

# 하계와 추계 동해 남부연안의 매오징어 (*Watasenia scintillans*) 유생출현양상

김윤하\* · 신동훈\*\* · 이정훈\*\*\* · 권대현\*\* · 강수경\*\* · 황강석\*\* · 차형기\*\*

\*, \*\* 국립수산물과학원 연근해자원과

## Distribution of the Firefly Squid, *Watasenia scintillans* Larvae in the Southern part of the East Sea during Summer and Autumn

Yoon-Ha KIM\* · Dong-Hoon SHIN\*\* · Jeong-Hoon LEE\*\*\* · Dae-Hyun KWON\*\* ·  
Su-Kyung KANG\*\* · Kang-Seok HWANG\*\* · Hyung-Kee CHA\*\*

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

**요 약 :** 매오징어 *Watasenia scintillans* 유생분포양상을 알아보기 위해 2015년 8, 9, 11월 R/V 탐구 21호로 동해 남서부연안 28개 정점에 대해 CTD관측 및 IKMT(망목: 500 μm)를 사용하여 저층(최대 수심 100 m)에서 표층까지 경사채집을 실시한 결과, 채집된 매오징어 유생의 개체수는 총 238개체로 외투장(ML) 범위는 0.6~18.5 mm였다. 조사기간 중 8월이 9월과 11월보다 유생의 출현정점 수, 출현개체 수, 유생분포밀도에서 현저히 높았다. 특히 8월에 냉수괴가 분포하는 포항~평해까지의 동해연안에서 가장 높은 밀도를 보였다. 유생이 채집된 정점의 연직수온분포에서 매오징어의 부화수온(6~16°C)은 주로 40~180 m의 수심에 위치하였다.

**핵심용어 :** 매오징어, 매오징어 유생, 동해, 분포, 수온

**Abstract :** To determine the horizontal and temporal distribution of firefly squid, *Watasenia scintillans* (*W. scintillans*), larvae, we conducted surveys using IKMT (mesh size: 500 μm) and CTD (SBE9plus) with Fisheries Research Vessel (FRV, TAMGU 21) in the southern part of the East Sea in summer (August) and autumn (September and November) 2015. A total of 238 larvae, ranging in mantle length (ML) from 0.6 mm to 18.5 mm, were collected at 28 stations. Abundance and larval distribution density were significantly higher in summer than in autumn during the study period. Especially, the highest density of *W. scintillans* was observed in the coastal waters of the East Sea from Pohang to Pyunghae where cold water masses were distributed in summer. Optimum embryo survival temperature (6-16°C) 40 to 180 m depth ranges for stations which larvae were collected.

**Key Words :** Firefly squid, *Watasenia scintillans* larvae, East Sea, Distribution, Temperature

### 1. 서 론

매오징어 *Watasenia scintillans*는 매오징어과(Family Enoploteuthidae)에 속하는 외투장 6 cm 전후의 소형 두족류로서, 체표면 전반에 작은 발광포(Photophore)가 덮여있어 이를 통해 생체발광을 하는 종으로 알려져 있다. 성체는 대체로 동해를 비롯한 일본 주변해역의 수심 200~1,000 m 정도의

중층에서 서식한다(Okiyama, 1978; Okutani et al., 1987; Roper and Jereb, 2010). Toyama만에서는 3월~8월경에 무리를 지어 연안에서 산란 후 사망하는 것으로 알려져 있으며, 한국 동해안에서는 4월~10월이 산란시기이다(Yamada, 1937). 부화 수온은 6~16°C로 부화에는 6~14일 정도가 소요되며, 갓 부화한 유생의 외투장은 1.2~1.4 mm 정도이다(Hayashi, 1989). 단년생으로 그 수명은 암컷은 12~13개월, 수컷은 11~12개월이다(Hayashi, 1993).

매오징어는 소형 두족류로서 해양생태계에서 먹이생물로 중요한 역할을 하는데 이에 관하여 북서태평양에서 큰부리

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

† Corresponding Author : ljhoon@korea.kr, 051-720-2291

## 하계와 추계 동해 남부연안의 매표징어 (*Watasenia scintillans*) 유생출현양상

고래(*Berardius bairdii*), 까치돌고래(*Phocoenoides dalli*)와 같은 돌고래류 및 소형 돛발상어류, 팽이상어류 등 소형 상어류에 의한 섭식(Okamoto et al., 2010; Horie and Tanaka, 2000; Baba et al., 1987; Ohizumi et al., 2003) 및 한국 동해안에서는 명태, 고등어, 벌레문치(*Lycodes tanakae*)에 의한 섭식(Choi et al., 2013; Yamada, 1937)이 보고되었다.

일본에서는 매표징어가 산란을 위해 주로 Toyama만으로 모여들며, 주로 이 시기에 어획이 이루어지는데 이 시기의 어획가능수온은 10~18°C(최적어획수온: 14°C)로서(Sasaki, 1914), 부화수온(6~16°C)의 범위와 비슷하다. Toyama현 농림수산종합기술센터 수산연구소 어황예보(2017)에 따르면 지난 10년 동안(2007~2016년) Toyama만에서 평균 1,855톤의 어획량을 보였다고 한다. 또한 Toyama만에서는 식재료로의 이용뿐만 아니라 매표징어 특유의 산란생태를 지역관광산업에까지 연결하여 이용하고 있어 중요한 수산자원으로 고려되고 있다.

이러한 자원적인 가치로 인해 매표징어에 대한 연구는 주로 일본에서 이루어져왔는데, Toyama만 매표징어의 성장 및 성숙(Hayashi, 1993), Toyama만 환경에 따른 매표징어 어황예측(Yokota et al., 1998), Oki 섬에서 매표징어 난(egg)이 출현하는 시기(Senta, 1962), 매표징어 성어의 분포(Tsuchiya, 1993)에 관한 연구들이 있었다. 그러나 한국 근해에서는 Yamada(1937)의 매표징어 난(egg) 채집을 통한 산란장 및 산란시기 추정에 관한 연구가 있을 뿐이다.

우리나라에서는 매표징어는 일본과 같이 적극적으로 상업적 이용을 하고 있지는 않지만 우리나라 주어장 중 하나인 동해의 해양생태계에서 명태, 고등어와 같은 주요 수산자원을 비롯한 상위포식자의 먹이생물로서 중요한 역할(Choi et al., 2013; Yamada, 1937)을 하기 때문에 생태학적 연구의 필요성이 제기된다. 그럼에도 불구하고 현재까지 동해에서 매표징어에 대한 생태학적 연구는 미흡한 편이며, 특히 유생단계에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 동해 남부연안역에서 매표징어의 생태학적 연구를 위한 기본단계로서 유생의 출현양상을 파악하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

동해 남부 연안역에서의 매표징어 유생분포를 파악하기 위해 2015년 하계(8월, 9월)와 추계(11월) 부산~평해에 이르는 28개 정점에서 IKMT 네트(망목: 500 µm)를 사용하여 저층(최대 수심 100 m)에서 표층까지 경사채집을 하였으며(Fig. 1), 매표징어 유생의 서식환경을 파악하기 CTD(SBE9plus)를 이용하여 정점별로 관측하였다.

채집된 시료는 급격한 외투장 변형을 방지하기 위해 채집 즉시 1~2시간 동안 5°C 온도에서 냉장보관 후 살오징어 유생연구(Kim et al., 2011; Kim et al., 2014; Kim and Lee, 2016)에서 사용된 고정방법과 같이 99% 에탄올로 고정처리 하였다. 매표징어 유생의 동정에는 Sweeny et al.(1992)에 기록된 1. 다른 두족류 유생에 비해 긴팔과 긴촉수, 2. 촉수에 갈고리(4.5 mm 이상), 3. arm IV에 발광포(5 mm 이상) 등의 특징을 이용하였다. 유생을 실체현미경(OLYMPUS SZX10) 하에서 외투장(mantle length)을 0.1 mm 단위까지 측정하였다.

IKMT 채집의 최대수심은 100 m이지만 냉수성인 매표징어(Tsuchiya, 1993)는 부화수온이 6~16°C(Hayashi, 1989)이기 때문에 유생의 서식수온도 이와 비슷할 것으로 판단되며 이를 고려하여 부화최저수온에 가까운 약 5°C 가량의 수온대가 분포하는 200 m를 매표징어 유생서식 해양환경과약을 위한 최저수심으로 설정하였다. 이를 바탕으로 하여 매표징어 유생의 수평·연직적인 분포특성을 알기 위해 수평적으로는 월별 0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 100 m, 200 m의 수평수온분포를 작성하였으며, 연직적으로는 매표징어 유생이 서식하는 수심을 알기 위해 Kim et al.(2014)과 Shimura et al.(2005)에서 제시한 바와 같이 유생이 채집된 정점에 대해 부화수온으로서 유생의 연직분포를 간접추정하였다. 또한 채집된 매표징어 유생분포 지역에서의 유생의 밀도는 IKMT에 부착된 유량계를 이용하여 여수량을 정점별로 측정하였고, 1,000 m<sup>3</sup>당 개체수로 나타내었다(inds. / 1,000 m<sup>3</sup>).

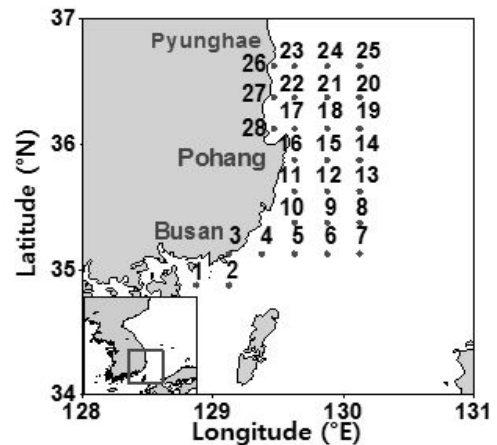


Fig. 1. Map of the study area in the southern part of the East Sea. Samplings were conducted at 28 sites.

## 3. 결과 및 고찰

동해에서 매표징어 유생분포를 조사하기 위해 2015년 8, 9, 11월 부산에서 평해까지 동해 남부연안역에서 유생채집

을 수행한 결과, 채집된 매오징어 유생의 개체수는 총 238개체(8월 199개체, 9월 20개체, 11월 19개체)였다. 월별 채집된 유생의 외투장분포는 8월에 0.6~18.3 mm(평균 3.17 mm, 표준편차 2.39 mm), 9월에 2.2~18.5 mm(평균 6.65 mm, 표준편차 4.28 mm) 그리고 11월에 2.4~7.0 mm(평균 4.80 mm, 표준편차 1.34 mm)의 외투장 범위를 보였다(Fig. 2). 특히, 가장 많은 유생이 채집된 8월에는 평균외투장이 다른 시기보다 작고 외투장 1~2 mm 구간의 유생출현의 빈도가 가장 높았다. 그 다음구간부터는 점차 빈도가 줄어드는 양상을 보여 8월에 다른 시기보다 산란 및 부화가 활발하게 일어나는 것으로 판단된다. 이는 8월에 가장 많은 매오징어의 난이 채집되었다는 Yamada(1937)의 결과와도 일치한다.

그러나 갓 부화한 유생의 외투장은 1.2~1.4 mm인데 반해 8월에 1 mm 이하의 유생이 나타난 것은 99% 에탄올로 고정에 의한 외투장의 수축이 일어난 개체가 존재하였기 때문으로 생각되며, 앞으로의 연구에서는 두족류의 외투장의 변화에 영향을 미치지 않는 고정방법으로 개선할 필요가 있다고 사료된다.

8월에 14개 정점, 9월에 11개 정점, 11월에 10개 정점에서 매오징어 유생이 출현하였다(Fig. 3). 또한 8월에 St. 17에서 43.5 inds. / 1,000 m<sup>3</sup>로 밀도가 가장 높았으며, 그 다음으로 St. 22(14.9 inds. / 1,000 m<sup>3</sup>)에서 높은 밀도를 보였다. 9월과 11월에서 각각 st. 8(1.4 inds. / 1,000 m<sup>3</sup>), st. 2(3.2 inds. / 1,000 m<sup>3</sup>)에서 높은 밀도를 보여 8월에 비해 현저히 낮았다.

또한 8월에 유생의 출현정점 수가 많고 그 밀도가 더 높은 것은 9월, 11월보다 8월에 산란 및 부화가 더 많이 이루어지기 때문으로 보인다. 이 역시 매오징어의 난이 가장 많이 채집된 시기는 8월이라는 Yamada(1937)의 결과와도 관련 있는 것으로 판단된다.

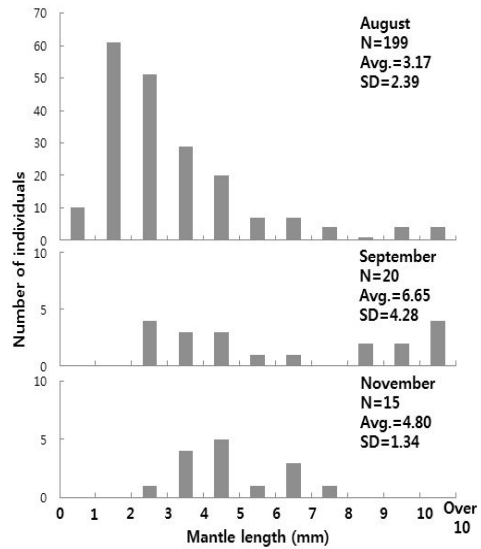


Fig. 2. Size-frequency distributions of *W. scintillans* larvae collected in August, September and November, 2015 (N : Total number of larvae).

조사기간 동안 동해 남서부 연안에서의 수온은 표층에서 수심 200 m까지의 수온범위는 8월 1.4~26.3°C, 9월 1.5~24.5°C, 11월 1.1~20.6°C이었다. 표층수온은 8월에 가장 높았으며, 11월에 가장 낮았다. 포항을 기준으로 하여 포항~평해까지의 연안에서 수온이 비교적 낮았으며, 조사해역의 남동쪽인 부산~포항 근해에 비교적 높은 수온대가 위치하는 경향이 나타났다. 또한 수심이 깊어질수록 동해 연안쪽의 냉수역과 남동쪽에 위치한 난수역의 배치가 뚜렷하게 나타났다(Fig. 4).

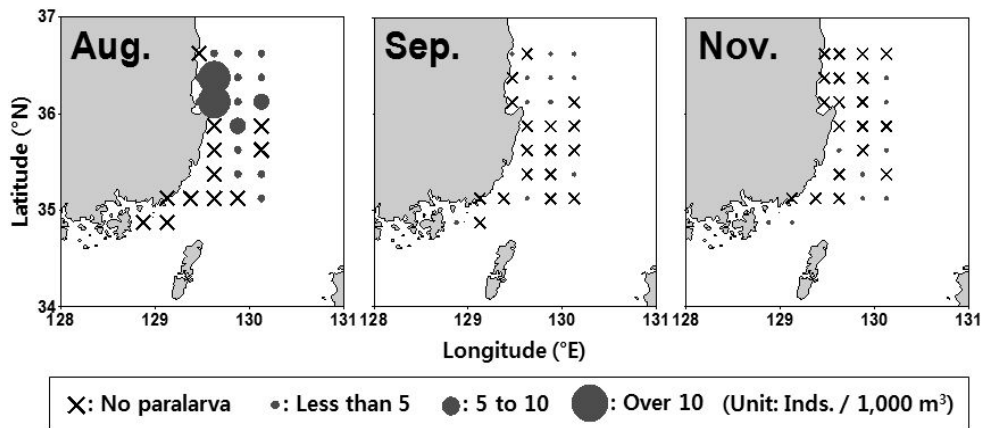


Fig. 3. Horizontal distributions for *W. scintillans* larvae in August, September and November in the study area.

하계와 추계 동해 남부연안의 매오징어 (*Watasenia scintillans*) 유생출현양상

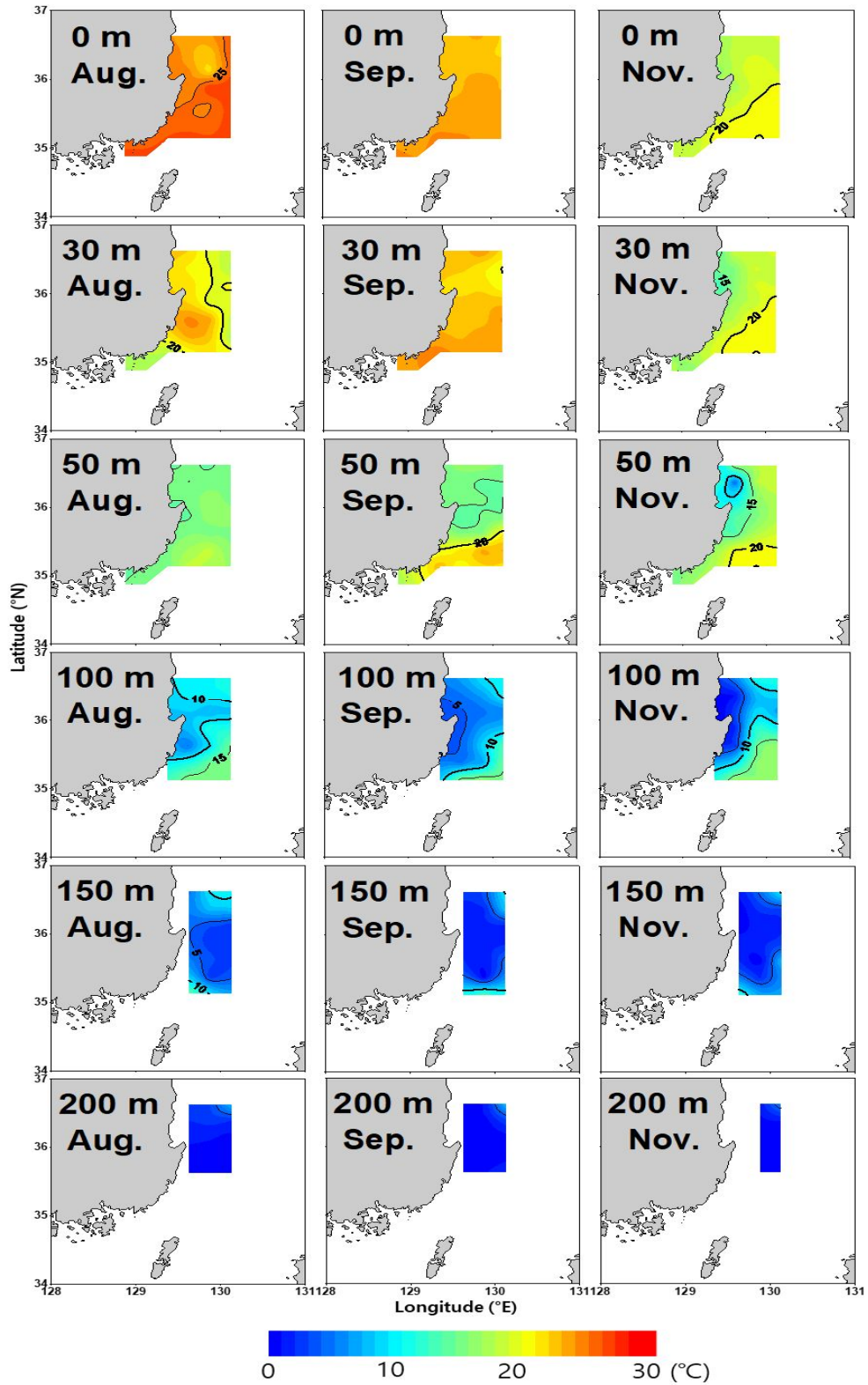


Fig. 4. Horizontal distribution of water temperature at 0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m and 100 m depth in August, September and November in the southern part of the East Sea.

이러한 분포양상의 원인은 동해 남부연안은 북쪽에서 연안을 따라 남하하는 북한한류와 남쪽에서 북동진하는 난류로 인해 동해안의 연안 측에는 냉수괴, 외양 측에는 난수괴가 위치하는 해양학적 특성에 의한 것으로 보인다(Kim and Min, 2008).

특히 수심 50~100 m에서 이러한 특성이 잘 드러나는데 8월과 9월에 주로 포항~평해 사이의 동해 연안 냉수대가 위치한 곳에서 높은 유생밀도가 나타나며, 그 후 11월에는 동해 연안에 수온이 더 낮아졌기 때문에 부산 근해의 난수역에서 낮은 밀도의 유생이 출현한 것으로 생각된다. 이는 매오징어의 산란장이 경상북도~강원도 연안이라는 Yamada(1937)의 추론과도 밀접한 관련성이 있는 것으로 생각된다.

유생이 출현한 정점의 연직수온분포에서 부화수온인 6~16°C(Hayashi, 1989)에 해당되는 부분을 표시하였으며, 유생채집이 이루어진 100 m를 기준으로 이보다 얇은 수심과 채집이 이루어지지 않은 깊은 수심으로 나타내었다(Fig. 5). 부화수온이 위치한 수심은 8월에 38~186 m, 9월에 42~168 m, 11

월에 42~171 m에 위치해 있었다. 이 결과에서 매오징어 유생은 대략 40 m부터 IKMT 최저수심인 100 m까지 채집된 것으로 판단된다. 채집이 이루어지지 않았던 100 m보다 깊은 수층에도 이론상 서식이 가능한 것으로 판단되며 그 최저수심은 약 180 m인 것으로 사료된다. 그러나 St. 25와 같이 해양환경에 따라 200 m보다도 깊은 곳에서 서식이 가능한 것으로 생각된다.

본 연구는 동해 남서부해역에서 난자치어 조사를 실시하여 수온분포에 따른 매오징어 유생의 시공간적인 출현양상을 파악하고자 하였다. 그러나 보완되어야 할 점 또한 존재한다. 본 연구에서는 수심 100 m까지 네트로 매오징어 유생을 채집하였으나, 추후 매오징어 유생에 대한 조사를 위해서는 최소한 200 m까지 네트채집을 할 필요가 있을 것으로 판단되며, 이와 더불어 일주운동 및 서식적합수심을 파악하기 위해 MOCNESS와 같은 채집도구를 이용하여 수심별 채집을 병행할 필요성도 제기된다.

또한 본 연구는 동해 남부의 일부분만을 조사하였으며, 조

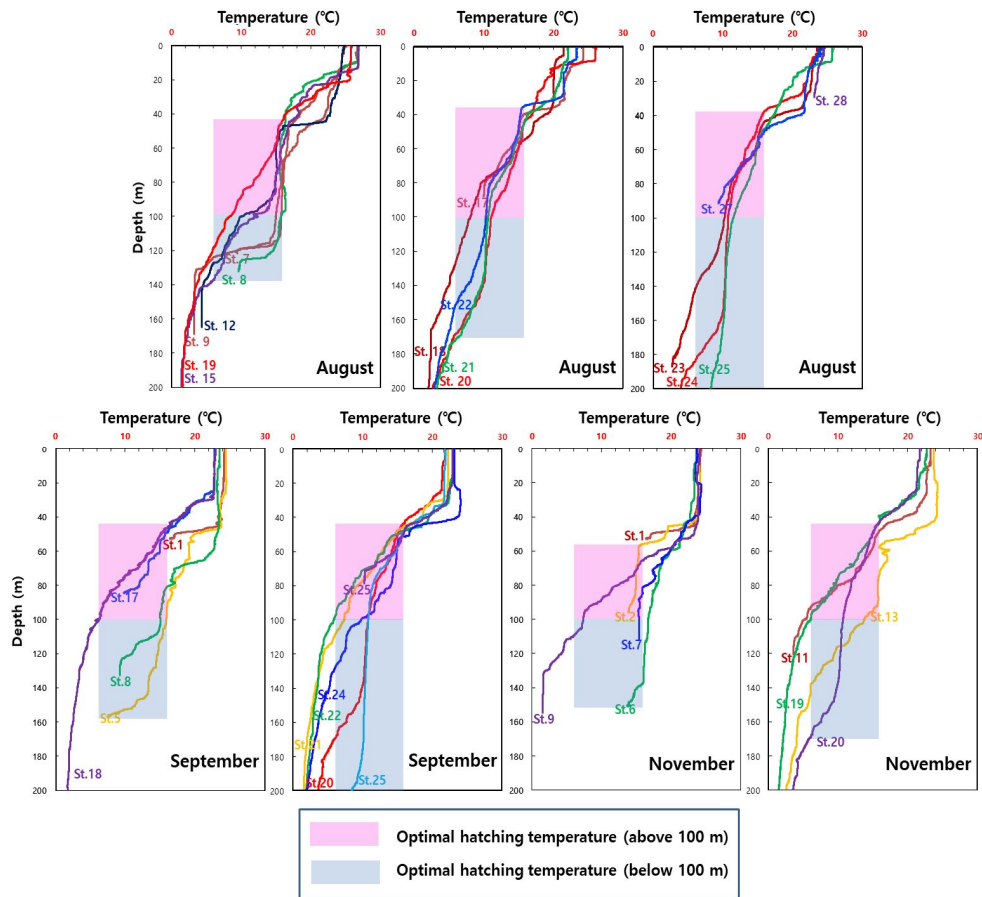


Fig. 5. Vertical distributions of water temperature where *W. scintillans* larvae were sampled, and optimum embryo survival temperature for *W. scintillans* larvae in the study area.

사시간이 하계와 추계에 그쳐 시공간적으로 매우 한정적인 조사라는 한계점이 존재한다. 향후 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 더 확장된 연구해역을 설정하여 장기적이고 계획적인 난자치어 조사를 수행할 필요가 있다. 이와 같이 우리나라 주변해역에 대한 장기적인 난자치어 모니터링이 이루어진다면 매오징어뿐만 아니라 우리나라 해역에 서식하는 자원생물들의 생태파악에 도움을 줄 수 있으며, 이를 통해 자원관리정책수립에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4. 결론

본 연구는 매오징어 *Watasenia scintillans*의 유생분포양상을 알아보기 위해 2015년 8, 9, 11월 동해 남부연안에서 유생채집을 실시한 결과, 채집된 매오징어 유생의 개체수는 총 238 개체로 외투장(ML) 범위는 0.6~18.5mm였다. 주로 냉수괴가 분포하는 포항~평해의 동해연안에서 더 높은 밀도가 나타났다. 9월, 11월보다 8월에 유생의 출현정점 수와 출현개체수가 많고 유생분포밀도가 높아 조사시기 중 산란이 가장 활발하게 일어나는 것으로 생각된다. 또한 유생이 채집된 정점에서 부화가능한 수온의 연직분포는 주로 수심 40~180m로 나타났다.

#### 사 사

이 논문은 2017년도 국립수산물학원 수산시험연구사업(R2017035)의 지원으로 수행된 연구입니다.

#### References

- [1] Baba, O., T. Taniuchi and Y. Nose(1987), Depth Distribution and Food Habits of Three Species of Small Squaloid Sharks Off Choshi, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 53, pp. 417-424.
- [2] Choi, Y. M., B. S. Yoon, H. S. Kim, J. H. Park, K. Y. Park, J. B. Lee, J. H. Yang and M. H. Sohn(2013), Feeding Habits of *Lycodes tanakae* in the Coastal Waters of the middle East Sea, Korea, J. Kor. Fish. Soc., Vol. 46, No. 6, pp. 843-850.
- [3] Hayashi, S.(1989), Spawning behavior and embryonic development of the firefly squid, *Watasenia scintillans*, Bull. Toyama Pre. Fish. Stn., No. 1, pp. 1-14.
- [4] Hayashi, S.(1993), Growth and maturation of the firefly squid, *Watasenia scintillans* (Berry), in Toyama Bay and adjacent waters of the Sea of Japan, In: Okutani, T., R. K. O'Dor and T. Kubodera (eds), Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology, Tokai Univ. Press, Japan, pp. 173-178.
- [5] Horie, T. and S. Tanaka(2000), Reproduction and food habits of two species of sawtail catsharks, *Galeus eastmani* and *G. nipponensis*, in Suruga Bay, Japan, Fish. Sci., Vol. 66, pp. 812-825.
- [6] 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.
- [7] Kim, J. J., C. H. Kim, J. S. Lee and S. A. Kim(2014), 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, 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.
- [9] 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.
- [10] Ohizumi, H., T. Isoda, T. Kishiro and H. Kato(2003), Feeding habits of Baird's beakes whale *Berardius bairdii*, in the western North Pacific and Sea of Okhotsk off Japan, Fish. Sci., Vol. 69, pp. 11-20.
- [11] Okamoto, R., H. Ohizumi, K. Uchikawa, M. Ito, T. Iwasaki and H. Kato(2010), Prey selection of Dall's porpoise *Phocoenoides dalli* on the continental slope off the Pacific coast of Sanriku in winter, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 76, pp. 54-61.
- [12] Okiyama, M.(1978), Biology on the mesopelagic micronektonic fish and squids in the Japan Sea, Mar. Sci. Monthly, Vol. 10, No. 11, pp. 895-900.
- [13] Okutani, T., M. Tagawa and H. Horikawa(1987), Cephalopods from continental shelf and slope around Japan, Tokyo. Jap. Fish. Res. Con. Ass., p. 194.
- [14] Roper, C. F. E. and P. Jereb(2010), Family Euploteuthidae, In: Jereb, P. and C. F. E. Roper (eds), FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 4, Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date, Volume 2. Myopsid and Oegopsid

squids, FAO, Rome, p. 199.

- [15] Sasaki, M.(1914), Observations on Hotaru-ika *Watasenia scintillans*, J. Coll. Agr., Tohoku Imp. Univ., Sapporo, Vol. 6, pp. 75-107.
- [16] Senta, T.(1962), Studies on the occurrence of eggs and larvae of fishes in adjacent waters to Oki islands. II. The Seasonal Abundance, Jap. J. Ecol., Vol. 12, No. 5, pp. 163-166.
- [17] 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.
- [18] 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. 57-62.
- [19] Tsuchiya, K.(1993), Distribution and Zoogeography of the Family Eupoloteuthidae in the Northwest Pacific, In: Okutani, T., R. K. O'Dor and T. Kubodera (eds), Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology, Tokai Univ. Press, Japan, pp. 571-585.
- [20] Yamada, T.(1937), On the Spawning of the Squid, *Watasenia scintillans*, in the Waters of the East Coast of Tyôsen, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., Vol. 6, pp. 75-78.
- [21] Yokota, M., S. Kitada, K. Udono and S. Watanabe(1998), Prediction of the Firefly Squid Catch by Analysis of Environmental Factors in Toyama Bay, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 64, pp. 975-978.

---

Received : 2017. 12. 07.

Revised : 2017. 12. 20.

Accepted : 2017. 12. 28.