

〈 단 보 〉

백다랑어 (*Thunnus tonggol*) 치어의 국내 출현

윤상철 · 최광호 · 정연규 · 이동우 · 유정화*

국립수산과학원 자원관리과, ¹유정화해양연구소

Occurrence of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) juvenile in Korean waters

Sang Chul YOON, Kwang Ho CHOI, Yeon Kyu JEONG, Dong Woo LEE and Jung Hwa RYU¹

Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research and Development Institute,
Busan, 619-705, Korea

¹RyuJungHwa Marine Research Institute, Busan 614-811, Korea

A total of 24 juvenile specimens of *Thunnus tonggol* (5.45~7.26mm in total length) of the Scombridae were collected from the southeast sea of Jeju Island during 26~30 July, 2013. Twenty-four specimens identified *T. tonggol* have melanophores distributed on the 1st dorsal-fin rays, the dorsal of head and ventral side. Three individulas were identified using mitochondrial DNA cytochrome oxidase submit 1 (CO1) sequences (452 base pairs). All were identified as *T. tonggol*, their mtCO1 sequences being consistent with those of *Thunnus tonggol* (d=0.000), followed by *Thunnus albacares* (d=0.002) and *Thunnus obesus* (d=0.007).

Keywords: *Thunnus tonggol*, Morphological identification, Melanophores, Molecular identification, Neighbor-Joining tree

서 론

백다랑어 (*Thunnus tonggol*)는 농어목 (Perciformes), 고등어과 (Scombridae) 참다랑어속 (*Thunnus*)에 속하는 어류로 북위 47도에서 남위 33도사이의 인도양 및 태평양의 온대 및 열대 해역에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다 (Fishbase, 2013). 참다랑어속 (*Thunnus*) 어류는 전

세계적으로 8종 (Froese and Pauly, 2011)이 알려져 있고, 이 중 5종인 날개다랑어 (*Thunnus alalunga*), 황다랑어 (*Thunnus albacares*), 눈다랑어 (*Thunnus obesus*), 참다랑어 (*Thunnus orientalis*), 백다랑어 (*Thunnus tonggol*)가 우리나라 연근해에 분포하고 있다고 보고된 바 있다 (Kim et al., 2005; Fishbase, 2013). 백다랑어는 본 속에 속하는 다른 종과는

*Corresponding author: okdom-ryu@hanmail.net, Tel: 82-51-894-7262, Fax: 82-51-895-7845

다르게 육지와 가까운 연안에서 많이 발견되며, 외해에서는 거의 발견되지 않는다 (Yesaki, 1994). 또한 참다랑어속 (*Thunnus*)에 속하는 종 중에서 두번째로 크기가 작으며, 체장과 체중은 최대 142cm, 35.9kg에 달한다 (Griffiths, 2009).

본 연구는 우리나라 연근해에서 다랑어류 치어 분포 현황을 조사하는 과정에서 발견된 백다랑어 치어의 외부형태와 분자동정 결과를 상세히 보고하고자 한다.

재료 및 방법

2013년 7월 26일부터 7월 30일까지 국립수산물학원 시험조사선 탐구20호 (885 G/T)로 제주도 남동 해역의 33개 정점에서 IKMT (Isaacs-Kidd Midwater Trawl, 망폭 2m, 망목면적 4m², 망목크기 2mm) NET를 이용하여 수심 10m와 30m를 각각 5분씩 수평인망하여 시료를 채집하였다 (Fig. 1). 채집 즉시 모든 시료는 선상에서 알코올 99%에 고정하였고, 채집된 시료는 실험실로 운반 후 분류하여 입체해부현미경 (Olympus SZX-16, Japan)을 사용해 관찰하였으며 몸의 각 부위의 계수 및 계측은 Alizarin Red 시약에 염색 후 Okiyama (1988)의 방법을 따라 실시하였다. 중동정은 Okiyama (1988), Miyashita et al. (2001),

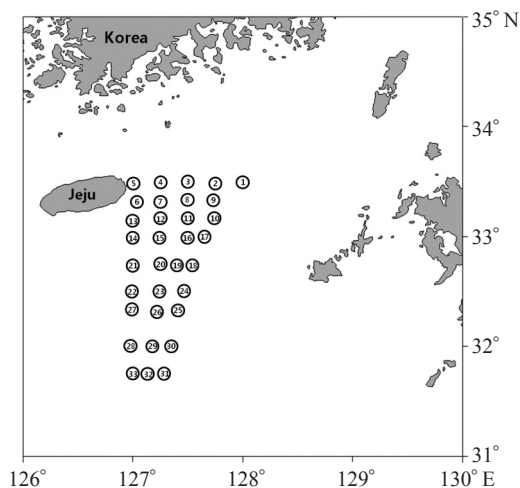


Fig. 1. Sampling area of *Thunnus tonggol* juvenile.

Richards (2006)를 참고하였다.

결 과

출현현황

7월 26일부터 7월 30일까지 제주도 남동 해협 부근에서 IKMT NET로 채집된 고등어과 자치어는 총 899개체였고, 이 중 24개체의 백다랑어 치어가 8개의 정점 (St. 1, 3, 7, 8, 12, 14, 18, 24)에서 채집되었으며, 채집당시의 평균 SST는 28.3°C, 평균 표층염분은 31.7psu였다. 백다랑어 (*T. tonggol*) 치어의 전장 (TL) 범위는 5.45~7.26mm였다 (Fig. 2). 백다랑어는 총 8개의 정점 (St. 1, 3, 7, 8, 12, 14, 18, 24)에서 출현하였는데, 그 중 St. 12에서 7개체 (29.2%)로 가장 많이 출현하였으며, 다음으로 St. 14에서 6개체 (25%), St. 8에서 4개체 (16.7%)로 St. 1과 St. 7은 2개체 (8.3%), St. 3, St. 18, St. 24는 1개체 (4.2%)의 순으로 채집되었다. 전체적으로 제주도와 가까운 정점에서 백다랑어의 출현양이 높았고, 외해에서 비교적 출현양이 낮은 경향을 보였다.



Fig. 2. Microscopic photo of *Thunnus tonggol* juvenile collected in southeastern sea of Jeju Island.

형태동정

백다랑어 치어의 체장에 따른 외부형태 특징은 다음과 같다. 5.45mm 치어는 제 1등지느러미의 흑색소포가 뚜렷하게 관찰되었다. 5.88mm 치어는 제 1등지느러미 바깥으로 흑색소포가 길

게 나타났으나 몸에는 흑색소포가 분포하지 않았다. 또 제1등지느러미는 완성되어 있었으나 제2등지느러미와 뒷지느러미는 아직 보이지 않았지만, 배지느러미 원기는 나타났다. 6.12mm (7.0mm TL) 치어는 흑색소포가 전자보다 매우 짙고 특히 복부 쪽이 다수 분포하였고, 아가미에도 흑색소포가 소수 관찰되었으며 위턱의 선단부에는 희미하게 관찰되었다. 7.24mm 치어는 두정부와 복부의 흑색소포가 매우 짙어져 있었으며 위턱선단부의 흑색소포가 짙게 나타나 있었다. 7.26mm의 치어는 몸에 흑색소포가 전혀 보이지 않았으나 제1등지느러미 바깥쪽으로 흑색소포가 더욱 진하게 분포하였다. 두정부에는 흑색소포가 분포하고 있었고, 제2등지느러미의 원기는 형성 중이었으며 배지느러미는 이미 형성되어 있었다.

분자동정

외부특징과 더불어 백다랑어 치어의 분자적 동정은 mtDNA의 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene의 총 영역 중, 총 452bp를 증폭하여

비교분석하였다. 그리고 NCBI (the National Center for Biotechnology Information)의 the network service를 통해 등록되어 있는 참다랑어속 어류 9종과 외집단으로 황새치과 (Xiphidae) 어류의 황새치 (*Xiphias gladius*)와 청새치 (*Tetrapturus audax*) 2종을 비교 분석하였다. 그 결과, Kimura two-parameter genetic distance에서 표본은 백다랑어 (*T. tonggol*)와 0.000으로 일치하였으며, 황다랑어 (*T. albacares*)와는 0.002, 다

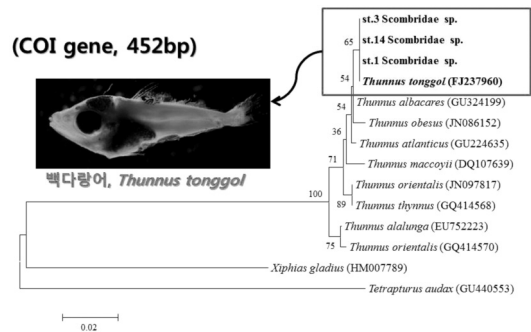


Fig. 3. A Genetic distance among our *Thunnus* sp. and 9 *Thunnus* sp. with 2 outgroup. Bar indicates genetic distance of 0.02.

Table. 1. The neighbor-Joining tree based on COI nucleotide sequences showing the relationships among our *thunnus* sp. and 9 *thunnus* spp. species with 2 outgroup. The neighbor-Joining tree using the Kimura-2-parameter distance model. 10000 replications of bootstrap

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. St.14 Scombridae sp.														
2. St.3 Scombridae sp.	0.000													
3. St.1 Scombridae sp.	0.000	0.000												
4. <i>Thunnus tonggol</i> (FJ237960)	0.000	0.000	0.000											
5. <i>Thunnus albacares</i> (GU324199)	0.002	0.002	0.002	0.002										
6. <i>Thunnus atlanticus</i> (GU224635)	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002									
7. <i>Thunnus obesus</i> (JN086152)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.004	0.007								
8. <i>Thunnus orientalis</i> (JN097817)	0.009	0.009	0.009	0.009	0.007	0.009	0.011							
9. <i>Thunnus thynnus</i> (GQ414568)	0.009	0.009	0.009	0.009	0.007	0.009	0.011	0.000						
10. <i>Thunnus maccoyii</i> (DQ107639)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.009	0.011	0.013	0.011	0.011					
11. <i>Thunnus alalunga</i> (EU752223)	0.016	0.016	0.016	0.016	0.013	0.011	0.018	0.016	0.016	0.013				
12. <i>Thunnus orientalis</i> (GQ414570)	0.018	0.018	0.018	0.018	0.016	0.013	0.020	0.018	0.018	0.016	0.002			
13. <i>Xiphias gladius</i> (HM007789)	0.210	0.210	0.210	0.210	0.207	0.204	0.213	0.204	0.204	0.213	0.204	0.201		
14. <i>Tetrapturus audax</i> (GU440553)	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.246	0.252	0.242	0.242	0.255	0.246	0.242	0.216	

음으로 눈다랑어 (*T. obesus*)와 0.007, 대서양참다랑어 (*T. thynnus*)와 0.009, 날개다랑어 (*T. alalunga*)와 0.016, 참다랑어 (*T. orientalis*)와 0.018로 나타났으며, 외집단인 황새치와 0.210, 청새치와 0.249로 나타났다. 따라서 표본은 형태 및 유전적 분석에서 100% 일치하여 백다랑어로 동정되었다 (Fig. 3, Table. 1).

고 찰

금번 조사에서 국내 처음으로 백다랑어 치어가 발견되었다. Yoo et al. (2012)에서는 국내에서 처음으로 날개다랑어 치어가 발견된 결과를 보고한 바 있다. 참다랑어속 (*Thunnus*) 어류는 자치어 시기에 등지느러미 극조부의 흑색소포, 등지느러미 극조부 기저의 흑색소포, 등지느러미 연조부의 기저 및 뒷지느러미 기저의 흑색소포 유무 등으로 구분된다 (Okizama, 1988; Miyashita et al., 2001; Richards et al., 2006). Yoo et al. (2012)에서는 형태적 동정방법을 통해 날개다랑어 치어를 동정하였고, 본 연구에서는 형태동정과 분자동정을 병행분석하여 백다랑어 치어를 동정하였다. 초기자원의 분석을 위해서는 종수준의 난자치어 동정이 필수적으로 선행되어야겠지만, 자치어는 발육단계별 형태적 특징이 급격히 변하기 때문에 (Kendall et al., 1984) 정확한 동정을 위해서는 분자동정에 의한 검정절차가 필요하다 (Ji et al., 2011). 따라서, 본 연구에서는 정확한 백다랑어 치어의 동정을 위해서 분자동정을 실시하여 동정의 정확도를 높였다.

백다랑어의 산란기는 타이만 서쪽 해역에서는 1~4월, 8~9월 사이라고 보고한 결과가 있고 (Yesaki, 1982), Cheunpan (1984)은 타이만에서 3~5월과 7~12월 두 번의 산란기가 존재함을 보고한 바 있다. 금번 조사에서 채집된 백다랑어의 체장 (5.45~7.26mm) 범위와 채집시기를 고려하면 우리나라 제주 남동부 해역에서 채집된 백다랑어 치어는 6~7월 초에 산란된 것으로 추정되고, 타이만의 산란기와 유사한 결과를 나타냈다.

또한, 금번 연구결과는 한국 근해에 백다랑어 산란장의 존재 가능성을 증명한 결과라 판단된다.

결 론

2013년 7월 26일부터 7월 30일까지 제주도 남동 해역의 33개 정점에서 IKMT NET를 이용하여 다랑어류 자치어 분포를 파악하기 위한 조사를 실시하였다. 시료 분석 결과 24개체의 백다랑어 치어가 처음으로 한국 근해에서 채집되었다. 채집당시의 평균 SST는 28.3°C, 평균 표층염분은 31.7psu였고, 채집된 백다랑어 치어의 전장 범위는 5.45~7.26mm였다. 본 연구에서는 정확한 백다랑어 치어의 동정을 위해서 형태동정과 분자동정을 병행 실시하여 동정의 정확도를 높였다. 본 조사에서 출현한 백다랑어는 체장 범위와 채집시기를 고려하면 6~7월 초에 산란된 것으로 추정되고, 금번 연구결과를 통해 한국 근해에 백다랑어 산란장의 존재 가능성을 시사하는 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (RP-2013-FR-096)의 지원에 의해 수행되었습니다. 조사에 참여하여 수고하신 국립수산물과학원 자원관리과 김형주 군, 신아리 양과 심사해주신 익명의 심사위원 세 분께 감사드립니다.

REFERENCES

- Cheunpan A. 1984. Sexual maturity, size at maturity and spawning season of longtail tuna (*T. tonggol*), eastern little tuna (*E. affinis*) and frigate mackerel (*A. thazard*). in the Gulf of Thailand. Fisheries Report of the Marine Fisheries Division of the Department of Fisheries, Bangkok 43, 1-33.
- Fishbase. 2013. *Thunnus Tonggol*. <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=148&AT=longtail+tuna>. Accessed 10 Oct 2013.
- Griffiths SP, Fry GC, Man son FJ, Lou DC. 2009. Age and growth of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in

- tropical and temperate waters of the central Indo-Pacific. ICES J Mar Sci 67, 125 – 134.
- Ji HS, Yoo JT, Ryu JH and Kim JK. 2011. Molecular identification and morphological development of *Auxis* (Scombridae) larvae. Kor J Fish Aquat Sci 44, 677 – 683.
- Kendall AW, Ahlstrom EH and Moser HG. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Ontogeny and Systematics of Fishes. Moser HG and Richards WJ, eds. Allen Press INC, Lawrence, USA, 11 – 22.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co, Seoul, Korea, 455 – 461.
- Miyashita S, Sawada Y, Okada T, Murata O and Kumai H. 2001. Morphological development and growth of laboratory-reared larval and juvenile *Thunnus thynnus* (Pisces:Scombridae). Fish Bull 99, 601 – 616.
- Okiyama M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press Tokyo Japan, 608 – 624.
- Richards WJ. 2006. Scombridae. In: Early stages of Atlantic fishes an identification guide for the western central North Atlantic – II. Richards W.J, ed. Taylor and Francis, USA, 2187 – 2227.
- Yesaki M. 1982. Thailand. Biological and Environmental Observations. A report prepared for the Pole-and-Line Tuna Fishing in Southern Thailand Project. FAO FI: DP/THA/77/008: Field Doc 3, 1 – 46.
- Yesaki M. 1994. A review of the biology and fisheries for longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the Indo-Pacific Region. FAO Fisheries Technical Paper, 336, 370 – 387.
- Yoo JT, Kim ZG, Kim JK and Ryu JH. 2012. Occurrence of a *Thunnus alalunga* Juvenile from Korea. Kor J Fish Aquat Sci 45, 180 – 182.

2013년 11월 8일 접수
 2013년 11월 14일 1차 수정
 2013년 11월 15일 수리