碩 士 學 位 論 文

# 濟州道 咸德沿岸 *Zostera marina* belt의 魚類群集

濟 州 大 學 校　大 學 院

海 洋 學 科

趙　成　煥

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1994年　12月

# FISH COMMUNITY OF *ZOSTERA MARINA* BELT ON THE COAST OF HAMDUCK, CHEJU ISLAND

Sung-Hwan Cho
(Supervised by Professor You-Bong Go)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1994. 12

# 濟州道 咸德沿岸 *Zostera marina* belt의 魚類群集

指導敎授 高 有 峰

趙 成 煥

이 論文을 理學碩士學位論文으로 提出함

1994年 12月

趙成煥의 理學碩士學位 論文을 認准함

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長 이 [illegible]

委 員 高 有 峰

委 員 [illegible]

濟 州 大 學 校 大 學 院

1994年 12月

# 目 次


Summary ——— 1
Ⅰ. 서론 ——— 3
Ⅱ. 재료 및 방법 ——— 5
Ⅱ-1. 수온과 염분의 측정 ——— 5
Ⅱ-2. 어류의 채집 ——— 5
Ⅱ-3. 실비늘치의 생태 조사 ——— 7
Ⅱ-4. 자료의 분석 ——— 7
Ⅲ. 결과 ——— 10
Ⅲ-1. 조사 지역의 환경특성과 *Zostera marina*의 계절변화 ——— 10
Ⅲ-2. *Zostera marina* belt의 어류군집 ——— 13
1. 출현양상 ——— 13
2. 출현어류의 주년변화 ——— 19
3. 계절별 우점종과 성장단계 ——— 25
4. 종수와 종다양도지수 ——— 27
5. 출현어류의 체장조성 ——— 29
6. 자치어의 출현 ——— 31
Ⅲ-3. 실비늘치의 생태 ——— 33
1. 체장빈도분포 ——— 33
2. 체장과 체중과의 관계 ——— 35
3. 생식소 중량지수, 비만도, 성비 ——— 35
4. 주요 먹이생물과 선택도 ——— 38
5. 섭이율 ——— 43
Ⅳ. 고찰 ——— 46
Ⅴ. 요약 ——— 52
Ⅵ. 참고문헌 ——— 54


제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# List of Figures and Tables

Fig. 1. Map showing the study area.
S:Sand, SG:Seagrass(*Zostera marina*), SW:Seaweed. ——6

Fig. 2. Schematic diagram showing the small beam trawl. ——6

Fig. 3. Air, water temperatures and salinity variations in the study area from May 1993 to May 1994. ——12

Fig. 4. Dominant species in number of individual and biomass. The parentheses in figure indicate occurrence frequency(%).
Upper:The daytime samples, Low:The nighttime samples.
Re:*Rudarius ercodes*, Aj:*Aulichthys japonicus*, Ss:*Syngnathus schlegeli*, Pl:*Plotosus lineatus*, Ht:*Halichoeres tenuispinnis*, Pb:*Petroscirtes breviceps*, Pf:*Pteragogus flagelifera*, Pz:*Pterogobius zonoleucus*, Sf:*Siganus fuscescens*, Ly:*Limanda yokohamae* ——20

Fig. 5. Monthly variations in number of individual and biomass of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——21

Fig. 6. Monthly variations of number of species and species diversity( H') of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——28

Fig. 7. Monthly variations of the size of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island. ——30

Fig. 8. Monthly variations of fish larvae and juvenile(less than 4cm) of the dominant fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island. The scale in figure indicates the occurrence frequency(%) in each species. ——32

Fig. 9. Frequency distributions of total length of *Aulichthys japonicus* collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island. The parentheses in figure indicate number of individual observed in each month. ——34

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 10. Relationship between body length and body weight of *Aulichthys japonicus.* ——34
Fig. 11. Monthly variations of the Gonad Weight Index(GWI) and condition factor of *Aulichthys japonicus* by sex. ——36
Fig. 12. Indices of importance of the major food items in the stomach contents of *Aulichthys japonicus.*
May a: the adult occurring in May, May b: fish larvae and juvenile occurring in May. ——41
Fig. 13. Comparison of food items of *Aulichthys japonicus.*
Upper: the daytime samples, Low: the nighttime samples. ——42
Fig. 14. Variations of feeding rate of *Aulichthys japonicus.*
M a: the adult occurring in May, M b: fish larvae and juvenile occurring in May. ——45
Fig. 15. Similarity degree of fishes collected in the present paper and the comparative papers. The solid circles in figure indicate similarity(%) of common species. ——48
Table 1. Sampling date, time and tidal level range in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——11
Table 2. Scientific and Korean name of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——14
Table 3-I. Number and biomass(g) of fishes collected during the daytime sampling in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——16
Table 3-II. The nighttime sampling. ——17
Table 3-III. Combination of the day and nighttime samplings. ——18
Table 4. Occurrence variations of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——22

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 5. Seasonal variations, development stages of the dominant species collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. ——26
Table 6. Monthly variations of sex ratio(Female/Male). ——37
Table 7. Comparison of food items in the stomach contents of *Aulichthys japonicus* collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, in November 1993. ——38
Table 8. List of abbreviations using in figure 12-13 on the food habit of *Aulichthys japonicus*. ——39
Table 9. Ivlev's electivity index of *Aulichthys japonicus* between net samples and stomach contents. ——44
Table 10. Comparison of water temperature of this study and the other papers. ——48

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# Summary

Species composition, seasonal variations of fish community inhabiting in the *Zostera marina* belt and its function as a nursery ground were analyzed using the daytime and nighttime sampling on the coast of Hamduck, northern part of Cheju Island. The fishes were collected by small beam trawl from May 1993 to May 1994.

Of the 58 fish species in 35 family, the dominant species throughout the year were tubesnout *Aulichthys japonicus*, gobie *Pterogobius zonoleucus*, filefish *Rudarius ercodes*, pipefish *Syngnathus schlegeli* and sea catfish *Plotosus lineatus*, which comprised 86.1% in number of individual and 62% in biomass. More than 90% of overall fishes were smaller than 14cm in total length. Night catch was significantly larger than day catch in number of individual and biomass. With regard to seasonal variations, the highest abundance was observed from October to December. The lowest in number of individual was found from January to April. Biomass was at a minimum from May to June. Fish larvae and juvenile were found through the year. Especially, new recruitment groups of major fishes were possibly divided into 2 groups of January-June and July-December in accordance with seasonal variations of *Zostera marina*. The former group which appeared when *Zostera marina* belt were prosperous, involved *Aulichthys japonicus, Pterogobius zonoleucus, Zoarchias glaber, Hexagrammos agrammus* and *Pseudoblennius cottoides*. The latter group which appeared when *Zostera marina* belt declined, involved *Rudarius ercodes, Syngnathus schlegeli, Plotosus lineatus* and *Petroscirtes breviceps*. According to these results, fish larvae and juvenile utilizing this study area could be estimated that they appear at a proper time, when they can appropriately use as a shelter or feeding habitat in accordance with the prosperous or declining season of *Zostera marina*, so that they can be diversely inhabitable in the limited area.


제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Spawning season, growth process and feeding habit of the most dominant species *Aulichthys japonicus* were examined. In frequency distributions of body length, They appeared in March and disappeared after May in the following year. Gonad weight index and condition factor were high from November to January for males, and from February to May for females. In feeding habit, they took copepoda approximately smaller than 1mm, *Paracalanus*, Harpacticoidae, etc, which covered more than 97% of total food items. In March and April estimated spawning season, however, they took copepoda or small crustaceans larger than approximately 3mm, *Calanus*, *Euchaeta* and decapoda larvae.

Although *Aulichthys japonicus* is an oviparous fish, males have the urogenital papilla, and are fertilized from November to January. After fertilization they seem to die or move into other places. Females are estimated to spawn from February to May. It suggests that the feeding habit of *Aulichthys japonicus* is not varied in accordance with growth.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# Ⅰ. 서 론

해양생태계에서 연안해역은 높은 생산력을 유지하여 이를 이용하는 많은 해양생물에게 먹이생물 및 다양한 서식처를 제공하는 중요한 역할을 한다. 특히 다양한 해조류(Seaweed)나 해초류(Seagrass)등 수서식물이 밀생하고 있는 지역은 연안해역 중에서도 가장 높은 생산력을 나타내는 기초생산지역으로서(Mcroy, 1974; Buesa, 1974; Barnes and Hughes, 1988; Weber *et al.*, 1992), 일반적인 해양의 먹이사슬은 물론 수서식물자체에서 형성된 유기물질이 포함되는 Detritus--Microorganisms --Macroorganisms의 먹이사슬 역시 중요하게 나타나고 있다(Fenchel, 1970; Harrison and Mann, 1975; Brook, 1977; Hall and Bell, 1988; Weber *et al.*, 1992).

다년생 해산 현화식물인 *Zostera marina*(Linnaeus)는 뚜렷한 계절변화와 형태적인 특징으로 인하여 Epiphytic algae와 Phytal fauna를 포함한 많은 해양생물에게 이용되고 있으며(Kita and Harada, 1962; Ishida and Tanaka, 1980; 東, 1981; Morgan and Kitting, 1984; Orth *et al.*, 1984), 특히 이들의 군락은 수산학적 가치가 있는 상업성 어종의 자치어를 포함한 다양한 어류의 자치어 및 십각류등 무척추동물의 성육장이나 은신처로서 중요한 역할을 하고 있다(Kikuchi, 1966; Heck and Orth, 1980; Heck and Thoman, 1981; Holt *et al.*, 1983; Heck and Thoman, 1984; Orth *et al.*, 1984; Leber, 1985; Heck and Wilson, 1987; Wilson *et al.*, 1987; Main, 1987; Sogard and Able, 1991).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

해초지에 연중 서식하는 어류중에는 비상업성 소형어류가 다수 포함된다. 이들 소형어류는 외양과의 먹이망(Food web)을 연결하는 역할을 하거나(Allen, 1982), 상업성 어류의 피식 또는 포식자로서 먹이사슬의 한 부분을 담당하거나 경쟁하는 등, 소형어류의 생태학적 특성이 간접적으로 상업성 어류군집에 영향을 미치므로써 (Horn, 1980) 해양생태계에서 나름대로의 중요성을 갖는다. 그러나 이와 같은 연안해역에서도 가장 천해에 서식하는 비상업성 소형어류의 생태에 관한 조사는 많지 않다.

한국의 연안해역 어류군집에 관해서는 여러 편의 보고가 있지만(Lee and Seok, 1984; 고와 신, 1988; 고와 신, 1990; 신과 이, 1990; 김과 강, 1991; 이, 1993), 해초지에 서식하는 어류군집의 특성에 대한 보고는 허(1986)에 의해 충무 한실포의 해초지에 출현하는 어류의 계절변화에 대하여 보고된 정도이다. 따라서 해초지에 출현하는 주요어류의 산란기나 해초지 가입시기등 생태학적 특징에 대한 조사는 거의 전무한 실정이다. 이와 같이 해초지에 서식하는 생물군집에 대한 조사가 미비한 것은, 해역에 따라 해초류가 서식하는데 필요한 여러가지 요인이 부적당한데도 원인이 있겠지만, 해양생태계에서 해초지의 중요성을 아직 인식하지 못하는데 큰 요인이 있다고 할 수 있겠다. 일본을 비롯한 여러 나라에서 오래전부터 해초지에 대한 많은 지식이 축적된것(Kita and Harada, 1962; Kikuchi, 1966; Heck and Thoman, 1984; Orth *et al.*, 1984; Hall and Bell, 1988; Sogard and Able, 1991; Weber *et al.*, 1992; Blaber *et al.*, 1992)과는 아주 대조적인 현상이다.

생태계의 변화등으로 해초지가 점차 자취를 감춰가고 있어서 그 원형보존의 필요성이 있고, 연안역에서 해초지를 중심으로 한 주변의 환경과 생물에 대해 조사·연구하는 것은 생태계의 변동을 예의 주시하고 예측할 수 있는 기초자료를 제공해 줄 것이다. 특히 제주도의 연안 천해역은 제1종 공동어장으로 지정되어 제주도 어민(잠수)의 생활터전이 되고 있으나, 그 곳에 대한 구체적인 수산 또는 해양학적 연구는 극히 일부(고와 전, 1984; 이등, 1989; 최등, 1989; 고, 1990; 고등, 1992; etc)에 지나지 않아, 수산물생산의 안정적 공급과 증대를 위한 기초자료가 필히 요구되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 해초생태계를 이용하는 어류의 특징을 파악하기 위하여 제주도 북방 함덕연안에 밀생하고 있는 *Zostera marina* belt에 서식하는 어류군집의 종조성, 계절변화 그리고 주요 어종의 자치어 출현과 *Zostera marina*의 계절변화와의 관계를 조사하였다. 또한 출현어류중 본 조사지역에서 압도적으로 우점하고 있는 실비늘치의 성장과정, 산란 및 섭이생태를 규명하는 것을 목적으로 하였다.

제주대학교 중앙도서관

# II. 재료 및 방법

## II-1. 수온과 염분의 측정

1993년 5월부터 11월까지는 매 채집시마다 CTD(SBE19-03)를 이용하여 수온과 염분을 측정하였고, 그 이후부터는 제주대학교 해양연구소가 자체적으로 채집지역에 설치한 AWS(Automatic Weather Station)의 data를 제공받아 채집일, 해당시간의 기온, 수온 및 염분자료을 이용하였다.

## II-2. 어류의 채집

어류군집에 대한 조사는 제주도 북방 함덕연안 *Zostera marina* belt에서 1993년 5월부터 1994년 5월까지 매월 주간과 야간(1993년 5월과 1994년 1월 제외)에 각각 한차례씩 실시됐다(Fig. 1). 채집에 이용된 net는 예인시 저면에서 뜨지 않도록 Steel bar(직경 25mm)로 무게를 부과하여 제작한 소형 beam trawl(망구; 150cmX80cm, 길이;400cm, 망목;앞부분 100cm는 3mmX3mm, 중간부분 230cm는 1.5mmX1.5mm, 뒷부분 70cm는 0.33mmX0.33mm)로서, 해수여과가 원활하고 자치어까지 채집이 되도록 본 연구를 위하여 직접 고안·제작하였다(Fig. 2).

채집은 제주대학교의 해양조사선 해양호(1.69ton)와 어선(2.12ton)을 이용하여 약 0.5-1Knot의 저속으로 가능한 한 만조에 이르는 시간을 선택하여, 1993년 11월까지는 1회 예인시간을 약 5분간 10회를, 12월부터는 1회 예인시간을 10분으로 하여 5회 반복실시하였다. 야간채집시간은 채집지역의 수심이 깊지 않아 선박 운항이 어렵기 때문에 일몰후 바로 시작하는 것을 원칙으로 했다. 채집된 어류는 선상에서 즉시 10%해수-중성포르말린으로 고정하였으며, 체장이 큰 어류는 복강주사를 실시하였다. 고정된 어류는 실험실로 가지고 돌아와 각 종별로 동정한 후 체장은 mm까지, 체중(Wet Weight)은 0.01g까지 측정하였다.

분류동정에는 정(1977), Masuda *et al.*(1984), Okiyama(1988), Nakabo(1993)를 이용하였으며, 학명 및 분류체계는 Masuda *et al.*(1984), 및 정(1977)을 따랐다.

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

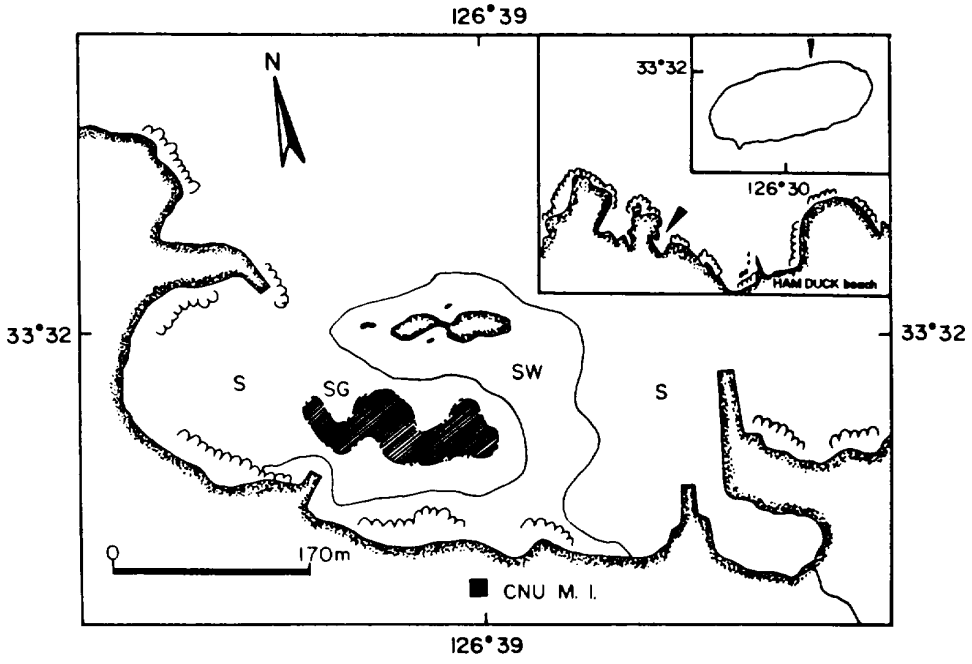
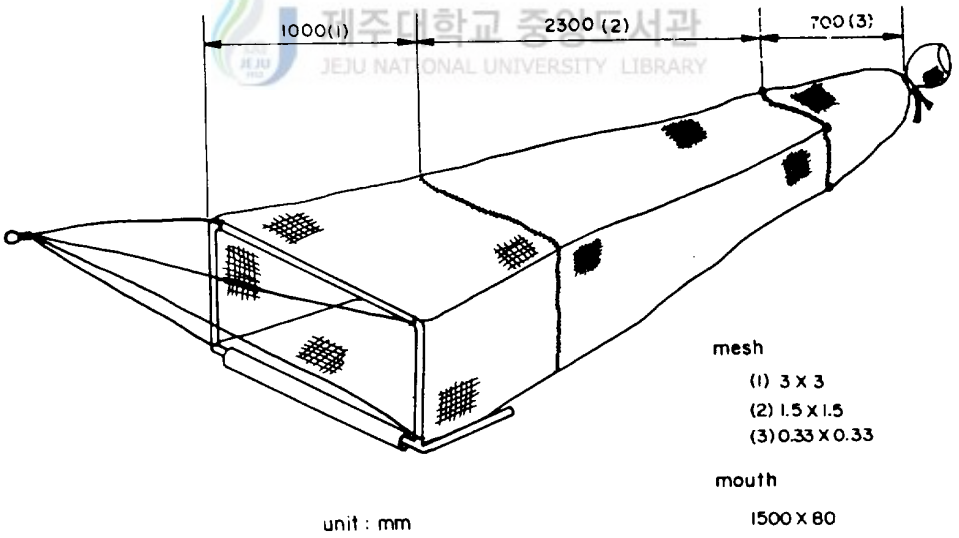



Fig. 1. Map showing the study area.
S:Sand, SG:Seagrass(*Zostera marina*), SW:Seaweed.




제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 2. Schematic diagram showing the small beam trawl.

II-3. 실비늘치의 생태조사

가장 우점종인 실비늘치의 성장, 산란 및 섭이생태의 변화에 관하여 조사하기 위하여 채집시마다 무작위로 20개체를 선정하여 체장(Standard Length, mm)과 체중(Wet Weight, 0.01g)을 측정하였다. 비뇨생식돌기(Urogenital Papilla)의 유무와 뒷지느러미(Anal fin) 제1, 제2 연조의 伸長유무로 암·수를 판별하고, 암·수의 구별이 어려운 것은 복부를 해부하여 생식소의 모양를 관찰하여 판단하였다. 분리된 생식소와 위는 정밀한 직시천칭으로 0.1mg까지 중량을 계측하고 위내용물을 조사하였다.

분리된 위내용물은 쌍안해부현미경(OLYMPUS SZ-40)하에서 분석하였다. 위내용물중 가장 많이 섭취된 요각류는 섭이후 시간이 경과하여 種의 동정이 어려웠지만, 외부형태가 어느 정도 괜찮은 것에 대해서는 가능한 한 屬까지 동정하였다. 요각류중에서 상당히 소화가 진행되어 屬의 수준까지도 분류가 어려운 것은 Unidentified copepoda에 포함시켰다. 요각류이외의 먹이생물은 科, 目 또는 그 이상의 분류군으로 동정하였다.

실비늘치의 먹이생물에 대한 선호도를 조사하기 위하여 1993년 11월에 구경 56cm, 전장 170cm, 망목 0.33mmX0.33mm의 MTD형 동물플랑크톤net를 이용하여 주간과 야간에 각각 2회씩의 표층채집과 저층채집을 하였으며, 채집된 시료는 선상에서 5%해수-중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 옮겼다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

II-4. 자료의 분석

종다양도지수( H′)

출현어류의 월별 종다양성 조사를 위하여 다음과 같은 식(Shannon and Weaver, 1949)을 이용하였다.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} n_i/N \log_2 n_i/N$$

여기에서 S : 어류의 총종류수

N : 총개체수

$n_i$ : 종 i의 개체수

실비늘치의 성장과정, 산란 및 섭이생태를 분석하기 위하여 다음과 같은 제지수를 이용하였다.

생식소 중량지수( GWI ), 비만도 지수( K )

실비늘치의 산란기를 추정하기 위하여 암·수별로 구별하여 생식소 중량지수(Gonad Weight Index)와 비만도지수(Condition Factor)를 조사하였다.

$$GWI = \frac{GW}{BW} \times 100$$

$$K = \frac{BW}{BL^3} \times 100$$

여기에서 GWI : 생식소 중량지수
GW : 생식소 중량 (g)
BW : 체중 (g)
K : 비만도지수
BL : 체장 (SL,mm)

먹이생물의 중요도( $I_i$ )

실비늘치의 먹이 가운데 주요 먹이생물의 비중을 알기 위하여 Windel(1971)의 식을 이용하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

$$I_i = \sqrt{( n_i/N ) * ( f_i/F )}$$

여기에서 $I_i$: 먹이생물의 중요도 지수
N : 조사된 어체의 위내용물에 출현한 먹이생물의 개체수
$n_i$: N 중 종 i의 개체수
F : 조사된 어체의 총수
$f_i$: F 중 먹이생물 종 i가 위내용물에서 적어도 한 개체 이상 관찰된 표본어체수

먹이생물의 선택도( $E_i$ )

위내용물에서 분석된 생물중 어떤 먹이생물을 선호하면서 섭이하는가를 Ivlev (1961)의 선택지수로서 나타내었다.

$$E_i = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

여기에서 $E_i$ : 먹이생물의 선택도 지수

$r_i$ : 위내용물에서 종 i의 조성비

$p_i$ : 환경중에서 종 i의 조성비

섭이율 조사( FR )

주간과 야간, 체장에 따른 섭이량의 변화를 알기 위하여 Kosaka *et al.* (1967)의 식을 이용하여 섭이율(Feeding rate)을 다음과 같이 계산하였다.

$$FR = \frac{SCW}{BW - SCW} \times 100$$

여기에서 FR : 섭이율

SCW : 위내용물중량 (g)

BW : 체중(g)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# III. 결 과

## III-1. 조사지역의 환경특성과 *Zostera marina*의 계절변화

조사지역은 해안에서 약 30m정도 떨어진 곳으로, 외양쪽으로는 암초가 동서로 길게 뻗어 있어서 *Zostera marina* belt 주변의 해수유동을 방해하는 반폐쇄적인 만의 특징을 갖고 있다(Fig. 1). *Zostera marina*가 밀생하고 있는 지역의 저질은 砂質이며, 채집시 수심은 약 1.4-4.3m였다. *Zostera marina* belt 주변은 크고 작은 암반들로 이루어져 여러 종류의 모자반류(*Sargassum* spp.) 및 기타 해조류가 다량 서식하고 있으며, 이곳의 어민들에게 제1종 공동어장으로 중요하게 사용되고 있는 곳이다. 조사가 진행되는 동안의 채집일, 주간과 야간채집시의 시간, 조위, 기상상태와 조류의 상태를 Table 1에 나타냈다. 채집시의 조위(Tidal level)는 대한민국 수로국에서 발행하는 조석표상에서 채집지역과의 거리가 멀리 떨어지지 않은 제주시의 평균해면(Mean sea level, 142cm)을 기준으로 하였다.

Automatic Weather Station자료에 의한 연구기간동안의 기온분포를 보면, 3월에 가장 낮아 2.4℃였고, 7월에 가장 높은 25.7℃였다. 수온은 3월이 가장 낮은 12.2℃였고, 최대의 수온은 9월에 24.5℃로 나타났다(Fig. 3). 기온과 수온분포를 볼 때, 제주도 북방 함덕해안의 *Zostera marina* belt에서는 수온이 기온보다 1개월 정도 늦게 변화하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 기온과 수온을 동일한 달과 비교했을 경우 상관계수가 $r=0.752$, $P<0.05$인데 반해, 기온보다 한 달 늦은 수온을 비교했을 경우 상관계수가 $r=0.934$, $P<0.001$의 결과로부터 추정이 가능하다. 따라서 본 조사에서는 수온의 변화에 따라 편의상 봄철(5-6월,15.1℃-18.9℃), 여름철(7-9월, 18.8℃-24.5℃), 가을철(10-12월, 14.4℃-19.7℃), 겨울철(1-4월, 11.8℃-13.9℃)의 4계절로 구분하였다.

염분의 계절변화를 보면, 고온저염, 저온고염의 일반적인 특징을 보이고 있었다. 즉, 여름철에는 7-9월에 많은 강우량으로 인하여 약 32‰ 전후의 저염상태를 기록했고, 그 이후 수온이 낮아지면서 꾸준한 증가를 보여 12-3월에 최대인 약 34‰이상을 기록했다(Fig. 3). 이와 같이 염분의 변화가 큰 것은 채집지역의 수심이 얕고, 해안에서 멀리 떨어지지 않은 곳에 위치하고 있어 육상환경요인의 영향이 크기 때문이라고 생각된다.

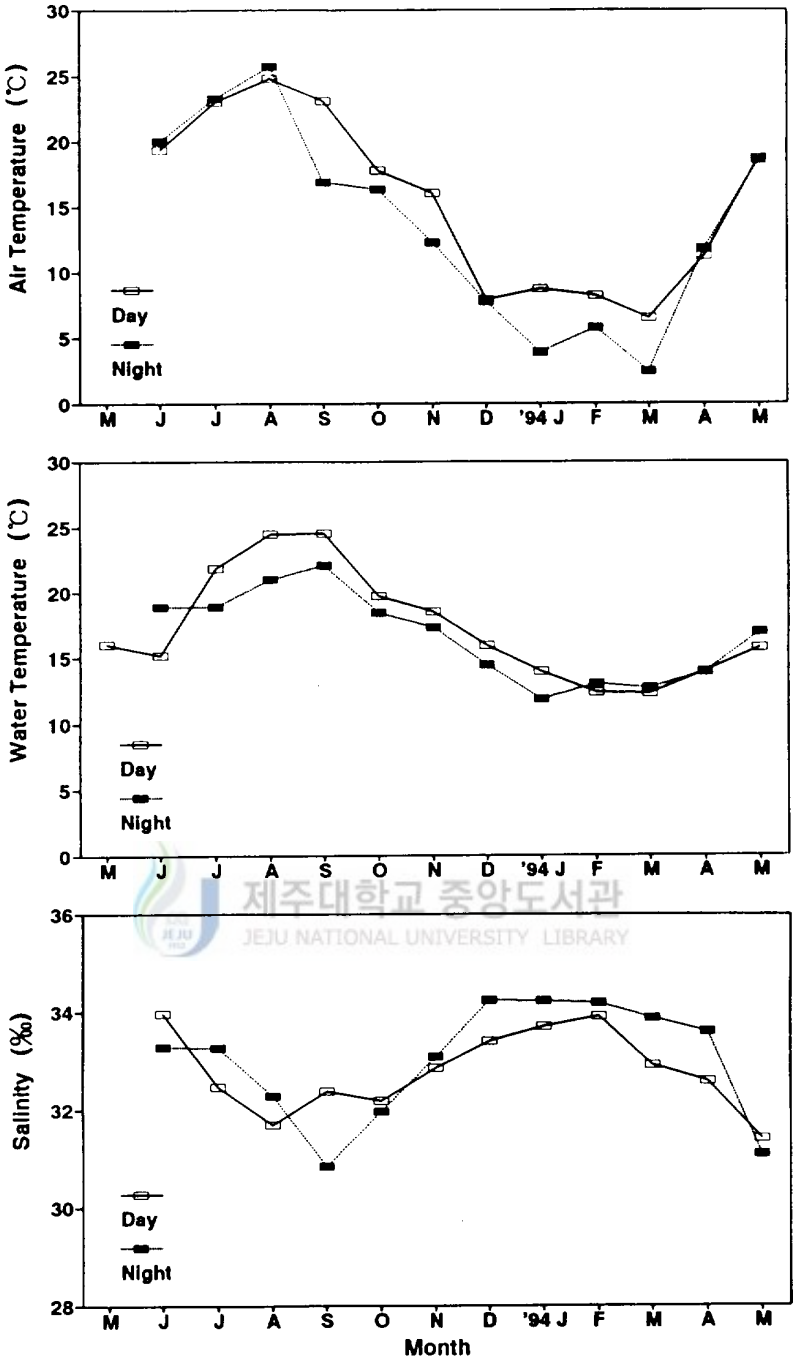
제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 1. Sampling date, time and tidal level range in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

| Date | | | Time | | Tide level(cm) | Weather | Remark |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| May | 11 | 1993 | D | 13:00-16:00 | 173-100 | Fine | E |
| Jun. | 8 | | D | 13:00-16:30 | 200-52 | Rainy | E |
| Jun. | 19 | | N | 18:30-22:00 | 50-250 | Fine | F |
| Jul. | 16 | | N | 19:30-21:00 | 117-243 | Rainy | F |
| Jul. | 29 | | D | 09:30-12:00 | 92-24 | Windy | E |
| Aug. | 11 | | D | 15:00-17:00 | 100-190 | Fine | F |
| Aug. | 25 | | N | 18:40-20:30 | 212-108 | Cloudy | E |
| Sep. | 8 | | D | 13:30-15:30 | 138-200 | Fine | F |
| Sep. | 29 | | N | 17:30-20:00 | 0-160 | Rainy | F |
| Oct. | 16 | | D | 10:00-12:00 | 283-200 | Fine | E |
| Oct. | 25 | | N | 18:50-21:30 | 165-130 | Windy | S |
| Nov. | 7 | | D | 13:50-16:30 | 73-197 | Rainy | F |
| Nov. | 26 | | N | 18:30-20:30 | 52-135 | Windy | F |
| Dec. | 6 | | D | 10:30-12:30 | 133-200 | Windy | F |
| Dec. | 24 | | N | 13:00-14:00 | 128-129 | Fine | S |
| Jan. | 15 | 1994 | D | 10:30-12:00 | 153-225 | Fine | F |
| Feb. | 17 | | D | 13:00-14:00 | 142-177 | Windy | F |
| Feb. | 24 | | N | 19:55-21:00 | 109-186 | Fine | F |
| Mar. | 16 | | D | 11:00-12:00 | 140-190 | Cloudy | F |
| Mar. | 25 | | N | 19:30-21:00 | 131-208 | Rainy | F |
| Apr. | 1 | | D | 11:40-13:30 | 96-185 | Cloudy | F |
| Apr. | 10 | | N | 20:30-21:00 | 112-217 | Rainy | F |
| May | 14 | | D | 10:30-12:30 | 125-185 | Rainy | F |
| May | 26 | | N | 21:55-23:20 | 170-227 | Fine | F |

Notes D : Day sampling, N : Night sampling, E : Ebb current,
F : Flood current, S : Stand of tide

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY




제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 3. Air, water temperatures and salinity variations in the study area from May 1993 to May 1994.

*Zostera marina*의 계절변화에 대하여 東(1981)은 1-5월의 생장기, 4-6월의 번무기, 8-10월의 쇠퇴기로 기술하고 있다. 함덕해안의 *Zostera marina* 역시 이와 비슷한 계절변화를 보여 봄철에 가장 무성한 상태를 유지하였으나, 수온이 높은 여름철로 들어서면서 잎이 탈락하기 시작하여 *Zostera marina* belt내에 성긴 곳이 늘어나기 시작하였다. 가을철에는 *Zostera marina*의 떨어진 잎과 *Sargassum* spp. 및 다양한 해조류가 한데 뭉쳐서 net에 예인되는 일이 많았다. *Zostera marina*의 잎은 연중 생산이 되지만, 특히 겨울철이 되면서 다시 무성해지기 시작하여 5-6월에 최대의 번무기에 이르고 있었다.

III-2. *Zostera marina* belt의 어류군집

1. 전체적인 출현양상

본 조사기간동안 자치어를 포함하여 총 36,378개체가 채집되었으며, 이들은 9目 35科 48屬 58種으로 분류되었다. 이 중 주간채집에 출현한 개체수는 전체의 17%에 불과한 반면에 야간채집에서는 83%를 차지하고 있었다. 전체 생물량은 90,874.1g이었으며, 주간에는 단지 22%가 기록된 반면 야간채집에서는 78%를 차지하였다(Table 3). 채집된 어류중 주·야간채집을 모두 합한 전체 개체수면에서 가장 우점종은 실비늘치로 23,773개체(65.4%)가 채집되었으며, 그 뒤를 이어 흰줄망둑 2,580개체(7.1%), 그물코쥐치 2,170개체(6.0%), 실고기 1,730개체(4.8%) 그리고 쏠종개가 1,018개체(2.8%)로 나타났다. 이들 5종이 전체 개체수의 86.1%를 차지하였으며, 나머지 어류가 13.9%였는데 이 중 0.1%미만의 출현개체수를 기록한 어류도 34종이나 되었다(Table 3-III). 생물량면에서는 실비늘치가 43,136.8g으로 전체생물량의 47.6%를 기록하였고, 독가시치 8,406.9g(9.3%), 쏠종개 6,037.0g(6.7%), 그물코쥐치 4,149.8g(4.6%) 그리고 문치가자미가 4,045.1g(4.5%)을 기록함으로써 이들 5종이 전체의 72.7%를 기록하고 있었다. 생물량은 어체의 크기에 따라 좌우되기 때문에 독가시치와 문치가자미는 각각 129개체와 9개체만이 채집되었음에도 불구하고 높은 생물량을 보이고 있다. 이것으로 볼 때 본 조사지역에서의 어류 군집의 우점종들은 크기가 작은 소형종이 대부분으로 출현개체수는 많지만 생물량에서는 높지 않다는 것을 알 수 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 2. Scientific and Korean name of fishes collected by small beam trawl in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

| Scientific name | Korean name |
|---|---|
| Order Clupeiforms | 청어目 |
| Family Engraulidae | 멸치科 |
| *Engraulis japonica* (Houttuyn) | 멸치 |
| Order Siluriforms | 메기目 |
| Family Plotosidae | 쏠종개科 |
| *Plotosus lineatus* (Thunberg) | 쏠종개 |
| Order Gasterosteiform | 큰가시고기目 |
| Family Aulorhynchidae | 실비늘치科 |
| *Aulichthys japonicus* Brevoort | 실비늘치 |
| Order Syngnathiforms | 실고기目 |
| Family Fistulariidae | 대치科 |
| *Fistularis petimba* Lacepede | 청대치 |
| Family Syngnathidae | 실고기科 |
| *Syngnathus schlegeli* Kaup | 실고기 |
| *Urocampus nanus* Gunther | 풀해마 |
| Order Perciforms | 농어目 |
| Family Seranidae | 능성어科 |
| *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg) | 능성어 |
| Family Apogonidae | 동갈돔科 |
| *Apogon* sp. | --- |
| Family Carangidae | 전갱이科 |
| *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) | 전갱이 |
| Family Mullidae | 촉수科 |
| *Parupeneus* sp. | --- |
| *Upeneus tragula* Richardson | --- |
| Family Sparidae | 도미科 |
| *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker) | 감성돔 |
| Family Lethrinidae | 갈돔科 |
| *Lethrinus nematacanthus* Bleeker | 줄갈돔 |
| Family Embiotocidae | 망상어科 |
| *Ditrema temminckí* Bleeker | 망상어 |
| Family Cheilodactylidae | |
| *Goniistius zonatus* (Cuvier) | 아홉동가리 |
| Family Labridae | 놀래기科 |
| *Cheilio inermis* (Forsskal) | 꼬치놀래기 |
| *Halichoeres tenuispinnis* Gunther | 놀래기 |
| *H. poecilopterus* (Temminck et Schlegel) | 용치놀래기 |
| *Pteragogus flagelifera* (Valenciennes) | 어랭놀래기 |
| *Stethojulis interrupta terina* Jordan et snyder | 무지개놀래기 |
| Family Siganidae | 독가시치科 |
| *Siganus fuscescens* (Houttuyn) | 독가시치 |
| Family Gobiidae | 망둑어科 |
| *Acentrogobius pflaumi* (Bleeker) | 줄망둑 |
| *Chasmichthys dolichognathus* (Hilgendorf) | 점망둑 |
| *Favonigobius gymnauchen* (Bleeker) | 날개망둑 |
| *Pterogobius zonoleucus* Jordan et snyder | 흰줄망둑 |
| *P. erapoides* (Gunther) | 일곱동갈망둑 |
| *Sagamia geneionema* (Hilgendorf) | 바닥문절 |
| Family Tripterygiidae | 먹도라치科 |
| *Enneapterygius ethestomus* (Jordan et Seale) | 가막베도라치 |
| Family Chaenopsidae | |
| *Neoclinus bryope* (Jordan et snyder) | 비늘베도라치 |

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 2. Continued

| Scientific name | Korean name |
|---|---|
| Family Blenniidae | 청베도라치科 |
| *Petroscirtes breviceps* (Valenciennes) | 두줄베도라치 |
| Family Pholididae | 황줄베도라치科 |
| *Enedrias nebulosa* (Temminck et Schlegel) | 베도라치 |
| Family Stichaeidae | |
| *Dictyosoma burgeri* Van der Hoeven | 그물베도라치 |
| Family Zoarchidae | 등가시치科 |
| *Zoarchias glaber* Tanaka | 민베도라치 |
| Order Scorpaeniforms | 둑중개目 |
| Family Scorpaenidae | 양볼락科 |
| *Sebastes hubbsi* (Matsubara) | 우럭볼락 |
| *S. inermis* Cuvier | 볼락 |
| *S. pachycephalus pachycephalus* Temminck et Schlegel | 개볼라 |
| *S. schlegeli* Hilgendorf | 조피볼락 |
| *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier) | 쏨뱅이 |
| Family Congiopodidae | 미역치科 |
| *Hypodytes rubripinnis* (Temminck et Schlegel) | 미역치 |
| Family Hexagrammidae | 쥐노래미科 |
| *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel) | 노래미 |
| Family Cottidae | 둑중개科 |
| *Pseudoblennius cottoides* (Richardson) | 가시망둑 |
| *P. percoides* Gunther | 돌팍망둑 |
| *P. marmoratus* (Doderlein) | 돌망둑이 |
| *P. zonostigma* Jordan et Starks | 띠점횟대 |
| *Vellitor centropomus* (Richardson) | 창치 |
| Family Liparididae | 꼼치科 |
| *Liparis punctulatus* (Tanaka) | --- |
| Order Gobiesociforms | 학치目 |
| Family Gobiesocidae | 학치科 |
| *Aspasmichthys ciconiae* (Jordan et Fowler) | 황학치 |
| Family Callionymidae | 돛양태科 |
| *Repomucenus beniteguri* (Jordan et snyder) | 날돛양태 |
| Order Pleuronectiforms | 가자미目 |
| Family Paralichthidae | 넙치科 |
| *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel) | 넙치 |
| Family Pleuronectidae | 가자미科 |
| *Limanda yokohamae* (Gunther) | 문치가자미 |
| Family Cynoglossidae | 참서대科 |
| *Paraplagusia japonica* (Temminck et Schlegel) | 흑대기 |
| Order Tetraodontiforms | 복어目 |
| Family Monacanthidae | 쥐치科 |
| *Rudarius ercodes* Jordan et Fowler | 그물코쥐치 |
| *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel) | 쥐치 |
| *Thamnaconus modestus* (Gunther) | 말쥐치 |
| Family Tetraodontidae | 참복科 |
| *Takifugu niphobles* (Jordan et snyder) | 복섬 |
| *T. pardalis* (Temminck et Schlegel) | 졸복 |
| *T. poecilonotus* (Temminck et Schlegel) | 흰점복 |
| Family Ostraciidae | 거북복科 |
| *Lactoria cornuta* (Linnaeus) | 뿔복 |

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 3-i. Number of individual and biomass(g) of fishes collected during day sampling in the Zostera manna belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May to May 1994

| Species | '93 5.11 | | 6.8 | | 7.29 | | 8.11 | | 9.8 | | 10.16 | | 11.7 | | 12.6 | | '94 1.15 | | 2.17 | | 3.16 | | 4.1 | | 5.14 | | Total | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No | % | W | % |
| *Engraulis japonica* | | | | | | | 8 | 1.0 | 4 | 0.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | 0.2 | 1.0 | 0.00* |
| *Plotosus lineatus* | 2 | 103.4 | 12 | 340.1 | 16 | 540.3 | 7 | 145.7 | 8 | 205.3 | 19 | 192.1 | 313 | 1261.4 | 31 | 130.3 | 4 | 7.1 | | | | | | | 3 | 157.7 | 415 | 6.6 | 3083.4 | 15.4 |
| *Aulichthys japonicus* | 4 | 0.1 | | | 360 | 279.6 | 1 | 1.0 | 186 | 206.2 | 85 | 193.6 | 448 | 725.2 | 15 | 21.6 | 32 | 67.2 | 21 | 52.0 | 1 | 3.7 | 11 | 3.0 | 1 | 3.2 | 1165 | 18.5 | 1556.2 | 7.7 |
| *Syngnathus schlegeli* | 285 | 73.3 | 6 | 17.8 | 88 | 227.9 | 10 | 8.0 | 149 | 199.3 | 34 | 52.5 | 33 | 71.6 | 5 | 9.0 | | | 9 | 18.3 | 6 | 12.1 | 3 | 6.0 | 202 | 31.5 | 830 | 13.2 | 727.2 | 3.6 |
| *Urocampus nanus* | 11 | 1.9 | 1 | 0.3 | 8 | 2.7 | 4 | 0.8 | 3 | 0.4 | | | | | 2 | 0.2 | | | 1 | 0.3 | | | | | 1 | 0.4 | 31 | 0.5 | 6.9 | 0.03 |
| *Epinephelus septemfasciatus* | | | | | 1 | 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 29.0 | 0.1 |
| *Parupeneus sp.* | | | | | | | | | | | 1 | 0.7 | 2 | 1.6 | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.05 | 2.2 | 0.01 |
| *Upeneus tragula* | | | | | | | | | | | 1 | 0.5 | 1 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.03 | 0.9 | 0.00* |
| *Ditrema temminckii* | | | 16 | 47.2 | 13 | 139.2 | 3 | 27.0 | | | | | | | 4 | 71.1 | | | | | | | | | 2 | 5.1 | 38 | 0.6 | 289.5 | 1.4 |
| *Cheilio inermis* | | | | | | | | | | | 1 | 0.4 | | | 1 | 0.5 | | | | | | | | | | | 2 | 0.03 | 0.9 | 0.00* |
| *Halichoeres tenuispinnis* | 31 | 71.7 | 43 | 208.1 | 146 | 930.0 | 34 | 240.4 | 53 | 300.0 | 28 | 182.6 | 27 | 197.5 | 10 | 40.4 | 1 | 0.3 | | | | | 1 | 4.9 | 19 | 148.6 | 393 | 6.2 | 2324.5 | 11.6 |
| *H. poecilopterus* | | | | | | | | | 1 | 25.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 25.4 | 0.1 |
| *Pteragogus flagelifera* | 2 | 6.3 | 3 | 12.8 | 6 | 132.4 | 2 | 10.6 | 11 | 126.2 | 11 | 131.6 | 12 | 198.2 | 15 | 372.9 | 6 | 207.3 | | | 2 | 36.4 | 2 | 42.3 | 5 | 177.1 | 77 | 1.2 | 1453.9 | 7.2 |
| *Stethojulis interrupta terina* | | | | | | | | | | | 1 | 3.2 | | | 1 | 3.6 | | | | | | | | | | | 2 | 0.03 | 6.7 | 0.03 |
| *Siganus fuscescens* | 2 | 14.4 | 14 | 397.2 | 8 | 173.5 | | | 2 | 141.9 | 2 | 104.1 | | | 1 | 26.1 | | | | | | | | | | | 29 | 0.5 | 857.2 | 4.3 |
| *Acentrogobius pflaumi* | 3 | 7.6 | 2 | 7.0 | 4 | 11.8 | | | 4 | 17.3 | 4 | 16.0 | 12 | 48.9 | 10 | 35.9 | 4 | 15.0 | 1 | 0.6 | 2 | 8.0 | | | | | 46 | 0.7 | 168.1 | 0.8 |
| *Favonigobius gymnauchen* | | | | | | | 1 | 3.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 3.4 | 0.02 |
| *Pterogobius zonoleucus* | | | 1 | 0.1 | 64 | 47.6 | 2 | 2.8 | 1 | 2.4 | 20 | 47.4 | 23 | 57.2 | 13 | 33.7 | 3 | 10.4 | 3 | 10.1 | 1 | 3.6 | | | 1 | 4.5 | 132 | 2.1 | 219.8 | 1.1 |
| *Sagamia geneionema* | | | 3 | 0.6 | 2 | 10.1 | 1 | 0.9 | 7 | 9.5 | 1 | 3.2 | 3 | 13.7 | 10 | 40.1 | | | | | | | | | | | 27 | 0.4 | 78.2 | 0.4 |
| *Enneapterygius etheostomus* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.6 | | | | | 1 | 0.02 | 0.6 | 0.00* |
| *Neoclinus bryope* | | | | | | | | | 1 | 0.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 0.8 | 0.00* |
| *Goniistius zonatus* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2.2 | 1 | 3.1 | 2 | 0.03 | 5.3 | 0.03 |
| *Petroscirtes breviceps* | 6 | 16.3 | 4 | 16.8 | 39 | 263.6 | 9 | 34.3 | 94 | 435.7 | 37 | 88.7 | 91 | 329.4 | 31 | 92.2 | 6 | 23.0 | 1 | 1.2 | | | 2 | 4.3 | | | 320 | 5.1 | 1305.4 | 6.5 |
| *Enedrias nebulosa* | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3.8 | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 3.8 | 0.02 |
| *Dictyosoma burgeri* | | | | | | | 1 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 0.4 | 0.00* |
| *Zoarchias glaber* | 32 | 15.1 | 17 | 11.5 | 5 | 6.2 | 2 | 2.3 | | | | | | | | | 5 | 0.5 | 14 | 10.3 | 38 | 22.3 | 49 | 32.2 | 82 | 46.0 | 244 | 3.9 | 146.3 | 0.7 |
| *Sebastes hubbsi* | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 7.4 | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 7.4 | 0.04 |
| *S. inermis* | 2 | 15.5 | 1 | 31.8 | 3 | 66.2 | | | 1 | 6.7 | 1 | 48.7 | 10 | 88.1 | | | | | | | | | 1 | 0.3 | 1 | 1.1 | 20 | 0.3 | 258.4 | 1.3 |
| *Hypodytes rubripinnis* | | | | | 3 | 8.6 | | | 6 | 26.9 | 6 | 29.5 | 20 | 96.0 | 8 | 35.7 | 4 | 25.3 | | | | | 1 | 0.3 | | | 48 | 0.8 | 222.4 | 1.1 |
| *Hexagrammos agrammus* | 3 | 120.3 | 1 | 8.2 | | | | | 1 | 10.8 | 1 | 12.0 | 2 | 40.6 | 2 | 37.1 | 13 | 9.9 | 35 | 65.9 | 54 | 65.1 | 33 | 142.9 | 12 | 37.6 | 157 | 2.5 | 550.5 | 2.7 |
| *Pseudoblennius cottoides* | 29 | 8.8 | 37 | 22.8 | 3 | 8.6 | 2 | 10.4 | 3 | 17.5 | 3 | 27.8 | 2 | 14.6 | 3 | 23.4 | | | | | | | 49 | 3.9 | 81 | 56.0 | 212 | 3.4 | 193.8 | 1.0 |
| *P. percoides* | 17 | 7.1 | 8 | 11.4 | | | | | 1 | 17.3 | | | 1 | 12.5 | | | | | | | 24 | 0.8 | 37 | 2.8 | 7 | 4.7 | 95 | 1.5 | 56.6 | 0.3 |
| *P. marmoratus* | | | | | | | | | 1 | 10.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 10.8 | 0.1 |
| *P. zonostigma* | | | | | | | 1 | 8.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 8.6 | 0.04 |
| *Vellitor centropomus* | 1 | 2.0 | | | 15 | 31.5 | 7 | 13.0 | 6 | 23.1 | 20 | 64.1 | 48 | 166.7 | 28 | 91.6 | 6 | 20.6 | 2 | 5.6 | 3 | 11.9 | 1 | 3.2 | | | 137 | 2.2 | 433.2 | 2.2 |
| *Liparis punctulatus* | 1 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.02 | 0.01 | 0.00* |
| *Aspasmichthys ciconiae* | | | 1 | 0.7 | | | | | | | | | 1 | 0.0 | 9 | 1.8 | 2 | 1.1 | 2 | 0.9 | | | 1 | 1.1 | | | 16 | 0.3 | 5.5 | 0.03 |
| *Repomucenus beniteguri* | | | 1 | 8.2 | 1 | 30.8 | | | 3 | 99.4 | 1 | 40.1 | 2 | 67.8 | 1 | 1.1 | | | 2 | 27.8 | | | | | | | 11 | 0.2 | 275.2 | 1.4 |
| *Limanda yokohamae* | | | 1 | 1014.0 | | | | | | | | | | | 4 | 58.4 | | | 2 | 51.3 | 1 | 47.7 | | | | | 8 | 0.1 | 1171.4 | 5.8 |
| *Takifugu niphobles* | 2 | 81.7 | | | | | | | | | | | 1 | 89.7 | | | | | 2 | 34.8 | 4 | 63.4 | 2 | 31.6 | 1 | 59.0 | 12 | 0.2 | 360.2 | 1.8 |
| *T. pardalis* | | | | | 2 | 360.7 | | | | | | | | | 1 | 304.9 | | | | | | | | | | | 3 | 0.05 | 665.7 | 3.3 |
| *T. poecilonotus* | | | | | | | | | | | | | 1 | 30.8 | | | | | 3 | 88.4 | | | | | | | 4 | 0.1 | 119.2 | 0.6 |
| *Rudarius ercodes* | 112 | 111.7 | 148 | 294.5 | 102 | 283.1 | 34 | 85.2 | 216 | 267.5 | 113 | 190.9 | 263 | 423.1 | 358 | 833.8 | 91 | 229.2 | 23 | 56.7 | 4 | 6.1 | 6 | 12.5 | 35 | 104.3 | 1505 | 23.9 | 2898.5 | 14.4 |
| *Stephanolepis cirrhifer* | | | | | 1 | 76.7 | | | 2 | 250.8 | 1 | 17.1 | 2 | 24.7 | | | 1 | 163.6 | | | | | | | | | 7 | 0.1 | 532.9 | 2.7 |
| *Lactoria cornuta* | | | | | | | | | | | 1 | 6.9 | 1 | 6.1 | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.03 | 15.0 | 0.1 |
| Larvae & Juvnile fish | 97 | 0.03 | 2 | 0.00* | 45 | 0.08 | 16 | 0.00* | 3 | 0.02 | 2 | 0.00* | | | | | 23 | 0.1 | 20 | 0.3 | 34 | 0.4 | 16 | 0.1 | 31 | 0.1 | 289 | 4.6 | 1.1 | 0.01 |
| Total No., Weight | 642 | 657.2 | 322 | 2451.0 | 935 | 3660.1 | 145 | 595.7 | 767 | 2401.2 | 394 | 1453.6 | 1319 | 3967.8 | 565 | 2276.6 | 201 | 780.4 | 141 | 424.4 | 175 | 282.1 | 216 | 293.6 | 485 | 840.0 | 6307 | 100.0 | 20083.7 | 100.0 |
| No. of Species | 18 | | 20 | | 22 | | 18 | | 24 | | 23 | | 24 | | 25 | | 14 | | 15 | | 13 | | 16 | | 16 | | 45 | | | |
| %No., %Wt. | 10.2 | 3.3 | 5.1 | 12.2 | 14.8 | 18.2 | 2.3 | 3.0 | 12.2 | 12.0 | 6.2 | 7.2 | 20.9 | 19.8 | 9.0 | 11.3 | 3.2 | 3.9 | 2.2 | 2.1 | 2.8 | 1.4 | 3.4 | 1.5 | 7.7 | 4.2 | 100.0 | | | |

0.00* indicate less than 0.01%

제주대학교중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 3-II. continued. The night sampling

| Species | '93 6.19 | | 7.16 | | 8.25 | | 9.29 | | 10.25 | | 11.26 | | 12.24 | | '94 2.24 | | 3.25 | | 4.10 | | 5.26 | | Total | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | % | W | % |
| *Engraulis japonica* | | | | | 417 | 15.9 | 154 | 2.7 | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.3 | 577 | 1.9 | 18.9 | 0.03 |
| *Plotosus lineatus* | 1 | 9.0 | 2 | 61.5 | 84 | 273.2 | 83 | 391.2 | 232 | 703.0 | 89 | 416.2 | 81 | 276.1 | 14 | 25.1 | 4 | 134.6 | 10 | 471.3 | 5 | 192.4 | 605 | 2.0 | 2953.6 | 4.2 |
| *Aulichthys japonicus* | 77 | 28.2 | 257 | 180.2 | 3241 | 3383.3 | 676 | 824.3 | 1327 | 2105.4 | 6265 | 12062.0 | 8223 | 16192.7 | 1330 | 4289.9 | 363 | 1262.7 | 453 | 1180.0 | 393 | 177.2 | 22605 | 75.2 | 41686.0 | 58.9 |
| *Fistularia petimba* | | | | | | | 1 | 14.8 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 14.8 | 0.02 |
| *Syngnathus schlegeli* | 9 | 33.7 | 530 | 77.9 | 151 | 150.0 | 64 | 118.7 | 95 | 195.1 | 11 | 16.6 | 2 | 1.5 | 15 | 26.2 | 9 | 22.2 | 12 | 42.6 | 2 | 5.5 | 900 | 3.0 | 689.9 | 1.0 |
| *Urocampus nanus* | 2 | 0.6 | 28 | 3.5 | 2 | 0.4 | 2 | 0.2 | | | | | | | | | 1 | 0.2 | | | | | 35 | 0.1 | 5.0 | 0.01 |
| *Apogon sp.* | | | | | | | | | 1 | 1.5 | 1 | 0.3 | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 1.8 | 0.00* |
| *Trachurus japonicus* | 3 | 6.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 5.2 | 8 | 0.03 | 11.4 | 0.02 |
| *Parupeneus sp.* | | | | | | | | | | | 1 | 2.4 | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 2.4 | 0.00* |
| *Upeneus tragula* | | | | | | | | | 1 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 0.5 | 0.00* |
| *Acanthopagrus schlegeli* | | | | | | | | | | | | | 3 | 25.5 | | | | | | | | | 3 | 0.01 | 25.5 | 0.04 |
| *Lethrinus nematacanthus* | | | | | 1 | 0.1 | 1 | 1.6 | 1 | 3.5 | | | 1 | 3.5 | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 8.8 | 0.01 |
| *Ditrema temmincki* | 5 | 19.2 | 4 | 67.5 | 12 | 116.3 | 7 | 188.9 | 13 | 235.9 | 15 | 262.2 | 10 | 342.9 | | | 3 | 137.4 | 3 | 151.7 | 16 | 44.2 | 88 | 0.3 | 1566.3 | 2.2 |
| *Halichoeres tenuispinnis* | 2 | 17.6 | | | 1 | 10.1 | | | 1 | 10.7 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 38.4 | 0.1 |
| *Pteragogus flagellifera* | 3 | 13.5 | 4 | 53.9 | | | | | 10 | 52.1 | 10 | 313.5 | 21 | 226.0 | 8 | 115.4 | 6 | 78.9 | 3 | 76.3 | 5 | 33.8 | 70 | 0.2 | 962.3 | 1.4 |
| *Siganus fuscescens* | 2 | 76.2 | 14 | 395.4 | 29 | 1769.0 | 20 | 2336.5 | 23 | 2587.8 | 7 | 306.4 | 5 | 78.5 | | | | | | | | | 100 | 0.3 | 7549.9 | 10.7 |
| *Acentrogobius pflaumi* | | | | | | | 4 | 14.9 | 12 | 45.8 | 36 | 130.2 | 32 | 106.1 | 1 | 5.1 | 4 | 15.3 | 5 | 28.0 | | | 94 | 0.3 | 345.5 | 0.5 |
| *Chasmichthys dolichognathus* | 20 | 1.2 | 7 | 2.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.3 | 33 | 0.1 | 4.0 | 0.01 |
| *Favonigobius gymnauchen* | | | | | 1 | 1.2 | | | | | 1 | 2.6 | 1 | 2.7 | | | | | | | | | 3 | 0.01 | 6.6 | 0.01 |
| *Pterogobius zonoleucus* | 1342 | 268.4 | 715 | 386.1 | 113 | 118.7 | 10 | 19.4 | 12 | 31.4 | 83 | 203.5 | 26 | 56.7 | | | 5 | 16.5 | 3 | 9.1 | 138 | 12.2 | 2447 | 8.1 | 1122.0 | 1.6 |
| *P. elapoides* | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.7 | | | | | 1 | 4.6 | 3 | 0.01 | 5.3 | 0.01 |
| *Sagamia geneionema* | 2 | 0.6 | 1 | 1.5 | | | 3 | 10.3 | 29 | 196.1 | 28 | 119.3 | 40 | 178.1 | 10 | 48.0 | 1 | 6.0 | | | | | 114 | 0.4 | 559.8 | 0.8 |
| *Enneapterygius etheostomus* | | | | | | | | | 1 | 0.2 | | | 1 | 0.5 | 1 | 1.1 | | | | | | | 3 | 0.01 | 1.9 | 0.00* |
| *Goniistius zonatus* | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 5.9 | | | | | 2 | 0.01 | 5.9 | 0.01 |
| *Petroscirtes breviceps* | | | | | 22 | 16.7 | 8 | 19.3 | 31 | 65.6 | 20 | 53.4 | 8 | 33.6 | | | | | | | 1 | 4.2 | 90 | 0.3 | 192.8 | 0.3 |
| *Enedrias nebulosa* | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 9.5 | | | | | 1 | 0.00* | 9.5 | 0.01 |
| *Dictyosoma burgeri* | | | | | 1 | 103.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 103.3 | 0.1 |
| *Zoarchias glaber* | 23 | 27.1 | 11 | 14.6 | 1 | 1.3 | | | | | | | 1 | 0.7 | 47 | 14.7 | 123 | 50.5 | 78 | 48.6 | 61 | 48.4 | 345 | 1.1 | 205.8 | 0.3 |
| *Sebastes hubbsi* | | | 1 | 43.3 | | | | | 140 | 201.4 | 3 | 337.7 | 3 | 226.6 | | | | | 3 | 324.5 | 1 | 124.0 | 151 | 0.5 | 1257.4 | 1.8 |
| *S. inermis* | 8 | 41.5 | 4 | 75.5 | 5 | 76.8 | 3 | 18.9 | 5 | 75.2 | 5 | 114.0 | 10 | 216.8 | 5 | 186.2 | 1 | 0.2 | 2 | 57.5 | 8 | 47.5 | 56 | 0.2 | 910.0 | 1.3 |
| *S. pachycephalus pachycephalus* | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 307.0 | | | | | 2 | 0.01 | 307.0 | 0.4 |
| *S. schlegeli* | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 29.5 | | | | | | | 1 | 0.00* | 29.5 | 0.04 |
| *Sebastiscus marmoratus* | | | | | | | | | 1 | 145.6 | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 145.6 | 0.2 |
| *Hypodytes rubripinnis* | 2 | 2.3 | 1 | 1.6 | 1 | 1.9 | 2 | 8.9 | 11 | 55.2 | 4 | 22.2 | 13 | 57.3 | | | 1 | 15.5 | | | | | 35 | 0.1 | 164.8 | 0.2 |
| *Hexagrammos agrammus* | | | 3 | 101.1 | 5 | 186.2 | 6 | 143.8 | 15 | 303.3 | 14 | 629.0 | 23 | 493.9 | 55 | 86.1 | 50 | 264.9 | 35 | 96.0 | 2 | 7.4 | 208 | 0.7 | 2311.6 | 3.3 |
| *Pseudoblennius cottoides* | 18 | 23.5 | 3 | 6.1 | | | | | 7 | 39.7 | 3 | 42.5 | 1 | 13.1 | | | 72 | 3.0 | 97 | 7.7 | 39 | 46.3 | 240 | 0.8 | 181.7 | 0.3 |
| *P. percoides* | 2 | 4.6 | | | 2 | 35.9 | | | | | | | 1 | 18.9 | | | 6 | 0.7 | 50 | 9.4 | 3 | 13.8 | 64 | 0.2 | 83.3 | 0.1 |
| *P. marmoratus* | | | | | 1 | 2.4 | | | 2 | 6.7 | | | 1 | 15.6 | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 24.7 | 0.03 |
| *Vellitor centropomus* | 10 | 12.7 | 8 | 9.6 | 7 | 9.8 | 5 | 17.3 | 16 | 50.9 | 21 | 63.7 | 30 | 96.7 | 1 | 4.4 | 2 | 5.8 | | | 3 | 0.8 | 103 | 0.3 | 271.9 | 0.4 |
| *Liparis punctulatus* | | | | | | | | | | | 1 | 1.0 | 2 | 3.0 | 1 | 1.9 | | | | | | | 4 | 0.01 | 5.8 | 0.01 |
| *Aspasmichthys ciconiae* | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 3 | 0.3 | 2 | 0.3 | 2 | 0.4 | 2 | 1.0 | 1 | 1.1 | | | 11 | 0.04 | 3.4 | 0.00* |
| *Repomucenus beniteguri* | | | | | | | | | 1 | 33.2 | | | 4 | 97.1 | | | 1 | 27.1 | 1 | 15.4 | | | 7 | 0.02 | 172.9 | 0.2 |
| *Paralichthys olivaceus* | | | | | | | | | | | | | 1 | 122.3 | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 122.3 | 0.2 |
| *Limanda yokohamae* | | | | | | | | | | | 2 | 1766.8 | | | | | | | 3 | 1165.2 | | | 5 | 0.02 | 2932.1 | 4.1 |
| *Paraplagusia japonica* | | | | | | | | | | | 1 | 400.0 | 2 | 258.6 | | | 1 | 50.2 | | | | | 4 | 0.01 | 708.8 | 1.0 |
| *Takifugu niphobles* | | | | | 2 | 89.5 | | | | | | | 1 | 57.9 | 1 | 49.7 | | | | | | | 4 | 0.01 | 197.1 | 0.3 |
| *T. pardalis* | | | 1 | 25.4 | | | | | | | | | | | 1 | 115.5 | 5 | 915.6 | 2 | 222.9 | | | 9 | 0.03 | 1279.3 | 1.8 |
| *T. poecilonotus* | 1 | 20.5 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 57.2 | 1 | 46.9 | | | 3 | 0.01 | 124.5 | 0.2 |
| *Rudarius ercodes* | 35 | 70.5 | 17 | 33.8 | 35 | 70.5 | 44 | 81.9 | 179 | 291.4 | 154 | 386.7 | 149 | 338.5 | 22 | 52.3 | 7 | 15.6 | 9 | 28.6 | 15 | 52.5 | 666 | 2.2 | 1422.3 | 2.0 |
| *Stephanolepis cirrhifer* | | | | | | | | | 1 | 15.6 | 1 | 6.7 | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 22.2 | 0.03 |
| *Thamnaconus modestus* | | | | | 1 | 0.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 0.9 | 0.00* |
| *Lactoria cornuta* | | | | | 3 | 9.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.01 | 9.6 | 0.01 |
| Larvae & Juvnile fish | 2 | 0.00* | 9 | 0.5 | 9 | 0.04 | 5 | 0.01 | 7 | 0.01 | | | 8 | 0.04 | 14 | 0.2 | 242 | 1.5 | 46 | 2.4 | 4 | 0.1 | 346 | 1.2 | 4.8 | 0.01 |
| Total No., Wt. | 1569 | 676.9 | 1620 | 1541.3 | 4147 | 6443.1 | 1098 | 4213.8 | 2175 | 7452.9 | 6779 | 17659.0 | 8706 | 19540.6 | 1531 | 5052.6 | 915 | 3404.9 | 817 | 3985.3 | 714 | 820.6 | 30071 | 100.0 | 70791.0 | 100.0 |
| No. of Species | 20 | | 19 | | 24 | | 18 | | 27 | | 25 | | 30 | | 18 | | 25 | | 19 | | 19 | | 52 | | | |
| %No., %W | 5.2 | 1.0 | 5.4 | 2.2 | 13.8 | 9.1 | 3.7 | 6.0 | 7.2 | 10.5 | 22.5 | 24.9 | 29.0 | 27.6 | 5.1 | 7.1 | 3.0 | 4.8 | 2.7 | 5.6 | 2.4 | 1.2 | 100.0 | | | |

0.00* indicate less than 0.01%

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 3-III. continued. Combination of the day and night samplings.

| Species | '93 May | | Jun. | | Jul. | | Aug. | | Sep. | | Oct. | | Nov. | | Dec. | | '94 Jan. | | Feb. | | Mar. | | Apr | | May | | Total | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | W | No. | % | W | % |
| *Engraulis japonica* | | | | | | | 425 | 16.0 | 158 | 2.7 | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.3 | 589 | 1.6 | 18.9 | 0.02 |
| *Plotosus lineatus* | 2 | 103.4 | 13 | 349.1 | 18 | 601.8 | 91 | 418.9 | 91 | 596.5 | 251 | 895.0 | 402 | 1678 | 112 | 406.4 | 4 | 7.1 | 12 | 25.1 | 4 | 134.6 | 10 | 471.3 | 8 | 350.1 | 1018 | 2.8 | 6037.0 | 6.7 |
| *Aulichthys japonicus* | 4 | 0.1 | 77 | 28.2 | 617 | 459.8 | 3242 | 3384.3 | 862 | 1030.5 | 1412 | 2299.0 | 6713 | 12787 | 8238 | 16214 | 32 | 67.2 | 1351 | 4341.9 | 377 | 1266.4 | 454 | 1182.8 | 394 | 75.2 | 23773 | 65.3 | 43136.8 | 47.6 |
| *Fistularia petimba* | | | | | | | | | 1 | 14.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 14.8 | 0.02 |
| *Syngnathus schlegeli* | 285 | 73.3 | 15 | 51.5 | 618 | 305.7 | 161 | 158.0 | 213 | 317.9 | 129 | 247.5 | 44 | 88.2 | 7 | 10.5 | | | 24 | 44.5 | 15 | 34.2 | 15 | 48.6 | 204 | 37.1 | 1730 | 4.8 | 1417.0 | 1.6 |
| *Urocampus nanus* | 11 | 1.9 | 3 | 0.9 | 36 | 6.2 | 16 | 1.2 | 5 | 0.6 | | | | | 2 | 0.2 | | | 1 | 0.3 | 1 | 0.2 | | | 1 | 0.4 | 76 | 0.2 | 11.9 | 0.01 |
| *Epinephelus septemfasciatus* | | | | | 1 | 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 29.0 | 0.03 |
| *Apogon sp.* | | | | | | | | | | | 1 | 1.5 | 1 | 0.3 | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 1.8 | 0.00* |
| *Trachurus japonicus* | | | 3 | 6.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 5.2 | 8 | 0.02 | 11.4 | 0.01 |
| *Parupenus sp.* | | | | | | | | | | | 1 | 0.7 | 3 | 3.9 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 4.6 | 0.01 |
| *Upeneus tragula* | | | | | | | | | | | 2 | 1.0 | 1 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.01 | 1.4 | 0.00* |
| *Acanthopagrus schlegeli* | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 25.5 | | | | | | | | | | | 3 | 0.01 | 25.5 | 0.03 |
| *Lethrinus nematacanthus* | | | | | | | 1 | 0.1 | 1 | 1.6 | 1 | 3.5 | | | 1 | 3.5 | | | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 8.8 | 0.01 |
| *Ditrema temmincki* | | | 21 | 66.4 | 17 | 206.7 | 15 | 143.2 | 7 | 188.9 | 13 | 235.9 | 15 | 262.2 | 14 | 413.9 | | | | | 3 | 137.4 | 3 | 151.7 | 18 | 49.3 | 126 | 0.3 | 1855.8 | 2.0 |
| *Cheilio inermis* | | | | | | | | | | | 1 | 0.4 | | | 1 | 0.5 | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 0.9 | 0.00* |
| *Halichoeres tenuispinnis* | 31 | 71.7 | 45 | 225.6 | 146 | 930.0 | 35 | 250.4 | 53 | 300.0 | 29 | 193.4 | 27 | 197.5 | 10 | 40.4 | 1 | 0.3 | | | | | 1 | 4.9 | 19 | 148.6 | 397 | 1.1 | 2362.8 | 2.6 |
| *H. poecilopterus* | | | | | | | | | 1 | 25.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 25.4 | 0.03 |
| *Pteragogus flagellifera* | 2 | 6.3 | 6 | 26.3 | 10 | 186.3 | 2 | 10.6 | 11 | 126.2 | 21 | 183.7 | 22 | 511.6 | 36 | 597.9 | 6 | 207.3 | 8 | 115.4 | 8 | 115.3 | 5 | 118.5 | 5 | 177.1 | 142 | 0.4 | 2382.3 | 2.6 |
| *Stethojulis interrupta terina* | | | | | | | | | | | 1 | 3.2 | | | 1 | 3.6 | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 6.7 | 0.01 |
| *Siganus fuscescens* | 2 | 14.4 | 16 | 473.4 | 22 | 568.9 | 29 | 1769.0 | 22 | 2478.5 | 25 | 2691.9 | 7 | 306.4 | 6 | 104.4 | | | | | | | | | | | 129 | 0.4 | 8406.9 | 9.3 |
| *Acentrogobius pflaumi* | 3 | 7.6 | 2 | 7.0 | 4 | 11.8 | | | 8 | 32.2 | 16 | 61.9 | 48 | 179.1 | 42 | 142.0 | 4 | 15.0 | 2 | 5.8 | 6 | 23.4 | 5 | 28.0 | | | 140 | 0.4 | 513.6 | 0.6 |
| *Chasmichthys dolichognathus* | | | 20 | 1.2 | 7 | 2.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.3 | 33 | 0.1 | 4.0 | 0.00* |
| *Favonigobius gymnauchen* | | | | | | | 2 | 4.7 | | | | | 1 | 2.6 | 1 | 2.7 | | | | | | | | | | | 4 | 0.01 | 10.0 | 0.01 |
| *Pterogobius zonoleucus* | | | 1343 | 268.5 | 779 | 433.7 | 115 | 121.4 | 11 | 21.9 | 32 | 78.8 | 106 | 260.7 | 39 | 67.1 | 3 | 10.4 | 3 | 10.1 | 6 | 20.1 | 3 | 9.1 | 140 | 19.6 | 2580 | 7.1 | 1321.4 | 1.5 |
| *P. elapoides* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.7 | | | | | 1 | 4.6 | 3 | 0.01 | 5.3 | 0.01 |
| *Sagamia geneionema* | | | 5 | 1.2 | 3 | 11.6 | 1 | 0.9 | 10 | 19.8 | 30 | 199.2 | 31 | 133.0 | 50 | 218.2 | | | 10 | 48.0 | 1 | 6.0 | | | | | 141 | 0.4 | 638.0 | 0.7 |
| *Enneapterygius etheostomus* | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | | | 1 | 0.5 | | | 1 | 1.1 | 1 | 0.6 | | | | | 4 | 0.01 | 2.5 | 0.00* |
| *Neoclinus bryope* | | | | | | | | | 1 | 0.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 0.8 | 0.00* |
| *Goniistius zonatus* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 5.9 | 1 | 2.2 | 1 | 3.1 | 4 | 0.01 | 11.3 | 0.01 |
| *Petroscirtes breviceps* | 6 | 16.3 | 4 | 16.8 | 39 | 263.6 | 31 | 51.0 | 102 | 455.0 | 68 | 154.4 | 111 | 382.8 | 39 | 125.7 | 6 | 23.0 | 1 | 1.2 | | | 2 | 4.3 | | | 409 | 1.1 | 1494.0 | 1.6 |
| *Enedrias nebulosa* | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3.8 | | | | | 1 | 9.5 | | | | | 2 | 0.01 | 13.4 | 0.01 |
| *Dictyosoma burgeri* | | | | | | | 2 | 103.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.01 | 103.7 | 0.1 |
| *Zoarchias glaber* | 32 | 15.1 | 55 | 38.5 | 16 | 20.8 | 3 | 3.6 | | | | | | | 1 | 0.7 | 5 | 0.5 | 61 | 25.1 | 161 | 72.8 | 125 | 80.8 | 143 | 94.3 | 602 | 1.7 | 352.2 | 0.4 |
| *Sebastes hubbsi* | | | | | 1 | 43.3 | | | | | 140 | 201.4 | 3 | 337.7 | 4 | 234.0 | | | | | | | 3 | 324.5 | 1 | 124.0 | 152 | 0.4 | 1264.8 | 1.4 |
| *S. inermis* | 2 | 15.5 | 10 | 73.3 | 7 | 141.7 | 5 | 76.8 | 4 | 25.7 | 6 | 123.9 | 15 | 202.1 | 10 | 216.8 | | | 5 | 186.2 | 1 | 0.2 | 3 | 58.6 | 8 | 48.6 | 76 | 0.2 | 1169.2 | 1.3 |
| *S. pachycephalus pachycephalus* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 307.0 | | | | | 2 | 0.01 | 307.0 | 0.3 |
| *S. schlegeli* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 295.0 | | | | | | | 1 | 0.00* | 295.0 | 0.3 |
| *Sebastiscus marmoratus* | | | | | | | | | | | 1 | 145.6 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 145.6 | 0.2 |
| *Hypodytes rubripinnis* | | | 2 | 2.3 | 4 | 10.2 | 1 | 1.9 | 8 | 35.9 | 17 | 84.8 | 24 | 118.2 | 17 | 82.6 | 4 | 25.3 | | | 1 | 15.5 | 1 | 0.3 | | | 79 | 0.2 | 376.9 | 0.4 |
| *Hexagrammos agrammus* | 3 | 120.3 | 1 | 8.2 | 3 | 101.1 | 5 | 186.2 | 7 | 154.6 | 16 | 315.4 | 16 | 669.6 | 35 | 503.8 | 13 | 9.9 | 89 | 151.6 | 104 | 330.0 | 68 | 238.9 | 14 | 45.0 | 374 | 1.0 | 2834.5 | 3.1 |
| *Pseudoblennius cottoides* | 29 | 8.8 | 55 | 46.3 | 6 | 14.7 | 2 | 10.4 | 3 | 17.5 | 10 | 67.4 | 5 | 57.1 | 4 | 36.5 | | | 2 | 0.1 | 88 | 3.2 | 108 | 4.9 | 120 | 102.3 | 432 | 1.2 | 369.1 | 0.4 |
| *P. percoides* | 17 | 7.1 | 10 | 16.0 | | | 2 | 35.9 | 1 | 17.3 | | | 1 | 12.5 | 1 | 18.9 | | | | | 14 | 1.0 | 62 | 8.4 | 10 | 18.5 | 118 | 0.3 | 135.5 | 0.1 |
| *P. marmoratus* | | | | | | | 1 | 2.4 | 1 | 10.8 | 2 | 6.7 | | | 1 | 15.6 | | | | | | | | | | | 5 | 0.01 | 35.5 | 0.04 |
| *P. zonostigma* | | | | | | | 1 | 8.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 8.6 | 0.01 |
| *Vellitor centropomus* | 1 | 2.0 | 10 | 12.7 | 23 | 41.2 | 14 | 22.8 | 11 | 40.4 | 36 | 115.0 | 69 | 230.4 | 58 | 188.3 | 6 | 20.6 | 3 | 10.0 | 5 | 17.7 | 1 | 3.2 | 3 | 0.8 | 240 | 0.7 | 705.1 | 0.8 |
| *Liparis punctulatus* | 1 | 0.01 | | | | | | | | | | | 1 | 1.0 | 2 | 3.0 | | | 1 | 1.9 | | | | | | | 5 | 0.01 | 5.9 | 0.01 |
| *Aspasmichthys ciconiae* | | | 1 | 0.7 | | | | | | | 1 | 0.2 | 4 | 0.4 | 11 | 2.1 | 2 | 1.1 | 4 | 1.5 | 2 | 1.0 | 2 | 1.4 | | | 27 | 0.1 | 8.3 | 0.01 |
| *Repomucenus beniteguri* | | | 1 | 8.2 | 1 | 30.8 | | | 3 | 99.4 | 2 | 73.3 | 2 | 67.8 | 5 | 98.2 | | | 2 | 27.8 | 1 | 27.1 | 1 | 15.4 | | | 18 | 0.05 | 448.1 | 0.5 |
| *Paralichthys olivaceus* | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 122.3 | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 122.3 | 0.1 |
| *Limanda yokohamae* | | | 1 | 1014 | | | | | | | | | 2 | 1767 | | | | | 2 | 51.3 | 1 | 47.7 | 3 | 1165.2 | | | 9 | 0.02 | 4045.1 | 4.5 |
| *Paraplagusia japonica* | | | | | | | | | | | | | 1 | 400.0 | 2 | 258.6 | | | | | 1 | 50.2 | | | | | 4 | 0.01 | 708.8 | 0.8 |
| *Takifugu niphobles* | 2 | 81.7 | | | | | 2 | 89.5 | | | | | 1 | 89.7 | 1 | 57.9 | | | 3 | 84.6 | 4 | 63.4 | 2 | 31.6 | 1 | 59.0 | 16 | 0.04 | 557.3 | 0.6 |
| *T. pardalis* | | | | | 3 | 386.1 | | | | | | | | | 1 | 304.9 | | | 1 | 111.5 | 5 | 915.6 | 2 | 222.9 | | | 12 | 0.03 | 1941.0 | 2.1 |
| *T. poecilonotus* | | | 1 | 20.5 | | | | | | | | | 1 | 30.8 | | | | | 3 | 88.4 | 1 | 57.2 | 1 | 46.9 | | | 7 | 0.02 | 243.7 | 0.3 |
| *Rudarius ercodes* | 112 | 111.7 | 183 | 364.9 | 119 | 316.9 | 69 | 155.7 | 260 | 349.4 | 292 | 311.3 | 417 | 809.8 | 507 | 1172 | 91 | 229.2 | 45 | 109.0 | 10 | 21.6 | 15 | 41.2 | 50 | 156.8 | 2170 | 6.0 | 4149.8 | 4.6 |
| *Stephanolepis cirrhifer* | | | | | 1 | 76.7 | | | 2 | 250.8 | 2 | 32.7 | 3 | 31.4 | | | 1 | 163.6 | | | | | | | | | 9 | 0.02 | 555.2 | 0.6 |
| *Thamnaconus modestus* | | | | | | | 1 | 0.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.00* | 0.9 | 0.00* |
| *Lactoria cornuta* | | | | | | | 3 | 9.6 | | | 1 | 6.9 | 1 | 8.1 | | | | | | | | | | | | | 5 | 0.01 | 24.6 | 0.03 |
| Larvae & Juvnile fish | 97 | 0.03 | 4 | 0.00* | 54 | 0.6 | 25 | 0.05 | 8 | 0.03 | 9 | 0.01 | | | 8 | 0.04 | 23 | 0.1 | 34 | 0.5 | 276 | 1.9 | 62 | 2.6 | 35 | 0.2 | 635 | 1.7 | 5.9 | 0.01 |
| Total indivs., weight | 642 | 657.2 | 1907 | 3128 | 2555 | 5201.3 | 4302 | 7037.8 | 1865 | 6615.1 | 2569 | 8735.5 | 8098 | 21627 | 9273 | 21698 | 201 | 780.4 | 1671 | 5738.5 | 1102 | 3686.7 | 958 | 4268.2 | 1193 | 1520.2 | 36378 | 99.9 | 90693.1 | 100.0 |
| No. of Species | 18 | | 27 | | 25 | | 28 | | 27 | | 31 | | 32 | | 36 | | 14 | | 25 | | 28 | | 25 | | 22 | | 58 | | | |
| %N, %W | 1.8 | 0.7 | 5.2 | 3.4 | 7.0 | 5.7 | 11.8 | 7.8 | 5.1 | 7.3 | 7.1 | 9.6 | 22.3 | 23.8 | 25.5 | 23.9 | 0.6 | 0.9 | 4.6 | 6.3 | 3.0 | 4.1 | 2.6 | 4.7 | 3.3 | 1.7 | 100.0 | | | |

0.00* indicate less than 0.01%

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

주간에 채집된 어류는 총 45종에 6,307개체였으며, 개체수와 생물량에서 우점하는 종들은 Fig. 4의 상부에 나타낸 바와 같다. 이들중 놀래기와 두줄베도라치는 야간에 비해 주간에 상위 group에 포함되어 있어서 이들 어류가 주간에 활동성이 더욱 큰 어류라는 것을 보여주고 있었다. 주간채집에서는 개체수에서 1%이상을 나타낸 어류가 13종이나 되었다.

야간에 채집된 어류는 총 52종에 30,071개체였으며, 개체수와 생물량에서 우점하는 종들을 Fig. 4의 하부에 나타냈다. 이들 중 흰줄망둑은 주로 야간에 많이 채집되었다. 야간에 특히 소수종에 의한 우점현상이 강하게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

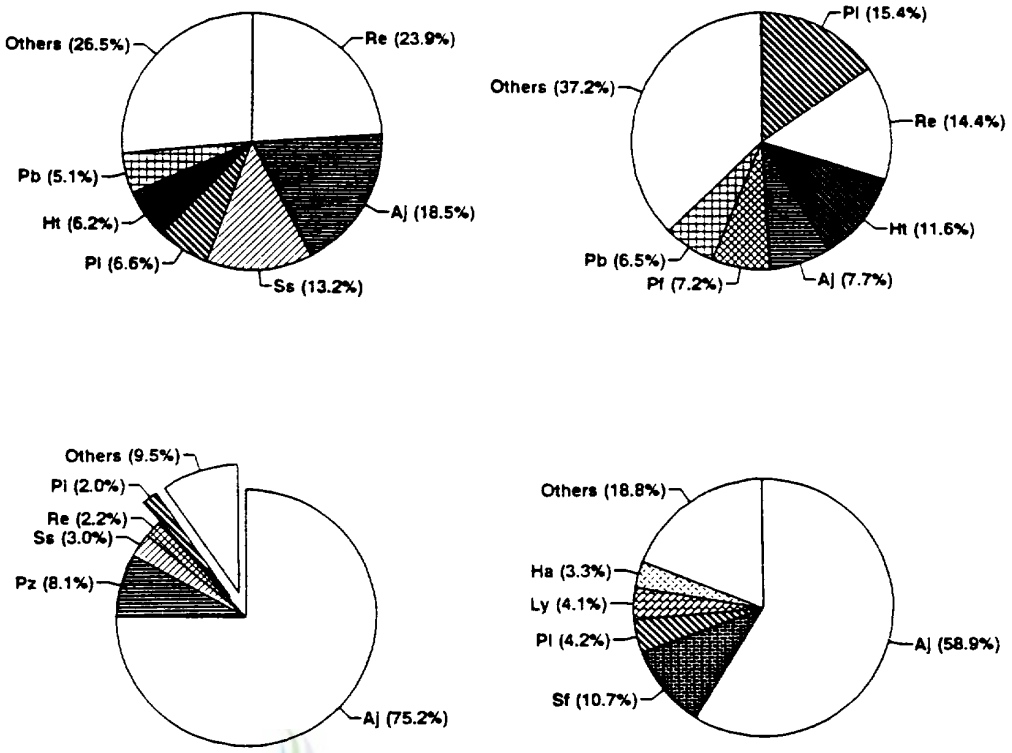
전체 개체수와 생물량의 계절변화를 나타낸 Fig. 5를 보면, 수온이 상승하기 시작하는 5-6월에 채집당 평균 750개체를 기록하였고, 7-9월에 평균 1,453개체, 10-12월에 평균 3,322개체로 최대였다. 그러나 수온이 낮은 1994년 1-4월에는 평균 561개체로 최소를 기록하였다. 생물량은 다른 시기에 비하여 자치어의 출현비율이 높았던 5-6월이 채집당 평균 1,060.3g으로 최소였고, 7-9월에는 평균 3,143.2g을 기록하였다. 그리고 10-12월에는 야간에 특히 실비늘치의 폭발적인 증가와 많은 어종의 출현으로 인하여 조사기간중 어류의 활동이 가장 활발한 것으로 나타났으며, 생물량은 평균 8,676.5g으로 최대를 기록하였고, 1994년 1-4월에는 평균 2,067.7g을 기록하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

이상의 결과로부터 본 조사에서 우점하는 어류는 대부분 소형종인 동시에 소수종에 의한 우점현상이 뚜렷하였고, *Zostera marina*의 주요 쇠퇴기인 10-12월에 개체수와 생물량 모두 최대치를 기록하는 계절변화를 보이고 있음을 알수 있었다.

2. 출현어류의 주년 변화

본 조사에 출현한 전어종에 대하여 월별 출현변화를 Table 4에 나타내었다. 이를 기초로 각 종마다의 출현시기를 정리하여 연중 출현하고 있는 주년출현종과 특정 계절을 중심으로 출현하는 계절출현종 및 섭이등의 목적으로 가끔 또는 우연히 출현하는 우연출현종으로 나눠 다음과 같이 구분하였다.

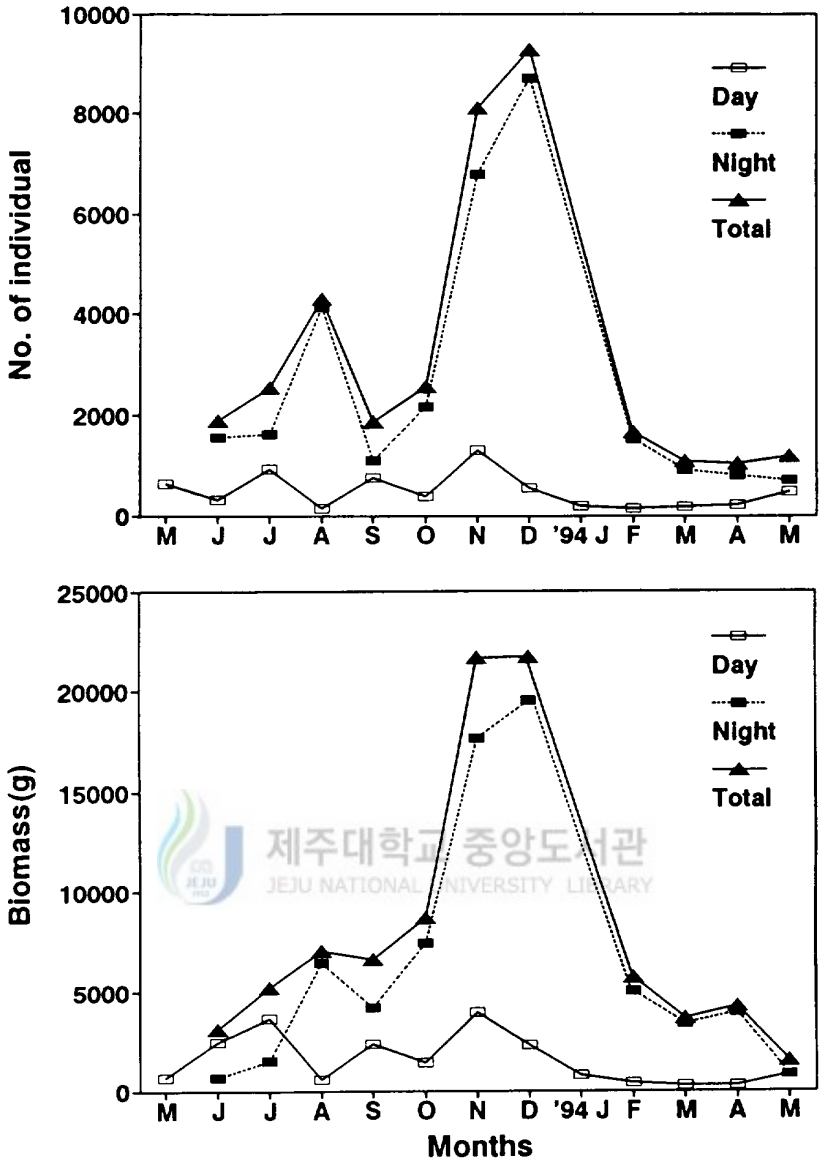



Dominant species in number of individual

Dominant species in biomass

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 4. Dominant species in number of individual and biomass. The parentheses in figure indicate occurrence frequency(%). Upper:The daytime samples, Low:The nighttime samples. Re:*Rudarius ercodes*, Aj:*Aulichthys japonicus*, Ss:*Syngnathus schlegeli*, Pl:*Plotosus lineatus*, Ht:*Halichoeres tenuispinnis*, Pb:*Petroscirtes breviceps*, Pf:*Pteragogus flagelifera*, Pz:*Pterogobius zonoleucus*, Sf:*Siganus fuscescens*, Ly:*Limanda yokohamae*



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 5. Monthly variations in number of individual and biomass of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

Table 4. Occurrence variations of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

| Species | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | indivs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Engraulis japonica* | | | | | | | — | | | | | | 589 |
| *Plotosus lineatus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1018 |
| *Aulichthys japonicus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 23773 |
| *Fistularia petimba* | | | | | | | | — | | | | | 1 |
| *Syngnathus schlegeli* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1730 |
| *Urocampus nanus* | | | | | — | — | — | — | | | | | 76 |
| *Epinephelus septemfasciatus* | | | | | | — | | | | | | | 1 |
| *Apogon* sp. | | | | | | | | | | — | — | — | 2 |
| *Trachurus japonicus* | | | | | — | | | | | | | | 8 |
| *Parupenus* sp. | | | | | | | | | | — | | | 4 |
| *Upeneus tragula* | | | | | | | | | | — | — | — | 3 |
| *Acanthopagrus schlegeli* | | | | | | | | | | | | — | 3 |
| *Lethrinus nematacanthus* | | | | | | | — | — | — | — | — | — | 4 |
| *Ditrema temmincki* | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | 126 |
| *Goniistius zonatus* | — | — | — | — | | | | | | | | | 4 |
| *Cheilio inermis* | | | | | | | | | | — | | — | 2 |
| *Halichoeres tenuispinnis* | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | 397 |
| *H. poecilopterus* | | | | | | | | — | | | | | 1 |
| *Pteragogus flagellifera* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 142 |
| *Stethojulis interrupta terina* | | | | | | | | | | — | | — | 2 |
| *Siganus fuscescens* | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | 129 |
| *Acentrogobius pflaumi* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 140 |
| *Chasmichthys dolichognathus* | | | | | — | — | | | | | | | 33 |
| *Favonigobius gymnauchen* | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 |
| *Pterogobius zonoleucus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2580 |
| *P. erapoides* | | — | | | | | | | | | | | 2 |
| *Sagamia geneionema* | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | 141 |
| *Enneapterygius etheostomus* | | | | | | | | | | — | — | — | 3 |
| *Neoclinus bryope* | | | | | | | | | — | | | | 1 |
| *Petroscirtes breviceps* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 409 |
| *Enedrias nebulosa* | | | — | | | | | | | | | — | 2 |
| *Dictyosoma burgeri* | | | | | | | | — | | | | | 2 |
| *Zoarchias glaber* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | 602 |
| *Sebastes hubbsi* | | | | | — | — | — | — | | — | — | — | 152 |
| *S. inermis* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 76 |
| *S. pachycephalus pachycephalus* | | | — | | | | | | | | | | 2 |
| *S. schlegeli* | | — | | | | | | | | | | | 1 |
| *Sebastiscus marmoratus* | | | | | | | | | | — | | | 1 |
| *Hypodytes rubripinnis* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 79 |
| *Hexagrammos agrammus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 374 |
| *Pseudoblennius cottoides* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 432 |
| *P. percoides* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 118 |
| *P. marmoratus* | | | | | | | — | — | — | — | — | — | 5 |
| *P. zonostigma* | | | | | | | | — | | | | | 1 |
| *Vellitor centropomus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 240 |
| *Liparis punctulatus* | | | | | | | | | | — | — | | 5 |
| *Aspasmichthys ciconiae* | — | — | — | | | | | | | — | — | | 27 |
| *Repomucennus beniteguri* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 18 |
| *Paralichthys olivaceus* | | | | | | | | | | — | | | 1 |
| *Limanda yokohamae* | — | — | — | | | | | | | — | — | — | 9 |
| *Paraplagusia japonica* | | | | | | | | | | — | — | — | 4 |
| *Rudarius ercodas* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2170 |
| *Stephanolepis cirrhifer* | | | | | | | | | | — | — | — | 9 |
| *Thamnaconus modestus* | | | | | | | | — | | | | | 1 |
| *Takifugu niphobles* | — | — | — | — | — | | | | | — | — | — | 16 |
| *T. pardalis* | — | — | — | — | | — | — | — | — | | | | 12 |
| *T. poecilonotus* | — | — | — | — | | | | | | | | | 7 |
| *Lactoria cornuta* | | | | | | | | — | | — | — | — | 5 |

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1) 주년출현종(15종)

* 여기에서 주간과 야간을 모두 합한 12개월중 2개월이상 연속 출현하지 않은 종은 주년출현종에서 제외시켰음.

: *Aulichthys japonicus*, *Rudarius ercodes* ,*Syngnathus schlegeli*, *Pterogobius zonoleucus*, *Plotosus lineatus*, *Pseudoblennius cottoides*, *Petroscirtes breviceps*, *Hexagrammos agrammus*, *Vellitor centropomus*, *Pterogogus flagelifera*, *Acentrogobius pflaumi*, *Hypodytes rubripinnis*, *Sebastes inermis*, *Repomucenus beniteguri*, *Pseudoblennius percoides*

2) 계절출현종

- 봄철 출현종(9종)

  * 5, 6월의 5회 채집中 2회이상 출현한 종.

  *Zoarchias glaber*, *Halichoeres tenuispinnis*, *Sebastes hubbsi*, *Sagamia geneionema*, *Siganus fuscescens*, *Ditrema temmincki*, *Urocampus nanus*, *Takifugu niphobles*, *Chasmichthys dolichognathus*

- 여름철 출현종(11종)

  * 7, 8, 9월의 6회 채집中 2회이상 출현한 종.

  *Zoarchias glaber*, *Engraulis japonica*, *Halichoeres tenuispinnis*, *Sagamia geneionema*, *Siganus fuscescens*, *Ditrema temmincki*, *Urocampus nanus*, *Takifugu pardalis*, *Lethrinus nematacanthus*, *Pseudoblennius marmoratus*, *Favonigobius gymnauchen*

- 가을철 출현종(18종)

  * 10, 11, 12월의 6회 채집中 2회이상 출현한 종.

  *Halichoeres tenuispinnis*, *Sebastes hubbsi*, *Sagamia geneionema*, *Siganus fuscescens*, *Ditrema temmincki*, *Aspasmichthys ciconiae*, *Liparis punctulatus*, *Limanda yokohamae*, *Lethrinus nematacanthus*, *Pseudoblennius marmoratus*, *Favonigobius gymnauchen*, *Apogon* sp., *Upeneus tragula*, *Takifugu niphobles*, *Paraplagusia japonica*, *Stephanolepis cirrhifer*, *Enneapterygius etheostomus*, *Lactoria cornuta*

제주대학교 중앙도서관

└ 겨울철 출현종(7종)

* 1, 2, 3, 4월의 7회 채집中 3회이상 출현한 종.

*Zoarchias glaber, Aspasmichthys ciconiae, Takifugu pardalis,*

*T. niphobles, T. poecilonotus, Limanda yokohamae, Goniistius zonatus*

3) 우연출현종(18종)

* 계절에 상관없이 1-2차례 간헐적으로 출현한 종.

*Pterogobius erapoides, Parupenus* sp., *Acanthopagrus schlegeli,*

*Sebastes schlegeli, S. pachycephalus pachicephalus,*

*Stethojulis interrupta terrina, Cheilio inermis, Fistularia petimba,*

*Paralichthys olivaceus, Thamnaconus modestus, Sebastiscus marmoratus,*

*Trachurus japonicus, Epinephelus septemfasciatus, Enedrias nebulosa,*

*Neoclinus bryope, Dictyosoma burgeri, Pseudoblennius zonostigma,*

*Halichoeres poecilopterus*

계절출현종중에서 3계절에 걸쳐 출현한 종은 다음과 같은 특징을 갖고 있었다.

1) 봄, 여름, 가을 출현종

*Halichoeres tenuispinnis, Sagamia geneionema, Siganus fuscescens,*

*Ditrema temmincki.*

제주대학교 중앙도서관

이들은 수온이 약 15℃를 넘는 시기에 출현하기 시작했다가 15℃이하로 내려가는 시기에 *Zostera marina* belt에서 사라지는 경향을 보이는데 이는 주로 아열대성 어류로 구성되어 수온이 높은 곳으로 이동하거나(鄭, 1977; Masuda *et al.*, 1984), 또는 *Ditrema temmincki*와 같이 수온이 낮은 계절에는 *Zostera marina* belt 밖으로 이동하기 때문인 것으로 생각된다(Hayase and Tanaka, 1980).

2) 겨울, 봄, 여름출현종

*Zoarchias glaber*

이 종은 *Zostera marina* belt에서 가을철에 사라졌다가 겨울철 자치어가 출현하면서부터 채집되는데, 가을철에는 산란을 하기 위하여 다른 장소로 이동하는 것으로 생각된다.

3) 봄, 가을, 겨울출현종

*Takifugu niphobles*

이 종은 산란철이 5-8월이며(Masuda *et al.*, 1984), 산란장으로서 암석이나 자갈이 있는 곳을 선호하는 것으로 알려져 있다(Honma *et al.*, 1980). 따라서 함덕해안 *Zostera marina* belt의 북섬 역시 수온이 높은 시기에 산란을 하기 위하여 다른 곳으로 이동했다가 다시 유입하는것으로 추정된다.

위와 같은 계절에 따른 출현분포로부터, 주년출현종의 경우에는 생활사의 대부분이 *Zostera marina* belt에서 이루어지고 있음을 암시하고, 계절 출현종중의 일부는 산란을 하기 위하여 다른 곳으로 이동했다가 자치어시기부터 이 지역을 성육장이나 또는 은신처로서 이용하고 있거나(Kikuchi, 1966; Ishida and Tanaka, 1980; 東, 1981; Huh, 1984; 허, 1986; Olney and Boehlert, 1988), 적수온을 찾아 떠났다가 다시 돌아오는 것으로 생각된다.

3. 계절별 우점종과 성장단계

수온변화에 따라 4계절로 나누어 50개체이상이 채집된 종을 대상으로 계절별 우점순위를 결정하였고, 또한 각 종들을 성장단계별로 구분함으로써 *Zostera marina* belt의 이용상황을 검토하였다(Table 5).

수온이 15.1-18.9℃인 봄철(5-6월)에는 총 31종이 출현하였는데 개체수에서 우점출현하는 종은 흰줄망둑, 실고기, 실비늘치, 그물코쥐치등이였다. 흰줄망둑은 봄철 총 5회의 채집중 6월의 야간채집에서 한 번에 1,342개체의 자치어가 출현하여 가장 우점하는 종으로 기록되었다. 특히 봄철채집에서는 겨울철부터 자치어가 출현하기 시작한 실비늘치, 민베도라치, 가시망둑등이 치어 또는 미성어단계로 성장한 상태에서 계속 채집되고 있었으며, 놀래기와 망상어등 수온이 낮은 시기에 출현하지 않았던 종들이 출현하였다.

수온이 18.8-24.4℃인 여름철(7-9월)에는 총 38종이 출현하였는데 우점출현하는 종은 실비늘치, 실고기, 흰줄망둑, 멸치등이였다. 실비늘치는 이 시기부터 야간채집시 상당히 많은 양이 채집되기 시작하였다. 그리고 주로 수온이 높은 시기에 출현하는 어류인 놀래기, 쏠종개, 두줄베도라치등의 증가와 멸치 자어의 출현이 뚜렷하였다. 특히 실고기, 쏠종개, 두줄베도라치는 전생활사단계의 개체군이 출현하여 이들의 산란, 부화, 성장등 일련의 과정이 이 시기에 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 5. Seasonal variations, development stages of dominant species collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

| Seasons | Dominant species | Indivs. | Development stages |
|---|---|---|---|
| Spring | *Pterogobius zonoleucus* | 1483 | L, J |
| (May-Jun.) | *Syngnathus schlegeli* | 504 | L, S, A |
| (15.1-18.9℃) | *Aulichthys japonicus* | 475 | L, J, A |
| | *Rudarius ercodes* | 345 | L, J, S, A |
| | *Zoarchias glaber* | 230 | J, S |
| | *Pseudoblennius cottoides* | 204 | J |
| | *Halichoeres tenuispinnis* | 95 | J, S |
| Summer | *Aulichthys japonicus* | 4721 | J, S |
| (Jul.-Sep.) | *Syngnathus schlegeli* | 992 | L, J, S, A |
| (18.8-24.4℃) | *Pterogobius zonoleucus* | 905 | J, S |
| | *Engraulis japonica* | 583 | L |
| | *Rudarius ercodes* | 448 | J, S, A |
| | *Halichoeres tenuispinnis* | 234 | J, S |
| | *Plotosus lineatus* | 200 | L, J, S, A |
| | *Petroscirtes breviceps* | 172 | L, J, S, A |
| | *Siganus fuscescens* | 73 | S |
| Autumn | *Aulichthys japonicus* | 16363 | S, A |
| (Oct.-Dec.) | *Rudarius ercodes* | 1216 | J, S, A |
| (14.4-19.7℃) | *Plotosus lineatus* | 765 | S, A |
| | *Petroscirtes breviceps* | 218 | S, A |
| | *Syngnathus schlegeli* | 180 | L, S, A |
| | *Pterogobius zonoleucus* | 177 | S |
| | *Vellitor centropomus* | 163 | S, A |
| | *Sebastes hubbsi* | 147 | L S, A |
| | *Sagamia geneionema* | 111 | S, A |
| | *Acentrogobius pflaumi* | 68 | J, S |
| Winter | *Aulichthys japonicus* | 2214 | L, J, A |
| (Jan.-Apr.) | *Zoarchias glaber* | 352 | L, J |
| (11.8-13.9℃) | *Hexagrammos agrammus* | 274 | J, S, |
| | *Pseudoblennius cottoides* | 198 | L, J |
| | *Rudarius ercodes* | 161 | J, S, A |
| | *Pseudoblennius percoides* | 76 | L, J |
| | *Syngnathus schlegeli* | 54 | S, A |

notes L : Larvae, J : Juvenile, S : Subadult, A : Adult

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

수온이 14.4-19.7℃인 가을철(10-12월)에는 가장 많은 종이 출현하여 총 44종을 기록하였으며 우점출현하는 종은 실고기, 그물코쥐치, 쏠종개, 두줄베도라치등이였다. 이 시기에는 자치어보다 미성어 및 성어의 출현이 많았으며, 특히 미성어 단계의 실비늘치가 압도적으로 많이 출현하고 있었다. 그러나 우럭볼락은 자어단계의 많은 개체가 출현하였다.

수온이 11.8-13.9℃인 겨울철(1994년 1-4월)에는 총 34종이 출현하였는데 우점출현하는 종은 실비늘치, 민베도라치, 노래미, 가시망둑등이였다. 이 시기에는 실비늘치, 민베도라치, 노래미, 가시망둑 그리고 돌팍망둑등 겨울철에 산란하는 것으로 생각되는 어종의 자치어가 많이 출현하고 있었다. 이들 중 노래미, 민베도라치는 주로 치어단계부터 이 지역에서 출현하기 시작하여, 산란은 다른 곳에서 하고 부화된 자어가 본 조사지역으로 유입되어 성장하는 것으로 추정된다.

이상의 결과에서 실비늘치, 실고기, 그물코쥐치 이외에는 계절에 따라 어종, 성장단계 및 출현량이 달라 어종에 따라 이 지역을 시기적으로 분리하여 이용하고 있음을 알 수 있다. 우점종의 자치어는 연중 출현하고 있었는데, *Zostera marina*의 생장기와 번무기인 1-6월사이에는 겨울철에 자어 또는 치어가 출현하기 시작하여 봄철에 치어 또는 미성어단계로 성장하는 실비늘치, 노래미, 흰줄망둑, 민베도라치, 가시망둑, 돌팍망둑등의 자치어 출현이 많았다. *Zostera marina*의 쇠퇴기인 7-12월사이에는 여름철에 자치어가 출현하여 빠르게 성장하는 실고기, 그물코쥐치, 쏠종개, 두줄베도라치와 가을철에 출현한 우럭볼락의 자어가 포함되었으며, 특히 자치어보다는 미성어와 성어의 출현이 많았다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

4. 종수와 종다양도지수

출현어류의 종수와 종다양도지수의 변화를 Fig. 6에서 살펴보았다. 전체 출현종수는 58종이였는데 월 평균 출현은 26종이였다. 주·야간 합친 결과에서는 12월이 36종으로 최대였고, 1994년 5월이 21종으로 가장 적게 출현하였다. 주간에는 평균 19종이 채집되었는데, 3월에 최소로 13종이 기록됐고 12월에 25종이 출현하여 최대를 기록하였다. 야간에는 평균 22종이 채집되었으며 9월과 2월에 최소인 18종이 출현하였고 12월에 30종으로 최대의 출현을 보였다. 종수의 계절변화를 보면, 전체적으로는 5월부터 최대의 종수가 출현한 12월까지 꾸준한 증가를 보이다가 1월을 기

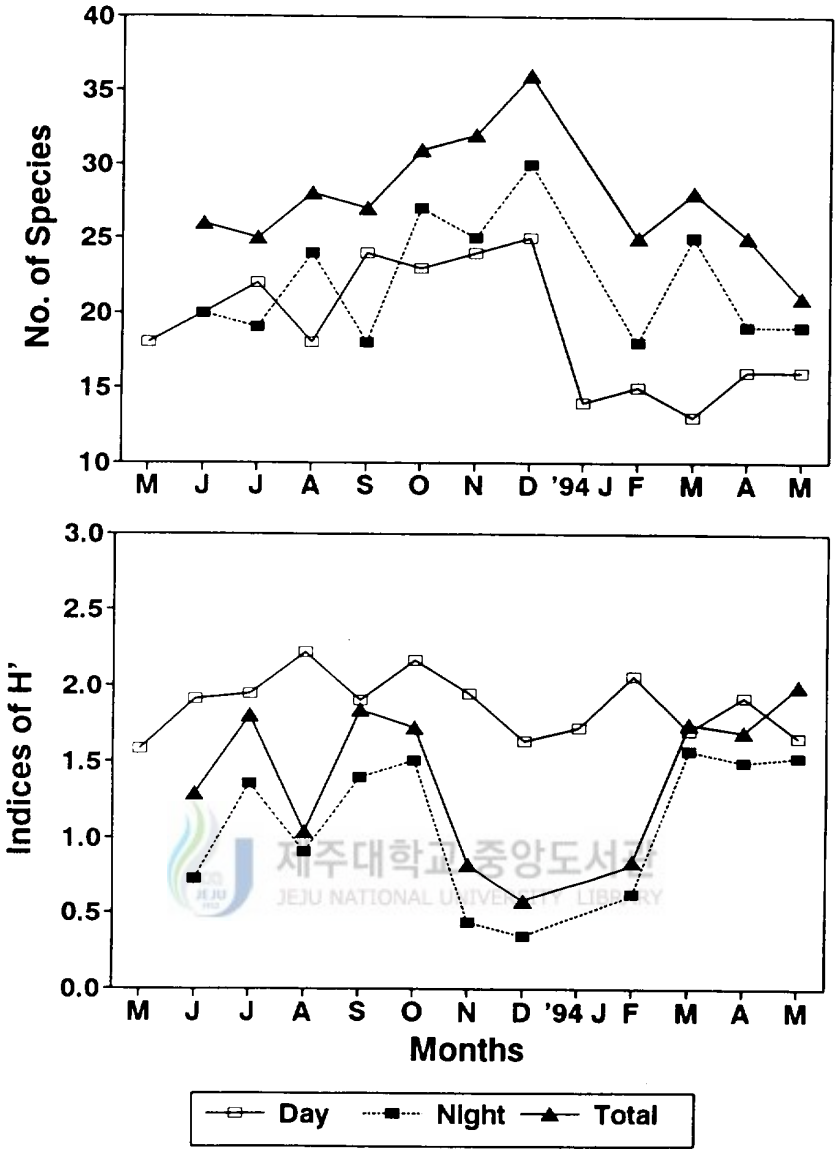



Fig. 6. Monthly variations of number of species and species diversity( H') of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994.

점으로 다소 감소하지만 적어도 20종이상이 계속 채집되어 연안정치망(Lee and Seok, 1984; 신, 1986), 조하대(Allen, 1982), 쇄파대(신과 이, 1990; Lasiak, 1984), 하구역(Richards and Wu, 1985) 및 부표해조류(岡村 *et al.*, 1992)등의 어류군집에서보다 *Zostera marina* belt에 출현하는 어류군집이 더 풍부하고, 계절적으로 안정한 것으로 나타났다.

전체적인 종다양도지수의 범위는 가장 많은 개체수가 기록된 12월에 0.82로 최소였고 1994년 5월이 최대로 2.00이였다. 12월에 가장 낮은 종다양도지수를 기록한 이유는 출현한 9,265개체중에 실비늘치가 8,238개체를 차지하여 한 종에 의한 독점적인 우점이 전체 종다양도에 영향을 주었기 때문이다.

주간의 종다양도지수는 5월에 1.58로 최소였고, 8월에 최대로 2.22를 기록하였으며 계절에 따른 뚜렷한 변화없이 연중 1.50이상의 높은 종다양도지수를 나타내고 있었다. 야간에는 8월, 11월, 12월은 모두 실비늘치의 영향으로 각각 0.90, 0.44, 0.34의 낮은 종다양도지수를 기록하였고, 6월에는 1,569개체 가운데 흰줄망둑이 1,342개체가 출현하여 낮은 종다양도를 기록하였다. 이처럼 주간에 비해 야간의 변화가 극심하고 야간의 변화가 전체지수의 변화와 유사한 것은 그만큼 야간의 출현이 더욱 복잡하고 변화가 큰 것임을 반영하고 있다고 할 수 있다.

종풍부도지수는 종수와 상관관계를 가지며 변화하고 있었으며($r=0.622$, $P<0.01$, ANOVA), 균등도지수는 종다양도지수와 높은 상관관계를 가지며 변화하고 있었다($r=0.989$, $P<0.001$, ANOVA). 이상의 주·야간별 종수와 종다양도지수의 변화로부터 출현종수는 야간이 주간보다 많지만, 종다양도지수는 주간이 상대적으로 높아 야간에는 몇 종에 의한 우점현상이 나타나고 있는 반면에, 주간에는 상대적으로 고르게 출현하고 있음을 알 수 있었다.

### 5. 출현어류의 체장조성

출현어류의 체장을 조사하기 위하여 전어종의 체장을 측정하였다(Fig. 7). 본 조사에서 이 지역을 이용하는 어류는 대부분 체장 약 14㎝이하의 자치어 및 소형어류였으며, 이들은 전체의 약 90%를 차지하고 있으며, 20㎝이상의 어류중에서도 체중에 비해 체장이 매우 긴 실고기가 다수 차지하는 것을 고려한다면 90%를 훨씬 초과하는 대부분이 소형어종이라 할 수 있다. 이와 같은 결과는 본 조사지역 역시 해

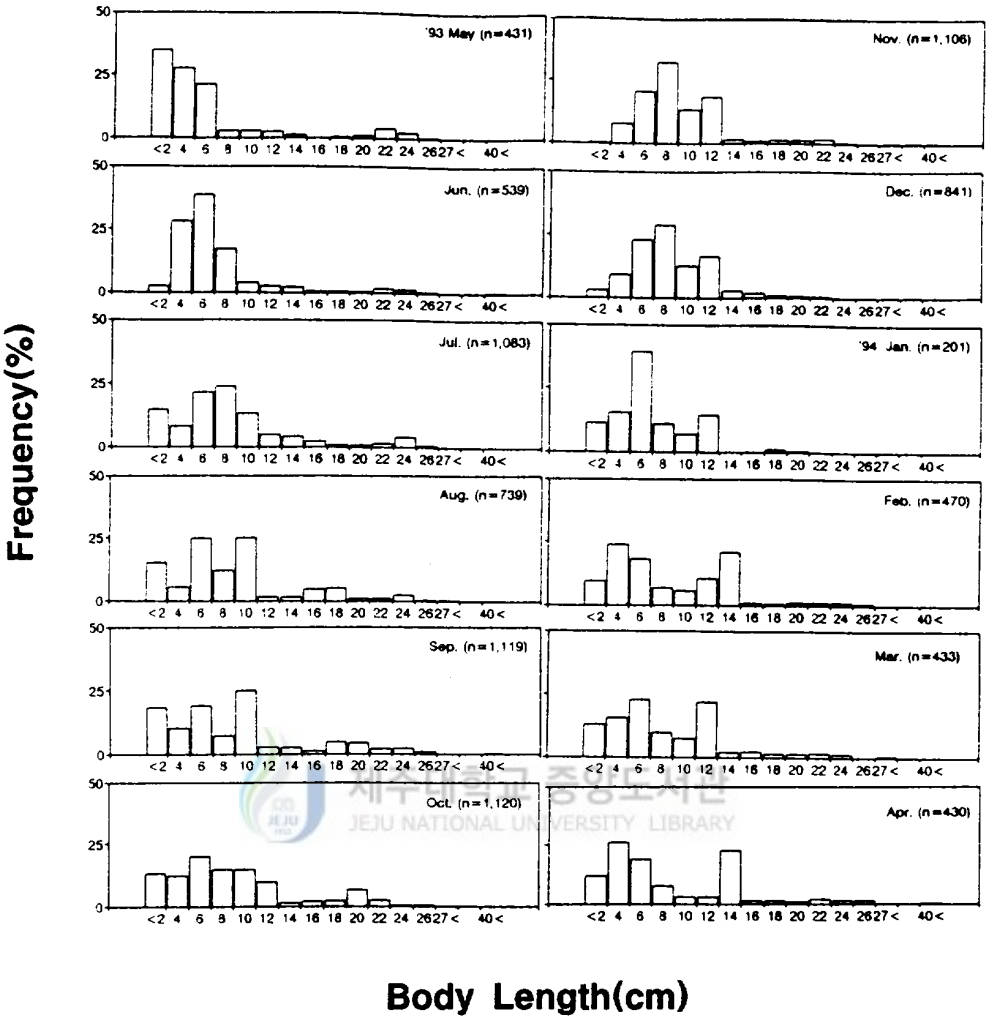



Fig. 7. Monthly variations of the size of fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

초지의 특성인 자치어의 성육장 또는 포식자로부터의 포식압을 감소시키는 안전한 은신처의 기능을 갖고 있음을 알 수 있다. 전체적인 변화의 특징은 약 90%이상을 차지하는 14cm이하의 자치어 및 소형어류의 월별변화에 따라 좌우되고 있으며, 월별로는 5월에 6cm(83%)이하의 자치어 출현이 대부분이었는데 이후 체장분포모드의 범위가 조금씩 확대되어 8월에는 10cm(82%)까지, 10월에는 12cm(84%)까지, 2월에는 14cm(95%)까지 되므로써, 봄철 자치어의 출현이 전체 개체수에 절대적으로 영향을 미치다가 여름철부터는 미성어 또는 성어의 출현으로 월별 체장분포의 양상이 크게 달라지고 있음을 보여 주고 있다. 그러나 14cm이하 소형종의 월별변화의 가장 큰 요인은 최우점종인 실비늘치의 성장이고, 그 이외에 그물코쥐치, 흰줄망둑, 놀래기, 민베도라치와 쏠종개등의 성장과 출현량에 따라 그룹의 양상이 변화하고 있다. 14cm이상의 어류로는 실고기, 쏠종개, 독가시치, 노래미, 날돛양태, 졸복과 우럭볼락등이 있었는데 월변화는 주로 실고기와 독가시치에 의해 크게 좌우되었다.

6. 자치어의 출현

본 조사기간동안 많은 자치어가 출현하였는데 이 중 비교적 많은 자치어가 채집된 주요 어류 9종의 출현시기를 Fig. 8에 나타내었다. 주요 어종의 자치어가 유입되는 시기는 크게 1월부터 6월사이의 그룹과 7월부터 12월사이의 그룹으로 나눌 수 있었다.

제주대학교 중앙도서관

1월과 6월 사이의 그룹은 *Zostera marina*의 엽장 및 엽면적지수가 최대에 이르는 시기에 출현하는 종으로 실비늘치, 흰줄망둑, 민베도라치, 노래미 및 가시망둑이 포함된다. 이 그룹은 수온이 낮은 시기에 산란하는 일반적인 특징을 갖고 있기는 하지만, 산란후 유어 시기에는 비교적 부드러운 근육과 표피를 갖고 있든지 또는 전형적인 어류의 체형을 갖고 있는 종들로 구성되어 있었다.

7월과 12월사이의 그룹은 *Zostera marina*가 탈락분해되는 시기에 출현하는 종류로 그물코쥐치, 실고기, 쏠종개, 두줄베도라치가 포함된다. 이 그룹은 주로 수온이 높은 시기에 출현하는 특징을 갖고 있기는 하지만, 대체로 특이한 체형을 갖고 있었다. 이들 종의 특징을 살펴보면, 그물코쥐치는 거친 피부를 갖고 있으며 산란과 자어시기는 다른 곳에서 보내고 성육장으로서 *Zostera* 지역을 이용한다 (Kikuchi, 1966). 또한 실고기는 수컷이 암컷의 난을 받아 육아낭에서 수정, 부화

시켜 유영력을 가질 때까지 보호하는 특성을 갖는 어류이다(정, 1977). 쏠종개는 등지느러미에 독선이 있으며, 사육실험에서는 자어의 부화후 크기가 약 6.9㎜정도까지 이르며, 큰 난황을 갖고 있어 이를 모두 소비할 때까지 바닥에서 거의 움직이지 않고 그 후에는 많은 수가 무리를 지어 생활하며(Moriuchi and Dotsu, 1973), 낮에는 무리를 지어 어두운 곳에 숨어있다가 밤에 먹이를 찾아 활동한다(정, 1977). 두줄베도라치는 자어시기에 머리가 상당히 크고 미부는 가늘고 길며, 전장 5㎜정도에서는 하악에 강대한 犬齒狀齒가 발달하는 어류이다(Okiyama, 1988).

결과적으로 본 조사지역을 이용하는 자치어의 출현시기를 크게 2개의 그룹으로 나눌 수 있는 것은 제한된 곳에서 시·공간적으로 출현시기를 달리하여 은신처나 또는 섭이의 효율성을 최대한으로 살리므로써 종간의 생존경쟁에서 살아 남을수 있는 시기를 생물들 스스로가 선택하고 있는 결과라고 생각된다.

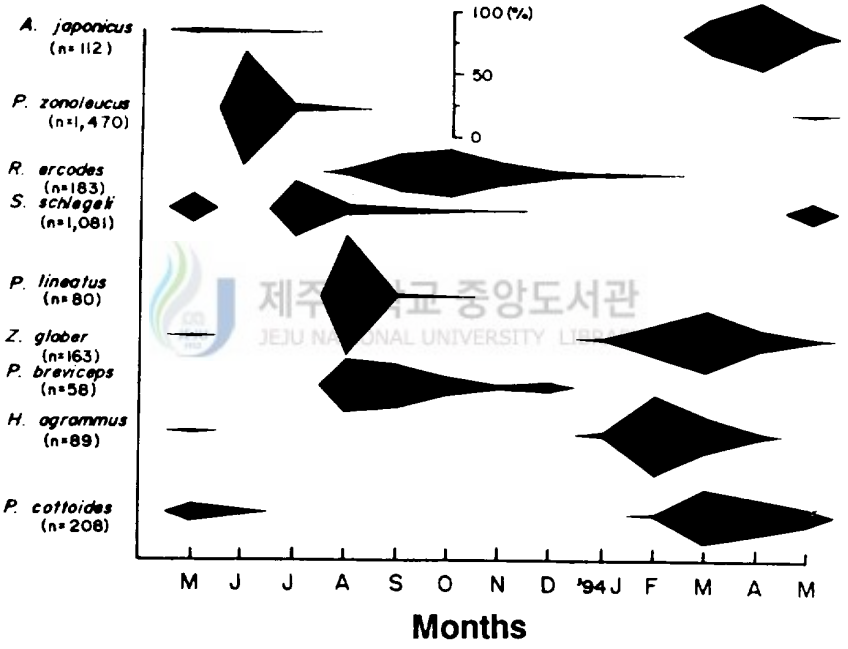



Fig. 8. Monthly variations of fish larvae and juvenile(less than 40㎜) of the dominant fishes collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from May 1993 to May 1994. The scale in figure indicates the occurrence frequency(%) in each species.

## III-3. 실비늘치의 생태

제주도 북방 함덕연안의 *Zostera marina* belt에 서식하는 어류군집에 대한 조사에서 채집된 총 36,378개체 가운데, 전체의 약 65%(23,773개체)를 차지하여 가장 우점종으로 나타난 실비늘치를 대상으로 성장과정, 산란 및 섭이생태를 조사하였다.

### 1. 체장빈도분포

실비늘치의 체장을 측정하여 월별 체장빈도분포를 Fig. 9에 나타냈다. 실비늘치의 체장빈도분포의 변화를 보면, 실비늘치의 산란은 3월에 자치어가 처음 출현하는 것으로 미루어 최소한 2월에는 산란·부화하는 것으로 추정되며, 3월에 약 2cm이하의 자어가 출현하기 시작하여 4월에 약 2-3cm정도로 성장하고 5월에는 5-6cm까지 빠른 성장을 하는 것으로 나타났다. 그리고 다음해 2월까지 꾸준히 성장하여 대부분의 개체가 약 12cm이상에 이른다. 그러나 5월까지는 생식활동에 참가했던 성어가 출현하고 있으나 6월부터는 성어가 출현하지 않고 있었다.

생식활동을 마친 것으로 생각되는 성어가 체장빈도분포조사에서 나타나지 않는 원인은 다음과 같이 추정된다. 첫째는 생식활동을 마친 실비늘치가 대부분 사망을 하고 있으며 따라서 이들의 수명은 1년을 조금 넘는 약 16개월정도라는 것이다. 이와 같이 추정하는 이유는 생식활동에 참가했던 성어가 6월이후에는 8월에 14.4cm의 단 한개체가 출현하기는 했지만 거의 대부분 사라졌기 때문이다. 둘째는 실비늘치가 생식활동이후 다른 지역으로 이동한다는 것이다. 그러나 이 가정은 다른 지역으로 이동했다면 어떠한 이유에서든 이 지역으로 다시 유입하는 시기가 있어야 하는데 본 조사에서는 그런 재가입군을 찾아보기 어렵다. 따라서 본 조사에서는 다른 지역으로 이동보다 생식활동후 사망했을 가능성이 더욱 높은 것으로 추정된다.

이상의 결과로부터 실비늘치는 3월에 자어가 처음 출현하는 것으로 보아 늦어도 2월에는 산란을 시작하고 부화된 자어는 다음해 2월까지는 월 평균 약 10mm정도로 빠르게 성장을 하여 대부분의 개체가 숫컷 평균이 9.9cm, 암컷이 12.6cm정도로 성장한 후 산란에 참여하는 것으로 생각된다.

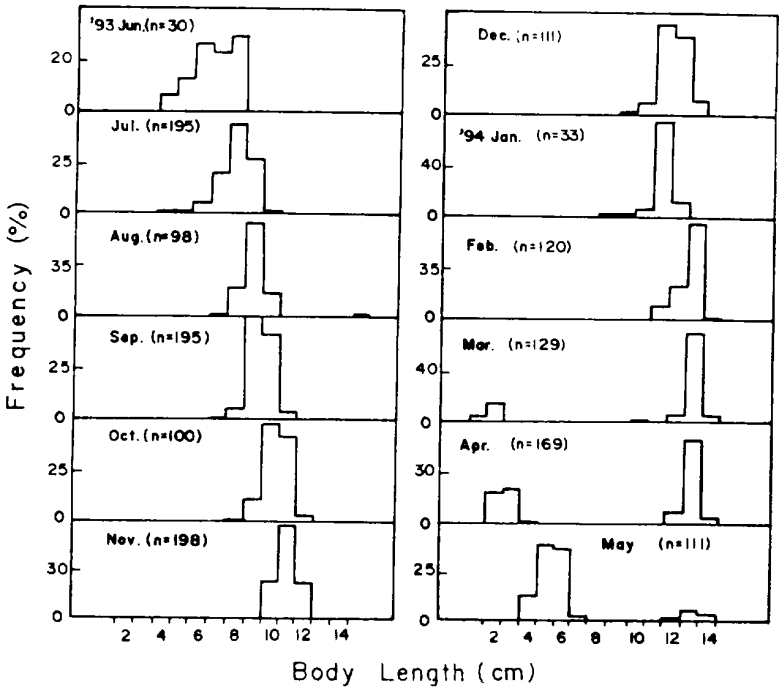



Fig. 9. Frequency distributions of total length of *Aulichthys japonicus* collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island. The parentheses in figure indicate number of individual observed in each month.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

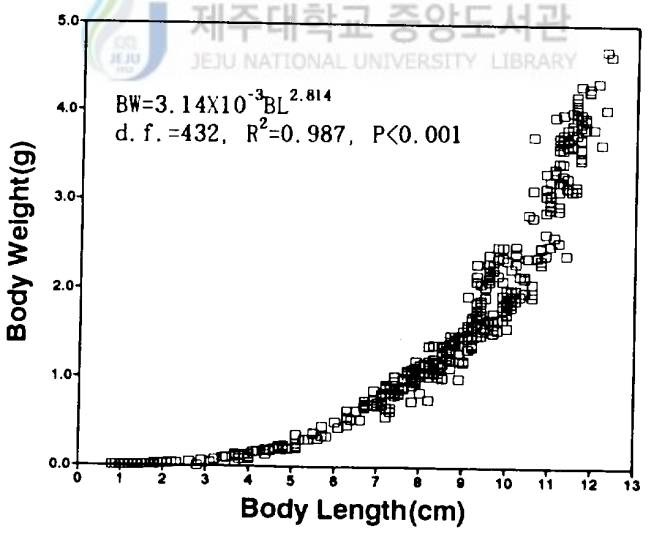



Fig. 10. Relationship between body length and body weight of *Aulichthys japonicus*.

2. 체장과 체중과의 관계

실비늘치의 체장과 체중과의 관계를 다음과 같은 allometry식을 이용하여 계산하였다.

$$W = a L^{b} \quad (\log W = \log a + b \log L)$$

여기에서 a와 b는 정수로서 b는 일반적으로 3에 가까운 값이 되지만 a는 어체의 체형에 따라 달라진다. 위의 식을 최소자승법으로 체장의 성장에 따른 체중의 변화를 회귀관계로서 구하면 다음과 같다(Fig. 10).

$$BW = 3.14 \times 10^{-3} BL^{2.814} \quad (d.f.=432,\ R^2=0.987,\ P<0.001,\ ANOVA)$$

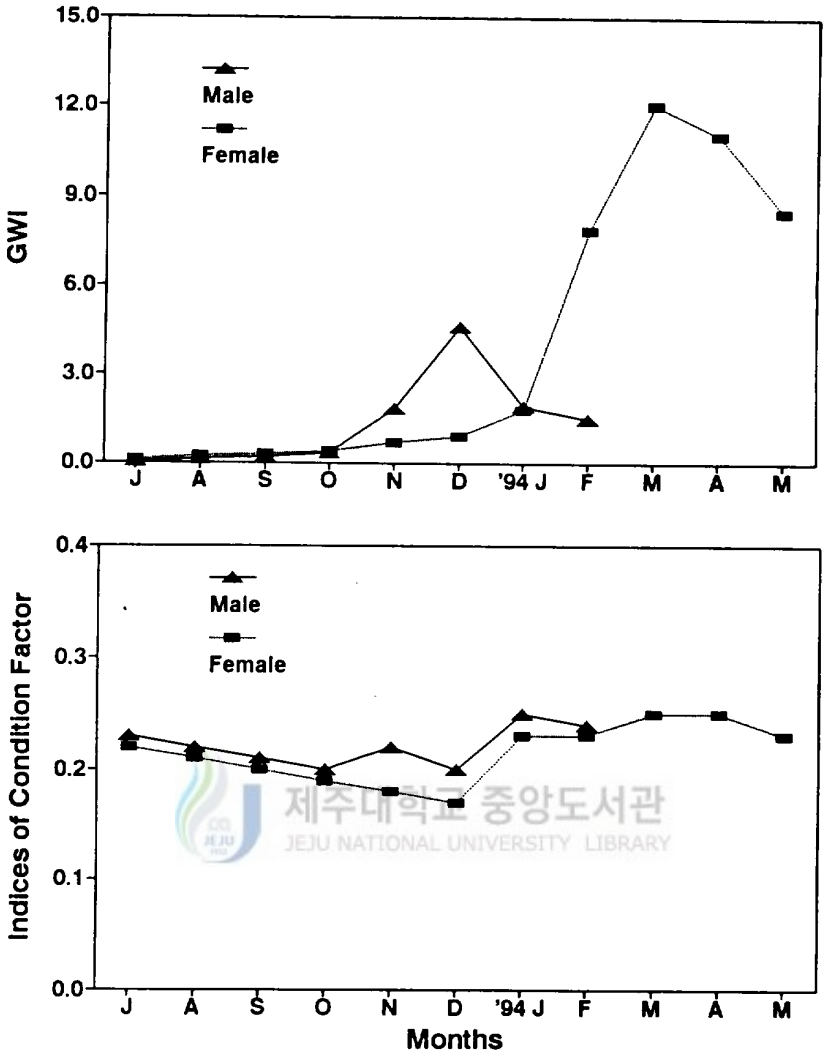
이 식에서 b값이 2.814로 3보다 작은 값이 나타나는 것은 실비늘치가 체중에 비하여 체장이 긴 어류로서 이와 같은 값은 일반적으로 체장이 긴 다른 어류에서도 나타나는 특징이다(金, 1977).

3. 생식소 중량지수, 비만도, 성비

생식소 중량지수의 월변화를 1993년 7월부터 1994년 5월까지의 표본에서 조사하였다(Fig. 11). 암컷과 수컷의 생식소 중량지수는 10월까지는 거의 같은 값을 보이고 있지만, 11월이후 수컷의 생식소 중량지수가 증가하기 시작하여 12월에 최대로 4.60에 이르고 그 이후 서서히 감소한다. 암컷의 생식소 중량지수는 이보다 한 달정도 늦게 증가하기 시작하여 1994년 1월 이후에 급격히 증가하고 3월에 최대로 12.0에 이른후 감소한다. 그러나 암컷의 생식소 중량지수는 조사가 끝나는 5월까지도 높은 값을 유지하기는 하지만 점차 감소하는 추세를 보인다.

비만도조사에서 수컷은 10월까지 감소하다가 11월부터 증가하기 시작하여 1월에 0.25의 가장 높은 값을 보였다(Fig. 11). 암컷은 조사가 시작되면서부터 12월까지는 감소하지만 1월부터 증가하여 3월과 4월에 최대에 이르는 0.25를 기록하고 5월에는 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 생식소 중량지수와 비만도 모두 수컷이 암컷보다 먼저 높아지는 결과는 수컷이 먼저 성숙해지는 것을 잘 뒷받침해주고 있다고 할 수 있다.

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY




제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 11. Monthly variations of the Gonad Weight Index(GWI) and condition factor of *Aulichthys japonicus* by sex.

성비의 월변화조사에서는 7월부터 9월까지 암컷의 비율이 높지 않으나, 10월부터 암컷의 비율이 높아져 교접기인 11월과 12월에 70%와 65%를 기록하고 있다 (Table 6). 그러나 1월에는 수컷의 비율이 급격히 증가하여 암컷의 비율이 14%로 격감하지만 산란기로 추정되는 2월부터는 암컷의 비율이 급격히 증가하여 88%로 높아지고 그 후부터는 거의 암컷만 출현하고 있었다. 수컷은 3월에 97개체중 1개체만이 기록된 후 전혀 출현하지 않고 있는데 이러한 경향으로 볼 때 생식활동을 마친 수컷이 먼저 사망하거나 다른 곳으로 이동하는것으로 추정된다.

Table 6. Monthly variations of sex ratio(Female/Male)

| Months | | Sex ratio(%) |
|---|---|---|
| '93 | Jul. (n=20) | 45 |
| | Aug. (n=20) | 60 |
| | Sep. (n=20) | 40 |
| | Oct. (n=20) | 70 |
| | Nov. (n=20) | 70 |
| | Dec. (n=20) | 65 |
| '94 | Jan. (n=32) | 14 |
| | Feb. (n=40) | 88 |
| | Mar. (n=97) | 99 |
| | Apr. (n=100) | 100 |
| | May (n=9) | 100 |

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

이상의 결과로부터 실비늘치는 난생어류이면서도 체내수정을 하는 어류와 유사하게 수컷이 먼저 성숙하여 11월과 1월사이에 암컷과 교접하고, 교접을 마친 암컷은 곧 바로 난소가 성숙해져 2월과 5월사이에 산란하고, 산란된 난은 부화하여 3월 초순부터 이들의 자어가 출현하고 있음을 알 수 있었다.

Table 7. Composition of food items in the stomaches of *Aulichthys japonicus* collected in the *Zosetra marina* belt on the coast of Hamduck, Cheju Island, from June 1993 to May 1994.

| Food items | Number of organism | | Freqency of occurrence | |
|---|---|---|---|---|
| | No. | % | No. | % |
| Copepoda | | | | |
| *Calanus* | 5,148 | 2.31 | 105 | 27.70 |
| *Paracalanus* | 65,343 | 29.34 | 291 | 76.78 |
| *Acartia* | 21,119 | 9.48 | 216 | 56.99 |
| *Euchaeta* | 4,359 | 1.96 | 60 | 15.83 |
| *Rhincalanus* | 145 | 0.07 | 16 | 4.22 |
| *Oithona* | 21,321 | 9.57 | 211 | 55.67 |
| *Corycaeus* | 1,566 | 0.70 | 173 | 45.65 |
| *Oncaea* | 13,981 | 6.28 | 234 | 61.74 |
| *Candacia* | 48 | 0.02 | 8 | 2.11 |
| *Temora* | 3 | 0.00* | 2 | 0.53 |
| Unidentified coppepoda | 58,896 | 26.50 | 367 | 96.83 |
| Harpacticoidae | 24,826 | 11.15 | 295 | 77.84 |
| Amphipoda | | | | |
| Gammaridae | 210 | 0.09 | 35 | 9.23 |
| Hyperiidae | 26 | 0.01 | 5 | 1.32 |
| Ostracoda | 974 | 0.44 | 66 | 17.41 |
| Mysidacea | 7 | 0.00* | 3 | 0.79 |
| Decapoda larvae | 2048 | 0.92 | 75 | 19.79 |
| Unidentified crustacean | 1806 | 0.81 | 61 | 16.09 |
| Polychaeta | 11 | 0.00* | 9 | 2.37 |
| Gastropoda | 1 | 0.00* | 1 | 0.26 |
| Fish egg | 618 | 0.28 | 56 | 14.78 |
| Invertebrate eggs | 52 | 0.02 | 52 | 13.72 |
| Algae | 5 | 0.00* | 22 | 0.53 |
| Miscellaneous | 198 | 0.09 | 19 | 5.01 |
| Total | 222,711 | 100 | 379 | |

notes Invertebrate eggs were counted only number of occurrence.
0.00* denotes less than 0.01%

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

4. 주요 먹이생물과 선택도

매 채집시 출현한 실비늘치를 20개체정도씩 무작위로 추출하여, 총 382개체를 식성조사에 이용하였다. 382개체중 3개체(0.8%)만이 빈 위를 가진 것으로 조사되어 주야에 상관없이 항상 활발한 섭이활동을 하고 있는것으로 나타났다(Table 7).

요각류는 조사된 379개체 모두에서 출현하여 100%의 출현율을 기록하였으며, 위에서 발견된 요각류의 출현개체수는 Unidentified copepoda를 포함하여 216,754개체로 전체의 97.4%에 이르렀다. 요각류를 제외한 먹이생물은 12종류가 출현하였지만 먹이생물로서의 점유율은 모두 0.1%이하이며 이들 전체가 2.66%에 불과하여 중요한 먹이생물이 아니라는 것을 알 수 있었다. 요각류중에서 가장 많이 섭이되는 먹이생물은 *Paracalanus*로 65,343개체 (29.3%)가 발견됐으며, *Oithona*가 21,321개체(9.57%), *Acartia*가 21,119개체(9.48%), *Oncaea*가 13,981개체(6.28%)의 순서였다. Harpacticoidae도 24,826개체(11.15%)의 점유율을 나타냈다. 약 6%이상이 섭이된 이 먹이생물들은 모두 크기가 1㎜내외의 소형플랑크톤으로 연안에서 주로 발견되는 종들이다.

이상의 결과에서 실비늘치는 전형적인 플랑크톤식성어로서, 요각류를 주로 섭이하고 있으며, 요각류중에서도 크기가 1㎜정도 또는 그 이하의 *Paracalanus*와 Harpacticoidae등의 소형플랑크톤을 주로 섭이하고 있음을 알 수 있었다.

Table 8은 식성조사에 출현한 주요 먹이생물을 표현하기 위하여 Fig 12-13에 사용된 약어이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 8. List of abbreviations used in figure 12-13 on the food habits of *Aulichthys japonicus*.

| | |
|---|---|
| CA : *Calanus* | HA : Harpacticoidae |
| PA : *Paracalanus* | GA : Gammaridae |
| AC : *Acartia* | FE : Fish egg |
| OI : *Oithona* | OS : Ostracoda |
| CO : *Corycaeus* | GS : Gastropoda |
| ON : *Oncaea* | CR : Unidentified crustaceans |
| EU : *Euchaeta* | OT : Others |
| UC : Unidentified copepoda | |

위내용물에서 발견된 먹이생물이 먹이로서 차지하는 비중을 알기 위하여 중요도지수(Importance index)를 Fig. 12에 나타냈다. 소화가 많이 진행되었거나 동정이 불가능한 요각류가 포함된 Unidentified copepoda는 제외시켰으나 산란기에 주로 섭이된 Unidentified crustaceans는 먹이생물의 크기변화를 알기 위하여 포함시켜 조사하였다. 앞에서도 기술한 것처럼 *Paracalanus*와 Harpacticoidae는 조사기간 동안에 계절에 관계없이 계속 섭이된 가장 중요한 먹이생물이라는 것을 잘 보여 주고 있다. *Acartia*는 1994년 5월의 성어에서도 비중이 높게 나타나고 있지만 주로 미성어기인 6월과 11월에 중요한 먹이생물이였다. *Oithona*와 *Oncaea*는 교접기간 전후에 섭이되고 있지만 본격적인 교접기인 11월과 1994년 1월에 집중적으로 섭이되는 특징을 보였다. 1994년 2월부터 4월까지는 실비늘치의 산란기로 조사되었는데 이때 먹이생물의 종류와 크기가 증가한다는 사실은 앞에서도 언급한 바 있지만 중요도조사에서도 그러한 특징은 명확하게 나타나고 있었다. 또한 이 시기에 실비늘치는 같은 종족이 산란한 난을 섭이하여 Fish egg의 섭이율이 높게 나타나기도 하였다. 5월의 실비늘치는 성어와 자치어가 함께 출현하고 있었는데 성어가 섭이한 먹이생물의 특징을 보면, 3월이나 4월에는 적극적인 섭이형태를 보였으나 이미 산란을 마친 성어는 섭이에 있어서 소극적인 행동을 보이는 것으로 나타났다.

실비늘치의 주·야 식성의 차이를 조사하였다(Fig. 13). 주간과 야간표본에서 식성의 현저한 변화는 눈에 띄지 않으나 비교적 자치어기부터 성체에 이를 때까지 줄곧 소형 Copepoda를 섭이하고 있었다. 주간표본에서는 대체로 *Paracalanus*, *Acartia*, *Oithona*를 주로 섭이하고 있었고, 이 중 *Acartia*를 다소 많이 섭이하고 있었다. 산란기에 접어드는 2월에는 다른 때와 비교하여 Harpacticoidae를 집중적으로 섭이하나 야간에는 오히려 *Paracalanus*를 집중적으로 섭이하는 것으로 나타났다. 야간표본에서는 주간에 비해 *Paracalanus*, *Oncaea*, *Oithona*등이 활발하게 섭이되었다. 산란기에는 먹이생물의 종류도 다양할뿐만아니라 크기에 있어서도 다소 변화를 보이고 있었다. 3월과 4월의 야간표본에서는 크기가 3㎜이상의 *Calanus*, *Euchaeta*, Decapoda larvae 및 Unidentified crustaceans의 섭이가 현저하게 증가하였다. 그러나 산란기가 끝나가는 5월의 체장 110㎜이상의 표본에서는 크기가 1㎜정도의 *Acartia*를 집중적으로 섭이하는 특징을 보이고 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

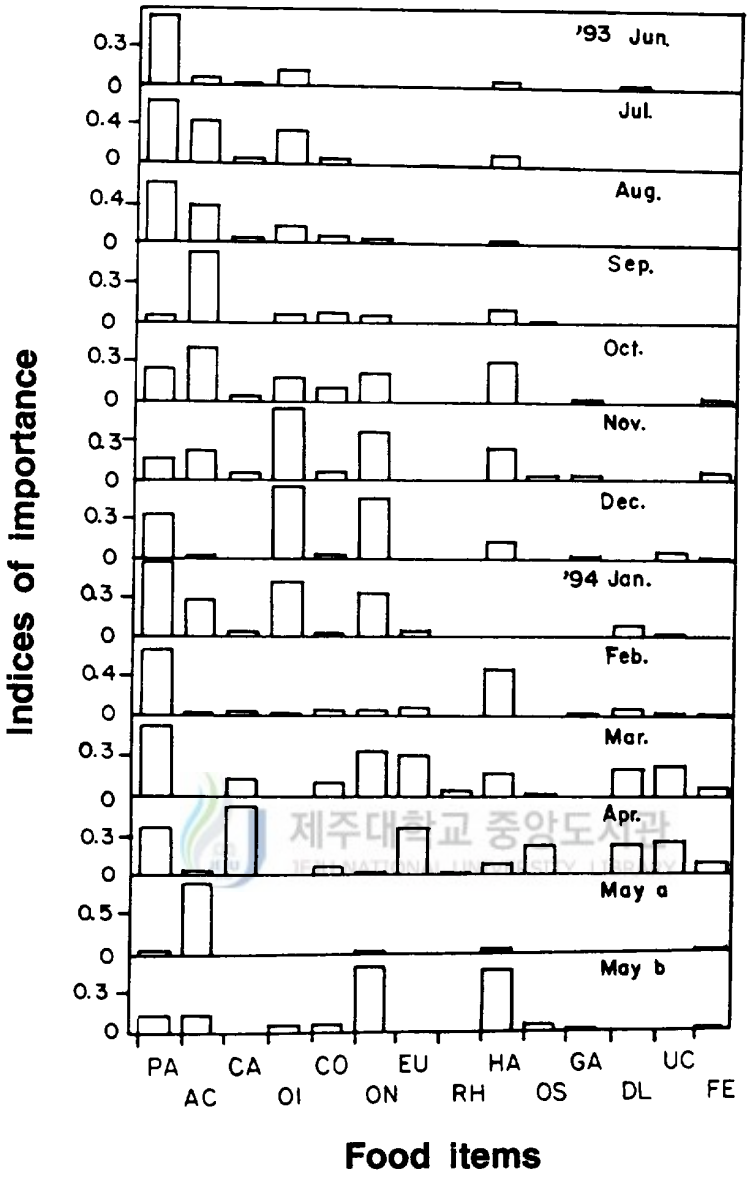



Fig. 12. Indices of importance of the major food items in the stomach contents of *Aulichthys japonicus*.
May a: the adult occurring in May, May b: fish larvae and juvenile occurring in May.

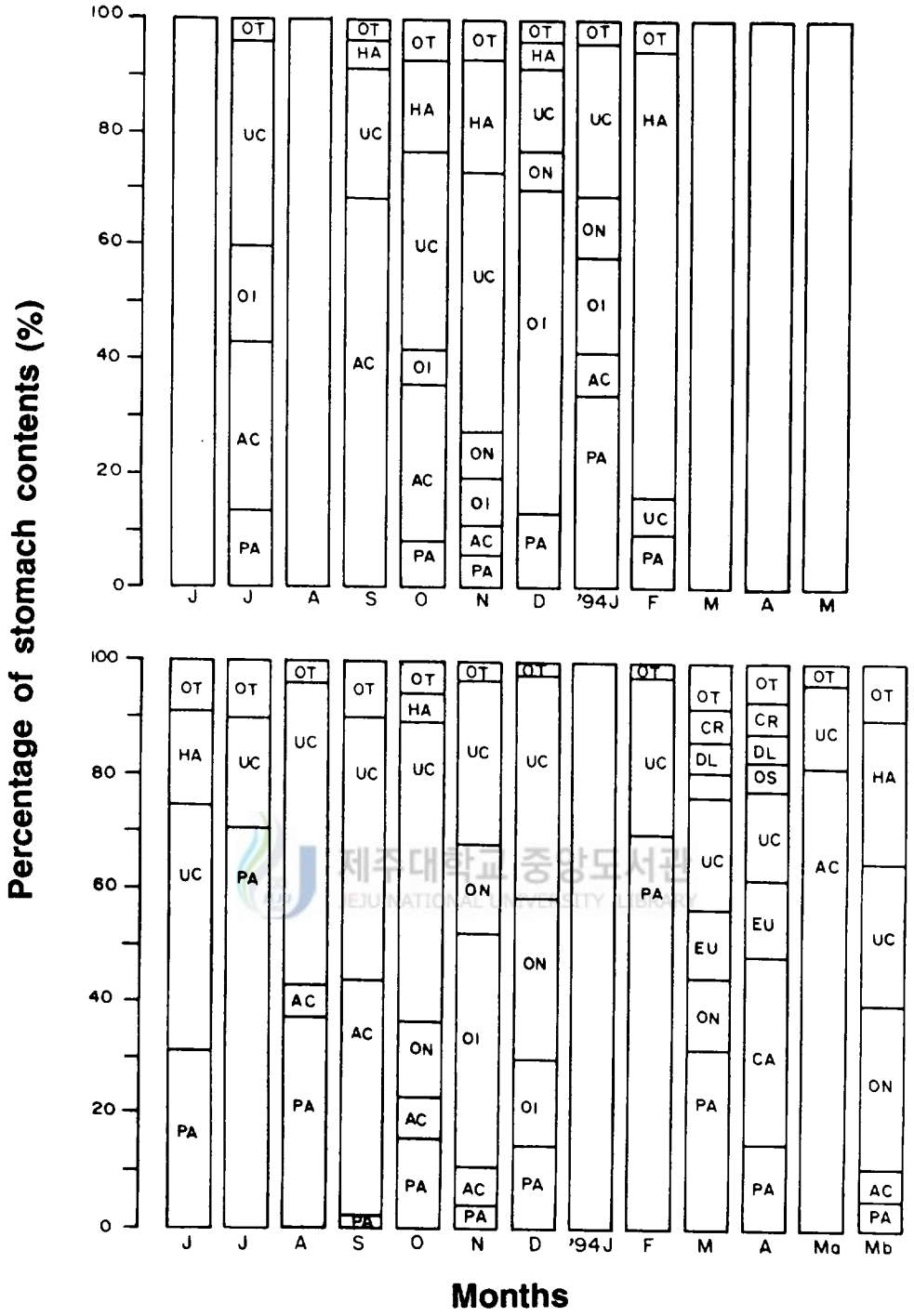



Fig. 13. Comparison of food items of *Aulichthys japonicus*.

Upper: the daytime samples, Low: the nighttime samples.

실비늘치가 환경중 어떤 먹이생물을 선호하여 섭이하는가를 알기 위하여 1993년 11월 동물플랑크톤네트를 이용한 환경중의 생물과 섭이된 먹이생물을 비교하여 선택도지수를 구하였다(Table 9). 환경중의 생물과 섭이된 먹이생물의 조성비를 나타낸 Table 9를 보면, *Calanus*, *Paracalanus*, *Oithona*, *Oncaea*, *Corycaeus*등의 요각류에 대해서는 양의 값을, *Acartia*와 Harpacticoidae등에 대해서는 음의 값을 보이므로써, 본 종이 11월에 있어서는 어느 정도 선택섭이를 하고 있는 것으로 판단된다.

5. 섭이율

실비늘치가 주간과 야간에 섭이하는 먹이생물의 양과 체장의 증가에 따라 어느 정도의 섭이량이 증가하는가를 알아보기 위하여 섭이율(Feeding rate)을 조사하였다(Fig. 14). 섭이율의 변화를 보면 주간에는 0.40-2.87의 범위를 가지며 평균 1.60을 나타냈고, 야간에는 0.50-4.35의 범위로 평균 1.90를 기록하였다.주간에는 매월 실비늘치가 채집되지 않아 정확한 비교는 어렵지만 대체로 주간과 야간의 섭이율의 변화는 크지 않다는 것을 알 수 있었다. 섭이율의 월 변화를 보면 미성어기인 7월과 8월 그리고 산란기인 1994년 1월-4월에 가장 높은 섭이율을 기록하고 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

체장증가에 따른 섭이율을 보면 체장이 성장함에 따라 섭이율도 따라서 증가한다고는 할 수 없지만 전체적으로 보면 성체에 이르렀다고 할 수 있는 90㎜-120㎜에서 높은 섭이율을 기록하고 있으며, 가장 높은 섭이율은 체장이 110㎜에서 3.30이상을 기록하고 있었다. 따라서 본 종은 주·야간별 섭이율의 변화는 없으나, 미성어기와 산란기에 섭이율이 높은 것으로 보아, 산란기 또는 산란기를 앞두고 적극적인 섭이활동을 함으로써 재생산을 위한 착실한 준비가 이루어 지고 있는 것으로 추정된다.

실비늘치가 환경중 어떤 먹이생물을 선호하여 섭이하는가를 알기 위하여 1993년 11월 동물플랑크톤네트를 이용한 환경중의 생물과 섭이된 먹이생물을 비교하여 선택도지수를 구하였다(Table 9). 환경중의 생물과 섭이된 먹이생물의 조성비를 나타낸 Table 9를 보면, *Calanus*, *Paracalanus*, *Oithona*, *Oncaea*, *Corycaeus*등의 요각류에 대해서는 양의 값을, *Acartia*와 Harpacticoidae등에 대해서는 음의 값을 보이므로써, 본 종이 11월에 있어서는 어느 정도 선택섭이를 하고 있는 것으로 판단된다.

5. 섭이율

실비늘치가 주간과 야간에 섭이하는 먹이생물의 양과 체장의 증가에 따라 어느 정도의 섭이량이 증가하는가를 알아보기 위하여 섭이율(Feeding rate)을 조사하였다(Fig. 14). 섭이율의 변화를 보면 주간에는 0.40-2.87의 범위를 가지며 평균 1.60을 나타냈고, 야간에는 0.50-4.35의 범위로 평균 1.90를 기록하였다.주간에는 매월 실비늘치가 채집되지 않아 정확한 비교는 어렵지만 대체로 주간과 야간의 섭이율의 변화는 크지 않다는 것을 알 수 있었다. 섭이율의 월 변화를 보면 미성어기인 7월과 8월 그리고 산란기인 1994년 1월-4월에 가장 높은 섭이율을 기록하고 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

체장증가에 따른 섭이율을 보면 체장이 성장함에 따라 섭이율도 따라서 증가한다고는 할 수 없지만 전체적으로 보면 성체에 이르렀다고 할 수 있는 90㎜-120㎜에서 높은 섭이율을 기록하고 있으며, 가장 높은 섭이율은 체장이 110㎜에서 3.30이상을 기록하고 있었다. 따라서 본 종은 주·야간별 섭이율의 변화는 없으나, 미성어기와 산란기에 섭이율이 높은 것으로 보아, 산란기 또는 산란기를 앞두고 적극적인 섭이활동을 함으로써 재생산을 위한 착실한 준비가 이루어 지고 있는 것으로 추정된다.

Table 9. Composition of food items in the stomachs of *Aulichthys japonicus* and in the net samples collected in the *Zostera marina* belt on the coast of Hamduck, CheJu Island.

| Organism | net (%) | Stomach (%) | E.I. |
|---|---|---|---|
| Copepoda | | | |
| *Calanus* | 0.03 | 0.88 | 0.94 |
| *Paracalanus* | 2.04 | 6.64 | 0.53 |
| *Acartia* | 11.87 | 9.54 | -0.11 |
| *Oithona* | 2.80 | 49.40 | 0.89 |
| *Corycaeus* | 0.19 | 1.20 | 0.73 |
| *Oncaea* | 0.52 | 21.13 | 0.95 |
| *Pseudodiaptomus* | 0.08 | | -1.00 |
| *Temora* | 0.03 | | -1.00 |
| Harpacticoidae | 18.25 | 8.93 | -0.34 |
| Amphipoda | | | |
| Gammaridae | 20.42 | 0.62 | -0.94 |
| Caprellidae | 1.39 | | -1.00 |
| Hyperiidae | | 0.05 | 1.00 |
| Ostracoda | 0.08 | 0.14 | 0.28 |
| Isopoda, larvae | 1.74 | | -1.00 |
| Gastropoda | 36.91 | | -1.00 |
| Tanaid | 0.05 | | -1.00 |
| Natantia | | | |
| *Heptacarpus* | 0.11 | | -1.00 |
| Mysidacea | 1.96 | | -1.00 |
| Decapoda larvae | 0.03 | | -1.00 |
| Polychaeta | 0.52 | | -1.00 |
| Chaetognata | 0.05 | | -1.00 |
| Fish larvae | 0.60 | | -1.00 |
| Fish egg | 0.05 | 1.44 | 0.93 |
| Invertebrate egg | | 0.05 | 1.00 |
| Unidentified crustacean | 0.30 | | -1.00 |
| Total | 100 | 100 | |

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

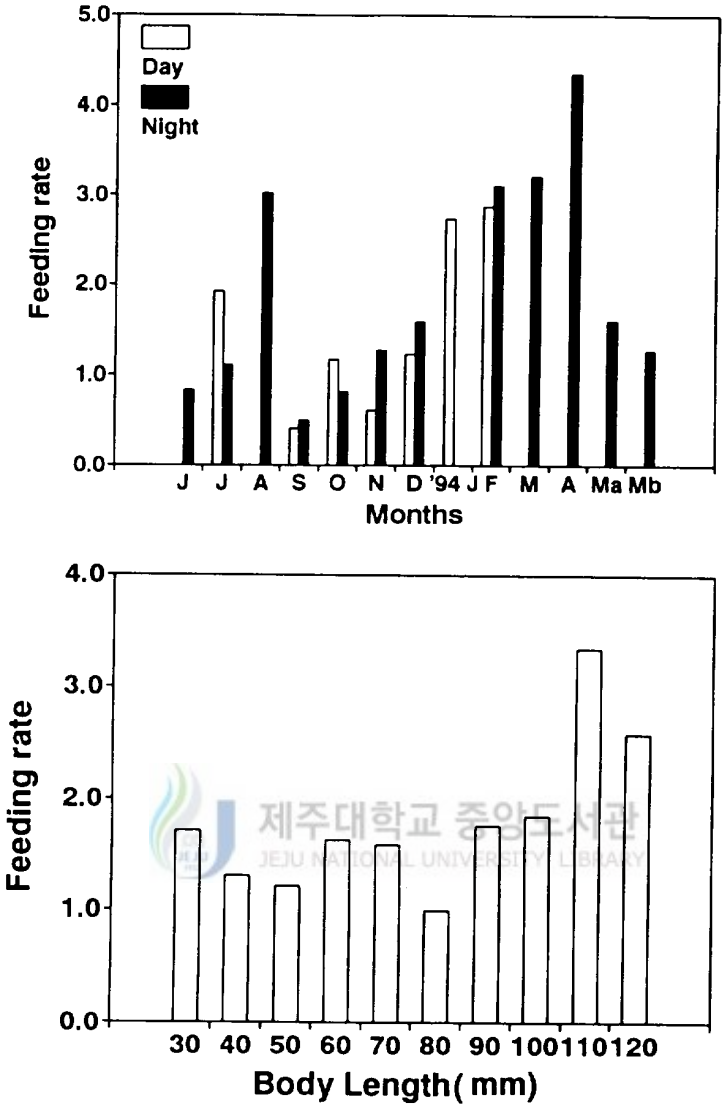



Fig. 14. Variations of feeding rate of *Aulichthys japonicus*.
M a: the adult occurring in May, M b: fish larvae and juvenile occurring in May.

# Ⅳ. 고 찰

본 조사지역은 비교적 넓지 않은 지역임에도 불구하고 년중 다양한 어류의 시·공간적인 분포로 특징지을 수 있다. 연구기간동안 채집된 어류는 총 9目 35科 48屬 58種이며, 이 중 90%이상이 주로 14cm이하의 소형어류이거나 상업성 어류의 자치어를 포함하는 다양한 어류의 자치어로 구성되어 다른 문헌에서 기록한 해초지의 성육장 또는 은신처으로서의 역할과 매우 유사한 결과를 나타내고 있다(Kikuchi, 1966; 東, 1981; Huh, 1984; 허, 1986; Olney and Boehlert, 1988; Sogards and Able, 1991). 그러나 1994년 1-3월중 *Zostera marina* belt에 설치했던 3차례의 통발채집에서는 붕장어(*Conger myriaster*, 62.5cm TL), 볼락(*Sebastes inermis*, 15.9cm TL), 개볼락(*S. pachycephalus pachycephalus*, 18-18.8cm TL), 조피볼락(*S. schlegeli*, 25cm TL), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*, 25.5cm TL), 벵에돔(*Girella punctata*, 17.9cm TL). 그리고 복섬등과 같이 크기가 큰 종들이 채집되었으며, 또한 이곳의 어민들이 이 지역에서 자망을 이용하여 농어와 숭어등을 어획하여 소득을 올리기도 하는 것으로 볼 때, 이번 조사에서는 소형 beam trawl을 이용하였기 때문에 주로 자치어를 포함한 소형어류의 출현이 많은 것으로 조사됐지만, 실제로는 보다 대형의 어류및 무척추동물도 섭이나 산란등의 목적으로 상당수가 출현하는 것으로 추정된다. 따라서 이 지역에 출현하는 전체 어류군집을 파악하기 위해선 보다 효과적인 채집방법을 이용해야 할 것으로 생각된다.

제주대학교 중앙도서관

전체 출현어류 58종중 실비늘치, 흰줄망둑, 그물코쥐치, 실고기, 그리고 쏠종개가 출현개체수에서는 전체의 약 86%를, 생물량에서는 62%를 차지하는 것으로 조사되었다. 이러한 소수종에 의하여 어류군집이 우점되는 것은 온대해역의 쇄파대, 내만 및 하구역의 특징으로 잘 알려져 있다(Allen, 1982; Huh, 1984; Lasiak, 1984; Richards and Wu, 1985; 신, 1986; 신과 이, 1990; 이, 1993).

온대해역에서 계절적으로 수온이 변화하여 연안어류군집에 큰 영향을 미치고 있다는 사실은 여러 문헌에서 보고되어 있다(Allen, 1982; Lee and Seok, 1984; Richards and Wu, 1985; 신, 1986; 고와 신, 1990; 김과 강, 1991; 이, 1993). 이러한 수온변화는 특히 해초지를 이용하는 어류군집에 커다란 영향을 미치고 있는데(Kikuchi, 1966; Adams, 1976b; 東, 1981; 허, 1986), 수온의 변화에 따른 계절변

동에서 본 조사지역은 수온이 14.4-19.7℃를 보인 10-12월에 개체수와 생물량에서 가장 풍부하였으며, 수온이 11.8-13.9℃를 보인 1994년 1-4월에는 개체수가 가장 낮았고, 수온이 15.1-18.9℃인 5-6월에는 자치어의 출현이 많아 생물량에서 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 비교적 수온이 높은 계절에 풍부한 어류상을 보인 다른 연구(신, 1986; 신과 이, 1990; 고와 신, 1990)와는 달리 수온이 다소 낮아지는 10-12월에 어류의 개체수 및 생물량이 풍부한 특징을 나타내는 것이다. 여름철보다는 가을철에 풍부한 어류상을 보이는 것은 다른 해초지에서도 보고되고 있어서 (Kikuchi, 1966; Koike and Nishiwaki, 1977; Brook, 1977; Ishida and Tanaka, 1980; 허, 1986), *Zostera marina*의 잎의 탈락분해와 관계되는 일련의 생물학적 작용(Kita and Harada, 1962; Fenchel, 1970; Brook, 1977; 東, 1981; Morgan and Kitting, 1984; Hall and Bell, 1988; Weber *et al.*, 1992)이 가을철에 생산력이 높은 요인중의 하나인 것으로 추정된다.

제주도 북방 함덕해안의 *Zostera marina* belt에 출현하는 어류와 타 지역의 *Zostera* 군집에 출현하는 어류의 유사성을 비교하기 위하여 양 지역에 공통으로 출현하는 어류중 100개체이상 출현한 주요 어류를 조사하였다. 한국에서는 허(1986)에 의해 충무 한실포(34° 50′ N)의 해초지에서 1mX1m의 push net로 조사된 *Zostera marina* belt에 출현한 어류 35종중 18종이 공통으로 출현한 종이였으며, 이 중 100개체 이상 출현한 종은 실고기, 줄망둑, 돌팍망둑, 복섬이였다. 일본에서는 Kikuchi(1966)에 의해 Tomioka bay(32° 50′ N)에서 120cmX70cm의 소형 beam trawl로 조사한 *Zostera* 군집의 출현어류 가운데 치어와 미성어에 대하여 조사된 자료를 이용해 비교한 결과 출현어류 51종중 33종이 공통으로 출현한 어류이며, 이 중 100개체이상 출현한 종은 쏠종개, 그물코쥐치, 실비늘치, 흰줄망둑, 미역치, 돌팍망둑, 가시망둑이였다. Koike and Nishiwaki(1977)이 Shimoda bay(34° 80′ N)와 Nabeta cove에서 260cmX100cm의 beam trawl로 *Zostera* 군집에서 조사한 주요 어류 39종을 기록하고 있으며 이 중 본 조사와 22종이 공통으로 출현한 종이었다. 100개체 이상이 출현한 종은 날개망둑, 줄망둑, 흰줄망둑, 바닥문절, 미역치, 실고기, 그물코쥐치, 돌팍망둑, 가시망둑, 쏠종개였다.

본 조사지역과 비교 지역간에 출현 어종의 차이에는 여러 요인이 있겠지만, 본 조사에서는 채집기간동안에 조사된 수온과의 관계를 비교하였을때 우리나라의 충무

보다는 일본의 두 지역과 상관관계가 높게 나타났다(Table 10). Fig. 15는 Table 10에 나타난 자료를 기초로, 본 조사지역과 비교지역의 위치와 유사정도를 표시한 것이다. 이들 자료들로 미루어 본 조사지역은 쿠로시오해류의 지류인 대마난류의 영향을 받고 있어서 쿠로시오본류가 통과하는 후자의 두 지역과 수온분포가 유사하고(JODC data), 출현어류에 있어서도 상호 밀접한 관련이 있는 것으로 추정된다.

Table 10. Comparison of temperature of the Present paper and the other papers.

| | Present paper (1994) | Huh (1986) | Kikuchi (1966) | Koike and Nishiwaki (1977) |
|---|---|---|---|---|
| Temp.(range) | 12.4-23.3℃ | 6.8-27.0℃ | 11.0-27.3℃ | 12.5-24.2℃ |
| Common species(%) | 100 | 51.4 | 64.7 | 56.4 |
| r | --- | 0.892 | 0.966 | 0.915 |
| P | --- | < 0.1 | < 0.01 | < 0.05 |

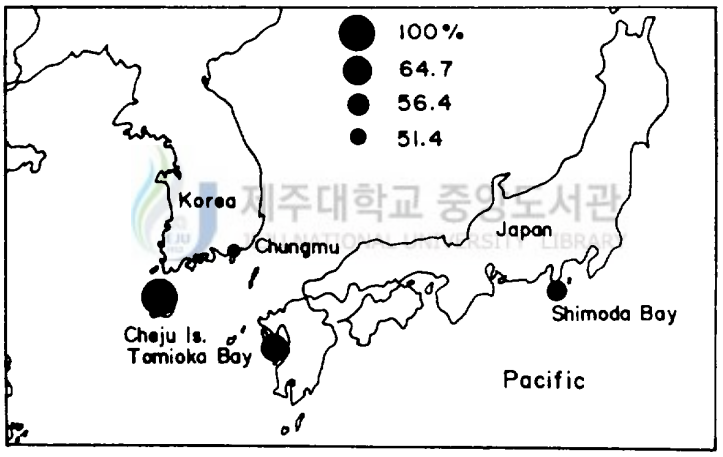



Fig. 15. Similarity degree of fishes collected in the present paper and the comparative papers. The solid circles in figure indicate similarity(%) of common species.

이와 같은 유사성은 *Zostera marina* belt라는 동일한 공간적인 특성을 갖고 있기는 하지만 수온이나 염분과 같은 환경요인이 어류의 출현에 상당히 큰 원인을 제공하고 있음을 알 수 있는 것이다.

우리나라에서 자치어에 대한 연구는 대부분 만이나 연안에서 부유성 자치어를 조사하는 것으로 진행되어 왔다. 그러나 해조류나 해초지에 서식하는 자치어에 대한 조사는 채집상 여러가지 어려움이 있기 때문에 자치어의 서식환경으로서 중요함(Olney and Boehlert, 1988; Sogard and Able, 1991)을 인식하면서도 그동안 연구가 활발히 수행되지 못해 왔다. 부유성 자치어와 해초지에 서식하는 자치어의 출현종이 다른 것은 본 조사지역이 위치한 연안에서 부유성 자치어에 대한 고(1990)의 조사와 본 연구에서 출현한 자치어의 차이에서 살펴 볼 수 있다. 고(1990)는 함덕연안의 자치어에 대한 조사에서 채집된 자치어 77종중 31종이 연안 가까이에서 채집되었으며 그 중 자리돔, 가막베도라치, 고등어, 까나리등이 주로 출현하고 있는 것으로 보고하고 있으나, 본 연구에서 이들은 거의 출현하지 않는 것으로 나타났다. 조사지역이 유사함에도 불구하고 나타난 이와 같은 결과는 채집방법이 다른 것도 주요 원인이 되겠지만 그 보다는 각 어종의 생태학적 특성에 따라 자치어시기에 생활하는 장소가 상위함을 알 수 있는 것이다. 따라서 다양한 자치어의 생태를 조사하기 위해서는 부유성 자치어뿐만아니라 해조류나 해초류에 서식하는 자치어 또한 자세히 연구되어야 할 것으로 생각된다.

주요 어종의 자치어가 출현하는 시기를 새로운 개체군의 가입시기로 간주했을 때(Wright, 1988; Sogard and Able, 1991), 함덕연안의 *Zostera marina* belt에 서식하는 주요 어종의 자치어는 크게 두 종류의 가입군으로 나뉘어 출현하고 있었다. 즉 새로운 개체군이 유입되는 되는 시기는 1월부터 6월사이의 그룹과 7월부터 12월사이의 그룹으로 나뉘어 진다. 1월과 6월 사이의 그룹은 *Zostera marina*의 엽장 및 엽면적지수가 최대에 이르는 시기에 출현하는 종류로, Seagrass 및 Macroalgae가 무성한 시기가 다른 시기에 비하여 포식압력(predation rate)이 감소한다는 보고에서도 나타난 바와 같이(Heck and Orth, 1980; Heck and Thoman, 1981; Heck and Thoman, 1984; Orth *et al.*, 1984; Leber, 1985; Wilson *et al.*, 1987; Main, 1987; Weber *et al.*, 1992), 이 그룹은 본 조사지역을 주로 은신처의 기능면에서 이용하고 있을 가능성이 높은 것으로 생각된다. 한편 7월과 12월사이의 그룹은 *Zostera marina*가 탈락분해되는 시기에 출현하는 종류로, 8-11월에 *Zostera marina*의 탈락고사기에는 detritus의 peak가 나타나며, 이에 따라 detritus를 섭이하는 Benthic copepoda, Amphipoda, Isopoda 및 Mysidacea등 엽상동물의 수가 증가한다고 東(1981)은 기술한 바 있으며, 다른 문헌에서도 이와 유사한 결과들이 보고되고

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

있다(Kita and Harada, 1962; Fenchel, 1970; Morgan and Kitting, 1984; Hall and Bell, 1988; Weber *et al.*, 1992). 이와 같이 이들의 자치어기의 형태적 특징과 주변소형생물의 증가시기가 서로 일치하는 것으로 미루어 포식어류에 의하여 먹이생물로 이용되기보다는 *Zostera marina* belt에서 자치어기를 보내는 동안 적절한 먹이의 공급을 얻기 위해 다른 경쟁생물이 많지 않은 시기를 선택하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 본 조사해역에서 자치어출현이 크게 2개의 그룹으로 나눠지는 현상은 제한된 곳에서 시·공간적으로 출현시기를 달리하여 은신처 또는 섭이의 효율성을 최대한으로 살리므로써, 종간의 생존경쟁에서 살아 남을수 있는 시기를 생물들 스스로가 적절히 선택하고 있는 결과라고 생각된다.

실비늘치는 전체 개체수의 65.4%를, 생물량에서는 47.5%를 차지하는 최우점종이였다. 조사기간동안 전생활사단계가 출현하였으며 채집되는 양 또한 상당했다. 정(1977)에 의하면 이 종은 주로 동해 연안과 일본의 혼슈우 이북 서북해에 서식하는 것으로 되어 있으며, 산란철은 3월하순에서 6월 하순으로 기록되어 있다. 그러나 이들의 생태에 대하여 자세히 기록된 문헌은 많지 않고, 김(1970)에 의해 부산 해운대 동백섬연안과 거제도 연안에서 채집되어 조사된 자치어기의 형태에 관해 기록된 정도이다. 이러한 기록과 본 조사의 결과를 토대로 살펴보면 실비늘치는 동해안에서 남해 그리고 제주도에 걸쳐 널리 분포하는 것으로 밝혀졌다.

경골어류 가운데 양볼락과(Scorpaenidae)의 난태생(Ovoviviparous)어류와 망둑어과(Gobioidae)나 둑중개과(Cottidae)와 같은 난생(Oviparous)어류의 일부는 비뇨생식돌기(Urogenital papilla) 또는 교미기(Copulatory apparatus)를 갖고 있다(Sasaki, 1977). 난생어류인 실비늘치의 수컷 역시 잘 발달된 비뇨생식돌기를 갖고 있는데, Sasaki(1977)에 따르면 난생어류에 있어서 비뇨생식돌기는 교미기로서 사용하지는 않지만, 생식활동과 밀접한 관련이 있을것으로 추측하고 있다. 난생(Oviparous)어류에 있어서 암·수의 생식소 중량지수는 일반적으로 같은 시기에 변화하는 양상을 보인다(Kosaka *et al.*, 1967, 백등, 1985; Hales, 1987; 김과 강, 1992). 그러나 태생어류인 망상어과 어류나 난태생어류인 쏨뱅이의 생식소 중량지수는 암·수간 1-3개월의 간격을 두고 변화하는 양상을 보인다(Hayase and Tanaka, 1980; Yokogawa and Iguchi, 1992). 실비늘치는 분명한 난생어류임에도 불구하고 생식소 중량지수의 변화는 난태생어류와 같이 수컷이 먼저 성숙하여 11월과 1월사이에 교접하고, 교접을 마친 암컷은 곧 바로 난소가 성숙해져 2월과 5월사이에 산

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

란을 하는 것으로 조사되었다. 또한 산란기에 들어서면서 수컷은 교접후 거의 출현하지 않고 암컷만 출현하였다. 이와 같이 산란기에 암컷의 비율이 높은 이유에 대하여 Kosaka *et al.*(1967)은 갈치의 성비에 대하여 조사하면서 성숙, 산란에 따르는 생리, 생태적인 변화로 추정하고 있으나, Yokogawa and Iguchi(1992)는 쏨뱅이의 경우 단지 암컷의 활동이 활발함으로서 나타나는 암·수의 어획비율의 차이라고 간주하였다. 그러나 본 조사에서는 실비늘치의 체장빈도분포에서 산란을 마친 성어가 출현하지 않고 있어서 교접을 마친 수컷이 먼저 사망하거나 다른 곳으로 이동하기 때문에 산란기에는 암컷의 비율이 높은 것으로 추정하였다.

어류는 성장함에 따라 갈치(Kosaka *et al.*, 1967), 자리돔(고와 전, 1983) 그리고 볼락(Yokogawa and Iguchi, 1992)등과 같이 먹이생물의 크기에서 다소 변화를 보이지만 전체적인 섭이습성의 변화을 보이지 않는 종도 있다. 그러나 대부분의 어류는 성장함에 따라 섭이습성의 변화을 보인다(Carr and Adams, 1973; Adams, 1976b; Huh and Kitting, 1985; 신, 1986; Huh, 1986; 김과 강, 1986; Yokogawa and Iguchi, 1992).

강(1990)은 본 조사지역의 해안가에서 펌프채집을 통한 부유성갑각류의 현존량 조사에서 전체 출현갑각류중 요각류가 90%이상을 차지하는 것으로 보고한 바 있는데 본 조사에서 실비늘치의 위내용물을 조사한 결과 출현한 전체 먹이생물의 약 97%이상을 요각류가 차지하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 실비늘치가 환경중의 먹이생물중 가장 풍부한 요각류를 선택적으로 섭이하는 전형적인 플랑크톤식성어라는 것을 알 수 있는 것이다. 요각류 가운데 체장이 30㎜부터 성체에 이르기까지 연안에 많이 출현하는 소형플랑크톤 *Paracalanus*, *Acartia*, *Oncaea*, *Oithona*, Harpacticoidae를 주로 섭이하였으며, 산란기인 3월과 4월에만 *Calanus*, *Euchaeta*와 Decapoda의 양이 다소 증가하는 먹이생물의 변화를 보였다. 그러나 3월과 4월이후에는 다시 소형 Copepoda를 섭이하는 것이 관찰되어 성장에 따른 섭이습성의 변화가 크지 않은 것으로 생각된다. 이와 같이 크기가 작은 소형플랑크톤을 선택적으로 섭이하는 것은 이 종의 입이 작고 주둥이가 銳管狀으로 돌출해 있어(정, 1977), 크기가 큰 먹이생물을 섭이하기 곤란한 것으로 생각되며, Kikuchi(1966)에 의하면 이 종은 소형의 먹이생물을 쪼아 먹는 섭이습성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# V. 요 약

제주도 북방 함덕연안 *Zostera marina* belt에 서식하는 어류군집의 종조성과 계절변화 그리고 *Zostera marina*의 계절변화에 따른 성육장으로서의 특징을 주간과 야간채집을 실시하여 분석하였다. 어류의 채집은 소형 beam trawl을 이용하여 1993년 5월부터 1994년 5월까지 실시하였다.

채집된 35科 58種중에서 주년에 걸친 우점종은 실비늘치, 흰줄망둑, 그물코쥐치, 실고기 그리고 쏠종개였으며, 이들 5종은 전체 개체수에서 86.1%, 생물량에서 62%를 차지하였다. 출현 어류의 크기는 조사된 어류의 90%이상이 14cm이하의 소형종이였다. 주간과 야간채집에서 어류의 채집량은 야간채집때가 상대적으로 훨씬 많았다. 어류군집의 계절변화를 보면 10월-12월이 개체수나 생물량에서 가장 풍부하였으며, 개체수에서는 1994년 1월-4월이 가장 적었고, 생물량은 5월-6월에 가장 낮았다. 전장 4cm이하의 자치어는 년중 출현하고 있으며, 특히 주요 어종의 새로운 가입군은 *Zostera marina*의 계절변화에 따라 1월-6월사이의 개체군과 7월-12월사이의 개체군으로 나눌 수 있었다. 전자는 *Zostera marina*의 성장기에 출현하는 어류로서 실비늘치, 흰줄망둑, 민베도라치, 노래미 및 가시망둑이 포함되고, 후자는 *Zostera marina*의 쇠퇴기에 출현하는 어류로서 그물코쥐치, 실고기, 쏠종개 및 두줄베도라치가 포함되었다.

이러한 결과에서 본 조사지역을 이용하는 자치어는 *Zostera marina*의 성장기나 쇠퇴기에 따라 공간이용이나 먹이생물을 적절히 이용하면서 제한된 지역내에서 다양하게 서식할 수 있도록 알맞은 시기를 선택하여 출현하는 것으로 추정된다.

최우점종인 실비늘치의 성장과정, 산란시기 및 섭이습성을 조사하였다. 실비늘치는 체장빈도분포조사에서 3월에 처음 출현하여 다음해 5월이후에 사라지는 것으로 나타났으며, 수컷의 생식소 중량지수와 비만도지수는 11월과 1월사이에 높고, 암컷의 경우에는 2월과 5월사이에 높았다. 실비늘치의 섭이습성을 보면 조사된 전체 먹이생물중 97%이상이 요각류이고, 이 중 *Paracalanus*, Harpacticoidae등 1mm정도 또는 그 이하의 소형Copepoda를 주로 섭이하고 있었다. 그러나 주산란철인 3월과 4월에는 크기가 3mm이상인 *Calanus*, *Euchaeta*와 Decapoda larvae등의 섭이율이 다소 높았다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

실비늘치는 난생어류이지만 수컷이 비뇨생식돌기(Urogenital Papilla)를 갖고 있으며, 11월과 1월사이에 교접이 이루어지고 교접을 마친 수컷은 사망하거나 다른 곳으로 이동하고, 암컷은 2월과 5월사이에 산란하는 것으로 밝혀졌고 성장함에 따른 섭이습성의 변화는 없는 것으로 추정된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# Ⅵ. 참 고 문 헌


康馨文, 1990. 濟州道 北方 海岸線周邊 浮遊性甲殼類의 現存量 一週變化와 生産量 推定. 제주대학교 석사학위논문. 70p.

高京民, 1990. 濟州道 北方 咸德沿岸域의 仔稚魚 出現. 제주대학교 석사학위논문. 69p.

고유봉, 신희섭, 1988. 제주도 북촌연안 수산자원유영생물의 출현과 먹이연쇄에 관한 연구. Ⅰ. 종조성과 다양도. 한국수산학회지, 21(3), 131-138.

—— ,and —— , 1990. 제주도 남부 화순연안 수산자원 유영생물의 종 조성과 다양도. 한국어류학회지, 2(1), 36-46.

고유봉, 이화자, 손명호, 1992. 제주도 남부 연안역의 생물생태학적 기초연구 (Ⅱ):서귀포주변 부유성갑각류의 현존량과 생산량. 한국지구과학회지. 13(3).336-341.

高有峰, 全得山, 1983. 서귀포産 자리돔의 漁獲改善 및 適正利用을 위한 資源生物學的 硏究-2. 餌料生物과 攝餌生態. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat. Univ., 7, 15-21.

金容億, 1970. 실비늘치 *Aulichthys japonicus* Brevoort의 仔稚魚期의 形態. 釜山水大臨硏報, 3, 37-44.

—— , 1977. 쥐노래미 *Hexagrammos otakii* et Starks의 체장·체중의 상관관계. 釜山水大硏報, 17(1, 2), 55-57.

金鍾觀, 姜龍柱, 1986. 釜山 동백섬 沿岸에 棲息하는 노래미 *Agrammus agrammus*의 먹이생물. 한국수산학회지, 19(5), 411-422.

金鍾觀, 姜龍柱, 1991. 三重刺網에 의한 三千浦 新樹島沿岸 淺海魚類 群集의 構造. 한국수산학회지, 24(2), 99-110.

金鎭瑛, 姜龍柱, 1992. 한국 남해 멸치의 産卵 生態. 한국수산학회지, 25(5), 331-340.

白惠子, 金炯培, 李澤烈, 李秉暾, 1985. 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 性成熟과 産卵. 한국수산학회지, 18(5), 477-483.


제주대학교 중앙도서관

이준백, 최영찬, 고유봉, 1989. 제주도 해안선 주변 식물플랑크톤의 기초생산. 한국지구과학회지. 10(1). 62-67.

李泰源, 1993. 牙山灣 底魚類 III. 定點間 量的變動과 種組成. 한국수산학회지, 26(5), 438-445.

申旻澈, 李泰源, 1990. 大川海濱 碎波帶 魚類群集의 季節變化. 한국해양학회지, 25(3), 135-144.

신희섭, 1986. 北村沿岸定置網에서 漁獲된 生物의 種出現과 攝餌關係. 제주대학교 석사학위논문, 63p.

鄭文基, 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울 522p.

최영찬, 고유봉, 이준백, 1989. 제주도 해안선 주변의 해수특성(1987년 6월-1988년 4월). 한국지구과학회지. 10(1). 54-61.

허성회, 1986. 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량의 계절적 변동에 관한 연구. 한국수산학회지, 19(5), 509-517.

Adams, S. M., 1976. Feeding ecology of eelgrass fish communities. Trans. Am. Fish. Soc., 4, 514-519.

Allen, L. G., 1982. Seasonal abundance, composition, and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, California. Fishery Bulletin, 80(4), 769-790.

Barnes, R. S. K. and R. N. Hughes, 1988. An introduction to marine ecology.(The second edition), Blackwell Scientific Publications, 107-118.

Blaber, S. J. M., D. T. Brewer, J. P., Salini, J. D. Kerr and C. Conacher, 1992. Species composition and biomass of fishes in tropical seagrass at Groote Eylandt, Northern Australia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 35, 605-620.

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(3), 219-229.

제주대학교 중앙도서관

Buesa, R. J., 1974. Population and biological data on turtle grass (*Thalassia testudinum* Konig, 1805) on the northwestern Cuban Shelf. Aquaculture, 4, 207-226.

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(3), 511-540.

Fenchel, T., 1970. Studies on the decomposition of organic detritus drived from the turtle grass *Thalassia testudinum*. Limnol. and Oceanogr., 15, 14-20.

Hales, L. S., Jr., 1987. Distribution, abundance, reproduction, food habits, age, and growth of round scad, *Decapterus punctatus*, in the south Atlantic Bight. Fishery Bulletin, 85(2), 251-268.

Hall, M. O. and S. S. Bell, 1988. Response of small motile epifauna to complexity of epiphytic algae on seagrass blades. Journal of Marine Research, 46, 613-630.

Harrison, P. G. and K. H. Mann, 1975. Detritus formation from eelgrass (*Zostera marina* L.):The relative effects of fragmentation, leaching, and decay. Limnol. and Oceanogr., 20(6), 924-934.

Hayase, S. and S. Tanaka, 1980. Habitat and distribution of three species of Embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46(8), 955-962.

——, and ——, 1980. Growth and reproduction of three species of Embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46(9), 1089-1096.

Heck, K. L., Jr. and K. A. Wilson, 1987. Predation rates on decapod Crustaceans in latitudinally separated seagrass communities: a study of spatial and temporal variation using tethering techniques. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 107, 87-100.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Heck, K. L., Jr. and R. J. Orth, 1980. Structural components of eelgrass (*Zostera marina*) meadows in the Lower Chesapeake Bay-Decapod crutacea. Estuaries, 3(4), 289-295.

Heck, K. L., Jr. and T. A. Thoman, 1981. Experiments on Predatory-Prey interactions in vegetated aquatic habitats. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 53, 125-134.

—— , and —— , 1984. The nursery role of seagrass meadows in the Upper and Lower reaches of the Chesapeake Bay. Estuaries, 7(1), 70-92.

Holt, S. A., C. L. Kitting and C. R. Arnold, 1983. Distribution of young red drums among different sea-grass meadows. Trans. Am. Fish. Soc., 112, 267-271.

Honma, Y., T. Ozawa and A. Chiba, 1980. Maturation and spawning behavior of the Puffer, *Fugu niphobles*, occurring on the coast of Sado Island in the sea of Japan(A preliminary report). Japan. J. Ichthyol., 27(2), 129-138.

Horn, M. H., 1980. Diversity and ecological roles of noncommercial fishes in California marine habitats. CalCoFI Rep., 21, 37-47.

Huh, S. H., 1984. Seasonal variations in populations of small fishes concentrated in shoalgrass and turtlegrass meadows. J. Oceanol. Soc. Korea, 19(1), 44-55.

—— , 1986. Ontogenetic food habits of four common fish species in seagrass meadows. J. Oceanol. Soc. Korea, 21(1), 25-33.

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.

Ishida, Y. and S. Tanaka, 1980. Population fluctuation of the small filefish, *Rudarius ercodes*, in the *Zostera* bed in Odawa Bay. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46(10), 1199-1202.

Ivlev, V. S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes(Trans. by D. Scott). Yale Uni. Press, New Haven, 320p.

제주대학교 중앙도서관

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.

Koike, K. and S. Nishiwaki, 1977. Seasonal change of fish fauna in the Zostera marina in Shimoda Bay and Nabeta Cove, the Izu Peninsula. Japan. J. Ichthyol., 24(3), 182-192.

Kosaka, M., M. Ogura, H. Shirai, and M. Haeji, 1967. Ecological study on the ribbon fish, *Trichurus lepturus* Linne, in Suruga Bay. J. Coll. Mar. Sci. and Tech. Tokai Univ., 2, 131-146.

Lasiak, T. A., 1984. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach, Algoa Bay, South Africa:Long-term fluctuations. Estuarine, Coastal and Shelf Sciense, 18(4), 459-484.

Leber, K. M., 1985. The influence of predatory Decapods, refuge, and microhabitat selection on seagrass communities. Ecology, 66(6), 1951-1964.

Lee, T. W. and Seok, K. J., 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.

Main, K. L., 1987. Predator avoidances in seagrass meadows:Prey behavior, microhabitat selection, and cryptic coloration. Ecology, 68(1), 170-180.

Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Ypshino(eds.), 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates, 437p.+370pls.

Mcroy, C. P., 1974. Seagrass productivity: Carbon uptake experiments in eelgrass, *Zostera marina*. Aquaculture, 4, 131-137.

Morgan, M. D. and C. L. Kitting, 1984. Productivity and utilization of the seagrass *Halodule wrightii* and its attached epiphytes. Limnol. and Oceanogr., 29(5), 1066-1076.

제주대학교중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Moriuchi, S. and Y. Dotsu, 1973. The spawning and larvae rearing of the sea catfish. *Plotosus anguillaris*. Contr. Fish. Exp. Sta. Nagasaki Univ., 36, 7-12.

Nakabo, T., 1993. Fishes of Japan with pictoral keys to the species. Tokai Univ. Press, 1474p.

Okiyama, M., 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press, 1154p.

Olney, J. E. and G. W. Boehlert, 1988. Nearshore ichthyoplankton associated with seagrass beds in the lower Chesapeake Bay. Mar. Ecol. Prog. Ser., 45, 33-43.

Orth, R. J., K. L. Heck, Jr. and J. V. Montfrans, 1984. Faunal communities in seagrass beds: a riview of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. Estuaries, 7(4A), 339-350.

Richards, J. and R. S. S. Wu, 1985. Inshore fish community structure in a subtropical estuary. Asian Marine Biology, 2, 57-68.

Sasaki, T., 1977. The urogenital papilla of the tube-snout, *Aulichthys japonicus*. Japan. J. Ichthyol., 24(3), 161-166.

Sogard, S. M. and K. W. Able, 1991. A comparison of eelgrass, sea lettuce macroalgae, and marsh creeks as habitats for epibenthic fishes and decapods. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 33, 501-519.

Weber, D. E., D. A. Flemer and C. M. Bundrick, 1992. Composition of the effects of drilling fluid on macrobenthic invertebrates associated with the seagrass, *Thalassia tesudinum*, in the laboratory and field. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 35, 315-330.

Wilson, K. A. and K. L. Heck, Jr., and K. W. Able, 1987. Juvenile blue crab, *Callinectes sapidus*, survival: An evalution of eelgrass, *Zostera marina*, as refuge. Fishery Bulletin, 85(1), 53-58.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Wright, J. M., 1988. Recruitment patterns and trophic relationship of fish in Sulaibikhat Bay, Kuwait. J. Fish. Biol., 33, 671-687.

東 幹夫, 1981. 藻場·海中林(日本水産學會編). 恒星社厚生閣, 34-56.

横川浩治, 井口政紀, 1992. 播磨灘南部沿岸海域におけるカサゴの食性と成熟. 水産増殖, 40(2), 131-137.

横川浩治, 井口政紀, 1992. 播磨灘南部沿岸海域におけるメバルの食性と成熟. 水産増殖, 40(2), 139-144.

岡村康弘, 田中 齊, 平田入郎, 1992. 造成浮き藻場における魚類相の周年變化. 水産増殖, 40(3), 355-361.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# 감사의 글

본 논문이 완성되기까지 항상 정성어린 지도를 아끼지 않으신 고유봉 지도교수님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러 미흡한 논문에 세심한 관심을 가지시고 많은 격려와 조언을 하여주신 윤정수 교수님, 최영찬 교수님, 방익찬 교수님, 이준백 교수님께 감사드립니다. 또한 이 연구가 처음 시작될 때 제주도에 해초류가 서식하고 있는 곳과 *Zostera marina*의 분류에 도움을 주신 생물학과 이용필 교수님과 소중한 참고자료를 보내주신 부산수산대학교 허성희 교수님께도 이 자리를 빌어 감사를 드립니다.

시료의 채집과 정리에 함께 고생한 해양생태학실험실의 부지훈, 강승보, 김정훈, 고광범, 김기표군과 자료의 정리에 조언을 주신 오봉철 선배님, 채집기간동안 연구소의 기기 및 시설을 이용하는데 적극적으로 도와 주셨을뿐만아니라 기상자료 또한 제공해 주신 제주대학교 해양연구소의 직원 여러분과 김상현 선생님, 박원배씨, 생업에 바쁘신 와중에서도 주야에 걸친 채집을 자신의 일처럼 도와 주신 동아호 김원국 선장님과 지금은 서울에서 열심히 공부하고 있을 김진옥씨 그리고 어류의 분류에 큰 도움이 되어준 부산수산대학교 고정락학형에게도 진심으로 고마움을 표합니다.

오늘의 이 시간이 있도록 뒷바라지 해주신 어머님, 형님과 여동생내외 그리고 지난 시간 어려운 여건속에서도 말없이 내조해 준 아내 문경과 사랑스런 딸 한나에게 고마움을 전하고, 이 작은 결실을 불의의 교통사고로 돌아가신 아버님의 영전에 바칩니다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY