pISSN 1225-827X
eISSN 2287-4623
J Korean Soc Fish Ocean Technol, 54(2), 138-145, 2018
http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT. 2018. 54. 2. 138

KSFOT FISHERIES OCEAN TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr
〈Original Article〉

통영 장평리 잘피밭에 출현하는 복섬(*Takifugu niphobles*)의 위내용물 조성

최희찬 · 박종혁 · 남기문[1] · 백근욱*
경상대학교 해양식품생명의학과, 해양산업연구소, 해양생물교육연구센터, [1]부경해양생물연구소

Diet composition of grass puffer, *Takifugu niphobles* in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri, Tongyeong

Hee Chan Choi, Jong Hyeok Park, Ki Mun Nam[1] and Gun Wook Baeck*

Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea
[1]Pukyong Marine Life Research Institute, Sacheon 52540, Korea

The diet composition of *Takifugu niphobles* was studied with 587 specimens collected in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri, Tongyeong, Korea, using a seine net, monthly from May 2016 to April 2017. The standard length (SL) of the specimens ranged from 0.7 to 9.0 cm. The stomach contents analysis indicated that *T. niphobles* consumed mainly amphipods (%*IRI*: 91.0 %). In addition, *T. niphobles* fed on small quantities of copepods, polychaetes, insects, bivalves and crabs. *T. niphobles* consumed mainly amphipods over all size class. Smaller individuals (less than 4 cm SL) fed mainly on amphipods and copepods. The proportion of copepods decreased, as body size increased, whereas the consumption of polychaetes increased gradually. The seasonal variation in the diet composition of *T. niphobles* was significant. Amphipods were most common prey in all seasons. Copepods decreased from summer to spring gradually whereas the consumption of polychaetes increased in autumn.

Keywords : Diet composition, *Takifugu niphobles,* Tongyeong, Eelgrass bed

서 론

복섬(*Takifugu niphobles*)은 복어목(Tetraodontiformes) 참복과(Tetraodontidae)에 속하는 어종으로 우리나라 전 연안, 일본 홋카이도 이남, 중국해 등에 분포하며 연안이나 기수역에 서식한다(Kim et al., 2005). 우리나라 주변 해역에 출현하는 참복속(*Takifugu*)에 속하는 어종으로는 복섬을 포함한 까치복(*Takifugu xanthopterus*), 자주복(*T. rubripes*), 졸복(*T. pardalis*), 참복(*T. chinensis*), 황복(*T. obscurus*) 등 총 18종이 있는데 대부분의 종들이 우리나라에서 중요한 수산자원으로 활용되고 있다.

*Corresponding author: gwbaeck@gnu.ac.kr, Tel: +82-55-772-9156, Fax: +82-55-772-9159

최근 들어 복섬을 포함한 우리나라의 수산자원 어획량이 감소하고 있음에도 불구하고(MAF, 1988, 1993; MOF, 2003, 2016) 경남지방을 중심으로 복섬을 복국, 매운탕 등 식용으로 활발히 이용하고 있다. 이와 같이 복섬은 수산자원으로서의 경제적 가치가 높은 어종이지만 생태학적 연구는 미비한 실정이다. 복섬의 생태에 관한 국외연구로는 산란습성과 초기발달(Uno, 1955; Katayama and Fujita, 1967; Kobayashi et al., 1978), 성숙과 산란행동(Honma et al., 1980), 성장에 따른 미골발달(Fujita, 1992), 산란에 대한 조석과 일주기의 영향(Yamahira, 1994), 연령별 먹이이용 및 공간분포(Yamahira et al., 1996), 부화성공률(Yamahira, 1997), 해수에서 담수로 단기간 이동(Kato et al., 2010) 등이 있으며, 국내연구로는 유어의 식성(Huh and Kwak, 1998a), 산란습성 및 초기생활사(Oh et al., 2000), 자치어의 골격발달(Han et al., 2003) 등이 있지만 식성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 통영 장평리 잘피밭에 풍부하게 서식하는 복섬의 위내용물 분석을 통하여 위내용물 조성을 알아보고 조사지역인 통영 장평리 잘피밭 생태계의 에너지의 경로를 이해하기 위한 생태적 기초자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 복섬 시료는 경상남도 통영시 장평리 잘피밭에서 2016년 5월부터 2017년 4월까지 매월 사리 간조시기에 지인망(Seine net, 950×150 cm, 전체 망목 1×1 cm)을 이용하여 5분씩 3회 예인하였다(Fig. 1). 채집된 복섬 시료는 사후 소화 방지를 위해 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린 용액에 고정한 뒤, 실험실로 운반하였다. 채집된 복섬 시료는 표준체장(Standard length, SL)과 습중량을 각각 0.1 cm와 0.1 g까지 측정하였다. 위내용물 분석은 각각의 개체에서 위를 분리하여 해부현미경(Motic SMZ-171) 하에서 먹이생물을 종류별로 구분하였고 가능한 종 수준까지 동정하였다(Kaname, 1988; Hong et al., 2006; Seo, 2010; Chang, 2010). 동정된 먹이생물은 종류별로 크기(장축, 단축)를 측정하고 개체수를 계수하였으며 이후, 부피계산식(Takatsu et al., 2007)을 참고하여 먹이생물의 부피를 계산하였다. 위내용물의 분석결과는 식 (1), (2), (3)과 같이 각 먹이생물에 대한 출현빈도(*%F*), 먹이생물의 개체수비(*%N*)와 부피비(*%V*)로 나타냈다.

$$\%F = A_i/N \times 100 \quad (1)$$

$$\%N = N_i/N_{total} \times 100 \quad (2)$$

$$\%V = V_i/V_{total} \times 100 \quad (3)$$

여기서, A_i는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 복섬의 개체수이고 N은 먹이를 섭식한 복섬의 총 개체수, $N_i(V_i)$는 해당 먹이생물의 개체수(부피), $N_{total}(V_{total})$은 전체 먹이 개체수(부피)이다. 먹이생물의 상대중요성지수(Index of relative importance, *IRI*)는 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 구하였으며 상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(*%IRI*)로 나타내었다.

$$IRI = (\%N + \%V) \times \%F \quad (4)$$

복섬 시료는 3개 체장그룹으로 나누어 각 체장군별 먹이생물을 분석하였다(Small: <2 cm, n=314; Medium: 2~4 cm, n=97; Large: 4< cm, n=137). 체장군별 먹이섭식 특성 파악을 위해 체장군별 먹이의 평균 개체수(Mean number of preys per stomach *mN/ST*)와 체장군별 먹이의 평균 부피(Mean volume of preys per stomach *mV/ST*)를 구하였으며 일원배치분산분석(One-way ANOVA, Microsoft excel 2010)을 이용하여 유의성을 검정하였고 $P<0.05$일 때 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다. 계절에 따른 먹이생물변화를 파악하기 위하여 봄(3~5

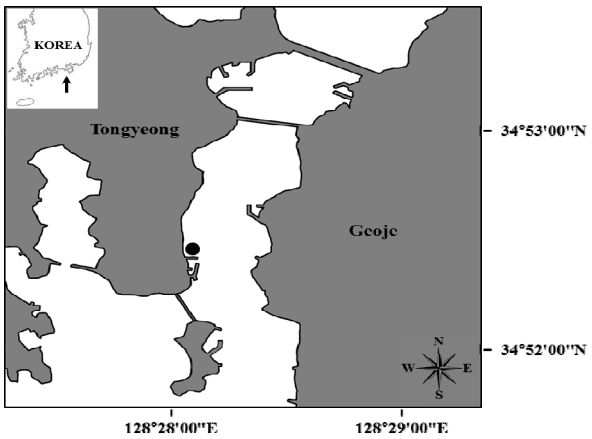

Fig. 1. Location of the sampling areas from May 2016 to April 2017 in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri Tongyeong, Korea (●).

월, *n*=7), 여름(6~8월, *n*=407), 가을(9~11월, *n*=10), 겨울(12~2월, *n*=124) 사계절로 구분하여 먹이생물의 조성을 확인하였다.

결 과

체장분포

본 연구에 사용된 복섬 총 587개체의 표준체장(Standard length, SL)은 0.7~9.0 cm의 범위를 보였다(Fig. 2). 2 cm 미만 체장군이 전체 개체수의 56.0%를 차지하였으며 계절별로는 여름(6~8월)에 407개체로 전체 개체수의 71.9%가 채집되어 가장 높은 점유율을 차지하였으며 봄(3~5월)에 7개체로 전체 개체수의 1.2%가 채집되어 가장 낮은 점유율을 차지하였다. 또한 2016년 8월에 평균체장이 1.0 cm로 가장 작았으며 2016년 5월은 평균체장이 9.0 cm로 가장 컸다.

위내용물 조성

본 연구에서 채집된 복섬 587개체 중 먹이생물을 전혀 섭식하지 않은 개체는 39개체로 6.6%의 공복율을 나타내었다. 위내용물 분석 결과, 복섬의 주먹이생물은 출현빈도 94.0%, 개체수비 73.8%, 부피비 73.8%를 보여 상대중요성지수비 91.0%를 차지한 단각류(Amphipoda)로 나타났다. 단각류 중에 출현빈도 79.9%, 개체수비 40.0%, 부피비 13.7%를 차지한 *Caprella* sp.가 가장 많이 우점한 먹이생물로 확인되었다. 단각류 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 55.8%, 개체수비 18.6%, 부피비 1.1%를 보여 상대중요성지수비 7.2%를 차지한 요각류(Copepoda)였다. 그 외 갯지렁이류(Polychaeta), 곤충류(Insecta), 이매패류(Bivalvia), 게류(Brachyura) 등 다양한 먹이생물을 섭식하였지만 각각 1.3% 이하의 상대중요성지수비를 보여 그 양은 상대적으로 많지 않았다(Table 1).

성장에 따른 위내용물 조성의 변화

상대중요성지수비를 이용하여 복섬의 체장군별 먹이생물 변화를 분석한 결과, 가장 작은 체장군인 Small 체장군에서는 단각류가 상대중요성지수비 89.9%로 가장 우점한 먹이생물이었다. 그 다음은 요각류로 상대중요성지수비 9.6%를 차지하였다. 그 외 곤충류, 갯지렁이류도 섭식했으나 상대중요성지수비 0.3% 미만으로

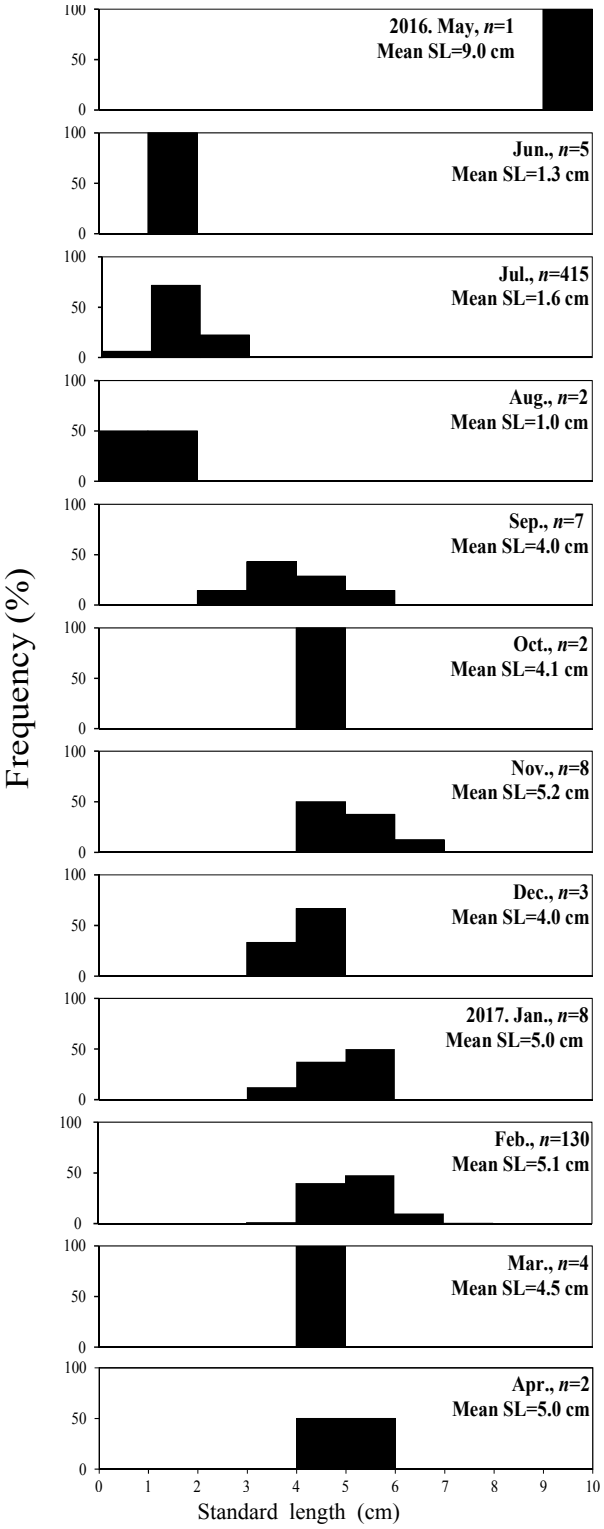

Fig. 2. Monthly variations in standard length frequency of *Takifugu niphobles* collected from May 2016 to April 2017 in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri Tongyeong, Korea.

Table 1. Composition of the stomach contents of *Takifugu niphobles* by frequency of occurrence, number, volume and index of relative importance (*IRI*) collected from May 2016 to April 2017 in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri Tongyeong, Korea

Prey organisms	%*F*	%N	%*V*	%*IRI*
Amphipoda	**94.0**	**73.8**	**73.8**	**91.0**
Ampithoe lacertosa	0.4	+	0.1	
Ampithoe sp.	5.5	1.1	6.9	
Ampithoe valida	0.4	+	0.1	
Caprella sp.	79.9	40.0	13.7	
Corophium sp.	6.8	2.3	3.3	
Stenothoe sp.	4.9	2.3	11.6	
Unidentified Gammaridae	60.6	28.0	38.2	
Brachyura	**7.1**	**0.5**	**1.5**	**0.1**
Brachyura larvae	7.1	0.5	1.5	
Cladocera	**1.1**	**2.1**	+	+
Copepoda	**55.8**	**18.6**	**1.1**	**7.2**
Eurytemora pacifica	1.5	0.4	0.1	
Harpacticus sp.	18.8	4.8	0.3	
Sapphirina sp.	27.0	4.7	0.5	
Tigriopus japonicus	25.0	8.6	0.3	
Isopoda	**2.6**	**0.2**	**0.8**	+
Macrura	**1.1**	**0.1**	**0.1**	+
Macrura larvae	1.1	0.1	0.1	
Bivalvia	**6.4**	**1.1**	**1.4**	**0.1**
Gastropoda	**1.1**	**0.2**	**0.3**	+
Insecta	**9.5**	**2.1**	**0.4**	**0.2**
Ostracoda	**4.7**	**0.4**	**0.2**	+
Pisces	**0.2**	+	**0.1**	+
Polychaeta	**9.7**	**0.8**	**20.4**	**1.3**
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**

+: less than 0.1%

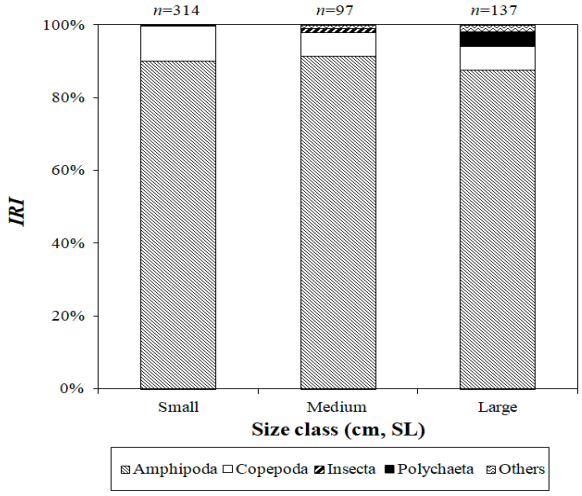

Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of the stomach contents by %*IRI* of *Takifugu niphobles* collected from May 2016 to April 2017 in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri Tongyeong, Korea (Small: <2 cm, Medium: 2~4 cm, Large: 4< cm).

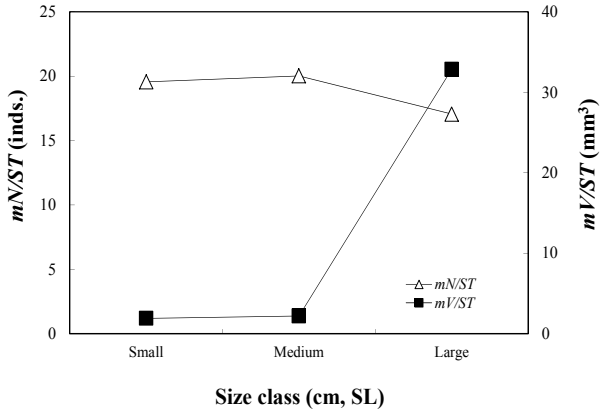

Fig. 4. Variation of mean number of preys per stomach (*mN/ST*) and mean volume of prey per stomach (*mV/ST*) of *Takifugu niphobles* among size classes collected from May 2016 to April 2017 (Small: <2 cm, *n*=314; Medium: 2~4 cm, *n*=97; Large: 4< cm, *n*=137).

그 양은 많지 않았다. Medium 체장군에서도 단각류가 상대중요성지수비 91.3%로 가장 우점한 먹이생물이었고 그 다음으로는 요각류가 6.6%였으며 곤충류는 1.1%로 그 양은 많지 않았다. Large 체장군에서는 단각류가 상대중요성지수비 87.6%로 가장 우점한 먹이생물이었고 그 다음으로는 요각류가 6.5%, 갯지렁이류가 4.0%였다(Fig. 3). 단각류는 전체 체장군에서 가장 우점한 먹이생물이었다. 큰 체장군으로 갈수록 요각류의 상대중요성지수비는 감소하였으며 갯지렁이류의 상대중요성지수비는 증가하는 경향을 보였다. 복섬의 체장군별 평균 먹이생물 개체수(*mN/ST*)는 성장함에 따라 감소하였지만 유의한 차이는 없었다(P>0.05). 평균 먹이생물 부피(*mV/ST*)는 성장함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 유의한 차이가 있었다(P<0.05) (Fig. 4).

계절에 따른 위내용물 조성의 변화

복섬의 계절별 먹이조성의 결과를 살펴보면, 단각류의 상대중요성지수비는 여름에 90.5%로 가장 높은 비율을 차지하였고 가을에 58.3%, 겨울에 89.2%, 봄에 86.4%를 나타냈다. 요각류는 여름에 8.8%로 가장 높았다가 점차 감소하여 봄에 2.1%를 차지하였으며 갯지렁이류는 가을에 32.9%로 높은 값을 나타냈으나 겨울에 4.5%로 감소하였다가 봄에 10.0%로 증가하였다(Fig. 5).

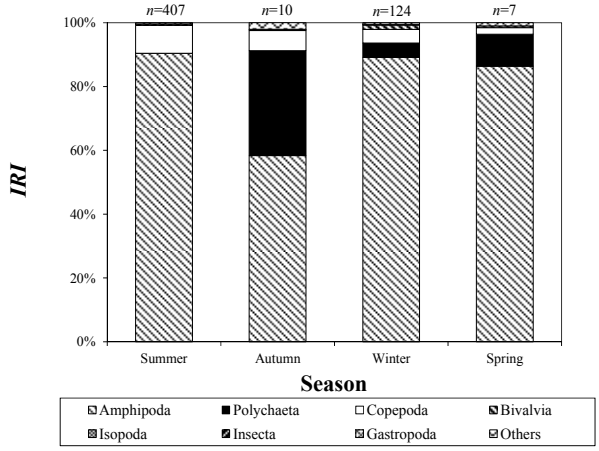

Fig. 5. Seasonal variation in composition of stomach contents by %*IRI* (index of relative importance) of *Takifugu niphobles* collected from May 2016 to April 2017 in the eelgrass bed of Jangpyeong-ri Tongyeong, Korea. Spring (Mar.~May), Summer (Jun.~Aug.), Autumn (Sep.~Nov.), Winter (Dec.~Feb.).

고 찰

본 연구에서 복섬의 주먹이생물은 단각류였으며 단각류 중에서 *Caprella* sp.가 가장 높은 비율을 차지하였다. 광양만에서 출현한 복섬의 식성연구에서 복섬의 주먹이생물은 단각류로 본 연구와 유사한 결과를 보였다(Huh and Kwak, 1998a). 또한 국내 잘피밭에 출현한 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*), 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*), 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 베도라치(*Pholis nebulosa*) 등의 어류들도 단각류를 주로 섭식하는 결과를 보였다(Huh and Kwak, 1997; 1998b; 1998c; 1998d; 1998e). 이와 같이 *Caprella* sp.를 포함한 단각류는 잘피밭에 비교적 풍부하게 서식하는 특성을 보여 잘피밭에 서식하는 다른 먹이생물에 비해 다양한 어종들과 복섬이 쉽게 섭식하였을 것이라 판단된다. 단각류 다음으로 우점한 먹이생물은 요각류로 나타났으며 요각류 중 호랑장수노벌레(*Tigriopus japonicus*)와 장수노벌레속(*Harpacticus* sp.)와 같은 갈고리노벌레목(Harpacticoida)을 섭식하였다. 거제만 잘피밭에서 출현한 점망둑(*Chaenogobius annularis*) 치어의 주먹이생물 또한 갈고리노벌레목으로 나타났는데 Kim et al. (2016)의 연구에 의하면 거제만 잘피밭에 서식하는 점망둑 치어의 주먹이생물이 갈고리노벌레목인 것은 점망둑이 성장하면서 저서생활을 하기 때문에 저서성인 갈고리노벌레목을 섭식한 것으로 생각된다고 하였다. 본 연구에서 복섬이 갈고리노벌레목을 섭식한 것은 본 연구지역이 잘피밭이라는 특성상 수심이 낮기 때문에 저층에 분포하는 갈고리노벌레목을 쉽게 섭식했을 것으로 판단된다. 이와 같은 결과로 볼 때, 복섬은 단각류, 요각류 등 다양한 소형 무척추동물을 섭식하는 육식성어류(Carnivorous fish)임을 알 수 있었다.

본 연구 결과 복섬은 성장함에 따라 크게 먹이전환을 하지 않았지만 적은 비율의 먹이생물 변화를 확인할 수 있었다. 광양만에서 출현한 복섬의 성장에 따른 먹이조성을 살펴보면 비교적 작은 크기군인 2~3 cm, 3~4 cm, 4~5 cm 체장군에서는 단각류가 많은 비율을 차지하는 먹이생물이었지만 5 cm 이상의 큰 체장군에서는 게류와 새우류의 점유율이 증가하는 결과를 보였다(Huh and Kwak, 1998a). 본 연구 결과와 비교하였을 때 Small과 Medium 체장군의 경우 Huh and Kwak (1998a)의 연구와 유사한 먹이조성 경향을 보였으나 Large 체장군에서는 갯지렁이류의 점유율이 증가하여 게류와 새우류가 증가하였던 Huh and Kwak (1998a)의 연구와 다른 결과를 보였다. 또한 동대만에서 출현한 복섬의 성장에 따른 먹이조성을 살펴보면 본 연구에서 채집되지 않았던 9.0 cm 이상의 크기군이 채집되었으며 성장함에 따라 게류와 복족류가 증가하는 경향을 나타내었다(Kim, 2010). 비교적 많은 선행 연구들에서 동일종임에도 불구하고 조사지역에 따라 성장하면서 먹이생물 변화양상이 다르게 나타났는데 일본 Aburatsubo 잘피밭에서 출현하는 어류의 식성연구를 살펴보면 볼락(*Sebastes inermis*)은 3.8~6.0 cm 크기군에서 요각류를 주로 섭식하다가 6.1~10.0 cm 크기군에서는 갯지렁이류를 주로 섭식하였고 줄망둑은 3.0 cm 미만 크기군에서는 요각류와 단각류를 주로 섭식하다가 3.1~7.1 cm 크기군에서는 갯지렁이류를 주로 섭식하였다(Horinouchi and Sano, 2000). 하지만 광양만 잘피밭에 출현하는 볼락은 1.0~2.0 cm 크기군에서는 요각류를 주로 섭식하다가 성장하면서 단각류를 주로 섭식하였으며 줄망둑은 1.0~2.0 cm 크기군에서는 단각류를 주로 섭식하다가 성장하면서 갯지렁이류와 복족류를 주로 섭식하였다(Huh and Kwak, 1998c ;1998f). 이와 같이 동일 종임에도 불구하고 성장함에 따라 지역적으로 먹이생물의 차이를 보이는 것은 지리적 차이에 따라 환경먹이생물이 다르기 때문이라고 알

려져 있다(Horinouchi and Sano, 2000). 따라서 본 연구에서 복섬이 성장하면서 갯지렁이의 비율이 증가한 것은 지리적 차이에 따른 환경먹이생물이 다르기 때문이라 판단된다.

복섬은 성장함에 따라 먹이생물의 평균부피(*mV/ST*)가 증가하였는데 성장함에 따라 점차 큰 먹이생물로 섭이 대상을 전환하는 결과는 많은 해산어류에서 나타나는 일반적인 특징으로 알려져 있다(Huh et al., 2006). 광양만 잘피밭에 출현한 복섬은 성장하면서 단각류에서 비교적 부피가 큰 새우와 게류를 섭식하였고(Huh and Kwak, 1998a) 일본 Aburatsubo 잘피밭에서 출현한 *Takifugu*속 어류인 졸복(*Takifugu pardalis*)은 작은 체장군에서는 요각류와 단각류를 주로 섭식하였지만 성장함에 따라 복족류와 이매패류 같이 단각류보다 비교적 큰 먹이생물들을 주로 섭식하였다(Horinouchi et al., 1996). 이러한 결과는 체장이 증가함에 따라 더 많은 에너지를 필요로 하기 때문에 노력당 에너지 효율이 더 높은 먹이를 섭식하는 것으로 판단할 수 있다(Wainright and Richard, 1995).

복섬의 계절별 먹이생물의 변화를 분석한 결과, 단각류는 모든 계절에 가장 중요한 먹이생물이었으며 특히 여름에 가장 높은 비율을 보였다. 단각류는 수온이 높아지기 시작하고 잘피의 현존량이 많아지는 4월에 증가하기 시작하여 5~7월에 가장 많이 출현한다고 알려져 있다(Jeong et al., 2004). 본 연구지역에서도 수온이 높아지고 잘피의 현존량이 많아지는 6~8월에 단각류가 풍부하게 출현하여 여름에 단각류를 가장 많이 섭식한 것으로 판단된다. 단각류 다음으로 중요한 먹이생물인 요각류는 여름에 가장 많이 출현하였다가 점차 감소하는 경향을 보였다. 본 연구에서 여름에 작은 체장의 복섬이 많이 출현하였고 체장이 작은 복섬은 입크기, 유영능력, 소화능력이 낮아 비교적 섭식하기 용이한 요각류를 섭식하다가 점차 성장하여 요각류의 섭식이 줄어든 것으로 판단된다. 광양만 잘피밭에 출현한 복섬의 경우, 갯지렁이류를 가을에 섭식하였지만 비교적 낮은 비율을 보였다(Huh and Kwak, 1998a). 본 연구에서 복섬의 가을철 먹이조성을 보면 갯지렁이류의 상대중요성지수비가 32.9%를 차지하여 차이를 보였다. 이러한 결과는 가을이 되면서 큰 크기의 복섬이 출현하였고 복섬이 성장하면서 이빨이 발달하게 되어 부피가 큰 갯지렁이류를 쉽게 절삭할 수 있었기 때문에 갯지렁이류의 섭식이 늘어난 것으로 판단된다.

옆새우류와 바다대벌레류는 잘피가 분해된 유기쇄설입자를 직접 먹거나 유기쇄설입자를 먹이로 하는 미소동물을 먹은 뒤, 어류와 같은 상위 포식자에게 잡아 먹힘으로써 잘피밭 일차생산을 상위단계로 연결하는 중요한 구실을 하는 것으로 알려져 있다(Thayer et al., 1984). 본 연구지역인 장평리 잘피밭의 에너지 흐름을 살펴본 결과, 단각류는 잘피잎에 부착하는 조류, 규조류, 유기쇄설물 등을 섭식하여 복섬과 잘피밭에 출현하는 다양한 어류들에게 중요한 연결고리가 되어 다양한 상위포식자까지 전달될 것으로 판단된다(Jeong et al., 2004). 향후 연구에서는 서식지 환경과 복섬의 식성의 관계를 알아보고 이에 따라 복섬의 자원량에 끼치는 영향을 알아보는 것이 필요하다고 판단된다.

결 론

경상남도 통영시 장평리 잘피밭에 출현하는 복섬(*Takifugu niphobles*)의 위내용물을 알아보기 위해 2016년 5월부터 2017년 4월까지 총 587개체를 채집하였다. 복섬은 육식성어류였으며 주로 단각류(Amphipoda)를 섭식하였다. 단각류 다음으로 중요한 먹이생물은 요각류(Copepoda)였다. 그 외에 곤충류(Insecta), 이매패류(Bivalvia), 게류(Brachyura) 등을 섭식하였지만 그 양은 많지 않았다. 복섬의 체장범위는 0.7~9.0 cm였으며 전체장군에서 가장 중요한 먹이생물은 단각류였다. 성장함에 따라 요각류의 점유율은 감소하였으며 갯지렁이류의 점유율은 증가하는 경향을 보였다. 또한 성장함에 따라 평균 먹이생물의 개체수는 유의한 차이를 보이지 않았지만 평균 먹이생물의 부피는 증가하였다. 계절별 먹이생물 변화양상을 살펴본 결과, 모든 계절에 단각류가 가장 중요한 먹이생물이었다. 단각류는 여름에 가장 높은 점유율을 보였으며 가을에 감소하는 경향을 보였다. 단각류 다음으로 중요한 먹이생물인 요각류는 여름에서 봄으로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 갯지렁이류는 가을에 가장 높은 점유율을 보였으며 겨울에 가장 낮은 점유율을 보였다.

References

Chang CY. 2010. Invertebrates Fauna of Korea. NATIONAL

INSTITUTE OF BIOLOGICAL RESOURCES Ministry of Environment 21, 238.

Fujita K. 1992. Development of the caudal skeleton in the tetraodontid fish, *Takifugu niphobles*. Japan J Ichthyol 38, 438-440.

Han KH, Oh SH and Seo WI. 2003. Ostelogical development of larvae and juveniles of the grass puffer, *Takifugu niphobles*. Korean J Ichthyol 15, 193-199.

Hong, SY, Park KY, Park CW, Han CH, Suh HL, Yun SG, Song CB, Jo SJ, Lim HS, Kang YS, Kim DJ, Ma CW, Son MH, Cha HK, Kim KB, Choi SD, Park KY, Oh CW, Kim DN, Shon HS, Kim JN, Choi JH, Kim MH and Choi IY. 2006. Marine invertebrates in Korean coasts. Academybook, 487.

Honma Y, Ozawa T, Chiba A. 1980. Maturation and spawning behavior of the puffer, *Fugu niphobles*, occurring on the coast of Sado Island in the Sea of Japan(a preliminary report). Japan J Ichthyol 27, 129-138. (DOI:10.11369/jji1950.27.129)

Horinouchi M and Sano M. 1996. Stomach contents of the tetraodontid fish *Takifugu paradalis*, in *Zostera* bed at Aburatsubo, central Japan. Ichthyol Res 43, 455-458. (DOI:10.1007/BF02347642)

Horinouchi M and Sano M. 2000. Food habits of fishes in a *Zostera marina* bed at Aburatsubo, central Japan. Ichthyol Res 47, 163-173. (DOI:10.1007/BF02684237)

Huh SH and Kwak SN. 1997. Feeding habits of *Pholis nebulosa*. Korean J Ichthyol 9, 22-29.

Huh SH and Kwak SN. 1998a. Feeding habits of juvenile *Takifugu niphobles* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 31, 806-812.

Huh SH and Kwak SN. 1998b. Feeding habits of juvenile *Acanthopagrus schlegeli* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 10, 168-175.

Huh SH and Kwak SN. 1998c. Feeding habits of *Acentrogobius pflaumii* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Korean J Ichthyol 10, 24-31.

Huh SH and Kwak SN. 1998d. Feeding habits of *Favonigobius gymnauchen* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 31, 372-379.

Huh SH and Kwak SN. 1998e. Feeding habits of *Lateolabrax japonicus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Bull Korean Soc Fish Technol 34, 191-199.

Huh SH and Kwak SN. 1998f. Feeding habits of *Sebastes inermis* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 31, 168-175.

Huh SH, Park JM and Baeck GW. 2006. Feeding habits of john dory *Zeus faber* in the coastal waters off Gori, Korea. J Korean Fish Soc 39, 357-362.

Jeong SJ, Yu OH and Suh HL. 2004. Seasonal variation and feeding habits of amphipods inhabiting *Zostera marina* bed in Gwangyang Bay, Korea. J Korean Fish Soc 37, 122-128. (DOI:10.5657/kfas.2004.37.2.122)

Kaname O. 1988. New illustrated encyclopedia of the fauna of Japan. Hokuryu-Kan Publishing Co Ltd., 1-803.

Katayama M and Fujita S. 1967. Ecological studies on the puffer, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder) III. On the spawning beaches and spawning times in the inland sea side of Yamaguchi prefecture. Bull Fac Educ Yamaguchi Univ 16, 55-61.

Kato A, Maeno Y, Hirose S. 2010. Brief migration of the grass puffer, *Takifugu niphobles*, to fresh water from salt water. Ichthyol Res 57, 298-304. (DOI:10.1007/s10228-009-0150-x)

Kim HJ, Park JH, Jung JM, Ye SJ and Baeck GW. 2016. Feeding habits of juvenile *Chaenogobius annularis* in an eelgrass bed in the coastal water of Geoje, Korea. J Korean Soc Fish Technol 52, 176-182. (DOI:http:10.3796/KSFT.2016.52.2.176)

Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co Ltd. Seoul, 1-615.

Kim JY. 2010. Spawning, growth and feeding habits of *Takifugu niphobles* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Dongdae Bay, Korea. Master's degree Thesis, Pukyong National University, Korea, 1-54.

Kobayashi Y, Kobayashi H, Takei H and Nozaki Y. 1978. Spawning habit of the puffer, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder) II. Zool Mag 87, 44-55.

MAF. 1988. Statistical yearbook of agriculture, forestry & fisheries. Ministry of agriculture and fisheries republic of Korea, 1-493.

MAF. 1993. Statistical yearbook of agriculture, forestry & fisheries. Ministry of agriculture and fisheries republic of Korea, 1-500.

MOF. 2003. Statistical Yearbook of Oceans & Fisheries.

Ministry of Oceans and fisheries Republic of Korea, 1-330.

MOF. 2016. Statistical Yearbook of Oceans & Fisheries. Ministry of Oceans and fisheries Republic of Korea, 1-416.

Oh SH, Han KH, Kim YM, Jung HH, Shin SS, Kim YU. 2000. Spawning behavior and early life history of grass puffer, *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder) (Teleostei; Tetraodontidae). Kor J Ichthyol 12, 236-243.

Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105.

Seo HY. 2010. Invertebrates fauna of Korea. NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGICAL RESOURCES Ministry of Environment 21, 1-199.

Takatsu T, Siziki Y, Shimizu A, Imura K, Hiraoka Y and Shiga N. 2007. Feeding habits of stone flounder *Platichthys bicoloratus* larvae in Mutsu Bay, Japan. Fish Sci 73, 142-155. (DOI:10.1111/j.1444-2906.2007.01312.x)

Thayer GW, Bjorndal KA, Ogden JC, Williams SL and Zieman JC. 1984. Role of larger herbivores in seagrass communites. Estuaries 7, 351-376. (DOI:10.2307/1351619)

Uno Y. 1955. Spawning habit and early development of a puffer, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder). Jour Tokyo Univ Fish 41, 69-183.

Wainwright PC and Richard BA. 1995. Scaling the feeding mechanism of the largemouth bass (*Micropterus salmoides*): Motor pattern. J Exp Biol 5, 1161-1171.

Yamahira K. 1994. Combined effects of tidal and diurnal cycles on spawning of the puffer, *Takifugu niphobles* (Tetradontidae). Environ Biol Fish 40, 255-261. (DOI: 10.1007/BF00002513)

Yamahira K, Kikuchi T and Nojima S. 1996. Age specific food utilization and spatial distribution of the puffer, *Takifugu niphobles*, over an intertidal sand flat. Environ Biol Fish 45, 311-318. (DOI:10.1007/BF00003100)

Yamahira K. 1997. Hatching success affects the timing of spawning by the intertidally spawning puffer *Takifugu niphobles*. Mar Ecol Prog Ser 155, 239-248.

2017. 12. 14 Received
2018. 02. 27 Revised
2018. 03. 19 Accepted