

가덕도 주변해역에 출현하는 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 식성

백근욱 · 허성회^{1,*} · 박주면¹ · 박세창²

전남대학교 해양기술학부, ¹부경대학교 해양학과, ²서울대학교 수의학과

Feeding Habits of Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*) in the Coastal Waters off Gadeok-do, Korea

Gun Wook Baeck, Sung-Hoi Huh^{1,*}, Joo Myun Park¹ and Se Chang Pack²

Faculty of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

¹Department of Oceanography Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

The feeding habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) were studied based on the examination of stomach contents of 192 specimens collected from November, 2005 to January, 2006 in the coastal waters off Gadeok-do, Korea. The size of Pacific cod ranged from 35 to 82 cm in standard length (SL). Pacific cod mainly consumed shrimps such as *Eualus spathulirostris*, *Crogon hakodatei* and *C. affinis* and fishes. Its diet also included small quantities of cephalopods, amphipods, hermit crabs and crabs. Individuals between 35 cm and 45 cm SL mainly consumed shrimps. The portion of shrimps decreased with increasing fish size, and this decrease was paralleled with increased consumption of fishes and cephalopods. In this study we found *Syngnathus schlegeli* in the stomach contents of many Pacific cod specimens. *S. schlegeli* is a typical seagrass fish species which inhabits in seagrass beds. This fact means that Pacific cods stay in the seagrass beds during spawning period. Therefore migration of Pacific cod to coastal waters off Gadeok-do during spawning period seems to be a survival strategy for its larvae and small juveniles to stay in seagrass beds which provide with abundant foods and shelters to many commercial fish species.

Key words : Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, feeding habits, Gadeok-do

서 론

대구 (*Gadus macrocephalus*)는 대구과 (Family Gadidae)에 속하는 어종으로 (윤, 2002), 북태평양 캘리포니아 연안, 베링해, 우리나라 주변해역의 대륙붕과 대륙사면

상부에 서식하는 냉수성 어종이다 (Bakkala *et al.*, 1984). 대구는 회유성 어종으로 우리나라 남해에 출현하는 대구는 겨울에 진해만 등의 연안으로 몰려와 산란한 뒤, 수온이 상승하는 3월 이후 연안을 따라 북쪽으로 이동한다 (Zhang, 1984). 대구는 우리나라 연안에서 주로 자망과 삼각망에 의해 어획되는 상업성 어종으로 1998년까지는 연간 어획량이 600톤 이하에 불과하였으나, 1999년 이후 어획량이 증가하기 시작하여 2001년에는

*Corresponding author: shhuh@pknu.ac.kr

2,000톤 이상이 어획되었고, 2006년에는 6,000톤 이상이 어획되었다(해양수산부, 1963~2006).

대구는 전 세계적으로 중요한 상업성 어종 중 하나로써 외국에서는 대구에 대한 많은 생태학적 연구가 수행되어 왔다. 식성에 관한 연구로는 베링해와 알라스카 주변해역에 출현하는 대구의 식성에 관한 연구 결과가 많이 보고되어 있다(Clausen, 1981; Albers and Anderson, 1985; Kihara and Shimada, 1988; Yang, 2004; Abrookire *et al.*, 2007). 국내의 연구를 살펴보면 서해산 대구의 체장-체중의 상관관계 연구(정과 김, 1971), 동해안 대구의 재생산 연구(이 등, 2005) 등이 있었으나, 식성에 관한 연구는 없었다.

따라서 본 연구는 겨울철에 가덕도 연안에 출현하는 대구의 위내용물 분석을 통해 이들의 주 먹이생물과 성장에 따른 먹이조성의 변화를 조사하였다. 회유성 어종의 식성 연구는 그 어종의 회유 목적을 밝히는데 중요한 단서를 제공할 수 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 대구 시료는 2005년 11월에서 2006년 1월까지 매월 부산 남쪽에 위치한 가덕도 부근해역(35°02'N, 128°45'E)에서 자망과 삼각망을 이용하여 채집하였다.

채집된 시료는 조업 현장에서 ice box에 보관하여 즉시 실험실로 운반한 후 각 개체의 체장(0.1 cm)과 체중(0.1 g)을 측정하고, 각 개체에서 위를 분리하여 해부현미경 아래에서 위내용물을 분석하였다. 위내용물 중 발견된 먹이생물은 Takeda (1982), 국립수산물과학원 (2001) 그리고 윤 (2002) 등을 이용하여 동정하였다.

먹이생물은 종류별로 개체수를 계수하였고, 각 먹이생물의 크기를 1 mm 단위까지 측정하였다. 그 후 종류별로 건조기에 넣고 80°C에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자저울을 이용하여 건조중량을 0.1 mg 단위까지 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 먹이생물의 개체수비와 건조중량비로 나타내었다. 출현빈도(F)는 다음과 같이 구하였다.

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

여기서 A_i는 해당 먹이생물이 위내용물 중 발견된 대구의 개체수이고, N은 위속에 내용물이 있었던 대구의 개체수이다.

섭이된 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 위내용물 총 건조중량에 대한 해당 먹이생물이 차지하는 백분율이고, F_i는 각 먹이생물의 출현빈도이다.

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

결 과

1. 위내용물 조성

본 연구에 사용된 대구의 총 개체수는 192개체였으며, 이들의 표준 체장(Standard length, SL)은 36.6~82.2 cm 범위를 보였다(Fig. 1). 이 중 위속에서 내용물이 전혀 발견되지 않은 개체는 38개체로 19.8%의 공복율을 보였다.

위내용물이 전혀 없었던 개체를 제외한 나머지 154개체의 위내용물의 분석 결과는 Table 1과 같다. 대구의 가장 중요한 먹이생물은 새우류(Macrura)로 78.1%의 출현빈도, 총 먹이생물 개체수의 90.3%, 전체 위내용물 건조중량의 56.8%를 차지하였으며, 상대중요성지수비는 89.4%였다. 새우류 중에서는 분홍갯가꼬마새우(*Eualus spathulirostris*)가 가장 많이 섭이되었는데, 23.4%의 출현빈도, 총 먹이생물 개체수의 65.1%, 전체 위내용물 건조중량의 20.8%를 차지하였다. 그 다음으로 많이 섭이된 새우류는 마루자주새우(*Crangon hakodatei*)와 자주

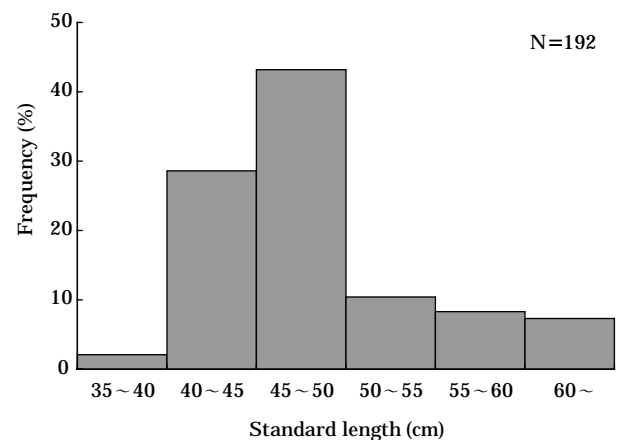


Fig. 1. Size distribution of *Gadus macrocephalus* collected in the coastal waters off Gadeok-do, Korea.

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

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Amphipoda	0.6	0.2	0.1	0.2	+
Gammaridea	0.6	0.2	0.1		
Brachyura	4.5	0.5	1.6	9.5	0.1
<i>Oregonia gracilis</i>	2.6	0.3	1.5		
Unidentified Brachyura	1.9	0.2	0.1		
Anomura	1.9	0.2	5.3	10.5	0.1
<i>Pagurus ochotensis</i>	1.9	0.2	5.3		
Macrura	78.1	90.3	56.8	11488.5	89.4
<i>Crangon hakodatei</i>	48.7	19.5	29.8		
<i>Crangon affinis</i>	9.1	2.8	5.5		
<i>Eualus spathulirostris</i>	23.4	65.1	20.8		
<i>Heptacarpus pandaloides</i>	0.6	0.2	+		
<i>Solenocera melantho</i>	0.6	0.2	0.1		
<i>Heptacarpus camtschaticus</i>	0.6	1.7	0.1		
<i>Plesionika izumiae</i>	0.6	0.1	+		
Unidentified Macrura	4.5	0.7	0.5		
Gastropoda	1.3	0.1	+	0.2	+
Bivalvia	2.6	0.3	0.4	1.9	+
Cephalopoda	5.2	0.6	5.2	30.2	0.2
<i>Octopus</i> sp.	0.6	0.1	0.5		
<i>Todarodes pacificus</i>	1.3	0.1	4.2		
<i>Loligo beka</i>	2.6	0.3	+		
Unidentified Cephalopoda	1.3	0.1	0.5		
Polychaeta	1.3	0.2	0.1	0.4	+
Ophiuroidea	3.2	0.3	0.1	1.3	+
Pisces	34.8	7.2	30.5	1312.0	10.2
<i>Syngnathus schlegeli</i>	12.3	4.2	12.2		
<i>Pholis</i> sp.	3.9	0.5	0.4		
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	0.6	0.1	0.1		
<i>Engraulis japonicus</i>	3.9	0.6	3.7		
<i>Trichiurus lepturus</i>	1.3	0.3	0.4		
<i>Conger myiaster</i>	1.3	0.2	5.4		
<i>Cynoglossus joyneri</i>	1.3	0.1	3.8		
Unidentified Pisces	11.0	1.2	4.6		
Total		100.0	100.0		100.0

+ : less than 0.1%

새우 (*C. affinis*) 순이었으며, 각각 48.7%와 9.1%의 출현빈도, 총 먹이생물 개체수의 19.5%와 2.8% 그리고 전체 위내용물 건조중량의 29.8%와 5.5%를 차지하였다. 그 외에 북방좁은빨꼬마새우 (*Heptacarpus camtschaticus*), 긴좁은빨꼬마새우 (*H. pandaloides*), 대롱수염새우 (*Solenocera melantho*), 긴줄꼬마도화새우 (*Plesionika izumiae*) 등의 다양한 새우류가 위내용물에서 발견되었다.

새우류 다음으로 어류 (Pisces)가 대구의 중요한 먹이생물로 나타났는데, 34.8%의 출현빈도, 7.2%의 개체수비, 30.5%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성비는

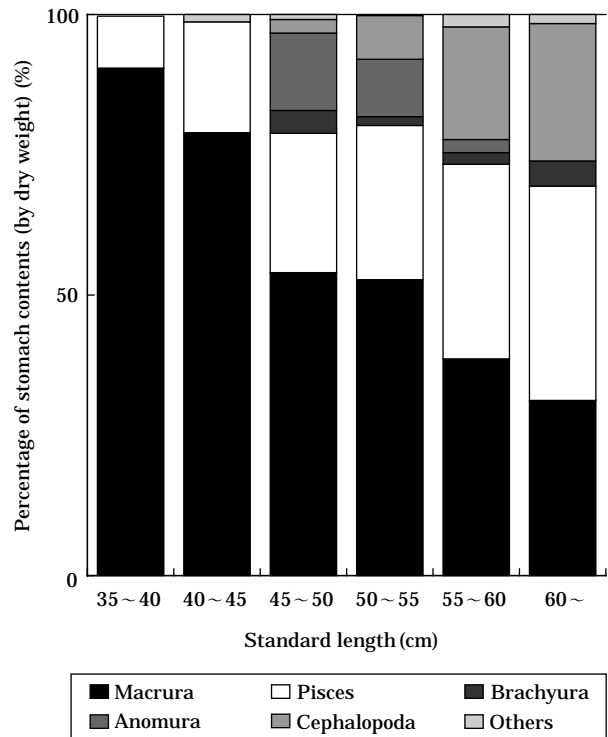


Fig. 2. Ontogenetic changes in composition of stomach contents of *Gadus macrocephalus* by dry weight.

10.2%였다. 대구 위내용물 중 발견된 어류는 실고기 (*Syngnathus schlegeli*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 봉장어 (*Conger myiaster*), 멸치 (*Engraulis japonicus*), 베도라치류 (*Pholis* sp.), 갈치 (*Trichiurus lepturus*), 실양태 (*Repomucenus valenciennesi*) 등이었다.

그 다음으로 두족류 (Cephalopoda)가 5.2%의 출현빈도, 0.6%의 개체수비, 5.2%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요성비는 0.2%였다. 그 밖에 단각류 (Amphipoda), 게류 (Brachyura), 집게류 (Anomura), 복족류 (Gastropoda), 이매패류 (Bivalvia), 갯지렁이류 (Polychaeta), 거미불가사리류 (Ophiuroidea) 등도 대구의 위내용물 중에서 발견되었으나, 그 양은 매우 적었다.

2. 성장에 따른 먹이조성의 변화

대구 성장에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하여 대구 시료를 표준체장 5 cm 간격으로 6개 크기군으로 구분하여 위내용물을 분석하였다 (Fig. 2).

본 조사 기간 중 채집된 가장 작은 크기군인 35~40 cm SL 크기군에서는 새우류가 전체 위내용물 건조중량의 90.4%를 차지하여 위내용물의 거의 대부분을 차지하였다. 그리고 어류의 점유율은 9.3%에 불과하였다. 40~45 cm SL 크기군에서는 새우류의 점유율이 감소하여

Table 2. Comparison of main prey items among the Gadidae fishes (Genus *Gadus*)

Scientific name	Study area	Fish size	Main prey items	Reference
<i>Gadus macrocephalus</i>	Mutsu Bay, Japan	Larvae	Copepod nauplii Copepod copepodites	Takatsu <i>et al.</i> , 2002
<i>G. macrocephalus</i>	Kodiak, Alaska	Juvenile	Copepoda Mysidacea Amphiopoda	Abookire <i>et al.</i> , 2007
<i>G. macrocephalus</i>	Pavlof Bay, Alaska	Adult fish	Caridea Brachyura Pisces	Yang, 2004
<i>G. morhua</i>	Bornholm Basin, Baltic Sea	Larvae	Copepod nauplii Copepod copepodites	Voss <i>et al.</i> , 2003
<i>G. morhua</i>	West Greenland	Adult fish	Pisces Brachyura Macrura	Nielsen and Andersen, 2001
<i>G. ogac</i>			Pisces Macrura Brachyura	

78.9%를 나타낸 반면 어류는 19.8%로 증가하였다. 45~50 cm SL 크기군에서는 새우류가 더욱 감소하여 건조중량의 54.0%를 차지하였으며, 어류는 더욱 증가하여 24.8%의 점유율을 보였다. 이 크기군부터 게류, 집게류, 두족류 등의 먹이생물이 출현하기 시작하였으며, 각각 4.1%, 13.8%, 2.4%의 점유율을 나타내었다. 대구가 더 성장함에 따라 새우류의 점유율은 점차적으로 감소하였으며 어류와 두족류의 점유율은 점차적으로 증가하여 가장 큰 크기군인 60 cm BL 이상의 크기군에서는 새우류의 점유율은 31.2%, 그리고 어류와 두족류의 점유율은 각각 건조중량의 38.2%와 24.5%를 보였다.

고 찰

우리나라 주변해역에서 출현하는 대구는 동해계군과 서해계군으로 구분된다. 본 연구 해역인 가덕도 연안에서 출현하는 대구는 동해계군에 속하며, 서해계군의 대구보다 체장이 크고, 생활사에서 다소 차이를 보이고 있다 (정, 1977; Zhang, 1984; Yamada *et al.*, 1986). 동해계군은 수심 45~450 m의 범위의 비교적 깊은 곳에 서식하며, 성장기에는 시베리아 남쪽 연해에서 서식하다가 산란기가 되면 함경 남북도, 강원도, 경북 연해를 거쳐 가덕도 부근의 진해만으로 회유하여 산란을 하는 습성을 지니고 있다 (정, 1977; Zhang, 1984). 한국 주변해역에 출현하는 대구의 산란기는 12~3월이며, 주 산란기는 1~2월로 보고되었다 (이 등, 2005). 본 조사 기간 동

안 가덕도 해역에 대구가 출현한 시기는 11~1월이었으며, 이때 채집된 대구의 대부분 개체에서 성숙한 생식소가 관찰된 점은 이들 대구가 산란을 위해 가덕도 연안으로 회유해 온 사실을 뒷받침해 준다. 가덕도 주변 해역에서 산란, 부화된 대구 자어들은 5월 하순경에 이르면 전장 70~80 mm의 치어로 성장하며, 가덕도 해역의 수온이 상승하면서 수온이 낮은 북쪽 바다로 회유를 시작한다 (정, 1977; Zhang, 1984; Yamada *et al.*, 1986). 대구는 서식 수온이 적합하고 먹이생물이 풍부한 시베리아 남쪽 연안까지 섭이회유를 하는 것으로 추정된다.

본 연구 해역에서 채집된 대구는 성어기에 속하는 개체들로 36~82 cm SL의 체장 범위를 보였다. 이들의 위내용물을 분석한 결과 가장 중요한 먹이생물은 새우류로 나타났으며, 그 다음으로 어류가 많이 섭이되었다 (Table 1). 대구와 같은 시기에 가덕도 주변해역에 대량으로 출현하는 어류가 꼽치였는데, 꼽치 역시 새우류를 주로 섭이하였다 (허, 1997). 하지만 꼽치의 경우 자주새우를 집중 섭이한 반면, 대구는 자주새우 외에도 마루자주새우, 분홍갯가꼬마새우, 북방좁은빨꼬마새우, 긴좁은빨꼬마새우, 대롱수염새우, 긴줄꼬마도화새우 등의 다양한 새우류를 섭이함으로써 꼽치와의 먹이경쟁을 피하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 대구의 먹이생물 중 어류가 상당히 발견되었으며, 가장 많이 섭이된 어류는 실고기로 잘피밭에서 주로 서식하는 어류이다 (허, 1986; 허와 곽, 1997; 이 등, 2000; Baeck *et al.*, 2005). 이는 대구가 가덕도 주변해역에 분포되어 있는 잘피밭에서 상당 시간을 머물고 있

음을 의미한다. 잘피밭(eelgrass beds)은 생산성이 높아 먹이가 풍부하고 포식자로부터 피할 수 있는 은신처가 많아 많은 상업성 어종들이 잘피밭을 성육장으로 이용하고 있다(Klumpp *et al.*, 1989; Edgar and Shaw, 1995; Guidetti and Bussotti, 2000). 따라서 본 연구 결과로 미루어보아 대구가 진해만을 포함한 가덕도 주변해역으로 산란하러 오는 것은 부화된 자어와 치어가 어린 시기를 먹이가 풍부하고 보다 안전한 잘피밭에 머물며 성장하도록 하기 위한 생존전략의 일환으로 추정된다.

1980년대와 90년대에 들어서 우리나라에서 대구의 어획량이 크게 감소하였는데 대구의 주 산란지인 진해만의 해양오염이 가장 큰 원인으로 지적되고 있다. 저자의 의견으로는 대구의 성육장으로 중요한 역할을 해오던 가덕도 주변해역의 잘피밭이 산업화 과정에서 행해진 무분별한 연안 매립사업과 준설 공사로 인해 크게 훼손된 것도 대구의 어획량 감소에 기여했다고 생각된다. 따라서 앞으로 우리나라 남해안에 회유해 오는 대구의 자원량을 증대시키기 위해서는 진해만의 정화사업과 함께 가덕도 주변해역에서의 대규모 잘피밭 복원 사업이 시급하다고 생각된다.

지금까지 우리나라 해역에서 이루어진 어류의 식성 연구 결과에 따르면 대부분 어류는 주 먹이생물에 따라 크게 갑각류식성 어류(crustacean feeder)와 어식성 어류(fish feeder)로 구분된다. 일반적으로 갑각류식성 어류는 10% 이하의 낮은 공복율을 보인 반면 어식성 어류는 30% 이상의 높은 공복율을 보였다(허 등, 2006a, b). 본 연구에서 대구는 갑각류를 주 먹이생물로 하는 갑각류식성 어류에 속하였으나, 다른 갑각류식성 어류들 보다 높은 공복율을 보였다. 이처럼 비교적 높은 공복율을 보이는 이유는 대구가 산란기에는 섭이활동이 활발하지 않기 때문으로 생각된다. 많은 어류들이 산란기에는 산란에 전념하기 위해 먹이를 적게 먹거나 거의 먹지 않는다(Bond, 1979). 북대서양에서 출현하는 Atlantic cod (*G. morhua*)의 경우 산란기 전에는 높은 섭이율을 보였으나, 산란기 동안은 거의 먹이를 먹지 않았으며, 방란 후 다시 높은 섭이율을 보였다(Fordham and Trippel, 1999).

본 조사에서는 표준체장 35 cm 이하의 대구 시료를 구할 수가 없어서 어린 대구의 식성은 알 수가 없었다. 그러나 일본 북해도 연안에 출현하는 전장 3.2~26.8 mm의 대구 자어는 요각류 유생을 주로 섭이하였고(Takatsu *et al.*, 2002), 알래스카 주변해역에 출현하는 가랑이 체장 4.2~11.0 cm의 대구 치어는 요각류, 곤쟁이류, 단각류를 주로 섭이하였다(Abookire *et al.*, 2007). 그리고 북해도 주변 해역에 출현하는 대구는 체장 30

cm 이하에서 새우류를 주로 섭이한다고 보고된 바 있다(Yamamura *et al.*, 1993). 본 연구와 이전의 연구 결과를 종합해 보면 대구는 성장함에 따라 요각류 → 곤쟁이류와 단각류 → 새우류 → 새우류와 소형 어류로 주 먹이생물이 바뀌는 3차례의 먹이전환을 하는 것으로 판단된다.

Table 2는 대구 속(Genus *Gadus*)에 속하는 어류의 주 먹이생물을 보여준다. 알래스카만에 출현하는 대구 성어의 주 먹이생물은 새우류, 게류와 어류였으며(Yang, 2004), 북대서양에 출현하는 Greenland cod (*Gadus ogac*)와 Atlantic cod (*G. morhua*) 성어의 주 먹이생물 역시 새우류, 게류와 어류였다(Nielsen and Andersen, 2001) 따라서 대구 속 어류들은 해역에 관계없이 자치어기에는 요각류, 곤쟁이류, 단각류 등의 동물플랑크톤을 주로 섭이하고, 성어기에는 저서생활을 하면서 주로 새우류, 게류, 어류를 섭이하는 것으로 나타났다.

적 요

2005년 11월에서 2006년 2월까지 한국 남해 가덕도 주변해역에서 채집한 대구(*G. macrocephalus*) 192개체의 위내용물을 분석하였다. 대구의 주 먹이생물은 분홍갯가꼬마새우(*E. spathulirostris*), 마루자주새우(*C. hakodatei*), 자주새우(*C. affinis*) 등과 같은 새우류(Macrura)였으며, 그 다음으로 어류(Pisces)가 많이 섭이 되었다. 그 외 두족류(Cephalopoda), 단각류(Amphipoda), 게류(Brachyura), 집게류(Anomura) 등도 대구의 위내용물 중에서 발견되었으나, 그 양은 많지 않았다. 대구의 크기별로 보면 35~45 cm SL 크기군에서는 새우류를 주로 섭이하였으나, 55 cm 이상의 큰 개체는 새우류와 어류와 두족류를 골고루 섭이하였다.

본 연구에서 대구의 먹이생물 중 잘피밭에 서식하는 실고기가 많이 발견되었는데 이는 대구가 가덕도 주변해역에 분포되어 있는 잘피밭에서 상당 시간을 머물고 있음을 의미한다. 이 결과로 미루어보아 대구가 진해만을 포함한 가덕도 주변해역으로 산란하러 오는 것은 부화된 자어와 치어가 어린 시기를 먹이가 풍부하고 보다 안전한 잘피밭에 머물며 성장하도록 하기 위한 생존전략으로 추정된다.

인 용 문 헌

국립수산과학원. 2001. 한국새우류도감. 한글그래픽스, 223 pp.
윤창호. 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747 pp.

- 이채성 · 허영희 · 이정용 · 김완기 · 홍승현 · 황선재 · 최수하. 2005. 한국 동해안 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 성숙과 산란. *한수지*, 38(4) : 245~250.
- 이태원 · 문형태 · 황학빈 · 허성희 · 김대지. 2000. 남해 안골만 잘피밭 어류 종조성의 계절변동. *한수지*, 33(5) : 439~447.
- 정문기. 1977. 한국어어도보. 일지사, 727 pp.
- 정태영 · 김용역. 1971. 서해산 대구 *Gadus macrocephalus* TILESIIUS의 체장 · 체중의 상관 관계. *한수지*, 4 : 103~104.
- 해양수산부. 1963~2006. 어업생산통계.
- 허성희. 1986. 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량의 계절적 변동에 관한 연구. *한수지*, 19(5) : 509~517.
- 허성희. 1997. 꼽치 (*Liparis tanaka*)의 식성. *한어지*, 9(1) : 71~78.
- 허성희 · 광석남. 1997. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동. *한어지*, 9(2) : 202~220.
- 허성희 · 박주면 · 백근욱. 2006a. 남해에 출현하는 삼치 (*Scomberomorus nipponius*)의 식성. *한수지*, 39(1) : 35~41.
- 허성희 · 박주면 · 백근욱. 2006b. 고리 주변해역에서 출현하는 달고기 (*Zeus faber*)의 식성. *한수지*, 39(4) : 357~362.
- Abookire, A.A., J.T. Duffy-Anderson and C.M. Jump. 2007. Habit association and diet of young-of-the-year Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) near Kodiak, Alaska. *Mar. Biol.*, 150(4) : 713~726.
- Albers, W.D. and P.J. Anderson. 1985. Diet of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, and predation on the northern pink shrimp, *Pandalus borealis*, in Pavlof Bay, Alaska. *Fish. Bull.*, 83(4) : 601~610.
- Baeck, G.W., S.N. Kwak and S.H. Huh. 2005. Seasonal variations in abundance and species composition of fishes in an eelgrass bed in Myoungjuri of Jindong Bay. *Kor. J. Ichthyol.*, 17(1) : 8~18.
- Bakkala, R.G., S. Westrheim, S. Mishima, C. Zhang and E. Brown. 1984. Distribution of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the North Pacific Ocean. *INPFC Bull.*, 42 : 111~115.
- Bond, C.E. 1979. *Biology of Fishes*. W.B. Saunders Co. Philadelphia., 514 pp.
- Clausen, D.M. 1981. Summer food of Pacific Cod, *Gadus macrocephalus*, in coastal waters of Southeastern Alaska. *Fish. Bull.*, 78(4) : 968~973.
- Edgar, G.J. and C. Shaw. 1995. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in Southern Australia. I. Species richness, size-structure and production of fishes in Western Port Bay, Victoria. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 197 : 53~82.
- Fordham, S.E. and E.A. Trippel. 1999. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning. *J. Appl. Ichthyol.*, 15 : 1~9.
- Guidetti, P. and S. Bussotti. 2000. Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* in the Wertern Mediterranean. *Ocean. Acta.*, 23 : 759~770.
- Kihara, K. and A.M. Shimada. 1988. Prey-predator interactions of Pacific cod *Gadus macrocephalus* and water temperature. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 54(12) : 2085~2088.
- Klumpp, D.W., R.K. Howard and D.A. Pollard. 1989. Trophodynamics and nutritional ecology of seagrass communities. In: Larkum, A.W.D., A.J. McComb and S.D. Shepherd (ed.), *Biology of seagrass: A treatise on the Australian region*. Elsevier Science Publishers. B.V., New York/Amsterdam, pp. 394~437.
- Nielsen, J.R. and M. Andersen. 2001. Feeding habits and density patterns of Greenland cod (*Gadus ogac*) (Richardson 1836), at West Greenland compared to those of the coexisting Atlantic cod, *Gadus morhus* L. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 29 : 1~22.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152 : 1~105.
- Takatsu, T., T. Nakatani, T. Miyamoto, K. Kooka and T. Takahashi. 2002. Spatial distribution and feeding habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) larvae in Mutsu Bay, Japan. *Fish. Oceanogr.*, 11(2) : 90~101.
- Takeda, M. 1982. *Keys to Japanese and Foreign Crustaceans*. Hokuryukan Press, Tokyo., 284 pp.
- Voss, R., F.W. Koster and M. Dickmann. 2003. Comparing the feeding habits of co-occurring sprat (*Sprattus sprattus*) and cod (*Gadus morhus*) larvae in the Bornholm Basin, Baltic. *Fish. Res.*, 63 : 97~111.
- 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., 501 pp.
- Yamamura, O., K. Watanabe and K. Shimazaki. 1993. Feeding habits of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, off eastern Hokkaido, north Japan. *Proc. Nipr Symp. Polar Biol.*, 6 : 44~45.
- Yang, M.S. 2004. Diet changes of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Pavlof Bay associated with climate changes in the Gulf of Alaska between 1980 and 1995. *Fish. Bull.*, 120(2) : 400~405.
- Zhang, C.I. 1984. Pacific cod of South Korean Waters. *INPFC Bull.*, 42 : 116~129.

Received : August 11, 2007

Accepted : October 1, 2007