

## 강원도 연안의 도루묵(*Arctoscopus japonicus*) 자치어 분포와 회유

양재형 · 윤상철<sup>1\*</sup> · 박정호<sup>2</sup> · 최영민<sup>2</sup> · 이재봉 · 윤병선<sup>2</sup>

독도수산연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원 자원관리과, <sup>2</sup>동해수산연구소 자원환경과

### Distribution and Migration of Larval and Juvenile Sandfish *Arctoscopus japonicus* in the Coastal Waters off Gangwondo, Korea

Jae Hyeong Yang, Sang Chul Yoon<sup>1\*</sup>, Jeong-Ho Park<sup>2</sup>, Young Min Choi<sup>2</sup>  
Jae Bong Lee and Byoung Sun Yoon<sup>2</sup>

Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 719-119, Korea

<sup>1</sup>Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

<sup>2</sup>Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangneung 210-861, Korea

Distribution and migration of larval and juvenile sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo were determined monthly from samples collected by a rectangular bottom net in the coastal waters off Gangwondo from March to July, 2011. Fish were collected in abundance from the northern waters from March to June. The average total length ( $\pm$ SD) was 11.5 $\pm$ 1.6 mm in March increased up to 53.5 $\pm$ 3.3 mm in June. The size distribution of sandfish by depth suggested that the fish grew waters less than 50 m deep until June, before moving deeper waters of around 100 m.

Key words: Distribution, Migration, *Arctoscopus japonicus*, Sandfish, Juvenile

## 서 론

도루묵(*Arctoscopus japonicus*)은 한국 동해, 일본 중부 이북, 캄차카반도, 알래스카 연안에 분포하고, 수심은 100-200 m 인 대륙붕에 모래 또는 개펄로 구성되어 있는 곳에 서식한다(NFRDI, 2004; Kim et al., 2005). 강원도 연안에서 도루묵은 가을철에 연안으로 회유하여 11-1월에 수심이 얇은 곳에서 산란하고(Yang et al., 2012), 해조류 줄기에 직경 25-62 mm의 둥근 알 덩어리를 붙인다(Myoung et al., 2002; Yang et al., 2009).

도루묵은 한국과 일본에서 많은 연구가 되어 왔고, 특히 도루묵의 대한 분포특성 연구는 토야마만 도루묵의 산란회유(Minami, 1989), 아키타현 연안 수온과 도루묵 어획량과의 관계(Sakuramoto et al., 1997), 밀도지수를 이용한 혼수 연안 도루묵의 두 계간 분포범위 추정(Watanabe et al., 2004), 동해안 도루묵의 회유와 분포변동 특성(Yang et al., 2012) 등 선행 연구를 통해 밝혀져 어항예보나 자원변동 예측에 중요한 정보로 활용되고 있다. 또한 도루묵 치어에 관한 연구는 초기생태(Minami and Tanaka, 1985), 성장 및 형태변화(Myoung et al.,

1989; Morioka, 2005) 등이 수행된 바 있다. 하지만 한국의 도루묵에 대한 초기 가입생태 및 자원변동요인을 파악하기 위한 기초자료로서 부족한 부분이 있고, 이에 한국 도루묵의 산란장으로 알려진 강원도 연안의 도루묵 치어의 분포 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 저층네트를 이용하여 도루묵의 산란장으로 알려진 강원도 연안에서 치어를 채집하여 도루묵 치어의 지리적 분포와 수심에 따른 이동 경로를 추정하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2011년 3월부터 7월까지 매월 1회 강원도 연안을 북부(고성 초도항), 중부(양양군 기사문항), 남부(동해시 묵호항)연안으로 나누었고, 도루묵의 수심별 이동 경향을 보기 위해 각 해역에서 수심별 <10 m, 10-20 m, 20-30 m, 30-50 m로 4개의 정점을 정하여 조사하였다(Fig. 1).

도루묵 치어는 자체 제작한 소형 저층 네트(망구의 폭 1 m, 망구 높이 30 cm, 망목 2 mm)를 사용하여(Fig. 2) 수심 50 m이

#### Article history:

Received 3 June 2013; Revised 8 July 2013; Accepted 25 September 2013

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2334 Fax: +82. 51. 720. 2337

E-mail address: scyoon@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 649-652, October 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0649>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

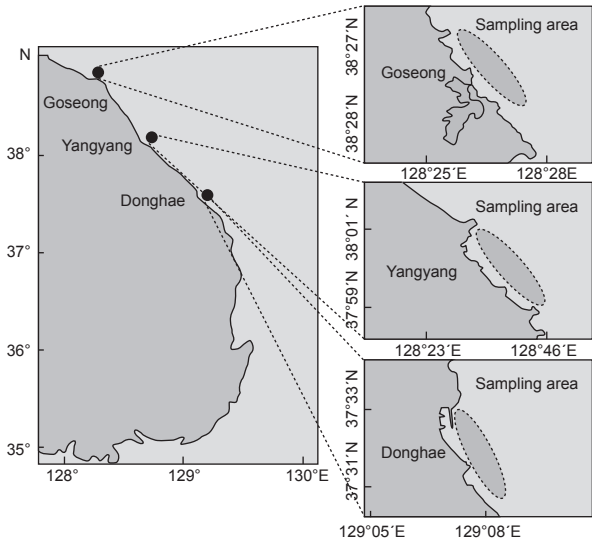


Fig. 1. The three sampling area in the coastal waters off Gangwondo of Korea from March to July 2011.

상에서 약 2 kt의 속도로 10분간 예망하여 채집하였다. 네트의 망목은 자어채집을 위해 일반적으로 0.5 mm로 제작하여 사용하지만, 본 연구에서는 저층을 중심으로 채집을 해야하고, 저질이 사질로 망목 0.5 mm의 네트는 채집이 불가하여 2 mm의 망목을 사용하여 채집하였다. 채집된 표본은 현장에서 70% ethyl alcohol에 고정하여 실험실로 운반하였고, 즉시 희석한 후 해부현미경(Zeiss 1000)을 이용하여 도루묵 자치어를 분리 동정하였다. 동정한 도루묵 자치어는 정점별로 나누어 계수 한 후 전장(Total length, TL)을 측정하였다. 개체수는 소해면적을 고려하여 1,000 m<sup>2</sup>당 개체수로 환산하였다.

본 저층네트로 자치어 채집이 불가능한 시기에는 도루묵 자치어의 회유 경로를 파악하기 위해 동해수산연구소에서 수행중인 시험조사(탐구 20호)의 트롤 및 상업어선(동해구기선저인망)의 자치어 샘플을 이용하였고, 자료정리는 Yang et al. (2008)과

Table 1. Monthly variation in abundance of the larvae and juveniles of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo of Korea from March to July 2011

Station	Abundance (ind./1,000 m <sup>2</sup> )					Total
	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	
Goseong	737	22	2	24	0	784
Yangyang	0	22	9	6	0	37
Donghae	17	0	11	2	0	30
Total	754	43	22	32	0	851



Fig. 2. Rectangular bottom net to collect larvae and juveniles used in this study. A: side view; B: front view.

Lee and Kang (2006)의 연구결과를 토대로 평균 1세 이하 개체들을 나누어 채집된 도루묵 치어를 정리하였다.

### 결과 및 고찰

강원도 연안에서 2011년 3월부터 7월까지 출현한 도루묵 자치어의 개체수는 북부연안에서 784 마리, 중부연안에서 37 마리, 남부연안에서 30 마리의 도루묵 자치어가 채집되었다(Table 1). 따라서, 도루묵 자치어는 강원도 북부연안에서 가장 많이 출현하였고, 남부연안이 가장 적게 출현하였다. 도루묵의 산란장은 과거 Choi et al. (1983)의 연구에 따르면 속초연안에서 울산연안에 이르는 동해안 전 연안으로 보고하였고, 최근 Yang et al. (2012)의 연구에서는 강원도 연안을 주 산란장으로 보고하였다. 본 연구결과 강원도 연안에서 도루묵 자치어가 출현하

Table 2. Monthly total length distribution (mean±SD and range in parenthesis) depth of larvae and juveniles of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo of Korea

Depth (m)	Total length (mm)					
	Mar.	Apr.	May	Jun.	Aug.	Dec.
<10	11.5±1.6 (7.6-15.1)	13.1±2.0 (9.5-18.1)	21.9±6.8 (16.2-28.6)	-	-	-
10-50	-	-	14.8±3.5 (10.8-17.6)	53.5±3.3 (49.7-56.1)	-	-
50-100	-	-	-	-	54.5±0.4* (54.2-54.7)	-
100-150	-	-	-	-	65.0±12.4** (42.0-96.0)	86.3±7.3** (62.0-99.0)
150-200	-	-	-	-	90.9±8.5** (51.0-98.0)	-

Data source : \*Eastern sea Danish seine fishery; \*\*offshore fisheries resources survey in the East Sea

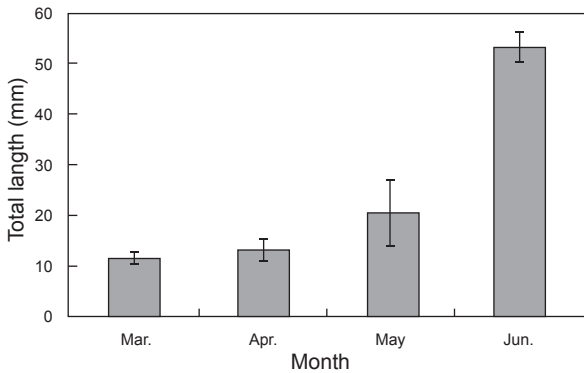


Fig. 3. Monthly variations in total length (mm) of larvae and juveniles of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo of Korea from March to July 2011.

여 강원도가 도루묵 산란장 임을 명확히 할 수 있었고, 강원도 북부연안에서는 도루묵 자치어가 가장 많이 채집되어 큰 산란장이 형성될 가능성이 있다. 향후 연구에서는 강원도 연안에서 도루묵 산란장의 정확한 정보제공을 위해 산란기간인 12월부터 도루묵의 부착 난에 대한 분포 조사를 병행하여 광범위한 조사를 해야 할 것으로 생각된다.

도루묵 자치어의 월별 출현 개체수는 3월 754 마리, 4월 43 마리, 5월 22 마리, 6월 32 마리, 7월에는 출현하지 않았다(Table 1). 도루묵 치어는 7월에 수심 50 m 이상의 연안에서 전혀 채집이 되지 않았으나, 8월에 시험조사선의 트롤 조사를 통해 수심 100-200 m에서 체장 평균 65.0 mm의 치어가 채집 되었다. 채집된 도루묵 자치어의 전장은(Fig. 3), 3월에 7.6-15.1 mm ( $11.5 \pm 1.6$  mm) 범위로 나타났으며, 계속 성장하여 6월에는 49.7-56.1 mm ( $53.5 \pm 3.3$  mm) 범위로 성장하였다.

도루묵의 산란기는 11-1월로 알려져 있고, 부화기간은 60-65 일로 보고되었다(Myoung et al., 1989; Yang et al., 2009). 도루묵 자치어의 부화 후 전장은 8.5-10.2 mm 범위로 알려져 있고(Myoung et al., 1989), 부화 후 75일후에는 32.0-39.8 mm 범위로 성장하는 것으로 알려져 있다(Morioka, 2005). 본 연구결과

3월의 평균체장이 11.5 mm인 것으로 보아 3 월에 대부분 부화한 것으로 추정되었다.

도루묵 자치어의 성장은 5월과 6월에 성장이 급격히 빨라지는 경향을 보였으며, Minami and Tanaka (1985)의 연구결과에서 5월 22일과 30일 사이에서 전장이 급격히 커지는 결과를 보였고, Yang et al. (2011)의 연구결과에서 부화 후 50일후에 성장이 좋아지는 경향이 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 또한, 도루묵 자치어는 부화 후 55-75일에 모래에 몸을 묻는 행동을 시작하는 것으로 알려져 있어(Morioka, 2005), 5월과 6월에는 도루묵 자치어의 성장 및 행동 등의 초기 생태에 큰 변화가 있는 시기인 것으로 판단된다.

강원도 연안에서 도루묵 자치어의 출현양상을 소형저층네트, 시험조사선 및 상업어선 조사 결과에서 종합적으로 살펴보면(Table 2), 3월에 대부분 부화하여 수심 10 m내에서 4 월까지 서식하다가 5월에 점차 수심 10-50 m로 이동하기 시작하였다. 6월에는 수심 10-50 m에서 평균체장 53.5 mm의 개체들이 출현하였고, 7월에는 50 m 이내에서 저층네트에 도루묵 자치어가 채집이 되지 않았다. 8월 초반에는 수심 50-100 m에서 평균체장 54.5 mm의 개체들이 어획이 되었고, 8월 후반에는 수심 100-150 m에서 평균체장 65.0 mm와 150-200 m에서 91.0 mm의 개체들이 어획이 되었다. 그 후 12월이 되어 100-150 m에서 평균체장 86.3 mm의 개체들이 어획이 되었다.

본 연구기간의 강원도 주문진 연안의 표층수온 변화를 보면(Fig. 4), 5월까지 10℃ 이하로 나타났으나, 6월에 급격히 상승하여 15.7℃로 나타났고, 10월부터 수온이 낮아지는 경향을 보였다. 도루묵 자치어의 서식수온범위는 2-13℃로 알려져 있고(NFRDI, 2000), 강원도 연안의 수온이 6월부터 15℃ 이상으로 최고 서식수온보다 높게 나타나 도루묵 치어가 깊은 수심으로 이동하는 것으로 유추할 수 있다. Han et al. (1999)은 강원도 연안 산 까나리 자치어의 분포 연구에서 6월 이후 수온이 15℃ 이상 상승하면 강원도 연안에서 까나리 자치어가 출현하지 않는다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈으며, 강원도 연안의 냉수성어류 자치어는 6월이 되면 이동이나 생태에 큰 영향을 받

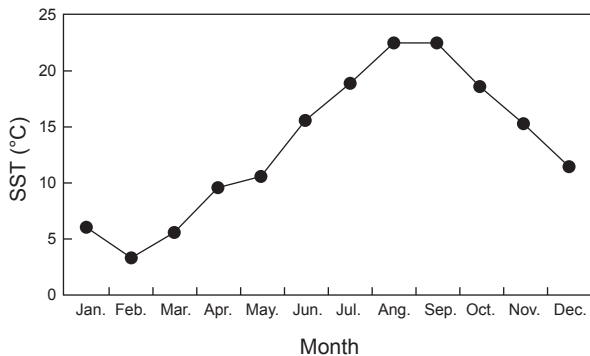


Fig. 4. Monthly changes of surface sea temperature (°C) in the Juminjin of coastal waters off Gangwondo of Korea from 2011.

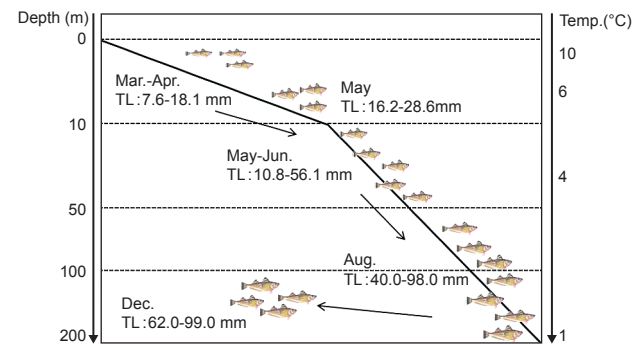


Fig. 5. Migration of larvae and juveniles of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo of Korea.

는 것으로 보인다.

따라서 도루묵 자치어의 이동을 살펴보면 성어가 산란을 위하여 겨울철에 연안으로 회유하여 50 m 이내 수심에 분포하며, 산란은 10 m 이내의 수심에서 이루어진다. 도루묵 자어는 3월과 4월에 10 m 이내의 얇은 곳에 분포하며 치어는 6월까지 50 m 이내에서 서식하다가 수온이 높아지는 6월 이후 100 m 내외의 깊은 수심으로 이동하고, 여름철에는 50-200 m 까지 광범위하게 분포하는 것으로 추정된다(Fig. 5).

## 사 사

본 연구는 국립수산물품질관리원(독도 및 심해 생태계 수산자원 조사, RP-2013-FR-070)의 연구지원에 의해 수행되었습니다. 논문을 세심하게 검토하여 주신 심사위원님께 감사드립니다.

## 참고문헌

- Choi SH, Chun YY, Son SJ and Suh HK. 1983. Age, growth and maturity of sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Steindachner) in the eastern sea of Korea. Bull Nat Fish Res Dev Agency 31, 7-19.
- Han KH, Kim BG, Choi SH, Kim KY, Kim YU and Cho SH. 1999. Distribution of larva and juvenile of Sand eel, *Ammodytes personatus* in Kangwon-do coast, Korea. Korean J Ichthyol, 11, 155-162.
- Kim IS, Choi Y, Lee CY, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Press, Seoul, Korea, 1-615.
- Lee HW and Kang YJ. 2006. Age determination and growth using the transverse section method of otoliths sandfish, *Arctoscopus japonicus*, in the eastern sea of Korea. Ocean Pol Res 28, 237-243. <http://dx.doi.org/10.4217/OPR.2006.28.3.237>.
- Minami T and Tanaka M. 1985. Juvenile Japanese sandfish, *Arctoscopus japonicus* caught by the "Akahige" fishery in the Shinano river estuary, Niigata Prefecture, the Japan Sea. Bull Jap Reg Fish Res Lab 35, 1-10.
- Minami T. 1989. Spawning migration in sandfish, *Arctoscopus japonicus*, in Toyama Bay. Res San cou, Aki pre Fish Exp Sta 3, 42-44.
- Morioka T. 2005. Onset of burying behavior concurrent with growth and morphological changes in hatchery-reared Japanese sandfish *Arctoscopus japonicus*. Fish Sci 71, 242-244. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.00955.x>.
- Myoung JG, Kim JM and Kim YU. 1989. Egg development and morphology of sandfish, *Arctoscopus japonicus* larvae and juveniles reared in the laboratory. J Kor Fish Soc 22, 129-137.
- Myoung JG, Kim BI, Lee SM and Jeon GB. 2002. The sea fishes of Korea. Darakwon press, Seoul, Korea, 1-287.
- NFRDI(National Fisheries Research and Development Institute). 2000. Ecology and fishing ground of fishery stock in EEZ(exclusive economic zone). Yea moon co, Busan, Korea, 1-317.
- NFRDI(National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. 2nd ed., Hangul Press, Busan, Korea, 1-333.
- Sakuramoto K, Kitaharan T and Sugiyama H. 1997. Relationship between temperature and fluctuations in sandfish catch (*Arctoscopus japonicus*) in the coastal waters off Akita Prefecture. ICES J Mar Sci 54, 1-12.
- Watanabe K, Sugiyama H, Sugishita S, Suzuki N and Sakuramoto K. 2004. Estimation of distribution boundary between two sandfish *Arctoscopus japonicus* stocks in the Sea of Japan off Honshu, Japan using density indices. Bull Jap Soc Fish Ocean 68, 27-35.
- Yang JH, Lee SI, Cha HK, Yoon SC, Chang DS and Chun YY. 2008. Age and growth of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* in the East Sea of Korea. J Kor Soc Fish Tech 44, 312-322. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2008.44.4.312>.
- Yang JH, Lee SI, Park KY, Bae BS, Cha HK, Yoon SC, Chun YY, Kim JB and Chang DS. 2009. Development of artificial spawning seaweeds of the sandfish, *Arctoscopus japonicus*. J Kor Soc Fish Tech 45, 234-242. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.4.234>.
- Yang JH, Lee SI, Yoon SC, Kim JB, Chun YY and Park KY. 2011. Energy budget of sandfish juvenile, *Arctoscopus japonicus* reared at different diet conditions and water temperature. J Kor Soc Fish Tech 47, 128-138. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2011.47.2.128>.
- Yang JH, Lee SI, Park KY, Yoon SC, Kim JB, Chun YY, Kim SW and Lee JB. 2012. Migration and distribution changes of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 48, 401-414. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2011.48.4.401>.