

## 한국 남해와 서해에서 출현하는 황아귀(*Lophius litulon*)의 위내용물 조성 비교

김도균 · 정재묵<sup>1</sup> · 이승중<sup>1</sup> · 강수경<sup>1</sup> · 성기창 · 강다연 · 진수연 · 백근욱\*

경상국립대학교 해양생명과학과/양식생명과학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터, <sup>1</sup>국립수산과학원 수산자원연구센터

### Comparison of Stomach Contents of Yellow Goosefish *Lophius litulon*, in the South Sea and Yellow Sea, Korea

Do-Gyun Kim, Jae Mook Jeong<sup>1</sup>, Seung-Jong Lee<sup>1</sup>, Sukyung Kang<sup>1</sup>, Gi Chang Seong, Da Yeon Kang, Suyeon Jin and Gun Wook Baeck\*

Department of Marine Biology & Aquaculture/Department of Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

<sup>1</sup>Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea

A dietary comparison of yellow goosfish *Lophius litulon* in the South Sea and Yellow Sea was performed by analyzing stomach contents. Using a bottom trawl net from fisheries resources survey vessels of the National Institute of Fisheries Science, 326 individuals were collected from the South Sea and 166 individuals were collected from the Yellow Sea. The total length range of *L. litulon* was 5.3–68.4 cm for individuals collected from the South Sea and 7.5–55.1 cm for individuals collected from the Yellow Sea. Based on the index of relative importance and the variation in stomach contents by fish size, *L. litulon* was found to be a piscivore and a spatiotemporally opportunistic feeder fish that fed mainly on pisces. There were differences in the composition of the stomach contents by season, location, and the interaction between the season and the location. Thus, the diet of *L. litulon* is affected by the prey abundance and prey spectrum of the habitat.

Keywords: Yellow goosfish, Stomach contents, South Sea, Yellow Sea

### 서론

아귀목(Lophiiformes) 아귀과(Lophiidae)에 속하는 황아귀(*Lophius litulon*)는 동중국해, 일본, 한국 연안에 분포하며(NFRDI, 2004), 특히 우리나라 남해(South Sea)와 서해(Yellow Sea)에서 흔히 관찰된다(Choi et al., 2011). 황아귀는 자치어 시기에는 부유생활을 하다 착저하여 저서생활을 하는 저서 정착성 어종(demersal fish)으로 유영능력이 미약하여 특별한 섭식전략을 가지고 있는데 변형된 첫번째 등지느러미인 유인돌기(illicium)를 이용하여 먹이를 유인 후, 섭식하는 매복포식자(ambush predator)로 잘 알려져 있다. 또한 최대 1.5 m까지 성장하고(Masuda et al., 1984), 저층 생태계 내에서도 생체량이 높은 최상위 포식자로 알려져 있으며(Park et al., 2014), 과거와 달리 식용으로 이용되어 상업적 가치가 매우 높아 생태학

적, 경제학적으로 매우 중요한 종이다. 우리나라에서 출현하는 아귀과 어류는 황아귀를 포함하여 아귀(*Lophiomus setigerus*)와 용아귀(*Lophiodes insidiator*)가 출현하여 3속 3종이 유효하며(Kim et al., 2005), 그 중에서도 황아귀는 우리나라 연안에서 우점종으로 나타났고(Baeck and Huh, 2003), 어획량 또한 계속해서 증가하는 추세이다(KOSIS, 2022). 최상위 포식자의 개체수 증감은 하위 영양단계에 속하는 종들의 풍도에 큰 영향을 미치게 되고(Zhang and Yoon, 2003), 황아귀는 생체량이 높고, 큰 입을 가진 최상위 포식자이기 때문에 저층 생태계 내에서 미치는 영향력이 상당히 클 것으로 예상된다.

섭식생태에 관한 연구와 섭식생태를 비교하는 연구는 대상 수산자원의 생물-생태학적인 측면을 이해하고, 해당 해역에 출현하는 환경 생물의 파악 및 해역과 계절에 따른 어종의 섭식생태와 어종간 섭식관계 비교를 통해 생태계 기반 수산자원 관리와

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9156 Fax: +82. 55. 772. 9159

E-mail address: gwbaeck@gnu.ac.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.2022.0714>

Korean J Fish Aquat Sci 55(5), 714-720, October 2022

Received 27 July 2022; Revised 27 August 2022; Accepted 31 August 2022

저자 직위: 김도균(대학원생), 정재묵(연구사), 이승중(연구관), 강수경(연구관), 성기창(대학원생), 강다연(대학원생), 진수연(대학원생), 백근욱(교수)

평가에 이용되기 때문에 필수적으로 수행되어야 하는 연구이다(Hyslop, 1980; Kim et al., 2021). 또한 해양 생태계는 수온, 염분, 용존산소, 광량, 영양염 등 여러 물리·화학·생물학적 요인들의 복합적인 상호관계에 의해 조절되고 유지되며(Lim et al., 2011), 해역과 계절별로 물리·화학·생물학적 요인들의 차이로 인해 생물상과 생태계 기능의 차이를 보이기 때문에 황아귀의 주요 먹이생물 또한 차이를 보일 것으로 예상된다.

국내에서 수행된 황아귀 생태에 관한 연구로는 섭식생태(Cha et al., 1997a; Baeck and Huh, 2003; Choi et al., 2011; Park et al., 2014), 산란생태(Cha et al., 1997b; Park et al., 1999; Kim et al., 2020a), 연령과 성장(Cha et al., 1998) 등이 수행되었다. 하지만 국내에서 수행된 황아귀 섭식생태 연구는 남해(Cha et al., 1997a; Choi et al., 2011; Park et al., 2014)와 동해(Baeck and Huh, 2003)에서만 단편적으로 수행이 되어 시·공간적인 요인에 따른 먹이생물 파악과 비교를 통해 저서생태계 기능 파악을 위한 기초 연구 자료를 지속적으로 수립하는 것은 매우 중요하다.

이번 연구는 남해와 서해에서 출현하는 황아귀의 위내용물 분석을 통하여 1) 주 먹이생물을 파악하고, 2) 성장에 따른 먹이생물 조성 비교를 통해 황아귀의 전반적인 식성을 정립하며, 3) 해역과 계절에 따른 위내용물 조성 차이를 비교하여 연구 해역별 어종간 섭식관계 및 먹이망 연구를 위한 중요 자료로 이용하고자 한다.

### 재료 및 방법

연구에 사용된 황아귀는 국립수산물품질관리원 수산과학조사선의 저층트러러구(bottom trawl net)를 이용하여, 2019년 춘계(4월)와 추계(9월, 10월)에 남해 17개 해구(92, 97, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 111, 213, 214, 222, 223, 224, 232, 233, 253)에서 326개체를 채집하였고, 2019년 춘계(4월, 5월)와 추계(10월)에 서해 12개 해구(151, 171, 173, 181, 191, 192, 201, 203, 209, 210, 211)에서 166개체를 채집하여 조사하였다(Fig. 1). 채집된 개체는 현장에서 즉시 전장 0.1 cm, 체중 0.001 kg 단위까지 측정하였고, 측정된 개체는 위를 적출하여 10% formalin solution에 고정한 후, 해부현미경(LEICA L2; LEICA, Wetzlar, Germany)을 이용하여 종(Species) 수준까지 도감을 참고하여 분석하였다. 소화가 진행되어 종 수준까지 분류가 불가능한 어종의 경우에는 과(Family) 또는 속(Genus) 수준까지 나타내었다. 분석된 먹이생물은 정량분석을 위해 개체수를 계수한 후, 습중량을 0.0001 g 단위까지 측정하였다.

황아귀의 전반적인 식성을 정립하기 위해 위내용물 조성 결과는 공복상태의 개체를 제외하고, 아래의 식을 이용하여 각 먹이생물에 대한 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 중량비(%W)로 나타내었다(Hyslop, 1980).

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

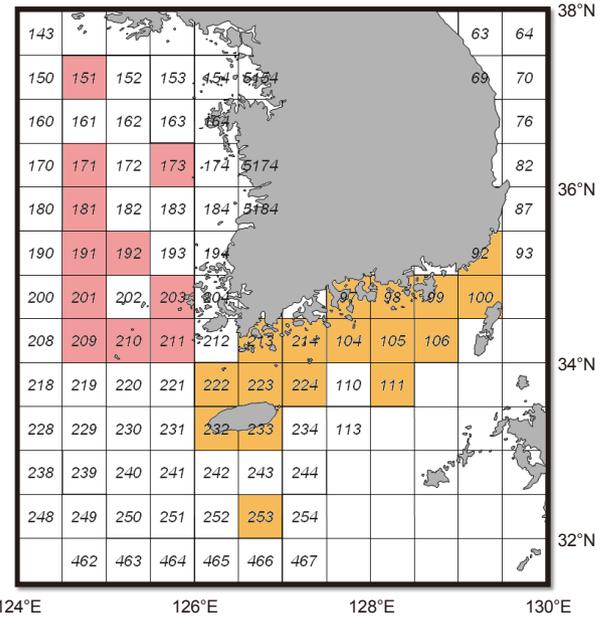


Fig. 1. A map showing the fishing area where yellow goosefish *Lophius litulon* were caught in the South Sea (■) and Yellow Sea (■) of Korea.

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

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

여기서,  $A_i$ 는 위내용물에서 해당 먹이생물이 발견된 황아귀의 개체수이고,  $N$ 은 먹이를 섭식한 황아귀 총 개체수,  $N_i$ 와  $W_i$ 는 해당 먹이생물 개체수와 중량,  $N_{total}$ 과  $W_{total}$ 은 전체 먹이생물 개체수와 중량이다.

이후, 먹이생물의 상대중요도지수(index of relative importance,  $IRI$ )는 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 나타내었으며, 상대중요도지수를 백분율로 환산한 상대중요도지수비(% $IRI$ )를 이용하여 먹이생물 선호도를 분석하였다.

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

성장에 따른 황아귀의 위내용물 조성 변화 분석을 위해 모집단을 비교할 수 있는 개체수를 고려하여 4개의 전장그룹(<25.0 cm, 25.0–30.0 cm, 30.0–35.0 cm, ≥35.0 cm)으로 구분하였고, 계절에 따른 황아귀의 위내용물 조성 변화 분석은 춘계(4월, 5월), 추계(9월, 10월)로 나누어 분석하였다. 먹이생물의 중량비는 포식자가 다른 크기 혹은 중량의 먹이생물을 섭식하였을 때, 각 먹이생물 분류군의 상대적 중요성을 나타낼 수 있는 최적의 방법이므로 먹이생물 중량비(% $W$ )를 이용하여 분석을 수행하였다(Hyslop, 1980). 그리고 시·공간적인 요인 중, 계절(season), 해역(sea)과 두 가지 요인(season × sea)의 상호효과

가 위내용물 조성 차이에 유의한 영향을 미치는지 분석하기 위해 two-way PERMANOVA를 실시하였다.

**결 과**

**전장분포**

남해에서 채집된 황아귀는 총 326개체였으며, 전장(total length) 분포는 5.3–68.4 cm로 나타났고, 평균 전장은 35.1±9.0 cm였다(Fig. 2). 서해에서 채집된 황아귀는 총 166개체였으며, 전장분포는 7.5–55.1 cm로 나타났고, 평균 전장은 25.3±6.7 cm였다.

**위내용물 조성**

남해에서 채집된 황아귀 326개체 중, 공복인 125개체를 제외하고, 먹이생물이 관찰된 201개체를 대상으로 위내용물을 분석한 결과(Table 1), 82.1%의 출현빈도, 57.6%의 개체수비, 94.3%의 중량비를 차지하여 97.5%의 상대중요도지수비를 보인 어류(Pisces)가 가장 중요한 먹이생물로 나타났고, 분류된 17종의 어류 중에서도 전갱이(*Trachurus japonicus*)와 멸치(*Engraulis japonicus*)가 가장 우점하였다. 그 외에 새우류(Macrura), 두족류(Cephalopoda) 등이 출현하였지만 2.0% 이하의 상대중요도지수비를 보여 그 양은 매우 적었다. 서해에서 채집된 황아귀 166개체 중, 공복인 83개체를 제외한 나머지 83개체의 위내용물을 분석한 결과, 89.2%의 출현빈도, 58.9%의 개체수비, 97.8%의 중량비를 보여 96.4%의 상대중요도지수비를 차지한 어류가 가장 중요한 먹이생물로 나타났고, 분류된 15종의 어류 중에서도 멸치와 꼼치(*Liparis tanakai*)가 가장 우점하였다. 그 외에 새우류와 두족류 등이 출현하였지만 상대중요도지수비 2.3% 이하로 그 양은 많지 않았다.

**성장에 따른 먹이생물 조성 변화**

성장에 따른 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과, 남해와 서해에서 채집된 황아귀 모든 크기군(<25.0 cm, 25.0–30.0 cm, 30.0–35.0 cm, ≥35.0 cm)에서 어류가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 따라서 분류된 어류만을 대상으로 분석한 결과(Fig. 3), 남해에서 채집된 황아귀는 <25.0 cm와 30.0–35.0 cm 크기군에서 멸치, 25.0–30.0 cm 크기군은 눈볼대(*Doederleinia berycooides*)와 보구치(*Pennahia argentata*), ≥35.0 cm 크기군에서는 전갱이가 가장 우점하였다. 서해에서 채집된 황아귀는 <25.0 cm 크기군에서 멸치, 25.0–30.0 cm 크기군은 눈강달이(*Collichthys niveatus*), 고등어(*Scomber japonicus*), 전갱이가 우점하였으며, 30.0–35.0 cm 크기군은 풀반지(*Thryssa hamiltoni*)와 응어(*Coilia nasus*), ≥35.0 cm 크기군에서 꼼치가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다.

**계절과 해역에 따른 먹이생물 조성 차이**

계절에 따른 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과에서도 춘계

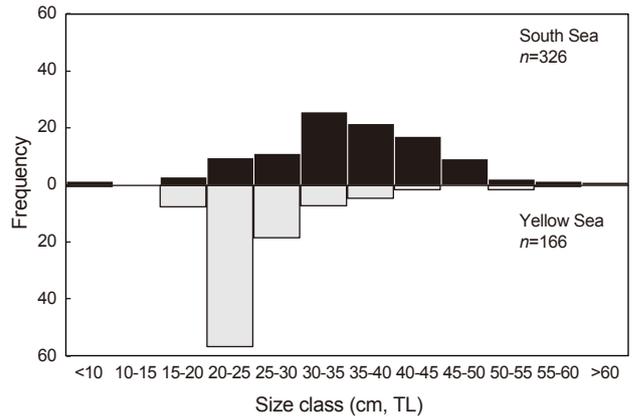


Fig. 2. Total length frequency of yellow goosefish *Lophius litulon* collected in the South Sea and Yellow Sea of Korea. TL, Total length.

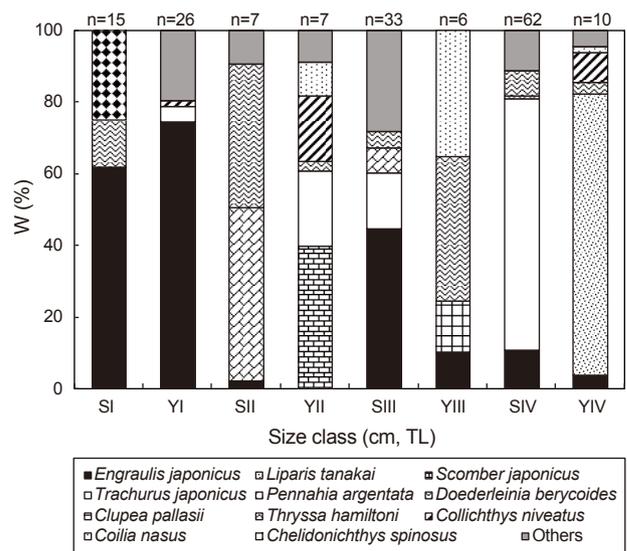


Fig. 3. Ontogenetic changes in the composition of yellow goosefish *Lophius litulon* for South Sea (S) and Yellow Sea (Y) based on by weight (%W) among size class (SI, <25.0 cm in the South Sea; SII, 25.0–30.0 cm in the South Sea; SIII, 30.0–35.0 cm in the South Sea; SIV, ≥35.0 cm in the South Sea; YI, <25.0 cm in the Yellow Sea; YII, 25.0–30.0 cm in the Yellow Sea; YIII, 30.0–35.0 cm in the Yellow Sea; YIV, ≥35.0 cm in the Yellow Sea).

와 추계 남해와 서해에서 채집된 황아귀 모두 어류가 가장 중요한 먹이생물이었다. 분류된 어류만을 대상으로 분석한 결과(Fig. 4), 남해는 춘계에 멸치가 가장 우점하였고, 추계에는 전갱이가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 서해는 춘계에 응어와 풀반지가 가장 우점하였고, 추계에는 꼼치와 멸치가 가장 중요한 먹이생물이었다.

따라서 남해와 서해의 황아귀를 대상으로 해역과 계절 그리고

Table 1. Composition of the stomach contents of yellow goosefish *Lophius litulon* by frequency of occurrence (%F), number (%N), weight (%W) and index of relative importance (%IRI) in the South Sea and Yellow Sea of Korea

Sampling locations Prey organism	South Sea					Yellow Sea				
	%F	%N	%W	IRI	%IRI	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Brachyura	1.5	0.6	0.1	1.1	+					
<i>Charybdis bimaculata</i>	0.5	0.2	+							
Unidentified Brachyura	1.0	0.4	0.1							
Copepoda	0.5	0.2	+	0.1	+					
Euphausiacea	1.0	0.8	+	0.9	+					
<i>Euphausia</i> spp.	1.0	0.8	+							
Macrura	8.5	4.3	1.0	44.9	0.4	12.0	4.0	0.8	58.2	0.4
<i>Alpheus japonicus</i>	0.5	0.2	+							
<i>Crangon hakodatei</i>	5.5	3.1	0.6			9.6	3.3	0.7		
<i>Metanephrops thomsoni</i>	0.5	0.2	0.1							
<i>Palaemon macrodactylus</i>						2.4	0.7	0.1		
<i>Solenocera melantho</i>	0.5	0.2	0.2							
Unidentified Macrura	1.5	0.6	0.1							
Bivalvia	0.5	0.2	+	0.1	+					
Cephalopoda	2.5	1.2	4.4	13.9	0.1	1.2	0.3	1.1	1.7	+
<i>Loligo beka</i>	0.5	0.2	1.3							
<i>Loligo japonica</i>	0.5	0.2	0.3							
<i>Loligo</i> sp.	0.5	0.2	0.1							
<i>Sepia esculenta</i>	0.5	0.2	2.7							
<i>Todarodes pacificus</i>						1.2	0.3	1.1		
Unidentified Cephalopoda	1.0	0.4	0.0							
Gastropoda	1.0	0.4	+	+	+					
Monogenea	8.5	29.6	+	250.3	2.0	7.2	17.1	+	123.3	0.9
Nematoda	2.0	2.2	0.1	4.6	+	16.9	19.7	0.3	337.8	2.3
Pisces	82.1	57.6	94.3	12,466.0	97.5	89.2	58.9	97.8	13,965.1	96.4
<i>Acropoma japonicum</i>	3.0	1.4	0.9							
<i>Apogon lineatus</i>	3.0	1.6	1.1			1.2	0.3	0.5		
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>						1.2	0.3	2.8		
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	0.5	0.2	1.1							
<i>Clupea pallasii</i>	0.5	0.2	0.4			1.2	0.3	0.3		
<i>Coilia nasus</i>	1.0	0.4	0.4			6.0	2.3	2.4		
<i>Conger myriaster</i>	2.0	0.8	1.5							
<i>Collichthys niveatus</i>						6.0	2.3	5.6		
<i>Decapterus maruadsi</i>	0.5	0.2	0.6							
<i>Doederleinia berycoides</i>	4.0	1.6	5.9							
<i>Engraulis japonicus</i>	24.4	26.7	14.7			26.5	34.8	24.9		
<i>Gadus macrocephalus</i>						2.4	0.7	2.1		
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	0.5	0.2	0.2							
<i>Larimichthys polyactis</i>						1.2	0.3	0.7		
<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.5	0.2	0.6							
<i>Liparis tanakai</i>						3.6	1.3	25.8		
<i>Pennahia argentata</i>	2.0	0.8	2.5			2.4	0.7	1.6		
Pleuronectidae	0.5	0.2	1.6							
Sciaenidae						2.4	0.7	0.7		
<i>Scomber japonicus</i>						1.2	0.3	5.0		
<i>Thryssa hamiltoni</i>	0.5	0.2	0.4			6.0	1.7	2.3		
<i>Thryssa kammalensis</i>	1.0	0.6	1.0			1.2	0.3	0.4		
<i>Trachurus japonicus</i>	13.9	6.3	41.6			2.4	0.7	4.0		
<i>Trichiurus japonicu</i>	0.5	0.2	1.8							
Unidentified Pisces	29.9	15.5	18.0			36.1	11.7	18.8		
Eggs	0.5	2.7	+	+	+					
Vinyl	0.5	0.2	0.1	0.1	+					
Total		100.0	100.0	12,783.9	100.0		100.0	100.0	14,486.1	100.0

+, less than 0.1%.

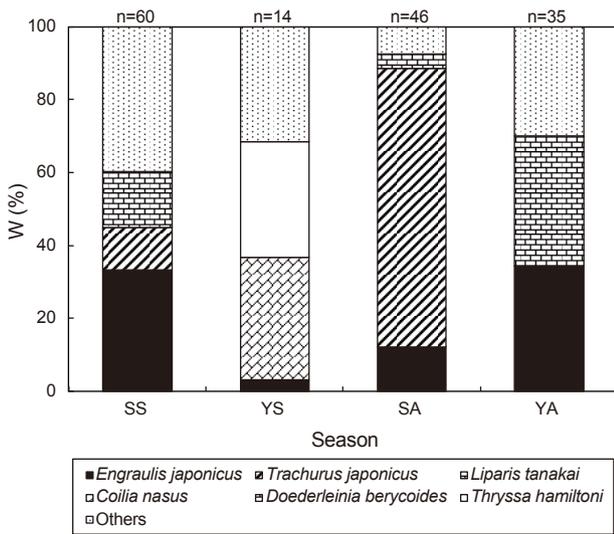


Fig. 4. Ontogenetic changes in the composition of yellow gosefish *Lophius litulon* for South Sea (S) and Yellow Sea (Y) based on by weight (%W) among seasons (SS, Spring in the South Sea; SA, Autumn in the South Sea; YS, Spring in the Yellow Sea; YA, Autumn in the Yellow Sea).

두 가지 요인의 상호효과에 대해서 Two-way PERMANOVA 분석 결과(Table 2), 해역간, 계절간, 해역과 계절의 상호효과에 대해서도 유의한 차이를 보였다(P<0.05).

### 고찰

남해와 서해에서 출현한 황아귀의 주 먹이생물은 어류로 나타났으며, 남해에서는 17종의 어류 중에서도 전갱이와 멸치, 서해에서는 15종의 어류 중에서도 멸치와 꼼치를 주로 섭식하였다. 남해에서 수행된 황아귀 섭식생태에 관한 연구에 따르면 Cha et al. (1997a)와 Choi et al. (2011) 연구에서 어류의 상대중요도지수비가 각각 98.8%와 91.4%로 나타났고, 44종과 35종의 어류를 섭식하였으며, 그 중 참조기(*Larimichthys polyactis*)가 가장 우점하였다. Park et al. (2014) 연구에서는 어류의 상대중요도지수비가 83.8%로 나타났고, 32종의 어류를 섭식하였으며, 그 중에서도 멸치가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 동

해 남부해역에서 황아귀 유어를 대상으로 수행된 Baeck and Huh (2003) 연구에서도 어류의 상대중요도지수비가 73.7%로 나타났고, 10종의 어류를 섭식하였으며, 그 중 멸치가 가장 중요한 먹이생물이었다. 따라서 이번 연구와 선행연구의 결과를 종합하여 황아귀의 식성을 정립한 결과, 황아귀는 많은 종의 어류를 섭식하였으며, 그 중에서도 서식 환경에서 높은 출현량을 보이는 종을 주로 섭식하는 것으로 추정할 수 있었다. 황아귀는 저서성 어류이지만, 이번 연구와 Park et al. (2014), Baeck and Huh (2003)의 선행연구에서 공통적으로 소형부어류인 멸치가 중요한 먹이생물로 나타났다. 또한 전갱이, 웅어, 풀반지 등 부어류의 섭식도 관찰되었다. 이는 어획 과정 중, 어획된 어류가 어구에 밀집되고, 어구의 충격 등으로 인해 큰 입을 가진 황아귀의 입 속으로 어획된 생물이 유입되어 어구내에서 섭식되는 net feeding의 가능성도 고려하였지만, 소화가 진행된 상태로 나타나 부어류인 멸치, 전갱이, 풀반지, 웅어 등의 어종을 섭식한 것이 명확하다고 판단된다.

중간 영양단계에 위치한 대부분의 부어류의 경우, 군집생활을 하며, 생활사 동안 요각류(Copepoda), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea) 등의 동물성 플랑크톤을 주로 섭식하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2017; Kim et al., 2021; Lee et al., 2021). 동물성 플랑크톤은 낮에는 하강하고 밤에는 상승하는 주야수직이동(diurnal vertical migration)을 하는 것으로 알려져 있는데(Gang and Kim, 2005), 동물성 플랑크톤의 주야수직이동에 따라 군집을 이루어 생활을 하는 부어류가 표층과 저층을 색이 회유하는 것으로 추정되고, 저층 생태계 내의 포식자에게도 중요한 먹이생물로 소비가 되었을 것이라고 판단된다. 실제로 우리나라 남해 저층에 서식하는 어종 중에서도 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 갯장어(*Muraenesox cinereus*), 붕장어(*Conger myriaster*) 등의 어종이 부어류인 멸치를 섭식하는 것이 상당수 보고되었다(Huh et al., 2010; An et al., 2012; Kim et al., 2020b). 또한 정착성 어류로 알려진 넙치는 Huh et al. (2010)의 식성 연구에 따르면 모두 낮에 채집되었고, 주요 먹이생물이 멸치로 나타났다. 따라서 황아귀가 서식하는 환경 내에서 높은 출현량을 보이는 부어류를 대량으로 섭식할 수 있었던 것으로 사료되며, 추후 연구에서는 시간적인 요인과 소화단계를 고려하여 섭식 시간에 따른 먹이생물 조성 변화에 대해서도 분석할 필요성이 있다고 판단된다.

이번 연구와 선행연구에서의 성장에 따른 먹이생물 조성 변화 결과, 황아귀는 모든 크기군에서 어류를 주로 섭식하였고, 크기군별로 많은 종의 어류를 섭식하였는데, 유영능력이 미약하고, 유인돌기를 이용하는 특별한 섭식전략을 가진 매복 포식자 황아귀에게 접근하는 어류를 무차별적으로 섭식하는 어식성 어류(piscivore fish)이자 시·공간적 기회주의적 섭식자(spatiotemporally opportunistic feeder)로 판단된다. 또한 이번 연구의 남해에서 채집된 개체 중 가장 작은 크기군인 5.3 cm와 6.5 cm 2 개체가 난바다곤쟁이류를 섭식한 부분과 서해의 7.5 cm의 개체

Table 2. Sum of squares (SS), mean squares (MS), pseudo-F ratios and significance levels (P) for a series of PERMANOVA tests, comparison of the stomach contents for season, sea, and interactions between season and sea

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P
Season	1	28810.0	28810.0	8.4649	0.001
Sea	1	21325.0	21325.0	6.2657	0.001
Season×Sea	1	26819.0	26819.0	7.8800	0.001

가 어류만을 섭식한 점을 고려하여 0세 연령군의 황아귀를 대상으로 섭식생태 연구가 추가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

계절과 해역에 따른 먹이생물 조성 차이를 살펴본 결과, 남해의 춘계에는 멸치, 추계에는 전갱이가 가장 우점하였고, 서해의 봄철에는 풀반지와 용어, 가을철에는 꼼치와 멸치가 가장 중요한 먹이생물로 나타나 해역과 계절에 따라 먹이생물 조성에 뚜렷한 차이를 보이는 것을 알 수 있었다. 또한 Two-way PERMANOVA 분석 결과, 해역간, 계절간, 해역과 계절의 상호효과에 대해서도 유의한 차이를 보였다. 남해는 평균 수심이 약 75 m이며, 남해 연안수, 대마난류수를 비롯한 황해 저층 냉수 및 연안수 등의 다양한 수괴가 공존하여 해양환경과 생태계뿐 아니라 어장의 형성에 복합적인 영향을 미치고 있다(Choo and Kim, 1998). 서해는 육지로 둘러싸인 반 폐쇄성 해양으로 평균 수심이 약 44 m로 남해에 비해 상대적으로 적은 저열량을 가지고 있고, 대기의 영향을 크게 받아 수온 변동 폭과 사계절 해양 환경 차이가 심한 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2007). 따라서 해역별 계절별 생태계 기능 차이로 인해 남해와 서해는 생물상의 차이를 보이며, 환경적 특성으로 인해 일차 생산자의 생산력에 영향을 미치게 되고, 먹이사슬을 통해 상위 포식자와의 상호작용으로 해양생태계 먹이망 구조에 큰 영향을 미칠 수 있다(Lee et al., 2007). 어류는 일반적으로 에너지 효율을 위해 먹이를 찾기 위한 에너지 소비를 최소화하고, 먹이 섭식 가능성을 높이기 위해 서식환경에서 풍부하게 서식하는 먹이생물을 주로 섭식한다(Persson and Diehl, 1990). 따라서 유어기부터 어류를 섭식하며(Baeck and Huh, 2003), 유인돌기를 이용하여 먹이를 유인 후, 섭식하거나 황아귀의 사냥범위 내에 들어온 먹이생물을 순간적으로 삼키는 섭식전략을 가진 황아귀가 해당 해역과 계절에 풍부한 출현량을 보이는 먹이생물을 효과적으로 섭식할 수 있었던 것으로 판단된다. 또한 눈볼대, 참조기, 가자미과(Pleuronectidae) 어류 등의 어종을 다수 섭식한 것으로 보아 높은 경제적 가치를 가진 어종에 대해 직접적인 영향을 미칠 수 있는 저층 생태계 내의 최상위 포식자 황아귀의 해역별, 계절별 피·포식관계 파악을 통해, 저층 생태계의 기능을 파악하기 위한 기초 자료 및 연구 해역에서 어종간 섭식관계와 먹이망 연구를 위한 중요 자료로 이용할 수 있을 것이라고 판단된다.

## 사 사

이 논문은 2022년도 국립수산물과학원 수산과학연구소(R2022030)의 지원으로 수행된 연구입니다.

## References

- An YS, Park JM, Kim HJ and Baeck GW. 2012. Feeding habits of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the coastal water off Goseong, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 45, 76-81. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2012.0076>.
- Baeck GW and Huh SH. 2003. Feeding habits of juvenile *Lophius litulon* in the coastal waters of Kori, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 36, 695-699. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.6.695>.
- Cha BY, Hong BQ, Jo HS, Sohn HS, Park YC, Yang WS and Choi OI. 1997a. Food habits of the yellow goosefish *Lophius litulon*. J Korean Fish Soc 30, 95-104.
- Cha BY, Hong BQ, Sohn HS and Jo HS. 1997b. Distribution and spawning of the yellow goosefish *Lophius litulon*. Bull Korean Soc Fish Tech 33, 97-108.
- Cha BY, Park YC and Huh SH. 1998. Age and growth of the yellow goosefish *Lophius litulon*. J Korean Fish Soc 31, 529-534.
- Choi JH, Sung BJ, Lee DW, Kim JB, Oh TY and Kim JN. 2011. Feeding habits of yellow goosefish *Lophius litulon* and john dory *Zeus Faber* in the South Sea of Korea. Fish Aquat Sci 14, 435-441. <https://doi.org/10.5657/FAS.2011.0435>.
- Choo HS and Kim DS. 1998. The effect of variations in the Tsushima warm currents on the egg and larval transport of anchovy in the southern sea of Korea. J Korean Fish Soc 31, 226-244.
- Gang JH and Kim HS. 2005. Quantification of the vertical migration of zooplankton by ADCP sound scatter signals. In: Proceedings of the Korean Society of Marine Engineering. 06a, 772-776.
- Huh SH, Lee DJ, Choo HG, Park JM and Baeck GW. 2010. Feeding habits of olive flounder *Paralichthys olivaceus* collected from coastal waters off Taean, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 43, 756-759. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.6.756>.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. J Fish Biol 17, 411-429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>.
- Kim DG, Im YJ, Kim JN, Lee HW, Jin SY, Choi YJ and Baeck GW. 2020a. Maturity and spawning of the yellow goosefish *Lophius litulon* in the coastal waters of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 53, 67-73. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0067>.
- Kim DG, Seong GC, Jin SY, Soh HY and Baeck GW. 2021. Diet composition and trophic level of jack mackerel, *Trachurus japonicus* in the South Sea of Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 57, 117-126. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.2.117>.
- Kim HJ, Jeong JM, Park JH and Baeck GW. 2017. Feeding habits of larval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in eastern Jinhae Bay, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 50, 92-97. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0092>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-hak Publication Co., Seoul, Korea, 1-615.
- Kim KR, Nam KM, Park KH, Kim BS, Han MI, Kwak JW and Baeck GW. 2020b. Diet composition of whitespotted

- conger, *Conger myriaster* in the coastal waters of Geoje Island, Korea. Korean J Ichthy 32, 103-109. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.2.10>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2022. Statistic Database for Fisheries Production. Korean Statistical Information Service, Daejeon, Korea. Retrieved from <http://www.fips.go.kr> on Jul 17, 2022.
- Lee CI, Lee JH and Kim DS. 2007. Effects of meteorological factors on water temperature, salinity in the West Sea of Korea. J Korean Soc Mar Environ Saf 13, 29-37.
- Lee YJ, Lee JH and Kim YH. 2021. Feeding habits of the jack mackerel *Trachurus japonicus* in the Southern Sea of the Republic of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 54, 64-72. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0064>.
- Lim DI, Choi HW, Kim YO, Jung HS and Kang YS. 2011. Concentration level and grading of water quality components (COD, DIN, DIP, Chlorophyll-a) in Korean coastal waters: A statistical approach. Ocean Pol Res 33, 13-20. <https://doi.org/10.4217/OPR.2011.33.1.013>.
- Masuda H, Amaoka A, Araga C, Uyeno T and Yoshino T. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Vol. 1. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 1-437.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Waters in Korea. National Fisheries Research and Development Institute, Busan, Korea, 1-333.
- Park JM, Huh SH, Jeong JM and Baeck GW. 2014. Diet composition and feeding strategy of yellow goosefish, *Lophius litulon* (Jordan, 1902), on the southeastern coast of Korea. J Appl Ichthyol 30, 151-155. <https://doi.org/10.1111/jai.12337>.
- Park YC, Cha BY and Cha HK. 1999. Maturation and spawning of the yellow goosefish, *Lophius litulon* (Jordan) in Korean waters. J Korean Soc Fish Res 2, 84-91.
- Persson L and Diehl S. 1990. Mechanistic individual-based approaches in the population/community ecology of fish. In: Finnish Zoological Publishing Board. Annales Zoologici Fennici 27, 165-182.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105.
- Zhang CI and Yoon SC. 2003. Effects of climatic regime shift on the structure of marine ecosystem in the southwestern East Sea during the 1970s. Korean J Fish Aquat Sic 36, 389-401. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.4.389>.