

## 동해에 출현하는 낫돌고래(*Lagenorhynchus obliquidens*)의 위내용물 조성

이다솜 · 이슬희 · 김현우\* · 유준택 · 손호선

국립수산과학원 고래연구센터

### Diet of the Pacific White-sided Dolphin *Lagenorhynchus obliquidens* in the East Sea of Korea

Dasom Lee, Seulhee Lee, Hyun Woo Kim\*, Joon-Taek Yoo and Hawsun Sohn

Cetacean Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Ulsan 44780, Korea

Pacific white-sided dolphins *Lagenorhynchus obliquidens* inhabit cool temperate waters; in Korean waters, they concentrate near the coast of Gangwon and Gyeongbuk from late autumn to early spring. We collected 15 individuals from Yeongduk, Gyeongju, Ulsan, and Busan between December 2018 and February 2019 and analyzed their stomach contents. Fresh prey items were identified to the species level, and residual stomach contents that were unidentified due to digestion were filtered through a sieve to find fish otoliths and cephalopod beaks. The most important prey items of Pacific white-sided dolphins were cephalopods, composing 68.0% of the diet by occurrence. Fishes were the second largest dietary component, making up 32.0% of the diet by occurrence. Of the cephalopod species consumed, *Watasenia scintillans* was the principal prey item.

Key words: Pacific white-sided dolphin, East Sea, Stomach content analysis, *Watasenia scintillans*, *Engraulis japonicus*

### 서론

낫돌고래(*Lagenorhynchus obliquidens*)는 북태평양 아한대부터 온대해역까지 수심이 깊은 해역에 주로 서식하나 일부는 대륙붕과 연안 가까이에서 분포하기도 한다(Jefferson et al., 2015). 국내에서는 유사한 환경을 가진 동해에서 낫돌고래가 관찰 및 혼획된다. 낫돌고래는 표층 또는 중층에 서식하는 두족류나 작은 물고기 떼를 섭식한다(Brownell et al., 1999). 동해 자망 조업 구역과 낫돌고래 섭식 해역이 겹쳐 낫돌고래 전체 혼획 중 91%가 자망에서 이루어지며, 혼획 개체수는 2011년부터 2015년까지 평균 27마리였으나 2016년 114마리, 2017년 141마리로 꾸준히 증가하고 있다(Lee et al., 2018). 그러나 혼획 개체수 증가에 비하여 국내 낫돌고래의 기초적 생태 연구는 부족한 실정이다. 돌고래류가 선호하는 대부분의 먹이 생물은 인간이 필요로 하는 수산자원생물과 동일하여 돌고래류와 인간 사이에는 특별한 경쟁 관계가 형성된다. 따라서 돌고래류와 수산자원을 효율적으로 관리 및 보전하기 위해서는 돌고래류가 선

호하는 먹이 생물에 관한 연구가 반드시 이루어져야 한다. 낫돌고래의 먹이원에 대한 선행연구는 일본, 북서태평양, 서베링해, 북아메리카 서해안 해역 등에서 연구가 이루어졌고(Kajimura et al., 1980; Stroud et al., 1981) 국내에서도 낫돌고래와 함께 동해에서 출현하는 참돌고래(*Delphinus delphis*)의 먹이원에 관한 연구가 Ahn et al. (2014)에 의해 보고되었다. 동해에서 연중 빈번하게 혼획되는 참돌고래에 비해 겨울철 집중적으로 혼획되어 계절적 양상을 뚜렷하게 나타내는 낫돌고래는 참돌고래와는 다른 섭식 특성이 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 낫돌고래의 위내용물 분석을 통한 먹이 조성 연구를 통해 1) 낫돌고래의 먹이 특성을 파악하고 2) 위내용물 내 어업대상종 비율을 조사하여 어업 피해와 인간과 돌고래 간의 갈등 원인 규명을 위한 기초적인 연구 자료를 제시하고자 한다.

### 재료 및 방법

2018년 12월부터 2019년 2월까지 부산, 경북, 강원 지역에서

\*Corresponding author: Tel: +82. 52. 270. 0930 Fax: +82. 52. 270. 0913

E-mail address: hyunwoo.kim@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0740>

Korean J Fish Aquat Sci 52(6), 740-744, December 2019

Received 12 November 2019; Revised 25 November 2019; Accepted 2 December 2019

저자 직위: 이다솜(연구원), 이슬희(연구원), 김현우(연구사), 유준택(연구관), 손호선(연구관)

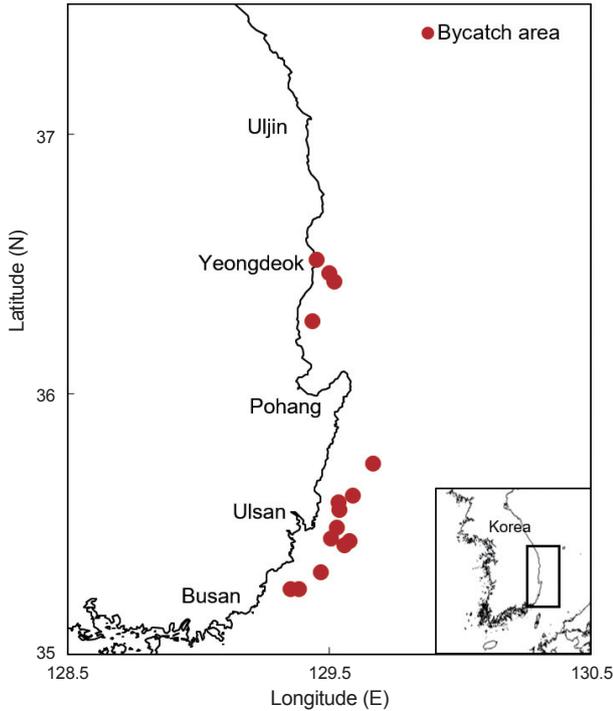


Fig. 1. Bycatch location of Pacific white-sided dolphins *Lagenorhynchus obliquidens* (n=15) from December in 2018 to February in 2019.

혼획된 낚돌고래 15마리의 위내용물을 수집하였다. 위내용물은 1위에서만 수집하였으며, 형태적으로 종 구분 및 측정이 가능한 어체와 종 구분은 가능하나 체장 측정이 불가능한 어체를

분석에 사용하였다. 나머지 위내용물은 1.0 mm의 체에 걸러 어류의 이석과 두족류의 부리를 분석에 사용하였다(Pierce and Boyle, 1991). 이석 중 편평석은 어류에 한 쌍으로 존재하므로 발견된 편평석 개수의 반을 먹이 생물 개체수로 분석하였으며 두족류의 부리는 위턱과 아래턱 중 많은 개수를 분석에 이용하였다. 손상된 이석 및 부리는 분석에 이용하지 않았다.

두족류 부리를 이용한 종 동정은 국립수산과학원 독도연구센터에서 획득한 동해 두족류 샘플과 비교하였으며, 그 외 어체 형태 분석은 Jereb and Roper (2010)를 참고하였고, 어류 이석을 이용한 종 동정은 Iizuka and Katayama (2008)을 이용하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이 생물에 대한 출현빈도(%F)와 개체수비(%N)로 나타내었으며, 출현빈도와 개체수비는 다음과 같이 구하였다.

$$\%F = A_i / N \times 100$$

$$\%N = N_i / N_{total} \times 100$$

출현빈도 식에서  $A_i$ 는 위내용물 중 해당 먹이 생물이 발견된 낚돌고래의 개체수이고,  $N$ 은 먹이를 섭식한 낚돌고래의 총 개체수이다. 개체수비 식에서  $N_i$ 는 해당 먹이 생물의 개체수,  $N_{total}$ 은 섭식된 모든 먹이 생물의 개체수이다.

먹이 생물의 상대중요성(relative importance, RI)은 출현빈도와 개체수비를 곱하여 계산하였다(Laroche, 1982).

$$RI = \%F \times \%N$$

Table 1. Bycatch data and biological data of Pacific white-sided dolphin *Lagenorhynchus obliquidens*, East Sea, Korea

Reg. no.	Bycatch date	Body length (cm)	Sex	Bycatch area	Bycatch gear
CRI008548	2018-12-13	197	F	Yeongdeok	Gill net
CRI008522	2018-12-16	210	F	Ulsan	Gill net
CRI008527	2018-12-16	184	F	Ulsan	Gill net
CRI008515	2018-12-17	197	F	Ulsan	Gill net
CRI008517	2018-12-17	170	F	Busan	Gill net
CRI008530	2018-12-20	190	F	Ulsan	Gill net
CRI008531	2018-12-20	177	F	Ulsan	Gill net
CRI008535	2018-12-21	167	M	Busan	Gill net
CRI008547	2019-01-02	210	F	Ulsan	Gill net
CRI008652	2019-01-19	210	-	Gyeongju	Gill net
CRI008653	2019-01-19	190	-	Ulsan	Gill net
CRI008654	2019-01-19	196	-	Ulsan	Gill net
CRI008612	2019-01-30	204	M	Yeongdeok	Set net
CRI008650	2019-02-13	200	M	Yeongdeok	Gill net
CRI008651	2019-02-13	180	F	Yeongdeok	Gill net

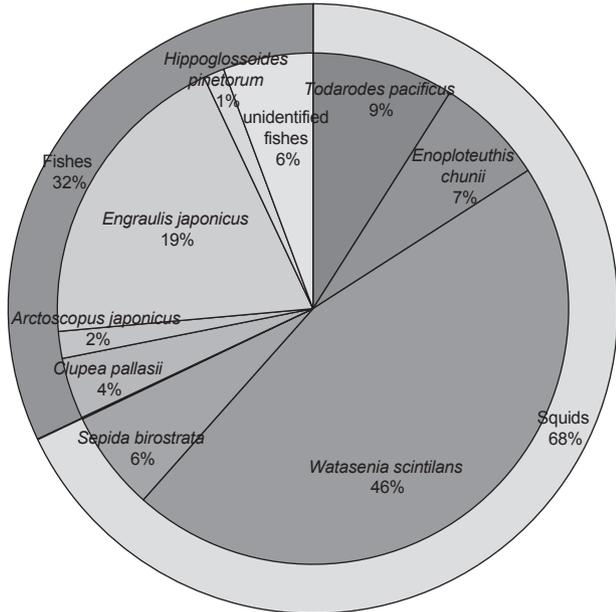


Fig. 2. Ratio of fishes and squids in stomach contents of Pacific white-sided dolphin *Lagenorhynchus obliquidens*.

**결 과**

2018년 12월부터 2019년 2월까지 약 2달 간 혼획된 낫돌고래의 위내용물을 샘플링 하였으며, 낫돌고래의 성별 개체수는 암컷 9마리, 수컷 3마리, 성별 미확인 3마리였다. 혼획 위치는 부산부터 경북 영덕군까지 였으며(Fig. 1), 혼획 어구는 2019년 1월 30일에 정치망에 혼획된 1개체를 제외하고는 모두 자망에 혼획되었다(Table 1). 혼획된 15개체의 최대 체장은 210.0 cm, 최소 체장은 167.0 cm, 평균 192.1 cm였다. 낫돌고래 성체의 평균 체장은 수컷 240.0 cm, 암컷 230.0 cm이며(Jefferson et al., 2015), 수컷과 암컷이 각각 173.7 cm, 177.5 cm 이상일 때 성숙한 상태이므로(Ferrero and Walker, 1996) 혼획된 15마리는 부산에서 혼획된 CRI008535를 제외하고 모두 성숙한 개체였다.

총 15개의 위 중에서 1개가 공위였으며, 위내용물 무게는 최소 88.0 g, 최대 2,974.0 g, 평균 788.7 g이었다. 어체 형태로 중 동정이 가능한 어류는 청어(*Clupea pallasii*)와 멸치(*Engraulis japonicus*)였으며 두족류는 살오징어(*Todarodes pacificus*), 반딧불오징어(*Enoploteuthis chunii*), 매오징어(*Watasenia scintillans*), 줌귀오징어(*Sepioida birostrata*)였다. 위내용물 내 청어 평균 전장은 23.5 cm, 멸치의 평균 전장은 10.9 cm이며 살오징어의 평균 외투장 길이는 17.9 cm, 반딧불오징어 5.0 cm, 매오징어 8.8 cm, 줌귀오징어 2.15 cm이었다.

어류의 이석 및 두족류의 부리를 모두 포함한 전체 1,056개의 먹이 중 두족류가 약 68.0% (n=718), 어류가 약 32.0% (n=338) 였다. 두족류는 매오징어 46% (45.6 %N), 살오징어 9% (9.0

%N), 반딧불오징어 7% (6.9 %N), 줌귀오징어 6% (6.3 %N) 순으로 발견되었으며, 어류는 멸치 19% (19.4 %N), 청어 4% (3.9 %N), 도루묵(*Arctoscopus japonicus*) 2% (1.7 %N), 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*) 1% (1.3 %N) 순으로 섭취한 것으로 나타났다(Fig. 2).

낫돌고래의 가장 중요한 먹이 생물은 80.0%의 출현빈도, 68.0%의 개체수비를 보여 68.0%의 상대중요성비를 보인 두족류였는데 두족류 중에 46.7%의 출현빈도와 45.6%의 개체수비를 보인 매오징어가 가장 중요한 먹이 생물이었다(Table 2). 두족류 다음으로 중요한 먹이 생물은 32.0%의 상대중요성비를 보인 어류였는데 어류 중에서 40.0%의 출현빈도와 19.4%의 개체수비를 보인 멸치가 가장 중요한 먹이 생물이었다. 매오징어가 높은 상대중요성비를 보였으나, 위내용물에서의 어체 출현빈도는 살오징어(66.67 %F)와 줌귀오징어(60 %F), 청어(53.33 %F)가 가장 많았다(Table 2).

**고 찰**

2016년 이후 돌고래류의 혼획이 늘어나면서(Lee et al., 2018) 어업인들이 그물 손상 및 어업 방해 등의 피해를 호소하고있다. 낫돌고래는 겨울철에 경북, 울산, 부산 지역에서 집중적으로 혼획 될 뿐만 아니라 최근 그 수가 급증하였다(Lee et al., 2018). 낫돌고래는 기회주의적 섭식사이며(Kajimura et al., 1980; Stroud et al., 1981), 특정 종을 섭식하는 것이 아닌 그 해에 풍부한 어종을 먹는 것으로 섭식한다.

매오징어는 북서태평양에 주로 분포하며 우리나라 동해안에서 심해산란층(deep scattering layer, DSL)을 이루며 널리 분포하고 있는 종이다(Jereb and Roper, 2010; Lee et al., 2017). 외투장 길이가 최대 70 mm인 소형 두족류이며 일주수직운동

Table 2. Composition of the stomach contents of Pacific white-sided dolphin *Lagenorhynchus obliquidens* by frequency of occurrence (F), number (N) and relative importance (RI).

Prey organism	%F	%N	RI	%RI
Squids	80.0	68.0	5439.3	68.0
<i>Todarodes pacificus</i>	66.7	9.0	600.0	12.6
<i>Enoploteuthis chunii</i>	40.0	6.9	277.0	5.8
<i>Watasenia scintillans</i>	46.7	45.6	2130.0	44.9
<i>Sepioida birostrata</i>	60.0	6.3	381.0	8
Unidentified species	6.7	0.1		
Fishes	80.0	32.0	2560.6	32.0
<i>Clupea pallasii</i>	53.3	3.9	207.0	4.4
<i>Arctoscopus japonicus</i>	20.0	1.7	34.1	0.7
<i>Engraulis japonicus</i>	40.0	19.4	777.0	16.4
<i>Hippoglossoides</i> spp.	26.7	1.3	35.4	0.7
Unidentified species	53.3	5.7		

을 하는 어종으로 주간에 300-500 m, 야간에 20-100 m에 분포하며 주로 3-15°C인 찬물에서 서식하는 것으로 알려져 있다 (Watanabe et al., 2006). 낮돌고래는 표층 및 중층수에서 먹이 활동을 하기 때문에(Brownell et al., 1999) 일주수직운동을 하며 야간에 표층 가까이 올라온 매퇴오징어를 섭식한 것으로 추정된다. 매퇴오징어는 국내에서 수산자원으로 이용되지는 않으나, 오징어, 갈치, 고등어 등의 중요한 먹이원이며 매퇴오징어의 자원 분포 및 생체량 변동은 이를 먹이원으로 하는 자원의 어황에 직접적인 영향이 있을 것이다(Lee et al., 2017).

15개체 중 6개체의 위내용물에서 약 천 개 이상의 앨통이 (*Maurolicus japonicus*) 이석이 발견되었으며 특히 CRI008515 개체에서는 수백 개의 앨통이 이석과 더불어 살오징어가 함께 발견되었다. 살오징어는 어류, 연체동물, 갑각류를 먹이원으로 하며 가장 중요한 먹이 생물은 어류이다(Song et al., 2006; sakurai et al., 2013). 앨통이는 동해에 연중 분포하며 중층수에 주로 서식하여 중층 및 심해 생물들, 특히 두족류의 주요 먹이가 된다(Okuyama, 1971; Kim, 1999; Yuuki and Kitazawa, 1986). 낮돌고래의 위 내에서 앨통이 이석이 다수 발견된 것에 비해 어체가 발견되지 않은 것을 보아 앨통이는 낮돌고래의 먹이원이 아니라 살오징어의 위내용물에서 기원한 것으로 추정된다. 또한 살오징어는 크기가 작은 동족 외 작은 두족류를 섭식하기도 한다(Sakurai et al., 2013). 살오징어와 함께 작은 크기의 반딧불오징어와 줌귀오징어의 부리가 나타난 것으로 보아 살오징어가 작은 두족류를 섭식한 것으로 볼 수 있으나 수집된 낮돌고래 위내용물 중 4개체의 위 내에서 빨리 소화가 진행되는 작은 크기의 줌귀오징어, 반딧불오징어 등의 어체가 발견된 것으로 보아 낮돌고래 내에 발견된 줌귀오징어와 반딧불오징어의 부리는 살오징어가 아닌 낮돌고래가 직접 섭식한 것으로 판단된다.

청어(*Clupea pallasii*)는 겨울-봄철에 산란을 위해 외해에서 연안으로 이동하며 전장 약 15 cm일 때부터 산란을 시작한다(NFRDI, 2004). 낮돌고래의 위내용물 내에 발견된 청어의 전장이 21.5 cm-26.8 cm였으며 위 내에서 청어 알이 다수 발견된 개체가 있던 것으로 보아 산란을 위해 이동하는 청어를 따라서 외해에서 연안으로 이동했을 것으로 추정된다. 어류 중 가장 중요한 먹이 생물인 멸치(*Engraulis japonicus*)는 수온이 높은 환경을 선호하여 주 산란장 및 자치어의 성육장이 남해 연안역에 위치하며(Kim, 1983) 계절에 따라 산란을 위해 회유한다(Lee et al., 1977). 위내용물 내에 멸치 어체 및 이석이 발견된 낮돌고래는 6개체였으며, 혼획 위치가 울산과 부산이었다. 해양수산부 수산 통계에 따르면 2018년 12월에 울산에서 멸치 어획량이 증가하였으며(MOF, 2018; MOF, 2019), 낮돌고래가 멸치를 따라 동해 남부연안까지 이동한 것으로 사료된다.

어업생산동향조사에 따르면 본 연구에서 낮돌고래가 혼획된 2018년 11월부터 2019년 2월까지 동해 연안어업에서 어획된 어종별 평균 어획량은 멸치가 가장 많았으며, 고등어(*Scomber japonicus*), 망치고등어(*Scomber australasicus*), 살오징어, 청

어 순으로 나타났다(KOSIS, 2019). 낮돌고래의 위 내에서 살오징어, 청어, 멸치 등이 출현한 것으로 보아 낮돌고래는 어업 대상종 일부를 섭식하는 것으로 확인되었다. 그러나 어업대상종(살오징어, 청어, 멸치, 도루묵, 용가자미)과 비상업종(매퇴오징어, 반딧불오징어, 줌귀오징어)의 평균 출현빈도는 각각 41.3%와 48.9%로 어업대상종보다 비상업종이 더 중요한 먹이원인 것으로 나타났다.

이 연구에서는 2018년 12월부터 2019년 2월까지 동해에서 혼획된 낮돌고래의 위내용물을 통하여 주요 먹이원을 확인하였다. 어업대상종보다 비상업종이 상대적으로 중요한 먹이원으로 판단되나, 낮돌고래가 겨울철에 집중 혼획되기 때문에 계절별 먹이원을 알 수 없었다. 추후 봄-가을철에 혼획되는 낮돌고래의 위내용물을 확보하여 계절별 먹이 변화를 알아보면 먹이원의 회유 및 생태를 통해 낮돌고래의 회유 경로와 섭식 패턴을 유추할 수 있을 것으로 기대된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물과학원 고래연구센터 “고래류 자원 및 생태조사” 과제(R2019022)의 지원으로 이루어졌습니다.

## References

- Ahn S, Kim HW, Kim S, Lee YR, Park KJ, Kim DN and An DH. 2014. Diet of long-beaked common dolphin (*Delphinus capensis*) in the East Sea, Korea. *Anim Cells and Syst* 18, 340-350. <http://doi.org/10.1080/19768354.2014.955823>.
- Brownell JR L, Walker WA and Forney KA. 1999. Pacific white-sided dolphin, *Lagenorhynchus obliquidens* Gill, 1865. In: *Handbook of marine mammals*, Volume 6: the second book of dolphins and the porpoises, Ridgeway SH, Richard H, Richard JH, des, Academy Press, New York, NY, U.S.A.
- Ferrero RC and Walker WA. 1996. Age, growth, and reproductive patterns of the Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*) taken in high seas drift nets in the central North Pacific Ocean. *Can J Zool* 74, 1673-1687. <https://doi.org/10.1139/z96-185>.
- Iizuka K and Katayama S. 2008. Otolith morphology of teleost fishes of Japan. *Bull Fish Res Agen* 25, 1-222.
- Jefferson TA, Webber MA and Pitman RL. 2015. *Marine mammals of the world: A comprehensive Guide to Their Identification* (2nd Edition). Academic Press, London, U.K.
- Jereb P and Roper CFE. 2010. *Cephalopods of the world: an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date Vol 2 Myopsid and Oegopsid Squids*. FAO, Rome, Italy, 1-649.
- Kajimura H, Fiscus CH, and Stroud RK. 1980. Food of the Pacific white-sided dolphin, *Lagenorhynchus obliquidens*, Dall's porpoise, *Phocoenoides dalli*, and northern fur seal,

- Callorhinus ursinus*, off California and Washington; with appendices on size and food of Dall's porpoise from Alaskan waters. NOAA Tech Memo NMFS F/NWC-2, 30.
- Kim JY. 1983. Distribution of anchovy eggs and larvae off the western and southern coasts of Korea. Bull Korean Fish Soc 16, 401-409.
- Kim S. 1999. Distribution of the fish larvae in relation to the water masses in the Korea Strait. Ph. D. Dissertation, Inha University, Incheon, Korea.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2019. Fishery Production Survey, [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1EW0005&conn\\_path=I3](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0005&conn_path=I3) on Nov 27, 2019.
- Laroche JL. 1982. Trophic patterns among larvae of five species of sculpins (family: Cottidae) in a marine estuary. Fish Bull 80, 827-840.
- Lee EH, Kim SK and Cho GD. 1977. Nutritional component and health in the fishery resources of the coastal and offshore waters in Korea. Busan, Korean, 43-46.
- Lee H, Yoon SC, Lim YJ, Kim JN, Kim MJ and Choi KH. 2017. Distribution and biomass using acoustic method of the squid *watasenia scintillans* near Dok-do, East Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 50, 421-428. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0421>.
- Lee S, Choi S, Kim JH, Kim HW and Sohn H. 2018. Characteristics of the cetacean bycatch in Korean coastal waters from 2011 to 2017. Korean J Fish Aquat Sci 51, 704-713. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0704>.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial fishers of the coastal & offshore waters in Korea (2nd edition). Hanguel and Graphics, Busan, Korea.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2018. Statistic database for fisheries production. Retrieved from <http://www.fips.go.kr/p/S020304/#> on Nov 8, 2019.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2019. Statistic database for fisheries production. Retrieved from <http://www.fips.go.kr/p/S020304/#> on Nov 8, 2019.
- Okiyama M. 1971. Early life history of the Gonostomatid fish, *Maurolicus muelleri* (Gmelin), in the Japan Sea. Bull Japan Sea Reg Res Lab 23, 21-53
- Pierce GJ and Boyle PR. 1991. A review of methods for diet analysis in piscivorous marine mammals. Oceanogr Mar Biol 29, 409-486.
- Sakurai Y, Kidokoro H, Yamashita N, Yamamoto J, Uchikawa K, Takahara H. 2013. *Todarodes pacificus*, Japanese Common Squid. In: Advances in Squid Biology, Ecology and Fisheries Part II, R. Rosa, G. Pierce and R. O'Dor, eds. Nova Science Publishers, Inc., New York, NY, U.S.A., 249-271
- Stroud RK, Fiscus CH, and Kajimura H. 1981. Food of the Pacific white-sided dolphin, *Lagenorhynchus obliquidens*, Dall's porpoise, *Phocoenoides dalli*, and northern fur seal, *Callorhinus ursinus*, off California and Washington. Fish Bull 78, 951-959.
- Song H, Baeck GW, Kim S, Huh SH. 2006. Feeding habits of *Todarodes pacificus* (Cephalopods: Ommastrephidae) in the Coastal Waters of Busan, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 39, 42-48. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.1.042>.
- Watanabe H, Kubodera T, Moku M and Kawaguchi K. 2006. Diel vertical migration of squid in the warm core ring and cold water masses in the transition region of the western North Pacific. Mar Ecol Prog Ser 315, 187-197. <http://doi.org/10.3354/meps315187>.
- Yuuki Y and Kitazawa H. 1986. *Berryteuthis magister* in the southwestern Japan Sea. Nippon Suisan Gakkaishi 52, 665-672. <https://doi.org/10.2331/suisan.52.665>.