

## 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동

허 성 회 · 곽 석 남

부경대학교 해양학과 및 해양과학공동연구소

광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동을 조사하기 위해 1994년 1월부터 1994년 12월까지 소형 trawl을 이용하여 대도 주변 잘피밭에서 어류를 매월 채집하였다.

조사기간 동안 어류는 총 57종이 채집되었다. 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 볼락(*Sebastes inermis*), 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*) 등이 많이 채집되었는데, 이들은 채집된 총 개체수의 69.9%를 차지하였다. 그 다음으로는 줄망둑(*Acentrogobius pflaumi*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 복섬(*Takifugu niphobles*), 그물코취치(*Rudaris ercodes*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 붕장어(*Conger myriaster*), 감성돔(*Acanthogobius schlegeli*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 실비늘치(*Aulichthys japonicus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 청보리멸(*Silago japonicus*) 등의 순으로 채집되었다. 본 조사해역에서 채집된 어류는 대부분이 15cm 이하의 소형 어종이거나 대형 어종의 유어들로 구성되어 있었다.

잘피밭 어류 군집은 뚜렷한 계절 변동을 보였는데, 채집 어종수는 가을에, 채집 개체수 및 생체량은 봄에 높았으며, 겨울에는 어종수 및 개체수 모두 낮았다. 한편 종다양도지수는 가을철에 높았다. 어류 군집의 계절 변동은 수온, 잘피의 현존량 및 먹이생물의 양적 변동에 의하여 영향을 받고 있었다. 밤과 낮동안의 채집량을 비교한 결과, 야간에 채집된 어종수 및 개체수가 주간에 비하여 많았다.

### 서 론

해초(海草, seagrass)는 수중 현화식물의 한 종류로 12속 58종이 전 세계에 분포한다(Tomlinson, 1982; Kuo and McComb, 1989). 해초는 온대와 열대의 연안해역에 밀생하여 무성한 해초지(seagrass meadows)를 형성하고 있다. 해초지는 해양의 생태계 중 가장 생산성이 높은 해역 중의 하나로 최근에 많은 연구의 대상이 되고 있다(Thayer *et al.*, 1975). 우리나라의 연안해역에는 잘피(eelgrass, *Zostera marina*), 애기잘피(*Z. nana*), 게바다말(*Phyllospadix japonicus*) 및 새우말(*P. iwatensis*) 등의 해초지가 발달되어 있다.

연안해역에 해초가 분포해 있는 다른 나라에서

는 해초생태계를 구성하는 각종 생물에 대한 연구가 활발히 행하여지고 있다. 어류군집의 종조성 및 계절 변동에 관한 연구는 일본 Tomioka Bay (Kikuchi, 1966), 미국 Chesapeake Bay (Orth and Heck, 1984), 호주 Botany Bay (Middleton *et al.*, 1984), Port Hacking (Burchmore *et al.*, 1984), Western Port (Robertson, 1984), French West Indies의 Guadeloupe (Baelde, 1990) 등에서 수행된 바 있으며, 어류의 섭식생태에 관한 연구도 많이 보고되었다(Carr and Adams, 1973; Brook, 1977; Livingstone, 1982; Huh and Kitting, 1985; Ryre and Orth, 1987; Nojima, 1990).

연안해역에 해초지가 잘 발달된 우리나라의 경우 잘피밭 생태계에 관한 연구로는 총무 한실포에

서 잘피의 생태(공, 1981, 1982) 및 어류 군집(허, 1986), 해운대 동백섬주위의 말잘피밭에 서식하는 등각류 군집(Kang and Yun, 1988) 연구 등에 불과하였으나, 최근 들어 잘피 생태계 연구의 필요성이 인식되면서 남해안 잘피밭에 대한 연구가 활발히 진행되기 시작했다. 그 결과 제주도 연안 해초지대에서는 어류 군집(고·조, 1997) 및 우점종인 실비늘치의 생태(고 등, 1997) 연구 결과가 발표되었으며, 본 조사해역인 광양만 잘피밭에서는 새우류 군집(허·안, 1997), 저서동물 군집(윤 등, 1997), 잘피 및 부착해조류의 계절 변동(허 등, 1998), 우점어종인 베도라치(허·곽, 1997a), 실고기(허·곽, 1997b), 주둥치(허·곽, 1997c) 및 가시망둑(허·곽, 1998a)의 식성에 관한 연구 결과가 최근에 발표되었다.

본 연구는 우리나라 남해안에 밀생되어 있는 잘피밭 생태계에 대한 종합적인 연구의 일환으로 실시되었으며, 본 논문에서는 광양만 대도 주변 잘피밭에서 최상위 소비자 역할을 담당하는 어류의 종조성 및 계절 변동을 연구하고 그 변동 요인을 분석하였다.

## 재료 및 방법

본 연구의 시료는 광양만의 대도 주변 잘피밭에서 1994년 1월부터 12월까지 매월 소형 trawl을 이용하여 채집하였다(Fig. 1).

시료 채집에 사용된 어구는 otter trawl을 변형시켜 잘피밭 어류 채집에 적합하도록 특별히 제작되

었다(Fig. 2). 그물의 크기는 길이가 5m였으며, 망목은 날개그물에서 1.9cm, 끝자루로 갈수록 점차 망목이 감소하여 끝자루에서는 1cm였다. 1회 예인면적은 180m<sup>2</sup> 정도였으며, 4회 반복 채집하였다.

채집된 어류는 10% 중성 포르말린으로 고정한 후, 실험실에서 각 종별로 동정, 계수하였다. 어류

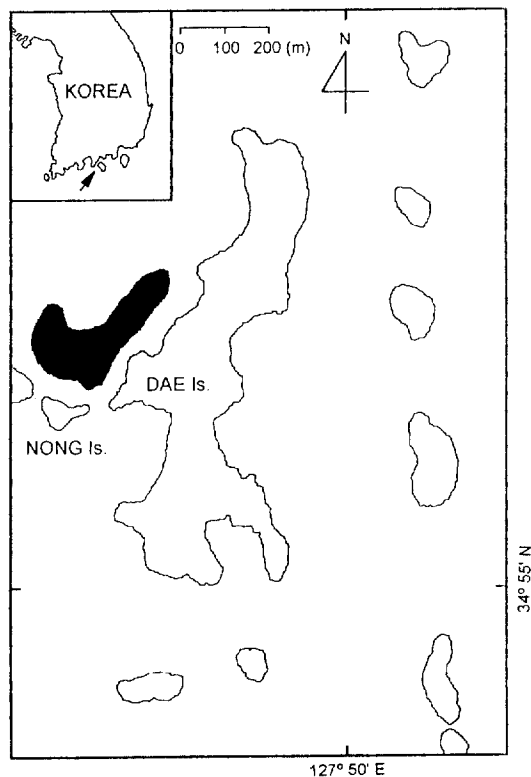


Fig. 1. Location of the study area(shaded) in Kwangyang Bay, Korea.

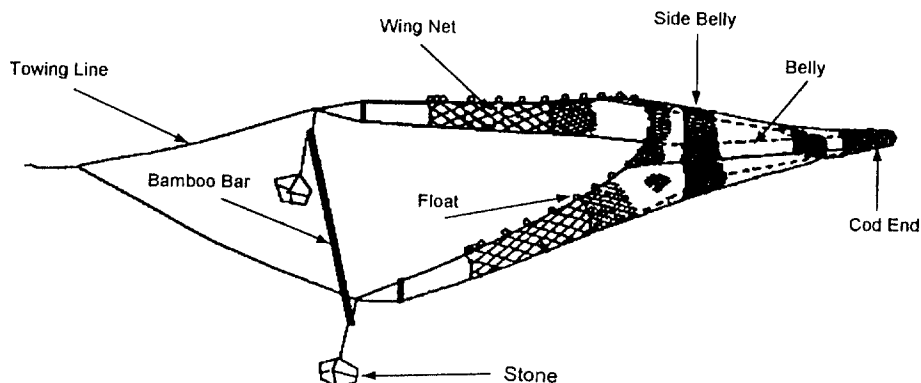


Fig. 2. Diagram of a trawl used for the collection of the fish samples in the eelgrass bed in Kwangyang Bay.

의 동정에는 Nakabo *et al.*(1993), Masuda *et al.*(1984)을 따랐다. 각 어체의 체장은 1mm까지, 체중은 0.1g까지 측정하였다.

어류 채집 당시에 수온, 염분, 잘피의 현존량, 그리고 어류의 먹이 생물인 동물플랑크톤 및 저서동물의 현존량을 함께 조사하였다. 수온은 봉상온도계를 이용하였으며, 염분은 Salinometer (Tsurumi Seiki Model)를 이용하여 측정하였다. 잘피의 채집은 0.5 m×0.5 m 크기의 방형구를 이용하였으며, 현존량은 방형구내의 잘피를 전량 채취하여 단위 면적당 (m<sup>2</sup>) 건중량 (g)으로 나타내었다. 각 월별 어류의 종조성 자료를 이용하여 Shannon - Wiener의 종다양도지수(H')를 구하였다 (Shannon and Weaver, 1949). 각 출현종에 대한 출현 시기의 유사도는 Pianka(1973)의 중복도 공식을 이용하여 구하였다.

$$A_{ij} = \frac{\sum (P_{ij} \times P_{jh})}{\sqrt{(\sum P_{ih}^2 \times \sum P_{jh}^2)}}$$

여기서 i, j : 비교하고자 하는 2개의 종  
 h : 각각의 달  
 P : 조사기간 동안 채집된 한 종의 총 개체에 대한 어느 특정한 달에 채집된 개체수의 비율이다.

또한, 1년 중 출현빈도가 3회 이상인 종에 대한 출현 시기의 유사도를 구하여, 비가중 산술평균결합을 실시하여 cluster analysis를 수행하였다. 자료 분석은 SPSSPC+를 이용하였다(Norusis, 1986). 주야동안에 채집된 양을 비교하기 위해서 Wilcoxon 부호검정과 Mann - Whitney 검정을 실시하였다(p<0.05).

## 결 과

### 1. 환경 특성

조사기간 동안 수온은 8.1~27.6℃의 범위였으며, 여름에 높고 겨울에 낮은 전형적인 온대 해역의 계절 변동 양상이었다(Fig. 3-A). 염분은 조사기간 동안 29.56~33.24%의 범위였으며, 30% 이하 값을 보인 8월을 제외하고는 염분의 변동폭은 31~33%였다 (Fig. 3-A).

본 조사해역은 잘피가 연안을 따라 약 10~25m의 폭으로 밀생하고 있었으며, 저조시 주로 수심 약 1~5m 사이에 잘피가 분포하였다.

잘피의 현존량은 계절 변동 양상이 뚜렷하였다 (Fig. 3-B). 1월에는 평균 113.6 g/m<sup>2</sup>였으나, 수온이 상승하는 3월부터는 현존량이 증가하여 여름인 7월에는 연중 가장 높은 평균 225.6 g/m<sup>2</sup>의 값을 보였다. 8월부터 현존량이 감소하여 가을철에는 아주 낮았으며(평균 82.1~86.2 g/m<sup>2</sup>), 12월부터 다소 증가하였다.

잘피밭에는 요각류와 같은 동물플랑크톤을 비롯하여 단각류와 같이 잘피 앞에 부착하여 서식하는 작은 크기 의 저서동물, 새우류, 게류 등의 비교적 큰 크기의 저서동물, 그리고 최상위 소비자인 어류를 포함한 많은 종류의 생물들이 서식하고 있었다. 어류의 먹이생물에 관한 자료는 허·안(1997), 윤 등(1997)에 제시되어 있으며, 기타 환경요인의 자료는 허 등(1998)에 제시되어 있다.

### 2. 어류 군집의 종조성

조사기간 동안 총 57종, 18,072개체, 124,688.7g의 어류가 채집되었다(Table 1).

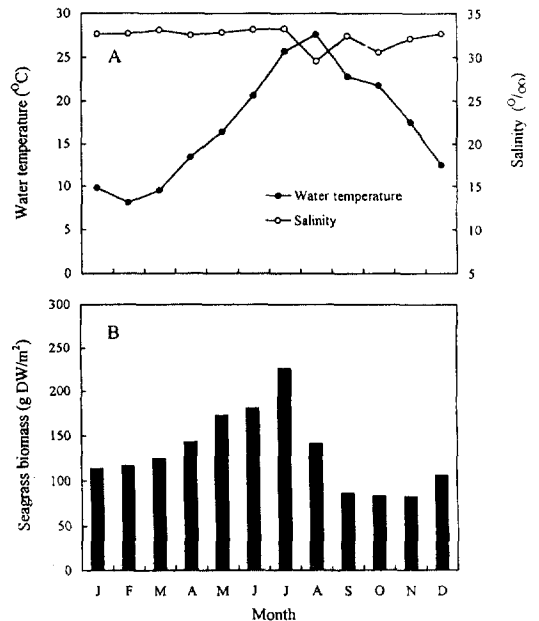


Fig. 3. Monthly variations of water temperature and salinity(A), and seagrass biomass(B) in the eelgrass bed in Kwangyang Bay in 1994.

Table 1. Total number of individuals and biomass of fish species collected in the eelgrass bed in Kwangyang Bay in 1994

Species	Day		Night		Total			
	N	B	N	B	N	%	B	%
<i>Syngnathus schlegeli</i>	1,647	4,299.3	1,853	5,850.1	3,500	19.4	10,149.4	8.1
<i>Pholis nebulosa</i>	1,293	25,471.8	1,778	30,630.5	3,071	17.0	56,102.3	45.0
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	1,084	1,541.8	1,028	1,157.5	2,112	11.7	2,699.3	2.2
<i>Leiognathus nuchalis</i>	850	1,074.9	987	1,830.5	1,837	10.2	2,905.4	2.3
<i>Sebastes inermis</i>	564	2,030.6	494	1,841.7	1,058	5.9	3,872.3	3.1
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	161	123.5	868	539.9	1,029	5.7	663.4	0.5
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	175	216.2	549	909.1	724	4.0	1,125.3	0.9
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	125	2,607.8	389	7,892.6	514	2.8	10,500.4	8.4
<i>Takifugu niphobles</i>	350	2,773.1	108	2,145.0	458	2.5	4,918.1	3.9
<i>Rudaris ercodes</i>	290	698.0	127	424.2	417	2.3	1,122.2	0.9
<i>Lateolabrax japonicus</i>	95	1,300.6	290	2,765.5	385	2.1	4,066.1	3.3
<i>Conger myriaster</i>	18	441.7	263	5,226.0	281	1.6	5,667.7	4.5
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	249	382.1	26	95.5	275	1.5	477.6	0.4
<i>Liparis tanakai</i>	11	25.1	243	249.7	254	1.4	274.8	0.2
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	129	1,192.3	117	3,657.5	246	1.4	4,849.8	3.9
<i>Aulichthys japonicus</i>	113	466.7	131	559.7	244	1.4	1,026.4	0.8
<i>Hexagrammos otakii</i>	79	1,514.9	119	1,879.5	198	1.1	3,394.4	2.7
<i>Silago japonicus</i>	42	86.3	143	401.4	185	1.0	487.7	0.4
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	129	87.4	20	28.4	149	0.8	115.8	0.1
<i>Hippocampus japonica</i>	95	49.6	52	32.0	147	0.8	81.6	0.1
<i>Platycephalus indicus</i>	54	159.6	91	480.5	145	0.8	640.1	0.5
<i>Limanda yokohamae</i>	27	660.0	101	1,472.8	128	0.7	2,132.8	1.7
<i>Petroscirtus breviceps</i>	63	281.6	51	267.5	114	0.6	549.1	0.4
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	57	23.5	51	23.7	108	0.6	47.2	-
<i>Ditrema temminckii</i>	61	1,828.0	29	1,146.1	90	0.5	2,974.1	2.4
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	47	37.1	27	25.2	74	0.4	62.3	-
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	25	20.8	38	32.1	63	0.3	52.9	-
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	46	181.7	5	24.5	51	0.3	206.2	0.2
<i>Upeneus bensasi</i>	24	163.8	16	159.5	40	0.2	323.3	0.3
<i>Hexagrammos agrammus</i>	26	1,383.4	12	602.3	38	0.2	1,985.7	1.6
<i>Inimicus japonicus</i>	4	68.2	14	403.1	18	0.1	471.3	0.4
<i>Cryptocentrus filifer</i>			17	15.5	17	0.1	15.5	-
<i>Sebastes schlegeli</i>	6	50.5	9	5.7	15	0.1	56.2	-
<i>Thryssa kammalensis</i>	2	5.5	13	40.7	15	0.1	46.2	-
<i>Sebastes oblongus</i>	2	38.1	12	54.0	14	0.1	92.1	0.1
<i>Thamaconus modestus</i>	6	66.7	3	45.4	9	-	112.1	0.1
<i>Chirolaphis japonicus</i>	1	12.1	6	66.4	7	-	78.5	0.1
<i>Thryssa adalae</i>			6	13.7	6	-	13.7	-
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			5	0.5	5	-	0.5	-
<i>Pholis crassispina</i>			4	11.2	4	-	11.2	-
<i>Engraulis japonicus</i>			3	5.6	3	-	5.6	-
<i>Evynnis japonica</i>	1	8.2	1	6.8	2	-	15.0	-
<i>Chasmichthys dolichognathus</i>			2	4.2	2	-	4.2	-
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>			2	30.5	2	-	30.5	-
<i>Parapercis sexfasciata</i>			2	64.8	2	-	64.8	0.1
<i>Pleuronichthys cornutus</i>			2	2.3	2	-	2.3	-
<i>Pseudoblennius percoides</i>	2	5.2			2	-	5.2	-
<i>Siganus fuscescens</i>	2	13.7			2	-	13.7	-
<i>Trachinocephalus myops</i>	1	17.9	1	15.6	2	-	33.5	-
<i>Cynoglossus interruptus</i>			1	2.8	1	-	2.8	-
<i>Kareius bicoloratus</i>			1	1.1	1	-	1.1	-
<i>Ammodytes personatus</i>			1	4.2	1	-	4.2	-
<i>Champsodon snyderi</i>			1	39.1	1	-	39.1	-
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>			1	8.1	1	-	8.1	-
<i>Pholis fangi</i>			1	74.9	1	-	74.9	0.1
<i>Lactoria cornuta</i>	1	12.4			1	-	12.4	-
<i>Verasper variegatus</i>	1	0.3			1	-	0.3	-
Total	7,958	51,422.0	10,114	73,266.7	18,072	100	124,688.7	100

- : less than 0.1%

N : number of individuals, B : biomass in grams.

광양만 잘피밭에서 많이 채집된 어종은 개체수의 경우, 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 볼락(*Sebastes inermis*), 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*) 순이었는데, 이들은 전체 개체수의 69.9%를 차지하였다. 그 다음으로 줄망둑(*Acentrogobius pflaumi*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 복섬(*Takifugu niphobles*), 그물코쥐치(*Rudaris ercodes*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 붕장어(*Conger myriaster*), 감성돔(*Acanthogobius schlegeli*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 실비늘치(*Aulichthys japonicus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 청보리멸(*Silago japonicus*) 등이었으며, 이들 12 어종은 총 개체수의 23.1%를 차지하였다.

한편, 생체량의 경우, 베도라치, 문절망둑, 실고기, 붕장어, 쥐치, 복섬, 농어, 볼락 순으로 채집되었는데, 이들은 전체 생체량의 80.2%를 차지하였다. 그밖에 나머지 어종은 소량씩 채집되었다.

채집된 어류는 대부분이 15cm 이하로 소형 어종이거나, 대형 어종의 유어들이었다.

주요 어종의 월별 체장 분포는 허·곽(1997a, b, c, 1998 a, b, c, d)에 기술되어 있다.

### 3. 어류 군집의 계절 변동

월별 채집 어종수는 1월에 16종으로 가장 적었으며, 2월부터 종수가 점차 증가하여 5월에 25종에 이르렀다(Fig. 4 - A). 6월과 7월에는 다소 감소하였으나, 8월부터 증가하여 9월과 10월에 조사기간 중 가장 많은 34종씩 채집되었다. 11월 이후부터 서서히 감소하였다.

월별로 채집된 개체수 및 생체량의 변화를 보면(Appendix, Fig. 4 - B, C), 1월과 2월에는 조사기간 중 채집개체수와 생체량이 가장 적었다. 이 시기에는 베도라치, 날개망둑, 실비늘치 등이 우점하였다(Table 2).

3월에 접어들면서 개체수 및 생체량이 급격히 증가하기 시작하여 생체량은 4월에, 개체수는 5월에 최대치를 기록하였다. 이와 같이 봄에 많은 개체수와 생체량을 보인 것은 수온이 증가하면서 겨울에 거의 채집되지 않았던 작은 체장의 실고기, 볼락, 가시망둑, 꼼치

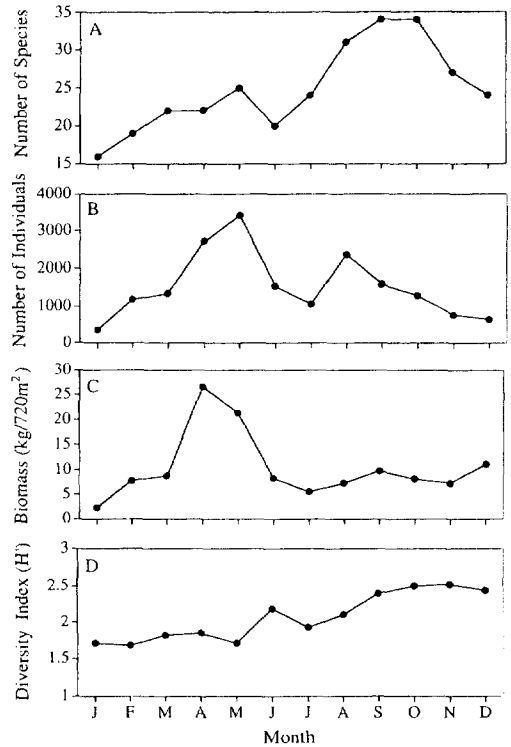


Fig. 4. Monthly variations in number of species(A), number of individuals(B), biomass(C) and species diversity index(D) of fishes in the eel-grass bed in Kwangyang Bay in 1994.

의 개체수가 증가하였으며, 또한 겨울부터 우점하였던 베도라치, 날개망둑의 개체수도 증가한 결과이다. 이 시기에는 실고기, 베도라치, 가시망둑 등이 우점종으로 출현하였다(Table 2).

6월과 7월에는 봄에 비하여 다소 개체수 및 생체량이 감소하였는데, 이는 봄에 우점하였던 베도라치, 가시망둑의 개체수가 급격히 감소하였으며, 이 시기에 감성돔, 농어, 망상어(*Ditrema temmincki*) 등이 유입되기 시작하였으나, 개체수가 적었기 때문이다. 한편, 8월에는 봄철에 산란, 부화된 어종의 유어들이 잘피밭으로 유입되어 개체수는 증가하였다. 이 시기에는 봄에 우점하였던 베도라치, 실고기, 가시망둑, 꼼치, 날개망둑, 볼락의 채집량은 다소 줄어들었지만, 이전까지 거의 채집되지 않았던 주둥치, 쥐치, 감성돔, 그물코쥐치, 농어, 복섬의 개체수가 증가하여 전체 개체수가 증가하였다. 특히 주둥치의 출현량이 크게 증가하

여 실고기보다 더 많은 출현량을 보였다(Table 2). 따라서 이 시기를 전후하여 잘피밭을 이용하는 어류들의 종조성이 바뀌어가고 있음을 알 수 있다. 한편, 생체량은 개체수보다 증가 폭이 크지 않아 서서히 증가하였다.

9월에 접어들면서 개체수가 감소하기 시작하여 12월까지 계속 감소하였다. 이는 수온이 낮아짐에 따라 우점종인 실고기, 베도라치, 주둥치, 농어, 쥐치의 개체수가 감소하였기 때문이다. 생체량은 9월에 일시적인 증가를 보였으나 그 이후에 다시 감소한 후, 12월부터 소량 증가하였다. 가을에는 주둥치가 지속적으로 최우점 하였다(Table 2).

종다양도지수의 월별 변동 양상을 보면(Fig. 4-D), 조사기간 동안 1.68~2.53의 범위를 보였다. 1월과 2월에는 낮았으며, 특히 2월에는 조사기간 중 가장 낮았는데, 이 시기에는 채집 종수도 다른 달에 비해 적었으

며, 베도라치, 날개망둑, 꼼치의 세 어종이 총 개체수의 73.3%를 차지하였기 때문이다(Table 2). 종다양도지수 값은 봄 동안 지속적으로 낮았으나, 6월에는 봄부터 우점한 종들과 이 시기에 유입된 주둥치, 쥐치, 농어, 망상어 등의 어류가 다양하게 채집되어 종다양도지수 값이 증가하였다. 7월과 8월에 다소 감소하였는데, 주둥치, 실고기, 쥐치 및 복섬 등의 소수 어종들이 우점하였기 때문이다(Table 2). 한편, 9월부터는 수치가 크게 증가하여 11월과 12월에는 종다양도지수 값이 조사기간 중 가장 높았다. 이 시기에는 채집 종수도 많을 뿐 아니라, 대부분 어종들이 고르게 채집되었다.

#### 4. 출현양상에 따른 어종 구분

3회 이상 출현한 34종을 대상으로 출현 시기에 대한 중복도 지수를 구하여 집괴분석을 시행한 결과, 크게 6개의 무리로 나눌 수 있었다(Fig. 5).

Table 2. Monthly dominant fish species in the eelgrass bed in Kwangyang Bay from January 1994 to December 1994

Month	Dominant species (%)
Jan.	<i>Pholis nebulosa</i> (44.9%), <i>Favonigobius gymnauchen</i> (19.7%), <i>Aulichthys japonicus</i> (13.6%), <i>Acentrogobius pflaumi</i> (7.2%)
Feb.	<i>P. nebulosa</i> (52.7%), <i>F. gymnauchen</i> (10.8%), <i>Liparis tanakai</i> (9.8%), <i>A. pflaumi</i> (9.3%), <i>A. japonicus</i> (7.4%)
Mar.	<i>P. nebulosa</i> (43.7%), <i>F. gymnauchen</i> (15.7%), <i>Pseudobleenniuss cottoides</i> (13.9%), <i>L. tanakai</i> (9.9%)
Apr.	<i>P. cottoides</i> (27.0%), <i>P. nebulosa</i> (26.3%), <i>Syngnathus schlegeli</i> (19.0%), <i>F. gymnauchen</i> (11.7%), <i>Sebastes inermis</i> (6.3%),
May	<i>S. schlegeli</i> (36.1%), <i>P. cottoides</i> (25.7%), <i>P. nebulosa</i> (15.2%), <i>S. inermis</i> (13.2%)
Jun.	<i>S. schlegeli</i> (28.1%), <i>P. nebulosa</i> (17.8%), <i>P. cottoides</i> (12.9%), <i>S. inermis</i> (8.9%), <i>F. gymnauchen</i> (8.4%)
Jul.	<i>S. schlegeli</i> (50.0%), <i>Acanthopagrus schlegeli</i> (11.4%), <i>S. inermis</i> (7.6%), <i>Lateolabrax japonicus</i> (5.9%), <i>P. cottoides</i> (5.3%)
Aug.	<i>Leiognathus nuchalis</i> (30.2%), <i>S. schlegeli</i> (15.5%), <i>Stephanolepis cirrhifer</i> (7.0%), <i>Takifugu niphobles</i> (6.4%), <i>A. schlegeli</i> (5.4%)
Sep.	<i>L. nuchalis</i> (39.5%), <i>S. schlegeli</i> (10.1%), <i>Acanthogobius flavimanus</i> (7.9%), <i>Rudarius ercodes</i> (7.5%)
Oct.	<i>L. nuchalis</i> (29.0%), <i>Acentrogobius pflaumi</i> (15.0%), <i>R. ercodes</i> (9.2%), <i>A. flavimanus</i> (8.2%), <i>T. niphobles</i> (6.6%)
Nov.	<i>L. nuchalis</i> (30.3%), <i>A. pflaumi</i> (9.3%), <i>R. ercodes</i> (7.8%), <i>A. flavimanus</i> (6.9%), <i>S. inermis</i> (6.8%)
Dec.	<i>T. niphobles</i> (26.7%), <i>P. nebulosa</i> (16.6%), <i>S. schlegeli</i> (9.2%), <i>A. flavimanus</i> (7.5%), <i>S. inermis</i> (6.1%)

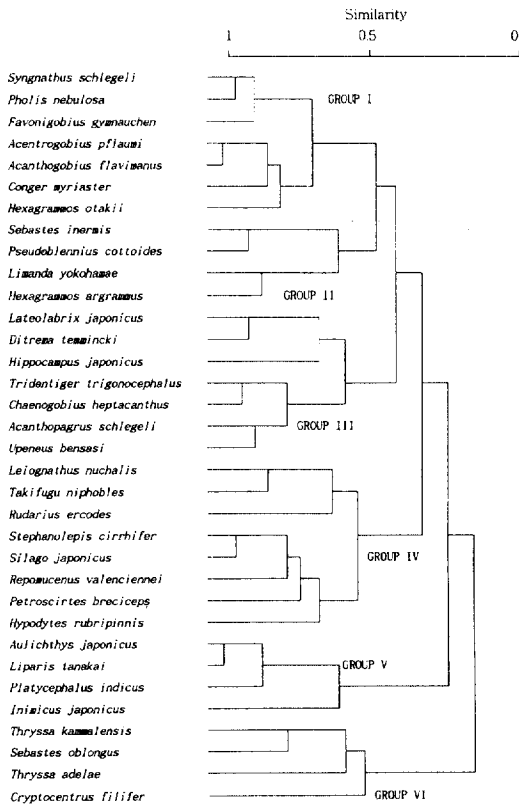


Fig. 5. Dendrogram illustrating the species association of fishes in the eelgrass bed in Kwangyang Bay.

그룹 I : 연중 지속적으로 출현한 어종 그룹으로, 실고기, 베도라치, 날개망둑, 줄망둑, 쥐노래미 등이 이에 속한다. 이들 어종은 작은 크기의 유어에서 미성어까지 다양한 크기의 개체가 잘피밭에 출현하였다. 특히 본 조사해역에서 우점하였던 실고기와 베도라치는 색체나 형태적으로 잘피와 유사한 특징을 지녀 잘피밭에서는 잘 눈에 안 띄기 때문에 먹이를 포식하거나 포식자로부터 보호받는데 있어 다른 어종에 비해 유리한 조건을 지닌 전형적인 잘피밭 어종이었다.

그룹 II : 3월부터 개체수가 증가하여 4월과 5월에 최대 출현량을 보인 그룹으로, 볼락, 가시망둑, 문치가자미, 노래미 등이 속한다.

그룹 III : 6월 이전에는 전혀 출현하지 않거나, 혹은 소량 출현하였으나, 수온이 높은 7월과 8월에 출현량이 크게 증가한 그룹으로, 농어, 망상어,

해마, 감성돔, 노랑측수(*Upeneus bensasi*) 등이 이에 속한다.

그룹 IV : 8월부터 개체수가 서서히 증가하여 9월에서 11월까지 주로 출현하였으나, 12월 이후로는 소량씩 출현한 그룹으로 주둥치, 복섬, 쥐치, 실양태(*Repomucenus valenciennei*) 등이 속한다.

그룹 V : 수온이 낮은 1월과 2월에 주로 출현한 그룹으로, 실비늘치, 꼼치, 양태(*Platycephalus indicus*) 등이 속한다.

그룹 VI : 채집 시기에 관계없이 일시적으로 소량씩 출현한 그룹으로, 청멸(*Thyrssa kammalensis*), 황점볼락(*Sebastes oblongus*), 풀반댕이(*Thyrssa adela*) 등이 속한다.

### 5. 채집량의 주야 비교

조사기간 동안 밤과 낮동안에 채집된 어종수는 밤에 54종, 낮에 43종으로써 밤에 채집된 어종이 더 많았다(Table 1). 밤과 낮동안에 공통적으로 채집된 어종은 39종으로 총 채집된 종수의 67.2%를 차지하였다.

월별로 보면(Appendix, Fig. 6, Table 3), 1월과 2월에는 개체수 및 생체량이 낮보다 밤에 월등히 많았다( $p < 0.05$ ). 이는 이 시기에 우점하였던 실비늘치, 베도라치, 실고기, 날개망둑 등이 낮보다 밤에 많았기 때문이다. 3월에는 꼼치의 유어, 날개망둑 등이 밤에 많이 채집되었다. 5월에는 밤과 낮동안에 채집 종수는 거의 비슷하였으나, 여전히 개체수와 생체량은 밤에 많았다.

6월과 7월에는 개체수 및 생체량이 밤과 낮동안에 큰 차이를 보이지 않았지만, 8월에는 개체수와 생체량이 밤보다 낮에 유의하게 많았다( $p < 0.05$ ). 이 시기에는 실고기, 주둥치, 복섬, 쥐치 등이 밤보다는 낮에 월등히 많았다. 9월에는 8월과는 달리 개체수가 밤과 낮동안에 비슷하였으나, 생체량은 밤에 훨씬 많았다( $p < 0.05$ ). 이 시기에는 우점종인 주둥치, 실고기, 줄망둑, 볼락 등의 개체수가 거의 비슷하였으나, 체중이 많이 나가는 문절망둑, 봉장어, 쥐치 등이 낮보다는 밤에 월등히 많이 채집되어 전체 생체량은 증가하였다. 11월에 접어들면서 개체수, 생체량 및 채집 종수는 밤과 낮동안에 차이가 크지 않았다.

Table 3. Comparisons of fish samples collected by a trawl in terms of number of individuals and biomass for each sampling period in the eelgrass bed. "Difference" column indicates whether day samples were significantly(S) or not significantly(NS) different from night samples based on paired percentage values for each species ( $P < 0.05$ )

Sampling period	Number of individuals			Biomass		
	Day	Night	Difference	Day	Night	Difference
Jan.	95	266	S	461.5	1,806.2	S
Feb.	239	943	S	1,658.2	6,164.1	S
Mar.	427	912	S	3,996.6	4,788.5	NS
Apr.	1,167	1,545	NS	12,973.9	13,585.2	NS
May	1,451	1,966	NS	9,816.9	11,534.1	NS
Jun.	636	898	NS	3,252.4	5,123.6	NS
Jul.	617	440	NS	2,439.1	3,139.0	NS
Aug.	1,540	817	S	4,355.2	2,997.9	NS
Sep.	696	882	NS	2,286.9	7,531.8	S
Oct.	480	799	NS	3,365.6	4,843.4	NS
Nov.	329	437	NS	3,156.2	4,194.1	NS
Dec.	209	435	NS	3,659.5	7,558.8	S

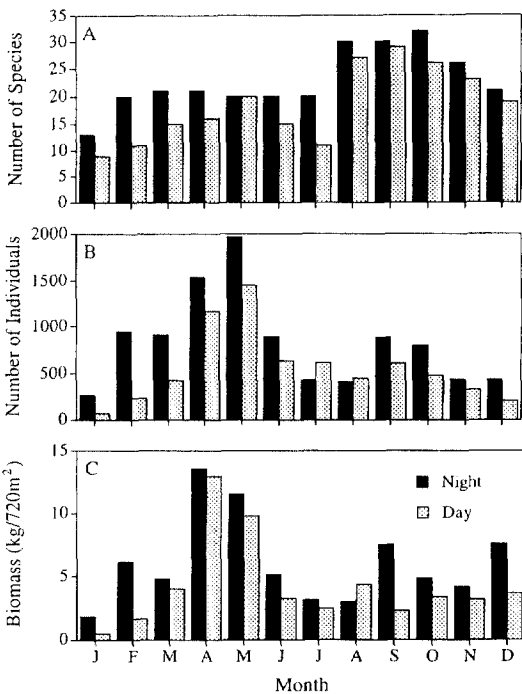


Fig. 6. Monthly variations in number of species(A), number of individuals(B) and biomass(C) collected during day and night in the eelgrass bed in 1994.

### 고 찰

본 조사해역에서 소형 trawl을 이용하여 채집된 어류는 57종이었다. 국내의 다른 잘피밭에서 행하

여진 연구와 비교해 보면, 충무 한실포 잘피밭에서는 push net를 이용하여 35어종이 채집되었고(허, 1986), 제주도 함덕 연안의 잘피밭에서는 소형 beam trawl을 이용하여 58어종이 채집되었다(고·조, 1997). 따라서 광양만 대도주변 잘피밭에서 채집된 어종수는 제주도 연안 해조지대와 유사하였다.

본 잘피밭 주변에 위치한 잘피가 분포하지 않는 해역에서 실시된 어류 군집 연구(추, 1997)에서는 주둥치, 꼼치, 줄망둑, 청보리멸, 실양태, 배도라치, 문지차가미 등이 우점종으로 나타났다. 상기 어종 중 주둥치, 꼼치, 줄망둑, 청보리멸, 배도라치 등은 본 잘피밭에서도 우점하였다. 이는 잘피밭과 그 주변에 서식하는 어류의 종조성 사이에는 큰 차이가 없음을 의미한다. 그러나 각 어종별로 잘피밭에서 출현하는 시기와 주변 해역에서 출현하는 시기는 다소 차이가 있었으며, 각 장소에서 채집된 어류의 크기 분포는 상당한 차이를 보였다.

주둥치의 경우 잘피밭에서는 3월부터 7월까지 소량씩 채집되었으며, 8~9월에 1~3 cm 크기의 개체가 다량 출현하여 최대 채집량을 보였다(허·곽, 1997c). 한편, 주변 해역에서는 주둥치가 5월부터 10월 사이에 집중 출현하였으며, 채집된 크기는 5~9cm가 대부분을 차지하였다(추, 1997). 꼼치의 경우 잘피밭에서는 2월과 3월에 1~2cm 정도의 매우 작은 개체들이 다량 출현한 후, 그 이후에는 전혀 채집되지 않았으나(곽, 1997), 주변 해역에서는 3~5월에 3~14cm 범위의 성장된 개체들이 다



랑 채집되었다(추, 1997). 그 외 청보리멸, 줄망둑, 베도라치 등의 어종들도 이와 유사한 양상을 보였다. 이와 같은 결과는 많은 어종들이 유어를 잘피밭에서 보내며, 어느 정도 성장이 되면 일부 개체는 잘피밭에 계속 남아 있지만, 대부분 개체들은 인근 해역으로 이동하고 있음을 의미한다.

본 잘피밭에 출현하는 어종 중에는 볼락, 농어, 감성돔, 쥐노래미, 봉장어 등과 같이 경제성이 높은 어종들도 많이 포함되어 있다. 이들은 대부분이 15cm 이하의 유어들로 구성되어 있어(허·곽, 1998 b, c) 잘피밭이 많은 경제성 어종에 의해서도 성육장(nursery ground)으로 이용되고 있음을 알 수 있다.

우점종들은 각 어종에 따라 계절적 출현 변동 양상이 독특하였으며, 각각 다른 시기에 최대 출현량을 보였다. 베도라치와 날개망둑은 1~3월, 꼼치는 2월과 3월, 가시망둑은 4월과 5월, 볼락은 5월과 6월, 실고기는 6월, 7월, 감성돔은 7월, 주둥치는 8월과 9월, 그물코쥐치는 9월과 10월, 줄망둑과 문절망둑은 10월과 11월, 복섬은 12월에 채집 개체수가 최대치였다. 한 종의 개체수가 증가하기 시작하여 단지 한 두달동안 최대 개체수를 보이고 나서 감소한 후, 뒤이어 다른 어종의 개체군이 최대 출현량을 나타내었는데, 이는 광양만 대도 주변 잘피밭이 여러 어종들에 의해 시기적으로 분할되어 이용되고 있음을 의미한다. 이와 같은 현상은 국내의 다른 연안해역에서도 보고된 바 있다(Lee and Seok, 1984 ; 허, 1986 ; 신·이, 1990 ; 추, 1997 ; 고·조, 1997).

잘피밭 어류 군집은 계절 변동이 뚜렷하였는데, 채집 종수는 봄과 가을, 채집 개체수 및 생체량은 봄에 높았다. 겨울철에는 종수 및 개체수 모두 낮았다. 이와 같은 계절 변동은 수온과 잘피의 현존량 및 어류의 주 먹이생물인 단각류(카프렐라류, 옆새우류), 갯지렁이류, 십각류 등의 양적변동과 상관성이 깊었다. 잘피밭의 수온은 온대해역의 전형적인 계절 변동을 보였는데, 2월에 8.1℃에서 8월의 27.6℃까지 변동하여 연교차가 19.5℃에 달하였다. 이러한 수온 변동에 따라 수온에 대해 내구범위가 큰 일부 어류를 제외하고는 수온이 낮은 겨울에는 비교적 높은 수온을 보이는 외해에서 월동하기 위

해 잘피밭을 떠나기 때문에 겨울에 채집 종수 및 개체수가 매우 낮았다. 한편, 봄에는 수온 상승과 함께 잘피의 현존량이 증가하게 되어 큰 포식자로부터 보호받기 유리한 환경이 조성되며, 또한 잘피 옆에 주로 부착하여 서식하는 단각류(카프렐라류 및 옆새우류)의 출현량이 크게 증가하기 때문에 이들을 섭이하는 많은 소형 어류들이 잘피밭으로 유입된 결과 봄에 어류의 출현량이 많은 것으로 생각된다. 본 조사해역에서 가장 많이 출현한 실고기와 베도라치의 식성 연구에서 이들 두 어종의 주 먹이 대상 생물이 잘피의 옆에서 부착하여 서식하는 단각류로 밝혀진 바 있으며(허·곽, 1997a, b), 또한 이들 어종의 출현량과 단각류의 출현량 변동 양상이 거의 일치하고 있어 잘피밭 환경에서 먹이생물의 양적 변동이 특정 어종의 출현량에 영향을 미치고 있음을 간접적으로 시사해준다. 이와 같은 결과로 볼때, 광양만 대도 주변 잘피밭 어류 군집의 계절 변동은 기본적으로 수온 변동에 의하여 초래되며, 수온의 변동에 따른 잘피의 현존량 및 환경 먹이생물의 양적 변동에 의해서도 크게 영향을 받고 있는 것으로 판단된다.

상기의 결과를 제주도 연안 잘피밭에서 실시된 어류 군집 연구 결과(고·조, 1997)와 비교해 보면, 종조성에 있어 서로 상당한 차이였다. 우선 우점종을 비교해 보면, 광양만 잘피밭에서는 실고기, 베도라치, 가시망둑, 주둥치, 볼락 등이 우점하였으나, 제주도 잘피밭에서는 실비늘치, 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 그물코쥐치, 실고기 등이 우점하였다. 본 조사해역에서 전체 개체수의 19.4%를 차지하였던 실고기는 제주도 연안 잘피밭에서는 4.8%에 불과하였다. 한편, 제주도 연안 잘피밭에서 채집된 총 개체수의 65.4%를 차지하며 가장 우점하였던 실비늘치는 본 조사해역에서는 겨울에만 소량 채집되었다. 그 밖에 본 잘피밭에서 많이 채집되었던 베도라치, 가시망둑, 주둥치 등은 제주도에서는 거의 채집되지 않았다. 반면 제주도 잘피밭에서 많이 채집된 흰줄망둑, 쓸종개(*Plotosus lineatus*) 등은 본 조사해역에서는 출현하지 않았다. 또한 어류 군집의 계절 변동 양상도 달랐는데, 광양만 잘피밭에서는 채집 개체수 및 생체량이 봄에 많았으나, 제주도 연안 해초지대에서는 늦가을

과 초겨울에 높았다. 따라서 본 조사해역과 제주도 연안 해초지대는 똑같이 잘피가 밀생한 해역이지만 서식하는 어류의 종조성이 크게 달랐으며, 계절 변동 양상도 달랐다.

두 해역에서 사용한 어구가 trawl 어구로 유사한 점으로 미루어 보아, 두 해역의 종조성 차이는 채집 어구의 차이에서 초래된 것이 아니며, 두 해역사이의 환경 특성 차이로 초래된 것으로 생각된다. 온대해역 어류의 분포에 가장 큰 영향을 주는 환경 요인으로 알려져 있는 수온을 비교해 보면(Livingstone, 1982 ; Middleton *et al.*, 1984 ; Baelde, 1990), 쿠로시오 난류의 지류인 쓰시마 해류의 영향으로 제주도 연안 잘피밭은 광양만 잘피밭에 비해 수온이 대체적으로 높았으며, 또한 계절에 따른 수온 변동이 심하지 않았다. 특히 여름철의 고수온 및 겨울철의 저수온 현상이 제주도 연안 해초지대에서는 광양만 잘피밭에 비해 심하지 않았다. 이와 같은 수온 환경의 차이가 일차적으로 잘피밭 어류 군집의 종조성에 큰 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 잘피의 현존량면에서도 제주도 연안 해초지대에서는 수중 관찰로만 이루어져 정확한 비교는 어렵겠지만 잘피의 성쇠가 본 조사해역과 비교하여 1~2달 정도 빠르게 나타났다. 이것 역시 잘피밭에 서식하는 각종 동물의 현존량 변동에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 그 결과 이들을 먹이로 하는 어류의 출현 양상에 영향을 주었을 것으로 판단된다.

밤과 낮 동안의 채집량을 비교한 결과, 거의 모든 계절에 걸쳐 어종수 및 채집량이 낮에 비해 밤에 높았다. 이에 대해 몇 가지 해석이 가능하다. 첫째로 낮 동안에 어망을 끌게 되면 빛이 있기 때문에 밤에 비해 망 도피 현상이 많이 발생할 가능성이 높다. 둘째로 낮 동안 조사해역 주변의 암초 지역에 숨어 지내던 어종들이 섭이를 위해 밤에 잘피밭으로 유입되기 때문에 종수 및 채집량이 밤에 많아질 수 있다. 붕장어, 농어 및 쥐노래미 등은 주로 주변 암초지대에서 서식하는 어종으로 낮에는 잘피밭에서 거의 채집되지 않고, 밤에 주로 채집되었는데, 이들은 잘피밭에 머무는 동안 잘피밭에 서식하는 단각류, 계류, 새우류 및 기타 저서동물 등을 섭이하는 것으로 나타났다(곽, 1997). 국외의 해초

지 연구에서도 낮 보다는 밤에 어류의 출현량이 상당히 높은 것으로 보고된 바 있으며(Bell and Harmelin - Vivien, 1982 ; Robertson, 1984 ; Gray and Bell, 1986 ; Leber and Greening, 1986), 제주도 연안 잘피밭에서도 어류의 개체수 및 생체량이 낮에 비해 밤에 월등히 많다고 보고된 바 있다(고·조, 1997).

## 사 사

시료의 채집과 자료의 분석까지 많은 도움을 준 부경대학교 해양학과 추헌기, 안용락, 김대지와 어류 분류에 도움을 준 서남대 생물학과 윤창호교수님께 감사드립니다.

## 인용문헌

- 고유봉·조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구. I. 종조성과 계절변화. *한어지* 9(1) : 48~60.
- 고유봉·조성환·고경민. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구. II. 실비늘치(*Aulichthys japonicus* Brevoort)의 성장, 산란 및 식성. *한어지* 9(1) : 61~70.
- 공영삼. 1981. 총무 한실포에 있어서의 잘피의 생태. *통영수전 논문집* 16 : 1~7.
- 공영삼. 1982. 잘피의 화수형성과 씨의 발생에 관한 연구. *통영수전 논문집* 17 : 37~42.
- 곽석남. 1997. 광양만 대도주변 잘피밭의 생물상과 어류의 섭식생태. *부경대학교 박사학위논문*. 411pp.
- 신민철·이 태원. 1990. 대천해빈 쇄과대 어류군집의 계절변화. *한해지* 25(3) : 135~144.
- 윤성규·허성희·곽석남. 1997. 잘피밭 대형 저서동물의 종조성과 계절변동. *한수지* 30(5) : 744~752.
- 추헌기. 1997. 광양만 대도주변 어류의 종조성 변화. *부경대학교 석사학위논문*. 59 pp.
- 허성희. 1986. 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량의 계절적 변동에 관한 연구. *한수지* 19(5) : 509~517.
- 허성희·곽석남. 1997a. 베도라치(*Pholis nebulosa*)의 식성. *한어지* 9(1) : 22~29.
- 허성희·곽석남. 1997b. 광양만 잘피밭에 서식하는 실고기(*Syngnathus schlegelii*)의 식성. *한수지* 30(5) :

- 896~902.
- 허성희 · 광석남. 1997c. 광양만 잘피밭에 서식하는 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)의 식성. 한수지 9(2) : 221~227.
- 허성희 · 광석남. 1998a. 광양만 잘피밭에 서식하는 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)의 식성. 한수지 3(1) : (37~44).
- 허성희 · 광석남. 1998b. 광양만 잘피밭에 서식하는 불락(*Sebastes inermis*)의 식성. 한수지 31(2) : (인쇄중).
- 허성희 · 광석남. 1998c. 광양만 잘피밭에 서식하는 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*)의 식성. 한수지 : (투고중).
- 허성희 · 광석남. 1998d. 광양만 잘피밭에 서식하는 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 식성. 어업기술 : (투고중).
- 허성희 · 광석남 · 남기완. 1998. 광양만 잘피밭에서 잘피와 착생해조류의 계절 변동. 한수지 31(1) : (56~62).
- 허성희 · 안용락. 1997. 광양만 잘피밭에 서식하는 새우류 군집의 계절 변동. 한수지 30(4) : 532~542.
- Baelde, P. 1990. Difference in the structures of fish assemblages in *Thalassia testudinum* beds in Guadeloupe, French West Indies, and their ecological significance. Mar. Biol. 105 : 163~173.
- Bell, J. D. and M. L. Harmelin - Vivien. 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. I. community structure. Tethys 10 : 337~347.
- Brook, I. M. 1977. Trophic relationships in a seagrass community (*Thalassia testudinum*) in Card Sound, Florida. Fish diets in relation to macrobenthic and cryptic faunal abundance. Trans. Am. Fish. Soc. 106 : 219~229.
- Buchmore, J. J., Pollard, D. A. and J. D. Bell. 1984. Community structure and trophic relationships of the fish fauna of an estuarine *Posidonia australis* seagrass habitat in Port Hacking, New South Wales. Aquat. Bot. 18 : 71~87.
- 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.
- Gray, C. D. and J. D. Bell. 1986. Consequences of two common techniques for sampling vagile macrofauna associated with the seagrass *Zostera capricorni*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 28 : 43~48.
- 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.
- Kang, Y. J. and S. G. Yun. 1988. Ecological study on isopod crustaceans in surfgrass beds around Tongbacksum, Haeundae, Pusan. Ocean Res. 10(1) : 23~31.
- 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.
- Kuo, J. and J. McComb. 1989. Seagrass taxonomy, structure and development. In Larkum, A. W. D., A. J. McComb, and S. D. Shepherd (ed.), Biology of Seagrasses. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region. Aquatic Plant Series 2, 6~73. Elsevier Science Publishers B. V., New York, 84pp.
- Leber, K. M. and M. S. Greening. 1986. Community studies in seagrass meadows : a comparison of two methods for sampling macroinvertebrates and fishes. Fish. Bull. U. S. 84 : 443~450.
- Lee, T. W. and K. J. Seok. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Oceanol. Soc. Korea 19(2) : 217~227.
- Livingstone, R. L. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. Mar. Ecol. Prog. Ser. 7 : 1~12.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Uyeno and T. Yoshino(eds.), 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates 437p+370pls.
- Middleton, M. J., Bell, J. D., Burchmore, J. J., Pollard, D. A. 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.
- Nakabo, T., M. Aizawa, Y. Anomura, Akihito, Y. Ikeda, K. Sakamoto, K. Sshimada, H. Senou, K. Hatooka, M. Hayashi, K. Hosoya, U. Yamada and T. Yoshino, 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press. 1162pp.

- Nojima, S. 1990. Feeding habits of fishes associated with a tropical seagrass bed of Papua New Guinea. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. 10(2) : 175~186.
- Norusis, M. J. 1986. SPSS/PC<sup>+</sup>™ : SPSS for the IBM PC/XT/AT. SPSS Inc.
- Orth, R. J and K. L. Heck, Jr. 1984. Srtuctural component of eelgrass(*Zostera marina*) meadows in the Lower Chesapeake Bay - fishes. Estuaries 3(4) : 278~288.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. Ann. Rev. Ecol. Syst. 4 : 53~74.
- Robertson, A. I. 1984. Trophic interactions between the fish fauna and macrobenthos of an eelgrass community in Western Port, Victoria. Aquat. Bot. 18 : 135~153.
- 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.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117pp.
- Thayer, G. W. , Wolfe, D. A. Wolfe and R. B. Williams. 1975. The impact of man on seagrass systems. Amer. Sci. 63 : 289~296.
- Tomlinson, P. B. 1982. Helobiae (Alismatidae). In Metcalfe, C. R. (ed.), Anatomy of the Monocotyledons. Vol. VII, Clarendon Press, Oxford.

Appendix. Monthly variation in abundance of fishes collected in the eelgrass bed in Kwangyang Bay in 1994

Species	January						February						March						April					
	Day		Night		B		Day		Night		B		Day		Night		B		Day		Night		B	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
<i>Syngnathus schlegeli</i>	5	6.6	21	28.6	11	14.8	26	28.2	36	43.6	25	31.7	216	457.7	299	770.1								
<i>Pholis nebulosa</i>	41	248.4	121	1,125.6	141	1,025.7	482	4,730.2	291	3,177.3	294	3,180.4	342	11,100.1	372	11,150.2								
<i>Pseudoblennius cottoides</i>					27	5.9	159	20.2	412	479.1	320	404.1												
<i>Leiognathus nuchalis</i>							5	30.1	3	11.1	7	38.2												
<i>Sebastes inermis</i>							2	2.4	31	34.6	139	153.2												
<i>Favonogobius gymnauchen</i>	19	12.1	52	25.1	25	10.1	103	55.3	31	14.3	179	129.1	47	78.6	269	119.7								
<i>Acentrogobius pflaumi</i>			3	17.5	5	4.1	105	192.1	2	3.6	3	68.4	74	46.8	51	30.7								
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1	23.6	12	71.9			30	218.2	2	13.9	29	142.2	7	95.7	2	26.5								
<i>Takifugu niphobles</i>																								
<i>Rudaris ercodes</i>	1	0.8																						
<i>Lateolabrax japonicus</i>									1	58.1	1	39.7			9	1.8								
<i>Conger myriaster</i>			11	229.9			6	96.2			8	175.8	8	190.4	17	404.4								
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>									1	14.9														
<i>Liparis tanakai</i>					7	2.1	109	22.7	2	1.1	131	79.3	2	21.9	2	36.6								
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>																								
<i>Aulichthys japonicus</i>	23	87.4	26	133.8	38	193.3	49	218.1	15	89.8	13	71.1	3	20.6	9	49.2								
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	74.4	2	93.1	1	45.8	1	33.1	5	120.3	5	107.7	11	147.2	22	60.3								
<i>Silago japonicus</i>																								
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	2	0.8					3	8.1	2	1.6	2	1.1			1	1.4								
<i>Hippocampus japonica</i>																								
<i>Platycephalus indicus</i>			6	27.1	3	21.4	2	9.2			4	31.8												
<i>Limanda yokohamae</i>	1	7.1	6	45.3	3	34.8	12	166.9	4	86.4	34	548.7	3	58.6	10	48.7								
<i>Petrosciartes breviceps</i>																								
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>			3	4.1																				
<i>Ditrema temmincki</i>					1	71.9	5	254.9	2	92.6	2	2.4	2	2.7										
<i>Repomucenus valencienni</i>							1	1.1																
<i>Hypodytes rubripinnis</i>																								
<i>Oplegnathus fasciatus</i>																								
<i>Upeneus bensasi</i>																								

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix. (continued)

Species	January						February						March						April					
	Day		Night		B		Day		Night		B		Day		Night		B		Day		Night		B	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
<i>Hexagrammos agrammus</i>	3				2	75.7	2	222.1			6	273.2	2	91.1			4	227.5	4			4	279.1	
<i>Imimicus japonicus</i>					1	0.3							8	2.4			1	0.7			9	5.7		
<i>Cryptocentrus filifer</i>																								
<i>Sebastes schlegelii</i>																								
<i>Thryssa kammalensis</i>																								
<i>Sebastes oblongus</i>																								
<i>Thamionus modestus</i>																								
<i>Chirolophis japonicus</i>			1		3	37.3		12.1																
<i>Thryssa adelae</i>																								
<i>Gasterosteus aculeatus</i>																								
<i>Pholis crassispina</i>			2		1.5																			
<i>Engraulis japonicus</i>																								
<i>Chasmichthys dolichognathus</i>																								
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>			1		2.7																			
<i>Evynnis japonica</i>																								
<i>Parapercois sexfasciata</i>																								
<i>Pleuronichthys cornutus</i>																								
<i>Pseudoblennius percoides</i>																								
<i>Siganus fuscescens</i>																								
<i>Trachinocephalus myops</i>																								
<i>Ammodytes personatus</i>																								
<i>Champsodon snyderi</i>																								
<i>Ctenotrypauchen micaroccephalus</i>																								
<i>Cynoglossus interruptus</i>																								
<i>Pholis fangi</i>																								
<i>Kareius bicoloratus</i>																								
<i>Lactoria cornuta</i>																								
<i>Verasper variegatus</i>			1		0.3																			
Total	95	461.5	266	1,806.2	239	1,658.2	943	6,164.1	427	3,996.6	912	4,788.5	1,167	12,973.9	1,545	13,585.2								

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix. (continued)

Species	May						June						July						August						
	Day		Night		Day		Night		Day		Night		Day		Night		Day		Night		Day		Night		
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	
<i>Syngnathus schlegelii</i>	380	1,561.2	852	3,493.2	244	589.7	187	452.2	308	850.6	220	601.3	290	426.8	75	111.4									
<i>Pholis nebulosa</i>	270	6,400.4	249	5,832.6	125	1,792.6	148	2,113.1	4	78.8	18	356.4	10	151.9	5	75.9									
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	436	548.7	441	562.1	104	134.2	94	120.4	44	161.4	12	44.1	46	169.7	1	3.8									
<i>Leiognathus nuchalis</i>			14	220.1			10	54.1	3	1.1	10	3.2	242	45.4	469	87.9									
<i>Sebastes inermis</i>	297	424.8	155	219.5	60	256.9	78	334.8	64	550.9	16	137.8	44	321.9	27	197.5									
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	2	1.2	44	26.4	2	1.8	127	111.4			14	7.9	32	2.6	1	0.8									
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	12	26.1	19	41.8	1	1.8	59	106.5			10	35.1	34	79.4	3	6.9									
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1	13.1	9	119.3	1	34.2	16	542.4			16	535.5	36	698.1	22	426.3									
<i>Takifugu niphobles</i>													152	553.7											
<i>Rudaris ercodes</i>													88	90.8	14	14.6									
<i>Lateolabrax japonicus</i>	8	8.7	123	136.1	30	61.7	60	123.4	36	607.9	26	444.6	8	206.9	54	1,404.4									
<i>Conger myriaster</i>			14	452.2			8	424.8			28	124.2	2	67.5	6	203.1									
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	1	13.7							100	19.2	20	3.7	126	62.8	1	0.5									
<i>Liparis tanakai</i>			1	111.1																					
<i>Stephanolepis cirrifer</i>													120	873.2	46	334.7									
<i>Aulichthys japonicus</i>	1	4.6	8	44.8	3	13.9	2	9.2	6				2	1.3	9	5.9									
<i>Hexagrammos otakii</i>	19	125.8	20	133.6	14	241.2	29	498.2			18	383.6	4	83.5	1	20.9									
<i>Silago japonicus</i>							1	6.2			2	40.4	10	4.6	11	5.1									
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>											2	0.2	112	18.4	3	0.5									
<i>Hippocampus japonica</i>	1	0.4	1	0.5	3	2.9	3	2.7	16	3.2			40	15.1	21	7.9									
<i>Platycephalus indicus</i>							1	79.8			2	82.6	20	9.7	3	1.5									
<i>Limanda yokohamae</i>	3	5.1	7	11.6			17	63.1			2		20	5.9	1	3.1									
<i>Petroscirtes breviceps</i>													20	21.6	19	21.1									
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>					31	13.1	47	18.7	26	10.4			6	152.8											
<i>Ditrema temmincki</i>	2	71.4			16	51.2	5	15.8	8	93.2			24	14.4	5	3.1									
<i>Repomucenus valenciennesi</i>													2	0.4											
<i>Hypodytes rubripinnis</i>													42	134.4	4	12.8									
<i>Oplegnathus fasciatus</i>													8	4.5											
<i>Upeneus bensasi</i>													20	109.3											

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix. (continued)

Species	May						June						July						August								
	Day		Night		Biomass		Day		Night		Biomass		Day		Night		Biomass		Day		Night		Biomass				
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B			
<i>Hexagrammos agrammus</i>	9	517.8	2	115.2	1	49.8	2	62.4	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	2	249.1	
<i>Inimicus japonicus</i>																											
<i>Cryptocentrus filifer</i>	5	49.8								8	12.8																
<i>Sebastes schlegeli</i>																											
<i>Thryssa kammalensis</i>			1	9.3																							
<i>Sebastes oblongus</i>	1	30.7			1	7.4	6	46.8																			
<i>Thamnoconus modestus</i>																											
<i>Chirolophis japonicus</i>																											
<i>Thryssa adalae</i>																											
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			5	0.5																							
<i>Pholis crassispina</i>																											
<i>Engraulis japonicus</i>																											
<i>Chasmichthys dolichognathus</i>	1	8.2																									
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>																											
<i>Evyptis japonica</i>																											
<i>Parapercis sexfasciata</i>																											
<i>Pleuroichthys cornutus</i>																											
<i>Pseudoblennius percoides</i>	2	5.2																									
<i>Siganus fuscescens</i>																											
<i>Trachinocephalus myops</i>																											
<i>Ammodytes personatus</i>																											
<i>Champsodon snyderi</i>																											
<i>Ctenopoma micaroccephalus</i>			1	4.2																							
<i>Cynoglossus interruptus</i>																											
<i>Pholis fangi</i>																											
<i>Kareius bicoloratus</i>																											
<i>Lactoria cornuta</i>																											
<i>Yersoper variegatus</i>																											
<b>Total</b>	<b>1,451</b>	<b>9,816.9</b>	<b>1,966</b>	<b>11,534.1</b>	<b>636</b>	<b>3,252.4</b>	<b>898</b>	<b>5,123.6</b>	<b>617</b>	<b>2,439.1</b>	<b>440</b>	<b>3,139.0</b>	<b>1,540</b>	<b>4,355.2</b>	<b>817</b>	<b>2,997.9</b>											

N : number of individuals, B : biomass in grams



Appendix. (continued)

Species	September						October						November						December						
	Day		Night		Total		Day		Night		Total		Day		Night		Total		Day		Night		Total		
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	
<i>Syngraphus schlegeli</i>	95	198.8	64	133.9	15	32.5	36	78.5	18	44.9	18	45.4	29	72.1	30	75.6									
<i>Pholis nebulosa</i>	5	47.1	3	27.6	9	147.1	5	82.5	15	257.1	14	255.3	40	1,045.3	67	1,700.7									
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	14	38.1	1	2.8									1	4.7											
<i>Leiognathus nuchalis</i>	275	316.8	349	415.1	154	363.4	216	506.5	101	337.1	131	436.6			2	38.7									
<i>Sebastes inermis</i>	30	93.3	11	34.2	5	41.4	8	65.2	29	256.1	23	236.9	4	50.7	35	460.2									
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	1	0.7	41	28.1			28	24.6	1	0.5	4	2.3	1	1.6	6	9.2									
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	13	8.8	31	21.3	17	27.4	175	277.8	16	16.7	55	57.8	1	1.5	35	53.2									
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	7	129.1	117	2,152.8	43	546.2	62	787.4	14	400.8	39	1,118.7	13	653.1	35	1,751.4									
<i>Takifugu niphobites</i>	16	77.4			85	549.1																			
<i>Rudaris ercodes</i>	99	200.4	20	40.8	65	237.1	53	192.9	30	147.7	30	146.4	7	21.2	10	29.5									
<i>Lateolabrax japonicus</i>	5	166.1	13	430.7	3	101.6	2	94.6																	
<i>Conger nivrastier</i>	18	152.4	4	33.4	1	56.4	1	57.9	2	62.7															
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>																									
<i>Liparis tanakai</i>	4	151.1	64	2,685.4	1	90.6	7	637.4	4	77.4															
<i>Stephanolepis cirrhiifer</i>					2	1.9	7	6.8	3	5.1	2	3.4	17	48.8	6	17.4									
<i>Aulichthys japonicus</i>	11	298.1	16	433.1	6	121.2			5	223.7	1	45.1	2	33.7	4	70.8									
<i>Hexagrammos otakii</i>	9	17.5	23	43.7	14	40.5	62	179.2	9	23.7	28	74.5			16	52.3									
<i>Silago japonicus</i>	13	66.6	2	10.4			4	5.6			1	0.3			2	0.8									
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	29	24.1	18	14.4	2	1.5	7	5.3	2	1.3	1	0.6	1	0.5	1	0.6									
<i>Hippocampus japonica</i>	6	14.4	30	72.5	7	21.7	16	49.6	11	33.7	6	18.6	7	58.7	23	190.4									
<i>Platycephalus indicus</i>	1	3.7			5	214.5	8	343.2	2	98.7	3	111.3	3	145.2	1	48.3									
<i>Limanda yokohamae</i>	11	36	7	23.1	18	83.2	5	23.1	9	65.5	13	94.6	5	75.4	7	105.6									
<i>Petrosirtes breviceps</i>																									
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>																									
<i>Ditrema temmincki</i>	6	56.8	5	47.5	12	598.8	9	449.1	6	523.7	3	261.1	2	115.6	2	117.7									
<i>Reponemus valencienni</i>	15	15.9	5	5.5	3	3.3	12	12.7	1	0.1	2	0.4	2	0.7											
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	4	47.3	1	11.7																					
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	3	30.7	3	34.5	1	23.8	5	120.5																	

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix. (continued)

Species	September						October						November						December							
	Day		Night		Total		Day		Night		Total		Day		Night		Total		Day		Night		Total			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
<i>Hexagrammos agrammus</i>	1	30.6																								
<i>Inimicus japonicus</i>			1	8.9	1	20.6	3	44.8	3	47.6	5	80.5											1	9.1		
<i>Cryptocentrus filifer</i>																										
<i>Sebastes schlegeli</i>																										
<i>Thryssa kammalensis</i>																										
<i>Sebastes oblongus</i>																										
<i>Thamnaconus modestus</i>	2	39.1	2	38.3																						
<i>Chirolophis japonicus</i>																										
<i>Thryssa adalae</i>			1	5.8																						
<i>Gasterosteus aculeatus</i>																										
<i>Pholis crassispina</i>																										
<i>Engraulis japonicus</i>																										
<i>Chasmichthys dotichognathus</i>																										
<i>Ermogrammus hexagrammus</i>																										
<i>Eymnis japonica</i>			2	30.5																						
<i>Paraperca sexfasciata</i>																										
<i>Pleuronichthys cornutus</i>																										
<i>Pseudoblennius percoides</i>																										
<i>Siganus fuscescens</i>	2	13.7																								
<i>Trachinocephalus nyops</i>			1	15.6	1	17.9																				
<i>Amniodytes personatus</i>																										
<i>Champsodon Snyderi</i>																										
<i>Ctenotrypauchen micaroccephalus</i>																										
<i>Cynoglossus interruptus</i>																										
<i>Pholis fangi</i>																										
<i>Kareius bicoloratus</i>																										
<i>Lactoria cornuta</i>	1	12.4																								
<i>Verasper variegatus</i>																										
Total	696	2,286.9	882	7,531.8	480	3,365.6	799	4,843.4	329	3,156.2	437	4,194.1	209	3,659.5	435	7,558.8										

N : number of individuals, B : biomass in grams

## Species Composition and Seasonal Variations of Fishes in Eelgrass (*Zostera marina*) Bed in Kwangyang Bay

Sung - Hoi Huh and Seok Nam Kwak

Department of Oceanography and Korea Inter-University Institute of Ocean Science  
Pukyong National University, Pusan 608 - 737, Korea.

A total of 57 species of fish species was collected by a trawl from the eelgrass bed in Kwangyang Bay. The dominant species were *Pholis nebulosa*, *Syngnathus schlegeli*, *Leiognathus nuchalis*, *Pseudoblennius cottoides*, *Sebastes inermis*, *Favonigobius gymnauchen*, which accounted for 69.9% of the total numbers of fish collected. Fish collected in the study area were primarily small fish species or early juveniles of large fish species. Only about 10% of fishes which were collected in the eelgrass bed exceeded 15cm in standard length.

Seasonal variations in both species composition and abundance were major characteristics in the study area. The peak abundance occurred in spring, while the number of species was the highest in fall. However, both the number of species and abundance of fishes showed the lowest values in winter. High species diversity indices were observed in fall. Temperature, eelgrass standing crop and abundance of food organisms influenced seasonal changes of the fish community in the study area.

More abundant and more diverse fishes were collected during nighttime than daytime.