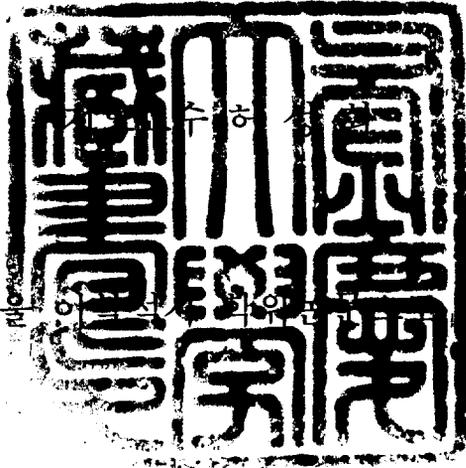


이학석사 학위논문

부산 주변 해역에서 채집된
참돔(*Pagrus major*)과 황돔(*Dentex
tumifrons*)의 식성 비교



이 논문을 이학석사 학위논문 제출함

2006년 2월

부경대학교 대학원

해양학과

김하원

김하원의 이학석사 학위논문을 인준함.

2006년 2월

주 심 이학박사 곽 석 남



위 원 이학박사 백 근 욱



위 원 이학박사 허 성 회



목 차

List of Tables	ii
List of Figures	iii
ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
III. 결 과	8
1. 위내용물의 조성	8
1.1. 참돔	8
1.2. 황돔	11
2. 성장에 따른 먹이조성의 변화	15
3. 먹이 중복지수의 변화	20
4. 생식소중량지수와 위내용물 중량지수의 변화	20
IV. 고 찰	24
V. 요 약	28
VI. 감사의 글	30
VII. 참고문헌	31

List of Tables

Tables 1. Composition of the stomach contents of <i>Pagrus major</i> by frequency of occurrence, number, dry weight, and index of relative importance (IRI).....	10
Tables 2. Composition of the stomach contents of <i>Dentex tumifrons</i> by frequency of occurrence, number, dry weight, and index of relative importance (IRI).....	13

List of Figures

Fig. 1. Location of the sampling area.....	5
Fig. 2. Photographs of two sea bream species.(A: <i>Pagrus major</i> , B: <i>Dentex tumifrons</i>).....	6
Fig. 3. Size distribution of <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i> collected in the coastal waters off Busan, Korea.	8
Fig. 4. Photographs of stomach contents of <i>Pagrus major</i>	9
Fig. 5. Photographs of stomach contents of <i>Dentex tumifrons</i>	12
Fig. 6. Ontogenetic changes in percentage of stomach contents by dry weight of <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i>	16
Fig. 7. Relationship between mouth size and body length of <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i>	18
Fig. 8. Ontogenetic change in size of prey organisms in stomachs of <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i> . (Cycle and bar represent the mean and range).....	19
Fig. 9. The size-related variations of dietary overlap index between <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i>	21
Fig. 10. Monthly change of the average gonadosomatic index and fullness index of <i>Pagrus major</i> and <i>Dentex tumifrons</i>	23

Comparison of Feeding Habits between *Pagrus major* and *Dentex tumifrons* in the Coastal Waters off Busan, Korea

Ha Won Kim

*Department of Oceanography, Graduate school
Pukyong National University*

ABSTRACT

Feeding habits of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons* collected in the coastal waters off Busan, Korea from January 2004 to December 2004 were studied. The size of *P. major* ranged from 8.5 to 44.6 cm in standard length. *D. tumifrons* ranged from 10.2 to 27.8 cm in standard length.

P. major and *D. tumifrons* were carnivores. *P. major* consumed mainly hermit crabs, amphipods, crabs, polychaetes, echinoderms, shrimps, and fishes. Its diets included small quantities of gastropods, bivalves, stomatopods, cephalopods, and isopods. *D. tumifrons* consumed mainly shrimps, fishes, hermit crabs, amphipods, and crabs. Its diets included small quantities of echinoderms, cephalopods, polychaetes, stomatopods, bivalves, and isopods.

P. major and *D. tumifrons* showed ontogenetic changes in feeding habits. Small individuals of *P. major* (10~15 cm) preyed mainly on shrimps and amphipods. However, individuals from 15cm to 25 cm SL preyed mainly on hermit crabs and polychaetes. Individuals over 25 cm SL showed decreased proportion of hermit crabs and polychaetes with increasing fish size, and this decrease was compensated by an increased consumption of fishes and echinoderms.

Small individuals of *D. tumifrons* (10~13 cm) preyed mainly on shrimps and amphipods. However, individuals from 13 cm to 16 cm SL preyed mainly on hermit crabs, echinoderms, crabs, and shrimps. Individual over 16 cm SL showed decreased proportion of hermit crabs echinoderms, and crabs with increasing fish size, and this decrease was compensated by an increased consumption of fishes and cephalopods.

Dietary overlap index of both species showed very low value. This means that there is big difference between the composition of diets of the two species.

I. 서론

현재 상업적으로 이용되고 있는 어류들은 그 종류가 다양하다. 그중에서 감성돔 (*Acantopagrus schlegeli*), 황돔 (*Dentex tumifrons*), 참돔 (*Pagrus major*), 붉돔 (*Evynnis cardinalis*) 등의 도미과 (Sparidae) 어류는 우리나라와 일본을 비롯하여 많은 나라에서도 상업적으로 아주 중요한 어종으로 그 가치가 높은 어류들이다 (Pita *et al.*, 2002; Tominaga *et al.*, 2005).

참돔은 도미과의 온대성 어류로서 우리나라 전 연해, 일본, 동남 중국해, 대만 및 하와이 등지의 연해에 분포하며, 산란기를 제외하고는 외양의 대륙붕 30~150 m의 암초지역에 서식하고, 산란기는 4월에서 7월로, 산란 시간은 저녁 전후로 알려져 있다. 제주도 서남 해역에서 월동을 하고 봄이 되면 중국 연안과 서해안 연안으로 이동해 와 서해전역에서 여름을 보내고 가을이 되면 월동장으로 남하한다 (Chyung, 1977; Yamada *et al.*, 1986; Kim *et al.*, 2004).

황돔 역시 온대성 어류로서 우리나라 중·남부해, 동중국해, 일본 중부 이남 해역의 대륙붕 가장자리에 분포하며, 산란장은 분포해역과 동일하며, 산란기는 6월과 11월로 1년에 2회하며 (Yamada *et al.*, 1986), 저서 정착성 어류로서 여름철에는 약간 얕은 곳으로, 겨울철에는 깊은 곳으로 계절 회유를 하는 것으로 알려져 있다 (Chyung, 1977; Kim *et al.*, 2004).

현재까지 우리나라에서 수행된 참돔에 대한 연구로는 참돔 종묘생산에 관한 연구 (Pyen and Jo, 1982)와 3배체 참돔의 생산 (Park *et al.*, 1994), 선발과 비선발 참돔 계통의 성장 양상 비교 (Noh *et al.*, 2004), 인공어초에 대한 반응행동 추적 (Shin *et al.*, 2004), 참돔 자어의 기아 시 형태변화 (Myoung *et al.*, 1990) 등의 양식, 유전육종, 행동 등에 관한 연구는 비교적 많이 이루어진 반면, 생태학적인 연구에 대해서는 크게 미진한 상태에

있다. 황돔 역시 생태학적 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

본 연구의 목적은 같은 과에 속하는 참돔과 황돔의 위내용물 분석을 통해 식성연구를 하여, 두 종간에 먹이경쟁관계 및 먹이분할, 그리고 상관관계에 대해 조사하여, 두 종의 생존전략이 어떻게 변화하였는지 알아보고, 참돔과 황돔 자원의 보존과 육성을 위해 기초생태학적인 연구를 통해 이 종들의 특성을 파악하여, 참돔과 황돔 자원의 보존과 육성을 위한 자료의 제공을 위함에 있다.

II. 재료 및 방법

이 연구에 사용된 참돔과 황돔의 시료는 부산 주변 해역 (Fig. 2)에서 채집된 것으로 부산 공동어시장에서 2004년 1월부터 2004년 12월까지 매월 1회 구입하였다.

채집된 시료는 현장에서 ice box에 보관 후 즉시 실험실로 운반하였다. 실험실에서 각 개체의 체장 (1 mm)과 체중 (0.1 g)을 측정하였으며, 위 부분을 분리한 뒤 해부현미경 하에서 먹이항목별로 분리하고 동정하였다. 위 내용물 중 출현하는 먹이생물은 Takeda (1982), Cha *et al.* (2001), Yoon (2002), Kim (1973), Kim (1977), Masuda *et al.* (1984)등을 이용하여 동정하였으며, 먹이생물이 너무 많이 소화되거나 분해되어 동정할 수 없는 것은 미동정 (Unidentified) 항목으로 분류하였다.

먹이생물은 종류별로 개체수를 계수하였고, 먹이생물의 크기를 mm 단위까지 측정하였다. 그 후 종류별로 건조기에 넣고 80 °C에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자저울을 이용하여 건조중량을 0.01 g 단위까지 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 먹이생물의 개체수비 및 건조중량비로 나타내었다. 출현빈도 (F_i)는 다음과 같이 구하였다.

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

여기서 A_i 는 해당 먹이생물이 위내용물 중 발견된 참돔의 개체수이고, N 은 위속에 내용물이 있었던 참돔의 개체수이다.

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

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

여기서, N은 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율이며, W는 먹이생물 총 건조중량에 대한 백분율이고, F는 각 먹이생물의 출현빈도이다.

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

참돔과 황돔의 먹이생물 중복도는 Schoener의 먹이중복지수 (1970)를 이용하여 구하였다.

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

여기서 a는 x종과 y종의 중복도이고, P_{xi} 는 x종이 섭이한 i먹이의 건조중량 백분율이고, P_{yi} 는 y종이 섭이한 i먹이의 건조중량 백분율이다.

생식소 속도지수 (gonadosomatic index : GSI)는 다음 식을 이용하여 구하였다.

$$GSI(\%) = (GW / BW) \times 100$$

여기서 GW는 어류의 생식소 무게(g)이며, BW는 어류의 총 체중(g)이다.

위내용물 중량지수 (fullness index : FI)는 다음 식을 이용하여 구하였다.

$$FI = (SCW / BW) \times 100$$

여기서 SCW는 어류의 위내용물 무게 (g)이며, BW는 어류의 체중 (g)이다.

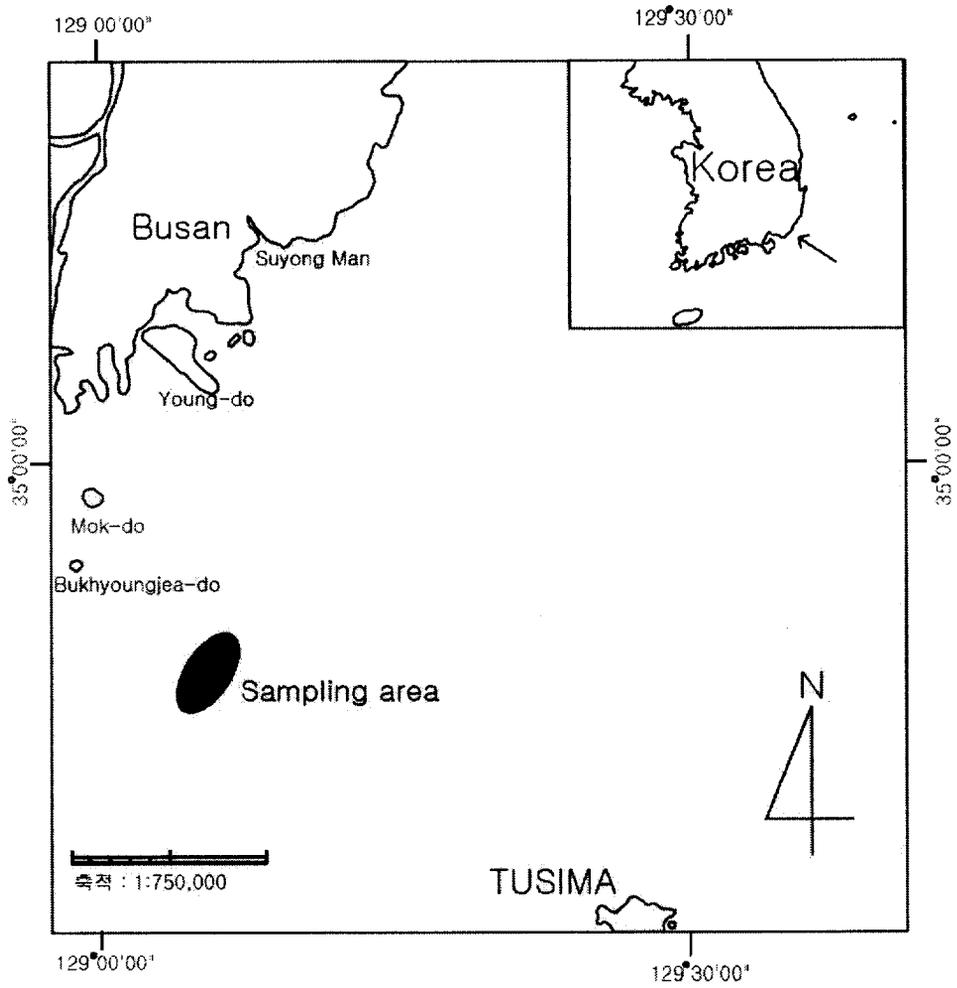
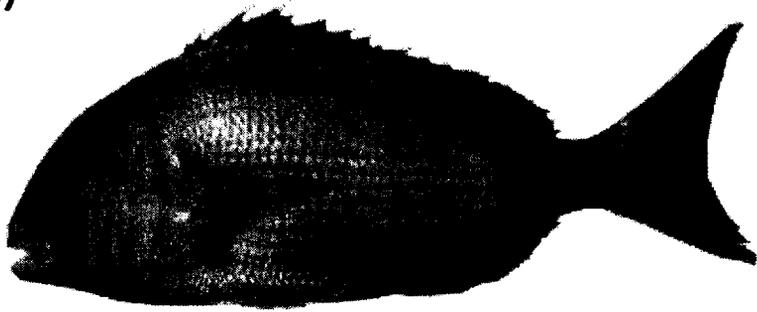


Fig. 1. Location of the sampling area.

(A)



(B)

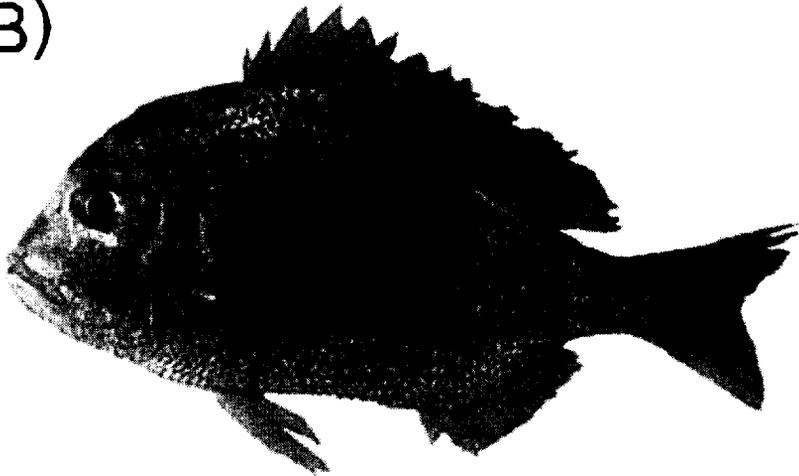


Fig. 2. Photographs of two sea bream species.(A: *Pagrus major*, B: *Dentex tumifrons*)

Ⅲ. 결과

1. 위 내용물의 조성

1.1 참돔

본 연구에서 위내용물 분석에 사용된 참돔의 총 개체수는 252개체였으며 이들의 표준체장 (SL : standard length) 분포는 8.5~44.6cm 범위였다 (Fig. 3).

위내용물 분석에 사용된 176개체의 참돔 중 위속에 내용물이 전혀 없었던 개체는 76개체로 공복율은 30.2%를 나타내었다.

Fig. 4는 참돔의 위내용물의 사진을 보여준다. A는 바늘이마새우붙이 (*Munida japonica*)이고, B는 단각류 (Amphipoda), C는 오각광삼 (*Cucumaria chronhjelmi*), D는 갯지렁이류 (Polychaeta), E는 어류 (Pisces), F는 게류 (Brachyura), G는 새우류 (Caridea), H는 복족류 (Gastropoda)가 참돔의 위내용물 중 발견된 모습이다.

먹이를 섭취한 176개체의 위내용물 분석 결과는 Table 1과 같다.

참돔의 가장 중요한 먹이생물은 집게류 (Anomura)와 단각류(Amphipoda)로 나타났다. 집게류는 23.2%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 17.7%, 전체 건조중량의 19.2%를 차지하였으며, 상대중요성 지수비는 29.2%였다. 집게류의 거의 대부분을 바늘이마새우붙이가 차지하고 있었다. 단각류는 위내용물 중 23.7%의 출현빈도, 27.4%의 개체수비, 0.7%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 27.4%였다.

다음으로 갯지렁이류 (Polychaeta), 극피동물류 (Echinodermata), 게류 (Brachyura), 새우류 (Caridea), 어류 (Pisces)가 참돔의 주요 먹이로 나타났는데, 갯지렁이류는 위내용물 중 22.0%의 출현빈도, 10.6%의 개체수비, 3.8%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 10.8%였다. 극피동물류는 위내용물 중 10.2%의 출현빈도, 9.4%의 개체수비, 21.1%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 10.6%였다. 게류는 위내용물 중 15.8%의 출현빈도, 3.6%의 개체수비, 10.7%

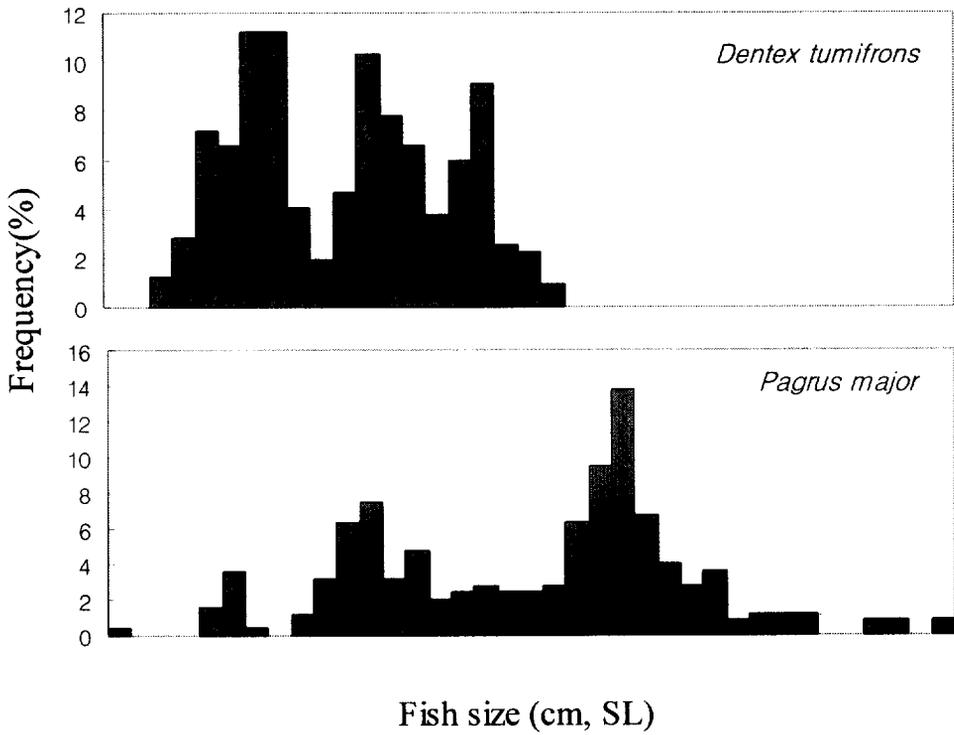


Fig. 3. Size distribution of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons* collected in the coastal waters off Busan, Korea.

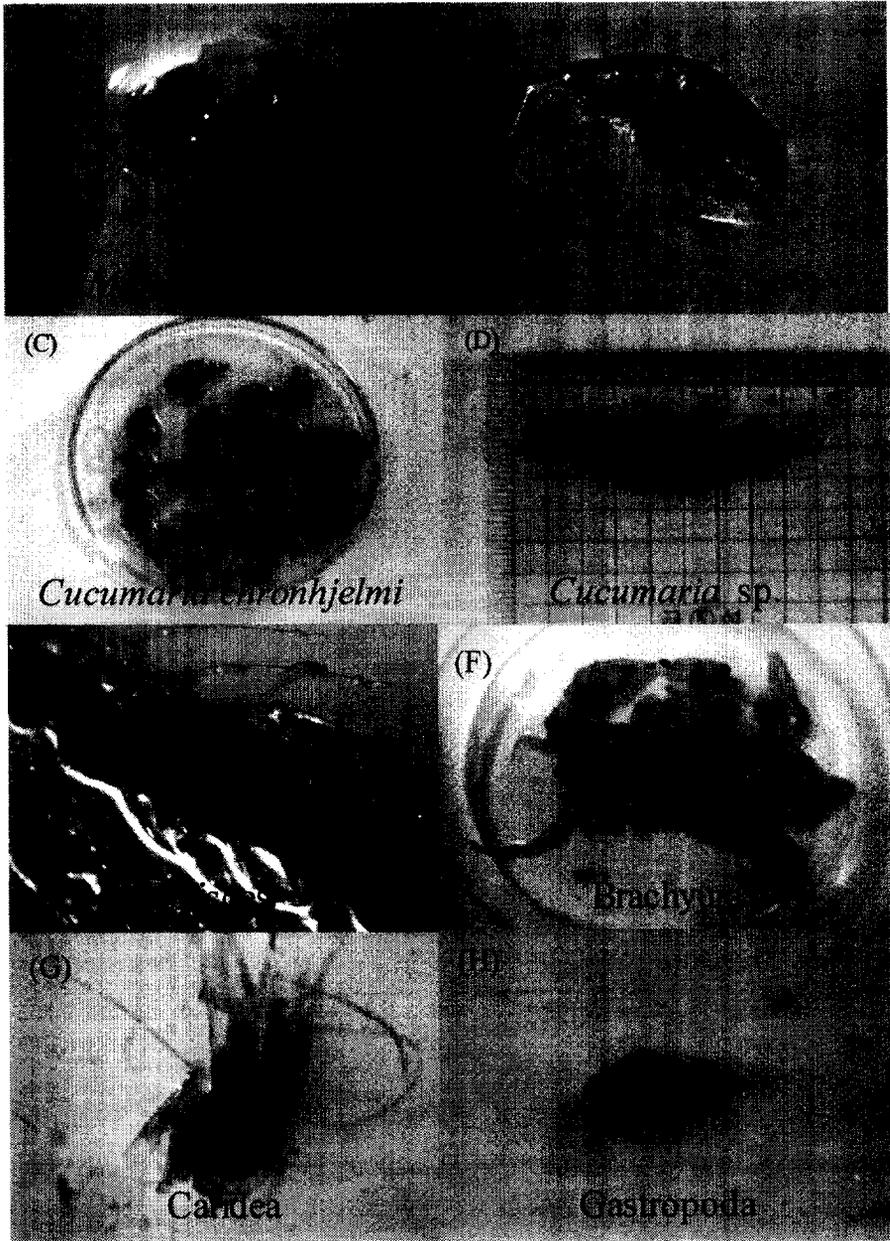


Fig. 4. Photographs of stomach contents of *Pagrus major*.

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

Prey organisms	Occurrence(%)	Number(%)	Dry weight(%)	IRI	IRI(%)
Cnidaria	2.3	0.6	1.4	8.0	0.2
Anthozoa	1.1	0.5	1.3		
unidentified	1.1	0.2	0.1		
Cephalopoda	2.8	0.5	1.1	8.1	0.2
Sepioliidae	1.1	0.4	1.1		
unidentified	1.7	0.1	0.1		
Gastropoda	7.3	3.9	6.3	132.7	2.6
<i>Lepeta Kuragiensis</i>	2.3	0.5	0.2		
<i>Philine</i> sp.	1.1	0.2	1.0		
Nudibranchia	1.7	0.3	0.9		
unidentified	5.6	2.9	4.2		
Bivalvia	5.6	1.4	2.8	41.6	0.8
Ostracoda	0.6	0.2	+	0.2	+
Stomatopoda	1.7	0.5	2.9	10.1	0.2
<i>Squilla</i> sp.	1.1	0.4	2.8		
unidentified	0.6	0.1	0.1		
Caridea	9.0	19.4	4.7	385.8	7.4
<i>Leptochela aculeocaudata</i>	7.3	17.3	3.7		
<i>Leptochela gracilis</i>	1.1	0.6	0.1		
<i>Crangon</i> sp.	1.1	0.2	+		
unidentified	2.3	1.3	0.8		
Brachyura	15.8	3.6	10.7	400.5	7.7
<i>Charybdis bimaculate</i>	5.1	0.9	3.6		
<i>Charybdis</i> sp.	5.1	1.2	3.6		
<i>Philyra pisum</i>	1.1	0.4	0.4		
<i>Pugettia quadridens</i>	1.7	0.2	0.1		
<i>Carcinoplax longimana</i>	1.1	0.4	1.6		
unidentified	2.3	0.5	1.4		
Anomura	23.2	17.7	19.2	1514.4	29.2
<i>Munida japonica</i>	23.2	17.7	19.2		
Amphipoda	23.7	27.4	0.7	1177.9	22.7
Gammaridea	23.7	27.0	0.6		
Caprellidea	1.1	0.3	0.1		
<i>Caprella</i> sp.	1.1	0.2	+		
<i>Caprella aequilibra</i>	0.6	0.2	+		
Isopoda	1.7	0.2	1.8	6.0	0.1
<i>Rhexanella verrucosa</i>	1.1	0.2	1.7		
unidentified	0.6	0.1	+		
Polychaeta	22.0	10.6	3.8	561.9	10.8
Echinodermata	10.2	9.4	21.1	549.8	10.6
<i>Ophioplocus</i> sp.	9.0	3.3	12.9		
<i>Cucumaria</i> sp.	0.6	0.1	0.3		
<i>Cucumaria chronhjelmi</i>	5.6	6.1	8.0		
Pisces	8.5	3.0	21.7	369.9	7.1
<i>Engraulis japonicus</i>	5.1	2.0	16.1		
<i>Scyliorhinus torazame</i>	1.1	0.2	1.2		
Gobiidae	1.1	0.2	0.6		
unidentified	1.1	0.5	3.8		
Seagrass	0.6	0.1	+	0.1	+
Eggs	4.5	0.9	1.7	20.4	0.4
Unidentified organisms	0.6	0.8	+	0.8	+
Total		100.0	100.0		100.0

+ : less than 0.1

의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 7.7%였다. 계류 중에서는 두점박이민꽃게 (*Charybdis bimaculate*), 밥게 (*Phiyra pisum*), 뽕물맞이게 (*Pugettia quadridens*), 원숭이게 (*Carcinoplax longimana*) 등이 위내용물 중 발견되었다. 새우류는 위내용물 중 9.0%의 출현빈도, 19.4%의 개체수비, 4.7%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 7.4%였다. 새우류 중에서는 등근뚝대기 새우 (*Leptocheil aculeocaudata*), 뚝대기 새우 (*Leptocheil gracilis*), 자주 새우류 (*Crangon* sp.)가 위내용물 중 발견되었다. 어류는 위내용물 중 8.5%의 출현빈도, 3.0%의 개체수비, 21.7%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 7.1%였다. 멸치 (*Engraulis japonicus*), 두툽상어 (*Scyliorhinus torazame*), 망둑어류 (Gobiidae)가 참돔의 위내용물 중 발견되었다.

그 밖에 복족류, 이매패류 (Bivalvia), 갯가재류 (Stomatopoda), 두족류 (Cephalopoda), 등각류 (Isopoda), 등이 참돔 위에서 출현하였지만 그 양은 많지 않았다.

1.2 황돔

본 연구에서 위내용물 분석에 사용된 황돔의 총 개체수는 317개체였으며 이들의 표준체장 분포는 10.2~27.8cm 범위였다 (Fig. 3).

위내용물 분석에 사용된 317개체의 황돔 중 위속에 내용물이 전혀 없었던 개체는 71개체로 공복율은 22.4%를 나타내었다.

Fig. 5는 황돔의 위내용물 사진을 보여준다. 사진 A는 두족류이고, B는 바늘이마새우붙이, C는 단각류, D는 어류, E는 계류, F는 실고기류 (Syngnathidae), G는 등각류, H는 바다거미류 (Pycnogonida)의 위내용물의 사진이다.

먹이를 섭취한 246개체의 위내용물 분석 결과는 Table 2과 같다.

황돔의 가장 중요한 먹이생물은 새우류로 나타났다. 새우류는 39.8%의 출현빈도를 보였으며, 총먹이생물 개체수의 37.4%를 차지하였고, 8.3%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 41.7%였다. 새우류 중에서는 등근뚝대기새우, 자주새우류, 도화새우류 (*Pandalus* sp.), 꼬마도화새우류 (*Plesionika* sp.), 민꽃새우류



Fig. 5. Photographs of stomach contents of *Dentex tumifrons*.

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

prey organism	occurrence(%)	number(%)	dry weight(%)	IRI	IRI(%)
Cnidaria	0.4	0.1	0.1	0.2	+
Cephalopoda	6.9	1.8	10.2	203.4	1.9
Bivalvia	0.8	0.2	0.2	0.8	+
<i>Anomiidae</i> sp.	0.4	0.1	0.2		
Unidentified	0.4	0.1	+		
Pycnogonida	0.8	0.2	+	0.4	+
Ostracoda	2.0	0.7	0.1	3.8	+
Stomatopoda	3.7	0.9	0.3	10.8	0.1
Mysidacea	0.4	0.1	+	0.1	+
Caridea	39.8	37.4	8.3	4474.3	41.7
<i>Leptochela</i> sp.	7.3	24.9	2.5		
<i>Leptochela aculeocaudata</i>	7.3	2.9	0.6		
<i>Pandalus</i> sp.	1.6	0.9	0.9		
<i>Parapenaeopsis</i> sp.	0.8	0.3	0.3		
<i>Parapenaeus</i> sp.	0.8	0.2	0.1		
<i>Crangon</i> sp.	5.7	1.2	0.4		
<i>Metapenaeopsis</i> sp.	0.8	0.1	0.1		
<i>Plesionika</i> sp.	4.9	1.2	1.2		
<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	0.4	0.1	0.1		
<i>Nephrops</i> sp.	8.1	1.6	0.9		
Unidentified	6.1	4.1	1.2		
Brachyura	17.9	5.4	6.7	530.9	5.0
<i>Portunus</i> sp.	4.9	1.3	1.0		
<i>Charybdis bimaculata</i>	2.8	0.5	2.0		
<i>Hemigrapsus</i> sp.	1.6	0.3	0.3		
<i>Calappa</i> sp.	2.4	1.2	1.4		
<i>Liocarcinus corrugatus</i>	2.0	1.0	1.0		
<i>Uca</i> sp.	1.6	0.3	0.1		
Unidentified	2.8	0.9	0.9		
Anomura	27.2	10.7	6.3	1138.1	10.6
Galatheidae	7.3	3.1	1.0		
<i>Munida japonica</i>	17.9	7.0	4.9		
Unidentified	2.4	0.6	0.3		
Amphipoda	10.2	26.4	1.0	684.4	6.4
Sipunculida	0.8	0.2	0.7	1.7	+
Polychaeta	8.1	2.6	2.4	98.2	0.9
Echinodermata	12.2	3.4	5.2	260.6	2.4
<i>Amphiura sinicola</i>	0.4	0.1	1.0		
<i>Ophioplocus</i> sp.	11.8	3.3	4.2		
Pisces	20.3	8.3	56.7	3250.3	30.3
Stichaeidae	1.6	0.3	4.2		
Pleuronectiformes	1.6	0.3	2.5		
Syngnathidae	1.6	0.3	0.6		
Triglidae	4.9	2.5	13.3		
Gobiidae	1.6	0.3	0.5		
Cynoglossidae	1.6	0.3	1.8		
Synodontidae	1.6	0.3	19.6		
<i>Engraulis japonicus</i>	4.9	2.6	6.3		
Unidentified	4.1	1.5	8.0		
Seagrass	0.4	0.1	+	0.1	+
Unidentified organisms	6.9	1.7	1.8	58.8	0.5
Total		100	100		100

+ : Less than 0.01

(*Parapenaeus* sp.), 민새우류 (*Parapenaeopsis* sp.), 꽃새우 (*Trachypenaeus curvirostris*) 등이 발견되었다.

새우류 다음으로 어류, 집게류, 단각류, 게류가 주요 먹이로 나타났는데, 어류는 위내용물 중 20.3%의 출현빈도, 8.3%의 개체수비, 56.7%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 30.3%였다. 어류 중에서는 멸치, 성대과 (Triglidae), 망둑어과, 참서대과 (Cynoglossidae), 실고기과 (Syngnathidae) 어류 등이 발견되었다. 집게류는 위내용물 중 27.2%의 출현빈도, 10.7%의 개체수비, 6.3%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성지수비는 10.6%였다. 집게류 중에서는 바늘이마새우붙이가 가장 많이 섭이되었다.

단각류는 위내용물 중 10.2%의 출현빈도, 26.4%의 개체수비, 1.0%의 건조중량비를 차지하여, 상대중요성지수비는 6.4%였다. 게류는 위내용물 중 17.9%의 출현빈도, 5.4%의 개체수비, 6.7%의 건조중량비를 차지하여, 상대중요성지수비는 5.0%였다. 게류 중에서는 꽃게류 (*Portunus* sp.)와 주름꽃게 (*Liocarciunus corrugatus*), 두점박이 민꽃게, 풀게류 (*Hemigrapsus* sp.), 농게류 (*Uca* sp.), 만두게류 (*Calappa* sp.) 등이 위내용물 중에 발견되었다. 극피동물류는 위내용물 중 12.2%의 출현빈도, 3.4%의 개체수비, 5.2%의 건조중량비를 차지하여, 상대중요성지수비는 2.4%였다. 극피동물류 중에서는 거미불가사리류 (*Ophioplocus* sp.)가 전 부였는데, 그 중 긴발거미불가사리 (*Amphiura sinicola*)가 위내용물 중 소량 발견되었다. 두족류와 갯지렁이류는 각각 출현빈도의 6.9%와 8.1%, 개체수비의 1.8%와 2.6%, 건조중량의 10.2%와 2.4%를 차지하여, 상대중요성지수비는 각각 1.9%와 0.9%였다.

그 밖에 갯가재류, 이매패류 (Bivalvia), 패충류 (Ostracoda), 곤쟁이류 (Mysidae), 바다거미류 (Pycnogonida)등이 황돔 위에서 출현하였지만 그 양은 많지가 않았다.

2. 성장에 따른 먹이 조성의 변화

채집된 참돔을 체장 5 cm 간격으로 10~15 cm, 15~20 cm, 20~25 cm, 25~30 cm, 30~35 cm, 35cm 이상의 6개의 크기군으로 나누어 위 내용물 건조중량을 기준으로 먹이생물의 조성 변화를 조사하였으며, 황돔은 체장 3 cm 간격으로 10~13 cm, 13~16 cm, 16~19 cm, 19~22 cm, 22~25 cm, 25 cm 이상의 6개의 크기군으로 나누어 위 내용물 건조중량을 기준으로 먹이생물의 조성 변화를 조사하였다 (Fig.6).

참돔의 경우 본 조사에서 가장 작은 크기군인 체장 10~15 cm에서 새우류가 전체 위내용물 건조중량의 44.1%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그 다음으로 집게류가 건조중량비의 14.3%를 차지하였다. 그 외에 단각류가 13.4%, 갯지렁이류가 9.6%, 극피동물류와 어류가 각각 4.2%, 계류가 1.2%를 차지하였다. 체장 15~20 cm의 크기군에서는 10~15 cm의 크기군에서 가장 높은 점유율을 차지하였던 새우류와 단각류는 각각 13.4%와 4.2%로 감소한 반면, 갯지렁이류와 집게류의 점유율은 각각 33.6%와 30.7%로 증가하였다. 체장 20~25 cm의 크기군에서는 갯지렁이류는 크게 감소하여 15.6%의 점유율을 보였다. 반면 집게류는 크게 증가하여 20~25 cm의 크기군에서 가장 중요한 먹이생물로 전체 건조중량의 50.9%를 차지하였다. 체장 25~30 cm의 크기군에서는 집게류가 다시 감소하여 19.2%의 점유율을 보였으며, 극피동물류, 어류, 새우류의 점유율은 각각 28.8%, 18.7%, 0.7%로 증가하였다. 체장이 증가함에 따라 극피동물류, 어류, 새우류의 점유율은 계속 증가하여 35 cm 이상의 크기군에서는 각각 45.9%, 32.1%, 7.4%로 위내용물의 거의 대부분을 차지하였다.

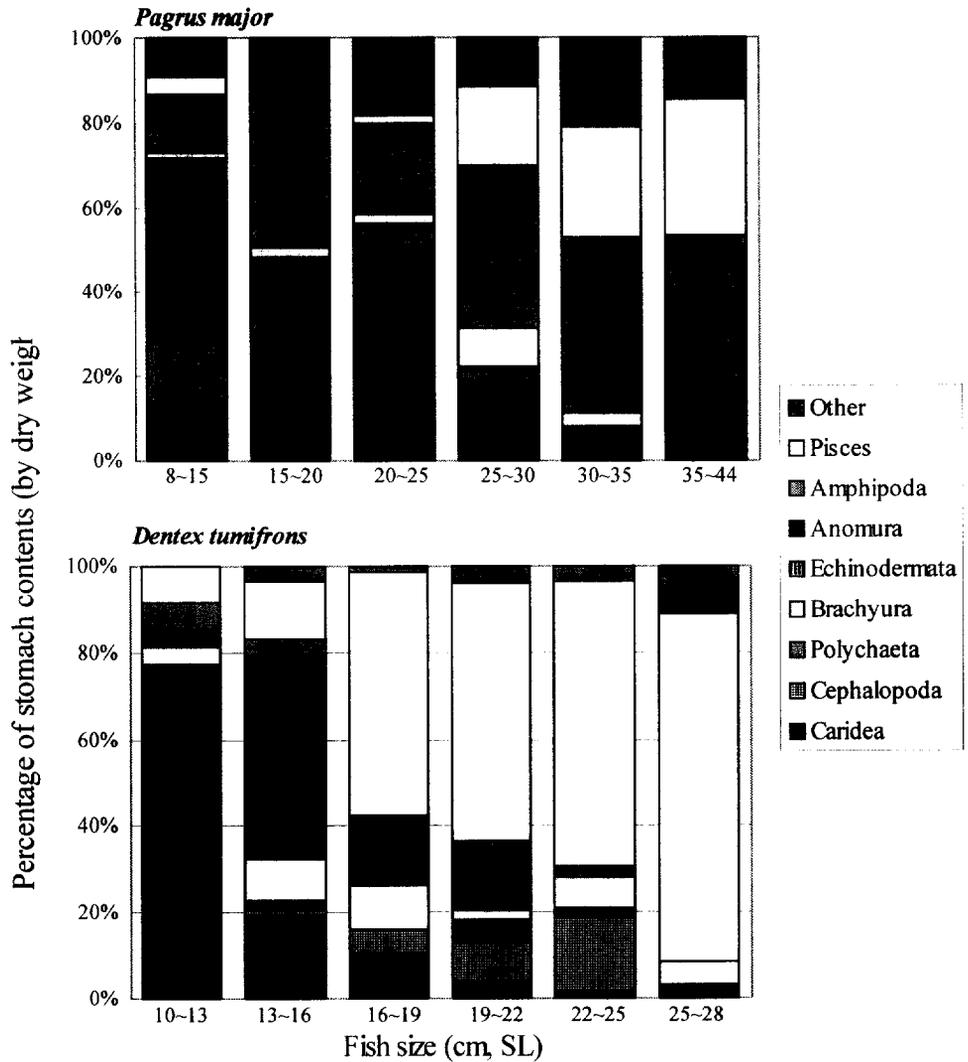


Fig. 6. Ontogenetic changes in percentage of stomach contents by dry weight of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons*.

그리고 황돔의 경우 본 조사에서 가장 작은 크기군인 10~13 cm의 크기군에서는 새우류가 전체 위내용물 건조중량의 73.9%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그다음으로 어류가 건조중량비의 8.3%를 차지하였다. 그 외에 단각류가 6.6%, 극피동물류가 4.0%, 게류와 갯지렁이류가 각각 3.9%와 3.3%를 차지하였다. 체장 13~16 cm의 크기군에서는 10~13 cm 크기군에서 가장 높은 점유율을 차지하였던 새우류와 단각류는 19.3%와 3.5%로 감소한 반면, 집게류와 극피동물류, 게류의 점유율은 각각 26.3%와 20.9%, 9.8%로 증가하였다. 체장 16~19 cm 크기군에서는 집게류와 극피동물류가 4.8%와 11.3%로 감소한 반면, 어류의 점유율이 크게 증가하여 56.3%의 점유율을 보였다. 그리고 두족류의 점유율도 소량 증가하여 5.3%를 차지하였다. 체장 19~22 cm 크기군에서는 어류와 두족류의 점유율이 계속적으로 증가하여 59.7%와 8.9%를 차지하였으며, 게류와 집게류는 2.3%와 4.1%로 감소하였다. 체장이 증가함에 따라 어류의 점유율은 계속 증가하여 25 cm 이상의 크기군에서는 80.2%로 위내용물의 거의 대부분을 차지하였다.

참돔과 황돔은 모두 성장함에 따라 입의 크기가 변화하였는데 (Fig.7), 체장이 증가함에 따라 입 크기 또한 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 참돔의 경우 체장이 12.2 cm에서 1.5 cm이던 입 크기가 가장 큰 체장이었던 44.6 cm에서는 5.1 cm까지 증가하였으며, 황돔에서는 체장 10.9 cm에서 1.8 cm이던 입 크기가 체장 27.8 cm에서는 5.1 cm까지 증가하였다.

Fig. 8은 참돔의 성장에 따른 먹이생물의 크기 변화를 보여준다. 가장 작은 10~15 cm 크기 군의 위내용물 중 발견된 새우류와 어류의 크기는 평균 1.36 cm와 2.88 cm였으나 성장함에 따라, 가장 큰 35 cm 이상의 크기군에서는 평균 2 cm와 8.4 cm까지 증가하였다. 황돔 역시 가장 작은 10~13 cm 크기 군에서 먹이생물의 평균 크기는 1.23 cm였으며, 크기가 점차

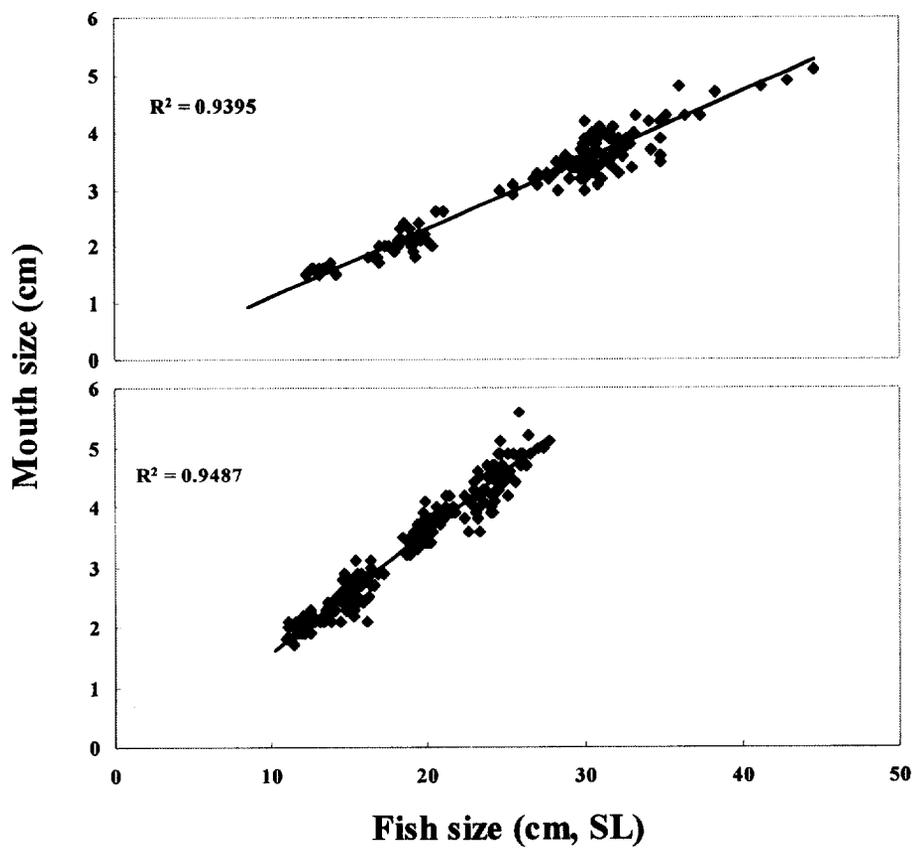


Fig. 7. Relationship between mouth size and body length of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons*.

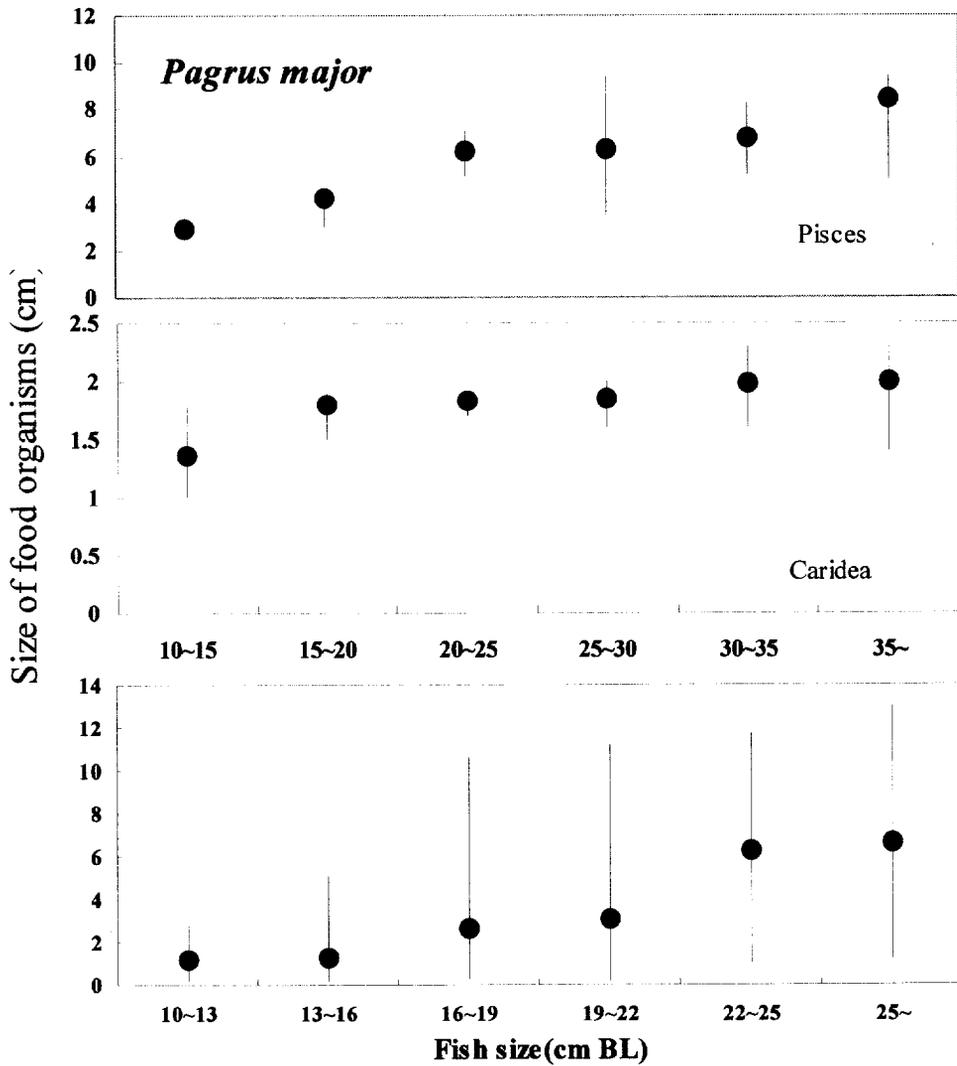


Fig. 8. Ontogenetic change in size of prey organisms in stomachs of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons*. (Cycle and bar represent the mean and range)

증가함에 따라, 가장 큰 25 cm 이상의 크기군에서는 평균 6.60 cm까지 증가하였다.

3. 먹이중복도 지수

참돔과 황돔의 성장에 따른 먹이중복도를 알아보기 위하여 조사한 결과는 Fig. 9와 같이 나타났다. 먹이중복도 지수의 평균은 0.12로 나타났다. 성장함에 따른 중복도 지수는 체장 13~14 cm에서 가장 높은 값인 0.42의 값을 나타냈으며, 체장 증가와 함께 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 성장하면서 먹이생물의 조성이 크게 차이가 나고 있음을 의미한다.

4. 생식소 중량지수(GSI)와 위 내용물 중량지수(FI) 변화

Fig.10은 2004년 1월부터 12월까지 매달 채집된 참돔과 황돔 암컷의 생식소 중량지수와 위내용물 중량지수를 보여준다. 참돔 암컷의 GSI는 3월에 0.21로 낮은 값을 보였으나, 4월부터 증가하여 1.32로 증가하였고, 5월에는 최대치인 1.94를 나타냈다. 그리고 6월부터는 감소하여 12월까지 0.27~0.83의 값을 나타내었다. 위 내용물 중량지수는 1~4월에는 2.23에서 1.32의 비교적 높은 값을 보였으나 5월에 급격히 감소하여 0.90을 나타냈고 6월에 다시 증가하여 2.20의 값을 보였으며, 7월부터 다시 급격히 감소하여 0.69의 값을 나타냈고 이후 차츰 증가하는 경향을 나타내었다. 반면 황돔 암컷

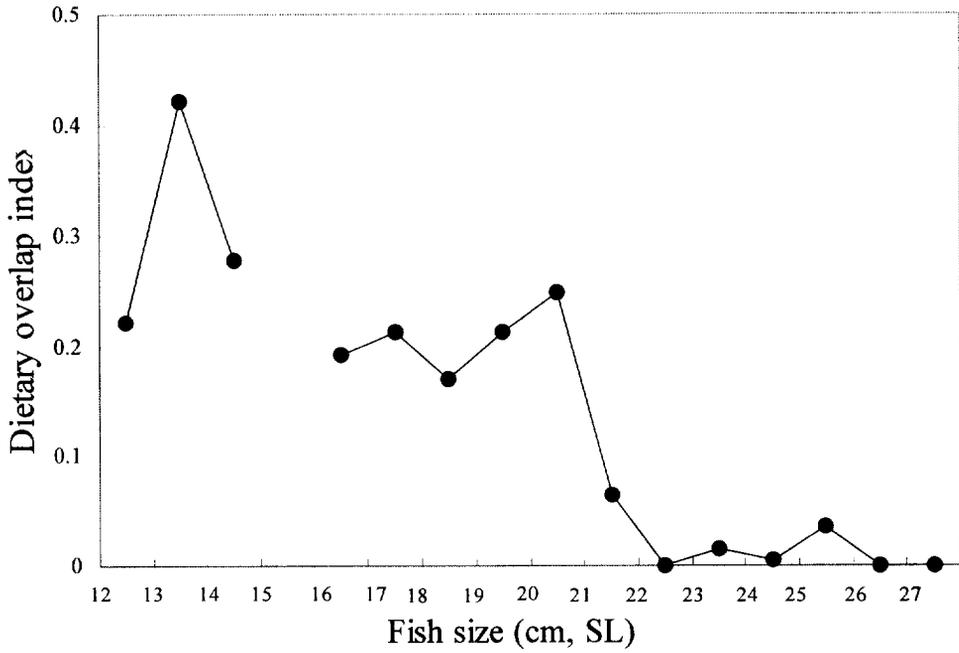


Fig. 9. The size-related variations of dietary overlap index between *Pagrus major* and *Dentex tumifrons*.

의 GSI는 1월과 6월에 각각 0.28과 0.65의 낮은 값을 보였으며, 5월과 11월에 높은 값을 보였다. 그리고 GSI는 3월과 10월에 증가하여 5월과 11월에 피크를 보였다. FI는 1월에 1.81로 높은 값을 보였으나 점차 감소하여, 3월에는 1.21의 값을 보였으며, 4월에 증가하여 1.52의 값을 보였다. 그리고 5월에는 감소하여 1.00의 값이 나타났으며, 6월부터 다시 증가하여 7월에 1.79의 피크를 보였다. 다시 8월부터 감소하여, 10월에는 연중 가장 낮은 값인 0.72의 값을 보였으나, 11월부터 증가하여 12월에는 1.68의 값을 나타냈다.

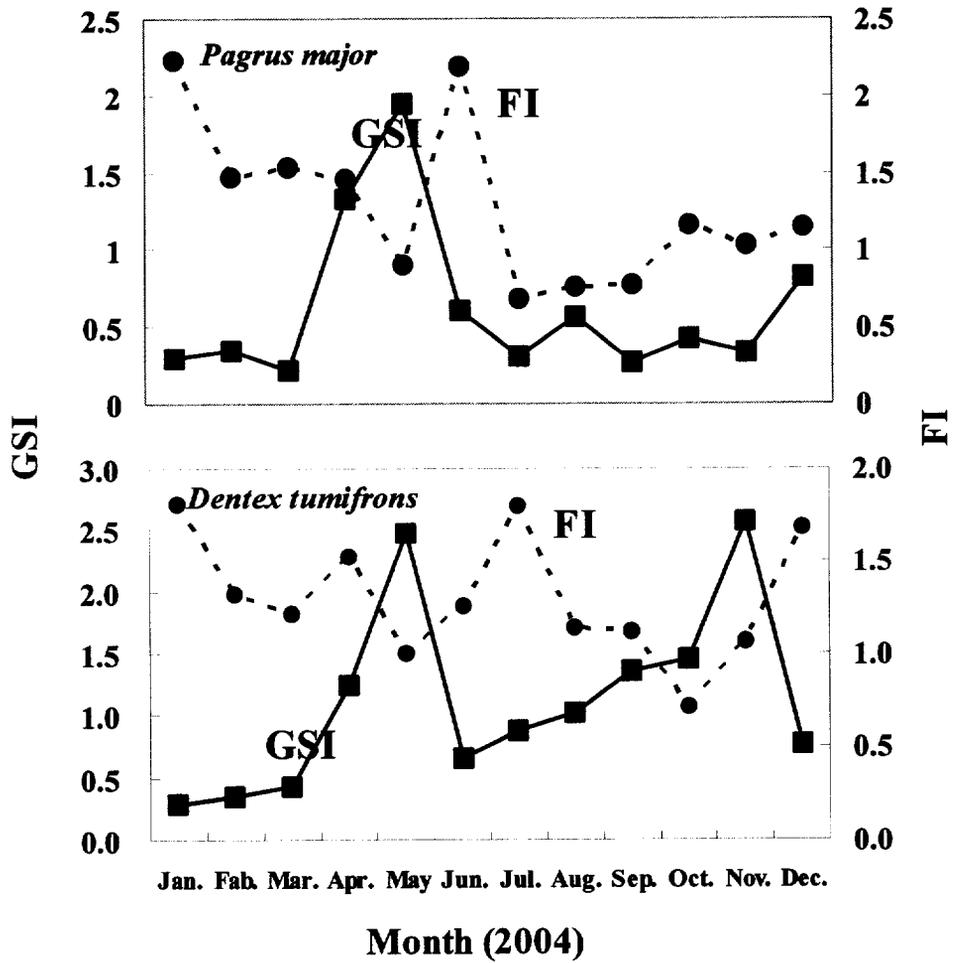


Fig. 10. Monthly changes in the average gonadosomatic index and fullness index of *Pagrus major* and *Dentex tumifrons*.

IV. 고찰

참돔은 집게류와 단각류가 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그 다음으로 갯지렁이류, 극피동물류, 게류, 새우류, 어류 등이었다. 그리고 복족류와 이매패류, 갯가재류, 두족류, 등각류, 패충류 자포동물류 등도 섭이하였으며, 극피동물 (Echinodermata)중 거미불가사리류 (Ophiuroidea)와 광삼 (*Cucumaria chronhjelmi*)이 발견되었다.

반면 황돔의 주 먹이생물은 새우류와 어류로 나타났으며, 그 다음으로는 집게류와 단각류, 게류 등이 중요한 먹이생물이었다. 그리고 극피동물류와 두족류, 갯지렁이류 등이 나타났으며, 패충류와 이매패류, 바다거미류, 자포동물류, 성구동물류 (Sipunculida) 등이 나타났다. Yamada *et al.*에 의하면 황돔의 먹이생물로 새우류와 게류가 75%를 차지하고, 그 다음으로 어류와 두족류가 8%를 점유한다고 조사된 바 있으나, 본 조사에서는 어류의 점유율이 높게 나타나 다른 양상을 보였다. 이는 시료의 채집해역의 차이로 인해 환경 먹이생물의 조성이 다르기 때문으로 추정되었다.

참돔과 황돔의 먹이생물은 비슷한 분류군에 속하였으나, 많이 섭이된 종과 점유율에서 차이를 보였다. 참돔은 집게류가 가장 중요한 먹이생물이었던 반면, 황돔은 새우류가 주 먹이생물로 나타나 두 종간에 선호하는 먹이생물의 차이를 보였다. 그리고 참돔의 경우 새우류 중 둥근돗대기새우와 돗대기새우, 자주새우류가 전부인 반면, 황돔의 경우에는 둥근돗대기새우와 자주새우류 뿐만 아니라, 도화새우류를 비롯하여, 민새우류, 민꽃새우류, 갈갈새우류, 꼬마도화새우류, 꽃새우 등 더 다양한 종류의 새우류를 섭이하였다. 그리고 참돔에서 중요한 먹이생물중의 하나인 극피동물류의 경우 거미불가사리류는 도종의 위내용물 중 동시에 발견되었으나, 오각광삼과 같은 광삼류는 참돔에서만 발견되었다. 게류의 경우 두점박이 민꽃게를 제외

하고는 중복 섭이된 종은 없는 것으로 나타났다. 복족류와 등각류의 경우는 참돔에서만 발견되었으며, 바다거미류와 성구동물류는 황돔에서만 발견되었다. 이는 같이 같은 과에 속하며 유사한 환경에서 서식하는 두 종간에 먹이경쟁을 피하기 위해서 선호하는 먹이생물을 달리하는 현상으로 판단된다. 광양만에서 연구된 망둑어과 어류인 줄망둑 (Huh and Kwak, 1998)과 문절망둑의 두종도 선호하는 먹이 생물이 달랐으며 (Huh and Kwak, 1999), 남 포르투갈의 Ria Formosa에 서식하는 도미과 어류인 *Sparus aurata*와 *Spondyliosoma cantharus*, 그리고 *Diplodus annularis* 세 종도 선호하는 먹이생물이 다른 것 (Pita *et al.*, 2002)으로 나타났다.

참돔과 황돔의 위내용물 중 발견된 거미불가사리류는 저서성 어류인 문절망둑 (Huh and Gwak, 1999)과 등가시치 (Huh and Baeck, 2000), 베도라치 (Huh and Gwak, 1997) 등도 많이 섭이하는 것으로 나타났으며, 광삼류와 성구동물류, 바다거미류를 섭이하는 어류는 흔하지 않은데 참돔의 위속에서는 광삼류가 발견되었으며, 황돔의 위속에는 성구동물류와 바다거미류가 발견된 점이 특이했다.

참돔과 황돔은 다른 저서성 어종인 황아귀 (*Lophius litulon*) 등에 비해서 다양한 종을 섭이하는 저서 섭식 육식성 어종 (bottom feeding carnivore) 임을 알 수 있었다.

참돔의 주 먹이 생물이면서 황돔에서 역시 중요한 먹이생물이었던 집게류인 바늘이마새우불이의 경우 한국연안에 많이 분포하고 있는 종임에도 불구하고 이 종을 섭이한 어류는 국내에서 보고된 바가 없다.

참돔의 성장에 따른 먹이변화 양상을 살펴보면 10cm 이하의 작은 체장의 참돔이 본 연구에서 채집되지 않아서 먹이생물을 정확히 파악할 수 없었으나, 일본의 세토섬 동쪽에서 채집된 참돔 치어의 먹이생물 (Shimamoto and Watanabe, 1994)과 나가사키 시지키 만에서 채집된 참돔

(Hiroyuki and Hasanori, 2001)의 식성의 연구에서 작은 개체들이 요각류 (Copepoda)와 미충류 (Oikopleuridae), 단각류를 많이 섭이하는 것으로 나타나 부산 주변해역에 서식하는 참돔 역시 10cm 이하의 작은 체장에서는 요각류와 단각류, 미충류가 주 먹이 생물일 것으로 추정된다. 그리고 참돔은 성장하면서 요각류에서 단각류와 새우류로, 다시 집게류와 갯지렁이류로, 마지막으로 극피동물과 어류로 총 3차례의 먹이전환을 하는 것으로 본 조사 결과 파악되었다. 한편 황돔 역시 요각류에서 단각류와 새우류로, 다시 집게류와 극피동물류, 게류로, 마지막으로 어류와 두족류로 3차례의 먹이전환을 하는 것으로 본 조사 결과 파악되었다. 이는 체장이 증가함에 따라 에너지 효율이 높은 먹이를 섭이하기 위하여 먹이생물을 전환하는 것으로 참돔과 황돔은 모두 에너지 효율이 높은 큰 크기의 먹이생물로 먹이를 전환하였으며, 참돔에 비해 상대적으로 입크기가 빠르게 증가하는 황돔이 작은 체장에서부터 큰 크기의 먹이를 섭이한 것으로 나타났다.

참돔과 황돔의 먹이중복도 지수를 구해본 결과 평균 0.12로 매우 낮은 값을 보였다. 성장단계별로 보면 12~13cm 크기에서는 비교적 높은 값을 보였으나 체장의 증가와 함께 먹이중복도지수가 점차적으로 감소하여 성장하면서 두 종은 먹이생물을 크게 달리하는 것으로 나타났다. 동일지역에서 서식하는 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*)와 노래미 (*Hexagrammos agrammus*)의 섭이생태 비교 (Kwak *et al.*, 2005)에서도 체장의 증가와 함께 먹이중복도지수가 감소하는 경향을 보였다.

참돔의 주 산란기는 GSI 값이 증가하기 시작한 4월부터 감소한 6월까지, 그리고 황돔은 GSI 값이 높았던 5월과 11월로 판단된다. 이는 참돔의 산란기가 4월에서 7월이며, 황돔은 6월과 11월의 년 2회 산란한다는 Yamada *et al.* (1986)의 보고와 유사했다. 참돔 암컷의 위내용물 중량지수를 조사해본 결과 모두 1월부터 4월까지의 산란을 위한 에너지 축적을 위해 비교적

높은 위내용물 중량지수를 보이지만, 산란기에는 먹이를 섭이하지 않다가, 산란이 끝난 6월에는 산란으로 인한 소비된 에너지의 보충을 위해서 높은 위내용물 중량지수를 보이는 것으로 나타났다. 황돔 역시 산란기 직전에 높은 값을 보이던 위내용물 중량지수가 산란기에 낮은 값으로 감소하였다가 산란이 끝나고 증가하여 비슷한 경향을 보였다. 줄망둑 (*Acentrogobius pflaumi*)의 경우 산란기 직전인 4월에 가장 높은 비만도를 보이다가 산란 후 급격히 비만도가 감소하는 경향을 보였다 (Baek *et al.*, 2004).

V. 요약

2004년 1월부터 2004년 12월까지 부산 주변해역에서 채집된 참돔과 황돔의 식성을 조사하였다. 참돔의 주요 먹이생물은 집게류 (Anomura), 단각류 (Amphipoda), 갯지렁이류 (Polychaeta), 극피동물류 (Echinodermata), 새우류 (Caridea), 어류 (Pisces), 게류 (Brachyura) 등으로 다양하게 나타났다. 그 외, 복족류 (Gastropoda), 이매패류 (Bivalvia), 갯가재류 (Stomatopoda), 두족류 (Cephalopoda) 자포동물류 (Cnidaria), 등각류 (Isopoda) 등도 소량 섭취하였다. 한편 황돔의 가장 중요한 먹이생물은 새우류 (Caridea)로 나타났고, 그 다음으로 어류 (Pisces), 집게류 (Anomura), 단각류 (Amphipoda), 게류 (Brachyura)의 순으로 나타났다. 그 밖에 극피동물류 (Echinodermata), 두족류 (Cephalopoda), 갯지렁이류 (Polychaeta), 갯가재류 (Stomatopoda) 등도 나타났다.

참돔과 황돔은 성장함에 따라 먹이생물 조성의 변화를 보였는데, 참돔은 작은 체장에서는 (10~20 cm SL)에서 새우류, 집게류, 단각류, 갯지렁이류의 점유율이 높았으나, 성장하면서 (20~25 cm SL) 집게류의 점유율이 가장 높아졌다가 25 cm SL 이상에서는 극피동물류, 어류의 점유율이 가장 높게 나타났으며, 황돔은 작은 체장 (10~13 cm SL)에서는 새우류와 단각류의 점유율이 높았으나, 성장함에 따라 (13~16 cm SL) 집게류와 극피동물류, 게류의 점유율이 높아졌다가, 16 cm SL 이상의 체장에서는 어류와 두족류의 점유율이 높게 나타났다.

참돔과 황돔의 먹이생물 중복도 지수 값은 체장의 증가와 함께 감소하는 것으로 나타났다.

산란기 전후에 위내용물 중량지수가 변화하였는데, 참돔은 산란기인 5월에 위내용물 중량지수가 감소하였다가 산란기가 끝나고 난 후 위내용물 중

량지수가 증가하였다. 한편 황돔의 위 내용물 중량지수는 5월과 10월에 위 내용물 중량지수가 감소하였고, 1월과 8월, 12월에 위내용물 중량지수가 높게 나타났다.

VI. 감사의 글

처음 해양과학부를 지원하였던 97년이 생각납니다. 그때 당시에는 저의 이름으로 된 책을 쓴다는 생각은 한번도 해보지 못했던 철없던 시절이었습니다. 그렇게 몇 년이 흐르고 군대에 다녀와서 뭔가를 해보야 겠다라는 생각으로 처음 유영생물학 실험실에 들어오게 되었습니다. 그동안 많은 일들과 많은 선배님들, 후배님들을 만나면서 여러 가지 즐거운 일들과 힘든 일들이 많았습니다. 하지만 그와 같은 일들은 오늘의 작은 결실을 위한 준비단계였다는 것을 알게 되었습니다.

그동안 이 논문이 있기까지 아끼지 않은 관심과 조언으로 미숙한 제자를 올바른 해양학자의 길로 이끌어 주신 허성희 교수님께 진심으로 감사드립니다. 아울러 끊임없는 관심과 많은 도움을 주신곽석남 박사님, 백근욱 박사님께도 감사드립니다.

자상한 가르침과 충고로 학자로서의 올바른 자세를 가르쳐 주신 조규대 교수님, 강용균 교수님, 양한섭 교수님, 이재철 교수님, 박미옥 교수님, 김석운 교수님, 김정창 교수님께도 감사드립니다.

힘들고 괴로운 일이 있을 때 많은 도움과 격려를 해주신 추현기 선배님, 임성오 선배님께 감사드립니다. 그리고 항상 옆에서 지켜보며 도움을 준 주면이에게 감사드리고, 실험실에 많은 도움을 준 봉준, 원진, 기문, 희찬, 진민, 은혜, 그리고 같은 실험실원은 아니지만 급할 때 정말 커다란 일손이 되어준 영석에게 감사드립니다.

미숙한 후배에게 관심과 도움을 주신 이병관 선배님, 김대현 선배님, 황동운 선배님, 주현희 선배님, 그리고 항상 따뜻하고 친절한 말씀으로 격려해 주신 손민호 박사님, 모르는 것을 친절하게 가르쳐 주셨던 김정년 박사님과 인영 선배님께도 감사드립니다.

마지막으로 말로 표현하진 않으시지만 항상 마음속으로 격려와 사랑을 주신 아버지와 어머니, 사랑하는 형과 동생에게 이 작은 결실을 바칩니다.

VII. 참고문헌

- Baeck, G.W., J.W. Kim and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of juvenile *Lophius litulon* in the coastal waters of Kori, Korea. J. Kor. Fish. Soc. 36(6): 695~699 (in korean).
- Baeck, G.W., J.W. Kim and S.H. Huh. 2004. Maturation and spawning of striped goby (*Acentrogobius pflaumi*) (Teleostei; Gobiidae) collected in the Gwangyang Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc. 37(3): 226~231 (in korean).
- Caputo, V., G. Candi, M. La Mesa and E. Arneri. 2000. Pattern of gonad maturation and the question of semelparity in the paedomorphic goby *Aphia minuta*. J. Fish. Biol., 58, 656-669.
- Cha, H.K., J.U. Lee, C.S. Park, C.I. Baik, S.Y. Hong, J.H. Park, D.W. Lee, Y.M. Choi, K.S. Hwang, Z.G. Kim, K.J. Choi, H.S. Shon, M.H. Shon, D.H. Kim and J.H. Choi. 2001. Shrimps of the Korean Waters. Hanguel graphics Press, Pusan, 115 pp. (in korean).
- Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Sohn, Y.C. Park, W.S. Yang and O.I. Choi. 1997. Food habits of the yellow goosefish, *Lophius litulon*. J. Korean Fish. Soc., 30(3): 95~104 (in Korean).
- Chyung, M.K. 1997. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 361 pp. (in korean).

- Hiroyuki S. and Masanori A. 2001. The microhabitat and size of gammarid species selectively predated by young red sea bream *Pagrus major*. Fisheries Science., 67: 389~400.
- Huh, S.H. and G.W. Baek. 2000. Feeding habits of blotched eelpout, *Zoarces gilli* collected in the coastal waters off Gadeok-do, Korea. Korean J. Ichthyol. 12(1): 54~61 (in korean).
- Huh, S.H. and G.W. Baek. 2003. Feeding habits of *Repomucenus valenciennei* collected in the coastal waters off Gadeok-do, Korea. Korean J. Ichthyol. 15(4): 289~294 (in korean).
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Feeding habits of *Pholis nebulosa*. Korean J. Ichthyol. 9(1): 22~29 (in korean).
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Feeding habits of juvenile *Acanthopagrus schlegeli* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol. 10(2): 168~175 (in korean).
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1999. Feeding habits of juvenile *Acanthogobius flavimanus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc. 32(1): 10~17 (in korean).
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1997. Stomach contents analysis of fat greenling, *Hexagrammos otakii*. J. Korean Fish. Soc., 30(3): 432~441 (in Korean).

- Kim, H.S. 1973. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol. 14 Anomura · Brachyura. Ministry of Education. Korea. 694 pp. (in Korean).
- Kim, H.S. 1977. Illustrated Flora & Fauna of Korea. Vol. 19 Macrura. Ministry of Education. Korea. 414 pp. (in korean).
- Kim, Y.S., K.H. Han, C.B. Kang and J.B. Kim. 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea. NFRDI. 175 pp. (in korean).
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of juvenile *Liparis tanakai* in the eelgrass, *Zostera marina* bed in Kwangyang Bay. J. Kor. Fish. Soc. 36(4): 372~377.
- Mann, K.H. and J.R.N. Lazier. 1991. Dynamics of Marine Ecosystems-Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Scientific Publications, Inc. pp.321~336.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino(eds.). 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates 166pp+166plates.
- Myoung, J.G., J.M. Kim and Y.U. Kim. 1990. Morphological change during starvation of larvae of red sea bream, *Pagrus major*. Korean J. Ichthyol. 2(2): 138~148 (in korean).

- Noh, C.H., K.P., Hong, S.Y. Oh, H.J. Choi, Y.J. Park, J.G. Myoung and J.M. Kim. 2004. Comparative growth performance of the selected and the non-selected red sea bream (*Pagrus major*) lines. J. Kor. Fish. Soc. 37(5): 400~404 (in korean).
- Park, I.S., H.B. Kim, J.K. Son and D.S. Kim. 1994. Triploidy production of red seabream, *Pagrus major*. Korean J. Ichthyol. 6(1): 71~78 (in korean).
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game Fish. Bull. 152: 1~105.
- Pita, C., S. Gamito, K. Erzini. 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (Southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). J. Appl. Ichthyol. 18: 81~86.
- Pyen, C.K. and J.Y. Jo. 1982. Seed production of red sea-bream, *Chrysophrys major*. Bull. Korean Fish. Soc. 15(1): 161-170 (in Korean).
- Schoener, T.W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecology 51: 408~418.
- Shimamoto, N; Watanabe, J., 1994. Seasonal changes in feeding habit of red sea bream *Pagrus major* in the eastern Seto Inland Sea, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi/Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 60(1): 65-71.

- Shin, H.O., J.W. Tae and K.M. Kang. 2004. Acoustic telemetry tracking of the response behavior of red seabream (*Chrysophrys major*) to artificial reefs. J. Kor. Fish. Soc. 37(5): 433~439 (in Korean).
- Takeda, M. 1982. Keys to Japanese and Foreign Crustaceans. Hokuryukan, Tokyo. pp. 284.
- Tominaga, O., M. Inoue, M. Kamata and T. Seikai. 2005. Reproductive cycle of bellows sea bream *Dentex tumifrons* in Wakasa Bay, the sea of Japan off central Honshu. Fisheries Science. 71: 1069~1077.
- Yamada, U., M. Tagawa, S. Kishida and K. Honjo. 1986. Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., PP. 232~239 (in Japanese).
- Yoon, C.H. 2002. Fishes of Korea with Pictorial Key and Systematic List. Academy Publ. Co. Seoul, PP. 747 (in Korean).