

거문도 주변해역에서 출현하는 붉은메기(*Hoplobrotula armata*)의 식성

백근욱^{1,2} · 박주면³ · 예상진¹ · 정재묵¹ · 안영수^{2,4*}

¹경상대학교 해양생명과학과, ²경상대학교 해양산업연구소, ³전남대학교 해양기술학부, ⁴경상대학교 실습선 운영관리 센터

Feeding Habits of *Hoplobrotula armata* in the Coastal Waters of Geomun-do, Korea

Gun Wook Baek^{1,2}, Joo Myun Park³, Sang Jin Ye¹, Jae Mook Jeong¹ and Young Su An^{3,4*}

¹Department of Marine Biology & Aquaculture, ²Institute of Marine Industry,

Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

³Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

⁴The Training Ship Management Center, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

The feeding habits of *Hoplobrotula armata* were studied using 269 specimens collected in the coastal waters of Geomun-do, Korea. The size of the specimens ranged from 5.6-56.8 cm in total length (TL). *H. armata* is a canivore that consumes mainly teleosts and decapods (shrimp, crabs and hermit crabs). Its diet also includes gammarid amphipods, cephalopods, polychaetes and copepods. Smaller individuals (<20 cm TL) fed mainly on fish, shrimp and crabs. The proportion of shrimp and crabs decreased as body size increased, whereas the consumption of fish gradually increased. Fish accounted for almost the entire stomach contents of individuals (larger than 40 cm TL).

Key words: Feeding habits, *Hoplobrotula armata*, Geomun-do

서 론

붉은메기(*Hoplobrotula armata*)는 침치목(Ophidiiformes) 침치과에 속하는 어류로, 우리나라 동해 남부와 제주도를 비롯한 일본 남부해, 동중국해의 비교적 깊은 수심(약 200~350 m)에 분포하며, 최대 크기는 전장 70 cm까지 성장한다(Kim et al., 2005). 침치과(Ophidiidae)어류는 열대와 온대해역 대륙붕과 산호지역에 서식하며, 전 세계적으로 4속 222종(Nelson, 2006), 국내의 경우 4속 4종이 보고되었다(Kim et al., 2005). 이 같은 침치과 어류는 주로 저층트롤과 주낙으로 어획되는 상업성 어종으로 알려져 있다(Horn, 1993).

침치과 어류가 경제적으로 중요한 상업성 어종임에도 불구하고, 이에 따른 연구는 비교적 미비한 실정이다. 국외에서 침치과 어류의 연구는 Alves et al. (2002)에 의한 생태학적 군집연구, 산란과 연령에 관한 연구(Horn, 1993), 유전학적 연구(Ward and Reilly, 2001), 식성연구(Nyegaard, 2004)가 일부 있었으나, 붉은메기의 기초생태학적 연구는 전무한 실정이다.

어류의 식성연구는 어류의 생태를 이해하고, 어류자원을 효율적으로 관리하고 이용할 수 있는 자료를 제공하기에 매우 중요하다(Huh et al., 2008). 따라서 본 연구는 거문도 주변해역에서 출현하는 붉은메기의 위내용물 분석을 통하여 주 먹이생물과 전장별 먹이생물을 조사하고, 섭식전략을 파악하여 붉은메기의 기초생태학적 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 붉은메기는 2011년 6, 8, 10, 12월에 남해 거문도 주변해역(34° 43.5N, 127° 32.3E)에서 경상대학교 실습선 새바다호를 이용하여 끝자루 그물코 크기가 90 mm 인 PE 트롤어구를 사용하여 채집하였다. 채집된 붉은메기는 현장에서 즉시 냉동 보관하여, 실험실로 운반한 후, 각 개체의 전장(total length)과 체중(weight)을 각각 0.1 cm와 0.1 g까지 측정하였다. 이후 각 개체의 위를 적출하여 해부 현미경 아래에서 위내용물을 분석하였으며, 소화가 진행되지 않은 먹이생물은 분석에서 제외하였다. 위내용물 조사를

Article history;

Received 8 March 2012; Revised 19 June 2012; Accepted 3 August 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9042 Fax: +82. 55. 772. 9039

E-mail address: yosuan@gnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(4) 372-378, August 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0372>

pISSN:0374-8111

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

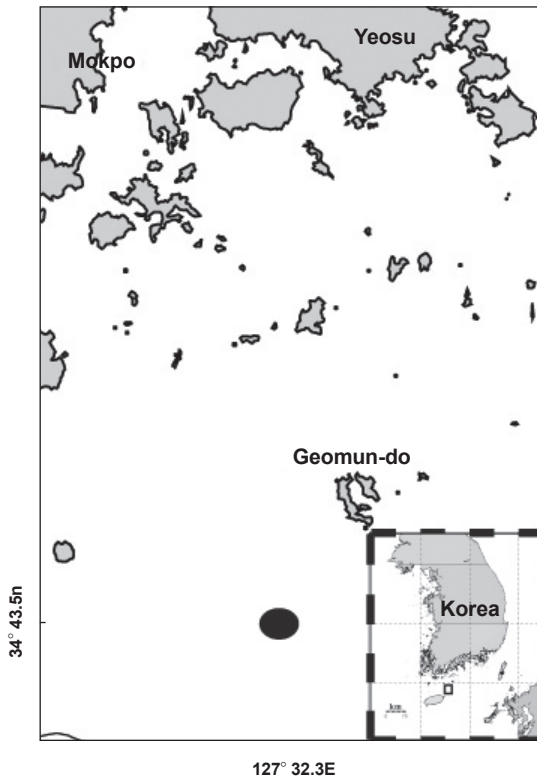


Fig. 1. Sampling area of *Hoplobrotula armata* caught by the PE trawl in the coastal waters of Geomun-do (●).

위한 충분한 표본크기를 결정하기 위해 누적먹이곡선(cumulative prey curve)을 사용하였다(Ferry and Cailliet, 1996). 분석된 먹이생물은 어류(Pisces), 게류(Brachyura), 새우류(Macruca), 두족류(Cephalopoda), 집게류(Anomura), 요각류(Copepoda), 단각류(Amphipoda), 갯지렁이류(Polychaete)로 구분하여 위의 순서를 100번 무작위화한 뒤, 평균과 표준편차를 그래프상에 나타내었다. 이때 곡선의 점근선은 위내용물 분석을 위한 최소 표본크기를 나타낸다.

위내용물은 가능한 중까지 동정하여 종류별로 크기(전장)를 측정하고 개체수를 계수하였으며 이후 전자저울을 이용하여 습중량을 0.01 g 단위까지 측정하였다. 위내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도(%F), 개체수비(%N) 그리고 습중량비(%W)로 나타내었으며, 다음 식을 이용하여 구하였다.

$$\begin{aligned} \%F &= A_i / N \times 100 \\ \%N &= N_i / N_{total} \times 100 \\ \%W &= W_i / W_{total} \times 100 \end{aligned}$$

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 붉은메기의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 붉은메기의 총 개체수, N_i (W_i)는 해당 먹이생물의 개체수(습중량), N_{total} (W_{total})은 전체 먹이개체수(습중량)이다.

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

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

상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

붉은메기의 먹이중요도(dominant or rare), 섭식전략(섭식 특화종 또는 섭식일반종, specialist or generalist), 섭식폭(niche width)은 도해적방법(graphical method)을 사용하여 나타내었다(Amundsen et al., 1996; Baek et al., 2011). 이 방법은 출현빈도(%F)에 대하여 prey-specific abundance를 도식화함으로써 나타내며, prey-specific abundance는 다음과 같이 구하였다.

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ii}) \times 100$$

여기서, P_i 는 먹이생물 i 의 prey-specific abundance, S_i 는 위내용물 중 먹이생물 i 의 중량, S_{ii} 는 먹이생물 i 를 섭식한 개체의 위내용물 중 전체 먹이생물 중량이다.

성장에 따른 붉은메기의 먹이생물 변화를 파악하기 위해서 채집된 시료를 4개의 크기군(<20 cm, n=15; 20-30 cm, n=174; 30-40 cm, n=53; >40 cm, n=27)으로 나누어 각 크기군별 먹이생물의 조성을 조사하였다. 크기군별 우점 먹이생물 조성의 통계적 차이를 분석하기 위하여 카이검정(χ^2 -test)을 실시하였으며, 전장과 섭식된 먹이생물 크기 사이의 관계는 선형회귀분석을 실시하였다. 그리고 전장에 따른 먹이섭식 특성 파악을 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, 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 이용하여 유의성을 검정하였다.

크기군간 먹이생물의 중복도(Schoener, 1970)는 dietary overlap index를 이용하여 다음과 같이 구하였다.

$$C_{xy} = 1 - 0.5(\sum |P_{xi} - P_{yi}|)$$

여기서, P_{xi} 와 P_{yi} 는 그룹 x 와 y 의 먹이 중 발견된 i 종의 비율(%N)이다. 이 지수의 범위는 0에서 1까지이고 1에 가까울수록 먹이생물의 중복도가 높아지는 것으로 볼 수 있다. 0.6 이상의 값을 유의하게 중복되는 것으로 간주하였다(Wallace, 1981).

결 과

위 내용물 조성

본 연구에 사용된 붉은메기의 월별 채집 개체수는 6월 6개

체, 8월 40개체, 10월 120개체, 12월 103개체로, 총 269개체가 채집되었다. 표준전장은 5.6-56.8 cm 범위를 보였으며, 평균전장은 29.8 cm로 월별 평균전장과 비교하여 차이를 보이지 않았다(Table 1).

총 269개체의 붉은메기 위 내용물 분석결과, 위 내용물이 전혀 없었던 개체는 79개체로 29.4%의 비교적 높은 공복율을 보였다. 위 내용물이 발견된 190개체를 대상으로 조사한 누적먹이곡선은 115개체에서 점근선에 근접하였다(Fig. 2). 따라서 본 연구에서 표본크기는 붉은메기의 위 내용물을 설명하기에 충분하였다.

위 내용물이 발견된 190개체의 먹이생물 분석결과는 Table 2와 같으며 붉은메기의 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 88.9%, 개체수비 83.5%, 습중량비 35.6%, 상대중요성지수비 66.0%를 차지한 갑각류(Crustacea)와 출현빈도 20.5%, 개체수비 14.7%, 습중량비 64.1%, 상대중요성지수비 33.9%를 차지한 어류(Pisces)였다. 갑각류 중에는 출현빈도 33.7%, 개체수비 26.7%, 습중량비 15.1%, 상대중요성지수비 29.5%를 차지한 새우류(Macrura)가 우점하였으며, 새우류 중에서는 습중량비 8.5%를 차지한 긴줄꼬마도화새우(*Plesionika ortmanni*)가 가장 중요한 먹이생물이었다. 그 다음으로 중요

Table 1. Monthly number and size range of *Hoplobrotula armata* in the coastal waters of Geomun-do

Month	Number	Range of TL (cm)	Mean TL (cm)	SD
June	6	25.0-49.2	31.1	9.3
August	40	23.9-58.3	32.5	8.6
October	120	5.6-56.8	29.6	7.6
December	103	14.1-53.6	29.0	6.8
Total	269	5.6-56.8	29.8	7.5

TL, Total length; SD, standard deviation.

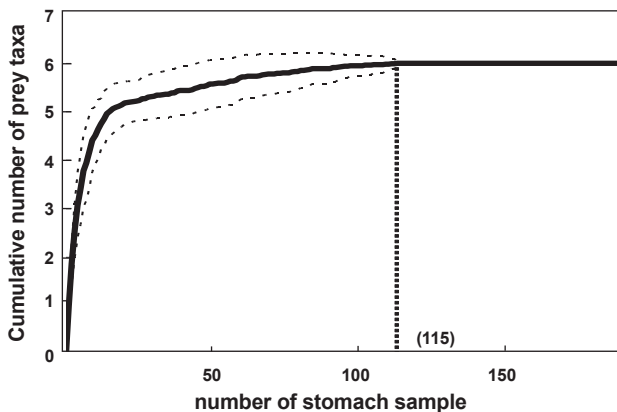


Fig. 2. Cumulative prey curves of prey taxa per stomach of *Hoplobrotula armata* in the coastal waters of Geomun-do. Dashed line represent standard deviations after 100 permutations.

한 먹이생물은 출현빈도 26.3%, 개체수비 21.8%, 습중량비 10.7%, 상대중요성지수비 18.0%를 차지한 계류(Brachyura)였으며, 계류 중에서는 습중량비 3.7%를 차지한 두점박이민꽃게(*Charybdis bimaculata*)가 우점하였다. 그 다음으로는 단각류(Amphipoda), 집계류(Anomura), 요각류(Copepoda) 순이었다. 갑각류 다음으로 중요한 먹이생물은 어류였으며, 그 중에는 열쌍동가리(*Paraperis multifasciata*)가 습중량비 24.0%로 가장 중요한 먹이생물이었다. 그 외 두족류(Cephalopoda), 갯지렁이류(Polychaete)가 출현하였지만 상대중요성지수비 0.1% 미만으로 그 양은 많지 않았다.

붉은메기의 섭식형태와 섭식전략을 파악하기 위하여 위내용물에 대한 도해적방법을 이용하였다(Fig. 3). 그 결과 붉은메기는 새우류와 계류, 어류를 집중적으로 끌고루 섭식하며 좁은 섭식폭을 가진 섭식특화종임을 알 수 있었다. 단각류와 요각류, 갯지렁이류도 섭식하였지만 출현빈도는 낮았으며, 매우 좁은 섭식폭을 나타냈다. 출현빈도에 대한 prey-specific abundance를 그래프 상에 나타내는 방법은 Amundsen et al. (1996)에 의해 제안 되었으며, 많은 연구에서 어류의 섭식형태 및 섭식전략을 분석하는데 유용하게 사용되었다. 먹이생물종(또는 분류군)이 그래프에서 상부에 위치할수록 우점 먹이생물(dominant prey)이며, 좁은 섭식폭을 가진(high BPC) 섭식특화종임을 나타낸다. 어류의 섭식전략에서 섭식특화종은 좁은 섭식폭을 가지는 반면, 섭식일반종은 넓은 섭식폭을 가진다(Pianka, 1988).

성장에 따른 먹이조성의 변화

붉은메기의 성장에 따른 위내용물 조성의 변화를 살펴본 결과(Fig. 4), 전장에 따른 위내용물 조성은 유의한 차이를 나타냈다($P < 0.05$). 20 cm 이하의 크기군에서는 어류와 계류가 전체 위내용물 중에서 각각 습중량비 34.4%, 33.0%를 나타내 가장 중요한 먹이생물이었다. 그 다음으로 집계류와 단각류, 새우류가 각각 9.9%, 9.4%, 5.9%의 습중량비를 차지하였으며, 요각류는 4.3%, 갯지렁이류는 33.3% 습중량비를 나타냈으나, 이 후의 크기군에서는 나타나지 않았다. 20-30 cm 크기군에서는 어류와 계류가 습중량비 17.3%, 25.7%로 감소하는 반면, 새우류와 집계류는 습중량비 32.6%, 17.5%로 증가하였다. 30-40 cm 크기군에서는 어류의 습중량비가 41.1%로 증가하는 경향을 보였고, 그 외 새우류를 비롯한 단각류, 집계류, 계류는 각각 30.5%, 0.3%, 13.2%, 14.9%로 감소하는 경향을 보였다. 40 cm 이상의 크기군에서는 어류가 93.8%로 먹이생물 대부분을 차지하였다.

먹이생물 크기와 붉은메기 크기군간의 선형회귀분석 결과, 붉은메기의 전장 증가에 따라 먹이생물 크기는 유의하게 증가하였다($F=74.441, P < 0.05$). 붉은메기의 전장이 증가함에 따라 크기군별 개체당 먹이의 평균 개체수(mN/ST) (ANOVA, $F_{3,265}=5.467, P < 0.05$)는 유의한 차이를 보였으며, 크기군별

Table 2. Composition of the stomach contents of *Hoplobrotula armata* by frequency of occurrence, number, weight and index of relative importance (IRI) in the coastal waters of Geomun-do

Prey organisms	%F	%N	%W	%IRI
Pisces	20.5	14.7	64.1	33.9
<i>Callionymus lunatus</i>	3.2	2.3	19.3	
<i>Hoplobrotula armata</i>	2.1	1.5	16.9	
<i>Parapercis multifasciata</i>	6.3	4.5	24.0	
<i>Trachinocephalus myops</i>	1.6	1.1	1.0	
Unidentified Pisces	5.3	3.8	2.0	
Unidentified Platycephalidae	2.1	1.5	0.8	
Crustacea	88.9	83.5	35.6	66.0
Copepoda	1.1	1.1	0.1	+
Gammarid Amphipoda	24.7	22.6	1.7	12.6
<i>Ampithoe</i> sp.	5.8	4.5	0.4	
Unidentified Gammaridae	18.9	18.0	1.3	
Macrura	33.7	26.7	15.1	29.5
<i>Crangon hakodatei</i>	5.3	3.8	3.0	
<i>Leptochela sydniensis</i>	4.2	4.9	0.4	
<i>Palaemon serrifer</i>	2.6	1.9	1.5	
<i>Plesionika ortmanni</i>	14.2	10.5	8.5	
Unidentified Macrura	7.4	5.6	1.6	
Anomura	14.7	11.3	8.0	6.0
<i>Galathea orientalis</i>	2.1	1.5	0.5	
<i>Galathea pubescens</i>	0.5	0.4	0.1	
<i>Munida japonica</i>	8.4	6.4	6.2	
Unidentified Galathea	3.2	2.3	0.9	
Unidentified Porcellanidae	0.5	0.8	0.4	
Brachyura	26.3	21.8	10.7	18.0
<i>Carcinoplax longimana</i>	0.5	0.4	0.9	
<i>Charybdis bimaculata</i>	10.0	8.3	3.7	
<i>Gaetice depressus</i>	0.5	0.4	0.2	
<i>Latreillia valida</i>	0.5	0.4	0.5	
<i>Leptomithrax edwardsii</i>	0.5	0.4	0.2	
<i>Philyra pisum</i>	0.5	0.4	0.9	
<i>Scyra compressipes</i>	0.5	0.4	0.3	
Unidentified Brachyura	13.2	11.3	4.1	
Cephalopoda	1.1	0.8	0.2	+
Unidentified Cephalopods	1.1	0.8	0.2	
Polychaete	0.5	1.1	0.1	+
		100	100	100

+ : less than 0.1.

개체당 먹이의 평균 중량(mW/ST) (ANOVA, $F_{3,186}=16.466$, $P<0.05$) 또한 유의한 차이를 보였다(Fig. 5).

크기군 사이의 먹이중복도를 Schoener's index를 이용하여

나타낸 결과, 가장 작은 크기군인 20 cm 이하의 크기군과 20-30 cm, 30-40 cm 크기군 사이의 값은 각각 0.65의 중복도를 보였으며, 20-30 cm 크기군과 30-40 cm 크기군 사이의 값은

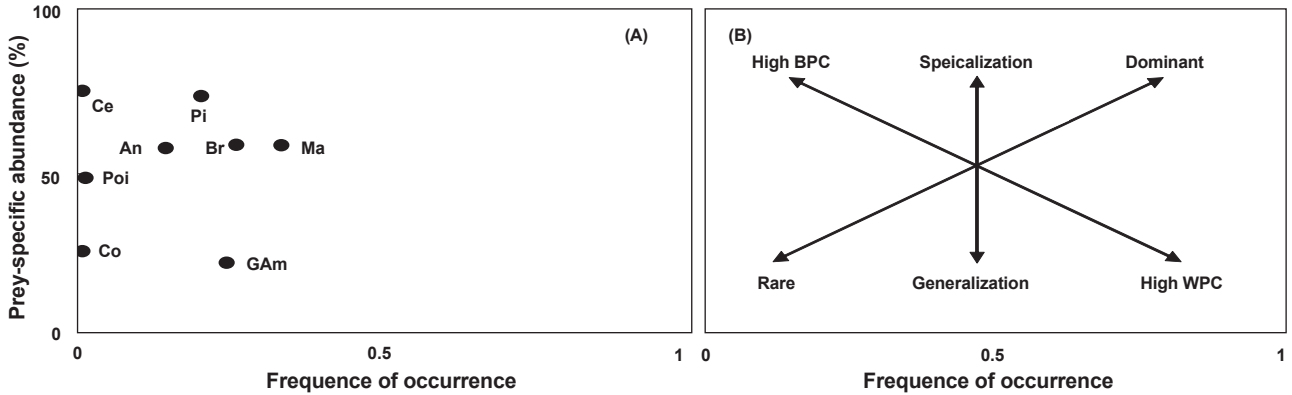


Fig. 3. (A) Graphical representation of feeding pattern of *Hoplobrotula armata* in the coastal waters off Geomun-do (An, Anomura; Br, Brachyura; Ce, Cephalopoda; Co, Copepoda; GAM, Gammarid Amphipoda; Ma, Macrura; Pi, Pisces; Poi, Polychaete). (B) Explanatory diagram for interpretation of niche-width contribution (axis i, within-phenotypic component (WPC) or between-phenotypic component (BPC)) of the study population, feeding strategy (axis ii), and prey importance (axis iii).

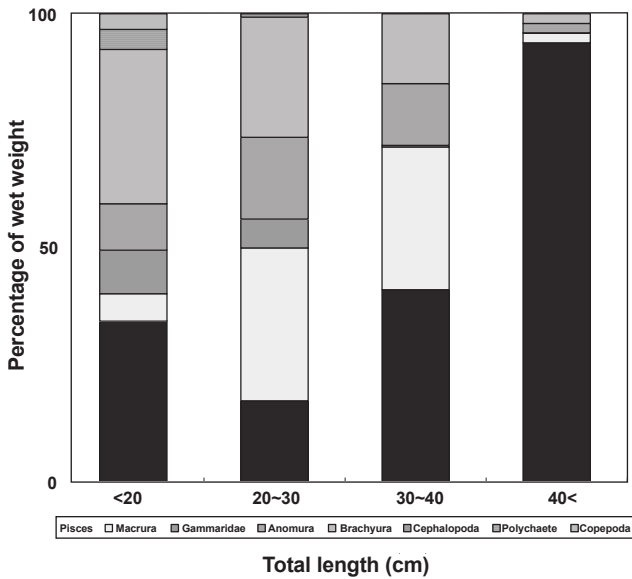


Fig. 4. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by wet weight of *Hoplobrotula armata*.

0.76으로 가장 높은 중복도를 보였으나, 본 연구에서 가장 큰 크기인 40 cm 이상의 크기군은 다른 크기군과 비교하여 0.5 이하의 낮은 중복도를 보였다.

고찰

본 연구에서 붉은메기는 29.4%의 비교적 높은 공복율을 나타냈다. 국내에 출현하는 어식성어류인 달고기(*Zeus faber*)는 36.6%, 삼치(*Scomberomorus niphonius*)는 45.4%, 고등어(*Scomber japonicus*)는 20.3%, 농어(*Lateolabrax japonicus*)는 25.6%, 쏨뱅이(*Sebastes marmoratus*)는 34.9% (Huh et al., 2006a,b; Yoon et al., 2008; Huh et al., 2009;

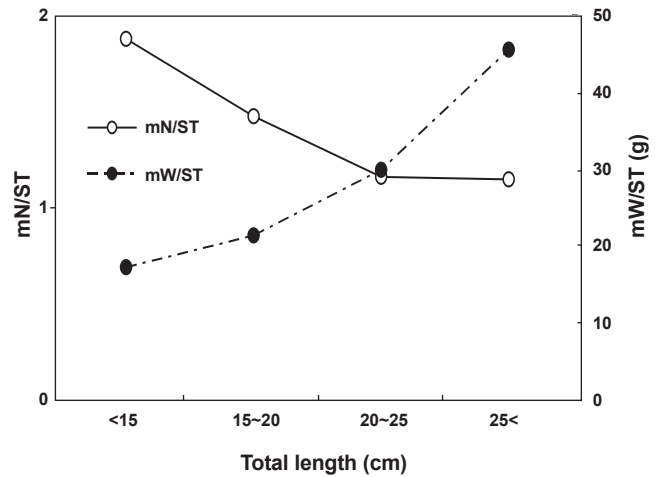


Fig. 5. Variation of mean number of preys per stomach (mN/ST) and mean weight of preys per stomach (mW/ST) of *Hoplobrotula armata* among size classes.

Baeck et al., 2011)를 나타냈는데 이러한 높은 공복율은 먹이 생물인 어류의 높은 영양적 가치로 인하여 지속적으로 섭식할 필요가 없으며, 먹이생물의 크기가 커서 적은 수의 개체로도 먹이요구량이 충족되기 때문이다(Hou, 1999). 따라서 본 연구의 붉은메기 역시 어류와 갑각류를 섭식하기에 비교적 높은 공복율을 보인 것으로 생각된다.

어류의 식성연구에서 먹이생물의 중량비 또는 상대중요성 지수비의 값으로 어류의 식성을 판단하는데, 어류가 차지하는 비율이 가장 높을 경우 어류를 집중적으로 섭식하는 어식성어류(Piscivore)라 하며 어류와 갑각류의 먹이생물 비율이 비슷한 형태일 때 어류-갑각류식자(Pisces-Crustacean feeder)로 구분할 수 있다(Yoon et al., 2008; Huh et al., 2008). 붉

Table 3. Proportional food overlap coefficients (Schoener's index) of the diet among *Hoplobrotula armata* size classes in the coastal waters of Geomun-do

Size class (cm)	<20	20-30	30-40
20-30	0.65		
30-40	0.65	0.76	
40<	0.41	0.24	0.47

은메기의 위내용물 분석결과 어류의 습중량비가 높았지만, 갑각류의 출현빈도와 개체수비, 상대중요성지수가 어류 보다 높게 나타난 것으로 보아 붉은메기는 국내에 출현하는 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*) (Huh and Kwak, 1998), 갈치(*Trichiurus lepturus*) (Huh, 1999), 점넙치(*Pseudorhombus pentopthalmus*) (Choo, 2007), 고등어(Yoon et al., 2008)와 같은 어류-갑각류식자임을 알 수 있었다.

붉은메기와 유사한 저서환경에 서식하는 황아귀(*Lophius litulon*)는 부어류인 멸치(*Engraulis japonicus*)와 전갱이(*Trachurus japonicus*)를 섭식 하였지만(Cha et al., 1997), 붉은메기는 열쌍동가리를 비롯한 돛양태(*Callionymus lunatus*), 황매통이(*Trachinocephalus myops*), 붉은메기와 같은 저서어류만을 섭식하였다. 본 연구의 붉은메기와 마찬가지로 포크랜드에 출현하는 침치과 어류인 *Genypterus blacodes* 또한 저서어류를 섭식하였지만, 부어류는 섭식하지 않았다(Nyegaard, 2004).

지금까지 국내에 보고된 어류의 식성연구에서 가시망둑, 갈치, 황아귀, 꼬치고기(*Sphyrna pinguis*), 삼치 등에서는 공식현상(cannibalism)이 발견되었는데(Huh and Kwak, 1998; Huh, 1999; Baeck and Huh 2003, 2004; Huh and Baeck, 2006b), 본 연구에서도 공식현상이 나타났다. 어류에서 발견되는 공식의 유형으로는 첫 번째 먼저 부화한 자치어가 나중에 부화한 보다 어린 자치어를 섭식하는 경우, 두 번째 동일시기에 부화한 무리에서 약한 개체를 섭식하는 경우, 세 번째 성어가 같은 종의 난과 자치어를 섭식하는 경우, 네 번째 천적으로부터 자신의 난을 보호하다가 더 이상 보호가 불가능 할 때 자신의 영양분으로 섭취하는 경우, 다섯 번째 새끼가 부화되었을 때 죽은 어미의 사체가 새끼의 영양분으로 섭취되어지는 경우 등의 여러 가지 유형으로 나뉜다(Dominey and Blumer, 1984; Fukuhara and Fushimi, 1988; Fukuhara, 1989; Hseu et al., 2003). 붉은메기와 마찬가지로 포크랜드에 출현하는 침치과 어류인 *G. blacodes*의 식성연구에서도 50 cm 이상의 크기에서 동일 종 자치어를 섭식하는 공식현상이 나타났으며(Nyegaard, 2004), 본 연구에서도 30 cm 이상의 크기에서 동일 종 자치어를 섭식하는 공식현상이 나타난 것으로 보아, 공식현상의 여러 유형 중 세 번째에 속하는 것으로 판단된다.

성장에 따른 먹이전환을 살펴보면, 15 cm 이하의 붉은메기가 많이 채집되지 않아 작은 크기군에서의 주 먹이생물을 정확히 알 수 없지만, 부산 주변해역에서 출현하는 저서어류인

살살치(*Scorpaena neglecta*)의 경우 동물플랑크톤(요각류, 단각류, 난바다곤쟁이류)에서 갑각류(새우류, 게류)로, 갑각류에서 어류나 두족류로의 총 2번의 먹이전환을 한다고 보고 되었으며(Huh et al., 2008), 본 연구에서 분석된 가장 작은 전장 5 cm 개체에서 요각류를 섭식한 것으로 보아 살살치와 유사한 먹이 전환을 할 것으로 생각된다. Huh et al. (2008)과 Beack et al. (2011)은 어류가 성장함에 따라 섭식에너지의 최대화를 위해 새우류를 포함한 갑각류보다 에너지 효율이 더 높은 어류로 먹이전환을 한다고 보고하였다. 본 연구의 붉은메기 또한 가장 큰 크기인 40 cm 이상의 크기군에서 갑각류가 감소하고 어류가 급격히 증가하는 경향이 나타났으며, 성장함에 따라 먹이생물의 크기와 중량이 증가하는 반면, 먹이생물의 개체수는 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 먹이전환을 보이는 어류에서 많이 나타나는 현상이며(Huh, 1999; Huh et al., 2006b), 다른 어류들처럼 붉은메기가 성장함에 따라 다량의 갑각류를 섭식하는 것 보다 비교적 크기가 큰 어류를 소량 섭식하는 것이 에너지 효율적 측면에서 더 유리하기 때문인 것으로 생각된다.

참고문헌

Alves DR, Luque JL and Paraguassu AR. 2002. Community Ecology of the Metazoan Parasites of Pink Cusk-eel, *Genypterus brasiliensis* (Osteichthyes: Ophidiidae), from the Costal Zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 97, 683-689.

Amundsen PA, Gable HM and Staldivik FJ. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of Costello (1990) method. *J Fish Biol* 48, 607-614.

Baeck GW and Huh SH. 2003. Feeding habits of Juvenile *Lophius litulon* in the Costal Waters of Kori, Korea. *J Kor Fish Soc* 36, 695-699

Baeck GW and Huh SH. 2004. Feeding habits of Brown barracuda (*Sphyrna pinguis*, Teleostei) in the coastal waters of Gadeok-do, Korea. *J Kor Fish Soc* 37, 505-510.

Baeck GW, Park JM, Choo HG and Huh SH. 2011. Diet composition of *Coilia nasus*, in the coastal waters off Gori, Korea. *Kor J Ichthyol* 23, 163-167.

Baeck GW, Yeo YM, Jung JM, Park JM and Huh SH. 2011. Feeding habits of Scorpion fish, *Sebastes marmoratus*, in the coastal waters of Tongyeong, Korea. *Kor J Ichthyol* 23, 128-134.

Cha BY, Hong BQ, Jo HS, Sohn HS, Park YC, Yang WS and Choi OI. 1997. Food Habits of the Yellow Goosefish, *Lophius litulon*. *J Kor Fish Soc* 30, 95-104.

Choo HG. 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea. PhD Thesis, Pukyong Natl Univ Busan, Korea, 126.

Dominey WJ and Blumer LS. 1984. Caninibalism of early life stages in fishes. In: Hausfater G and Hardy BS, eds., *Infan-*

- ticide Comparative and Evolutionary Perspectives. Aldine Press New York, USA, 43-64.
- Ferry LA and Cailliet GM. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly. In: MacKinlay D and Sheare K, eds., Feeding Ecology and Nutrition in Fish. Symp Proc Am Fish Soc San Francisco CA, USA, 71-80
- Fukuhara O. 1989. A review of the culture of grouper in Japan. Bull Nansei Reg Fish Res Lab 22, 47-57.
- Fukuhara O and Fushimi T. 1988. Fin differentiation and squamation of artificially reared grouper, *Epinephelus akaara*. Aquaculture 69, 379-386.
- Horn PL. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), in New Zealand waters. New Zealand J Mar Freshw Res 27, 385-397.
- Hseu JR. 2003. Effects of size difference and stocking density on cannibalism rate of juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. Fish Sci 68, 1384-1386.
- Huh SH. 1999. Feeding Habits of Hairtail, *Trichiurus lepturus*. Kor J Ichthyol 11, 191-197.
- Huh SH and Kwak SN. 1998. Feeding habits of *Pseudoblennius cottooides*. J Kor Fish Soc 31, 37-44.
- Huh SH, Park JM and Baeck GW. 2006a. Feeding habits of John Dory (*Zeus faber*) in the coastal waters off Gori, Korea. J Kor Fish Soc 39, 357-362.
- Huh SH, Park JM and Baeck GW. 2006b. Feeding habits of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the Southern Sea of Korea. J Kor Fish Soc 39, 35-41.
- Huh SH, Park JM, Nam KM, Park SC, Park CI and Baeck GW. 2008. Feeding habits of *Scorpaena neglecta* in the Coastal Waters off Busan. Kor J Ichthyol 20, 117-122.
- Huh SH, Park JM, Park SC, Jeong DS, Park CI and Baeck GW. 2009. Feeding habits of *Lateolabrax japonicus* in Coastal waters off Dolsan-do, Yeosu. Kor J Ichthyol 21, 23-27.
- Kim IS, Choi Y, Lee CR, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-Hak publ Co, Seoul, Korea, 171.
- Nielsen JS. 2006. Fishes of world, 4th edn. John W and Sons, Hoboken, NJ, USA, 624.
- Nyegaard M, Arkhipkin A and Brickle P. 2004. Variation in the diet of *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Islands. J Fish Biol 65, 666-682.
- Pianka ER. 1988. Evolutionary Ecology, 4th ed. Harper Collins, New York, USA, 468.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California water. Fish Bull 152, 1-105.
- Schoener TW. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecol, 51, 408-418.
- Wallace RK. 1981. An assesment of diet-overlap indexes. Trans Am Fish Soc 110, 72-76.
- Ward RD and Reilly A. 2001. Development of microsatellite loci for population studies of the pink ling, *Genypterus blacodes* (Teleostei: Ophidiidae). Molecular Ecology Notes 1, 173-175.
- Yoon SJ, Kim DY, Baeck GW and Kim JW. 2008. Feeding Habits of Chud Mackerel (*Scomber japonicus*) in the South Sea of Korea. J Kor Fish Soc 41, 26-31.