

장봉도 갯벌의 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)와 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 섭식생태

서인수^{1,2}·홍재상^{1,*}
 인하대학교 해양학과, ²(주)해양생태기술연구소

Comparative Feeding Ecology of Sympatric Greenling *Hexagrammos otakii* and Schlegel's Black Rockfish *Sebastes schlegeli* in the Jangbong Tidal Flat, Incheon, Korea

In-Soo SEO^{1,2} and Jae-Sang HONG^{1,*}

¹Department of Oceanography, Inha University, Incheon 402-751, Korea

²Marine Eco-Technology Institute Co., Ltd., 485-1 Yongdang, Namgu, Busan 608-830, Korea

The comparative feeding ecology of greenling *Hexagrammos otakii* and Schlegel's black rockfish *Sebastes schlegeli* populations was investigated in the Jangbong tidal flat near Incheon, Korea. Monthly samples were taken using a modified otter trawl from November 1999 to January 2001. The stomach contents of 124 greenling and 115 Schlegel's black rockfish were analyzed. The diet of *H. otakii* was dominated by the amphipods *Gammaropsis japonicus*, *Caprella scaura*, *Isaeopsis* sp. and *Monocorophium acherusicum*, the shrimps *Latreutes mucronatus* and *Alpheus japonicus*, the mysid *Neomysis orientalis* and the bivalve *Mytilus edulis*. In contrast, *S. schlegeli* mainly fed on the mysids *N. orientalis*, *N. japonica*, and *N. awatschensis*, the shrimps *Exopalaemon carinicauda*, *A. japonicus* and *L. mucronatus*, and the fish *Pholis fangi* and unidentified gobiids. A comparison of the frequency and abundance of food items showed that crustaceans (e.g., amphipods, mysids and shrimps) were important foods for both species. Their main dietary components, however, differed which is probably due to differences in the spatial distribution of the two species and their prey items. In conclusion, greenling and Schlegel's black rockfish, despite being sympatric on a tidal flat, have distinct food habits and low dietary overlap (Schoener's index: 0.1). These results indicate, to some extent, resource partitioning for the maximum utilization of available foods in the tidal flat.

Key words: Dietary overlap, Feeding ecology, *Hexagrammos otakii*, *Sebastes schlegeli*, Tidal flat

서론

한반도의 중요 연안습지인 갯벌은 다양한 해양생물의 서식처이자, 수산업적으로 유용한 어류의 산란과 성육이 집중적으로 이루어지는 장소이다 (Reise, 1985). 그러나 지금까지 갯벌이 지니는 생태학적 중요성에도 불구하고 생물학적 종 조성, 계절변화 양상, 섭식생태학과 생물상호 간의 경쟁 등에 관한 연구는 상대적으로 많지 않다 (Kikuchi and Yamashita, 1992; Hwang et al., 2003; Seo and Hong, 2006). 해양생태계에서 생물 종간 또는 생물 종내의 먹이경쟁을 표현하는 섭식생태 연구는 연구대상생물이 지니는 생물·생태학적인 특성을 우선적으로 파악하고, 먹이자원 분할의 구조를 이해하는데 있어 매우 중요한 자료를 제시한다 (Carter et al., 1991; Silva, 1999; Linke et al., 2001). 더욱이 섭식 특성 파악을 기초로 하는 먹이사슬 및 먹이망의 구축은 물질 및 에너지 순환을 묘사하는데 필수적으로 요구되는 분야이기도 하다 (Greenstreet et al., 1997).

본 연구에 이용된 쥐노래미 *Hexagrammos otakii*와 조피볼락 *Sebastes schlegeli*은 한반도와 일본 연안의 해조가 번성하는 암반기질에 주로 분포한다는 공통점이 있다 (Chyung, 1977). 이중 쥐노래미는 유어기에는 갯벌을 포함한 연안의 내해에서 서식하고, 성장과 더불어 보다 깊은 수심으로 이동하는 행동패턴을 보인다 (Kim and Kang, 1997). 반면 조피볼락은 산란에서부터 유어·성어를 대부분 연안에서 보내며, 수산·생물학적으로 중요한 생태적 지위를 가지는 정착성 어종으로 알려져 있다 (Kim and Kang, 1999). 최근에는 서·남해안의 대표적인 양식어종으로 각광을 받고 있을 뿐만 아니라, 해양목장화 사업의 관리대상 어종으로 볼락과 함께 관심이 집중되고 있다 (KORDI, 1997).

지금까지 쥐노래미에 대한 연구는 양식기술 개발의 필요성 측면에서 사료 개발과 효과 (Lee and Lee, 1996)에 관한 연구가 있고, 위내용물 분석에 대한 연구는 소수가 있을 뿐이다 (Kanamoto, 1979; Kim and Kang, 1997). 반면, 조피볼락은 초기 생활사 (Hyun and Rho, 1996), 생식주기 (Baek et al., 2000) 및 연령과 성장 (Park et al., 2001; Im and Hwang, 2002) 등

*Corresponding author: jshong@inha.ac.kr

다양한 분야에서 활발히 수행되었다. 한편 두 종에 대한 먹이 생물 연구결과, 쥐노래미는 단각류, 게류 및 요각류 등을 편식하거나, 일부 다모류와 새우류를 먹이원으로 이용하고 있다. 그에 반해 조피볼락은 단각류, 게류 및 새우류를 고르게 섭식하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 두 종의 먹이생물 종 조성으로 보면 다소 차이는 있으나, 두 종은 주로 갑각류를 선호한다는 것을 알 수 있다. 한편, 지금까지의 수행된 대부분의 연구가 연안의 만(灣)환경에 국한되어 있어, 갯벌과 그 주변해역을 이용하는 섭식생태에 관한 연구는 없다. 또한 먹이생물을 파악하는데 있어서도 대분류 수준에 국한되어 있다.

본 연구는 갯벌과 연안역에 서식하는 쥐노래미와 조피볼락의 1) 자연상태에서 두 종이 섭식하는 보다 구체적인 먹이생물의 생물다양성과, 2) 크기에 따른 먹이생물의 변화와 먹이 경쟁 양상을 파악하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 연구대상 어류의 채집장소 (조사지 개황) 및 현장조사는 Seo and Hong (2006)이 수행한 방법과 동일하다. 한편, 두 종에 대한 섭식생태를 파악하기 위한 분석방법을 다음과 같다.

(1) 상대중요성: 먹이생물의 출현 빈도 (%F), 개체수 (%N)와 생체량 (%W)의 비는 다음의 식을 이용하였다.

$$\text{출현 빈도 } \%F = \frac{F_i}{F} \times 100$$

F_i : 소화관내 i 종의 먹이생물이 출현한 개체의 수

F : 소화관내 먹이생물을 가지고 있는 개체의 수

$$\text{개체수 } \%N = \frac{N_i}{\sum N_i} \times 100$$

N_i : 소화관 내용물 중 i 종의 개체수

N_i : 소화관 내용물 중 먹이생물의 전체 개체수

$$\text{생체량 } \%W = \frac{W_i}{\sum W_i} \times 100$$

W_i : 소화관 내용물 중 i 종의 생체량

W_i : 소화관 내용물 중 먹이생물의 전체 생체량

이상의 값을 기초로 먹이생물의 상대중요성 지수 (IRI, Index of Relative Importance)를 구하였다. 상대중요성 지수는 백분율로서 표시되지 않기 때문에 각 먹이 생물간의 중요도를 비교하는 것이 상대적으로 어렵다. 따라서 다음의 식을 이용하여 백분율로 표시하였다 (Cortí s, 1997).

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

$\%F$, $\%N$, $\%W$ 는 상기와 동일하다.

$$\%IRI = \frac{IRI}{\sum_{i=1}^n IRI} \times 100$$

(2) 먹이중복도: 먹이생물의 중복도 (niche overlap)는

Schoener's index (Ro, 1970)를 이용하였다. 이 지수의 범위는 중복이 전혀 없는 0에서 완전히 중복되는 1사이의 값을 갖는다. 동일한 서식처를 이용하는 유사종의 중복도가 0.8보다 작거나 같으면 유의한 차이가 있음을 가리키는 것으로 해석한다 (Cartes and Sardà, 1989).

$$R_{0} = 1 - \frac{P_{ij} - P_{ik}}{2}$$

P_{ij} : j 종이 섭이한 i 먹이생물의 개체수 비

P_{ik} : k 종이 섭이한 i 먹이생물의 개체수 비

(3) 선택도 지수: 각 생물의 먹이생물에 대한 선택성은 Ivlev (1961)가 제안한 선택도 지수 (electivity index)를 이용하였다.

$$\text{선택도 지수 } E = \frac{R_i - P_i}{R_i + P_i}$$

R_i : 소화관 내용물 중에서 i 종의 개체수

P_i : 환경에 서식하는 i 종의 개체수

(4) 통계분석: 쥐노래미와 조피볼락의 생물학적 특성 (성숙 체장)을 고려하여 크기군을 구분하였고, 먹이생물의 종류와 크기군 사이의 연관성 (의존도)을 평가하기 위하여 Minitab program (version 14)을 이용하여 χ^2 -test를 수행하였다.

결 과

쥐노래미

쥐노래미는 조사 기간 중 총 124개체가 채집되었고, 조사 개체들의 전장은 5.9-24.0 cm 범위이었다. 이중 9.0-18.0 cm 크기의 개체가 대부분을 차지하여 총 107개체로 86.3%를 점유하였다. 계절에 따라 수온이 낮은 2000년 1월부터 3월까지의 채집되지 않았고, 4월부터 갯벌에 출현하기 시작하여 6월에 31개체로 가장 많았다. 이 밖에도 8월 (25개체)과 5월 및 7월에 각각 10개체 이상이 채집되었다 (Fig. 1).

위내용물 분석

분석에 이용된 쥐노래미는 124개체이었고, 위가 비어있는 2개체와 매우 소량의 유기물 잔해 (organic debris)가 남아있는 1개체는 분석에서 제외하였다. 총 124개체를 대상으로 한 위 내용물 분석 결과, 먹이생물은 총 99종, 4,099개체, 46.4 gWWt 을 나타내었다. 출현 종수는 갑각류가 65종으로 가장 다양하였고, 이 중에 단각류와 새우류가 각각 25종과 13종이 출현하여 상대적으로 먹이생물의 생물다양성이 높았다. 다음으로 다모류, 연체동물류 및 기타동물군의 순으로 각각 23종, 6종과 5종이 출현하였다. 개체수에 있어서도 갑각류는 3,844개체가 출현하여 위에서 발견된 먹이생물 개체수의 93.8%를 차지하였다. 특히, 단각류가 3,240개체, 79.0%를 점유하여 가장 선호하는 먹이생물이었다. 다음으로 새우류와 곤쟁이류가 각각 225개체와 202개체가 발견되었다. 이 외에 연체동물류와 다모류는 각각 126개체와 107개체가 출현하여 상대적으로 적었다. 생체량에서도 갑각류는 32.8 gWWt으로 전체의 70.6%를 점유

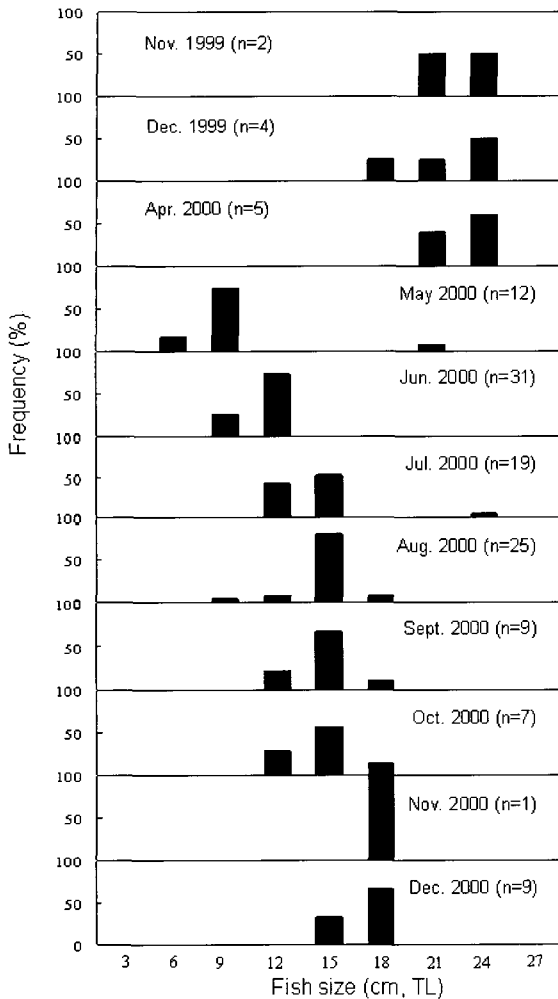


Fig. 1. Size-frequency distribution of *Hexagrammos otakii* in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea.

하였고, 다모류와 기타동물군은 각각 8.0 gWWt과 5.1 gWWt을 나타내었다 (Appendix 1).

한편, 성장에 따른 먹이생물의 변화양상을 보면, 본 연구에서 출현한 가장 작은 크기군인 6.1-9.0 cm에서는 분석 개체가 2개체로 적었고, 단각류와 곤쟁이류만이 관찰되었다. 이후 9.1-15.0 cm의 크기군에서는 먹이생물의 다양성이 갑자기 증가하여 단각류가 총 먹이생물 개체수의 86.6-77.5% (평균 83.0%)의 범위를 나타내었다. 그러나, 생체량에서는 단각류와 곤쟁이류가 각각 36.3-18.4% (평균 24.5%)와 28.5-3.7% (평균 16.9%) 범위를 나타내 점차 감소한 반면, 새우류는 14.2-47.5% (평균 27.7%)의 범위로 크게 증가하였다. 15.0 cm이상의 크기군에서도 먹이생물의 개체수는 단각류가 39.7-52.3% (평균 45.5%)의 비율로 여전히 높은 값을 나타내었고, 곤쟁이류는 1.7-10.8% (평균 4.8%)으로 현저히 감소하였다. 그러나, 새우류와 다모류는 각각 17.6-29.8% (평균 23.3%)와 3.3-12.3% (평균 7.7%)의 범위로 증가하여 대조적이었다. 이러한 결과는 생체량에서도 잘 반영되어 새우류가 32.1-74.7% (평균 52.0%)

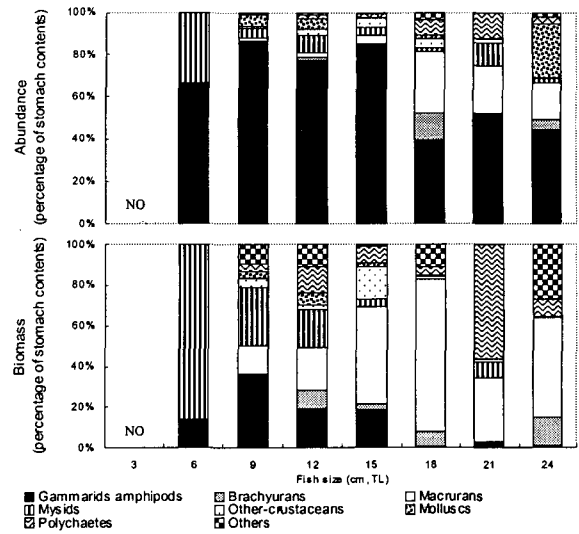


Fig. 2. Variation in the diet composition of *Hexagrammos otakii* caught in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea (NO: No Occurrence).

로 가장 높았고, 다음으로 다모류가 4.8-56.1% (평균 23.1%)를 점유하였다 (Fig. 2).

크기군에 따른 먹이생물의 변화

본 연구에서는 1년생과 2년생 개체 크기군이 분리되는 15.0 cm를 기준으로 먹이생물의 변화양상과 상대 중요도를 분석하였다.

15.0 cm 미만: 총 97개체를 분석하였고, 위에서 발견된 먹이생물은 87종, 3,630개체와 17.0 gWWt을 나타내었다. 분류군별 출현 종수는 갑각류가 60종으로 가장 다양하였고, 다모류는 19종이 출현하였다. 이 밖에 연체동물류와 기타동물군은 각각 4종으로 적었다. 개체수에 있어서도 갑각류는 3,462개체가 출현하여 가장 많았고, 연체동물류와 다모류는 각각 84개체와 69개체를 나타내었다. 특히, 가장 개체수가 많았던 갑각류 중에서 단각류는 3,022개체의 밀도로 전체 개체수의 83.3%를 차지하여 점유율이 높았다. 생체량에서도 갑각류는 13.9 gWWt을 나타내 가장 높았고, 그 중에서도 새우류와 단각류가 각각 5.9 gWWt과 3.5 gWWt으로 생체량이 높았다. 한편, 이들 크기군 개체의 위에서 발견된 먹이생물의 출현 빈도 (%F), 개체수 (%N) 및 생체량 (%W)을 근거로 개별 먹이생물의 상대 중요도를 파악한 결과, 단각류에서는 *Caprella scaura*, *Monocorophium acherusicum*, *Gammaropsis japonicus*, *Isaeopsis* sp., *Erictonius pugnax*, *Eusiroopsis* sp., *Podocerus* sp. 등이, 새우류에서는 남방늪적발꼬마새우 (*Latreutes mucronatus*)와 긴발딱총새우 (*Alpheus japonicus*)가, 곤쟁이류와 이매패류에서는 각각 동양곤쟁이 (*Neomysis orientalis*)와 홍합 (*Mytilus edulis*)이 중요한 먹이생물이었다 (Fig. 3). 특히, 단각류인 *G. japonicus*는 35.9%를 나타내 단일종으로 가장 높은 중요도를 보였고, *C. scaura*와 동양곤쟁이도 각각 24.0%와 7.5%의 중요도를 나타내었다.

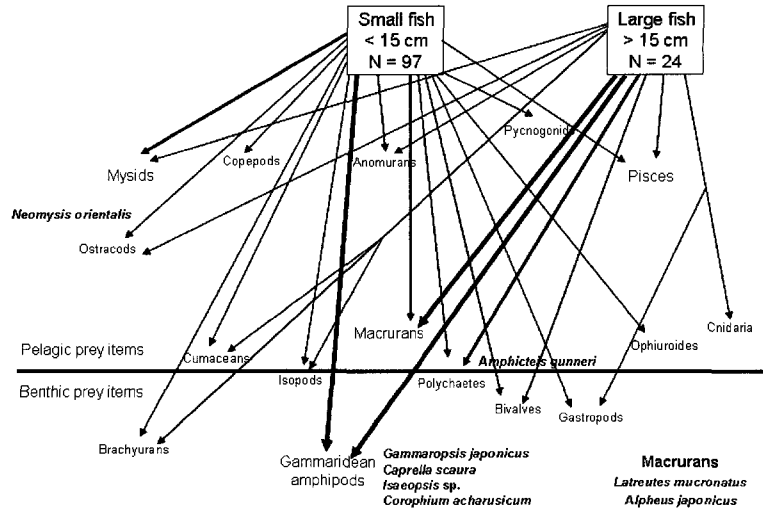


Fig. 3. Food web of the *Hexagrammos otakii* in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea (Note that the width of arrows is based on the IRI value).

15.0 cm 이상: 총 24개체를 분석하였고, 먹이생물은 54종, 469개체와 29.4 gWWt의 생물량을 나타내었다. 이 가운데 갑각류가 35종, 382개체와 18.9 gWWt으로 생물량이 가장 높았다. 다음으로 다모류가 12종, 38개체와 6.4 gWWt을, 연체동물류와 기타동물군은 4종, 42개체, 0.1 gWWt 이하와 3종, 7개체, 4.2 gWWt으로 낮았다. 한편, 갑각류 중에서 단각류는 15.0 cm 미만의 그것과 유사하게 14종과 218개체가 출현하여 생물다양성과 개체수가 높았고, 새우류는 8종, 107개체로 생물다양성과 개체수는 상대적으로 적었으나, 생체량은 15.2 gWWt으로 가장 높았다. 이들 크기군 개체의 위에서 발견된 먹이생물 가운데 단각류의 *M. acherusicum*, *G. japonicus*, *Isaeopsis* sp., *E. pugnax*, *Eusiropsis* sp., 새우류의 남방넓적빨꼬마새우와 긴발딱총새우, 어류의 망둑어류 (Gobiidae unid.), 이매패류의 홍합과 다모류의 *Amphicteis gunneri*가 중요한 먹이생물을 구성하고 있었다 (Fig. 3). 이 중에서도 2종의 새우류 (남방넓적빨꼬마새우와 긴발딱총새우)와 단각류인 *G. japonicus*는 각각 29.1%, 22.8%와 17.7%의 높은 상대 중요도를 나타내었다. 결국, 쥐노래미는 성장함에 따라 단각류와 곤쟁이류 등의 소형 갑각류에서 새우류 등의 중·대형 갑각류를 포함해서 어류와 다모류 등 보다 다양한 먹이생물을 섭식하는 것으로 파악할 수 있었다. 이상에서와 같이 임의로 구분된 크기군의 먹이생물에 대하여 χ^2 -test를 실시한 결과, 각각의 크기군이 섭식한 먹이생물은 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.001$). 또한, 먹이생물의 차이를 유발하는 크기군은 15.0 cm 이상의 개체이었다 (Table 1).

먹이선택도와 중복도

쥐노래미가 섭식한 먹이생물을 대상으로 선택도 지수 (electivity index)를 파악한 결과, 양 (+)의 값에는 넓적원손집게 (*Diogenes edwardsii*), 단각류인 *E. pugnax*, *G. japonica*와 *M. acherusicum* 등이었고, 음(-)의 값에는 다모류의 *Anaitides*

chinensis, 단각류의 *Jassa falcata*와 그라비새우 (*Palaemon gravieri*) 등이었다. 쥐노래미는 주로 암반 기질과 갯벌 하부 저조선 인근의 조하대에 서식하는 대형저서동물을 섭식하는 것으로 파악할 수 있었다 (Table 2). 한편, 동일해역에서 채집된 다른 어종들과의 먹이 중복도 (diet overlap)를 파악한 결과, 쥐노래미는 연구 해역에 서식하거나 또는 일시적으로 갯벌을 이용하는 다른 유영생물과 먹이생물을 공유하지 않았다.

조피볼락

조사 기간 중 총 118개체가 채집되었고, 조사 개체들의 전장은 4.7-24.8 cm의 범위이었다. 이 가운데 12.0-21.0 cm 크기의 개체가 총 81개체로 전체의 68.6%를 차지하였다. 계절별 출현

Table 1. *Hexagrammos otakii*. Contingency table analysis of the size class variation of 10 different categories of food items found in the stomachs. Values are total number of prey observed in each size, with expected values given in parentheses

Prey types	Small	Large	Ni	χ^2
Gammaridean amphipods	3,022 (2,869)	218(371)	3,240	71.04
Brachyuran decapods	24(41)	22(5)	46	60.10
Macruran decapods	118(199)	107(26)	225	289.60
Mysids	176(179)	26(23)	202	0.41
Other crustaceans	122(116)	9(15)	333	2.70
Molluscs	84(112)	42(14)	126	59.59
Polychaetes	69(95)	38(12)	107	61.19
Others	15(20)	7(3)	22	9.01
Ni	3,630	469	4,301	
χ^2	63.35	490.30		553.65***

χ^2 are highly significant (***) $p < 0.001$.

Table 2. *Hexagrammos otakii*. Degree of electivity by the Ivlev index.

Prey items	Abundance in the habitat		Stomach contents		Degree of electivity
	Number	%	Number	%	
<i>Anaitides chinensis</i>	4	<0.1	2	0.1	-0.3
<i>Monocorophium acherusicum</i>	47	0.3	311	22.7	0.7
<i>Diogenes edwardsii</i>	1	<0.1	14	1.0	0.9
<i>Erichthonius pugnax</i>	2	<0.1	46	3.4	0.9
<i>Grandidierella japonica</i>	4	<0.1	28	2.0	0.8
<i>Jassa falcata</i>	9	<0.1	4	0.3	-0.4
<i>Latreutes mucronatus</i>	1	<0.1	47	3.4	1.0
Ostracoda sp.	1	<0.1	1	0.1	0.0
<i>Exopalaemon carinicauda</i>	1	<0.1	2	0.1	0.3
<i>Palaemon gravieri</i>	2	<0.1	1	0.1	-0.3

양상을 보면, 2000년 2월 (1개체)을 포함해서 겨울에 해당하는 1월부터 3월까지는 채집되지 않았고, 4월부터 갯벌에 출현하기 시작하여 8월에 26개체로 가장 많았다. 이 밖에도 7월 및 10월부터 12월 사이에 10~17개체의 범위를 나타내 상대적으로 많았다 (Fig. 4).

위내용물 분석

분석에 이용된 조피볼락은 115개체이었고, 공위 9개체와 동정이 불가능한 소량의 유기물 잔해가 위에 남아있는 4개체는 분석에서 제외하였다. 총 115개체를 대상으로 한 위내용물 분석 결과, 먹이생물은 총 49종, 2,187개체와 97.4 gWWt을 나타내었다. 출현 종수는 갑각류가 33종으로 가장 많았고, 어류는 8종이, 연체동물류와 기타 동물군은 각각 4종이 출현하였다. 개체수에 있어서도 갑각류는 2,148개체가 출현하여 위에서 발견된 먹이생물의 98.2%를 점유하였다. 특히, 곤쟁이류는 2,018개체로 92.3%를 차지하여 가장 선호하는 먹이생물이었다. 다음으로 새우류는 80개체가 채집되었고, 이 밖의 생물군은 30개체 이하로 매우 적었다. 생체량에 있어서도 갑각류는 49.1 gWWt으로 가장 높았고, 단일 개체의 체중이 높은 어류는 46.1 gWWt을 나타내었다. 특히, 갑각류 중에서는 새우류와 게류가 각각 30.0 gWWt와 11.0 gWWt으로 높았다. 한편, 출현 개체수가 가장 많았던 곤쟁이류는 8.1 gWWt을, 연체동물류와 기타 동물군은 각각 2.0 gWWt과 0.1 gWWt 이하로 매우 낮았다 (Appendix 1).

성장에 따른 먹이생물의 변화양상을 보면, 모든 크기군에서 곤쟁이류의 개체수가 특징적으로 많아 성장에 따른 먹이생물의 뚜렷한 변화를 파악하기에는 무리가 있었다. 곤쟁이류는 모든 크기군에서 개체수의 96.1-46.2% 범위를 나타내어 가장 중요한 먹이생물이었고, 새우류는 1.1-15.4%의 범위를 보였다. 반면, 생체량은 곤쟁이류가 97.3-1.8%의 범위로 성장함에

따라 감소한 반면, 새우류와 어류는 각각 1.1-45.5%와 13.5-80.4% 범위로 증가하였다. 결국, 성장함에 따라서 먹이생물의 개체수 면에서 곤쟁이류의 중요도는 유지되지만, 생체량의 측면에서는 새우류와 어류가 보다 더 중요한 먹이생물임을 알 수 있었다 (Fig. 5).

크기군에 따른 먹이생물의 변화

본 연구에서는 2년생 개체에 해당하는 약 12.0 cm를 기준으로 크기군을 구분하여 먹이생물의 변화양상과 상대 중요도를 분석하였다.

12.0 cm 미만: 총 33개체를 분석하였고, 위내용물에서 발견된 먹이생물은 24종, 313개체와 3.1 gWWt을 나타내었다. 분류군별 출현 종수는 갑각류가 18종으로 가장 다양하였고, 연체동물류, 어류 및 기타 동물군은 각각 2종으로 적었다. 개체수와 생체량은 출현 종수의 경향과 동일하게 갑각류가 305개체와 2.7 gWWt으로 가장 우점하였고, 이 중에서도 곤쟁이류는 275개체와 1.3 gWWt의 생체량을 나타내 높았다. 한편, 이들 크기군 개체들의 위에서 발견된 먹이생물의 출현 빈도,

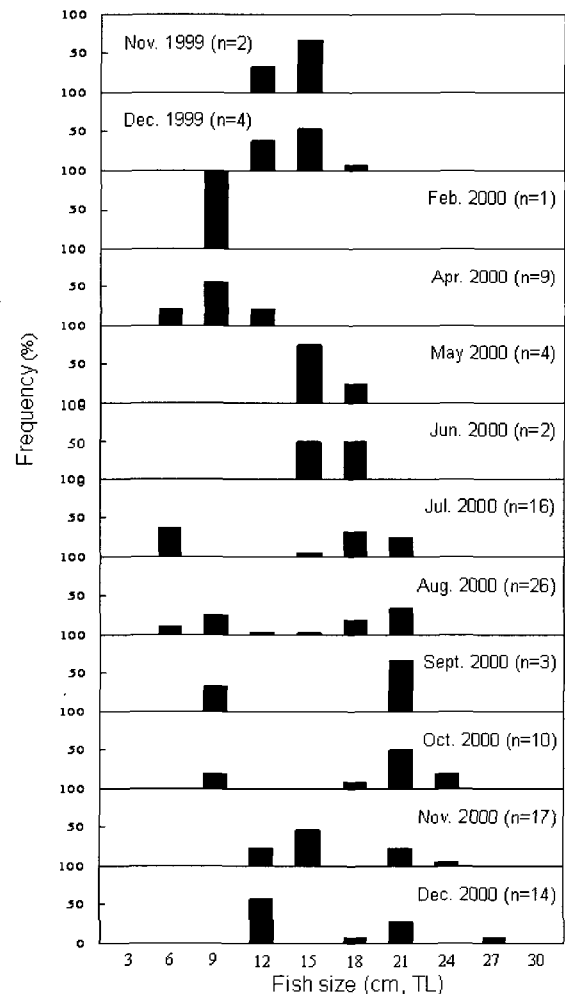


Fig. 4. Size-frequency distribution of *Sebastes schlegeli* in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea.

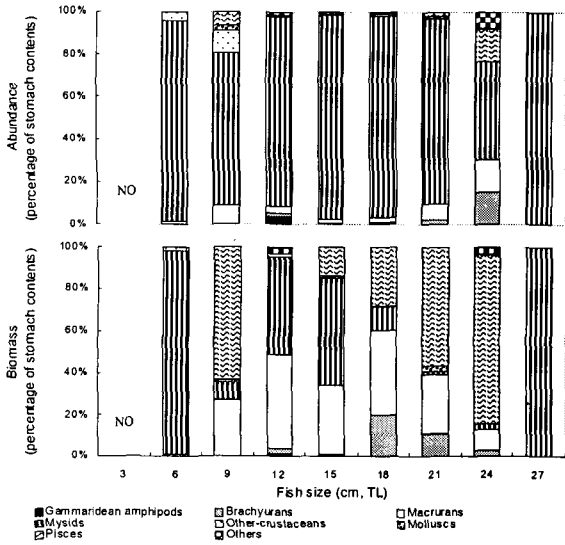


Fig. 5. Variation in the diet composition of *Sebastes schlegeli* caught in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea (NO: No Occurrence).

개체수 및 생체량을 기초로 종별 상대 중요도를 구한 결과, 동양곤쟁이 *N. orientalis*가 90.4%를 차지하여 가장 중요도가 높았고, 이 외에 남방넓적빨꼬새우와 밀새우 *Exopalaemon carinicauda*, 미동정의 곤쟁이류 Mysidae unid.와 망둑어 (Gobiidae unid.)가 상대적으로 중요한 먹이생물이었다 (Fig. 6).

12.0 cm 이상: 총 69개체를 분석하였고, 먹이생물은 42종, 1,874개체와 94.3 gWWt을 나타내었다. 이 중, 갑각류는 29종, 1,843개체, 46.6 gWWt으로 가장 높은 생물량을 보였다. 다음으로 어류가 8종, 25개체, 45.7 gWWt을, 연체동물류와 기타동물군은 3종, 4개체, 2.0 gWWt 이하와 2종, 2개체, 0.1 gWWt 이하로 생물량이 매우 낮았다. 한편, 생물 다양성이 높았던 갑각류에서는 새우류가 10종으로 가장 다양하였고, 개체수는 곤쟁이류와 새우류가 각각 1,743개체와 80개체가 출현하였

다. 반면, 생체량은 새우류, 게류와 곤쟁이류의 순으로 각각 28.8 gWWt, 11.0 gWWt과 6.8 gWWt을 나타내었다. 이들 크기군 개체의 위내용물에서 발견된 먹이생물의 상대 중요도를 구한 결과, 동양곤쟁이는 소형과 동일하게 76.6%의 기여도로 가장 중요하였고, 이 밖에 미동정의 게류 (crab unid.), 긴발딱총새우, 남방넓적빨꼬새우와 밀새우, 까막곤쟁이 *Neomysis awatschensis*와 일본곤쟁이 *Neomysis japonica*, 미동정의 망둑어류와 흰베도라치 *Pholis fangi*가 중요한 먹이생물이었다 (Fig. 6). 따라서, 조피볼락은 모든 크기군에서 곤쟁이류를 매우 선택적으로 섭식하였고, 성장에 따라 어류와 새우류도 선호하는 먹이생물임을 알 수 있었다. 이상에서와 같이 임의로 구분된 크기군의 먹이생물에 대하여 χ^2 -test를 실시한 결과, 각각의 크기군이 섭식한 먹이생물의 밀도에는 유의한 차이가 있었고 ($p < 0.001$), 먹이생물의 차이를 유발하는 크기군은 12.0 cm이하의 개체이었다 (Table 3).

먹이선택도와 중복도

조피볼락이 섭식한 먹이생물을 대상으로 선택도 지수를 파악한 결과, 환경과 위내용물에서 공통적으로 출현한 종은 옆길게류인 *Asthenognathus inaequipes*, 넓적원손집게와 남방넓적빨꼬새우 등이었다. 그러나, 그 밖의 종들은 환경과 위에서 동시에 출현하지 않아 먹이선택도를 파악하지 못하였다. 상기의 결과를 통해서 보면, 조피볼락은 갯벌에 서식하는 대형저서동물 보다는 표영성 생물을 주 먹이원으로 취하는 생물로 구분할 수 있었다. 한편, 동일해역에서 출현한 주요 어류와 먹이 중복도를 구한 결과에서도 조피볼락은 연구 해역에 서식하는 양태 (0.98)를 제외하고 다른 어종과는 먹이생물을 공유하지 않는 것으로 나타났다.

고찰

쥐노래미와 조피볼락의 개체군과 섭식생태에 관련된 연구는 지금까지 주로 남해안의 서식처를 대상으로 거제도 해역

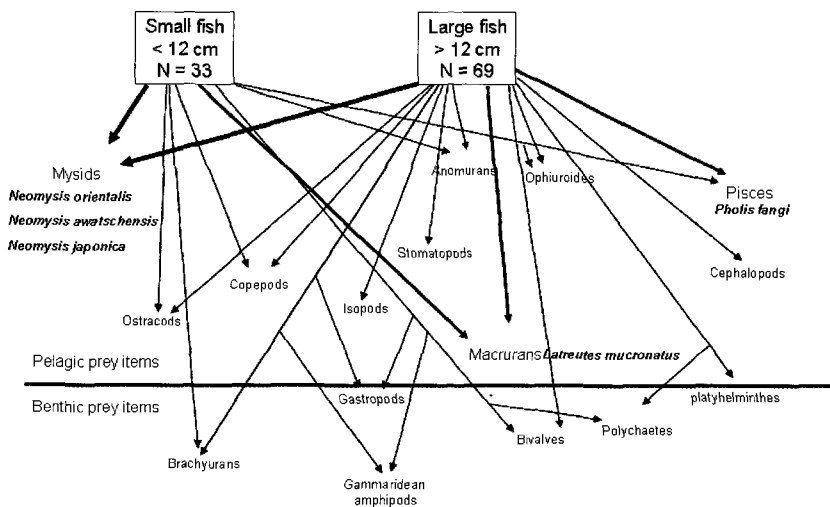


Fig. 6. Food web of the *Sebastes schlegeli* in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea (Note that the width of arrows is based on the IRI value).

Table 3. *Sebastes schlegeli*. Contingency table analysis of the size class variation of 10 different categories of food items found in the stomachs. Values are total number of prey observed in each size, with expected values given in parentheses

Prey types	Small	Large	N _i	χ^2
Gammaridean amphipods	7(2)	4(9)	11	21.96
Brachyuran decapods	2(3)	20(19)	22	0.48
Macruran decapods	11(11)	69(69)	80	0.02
Mysids	275(287)	1,743(1,730)	2,018	0.63
Other crustaceans	10(2)	7(15)	17	27.65
Molluscs	3(1)	4(6)	7	4.69
Fish	3(4)	25(24)	28	0.29
N _i	311	1,872	2,183	
χ^2	47.78	7.94		55.72***

χ^2 are highly significant (***) $p < 0.001$.

(KOSEF, 1987), 광양만 대도 주변해역 (Kwak, 1997)과 삼천포 수도 (Kim and Kang, 1997, 1999) 등지에서 이루어졌다. 본 연구에서 쥐노래미는 겨울철인 2000년 1월부터 3월까지 출현하지 않았고, 수온이 상승하는 4월부터 12월까지 꾸준히 채집되었다. 따라서 본 조사 결과로 서해 중부역에 서식하는 쥐노래미는 산란과 월동을 위해 수온이 낮은 겨울에는 갯벌을 떠나 보다 깊은 수심으로 이동하고, 수온 상승과 함께 갯벌을 포함하는 연안으로 이동하는 회유종으로 구분할 수 있다. 그러나 수온이 상대적으로 높은 남해안에서는 연중 출현하는 어종으로 본 조사와 차이가 있다 (Kim and Kang, 1997; Kwak, 1997). 한편, 조피볼락도 2000년 2월에 1개체가 출현한 것을 제외하면, 주로 겨울철인 1-3월까지 출현하지 않았다. 4월 이후 6.0-12.0 cm 내외의 개체가 채집되었고, 갯벌에서 성장한 후 떠나는 생물학적 최대 크기는 27.0 cm에 해당하였다. 따라서 본 지역에 4월 이후에 출현한 개체는 전년도에 산출된 개체로서 이들이 갯벌에 가입한 것으로 추정할 수 있다. 특히, 전북 연안과 충남 연안에서 채집된 1년생 조피볼락의 크기가 대략 16.0 cm 내외인 점을 감안한다면 본 연구 결과와도 잘 일치하고 있다 (Im and Hwang, 2002). 이상에서 조피볼락 역시 생물·생태학적으로 수온이 낮은 겨울에는 쥐노래미와 동일하게 월동을 위해 수심이 깊은 지역에서 서식하나, 상대적으로 겨울철 저수온에 강하다는 생물학적 특성 때문에 갯벌 주변부에서도 일부 개체가 서식할 가능성이 높을 것으로 추정된다. 결국 이들 두 종은 생활사 및 생태학적 특성이 유사한 종으로 파악할 수 있다.

한편, 위내용물 분석에서 임의로 구분된 크기군은 성숙개체의 크기를 고려하여 1세군과 2세군 (쥐노래미) 또는 2세군 (조피볼락)으로 구분되는 크기를 선정하였다 (KORDI, 1987). 위내용물 분석 결과, 쥐노래미는 특징적으로 단각류를 먹이원으로 이용하였고, 그 중에서도 *Gammaropsis japonicus*,

Caprella scaura, *Isaeopsis* sp., *Monocorophium acherucicum*, *Ericthonius pugnax*, *Podocerus* sp. 등이 대표적인 먹이생물이었다. 특히, 이들이 차지하는 밀도는 전체 먹이생물 개체수의 68.7%에 해당하였다. 한편, 삼천포 수도에서는 옆새우류 gammarids를 가장 선호하는 것으로 나타났고, 이 밖에도 바다대벌레류 caprellids, 게류, 요각류 등의 갑각류를 편식한 바 있다. 또한, 위내용물에서 다모류나 새우류의 출현 빈도는 높았으나, 그 양적인 면에서는 많지 않았다 (Kim and Kang, 1997). 이와 같은 결과는 광양만의 잘피군락 개체군을 대상으로 한 연구결과와도 동일하였다 (Kwak, 1997). 결국, 쥐노래미는 암반과 해조가 번성하는 서식처에 우점한다는 생물학적 특성으로 볼 때, 옆새우류 및 바다대벌레류 등 서식처에 출현하는 미소 갑각류를 종에 무관하게 적극적으로 이용함을 알 수 있다.

조피볼락은 국내외를 막론하고 그 연구가 상대적으로 미진하여 광양만의 잘피 군락에서 수행된 연구가 일부 있고 (Kwak, 1997), 같은과의 볼락 (*S. inermis*)에 대한 연구는 비교적 다수의 연구가 수행되었다 (Honda and Kan-no, 1997; Kim and Kang, 1999). 본 연구에서 조피볼락의 먹이 생물은 곤쟁이류가 절대적으로 높은 비율을 차지하고 있었다. 특히, 위에서 발견된 동양곤쟁이, 까막곤쟁이와 일본곤쟁이 등 3종의 밀도는 총 먹이생물의 87.0%를 점유하여 매우 높았다. 반면, 생체량에서는 밀새우, 긴발딱총새우, 중하 *Metapenaeus joyneri*, 미동정의 망둑어류, 흰배도라치, 가송어 *Chelon haematocheila*, 쉬쉬망둑 *Chaeturichtys stigmatias*, 멀치 *Engraulis japonica*, 미동정의 게류 등 9종이 78.0 gWWt으로 전체 생체량의 80.1%를 차지하였다. 그러나 광양만에서는 주로 옆새우류 gammarids를 특징적으로 섭이하였고, 바다대벌레류, 게류, 새우류 등을 고르게 포식하여 본 조사와 차이가 있었다 (Kwak, 1997). 한편, 조피볼락의 위내용물 중에서 발견되는 곤쟁이류는 개체수가 연중 높게 나타나 특징적이었는데 이것은 다음의 2가지 가능성으로 추정해 볼 수 있다. 첫째, 곤쟁이류는 주야를 구분하지 않고 일시적으로 다량의 개체가 출현하는 경향을 보인다 (Suh et al., 1998). 따라서 이들의 출현 개체수가 높은 시기에 비선택적으로 곤쟁이류를 먹이원으로 취했을 가능성이 높다. 둘째, 곤쟁이류의 일부 종은 주간에는 저층에 머물다가 야간에는 표층에서 활동한다. 본 조사에서 출현한 종과 차이는 있으나, 일몰 이후 곤쟁이류가 표층에 많이 분포한다는 결과로 추정해 볼 때 (Suh et al., 1995), 생물학적으로 야간 행동을 주로 하는 조피볼락에게 쉽게 이들이 섭이되었을 가능성이 있다.

지금까지 많은 연구에서 공통적으로 어류는 성장하면서 먹이를 섭식하는 입의 크기 증가와 포식자로부터의 위협의 감소로 소형에서 대형의 먹이군으로 전환되는 특징을 보인다 (Shin, 1986; Kim and Kang, 1997, 1999). 쥐노래미의 경우, 대부분의 분석 개체가 포함된 6.0-15.0 cm 크기군에서 단각류와 곤쟁이류, 그리고 이매패류 등의 섭이비율이 증가하고 있었다. 그 중에서도 12.0-15.0 cm의 크기 개체가 가장 왕성한

섭식활동을 하였고, 섭식한 먹이생물 밀도의 1/2를 상회하였다. 반면, 15.0 cm 이상의 크기군에서는 단각류의 비율이 점차적으로 감소한 반면, 상대적으로 크기가 큰 먹이생물인 새우류와 중·소형의 곤쟁이류의 밀도가 높아지는 결과를 보였다. 조피볼락도 6.0 cm 이상의 개체에서부터 곤쟁이류의 섭이가 왕성하였고, 그 중에서도 12.0 cm에서 21.0 cm사이의 크기군에서는 총 2,037개체의 곤쟁이류가 발견되어 88.6%의 점유율을 보였다. 그러나, 생체량에서는 18.0-21.0 cm의 크기군에서 섭식한 먹이생물의 생체량이 86.3 gWWt으로 가장 높았다. 이것은 이들 크기군이 섭식한 먹이생물 가운데 어류, 새우류와 게류 등이 주된 먹이원으로 이용되고 있음을 시사한다. 결과적으로 상기의 두 종은 생물학적 계절 분포와 서식처 등이 유사한 특성을 보이지만 이들이 섭식하는 먹이 생물에는 차이가 있고 (Appendix 1), 먹이 중복도 (diet overlap)도 0.12의 수치로 낮게 나타나고 있다 (Seo, 2003). 특히, 가장 중요한 먹이생물이 단각류와 곤쟁이류로 명확하게 구분되고 있다. 따라서 두 종이 갯벌이라고 하는 동일한 시·공간적 서식처를 이용하면서도 먹이자원의 분할 (resource partitioning) 구조를 가지고 있음을 알 수 있다.

사 사

이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- Baek, J.M., C.H. Han, D.J. Kim, C.W. Park and K. Aida. 2000. Reproductive cycle of a rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Kor. Fish. Soc., 33, 431-438.
- Carter, C. G., D. J. Grove and D. M. Carter. 1991. Trophic resource partitioning between two coexisting flatfish species off the North Coast of Anglesey, North Wales. Neth. J. Sea Res., 27, 325-335.
- Cartes, J.E. and F. Sardà. 1989. Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 54, 229-238.
- Chyung, M. K. 1977. The Fishes of Korea. Iljisa Publication Co., 1-727.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54, 726-738.
- Greenstreet, S.P.R., A.D. Bryant, N. Broekhuizen, S.J. Hall and M.R. Heath. 1997. Seasonal variation in the consumption of food by fish in the North Sea and implications for food web dynamics. ICES J. Mar. Sci., 54, 243-266.
- Honda, H. and M. Kan-no. 1997. Size selective feeding and its limitations for the black rockfish, *Sebastes inermis*, in a demersal fish assemblage of Onagawa Bay, northeastern Japan. Env. Biol. Fish., 50, 183-193.
- Hwang, S.W., C.K. Kim and T.W. Lee. 2003. Seasonal variation of fish catch using a fence net in the shallow tidal flat off Ganghwado, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 36, 676-685.
- Hyun, C.H. and S. Rho. 1996. Studies on the early growth of rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Aquacult., 9, 25-42.
- Im, Y.J. and S.D. Hwang. 2002. Age and growth of black rockfish, *Sebastes schlegeli*, in western coastal waters of Korea. Kor. J. Ichthyol., 14, 143-152.
- Ivlev, V.S. 1961. Experimental Ecology of the Fish. Yale University Press, New Haven, 1-302.
- Kanamoto, Z.S. 1979. On the ecology of hexagrammid fish(V). Food items of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* sampled from different habitats around reef a some reef. Jap. J. Ecol., 29, 265-271.
- Kikuchi, T. and Y. Yamashita. 1992. Seasonal occurrence of gobiid fish and their food habits in a small mud flat in Amakusa. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 11, 73-93.
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1997. Stomach contents analysis of fat greenling, *Hexagrammos otakii*. J. Kor. Fish. Soc., 30, 432-441.
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1999. Feeding ecology of black rockfish, *Sebastes inermis*. J. Kor. Fish. Soc., 32, 637-641.
- KORDI (Korea Ocean Research and Development Institute). 1997. A study for the marine ranching program in Korea. Ecosystem management model and stocking technique. Korea Ocean Research and Development Institute, BSPE 97602-00-1073-3, 1-361.
- KOSEF (Korea Science and Engineering Foundation). 1987. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of Korea. Korea Science and Engineering Foundation, 852-1506-011-1, 1-37.
- Kwak, S.N. 1997. Biotic communities and feeding ecology of fish in *Zostera marina* beds off Dae Island in Kwangyang Bay. Ph. D. Thesis, Pukyong Natl. Univ., Korea. 1-411.
- Lee, J.K. and S.M. Lee. 1996. Effects of the dietary protein and energy levels on growth in fat cod (*Hexagrammos otakii* Jordan et Starks). J. Kor. Fish. Soc., 29, 464-473.
- Linke, T. E., M. E. Platell and I. C. Potter. 2001. Factors influencing the partitioning of food resources among six fish species in a large embayment with juxtaposing bare sand and seagrass habitats. J. Exp. Mar. Biol.

- Ecol., 266, 193-217.
- Park, C.W., M.S. Kim, Y.J. Park and J.M. Kim. 2001. A preliminary study on the growth and feeding of rockfish, *Sebastes schlegeli*, in illuminated sea cages. Ocean Polar Res., 23, 279-284.
- Reise, K. 1985. Tidal Flat Ecology - An Experimental Approach to Species Interaction. Springer-Verlag, Berlin, 1-191.
- Seo, I. S. 2003. Community structure and trophic relationships of macro- and megabenthic assemblages on Incheon macrotidal flat of the Yellow Sea. Ph. D. Thesis, Inha Univ., Korea. 1-273.
- Seo, I. S. and J. S. Hong. 2006. Feeding ecology of gavelin goby (*Acanthogobius hasta*) and fine spot goby (*Chaeturichtys stigmatias*) in the Jangbong tidal flat, Incheon, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 39 (Special Issue), 165-179.
- Schoener, T.W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecology, 51, 408-418.
- Shin, H.S. 1986. Species occurrence and food relation of organisms caught with a set net on the coast of Pukchon, Cheju Island. M. S. Thesis, Cheju Natl. Univ., Korea. 1-63.
- Suh, H.L., S.G. Jo and K.Y. Kim. 1995. Diel horizontal migration of the two mysids *Archaeomysis kokuboi* and *Acanthomysis* sp. in the sandy shore surf zone of Yongil Bay, eastern Korea. J. Kor. Soc. Oceanogr., 30, 523-528.
- Suh, H. L., J. H. Lim and H. Y. Soh. 1998. Population structure of surface of the euphausiid *Euphausia pacifica* caught by drum screens of Uljin Nuclear Power Plant in the East Coast of Korea. J. Kor. Soc. Oceanogr., 33, 35-40.
- Silva, A. 1999. Feeding habits of John Dory, *Zeus faber*, off the Portuguese continental coast. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 79, 333-340.

2007년 1월 30일 접수

2007년 4월 20일 수리

Appendix 1. Variation of size in the diet of *Hexagrammos otakii* and *Sebastes schlegeli* in the tidal flat around Jangbong Island, Incheon, Korea (%F, frequency of occurrence; %N, percentage abundance; %W, percentage of biomass; %IRI, index of relative importance)

Prey organisms	<i>Hexagrammos otakii</i>								<i>Sebastes schlegeli</i>							
	<15 cm				>15 cm				<12 cm				>12 cm			
Taxa / Prey item	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
Crustacea																
Amphipoda																
<i>Caprella scaura</i> **	57.7	15.2	7.3	24.0	12.5	1.7	+	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corophium acherusicum</i> **	22.7	10.0	1.8	4.9	16.7	4.5	0.1	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gammaropsis japonicus</i> **	50.5	31.7	6.7	35.9	50.0	17.1	1.0	17.7	-	-	-	-	1.4	0.1	+	+
<i>Isaeopsis</i> sp.**	33.0	10.4	0.9	6.9	25.0	9.2	0.1	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erictonius pugnax</i> **	27.8	2.3	0.5	1.4	25.0	5.5	0.1	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eusiroopsis</i> sp.	23.7	1.8	0.4	1.0	25.0	4.1	0.1	2.0	3.0	0.3	+	+	-	-	-	-
<i>Podocerus</i> sp.	29.9	3.0	0.9	2.1	4.2	0.2	+	+	6.1	1.3	0.8	0.2	1.4	0.1	+	+
Other amphipods	6.7	8.8	2.2	2.9	2.3	4.3	0.1	0.6	6.1	0.6	0.1	+	2.9	0.1	+	+
Copepoda																
<i>Labidocera</i> sp.									12.1	2.2	0.1	0.4	1.4	0.1	+	+
Cyclopoid unid.	15.5	1.9	0.3	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other copepods	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	0.3	+	+	1.4	0.1	+	+
Cumacea																
<i>Gynodiastylis rotundicaudatus</i>	6.2	0.2	+	+	4.2	0.2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda anomura																
<i>Diogenes edwardsii</i> ***	12.4	0.7	3.3	0.9	12.5	0.9	0.5	0.3	-	-	-	-	2.9	0.1	+	+
<i>Pisidia serratifrons</i>	2.1	0.1	4.6	0.2	-	-	-	-	3.0	0.3	1.0	0.1	-	-	-	-
Other anomurans	3.1	0.1	1.0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda brachyura																
<i>Charybdis japonica</i>	1.0	+	0.5	+	8.3	0.4	0.2	0.1	-	-	-	-	5.8	0.2	3.0	0.4
Crab unid.	5.2	0.1	1.2	0.1	16.7	0.9	2.1	1.0	3.0	0.3	0.8	0.1	8.7	0.3	5.4	1.2
Other brachyurans	7.2	0.5	3.4	0.1	12.5	3.4	5.5	0.7	3.0	0.3	1.2	0.1	10.1	0.5	3.3	0.2
Decapoda macrura																
<i>Alpheus japonicus</i> *	6.2	0.2	10.1	1.2	50.0	4.1	25.6	29.1	3.0	0.3	2.2	0.1	10.1	0.4	6.1	1.6
<i>Latreutes mucronatus</i> **	25.8	1.7	9.2	5.1	50.0	15.6	7.7	22.8	15.2	1.6	7.1	2.0	23.2	1.4	0.6	1.1
<i>Exopalaemon carinicauda</i> ***	-	-	-	-	8.3	0.4	6.2	1.1	3.0	0.6	28.6	1.4	7.2	0.9	14.5	2.6
Othermacrurans	37.1	1.4	15.4	1.4	45.8	2.8	12.0	2.9	9.1	1.0	1.8	0.2	21.7	1.0	9.3	1.0

Appendix 1. continued

Prey organisms	<i>Hexagrammos otakii</i>								<i>Sebastes schlegelii</i>							
	<15 cm				>15 cm				<12 cm				>12 cm			
Taxa / Prey item	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
Isopoda																
<i>Isopod</i> spp.	7.2	0.2	0.5	0.1	12.5	0.6	0.3	0.1	-	-	-	-	1.4	0.1	+	+
Mysid																
<i>Neomysis awatschensis</i> **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	24.7	1.7	3.6
<i>Neomysis japonica</i> **	4.1	0.4	0.8	0.1	-	-	-	-	6.1	0.6	0.3	0.1	13.0	19.4	2.4	6.8
<i>Neomysis orientalis</i> **	27.8	4.0	10.5	7.5	4.2	4.5	2.3	0.6	57.6	79.2	23.8	90.4	62.3	48.6	3.1	76.6
Other mysids	9.3	0.4	0.4	0.0	8.3	1.1	0.3	0.1	9.1	8.0	18.7	3.7	2.9	0.3	+	+
Ostracoda																
Ostracoda unid.	1.0	+	+	+	4.2	0.2	+	+	3.0	0.3	+	+	1.4	0.1	+	+
Pycnogonida																
<i>Nymphon</i> sp.	3.1	0.1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stomatopoda																
<i>Oratosquilla oratoria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.1	+	+
Echinodermata																
Ophiuroida																
Ophiuroidea unid.	1.0	+	0.4	+	-	-	-	-	3.0	0.3	0.5	+	-	-	-	-
Pisces																
Gobiidae unid.***	1.0	+	1.2	+	12.5	0.6	11.7	3.0	6.1	0.6	9.3	0.9	5.8	0.2	13.5	1.9
<i>Pholis fangi</i> **	4.1	0.2	3.7	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	0.5	10.1	1.5
Other pisces	2.1	0.2	+	+	12.5	0.6	2.4	0.8	3.0	0.3	1.5	0.1	15.9	0.6	24.9	1.3
Mollusca																
Bivalve																
<i>Mytilus edulis</i> *	29.9	2.1	0.3	1.4	8.3	8.3	0.1	1.4	6.1	0.6	0.3	0.1	2.9	0.1	0.5	+
Other bivalves	3.1	0.1	1.2	0.1	8.3	0.4	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda																
<i>Gastropoda</i> spp.	4.1	0.1	1.8	0.1	4.2	0.2	+	+	3.0	0.3	+	+	-	-	-	-
Cephalopoda																
<i>Cephalopoda</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	0.1	1.6	0.1
Annelida																
Polychaeta																
<i>Amphiteis gunneri</i> ***	-	-	-	-	12.5	4.5	16.9	5.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Other polychaetes	70.1	1.9	9.4	1.6	66.7	3.6	4.7	1.2	3.0	0.3	1.8	0.1	1.4	0.1	+	+
Others																
Anthozoa																
<i>Ceriantipatharia</i> sp.	-	-	-	-	4.2	0.2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes																
Platyhelminthes unid.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.1	+	+

Note: intertidal species*; subtidal (or pelagic) species**; co-occurring species***; +, less than 0.1.