

석사학위논문

제주남부 중문 연안역에 있어서의
어류군집과 주요어종의 섭이생태



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

제주대학교 대학원
해 양 학 과

강 경 표

2000년 6월

제주남부 중문 연안역에 있어서의 어류군집과 주요어종의 섭이생태

지도교수 고 유 봉

강 경 표

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
2000년 6월

강 경 표의 이학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____(인)

위 원 _____(인)

위 원 _____(인)

제주대학교 대학원

2000년 6월

Fish Community and Feeding Ecology of Dominant Fishes
around Chungmoon, Southern Coast of Cheju Island

Kyoung-Pyo Kang

(Supervised by Professor You Bong Go)



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

DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

JUNE 2000

목 차

List of Tables -----	iii
List of Figures -----	iv
Abstract -----	vi
I. 서론 -----	1
II. 재료 및 방법 -----	3
III. 결과	
1. 균집구조 -----	7
가. 환경변화 -----	7
나. 출현어종 -----	12
1) 전체적인 출현양상 -----	12
2) 천해역·외해역 정점간 출현변화 -----	16
3) 채집방법별 출현어종 -----	16
다. 종다양성 -----	21
라. 우점종의 출현과 환경요인간의 관계 -----	24
마. 종간관계 -----	26
2. 주요어종의 섭이관계 -----	30
가. 쥐치(<i>Stephanolepis cirrhifer</i>) -----	30
1) 체장·체중분포 -----	30
2) 먹이조성 -----	31
3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수 -----	31
나. 말퀴치(<i>Thamnaconus modestus</i>) -----	36
1) 체장·체중분포 -----	36
2) 먹이조성 -----	37
3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수 -----	37

다. 황놀래기(<i>Pseudolabrus japonicus</i>)	-----	41
1) 체장·체중분포	-----	41
2) 먹이조성	-----	41
3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수	-----	42
라. 아홉동가리(<i>Goniistius zonatus</i>)	-----	45
1) 체장·체중분포	-----	45
2) 먹이조성	-----	45
3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수	-----	46
IV. 고찰	-----	49
V. 요약	-----	54
VI. 참고문헌	-----	56



List of Tables

Table 1. The list of fish species sampled by the trammel nets and pots on coastal area of Hayedong at Chung-moon, Cheju Island -----	13
Table 2. Monthly variations in number of total individuals of fish in sampling area -----	14
Table 3. Monthly variations in number of individuals of fish in inshore site ---	17
Table 4. Monthly variations in number of individuals of fish in offshore site ---	19
Table 5. Occurrence division of fish species that each collecting methods in sampling area -----	20
Table 6. Spearman rank correlation between the dominant species and environmental factors -----	25
Table 7. Composition of food items in the digestive organs of <i>Stephanolepis cirrhifer</i> -----	32
Table 8. Composition of food items in the digestive organs of <i>Thamnaconus modestus</i> -----	38
Table 9. Composition of food items in the digestive organs of <i>Pseudolabrus japonicus</i> -----	43
Table 10. Composition of stomach content of <i>Goniistius zonatus</i> -----	47

List of Figures

Fig. 1. Map showing the inshore sampling site (A is the inshore trammel nets and B is the inshore pots) and offshore sampling site (A' is the offshore trammel nets and B' is the offshore pots) in Cheju Island. -----	3
Fig. 2. Monthly variations of water temperature (°C) and salinity (‰) between July 97 to June 99 at sampling site in Hayedong, Cheju Island. -----	8
Fig. 3. Fluctuations of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), TIN ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$) during the sampling period. -----	9
Fig. 4. Fluctuations of $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), $\text{PO}_4^{5-}\text{-P}$ ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), DO ($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$), COD ($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$) during the sampling period. -----	10
Fig. 5. Fluctuations of Chlorophyll <i>a</i> ($\mu\text{g} \cdot \ell^{-1}$), SS ($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$), Transparency (m) and pH during the sampling period. -----	11
Fig. 6. Monthly variations of Number of species, Individuals, Biomass (kg) and Diversity ($1-\lambda$) at inshore sampling site. -----	22
Fig. 7. Monthly variations of Number of species, Individuals, Biomass (kg) and Diversity ($1-\lambda$) at sampling site. -----	23
Fig. 8. Dendrogram illustrating the species association of fishes in sampling area. -----	28
Fig. 9. Dendrogram illustrating the species association of fishes in sampling area. -----	29
Fig. 10. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of <i>Stephanolepis cirrhifer</i> . -----	30
Fig. 11. Monthly variations of feeding rate of <i>Stephanolepis cirrhifer</i> . -----	35
Fig. 12. Monthly variations of the importance of food items in the digestive organs of <i>Stephanolepis cirrhifer</i> . -----	35
Fig. 13. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of <i>Thamnaconus modestus</i> . -----	36
Fig. 14. Monthly variations of feeding rate of <i>Thamnaconus modestus</i> . -----	40

Fig. 15. Monthly variations of the importance of food items in the digestive organs of *Thamnaconus modestus*. ----- 40

Fig. 16. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Pseudolabrus japonicus*. ----- 41

Fig. 17. Monthly variations of feeding rate of *Pseudolabrus japonicus*. ----- 44

Fig. 18. Monthly variations of the importance of food items in the digestive organs of *Pseudolabrus japonicus*. ----- 44

Fig. 19. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Goniistius zonatus*. -- 45

Fig. 20. Monthly variations of feeding rate of *Goniistius zonatus*. ----- 48

Fig. 21. Monthly variations of the importance of food items in the stomach contents of *Goniistius zonatus*. ----- 48

Fig. 22. Schematic diagram of the food chain in relation to the position of dominant species from Hayedong coastal water, southern parts of Cheju Island. -- 53



Abstract

The fish community and feeding ecology of dominant fishes were from 4 sites throughout Hayedong coastal water, Cheju Island, over the period July 1997 to June 1999.

A total of 65 fish species were identified including 8 species in Family Scorpaenidae, 6 species in Family Tetradontidae and 5 species in Family Labridae. Striped catfish eel (*Plotosus lineatus*), Bambooleaf wrasse (*Pseudolabrus japonicus*), Cocktail wrasse (*Pteragogus flagellifera*), Scorpion fish (*Sebastiscus marmoratus*), File fish Fool fish Porky (*Stephanolepis cirrhifer*) and File fish Black scraper (*Thamnaconus modestus*) were dominant fish species. Seasonal fish appearance were lots of individuals in summer, but to be little individuals in winter. Especially most dominant species were Bambooleaf wrasse (*Pseudolabrus japonicus*) with 23.5%, File fish Fool fish Porky (*Stephanolepis cirrhifer*) with 14.1% and Cocktail wrasse (*Pteragogus flagellifera*) with 10.6% of individuals, which showed 47.9% of total individuals in sampling period.

Seasonal variations of offshore site were more species, individuals, biomass (kg) in summer than winter. But monthly variations of fish species were strong in inshore site.

Spearman rank correlation between fish assemblage and environmental factors were significant correlation Striped catfish eel (*Plotosus lineatus*) and Cocktail wrasse (*Pteragogus flagellifera*) in water temperature. On occasion of salinity was significant correlation of three species that Striped catfish eel (*Plotosus lineatus*), Cocktail wrasse (*Pteragogus flagellifera*) and File fish Fool fish Porky (*Stephanolepis cirrhifer*). Other environmental factors influences on Morwong (*Goniistius zonatus*) and Sting fish (*Scorpaena neglecta*) most significant correlation. Except Cocktail wrasse (*Pteragogus flagellifera*) that other species were not significant correlation environmental factors.

Composition of File fish Fool fish Porky (*Stephanolepis cirrhifer*) stomach contents were identified 43 species. Gastropoda identified 20 species and have 55.6% of percentage of individuals of food items. The other food items included

Amphipoda with 9.8% and Pelecypoda, Errantia, Hydroida, Polyplacophora, Cirripedia. Feeding rate were more higher in lower water temperature seasons. However indices of importances showed similar level although Gastropoda were dominant more than half of percentage of individuals. Fool fish have maintained annually very strongly omnivorous.

File fish Black scraper (*Thamnaconus modestus*) were divided into two groups based on body length(Standard length, cm)-weight(g) relationship, which means inshore site was used for growth habitat.

Composition of Black scraper (*Thamnaconus modestus*) stomach contents were identified 18 species. Food items were consists of Gastropoda, Copepoda, Amphipoda. Appearance of zooplankton was high ratio in food items. Appetite of food items Black scraper was strongly omnivorous at former and after reproductive season.

Bambooleaf wrasse (*Pseudolabrus japonicus*) of composition of stomach contents were identified among 8 species. Consists of food items were Gastropoda, Polyplacophora, Brachyura. Gastropoda account for 58.5% of individuals in food items. It's very similar to Fool fish Porky, so food competition that between Fool fish Porky and Bambooleaf wrasse. Extremely change of monthly variations of feeding rate so difficult to grasp the meaning characteristic of feeding tendency, but Bamboeaf wrasse have maintained weakly omnivorous for annual.

Stomach contents of food items of Morwong (*Goniistius zonatus*) were identified 12 species. Food items were consists of Errantia, Amphipoda, Brachyura, Pelecypoda, Gastropoda. Dominant food items were Amphipoda and have 46% of individuals of food items, and then Errantia have 35%. To make a comparison between File fish Black scraper and Morwong that ratio of Amphipoda more than four times, and high ratio of Errantia in Morwong. So this result consider to adaptation to avoid food competition between Back scraper and Morwong. Characteristic of feeding tendency of Morwong were from time to time weakly omnivorous.

I. 서론

우리나라의 연안어장은 다양한 생물군집을 보이고 있으나, 산업화·도시화에 의한 해양오염과 연안매립등의 간척사업 및 연안어장에서의 남획등 인간활동에 의한 폐해가 날로 심각해지고 있다. 반면 최근 우리나라를 둘러싼 각국의 어업활동은 배타적인 경향이 더욱 심해지고 있어서 연안어장의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

제주도 주변해역의 경우 아직까지는 연안환경이 비교적 잘 보존되어 각종 해양생물들이 다양하게 분포하고 있으며, 주변해역에는 대마난류수, 황해난류수, 중국대륙연안수, 황해저층냉수, 한국남해안연안수 등의 여러 이질수괴가 분포해, 이들 상호간의 세력 변화에 따라 해황이 매우 달라지며, 이들 수괴들의 분포상황은 계절에 따라서도 크게 달라지므로 제주도 주변해역의 해양환경은 매우 복잡하다(김 등, 1999). 그러나 최근들어 제주도의 도시화·산업화가 진행됨에 따라 연안으로 유입되는 오염물질이 증가되고 있고, 어패류의 남획 등으로 해양생태계의 복원능력이 약화되어가고 있는 추세에 있다.

더구나 제주의 경우 대규모 관광단지가 조성되거나 계획중에 있으며, 최근의 국제자유무역지대 구상 등 앞으로 도시화·산업화의 속도가 급속히 증가할 것으로 예상되고 있다. 따라서 도시화의 진전 및 관광·위락시설 등에서 배출되는 하수등에 의한 연안환경 오염이 우려되고 있는 실정이다. 그러므로 오염물질의 배출 등 환경오염이 연안생태계에 어떤 영향을 주고 있는가에 대한 장기적이고 종합적인 기초연구가 이루어져야 한다.

이와 관련하여 하천에 대한 연구들에서 어류의 군집구조는 인간이 야기한 Stress와 관련이 있으나(Reeves *et al.*, 1993 ; Weaver and Garman, 1994 ; Wichert, 1995), 호수에서는 비교적 적다고 하였다. 그러나 Brazner(1997)는 미국의 Michigan 호수 Green Bay의 호안 서식지에 대한 연구에서 어류군집의 조성과 풍부도는 지역, 서식지 그리고 인간개발의 강도와 관련하여 차이가 있는 것을 발견하였다. 또한 이 호수 습지의 퇴화는 호안 개발과 인간활동에 의한 Stressors의 지속에 의해 생기는 문제이며(Bosley, 1978 ; Whillans, 1982 ; Krieger *et al.*, 1992), 이 호수에서 습지의 중요성은 이 호수의 어류가 높은 비율(>75%)로 life cycle의 일부분을 습지에 의존한다고 하였다(Stephenson, 1990 ; Whillans, 1992). 동일지역에 대한 연구에서 Brazner and Beals(1997)은 생물, 무생물적 요인이 어류군집 형태의 차이를 만든다고 하였다. 따라서 앞의 연구들은 호수의 어류군집에 대한 연구이기는 하지만 인간활동이 야기한 Stress는 어류군집에 큰 영향을 주고 있으며, 연안 어류군집에도 이와 유사한 영향이 미치고

있는 것으로 해석되고 있다.

해양생태계에서 어류는 유영능력이 커서 시공간에 따른 분포변화가 심하고, 서식처와 습성이 다양하여 한 해역에서 짧은 기간의 조사연구로는 그 생태를 파악하기에 미흡하다. 온대 연안역에서의 계절적 수온변화는 연안어류군집에 큰 영향을 미치며, 고수온기에는 성장을 위하여 연안의 얕은 곳으로, 저수온기에는 월동을 위하여 깊은 곳으로 이동을 한다(Allen, 1982 ; 신과 이, 1990 ; 고와 조, 1997). 특히 황과 이(1999b)는 수심 5m내외의 지역이 유용어류들의 보육장으로서 기능을 한다고 보고하고 있다. 이는 연안역에 밀생하는 대형해조류 및 해초지대가 다양한 어류의 자치어의 은신처로서의 역할을 하는 것과 관련지워 생각할 수 있으며, 대형해조 및 해초류의 탈락분해는 detritus가 높게 나타나 detritus를 섭이하는 엽상동물이 증가하고, 이러한 환경조건은 자치어의 좋은 먹이원이 되어 성육장으로서의 역할을 한다고 생각되고 있다(고와 조, 1997). 또한 어류군집에서 섭이관계에 대한 연구는 연안생태계의 영양단계를 파악하여 물질유동에 대한 기초자료를 제공하며, 이를 위해서는 포식자의 위내용물을 분석하여 이들의 섭이생물, 섭식량 등에 관한 연구가 필요하다. 포식은 어류군집의 구성에 있어서 기초적인 생물학적 요인으로 간주되며, 먹이에 대한 경쟁 또한 이와같이 작용한다(Keast, 1978 ; Tonn, 1985). 그러나 어류의 섭이는 일반적으로 동일종, 동일시간에서도 개체에 따라 차이가 발생하므로, 섭이관계를 연구할 때에는 여러 가지 오차들을 감안해야 할 것이다(김과 장, 1991).

제주도 연안역의 어류군집과 먹이관계에 대한 연구가 일부 수행되었고(고와 신, 1988 ; 고 등, 1989 ; 고 등, 1997), 특히 고와 신(1990)은 본 연구의 조사정점과 인접한 화순 연안역에서 정치망을 이용한 연안역의 어류군집과 먹이관계에 대한 보고를 하였다. 하지만 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 대부분의 연구기간이 1년 이하이므로 장기간에 걸친 연안 어류군집의 변화를 이해하는데는 다소 부족한 면이 많다. 따라서 본 연구는 제주도의 대표적 관광단지인 중문관광단지에 인접한 연안역에서 2년에 걸쳐 환경변화와 어류군집 그리고 섭이관계를 파악하고, 아울러 환경요인이 연안 어류군집에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 파악하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 1997년 7월부터 1999년 6월까지 중문종합관광단지과 인접한 하예동 연안에서 매월 1회씩 채집을 실시했다. '97년 7월~'98년 6월까지의 1년간은 통발 50개와 삼중망을(망목 2×2cm, 가로 35m×세로 1.5m×5개) 이용하였고, '98년 7월~'99년 6월까지 1년간 조사정점을 천해역 정점과 외해역 정점으로 구분하였다. 조사정점은 연안과 인접한 천해역 정점에서 1km정도 바깥쪽으로 외해역 정점을 선정하였다. 연안과 인접한 정점은 만조시 수심 10m 내외의 해역으로서 천해역의 성격을 가져 천해역 정점으로 호칭하였고, 바깥쪽의 조사정점은 해중 수직질벽구조로 인한 급격한 수심증가로 수심 약 70m의 해역으로서 비교적 외해역의 특성을 많이 가지는 것으로 판단되어 편의상 외해역 정점으로 호칭하였다. 많은 시간이 지나면 채집어구에 어획된 어류가 부패하거나 다른 어류들에 의하여 섭취될 우려가 있어 정치시간을 무작위로 했을 경우에는 채집에 대한 오차가 발생할 우려가 있어 일정 시간동안을 지정하여 채집할 필요성이 요구된다. 따라서 천해역 정점과 외해역 정점에 각각 통발과 삼중망을 24시간 동안 설치한 후 선박을 이용 회수하여 채집하였고 조사해역은 다음과 같다(Fig. 1).

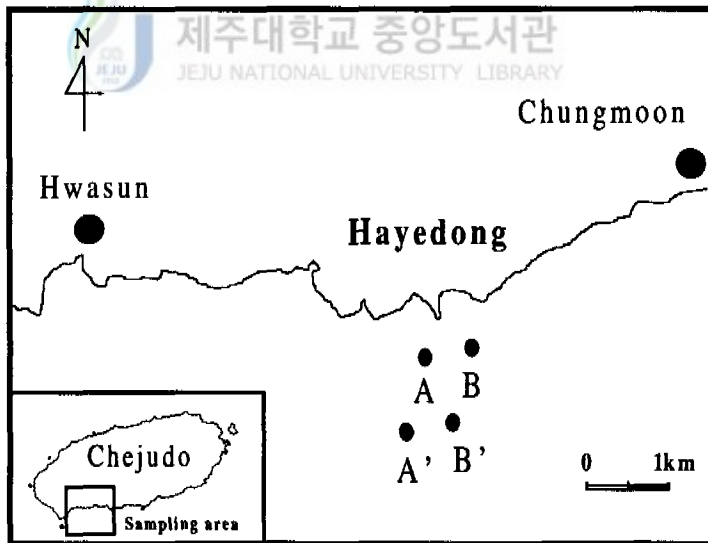


Fig. 1. Map showing the inshore sampling site (A is the inshore trammel nets and B is the inshore pots) and offshore sampling site (A' is the offshore trammel nets and B' is the offshore pots) in Cheju Island.

환경요인

채집지역에서의 환경변화는 제주대학교 해양학과 물리해양학 연구실에서 수온과 염분을, 화학해양학 연구실에서 수질분석 자료를 이용하였고 분석방법은 다음과 같다.

수온과 염분도는 현장에서 CTD(SEABIRD, SBE19)를 이용하여 측정하였다.

용존산소는 Winkler 아자이드화 나트륨 변법을 이용하여 측정하였고, pH는 pH meter(Orion 940A)를 이용하였다.

무기영양염류의 측정은 Niskin Sampler로 채수된 시료를 APHA AWWA WPCF(1985)과 Solorano(1969)의 방법에 따라 측정되었다.

시료처리

채집한 어류는 Ice box에 얼음으로 냉장보관을 시킨 후 즉시 실험실로 운반하여 정(1977)과 Matsuda *et al.*(1984) 등을 이용하여 동정하였다. 채집된 어류는 체장과 체중을 측정했으며, 체장(Standard length)은 주둥이 앞끝에서 마지막 척추골의 뒷끝까지를 기준으로 0.1cm까지 측정하였고, 체중은 전자저울(Oertling KC22)로 0.01g까지 측정하여 기록하였다. 그 후 위를 절개하여 무게를 mg 단위까지 측정하여 기록한 후 4% 포르말린 및 Bouin용액으로 고정하여 분석시까지 4℃에서 냉장보관 하였다.

위내용물 분석은 통발채집인 경우 미끼에 유인된 함정에서 24시간 동안 살아있어 소화작용이 많이 진전되어 위내용물이 거의 없었다. 따라서 위내용물의 분석은 삼중망에 의하여 채집된 어류들을 대상으로 하여 분석하였다. 위내용물 조성은 고정된 위를 절개하여 해부현미경 하에서 김(1973), 김(1977), 岡田(1981), 유(1983), 권 등(1993), 千原와 村野(1997)을 참고로 위내용물을 분석하였다. 일반적으로 시간이 경과하면 종의 동정이 불가능해 지므로 가능한 수준의 분류군까지 동정하였다. 위내용물의 중량은 습중량으로 나타냈으며 습중량 측정에는 위벽을 제거한 후 위내용물만을 측정하였다. 이료생물의 개체수 계수에는 소화되어 동정이 불가능한 개체까지 계수하였으며, 위내용물은 종 동정후 필터링을 실시하여 전자저울(Denver, AA-250)로 mg단위까지 측정하여 정량하였다.

자료분석

1) 종다양도지수

군집을 구성하는 종류수와 개체수간의 관계를 알아보기 위한 동물군집의 다양도는 Simpson(1949)의 다양도지수를 이용하였고 그것은 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$\lambda = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

여기에서 λ : 다양도지수, N : 시료중의 총개체수, n_i : i종의 개체수 이며, 다양도 지수(λ)를 계산하여 $1-\lambda$ 의 값을 다양도의 척도로 나타냈다.

2)통계분석

한편 집괴분석은 Euclidian distance를 사용하여 정점별, 채집방법별로 dendrogram으로 도시하였고, 환경요인과 어류군집과의 상관관계는 Spearman rank를 사용하였으며, SPSS 7.5 프로그램을 이용하여 구하였다.

3) 먹이생물 중요도지수

먹이생물 가운데 먹이생물의 개체수상 중요도지수는 Windell(1971)의 식을 이용하였다.

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

여기에서 I_i : 먹이생물의 개체수상의 중요도 지수

N : 조사된 어체의 위내용물에 출현한 먹이생물의 개체수

n_i : N중 종i의 개체수

F : 조사된 어체의 총수

f_i : F중 먹이생물 중 i가 위내용물에서 한 개체이상 관찰된 표본 어체수

4) 섭이율

또한 주년에 걸친 섭이특성은 Kosaka *et al.*(1967)의 식을 이용하여 섭이율(Feeding

rate)로 나타내었다.

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

여기에서 FR(Feeding Rate) : 섭이율

SCW(Stomach Content Weight) : 위내용물 중량

BW(Body Weight) : 체중



III. 결 과

1. 군집구조

가. 환경변화

채집해역에서 환경변화 요인들은 수온($^{\circ}\text{C}$), 염분($\%$), pH, $\text{NH}_4^+\text{-N}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, $\text{NO}_3^-\text{-N}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, $\text{NO}_2^-\text{-N}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, $\text{TIN}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, $\text{SiO}_2\text{-Si}(\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1})$, 투명도(m), $\text{COD}(\text{mg} \cdot \ell^{-1})$, $\text{DO}(\text{mg} \cdot \ell^{-1})$, Chlorophyll $a(\mu\text{g} \cdot \ell^{-1})$ 와 $\text{SS}(\text{mg} \cdot \ell^{-1})$ 의 14개 수질항목들은 표층과 저층의 평균치를 사용했다.

어류에 가장 크게 영향을 미칠 수 있는 수온과 염분을 살펴보면, 수온은 '97년에는 7월에 최고치(25.75°C)를 보였으나 '98년에는 8월에 최고치(26.45°C)를 보였고, 최저치는 '98년 2월(14.43°C)과 '99년 2월(14.50°C)에 최저치를 나타내었다. 염분은 '98년에는 3, 4월에 최고치(각각 34.51%)를 보였으나 '99년 4월에 최고치(34.43%)가 나타났으며, 최저치는 '97년 7월(32.04%)과 '98년 7월(31.63%)에 나타났다. 특이하게도 염분의 경우 '97년 10월과 '98년 10월에 동일하게 변화주기가 상승하는 추세에서 낮아지는 경향을 나타내었다. 전반적으로 수온과 염분은 제주연안역의 평균적인 변화양상에 비하여 약 1개월 가량이 지연되는 경향을 나타내었고, 염분은 수온과 달리 복잡하게 변화하는 양상을 나타냈다(Fig. 2).

수질항목 중 암모니아성 질소($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$)는 '97년 12월에 급격한 변동을 보이고 있었으나, 그후에는 안정된 모습을 보여주고 있어 이시기 육상으로부터 오염물질이 대량 유입된 것으로 판단된다. 아질산성 질소($\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$)는 질산성 질소($\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$)와 함께 '98년 3월에 높은 값을 나타내었는데, 이는 암모니아성 질소가 분해된 결과라고 생각된다. 총질소 항목은 이러한 결과를 반영하여 채집기간 초기 1년간의 질소 수질환경이 2년차에 비하여 높은값을 나타내고 있었으며, 2년째에 접어들어서는 안정된 변화양상을 나타내고 있었다. 질소항목들로만 살펴보면 초기 1년보다 후기 1년의 수질이 양호한 것으로 나타났다(Fig. 3).

규산-규소($\text{SiO}_2\text{-Si}$, $\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$)의 값을 살펴보면 채집 처음 1년간의 변동이 심하여 '98년 4월에 가장 높은 값을 나타내고 있었으며, '99년 7월부터는 안정된 모습을 보여

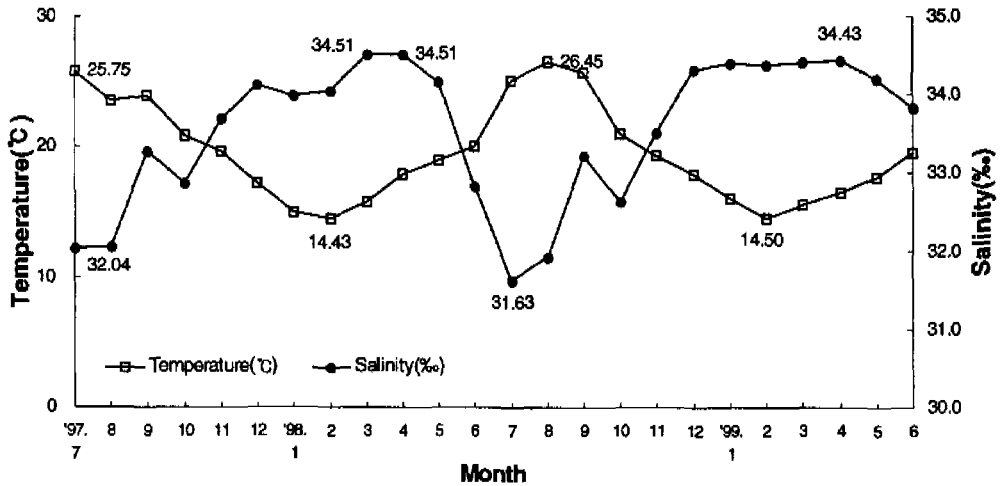


Fig. 2. Monthly variations of water temperature (°C) and salinity (‰) from July '97 to June '99 at sampling site in Hayedong, Cheju Island.

주고 있었다. 인산염 인($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, $\mu\text{g-at/l}$)은 규소와는 반대로 '98년 7월부터 증가하기 시작하여 월별 변동이 심한 경향을 보여주고 있었다. 용존산소는 뚜렷한 특징을 말하기는 어려우나 '99년 5~6월 계속해서 낮아지고 있었다. COD는 대체적으로 여름철보다는 가을, 겨울철에 낮은 값을 보이고 있었다(Fig. 4).

따라서 규소와 인은 반대로 나타났고, 용존산소와 COD의 경우는 뚜렷한 특징을 나타내지 않아 이들 네 항목의 수질자료는 채집해역에서 2년간의 전반적인 경향은 인산이 나중 1년에 높은 값을 나타냈지만, 처음 1년보다 나중 1년이 약간 양호한 환경임을 나타내고 있음을 추정할 수 있었다(Fig. 4).

Chlorophyll *a* 인 경우 대체적으로 $1.0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ 수준 안팎에서 변동하다가 '98년 5월과 '99년 5월 즉, 봄철에 대증식을 나타내고 있었다. SS($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)는 월별변화가 심하기는 하지만 봄철을 전후로 하여 높은값을 나타내었다. 투명도(m)는 7m내외에서 변화를 나타내었고 계절적 변화를 파악하기는 곤란하였다. pH는 월별 변화가 심하여 뚜렷한 경향을 찾아 볼 수는 없으나, 전체적으로 약간 상승하는 경향을 나타내었다(Fig. 5).

이들 14개 수질항목으로 채집지역의 환경을 살펴볼 때 처음 1년의 환경보다 나중 1년의 환경이 양호한 것으로 판단된다, 이는 채집지역과 인접한 하수종말처리장에서 방류되는 하수의 영향을 크게 받는 것으로 판단되며, 나중 2년째의 환경이 처음 1년보다 양호한 것은 방류하는 하수를 더욱 정화처리하여 방류하는 영향인 것으로 생각된다.

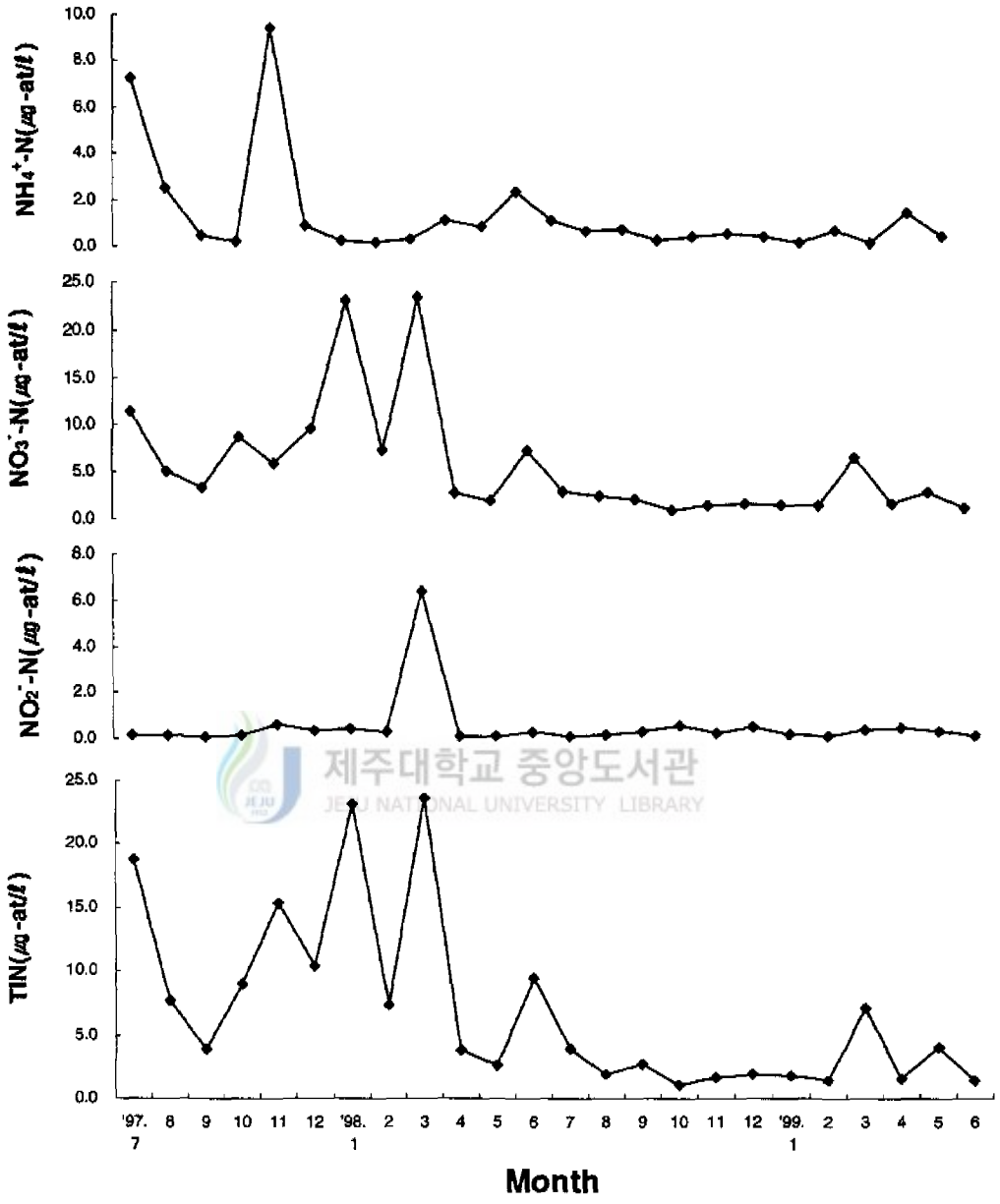


Fig. 3. Fluctuations of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ($\mu\text{g-at}\cdot\text{l}^{-1}$), $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ($\mu\text{g-at}\cdot\text{l}^{-1}$), $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ($\mu\text{g-at}\cdot\text{l}^{-1}$), TIN ($\mu\text{g-at}\cdot\text{l}^{-1}$) during the sampling period.

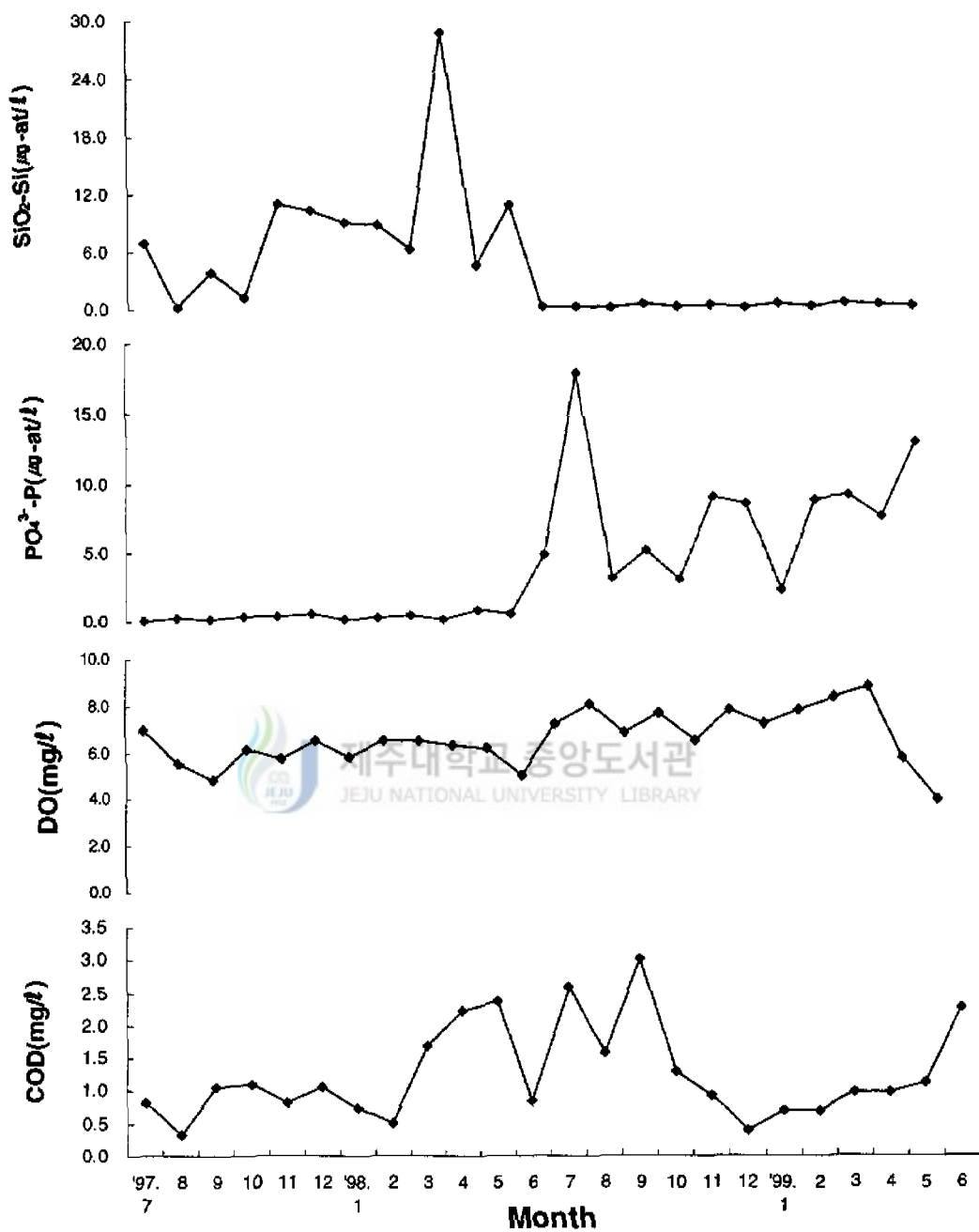


Fig. 4. Fluctuations of SiO₂-Si ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), PO₄³⁻-P ($\mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$), DO ($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$), COD ($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$) during the sampling period.

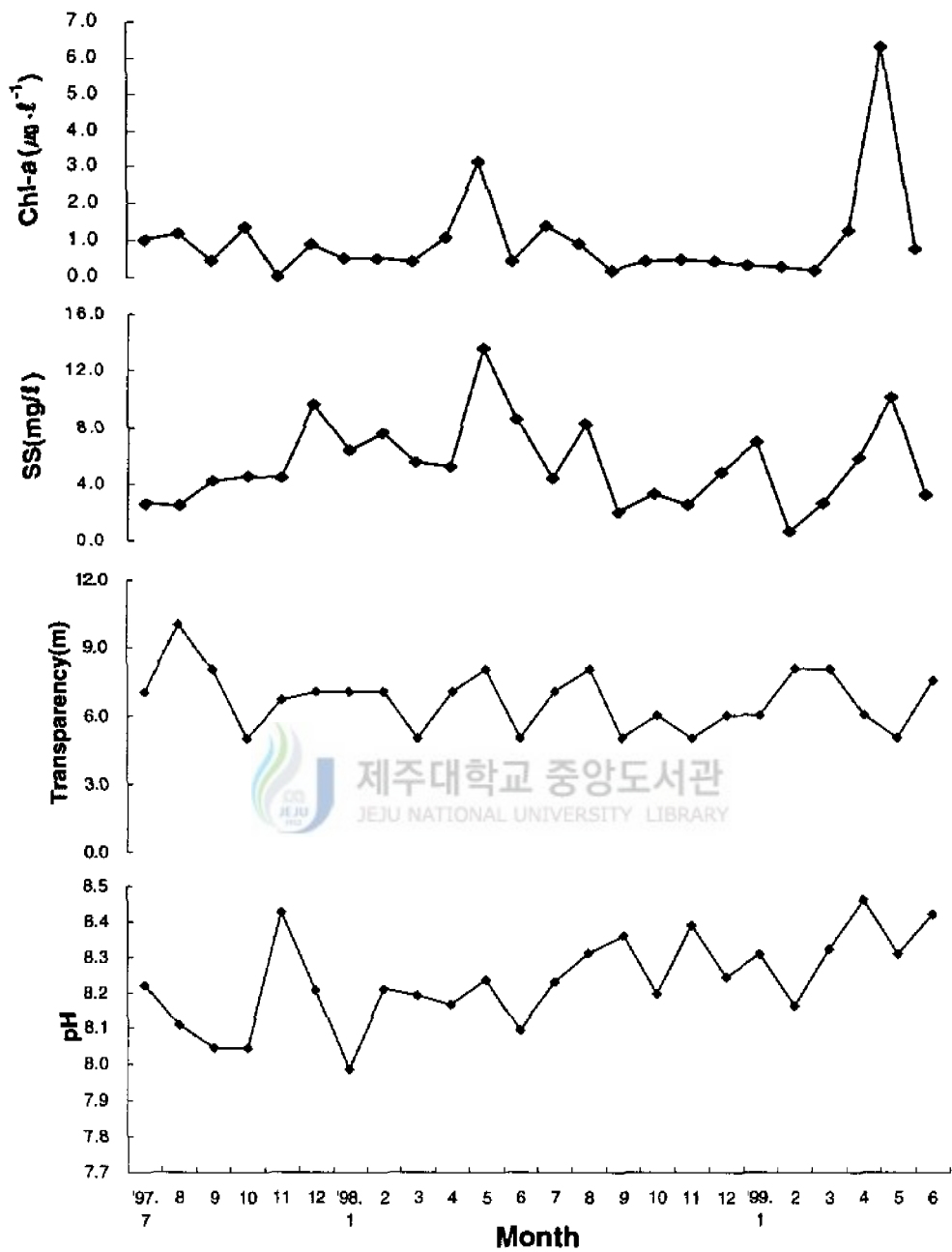


Fig. 5. Fluctuations of Chlorophyll *a* ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), SS ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$), Transparency (m) and pH during the sampling period.

나. 출현어종

1) 전체적인 출현양상

채집된 어류는 경골어류와 연골어류 2개 강에서 총 11목 38과 52속 65종을 동정하였다. 이중 양볼락과(Family Scorpaenidae)가 가장 많은 8종이 출현하였고, 참복과(Family Tetradontidae) 6종, 놀래기과(Family Labridae) 5종의 순으로 출현하였다(Table 1). 전반적인 출현경향은 전갱이과와 고등어과 몇몇 종들을 제외하면 대부분이 연안정착성 어종들로 구성된 어류상을 나타내고 있었다.

채집된 어종의 월별 출현과 개체수는 Table 2에 나타내었다. 이중 개체수면에서 비교적 꾸준한 출현을 보인 어종으로는 쌀종개(*Plotosus lineatus*), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 어랭놀래기(*Pteragogus flagellifera*), 썸뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)와 말쥐치(*Thamnaconus modestus*) 6종이었고 그외에는 산발적인 출현양상을 보였다. 특히 황놀래기는 개체수면에서 전체의 23.5%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 쥐치가 14.1%를 그리고 어랭놀래기가 10.6%의 순으로 출현하고 있었다. 이들 3종은 개체수면에서 전체의 47.9%를 차지하여 가장 우점하고 있었다. 계절별로는 전반적으로 동계에 출현 개체수가 적고, 하계에 높게 나타나고 있었다.

출현월수 면에서는 황놀래기와 쥐치가 전월에 걸쳐서 출현하고 있었으며, 어랭놀래기는 '99년 1월을 제외한 전월에 걸쳐 출현하고 있었다. 그밖에 채집기간의 50%인 12개월 이상 출현한 어종으로는 볼락(*Sebastes inermis*)과 썸뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)가 19개월에 걸쳐 출현하였고, 말쥐치(*Thamnaconus modestus*) 18개월, 독가시치(*Siganus fusciceps*) 17개월, 아홉동가리(*Goniistius zonatus*)와 쌀종개(*Plotosus lineatus*)가 16개월, 흰점복(*Takifugu poecilonotus*)이 15개월, 살살치(*Scorpaena neglecta*)가 13개월 그리고 붕장어(*Conger myriaster*)가 12개월에 걸쳐 출현하였다. 12개월 이상 출현한 어종을 분류군별로 살펴보면 양볼락과가 가장 많은 3종, 쥐치과와 놀래기과가 각 2종씩 출현하였으며 그밖에는 각 1종씩 출현하였다. 이들은 흰점복이 일부 연안회유를 하는 것으로 알려진 것을 예외로 하면 대부분이 연안 정착성 어종들이었고, 그밖의 어종들은 출현기간이 12개월 미만으로서 산발적인 출현을 보여 개체수 또한 미미한 출현을 보이고 있는 것이 특징이었다.

Table 1. The list of fish species sampled by the trammel nets and pots on coastal area of Hayedong at Chung-moon, Cheju Island.

1997. 7. ~ 1999. 6.

Class Chondrichthys (연골어강)	Family Lethrinidae (갈돔 과)
Order Carcharhiniformes (흉상어 목)	<i>Lethrinus nematacanthus</i> (줄갈돔)
Family Scyliorhinidae (두릅상어 과)	Family Mullidae (촉수 과)
<i>Scyliorhinus torazame</i> (두릅상어)	<i>Parupeneus chrysopleuron</i> (주황촉수)
Order Rajiformes (홍어 목)	<i>Parupeneus spilurus</i> (두줄촉수)
Family Torpedinidae (전기가오리 과)	<i>Upeneus bensasi</i> (노랑촉수)
<i>Narke japonica</i> (전기가오리)	Family Pempheridae (주걱치 과)
Family Rajidae (가오리 과)	<i>Pempheris japonica</i> (날개주걱치)
<i>Raja kenogei</i> (홍어)	<i>Pempheris umbrus</i> (주걱치)
Family Dasyatidae (색가오리 과)	Family Pomacentridae (청줄돔 과)
<i>Dasyatis akajei</i> (노랑가오리)	<i>Chaetodonplus septentrionalis</i> (청줄돔)
Class Actinopterygii (경골어강)	Family Kyphosidae (황줄갑정 과)
Order Anguilliformes (뱀장어 목)	<i>Girella punctata</i> (뱀애들)
Family Congridae (떡갈장어 과)	<i>Microcanthus strigatus</i> (뱀돔)
<i>Conger myriaster</i> (뱀장어)	Family Oplegnathidae (돌돔 과)
Order Clupeiformes (청어 목)	<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)
Family Engraulidae (멸치 과)	Family Aplodactylidae (다동가리 과)
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)	<i>Goniistius quadricornis</i> (여덟동가리)
Order Siluriformes (메기 목)	<i>Goniistius zonatus</i> (아홉동가리)
Family Plotosidae (살종개 과)	Family Embiotocidae (망상어 과)
<i>Plotosus lineatus</i> (살종개)	<i>Dilrema temmincki</i> (망상어)
Order Aulopiformes (홍메치 목)	Family Pomacentridae (자리돔 과)
Family Synodontidae (메통이 과)	<i>Chromis notatus</i> (자리돔)
<i>Trachinocephalus myops</i> (황메통이)	Family Labridae (늘래기 과)
Order Beryciformes (금눈돔 목)	<i>Choerodon azurio</i> (호박돔)
Family Monocentridae (철갑등어 과)	<i>Halichoeres poecilopterus</i> (용치늘래기)
<i>Monocentris japonica</i> (철갑등어)	<i>Halichoeres tenuispinnis</i> (늘래기)
Order Scorpaeniformes (솜뿔어 목)	<i>Pseudolabrus japonicus</i> (황늘래기)
Family Scorpaenidae (양불락 과)	<i>Pteragogus flagellifera</i> (어쟁늘래기)
<i>Pterois lunulata</i> (솜뿔감쟁)	Family Pholididae (황줄베도라치 과)
<i>Scorpaena neglecta</i> (살살치)	<i>Pholis nebulosa</i> (베도라치)
<i>Sebastes hubbsi</i> (우리불락)	Family Gobiidae (망둑어 과)
<i>Sebastes inermis</i> (불락)	<i>Istigobius hoshinonis</i> (비단망둑)
<i>Sebastes pachycephalus</i> (개불락)	Family Siganidae (뚝가시치 과)
<i>Sebastes schlegeli</i> (조피불락)	<i>Siganus fuscescens</i> (뚝가시치)
<i>Sebastiscus marmoratus</i> (솜뿔어)	Family Acanthuridae (양귀돔 과)
<i>Inimicus japonicus</i> (수기미)	<i>Prionurus scalprus</i> (취돔)
Family Hexagrammidae (쥐노래미 과)	Family Scombridae (고등어 과)
<i>Hexagrammos otakii</i> (쥐노래미)	<i>Scomber japonicus</i> (고등어)
Family Cottidae (뚝중개 과)	Order Pleuronectiformes (가자미 목)
<i>Pseudoblennius percoides</i> (뚝파망둑)	Family Paralichthyidae (넙치 과)
Order Perciformes (농어 목)	<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)
Family Serranidae (바리 과)	Family Pleuronectidae (가자미 과)
<i>Epinephelus akaara</i> (불바리)	<i>Microstomus achne</i> (할가자미)
<i>Epinephelus septemfasciatus</i> (농성어)	Order Tetraodoniformes (복어 목)
Family Apogonidae (동갈돔 과)	Family Monacanthidae (취치 과)
<i>Apogon semilineatus</i> (줄도화돔)	<i>Stephanolepis cirrifer</i> (취치)
Family Carangidae (전갱이 과)	<i>Thamnaconus modestus</i> (땀취치)
<i>Seriola aureovittata</i> (부시리)	Family Ostraciidae (거북과)
<i>Seriola dumerilii</i> (젓방어)	<i>Ostracion immaculatus</i> (거북과)
<i>Seriola quinqueradiata</i> (방어)	Family Tetraodontidae (참복 과)
<i>Trachurus japonicus</i> (전갱이)	<i>Boesemanichthys firmamentum</i> (별복)
Family Haemulidae (하스돔 과)	<i>Canthigaster rivulatus</i> (참복)
<i>Parapristipoma trilineatum</i> (벤자리)	<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)
Family Sparidae (도미 과)	<i>Takifugu pardalis</i> (졸복)
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)	<i>Takifugu poecilnotus</i> (흰점복)
<i>Pagrus major</i> (참돔)	<i>Takifugu vermicularis</i> (매리복)
	Family Diodontidae (가시복 과)
	<i>Diodon holacanthus</i> (가시복)

Table 2. Monthly variations in number of total individuals of fish in sampling area.

Species	'97.7	8	9	10	12	'98.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99.1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Apogon semilineatus</i>	24		4	11									4	4		2	2								51
<i>Boesemanichthys firmamentum</i>	1																								1
<i>Canthigaster rivulatus</i>		2										1				1		1							5
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>		2	1		1	2		1				5	7	1	6	1		1							28
<i>Choerodon azurio</i>					2							4			7								1		14
<i>Chromis notatus</i>	4		1				1			1	1	1	1	2	1						4			2	19
<i>Conger myriaster</i>		5				2		1			2		2	2		2	3	3			4		1	1	28
<i>Dasyatis akajei</i>	1																								1
<i>Dentex tumifrons</i>																	1								1
<i>Diodon holacanthus</i>	1											1											1		3
<i>Ditrema temmincki</i>									3	1				6						1					11
<i>Engraulis japonicus</i>										139				74											213
<i>Epinephelus akaara</i>	1																								1
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	1		1										1			2					1		2		8
<i>Girella punctata</i>									1									1			2				4
<i>Goniistius quadricornis</i>													1		1										2
<i>Goniistius zonatus</i>	3	1		1	1	1	1	1	1	1	4	6	1	1	6	1	4	2			5	3	4		44
<i>Halichoeres poecilopterus</i>		2	2	3				1			2	1	3			4							4	5	27
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>					2						1	7					1			1	1			1	14
<i>Hexagrammos otakii</i>									1																1
<i>Inimicus japonicus</i>													1												2
<i>Istigobius hoshinonis</i>														1		2					1			1	5
<i>Lethrinus nematacanthus</i>			1									1		2							1				5
<i>Microcanthus strigatus</i>								1								2		2	1	1	1	1	1	2	11
<i>Microstomus achne</i>																	2								2
<i>Monocentris japonica</i>												1	1			1					1	1			5
<i>Narke japonica</i>												2													2
<i>Oplegnathus fasciatus</i>																							1		1
<i>Ostracion immaculatus</i>	9		4	1		1				1					1	1					1				20
<i>Pagrus major</i>												1													1
<i>Paralichthys olivaceus</i>												1													1
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	1												13		5									1	20
<i>Parupeneus chrysopleuron</i>																		2							2

(Continued)

Species	'97	7	8	9	10	12	'98.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99.1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Parupeneus spilurus</i>																6	3		2	3		4		4	22	
<i>Pempheris japonicus</i>					3																				3	
<i>Pempheris umbrus</i>	4			39						9		9			2	8	1		1					7	2	82
<i>Pholis nebulosa</i>	1																								1	
<i>Plotosus lineatus</i>	35	13	11	12	12	2	1		7				24	6	31		5	3		1				16	11	190
<i>Prionurus scalprus</i>																5									5	
<i>Pseudoblennius percoides</i>			4		1	2						1		1											9	
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	1	26	38	39	56	20	13	15	6	31	42	47	81	29	5	31	20	23	3	31	39	54	99		749	
<i>Pteragogus flagellifera</i>	23	22	10	5	18	1	7	2	6	13	20	23	64	9	1	3	14			10	13	9	20	46	339	
<i>Pterois lunulata</i>	1												4			1		4				1			11	
<i>Raja kenojei</i>														1				2							3	
<i>Scomber japonicus</i>														1											1	
<i>Scorpaena neglecta</i>											8	13	9	2	1	3	1	6	3	1	4	12	5		68	
<i>Scyliorhinus torazame</i>												10						3	5						18	
<i>Sebastes hubbsi</i>	2	3	3	2	2			10	1	1	2			1										1	28	
<i>Sebastes inermis</i>	4	4		3			6	3	8	3	2	5	5	11	2			1	10	1	1	5	12	2	87	
<i>Sebastes pachycephalus</i>	2						6		2	1	1	1						1					1		15	
<i>Sebastes schlegeli</i>							9	1																	10	
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	9		11	8	1	13	11	7	10	10	3	2	10	3			2		6		7	19	6	10	148	
<i>Seriola aureovittata</i>	1																								1	
<i>Seriola dumerili</i>													2												2	
<i>Seriola quinqueradiata</i>				3															1	1					5	
<i>Siganus fuscescens</i>	1			1	2				3	2	1	1	4	3	2	1		5	9	2		1	1	1	40	
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	18	9	18	4	58	19	10	19	2	3	2	20	23	4	52	20	12	30	35	5	18	42	27		450	
<i>Takifugu niphobles</i>	4											2													6	
<i>Takifugu pardalis</i>															1										1	
<i>Takifugu poecilonotus</i>				4	1				2	2	2	2	6	1	7	11	1	6	2		1	2	1		49	
<i>Takifugu vermicularis</i>			4							1	1		2												8	
<i>Thamnaconus modestus</i>			10	13	17	31	2	7	7			2	44	35	17	63	3	3	9	2	1			1	267	
<i>Trachinocephalus myops</i>																		1							1	
<i>Trachurus japonicus</i>	13				1									4	1										19	
<i>Upeneus bensasi</i>			2																						2	
Total	165	117	174	124	198	67	71	79	59	212	113	243	382	131	186	107	98	118	69	75	116	191	234		3329	

2) 천해역과 외해역의 정점간 출현변화

천해역 정점은 채집기간이 '97년 7월~'98년 6월까지 2년간에 걸쳐 채집을 실시했으나(Table 3, Table 4), 외해역 정점은 채집기간이 1년이므로, 천해역 정점과 외해역 정점간의 출현변화를 '98년 7월~'99년 6월까지의 동일기간에 걸쳐 비교하였다.

천해역 정점에서 황놀래기와 쥐치가 전월에 걸쳐서는 출현하였고, 어렁놀래기가 '99년 1월을 제외한 전월에 걸쳐 출현하고 있는것과 비교하여 외해역 정점에서는 쥐치만이 전월에 걸쳐서 출현하고 있었다. 50% 이상의 출현을 보인 어종으로는 천해역 정점에서 붕장어, 아홉동가리, 쓸종개, 살살치(*Scorpaena neglecta*), 볼락, 썸뱅이, 독가시치, 말쥐치의 8종이, 외해역 정점에서 아홉동가리, 주걱치(*Pempheris umbrus*), 황놀래기, 어렁놀래기, 살살치, 볼락, 썸뱅이, 독가시치, 흰점복, 말쥐치의 10종이었다. 천해역 정점과 외해역 정점 모두에서 출현한 어종으로는 전월에 걸쳐 출현한 쥐치와 천해역 정점에서 우점한 놀래기과 어류인 황놀래기와 어렁놀래기, 살살치, 볼락, 썸뱅이, 아홉동가리, 독가시치, 말쥐치등 9종이었다. 천해역 정점에서만 50%이상의 출현을 보인 어류는 붕장어와 쓸종개였고, 외해역 정점에서만 50%이상의 출현을 보인 어종은 주걱치와 흰점복으로 각각 2종이었다.

출현개체수별로는, 천해역 정점에서는 황놀래기, 쥐치, 어렁놀래기 3종의 출현은 전체의 57.8%를 차지하고 있어 이들 어종의 출현비중이 크게 나타나고 있었고, 외해역 정점에서 역시 이들 3어종이 차지하는 비중은 개체수면에서 천해역 정점 보다 적으나 45.3%를 차지하여 비교적 높은 출현비중을 나타내고 있었다.

3) 채집방법별 출현어종

채집방법중의 하나로 선택한 통발은 미끼를 써서 함정에 유인하여 잡는 어법이므로, 해저에 붙어살거나 해저 가까이에서 서식하는 대부분의 어종을 어획할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 미끼로 쓴 전갱이로는 유인할 수 없는 어종이나 표층성 혹은 중층성 어종등에 대하여는 채집이 힘든 선택성이 매우 강한 어획방법이므로 함께 사용한 채집방법인 삼중망에 의하여 채집된 어종과 비교하였다(Table 5).

통발로만 채집된 어종은 연골어류와 경골어류 2강 6목 13과 14종이 채집되었으며, 삼중망으로만 채집된 어종은 2강 5목 21과 26종이었다. 삼중망과 통발에 중복해서 채집된 어종은 경골어류 1강 4목 9과 18종이었으며, 그 중 양볼락과가 5종, 놀래기과 3종, 참복과 3종이 출현하였다. 이 3과의 어종들을 채집할 때에는 통발과 삼중망을 병행하여 사

Table 3. Monthly variations in number of individuals of fish in inshore site.

Species	'97. 7	8	9	10	12	'98. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99. 1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Apogon semilineatus</i>	24		4	11													1								40
<i>Arothron firmamentum</i>	1																								1
<i>Canthigaster rivulata</i>		2										1													3
<i>Chaetodontoplus septemtrionalis</i>		2	1		1	2		1				1	2		3			1							14
<i>Choerodon azurio</i>				2																			1		3
<i>Chromis notatus</i>	4		1				1			1	1		1	1	1										11
<i>Conger myriaster</i>		5				2		1			2		2			1		3		4		1	1		22
<i>Dasyatis akajei</i>	1																								1
<i>Diodon holocanthus</i>	1																								1
<i>Ditrema temmincki</i>									3	1			5						1						10
<i>Enedrias nebulosus</i>	1																								1
<i>Engraulis japonica</i>										139			59												198
<i>Epinephelus akaara</i>	1																								1
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	1		1													2							2		6
<i>Fugu pardalis</i>																									1
<i>Girella punctata</i>									1									1		1					3
<i>Goniistius zonatus</i>	3	1		1	1		1					3	4	1	1	3	1	3			1	3	2		29
<i>Goniistius quadricornis</i>															1										1
<i>Halichoeres poecilopterus</i>		2	2	3				1			2					1						2	3		16
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>					2						1	4					1		1						9
<i>Hexagrammos otaki</i>								1																	1
<i>Istigobius hoshinonis</i>																1					1		1		3
<i>Lethrinus nematacanthus</i>			1																	1					2
<i>Microcanthus strigatus</i>								1										2					1	1	5
<i>Oplegnathus fasciatus</i>																						1			1
<i>Ostracion immaculatus</i>	9		4	1		1				1		1				1									18
<i>Monocentris japonica</i>																						1			1
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	1												2		1										4
<i>Parupeneus chrysopleuron</i>																		2							2
<i>Parupeneus spilurus</i>																3		1			2		3		9
<i>Pempheris japonica</i>				3																					3
<i>Pempheris oualensis</i>	4		39						9		9				1								6		68



(Continued)

Species	'97.7	8	9	10	12	'98.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99.1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Plotosus lineatus</i>	35	13	11	12	12	2	1	7				4	6	25			3	1				2	7	141	
<i>Prionurus microlepidotus</i>															3										3
<i>Pseudoblennius percoides</i>		4		1	2						1		1												9
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	1	26	38	39	56	20	13	15	6	31	42	27	49	5	5	17	20	23	2	20	23	26	55	559	
<i>Pteragogus flagellifera</i>	23	22	10	5	18	1	7	2	6	13	20	10	13	6	1	1	14		6	11	5	13	25	232	
<i>Pterois lunulata</i>	1																								1
<i>Raja kenoei</i>													1												1
<i>Scomber japonicus</i>													1												1
<i>Scorpaena izensis</i>											8		3	1	1		1	5		1		3			23
<i>Scyliorhinus torazame</i>																	5								5
<i>Sebastes hubbsi</i>	2	3	3	2	2			10	1	1	2		1												27
<i>Sebastes inermis</i>	4	4		3		5	3	8	3	2	5		10				1	7		1	1	1	1		59
<i>Sebastes pachycephalus</i>	2					6	2	2	1	1	1	1					1								14
<i>Sebastes schlegeli</i>						9	1																		10
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	9		11	8	1	13	11	7	10	10	3		3	3		1		6		2	5	2	3		108
<i>Seriola aureovittata</i>	1																								1
<i>Seriola quinqueradiata</i>			3																						3
<i>Siganus fuscescens</i>	1		1	2				3	2	1	1	4	2	1			5	2					1		26
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	18	9	18	4	58	19	10	19	2	3	2	13	11	1	21	9	6	25	24	2	9	15	11		309
<i>Takifugu niphobles</i>	4										2														6
<i>Takifugu poecilonotus</i>			4	1				2	2	2	1			6		1	2								21
<i>Takifugu vermicularis</i>		4							1	1			2												8
<i>Thamnaconus modestus</i>		10	13	17	31	2	7	7			2	1	4	5	50			1	1						151
<i>Trachurus japonicus</i>	13			1									3	1											18
<i>Upeneus bunsasi</i>		2																							2
Total	165	117	174	124	198	67	71	79	59	212	113	78	194	65	99	52	68	86	39	46	51	83	122		2362

Table 4. Monthly variations in number of individuals of fish in offshore site.

Species	'98.7	8	9	10	11	12	'99.1	2	3	4	5	6	Total
<i>Apogon semilineatus</i>		4	4		2	1							11
<i>Canthigaster rivulata</i>					1		1						2
<i>Chaetodontoplus septemtrion</i>	4	5	1	3	1								14
<i>Choerodon azurio</i>	4			7									11
<i>Chromis notatus</i>	1		1						4			2	8
<i>Conger myriaster</i>			2		1	3							6
<i>Dentex tumifrons</i>						1							1
<i>Diodon holocanthus</i>	1										1		2
<i>Ditrema temmincki</i>		1											1
<i>Engraulis japonica</i>		15											15
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>		1								1			2
<i>Girella punctata</i>									1				1
<i>Goniistius zonatus</i>	1	2			3		1	2		4		2	15
<i>Goniistius quadricornis</i>		1											1
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	1	3			3						2	2	11
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	3									1		1	5
<i>Inimicus japonicus</i>		1										1	2
<i>Istigobius hoshinonis</i>			1		1								2
<i>Lethrinus nematacanthus</i>	1		2										3
<i>Microcanthus strigatus</i>					2			1	1	1		1	6
<i>Microstomus achne</i>						2							2
<i>Monocentris japonica</i>	1	1			1					1			4
<i>Narke japonica</i>	2												2
<i>Ostracion immaculatus</i>				1					1				2
<i>Pagrus major</i>	1												1
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1												1
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	11			4								1	16
<i>Parupeneus spilurus</i>				6			1	3		2		1	13
<i>Pempheris oualensis</i>			2	7	1		1				1	2	14
<i>Plotosus lineatus</i>	20		6		5						14	4	49
<i>Prionurus microlepidotus</i>				2									2
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	20	32	24		14			1	11	16	28	44	190
<i>Pteragogus flagellifera</i>	13	51	3		2			4	2	4	7	21	107
<i>Pterois lunulata</i>	4			1		4				1			10
<i>Raja kenoei</i>						2							2
<i>Scorpaena neglecta</i>	13	6	1		3		1	3		4	9	5	45
<i>Scyliorhinus torazame</i>	10					3							13
<i>Sebastes hubbsi</i>											1		1
<i>Sebastes inermis</i>	5	1	2				3	1		4	11	1	28
<i>Sebastes pachycephalus</i>											1		1
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	2	7			1				5	14	4	7	40
<i>Seriola dumerili</i>	2												2
<i>Seriola quinqueradiata</i>							1	1					2
<i>Siganus fuscescens</i>		1	1	1			7	2		1	1		14
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	7	12	3	31	11	6	5	11	3	9	27	16	141
<i>Takifugu poecilonotus</i>	5	1	1	11		4	2		1	2	1		28
<i>Thamnaconus modestus</i>	43	31	12	13	3	3	9	1				1	116
<i>Trachinocephalus myopes</i>						1							1
<i>Trachurus japonicus</i>		1											1
Total	165	188	66	87	55	30	32	30	29	65	108	112	967

용하는 것이 좀더 채집의 효율을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 결과에서 통발에서만 채집된 어종들은 주로 저층성 어류와 미끼에 유인된 어종들로 구성되어 있었고, 삼중망에서만 채집된 어종들은 저층보다는 중층 유명성이나, 미끼로 사용된 전갱이로는 유인이 되지 않는 어종들이 채집되어 두 채집방법이 서로 보완하여 채집되었음을 알 수 있었다.

Table 5. Occurrence division of fish species that each collecting methods in sampling area.

Pots	Trammel nets	Trammel nets & Pots
<i>Apogon semilineatus</i> 줄도화돔	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	<i>Canthigaster rivulata</i> 청복
<i>Arothron firmamentum</i> 별복	청줄돔	<i>Chromis notatus</i> 자리돔
<i>Conger myriaster</i> 붕장어	<i>Choerodon azurio</i> 호박돔	<i>Engraulis japonica</i> 멸치
<i>Dasyatis akajei</i> 노랑가오리	<i>Ditrema temmincki</i> 망상어	<i>Halichoeres poecilopterus</i> 용치늘래기
<i>Diodon holocanthus</i> 가시복	<i>Epinephelus akaara</i> 붉바리	<i>Parapristipoma trilineatum</i> 벤자리
<i>Enedrias nebulosus</i> 베도라치	<i>Fugu pardalis</i> 졸복	<i>Pempheris oualensis</i> 주걱치
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	<i>Girella punctata</i> 뱀에돔	<i>Pseudolabrus japonicus</i> 황늘래기
능성어	<i>Goniistius zonatus</i> 아홉동가리	<i>Pteragogus flagellifera</i> 어랭늘래기
<i>Halichoeres tenuispinnis</i> 늘래기	<i>Goniistius quadricornis</i> 여덟동가리	<i>Scorpaena izensis</i> 살살치
<i>Istigobius hoshinonis</i> 망둑어과	<i>Hexagrammos otaki</i> 쥐노래미	<i>Sebastes hubbsi</i> 우럭볼락
<i>Plotosus lineatus</i> 쓸종개	<i>Lethrinus nematacanthus</i> 줄갈돔	<i>Sebastes inermis</i> 볼락
<i>Scyliorhinus torazame</i> 두툽상어	<i>Microcanthus strigatus</i> 범돔	<i>Sebastes pachycephalus</i> 개볼락
<i>Seriola aureovittata</i> 부시리	<i>Ostracion immaculatus</i> 거북복	<i>Sebastes marmoratus</i> 솜뿔이
<i>Takifugu niphobles</i> 복섬	<i>Parupeneus chrysoleuron</i>	<i>Stephanolepis cirrhifer</i> 쥐치
<i>Upeneus bunsasi</i> 노랑촉수	<i>Parupeneus spilurus</i> 두줄촉수	<i>Takifugu poecilonotus</i> 흰점복
	<i>Pempheris japonica</i> 날개주걱치	<i>Takifugu vermicularis</i> 매리복
	<i>Prionurus microlepidotus</i> 쥐돔	<i>Thamnacoccus modestus</i> 말쥐치
	<i>Pseudoblennius percoides</i> 돌팍망둑	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이
	<i>Pterois lunulata</i> 쓸배감펍	
	<i>Raja kenjoi</i> 홍어	
	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	
	<i>Sebastes schlegeli</i> 조피볼락	
	<i>Seriola dumerili</i> 잣방어	
	<i>Seriola quinqueradiata</i> 방어	
	<i>Siganus fuscescens</i> 독가시치	

다. 종다양성

중문 종합관광단지과 인접한 하예동 연안에서 삼중망, 통발을 이용하여 채집한 어류 군집의 다양도를 조사 하였다. 이들이 계절별로 어떤 변화를 나타내는지를 알아보기 위하여 천해역 정점에 대한 종수, 개체수, 생물량 역시 다양도와 함께 나타내었다(Fig. 6).

출현종수의 월별변화는 '97년 7월과 '98년 9월에 높은 값을 나타내고, '98년 1월과 '99년 2월과 4월에 낮은값을 나타내었다. 그러나 전반적으로는 여름철에 많은 종들이 겨울철에 적은 종들이 출현하고 있음을 보였다.

출현개체수는 월별변화가 매우 심한 모습을 나타내고 있었으나, 전체적으로는 여름철이 많은 출현을 보였다. 삼중망에의한 개체수변화는 통발에서보다 변화범위가 크게 나타나고 있었다. 이는 채집방법의 특성상 통발은 정주성 어종이 많고, 삼중망은 비교적 이동범위가 넓은 어종들이 채집된 때문이라 판단된다.

생물량은 출현개체수의 변화양상과는 약간 다르게 나타나고 있었다. 처음 1년은 여름철이 겨울철보다 높게 나타나고 있었으나, '98년에는 오히려 여름과 가을철에 큰 변화의 폭과 더불어 높은 생물량을 나타내고 있었다. 그것은 체중이 무거운 쏨뱅이, 쥐치, 말쥐치 등의 종들이 그 계절에 많이 채집된 결과라 생각된다.

전체적인 다양도지수($1-\lambda$)의 범위는 0.52~0.9의 비교적 높은 범위를 보이고 있었다. '98년 5월, 10월과 '99년 2월에 일시적으로 낮은 값을 나타낸 것을 제외하면, 월별변화는 낮게 나타났으며 계절에 관계없이 높은 다양도를 나타내고 있었다. 삼중망으로 채집한 어류군집의 다양도가 통발로 채집한 어류군집에 비하여 큰폭의 변화를 나타내고 있다. 특히 '98년 5월과 '99년 2월 삼중망으로 채집의 어류군집은 계절에 따른 변화가 매우 컸다. 통발로 채집한 어류군집의 다양도는 일시적으로 낮은 값을 나타낸 '98년 5월을 제외한다면 처음 1년간의 어류군집이 나중 2년째 보다 다양하게 나타나고 있었으며 계절별 변화 특징은 없었다. 따라서 아직까지 중문연안역의 연안 어류군집은 계절에 큰 관계없이 전반적으로 다양한 모습을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

정점간 출현경향은 '98년 7월부터 '99년 6월까지를 비교하였다(Fig. 7). 출현종수는 외해역 정점이 '98년 7월에 최고치(24종)를 보인 후 점차 하강하다 '99년 3월에 최저치(9종)를 나타낸 후 다시 상승하는 경향을 나타내어, 저수온기 보다 고수온기에 많은 종이 출현하고 있었다. 천해역 정점의 출현종수는 여름철이 겨울철보다 많이 출현하고는 있었으나 출현변화가 미미하게 나타났다. 출현개체수는 천해역-외해역 정점 모두 여름철이 겨울철보다 많고, 특히 외해역 정점인 경우 그 변화양상이 더 뚜렷하였다. 천해역 정점인 경우 일시적으로 가을철('98. 9, 11)보다 겨울철에('99. 1) 많은 개체가 출현하고 있었다. 생물량은 월별변화가 심하여 뚜렷한 경향을 알 수는 없었으나, 외해역 정점인

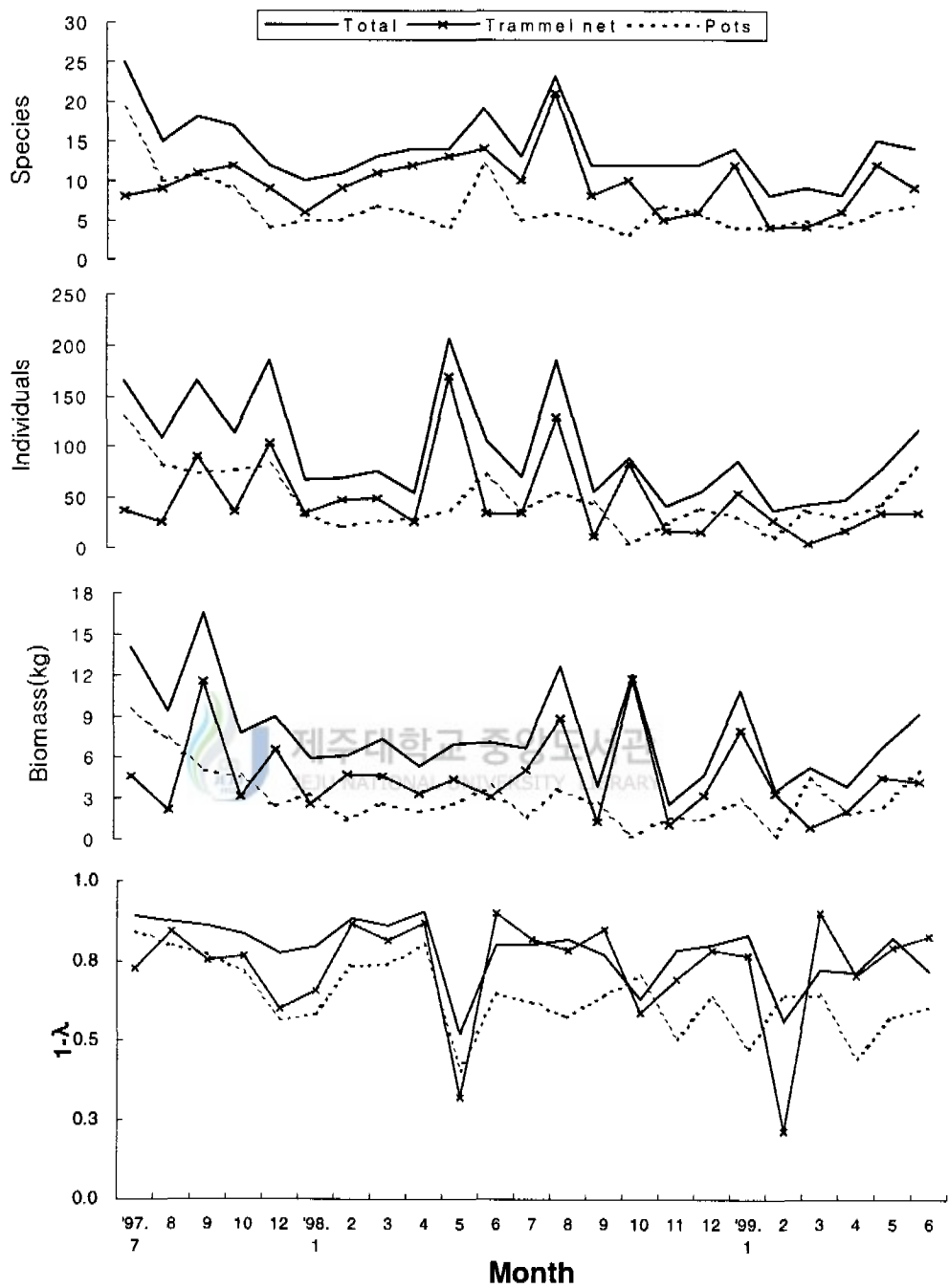


Fig. 6. Monthly variations of Number of species, Individuals, Biomass (kg) and Diversity ($1-\lambda$) at inshore sampling site.

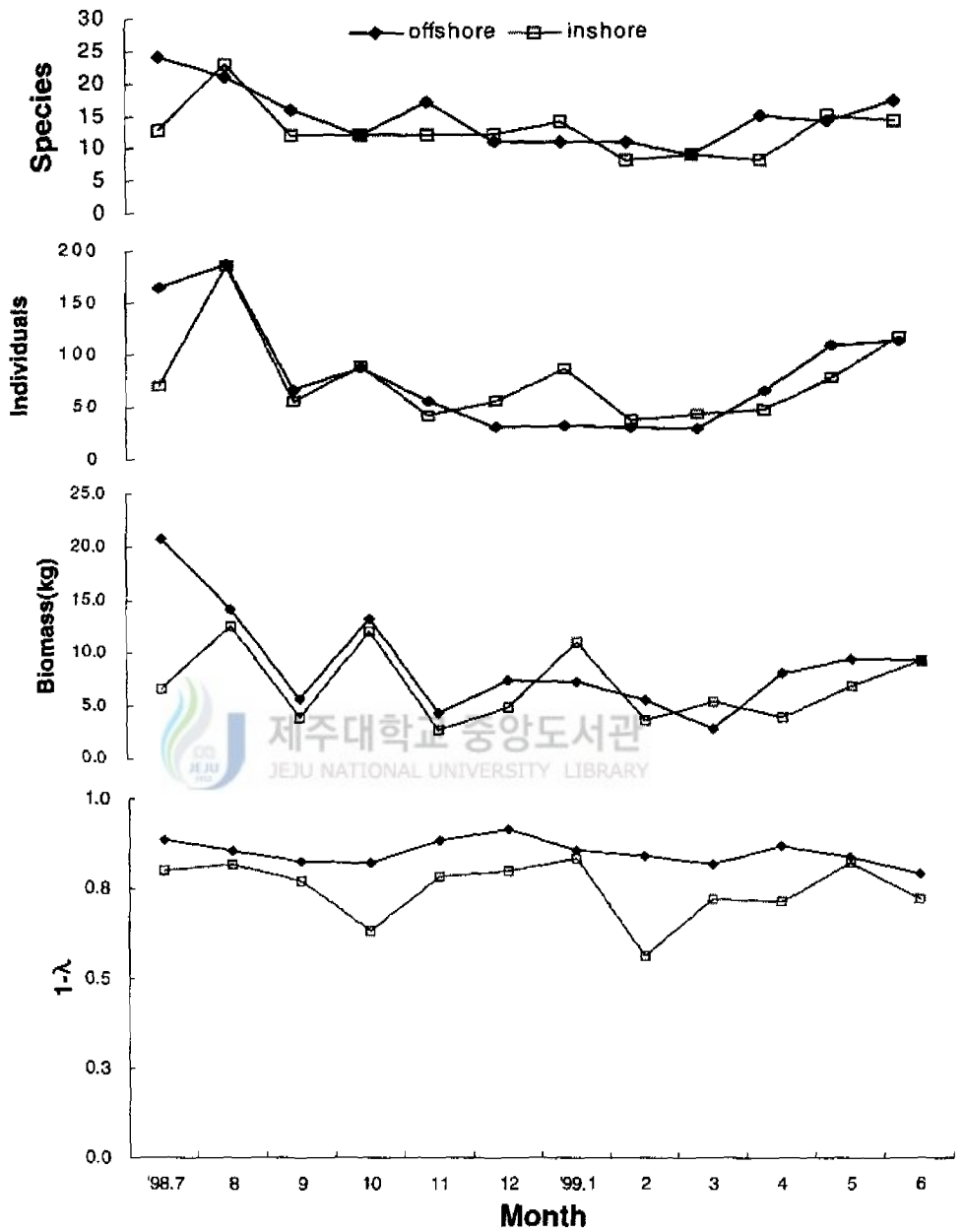


Fig. 7. Monthly variations of Number of species, Individuals, Biomass (kg) and Diversity ($1-\lambda$) at sampling site.

경우 대체적으로 여름철에 높은 생물량을 보였고, 천해역 정점은 월별변화가 심하여 뚜렷한 경향을 알 수 없었다. 다양성지수($1-\lambda$)는 외해역 정점에서 0.79 이상의 높은 값을 나타내었고, 월별 변화가 거의 없어 전월에 걸쳐 다양한 생물군집이 유지되고 있었다. 하지만 천해역 정점의 경우에는 0.63 이상의 비교적 높은 다양성을 나타내고 있었으나 꾸준한 경향을 나타내지는 않았다.

천해역 정점과 비교하여 외해역 정점의 어류 출현경향은 종수와 개체수, 생물량이 겨울철에 비하여 여름철에 높은 값을 보였고 천해역 정점은 월별변화가 심하여 계절별 출현특성이 뚜렷하게 나타나지 않았다.

라. 우점종의 출현과 환경요인간의 관계

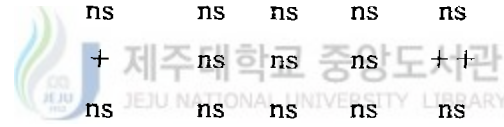
중문 종합관광단지과 인접한 하예동 연안에서 2년의 채집기간 동안 절반 이상의 출현을 보인 어종들을 대상으로 환경요인과 출현개체수간의 상관관계를 분석하였다. 절반 이상의 출현을 보인 어종으로는 붕장어(*Conger myriaster*), 아홉동가리(*Goniistius zonatus*), 쓸종개(*Plotosus lineatus*), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 어렁놀래기(*Pteragogus flagellifera*), 살살치(*Scorpaena neglecta*), 볼락(*Sebastes inermis*), 솜뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 독가시치(*Siganus fuscescens*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 흰점복(*Takifugu poecilonotus*)와 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)의 12종이었다. 어류의 출현과 환경요인과의 관계가 있는지를 살펴보기 위하여 수온, 염분, pH, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , TIN, SiO_2 , $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, DO, COD, SS, Chlorophyll *a*, 투명도의 14가지 항목과의 상관관계를 분석하였다(Table 6).

그 결과 쓸종개는 수온에 강한 양의 상관관계를 나타내고 있었고, 어렁놀래기도 양의 상관관계를 나타내고 있었다. 염분의 경우 쓸종개, 어렁놀래기, 말쥐치의 3종만이 음의 상관관계를 나타내었다. 아홉동가리와 살살치는 pH와 인산염에 강한 양의 상관관계를 나타내었고, 규산염에 대하여는 강한 음의 상관관계를 나타내었으며, 질산성 질소와 총 질소 항목에 대하여 음의 상관관계를 나타내어 그 출현이 수질환경과 가장 상관관계가 높게 나타나고 있었다. 그 외에는 어렁놀래기가 암모니아성 질소에 강한 양의 상관관계를, 수온과 투명도에 양의 상관관계와 염분에 음의 상관관계를 가져 수질환경에 비교적 영향을 많이 받는 것을 제외하면, 다른 어종들은 미미한 상관관계를 나타내어 본 연구해역의 우점어종들은 수질환경이 어류의 출현에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 추정되었다.

Table. 6. Spearman rank correlation between the dominant species and environmental factors.

	Temp.	Salinity	Transparency	Chl-a	COD	DO	NH ₄	NO ₂	NO ₃	pH	PO ₄	SiO ₂	SS	TIN
<i>Conger myriaster</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns
<i>Goniistius zonatus</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	++	++	--	ns	-
<i>Plotosus lineatus</i>	++	-	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns
<i>Pteragogus flagellifera</i>	+	-	+	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Scorpaena izensis</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	++	++	--	ns	-
<i>Sebastes inermis</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Siganus fuscescens</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Takifugu poecilonotus</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	-
<i>Thamnaconus modestus</i>	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns. $P > 0.05$; +, $0.05 \geq P > 0.01$; ++ or --, $0.01 \geq P > 0.001$; +++ or ---, $P \ll 0.001$.



마. 종간관계

종간출현관계를 알아보기 위하여 집괴분석(Cluster analysis)을 실시하여 dendrogram으로 도시하였다. 전체 채집정점과 채집정점별로 종간관계를 알아보기 위하여 천해역 정점과 외해역 정점에서 출현한 어류 전체를 대상으로 하여 2년간 채집한 개체들 중 절반이상의 출현을 보인 종들을 대상으로 하여 분석을 실시하였다(Fig. 8). 또한 1년간 외해역 정점에서 채집된 종간관계를 동일한 시기의 천해역 정점 자료와의 비교를 위하여 '98. 7월~'99. 6월의 채집시료를 구분하여 분석하였다. 그리고 각 채집방법별로도 채집되는 어종의 차이가 발생할 수 있으므로 채집방법별, 정점별 분석도 실시하였다(Fig. 9).

천해역과 외해역 전체를 대상으로 했을 경우에는 유사도 2.4에서 붕장어와 독가시치가 묶이기 시작하여 유사도 거리 35에서 황놀래기와 나머지 군들이 묶였다. 비교적 높은 수준인 유사도 거리 10을 기준으로 했을 경우에 6개의 군으로 구분이 되었으며, 붕장어와 독가시치의 제 1군에 아홉동가리, 흰점복이 연결되어 3개의 군을 여기에 살살치와 볼락의 제 4군이 연결되어 5개의 군이 형성되었고 쏨뱅이가 제 6군으로 묶여 하나의 군을 형성했다(Fig. 8A).

천해역 정점만을 대상으로 했을 경우에는 유사도거리 1.7에서 연결되기 시작하여 25.2에서 완전히 연결되었다. 유사도거리 10을 기준으로 구분했을 경우에는 아홉동가리, 독가시치의 제 1군에 볼락과 쏨뱅이가 연결되어 3개의 군을 형성하였고 여기에 어렁놀래기와 쏨종개의 제 4군이 연결되어 하나의 군으로 구분되었다(Fig. 8B)

외해역 정점 1년간의 분석결과는 유사도거리 2.3에서 묶이기 시작하여 18.3에서 완전히 연결되었다. 유사도수준 10을 기준으로 했을 경우에는 아홉동가리와 독가시치의 제 1군, 흰점복과 주걱치의 제 2군, 볼락과 살살치의 제 3군 그리고 쏨뱅이의 제4군으로 구분되었다(Fig. 8D).

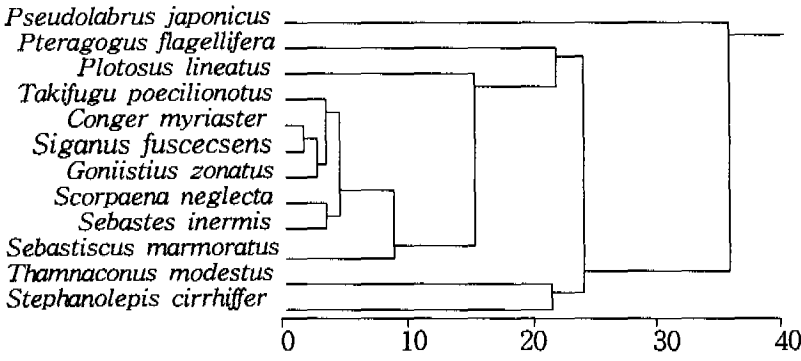
이에비해 같은 시기에 채집된 천해역 정점은 외해역 정점과 비교하여 낮은 유사도거리 1.4에서 묶이기 시작하여 24.9에서 완전히 연결되었다. 유사도거리 10을 기준으로 했을 경우에는 6개의 군으로 구분되었는데, 붕장어와 살살치의 제 1군에 아홉동가리, 다음으로 쏨뱅이, 독가시치, 볼락, 쏨종개가 순차적으로 연결되었다(Fig. 8C).

채집방법별 분석은, 천해역 정점 삼중자망으로 채집을 실시한 어종중 아홉동가리, 독가시치, 쏨뱅이, 볼락, 황놀래기가 유사도거리 3.8에서 높은 종간관계를 가지며, 말쥐치, 황놀래기, 쥐치는 비교적 연관관계가 멀게 나타나고 있었다(Fig. 9A). 외해역 정점에서 삼중자망으로 채집된 어종을 살펴보면, 흰점복, 주걱치, 아홉동가리, 독가시치, 황놀래

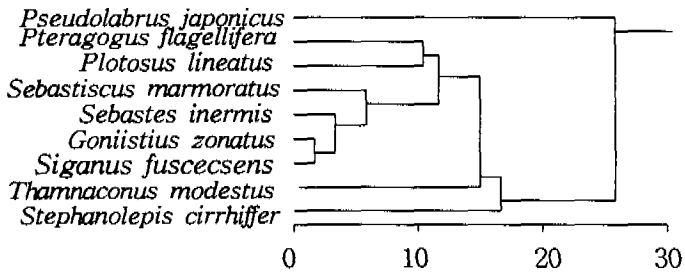
기, 쏘뱅이, 불락 그리고 살살치가 유사도거리 4.9에서 중간관계를 가지며 이 이외의 쥐치와 말쥐치는 비교적 중간관계가 약하게 나타나고 있었다(Fig. 9B).

통발로 채집된 어종을 유사도지수를 이용하여 연결시켜 보면, 천해역 정점에서는 쏘뱅이, 쓸종개와 어렁놀래기가 유사도수준 9.2에서 연결되며, 황놀래기와는 비교적 중간관계가 멀어지는 것을 알 수 있다.(Fig. 9C) 외해역 정점에서는 쏘뱅이와 쓸종개가 유사도수준 8.8에서 연결되며, 비교적 연관관계가 느슨한 모습을 보였다(Fig. 9D).

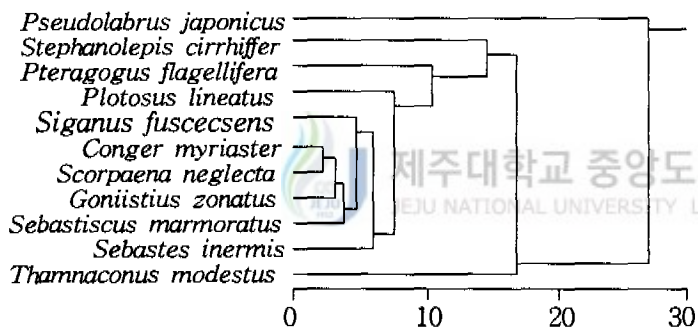
이상의 결과들을 종합하여보면 각 정점에서 독가시치, 봉장어, 아홉동가리, 살살치의 4종의 중간 유사도거리가 가장 가깝게 나타나고 있었다. 채집방법별 분석결과는 삼중자망의 경우 아홉동가리, 독가시치, 쏘뱅이, 황놀래기, 불락의 유사도거리가 가장 가깝게 나타나고 있었고, 통발의 경우 쏘뱅이와 쓸종개의 유사도거리가 가깝게 나타나고 있어 이들 어종들이 중문연안역에서 서로 큰 영향을 미치고 있음을 추정할 수 있다.



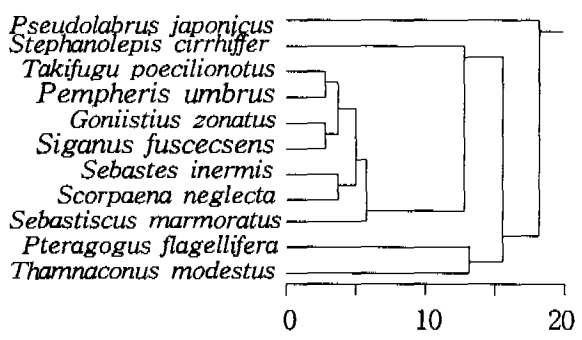
A



B



C



D

Euclidian Distance

Fig. 8. Dendrogram illustrating the species association of fishes in sampling area.
 A : Total, B : Inshore site, C : Inshore site(July 98~June99), D : Offshore site.

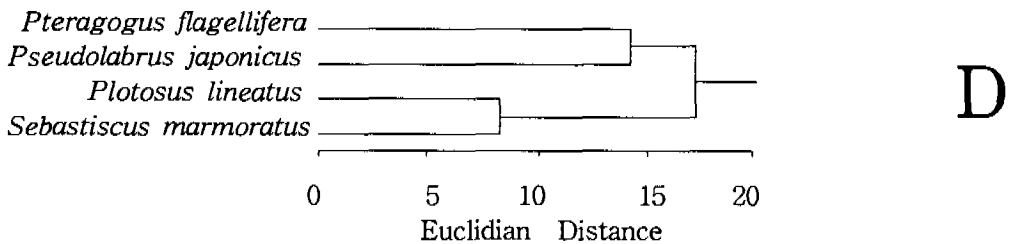
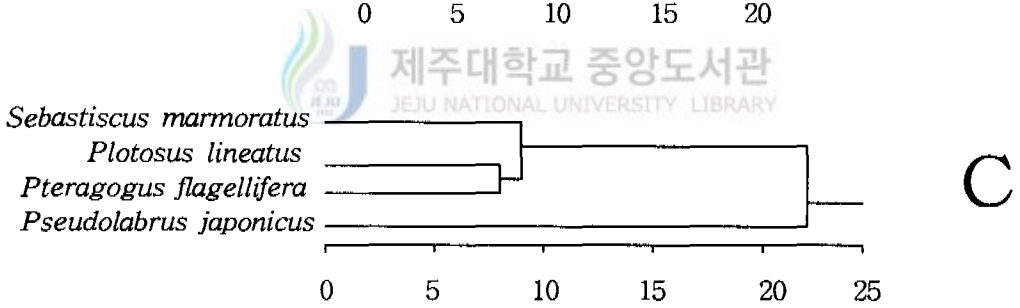
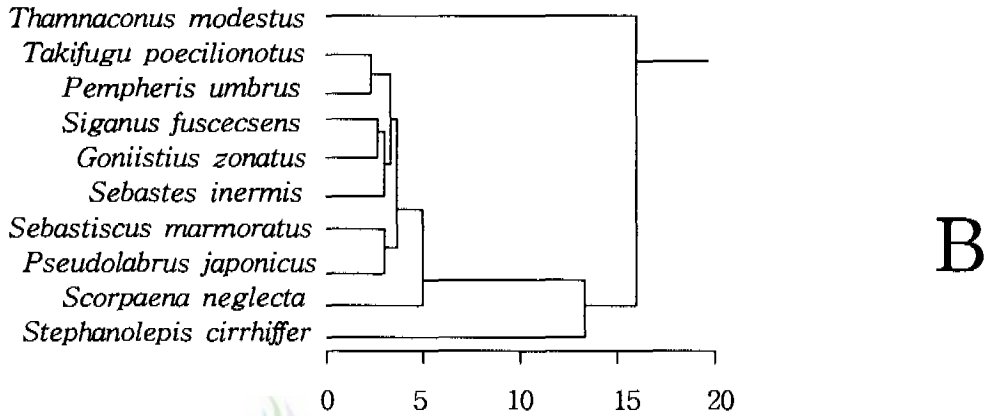
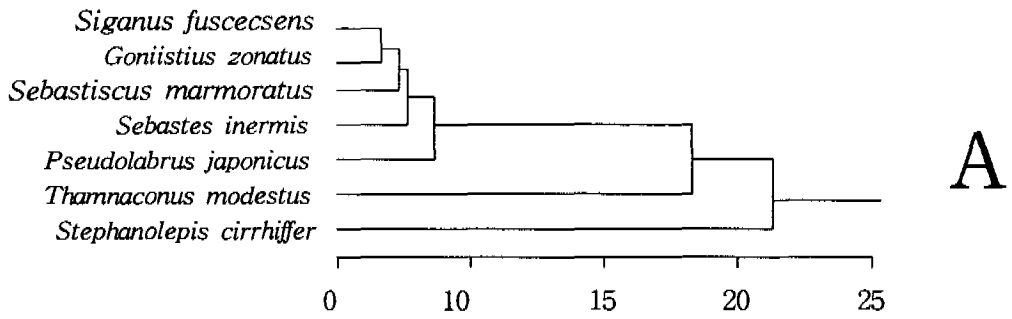


Fig. 9. Dendrogram illustrating the species association of fishes in sampling area.
 A : Inshore site by the trammel nets, B : Offshore site by the trammel nets, C : Inshore site by the pots, D : Offshore site by the pots.

2. 주요어종의 섭이관계

가. 쥐 치(*Stephanolepis cirrhifer*)

1) 체장과 체중분포

위내용물 분석에 이용된 쥐치의 경우, 표준체장(x)과 체중(y)간의 관계는 $y = 0.0512x^{2.8792}$, $R^2 = 0.9599$ 의 회귀관계를 나타내었다(Fig. 10). 표준체장의 범위는 전체적으로 7.1~20.7cm 범위를 보이고 있었으며, 평균 12.6cm를 나타내고 있었다. 최빈값은 표준체장 9.9cm로 나타나고 있어서 큰 개체보다는 비교적 작은 개체들이 더 많이 출현하였다. 체중 범위는 전체적으로 13.7~341.5g 이었으며, 평균 88.7g을 나타내었고, 최빈값은 29.0g 이었다. 월별 출현개체수는 '97년 12월에 가장 많은 출현개체수를 보이고 있었고, 월별 출현개체수의 차이가 심하나, 전반적인 경향은 여름철보다는 겨울철에 많이 출현하고 있었다.

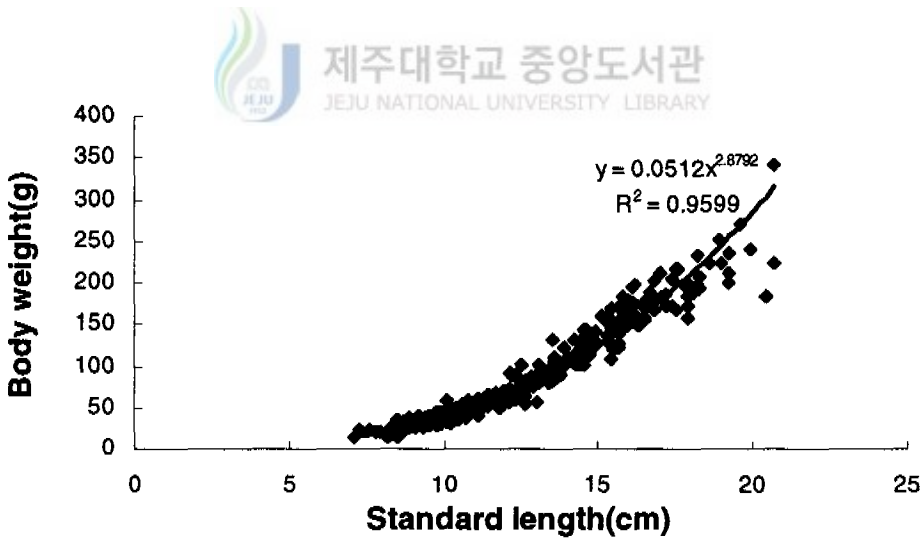


Fig. 10. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Stephanolepis cirrhifer*.

2) 먹이조성

쥐치의 소화계는 장과 확연히 구분되는 어종들과는 달리 식도에서 항문으로 연결되는 길다란 소화관으로 소화계를 구성하고 있어 위 보다는 장으로 보는 것이 좀더 타당할 것이다. 장내용물은 천해역 정점에서 삼중망으로 채집된 298개체를 대상으로 하여 조사했다. 출현한 섭이생물은 총 21과 37속 43종이 동정되었고 소화가 진행되어 동정이 불가능한 개체는 목 단위로 구분했고 톳, 미역, 감태 그리고 해면등은 분류군의 계수에서 제외하였다(Table 7).

종별로 섭이생물을 파악하기는 너무 복잡하므로 좀더 넓은 분류군 단위인 목 수준 혹은 강 수준으로 묶어서 살펴보면, 복족류가 총 12개과 17속 20종이 출현하여 가장 많은 종이 관찰되었고, 개체수면에서도 전체 동정된 먹이생물 중 절반 이상인 55.6%를 차지하여 이들이 주된 먹이생물일 것으로 추정된다. 이밖에는 단각류가 4과 11속 11종으로 섭식된 동물의 개체수면에서 9.8%를 차지하였고, 다음으로는 부족류, 다모류, 히드로충류, 다판류, 만각류 순으로 관찰되었다.

3) 섭이율과 먹이생물의 중요도지수

소화관내의 잔여먹이와 체중간의 비율인 섭이율로 쥐치의 섭식을 2년간에 걸쳐서 살펴봤다. 쥐치의 섭이율은 '97년 10월에 최고치를 보인 후 '98년 9월에 최저치를 나타내었다(Fig. 11). 섭이율의 변화는 '97년 여름, 가을철의 변화가 매우 커서 거의 1년동안 하강하는 추세를 나타내고 있었다. 하지만, 처음의 '97년 7월과 10월을 제외하고 생각한다면, 대체적으로 고수온기 보다는 저수온기에 섭식률이 높음을 알 수 있다.

개체수상의 먹이생물 중요도지수를 이용하여 분류군별 먹이생물의 중요도를 살펴보면, 동정된 먹이생물의 대다수를 차지한 복족류는 0.4 이하에서 유사한 수준을 형성하고 있었다(Fig. 12). 이는 비록 동정된 먹이생물 개체수의 55.6%를 차지하여 가장 많이 출현한 복족류가 압도적으로 높은 중요도지수를 나타내리라는 예상과는 다르게 나타난 결과는 복족류를 특정개체가 집중하여 섭식한 결과로 추정된다. 복족류 중에서는 원시복족류와 담치류가 중요하게 나타나고 있었고, 단각류와 다모류도 중요하게 나타나고 있었다. 먹이생물 중요도는 비록 어느 특정 분류군에 편중됨 없이 매우 다양한 분류군의 중요도지수의 수준이 거의 유사하게 나타나는 것으로 미루어 쥐치는 매우 강한 잡식성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉 섭이율과 비교하면 쥐치의 섭이특성은 연중 계속된 강한 잡식성이라 할 수 있을 것이다.

Table 7. Composition of food items in the digestive organs of *Stephanolepis cirrhifer*.

Food Items	'97.				'98.				'99.															
	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Porifera	+		+										+	+		+	+		+	+			+	+
Order Hydroidae																								
<i>Cytaeis uchidae</i>								5					8			6	3		10	13		6	3	9
<i>Naticidae</i>																2								
Unidentified Hydroidea	+					+																		
Order Archaeogastropoda																								
Acmaeidae																								
<i>Collisella sp.</i>																3			6					
<i>Acmaeapallida</i>																			11					
<i>Patelloida pygmaea</i>					11			+																
<i>Patelloida saccharina lanx</i>										1									5					
<i>Collisella heroldi heroldi</i>										32									191	138		8		
Trochidae																								
<i>Tristichotrochus koma</i>																			5					
<i>Trochus scellus rota</i>																2								
Patellidae																								
<i>Cellana toreuma</i>																			1		14		3	4
Vermetidae																								
<i>Serpulorbis imbricatus</i>																			2		1	1		
Potamididae																								
<i>Cerithidea rhizophorarum</i>																						1	1	
<i>Batillaria cumingii</i>																						1		
Fissurellidae																								
<i>Diodora sieboldii</i>										2														
Buccinidae																								
<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>																							1	
Muricidae																								
<i>Ceratostoma rorifluum</i>																								1



(Continued)

Food Items	'97. 7	8	9	10	12	'98. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99. 1	2	3	4	5	6		
Unidentified Archaeogastropoda					15													7						3	
Order Basommatophora																									
Siphonariidae																									
<i>Siphonaria japonica</i>					1																				
<i>Siphonaria sirius</i>								7																	
Unidentified Pelecypoda	2			10	5	1	3	21							6			54	3	1					
Order Pteriomorphia																									
Mytilidae																									
<i>Lithophage curta</i>						2			8																
<i>Modiolus margaritaceus</i>															38		18	35	9				5		
<i>Pollicipes mitella</i>																		2							
Order Mytiloida																									
Mytilidae																									
<i>Mytilus Coruscus</i>															15				2				3		
Order Ischnochitonida																									
Chitonidae																									
<i>Liolophura japonica</i>	3				4		5					1			2			6	7	1			2		
<i>Ischnochiton comptus</i>	4																								
Loricidae																									
<i>Lepidozona fuliginatus</i>	4																								
Unidentified Ischnochitonida	3						9	3																	1
Order Acanthochitonida																									
Acanthochitonidae																									
<i>Acanthochiton defilippi</i>																		1							
Order Octopoda																									
Octopodidae																									
<i>Octopusdofleini dofleini</i>			+															1							
Unidentified Errantia						2	2	4	1				8		18	7	3	29	21				3	2	
Unidentified Ostracoda																									3

(Continued)

Food Items	'97. 7	8	9	10	12	'98. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99. 1	2	3	4	5	6	
Order Cirripedia			+		+										1	32	2	7						2
Order Isopoda																			1					
<i>Cymodoce japonicus</i>	1																							
Unidentified Isopoda	1																		1					
Order Amphipoda																								
<i>Melita koreana</i>						1																1		
<i>Photis longicaudata</i>									1										1					1
<i>Ampithoe valida</i>									2						1				3					
<i>Elacmpus japonicus</i>						2													1			1		
<i>Eurystheus utinomii</i>															2				2					
<i>Eriopisella sechellenis</i>									2	2					1									
<i>Cerapus tubularis</i>									10	1														
<i>Ceradocus capensis</i>															2									
<i>Hyale grandicornis</i>						2																1		
<i>Ampithoe lacertosa</i>					1															1				
<i>Allorchestes plumicornis</i>						1	2								1									1
Unidentified Amphipoda			17			6	2	4					1	11	2				5	8		1	2	3
Order Euphausiacea	1																							
Order Brachyura																								
Grapsidae																								
<i>Pachygrapus crassipes</i>					1																			
Unidentified Brachyura					1										3				1	3	1			
<i>Undaria</i> spp.			+											+					+					+
<i>Hizikia</i> spp.				+	+								+	+					+					
<i>Eckionia</i> spp.															+				+	+				
Fish	+				+																			
Fish egg					+	+																		

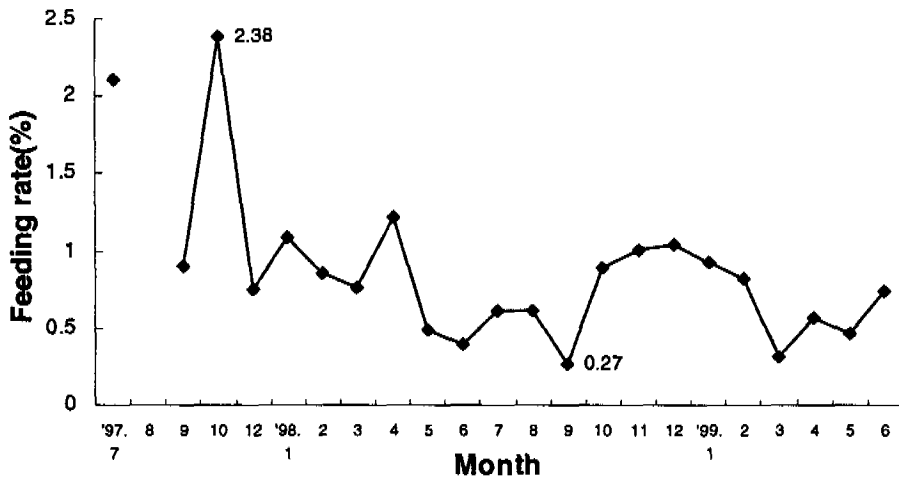


Fig. 11. Monthly variations of feeding rate of *Stephanolepis cirrhifer*.

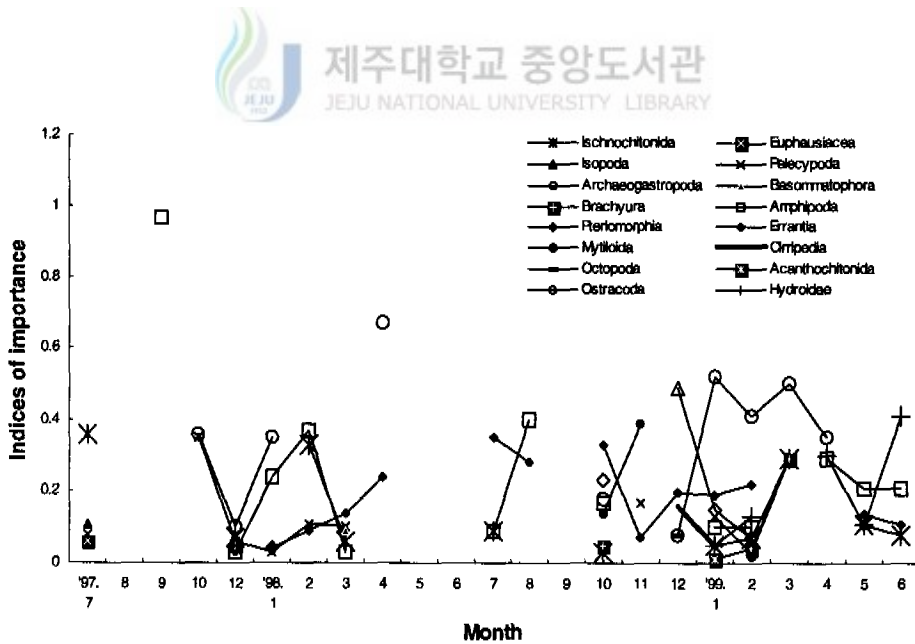


Fig. 12. Monthly variations of the importance of the food items in the digestive organs of *Stephanolepis cirrhifer*.

나. 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)

1) 체장과 체중분포

소화관내용물 분석에 이용된 말쥐치의 경우, 표준체장과 체중간의 관계는 $y = 0.0177x^{3.0269}$, $R^2 = 0.9601$ 의 회귀관계를 나타내었다(Fig. 13). 표준체장의 범위는 10.2~22.6cm 범위를 보이고, 평균 15.8cm를 나타내고 있었으며, 최빈값은 11.2cm 이었다. 체중 범위는 21.1~189.2g 이었고, 평균 84.8g을 나타내었으며, 최빈값은 48.2g으로 100g 이하의 개체들이 많이 출현한 것을 알 수 있었다. 말쥐치는 쥐치와는 달리 체장-체중 관계에서 2개의 group으로 구분이 되었는데 먼저 체장 10~15cm와 체중 15~62g의 비교적 어린 group과 체장 16~22cm와 체중 100~200g 등급의 비교적 큰 개체들로 양분되는 현상이 나타났다. 어린 개체는 삼중망에 의해 천해역 정점에서 많이 채집되었고 큰 개체는 외해역 정점에서 비교적 많이 출현하였다. 이는 삼중망 천해역 정점이 비교적 어린 개체들에게는 성육장으로 이용되므로써 동족간 체장별 서식지 분할이 이뤄져있음을 추찰할 수 있다. 월별 출현개체수는 '97년 12월에 가장 많은 출현개체수를 보이고 있었다. 월별 출현개체수의 차이가 심하여 계절별 특성을 파악하기는 힘이드나, 전반적인 경향은 처음 채집을 시작한 이후로 그 개체수가 확연히 줄어들고 있었다는 사실이다(Table 3).

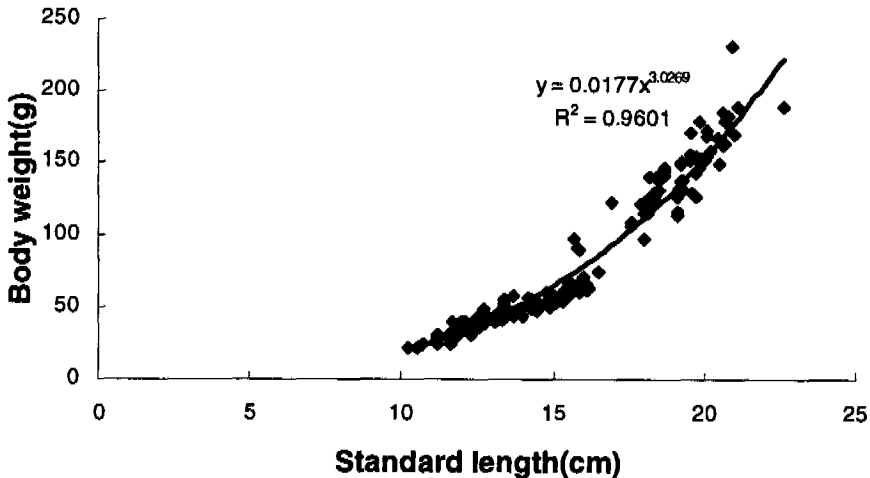


Fig. 13. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Thamnaconus modestus*.

2) 먹이조성

말쥐치 역시 쥐치의 소화계 구성과 매우 유사하여, 소화계는 식도에서 항문으로 연결되는 길다란 소화관으로 구성되어 있었다. 소화관 내용물은 천해역 정점에서 삼중망으로 채집된 149개체를 대상으로 하였다. 출현한 먹이생물은 총 8과 16속 18종이 동정되었으며, 소화가 진행되어 동정이 불가능한 개체는 목 단위로 구분했고 톳, 미역, 감태 그리고 해면등은 분류군의 계수에서 제외하였다(Table·8). 목 수준 혹은 강 수준으로 묶어서 살펴보면, 복족류가 총 4과 4속 4종, 요각류 1과 7속 8종, 단각류 1과 3속 4종 순으로 출현하고 있었다. 개체수면에서는 히드라충류가 전체의 25.5%를 차지하였고, 만각류 22.8%, 복족류 16.9%, 요각류 13.6%, 단각류 11.4%순으로 출현하고 있어서, 쥐치의 경우 동정된 먹이생물의 절반 이상을 복족류가 차지한 결과와는 대조적으로 특정 개체가 한가지 생물군을 집중적으로 섭이하지 않고, 여러 개체들이 다양한 생물군을 비교적 고르게 섭식 하였음을 알 수 있었다. 또한 쥐치와는 달리 저서성이기 보다는 부유성인 요각류를 비롯한 동물플랑크톤의 비율이 높아 쥐치와 먹이조성이 많은 부분 중복되지만 제한된 먹이에 대한 경쟁을 효과적으로 피하고 있음을 추정할 수 있다.

3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수



말쥐치의 섭식을 2년간에 걸쳐서 살펴보면, 섭이율은 '98년 1월과 9월에 높은 값을 보였으나 섭이율로 말쥐치의 섭이특성을 파악하기는 어려워 보인다(Fig. 14). 먹이생물을 분석한 결과 쥐치와는 달리 동물플랑크톤의 비율이 높게 나타나고 있어, 동정된 먹이생물의 개체수에 비하여 중량이 작은 먹이원으로 인하여 섭이율의 변화가 극심한 것으로 판단된다.

개체수상의 먹이생물 중요도지수를 이용하여 분류군별 먹이생물의 중요도를 살펴보면, 대부분의 분류군이 0.4 이하에서 형성되고 있었으며, 그중 복족류가 비교적 중요하게 나타나고 있었다(Fig. 15). 요각류, 단각류, 히드라충류 등도 간혹 높은 수치를 나타내기는 하는데 이들은 주로 겨울철에 섭식되고 있었다. 섭이율과 먹이생물 중요도지수를 통하여 말쥐치의 섭이특성을 살펴본 결과 가을철에는 다양한 생물군을 섭식하는 잡식성이 강한 것으로 보이며, 겨울철에는 특정 생물군을 집중 섭이하는 것으로 판단된다. 즉, 말쥐치는 연중 특정시기에 집중된 강한 잡식성을 나타내는 것이라고 할 수 있다.

Table 8. Composition of food items in the digestive organs of *Thamnaconus modestus*.

Food Items	'97.	8	9	10	12	'98.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99.	2	3	4	5	6
	7					1												1					
Poripera				+	+	+	+	+					+	+	+								
Unidentified Hydroidea		1												5	39					2			
Order Siphonophora																							
<i>Diphyes contorta</i>						2																	
Order Archaeogastropoda																							
Potamididae																							
<i>Cerithidea rhizophorarum</i>													2	3	8								
Haliotidae																							
<i>Haliotis discus</i>						1																	
Unidentified Archaeogastropoda	1		2				2									9							
Order Mesogastropoda																							
Lachrymacallosa																							
<i>Lachryma callosa</i>																							1
Order Pteriomorpha																							
Mytilidae																							
<i>Modiolus margaritaceus</i>					1																		
Order Anomalodesmata																							
Dentaliidae																							
<i>Antalisweinkauffi weinkauffi</i>																							6
Unidentified Errantia														2									
Unidentified Ostracoda																							1
Order Copepoda																							
Calanoida																							
<i>Calanus finmarchicus</i>						1																	1



(Continued)

Food Items	'97.	8	9	10	12	'98.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99.	2	3	4	5	6	
	7					1												1						
<i>Eucalanus subcrassus</i>					1										1									
<i>Calanus plymchrus</i>															1									
<i>Labidocera acuta</i>															2									
<i>Centropages elongatus</i>															4									
<i>Undeuchaeta plumosa</i>															1									
<i>Eucalanus attenuatus</i>															1									
<i>Controapges violaceus</i>															1									
Unidentified Copepoda					2									2	6					1				
Order Cirripedia					20								1		21									
Order Amphipoda																								
<i>Eurystheus utinomii</i>						1																		
<i>Heperia galba</i>															2									
<i>Paraphronima gracilis</i>															1									
<i>Hyperia galba</i>															1									
Unidentified Amphipoda					7								1		8									
Unidentified Brachyura								1			1		1	2										
Brachyura eggs					+																			
Unidentified Anomura															1									
Unidentified Echinodermata					1																			
Fish eggs					+		+																	
<i>Undaria</i> spp.		+		+	+			+						+	+							+		
<i>Sargassum</i> spp.				+			+																	
<i>Ecklonia</i> spp.															+									
<i>Hizikia</i> spp.					+								+	+	+									



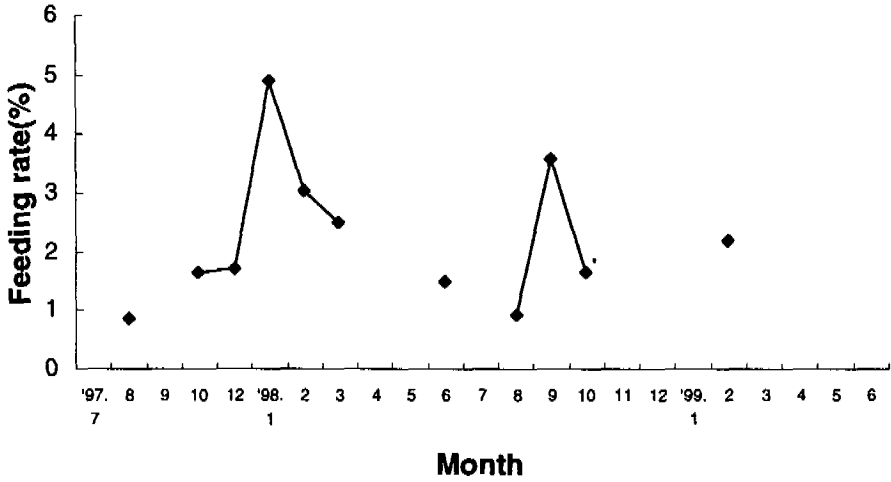


Fig. 14. Monthly variations of feeding rate of *Thamnaconus modestus*.

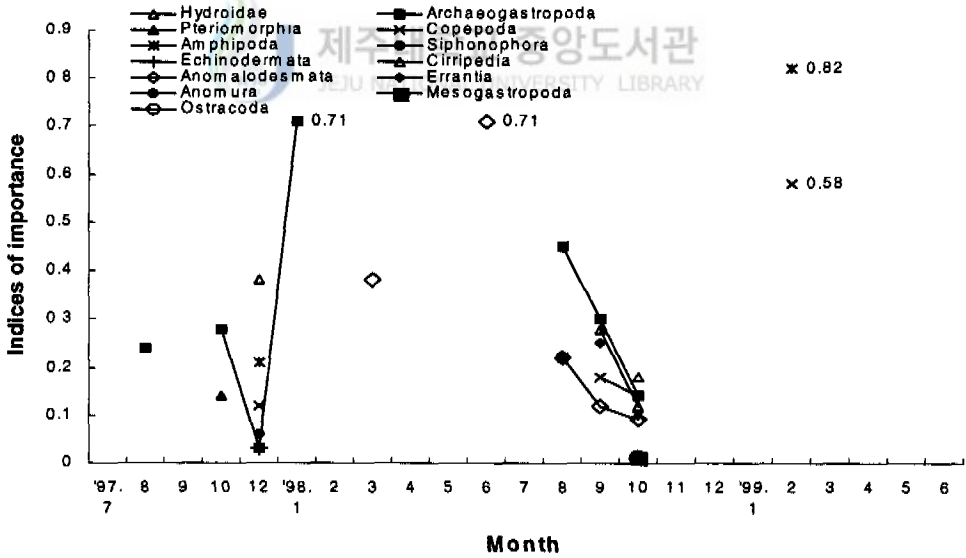


Fig. 15. Monthly variations of the importance of the food items in the digestive organs of *Thamnaconus modestus*.

다. 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*)

1) 체장과 체중분포

내만의 해조류가 많은 얕은 암초지대에 서식하는 소형종과 외양에 면해있는 깊은 곳의 암초지대에 서식하는 대형종으로 크게 구분되는 황놀래기의 경우(정, 1977), 표준체장과 체중간의 관계는 $y = 0.0733x^{2.6682}$, $R^2 = 0.804$ 의 회귀관계를 나타내었다(Fig. 16). 표준체장의 범위는 전체적으로 9.9~19.4cm 범위를 보이고 있었으며, 평균 16.1cm으로 표준체장 13~17cm의 개체들이 많이 출현하였다. 체중 범위는 전체적으로 23~188.21g 이었으며, 평균 124.7g으로 100~150g 사이의 개체들이 대부분을 차지하였다.

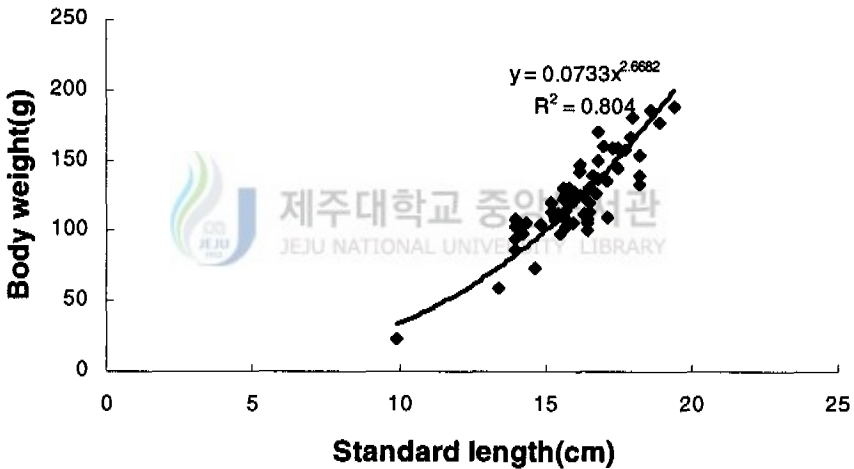


Fig. 16. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Pseudolabrus japonicus*.

2) 먹이조성

황놀래기는 쥐치, 말쥐치의 소화계 구성과 매우 유사하여, 길다란 소화관으로 구성되어 있지만 쥐치, 말쥐치보다 유문수가 발달하여 위를 구분하기가 용이한 편이었다. 하

지만 황놀래기 역시 위가 발달한 어류 보다는 덜 발달한 어종이므로 소화관내에 존재하고 있는 먹이생물을 분석하였다. 소화관 내용물은 천해역 정점에서 2년간 삼중자망으로 채집된 61개체를 조사했다. 출현한 먹이생물은 총 6과 8속 8종이 동정되었으며, 소화가 진행되어 동정이 불가능한 개체는 목 단위로 구분했다(Table 9). 동정된 먹이생물을 분류군단위로 묶어서 살펴보면, 복족류가 총 4과 6속 6종, 균부류가 1과 1속 1종, 게류가 1과 1속 1종으로 출현하고 있었고, 그밖의 다른 분류군들은 형태가 불분명하여 동정할 수 없었다. 동정된 먹이생물 개체수면으로 살펴보면 복족류가 전체 출현 먹이생물 가운데 58.5%를 차지하여 가장 우점하였다. 이는 복족류가 동정된 먹이생물의 55.6%를 차지한 쥐치와 거의 유사한 수준으로 나타나고 있어, 복족류에 대하여 쥐치와 먹이에 대한 경쟁관계가 성립됨을 추정할 수 있다. 또한 황놀래기는 동물플랑크톤의 비중이 높은 말쥐치와 달리 연안에 서식하는 가장 이용하기 쉬운 먹이자원인 복족류 및 균부류와 게류등을 선호하는 어종으로 판단된다.

3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수

황놀래기의 섭이율은 말쥐치와 마찬가지로 월별변화가 극심하게 나타나 섭이율의 경향을 파악하기 어렵다. 특히 월별로 꾸준하게 연결되지 않아 특성을 파악할 수 없었다. 그것은 비어있는 소화관이 많아, 황놀래기의 섭식을 파악하기는 곤란했던 것에도 기인한다(Fig. 17). 개체수상의 먹이생물 중요도지수를 이용하여 분류군별 먹이생물의 중요도를 살펴보면, 대부분의 동물군이 산발적으로 나타나 어느 하나의 생물군이 황놀래기의 먹이생물로서 중요한 위치를 점하고 있지는 않았다(Fig. 18). 따라서 동정된 먹이생물의 58.5%를 복족류가 차지한 개체수상의 비율과 비교하여 보면, 쥐치의 경우와 유사하여 특정 개체가 집중된 섭식을 한 결과로 해석된다. 다만 쥐치가 매우 다양한 생물군에 걸친 강한 잡식성을 추정할 수 있음과 비교하여, 황놀래기는 연중 꾸준한 약한 잡식성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Table 9. Composition of food items in the digestive organs of *Pseudolabrus japonicus*.

Food Items	'97. 7	8	9	10	12	'98. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99. 1	2	3	4	5	6	
Order Archaeogastropoda																								
Fissurellidae																								
<i>Diodora sieboldii</i>			2																					
<i>Tristichotrochus unicus</i>								7																
<i>Tugali vadososinuate</i>								2																
Mytilidae																								
<i>Mytilus coruscus</i>								1	2															
Acmaidae																								
<i>Notoacmea schrenckii</i>																								1
Unidentified Archaeogastropoda			3		1		3																	1
Order Mesogastropoda																								
Calyptraeidae																								
<i>Crepidula</i> sp.																								1
Order Ischnochitonida																								
Chitonidae																								
<i>Liolophura japonica</i>								3		2														1
Unidentified Ischnochitonida								1																
Unidentified Errantia										1														
Order Brachyura																								
Majinae																								
<i>Leptomithrax edwardsi</i>										2														
Unidentified Brachyura				1		1							1											1
Unidentified Anomura								1																
Unidentified Macrura				1																				
<i>Undaria</i> spp.																								
<i>Ecklonia</i> spp.																								+



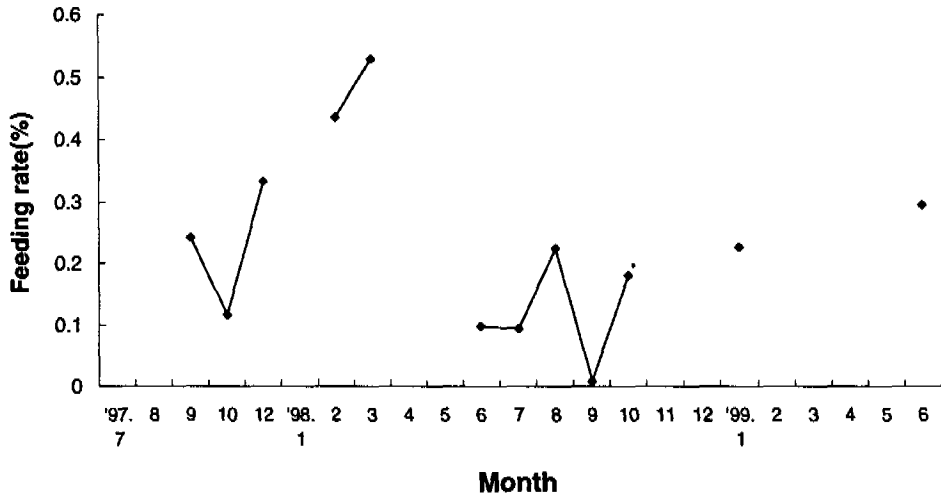


Fig. 17. Monthly variations of feeding rate of *Pseudolabrus japonicus*.

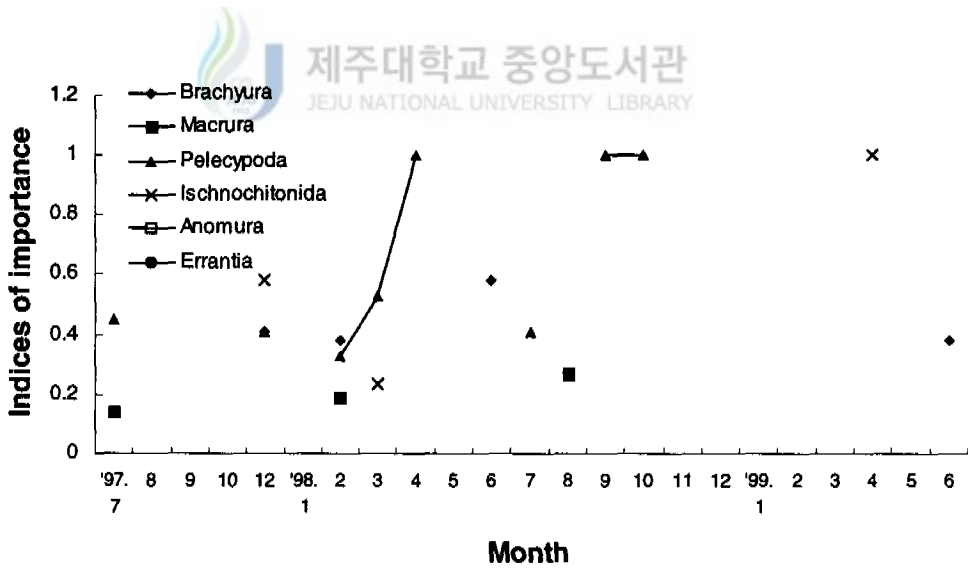


Fig. 18. Monthly variations of the importance of the food items in the digestive organs of *Pseudolabrus japonicus*.

라. 아홉동가리(*Goniistius zonatus*)

1) 체장과 체중분포

아홉동가리의 경우 표준체장과 체중간의 관계는 $y = 0.0108x^{3.2505}$, $R^2 = 0.9782$ 의 회귀관계를 나타내었다(Fig. 19). 표준체장의 범위는 전체적으로 13.2~29.2cm 범위를 보이고 있었으며, 평균 19.7cm, 최빈값은 19.5cm으로, 표준체장 17~20cm 사이의 개체가 많이 채집되었으나 전반적으로는 작은 체장어에서부터 큰 체장어까지 골고루 분포하고 있었다. 체중 범위는 전체적으로 54.5~680.1g(평균 205.3g)이었으며, 체중역시 전체적으로는 작은 체장군이 약간 많이 출현하는 특징(100~200g)이 있었다.

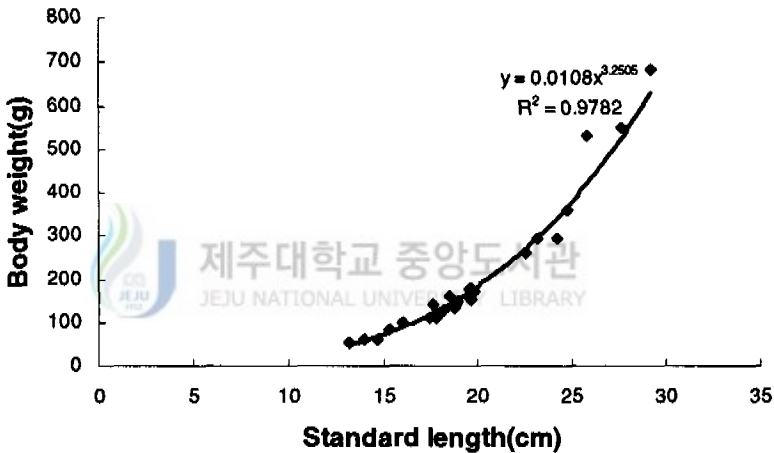


Fig. 19. Relationship of standard length (cm) and body weight (g) of *Goniistius zonatus*.

2) 먹이조성

아홉동가리는 쥐치, 말쥐치, 황놀래기와는 달리 위가 확연히 구분되어 있었다. 아홉동가리의 위내용물은 천해역 정점에서 2년간 삼중자망으로 채집된 29개체를 조사 하였다. 출현한 먹이생물은 총 6과 12속 12종이 동정되었으며, 소화가 진행되어 동정이 불가능

한 개체는 목 단위로 구분했다(Table 10). 동정된 먹이생물을 분류군별로 살펴보면, 다모류가 1과 3속 3종, 단각류가 1과 5속 5종, 계류가 1과 1속 1종, 부족류가 1과 1속 1종 그리고 복족류가 2과 2속 2종이 출현하고 있었다. 개체수면으로 살펴보면 단각류가 전체 출현 먹이생물 가운데 46%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다모류가 35%를 차지하여 이 두 분류군이 먹이생물의 대다수를 차지함을 알 수 있었다. 아홉동가리의 먹이생물 동정결과는 동물플랑크톤의 비중이 높은 말쥐치와 비교하여 보면, 단각류의 비중이 11.4%인 말쥐치보다 약 4배정도 비율이 높고 다모류가 35%로 계수되어 극히 적게 관찰된 말쥐치보다 그 비율이 훨씬 높게 나타났다. 이는 말쥐치와의 먹이경쟁을 피하기 위한 적응으로 해석할 수 있다.

3) 섭이율과 먹이생물 중요도지수

아홉동가리의 섭이율은 전체적으로 미미하게 나타났으나 '99년 5월에 갑자기 증가하는 모습을 보였다. 따라서 섭이율의 특성은 나타낼 수 없었다(Fig. 20). 개체수상의 먹이생물 중요도지수를 이용하여 분류군별 먹이생물의 중요도는, 대부분의 동물분류군이 불규칙적으로 나타났지만 높은 수준의 중요도를 가지고 있어서 어느 한 분류군이 집중적으로 섭식되는 것이 아닌 여러 분류군의 생물이 골고루 섭이되고 있음을 간접적으로 보여주었다(Fig. 21). 이러한 결과를 앞의 3 어종과 비교하여 보면 연중 강한 잡식성을 나타내는 쥐치, 연중 특정시기에 집중된 강한 잡식성을 나타내는 말쥐치, 비교적 꾸준하게 약한 잡식성을 나타내는 황놀래기와 비교하면, 아홉동가리의 식성은 일정시기에 편중된 비교적 약한 잡식성이라고 할 수 있을 것이다.

Table 10. Composition of stomach contents of *Goniistius zonatus*.

Food Items	'97. 7	8	9	10	12	'98. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	'99. 1	2	3	4	5	6	
Porifera																							+	
Unidentified Hydroida																								2
Order Mesogastropoda																								
Vermetidae																								
<i>Serpulorbis imbricatus</i>																							1	
Eratoidae																								
<i>Lachryma callosa</i>																							3	
Order Pteriomorpha																								
Arcidae																								
<i>Porterius dalli</i>																							2	
Order Errantia																								
<i>Rhynchonereella gracilis</i>																								1
<i>Naiades cantrainii</i>																								1
<i>Rhynchonereella angelini</i>																								1
Unidentified Errantia					1										5	5						2	4	
Order Amphipoda																								
<i>Eurystheus japonicus</i>					3											2								
<i>Hyale grandicornis</i>																								2
<i>Jassa falcate</i>																								6
<i>Allarchestes plumicornis</i>																						2		
<i>Nippochelura brevicauda</i>																						1		
Unidentified Amphipoda															2							3	2	5
Order Brachyura																								
<i>Leptomithrax edwardsi</i>																							1	
Unidentified Macrura															2									
<i>Undaria</i> spp.																								+



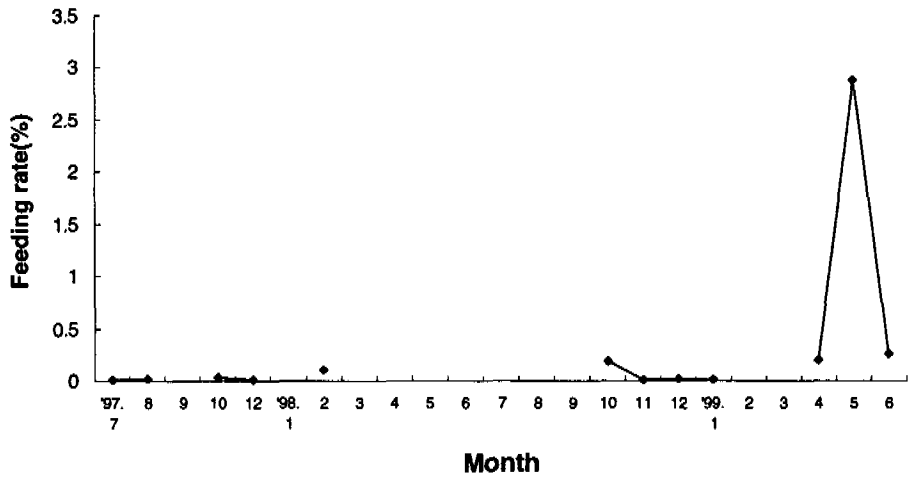


Fig. 20. Monthly variations of feeding rate of *Goniistius zonatus*.

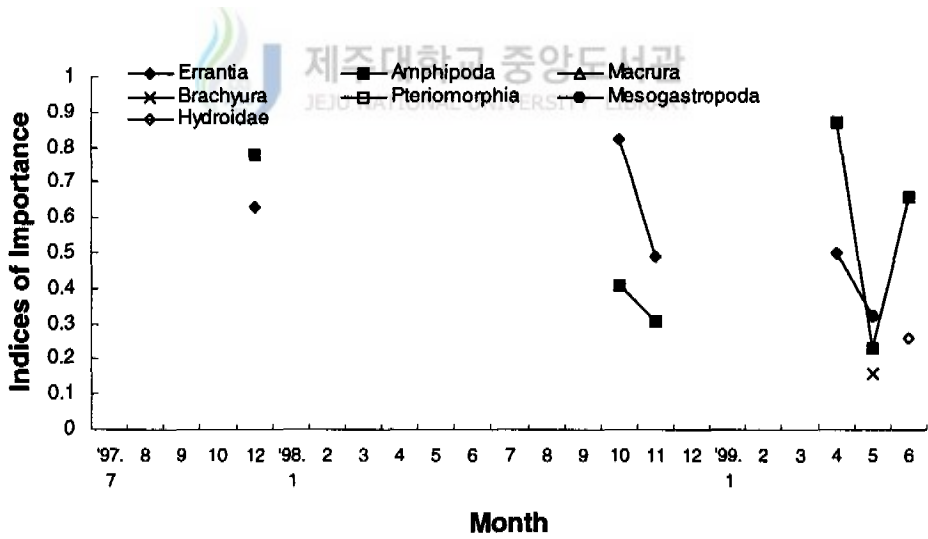


Fig. 21. Monthly variations of the importance of the food items in the stomach contents of *Goniistius zonatus*.

IV. 고 찰

어류군집에 있어서 해안선의 형태등 지형적 요인과 수온과 염분, 탁도, 용존산소등의 요인 뿐만 아니라 포식자, 먹이, 경쟁, 수생식물 등의 요인등을 포함한 환경요인은 중요하게 작용한다(Thiel *et al.*, 1995). 이러한 환경요인이 어류군집에 미치는 영향은 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 수온과 염분 등 자연적인 환경요인 이외에 인간활동에 수반되어 증가되는 환경요인들이 어류군집에 미치는 영향들에 대한 많은 연구들의 궁극적인 목적은 어류자원의 보존과 증대임을 분명히 하고있다(Marshall and Elliott, 1998).

장기간에 걸친 동물플랑크톤 군집과 동물플랑크톤식성 어류군집에 대한 연구에서 어류군집에 영향을 주는 요인으로는 환경요인 이외에도, 먹이생물과 경쟁등의 생물학적 요인 또한 중요하게 작용한다고 보고하고 있다(Johnson and Kitchell, 1996). 또한 호안 습지의 개발은 포식자를 피하여 미성어시기를 습지에 의존하는 많은 어류들에 영향을 주어 어류군집에 변화를 가져오게 하는 요인이 되기도 한다(Brazner and Beal, 1997).

본 연구에서도 하수종말처리장이 위치하여 환경변화가 우려되는 지역에서 수질환경에 대한 측정을 실시한 결과, 처음 1년보다 나중 1년의 수질환경이 좀더 양호하게 나타났다. 이는 하수종말처리장이 본격적으로 가동되면서 하수를 더욱 정화처리하여 방류한 영향으로 생각된다. 홍과 방(1998)에 의하면 중문 연안역은 연중 고온-고염의 대마난류수의 영향을 받고, 여름철 표층은 양자강 연안수의 영향을 받으며 저층은 황해 저층냉수의 영향을 약간 받고 있다고 보고하였다. 또한 여름철에는 하천가 하수종말처리장의 영향을 받고 있으며, 이런 이유로 중문연안역의 천해역에서 약간의 염분약층이 형성된다고 하였다. 본 연구해역의 우점어종 중 아홉동가리, 살살치 어렁놀래기가 수질환경과 비교적 높은 상관관계를 나타낸 것을 제외하면, 어류군집의 출현변화에 중요한 요인으로는 작용하지 않는 것으로 판단된다. 하지만 연안어류군집에 대한 연구들은 연안 천해역이 자치어의 성육장으로서 중요하게 작용하고 있음을 지적하고 있어서(신과 이, 1990 ; 고와 조, 1997 ; 이 등, 1997 ; 황과 이, 1999), 주변환경의 영향을 많이 받는 자치어의 경우는 많은 영향을 받고 있을 가능성이 있다.

조사기간동안 중문연안역에서 삼중자망에 의하여 채집된 어류는 총 65종 이었다. 같은 채집방법을 사용한 연구로는 삼천포 신수도 연안의 32종(김과 강, 1991), 동해 흥해 연안의 28종(황 등, 1997), 거제도 남부연안의 43종(차, 1999)이 출현하였다고 보고하고 있다. Otter trawl을 이용한 영일만 저어류 종조성 조사의 59종(이, 1999), 저인망을 이

용한 대천해수욕장에서는 35종(신과 이, 1990)과 26종(이 등, 1997) 평양만 대도주변 갈피밭에서는 61종(곽, 1997)이 출현하였고, 갯후리그물과 beam trawl을 병행하여 사용한 아산만 천해역의 43종(황과 이, 1999)이 출현하였다.

제주도의 경우에서도 소형 beam trawl을 이용하여 함덕연안 해초지에서의 채집은 58종(고와 조, 1997)이었으며, 북촌연안 정치망에서도 36종(고와 신, 1988), 조사지역과 인접한 화순연안역의 정치망에서는 36종이 채집되었다(고와 신, 1990). 또한 조사정점인 중문 하수종말처리장 방류수역에 대한 공동어장의 생물상 조사에서는 스쿠바다이빙 촬영과 통발, 삼중망을 병행하여 채집을 실시한 어류상 조사에서는 40종이 출현하였다고 보고하였다(이 등, 1998). 이러한 결과들은 통발은 해저에 붙어 살거나 해저 가까이에서 서식하는 대부분의 어종을 채집할 수 있고, 삼중망은 통발로는 유인할 수 없는 어종이나 표층성 혹은 중층성의 유영력이 비교적 강한 어종들이 채집되어 서로 보완된 채집을 실시한 결과로 해석되며, 본 연구에서 사용된 채집방법의 효율이 많이 뒤지지 않음을 알 수 있다.

어류의 출현 결과에서 다양도지수는 전반적으로 높게 나타나 아직까지 중문연안역의 어류군집은 다양한 모습을 나타내고 있었다. 출현종수, 개체수, 생물량은 여름철이 높게 나타나고 있었고, 통발에 비해 삼중망에 의해 채집된 어류의 월별변화가 심하였으며, 천해역 정점의 월별 변화가 외해역 정점보다 심하게 나타나 계절에 따른 어류의 천해역과 외해역 정점간 이동이 많음을 알 수 있다.

중문연안역에서 우점한 어종은 쓸종개, 황놀래기, 어랭놀래기, 썸뱅이, 쥐치, 말쥐치였으며 천해역 정점과 외해역 정점에서는 독가시치, 봉장어, 아홉동가리, 살살치가 우점하였고, 통발로 채집되어 미끼인 전갱이에 유인되거나 해저 가까이에서 서식하는 어종으로는 썸뱅이와 쓸종개가 우점하였으며, 삼중망으로 채집되어 이동범위가 비교적 넓은 어종으로는 아홉동가리, 독가시치, 썸뱅이, 황놀래기, 불락이 우점하여 이들 어종들이 서로 서식지나 먹이등에 대하여 큰 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

쥐치, 말쥐치는 식도에서 항문으로 연결되는 기다란 소화관으로 소화계를 구성하고 있어서 위를 따로 구별하기가 어렵다. 또한 황놀래기도 쥐치, 말쥐치보다는 유문수가 발달하여 위를 구분하기가 용이하지만 이 3 어종은 위가 덜 발달된 어종이어서 위를 따로 구별하기 보다는 소화관에 들어있는 먹이를 조사하는 것이 좀더 타당할 것이며, 박(1985)의 경우도 말쥐치의 장을 전부 절개하여 내용물을 분석하였다.

쥐치의 경우 섭취한 먹이의 절반이상이 복족류였으나, 개체수상의 먹이 중요도지수 및 섭이율 등을 종합하여 보면 대체적으로 고수온기보다는 저수온기에 섭이율이 높고, 섭식한 동물의 중요도지수가 유사하게 나타나고 있었다. 이러한 결과는 특정개체가 복

족류를 집중적으로 섭식하여 동정된 먹이생물의 수가 많은 것으로 생각되며, 다수의 동물군을 먹이생물로 연중 섭식한다고 할 수 있다.

이(1999a)에 의하면 쥐치의 생식소 발달이 3월부터 시작되어 6, 7월경에 주산란이 일어나지만 빠른 개체는 5월, 늦은 개체는 8월에도 산란하는 하계산란형에 속한다고 하였다. 섭이율의 변화를 이와 비교하면 Wootton(1990)은 몇몇어종의 경우 산란기에 도달하면 섭식활동이 중단됨을 지적한바 있는데, 쥐치의 경우 산란후인 10월부터는 많은 섭식을 나타내다 산란기에는 그 비율이 매우 낮게 나타나고 있었다. 즉, 생식소 발달이전인 5월까지의 섭이율이 높아 체내에 에너지를 축적하고, 산란기에는 섭식활동 보다는 산란활동에 집중하여 축적된 에너지를 소비하고, 산란기 이후에는 그동안 소비된 에너지를 보충하는 것으로 판단된다.

말쥐치의 경우 어린개체는 천해역정점에서, 큰 개체는 외해역 정점에서 많이 채집되어 서식장 분할이 이루어져 있었다. 소화관 내용물의 조성은 쥐치와 달리 여러 동물군이 고르게 관찰되었으며, 동물플랑크톤의 비중이 높았다. 박(1985)에 의하면 남해산 말쥐치는 요각류를 주된 먹이생물로 섭이하며 단각류, 개형류, 연체동물 등이 계절적 먹이원으로 출현하고 있으며, 동해산 말쥐치의 경우는 단각류가 연중 우점 먹이생물로 출현하고 있었으며, 요각류는 가을철에만, 십각류, 미충류 및 히드로충류는 계절적 먹이생물로 출현하고 있다고 보고하였다. 본 연구의 결과도 이와 유사하게 나타나고 있어서 히드로충류와 요각류, 단각류의 동물플랑크톤이 주요 먹이원으로 파악되었으나 저서성인 복족류도 중요한 먹이원으로 작용하고 있었다. 이는 같은 과 어류인 쥐치가 주로 저서동물을 섭식하는데 비하여 부유성인 동물플랑크톤을 많이 섭이하여 제한된 먹이에 대한 경쟁을 효과적으로 피하고 있음을 알 수 있다.

말쥐치의 경우 3월경부터 생식소가 활성화되면서 이른 개체는 4월부터 산란을 하지만 5월에 주산란이 일어나며, 6월에도 산란은 계속되지만 7월부터는 급속히 휴지기에 들어가는 춘·하계 산란형으로 구분되었다(이, 1999a). 말쥐치의 섭식도 이러한 산란주기와 연관되어, 산란 전에는 높은 섭이를 보여 에너지를 축적하고 있었으며, 산란기에는 섭이가 잘 일어나지 않았고, 산란 후 섭이가 다시 증가하여 산란기 동안 손실된 에너지를 보충하는 모습을 보여주고 있었다.

황놀래기는 동정된 먹이생물 중 복족류가 절반이상을 차지하여 쥐치와 거의 유사한 수준으로 나타나고 있어서 쥐치와 먹이경쟁을 벌이고 있음을 추정할 수 있으며, 이밖에는 군부류와 게류가 출현하고 있었다. 하지만 개체수상의 먹이생물 중요도지수는 복족류가 다른 동물군과 거의 유사한 수준으로 나타나 황놀래기 역시 특정개체가 집중하여 섭식한 결과로 판단된다.

이 등(1992)은 제주도 북방 함덕연안에 서식하는 황놀래기에 대하여 성장기(8~9월), 성숙기(9~10월), 완숙 및 산란기(10~12월), 회복 및 휴지기(12~7월)로 구분된다고 보고한 바 있다. 황놀래기의 섭이 또한 이러한 생식주기와 밀접한 관련을 맺고있어, 성숙기에서 산란기에 걸치는 기간 동안은(8~11월) 섭이가 저하되고 휴지기에는 증가되는 모습을 보여주고 있었다.

아홉동가리는 단각류와 다모류가 주된 먹이생물로 파악되어 단각류의 비중이 높은 말쥐치와 먹이에 대한 경쟁관계가 있는 것으로 판단된다. 앞의 3종의 어류의 섭이가 산란기와 밀접한 관계를 보여주고 있어서 아홉동가리 역시 산란기와 관련하여 에너지의 소모 및 보충의 섭이변화가 있을 것으로 판단되며 아홉동가리에 대한 생식주기 등의 연구가 필요하다.

이러한 위의 결과들을 놓고 보았을 때 쥐치와 황놀래기, 말쥐치와 아홉동가리의 관계는 먹이에 대한 경쟁관계에 놓여있고, 섭식은 산란주기와 연관되어 산란기 이전에는 높은 섭이율로 에너지를 축적하고, 산란기에는 섭식활동보다 산란활동에 집중하여 그동안 축적된 에너지를 소비하다가 산란기 이후에 그동안 손실된 에너지를 보충하는 것으로 판단된다.

이들 네 어종의 섭이특성은 잡식성이었으며, 쥐치는 연중 지속되는 강한 잡식성, 말쥐치는 산란기 전·후에 집중된 강한 잡식성, 황놀래기는 연중 지속적인 약한 잡식성을 나타내며, 아홉동가리는 특정시기에 편중된 약한 잡식성을 보이는 것으로 구분할 수 있다(Fig. 22).

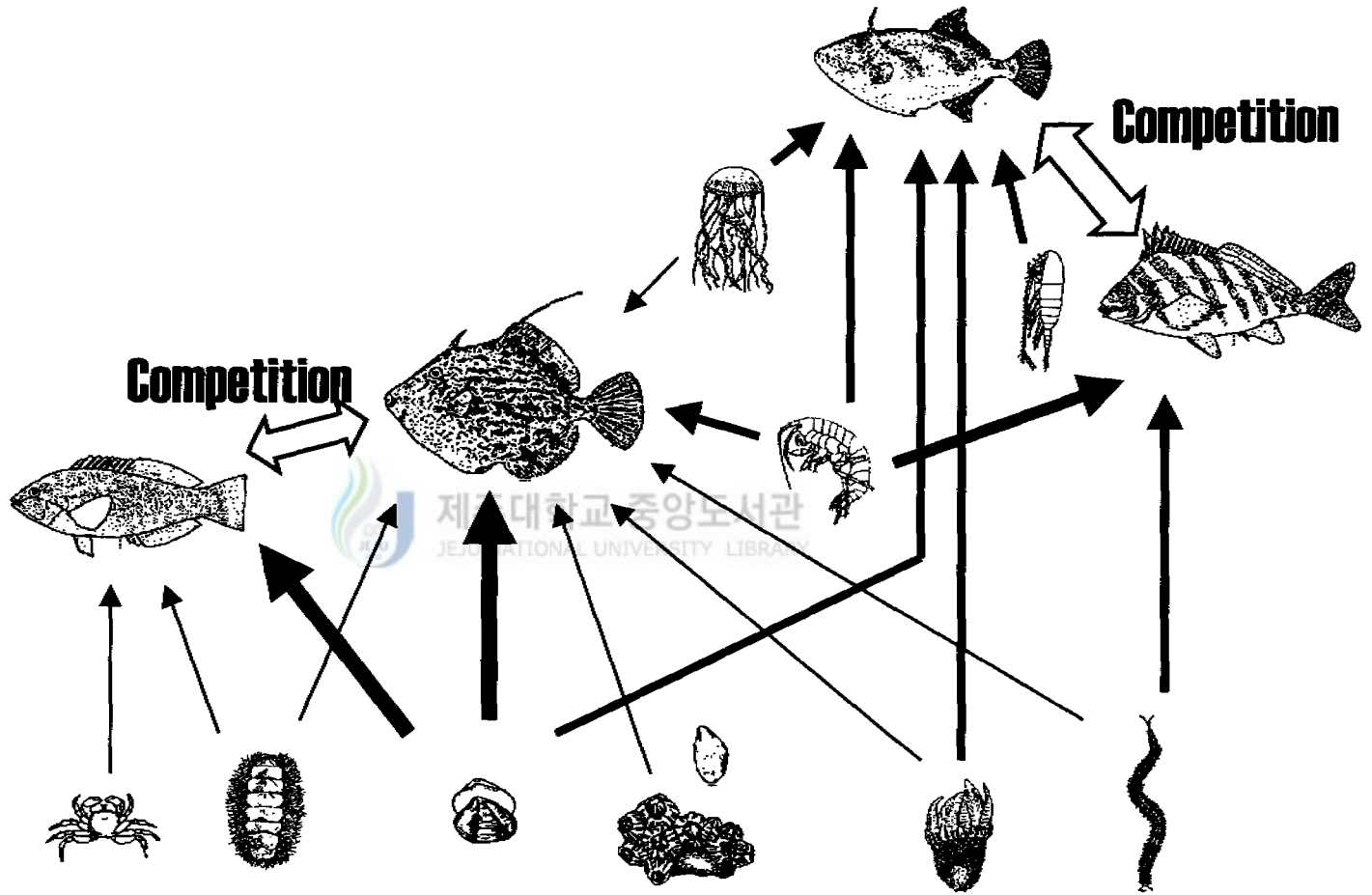


Fig. 22. Schematic diagram of the food chain in relation to the position of dominant species from Hayedong coastal water, southern parts of Cheju Island.

V. 요약

제주도 남부 중문연안역에서의 어류군집과 섭이생태를 파악하기 위하여 1997년 7월부터 1999년 6월까지 채집을 실시하였다.

채집된 어류는 총 2강 11목 38과 52속 65종이 동정되었으며, 양볼락과가 8종, 참복과 6종, 놀래기과 5종 순으로 출현하였다. 전체적인 출현경향은 대부분이 연안정착성 어류들로 구성된 어류상을 나타내고 있었다. 우점어종으로는 쓸종개(*Plotosus lineatus*), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 어렁놀래기(*Pteragogus flagellifera*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)와 말쥐치(*Thamnaconus modestus*) 6종 이었고 그외에는 산발적인 출현양상을 보였다. 특히 황놀래기는 개체수 면에서 전체의 23.5%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 쥐치가 14.1%를 그리고 어렁놀래기가 10.6%의 순으로 출현하고 있었다.

출현종은 전반적으로 여름철에 많은 종들이 겨울철에 적은 종들이 출현하고 있었다. 출현개체수는 월별변화가 매우 심한 모습을 나타내고 있었으나, 전체적으로는 여름철이 많은 출현을 보이고 있었다. 전체적인 다양도지수($1-\lambda$)의 범위는 0.52~0.9의 비교적 높은 범위를 보이고 있었으며, 계절에 관계없이 높은 다양도를 나타내고 있었다.

천해역 정점과 비교하여 외해역 정점의 어류 출현경향은 종수와 개체수, 생물량이 겨울철에 비하여 여름철에 높은 값을 보이고 있었다. 이에 비하여 천해역 정점은 월별변화가 심하여 계절별 출현특성이 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

환경요인과 어류군집의 상관관계 분석결과 쓸종개와 어렁놀래기는 수온과 상관관계를 나타내고 있었고, 염분의 경우 쓸종개, 어렁놀래기, 말쥐치의 3종만이 상관관계를 나타내었다. 아홉동가리와 살살치의 경우 그 출현이 수질환경과 가장 상관관계가 높게 나타나고 있었다. 그 외에는 어렁놀래기가 수질환경에 비교적 영향을 많이 받는 것을 제외하면, 다른 어종들은 미미한 상관관계를 나타내어 본 연구해역의 우점어종들은 수질환경이 어류의 출현에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 추정되었다.

집괴분석결과 종간 관계는 각 정점에서 독가시치, 봉장어, 아홉동가리, 살살치의 4종이 유사도가 높으며, 채집방법별로는 삼중자망의 경우 아홉동가리, 독가시치, 쏨뱅이, 황놀래기, 볼락이, 통발의 경우 쏨뱅이와 쓸종개의 유사도거리가 가깝게 나타나고 있어 이들 어종들이 중문 연안역에서 서로 큰 영향을 미치고 있음을 추정할 수 있다.

쥐치의 소화관에서 동정된 먹이생물은 총 21과 37속 43종이었다. 이중 복족류가 총 12과 17속 20종이 출현하여 가장 많은 종이 관찰되었고, 개체수면에서도 전체 동정된

먹이생물 중 절반 이상인 55.6%를 차지하여 이들이 주된 먹이생물일 것으로 추정된다. 대체적으로 고수온기 보다는 저수온기에 섭식률이 높았으며, 먹이생물 중요도는 특정 분류군에 편중됨 없이 매우 다양한 분류군의 중요도지수의 수준이 거의 유사하게 나타나는 것으로 미루어 쥐치는 매우 강한 잡식성을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

말쥐치는 쥐치와는 달리 체장-체중 관계에서 2개의 group으로 구분이 되었는데 어린 개체는 삼중망에 의해 천해역 정점에서 많이 채집되었고 큰 개체는 외해역 정점에서 비교적 많이 출현하였다. 이는 천해역 정점이 비교적 어린 개체들에게는 성육장으로 이용 되므로써 동족간 체장별 서식지 분할이 이뤄져있음을 추찰할 수 있다.

말쥐치의 소화관에서 출현한 먹이생물은 총 8과 16속 18종이 동정되었다. 섭이된 먹이생물은 복족류, 요각류, 단각류순으로 출현하고 있었으며 여러개체들이 다양한 생물군을 비교적 고르게 섭식하였음을 알 수 있었다. 특히 부유성인 요각류를 비롯한 동물플랑크톤의 비율이 높아 개체수에 비하여 중량이 작은 먹이원으로 인하여 섭이율의 변화가 극심한 것으로 판단된다.

황늘래기 소화관에서 출현한 먹이생물은 총 6과 8속 8종이 동정되었으며, 복족류, 군부류, 게류 순으로 출현하고 있었다. 동정된 먹이생물 개체수면에서 복족류가 전체 출현 먹이생물 가운데 58.5%를 차지하여 가장 우점하였다. 이는 복족류가 동정된 먹이생물의 55.6%를 차지한 쥐치와 거의 유사한 수준으로 나타나고 있어, 복족류에 대하여 쥐치와 먹이에 대한 경쟁관계가 성립됨을 추정할 수 있으며, 연안에 서식하는 가장 이용하기 쉬운 먹이자원인 복족류 및 군부류와 게류등을 선호하는 어종으로 판단된다. 먹이생물은 어느 하나의 생물군이 황늘래기의 먹이생물로서 중요한 위치를 점하고 있지는 않았다. 따라서 쥐치의 경우와 유사하여 특정 개체가 집중된 섭식을 한 결과로 해석된다.

아홉동가리의 위내용물에서 먹이생물은 총 6과 12속 12종이 동정되었으며, 다모류가, 단각류, 게류, 부족류, 복족류가 출현하고 있었다. 개체수면에서 단각류가 46%, 다모류가 35%로서 이 두 분류군이 먹이생물의 대다수를 차지함을 알 수 있었다. 아홉동가리의 먹이생물 동정결과를 말쥐치와 비교하여 보면, 단각류의 비중이 11.4%인 말쥐치보다 약 4배 정도 비율이 높고, 다모류가 35%로 계수되어 다모류가 극히 적게 관찰된 말쥐치보다 그 비율이 훨씬 높게 나타났다.

분류군별 먹이생물의 중요도를 살펴보면, 대부분의 동물분류군이 불규칙적으로 나타났지만 높은 수준의 중요도를 가지고 있어서 어느 한 분류군이 집중적으로 섭식되는 것이 아닌 여러 분류군의 생물이 골고루 섭이되고 있음을 간접적으로 보여주고 있다.

VI. 참고 문헌

- Allen, L. G. 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, California. *Fish. Bull.*, U.S., 80, 769~790.
- APHA · AWWA WPCF, 1985, Standard methods for the examination of water and wastewater.
- Bosley, T. R. 1978. Loss of wetlands on the west shore of Green Bay. *Trans. Wis. Acad. Sci. Art. Lett.* 66 : 235~245.
- Brazner, J. C. 1997. Regional, habitat, and human development influences on coastal wetland and beach fish assemblages in Green Bay, Lake Michigan. *J. Great Lakes Res.* 23 : 36~51.
- Brazner, J. C. and E. W. Beals. 1997. Patterns in fish assemblages from coastal wetland and beach habitats in Green Bay, Lake Michigan : a multivariate analysis of abiotic and biotic forcing factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 : 1743~1761.
- Johnson, T. B. and J. F. Kitchell. 1996. Long-term changes in zooplanktivorous fish community composition : implications for food webs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53 : 2792~2803.
- Keast, A. 1978. Trophic and spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake. *Environ. Biol. Fishes*, 3 : 7~31.
- Krieger, K. A., D. M. Klarer, R. T. Health and C. E. Herdendorf. 1992. A call for research on Great Lakes coastal wetlands. *J. Great Lakes Res.* 18 : 525~528.
- 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.
- Marshall, S. and M. Elliott. 1998. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber Estuary, U. K. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 46 : 175~184.
- Matsuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino. 1984. The fishes of

- the Japanese Archipelago. *Toika Univ. Press, Tokyo, Text and Plates.*
- Reeves, G. H., F. H. Everest and J. R. Sedell. 1993. Diversity of juvenile anadromous salmonid assemblages in coastal Oregon basins with different levels of timber harvest. *Trans. Am. Fish. Soc.* 122 : 309~317.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature, Lond.* 163, 688.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol-hypochloride method. *Limnol. Oceanogr.*, 14 : 779~801.
- Stephenson, T. D. 1990. Fish reproductive utilization of coastal marshes of Lake Ontario near Toronto. *J. Great Lakes Res.* 16 : 71~81.
- Thiel, R., A. Sepulveda, R. Kafemann, and W. Nellen. 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe estuary. *J. of Fish Biology.* 46 : 47~69.
- Tonn, W. M. 1985. Density compensation in *Umbra-Perca* fish assemblages of northern Wisconsin lakes. *Ecology*, 66 : 415~429.
- Weaver, L. A. and G. C. Garman. 1994. Urbanization of a watershed and historical changes in a stream fish assemblage. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123 : 162~172.
- Whillans, T. H. 1982. Changes in marsh area along the Canadian shore of Lake Ontario. *J. Great Lakes Res.* 17 : 255~269.
- Whillans, T. H. 1992. Assessing threats to fishery values of Great Lakes wetlands. In *Wetlands of the Great Lakes : protection, restoration, policies and status of the science. Proceedings of the International Wetland Symposium, 16~19 May 1990, Niagara Falls, N. Y. Edited by J. Kusler and R. Smardon. Association of State Wetland Managers, Inc., Berne, N. Y. pp. 156~165.*
- Wichert, G. A. 1995. Effects of improved sewage effluent management and urbanization on fish associations of Toronto streams. *North Am. J. Fish. Manage.* 15 : 440~456.
- Windell, J. T. 1971. Method for study of fish diet based on analysis of stomach contents, p. 219~226. In *methods for assessment of fish production in fresh waters, 3rd ed (T. Bagnel, ed.) Oxford, Blackwell Scientific Publications.*
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. *Chapman and Hall.*
- 岡田 要. 1981. 新日本動物圖鑑(中). 北隆館.

千原 光雄·村野 正昭. 1997. 日本産海洋 プラクトン 検索図説. 東海大學出版會.

- 고유봉, 신회섭. 1988. 제주도 북촌연안 수산자원 유영생물의 출현과 먹이연쇄에 관한 연구. I. 종조성과 다양도. 한국수산학회지, 21(3) : 131~138.
- 고유봉, 신회섭. 1990. 제주도 남부 화순연안 수산자원 유영생물의 종 조성과 다양도. 한국어류학회지, 2(1), 36~46.
- 고유봉, 신회섭, 정용진. 1989. 제주도 북촌연안 수산자원 유영생물의 군집구조와 먹이 연쇄에 관한연구. II. 주요생물의 식성. 제주대 해양연구논문집, 13 : 17~26.
- 고유봉·조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구. I. 종조성과 계절 변화. 한국어류학회지, 9(1), 48~60.
- 고유봉, 조성환, 고경민. 1997. 제주도 연안 해초지대의 어류군집에 관한 연구. II. 실비 늘치 (*Aulichthys japonicus* Brevoort)의 성장, 산란 및 식성. 한국어류학회지, 9(1), 61~70.
- 곽석남. 1997. 광양만 대도주변 잘피밭의 생물상과 어류의 섭식생태. 부경대학교 이학박사 학위논문.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적.
- 김종관, 강용주. 1991. 노래미, *Agrminus agrammus*의 일주섭식활동에 관한 수리적 접근. 한국수산학회지, 24(5), 315~326.
- 김종관, 강용주. 1991. 삼중자망에 의한 삼천포 신수도연안 천해어류군집의 구조. 한국수산학회지, 24(2) : 99~110.
- 김준택, 정동근, 노홍길. 1999. 제주도 한림연안 정치망 어장의 환경특성과 어획량 변동에 관한연구 III. 어획량변동과 환경요인. 한국수산학회지, 32(1), 105~111.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제14권 동물편(집게·게류). 문교부.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권 동물편(새우류). 문교부.
- 박병하. 1985. 한국근해 말쥐치의 자원생물학적 연구. 수진연구보고, 34 : 1~64.
- 신민철, 이태원. 1990. 대천해빈 파쇄대 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지, 25(3). 135~144.
- 이승중. 1999a. 제주도 남부 연안 쥐치류의 생식주기에 관한 연구. 제주대 이학석사 학위논문.
- 이영돈, 안철민, 이정재, 이택렬. 1992. 황늘래기, *Pseudolabrus japonicus*(Houttuyn)의 생식주기와 성전환. 제주대 해양연구논문집, 16 : 55~66.
- 이정재, 이기완, 최영찬, 이영돈, 송춘복. 1998. 중문하수종말처리장 방류수역에 대한 공

돔어장의 생물상 조사. 서귀포시.

이태원. 1999b. 영일만 저어류 종조성의 계절변동. 한국수산학회지, 32(4), 512~516.

이태원, 문형태, 최신석. 1997. 천수만 어류의 종조성 변화 2. 대천 해빈 파쇄대 어류. 한국어류학회지, 9(1), 79~90.

유종생. 1983. 원색한국패류도감. 일지사.

정문기. 1977. 한국어도보. 일지사.

차병열. 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11(2), 184~190.

황선도, 박영조, 최수하 · 이태원. 1997. 삼중자망에 의해 채집된 동해 흥해 연안어류의 종조성. 한국수산학회지, 30(1), 105~113.

황학빈, 이태원. 1999. 아산만 천해역 수심에따른 어류 종조성의 계절변동. 한국어류학회지, 11(1), 52~61.

홍창수, 방익찬. 1998. 제주도 중문 연안역의 물리해양 환경의 년변화. 제주대 해양연구 논문집, 22 : 57~67.



감사의 글

이 논문을 완성하면서 부족한 제자를 때로는 격려를 아끼지 않아 주시고 때로는 호된 질책으로 타성에 젖은 저를 이끌어 주신 고유봉 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 심사위원장으로서 이 논문을 깊은 관심을 갖고 조언을 아끼지 않아주신 이준백교수님과 심사위원이신 윤정수 교수님을 비롯하여 수질분석자료를 이용할 수 있도록 흔쾌히 허락하여 주신 최영찬교수님, 방익찬교수님 그리고 멀리 미국에게신 윤석훈교수님께도 감사드립니다.

항상 친형처럼 많은 도움을 주신 고경민 선배님과 좌종현 선배님께 감사드리며, 항상 옆에서 친구처럼 바쁜 와중에도 시간을 내어 도움을 주었고, 한겨울 매서운 눈보라를 맞으며 채집을 같이하고 밤새 실험을 같이한 승종에게 감사드리며 한밤중에 찾아와 자료정리를 해준 진필에게도 감사를 드립니다. 충환, 지형 그리고 지금은 졸업했지만 힘들어도 열성적으로 새벽까지 실험을 도와준 우석, 명희, 승현 그리고 생태학연구실 학생들에게도 감사드립니다. 또한 채집시에 수고를 아끼지 않고 도움을 주신 선배님이신 원상철 선생님께도 감사드립니다.