

이학석사 학위논문

동해 중부 연안에 출현하는 강도다리
(*Platichthys stellatus*)의 식성



2013년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 학 과

강 진 목

이 학 석 사 학 위 논 문

동해 중부 연안에 출현하는 강도다리
(*Platichthys stellatus*)의 식성



부경대학교 대학원

해 양 학 과

강 진 목

강진묵의 이학석사 학위논문을 인준함

2013년 8월



주 심 이학박사 곽 석 남 (인)

위 원 이학박사 허 성 회 (인)

위 원 이학박사 김 하 원 (인)

목 차

Abstract	I
List of Tables	III
List of Figures	VI
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
III. 결과	7
1. 체장분포	7
2. 위 내용물의 조성	8
3. 성장에 따른 먹이생물의 변화	13
4. 계절에 따른 먹이생물의 변화	17
IV. 고찰	22
V. 요약	28
VI. 참고문헌	29

**Feeding Habits of Starry Flounder (*Platichthys stellatus*)
in the Middle East Sea of Korea**

Jin Muk Kang

Department of Oceanography, Graduate school
Pukyong National University

Abstract

Feeding habits of *Platichthys stellatus* were studied based on 184 specimens collected in the middle East Sea, Korea from March 2011 to February 2012. The size of *Platichthys stellatus* ranged from 16.5 to 48.5 cm in total length (TL).

Platichthys stellatus was a bottom feeding carnivore which consumed mainly Mysidacea, Pisces, Gammaridea, Ophiuroidea. Its diet also included small quantities of Bivalvia, Anomura and Polychaeta.

It showed ontogenetic changes in feeding habits. Although Bivalvia and Pisces were eaten predominantly for all size groups. But the proportion of Bivalvia to total stomach contents was small percentage. The proportion of pisces to total stomach contents increased with increasing fish size. The proportion of Mysidacea to total stomach contents decreased with increasing fish size.

The relative proportion of the major stomach contents changed with season. The consumption of Anomura was higher in spring. The consumption of Ophiuroidea was higher in summer and autumn. *Platichthys stellatus* fed various prey organisms in summer. The consumption of pisces was higher in winter. The diet overlap index between size groups was from 0 to 0.49.

The diet breadth index decreased with growing fish size. The seasonal diet breadth index was higher in summer.



List of Tables

Table 1. Composition of the stomach contents of <i>Platichthys stellatus</i> by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance (IRI).	10
Table 2. The size-related variation of dietary overlap index of <i>Platichthys stellatus</i>	16
Table 3. The size-related (A) and seasonal (B) variation of dietary overlap index of <i>Platichthys stellatus</i>	19



List of Figures

Fig. 1. Photograph of <i>Platichthys stellatus</i>	5
Fig. 2. Location of the sampling area.	6
Fig. 3. Size distribution of <i>Platichthys stellatus</i> collected in the middle of the coast of East Sea.	7
Fig. 4. Photographs of prey organisms of <i>Platichthys stellatus</i>	12
Fig. 5. Ontogenic change in composition of stomach contents of <i>Platichthys stellatus</i>	14
Fig. 6. Seasonal change in composition of stomach contents of <i>Platichthys stellatus</i>	18
Fig. 7. The size-related variation of dietary breadth index of <i>Platichthys stellatus</i>	20
Fig. 8. The seasonal variation of dietary breadth index of <i>Platichthys stellatus</i>	21

I. 서 론

강도다리(*Platichthys stellatus*) (Fig. 1)는 가자미과(Pleuronectidae) 강도다리속(*Platichthys*)에 속하는 저서성 어류로서 우리나라의 북부 연해와 일본과 러시아연안에 까지 널리 분포한다(Orcutt, 1950).

그리고 산란을 목적으로 강 하구까지 올라오는 경우가 있다. 산란기는 일본 홋카이도 서안에 서식하는 강도다리의 경우, 2월에서 3월경으로 알려져 있으며(Orcutt, 1950), 지느러미에는 강도다리 특유의 얼룩무늬가 존재한다(Jung, 1961). 지리적인 분포는 우리나라 동해안과 일본 전 연안에서부터 캄차카반도, 알류산 열도, 알래스카와 미국 서부해안에 걸친 북태평양 연안지역에 서식하는 것으로 알려져 있으며, 0~400m의 수심까지 서식한다(Orcutt, 1950).

강도다리는 삼투압 조절 능력이 뛰어나 저염분에 대한 내성이 강한 광염성 해산어로 새로운 양식대상 어종이다(Kwon et al., 2007). 또한 치어 방류사업 역시 활발히 이루어지고 있다.

이전까지 강도다리에 관한 국내의 연구로는 강도다리의 산소 소비율에 미치는 수온과 체중의 영향(Oh et al., 2009), 강도다리 치어의 암모니아 배설에 미치는 수온의 영향(Oh et al., 2009), 수온에 따른 강도다리의 산소소비 리듬(Byun et al., 2008)과 강도다리의 난발생과 자치어의 형태 발달(Byun et al., 2007)등이 있었다. 국외에서의 연구는 강도다리의 생태에 관한 연구 (Orcutt, 1950), 베링해와 Chukchi해 남동부에 서식하는 강도다리의 가을철 먹이식성(Jewett and Feder, 1980), Bol'shaya강 하구에 서식하는 강도다리의 식성에 관한 연구(Tokranov and Maksimenko, 1994), Primorye 북부해안에 서식하는 강도다리의 생물학적 특징(Kolpakov, 2005) 등이 있었다.

이전까지의 연구결과를 보면 국내에서 강도다리에 관한 연구는 대부분 양식을 위한 환경요인에 관한 연구만이 있었으며, 생태학적인 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라 동해안에 서식하는 강도다리를 채집하여 중요 먹이생물과 성장과 계절에 따른 먹이생물의 변화 등을 파악하여 강도다리에 관한 기초적인 자료 확보에 그 목적이 있다.



II. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 강도다리는 2011년 3월부터 2012년 2월까지 동해중부해역(Fig. 1, 2)에서 채집하였으며, 채집된 시료는 현장에서 냉장 보관하여, 즉시 실험실로 운반하였다. 운반된 강도다리의 시료는 각 개체의 전장을 0.1cm 단위까지 측정하였으며, 체중은 0.1g 단위까지 측정하였다. 그리고 위를 분리한 뒤, 해부현미경 하에서 위 내용물을 동정하였다. 위 내용물 중 출현하는 먹이생물은 Takeda(1982), NFRDI(2001), Yoon(2002) 등을 이용하여 동정하였다.

먹이생물은 종류별로 개체수를 개수하고, 먹이생물의 크기를 mm 단위까지 측정하였다. 그 후 종류별로 건조기에 넣고 80℃에서 24시간 건조한 뒤 전자저울을 이용해 건조중량을 0.0001g 단위까지 측정하였다. 위 내용물의 분석결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 개체수비, 건조중량비로 나타내었다.

출현빈도(F_i , $F_i(\%)$)는 다음과 같이 구하였다.

$$F_i (\%) = A_i/N \times 100$$

여기서 A_i 는 해당 먹이생물이 위 내용물 중 발견된 어류의 개체수이고, N 은 위 내용물이 있었던 어류의 개체수이다.

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

$$IRI = (N_i\% + W_i\%) \times F_i\%$$

여기서 $N_i\%$ 은 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율이며, $W_i\%$ 는 먹이생물 총 건조중량에 대한 백분율이며, $F_i\%$ 는 각 먹이생물의 출현빈도이다. 또 각 상대중요성지수를 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(IRI%)를 구하였다.

각 크기군별 먹이생물 중복도는 Schoener의 먹이중복지수 (1970)를 이용하여 구하였다.

$$a = 1 - 0.5 \left(\sum_{i=1}^n |P_{xi} - P_{yi}| \right)$$

여기서 a 는 x 종과 y 종의 중복도이고, P_{xi} 는 x 종이 섭식한 i 먹이의 건조중량 백분율이고, P_{yi} 는 y 종이 섭식한 i 먹이의 건조중량 백분율이다.

또 먹이생물을 어느 정도 다양하게 먹었는가를 파악하기 위해서 dietary breadth index (Bi)를 구하였다(Krebs, 1989).

$$Bi = 1/(n-1) \cdot (1/\sum P_{ij}^2 - 1)$$

여기서 P_{ij} 는 포식자 i 의 위 내용물 중 먹이생물 j 가 차지하는 비율이며, n 은 총 먹이생물의 종수이다. 이 지수의 범위는 0부터 1까지로 수치가 1에 가까울수록 다양한 먹이생물을 먹는 종으로 볼 수 있다(Gibson and Ezzi, 1987; Krebs, 1989).

또한 성장에 따른 강도다리의 식성변화를 파악하기 위해서 채집된 강도다리를 6개의 크기군으로 나누었다.



Fig. 1. Photograph of *Platichthys stellatus*.

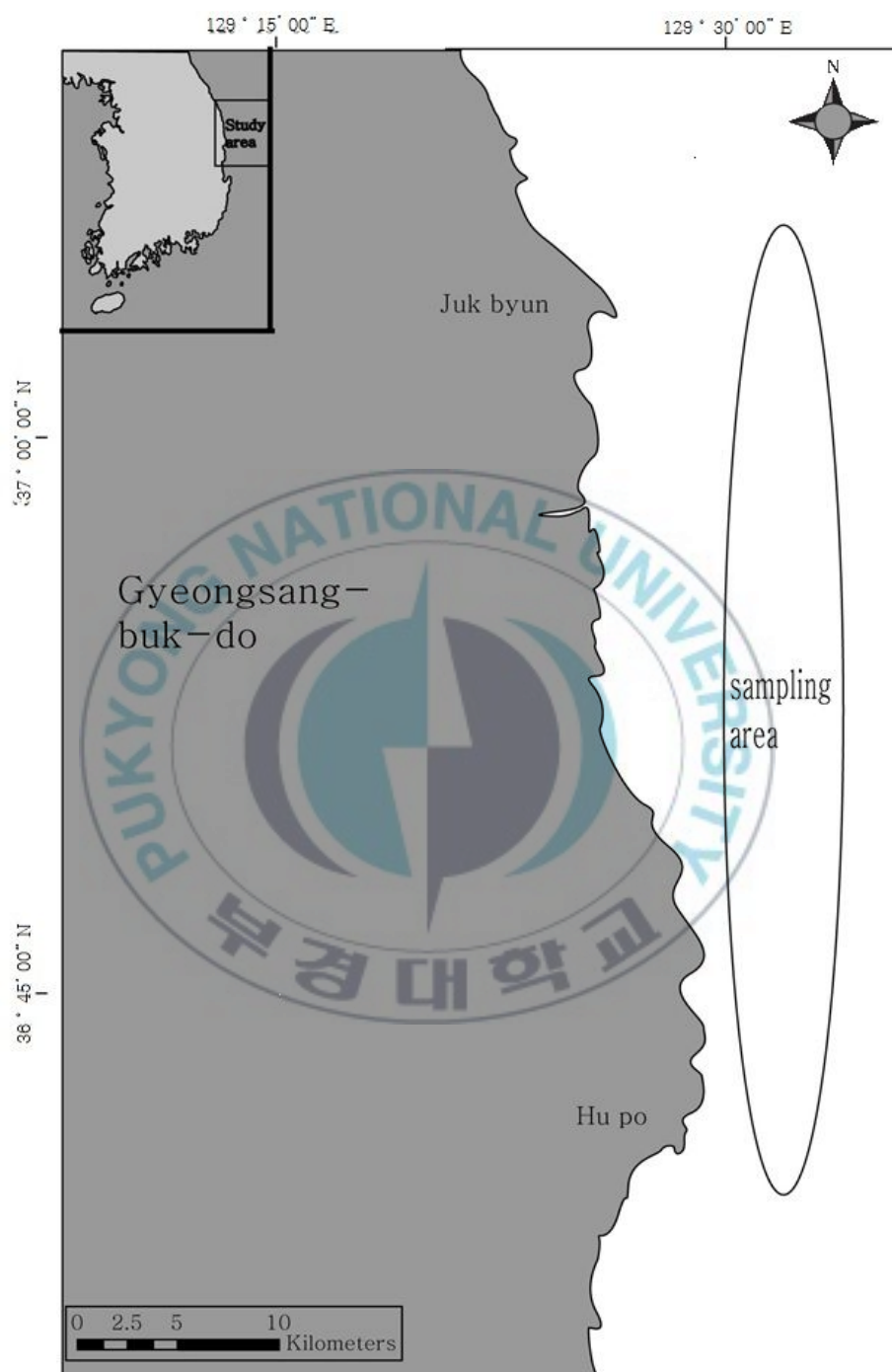


Fig. 2. Location of the sampling area

Ⅲ. 결과

1. 체장분포

본 연구에서 채집된 강도다리는 총 366개체였으며, 전장(Total length, TL) 범위는 16.5~48.5 cm TL이었고, 20~30 cm TL 사이의 범위가 전체의 76.2%를 차지했다(Fig. 3).

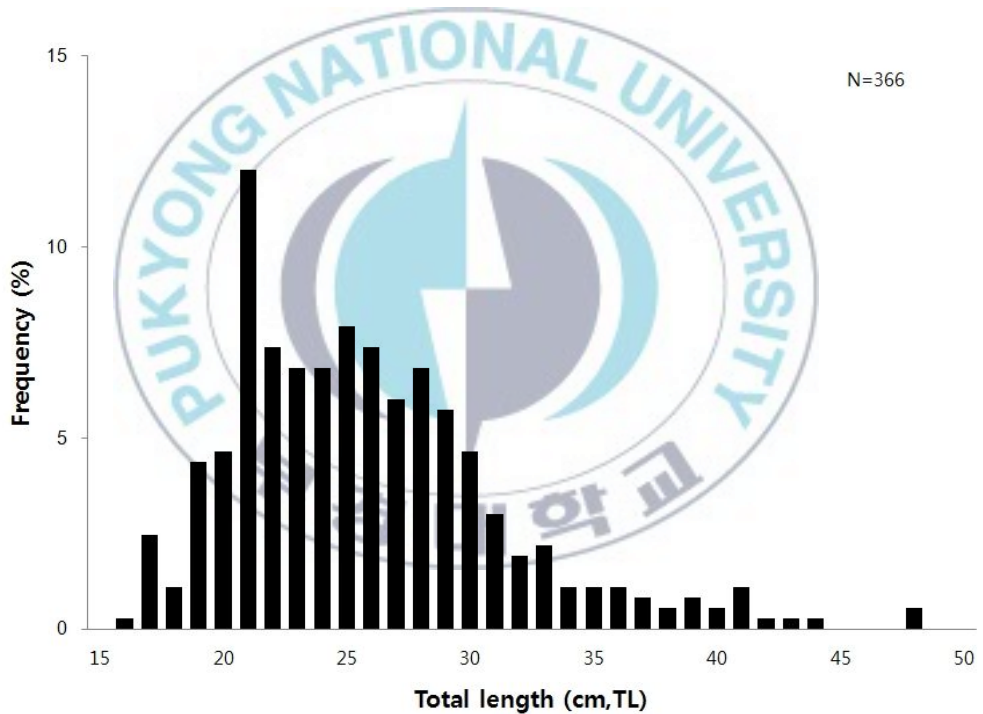


Fig. 3. Size distribution of *Platichthys stellatus* collected in the middle of East Sea.

2. 위 내용물의 조성

총 366개체의 강도다리를 분석한 결과, 위 내용물이 전혀 없었던 개체는 182개체로 49.7%의 공복율을 나타내었다. 먹이를 섭식한 184개체의 위 내용물 분석 결과 총 15개 분류군 42종의 먹이생물이 출현하였다 (Table 1, Fig. 4). 강도다리의 가장 중요한 먹이생물은 곤쟁이류(Mysidacea)로 총 19.0%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 33.9%, 전체 위 내용물 건조중량의 1.8%를 차지하였으며, 상대중요성지수비는 31.0%였다. 먹이생물의 크기가 작아 건조중량이 낮았지만 많은 출현빈도와 개체수의 영향으로 가장 중요한 먹이생물로 나타났다.

그 다음으로 중요한 먹이생물은 어류였으며, 10.9%의 출현빈도, 4.7%의 개체수비, 28.1%의 건조중량비를 보였으며, 상대 중요성 지수비는 16.3% 였다. 섭식된 어종의 대부분은 까나리(*Ammodytes personatus*)였으며, 그 외에 베도라치(*Pholis nebulosa*)가 소량 출현하였다.

다음으로 많이 섭식된 먹이생물은 단각류(Amphipoda)에 속하는 옆새우류(Gammaridea)였으며, 15.2%의 출현빈도와 16.6%의 개체수비, 0.5%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 11.8%였다. 곤쟁이류와 마찬가지로 작은 크기이기 때문에 건조중량비는 낮았지만 높은 출현빈도와 개체수비 때문에 세 번째로 중요한 먹이생물로 나타났다. 대부분의 개체가 소화가 진행되어 구별을 할 수 없었지만, 총 10종 이상의 단각류가 출현하였으며, *Pontogeneia* sp. 가 가장 높은 출현량을 보였다.

네 번째로 많이 섭식된 먹이생물은 거미불가사리류(Ophiuroidea)에 속하는 빗살거미불가사리(*Ophiura kinbergi*)였으며, 6.0%의 출현빈도와 4.8%의 개체수비, 36.8%의 건조중량비를 차지하여, 상대중요성지수비는 11.4%를 보였다. 그리고 섭식된 먹이생물 중에서 가장 많은 건조중량비

를 보였다.

그 다음으로 중요한 먹이생물은 이매패류(Bivalvia)로 13.6%의 출현빈도, 8.2%의 개체수비, 3.6%의 건조중량비를 보여, 상대중요성지수비는 7.3%를 보였다. 그리고 출현한 대부분의 이매패류는 조개가 통째로 출현하지 않고 수관부만이 출현하였다. 집게류(Anomura)에 속하는 쪽불이(*Callinasa japonica*)와 갯지렁이류(Polychaeta)가 각각 7.1%와 10.9%의 출현빈도, 4.9%와 5.4%의 개체수비를 보였으며, 15.3%와 7.6%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 각각 6.5% 씩으로 나타났다. 그리고 편형동물문(Platyhelminthes), 거구목(Macrostomida)에 속하는 *Macrostomum* sp.를 많이 섭식한 것으로 나타났다. 20.1%의 출현빈도와 4.8%의 개체수비, 4.46%의 상대중요성지수비를 보였으나 0.1%보다 낮은 건조중량비를 보였다. 그 외에도 갑각류인 게류(Brachyura)와 새우류(Macura)가 출현하였지만 상대 중요성 지수비 1.7%, 1.5%로 각각 낮은 값을 보여 중요한 먹이생물은 아닌 것으로 나타났으며, 쿠마류(Cumacea)와 복족류(Gastropoda) 등도 1% 미만의 값을 보였다.

Table 1. Composition of the stomach contents of *Platichthys stellatus* by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance (IRI).

Prey organisms	Fi(%)	N(%)	W(%)	IRI	IRI(%)
Protozoa					
Cymnostomatida	1.6	1.2	+	1.9	0.1
<i>Orchomenolla</i> sp.	0.5	0.1	+		
<i>Ornithocercus</i> sp.	1.1	1.0	+		
Platyhelminthes					
Turbellaria					
Macrosytomida	20.1	4.8	+	102.9	4.5
<i>Macrostomum</i> sp.	20.1	4.8	+		
Mollusca					
Gastropoda	1.1	1.5	1.1	2.8	0.1
Unidentified Gastropoda	1.1	1.5	1.1		
Bivalvia	13.6	8.2	3.6	160.2	7.3
<i>Solen</i> sp.	1.1	0.2	0.5		
Unidentified Bivalves	12.5	7.9	3.1		
Annelida					
Polychaeta	10.9	5.4	7.6	141.5	6.5
Arthropoda					
Crustacea					
Amphipoda	20.1	18.5	0.6	269.7	12.3
Caprellidea	4.9	2.0	0.2	10.3	0.5
<i>Caprella Kroyeri</i>	1.1	0.2	+		
<i>Caprella scaura</i>	2.2	1.4	0.1		
<i>Caprella</i> sp.	1.6	0.3	+		
Gammaridea	15.2	16.6	0.5	259.4	11.8
<i>Ampelisca</i> sp.	1.1	0.3	+		
<i>Anonyx</i> sp.	0.2	0.2	+		
<i>Indunella</i> sp.	1.6	0.7	+		
<i>Lilieborgia</i> sp.	0.5	0.7	0.1		
<i>Lilieborgia japonica</i>	1.1	0.7	+		
<i>Pontogeneia</i> sp.	1.6	0.6	+		
<i>Pontoporeia</i> sp.	0.5	0.2	+		
Unidentified Gammaridea	7.6	13.1	0.4		
Anomura	7.1	4.9	15.3	142.2	6.5
<i>Callinasa japonica</i>	7.1	4.9	15.3		
Brachyura	6.5	2.0	3.8	37.7	1.7
<i>Cancer gibbosulus</i>	0.5	0.1	0.1		
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	1.1	0.2	0.1		
<i>Leptodius exaratus</i>	0.5	0.2	0.3		
<i>Portunus haani</i>	0.5	0.1	2.3		
<i>Portunus</i> sp.	1.1	0.3	0.2		
Unidentified Brachyura	2.7	0.9	0.9		

+ : less than 0.1%

Table 1. Continued

Prey organisms	Fi(%)	N(%)	W(%)	IRI	IRI(%)
Cumacea	3.8	1.2	+	4.5	0.2
<i>Diastylis</i> sp.	0.5	0.1	+		
<i>Symphodomma</i> sp.	0.5	0.1	+		
Unidentified Cumacea	2.7	0.9	+		
Isopoda	0.5	0.5	0.1	0.3	+
Macrura					
<i>Crangon affinis</i>	4.4	1.7	0.5		
<i>Crangon hakodatei</i>	1.1	0.3	0.3		
<i>Heptacarpus camtschaticus</i>	0.5	0.1	+		
Unidentified macrura	2.7	0.7	+		
Mysidacea	19.0	33.9	1.8	679.7	31.0
<i>Archaeomysis</i> sp.	1.1	4.9	0.2		
<i>Neomysis intermedia</i>	3.4	2.3	+		
<i>Neomysis</i> sp.	0.5	1.2	0.1		
Unidentified Mysidacea	10.9	25.5	1.6		
Echinodermata					
Astroidea					
Ophiuroidea	6.0	4.8	36.8	248.9	11.4
<i>Ophiura kinbergi</i>	6.0	4.8	36.8		
Chordata					
Pisces	10.9	4.7	28.1	356.7	16.3
<i>Ammodytes personatus</i>	4.4	2.8	24.9		
<i>Pholis nebulosa</i>	1.1	0.2	0.1		
Unidentified pisces	5.4	1.7	3.0		
Unidentified egg	2.7	4.8	+	13.1	0.6
Unidentified Organisms	2.2	0.8	0.1	1.9	0.1
Total		100.0	100.0	2192.4	100.0

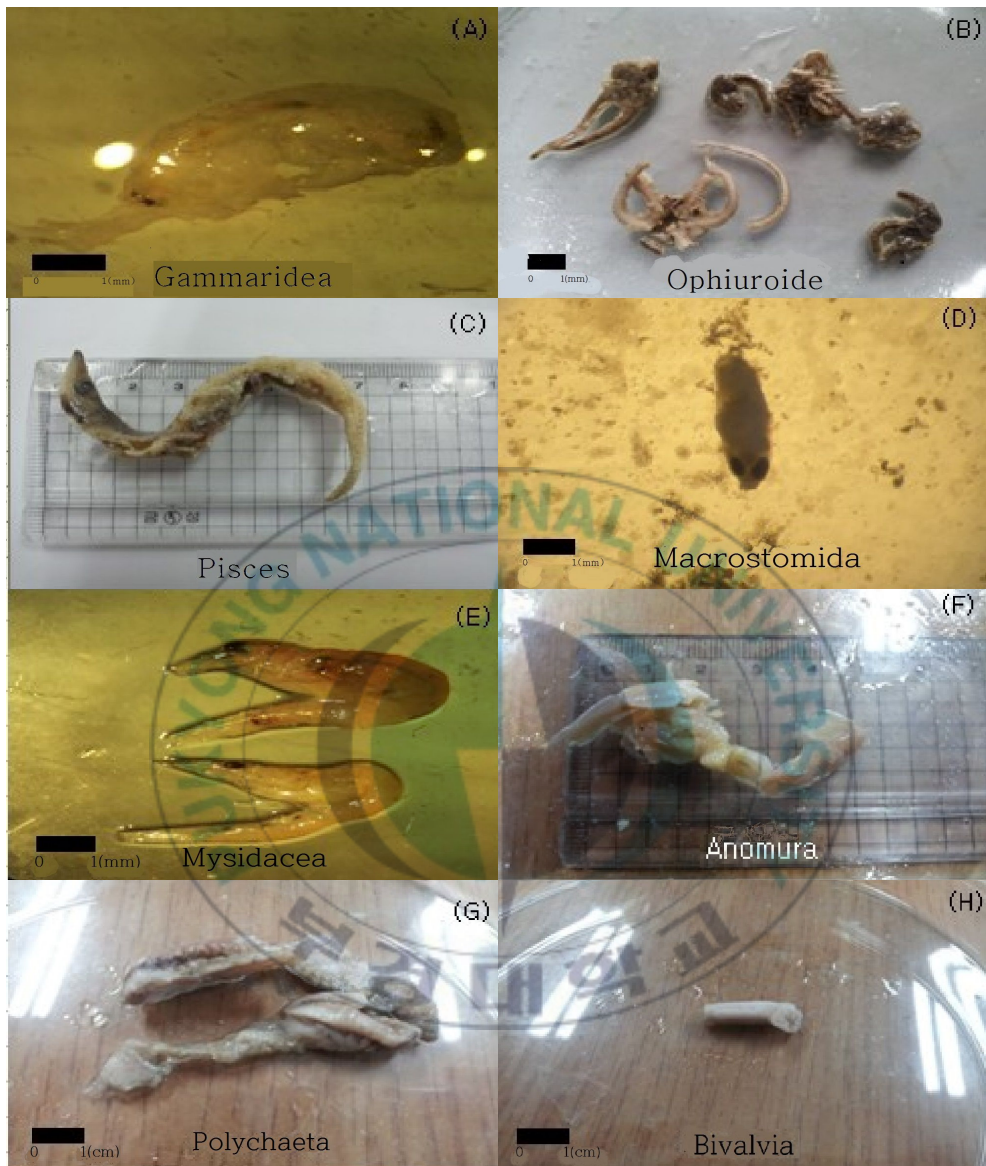


Fig. 4. Photographs of prey organisms of *Platichthys stellatus*. (A, *Indunella* sp. ; B, *Ophiura kinbergi* ; C, *Ammodytes personatus* ; D, *Macrostomum* sp. ; E, *Neomysis intermedia* ; F, *Callinasa japonica* ; G, Polychaeta ; H, Bivalvia)

3. 성장에 따른 먹이생물의 변화

3.1. 주먹이생물의 변화

강도다리의 성장에 따른 먹이변화를 조사하기 위해 5cm 간격으로 6개의 크기군으로 나누어서 살펴본 결과, Fig. 5와 같이 나타났다.

전장 20cm TL 이하의 크기군에서는 곤쟁이류가 건조중량비 56.1%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었으며, 옆새우류가 20.2%로 그 다음으로 중요한 먹이생물로 나타났으며, 이매패류가 13.8%를 차지하여 세 번째로 중요한 먹이생물로 나타났다. 그리고 갯지렁이류가 3.3%를 차지하였다. 20~25cm TL인 크기군의 경우, 갯지렁이류가 건조중량비 25.5%로 크게 증가하여 가장 중요한 먹이생물이었으며, 반면 곤쟁이류와 옆새우류는 각각 17.0%와 4.2%로 차지하여 건조중량비가 급격하게 줄어들었고, 이매패류의 경우 12.1%로 큰 변동이 없었다. 그리고 20cm이하 크기군에서는 발견되지 않았던 집게류와 어류가 각각 건조중량비 13.6%, 10.2%를 차지하였 출현하기 시작하였다. 25~30cm 크기군에서는 곤쟁이류와 옆새우류가 각각 건조중량비 1.1%와 0.6%의 건조중량비를 보이며 급격하게 감소하였으며, 그에 반해 집게류의 쪽불이가 건조중량비 48.3%를 차지하며 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 다음으로 어류가 건조중량비 17.7%를 차지하며 증가하였고, 갯지렁이류와 이매패류는 각각 13.9%와 5.7%를 차지하며 크게 감소하였다. 30~35cm 크기군에서는 어류가 33.8%의 건조중량비를 보이며 가장 중요한 먹이생물로 나타났으며, 거미불가사리류가 건조중량비 23.3%를 차지하며 두 번째로 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 다음으로 쪽불이는 건조중량비의 15.0%, 갯지렁이류는 건조중량비의 12.6%를 차지했다. 그리고 이매패류도 건조중량비 4.0%로 소량 출현하였다. 35~40cm의 크기군에서는 거미불가사리류가 72.7%의 건조중량비를 보여, 가장 중요한 먹이생물로 나타났으며, 그 다

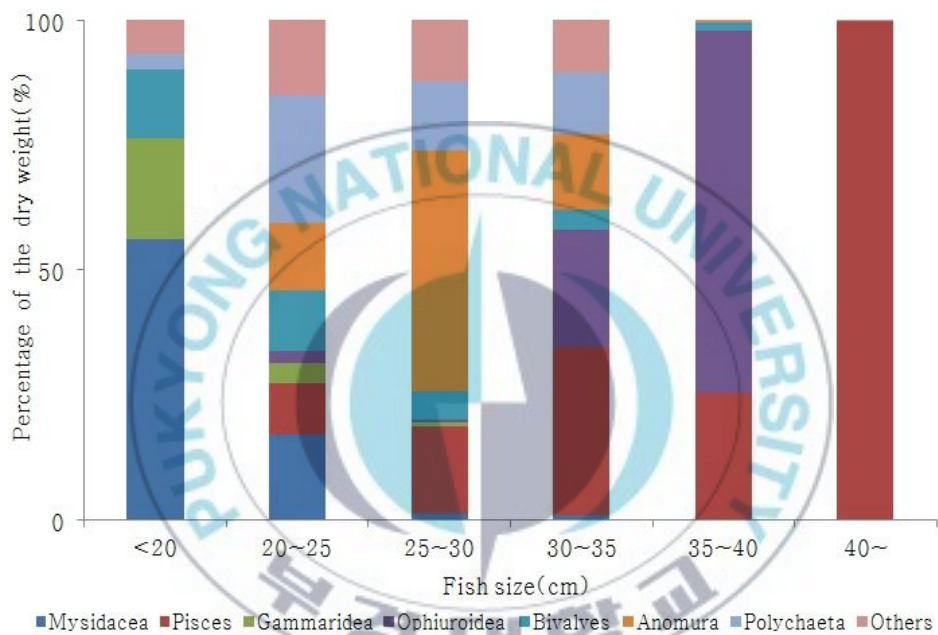


Fig. 5. Ontogenic change in composition of stomach contents of *Platichthys stellatus*.

음으로 어류가 25.1%의 건조중량비를 보여 이전 크기군에 비해 약간 감소한 경향을 보였다. 그리고 이매패류는 건조중량비 1.5%, 쪽불이는 0.4%의 건조중량비를 보여 낮은 점유율을 차지하였다. 40cm이상의 크기군에서는 어류가 99.9%를 차지하여 거의 100%로 가까운 건조중량비를 보이며 이 크기군의 가장 중요한 먹이생물로 나타났으며, 다른 먹이생물은 거의 섭식하지 않았다.

3.2. 먹이중복도지수의 변화

중복도지수를 이용하여 강도다리의 전장 Group 별 중복도를 조사해 본 결과(Table 2), 중복도지수는 0~0.45까지의 범위로 나타났다. 20cm TL 이하 크기군의 경우, 크기군의 크기가 커질수록 중복도가 감소하였다. 20cm TL이하 크기군과 20~25cm TL 크기군 간의 중복도지수는 0.32였으나 20cm TL이하 크기군과 40cm TL이상의 크기군과의 중복도지수가 0으로 나타나, 가장 큰 크기군과 가장 작은 크기군은 서로 중복되지 않는다고 나타났다. 20~25cm TL크기군과 나머지 크기군과 중복도지수를 살펴본 결과, 역시 크기군이 증가할수록 중복도 지수가 감소하였다. 다른 크기군들도 자신의 크기군과 차이가 많이 나면 중복도 지수 값이 감소하고 가까우면 증가하는 양상을 보였다. 그리고 가장 중복도지수가 높았던 크기군은 30~35cm TL 크기군과 35~40cm TL 크기군이었다.

Table 2. The size-related variation of dietary overlap index of *Platichthys stellatus*.

(unit : cm TL)						
Size group	<20	20~25	25~30	30~35	35~40	40<
<20						
20~25	0.32					
25~30	0.15	0.45				
30~35	0.13	0.39	0.40			
35~40	0.02	0.10	0.10	0.49		
40<	0.00	0.05	0.07	0.34	0.24	

3.3. Dietary breadth index

강도다리의 성장과 계절에 따른 dietary breadth index를 조사해 본 결과(Fig. 7), 성장에 따른 dietary breadth index의 값은 0~0.24 의 범위를 나타내었다. dietary breadth index는 가장 작은 크기군이었던 20cm TL 이하의 크기군에서 낮은 값을 보였으나 20~25cm TL의 크기군에서 급격하게 증가하여 가장 높은 값인 0.24를 나타내었으나, 이후 지속적으로 감소하는 양상을 보이며, 40 cm이상 크기군에서 0의 값을 나타내었다.

4. 계절에 따른 먹이생물의 변화

4.1. 주먹이생물의 변화

강도다리의 계절에 따른 먹이생물의 변화를 살펴본 결과(Fig. 6), 춘계에는 집게류에 속하는 쪽불이가 전체 위 내용물 건조중량비에서 55.4%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그 다음으로 중요한 먹이생물은 갯지렁이류였으며 건조중량비로 22.4%를 차지하였다.

하계의 경우 춘계에 가장 중요한 먹이생물이었던 쪽불이의 점유율이 감소하여 건조중량비가 9.9%를 차지하였으며, 춘계에는 출현하지 않았던 거미불가사리류가 출현하여 건조중량비 41.1%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 다음으로 중요한 먹이생물은 갯지렁이류로 건조중량비 10.3%를 보였으며, 하계에는 기타 먹이를 많이 섭식하여 기타분류군이 25.6%를 차지하였다. 추계에서는 하계에 많이 출현하였던 거미불가사리류가 건조중량비 60.2%로 나타나 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그 다음으로 어류가 건조중량비 34.6%를 차지하며 두 번째로 높은 점유율을 차지하였다. 그 외에 이매패류와 갯지렁이류가 있었지만 각각 건조중량비 2.2%로 1.5%로 그 양은 매우 적었다. 동계의 경우 어류가 건조중량비의 87.0%를 차지하여 가장 높은 점유율을 차지하였으며, 그 외에 이매패류와 곤쟁이류가 건조중량비는 6.3%와 4.5%로 작은 점유율을 차지하였다. 전체적으로 강도다리는 하계에 가장 많은 종류의 먹이생물을 섭식하였고, 동계에 가장 적은 먹이생물을 섭식하였다.



Fig. 6. Seasonal change in composition of stomach contents of *Platichthys stellatus*.

4.2. 먹이 중복도 지수의 변화

계절별 중복도지수도 조사해 본 결과(Table 3), 중복도지수는 0.05~0.45의 값을 나타냈다. 춘계와 하계의 중복도는 0.28이었으며, 춘계와 추계, 춘계와 동계의 중복도는 각각 0.05와 0.07로 낮은 중복도지수를 나타내었다. 또 하계와 추계는 중복도지수가 0.45로 상대적으로 높은 값을 보였으며, 하계와 동계는 0.08의 낮은 중복도지수 값을 보였다. 그리고 추계와 동계는 0.37의 중복도지수를 보이는 것으로 나타났다.

Table 3. The size-related (A) and seasonal (B) variation of dietary overlap index of *Platichthys stellatus*.

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Spring				
Summer	0.28			
Autumn	0.05	0.45		
Winter	0.07	0.08	0.37	

4.3. Dietary breadth index

계절에 따른 dietary breadth index의 변화를 살펴본 결과(Fig.), 하계에 가장 높은 0.24의 dietary breadth index값을 보였다. 20cm이하 크기군에서 20~25cm크기군으로 값이 증가하였지만 그 이후 크기군은 점차 값이 낮아지는 경향을 보였다. 계절에 따른 dietary breadth index 값은 0.03~0.08사이의 범위를 나타내었다(Fig 7). 춘계에서 하계로 값이 0.04에서 0.08로 증가하였지만, 하계에서 추계로 갈 때는 0.08에서 0.03으로 값이 감소하였다. 추계와 동계의 차이는 거의 없었다.

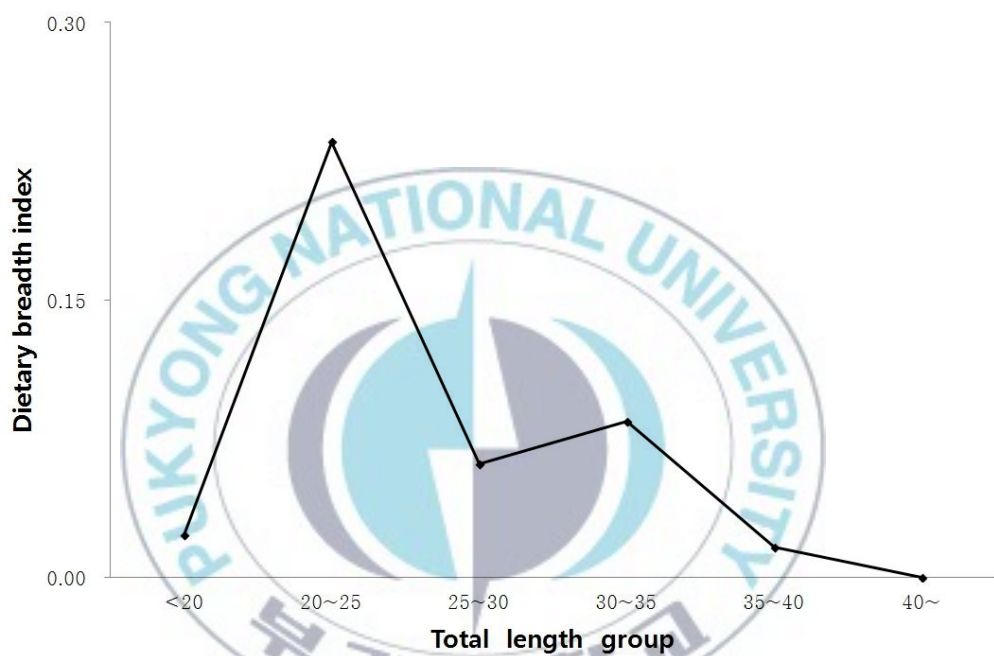


Fig. 7. The size-related variation of dietary breadth index of *Platichthys stellatus*.

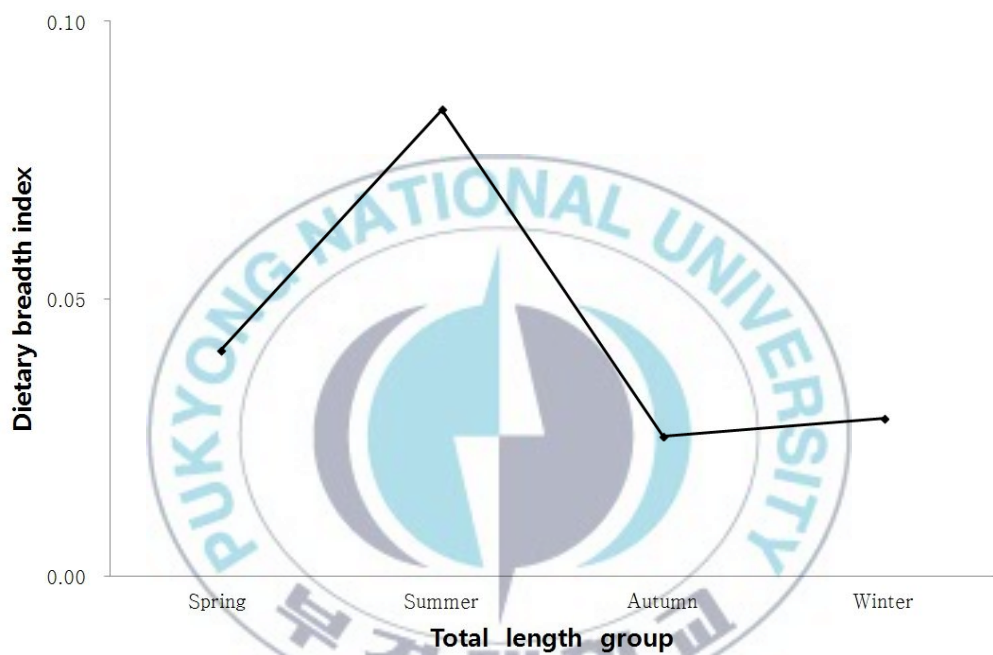


Fig. 8. The seasonal variation of dietary breadth index of *Platichthys stellatus*.

IV. 고찰

본 연구해역에서 채집된 강도다리는 총 366개체였다. 채집된 개체는 16.5~48.5 cm TL 의 범위를 보였으며, 20~30 cm TL 사이의 범위가 전체의 76.2%를 차지했다. 이전에 연구되어진 결과에 따르면, 2년생의 강도다리의 경우 대략 10.7 cm TL, 4년생의 경우 대략 36.0 cm TL, 6년생의 경우 대략 47.4 cm TL 의 평균 전장을 가진다고 조사되었으며 (Orcutt, 1950), 본 연구결과와 비교하여 보았을 때, 채집된 강도다리는 2년생 이상의 개체가 채집된 것으로 판단되었다. 또한 가장 많이 출현한 20~30cm TL 의 강도다리들은 대부분 3년생의 개체들이었으며, 채집된 강도다리중 가장 큰 개체는 48.5 cm TL로 5~6년생인 것으로 추정되었다.

본 연구에서 강도다리의 가장 중요한 먹이생물은 곤쟁이류와 어류로 나타났다. 그 다음으로 중요한 먹이생물은 옆새우류와 거미불가사리류, 이매패류와 집게류, 갯지렁이류의 순이었다. 강도다리가 속해있는 가자미과 어류들의 먹이생물 연구에 대해 살펴보면 광양만 잘피발에 서식하는 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*)의 식성에 관한 연구에서는 갯지렁이류가 가장 중요한 먹이생물이었으며(Kwak and Huh, 2003), 본 연구와 같은 해역에서 채집된 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*)의 식성에 관한 연구에서도 갯지렁이류가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다(Han et al., 2012). 그리고 고리 연안에서 채집된 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)의 식성에 관한 연구에서는 새우류가 가장 중요한 먹이생물이었다(Huh and Baeck, 2003). 또한 같은 과는 아니지만 서식환경과 섭식 활동이 유사한 넙치의 경우를 살펴보았을 때, 본 연구와 같은 해역에서 채집된 넙치의 식성에 관한 연구에서는 어류가 가장 중요한 먹이생물로

나타났다(Choi et al., 2011). 그리고 서식지역이 달랐던 태안 지역에 서식하는 넙치의 식성에 관한 연구에서도 어류가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다(Huh et al., 2010). 그리고 본 연구와 유사한 먹이를 섭식한 어류를 조사한 결과, 거미불가사리류를 주먹이 생물로 섭식하였던 어류는 저서성인 베도라치(*Pholis nebulosa*)와 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)(Huh and Gawk, 1997 ; Huh and Gawk, 1999), 등가시치(*Zoarces gillii*)(Huh and Baeck, 2000), 참돔(*Pagrus major*) 과 황돔(*Dentex tumifrons*)(Kim, 2006), 문치가자미 등이었으며(Nam et al., 2012), 집게류에 속하는 쪽불이를 주 먹이생물로 한 어종은 같은 지역에서 채집된 넙치(Choi et al., 2011)와 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*) 등이 있었다(Beack, 2011).

위의 연구결과들과 본 연구의 강도다리가 섭식한 먹이를 비교하여 볼 때, 강도다리 또한 전형적인 저서 섭식 육식성 어종 (bottom feeding carnivore) 임을 알 수 있었다. 그리고 저서에 생활을 하는 어종들과 유사한 섭식행동을 하는 것으로 판단되었다. 그리고 본 연구에서 강도다리의 특이한 먹이섭식활동은 첫 째로 이매패류의 입출수공을 뜯어서 섭식하였으며, 16.5~40cm TL 까지 지속적으로 출현을 하였다. 강도다리는 턱에 이빨이 있는 구조인데 이를 이용해 먹이를 잘게 뜯어서 섭식한 것으로 판단되었다. 이러한 강도다리의 먹이습성은 국외연구이었던 강도다리의 생태에 관한 연구 (Orcutt, 1950)와 같은 속의 어류인 *Platichthys flesus*의 먹이습성에 관한 연구 (Wakefield, 1984), *Platichthys bicoloratus*의 먹이습성에 관한 연구 (Tomiyaama, 2008) 등에서도 비슷한 섭식형태를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 또 국내논문에서는 낙동강하구에 서식하는 돌가자미의 식성에 관한 연구에서 대부분의 체장에서 이매패류의 입출수공을 섭식하였으며, 14cm이상의 개체에서는 거의 모든 개체가 이매패

류의 입출수공만 섭식한다는 결과가 있어(Jeon et al., 2000), 가자미과 어류 중 강도다리와 같은 입구조를 가지는 어종의 경우 이때패류의 입출수공과 같은 형태의 먹이를 잘라먹는 것을 선호하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 두 번째로 편형동물문(Platyhelminthes) 와충강(Turbellaria) 거구목(Macrostomida)의 *Macrostomum* sp.가 중요한 먹이생물로 나타났으며, 위 내용물중 출현빈도와 개체수비가 높게 나타나 상대적으로 중요한 먹이생물로 나타났다. 하지만 건조중량비에서 낮은 점유율을 차지하여 강도다리가 에너지원으로 사용한다고 보기에는 무리가 있었다. 하지만 이 먹이생물의 출현빈도가 높게 나타난 이유를 알아본 결과 이전의 연구에서 본 먹이생물의 생태조사연구가 있어서 대략적으로 유추할 수 있었다. Boaden의 연구에 의하면 이 종들이 주로 서식하는 장소가 저서의 산소층이라고 조사되어(Boaden, 1995), 대부분의 강도다리가 다른 먹이생물을 섭식하다가 우연히 같이 섭식한 것으로 추정되었다. 하지만 이 종에 대한 국내의 연구가 전무하여 국내의 군집, 생체량, 생활사 등에 대해서는 알 수가 없었다. 세 번째로 집게류의 쪽불이를 섭식하였는데, 이와 유사한 먹이습성을 가지는 어종으로 같은 해역에서 서식하는 넙치가 있었다(Choi et al., 2011). 다른 어류들의 식성연구에서는 쪽불이를 섭식한 어류는 없었으나, 집게류를 섭식한 어종은 문절망둑(Huh and kawk, 1999), 참돔과 황돔 (Kim, 2006), 솜뱅이 (Beack, 2011) 등이 있었으나, 대부분 중요한 먹이생물은 아니었다. 또한 쪽불이의 주 서식범위가 남해 동부해역으로 알려져 있었으나, 본 연구와 넙치의 식성연구 지역이었던 해역이 동해 중부해역으로 본 먹이생물이 동해중부해역까지도 분포하는 것으로 확인되었다.

성장에 따른 먹이변화를 살펴보면 가장 작은 크기군에서 곤쟁이류와 옆새우류가 주먹이 생물이었고, 이후 성장함에 따라서 집게류와 갯지렁이류

로 주 먹이생물이 변화하였으며, 다시 거미불가사리와 어류로 먹이전환을 한 이후, 가장 큰 크기군에서는 대부분 어류만을 섭식하는 것으로 나타났다. 하지만 본 연구에서 가장 작은 체장인 16.5cm TL 보다 작은 개체는 채집되지 않아, 초기 먹이생물을 알아볼 수는 없었다. 16.5cm TL 이하 개체의 먹이생물을 알아보기 위하여 이전의 연구결과를 살펴본 결과, 미국 캘리포니아만에 서식하는 강도다리의 경우 1.0~1.9cm TL까지의 크기군에서는 Nauplius와 요각류(Copepoda) 많이 섭식하였고, 2.0~3.9cm TL까지의 크기군에서는 요각류를 많이 섭식하였으며, 그 이후인 4.0~16.9cm TL까지의 크기군에서는 단각류가 가장 중요한 먹이생물로 조사되었다(Orcutt, 1950). 그리고 발틱해에 서식하는 같은 속에 속하는 *Platichthys flesus* 유어의 식성에서 체장 3.0cm TL이하에서는 요각류에 속하는 갈고리노벌레목(Harpacticoida)과 빈모류(Oligochaeta) 우점적으로 섭식되었으며, 3.0~4.0cm TL사이에서는 빈모류를 우점적으로 섭식하였고, 4.1cm TL이상의 개체군에서는 단각류와 곤쟁이류, 수서곤충인 Chironomidae를 우점적으로 섭식하는 것으로 나타났으며(Aarnio *et al.*, 1996), 일본에 Mutsu만에 서식하며 같은 속에 속하는 *Platichthys bicoloratus*의 유어의 식성에서도 거의 모든 개체가 요각류인 Nauplius와 척색동물문(Appendicularia)에 속하는 *Oikopleura* sp. 와 *Fritillaria* sp.를 섭식 하였다(Takatsu *et al.*, 2007). 따라서 본 연구해역에서 채집된 강도다리 역시 초기 작은 개체에서는 대부분의 작은 개체들이 섭식하였던 요각류를 주로 섭식하였을 것으로 판단되었다. 위의 결과들을 종합해보면 강도다리는 요각류에서 단각류, 곤쟁이류, 작은 새우류 등과 같이 동물플랑크톤에서 집게류와 계류 같은 큰 크기의 갑각류로 먹이전환을 하였고, 어류나 거미불가사리류로 다시 한 번 먹이전환을 하였다. 같은과에 속하고며 저서성 어류인 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*)도 강도다리

와 유사한 먹이생물의 전환을 보였는데, 요각류와 같은 소형갑각류에서 단각류나 이매패류와 같은 저서동물을 섭식하고 후에, 가장 큰 크기에서는 갯지렁이류를 섭식하는 2단계에 걸쳐 먹이전환을 하여(Huh et al., 2012), 본 연구의 강도다리와 유사한 것으로 나타났다. 이처럼 어류가 성장함에 따라 먹이변화를 하는 것은 먹이를 섭식할 때, 섭식에너지를 최대화하는 최적섭식이론(optimal foraging theory)에 따른 것이다(Gerking, 1994). 따라서 어린 개체들은 그 들의 성장정도에 따라 제한된 크기와 종류의 먹이를 섭식을 하며, 성어는 보다 높은 에너지를 얻기 위해서 더 크고 다양한 종류의 먹이를 섭식하기 때문이다(Huh et al., 2008). 이러한 점은 크기군별 중복도지수를 통해서도 알 수가 있는데 가까운 크기군 사이의 먹이생물 중복도는 최고 0.49로 높은 값을 나타내었으나, 먼 크기군과는 먹이생물 중복도가 0의 값을 나타내었다. 또한 크기군별 dietary breadth index의 값을 보면 20~25cm 크기군의 dietary breadth index가 가장 높게 나타났는데, 이 는 먹이생물이 바뀌는 시기에 이전의 먹이생물과 바뀌는 먹이생물이 같이 섭식되어 이와같은 결과가 나타난 것으로 판단되었다.

계절에 따른 먹이생물의 변화를 살펴보면 계절별로 주먹이생물이 다르게 나타났다. 춘계에는 쏘불이를 가장 많이 섭식하였고, 하계에는 거미불가사리류를, 추계에는 거미불가사리류와 어류를, 동계에는 거의 어류만을 섭식한 것으로 나타났으나, 이매패류의 경우 전 계절에 걸쳐 나타났다. 각 계절별 선호 먹이생물의 차이로 인하여 계절별 먹이생물 중복도 지수 또한 낮았다. 하지만 하계와 추계에서는 서로 유사하게 거미불가사리류를 많이 섭식하여 가장 높은 값을 보였으며, 추계와 동계도 어류를 많이 섭식하여 상대적으로 높은 값을 보였다. 또한 하계에 가장 다양한 먹이생물을 섭식하여, 하계의 dietary breadth index는 다른 계절과 2배 이상의

차이를 보였다. 춘계와 하계에 쪽불이와 갯지렁이류를 많이 섭식하였으며, 이들의 점유율이 높은 이유는 일반적으로 본 해역에서 많이 서식하고 있는 환경생물이었으며, 이 계절에 상대적으로 작은 크기의 강도다리가 많이 출현한 것 또한 이러한 결과를 나타내는 이유로 작용한 것으로 판단되었다. 그리고 추계와 동계에 어류가 주 먹이생물로 나타난 이유를 살펴본 결과, 위 내용물에서 발견된 어류 중 대부분을 차지하였던 종이 바로 까나리였으며, 까나리는 생태적인 특성상 하계에 저서에서 하면을 하고 추계와 동계부터 활동하는 어류로, 본 해역에서 하면을 취하던 까나리가 추계에 하면에서 깨어나는 시기와 맞물려서 어류인 까나리의 섭식이 높아졌으며, 이로 인하여 추계와 동계에 어류가 높은 점유율을 보인 것으로 판단되었다.

본 연구해역에는 바다목장화 사업이 진행 중이다. 본 연구와 같은 해역을 조사한 2005년 연구에서는 47종의 저서동물이 채집되었고(Hwang *et al.*, 2006), 2007년의 조사에서는 53종이 출현했다(MIFAFF, 2008). 2008년에는 68종, 2009년에는 104종의 다양한 생물이 채집되었다(Yoon *et al.*, 2011). 위 연구들의 결과와 같이 바다목장이 조성되고 난 이후 꾸준히 저서생물종이 증가하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 이러한 먹이생물의 증가는 연구해역에 서식하고 있는 강도다리의 먹이활동에 영향을 끼쳤을 것으로 판단되며, 따라서 추후 강도다리의 먹이생물 변화, 다른 어종의 먹이생물에 관한 연구와 다른 어종과의 경쟁에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

V. 요약

본 연구는 2011년 3월부터 2012년 2월까지 매월 동해 중부 연안의 강도다리를 채집하여 위 내용물의 분석을 통해 강도다리의 식성을 파악하였다. 총 366개체 중에 184개체를 분석하였으며, 전장분포는 16.5 ~ 48.5 cm TL 의 범위를 보였다.

강도다리의 위 내용물을 분석한 결과, 전형적인 저서 섭식 육식성 어종 (bottom feeding carnivore) 임을 알 수 있었다. 본 연구에서 강도다리의 가장 중요한 먹이생물은 곤쟁이류(Mysidacea)와 어류(Pisces), 옆새우류(Gammaridea), 거미불가사리류(Ophiuroidea)로 나타났으며, 그 다음으로 이매패류(Bivalves)와 집게류(Anomura), 갯지렁이류(Polychaeta)의 순이었다.

강도다리는 성장함에 따라서 먹이생물이 변화하였다. 이매패류와 어류는 모든 크기 그룹에서 우점하였지만, 위내용물 중 이매패류가 차지하는 비율은 많지 않았다. 어류의 점유율은 성장함에 따라서 증가하였으며, 곤쟁이류의 비율은 감소하였다.

계절 변화에 따라서 먹이생물은 변화하였다. 봄에는 집게류의 섭식율이 높았고, 여름과 가을에는 거미불가사리류의 섭식율이 높았으며, 여름에 가장 다양한 먹이생물을 섭식하였다. 겨울에는 어류의 섭식율이 높았다. 계절별 먹이생물 중복도지수는 0.05~0.45의 값으로 큰 차이를 보였다.

dietary breadth index를 살펴보면 체장이 증가할수록 값이 감소하는 경향을 보였으며, 계절에 따른 변화는 여름에 가장 높았다.

VI. 참고문헌

- Aarnio, K., E. Bonsdorff and N. Rosenback. 1996. Food and feeding habits of juvenile flounder *Platichthys flesus* and Turbot(*Scophthalmus macimus*) in the Åland Archipelago, Northern Baltic Sea. J. Sea Res. 36(3/4), 311–320.
- Boaden, P.J.S., 1995. Where Turbellaria? Concernig Knowledge and ignorance of marine turbellarian ecology. Hydrobiol. 305, 91–99.
- Byun, S.K., B.I. Lee, J.H. Lee, H.D Ku, S.U. Park, S.M. Yun, S.Y. Hwang, Y.C. Kim and H.G. Han. 2007. Egg development and morphological change of larvae and juveniles of the starry flounder, *Platichthys stellatus*. J. Kor. Ichthyol., 19(4), 350–359.
- Byun, S.K., M.H. Hwan, B.I. Lee, J.H. Lee, H.D Ku, S.U. Park, Y.C. Kim and Y.J. Chang. 2008. Diel rhythm of oxygen consumption of the starry flounder *Platichthys stellatus* by water temperature. J. Kor. Fish. Soc. 41(2), 113–118.
- Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Son, Y.C. Park, W.S. Yang and O.I Choi. 1997. Food habits of the yellow goosfish, *Lophius litulon*. J. Kor. Fish. Soc., 30, 95–104. (in Korean)
- Choi, J.W., S.C. Yoon, S.I. Lee, J.B. Kim and H.R. Kim. 2011. Feeding habits of *Paralichthys olivaceus* in the Uljin marine ranching area. Korean, J. Fish Aquat. Sci., 44(6), 684–688. (in Korean)

- Gerking, S.D. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press., San Diego. pp. 416.
- Gibson, R.N. and I.A. Ezzi. 1987. Feeding relationships of a demersal fish assemblage on the west coast of Scotland. j. Fish. Biol., 31, 55–69.
- Han, M.L., S.J. Hwang, S.N. Kwak and H.W. Kim. 2012. Feeding habit of *Pleuronectes herzensteini* in the marine ranching area and the coastal waters of Uljin, Korea. J. Fisher. Res. Management. 2(1). 1–12. (in Korean)
- Huh, S.H. and G.W. Beack. 2000. Feeding habits of blotched eelpout , *Zoarces gilli* collected in the coastal water off Gadeok-do , Korea. J. Kor. Ichthyol., 12(1), 54–61.(in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Feeding habits of *Pholis nebulosa*. J. Kor. Ichthyol., 9(1), 22–29.(in Korean)
- Huh, S.H., D.J. Lee, H.G. Choo, J.M. Park and G.W. Beack. 2010. Feeding habits of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) collected from coastal waters off Taean, Korea. Kor. J. Fish Aquat. Sci., 43(6), 756–759.(in Korean)
- Huh, S.H., G.W. Baeck, Y.M. Yeo, J.M. Jeong and J.M. Park. 2011. Feeding habits of scorpion fish, *Sebastiscus Marmoratus*, in the coastal waters of Tongyeong, Korea. J. Kor. Ichthyol., 23(2), 128–134. (in Korean)
- Huh, S.H., J.M. Park, K.M. Nam, S.C. Park, C.I. Park and G.W. Baeck. Feeding habit of *Scorpaena neglecta* in the coastal waters off Busan. J. Kor. Ichthyol., 20(2), 117–122.(in

Korean)

- Huh, S.H., K.M. Nam, J.M. Park, J.M. Jeong and G.W. Beack. 2012. Feeding habits of the Marbled Flounder, *Peluronectes yokohamae* in the coastal waters off Tongyeong, Korea. J. Kor. Ichthyol., 24(2), 77–83.(in Korean)
- Huh, S.H., S.N. Kwak. 1999. Feeding habits of *Acanthogobius flavimanus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Kor. Fish. Soc., 32(1), 10–17.(in Korean)
- Huh, S.H., S.N. Kwak. 2003. Feeding habit of *Limanda yokohamae* in the eelgrass(*Zostera marina*) bed in Kwangyang bay. J. Kor. Fish. Soc., 36(5), 522–527.(in Korean)
- Hwang, S.J., S.I. Lee, J.H. Park, J.H. Yang and H.C. Kwon. 2006. Community structure of fishes in the Uljin marine ranching area. Kor. J. Fish Aquat. sci., 2006. 258–258(in Korean)
- Jeon, B.S., S.H. Choi, Y.J. Kang. 2000. Feeding habit of *Kareius bicoloratus* in the Nakdong river estuary. Kor. J. Fish Aquat. sci., 2000(1). 235–236.(in Korean)
- Jeon, M.K., 2007. A toxonomic study on Mysidacea(Crustacea) from sandy beaches of the East coast of Korea. Kunsan National Univ., Master thesis. 1–43.(in Korean)
- Jewett, S.C. and H.M. Feder., 1980. Autumn food of adult starry flounder, *Platichthys stellatus*, from the northeastern Bering Sea and the southeastern Chukchi Sea. J. Cons. int. Explor. Mer, 39(1), 7–14.
- Kim, H.W., 2006. Comparison of feeding habits between *Pagrus major*

- and *Dentax tumifrons* in the coastal waters off Busan, Korea.
Pukyong National Univ., Master thesis. 1–29.(in Korean)
- Kolpakov, N.V. 2005. On the biology of *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) in coastal waters of northern Primorye. J. Ichthyol. 45(8), 594–606.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row, New York, pp. 654.
- Kwon, M.K., H.K. Lim, B.H. Min, S.G. Byun, Y.C. Kim and B.Y. Cho. 2007. Effects of aquaculture conditions on blood chemistry property and lysozyme activity of starry flounder, *Platichthys stellatus*. J. Fish Pathol., 20(3), 281–289.
- MIFAFF (Ministry of food, Agriculture, Forestry and Fisheries). 2008. Studies on the development of marine ranching program 2007 in the East, West and Jeju coast of Korea, 1062.(in Korean)
- MOMAF(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries). 2005. Studies on the development of marine ranching program 2005 in the east, west and Jeju coast of Korea. 1051.(in Korean)
- NFRDI (National Fisheries Reserch and development Institute). 2001. Shrimp of the Korean waters. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., 1–188. (in Korean)
- Oh, S.Y., Y.S. Jang, C.H. Noh, H.J. Choi, J.G. Myoung and C.K. Kim. 2009. Effect of water temperature on ammonia excretion of juvenile starry flounder *Platichthys stellatus*. J. Kor. Ichthyol., 21(1), 1–6. (in Korean)

- Oh, S.Y., Y.S. Jang, C.H. Noh, H.J. Choi, J.G. Myoung and C.K. Kim. 2009. Effect of water temperature and body weight on oxygen consumption rate of starry flounder *Platichthys stellatus*. J. Kor. Ichthyol., 21(1), 7–14. (in Korean)
- Orcutt, H.G., 1950. State of California Department of Natural Resources. The Life History of the Starry Flounder *Platichthys stellatus*. Fish bulletin (78). 1–70.
- Pinkas, L., M.S. Oilphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull. 152, 1–105.
- Schoener, T.W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habits. Ecology 51. 408~418
- Takatsu, T., Y. Suzuki, A. Shimizu, K. Imura, Y. Hiraoka and N. Shiga. 2007. Feeding habits of stone flounder *Platichthys bicoloratus* larvae in Mutsu Bay, Japan. J. Jap. Fisheries Sci. 73, 142–155.
- Takeda, M. 1982. Keys to Japanese and Foreign Crustaceans. Hokurykan Press, Tokyo. pp. 284.
- Tokranov, A.M. and V.V. Maksimenkov, 1995. Feeding habits of predatory fishes in the Bol'shaya River estuary (West Kamchatka). J. Ichthyol. 35(9), 102–112.
- Tomiyama, T., S. Katayama, M. Omori and H. Honda. 2005. Importance of feeding on regenerable parts of prey for juvenile stone flounder *Platichthys bicoloratus* in estuarine habitats. J. Sea Res. 53, 297–308.

- Wakefield W.W., 1984. Feeding relationships within assemblages of nearshore and mid-continental shelf benthic fishes off Oregon. Oregon State Univ. Master thesis. pp. 72.
- Yoon, B.S., S.C. Yoon, S.I. Lee, J.B. Kim, J.H. Yang, J.H. Park, Y.m. Choi and J.H. Park. 2011. Community structure of demersal organisms caught by otter trawl survey in the Uljin marine ranching area, Korea. Kor. J. Fish Aquat. sci., 44(5), 506-515(in Korean)
- Yoon, C.H. 2002. Fish of Korea with Pictorial Key and Systematic List. Academy Publ. Co. Seoul, pp. 747. (in orean)

