

2015년 하계 및 추계 동해 남서해역에서 출현하는 살오징어 (*Todarodes pacificus*) 유생의 분포 양상

김윤하* · 신동훈**†

* 국립수산물과학원 연근해자원과, ** 국립수산물과학원 수산자원연구센터

Distribution of Common Squid *Todarodes pacificus* Larvae in the Southwestern Part of the East Sea in Summer and Autumn, 2015

Yoon-Ha KIM* · Dong-Hoon SHIN**†

* Fisheries Resources Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

** Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

요 약 : 동해 남서해역에서의 살오징어 유생 출현 특성을 파악하기 위해 2015년 8, 9, 11월 여수 근해부터 평해 연안까지 총 35개 정점에서 IKMT 네트(망목 : 500 μm)를 사용하였으며, 초기 생활단계의 주요 해양환경 인자인 수온은 CTD(SBE9plus)로 관측하였다. 유생의 월별 외투장 자료의 통계처리를 위하여 SPSS software(ver. 12.0)를 이용하였다. 채집된 살오징어 유생의 개체수는 총 228개체로 외투장 범위는 1.4 - 21.9 mm였다. 유생밀도 범위는 8월에 0.2 - 5.2 inds./1,000 m³, 9월에 0.1 - 3.2 inds./1,000 m³, 11월에 0.3 - 7.9 inds./1,000 m³로 나타났다. 전반적으로 유생은 연안측 정점보다 조사해역의 동남부인 부산 근해에서 더 높은 밀도를 보였다. 8, 9, 11월의 유생출현률은 각각 64.3%, 62.9%, 68.6%였다. 평균외투장 범위는 5.24 - 5.68 mm였으며, 월별 평균외투장은 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$). 또한 외투장 분포에서 4 - 5 mm 구간의 유생이 최대 출현빈도를 보였다. 유생이 채집된 정점에서 유생의 생존이 가능한 수온대가 8월에는 대부분의 정점에서 표층부터 약 20 m 부근까지 유생이 서식하기에 부적합한 수온대가 존재하였던 반면, 9월과 11월에는 표층부터 유생이 서식하기 적합한 수온대가 형성되었다. 또한 얇은 수심의 연안측 정점에서는 표층에서 저층까지 적수온대가 형성되었으며, 100 m 이상의 깊은 수심의 외양측 정점에서는 표층부터 수온약층의 상층부까지 유생의 생존가능한 수온대가 형성되었다.

핵심용어 : 살오징어, 살오징어 유생, 외투장, 동해, 분포, 수온

Abstract : To determine the horizontal and temporal distribution of common squid larvae, *Todarodes pacificus* (hereafter *T. pacificus*), we conducted surveys using an IKMT net (mesh size: 500 μm) with a Fisheries Research Vessel (FRV, TAMGU 21) in the southwestern part of the East Sea in summer (August and September) and autumn (November) 2015. A total of 228 larvae, ranging in mantle length (ML) from 1.4 mm to 21.9 mm, were collected at 35 stations over the research period. The monthly average mantle length of *T. pacificus* larvae did not differ significantly in August, September and November. ($p > 0.05$). Catch densities at positive stations ranged between 0.1 and 7.9 inds./1,000 m³ over the research period. Incidence rates of *T. pacificus* larvae were similar over three months, in the study area (62.9% - 68.6%). The 4 - 5 mm mantle length range had the highest frequency in size-frequency distributions for *T. pacificus* larvae. The larval survival temperature (15 - 24 °C) at positive stations for catch densities was located below a 20 m depth in August whereas it was located at the surface of the water in September and November. The survival temperature for larvae existed from the bottom to the surface of the water where larvae were sampled larvae in shallow sea areas. However, the larval survival temperature occurred in a shallower location than the upper layer of the thermocline in deep sea areas at a depth below 100 m.

Key Words : Common squid, *Todarodes pacificus* larvae, Mantle length, East Sea, Distribution, Temperature

* First Author : psysonic@nate.com, 051-720-2278

† Corresponding Author : dhshin2@korea.kr, 055-650-2252

1. 서론

살오징어, *Todarodes pacificus*는 오징어목(Teuthoidea) - 살오징어과(Family Ommastrephidae)에 속하며, 회유성 단년생 두족류로 분포범위는 한국 및 일본 주변해역을 포함한 북서태평양 전역이다(Roper et al., 1984; Okutani, 1983; Shevtsov et al., 2005). 하계, 추계, 동계의 3개 계절 산란계군으로 구분하며(Hamabe and Shimizu, 1966), 생체량은 추계군과 동계군이 큰 것으로 알려져 있다. 산란은 북서태평양의 수심 100 - 500 m 대륙붕 및 대륙사면에 위치한 15 - 24°C 수온대에서 이루어지는데 이러한 조건에 부합되는 산란장은 대체로 대만 북부부터 큐슈 서방에 위치해있다(Roper et al., 1984; Sakurai, 2006; Sakurai et al., 1996; 2000). 주산란장에서 난, 유생 및 어린 살오징어는 해류를 따라 색이장(동해북부 및 오토츠크해)으로 수송 혹은 북상회유하며, 그 이후 성장한 개체는 산란장으로 남하회유하여 자신이 부화한 계절에 방란 혹은 방정 후 대부분 사망하는 것으로 알려져 있다(Roper et al., 1984; Okutani, 1983; Hatanaka et al., 1985; Murata, 1990).

살오징어의 어획은 주로 북서태평양에 인접한 국가에서 이루어지고 있으나 실제 일본과 한국에서 대부분 어획되며, 그 중 한국에서는 상업적 살오징어 어획량의 70 - 80%가 동해에서 어획된다(Kim, 2015). 유엔식량농업기구(Food and Agricultural Organization)는 북서태평양에서 1970 - 1980년대에 걸친 저어획기에는 어획량이 14만톤까지 감소하였으나 1990년대 이후 고어획기에 접어들면서 연간 40만톤을 상회하는 어획량을 2010년까지 유지하고 있다고 보고하였다. 한국 또한 저어획기(1970 - 1980년대)에는 약 3만톤에서 고어획기(1990년대 이후)의 약 25만톤까지 어획량이 증가하여 시기적으로 북서태평양 어획량 변동과 유사한 증감 양상을 보여왔다. 이는 어로기술 향상 및 북서태평양의 기후체제 전환에 의한 것으로 사료되고 있다(Sakurai et al., 2000; Kim, 2015).

1990년 이후 2009년까지 한국의 수산업에서 일반해면어업이 차지하는 비중은 대략 절반가량이며, 그 중에서 살오징어 어획량은 일반해면어업의 약 15 - 20%의 비중을 차지할 정도의 중요성을 가진다(Kim, 2015). 이러한 살오징어 자원의 지속적인 이용을 위해서는 해양환경 변화 및 과도한 어획에 대처 가능한 효율적인 자원관리 방안이 필요하며, 이를 위해서는 산란, 유생수송, 회유, 분포 등 살오징어의 자원량 증감에 관계된 자원생태학적 연구가 선행될 필요가 있다.

특히 유생분포에 관한 연구는 산란장 위치 및 수송경로 추정과 같은 생활사 초기단계에 대한 생태학적 정보를 제공할 수 있다. 또한 유생분포 양상이 성어자원량 증감 양상과

연관성이 있다. 따라서 유생의 생태조사를 통해 축적된 자료는 살오징어 자원관리를 위한 정책에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 살오징어 유생에 관한 연구는 국외에서는 일본 주변해역에서 유생의 수평·연직분포에 관한 연구(Bower et al., 1999; Shimura et al., 2005; Yamamoto et al., 2002; 2007), 기후체제 전환 혹은 해양환경 변화에 따른 유생의 장기적인 출현양상 변화(Goto, 2002; Kidokoro et al., 2010) 등에 관한 연구가 있었다. 국내에서는 동중국해에서의 하계군 유생수송에 관한 연구(Kim, 2008), 동중국해 북부의 유생의 수평·연직분포에 관한 연구(Kim et al., 2011; Kim et al., 2014a), 하계 서해 중부 및 동중국해 북부의 유생분포에 관한 연구(Kim and Lee, 2016) 등이 수행되었다.

특히 동해 남서해역 유생분포에 관한 연구도 수행되었는데(Kim et al., 2014b; Kim and Lee, 2016), 동해 남서해역은 일본의 동서연안과 더불어 유생이 난류를 따라 성육장으로 북상하는 주요경로 중 하나이며, 중요한 살오징어 어장으로 친어의 주요 남하회유경로이기도 하다(Kim et al., 2010; 2017b). 이처럼 동해 남서해역은 살오징어의 북상 및 남하회유와 같이 살오징어 생활사적으로 중요한 해역임에도 불구하고 이와 연관된 연구는 적으며, 이조차 연구영역은 경상북도 연해에 그쳐 살오징어의 생활사 초기단계의 생태를 밝히는 데에는 부족함이 있는 것으로 보여진다. 따라서 본 연구에서는 선행 연구보다 더 확장된 범위의 연구영역인 동해 남서해역에 대하여 2015년 하계와 추계에 채집된 살오징어 유생의 출현양상을 파악하여 해양환경과의 연관성에 대한 논의를 하였다.

2. 재료 및 방법

동해 남서해역에서 살오징어 유생분포를 파악하기 위해 2015년 8월 - 11월 동안 총 35개 정점(8월: 28개 정점에서 IKMT 네트(망목: 500 μ m)를 사용하여 저층(최대 수심 100 m)에서 표층까지 경사채집을 실시하였다(Fig. 1, Table 1). 또한 초기 생활단계의 주요 해양환경 인자인 수온은 CTD(SBE9plus)로 관측하였으며, 살오징어 유생의 공간적인 분포특성을 알기 위해 수평적으로 월별 0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 100 m의 수평 수온분포를 작성하였고 연직적으로는 Kim et al. (2014b; 2017a)과 Shimura et al.(2005)의 방법과 같이 유생이 채집된 정점에서 배아발달 및 부화수온(Sakurai, 2006; Sakurai et al., 1996; 2000)으로서 유생이 서식할 수 있는 수심대를 파악하였다.

Table 1. Survey summary for sampling *Todarodes pacificus* larvae in the southwestern part of the East Sea, 2015

Month	Date	No. of Stations
August	8.19 - 8.28	28
September	9.15 - 9.21	35
November	11.3 - 11.16	35

외투장(mantle length)의 급격한 변형을 줄이기 위해 채집 후 시료를 즉시 1 - 2시간동안 5°C 온도에서 냉장보관 후 기존연구(Kim et al., 2011; 2014b; Kim and Lee, 2016)에서 사용된 고정방법과 동일하게 99% 에탄올로 고정하여 실험실로 이송하였다. 고정된 시료에서 두족류 유생을 골라낸 후 융합된 촉수, 종모양의 외투막 그리고 고유 색소포 패턴 등과 같은 살오징어 유생의 형태학적 특징을 통해 동정하였으며 (Sweeny et al., 1992), 월별 유생의 외투장 변화를 파악하기 위해 해부현미경(OLYMPUS SZX10)을 이용하여 외투장을 0.1 mm 단위까지 측정하였다.

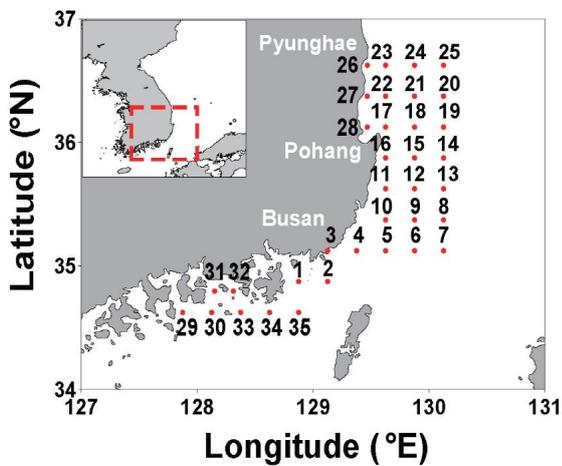


Fig. 1. Map of the study area (red markers) in the southwestern part of the East Sea. Samplings were conducted at 28 sites (August) and 35 sites (September, November).

살오징어 유생분포 지역에서의 유생의 밀도는 IKMT에 부착된 유량계를 이용하여 여수량을 정점별로 측정하였고, 1,000 m³당 개체수로 나타내었다(inds./1,000 m³).

SPSS software(version 12.0)를 이용하여 8월, 9월, 11월에 채집된 유생의 월별 평균외투장에 대하여 유의차검정을 수행하였다. 정규성(normality)과 등분산성(homogeneity) 검정을 통

해 가정 성립시 one-way ANOVA를 실시하였고 사후검정은 Scheffe' test를 통하여 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

동해 남서해역에서 조사기간 동안 수온은 표층에서 수심 100m까지 8월 5.8 - 26.3°C, 9월 4.5 - 24.5°C, 11월 2.0 - 20.6°C의 범위에 있었다. 수온은 전반적으로 8월에 높고 11월에 낮은 전형적인 중위도의 계절변화 양상을 보였다. 주로 조사해역의 남동쪽인 부산 - 포항 근해에서 비교적 높은 수온대가 위치하는 경향이 나타났다. 또한 8월보다는 9월과 11월에 이러한 수온배치가 뚜렷하게 나타났으며, 수심이 깊어질수록 남동쪽에 위치한 난수역이 두드러지게 나타났다(Fig. 2).

이와 같은 동해 남서해역에서의 수온분포양상은 북쪽에서 연안을 따라 남진하는 북한한류와 남쪽에서 북동진하는 난류로 인해 연안측에는 냉수괴, 외측에는 난수괴가 위치하는 특성 때문인 것으로 사료되며(Kim and Min, 2008), 이는 수온과 밀접한 관련이 유생의 서식 혹은 생존에 영향을 미칠 것으로 추정된다.

조사기간동안 채집된 살오징어 유생 개체수는 총 228 개체 (8월 90 개체, 9월 51 개체, 11월 87 개체)로 외투장 범위는 8월에 1.5 - 16.3 mm(평균: 5.24 mm, 표준편차: 2.37 mm), 9월에 1.4 - 21.9 mm(평균: 5.68 mm, 표준편차: 3.58 mm) 그리고 11월에 1.5 - 9.0 mm(평균: 5.40 mm, 표준편차: 3.32 mm)였다(Fig. 3). 8월과 11월에 외투장 4 - 5 mm 구간의 유생출현의 빈도가 가장 높았으며, 그 이전 구간과 그 다음 구간부터는 점차 빈도가 줄어드는 양상을 나타내는 단봉형 출현빈도를 보였다. 조사기간 중 월별유생의 평균외투장 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 4, p>0.05).

이처럼 유생의 외투장이 계군이 다름에도 조사시기에 관계없이 통계학적으로 차이가 나지 않는 원인은 본 연구에서 채집된 유생 대부분이 동중국해 북부에서 부화하여 한국 동해안으로 수송된 개체들일 가능성이 높기 때문으로 추정된다. 주산란장에 인접한 동중국해 북부에서 유생의 평균외투장이 8월에 5.0 mm, 11월에 3.0 mm로 변화한 것(Kim et al., 2011)에서 미루어 짐작할 때, 주산란장에 해당되거나 인접한 해역에서는 갓 부화한 개체의 비율이 높거나 낮아지기 때문에 평균 외투장변화가 생기는 반면 주산란장에서 떨어져 수송된 개체수가 많을 경우에는 갓 부화한 개체수의 비율이 낮기 때문에 평균 외투장변화가 작거나 거의 없어지는 것으로 판단된다.

2015년 하계 및 추계 동해 남서해역에서 출현하는 살오징어 (*Todarodes pacificus*) 유생의 분포 양상

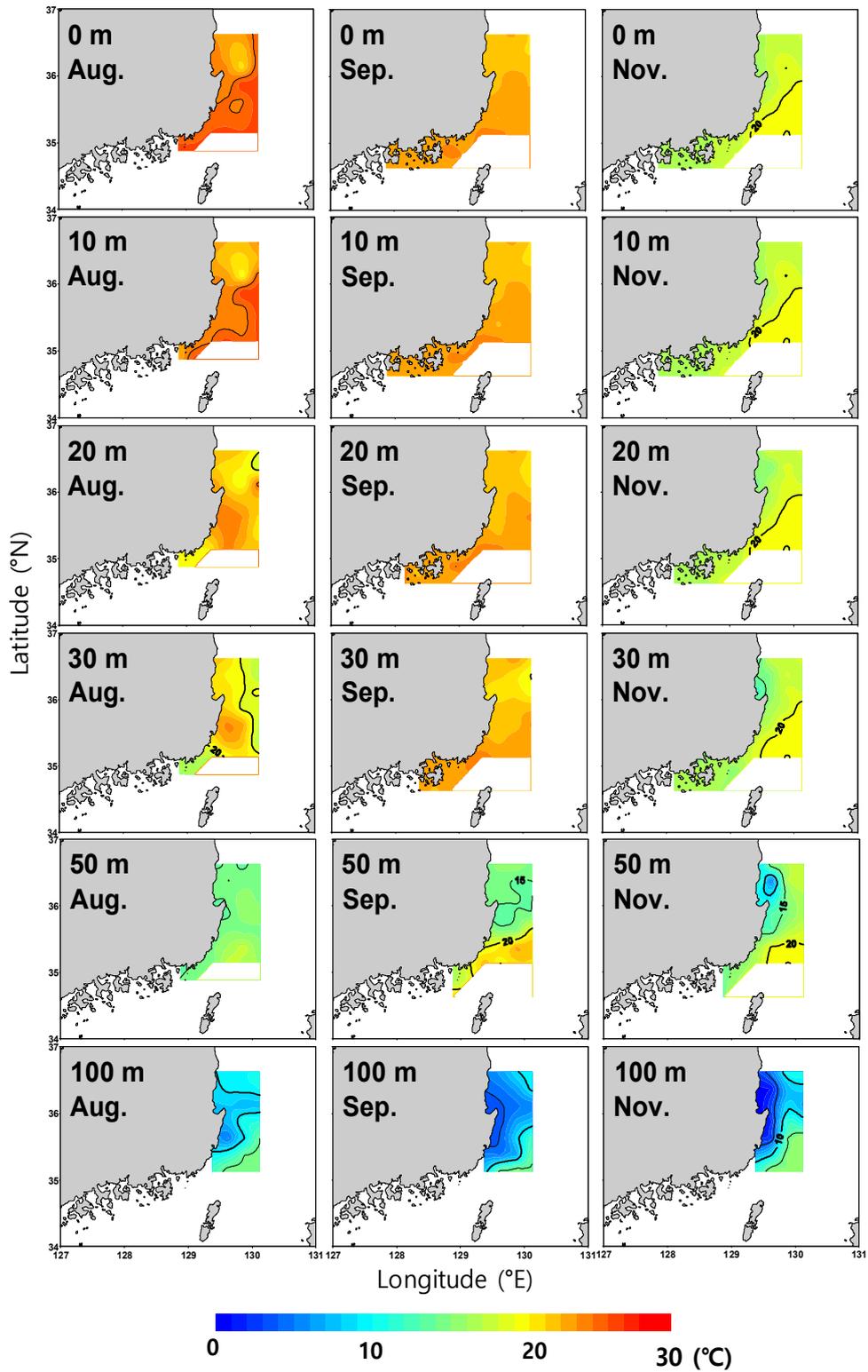


Fig. 2. Horizontal distribution of water temperature at 0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m and 100 m depth in August, September and November in the southwestern part of the East Sea.

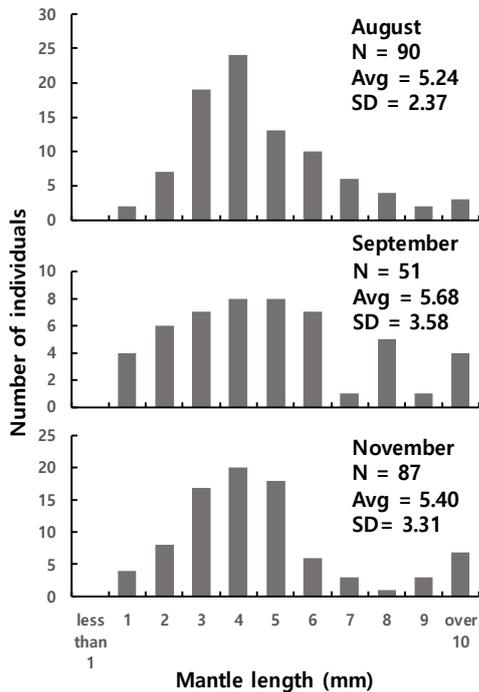


Fig. 3. Size-frequency distributions of *Todarodes pacificus* larvae collected in the southwestern part of the East Sea in August, September and November, 2015 (N: Total number of larvae).

살오징어 유생은 8월에 28정점 중 18정점, 9월과 11월에 각각 35정점 중 22정점, 24정점에서 출현하였다. 월별출현빈도는 각기 64.3%, 62.9%, 68.6%로 나타났다. 또한 유생밀도는 8월 0.2 - 5.2 inds./1,000 m³, 9월 0.1 - 3.2 inds./1,000 m³, 11월 0.3 - 7.9 inds./1,000 m³로 나타났다. 유생의 밀도가 비교적 높

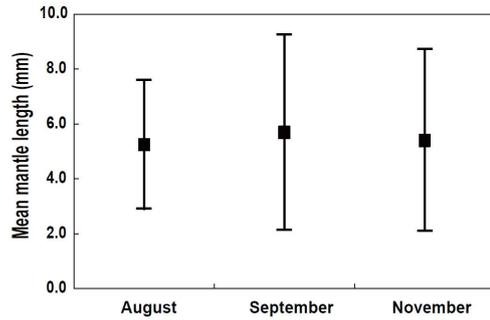


Fig. 4. Monthly averaged mantle length (mm) of *Todarodes pacificus* larvae collected in the southwestern part of the East Sea in August, September and November, 2015. Mean and range of 95 % confidence interval (error bars) were represented.

게 나타난 정점은 주로 조사해역의 남동쪽 외측정점으로 8월에는 정점 7, 8, 22였고, 9월에는 정점 8 그리고 11월에는 정점 2, 5, 15, 21, 35이었다. 특히 11월에는 부산근해의 정점 5에서 1,000 m³당 8개체가 출현하여 조사기간 중 가장 높은 밀도를 나타내었다. 또한 전체적으로 유생은 연안측 정점보다 외양측 정점에서, 특히 조사해역의 동남부 외양측에서 더 높은 밀도가 나타났는데(Fig. 5), 이러한 원인은 주산란장인 동중국해에서부터 난 또는 유생의 형태로 난류를 따라 북상하기 때문인 것으로 추정된다.

이는 전술한 바와 같이 월별 평균외투장의 차이가 통계적으로 유의하지 않은 점, 월별 유생의 출현빈도가 65% 전후로 차이가 크지 않은 점 등과 함께 본 조사에서 채집된개체들이 동해에서 발생한 유생이 아닌 동중국해에서부터 수송된 것으로 추정할 수 있는 근거가 된다. 또한 동해 남서해역

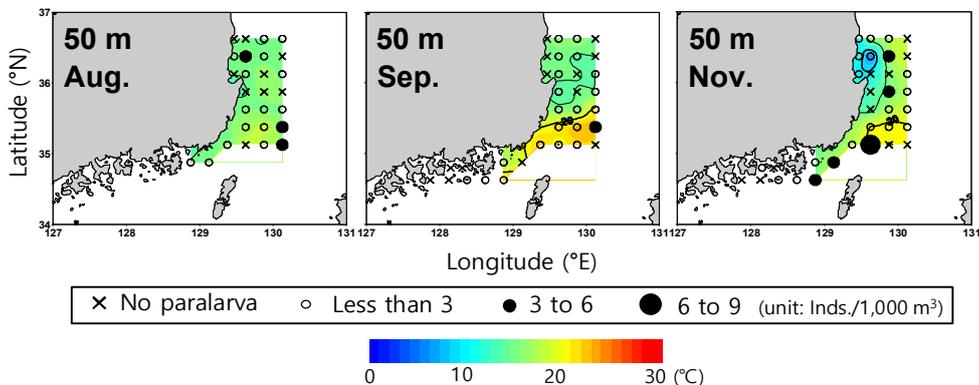


Fig. 5. Distribution of *Todarodes pacificus* larvae during summer and winter (August, September and November 2015) in the sampling area. Water temperature (°C) at 50 m depth were superimposed.

2015년 하계 및 추계 동해 남서해역에서 출현하는 살오징어 (*Todarodes pacificus*) 유생의 분포 양상

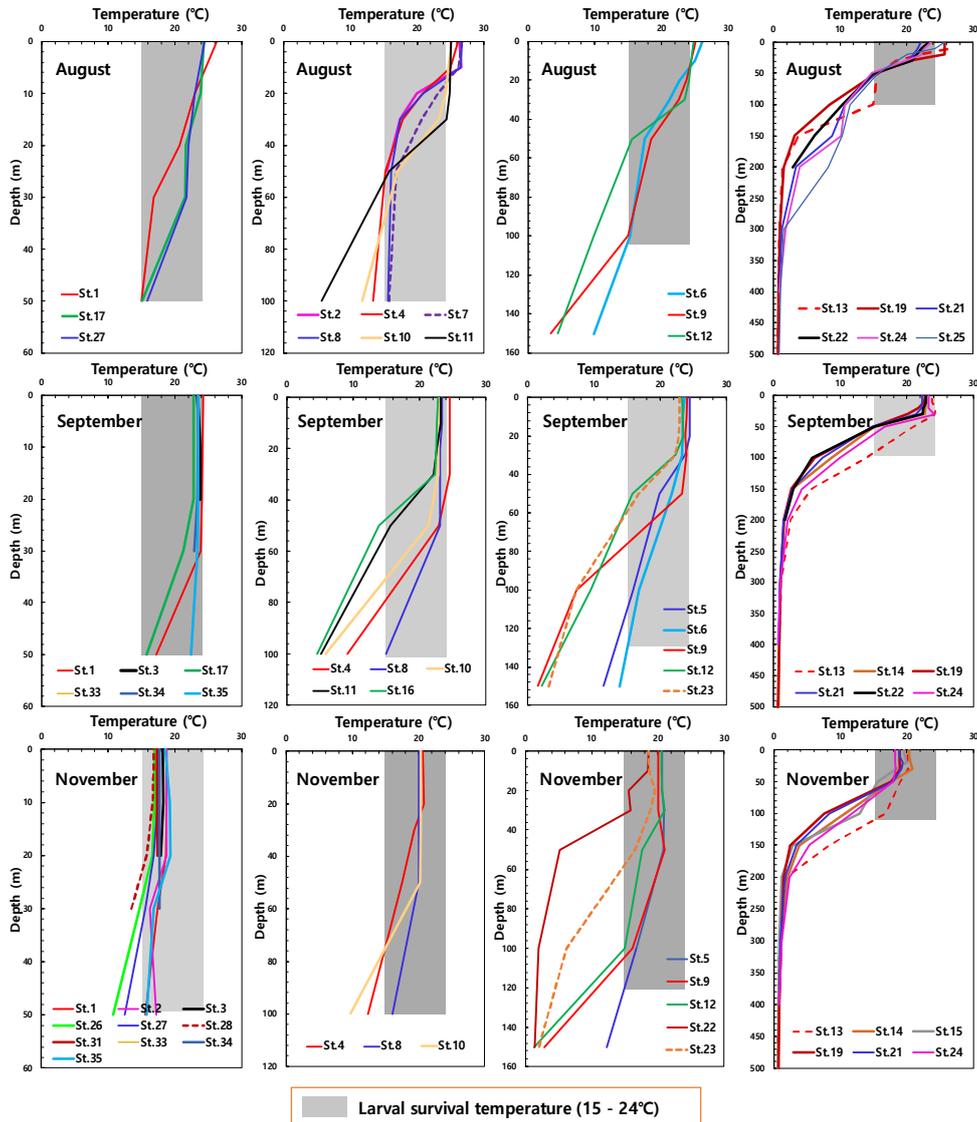


Fig. 6. Vertical distributions of water temperature where *Todarodes pacificus* larvae were sampled, and optimum larval survival temperature (shading area) for *Todarodes pacificus* larvae in the study area in August (upper), September (middle) and November (lower) in 2015.

에서 유생이 지속적으로 출현하였다는 보고(Kim et al., 2014b; Kim and Lee, 2016) 등을 감안하면 본 연구해역은 성육장으로 수송되는 주요경로 중 하나일 것으로 추정된다.

살오징어의 산란장이 형성되기 위해서는 해저수심 100 - 500 m의 대륙붕 및 대륙사면의 지형적인 조건과 약 15 - 24°C의 산란적수온이 필요하다(Sakurai, 2006; Sakurai et al., 1996; 2000).

그러나 동해 남서해역은 북동쪽으로 사행하는 난류수와 연안을 따라 남하하는 냉수괴의 배치변화에 따라 해양환경 변동이 큰 해양학적 특성이 있으며, 대륙붕이 발달하지 않

아 살오징어 산란장 형성에 어려움이 있어 주산란장인 동중국해에 비해 산란장 규모가 현저히 작을 것으로 판단된다.

한편, 본 조사해역과 더불어 주요 유생 수송경로인 일본 서쪽 연안의 월별 유생 출현빈도 변화(Goto, 2002)는 살오징어 고어획기에 접어든 1980년대 후반 이후 본 연구해역과 같은 위도의 일본 남서연안에서 월별 유생 출현율은 9월에 비해 11월에 비교적 더 높은 경향을 보여 조사기간동안 월별로 65% 전후로 나타난 본 연구결과와 차이가 있었다. 이는 같은 동해일지라도 한류와 난류가 만나는 우리나라 동해 연안과 난류와 연안수가 만나는 일본 서쪽연안의 해양학적

차이가 있기 때문으로도 풀이할 수 있다. 그러나 Goto(2002)의 연구에서는 1973 - 1999년의 자료이기 때문에 같은 시기를 비교분석한 것이 아니며, 또한 단기적으로는 11월에 비해 9월에 더 많은 유생이 출현한 해(1988년)도 있기 때문에 본 연구와 동일하게 비교하기에는 무리가 있다.

본 연구에서는 배아발달 및 배아생존 가능수온인 15 - 24℃ (Sakurai, 2006; Sakurai et al., 1996; 2000)를 유생이 생존할 수 있는 수온으로 추정하여 유생이 출현한 정점의 연직수온분포에서 그 수온대를 Fig. 6과 같이 표시하였다. 유생의 생존이 가능한 수온대는 8월에 0 - 123 m, 9월에 0 - 140 m, 11월에 0 - 112 m의 수심에 위치해 있었다. 살오징어 유생은 표층부터 100 m까지 채집된 것으로 채집이 이루어지지 않았던 100 m보다 깊은 수층에도 이론상 서식이 가능한 것으로 판단되나 수층별 조사를 한 Yamamoto et al.(2007)과 Kim et al.(2011)의 연구결과에 따르면 100 m 이하에서는 유생이 채집되지 않았기 때문에 유생이 서식가능한 최저수심은 100 m인 것으로 추정된다.

8월에는 고수온으로 인해 표층부터 20 m 부근까지 유생이 서식하기에 부적합한 수온대가 존재하였으며, 수온이 전반적으로 낮아진 9월과 11월 조사에서는 표층부터 유생이 서식하기 적합한 수온대가 형성되었다. 이러한 혼합층의 수온 범위는 8월에 23.5 - 26.5℃, 9월에 22 - 24℃, 11월에 18 - 20℃였다.

100 m이내의 얇은 수심의 정점에서는 표층에서 저층까지 유생이 생존가능한 수온대가 형성되었다. 그러나 정점 26, 27, 28은 포항에서 평해까지의 연안에 인접한 정점으로 연안을 따라 남하하는 한류의 영향으로 인해 11월에 30 m 수심에서 15℃ 이하의 수온대가 나타났으며(Figs. 2, 6), 유생이 서식가능한 수온은 표층부터 30 m 사이에 형성되었다. 이는 하계에서 추계로의 계절변화에 따라 전반적인 수온하강 및 한류의 영향증대 때문인 것으로 생각된다.

연안에서 먼 100 m보다 깊은 수심에 위치한 정점에서는 40 - 80 m에서 수온약층이 시작되어 수온이 급격히 낮아지기 시작하는데 수온약층의 상층부부터 표층까지 유생이 생존가능한 수온대가 형성되었다. 이는 2013년 11월에 동해 남부의 연구결과(Kim and Lee, 2016)와도 일치하였다.

살오징어는 난, 유생, 유어 등은 동중국해 주산란장에서 쿠로시오, 쓰시마 난류와 같은 해류를 따라 수송되는 특성이 있으며, 선행 연구에 따르면 동해 남서해역에서 지속적으로 살오징어 유생의 출현이 보고되고 있다(Kim et al., 2014b; Kim and Lee, 2016). 따라서 본 해역은 살오징어 유생의 주요수송경로 중 하나로 볼 수 있다.

본 연구는 2015년 하계(8월, 9월)와 추계(11월)에 살오징어 유생 출현 양상의 시공간적인 변화를 해양환경과의 연관성

을 통해 비교분석하였다. 그러나 같은 동해 연안에서 수행된 앞선 연구(Kim et al., 2014b; Kim and Lee, 2016)의 조사범위가 울주군에서 후포 연안까지인데 비해 본 연구는 남해 일부(여수 근해)부터 평해 연안까지 조사하였으며, 또한 앞선 연구보다 더 많은 유생을 채집하여 외투장조성에 대한 분석 및 통계분석을 수행하였다.

그러나 본 연구 또한 앞선 연구들과 마찬가지로 조사기간이 2015년 하계 및 추계로 단기적이기 때문에 살오징어 유생의 전반적인 생태를 논의하는 것에는 한계가 있다.

향후 이러한 한계를 보완하기 위해서는 정점 간의 간격이 넓어 해상도가 낮아지더라도 더 넓은 조사해역을 설정하여 장기적으로 계절조사와 같이 특정시기에 동일한 채집방법(봉고네트 혹은 링네트)을 통해 난자치어 조사를 수행하여 자료를 축적할 필요가 있다. 또한 유생의 수송에 관한 구체적인 규명을 위해 해류의 유속과 유향의 실측치를 파악할 필요가 있으며, 이를 위해 난자치어 조사와 함께 ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)와 같은 유속계를 이용할 필요가 있다고 판단된다. 생활사 초기단계의 장기적인 모니터링은 살오징어의 생태를 파악하는데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결 론

동해 남서해역에서 채집된 살오징어 유생의 개체수는 총 228개체로 외투장 범위는 1.4 - 21.9 mm였다. 유생밀도범위는 8월 0.1 - 7.9 inds./1,000 m³로 나타났으며, 전반적으로 유생은 연안측 정점보다 부산 근해(조사해역의 동남부)에서 밀도가 더 높았다. 8, 9, 11월의 유생출현율은 각각 64.3%, 62.9%, 68.6%였다. 월별 평균외투장 범위는 5.24 - 5.68 mm였으며, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(p > 0.05). 또한 외투장 분포는 4 mm대의 유생출현의 빈도가 높게 나타났다.

8, 9, 11월의 평균외투장, 유생출현율 및 밀도에 큰 차이가 없는 것은 한국 동해안에서 부화한 유생의 수보다 동중국해 북부에 위치한 쓰시마 난류 영향 하의 산란장에서 수송된 유생의 수가 월등히 많기 때문으로 판단된다. 이로 인하여 주로 난수괴가 분포하는 해역 즉, 난류의 영향이 더 큰 본 연구해역의 동남쪽에서 높은 유생밀도를 나타낸 것으로 보이며, 갓 부화한 개체수가 적기 때문에 평균 외투장이 월별로 차이가 크게 나타나지 않는 것으로 생각된다.

유생이 채집된 정점에서 연직적으로 유생의 생존이 가능한 수온대가 8월에는 대부분의 정점에서 표층부터 약 20 m까지 유생이 서식하기에 부적합한 수온대가 존재하였던 반면, 9월과 11월에는 표층부터 유생이 서식하기 적합한 수온대가 형성되었다. 또한 얇은 수심의 연안 쪽의 정점에서는

표층에서 저층까지 적수온대가 형성되었으며, 100m이심의 외양 쪽 정점에서는 표층부터 수온약층의 상층부까지 적수온대가 형성되었다.

사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(근해어업자원조사, R2019019)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

References

- [1] Bower, J. R., Y. Nakamura, K. Mori, J. Yamamoto, Y. Isoda and Y. Sakurai(1999), Distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Kuroshio off southern Kyushu, Japan, Mar. Biol., Vol. 135, pp. 99-106.
- [2] Goto, T.(2002), Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan, and its implication for locating spawning grounds, Bull. Mar. Sci., Vol. 71, No. 1, pp. 299-312.
- [3] Hamabe, M. and T. Shimizu(1966), Ecological studies on the common squid *Todarodes pacificus* Steenstrup, mainly in the southwestern waters of the Japan Sea, Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst., Vol. 16, pp. 13-55.
- [4] Hatanaka, H., S. Kawahara, Y. Uozumi and S. Kasahara(1985), Comparison of life cycles of five ommastrephid squids fished by Japan: *Todarodes pacificus*, *Illex illecebrosus*, *Illex argentinus*, *Nototodarus sloani sloani* and *Nototodarus sloani gouldi*. NAFO Sci. Coun. Studies., Vol. 9, pp. 59-68.
- [5] Kidokoro, H., T. Goto, T. Nagasawa, H. Nishida, T. Akamine and Y. Sakurai(2010), Impact of a climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan, ICES J. Mar. Sci., Vol. 67, pp. 1314-1322.
- [6] Kim, J. J.(2008), Summer occurrence and transport process of common squid (*Todarodes pacificus*) paralarvae in the East China Sea. M.D. Thesis, Pukyung Nat. Univ., Busan, pp. 1-50.
- [7] Kim, J. J., C. H. Kim, J. S. Lee and S. A. Kim(2014a), Seasonal Characteristics of *Todarodes pacificus* paralarval distribution in the northern east China Sea, Kor. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 47, No. 1, pp. 59-61.
- [8] Kim, J. J., H. H. Lee, S. A. Kim and C. Park(2011), Distribution of larvae of the common squid *Todarodes pacificus* in the Northern East China Sea, Kor. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 44, No. 3, pp. 267-275.
- [9] Kim, Y. H.(2015), The population ecology of the common squid (*Todarodes pacificus*) in the northwest Pacific Marginal Seas, Ph.D. Thesis, Pukyung Nat. Univ., Busan, pp. 1-130.
- [10] Kim, Y. H., C. H. Moon and C. I. Lee(2014b), Distribution of the common squid *Todarodes pacificus* Paralarvae in the Southern Coastal Waters in the East Sea in August and September 2013, J. Kor. Soc. Oceanogr., Vol. 19, pp. 215-222.
- [11] Kim, Y. H., C. H. Moon, K. H. Choi and C. I. Lee(2010), Relationship between Squid (*Todarodes pacificus*) catch by sea block and marine environment in the East Sea, J. Kor. Soc. Mar. Env. Safety, Vol. 16, pp. 259-268.
- [12] Kim, Y. H. and C. I. Lee(2016), Distribution of water temperature and common squid *Todarodes pacificus* Paralarvae around Korean Waters in 2013, 2014, J. Kor. Soc. Mar. Env. Safety, Vol. 22, No. 1, pp. 11-19.
- [13] Kim, Y. H., D. H. Shin, J. H. Lee, D. H. Kwon, S. K. Kang, K. S. Hwang and H. K. Cha(2017a), Distribution of the Firefly Squid, *Watasenia scintillans* Larvae in the Southern part of the East Sea during Summer and Autumn, J. Kor. Soc. Mar. Env. Safety, Vol. 23, No. 7, pp. 902-908.
- [14] Kim, Y. H. and H. S. Min(2008), Seasonal and interannual variability of the North Korean Cold Current in the East Sea reanalysis data, Ocean and Polar Research, Vol. 30, pp. 21-31.
- [15] Kim, Y. H., K. H. Choi and C. I. Lee(2017b), Migration and Distribution of the Common Squid (*Todarodes pacificus*) in Korean Waters, J. Env. Sci. Int., Vol. 26, No. 2, pp. 173-181.
- [16] Murata, M.(1990), Ocean resources of squids, Mar. Behav. Physiol., Vol. 18, No. 1, pp. 19-71.
- [17] Okutani, T.(1983), *Todarodes pacificus*. Cephalopod life cycles, Boyle PR, ed. Academic Press, London, Vol. 1, pp. 201-214.
- [18] Roper, C. F., M. J. Sweeny and C. E. Nauen(1984), Family Ommastrephidae. FAO species catalogue Vol. 3, FAO Fisheries Synopsis, p. 227.
- [19] Sakurai, Y.(2006), How climate change might impact squid populations and ecosystems: a case study of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*. Globec. Rep., Vol. 24, pp. 33-34.
- [20] Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama (2000), Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions, ICES J. Mar. Sci., Vol. 57, pp.

24-30.

- [21] Sakurai, Y., J. R. Bower, Y. Nakamura, S. Yamamoto and K. Watanabe(1996), Effects of temperature on development and survival of *Todarodes pacificus* embryos and paralarvae, Ame. Malacol. Bull., Vol. 13, pp. 89-95.
- [22] Shevtsov, G. A., M. A. Zuev, O. N. Katugin and N. M. Mokrin(2005), Distribution and biology of the Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Pacific Ocean off the Kuril Islands and eastern Kamchatka in summer. Ruthenica 15(2), pp. 99-108.
- [23] Shimura, T., J. Yamamoto, Y. Kamei and Y. Sakurai(2005), Possible spawning by the japanese common squid, *Todarodes pacificus* at Yamato Rise, Sea of Japan, Phuket Mar. Biol. Cen. Res. Bull., Vol. 66, pp. 267-273.
- [24] Sweeney, M. J., C. F. E. Roper, K. M. Mangold, M. R. Clark and S. V. Boletzky(1992), "Larval" and juvenile cephalopods: A manual for their identification. Smithsonian Contributions to Zoology, Smithsonian Institution Press, USA, pp. 109-110.
- [25] Yamamoto, J., S. Masuda, K. Miyashita, R. Uji and Y. Sakurai(2002), Investigation of the early stage of the ommastrephid *Todarodes pacificus* near the Oki Islands (Sea of Japan), Bull. Mar. Sci., Vol. 71, No. 2, pp. 987-992.
- [26] Yamamoto, J., T. Shimura, R. Uji, S. Masuda, S. Watanabe and Y. Sakurai(2007), Vertical distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) Paralarvae near the Oki Islands, southwestern Sea of Japan, Mar. Biol., Vol. 153, pp. 7-13.

Received : 2019. 02. 19.

Revised : 2019. 04. 23.

Accepted : 2019. 04. 26.