

# 동해 울진바다목장에 서식하는 넙치(*Paralichthys olivaceus*)의 식성

최정화 · 윤상철<sup>1</sup> · 이성일 · 김종빈<sup>2</sup> · 김혜림\*

국립수산과학원 자원관리과, <sup>1</sup>국립수산과학원 동해수산연구소 지원환경과, <sup>2</sup>국립수산과학원 대외협력과

## Feeding Habits of *Paralichthys olivaceus* in the Uljin Marine Ranching Area

Jung Hwa Choi, Sang Cheoul Yoon<sup>1</sup>, Sung Il Lee, Jong Bin Kim<sup>2</sup> and Hye Rim Kim\*

Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

<sup>1</sup>Fisheries Resources and Environmental Division, East Sea Fisheries Research Institute, Gangneung 210-861, Korea

<sup>2</sup>External Research Cooperation Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

The feeding habits of *Paralichthys olivaceus* in the Uljin marine ranching area, located on the mid-eastern coast of Korea, were studied from January to November 2009. In total, 381 specimens were collected; fish ranged in size from 15.4 to 59.0 cm in total length. *P. olivaceus* is a carnivore, mainly consuming other fishes and crustaceans. The prey items of *P. olivaceus* changed ontogenetically. Small individuals fed on decapod crustaceans while large ones fed heavily on other fishes. The diet of *P. olivaceus* varied seasonally. Fish comprised the main prey items throughout the year. The stomach contents index (SCI) of each size class increased and the dietary breadth index (DBI) of each size class decreased as individuals grew.

Key words: *Paralichthys olivaceus*, Uljin marine ranching area, Stomach

### 서 론

넙치는 우리나라 전 연안, 쿠릴열도, 일본, 남중국해의 수심 10-200 m의 연안에 서식하는 가자미목(Pleuronectiformes), 넙치과(Paralichthyidae)에 속하는 저서성 어류이며, 주로 어류와 갑각류를 섭이하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005). 우리나라를 비롯한 일본과 중국에서 넙치는 주요 연안 수산자원으로써 관리대상 생물일 뿐만 아니라 중요 양식 대상생물로 사육에 관한 생물학적 연구가 주로 이루어져 있다.

우리나라에서는 2000년 이후 본격적인 방류사업으로 연안의 넙치 어획량이 최근 증가하는 경향을 보이고 있다(MIFAFF, 2010). 특히, 우리나라 동해 남부해역의 연안 수산자원이 점차 감소함에 따라 수산자원 조성의 일환으로 2006년부터 울진의 바다목장사업이 본격적으로 추진되었으며, 넙치는 바다목장 기반조성을 위한 종묘방류 사업의 중요 방류 대상생물로 2008년도에 약 10만 마리가 방류되었다(NFRDI, 2009). 방류된 종묘의 성장과 사망에 관한 사항은 바다목장 기반조성의 정보이며, 이러한 정보는 먹이섭성과 공위율과 같은 섭이생태 연구로 파악된다(Park et al., 2007)

본 연구는 넙치의 위 내용물 분석을 통하여 울진 바다목장해역의 넙치 섭이생태를 파악함으로써 넙치의 바다목장해역 생태

계 내에서의 역할을 규명하고 향후 바다목장해역의 생태계 기반 자원관리를 위한 생태계 모델링의 기초자료를 제공하고자 한다.

### 재료 및 방법

본 연구에 사용된 넙치 시료는 2009년 1월부터 11월까지 매 월 1회(4, 9월 제외)에 걸쳐 소형오테트롤(망목 1 cm)을 이용하여 울진 바다목장해역의 6개 정점에서 채집하였다(Fig. 1). 소형 오테트롤의 크기는 전개하였을 때 망구 2.6 m, 망폭 10 m였다.

채집된 시료는 즉시 현장에서 전장(0.1 cm, Total length)과 체중(0.1 g, Body weight)을 측정하고 위를 분리하였다. 분리된 위의 내용물은 해부현미경 하에서 Kim et al. (2005), Cha et al. (2001)등을 이용하여 가능한 종까지 동정하였고 소화기 많이 진행된 개체들은 동정이 가능한 분류단위까지 분류하였다.

먹이생물은 종류별로 개체수를 계수하고, 각 먹이생물의 크기는 전장 0.1 cm 단위까지, 습중량 0.01 g 단위까지 측정하였다. 위 내용물의 출현양상은, 각 먹이생물에 대한 출현빈도(Fi: Frequency of occurrence)는 i 종을 섭이한 넙치 개체수/먹이를 섭이한 넙치 총개체수를 백분율로 나타내었으며, 개체수비(Ni: Percentage of number)는 섭이된 i종의 개체수/위내용물의 총개체수를 백분율로 나타내었고, 습중량비(Wi: Percentage of wet weight)는 섭이된 i종의 습중량/위내용물의 총습중량을 백분율로 표현하였다(Hyslop, 1980). 먹이생물의 상대중요도지수(IRI:

\*Corresponding author: hyerimtown@nfrdi.go.kr

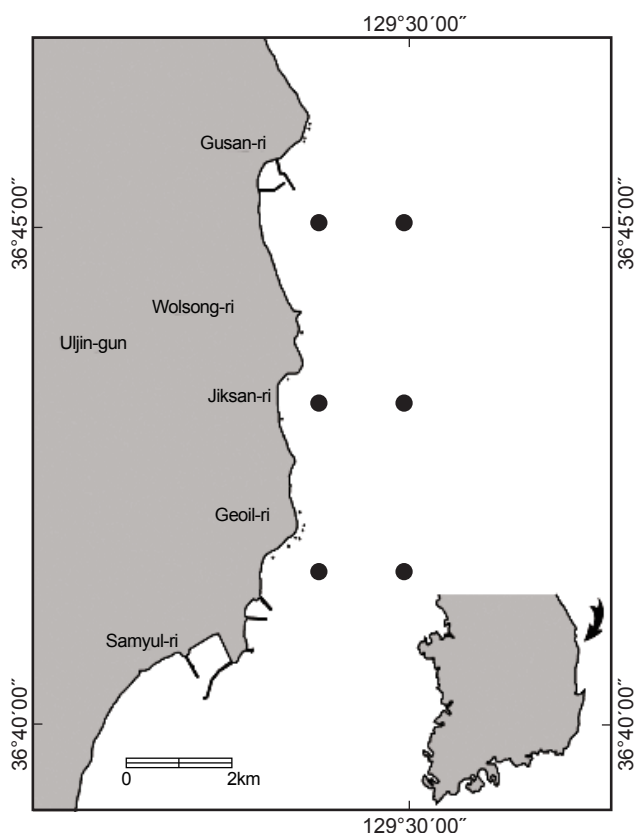


Fig. 1. Sampling locations around Uljin marine ranching area in the eastern coast of Korea. Black cycles represent of trawl stations.

Index of Relative Importance)는 개체수비와 습중량비의 합에 출현빈도를 곱하여 구하였는데(Pinkas et al., 1971) 이것을 백분율로 환산하여 상대중요도지수비(% IRI)를 구하였다.

어류가 성장함에 따른 섭식율의 변화를 알아보기 위하여 위 내용물 중량지수(SCI: Stomach content index)를 구하였다.

$$SCI = SCW(g) / BW(g) \times 100$$

여기서 SCW (Stomach content weight)는 위내용물 중량이고, BW (Body weight)는 넙치의 전중이다.

또한, 넙치가 먹이생물을 얼마나 다양하게 먹고 있는가를 파악하기 위하여 먹이다양도(DBI: Dietary breadth index)를 구하였다(Krebs, 1989).

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

여기서  $P_{ij}$  = 포식자 i의 위내용물 중 먹이생물 j가 차지하는 비율이며 n = 총 먹이생물의 종 수를 나타낸다. 이 지수의 범위는 0부터 1까지로 수치가 1에 가까울수록 다양한 먹이생물을 먹는 종으로 볼 수 있다(Gibson and Ezzi, 1987; Krebs, 1989). 또

한, 넙치의 계절별 먹이습성에 따른 먹이 선호도를 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 위내용물의 조성

본 연구에 이용된 넙치 총 개체수는 380개체였으며 전장은 15.4-59.0 cm의 범위를 보였으며, 25-30 cm 그룹이 71.8%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 공위는 216개체로 56.8%의 공위를 보였으며, 먹이를 섭취한 164개체의 위내용물을 분석한 결과 상대중요도지수 66.4%, 개체수 7.4%, 습중량은 79.2%를 보인 어류가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다(Table 1). 어류 중에서는 청보리멸(*Sillago japonica*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 노랑족수(*Upeneus japonica*), 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 가자미류(Pleuronectidae sp.), 넙치류(*Paralichthys* sp.), 망둑어류(Gobiidae sp.), 및 양태류(Platycephalidae sp.) 등을 많이 섭취하였으며, 이 중 까나리(*Ammodytes personatus*)가 습중량비 22.3%, 출현빈도 6.8%, 개체수비 0.6%로 가장 높은 값을 나타내었다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물은 갑각류(Crustacea)로 특히, 곤쟁이(Mysidacea spp.)류는 개체수비 67.0%로 전체 위내용물 중에서 가장 높은 비율을 차지하였지만 습중량은 5.3%로 낮아 상대중요도지수비가 28.3%를 보였으며, 쪽불이(*Callinassa japonica*)는 개체수비 7.5%, 습중량 8.8%를 보였으며 상대중요도지수비는 4.6%를 나타내었고, 자주새우류(*Crangon* sp.)가 습중량 2.2%를 차지하였다(Fig. 2). 그 외 분류군으로는 살오징어(*Todarodes pacificus*), 주꾸미(*Octopus ocellatus*), 귀오징어(*Euprymna morsei*) 등 두족류(Cephalopoda)가 소량 섭취한 것으로 나타났다.

본 연구에서 나타난 울진바다목장해역의 넙치 공위율은 56.8%로 통영바다목장에 서식하는 조피볼락의 38.9%에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었으며(Park et al., 2007), 태안 연안에 서식하는 넙치 공위율 39.7%에 비해 상대적으로 높은 값

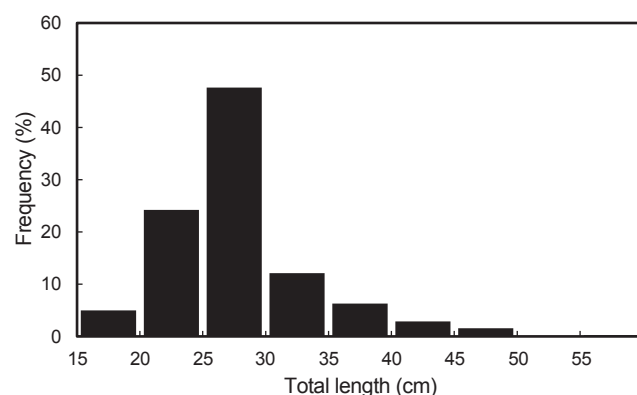


Fig. 2. Length frequency distribution of *Paralichthys olivaceus* caught around the Uljin marine ranching area from January to November 2009.

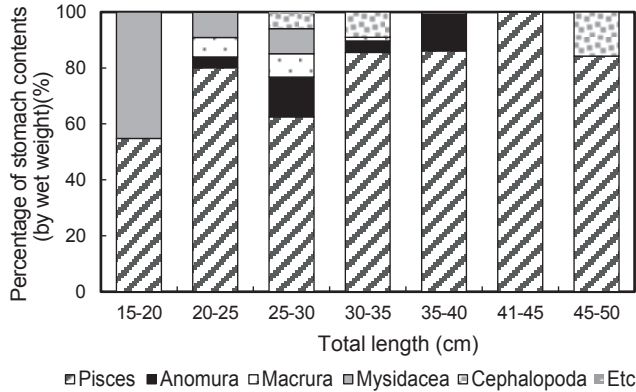


Fig. 3. Diet composition of *Paralichthys olivaceus* by size classes, based on the percentage of wet weight of prey groups.

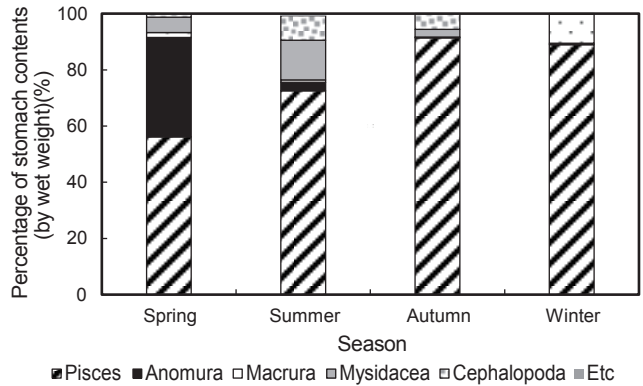


Fig. 5. Diet composition of *Paralichthys olivaceus* in each season based on the percentage of wet weight of prey groups.

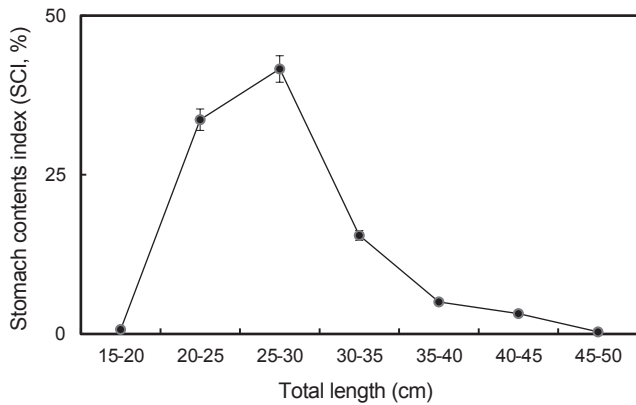


Fig. 4. Stomach content index (SCI) variation of *Paralichthys olivaceus* in each sampling size group.

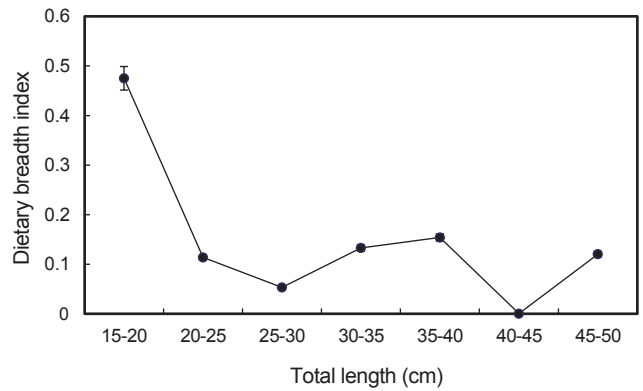


Fig. 6. Dietary breadth index variation of *Paralichthys olivaceus* in each size group.

을 나타내었다(Huh et al., 2010). 또한, 중층에 서식하는 꼬치고기(*Sphyranea pinguis*)와 삼치(*Scomberomorus niphonius*)의 공위를 34.1%와 45.4%에 비해서도 높은 값을 나타내었다(Baek and Huh, 2004; Huh et al., 2006).

Huh et al. (2010)는 태안 연안에서 서식하는 넙치(16.7-48.0 cm)는 멸치(*Engraulis japonicas*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 민태(*Johnius grypotus*), 웅어(*Coilia nasus*) 등 어류의 상대중요도지수가 89.0%를 차지하여 본 연구결과의 66.4%보다는 높았다. Choo (2007)는 고리 주변해역에 서식하는 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*)의 경우 새우류의 상대중요도지수비가 총 먹이생물의 70.5%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물로 보고하였으며, Kwak and Huh (2003)는 광양만에 서식하는 문치가자미의 위내용물 상대중요도지수 중 갯지렁이류(Polycheata)가 전체 먹이생물의 70.9%로 가장 높은 점유율을 차지한다고 보고하였다. 또한, 본 연구해역에 서식하는 강도다리(*Platichthys stellatus*)의 경우 갑각류(67.3%, 섭증량비)를 주로 섭이하는 것으로 알려져 있다(Yoon, personal communication). 이러한 결과들을 비교해 볼 때, 넙치는 동일 가자미목에 속하는 점넙치와 문치가자미 및 강도다리에 비해 상대적으로 어

류를 많이 섭이하는 것으로 나타났다.

성장에 따른 먹이변화

넙치 성장에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하여 넙치 시료를 전장 5 cm 간격으로 7개 크기군으로 나누어 분석하였다. 넙치는 모든 크기군에서 어류가 가장 높은 비율을 차지하였지만 성장함에 따른 먹이생물 조성은 유의한 차이를 보였다( $x^2$  test,  $p > 0.05$ ). 본 연구에서 채집된 최소 체장인 15-20 cm 크기군에서는 다른 크기군에 비하여 상대적으로 곤쟁이류가 많은 양을 차지하였지만 이후 전장 35 cm 크기군까지 곤쟁이류와 이들이 속한 갑각류의 비율이 감소하였다. 40 cm 이상 크기군에서는 어류만을 섭이 하는 것으로 나타났다(Fig. 3). 또한, 성장하면서 위내용물 중량지수(SCI)가 증가하였으며, 25-30 cm 그룹에서 가장 높은 포만도 비율을 나타내었고, 이후 감소하였다(Fig. 4). 일본의 Seto Inland Sea에 서식하는 9.8-75.9 mm 크기군인 넙치는 작은 개체일수록 곤쟁이류와 옆새우류를 많이 섭이하다가 조금씩 성장함에 따라 자주새우류를 섭이하는 비율이 점차 증가하는 것을 알 수 있었다(Yamamoto et al., 2004). Bohai Sea에 서식하는 50-210 mm 크기군의 넙치는 어류를 주로 섭이하였으며 그

Table 1. Composition of the stomach contents of *Paralichthys olivaceus* by the frequency of occurrence, number of individuals, wet weight and index of relative importance(IRI) around the Uljin marine ranching area from January to November 2009

Prey organisms	Occurrence	Number (%)	Wet weight (%)	IRI	IRI (%)
Pisces	60.1	7.4	79.2	5,204.5	66.4
<i>Ammodytes personatus</i>	6.7	0.6	22.3		
<i>Upeneus japonicus</i>	9.2	1.0	9.9		
<i>Engraulis japonicus</i>	8.6	1.1	8.1		
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	1.8	0.3	12.1		
<i>Sillago japonica</i>	3.7	1.3	4.4		
<i>Trachurus japonicus</i>	3.1	0.3	2.2		
<i>Paralichthys</i> sp.	0.6	0.0	0.8		
Gobiidae sp.	0.6	0.0	0.0		
Platycephalidae sp.	1.2	0.2	8.7		
Pleuronectidae sp.	0.6	0.0	0.1		
Unidentified Pisces	23.9	2.4	10.6		
Crustacea	65.7	75.5	16.4	2,605.8	33.3
Amphipoda	2.5	0.3	0.1		
Gammaridea spp.	2.5	0.3	0.1		
Decapoda	31.9	8.2	11.0		
Anomura	22.1	7.5	8.8		
<i>Callinassa japonica</i>	22.1	7.5	8.8		
Macrura	9.8	0.7	2.2		
<i>Crangon affinis</i>	3.1	0.2	0.4		
<i>Crangon hakodatei</i>	1.2	0.1	1.0		
<i>Crangon</i> sp.	4.9	0.4	0.8		
Unidentified Macrura	0.6	0.0	0.0		
Mysidacea spp.	30.7	67.0	5.3		
Unidentified Crustacea	0.6	0.0	0.0		
Mollusca	4.9	0.3	4.3	22.5	0.3
Cephalopoda	4.9	0.3	4.3		
<i>Todarodes pacificus</i>	1.8	0.1	3.8		
<i>Octopus ocellatus</i>	0.6	0.0	0.2		
<i>Euprymna morsei</i>	0.6	0.0	0.2		
Unidentified Mollusca	1.8	0.1	0.0		
Etc.	1.2	16.7	0.3	10.4	0.1
Egg	0.6	16.7	0.1		
Unidentified items	0.6	0.0	0.2		
<b>Total</b>		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>7,843.2</b>	<b>100.0</b>

다음으로 갑각류(Crustacea)를 주로 섭이하는 것으로 나타났다(Dou, 1995). 따라서, 넙치는 치어기 동안 곤쟁이류와 옆새우류를 섭이하고, 성장하면서 자주새우류 등 조금 더 큰 새우류로 먹이생물을 전환하며 성어기에 이르면서 어류로 먹이생물을 전환하는 것으로 나타났으며, 이런 먹이생물의 전환은 에너지효율을 고려에 의한 것으로 여겨진다. 이러한 결과를 통해 볼 때, 넙치는 방류 시 개체의 크기와 서식해역 내 먹이생물의 고려함으로써 초기사망을 줄일 수 있을 것으로 여겨진다(Fig. 5).

계절에 따른 먹이생물의 변화

어류가 4계절 모두 습중량 비에서 먹이생물 중 가장 많은 비율을 차지하였다(Fig. 6). 가을과 겨울에는 어류가 각각 91.3%, 88.9%로 압도적으로 높은 비율을 차지하였지만 봄에는 어류가 56.1%를 차지한 반면 쪽불이가 먹이생물의 35.4%를 차지하였다. 봄철에 쪽불이를 섭이한 넙치는 주로 25-40 cm의 크기군으로써 이는 봄과 여름이 산란기인 넙치가 산란을 위해 얕은 연안쪽으로 이동함에 따라 연안에 서식하는 쪽불이를 섭이하는 것으로 판단된다(Dou, 1995). 여름과 가을에는 두족류가 각각 8.77%, 5.58%를 차지하여 4계절 중 비교적 높은 점유율을 차지

하였으며, 겨울철에는 새우류의 습중량비가 10.3%를 차지하여 다른 계절에 비해 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 계절별 연구해역에 출현하는 생물군의 변화와 밀접한 관계가 있는 것으로 추측되어진다. 특히, 어류의 자원량은 봄에 가장 낮은 수치를 보였고 여름, 가을로 가면서 어류 자원량이 증가하였는데 이는 넙치의 먹이생물인 어류의 계절별 점유율의 양상과 일치하였다 (Yoon, personal communication).

## 사 사

이 연구는 국립수산과학원(동해연안자원조사, RP-2011-FR-021)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- Baeck GU and Huh SH. 2004. Feeding habits of brown baracuda (*Sphyraena pinguis*, *Teleostei*) in the coastal waters of Gadeok-do, Korea. *J Korean Fish Soc* 37, 505-510.
- Cha HK, Lee JU, Park CS, Baik CI, Hong SY, Park JH, Lee DW, Choi YM, Hwang KS, Kim ZG, Choi KH, Sohn HS, Sohn MH, Kim DH and Choi JH. 2001. Shrimps of the Korean Waters. Hanguel Graphics Press, Busan, Korea, 1-188.
- Choo HG. 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea. Pukyong Natl Uni, Busan, Korea, 1-126.
- Dou S. 1995. Food utilization of adult flatfishes co-occurring in the Bohai Sea of China. *Neth J Sea Res* 34, 195-210.
- Gibson RN and Ezzi IA. 1987. Feeding relationships of a demersal fish assemblage on the wet coast of Scotland. *J Fish Biol* 31, 55-69.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J Fish Biol* 17, 411-429.
- Huh SH, Park JM and Baeck GU. 2006. Feeding habits of spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the southern sea of Korea. *J Korean Fish Soc* 39, 35-41.
- 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. *J Korean Fish Soc* 43, 756-759.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim and Lim JH. 2005. Illustrated book of Korean fish. Kyo-Hak Publishing, Seoul, Korea, 1-615.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row, New York, U.S.A., 1-654.
- Kwak SN and Huh SH. 2003. Feeding habit of *Limanda yokohamae* in the Eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang bay. *J Korean Fish Soc* 36, 522-527.
- MIFAFF (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries). 2010. Statistic Database for Fisheries Production from <http://fs.fips.go.kr/main.jsp> on August 23.
- NFRDI. 2009. Statistic Database for the Research Project of NFRDI from <http://kms.nfrdi.go.kr> on June 20.
- Park KD, Kang YJ, Huh SH, Kwak SN, Kim HW, Lee HW. 2007. Feeding Ecology of *Sebastes schlegeli* in the Tongyeong marine ranching area. *J Korean Fish Soc*, 40, 308-314.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull*, 152, 1-105.
- Yamamoto M, Makino H, Kobayashi JI and Tominaga O. 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.

2011년 6월 30일 접수

2011년 11월 3일 수정

2011년 12월 7일 수리