

한국 남해에 출현하는 만새기(*Coryphaena hippurus*)의 식성

정재묵 · 최정화* · 임양재 · 김정년

국립수산과학원 수산자원연구센터

Feeding Habits of Dolphinfin *Coryphaena hippurus* in the South Sea of Korea

Jae Mook Jeong, Junghwa Choi*, Yang-Jae Im and Jung Nyun Kim

Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 56034, Korea

Feeding habits of dolphinfin *Coryphaena hippurus*, were analyzed. Fish samples were collected by using a purse seine, fishing and set net in the southern sea of Korea from January to December 2015. The size of *C. hippurus* ranged from 23.8 to 127.4 cm in fork length. The species with the highest percent index of relative importance (%IRI, the most important prey taxa) in the diets of *C. hippurus* were teleosts and cephalopod, including *Engraulis japonicus*, *Thamnaconus modestus* and *Trachurus japonicus*, *Loligo edulis* was the most frequently consumed cephalopods. *Coryphaena hippurus* also ate small amounts of amphipods and carid shrimp. The dietary compositions of *C. hippurus* was not significantly different among size classes or seasons (ANOSIM, $P > 0.05$). As body size of *C. hippurus* increased the mean number of prey per stomach (mN/ST) tended to decrease, but the opposite trend was evident for mean weight of prey per stomach (mW/ST). The mN/ST and mW/ST also significantly varied with season (one-way ANOVA, $P < 0.05$).

Key words: Dolphinfin, *Coryphaena hippurus*, South Sea, Feeding habits, Stomach contents

서 론

만새기(*Coryphaena hippurus*)는 우리나라를 포함하는 태평양 일대에 주로 분포하며, 농어목(Perciformes) 만새기과(*Coryphaenidae*)에 속하는 어류로 줄만새기(*C. equiselis*)와 함께 전세계에 1속 2종이 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005). 만새기는 표층성 부어류로 수온은 20℃ 이상의 해역에 출현하고, 30 m 미만의 수심이 주 서식 수층으로 알려져 있다(Palko et al., 1982). 우리나라에서 만새기는 주로 대형선망과 정치망의 부수어획종(bycatch species)으로 경제적 가치가 큰 어종은 아니다. 하지만 최근 출현량이 증가하면서(BCFM, 2017), 이들의 기초생태에 관한 연구가 필요하다고 생각되었다. 그 중 식성연구는 만새기가 어떤 먹이를 언제 얼마나 섭취하는지에 대한 정량적인 정보를 제공할 수 있어, 향후 생태계 기반의 자원관리와 평가에서 신뢰도를 높일 수 있는 parameter로 적용할 수 있을 것이라 생각되었다.

만새기의 식성에 관한 선행연구를 살펴보면 지중해 서부

(Massutí et al., 1998), 카리브해 동부(Oxenford and Hunte, 1999), 태평양 동부(Olson and Galvá-Magaña, 2002), 멕시코 캘리포니아만(Tripp-Valdez et al., 2010), 멕시코만 서부(Brewton et al., 2016), 에콰도르 연안(Varela et al., 2016) 등 많은 해역에서 연구가 이루어 졌다. 하지만 국내에서는 우리나라 동해와 일본해의 만새기 자치어 분포에 관한 연구(Park et al., 2017)와 종조성 연구에서 단편적인 출현에 대한 보고가 있을 뿐 만새기의 식성을 비롯한 생태적 연구는 매우 부족한 실정이다.

이번 연구해역인 남해는 연중 대마난류의 영향을 받는 곳으로, 다양한 어종이 출현하며 참치(*Scomberomorus niphonius*), 만새기, 참다랑어(*Thunnus orientalis*), 청상아리(*Isurus oxyrinchus*)와 같은 중·대형 부어류(pelagic fishes)의 출현이 잦은 해역이다(NFRDI, 2004). 이들은 우리나라 남해의 표층생태계에서 높은 영양단계에 위치해 다양한 먹이생물을 섭식하는 것으로 알려져 있어(Huh et al., 2006; Huh et al., 2010; Yoon et al., 2015), 만새기와 같은 상위포식자의 식성정보는 먹이생물의 사망에 관한 직·간접적 영향을 어느 정도 이해할 수 있을 것

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0541>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 50(5) 541-546, October 2017

Received 26 July 2017; Revised 11 August 2017; Accepted 4 September 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 650. 2220 Fax: +82. 55. 650. 2206

E-mail address: choi2291@korea.kr

이다.

본 연구는 우리나라 남해에 출현하는 만새기의 위내용물 분석을 통하여 1) 위내용물 조성을 파악하고, 2) 크기군별, 계절별 먹이생물 조성 및 평균먹이생물의 개체수와 생체량에 대한 기초 정보를 국내 최초로 밝히는데 목적이 있다.

재료 및 방법

연구해역 및 시료채집

본 연구에 사용된 표본은 2015년 1월부터 12월까지 남시(통영 매물도 주변연안, 5-9월), 정치망(여수 돌산도 연안, 35°17'N, 129°18'E, 7월)과 대형선망(1월-6월, 8월-12월)에서 어획된 개체를 채집하였다. 남시와 정치망에 채집된 시료는 위 내용물의 소화를 방지하기 위해 현장에서 10% 포르말린을 복강내 주사하여 고정하였으며, 대형선망에서 어획된 개체는 cooler에 빙장 후 실험실로 운반하였다. 이후 각 개체의 가랑이체장(fork length, FL)과 체중을 각각 0.1 cm와 0.1 g단위까지 측정하였다. 체장과 체중은 각각 23.8-127.4 cm (FL), 115.9-12,841.8 g의 범위를 보였다. 측정된 개체는 위를 적출한 뒤 위내용물 분석 전까지 10% 포르말린에 보관하였다.

위 내용물 분석

각 개체의 위를 절개한 뒤, 먹이생물을 종류별로 구분하였다. 발견된 먹이생물을 가능한 종(species)수준까지 분류하였으며, 소화가 진행되어 분류가 어려울 경우 과(family) 또는 목(order) 수준으로 나타내었다. 위내용물이 없었던 개체는 분석에서 제외시켰다.

위 내용물 분석 결과는 다음과 같은 식으로 각 먹이생물에 대하여 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)로 나타냈다(Hyslop, 1980).

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

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

$$\%W = W_i / W_{total} \times 100$$

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 만새기의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 만새기의 총 개체수, N_i 와 W_i 는 해당 먹이생물의 개체수와 습중량, N_{total} 과 W_{total} 은 전체 먹이 개체수와 습중량이다.

먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 구하였다.

$$IRI = (\%N + \%W) \times \%F$$

이후 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

$$\%IRI = IRI_i / \sum IRI \times 100$$

가랑이 체장별 위내용물 변화를 분석하기 위해 각각 20 cm간격으로 구분하여(<39.9 cm; 40.0-59.9 cm; 60.0-79.9 cm; 80.0 cm <), 각 크기군에서 먹이 분류군 조성을 분석하였다.

자료분석

가랑이 체장과 계절에 따른 먹이생물 조성의 차이를 알아보기 위해 one-way ANOSIM분석을 통하여 유의성을 검증하였다. ANOSIM분석에서 global R통계량은 각 그룹의 유사성을 나타내는 나타내는 값으로 -1에서 +1의 범위를 나타내며, '0'에 가까울수록 각 그룹은 유의하게 구분된다는 것으로 의미한다. 먹이섭식 특성을 파악하기 위해 크기군별 개체당 먹이의 평균 개체수(mean number of preys per stomach, mN/ST)와 개체당 먹이의 평균 중량(mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였으며, one-way ANOVA를 이용하여 유의성을 검정하였다. 상기 분석을 위해 SPSS v18과 PRIMER v5 프로그램을 사용하였다(Clarke and Gorley, 2001).

결 과

위내용물 조성

총 174개체의 위 표본 중 위내용물이 있었던 132개체를 분석한 결과, 가장 중요한 먹이생물은 %IRI 84.4를 차지한 어류(Teleostei, %F 80.2, %N 89.8, %W 67.4)였으며, 그 다음으로는 %IRI 15.4를 차지한 두족류(Cephalopoda, 31.0 %F, 3.2 %N, 32.3 %W)였다(Table 1). 어류 중에서는 멸치(*Engraulis japonicus*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 갈치(*Trichiurus japonicus*) 순으로 많이 섭식되었으며, 반돔불게르치(*Acropoma japonicum*)와 같은 반저서어류(semi benthic fishes)와 해마류(*Hippocampus* sp.)도 섭식되었다. 두족류 중에서는 창꼴뚜기(*Loligo edulis*), *Loligo* sp. 순으로 많이 섭식된 것으로 분석되었다. 그 외에 부유성 단각류인 *Hyperia* sp.와 새우류는 매우 낮은 비율을 차지하였다. 이와 같은 결과로 볼 때, 만새기는 다양한 어류를 주로 섭식하는 어류섭식자(piscivore)였다.

성장과 계절에 따른 먹이생물 조성

만새기의 가랑이체장(FL)에 따른 먹이생물 조성을 살펴본 결과, <39.9 cm 크기군에서는 멸치가 %IRI 55.1, 말쥐치가 %IRI 21.5순으로 중요한 먹이생물이었으며, 다음으로는 두족류가 %IRI 14.4를 차지하였다(Fig. 1A). 그리고 모든 크기군 중, 유일하게 단각류를 섭식한 크기군이었다. 40.0-59.9 cm 크기군에서도 멸치가 %IRI 44.5로 가장 중요한 먹이생물이었으며, 말쥐치의 비율은 감소하는 양상을 보였다. 60.0-79.9 cm 크기군

Table 1. Composition of the stomach contents of dolphinfish *Coryphaena hippurus* by frequency of occurrence, number, weight and relative importance (IRI)

Prey organisms	%F	%N	%W	%IRI
Crustacea				
Macrura Total	6.3	0.6	0.2	<0.01
<i>Palaemon</i> sp.	1.6	0.4	0.2	
Unidentified	5.6	0.2	0.1	
Amphipoda Total	4.0	6.5	0.1	0.1
<i>Hyperia</i> sp.	2.4	4.7	0.1	
Unidentified	3.2	1.8	<0.01	
Pisces				
Teleostei Total	80.2	89.8	67.4	84.4
<i>Engraulis japonicus</i>	38.9	72.0	7.8	
<i>Thryssa kammalensis</i>	6.3	2.1	1.9	
<i>Trachurus japonicus</i>	13.5	1.4	3.5	
<i>Scomber japonicus</i>	7.1	0.7	36.6	
<i>Seriola quinqueradiata</i>	4.0	2.0	0.4	
<i>Trichiurus japonicus</i>	12.7	1.5	4.0	
<i>Cypselurus hiraii</i>	4.8	0.4	4.6	
<i>Sardinella zunasi</i>	2.4	1.8	1.3	
<i>Acropoma japonicum</i>	9.5	3.6	1.6	
<i>Sebastes inermis</i>	6.3	1.1	0.8	
<i>Sebastes</i> sp.	1.6	0.2	0.2	
<i>Thamnaconus modestus</i>	15.1	1.8	3.4	
<i>Hippocampus</i> sp.	7.1	0.9	0.5	
Unidentified	2.4	0.2	0.7	
Mollusca				
Cephalopoda Total	31.0	3.2	32.3	15.4
<i>Todarodes pacificus</i>	6.3	0.5	7.7	
<i>Loligo edulis</i>	15.1	1.3	12.6	
<i>Loligo</i> sp.	8.7	0.9	8.8	
Unidentified	5.6	0.4	3.2	
	100.0	100.0	100.0	

에서는 멸치의 비율이 감소하였으며, 고등어와 전갱이가 각각 %IRI 15.7, 10.4로 증가하는 양상을 보였다. 가장 큰 80.0 cm< 크기군은 고등어와 전갱이가 각각 %IRI 36.8, 25.4로 높은 비율로 나타나, 점차적으로 큰 크기의 어류를 섭식하는 것으로 나타났다. 모든 크기군에서 두족류는 비슷한 %IRI를 보였으며, 크기군별 먹이생물 조성은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(ANOSIM, global R = -0.307, $P = 0.923$).

계절별 먹이생물 조성을 분석한 결과, 봄철에는 멸치가 %IRI 39.8로 가장 중요한 먹이생물이었으며, 여름철에는 멸치, 말쥐치, 갈치가 각각 %IRI 25.1, 13.4, 12.5순으로 높은 %IRI를 차

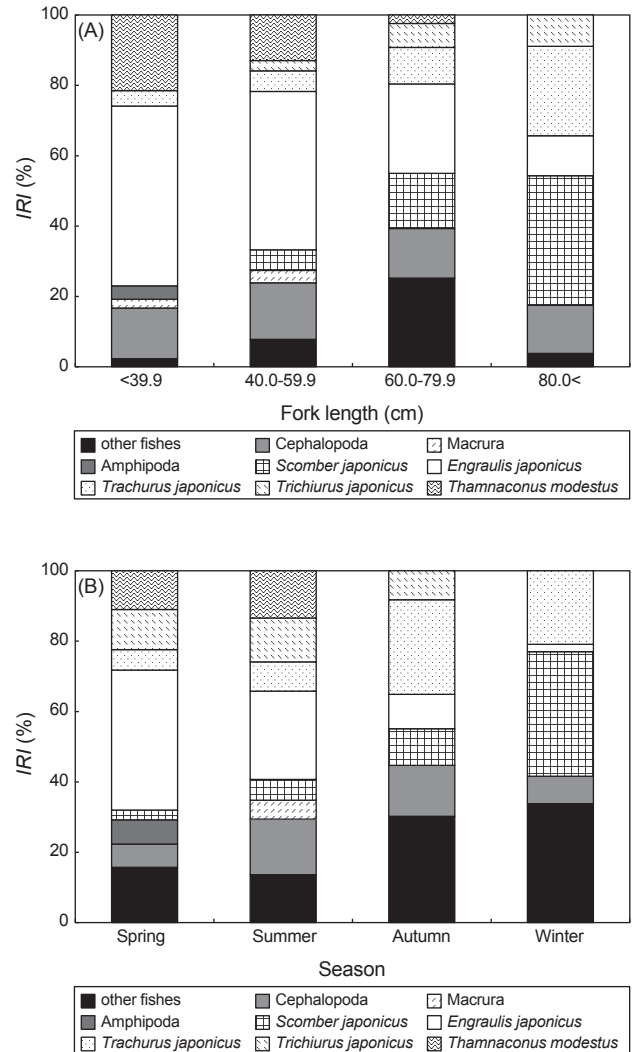


Fig. 1. Ontogenetic (A) and seasonal changes (B) in the composition of stomach contents by IRI of dolphinfish *Coryphaena hippurus*.

지했다(Fig. 1B). 가을에는 봄과 여름에 높은 %IRI를 차지했던 멸치가 감소하고, 전갱이와 고등어가 각각 %IRI 26.9와 10.4로 중요한 먹이생물이었다. 겨울에는 고등어가 %IRI 35.4로 높은 비율을 차지해, 증가하는 양상을 보였다.(Fig. 1B). 두족류는 여름에 %IRI 15.8로 가장 높은 비율을 보였으며(대부분 창끝뚜기), 봄에 %IRI 6.6으로 가장 낮은 비율을 보였다. 단각류는 봄에, 새우류는 여름에만 섭식되는 특징을 보였다. 계절별 먹이생물 조성도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(ANOSIM, global R = -0.291, $p = 0.884$).

성장과 계절별 평균 먹이생물 개체수와 중량

크기군별 만새기의 개체당 평균먹이생물의 개체수(mN/ST ,

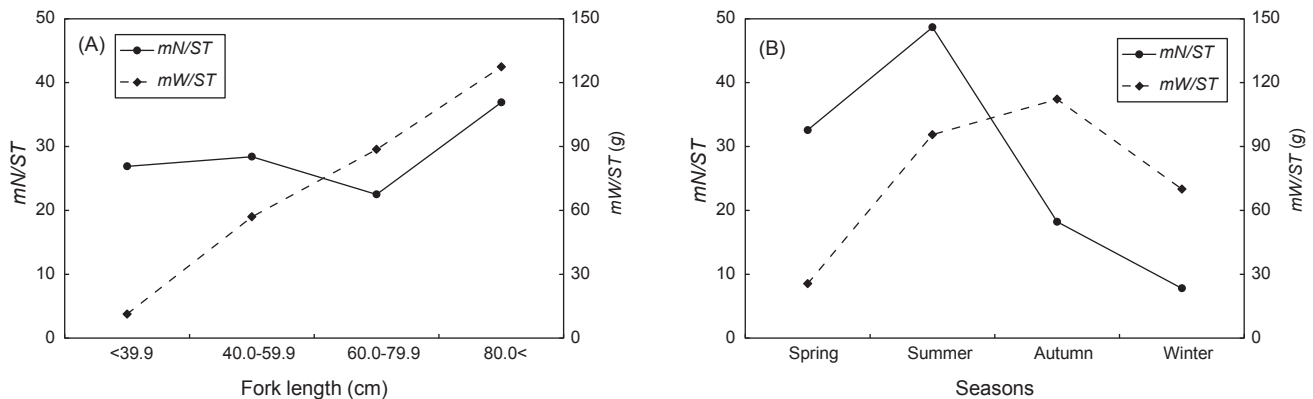


Fig. 2. Variation of mean number of preys per stomach (mN/ST , individuals/stomach) and mean weight of prey per stomach (mW/ST , g/stomach) of dolphin *Coryphaena hippurus* among size classes (A) and season (B).

one-way ANOVA, $F=6.553$, $P<0.05$)와 중량(mW/ST , one-way ANOVA, $F=7.257$, $P<0.05$)은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(Fig. 2A), 60.0-79.9 cm 크기군에서 가장 적었으며, 80.0 cm< 크기군에서 가장 많았다.

계절별 만새기의 개체당 평균먹이생물의 개체수(mN/ST , one-way ANOVA, $F=5.947$, $P<0.05$)와 중량(mW/ST , one-way ANOVA, $F=6.915$, $P<0.05$)은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Fig. 2B). 만새기는 여름에 가장 많은 mN/ST 를 보였으며 겨울에 가장 적었고, mW/ST 는 가을에 가장 높았으며, 봄에 가장 낮았다.

고찰

만새기의 가장 중요한 먹이생물은 어류였는데, 특히 멸치가 가장 많이 섭식되었다. 우리나라 남해에 출현하는 어식성 부어류 중 멸치를 많이 섭식한 어류는 고등어(*Scomber japonicus*), 삼치, 참다랑어 등, 상당수 보고되었다(Huh et al., 2006; Yoon et al., 2008; Yoon et al., 2015). 멸치와 같은 소형부어류(small pelagic fishes)는 해양생태계 내에서 요각류(Copepoda), 부유성단각류(pelagic amphipoda), 십각류유생(Decapoda larvae), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea)와 같은 동물플랑크톤과 상위 포식자를 연결하는 매우 중요한 영양단계에 위치해 있다고 알려져 있다(Atli, 1959; Kramer, 1969; Schaefer, 1980). 만새기가 멸치를 가장 많이 섭식한 이유는 풍부한 출현량과 에너지 효율에 기반한 기회주의적 섭식(opportunistic feeding)으로 판단되었다. 이와 같은 기회주의적 섭식은 다른 연구에서도 확인할 수 있었다. Caribbean 동부에 서식하는 만새기는 주변에서 가장 풍부하게 출현하고 유영능력이 약해 에너지효율 측면에서 좋은 *Dactylopterus volitans*의 후기자어를, California만 남동부에 출현하는 만새기도 가장 풍부하게 출현하는 Long fin halfbeak (*Hemiramphus saltator*)를 가장 많이 섭식했다고 보

고되었다(Oxenford and Hunte, 1999; Tripp-Valdez et al., 2010). 이와 같은 연구 결과들로 미루어 볼 때, 본 연구의 만새기는 겨울철을 제외하면 한국 남해에서 출현량이 풍부한 멸치를 가장 많이 섭식하는 기회주의적 성향을 가졌다고 판단된다. 말쥐치 치어와 해마는 부유조(drift algae)에 은신해 있는 도중 포식된 것으로 추측되었는데, 이는 말쥐치 치어와 해마류가 발견된 만새기 위에서 부유조의 주 구성 종인 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)이 다량 발견된 것으로 설명할 수 있을 것이다. 그리고 분포 수심층이 넓은 전갱이와 갈치, 만져서어류인 반돔불게르치를 섭식한 것은 만새기의 수직회유(vertical migration) 때문인 것으로 추측되었는데, 분포수심과 수직이동에 관한 선행연구가 이를 뒷받침 할 수 있을 것이다(Uyeno et al., 1983; Whitney et al., 2016).

성장에 따른 먹이생물조성을 분석한 결과, 모든 크기군에서 어류의 %IRI가 가장 높아 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 하지만 80.0 cm< 크기군을 제외한 나머지 크기군에서는 멸치의 비율이 높았지만, 가랑이제창이 커짐에 따라서 고등어와 갈치의 비율이 증가하는 양상을 보였다. 이는 만새기의 에너지요구량 증가에 따른 일반적인 현상으로 판단되었으며, 다른 해역에 서식하는 만새기에서도 같은 결과가 다수 보고되어 있다(Olson and Galva-Magana, 2002; Brewton et al., 2016). 가장 작은 크기군인 <39.9 cm 크기군에서 유일하게 부유성단각류를 섭식한 것은 최소한의 에너지로 풍부하게 출현하는 먹이를 섭식하여 빠른 성장을 하기 위함으로 추측되었지만, 추후 좀더 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 이러한 부유성단각류 섭식은 지중해 서부에 서식하는 40 cm (fork length)이하의 만새기에서도 보고 되어 있었다(Massutı et al., 1998).

계절별 먹이생물조성을 분석한 결과 유의한 차이는 없었다. 하지만 어종비율로 살펴보면, 봄과 여름(멸치, 갈치, 말쥐치), 가을과 겨울(전갱이, 고등어)이 달랐다. 이는 만새기의 크기에 따른 먹이선택과 섭식된 어종별 주요 출현시기(NFRDI, 2004)

와 밀접한 연관이 있는 것으로 추측되지만, 향후 더 많은 개체수의 분석이 수행되어야 할 것이다. 두족류 중 가장 높은 출현량을 나타낸 창꼴뚜기는 주로 여름과 가을에 섭식되었는데, 이는 창꼴뚜기의 주요 출현시기(6월-11월)와 일치한다(Kang et al., 2009).

성장에 따른 평균먹이생물의 개체수(mN/ST)는 전반적으로 감소하는 양상을 보였는데, 이는 먹이생물의 종류와 크기 때문인 것으로 판단되었다. 평균먹이생물의 중량(mW/ST)은 지속적으로 증가하는 양상을 보였는데, 이는 성장에 따라 생리적으로(소화능력 향상, 에너지요구량 증가)와 물리적으로(복강용적 증가, 유영력 향상)의 복합작용 때문인 것으로 판단된다(Gerking, 1994).

여름철에 평균먹이생물의 개체수가 가장 많았던 것은 크기가 작고 다수의 개체가 무리를 이루는 멸치의 섭식율이 높았기 때문이며, 겨울에 가장 적었던 것은 무리는 이루지만 크기가 큰 전갱이와 고등어의 섭식율이 높았기 때문이다. 가을철에 평균먹이생물의 중량이 가장 높았던 것은 생체량이 높은 창꼴뚜기, 전갱이, 갈치, 고등어의 섭식이 많았기 때문으로 판단된다.

사 사

본 연구는 2017년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업 근해 어업자원조사(R2017025)의 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Atli M. 1959. Kolyoz (*Scomber colias* L.)'un biolojisi hakkinda. Hidrobiol Mecm 5, 125-143
- BCFM (Busan Cooperative Fish Market). 2017. Busan Cooperative Fish Market. Retrived from <http://www.bcfm.co.kr/data/read-fish.jsp> on Aug 21, 2017.
- Brewton RA, Ajemian MJ, Young PC and Stunz GW. 2016. Feeding Ecology of Dolphinfin in the Western Gulf of Mexico. Trans Am Fish Soc 145, 839-853. <http://dx.doi.org/10.1080/00028487.2016.1159614>
- Clarke KR and Gorley RN. 2001. Getting started with PRIMER v5: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth, Plymouth, UK.
- Gerking SD. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, Sandiego, U.S.A., 416
- Hyslop E J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. J Fish Biol 17, 411-429.
- Huh SH, Park JM and Baek GW. 2006. Feeding habits of spanish mackerel *Scomberomorus japonicus* in the Southern Sea, Korea. J Korean Fish Soc 39, 35-41.
- Huh SH, Park JM, Park SC, Kim JH and Baek GW. 2010. Feeding habits of 6 Shark Species in the Southern Sea, Korea. J Korean Fish Soc 43, 254-261.
- Kang HJ, Kim YH, Lee EH, Lee DW and Chang DS. 2009. Fisheries biology of swordtip squid, *Loligo edulis* in jeju Island, Korea. J Korean Malacol 25, 23-28.
- Kramer D. 1969. Synopsis of the biological data on the Pacific mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn (Northeast pacific). US Fish Wildl Serv Circ 302, 1-18.
- Kim IS, Choi Y, Lee CR, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-hak Publication, Seoul, Korea, 615.
- Massuti E, Deudero S, Sánchez P and Morales-Nin. 1998. Diet and Feeding of Dolphin (*Coryphaena hippurus*) in Western Mediterranean waters. Bull Mar Sci 63, 329-341.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal & Offshore Waters in Korea. Natlational Fisheries Research Development Institute, Busan, Korea., 333.
- Olson RJ and Galván-Magaña F. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. Fishery Bull 100, 279-298.
- Oxenford HA and Hunte W. 1999. Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. Sci Mar 63, 303-315.
- Palko BJ, Beardsley GL and Richards WJ. 1982. Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. U.S. Dept Comm FAO Fish Synop 130. NOAA Tech Memo NMFS Circ. Seattle, U.S.A., 443, 1-28.
- Park JM, Huh SH, Choi HC and Kwak SN. 2017. Larval distribution of the common dolphinfish *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 (Coryphaenidae) in the East Sea/Sea of Japan. J Appl Ichthyol 33, 815-818. <https://doi.org/10.1111/jai.13387>
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105.
- Schaefer KM. 1980. Synopsis of biological data on the chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) in the Pacific ocean. IATTC Spec Rep 2, 395-446.
- Tripp Valdez A, Galván Magaña F and Ortega García S. 2010. Feeding habits of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the southeastern Gulf of California, Mexico. J Appl Ichthyol 26, 578-582.
- Varela JL, Lucas Piloza CR and González Duarte MM. 2017. Diet of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the Pacific coast of Ecuador. J Mar Biol Asso UK 97, 207-213. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315416000175>
- Uyeno T, Matsuura K and Fujii E. 1983. Fishes trawled off Suriname and French Guiana. Mar Fish Resour Res Center, Tokyo, Japan, 519.
- Whitney NM, Taquet M, Brill RW, Girard C, Schwieterman GD, Dagorn L and Holland KN. 2016. Swimming depth of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) associated and unassociated with fish aggregating devices. Fish Bull 114, 426-435.

<http://dx.doi.org/10.7755/FB.114.4.5>.

Yoon SJ, Kim DH, Baeck GW and Kim JW. 2008. Feeding habits of chub mackerel *Scomber japonicus* in the South Sea of Korea. J Korean Fish Soc 41, 26-31.

Yoon SC, Yoo JT, Lee SI Kim ZG and Choi KH. 2015. Feeding habits of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis* in the southern sea of Korea Korean J Fish Technol 51, 553-560. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.4.553>.