

베도라치 (*Pholis nebulosa*) 의 식성

허 성 회 · 곽 석 남
부경대학교 해양학과

1994년 1월부터 1994년 12월까지 광양만 대도주변 잘피밭에서 채집된 베도라치의 식성을 조사하였다. 베도라치는 잘피의 잎에 부착하여 서식하는 단각류(카프렐라류 및 옆새우류)를 주로 섭이하였으며, 그 외, 새우류, 등각류, 요각류, 갯지렁이류, 주걱벌레붙이류 등을 소량 섭이하였다. 베도라치는 성장함에 따라 섭이된 먹이생물의 조성 및 크기의 변동이 뚜렷하였다. 체장이 작은 크기군에서는 요각류를 주로 섭이하였으며, 체장이 증가하면서 단각류를 주로 섭이하였다. 대체적으로 계절에 관계없이 단각류인 옆새우류와 카프렐라류가 주로 섭이되었으나, 그들의 섭이 비율은 계절에 따라 변하였다. 가을에는 옆새우류가 훨씬 많이 섭이되었으며, 다른 계절에는 카프렐라류가 더 많이 섭이되었다.

서 론

베도라치(*Pholis nebulosa*)는 황줄베도라치과(Pholididae)에 속하는 어종으로써 우리나라 전 연안 해역에서 분포하며, 수심이 얇은 바위틈사이에 주로 서식한다고 알려져있다(정, 1977).

지금까지 우리나라에서 수행된 베도라치류에 관한 연구로는 베도라치 성어의 외부형태(Hur and Yoo, 1983), 서해안 베도라치의 치어자원(허 등, 1984), 흰베도라치의 치어자어기 형태와 골격(유, 1985) 및 초기생활사(유 등, 1995), 베도라치 아목(Blennoidei)의 분류학적 재검토(김·강, 1991), 그물베도라치(*Dictyosoma burgeri*)의 연령과 성장(강 등, 1995)에 관한 연구 등이 있다. 한편, 먹이섭성에 관한 연구는 흰베도라치 치어어의 식성(김 등, 1985)에 관한 단편적인 조사가 전부이다.

어류의 먹이섭성 연구는 그 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하기 위한 기초 자료를 제공한다. 본 논문은 우리나라 남해안에 밀생되어 있는 잘피밭(eelgrass bed)의 생태계에 대한 종합적인 연구의 일환으로 실시된 잘피밭에 서식하고 있는 어종들에 대한 식성 연구 중 우점 어종 중 하나인 베

도라치의 식성 연구 결과를 보고한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 베도라치의 시료는 1994년 1월부터 1994년 12월까지 광양만 대도주변 잘피밭(Fig. 1)에서 월 1회씩 소형 trawl을 이용하여 채집하였다. 시료 채집에 사용된 어구의 크기는 길이가 5m, 망폭이 4m였으며, 망목의 크기는 날개그물에서 1.9cm, 끝자루로 갈수록 차츰 망목의 크기가 감소하여 끝자루에서는 1cm였다. 1회 예인면적은 1,200m² 정도였다.

대도 주변해역의 환경 특성은 곽(1997)에 의해 기술된 바 있다.

채집된 어류는 10% 중성 포르말린으로 고정하였으며, 실험실에서 표준체장(standard length : SL)을 기준으로 10mm 간격의 크기군(size class)을 나눈 뒤, 어체에서 위를 분리하였다. 위내용물은 해부현미경을 이용하여 먹이 종류별로 분리하고 동정하였다. 많이 출현한 먹이생물은 가능한 종까지 동정하였으나, 그 외 먹이생물은 과(family) 혹은 목(order) 단위까지 분류하였다. 먹이생물 종류별로 개체수를 계수하였으

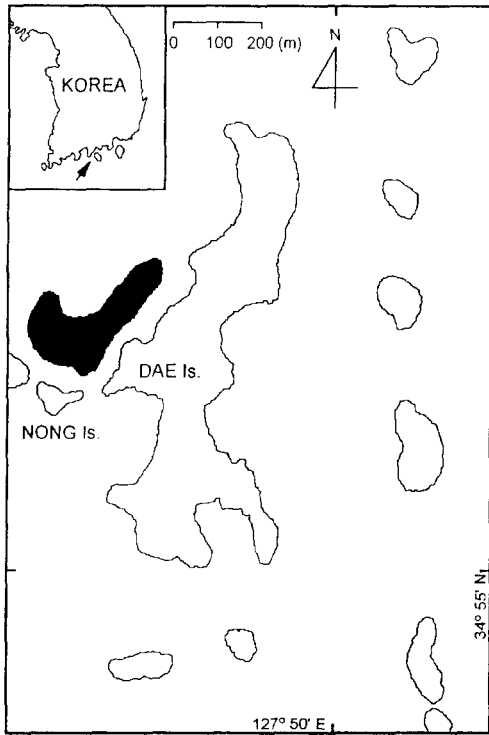


Fig. 1. Location of the study area (the black solid area) in Kwangyang Bay, Korea.

며, 크기는 mm 단위까지 측정하였다. 그리고, 먹이 종류별로 80°C의 건조기에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자식 저울을 이용하여 건조중량을 측정하였다. 성장에 따른 입 크기의 변동을 파악하기 위해 입의 폭(mouth width)을 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도수, 먹이생물의 개체수비, 그리고, 건조중량비로 나타내었다. 먹이생물 종류별 상대중요성지수(Index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하였으며, 각 먹이생물에 대한 선택성은 Ivlev(1961)가 제안한 선택도지수(Selectivity index)를 이용하여 구하였다. 여기서 사용된 환경생물(저서동물 및 동물플랑크톤)의 종 조성 자료는 베도라치 채집 당시 동시에 조사를 실시하여 구해진 환경생물 자료(곽, 1997)를 참고하였다.

결 과

베도라치는 광양만 대도 주변 잘피밭에서 가장 많

이 출현한 어종 중의 하나이다(곽, 1997). 조사기간 동안 채집된 베도라치는 3.1~24.3cm의 체장 분포를 나타내었다(Fig. 2). 1월에는 8~14cm 크기의 개체가 주로 채집되었다. 2월이 되면서 채집 개체수가 증가하였으며, 4월에 최대치(1,121개체)를 보였다. 3~5월에는 13~18cm 크기의 개체가 주로 채집되었다. 그러나, 5월 이후에는 채집 개체수가 급격히 감소하기 시작하여 7월부터 11월까지 35개체 이하의 매우 낮은 채집 개체수를 보였다. 12월부터는 다시 채집 개체수가 증가하기 시작하였다(곽, 1997).

1. 위내용물 조성

위내용물 분석에 사용된 베도라치는 총 2,097개체였으며, 이 중 위속에 먹이가 전혀 없었던 개체는 151개체로서 약 6.8%를 차지하였다. 먹이를 섭취한 1,946

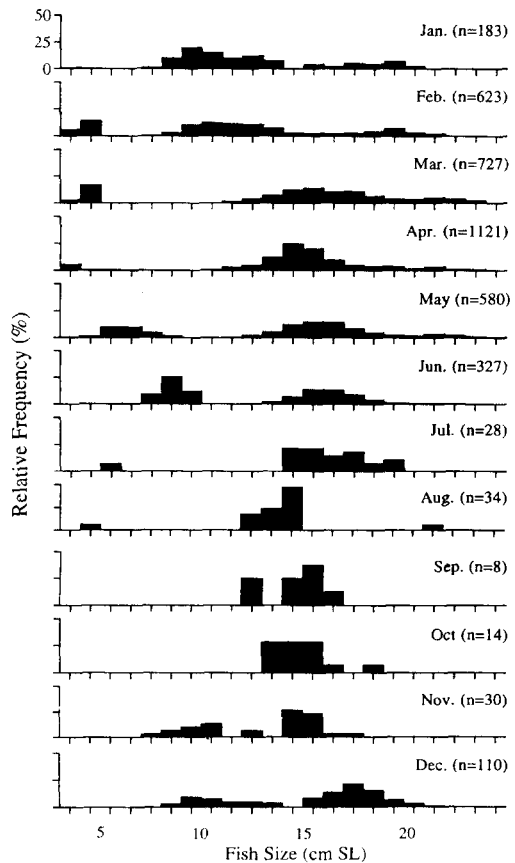


Fig. 2. Monthly variation in size distributions of *Pholis nebulosa*.

개체의 위 내용물을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

베도라치의 가장 중요한 먹이생물은 단각류(Amphipoda)였다. 특히, 카프렐라류(Caprellidea)가 많이 섭이되었는데, 위내용물 건조중량의 82.5%와 총 먹이생물 개체수의 70.9%를 차지하였으며, 82.1%의 높은 출현빈도수를 나타내었다. 상대중요성지수비는 85.7%로 매우 높은 값을 보였다. 카프렐라류 중 가장 많이 섭이된 종은 *Caprella kroeyeri* 및 *Caprella tsugarensis* 였다. 옆새우

류(Gammaridea)도 비교적 많이 섭이되었는데, 건조중량의 15.6%와 총 개체수의 25.0%를 차지하였으며, 51.5%의 출현빈도수를 나타내었다. 옆새우류의 상대중요성지수비는 14.2%를 보였다.

그 외, 1% 이상의 출현빈도수를 보인 종류는 새우류(Macrura, 8.0%), 등각류(Isopoda, 4.5%), 주걱벌레붙이류(Tanaidacea, 4.1%), 갯지렁이류(Polychaeta, 3.3%), 요각류(Copepoda, 1.3%) 등이었으나, 이들이 위내용물 건조중량 중 차지하는 비율이나 총 먹이생물 개체수 중 차지하는 비율은 아주 낮았다.

Table 1. Percent composition of the stomach contents of *Pholis nebulosa* by frequency of occurrence, number, dry weight of prey organisms, and IRI

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Caprellidea	82.1	70.9	82.5	12594.1	85.7
<i>Caprella kroeyeri</i>	65.1	53.2	54.9		
<i>Caprella tsugarensis</i>	53.3	12.6	22.4		
<i>Caprella scaura</i>	6.1	4.5	5.1		
<i>Caprella acanthogaster</i>	1.1	0.6	0.1		
Gammaridea	51.5	25.0	15.6	2090.9	14.2
Macrura	4.1	1.1	0.7	7.4	0.1
<i>Heptacarpus pandaloides</i>	3.3	0.5	0.3		
<i>Crangon affinis</i>	1.5	0.2	0.1		
<i>Palaemon ortmanni</i>	1.1	0.1	+		
<i>Latreus acicularis</i>	2.8	0.1	+		
<i>Alpheus brevirostratus</i>	2.1	+	+		
<i>Heptacarpus rectirostris</i>	1.5	+	+		
<i>Heptacarpus geniculata</i>	1.2	+	+		
Brachyura	1.9	0.2	0.1	0.6	+
<i>Hemigraspus penicillatus</i>	1.2	+	+		
<i>Parthenope pelagicus</i>	0.8	+	+		
Copepoda	0.8	0.3	+	0.3	+
<i>Acartia omorii</i>	0.5	0.2	+		
<i>Calanus sinicus</i>	0.2	+	+		
<i>Centropages abdominalis</i>	0.4	+	+		
Isopoda	4.5	+	+	0.3	+
Tanaidacea					
<i>Tanais cavolinii</i>	4.1	0.6	0.2	3.3	+
Anomura					
<i>Pagurus dubius</i>	0.7	+	+	+	+
Mysidacea	0.4	0.1	+	+	+
Gastropoda	0.6	+	+	+	+
Ophiuroidea	0.3	+	+	+	+
Polychaeta	3.3	0.3	0.1	1.3	+
Algae	0.7	0.1	+	+	+
Seagrass					
<i>Zostera marina</i>	0.5	+	+	+	+

+ : less than 0.1%

2. 성장에 따른 먹이의 변화

채집된 베도라치의 시료 중 가장 작은 크기군인 3~4cm에서는 요각류가 가장 선호된 먹이생물로서 위내용물 건조중량의 74% 정도를 차지하였다(Fig. 3). 그러나, 체장이 증가하면서 요각류의 점유율은 급속하게 감소하는 한편, 단각류(옆새우류와 카프렐라류)의 점유율은 크게 증가하였다. 6~12cm 사이 크기군에서는 옆새우류가 가장 많이 섭이되었는데, 위내용물의 40.3~76.0%를 차지하였다. 체장이 12cm 이상이 되면서 카프렐라류의 섭이가 크게 증가하기 시작하였으며, 체장이 19cm 이상 크기군에서는 카프렐라류가 전체 위내용물의 80% 이상을 차지하였다.

베도라치는 체장이 증가할수록 입의 크기가 선형적으로 증가하였다(Fig. 4). 그 결과 베도라치가 성장함에 따라 먹이생물의 크기 역시 점차 증가하였다(Fig. 5). 베도라치가 주로 섭이하였던 옆새우류의 크기는 4~5cm 크기군에서 평균 3.4mm였으며, 성장함에 따라 점차 증가하여 9~10cm 크기군에서는 평균 6.5mm를 보였다. 그 이후에는 섭이된 옆새우류의 평균 크기는 크게 변동하지 않았으나, 21cm 이상의 크기군에서는 평균 8.8mm 이상의 먹이를 섭이하였다. 체장 7cm 이상 크기군에서는 같은 체장에서 섭이된 옆새우류의 크기의 변동폭이 커지고 있어서 작은 크기에서 큰 크기의 옆새우류가 고르게 섭이되고 있음을 알 수 있다. 한편, 카프렐라류의 경우 4~5cm 크기군에서는 평균 9.1mm의 먹이가, 9~10cm 크기군에서는 평균 15.3mm의 먹이가, 14~15cm 크기군에서는 평균 29.8mm의 먹이가, 그리고, 체장 22~23cm 크기군에

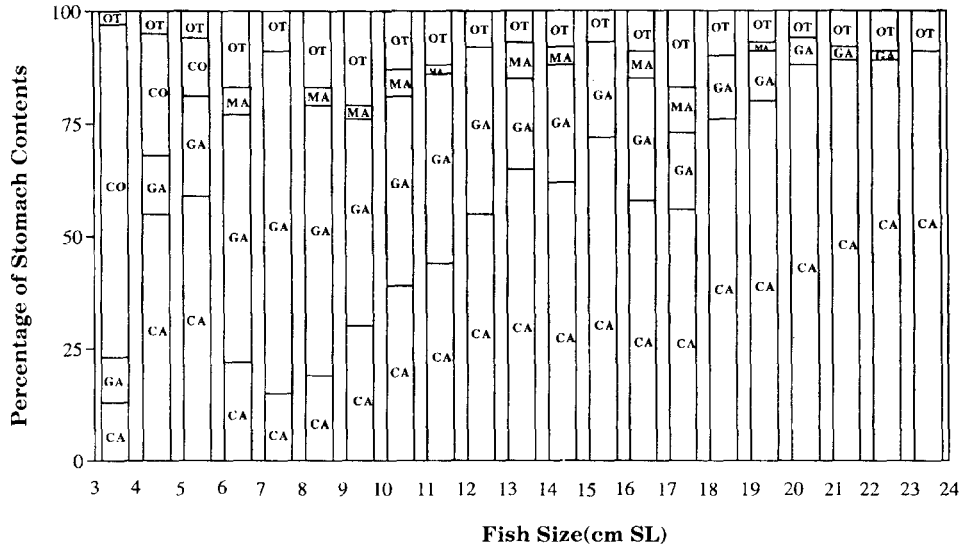


Fig. 3. Ontogenetic changes in feeding habits of *Pholis nebulosa* (CA : Caprellidea, GA : Gammaridea, CO : Copepoda, MA : Macrura, OT : Tanaidacea, Polychaeta, Isopoda etc.).

서는 평균 39.2mm의 먹이가 섭취되어 체장이 증가함에 따라 섭취된 카프렐라류의 크기의 증가가 뚜렷하였다. 카프렐라류는 같은 크기군에서 섭취된 최소 크기 및 최대 크기의 차이가 연세우류에 비해 비교적 적었다. 따라서, 베도라치는 성장함에 따라 주로 카프렐

라류를 섭취하기 때문에 전체적으로 먹이생물의 크기가 증가하였다.

성장에 따른 각 먹이생물에 대한 선택도지수를 살펴보면(Fig. 6), 3~4cm 크기군을 제외한 전 체장에서 가장 적극적으로 선택된 먹이생물은 카프

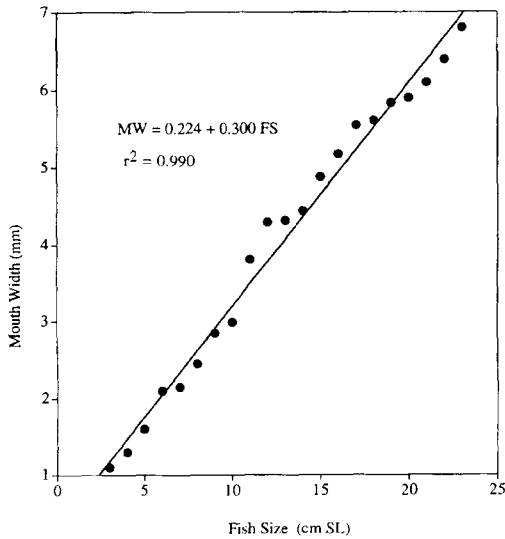


Fig. 4. Relationship between mouth width and fish size of *Pholis nebulosa*.

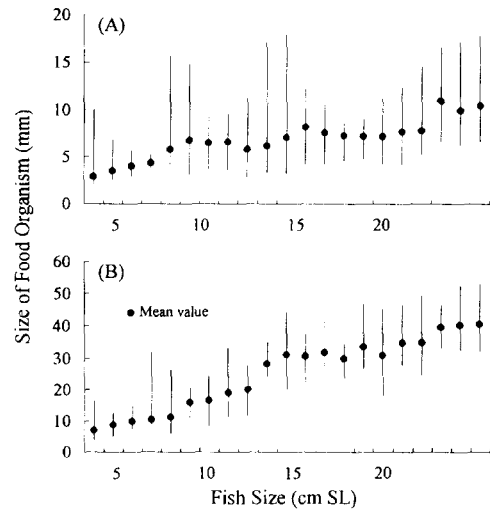


Fig. 5. Ontogenetic changes in size of Gammaridea(A) and Caprellidea(B) consumed by *Pholis nebulosa*.

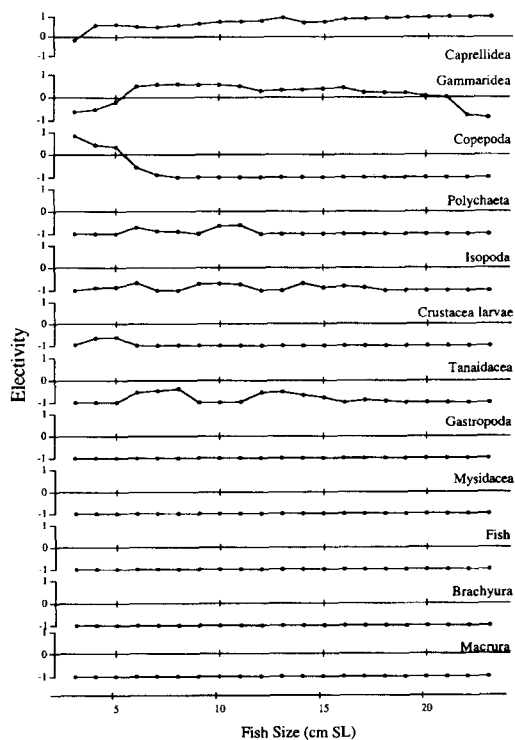


Fig. 6. Ontogenetic changes in electivity indices of the food organisms eaten by *Pholis nebulosa*.

렐라류와 옆새우류였다. 카프렐라류는 체장이 4cm 이하의 크기군을 제외하고는 선택도 지수가 +0.5 이상의 높은 수치를 보였다. 그리고, 옆새우류는 체장이 6cm 이하의 크기군과 22cm 이상의 크기군을 제외하고는 모두 양의 수치를 보였다. 한편, 요각류는 체장이 4cm 이하의 크기군에서는 양의 수치를 보였으나, 체장이 증가하면서 거의 선택되지 않았다. 그 외, 어류(Fish), 게류(Brachyura), 복족류(Gastropoda), 곤쟁이류(Mysidacea) 등은 전 크기군에 걸쳐 거의 선택되지 않았다.

3. 계절에 따른 먹이의 변화

계절에 따라 베도라치에 의해 섭이된 먹이생물의 종류가 다소 변동하였으나, 대체적으로 계절에 관계없이 단각류인 카프렐라류와 옆새우류가 주로 섭이되었다(Fig. 7). 카프렐라류와 옆새우류의 섭이 비율은 계절에 따라 변했는데, 봄에는 카프렐

라류가 가장 선호된 먹이생물로 위내용물 건조중량의 대부분(75% 이상)을 차지하였다. 여름에 접어들면서 카프렐라류의 점유율이 다소 감소하였으나, 여전히 가장 중요한 먹이생물이었다. 그러나, 가을에는 옆새우류의 점유율이 크게 증가하여 카프렐라류보다 옆새우류가 더 많이 섭이되었다. 겨울에는 가을과는 달리 다시 카프렐라류가 옆새우류보다 높은 섭이 비율을 보였다. 따라서, 카프렐라류는 가을을 제외하고는 모든 계절에서 옆새우류보다 더욱 선호되는 경향을 보였다.

고찰

베도라치는 잘피의 잎에 부착해 서식하는 단각류를 주로 먹는 육식성 어종으로 나타났다. 단각류 외에도 새우류, 주걱벌레붙이류, 등각류, 갯지렁이류 등도 베도라치의 위내용물 속에서 발견되었으나, 이들이 위내용물 중 차지하는 비율은 아주 낮았다. 이는 베도라치가 이들 생물을 먹이로 섭이하지만, 그다지 선호하는 먹이생물이 아님을 의미한다.

요각류는 4cm 이하의 베도라치의 유어에서 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 김 등(1985)은 서해안에서 채집된 흰베도라치가 자치어기에 주변 해역에서 우점하여 출현하는 요각류를 주로 섭이한다고 보고한 바 있다. 따라서, 요각류는 본 조사대상인 베도라치를 포함한 베도라치류의 초기 성장단계에서 가장 중요한 먹이생물임을 알 수 있다. 일반적으로 요각류는 해산어류의 자치어기에 가장 많이 섭이되는 먹이생물로 알려져 있다(Kikuchi, 1966; Carr and Adams, 1973; Kinch, 1979; Imrie and Daborn, 1981; Huh, 1986; Ryre and Orth, 1987; 김, 1987). 많은 어종의 자치어가 요각류를 선호하는 이유는 요각류의 크기가 작은 관계로 작은 입을 지닌 자치어가 잡아 먹기 용이하며, 또한, 해양 환경 중에 많은 양이 분포해 있어 최소의 노력으로 쉽게 포획할 수 있기 때문으로 생각된다.

그러나, 베도라치는 성장함에 따라 요각류 대신에 잘피의 잎에 부착해서 서식하는 단각류(옆새우류와 카프렐라류)를 선호하는 경향을 보였다. 일본 Tomioka Bay의 잘피밭에서 서식하는 베도라치는 어린 시기에 요각류를 주로 섭이하였으나, 성장하

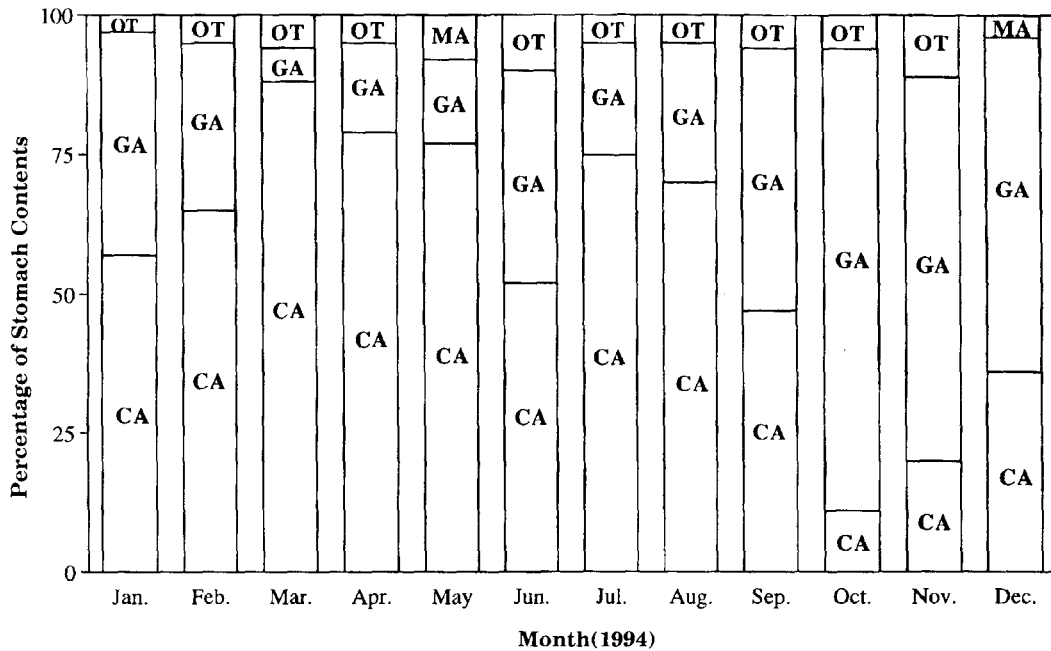


Fig. 7. Seasonal change in feeding habits of *Pholis nebulosa*.

면서 잘피의 잎에 부착한 미세갑각류를 주로 섭이한다고 보고된 바 있어(Kikuchi, 1966), 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 이와 같이 어류가 성장하면서 식성이 바뀌는 것은 유영능력의 발달과 더불어 입의 크기와 새파의 간격이 증대됨에 따라 크기가 큰 먹이생물도 섭이가 가능해지며, 같은 먹이생물이라도 좀 더 큰 개체를 섭이하는 것이 에너지 수지면에서 유리하기 때문이라고 판단된다.

잘피밭 환경에서 베도라치의 출현량 변동과 가장 중요한 먹이생물인 카프렐라류의 출현량 변동 양상이 거의 일치하고 있었는데(곽, 1997), 이는 포식자(predator)와 피식자(pre)가 서로 영향을 미치고 있음을 보여주는 한 예라 생각된다. 두 종은 모두 봄철인 3월과 4월에 최대 출현량을 보였으며, 카프렐라류의 출현량이 감소한 5월 이후에 베도라치의 출현량도 급격히 감소하였다. 먹이 조성의 계절 변화를 보면, 카프렐라류가 많이 출현한 봄에는 카프렐라류가 베도라치 위내용물의 대부분을 차지하였으나, 카프렐라류의 출현량이 주변 환경에서 크게 감소된 가을에는 카프렐라류에 대한 섭이율이 크게 낮아졌으며, 그 대신 베도라치는 환경 중에 비교적

풍부한 옆새우류로 먹이생물을 전환하는 경향을 보였다. 이와 같이 주변 환경 생물의 출현하는 조성 및 출현량의 변동에 따라 먹이생물의 조성이 변하는 현상은 다른 어종에서도 보고되고 있다(백, 1969 ; Grossman *et al.*, 1980 ; Huh and Kitting, 1985 ; 김 등, 1985 ; 김, 1987 ; Knight and Ross, 1994).

이상의 결과로 미루어 보아, 잘피밭과 같은 좁은 공간에서 많은 출현량을 보였던 베도라치는 다른 어종들보다 생태적 우위를 점유하기 위해서 잘피밭 환경에 적합한 행동양식 및 생존전략을 발달시켰으리라 추정된다. 즉, 베도라치는 자신의 길쭉한 체형을 이용하여 잘피의 잎 주위를 감싸는 행동방식을 통하여 잘피밭에 풍부하게 출현하지만 잘피의 잎에 부착해 있어 눈에 잘 안 띄는 카프렐라류 및 옆새우류를 다른 어종에 비해 쉽게 섭이할 수 있었기 때문에 잘피밭 환경에서 우점할 수 있었던 것으로 판단된다.

사 사

재료 수집과 분석을 도와 준 부경대학교 해양학과

추현기, 안용락, 이재호, 김대지, 신은경, 이상규에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 강용주 · 김영혜 · 김원태. 1995. 그물베도라치(*Dictyosoma burgeri*)의 연령과 성장. 한어지 7(2) : 171~176.
- 광석남. 1997. 평양만 대도주변 갈피밭의 생물상과 어류의 섭식생태. 부경대 박사학위논문. 411 pp.
- 김종만 · 김동엽 · 유재명 · 허형택. 1985. 흰베도라치, *Enedrias fangi* 자치어의 식성, 한수지 18(5) : 484~490.
- 김익수 · 강연중. 1991. 한국산 베도라치亞目과 등가시치亞目(농어목)어류의 분류학적 재검토. 한국동물학회지 34 : 500~525.
- 김종관. 1987. 삼천포 신수도 연안어류 섭식생태. 부산수대 박사학위논문. 142 pp.
- 백의인. 1969. 풀망둑, *Synechogobius hasta*(TEM-MINCK et SCHLEGEL)의 먹이조사. 한수지 2(1) : 47~62.
- 유재명. 1985. 흰베도라치, *Enedrias fangi* 치자어기의 형태 및 골격발달에 관한 연구. 부산수대 석사학위논문. 45pp.
- 유재명 · 김용서 · 김 성 · 이은경. 1995. 흰베도라치(*Enedrias fangi*)의 초기생활사에 관하여. 한어지 7(1) : 25~32.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울 727 pp.
- 허성범 · 김동엽 · 유재명. 1984. 서해안 베도라치류(*Enedrias*) 치어자원. 부산수대 연구보고서 24(1) : 69~70.
- Carr, W. E. S. and C. A. Adams. 1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 102 : 511~540.
- Grossman, G. D., R. Coffin and P. B. Moyle. 1980. Feeding ecology of the bay goby effects of behavioral, ontogenetic, and temporal variation on diet. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 44 : 47~59.
- Huh, S. H. and C. L. Kitting. 1985. Trophic relationships among concentrated populations of small fishes in seagrass meadows. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 92 : 29~43.
- Huh, S. H. 1986. Ontogenetic food habits of four common fish species in seagrass meadows. J. Oceanol. Soc. Korea 21(1) : 25~33.
- Hur, S. B. and J. M. Yoo. 1983. Notes on external morphology of *Enedrias nebulosa* and *E. fangi* in Korean waters. Bull. Korean Fish. Soc. 16(2) : 97~102.
- Imrie, D. M. G. and G. R. Daborn. 1981. Food of some immature fish of Minas Basin, Bay of Fundy. Pro. N. S. Inst. Sci. 31 : 149~153.
- Ivlev, V. S. 1961. Experimental Ecology of Feeding of Fish. Yale Univ. Press, New Haven. 302pp.
- Kikuchi, T. 1966. An ecological study on animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. 1(1) : 1~106.
- Kinch, J. C. 1979. Trophic habits of juvenile fishes within artificial waterways - Macro Island, Florida, Contr. Mar. Sci. 22 : 77~90.
- Kinght, J. G. and S. Ross. 1994. Feeding habits of the bayou darter. Tran. Am. Fish. Soc. 123 : 794~802.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant, and I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefintuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull. 152 : 1~105.
- Ryre, C. H. and R. J. Orth. 1987. Feeding Ecology of the northern pipefish, *Syngnathus fuscus*, in a seagrass community of the Lower Chesapeake Bay. Estuaries 10(4) : 330~336.

Feeding habits of *Pholis nebulosa*

Sung-Hoi Huh and Seok Nam Kwak

Department of Oceanography, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea.

Feeding habits of *Pholis nebulosa* collected from a eelgrass bed in Kwangyang Bay from January 1994 to December 1994 were studied. *Pholis nebulosa* was a carnivore which mainly consumed epiphytal amphipods. Its diets included minor quantities of caridean shrimps, isopods, copepods, tanaids and polychaetes. It showed ontogenetic changes in feeding habits. In an initial feeding stage, copepods were major food organisms. However, gammarid and caprellid amphipods were heavily selected with increasing fish size. Although gammarid and caprellid amphipods were major prey organisms for all seasons, the relative proportion of these two food items changed with season.