Lee-Hyun JANG<sup>1</sup> and Sung Eun PARK<sup>1</sup>

Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea  
<sup>1</sup>National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

The water temperature from 1980 to 2000 and the anchovy catch from 1990 to 2000 in the southeastern portion of the South Sea of Korea were used to illustrate the influence of water temperature on the catch of the anchovy, *Engraulis japonica*. 1993 and 1998 were selected as poor and good fishing years therefore, the horizontal and vertical distribution of water temperature and catch per unit effort in these years was compared. When the anchovy catch was lower, the water temperature at 10 m was also about 0-2°C lower than during a normal year, which resulted in the formation of a weak thermocline. Conversely, when the anchovy catch was higher, the water temperature at 10 m was 0-2°C greater than during a normal year, which resulted in the formation of a strong thermocline at around 20 m.

Key words: Anchovy, South Sea of Korea, Spawning period, Thermocline, Water temperature

서론

최적 서식수온이 13.0-23.0°C (Im and Ok, 1977; NFRDI, 2005)로 수온이 높은 환경을 선호하는 멸치 (*Engraulis japonica*)는 우리나라의 주요 어업자원이며, 해양생태계 먹이사슬의 중간 단계에 위치한다 (Kim, 1992). 주 산란장 및 자치어의 성육장은 남해 연안역에 위치한다 (Kim, 1983).

멸치의 주 생산해역인 남해는 리아스식 해안으로 해양생물의 산란장 및 자치어의 성육장으로서 유리한 점을 가진다. 또한 남해는 해양학적으로 복잡한 환경을 보이는 천해역으로서 해양생물 분포에 영향을 미치는 쓰시마난류, 한국 남해연안수와 황해 난류의 영향을 받고 있다 (Kim, 1983; Choo and Kim, 1988). 이러한 수괴의 확장과 소멸 등에 따른 해양환경의 변동은 남해를 주 서식해역으로 하는 멸치의 생산량 변동에 큰 영향을 미칠 수 있다 (Lee and Kim, 2007).

멸치는 산란 후 약 2개월 전후부터 어장에 가입되며 (Kim and Kim, 1986) 멸치의 연간 생산량은 그 해의 산란과 가입량 정도에 의해 결정될 수 있다 (Ricker, 1954; Nakata, 1991). 따라서 산란기의 환경변화가 멸치 자원량 및 어획량에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 지금까지 멸치에 관한 연구는 주로 수온이 멸치 어장의 주 형성시기, 어장의 시공간적인 분포, 멸치의 초기 생활사, 난(eggs)과 자어(larvae)의 성장에 미치는 영향 등에 초점을 두었다 (Im and Ok, 1977; Kim, 1983; Kim and Choi, 1988; Park and Lee, 1991; Kim, 1992).

본 연구에서는 멸치의 주 어장이 형성되는 남해 동부해역에

서 멸치의 주 산란기인 4월과 6월의 수온 변화가 멸치의 어획량에 미치는 영향을 분석하였다.

재료 및 방법

수온

남해동부해역의 수온 자료 (NFRDA, 1981-2001)는 한국해양자료센터에서 제공된 것으로 국립수산과학원이 표준수심

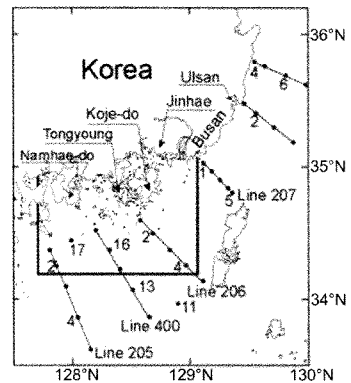


Fig. 1. Study area showing the oceanographic observation stations in the eastern part of South Sea of Korea. Numerals and box represent station number and the main fishing ground for the anchovy tow net fishery. The main fishing ground was provided from Steamship Anchovy Drag Net Fisheries Cooperatives and National Fisheries Research and Development Institute.

\*Corresponding author: lecci@nukw.ac.kr

에 대해 격월(2, 4, 6, 8, 10, 12월)로 측정하고 있다. 자료의 기간은 1980-2000년까지며, 정선해양관측점의 위치는 Fig. 1과 같다. 그림에서 각 숫자는 국립수산물과학원의 정선 및 정점 번호를 나타낸다.

수온 변동이 멸치 어획량에 미치는 영향을 분석하기 위해 멸치 주 산란기인 4월, 6월의 10 m 수층의 수평수온분포와 어장 중심지인 Fig. 1의 400선에 대하여 연직수온분포 특성을 분석하였다. 멸치의 주 분포 해역인 남해도와 거제도 연안 사이에 위치하며, 중심어장인 통영 연안에 위치하는 400선에 대하여 연직수온분포도를 작성하였다. 멸치는 주로 0-25 m 사이의 수층에 서식하며, 10 m 수층을 대표 수심으로 설정하였다. 국립수산물과학원 정선관측자료는 표준수심(예: 0, 10, 20, 30, 50 m, ...)별로 제공되며, 대기의 변화에 민감한 표층과 주 분포 수층의 하부 경계층에 해당하는 20 m 대신 중간 수층인 10 m의 수온을 해황 자료로 활용하였다. 어획량이 많았던 시기와 적었던 시기를 선택하여 그해의 수온과 평년(1980-2000년)의 상태와 비교하기 위해 10 m 수층 및 400선에 대한 anomaly의 수평 및 연직 분포도를 작성하였다.

### 멸치 어획량

남해동부해역의 멸치 어획량은 농림수산통계연보(MAF, 1991-1996)와 해양수산통계연보(NFRDA, 1991-2001)에 수록된 부산과 경상남도의 어획량이며 어업별 구분이 없는 남해동부해역 전체의 어획량을 의미한다. 따라서 본 연구의 멸치 어획량 변동 특성을 설명함에 있어 객관성을 유지하기 위해 기선권현망수산업협동조합(기선권현망조합)에서 제공하는 권현망 어업 자료를 매개 변수로 선정하였다.

권현망어업의 주 어획대상어종중 멸치가 약 98%를 차지하며, 권현망 어업에 의한 멸치 어획량 중 약 75% 정도가 남해중·동부 해역에서 어획되고 있다(Park and Lee, 1991; NFFC, 1997). 따라서, 권현망어업에 의한 멸치 어획량 중 통영의 기선권현망조합의 자료가 남해동부 해역의 멸치 어획량 변동을 대변할 수 있는 것으로 판단된다. 남해동부해역에서 멸치 권현망 어업은 남해도와 거제도 연안사이에서 이루어지며, 그 중심 어장은 통영 연안에 형성 된다(Lee, 1975; NFFC, 1997). 권현망 어업에 의한 멸치 어획량이 남해 동부 전체 멸치 어획량을 대표할 수 있는지 알아보기 위해, 1990년부터 2000년 까지 연도별 남해동부해역 전체 어획량과 통영의 멸치 권현망 어획량을 비교하였다. 또한, 객관적인 자원량 지수를 구하기 위해 남해동부해역 전체 어획량과 권현망에 의한 단위노력당 생산량 자료의 연 변동을 비교하였다. 단위노력당 어획량은 통영에서의 권현망 어업 멸치 어획량, 조업 척수(MMAF, 1997-2001)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 멸치 어획량

남해 동부 전 해역의 총 멸치 어획량은 어업별, 해역별로

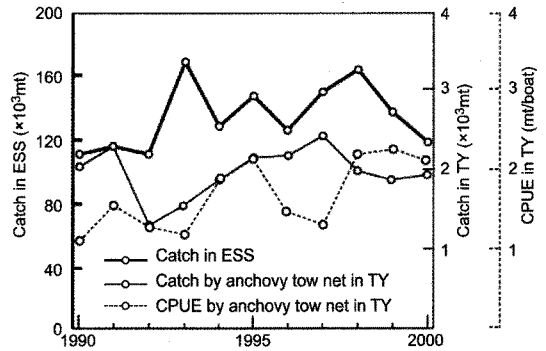


Fig. 2. Yearly fluctuation in anchovy catches in the eastern part of South Sea (ESS) and those in Tongyoung (TY) from 1990 to 2000.

구분된 것이 아니므로 자원량의 객관적인 변동을 파악하기에는 한계가 있다. 따라서 멸치 주 조업지인 통영주변 해역의 멸치권현망에 의한 생산량이 남해동부해역을 대표할 수 있는지를 검증하였다(Fig. 2).

남해동부해역 전체 어획량과 권현망 어업에 의한 어획량의 변동 경향은 1994년과 1998년을 제외하면 전반적으로 유사하였다. 어획량의 차이는 있으나 둘 사이의 변동 경향이 유사하므로 통영의 멸치 생산량으로 남해동부해역의 생산량 변동패턴을 유추할 수 있는 것으로 판단된다. 그리고 남해동부해역 전체 어획량과 단위노력당 어획량(CPUE)의 변동 경향은 1993년과 1997년을 제외하고는 전반적으로 유사하였다. 그러므로 권현망어업에 의한 어획량뿐만 아니라, 단위노력당 어획량으로도 남해동부해역에서 멸치의 어획량 변동을 파악할 수 있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 단위노력당 어획량 자료를 산란기의 수온과 비교 분석하는 것이 적합한 것으로 판단된다. 특히 1993년과 1997년의 경우 전체 어획량은 전년에 증가 하였지만, 단위노력당 어획량은 전년에 비해 감소하였다. 이러한 현상은 투입된 노력량의 변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

1990년 이후 2000년까지 CPUE는 점차적으로 증가하는 경향이다. 1993년과 1997년에는 어획량이 낮았으며, 1995년과 1998년에는 어획량에 높은 해였다. 이들 시기 중에서 어획량이 최저였던 1993년과 최고인 1998년의 어획량 자료를 이용하여 수온과의 관계를 파악하였다.

### 산란기의 수온과 어획량과의 관계

멸치 어획량이 적었던 해(1993)의 수온분포

멸치 어군이 산란을 위해 남해안에 접근하는 시기인 4월과 6월 수심 10 m의 수온은 평년에 비해 상대적으로 낮게 나타났다(Figs. 3-5). 4월은 동해남부(울산-부산) 연안층은 12.0-14.0°C, 남해도와 거제도 주변은 12-15°C 였다. 평년에 비해 -0.6-1.0°C 정도의 온도 변화를 보였다. 6월은 동해남부 연안층

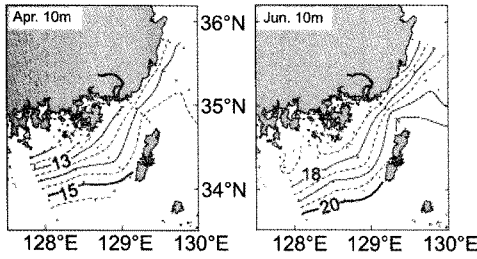


Fig. 3. Horizontal distribution of mean water temperature (°C) at 10m depth in April, June from 1990 to 2000.

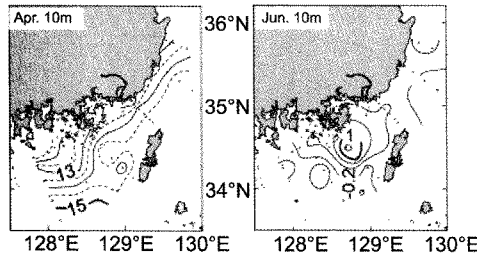


Fig. 4. Horizontal distribution of water temperature (°C, left) and anomaly (°C, right) at 10m depth in the eastern part of South Sea of Korea in April, 1993.

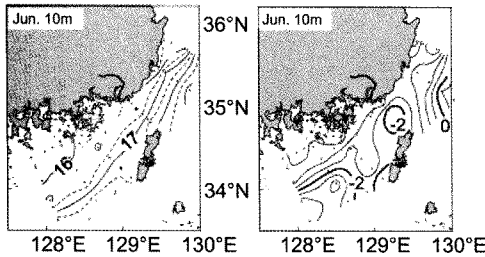


Fig. 5. Horizontal distribution of water temperature (°C, left) and anomaly (°C, right) at 10m depth in the eastern part of South Sea of Korea in June, 1993.

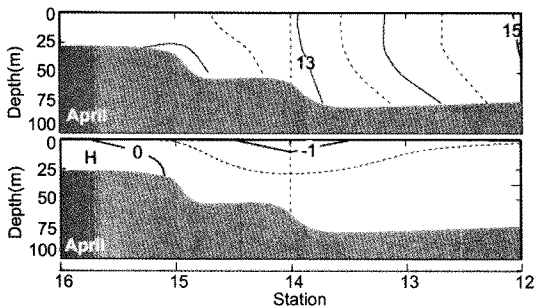


Fig. 6. Vertical distribution of water temperature (°C, upper) and anomaly (°C, lower) along the line 400 in April, 1993.

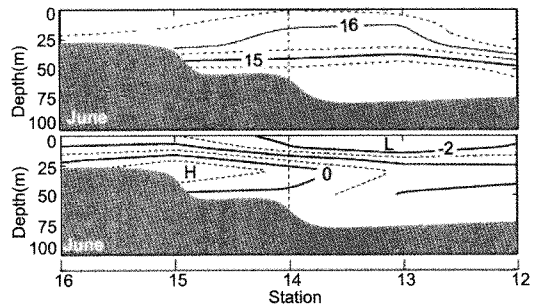


Fig. 7. Vertical distribution of water temperature (°C, upper) and anomaly (°C, lower) along the line 400 in June, 1993.

은 16.0-18.0°C, 남해도와 거제도 주변은 16.0-17.0°C였다. 평년에 비해 -2.4-0°C 정도 저수온을 나타내었다. 연직분포 (Figs. 6-7)를 보면 4월은 12.0-15.0°C로서 연직적으로 잘 혼합되어 있고 대체적으로 평년보다 0.1-1.0°C 낮았다. 6월은 15.5-16.5°C로서 대체적으로 평년보다 -2.0-0°C 낮게 나타났다.

멸치 어획량이 많았던 해(1998)의 수온분포

4월과 6월 수심 10m의 수온은 평년에 비해 상대적으로 높게 나타났다 (Figs. 8-9). 4월은 동해남부 연안측은 14.0-16.0°C, 남해도와 거제도 주변은 13.0-17.0°C였다. 평년에 비해 0-2°C 정도 높은 수온을 나타내었다. 6월은 동해남부 연안측과 남해도, 거제도 주변은 19.0-20.0°C였다. 평년에 비해 0-2.0°C 정도 수온이 높았다.

연직분포 (Figs. 10-11)를 보면 4월은 12.0-17.5°C로서 대체적으로 평년보다 0-2.0°C 부분적으로 성층이 형성되어 있다. 6월은 16.0-20.0°C로서 평년에 비해 1.0-2.0°C 높았으며 25m 수층을 중심으로 강한 성층이 형성되어 있다.

산란기의 멸치 어획량과 수온과의 관계

자원량 변동의 원인에는 여러 가지 인자가 있으며, 크게 산란, 가입, 사망 등으로 요약할 수 있다. 즉 산란 당시뿐만 아니라 이후 성장과정에서의 환경적인 변화 또한 자원량 변동에 미치는 중요한 변수로 작용하게 된다. 본 연구에서는 이들 주요 인자 중 산란기의 환경(수온)이 어획량에 미치는 영향에 대해서 설명하고자 한다. 멸치의 최적 산란수온은 17.0-22.0°C (NFRDA, 1985)이며, 남해동부해역에서 멸치의 주 분포 수층은 0-25m (Kim and Choi, 1988)이다. 이는 산란시기 동안 최적 수온의 형성 및 주 분포 수층내에 수온 약층의 형성 여부가 안정적인 산란에 영향을 끼칠 수 있음을 의미한다. 어류는 수온의 변화에 민감하여, 좁은 범위의 변화에도 산란, 섭이, 신진대사, 성장, 활동 범위에 제약을 받게 된다. 또한 수온 약층은 산란된 난(egg)이 부력을 받아서 상층부에서 안정적으로 부화될 수 있도록 도와준다.

멸치는 산란 후 약 2개월 전후부터 어장에 가입되며, 5월에 산란된 멸치는 약 2개월이 지난 7월을 전후해 3-4cm로 성장하

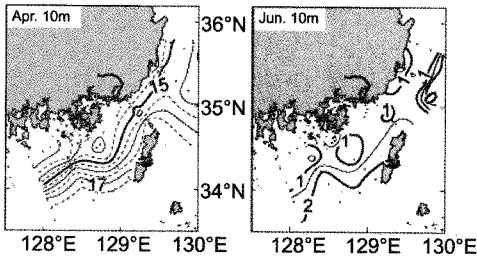


Fig. 8. Horizontal distribution of water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , left) and anomaly ( $^{\circ}\text{C}$ , right) at 10m depth in the eastern part of South Sea of Korea in April, 1998.

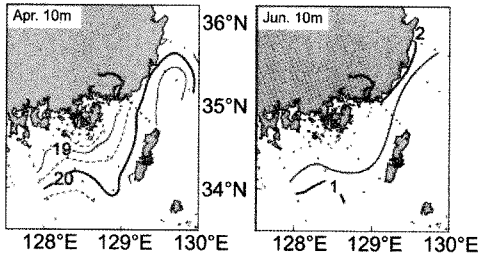


Fig. 9. Horizontal distribution of water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , left) and anomaly ( $^{\circ}\text{C}$ , right) at 10m depth in the eastern part of South Sea of Korea in June, 1998.

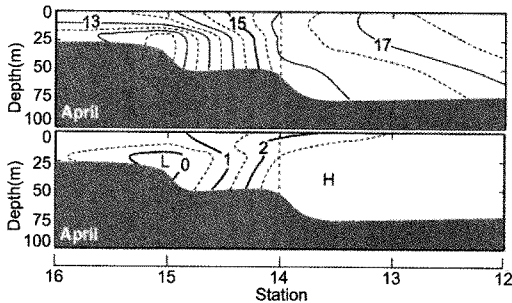


Fig. 10. Vertical distribution of water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , upper) and anomaly ( $^{\circ}\text{C}$ , lower) along the line 400 in June, 1998.

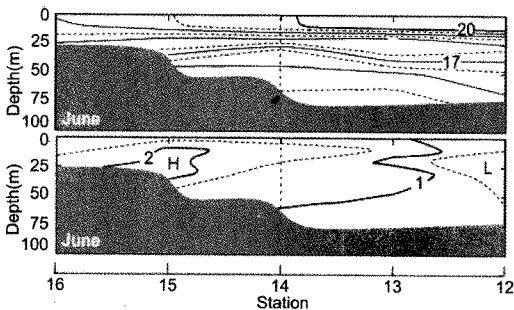


Fig. 11. Vertical distribution of water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , upper) and anomaly ( $^{\circ}\text{C}$ , lower) along the line 400 in June, 1998.

여 어장에 가입할 수 있는 것으로 추정 된다(Kim and Kim, 1986; SSFRI, 1998). 따라서 산란기의 환경이 멸치의 산란과 자원량 변동에 중요한 인자로 작용할 수 있다.

멸치 어획량이 많았던 해(1998년)는 주 산란장의 수온이 산란 적수온 범위대에 형성 되었으며 멸치의 주 산란시기에 멸치의 주 분포수층으로 알려진 0-25 m에 수온약층이 강하게 형성되었다. 반면 멸치 어획량이 적었던 해(1993)는 평년에 산란장의 수온의 낮게 형성되었다. 특히 중심어장의 경우 어획량이 높았던 1998년과는 달리, 1993년은 어장내 수온의 분포 범위가 최적 산란수온 보다 낮게 나타났다.

저수온에서는 고수온보다 난의 부화시간이 길어지고 자어의 성장속도가 지연된다(Marshall, 1982). 이를 고려하면 산란시기에 산란장의 수온이 평년보다 낮음에 따라, 멸치의 발생 및 성장이 지연되어 가입율이 감소하고 피식률은 증가하여 어획량이 감소한 것으로 생각된다.

### 사 사

이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단(KRF-2008-331-F000038)과, 2009년도 한국해양연구원 정지래도해양위성 활용연구지원사업의 지원을 받아 연구되었으며 이에 대해 깊은 감사를 드립니다.

### 참 고 문 헌

Choo, H.S. and D.S. Kim. 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, 226-244.

Im, J.Y. and I.S. Ok. 1977. Study on the distribution and appearance of anchovy egg and larvae in the Korean coastal waters. *Research Report of National Fisheries Research and Development Agency*, 16, 73-85.

Kim, J.Y. 1983. Distribution of anchovy eggs and larvae off the western and southern coasts of Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 16, 401-409.

Kim, J.Y. and Y.M. Kim. 1986. Study on the early life history of anchovy, *Engraulis japonica*. *Research Report of National Fisheries Research and Development Agency*, 37, 151-156.

Kim, J.Y. and Y.M. Choi. 1988. Vertical distribution of Anchovy, *Engraulis japonica* eggs and larva, *J. Kor. Fish Soc.*, 21, 139-144.

Kim, J.Y. 1992. Early life history and recruitment of anchovy, *Engraulis japonica*, in the southern waters of Korea. Ph.D. Thesis, National Fisheries University of Pusan, Busan, Republic of Korea.

Lee, B.G. 1974. Study on the vertical distribution of anchovy, *Engraulis japonica*. Ph.D. Thesis, National

- Fisheries University of Pusan, Busan, Republic of Korea.
- Lee, C.I. and H.J. Kim. 2007. Effect of temperature on anchovy catch and laver production in the Eastern part of the South Sea of Korea. *J. Envi. Sci.*, 16, 97-906.
- Marshall, S.L. and S.S. Parker. 1982. Patternidentification in the microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otolith. *Can. J. Fish. Auat. Sci.*, 39, 542-547.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MMAF). 1997-2001. Statistical year book of maritime affairs and fisheries.
- Ministry of Agriculture & Forestry (MAF). 1991-1996. Statistical yearbook of agriculture forestry and fisheries.
- Nakata H. 1991. Coastal processes related to the transport, survival and recruitment of fish larvae. *Bull. on Costal Oceanography*, 28, 195-220.
- National Federation of Fisheries Cooperatives (NFFC). 1997. A handbook of main fishery products. 96-106.
- National Fisheries Research and Development Agency (NFRDA). 1981-2001. Annual report of oceanographic observation.
- National Fisheries Research and Development Agency (NFRDA). 1991-2001. Annual report of fisheries condition observations.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2005. Ecology and fishing ground of coastal and offshore fish species in Korea. 112-118.
- Park, J.H. and J.H. Lee. 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, 238-246.
- Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment, *J. Fish. Res. Board Can.*, 11, 559-623.
- South Sea Fisheries Research Institute (SSFRI). 1998. Report of forecasting the anchovy fishing conditions in the South Sea off Korea in autumn 1998. 1-16.

---

2008년 12월 30일 접수  
 2009년 3월 19일 수정  
 2009년 6월 8일 수리