

해마 서식지 혼재 어류상

정민민*, 최영웅, 이정희¹, 김재우¹, 김성철², 이윤호³, 노 섬⁴

국립수산과학원 제주수산연구소 종보존연구센터, ¹국립수산과학원 제주수산연구소,
²국립수산과학원 남해수산연구소 해조류연구센터, ³국립수산과학원 남해수산연구소, ⁴제주대학교 해양과학대학

Coexisting Fish Fauna in the Seahorse Habitats

Min-Min Jung*, Young-Ung Choi, Jung-Ei Lee¹, Jae-Woo Kim¹, Sung-Chul Kim²,
Yoon-Ho Lee³ and Sum Rho⁴

Marine Species Conservation Center, Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries
Research and Development Institute, Jeju-do 699-804, Korea

¹Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Jeju-do 690-192, Korea

²Seaweed Research Center, South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research
Development Institute, Mokpo 530-831, Korea

³South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research Development Institute, Yeosu 556-820, Korea

⁴Faculty of Applied Marine Science, Cheju National University, Jeju-do 690-756, Korea

Seahorse is an interesting organism for the study of its conservation as well as development as an marine ornament fish. To investigate the ecological characteristics and fish fauna around the habitat of such an endangered species, fishes were collected from the seahorse habitat. A total of 161 fishes were classified into 8 families and 11 species including two species of seahorse, *Hippocampus mohnikei* and *H. coronatus* representing 1.9% and 1.2%, respectively, of the population. The most dominant fish species in the area was *Takifugu niphobles* accounting for 30.4% of the population. The predators of the seahorse such as *Acanthopagrus schlegeli*, *Lateolabrax japonicus* and *Lateolabrax maculatus* were found in the relative abundance of 0.6%, 5.6%, and 11.8%, respectively. The relative abundance of *H. coronatus* (0.96 ind./1,000 m²), *H. mohnikei* (0.97 ind./1,000 m²) and the other coexisting fishes are similar in all the areas investigated ($P>0.05$).

Keywords: Coexisting fish, Fish fauna, *Hippocampus*, Seahorse

서 론

해마는 독특한 외형적인 모양으로 인하여 세계적으로 관상생물 시장에서 인기 높은 해양생물이다. 식용으로 이용 가치는 거의 없으나 한약재의 주요한 원료로서 그 인기가 높아지면서 전 세계의 바다에서 남획의 대상이 되고 있으며, 해마의 주요 수출국인 인도네시아, 필리핀, 대만 등지에서 포획되는 개체수가 연간 1백만 마리 이상이 되는 것으로 추정되고 있다(Anil et al., 1999).

이러한 이유로 해마의 자원생물량은 급속히 감소되고 있으며 지금은 CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora; 멸종위기에 처한 야생 동식물 교역에 관한 국제협약)에 의하여 Index II 항목의 보호동물로 지정되어 상거래 행위를 목적으로 하는 국가간 무역거래가 금지 되었다(CITES, 2002).

그러나 인류의 생활환경이 여유로워지면서 한약재와 관상생물로서 해마의 수요량이 급격히 증가하게 되었다. 이처럼 산업적으로 매우 가치 높은 해마 생물자원을 효율적으로 활용하면서도 자연에서의 생물량을 보존 유지하기 위해서는 해마에 대한 연구, 예를 들면 서식지 생태 조사, 생물학적 특징, 인공번식 기술 개발, 자연 생물자원 관리 기법 개발 등 해마에 대한 전반적인 연구가 시급하게 이루어져야 한다.

그 중에서도 멸종 위기에 처한 해마를 효율적으로 보존, 이용하기 위해서는 자연 서식지의 생태학적 구조 분석이 먼저 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이와 같은 배경으로 인하여 자연 수역에서 해마는 어떠한 곳에 서식하며 그 곳에는 어떠한 생물이 함께 살고 있고 해마 서식지에 함께 살고 있는 어류는 해마의 생물자원 유지에 어떠한 영향을 미치는지를 알아야 할 필요성이 있다고 생각한다.

해마의 수명은 Dwarf seahorse (*Hippocampus zosterae*)의 경우 최소 1년이며(Strawn, 1958), Cape seahorse (*H. capensis*)의 경우 최대 5년까지 생존하는 것으로 알려져 있지만(Lockyear et

*Corresponding author: jungminmin@hanmail.net

al., 1997), 자연수역에 서식하는 생물은 수명을 다하기 전에 피식과 포식관계 그리고 질병 등의 요인으로 사망하게 된다. 한편 해마의 포식자로는 외양성 어류와 도미과 어류, 대구, 농어류, 만새기, 참치 그리고 홍어 등의 어종이 해마를 포식하는 것으로 알려져 있고 아귀, 양태의 위 내용물에서도 해마가 포식된 것이 관찰되었다(Alverson, 1963; Herald, 1949; Jordan and Gilbert, 1882; Foster and Vincent, 2004; Kuiter, 2000; Wilson and Beckett, 1970).

이 연구에서는 해마가 서식하는 자연수역에서 생태계 내에 형성된 피-포식 관계를 구명하기 위한 기초 자료로서 해마 서식지의 혼재어류상에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

해마 자연 서식지의 혼재 어류상 조사는 먼저 현지인을 대상으로 우리나라 남해안의 여수 인근 해역에서 서식지 또는 산란장으로 추정되는 지역을 탐문하였는데 지역민의 어업 행위 과정에서 해마가 포획 되어지는 곳을 조사 대상 해역으로 설정하였다. 조사 대상 지역으로는 전남 동부 연안에서 임의의 3 정점(A; 고흥군 영남면 우천리; B, 여수시 화정면 낭도리; C, 여수시 화양면 안포리)을 지정하여 실시하였다(Fig. 1).

자연산 해마 서식지의 혼재 어류상 조사에는 소형 선박을 이용하였으며, 길이 45 m, 폭 5 m, 망목 크기 6~8 mm의 후릿그물을 사용하여 생물을 채포하였다. 그리고 1회에 어획된 전 어종을 한 조사군으로 설정하였고 채집된 해마와 혼재 어종에 대해서는 각 어종별 분류기를 기준으로 분류하였다(Jung, 1991). 그리고 해마와 혼재 어류에 대해서는 전장과 체장을 0.1 mm 단위까지 측정하였으며, 체중은 1 mg 단위까지 측정하였다. 채집지역에서 혼재어류의 밀도는 개체군의 밀도조사방법에 준하였고(Boughey, 1973), 어류의 종과 조사한 정점에 따라 5회 채

집에서 조사된 개체수의 1000 m²당 평균밀도를 비교하였다.

채집기간 동안 월별 단위 노력당 어획량과 시간적 해마개체군 밀도의 차이 그리고 해마 서식지 혼재어류의 채집지점별 밀도차이 분석은 ANOVA-test를 실시하여 분석하였다. 치어와 성어의 출현변동의 유의 차이는 chi-square 검정(Baum et al., 2003)을 실시하였다. 이 모든 과정은 SPSS Version 10.0 (SPSS, Michigan Avenue, Chicago. IL, USA)을 이용하여 분석하였다.

결 과

해마가 서식하는 자연수역의 3 조사정점에서는 2종의 해마를 포함하여 모두 4목 8과 11종의 어류가 함께 서식하고 있는 것을 알 수 있었는데 해마 서식지의 혼재 어류로는 2종의 농어류(민농어, *Lateolabrax japonicus* 와 점농어, *Lateolabrax maculatus*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*), 복섬(*Takifugu niphobles*), 두줄망둑(*Tridentiger trignocephalus*), 실비늘치(*Aulichthys japonicus*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 실고기(*Syngnathus schlegeli*) 그리고 미동정된 1종(unidentified species) 등 9종의 혼재어류와 산호해마(*Hippocampus mohnikei*) 그리고 왕관해마(*H. coronatus*) 등 2종의 해마류가 관찰되었다. 미 동정된 종은 양태류의 한 종으로 판단되지만 채집된 어류가 치어 단계로 추정되어 정확한 분류가 어려웠다(Table 1).

전남 동부 연안에서 실시한 3개소의 조사 정점별 출현 어종 수를 살펴보면, 조사 정점 A (우천리)에서는 해마 1종과 혼재어류 6종이 관찰되었는데 관찰된 해마는 산호해마였으며 혼재어류는 점농어, 감성돔, 복섬, 두줄망둑, 실비늘치, 주둥치의 6종이었다. 조사 정점 B (낭도리)에서는 해마 1종과 혼재어류 5종이 관찰되었는데 관찰된 해마는 A와 같은 산호해마 한 종이 있었다. 그리고 조사 정점 B에서 관찰된 혼재어류는 감성돔, 복섬, 두줄망둑, 실비늘치, 주둥치의 5종이었다. 그러나 조사 정점 C (안포리)에서는 2종의 해마가 관찰되었는데 조사 정점 A와 B에서 관찰된 산호해마 이외에도 왕관해마가 관찰되었다. 조사 정점 C에서 관찰된 혼재 어종 수는 다른 조사 정점에 비교하여 많았는데 점농어, 감성돔, 복섬, 두줄망둑, 실비늘치, 주둥치, 민농어, 실고기 그리고 미동정된 1종(unidentified species) 등 9종의 혼재어류가 관찰되었다.

이번 조사에서 관찰된 혼재어류 11종의 각 정점별 분포밀도에 대한 ANOVA-test 결과를 Table 2에 나타내었다. 남해안의 여수 주변수역에서 관찰된 왕관해마와 산호해마의 평균 밀도는 1000 m²당 0.96개체 그리고 0.97개체였으며 각 정점별 밀도에 차이가 없었다(Table 2, $P > 0.05$). 혼재어류에 있어서 실비늘치와 두줄망둑은 여수시 화정면 낭도리 연안에서 1000 m²당 5.23개체(4.83~14.49개체) 그리고 11.59개체(4.83~24.10개체)로 가장 밀도가 높았다(Table 2, $P < 0.05$). 그 외 출현 종은 3개 정점의 밀도에는 차이가 없었고(Table 1, $P > 0.05$), 1000 m²당 평균밀도는 감성돔이 2.58 개체, 양태류의 미 동정된 어종이 0.97

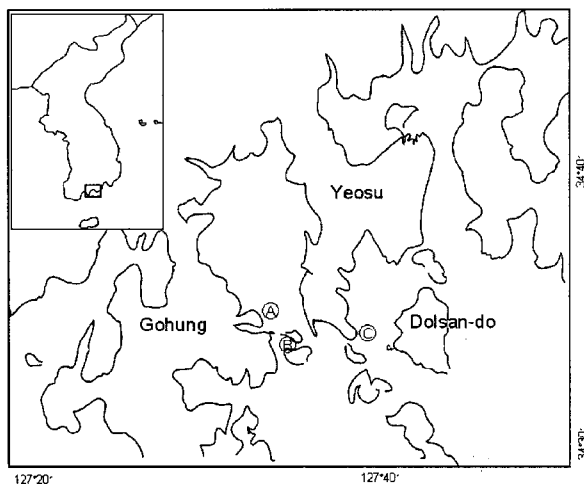


Fig. 1. Location of sampling areas in Kamak and Yeoja Bay. ①, Ucheon-ri; ②, Nangdo-ri; ③, Anpo-ri.

Table 1. Numbers and percentages of species as fraction of total fishes collected from three sites using a round haul net in September 2004 (A, Ucheon-ri; B, Nangdo-ri; C, Anpo-ri)

Species	A		B		C		Total	
	N*	%	N*	%	N*	%	N*	%
Black porgy 감성돔 (<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)	5	9.3	2	3.0	2	5.1	9	5.6
Japanese tubenout 실비늘치 (<i>Aulichthys japonicus</i>)	2	3.7	14	20.6	1	2.6	17	10.6
unidentified species 미동정종	-	-	-	-	3	7.7	3	1.9
Crowned seahorse 왕관해마 (<i>Hippocampus coronatus</i>)	-	-	-	-	2	5.1	2	1.2
Coral seahorse 산호해마 (<i>Hippocampus mohnikei</i>)	1	1.9	1	1.5	1	2.6	3	1.9
Sea perch 민농어 (<i>Lateolabrax japonicus</i>)	-	-	-	-	1	2.6	1	0.6
Spotted sea bass 점농어 (<i>Lateolabrax maculatus</i>)	7	13.0	-	-	12	30.8	19	11.8
Soapy 주둥치 (<i>Leiognathus nuchalis</i>)	3	6.1	27	39.7	1	2.6	31	19.3
Seaweed pipefish 실고기 (<i>Syngnathus schlegeli</i>)	-	-	-	-	2	5.1	2	1.2
Grass puffer 복섬 (<i>Takifugu niphobles</i>)	25	46.3	12	17.6	12	30.8	49	30.4
Striped tripletooth goby 두줄망둑 (<i>Tridentiger trigronecephalus</i>)	11	20.4	12	17.6	2	5.1	25	15.5
Total	54	33.5	68	42.2	39	24.2	161	

*Number of fish.

Table 2. Significance levels for ANOVA for densities of coexisting fishes in three sampling sites in September 2004

Source	df	Species										
		As	Aj	Us	Hc	Hm	Lj	Lm	Ln	Ss	Tn	Tt
Sampling site	2	0.444	6.741*	2.250	2.667	0.000	1.000	3.893	29.210	1.000	2.037	4.789*

* $P < 0.05$. Abbreviations: df, degrees of freedom; As, *Acanthopagrus schlegeli*; Aj, *Aulichthys japonicus*; Us, Unidentified species; Hc, *Hippocampus coronatus*; Hm, *Hippocampus mohnikei*; Lj, *Lateolabrax japonicus*; Lm, *Lateolabrax maculatus*; Ss, *Syngnathus schlegeli*; Tn, *Takifugu niphobles*; Tt, *Tridentiger trigronecephalus*.

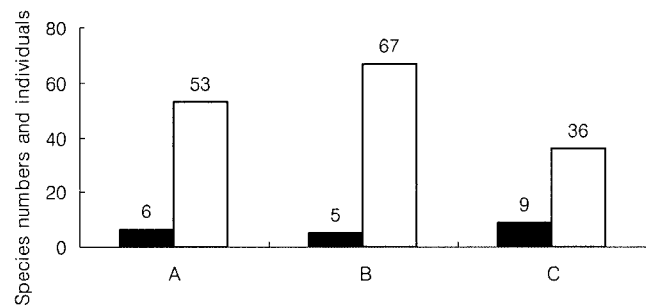


Fig. 2. Comparison of species numbers (solid bars) and individuals (vacant bars) of coexisting fishes in the three seahorse habitat sites (A, B and C).

개체, 민농어가 0.32개체, 점농어가 6.11개체, 주둥치는 9.98개체, 실고기는 0.64 개체, 복섬은 15.77개체, 그리고 두줄망둑은

8.05개체였다.

Fig. 2에서 A와 B 두 정점과 비교하여 조사 정점 C에서 해마의 개체수와 종수가 풍부하였는데 이 결과는 해마의 서식장 또는 산란장이 되는 조사 정점 C의 혼재어종 개체수가 36개체로 다른 조사 정점 A (53개체)와 B (67개체)에 비교하여 해마의 어린 치어 또는 해마 성체를 포식할 수 있는 혼재어종의 개체수가 현격하게 낮기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 혼재어종의 출현 종수를 비교한 결과에서는 오히려 정점 A에서 6종, 정점 B에서 5종 그리고 정점 C에서 9종으로 나타나 정점 C에서 다소 높은 혼재어종 수가 관찰되었다. 결국 해마의 서식지 주변 혼재어종 특히, 혼재어종의 개체수가 많을수록 해마의 서식 밀도를 감소시킬 가능성이 있는 것을 알 수 있었다.

한편 조사 정점별로 채집된 어종의 총 종량은 A와 B에 비교하여 C에서 현격하게 높았다. 이것은 A와 B에서 출현한 혼재

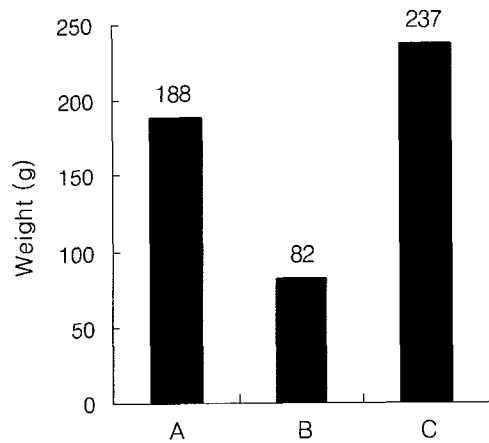


Fig. 3. Total weights of fishes from the three sites (A, B and C) of seahorse habitats.

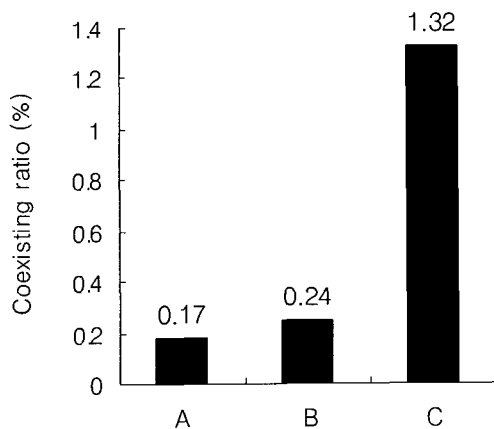


Fig. 4. Coexisting ratio (%) of seahorse weight from the three sites (A, B and C) of seahorse habitats.

어종에 비교하여 C에서 출현한 혼재 어종이 큰 개체였기 때문이다(Fig. 3).

뿐만 아니라 각 조사 정점별 해마의 혼재 비율과 출현 해마의 중량을 비교한 결과 A와 B에 비교하면 C에서 매우 높은 해마의 출현 비율이 관찰되었다. 특히, 해마의 중량 비율은 A (0.17%), B (0.24%)에 비교하여 C에서는 1.32%로 매우 높았다(Fig. 4).

한편 해마 서식지 혼재 어류상을 파악하기 위하여 실시한 조사와 동일한 방법으로 2004년 9월에 우리나라 남해안의 여수 주변 연안에서 해마 채집을 목적으로 총 30회 투망 작업한 결과 3종 62 개체의 해마가 채집되었다. 그 과정에서 혼재 어류상 조사 과정에서 확인된 2종의 해마(왕관해마와 산호해마, *H. coronatus*와 *H. mohnikei*) 이외에도 여수 주변 수역에서는 2 개체의 가시해마(*Hippocampus histrix*)도 함께 채집, 관찰되었다.

고 찰

해마는 주변의 환경과 쉽게 구분하기 힘들 정도로 위장능력이 뛰어나고 골판형의 단단한 피부를 갖고 있어 자연 생태계에서 이들을 먹이로 이용하는 포식자는 보통 많지 않을 것으로 추측되지만(Lourie et al., 1999), 관련된 연구 결과에 의하면 몇몇 특정어종이 종종 해마를 먹이로 이용하는 것이 확인되어 있다.

동일 서식지내에서 해마와 혼재하고 있는 어류와의 피식과 포식 관계에 의하여 해마의 생물량에 영향을 줄 수 있는 어류종을 조사한 이 연구에서 2004년 9월 조사해역의 3개 정점에서 4목 8과 11종 161개체가 출현하였다. 각 정점별로 왕관해마는 여수시 화양면 안포리 연안에서 2개체가 출현하여 총 개체수의 1.2%였고, 산호해마는 고흥군 영남면 우천리, 여수시 화정면 낭도리 그리고 여수시 화양면 안포리 연안에서 각각 1개체가 출현하여 총 개체수의 1.9%였다. 어류 중 가장 많이 출현한 종은 복섬으로 총 출현 개체수의 30.4%였고, 해마와 피식과 포식관계를 형성하고 있는 점농어, 감성돔 그리고 농어는 총 출현 개체수의 11.8%, 5.6% 그리고 0.6%였다.

왕관해마와 산호해마는 각 정점별 분포밀도에 차이가 없었고, 혼재어류에 있어서 실비늘치와 두줄망둑은 여수시 화정면 낭도리 연안에서 1,000 m²당 5.23개체(4.83~14.49개체) 그리고 11.59개체(4.83~24.10개체)로 가장 분포밀도가 높았다. 이 두 종은 해마와 피식과 포식관계가 형성될 수는 없을 것으로 생각되지만 유영이 빠르고 활동영역이 해마보다는 넓어 먹이 경쟁생물로서 해마의 밀도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 추측된다.

3개 정점에서 출현한 전 어종 161개체의 총 중량 506.6 g 중 왕관해마와 산호해마의 전체 출현어종 대비 혼재비율은 고흥군 영남면 우천리, 여수시 화정면 낭도리 그리고 여수시 화양면 안포리 연안에서 각각 1.85, 1.47 그리고 7.69%였고, 총중량에 대한 비율은 각각 0.18, 0.25 그리고 0.76%로 조사해역의 어류개체군에서 매우 낮은 비율을 차지하고 있어 피식과 포식관계 및 먹이경쟁에 의하여 개체군의 밀도는 민감하게 영향을 받을 것으로 판단된다.

전 세계에 약 30~40종이 존재하는 것으로 알려진 해마는 거의 대부분 해산종으로서 연안의 산호초, 잘피와 같은 조장 및 망글로버에서 관찰 가능한 것으로 알려져 있는데(Anil et al., 1999), 주로 우리나라의 경우에는 파도가 없고 조용한 내만의 잘피장이나 모자반과 같은 해조장에서 주로 관찰되고 있으며, 때로는 조류를 따라 이동하는 유조에서도 관찰 가능하다. 그 중에서 해마의 주요 서식지로 알려진 잘피장은 연안 해양환경의 급격한 변화, 오염물질의 유입, 무분별한 어로 행위 등으로 인하여 그 면적이 급격히 감소되었다. 특히 해마는 꼬리지느러미가 변형되어 만들어진 꼬리로 기질에 감고 있는 생물학적 특성에 의하여 잘피나 모자반과 같은 조장에서 주로 서식하는 것으로 판단된다. 그러나 연안에 조성된 잘피장이나 모자반을 중심으로 한 해조장은 해마가 서식지로서 이용하고 있을 뿐만 아니

라 다른 해산어류의 산란과 번식장 및 넓은 바다로 나가기 전의 어류 생육장으로서도 이용되고 있는 것으로 알려져 있으며 일부 어종은 연안의 조장에 항상 서식하는 종도 있다.

이처럼 연안생태계에서 수산생물 생산의 중요한 장소이고 해양 생물종 다양성을 증가시키는데 중요한 역할을 하고 있는 잘피장에서(Coleman and Burkholder, 1995) 해마는 포식자(Hindell et al., 2000)를 피하고 해일과 파도와 같은 물리적인 충격으로부터 몸을 보호(Lewis, 1984)할 뿐만 아니라 잘피장 내에서 풍부한 먹이를 제공받고(Edgar, 1990) 있는 것으로 알려져 있다. 이 연구 결과에서도 해마는 점농어, 감성돔 그리고 농어와 같은 포식자(Jordan and Gilbert, 1882)와 함께 잘피장에서 살아가고 복섬, 주둥치, 두줄망둑, 실비늘치, 실고기와 같이 해마보다 유영력이 민첩하여 먹이 경쟁관계가 될 수 있는 어류와 함께 잘피장의 어류생태계를 구성하고 있었다.

이 연구 결과에서 3곳의 조사 정점에서 관찰된 혼재 어종의 출현 종수를 비교하여 보면 정점 A에서 6종, 정점 B에서 5종이 관찰된 반면, 정점 C에서는 9종으로 나타나 정점 C에서 다소 높은 혼재 어종 수가 관찰되었다. 이러한 연구 결과는 해마를 포식하여 개체수를 감소시키는 포식자가 특정 어종에 한정되어 있음을 시사한다고 할 수 있다. 결국 해마가 서식하고 있는 잘피장의 생태계 내에서 해마는 운동성과 탐식성이 강한 주변의 혼재어류에 의하여 강하게 포식압을 받거나 치열한 먹이 경쟁 관계에 처해 있을 것으로 추측된다.

더욱이 해마류는 다른 해산어류에 비교하면 먹이에 대한 선택성이 매우 강하고 운동력이 느리고 기질에 꼬리를 감고 정주하여 먹이를 기다리는 습성이 강한(Neil, 2002) 반면 이 연구에서 잘피장의 우점종으로 밝혀진 복섬과 같은 해산어류는 일반적으로 먹이를 찾아서 활발하게 유영하고 발견된 먹이는 놓치지 않고 강하게 탐식하는 습성을 갖고 있어 해마는 잘피장 내에서 다른 해산어류와의 먹이경쟁에서 뒤쳐질 수 있음을 강하게 시사한다.

반대로 잘피장을 산란장으로 이용하는 해산어류의 갓 부화된 초기 자어에게 해마는 강력한 포식자로 작용할 수도 있을 것이다. 해산어류의 부화 직후 또는 초기 자어는 운동력이 약하고 동물플랑크톤처럼 부유하므로 주변에 해마가 서식 한다면 해산어의 자어는 플랑크톤과 함께 해마에게 좋은 먹이로 이용될 수 있을 것으로 추측된다. 이처럼 잘피나 모자반과 같은 연안의 조장에서 이루어지는 해마와 혼재어류와의 중간 관계는 서로 먹고 먹히는 피식과 포식 관계가 강하게 형성될 것으로 추정된다.

해마의 경우 혼재어류의 포식압 이외에도 연안 해조장의 감소, 환경오염, 그리고 인간들에 의한 남획에 의하여 그 자원량이 크게 감소되고 있다. 그러므로 해마의 생물 자원량을 안정적으로 보호 유지하기 위해서는 해마의 서식지가 되는 조장의 보호와 함께 불법 포획 행위의 단속과 서식장의 생태학적 해석이 이루어져야 한다.

현재 해마는 자연 생물량이 급속히 감소되고 있어 지구상에서 멸종위기에 놓인 생물이기도 하지만 관상생물로서 많은 양의 살아있는 해마가 아직도 유통되고 있으며 건조된 해마는 한 약재로서 아시아 지역에서 대량 유통되고 일부 지역에서는 식용으로 이용하거나 수집가의 소장품으로서 이용되고 있기에 그 수요량이 줄지 않고 있다. 결국 자연에서의 채집은 2004년 5월 15일부터 CITES에 의하여 엄격하게 규제받게 되었기에 해마의 생물 자원량을 보호하고 유지하기 위해서는 이 연구와 같은 다양한 조사가 수행되어야 할 것으로 판단한다.

요 약

2004년 9월 해마가 서식하는 자연수역에서는 왕관해마 *Hippocampus coronatus* (1.2%)와 산호해마 *H. mohnikei* (1.9%) 2종의 해마를 포함하여 모두 4목 8과 11종 161마리의 어류가 함께 서식하고 있는 것을 알 수 있었다. 그 중에서 우점종은 복섬(*Takifugu niphobles*)으로 전체의 30.4%를 차지하였고, 해마의 포식자로 알려진 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)과 농어(*Lateolabrax japonicus*), 점농어(*Lateolabrax maculatus*)의 비율은 각각 0.6, 5.6, 11.8%를 차지하였다. 그리고 각 조사 정점에서 출현한 왕관해마와 산호해마의 평균밀도는 1,000 m²당 0.96개체 그리고 0.97개체였으며 각 정점별 밀도에 차이를 관찰할 수 없었다($P>0.05$).

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원과 한국해양수산개발원(해수관상어 개발 및 산업화 연구 및 수산특정연구개발과제 중 해수관상어 양식기술 개발, RP-06-AQ-027)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

- Alverson, F. G., 1963. The food of yellow fin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. Inter-Ame. Trop. Tuna Comm. Bull., 7, 293-396.
- Anil, M. K., V. S. Kakati, U. Ganga and S. Zacharia, 1999. Larval rearing of seahorse *Hippocampus kuda* under laboratory conditions. Marine Fisheries Information Service, 162, 23-25.
- Baum, J. K., J. J. Meeuwing and A. C. J. Vincent, 2003. Bycatch of seahorse (*Hippocampus erectus*) in a Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. Fish. Bull., 101, 721-731.
- Boughey, A. S., 1973. Ecology of populations. The Macmillan Company, New York, pp. 8-15.
- CITES, 2002. Twelfth Meeting of the Conference of the Parties. Comments from the Parties and Comments and Recommendations from the Secretariat on the Proposals to Amend Appendices I and II, in web site; www.cites.org.
- Coleman, V. L. and J. M. Burkholder, 1995. Response of microalgal epiphyte communities to nitrate enrichment in an eelgrass

- (*Zostrea marina*) meadow. J. Phycol., 31, 36–43.
- Edgar, G. J., 1990. The influence of plant structure on the species richness, biomass and secondary production of macrofaunal assemblages associated with western Australian seagrass beds. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 137, 215–240.
- Foster, S. J. and A. C. J. Vincent, 2004. Life history and ecology of seahorse: implications for conservation and management. J. Fish Biology, 65, 1–161.
- Herald, E. S., 1949. Pipefishes and seahorses as food for tuna. Calif. Fish Game, 35, 329.
- Hindell, J. S., G. P. Jenkins and M. J. Keough, 2000. Evaluating the impact of predation by fish on the assemblage structure of fishes associated with seagrass (*Heterozostera tasmanica*) (Marten and Ascherson) den Hartog, and unvegetated sand habitats. J. Exp. Mar. Bio. Ecol., 255, 153–174.
- Jordan, D. S. and C. H. Gilbert, 1882. Synopsis of the fishes of North America. Bull. Nat'l. Mus., 16, 382–387.
- Jung, M. K., 1991. The fishes of Korea, 3rd. Iljisa Pub. Co. Seoul, 727 pp.
- Kuiter, R. H., 2000. Seahorses, Pipefishes and Their Relatives: A Comprehensive Guide to Syngnathiformes. Chorleywood, U. K.; TMC Publishing, pp. 1–240.
- Lewis, F. G., 1984. Distribution of macrobenthic crustaceans associated with *Thalassia*, *Halodule* and bare sand substrata. Mar. Ecol. Prog. Ser., 19, 101–113.
- Lockyear, J., H. Kaiser and T. Hecht, 1997. Studies on the captive breeding of the Knysna seahorse, *Hippocampus capensis*. Aqua. Sci. Con., (Aquarium Sciences and Conservation) 1, 129–136.
- Lourie, S. A., J. C. Pritchard, S. P. Casey, T. S. Ky, H. J. Hall and A. C. J. Vincent, 1999. The taxonomy of Vietnam's exploited seahorses (family Syngnathidae). Biol. J. Linn. Soc., 66, 231–256.
- Neil, G-M., 2002. Seahorses. Ringpress. UK., 65 pp.
- Strawn, K., 1958. Life history of the pigmy seahorse, *Hippocampus zosterae* Jordan and Gilbert, at Cedar Key, Florida. Copeia, 1958, 16–22.
- Wilson, P. C. and J. S. Beckett, 1970. Atlantic Ocean distribution of the pelagic stingray, *Dasyatis vioacea*. Copeia, 1970, 696–707.

원고접수 : 2006년 10월 4일

수정본 수리 : 2007년 2월 13일