



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이 학 석 사 학 위 논 문

태안 연안에서 채집된
문치가자미(*Limanda yokohamae*)와
넙치(*Paralichthys olivaceus*)의
섭식생태



2009년 8월

부경대학교 대학원

해 양 학 과

이 동 진

이 학 석 사 학 위 논 문

태안 연안에서 채집된
문치가자미(*Limanda yokohamae*)와
넙치(*Paralichthys olivaceus*)의
섭식생태

지도교수 허 성 회

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2009년 8월

부경대학교 대학원

해 양 학 과

이 동 진

이동진의 이학석사 학위논문을인준함

2009년 8월



주 심 이학박사 백 근 욱 (인)

위 원 이학박사 허 성 회 (인)

위 원 이학박사 추 현 기 (인)

목차

Abstract	I
List of Tables	II
List of Figures	III
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	4
III. 결과	7
1. 문치가자미	7
1-1 체장분포	7
1-2 위 내용물 조성	7
1-3 성장에 따른 먹이조성 변화	14
2. 넙치	17
2-1 체장분포	17
2-2 위 내용물 조성	17
2-3 성장에 따른 먹이조성 변화	22
IV. 고찰	24
V. 요약	32
VI. 감사의글	33
VII. 참고문헌	34

Comparative Feeding Ecology between two Flatfish Species *Limanda yokohamae* and *Paralichthys olivaceus* collected in the Coastal Waters off Taean

Dong Jin Lee

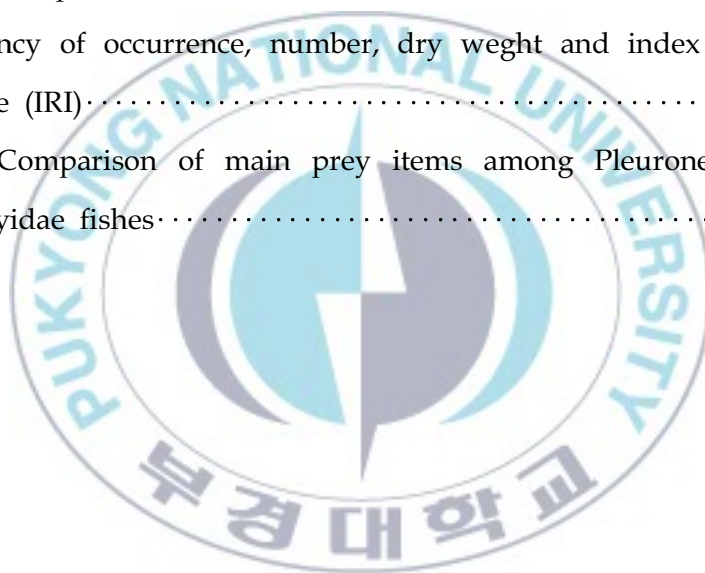
*Department of Oceanography, Graduate school
Pukyong National University*

Abstract

Comparative feeding ecology between *Limanda yokohamae* and *Paralichthys olivaceus* collected in the coastal waters off Taean, Korea from April 2008 to March 2009 were studied. The size of *L. yokohamae* ranged from 14.0 to 40.6 cm in standard length and *P. olivaceus* from 16.7 to 48.0 cm in standard length. *L. yokohamae* was a bottom feeding carnivore, and consumed mainly polychaetes, amphipods, ophiuroids and bivalves. Its diets included small quantities of mysids, cumacea, cephalaspids, gastropods, isopods, stomatopods and decapods. *P. olivaceus* was a piscivore, and consumed mainly fishes, shrimps and cephalopods. Its diets included small quantities of mysids and polychaetes. Main food organisms of the two species were different; *L. yokohamae* mainly consumed benthic organisms and *P. olivaceus* teleost fish. This difference in feeding habits between *L. yokohamae* and *P. olivaceus* seems to be a strategy for coexistence of the two demersal fish species.

List of Tables

Table 1. Composition of the stomach contents of <i>Limanda yokohamae</i> by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance(IRI)·····	10
Table 2. Composition of the stomach contents of <i>Paralichthys olivaceus</i> by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance (IRI)·····	20
Table 3. Comparison of main prey items among Pleuronectidae and Paralichthyidae fishes·····	30



List of Figures

Fig. 1. Photographs of two flatfish species.....	3
Fig. 2. Location of the sampling area (●).....	6
Fig. 3. Size distribution of <i>Limanda yokohamae</i> collected in coastal waters off Taean, Korea.....	9
Fig. 4. Photograph of stomach contents of <i>Limanda yokohamae</i>	13
Fig. 5. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by dry weight of <i>Limanda yokohamae</i>	16
Fig. 6. Size distribution of <i>Paralichthys olivaceus</i> collected in coastal waters off Taean, Korea.....	19
Fig. 7. Photograph of stomach contents of <i>Paralichthys olivaceus</i>	21
Fig. 8. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by dry weight of <i>Paralichthys olivaceus</i>	23
Fig. 9. Photographs of mouth morphology of <i>Limanda yokohamae</i> and <i>Paralichthys olivaceus</i> collected in the coastal waters off Taean, Korea.....	28
Fig. 10. Ontogenetic changes in mean prey size of <i>Limanda yokohamae</i> and <i>Paralichthys olivaceus</i>	29
Fig. 11. Classification of feeding groups based on MDS between Pleuronectidae and Paralichthyidae fishes	31

I. 서론

가자미목(Pleuronectiformes) 어류는 열대 및 온대지역의 모래와 빨지역에 서식하는 해산어류로 대부분이 중요한 상업성 어종들이다(Kim and Youn, 1994). 가자미목 어류는 우리나라에서 총 6과 45종이 출현하는 것으로 보고되고 있다(Yoon, 2002).

문치가자미(*Limanda yokohame*)는 가자미목 가자미과(Pleuronectidae), 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 가자미목 넙치과(Paralichthyidae)에 속하는 어류로(Fig. 1), 우리나라 전 연안, 일본 북해도, 발해 및 동지나해 등에서 모래 또는 빨의 저질위에 붙어서 서식하는 저서성 어류(Demersal fish)이다(Chyung, 1977; Yamada et al., 1986; NFRDI, 2004).

지금까지 우리나라에서 연구된 문치가자미의 생태학적 연구를 살펴보면, 문치가자미의 난발생과 부화자어(Kim et al., 1983), 문치가자미의 연령과 성장(Kim et al., 1991), 문치가자미 유어의 연령과 성장(Moon and Lee, 1999), 문치가자미 자유어의 형태발달(Han et al., 2001), 문치가자미의 식성(Kwak and Huh, 2003) 등 생태 및 자원생물학적 연구가 활발히 이루어진 바 있다. 한편 넙치에 관한 연구는 양식관련 생리학적 연구가 대부분이었고 생태 및 자원생물학적 연구는 부족한 실정이다.

같은 해역에 서식하는 어종 사이에는 서식장소, 먹이 등과 같은 공통의 자원을 이용함에 따라 경쟁(competition)이 발생하게 된다. 이러한 경쟁의 결과 경쟁에 약한 종들은 서식지를 달리하거나 먹이생물을 달리하는 먹이 분할(food partitioning)을 통하여 경쟁을 최소화하려는 경향이 있다(Gerking, 1994). 태안연안에 서식하는 문치가자미와 넙치는 같은 해역에

서식하기 때문에 먹이생물에 대한 경쟁을 피하고 공존을 위해 두 종은 서로 다른 먹이생물을 선호하는 섭식전략을 발전시켰을 것으로 추정된다.

따라서 본 연구는 이 같은 가설을 확인하기 위하여 태안연안에 서식하는 문치가자미와 넙치의 위내용물 분석을 통하여 주요 먹이생물과 성장에 따른 변화양상을 조사하였으며, 두 종간의 식성의 차이를 비교하였다.



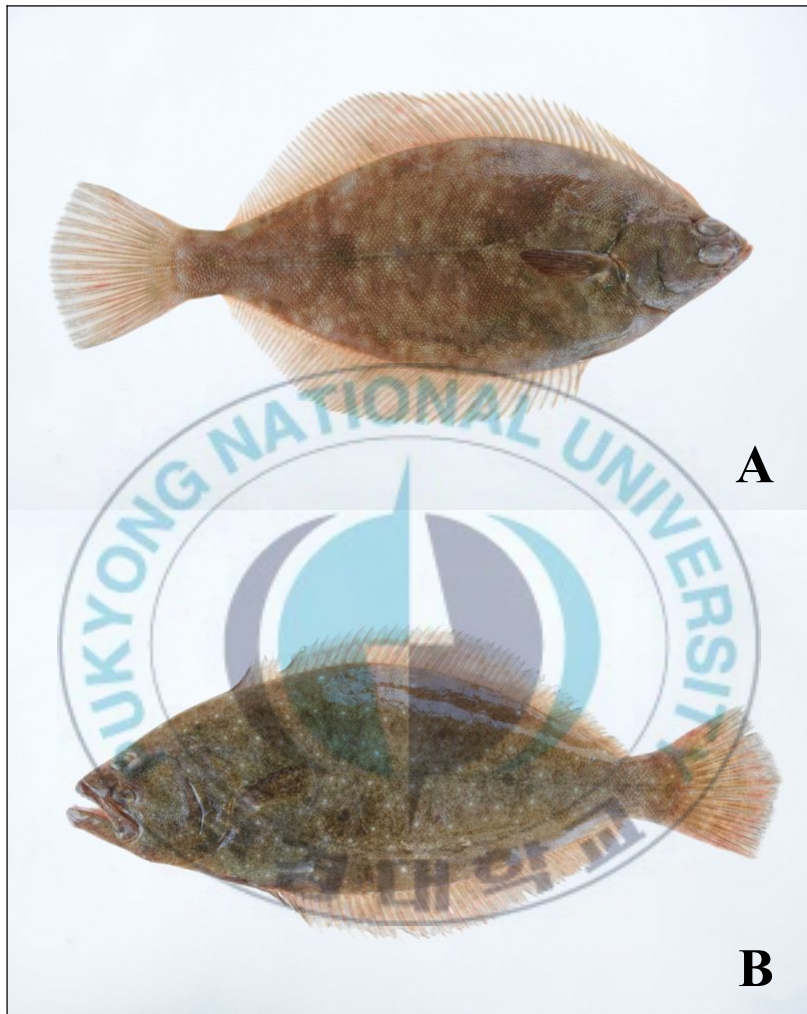


Fig. 1. Photographs of two flatfish species.
(A: *Limannda yokohamae* B: *Paralichthys olivaceus*.)

Ⅱ . 재료 및 방법

본 연구에 사용된 문치가자미와 넙치의 시료는 2008년 4월부터 2009년 3월까지 태안 연안 세 개 정점에서 매달 소형기선저인망을 이용하여 채집하였다(Fig. 2). 채집된 시료는 현장에서 냉장 보관하여, 즉시 실험실로 운반하였다. 각 개체는 체장(0.1cm)과 체중(0.1g)을 측정된 뒤, 각 개체에서 위를 분리하여 해부현미경하에서 위 내용물을 분석하였다. 위 내용물 중 발견된 먹이생물은 Takeda(1982), NFRDI (2001), Yoon(2002) 등을 이용하여 가능한 종까지 동정하였다. 이 후 먹이생물은 종류별로 계수하였고, 건조기를 사용하여 80℃에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자저울을 이용하여 건조중량을 0.0001g 단위까지 측정하였다. 위 내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 먹이생물의 개체수비와 건조중량비로 나타내었으며, 출현빈도(F_i)는 다음과 같이 구하였다.

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

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

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

$$IRI = (N + W) \times F_i$$

여기서, N은 위내용물 중 발견된 먹이생물 총 개체수에 대한 해당 먹이생물이 차지하는 백분율이며, W는 위 내용물 총 건조중량에 대한 해당 먹이생물이 차지하는 백분율이고, F_i 는 각 먹이생물의 출현빈도이다.

또한 각 먹이생물의 상대중요성지수를 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(IRI%)를 구하였다.



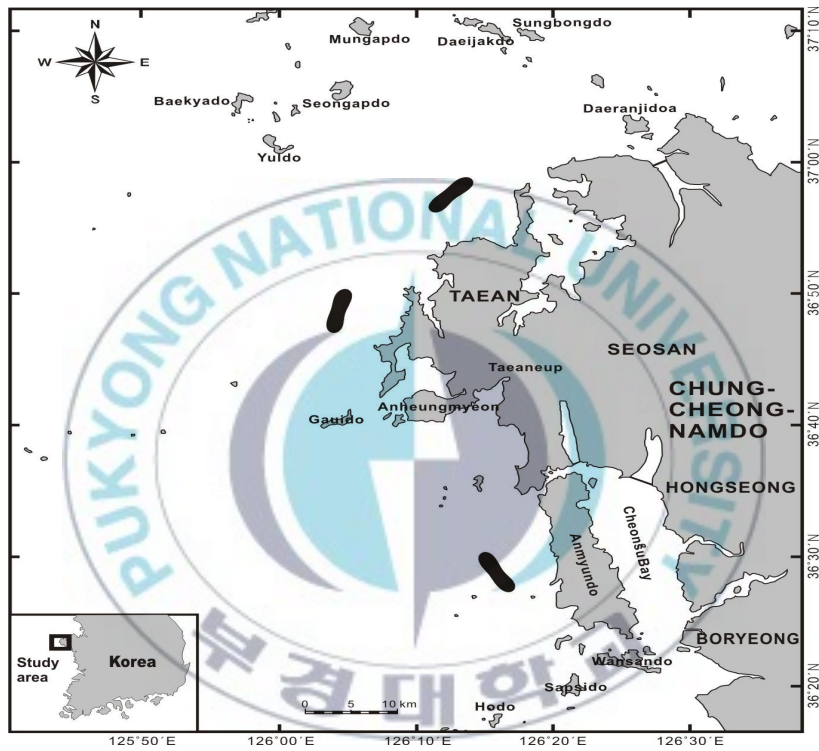


Fig. 2. Location of the sampling area (●).

III. 결과

1. 문치가자미

1-1 체장분포

본 연구에서 사용된 문치가자미의 총 개체수는 234개체 이었으며, 표준 체장 (Standard length, SL)은 14.0~40.6 cm의 범위를 보였다(Fig. 3). 이 중 18~30 cm의 개체가 전체 개체수의 71.4%를 차지하였다.

1-2 위내용물 조성

총 229개체의 위내용물을 분석한 결과 위내용물이 전혀 발견되지 않은 개체는 19개체로 8.3%의 공복율을 보였다. 위 내용물이 발견된 210개체의 위내용물 분석 결과(Table 1, Fig. 4), 문치가자미의 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 93.5%, 개체수비 63.0%, 건조중량비 84.2%, 상대중요성지수비 89.4%를 보인 갯지렁이류(Polychaetes)였다. 갯지렁이류 중 사슴갯지렁이류(*Amphicteis* sp.)가 전체 건조중량의 49.8%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었고, 그 다음으로 긴다리송곳갯지렁이(*Lumbrineris heteropoda*), 치로리미갑갯지렁이(*Glycera chirori*), 긴자락송곳갯지렁이(*L. longifolia*)가 각각 건조중량비 7.7%, 5.0%, 4.7%를 차지하였다.

갯지렁이류 다음으로 출현빈도 44.3%, 개체수비 19.0%, 건조중량비 0.4%를, 상대 중요성지수비 5.6%를 보인 단각류(Amphipoda)였다. 단각류 중에서는 옆새우류(Gammaridea)가 가장 많이 섭식되었다. 그 외에 거미

불가사리류(Ophiuroidea), 이매패류(Bivalvia), 곤쟁이류(Mysidacea), 쿠마류(Cumacea), 물민챙이류(Cephalaspidea), 복족류(Gastropoda), 등각류(Isopoda), 갯가재류(Stomatopoda), 새우류(Macrura), 게류(Brachyura) 등도 위내용물 중에서 발견되었으나 그 양은 많지 않았다.

따라서 문치가자미는 갯지렁이류를 주 먹이생물로 하며, 그 외에 단각류, 거미불가사리류, 이매패류 등을 먹이생물로 하는 저서섭식 육식성 어종(bottom feeding carnivore)임을 알 수 있었다.



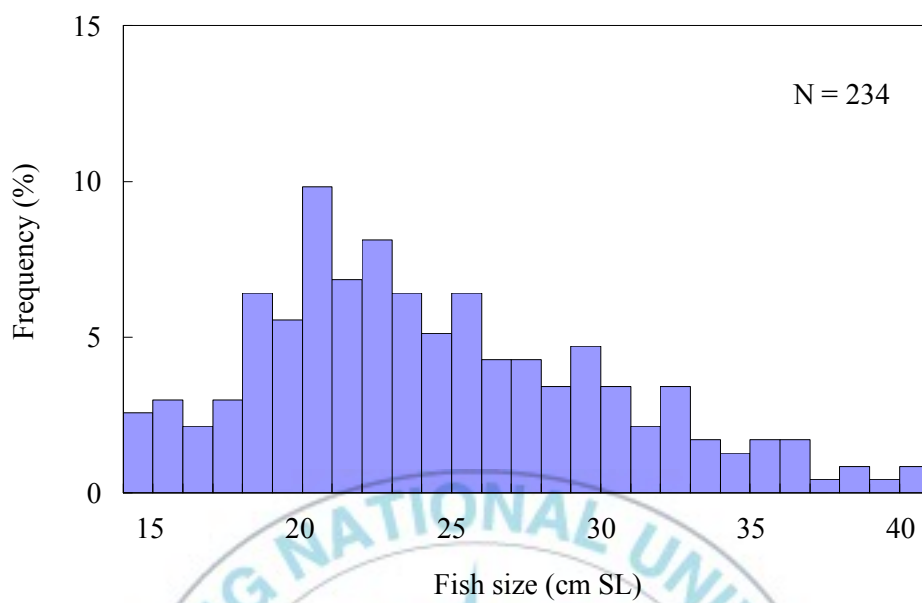


Fig. 3. Size distribution of *Limanda yokohamae* collected in coastal waters off Taean, Korea.

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

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Amphipoda	44.3	19.0	0.4	858.6	5.6
Caprellidae	0.5	+	+	+	+
<i>Caprella</i> sp.	0.5	+	+		
Gammaridea	44.3	19.0	0.4		
<i>Amphithoe</i> sp.	2.0	0.2	0.1		
<i>Byblis japonicus</i>	3.0	0.3	+		
<i>Corophium</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Jassa falcata</i>	1.0	0.1	+		
<i>Liljeborgia japonicus</i>	1.0	0.1	+		
<i>Monoculodes</i> sp.	1.0	0.1	+		
<i>Pontogeneia</i> sp.	4.5	1.9	+		
Unidentified Gammaridea	38.3	16.2	0.2		
Mysidacea	0.5	+	+	+	+
Cumacea	13.4	1.3	0.1	18.1	0.1
Sipunculida	1.0	0.1	+	0.1	+
Ophiuroidea	26.4	6.5	5.4	315.0	2.0
Bivalvia	33.3	3.8	5.2	302.0	2.0
Cephalaspidea	11.4	1.5	2.0	39.8	0.3
Gastropoda	1.5	0.2	+	0.3	+
Polychaeta	93.5	63.0	84.2	13774.5	89.4
<i>Amage</i> sp.	0.5	0.1	+		
<i>Ampharete arctica</i>	19.4	3.3	2.2		
<i>Amphicteis</i> sp.	68.2	32.4	49.8		
<i>Aphroditidae</i> indet.	2.0	0.2	1.3		
<i>Arenicola</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Brada villosa</i>	1.0	0.1	+		
<i>Cirratulus cirratus</i>	1.0	0.1	+		
<i>Diopatra bilobata</i>	0.5	+	+		
<i>Eteone</i> sp.	1.5	0.1	+		
<i>Eunice</i> sp.	5.5	0.5	2.0		
<i>Glycera chirori</i>	27.9	2.6	5.0		
<i>Glysinde</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	0.5	+	+		
<i>Heteromastus filiformis</i>	3.0	0.2	+		

+ : less than 0.1%

Table 1. (continued)

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
<i>Hydroides</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Lagis bocki</i>	4.0	0.4	0.2		
<i>Lumbrineris heteropoda</i>	3.5	0.5	7.7		
<i>Lumbrineris japonica</i>	10.4	1.1	0.5		
<i>Lumbrineris longifolia</i>	33.3	12.2	4.7		
<i>Lumbrineris</i> sp.	0.5	0.1	+		
<i>Lygdamis giardi</i>	0.5	+	+		
<i>Maldanidae</i> indet.	1.5	0.1	+		
<i>Marphysa sanguinea</i>	0.5	+	+		
<i>Melinna cristata</i>	2.0	0.2	0.1		
<i>Nephtys polybranchia</i>	2.0	0.2	0.1		
<i>Nereidae</i> indet.	0.5	+	+		
<i>Nothria</i> sp.	10.0	2.7	1.3		
<i>Notomastus</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	3.0	0.2	+		
<i>Pherusa</i> sp.	3.0	0.4	0.1		
<i>Phyllodoce</i> sp.	2.0	0.2	+		
<i>Pista cristata</i>	0.5	0.1	0.1		
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	0.5	+	+		
<i>Polycnoidae</i> indet.	8.0	0.8	2.9		
<i>Prionospio</i> sp.	1.5	0.1	0.1		
<i>Sabellidae</i> indet.	1.0	0.1	+		
<i>Sigalionidae</i> indet.	3.5	0.3	0.1		
<i>Sigambra tentaculata</i>	0.5	+	+		
<i>Sternaspis scutat</i>	2.5	0.2	3.0		
<i>Syllis</i> sp.	4.0	0.4	0.1		
<i>Tambalagamia</i> sp.	0.5	+	+		
<i>Terebellidae</i> indet.	14.4	2.4	2.3		
<i>Terebellides horikoshii</i>	2.5	0.3	0.1		
Unidentified Polychaeta	0.5	+	+		
Isopoda	14.4	2.2	0.6	41.1	0.3
Idoteidae	11.4	1.6	0.6		
Unidentified Isopoda	5.5	0.6	0.1		
Stomatopoda	0.5	+	0.1	0.1	+
Macrura	5.0	0.4	0.3	3.3	+
<i>Alpheus</i> sp.	1.5	0.1	0.2		
<i>Crangon</i> sp.	1.0	0.1	+		

+ : less than 0.1%

Table 1. (continued)

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
<i>Latretus planirostris</i>	0.5	+	+		
<i>Leptochela gracilis</i>	0.5	+	+		
Unidentified Macrura	1.5	0.1	+		
Brachyura	15.4	1.9	1.6	54.9	0.4
Leucosiidae	0.5	+	+		
<i>Ocypode</i> sp.	0.5	0.1	0.4		
<i>Paradorippe granulata</i>	1.0	0.3	0.2		
<i>Pinnotheres pholadis</i>	0.5	+	+		
<i>Pinnotheres</i> sp.	4.0	0.6	0.7		
Unidentified Brachyura	10.4	0.9	0.4		
Total		100.0	100.0	15407.8	100.0

+ : less than 0.1%



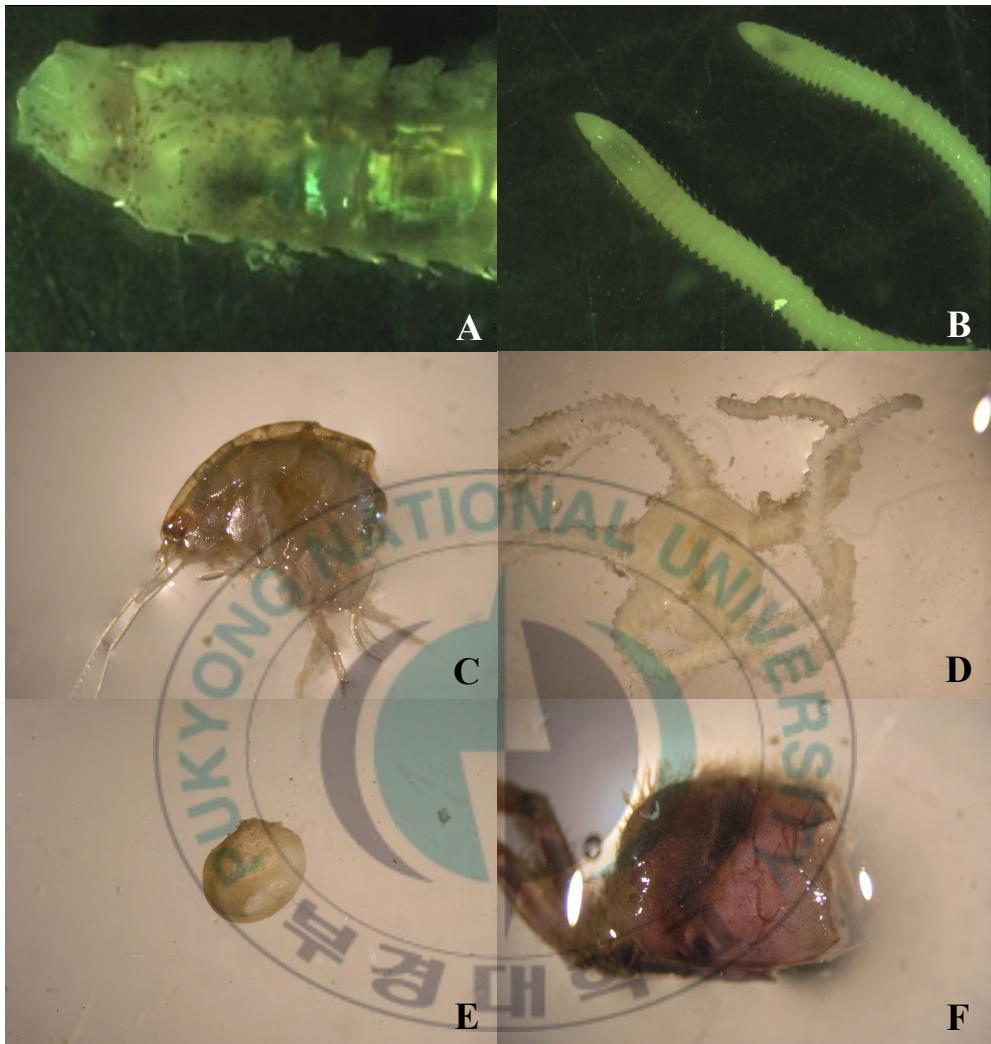


Fig. 4. Photograph of stomach contents of *Limanda yokohamae*.
 (A, *Amphicteis* sp.; B, *Lumbrineris* sp.; C, Amphipoda; D, Ophiuroidea;
 E, Bivalvia; F, Brachyura)

1-3 성장에 따른 먹이조성의 변화

문치가자미의 성장에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하여 문치가자미의 체장분포를 5 cm 간격으로 6개 크기군으로 나누어 위 내용물을 조사하였다(Fig. 5).

가장 작은 크기군인 체장 10~15 cm에서 갯지렁이류가 전체 위내용물 건조중량의 대부분인 95.2%를 차지하였으며, 그 다음으로 단각류가 4.6%를 차지하였다.

15~20 cm 크기군에서도 갯지렁이류가 전체 위내용물 건조중량의 97.4%를 차지하며 우점하였지만, 단각류의 비율은 감소하여 1.4%를 차지하였다.

20~25 cm 크기군에서도 갯지렁이의 비율이 97.4%를 차지하였고, 단각류의 비율을 더 줄어들어 전체 건조중량의 0.8%에 불과하였고 거미불가사리류와 이매패류는 각각 0.3%와 0.5%를 차지하였다.

25~30 cm 크기군에서는 갯지렁이의 비율이 다소 감소하여 전체 위내용물 건조중량의 91.6%를 차지하였고, 거미불가사리류와 이매패류의 비율이 증가하여 각각 전체 건조중량의 3.4%와 2.0%를 차지하였다.

30~35 cm 크기군에서는 갯지렁이류의 비율이 더욱 감소하여 전체 건조중량의 83.9%를 차지하였고, 반면 거미불가사리류와 이매패류의 비율은 더 증가하여 각각 전체 건조중량의 4.7%와 9.2%를 차지하였다.

가장 큰 크기군인 35 cm 이상 크기군에서는 갯지렁이류가 전체 위내용물 건조중량의 83.0%를 차지하였고 거미불가사리류와 이매패류가 각각 전체 건조중량의 8.4%와 5.6%를 차지하였다.

본 연구에서 문치가자미는 전 체장에 걸쳐 갯지렁이류를 가장 많이 섭식하였다. 그리고 비교적 작은 체장에서는 갯지렁이류 외에 단각류를 섭

식하였으나, 체장이 증가함에 따라 거미불가사리류와 이매패류의 점유율이 증가하는 양상을 나타내었다.



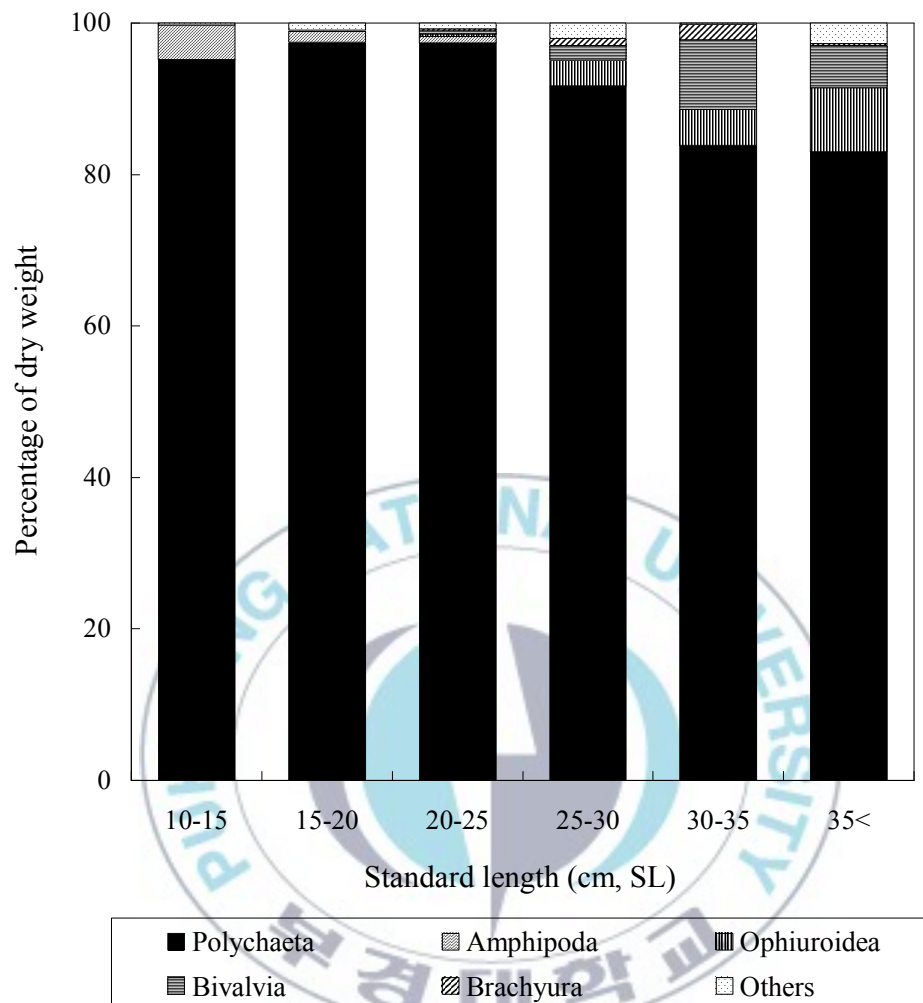


Fig. 5. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by dry weight of *Limanda yokohamae*.

2. 넙치

2-1 체장

본 연구에서 사용된 넙치의 총 개체수는 135개체였으며, 표준체장 (Standard length, SL)은 16.7~48.0 cm의 범위를 보였다(Fig. 6). 이 중 23~31 cm 사이의 개체가 전체 개체수의 51.1%를 차지하였다.

2-2 위내용물 조성

총 135개체의 위내용물을 분석한 결과 위 내용물이 전혀 발견되지 않은 개체는 48개체로 35.6%의 공복율을 보였다. 위 내용물이 발견된 87개체의 위내용물 분석 결과(Table 2, Fig. 7) 넙치의 가장 중요한 먹이생물은 출현 빈도 74.6%, 개체수비 58.0%, 건조중량비 83.2% 상대중요성지수비 90.1%를 나타낸 어류(Pisces)였다. 어류 중에서 멸치(*Engraulis japonicus*)가 전체 위내용물 건조중량의 41.5%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었고, 그 다음으로 웅어(*Coilia ectenes*), 민태(*Johnius grypotus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 각각 전체 건조중량의 9.4%, 7.5%, 7.4%를 차지하였다. 그 외 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 황강달이(*Collichthys lucidus*), 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 돛양태류(*Repomucenus* sp.) 등 총 9종의 어류가 위 내용물 중에서 발견되었다.

어류 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 25.4%, 개체수비 36.4%, 건조중량비 6.6%를 상대중요성지수비 9.4%를 보인 새우류(Macrura)였다. 새우류 중에서는 큰손딱총새우(*Alpheus digitalis*)가 가장 많이 섭식되었으며, 그 외 꽃새우(*Trachysalambria curvirostris*), 딱총새우류(*Alpheus* sp.), 자주새

우류(*Crangon* sp.), 긴발딱총새우(*Alpheus japonicus*) 등이 섭식되었다. 그 다음으로 두족류(Cephalopoda)가 출현빈도 3.4%, 개체수비 2.1%, 건조중량비 9.8%, 상대중요성지수비 0.3%를 차지하였다. 그 외에 곤쟁이류(Mysidacea), 갯지렁이류(Polychaeta) 등도 위내용물 중에서 발견되었으나 그 양은 많지 않았다.

본 연구에서는 어류와 새우류가 넙치의 전체 위내용물 건조중량의 89.8%를 차지하였고, 특히 어류가 건조중량의 83.2%를 차지하여 넙치는 전형적으로 어류를 집중적으로 섭식하는 어식성 어종(piscivore)임을 알 수 있었다.



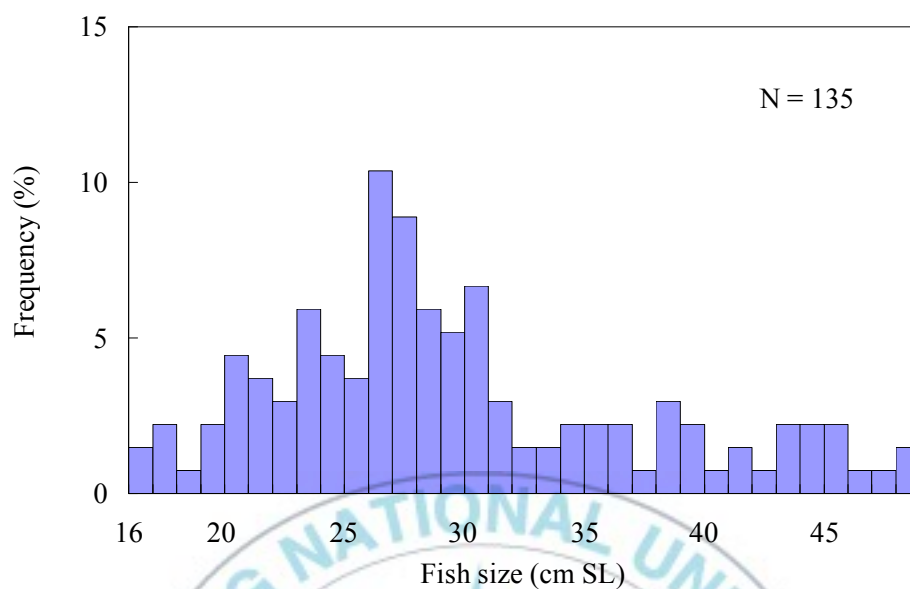


Fig. 6. Size distribution of *Paralichthys olivaceus* collected in coastal waters off Taean, Korea.

Table 2. Composition of the stomach contents of *Paralichthys olivaceus* by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance (IRI)

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Mysidacea	3.4	1.4	+	4.6	+
Polychaeta	5.1	2.1	0.3	12.0	0.1
Cephalopoda	3.4	2.1	9.8	40.2	0.3
<i>Loligo</i> sp.	1.7	1.4	9.8		
<i>Euprymna</i> sp.	1.7	0.7	+		
Macrura	25.4	36.4	6.6	1096.0	9.4
<i>Alpheus digitalis</i>	1.7	0.7	2.4		
<i>Alpheus japonicus</i>	1.7	0.7	0.2		
<i>Alpheus</i> sp.	1.7	1.4	0.6		
<i>Crangon</i> sp.	20.3	31.5	1.1		
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	1.7	0.7	1.6		
Unidentified Macrura	3.4	1.4	0.7		
Pisces	74.6	58.0	83.2	10538.1	90.1
<i>Collichthys lucidus</i>	1.7	0.7	3.7		
<i>Engraulis japonicus</i>	28.8	17.5	41.5		
<i>Hexagrammos otakii</i>	3.4	1.4	7.4		
<i>Johnius grypotus</i>	1.7	0.7	7.5		
<i>Lateolabrax japonicus</i>	1.7	0.7	0.4		
<i>Repomucenus</i> sp.	1.7	0.7	0.2		
<i>Sebastes schlegeli</i>	13.6	24.1	4.7		
<i>Coilia ectenes</i>	3.4	1.4	9.4		
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1.7	0.7	3.1		
Unidentified Pisces	23.7	10.1	5.3		
Total		100.0	100.0	12658.5	100.0

+ : less than 0.1%

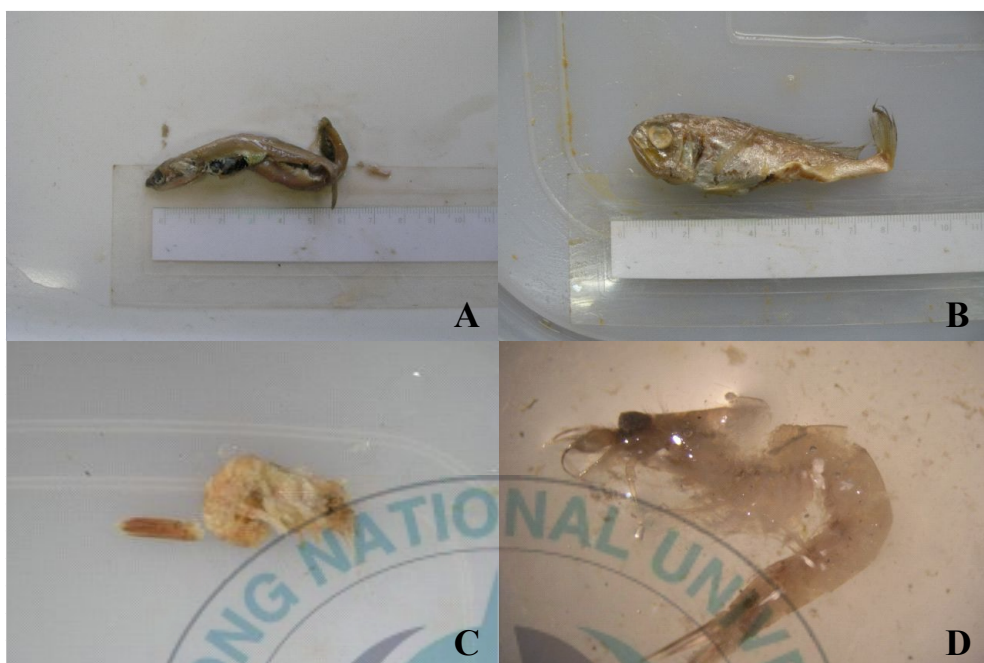


Fig. 7. Photograph of stomach contents of *Paralichthys olivaceus* (A, *Engraulis japonicus*; B, *Collichthys lucidus*; C, *Alpheus* sp.; D, Mysidacea)

2-3 성장에 따른 먹이조성의 변화

넙치의 성장에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하여 넙치의 체장 분포를 5 cm 간격으로 5개 크기군으로 구분하여 위 내용물을 조사하였다 (Fig. 8).

가장 작은 크기군인 16~20 cm 크기군에서는 어류가 전체 위내용물 건조중량의 72.0%를 차지하여 가장 많았으며 그 다음으로 새우류가 26.2%를 차지하였다.

20~25 cm 크기군에서는 어류의 비율이 증가하여 전체 위내용물 건조중량의 89.5%를 차지하였고, 새우류의 비율은 감소하여 8.7%를 차지하였다.

25~30 cm의 크기군에서는 20~25 cm 크기군에서와 비슷하게 어류의 비율이 전체 건조중량의 90.1%를 차지하였고, 새우류는 9.6%를 차지하였다.

30~35 cm의 크기군에서는 어류의 비율이 다소 감소하여 전체 건조중량의 88.7%를 나타내었고 새우류의 비율은 줄어들어 전체 건조중량의 6.7%를 나타낸 반면 두족류의 섭식을 시작하여 전체 건조중량의 4.5%를 차지하였다.

가장 큰 크기군인 35 cm 이상의 크기군에서는 어류의 비율이 66.4%로 크게 감소하였고, 두족류의 비율은 33.6%로 크게 증가하였다.

본 연구에서 넙치는 전 체장에서 어류를 가장 많이 섭식하였다. 그리고 비교적 작은 체장에서는 어류 외에 새우류를 섭식한 반면, 큰 체장에서는 두족류의 섭식비율이 높았다.

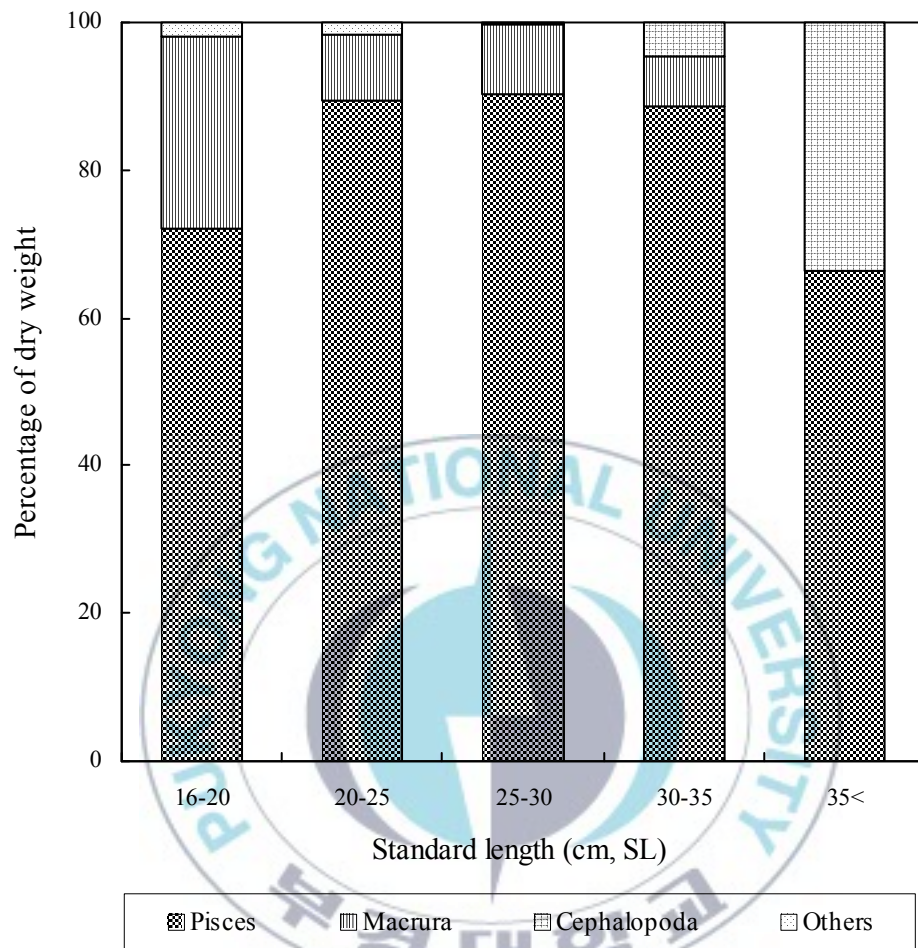


Fig. 8. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by dry weight of *Paralichthys olivaceus*.

IV. 고찰

본 연구에서 채집된 문치가자미는 표준체장 14.0~40.6 cm의 범위를 보였고, 넙치는 16.7~48.6 cm의 범위를 보였다. 우리나라 주변해역에 출현하는 문치가자미는 부화 후 만 1년이면 10 cm, 2년이면 17 cm, 3년이면 21 cm, 4년이면 25 cm, 5년이면 28 cm, 6년이면 32 cm 전후로 성장하고, 넙치는 만 1년이면 체장 24 cm, 2년이면 체장 35 cm, 3년이면 체장 45 cm, 4년이면 체장 53 cm, 5년이면 체장 61 cm 내외로 성장하는 것으로 알려져 있다(NFRDI, 2004). 따라서 본 연구에서 채집된 문치가자미는 0세어를 제외한 1세에서 6세까지 다양한 연령대의 개체가 채집되었고, 넙치는 0세에서 3세까지의 개체가 채집되었다.

본 연구에서 문치가자미는 갯지렁이류, 거미불가사리류, 이매패류와 같은 저서생물을 먹이생물로 하는 저서섭식 육식어종(bottom feeding carnivore)이었고, 넙치는 어류를 주로 섭식하는 어식성 어종(piscivore)임이 밝혀졌다(Table 1, 2). 이와 같이 몸의 형태가 유사한 문치가자미와 넙치는 같은 해역에서 서식하고 있는 어종이지만 먹이생물이 상당히 다르게 나타났다.

이러한 먹이생물의 차이는 두 어종의 입구조의 차이(Fig. 9)를 통하여 설명할 수 있는데, 문치가자미는 비교적 작은 입크기와 작은 이빨, 비대칭적인 턱을 지녀 전형적인 저서섭식 어종의 입구조를 보이는 반면, 넙치는 비교적 큰 입과 날카롭게 발달된 이빨, 대칭적인 턱을 지녀 큰 크기의 먹이를 섭식할 수 있는 전형적인 어식성어종의 입구조를 보이고 있다(Livingston, 1987). 이러한 두 어종의 입구조의 차이로 인해 체장에 따른 평균 먹이생물 크기가 큰 차이를 보였다(Fig. 10). 문치가자미는 성장에

따른 평균 먹이생물의 크기가 0.5~2.9 cm의 범위를 보였고, 넙치는 3.8~8.8 cm의 범위를 보여 넙치가 훨씬 더 큰 먹이를 섭식했음을 알 수 있었다. 이와 같이 두 어종은 같은 해역에 서식하지만 입구조의 형태적 변형을 통하여 먹이분할(food partitioning)을 함으로써 먹이경쟁을 피하는 것으로 판단된다.

문치가자미와 같이 가자미과에 속하는 어류의 먹이생물을 살펴보면 (Table 3), 중국 Bohai해에서 채집된 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)는 십각목(Decapoda)이 습중량비 43.2%를 차지하여 가장 선호하는 먹이생물로 나타났고, 그 외에 두족류(Cephalopoda), 이매패류(Bivalvia) 등을 섭식하는 것으로 나타났다(Dou, 1995). 그리고 같은 지역에 서식하는 범가자미(*Verasper variegatus*)는 십각목(Decapoda)이 습중량비 55.5%를 차지하여 가장 선호하였으며, 도다리(*Pleuronichthys cornutus*)는 복족류(Gastropoda)가 습중량비 23.0%를 차지하여 가장 선호하는 먹이생물로 나타났다(Dou, 1995). 그리고 광양만에 채집된 체장 15 cm 미만의 문치가자미는 본 연구와 유사하게 갯지렁이류를 주로 섭식하였다.

반면 넙치과 어류의 먹이생물을 살펴보면 (Table 3), Argentina의 Baia Blanca estuary에 서식하는 넙치과 어류인 *Paralichthys orbignyanus*는 어류가 습중량비 77.8%를 나타내어 가장 중요한 먹이생물로 나타났고 그 외에 갑각류가 습중량비 22.0%를 차지하였다(Lopez Cazorla and Forte, 2005). 그리고 한국 동해 남서부 고리해역에서 서식하는 점넙치는 어류가 건중량비 57.7%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었고, 그 다음으로 새우류를 섭식하였다(Choo, 2007). 중국 Bohai해에서 채집된 넙치는 어류가 습중량비 83.0%를 나타내어 가장 중요한 먹이생물이었다(Dou, 1995).

가자미과 어류와 넙치과 어류들의 먹이생물 분류군별 유사도를 다차원 척도법(MDS)을 사용하여 분석한 결과, 가자미과 어류와 넙치과 어류의

식성이 뚜렷이 구분되었다(Fig. 11). 넙치과 어류들은 대부분 공통적으로 어류를 주로 섭식하는 것으로 나타났고 분류군별 먹이생물 유사도가 높았다. 그러나 가자미과 어류들은 다양한 저서생물을 섭식하여 유사도가 낮음을 알 수 있었다. 가자미과 어류 중에서 문치가자미는 갯지렁이류를 집중적으로 섭식하였고, 범가자미와 돌가자미는 십각류와 두족류, 도다리는 복족류, 십각류, 갯가재류를 주로 섭식하였다. 이와 같이 가자미과 어류들은 대부분 저서생물을 선호하였으나, 선호하는 먹이생물의 종류가 달라 먹이생물 유사도가 낮음을 알 수 있었다.

본 연구에서 문치가자미는 전장 10 cm 이하, 넙치는 전장 16 cm 이하의 개체가 채집되지 않아서 작은 자치어의 먹이생물을 정확히 알 수 없었다. 광양만 잔피발에 서식하는 문치가자미는 표준체장 4 cm 까지는 단각류를 선호하였고, 4 cm 이상에서는 갯지렁이류를 주로 섭식하였다(Kwak and Huh, 2003). 그리고 일본 Seto 내해에 서식하는 넙치 유어는 어린시기에 곤쟁이류를 주로 섭식하다가 체장이 증가함에 따라 새우류와 어류의 비율이 증가한다고 보고된 바 있다(Yamamoto *et al.*, 2004). 그리고 대부분 어류들이 난에서 부화하여 자치어 시기에 동물성플랑크톤(특히 요각류)을 주로 섭식하는 것으로 보아 문치가자미와 넙치 역시 자어기와 초기치어기에 요각류를 주로 섭식할 가능성이 크다. 따라서 문치가자미는 요각류 → 단각류 → 갯지렁이류로 성장에 따른 먹이전환을 하며, 넙치는 요각류 → 곤쟁이류 → 새우류 → 어류로 먹이전환을 할 것으로 추정된다.

가자미과에 속하는 어종들은 성장에 따른 유사한 먹이전환을 보이지 않고 다양한 먹이전환 양상을 보였다(Zhang, 1988; Minami, 1998; Uehara and Shimizu, 1999). 그러나 넙치과에 속하는 어종들은 성장함에 따라 요각류 → 곤쟁이류 또는 단각류 → 새우류 → 어류의 유사한 먹이전환 양

상을 보였다(Lopez Cazorla and Forte, 2005; Choo, 2007).



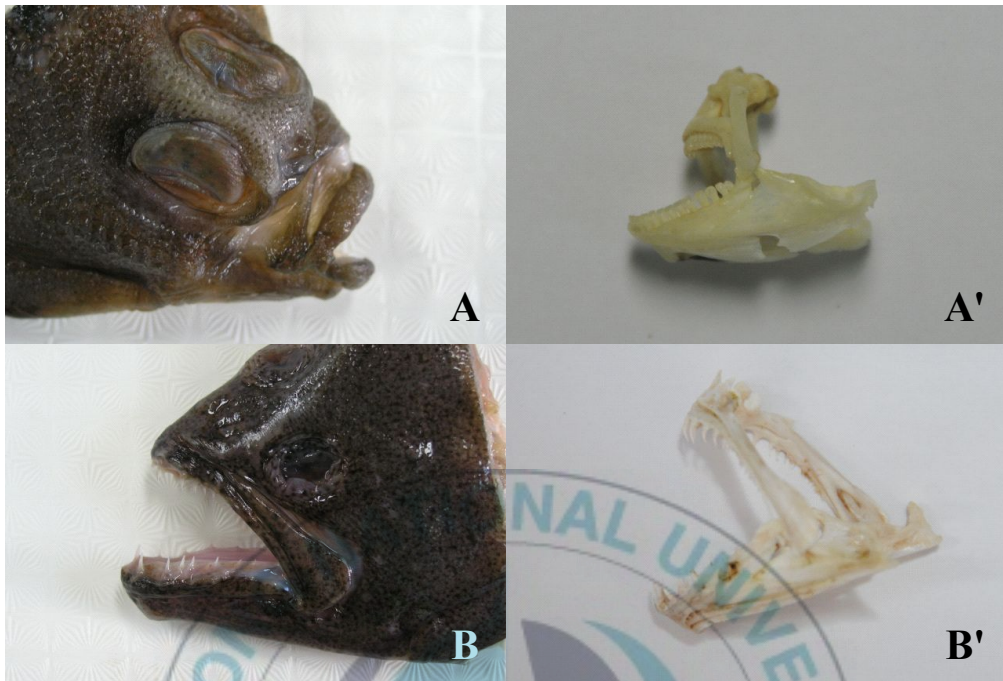


Fig. 9. Photographs of mouth morphology of *Limanda yokohamae* (A) and *Paralichthys olivaceus* (B) collected in the coastal waters off Taean, Korea.

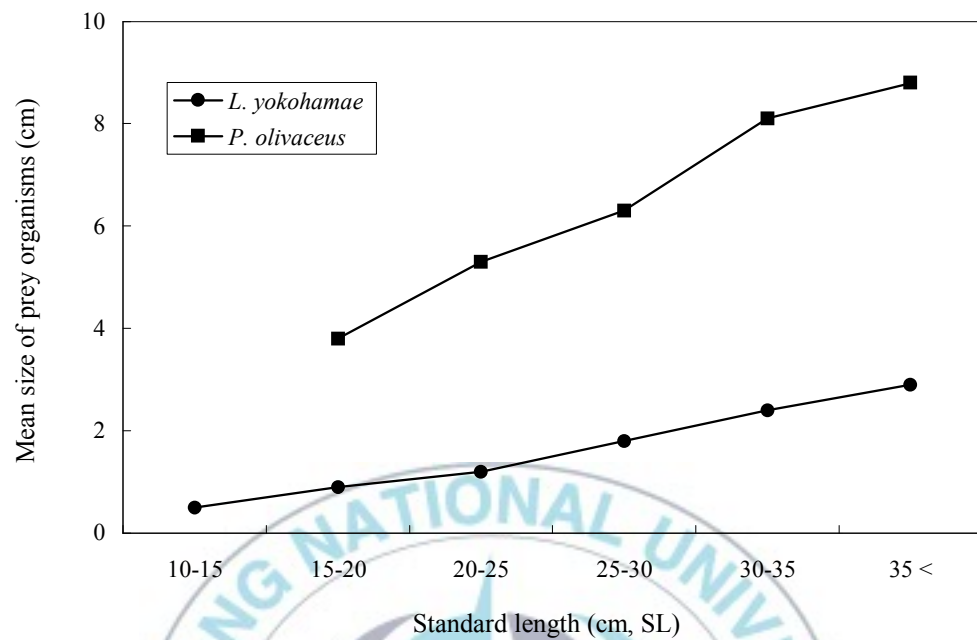


Fig. 10. Ontogenetic changes in mean prey size of *Limanda yokohamae* and *Paralichthys olivaceus*.

Table 3. Comparison of main prey items among Pleuronectidae and Paralichthyidae fishes.

Family	Species	Fish size	Prey items	Proportion (%)	Study area	Reference
Pleuronectidae	<i>Kareius bicoloratus</i>	18.2-36.5 (cm, SL)	Decapoda	43.2	China (Bohai Sea)	Dou, 1995
			Cephalopoda	35.2		
			Bivalvia	13.7		
	<i>Verasper variegatus</i>	17.5-44.3 (cm, SL)	Decapoda	55.5	China (Bohai Sea)	Dou, 1995
			Cephalopoda	21.8		
			Stomatopoda	11.1		
	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	13.8-19.5 (cm, SL)	Gastropoda	23.0	China (Bohai Sea)	Dou, 1995
			Decapoda	17.1		
			Stomatopoda	15.8		
	<i>Limanda yokohamae</i>	1.3-15.8 (cm, SL)	Polychaeta	67.2	Korea (Kwangyang Bay)	Kwak and Huh, 2003
Gammaridea			11.7			
Gastropoda			6.0			
<i>Limanda yokohamae</i>	14.0-40.6 (cm, SL)	Polychaeta	84.2	Korea (Coastal waters off Taean)	Present study	
		Ophiuroidea	5.4			
		Bivalvia	5.2			
Paralichthyidae	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	7.0-87.5 (cm, SL)	Pisces	77.8	Argentina	Cazorla and Forte, 2005
			Crustaceans	22.0		
			Cephalopoda	0.2		
	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	2.0-22.0 (cm, SL)	Pisces	57.7	Korea (Coastal waters off Kori)	Choo, 2007
			Caridea	28.4		
			Cephalopoda	9.8		
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	15.0-42.5 (cm, SL)	Pisces	83.0	China (Bohai Sea)	Dou, 1995
			Decapoda	9.1		
			Cephalopoda	4.5		
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	16.7-48.0 (cm, SL)	Pisces	83.0	Korea (Coastal waters off Taean)	Present study
Cephalopoda			10.0			
Macrura			6.3			

* Ww = Wet weight ; Dw = Dry weight

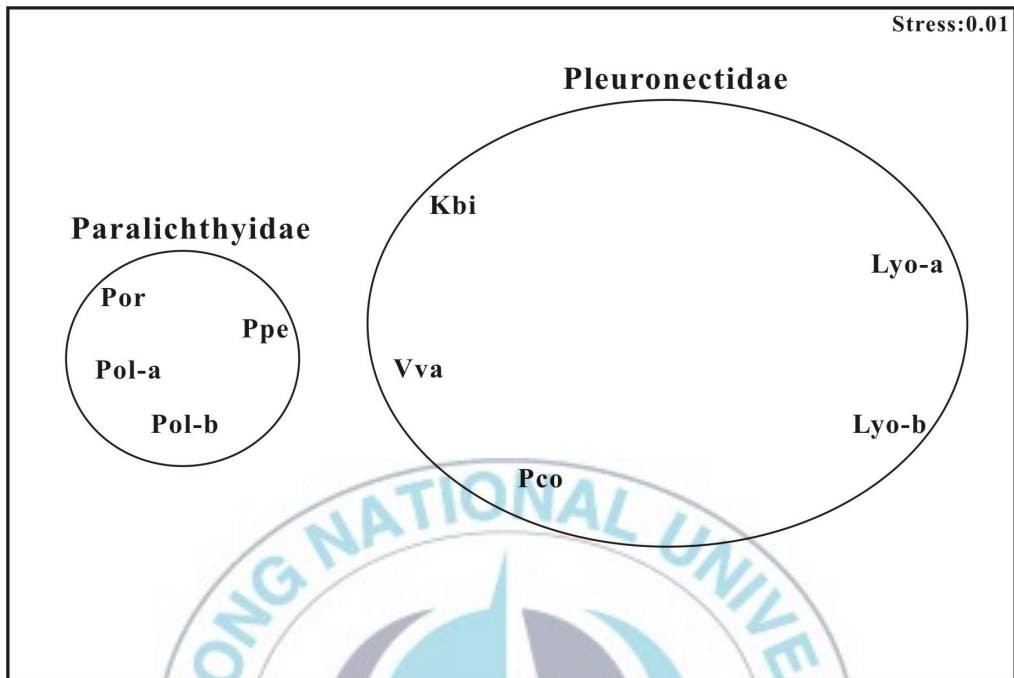


Fig. 11. Classification of feeding groups based on MDS among Pleuronectidae and Paralichthyidae fishes. (Kbi, *Kareius bicoloratus*; Lyo-a, *Limanda yokohamae* in Taean; Lyo-b, *L. yokohamae* in Kwangyang Bay; Pco, *Pleuronichthys cornutus*; Por, *Paralichthys orbignyanus*; Pol-a, *Paralichthys olivaceus* in Taean; Pol-b, *P. olivaceus* in Bohai Sea; Ppe, *Pseudorhombus pentophthalmus*; Vva, *Verasper variegatus*)

V. 요약

2008년 4월부터 2009년 3월까지 태안연안에서 채집된 문치가자미와 넙치의 섭식생태를 비교하였다. 본 연구에 사용된 문치가자미의 개체는 총 234개체 였으며, 이들의 체장은 14.0~40.6 cm SL 범위를 보였고, 넙치의 개체는 135개체 였으며, 체장은 16.7~48.0 cm SL 범위를 보였다.

문치가자미의 가장 중요한 먹이생물은 전체 건조중량의 84.2%를 차지한 갯지렁이류(Polychaeta)였다. 갯지렁이류 다음으로 단각류(Amphipoda)가 전체 건조중량의 0.4%를 차지하였으며 단각류 중에서는 옆새우류(Gammaridea)를 가장 많이 섭식하였다. 그 밖에 거미불가사리류(Ophiuroidea), 이매패류(Bivalvia), 곤쟁이류(Mysidacea), 쿠마류(Cumacea), 물민챙이류(Cephalaspidea), 복족류(Gastropoda), 등각류(Isopoda), 갯가재류(Stomatopoda), 새우류(Macrura), 게류(Brachyura) 등도 섭식하였다. 한편 넙치의 가장 중요한 먹이생물은 전체 건조중량의 83.2%를 차지한 어류(Pisces)로 나타났으며, 그 외에 새우류(Macrura), 두족류(Cephalopoda), 곤쟁이류(Mysidacea), 갯지렁이류(Polychaeta) 등을 섭식하였다.

문치가자미는 비교적 작은 입크기와 작은 이빨, 돌출된 구강구조를 가져 입구조가 저서생물을 섭식하기에 적당하게 발달된 반면, 넙치는 비교적 큰 입과 날카롭게 발달된 이빨을 가져 큰 크기의 먹이를 섭식할 수 있는 입구조를 가졌다.

이와 같이 두 어종은 같은 해역에 서식하지만 입구조의 형태적 변형을 통하여 먹이를 달리함으로써 먹이경쟁을 피하고 공존할 수 있는 것으로 판단된다.

VI. 감사의 글

2007년 부경대학교 대학원에 진학하기로 마음먹고 마음 졸이던 때가 엇그제 같은데 벌써 2009년도 반년이란 시간이 훌쩍 지나버리고 그 동안의 연구 결과를 이렇게 보여드리게 되었습니다. 2년 반이라는 시간동안 유영 생물학 실험실에서 보낸 시간은 언제나 배움의 시간이었고, 너무나도 고마운 분들과 함께 할 수 있었기에 가능했다고 생각합니다.

먼저 수업 이외에도 수많은 조언 등 너무나 많은 가르침을 주시며 아낌 없는 지원을 해주신 허성희 교수님께 가장 깊은 감사를 드립니다. 그리고 언제나 옆에서 관심을 가져주시고 소중한 충고 및 조언을 해주신 실험실 선배님 곽석남 박사님, 추현기 박사님, 경상대학교 백근욱 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

많은 가르침과 조언을 주신 부경대학교의 강용균 교수님, 김석운 교수님, 김학균 교수님, 문창호 교수님, 박미옥 교수님, 이재철 교수님, 양한섭 교수님, 최승호 박사님, 김대현 박사님, 이병관 박사님, 오석진 박사님 함경훈 선배님께 깊은 감사를 드립니다.

많은 현장 조사와 실험을 함께하며 세세한 부분 하나하나까지 가르쳐 주신 한명일 선배님, 박주면 선배님, 김하원 선배님, 일본에서도 정말 많은 도움을 주신 남기문 선배님 그리고 언제나 옆에서 귀찮은 내색 하나 없이 도와주고 가르쳐 주며 실험실 생활을 즐겁게 할 수 있었던 황원진, 오현수, 최희찬, 김정운, 강진목, 김진민, 허유심에게도 감사를 드립니다.

마지막으로 저를 응원해주던 친구들에게도 감사의 인사를 전하며 철없는 아들을 뒤에서 묵묵히 지켜봐주신 아버지, 어머니, 누나에게 깊은 감사를 드립니다.

VII. 참고문헌

- Cha, H.K., H.C. kwon, S.I. Lee, J.H. Yang, D.S. Chang and Y.Y. Chun. 2008. Maturity and spawning of Korean flounder *Glyptocephalus stellae* (Schmidt) in the East Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 20, 263-271. (in Korean)
- Choo, H.G. 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Natl, Univ., 1-126. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, pp. 727. (in Korean)
- Dou, S. 1995. Food utilization of adult flatfishes co-occurring in the Bohai Sea of China. Neth. J. Sea Res., 34, 183-193.
- Gerking, S.D. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press, San Diego, pp. 416.
- Han, K.H., J.T. Park, D.S. Jin, S.I. Jang, H.H. Joung and J.K. Cho. 2001. Morphological development of larvae and juveniles of the marble sole, *Limanda yokohamae*. Korean J. Ichthyol., 13, 161-165. (in Korean)
- Kim, I.S. and C.H. Youn. 1994. Taxonomic revision of the flounder (Pisces : Pleuronectiformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 6, 99-131. (in Korean)
- Kim, Y.H., Y.J. Kang and I.J. Bae. 1991. Age and growth of marbled sole *Limanda yokohamae* (GUNTHER). Korean J. Ichthyol., 3,

- 130-139. (in Korean)
- Kim, Y.K., J.G. Myoung and J.S. Park. 1983. Eggs development and larvae of the right-eye flounder, *Limanda yokohamae* Gunther. Bull. Korean Fish. Soc., 16, 389-394. (in Korean)
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Feeding habit of *Limanda yokohamae* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwanhyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 36, 522-527. (in Korean)
- Lopez Cazorla, A. and S. Forte. 2005. Food and feeding habits of flounder *Paralichthys orbignyanus* (Jenyns, 1842) in Bahia Blance Estuary, Argentina. Hydrobiologia, 549, 251-257.
- Livingston, M.E. 1987. Morphological and sensory specializations of five New Zealand flatfish species, in relation to feeding behaviour. J. Fish Biol. 31, 775-795
- Minami, T. 1984. The early life history of a flounder *Kareius bicoloratus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish./Nissuichi, 50, 551-560. (in Japanese)
- Moon, H.T. and T.W. Lee. 1999. Age and growth of juvenile *Limanda yokohamae* in the shallow water off Gaduk-do as indicated from microstructure in otoliths. Korean J. Ichthyol., 11, 46-51. (in Korean)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2001. Shrimp of the Korean Waters. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., pp. 188. (in Korean)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal & Offshore Waters in Korea. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., pp. 333. (in Korean)

- Takeda, M. 1982. Keys to Japanese and Foreign Crustaceans. Hokuryukan Press, Tokyo., 1-284.
- Uehara, S. and M. Shimizu. 1999. Maturity, condition and feeding of stone flounder *Kareius bicoloratus* in Tokyo Bay. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 65, 209-215. (in Japanese)
- Yamada, U., M. Tagwa, S. Kishida and K. Honjo. 1986. Fishes of the east China sea and the yellow sea. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., pp. 501.
- Yamamoto, M., H. Makino, J.I. Kobayashi and O. Tominaga. 2004. Food organism and feeding habits of larval and juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* at Ohama Beach in Hiuchi-Nada, the central Seto inland sea, Japan. Fish. Sci., 70, 1098-1105. (in Japanese)
- Yoon, C.H. 2002. Fish of Korea with Pictorial Key and Systematic List. Academy Publ. Co. Seoul, pp. 747. (in Korean)
- Youn, C.H., S.H. Huh and I.S. Kim. 1998. Occurrence of post-larvae and juveniles of *Laeops kitaharae* (Bothidae, Pleuronectiformes) in Korea. Korean J. Ichthyol., 10, 200-206. (in Korean)
- Zhang, C.I. 1988. Food habits and ecological interactions of Alaska plaice, *Pleuronectes quadrituberculatus*, with other flatfish species in the Eastern Bering Sea. Bull. Korean Fish. Soc., 21, 150-160. (in Korean)