

## 2013-2014년 한국 주변해역 수온과 살오징어 유생분포

김윤하\* · 이충일\*\*†

\* 국립수산물학원, \*\* 강릉원주대학교

Distribution of Water Temperature and Common Squid *Todarodes pacificus* Paralarvae around Korean Waters in 2013, 2014

Yoon-Ha Kim\* · Chung Il Lee\*\*†

\* National Institute of Fisheries Research, Busan 46083, Korea

\*\* Department of Marine Bioscience, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

**요 약** : 한국 주변 해역에서 수온과 살오징어 유생 분포와의 관계를 파악하기 위해 서해 중부(2013년 8월), 동중국해 북부(2013년 8월), 동해 남부연안(2013년 6월, 11월, 2014년 4월, 5월, 6월, 8월, 9월) 등 3개 해역에서 유생 채집과 CTD 조사를 하였다. 유생 채집은 망구 직경 60 cm, 망목 333  $\mu$ m의 Bongo net를 조사선 속도 2-3 knot에 맞춰 저층 부근에서 표층까지 경사채집(oblique tow) 하였다. 서해 중부에서는 오징어 유생이 발견되지 않았으며, 동중국해 북부에서는 외투장 1.0 mm의 1 개체가 발견되었다. 동해에서는 총 39 개체의 유생이 발견되었으며, 외투장 범위는 1.9-13.5 mm이다. 2013년 8월 서해 중부의 표층 수온은 약 30°C인 반면 30 m 이하에서는 10°C 이하로 낮게 나타나 살오징어 유생의 생존에 적합한 수온(15-24°C)의 공간적 분포가 좁았다. 동중국해 북부의 표층 수온은 31°C에 이르는 고온이며, 50 m 이하 수심에서도 20°C 이상의 수온이 분포하여 비교적 깊은 수심에 유생이 분포하는 것으로 추정되었다. 동해 남부 연안에서는 관측기간 동안 유생의 생존에 적합한 수온이 75 m보다 얕았다.

**핵심용어** : 살오징어 유생, 살오징어, 산란장, 동중국해, 동해

**Abstract** : Field observation for oceanic conditions and paralarvae of the common squid, *Todarodes pacificus* in Korean waters were sampled with the Bongo net (diameter: 60 cm, mesh size: 333  $\mu$ m) by using oblique tow method with the oceanographic research vessel (Tamgu 12 and Tamgu 20) around Korean waters (middle of the Yellow Sea, northern part of the East China Sea, East Sea) in 2013 and 2014 was carried out. The observation in the Yellow Sea and the northern part of the East China Sea was done in August, 2013 and in the East Sea it was repeated at seven times from June, 2013 to September, 2014. The paralarvae in August of 2013 was not found in the Yellow Sea and one paralarvae was found in the northern part of the East China Sea. In the East Sea, 39 paralarvae during whole observation period were found, mantle length of paralarvae was from 1.7 to 13.5 mm. Surface water temperature in the Yellow Sea was 30°C, and cold water mass lower than 10°C was occupied in the deep layer than 30 m. In the northern part of the East China Sea, surface water temperature was 31°C, and higher water temperature above 20°C was found in deeper than 50 m. In the East Sea, optimum temperature for survival, 15-24°C, was existed shallower than 75 m.

**Key Words** : *Todarodes pacificus* paralarvae, Common squid, Spawning ground, East China Sea, East Sea

## 1. 서론

살오징어(이하 오징어)는 살오징어목(Order Teuthoidea), 빨강오징어과(Family Ommastrephidae)에 속하는 두족류로서 남으로는 필리핀 근해부터 북으로는 알류산 열도 부근까지 북

서태평양에 광범위하게 서식하는 종이다(Hatanaka et al., 1985; Murata, 1990; Okutani, 1983; Shevtsov et al., 2005). 단년생으로 연중 산란하며 주 산란 시기에 따라 3개의 계절계군으로 구분된다(Hamabe and Shimizu, 1966). 그리고 각 계군의 산란장 형성 위치는 시공간적으로 다르게 나타나며, 이와 관련하여 유생의 수송 및 분포, 회유경로의 차이도 발생한다(Hatanaka et al., 1985). 이들 계절계군 중 오징어 어획량에서 많은 비중을 차지하는 것은 추계 계군과 동계 계군으로 동해와 일본

\* First Author : psysonic@nate.com, 033-640-2855

† Corresponding Author : leeci@gwnu.ac.kr, 033-640-2855

태평양 측의 전선역에서 주로 어획되며, 한국과 일본을 포함하여 북서태평양 연안국의 주요 수산자원생물로 고려된다.

수산자원생물의 경우 환경변화에 민감한 생활사의 초기 단계(산란, 부화율 및 자치어시기의 섭이활동 등)가 자원량 규모를 1차적으로 결정짓는 중요한 시기이며, 이후 성장과정에서 다양한 요인에 의해 자원으로 가입되는 양이 결정된다. 수산자원생물 중 오징어의 경우, 그 산란장이 다양한 환경조건의 조합에 의해 형성된다. 특히 수심 약 100-500 m의 대륙붕 및 대륙사면과 같은 지형적인 조건과 배아발생 및 생존가능수온(약 15-24°C) 그리고 최적수온(약 18-24°C) 등 온도조건이 주요 인자로 알려져 있다(Sakurai et al., 1996, 2000, 2002; Sakurai, 2006). 기후 및 해양환경변화는 수온 등의 환경인자에 영향을 미치며, 이러한 환경인자의 분포 범위에 따라 산란장의 면적은 확장 또는 축소되고 그 위치 또한 변화하게 된다. 이러한 산란장 환경변화는 자원량 및 어획량 변동에 중요한 역할을 하는 것으로 파악된다(Rosa et al., 2011; Sakurai et al., 2000, 2002).

따라서 산란장 환경을 직·간접적으로 파악할 수 있는 환경 인자 탐색이 필요하다. 산란장 위치와 면적은 수온분포 및 지형정보를 이용하여 일차적으로 추정할 수 있으며, 추정된 산란장 형성 가능해역에 대한 해양환경조사, 오징어의 난(egg) 혹은 유생채집 등을 통해 산란장 환경 및 위치를 파악할 수 있다(Kim, 2008, 2015; Kim et al., 2011, 2014a, 2014b; Goto, 2002; Shimura et al., 2005; Yamamoto et al., 2002, 2007). 특히, 유생의 분포는 산란장 환경 특성 및 초기 생활사단계의 수송 과정을 유추해 볼 수 있다. 또한 1973-1999년까지의 일본 근해 유생조사정점에서 유생출현률이 증가한 시기인 1980년대 후반(Goto, 2002)은 오징어 어획량 증가시기와도 일치하여 자원량의 지표로서도 중요하다.

오징어의 초기생활단계에 관련된 연구는 대부분 일본을 중심으로 이루어져 왔으며, 산란 습성에 관련된 연구를 비롯하여(Bower and Sakurai, 1996; Sakurai et al., 1996, 2000, 2002; Watanabe et al., 1996), 수평 및 연직분포특성(Bower et al., 1999; Shimura et al., 2005; Yamamoto et al., 2002, 2007). 기후 및 해양환경변화에 따른 유생의 분포변화(Goto, 2002; Kidokoro et al., 2010) 등에 대한 연구가 진행되었다. 한국에서는 동중국해 하계 계군의 수송에 관한 연구(Kim, 2008)와 동중국해 북부의 유생분포에 관한 연구(Kim et al., 2011, 2014a, 2014b), 여름철 동해 남부연안에서의 유생분포(Kim et al., 2014b) 등 한국 주변해역에서의 유생분포에 대한 연구가 있으나, 아직까지 한국 주변해역에 대한 오징어 난 또는 유생 분포 특성에 대한 기초 연구가 미흡한 편이다.

산란장의 형성 및 유생 분포 특성은 오징어라는 종의 생물생태학적 특성을 이해하는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아

니라 해양환경변화의 척도로서 중요하다. 또한 오징어 자원량 변화를 예측하여 단기적인 어획변동예측을 위한 기본자료를 제공할 수 있어 자원관리에 도움을 줄 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 오징어 산란장 형성 가능성의 지표인 유생의 분포 특성을 파악하고 해역별 해양환경과의 관련성을 설명하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

한국주변해역에서 오징어 유생분포를 파악하기 위해 서해 중부, 동중국해 북부 그리고 동해남부연안 3개 해역의 해수온과 유생분포를 조사하였다. 서해 중부와 동중국해 북부는 자원조사선 탐구 20호(800톤), 동해남부연안은 조사선 탐구 12호(70톤)를 이용하였다. 서해 중부 8개 정점과 동중국해 북부 17개 정점에서 유생 분포를 조사 하였으며, 후포에서 울산 연안에 이르는 동해 남부연안에서는 2013년 6, 11월과 2014년 4, 5, 6, 8, 9월에 21개 정점을 조사하였다(Fig. 1, Table 1). 유생 분포해역에 대한 환경자료를 얻기 위해 채집정점마다 CTD를 이용해 표층에서 저층까지 수심별 수온을 관측하였다.

유생 채집은 망구 직경 60 cm, 망목 333 μm의 Bongo net를 조사선 속도 2-3 knot에 맞춰 서서히 와이어를 풀었다가 되감아 저층 부근에서 표층까지 경사채집(oblique tow)을 하였다.

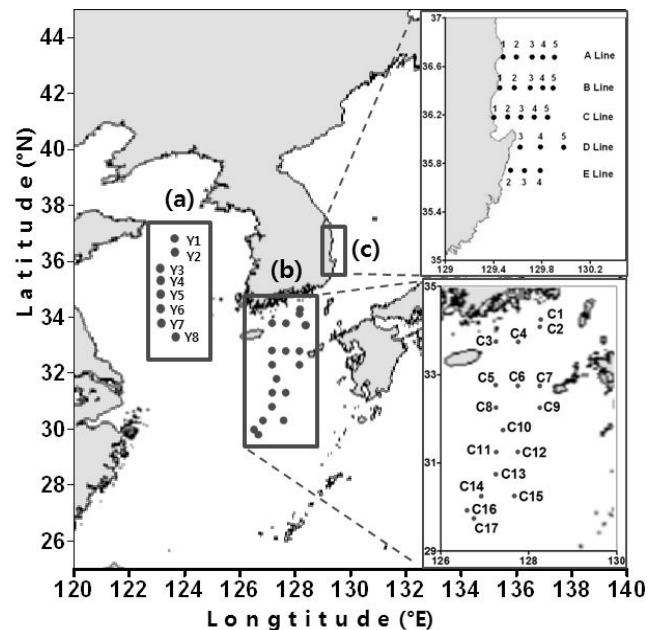


Fig. 1. Sampling area in Korean waters. (a) middle of the Yellow Sea, (b) northern part of the East China Sea and (c) southern part of the East Sea.

2013-2014년 한국주변해역 수온과 살오징어 유생분포

Table 1. Survey summary for sampling *Todarodes pacificus* paralarvae in Korean waters, 2013-2014

Study Area	Year	Date	Number of Sampling station	Research Vessel
Middle of the Yellow Sea	2013	Aug. 11-19	8	Tamgu 20
Northern part of the East China Sea	2013	Aug. 20-29	17	Tamgu 20
	2013	Jun. 27-28	16	
		Nov. 22-23	13	
Southern part of the East Sea	2014	Apr. 2-3	11	Tamgu 12
		May 29-31	21	
		Jun. 27-29	21	
	Aug. 29-30	7		
	Sep. 28-29	12		

탐구 20호에서 수행된 조사의 최대채집수심은 100 m였으며, 탐구 12호에서 수행된 조사 중 수심이 500 m 이상인 정점에서는 350 m를 최저채집수심으로 정하여 조사하였다. 채집된 샘플은 99% 에탄올로 고정하였다.

채집된 샘플은 실험실로 운반하여 배울 10-100의 광학현미경 하에서 동물플랑크톤을 분류하였다. 그리고 분류된 동물플랑크톤 중에서 두족류 유생을 가려낸 후 외투장(mantle length, ML) 길이 0.1 mm까지 측정하였으며, 마지막 단계에서는 융합된 촉완, 종모양의 외투막, 색소포 분포 등의 정보(Sweeny et al., 1992)를 이용하여 두족류 유생 중에서 오징어 유생을 다시 동정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 한국 주변해역의 수온분포

2013년 8월 서해 중부의 수온 분포는 북부보다 남부의 수온이 더 높은 전형적인 여름철 수온분포경향을 보였다(Fig. 2). 10m에서는 30°C에 이르는 고온인 반면 30m 북부부터 10°C 이하의 냉수괴가 나타났으며, 50m에서는 대부분이 10°C 이하의 수괴가 존재하였다. 이는 동계에 형성된 10°C 이하의 냉수괴가 하계 서해중앙부에 남아있는 황해저층냉수(Cho, 1982)인 것으로 추정된다.

2013년 8월 동중국해 북부의 수온 분포는 북동부보다 남

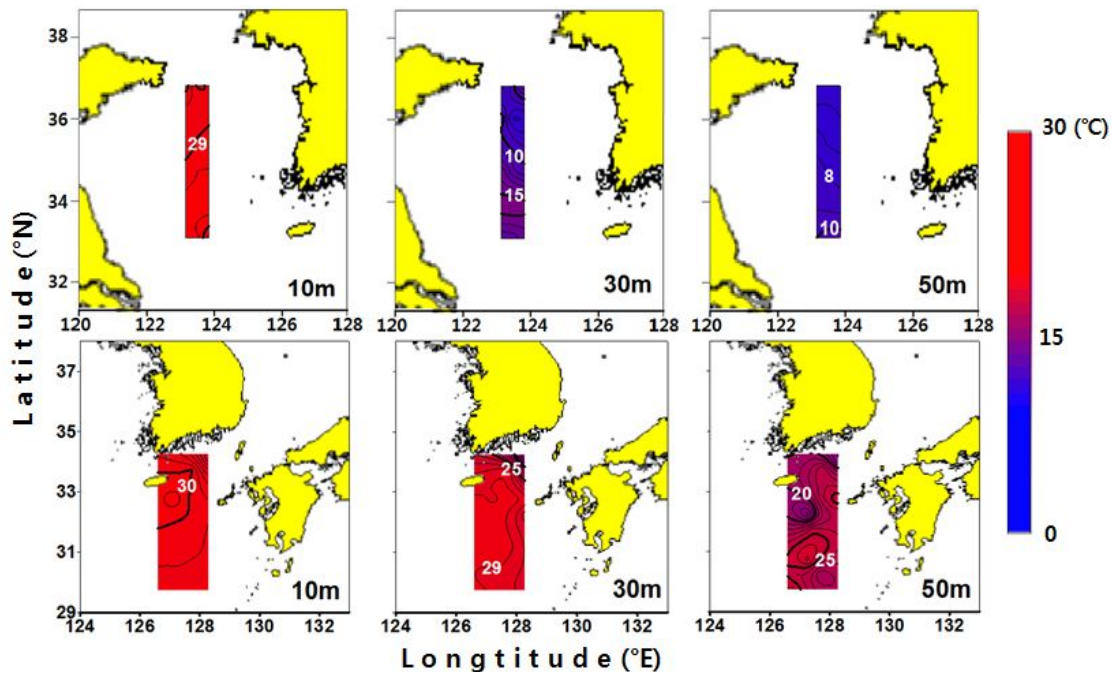


Fig. 2. Horizontal distributions of water temperature at 10 m, 30 m and 50 m in the Yellow Sea and northern part of the East China Sea in August 2014.

서부의 수온이 더 높았으며, 수심별로는 10 m 수층은 31°C에 이르는 고온이며 50 m 수심에서도 20°C 이상의 수온분포를 보였다(Fig. 2).

동해 남부는 조사 기간 동안 연안보다 외양에서 수온이 더 높은 것으로 나타났다(Fig. 3). 연안의 경우 아표층 이심에서는 연중 차가운 해수가 분포하는 것으로 나타나며, 수심이 깊어질수록 동해 연안과 외양간의 수온의 수평구배가 뚜렷하였다. 이는 동해연안을 따라 남하하는 북한한류와 동해 상층부에 유입된 난류로 인한 것으로(Kim and Min, 2008), 최저수온인 4월에서 최고수온인 8, 9월까지 계절변동에 의한 수온의 시공간적인 분포특성에 의해 생물들의 분포양상 또한 달라지게 된다.

### 3.2 서해 중부 및 동중국해 북부의 유생분포

2013년 8월 서해 중부에서는 오징어 유생이 발견되지 않았다. 조사해역의 경우 수심 100 m 이상인 곳이 드물며, Fig. 2에서 나타난 바와 같이 유생이 분포하기 적합한 수온대가 수심 10m와 30 m 사이로 공간적인 범위가 좁은 것 또한 주요 원인으로 판단된다.

2013년 8월 동중국해 북부해역에서는 정점 C9에서 외투장 1.0 mm 1 개체의 오징어 유생이 발견되었다(Fig. 4). 갯 부화한 유생의 외투장이 약 0.95 mm이므로(Watanabe et al., 1996) 채집된 유생은 갯 부화한 것으로 추정된다.

유생이 채집된 정점 C9의 연직수온분포에서 배아생존가능수온대(15-24°C)는 50 m보다 깊은 곳에 위치하고 있었으며, 상층부에 23°C 이상의 고수온이 존재하여 이보다 얇은 수심에서는 유생이 생존에 적합한 수온대가 형성되지 않았다.

### 3.3 동해 남부연안의 유생분포

동해 남부연안의 유생분포를 알기 위해 2013년 6, 11월과 2014년 4, 5, 6, 8, 9월에 유생분포 조사를 실시하였다(Fig. 5). 2013년에는 6월 조사에서 10 개체, 11월 조사에서 14 개체의 두족류 유생을 채집하였으며, 그 중 오징어 유생은 6월에 16 개 정점 중 1개 정점(St. A5(1 개체))에서 총 1 개체, 11월 13 개 정점 중 4개 정점(Sts. A2(1 개체), A5(1 개체), C4(1 개체), E4(4 개체))에서 총 7 개체가 발견되었다.

2014년에는 4월에 1 개체, 5월에 50개체, 6월에 3 개체, 8월에 9 개체, 9월에 22 개체의 두족류 유생이 출현하였다. 그 중 오징어 유생은 5월에 21개 정점 중 3개 정점(Sts. A3(1 개체), A4(1 개체), E4(1 개체))에서 총 3 개체, 6월에 21개 정점 중 2개의 정점(Sts. C4(2 개체), D3(1 개체))에서 총 3 개체, 8월에 7개 정점 중 2개의 정점(Sts. B1(3 개체), D3(1 개체)), 9월에 12개 정점 중에서 8개의 정점(Sts. A1(1 개체), B1(1 개체), D3(3 개체), D4(3 개체), D5(2 개체), E2(1 개체), E3(2 개체), E4(1 개체))에서 오징어 유생이 분포하였다. 채집된 오징어 유생의 외투장 범위는 2013년 4.1-8.8 mm, 2014년 1.9-13.5 mm

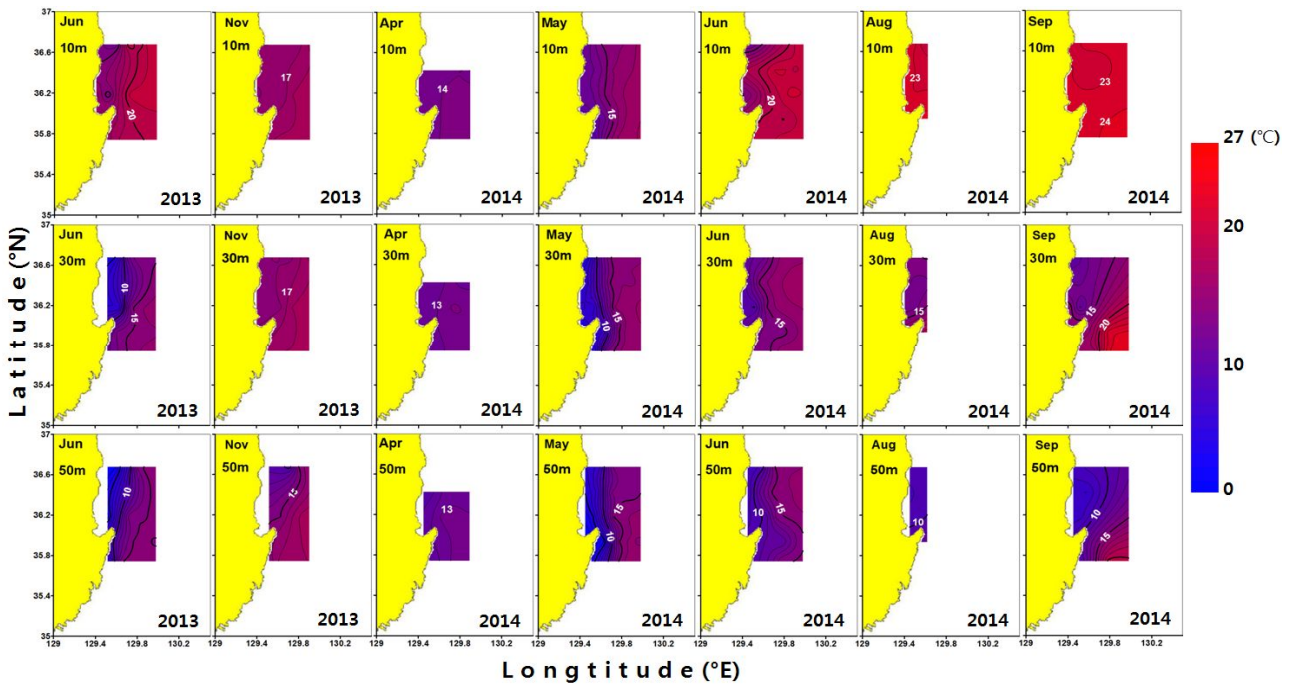


Fig. 3. Horizontal distributions of water temperature at 10 m (upper), 30 m (middle), 50 m (lower) in June, November in 2013 and April, May, June, August, September in 2014 around southeastern coastal waters of Korea.

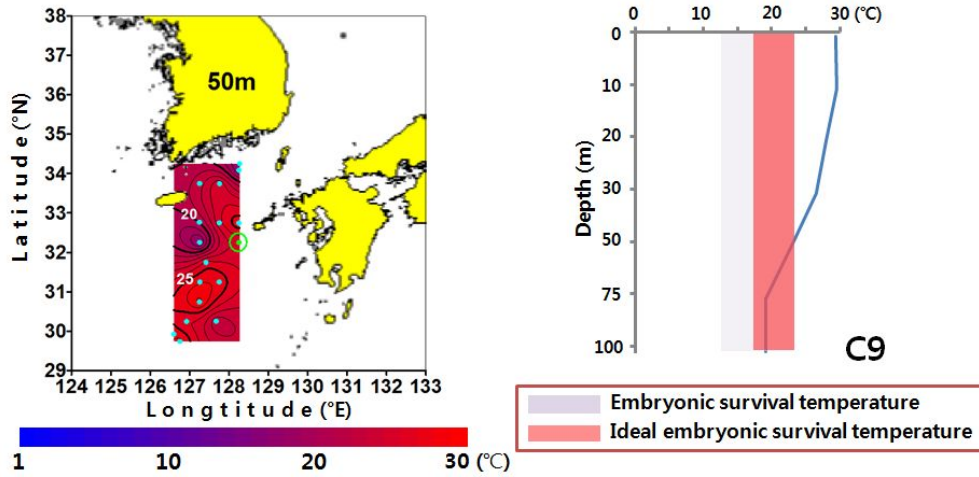


Fig. 4. Horizontal distribution of water temperature at 50 m and common squid larvae (left) and vertical profile of water temperature at station where the common squid larva was sampled (right). Symbol ‘●’ indicate the station for paralarvae sampling. Paralarvae was found at the station ‘⊙’.

이었다. 오징어 유생이 채집된 정점의 저층수심은 약 50-500 m의 범위이며, 이는 Sakurai et al.(2000)이 제시한 수심 100-500 m의 대륙붕 및 대륙사면이라는 산란장의 수심조건과 크게 차이가 나지 않는다. 10 m수심의 수온분포의 경우, 오징어 유생의 분포와 오징어의 배아생존에 적합한 수온(15-24°C)분포양상이 가장 잘 일치하는 것으로 나타났으며(Fig. 5), 난류수의 영향이 강한 곳에서 주로 유생이 출현한 것으로 드러났다.

2013년 8월의 경우, 서해 중부(0 개체)와 동중국해 북부(1 개체)에 비해 동해(5 개체)에서 여름철 유생분포가 상대적으로 고위도에 위치하며, 이는 적수온대의 북상과 함께 유생의 수송 또한 이루어진 것으로 판단된다.

이는 동해연안을 따라 남하하는 북한한류와 동해 상층부에 유입된 난류로 인한 것으로서(Kim and Min, 2008), 4월의 최저수온에서 8, 9월의 최고수온으로 계절변동을 하며, 이러한

수온의 시공간적인 분포특성에 의해 수온에 민감한 생물들의 분포양상 또한 달라지게 된다. 유생이 채집된 지점에서 미루어 볼 때, 냉수와 난수의 혼합역에서 난수역에 가까운 쪽에 분포하는 것으로 추정된다. 이러한 현상은 적수온의 분포와 관련이 있을 것으로 판단된다(Fig. 5).

배아발달 및 유생이 생존하는데 가장 적합한 수온인 18-24°C 분포는 대부분 20m보다 얇은 수심에서 나타나며, 18-24°C가 분포하는 수심은 유생이 채집된 모든 정점에서 60m보다 깊지 않았다. 유생의 생존 가능한 수온 15-24°C의 분포는 주로 75 m보다 얇았다. 또한 배아 및 유생의 생존적수온에 해당되는 수온 범위는 대부분이 수온약층(대체로 50-120 m)보다 상부에 위치하였다. 2013년 11월 조사에서 수온의 분포는 모두 18°C보다 낮았으며, 15°C보다 높은 배아의 생존 및 부화가능수온(15-24°C)에 해당되는 수심은 약 40-70 m인 것으로 나타났다(Fig. 6).

앞선 연구에서 나타난 유생분포수심은 4월 동중국해 북부

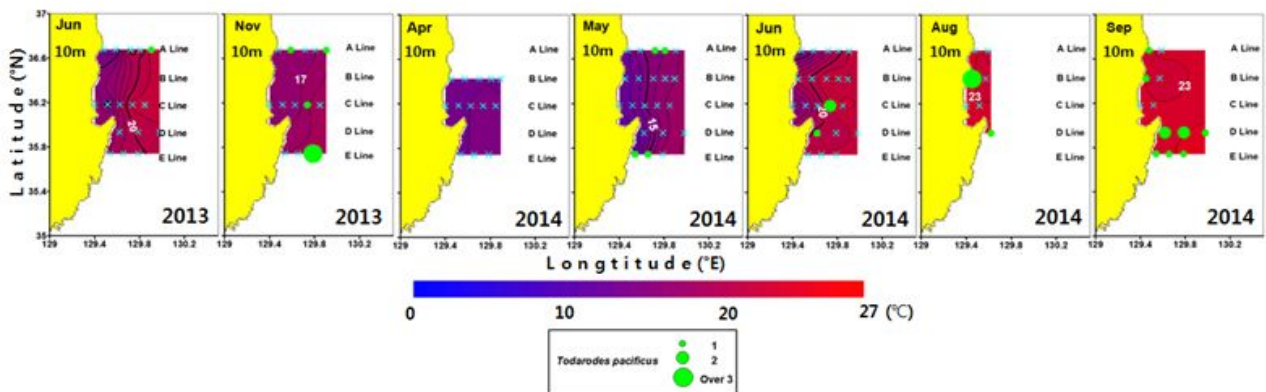


Fig. 5. Horizontal distribution of water temperature at 10 m and common squid larvae. No paralarvae was sampled at station ‘x’.



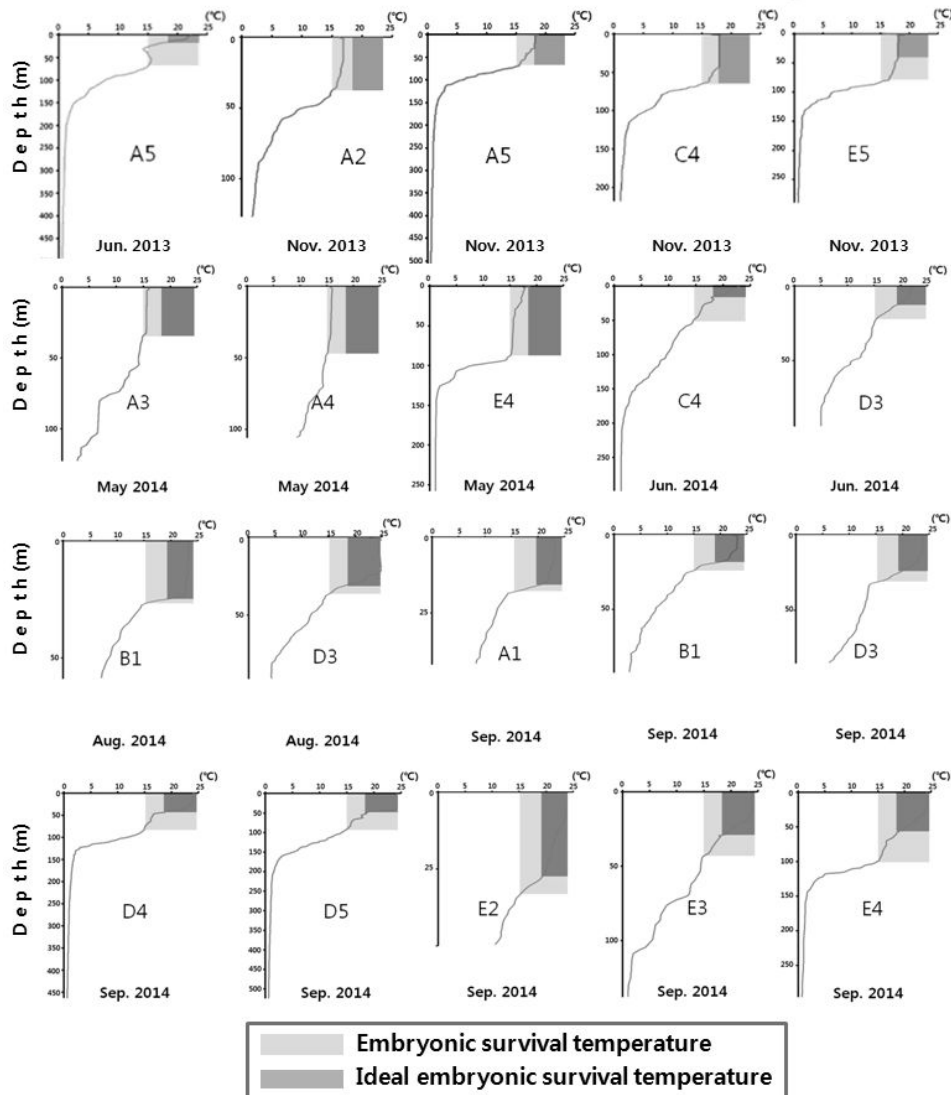


Fig. 6. Vertical profiles of water temperature at stations where common squid larvae were sampled in 2013 and 2014.

에서 20-80 m(Kim et al., 2011), 11월 동해 Oki 섬 주변해역에서 50 m이전(Yamamoto et al., 2002), 2013년 8월과 9월 동해 남부연안에서는 75 m이전(Kim et al., 2014b) 그리고 9월과 10월 Yamato Rise 부근에서 50 m이전(Shimura et al., 2005)이었다. 시기적으로는 4월에 동중국해(Kim et al., 2011)에서는 유생이 분포하는 반면 동해남부해역에서는 채집되지 않았으며, 이는 같은 시기에 수온 등과 같은 해양환경적 측면이 동중국해(13.3-17°C, Kim et al., 2014a)보다 동해 남부해역(9.8-14.7°C)이 유생의 생존에 부적합한 환경이었던 것으로 판단된다.

동해남부에서 유생분포가능수심은 2013년 8월(Kim et al., 2014b)보다 2014년 8월에 더 얕은 것으로 조사되었으나 이는 유생이 채집된 정점의 위치에 따른 수심차이 때문인 것으로

생각되며, 이는 냉수대가 주요 원인인 것으로 생각된다. 2013년에는 조사해역의 남부에 위치한 냉수로 인해 북쪽 외측에 위치한 정점에서 유생이 출현한 반면, 2014년에는 적수온대가 연안측에 형성되어 장기갑 근해에서도 유생이 나타난 것으로 생각된다. 9월과 10월에는 유생분포가능수심이 Yamato Rise에서는 최대 50 m 였으나(Shimura et al., 2005), 본 연구해역에서는 100 m 정도로 더 깊었다. 또한 11월에는 유생분포가능수심이 약 75 m로 Oki 섬 주변해역의 50 m(Yamamoto et al., 2002)에 비해 상대적으로 유생의 분포 가능 환경 조건이 더 깊은 곳까지 형성되는 것으로 파악된다. 이는 동해 동부연안과 서부연안의 지형학적인 특성뿐만 아니라 쓰시마 난류수 분포역 등에 따른 수온의 연직구배와 같은 해양환경

조건의 차이로 인한 것으로 추정된다.

조사기간 동안 동해 남부연안에서 채집된 오징어 유생의 외투장 범위는 1.9-13.5 mm였으며, 2013년 4.1-8.8 mm, 2014년 1.9-13.5 mm이었다. 외투장 2 mm 이하의 유생은 2014년 정점 D4에서 채집된 외투장 1.9 mm의 1 개체였다. 실험실 환경에서 측정된 난의 부화 및 성장 실험 결과를 토대로 보면, 4-6 일의 부화기간을 거쳐 알에서 갓 부화한 유생은 약 0.95 mm, 부화 후 일주일 경과시 1.25 mm, 20일 경과시 1.8 mm에 달한다 (Kim et al., 2014b; Bower and Sakurai, 1996; Watanabe et al., 1996). 따라서 2 mm 이하의 유생은 알에서 부화한지 한 달이 지나지 않은 유생으로서 산란발생한 지역이 유생확인지점으로 부터 멀지 않음을 알 수 있게 해주는 척도로 볼 수 있다.

1986년 8월과 9월에 실시된 부이추적실험결과, 부이가 대한해협 서수도에서 동한난류의 동진지점인 36-37°N까지 수송에 약 20일이 소요되었다(Beardsley et al., 1992). 그리고 유생 평균 외투장은 2013년 6.2 mm, 2014년 6.0 mm로서 평균적으로 부화한지 1달이 지난 것으로 추정된다. 따라서 대부분의 유생은 대한해협의 남부해역 혹은 동중국해 북부해역에서 부화하여 수송된 것으로 추측된다. 그러나 해류는 시공간에 따른 유속의 변화가 항상 존재하며, 수일 또는 수년에 걸친 다양한 시간 규모의 변동 주기를 가지기도 한다. 따라서, 이러한 해류의 이동 특성 및 해수중 유생의 분포 및 발달 특성을 단순화하여 비교하기에는 많은 한계점이 따른다. 하지만, 본 연구에서는 채집된 유생의 산란 및 부화된 해역에 대한 정보를 개략적으로라도 표현하고자 하였다. 본 조사에서 채집된 2 mm 이하의 유생은 대한해협을 통과한 동한난류의 이동특성을 고려하였을 때, 대한해협 부근에서부터 유생이 수송되었을 것으로 생각되며, 이보다 외투장이 큰 유생은 그 이남에서 부화하여 수송된 것으로 판단된다.

동해연안은 지형학적으로 대륙붕이 발달하지 않았으며, 주 산란장에 비해 상대적으로 고위도에 위치해 있어 산란적 수온의 지속시기가 비교적 짧다. 또한 대한해협을 통과한 난류는 그 세력의 강약에 따라 경로가 변화하며(Hong and Cho, 1983), 그에 따른 난류역 변화로 인해 해양환경변동도 크게 나타난다. 특히, 선행연구들에서 나타난 유생의 개체수는 동중국해 북부 조사 8개 정점조사에서 165 개체(Kim et al., 2011), 동해 Oki 섬 부근 14개 정점조사에서 441 개체(Yamamoto et al., 2002) 그리고 Yamato Rise 부근에서 2개월 12개 정점조사에서 35 개체(Shimura et al., 2005)였다. 반면 본 연구에서 채집된 유생의 개체 수는 2013년 2개월과 2014년 5개월 21개 정점에 대한 조사에서 채집된 32 개체로서 이러한 많지 않은 유생의 개체 수는 외부에서 동해로의 유생의 수송환경 변화, 동해 연안의 지형 및 해양학적 조건과 관련 있는 것으

로 생각된다. 동해 연안의 경우 지형적인 특성, 생존에 적합한 해양학적 환경의 분포 및 지속 기간 등을 고려하면 현 시점에서 대규모의 산란장 형성을 기대하기는 어려울 수 있다. 그러나 산란장 형성 및 유생의 분포 등에 관한 연구결과(Kidokoro et al., 2010; Kim, 2012; Kim, 2015)에 따르면, 향후 점차적으로 동해 내에서 생활사를 형성하는 개체 수의 비가 증가 할 수 있을 것으로 판단되며, 생태계뿐만 아니라 수산 자원생물의 관리 측면에서도 장기적인 모니터링이 필요한 부분이다.

유생의 분포 특성은 자원량 변화의 주요 원인인 산란장의 환경 변화와 밀접한 관련이 있다. 1970년대 이후 산란장의 형성 위치와 면적은 기후변화 등에 의해 그 위치가 지속적으로 변화(Kidokoro et al., 2010; Rosa et al., 2011)한 것으로 알려져 있으나, 국내에서는 산란장의 분포, 형성시기 등의 장기변동에 관한 정보가 부족한 실정이다. 단지 부분적인 접근 방법을 통해 동중국해를 중심으로 한 주 산란장이 점차 북쪽으로 이동하고 있으며, 앞으로도 지속될 것으로 전망(Kim, 2012; Rosa et al., 2011)하고 있는 정도이다. 특히 Kim(2015)은 PDO의 위상변화는 해류의 이동 경로 변화와 연관성이 있으며, 이러한 유로변화는 난, 유생의 수송 및 동해와 서해에서 계군별 회유 경로와 시기의 변화에도 영향을 준다고 보았다. 결과적으로 기후변화로 인해 오징어는 산란, 수송, 회유, 분포, 먹이 등 생활사 전반적으로 영향을 받을 것으로 예상된다.

본 연구는 채집된 유생의 개체 수는 적으나 우리나라 주변해역에서의 유생분포와 해양환경과의 관계 및 나아가서는 산란장 환경을 유추해 볼 수 있는 기본 자료로서 중요할 것으로 판단된다. 또한 이러한 결과를 기반으로 하여 향후 지속적인 모니터링을 한다면 살오징어의 가입기작에 대한 정보를 제공하여 자원관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4. 결 론

최근 들어 기후변화와 관련하여 해양생물자원의 시공간적인 분포에 대해 언급이 많이 되고 있다. 살오징어의 경우 우리나라를 중심으로 일본, 중국 등 주변국의 주요 어업대상생물로서 1980년대 후반 이후 어획량이 급격히 증가하였다. 살오징어의 경우 주 산란장이 동중국해를 중심으로 계절에 따라 그 위치와 면적이 다르며, 온난화의 지속화 현상으로 산란장, 초기 생활사과정(주로 플랑크톤 시기) 동안의 수송에 대한 관심이 높다. 본 연구의 결과는 2년 기간 동안 측정된 자료로서, 서해와 남해의 경우 추가적인 정밀 조사가 필요하다. 따라서, 최근에 변화된 평균적인 특성을 보여

주기에는 부분적으로 한계가 있다. 하지만, 동해남부 해역을 중심으로 나타나는 유생의 분포를 통해 소규모의 산란장 형성 가능성을 파악 할 수 있다. 이는 부분적일지라도 해양생물자원의 시공간적 분포의 변화가 진행되어가는 것으로 보이며, 주요 수산자원의 지속가능한 이용을 위해서는 반복적인 모니터링이 필요 한 것으로 판단된다.

## 후 기

이 논문은 2015년 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(장기해양생태계 연구: 환경변화와 생태계 반응, MICT기반 명태 수산자원 회복·관리 기술개발)입니다.

## References

- [1] Beardsley, B. C., R. Limeburner, K. Kim and J. Candela(1992), Lagrangian flow observations in the East China Sea, Yellow Sea and Japan Sea, *La Mer*, Vol. 30, pp. 297-314.
- [2] Bower, J. R. and Y. Sakurai(1996), Laboratory observations on *Todarodes pacificus* (Cephalopoda Ommastrephidae) egg masses, *American Malacological Bulletin*, Vol. 13, pp. 65-71.
- [3] 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 Marine Biology*, Vol. 135, pp. 99-106.
- [4] Cho, K. D.(1982), On the influence of the Yellow Sea Bottom Cold Water on the demersal fishing grounds, *Bulletin of the Korean society of Fisheries Technology*, Vol. 18, 25-33.
- [5] 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, *Bulletin Marine Science*, Vol. 71, 299-312.
- [6] Hamabe, M. and T. Shimizu(1966), Ecological studies on the common squid *Todarodes pacificus* Steenstrup, mainly in the southwestern waters of the Japan Sea, *Bulletin Japan Sea National Fisheries Research Institute*, Vol. 16, pp. 13 - 55.
- [7] 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 Scientific Council Studies*, Vol. 9, 59-68.
- [8] Hong, C. H. and K. D. Cho(1983), The northern boundary of the Tsushima Warm Current and its fluctuations, *Journal of Oceanology Society Korea*, Vol. 28, pp. 1-9.
- [9] 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 Journal of Marine Science*, Vol. 67, pp. 1314-1322.
- [10] Kim, J. J.(2008), Summer occurrence and transport process of common squid (*Todarodes pacificus*) paralarvae in the East China Sea, M. D. Dissertation, Pukyung National University, Busan, Republic of Korea.
- [11] Kim, J. J.(2012), A study of early life stage for Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on observations and modelling approaches. Ph. D. Dissertation, Pukyung National University, Republic of Korea.
- [12] Kim, J. J., H. H. Lee, S. Kim and C. Park(2011), Distribution of larvae of the common squid *Todarodes pacificus* in the Northern East China Sea, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 44, 267-275.
- [13] Kim, J. J., C. H. Kim, J. S. Lee and S. Kim(2014a), Seasonal Characteristics of *Todarodes pacificus* Paralarval Distribution in the Northern East China Sea, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 47, 59-71.
- [14] Kim, Y. H.(2015), The population ecology of the common squid (*Todarodes pacificus*) in the northwest Pacific Marginal Seas. Ph. D. Dissertation, Pukyung National University, Busan, Republic of Korea.
- [15] 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.
- [16] 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 during Summer 2013, *Journal of the Korean Society of Oceanography 「The Sea」*, Vol. 19, pp. 215-222.
- [17] Murata, M.(1990), Ocean resources of squids, *Marine behaviour and physiology*, Vol. 18, pp. 19 - 71.
- [18] Okutani, T.(1983), *Todarodes pacificus*. In: *Cephalopod life cycles*, edited by Boyle, P.R., Vol 1. Academic Press, London, pp. 201-216.
- [19] Rosa, A. L., J. Yamamoto and Y. Sakurai(2011), Effects of environmental variability on the spawning areas, catch, and recruitment of the Japanese common squid, *Todarodes*



*pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae), from the 1970s to the 2000s, ICES Journal of Marine Science, Vol. 68, pp. 1114-1121.

Oki Island, southwestern Sea of Japan, Marine Biology, Vol. 153, pp. 7-13.

- [20] Sakurai, Y.(2006), How climate change might impact squid populations and ecosystems: a case study of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*. Globec Report, Vol. 24, 33-34.
- [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, American Malacological Bulletin, Vol. 13, pp. 89-95.
- [22] Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama(2000), Change in infere spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoa : Ommastrephidae) due to changing environmental conditions, ICES Journal of Marine Science, Vol. 57, pp. 24-30.
- [23] Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, J. Yamamoto, T. Goto, K. Mori and T. Kinoshita(2002), Stock fluctuations of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, related to recent climate changes, Fisheries Science, Vol. 68, pp. 226 - 229.
- [24] 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 Marine Biological Center Research Bulletin, Vol. 66, pp. 267-273.
- [25] 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, Vol. 15, pp. 99-108.
- [26] Sweeney, M. J., C. F. E. Roper, K. M. Mangold, M. R. Clark and S. Boletzky(1992), Larval and juvenile cephalopods: A manual for their identification, Smiths Cont Zoology, pp. 109-110.
- [27] Watanabe, K., S. Segawa, Y. Sakurai and T. Okutani(1996), Development of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus*, from fertilized egg to the rhynchoteuthion paralarva, American Malacological Bulletin, Vol. 13, pp. 73-88.
- [28] 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), Bulletin of Marine Science, Vol. 71, pp. 987-992.
- [29] Yamamoto, J., T. Shimura, R. Uji, S. Masuda, S. Watanabe and Y. Sakurai(2007), Vertical distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) Paralarvae near the

---

Received : 2016. 01. 12.

Revised : 2016. 02. 12. (1st)

: 2016. 02. 19. (2nd)

Accepted : 2016. 02. 25.