

2007년 남해안 멸치의 산란밀도와 어장가입

차병열* · 양원석 · 김주일 · 장선익¹ · 추은경 · 박주삼²

국립수산과학원 남해수산연구소, ¹전남대학교 수산증양식연구센터, ²전남대학교 수산과학연구소

Spawning Density and Recruitment of Japanese Anchovy, *Engraulis japonica* in the Southern Sea of Korea in 2007 by Byung Yul Cha*, Won Seok Yang, Joo Il Kim, Sun Ik Jang¹, Eun Kyeong Chu and Ju Sam Park²
(National Fisheries Research and Development Institute, Yeosu 556-823, Korea; ^{1,2}Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea)

ABSTRACT Spatio-temporal distribution of eggs and larvae of Japanese anchovy *Engraulis japonica* in the southern sea of Korea was determined using data obtained from ichthyoplanktonic surveys and oceanographic observations between Goheung Peninsula and Goeje Island from May to August 2007. Commercial anchovy catch and size composition from four local fishery cooperative associations were also analyzed in relation to the geographic distribution of eggs and larvae. The abundance of anchovy eggs increased from May to July and was lowest in August. Eggs were mainly distributed between Namhae Island and Goeje Island, where water temperatures were 15~24°C and salinities were 32~35‰. In 2007 anchovy landings between Namhae Island and Goeje Island were 11,409 tons at Tongyeong association, 4,137 tons at Masan association, and 2,487 tons at Sacheon association. However, landings between Goheung and Yeosu Peninsula were only 4,411 tons (at Yeosu association). The catch by anchovy tow net was high in the area where eggs were abundantly distributed. This indicates that the distribution of egg density was directly correlated with recruitment of *E. japonica*. All growth stages were abundant in the study area, indicating that this area is a major spawning and growing ground of *E. japonica* in Korean waters.

Key words : *Engraulis japonica*, eggs, larvae, Southern sea, temperature, salinity

서 론

멸치(*Engraulis japonica*)는 우리나라의 대표적인 부어류 자원으로, 최근 10년간 연 20만 톤 정도 어획되고 있으며, 이중 10만 톤이 남해안의 기선권현망 어업의 어장에서 어획된다(해양수산부, 2007). 멸치는 표층에서 대단위로 떼를 지어 다니며, 해수유동을 따라 이동하는 멸치 자치어는 다른 포식자로의 위협에 노출되어 자치어기의 사망률이 높다. 한 산란기에 산란된 당해의 산란량은 다음 세대의 연급군의 크기를 결정짓는 중요한 일차적인 요인이 되기 때문에, 비록 초기 감모가 크다 할지라도 향후 성어자원에 미치는 영향이 클 것이다.

지금까지 우리나라 연근해 멸치의 자원 변동을 파악하기

위해서 초기생활사에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔는데, 산란시기(최와 김, 1988; 김과 강, 1992), 난의 연직분포(김과 최, 1988; 이 등, 1996; 이와 고, 2003) 그리고 해양환경과 멸치 난자치어 분포와의 관계(김, 1983; 김과 김, 1991; Kim, 1992; 김과 김, 1993; 김 등, 1994; 추와 김, 1998; 추, 2002; 이와 고, 2003; 김과 방, 2005) 등이 연구되었다. 그러나 이들 연구는 어린시기의 생활사에만 국한되었기 때문에 멸치가 성장단계를 거치면서 어떠한 생태 변화과정을 가지는가를 파악하기에는 다소 어려움이 따른다.

특히 초기 생활단계 멸치와 연계한 어느 정도 성장에 이르는 성어와 함께하는 연구는 시·공간에 따른 성장단계별 분포 및 변화에 대한 종합적인 생태학적 지식 뿐만 아니라, 이를 근거로 한 자원관리 및 자원변동 예측에 많은 도움을 주기 때문에 중요하다.

본 논문에서는 우리나라 남해안 권현망어업의 주요 어장

*교신저자: 차병열 Tel: 82-61-690-8978, Fax: 82-61-685-9073,
E-mail: cby4321@yahoo.co.kr

인 고흥반도와 거제도 사이 해역에서 멸치 난자치어 시공간 밀도 분포를 파악하고, 초기생활사 동안의 시공간 분포 양식에 미치는 해양환경 요인을 분석하였다. 또한, 해역별 권현망어업에 의한 어획량을 조사하여 미성어기 이후의 생태도 함께 분석하였다.

재료 및 방법

멸치의 주 산란기인 2007년 5월부터 8월까지 남해수산연구소 소속 시험조사선인 탐구 11호를 이용하여 남해안 27개 정점(Fig. 1)에서 난자치어를 채집하였고 해양관측을 매일 실시하였다. 난자치어 채집은 링 넷(구경 30 cm, 길이 2.5 m, 망목 333 μ m)를 이용하여 정점마다 표층부터 저층까지 수직 인망하였다. 난자치어의 정량분석을 위하여 채집망의 입구에 여수계(flowmeter)를 장착하였으며, 여수율은 채집 항해시 마다 무망시험을 5회씩 실시하여 보정하였다.

시료는 채집 즉시 선상에서 5% 포르말린으로 고정시킨 후 실험실로 운반하여 분류·동정하였다. 멸치 난자치어의 동정에는 Moser *et al.* (1984)와 Okiyama (1988)의 분류기준에 따랐으며, 분포밀도는 각 정점별로 채집된 개체수를 해면 m^2 당 개체수로 환산하여 정리하였다. 또한, 각 정점에서 수질분석기(YSI)를 이용하여 표층수온과 표층염분을 측정하였으며, 이를 멸치 난의 분포와 비교, 분석하였다.

유어기 이후의 멸치에 대해서는 본 조사해역에서 조업이 이루어지는 권현망어업의 멸치 어획량과 체장조성을 조사하였다. 남해안에서 권현망어업의 주 어장은 남해도와 거제도 사이 해역인 경남권역과 고흥반도와 여수반도 사이 해

역인 전남권역으로 크게 나누어지며, 여기서 경남권역은 통영, 마산, 사천에 연고를 둔 권현망어업의 어선들이 조업하며, 전남권역은 여수지역에 연고를 둔 어선들이 조업한다. 따라서 지역별 권현망 멸치 어획량은 이들 수협이 멸치 위판자료를 근거로 멸치 금어기(주 산란기, 5~7월)를 제외한 2007년 1월부터 12월까지 구하였다. 멸치의 체장 분포는 각 수협에서 크기에 따라 위판된 대멸(7.7~13.0cm), 중멸(4.6~7.6cm), 소멸(3.1~4.5cm), 자멸(1.6~3.0cm), 그리고 세멸(0.7~1.5cm)의 위판량에 근거하여 3월부터 10월까지의 주 어기 동안 상대 체장 분포를 구하였다. 이들이 어획되는 위치는 권현망어선이 수협무선국에 보고하는 해구별 자료를 이용하였다.

결 과

1. 해양환경특성

1) 수온 수평분포

2007년 고흥~거제 간 멸치 난 분포해역의 수온은 5월에는 여수 내만측에서 18°C 이상으로 높았으나, 외해측으로 갈수록 낮아져 거제도 근해측에서는 15°C 미만으로 낮았다(Fig. 2). 6월에는 5월에 비하여 전체적으로 4~5°C 정도 높은 수온으로 여수 내만에서 23°C 이상, 그리고 사천 연안측에서 21°C 이상으로 수온이 높았다.

2) 염분 수평분포

조사해역의 염분은 5월에는 여수 남부연안과 통영 남부연안에서 34 이상으로 높았고, 그 외 해역에서는 33~34의 범위였다(Fig. 3). 6월에는 고흥과 여수 간해역에서 34 이상으로 높았다. 그리고 7월에는 거제도 남부와 여수 소리도 남부 근해측에서 33 이상으로 높았으나, 여수 내만측에서는 32 미만으로 낮았다. 8월에는 염분이 더욱 낮아져 여수 내만측에서 28 미만까지 낮아졌으며, 외해로 갈수록 높아져 여수남부 근해측에서는 33 이상을 유지하였다.

2. 난 분포밀도

2007년 5월의 멸치 난은 남해도와 통영 서남부 사이 해역에서 2,000 eggs/ m^2 이상으로 높았고, 그 외 해역에서는 낮았다(Fig. 4). 6월에는 남해도와 통영 간의 해역에서 2,000 eggs/ m^2 이상으로 높았다. 그러나, 7월에는 남해도 남부 근해측과 남해도~통영 간 해역, 그리고 통영 남부 근해측까지 2,000 eggs/ m^2 이상으로 높았으며, 난의 평균 분포밀도도 전반적으로 높았다. 8월에는 멸치 난의 분포밀도가 많이 낮아졌으며, 난이 채집된 해역수도 적었다.

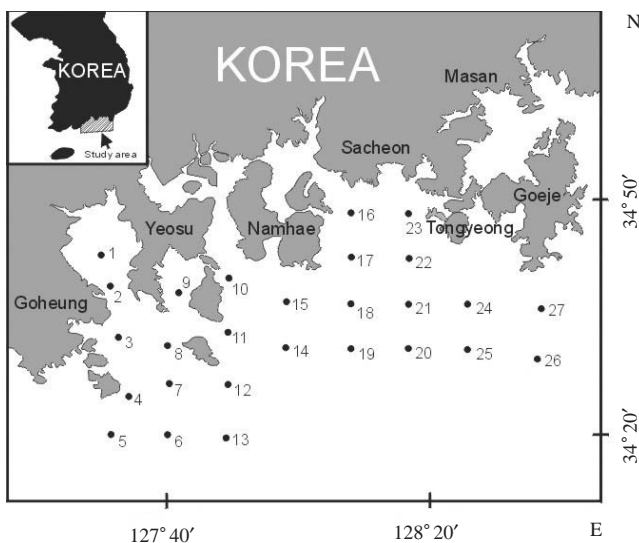


Fig. 1. Map showing the sampling sites in the Southern Sea, Korea from May to August, 2007.

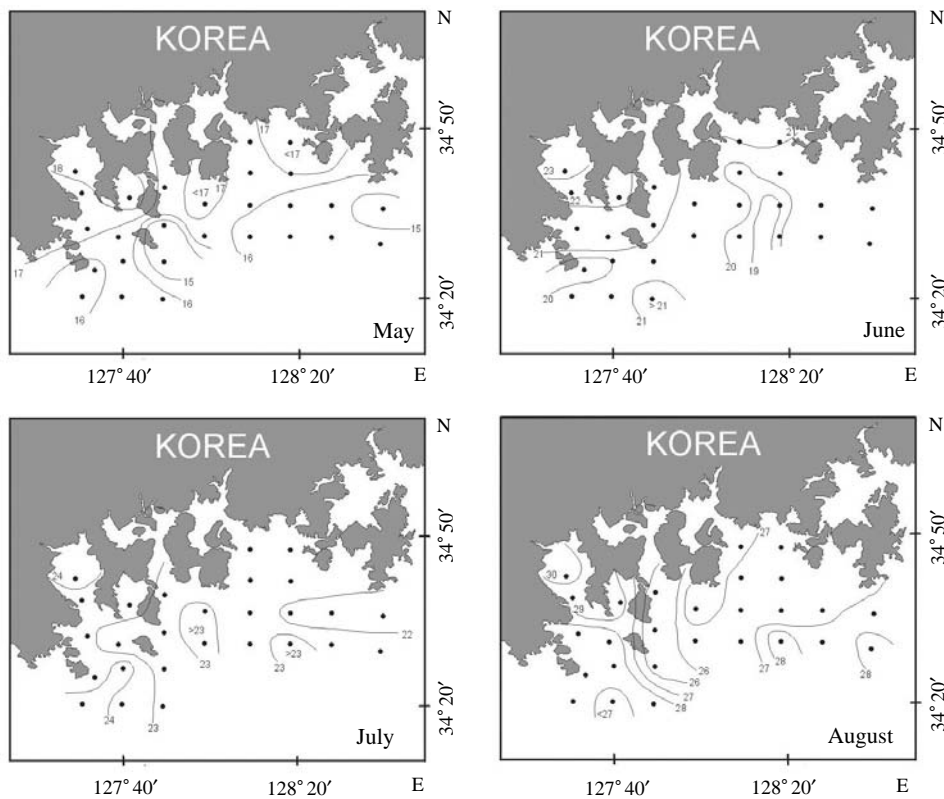


Fig. 2. Distributions of surface temperature (°C) in the Southern Sea, Korea from May to August, 2007.

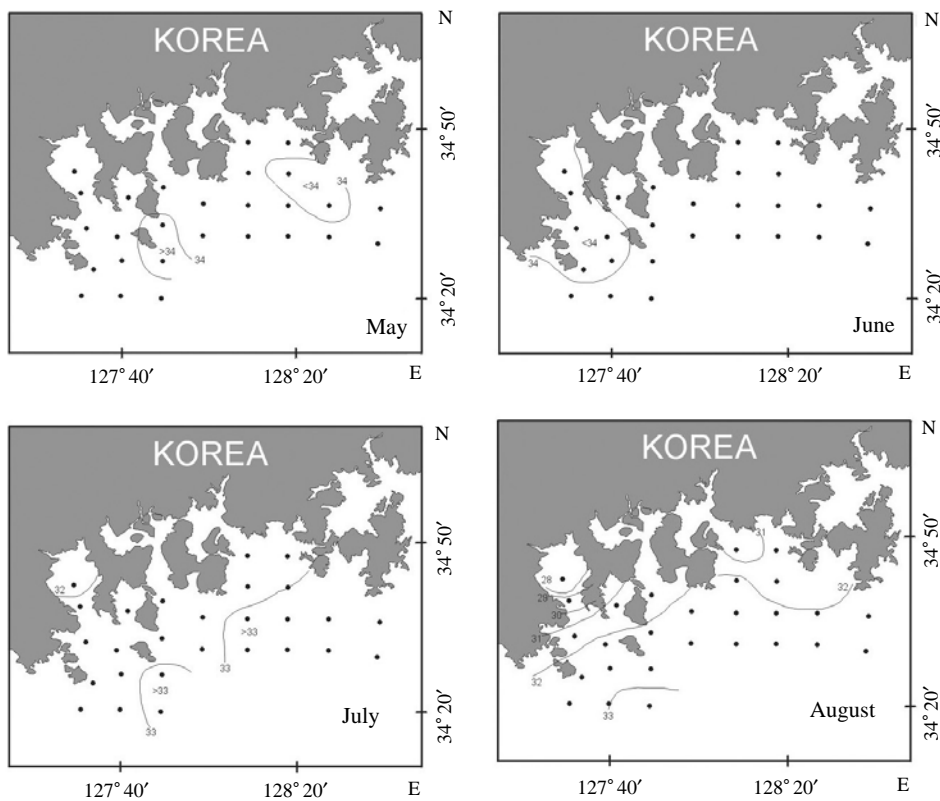


Fig. 3. Distributions of surface salinity in the Southern Sea, Korea from May to August, 2007.

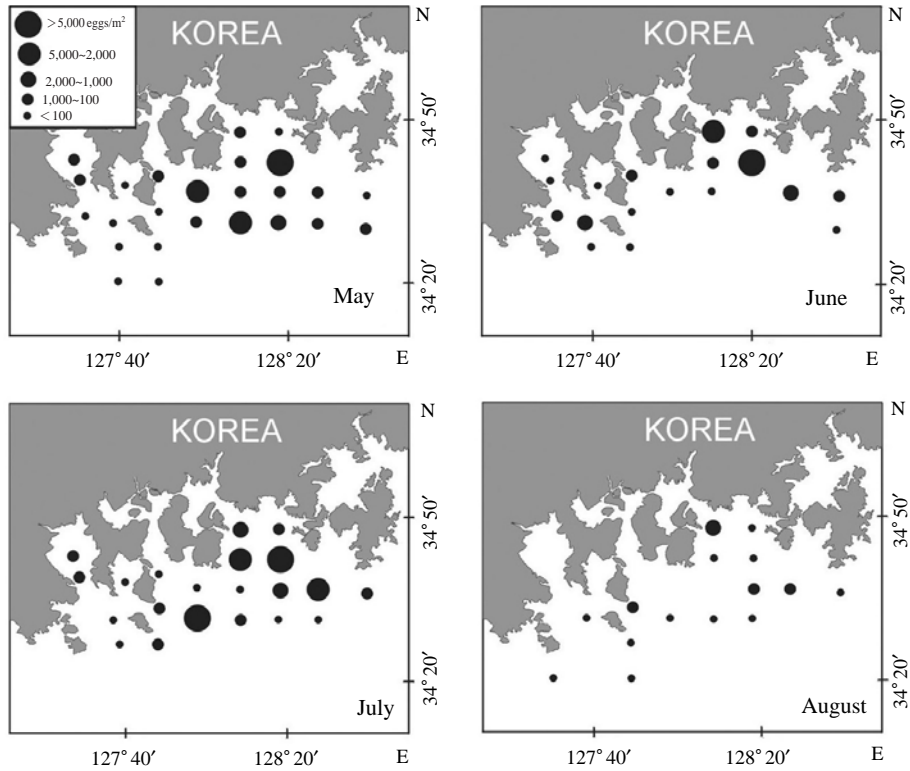


Fig. 4. Density distributions of *Engraulis japonica* eggs in the Southern Sea, Korea from May to August, 2007.

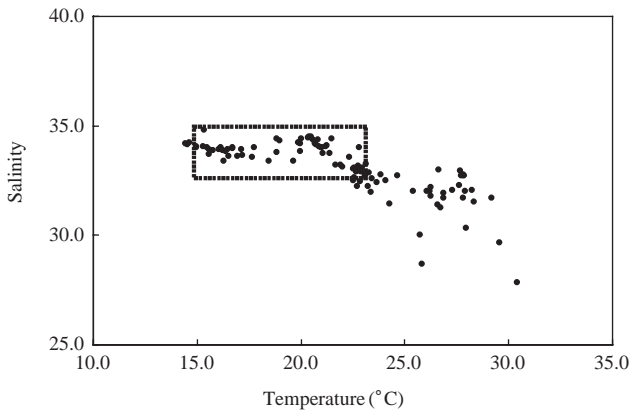


Fig. 5. Relationships between *Engraulis japonica* eggs and environmental factors (Black circles indicate the sampling sites and a dotted rectangle indicates the range of sampling stations where *E. japonica* eggs were abundantly collected).

3. 멸치 난과 해양환경과의 관계

1) 수온 및 염분과의 관계

조사기간 동안 고흥~거제간 해역의 수온범위는 14~31°C, 그리고 염분은 27~35였다(Fig. 5). 멸치의 난 분포밀도가 높은 7월에는 조사 전 해역이 21~25°C의 수온범위

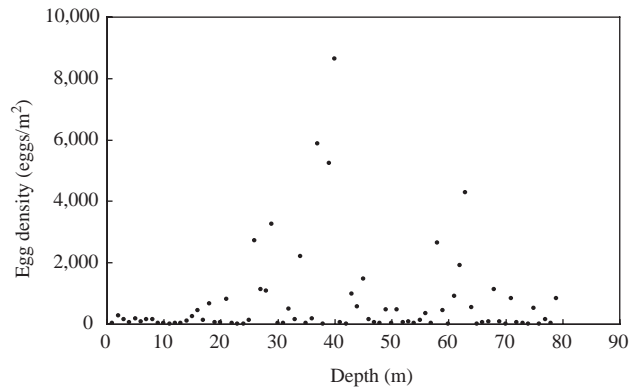


Fig. 6. Density distribution of *Engraulis japonica* eggs by depth of the sampling station.

이였으며, 특히 여수 내만과 고흥 남부 근해측에서 24°C 이상으로 높았다. 8월에는 수온이 최대 30°C 이상까지 상승하였으나, 난의 분포밀도는 현저히 낮아졌다. 여기서 멸치 난이 주로 채집된 범위는 수온 15~24°C, 염분 32~34이였으며, 24°C 이상의 수온과 33 미만의 염분을 나타내는 해역에서는 멸치 난이 소량 채집되거나, 거의 채집되지 않았다.

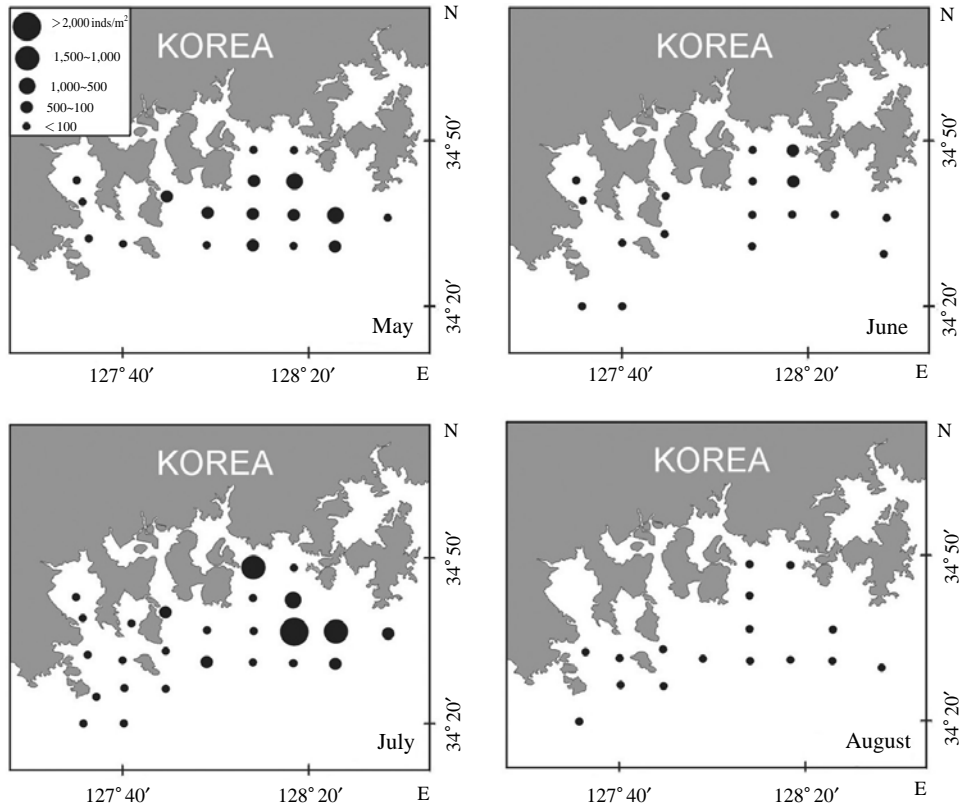


Fig. 7. Density distributions of *Engraulis japonica* larvae in the Southern Sea, Korea from May to August, 2007.

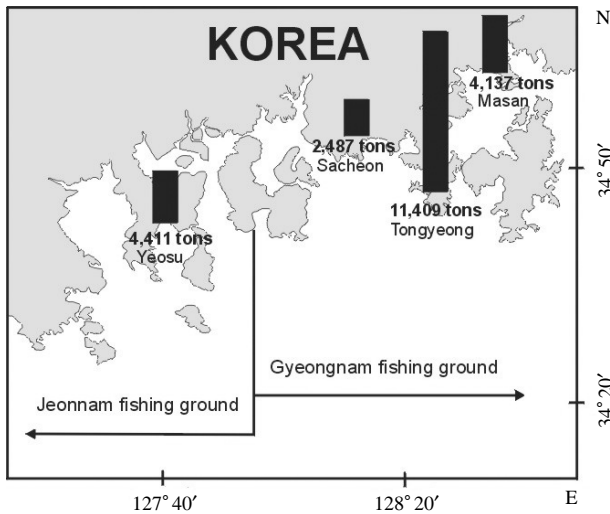


Fig. 8. Annual landing statistics by local anchovy tow net fishery in 2007.

2) 수심별 분포

고흥~거제 간 멸치 난의 수심별 분포는 15 m 이천의 해역에서 500 eggs/m² 미만으로 난 밀도가 낮았고 (Fig. 6), 15 m 이심에서는 점차 증가하여 40 m 내외의 수심에서 8,000

eggs/m² 이상으로 높았다. 그 이후로는 다시 감소하여 70 m 이심에서는 1,000 eggs/m² 미만으로 낮아졌다. 따라서 멸치 난은 40 m 전후의 수심에서 밀도가 가장 높았고, 이러한 수심의 범위를 벗어나면, 밀도도 점차 낮아지는 경향을 보였다.

4. 멸치 자치어의 분포

조사기간 동안 멸치 자치어는 여수와 고흥 사이 해역에서 낮은 분포밀도를 보였다 (Fig. 7). 그러나, 여수동부 연안부터 점차 증가하여 통영 남부 근해역 (7월)에서 2,000 inds./m² 이상으로 가장 높았다. 멸치 자치어의 분포밀도는 조사정점들 중에서 통영 주변해역과 남해도의 동부해역에서 특히 높았다.

5. 멸치 어획량과 난자치어와의 관계

1) 해역별 어획량

2007년 고흥과 거제 간의 사이 해역에서 권현망에 의한 멸치 어획량을 Fig. 8에 나타내었다. 조사결과, 멸치 어획량은 난자치어의 분포밀도가 높은 경남권 어장이 상대적으로 분포밀도가 낮은 전남권에 비하여 훨씬 많았다. 즉, 경남권

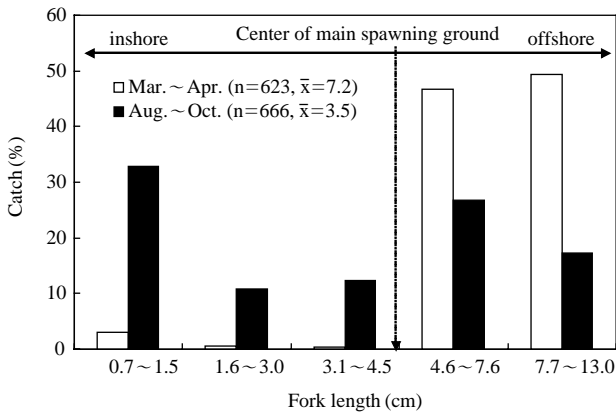


Fig. 9. Size composition of *Engraulis japonica* (n=number of fish examined, \bar{x} =mean) by anchovy tow net in the Southern Sea, Korea, 2007.

어장인 남해도와 거제도 사이 해역에서 어획되는 통영, 사천, 마산지역 권현망어업의 멸치 어획량은 각각 11,409톤, 2,487톤, 4,137톤이었다. 그리고, 고흥과 여수반도 간의 해역인 전남권 어장의 어획량은 4,411톤이었다.

2) 권현망에 의한 멸치 체장조성

권현망어업에 어획된 멸치의 크기는 3월과 4월에 1.5 cm 미만에서부터 7.7 cm 이상에 이르기 까지 고루 어획되었으나, 4.6 cm 이상이 대부분을 차지하였다(Fig. 9). 그러나, 멸치의 주 산란기가 지난 8월 이후에는 1.5 cm 미만이 현저히 증가하였으며, 1.6~3.0 cm의 크기군과 3.1~4.5 cm의 크기군도 소폭 증가(각각 10% 이상)하였다. 이는 멸치가 주 산란시기(5~7월)를 거치면서 당해에 산란된 어린 멸치들이 권현망어장에 다량 가입되었기 때문으로 볼 수 있다. 또한, 조업별 위치조사에 따르면, 작은 체급군의 멸치(4.5 cm 미만)일수록 연안가까이에서 주로 어획되었고, 멸치가 클수록 어장의 외해측에서 어획되어 발생단계별에 따른 해역별 분포의 많은 차이를 보였다.

고찰

조사기간 동안 고흥반도와 거제도 간 사이 해역에서의 멸치 난의 분포밀도는 5월에서 7월로 갈수록 높고, 8월에 가장 낮았다. 김(1988)에 의하면, 남해안 멸치는 산란기가 3월에서 9월까지이며, 주 산란기는 5월부터 7월까지라고 하였다. 본 조사에서도 8월의 낮은 분포밀도를 고려하면, 연중 산란에서 7월이 산란의 정점에 달하는 시기임을 알 수 있다. 특히, 이러한 멸치 난의 정점별 분포경향을 보면, 남해도와 거제도 사이, 그리고 통영 남부해역에서 분포밀도가 높았으며, 그 외 해역에서는 낮았다. 이는 조사해역에서 남해

도와 거제도 사이 해역이 멸치의 주 산란장임을 나타내는 것이며, 우리나라 남해안 멸치의 난 자치어가 거문도와 욕지도, 그리고 거제도 남서해역 주변에서 많이 분포하였다고 보고한 추(2002)의 결과와 일치하고 있다.

5월에서 8월까지 조사해역의 표층수온은 14.5~30.4°C, 그리고 표층염분은 30.0~34.5의 범위이었으며, 멸치 난이 특히 많이 채집된 수역은 수온이 15~24°C, 그리고 염분은 32~34이었다. Kim(1992)에 의하면, 한국 동해남부의 멸치 난자치어는 6월에 수온이 14~19°C, 염분이 34.2~34.6의 상대적으로 수온과 염분이 높은 곳에서 많이 분포한다고 보고하였다. 또한, 김 등(1994)에 의하면, 1991년과 1992년 3월과 4월에 남해안에서 채집된 멸치 난은 대부분 14~15°C에서 출현한다고 보고하였고, 이와 고(2003)에 의하면, 제주해협 멸치 난은 15°C 이하의 수온에서는 거의 출현하지 않은 대신, 수온 15.1~21.8°C와 염분 31.4~33.6의 범위에서 고밀도로 어란들이 출현하였다고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 경향을 보였다.

추와 김(1998)에 의하면, 한국 남해안 멸치 난자치어는 하계 연안수와 대마난류계수 사이의 전선역에 다량 분포하며, 연안과 전선에서 파급된 warm streamer역에 진, 후기 자어의 출현이 높다고 하였으며, 이 등(1996)은 대한해협 멸치 자치어는 표층에서 100 m 수층까지 분포하나, 특히 대마난류의 영향을 많이 받는 곳에 분포한다고 보고하였다. 따라서, 멸치 난의 분포밀도의 경향에는 수온 및 염분과 밀접한 관련을 가지나, 그 원인에는 대마난류수의 이동과 변화과정(특히 전선역 부근)에 있으며, 이러한 조건을 벗어나는 8월에는 난의 분포밀도가 현저히 감소한다고 할 수 있다. 그러므로, 연중 남해도와 거제도 간 해역에서 해류의 흐름을 동반한 고수온, 고염분의 조건을 나타내는 5월부터 7월까지가 멸치가 많은 산란을 가질 수 있는 주요 환경요인 중의 하나라고 생각된다.

멸치 자치어는 난과 마찬가지로 5월에서 7월로 갈수록 분포밀도가 높아졌으며, 그 중심역은 남해도와 거제도 사이 해역이었다. 이러한 멸치 난과 자치어의 비슷한 시공간 밀도 분포 경향은 초기성장 동안에는 분포역의 변화가 크지 않다는 것을 의미한다.

그런데, 남해도와 거제도 사이 해역은 멸치의 주 산란장일 뿐만 아니라, 권현망어업의 주요 어장이기도 하다. 이곳에서 권현망에 어획되는 멸치 어획량은 우리나라 전체 멸치 생산량의 약 50%를 차지할 정도로 비율이 높다. 2007년의 경우, 통영이 11,409톤, 사천이 2,487톤, 그리고 마산이 4,137톤으로 어획량의 대부분이 이곳에 집중되어 있다. 그러나, 이와는 달리 상대적으로 난의 분포밀도가 낮은 여수 지역에서는 어획량이 4,411톤에 불과하였다. 이것은 비록 멸치가 이동성이 강한 표층성 어류이지만, 어미로부터 산란되어 어느 정도 성장할 때까지 계속 같은 해역에 머무르고

있으며, 따라서 그 결과 권현망어업의 어황에 영향을 미치고 있음을 시사하는 것이다. 그러나, 어느 정도 성장한 후에는 멸치는 색이를 위하여 외해측으로 이동·확산해 나가는 것으로 알려져 있다(국립수산과학원, 2005).

한편, 권현망 어장에서 어획된 멸치는 1.5 cm 미만의 어린 멸치에서부터 13.0 cm의 성숙개체에 이르기까지 모든 크기가 포함되었다. 시기별로는 3월과 4월에는 4.6 cm 이상의 멸치가 주를 이루었으나, 주 산란기가 지난 8월 이후에는 4.6 cm 이상의 멸치는 감소하고 4.6 cm 미만, 특히 1.5 cm 미만의 멸치가 크게 증가하였다. 이것은 남해안 권현망 어장에 대형멸치와 소형멸치(미성어 멸치)가 혼재하고 있으며, 8월 이후에는 큰 멸치가 권현망어업의 어장 범위를 벗어나는 것으로 추정된다. 해역별로는 작은 그룹(특히 4.6 cm 미만)의 멸치일수록 육상의 연안측 가까이에서 많이 분포하였고, 큰 멸치(4.6 cm 이상)일수록 어장의 외해 측에 분포하여 발생단계별에 따른 구분된 분포역의 범위를 보였다. 이러한 결과는 멸치가 어린 시기에는 주 산란장 가까이의 내해측에 머물지만 성장할수록 외해측으로 이동·확산해 나가는 것으로 볼 수 있으며, 이러한 이유는 어린 멸치가 생활사 초기에는 운동능력이 없는 플랑크톤의 시기를 거치지만, 성장하면서 점점 유영능력을 확보해 나가기 때문이다. 그러나, 성숙 이상의 대형군의 멸치가 되면, 다시 본해역으로 산란을 위해 유입된다(김과 강, 1992).

이상을 종합하면, 우리나라 남해안의 고흥반도와 거제도 사이 해역은 멸치의 산란장이지만 그 중심역은 남해도와 거제도 간 해역이며, 이러한 분포양상은 수온과 염분 등의 환경조건과 관련이 있었다. 또한 고흥반도와 거제도 사이 해역은 멸치의 산란장이자 성육장이며, 동시에 색이장의 역할을 수행하고 있는 것으로 사료된다.

요 약

우리나라 남해안에서 멸치의 주 산란기인 2007년 5월부터 8월까지 멸치 난자치어의 분포와 해양환경요인과의 관계를 분석하고, 권현망에 의한 해역별 어획량과 체장조성 자료와 종합하여 멸치의 시공간 분포 변화를 분석하였다.

1. 멸치의 난은 5월부터 8월까지 분포하였으나, 분포밀도는 7월에 가장 높고 8월에 가장 낮았다.
2. 난의 주 분포해역은 남해도와 거제도 간 해역이며, 난이 많이 채집된 곳의 수온범위는 15~24°C, 그리고 염분범위는 32~34이었다.
3. 멸치의 자치어의 분포밀도는 난의 분포와 같이 남해도와 거제도 간 해역에서 높았다.
4. 고흥반도와 거제도 간 해역에서 권현망어업에 의한 2007년 멸치 어획량은 통영이 11,409톤, 마산이 4,137톤,

사천이 2,487톤, 그리고 여수가 4,411톤으로 대부분이 남해도와 거제도 사이 해역에서 어획되었다.

5. 고흥반도와 거제도 간 해역에서 권현망어업에 어획된 멸치는 3~4월에는 큰 멸치(4.6 cm 이상)가 많았고, 8월 이후에는 0.7 cm의 소형에서부터 13.0 cm의 대형 크기까지 분포하였다. 작은 멸치(4.6 cm 미만)는 연안측 가까이에서 많이 분포하였고, 큰 멸치(4.6 cm 이상)일수록 어장의 외해 측에 분포하여 멸치는 내만측에서 어린 시기를 보내고 성장하면서 외해측으로 이동·확산해 나가는 것으로 볼 수 있다.

사 사

본 논문은 국립수산과학원 남해수산연구소 경상과제인 ‘남해연안어업자원조사’사업의 연구항목인 멸치자원조사(과학원 간행물 등록번호, RP-2008-FR-016)에 의거 수행·추진되었으며, 자료수집과 분석을 위해 적극 협조하여 주신 탐구 11호 선원들과 남해수산연구소 어업자원과 연구(보조)원들에게 감사의 말씀을 전하며, 아울러 논문의 완성도를 높이기 위하여 세심하게 검토하여 주신 심사위원님들께 감사의 말씀을 드립니다.

인 용 문 헌

- 국립수산과학원. 2005. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 예문사, 397 pp.
- 김상현·방익찬. 2005. 2001년 7월과 11월의 한국남해 서부해역에서의 멸치(*Engraulis japonica*) 어란과 자·치어의 분포 및 수송 특성. 한국수산학회지, 38: 331-341.
- 김진영. 1983. 한국남해 및 서해 연안해역에서의 멸치난치어의 분포. 한국수산학회지, 16: 401-409.
- 김진영·강용주. 1992. 한국 남해 멸치의 산란생태. 한국수산학회지, 25: 331-340.
- 김진영·김주일. 1991. 한국 남해안 멸치의 난·자어 밀도와 가입. 국립수산진흥원 연구보고, 45: 101-107.
- 김진영·김주일. 1993. 한국 남해 연안의 멸치 난·자어 분포와 사망률의 변동. 한국어류학회지, 5: 217-225.
- 김진영·김주일·최광호. 1994. 봄철의 한국 남해 멸치와 정어리 卵 분포 및 감소율의 비교. 한국수산학회지, 27: 299-305.
- 김진영·최영민. 1988. 멸치, *Engraulis japonica* 난·치어의 연직 분포. 한국수산학회지, 21: 139-144.
- 이승중·고유봉. 2002. 하계 제주해협 주변 멸치 난·자치어의 분포와 해양환경과의 관계. 1. 멸치 난·자치어의 분포현황. 한국어류학회지, 14: 222-233.
- 이승중·고유봉. 2003. 하계 제주해협 주변 멸치 난·자치어의 분포와 해양환경과의 관계. 2. 해양환경 요인과의 관계. 한국어류학회지, 15: 162-174.

- 이은경 · 유재명 · 김 성 · 이영철. 1996. 대한해협 멸치 치자어의 수직분포. 한국어류학회지, 8: 47-56.
- 최영민 · 김진영. 1988. 한국 남해안산 멸치, *Engraulis japonica* (Houttuyn)의 재생산력. 국립수산진흥원 연구보고, 41: 27-34.
- 추효상 · 김동수. 1998. 한국 남해의 대마난류 변동이 멸치 난·자어의 연안역 수송에 미치는 영향. 한국수산학회지, 31: 226-244.
- 추효상. 2002. 하계 한국 남해의 해황 변동과 멸치 초기 생활기 분포특성. 한국수산학회지, 35: 77-85.
- 해양수산부. 2007. 2006 해양수산 주요통계(비매품), 266pp.
- Kim, J.Y. 1992. Relationship between anchovy, *Engraulis japonica*, egg and larval density and environmental factors in the Eastern waters of Korea, Bull. Korean Fish. Soc., 25: 495-500.
- Moser, H.G., W.S. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. The American Society of Ichthyologists and Herpetologists, 760pp.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, 1154pp.