

碩士學位論文

제주도 동북 해역의 유조(流藻)에
출현하는 어류상

濟州大學校 大學院

水産生物學科

朴 正 鎬

2002年 12月

Fish Fauna Associated with Drifting Seaweed
in Northeastern Coastal Waters of
Jeju Island, Korea

Jeong-Ho Park
(Supervised by professor Sum Rho)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master of Science

Dec. 2002

This thesis has been examined and approved.

Department of Marine Biology
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

제주도 동북 해역의 유조(流藻)에
출현하는 어류상

指導教授 盧 暹

朴 正 鎬

이 論文을 理學碩士 學位論文으로 提出함

2002年 12月

朴正鎬의 理學碩士 論文을 認准함

審査委員長 송 춘 복 (인)

委 員 여 인 규 (인)

委 員 노 섬 (인)

濟州大學校 大學院

2002年 12月

목 차

Abstract	i
I. 서론	1
II. 재료 및 방법.....	4
III. 결과	7
1. 채집 해역의 수온과 염분	7
2. 유조의 구성.....	7
3. 어류상	11
1) 분류군.....	11
2) 개체수	12
3) 월별 어류의 출현 양상.....	14
4) 수산업 대상종.....	18
5) 관상 대상종.....	19
4. 군집 구조.....	21
IV. 고찰	23
V. 요약	32
VI. 참고문헌.....	34
VII. Appendix	40
감사의 글.....	46

Abstract

The study of the fish fauna associated with drifting seaweed in coastal waters is very important for evaluation of ecological value and potential fishery economics. However, limited information is available on the biodiversity and movement of this fauna despite its economical importance to fisheries. Thus, this study investigated seasonal variation and species composition of the fish fauna associated with drifting seaweed present in coastal waters of northeastern Jeju Island from March 2001 to March 2002.

Drifting seaweed clumps were mostly composed of *Sargassum* spp., including *S. horneri*, *S. ringglodium* and *S. micracanthum*. Their abundance varied seasonally and revealed to be more abundant in spring and summer than in autumn and winter. About half of seaweed clumps were smaller than 5 kg in wet weight during the sampling period.

The total number of fishes collected were 6,867 individuals, which belonged to 54 species, 33 families and 8 orders. Order Perciformes (33 species and 20 families) had the highest abundance during the sampling period.

Some species, such as *Petroscirtes breviceps*, *Syngnathus schlegeli*, *Seriola quinqueradiata*, *Rudarius ercodes* and *Histrio histrio*, stayed in drifting seaweed for more than four months. In contrast, Exocoetidae spp., *Apogon* spp., *Diodon holocanthus*, *Scatophagus argus*, *Lobotes surinamensis*, *Seriola dumerili* and *Siganus fuscescens* stayed in drifting seaweed only one month.

The number of species varied monthly, with the highest number of

species (25 spp.) in July 2001 and the lowest (4 spp.) in both March and December 2001.

Diversity of the fish fauna was highest in July 2001 and lowest in October 2001. Because, individuals of all species are almost equal in July and *Petroscirtes breviceps* was the dominant species with a frequency of 96.4% in October.

It was assumed that the diversity and evenness of the fish fauna in northeastern coastal waters of Jeju Island were related water temperature, reproduction and primary production.

I. 서 론

유조(流藻) 혹은 뜬말이란 바위나 암반에 붙어서 서식하던 해조류가 바람이나 파도에 의해 기질로부터 떨어져 나와 표층을 떠다니는 것을 말한다. 유조는 어류의 번식, 성육에 관해서 큰 역할을 하고, 표층 생태계 중에서 그 자체로써 가장 특유한 환경이다. 유조가 출현하는 장소나 생물계절학(phenology)과 관련되는 계절성 때문에 시공간적으로 매우 한정된 서식처이다.

어류에 있어서 유조는 포식자로부터 효과적인 은신처, 많은 엽상 생물들과 부유 생물들이 있는 섭이장, 콩치나 학공치 등의 산란장 그리고 조석, 바람 및 해류에 의한 유조의 이동은 운송 수단의 역할을 해서 격리된 개체군들 사이에 유전물질을 교환하는 기회를 제공한다(Safran and Omori, 1990; 변 등, 1997; Kokita and Omori, 1998).

지금까지 유조와 관련된 연구는 여섯 가지 범주로 나누어 질 수 있다. 떠다니는 물체와 어류와의 연관성에 관한 연구(Gooding and Magnuson, 1967; Ida *et al.*, 1967a; Dooley, 1972; Kulczycki *et al.*, 1981; Kingsford and Choat, 1985; Kokita and Omori, 1998, 1999), 유조에 출현하는 어종에 대한 연구(Uchida and Shogima, 1958; Ida *et al.*, 1967b; Safran and Omori, 1990; Kingsford, 1992; 변 등, 1997), 유조를 구성하는 해조류에 관한 연구(Ohno, 1984; Ikehara and Sano, 1986; Hobday, 2000a; Hirata *et al.*, 2001), 어류에 있어 유조의 중요성에 관한 실험(Senta, 1966a,b,c), 항공 관찰에 의한 유조량으로부터 방어 치어의 자원량 추정에 관한 연구(Mitani, 1965, 1968) 그리고 유조에 출현하는 무척추동물에 관한 연구(Gore *et al.*, 1981; Shaffer *et al.*, 1995; Ingólfsson and Ólafsson, 1997; Ingólfsson, 1998; Hobday, 2000b) 등이 이루어졌다.

유조는 물론이고 코코넛, 통나무, 죽은 거북 그리고 해파리 같은 자연적인 부유물 근처에 어류들이 모일 뿐 아니라 널빤지, 뗏목 및 쓰레기 같은 인공적

인 물체들도 어류들을 모은다고 알려져 있다(Gooding and Magnuson, 1967). 적도 해역의 tuna 어업에 있어, 떠다니는 나무들이 어류를 모으는 Fish Aggregation Devices (FADs)로써 이용되어지고(Caddy and Majkowski, 1996; 문 등, 1996; Gomes *et al.*, 1998), 어부들이나 취미로써의 낚시꾼들도 표층에서 떠다니는 물체를 찾아다닌다(Dooley, 1972).

이러한 부유하는 서식처가 왜 어류들을 모으는지에 대한 많은 가설 가운데 먹이원의 측면을 검증하기 위해, FADs 근처에 모여드는 어류의 식성 조사가 이루어졌다(Ibrahim *et al.*, 1996; Ménard *et al.*, 2000). 그리고 동대서양 열대해역에서, yellowfin tuna를 잡는 대규모 선망 선단들은 최근에 어류를 모으기 위해 부유물을 사용하기 시작했고, 1991년에 이 방법으로 어획한 양은 전체 어획량의 55%에 해당하였다(ICCAT, 1993).

외국의 사례와 비교해 볼 때, 우리나라에서는 해산어류 양식에 관한 연구의 일부분으로서 남해안 유조에 서식하는 치어의 분포(노, 1980)와 해양 목장화 사업과 관련된 경상남도 통영 해역의 유조 어류상(조, 2000; Cho *et al.*, 2001)에 관한 연구가 일부 실시되었을 뿐 유조에 대한 연구는 거의 없는 상태이다.

제주도는 위도 상으로 북위 33°06' ~ 34°00' 사이의 우리나라 최남단에 위치한다. 해양 생물에 직접적인 영향을 미치는 제주도 해역의 수계는 쓰시마난류, 황해난류, 중국대륙연안수, 황해중양저층냉수, 한국연안수 및 큐슈서쪽연안수 등 서로 다른 수계가 혼합되어 복잡한 양상을 나타낸다. 이 중 쓰시마난류는 아열대성 생물을 비롯한 다양한 어류의 분포에 연중 가장 큰 영향을 미치고, 어류 자치어 회유를 위한 운송 수단으로 이용된다(유, 1997).

연안 해역에 있어서 유조에 출현하는 어류에 관한 연구는 생태적인 가치뿐만 아니라 잠재적인 수산업 평가를 위한 기초로써 매우 중요하고 또한 몇몇 출현 어종은 매우 경제적인 가치가 높다. 그러나 이런 중요성에도 불구하고, 매우 한정된 정보들만이 이런 어류상의 생물다양성, 분포 및 회유에 이용 가능 할 뿐이다.

따라서 본 연구는 제주 연안 해역을 정착하거나 경유하는 어류 자치어의 회유 경로를 파악하기 위한 기초 자료로서, 제주도 동북 해역에서 유조와 연관되어서 살아가는 어류의 월별 변동을 조사하고, 주요 어종의 출현 양상을 파악하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

본 조사는 제주도 동북 해역의 유조 어류상을 밝히기 위해, 2001년 3월부터 8월까지 한 달에 한 번, 그리고 2001년 10월부터 2002년 3월까지 두 달에 1회 채집하였고, 제주도 조천항에서 시작하여 김녕, 세화, 성산포 및 우도 주변까지 실시하였다(Fig. 1).

채집 시 함덕 해역에서 채수하여 수온은 봉상온도계로, 염분은 염분계(ATAGO S-10)를 사용하여 측정하였다. 채집에는 제주대학교 조사선 아라 2호를 이용하였고, 유조를 발견하면 목표물을 교란시키지 않게 느린 속도로 측면으로 접근하였다. 그런 다음에 scoop net (mesh size 1.8×1.8 mm, diameter 0.75 m)를 사용하여 해조류와 함께 치어들을 채집한 후, 유조 덩어리는 습중량을 측정하였다.

채집한 어류 중 동정이 안 되는 개체들은 실험실로 운반한 다음, 엘바주 100 ppm과 담수 약육을 매일 1시간씩 일주일 동안 실시한 후 순환여과수조에 사육하여 시간에 따른 성장 패턴을 파악하거나 종을 동정하였다. 나머지 개체들은 5% 중성 포르말린으로 고정시킨 후 개체수를 조사하였으며 전장은 vernier caliper로 0.1 mm단위까지 측정하였다.

어류의 종 동정에는 정(1977), 김 등(1981), Okiyama (1988), Masuda *et al.* (1992), Nakabo (1993) 및 김 등(2001) 등을 참조하였다. 또한 분류 체계 및 학명은 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)과 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다. 해조류 동정과 분류 체계에는 강(1968)과 관련 논문(이와 강, 1986)을 참고하였다.

월별 군집 구조를 분석하기 위해 종 다양도 지수(Shannon and Wiener, 1963), 균등도 지수(Pielou, 1969) 및 우점도 지수(Simpson, 1949)를 사용하였다(Table 1).

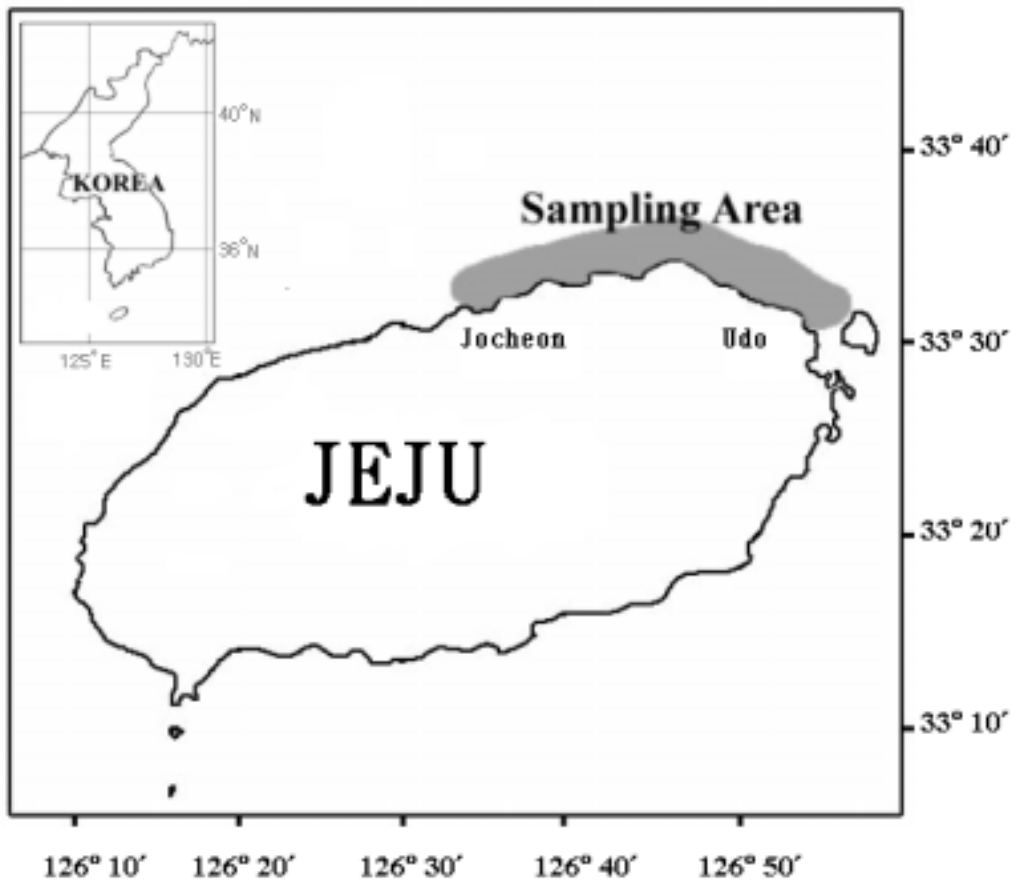


Fig. 1. Map showing the sampling area.

Table 1. Formulas for the community analysis of fish fauna associated with drifting seaweed during the sampling period

1. Diversity index (Shannon and Wiener, 1963)

$$H' = -\sum P_i \times \log_e P_i, \quad P_i = n_i/N$$

n_i : Individuals of i -th species in a sample

N : Sum of individuals of all species in a sample

2. Evenness index (Pielou, 1969)

$$J = H' / \log_e S$$

S : Total number of species in a sample

3. Dominance index (Simpson, 1949)

$$\lambda = \sum (n_i/N)^2$$

Ⅲ. 결 과

1. 채집 해역의 수온과 염분

조사 기간 중 이 해역에서의 표층 수온은 2001년 3월에 14.7℃에서 시작해서 8월에 최고 28.8℃까지 상승하다가 그 이후로 감소하여 2002년 1월에 최저 13.8℃을 나타내었고, 3월부터는 다시 수온이 상승하여 계절적인 변화가 뚜렷이 관찰되었다(Fig. 2).

또한 염분은 2001년 봄에 높은 값을 나타내다가 여름철 장마와 육지로부터의 담수 유입에 의해 점차 낮아져서 8월에 최저 값인 29.7‰을 나타내었다. 그 이후로 다시 염분이 높아져서 2002년 1월에 최고 값 34.6‰을 나타내었다(Fig. 2).

2. 유조의 구성

유조 생체량이 풍부한 4~5월에 걸쳐 유조를 구성하는 해조류를 조사해본 결과, 총 13종이 동정되었다. 유조를 이루는 해조류의 대부분은, 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 미야베모자반(*S. miyabei*), 큰열매모자반(*S. macrocarpum*) 그리고 큰잎모자반(*S. ringgoldianum*) 같은 모자반류(*Sargassum* spp.)였다. 또한 기타 종으로서는, 불레기말(*Colpomenia sinuosa*), 감태(*Echonia cava*), 잘피류(*Zostera* spp.) 및 구멍갈파래(*Ulva pertusa*) 같은 자연적인 해조류 및 해초류가 있었다. 이런 해조류들은 한 종만으로 유조 덩어리를 형성하기도 하고 다른 종과 엉켜져서 함께 부유하기도 하였다. 위와 같은 자연 부유물 뿐만 아니라 그물, 통발 및 나무 상자 등과 같은 인공적인 부유물과 심지어는 죽은 새까지도 함께 엉켜져 부유하고 있었다(Table 2).

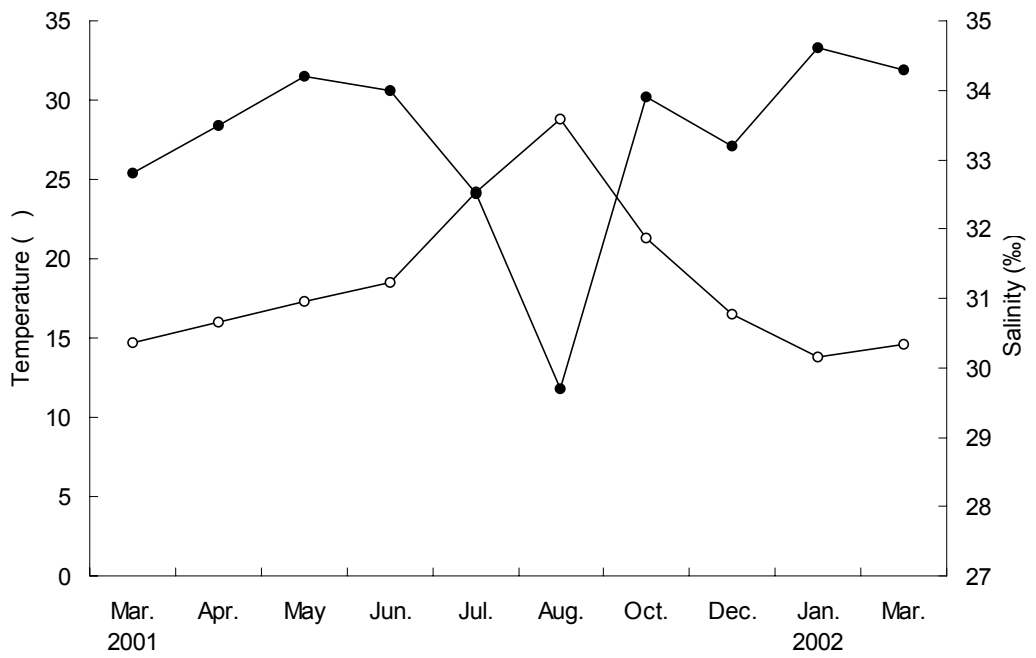


Fig. 2. Monthly fluctuations of temperature (empty circles) and salinity (filled circles) in the sampling area from March 2001 to March 2002.

월별 유조 덩어리의 크기와 무게에 대해서 살펴보면, 3월에는 지름 1 m 미만의 1~5 kg 무게의 작은 유조였고, 채집된 총 습중량은 50 kg 정도였다. 시간이 지남에 따라 유조량은 점점 증가하여 4, 5월에는 총 습중량이 각각 210 kg과 352 kg을 나타냈다. 그리고 6, 7월에는 절정기를 이루어 총 습중량은 각각 778 kg과 634 kg이고, 지름 3 m 이상 되고 30~40 kg의 대형 유조도 많이 나타났다. 그러나 8월부터는 유조량이 감소하여 주로 지름 1~1.5 m 내외의 5~15 kg의 유조가 많았다.

가장 많은 유조가 출현했던 5~7월에 대해 살펴보면, 5~6월에는 유조 덩어리가 약 40개, 7월에는 약 70개였다. 석 달에 걸쳐 공통적으로 지름 1 m, 습중량 0.5~5 kg의 유조 덩어리가 많았다(Fig. 3).

Table 2. Species composition of drifting seaweed from April to May

Division	Species
Chlorophyta	<i>Ulva pertusa</i>
Phaeophyta	<i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Ecklonia cava</i> <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Sargassum horneri</i> <i>Sargassum macrocarpum</i> <i>Sargassum micracanthum</i> <i>Sargassum miyabei</i> <i>Sargassum ringgoldianum</i> <i>Sargassum serratifolium</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Sargassum</i> sp.
Anthrophyta	<i>Zostera</i> spp.

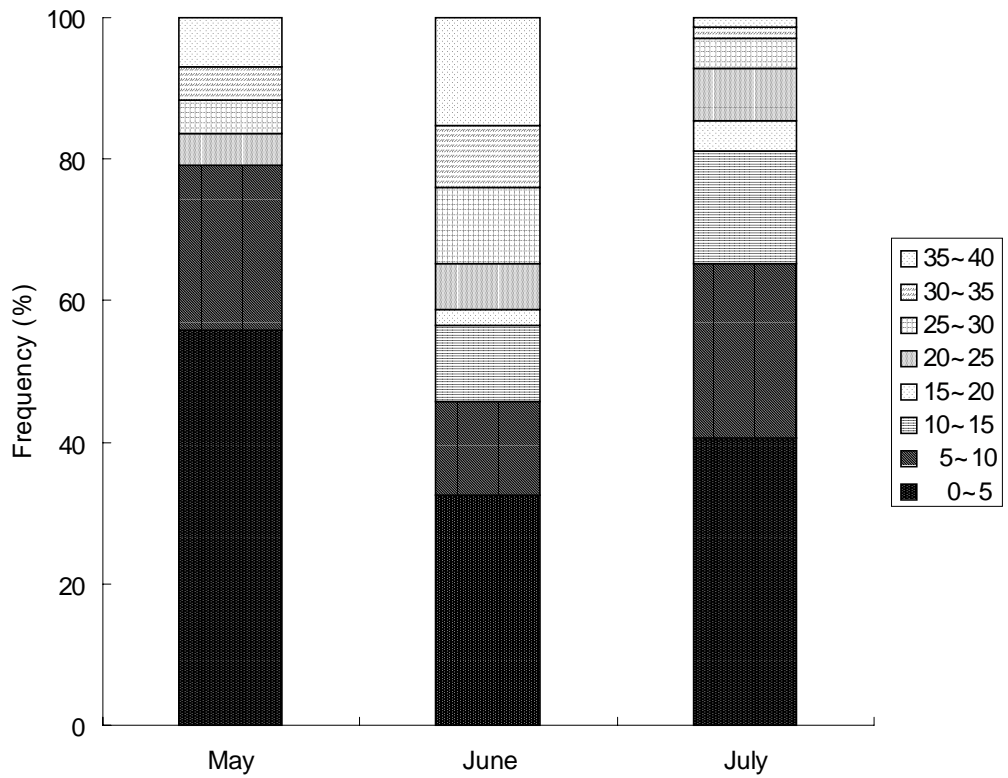


Fig. 3. Monthly variation on the wet weight (kg) of drifting seaweed from May to July.

3. 어류상

1) 분류군

조사 기간 중 유조와 함께 채집된 어류의 분류군은 과(Family) 수준까지 동정된 3종을 포함하여 총 8목 33과 54종이었다(이 등, 2000). 그 중에서, 농어목(Perciformes)이 20과 33종으로 가장 많았고, 다음으로 복어목(Tetraodontiformes)이 4과 6종, 쏨뱅이목(Scorpaeniformes)이 3과 8종을 차지하였으며, 이와 같은 3 목이 전체 출현종의 87.0%를 차지하였다(Table 3).

소수의 어종만 출현한 목으로서는, 큰가시고기목(Gasterosteiformes)이 2과 2종 그리고 동갈치목(Beloniformes)이 1과 2종이었다. 또한 아귀목(Lophiiformes), 색줄멸목(Atheriniformes) 및 바다빙어목(Osmeriformes)이 각각 1과 1종으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Taxonomic groups of fish fauna collected from March 2001 to March 2002

Orders	Families	Genera	Species	Frequency of occurrence (%)
Osmeriformes	1	1	1	1.9
Lophiiformes	1	1	1	1.9
Atheriniformes	1	1	1	1.9
Beloniformes	1	2	2	3.7
Gasterosteiformes	2	2	2	3.7
Scorpaeniformes	3	3	8	14.8
Perciformes	20	26	33	61.1
Tetraodontiformes	4	6	6	11.1
8	33	42	54	100.0

2) 개체수

본 연구에서 채집된 전체 6,867 개체를 대상으로 하여 출현 종의 측면에서 살펴보면, 두줄베도라치(*Petroscirtes breviceps*)가 6개월에 걸쳐 4,355개체로써 전체 개체수의 63.4%를 차지하였다. 100개체 이상 채집된 종을 살펴보면, 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*)가 684개체, 볼락(*Sebastes inermis*)가 642개체, 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)가 322개체, 돌돔(*Opelegnathus fasciatus*)이 146개체, 그리고 불볼락(*S. thompsoni*)이 123개체가 출현하였다. 이들 6종의 어류가 전체 출현 개체수의 91.3%를 차지하였다(Fig. 4).

그리고 10개체 미만의 소수 개체만 채집된 어종은 35종으로, 개볼락(*S. pathycephalus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 갯방어(*Seriola dumerili*) 및 네줄벤자리(*Terapon theraps*) 등이 대표적이었다. 그리고 그 중에서 단 1개체만 채집된 종은, 은어(*Plecoglossus altivelis*), 복섬(*Takifugu niphobles*) 및 대주둥치(*Macrorhamphosus scolopax*) 등 16종이었다(Table 4).

월별 출현 개체수를 살펴보면, 8월에 2,924개체가 채집되었고 이것은 전체 개체수의 42.6%에 해당하였다. 10월에도 전체의 38.1%에 달하는 개체수가 출현하였는데, 이것은 두줄베도라치가 월등히 우점하기 때문이다. 또한 4월에도 볼락류의 많은 출현으로 인해서, 전체의 9.2%인 632마리가 채집되었다. 그러나 수온이 낮은 12월과 2002년 1월의 겨울에는 각각 0.2%의 극히 적은 개체수가 출현하여 계절 변동이 뚜렷하였다(Fig. 5).

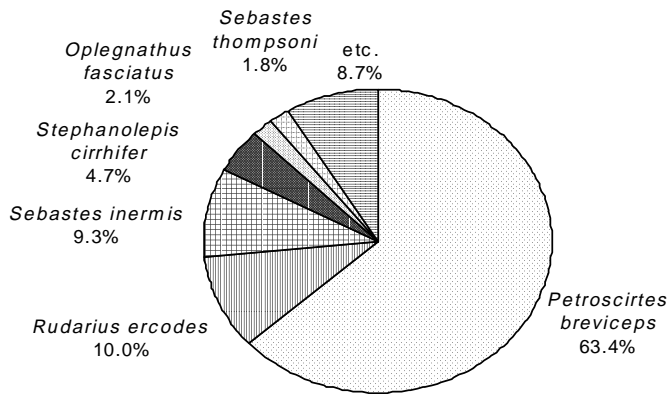


Fig. 4. Frequency of species occurrence (%) of the dominant species collected from the study area.

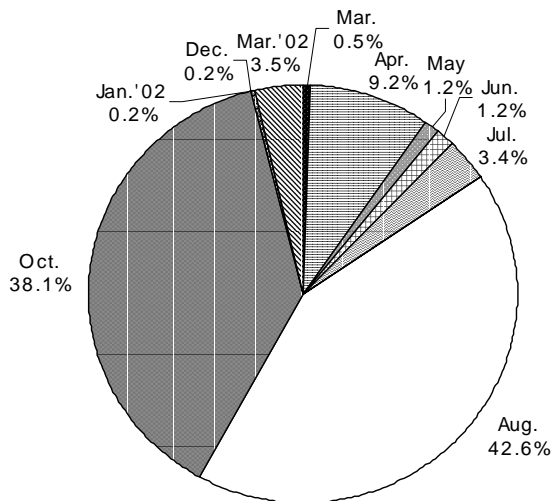


Fig. 5. Monthly variations in frequency of species occurrence (%) based on the number of individuals collected from the study area.

3) 월별 어류의 출현 양상

수온이 낮고 유조의 양이 많지 않던 2001년 3월에는 볼락류(*Sebastes* spp.)와 뱀에돔(*Girella punctata*)의 4종만이 나타났고, 4월부터 수온이 상승함에 따라 종 수가 12종으로 증가하였다. 3월에 이어 볼락류와 뱀에돔이 나타났고, 그중 볼락과 불볼락이 대부분을 차지하였다. 그리고 노랑썩뱀이(*Histrion histrio*)와 방어(*Seriola quinqueradiata*)가 채집되기 시작했고, 물꽃치(*Iso flosmaris*), 연어병치(*Hyeroglype japonica*) 및 열동가리돔(*Apogon lineatus*) 등은 단지 4월에만 소수 출현하였다(Table 4).

5월에는 방어가 많이 출현하였고, 참돔(*Pagrus major*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*), 강담돔(*Oplegnathus punctatus*) 그리고 실고기(*Syngnathus schlegeli*) 등도 출현하기 시작하였다. 5월에 비해 6월에는 출현 종 수가 다소 감소하는 경향을 보였고, 5월과 비슷한 종이 출현하였다. 전체 우점종인 두줄베도라치가 출현하기 시작하였으며, 강담돔에 비해 다소 늦게 돌돔이 나타났다. 그리고 은어와 같이 이 달에만 채집된 종이 있었다(Table 4).

7월에는 전체 월별 중에 가장 다양한 25종이 출현하였으며, 자리돔(*Chromis notatus*)이 출현하기 시작하였고, 날치과(Exocoetidae), 노랑촉수, 동갈돔류(*Apogon* spp.) 및 그물코쥐치 등이 나타났다. 실고기, 자리돔 및 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*)가 많이 출현하였고, 나머지 종들은 소수의 개체만 출현하였다. 8월에는 전체 종 수가 13종으로 감소하였고, 출현 종들 중에서 두줄베도라치가 전체 개체수의 61.5%를 차지하였으며, 그물코쥐치와 쥐치의 개체수가 각각 665, 294로서 많이 출현하였다. 또한 무늬쥐치(*Canthidermis maculatus*), 백미돔(*Lobotes surinamensis*), 납작돔(*Scatophagus argus*) 및 가시복 등 개체수가 적은 종들이 출현하였다(Table 4).

10월에는 11종이 출현하였고, 두줄베도라치가 전체 출현 개체수의 96.4%를 차지하는 우점종이었다. 또한 독가시치(*Signaus fuscescens*)와 무늬감정이

Table 4. List of fish species and abundance collected from drifting seaweed during the sampling period

Species	Number of		Total	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan.	Mar.
	individuals	Range of Length (mm)											
<i>Pleoglossus altivelis</i>	1	77.1				1							
<i>Histrio histrio</i>	82	13.0~140.0		5	17	47	9	4					
<i>Iso flosmaris</i>	10	17.7~22.4		10									
<i>Cheilopogon heterurus doederleini</i>	1	16.0					1						
<i>Cypselurus hiraii</i>	1	14.5					1						
<i>Syngnathus schlegeli</i>	65	51.0~140.0		1	1	53	10	1					
<i>Macrorhamphosus scolopax</i>	1	41.8										1	
<i>Sebastes hubbsi</i>	3	20.0~24.0										3	
<i>Sebastes inermis</i>	642	15.4~21.6		21	387	5							229
<i>Sebastes pathycephalus</i>	3	21.0~23.2		2	3								
<i>Sebastes schlegeli</i>	44	15.8~22.8		2	39								3
<i>Sebastes thompsoni</i>	123	15.1~29.0		6	110	7							
<i>Hexagrammos agrammus</i>	5	42.7~80.1		2	1						2		
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	37.7											1
<i>Pseudoblenius cottides</i>	1	15.4											1
<i>Apogon kiensis</i>	16	19.4~27.7					16						
<i>Apogon lineatus</i>	1	23.3		1									
<i>Apogon semilineatus</i>	1	30.4					1						

Table 4. Continued

Species	Number of individuals	Range of Total Length (mm)	Mar. 2001	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan. 2002	Mar.
<i>Pholis crassispina</i>	4	33.9~47.9			4							
<i>Pholis nebulosa</i>	9	24.5~173.2		8		1						
Blenniidae sp.	2	11.6~30.7									2	
<i>Omobranchius elegans</i>	38	17.4~20.1			3	34		1				
<i>Petroscirtes breviceps</i>	4355	9.4~103.1			1	23	1797	2519	10	5		
<i>Scatophagus argus</i>	4	9.4~20.3					4					
<i>Siganus fuscescens</i>	2	109.1~120.9						2				
<i>Scomber japonicus</i>	2	16.8~18.4					2					
<i>Hyeroglype japonica</i>	61	24.6~85.5		59								2
<i>Psenes maculatus</i>	1	24.3					1					
<i>Canthidermis maculatus</i>	2	31.0~85.0						1	1			
<i>Rudarius ercodes</i>	684	6.3~66.2				1	665	15	3			
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	322	8.8~50.5				5	294	23				
<i>Thamnaconus modestus</i>	9	38.0~58.9			5	1	3					
<i>Takifugu niphobles</i>	1	74.7									1	
<i>Diodon holocanthus</i>	1	174.3						1				
Total	6,867	6.3~174.3	32	632	84	82	232	2924	2613	16	13	239

(*Kyphosus bigibbus*) 등의 이 달에만 채집된 종들도 있었다. 12월에는 실고기, 노래미 및 두줄베도라치 등 4종이 나타났다. 2002년 1월에는 오랫동안 출현하던 두줄베도라치와 돌돔 이외에, 대주둥치, 우럭볼락(*S. hubbsi*) 및 복섬 등 모두 6종이 채집되었다. 2002년 3월에는 2001년 3월과 유사하게, 볼락류를 비롯해서 쥐노래미(*H. otakii*)와 가시망둑(*Peudoblennius cottoides*) 등 6종이 나타났다(Table 4).

4) 수산업 대상종

수산업적으로 가치가 높은 방어 치어들은 4월부터 7월까지 출현하였다(Table 5). 4월에는 전장이 21.8~39.8 mm 범위였고, 5월에는 전체 출현 개체수의 47.7%를 차지하여 가장 많이 출현하였다. 7월에는 크기가 증가하여 64.0~67.6 mm 범위였고, 잣방어(*S. dumerili*)도 함께 나타났다. 유조 아래에서 채집된 개체들은 체색이 황금색을 띄고 유조의 색깔이나 모양과 비슷한 6~12줄의 적갈색 가로 줄무늬가 있었다.

말쥐치는 쥐치보다 출현 시기가 빨라서 5월부터 7월까지 채집되었고, 전체적으로 개체수가 적었다. 말쥐치의 전장은 40~50 mm 정도로서 출현하는 월별로 거의 비슷하였다. 쥐치는 7월부터 출현하기 시작하여 10월까지 나타났다, 8월에 가장 많은 개체수가 조사되었다(Table 5). 또한 실험실에서 사육해 본 결과, 8월에는 2주 동안 평균 10 mm 정도의 빠른 성장을 보였다.

볼락류 중에는, 불볼락, 볼락(*S. inermis*), 조피볼락(*S. schlegeli*), 개볼락(*S. pathycephalus*) 및 우럭볼락 등 5종이 출현하였다. 불볼락은 3월부터 5월까지 채집되었는데, 4월에 개체수가 110마리로 절정을 이루다가 5월에는 급격히 감소하였다. 볼락 역시 불볼락과 같은 달에 나타났고 4월에 387개체로서 많이 나타났다가, 2002년 3월에 다시 많은 개체가 출현하였다. 조피볼락은 3, 4월과 2002년 3월에 출현하였고, 개볼락은 5월에, 우럭볼락은 2002년 1월에만 채집되

었다(Table 4).

강담돔(*O. punctatus*)은 5월부터 7월까지 출현하였다. 5월에는 주로 전장 20~40 mm 범위였고, 크기가 점차 증가하여 7월에는 주로 전장 70~100 mm 범위를 나타내었다. 돌돔(*O. fasciatus*)은 6월과 8월에 집중적으로 출현하였고, 2002년 1월에 전장 60 mm 크기의 소수 개체들이 다시 나타났다(Table 5).

기타 산업종을 살펴보면, 병에돔, 노래미, 전갱이(*Trachurus japonicus*), 고등어(*Scomber japonicus*) 그리고 참돔 등이 한 달 혹은 두 달에 걸쳐 짧은 시기에 소수 채집되었다.

5) 관상 대상종

동갈돔류(*Apogon* spp.) 중에서 채집된 종은 열동가리돔(*A. lineatus*), 큰줄얼게비늘(*A. kiensis*) 및 줄도화돔(*A. semilineatus*)이 있었고, 7월에 전체 동갈돔류 개체수의 94.4%가 채집되었다. 다른 종에 비해, 큰줄얼게비늘은 비교적 개체수가 많았다(Table 6).

자리돔류(Pomacentridae) 중에서는 줄자돔(*Abudefduf sordius*), 해포리고기(*A. vaigiensis*) 및 자리돔(*Chromis notatus*)이 출현하였다. 해포리고기는 주로 10월에 많이 출현하였고 자리돔은 대부분 7월에 채집되었다. 그리고 모든 채집 달에 걸쳐 자리돔의 전장은 모두 10 mm 전후로 거의 같았다.

관상 대상종 중에서 그물코쥐치는 가장 많이 채집된 종이었다. 7월부터 출현하기 시작하여 12월까지 오랜 기간에 걸쳐 출현하였고, 8월에 전체 출현 개체수의 97.2%가 나타났다.

기타 소수종으로서는 노랑촉수(*Upeneus japonicus*), 무늬쥐치(*Canthidermis maculatus*) 및 가시복(*Diodon holocanthus*) 등이 있었다. 수산업 대상종의 월별 출현 양상과 비교해 볼 때, 관상 대상종은 가장 수온이 높은 7~10월에 걸쳐 짧은 시기에 소수의 개체들만 나타났다.

Table 5. Monthly occurrence of the dominant commercial fish collected from the study area

Species	Mar. 2001	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan. 2002	Mar.	Total (%)
<i>Seriola quinqueradiata</i>		13.7	41.2	27.5	17.6						100
<i>Sebastes</i> spp.	3.6	65.8	1.8						0.5	28.5	100
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>					1.6	91.3	7.1				100
<i>Thamnaconus modestus</i>			55.6	1.1	33.3						100
<i>Oplegnathus</i> spp.			6.0	8.2	6.0	79.1			0.5		100
<i>Trachurus japonicus</i>		30.0	40.0							30.0	100
<i>Chromis notatus</i>					81.0	1.7	17.5				100

Table 6. Monthly occurrence of the ornamental fish collected from the study area

Species	Mar. 2001	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan. 2002	Mar.	Total (%)
<i>Apogon</i> spp.		5.6			94.4						100
<i>Abudefduf</i> spp.					19.0	4.8	76.2				100
<i>Chromis notatus</i>					81.0	1.7	17.5				100
<i>Rudarius ercodes</i>					0.1	97.2	2.2	0.4			100
<i>Upeneus japonicus</i>					33.3		66.7				100
<i>Canthidermis maculatus</i>						50.0	50.0				100
<i>Diodon holocanthus</i>						100.0					100

4. 군집 구조

조사 기간 중 월별 종 다양도 지수(diversity index)는 0.098에서 1.007의 범위였고 10월에 가장 값이 낮았으며 5월과 7월에 높은 값을 나타내었다. 10월에 가장 낮은 값을 나타내는 것은 우점종인 두줄베도라치가 전체 출현 개체수의 96.4%를 차지하였기 때문이다. 그리고 7월에 가장 높은 값을 나타낸 것은, 낮은 우점도 지수(0.142)와 높은 균등도 지수(0.313)에서 알 수 있듯이, 크게 우점하는 종이 없고 각 출현종의 개체수가 고루 분포하였다(Table 7).

균등도 지수(Evenness index)는 0.041~0.384로 10월과 2002년 3월에 낮은 값을 보였고 2002년 1월에 가장 높았다. 그 이유는 10월에는 두줄베도라치가, 2002년 3월에는 볼락이 편중되어 출현하였기 때문이다(Table 7).

우점도 지수(Dominance index)에 있어서는 0.142에서 0.930의 범위였고, 7월에 가장 낮은 값을 나타낸 것은 특별히 개체수가 우점하는 어종 없이 25종의 가장 많은 종이 출현하였기 때문이다(Table 7).

Table 7. Monthly changes of number of species, diversity index, evenness index and dominance index of fish fauna associated with drifting seaweed collected from March 2001 to March 2002

Month	No. of species	Diversity	Evenness	Dominance
Mar. 2001	4	0.428	0.309	0.479
Apr.	12	0.552	0.222	0.418
May	14	0.963	0.365	0.142
Jun.	8	0.547	0.263	0.389
Jul.	25	1.007	0.313	0.142
Aug.	13	0.465	0.181	0.442
Oct.	11	0.098	0.041	0.930
Dec.	4	0.452	0.326	0.445
Jan. 2002	6	0.689	0.384	0.243
Mar.	6	0.103	0.057	0.918

IV. 고 찰

1. 유조를 구성하는 해조류

표층 생태계에 있어 유조는 가장 독특한 서식처이고, 계절성 때문에 한정된 시·공간의 해면에서만 부유한다(변 등, 1997). 유조를 구성하는 해조류는 모자반류(*Sargassum* spp.)가 대다수를 차지하였다. 이것은 우리나라 통영 해역과 남해안 전 해역에서 유조를 이루는 해조류 중에 관한 2가지 연구 결과와 일치하였다(노, 1980; 조, 2000). 또한 모자반류가 우점한다는 것은, 일본 Sado Straits, Shikoku Island 및 Izu Peninsula의 유조를 구성하는 해조류 연구 결과들과 일치하였다. Sado Straits에서는 모자반류 16종이 밝혀졌고 모자반류의 생체량은 채집된 총 해조류의 96%를 차지하였다(Ikehara and Sano, 1986). Shikoku Island에서는 29종의 모자반류가 보고되었고, 조체는 부착기와 생식기 가지가 손상되지 않은 상태로 발견되었기 때문에 연안 가까운 곳에서 부유한 것으로 추정하였다(Ohno, 1984). Izu Peninsula의 남서해안 유조 연구에 있어서는, 착생 조류를 제외한 47종의 해조류가 조사되었는데, 그 중 모자반류는 25종이었다. 팽생이모자반이 전체 샘플 중에 37.9%가 출현하여 가장 많았고, 다음이 잔가시모자반, 꼬마모자반 및 큰잎모자반 등이 20% 이상 출현하였다(Hirata *et al.*, 2001). 이렇듯 모자반류가 우세한 것은, 모자반류의 분포가 넓고 생체량이 많을 뿐 아니라 바람이나 파도에 쉽게 떨어져 표류할 수 있는 생태적 특징에 기인된다고 추정하였다(Ikehara and Sano, 1986).

또한 다른 해조류의 경우에 있어서는, Iceland에서는 *Ascophyllum nodosum*, 북미의 서해안은 Giant Kelp, *Macrocystis pyrifera*, 또한 New Zealand에서는 모자반목(Fucales)이 주로 유조를 구성한다고 밝혔다(Kingsford and Choat, 1985; Ingólfsson, 1998; Hobday, 2000b).

2. 유조의 시·공간적 출현 양상

유조가 주로 출현하는 곳은 썰물과 밀물이 만나서 긴 띠 모양으로 조목을 형성하는 수렴대이고, 기질에서 금방 떨어져 나온 신선한 해조류보다는 점차 녹아 가는 해조류에서 더 많은 무척추동물과 어류들이 발견되었다. 이것은 연안 가까이에서 새로 형성된 유조보다는 오래되어 분해되어 가고 있는 유조이면서 밀물 때 외양에서 내만으로 들어오는 것에 많은 어류가 모여 있었다고 밝힌 노(1980)의 연구 결과와 일치하였다.

봄에 수온이 상승함에 따라 유조량이 점차 증가하여 6월과 7월에 습중량 600~700 kg의 절정기를 이루었고, 하나의 유조 덩어리도 지름 2~3 m, 습중량 30~40 kg의 대형 유조도 나타났다. 또한 5월부터 7월까지 하나의 덩어리 무게는 공통적으로 0.5~5 kg이 가장 많았다. 그 이후로는 점차 작아져서, 8월부터 10월까지의 해조류가 많이 녹았거나 부패된 것도 있었다. 유조량이 봄철에 가장 많다는 것은, 다른 연구들과도 거의 일치하였으나 위도에 따라서 조금씩 차이가 있었다. 통영해역에서는 5월에 지름이 4 m 이상 되는 유조를 이루었고(조, 2000), Shikoku Island에서는 유조량은 4~5월 사이에, 하나의 유조 덩어리 무게는 0.5~5.0 kg 범위가 가장 많았다고 조사되었다(Ohno, 1984). Izu Peninsula에서의 유조의 계절적 변화 연구에 따르면, 모자반류의 종 수는 5월에서 8월 사이에 가장 많았고, 이것은 봄에 생식기가 지난 후의 조체 탈락과 여름철의 태풍에 의한 것이라고 추정하였다(Hirata *et al.*, 2001).

자연적인 해조류뿐만 아니라 쓰레기, 그물 및 통발 같은 인공적인 부유물도 함께 부유하였다. 이런 인공 부유물 아래에도 많은 치어들을 채집할 수 있었는데, 이것은 치어가 반드시 어느 특정한 해조류에만 모인다는 선택성보다는 먹이 생물, 그늘, 물체의 존재 등에 의한 섭이 및 서식 습성과 관련이 있다고 생각된다. 치어에 있어서 유조가 얼마나 중요한지에 대한 실험에 따르면, 밀짚으로 만든 인공 유조를 만들어 놓으면 치어 군집은 단지 몇 시간 뒤에는 인공

유조 아래에서 형성된다는 것을 알 수 있었다(Senta, 1966a,b,c). 따라서 유조에 어류가 모이는 이유에 대해서는 하나의 요인이 아닌 복합적인 요인이 작용한다고 추정해 볼 수 있다.

3. 다른 해역의 유조 연구와 비교

본 연구에서 과 수준까지 분류된 3종을 포함하여 총 8목 33과 54종이 채집되었는데, 이것은 1998년 4월부터 1년 동안 이루어진 경남 통영해역에서의 연구 결과인, 27과 56종과 비슷한 수였다(조, 2000). 통영해역 조사에 있어는 1년에 걸쳐 매달 1회 혹은 2회에 걸쳐 보다 많은 채집이 이루어졌고, 채집 도구에 있어서도 scoop net 뿐만 아니라 유조의 지름에 따라 크고 효율적인 dragged net 혹은 surrounding net를 사용한 결과이다. 따라서 이러한 점들을 고려해 볼 때, 앞으로 본 연구 해역에서 다양한 채집 도구를 이용해서 많은 채집이 이루어진다면 더 많은 종이 출현 할 것이라고 추정된다.

경남 통영 해역의 유조 어류상(조, 2000)과 비교해 보았을 때, 본 연구 해역에서만 출현하는 어종은 자리돔, 동갈돔류, 줄자돔 및 백미돔 등 25종이었고 주로 난류성 어종이다. 이 중 자리돔을 제외한 다른 어종들은 7~8월의 24.2~28.8℃의 높은 수온기의 짧은 시기에 잠깐 출현하였고, 자리돔의 경우에는 7~8월 및 10월에 계속 출현하였지만 7월에 가장 많은 개체수가 나타났다. 전장의 범위는 10.9~22.0 mm이고 출현 달에 걸쳐 모두 비슷한 크기였다. 그리고 통영 해역에서만 조사된 어종은 붕장어(*Conger myriaster*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*) 및 큰가시고기(*Gasterosteus aculeatus aculeatus*) 등 27종에 달했다. 또한 두 해역간에 공통으로 출현하는 어종은 노랑썩벙이, 실고기, 볼락, 만새기, 쥐치 및 돌돔 등 29종 이었다. 이 공통적인 어종들은 대마난류를 타고 제주 연안을 거쳐서 통영같은 남해안까지 회유한다고 추정된다(Fig. 6).

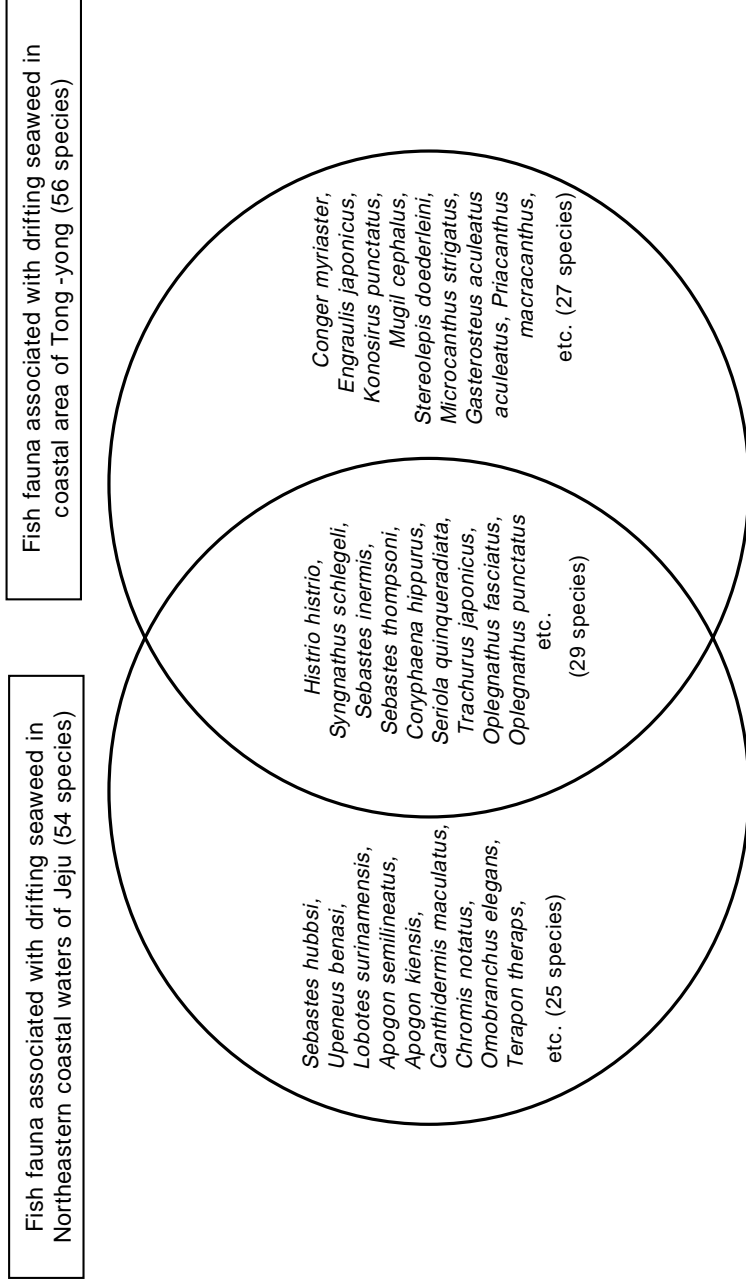


Fig. 6. Fish species associated with drifting seaweed between northeastern coastal waters of Jeju Island and coastal area of Tong-yong.

4. 서식처에 따른 출현 어종 비교

1989년 4월부터 1년 동안의 함덕 연안역의 자치어 연구에서 출현 어종은 총 27과 64종이었고(고 등, 1991), 1993년부터 1년 동안 실시되어진 소형 beam trawl을 이용한 함덕 연안 잘피밭의 어류상은 총 35과 58종이었다(고와 조, 1997). 본 연구와 고 등(1991)의 자치어 연구와의 공통적으로 나타나는 종은 자리돔, 쥐치 및 볼락 등의 13종이었고, 잘피밭 어류상과는 독가시치, 전갱이 및 말쥐치 등 18종이었다.

본 연구, 함덕 연안의 자치어 연구(고 등, 1991) 및 잘피밭 어류상 연구(고와 조, 1997)를 비교해 볼 때, 유조에만 출현하는 어종은 방어, 동갈돔류, 돌돔류, 연어병치, 날치류, 백미돔, 노랑싹벵이 및 만새기 등 총 33종이었다. 따라서, 위에서 열거한 종들은 외양에서 부화되어 부유 생활을 하다가 치어기 때 유조에 모여서 대마난류를 타고 본 해역을 경유하여 복상하는 것으로 추정된다. 그리고 위의 3가지 연구에서 두줄베도라치, 볼락, 쥐치, 복섬, 베도라치 및 그물코쥐치 등 9종이 모두 공통적으로 출현하였는데, 이 어종들은 연안에서 부화되어 부유 생활을 하다가 유조에 짧은 시기 동안만 편승하다가 잘피밭 같은 연안 서식처에 정착하는 것으로 생각된다(Fig. 7).

5. 월별 출현 양상

월별 어종의 출현 양상을 살펴보면, 3월에 4종이었던 것이 4, 5월에 각각 12종, 14종이었고, 6월에는 8종으로 줄어들었다가, 7월에 25종으로 가장 절정을 이루게 되며 그 이후로는 점차 줄어들었다. 이런 결과는, 통영 해역 유조 조사에 있어 5, 6월에 각각 29, 26종이 출현하다가 7월부터 차츰 감소하는 경향과는 차이를 보였다. 이러한 경향은, 여름 고수온기에 날치류, 물릉돔류, 만새기 및 자리돔 등의 난류성 어종이 많이 나타났기 때문이다.

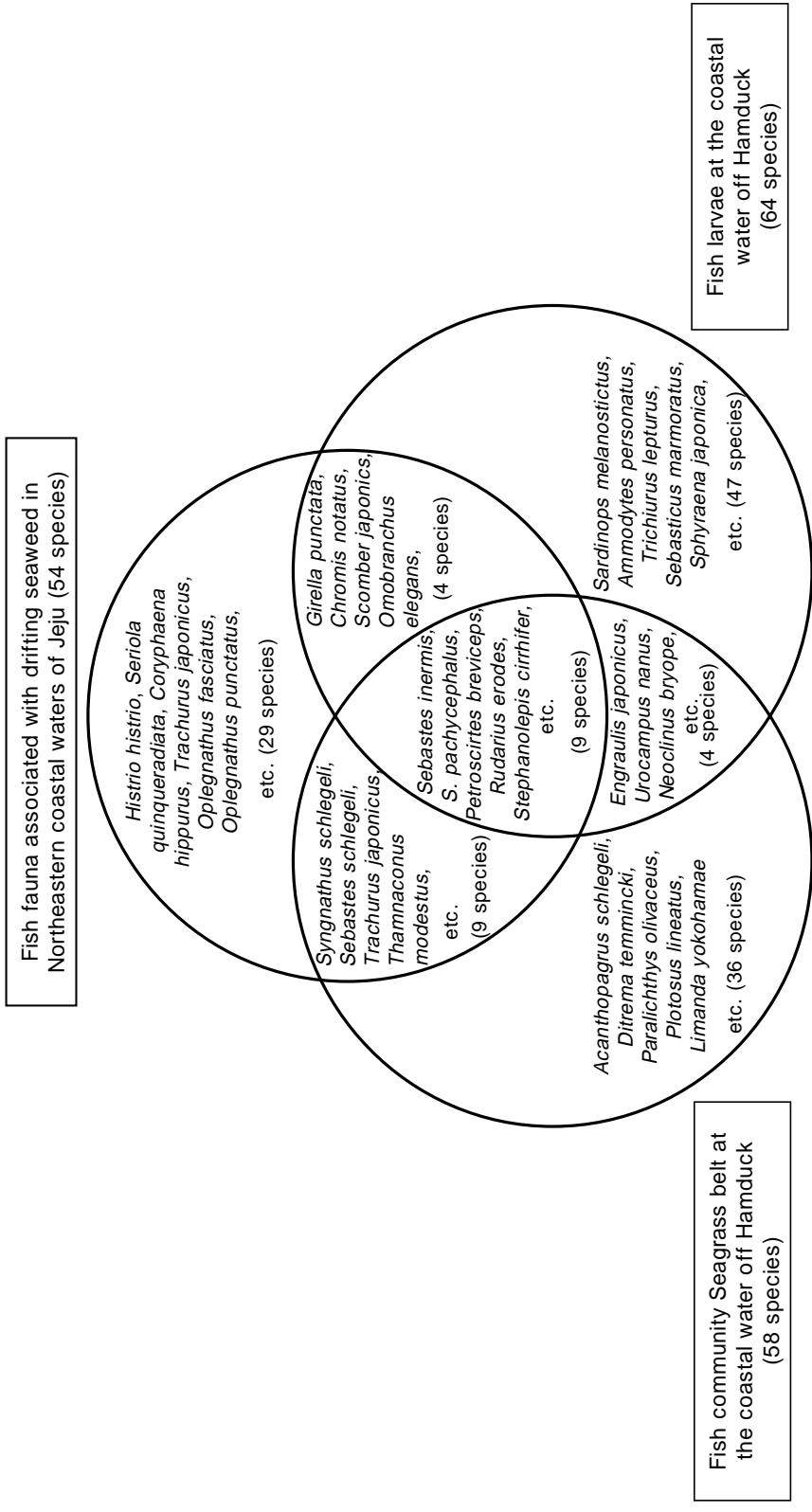


Fig. 7. Fish species among three habits in the northeastern coastal waters of Jeju Island.

전체 54종 중에 단 한 달만 채집된 종은 총 29종에 달했는데, 이는 산란기에 맞춰 짧은 시간 동안만 유조에 머무르는 종이다. 여기에 속하는 종은 날치류, 동갈돔류, 만새기, 백미돔 그리고 납작돔 등이다. 다른 그룹으로는 방어, 실고기, 두줄베도라치, 노랑썩빙이 및 그물코쥐치 등으로 4개월 이상의 긴 시간동안 유조에 머물게 된다.

6. 주요 어종의 출현 양상

방어의 유어 시기를 일본말로 “모자코(モザコ)”라고 부르는데 “모(モ)”가 해조류, “자코(ザコ)”는 작은 고기를 뜻하며, 이 이름만으로도 유조와 많은 관련성이 있다는 것을 알 수 있다. 방어는 난류성 어종으로 쿠로시오난류와 그 지류인 쓰시마난류의 영향권에 서식하며, 그 분포는 일본 홋카이도에서 타이완까지 분포한다. 산란기는 북쪽보다 남쪽이 빠르며, 동중국해는 2~3월, 큐슈나 시코쿠는 3~5월, 일본의 중·남부는 6월경으로 알려져 있다(최와 노, 1998). 본 해역에서 방어 치어들이 4월부터 7월까지 출현하였다. 4월에는 전장이 21.8~39.8 mm 범위였고, 7월에는 크기가 증가하여 60 mm급이었다. 동중국해에서 이루어진 방어 연구에 따르면, 자어에서 변태가 끝난 초기 치어 단계인 전장 18.1 mm (33일령)부터 유조에 모여들기 시작하고, 두 달 동안 유조 밑에 머문 다음, 전장 150 mm가 되면 유조를 떠난다고 보고되어지고 있다(Sakakura and Tsukamoto, 1997). 이 연구에 따르면, 유조에 모여드는 어류의 크기는 거의 일치하였으나, 본 연구에서는 최대 전장이 67.6 mm였고, 통영 해역의 유조 조사에 있어서도 방어가 전장 26.5~135.4 mm의 범위였다(조, 2000). 또한 남해 전 해역에서 6월에서 8월까지 이루어진 유조 조사에 따르면 전장이 21~187 mm의 범위였고, 평균 전장이 97.75 ± 26.14 mm이었다(노, 1980). 본 연구와 앞선 두 가지 연구의 결과 중에서 최대 전장과 채집 개체수에 있어 이렇게 차이가 많이 나는 것은 다음과 같이 2가지 측면에서 살펴 볼

수 있다. 첫 번째로 채집 도구에 따른 어류의 채집 선택성이다. 유영력이 뛰어난 방어의 경우에는 채집 범위가 넓은 surrounding net가 가장 효율적이고 scoop net은 효율성이 떨어진다고 밝혔다(조, 2000). 따라서, 전장이 70 mm보다 더 큰 방어들이 scoop net을 충분히 회피하여 도망쳤다고 생각해 볼 수 있다. 두 번째는 크기에 따른 서식 유효 수심이 다르다는 점이다. 크기가 다른 두 그룹의 방어들이 한 유조에 서식할 때는 크기가 작은 개체들의 무리들이 유조 사이나 바로 아래에, 80 mm보다 더 큰 치어들은 유조 아래 더 깊은 곳에서 서식하는 서식처 격리 현상이 일어난다고 밝혔다(Sakakura and Tsukamoto, 1997). 그러나 scoop net로는 더 깊은 곳까지는 채집하지 못하였다. 따라서, 우리나라의 방어 자치어의 성육 회유에 관한 연구가 거의 없는 실정에서 다른 해역보다 시기적으로 이른 제주도 근해에서 4월부터 7월에 걸쳐 더 효율적인 채집 도구를 이용한 보다 심도 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

채집된 불락류 다섯 종 중에서 불락과 불불락이 3월부터 5월까지 석 달 동안 많이 채집되었다. 일본 Tohoku 해역에서 불불락 자치어의 유조를 이용한 먼 거리 회유 연구에 따르면, 불불락은 수심 100 m 암반에서 자어를 산출하고 자치어는 유조에서 약 두 달을 포함하는 적어도 3~4개월의 긴 표층 단계를 가진다고 밝혔다. 따라서 이러한 긴 표층 생활은 초기 발생 단계 동안 어류에게 높은 분산 잠재력을 제공할 수 있다고 밝혔다(Kokita and Omori, 1998).

쥐치류에 대해 살펴보면, 말쥐치는 쥐치보다 이른 5월부터 7월까지 출현하였고 전장은 40~50 mm 정도로써 석 달에 걸쳐 거의 같았다. 그리고 쥐치는 7월부터 출현하기 시작하여 10월까지 나타났고 8월에 전체 출현량 중 91.3%가 채집되었다. 제주 남부 연안의 쥐치와 말쥐치의 생식년주기 연구에 있어, 쥐치의 경우 빠른 개체는 5월, 늦은 개체는 8월에도 산란하는 개체도 있지만, 주산란기는 6~7월경이고 다회산란종이라고 추정된다고 보고하였다(이 등,

2000a). 말쥐치는 4월부터 6월까지 산란을 하지만 5월이 주 산란기이고 쥐치와 마찬가지로 산란기간 내 적어도 2회 이상 산란을 하는 다회산란종으로 추정된다고 밝혔다(이 등, 2000 b). 이에 따라서 말쥐치의 경우에는 월 별로 개체수가 적었기 때문에 출현량의 차이를 비교하지 못했지만, 쥐치의 경우 주 산란기에 태어난 개체들이 8월에 유조에 모여들기 시작한다는 것을 봐서 생식 년주기 연구 결과와 일치한다는 것을 알 수 있었다.

7. 앞으로의 연구 방향

유조에 출현하는 어류에 관한 연구는 수산업 대상 어종의 가입량 측정의 측면에서 매우 중요하다. 또한 제주도는 우리나라의 최남단이라는 지정학적 위치로 인해 다른 해역에서는 볼 수 없는 아열대 어종들이 많이 출현하였다. 따라서 보다 광범위한 해역을 대상으로 하여 주요 수산 어종의 성육 회유에 대한 연구와 아열대 어종에 대한 종다양성 연구가 필요하다. 또한 유조량이 많은 봄에서 여름철까지는 대규모 유조에 알맞은 여러 종류의 채집 기구를 사용하여 효율적인 채집이 필요하겠다.

V. 요약

연안 해역에서 유조 어류상 연구는 잠재적인 어업 경제학의 측정을 위해 매우 중요하다. 그러나 이런 수산업에 있어 경제적인 중요성에도 불구하고 이 어류상의 종 다양도와 회유에 관한 연구가 거의 미비한 실정이다.

우리나라 최남단인 제주도 연안 해역을 정착하거나 경유하는 어류 자치어의 회유 경로를 파악하기 위한 기초 자료로서, 2001년 3월부터 2002년 3월까지 제주도 동북 해역에서 유조 어류상을 조사하였다. 유조 채집에는 scoop net를 사용하여 유조와 함께 치어들을 채집하고 유조 덩어리는 습중량을 측정하였다.

유조를 구성하는 해조류는 대부분이 모자반류(*Sargassum* spp.)였고, 유조의 크기는 6월과 7월에 절정을 이루며 8월 이후로는 유조량이 감소하는, 뚜렷한 계절 변화를 가진다. 그리고 공통적으로 지름 1 m, 습중량 0.5~5 kg의 유조 덩어리가 가장 많았다.

조사 기간 중 유조와 함께 채집된 어류는, 과(Family) 수준까지 분류한 3종을 포함하여 총 8목 33과 54종이었으며, 그 중 목(Order) 수준에 있어서는 농어목(Perciformes)이 20과 33종으로 가장 많았다. 개체수에 있어서는 총 6,867마리가 채집되었는데, 두줄베도라치(*Petroscirtes breviceps*)가 6개월에 걸쳐 4,355개체가 출현하여 전체 개체수의 63.4%를 차지하였다. 월별 출현 개체수를 살펴보면, 8월에 2,924개체가 채집되어 전체 개체수의 42.6%에 해당하였다.

실고기(*Syngnathus schlegeli*), 두줄베도라치, 노랑씬벙이(*Histrio histrio*) 및 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*) 등은 유조 아래에서 4개월 이상 오랜 기간 머무는데 반해, 동갈돔류(*Apogon* spp.), 가시복(*Diodon holocanthus*) 및 백미돔(*Lobotes surinamensis*) 등의 어종들은 한 달 정도의 짧은 기간동안만 유조에 머문다.

월별 출현 양상은, 2001년 3월부터 점차 출현 종수가 증가하여 7월에는 전체 월별 중에 가장 다양한 25종이 출현하였다.

수산업적으로 중요한 종으로는 볼락류(*Sebastes* spp.), 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*), 강담돔(*O. punctatus*), 방어(*Seriola quinqueradiata*) 및 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*) 등이 많이 채집되었다. 또한 관상대상종으로는 동갈돔류, 자리돔류(Pomacentridae) 및 그물코쥐치 등이 있었다.

월별 종 다양도 지수는 0.098에서 1.007의 범위였고 10월에 가장 값이 낮았으며 5월과 7월에 높은 값을 나타냈다. 이것은 10월에 우점종인 두줄베도라치가 전체 개체수의 96.4%를 차지하였고, 7월에는 크게 우점하는 어종 없이 각 출현종의 개체수가 고루 분포하였기 때문이다.

VI. 참 고 문 헌

- Caddy, J.F. and J. Majkowski. 1996. Tuna and trees: a reflection on a long-term perspective for tuna fishing around floating logs. *Fisheries Research*, 25 : 369~376.
- Cho, S.H., J.K. Myoung, J.M. Kim and J.H. Lee. 2001. Fish fauna associated with drifting seaweed in the coastal area of Tongyeong, Korea. *Transactions of the American Fisheries Society*, 130 : 1190~1202.
- Dooley, J.K. 1972. Fishes associated with the pelagic *Sargassum* complex with a discussion of the *Sargassum* Community. *Bull. Mar. Sci.*, 16 : 1~31.
- Gomes, C., R. Mahon, W. Hunte, and S. Singh-Renton. 1998. The role of drifting objects in pelagic fisheries in the Southeastern Caribbean. *Fisheries Research*, 34 : 47~58.
- Gooding, R.M. and J.J. Magnuson. 1967. Ecological significance of a drifting objects to pelagic fishes. *Pac. Sci.*, 21 : 486~497.
- Gore, R.H., E.E. Gallaher, L.E. Scotto and K.A. Wilson. 1981. Studies on decapod from the Indian river region of Florida. XI. Community composition, structure, biomass and species-area relationships of Seagrass and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12 : 485~508.
- Hobday, A.J. 2000a. Abundance and dispersal of drifting kelp *Macrocystis pyrifera* rafts in the Southern California Bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 195 : 101~116.
- Hobday, A.J. 2000b. Persistence and transport of fauna on drifting kelp

(*Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh) rafts in the Southern California Bight. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 253 : 75~96.

Hirata, T., J. Tanaka, T. Iwami, T. Ohmi, A. Dazai, M. Aoki, H. Ueda, Y. Tsuchiya, T. Sato, and Y. Yokohama. 2001. Ecological studies on the community of drifting seaweeds in the south-eastern coastal waters of Izu Peninsula, Central Japan. I : Seasonal changes of plants in species composition, appearance, number of species and size. *Phycological Research*, 49 : 215~229.

Ibrahim, S., M.A. Ambak, L. Shamsudin, M.Z. Samsudin. 1996. Importance of fish aggregating devices (FADs) as substrates for food organisms of fish. *Fisheries Research*, 27 : 265~273.

ICCAT. 1993. Report for biennial period, 1992~1993, Part 1 (1992). International Commission of the Conservation of Atlantic Tunas. Madrid, 375 pp.

Ida, H., Y. Hiyama and T. Kusaka. 1967a. Study on fishes gathering around floating seaweed - II. Behavior and feeding habit. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33 : 930~936.

Ida, H., Y. Hiyama and T. Kusaka. 1967b. Study on fishes gathering around floating seaweed - I. Abundance and species composition. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33 : 923~929.

Ikehara, K. and O. Sano. 1986. Distributional and species composition of floating seaweeds collected in the Sado straits of the Japan Sea. *Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, 36 : 59~75.

Ingólfsson, A. 1998. Dynamics of macrofaunal communities of floating seaweed clumps off western Iceland : a study of patches on the

- surface of the sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 231 : 119~137.
- Ingólfsson, A. and E. Ólafsson. 1997. Vital role of drift algae in the life history of the pelagic harpacticoid *Parathalestris croni* in the northern North Atlantic. *Journal of Plankton Research*, 19 : 15~27.
- Kingsford, M.J. 1992. Drift algae and small fish in coastal waters of northeastern New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 80 : 41~55.
- Kingsford, M.J. and J.H. Choat. 1985. The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. *Limnol. Oceanogr.*, 30 : 618~630.
- Kokita, T. and M. Omori 1998. Early life history traits of the gold-eye rockfish, *Sebastes thompsoni*, relation to successful utilization of drifting seaweed. *Marine Biology*, 132 : 579~589.
- Kokita, T. and M. Omori 1999. Long distance dispersal of larval and juvenile rockfish, *Sebastes thompsoni*, with drifting seaweed in the Tohoku area, northwest Pacific, estimated by analysis of otolith microstructure. *Bulletin of Marine Science*, 65 : 105~118.
- Kulczycki, G.R., R.W. Virnstein, and W.G. Nelson. 1981. The relationships between fish abundance and algal biomass in a seagrass-drift algae community. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12 : 341~347.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1992. *The Fishes of the Japanese Archipelago*. Tokai University Press. Tokyo, pls. 378, 456 pp.
- Ménard, F., B. Stéquert, A. Rubin, M. Herrera, and E. Marchal. 2000. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-

associated versus unassociated schools. *Aquat. Living Resour.*, 13 : 233~240.

Mitani, F. 1965. An attempt to estimate the population size of "Mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, from the amount of the floating seaweeds based on the observations made by means of aeroplane and vessels-I. State of distribution of the floating seaweeds. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31 : 423~428.

Mitani, F. 1968. An attempt to estimate the population size of "Mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, from the amount of the floating seaweeds based on the observations made by means of aeroplane and vessels-IV. Rate of exploitation of the "Mojako". *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 34 : 324~334.

Nakabo, T. 1993. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. Tokai University Press. Tokyo, 1474 pp.

Ohno, M. 1984. Algological observation on the floating Seaweeds of off shore water of Shikoku Island of Japan. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50 : 1653~1656.

Okiyama, M. 1988. *An atlas of the early stage fishes in Japan*. Tokai University Press. Tokyo, 1154 pp.

Pielou, E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley & Sons Inc. New York, 286 pp.

Safran, P. and M. Omori. 1990. Some ecological observations on fishes associated with drifting seaweed off Tohoku coast, Japan. *Marine Biology*, 105 : 395~402.

- Sakakura, Y. and K. Tsukamoto. 1997. Age composition in the juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds in the East China Sea. Fisheries Science, 63 : 37~41.
- Senta, T. 1966a. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - I. Experiments with artificial drifting seaweeds. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32 : 639~642.
- Senta, T. 1966b. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - II. Experimental on the effect of light intensity. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32 : 643~646.
- Senta, T. 1966c. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - III. Experiments on visual stimulations. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32 : 693~696.
- Shaffer, J.A., D.C. Doty, R.M. Buckley, and J.E. West. 1995. Crustacean community and trophic use of the drift vegetation habitat by juvenile spiltnose rockfish *Sebastes diploproa*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 123 : 13~21.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Illinois Press, 125 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163 : 688 pp.
- Uchida, K. and Y. Shojima. 1958. Studies on the larvae and juveniles of fishes accompanying floating algae- I. Research in the vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957-Mar., 1958. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24 : 411~415.
- 강제원. 1968. 한국동식물도감. 제8권 식물편 (해조류). 문교부, 465 pp.
- 김용익 · 진평 · 이택열 · 강용주. 1981. 한국연근해 어란 · 치자 도감. 부산수산대학 해양연구소. 부산, 109 pp.

- 김용익 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국해산어류도감. 한글그라픽스. 부산, 382 pp.
- 고유봉 · 고경민 · 김종만. 1991. 제주도 북방 함덕 연안역의 자치어 출현. 한국어류학회지, 3 : 24~35.
- 고유봉 · 조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구. I. 종조성과 계절변화. 한국어류학회지, 9 : 48~60.
- 노 섬. 1980. 해산어류 축양식에 관한 연구. (I) 남해안 유조하의 치어에 대하여. 국립수산진흥원 연구보고(별책), 23 : 229~256.
- 문대연 · 이장욱 · 김종빈. 1996. 한국 다랭이 선망어선의 유목 조업에 관하여. 한국수산학회지, 29 : 197~207.
- 변재형 · 강주찬 · 김영섭 · 김창훈 · 남기완 · 양한섭 · 이춘우 · 장영진 · 정현도 · 허민도. 1997. 해양목장. 동화기술. 서울, 809 pp.
- 유재명. 1997. 제주바다물고기. 현암사. 서울, 248 pp.
- 이순길 · 김용익 · 명정구 · 김종만. 2000. 한국산어명집. 한국해양연구소. 서울, 222 pp.
- 이승종 · 고유봉 · 이영돈. 2000a. 제주 남부 연안 쥐치, *Stephanolepis cirrhifer*의 생식년주기. 한국어류학회지, 12 : 62~70.
- 이승종 · 고유봉 · 이영돈 · 정지현 · 한창희. 2000b. 제주 남부 연안 말쥐치, *Thamnaconus modestus*의 생식년주기. 한국어류학회지, 12 : 71~84.
- 이인규 · 강제원. 1986. 한국산 해조류의 목록. 한국조류학회지, 1 : 311~325.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울, 727 pp.
- 조선희. 2000. 경남 통영해역에 떠다니는 해조류(流藻)의 어류상. 상명대학교 석사학위논문, 57 pp.
- 최광식 · 노섬. 1998. 일본의 현대양식 기술. 구덕출판사. 부산, pp. 135~138.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적. 서울, pp. 243~281.

VII. APPENDIX

List of fish species collected with drifting seaweed in the northeastern coastal waters of Jeju Island, Korea from March 2001 to March 2002.

Order Osmeriformes 바다빙어목

Family Osmeridae 바다빙어과

1. *Pleoglossus altivelis* Temminck et Schlegel 은어

Order Lophiiformes 아귀목

Family Antennariidae 찐뱀어과

2. *Histrio histrio* (Linnaeus) 노랑찐뱀어

Order Atheriniformes 색줄멸목

Family Notocheiridae 물꽃치과

3. *Iso flosmaris* Jordan et Starks 물꽃치

Order Beloniformes 동갈치목

Family Exocoetidae 날치과

4. *Cheilopogon heterurus doederleini* (Steindachner) 전력날치
5. *Cypselurus hiraii* Abe 제비날치

Order Gasterosteiformes 큰가시고기목

Family Syngnathidae 실고기과

6. *Syngnathus schlegeli* Kaup 실고기

Family Macrorhamphosidae 대주등치과

7. *Macrorhamphosus scolopax* (Linnaeus) 대주등치

Order Scorpaeniformes 썸뱅이목

Family Scorpaenidae 양볼락과

8. *Sebastes hubbsi* (Matsubara) 우럭볼락
9. *Sebastes inermis* Cuvier 볼락
10. *Sebastes pachycephalus* Temminck et Schlegel 개볼락
11. *Sebastes schlegeli* Hilgendorf 조피볼락
12. *Sebastes thompsoni* (Jordan et Hubbs) 불볼락

Family Hexagrammidae 쥐노래미과

13. *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel) 노래미
14. *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks 쥐노래미

Family Cottidae 독중개과

15. *Pseudoblennius cottoides* (Richardson) 가시망둑

Order Perciformes 농어목

Family Apogonidae 동갈돔과

16. *Apogon kiensis* Jordan et Snyder 큰줄얼게비늘
17. *Apogon lineatus* Temminck et Schlegel 열동가리돔
18. *Apogon semilineatus* Temminck et Schlegel 줄도화돔

Family Coryphaenidae 만새기과

19. *Coryphaena hippurus* Linnaeus 만새기

Family Carangidae 전갱이과

20. Carangidae sp.

21. *Seriola dumerili* (Risso) 잭방어

22. *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel 방어

23. *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) 전갱이

Family Lobotidae 백미돔과

24. *Lobotes surinamensis* (Bloch) 백미돔

Family Haemulidae 하스돔과

25. Haemulidae sp.

Family Sparidae 도미과

26. *Pagrus major* (Temminck et Schlegel) 참돔

Family Lethrinidae 갈돔과

27. *Lethrinus nematacanthus* Bleeker 줄갈돔

Family Mullidae 측수과

28. *Upeneus japonicus* (Houttuyn) 노랑측수

Family Kyphosidae 황줄감정이과

- 29. *Girella punctata* Gray 멩에돔
- 30. *Kyphosus bigibbus* Lacépède 무늬감정이
- 31. *Kyphosus lembus* (Cuvier) 황줄감정이

Family Teraponidae 살벤자리과

- 32. *Terapon theraps* Cuvier 네줄벤자리

Family Oplegnathidae 들돔과

- 33. *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel) 들돔
- 34. *Oplegnathus punctatus* (Temminck et Schlegel) 강담돔

Family Pomacentridae 자리돔과

- 35. *Abudefduf sordidus* (Forsskål) 줄자돔
- 36. *Abudefduf vaigiensis* (Quoy et Gaimard) 해포리고기
- 37. *Chromis notatus* (Temminck et Schlegel) 자리돔

Family Stichaeidae 장갱이과

- 38. *Zoarchias glaber* Tanaka 민베도라치

Family Pholididae 황줄베도라치과

- 39. *Pholis crassispina* (Temminck et Schlegel) 점베도라치
- 40. *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel) 베도라치

Family Blenniidae 청베도라치과

- 41. Blenniidae sp.
- 42. *Omobranchus elegans* (Steindachner) 앞동갈베도라치

43. *Petroscirtes breviceps* (Valenciennes) 두줄베도라치

Family Scatophagidae 납작돔과

44. *Scatophagus argus* (Linnaeus) 납작돔

Family Siganidae 독가시치과

45. *Siganus fuscescens* (Houttuyn) 독가시치

Family Scombridae 고등어과

46. *Scomber japonicus* Houttuyn 고등어

Family Centrolophidae 셋돔과

47. *Hyperoglyphe japonica* (Döderlein) 연어병치

Family Nomeidae 노메치과

48. *Psenes maculatus* Lütken 띠물룽돔

Order Tetraodontiformes 복어목

Family Balistidae 쥐치복과

49. *Canthidermis maculatus* (Bloch) 무늬쥐치

Family Monacanthidae 쥐치과

50. *Rudarius ercodes* Jordan et Fowler 그물코쥐치

51. *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel) 쥐치

52. *Thamnaconus modestus* (Günther) 말쥐치

Family Tetraodontidae 참복과

53. *Takifugu niphobles* 복섬

Family Diodontidae 가시복과

54. *Diodon holocanthus* Linnaeus 가시복

감사의 글

논문을 지도 해주신 노섬 교수님께 우선 감사의 말씀 전합니다. 그리고 논문을 심사하여 주신 송춘복, 여인규 교수님과 다양한 학문의 방향을 가르쳐 주신 이정재, 정상철, 이기완, 최광식, 이영돈 교수님께도 감사 드립니다.

매월 이루어지는 힘든 채집을 함께 한 실험실원들(성일, 영석, 용철, 남룡, 명관, 성필, 남호, 승필)과 아라 2호 직원분들께도 감사 드립니다. 또한 저를 따뜻하게 대해준 어류양식실험실 출신 선배님들과 영웅이에게 고맙다는 말을 전합니다. 같이 대학원 생활을 하면서 동고동락한 최영진 선배님, 홍충희 선배님, 고광중 선생님, 오수형, 도형이형, 영보형, 상균이형, Thao 누나, 치훈이, 진완, 창범에게도 감사 드립니다.

그리고 김용억 교수님과 어류학 실험실 출신 선후배님들(명정구 선생님, 한경호 교수님, 김영섭 분소장님, 충배형, 진우형, 진구형, 정화누나, 경동이형, 윤석이, 주현이)과 해양생물학과 선후배님들께도 고맙다는 말을 전합니다. 대학 1학년 때부터, 질풍노도 같은 삶을 함께 살았던 우리 해생 93 학번 동기들과 영태형에게도 이 지면을 통해서나마 우리는 정말 멋진 대학 시절을 보냈고 누구보다도 치열하고 아름다웠다고 이야기하고 싶습니다.

내가 존경하고, 나의 든든한 버팀목이 되어 주시는 아버지, 어머니와 지영이, 희영이 그리고 나를 너무도 좋아하셨던 할머니-지금은 하늘나라에서 할아버지와 맞고스톱을 치고 계실-와도 이 기쁨을 함께 하고 싶습니다.

“나는 대양에 던져졌다”는 폴발레리의 시처럼, 나 역시 무한한 대양에 미래를 맡기고 살게 될 것입니다. 그 화엄의 바다에서 모든 생명들과 어울려서 덩실덩실 춤이라도 추고 만물을 아우르며 되살리고 해방하는 물결이 되고 싶습니다. 이 논문을 위해 희생되어진 고귀한 생명체들에게 이 논문을 바칩니다.