

이학석사 학위논문

남해 앵강만 잘피밭에 서식하는 어류의  
종조성 및 계절변동

지도교수 허 성 희

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2007년 2월

부경대학교 대학원

해양학과

황원진

황원진의 이학석사 학위논문을 인준함.

2007년 2월 일



주 심 이학박사 이 태 원 ㉠

위 원 이학박사 곽 석 남 ㉠

위 원 이학박사 허 성 회 ㉠

# 목 차

Abstract .....	ii
List of Tables .....	iv
List of Figures .....	v
List of Appendixes .....	vii
I. 서론 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	3
2.1 시료 채집 .....	3
2.2 자료 분석 .....	7
III. 결과 .....	8
3.1 환경특성 .....	8
3.2 잘피밭에서 채집된 어류 .....	11
3.2.1 빔트롤에 의한 채집 .....	11
3.2.2 통발에 의한 채집 .....	31
3.3 잘피가 없는 인근 해역에서 채집된 어류 .....	34
3.3.1 빔트롤에 의한 채집 .....	34
3.3.2 통발에 의한 채집 .....	38
IV. 고찰 .....	41
V. 요약 .....	48
VI. 감사의 글 .....	50
VII. 참고문헌 .....	51

*Species composition and seasonal variations in fishes in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Aenggang Bay, Korea*

Won Jin Hwang

*Department of Oceanography, The Graduate School,  
Pukyong National University*

**Abstract**

Species composition and seasonal variations of fish assemblages in the eelgrass bed of Aenggnag Bay and in the unvegetated habitats near the eelgrass bed were studied using monthly fish samples collected by a small beam trawl and crab pots from January to December 2005.

During the study period, a total of 43 fish species from 25 families and 8 orders were collected by a small beam trawl in the eelgrass bed. The dominant fish species were *Rudarius ercodes*, *Pseudoblennius cottoides*, *Hypodytes rubripinnis*, *Takifugu niphobles* and *Syngnathus schlegeli* and these accounted for 73.0% of the total number of individuals collected. The next dominant fish species were *Pseudoblennius percoides*, *Pholis nebulosa*, *Hexagrammos otakii*, *Ditrema temmincki*, *Acanthogobius lactipes* and *Leiognathus nuchalis*. Most fishes collected in the eelgrass bed belong to primary small fish species or early juveniles of large fish species.

Compared with the fish assemblages in the eelgrass beds of other areas, the fish species composition in the study was similar to that of Kwangyang Bay, which is geographically adjacent, but there were some

differences in the fish species composition between Aenggag Bay and Jindong Bay, which is at a distance of 100 kilometers away from Aenggag Bay.

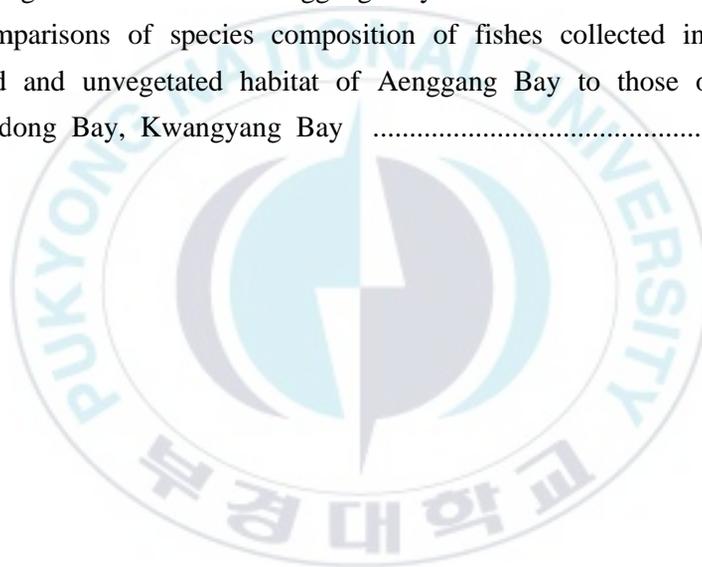
The fish assemblage in the eelgrass bed in Aenggag Bay varied significantly with season. The number of fish species was less than 10 in winter, but increased in spring and autumn, and the highest value occurred in September. The number of individuals was the lowest in winter, but increased from January until March when the highest was recorded, then decreased in summer and increased in autumn again. The biomass was the lowest in winter, but increased in spring and autumn. The highest biomass occurred in March. The seasonal variation of fish assemblage in Aenggag Bay's eelgrass bed occurred due to variations in the water temperature, eelgrass biomass and abundances of major prey organisms, especially amphipod (caprellid amphipod and gammarid amphipod).

Species richness, number of individuals and biomass of fishes in the eelgrass bed were significantly higher than those of unvegetated area. Most fishes collected in the eelgrass bed were primarily small fish species or juveniles of fish species, while larger fishes were collected in the unvegetated area. These results indicated that the eelgrass bed in Aenggag Bay functions as the nursery area for many fish species.

Meanwhile, the investigation of efficiency of crab pots for collecting fishes in eelgrass beds showed that the crab pots were less effective collecting gear than the beam trawl for eelgrass fish community studies, but the crab pots collected fishes effectively which were difficult to be collected by the beam trawl during the overgrowing season of the eelgrass. Thus, the crab pots can be used to collect fishes in eelgrass beds as an assistant gear along with the beam trawl for fish community studies in eelgrass beds.

## List of Tables

Table 1. Species composition of the fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed in Aenggang Bay in 2005 .....	12
Table 2. Species composition of the fishes collected by crab pots in the eelgrass bed in Aenggang Bay in 2005 .....	32
Table 3. Species composition of the fishes collected by a small beam trawl in the unvegetated habitat in Aenggang Bay in 2005 .....	36
Table 4. Species composition of the fishes collected by crab pots in the unvegetated habitat in Aenggang Bay in 2005 .....	39
Table 5. Comparisons of species composition of fishes collected in the eelgrass bed and unvegetated habitat of Aenggang Bay to those obtained from Jindong Bay, Kwangyang Bay .....	45



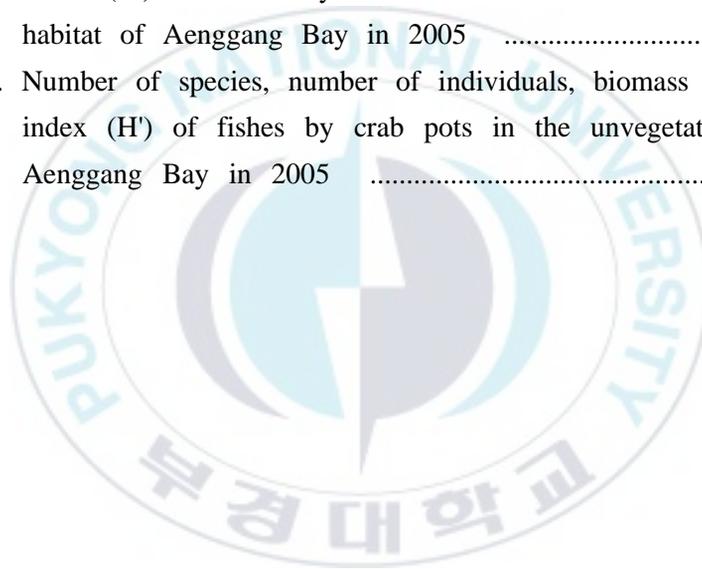
## List of Figures

Fig. 1. Location of the study area of Aenggang Bay, Korea .....	5
Fig. 2. Diagrams of a small beam trawl (A) and crab pots (B) used for fishes collection in the eelgrass bed of Aenggang Bay .....	6
Fig. 3. Monthly variations of water temperature (○) and salinity (●) in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	9
Fig. 4. Monthly variations of eelgrass biomass (black bar) and water temperature (○) in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	10
Fig. 5. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	15
Fig. 6. Dendrogram illustrating the species association of fishes by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	17
Fig. 7. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Rudaris ercodes</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	22
Fig. 8. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Pseudoblennius cottoides</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	23
Fig. 9. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Hypodytes rubripinnis</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	24
Fig. 10. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Takifugu niphobles</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	25
Fig. 11. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Syngnathus schlegeli</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	26
Fig. 12. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Pseudoblennius percoides</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	27
Fig. 13. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Hexagrammos otakii</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	28
Fig. 14. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Pholis nebulosa</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	29

Fig. 15. Monthly variations in standard length frequency distribution of <i>Ditrema temmincki</i> in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	30
Fig. 16. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by crab pots in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	33
Fig. 17. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by a small beam trawl in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005 ..	37
Fig. 18. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by crab pots in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005 .....	40
Fig. 19. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by a small beam trawl between the eelgrass bed (■) and the unvegetated habitat (□) of Aenggang Bay in 2005 .....	46
Fig. 20. The variations of standard length frequency distribution of <i>Rudarius ercodes</i> (A) and <i>Takifugu niphobles</i> (B) between the eelgrass bed (■) and the unvegetated habitat (□) of Aenggang Bay in 2005 .....	47

## List of Appendixes

Appendix I. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	54
Appendix II. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes by crab pots in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005 .....	58
Appendix III. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes by a small beam trawl in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005 .....	60
Appendix IV. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes by crab pots in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005 .....	62



## I. 서론

해초 (seagrass)는 연안 환경에 잘 적응된 수중 현화식물로 아한대 일부 지역 뿐 아니라 열대와 온대지역 연안에서 널리 분포하고 있다 (Paul, 2005). 우리나라 경우 주변 해역에 잘피 (eelgrass, *Zostera marina*)가 우점하고 있으며, 이들은 연안을 따라 밀생하여 무성한 해초지 (seagrass meadow)를 형성하고 있다 (Huh, 1986).

해초는 연간  $1,500 \text{ g Cm}^{-2}$  이상의 높은 일차생산을 담당하고 있어 (Phillips, 1974), 해초들이 밀생하고 있는 해초지는 유기쇄설물 (detritus)이 풍부하다. 따라서 해초지는 많은 동물들에게 직접적으로 (Thayer et al., 1984; Valentine and Heck, 1991; Heck and Valentine, 1995) 또는 간접적으로 중요한 먹이 공급원의 역할을 하고 있다 (Harrison, 1989; Vetter, 1995). 그리고 잘 발달된 해초의 뿌리는 주변 퇴적물을 안정시키고 파랑을 약화시켜 (Fonseca et al., 1982) 많은 종류의 저서생물이 서식하기에 적합하며, 해초의 잎과 줄기에는 부착해조류와 작은 크기의 무척추동물이 서식하고 있다. 또한 십각류(게류, 새우류 및 집게류), 연체동물과 같은 무척추동물과 작은 어류에게 은신처 (shelter)를 제공하며, 경제성이 높은 어종의 자·치어에게 성육장 (nursery ground)을 역할을 함으로써 주변해역의 수산업에 간접적으로 많은 영향을 주고 있다 (Heck et al., 1997).

이상과 같이 해초지는 많은 해양생물들이 서식하고 있는 중요한 환경을 이루고 있기 때문에 해초지에 관한 연구가 미국, 호주, 유럽 및 일본에서 활발하게 이루어지고 있다. 최근 국외에서 발표된 해초지의 어류에 관한 연구를 살펴보면, 일본 Tomioka Bay (Kikuchi, 1966)와 미국 Chesapeake Bay (Orth and Heck, 1980) 해초지의 어류 군집에 관한 연구, 미국 Damariscotta River 잘피밭과 잘피가 서식하지 않는 인근의 해역의 어류 군집 비교 연구 (Mattila et al., 1999), 오스트레일리아 Cockle Bay 해초지의 어류와 십각류 군집에 관한 연구 (Kwak and David, 2004) 그리고 잘피의 소실로 인한 어류 군집 구조의 변동에 관한 연구 (Pihl et al., 2006) 등이 있다.

국내의 잘피밭 어류 군집에 관한 연구를 살펴보면, push net을 이용한 충무한실포 잘피밭 어류 군집에 관한 연구 (Huh, 1986), small beam trawl을 이

용한 제주도 함덕 연안 잘피발 어류의 종조성과 계절변동에 관한 연구 (Go and Cho, 1997)가 있다. 그리고 광양만 잘피발의 생물상과 어류의 섭식 생태에 관한 연구 (Huh and Kwak, 1997a, b, c, 1998a, b), 남해 안골만 (Lee et al., 2000)과 남해 진동만 (Im, 2004) 잘피발에 서식하는 어류의 종조성과 계절변동에 관한 연구가 있다. 최근에는 진동만에서 잘피발과 잘피가 서식하지 않는 인근 해역의 어류상을 비교한 연구가 발표되었다 (Kwak et al., 2006).

지금까지 국내에서 수행된 잘피발 어류에 관한 연구들은 한 가지 어구, 즉 beam trawl에 의존해 왔다. 하지만 잘피발은 연안 환경 중에서도 복잡하고 다양한 형태의 서식 공간이 있으며, 그에 적응해서 살아가는 생물도 다양한 습성과 생존 전략을 가지도록 진화하였다 (An and Huh, 2002). 따라서 잘피발 어류 연구에 있어서 beam trawl 외에도 다른 보조 채집도구의 도입의 필요성이 제기되고 있다.

본 조사해역인 앵강만은 남해도 남쪽에 위치하며, 여수해만에 인접해 있는 소규모의 반폐쇄성 해역이며 (Lim et al., 1999), 연안을 따라 잘피가 많이 밀생해 있다. 우리나라의 연안에 많이 분포해 있었던 잘피발이 최근들어 대규모 연안 매립사업과 해양오염으로 인해 파괴되어 가고 있으나, 앵강만의 경우 다른 해역과는 달리 잘피발이 비교적 잘 보존되어 있는 해역 중 하나이다. 그러나 앵강만의 잘피발은 생태학적으로 보존 가치가 충분히 있는 곳임에도 불구하고 지금까지 앵강만 잘피발 생태계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 저서 동물 군집에 대한 연구 (Lim et al., 1999)가 유일한 연구이며, 잘피발 어류에 대한 연구는 전혀 실시된 바 없다.

따라서, 본 연구는 남해 앵강만에 잘 발달되어 있는 잘피발 어류 군집의 특징을 파악하기 위해 앵강만 잘피발에서 출현하는 어류의 종조성과 계절 변동을 조사하였으며, 수온, 염분, 잘피의 생물량과 환경생물이 잘피발 어류의 출현량의 계절변동에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하였다. 그리고 잘피발과 잘피가 서식하지 않는 인근 해역에서 출현하는 어류 군집을 비교하였다. 또한 잘피발 어류 채집에 가장 많이 사용되어 온 beam trawl을 보완할 수 있는 보조어구로서 통발어구의 유용성을 검토해 보기 위해 꽃게 통발을 이용하여 잘피발 어류를 채집 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1 시료 채집

본 연구에 사용된 시료는 2005년 1월부터 12월까지 앵강만에서 (Fig. 1) 소형 빔트롤 (beam trawl)과 통발 (crab pots)을 이용하여 채집되었다. 시료 채집에 사용된 beam trawl은 망구를 beam으로 고정하여 잘피발 어류 채집에 적합하도록 특별히 제작하였다 (Fig. 2-A). 그물의 크기는 길이가 5 m였으며, 망목은 날개그물에서 1.9 cm, 끝자루로 갈수록 점차 망목이 감소하여 끝자루에서는 1.0 cm였다. 1회 예인에서는 1 km/hr로 5분간 예인하여, 1회 예인면적은 180 m<sup>2</sup>정도였으며, 잘피발 해역과 잘피가 없는 인근 해역에서 각각 4회 반복 채집하였다. 또한 통발의 크기는 길이가 60 cm, 지름이 41 cm이며, 망목은 1.0 cm였다 (Fig. 2-B). 지름이 10 mm의 폴리프로필렌 줄을 사용한 모릿줄의 양 끝에 부표줄을 연결하여 그 끝에 부표를 달아 통발이 설치된 위치를 알려주고, 아릿줄이 시작되는 곳에 닻줄을 연결하여 5 kg정도의 돌을 매달아 해저바닥에 고정시켰다. 길이 50 cm의 아릿줄은 모릿줄에 약 5 m 간격으로 연결하였으며, 지름이 5 mm의 폴리프로필렌 줄을 사용하였다. 1조의 모릿줄에는 25개의 통발을 달아 사용하였다. 어류를 유인하기 위한 미끼로는 냉동 정어리를 사용하였으며, 잘피발 해역과 잘피가 없는 인근 해역으로 나누어 설치하였다. 통발은 오후 5시 경에 설치하여 다음날 오전 11시 경에 수거하였다.

채집된 어류는 채집 즉시 현장에서 10% 중성 포르말린 용액으로 고정한 후, 실험실로 운반하여 각 종별로 동정, 계수하였다. 어류의 동정에는 Masuda et al. (1984)와 Yoon (2002)을 따랐다. 각 어체의 체장 (Standard Length, SL)은 1 mm까지, 체중은 0.1 g까지 측정하였다.

어류의 출현량과 주변 환경요인과의 관계를 규명하기 위하여 어류 채집 당시의 수온, 염분 그리고 잘피의 현존량을 함께 조사하였다. 수온은 봉상온도계를 이용하여 현장에서 측정하였으며, 염분은 선상에서 채수하여 채수병에 담은 후 실험실에서 salinometer를 이용하여 측정하였다. 잘피의 채집은 50

cm × 50 cm 크기의 방형구를 이용하였으며, 현존량은 방형구 내의 잘피를 전량 채취하여 단위 면적당 (m<sup>2</sup>) 건중량 (g dwt)으로 나타내었다.



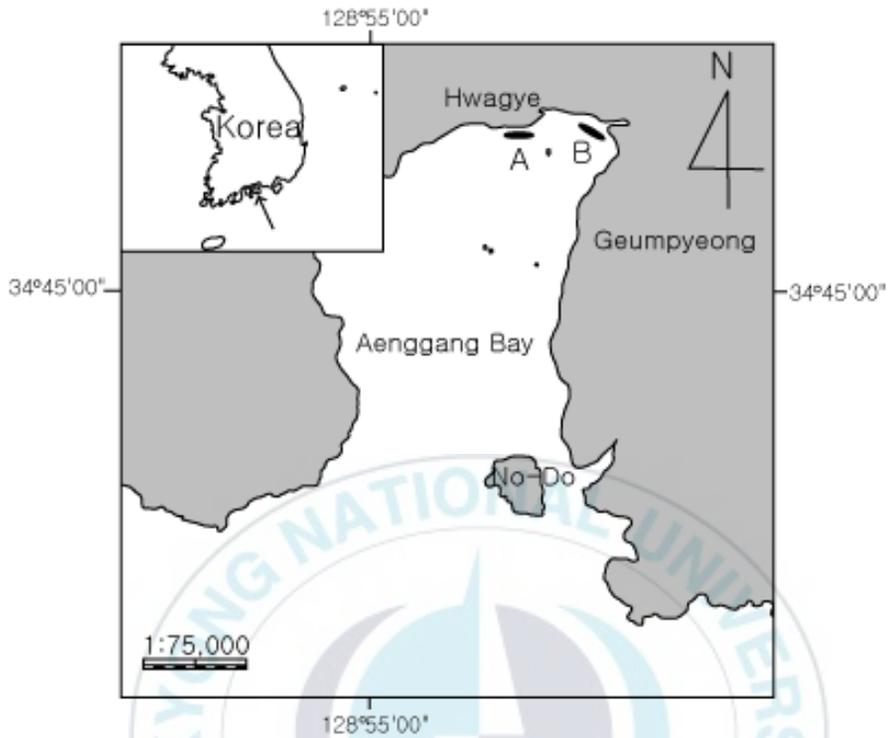
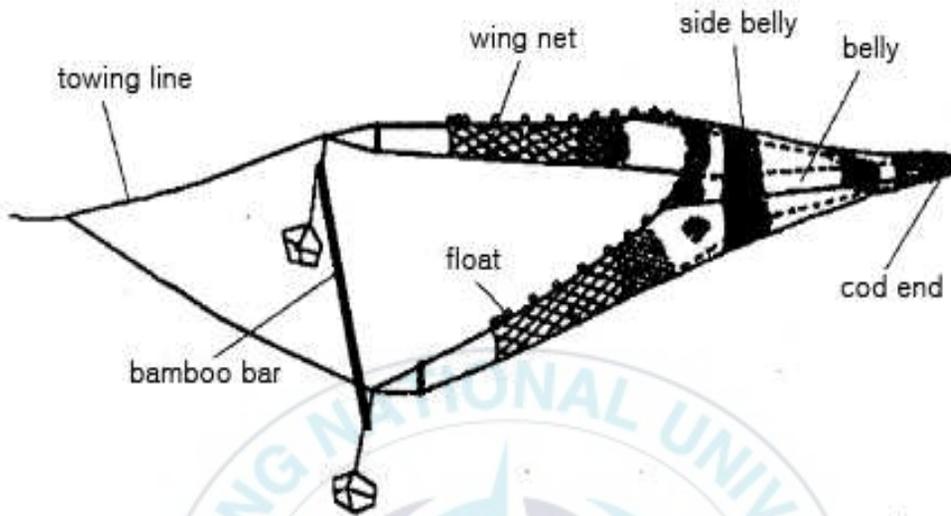


Fig. 1 Location of the study area in Aenggang Bay, Korea.  
 (A : Eelgrass bed, B : Unvegetated habitat)

(A) small beam trawl



(B) crab pot

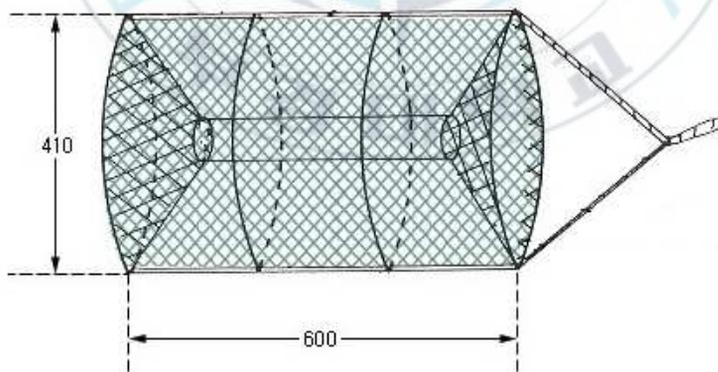


Fig. 2. Diagrams of a small beam trawl (A) and a crab pot (B) used for fishes collection in the eelgrass bed of Aenggang Bay.

## 2.2 자료 분석

각 월별에 따른 어류군집 구조를 비교분석하기 위해서 Shannon and Wiener의 종다양도지수 ( $H'$ )를 이용하였다 (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^S \{n_i/N \ln(n_i/N)\}$$

$n_i$  :  $i$  번째 종의 월별 출현 개체수

$N$  : 특정 달에 채집된 종의 총 개체수

$S$  : 출현 종수

또한, 본 조사 해역에서 1년 중 출현빈도가 3회 이상인 종을 대상으로 출현 시기의 유사도를 구하여 group average를 적용하여 Cluster analysis를 수행하였다. 각 출현 종에 대한 출현시기의 유사도는 Pianka (1973)의 중복도 지수를 이용하여 구하였으며 자료의 분석은 Primer를 이용하였다.

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

$i, j$  : 비교하고자 하는 2개의 종

$h$  : 각각의 달

$P$  : 조사기간 동안 채집된 한 종의 총 개체수에 대한 어느 특정한 달에 채집된 개체수의 비율

### Ⅲ. 결과

#### 3.1 환경특성

조사기간 동안 수온은 1월에 7.7℃로 가장 낮았으며, 7월에 30.7℃로 가장 높았다. 수온의 계절변동은 여름에 높고 겨울에 낮은 전형적인 온대해역의 계절변동 양상을 보였다 (Fig. 3).

염분은 16.52~35.27 psu의 범위를 보였다. 30 psu 이하를 보인 달은 7~9월이었는데 이 시기에 강우량의 증가하였기 때문인 것으로 보인다. 나머지 달에는 30.11~35.27 psu 범위로서 큰 변동이 없었다 (Fig. 3).

본 조사 해역은 잘피가 연안을 따라 약 10~25 m의 폭으로 밀생하고 있었으며, 저조시 주로 수심 약 1~5 m 사이에 주로 분포하고 있었다.

잘피의 현존량은 1, 2월에는 낮았으나, 수온의 상승과 함께 증가하여 7월에는 가장 높은 22.7 g dwt/m<sup>2</sup>을 나타냈으며, 수온의 하강과 더불어 감소하여 12월에는 연중 최저치인 1.2 g dwt/m<sup>2</sup>을 나타내었다 (Fig. 4).

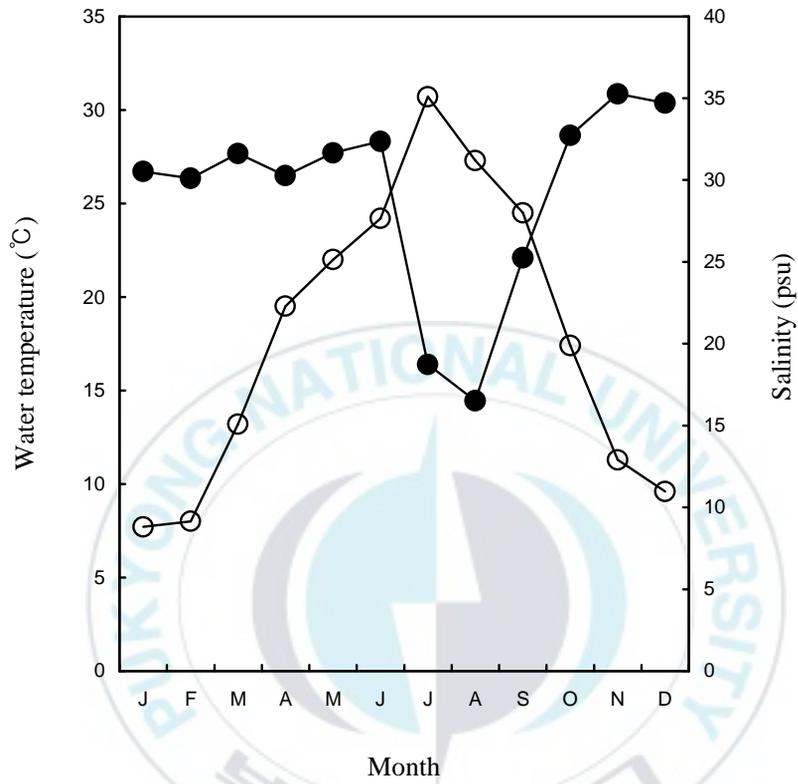


Fig. 3. Monthly variations of water temperature (○) and salinity (●) in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

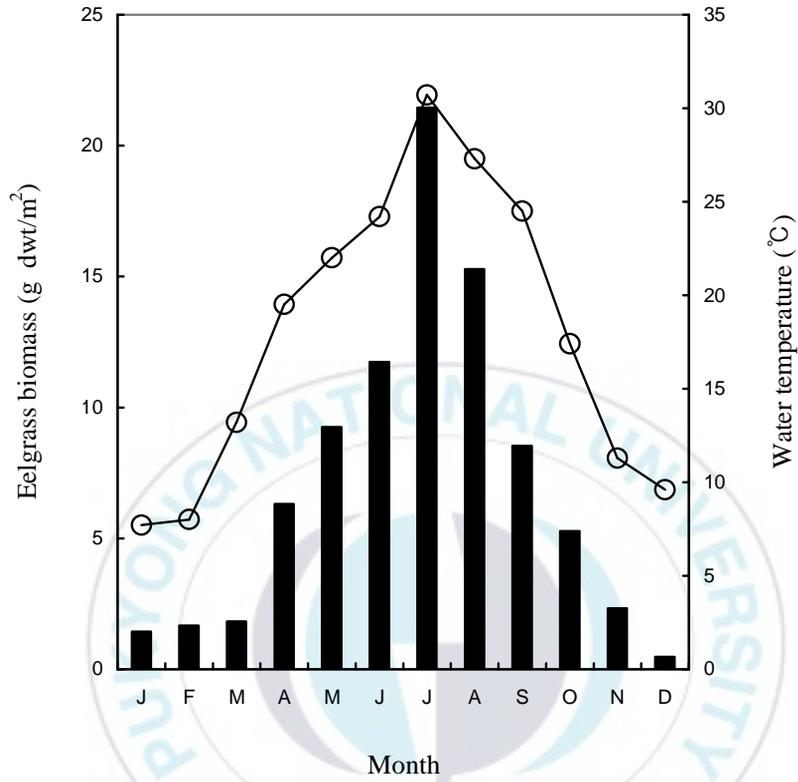


Fig. 4. Monthly variations of eelgrass biomass (black bar) and water temperature (○) in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

## 3.2 잘피밭에서 채집된 어류

### 3.2.1 빙트롤에 의한 채집

#### 가. 종조성

조사기간 동안 앵강만 잘피밭에서 beam trawl에 의해 채집된 어류는 총 8목 25과 43종, 6,607개체, 38,732.4 g이었다 (Table 1).

분류군별로 채집된 출현종수는 농어목 (Perciformes) 어류가 12과 20종이 채집되어 가장 많았고, 그 다음으로 쏨뱅이목 (Scorpaeniformes) 어류가 5과 9종 채집되었다. 그 외 가자미목 (Pleuronectiformes), 복어목 (Tetraodontiformes) 어류가 각각 1과 4종, 3과 4종 채집되었고, 큰가시고기목 (Gasterosteiformes) 어류가 1과 3종, 뱀장어목 (Anguillidae), 홍메치목 (Aulopiformes), 바다빙어목 (Osmeriformes) 어류가 각각 1종씩 채집되었다.

가장 많이 채집된 어종은 그물코쥐치 (*Rudarius ercodes*)로 1,614개체, 2,823.0 g이 채집되어 총 개체수의 24.4%, 총 생체량의 7.3%를 차지하며 우점하였다. 다음으로 가시망둑 (*Pseudoblennius cottoides*)이 1,338개체, 1,432.2 g이 채집되어 총 개체수의 20.3%, 총 생체량의 3.7%를 차지하였다. 그 외에 미역치 (*Hypodytes rubripinnis*), 복섬 (*Takifugu niphobles*), 실고기 (*Syngnathus schlegelii*), 돌팍망둑 (*Pseudoblennius percoides*), 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*), 망상어 (*Ditrema temminckii*), 흰발망둑 (*Acanthogobius lactipes*), 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*)가 총 개체수의 1% 이상을 차지하여 우점하였다. 이들 11종은 총 개체수의 93.6%, 총 생체량의 86.1%를 차지하였으며, 나머지 어종은 소량씩 채집되었다. 소량씩 채집된 어류에는 두줄베도라치 (*Petroscirtes breniceps*), 산호해마 (*Hippocampus japonicus*), 뱀어 (*Salangichthys microdon*), 노래미 (*Hexagrammos agrammus*) 등이 포함되어 있으며 이들은 30개체 이상씩 채집되었다.

Table 1. Species composition of the fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed in Aenggang Bay in 2005.

Order	Family	Scientific name	N	%	B	%
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i>	20	0.3	767.1	2.0
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>	2	0.0	17.3	0.0
Gasterosteiformes	Syngnathidae	<i>Hippocampus japonicus</i>	44	0.7	50.2	0.1
		<i>Syngnathidae</i>	6	0.1	79.2	0.2
		<i>Syngnathus schlegeli</i>	535	8.1	1,023.7	2.6
Osmeriformes	Salangidae	<i>Salangichthys microdon</i>	43	0.7	19.5	0.1
Perciformes	Blenniidae	<i>Parablennius yatabei</i>	7	0.1	8.4	0.0
		<i>Petroscirtes breviceps</i>	45	0.7	51.0	0.1
	Callionymidae	<i>Repomucenus lunatus</i>	2	0.0	12.2	0.0
	Embiotocidae	<i>Ditrema temmincki</i>	198	3.0	3,218.8	8.3
	Gobiidae	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	18	0.3	634.7	1.6
		<i>Acanthogobius lactipes</i>	86	1.3	51.0	0.1
		<i>Acentrogobius pelliabilis</i>	5	0.1	6.0	0.0
		<i>Acentrogobius pflaumi</i>	12	0.2	14.8	0.0
		<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	21	0.3	11.0	0.0
		<i>Sagamia geneionema</i>	2	0.0	4.0	0.0
		<i>Tridentiger trionocephalus</i>	11	0.2	11.1	0.0
	Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>	74	1.1	353.1	0.9
	Moronidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>	25	0.4	572.0	1.5
	Mugilidae	<i>Chelon haematocheila</i>	1	0.0	35.0	0.1
		<i>Mugil cephalus</i>	2	0.0	1,063.3	2.7
	Mullidae	<i>Upeneus japonicus</i>	1	0.0	7.0	0.0
	Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i>	318	4.8	5,565.1	14.4
	Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	25	0.4	668.9	1.7
	Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>	7	0.1	33.2	0.1
	Sparidae	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	2	0.0	36.2	0.1
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	3	0.0	28.2	0.1
		<i>Kareius bicoloratus</i>	4	0.1	78.9	0.2
		<i>Limanda yokohamae</i>	11	0.2	220.1	0.6
		<i>Pleuronichthys cornutus</i>	2	0.0	7.4	0.0
	Cottidae	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	1,338	20.3	1,432.2	3.7
		<i>Pseudoblennius percoides</i>	362	5.5	2,424.1	6.3
	Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrammus</i>	35	0.5	476.4	1.2
		<i>Hexagrammos otakii</i>	328	5.0	3,461.0	8.9
	Liparidae	<i>Liparis tanakai</i>	24	0.4	41.2	0.1
	Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	10	0.2	45.5	0.1
	Scorpaenidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	771	11.7	4,010.6	10.4
		<i>Sebastes inermis</i>	7	0.1	262.9	0.7
		<i>Sebastes schlegeli</i>	20	0.3	101.7	0.3
Tetraodontiformes	Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	1,614	24.4	2,823.0	7.3
		<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	0.0	18.0	0.0
	Ostraciidae	<i>Lactoria cornutus</i>	2	0.0	19.5	0.1
	Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	563	8.5	8,967.9	23.2
Total			6,607	100.0	38,732.4	100.0

## 나. 계절변동

조사해역에서 beam trawl에 의해 채집된 어류의 출현 종수를 살펴보면 (Fig. 5-A), 1, 2월에 가장 적은 7종이 채집되었으나 3월에는 증가하여 17종을 기록하였다. 이는 1, 2월에 출현하지 않았던 노래미, 돌팍망둑, 망상어 등이 나타나기 시작하였기 때문이다. 4월에는 3월에 출현하였던 어류들 중 꼼치 (*Liparis tanakai*), 도다리 (*Pleuronichthys cornutus*), 흰발망둑 등이 나타나지 않아 일시적인 감소를 보였으며, 7월까지의 약 13종으로 비슷하였다. 8월부터 출현종수가 증가하기 시작하여 10월에는 연중 가장 높은 24종이 채집되었다. 이는 이전까지 출현하지 않았던 독가시치 (*Siganus fuscescens*), 돌가자미 (*Kareius bicoloratus*), 두줄베도라치, 흰발망둑 등의 어류와 일시적으로 소랑씩 가숭어 (*Chelon haematocheila*), 노랑촉수 (*Upeneus japonicus*), 두줄망둑 (*Tridentiger trignocephalus*), 청보리멸 (*Sillago japonica*), 황매통이 (*Trachinocephalus myops*) 등이 출현하였기 때문이다 (Appendix I). 11, 12월은 종수가 급격히 감소하여 8종으로 낮은 수준을 보였다.

월별 개체수 및 생체량의 계절 변동을 살펴보면 (Fig. 5-B, C), 1월에는 416 개체, 981.8 g으로 낮았다. 그러나 2월부터 증가하기 시작하여 3월에는 연중 개체수와 생체량이 가장 높은 1,104개체, 7,273.2 g을 기록하였다. 이는 다른 월에 비해서 체중이 많이 나가는 노래미, 망상어, 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*), 베도라치 등이 많이 채집되었고 또한 많은 개체의 복섬이 가입되어 있었기 때문이다 (Appendix I). 3월 이후부터 다시 개체수와 생체량의 감소가 나타났으며, 6월에는 3월에 출현하였던 어종들이 대부분 나타나지 않아 289개체, 2,459.4 g으로 낮게 나타났다. 7월부터 개체수와 생체량은 다시 증가하기 시작하여 9월에는 850개체가 나타났지만, 생체량은 3,366.8 g으로 낮은 값을 보였다. 이는 큰 개체들이 거의 채집되지 않았고 상대적으로 크기가 작은 그물코쥐치, 미역치, 두줄망둑, 복섬 등이 우점하였기 때문이다 (Appendix I). 10월에 생체량은 일시적으로 증가하는 경향을 보이거나, 11월부터 개체수와 생체량이 감소하기 시작하여 12월에 168개체, 419.3 g을 보이며 연중 최저치를 기록하였다.

종다양도지수 ( $H'$ )는 1.06~2.47의 범위를 보였다 (Fig. 5-D). 1, 2월에는 1.07, 1.08로 낮은 값을 보이다가 3월부터 증가하기 시작하여 8월에는 2.47로 조사

기간 중에 가장 높은 값을 나타내었다. 그러나 9, 10월에는 그물코쥐치와 미역치의 우점으로 1.36, 1.59의 낮은 값을 보였으며, 11월에는 1.06으로 가장 낮았다. 그 외의 시기에는 1.66~2.29의 범위를 기록하였다.



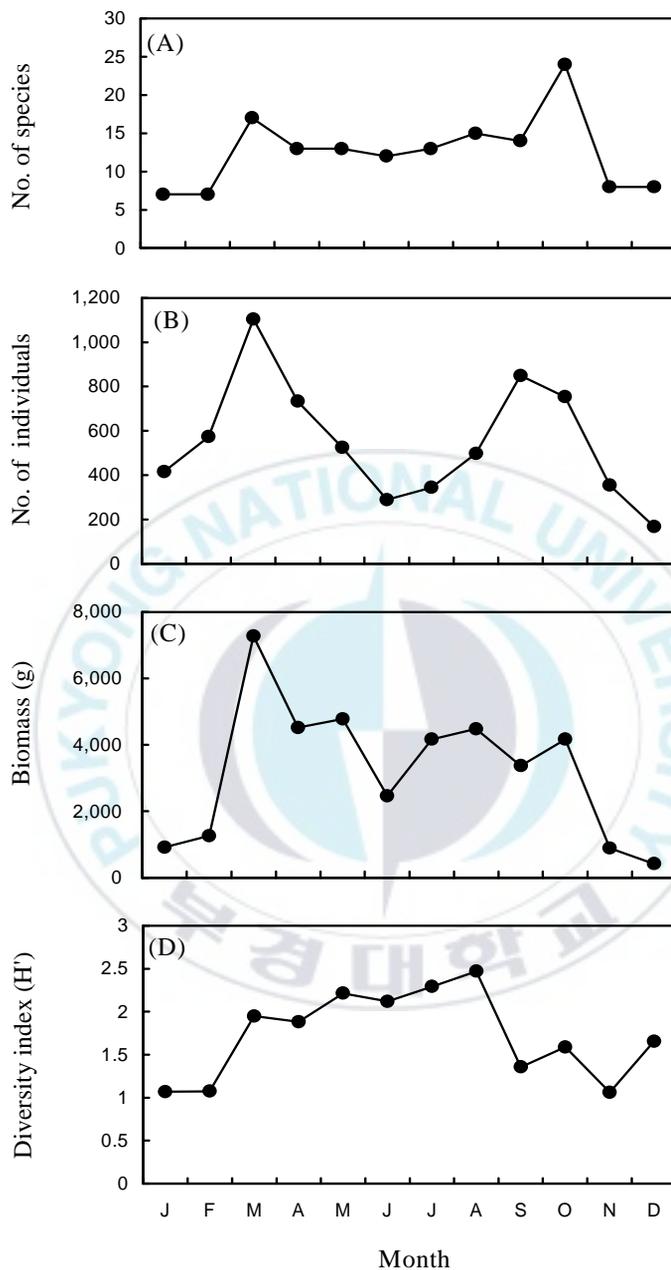


Fig. 5. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

#### 다. 출현양상에 따른 어종 구분

본 조사 해역에서 beam trawl에 의해 채집된 어류 중 3회 이상 출현한 17종을 대상으로 군집분석 (Cluster Analysis)을 시행한 결과, 유사도지수 0.5의 수준에서 3개의 그룹으로 나눌 수 있었다 (Fig. 6). 또한 그룹 I은 0.6의 수준에서 다시 두 그룹으로 나눌 수 있었다.

그룹 I-A : 본 잘피밭에 연중 출현한 어종으로 가시망둑, 복섬, 베도라치 등이 이에 속한다. 이들은 특히 이름봄부터 초여름까지 우점하였다. 이들은 체형과 체색이 잘피밭에 숨어 지내기 적합하여 연중 잘피밭에 서식하는 것으로 보인다. 특히 가시망둑은 봄에 산란하여 가입되어진 것으로 보이며 이들은 어린 자치어들이 주로 출현한 것으로 보아 이들은 산란장으로 잘피밭을 이용하는 것으로 보인다.

그룹 I-B : 본 잘피밭에 연중 출현한 어종이나 주로 여름에 우점하였다. 이 그룹에는 망상어, 실고기 그리고 흰발망둑이 속했다.

그룹 II : 봄과 가을에 우점하며 출현한 종으로 미역치, 살망둑 (*Chaenogobius heptacanthus*), 그물코취치 등이 포함되어 있었다. 이들은 대부분 봄에 본 잘피밭에 가입되어 성장하는 양상을 보였으며, 다른 계절에는 소량 출현하였다. 이들은 8, 9월에 잘피밭에 대량 가입되기 시작하여 겨울을 잘피밭에서 보내는 것으로 보인다.

그룹 III : 일시적으로 소량씩 채집된 어종으로 조피볼락 (*Sebastes schlegelii*) 과 산호해마가 속했다.

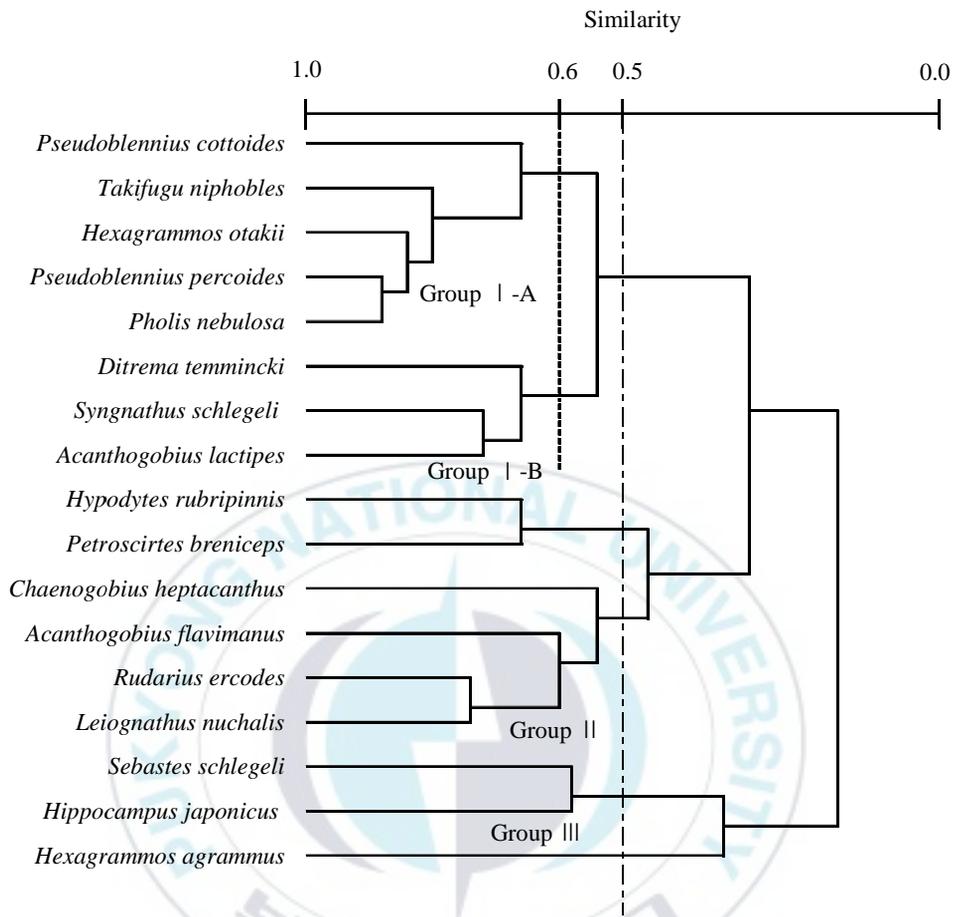


Fig. 6. Dendrogram illustrating the species association of fishes by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

## 라. 우점종의 출현 양상

본 조사기간 동안 beam trawl에 의해 채집된 개체 중 총 개체수의 2% 이상을 차지한 주요 어종들의 월별 채집량과 체장분포를 살펴보면 다음과 같다.

***Rudaris ercodes*** : 조사 기간 중 가장 많은 개체수인 1,614개체가 출현한 어종으로 본 조사 해역 잘피밭에서 연중 출현하였다. 특히, 9~11월에 많이 출현하여 이 시기에는 총 출현 개체수의 60%가 출현하였다. 3월에 1.0 cm의 작은 크기가 잘피밭에 가입되기 시작하여 6월까지 성장을 하는 양상을 보였다. 또한 7월부터 새로운 크기가 가입되어 12월까지 성장하는 양상을 나타내었다 (Fig. 7).

그물코쥐치는 3~7월에 성장하고, 5~9월에 산란, 성숙한다고 보고되었다 (Lee and Hanyu, 1984). 본 조사 해역의 그물코쥐치 또한 5~7월에 3.0~5.0 cm 크기의 개체들이 포란하기 시작하였고 9월에는 3.0~4.0 cm 크기의 개체들이 산란에 참여하는 것을 관찰할 수 있었다.

본 조사에서 채집된 그물코쥐치는 1.0~5.0 cm 범위의 체장분포를 보이고 있었다. 성어가 약 6.0 cm라고 알려진 그물코쥐치는 5.0 cm 크기의 개체들이 잘피밭에서 출현하는 것으로 보아 다른 곳으로 이동하지 않고 연중 잘피밭에서 서식하는 것으로 보인다.

***Pseudoblennius cottoides*** : 조사 기간 중 두 번째로 많이 채집된 어종으로 9, 11, 12월을 제외하고 1,338개체가 연중 출현하였다. 체장범위는 1.0~8.0 cm로, 1~4월에 본 잘피밭에서 주로 출현하였으며, 이 시기에는 총 채집 개체의 90%가 출현하였다 (Fig. 8). 여수시 돌산 무술목 주변해역에서 채집된 가시망둑의 산란시기는 10월말에서 2월로 보고되었다 (Yoo et al., 2003). 본 조사 해역에서 출현한 가시망둑 또한 이 시기에 산란되어 4월에 잘피밭으로 가입되어진 것으로 보이며 이들은 8월까지 성장하는 양상을 보였다. 가시망둑은 약 15.0 cm까지 성장하여 조간대의 웅덩이나 연안 암초 사이에서 서식하는 것으로 알려져 있다 (Chyung, 1977). 본 조사해역에서는 작은 크기인 1.0 cm 부터 8.0 cm 범위의 개체들이 채집되었다. 이러한 것으로 미루어볼 때 가시망둑은 잘피밭에서 유어기를 보낸 후에 다른 곳으로 서식지를 옮겨가는 것을

알 수 있다. 또한 본 조사해역에서 6월에 채집된 개체 중 5.0~6.0 cm의 개체들이 포란을 하고 있었으며, 산란이 가능한 5.0 cm 이상의 체장을 가진 개체들은 전체 출현 개체의 17%, 1.0~4.0 cm의 어린 개체들이 83%를 차지하고 있었다.

따라서 가시망둑 성어들은 산란장으로 잘피밭을 이용하며, 유어들은 성육장으로 이용한다는 사실을 알 수 있다.

***Hypodytes rubripinnis*** : 본 조사 해역에서 5, 6월을 제외하고 연중 771개체가 출현하였으며, 체장 범위는 2.0~7.0 cm였다. 특히 9, 10월에 총 채집 개체의 80%가 출현하였으며, 이 시기에는 4.0~6.0 cm 범위가 집중적으로 분포하고 있었다 (Fig. 9). 5, 6월에는 채집되지 않다가 7월부터 3.0 cm 이상의 크기군들이 본 잘피밭에 가입되기 시작하여 12월까지 점차 성장하는 양상을 보여 12월에는 5.0~7.0 cm의 체장 분포를 보였다.

***Takifugu niphobles*** : 본 조사 해역에서 겨울철인 12, 1, 2월을 제외하고 연중 563개체가 출현하였으며 특히, 3~5월에 주로 출현하여 이 시기에는 총 출현 개체의 79%를 차지하였다. 복섬은 복어류 중 가장 작은 어종 (15 cm)으로, 본 조사해역에서는 2.0~11.0 cm의 체장범위를 보였다. 이 중 유어기인 2.0~6.0 cm 크기군이 전체 개체수의 64%를 차지하였다 (Fig. 10). 복섬은 우리나라 및 일본 연안의 잘피밭이나 펄 조건대 부근에서 유어기 때 많은 출현량을 보이고 있는 어종으로 보고되고 있는데 (Kikuchi, 1966; Huh, 1986; Huh and Kwak, 1998a; Go and Cho, 1997), 본 조사 해역에서도 이와 유사한 출현을 보이고 있었다. 복섬은 5~8월에 산란한다고 보고되어져 있는데 (Kim et al., 1994), 본 조사 해역에서 출현한 복섬은 4월에 7.0 cm, 8월에는 8.0 cm 크기군이 산란을 위해 알을 품고 있었다. 1, 2월에는 출현하지 않다가 3월부터 4.0 cm 크기군이 잘피밭에 가입되기 시작하여 7월까지 성장하는 양상을 보였다. 8월에는 7~8월에 산란되어 가입되어진 것으로 추정되는 1.0 cm 크기군이 새로 가입되기 시작하여 11월까지 7.0~8.0 cm 크기로 성장하는 양상을 보였다.

***Syngnathus schlegelii*** : 본 조사 해역에서 연중 출현 하였으며 특히 4, 8월에 집중적으로 출현하였다. 체장분포는 8.0~24.0 cm였다 (Fig. 11). 4월부터 7월,

8월부터 12월까지 8.0 cm 의 어린 개체들이 잘피밭에 가입되어 성장하는 양상을 보였는데 이는 실고기가 수온이 10℃ 이상이 되면 평균 체장이 증가한다고 보고되어진 것과 일치한다 (Hiddink and Jager, 2002). 총 출현 개체의 24%가 출현한 4월에는 8.0~24.0 cm 범위의 다양한 체장의 실고기가 출현하였으며 8월을 제외하고는 주로 15.0~19.0 cm 크기의 개체들이 본 잘피밭에 출현하였다. 또한 본 조사 기간 중 3~9월에 채집된 실고기들은 육아낭에 알과 유생을 가지고 있었다. 이는 가을부터 겨울인 수온이 20℃ 이하에서는 산란하지 않는다고 보고되어진 것과 일치한다 (Hiddink and Jager, 2002). 또한 실고기는 본 조사 해역에서 연중 출현하였는데 이들이 잘피밭에 우점할 수 있었던 이유는 잘피와 비슷한 채색과 가늘고 긴 체형을 이용하여 잘피의 잎 사이를 자유자재로 움직이는 행동방식을 통하여 포식자들로부터의 위험을 최대한 줄이면서 잘피밭에 서식하는 먹이생물들을 섭이할 수 있었기 때문이다 (Huh and Kwak, 1997b).

***Pseudoblennius percooides*** : 본 조사 해역에서 3월부터 8월까지 출현하였으며 특히 3, 4월에 총출현 개체의 54%가 집중적으로 출현하였다. 체장은 3.0~10.0 cm의 범위를 보였다 (Fig. 12). 3월에는 3.0~5.0 cm 크기군이 출현하기 시작하여 4, 5월에는 4.0~8.0 cm, 6월에는 6.0~9.0 cm로 성장하였다. 또한, 7월에는 새로운 1.0 cm의 어린 개체들과 9.0~10.0 cm 크기군이 나타났으며 7~8월에는 8.0~10.0 cm 크기군이 주로 출현하였다.

***Hexagrammos otakii*** : 본 조사해역에서 11, 12월을 제외하고 연중 출현하였으며 체장은 3.0~19.0 cm의 범위를 보였다. 주로 3~5월에 총 출현개체의 75%가 출현하였으며 3월부터 1.0~3.0 cm의 어린개체들이 출현하여 8월까지 10.0~12.0 cm의 크기로 성장하는 양상을 보였다 (Fig. 13). 그 외의 시기에는 주로 8.0~12.0 cm 크기의 개체들이 출현하였다. 쥐노래미는 약 40 cm까지 성장한다고 알려져 있으나 본 조사 해역에서 출현한 개체들은 어린개체들이었다. 따라서 쥐노래미는 잘피밭을 성육장으로 이용하다가 성장함에 따라 다른 곳으로 이동하는 것으로 보인다.

***Pholis nebulosa*** : 가을철인 9~11월을 제외하고 본 조사 해역에서 연중 출현하였으며, 2~5월에 총 채집 개체의 75%가 출현하였다. 체장은 3.0~24.0 cm의

범위를 보였으며 주로 10.0~15.0 cm 크기의 개체들이 출현하였다. 4월에는 새로이 가입되어진 3.0~5.0 cm의 어린 개체들과 11.0~19.0 cm 크기의 개체들이 골고루 출현하였으며 이들은 8월까지 성장하는 양상을 보였다 (Fig. 14). 7, 8월에는 어린 개체들은 출현하지 않았고 14.0~17.0 cm 크기의 개체들만 출현하였다. 9~11월에는 본 잘피밭에 출현하지 않다가 12월에는 16.0, 18.0 cm 크기의 개체들이 출현하였다. 베도라치의 산란시기는 11~12월로 알려져 있는데 (Kang et al., 1996), 본 조사해역에 출현한 베도라치도 이 시기에 산란되어져 4월에 어린개체들이 본 잘피밭에 가입되어진 것으로 보인다.

*Ditrema temmincki* : 1, 2월에 출현하지 않다가 3월에 포란하고 있는 12.0~13.0 cm 크기의 개체들이 채집되었다. 4월에는 전혀 출현하지 않다가 5월에 4.0~5.0 cm 크기의 개체들이 본 조사해역에 가입되기 시작하였다. 이는 3월에 산란되어진 망상어가 성장하여 이 시기에 가입되어진 것으로 보인다. 망상어는 5월부터 출현하기 시작하여 8월까지 11.0 cm 크기까지 성장하였다 (Fig. 15). 9월에는 다양한 크기의 망상어가 출현하였으며, 특히 7.0 cm 크기의 개체들이 새로이 가입되기 시작하여 11월까지 성장하는 양상을 보였다. 12월에는 전혀 출현하지 않았다. 주로 5~8월에 출현하였으며 이 시기에는 총 출현 개체의 84%가 출현하였다.

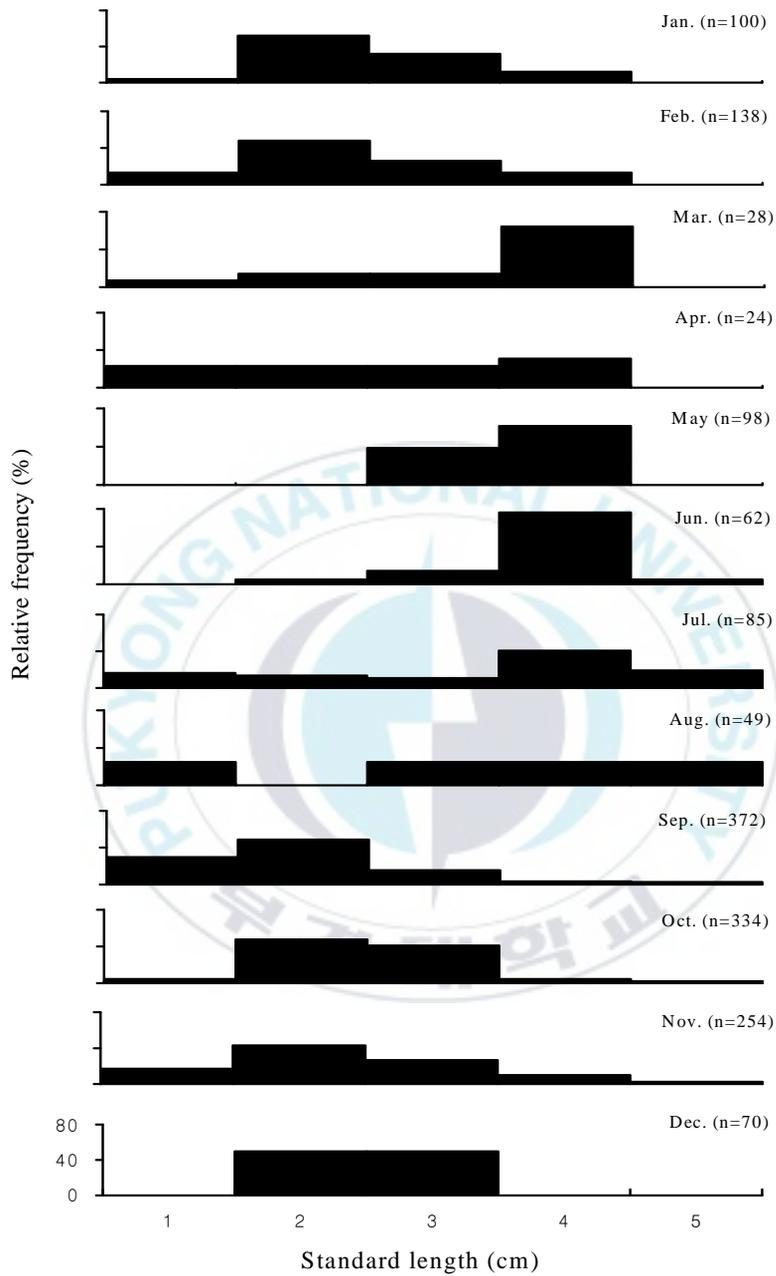


Fig. 7. Monthly variations in standard length-frequency distribution of *Rudaris ercodes* in the eelgrass bed of Aenggng Bay in 2005.

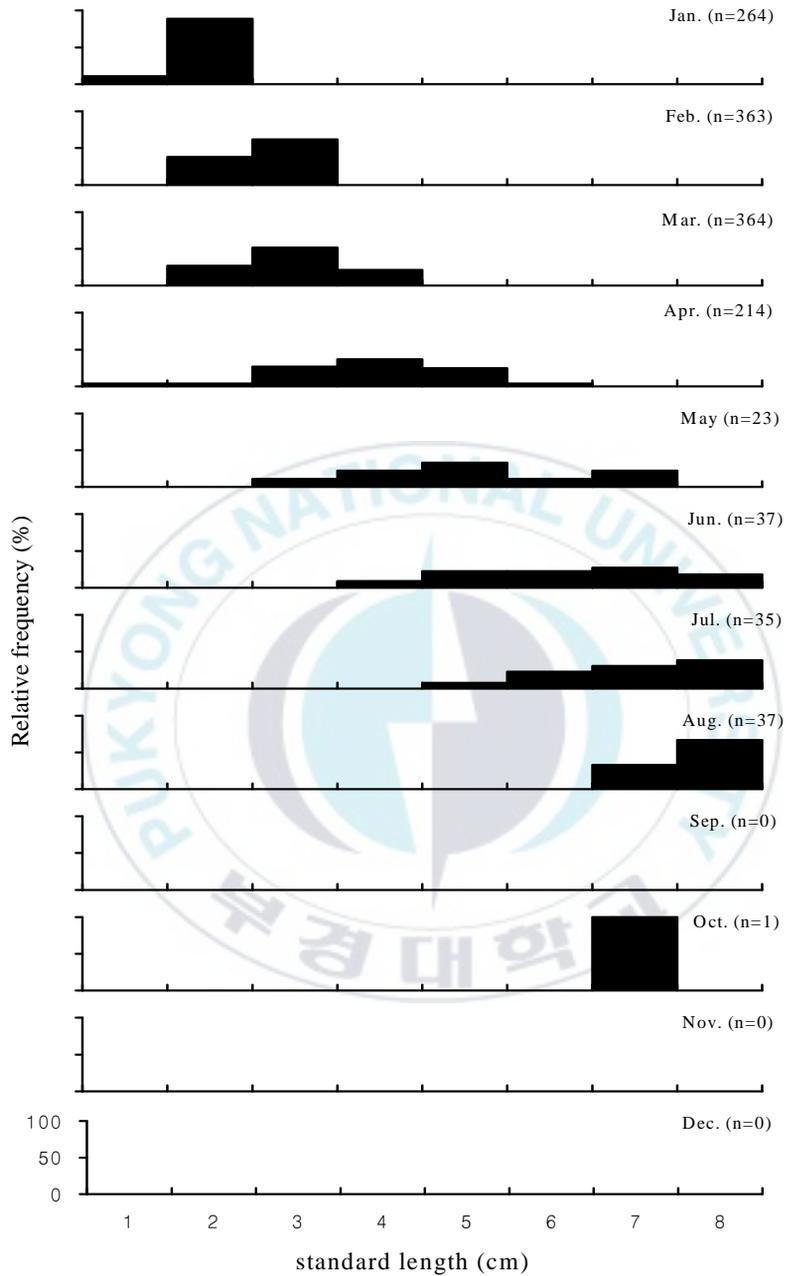


Fig. 8. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Pseudoblennius cottoides* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

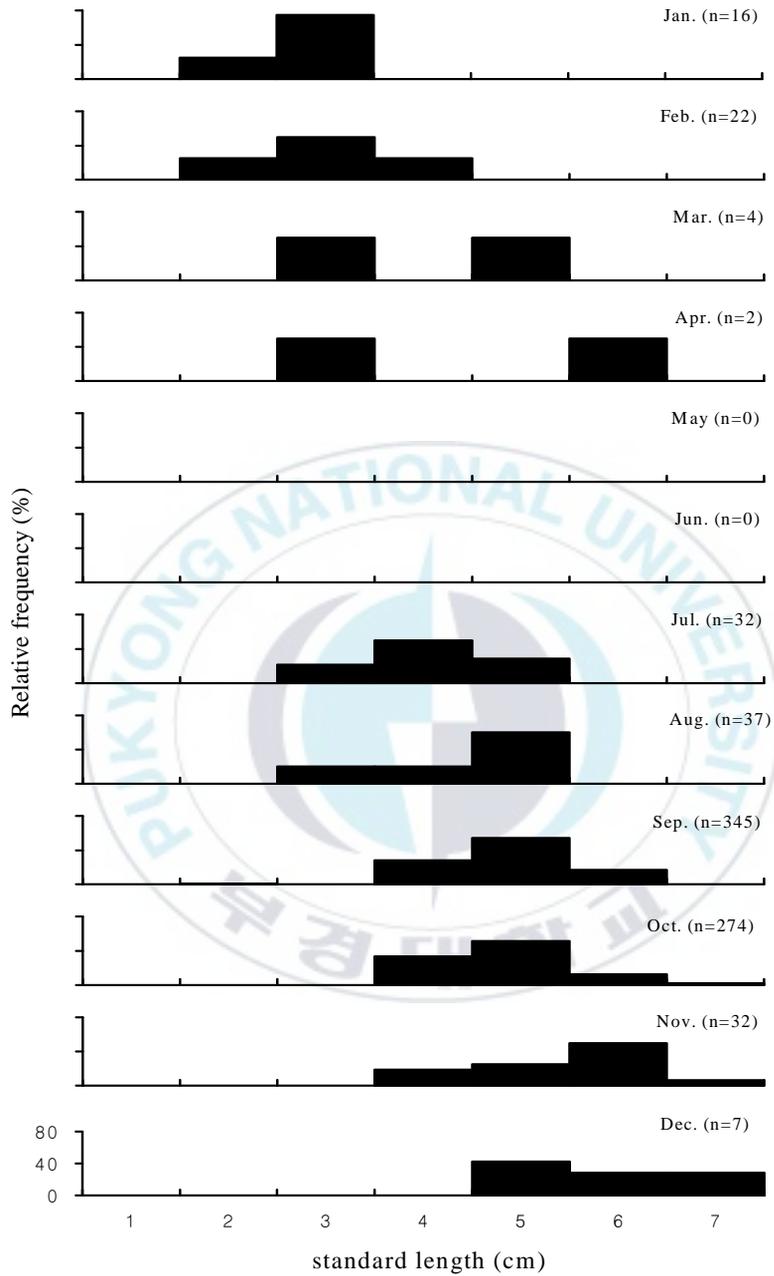


Fig. 9. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Hypodytes rubripinnis* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

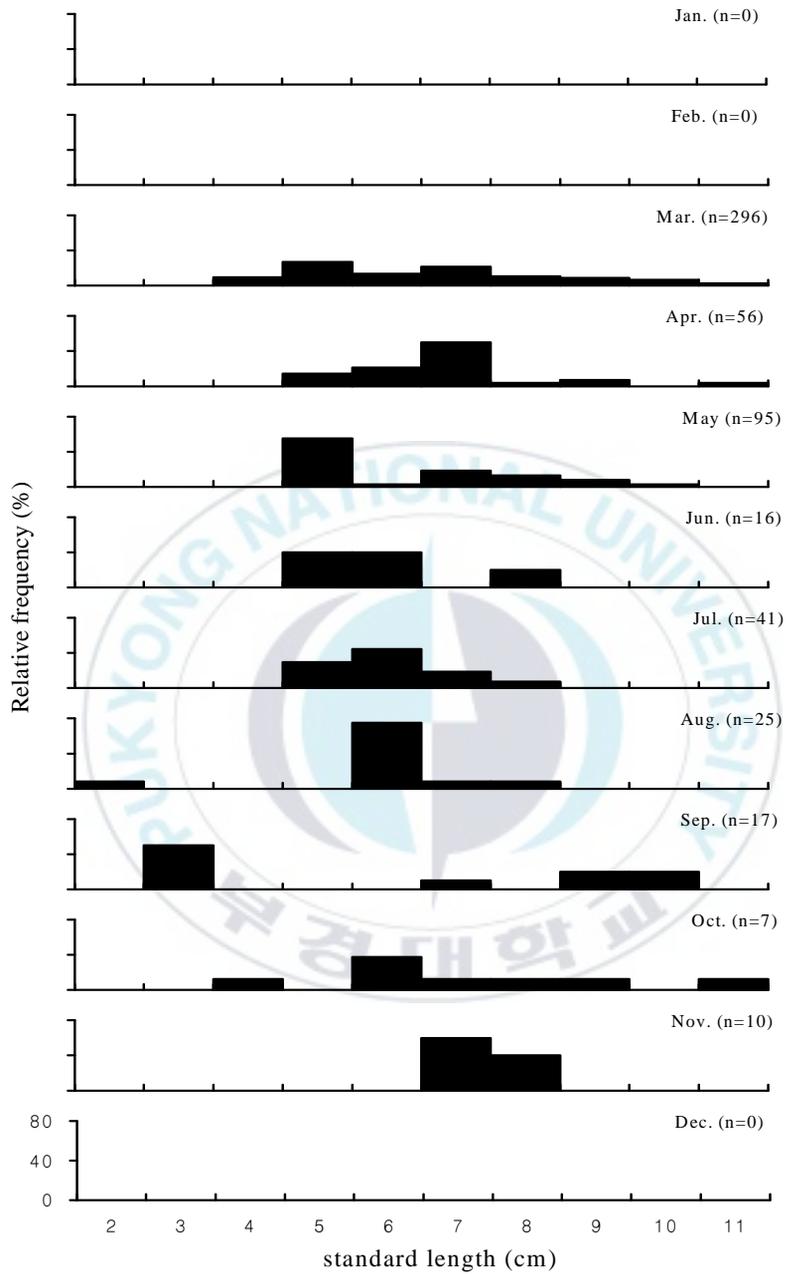


Fig. 10. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Takifugu niphobles* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

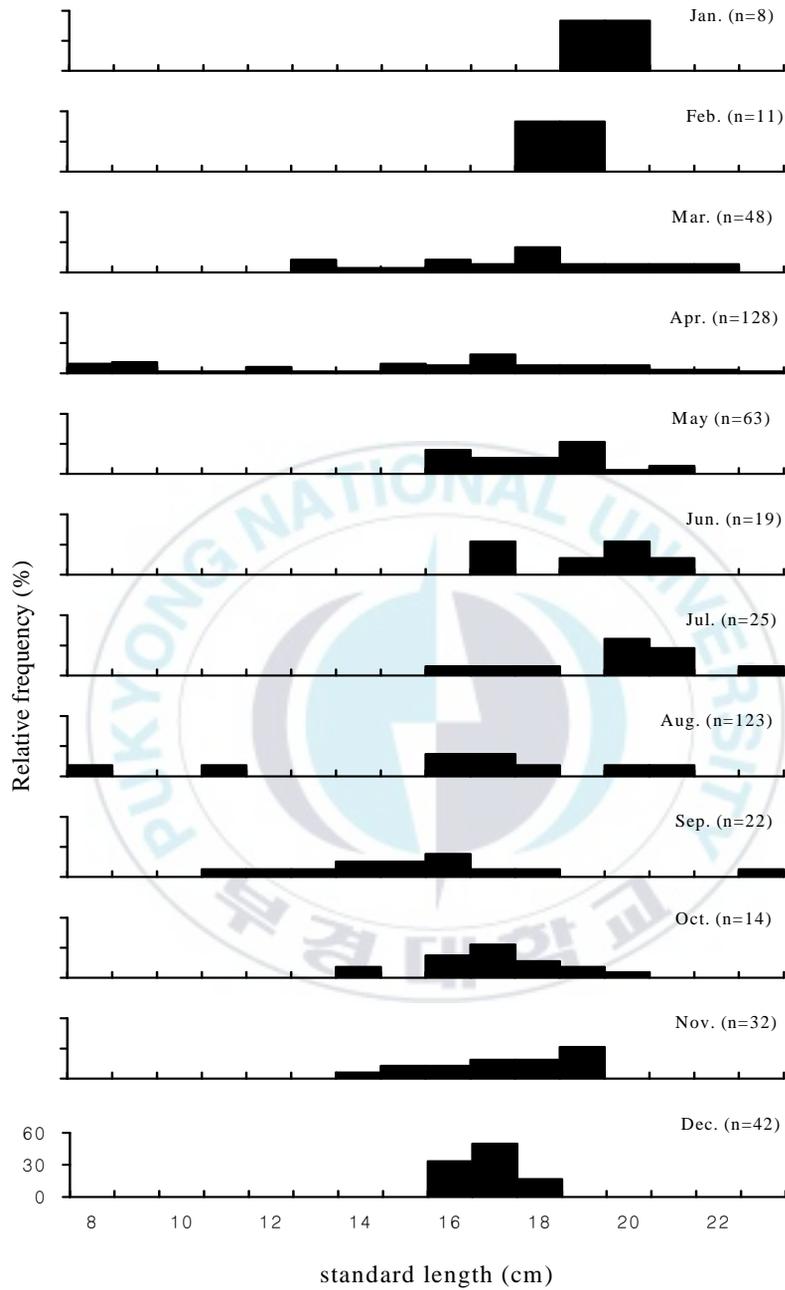


Fig. 11. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Syngnathus schlegelii* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

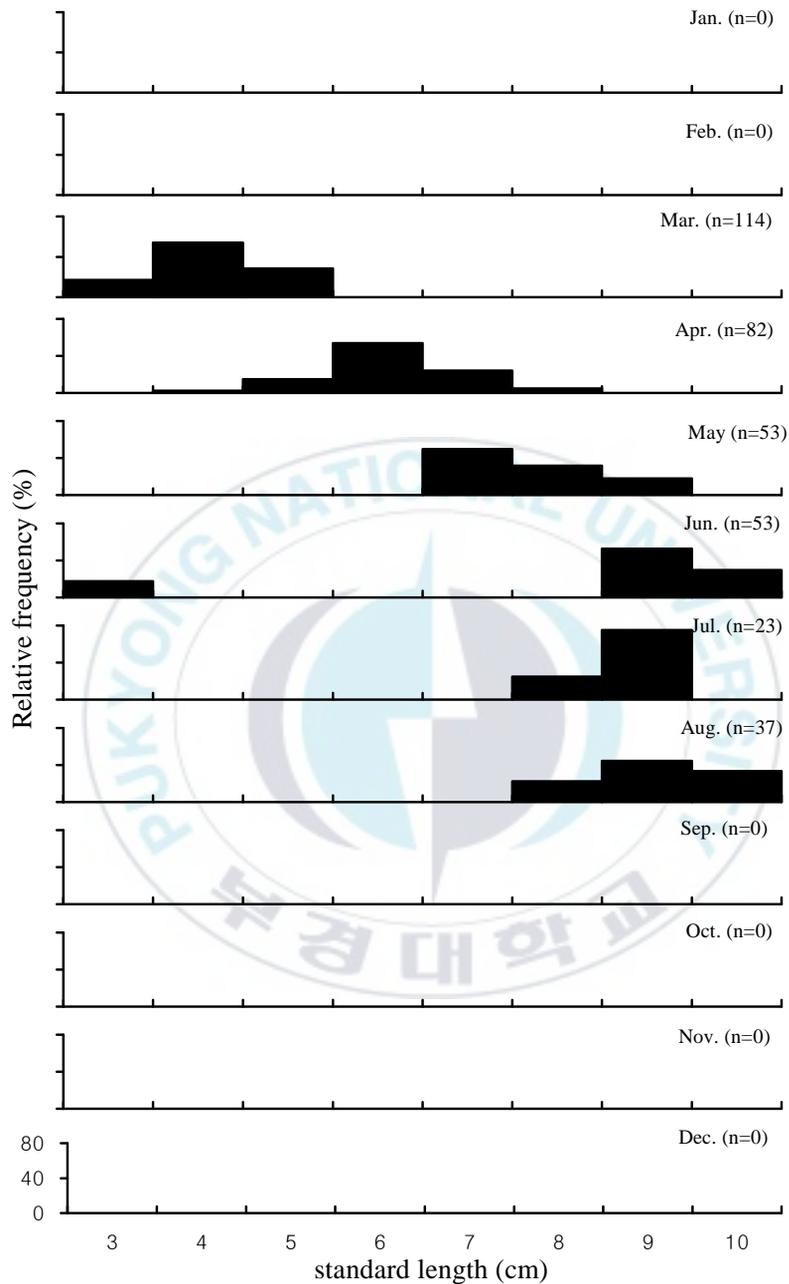


Fig. 12. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Pseudoblennius percooides* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

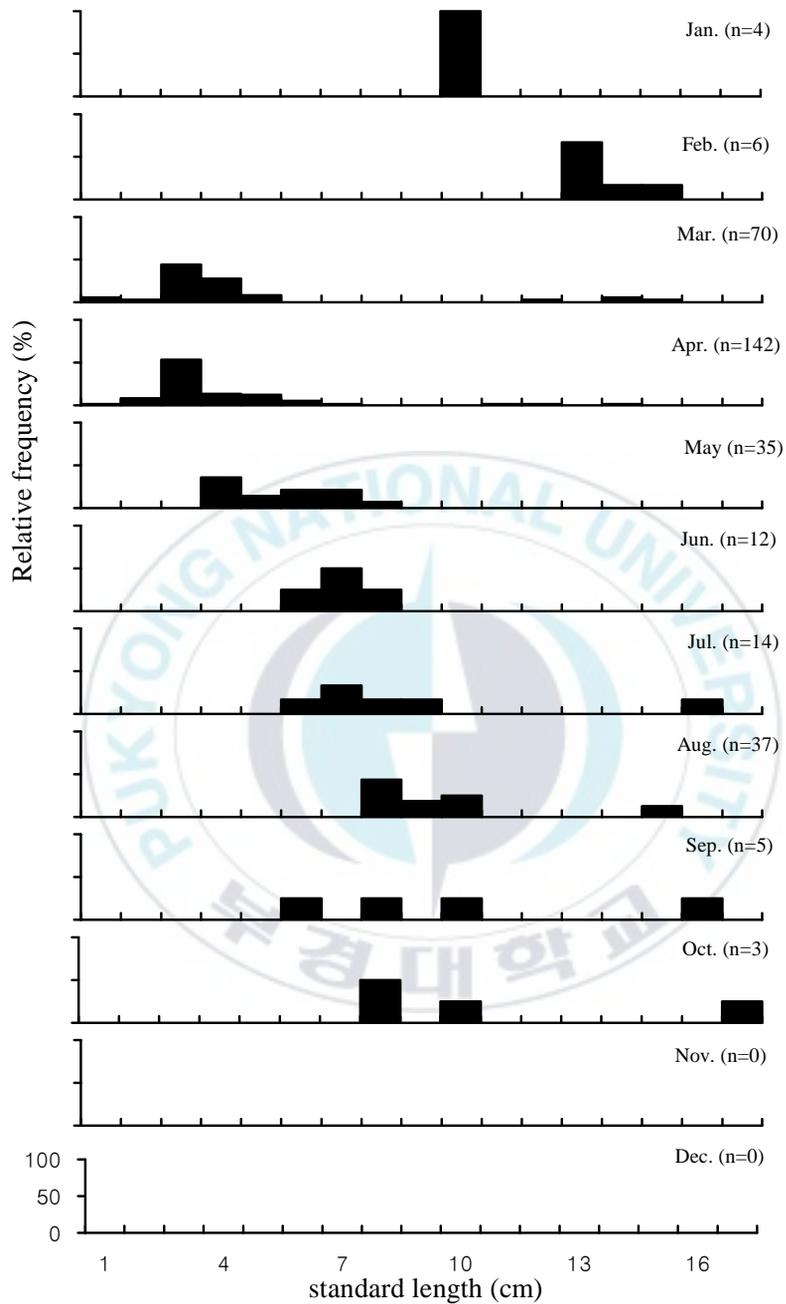


Fig. 13. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Hexagrammos otakii* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

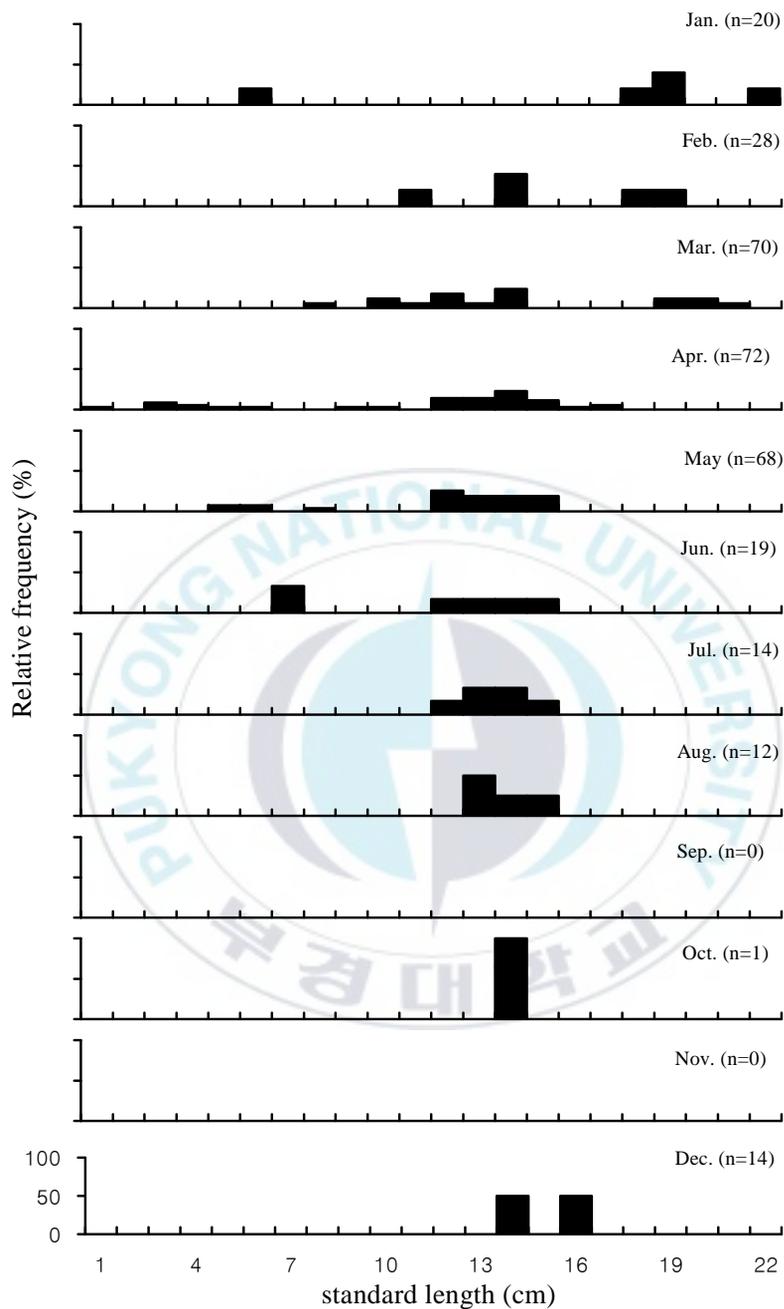


Fig. 14. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Pholis nebulosa* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

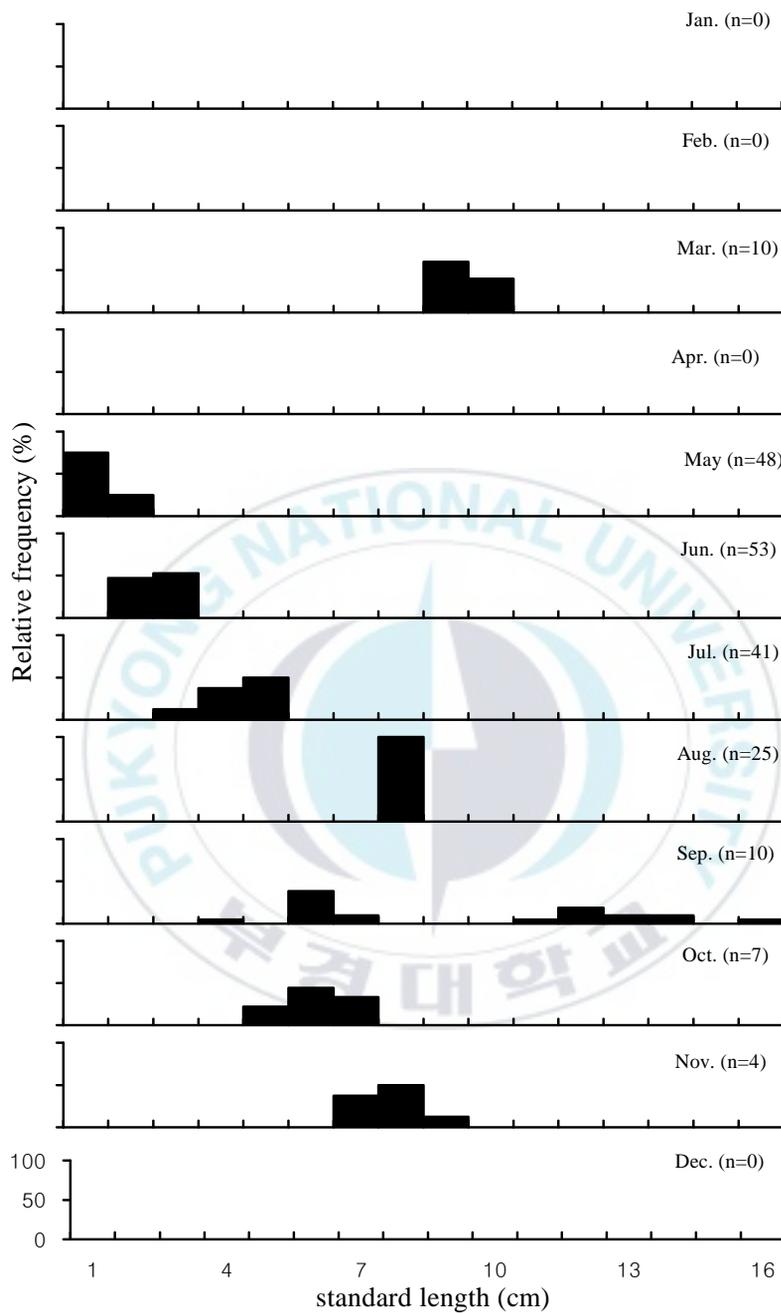


Fig. 15. Monthly variations standard length-frequency distribution of *Ditrema temmincki* in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

### 3.2.2 통발에 의한 채집

#### 가. 종조성

통발에 의해 채집된 어류는 총 6목 13과 18종, 445개체, 10,761.2 g이었다 (Table 2). 가장 많이 채집된 어종은 붕장어 (*Conger myriaster*)로 195개체, 6,666.4 g이 채집되어 총 개체수의 43.8%, 총 생체량의 61.9%를 차지하며 우점하였다. 다음으로 복섬이 81개체, 690.9 g이 채집되어 총 개체수의 18.2%, 총 생체량의 6.4%를 차지하였다. 그 외에 베도라치, 쥐노래미, 그물코쥐치, 문절망둑, 청보리멸이 총 개체수의 3%이상을 차지하였으며, 나머지 어종들은 소량씩 채집되었다. 상기 6종은 총 채집 개체의 87.2%, 총 생체량의 88.2%를 차지하였다.

#### 나. 계절변동

통발에 의해 채집된 어류의 출현 종수를 살펴보면 (Fig. 16-A), 1, 2월은 각각 4, 3종으로 낮은 수준을 보이나 3월부터 증가하기 시작하여 7월에는 연중 최고치인 11종이 채집되었다. 그러나 8월부터 감소하기 시작하여 11월에 연중 가장 낮은 2종이 채집되었다. 12월에는 4종이 채집되었으나 이는 낮은 수준이었다.

월별 개체수 및 생체량의 계절변동을 살펴보면 (Fig. 16-B, C), 1월에 7개체, 265.4 g이 채집되었으나, 꾸준히 증가하여 4월에 연중 가장 높은 84개체, 1,930.5g이 채집되었다. 6월은 31종, 889.7 g으로 다소 낮은 채집량을 보였으나 5월부터 9월까지 평균 42.6개체, 878.6 g이 채집되었다. 10, 11월은 약 22개체로 낮은 수준을 보이나 12월에 소폭으로 증가하여 32개체, 1139.7 g이 채집되었다 (Appendix. II).

종다양도지수 ( $H'$ )는 0.32~2.61의 범위를 보였다 (Fig. 16-D). 총 4종, 7개체가 출현하였던 1월은 1.54의 값을 보였다. 전 월보다 많은 14개체가 채집된 2월은 베도라치의 우점으로 0.76의 낮은 수준을 보이나, 3월부터 서서히 증가하기 시작하여 채집 종수가 가장 높은 7월은 종다양도지수 또한 2.61로 가장 높게 나타났다. 8월 이후 급격히 감소하여 가장 적은 종이 채집된 11월은 0.32로 가장 낮게 나타났다.

Table 2. Species composition of the fishes collected by crab pots in the eelgrass bed in Aenggang Bay in 2005.

Order	Family	Scientific name	N	%	B	%
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i>	195	43.8	6,666.4	61.9
Gasterosteiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus schlegeli</i>	5	1.1	12.5	0.1
Perciformes	Blennidae	<i>Petroscirtes breniceps</i>	6	1.3	28.4	0.3
	Embiotocidae	<i>Ditrema temmincki</i>	2	0.4	30.8	0.3
	Gobiidae	<i>Acentrogobius flavimanus</i>	15	3.4	516.0	4.8
		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	1	0.2	9.4	0.1
	Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i>	56	12.6	1,414.2	13.1
	Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>	9	2.0	302.1	2.8
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Limanda yokohamae</i>	11	2.5	340.5	3.2
Scorpaeniformes	Cottidae	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	1	0.2	1.9	0.0
		<i>Pseudoblennius percoides</i>	5	1.1	72.6	0.7
	Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrammus</i>	3	0.7	36.6	0.3
		<i>Hexagrammos otakii</i>	24	5.4	156.3	1.5
	Scorpaenidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	8	1.8	39.5	0.4
		<i>Sebastes inermis</i>	2	0.4	98.9	0.9
		<i>Sebastes schlegeli</i>	4	0.9	297.4	2.8
Tetraodontiformes	Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	17	3.8	46.8	0.4
	Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	81	18.2	690.9	6.4
Total			445	100.0	10,761.2	100.0

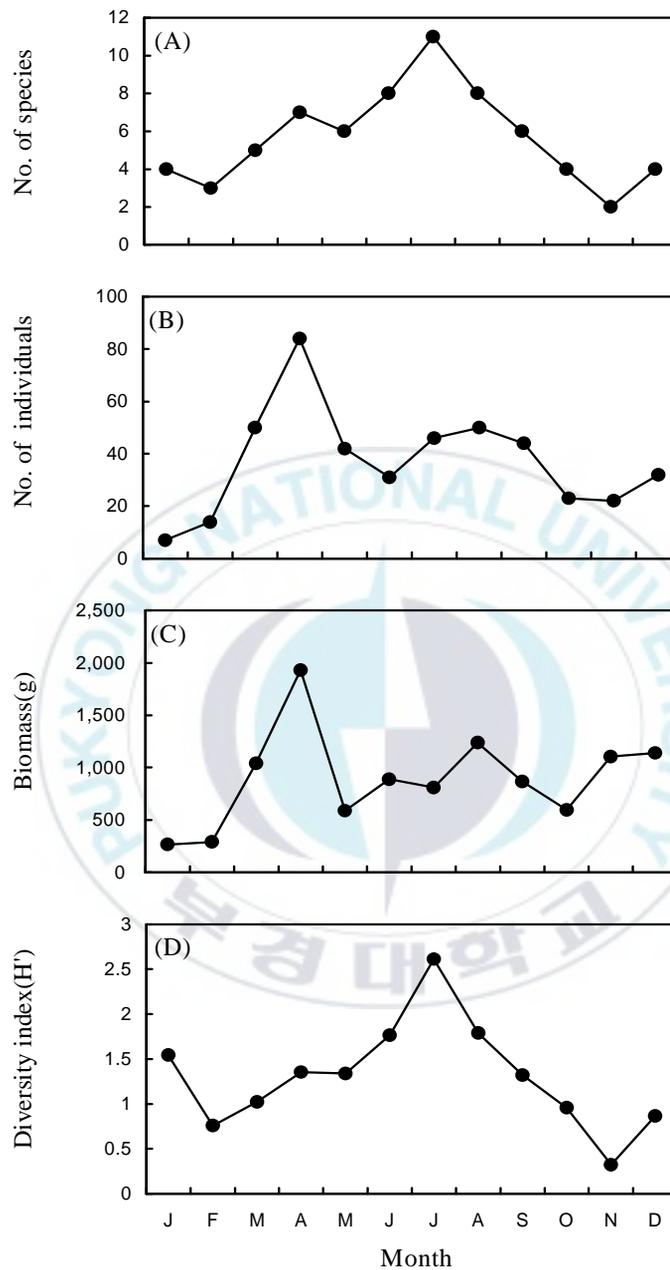


Fig. 16. Monthly variations in number of species(A), number of individuals(B), biomass(C) and diversity index(H')(D) of fishes collected by crab pots in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

### 3.3 잘피가 없는 인근 해역에서 채집된 어류

#### 3.3.1 빙트롤에 의한 채집

잘피가 없는 인근 해역에서 조사 기간 동안 beam trawl에 의해 채집된 어류는 총 8목 20과 27종, 4,620개체, 27,236.7 g이었다 (Table 3). 가장 많이 채집된 어종은 복섬으로 1,072개체, 13,933.2 g이 채집되어, 총 개체수의 23.2%, 총 생체량의 51.2%를 차지하였다. 그 다음으로는 주둥치, 흰발망둑, 그물코쥐치, 뱀어, 미역치, 독가시치, 쥐노래미 순으로 채집되었으며, 이들은 모두 총 개체수의 2%이상을 차지하였다. 상기의 8종은 총 개체수의 87%, 총 생체량의 80%를 차지하며 우점하였다. 그 외에도 돌팍망둑, 청보리멸, 실고기, 베도라치, 망상어, 가시망둑이 각각 50개체 이상 채집되었다.

잘피가 없는 인근 해역에서 beam trawl에 의해 채집된 어류의 계절에 따른 출현종수의 변동을 살펴보면 (Fig. 17-A), 1, 2월은 연중 가장 적은 4종이 출현하다가 3월부터 증가하여 5월에 가장 많은 13종이 채집되었다. 6월부터 감소하기 시작하나 8월에는 그전까지 출현하였던 주둥치, 그물코쥐치, 쥐노래미, 망상어 등이 대개 출현하지 않아 낮은 5종이 채집되었다. 그러나 다시 증가하기 시작하여 9월에는 12종이 채집되었다 (Appendix III).

개체수의 월별 변동을 살펴보면 (Fig. 17-B), 1, 2월에 낮은 개체수를 보이다가 수온이 증가하는 3, 4월에 증가하는 양상을 보였다. 6월까지 감소하기는 하나 다시 증가하여 9월에는 연중 가장 높은 1,588개체가 채집되었다. 이는 이 시기에 주둥치가 다른 달에 비하여 매우 많은 수가 출현하였기 때문이다. 10월에는 큰 폭으로 감소하였으며 12월까지 감소 경향을 보였다.

생체량은 개체수 변동과 비슷한 양상을 보였다. 그러나 개체수는 4월과 9월 두 번의 peak 차이가 큰 반면에 생체량은 peak의 차이가 크지 않았다 (Fig. 17-C). 이는 4월에 채집된 쥐노래미의 높은 생체량과 4월 채집 개체의 75%를 차지하고 있는 복섬 때문이었다. 4월에 채집된 복섬은 다른 월에 비해 큰 개체들이 많이 채집되었다 (Appendix III).

월별 종다양도지수는 (Fig. 17-D) 0.54~2.18의 범위를 보였다. 1월에는 1.24의 값을 보이고 2월에는 0.79로 낮게 나타났다. 3월에는 1.67로 증가했으나 4월

에는 0.98로 낮아졌다. 3월과 4월에 종수는 비슷하나 종다양도지수는 4월이 매우 낮은 것을 볼 수 있는데 이는 4월에 복섬이 극우점하고 있기 때문이다. 5~7월에는 1.98~2.18의 범위로 높은 범위를 보였으나, 8월에 0.98로 급격하게 낮아졌는데, 이는 8월에 종수가 급감하였기 때문이다. 9~11월에는 1.42~1.20의 범위를 보였으며 12월에는 가장 낮은 0.54를 기록하였다.



Table 3. Species composition of the fishes collected by a small beam trawl in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005.

Order	Family	Scientific name	N	%	B	%
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i>	16	0.3	827.6	3.0
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>	12	0.3	56.4	0.2
Gasterosteiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus schlegeli</i>	72	1.6	119.2	0.4
Osmeriformes	Salangidae	<i>Salangichthys microdon</i>	260	5.6	30.4	0.1
Perciformes	Blenniidae	<i>Petroscirtes breviceps</i>	24	0.5	61.2	0.2
	Callionymidae	<i>Repomucenus curvicornis</i>	20	0.4	212.0	0.8
	Embiotocidae	<i>Ditrema temmincki</i>	64	1.4	876.4	3.2
	Gobiidae	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	28	0.6	968.4	3.6
		<i>Acanthogobius lactipes</i>	748	16.2	278.4	1.0
		<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	32	0.7	9.6	0.0
	Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>	900	19.5	980.0	3.6
	Mullidae	<i>Upeneus japonicus</i>	12	0.3	11.2	0.0
	Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i>	68	1.5	726.4	2.7
	Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	140	3.0	2,318.0	8.5
	Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>	76	1.6	532.8	2.0
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Hippoglossoidae pinetorum</i>	8	0.2	43.6	0.2
		<i>Pleuronectidae</i>	12	0.3	3.6	0.0
Scorpaeniformes	Cottidae	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	56	1.2	174.8	0.6
		<i>Pseudoblennius percoides</i>	84	1.8	625.8	2.3
	Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrammus</i>	4	0.1	387.5	1.4
		<i>Hexagrammos otakii</i>	136	2.9	1,816.0	6.7
	Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	8	0.2	32.8	0.1
	Scorpaenidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	188	4.1	1,253.8	4.6
		<i>Sebastes longispinis</i>	4	0.1	67.2	0.2
		<i>Sebastes schlegeli</i>	4	0.1	24.0	0.1
Tetradotiformes	Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	560	12.1	866.4	3.2
	Tetraontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	1,072	23.2	13,933.2	51.2
Total			4,620	100.0	27,236.7	100.0

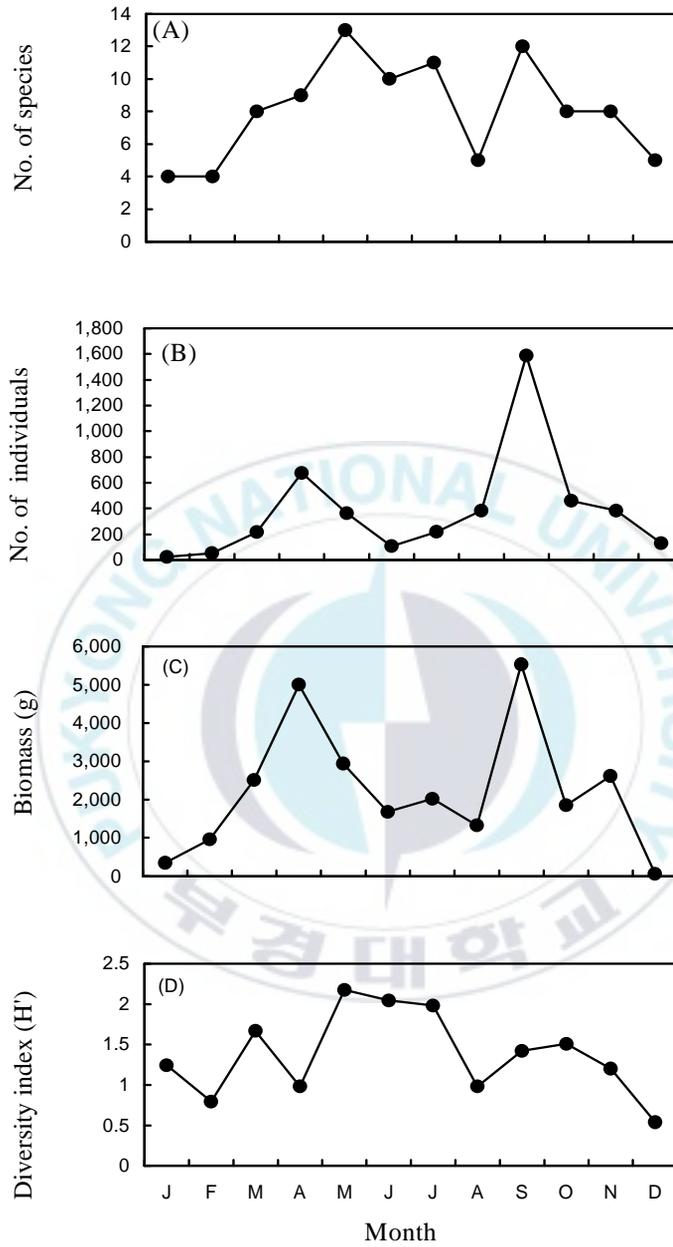


Fig. 17. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index ( $H'$ ) (D) of fishes collected by a small beam trawl in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005.

### 3.3.2 통발에 의한 채집

통발에 의해 채집된 어류는 총 5목 12과 13종, 349개체, 6136.6 g이었다 (Table 4). 가장 많이 채집된 어종은 붕장어로 107개체, 3538.2 g이 채집되어 총 채집 개체수의 30.7%, 총 생체량의 57.7%를 차지하였다. 그 다음으로는 복섬, 그물코쥐치, 두줄베도라치, 문절망둑, 미역치, 베도라치 순으로 채집되었는데 이들은 각각 총 개체수의 3%이상을 차지하였다. 이상의 7종은 총 개체수의 89%, 총 생체량의 82.2%를 차지하여 우점하였다. 다른 어종들은 10개체 이하씩 채집되었다.

한편, 통발에 의해 채집된 어류의 월별 출현 종수의 변동을 살펴보면 (Fig. 18-A), 1, 2월에는 3종으로 낮게 나타났고 3월부터 증가하기 시작하여, 4, 5월에 7종이 나타났다. 6~8월은 약 9종이 출현하였으며, 9월은 감소하여 6종이 출현하였다. 10~12월에는 급격히 감소하여 약 3종이 출현하였다.

개체수와 생체량의 월별 변동을 살펴보면 (Fig. 18-B, C), 개체수는 7월에 61개체로 가장 높게 나타났으며, 생체량은 11월에 가장 높게 나타났다. 7월은 생체량이 적은 그물코쥐치가 43.6%를 차지하였으며, 11월은 생체량이 큰 붕장어가 총 채집 개체수의 80%를 차지하였기 때문이다 (Appendix IV).

종다양도지수는 0.46~1.91의 범위를 보였다 (Fig. 18-D). 1~5월은 1.04~1.33의 값을 보이며 6~9월에는 1.57~1.69, 10~12월에는 0.46~0.95의 낮은 값을 나타냈다. 가장 높은 값을 나타낸 시기는 8월이었는데 이 시기에는 어느 특정 종에 의한 우점 현상이 나타나지 않고 다양한 종이 골고루 많이 출현했기 때문이었다. 가장 낮은 값을 보이는 시기는 10월이었는데 이 시기에 우점종인 붕장어가 88%정도 차지하고 있었기 때문에 종다양도지수가 낮게 나타난 것으로 생각된다.

Table 4. Species composition of the fishes collected by crab pots in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005.

Order	Family	Scientific name	N	%	B	%
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i>	107	30.7	3,538.2	57.7
Perciformes	Blenniidae	<i>Petroscirtes breviceps</i>	13	3.7	53.0	0.9
	Gobiidae	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	13	3.7	283.8	4.6
	Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i>	11	3.2	159.2	2.6
	Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>	9	2.6	218.0	3.6
	Stichaeidae	<i>Dictyosoma burgeri</i>	3	0.9	73.7	1.2
	Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Limanda yokohamae</i>	6	1.7	336.9
Scorpaeniformes	Cottidae	<i>Pseudoblennius percoides</i>	8	2.3	154.6	2.5
	Hexagrammidae	<i>Hexagrammos otakii</i>	9	2.6	297.3	4.8
	Scorpaenidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	13	3.7	40.6	0.7
		<i>Sebastes schlegeli</i>	3	0.9	14.5	0.2
Tetraodontiformes	Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	67	19.2	162.7	2.7
	Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	87	24.9	804.1	13.1
Total			349	100.0	6,136.6	100.0

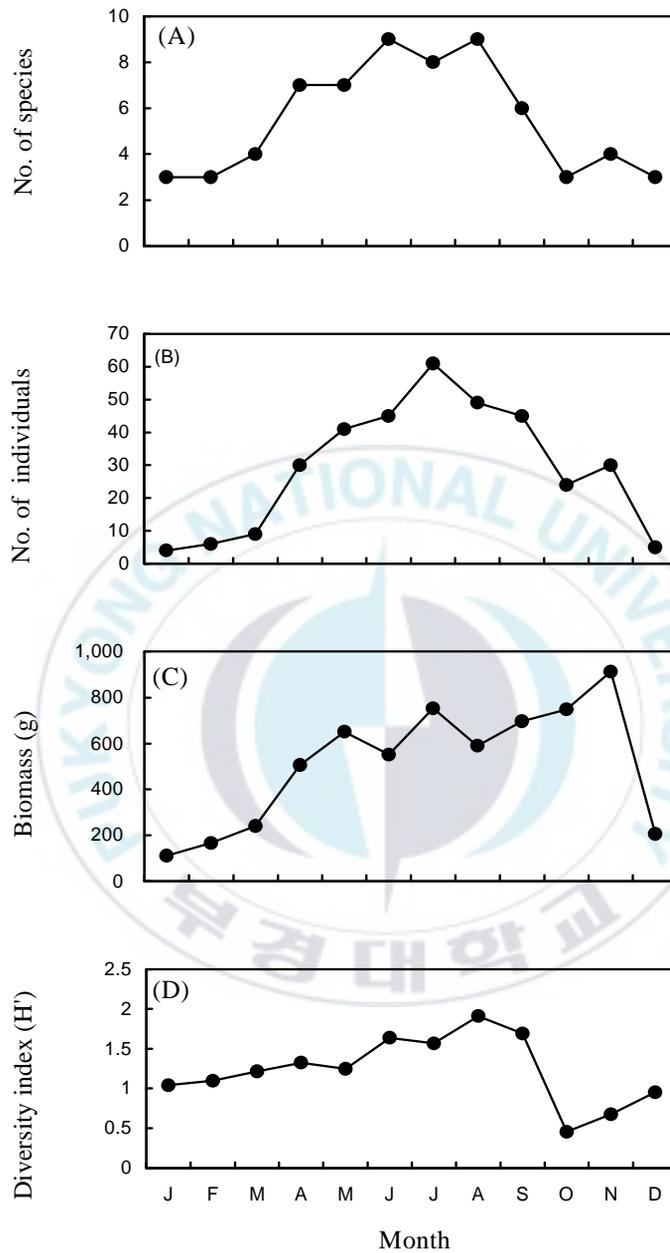


Fig. 18. Monthly variations of in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (H') (D) of fishes collected by crab pots in the unvegetated area Aenggang Bay in 2005.

## IV. 고찰

조사기간 동안 앵강만 잘피밭에서 소형 beam trawl에 의해 채집된 어류는 총 43종이었다. 국내의 다른 잘피밭에서 동일 어구에 의해 행하여진 연구와 비교해보면, 광양만에서 42종 (Huh and Kwak, 1997c) 그리고 진동만 31종 (Im, 2002)이 채집되었다. 따라서 남해 앵강만 잘피밭에서 채집된 어종수는 광양만 잘피밭과 유사하였으나, 진동만에 비해서는 많았다 (Table 5).

본 조사 해역에서 우점종은 그물코쥐치, 가시망둑, 미역치, 복섬, 실고기, 돌팍망둑, 베도라치, 쥐노래미, 망상어, 흰발망둑, 주둥치였다. 지리적으로 가까운 위치에 있는 광양만 잘피밭의 경우 볼락 (*Sebastes inermis*)과 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*)을 제외하고 우점종이 유사하였다. 그러나 본 조사 해역에서 동쪽으로 100여 km 정도 떨어져 있는 진동만의 잘피밭에서는 주둥치, 실양태 (*Repomucenus valenciennet*), 흰베도라치 (*Pholis fangi*), 감성돔 (*Acanthopagrus schlegel*), 줄망둑 (*Acentrogobius pflaumi*), 농어 (*Lateolabrax japonicus*) 등이 우점하여 본 잘피밭과는 차이를 보였다 (Table 5). 한편 세 곳의 잘피밭에서 공통적으로 우점한 종은 가시망둑, 주둥치, 줄망둑 등이었다. 가시망둑은 잘피밭에 머무는 동안 다른 어종들이 잘 섭이하지 않는 어류와 같은 비교적 큰 먹이생물을 자신의 민첩한 행동과 큰 입을 이용하여 섭이하는 특징을 지녔기 때문에 잘피밭 환경에서 우점하고 있다 (Huh and Kwak, 1998b). 또한, 주둥치는 최근들어 남해 연안 해역에서 출현량이 증가하고 있는 어종으로 알려져 있으며, 특히 오염이 증가한 해역에서는 다량 출현하고 있다 (Cho, 1997; Oh, 2003).

앵강만 잘피밭의 어류 군집은 뚜렷한 계절변동을 보였는데 (Fig. 5), 출현종수는 겨울에 10종 미만이 출현하였으나, 봄과 가을에 크게 증가하였으며, 9월에 연중 가장 많은 종수를 나타내었다. 개체수는 겨울에 최소치를 보였으나, 1월부터 계속 증가하여 3월에 가장 높은 수치를 보였으며, 7~8월에 감소한 후, 다시 가을에 많은 개체수를 나타내었다. 생체량은 겨울에 최소치를 보였으나, 3월부터 크게 증가하기 시작하여 봄과 가을에 높았다. 3월에 연중 가장 많은 생체량을 나타내었다.

이와 같이 앵강만 잘피밭 어류 군집이 계절변동을 보이는 것은 수온과 잘피의 현존량 및 어류의 주 먹이생물인 단각류(카프렐라류, 옆새우류), 갯지렁이류,

십각류 등의 양적변동과 상관성이 있었다. 잘피밭의 수온은 온대해역의 전형적인 계절변동을 보였는데, 1월에 7.7°C에서 7월의 30.7°C까지 변동하여 연교차가 23°C에 달하였다. 이러한 수온 변동에 따라 수온에 대해 내성범위가 큰 일부 어류를 제외하고는 수온이 낮은 겨울에는 비교적 높은 수온을 보이는 외해에서 월동하기 위해서 잘피밭을 떠났기 때문에 겨울에 채집 종수 및 출현량이 매우 낮았다. 그러나 봄에 수온 상승과 함께 잘피의 현존량이 증가하게 되어 큰 포식자들로부터 보호받기 유리한 환경이 조성되고 (Huh and Kwak, 1997c), 또한 주로 잘피 앞에 부착하여 서식하는 단각류의 출현량이 크게 증가하기 때문에 이들을 섭이하는 많은 소형 어류들이 잘피밭으로 대규모로 유입된 결과 봄에 어류의 출현량이 크게 증가하였다. 본 조사해역에서 우점하였던 그물코쥐치, 가시망둑, 미역치, 복섬, 돌팍망둑의 경우 수온이 상승하는 3월경에 본 잘피밭에 출현하기 시작한 뒤 잘피밭에 머무는 동안 성장하는 양상을 보였으며(Fig. 7~15) 이들 중 그물코쥐치와 미역치를 제외하고 다른 종들은 겨울에 본 조사해역을 빠져나갔다. 본 조사해역에서 많이 출현하였던 베도라치, 실고기, 가시망둑, 복섬의 식성 연구에서 이들 어종의 주 먹이 대상 생물이 단각류로 밝혀진 바 있으며 (Huh and Kwak, 1997a, b, 1998a, b), 또한 이들 어종의 출현량과 단각류의 출현량 변동 양상이 거의 일치하고 있어 잘피밭 환경에서 먹이생물의 양적 변동이 우점 어종의 출현량에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 이상의 결과로 볼 때, 앵강만 잘피밭 어류 군집의 계절적 변동은 기본적으로 수온 변동에 의하여 초래되며, 수온의 변동에 따른 잘피의 현존량 및 환경 먹이 생물의 양적 변동에 의해서도 크게 영향을 받고 있는 것으로 판단된다.

앵강만 잘피밭에서 채집된 어류와 인근 잘피밭이 없는 인접해역에서 채집된 어류를 비교해 보면 다음과 같다. 잘피밭에서 beam trawl에 의해 채집된 어류는 43종, 6,607개체, 38,732.4 g이었으며 (Table 1), 잘피가 없는 인근 해역에서 채집된 어류는 총 27종, 4,620개체, 27,236.7 g였다 (Table 3). 따라서 잘피밭에서 채집된 어류의 종수, 채집개체수, 생체량이 잘피가 없는 인근해역보다 모두 높은 것으로 나타났다. Fig. 19는 월별로 채집된 어류의 종수, 개체수, 생체량을 보여 주는데 거의 모든 달에 걸쳐 잘피가 없는 해역보다 잘피밭에서 어종수와 출현량 모두 높았다. 이는 잘피밭의 무성한 해초 숲이 어류의 보호지 역할을 하고 있어 어류가 모이기 때문이다. 국외에서 실시된 해초지와 해초가 없는 인근해역 간의 어류 군집을 비교한 연구에서도 해초지에서

출현 종수와 출현량이 높다고 보고된 바 있다 (Orth and Heck, 1980; Mattila et al., 1999).

소형 beam trawl에 의해 채집된 어류 중 잘피밭에서는 그물코쥐치, 가시망둑, 미역치, 복섬, 실고기 순으로 상위 우점하였으나, 잘피가 없는 해역에서는 복섬, 주둥치, 흰발망둑, 그물코쥐치, 뱀어가 상위 우점하였다. 하지만 잘피가 없는 해역에서 출현한 어종은 동갈양태 (*Repomucenus curviris*), 흰꼬리볼락 (*Sebastes longispinis*)을 제외하고는 잘피밭에서도 모두 출현하였다. 이는 잘피밭과 그 인근해역에서 출현하는 어종이 큰 차이가 없으나 종조성에 있어서는 차이가 있음을 의미한다. 그리고 각 어종별로 잘피밭에서 출현하는 시기와 인접해역에서 출현하는 시기가 다소 차이가 있었으며, 각 장소에서 채집된 각 어종별 크기 분포는 상당한 차이를 보였다.

그물코쥐치의 경우 잘피밭에서는 연중 출현하였으나, 인근 해역에서는 1~4월에 전혀 채집되지 않았다. 그리고 출현한 개체들의 크기별 상대적 출현빈도를 살펴보면 1~3 cm 크기군은 잘피밭에서 출현빈도가 더 높았고, 4~5 cm 크기군은 인근 해역에서 상대적으로 많이 출현하였다 (Fig. 20-A). 복섬의 경우 잘피밭에서는 3~11월에 출현하였으며, 인근 해역에서는 12월을 제외한 모든 달에 출현하였다. 그리고 전체 출현한 개체들 중 1~7 cm 크기군의 비율은 잘피밭에서 높았으며, 8~13 cm 크기군은 인근 해역에서 높은 비율을 나타냈다 (Fig. -B). 그 외 가시망둑, 미역치, 베도라치 등의 어종들도 이와 유사한 양상을 보였다. 이와 같은 결과는 많은 어종들이 유어를 잘피밭에서 보내며, 어느 정도 성장이 되면 대부분의 개체가 인근 해역으로 이동하고 있음을 의미한다.

본 잘피밭에 출현하는 어종 중에는 쥐노래미, 농어, 감성돔, 조피볼락, 붕장어 등과 같이 경제성이 높은 어종들도 포함되어 있었다. 이들은 대부분이 15 cm 이하의 유어들로 구성되어 있어 잘피밭이 많은 경제성 어종에 의해 성육장 (nursery ground)으로 이용되고 있음을 알 수 있다.

우점종들은 각 어종에 따라 계절적 출현 변동 양상이 독특하였으며, 각각 다른 시기에 최대 출현량을 보였다. 가시망둑과 베도라치는 1~5월, 돌팍망둑과 쥐노래미는 3~5월, 실고기는 4월과 8월, 복섬은 6~8월 그리고 그물코쥐치와 미역치는 9~11월에 채집개체수가 최대치였다. 한 종의 개체수가 증가하기 시작하여 단지 한 두달 동안 최대 개체수를 보이고 나서 감소한 후, 뒤이어

다른 어종의 개체군이 최대 출현량을 나타내었는데, 이는 앵강만 잘피밭이 여러 어종들에 의해 시기적으로 분할되어 이용되고 있음을 의미한다. 이와 같은 현상은 국내의 다른 연안해역에서도 보고된 바 있다 (Huh, 1986; Huh and Kwak, 1997c).

한편, 잘피밭 어류 연구에 있어서 통발어구의 유용성에 대해 검토해 보았다. 조사 기간 중 잘피밭에서 beam trawl에 의해 채집된 어류는 43종, 6,607개체, 38,732.4 g이었으며 (Table 1), 통발에 의해 채집된 어류는 18종, 445개체, 10,761.2 g이었다 (Table 2). 따라서 통발에 의해 채집된 어류의 어종수, 개체수, 생체량 모두 소형 beam trawl에 의해 채집된 어류보다 크게 낮은 것으로 나타났다. 이는 통발 어구가 특정 해역의 어류 군집 연구에 있어 beam trawl만큼 효율적으로 어류를 채집 하지 못하고 있음을 말해 준다. 하지만 beam trawl에서 잘 채집이 되지 않았던 붕장어와 베도라치 등이 통발에 의해 많이 채집되었다. 이들 어종은 주로 바닥의 펄질에 정착해 서식하기 때문에 잘피가 많이 우거져 있는 시기에는 beam trawl과 같은 어구로는 채집이 어려운 어종이다. 따라서 통발이 beam trawl에 비해 채집 어종에 대한 선택성이 강한 어구이지만 잘피밭 어류연구에 있어 beam trawl의 보조 어구로 통발이 사용될 수 있다고 판단된다.

잘피의 소실이 어류자원에 미치는 영향을 연구한 Pihl et al (2006)에 따르면, 잘피밭이 약 190 km<sup>2</sup>가 소실될 경우 대구의 유어들이 머물 공간이 축소되어 대구 자원의 가입이 630만 개체 정도 감소하는데, 이는 바다표범과 같은 포식자에 의해 포식되거나 자연 사망 (mortality)에 의한 양과 비슷하다고 한다. 이러한 사실은 많은 어종의 유어들에게 좋은 성육장의 역할을 하는 잘피밭의 중요성을 다시 한 번 일깨워 준다.

현재 우리나라 연안에서의 어획량이 갈수록 감소하고 있는 실정이다. 이같은 어획량 감소의 원인으로 연안 오염, 특종 어종에 대한 남획 등이 거론되고 있으나 주요 상업성 어종들이 성육장으로 이용하고 있는 잘피밭이 최근 들어 무분별한 매립공사와 준설공사에 의해 크게 훼손된 것도 어획량 감소의 원인 중 하나라고 생각된다. 따라서 앞으로 많은 동식물들이 서식하고 있는 우리나라 연안의 잘피밭을 잘 보존하고 복원한다면 향후 어류의 자원량이 점차 회복되어 연안어업에 큰 도움을 줄 수 있으리라고 생각된다.

Table 5. Comparisons of species composition of fishes collected in the eelgrass bed and unvegetated habitat of Aenggang Bay to those obtained from Jindong Bay, Kwangyang Bay.

Sampling site	Anggang Bay		Jindong Bay		Kwangyang Bay	
Source	Present study		Im(2004)		Huh and Kwak(1997)	
Sampling period	2005		2002		1994	
Sampling gear	Beam trawl		Beam trawl		Beam trawl	
Sampling time	Day		Day		Day	
Mesh size (mm)	10		10		10	
Sampling area (m <sup>2</sup> /month)	720		720		720	
Sampling region	Eelgrass bed	Unvegetated area	Eelgrass bed	Unvegetated area	Eelgrass bed	
Number of species	43	27	31	20	42	
Number of individuals	6,607	4,620	2,678	901	7,958	
Biomass (g)	38,732.4	27,236.7	13,658.0	10,325.3	51,422.0	
Diversity index	1.07~2.47	0.54~2.18	0.36~2.29	0.56~1.83	1.65~2.50	
Dominant species (rank)	1	<i>Rudarius ercodes</i>	<i>Takifugu niphobles</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i>	<i>Pholis fangi</i>	<i>Syngnathus schlegeli</i>
	2	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i>	<i>Repomucenus valenciennesi</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i>	<i>Pholis nebulosa</i>
	3	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	<i>Acanthogobius lactipes</i>	<i>Pholis fangi</i>	<i>Pholis nebulosa</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i>
	4	<i>Takifugu niphobles</i>	<i>Rudarius ercodes</i>	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	<i>Hexagrammos otakii</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i>
	5	<i>Syngnathus schlegeli</i>	<i>Salangichthys microdon</i>	<i>Acentrogobius pflaumi</i>	<i>Repomucenus valenciennesi</i>	<i>Sebastes inermis</i>
	6	<i>Pholis nebulosa</i>	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	<i>Lateolabrax japonicus</i>	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Takifugu niphobles</i>
	7	<i>Hexagrammos otakii</i>	<i>Siganus fuscescens</i>	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Rudarius ercodes</i>	<i>Rudaris ercodes</i>
	8	<i>Pseudoblennius percoides</i>	<i>Hexagrammos otakii</i>	<i>Hexagrammos otakii</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>
	9	<i>Ditrema temmincki</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	<i>Acanthogobius pflaumi</i>	<i>Acentrogobius pflaumi</i>
	10	<i>Acanthogobius lactipes</i>	<i>Sillago japonica</i>	<i>Sillago japonica</i>	<i>Limanda yokohamae</i>	<i>Favinogobius gymnauchen</i>

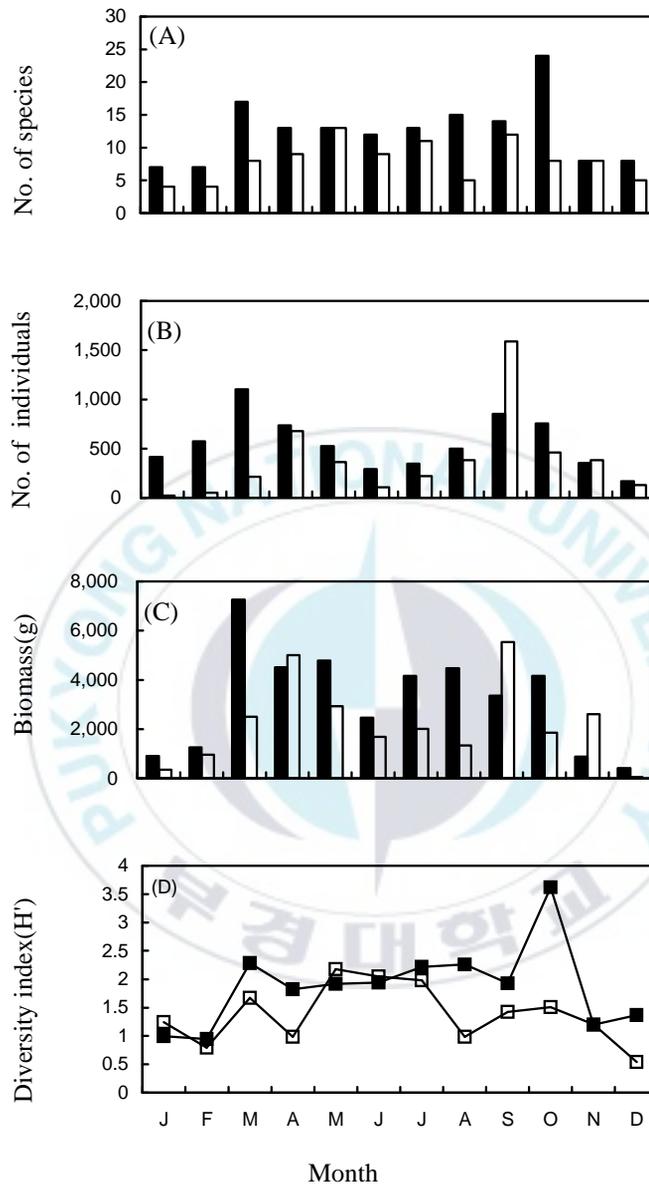


Fig. 19. Monthly variations in number of species(A), number of individuals(B), biomass(C) and diversity index(H') (D) of fishes by a small beam trawl between the eel-grass bed (■) and the unvegetated habitat (□) of Aenggang Bay in 2005.

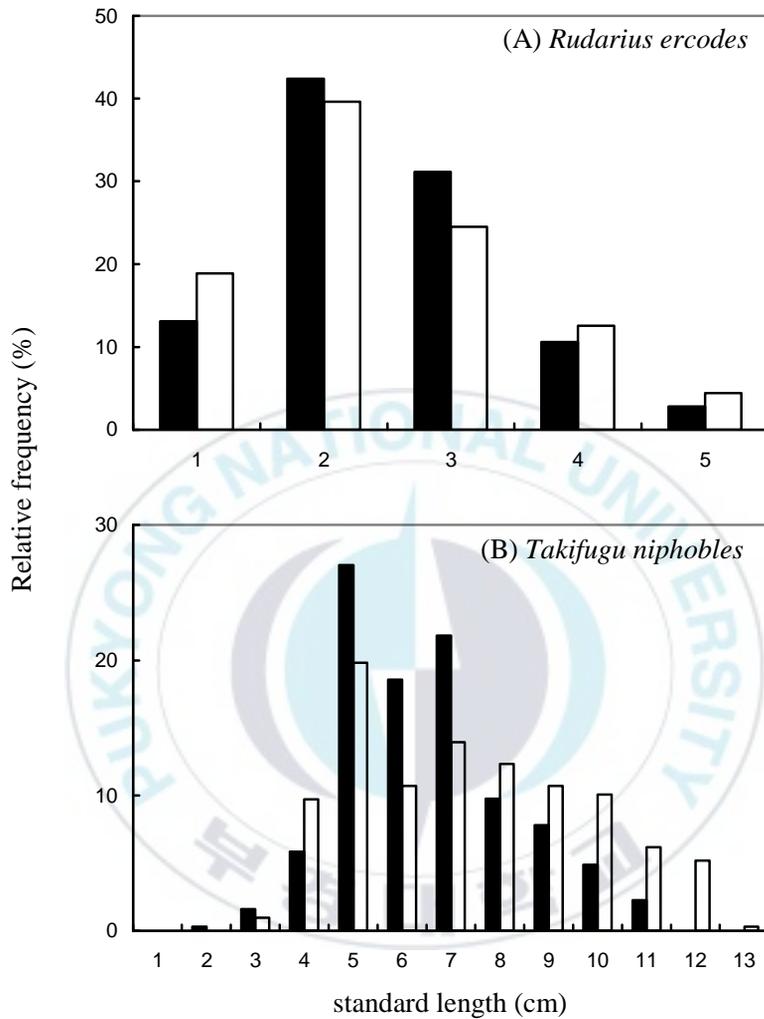


Fig. 20. The Variations of standard body length frequency distribution of *Rudarius ercodes* (A) and *Takifugu niphobles* (B) between the eelgrass bed (■) and the unvegetated habitat (□) of Aenggang Bay in 2005.

## V. 요약

앵강만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동 특성을 파악하기 위해 2005년 1월부터 12월까지 소형 beam trawl과 통발을 이용하여 잘피밭과 잘피가 서식하지 않는 인근 해역으로 나누어 어류를 매월 채집하였다.

본 조사 기간 동안 앵강만 잘피밭에서 소형 beam trawl에 의해 채집된 어류는 총 8목 25과 43종이었다. 조사 기간 동안 그물코쥐치, 가시망둑, 미역치, 복섬, 실고기가 우점하였으며 이들은 총 출현 개체수의 73.0%를 차지하며 우점하였다. 그 다음으로 우점하였던 종은 돌팍망둑, 베도라치, 쥐노래미, 망상어, 흰발망둑, 주둥치였다. 이들은 소형 어종이거나 대형 어종의 유어들로 이루어져 있었다.

본 연구와 동일한 조사 방법으로 실시된 다른 지역의 잘피밭 연구에서 채집된 우점종을 비교해 보면, 지리적으로 가까운 광양만은 본 조사 해역과 우점종이 유사하였으나, 본 조사 해역에서 100 km 정도 떨어져 있는 진동만은 우점종이 큰 차이를 보였다.

앵강만 잘피밭의 어류 군집은 뚜렷한 계절변동을 보였는데 출현종수는 겨울에 10종 미만이 출현하였으나, 봄과 가을에 크게 증가하였으며, 9월에 연중 가장 많은 종수를 나타내었다. 개체수는 겨울에 최소치를 보였으나, 1월부터 계속 증가하여 3월에 가장 높은 수치를 보였으며, 7~8월에 감소한 후, 다시 가을에 많은 개체수를 나타내었다. 생체량은 겨울에 최소치를 보였으나, 3월부터 크게 증가하기 시작하여 봄과 가을에 높았다. 3월에 연중 가장 많은 생체량을 나타내었다. 수온과 잘피의 현존량 및 어류의 주 먹이생물 특히 단각류(카프렐라류, 옆새우류)의 양적 변동이 앵강만 잘피밭 어류 군집의 계절변동에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

잘피밭과 잘피가 없는 인접해역에서 채집된 어류를 비교해 보면 출현종수, 개체수, 생체량 모두 잘피가 없는 인근 해역보다 잘피밭에서 높게 나타났다. 또한 잘피밭은 작은 크기의 자·치어들이 많이 출현하였으나, 잘피가 없는 해역에서는 더 큰 크기의 개체들이 많이 출현하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 잘피밭이 많은 어종들에게 좋은 성육장 역할을 하고 있다고 판단된다.

한편, 잘피밭 어류 연구에 있어서 통발어구의 유용성에 대해 검토해 본 결과, 통발 어구가 특정 해역의 어류 군집 연구에 있어 beam trawl 만큼 효율

적으로 어류를 채집 하지 못하지만 잘피가 많이 우거져 있는 시기에 beam trawl과 같은 어구로는 채집이 어려운 어종(붕장어 등)의 채집이 용이하였다. 따라서 잘피밭 어류연구에 있어 beam trawl의 보조 어구로 통발이 사용될 수 있다고 생각된다.



## VI. 감사의 글

본 논문이 완성되어 기쁜 마음을 금할 길 없습니다. 그러나 이 논문이 완성되기까지는 많은 분들의 도움이 컸습니다. 부족한 제가 학문의 길로 접어든 후 많은 관심과 조언으로 자상하게 지도하여 주신 허성희 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 일정 중에서도 기꺼이 논문의 심사를 허락하시고 논문을 정성껏 다듬어주신 이태원 교수님과 광석남 박사님께도 감사드립니다.

자상한 가르침과 충고로 학자로써의 올바른 자세를 가르쳐 주신 조규대 교수님, 강용균 교수님, 양한섭 교수님, 이재철 교수님, 박미옥 교수님, 김석운 교수님, 김정창 교수님께도 감사드립니다.

저의 논문이 완성되기까지 유영생물 실험실 선배, 후배님들의 고생은 저의 마음속에 깊이 간직할 것입니다. 힘들고 괴로운 일이 있을 때 많은 도움과 격려를 해 주신 추현기 선배님, 백근욱 박사님, 또한 멀리서 격려를 아끼지 않으셨던 임성오 선배님께 감사드립니다. 또한 실험실에서 힘든 채집 과정을 도와주신 김하원 선배님, 성봉준 선배님을 비롯하여, 여러 가지로 많은 도움을 주신 박주면 선배님, 남기문 선배님, 희찬, 진민, 은혜에게 감사드립니다.

철없는 후배에게 항상 따뜻하고 친절할 말씀으로 격려와 도움을 주신 김대현 선배님, 황동운 선배님, 현정 언니께 감사드리며 또한 힘들 때 많은 즐거움이 되었던 동기 윤자, 은애에게 감사드립니다.

학부 때부터 같이 지내면서 힘들 때마다 다독여 주며 자신의 일처럼 함께 고민하고 모든 것을 함께 나눌 수 있었던 도영, 승익, 준식, 진우, 홍섭, 준희, Jerome에게 진심으로 감사를 드립니다. 선배로서는 많이 부족한 저를 믿고 따라주며 굳은 일도 마다하지 않았던 유리, 현주, 효진, 주은, 형규, 세경, 낙원이에게도 많은 감사를 드립니다.

또한 바쁘다는 핑계로 자주 신경을 써 주지 못하였지만 늘 믿고 격려와 칭찬을 아끼지 않았던 영주, 수진, 미희에게 감사를 드립니다.

마지막으로 저를 이 자리에 설 수 있게 만들어준 가족들에 대한 감사는 어떠한 말로도 표현할 수 없는 것이었습니다. 항상 제 편이 되어주시며 저에 대한 사랑을 아끼지 않으셨던 아버지, 어머니 그리고 자신보다 동생을 더 사랑한 언니와 형부에게 감사를 포함합니다. 사랑합니다.

## VII. 참고문헌

- An, Y.R. and S.H. Huh. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea 3. Fishes collected by crab pots. 2002. J. Kor. Fish. Soc., 35 : 715~722 (in Korean)
- Choo, H.G. 1997. Change of fish composition near Daedo Island in the Kwangyang Bay. M.S. Thesis, Pukyong National University, Pusan, 59pp. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1997. The fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 727pp. (in Korean)
- Fonseca, M.S., J.S. Fisher, J.C. Zieman and G.W. Thayer. 1982. Influence of the seagrass *Zostera marina* L., on current flow. Est. Coast. Shelf Sci., 15 : 351~358
- Go, Y.B. and S.H. Cho. 1997. Study on the fish community in the sesagrass belt around Cheju Island I. Species composition and seasonal variations of fish community. Korean J. Ichthyol., 9 : 48~60 (in Korean)
- Harrison, P. 1989. Detrital processing in seagrass systems : a review of factors affecting decay rate, remineralization and detritivory. Aquat. Bot., 23 : 263~288
- Heck, K.L. and J.F. Valentine. 1995. Sea urchin herbivory : evidence for long-lasting effects in subtropical seagrass meadows. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 189 : 205~217
- Heck, K.L., D. Nadeau. and R. Thomas. 1997. The nursery role of seagrass beds. Gulf Mex. Sci., 15 : 50~54
- Hiddink, J.G. and Z. Jager. 2002. Abundance and reproduction of Nilsson's pipefish on tidal flats. J. Fish Biology, 61 : 125~137
- Huh, S.H. 1986. Species composition and seasonal variation in abundance of fishes in eelgrass meadow. J. Kor. Fish. Soc., 19 : 509~517 (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997a. Feeding habits of *Pholis nebulosa*. Korean J. Ichthyol., 9 : 22~29 (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997b. Feeding habits of *Syngnathus schlegeli* in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Kor. Fish. Soc., 30 : 896~902 (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997c. Species composition and seasonal variations of

- fishes in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol., 9 : 202~220 (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998a. Feeding habits of juvenile *Takifugu niphobles* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Kor. Fish. Soc., 31 : 806~812 (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998b. Feeding habits of *Pseudoblennius cottides*. J. Kor. Fish. Soc., 31 : 37~44 (in Korean)
- Im, S.O. 2002. Species composition and seasonal variations of fishes in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Jindong Bay. M.S. Thesis, Pukyong National University, Pusan, 72pp. (in Korean)
- Kang, Y.J., Y.H. Kim and W.T. Kim. 1996. Age, growth and spawning of *Enedrias nebulosus*. J. Kor. Fish. Soc., 29 : 191~196 (in Korean)
- Kikuchi, T. 1966, An ecological study an animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 1 : 1~106
- Kim, Y.D., Y.H. Park and D.S. Kim. 1994. Commensal fishes of the coastal and offshore waters in Korea. Nat. Fish. Res. Dev. Agency. 299pp. (in Korean)
- Kwak, S.N. and D.W. Klumpp. 2004. Temporal variation in species composition and abundance of fish and decapods of a tropical seagrass bed in Cockle Bay, North Queensland, Australia. Aquat. Bot., 78 : 119~134
- Kwak, S.N., S.H. Huh and C.G. Choi. 2006. Comparisons of fish assemblages associated with eelgrass bed and adjacent unvegetated habitat in Jindong Bay. Korean J. Ichthyology., 18 : 119~128 (in Korean)
- Lee, T.W., H.T. Moon, H.B. Hwang, S.H. Huh and D.J. Kim. 2000. Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass beds in Angol Bay of the Southern Coast of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 33 : 439~447 (in Korean)
- Lee, T.Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small Filefish, *Rudarius ercodes*. J. Kor. Fish. Soc., 17 : 423~435 (in Korean)
- Lim, H.S., H.S. Park, J.W. Choi and J.G. Je. 1999. Macrobenthic community of the subtidal soft bottom of Aenggang Bay in the Southern coast of Korea. J. Kor. Ocean., 4 : 80~92 (in Korean)
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo, Text and Plates 437pp+370plates.
- Mattila, J., G. Chaplin, M.R. Eilers, K.L. Heck, Jr., J.P. O'Neal and J.F. Valentine.

1999. Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscotta River, Maine (USA). J. Sea Res., 41 : 321~332
- Oh, S.H. 2003. Species composition and community structure of fishes in Kwanyang Bay, Korea. Ph. D. Thesis, Yosu National University, Yosu, 220pp. (in Korean)
- Orth, R.J. and K.L.J. Heck. 1980. Structural components of the eelgrass (*Zostera marina*) meadow in the lower Chesapeake Bay fishes. Estuaries, 3 : 278~288
- Paul. A.X. Bologna. 2006. Assessing within habitat variability in plant demography, faunal density and secondary production in an eelgrass (*Zostera marina* L.) bed. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 329 : 122~134
- Phillips, R.C. 1974. Temperature grass flat. Inc: Odum, H.T., B.J. copeland and E.A. McMahan (eds.) Coastal Ecological systems of the United Status, Vol.2. Conservation Foundation, Washington: D.C., 244~299
- Pianka, E.R. 1973. The structure of lizard communities. Ann. Rev. Ecol. Syst., 4 : 53~74
- Pihl, L., B. Susanne, K. Nils, R. Patrik, S. Tore, T. Max. and W. Hakan. 2006. Shift in fish assemblage structure due to loss of seagrass *Zostera marina* habitats in Sweden. Est. Coast. Shelf Sci., 67 : 123~132
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117pp.
- Thayer, G., W. Kenworthy, M. Fonseca. 1984. The ecology of eelgrass meadows of the Atlantic coast: a community profile. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Ser. Prog. FWS/OBS-84/02. p147.
- Valentine, J.F. and K.L. Heck. 1991. The role of sea urchin grazing in regulating subtropical seagrass meadow: evidence from field manipulations in the northern Gulf of Mexico. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 154 : 215~230
- Vetter, E.W. 1995. Detritus-based patches of high secondary production in the nearshore benthos. Mar. Ecol. Prog. Ser., 120 : 251~262
- Yoo, D.J., K.H. Han, S.R. Baek, K.S. Kim, S.C. Ha, H.C. Zang and G.S. Lee. 2003. Morphological development of eggs, larvae and juvenile of the sunrise sculpin, *Pseudoblennius cottoides* (Teleostei: Cottidae). J. Kor. Fish. Soc., 36 : 263~269 (in Korean)
- Yoon, C.H. 2002. Fishes of Korea with pictorial key and systematic list. Academy Publ. Co. Seoul, 747pp. (in Korean)

Appendix I. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index ( $H'$ ) of fishes collected by a small beam trawl in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		Mar.		Jun.	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Rudarius ercodes</i>	100	144.4	138	198.6	28	29.8	24	32.2	98	381.8	62	263.5
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	264	42.8	363	58.9	364	167.0	214	289.4	23	72.3	37	331.7
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	16	14.4	22	19.8	4	17.6	2	18.2				
<i>Takifugu niphobles</i>					296	5,218.8	56	1,228.8	95	1,185.9	16	163.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>	8	21.6	11	29.7	48	93.8	128	208.4	63	164.5	19	64.2
<i>Pseudoblennius percoides</i>					114	135.6	82	374.2	53	501.0	53	725.1
<i>Hexagrammos otakii</i>	4	106.8	6	146.9	70	77.6	142	939.6	35	604.0	12	6.8
<i>Pholis nebulosa</i>	20	584.8	28	804.1	70	809.3	72	1,379.4	68	963.3	19	267.2
<i>Ditrema temmincki</i>					10	536.8	0	0.0	48	136.5	53	278.4
<i>Acanthogobius lactipes</i>					22	7.4						
<i>Leiognathus nuchalis</i>												
<i>Petroscirtes breviceps</i>												
<i>Hippocampus japonicus</i>	4	4.0	6	5.5								
<i>Salangichthys microdon</i>					42	13.1						
<i>Hexagrammos agrammus</i>					2	50.2	0	0.0	25	357.3	6	50.0
<i>Lateolabrax japonicus</i>												
<i>Siganus fuscescens</i>												
<i>Liparis tanakai</i>					24	41.2						
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>					4	4.4	2	1.0				
<i>Conger myriaster</i>											6	265.4
<i>Sebastes schlegeli</i>									5	7.5	3	15.5
<i>Acentrogobius flavimanus</i>					2	51.0	2	44.4	5	111.0		

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix I. (continued)

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		Mar.		Jun.	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acentrogobius pflaumi</i>												
<i>Tridentiger trignocephalus</i>												
<i>Limanda yokohamae</i>							6	0.6				
<i>Platycephalus indicus</i>									3	37.8		
<i>Sebastes inermis</i>							2	1.6	5	261.3		
<i>Parablennius yatabei</i>												
<i>Sillago japonica</i>												
Syngnathidae												
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>												
<i>Kareius bicoloratus</i>												
<i>Hippoglossoidae pinetorum</i>											3	28.2
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>												
<i>Pleuronichthys cornutus</i>					2	7.4						
<i>Repomucenus lunatus</i>					2	12.2						
<i>Sagamia geneionema</i>							2	4.0				
<i>Lactoria cornutus</i>												
<i>Mugil cephalus</i>												
<i>Trachinocephalus myops</i>												
<i>Chelon haematocheila</i>												
<i>Upeneus japonicus</i>												
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>												
Total	416	918.8	574	1,263.5	1,104	7,273.2	734	4,521.8	526	4,784.2	289	2,459.4
Number of species		7		7		17		13		13		12
Species diversity index(H')		1.07		1.08		1.95		1.88		2.22		2.12

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix I. (continued)

Scientific name	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Rudarius ercodes</i>	85	402.3	49	168.5	372	303.3	334	528.4	254	318.4	70	51.8
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	35	252.1	37	212.8	0	0.0	1	5.2				
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	32	109.7	37	194.3	345	1,834.0	274	1,599.2	32	200.6	7	2.8
<i>Takifugu niphobles</i>	41	542.3	25	142.9	17	245.1	7	114.9	10	125.8		
<i>Syngnathus schlegeli</i>	25	99.6	123	180.8	22	30.6	14	26.1	32	42.8	42	61.6
<i>Pseudoblennius percoides</i>	23	288.2	37	400.0								
<i>Hexagrammos otakii</i>	14	448.7	37	883.1	5	104.9	3	142.6				
<i>Pholis nebulosa</i>	14	223.2	12	248.5			1	17.2			14	268.1
<i>Ditrema temmincki</i>	41	458.4	25	1,321.0	10	201.5	7	172.2	4	114.0		
<i>Acanthogobius lactipes</i>			25	14.8	5	3.9	10	11.7	10	2.0	14	11.2
<i>Leiognathus nuchalis</i>	25	254.4	12	19.7	24	46.2	13	32.8				
<i>Petroscirtes breviceps</i>					29	18.9	10	28.1	6	4.0		
<i>Hippocampus japonicus</i>			25	30.8			2	2.2			7	7.7
<i>Salangichthys microdon</i>							1	6.4				
<i>Hexagrammos agrammus</i>	2	18.9										
<i>Lateolabrax japonicus</i>			25	572.0								
<i>Siganus fuscescens</i>					9	127.5	16	541.4				
<i>Liparis tanakai</i>												
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>							15	5.6				
<i>Conger myriaster</i>							14	501.7				
<i>Sebastes schlegeli</i>			12	78.7								
<i>Acentrogobius flavimanus</i>					3	150.0	6	278.3				

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix I. (continued)

Scientific name	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acentrogobius pflaumi</i>			12	14.8								
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>							11	11.1				
<i>Limanda yokohamae</i>					5	219.5						
<i>Platycephalus indicus</i>											7	7.7
<i>Sebastes inermis</i>											7	8.4
<i>Parablennius yatabei</i>							7	33.2				
<i>Sillago japonica</i>												
Syngnathidae										6	79.2	
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	5	6.0										
<i>Kareius bicoloratus</i>					2	45.2	2	33.7				
Hippoglossoidae pinetorum												
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>					2	36.2						
<i>Pleuronichthys cornutus</i>												
<i>Repomucenus lunatus</i>												
<i>Sagamia geneionema</i>												
<i>Lactoria cornutus</i>							2	19.5				
<i>Mugil cephalus</i>	2	1,063.3										
<i>Trachinocephalus myops</i>							2	17.3				
<i>Chelon haematocheila</i>							1	35.0				
<i>Upeneus japonicus</i>							1	7.0				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>							1	18.0				
Total	344	4,167.1	493	4,482.7	850	3,366.8	755	4,188.8	354	886.8	168	419.3
Number of species		13		15		14		24		8		8
Species diversity index (H')		2.29		2.47		1.36		1.59		1.06		1.66

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix II. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes collected by crab pots in the eelgrass bed of Aenggang Bay in 2005.

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Conger myriaster</i>	2	37.2	2	36.0	15	321.5	41	1,274.4	4	195.1	11	550.6
<i>Takifugu niphobles</i>							6	114.1	32	231.9	9	51.1
<i>Pholis nebulosa</i>	1	20.8	11	228.3	20	608.0	19	421.0	1	24.2		
<i>Hexagrammos otakii</i>					5	16.5	13	84.1	1	4.4	2	25.6
<i>Rudarius ercodes</i>							3	5.9			2	7.9
<i>Acentrogobius flavimanus</i>	2	54.3	1	27.1								
<i>Limanda yokohamae</i>					5	82.0	1	21.6	2	110.6	3	126.3
<i>Sillago japonica</i>												
<i>Hypodytes rubripinnis</i>												
<i>Petroscirtes breviceps</i>												
<i>Pseudoblennius percoides</i>									2	20.9	1	27.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>					5	12.5						
<i>Sebastes schlegeli</i>	2	153.1										
<i>Hexagrammos agrammus</i>												
<i>Ditrema temmincki</i>												
<i>Sebastes inermis</i>											2	98.9
<i>Pseudoblennius cottoides</i>											1	1.9
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>							1	9.4				
Total	7	265.4	14	291.4	50	1,040.5	84	1,930.5	42	587.1	31	889.7
Number of species	4		3		5		7		6		8	
Species diversity index(H')	1.54		0.77		1.02		1.35		1.76		2.61	

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix II. (Continued)

Scientific name	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Conger myriaster</i>	13	501.8	18	646.2	27	691.6	15	481.7	20	1,046.7	27	883.6
<i>Takifugu niphobles</i>	13	98.4	15	177.0	6	18.4						
<i>Pholis nebulosa</i>	1	20.0					1	23.2			2	68.7
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	16.5	2	9.2								
<i>Rudarius ercodes</i>	8	28.4	2	2.4	2	2.2						
<i>Acentrogobius flavimanus</i>	1	35.3	5	176.5	3	121.3			2	58.4	1	43.1
<i>Limanda yokohamae</i>												
<i>Sillago japonica</i>	1	32.8	6	203.4			2	65.9				
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	3	7.8			5	31.7						
<i>Petroscirtes breviceps</i>					1	3.6	5	24.8				
<i>Pseudoblennius percoides</i>	1	12.0	1	12.3								
<i>Syngnathus schlegeli</i>												
<i>Sebastes schlegeli</i>											2	144.3
<i>Hexagrammos agrammus</i>	2	24.4	1	12.2								
<i>Ditrema temmincki</i>	2	30.8										
<i>Sebastes inermis</i>												
<i>Pseudoblennius cottoides</i>												
<i>Tridentiger trignocephalus</i>												
Total	46	808.2	50	1,239.2	44	868.8	23	595.6	22	1,105.1	32	1,139.7
Number of species	11		8		6		4		2		4	
Species diversity index(H)	1.79		1.32		0.96		0.32		0.87			

N: number of individuals, B: biomass in grams

Appendix III. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fishes collected by a small beam trawl in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005.

Scientific name	J		F		M		A		M		J	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Takifugu niphobles</i>	12	260.4	40	852.0	96	1,968.0	508	4,317.2	88	1,497.2	16	229.6
<i>Leiognathus nuchalis</i>									4	56.0		
<i>Acanthogobius lactipes</i>	4	1.2			40	39.2	68	48.0	56	46.0		
<i>Rudarius ercodes</i>									36	115.6	20	59.2
<i>Salangichthys microdon</i>												
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	4	2.4	4	3.6								
<i>Siganus fuscescens</i>												
<i>Hexagrammos otakii</i>					20	392.0	32	435.6	56	508.0	24	403.2
<i>Pseudoblennius percoides</i>					20	77.2	12	57.6	40	330.6	12	160.4
<i>Sillago japonica</i>											8	154.8
<i>Syngnathus schlegeli</i>					12	30.4	24	33.6	16	34.0		
<i>Pholis nebulosa</i>					12	0.0	16	80.4	24	246.4		
<i>Ditrema temmincki</i>									20	58.4	8	11.6
<i>Pseudoblennius cottoides</i>			4	0.8	12	5.2	8	3.6	12	30.0		
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>												
<i>Acentrogobius flavimanus</i>	4	82.4	4	101.6								
<i>Petroscirtes breniceps</i>												
<i>Repomucenus curvicornis</i>												
<i>Conger myriaster</i>											12	570.8
Pleuronectidae					4	1.2	4	0.8	4	1.6	0	0.0
<i>Upeneus japonicus</i>												
<i>Trachinocephalus myops</i>												
<i>Platycephalus indicus</i>							4	26.4				
Hippoglossoidae									4	17.6		
<i>Hexagrammos agrammus</i>									4	387.5		
<i>Sebastes schlegeli</i>											4	24.0
<i>sebastes longispinis</i>											4	67.2
Total	24	346.4	52	958.0	216	2,513.2	676	5,003.2	364	3,328.9	108	1,680.8
Number of species	4		4		8		9		13		10	
Species diversity index (H')	1.24		0.79		1.67		0.98		2.18		2.05	

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix III. (Continued)

Scientific name	J		A		S		O		N		D	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Takifugu niphobles</i>	68	784.4	60	838.0	56	588.0	32	338.8	96	2,259.6		
<i>Leiognathus nuchalis</i>	8	64.8			888	859.2						
<i>Acanthogobius lactipes</i>			44	20.0	16	3.6	176	42.8	228	73.6	116	4.0
<i>Rudarius ercodes</i>	40	124.4			312	341.2	128	186.4	20	30.4	4	9.2
<i>Salangichthys microdon</i>			260	30.4								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>					88	522.0	92	725.8				
<i>Siganus fuscescens</i>					140	2,318.0						
<i>Hexagrammos otakii</i>	4	77.2										
<i>Pseudoblennius percoides</i>												
<i>Sillago japonica</i>	4	90.4	16	247.2	48	40.4						
<i>Syngnathus schlegeli</i>							8	8.0	8	8.8	4	4.4
<i>Pholis nebulosa</i>	4	100.8					4	217.2	4	42.4	4	39.2
<i>Ditrema temmincki</i>	24	593.2			12	213.2						
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	20	135.2										
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	32	9.6										
<i>Acentrogobius flavimanus</i>					8	350.4	8	306.8	4	127.2		
<i>Petroscirtes breviceps</i>					12	33.6	12	27.6				
<i>Repomucenus curvicornis</i>			4	194.8					12	16.0	4	1.2
<i>Conger myriaster</i>					4	256.8						
Pleuronectidae												
<i>Upeneus japonicus</i>	12	11.2										
<i>Trachinocephalus myops</i>									12	56.4		
<i>Platycephalus indicus</i>					4	6.4						
<i>Hippoglossoidae pinetorum</i>	4	26.0										
<i>Hexagrammos agrammus</i>												
<i>Sebastes schlegeli</i>												
<i>sebastes longispinis</i>												
Total	220	2,017.2	384	1,330.4	1,588	5,532.8	460	1,853.4	384	2,614.4	132	58.0
Number of species	11		5		12		8		8		5	
Species diversity index(H')	1.98		0.98		1.42		1.51		1.20		0.54	

N : number of individuals, B : biomass in grams

Appendix IV. Number of species, number of individuals, biomass and diversity index ( $H'$ ) of fishes collected by crab pots in the unvegetated habitat of Aenggang Bay in 2005.

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May.		Jun.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Conger myricaster</i>	2	286	2	270	3	899	4	1119	7	2895	4	121.8
<i>Takifugu niphobles</i>					0		18	2466	26	1927	9	121.5
<i>Rudarius ercoles</i>											21	168
<i>Petroscirtes breviceps</i>									2	458	4	91.8
<i>Acentrogobius flavinanus</i>												
<i>Hypodytes rubripinnis</i>												
<i>Pholis nebulosa</i>					4	721	3	384	1	125	2	24.3
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	589	2	912	1	584	2	197	2	104	1	587
<i>Sillago japonica</i>							1	176	1	154		
<i>Pseudoblennius percoides</i>							1	155	1	134	2	41.6
<i>Limanda yokohamae</i>					1	201	1	568	1	71.1	1	70.6
<i>Dictyosoma burgeri</i>	1	249	2	488								
<i>Sebastes schlegelii</i>											1	4.5
Total	4	1124	6	1670	9	2405	30	5065	41	6608	45	551.6
Number of species	3		3		4		7		7		9	
Species diversity index( $H'$ )	1.04		1.01		1.22		1.33		1.25		1.64	

N: number of individuals, B: biomass in grams

Appendix IV. (Continued)

Scientific name	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Conger myriaster</i>	12	4323	11	3399	14	5138	21	6818	24	7715	3	1302
<i>Takifugu niphobes</i>	12	1042	8	208	8	176	1	133	4	71.5	1	159
<i>Rudarius ercocks</i>	26	945	13	455	7	59						
<i>Petroscirtes breviceps</i>			5	201	8	329						
<i>Acentrogobius flavinotus</i>	2	443	5	101.9								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	5	150	3		5	25.6						
<i>Pholis nebulosa</i>									1	11.9		
<i>Hexagrammos otakii</i>												
<i>Sillago japonica</i>	1	149	1	158	3	101.3	2	530				
<i>Pseudoblennius percoides</i>	2	432	2	409								
<i>Limanda yokohamae</i>									1	57.4	1	609
<i>Dictyosoma burgeri</i>												
<i>Sebastes schlegelii</i>	1	48	1	52								
Total	61	7532	49	5901	45	697.1	24	748.1	30	9123	5	2070
Number of species	8		9		6		3		4		3	
Species diversity index(H)	1.57		1.91		1.69		0.46		0.67		0.95	

N: number of individuals, B: biomass in grams