

거제도 지세포만 잘피밭 어류 종조성의 계절 변동

김 병 기 · 광 우 석*

경상대학교 해양생명과학부/해양산업연구소

Seasonal Variation in Species Composition of Fishes in the Eelgrass Bed in Jisepo Bay of Geoje Island, Korea

Byung-Gi Kim and Woo-Seok Gwak*

Division of Marine Bioscience, The Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

A total 34 fish species, 1,110 individuals, and 5,107.3 g of fishes were collected by a surf net in the eelgrass bed in Jisepo Bay of Geoje Island, Korea. Samples were monthly collected from March 2005 to February 2006. The dominant fish species were *Rudarius ercodes*, *Ditrema temminckii*, *Syngnathus schlegeli*, *Petrosciartes breviceps*, which accounted for 73.5% of total number of individuals and 63.6% of biomass of fish collected. The number of species and biomass were low from March 2005 to July 2005, and high from August 2005 to October 2005. Species diversity indices ranged from 0.836 to 2.016, and showed the highest value in December 2005.

Key words : eelgrass bed, species composition, fishes, seasonal variation

서 론

잘피 (*Zostera marina*)는 해산종자식물의 잘피과에 속하는 다년생 해초 (seagrass)로 북반구의 온대역에 폭넓게 분포하며 전 세계에 약 50여종이 알려져 있다 (Hartog, 1970). 잘피는 겨울에 자라기 시작하여 봄에서 초여름에 개화, 결실했다가 여름에서 가을에 쇠퇴한다 (Setchell, 1929; Arasaki, 1950). 잘피가 모여 군락을 이루고 있는 잘피밭은 어패류에게 직접, 간접적인 먹이로서 유기물을 공급할 뿐만 아니라 다양한 어패류의 산란장이나 치어의 성육장 역할을 하기도 한다 (Sogard and Able, 1991; Beck *et al.*, 2001; Deegan *et al.*, 2002). 게다가 잘피는 질소나 인 등의 영양염을 흡수하고 산소를

공급하여 수질을 정화하고 사니질 중에 있는 줄기와 뿌리가 저질을 안정화하는 역할을 하고 있다 (Kikuchi, 1966; 東, 1981; 向井, 1982; Pollard, 1984; 大野, 1996). 이와 같은 잘피밭의 생태학적 중요성에도 불구하고 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지 전 세계에서 소멸된 잘피밭이 12,000 km²로 총 면적의 7%로 지속적으로 감소함에 따라 (Short and Wyllie-Echeverria, 1996; Spalding *et al.*, 2003), Rio-declaration (1992/1993: 13)에 잘피밭이 보호돼야 할 서식지로 포함이 되었다. 이와 관련하여 국외에서는 잘피밭 감소가 강 하구역에 서식하는 어류 또는 어류의 군집구조에 미치는 영향 (Hughes *et al.*, 2002; Pihl *et al.*, 2006)과 수산업상 주요 어종에 있어서 잘피밭의 중요성 (Guidetti and Bussotti, 2000; Jacksons *et al.*, 2001) 등에 관해 활발히 연구가 진행되고 있다. 국내의 잘피밭에 서식하는 어류에 관한 연구로는 종조성 및 계절변동 (허, 1986; 고와 조, 1997; 허와

*Corresponding author: wsgwak@snu.ac.kr

곽, 1997a; 이 등, 2000; Baeck *et al.*, 2005), 식성(고 등, 1997; 허와 곽, 1997b, 1998; Kwak *et al.*, 2003, 2004), 그리고 우점종인 실비늘치 (*Aulichthys japonicus*)의 성장과 산란(고 등, 1997) 등이 발표되었다.

본 연구가 수행된 거제도 연안은 쿠로시오 난류의 지류인 쓰시마 난류와 쓰시마 난류의 지류가 제주도를 시계방향으로 돌면서 형성된 제주난류가 함께 통과하고(Lie and Cho, 2002), 내해는 기초 생산력이 높아 정착성 및 회유성 어류가 분포하기에 호조건의 환경을 이루고 있다(차, 1999). 이러한 거제도의 어류상에 관하여 손 등(1998)은 담수에 서식하는 어류에 대하여, 차(1999)와 김(2006)은 연안에 서식하는 어류에 대하여 보고하였다. 그러나 거제도 잘피밭에 서식하는 어류에 대해서는 아직 보고된 바 없다. 본 연구의 목적은 이상과 같은 해양물리학적 및 생물학적 환경 특성을 갖는 경상남도 거제시 지세포만 잘피밭 내에 서식하는 어류의 월별 변동을 조사하고 주요 어종의 출현 양상을 파악하여 잘피밭의 중요성과 보존의 필요성을 제시하기 위한 기초자료를 얻는데 있다.

재료 및 방법

조사지역은 경남 거제시 일운면 지세포만 잘피밭(Fig. 1)으로 2005년 3월부터 2006년 2월까지 surf net(Fig. 2)을 이용하여 매월 간조 시 1회 채집하였다. Surf net은 폭 380 cm, 높이 95 cm, 망목은 날개 그물에서 2×2 mm, 끝자루로 갈수록 점차 망목이 감소하여 끝자루에서는 1×1 mm였다. 사전 예비 조사에서 예인 횟수가 채집된 개체수와 생체량에 영향을 주지 않는 것을 확인 후 매 회 채집 때 마다 2인 1조의 인력으로 예인면적 912 m²를 2회 반복 채집하였다. 수온 측정은 봉상온도계를 이용하였다. 채집한 어류는 현장에서 95% 에탄올에 고정하여 실험실에서 동정 후 계수 및 측정하였다. 체장은 vernier caliper로 0.1 mm까지 측정하였고 습중량은 전자저울(Shimadzu, BW 4200H)을 이용하여 0.1 g까지 측정하였다. 어류 동정에는 Nakabo(2002), 윤(2002) 및 김 등(2005)을 따랐으며 분류체계는 Nelson(2006)을 따랐다.

월별 군집 구조를 분석하기 위해 종 다양도 지수(Shannon and Wiener, 1963), 균등도 지수(Pielou, 1966) 그리고 우점도 지수(Simpson, 1949)를 사용하였다. 출현 종간 유사도는 3회 이상 출현한 종에 대해 Jaccard(1908)의 지수를 이용하여 수상도를 작성하여 집괴분석을 실시하였다.

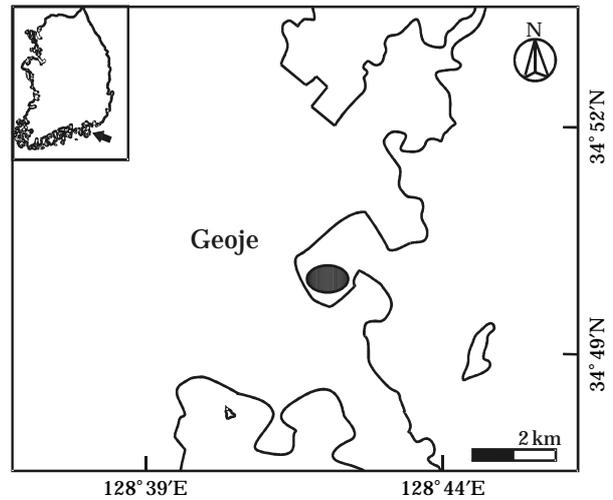


Fig. 1. Map showing the sampling site (shaded) in Jisepo Bay on Geje Island, Korea.

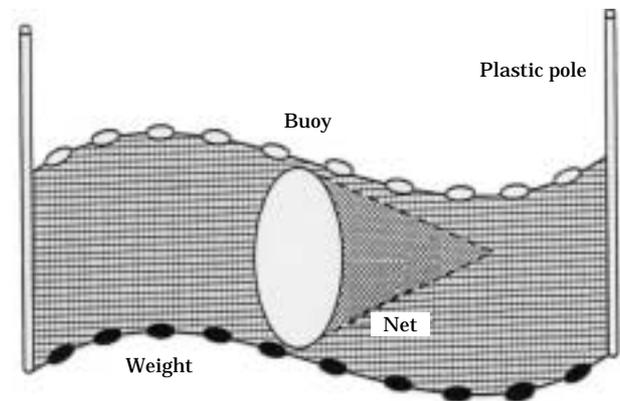


Fig. 2. Diagram of a surfnet used for the collection of the fish samples in the eelgrass bed in Jisepo Bay.

결 과

1. 어류 군집의 종조성

조사해역에서 채집된 어류는 총 7목 19과 34종, 1,110 개체, 5,107.7 g이었다(Table 1). 지세포만 잘피밭에서 채집된 어종은 개체수의 경우, 그물코쥐치 (*Rudarius ercodes*), 망상어 (*Ditrema temminckii*), 실고기 (*Syngnathus schlegelii*), 두줄베도라치 (*Petrosirtes breviceps*) 순으로 많이 채집되었고 이들은 전체 개체수의 73.5%를 차지하였다. 그 다음은 가시망둑 (*Pseudoblennius cottoides*), 풀해마 (*Urocampus nanus*), 일곱등갈망둑 (*Pterogobius elapoides*), 점베도라치 (*Pholis crassispina*), 복섬 (*Takifugu niphobles*), 조피볼락 (*Sebastes schlegelii*), 민베도라

Table 1. Species composition of fishes collected with a surf net in eelgrass bed in Jisepo bay of Geoje Island from March 2005 to February 2006 [N : Number of individuals, W : Biomass (g)]

Species (Korean name)	Month		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Total		
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
<i>Acanthogobius flavimanus</i> (문절망둑)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19.3	-	-	-	-	2	32.4	3	51.7
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> (감성돔)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	56.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	56.9
<i>Chasmichthys dolichognathus</i> (점망둑)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.2
<i>Chasmichthys gulosus</i> (털망둑)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.8
<i>Ditrema temminckii</i> (만상어)	9	320.1	1	15.5	2	39.2	4	13.4	10	62.1	34	176.4	68	351.5	8	101.1	7	98.4	1	21.8	-	-	-	-	-	-	-	144	1199.8
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)	-	-	-	-	-	-	2	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.1
<i>Furcina ishikawae</i> (알롱횃데)	-	-	-	-	1	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.6
<i>Gymnogobius heptacanthus</i> (살망둑)	-	-	-	-	-	-	2	1.5	2	0.8	3	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.8
<i>Halichoeres tenuispinis</i> (놀래기)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.9
<i>Hexagrammos agrammu</i> (노래미)	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5
<i>Hexagrammos otakii</i> (쥐노래미)	5	22.7	1	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.4	7	41.9	
<i>Hippocampus coronatus</i> (해마)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.8	-	-	-	1	0.6	-	-	-	-	-	-	3	2.5
<i>Hypodytes rubripinnis</i> (미역치)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.1	-	-	-	-	1	4.9	1	4.5	-	-	-	-	-	-	-	3	17.6
<i>Lactoria cornuta</i> (뽕복)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.7
<i>Mugil cephalus</i> (숭어)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	16.1
<i>Parioglossus dotui</i> (꼬마청황)	2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.4
<i>Petroscirtes breviceps</i> (두줄베도라치)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.9	57	122.8	23	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	194.8
<i>Pholis crassispina</i> (점베도라치)	3	14.5	3	21.3	-	-	1	6.1	-	-	-	-	12	65.1	1	11.5	2	9.7	4	7.5	1	4.1	2	10.9	29	150.24			
<i>Pholis nebulosa</i> (베도라치)	4	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	28.1	-	-	-	-	3	5	-	-	1	2.9	14	45.7			
<i>Pleuronectes yokohamae</i> (문치가자미)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.7	-	-	-	-	-	-	1	6.7	
<i>Pseudoblennius cottoides</i> (가시망둑)	-	-	-	-	1	10.4	10	41.1	-	-	2	51.9	10	47.9	5	35.7	2	21.3	4	39.3	-	-	4	29	38	276.9			

Table 1. Continued.

Month	Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Total			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
Species (Korean name)	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
<i>Pseudoblennius percoides</i> (돌괭망둑)	-	-	1	10	-	-	-	-	-	-	1	18.4	2	70.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	99.5	
<i>Pterogobius elapoides</i> (인공동갈망둑)	-	-	-	-	19	31.1	3	10.7	4	21.3	7	27.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	90.8
<i>Repomucenus beniteguri</i> (날뚝양태)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.7
<i>Repomucenus curvicornis</i> (동갈양태)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.2	1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13.3
<i>Rudarius ercodes</i> (그물코퀴치)	-	-	-	-	18	45.9	29	85.3	28	6	84	216.4	103	572.1	203	730.9	20	48.7	7	18.24	7	15.1	2	8.5	501	1747.4		
<i>Sagamia geneionema</i> (바닥문질)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.8	-	-	-	1	2.8	
<i>Sebastes schlegelii</i> (조피볼락)	-	-	1	14.6	-	-	-	-	3	9.5	7	19.62	5	52.8	2	14	5	189.5	-	-	1	32.4	-	-	-	24	332.6	
<i>Siganus fuscescens</i> (북가시치)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.2	
<i>Stephanolepis cirrifer</i> (퀴치)	-	-	1	3.5	-	-	-	-	-	-	1	5.4	3	23.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	32.6	
<i>Syngnathus schlegelii</i> (실고기)	4	2.9	5	12.3	2	1.3	2	6.9	5	3.1	2	2.7	14	12.1	10	9	11	10.2	4	3	13	7.5	17	34.7	89	105.7		
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)	6	218.9	10	122.1	-	-	1	6.5	-	-	1	96.4	3	79.6	1	16.7	2	54.3	-	-	1	24	1	77.4	26	561.7		
<i>Urocampus nanus</i> (플해마)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0.6	3	0.3	8	0.2	21	2.1	38	3.3		
<i>Zoarchias glaber</i> (민베도라치)	-	-	-	-	-	-	1	1.4	-	-	-	-	1	1.5	-	-	-	-	1	1	4	3.1	17	44.5	24	16.1		
Total	34	567.3	23	201.2	43	130.6	60	170	54	109.2	149	573	300	1451.9	255	999.8	59	271.2	28	290.7	37	91.2	68	187	1110	5107.3		
Number of species	8	8	6	6	11	11	7	13	13	10	10	10	12	9	9	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	34		

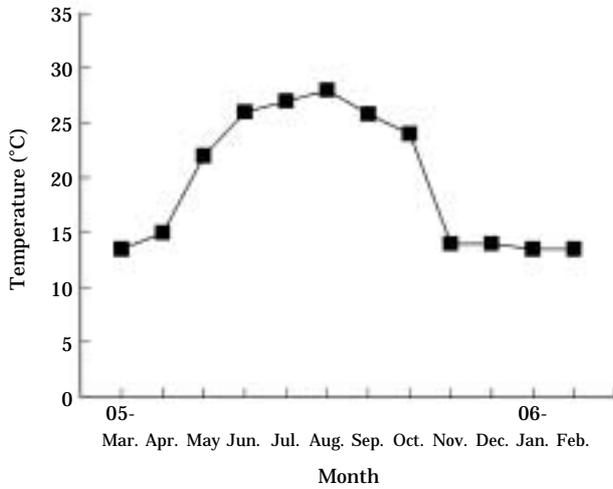


Fig. 3. Monthly variation of water temperature in the eelgrass bed in Jisepo Bay from March 2005 to February 2006.

치 (*Zoarchias glaber*)로 전체 개체수의 20%를 차지하였다. 조사 기간 중 1개체만 채집된 어종은 노래미 (*Hexagrammos agrammus*), 알롱횃대 (*Furcina ishikawae*), 감성돔 (*Acanthopagrus schlegelii*), 놀래기 (*Halichoeres tenuispinis*), 날뚝양태 (*Repomucenus beniteguri*), 바다문절 (*Sagamia geneionema*), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*), 빨복 (*Lactoria cornuta*), 별망둑 (*Chasmichthys gulosus*)이다.

생체량의 경우, 그물코쥐치, 망상어, 복섬, 조피볼락, 가시망둑, 두줄베도라치, 점베도라치, 실고기 순으로 많이 채집되었고 전체 채집된 개체 생체량의 89.5%를 차지하였다.

2. 계절 변동

수온은 2005년 3월에 13.5°C였고, 이후 점차 높아져 8월에 가장 높은 28°C를 기록하였다. 그 후 11월부터 급격히 낮아져 12월에는 14°C를 기록하였다. 최저 수온은 1, 2월에 13.5°C로 다소 높았다 (Fig. 3).

월별 출현종수, 개체수 및 생체량은 Table 1에 나타내었다. 조사를 시작한 3월에는 망상어가 우점종이었다. 4월에는 조피볼락, 돌팍망둑 (*Pseudoblennius percooides*), 쥐치 (*Stephanolepis cirrhifer*)가 처음 출현하였다. 5월에는 개체수가 증가하였고 처음 출현한 일곱동갈망둑이 개체수의 44%, 생체량의 24%를 차지하였다. 그 외에 처음 출현한 어종은 그물코쥐치, 가시망둑, 알롱횃대가 있고, 특히 알롱횃대는 본 조사에서 1개체가 5월에만 출현하였다. 일곱동갈망둑은 본 조사기간 중 5월에 최우점하

였다. 수온이 점차 상승하는 6월에는 그물코쥐치가 전체 개체수의 48%, 생체량의 50%를 차지하여 우점하였고 멸치와 민베도라치가 처음 출현하였다. 8월에는 연중 가장 높은 수온을 기록하였고 7월에 비하여 출현 종수, 개체수, 생체량 모두 증가하였으며 특히 조피볼락, 망상어, 그물코쥐치가 증가하였다. 8월에 처음 채집된 어종은 미역치 (*Hypodytes rubripinnis*)와 두줄베도라치로 1개체와 5개체가 각각 채집되었다. 조피볼락은 본 조사기간 중 8월에 최우점하였다.

9월에는 8월에 비하여 출현 종수, 개체수, 생체량 모두 급격히 증가하였고, 특히 망상어, 그물코쥐치, 쥐치, 두줄베도라치, 점베도라치, 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 실고기, 돌팍망둑 등이 8월에 비하여 월등히 증가하였다. 이 중에서도 망상어, 그물코쥐치, 두줄베도라치, 점베도라치의 생체량은 조사기간 중 가장 많은 양이 출현하였다. 9월에 처음 채집된 어종으로는 감성돔, 놀래기, 해마, 빨복, 꼬마청황 (*Parioglossus dotui*), 동갈양태 (*Repomucenus curvicornis*), 독가시치 (*Siganus fuscescens*)가 있고 감성돔, 놀래기, 빨복, 독가시치는 9월에만 채집되었다. 우점종은 103개체 (572.1 g)가 채집된 그물코쥐치로 전체 개체수의 34%, 생체량의 39%를 차지하였고 다음으로 망상어가 우점하였다. 가시망둑, 망상어, 민베도라치, 두줄베도라치는 본 조사기간 중 9월에 최우점하였다.

10월에는 그물코쥐치가 203개체 채집되어 연중 최고치를 나타내었고 9월에 비해 약 2배 증가하였으며 10월에 채집된 전체 개체수의 80%, 생체량의 73%를 차지하며 우점하였다. 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*), 문치가자미, 날뚝양태, 풀해마가 처음 출현하였고 문절망둑, 문치가자미, 날뚝양태는 본 조사 중 10월에만 출현하였다.

1월에는 실고기가 13개체 (75 g) 채집되어 우점하였다. 또한 바다문절이 처음 출현하였고 본 조사기간 중에는 1월에만 채집되었다. 조사 기간 중 가장 낮은 수온을 기록한 2월에는 풀해마가 우점종이었고 다음은 실고기와 민베도라치로 같은 개체수가 채집되었다. 실고기, 풀해마, 민베도라치는 본 조사기간 중 2월에 최우점하였다.

3. 군집구조

월별 종다양도 지수 (H')는 0.836~2.016으로 조사기간 중 12월에 2.016으로 가장 높은 값을 보였고, 다음으로는 11월로 1.995를 나타냈다. 출현한 종이 6종으로 가장 적었던 5월에는 1.186, 개체수가 23개체로 가장 적었던 4월에는 1.641을 각각 나타내었다 (Fig. 4). 10월에는 출현종이 10종이었으나 그물코쥐치 한 종에 의한 독점

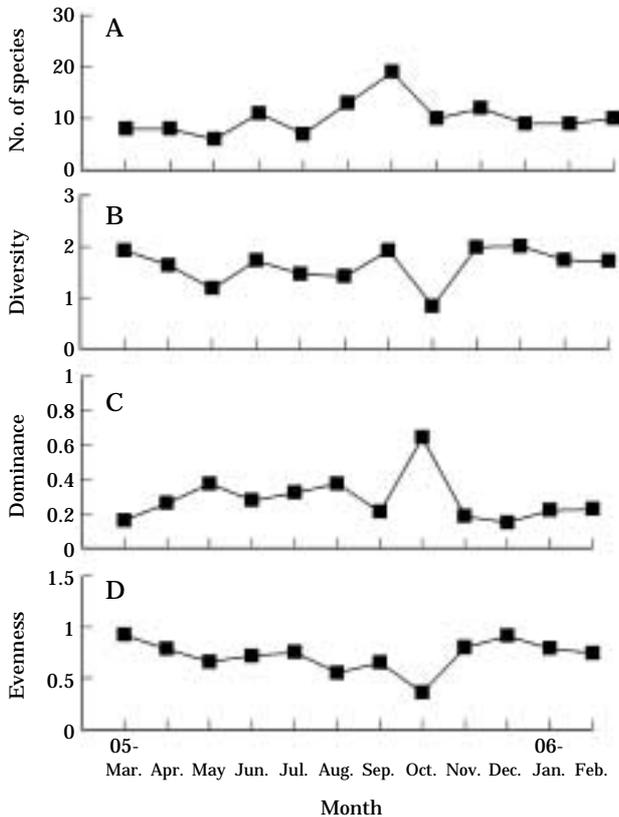


Fig. 4. Monthly variation in number of species (A), species diversity index (B), Dominance (C), Evenness (D) of fishes in the eelgrass bed in Jisepo Bay from March 2005 to February 2006.

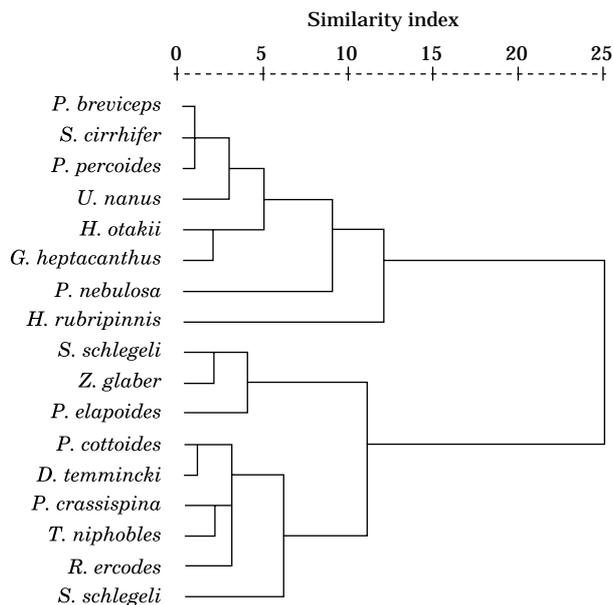


Fig. 5. Dendrogram showing classification of 17 samples, in the eelgrass bed in Jisepo Bay from March 2005 to February 2006.

적인 우점이 전체 종다양도에 영향을 주었기 때문에 가장 낮은 0.836을 기록하였다.

균등도 지수는 0.363~0.927로 3월에 가장 높은 값인 0.927을 나타냈으며, 다음으로는 종다양도 지수가 가장 높았던 12월이 0.918을 나타내었고, 10월에 0.363으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

우점도 지수는 0.151~0.645로 10월에 가장 높게 나타났고 12월에 0.151로 가장 낮은 값을 보여 종다양도 지수와는 상반되는 경향을 나타내었다.

어종간 집피분석을 실시한 결과 잘피밭에 연중 출현하는 정착성 어종 (permanent residents)과 일정한 계절에 주로 나타나는 계절성 어종 (seasonal residents), 간혹 출현하는 일시적 방문 어종 (casual species) 세 그룹으로 구분되었다 (Fig. 5).

고 찰

본 조사는 잘피밭 어류상 조사를 목적으로 거제시 일운면 지세포만 잘피밭에서 2005년 3월부터 2006년 2월까지 매월 surf net을 사용하여 수행되었고, 34종이 채집되었다. 국내의 다른 잘피밭 어류상 조사에 이용된 어구 및 채집 개체수와 비교해 보면, 충무 한실포 잘피밭에서 인력으로 push net을 예상하여 35종이 채집되었고 (허, 1986), 제주도 함덕 연안 잘피밭에서는 소형선박에서 beam trawl을 사용하여 58종이 채집되었으며 (고와 조, 1997), 광양만 잘피밭에서는 소형 trawl을 이용하여 57종이 채집되었다 (허와 광, 1997a). 인력으로 예상하여 채집된 본 조사의 어종수는 어구에는 차이가 있으나 같은 방법인 인력을 이용한 충무 한실포 잘피밭 조사 결과와 유사하였다.

본 조사해역 어류 군집의 특성을 살펴보면, 6월을 기점으로 어종이 증가하기 시작했으며 9월에는 채집된 어류의 종수와 생체량 모두 최대를 기록하였고 특히, 여름에는 다른 계절에는 보이지 않던 송어 (Mugil cephalus), 미역치, 두줄베도라치가 채집되었다. 개체수는 5월부터 증가하여 9월에 절정에 달한 후, 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 계절에 따른 종수와 개체수 변화의 경향은 남해안의 안골만 (이 등, 2000) 및 광양만 (허와 광, 1997a) 결과와는 차이가 있고, 제주도 함덕 연안 잘피밭 조사 결과와는 유사하였다 (고와 조, 1997). 온대해역에서 연안 어류 군집에 가장 큰 영향을 주는 환경 요인이 수온이라는 것은 다른 연구에서도 보고된 바 있으며 (Middleton et al., 1984; 허와 광, 1997a; 이 등, 2000), 본 조사해역과 제주도 함덕 잘피밭 (고와 조, 1997)의 연중

수온 범위가 각각 13.5~28.0°C와 12.2~24.5°C로 유사하므로 두 조사해역의 종수 및 개체수 변화 경향이 유사한 것으로 생각된다.

유사한 연중 수온 범위를 갖고 있는 두 해역인 거제도 잘피밭에서 출현한 어류 군집과 제주도 잘피밭 연구 결과를 비교해 보면, 우점종은 거제도 잘피밭에서는 그물코취치, 망상어, 실고기, 두줄베도라치 순이고, 그 중 그물코취치, 실고기, 두줄베도라치의 출현량이 8월 이후 급격히 증가하기 시작하는데 고와 조(1997)도 제주도 잘피밭에서 같은 시기에 이들 세 어종의 채집량이 증가하는 것을 보고하였다. 이는 세 어종의 주요 먹이생물인 요각류(Copepoda), 단각류(Amphipoda) 등이 8월 이후 탈락 분해된 잘피량 증가와 함께 증가하였기 때문인 것으로 세 어종은 적절한 먹이를 얻기 위해 이 시기를 선택한 것으로 판단된다(Kikuchi, 1966; 東, 1981). 한편 제주도 함덕 잘피밭에서는 실비늘치, 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 그물코취치, 실고기 순으로 우점하였고, 두 조사 해역의 우점종 중 그물코취치와 실고기 두 어종이 일치하였다. 거제도 잘피밭 조사에서 전체 개체수의 45%를 차지하였던 그물코취치는 제주도 연안 잘피밭에서는 6%를 차지하였고 실고기는 본 조사해역에서 8%를 제주도 연안 잘피밭에서는 4.8%를 점유하였다(고와 조, 1997). 그 밖에 거제도 잘피밭에서 많이 채집되었던 가시망둑, 일곱동갈망둑, 점베도라치 등은 제주도에서는 거의 채집되지 않았고, 제주도 잘피밭에서 많이 채집된 실비늘치, 흰줄망둑, 쓸종개(*Plotosus lineatus*) 등은 본 조사해역에서는 출현하지 않았다. 그리고 풀해마와 민베도라치는 본 조사 해역과 제주도 잘피밭(고와 조, 1997)에서는 모두 채집되었고 다른 잘피밭 조사(허와 광, 1997a; 이 등, 2000; Baek et al., 2005)에서는 출현하지 않았던 어종 들이다. 풀해마는 11월에 출현하여 2월까지 지속적으로 채집된 어종으로서 3월 채집된 개체들이 난을 보유하고 있었으며 실험실의 수조에서 산란하는 모습이 관찰되어 이 시기가 산란기임을 추정할 수 있었다. 한편 민베도라치는 제주도와 일본에 분포하는 것으로 알려져 있으나 본 조사에서 채집되었다(김 등, 2005). 전체 출현종의 2%를 차지한 민베도라치는 6, 9, 12월에 각각 1개체씩 채집되었으며 2월에는 가장 많은 17개체가 채집되었다. 출현 개체수가 증가하기 시작한 시기가 제주도 잘피밭 결과와 유사하며 채집된 개체의 76%가 평균체장 20.9~31.3 mm로 치어에 속하는 크기이므로 수온 상승과 함께 무성해지는 잘피밭을 주로 포식자를 피하기 위한 은신처로 이용하는 것으로 생각된다. 이와 같이 풀해마, 민베도라치 두 어종이 본 조사해역과 제주도에서 채집된 원인으로는 쿠로시오 난류의 지류인 쓰시마 난류

의 영향을 받는 제주도 연안과 쓰시마 난류와 그 지류가 제주도를 시계방향으로 돌면서 형성하는 제주난류가 함께 통과하는 거제도 연안의 물리적 환경이 유사하기 때문인 것으로 추측된다(Lie and Cho, 2002). 쓰시마 난류는 아열대성 생물을 포함한 다양한 어류의 분포에 연중 가장 큰 영향을 미치고 어류 자치어 회유를 위한 운송 수단으로 이용된다고 알려져 있다. 추와 김(1998)은 쓰시마 난류의 세력이 강해져 난류의 주축이 연안으로 접근하는 8월에 거제도 남쪽 연안으로 표층 수온 28.2°C의 쓰시마 난류가 접근하는 것과 동 해역에 형성된 표층 수온 27°C의 등온선이 전라남도 거문도 해역과 연결되어 있는 것을 보고하였다. 본 조사에서 채집된 풀해마가 쓰시마 난류와 제주 난류가 통과하는 거문도 잘피밭 조사(unpublished data)와 본 조사해역 인근에 위치한 경상남도 통영 해역의 유조 조사(조, 2000)에서도 채집된 것은 위의 가설을 뒷받침한다고 할 수 있다.

출현어종 중 그물코취치, 망상어, 실고기, 두줄베도라치의 4종은 전체개체수의 73.5%를 차지하였다. 이는 일부 어종이 군집의 대부분을 차지하는 남해 광양만 잘피밭 어류군집(실고기, 베도라치, 가시망둑, 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 볼락(*Sebastes inermis*), 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*))이 전체 개체수의 69.9%(허와 광, 1997a), 그리고 제주도 함덕 잘피밭 어류군집(실비늘치, 흰줄망둑, 그물코취치, 실고기, 쓸종개가 전체 개체수의 86.1%(고와 조, 1997), 남해 안골만 잘피밭 어류군집(주둥치, 베도라치, 실고기, 볼락, 그물코취치가 전체 개체수의 64.8%(이 등, 2000)과 비슷한 현상이라고 할 수 있다. 이렇게 소수 어종이 어류군집을 우점하는 현상은 일부 우점종들이 그 지역의 환경적 특성(수온, 수질, 염분, 저질)에 잘 적응한 결과라고 할 수 있다(Wootton, 1998).

우점종들의 계절별 출현 양상을 보면, 실고기, 풀해마, 망상어가 1~3월, 복섬과 일곱동갈망둑이 4~5월, 그물코취치가 6~12월로 주로 주년 출현 어종이 시기를 달리하여 잘피밭을 우점하며 이용하고 있는 것으로 나타났다. 또한 특징적인 것은 조사기간 중 채집된 우점종들의 평균체장이 실고기 132 mm, 풀해마 86 mm, 망상어 83 mm, 복섬 86 mm, 일곱동갈망둑 75 mm, 그물코취치 43 mm로 모두 유어 또는 미성어의 크기로 이들은 잘피밭에 서식하는 동물플랑크톤과 저서생물과 같은 풍부한 먹이생물(Stoner, 1979)을 섭식하기 위하여 시기를 달리하여 잘피밭을 이용하는 것으로 생각된다. 망상어의 경우 거제도 남부 연안의 삼중자망을 이용한 연구에서도 아우점종으로 보고되어(차, 1999) 광범위하게 분포하는 것으로 나타났다. 그 외에도 차(1999)는 동 해역에서 채

집된 어류 중에 쥐치, 쥐노래미, 문치가자미, 조피볼락이 우점하는 종이며 이들이 전체 출현 종의 60% 이상을 차지한다고 보고 하였으므로 지세포 잘피밭에서 공통적으로 채집된 상기 4어종의 분포범위도 광범위하다고 할 수 있다.

본 조사에서 출현한 어류의 출현 양상을 보면, 실고기과에 속하는 실고기는 주년 출현하는 종으로 주로 겨울에 채집 개체수가 많았으며 풀해마도 11~2월에만 채집되었고 2월에 가장 많은 개체수가 채집되었다. 실고기는 고와 조(1997) 그리고 이 등(2000)의 잘피밭 조사에서도 주년 출현종으로 보고되었다. 실고기과 어류의 체형은 잘피에 잘 적응된 것으로 잘피에 의존도가 매우 높기 때문에 잘피가 자라는 시기와 실고기가 많이 출현한 시기가 일치한 것으로 생각된다. 망둑어과에 속하는 점망둑 (*Chasmichthys dolichognathus*), 살망둑 (*Gymnogobius heptacanthus*), 일곱동갈망둑은 조사기간 중 여름철에만 채집되었다. 일반적으로 망둑어과 (*Gobiidae*) 어류는 크기가 작고 수명이 짧고 번식력이 강하며 (Fonds, 1973), 온대해역에서는 여름에 성장을 위해 잘피밭과 같은 연안의 수심이 얕은 곳에서 머물다가 겨울이 되면 내만의 깊은 곳으로 이동하는데 이때 저서성 어류의 중요한 먹이원이 된다 (Arntz, 1973). 거제도 잘피밭에서도 상기 3 어종이 여름철에만 채집된 것으로 망둑어과 어류가 잘피밭을 성육장으로 이용하는 것으로 생각된다. 이러한 방법으로 생산력이 풍부한 잘피밭의 에너지를 상대적으로 생산성이 낮고 깊은 수심에 서식하는 저서성 어류에게 전달하는 매개체 역할을 하므로 망둑어과 어류는 연안과 내만 생태계의 영양단계에 있어서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다고 할 수 있다 (Möller *et al.*, 1985).

거제도 잘피밭에 대한 수심별 조사, 스쿠버 다이빙 등을 추가하여 서식 수심별 및 시기별 어류 출현량과 크기 등을 조사하고 잘피 현존량 및 먹이생물 조사를 추가하여 상관관계를 알아볼 필요가 있다고 생각된다.

적 요

경남 거제시 지세포만 잘피밭에서 어류의 종조성 및 계절변동을 조사하기 위해 2005년 3월부터 2006년 2월 까지 인력을 이용하는 surf net으로 어류를 매월 간조 시 1회 채집하였다.

조사기간 동안 어류는 총 7목 19과 34종, 1,110개체, 5,107.7 g이 채집되었다. 그물코쥐치, 망상어, 실고기, 두줄베도라치 순으로 많이 채집되었고 이들은 전체 개체

수의 73.5%를 차지하였다. 그 다음은 가시망둑, 풀해마, 일곱동갈망둑, 점베도라치, 복섬, 조피볼락, 민베도라치로 전체 개체수의 20%를 차지하였다. 생체량의 경우, 그물코쥐치, 망상어, 복섬, 조피볼락, 가시망둑, 두줄베도라치, 점베도라치, 실고기 순으로 많이 채집되었고 전체 채집된 개체 생체량의 89.5%를 차지하였다.

잘피밭 어류 군집은 수온에 따라 뚜렷한 계절 변화를 보여 6월을 기점으로 어종이 증가하기 시작했으며 9월에는 채집된 종수와 생체량 모두 최대를 기록하였고 개체수는 5월부터 증가하여 9월에 절정에 달한 후, 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 종다양도 지수는 12월에 가장 높았다.

사 사

본 조사기간 동안 채집 및 시료 정리에 많은 도움을 준 경상대학교 해양생명과학부 어류학 연구실 학생들에게 진심으로 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Arasaki, S. 1950. Studies on the ecology of *Zostera marina* and *Zostera nana*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15(10) : 567~572.
- Arntz, W.E. 1973. Periodicity of diel food intake of cod *Gadus morhua* in the Kiel bay. Oikos, 15 : 138~145.
- 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. Korean J. Ichthyol., 17(1) : 8~18.
- Beck, M.W., K.L. Heck Jr., K. Able, D.L. Childers, D.B. Egelston, B.M. Gillanders, B. Halpern, C.G. Hays, K. Hoshino, T.J. Minello, R.J. Orth, P.F. Sheridan and M.P. Weinstein. 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. Bio Sci., 51 : 633~641.
- Deegan, L.A., A. Wright, S.G. Ayzvazian, J.T. Finn, H. Golden, R.R. Merson and J. Harrison. 2002. Nitrogen loading alters seagrass ecosystem structure and support of higher trophic levels. Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst., 12 : 193~212
- Fonds, M. 1973. Sand gobies in the Dutch Wadden Sea (*Pomatoschistus gobiidae*, Pisces), Neth. J. Sea Res., 6 : 417~478.
- Guidetti, P. and S. Bussotti. 2000. Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodo-*

- sa* and *Zostera noltii* in the Western Mediterranean. Ocean. Acta., 23 : 759~770.
- Hartog, C. 1970. The sea-grasses of the world, North-Holland Publishing Company, London, pp. 42~97.
- Hughes, J.E., L.A. Deegan, J.C. Wyda, M.J. Weaver and A. Wright. 2002. The effects of eelgrass habitat loss on estuarine fish communities of southern New England. Estuaries, 25 : 235~249.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution Florale. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat., 44 : 223~270.
- Jackson, E.L., A.A. Rowden, M.J. Attrill, S.J. Bossey and M.B. Jones. 2001. The importance of seagrass beds as habitat for fisheries species. Oceanogr. Mar. Biol., 39 : 269~303.
- 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.
- Kwak, S.N., G.W. Baeck and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of *Stephanolepis cirrifer* in a *Zostera marina* bed. Korean J. Ichthyol., 15(4) : 219~223.
- Kwak, S.N., G.W. Baeck and S.H. Huh. 2004. Feeding ecology of *Sillago japonica* in an Eelgrass (*Zostera marina*) bed. J. Korean Fish. Soc. Tech., 31(3) : 372~379.
- Lie, H.J. and C.H. Cho. 2002. Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. Fish. Oceanogr., 11(6) : 318~328.
- Middleton, M.J., J.D. Bell, J.J. Burchmore, D.A. Pollard and B.C. Pease. 1984. Structural difference in the fish communities of *Zostera capricorni* and *Posidonia australis* seagrass meadows in Botany Bay, New South Wales. Aquat. Bot., 18 : 89~109.
- Möller, P., L. Pihl and R. Rosenberg. 1985. Benthic faunal energy flow and biological interaction in some shallow bottom habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser., 27 : 109~121.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Kanagawa, 1800 pp.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World (4th ed.). John Wiley & Sons, New York, 601 pp.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. J. Theor. Biol., 13 : 131~144.
- Pihl, L., S. Baden, N. Kautsky, P. Rönnebäck, T. Söderqvist, M. Troell and H. Wennhage. 2006. Shift in fish assemblage structure due to loss of seagrass *Zostera marina* habitats in Sweden. Est. Coast. Shelf Sci., 67 : 123~132.
- Pollard, D.A. 1984. A review of ecological studies on seagrass-fish communities, with particular reference to recent studies in Australia, Aquat. Bot., 18 : 3~42.
- Setchell, W.A. 1929. Morphological and phenological notes on *Zostera marina* L. Botany, 14 : 389~452.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 125 pp.
- Short, F.T. and S. Wyllie-Echeverria. 1996. Natural and human-induced disturbances of seagrasses. Environ. Conserv., 23 : 17~27.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. Nature, 163 : 688.
- Sogard, S.M. and K.W. Able. 1991. A comparison of eelgrass, sea lettuce macroalgae, and marsh creeks as habitats for epibenthic fishes and decapods. Est. Coast. Shelf Sci., 33 : 501~519.
- Spalding, M., M. Taylor, C. Ravilious, F. Short and E. Green. 2003. Global overview: the distribution and status of seagrasses. In: Green, E.P., Short, F.T. (eds.), World atlas of seagrasses: Present status and future conservation. University of California Press, Berkeley, 298 pp.
- Stoner, A.W. 1979. The macrobenthos of seagrass meadows in Apalachee Bay, Florida and the feeding of *Lagodon Rhomboides* (Pisces: Sparidae). Ph.D. Dissertation, Univ. of Florida, Tallahassee, 175 pp.
- Wootton, R.J. 1998. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall, London, 386 pp.
- 고유봉 · 조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구 I. 종조성과 계절변화. 한국어류학회지, 9 : 48~60.
- 고유봉 · 조성환 · 고경민. 1997. 제주도 연안 해초지대의 어류군집에 관한 연구 II. 실비늘치 (*Aulichthys japonicus*)의 성장, 산란 및 식성. 한국어류학회지, 9(1) : 61~70.
- 김영호. 2006. 거제 연안에 분포하는 어류상. 여수대학교 석사학위 논문. 38 pp.
- 김익수 · 최 윤 · 이충열 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 원색한국어류대도감. 교학사, 615 pp.
- 손영목 · 송호복. 1998. 거제도의 담수어류상과 분포상의 특징. 한국어류학회지, 10(1) : 87~89.
- 윤창호. 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747 pp.
- 이태원 · 문형태 · 황학빈 · 허성희 · 김대지. 2000. 남해 안골만 잘피밭 어류 종조성의 계절 변동. 한국수산학회지, 33(5) : 439~447.
- 조선형. 2000. 경남 통영해역에 떠다니는 해조류의 어류상. 상명대학교 석사학위논문, 57 pp.
- 차병열. 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11(2) : 184~190.
- 허성희. 1986. 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량의 계절적 변동에 관한 연구. 한국수산학회지, 19(5) : 509~517.
- 허성희 · 박석남. 1997a. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종

- 조성 및 계절 변동. 한국어류학회지, 9(2) : 202~220.
- 허성희·곽석남. 1997b. 광양만 잘피밭에 서식하는 실고기 (*Syngnathus schlegelii*)의 식성. 한국수산학회지, 30(5) : 896~902.
- 허성희·곽석남. 1998. 광양만 잘피밭에 서식하는 감성돔 (*Acanthopagrus schlegelii*) 유어의 식성. 한국어류학회지, 10(2) : 168~175.
- 추효상·김동수. 1998. 한국 남해의 대마난류 변동이 멸치 난·자어의 연안역 수송에 미치는 영향. 한국수산학회지, 31(2) : 226~244.
- 大野 正夫. 1996. 21世紀 海藻資源. 録書房, 東京, pp. 17~30.
- 東 幹夫. 1981. 稚魚育成場としてのアマモ場の役割. 水産学シリーズ 38. 藻場と海中林 (日本水産學會編). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 34~56.
- 向井 宏. 1982. アマモ (*Zostera marina* L.)の生理と生態. 海藻藻場 (特にアマモ場)と水産生物について. 日本水産資源保護協會, 東京, pp. 1~48.

Received: May 30, 2006
Accepted: August 9, 2006