

## 봄철 제주 주변해역 갈치, *Trichiurus japonicus* 어란 분포현황

이승종\* · 한송헌<sup>1</sup> · 김맹진

국립수산과학원 서해수산연구소 연구원, <sup>1</sup>국립수산과학원 제주수산연구소 연구원

### Occurrence of the eggs of hairtail, *Trichiurus japonicus* in the coastal waters of Jeju Island, Korea in spring

Seung-Jong LEE\*, Song-Heon HAN<sup>1</sup> and Maeng-Jin KIM

Researcher, West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Korea

<sup>1</sup>Researcher, Jeju Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Jeju 63098, Korea

The occurrence of eggs of hairtail, *Trichiurus japonicus* was examined in the coastal waters of Jeju Island, Korea in spring from May to June in 2014, April to May in 2015, and April to in 2016. As a whole, hairtail eggs occurred abundantly in May, 2014. Especially, high densities over 300 ind./1,000 m<sup>3</sup> of eggs abundances in May and June, 2014 occurred in the north-western area of Jeju Island where is upwelling phenomenon occurred throughout the year. In the relationship between T-S and the hairtail eggs abundances, high densities over 100 ind./1,000 m<sup>3</sup> of eggs abundances occurred in temperature of 18.1-18.7°C and salinity of 33.92-34.87‰ in May when hairtail eggs occurred abundantly.

Keywords: Hairtail, *Trichiurus japonicus*, Egg, Jeju Island, Spring

#### 서론

한반도 남쪽에 위치한 제주도 주변해역은 여러 가지 수괴들이 계절마다 세력을 달리하여 영향을 미치면서 다양한 어종들의 산란장으로 이용되고 있는 것으로 잘 알려져 있다(Go et al., 1991; Yoo and Kim, 1991; Park and Rho, 2002; Kim et al., 2004; Kim et al., 2005; Lee et al., 2006; Lee et al., 2016).

국내에서 상업적으로 매우 중요한 수산자원에 해당하는 갈치, *Trichiurus japonicus*는 어류, 새우류 등을 주로 섭이하는 육식성의 어류로서 산란기는 4~10월로 보고되

고 있다(NFRDI, 2017). 국내에서 갈치에 대해서는 자원 평가(Park et al., 2000), 분포와 회유(Park et al., 2002), 어장환경(Baik and Park, 1986), 연령과 성장(Kim et al., 2011), 재생산(Park and Hwang, 1978; Cha and Lee, 2004) 등 다양한 연구가 수행되어져 왔다. 하지만 현재까지 갈치의 초기생활사 단계 연구와 관련해서 우리나라 남부 해역에 출현하는 갈치 어란의 유전적 분자동정에 관한 연구만 있을 뿐(Lee and Kim, 2014) 갈치 어란들이 어느 시기, 어떤 지역에서 출현하고 있는지에 대한 구체적인 분포상황에 대해서는 아직 알려진 바가 없다.

\*Corresponding author: sjlee1225@korea.kr, Tel: +82-32-745-0616, Fax: +82-32-745-0569

따라서 이번 연구에서는 봄철에 제주도 주변해역에 출현하는 갈치 어란의 분포특성을 통해 제주도 주변해역의 갈치 산란정보에 대한 기초적인 자료를 수집하고자 하였다.

### 재료 및 방법

갈치 어란 분포조사는 2014년 5월, 6월, 2015년 4월, 5월, 2016년 4월, 5월에 각각 1회씩 모두 6회에 걸쳐 실시하였고 조사정점은 제주도를 중심으로 설정된 총 20개의 정점에서 이루어졌다(Fig. 1).

어란의 채집은 RN-80네트(망입구 80 cm, 네트길이 300 cm, 망목 333  $\mu$ m)를 이용하여 표층~수심 5 m 범위를 대상으로 1~2 knot 정도의 속도로 약 10분 동안 수평으로 예인하여 채집하였고, 각 정점에 대해 CTD를 이용하여 수온, 염분을 측정하였다.

채집된 시료는 현장에서 99% 알콜에 고정한 후 실험실로 옮기고 난과 자치어만을 따로 분리하여 워싱(washing)한 후에 소팅(sorting)하였다.

채집된 어란들은 Okiyama (1988)를 근거로 하여 난경, 난막구조, 유구의 유무 및 흑색소포 패턴 등의 형태형질에 따라 타입(type)을 나눈 이후에 분자 분석을 통해 갈치 어란을 따로 분류하였다.

갈치 어란의 분자 분석은 미토콘드리아 cytochrome oxidase subunit I (COI) 영역에 대해 primer (Ward et al. 2005)를 이용하여 중합효소연쇄반응으로 증폭하였다. 증폭된 염기서열은 National Center for Biotechnology Information (NCBI) systems에 등록되어 있는 염기서열과 비교하여 종 동정하였다.

또한 갈치 어란의 분포밀도 조사는 채집시 네트 입구

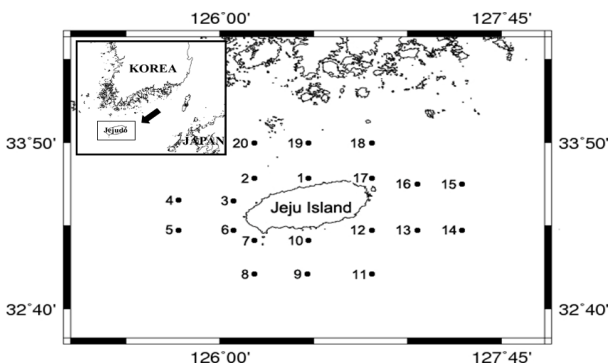


Fig. 1. Map showing the sampling area in the coastal waters of Jeju Island, Korea.

에 부착된 유량계(HYDRO-BIOS flowmeter)를 이용하여 여과효율과 채집 당시 유량계의 실제 회전수에 의해 여과된 수량을 계산하고, 어란의 출현밀도를 해수 1,000 m<sup>3</sup>당 개체수로 환산하여 표시하였다.

### 결과

#### 갈치 어란의 외부형태

제주도 주변해역에서 산란되는 갈치 어란의 외부형태를 살펴보면(Fig 2), 어란의 모양은 구형이며 내부에는 1개의 무색투명한 유구를 존재한다. 난막에는 특징적인 무늬가 없으며 배체 형성이후 단계의 배체에는 몸의 등면에 2~3개의 흑색소포가 점 형태로 분포하는 특징을 보였다.

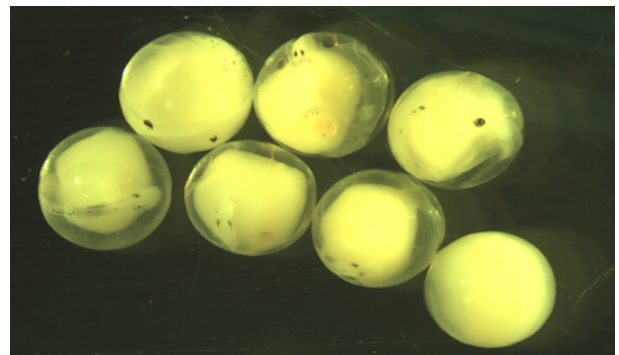


Fig. 2. External morphology of *Trichiurus japonicus* eggs.

#### 갈치의 난경분포 현황

조사기간 동안 채집된 갈치 어란들의 난경분포를 조사한 결과, 난경은 전체적으로 1.76~1.95 mm 범위를 보였고 그 중에 1.84~1.86 mm 범위의 크기에서 어란이 우점하고 있었다(Fig. 3).

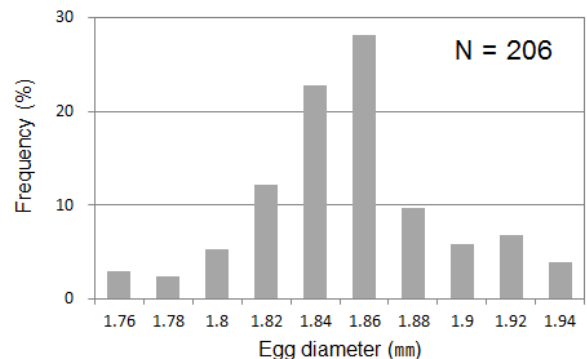


Fig. 3. Size frequency distribution of egg diameter of *Trichiurus japonicus*.

**갈치 어란의 월별 출현량 현황**

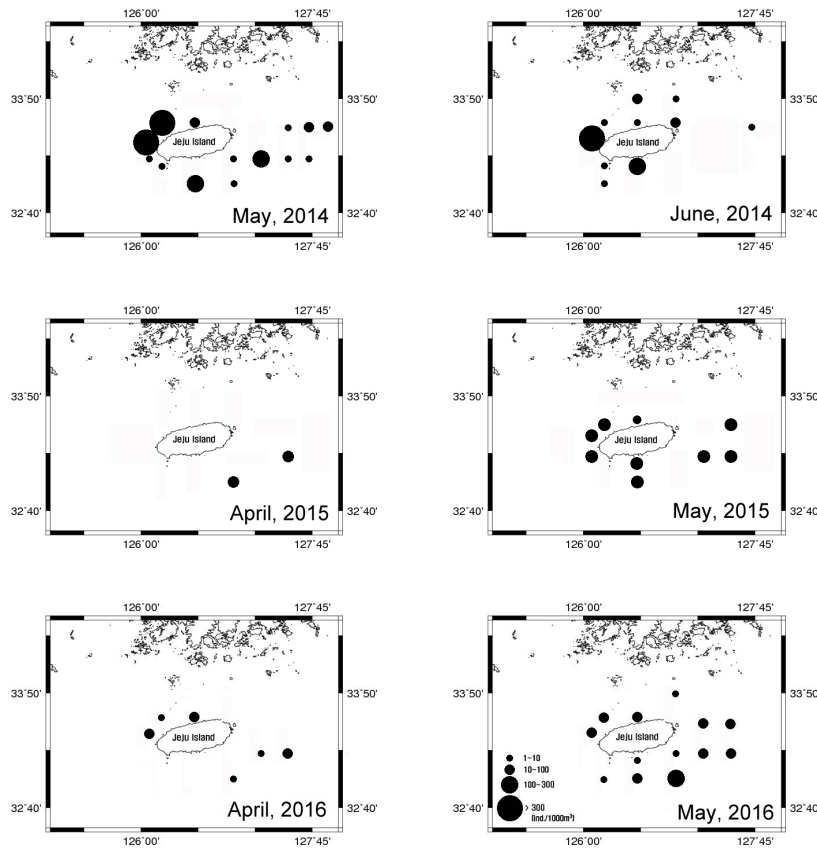
조사기간 동안 갈치 어란의 월별 출현량을 구역별로 나누어서 나타냈다(Table 1). 전체적으로 갈치 어란은 2014년 5월에 평균 398 ind./1,000 m<sup>3</sup>으로 가장 많이 출현하고 있었고, 2016년 4월에 평균 20 ind./1,000 m<sup>3</sup>로 가장 적은 출현량을 보였다. 각 구역별 출현량에 있어서 제주 서부에서 2014년 5월과 6월에 각각 588 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 519 ind./1,000 m<sup>3</sup>로 가장 많이 출현하고 있었다.

**갈치 어란의 수평 분포현황**

조사기간 동안 제주도 주변해역내 갈치 어란의 수평 분포현황을 살펴본 결과(Fig. 4), 2014년에는 5월에 갈치 어란은 대부분의 정점에서 출현하고 있었고, 특히 5월과 6월에 북서부에 위치한 정점들에서 300 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상으로 고밀도로 출현하고 있었다. 2014년의 경우 4월에는 제주도 남동부 소수 정점에서만 출현하였을 뿐 다른 정점에서는 출현하지 않고 있었고, 5월에는 제주도 동부

**Table 1.** Abundances of *Trichiurus japonicus* eggs collected in the coastal waters of Jeju Island, Korea

	Egg abundances (ind./1,000 m <sup>3</sup> )				Mean
	Northern part	Western part	Southern part	Eastern part	
May 2014	380	588	248	376	398
June 2014	164	519	155	13	213
April 2015			13	79	46
May 2015	28	49	109	64	62
April 2016	23	37	6	15	20
May 2016	101	73	155	136	116
Mean	143	187	112	114	



**Fig. 4.** Horizontal distribution of *Trichiurus japonicus* eggs abundances around Jeju Island in Spring.

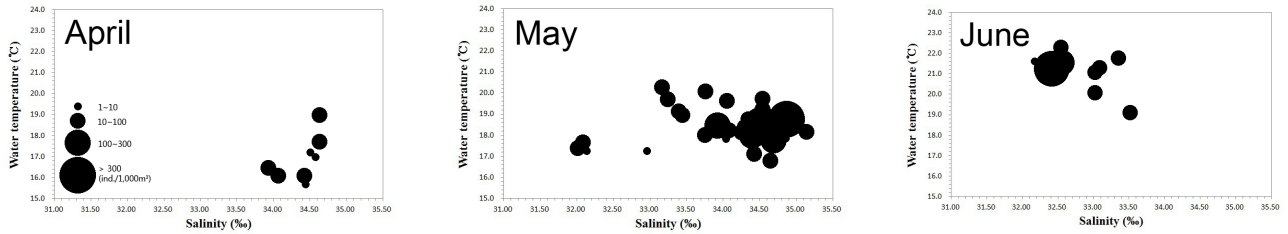


Fig. 5. Relationship between T-S and the *Trichiurus japonicus* eggs abundances (ind./1,000 m<sup>3</sup>).

를 제외한 연안에 위치한 정점들과 동부는 먼 곳의 정점들에서 100 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상의 출현량을 보였다. 2016년의 경우 4월에는 북서부 남동부에 위치한 소수 정점들에서 소량으로 출현하고 있었으며, 5월에 들어서는 출현하는 정점들이 증가하면서 대부분의 정점들에서 조금씩 출현하고 있었다.

#### 갈치 어란의 분포밀도와 수온 · 염분과의 관계

갈치 어란의 분포밀도와 수온, 염분과의 관계에 대해 살펴보았다(Fig. 5). 조사기간 동안 갈치 어란이 출현한 전체적인 수온, 염분의 분포범위를 월별로 살펴보면 4월에 15.9~18.9℃와 33.82~34.63%, 5월에 16.8~20.2℃와 32.01~35.13%, 6월에 19.1~22.3℃와 32.41~33.52%로 각각 나타나고 있었다. 이와 더불어 고밀도 분포(100 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상)가 가장 많이 발생하는 5월에 고밀도 분포가 나타나는 정점들의 수온, 염분 범위는 각각 18.1~18.7℃, 33.92~34.87%로 나타나 그 범위가 매우 좁혀지고 있었다.

#### 고 찰

제주도를 인접하는 해역에서는 이미 여러 연구들을 통해 다양한 어류들이 산란하고 있음이 밝혀지고 있는데 최근에 들어 해산어류의 어란을 동정함에 있어 형태적 동정의 어려움을 극복하기 위해 분자 동정 분석기법을 통한 어란의 종동정이 활발하게 이루어지고 있다(Ji and Kim, 2010; Ji et al., 2011a; Ji et al., 2011b).

이번 연구의 대상어종인 갈치에 대해서도 분자 동정 분석기법을 이용하여 어란 종동정을 실시한 사례(Lee and Kim, 2014)가 있지만 우리나라 해역을 대상으로 구체적으로 어느 해역에서 어느 정도의 양으로 갈치 어란이 분포하는지에 대해서는 아직 보고된 바가 없기 때문

에 본 연구에서는 제주 주변해역에서 분포하는 갈치 어란을 분자 동정 분석기법으로 동정하고 봄철에 실제 갈치 어란들이 어떠한 양상으로 분포하고 있는지 알아보고자 하였다.

이번 연구를 통해 실제 해역에서 채집된 갈치 어란들의 난경분포를 조사한 결과 주모드 범위가 1.84~1.86 mm로 나타났는데 이는 Cha and Lee (2004)의 연구에서 보고된 중심모드 1.55 mm 보다 조금 큰 결과를 보이는 것이라 하겠다. 이에 대해 Cha and Lee (2004) 연구에서는 산란 직전의 갈치 암컷 생식소내 어란을 직접 추출하여 난경을 측정하는 것이었고 이번 연구는 실제 해역내에 산란되어 수정이 일어나고 난막 형성 등의 발생과정을 거친 수정란을 측정하는 것이기 때문에 아마도 본 연구에서의 갈치 어란의 난경이 조금 더 크게 나온 것이라 추정된다.

국내에서 갈치의 산란기간은 4~10월로 알려져 있고 주산란기는 5~9월로 보고되고 있어(Cha and Lee, 2004) 본 연구의 조사기간인 4~6월은 갈치 산란기에 해당한다고 볼 수 있는데 이번 연구에서 5월에 갈치 어란이 대량으로 출현하고 있어서 주산란이 시작되는 시기도 기존의 보고와 어느 정도 일치하고 있음을 알 수 있었다. 이번 연구에서 연도별로 갈치 어란의 출현량을 살펴보면 2014년의 어란 출현량이 다른 해에 비해 월등이 많았는데 특히 5월의 출현량을 비교해 보면 2015년에 6배 이상, 2016년의 3배 이상 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다. 이에 대해 해당 월의 제주도 연안채낚기에 의한 갈치 어획량을 통계청 어업생산통계자료를 통해 조사한 결과 2014년 674톤, 2015년 38톤, 2016년 144톤을 기록하는 등 상대적으로 2014년에 매우 높은 어획고를 보이고 있어서 이번 갈치 어란 출현량과 유사한 패턴을 나타내고 있었다. 따라서 금번 년도별 갈치 어란 출현량의

차이는 당시 산란을 위해 연안으로 이동하는 갈치 어군의 어장형성 강도와 매우 밀접한 관계가 있었다고 사료된다.

일반적으로 해양에서 어류는 적정한 수온대가 형성되면 본격적인 산란을 하게 되는데 제주도 주변해역에서 멸치(*Engraulis japonicus*)와 고등어(*Scomber japonicus*)는 모두 17°C 이상의 수온이 해역에 형성되면 주산란이 일어나고 멸치의 경우 비교적 넓은 염분 범위대에서 주산란이 이루어지고 있다고 보고되고 있다(Lee and Go, 2003; Lee and Go, 2005; Lee et al., 2016).

이번 연구에서는 제주도 주변해역에서 봄철에 갈치의 주산란이 일어나는 시기의 수온과 염분을 조사하기 위해 갈치 어란의 분포밀도에 대한 수온, 염분의 주분포 범위대를 조사해 보았다. 우선 수온의 경우 전체 조사기간을 통틀어 광범위한 수온대에서 갈치 어란이 분포하고 있었다. 하지만 어란이 가장 많이 출현한 5월의 경우 수온범위가 18.1~18.7°C로서 모두 18°C 대에서만 고밀도(100 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상) 분포가 나타나는 특징을 보이고 있었다. 이는 기존 NFRDI (2017)에 의해 보고된 우리나라 연근해 갈치의 주산란 수온 18~20°C와 매우 유사한 결과를 할 수 있겠다. 이와 더불어 멸치와는 달리 갈치 어란이 고밀도로 출현한 염분 분포범위는 33.92~34.87%로서 1% 이내의 비교적 좁은 염분 분포범위대에서 어란이 고밀도로 출현하는 특징을 보여주고 있었다. 이와 같은 결과들을 종합해 볼 때 봄철에 제주도 주변해역에서는 적어도 18°C 수온대, 34% 염분대가 형성되는 곳에서 갈치의 주산란이 일어나고 있다고 추정할 수 있었으며 이러한 조건에 따라 갈치 어란이 많이 출현한 5월과 6월에 100 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상 고밀도로 출현하는 해역으로는 주로 제주도 북서부 연안과 남동부 해역이 해당되고 있었다.

특히 제주도 북서부 연안에서는 5월과 6월 모두 300 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상의 고밀도로 갈치 어란이 출현하고 있었는데 이처럼 제주도 서부 연안역은 연중 용승이 발생하는 해역(Kang et al., 1996; Pang and Kim, 1993)으로 다른 해역에 비해 영양염이 상대적으로 풍부한 해역이고, 또한 제주도 동부해역은 다른 해역들에 비해 북상 대마난류의 영향을 더 강하게 받아 고수온 현상 및 강한 해류흐름과 같은 물리해양학적 특징이 두드러진 해역(Kim and Rho, 1997; Lie et al., 2000)으로 잘 알려져

있기도 하다. 또한 Kim and Rho (1998)의 보고에 따르면 제주도 주변해역에서 4월에는 갈치어장이 형성되지 않다가 5월부터 수온 15~17°C, 염분 33.6~34.4% 범위를 보일 때 제주도 서쪽 및 동쪽해역에 갈치가 어장이 형성되기 시작하고, 6월에 들어 수온-염분 범위가 각각 18.0~20.0°C, 33.6~34.0%로 고온-고염 양상을 보이기 시작하면서 제주도 북부 연안을 따라 본격적으로 갈치어장이 형성되고 있다고 보고한 바 있다. 이와 같은 갈치어장형성 과정이 이번 연구의 시기별, 해역별 갈치 어란 분포상황과 어느 정도 비슷한 양상을 보이고 있어서 이를 통해 5~6월경에 산란을 위해 연안 안쪽으로 내유하는 갈치를 대상으로 채낀기 어장이 형성되고 있음을 유추해 볼 수 있다. 하지만 이번의 갈치 어란이 고밀도로 출현한 해역들에 대해서 구체적으로 어떠한 해양환경요인들이 어떤 기작을 통해 갈치 산란에 영향을 주고 있는지에 대해서는 아직까지 밝혀진 바 없기 때문에 이에 대해서는 향후에 더욱 세밀한 조사가 이루어져야 하리라 사료된다.

해산 어류 어란에 대한 형태적 동정의 어려움으로 인해 현재까지 우리나라 연근해에 분포하는 주요 해산 어류 어란의 해역내 실제 출현량, 즉 산란량에 대해서는 몇몇 어종들을 제외하고는 보고된 예가 그리 많지 않다. NFRDI (2017)에 따르면 국내에서 갈치는 주로 서해 남부와 남해 서부 해역에서 산란하고 있다고 보고되었는데 이번 연구를 통해 봄철 제주도 주변해역에서도 갈치가 산란하고 있음을 확인할 수 있었다. 갈치는 우리나라에서 매우 중요한 어업자원이기 때문에 국내 갈치 자원을 합리적으로 관리하기 위해서는 본 연구를 시작으로 해서 앞으로도 지속적으로 갈치 산란과 이에 영향을 미치는 환경요인에 관한 연구가 이루어져야 한다고 생각한다.

## 결론

봄철 제주도 주변해역에서 갈치 어란의 분포상황을 조사하기 위해 2014년 5월, 6월, 2015년 4월, 5월, 2016년 4월, 5월에 각각 1회씩 총 6회에 걸쳐 20개의 정점에서 갈치 어란을 채집하였다.

갈치 어란의 월별 평균 출현량을 조사한 결과, 2014년 5월에 평균 398 ind./1,000 m<sup>3</sup>으로 출현량이 가장 많았고, 2016년 4월에 평균 20 ind./1,000 m<sup>3</sup>로 가장 적은 출현량을 보였다.

조사기간 동안 해역내 갈치 어란의 수평분포현황을 살펴본 결과, 갈치 어란이 많이 출현한 2014년 5월과 6월에 북서부 연안에 위치한 정점들에서 300 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상의 고밀도로 출현하고 있었다.

갈치 어란의 분포와 수온, 염분과의 관계를 살펴본 결과 수온 18.1~18.7℃, 염분 33.92~34.87‰ 범위내에서 100 ind./1,000 m<sup>3</sup> 이상의 고밀도로 갈치 어란이 출현하고 있었다.

## 사 사

이 논문은 2020년도 국립수산물과학원 수산과학연구소 사업 「제주주변 연근해어업 및 환경생태 조사(R2020029)」의 지원으로 수행된 연구입니다.

## References

- Baik CI and Park JH. 1986. Relationship between oceanographic conditions and catch of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus from the stow net. Bull Fish Res Dev Agency 39, 29-41.
- Cha HK and Lee DW. 2004. Reproduction of hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in Korean waters-maturation and spawning. J Korean Soc Fish Res 6, 54-62.
- Go YB, Go GM and Kim JM. 1991. Occurrence of fish larvae at Hamduck coastal area, northern part of Cheju Island. Korean J Ichthyol 3, 24-35.
- Ji HS and Kim JK. 2010. Molecular and morphological identification of Ophichthid Leptocephali from the South Sea of Korea. Korean J Ichthyol 22, 279-284.
- Ji HS, Yoo JT, Ryu JH and Kim JK. 2011a. Molecular identification and morphological development of *Auxis* (Scombridae) larvae. Kor J Fish Aquat Sci 44, 677-683. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0677>.
- Ji HS, Lee SJ and Kim JK. 2011b. Molecular identification, ontogeny and evolutionary note of *Echelus uropterus* Leptocephali. Korean J Ichthyol 23, 217-224.
- Kang TY, Choi YC and Go YB. 1996. Bioecological studies in the upwelling area of Cheju Island. ( I )-Upwelling phenomenon and chemical properties of seawater in the southwestern coastal area of Cheju Island. J Kor Fish Soc 29, 603-613.
- Kim JK, Kang CB, Ahn G, D. Oki, Kim YU and Tabeta O. 2005. Distribution of fish larvae and juveniles in the East China Sea and the Yellow Sea in Spring during 1994-1997. J Kor Fish Soc 38, 29-38.
- Kim JY, Lim YJ, Choi SG, Cha HK, Kim EL, Oh J and Lee TW. 2004. Distribution of major commercial fish larvae in the Southern Sea and Jeju Island of Korea in Spring. Korean J Ichthyol 16, 141-148.
- Kim SH and Rho HK. 1997. A study on the residual current in the Cheju Strait. J Kor Fish Soc 30, 759-770.
- Kim SH and Rho HK. 1998. A study on the assembling mechanism of the hairtail, *Trichiurus lepturus*, at the fishing grounds of the Cheju Strait. Bull Korean Soc Fish Tech 34, 117-134.
- Kim YH, Yoo JT, Lee EH, OH TY and LEE DW. 2011. Age and growth of largehead hairtail *Trichiurus lepturus* in the East China Sea. Kor J Fish Aquat Sci 44, 695-700. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0695>.
- Lee SJ and Kim JK. 2014. Identification of *Trichiurus* (Pisces: Trichiuridae) eggs and larvae from Korea, with a taxonomic note. Fish Aquat Sci 17, 137-143. <https://doi.org/10.5657/FAS.2014.0137>.
- Lee SJ and Go YB. 2003. Distribution of the eggs and larvae of anchovy, *Engraulis japonica*, and its relationships with environmental factors around Jeju strait in Summer. 2.Relationship with Environmental Factors. Korean J Ichthyol 15, 162-174.
- Lee SJ and Go YB. 2005. Occurrence and distribution of the eggs and larvae of anchovy, *Engraulis japonicus*, in Jeju Strait, Korea, with descriptions of environmental characteristics. J Oceanogr 61, 603-611.
- Lee SJ, Go YB and Kim BJ. 2006. Seasonal variation of species composition and distribution of fish eggs and larvae in the western part of Jeju Island, Korea. Korean J Ichthyol 18, 129-140.
- Lee SJ, Kim JB and Han SH. 2016. Distribution of mackerel, *Scomber japonicus* eggs and larvae in the coast of Jeju island, Korea in spring. J Korean Soc Fish Technol 52, 121-129. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.2.121>.
- Lie HJ, Cho CH, Lee JH, Lee S and Tang Y. 2000. Seasonal variation of the Cheju warm current in the Northern East China Sea. J Jap Oceanogr 56, 167-211.
- NFRDI. 2017. Ecology and fishing ground of fisheries resources in Korean Waters. NFRDI Busan, 411.

- Okiyama M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ Press, 1154.
- Pang IC and Kim TH. 1993. Upwelling in the western sea of Cheju Island. Bull Mar. Res Inst Cheju Nat Univ 17, 1-12.
- Park JH and Rho S. 2002. Study of the fish fauna associated with drifting seaweed in northeastern coastal waters of Cheju Island. Korean J Ichthyol 14, 36-44.
- Park CS and Hwang BI. 1978. A study on the maturity and spawning of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in the South-Western waters of Korean. Bull Fish Res Dev Agency 20, 15-56.
- Park CS, Lee DW, Kim ZG and Kang YJ. 2000. Stock assessment and management of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in Korean waters. J Korean Soc Fish Res 3, 29-38.
- Park CS, Lee DW and Hwang K. 2002. Distribution and migration of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in Korean waters. J Korean Soc Fish Res 5, 1-11.
- Ward RD, Zemlak TS, Innes BH, Last PR and Hebert PDN. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. Philosophical transactions of the royal society of London series B biological sciences 360, 1847-1857.
- Yoo JM and Kim JK. 1991. The ecological study of fish larvae in the South Sea, Korea. KORDI Report BSPE 00190-323-3, 230.
- 
2020. 01. 22 Received  
2020. 02. 11 Revised  
2020. 02. 12 Accepted