

# 해수관상어 양식기술 개발에 관한 연구

Studies on the Development of Aquacultural  
Technique in Marine Ornamental Fish Culture

2006. 2.

연구기관  
제주대학교

해 양 수 산 부

해수관상어 양식기술 개발에 관한 연구

Studies on the Development of Aquacultural Technique in  
Marine Ornamental Fish Culture

2006. 2.

연구기관  
제주대학교

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “해수 관상어 양식 기술 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 2월 20일

주관연구기관명 : 제주대학교

총괄연구책임자 : 노 섬

연구원: 이영돈, 최영웅, 김종수

박정호, 허성일, 운영석

송영보, 이치훈, 오주택

협동연구기관명 : 국립수산과학원

협동연구책임자 : 정민민

연구원:이정의, 이운호, 김성철, 김재우,

김경민, 양상근, 최미경

협동연구기관명 : 한국해양연구원

협동연구책임자 : 명정구

연구원: 김종만, 박철원, 홍경표

박용주, 최승민, 강충배

# 요 약 문

## I. 제 목

### 해수관상어 양식 기술 개발에 관한 연구

## II. 연구개발 사업의 목적 및 중요

세계 미래학회에서 발표한 21세기 10대 전망에 의하면 세계 인구는 2035년부터 증가추세가 멈추는 반면 애완동물의 수가 급격히 늘어날 것이라고 하였다. 애완동물이 어린이들의 정서 발달과 생명의 신비감을 일깨워 주는 교육효과가 높고 최근에는 독신자가 늘고, 핵가족화와 고령화 및 도심생활의 고독감, 인간소의 현상 등이 두드러지면서 적적함을 달래주는 데 적절한 방안으로서 또한 주 5일근무제에 따른 건전한 여가선용의 정서활동으로 아름다운 물고기와 바다의 신비를 가정에서 맛볼 수 있는 취미생활을 갖는 애호가들이 부쩍 늘어나게 된 것이 pet산업 발전동기가 되는 것으로 보고 있다. 이미 미국, 유럽, 일본을 비롯하여 최근에는 중국, 러시아까지도 펫 산업에 많은 관심을 보이고 있으며, 관련 산업이 빠르게 성장하고 있다.

현재 pet산업의 중심축의 하나인 총 관상어 산업적 가치는 약 US\$ 150억(15조원)에 달하며 전 세계 계 150만에서 2백만 인구와 미국에서만 60만 가구가 해수수족관을 보유하고 있는 것으로 집계되었다. 살아있는 바다생물을 공급 해주는 이 무역은 연간 2억~3억 3천 달러의 가치가 있는 세계적인 고부가 산업으로 전 열대지역에 걸쳐 확산되고 있다.

해수관상어류는 약 90%의 물고기종이 양식되고 있는 담수어종과 달리 거의 대부분이 야생에서 포획된 것들이다. 또한 인기어종일수록 남획에 의한 심각한 자원고갈현상을 초래하였고 더 심한 경우에는 멸종위기에 처한 품종이 속출하고 있다. 여기에 무질서한 공급체계와 함께 허술한 운반수단과 자원관리수단 등으로 생산국마다 어업의 강력한 규제, 수출종과 수출량의 제한 등으로 생산을 강력하게 통제하고 있어 수요의 증가와는 반대로 생산은 오히려 감소경향을 보이고 있어 인공종묘생산에 의한 양식기술의 개발의 필요성은 설득력을 더해가고 있다.

양식산업의 중요성은 비록 식량산업으로서 뿐만이 아니고 15조원을 넘는 총 관상어산업의 경제적 가치를 누구라도 부인할 수 없을 것이다. 저개발 지역과 연안 지역에 aquarium 산업에 대한 양식 생산의 경제적 이익을 위해 이것을 발전시킬 지속적인 노력이 필요하다.

최근 우리나라에 일고 있는 애완동물 열풍에 비추어 볼 때, 그 성장 잠재력은 무한하다고 볼 수 있다. 이와 같은 사회적 분위기에 힘입어 서울, 부산, 강릉, 여수, 제주 등의 대도시에 외자 도입에 의한 대규모의 공공 수족관의 건립이 추진되고 있으며 일반 민간

인들의 관심도 고조되고 있다. 그러나 이와 같은 시대적 사회적 배경과는 달리 관상 대상이 되는 생물은 아직까지 수입생물에만 의존할 뿐, 가장 기반이 되는 관상용 해수 어류 종묘의 국산화에 대한 기술 개발은 대상 생물의 분포, 서식 특성 파악과 함께 고도의 기술을 요하는 부분이 포함되어 있어서 현재까지 이 분야에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다.

우리나라 열대관상어류는 60여년의 긴 역사를 가지고 있지만 해수관상어류는 아직도 연간 100억 원 이상의 외화를 소모하면서 전량 해외로부터 수입되고 있는 실정이다. 식량을 위주로 하는 해수어류양식기술은 선진국수준에 있으면서도 관상어류부분에서는 이렇게 낙후되어 있는 것은 정부를 비롯한 국민들의 무관심에서 비롯되었다고 생각된다. 다소 때늦은 감은 있지만 정부의 R&D사업의 일환으로 해수관상어 양식기술개발에 관한 연구를 시작하게 될 수 있었다는 것이 매우 다행스러운 일이었다고 생각된다.

관련업계에서는 앞으로 5년 이내에 본격적인 수요층이 형성될 것으로 예측하고 있으며 국내에서 기술개발이 되었을 경우 생산된 어종에 대해서는 외국으로의 수출도 가능하여 업계의 기대와 요구가 매우 높다.

우리나라뿐만 아니라, 세계 각국의 해수 관상어 관련 업계에서는 인공 생산된 건강한 해수 관상어를 요구하고 있다. 그러나 현재 관상용으로 널리 이용되고 있는 해수 관상어의 인공 생산 기술 개발은 우리나라는 물론 세계적으로도 시작단계에 불과하지만 생산국의 여러 가지 자원관리와 환경보존을 위한 각종규제와 생산량제한을 강화하고 있는 반면 매년세계시장의 신장추세는 30%이상으로 추정되고 있어 미국을 비롯한 싱가포르 등에서 집중 연구를 시작하고 있는 실정이므로 이들에게 황금시장의 주도권을 뺏기지 않으려면 집약적이고 민첩한 대응책을 세워나가지 않으면 안 될 시점에 있다.

우리나라에서 연간 형성되는 관상어 관련 산업 시장은 거의 대부분 담수산인 열대어, 금붕어, 비단잉어 등을 중심으로 형성되어 있는데, 그 시장의 규모는 연간 수백억에 이르며, IMF 금융 위기 이전 국민의 소비도가 높은 시기에는 1,000억 원 이상의 시장이 형성된 경우도 있었다. 한편, 우리나라에서 소비되는 관상어 가운데 담수산 관상어종의 대부분은 국내에서 생산되어 소비되고 있으나 고가의 해수 관상어는 전량 수입에 의존하고 있으며, 그 수입액은 해가 거듭할수록 증가하는 추세이다. 이 증가 추세는 국민의 생활수준의 향상과 더불어 지속적으로 증가하고 있으며, IMF 금융 위기 이후에도 그 수입액은 계속 증가하고 있다.

이 연구에서는 우선 국내 해수관상어 양식기술개발을 위하여 대상어종의 선정기준을 수립하고 이 기준에 의한 우리나라에 분포하는 관상대상 어류의 목록을 체계적으로 정리하고 우리나라 연안에서 각종 어업을 통하여 출현하는 어종을 조사 파악하는 한편 수집된 관상대상 어류의 순치사육, 어미의 성숙제어기술, 번식생태, 생리 및 종묘생산기술을 비롯한 양식기술을 개발하여 2종 이상을 대량생산하는 기술을 확립하는 것을 목표로 하였다.

### III. 연구개발 내용과 범위

#### 1. 해수 관상어의 검색 및 채집 그리고 순치 사육

해수 관상대상 어류의 탐색과 더불어 다양한 관상어종을 채집하여 인공 시설에서의 사육 기술 확립

#### 2. 해수관상어 번식생리에 관한 연구

중요종의 성성숙 및 생식주기 조사

#### 3. 해수관상어 번식생태에 관한 연구

해수 관상어 어미 사육 기술 개발, 사육시스템 구축, 인공사육환경에서의 생태과악 및 산란생태 구명

#### 4. 해수관상어 인공 종묘생산

먹이생물, 산란주기, 산란습성, 인공부화 및 자치어 사육

#### 5. 해수 관상어의 대량 종묘 생산

주요 해수관상어류(2종)의 대량종묘생산

#### 6. 기술 보급 및 경제성 분석

생산기술의 업계보급을 위한 심포지엄개최, 학술대회 발표, 전시회참여 및 경제성분석

### IV. 연구개발 결과

#### 1. 해수 관상어의 검색 및 채집 그리고 순치 사육

##### 가. 검색 및 동정

관상 어류로 개발이 요구되는 128종을 분류하여 곱치류, 나비고기류, 실고기류, 양볼락류, 망둑류, 자리돔류, 놀래기류, 메도라치류, 복어류 등을 분류체계별로 정리하였다.

##### 나. 뜬 말 밑에 모이는 자치어 출현조사

경남 통영해역의 뜬 말에서 조사된 출현량은 모두 56종이었고 다이빙에 의한 수중 그물작업결과 포획이 가능한 크기는 1 cm급의 소형 자리돔 새끼로부터 34 cm 크기의 호박

돔 까지 매우 다양하였다. 또한 채포한 어종으로는 자리돔, 노랑자리돔, 세줄얼게비늘, 호박돔, 놀래기, 어렁놀래기, 용치놀래기, 파랑돔, 셋돔, 전갱이 새끼 등 작업 위치에 있던 대부분의 종들이었다.

#### 다. 순치사육

뜬 말에서 채집된 어류 중 2개월간 순치사육에 성공한 어종은 흰줄망둑, 배도라치, 3종의 볼락류와 그물코쥐치 등이었다.

### 2. 해수관상어의 번식생리에 관한 연구

제주연안에 서식하며 관상가치가 높은 노랑자리돔, 쓸종개, 등설망둑, 별망둑, 바닥문절을 대상으로 생식소중량지수와 생식소 발달을 기초로 한 생식주기를 조사하였다.

노랑자리돔의 경우, 수컷의 성숙 6-8월, 방정은 9월부터 관찰되었으나, 이시기의 암컷은 대부분 주변인기 단계의 난모세포가 차지하고, 일부 난세포질내에 난황구와 유구를 가지는 초기 성숙단계의 난모세포들이 소수 분포할 뿐 산란에 참여하는 성숙난은 볼 수 없었다.

쓸종개의 경우, 수컷의 성숙은 12-5월, 방정은 5-7월이었으며, 암컷의 성숙은 3-6월, 산란은 6-7월이었다. 산란시기의 포란 수는 최소 525개에서 최고 1,176개이었으며, 전장과 중량이 증가할수록 포란 수가 증가하였다.

등설망둑의 경우, 암컷의 성숙은 5-6월, 산란은 7-8월이었으며, 달 주기에 따른 산란리듬을 조사한 결과, 상현과 하현, 그리고 신월에 산란이 관찰되었다.

별망둑의 경우, 수컷의 성숙은 11-1월, 완숙 및 방정은 1-4월, 암컷의 성숙은 11-4월, 완숙 및 산란은 2-4월이었다. 산란시기의 포란 수는 최소 3,348개에서 최대 5,346개이었으며, 전장이 증가함에 따라 포란 수가 증가하였다.

바닥문절의 암컷의 경우, 완숙 및 산란은 2-4월이었으며, 산란시기의 포란 수는 최소 914개에서 최대 1,121개이었으며, 전장이 증가함에 따라 포란 수가 증가하였다.

### 3. 해수관상어의 번식생태에 관한 연구

#### 가. 개발대상어종의 선정기준 설정

해수관상어로서 선정기준은 보는 관점에 따라서 여러 가지로 나눌 수 있겠지만 일반적으로 세계시장에 인기가 높은 어종들을 대상으로 관상어로서 구비해야할 기준을 설정하였다.

## 나. 해수관상어 대상생물의 조사 및 채집

### (1) 뜬말 밑에 출현하는 자치어 조사

조사 기간 중 제주도 삼양해역에서 채집된 어류의 분류군은 과(Family) 수준까지 동정된 3종을 포함하여 총 8목 33과 54종이었다. 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.

채집된 어류 중 관상 대상종을 보면 동갈돔류(*Apogon* spp.) 중에서 채집된 종은 열돔가리돔(*A. lineatus*), 큰줄열게비늘(*A. kiensis*) 및 줄도화돔(*A. semilineatus*)이 있었고, 7월에 전체 동갈돔류 개체수의 94.4%가 채집되었다.

자리돔류(Pomacentridae) 중에서는 줄자돔(*Abudefduf sordius*), 해포리고기(*A. vaigiensis*) 및 자리돔(*Chromis notatus*)이 출현하였다. 관상 대상종 중에서 그물코쥐치는 가장 많이 채집된 종으로 7월부터 출현하기 시작하여 12월까지 오랜 기간에 걸쳐 출현하였고, 8월에 전체 출현 개체수의 97.2%가 나타났다.

### (2) 통발조사 결과

제주도 삼양 앞 수역에 설치한 스프링통발에서 어획되는 어종은 모두 12과 22종이었으며 대부분이 연안 정착성어류로서 대규모의 관람형 수족관에서는 관상대상이 될 수 있을 것으로 생각되지만 일반적인 관상어류로서 애어가 들의 관심을 끌 수 있는 것으로는 놀래기과 어류와 쏨종개, 자리돔류 등이 출현하였다. 이 중 놀래기류와 쏨종개는 주년 어획이 가능하였다.

### (3) 타이드풀과 낚시조사

2001년 10월 이후 2003년 7월 사이에 조간대의 타이드풀에 출현하는 자치어에서 관상 대상어종은 6월부터 7월 사이에 해포리고기, 동갈자돔, 줄자돔, 은잉어, 범돔, 등설망둑 등이 다수 출현하였다.

가을 이후 겨울 사이의 낚시에 어획되는 어종은 모두 16과 21종으로 놀래기류를 제외하면 대부분이 식용어로서 관상 가치가 적은 어종으로 조성되었다.

### (4) 먹이붙임 및 순치사육

외부에서 들어오는 물고기를 안정적으로 먹이붙임을 하는 것은 매우 중요하며 먹이 붙임에 있어서 지켜야할 요소를 정리해보면



- ① 크기별로 선별한 다음 가능하다면 많은 수를 수용하여 먹이 다루기를 하는 것이 효과적이다.
- ② 야생에서 채집된 대형어 일수록 먹이붙임에 시간이 많이 소요되었다.
- ③ 먹이 다루기가 잘된 사육어류를 같이 수용하여 먹는 것을 모방할 수 있도록 하면 효과적이다.
- ④ 먹이공급은 주변을 조용하게 하여 어류가 안정된 분위기에서 먹이를 알아 볼 수 있도록 천천히 주어야하며 수조위에서 빠른 몸짓이나 손짓은 물론 큰소리를 내지 않도록 주의해야한다.
- ⑤ 먹이 붙임을 하는 수조의 수질은 언제나 적절해야하며 먹이를 준 다음에는 바닥에 침전한 먹이나 어류의 배설물 등을 깨끗하게 소제하여야한다.
- ⑥ Banggal cardinal fish, *Pterapogon kauderni*와 같은 어류는 처음부터 생사료를 먹이거나 먹이생물을 주어서 길들이면 잘 딸아 오는 편이지만 배합사료로 전환하는 것은 매우 어렵기 때문에 주의해야 한다.

#### 4. 해수관상어 인공 종묘생산

##### 가. 흰동가리돔류의 종묘생산

###### (1) 가계형성

Clown fish의 대부분은 전장 5 cm 이상으로 자라면서 짝짓기를 위한 가계형성단계로 들어가며 이 시기에 영역다툼이나 세력다툼에 의한 투쟁으로 폐사가 일어난다. 처음 가계형성을 위하여 수용할 때에는 미리 대중소의 적절한 크기를 동시수용하고 비슷한 크기를 같이 수용하는 일은 매우 위험한 사태를 조성하는 일이 된다. 또한 가계형성에서 도외시된 개체는 가급적 빨리 제거해주는 것이 좋다. 그러나 경합이 없이 이루어지는 가계에는 암컷만이 짝지어져 있는 일이 생길 수 있으므로 지속적인 관찰이 필요하다.

###### (2) 산란과 알 관리

짝짓기가 성공적으로 끝난 쌍은 어중에 따라 다소 차이는 있으나 크기를 제외한 외형상 명확한 암수의 특징은 없다. *A. clarkii*를 제외하면 대부분의 경우 수컷이 암컷에 비하여 다소 작거나 2/3정도의 크기에 해당된다. 짝짓기가 끝나 산란 동지에 두 마리가 나란히 들어가 사이좋게 행동을 하면 성공적이라고 볼 수 있지만 암수가 각기 따로 지내던지 서로공격을 자주 심하게 하는 경우라면 재검토를 해야 한다. 산란기가 가까워진 암수는 각기 산란동지주변을 청소하는 일부터 시작하여 특이한 행동을 시작한다. 산란은 대부분의 경우 초산인 경우에는 오후 해질 무렵에 일어나지만 2년째의 어미는 오전 중에도 산

란하였다.

산란은 약 1시간 정도로 진행되며 먼저 암컷이 일렬로 알을 10여개정도를 붙이면 뒤를 따라 수컷이 수정을 하는 형태로 진행한다. 산란이 완전히 끝나면 알의 관리는 주로 가슴 지느러미와 입으로 알을 가만히 무는 듯한 행동을 하거나 부채질을 하는 형태로 수류를 일으켜 산소의 공급과 알에 붙는 불순물을 제거하며 종종 암수가 같이 관리를 하는 경우도 있지만 대부분이 수컷 몫이 된다. 산란 후 알을 먹어버리는 경우가 있는데 이때는 어미의 영양문제이거나 수정율이 나빴을 경우에 일어났다.

### (3) 산란량

초기산란에서 산란이 거듭될수록 산란수는 증가하는 추세였고 종에 따라서 같은 종 이라 할지라도 어미의 크기에 따라서도 차이가 있다. 즉, 체형이 가장 작은 *A. ocellaris*는 121-520개 범위로서 개체에 따라 산란횟수의 증가에 따라 차이가 있었으며 보다 대형종인 *A. melanopus*는 138-623개, *A. polymnus*는 103-1257개, 가장 대형인 *P. biaculeatus*는 583-2256 (평균  $1763.9 \pm 427.9$ )개의 범위였다.

### (4) 알의 특성

4종의 Clownfish의 알의 특성을 정리하면 모든 종의 산란된 알 색은 선명한 주홍색이지만 어미의 영양 상태나 조건이 좋지 않으면 백색에 가까운 연한 오렌지색일 때도 있다. 산란된 알 덩어리는 타원형이거나 원형을 이루나 너무 넓은 면적에 산발적으로 붙이는 경우는 수정이 잘 되지 않아 실패하는 경우가 많다. 알의 모양은 다소 타원형을 띤 땅콩모양이며 알의 한쪽 끝에 있는 부착사를 이용하여 알을 기질에 부착시키는 분리 부착란 이었다. 알의 크기는 거의 비슷한 크기로 *A. ocellaris*는 장경  $2.23 \pm 0.06\text{mm}$ , *A. melanopus*는  $2.31 \pm 0.15\text{mm}$ , *A. polymnus*는  $2.46 \pm 0.13\text{mm}$ , *P. biaculeatus*는  $1.99 \pm 0.03\text{mm}$ 로서 체형이 4종중에 가장 크지만 알의 크기는 가장 작았다.

### (5) 산란주기

4종의 Clownfish는 주년 다회산란 하는 종으로서 성숙에 이르기까지는 보통 18-20개월 정도가 소요되었다. 이 연구에서 사육한 Clownfish의 산란주기를 보면 *A. ocellaris*의 경우 4쌍의 산란친어를 만들었고 이들 중 총 32회, 23회, 17회, 4회의 산란기록을 가지고 있다. *P. biaculeatus*는 모두 27회의 산란이 일어났고 4쌍의 *A. melanopus*는 각각 23회, 13, 11회, 3회의 산란을 하였으며 *A. polymnus*는 1쌍이 8회의 산란을 하였으나 암컷이 산란도중에 입은 부상으로 사망하여서 중단되었다. 사육기간 중 전체의 평균산란간격은 개체별로 차이가 있어 사육한 4쌍의 *A. ocellaris*는 각각  $28.9 \pm 29.7$ 일,  $15.8 \pm 12.1$ 일,  $20.1 \pm 34.7$ 일,  $24.3 \pm 17.2$ 일로 나타났다. 그러나 종별 산란간격을 비교해보면 소형어인 *A. ocellaris*에 비하여 대형어인 *P.*

*biaculeatus*는  $20.4 \pm 12.3$ 일과 *A. melanopus*의  $10.1 \pm 3.1 \sim 21.7 \pm 13.1$ 일로서 비교적 더 산란빈도가 높았다.

#### (6) 알의 분리와 인공부화

산란 후 부화까지 소요일수는 종과 수온에 따라 다르다. 4종 모두 부화는 해진 뒤 1-3시간 이내에 부화하였으며 부화까지의 소요일수는 *P. biaculeatus*가 가장 빨라 수온 28°C에서 보통 6일째, *A. polymnus*는 7일째 밤에 부화하지만, *A. melanopus*와 *A. ocellaris*는 8일째 밤으로 가장 늦게 부화하였고 알의 부화율을 높이기 위해서는 부화당일에서 2일전에 분리하는 것이 좋았다.

#### (7) 알의 발생

산란된 clownfish의 알의 발생을 보면 종과 수온에 따라 약간씩 차이는 있지만 대표적인 발생은 수온 26.5~28°C에서 *A. polymnus*와 *P. biaculeatus*, *A. ocellaris*에 대하여 조사결과를 보면 각각 수정 후 117시간, 125시간, 151시간 만에 첫 부화가 일어났고 일반적으로 빛이 있는 동안은 부화가 일어나지 않지만 *P. biaculeatus*는 예외적으로 빛이 있는 동안에도 간헐적으로 부화가 지속되는 것이 관찰되었다.

#### (8) 자치어의 성장

4종의 clownfish의 부화 후 성장을 보면 부화 후 20일경까지는 모든 종이 거의 유사한 성장을 보였지만 20일 이후의 성장은 성장이 빠르게 진행되어 부화 후 120일째에는 *A. polymnus*의 전장은 41.3 mm로 월등하게 빠른 성장을 하였고, *A. ocellaris*는 34.45 mm로 다음 순위였다. 부화후 150일째에는 *A. polymnus*는 52.4 mm로 계속 빠른 성장을 유지하였고 *A. melanopus*가 41.1mm, *A. ocellaris*는 34.5mm, *P. biaculeatus*는 32.46 mm로 각각 성장하였다.

#### (9) 자치어의 생존

Clown fish 부화자치어의 성장에 따른 생존율의 변화는 부화 직후 자어를 사육조로 옮기는 과정과 먹이를 공급하는 과정을 전후하여 상당수의 폐사체가 발견되었고 부화 후 5~10일 사이의 자어들은 종종 copepoda와 *Artemia*의 유생을 과식한 상태로 폐사하는 현상이 보여 부화 후 10일까지가 가장 큰 위험기로 인정되었다. 어종별 생존율은 부화 후 10일째에 *A. ocellaris*는 75.22%, *A. polymnus*는 49.54%, *A. melanopus*가 90.84%, *P. biaculeatus*는 97.44%로서 *A. polymnus*를 제외하고서는 매우 높은 생존율을 보였다. 부화 후 30일경까지는 71.56%, 40.06%, 76.53%, 87.52%로 상호공식현상에 의한 폐사가 있었지만 상당히 안정된 사

육이 가능하였고 60일 이후에는 71.56%, 29.48%, 74.41%, 86.56%로 수조의 청소 때나 지속되는 공식현상과 스트레스에 의한 폐사현상을 보이는 *A. polymnus*를 제외하고서는 높은 생존율을 보였으며 모든 종이 60일 이후에는 거의 폐사현상을 볼 수 없었다.

## 나. 상어류와 해마류의 종묘생산

### (1) 상어류

우리나라 제주 연안에서 채집이 비교적 용이한 까치상어 *Triakis scyllium*와 별상어 *Cynias manazo* 2종의 상어 치어를 확보하여 인공 사육 시설에서 사육하면서 수조 내에서의 자연 교미와 자연 산란에 성공하였다. 이 연구 결과, 출산 관리중인 까치상어와 별상어 치어의 성비를 조사한 결과, 까치상어는 ♀:♂=1:1.28, 별상어는 ♀:♂=1:2.50으로 별상어의 암 수 성비가 매우 불균형한 것을 알 수 있었다.

그리고 까치상어와 별상어의 암·수간 성장 차이를 조사한 결과, 까치상어와 별상어의 암·수간 성장 (전장, 체장 및 체중)에는 큰 차이가 없었다. 현재, 인공 사육 시설에서 관리중인 까치상어는 64마리이며 별상어는 7마리이다.

### (2) 해마류

우리나라 남해안에서 채집된 *H. coronatus*로부터 1회(47마리) 확보된 자어는 산출 직후 바로 코페포다(*Tigriopus* sp.)를 우점종으로하는 미소생물 물만들기 수조내에서 적극적인 섭이활동을 보였으나, 산출 일령 2일째와 10일째에 갑자기 전량 폐사하였다. 그러나 47마리의 *H. coronatus*의 자어는 산출 일령 28일째까지 미소생물 물만들기 사육수조내에서 매우 높은 생존과 성장을 보였는데 *H. coronatus*의 자어는 산출 일령 7일째 78.7%, 14일째 74.4%, 21일째 70.2% 그리고 28일째 51.0%의 매우 높은 생존율을 보였다.

그리고 또 다른 한 종의 해마 *Hippocampus barbouri*를 사육 관리하면서 사육 수조내에서 자연 교미한 개체 중 포란한 수컷 한 개체가 156마리의 치어를 산출하였는데 산출 후 일령 24일까지 90%의 높은 생존율을 보였다.

*H. barbouri* 치어의 생존율은 서서히 감소하기 시작하여 일령 39일째에는 64%, 82일째에는 31% 그리고 97일째에는 18%로 감소하였으나 145일 이후에는 15% 이상으로 안정된 상태이다.

## 5. 기술 보급 및 경제성 분석

### 가. 기술 보급

연구 기간 중 도출된 연구 결과는 산업계(한국관상어협회와 한국수족관기술협의회)의 지속적인 정보 교류를 통하여 보급 중에 있으며 관련 심포지엄, 전시회 및 회의 등을 통하여 업계, 학계 등과 교류하고 있다.

## 나. 경제성 분석

### (1) 사업장 실사 분석을 통한 경제성 분석

사업 1차 년도는 이 연구에서 얻어진 5종의 Clownfish를 생산 주 종목으로 하였으며 그 밖에 이 연구에서 생산기반을 닦은 Cleaner shrimp와 Candy shrimp와 2종의 해마를 대상으로 하여 Clownfish의 종묘생산과정에서 생존율은 약 40~50%로 계상하고 매월10,000개의 Clownfish의 수정란확보가 되는 조건에서 1차년도는 시설비의 투자액으로 인하여 -243,200천원의 적자가 생겼지만 2차 년도에는 +192,140천원의 흑자를 거둘 수 있는 것으로 분석되었다.

### (2) 해수관상어 수입 과정에서 소요되는 경비 분석

한국의 관상어 소비 시장에서 유통되는 거의 대부분의 해수관상어는 외국으로부터 수입되고 있다. 해수관상어의 수입과정에서는 수입의 주체가 되는 해수관상어 이외에 제반 비용이 소요되는 것을 알 수 있었는데, 소요되는 총 비용을 분석하여 보면 해수관상어의 가격이  $54.9 \pm 4.3\%$  이고 소요되는 제반 비용이  $45.1 \pm 4.3\%$ 였다.

여기서 소요되는 제반 비용은 항공운송비, 서류 수수료, 취급수수료, 보안수수료, 은행 거래 수수료, 포장 수수료 그리고 기타 수수료 등이었다. 이 결과는 우리나라에서 인공 생산되는 해수관상어는 제반 소요 비용이 거의 부담되지 않기에 그 시장 경쟁력이 매우 높은 것을 의미한다.

## V. 연구개발 결과 활용에 대한 건의

### 1. 연구목표 및 내용

해수관상어 양식기술을 개발하기 위하여 관상대상어의 채집, 순치 사육 및 번식 생태, 생리를 탐구하여 종묘생산기술과 양식기술을 개발하였다.

### 2. 연구결과 및 결과별 활용가능영역(산업체 활용, 교육·지도활용, 정책 활용 등)

세계적인 인기해수관상어 5종의 양식기술을 개발하여 산업체활용, 교육, 지도, 정책 활용이 가능하며 양식기술을 개발하였으며 기초적인 연구가 끝나 생산단계에 있는 4종의 연구도 계속되고 있으며 산업체의 활용이 가능하여 참여연구진들이 산업화를 추진 중에 있으며 대학에서 관상어강의 교제 및 자료의 활용이 가능하고 기타 산업체와 수족관등에 지도자료 로서도 활용할 것이다.

### 3. 연구성과 활용에 따른 예상 기대효과

우리나라 해수관상어시장은 대다수가 수입업자와 유통업자들로서만 구성되어 기술이전이 될 수 있는 국내기업이 없어 개발된 성과를 연구진이 직접 벤처산업으로 추진하고자한다. 해외로부터 관상어수입에 따른 외화절감과 한걸음 더 나아가 수족관사업을 대규모로 추진하고 있는 중국시장과 아시아의 큰 시장인 일본 등을 목표로 수출산업으로 전환하여 세계적으로 많은 나라들이 개발을 시작하려는 단계에서 유리한 입지를 선점할 것이다.

### 4. 연구 성과 활용시 애로사항 및 건의사항

산업의 중요성과 국내 해수관상어산업의 활성화 및 해외수출을 위하여 업계기술이전을 시도하였으나 국내업계는 대부분이 수입을 위주로 한 유통업이 대부분으로서 기술이전이 어려운 실정에서 산업화시기의 시급성을 고려하여 연구진들이 직접 산업화를 시도하고자한다. 따라서 벤처 창업과 대상어종의 다양화를 위한 기술개발비로 약 2억 원 정도의 정부지원이 요구된다.

# SUMMARY

## I . Title

### **Development of Aquaculture Technique for Marine Ornamental Fish''**

## II . Objectives and Importance

According to the top 10 prospects in the 21th century suggested by the World Future Society, the human population of the world may be stop expanding from 2035, but the number of pets will be supposed to increase dramatically in the future. In other words, the pet industry in Korea will be perspective for the future due to the following reasons a) pets can contribute to children's emotional development, b) they may provide one way to solve the social problems with regard to the increasing unmarried adults, nuclear family, aging society, and the estrangement of human being, and c) the number of devotees will be expected to increase because our government started to adopt "5-day working weeks arrangement" and thus more people can make use of their leisure time to enjoy seeing a variety of beautiful fishes at home.

The aquarium industry, one of the main pet industries is valued almost US\$ 15 billion and it is estimated that 1.5 and 2 million people keep marine aquaria in the world. For this hobby, living marine animals are trading throughout the tropics and the trading amount is estimated to be US\$ 200-330 million dollars annually.

Unlike freshwater aquarium species, where 90 percent of fish species are currently farmed, the great majority of marine aquarium fishes are stocked from wild caught species, and thus over-harvesting causes wild stock exhaustion especially in the popular marine aquarium species. In addition, as every country supplying marine organismsto pet industry tend to make strong

regulations and restrictions on the exportation of those fishes, the necessity of marine ornamental fish aquaculture techniques become persuasive.

There is little doubt on the importance of aquaculture industry including both food industry and ornamental industry. The latter is valued more than US\$ 15 billion and thus more and continuous efforts have to be made to develop this industry to gain economic profits of the aquarium industry in developing countries.

The potential of marine ornamental industry in Korea are recently recognized and several cities (Seoul, Busan, Gangneung, Yeosu, and Jeju) are promoting to construct the large-scale public aquarium by using foreign capitals. Besides this movement, however, all kinds of ornamental species are imported from foreign countries, and there have been only few studies on ecological characteristics and breeding techniques of these fishes so far.

Although tropical fishes as a pet has more than 60 years of history in Korea, we spend more than 10 billion won every year in order to import marine ornamental species from foreign countries. The reason for it is due to unconcern of people and the government on the development of aquaculture technique for marine aquarium fishes unlike marine food fishes. Many experts are guessing that the real demands for marine ornamental fish industry are coming within 5 years, and expecting that the artificially produced species made from the aquaculture production can be exported to foreign countries. However, artificial production technology for marine ornamental fish is just beginning stage in Korea and thus need to be developed as soon as possible.

Ornamental fish market in Korea is mainly dealing with tropical freshwater fishes, goldfish, and fancy carp. The size of the market is about ten billion won as the volume of annual business these days, but it was more than 100 billion won before IMF, financial crisis. We are expecting that the size of ornamental fish market in Korea will be recovered to be that before IMF soon and will grow rapidly in the near future. By the way, as most of expensive



marine ornamental fishes are relying on importation and thus their expenditure tends to be on the rise.

To develop the aquaculture technique for the marine ornamental fishes, this study has been performed with the following objectives 1) making a standard for target species; 2) arranging the lists of potential ornamental fishes distributing in Korea according to the standard; 3) investigating coastal fish species collected through fishery; 4) developing aquaculture techniques including acclimation for artificial culture, reproductive control of breeder, reproductive ecology and physiology, and seed production 5) making a large-scale production of more than 2 species.

### III . The Content and Scope of Research

1. Searching, collecting and acclimation of marine ornamental fish.  
Searching and collecting the potential marine ornamental fish, and establishing technology for their artificial breeding in the captive condition.
2. Studies on reproductive physiology of marine ornamental fish.  
Investigating sex maturation and reproductive cycle of marine ornamental fish.
3. Studies on reproductive ecology of marine ornamental fish.  
Stock rearing, rearing system, ecological investigation in the captive condition, reproductive ecology.
4. Artificial seed production of marine ornamental fish.  
Living food production, reproductive cycle, artificial hatching, larval and juvenile rearing.
5. Large-scale seed production of marine ornamental fish.
6. Technology propagation and economic analysis for commercialization.  
Organizing a symposium to propagate the developed technology for related industry, participating in the exhibition, and economic analysis

## IV. The result of research

### **1. Searching, collecting and acclimation of sea ornamental fish.**

#### 1). Searching and classification

128 potential marine ornamental fish species were classified into taxonomic groups such as a sort of moray, butterfly, pipefish, scorpionfish, goby, damselfish, hogfish, gunnel and puffer.

#### 2). Investigation on the fish fries associated with drifting seaweed.

Total of 56 species were observed from drifting seaweed in coastal waters near Tongyeong City, Gyeongnam province. The size of collected fries with net were varied from about 1 cm (damselfish fry) to about 34 cm (scarbreast tuskfish). and the dominant species in fish collection were damselfish, yellow chromis, fourstripe cardinalfish, scarbreast tuskfish, pudding wife, cocktail wrasse, multicolorfin rainbowfish, heavenly damselfish, butterflyfish and juveniles of

#### 3) Acclimation for domestication

Three species including white girdled goby, gunnel and net knot filefish were successfully domesticated for 2 months after collecting from drifting seaweed.

### **2. Reproductive ecology of marine ornamental fish**

#### 1) Establishing a standard for selecting potential marine ornamental species

The standard for selecting sea ornamental fish can be varied according to the different points of view. However, the standard was here established based on the level of popularity in world aquarium trade.

2) Investigation and collection of fish selected and intended to be developed as ornamental fish.

(1) Investigation on fry associated with drifting seaweed in coastal waters of Samyang, Jeju Island.

The fishes collected from the coastal waters of Samyang were 54 species, which belong to 33 families and 8 orders. Order Perciformes showed the highest abundance with including 33 species and 20 families. Order Tetraodontiformes 6 species and 4 families, whereas Order Scorpaeniformes held 8 species and 3 families. These three fish orders included 87.0% among the total number of species sampled.

The fish species intended to be developed as ornamental fish were three species of the genus *Apogon* (*A. lineatus*, *A. kinesis*, and *A. semilineatus*). They covered 94.4% in total number of the *Apogon* individuals sampled in July.

The sampling species in the Family Pomacentridae were *Abudefduf sordius*, *A. vaieiensis* and *Chromis notatus*. Whitespotted pygmy filefish, *Rudariys ercodes*, was the highest abundant species for a long time from July to December, and it was appeared 97.2% in the total amount of appearance species.

(2) Investigation by using fish traps

22 species and 12 families of fishes were sampled by spring fish trap in Samyang area. Among them, some fishes such as pudding wife, striped catfish and damselfish can be attractive to ornamental fish mania. It was possible to collect pudding wife and striped catfish all the year.

(3) Investigation on the fishes collected from the tide pools or by fishing.

The investigation at the tide pool had been conducted from October 2001 to July 2003. The fish species intended to be developed as ornamental fish were indo-pacific sergeant, yellowtail sergeant, black spot sergeant, barred flagtail, stripey and wormfish. These species inhabited tide pools from June to July every year.

21 species of fishes belong to 16 families were collected by fishing method between fall and winter, and these fishes were composed of low-valued ornamental fish species except pudding wife which we consume as a food fish.

#### (4) Feeding adaptation and domestication breeding

Stable feeding adaptation of the fish collected from the outside is very important for the artificial breeding in the captive condition. The general rules for feeding adaptation are as follows:

① After classifying based on their body size, it would be effective that more fishes are accommodated to let them compete each other for food.

② The larger fish collected from the wild, the longer time took for feeding adaptation.

③ If you have the fishes showing successful feeding adaptation, non-adapted fishes can be held in the same tank with adapted fishes to learn feeding behavior of other fish.

④ The feed must be slowly provided to the fishes that can recognize the fish food under the stable atmosphere. It would be better to avoid loud noisy due to sudden actions or speaking near the culture tank.

⑤ The water quality should be maintained as good as possible during the feeding adaptation by the removal of food and wastes settled down to the bottom after feeding.

⑥ The fisheslike Banggai cardinal fish (*Pterapogon kauderni*) is inclined to adapt well to the new type of feed when the live foods are supplied to them, but it was veryto transfer feeding preference from living food to artificial feed.

### 3) Seed production

#### (1) Family formation

Most of clownfish, beyond 5 cm in total length, reaches the stage of family formation to mate with their sexual partner. During this period, some individuals are often dead because of territory and influence competition. At the stage of family formation, the tank should be accommodated with various sizes of fish of big, middle and small size, and it would be better to avoid keeping the similar size of fish in the same tank. Also, if you find any disregarding fish at the stage of family formation, it would be better to get rid of it as soon as possible. In addition, continuous careful observation is required because family formation is sometimes consisted of only female if there is no individual competition between family members.

#### (2) Spawning and care for eggs

The successfullymated female and male were not distinctive in most of morphological features, but in their body size. With the exception of *A. clarkii*, the mean body size of the males was about two-thirds of the female. Mating can be successful in the case that male and female fishes are friendly and enter a nest together, whereas mating should be reviewed if they behavior

separately and attack each other bitterly. Near the spawn timing, female and male showed the special behavior of cleaning around the nest. Most of the first spawning was occurred at sundown, while 2-year-old breeder stock spawned their eggs in the morning.

Spawning was conducted for an hour. After the female spawned 10 eggs in a row along the nest, the male fertilized the eggs by following the female. After spawning, the brood fish take care of the eggs alternatively by supplying oxygen through water currents generated by moving their pectoral fins and mouths. However, the male mainly take care of the eggs whereas the females hardly did. Egg predation by breeder is sometimes occurred in either case of having some problems in their nutrition or showing low rate of fertilization.

### (3) Amount of spawning eggs from different species

There is a tendency of increasing in the number of spawned eggs during the early stage of spawning period, and the amount was different according to the size of brood fish. *A. ocellaris* having the small body size spawned from 121 to 520 eggs, while the number of spawned eggs were from 138 to 623 in *A. melanopus* having slightly larger body size than *A. ocellaris*. Comparing to these two species, relatively larger species spawned much more eggs, for example, the amount of eggs were from 103 to 1,257 in *A. polymus*, and from 583 to 2,258 (mean  $1763.9 \pm 427.9$ ) in *P. biaculeatus* that is the largest species we studied.

### (4) Characteristics of eggs

The color of eggs in all species were distinct scarlet, but it can be orange color approaching to white color when the breeders have some nutritional problems or they are cultured at improper condition. The normal feature of egg colony was oval and round shape, but the rate of fertilization is usually

very low when the attached eggs are distributed sporadically at the wide area. The individual egg has oval and peanut-like shape in its external morphology, and was separative-adhesive type attaching to the substrate with the attach gauze locating at one terminal side of egg. The sizes of eggs were not much different between species. The mean length of long axis of eggs were  $2.23 \pm 0.06$  mm in *A. ocellaris*,  $2.31 \pm 0.06$  mm in *A. melanopus*,  $2.46 \pm 0.13$  mm in *A. polymnus*, and  $1.99 \pm 0.03$  mm in *P. biaculeatus* (largest species).

#### (5) Spawning cycle

The four species of clownfish were spawned several times annually and it usually takes 18 to 20 months to become sexual maturation. During this study, we found 32, 23, 17 and 4 times of spawning from four pairs of *A. ocellaris* breeders 27 times from a pair of *P. biaculeatus* 23, 13, 11 and 3 times from four pairs of *A. melanops* and 8 times from a pair of *A. polymnus*. However, their spawn was discontinuous because the female was sometimes dead due to the serious injury received during the course of spawning. There were some differences in the mean spawning intervals between species and even between mating pairs of the same species. The spawning intervals recorded from four pairs of *A. ocellaris* were  $28.9 \pm 29.7$  days,  $15.8 \pm 12.1$  days,  $20.1 \pm 34.7$  days, and  $24.3 \pm 17.2$  days, respectively;  $20.4 \pm 12.3$  days from a pair of *P. biaculeatus* and  $10.1 \pm 3.1$  to  $21.7 \pm 13.1$  days from four pairs of *A. melanopus*.

#### (6) Egg separation and artificial hatching

The time taken from spawning to hatching was different according to species and water temperature. In all four species, the eggs were hatched out within 1 to 3 hours after sundown. At the water temperature of 28°, hatching began at 6th day after spawning in *P. biaculeatus*, at night of 7th day after spawning in *A. polymnus*, at night of 8th day after spawning in *A. melanopus*

and *A. ocellaris*. The eggs had better to be separated from the original spawning place 2 days before hatching to increase the hatching rate.

#### (7) Egg development

The speed of egg development was little different depending on species and water temperature. The eggs were hatched about 117 hours after fertilization in *A. polymnus*, 125 hours after fertilization in *P. biaculeatus*, and hours after fertilization in *A. ocellaris*. Egg hatching was not occurred under the daylight, but occurred occasionally in *P. biaculeatus* even during the daytime.

#### (8) Growth of clownfish juveniles

The juvenile growth of 4 clownfish species was similar until the 20th day after hatching and then these fish grew much faster than before. At the 120th day after hatching, an average total length (TL) of juveniles was 41.3 mm in *A. polymnus* and 34.4 mm in *A. ocellaris*. At the 150th day after hatching, high growth rate of juveniles was maintained and grew to be TL 52.4 mm in *A. polymnus*, TL 41.1 mm in *A. melanopus*, TL 34.5 mm in *A. ocellaris*, and TL 32.46 mm in *P. biaculeatus*.

#### (9) Survival rates of juveniles

The considerable amount of juveniles were dead during the process of transfer of the juveniles from hatching tank to breeding tank or at the first feeding time. Also, the juveniles was sometimes dead due to over-feeding of copepods or *Artemia*, and thus this time, 5 to 10 days after hatching, seems to be the critical period of clownfish juveniles. The survival rates estimated at 10th day after hatching were 75.22% in *A. ocellaris*, 90.84% in *A. melanopus*, 97.55% in *P. biaculeatus*, and 49.54% in *A. polymnus*.

Although mutual cannibalism was sometimes observed until 30 days after hatching feeding, the survival rates were slightly reduced but not much



influenced by mutual cannibalism. It revealed 71.56% in *A. ocellaris*, 76.57% in *A. melanopus*, 87.52% in *P. biaculeatus*, and 40.06% in *A. polymnus*. At 60th day after hatching, survival rates were not changed much for a month revealing 71.56% in *A. ocellaris*, 74.41% in *A. melanopus*, 86.56% in *P. biaculeatus*. However, *A. polymnus* showed continuous mutual cannibalism and thus its survival rate was reduced to be only 29.48%.

### **3. The study of reproduction physiology in sea ornamental fish**

Based on the stage of gonadal development and monthly change gonadosmatic index, the reproductive cycle of *Chromis analis*, *Plotosus lineatus*, *Parioglossus dotui*, *Chasmichthys gulosus* and *Sagamia geneionema*, eligible for marine ornamental fish habited in Jeju coastal water were investigated by histological examination. In the *C. analis*, mature stage of male was June to August and spent stage was appeared from September, while ovary of female has a few early mature oocytes, but perinucleolus oocytes occupied the majority of the ovary. No ripe stage of oocytes were observed. In the *P. lineatus*, mature of male was December to May and spent was Mar to July. Mature of female was March to June and spawning was June to July. Fecundity of mature female ranged from 525 to 1,176 eggs, positive related to total length and body weight. In the female of *P. dotui*, mature and spawning was May to June and July to August, respectively. In the investigation of spawning thym based on the lunar cycle, spawning occurred first-quarter moon, last-quarter moon and new moon. In the *C. gulosus*, mature of male was November to January and ripe and spent was February to April. Fecundity of mature female ranged from 3,348 to 5,346 eggs, positive related to total length. In the female of *S. geneionema*, ripe and spawning was February to April. Fecundity to mature female ranged from 914 to 1,121 eggs, positive related to total length.

#### **4. The development of artificial seed production technique in marine ornamental fish**

The targeted aquarium fishes were damselfishes, seahorses and two sharks in this study. And these potential aquarium fishes were reared in the Jeju Fisheries Research Institute (Nam-Jeju hatchery) of NFRDI. They included yellow chromis, butterfly fishes, angel fishes, lion fish and sharks etc. Sampling has been attempted by using various net types from June to November during the experimental period. But survival rates of the fishes sampled from the wild were not so good. To secure the breeder of seahorses, we tried to catch them in the southern coast of Korea or imported from the foreign countries. Culture techniques for some potential aquarium fishes were developed and the larval rearing was successful in some fishes including two sharks, *Triakis scyllium* and *Cynias manazo*, and two seahorses, Korean species *Hippocampus coronatus* and foreign species *Hippocampus barbouri*.

In Korea, most of marine aquarium fishes were imported from overseas. Incoming costs of marine aquarium fishes consisted of the original price of fish and several transportation and fees. As results of this study, the price of marine aquarium fish itself is  $54.9 \pm 4.3\%$  and total including fee (freighting cost, document fee, handling fee, fuel & surcharging fee, securities fee, banking and packing cost) is  $45.1 \pm 4.3\%$ . Therefore, the international marketing value of artificially produced aquarium fish is very high.

#### **5. Economic analysis of commercialization**

During the first year of business, five species of clownfish were planned to produce. If we secured 10 thousand fertilized eggs of clownfish and their survival would be 40-45% in course of seed production and also another seed production from cleaner shrimp, candy shrimp and 2 seahorse species would be successful, we expected that there was a loss of 240,500 thousand won mainly

due to the investment for many facilities and equipments. However, It are expecting that we can make a profit of 194, 840 thousand won during theyear of business.

## **V. The plan on its application in the result of research and development**

### **Section 1. The purpose of research**

Development of culture techniques related to seed production has been attempted through the sampling of breeder, acclimation for domestication, understanding of reproduction ecology and physiology for development of culture technique of sea ornamental fish.

### **Section 2. The result of research and its applicable area**

It is possible application of industry, education, leading and policy with development of culture technique on 5 species in sea ornamental fish of global popular, have being research about 4 species set in production stage after the study of made a basic, It is push on industrialization with the participate in research, it is possible application as lecture text and data in college, will be application as leading data to other industry and aquarium.

### **Section 3. The expecting effects in the application of research results**

The present time, The market of sea ornamental fish consist in a large number of import and distribution traders in domestic and have not the domestic business with technique transfer possibly, it will be push on venture business with application in result of developed by researcher. it will be expectation with the effect of reduction out foreigncurrency with the sea ornamental fish import, at the stage of development trial in several nations, we have the purpose of prior occupation profitable point in world aquarium

trade by transfer to export industry and than export to Chinese market with the promote to large scale aquarium and Japan.

#### **Section 4. Problems and difficulties in the application of research results**

Although we tried to transfer developing techniques to domestic business of sea ornamental industry, they are mainly relying on import and distribution business with the ornamental fishes from the foreign countries these days. Consequently, the support of 2 hundred million won from the government is needed to found a venture business and to cover the cost of technique development for more valuable species.

# CONTENTS

Summary	13
Contents	27
List of Figures	28
List of Tables	32
Chapter I. Introduction in subject of research and development	36
Chapter II. Situation on technique development internal and external	42
section 1. Situation on technique development external	42
section 2. Situation on research internal	42
Chapter III. Contents and results of conduct in research and development	44
section 1. Materials and Methods	44
section 2. Results	48
1. Collecting on demestic breeding in marine ornamental fish	48
2. Reproduction ecology in marine ornamental fish	64
3. Reproduction physiology in marine ornamental fish	104
4. Development of artificial seed production technique in marine ornamental fish	120
5. Economical analysis	142
Chapter IV. The achievement of the goal and the measure of contribution in field of relation	153
Chapter V. The plan on its application in the result of research and development	155
section 1. Purpose and content of research	155
section 2. Result of research and the part of application possible with result	155
section 3. Expectation effective in Estimate on its applications	155
section 4. Bottleneck and the proposal on its applications	155
Chapter VI. The scientific technical know-how collected from aborad in course of research and development	156
Chapter VII. Reference	157
Appendix. Relative photographs	160

## List of Figures

Fig. 1. Lift net collecting ornamental fishes. -----	44
Fig. 2. Under water collecting net for ornamental fishes. -----	44
Fig. 3. Plan and sectional view of a small quantity water recycling system. -----	45
Fig. 4. Breeding aquarium of Maroon clownfish. -----	46
Fig. 5. Hatching tank. -----	47
Fig. 1-1. Water temperature and dissolved oxygen of <i>Pterogobius zonoleucus</i> in rearing tank. -	58
Fig. 1-2. Growth of total length and body weight of <i>Pterogobius zonoleucus</i> in rearing tank -	59
Fig. 1-3. Marine ornamental fish collected by drifting seaweed. -----	59
Fig. 1-4. Change of water temperature and dissolved oxygen in rearing tank. -----	60
Fig. 1-5. Rearing tank of <i>Pholis nebulosa</i> collected in drifting seaweed. -----	60
Fig. 1-6. Growth of <i>Pholis nebulosa</i> in indoor tank. -----	61
Fig. 1-7. <i>Pholis nebulosa</i> leaning on drifting seaweed. -----	61
Fig. 1-8. Growth of <i>Sebastes thompsoni</i> in indoor tank. -----	62
Fig. 1-9. Growth of Rockfish, <i>Sebastes schlegeli</i> in indoor tank. -----	62
Fig. 2-1. Monthly variation on the wet weight (kg) of drifting seaweed from May to July. --	64
Fig. 2-2. Frequency of species occurrence (%) of the dominant species collected from study area. ---	66
Fig. 2-3. Change of spawning amount of Percula clownfish, <i>Amphiprion ocellaris</i> .with spawning frequency. -----	83
Fig. 2-4. Change of spawning amount of Mroon clownfish, <i>Premnas biaculeatus</i> . with spawning frequency. -----	83
Fig. 2-5. Change of Spawning amount of <i>Amphiprion melanopus</i> . with spawning frequency. -----	85
Fig. 2-6. <i>Premnas biaculeatus</i> 's pre-hatching eggs attached to the substrate <i>Amphiprion ocellaris</i> 's oval egg clutch attached on a jar, <i>Amphiprion</i> <i>polymnus</i> 's roundshape egg clutch outside a flowerpot. -----	86

Fig. 2-7.	Eggs care and shape of egg clutch of 3 species, <i>Premnas biaculeatus</i> <i>Amphiprion ocellaris</i> , <i>Amphiprion melanopus</i> . -----	89
Fig. 2-8.	Microscopic view of embryonic development of saddleback clownfish, <i>Amphiprion polymnus</i> . -----	93
Fig. 2-9.	Microscopic view of embryonic development of Maroon clownfish, <i>Premnas biaculeatus</i> . -----	95
Fig. 2-10.	Microscopic view of embryonic development of Percula clownfish, <i>Amphiprion ocellaris</i> . -----	97
Fig. 2-11.	Growth of total length from hatching to 150 days after hatching of 4 species, Clownfishes. -----	98
Fig. 2-12.	Survival rate from hatching to 150 days after hatching of 4 species, Clownfishes. -----	100
Fig. 2-13.	Schooling of Maroon clownfish, <i>Premnas biaculeatus</i> . -----	100
Fig. 2-14.	Schooling of small size and middle size of Maroon clownfish, <i>Premnas</i> <i>biaculeatus</i> . -----	101
Fig. 2-15.	Schooling of percula clownfish, <i>Amphiprion ocellaris</i> . -----	101
Fig. 3-1.	Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) in <i>C. analis</i> . -----	106
Fig. 3-2.	Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in <i>P. lineatus</i> . -----	107
Fig. 3-3.	Monthly changes of gonadal developmental stage in female and male of <i>P. lineatus</i> . -----	108
Fig. 3-4.	Ovary of <i>P. lineatus</i> . -----	111

Fig. 3-5.	Testis of <i>P. lineatus</i> . -----	111
Fig. 3-6.	HCG treatment individual. -----	111
Fig. 3-7.	Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in <i>P. dotui</i> . -----	112
Fig. 3-8.	Histological changes of ovary(A-C) and testis(D-E) in <i>P. dotui</i> . -----	113
Fig. 3-9.	Monthly changes of gonadosomatic index GSI) in <i>C. gulosus</i> . -----	115
Fig. 3-10.	Monthly changes of gonadal developmental stage in female and male of <i>C. gulosus</i> . -----	116
Fig. 3-11.	Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in female of <i>S. geneionema</i> . --	117
Fig. 4-1.	Marine aquarium fishes sampled in Jeju Island. -----	121
Fig. 4-2.	Imported marine aquarium fishes from overseas countries. -----	123
Fig. 4-3.	Monthly growth in total length of seven banded shark. -----	126
Fig. 4-4.	Monthly growth in total length of spotted shark. -----	126
Fig. 4-5.	Monthly growth in weight of seven banded shark. -----	126
Fig. 4-6.	Monthly growth in weight of spotted shark. -----	126
Fig. 4-7.	Compared female and male in growth in total length of seven banded shark. -----	127
Fig. 4-8.	Compared female and male in growth in total length of spotted shark. -----	127
Fig. 4-9.	Compared female and male in growth in total length, body length and weight of seven banded shark by food types. -----	128
Fig. 4-10.	Compared with survival of seven banded shark in total length, body length and weight by food types. -----	129
Fig. 4-11.	Compared with individual numbers and specific numbers of coexisting fishes and seahorses on each experimental sites. -----	131



Fig. 4-12. Comparison on total specific numbers, individual numbers and fish weight on each experimental sites. -----	132
Fig. 4-13. Compare coexisting fishes and total weight in rate on total number of appearance fish. -----	132
Fig. 4-14. Comparison on appearance numbers of each fishes. -----	133
Fig. 4-15. Comparison on weight of observed fishes on each experimental sites. -----	133
Fig. 4-16. Growth of seahorse <i>Hippocampus coronatus</i> larvae. -----	134
Fig. 4-17. Survival rate of seahorse <i>Hippocampus coronatus</i> larvae. -----	135
Fig. 4-18. Growth of head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), height(E) and wet weight(F) of seahorse, <i>Hippocampus coronatus</i> larvae during 28 days. -----	136
Fig. 4-19. Growth of each parts, head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), height(E) and wet weight(F) of seahorse, <i>Hippocampus coronatus</i> .----	136
Fig. 4-20. Survival rate of seahorse, <i>Hippocampus barbouri</i> larvae. -----	138
Fig. 4-21. Growth of head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), the height(E) and wet weight(F) of Barbour's seahorse, <i>Hippocampus barbouri</i> during 145 days. -----	138
Fig. 5-1. Compare marine aquarium fish price with consumed income costs. -----	152
Fig. 5-2. Consumed each fee rate through the incoming process of marine aquarium fishes. -----	152

## List of Table

Table 1.	Total number of fish in ornamental fish trade worldwide. -----	37
Table 2.	Main source countries of marine ornamental fish. -----	37
Table 3.	Main importers of marine ornamental fish. -----	38
Table 4.	Main ten species in ornamental fish trade worldwide. -----	39
Table 1-1.	Ornamental fish collected by underwater net in Moon Island. -----	55
Table 1-2.	List of fish species collected from drifting seaweed in Tongyeong during sampling period. -----	57
Table 1-3.	Monthly occurrence of the ornamental fish collected from the study area. ---	58
Table 2-1.	Species composition of drifting seaweed from April to May. -----	65
Table 2-2.	Taxonomic groups of fish fauna collected from March 2001 to March 2002. -----	65
Table 2-3.	List of fish species and abundance collected from drifting seaweed during the sampling period. -----	67
Table 2-4.	Monthly occurrence of the ornamental fish collected from the study area. ---	70
Table 2-5.	Marine fish collected by fish pot in the shore of Jeju steam power plant. -----	71
Table 2-6.	Monthly amount of <i>Plotosus lineatus</i> collected by fish pot in Seung san harbor.	73
Table 2-7.	List of fish on tide pool in the intertidal. -----	74
Table 2-8.	List of fish collected by fishing. -----	75
Table 2-9.	Feeding adaption and acclimation. -----	76
Table 2-10.	Comparison on necessary time until adaption in feed with the way of feeding adaption. -----	77
Table 2-11.	Results of mating experiment in Percula clownfish, <i>Amphiprion ocellaris</i> .-----	79
Table 2-12.	Results of mating experiment in Maroon clownfish, <i>Premnas biaculeatus</i> .-	81

Table 2-13. Spawning amount of 4 species, Clownfishes. -----	84
Table 2-14. Comparison on eggs of 4 species, Clownfishes. -----	85
Table 2-15. Reproductive cycle of 3 species, Clownfishes. -----	87
Table 2-16. Frequency distribution of spawning time of 4 species, Clownfishes. -----	88
Table 2-17. Water temperature and hatching days of 4 species, Clownfishes. -----	89
Table 2-18. Comparison on hatching rate with separation timing of egg clutch transfer in clownfishes. -----	90
Table 2-19. Egg development after fertilization of saddleback clownfish, <i>Amphiprion polymnus</i> . -----	92
Table 2-20 Egg development after fertilization of Maroon clownfish, <i>Premnas biaculeatus</i> .	94
Table 2-21 Egg development after fertilization of percula clownfish, <i>Amphiprion Ocellaris</i> .-	96
Table 2-22. Comparison on four species's larva of clownfishes. -----	98
Table 3-1. Composition of fecundity total length of <i>P. lineatus</i> . -----	109
Table 3-2. Composition of fecundity body weight of <i>P. lineatus</i> . -----	109
Table 3-3. The experimental fish used for this study. -----	110
Table 3-4. Composition of oocytes developmental stage in ovary of <i>P. dotui</i> . -----	114
Table 3-5. Composition of fecundity total length of <i>C. gulosus</i> . -----	117
Table 3-6. Composition of fecundity total length of <i>S. geneionema</i> . -----	118
Table 4-1. Observed marine aquarium fishes in the coast of Jeju Island. -----	121
Table 4-2. Ecological study on the seahorse habitat. -----	130
Table 4-3. Sampling area, specific name and size of aquarium fish on each catching method. -----	139
Table 5-1. A breakdown of facility. -----	145
Table 5-2. Equipments for production of marine ornamental fish. -----	145
Table 5-3. Rearing tanks for seed production. -----	146
Table 5-4. Costs of buying broodstock. -----	146
Table 5-5. Feed and consumption goods. -----	147
Table 5-6. Labor costs in marin ornamental fish aquaculture. -----	147

Table 5-7. Taxes due. -----	148
Table 5-8. Anlysis on profit and loss. -----	149
Table 5-9. Total expenditure of marine ornamental fish aquaculture. -----	150

# 목 차

제1장	연구개발과제의 개요 -----	36
제2장	국내외 기술개발 현황 -----	42
	제1절 국외의 기술개발 현황 -----	42
	제2절 국내의 연구현황 -----	42
제3장	연구개발 수행 내용 및 결과 -----	44
	제1절 연구 방법 -----	44
	제2절 연구내용 및 결과 -----	48
	1. 해수관상어의 검색, 채집, 순치 사육에 관한 연구 -----	48
	2. 해수관상어의 번식생태에 관한 연구 -----	64
	3. 해수관상어 번식생리에 관한 연구 -----	104
	4. 해수관상어 인공종묘생산 기술개발 -----	120
	5. 기술보급 및 경제성분석 -----	142
제4장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	153
제5장	연구개발결과의 활용계획 -----	155
	제1절 연구목표 및 내용 -----	155
	제2절 연구결과 및 결과별 활용가능영역 -----	155
	제3절 연구성과 활용에 따른 예상효과 -----	155
	제4절 연구성과 활용시 애로 및 건의사항 -----	155
제6장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	156
제7장	참고문헌 -----	157
	부록(관련사진)-----	160

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

인류사에서 어류 양식 기술의 발전은 인간의 고단백 식량원을 비교적 안정적으로 공급할 수 있는 길을 열어준 중요한 발판이 되었다. 특히, 식용 어류의 인공 종묘 생산 기술의 개발은 해양으로부터 잡는 어업에만 의존 해 온 고단백 식량원을 대량으로 그리고 계획적으로 생산하는 것이 가능하여졌다. 또한 바다의 합리적인 자원 관리와 유용 자원 조성에도 많은 도움을 줄 수 있어 인류의 생활 향상에 커다란 도움을 주고 있다. 우리나라의 양식 산업은 산학연 협동아래 활발하게 이루어져 새로운 학문 분야의 발전과 더불어 새로운 부가가치를 창출하는 중요 산업으로 발전하였다(Rho, 1997), .

세계미래학회에서 발표한 21세기 10대 전망에 의하면 세계 인구는 2035년부터 증가추세가 멈추는 반면 애완동물의 수가 급격히 늘어날 것이라고 하였다. 애완동물이 어린이들의 정서 발달과 생명의 신비감을 일깨워 주는 교육효과가 높고 최근에는 독신자가 늘고, 핵가족화와 고령화 및 도심생활의 고독감, 인간소의 현상 등이 두드러지면서 적적함을 달래주는 데 적절한 수단으로서 또한 주 5일근무제에 따른 건전한 여가선용의 정서활동으로 아름다운 물고기와 바다의 신비를 가정에서 맛볼 수 있는 취미생활을 갖는 애호가들이 부쩍 늘어나게 된 것이 pet산업 발전동기가 되는 것으로 보고 있다. 이미 미국, 유럽, 일본을 비롯하여 최근에는 중국, 러시아까지도 펫트 산업에 많은 관심을 보이고 있으며, 관련 산업이 빠르게 성장하고 있다(Rho, 2004).

현재 pet산업의 중심축의 하나인 총 관상어 산업의 가치는 약 US\$ 150억(15조원)에 달하며(Bartley, 2000), 전 세계 계 150만에서 2백만 인구나 미국에서만 60만 가구가 해수 수족관을 보유하고 있는 것으로 집계되었다. 살아있는 바다생물을 공급 해주는 이 무역은 연간 2억~3억 3천 달러의 가치가 있는 세계적인 고부가 산업으로 전 열대지역에 걸쳐 실행되고 있다(Wabnitz, et al. 2003).

수족관무역을 위한 열대해산어의 포획과 수출은 1930년 Sri-Lanka에서 매우 적은 규모로 시작되었다. 무역은 1950년 사이에 참여국가(예, 하와이와 필리핀)가 많아지는 것과 함께 성장하였다. 수요의 변동과 경향성은 매년 다양했지만, 해수수족관무역의 총 가치는 국제관상어무역(해수·담수어포함)의 약 10%로 추정하고 있다(Wabnitz, et al. 2003).

GMAD(Global Marine Aquarium Database)는 UNEP-WCMC(United Nation Environment Programme World Conservation Monitoring Centre) , MAC(Marine Aquarium Council)와 수출입국 중 무역연합 회원(예, [AKKII: Indonesia Coral, Shell and Ornamental Fish Association], [PTFEA: Phillipine, Tropical Fish Exporters' Association], [OFI: Ornamental Fish International], [OATA: Ornamental Aquatics Trade Association]) 사이에서 공동실험 프로젝트로 2000년에 만들어졌다. 이것은 아쿠아리움 도매업자들로부터 받은 판매기록들을 모아서 표준화시킴으로 이 수족관무역에 관한 정

확한 양적정보를 파악하는 것이 가능하게 되었고 1991년부터 2003년 사이의 자료를 정리한 결과를 보면 Table1과 같다.

Table 1. Total number of fish in ornamental fish trade worldwide (GMAD: Global Marine Aquarium Database)

Year	Total fish traded (exporters' data)	Total fish traded (importers' data)
1991	-	530,612
1992	-	639,070
1993	-	541,063
1994	-	467,715
1995	-	550,028
1996	8,540	812,661
1997	5,268	629,847
1998	15,739	1,326,953
1999	642,961	1,383,106
2000	1,695,414	605,532
2001	1,122,217	434,760
2002	94,084	17,481
2003	4,183	-
Total	3,588,406	7,938,828

Table 2. Main source countries of marine ornamental fish

Origin	* No. of fish exported (exporters' data)	** %	Origin	* No. of fish exported (importers' data)	** %
Philippines	1,523,854	43	Unknown	3,556,772	81
Indonesia	943,059	26	Indonesia	316,355	7
Solomon Islands	416,262	12	Fiji	237,872	5
Sri Lanka	183,537	5	Philippines	81,294	2
Australia	173,323	5	Sri Lanka	60,220	1
Fiji	131,746	4	Solomon Islands	25,732	1
Maldives	78,018	2	Maldives	22,165	1
Palau	63,482	2			
Total	3,513,282	99	Total	4,300,410	98

\* Total number of fish traded as derived from exporters' and importers' data for the years 1997 to 2002 in GMAD.

\*\* Percentage of total trade for individual countries is also presented.

GMAD에 있는 데이터에 따르면 물고기의 경우 총 1,471어종이 전 세계적으로 무역되고 있으며 수출업자들이 제공한 데이터에 따르면, 1997년과 2002년 사이에 수출한 물고기의 총 마리수중 98%를 필리핀, 인도네시아, 솔로몬 섬, 스리랑카, 호주, 피지, 몰디브와 팔라우에서 공급하고 있다(Table 2).

GMAD에서 수출업자들이 제공한 1997-2002년간의 무역기록들은 미국, 영국, 네덜란드, 프랑스, 독일이 주요 수입국이었으며, 수입된 모든 해수관상용물고기의 99%를 차지하고 있다. 수출업자들의 데이터는 대만, 일본, 홍콩이 중요한 수입국이 될 것이라고 밝힌바 있다(Table 3).

1997-2002년간, 세계적으로 가장 많이 거래된 톱 10어종을 보면 *Chromis viridis*, *Amphiprion ocellaris*, *Dascyllus aruanus*, *Chrysiptera cyanea*, *Dascyllus trimaculatus* 등이었다(Table 4, overleaf). 수입업자들이 제공한 데이터에 따르면, 1997-2002년 동안 톱 10어종을 합하면 모든 무역거래물고기의 36%에 달하고 있다.

1997-2002년 동안, *A. ocellaris*, *Chromis viridis*, *Labroides dimidiatus*, *Chrysiptera cyanea*, *Paracanthurus hepatus*, *Pseudanthias squamipinnis*는 EU에 가장 많이 수입된 어종들이다. 수출업자들의 데이터에 따르면, 톱 10어종은 1997년과 2002년 사이에 EU로 수입된 모든 물고기의 37%에 달한다.



Table 3. Main importers of marine ornamental fish

Destination	* No. of fish imported (Exporters' data)	** %	Destination	No. of fish imported (importers' data)	** %
USA	1,462,347	41	USA	3,054,273	69
Unknown	788,230	22	United Kingdom	874,557	20
Taiwan	244,454	7	Netherlands	264,976	6
Japan	223,613	6	France	103,234	2
Hong Kong	152,738	4	Germany	99,955	2
France	132,439	4			
Germany	119,739	3			
Netherlands	117,248	3			
Italy	70,686	2			
United Kingdom	48,911	1			
Total	3,360,405	93	Total	4,396,995	99

\* Total number of fish traded as derived from exporters' and importers' data for the years 1997 to 2002 in GMAD.

\*\* Percentage of total trade for individual countries is also presented.

일반적으로 무역되는 대부분의 무역국들을 보면, Pomacentridae 종이 우위를 차지하고 있으며, 거래된 모든 물고기 중 43%를 차지한다(GMAD의 수입국데이터). 그 외 Acanthuridae, Labridae, Gobiidae, Chaetodontidae, Callionymidae, Microdesmidae, Serranidae, Blenniidae가 있다.

Table 4. Main ten species in ornamental fish trade worldwide

Species	No. of specimens (expoters' data)	Species	No. of specimens (importers' data)
<i>Amphiprion ocellaris</i>	145,015	<i>Chromis viridis</i>	322,587
<i>Chrysiptera cyanea</i>	111,705	<i>Zebrasoma flavescens</i>	198,869
<i>Dascyllus aruanus</i>	103,948	<i>A. ocellaris</i>	166,119
<i>A. percula</i>	101,092	<i>Dascyllus aruanus</i>	164,094
<i>Chromis viridis</i>	99,451	<i>Pomacentrus australis</i>	161,796
<i>Abudefduf spp.</i>	78,945	<i>Chrysiptera parasema</i>	156,069
<i>Dascyllus trimaculatus</i>	78,536	<i>C. cyanea</i>	121,657
<i>Paracanthurus hepatus</i>	74,557	<i>Dascyllus spp.</i>	116,861
<i>Dascyllus albisella</i>	73,726	<i>D. trimaculatus</i>	102,650
<i>Chrysiptera hemicyanea</i>	61,914	<i>Labroides dimidiatus</i>	86,885
<b>Total</b>	<b>928,889</b>	<b>Total</b>	<b>1,597,587</b>

Total for number of fish are derived from exporters' data in GMAD for year 1997 to 2002. Species common to both datasets are in bold.

1997-2002년간, *Chromis viridis*, *Amphiprion ocellaris*, *Dascyllus aruanus*, *Chrysiptera cyanea*, *Dascyllus trimaculatus*는 세계적으로 가장 많이 거래되는 어종이다 (Table 4). 수입업자들이 제공한 데이터에 따르면, 1997-2002년 동안 톱 10어종을 합하면 모든 무역관상어의 36%를 차지한다.

해수관상어류는 약 90%의 물고기종이 양식되고 있는 담수어종과 달리 거의 대부분이 야생에서 포획된 것들이다. 또한 인기어종일수록 남획에 의한 심각한 자원고갈현상을 초래하였고 더 심한 경우에는 멸종위기에 처한 품종이 속출하고 있다. 여기에 무질서한 공급체계와 함께 허술한 운반수단과 자원관리수단 등으로 생산국마다 어업의 강력한 규제, 수출종과 수출량의 제한 등으로 생산을 강력하게 통제하고 있어 수요의 증가와는 반대로 생산은 오히려 감소경향을 보이고 있어 인공종묘생산에 의한 양식기술의 개발의 필요성은 설득력을 더해가고 있다.

양식산업의 중요성은 비록 식량산업으로서의 중요성뿐만이 아니고 15조원을 넘는 총 관상어산업의 경제적 가치를 누구라도 부인할 수 없을 것이다. 저개발 지역과 연안 지역에 aquarium 산업에 대한 양식 생산의 경제적 이익을 위해 이것을 발전시킬 지속적인 노력이 필요하다(Bartley, 2000).

현재 국내 애호가들이 격고 있는 수입물고기의 대량폐사문제는 수입해수관상어류가 대부분이 생산국에서 국제허가 실행기준을 무시하고 MAC (Marine Aquarium Council)의

보증을 받지 못한 독극물에 중독되었거나 값싼 불량수입에 의한 피해가 매우 크다. 양식 어류는 사육시설에서 장기간 기르기에 적합하고 야생에서 포획한 물고기와 비교했을 때 훨씬 질이 좋고 잘 죽지 않는 이점을 가지고 있다. 양식생산은 잡기 어려운 야생 포획 생산과 비교했을 때 특히 효율적인 생산수단이며 멸종위기에 있거나 멸종된 어류의 종 보존은 물론 소비자들의 수요를 만족시키는데 더 효율적일 것이다. 이러한 이유에서 이미 미국과 싱가포르에서는 발 빠른 행보로 양식기술개발을 시도하여 이미 세계적으로 인기가 높은 clownfish를 비롯한 25종의 양식을 산업화하였고 새로운 어종의 양식개발에 박차를 가하고 있다(노, 2004).

최근 우리나라에 일고 있는 애완동물 열풍에 비추어 볼 때, 그 성장 잠재력은 무한하다고 볼 수 있다. 이와 같은 사회적인 분위기에 힘입어 서울, 부산, 강릉, 여수, 제주 등의 대도시 외곽에 외자 도입에 의한 대규모의 공공 수족관의 건립이 추진되고 있으며 일반 민간의 관심도 고조되고 있다. 그러나 이와 같은 시대적 사회적 배경과는 달리 관상 대상이 되는 생물은 아직까지 수입생물에만 의존할 뿐, 가장 기반이 되는 관상용 해수 어류 종묘의 국산화에 대한 기술 개발은 대상 생물의 분포, 서식 특성 파악과 함께 고도의 기술을 요하는 부분이 포함되어 있어서 현재까지 이 분야에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다.

우리나라 열대관상어류는 60여년의 긴 역사를 가지고 있지만 해수관상어류는 아직도 연간 100억 원 이상의 외화를 소모하면서 전량 해외로부터 수입되고 있는 실정이다(이, 2004). 식량을 위주로 하는 해수어류양식기술은 선진국수준에 있으면서도 관상어류부분에서는 이렇게 낙후되어 있는 것은 정부를 비롯한 국민들의 무관심에서 비롯되었다고 생각된다. 다소 때늦은 감은 있지만 정부의 R&D사업의 일환으로 해수관상어 양식기술개발에 관한 연구를 시작하게 될 수 있었다는 것이 매우 다행스러운 일이었다고 생각된다.

관련업계에서는 앞으로 5년 이내에 본격적인 수요층이 형성될 것으로 예측하고 있으며 국내에서 기술개발이 되었을 경우 생산된 어종에 대해서는 외국으로의 수출도 가능하여 업계의 기대와 요구가 매우 높다.

우리나라뿐만 아니라, 세계 각국의 해수 관상어 관련 업계에서는 인공 생산된 건강한 해수 관상어를 요구하고 있다. 그러나 현재 관상용으로 널리 이용되고 있는 해수 관상어의 인공 생산 기술 개발은 우리나라는 물론 세계적으로도 시작단계에 불과하지만 생산국의 여러 가지 규제강화와 생산량제한을 강화하고 있는 반면 매년세계시장의 신장추세는 30%이상으로 추정하고 있어 미국을 비롯한 싱가포르 등에서 집중 연구를 시작하고 있는 실정이므로 이들에게 황금시장의 주도권을 뺏기지 않으려면 집약적이고 민첩한 대응을 세워나가지 않으면 안 될 시점에 있다.

우리나라에서 연간 형성되는 관상어 관련 산업 시장의 크기는 거의 대부분 담수산 관상어인 열대어, 금붕어, 비단잉어 등을 중심으로 형성되어 있는데, 그 시장의 규모는 연간 수백억에 이르며, IMF 금융 위기 이전 국민의 소비도가 높은 시기에는 1,000억 이상의 시장이

형성된 경우도 있었다. 한편, 우리나라에서 소비되는 관상어 가운데 금붕어와 비단잉어 같은 담수산 관상어종은 국내에서 생산되어 소비되고 있으나 고가의 해수 관상어는 거의 수입에 의존하고 있으며, 그 수입액은 해가 거듭할수록 증가하는 추세이다. 이 증가 추세는 국민의 생활수준의 향상과 더불어 지속적으로 증가하고 있으며, IMF 금융 위기 이후에도 그 수입액은 계속 증가하고 있다(김, 2004, 이, 2004, 윤 등, 2005).

이 연구에서는 우선 국내 해수관상어 양식기술개발을 위하여 대상어종의 선정기준을 수립하고 이 기준에 의한 우리나라에 분포하는 관상대상 어류의 목록을 체계적으로 정리하고 우리나라 연안에서 각종 어업을 통하여 출현하는 어종을 조사 파악하는 한편 수집된 관상대상 어류의 순치사육, 어미의 성숙제어기술, 번식생태, 생리 및 종묘생산기술을 비롯한 양식기술을 개발하여 인기관상어 2종 이상을 대량생산하는 기술을 확립하는 것을 목표로 하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제1절 국외의 기술개발현황

관상어 사육과 번식 및 유통 산업은 미국, 유럽지역, 일본을 주 시장으로 형성되어 있

으며 이에 관련된 연구도 이들 국가를 중심으로 활발히 이루어지고 있다(堀家, 1975, 南條正男, 1980, 後藤・前川, 1989, 水族館ガイド, 1991, 桑村・中嶋, 1996, 1997, 田中, 1993.) 그러나 이들 연구는 주로 금붕어와 비단잉어를 비롯한 담수산 열대어를 중심으로 이루어져 현재 담수산 열대 관상어류의 90%가 인공양식에 의하여 생산되고 있을 정도이다. 그러나 해수관상어에 대한 연구는 미국, 영국, 일본 등 여러 나라에서 단편적인 연구가 진행되고 있으나 가장 활발하게 산업화를 추진하고 있는 곳은 미국의 플로리다 주라고 할 수 있다(정, 2004, 노, 200, 김, 2004). 미국의 경우 이미 13종의 clownfish, 4종의 gobies, 5종의 dottyback, 3종의 longfins를 상업적으로 생산하고 있다(Wilkerson, 2001, 노, 2004)) . 그러나 아직 수요를 따라 잡을 수 있는 정도는 아닌 것으로 보이며 생산기술과 새로운 종의 기술개발에 정진하고 있는 것으로 보인다. 최근 들어 중국을 비롯한 대만 싱가포르 등의 나라에서 연구개발에 착수하고 있는 것으로 알려져 있을 뿐 해수 관상어에 관한 연구는 미국을 제외하면 초기 단계로 볼 수 있다.

국외에서 이루어지는 해수 관상어에 관한 연구의 문제점으로는 해수 관상어의 관상 가치 개발 및 사육에 관한 연구의 대부분이 어류의 사육에 관련된 기관이나 연구자에 의하여 이루어지는 것은 거의 드물고 생리학 및 생태학 전공자에 의하여 단지 실험 대상 목적 생물로서 이용되고 있을 뿐이다. 그리고 해수 관상어의 번식에 관한 연구도 비전공자인 관상어 애어가 수준에서 이루어져 그 결과가 관련 동호 잡지에 게재되고 있을 뿐, 양식 생물학적 접근은 거의 이루어지고 있지 않고 있다.

## 제2절 국내의 연구현황

국내에서는 국립수산물과학원에서 일찍부터 각종식용 해수어류의 기술개발을 시도하여 50여종의 해수어류종묘생산기술을 개발한바있으나 관상어류에 대한 전문적인 연구는 최근에 시작되고 있다. 그 밖에 사회적인 요구에 의하여 해수 관상어에 관한 연구를 추진하고자 하는 연구자가 몇 있는 것으로 알려져 있을 뿐 어류 양식학이나 번식 생물학과 같은 학문적인 체계 하에서 이루어지고 있는 곳은 거의 없다. 이 연구 과제를 수행하는 주관 연구 기관인 제주대학교 연구팀에서는 1981년부터 넙치, 자주복, 감성돔, 조피볼락, 능성어, 붉바리 등과 같은 해수어류, 꽃게, 해가리비, 전복, 진주조개, 코끼리조개 등과 같은 무척추동물의 종묘 생산 및 양식 기술 개발에 관한 연구를 수행하였을 뿐만 아니라 로티퍼와 코페포다와 같은 먹이생물의 배양기술을 통하여 해수어류 증양식 관련의 번식 생물학적 기술 기반을 착실히 축적 중에 있으며, 최근 수년간에 걸쳐서는 해수 관상어에 관련된 기초 연구를 수행하면서

양식 기술 개발에 관한 연구를 수행 중에 있다(노 등, 2004, 정, 2004, 이, 2004).

따라서 이번 연구결과는 국제적으로는 미국 기술수준에 근접하게 되었다고 생각되며 우리나라가 지니고 있는 식용 해수어류의 양식기술과 인프라를 잘 활용한다면 더 빠른 시일에 미국을 추월하는 것도 가능 할 것으로 판단된다. 국내 해수관상어 업계에서는 우리기술로서 그 동안 어렵게만 생각하여왔던 해수 관상 어류의 양식기술이 개발된 것에 대하여 새삼 놀라는 한편 하루 빨리 산업화가 이루어지기를 기다리는 상태이다.

한편으로는 해수 관상어의 사육 및 번식 기술을 개발함으로써 전량 수입에 의존하고 있는 해수 관상어의 수입 의존도를 줄여서 외화의 국외 유출을 방지하고 생산된 해수 관상어는 외국에 수출함으로써 외화 획득이 가능하다. 그리고 양식 대상어종의 한정으로 탈출구를 찾고 있는 양식 어민에게는 양식 대상 생물을 다양화시켜줄 수 있음으로서 산업 경쟁력 향상이 가능하며, 아울러 기존 양식 시설을 이용한 부가가치 극대화가 가능하다.

특히, 관상어를 매개체로 한 학생들의 바다에 관한 관심 고조 및 바다 생물에 관련된 교육 효과로 해양 입국의 선진화에 중요한 역할을 담당할 것으로 판단된다.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제1절 연구방법

#### 1. 사전준비

사단법인 한국관상어협회와 한국수족관기술협의회 및 에어가 들로 구성된 한국 관상어 기술 개발 협의회 그리고 관상어 수입 보급 관련 업체와 연대하여 기술 개발에 필요한 정보 교환 및 기술 개발 후 보급에 필요한 체제를 구축 하였다. 한편 GMAD의 자료를 통하여 세계적인 무역내역을 조사하고 그 중 실적이 크고 세계적으로 관상 가치가 높은 자리돔 류에 속하는 어종에 대해서는 번식 생물학적 견지에서 종묘를 생산하고 학술적 연구 결과를 체계화하였다.

## 2. 해수 관상어의 검색 및 채집

해수관상어로서 가치판단 기준을 마련하여 자연 서식 수역을 중심으로 수쿠버에 의한 현장 탐색 및 채포조사와 들망, 통발, 정치망, 후리그물, 뜯말 등이 어구(Fig. 1과 Fig. 2) 밑에 모이는 자치어와 성어 등을 채집 조사하고 해안가에 산재하는 타이드풀을 대상으로 관상 대상어류는 실험실로 수송하여 기생충 구제와 수송시의 외상을 3-4회 소독 처리한 후 순환여과 시스템에서 순치 사육하면서 어미로서 양성가능성을 검토하였다. 우리나라에

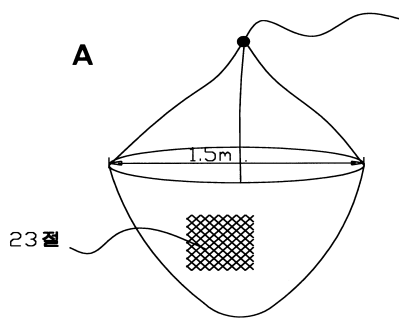


Fig. 1. Lift net collecting ornamental fishes.

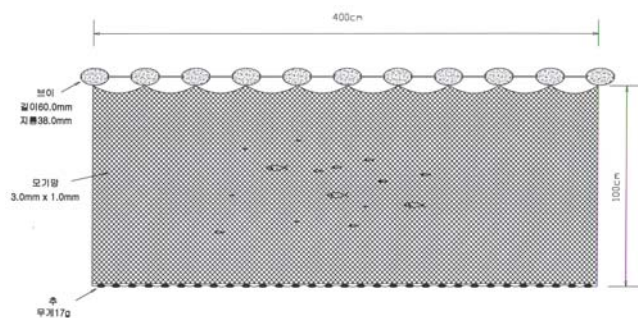


Fig. 2. Under water collecting net for ornamental fishes.

서식하고 있는 관상대상 해수어류를 문헌, 도감을 중심으로 검색하고 국명, 학명은 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)을 따랐으며 분류체계는 한국동물명집과 Nelson(1994), 인터넷 [www. Fishbase. org.](http://www.fishbase.org)(2005)를 참조하였다.

## 3. 순치사육

개발 가능한 해산 관상어종으로 판단되는 어종 중 제주연안을 중심으로 한 우리나라 연안에서 채집되는 까치상어, *Triakis scyllium* 노랑자리돔, *Chromis analis* 가시복, *Diodon holacanthus* 셋별돔, *Dascyllus trimaculatus* 해마, *Hippocampus coronatus* 등과 수입상으로부터 인도네시아, 필리핀, 스리랑카, 싱가포르, 멕시코 등지에서 어획되어 세계시장에서 각광을 받고 있는 Clownfish 중에서 Saddleback clownfish, *Amphiprion polymnus*, *A. clarkii*, *A. ocellaris*, *A. melanopus*, *A. akallopisos*, *Premnas bioculeatus*와 angelfish중에서 Franch angel, *Pomacanthus paru*, Queen angel, *Holacanthus ciliaris* 등과 Cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis*, 해마류, 파랑돔류 등을 입수하여 24시간 안정을 취

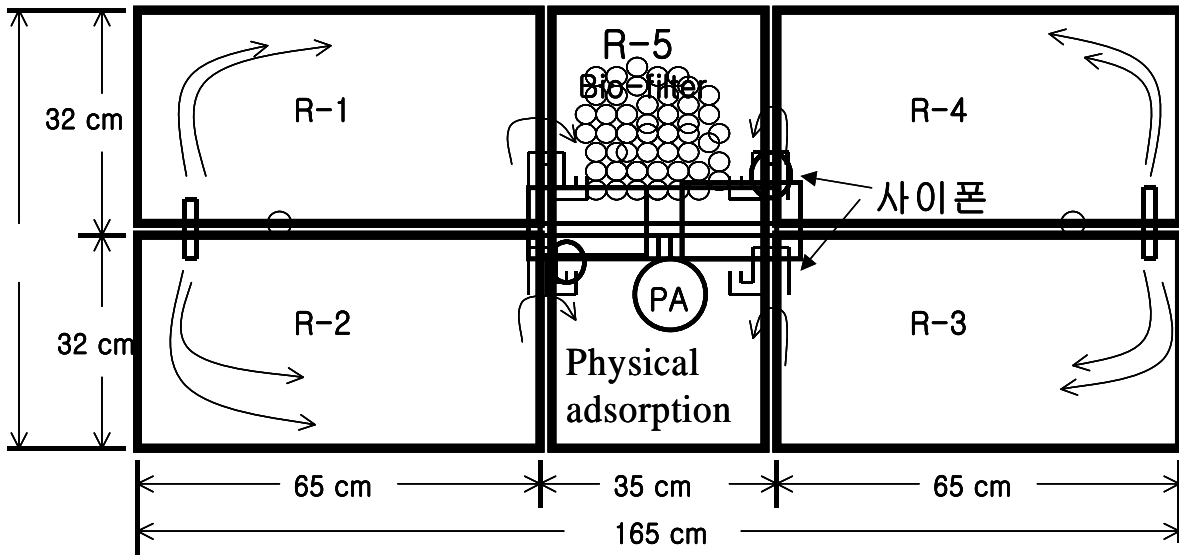


Fig. 3. Plan and sectional view of a small water recycling system R-1~R-4: Rearing tank, R-5: Filtration chamber, PA: Protein skimmer.

한 후에 물고기의 상태에 따라 5-7일 동안 매일 담수욕, 구충제, 항생제 등에 의한 약육을 실시하고 연구자들이 직접 고안하여 제작한 순환여과 시스템(Fig. 3)에 수용하여 넙치용 배합사료를 이용하여 먹이다루기와 윤 등(2005)의 먹이계열과 공급방법으로 를 실시하였다.

#### 4. 어미의 양성 및 성숙유도

어미로의 양성을 위하여 Fig.3과 Fig. 4와 같은 사각 순환여과시스템을 만들고 여기에 가계형성을 마친 *A. ocellaris*와 *P. bioculeatus*, *A. melanopus*, *A. polymnus*를 비롯한 실험어 2~3미를 별도의 사육수조에 수용하였다. 사육 수온은  $26.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 를 유지하고 실험어가 놀라지 않도록 수조의 외부를 검정색 보드락으로 차단하고 수조의 윗면은 40W 형광등을 사용하여 타이머를 이용하여 L:D cycle은 14:10으로 인공조명 하였으며 물은 2.4L/min로 조정하여 주었다. 수조 내에는 알을 붙일 수 있는 등우리로 사각형 타일 (15x15 cm)과 PVC로 만든 지붕모양의 shelter를 넣어주었다. 그러나 *A. polymnus*는 도자기 모양의 화분 3개를 추가하여 넣어주었다. 먹이는 오전 08:00시, 오후 13:00, 18:00시에 주로 pellet과 자체 제조한 moist pellet을 공급하였으나 산란기에 들어갈 무렵부터 냉동시킨 물고기의 알과 곤쟁이 등을 매일 한차례씩 공급하였다.

#### 5. 인공부화 및 Clownfish, 해마류의 종묘생산

산란 된 알은 부착성란은 어미가 관리하는 대로 5-6일정도 그대로 두었다가 부화1-2일전에 알이 붙어있는 등우리를 Fig. 5와 같이 자체개발한 부화기로 옮겨 부화시켰으며



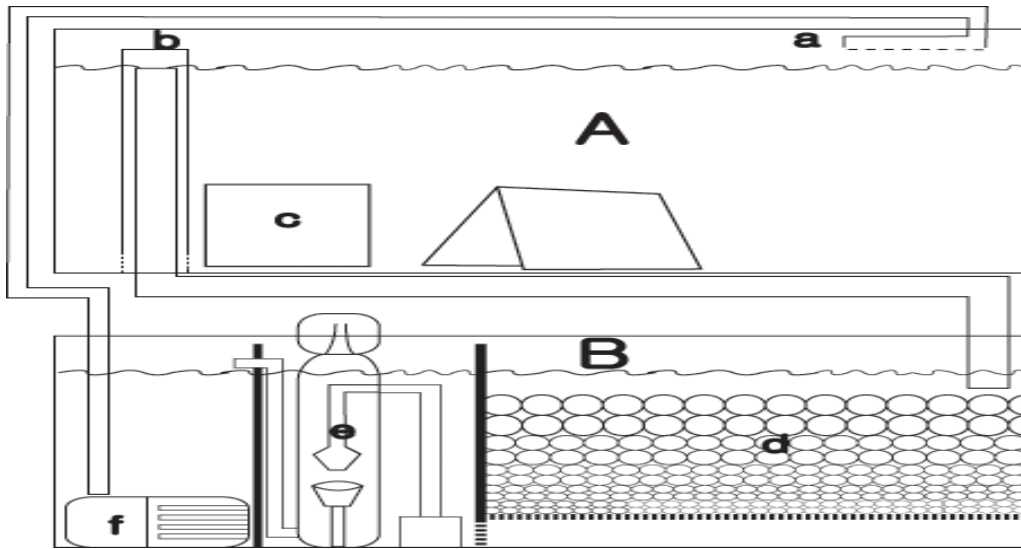


Fig. 4. Breeding aquarium of Maroon clownfish. A: rearing tank(85x45x30cm), B: filter tank a: inflow b: outflow c: nest d: sand and gravel filter, e: protein skimer, f: circulation pump.

부화된 자어는 초기 동물먹이생물인 해산로티퍼 *Brachionus rotundiformis*와 알테미아 *Artemia franciscana*를 기본 먹이계열로 하고 코페포다 *Tigriopus japonicus*와 미소편모조류를 우점종으로 하는 사육수조내 미소생물생태계 조성법(일명 물만들기)으로 사육하였다(Bromage, et al., 1995). 해마류는 수컷의 배에서 부화되는 자어를 별도수용하여 Anil et al., (1999)의 사육방법을 참고하여 사육하였다.

## 6. 상어류의 인공종묘생산

자연수역에서 포란된 개체를 대상으로 산출 자어를 확보하거나 대형 콘크리트수조(수량 150m<sup>3</sup>)에서 사육하면서 자연교미와 산란을 유도하여 자어를 확보하였다. 확보된 자어는 생사료, 습사료, 배합사료를 이용하여 자연해수의 수질조건에서 사육하였다.

## 7. 생식주기

개발 가능한 해수관상어로 판단되는 노랑자리돔, 쏘롱개, 등설망둑, 별망둑, 바닥문질을 대상으로 생식소중량지수와 생식소 발달을 기초로 한 생식주기를 조사하기 위하여 타이드풀 채집, 낚시 및 통발을 이용한 채집 그리고 정치망에 의한 채집을 실시하였다. 채집한 어류는 전장과 체중을 각각 0.1cm와 0.01g 범위까지 측정하였고, 어체에서 생식소와 간을 적출하여 생식소중량지수를 산출하였다. 생식소의 조직학적 변화는 적출한 생식소를 Bouin's 용액에 고정한 후 파라핀절편법에 의해 5  $\mu$ m로 절편을 만들어 Hansen's haematoxyline과 0.5 % eosin 이중 염색법에 의하여 비교 염색한 후, 생물현미경으로 검

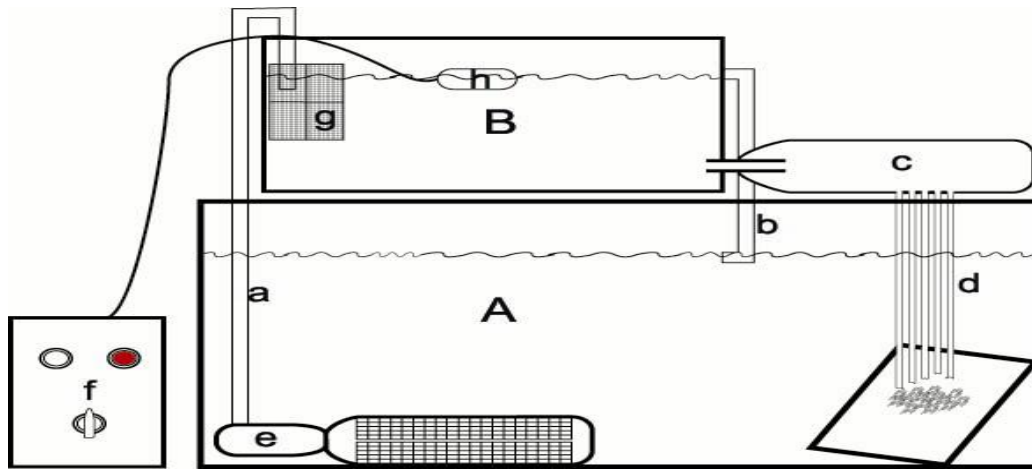


Fig. 5. Hatch tank. A: hatching tank, B: storage tank,  
 a: outflow, b: Over flow, c: sprayer, d: spray line,  
 e: circulation pump, f: Auto control box, g: 5  $\mu$ m filter,  
 h: regulator of water volume.

경하였다.

## 8. 경제성분석

해수관상어 양식의 경제성 분석은 제주대학교에서 이 연구를 추진하는 과정에서 시험 생산 된 자료를 기초로 하여 조사하였다.

본 연구과정에서 설계된 순환여과 시스템과 사육수조를 기반으로 하여 최소 산업화규모로 확대하여 적용하였으며 양어장은 특별히 설계된 비닐하우스로서 하우스전문 업체의 견적을 받아 적용하였다. 시설의 배열이나 시스템의 구성은 이 연구과정에서 실시하였던 시험시설을 산업화규모로 확대하여 적용하였으며 그 밖의 시설과 장비의 배열은 미국의 ORA(Ornamental Reefish Aquarium)의 시설사진을 참고하였다.

## 제2절 연구내용 및 결과

### 1. 해수관상어의 검색, 채집, 순치 사육 (제1세부과제: 협동과제)

#### 가. 연구내용

##### (1) 채집 및 순치사육

(가) 뜬 말밑에 모이는 자치어의 조사 및 채집사육

(나) 통발에서 어획된 어류조사 및 순치사육

(다) 조간대 타이드풀 및 낚시

(2) 해수관상어 실내사육 및 생태조사

(가) 순치사육

(나) 자치어 사육

## 나. 연구결과

### (1) 해수관상대상어종의 목록

우리나라 연안에 서식하는 어종은 현재까지의 미 기록 종을 포함하여 934종이 기록되어 있으며(한국동물분류학회, 1997) 이 중에서 관상 어류로 개발이 요구되는 128종을 분류하여 곱치류, 나비고기류, 실고기류, 양볼락류, 망둑류, 자리돔류, 놀래기류, 베도라치류, 복어류 등을 분류체계별로 정리하였다.

### (가) 우리나라 해수관상어 개발 대상품종 목록(\*주요종의 정도)

Family Muraenidae 곱치과

1. *Gymnothorax kidako* (Temminck et Schlegel) 곱치
2. *Muraena pardalis* Temminck et Schlegel 알락곱치

Family Plotosidae 쓸종개과

3. *Ploto년 lineatus* (Thunberg) 쓸종개\*

Family Monocentrididae 철갑등어과

4. *Monocentris japonica* (Hottuyn) 철갑등어\*

Family Zeidae 달고기과

5. *Zeus faber* Linnaeus 달고기
6. *Zenopsis nebulosa* (Temminck et Schlegel) 민달고기

Family Syngnathidae 실고기과

7. *Hippocampus coronatus* 해마\*
8. *Hippocampus histrix* Kaup 가시해마\*
9. *Hippocampus japonicus* 산호해마\*
10. *Hippocampus kuda* 복해마\*\*
11. *Hippocampus trimaculata* 점해마
12. *Urocampus rikuzenius* 풀해마
13. *Doryrhamphus japonicus* Arga & Yoshino 부채꼬리실고기

Family Scorpaenidae 양볼락과

14. *Helicolenus hilgendorfi* (Steindachner et Doderlein) 홍감펍
15. *Pterois lunulata* Temminck et Schlegel 쏘배감펍\*
16. *P. volitans* (Linnaeus) 점쏘배감펍\*
17. *Scorpaena miostoma* Gunther 쭈굴감펍
18. *S. onaria* Jordan et Snyder 점감펍
19. *S. neglecta* Temminck et Schlegel 살살치

Family Triglidae 청대구

20. *Chelidonichthys spinosus* (McClelland) 청대구

Family Cottidae 독중개과

21. *Furcina osimae* Jordan et Starks 무늬횃대
22. *Pseudoblennius percoides* Gunther 돌팍망둑
23. *P. zonostigama* Jordan et Starks 띠점횃대

Family Apogonidae 동갈돔과

24. *Apogon doederleini* Jordan et Snyder 세줄얼게비늘
25. *A. cyanosoma* Bleeker 금줄얼게비늘
26. *A. endekataenia* Bleeker 일곱줄얼게비늘
27. *A. semilineatus* Temminck et Schlegel 줄도화돔

Family Serranidae 바리과

28. *Epinephelus fasciatus* (Forssal) 홍바리
29. *Franzia squamipinnis* (Peters) 금강바리\*

Family Chaetodontidae 나비고기과

30. *Chaetodon adiergastos* Seale 부전나비고기
31. *Chaetodon auriga* Forsskål 가시나비고기\*
32. *Chaetodon auripes* Jordan et Snyder 나비고기 \*
33. *Chaetodon lunula* (Lacépède) 룰나비고기
34. *Chaetodon modestus* Temminck et Schlegel 세동가리돔 \*
  
35. *Chaetodon nippon* Döderlein 나비돔\*
36. *Chaetodon wiebeli* Kaup 꼬리줄나비고기\*
37. *Coradion altivelis* McCulloch 갈색띠돔

38. *Heniochus acuminatus* (Linnaeus) 두동가리돔 \*\*  
 39. *Heniochus chrysostomus* Cuvier 뚝대돔 \*\*

Family Pomacentridae 청줄돔과

40. *Chaetodonplus septentrionalis* (Temminck et Schlegel) 청줄돔  
 \*\*  
 41. *Pomacanthus imperator* (Bloch) 옹달샘돔 \*

Family Kyphosidae 황줄감정이과

42. *Girella melanichthys* (Richardson) 긴꼬리벙에돔  
 43. *G. mezzina* Jordan et Starks 양벙에돔  
 44. *Kyphosus lembus* (Cuvier) 황줄감정이  
 45. *Microcanthus strigatus* (Cuvier) 범돔  
 46. *Labracoglossa argentiventris* Peters 황조어

Family Oplegnathidae 돌돔과

47. *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel) 돌돔  
 48. *O. punctatus* (Temminck et Schlegel) 강담돔

Family 홍갈치科

49. *Cepola schlegeli* (Bleeker) 홍갈치 \*

Family Pomacentridae 자리돔과

50. *Abudefduf notatus* (Day) 동갈자돔  
 51. *Abudefduf sordidus* (Forsskål) 출자돔  
 52. *Abudefduf vaigiensis* (Quoy et Gaimard) 해포리고기\*  
 53. *Amphiprion clarkii* 흰동가리 \*  
 54. *Chromis analis* (Cuvier) 노랑자리돔 \*  
 55. *Chromis fumea* (Tanaka) 연무자리돔  
 56. *Chromis notatus* (Temminck et Schlegel) 자리돔  
 57. *Chrysiptera parasema* 저고리돔  
 58. *Dascyllus trimaculatus* (Ruppell) 셋별돔 \*  
 59. *Neopomacentrus violascens* (Bleeker) 점자돔  
 60. *Pomacentrus coelestis* Jordan et Starks 파랑돔 \*  
 61. *Pomacentrus bankanensis* Bleeker 파랑줄돔\*

62. *Pomacentrus nagasakiensis* Tanakar 파랑점자돔

Family Labridae 놀래기과

63. *Bodianus bilunulatus* (Lacepede) 사당놀래기  
64. *B. oxycephalus* (Bleeker) 사랑놀래기  
65. *Bodianus diana* 얼룩사당놀래기  
66. *Choerodon azurio* (Jordan et Snyder) 호박돔  
67. *Cirrhilabrus temmincki* Bleeker 실용치  
68. *Halichoeres tenuispinnis* (Gunther) 놀래기  
69. *H. poeciliopterus* (Temminck et Schlegel) 용치놀래기  
70. ***Labroides dimidiatus* (Valenciennes) 등푸른 청소놀래기 \***  
71. *Macropharyngodon negrosensis* (Valenciennes) 은하수놀래기  
72. *Pseudolabrus gracilis* (Steindachner) 실놀래기  
73. *Pteragogus flagellyifera* (Valenciennes) 어렁놀래기  
74. *Pseudolabrus japonicus* (Hottuyn) 황놀래기  
75. *Stethojulis interrupta* 무지개놀래기  
76. *Semicossyphus reticulatus* 흑돔  
77. *Thalassoma amblycephalum* 색동놀래기  
78. *T. lunare* (Linnaeus) 녹색물결놀래기  
79. *T. purpureum* (Forsskai) 비단놀래기

Family Stichaeidae 장갱이과

80. *Dictyosoma burgeri* 그물베도라치

Family Pholididae 황줄베도라치과

81. *Pholis crassispina* (Temminck et Schlegel) 점베도라치  
82. *Pholis fangi* (Wang et Wang) 흰베도라치  
83. *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel) 베도라치

Family Tripterygiidae 먹도라치과

84. *Enneapterygius etheostomus* (Jordan et Seale) 가막베도라치  
85. *Tripterygion bapturnum* Jordan et Snyder 청황베도라치

Family Blenniidae 청베도라치과

86. *Ecsenius namiyei* (Jordan et Evermann) 노랑꼬리베도라치

87. *Entomacrodus stellifer lighti* (Jordan et Snyder) 저울베도라치  
 88. *Istiblennius enosimae* (Jordan et Snyder) 대강베도라치  
 89. *Omobranchus elegans* (Steindachner) 앞동갈베도라치  
 90. *Omobranchus punctatus* (Valenciennes) 골베도라치  
 91. ***Parablennius yatabei* (Jordan et Snyder) 청베도라치 \***  
 92. *Petroscirtes breviceps* (Valenciennes) 두줄베도라치  
 93. *Petroscirtes variabilis* (Cantor) 개베도라치  
 94. *Plagiotremus rhinorhynchus* (Bleeker) 청줄베도라치

Family Eleotrididae 구굴무치과

95. *Parioglossus dotui*(Tanaka) 등설망둑

Family Gobiidae 망둑어과

96. *Acanthogobius flavimanus* (Temminck et Schlegel) 문절망둑  
 97. *Synechogobius hasta* (Temminck et Schlegel) 풀망둑  
 98. *Chaenogobius castaneus* (O'Shaughnessy) 날망둑  
 99. *Chaeturichthys stigmatias* Richardson 쉬쉬망둑  
 100. *Chasmichthys dolichognathus* (Hilgendorf) 점망둑  
 101. *Chasmichthys gulosus* (Guichenot) 별망둑  
 102. *Istigobius hoshinonis* 비단망둑  
 103. *Luciogobius guttatus* Gill 미끈망둑  
 104. *Luciogobius koma* (Snyder) 꼬마망둑  
 105. *Pterogobius zacalles* Jordan et Snyder 다섯동갈망둑  
 106. ***P. elapoides* (Günther) 일곱동갈망둑 \***  
 107. ***P. zonoleucus* Jordan et Snyder 흰줄망둑 \***  
 108. *P. zacalles* 미망둑  
 109. *P. virgo* 금줄망둑  
 110. *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) 짱뚱어  
 111. *Scartelaos gigas* Chu et Wu 남방짱뚱어  
 112. *Periophthalmus modestus* Cantor 말뚝망둥어  
 113. *Tridentiger nudicervicus* Tomiyama 황줄망둑  
 114. *Tridentiger obscurus* (Temminck et Schlegel) 검정망둑

Family Cyclopteridae 도치과

115. *Aptocyclus ventricosus* 딱지  
 116. *Eumicrotremus orbis* 도치

Family Zanclidae 깃대돔과

117. *Zanclus cornutus* (Linnaeus) 깃대돔\*

Family Acanthuridae 양귀돔과

118. *Prionurus scalprum* Valenciennes 귀돔

Family Monacanthidae 쥐치과

119. *Paramonacanthus japonicus* (Tilesius) 새양쥐치

120. *Rudarius ercodes* Jordan et Fowler 그물코쥐치 \*

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

122. *Paraluteres prionurus* Bleeker 툽쥐치

Family Ostraciidae 거북복과

123. *Ostracion cubicus* Linnaeus 노랑거북복\*\*

124. *Ostracion immaculatus* Temminck et Schlegel 거북복\*

125. *Lactoria cornutus* (Linnaeus) 빨복\*\*

Family Tetraodontidae 참복과

126. *Takifugu niphobles* Jordan et Snyder 복섬

127. *Takifugu obscurus* (Abe) 황복

Family Diodontidae 가시복과

128. *Diodon halacanthus* 가시복\*

## (2) 채집 및 수집결과

### (가) 수중그물작업 결과

다이빙 작업 장소는 아열대 어종을 포함한 난류성 관상생물이 다양한 제주도 문섬의 외섬 포인트 수심 15-18m 정점이었다. 작업당시 수온은 23-24℃이었으며, 투명도는 15m였다. 작업 장소에는 어령놀래기, 파랑돔, 노랑자리돔, 자리돔, 거북복, 세줄얼게비늘, 줄도화돔 등 소형 어종들이 많이 분포하고 있었다.

관상어 채포를 위하여 입수 직전 3명의 작업조를 편성하고 각자 작업 시 임무를 숙지시켰다. 2명은 그물로 싸는 조, 1명은 소형뜯채로 쌓여진 고기를 떠



내는 작업을 맡았다. 작업은 문섬 북쪽 15m 수심 전후의 편평한 곳에서 실시하였으며 가능한 한 대상 어종의 많은 개체수를 포획하기 위하여 준비해 간 크릴 새우를 미리 뿌려 주었다. 작업 결과, 그물로 포획이 가능한 크기는 1cm급의 소형 자리돔 새끼로부터 34cm 크기의 호박돔까지 매우 다양하였다. 또, 체포한 어종으로는 자리돔, 노랑자리돔, 세줄얼게비늘, 호박돔, 놀래기, 어랭놀래기, 용치놀래기, 파랑돔, 샛돔, 전갱이 새끼 등 작업 위치에 있던 대부분의 종들이었다.

그물로 둘러싼 어종들을 효율적으로 잡아 그물에 넣는 작업은 비교적 용이하였으나 크기에 따라 작업에 어려움이 따르는 문제점도 나타났다. 뜰채작업이나 통발작업에서 항상 문제가 되었던 부레 팽창에 따른 어체의 전도 문제는 이번 조사 시 5m 수층에서 약 2시간을 매달아 놓고 기압 상승에 따른 수압 변화를 적응시킴으로써 해결 가능성을 나타내었다. 실험 대상어로는 거북복, 노랑자리돔, 파랑돔이었는데 항상 문제를 보였던 노랑자리돔도 정상 유연함으로써 일정 수심에 정착시키는 것으로 수압 문제의 해결 가능성을 보였다고 할 수 있다.

수중에서의 수중 그물에 의한 관상어 체포 작업은 소형 뜰채를 사용한 경우와 비교하면 그물을 가지고 입수, 출수를 하여야 하는 번거로움이 있고 작업도 2-3명이 짝을 이루어하는 것이 효과적이므로 작업 인원수에 대한 부담이 있는 점 등이 사전 고려되어야 할 사항이다. 즉, 소형 뜰채에 의한 작업은 시간당 체포 마리 수에 있어 수중 그물작업시보다 적지만 혼자서 작업이 가능하다는 이점이 있다. 고급 관상어인 경우에는 작업 시 상처로 인한 2차 세균 감염이 우려되는데 수중 그물을 사용할 경우에는 최대한 작업 시 상처를 줄일 수 있도록 작업이 가능하다는 점에서도 장점이 있다. 또, 소형 뜰채에 의한 작업은 행동이 빠르거나 크기가 큰 고기의 체포에는 어려움이 따르지만 작업의 간편성이나 작업 인원에서 유리한 면이 있다.

Table 1-1. Ornamental fish collected by underwater net in Moon Island

Species name	Korean name	Total.length (cm)	Number of fishes
<i>Apogon endekataenia</i>	일곱줄얼게비늘	4-7	1
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	4-7	2
<i>Chromis analis</i>	노랑자리돔	3-13	6
<i>Chromis fumea</i>	연무자리돔	2-5	1
<i>Chromis notatus</i>	자리돔	1-3	13
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	10-15	2
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	8-14	2
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	10-20	1
<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기	10-18	1
<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑	8-14	1
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	34	1
<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔	10	1

이번에 시도한 수중 그물에 의한 관상어 체포에서 나타난 작업상의 문제점은 노랑자리돔과 같이 떼를 지어 있는 소형어를 대량으로 체포하는 데에는 효율이 높지만, 바닥상태가 경사지거나 중층으로 떠오르는 어종이나 개체를 체포하는 데에는 어려움이 있었다. 즉, 경사가 급한 암반을 타고 노는 개체들을 잡기에는 문제가 있었으며 편평한 바닥에서의 작업에는 상당한 효과를 나타내었다. 9월 작업 시 포획된 관상어의 어종과 크기는 Table 1-1과 같다.

다이빙으로 채집된 어류들을 제주대학교 어류양식실험실로 운반하여 개체들의 전장과 체중을 측정된 후 순환여과수조에 수용하였다. 실험실에서 측정된 종은 총 6종이었고, 그 중 노랑자리돔, 거북복 그리고 파랑돔이 관상 대상종이었다. 채집된 말미잘 11개체를 절반으로 나누어서 흰동가리가 서식하는 수조 2군데에 수용하여 어류와 말미잘의 관계를 관찰하였다. 수용된 말미잘은 즉시 적절한 기질을 찾아서 부착하였다. 또한 흰동가리는 곧바로 말미잘에 반응하여 촉수에 파묻혀서 지냈고, 다른 개체들이나 사람들이 위협하면 즉시 말미잘 촉수 속으로 숨었다. 말미잘 쪽으로 항상 수류가 생기게 하기 위해 측면 펌프를 설치하였고, 먹이로는 크릴새우, 바지락살 등을 도구를 이용해서 직접 말미잘 입 근처에 넣어주었다. 두 그룹간의 화학물질에 의해서 한 그룹이 살지 못한다는 말미잘의 특징은 아직 관찰되지 않았다.

① 뜬말(유조) 밑에 출현하는 자치어 조사결과

봄부터 가을까지 우리나라 연안의 표층에 떠다니는 해조류, 즉 뜬말에는 다양한 어종의 치어 및 유어들이 서식하고 있는데 이러한 뜬말과 함께 체포할 수

있는 관상 대상 어종도 상당수 있다. 지난 1998년, 1999년 사이에 경남 통영 연안에서 조사된 뜬말 아래의 유치어 목록은 Table 1-2와 같다. 이러한 뜬말에서의 유치어의 출현은 시간에 따라 변하며 이 가운데 관상어종으로서 개발 가능하다고 판단된 어종들의 월별 출현 양상은 표 1-3에 나타내었다. 8월부터 10월까지 작은 부피의 뜬말에서도 많은 양 존재하는 그물코쥐치와 9월부터 11월까지 다수 채집되는 두줄베도라치는 현재 수산 종으로 이용되고 있지 않은 종으로써 외형이 관상종으로 적합하여 앞으로 한국산 관상종으로의 개발에 유의 할만한 종이라 판단된다. Table표 1-3에 나타난 종들은 뜬말을 적극적으로 이용하여 채집이 용이하며 외형 또한 관상종으로 적합한 종들로서 앞으로 뜬말의 채집으로 인한 관상종으로 개발이 가능하다고 본다. 2002년 5월, 9월에 실시된 이번 실험은 봄, 여름철에 뜬말에서 출현하는 베도라치류, 볼락류, 그물코쥐치 등을 대상으로 체포, 순치 및 사육 실험이 이루어졌다.

### (3) 종별 체포, 사육 실험

#### (가) 흰줄망둑

2001년 4월초 체포한 흰줄망둑을 대상으로 활어차에 대한 운반 실험을 실시하였다. 들망을 이용하여 체포한 흰줄망둑을 1일간 해상가두리 중간 육성 그물(1m×3m×1.5m)에 수용하였다. 그 중 일부는 활어차에 실어 경기도 안산시 한국해양연구원 실내 수조까지 운반하였고, 일부는 경상남도 도립배양장 실내에 설치한 아크릴사각수조(200ml)에 수용하여 산란 유도를 실시하였다. 실험 중 수온은 T-S meter로 매일 오전 10시경에 측정하였으며 15.3~16.8℃ 범위였다. 수조는 실내 광 조건하에 방치하였으며 여과된 자연 해수를 유수식으로 흘려주었으며 1일 4-5번씩 배합사료를 투여하였다.

한국해양연구원으로 운반한 방법은 일반 활어 운반과 동일하였으며 운반 시간은 약 7시간이었다. 운반 후 약 200마리의 흰줄망둑을 실내에서 FRP수조(200ml)에 수용하여 먹이 부침 여부와 생존율을 조사하였다. 이 중 일부는 PVC 파이프(Ø 8cm×15cm)를 바닥에 넣어 둔 유리 사각수조(250ml)에 수용하여 산란실험을 실시하였다. 또한, 2002년 7월초에는 경남 통영해역 연명마을과 달아 마을 앞 부두에서 2002년 5월에 자연 산출된 흰줄망둑 치어를 들망으로 채집하여 사육하였다.

Table 1-2. List of fish species collected from drifting seaweed in Tongyeong during sampling period(1998. 4 ~ 1999. 3). (\* unrecorded species in Korea)

Species	Range of total length(mm)	Apr. '98	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. '99	Feb.	Mar.
<i>Conger myriaster</i>	81.6		—										
<i>Engraulis japonicus</i>	41.6-54.0				—								
<i>Konosirus punctatus</i>	120.0	—											
<i>Histrio histrio</i>	10.5-147.3		—	—	—	—	—	—	—				
<i>Mugil cephalus</i>	26.9	—											
<i>Tylosurus acus melanotus</i>	219.5			—									
<i>Cypselurus heterurus doederleini</i> *	26.6			—									
<i>Cypselurus</i> sp.	48.3-51.1			—									
<i>Parexocoetus mentomento</i> *	61.3			—									
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	19.3-31.2		—										
<i>Hippocampus kuda</i>	28.9-32.3				—	—							
<i>Syngnathus schlegelii</i>	23.9-192.7		—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Urocampus rikuzenius</i>	95.9		—										
<i>Urocampus nanus</i> *	47.1-50.2							—					
<i>Sebastes inermis</i>	14.4-51.9	—	—								—		
<i>Sebastes pachycephalus</i>	15.6		—										
<i>Sebastes thompsoni</i>	12.8-36.6	—	—	—									
<i>Sebastes vulpes</i>	21.5-21.7									—			
<i>Hexagrammos agrammus</i>	7.5-138.8	—	—	—	—					—	—		—
<i>Hexagrammos otakii</i>	16.0-54.7	—											
<i>Furcina osimae</i>	44.6		—										
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	28.3-44.3												—
<i>Stereolepis doederleini</i>	31.3		—										
<i>Priacanthus macracanthus</i>	41.7-51.1			—									
<i>Coryphaena hippurus</i>	39.1-68.1			—									
<i>Seriola dumerili</i>	35.4-123.1			—	—								
<i>Seriola quinqueradiata</i>	12.9-135.4		—	—	—								
<i>Trachurus japonicus</i>	26.5-58.4	—	—	—						—			
<i>Chaetodon modestus</i>	25.0			—									
<i>Girella melanichthys</i>	33.4-48.5		—										
<i>Girella punctata</i>	16.1-27.4	—	—		—								
<i>Kyphosus bigibbus</i>	81.8		—										
<i>Kyphosus lembus</i>	43.7		—										
<i>Kyphosus</i> sp.	46.2			—									
<i>Microcanthus strigatus</i>	15.8-20.9		—	—									
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	11.0-66.4		—	—	—								
<i>Oplegnathus punctatus</i>	25.6-106.6		—	—	—								
<i>Abudefduf</i> sp.	24.2		—										
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	23.3-48.8		—	—				—					
<i>Zoarchias veneficus</i>	40.5												—
<i>Pholis crassispina</i>	30.6-123.3	—	—									—	—
<i>Pholis nebulosa</i>	30.9-114.4	—	—	—	—							—	—
<i>Pholis</i> sp.	29.6-44.5	—											—
<i>Parablennius yatabei</i>	16.8-17.6					—							
<i>Petroscirtes breviceps</i>	10.7-81.9		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Blenniidae	17.6-18.3			—			—						
<i>Siganus fuscescens</i>	149.3								—				
<i>Siganus</i> sp.	26.9					—							
<i>Scomber japonicus</i>	54.7-61.8		—										
<i>Rudarius ercodes</i>	5.1-43.1			—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	41.4		—										
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	9.0-123.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Thamnaconus modestus</i>	17.9-76.2		—	—	—								
<i>Paramonacanthus japonicus</i>	20.4							—					
<i>Psenes maculatus</i> *	47.0			—									
<i>Psenes cyanophrys</i> *	85.0				—								

Table 1-3. Monthly occurrence of the ornamental fish collected from the study area (Ind./volume of from drifting seaweed (m<sup>3</sup>))

species	Apr. '98	May	May. 2	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. '99	Feb.	Mar.
<i>Rudarius ercodes</i>				22.25	1198.67	8458.05	8592.98	80.58	0.85	0.16		
<i>Petrosciartes breviceps</i>				9.05	1.27	95.81	107.02	178.88	0.64	0.16		
<i>Pholis nebulosa</i>	22.22	15.58	85.71									0.88
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	0.85			0.78	75.95	85.81	8.77					
<i>Sebastes thompsoni</i>	0.85	96.10										
<i>Hexagrammos agrammus</i>	57.28	2.80							0.64	0.16		1.15
<i>Pholis crassispina</i>	21.87	6.49	19.05								0.20	
<i>Syngnathus schlegelii</i>				1.47	6.88	10.78	12.28	1.44	0.21			
<i>Histrio histrio</i>		1.80		0.98	6.88	6.90	1.75					
<i>Hexagrammos otakii</i>	9.40											
<i>Oplegnathus fasciatus</i>				0.24		6.88						
<i>Sebastes inermis</i>	1.71		4.76							0.16		

사육 수온은 19.8~23.1°C 범위였으며, DO는 5.6~7mg/l이었다(Fig. 1-1). 자연에서 채집한 흰줄망둑 치어를 배합사료(500 $\mu$ m, 700 $\mu$ m)에 순치 시킨 후 약 2달간 사육한 결과, 처음 채집 개체들의 평균인 TL 3.39mm, BW 0.35g에서부터 TL 5.4mm, BW 1.74g 까지 성장하였다(Fig. 1-2).

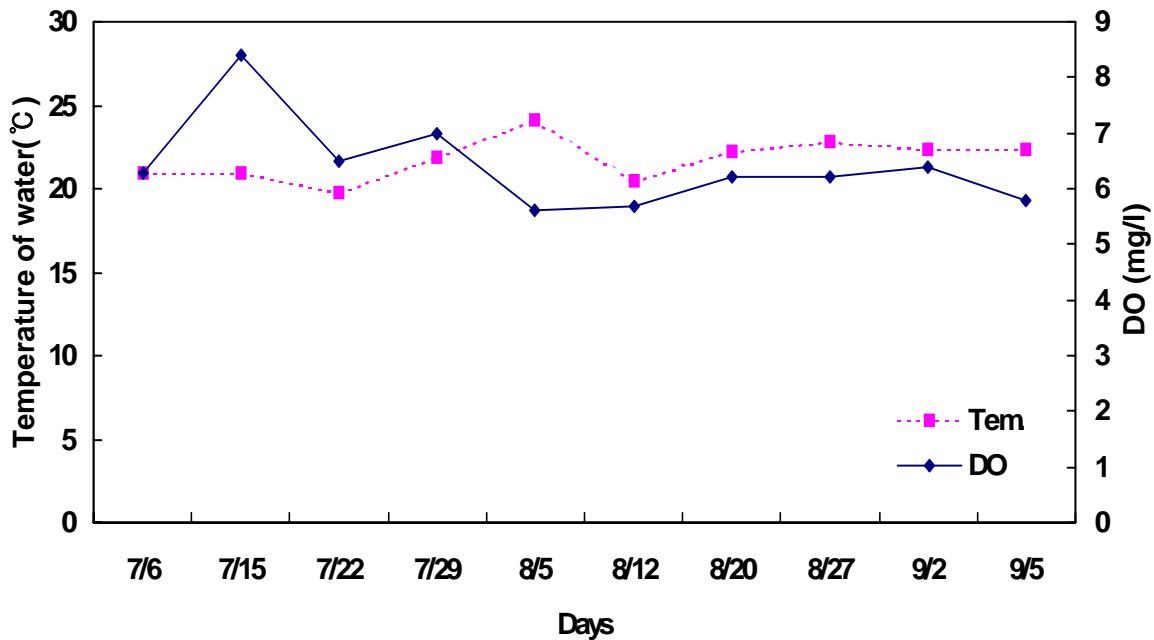


Fig. 1-1. Water temperature and dissolved oxygen of *Pterogobius zonoleucus* in rearing tank.

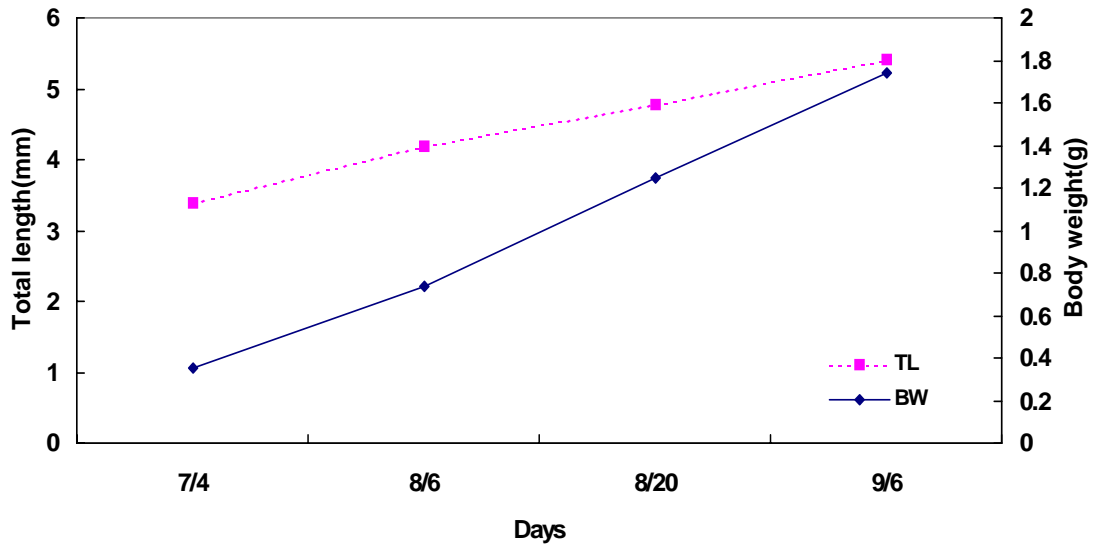


Fig. 1-2. Growth of total length and body weight of *Pterogobius zonoleucus* in rearing tank.



Fig. 1-3. Marine ornamental fish collected by drifting seaweed.

(나) 베도라치

2002년 3월 28일 경남 통영 연안에 떠다니는 해조류(뜯말)와 함께 채집된 베도라치류(베도라치, 점베도라치)를 대상으로 사육 실험을 실시하였다. 실험에 사용한 베도라치는 한국해양연구원의 조사선(해양호 2.99톤) 선상에서 직경이 80cm, 망목이 1.8mm x 1.8mm인 뜯채를 사용하여 뜯말과 함께 채포하였다(Fig. 1-3). 이때 수온은 16.5°C이었으며, 채포된 베도라치는 선상에서 모자반과 같은 해조류와 분리 수용하였다.

사육 시 수온은 17.1~24.1°C, DO는 5.9~7.7mg/l 범위였으며(Fig. 1-4), 환수량은 1일 10회전 이상이였다. 실험어는 육상 수조실로 운반한 뒤 250ml FRP 사각 수조 3개에 형태적 타입별로 나누어 50~60 마리씩 수용하였으며 먹이로는 냉동 copepoda와 rotifer를 투여하였고, 약 10일 이후부터는 배합사료(500 $\mu$ m, 700 $\mu$ m)를 공급하였다(Fig. 1-5). 약 50일 간격으로 먹이 순치여부, 성장(Fig. 1-6) 및 생존율을 조사하였다.

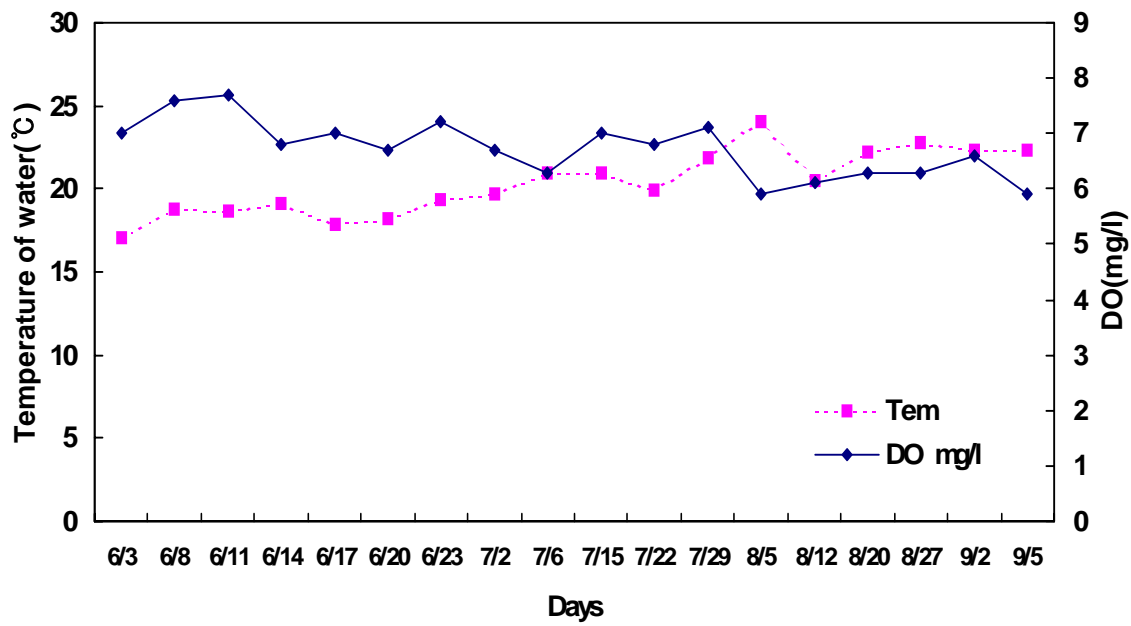


Fig. 1-4. Change of water temperature and dissolved oxygen in rearing tank.



Fig 1-5. Rearing tank of *Pholis nebulosa* collected by drifting seaweed(May, 2002).

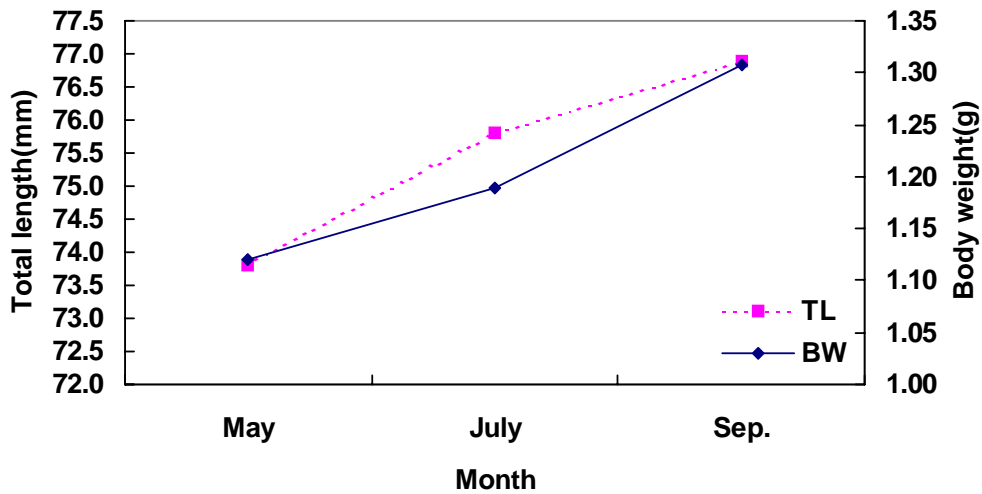


Fig. 1-6. Growth of Total length and Body weight of *Pholis nebulosa* in indoor tank.



Fig. 1-7. *Pholis nebulosa* leaning on drifting seaweed.

자연에서 채집한 베도라치류 치어를 약 2달간 실내에서 사육한 결과, 5월 처음 채집 당시 평균인 TL 73.81mm, BW 1.12g에서부터 7월에 TL 75.79mm, BW 1.19g, 9월에 TL 76.88mm, BW 1.31g까지 성장을 보였다(Fig. 1-7).

#### (다) 불락류

2002년 3월 28일 경남 통영 연안에 떠다니는 해조류(뜯말)와 함께 채집된 불락, 조피불락, 불불락, 개불락, 누루시불락 유어

들을 대상으로 먹이 순치 및 사육 실험을 실시하고 관상어로서의 사용 가능성을 실험하였다. 사육 시 수온은 17.1~24.1℃, DO는 5.9~7.7mg/l 범위였으며(Fig. 1-4), 환수량은 1일 10회전 이상이였다.

뜯말에서 채집되는 불락류 중에서는 가장 많은 개체 수를 보인 불불락은 5월 채집 당시 TL 29.36mm, BW 0.40g이었고, 7월에는 TL 52.04mm, BW 2.38g, 9월에는 TL 66.81mm, BW 5.69g까지 성장하였다(Fig. 1-8).

뜯말에서 채집된 조피불락은 5월 채집 시 TL 24.95mm, BW 0.25g이었고, 7월에는 TL 62.01mm, BW 4.99g, 9월에는 TL 90.00mm, BW 14.43g까지 성장하여 불락류 중에서 가



장 빠른 성장을 보였다(Fig. 1-9).

(라) 그물코쥐치

2002년 9월 24일 경남 연안의 뜬말 아래에 출현하는 그물코쥐치 치어 200마리를 채포하여 FRP수조에 수용 후 배합사료를 이용하여 먹이 순치시켜 사육하였다.

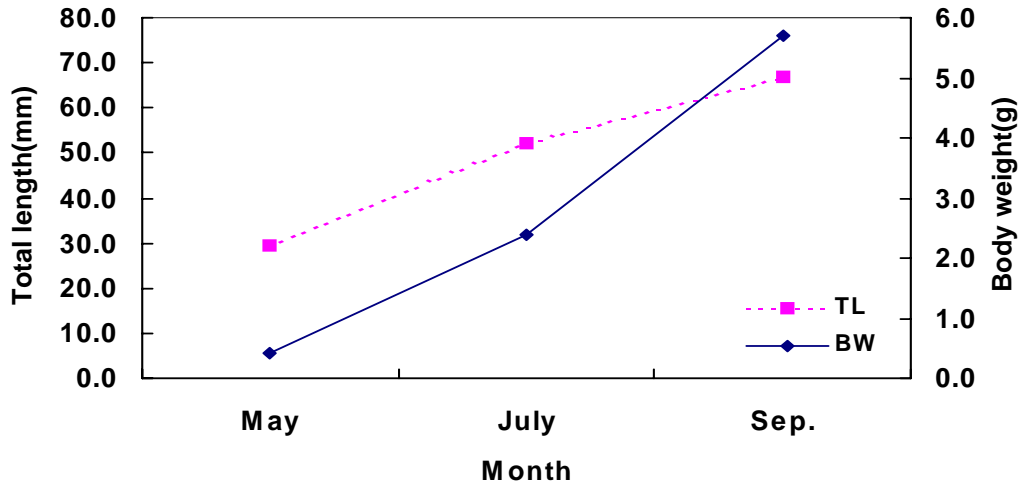


Fig. 1-8. Growth of total length and body weight of *Sebastes thompsoni* in indoor tank.

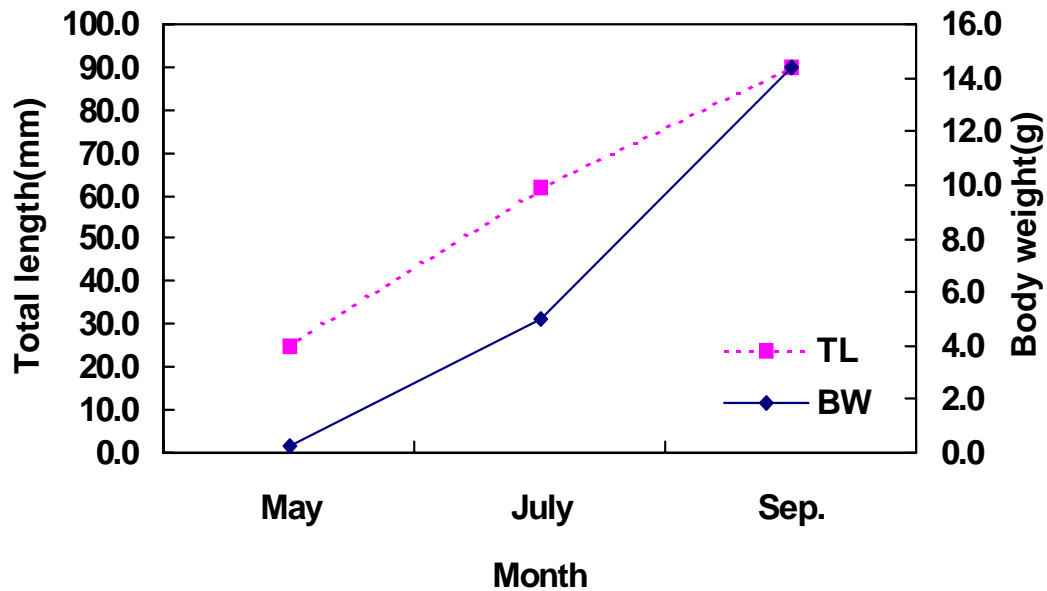


Fig. 1-9. Growth of total length and body weight of Rockfish, *Sebastes schlegeli* in indoor tank.

## 2. 해수관상어의 번식생태에 관한 연구(제2 세부과제)

(인공사육환경에서의 사육기술개발 및 생태조사)

### 가. 연구내용

#### (1) 채집 및 순치사육

- (가) 뜬 말밑에 모이는 자치어의 조사 및 채집
- (나) 통발에서 어획된 어류조사 및 순치사육
- (다) 조간대 타이드풀 및 낚시
- (라) 관상어 수입에 의한 양성

#### (2) 해수관상어 실내사육 및 생태조사

- (가) 순치사육
- (나) 산란용 어미로 육성
- (다) 산란유도
- (라) 자치어 사육

### 나. 연구결과

#### (1) 개발대상어종의 선정기준

해수관상어로서 선정기준은 보는 관점에 따라서 여러 가지로 나눌 수 있겠지만 일반적으로 세계시장에 인기가 높은 어종들을 보면 대략 다음과 같은 특성을 가지고 있다. 따라서 개발대상어종은 이와 같은 점을 선정기준을 정하는 한편 세계적으로 가장 인기가 높은 어종을 중점개발 대상어종으로 선정하였다.

- (가) 화려하고 아름다운 체색과 무늬 등의 형태를 갖추고 있는 어류
- (나) 특이한 형태를 갖추고 일반적으로 쉽게 볼 수 없는 희귀성이 높은 어류
- (다) 신비스러운 행동과 특이한 습성으로 사람들의 관심을 끌 수 있는 어류
- (라) 생물학적으로, 교육적으로 보존가치가 높은 어류 등

#### (2) 채집 및 순치사육

##### (가) 뜬말 밑에 출현하는 자치어 조사결과

① 유조 생체량이 풍부한 4~5월에 걸쳐 유조를 구성하는 해조류를 조사해본 결과, 총 13종이 동정되었다(Table 2-1). 유조를 이루는 해조류의 대부분은, 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 미아베모자반(*S. miyabei*), 큰열매모자반(*S. macrocarpum*) 그리고 큰잎모자반(*S. ringgoldianum*) 같은 모자반류(*Sargassum* spp.)였다. 또한 기타 종으로서, 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 함

깨 부유하기도 하였다. 위와 같은 자연 부유물뿐만 아니라 그물, 통발 및 나무 상자 등과 같은 인공적인 부유물과 심지어는 죽은 새까지도 함께 엉켜져 부유하고 있었다. 월별 유조 덩어리의 크기와 무게에 대해서 살펴보면, 3월에는 지름 1m 미만의 1~5kg 무게의 작은 유조였고, 채집된 총 습중량은 50kg 정도였다. 시간이 지남에 따라 유조량은 점점 증가하여 4, 5월에는 총 습중량이 각각 210kg과 352kg을 나타냈다. 그리고 6, 7월에는 절정기를 이루어 총 습중량은 각각 778kg과 634kg이고, 지름 3 m 이상 되고 30~40kg의 대형 유조도 많이 나타났다. 그러나 8월부터는 유조량이 감소하여 주로 지름 1~1.5m 내외의 5~15kg의 유조가 많았다. 가장 많은 유조가 출현했던 5~7월에 대해 살펴보면, 5~6월에는 유조 덩어리가 약 40개, 7월에는 약 70개였다. 석 달에 걸쳐 공통적으로 지름 1m, 습중량 0.5~5 kg의 유조 덩어리가 많았다(Fig. 2-1).

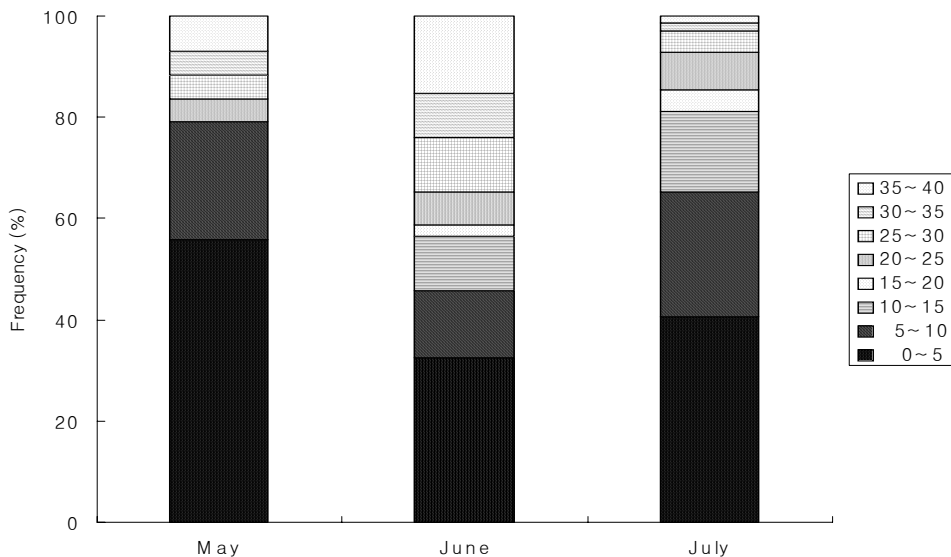


Fig. 2-1. Monthly variation on the wet weight(kg) of drifting seaweed from May to July.

## ② 어류상

### ㉠ 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 2-2).

소수의 어종만 출현한 목으로서, 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 2-2).

Table 2-1. 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.
Anthophyta	<i>Zostera</i> spp.

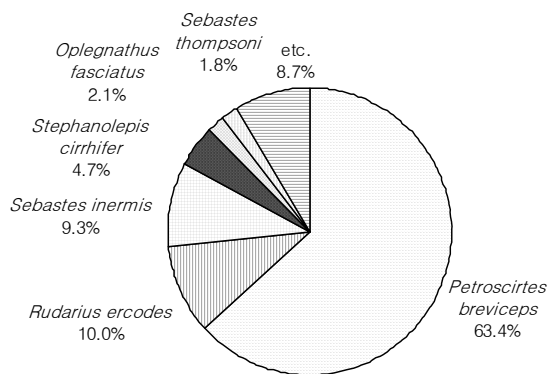
Table 2-2. Taxonomic groups of fish fauna collected from March 2001 to March 2002

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

㉔ 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 출현

하였다. 이들 6종의 어류가 전체 출현 개체수의 91.3%를 차지하였다(Fig. 2-2).



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

Fig. 2-2. Frequency of species occurrence (%) of the dominant species collected from the study area.

(*Macrorhamphosus scolopax*) 등 16종이었다.

월별 출현 개체수를 살펴보면, 8월에 2,924개체가 채집되었고 이것은 전체개체수의 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.

㉕ 월별 어류의 출현 양상

수온이 낮고 유조의 양이 많지 않던 2001년 3월에는 볼락류(*Sebastes* spp.)와 벵에돔(*Girella punctata*)의 4종만이 나타났고, 4월부터 수온이 상승함에 따라 종 수가 12종으로 증가하였다. 3월에 이어 볼락류와 벵에돔이 나타났고, 그 중 볼락과 불볼락이 대부분을 차지하였다. 그리고 노랑씬벵이(*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 2-3).

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 2-3).

7월에는 전체 월별 중에 가장 다양한 25종이 출현하였으며, 자리돔(*Chromis notatus*)

Table 2-3. List of fish species and abundance collected from drifting seaweed during the sampling period

Species	Number of ind.	Range of Total Length (mm)	Mar. 2001	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan. 2002	Mar.
<i>Plecoglossus 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		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			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					

이 출현하기 시작하였고, 날치과(Exocoetidae), 노랑촉수, 동갈돔류(*Apogon* spp.) 및 그물

코쥐치 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%

Table 2-3. Continued

Species	Number of ind.	Range of Total Length (mm)	Mar. 2001	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	Dec.	Jan. 2002	Mar.
<i>Coryphaena hippurus</i>	2	40.1 ~ 56.8					2					
Carangidae sp.	2	29.2 ~ 32.1					2					
<i>Seriola dumerili</i>	7	35.8 ~ 55.7					7					
<i>Seriola quinqueradiata</i>	44	21.8 ~ 67.6		0~7	21	14	2					
<i>Trachrus japonicus</i>	10	26.9 ~ 54.0		3	4							3
<i>Lobotes surinamensis</i>	6	75.3 ~ 150.1						6				
Haemulidae sp.	1	24.9					1					
<i>Pagrus major</i>	3	19.2 ~ 20.5			3							
<i>Lethrinus nematacanthus</i>	1	22.0					1					
<i>Upeneus japonicus</i>	3	35.5 ~ 47.6					1		2			
<i>Girella punctata</i>	4	17.5 ~ 20.8	3	1								
<i>Kyphosus bigibbus</i>	13	15.4 ~ 60.0							13			
<i>Kyphosus lembus</i>	1	73.8			1							
<i>Terapon theraps</i>	5	17.6 ~ 94.0					1	4				
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	146	8.7 ~ 48.9				1		144			1	
<i>Oplegnathus punctatus</i>	36	18.3 ~ 88.3			11	14	11					
<i>Abudefduf sordius</i>	1	19.0					1					
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	20	13.2 ~ 73.3					3	1	16			
<i>Chromis notatus</i>	63	10.9 ~ 22.0					51	1	11			
<i>Zoarchias glaber</i>	1	20.5			1							

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 2-3).

10월에는 11종이 출현하였고, 두줄베도라치가 전체 출현 개체수의 96.4%를 차지하는 우점종이었다. 또한 독가시치(*Signaus fuscescens*)와 무늬깜정이(*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 2-3).

Table 2-3. Continued

Species	Number of ind.	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>Omobranchus 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

#### ㉔ 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 2-4).

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 종이였다. 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 2-4. 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

이상의 결과를 요약해보면 조사 기간 중 유조와 함께 채집된 어류는, 과(Family) 수준까지 분류한 3종을 포함하여 총 8목 33과 54종이었다.

그 중 목(Order) 수준에 있어서는 농어목(Perciformes)이 20과 33종으로 가장 많았다. 개체수에 있어서는 총 6,867 마리가 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, 노랑썩벙이(*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.

#### (나) 통발 조사 결과

제주도 삼양 앞 수역에 설치한 스프링통발에서 어획되는 어류목록을 보면 표 2-5와 같다. 통발에서 어획되는 어종은 모두 12과 22종이었으며 대부분이 연안 정착성 어류로서 대규모의 관람형 수족관에서는 관상대상이 될 수 있을 것으로 생각되지만 일반적인 관상어류로서 애어가 들의 관심을 끌 수 있는 것으로는 놀래기과 어류와 쏘롱개, 자리돔류 등이 출현하였다. 이중 관상대상종으로 중요시되는 쏘롱개의 산란용어미 채집을 위하여 성산포항 주변에 설치한 통발에서 채집된 월별채집 결과를 보면 Table 2-6에서 보는 바와 같다.

이 조사에서 놀래기류와 쏘롱개는 겨울철에도 제주도 전 연안에 서식하는 어종으

Table 2-5. Marine fish collected by fish pot in the shore of Samyang in Jeju (2003)

Species	Date			
	May 28	July 31	Oct.10	Dec. 11
Order Scorpaeniform				
Family Scorpaenidae				
<i>Sebastes thompsoni</i>	13.8(1)	31.0(2)		
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	180.4(3)			70.7(1)
<i>Sebastes taczanowskii</i>	52.2(1)		63.2(2)	
<i>Sebastes inermis</i>		42.6(1)	421.6(2)	
Family Hexagrammidae				
<i>Hexagrammos agrammus</i>		129.5(2)		
Order Perciforms				
Family Oplegnathidae				
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	29.4(1)			
Family Blenniidae				
<i>Petroscirtes breviceps</i>	26.5(4)	28.4(5)		
Family Labridae				
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	192.5(5)	137.4(6)		
<i>Pteragogus flagellifer</i>	76.4(1)		210.6(4)	33.2(1)
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>		124.2(2)	64.8(2)	
<i>Halichoeres poecilopterus</i>				64.2(2)
Family Gobiidae				
<i>Istigobius hoshinonis</i>			32.5(3)	
Family Pomacentridae				
<i>Chromis fumea</i>	37.6(1)			
<i>Chromis notatus</i>		84.2(2)		
Order Tetraodontiformes				
Family Monacanthidae				
<i>Stephanolepis cirrihifer</i>	210.6(4)			58.2(2)
<i>Thamnaconus modestus</i>		121.6(2)		
<i>Rudarius ercodes</i>			62.6(6)	
Family Tetraodontidae				
<i>Takifugu poecilionotus</i>		54.6(1)		
Order Siluriformes				
Family Plotosidae				
<i>Plotosus lineatus</i>	63.6(15)	75.3(15)	521.8(12)	
Order Anguilliformes				
Family Congridae				
<i>Conger myriaster</i>	924.7(3)			621.8(2)
<i>Ariosoma shiroanago</i>			907.2(7)	
Family Muraenesocidae				
<i>Muraenesox cinereus</i>				224.6(1)
Total (Species/Number of fish/Weight)	11/39/ 1,807.7g	10/38/ 728.8g	8/38/ 2,284.3g	6/9/ 1,072.7g

로 주년 어획이 가능한 종으로 관찰되었다. 또한 현재 수입되고 있는 외국의 자연산 관상어의 수집상들이 실시하는 방법과 같이 자연에서 수집하여 소독한 후 기생충을 제거하여 1~2주 정도의 순치를 마친 후 위판 하는 형태의 자연산 관상어의 수집에 의한 공급체계에 적합한 어종으로 판단되었다.

2001년 10월에서 2002년 3월까지 3회에 걸쳐 삼양, 성산, 그리고 표선 지역의 조간대 어류를 조사하였다. 10월에는 삼양 지역에서, 송어, 점망둑, 별망둑 그리고 복섬 등 6종이 채집되었다. 그리고 12월에는 송어, 점망둑 및 별망둑의 3종의 소수 종과 개체 수가 나타났다. 또한 2002년 3월에는 3개 지역으로 나누어서 조간대 채집을 실시하였다. 성산 지역에서는 송어, 횡대류, 그리고 망둑어류가, 신산 지역에서는 셋줄멸, 베도라치류, 그리고 망둑어류 등 5종이 채집되었다. 표선 지역에서는 셋줄멸, 송어, 그리고 뽕에돔의 3종이 채집되었다. 전체를 살펴보면, 점망둑과 별망둑이 매년 채집되어서, 주년을 통하여 조간대에 정착하여 살아가며, 다른 종들은 생활사의 일부를 조간대에서 머무는 것으로 추정된다.

#### (다) 타이드풀과 낚시조사

2001년 10월 이 후 2003년 7월 사이에 조간대의 타이드풀에 출현하는 자치어에서는 관상어류로서 대상이 될 수 있는 어종은 보이지 않았으나 6월부터 7월 사이에는 해포리고기, 동갈자돔, 줄자돔, 은잉어, 범돔, 등설망둑 등의 관상어류로 적당한 어류가 다수 출현하였다(Table 2-7).

가을 이후 겨울 사이의 낚시에 어획되는 어종은 모두 16과 21종으로 놀래기류를 제외하면 대부분이 식용어로서 관상 가치가 적은 어종으로 조성되었다(Table 2-8). 이상으로 약 2년 동안의 제주근해의 관상대상어종의 출현장소와 출현시기 및 채포 방법을 파악하였으며 조사를 통하여 채집한 어류와 해외에서부터 도입된 인기어종을 대상으로 실내실험수조에서 순치사육 시킨 후 산란 행동의 관찰과 수조내 성숙 산란 유도에 치중하였다.

Table 2-6. Monthly amount of *Plotosus lineatus* collected by fish pot in the Seung san harbor

Month	Sex	No. fish	Total length (cm)	Body weight (g)
			Mean±S.D.	Mean±S.D.
2001. Sep.	F	26	10.0±2.9	9.1±10.6
	M	12	14.7±5.3	32.8±28.4
Oct.	F	8	19.3±2.7	59.2±21.9
	M	21	19.6±1.7	57.1±18.6
Nov.	F	10	14.8±4.9	33.5±39.4
	M	12	13.4±4.3	24.3±24.9
Dec.	F	21	16.5±4.6	42.4±36.0
	M	11	14.8±3.2	27.0±18.4
2002. Jan.	F	18	17.1±1.7	40.6±11.9
	M	5	17.0±0.7	37.2± 5.3
Feb.	F	13	17.2±1.0	36.6± 6.9
	M	7	17.6±2.0	41.2±14.3
Mar.	F	9	17.8±1.5	45.2±11.4
	M	16	18.4±3.0	46.1±22.5
Apr.	F	8	18.1±2.1	40.4±11.3
	M	12	17.4±4.0	39.8±28.2
May.	F	4	20.9±3.9	58.3±19.4
	M	13	19.1±1.5	50.5±11.4
June.	F	46	12.2±4.0	17.6±15.5
	M	21	14.0±4.8	26.1±21.7
July	F	16	21.7±3.0	59.0±21.6
	M	4	19.9±2.1	51.3±12.0
Aug.	F	17	19.6±2.2	53.6±21.2
	M	3	18.6±3.2	46.7±22.8

Table 2-7. List of fish on tide pool in the intertidal(Oct.27, 2001-Jul.19, 2002)

Species	Samyang		Seo*	Shi**	Pyo***	Shisan-ri	
	10/27	12/28		3/9(2002)		6/28	7/19
Order Clupeiformes 청어목							
Family Clupeidae 청어과							
<i>Sparatelloides gracilis</i> 셋줄멸				●	●		
Order Mugiliformes 승어목							
Family Mugilidae 승어과							
<i>Mugil cephalus</i> 승어	●	●	●		●	●	●
Order Scorpaeniformis 썸뱅이목							
Family Cottidae 독중개과							
Cottidae sp. 횃대류			●				
Order Perciformis 농어목							
Family Sparidae 도미과							
<i>Acanthopagrus schelegeli</i> 감성돔	●						
Family Blenniidae 청베도라치과							
<i>Entomacrodus stellifer lighti</i> 저울베도라치				●			
<i>Istiblennius enosimae</i> 대강베도라치				●			
Family Gobiidae 망둑어과							
<i>Chasmcihthys dolichognathus</i> 점망둑	●	●	●	●		●	●
<i>Chasmcihthys gulosus</i> 별망둑	●	●	●	●		●	●
Family Kyphosidae 황줄감정어과							
<i>Girella punctata</i> 벵에돔					●		
Family Kuhliidae 알롱잉어과							
<i>Kuhlia mugil</i> 은잉어						●	●
Family Microdesmidae 청황문절과							
<i>Parioglossus dotui</i> 등설망둑						●	●
Family Scorpididae 범돔과							
<i>Microanthus strigatus</i> 범돔						●	●
Family Pomacentridae 자리돔과							
<i>Abudefduf sordidus</i> 줄자돔						●	●
<i>A. vaigiensis</i> 해포리고기						●	●
<i>A. notatus</i> 동갈자돔						●	●
Order Tetraodontiformes 복어목							
Family Tetraodontidae 참복과	●						
<i>Arothron</i> sp. 꺼끌복류						●	●
<i>Takifugu niphales</i> 복섬	●						

\*: Seongsan-ri, \*\*: Shinsan-ri, \*\*\*: Pyoseon-ri

Table 2-8. List of fish collected by fishing

Species	Date			
	Oct.27 2001	Dec.8	May 28. 2002.	July 31
Family Mugilidae 송어과 <i>Mugil cephalus</i> 송어			○	○
Family Hexagrammidae 쥐노래미과 <i>Hexagrammos agrammus</i> 노래미		○		
Family Moronidae 농어과 <i>Lateolabrx japonicus</i> 농어			○	
Family Carangidae 전갱이과 <i>Seriola quinqueradiata</i> 방어	○			○
<i>Trachurus japocicus</i> 전갱이	○			○
Family Siganidae 독가시치과 <i>Siganus fuscescens</i> 독가시치	○	○		○
Family Scombridae 고등어과 <i>Scomber japonicus</i> 고등어	○	○		○
<i>Sarda orientalis</i> 줄삼치	○			○
Family Sparidae 도미과 <i>Pagrus major</i> 참돔	○	○		
<i>Acanthopagrus schelegeli</i> 감성돔		○		
Family Trichiuridae 갈치과 <i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	○	○		
Family Sphyraenidae 꼬치고기과 <i>Sphyraena pinguis</i> 꼬치고기	○			
Family Kyphosidae 황줄깜정이과 <i>Girella punctata</i> 뱅에돔	○	○	○	○
Family Oplegnathidae 돌돔과 <i>Oplegnathus fasciatus</i> 돌돔	○		○	
Family Pomacentridae 자리돔과 <i>Chromis notata</i> 자리돔	○	○	○	
Family Labridae 놀래기과 <i>Pteragogus flagellifer</i> 어렁놀래기			○	○
<i>Halichoeres tenuispinns</i> 놀래기			○	
<i>Pseudolabrus japonicus</i> 황놀래기	○	○	○	○
Family Pholidiade 황줄베도라치과 <i>Pholis nebulosa</i> 베도라치				○
Family Tetraodontidae 참복과 <i>Takifugu niphobles</i> 복섬			○	
Family Balistidae 쥐치복과 <i>Thamnaconus modestus</i> 말쥐치			○	○
Total (16 Family/21 Species)	10/ 12	8/9	8/10	8/11

(3) 수집어류의 방역과 순치사육

해수관상 어류의 대부분은 해외에서 수입되어오는 것은 물론이고 이 실험을 추진하

기위하여 수집되는 어류의 대부분이 자연에서부터 야생종을 손이나 적절한 어구 또는 인도네시아를 비롯한 동남아 제국에서는 시안화나트륨(sodium cyanide)등의 독성이 강한 약물을 치명적인 양을 사용하여 잡고 있는 실정이다.

이 연구에서도 구입한 시료가 아무런 외상도 없이 정상적인 형태로 입수된 물고기가 3-4일후에 먹이를 먹지 못한 상태에서 전멸해버리는 사례가 많았다. 해외에서 입수되는 어류는 특히 믿을만한 업체의 선정이 중요하였고 값이 특별히 싸게 들어온 것은 일단 의심해 보는 것이 필요하며 약물처리에 의한 물고기는 어떤 일이 있어도 회피하는 것이 안전하다. 국내외 어업자들로부터 구입하는 어류와 연구원들이 연구수행 중에 채포되는 어류들은 모두 두 가지 측면에서 처리를 해왔다. 첫째는 야생에서부터 가지고 올 수 있는 기생충의 방역과 두 번째는 채포과정에서부터 연구실까지 각종 수송 도구에 의하여 운반하는 과정에서 입게 되는 외상에 대한 치료와 특히 스트레스를 받은 어류는 약욕 전에 먼저 안정시키는 것이 가장 중요 하였다.

Table 2-9. Feeding adaption and acclimation

Species	Range of T.L (mm)	Month of collection	Periods of take to feeding	Domesticate	Aggression
<i>Amphiprion clarkii</i>	86 ~ 112	Import	1 ~ 2hours	Quick	Extreme
<i>A. polymnus</i>	97 ~ 110	Import	1 ~ 2hours	Quick	Extreme
<i>A. ocellaris</i>	18 ~ 26	Import	1 ~ 2hours	Quick	Little
<i>Chaetodon auriga</i>	102 ~ 124	Import	1day	Quick	Extreme
<i>C. auripes</i>	146 ~ 151	7 ~ 8	2 ~ 4days	Little late	Little
<i>C. wiebeli</i>	158 ~ 170	7 ~ 8	2 ~ 3days	Late	Little
<i>Abudefduf sordidus</i>	26 ~ 38	6 ~ 7	1 ~ 2days	Quick	Extreme
<i>A. vaigiensis</i>	34 ~ 56	6 ~ 7	1 ~ 2days	Quick	Be gone
<i>A. notatus</i>	31 ~ 40	6 ~ 7	1 ~ 2days	Quick	Extreme
<i>Parioglossus dotui</i>	30 ~ 41	6 ~ 7	1day	Quick	Be gone
<i>Rudarius ercodes</i>	12 ~ 28	8 ~ 9	1day	Quick	Be gone
<i>Diodon holacanthus</i>	162 ~ 312	8 ~ 9	1 ~ 7days	Late	Be gone
<i>Safole taeniura</i>	32 ~ 120	6 ~ 8	1 ~ 2days	Quick	Be gone
<i>Plotosus lineatus</i>	112 ~ 220	7 ~ 12	1 ~ 2days	Quick	Be gone

일단 외부에서 들어오는 어류는 사육수조가 순환여과시스템인 경우는 더욱 철저하

게 방역에 신경을 써야하며 백점충과 같이 cyst를 형성하는 것들은 몇 번이고 소독

Table 2-10. Comparison of on necessary time until adaption in feed with way of feeding adaption

Species	T.L (mm)	Indivi dual	Methods of take to feeding	necessary time in feeding adaption
Long-spine	162-312	2	Dry pellet	1-7days
	242-336	13	Dry pellet	1-3days
Franch angelfish	142-165	4	Dry pellet, 먹이붙임이 된 범돔2미 혼양	1-2hours
	153-168	4	Dry pellet	2-3days
Queen angelfish	170-182	2	Dry pellet	3-5days
	166-178	8	Dry pellet, 먹이붙임이된 maroon clownfish 15미 혼양	1-2days
Oriental butterflyfish	146-151	2	Dry pellet	2-4days
	144-156	6	Dry pellet	1-2days
Threespot dascyllus	109-114	10	Dry pellet	1-2hours
Ocellaris clownfish	18-26	12	Dry pellet	1-2hours
Shaddle back clown	104-128	10	Dry pellet	1-2hours

과 죽은 물고기의 아가미나 표피 등을 면밀하게 살펴 이들의 시스템내부로 들어오는 것을 철저히 방지하지 않으면 안 된다.

방역이 충분히 끝나면 먹이 붙임이 적극적으로 시작되어야하며 약육기간 중에도 안정을 취하는 동안에는 이들이 빠르게 먹이를 따라올 수 있도록 노력해야한다(Table 2-9, 2-10).

외부에서 들어오는 물고기를 안정적으로 먹이붙임을 하는 것은 매우 중요하며 먹이 붙임에 있어서 지켜야할 몇 가지 포인트를 정리해보면 다음과 같다.

(가) 특별한 사유가 없다면 비슷한 크기별로 선별한 다음 한 마리 또는 소수를 대상으로 먹이붙임을 하는 것 보다는 많은 수를 작은 수조를 이용하여 먹이 다루기를 하는 것이 효과적이다.

(나) 야생에서 채집된 대형어 일수록 먹이붙임에 시간이 많이 소요되었다.

(다) 빠른 시간 안에 먹이 붙임이 안 되는 어류는 쇠약해져 죽기 쉬우므로 먹이 다루기가 잘된 어류를 같이 수용하여 그들이 먹이를 먹는 것을 모방할 수 있도록 시범을 보이면 효과적이다.



- (라) 먹이를 주려할 때에는 주변을 조용하게 하여 어류가 안정된 분위기에서 먹이를 알아 볼 수 있도록 먹이를 천천히 주어야하며 수조위에서 빠른 몸짓이나 손짓은 물론 큰소리를 내지 않도록 주의해야한다.
- (마) 먹이는 처음부터 배합사료를 주는 것보다는 선도가 좋은 조갯살이나 새우육편, 어육 등을 대상 어류의 입 크기에 맞도록 하여 공급을 하여주는 것이 좋다.
- (바) 먹이 불임을 하는 수조의 수질은 언제나 적절해야하며 먹이를 준 다음에 바닥에 침전한 먹이나 어류의 배설물 등을 깨끗하게 소제해야한다.
- (사) Banggai cardinal fish, *Pterapogon kauderni*와 같은 어류는 처음부터 생사료를 먹이거나 먹이생물을 주어서 길들이면 잘 딸아 오는 편이지만 다음과정인 배합사료에 먹이불임하기가 매우 어려워지기 때문에 주의해야한다.

#### (4) 종묘생산

##### (가) 가계형성

Clownfish의 대부분은 비교적 성격은 온순한 편이다. 성장과정에 성숙기에 접어들면 주도권을 쟁취하기 위하여 세력다툼을 시작하고 무리들 중에 적수가 되는 것과 심한 몸싸움을 하여 세력을 인정받고 순종하여 들어오면 몇 마리가 모여 가계를 형성하게 된다. 세력다툼에서 확실히 주도권을 쥐게 되면 암컷은 빠르게 몸집이 커지면서 무리를 이끌게 된다. 세력다툼에서 진 두 번째 큰 개체가 수컷이 되어 암컷에 순종을 하게 되고 성적으로 미숙한 한두 마리의 미숙어가 따를 때도 있지만 이때는 수컷이 쉼 새 없이 이들을 감시하면서 견제하고 심지어는 먹이를 먹는 것 까지도 간섭을 하면서 미숙어의 성장과 성숙을 억제시키는 역할을 하는 것 같다. 이 연구에서 관찰된 4종의 Clownfish들은 대부분의 경우에 상대가 굴복을 할 때까지 싸움을 계속하였고 심한 경우에는 패권을 쥔 암컷은 마음에 들지 않는 상대가 있으면 끝까지 싸움을 걸어 그대로 방치해둘 경우 상대를 심하게 몰아붙여 죽여 버린다. 대부분의 Clownfish들은 외부의 적이 침범하였을 때나 암수사이에서 종종 싸움을 하는 경우가 있으며 이때 이들은 마치 큰 파도를 타는 것 같은 행동으로(이후 이 연구에서는 파도타기 동작이라고 부른다) 머리와 꼬리부분을 교대로 올렸다 내렸다하는 사기를 돋우거나 위세를 부리는 것 같은 동작을 취하며 수컷인 경우에는 암컷의 공격을 받으면 도망을 가다가 돌아서서 몸을 부르르 떨면서 암컷에게 순종을 약속하는 것 같은 동작을 취하고 암컷은 나무라는 듯이 상대를 향해 특유의 파도타기 동작을 취하면 수컷도 따라서 암컷을 마주보며 파도타기 동작을 취하였다.

Table 2-11에서는 *Amphiprion ocellaris*의 짝짓기 관찰을 위하여 7~15미의 새로 구입한 3~5cm 것들을 45x60X45cm 유리수조에 수용하고 19일 동안 관찰한 결과이다. 같은 수조에 여러 마리를 수용하였을 때 대부분의 반응은 처음 얼마동안은 탐색을 하는 기간으로서 어울리지만 수용 후 2~4일째부터 공격이 일어나며 힘이 약한 개체는 처음에는 저항을 하지만 다른 개체들이 합세하여 집중공격을 당하게 되면 수조의 수면 구석으로 쫓

기고 계속되는 공격으로 결국은 온몸에 상처를 입고 폐사하게 되며 최후에는 2~3마가 남게 되면 싸움은 중단되지만 3마리 이상이 남게 되는 경우에는 상당한 시일

Table 2-11. Results of mating experiment in *Percula clownfish*, *Amphiprion ocellaris*

Rearing days	Group A	Group B	Group C		Group D	
			C	C1	D	D1
0	10	15	7		7	
1	10	15	7		7	
2	9♂(●1)	15♂(2)(●1)	6♂(1)↑	1	7	
3	9♂(1)	12(●2)	6		7	
4	8♂(●1)	12♂(2)	5♂(1)↑	2	6♂(1)↑	1
5	7♂(1)(●1)	10(●2)♂(2)	3♂(2)↑	4	6	
6	7(●2)	8♂(2)(●2)	3	4	3♂(2)↑(●1)	3
7	5♂(2)	4(●4)	3	4	3♂(1)↑	3
8	5(●2)	4	3	3♂(1)	2(●1)	3
9	3 ♥	4	3	3	2 ♥	3
10	3 ♥	4	3	3	2 ♥	3
11	3 ♥	4	2♂(●1)	3	2 ♥	3
12	3 ♥	4♂(1)	2♂(1)	3	2 ♥	3
13	3 ♥	3(●1)	2 ♥	3	2 ♥	3♂(1)
14	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3	2 ♥	3♂(1)
15	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3	2 ♥	2(●1)
16	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3	2 ♥	2
17	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3	2 ♥	2
18	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3 ♥	2 ♥	2
19	3 ♥	3 ♥	2 ♥	3 ♥	2 ♥	2 ♥

♂(): Occurrence of fish with be attacked, ( ) number of fish,  
 (●): number of dead fish by attack,  
 ♥: pair in mating successfully, ↑: isolated the fish with be attacked

이

경과한 후에 결국은 소형개체 중 1~2마가 마저 죽게 되고 최종적으로 가계를 이루기 위한 타협이 끝나야만 일정한 장소(주로 알을 붙일 등우리)에 암수가 같이 지내게 되며 미성어로 남는 가장 소형의 개체는 암수가 위치한 다소 떨어진 장소에서 쌍을 이룬 개체들을 바라보며 있게 된다. 만일 이때 사람이 유리 수조 벽을 닦아주거나 수조 내에 손을 넣으면 가장 먼저 미성어가 쫓아와 손을 물어댄다. 그래도 사람의 작업이 계속되면 보고 있

던 암수가 모두 나와 공격을 해낸다. 수조에 여러 마리를 수용하여 공격이 일어났을 때 공격을 받는 개체를 C와 D에서 보는 것처럼 다른 수조로 즉시 옮겨주면 죽음을 면할 수 있으며 이렇게 다음공격을 받는 개체들을 같은 방법으로 옮겨주면 공격을 받았던 개체들끼리 수자가 많을 경우 앞에서의 유사한 행동이 관찰되며 결국 최종적으로 남는 개체는 2~3마리만 남게 되나 새로운 쌍을 더 만들 수 있는 방법이 된다.

자기 옆에 같은 동족이 존재하는 것만으로 싸움을 하기 때문에 초보자들에게 한수조에 한 마리만 기르기를 권한다는 *Premnas biaculeatus*의 경우는 집단사육을 하는 동안은 강한 school현상을 보이면서 심한 다툼을 목격하지 못하였지만 전장 5cm 이상자라면서 크기가 약간씩 다른(4~10mm 정도의 차)것들을 짝짓기를 위하여 2~3미씩을 수용하면 다른 clown에 비하여 심한 싸움을 계속하여 끝내는 많은 폐사를 초래하였다. 그러나 자기 전장의 1/2정도의 크기 차이가 있는 것을 동시수용하면 훨씬 싸움은 줄어들었다. 상대가 너무 커서인지 대형어의 공격을 소형개체는 거의 저항 없이 받아들이고 일직 순종하기 때문에 싸움이 적어지기 때문인 것으로 추찰되었다. *Amphiprion polymnus*와 *Amphiprion melanopus*들도 짝짓기의 어려움은 있었지만 전자에 설명한 2종에 비해서는 순조로운 편이었다. 그러나 *Amphiprion polymnus*는 힘이 세고 성질이 급한 편이어서 싸움보다는 짝을 지어 놓고도 수컷을 불러오는 과정에서나 평상시의 활동에서도 너무 급하게 유영하면서 머리 부분이나 몸의 외부를 수조속의 산호나 산란상의 모서리 등에 부딪혀 스스로 상처를 심하게 입는 경우가 많았다. 그리고 *Amphiprion ocellaris*는 가계의 구성원이 미성어를 2미까지 데리고 있는 경우가 있었지만 그 밖의 3종은 대부분이 일부 일처를 형성하여 지냈고 *Amphiprion polymnus*의 경우 1미정도의 미성어를 데리고 있는 경우가 있었고 경우에 따라서는 수조내의 여러 마리 미성어중에 1마리를 선택하여 나머지 미성어에 대해서는 별로 상관하지 않고 산란을 하였으나 같은 수조에 있는 미성어들은 먹이를 먹을 때나 잠을 잘 때에도 짝을 이룬 것들과는 멀리 떨어져 수조의 모서리나 한쪽 구석에서 조심성 있게 지내는 것을 볼 수 있었다(Table 2-12).

Table 2-12. Results of mating in Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus*

Experimental aquarium	Total length(cm)	Results			
		Initial day	5days	10days	15days
1	5.7	♂ ⇌ ♀	♂ ●		
	5.1				
2	5.6	⇌ ♀	⇌ ♀	⇌ ♀	⇌
	5.1				
3	5.2	⇌ ♀	♂ ●		
	4.6				
4	5.5	♂ ♀	♂ ●		
	5.0				
5	5.4	⇌ ♀	⇌ ♀	◎	♥
	4.9				
6	5.6	♂ ⇌	⇌ ⇌	◎	♥
	4.1				
7	5.4	⇌ ⇌	⇌ ⇌	⇌ ⇌	⇌
	4.1				
8	5.7	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	♥
	3.9				
9	5.6	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	♥
	3.4				
10	5.7	⇌ ◎	◎ ⇌	●	
	4.0				
11	5.7	♂ ◎	⇌ ◎	◎ ◎	♥
	4.1				
12	5.8	♂ ⇌	⇌ ◎	●	
	4.2				
13	5.6	⇌ ⇌	◎ ⇌	⇌ ◎	♥
	3.9				
14	5.7	♂ ⇌	⇌ ⇌	⇌ ⇌	⇌
	3.8				
15	5.6	⇌ ◎	◎ ◎	◎ ◎	♥
	4.0				

※ ♂: 싸움, ◎: 작은개체 순종 ⇌: 떨어져 지냄, ●: 죽임, ♥: 짝짓기성공

(나) 산란과 알 관리

가계형성을 끝낸 *Amphiprion ocellaris*들은 산란기전에는 외관상 암수의 구분이 안 되지만 암컷이 수컷보다 크고 체형이 수컷에 비하여 둥글고 비만한데 비하여 수컷은 암컷의 2/3 정도로 작고 마른 것 같이 가늘다. 짝짓기가 이루어진 성어들은 늘 같이 붙어 다니며 밤에는 같은 장소에서 함께 잠을 자지만 그렇지 못한 경우에는 아직은 확실하게 짝짓기가 이루어진 것이라고 생각할 수 없는 상태이다. 짝짓기가 이루어진 *Amphiprion*

*ocellaris*의 Family들은 늘 암수가 함께 정답게 어울리며 간혹 암컷은 수컷을 공격하는 듯한 행동을 하면 수컷은 도망을 가다가 따라오는 암컷을 향하여 몸을 부르르 떨면서 애교를 부리는 것 같은 행동을 하고 암컷은 공격을 멈추고 이종특유의 머리 부분과 꼬리 부분을 상하로 움직이는 행동(연구자는 과도타기행동이라고 표현)을 서로 마주보면서 실시하고 다시 사이좋게 유영을 하는 것으로 보아 이러한 행동은 순종과 부부로서의 약속을 다짐하는 듯한 일종의 의사표시의 행동인 것으로 추측된다. 암컷은 섭식량이 현저하게 증가하면서 몸이 빠르게 성장되어 암수의 크기차이가 더 현저해진다. 성숙이 진행되면서 암컷의 배가 상당히 불러오면서 암컷은 수조내의 산란에 적당한 장소와 동우리를 정하기 위하여 수조를 이곳저곳 다니면서 연구자가 산란상으로 설치한 지붕모양의 PVC shelter를 뒤집기도 하고 이리저리 굴리면서 소란을 피우며 장소를 결정한다. 수조바닥에 설치한 직경 50mm 엘보(elbow)속을 몇 번이고 통과하면서 첫 번째 쌓은 산란동우리를 이곳을 택하였다. 산란 동우리를 결정하기까지 암컷은 적극적으로 탐색하며 심각할 정도로 많은 곳을 둘러보고 주의 깊게 살핀 후 결정 하는 것 같다.

*Amphiprion ocellaris*의 수컷은 다른 Clownfish에 비하여 순종적이며 암컷이 동우리를 결정할 때까지 늘 암컷을 따라다니며 때때로 서로 마주보며 과도타기 행동을 하면서 최종결정이 내려진다. 동우리가 결정되면 동우리의 주변 모래를 입으로 물어서 다른 곳으로 옮겨내는 행동을 하면서 알을 붙일 동우리의 표면을 입과 가슴지느러미로 깨끗하게 청소해낸다. 선택된 동우리의 청소가 끝나면 암수는 동우리에 들어가 산란을 하게 되는데 산란시에는 암컷의 수란관이 뚜렷하게 몸 밖으로 빠져 나와 있고 수컷은 수정관이 암컷에 비하여 가늘고 작지만 돌출하여있기 때문에 산란을 쉽게 예측할 수 있었다. 암컷은 곧 이어 수란관을 산란상의 표면에 대고 약 10내외의 알을 직선상으로 붙여나간다. 알을 붙이는 도중 종종 붙인 알을 암컷이 주어 먹어버리고 다시 알을 붙이는 행동을 반복할 때가 있었다. 알은 선단부에 부착사를 이용하여 산란상과 직각이 되도록 부착시키기 때문에 파이프의 천장에 산란한 경우에는 수직으로 매달려있지만 산란상이 평평한 바닥일 경우에는 알은 바닥과 평행하게 눕어지며 경사진 면에서는 약간 바닥을 따라 비스듬히 누어 있다. 알을 붙이고 가는 암컷의 뒤로 수컷이 뒤따르며 수정관을 알에 대고 수정을 시켜나간다. 약 1시간동안에 걸쳐 산란이 이루어지며 산란을 마친 후 암컷은 동우리를 떠나 휴식을 취하는 듯하고 수컷은 수정을 마친 후 알을 정성껏 가슴지느러미로 부채질을 하거나 입으로 가볍게 알을 무는 듯한 동작을 하며 관리한다.

산란이 끝난 동우리의 난케는 지름이 보통 3-6cm 정도로서 초기산란에서 산란이 거듭될수록 산란수는 증가하는 추세였고 종에 따라서 같은 종 이라할지라도 어미의 크기에 따라서도 차이가 있었다(Fig. 2-3, 2-4, 2-5, Table 2-13). 즉, 체형이 가장 작은 *Amphiprion ocellaris*는 121-520개 범위로서 개체에 따라 산란횟수의 증가에 따라 차이가 있었으며 보다 대형종인 *Amphiprion melanopus*는 138-623개, *Amphiprion polymnus*는 103-1257개, 가장 대형인 *Premnas biaculeatus*는 583-2256 (평균 1763.9±427.9)개의 범위였다.

*Amphiprion ocellaris*는 121-520개 범위로서 개체에 따라 산란횟수의 증가에 따라 차

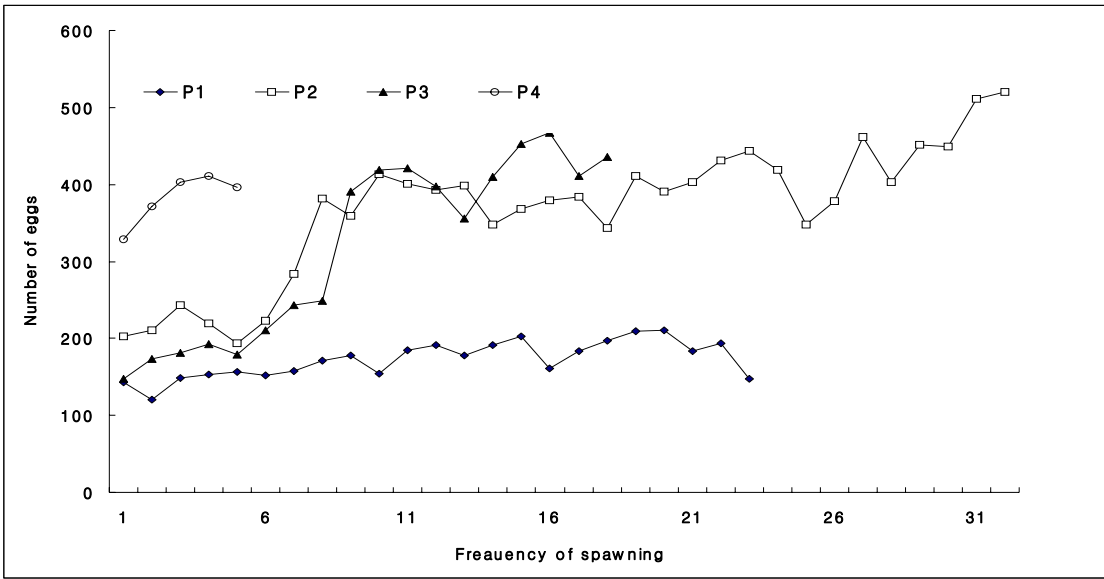


Fig. 2-3. Change of amount of Percula clownfish, *Amphiprion ocellaris* with spawning frequency.

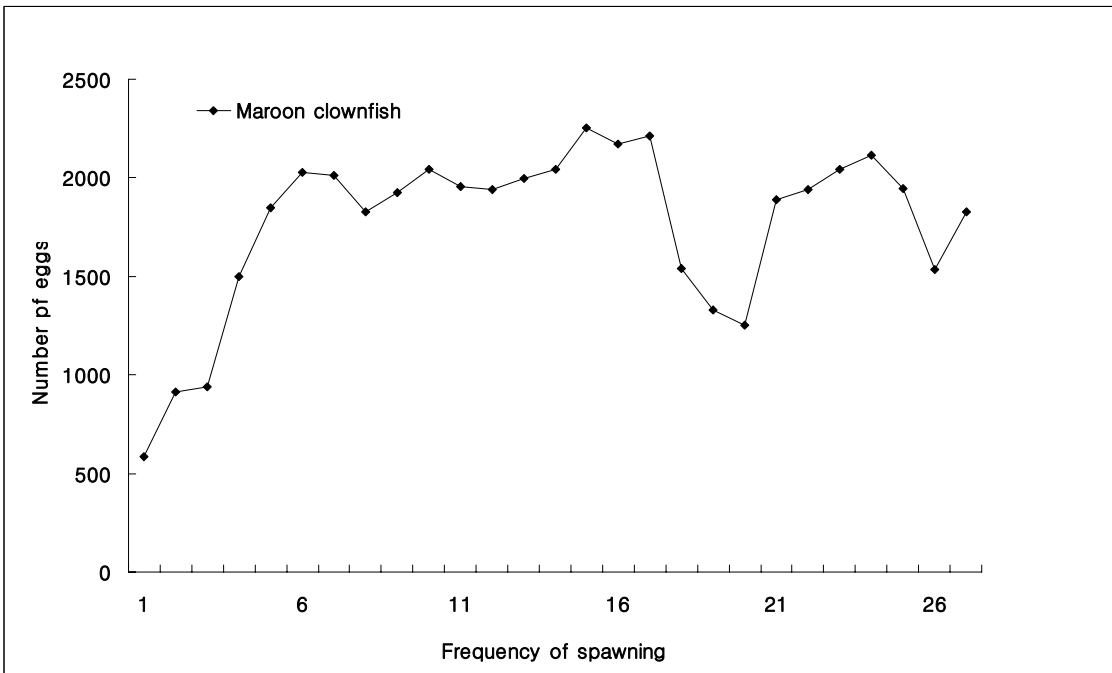


Fig. 2-4. Change of amount of Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus* with spawning frequency.

있었으며 보다 대형종인 *Amphiprion melanopus*는 138-623개, *Amphiprion polymnus*는 103-1257개, 가장 대형인 *Premnas biaculeatus*는 583-2256 (평균 1763.9±427.9)개의 범위

였다

Table 2-13. Spawning amount of 4 Clownfishes

Frequency of spawning Adults	Species									
	<i>Amphiprion ocellaris</i> (Percula clownfish)				<i>A. melanopus</i> (Red and Black clownfish)				<i>A. polymnus</i> (Saddleback clownfish)	<i>Premnas biaculeatus</i> (Maroon clownfish)
	P1	P2	P3	P4	T1	T3	T4	T5	O1	M1
1	143	203	147	329	249	148	311	212	103	583
2	121	211	178	371	224	138	441	490	741	916
3	149	243	181	403	161	211	583	501	920	938
4	153	219	193	411	183	249	520	523	967	1500
5	157	194	179	396	373	221	572		999	1846
6	152	223	211		431	239	568		1084	2028
7	158	284	243		439	342	571		1257	2012
8	171	382	249		349	311	314		1008	1829
9	178	359	391		403	171	419			1927
10	154	413	419		312	201	472			2043
11	185	401	421		225	231	451			1956
12	191	398	397			254	472			1943
13	178	399	356			234	398			1999
14	191	348	410				443			2043
15	203	368	452				452			2256
16	161	379	467				423			2173
17	183	384	411				418			2211
18	197	343	436				442			1541
19	209	411					511			1329
20	211	391					519			1254
21	184	403					545			1891
22	194	431					623			1943
23	148	443					558			2042
24		419					571			2113
25		348								1948
26		378								1534
27		461								1826
28		403								
29		451								
30		449								
31		511								
32		520								
Total	3971	11770	5741	1910	3349	2950	11597	1726	7,079	47624
Mean±S.D.	172.7 ±23.7	367.8 ±87.6	318.9± 116.2	382.0 ±33.2	304.5± 100.9	226.9 ±57.7	483.2 ±82.8	431.5 ±147	884.9 ±347.7	1763.9 ±427.9

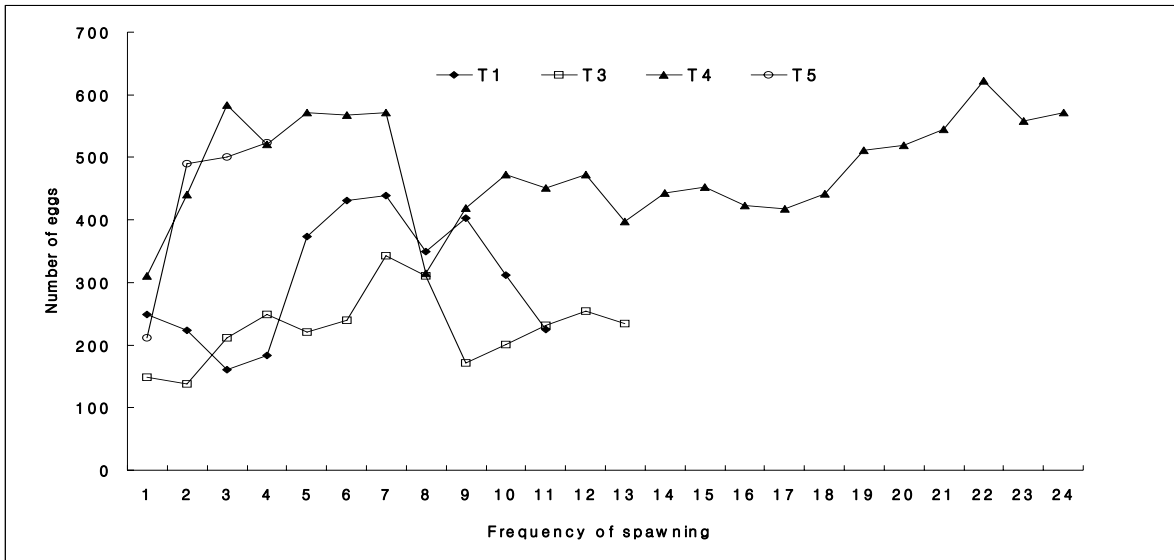


Fig. 2-5. Change of amount of *Amphiprion melanopus* with spawning frequency.

4종의 Clownfish의 알의 특성을 정리하면 표 2-14와 같다. 모든 종이 알은 알의 한쪽 끝에 있는 부착사를 이용하여 알을 기질에 부착시키는 분리 부착란을 낳는다(Fig. 2-6). 정상적인 알 색은 진한 주황색을 띠우며 어미의 영양 상태나 조건이 좋지 않으면 색이 백색이나 연분홍 색깔을 띠우며 산란후 2-3일 사이에 어미들이 모두 먹어치운다. 알의 크기는 어미의 체형에도 관계가 있지만 *Premnas biaculeatus*와 같이 몸집은 커도 산란수가 많은 종은 알의 크기가 작았다.

Table 2-14 Comparison on eggs of 4 specise, Clownfishes

Species	Characteristic of eggs				Shape of egg colony	
	Egg diameter (mm)		Shape	Color		Characteristic
	Long	Short				
<i>Amphiprion ocellaris</i>	2.23±0.06	0.92±0.03	Oval	Orange	Separate-adhesive	Round, variation
<i>A. melanopus</i>	2.31±0.15	0.94±0.04	Oval	Orange	Separate-adhesive	Round
<i>A. polymnus</i>	2.46±0.13	0.96±0.02	Peanut	Orange	Separate-adhesive	Round, Variation
<i>Premnas biaculeatus</i>	1.99±0.03	0.88±0.03	Oval	Scarlet	Separate-adhesive	Oval, Vzarialtion



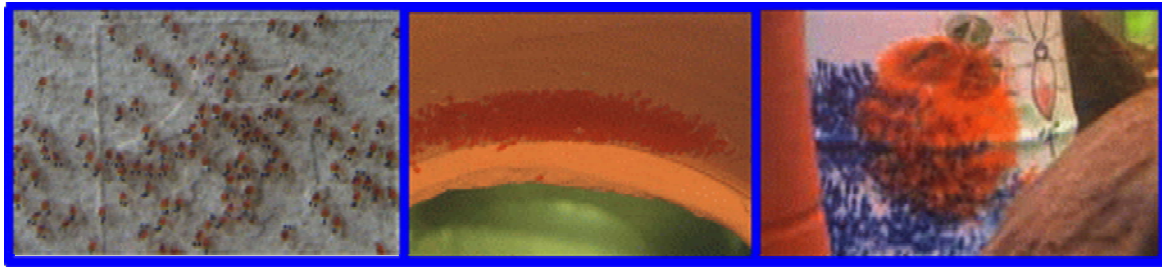


Fig. 2-6. *Premnas biaculeatus*'s pre-hatching eggs attached to the substrate (L), *Amphiprion ocellaris*'s oval egg clutch attached on a jar(M), *Amphiprion polymnus*'s round shape egg clutch outside a flowerpot.

#### (다) 산란주기

4종의 Clownfish는 주년 다회산란 하는 종으로서 성숙에 이르기까지는 보통 18-20개월 정도가 소요되었다. 이 연구에서 사육한 Clownfish의 산란주기를 보면 Table 2-15에서와 같이 *A. ocellaris*의 경우 4쌍의 산란친어를 만들었고 이들 중 총 32회, 23회, 17회, 4회의 산란기록을 가지고 있다. *Premnas biaculeatus*는 모두 27회의 산란이 일어났고 4쌍의 *Amphiprion melanopus*는 각각 23회, 13, 11회, 3회의 산란을 하였으며 *A. polymnus*는 1쌍이 8회의 산란을 하였으나 암컷이 산란도중에 입은 부상으로 사망하여서 중단되었다.

Table 2-15와 같이 인공조명과 인공적인 수온조절 하에서는 계절별 산란차이는 보이지 않았고 산란 후 다음산란과의 간격은 *Amphiprion ocellaris*의 경우 가장 길게는 131일 만에 산란이 계속되는 경우도 있었지만 한창 산란이 일어날 경우에는 7-8일 만에 산란이 연속되었으며 사육기간 중 전체의 평균산란간격은 개체별로 차이가 있어 *Amphiprion ocellaris* 1(이하P1, 2, 3,.....이라고 한다)은  $28.9 \pm 29.7$ 일, P2는  $15.8 \pm 12.1$ 일, P3은  $20.1 \pm 34.7$ 일, P4는  $24.3 \pm 17.2$ 일로서 산란을 일시 중단하는 경우는 연속되는 산란으로 체력이 쇠진하여 에너지를 재충전하는 경우이거나 사육수조를 바꾼다던지 사육장소를 옮기는 경우 1개월 이상 산란이 멈추는 것을 알 수 있었다.

산란어미에 대한 심한 충격이나 자극은 금물이며 산란 확인이나 관찰을 위하여 등우리를 기웃거리거나 차광막을 펴려졌을 경우 산란중의 어미가 알을 먹어버린다던지 산란기간을 오랫동안 멈추게 되는 예는 다른 clownfish에서도 같은 경향으로 나타났다. 그러나 종별 산란간격을 비교해보면 소형어인 *Amphiprion ocellaris*에 비하여 대형어인 *Premnas biaculeatus*는  $20.4 \pm 12.3$ 일과 *Amphiprion melanopus*의  $10.1 \pm 3.1 \sim 21.7 \pm 13.1$ 일로서 비교적 더 산란빈도가 높았다.

이 연구에서 Clownfish의 산란시각이 확인된 130건의 하루 중 시각에 따른 산란빈도를 보면 표 2-16에서 보는 바와 같다. 즉, 산란시각이 확인된 4종의 Clownfish의 하루 중 산란시각의 분포는 오전10:00부터 오후 19:00사이로서 주로 15:00~18:00시 사이에 60.00%의 산란이 집중되어있고 다음이 18:00~21:00사이로서 26.15%, 12:00~15:00사이에

Table 2-15 Reproductive cycle of three species Clownfishes

Frequency of spawning	Species								
	<i>Amphiprion ocellaris</i>				<i>Premnas biaculeatus</i>	<i>Amphiprion melanopus</i>			
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>Maroon clownfish</i>	<i>T1</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
2	73	24	150	16	52	34	21	11	13
3	45	53	22	50	35	25	13	8	17
4	21	8	10	14	10	49	17	0	12
5	12	13	12	17	17	12	10	9	
6	22	19	16		21	10	14	9	
7	12	60	17		18	12	10	10	
8	41	26	14		16	29	11	11	
9	13	15	10		40	25	12	12	
10	28	14	11		50	11	11	11	
11	68	13	16		16	10	32	10	
12	16	15	7		12		12	9	
13	131	10	10		15		13	19	
14	47	11	9		39			9	
15	7	12	9		17			10	
16	8	30	10		15			10	
17	14	9	10		9			11	
18	18	12			16			11	
19	11	13			18			13	
20	15	9			11			9	
21	8	10			10			10	
22	14	8			12			11	
23	11	10			17			9	
24		13			11			11	
25		11			9				
26		8			21				
27		10			22				
28		12							
29		10							
30		10							
31		11							
32		11							
Mean±S.D.	28.9 ±29.7	15.8 ±12.1	20.1 ±34.7	24.3 ±17.2	20.4±12.3	21.7 ±13.1	14.7 ±6.3	10.1 ±3.1	14.0 ±2.6

10.77%, 09:00~12:00시 사이에 3.08%의 산란이 일어났다.

그러나 산란초기의 젊은 어미에서는 주로 오후시간에 산란이 일어나지만 산란이 거듭되면서 2년이 경과한 *Amphiprion ocellaris*나 Red and black과 같은 종에서는 산란이 어느 정도 계속되면 점차 산란이 일어나는 시간이 오전으로 당겨지는 경향이 보이기 시작하여 2005년의 경우 *Amphiprion melanopus*들이 오전 10시전후로 산란시각을 앞당기고 있어 흥미로웠다. 또한 *Amphiprion ocellaris* 역시 12시전후로 앞당기는 어미들이 나타나 산란 연령이 높아지면서 보이는 현상으로 생각된다.

#### (라) 알의 분리시기와 인공부화

산란 후 부화까지 소요일수는 종과 수온에 따라 다르다. 4종 모두 부화는 해진 뒤 1-3시간 이내에 부화하였으며 부화까지의 소요일수는 *Premnas biaculeatus*가 가장 빨라 수온 28℃에서 보통 6일째, *Amphiprion polymnus*는 7일째 밤에 부화하지만, *Amphiprion melanopus*와 *Amphiprion ocellaris*는 8일째 밤으로 가장 늦게 부화하였다(Table 2-17)

Table 2-16. Frequency distribution of spawning time of 4 Clownfishes

Species Time	<i>Amphiprion ocellaris</i>	<i>A. melanopus</i>	<i>A. polymnus</i>	<i>Premnas biaculeatus</i>	Total	%
AM: 0:00~06:00	○	○	○	○	○	○
AM: 06:00~09:00	○	○	○	○	○	○
AM: 09:00~12:00	○	4	○	○	4	3.08
PM: 12:00~15:00	6	4	1	3	14	10.77
PM: 15:00~18:00	27	20	7	24	78	60.00
PM: 18:00~21:00	16	12	○	6	34	26.15
PM: 21:00~24:00	○	○	○	○	○	○
계	49	40	8	33	130	100.00

Fig. 2-7과 같이 산란된 알은 어미들이 관리하지만 특히 수컷이 알에 붙어 가슴지느러미로 계속 부채질하듯이 알에 수류를 일으켜 산소공급을 하는 한편 미수정 된 알이나 사란 등 좋지 못한 알을 떼어 먹어버리는 행동을 하였으며 암컷은 둥지에서 다소 떨어진 위치에서 휴식을 취하다가 종종 수컷의 곁으로 다가와 부채질을 교대하거나 수컷과 같이 알을 돌보지만 주로 둥우리 곁에서 외부 접근 자나 침입자를 경계하는 행동을 하였다.

산란 3일후 안구에 색소체가 착색되면서부터 수컷의 부채질은 더욱 활발해지며 부화가 가까워지면 *Premnas biaculeatus*의 경우에는 수컷보다 월등하게 큰 암컷이 수컷을 밀어내고 자신의 큰 가슴지느러미와 강력한 힘으로 알을 힘차게 부채질하기도 한다.

그러나 부화까지 알을 어미들에게 관리를 맡기게 되면 어미에 따라서 부화 시까지 알

Table 2-17. Water temperature and hatching days of four specis, Clownfish

Species	<i>Amphiprion ocellaris</i>	<i>A. melanopus</i>	<i>A. polymnus</i>	<i>Premnas biaculeatus</i>
Temperature(°C)				
25°C	at 9-10 night			
26°C	at 9 night	at 9-10 night		at 7-8 night
27°C	at 8-9 night	at 8-9 night		at 7 night
28°C	at 8 night	at 8 night	at 7 night	at 6 night

을 잘 관리하여 높은 부화율을 보이지만 관리자의 부주의로 계속되는 충격과 자극을 받으면 사람을 경계하는 행동이 민감해지면서 알을 따먹는 행동이 심해지고 산란 후 부화율이 떨어지는 원인이 되었다. 알이 감소하는 원인으로는 사람의 자극에 의한 어미의 신경과민에서도 오지만 어미의 영양상태가 좋지 못할 때 알의 색깔이 희미해지면서 알의 탈락이 심해지게 되고 결국은 어미들이 알을 먹어서 다음 산란을 대비하게 된다는 설도 있다.



Fig. 2-7. Eggs care and shape of egg clutch of three species, *Premnas biaculeatus*(L), *Amphiprion ocellaris*(M), *Amphiprion melanopus*(R).

동일한 조건에 있는 어미일지라도 다른 어미와 달리 산란 후 습관적으로 알을 먹는 개체들은 어미로서 도태시키는 것이 산업적 양식에서는 필요할 것으로 생각된다. 부화 1-2 일전에 알이 거의 소실되는 경우가 많으며 심할 경우에는 10여개를 남기고 거의 없어지고 만다. 따라서 부화 2-3일전에 알을 회수하여 인공부화를 시키는 것이 효과적이었다.

Table 2-18에서는 *Amphiprion ocellaris*의 경우 습관적으로 알을 먹어치우는 P1과 비교적 알을 잘 관리하는 P3의 경우를 비교하면 P1은 산란 후 5일경에 벌써 50% 이상의 감모가 일어나고 6일경에는 1/3로 줄어들어 7일까지 그대로 둘 경우 이미 20% 이하로 감소되며 일찍 알을 어미로 분리하면 부화에 소요되는 기간이 길어 자연 탈락하는 알이 늘어나 부화율이 떨어진다.

그러나 이러한 경우라도 최소한 5~6일 이내에 알을 어미로부터 분리한다면 최소한의

Table 2-18. Comparison on hatching rate with separation timing of egg clutch transfer in clownfishes

Species	Separate days after spawning (days)	Number of eggs(A)	Number of	Number	Hatching	
			eggs in	of	rate(%)	
			separate time	hatching	C/A	C/B
			분리시 알수(B)	larvae		
			(ind.)	(C)		
<i>Amphiprion ocellaris</i>	3(P1)	211	104	11	5.21	10.58
	5(P1)	194	97	64	32.99	65.98
	5(P2)	419	261	190	45.35	72.80
	6(P3)	391	317	288	73.66	90.85
	6(P3)	436	392	342	78.44	87.24
	6(P1)	157	87	56	35.67	64.37
	6(P3)	249	182	139	55.82	76.37
	7(P1)	184	31	17	9.24	54.84
	7(P1)	149	19	7	4.70	36.84
	7(P1)	153	26	16	10.46	61.54
	7(P3)	421	326	278	73.16	85.27
	7(P3)	411	339	286	69.59	84.37
	8(P3)	403	364	292	72.46	80.22
	8(P2)	382	247	113	29.58	45.75
	8(P4)	461	313	165	35.79	52.72
<i>Amphiprion melanopus</i>	5(T1)	431	295	147	34.11	49.83
	5(T1)	349	258	121	34.67	46.90
	5(T1)	373	236	124	33.24	52.54
	5(T4)	572	496	183	31.99	36.90
	6(T1)	431	252	188	43.62	74.60
	6(T1)	403	264	209	51.86	79.17
	6(T4)	419	385	286	68.26	74.29
	6(T4)	451	402	326	72.28	81.09
	7(T1)	312	186	148	47.44	79.57
	7(T1)	225	180	117	52.00	65.00
	7(T4)	443	258	199	44.92	77.13
	7(T4)	452	289	207	45.80	71.63
8(T4)	623	372	211	33.87	56.72	
8(T4)	558	277	216	38.71	77.98	
<i>Premnas biaculeatus</i>	4	1943	1116	984	50.64	88.17
	4	1956	1204	953	48.72	79.15
	4	1504	984	448	29.79	45.53
	5	1846	1288	1172	63.49	90.99
	5	2028	332	213	10.50	64.16
	5	2012	417	302	15.01	72.42
	5	938	360	331	35.29	91.94
	6	1829	146	104	5.69	71.23
6	1927	62	27	1.40	43.55	
6	2043	157	94	4.60	59.87	
<i>Amphiprion polymnus</i>	5	1008	943	862	85.5	91.41

구제효과가 있기 때문에 보통 알의 탈락 율을 고려하여 부화 2~3일전에 알을 분리하여 인공부화를 시키는 편이 효과적이다. P3과 같은 어미는 적극적인 알 관리와 보호로 부화 시 까지 언제나 알의 탈락이나 감손이 없어 산란 후 6일 이후에 언제 알을 분리시키더라도 부화율이 높게 나타났다.

*Amphiprion melanopus*의 경우도 *Amphiprion ocellaris*와 유사한 경향을 보이지만 알의 분리시기가 5일 이전에 하면 6일 이후에 분리하는 것 보다 잔존 알의 수가 많기 때문에 부화율은 다소 떨어지더라도 부화 미수는 많은 편이다. 따라서 가장 효율적인 분리 시기는 산란 후 6일째 밤이며 7일째에는 알의 잔존수가 적기 때문에 부화율이 떨어진다.

#### (마) 알의 발생

산란된 clownfish의 알의 발생을 보면 종과 수온에 따라 약간씩 차이는 있지만 대표적인 발생은 *Amphiprion polymnus*와 *Premnas biaculeatus*, *Amphiprion ocellaris*에 대하여 조사결과를 보면 다음과 같다. 정상적인 산란 직후의 알은 짙은 주황색이며 알 모양은 대부분이 타원형을 이루고 있다.

난황에는 크기가 다른 수많은 유구가 분포하고 있었다. 수온 26±0.5℃에서 *Amphiprion polymnus*의 수정 후 경과시간에 따른 알의 발생과정을 Table 2-19와 형태의 변화를 그림 2-8에 나타내었다. 수정 50분 후에 배반(blastodisc)을 형성하였고, 1시간 40분 후에 제 1 난황이 시작되어 2세포기에 이르렀다(Fig. 2-8, A).

수정 후 2시간 20분이 경과하여 4세포기, 3시간 후에는 8세포기(Fig. 2-8, B), 3시간 40분후에는 16세포기, 4시간 20분후에는 32세포기(Fig. 2-8, C)로 발달하였다. 난황이 계속 진행됨에 따라 5시간 40분후에는 상실기(Fig. 2-8, D), 7시간 30분후에는 포배기(Fig. 2-8, E)에 이르고, 배반엽(blastoderm)이 넓어지면서 난황을 덮기 시작하였다. 수정 후 16시간 20분 경과했을 때 배반은 점차 난황을 덮어쓰우면서 낭배기에 이르렀다(Fig. 2-8, F). 수정 후 23시간 후에는 배체를 형성하였고(Fig.2-8, G), 35시간 후에는 안포와 이포가 형성되었으며, 이때부터 부착사 쪽으로 향해있던 두부가 반대쪽으로 이동하였으며 근절은 13~14개였다(Fig. 2-8, H).

수정 후 43시간 후에는 꼬리가 난황과 분리되면서 신장되기 시작하였으며, 근절은 24~25개로 늘어났다. 54시간 후에는 심장이 형성되면서 심장박동이 관찰되었고, 꼬리가 간헐적으로 움직이기 시작하였다(Fig. 2-8, I).

수정 후 99시간 후에는 가슴지느러미가 형성되었고, 눈은 은색으로 반짝이기 시작하였다(Fig. 2-8, J). 수정 후 110시간 후에는 혈액의 움직임이 관찰되었고 근절 11~24마디 속에 황색소포가 나타났다.

수정 후 117시간에 첫 부화가 일어나기 시작하여 수정 후 143시간까지 12마리가 부화되었다. 수정 후 152~155시간(소등 후 1~3시간)에 대부분이 부화하여 부화율은 85.5%였다(Fig. 2-8, A).

*Premnas biaculeatus*의 발생과정을 보면 Table 2-20과 Fig. 2-9와 같다. 수온 28℃에서 6일째 밤에 주로 부화가 되지만 다른 clownfish와 다른 점은 다소 빨리 부화가 되며

빛이 있는 시간에도 간헐적으로 부화가 계속되는 것을 발견할 수 있었다.

Table 2-19. Egg development after fertilization of saddleback clownfish, *Amphiprion polymnus* (Water temperature 26.0±0.5°C)

Developmental stage	Time after fertilization	Symbols in Fig. 2-8	Features of eggs and embryos
Fertilized egg	0 min		
2 cell stage	1 h 40 min	A	
4 cell stage	2 h 20 min		
8 cell stage	3 h 00 min	B	
16 cell stage	3 h 40 min		
32 cell stage	4 h 20 min	C	
64 cell stage	5 h 00 min		
Morula stage	5 h 40 min	D	
Blastula stage	7 h 30 min	E	
Gastrula stage	16 h 20 min	F	
Early embryo formation	23 h	G	
Lens and ear vesicle formation	35 h	H	13 myotomes stage
Heart beat	54 h	I	Eyes pigment formation and 24 myotomes stage
Pectoral fin formation	99 h	J	Eyes glittered
Embryo just before hatching	150 h	K, L	

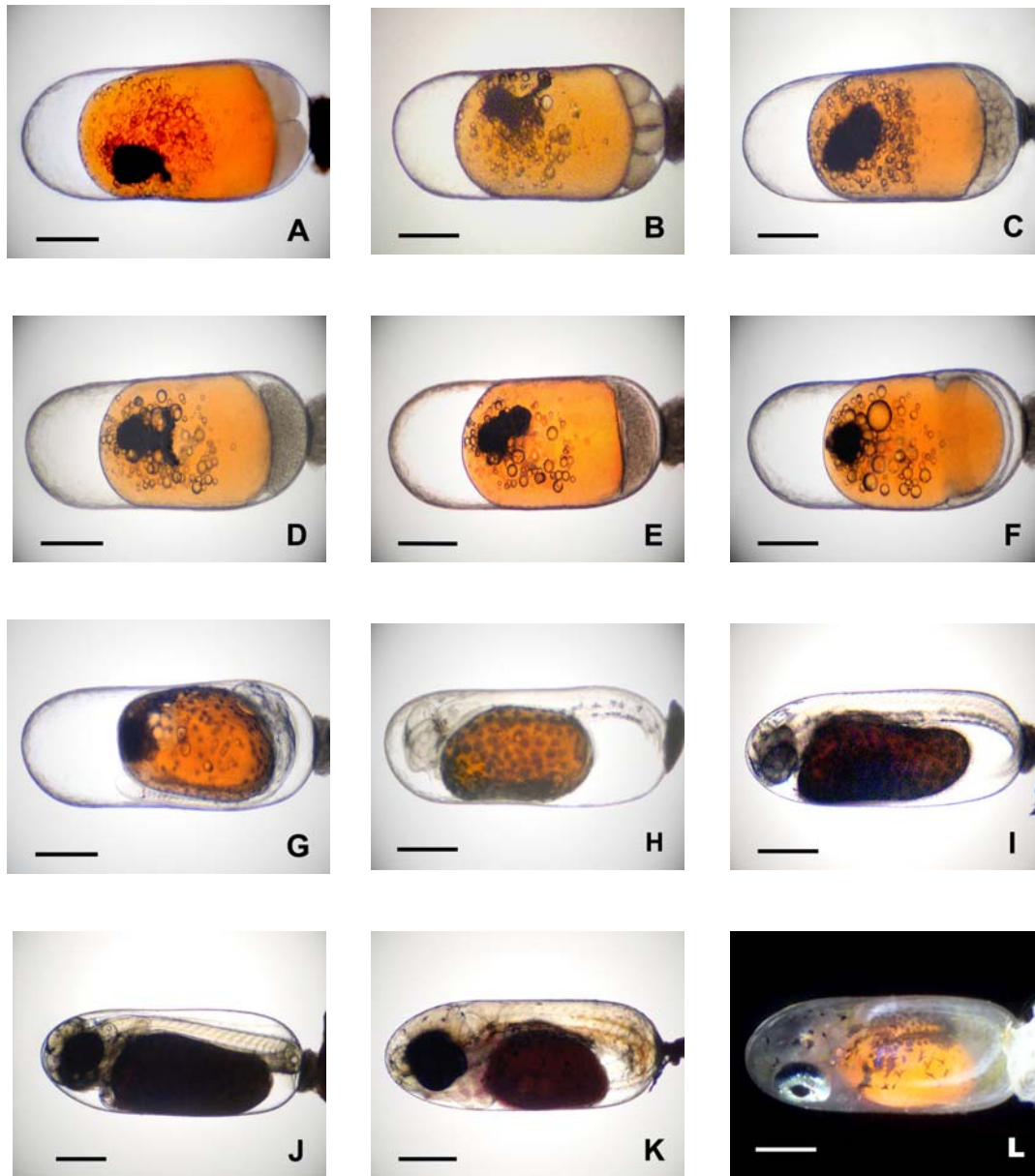


Fig. 2-8 Microscopic view of embryonic development of saddleback clownfish, *Amphiprion polymnus*. A: 2 cell stage, B: 8 cell stage, C: 32 cell stage, D: Morula stage, E: Blastula stage, F: Gastrula stage, G: Early embryo formation, H: Lens and ear vesicle formation, I: Heart beat, J: Pectoral fin formation 99h, K and L: Embryo just before hatching. Scale bar=500 $\mu$ m.



Table 2-20. Egg development after fertilization of Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus* (Water temperature 27.8±0.5°C)

Developmental stage	Simbols	Time after	Features of eggs and embryos
	in Fig. 2-9	fertilization	
Fertilized egg	A	0 min	Oval in shape
2 cell stage	B	30 min	
4 cell stage	C	1 h 10 min	
8 cell stage	D	1 h 40 min	
16 cell stage	E	2 h 20 min	
32 cell stage	F	2 h 40 min	
64 cell stage	G	3 h 10 min	
Morula stage	H	4 h 10 min	
Gastrula stage	J	10 h 40 min	
Body formation	M	23 h 40 min	
Eyes formation	N	27 h 50 min	
Body rotation	P	41 h 10 min	Ventral pigment formation.
Develop of blood circulation	R	77 h 50 min	Pulsation began.
Before hatchery	S	125 h 50 min	

*Amphiprion ocellaris*의 알 발생과정은 Table 2-21과 Fig. 2-10에서 보는 바와 같다. 수온 28°C에서 수정 후 8일째 밤에 부화하며 부화기간 중에는 빛이 있어서는 안 된다. 어미의 극성스러운 알 관리와는 반대로 개체에 따라서는 알을 잘 먹어치우는 개체들이 많기 때문에 알을 관리하는 동안 주변이 불안하지 않도록 주의를 요한다. 발생하는 동안의 알 색의 변화나 안구의 형성과정은 clownfish류 들이 거의 유사하며 부화되어 나오는 모양도 거의 비슷하다.

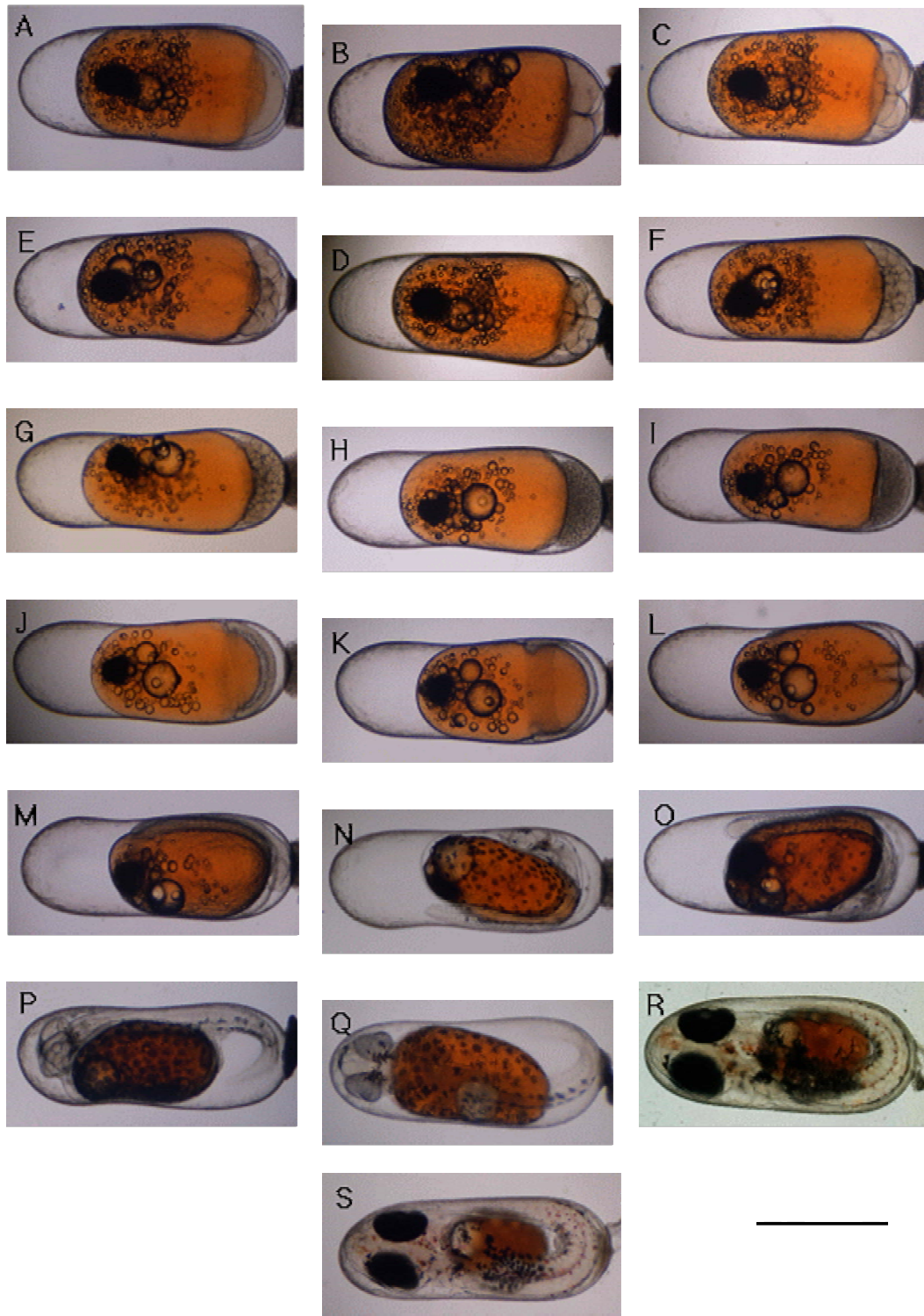


Fig. 2-9. Microscopic view of embryonic development of Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus*.

Table 2-21. Egg development fertilization of percula clownfish, *Amphprion Ocellaris* (Water temperature 27.8±0.5°C)

Developmental stage	Simbols in Fig. 2-10	Time after fertilization	Features of eggs and embryos
Fertilized egg	A	0 min	Oval in shape
2 cell stage	B	50 min	
4 cell stage	C	1 h 20 min	
8 cell stage	D	1 h 40 min	
16 cell stage	E	2 h 30 min	
32 cell stage	F	3 h 10 min	
64 cell stage	G	3 h 50 min	
Morula stage	H	4 h 40 min	
Gastrula stage	I	11 h 30 min	
Body formation	J	24 h 20 min	
Eyes formation	K	30 h 20 min	
Body rotation	L	49 h 30 min	Ventral pigment formation.
Develop of blood circulation	M	103 h 50 min	Pulsation began.
Before hatchery	N	151 h 50 min	

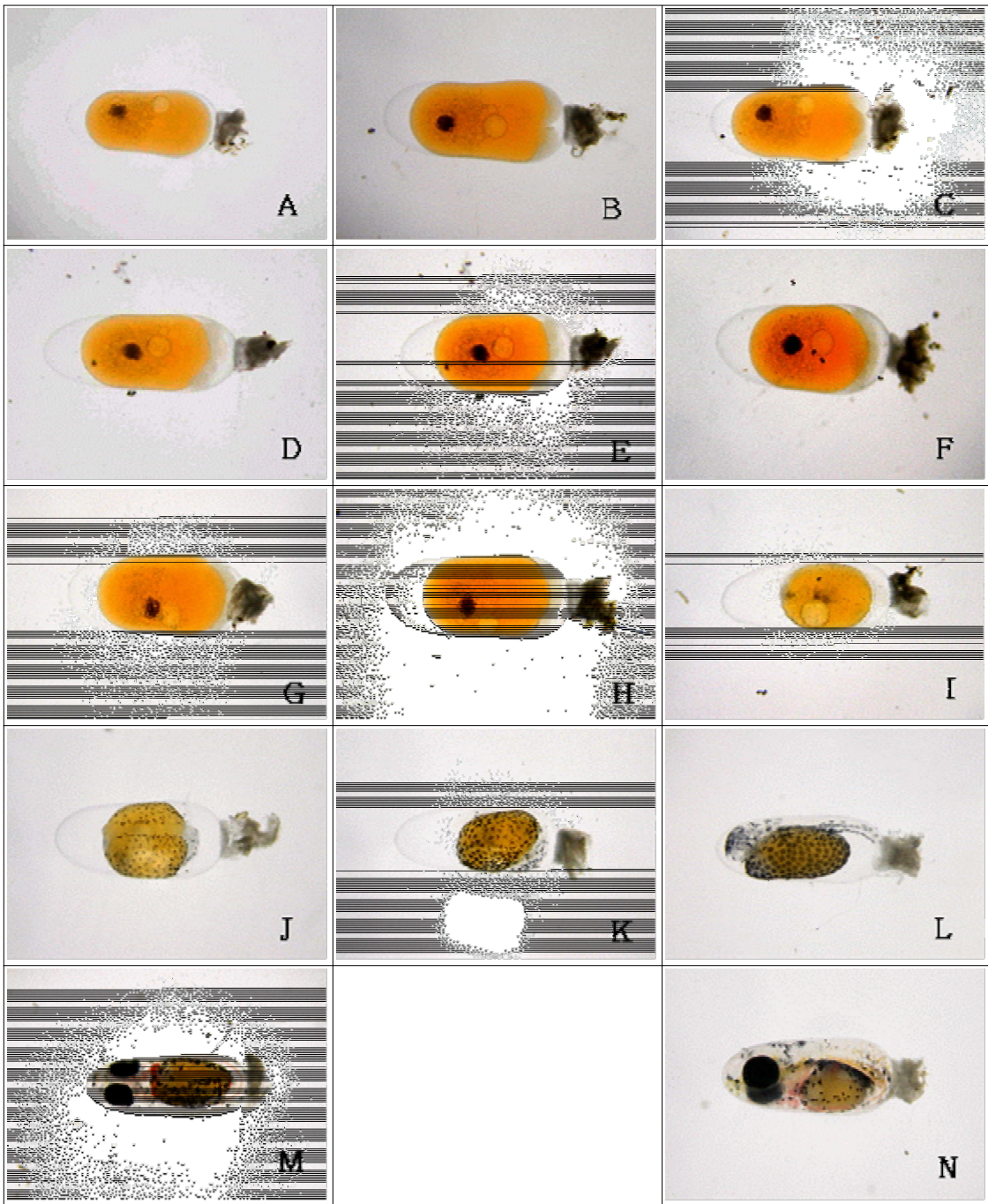


Fig. 2-10 Microscopic view of embryonic development of Percula clownfish, *Amphiprion ocellaris*.

(바) 자치어의 성장

일반적으로 Clownfish의 부화자어는 다른 부성란을 낳는 어류에 비하여 어미의 크기에 비하여 비교적 큰 알을 낳고 부화한 자어역시 큰 편이다(Table 2-22). 부화는 보통 해가 진 후 1시간 이내에 대부분이 부화하지만 경우에 따라서는 2~3일정도 걸리는 경우도 있다.

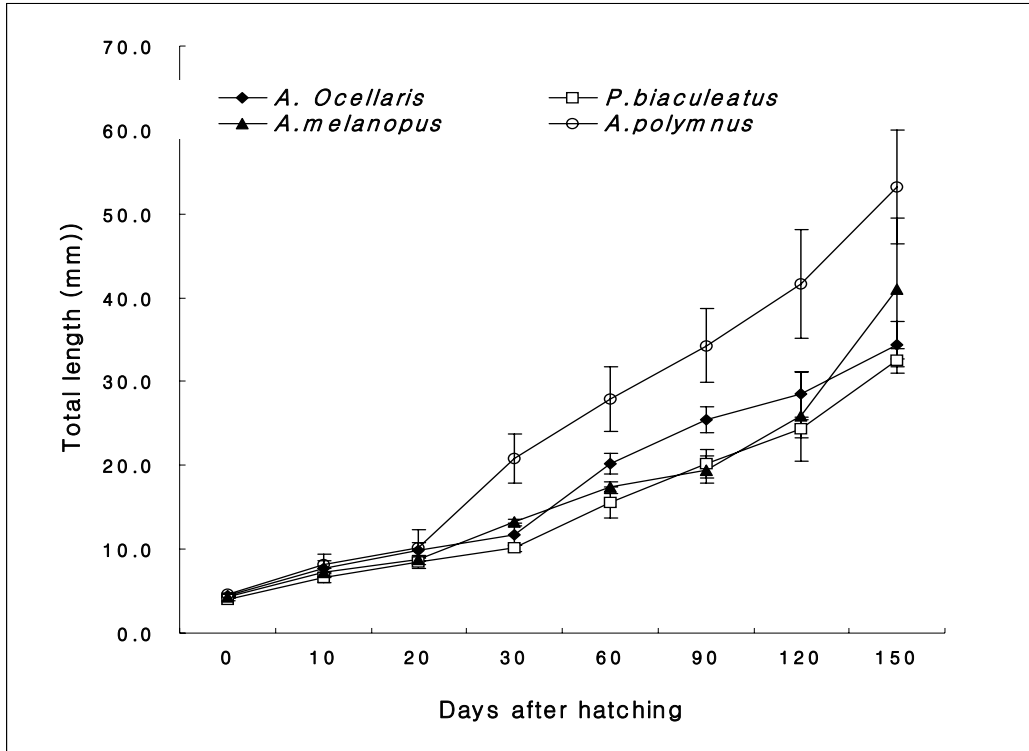


Fig. 2-11 Growth of total length from hatching to 150 days after hatching of four species, Clownfishes.

Table 2-22. Comparison on 4 species's larva of Clownfishes

Species	Characteristic of hatching larva			Feeding after hatching
	Total length (mm)	Oil-gloule	Egg york	
<i>Amphiprion ocellaris</i>	4.50±0.14	0.31±0.02	0.81±0.06	Rotifer
<i>A. melanopus</i>	3.54±0.23	0.28±0.04	0.62±0.04	Rotifer
<i>A. polymnus</i>	4.58±0.21	0.26±0.03	0.64±0.05	Rotifer
<i>Premnas biaculeatus</i>	3.23±0.12	0.25±0.02	0.58±0.08	Except larva with egg yolk

인공부화과정에서 무리한 공기방울이나 물의 흐름자극으로 인하여 다소 무리하게 빨리 부화한 것들은 상당히 큰 난황을 가지고 나온다. 이 같은 자어들은 부화 후 바닥에서 가라앉은 상태로 수 시간 지낸 뒤에 차차 위로 부상하면서 유영을 시작한다. 그러나 정상적으로 부화한 개체들은 약간의 난황을 가지고 있지만 항문과 입이 개구된 상태로 부화하기 때문에 얼마지 않아 바로 섭이활동을 시작한다. 예외로 정상적인 부화기간을 지나서 부화한 group들은 이미 난황을 완전히 흡수한 상태이기 때문에 부화 직후에 바로 먹이를 찾게 되기 때문에 이러한 경우에는 자어 사육조에 2일정도 야간 점등을 하여 rotifer를 바로 먹게 해 주지 않으면 초기폐사가 일어나기 쉽다. 부화자어는 강한 주광성을 가지고 있으며 밝은 곳으로 몰리는 경우가 많으며 빛이 고른 상태에서는 수조의 상층 층을 자유롭게 유영하면서 색이 활동을 한다. 첫 먹이로서는 rotifer가 적합하며 종에 따라서 5~7일 이후부터 *Artemia nauplius*를 잘 섭식하였다.

4종의 clownfish의 부화 후 성장을 보면 Fig. 2-11과 같이 부화 후 20일경까지는 모든 종이 거의 유사한 성장을 보였지만 자세히 보면 *Amphiprion polymnus*과 *Amphiprion ocellaris*의 성장이 다소 빠르게 나타났다. 그러나 20일 이후의 성장은 이 2종의 성장이 빠르게 진행되어 부화 후 120일째에는 *Amphiprion polymnus*의 전장은 41.3mm로 월등하게 빠른 성장을 하였고, *Amphiprion ocellaris*는 34.45mm로 다음 순위였다. 4종의 clownfish는 부화 30일 이후부터는 먹이의 섭식량이 많아지면서 대체적으로 빠른 성장을 보였고 150일째에는 *Amphiprion polymnus*는 52.4mm로 계속 빠른 성장을 유지하였고 *Amphiprion melanopus*가 41.1mm로 *Amphiprion ocellaris*의 34.5mm를 제치고 2위를 차지하였다.

#### (사) 자치어의 생존

Clown fish 부화자어의 성장에 따른 생존율의 변화는 부화 직후 자어를 사육조로 옮기는 과정과 먹이를 공급하는 과정을 전후하여 상당수의 폐사체가 발견되었고 부화 후 5~10일사이의 자어들은 종종 copepoda와 *Artemia*의 유생을 과식한 상태로 폐사하는 현상이 보여 부화 후 10일까지가 가장 큰 위험기로 인정되었다. 어종별 생존율은 부화 후 10일째에 *Amphiprion ocellaris*는 75.22%, *Amphiprion polymnus*는 49.54%, *Amphiprion melanopus*가 90.84%, *P. biaculeatus*는 97.44%로서 *Amphiprion polymnus*를 제외하고서는 매우 높은 생존율을 보였다. 부화 후 30일경까지는 71.56%, 40.06%, 76.53%, 87.52%로 상호공식현상에 의한 폐사가 있었지만 상당히 안정된 사육이 가능하였고 60일 이후에는 71.56%, 29.48%, 74.41%, 86.56%로 수조의 청소 때나 지속되는 공식현상과 스트레스에 의한 폐사현상을 보이는 *Amphiprion polymnus*를 제외하고서는 높은 생존율을 보였으며 모든 종이 60일 이후에는 거의 폐사현상을 볼 수 없었다(Fig. 2-12).

#### (아) Clownfish의 Schooling 현상

Clownfish의 특성 중에 하나인 자치어기에 주로 보이는 schooling 현상은 *Premnas biaculeatus*은 부화 15~16일이 되면 대부분이 2개의 흰 밴드가 형성되었으며 이 시기에

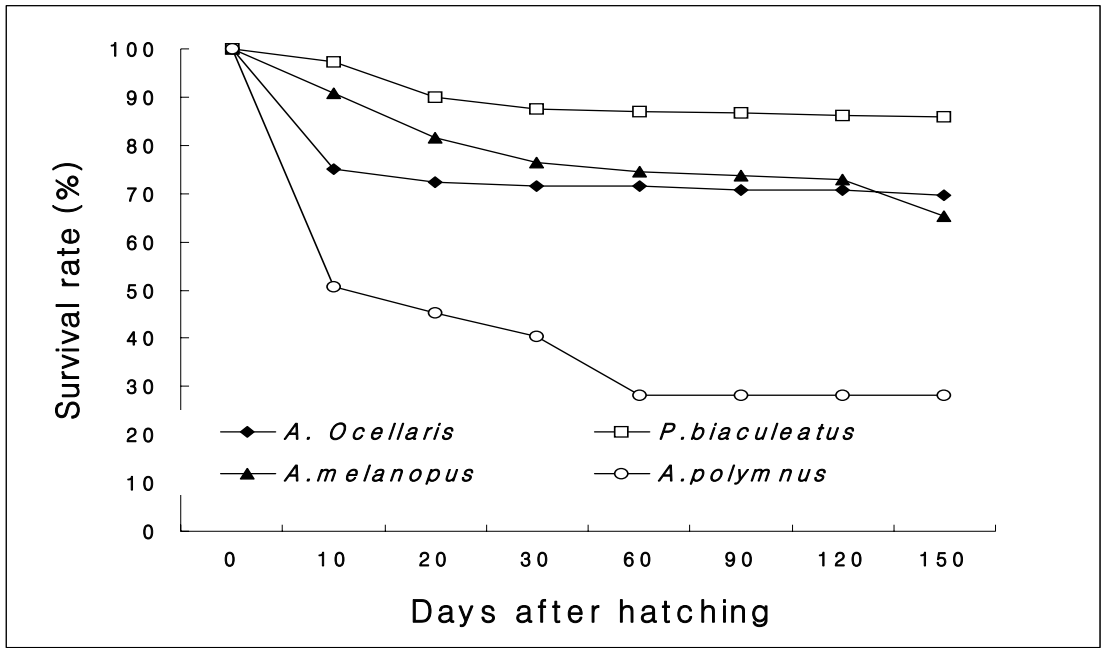


Fig. 2-12 Survival rate from hatching to 150 days after hatching of four species, Clownfishes.

소형수조의 바닥이나 수조의 모서리부분에 적게는 10미정도, 많게는 수조내의 전수가 한 덩어리로 무리를 짓는 소위 clownfish의 schooling 현상이 두드러지게 나타났다(Fig. 2-13, 2-14).



Fig. 2-13. Schooling of Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus*.

*Premnas biaculeatus*의 schooling 현상은 성장하면서 지속적으로 나타나는데 이러한 현상은 자신의 몸과 살고 있는 공간의 크기에 따라 바뀌어 지는데 처음 형성되는 시기에는 소형수조라 할지라도 쉽게 뭉치는 것을 알 수 있는데 성장하면서 계속 좁은 수조

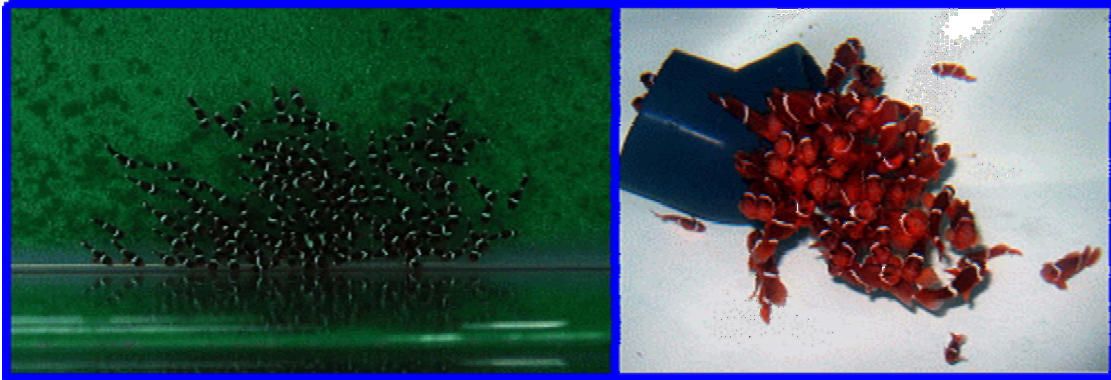


Fig. 2-14. Schooling of small size and middle size of Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus*(L: TL: 3cm, R: TL 5cm).

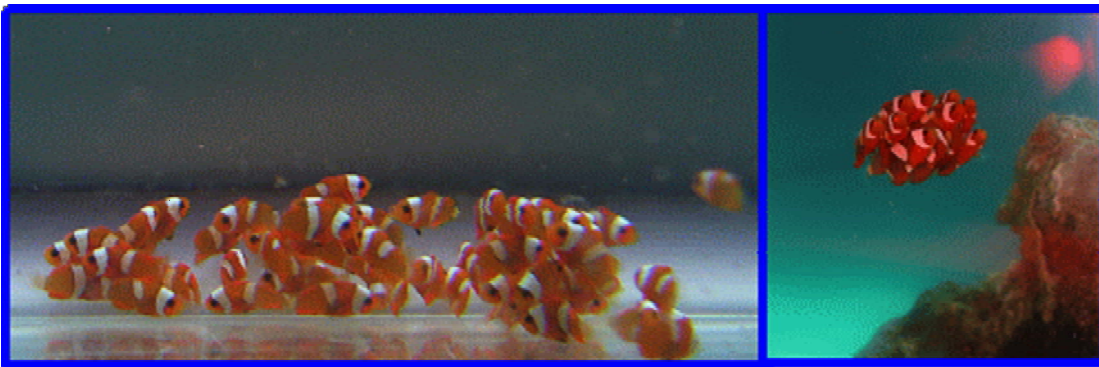


Fig. 2-15. Schooling of percula clownfish, *Amphiprion ocellaris*.

(100마리의 자어를 30x40x30cm수조에 둘 경우) 에 두게 되면 얼마지 않아 각개행동으로 바뀌면서 서로 다투는 현상이 보이니 만일 이때 더 큰 수조(1.2x 0.5x0.5m)로 옮겨주면 다시 모여 schooling을 하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 이러한 현상도 잠시이고 전장이 4 cm 이상으로 자라면서 수조내의 분포는 느슨해지면서 school이 붕괴되었지만 이것을 4 x 1 x 0.5m의 대형수조로 옮겨주었더니 넓은 새로운 공간에서 재빨리 school을 형성하여 수조내에 무리를 지어 떠다니고 있었다. 다음날 수조 내에 FRP 75 mm의 엘보우를 넣어 주었더니 이곳을 기점으로 모두 엘보우 내부와 장소가 좁아 들어가지 못한 것들은 입구에서 무리를 이탈하지 않으려고 하였으며 자세히 관찰해보면 중심부에 대형개체가 리더를 하고 가장 자리에는 몸집이 작은 소형개체들이 붙어있었다.

*Amphiprion ocellaris*의 school형성은 *Premnas biaculeatus*에 비하여 체형이 작아서인지 좀 더 빨리 이루어진다. 붉은 체색바탕에 흰 띠 1개가 출현하는 부화 후 11일째부터 수조의 네 구석이나 히터 주변 등지에 작게는 7미에서 많게는 14미정도로 비교적 작은 수의 school이 형성되어 행동하며 2개의 school이 만나면 때로는 큰 하나의 school로 통합되기



도 하지만 다시 작은 무리를 이루어 원래대로 돌아가기도 한다(Fig. 2-15). 공간이 넓거나 새로운 수조로 옮겨준 직후에 school 형성은 더 밀착되게 강하게 이루어지고 먹이를 만나면 가장 앞장선 개체가 입을 열어 뒤를 이어 섭식하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 school에 다른 수조에서 보다 큰 개체를 1마리 넣어보면 이들은 선두가 재빨리 막아서며 접근을 못하게 공격하며 힘이 모자라면 다음개체가 막아서고 그래도 모자라면 3~4마가 연합하여 퇴치하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 school 현상은 어종마다 모두 초기과정에서 이루어졌고 성장하면서 *Amphiprion polymnus*와 *Amphiprion melanopus*에서는 성장하면서 빨리 해체되었다.

#### (자) 먹이생물 배양과 공급

이 연구에서 이루어지고 있는 종묘생산 대상 종은 일반 먹이계열의 범주 안에 들어있어 먹이생물의 배양이나 공급에 별다른 애로 없이 적정먹이생물인 rotifer, *Artemia*, *Tigriopus japonicus*를 대량배양 또는 농축 *Isochrysis galbana*와 해산 *Chlorella*로 영양 강화하여 공급하였으며 건강한 종묘생산을 위하여 우리나라 연안을 대상으로 동물 먹이생물로 이용 가능한 코페포다 검색 및 채집을 실시하여 실내 사육 시설 하에서의 스트레인을 배양하여 사용하였다.

#### 다. 고찰

현재 동남아 제국의 아열대수역에서 해수관상어를 생산하고 있는 생산국은 대부분이 산호초사이의 자연해역에 살고 있는 관상어들을 포획하여 일시적으로 축양을 하거나 아니면 막 바로 수요국에 수출하는 형태를 취하고 있다. 한때 인도네시아와 같은 나라는 IMF위기를 해수열대어의 수출로 극복할 만큼 생산국에 따라서는 경제적 역할이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

그러나 오랜 기간 동안 불법적인 포획과 지나친 남획으로 인한 파괴는 포획 후의 낙후된 관리와 연관되어 동물 포획 그리고 연관된 경제적 이익을 생산하는 것에 대한 잠재력에 대해 부정적 영향과 함께 장기간 산호초 등에 막대한 피해를 주었다.(Baquero, 1999, Michael Tlusty, 2002, Wabnitz et al., 2003).

특히 일부국가에서 coral reef 종을 포획하는 데 이용되는 파괴적인 방법: 예를 들면 sodium cyanide(시안화 나트륨)를 사용하여 무차별적으로 물고기를 포획하는 데 이용되지만 물고기와 coral 건강에 악영향을 주는 것뿐만 아니라 목표물도 하지 않는 다른 생물체까지 죽일 수 있어 관상어무역의 반대론까지 나오고 있다(Michael Tlusty, 2002, Wabnitz et al., 2003). 최근에 와서 많은 생산국들은 연안 어민들에게 경제적으로 매우 중요한 이 산업을 살리면서 자원과 환경을 보존하기 위한 각종방법을 모색하여 실현하고 있다. 즉 국가 차원에서는 적당한 할당량, 어획량의 제한, 보호 구역 지정과 수획 가능 지역 지정이 필요하다고 판단하고 마지막으로 야생 어류의 보존과 지역 사회의 생계 수단 유지를 위해서도 많이 거래되는 어종

에 대한 양식의 증가 또한 필요하다는 의견이 일치되고 있다.

실제로 많은 포획지역에서 현재 어류의 수나 잡히는 종(種)의 수 또는 모두를 제한하고 있다. Bahamian 정부는 허용된 종(種)당 50개체로 제한하고 플로리다 Key는 어류의 49종에 대한 크기제한을 두고 있으며 (D. Laughlin, pers. comm.), 반면에 Brazil은 오직 180종만을 수출하도록 허락하고 있다.

현재 우리나라에 수입되어오는 해수관상어류 중에서도 생산국현장에서 자원의 보호와 환경보존 차원에서 국제허가 실행기준에 맞게 채집되고 운송되는 건강하고 생존율이 높도록 지도계몽을 하고 있는 MAC(Marine Aquarium Council)에서 보증하는 관상어를 수입하는 업체들이 많지 않다고 한다. 이 연구를 수행하는 과정에서도 연구에 사용할 친어 구입을 의뢰한 경우 놀랍게도 수차례에 걸쳐 94~100%가 폐사해버리는 경우를 당한바있다. 대부분이 앞에서 지적한 극독물을 이용하여 포획된 어류들로서 수입해서 국내에 들어왔을 때에는 외관상 아주 좋은 물고기처럼 보이지만 실험실에 수용하여 좋은 환경에서 순치를 시키면 정상적인 경우라면 약 7일 정도에서 순치가 끝나는 것이 일반적이다. 그러나 극독물로 포획된 어류들은 운반후 2-4일 정도 되면 이유 없이 먹이를 먹지 않고 피부가 헐어 허물을 벗는 것처럼 막이 벗겨지기 시작하면서 원기를 잃고 전수가 폐사한다.

이렇게 옳지 못한 방법으로 잡은 어류들을 싼값으로 수입하고 있는 바르지 못한 상흔에 국내의 물고기를 사랑하는 마니아들을 울리게 하고 심한 경우에는 취미생활을 바꾸게 하는 결과를 초래하는 우를 범하고 있다. 관상어 시장에서 hobbyist들이 가지고 있는 소비욕구가 가장 중요한 시장의 힘이라는 진실을 우리 업계에서는 직시해야 할 것으로 생각된다.

또한 우리 해양수산부에서도 현행 국립수산물과학원장이 추천하는 양식용 외래종이나 연구용에 대한 검역만을 하는데 그치지 말고 비록 상업적관상어라 할지라도 국민정서를 해치고 수요자가 피해를 입게 되는 일을 근본적으로 막을 수 있는 방안도 강구해야할 시점이라고 생각된다.

총 관상어 산업의 가치는 약 US\$ 150억(15조원)에 달 한다 (Bartley, 2000)고하며 그 중에서 GMAD에서 집계된 보고에 의하면 전 세계 150만에서 2백만 인구나 미국에서만 60만 가구가 해수수족관을 보유하고 있으며 연간 미국으로 들어오는 해수어류와 돌산호류의 무역거래는 US\$ 2억~3억에 이르는 것으로 평가하고 있다.

현재 해수관상어는 약 90%의 물고기종이 양식되고 있는 담수어종과 달리 거의 대부분이 야생에서포획된 것들이다. 또한 인기어종일수록 남획에 의한 심각한 자원고갈현상을 초래하였고 더 심한경우에는 멸종위기에 처한 품종이 속출하고 있다. 여기에 무질서한 공급체계와 함께 허술한 운반수단과 자원관리수단 등으로 생산국마다 어업의 강력한 규제, 수출종과 수출량의 제한 등으로 생산을 강력하게 통제하고 있어 수요의 증가와는 반대로 생산은 오히려 감소경향을 보이고 있어 인공종묘생산에 의한 양식기술의 개발의 필요성은 설득력을 더해가고 있다.

양식은 고비용의 필요 인프라를 개발하는 데 필요한 충분한 자본투자를 가지고 있는 개발국에서 다루는 경향이 있다. 현재관상어 사업의 양식 개발은 미국의 Florida(200 farms)와 Singapore(100 farms 이상, L. Chuan, per. comm.)에서 가장

활발하다(Michael Tlusty, 2002).

해수관상어산업의 가치는 2000년에 1kg나가는 Maldives산 관상용 물고기는 거의 US\$500이었던 반면, 식용으로 잡은 1kg reef fish의 경우, 단지 US\$ 6이었다. 비슷한 경우로 살아있는 coral 무역은 거의 톤당 US\$ 7,000이었던 반면 석회암 생산을 위해 얻은 coral의 이용은 거의 톤당 US\$ 60이었을 뿐이다. Palau의 경우 live rock은 수족관 무역에서 kg당 US\$ 2.2에서 US\$ 4.4로 수출되었던 반면 건설재료용으로는 kg당 US\$0.02미만의 가격으로 팔렸다. Sri Lanka에서는 거의 25개국에 reef fish를 수출함으로써 1년에 US\$ 560만을 벌어들이며 이것은 해수관상어 수출에 50,000명이 직접적으로 관여한다는 것을 의미한다. Philippine의 경우 약 7,000명의 collector들은 그들의 생계를 위해 이 reef 생물들에게 의지하고 있을 정도로 해수관상어산업은 식용산업이나 타산업에 비하여 부가가치가 높다. .

애완 산업에서 800 여종의 해양 동물 중 보통 100여종만을 사육하며, 약 21여종이 상업적으로 용이하다 (Schiemer, 2001). 현재 미국에서는 해수관상어류만 25종정도가 개발되어있으며 수요자의 다양한 요구에 대응하여 새로운 인기어종을 지속적으로 개발하고 있다.

현재 우리나라와 같이 식용해수양식의 시설, 장비, 기술인력 등의 인프라가 잘 갖추어져있으면서도 단순한 넙치와 조피볼락일변도의 생산에서 중국과 일본의 양식물의 수입에 방향을 잃고 있는 국내 양식산업의 새로운 돌파구로서 뿐만 아니라 aquarium 산업에 대한 양식 생산의 경제적 이익을 위해 더욱 발전시킬 지속적인 노력이 필요하다.

### 3. 해수관상어 번식생리에 관한 연구(제3세부과제)

최근 해수관상어 산업은 경제의 성장과 영화, TV 매체를 통한 광고효과, 양식 기술의 발달등과 더불어 시장규모가 확장됨에 따라 새로운 고부가가치 산업으로 각광 받고 있다. 그러나 이와 같은 사회적 배경과는 달리 관상 대상이 되는 생물은 아직까지 수입생물에만 의존할 뿐, 가장 기반이 되는 관상용 해수 어류 종묘의 국산화에 대한 기술 개발은 대상 생물의 분포, 서식 특성 파악과 함께 고도의 기술을 요하는 부분이 포함되어 있어서 현재까지 이 분야에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 따라서 제주연안에 서식하는 해수어중 해수관상어로 개발 가능한 어종을 탐색하고, 생식주기를 탐색하여 해수관상어의 인공종묘생산을 위한 안정적인 수정란 확보 기술을 제공하고자 한다.

## 가. 재료 및 방법

개발 가능한 해수관상어로 판단되는 노랑자리돔, 솔종개, 등설망둑, 별망둑, 바닥문절을 대상으로 생식소중량지수와 생식소 발달을 기초로 한 생식주기를 조사하기 위하여 조수웅덩이 채집, 낚시 및 통발을 이용한 채집 그리고 정치망에 의한 채집을 하였다. 채집한 어류는 전장과 체중을 각각 0.1 cm와 0.01 g 범위까지 측정하였고, 어체에서 생식소와 간을 적출하여 생식소중량지수(gonadosomatic index: GSI)를 산출하였다. 생식소의 조직학적 변화는 적출한 생식소를 Bouin's 용액에 고정한 후 파라핀절편법에 의해 5  $\mu$ m로 절편을 만들어 Hansen's haematoxyline과 0.5 % eosin 이중 염색법에 의하여 비교 염색한 후, 생물현미경으로 검경하였다.

## 나. 결과

### 1) 노랑자리돔(Yellow chromis, *Chromis analis*)

**GSI** : 국립수산물연구원 남해수산연구소 남제주수산종묘시험장에서 채집·사육중인 전장  $12.8 \pm 0.82$  cm, 체중  $51.2 \pm 11.5$  g의 노랑자리돔, *C. analis*을 2001년 4월부터 12월 그리고 2002년 4월부터 6월까지 월별로 10-20 마리씩 총 240마리를 채집하여 생식소중량지수(GSI)의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3-1과 같다.

암컷 GSI의 월별 변화는 2001년 4-6월에는  $0.55 \pm 0.29$ 를 유지하였고, 수온이 상승하는 7월부터 증가하기 시작하여 8월에  $0.79 \pm 0.25$ 의 값을 나타냈다. 이후 다시 감소하여 10월에  $0.48 \pm 0.29$ 의 값을 보이다 다시 증가하여 12월에  $0.76 \pm 0.24$ 를 나타냈다. 그리고 2002년 4월에는  $0.77 \pm 0.28$ 의 값을 보이다가 5월에  $0.41 \pm 0.10$ 로 다소 낮은 값을 나타냈으며, 6월에  $1.03 \pm 0.33$ 값을 보였다. 수컷의 GSI의 월별 변화는 2001년 4-8월에는  $0.16 \pm 0.04$ 였으나, 9월에  $0.33 \pm 0.1$ 로 다소 높은 값을 유지하다 11월에  $0.17 \pm 0.08$ 의 값을 나타냈다. 그리고 2002년 4월과 5월에는  $0.15 \pm 0.06$ 이었으나, 6월에  $0.38 \pm 0.10$ 으로 증가하였다. 암·수 GSI는 각각 8월에 최고치를 보였으나, 생식소내 배우자형성과정을 조직학적으로 관찰한 결과, 정자형성과정의 경우 6-8월에 걸쳐 정소의 수정관내에 정자들이 무리를 형성하였고, 9월부터 방정 후의 조직상을 보였다. 그러나 이시기의 난소내에는 대부분 주변인기 단계의 난모세포가 차지하고, 일부 난세포질내에 난황구와 유구를 가지는 초기 성숙단계의 난모세포들이 소수 분포할 뿐 산란에 참여하는 성숙난은 볼 수 없었다.

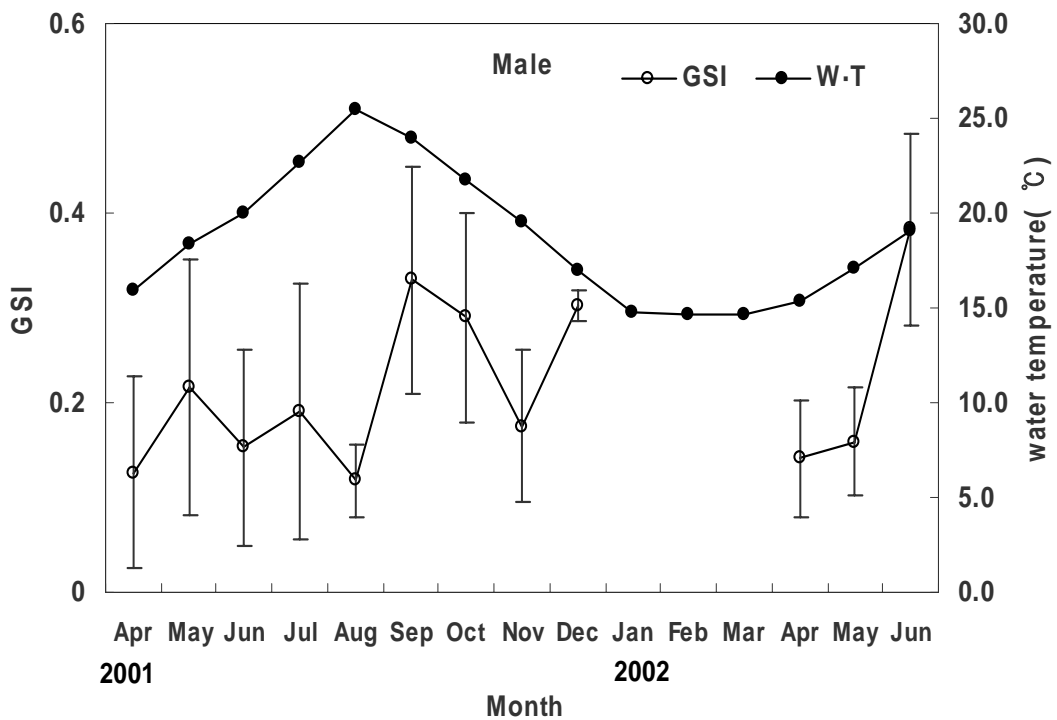
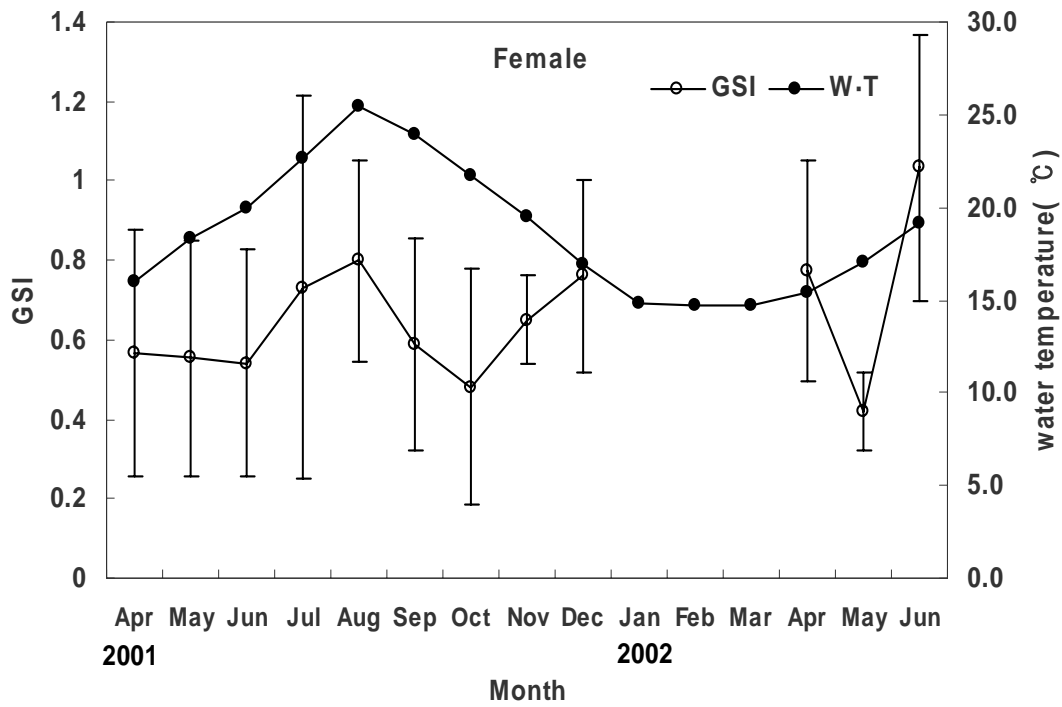


Fig. 3-1. Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) in *C. analis*.

2) 쏘중개(Striped eel catfish, *Plotosus lineatus*)

GSI: 제주연안에서 2001년 5월부터 2002년 4월까지 전장  $16.8 \pm 1.9$  cm, 체중  $39.1 \pm 8.6$  g의 쏘중개, *P. lineatus*을 월별로 10-30마리씩 총 230마리를 채집하여 생식소중량지수(GSI)의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3-2와 같다. 암컷의 GSI의 월별 변화는 수온이 상승하는 5월에  $12.87 \pm 6.19$ 였고, 6월에  $19.95 \pm 6.72$ 로 가장 높았고, 이후 7월에  $9.29 \pm 5.39$ 로 급격

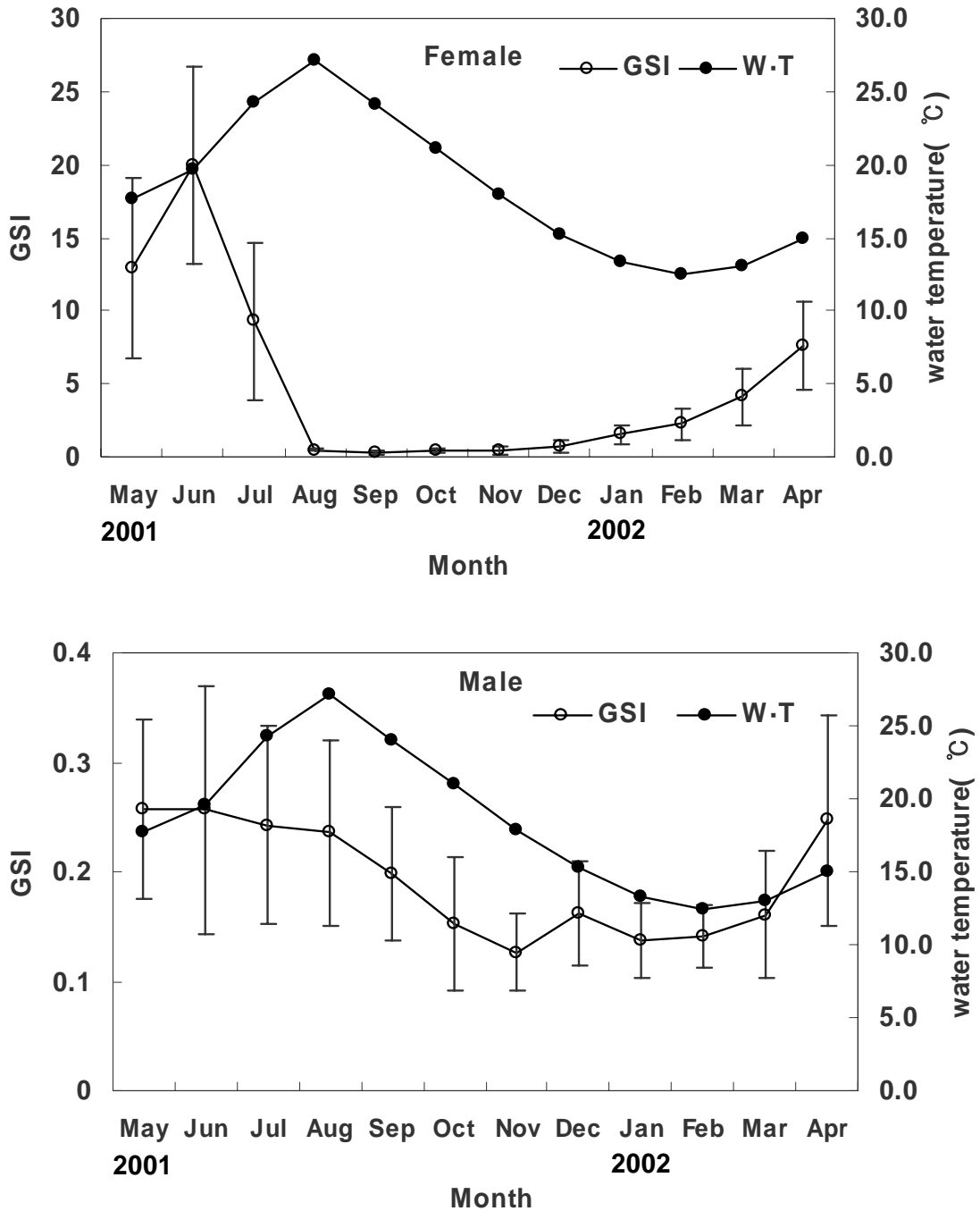


Fig. 3-2. Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in *P. lineatus*.

히 감소하여 12월에  $0.69 \pm 0.44$ 로 낮은 상태를 보였다. 수컷의 GSI의 월별 변화는 4-5월에  $0.26 \pm 0.08$ 로 년중 최고값을 보이고, 이후 서서히 감소하기 시작하여 11월에  $0.13 \pm 0.03$ 로 가장 낮은 값을 나타냈다.

생식주기: GSI와 생식소의 조직학적 변화를 종합하여 관찰한 결과 암컷의 경우 성장

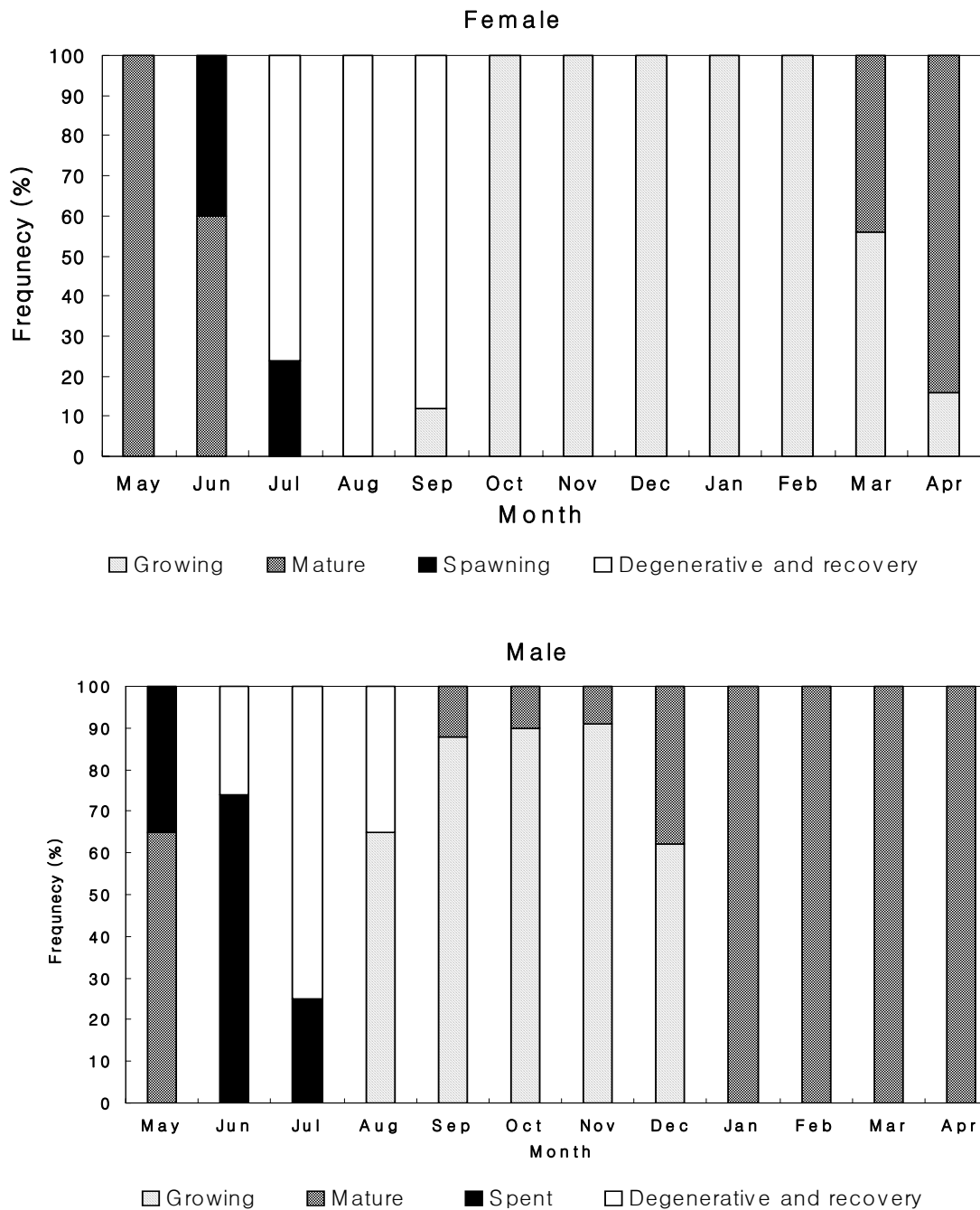


Fig. 3-3. Monthly changes of gonadal developmental stage in female and male of *P. lineatus*.

기 (10-3월), 성숙기(3-6월), 산란기(6-7월), 퇴화 및 회복기(7-9월)이었으며, 수컷은 성장기(8-12월), 성숙기(12-5월), 방정기(5-7월), 퇴화 및 회복기(7-8월)로 조사되었다 (Fig. 3-3).

**포란수:** 제주도 성산포 육계도 연안과 조천 포구에서 2002년 4월부터 6월까지 통발을 사용하여 채집된 개체를 사용하였다. 조사된 총 개체수는 19마리이며 전장은  $18.82 \pm 2.42$  cm, 중량은  $47.12 \pm 15.04$  g 이었으며 성숙상태가 육안적으로 식별되는 개체의 난소만을 이용하였다. 크기에 따라 최소 525개의 난을 포란한 것으로부터 최고 1176개의 난까지 포란하고 있으며 전장에 대한 포란수는 전장이 증가할수록 증가(Table 3-1)하며 중량에 대한 포란수 역시 중량이 증가할수록 증가하였다(Table 3-2).

Table 3-1. Composition of fecundity total length of *P. lineatus*

Total length (cm)	Number of eggs		Number of fish examined
	Range	Mean	
15.0-15.9	631	631	1
16.0-16.9	525-746	639	4
17.0-17.9	744-754	749	2
18.0-18.9	618-960	778	3
19.0-19.9	600-1176	897	4
20.0-20.9	846-1198	1025	3
22.0-25.9	1054-1070	1062	2

Table 3-2. Composition of fecundity body weight of *P. lineatus*

Body weight (g)	Number of eggs		Number of fish examined
	Range	Mean	
28.0-34.9	525-650	610	4
35-41.9	618-756	724	5
42.0-48.9	600-960	780	2
49.0-55.9	822-990	906	2
56.0-62.9	846-1198	1033	4
63.0-69.9	1176	1176	1



**인위채란 및 HCG 처리에 의한 산란유도:** 2001년 7월에서 9월 동안에 성산포 육계도 연안에서 채집된 개체를 1.5톤 원형수조에 유수식으로 사육해 오던 것 중 육안적으로 성숙상태가 판단된 개체(Table 3-3)를 이용하여 인위채란(C1-5) 및 호르몬을 주사(T1-6)하여 배란유도실험을 하였다. 호르몬 처리는 태반성성선자극호르몬(HCG)을 g당 2IU를 기준으로 근육 주사하였다.

Table 3-3. The experimental fish used for this study

Date	Fish No.	Total length(cm)	Body weight(g)	Sex
2002. 8. 14	T-1	22.5	97	F
	2	18.3	53.4	F
	3	16.8	44	F
	4	21.5	66.8	M
	5	18.3	47	M
	6	18.7	48.2	M
2002. 7. 24	C-1	23.8	99.5	F
	2	18	59.1	F
	3	18.3	63	F
	4	23.4	88.3	M
	5	22.8	84.1	M

F(female), M(male)

인위채란 및 수정을 위해 복부를 절개하여 생식소를 완전히 드러낸 후 육안적으로 성숙상태를 확인하였다(Figs. 3-4, 3-5).

수컷은 정소에서 뽑아 낸 정자들이 활동을 관찰 할 수 있었다. 그러나 암컷인 경우 난소에서 성숙난은 관찰되었으나 최종성숙진 배란은 이루어지지 않았다. 이때 난경은 2.796-3.169 mm로 자연 산란시 난경 3.4 mm보다 작았다. 태반성 성선자극호르몬을 주사한 개체는 24시간 인위적으로 생식소를 추출해내 알과 정자를 채취하였다. 암컷의 생식소(Fig. 3-6)는 황색의 액체와 함께 배란된 난들을 볼 수 있었다. 난들의 형태는 대개가 반쪽부분은 투명하고 나머지 반쪽은 노란색을 띠는 형태였다. 수컷의 정소내에는 운동성이 활발한 정자들을 함유하고 있었다. 적출한 알들은 샤알레에 옮겨 정자와 혼합하여 수정시킨 후 세란하여 여과해수가 든 5 L 비이커에 수용하였다. 수정 후 24시간이 지난 후 발생 진행이 없으며 일부 난들이 백탁 되었고 48시간 후에는 난들이 모두 백탁 되었다. 난경은 3.07-3.10 mm 크기로 조사되었다. 추후에

수조내 사육환경 및 성숙시기에 성숙난의 진행상태에 관한 연구가 진행되어야 할

것으로 사료된다.



Fig. 3-4. Ovary of *P. lineatus*.



Fig. 3-5. Testis of *P. lineatus*.



Fig. 3-6. HCG treatment individual.

### 3) 등설망둑(*Parioglossus dotui*)

GSI : 제주연안에서 2003년 5월부터 9월까지 전장 2.6-4.7 cm, 체중 0.2-0.9 g의 등설망둑을 월별과 주별(7월)로 8-20 마리씩 총 137마리를 채집하여 GSI의 변화를 조사한

결과는 각각 Fig. 3-7과 같다. 암컷의 GSI는 5월과 6월에 각각  $10.56 \pm 3.55$ ,  $14.24 \pm 1.09$ 이었고, 7월 1일(신월)에  $23.59 \pm 4.33$ 으로 최대값을 나타냈다. 7월 7일(상현)에는 GSI가  $7.36 \pm 4.44$ 로 7월 1일(신월)에 비해 낮았고, 7월 14일(보름)에는  $16.54 \pm 6.50$ 으로 다시 상승하여 7월 7일(상현)에 비해 높았으며, 7월 21일(하현)에는  $5.36 \pm 5.41$ 로 7월 14일(보름)에 비해 낮았다( $P < 0.05$ ). 7월 28일(신월)에는 GSI가 다시 상승하였으나, 7월 21일(하현)에 비해 유의한 차이는 없었다. 8월부터 GSI는 점차 감소하여 9월에  $0.21 \pm 0.34$ 로 가장 낮았다. 수컷의 GSI는 암컷과 유사한 경향을 보였다. 7월 1일(신월)에 GSI는  $5.02 \pm 0.56$ 으로 가장 높았고, 9월에는  $0.16 \pm 0.33$ 으로 가장 낮았으며, 7월 7일(상현)과 14일(보름)에 각각 이전 주에 비해 유의한 차이를 나타냈다 ( $P < 0.05$ ).

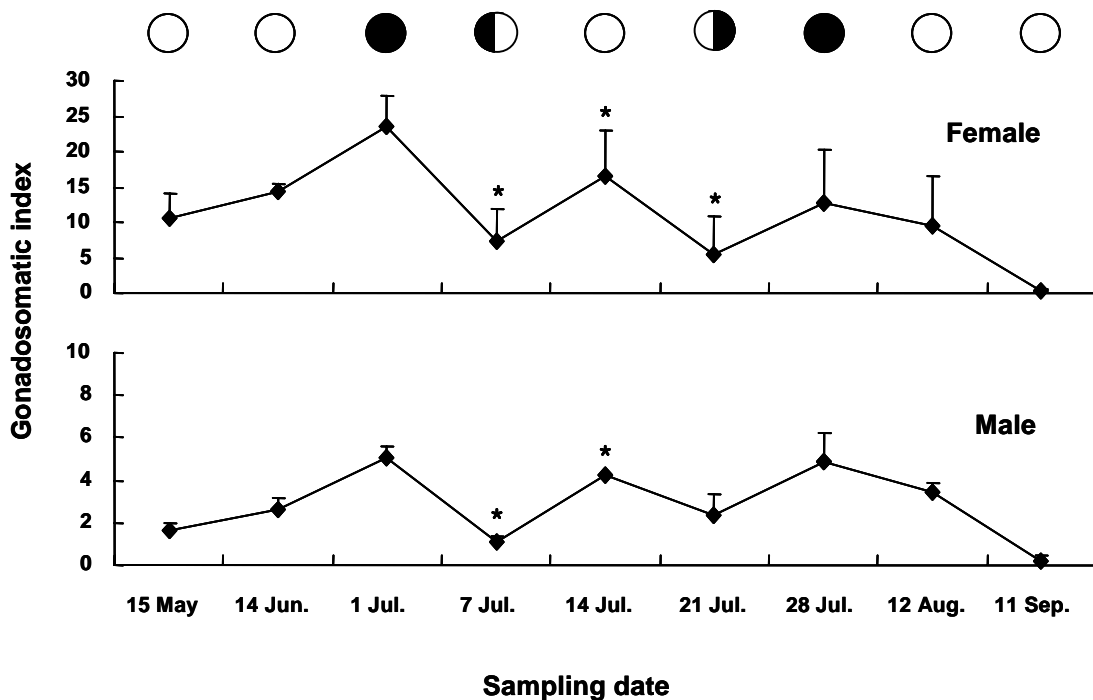


Fig. 3-7. Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in *P. dotui*.

**생식소의 조직학적 변화 :** 성숙기의 난소는 세포질에 난황을 축적한 난경 400-450  $\mu\text{m}$ 의 성숙란으로 가득 차있었다 (Fig. 3-8A). 이후 성숙란들이 산란되면서 난소소낭 내에 완숙란을 싸고 있던 여포세포층이 남아있어 산란흔적을 보였고, 산란되지 않은 소수의 완숙란들이 퇴화 흡수되었다 (Fig. 3-8B). 산란을 마친 난소는 섬유성 결합조직으로 이루어진 생식상피가 발달하면서 난소소낭을 형성하였고, 어린 난모세포들이 분열증식 하였다 (Fig. 3-8C). 성숙기의 정소는 많은 정소소엽 내에 변태를 마친 정자들이 가득 차있었다 (Fig. 3-8D). 이후 산란기에 접어들면서 정소소엽 내에 충만해 있던 정자들이 방출되고, 소엽상피만 남아있었다 (Fig. 3-8E). 회복기의 정소는 소엽상피를 따라 정원세포들이 활발하게 분열 증식하였다 (Fig. 3-8F).

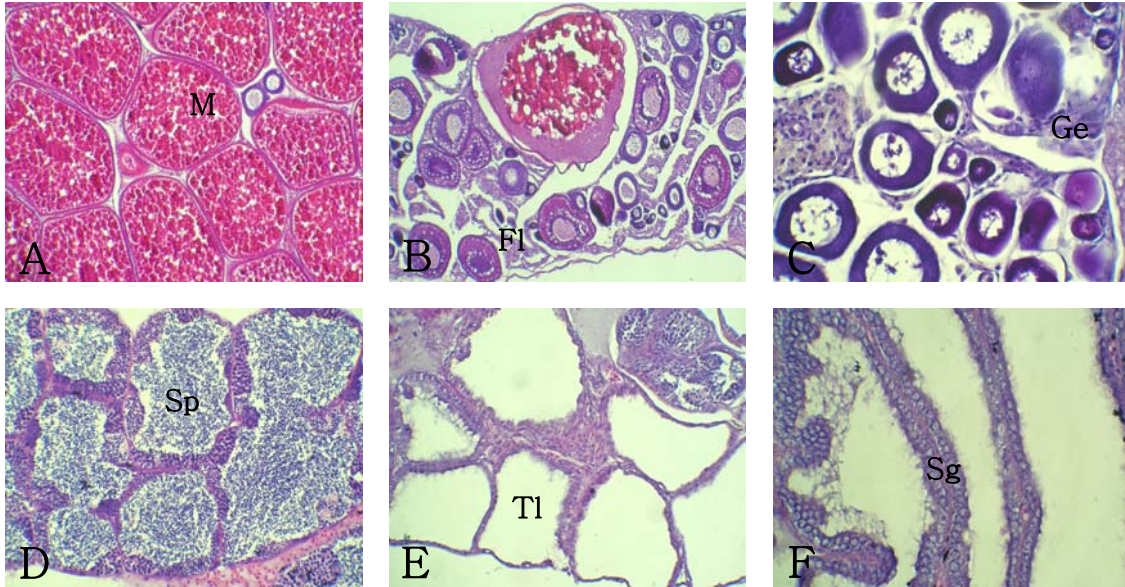











Fig. 3-8. Histological changes of ovary(A-C) and testis(D-E) in *P. dotui*. Fl: follicle layer, Ge: germinal epithelium, Mo: mature oocyte, Tl: testicular lobule, Sg: spermatogonia, Sz: spermatozoa.

**난모세포 발달 단계별 비율:** 발달단계별 난모세포의 비율을 조사한 결과 Table 3-4와 같다. 염색인기와 주변인기 난모세포는 조사한 개체 모두에서 관찰되었으며, 5월부터 난황을 축적한 난모세포가 관찰되었고, 6월에는 그 비율이 65.1%로 증가하였다. 7월에 접어들면서 3차 난황구기 난모세포와 핵이동기의 완숙란들이 관찰되었고, 그 비율이 각각 41.1%와 16.2%였다. 7월 7일(상현)에는 난소 내에 잔존 여포세포층과 퇴화중인 난모세포가 관찰되어 산란흔적을 나타냈다. 7월 14일(보름)에는 산란흔적을 관찰할 수 없었으며 3차 난황구기의 성숙란의 비율이 47.6%로 증가하였다. 7월 21일(하현)과 28일(신월)에는 난소 내에서 산란흔적이 관찰되었고, 8월 12일(보름)에는 핵이동기 단계의 완숙란들이 다시 출현하였다. 9월부터 성숙란들이 관찰되지 않았으며 주변인기 단계의 난모세포의 비율이 83.7%로 난소의 대부분을 차지하였다. GSI, 생식소의 조직학적 변화, 그리고 난소 내 난모세포의 발달단계 비율의 조사 결과를 종합하여 볼 때, 등설망둑은 5-6월에 성숙하여 고수온기인 7월과 8월에 걸쳐 3-4회 산란을 하며, 9월부터 생식소가 회복되는 것으로 판단된다.

Table 3-4. Composition of oocytes developmental stage in ovary of *P. dotui*

Date	Developmental stages of ovary (%)								
	Chromatin-nucleolus	Peri-nucleolus	Oil-droplet	Yolk			Migratory nucleolus	Empty follicle	Atretic oocyte
				Primary	Secondary	Tertiary			
15 May 	8.0	46.7	10.7		34.7				
	2.4	51.8	3.7		42.1				
	6.5	48.3	8.3		36.9				
	4.6	50.2	6.3		38.9				
	5.4	49.2	7.2		38.1				
14 Jun. 	2.1	27.7	3.8		66.4				
	3.2	31.3	6.8		58.7				
	2.2	27.0	5.7		65.0				
	1.1	25.9	2.9		70.1				
	2.2	28.0	4.8		65.1				
1 Jul. 	1.8	22.9	11.0	2.8			61.5		
	3.2	37.6	5.4			50.5	3.2		
	3.6	32.5				63.9			
	2.9	45.6		1.5		50.0			
	2.9	34.7	4.1	1.1		41.1	16.2		
7 Jul. 	27.4	40.3			29.0			+	
	19.5	46.9	3.5	8.0	12.4			++	+
	11.8	47.3		33.3				++	
	10.5	15.8	14.0			49.1		++	+++
	17.3	37.6	4.4	10.3	10.4	12.3			
14 Jul. 	11.2	49.5			4.7	34.6			
	20.5	25.0				54.5			
	16.7	37.9				45.5			
	15.4	25.0		3.8		55.8			
	15.9	34.4		1.0	1.2	47.6			
21 Jul. 	7.1	55.7		8.6		18.6		+++	+
	13.0	26.1	10.9			45.7		+	+++
	10.2	61.1	3.7		17.6			++	+
	9.8	21.3	6.6			59.0		+	+++
	10.1	41.1	5.3	2.1	4.4	30.8			
28 Jul. 	8.1	53.2	3.2	15.3				+++	+
	19.3	35.4	7.2	21.0				+++	+
	12.9	38.6	1.9	2.9	43.8				
	6.8	25.0	11.4	5.7	51.1				
	11.8	38.0	5.9	11.2	23.7				
12 Aug. 	11.6	15.5	7.0	3.1		62.8			
	9.5	34.5	6.9	5.2		44.0			
	18.6	30.4	4.9	2.9		43.1			
	23.5	19.1	13.2				44.1		
	15.8	24.9	8.0	2.8		37.5	11.0		
11 Sep. 	13.9	83.5							+++
	14.1	85.9							
	22.7	77.3							
	11.9	88.1							
	15.6	83.7							

4) 별망둑(*Gluttonous goby, Chasmichthys gulosus*)

GSI: 제주도 연안에서 주로 낚시와 통발에 의하여 2001년 12월부터 2002년 11월까지 매월 10-30마리씩 총 461마리를 채집하여 생식소중량지수(GSI)의 월별 변화를 조사한 결과 암컷의 GSI는 일장이 짧고 저수온기에 접어드는 11월(16.3 °C)부터 상승하기 시작하여 저수온기인 1월에  $6.75 \pm 1.03$ 로 급격하게 증가하였다가 2월에 다시  $4.56 \pm 0.79$ 로 감소하였다. 이후 3월에 다시  $6.49 \pm 1.47$ 로 연중 최대값을 보였으며, 수온의 상승과 일장이 길어지는 4월부터 감소하기 시작하여 수온이  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 고수온기인 6-8월에  $0.42 \pm 0.06$ - $0.41 \pm 0.07$ 로 연중 최저값을 나타내었다. 수컷의 GSI도 암컷과 유사한 경향으로 1월과 3월에 각각  $0.28 \pm 0.10$ ,  $0.32 \pm 0.04$ 로 연중 최대값을 보였고, 4월부터 감소하였다(Fig.3- 9).

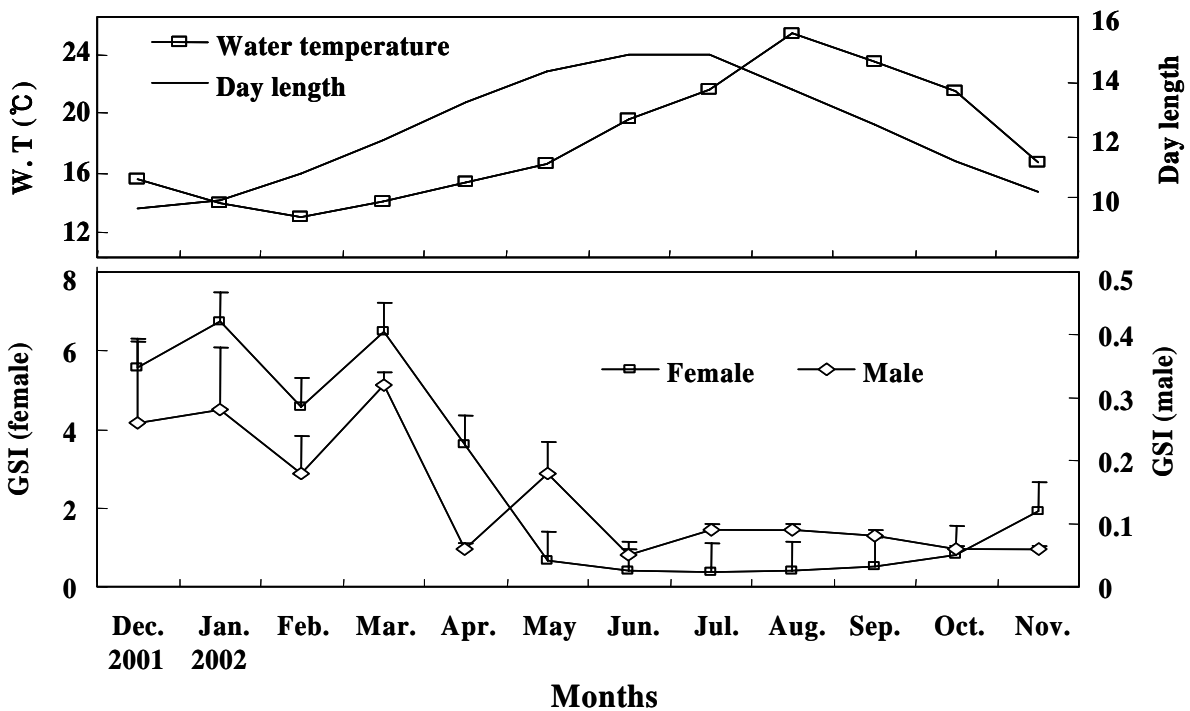


Fig. 3-9. Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in *C. gulosus*.

생식주기: 월별로 조사된 난소와 정소의 생식세포의 발달단계 및 특징을 조직학적으로 관찰 한 결과, 별망둑의 생식주기는 암컷의 경우, 성장기(7-10월), 성숙기(11-4월), 완숙 및 산란기(2-4월), 퇴행 및 휴지기(4-8월)로 구분되었고, 수컷의 경우, 성장기(7-11월), 성숙기(11-1월), 완숙 및 방정기(1-4월), 퇴행 및 휴지기(4-7월)로 구분되었다(Fig. 3-10).

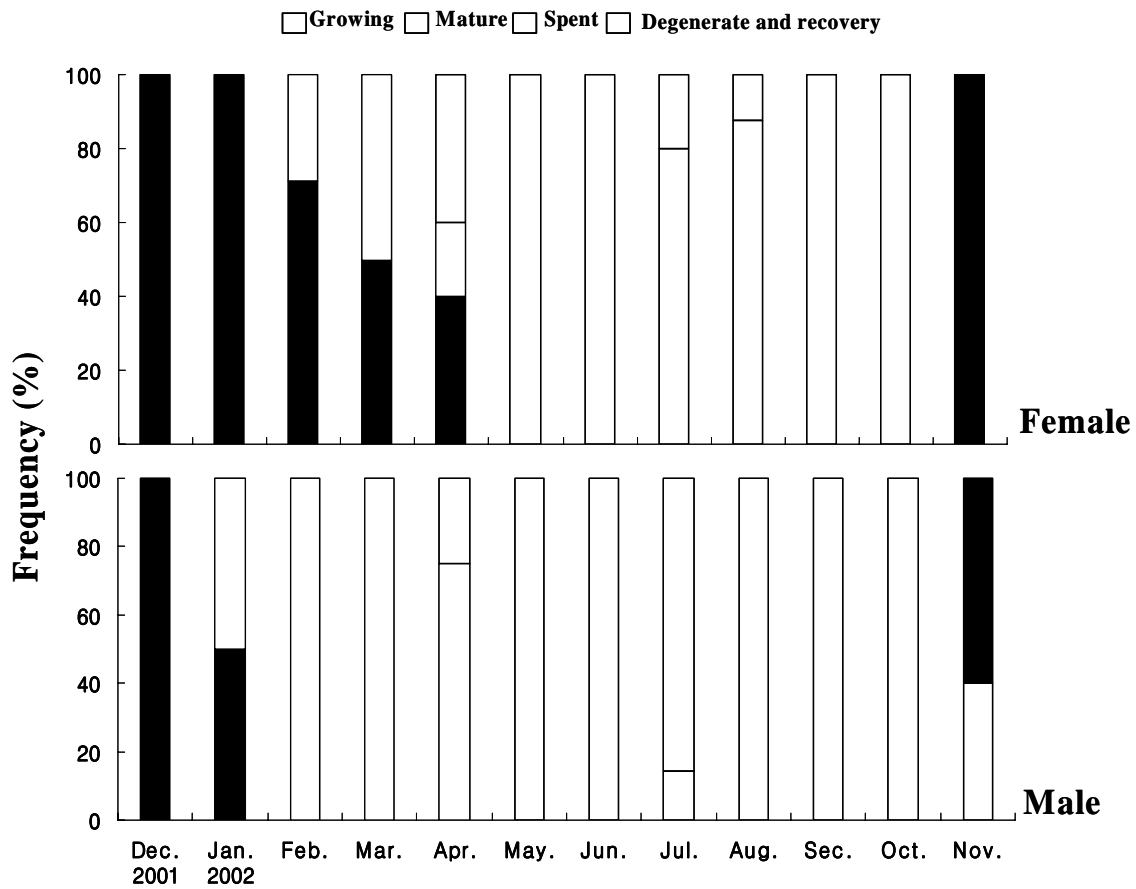


Fig. 3-10. Monthly changes of gonadal developmental stage in female and male of *C. gulosus*.

**포란수** : 12월부터 3월까지 채집된 개체 중 산란흔적이 없는 성숙한 개체의 난소만을 이용하여 포란수를 조사하였다. 조사 개체 중 최소 전장인 10.0-10.9 cm 범위에 속하는 개체들은 평균 1,351개, 전장 12.0-12.9 cm 범위에 속하는 개체들은 3,855개, 조사 개체 중 최대 전장인 14.0-14.9 cm 범위에 속하는 개체들은 평균 5,203개였고, 전장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다(Table 3-5).

Table. 3-5. Composition of fecundity total length of *C. gulosus*

Total length (cm)	Number of eggs		Number of fish examined
	Range	Mean	
10.0-10.9	1049-1652	1350.5	2
11.0-11.9	2462-4092	3394.5	5
12.0-12.9	1883-5338	3855.2	7
13.0-13.9	3348-5346	4689.9	5
14.0-	5203	5203.2	1

5) 바닥문절(Hairychin goby, *Sagamia geneionema*)

GSI: 2002년 1월부터 2002년 12월까지 전장  $8.6 \pm 1.3$  cm, 체중  $5.6 \pm 2.1$  g의 바닥문절 암컷을 매월 10-15마리씩 총 144마리 채집하여 생식소중량지수(GSI)의 변화를 조사한 결과 GSI는 일장이 짧고 저수온기인 1월부터  $4.01 \pm 0.83$ 에서 증가하기 시작하여 4월에  $11.57 \pm 1.92$ 로 연중 최대값을 보였다가 수온의 상승과 일장이 길어지는 5월에  $0.59 \pm 0.16$ 로 급격히 감소하여 6월부터 12월까지  $0.70 \pm 0.56$ 으로 낮은값을 유지하였다 (Fig. 3-11).

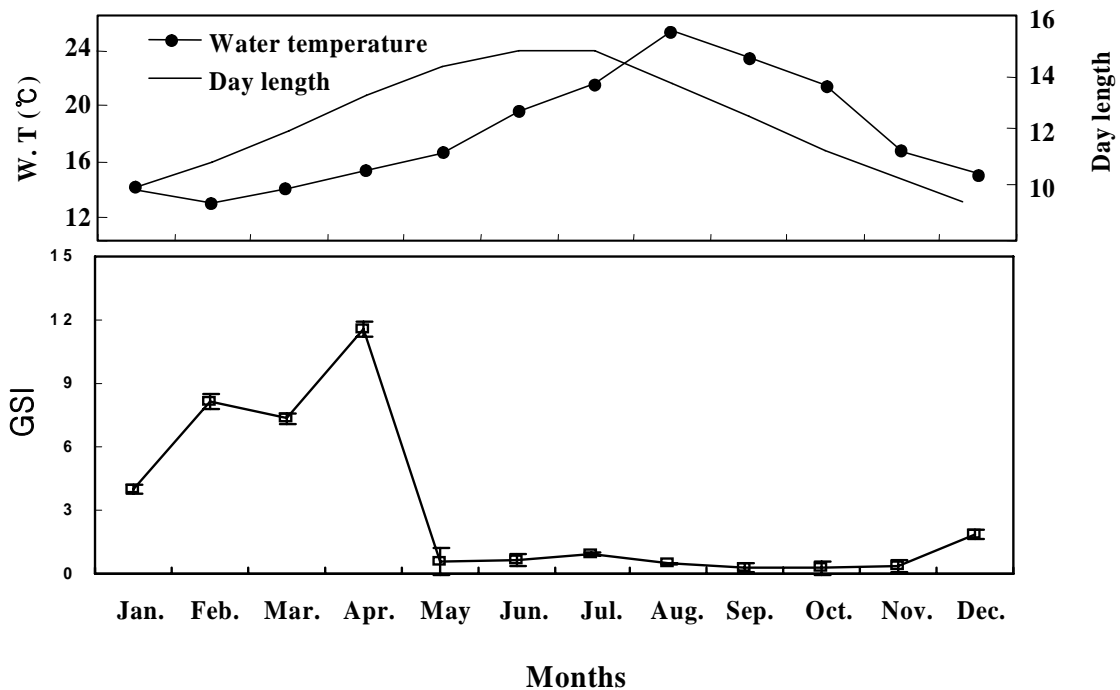


Fig. 3-11. Monthly changes of gonadosomatic index(GSI) in female of *S. geneionema*.



**생식주기:** GSI 월별 변화와 생식소발달의 조직학적 관찰을 토대로 암컷의 생식주기는 초기성장기(10-11월), 성장기(12-1월), 완숙 및 산란기(2-4월), 퇴행 및 휴지기(5-9월)로 구분할 수 있었다.

**포란수:** 1월부터 4월까지 채집된 개체 중 산란흔적이 없는 성숙한 개체의 난소만을 이용하여 포란수를 조사하였다. 조사 개체 중 최소 전장인 7.10-8.0 cm 범위에 속하는 개체들은 평균 914개, 전장 8.1-9.0 cm 범위에 속하는 개체들은 1,076개, 조사 개체 중 최대 전장인 9.1-10.0 cm 범위에 속하는 개체들은 평균 1,121개였고, 전장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다(Table 3-6).

Table 3-6. Composition of fecundity total length of *S. geneionema*

Total length (cm)	Number of eggs		Number of fish examined
	Range	Mean±S.E	
7.1-8.0	900-928	914.0±14.0.	2
8.1-9.0	976-1,204	1,076.0±95.2	3
9.1-10.0	1,002-1,240	1,121.0±84.8	4

#### 다. 고찰

어류의 생식주기 현상은 내적 요인인 연 혹은 월령에 의한 내분비리듬, 그리고 수온, 광, 염분, 먹이의 존재여부 등 외부환경 요인의 주기적 변화에 의해 지배되며, 특히 광주기와 수온이 성중추 활동을 강하게 제어하고 있음이 많은 경골어류에서 보고되고 있다 (Devlaming, 1975; Nishi and Takano, 1979; Asahina and Hanyu, 1983; Aida, 1991). 또한 이들 성중추 활동을 조절하는 환경인자로 밝혀진 빛과 수온의 작용 양식에 따라 어류의 산란시기는 춘계산란형, 춘·하계산란형, 하계산란형, 추계산란형, 동계산란형, 춘·추계산란형으로 구분하고 있다(Aida, 1991). 개발 가능한 해수관상어로 탐색된 노랑자리돔, 쏨돔, 등설망둑, 별망둑, 바닥문절의 생식주기를 조사한 결과, 노랑자리돔 암컷의 경우 산란에 참가할 성숙난을 찾아 볼 수는 없었으나, 수컷의 경우 7-8월에 성숙하고, 9월부터 방란 흔적이 관찰되어 하계산란종으로 추정된다. 그리고 쏨돔은 저수온기를 지나 수온이 상승하고 일장이 길어지는 3월부터 GSI값이 크게 증가하고, 난모세포의 세포질에 난황이 축적되기 시작하여 수온이 높고 일장이 가장 긴 시기인 6-8월에 산란한 개체가 관찰되어 춘하계 산란종으로 추정된다. 등설망둑은 7-8월에 산란하여 하계산란종, 별망둑과 바닥문절은 2-4월에 산란하여 춘계산란형으로 추정된다.

광주기와 수온 그리고 달주기 같은 외부환경요인들이 어류의 생식소 발달과 산란에 어떻게 관여하는지에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 점망둑, *Chamichthys*

*dolichognathus*은 상승하는 수온이 필수적이고 광주기가 보상적으로 작용하여 생식소를 활성화시켜 성숙을 유도하고(Baek and Lee, 1985), 파랑볼우럭, *Lepomis macrochirus*은 고수온과 장일주기의 복합적 작용이 성숙 및 산란에 관여하고 있다(Lee and Kim, 1987). 또한 *Gillichthys mirabilis*와 *G. roulei*의 생식소 발달과 산란에 있어 수온의 영향이 크며(De Valming, 1972; Kovačić, 2001; Pampoulie et al., 2000), *G. niger*는 광주기가 산란을 제어하는 요인으로 작용한다(Joyeux et al., 1992). 쏘종개는 성성숙에 관여하는 주요인은 일장이며 수온이 보상적으로 작용하고, 별망둑의 경우 저수온과 단일광주기가 보상적으로 작용하여 생식소 발달과 산란을 조절한다고 생각된다. 그러나 이러한 외부환경요인이 생식기구에 미치는 작용에 관한 정확한 구명은 앞으로 수온과 광주기를 통한 세부적인 실험을 이루어져야 한다고 생각된다. 독가시치류와 능성어류는 산란시기에 달주기에 따라 산란이 일어난다. 예를 들어, 독가시치류인 *Siganus canaliculatus*(Hoque et al., 1999)와 *S. spinus*(Harahap et al., 2001)은 신월에 산란이 일어나는 반면, *S. guttatus*(Rahman et al., 2000)은 상현, *S. argenteus*(Rahman et al., 2003)은 하현에 산란이 일어난다. 능성어류인 *Epinephelus striatus* (Smith, 1974)는 신월, *E. merra* (Randall and Brock, 1960; Lee et al., 2002)는 보름에 산란이 일어난다. 등설망둑인 경우, 산란시기에 상현, 하현, 신월에 각각 산란흔적이 관찰되어 산란리듬은 달주기에 영향을 받는다고 생각되나 보다 정확한 산란리듬을 규명하기 위해서는 실험실내 사육을 통한 연구가 필요하다고 생각된다.

#### 4. 해수관상어 인공종묘생산 기술 개발(제4세부과제: 협동과제)

제주대학교를 주관 연구 기관으로 하는 해수 관상어 양식 기술 개발에 관한 연구 중 협동 연구 과제로서 해수 관상어 종묘 생산에 관한 연구를 국립수산물과학원 제주수산연구소 시험포(구 남제주수산물시험장)에서 실시하였다. 이 연구에서는 해수관상어로서 개발 가치가 높은 어종을 선정하고 선정된 어종에 대하여 채집 후 어미를 확보하는 방법, 어미 사육 방법 등을 연구하고 생산된 자어를 대상으로 인공 종묘생산 기술을 개발하는 것을 목적으로 실시하였다.

##### 가. 재료 및 방법

연구 기간은 2000년 11월부터 2005년 11월까지로 1차년도에는 제주도를 중심으로 한 우리나라 연근해를 대상으로 해수관상어로서 개발 가능성이 높은 어종을 탐색, 채집하였으며 채집된 어종에 대해서는 인공사육시설에서 적응사육을 통하여 어미로의 양성 사육을 2차년도까지 실시하였다. 3차년도부터 5차년도까지는 자연수역으로부터 채집 확보된 어종과 이미 관상어시장에서 유통되고 있는 해수관상어를 외국으로부터 수입하는 방법으로 인공종묘생산 기술 개발을 시작하였다. 대상종은 노랑자리돔, 파랑돔 등의 담셀류, 국내·외산 해마류 그리고 까치상어와 별상어와 같은 상어류를 대상으로 하였다.

##### 나. 결과

###### 1) 해수관상어의 탐색

제주도는 우리나라에서 가장 남쪽에 위치하여 연중 또는 해수온이 상승하는 하계를 중심으로 이미 해수관상어로서 유통되고 있거나 해수관상어로서 개발 가능성이 높은 어종이 관찰되었다.

관찰된 어종은 표 4-1과 같이 노랑자리돔 *Chromis analis*, 금강바리 *Pseudanthias squamipinnis* 등의 담셀류를 중심으로 나비고기류 *Chaetodon* spp., 범돔 *Microcanthus strigatus*, 쓸배감펍 *Pterois lunulata* 등이 관찰 채집 가능하였는데 주로 6~11월 사이에 채집이 가능하였다.

Table 4-1. Observed marine aquarium fishes in the coast of Jeju Island

Fish species	Sampling month	Catching method
Yellow chromis	6 ~ 11	Hand net for coral fish
Butterfly fish	6 ~ 10	Fixed shore net
Stripey	8 ~ 10	Hand net for coral fish, Fixed shore net, Hook
Orange seaperch	8 ~ 10	Hand net for coral fish
Bluefin searobin	1 ~ 3	Fish hook
Lion fish	6 ~ 10	Hand net for coral fish, Fixed shore net
Yellowstriped butterfly	6 ~ 11	Hand net for coral fish
Wrasse fish	6 ~ 11	Hand net for coral fish, Hook

채집 및 어획방법은 주로 정치망과 들망에 의하여 가능하였다. 탐색 어종별 구득 가능 방법, 시기를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 그림 4-1에 나타낸 바와 같이 노랑자리돔은 자리돔 어획용 들망에 혼획되는데 자리돔의 산란기인 7~8월을 제외한 6월에서 11월 사이 어미로 사육 가능한 충분한량이 어획 가능하고 실내 수조 내에서 성숙 생태 조사를 위한 시료 확보량도 충분한 편이지만 연중 구득은 곤란하다. 범돔은 낚시, 자리돔 어획용 들망 등의 방법으로 채집 가능하다. 금강바리는 자리돔 어획용 들망으로 채집 가능한데 혼획률이 낮아서 어미로 사육 가능한 충분한량 확보에는 상당 시일이 요구될 것으로 판단된다. 나비고기류의 어획방법은 정치망, 자망, 자리돔 어획용 들망 등의 방법으로



Fig. 4-1. Marine aquarium fishes sampled in Jeju Island.

가능하였으며 주로 6월에서 10월 사이에 서귀포를 중심으로 한 제주도 남쪽 연안에서 소량 채집되었다. 쏘배감펍의 어획 방법은 자망, 자리돔 어획용 들망 등의 방법 이외에도 제주지역에서는 일명 덩장 이라고 불리는 정치망에 의하여 채집이 가능하였다.

상어류의 채집 및 확보는 낚시어업에 의하여 주로 확보 가능하였는데 그중에서 까치상어 *Triakis scyllium*는 비교적 어미 확보가 용이하였고 그 외 별상어 *Cynias manazo*가 함께 혼획되었다.

## 2) 제주연안에서 실시한 해수관상어의 어획 방법

자리돔 들망의 어획방법으로 확보 가능한 어종은 주로 노랑자리돔, 금강바리 등으로 어획 방법은 다음과 같다. 제주 연안에 서식하는 자리돔 어획을 위한 전통적인 어획 방법으로 조업구역 및 시기에 따라 관상성 해산어류가 혼획되는 방법이다. 선박은 주로 3~5톤급 1척과 보트 2척(1척은 운반선) 등 총 3척의 소형 선단을 구성하여 조업한다. 들망 면적은 일반적으로 70~80평(그물코 : 1.5cm×2.5cm) 정도를 사용하며, 선원 7~8명이 조업한다. 들망에 의한 자리돔 어획은 제주도 서귀포 연안을 중심으로 하여 모슬포에서 주로 조업하고 있지만 그 중 관상가치 높은 해산어류가 혼획되는 장소, 시기 및 조업 수심은 매우 한정적이다. 노랑자리돔이나 금강바리 등이 혼획되는 장소는 제주도 서귀포시 관내인 보목리 10척과 법환리 5척이며, 남제주군 관내에서는 신례리 1척, 위미리 2척으로 총 18척이고, 이중에서 가을에는 13척이 조업하고 있는 실정이다.

그중에서도 자리돔 들망의 조업 시기는 봄에는 3월 중순~6월 하순, 가을에는 9월 초순~12월 중순까지이며, 7월부터 8월말까지는 자리돔 산란기로 금어기에 해당되므로 조업이 금지된다. 조업 시기의 월 평균 출어 일수는 20일 정도이고, 조업은 사리 때보다는 조금 때이고, 1척 당 1일 최고 1,400kg 정도 어획되는 경우도 있다. 이중에서 노랑자리돔이나 금강바리의 혼획 정도는 매우 불규칙적이다. 그리고 조업 장소별 관상가치 있는 해산어류의 어획 강도를 어획 장소별로 보면 남제주군 남원읍 관내 지귀도에서 어획되는 노랑자리돔의 혼획 비율은 약 0.1~0.5% 내외이다. 수심별 어획 대상어종을 보면, 자리돔의 어획 수심은 봄에는 25~30m층, 가을에는 8~10m층이지만 노랑자리돔의 조업수심은 그보다 다소 낮은 8~12m층에 서식하고 있어 이종들의 구입은 봄보다는 가을 조업시기가 적합한 것으로 판단된다. 자리돔에 비해서는 극히 어획되는 양이 적은 편이다. 서귀포시 관내 섯섬, 문섬, 범섬과 남제주군 모슬포 관내의 자리돔 들망에서는 자리돔 외에 약간의 전갱이류가 어획될 뿐 관상가치 있는 해산어류의 혼획은 거의 없다.

제주도에서 일명 덩장이라고 불리는 소형 정치망으로 확보 가능한 어종은 나비고기

류, 쏘배감팽, 청줄돔 등이다. 제주 연안에 시설되어 있는 정치망은 소형으로서 주로 회유성 어종인 방어, 젓방어, 전갱이를 주 대상어종으로 한다. 정치망은 인근의 섬을 중심으로 하여 시설되며 규모는 망목 1.2×1.2cm의 그물 20~100m를 사용하는 것이 일반적이다. 태풍과 폭풍 시기를 제외하고는 연중 어획하며, 시설 수심은 일반적으로 20~25m이며, 5명이 1~일에 1회씩 어획한다. 제주 연안의 정치망은 주로 남쪽 연안을 중심으로 하여 설치되어 있고, 그 중 관광 가치 있는 해산어류 구득이 가능한 곳은 서귀포시 관내의 강정리와 남제주군 남원읍 관내 신례리, 지귀도, 신흥리, 신평리 등이 있다.

지역에 따른 관광 가치 있는 해산어류 분포는 서귀포시 강정리의 경우 나비고기와 청줄돔 등이 가을철을 중심으로 하여 혼획되며, 남제주군 남원읍 관내 정치망의 경우는 일부 나비고기와 노랑자리돔이 혼획되고 있지만 그 양은 많지 않다. 이러한 차이는 장소에 따른 차이 일뿐 아니라 사용하고 있는 그물망의 차이에 기인하는 것으로 보인다. 계절별 조업은 봄에서 가을까지는 주로 나비고기류, 노랑자리돔, 금강바리 및 쏘배감팽이 혼획되며, 겨울에는 북제주군 한림읍 옹포리에 시설된 정치망에서 신뱅이류가 혼획된다.

### 3) 외국으로부터 수입하는 방법으로 실시한 해수관상어 어미 확보

우리나라 특히 제주도 연근해에서 관찰이 가능하지만 연중 관찰되지 않고 일시적으로 관찰이 가능하거나 대량의 어미 확보에 어려움이 있는 어종은 인도네시아나 필리핀 등지의 외국으로부터 수입하는 방법으로 개발 대상 해수관상어를 탐색하였다. 그림 4-2는 외국으로부터 도입된 어종을 나타낸 것으로 파랑돔류 *Pomacentrus* spp., 셋별돔 *Dascyllus trimaculatus*, 점쏘배감팽 *Pterois volitans* 및 해마류 *Hippocampus* spp. 등으로 어미 양성 사육하면서 자연산란을 유도하였으나 해마를 제외하고는 아직 수조내의 산란은 이루어지지 않고 있다.

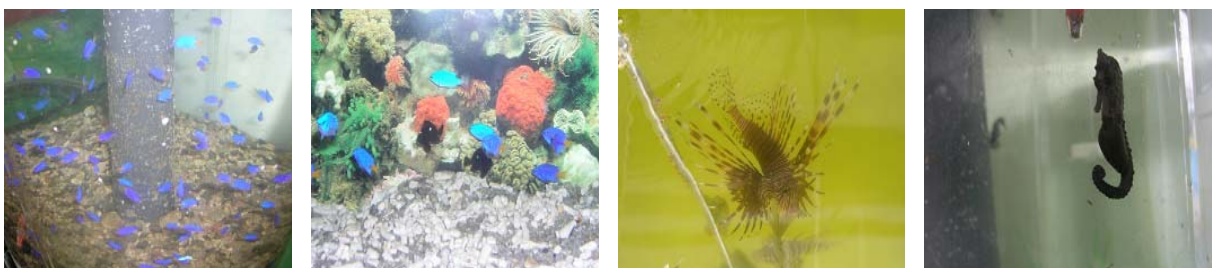


Fig. 4-2. Incomed marine aquarium fishes from oversea countries.

### 4) 국내에서 채집된 어종별 인공 사육 환경에서의 실내 적응 파악

**노랑자리돔** : 노랑자리돔은 자리돔 들망에서 채집 후 실내 콘크리트 사육 수조에서 자연해수(12.5~28.3℃)로 사육한 결과 7일 경과 후 첫 먹이를 먹기 시작하였고, 이 기간

중 폐사율은 약 40% 였다. 시판 배합사료 및 자체 제조 모이스트 펠릿에 잘 적응되어 않았고 적응 사육 기간을 거치고 산란을 유도하거나 월동 사육 기간중에 거의 대부분 폐사하여 개발 대상어종으로서는 어려움이 있었다.

**범돔** : 범돔은 낚시로 채집한 후 아크릴 수조에서 자연해수로 사육한 결과 첫 먹이를 먹기 시작하기까지는 7일 이상 소요되었으며, 이 기간 중 폐사율은 약 25% 였다. 노랑자리돔에 비교하면 배합사료 및 모이스트 펠릿에 쉽게 적응하였고 적응된 후 폐사현상은 거의 없고 체색의 탈색현상도 뚜렷하지 않았다. 동계 저수온 기간에도 사료를 잘 먹고 이 기간 중 폐사율은 약 15% 정도로 낮은 편이었다. 그러나 성격이 난폭하여 다른 어종과의 합사가 어려웠으며 전장 15cm 전후의 크기에서도 산란행동은 관찰되지 않았다.

**나비고기** : 제주 연근해에서 채집 가능한 나비고기 *Chaetodon* spp.는 크게 3종으로 부전나비고기 *Chaetodon adiergastos*와 나비고기 *Chaetodon auripes* 그리고 꼬리줄나비고기 *Chaetodon wiebeli*로 정치망에서 채집한 후 실내 콘크리트 사육 수조에서 자연해수 사육한 결과 첫 먹이를 먹기 시작하기까지는 15일 이상 소요되었으며, 이 기간 중 폐사율은 약 50% 였다. 채집 후 사료 길들이기는 다른 어종에 비해서 다소 시일이 소요되었고, 사육 후 5개월이 경과되어도 생사료(냉동 크릴새우)에는 잘 적응되어 있으나 고품 배합사료는 잘 먹지 않는다. 그리고 실내 사육기간 중에 다소의 체색 탈색현상이 관찰되었고 실내 적응 후 동계 저수온 기간 중 폐사율은 약 40%로 비교적 높았고, 스쿠티카 감염에 의한 지속적인 폐사현상이 관찰되었다.

**금강바리** : 금강바리는 자리돔 들망에서 채집 후 실내 수조에서 자연해수 사육 결과, 첫 먹이를 먹기 시작하기까지는 15일 이상 소요되었으며, 이 기간 중 폐사율은 약 30% 였다. 채집 후 사료에 대한 적응은 비교적 빠른 편이었고 특히 습사료에 대하여 높은 반응이 관찰되었다. 동계 저수온 기간 중 수온 12℃ 이하에서 사료 섭식이 현저히 줄어들었고 폐사율은 약 60%로 높았다.

**솔배감팽** : 솔배감팽은 정치망에서 어획된 후 실내 수조에서 사육한 결과, 첫 먹이를 먹기 시작하기까지는 15일 이상으로 비교적 장기간 소요되었고 사료 길들이기는 다른 어종에 비해서 매우 어려웠다 이 기간 중의 폐사율도 50% 이상으로 비교적 높았다. 더욱이 동계 저수온 기간 중 자연해수에서의 폐사율은 약 35% 이상이었다. 그러나 가온사육과 2년 이상의 오랜 기간동안 지속적으로 먹이순치를 실시하여 지금은 매우 높은 생존율을 보이고 있다.

##### 5) 외국으로부터 도입된 어종별 인공 사육환경에서의 실내 적응 사육

**과랑돔류** : 외국으로부터 도입된 과랑돔류는 원산지에 따라 그 크기와 건강 상태에 매우 현격한 차이가 나타났다. 인도네시아에서 도입되는 어종에 비교하여 필리핀으로부터

도입되는 어종은 그 크기가 작을 뿐만 아니라 수송 직후의 폐사율이 50% 이상으로 매우 높고 도입 후 실내 순치 사육의 초기 과정에서 질병으로 인한 폐사가 매우 높다. 이것은 원산지에서 자연산을 채집하는 과정에서 이루어지는 천연 또는 화학성의 마취제의 남용과 취급 부주의에서 기인하는 것으로 판단된다.

**해마류** : 외국으로부터 도입된 해마류는 주로 2종으로 Oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*와 Barbour's seahorse, *Hippocampus barbouri*였다. 도입 직후의 해마는 일부 수컷 개체가 육아낭에 포란을 하고 있는 상태였으며 도입 직후 산출된 자어는 스트레스 산란으로 바로 폐사하였다. 그리고 어미 개체의 경우에도 주둥이 부분과 꼬리부분의 표피가 벗겨지고 녹아내리는 등의 질병으로 인하여 높은 폐사율을 보였다. 뿐만 아니라 해마는 살아있는 먹이만에 대하여 섭이 반응을 보여 초기에는 기아로 인한 폐사율도 높았다. 그러나 지속적인 사육관리 기술의 개발로 인하여 지금은 사육수조내에서 자연 교미가 가능하다. 하지만 수조내에서 교미를 통하여 얻어진 자어는 아직 생존율이 매우 낮다.

#### 6) 해수관상어로서 상어류의 인공종묘생산 기술 개발

해수 관상어로서 개발하기 위하여 제주 연안에서 채집이 비교적 용이한 까치상어 *Triakis scyllium*와 별상어 *Cynias manazo* 2종의 상어 친어를 확보하여 인공 사육 시설 하에서 사육하면서 수조내 자연 교미와 자연 산란에 성공하였다.

까치 상어의 인공 종묘는 수 차례의 사산을 거듭한 끝에 2003년 5월 18일과 6월 8일 두 차례에 걸쳐서 산출된 치어가 매우 활력이 좋은 상태로 출산되었다. 별상어도 수 차례의 사산을 거듭한 끝에 2003년 5월 25일 건강한 상태의 치어를 출산시키는데 성공하였다.

까치상어의 출산시 평균 전장은  $25.70 \pm 0.88\text{cm}$ , 평균 체중은  $58.32 \pm 4.86\text{g}$ 이었다. 별상어의 출산시 치어의 평균 전장은  $27.26 \pm 0.57\text{cm}$ 였고 평균 체중은  $55.32 \pm 1.69\text{g}$ 로 까치상어의 평균 전장과 평균 체중과 비교하면 유사한 경향을 보였다. 산출된 활력이 높은 까치상어 (64마리)와 별상어 (7마리)의 개체군은 약 3개월에 걸쳐서 먹이와 수질에 대하여 집중 사육 관리하였다.

까치상어와 별상어의 월간 성장 중 전장을 비교한 결과, 까치상어는 1개월 전 대비 15.06%의 성장을 보였으나 (그림 4-3), 별상어는 3.15%의 성장을 보여 (그림 4-4) 까치상어 보다는 별상어의 길이 성장이 느린 것을 알 수 있었다.

까치상어와 별상어의 월간 성장 중 체중을 비교한 결과, 까치상어는 1개월 전 대비 34.11%의 성장을 보였으나 (그림 4-5), 별상어는 2.25%의 성장을 보여 (그림 4-6) 까치상어 보다는 별상어의 체중 성장이 매우 느린 것을 알 수 있었다.



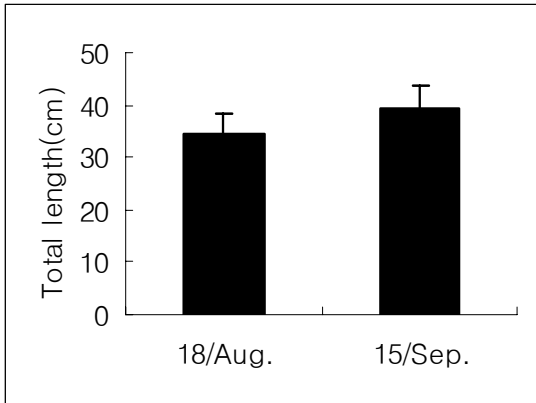


Fig. 4-3. Monthly growth in total length of seven banded shark.

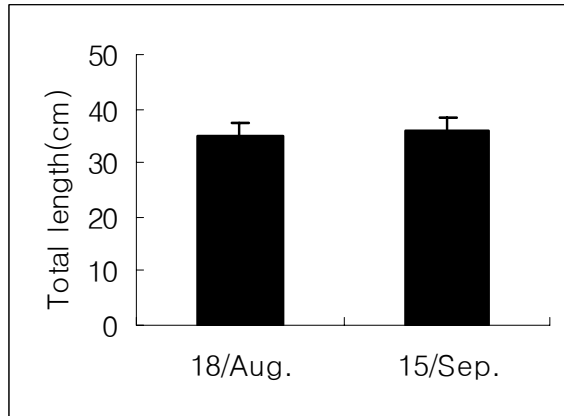


Fig. 4-4. Monthly growth in total length of dog shark.

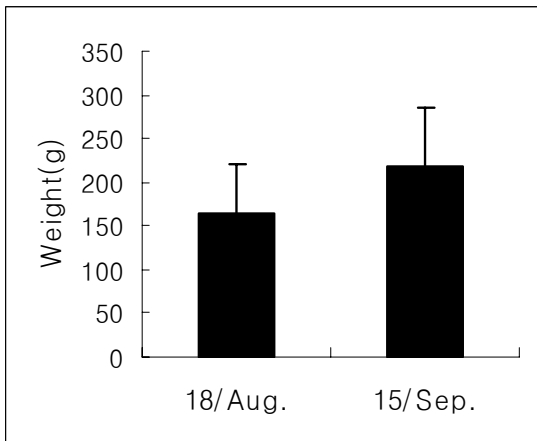


Fig. 4-5. Monthly growth in weight of seven banded shark.

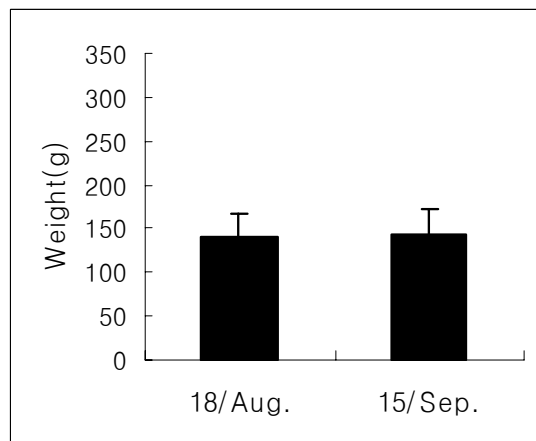


Fig. 4-6. Monthly growth in weight of dog shark.

결국 소형의 수족관내에서 해수 관상어로서 사육하기 위한 조건으로서 너무 급격한 성장을 하는 어종인 경우에는 관상 기간이 짧아져 조기 폐기하여야 하는 단점을 감안하면 까치상어 보다는 별상어의 관상가치가 높은 것을 판단된다.

출산 관리중인 까치상어와 별상어 치어의 성비를 조사한 결과, 까치상어는  $\text{우}:\text{♂} = 1:1.28$ , 별상어는  $\text{우}:\text{♂} = 1:2.50$ 으로 별상어의 암 수 성비가 매우 불균형적인 것을 알 수 있었다.

한편, 까치상어와 별상어의 암, 수간 성장 차이를 조사한 결과, 까치상어 (그림 4-7)와 별상어 (그림 4-8)의 암, 수간 성장 (전장, 체장, 체중)에는 차이가 없었다.

산출 후 약 28개월이 경과된 2005년 10월까지 생존한 까치상어 모두 24마리로 생존율 37.5%로 비교적 높았으나 별상어는 산출 후 1년이 경과되면서 불규칙적으로 모두 폐사하

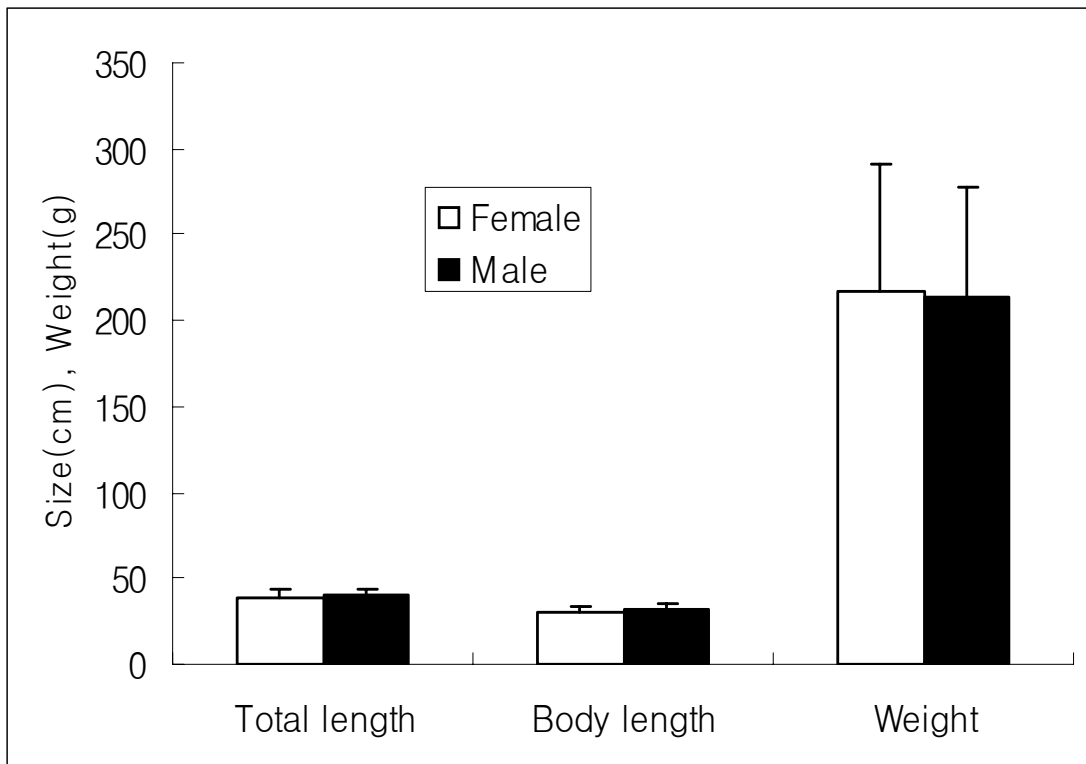


Fig. 4-7. Compared female and male in growth of total length of seven banded shark.

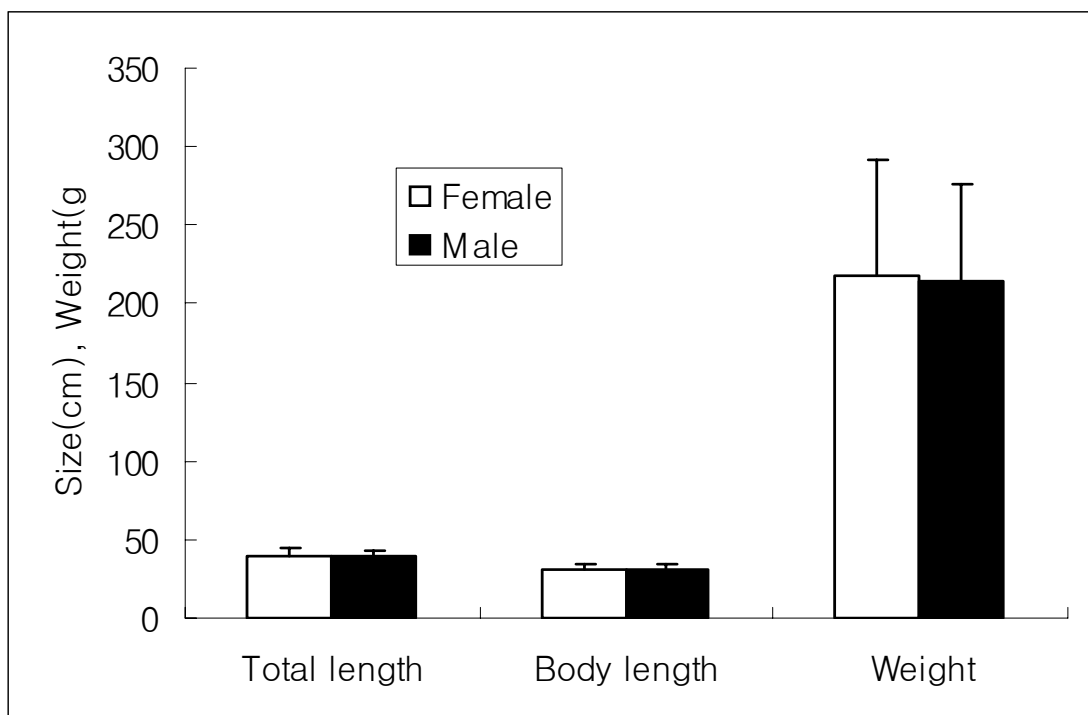


Fig. 4-8. Compared female and male in growth in total length of dog shark.

였다. 현재 까치상어는 전장 1m 전후, 체중 3kg 전후로 성장하였다.

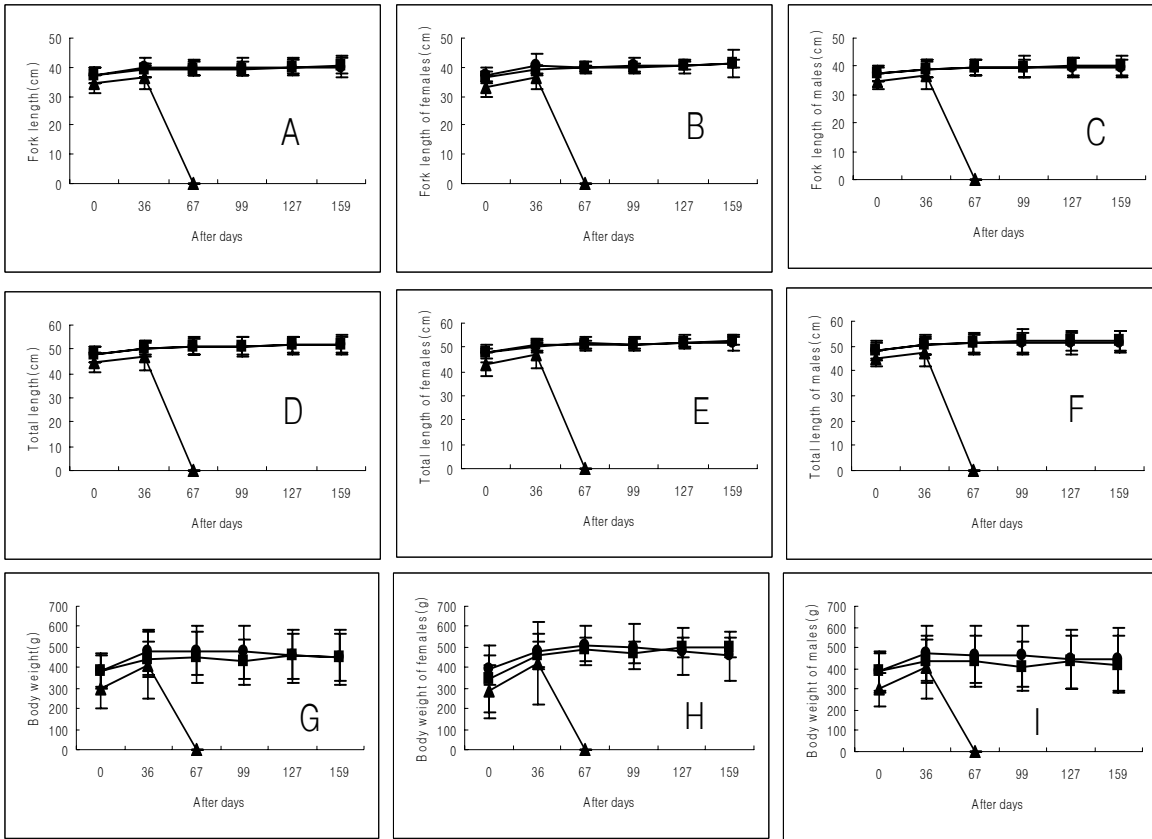


Fig. 4-9. Compared total length, body length and weight in growth of seven banded shark by food types(fresh fish; ▲, moist pellet; ■, dry pellet; ●).

약 5개월간(159일)의 사육 결과, 첨가된 사료 종류별 각 시험구의 비교에서 체장, 전장 그리고 체중 모두 암, 수 모두의 개체에서 뚜렷한 차이가 관찰되지 않아 사료의 종류에 따른 성장의 차이는 없는 것을 알 수 있었다(그림 4-9).

그러나 생존율의 비교(그림 4-10)에서는 생사료, 습사료, 건조사료의 시험구별 뚜렷한 차이가 관찰되었는데 건조사료구에서는 사육 기간중 모든 개체가 생존(100%) 하였으나, 습사료구의 경우에는 3개월째에 1마리의 암컷 개체가 폐사하고 4개월째에 또다시 수컷 개체 1마리가 폐사하여 실험 종료시에는 87.5%의 생존율이 관찰되었다. 더욱이 생사료의 경우에는 보다 현격한 생존율의 차이가 관찰되어 1개월째에 1마리 그리고 2개월째에 10마리가 폐사하여 급격한 생존율 감소(15.3%)가 관찰되었다.

생사료구와 습사료구에서 폐사된 치상어는 모두 비브리오균에 감염된 것으로 확인되

었다. 이와 같은 연구 결과는 관상용 등의 목적으로 까치상어와 같은 상어류를 대형 관람

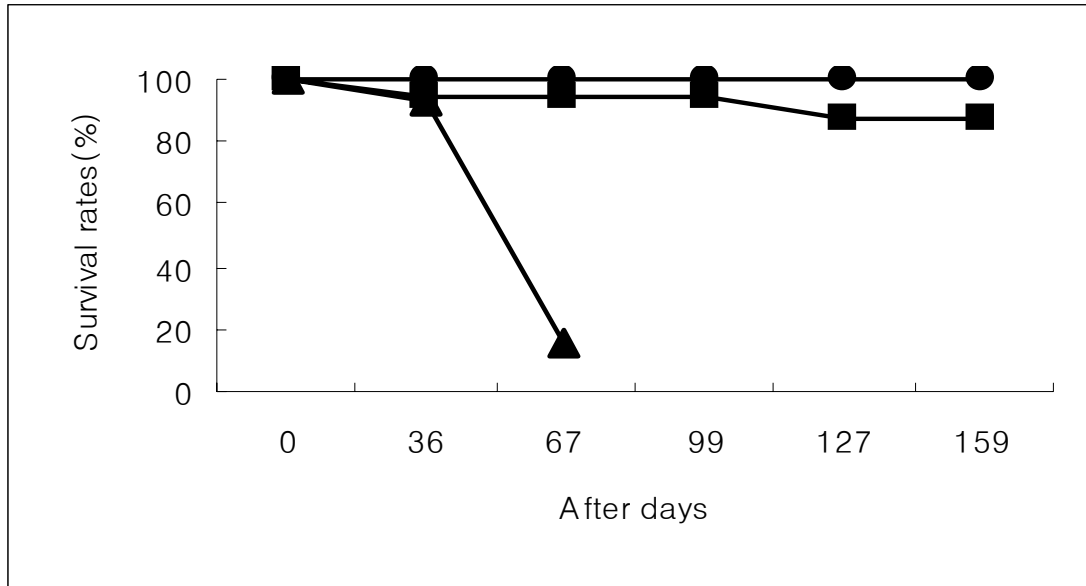


Fig. 4-10. Compared with survival of seven banded shark in total length, body length and weight by food types(fresh fish; ▲, moist pellet; ■, dry pellet; ●).

형 수족관과 같은 인위적인 사육시설에서 사육하는 경우 지금까지 먹이로서 사용된 전갱이나 오징어와 같은 생사료를 이용하는 것보다는 배합사료에 순치시켜 사육하는 것이 훨씬 유리할 것으로 판단되었다.

### 7) 해마류의 서식지 생태조사

현지 어업인을 대상으로 탐문 조사 결과, 우리나라 전남 동부 연안에서 해마의 자연 서식지 또는 산란장으로 추정되는 지역을 발견하였다. 각 조사 정점별로 채집된 해마와 혼재 어류상은 다음 표 4-2와 같다. 표 4-2를 보면, 조사 정점 A에서는 7종, B에서는 6종 그리고 C에서는 12종의 어류가 관찰되었고 해마를 제외한 혼재 어종 수는 A에서 6종, B에서 5종 C에서 9종이 관찰되었다.

혼재 어종 중 감성돔, 복섬, 두줄망둑, 실비늘치, 주둥치는 조사정점 A, B, C 모두에서 관찰되었고 3종의 해마 중 산호해마도 A, B, C 모두에서 관찰되었다(표 4-2).

확인된 서식지는 전남 동부 연안의 여수와 고흥 연안으로 각 지역별로 서식하고 있는 해마의 종류는 다소 차이가 있었는데 조사 정점 A와 B에서는 산호해마 *Hippocampus* sp. cf. *japonicus*가 조사 정점 C에서는 산호해마, 가시해마 *Hippocampus* sp. cf. *histris*,

(참)해마 *Hippocampus* sp. cf. *coronatus*의 3종이 관찰되었다(표 4-2).

Table 4-2. Ecological study on the seahorse habitat

Specific name	Site A	Site B	Site C
<i>Lateolabrax</i> sp.	●		●
<i>Sparus swinhonis</i>	●	●	●
<i>Sphoeroides niphobles</i>	●	●	●
<i>Tridentiger</i> sp. cf. <i>trigonocephalus</i>	●	●	●
<i>Aulichthys japonicus</i>	●	●	●
<i>Leiognathus</i> sp. cf. <i>nuchalis</i>	●	●	●
<i>Lateolabrax japonicus</i>			●
<i>Syngnathus schlegeli</i>			●
<i>Pseudoblennius</i> sp.			●
<i>Hippocampus</i> sp. cf. <i>japonicus</i>	●	●	●
<i>Hippocampus</i> sp. cf. <i>histris</i>			●
<i>Hippocampus</i> sp. cf. <i>coronatus</i>			●

혼재 어류상 분석을 병용하기 위하여 각 조사 정점별로 1회씩 3회 투망한 결과, 정점 A에서 산호해마 1마리, 정점 B에서 산호해마 1마리 그리고 정점 C에서 산호해마 1마리, 가시해마 2마리, (참)해마 2마리가 어획되어 조사 정점 C에서 가장 높았다 (그림 4-11).

해마 친어를 효율적으로 확보하기 위하여 해마 서식지로 추정되는 전남 동부 연안의 3 정점을 조사한 결과, 조사 정점 A와 B에서는 1종만의 해마 (산호해마)가 각 1개체씩만 관찰된 반면, 조사 정점 C에서는 우리나라에 서식하는 것으로 알려진 3종의 해마 (산호해마, 가시해마, 해마) 모두가 관찰 가능하였고, 관찰된 개체수도 5개체로 다른 조사 정점에 비교하여 종적과 수적으로 매우 높은 밀도를 유지하였다 (그림 4-11).

이 결과는 해마의 서식장 또는 산란장이 되는 조사 정점 C (36개체)가 다른 조사 정점 A (53개체)와 B (67개체)에 비교하여 해마의 어린 치어 또는 해마 성체를 포식할 수

있는포식자의 개체수가 현격하게 낮기 때문인 것으로 판단된다 (그림 4-11).

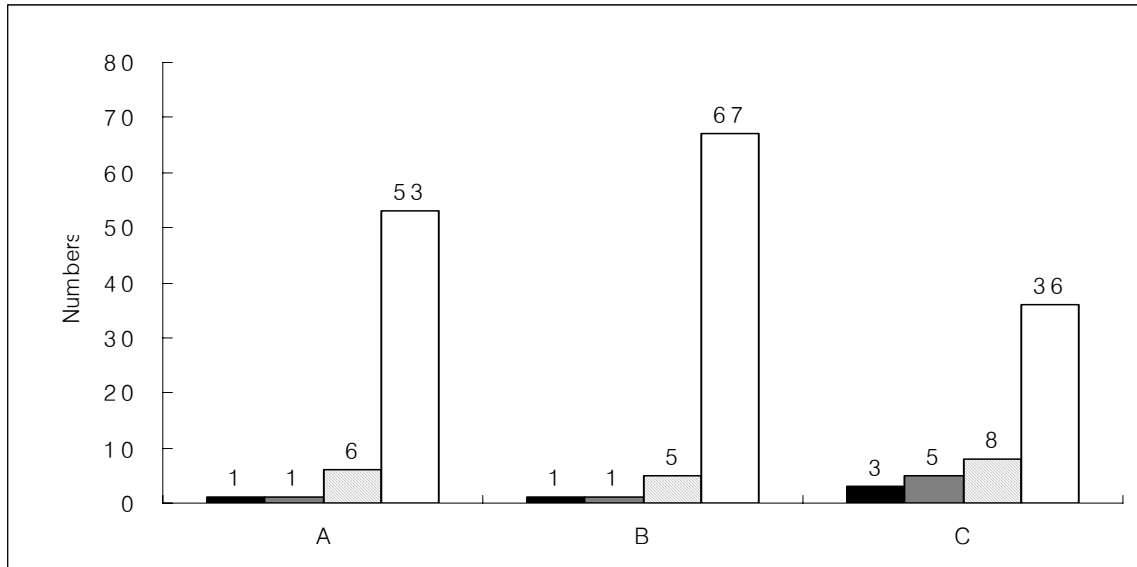


Fig. 4-11. Compared with individual numbers and specific numbers of coexisting fishes and seahorses on each experimental sites. Each bars presented black; number of seahorse, brown; observed seahorse individuals, fold line; number of co-existing fish, white; observed co-existing individuals,

그러나, 3 조사 정점에서 혼재어종의 출현 종 수를 비교한 결과에서는 오히려 A가 6종, B가 5종 그리고 C는 8종으로 C에서 다소 높은 혼재 어종 수가 관찰되었다 (그림 4-11). 해마의 서식지에서 주변 혼재 어종 특히, 혼재 어종의 개체수가 많을수록 해마의 서식 밀도를 감소시킬 가능성이 있는 것을 알 수 있었다.

한편, 다른 조사 정점에 비교하여 C에서 출현 종수가 높음에도 불구하고 출현 개체수가 매우 낮은 이유로 혼재어종도 자어 또는 치어 시기에 해마 성체의 먹이로서 이용되었을 가능성도 있다.

2003년 9월 3일과 4일 2일간에 걸쳐서 전라남도 동부 연안 (고흥과 여수 일원)에서 채집된 해마는 하루 오전과 오후 조석에 맞추어 4번의 물때에 따라서 총 30 여회 투망 작업한 결과 모두 3종 62마리였다. 조사 정점별로 채집된 어종의 총 개체 수는 A와 B에 비교하여 C에서 현격하게 높았다. 이것은 A와 B에서 출현한 혼재 어종에 비교하여 C에서 출현한 혼재 어종의 개체별 중량이 높았기 때문이다 (그림 4-12).

뿐만 아니라 각 조사 정점별 해마의 혼재 비율과 출현 해마의 중량을 비교한 결과 A와 B에 비교하면 C에서 매우 높은 해마의 출현 비율이 관찰되었다. 특히, 해마의 중량 비율은 A (0.178%), B (0.248%)에 비교하여 C에서는 1.321%로 매우 높았다 (그림 4-13).

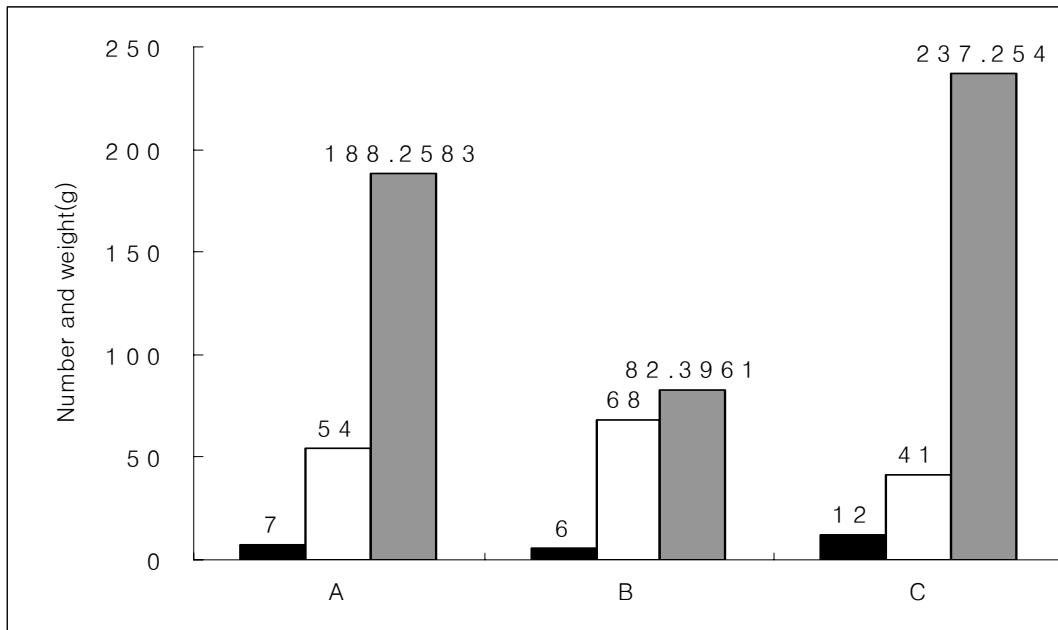


Fig. 4-12. Comparison on total specific numbers, individual numbers and fish weight on each experimental sites. Each bars presented black; number of species, white; observed total individuals brown; total weight.

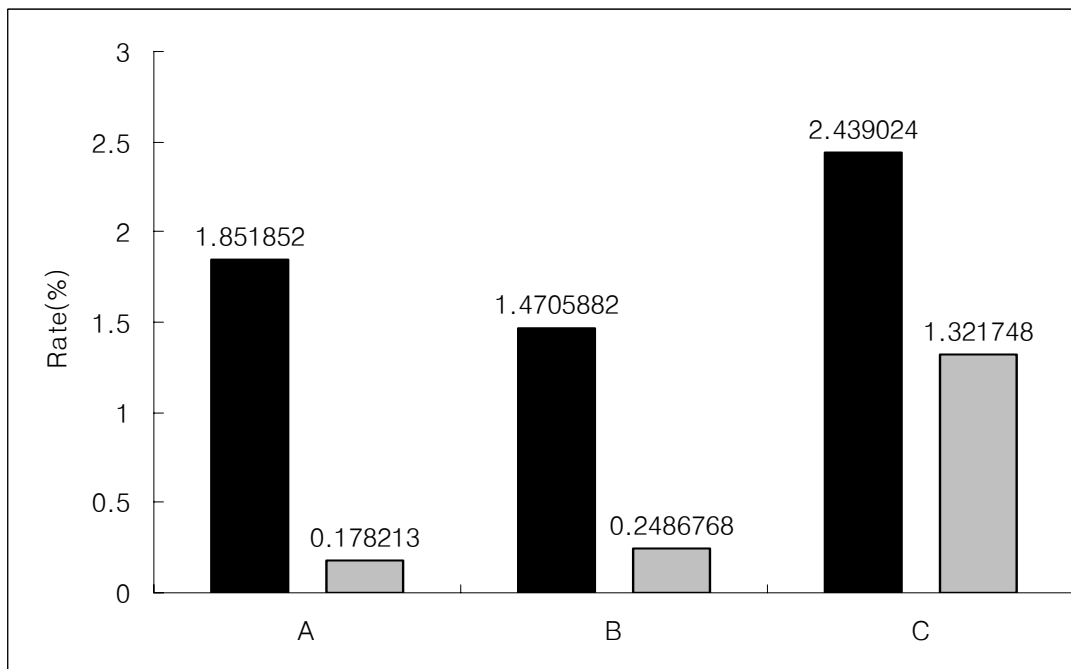


Fig. 4-13. Compared with coexisting and total weight in rate on total number of appearance fish.

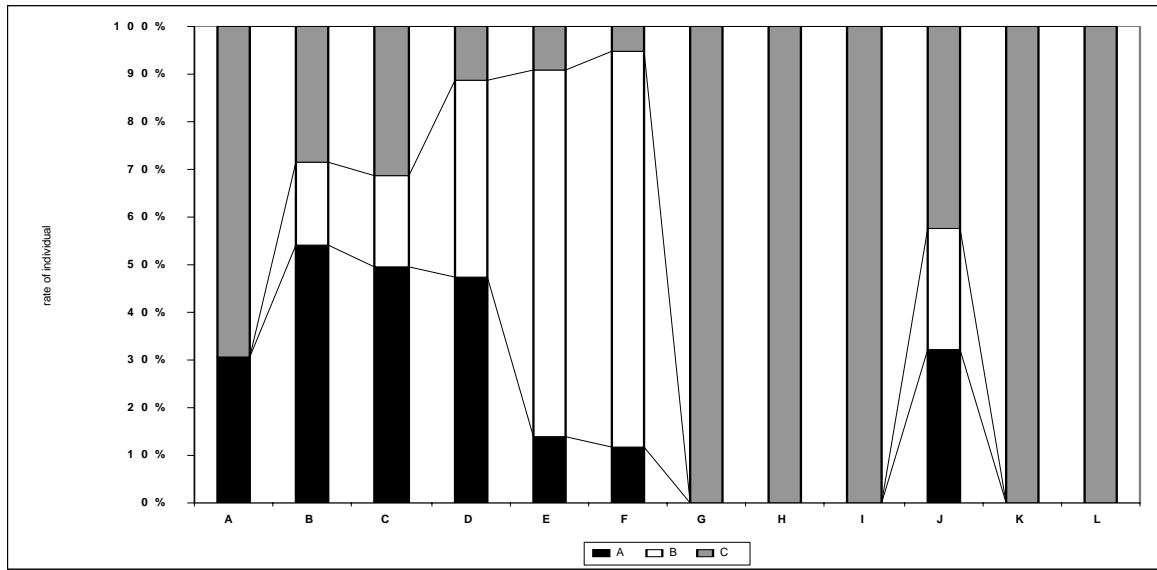


Fig. 4-14. Compared with individual numbers of each fishes. A; *Lateolabrax* sp., B; *Sparus swinhonis*, C; *Sphoeroides niphobles*, D; *Tridentiger* sp. cf. *trigonocephalus*, E; *Aulichthys japonicus*, F; *Leiognathus* sp. cf. *nuchalis*, G; *Lateolabrax japonicus*, H; *Syngnathus schlegeli*, I; *Pseudoblennius* sp., J; *Hippocampus* sp. cf. *japonicus*, K; *Hippocampus* sp. cf. *histris*, L; *Hippocampus* sp. cf. *coronatus*.

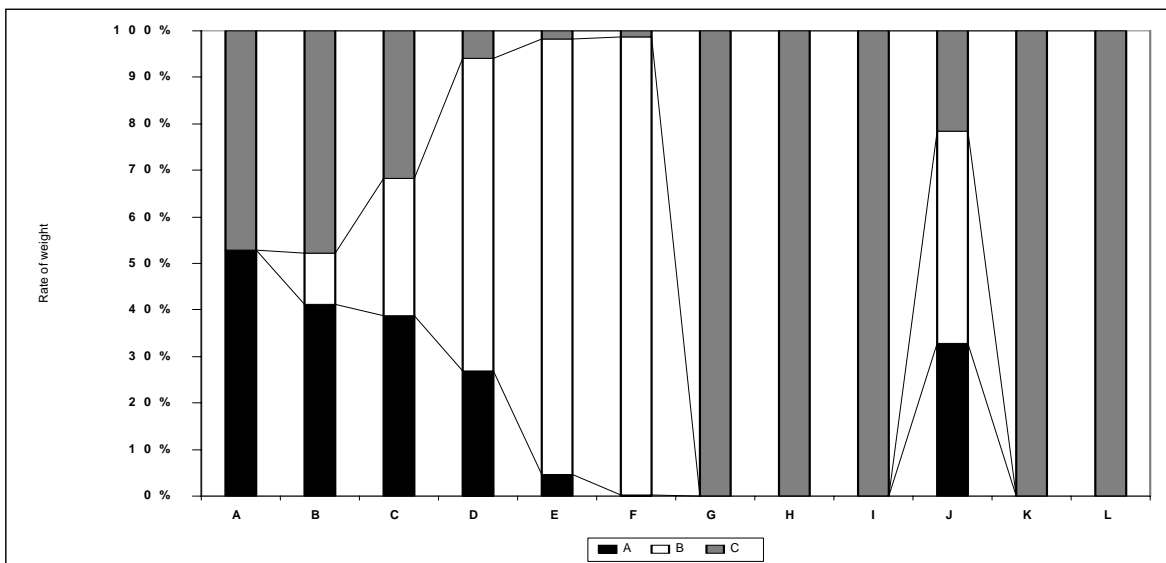


Fig. 4-15. Comparison on weight of observed fishes on each experimental sites. A; *Lateolabrax* sp., B; *Sparus swinhonis*, C; *Sphoeroides niphobles*, D; *Tridentiger* sp. cf. *trigonocephalus*, E; *Aulichthys japonicus*, F; *Leiognathus* sp. cf. *nuchalis*, G; *Lateolabrax japonicus*, H; *Syngnathus schlegeli*, I; *Pseudoblennius* sp., J; *Hippocampus* sp. cf. *japonicus*, K; *Hippocampus* sp. cf. *histris*, L; *Hippocampus* sp. cf. *coronatus*.

그림 14는 해마 서식지 A, B, C 지역을 대상으로 출현한 어종을 개체 수 비율별로 나타



낸 것으로 조사 정점 A와 B 그리고 C는 각각 우점을 이루는 종이 다른 것을 알 수 있었다.

그림 15는 조사 정점 3곳에서 관찰된 어종을 중량 비율로 나타낸 결과에서도 A, B 그리고 C 지역간에는 매우 현격한 차이가 있음을 알 수 있었다.

#### 8) 해수관상어로서 해마류의 인공종묘생산 기술 개발

한국산 해마 *Hippocampus coronatus*의 인공종묘생산 기술 개발 : 우리나라 남해안에서 채집된 *H. coronatus*로부터 1회(47마리), *H. japonicus*로부터 2회(65마리, 70마리), 외국으로부터 도입한 *H. histrix*로부터 1회(99마리), 모두 4회에 걸쳐서 3종의 해마 어미 개체로부터 281마리의 산출 자어를 얻을 수 있었다.

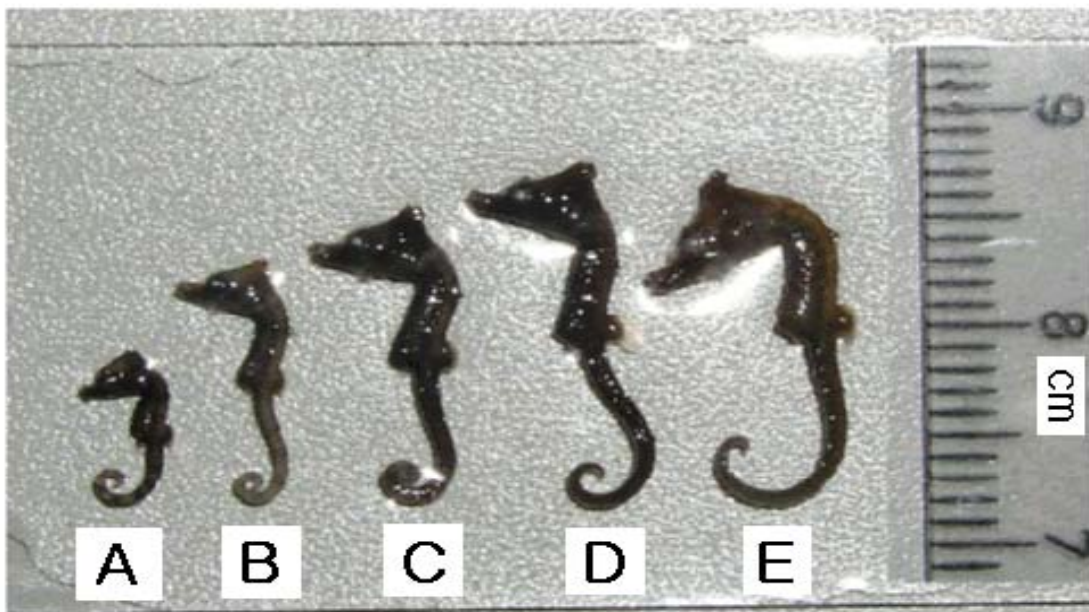


Fig. 4-16. Growth of seahorse *Hippocampus coronatus* larvae(A; day 0, B; day 7, C; day 14, D; day 21 and E; day 28).

그러나 *H. japonicus*의 자어는 산출 직후 바로 코페포다(*Tigriopus* sp.)를 우점종으로 하는 미소생물 물만들기 수조내에서 적극적인 섭이활동을 보였으나, 산출 일령 2일째와 10일째에 갑자기 전량 폐사하였다. 그러나 47마리의 *H. coronatus*의 자어는 산출 일령 28일째까지 미소생물 물만들기 사육수조내에서 매우 높은 생존과 성장을 보였다(그림 4-16).

*H. coronatus*의 자어는 산출 일령 7일째 78.7%, 14일째 74.4%, 21일째 70.2% 그리고

28일째 51.0%의 매우 높은 생존율을 보였다(그림 4-17). 특히 산출 일령 23일째까지 70% 이상의 매우 안정적인 사육이 가능하였다. *H. coronatus*의 자어는 산출 직후 바로 코페포다 *Tigriopus* sp.를 우점종으로 하는 미소생물 물만들기 수조내에서 매우 적극적인 섭이 행동이 관찰되었다.

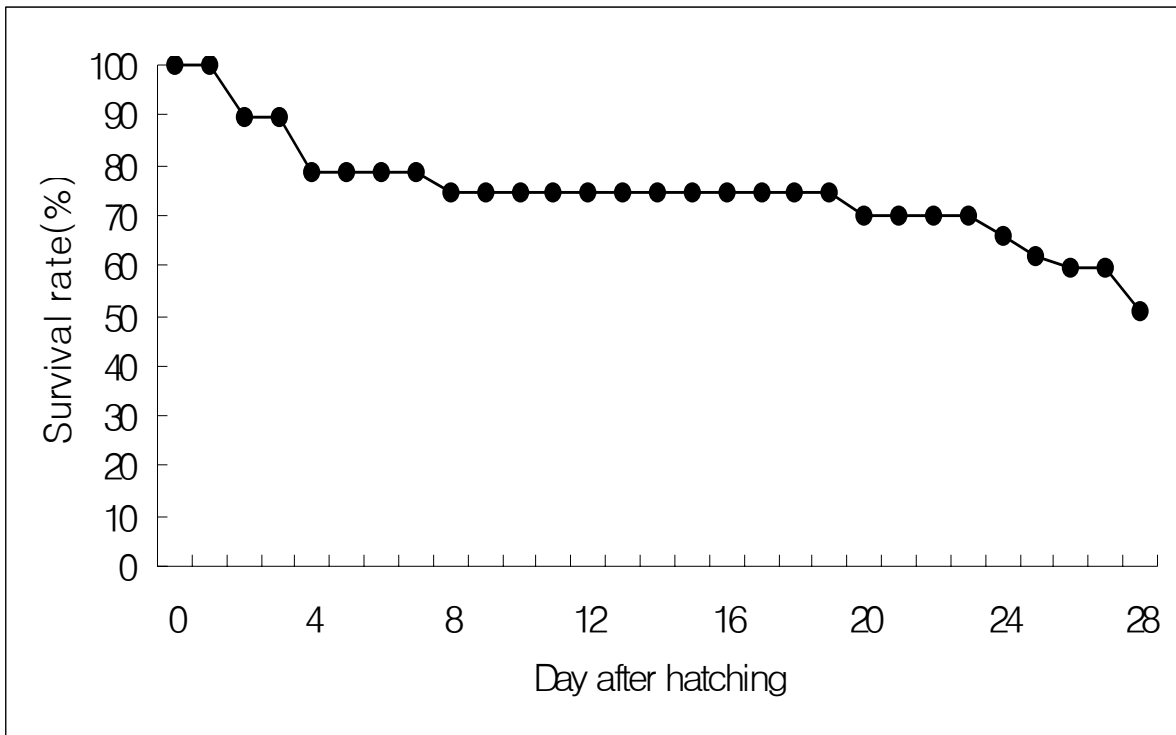


Fig. 4-17. Survival rate of seahorse *Hippocampus coronatus* larvae.

*H. coronatus*의 산출 직후 자어는 Head length가 2.31mm, Snout length가 0.71mm, Trunk length가 3.88mm, Tail length가 6.67mm, Height가 10.26mm 그리고 습중량(Wet weight)이 0.0058g이었다(n=2).

*H. coronatus*의 산출 자어의 두장(Head length), 주둥이장(Snout length), 몸통장(Trunk length), 미장(Tail length), 체장(Height) 그리고 습중량(Wet weight)의 측정 결과는 그림 4-18에 나타내었다. *H. coronatus* 자어의 두장, Head length(산출 직후

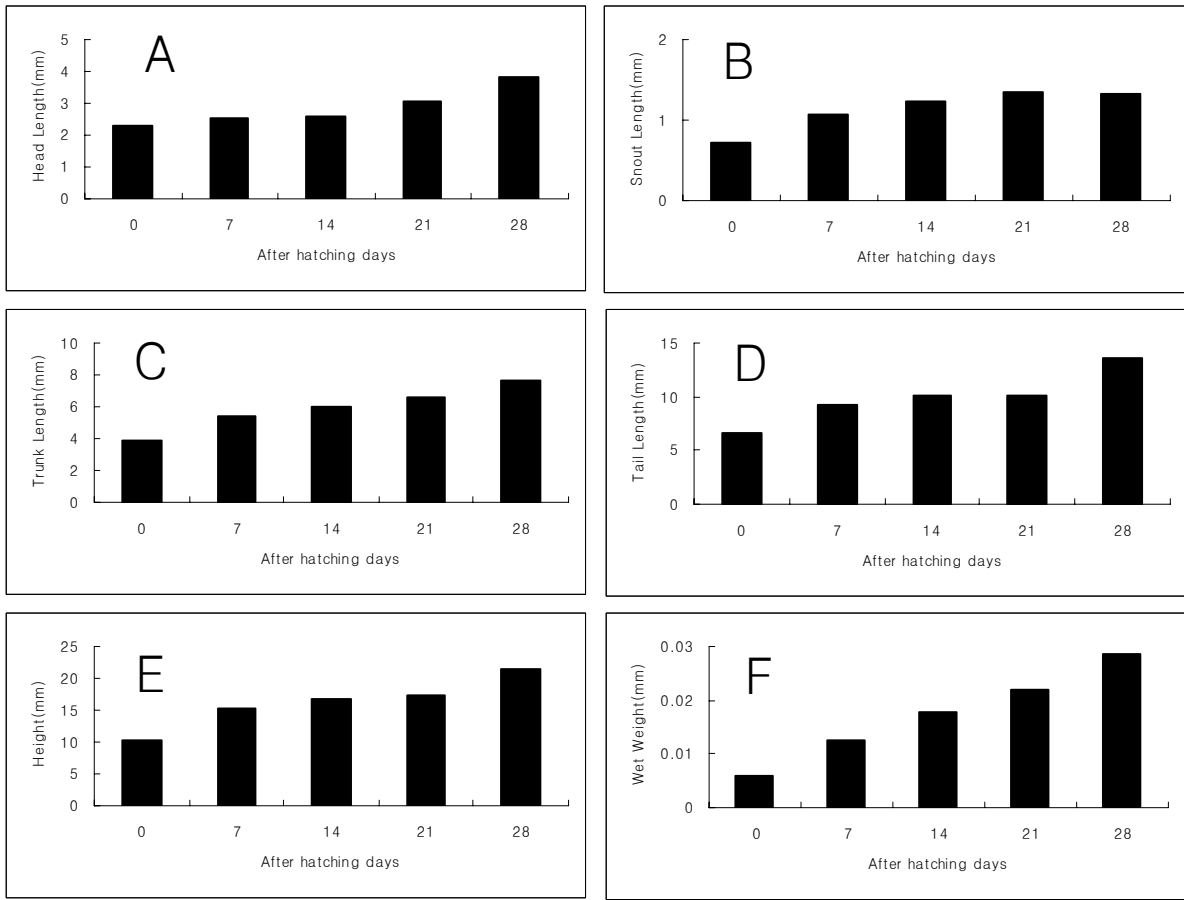


Fig. 4-18. Growth of head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), height(E) and wet weight(F) of seahorse, *Hippocampus coronatus* larvae during the 28 days.

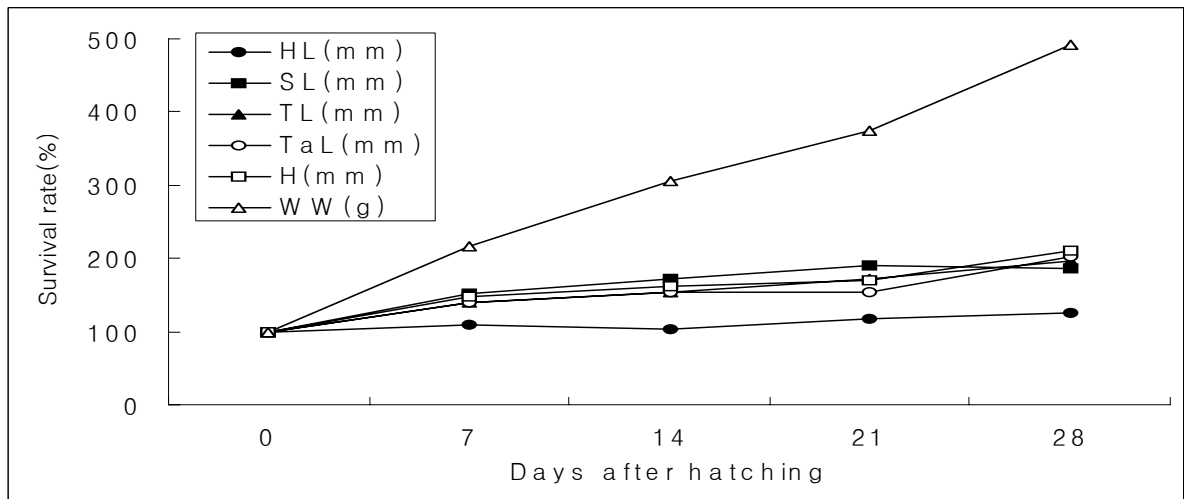


Fig. 4-19. Growth of each parts, head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), height(E) and wet weight(F) of seahorse, *Hippocampus coronatus*.

2.31mm)은 산출 후 일령 14일째까지 2.5mm 정도에 머물러 뚜렷한 길이 성장은 관찰할

수 없었다. 그러나 산출 후 일령 21일째 이후부터 비교적 빠른 성장이 관찰되어 28일째에는 길이가 3.84mm로 성장하였다(그림 4-18A).

*H. coronatus* 자어의 주둥이장, Snout length(산출 직후 0.71mm)은 산출 후 일령 7일째까지 비교적 빠른 성장을 보였으나, 14일째 이후부터는 매우 느린 길이 성장을 보여 28일째에는 길이가 1.32mm로 성장하였다(그림 4-18B).

*H. coronatus* 자어의 몸통장, Trunk length(산출 직후 3.88mm)은 사육기간 중 지속적인 길이 성장이 관찰되어 산출 후 일령 28일째에는 7.64mm로 성장하였다(그림 4-18C).

*H. coronatus* 자어의 미장, Tail length(산출 직후 6.67mm)도 사육기간 중 비교적 지속적으로 성장세를 보여 산출 후 일령 28일째에는 길이가 13.52mm로 성장하였다(그림 4-18D).

*H. coronatus* 자어의 체장, Height(산출 직후 10.26mm)도 사육기간 중 비교적 지속적으로 성장세를 보여 산출 후 일령 28일째에는 길이가 21.60mm로 성장하였다(그림 4-18E).

*H. coronatus* 자어의 습중량, Wet weight는 조사항목 중 가장 빠른 성장 추세를 보였는데 산출 직후 0.0058g에 불과하였던 자어는 7일째 0.0126g, 14일째 0.0179g, 21일째 0.0218g 그리고 28일째에는 0.0287g으로 매우 빠르게 성장하였다(그림 4-18F).

*H. coronatus* 자어를 대상으로 28일간의 사육기간 중 7일 간격으로 측정된 6개 항목(두장, 주둥이장, 몸통장, 미장, 체장, 습중량)을 성장율로 비교한 결과, 습중량의 증가 추세가 매우 뚜렷하여 미소생물 물만들기 수조내에서 지속적인 자어 사육이 가능하였던 것으로 판단된다(그림 4-19).

**국외도입종 해마 Barbour's seahorse, *Hippocampus barbouri*의 인공종묘생산 기술 개발** : 사육 수조내에서 자연 교미한 개체 중 포란한 수컷 한 개체가 156마리의 치어를 산출하였는데 산출 후 일령 24일까지 90%의 높은 생존율을 보였다. *H. barbouri* 치어의 생존율은 서서히 감소하기 시작하여 일령 39일째에는 64%, 82일째에는 31% 그리고 97일째에는 18%로 감소하였으나 145일 이후에는 15% 이상으로 안정된 상태이다(그림 4-20).

산출된 *H. barbouri*의 자어는 두장(head length) 2.489mm, 주둥이장(snout length) 1.281mm, 몸통장(Trunk length) 3.618mm, 미장(tail length) 3.926mm, 체고(height) 7.671mm 그리고 습중량(wet weight)이 0.0028g로 산출 후 일령 41일째까지는 거의 모든 측정 항목에서 매우 완만한 성장이 관찰되었지만 41일령 이후부터는 그 성장이 급격하게 증가하기 시작하여 일령 145일째에는 두장 12.131mm, 주둥이장 5.17mm, 몸통장

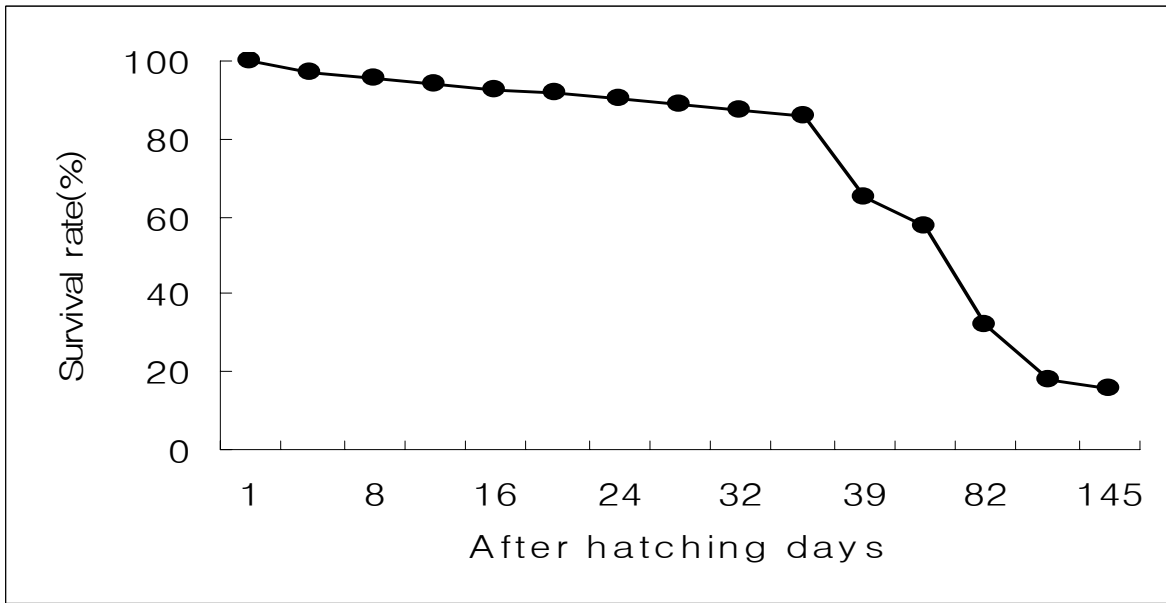


Fig. 4-20. Survival rate of seahorse, *Hippocampus barbouri* larvae.

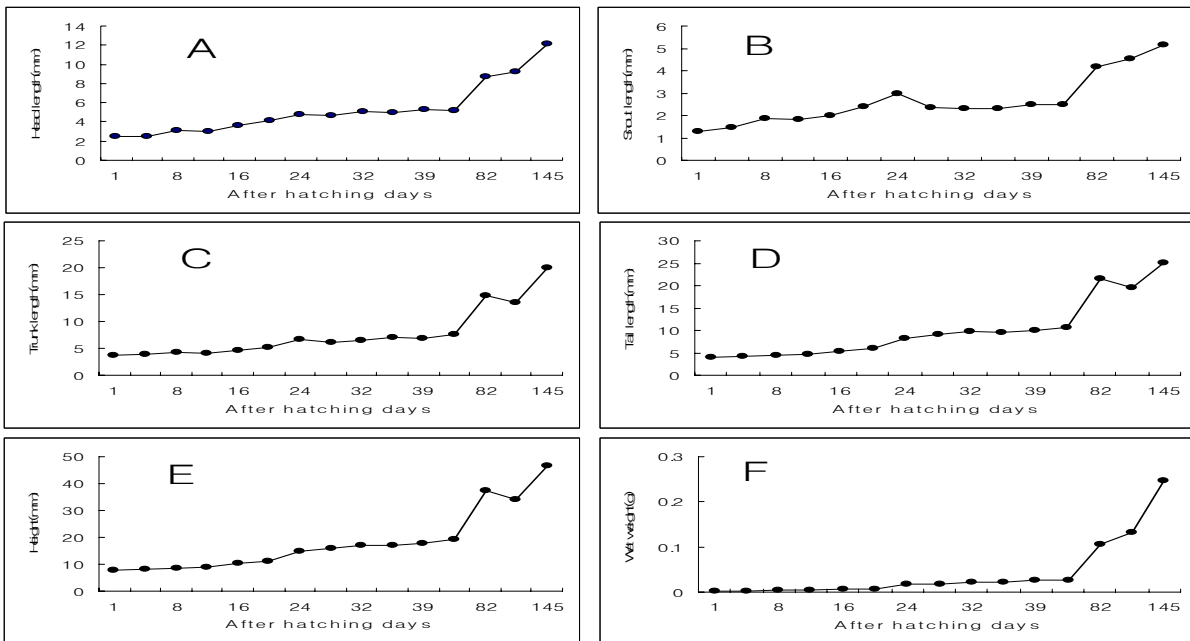


Fig. 4-21. Growth of head length(A), snout length(B), trunk length(C), tail length(D), height(E) and wet weight(F) of Barbour's seahorse, *Hippocampus barbouri* during the 145 days.

19.949mm, 미장 25.152mm, 체고 46.642mm 그리고 습중량 0.2481g으로 성장하였다. 특히 측정항목 중 습중량은 145일째에는 1일째의 88.6배까지 성장하였다(그림 4-21). 해마

Barbour's seahorse, *Hippocampus barbouri*는 살아있는 먹이와 냉동 미시스와 같은 죽은 먹이에도 반응을 보이고 있다.

### 9) 인공종묘생산을 위한 후보 어종 사육 관리 결과

지금까지 5개년에 걸쳐서 해수관상어 양식기술 개발을 위하여 실시한 어종별 사육 결

Table 4-3. Sampling area, specific name and size of aquarium fish on each catching method(presented three development steps, succeeded larval rearing species; ○, expecting species in the future; △, false fish species; ×)

Common name	Specific name	individual	survived	pairs	possible spawning	spawning time	step
marine cat fish	<i>Plotosus lineatus</i>	259	45	0	45	3	△
lion fish	<i>Pterois lunulata</i>	150	38	0	0	0	△
peacock lionfish	<i>Pterois volitans</i>	155	53	0	0	0	△
gold reef fish	<i>Chromis analis</i>	200	0	0	0	0	×
orange seaperch	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	350	0	0	0	0	×
banded shark	<i>Triakis scyllium</i>	70	24	2	0	2	○
dog shark	<i>Cynias manazo</i>	9	0	1	0	1	○
coral seahorse	<i>Hippocampus japonicus</i>	162	0	0	0	5	×
crowned seahorse	<i>Hippocampus coronatus</i>	3	0	0	0	1	○
barbour's seahorse	<i>Hippocampus barbouri</i>	73	21	3	11	5	○
oceanic seahorse	<i>Hippocampus Kuda</i>	77	17	5	7	4	△
yellow seahorse	<i>Hippocampus histrix</i>	50	0	0	0	0	×
tomato clown fish	<i>Amphiprion frenatus</i>	18	7	3	6	0	△
yellow tail blue damsel	<i>Chrysiptera parasema</i>	288	70	2	4	0	△
blue devil	<i>Pomacentrus caeruleus</i>	239	112	1	3	0	△
goldon belly damsel	<i>Chrysiptera parasema</i>	272	25	0	0	0	△
blue damsel	<i>Chrysiptera</i> sp. cf. <i>taupou</i>	269	88	0	0	0	△
domino damsel	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	54	26	3	10	0	△
yellow tail chromis	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	65	3	1	3	0	△
orange top damsel	<i>Pomacentrus</i> spp.	52	0	0	0	0	×

과는 다음 표 4-3과 같다. 인공종묘생산 기술개발을 위하여 시험된 어종은 모두 20여 종으로 그 중에서 4종에 대해서는 인공종묘생산에 대한 기술이 개발되었고 11종은 어미 양성 사육중이다.

#### 다. 고찰

해수관상용으로 그 인기도가 높은 상어류는 모두가 자연에서 채집된 후 관람용 대형 수조 또는 개인용 소형수조 내에서 순치 후 관상용으로 사육되고 있다. 그러나, 자연에서 채집된 대부분의 개체는 인위적인 수조 시설 내에서의 생활에 적응하는데 실패하여 결국 거의 대부분의 개체가 짧은 기간 내에 사망하게 된다. 따라서 이 연구는 인공 종묘 생산 시설에서 해수 관상용 상어류의 종묘 확보를 목적으로 실시하였다.

우리나라 제주 연안에서 채집이 비교적 용이한 까치상어 *Triakis scyllium*와 별상어 *Cynias manazo* 2종의 상어 친어를 확보하여 인공 사육 시설에서 사육하면서 수조 내에서의 자연 교미와 자연 산란에 성공하였다. 이 연구 결과, 출산 관리중인 까치상어와 별상어 치어의 성비를 조사한 결과, 까치상어는 우:♂=1:1.28, 별상어는 우:♂=1:2.50으로 별상어의 암 수 성비가 매우 불균형한 것을 알 수 있었다. 그리고 까치상어와 별상어의 암·수간 성장 차이를 조사한 결과, 까치상어와 별상어의 암·수간 성장 (전장, 체장 및 체중)에는 큰 차이가 없었다. 현재, 인공 사육 시설에서 관리중인 까치상어는 64마리이며 별상어는 7마리이다.

결국 소형의 수족관내에서 해수 관상어로서 사육하기 위한 조건으로서 너무 급격한 성장을 하는 어종인 경우에는 관상 기간이 짧아져 조기 폐기하여야 하는 단점을 감안하면 까치상어 보다는 별상어의 관상가치가 높을 것으로 판단되며, 반대로 대형 관람용 수족관의 경우에는 별상어 보다 성장이 빠르고 운동력이 활발한 까치상어를 전시관람용으로 이용할 경우 전시효과가 높을 것으로 판단된다.

전 세계에 약 30~40종이 존재하는 것으로 알려진 해마는 거의 대부분 해산종으로서 연안의 산호초, 잘피와 같은 조장 및 망글로버에서 관찰 가능한 것으로 알려져 있는데 (Anil et al., 1999) 주로 우리나라의 경우에는 파도가 없고 조용한 내만의 잘피 조장이나 모자반과 같은 해조류 조장에서 주로 관찰되고 있으며 때로는 조류를 따라 이동하는 유조에서도 관찰 가능하다. 그 중에서 해마의 주요 서식지로 알려진 잘피장은 연안 해양환경의 급격한 변화, 오염물질의 유입, 무분별한 어로 행위 등으로 인하여 그 면적이 급격히 감소되었다. 특히 해마는 꼬리지느러미가 변형되어 만들어진 꼬리로 기질에 감고 있는 생물학적 특성에 의하여 잘피나 모자반과 같은 조장에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 연안에 조성된 잘피장이나 모자반을 중심으로 한 해조장은 해마의 서식지

로서 이용되고 있을 뿐만 아니라 다른 해산어류의 산란과 번식장 및 넓은 바다로 나가기 전의 생육장으로도 이용되고 있는 것으로 알려져 있으며 일부 어종은 연안의 조장에 항상 서식하는 종도 있다.

결국 잘피장이나 모자반을 중심으로 하는 조장에는 이 연구의 주요 대상생물이 되는 해마류 뿐만 아니라 연안에서 흔히 볼 수 있는 해산어류가 함께 서식하게 된다. 하지만 해마는 앞에서 설명한 것처럼 꼬리를 기질에 감고서 정주하는 성질이 강하고 일반적으로 우리가 알고 있는 해산어류와는 달리 운동성이 매우 약하고 느리다. 결국 해마가 서식하고 있는 잘피장의 생태계내에서 해마는 운동성과 탐식성이 강한 주변의 해산어류에 의하여 강하게 포식압으로 받을 것으로 추측된다.

더욱이 해마류는 다른 해산어류에 비교하면 먹이에 대한 선택성이 매우 강한 것으로 알려져 있을 뿐만 아니라 운동력이 느리고 기질에 꼬리를 감고 정주하여 먹이를 기다리는 습성이 강하여 일반 해산어류가 먹이를 찾아서 활발하게 수영하고 발견된 먹이는 강하게 탐식하는 습성에 비교하면 서식지가 되는 조장내에서 해마는 다른 해산어류와의 먹이경쟁에서 뒤쳐질 수 있음을 강하게 의미한다. 반대로 해마는 잘피장과 같은 곳을 산란장으로 이용하는 해산어류에게 초기 포식압으로 작용할 수도 있을 것으로 판단된다. 해산어류의 부화 직후 또는 초기 자어는 운동력이 약하고 주로 코페포다와 같은 동물플랑크토처럼 부유하고 있는 습성이 있으므로 주변에 해마가 있다면 해산어의 자어는 플랑크톤과 함께 좋은 먹이로 이용될 수 있을 것으로 추측된다.

이처럼 잘피나 모자반과 같은 연안의 조장에서 이루어지는 해마와 혼재 해산어류의 종간 관계는 서로 먹고 먹히는 피포식 관계가 강하게 성립된 것으로 추정되는데 이러한 생태계의 위치에 있는 해마의 경우 혼재 해산어류의 포식압 이외에도 조장의 감소, 연안 환경오염, 그리고 인간들에 의한 남획에 의하여 그 자원량이 크게 감소된 것으로 판단된다. 그러므로 해마의 자연 생물량을 안정적으로 유지 보호하기 위해서는 해마의 서식지가 되는 조장의 보호와 함께 불법 포획 행위의 단속과 서식장의 생태학적 해석이 이루어져야 한다.

그러므로 자연상태에서의 해마의 생물량을 보존하고 유지하기 위해서는 우선적으로 해마가 서식하는 곳에 어떠한 생물이 혼재하고 있는지를 알 필요성이 높다. 결국 해마의 서식지에서 주변 혼재 어종 특히, 혼재 어종의 개체수가 많을수록 해마의 서식 밀도를 감소시킬 가능성이 있는 것을 알 수 있었다. 한편, 다른 조사 정점에 비교하여 C에서 출현 종수가 높음에도 불구하고 출현 개체수가 매우 낮은 이유로 혼재어종도 자어 또는 치어 시기에 해마 성체의 먹이로서 이용되었을 가능성도 있다.

이러한 해마의 생태학적 습성은 이미 해수관상어로서 해마를 사육하고 있는 곳에서는 잘 알려진 사실이다. 즉, 해마를 사육하고 있는 탱크에는 다른 고기를 혼합하여 사육할



수 없다. 왜냐하면 다른 물고기에게 쉽게 잡아 먹히거나 먹이 경쟁에서 뒤쳐져서 개체수를 유지하기 어렵기 때문이다. 아울러 해마만을 단독 사육한다고 하더라도 특정 먹이만을 요구하는 먹이에 대한 선택성(편식)이 매우 강하여 어린 자어는 물론 어미마저도 먹이를 원활하게 섭이케 할 수 없는 이유로 쉽게 폐사에 이르게 된다.

해마는 자연 생물량이 급속히 감소되고 있어 지구상에서 멸종위기에 놓인 생물이기도 하지만 관상생물로서 많은 양의 살아있는 해마가 전 세계적으로 유통되고 있으며 건조된 해마는 한약재로서 중국을 중심으로 아시아 지역에서 대량 유통되고 일부 지역에서는 직접 식용으로 이용하거나 수집가의 소장품으로서 이용되고 있기에 그 수요량이 상당하다. 그러나 자연에서의 채집은 2004년 5월 15일부터 CITES에 의하여 엄격하게 규제받게 되었기에 자연의 생물량을 보호하고 유지하기 위해서는 이 연구와 같은 많은 결과가 지속적으로 도출되어야 할 것으로 판단된다.

한편, 경제성 분석을 위하여 실시한 일련의 조사 결과, 해수관상어가 인공종묘생산 되어 판매될 경우 단위 포장당 수용 가능한 물고기의 마리수가 크게 증가할 수 있고, 수입에 소요되는 비용도 크게 줄일 수 있어 시장에서의 경쟁력은 매우 높을 것으로 판단된다. 아울러 이미 인공종묘생산 된 해수관상어는 자연에서 채집된 개체보다 생존율이 높다는 이유로 높은 가격으로 유통되고 있지만 우리나라의 경우 몇 개의 수입업자를 통하여 수입되고 있는 독점에 가까운 시장체제 속에서 현지생산제국의 자연에서 채집한 단가와 제반 생산경비를 가산해야 되는 인공종묘의 단가를 어느 정도 이해하고 호응할 것인지가 앞으로 극복해나가야 될 관건이라고 생각된다. 따라서 국내시장은 최종소비자의 인공종묘에 대한 확실한 질적 이해 속에 관상어로서 사랑받을 받게 됨으로서 애호가들의 저변확대가 이루어지는 것이 선결문제이며 아직 이 분야에 밝지 않은 넓은 해외시장의 개발이 발 빠르게 이루어질 때 해수인공종묘 양식 산업의 고부가가치 창출이 기대될 수 있을 것으로 사료된다.

## 5. 기술 보급 및 경제성 분석

### 가. 기술 보급

연구 기간 중 도출된 연구 결과는 산업계(한국관상어협회와 한국수족관기술협의회)의 지속적인 정보 교류를 통하여 보급 중에 있으며 또한 관련 심포지엄, 전시회 및 회의 등을 통하여 업계, 학계 등과 교류하고 있다.

#### (1) 작품전시회 출품 입상

BK21지역대학육성사업단 협의회가 주최하는 기술 작품 전시회에 출품하여 전국에

서 모이는 BK지역대학 참가자들과 서울 시민에게 전시를 통한 해수관상어의 인식을 새롭게 한 실적을 인정받아 입상함(일시: 2003년9월18일~19일, COEX 컨벤션홀 4층)

## (2) 한국해수관상어 양식발전을 위한 심포지엄개최

우리나라에서는 처음으로 그 동안 본 연구팀이 개발한 양식기술을 기반으로 한국양식학회와 제주대학교, 국립수산물과학원, 제주해양바이오연구회 공동주관하고 해양수산부, 한국해양수산개발원, 한국양식학회, 제주하이테크산업진흥원, 제주대학교 해양과환경연구소, (사)한국관상어협회, 한국수족관기술협의회, 부산아쿠아리움, 김방원수족관, (주)또또코리아. 후원으로 일반 동호회, 관련학자 등 약140여명이 참석하여 2004년 8월27일 제주대학교에서 한국해수관상어 양식발전을 위한 심포지엄을 성황리에 마쳤다. 이를 계기로 하여 산학연의 결성의 중요성이 강조되고 산학연 협의회 준비위원회의 결성을 하였다.

## (3) 제6회 한일수산증양식 공동학술심포지엄에서 우수포스타발표상 입상

일시: 2004년 9월16~20일

장소: 일본 하코다테(HAKODATE) 홋카이도 대학에서 일본 수산증식학회가 주관하는 제 6회 한일수산증양식학회에서 연구발표를 통하여 우수 포스타발표상을 수상하였음.

발표내용: (1)Growth and survival of maroon clownfish, *Premnas biaculatus* larvae. The sixth Japan-Korea joint symposium on aquaculture,

(2)Studies on Spawning and Hatching of Maroon clownfish, *Premnas bioculeatu*.

## (4) 2004 국제애완동물 및 용품박람회 (Korea International Pet & Pet supplies Fair (KOPET2004)출품전시에서 사단법인 한국관상어협회로부터 기술개발공로상수상

기간 : 2004년 11월 19일(금) ~ 21일(일) / (3일간)

장 소 : 서울무역전시장(SETEC) 1,2,3 HALL

규 모 : 7,948m<sup>2</sup> (2,405평) / 120개사 400부스

주 최 : 한국펫산업협회(KPPMA)

주 관 : 한국산업마케팅연구원(KIMI)

후 원 : 농림부, 해양수산부, (사)대한수의사회, (사)한국동물약품협회,

(사)한국관상조류협회, (사)한국관상어협회

## (5) 한국관상어양식발전을 위한 산학연협의회 창립 및 회장수락

(가) 2004년 8월27일 관상어양식발전을 위한 심포지엄에서 산학연결성필요성제기 및 업계의 호응을 얻어 준비위원회 결성 및 추진

(나) 2004년 10월 26일 회칙 초안 작성

(다) 준비위원회 소집 및 회칙수정: 1차소집, 2004년 11월20일

2차소집, 2005년 1월25일

(라) 창립총회 개최 및 임원선정

일시: 2005년 3월 23일

장소: 국립수산과학원 청평내수면생태연구소 대강당

참석인원: 관련대학교수, 관계연구소, 관련기관 공무원, (사)한국관상어협회 회원, 한국수족관기술협의회 회원, 각 동호회회원, 기타 관상어양식에 관심이 있는 자 약100여명이 참석

회장단 선출: 초대회장에 본 연구팀 총괄연구책임자인 노섬교수 추대

주요임원진: 총무간사: 오대양수족관 이원일 대표

정보간사: 국립수산과학원 정민민 박사

부회장단: 각 업계의 대표자들 추천으로 정기총회에서 확정하기로 하고 산회함

제1차 정기총회개최: 2005년 7월 13일 서울 구민회관에서 개최하여 산학연 협의회 업무계획발표 및 임원중 부회장단 선출

(6) 제38회 과학의 날 해양수산부 추천기술과제 선정 및 전시회참여

제38회 과학의 날 2005년 4월 21일 코엑스 3층 오디토리움 로비에서 참여정부 2년 기술개발성과 전시회를 과학기술부가 주관하였다. 해양수산부의 유일과제로 본 연구과제가 선정 전시되어 수천 명의 관객에게 해수관상어에 대한 과학인 및 전 국민의 인식을 새롭게 하는 계기를 만들었다.

나. 경제성 분석

(1) 사업장 실사 분석을 통한 경제성 분석

(가) 시설비

500평 부지에 해수관상어를 목표생산량 약 10만미를 생산할 수 있는 최소한의 시설은 배양장을 관리할 수 있는 30평형 관리사와 400평의 비닐하우스를 기반시설로 하고 생물사육을 위한 지하해수 1공을 시설하였을 때 현시세로 156,000천원의 시설비가 소요된다.

Table 5-1. A breakdown of facility

Item	Area	Quantity	Unit of cost(won)	Amount (won)
Vinyl house	400 pyeong	1 bundle	150,000	60,000,000
Founding construction	400 pyeong	1 piece	50,000	20,000,000
Underground water Control	250 mm	1 day labor		10,000,000
hounse	30 pyeong	2,200,000		66,000,000
<b>Total</b>				<b>156,000,000</b>

(나) 장비 및 기기

배양장 생물사육과 유지 및 관리를 위한 최소한의 장비 및 기기는 Table 2-24와 같으며 이에 소요되는 예산은 46,600천원이다.

(다) 수조시설

관상어의 어미사육과 산란 부화 및 부화자어를 육성하기위하여 여러 가지 크기와 형태의 수조가 많은 량이 필요하다. Table 2-25는 그 내역과 소요예산을 나타내었다.

(라) 산란용 친어구입

해수관상어는 현재까지 대부분이 해외로부터 수입되고 있는 실정으로 수입상이나 도 소매상을 통하여 구입되고 있으며 가격도 천차만별이다. 여기서는 현재 이 연구에서 기술이 개발된 어종을 중심으로 하고 기초개발기술이 어느 정도 진행되어 가능성이 높은 어종만을 대상으로 취급하였다. 즉 Clownfish 15종과 Angelfish 5종, Gobi류 4종과 해

Table 5-2. Equipments for production of marine ornamental fishes

(Unit: thousand won)

Item	Standard	Number	Unit of cost	Amount
Pump	750w	50 unit	100,000	5,000
Pump	3kw	2 unit	300,000	600
Air pump	0.75	3 unit	300,000	900
Boiler(30kw)				4,500
Generator(5kw)				3,000
Heater	2kw	30 unit	120,000	3,600
Microscope				5,000
Protein skimmer		40 unit	250,000	10,000
Tool		10 unit	150,000	1,500
Tank support		25 unit	500,000	12,500
<b>Total</b>				<b>46,600</b>

마류 3종, 그리고 우리시장에서 가장 인기가 높은 Cleaner 새우류 3종을 대상으로 하였을 때 친어구입에 소요되는 금액은 모두 25,200천원 이었다.

Table 5-3. Rearing tanks for seed production (Unit: thousand won)

Item	Standard	Number	Unit of cost	Amount
Glass aquarium	45x50x65	1000	60,000	60,000
	660x460x500	10	700,000	7,000
FRP(round)	2.4x0.7	10	600,000	6,000
	1x0.7	40	150,000	6,000
	4x1x0.5	20	400,000	8,000
Filter system	1x2x1m	20	600,000	12,000
Pipe lane	PVC	5종	600,000	3,000
Air system	분지,비닐호스		1,000,000	1,000
<b>Total</b>				<b>102,000</b>

(마) 사료비 및 소모품

양식에 있어서는 대부분의 경우 사료비가 차지하는 비율이 높지만 관상어사육에서는 그다지 많은 예산이 소모되지 않는다. 주로 어미의 산란을 위한 영양과 색소의 유지를 위한 첨가제와 부화자어의 미립자상 사료의 값이 높기 때문에 그나마 상당한 예산, 21,200천원이 소요되는 것으로 나타났다.

Table 5-4. Costs of buying brood stock (Unit: thousand won)

Item	Size	Unit of cost	Number	Cost
Clownfish	Over 5 cm	6000	100x15 species	9,000
Sea horse	Over 10 cm	10,000	100x 3 species	3,000
Angelfish	Over 10 cm	100,000	20미x5 species	10,000
Shrimp	Breeding fish	9,000	100미x3species	2,700
Class of gobi	Breeding fish	5,000	100미(4species)	500
<b>Total</b>				<b>25,200</b>

Table 5-5. Feed and consumption goods

(Unit: thousand won)

Item	Standard	Unit of cost	Number	Amount
Cost of feed	10 kind	20,000	10x20kgx2time	8,000
Chlorella	Enriched	75,000	30	2,250
	Enriched	150,000	30	4,500
rotifer	100 million			450
Artemia	gold	20,000	100	2,000
Fluorescent lamp (water tight)	32*2	100	40,000	4,000
<b>Total</b>				<b>21,200</b>

**(바) 인건비**

실제 기술개발을 비롯한 고급인력이 필요하지만 여기서는 전혀 고려하지 않았고 기술이 개발된 것을 이용하여 생산을 위주로 한 인력만을 계상하였다. 어느 정도 체계가 잡히고 선진기술을 구사해 나가려면 기술개발에 필요한 고급두뇌들의 인입이 필요하지만 후차적으로 미루고 실제 생산에 필요한 인력만을 계상하면 Table 2-28과 같이 약 186,000천원이 소요된다.

Table 5-6. Labor costs in marin ornamental fish aquaculture (Unit: thousand won)

Item	Number	Unit of cost	During	Amount
Labor cost	5 persons	1,800,000	12months	108,000
Technical service	5 persons	1,000,000	12months	60,000
Office work service	1 persons	1,500,000	12months	18,000
<b>소계</b>				<b>186,000</b>

**(사) 제세공과금**

여기서는 생산에 소요되는 공과금을 계상하였고 이 밖에 소득에 따라 부과되는 세액(소득세, 면허세, 국민보험, 건강보험료 등)은 제외하였다. 주로 보온을 위한 전기세가 많은 편이며 이는 지역에 따라서 가온방법에 따라서도 다를 수 있지만 여기서는 전기(농사용 병)를 이용한 경우를 계상하였을 때 연간 12,000천원이 소요된다.

Table 5-7. Taxes due

(Unit: thousand won)

Item	Period	Unit of cost	During	Amount
Cost of electronic	Nov. ~ Apr.	1,000,000	6months	6,000
	May-Oct.	300,000	6months	1,800
Cost of water	12months	100,000	12months	1,200
Cost of communication		250,000	12months	3,000
<b>Total</b>				<b>12,000</b>

## (아) 손익

이상의 조건에서 생산을 하였을 때 1차년도에 생산은 9종에서 61,000마리가 가능하고 현재의 한국시장에서 수입상이 도매상에게 넘기는 가격을 참고로 하여 국내도매상들이 인정한 가격을 적용해보면 Table 2-30과 같다. 물론 이 판매단가는 변동이 있을 수 있지만 현재로서는 이 방법 외에는 달리 방도가 없는 실정이다.

- 연구에서 얻어진 결과로 보아 어미의 양성이 종묘생산시기를 결정하는데 절대적 영향을 미치는 요소이며 현재 이 연구를 통하여 생산된 치어를 이용하여 생산할 수 있는 단계에 와있으므로 생산품종의 다양화를 위하여 원산지로부터 준 성어나 치어를 수입하여 생산하는 경우를 고려하여 1년 동안은 사업의 기초를 다지면서 최소한의 생산을 할 수 있기 때문에 본격적인 생산은 2년째에 시작될 것으로 보아야 한다.

- 연구결과 Clownfish의 종묘생산과정에서 생존율은 약 40~50%이므로 매월 10,000개의 Clownfish의 수정란확보가 되어야한다.

- 매월 10,000개의 수정란 확보를 위해서는 어종마다 산란양이 다르기 때문에 예를 들어 *Amphiprion ocellaris*는 평균 300개의 알을 낳기 때문에 약 40쌍의 어미를 확보하여야하며 비교적 대형종인 *Amphiprion polymnus*,나 *Amphiprion melanopus*, *Amphiprion clarkii*, *Premnas biaculeatus*의 경우는 1000개 이상을 산란하므로 10쌍 이상을 확보하면 된다.

- 사업 1차 년도는 이 연구에서 얻어진 5종의 Clownfish를 생산 주 종목으로 하였으며 그밖에 이 연구에서 생산기반을 닦은 Cleaner shrimp와 Candy shrimp와 2종의 해마를 계상하였다.

Table 5-8. Analysis on profit and loss

Revenue (1000 (thousand won))				Expenditure (thousand won)		
Item	Species	Calculation basis	Cost	Item	Standar	Amount
Primary year						
(5species)	Clownfish	5000x50,000	250,000	① Cost of facility	400 pyeony	156,000
(2species)	Shrimps	6000x10,000	60,000	② Equipment		46,600
(2species)	sea horse	10,000x1000	10,000	③ Tank		103,000
				④ Buying cost of breeding fish	30 species	25,200
				⑤ Feed and consumption goods		21,200
				⑥ Tax due		14,700
				⑦ Cost of labor		186,000
				⑧ Interest on a loan	300million (3.5%)	10,500
<b>Total</b>			<b>320,000</b>			<b>563,200</b>
Revenue - Expenditure				<b>-243200</b>		
Second year						
(7species)	Clownfish	5000x70,000	350,000	Feed and consumption goods		21,200
(3species)	Shrimps	6000x20,000	120,000	Tax due		14,700
(2species)	sea horse	10,000x3000	30,000	Cost of labor	186,000x0.05	195,300
				Repair(①~④)	330800x0.2	66,160
				Interest on a loan		10,500
<b>Total</b>			<b>500,000</b>			<b>307,860</b>
Revenue - Expenditure				<b>+ 192,140</b>		



Table 5-9. Total expenditure of marine ornamental fish aquaculture

500pyeong (standard)	Sum of cost	Cost of Facility	Buying cost of breeding fish	Feed and consumption good	Cost of labor	Cost of taxes and interest
Amount (won)	563,200	305,600	25,200	21,200	186,000	25,200
Rate (%)	100	54.3	4.5	3.8	33.0	4.5

- 사업 2차 년도에는 1차년도 사업을 추진하면서 기술 개발이 가능한 2종의 Clownfish를 추가하였으며 이 기간 중에 수출을 시도하여 더 좋은 성과를 올릴 수 있을 것으로 보지만 아직 수출은 직접시도해보지 못하였기 때문에 이에 대한 자료는 계상하지 않았다.

- 해수관상어 양식에서 1차년도 지출총액에서 항목별 비율을 구해보면 Table 2-31과 같이 시설 당해연도는 시설비가 차지하는 비율이 54.3%로 가장 높은 비율을 나타내었고 나머지는 기술을 요하는 사업이어서인지 인건비의 비율이 33.0%로 높게 나타났다.

- 이상의 결과를 종합하여 분석은 손익분석에서 1차 년도는 시설비의 투자액으로 인하여 -243,200천원의 적자가 생겼지만 2차 년도에는 +192,140천원의 흑자를 거둘 수 있을 것으로 분석되었다.

## (2) 해수관상어 수입 과정에서 소요되는 경비 분석

우리나라에서 소비되는 관상용 해수어는 거의 전량 외국으로부터 수입되고 있었다. 수입 대상국은 필리핀, 인도네시아를 중심으로 말레이시아, 홍콩 등의 동남아시아는 물론 피지와 같은 폴리네시아 지역, 홍해와 같은 유럽지역 그리고 일부 해마와 같은 어종은 브라질 호주로부터 수입되고 있다. 우리나라에서 해수관상어를 수입하는 업체는 정기적으로 거래를 하고 있는 업체와 비정기적인 업체를 포함 모두 5~6개 업체에 국한되어 있으며 정기적으로 수입하는 업체의 경우 월 2~4회 수입이 이루어지고 있었다.

수입된 해수어는 채집과정 중에 사용되는 마취제, 원산지 채집자와 중간 유통상인의 취급 부주의, 국제 항공노선에 의한 운송 중 받는 스트레스, 국내에 도입된 후 사육시설에의 부적응과 질병 등의 원인으로 1~3개월 내에 90%에 해당하는 개체가 폐사하는 것으로 판단된다. 그러나 3개월 이상을 사육수조 내에서 견뎌낸 개체 또는 일부 소량의 인공종묘생산 개체는 같은 어종과 크기에 비교하여 3배 이상의 높은 가격에 유통되었다. 이것은 해수관상어의 인공종묘생산 기술 개발이 절실히 필요함을 의미한다.

해수관상어의 판매가격을 결정하는데 소요되는 경비는 다음과 같다. 우선 수입되는 해수관상어의 원가, 항공운송비, 수입서류 및 수속 수수료, 현지 수출업자의 포장 비용, 외국환 거래 수수료, 관세 등의 비용이 있었다. 수입되는 어종은 매우 다양하여 100여종 이상이 연중 수입되고 있으며 드물게 거래되는 어종까지 합치면 200여종에 이르는 것으로 추정된다. 수입되는 어종의 원가는 1마리당 1 US\$ 이하에서 몇 십US\$에 이르기까지 다양하였으며 일반적으로 1마리당 10US\$ 전후의 어종이 대부분을 차지하였다.

**해수관상어 수입 유통 비용 분석** : 이 연구에서는 우선 해수관상어를 외국에서 수입하는 과정에서 소요되는 비용이 유통되는 해수관상어의 가격에 어떠한 영향을 미치는지를 검토 분석하였다. 분석은 2004년도와 2005년도에 이루어진 수입 거래 원장 중에서 무작위로 선정한 12회분의 거래 내역을 토대로 실시하였다. 1개 업체당 1회에 수입되는 해수관상어의 평균 마리 수는 678.8개체이며 최소 354개체, 최대 977개체가 수입되었다. 1개 업체당 1회에 수입되는 해수관상어의 한 마리의 평균 가격은 2.70US\$이며 최소 1.95US\$, 최대 3.24US\$였다.

해수관상어 수입 비용을 결정하는데 가장 큰 항목으로 작용하는 것으로 알려진 1개 업체당 1회에 수입되는 포장 박스의 수는 평균 15.9박스로 최소 9박스, 최대 24박스였다. 박스의 수는 수입되는 어종의 크기에 따라 결정되는데 수입되는 해수관상어의 크기가 작아 하나의 박스에 많은 수가 포장 가능할수록 소요되는 모든 경비 항목은 크게 줄게 된다. 아울러 1개 업체당 1회에 수입되는 1개의 포장 박스에는 평균 114.48US\$의 해수관상어가 포장되며 최소 95.5US\$, 최대 138.4US\$의 해수관상어가 들어 있다. 그리고 한 박스에는 평균 43.01마리, 최소 33.3마리, 최대 52.7마리의 해수관상어가 들어 있다.

총 수입 비용 중에서 해수관상어류가 차지하는 비용은  $54.9 \pm 4.3\%$ 이며 제반비용이 차지하는 비율은  $45.1 \pm 4.3\%$ 로 해수관상어 물고기 가격과 거의 동일한 비용이 수입과정에서 제반비용으로 소요되는 것을 알 수 있었다(그림 4-22).

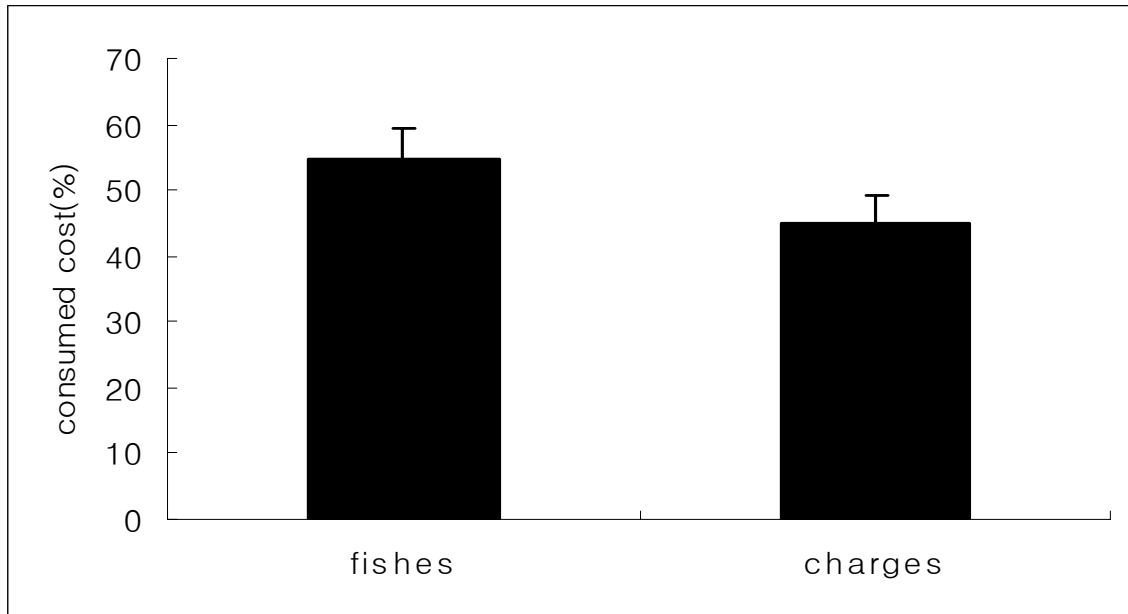


Fig. 5-1. Compare marine aquarium fish price and consumed income costs.

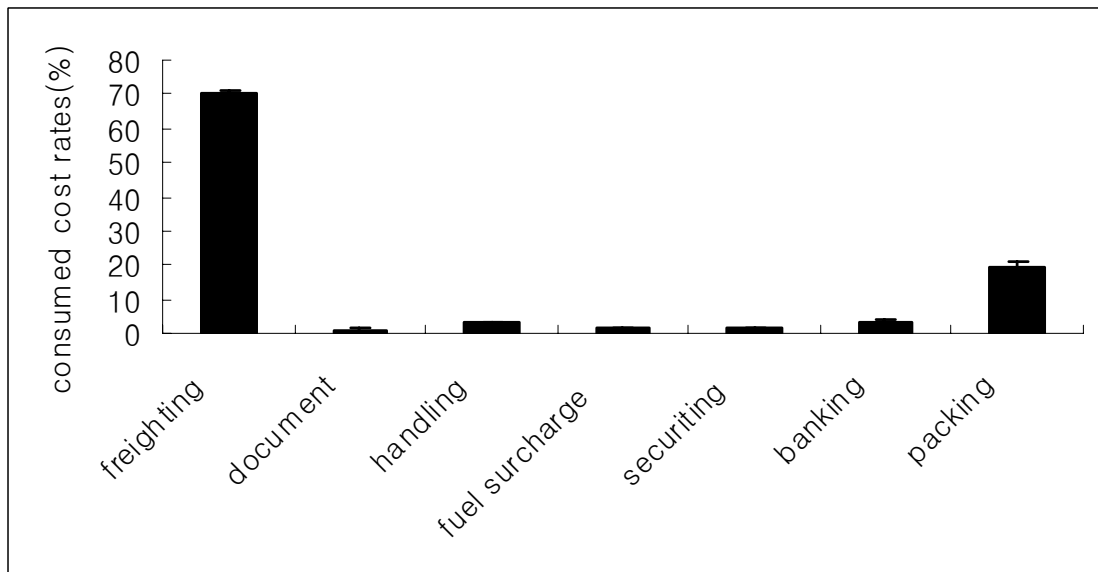


Fig. 5-2. Consumed each fee rate through the incoming process of marine aquarium fishes.

소요되는 비용은 다양하며 수입 거래와 항공 운송 경로에 따라 차이가 있는 것으로 추정되지만 주요한 소요비용은 항공 운송료가 거의 대부분을 차지하여 전체 소요 비용의 70.1%를 차지하였다. 그 외에는 포장비용이 19.6%로 두 번째이고 외국환 거래 수수료 3.3%, 취급수수료 2.9%, 방역 검사를 포함한 보안 검색 1.4%, 기타 비용 1.4% 및 수입 서류 및 수수료 1.0%의 순이었다(그림 4-23).

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- 관상 가치 높은 해수 관상어의 탐색과 자연에서의 직접적인 채집 및 유통상을 통한 필요종의 수집을 실시하여 실내수조에서 순치 및 산란용어미로서 성공적으로 사육하였으며 이 결과는 차후 한국해수관상어산업의 소중한 기본자료 로서 활용될 것임.
- 수정란의 보호관리 상태를 캠코더와 디지털 카메라로 촬영하면서 암컷과 수컷의 산란후의 임무를 관찰조사 하였으며 수정란의 부화관리 및 수정란의 안정관리방법과 부화율을 높일 수 있는 부화 장치까지 개발하여 부화율을 높였고 최근에는 대량산란에 대비하여 알을 얼마든지 연속 부화시킬 수 있는 대규모 부화장치 까지 개발하여 해수관상어생산 산업은 물론이고 담수 관상 어류의 부화 장치와 일반 유사한 생태를 가진 식용어류의 부화장치 로서도 넓게 활용될 것이다.
- 해수 관상어의 번식생리를 파악하기위하여 주요종의 생식주기를 파악하고 사육한 어미의 성 성숙유도와 성공적인 산란에 이르기까지의 번식기술을 구명함으로써 한국에 서식하는 어류의 번식생리와 생식주기는 학술적, 산업적 자료로서 긴요하게 활용될 것이다.
- 종묘생산기술개발을 위한 20여종의 해수 관상어 친어를 확보하여 사육 기술을 개발하였고 부화자어의 사육을 위하여 미소생태계의 조성과 copepoda 등의 먹이 배양을 통한 건전한 종묘육성을 달성함으로써 한국해수관상어 인공양식 산업에 이용될 것이며 미소생태계의 조성 기술이나 copepoda 등의 먹이 생물은 관상어 산업이외에도 식용어류의 양식이나 일반적인 수산생물의 사육 등에 폭넓게 활용될 것이다.
- 제주대학교에서는 세계적으로 인기가 높은 관상어로서 Saddleback clownfish (*A. polymnus*), Maroon clownfish(*P. biaculeatus*), Percula clownfish (*A. ocellaris*), Red and black clownfish (*A. melanopus*)의 대량종묘생산을 실시하여 성공적으로 치어를 양성 중에 있으며 소형수조 내에서 이 연구에서 가장 난이도가 높은 짝짓기의 습성과약과 실제로 수정란을 수회에 걸쳐 반복해서 받을 수 있는 단계에 접어들었으며 4종은 현재 대량생산한 종묘를 이용하여 다음세대의 어미로서 양성사육을 실시하고 있으며 협동연구기관인 제주수산연구소에서는 까치상어와 해마류의 생산에 성공하여 이 연구에서의 당초목표인 2종을 초과하여 모두 7종을 개발하였으며 이 밖에 기초기술개발이 확립된 어종도 5종에 이르고 있으므로

본연구의 목표를 초과달성한 것으로 평가됨.

- 해수 관상어의 종묘 생산 기술 보급을 위하여 2004년 8월27일에는 제주대학교에서 국립수산과학원과 해수관상어 양식 산업발전을 위한 학술심포지엄을 공동으로 개최하였으며 2004년 11월19일~21일 사이에 서울 무역전시장(SETEC)에서 개최된 제 4회 한국 국제 관상어 & 펫트 품평회 및 전시회에 출품하여 사단법인 한국관상어협회로부터 기술개발 공로상을 수상하였다. 개발된 품종에 대한 기술 보급은 요청이 있을시 즉시 응할 수 있는 단계에 있으며 업계의 요청이 없을 경우는 직접 연구진이 산업화를 추진할 예정이다.

## 제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

### 제 1절 연구목표 및 내용

해수관상어 양식기술을 개발하기 위하여 관상대상어의 채집, 순치 사육 및 번식 생태, 생리를 탐구하여 종묘생산기술과 양식기술을 개발

### 제 2절 연구결과 및 결과별 활용가능영역 (산업체활용, 교육·지도활용, 정책 활용 등)

세계적인 인기해수관상어 5종의 양식기술을 개발하여 산업체활용, 교육, 지도, 정책 활용이 가능하며 양식기술을 개발하였으며 기초적인 연구가 끝나 생산단계에 있는 4종의 연구도 계속되고 있으며 산업체의 활용이 가능하여 참여연구진들이 산업화를 추진 중에 있으며 대학에서 관상어강의 교재 및 자료의 활용이 가능하고 기타 산업체와 수족관등에 지도자료 로서도 활용할 것임.

### 제 3절 연구성과 활용에 따른 예상 기대효과

우리나라 해수관상어시장은 대다수가 수입업자와 유통업자들로서만 구성되어 기술이전이 될 수 있는 국내기업이 없어 개발된 성과를 연구진이 직접 벤처산업으로 추진하고자함.

해외로부터 관상어수입에 따른 외화절감과 한걸음 더 나아가 수족관사업을 대규모로 추진하고 있는 중국시장과 아시아의 큰 시장인 일본 등을 목표로 수출산업으로 전환하여 세계적으로 많은 나라들이 개발을 시작하려는 단계에서 유리한 고지를 선점하고자함.

### 제 4절 연구성과 활용 시 애로사항 및 건의사항

산업의 중요성과 국내 해수관상어산업의 활성화 및 해외수출을 위하여 업계기술이전을 시도하였으나 국내업계는 대부분이 수입을 위주로 한 유통업이 대부분으로서 기술이전이 어려운 실정에서 산업화시기의 시급성을 고려하여 연구진들이 직접 산업화를 시도하고자한다. 따라서 벤처 창업과 대상어종의 다양화를 위한 기술개발비로 약 2억 원 정도의 정부지원이 요구됨.

## 제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

호주와 미국 등지에서 Cites에서 멸종위기에 있는 종 또는 희귀종으로 분류한 해마를 포함한 희소가치가 높은 어종의 인공생산시도가 포착되고 있으며 21세기에 불어 닥칠 pet 산업의 성황에 대비한 새로운 품종의 생산기술개발에 박차를 가하고 있다.

## 제 7장 참고문헌

- Adia, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleostei. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, Monograph., 16: 173-187.
- Anil, M. K., V. S. Kakati, U. Ganga and S. Zacharia, 1999. Larval rearing of seahorse *Hippocampus kuda* under laboratory conditions. Marine Fisheries Information Service, 162, 23-25.
- Asahina, K. and I. Hanyu. 1983. Role of temperature and photoperiod in annual reproductive cycle of the rose bitterling *Rhodeus ocellus ocellus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52: 965-969.
- Baquero, J., 1999, Marine ornamental trade: quality and sustainability for the Pacific region. South Pacific Forum Secretariat, Suva, Fiji, and the Marine Aquarium Council. <http://www.aquariumcouncil.org/docs/Final%20/marine%20Ornamentals%20Rpt-ver%20June%2004.htm>, 50pp.
- Bartley, D.M., 2000. Responsible ornamental fisheries. FAO. Aquat. News 1. 24, 10~14.
- Baek, H.J. and T.Y. Lee. 1985. Experimental studies on the mechanism of reproductive cycle in the longchin goby *Chasmichthys dolichonatus*. Bull. Korea Fish. Soc., 18: 243-252.
- Bromage, N.R. and R. J. Roberts. 1995. Broodstock management and egg and larval quality. Institute of Aquaculture, pp.1-424.
- De Vlaming, V.L. 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost, *Notemigonus crysoleucas*. Biol. Bull., 148: 402-415.
- Dick Mills, 2000. The Encyclopedia of Aquarium Fish. By Periplus Editions(HK) Ltd. 224pp.
- Harahap A.P., A. Takemura, S. Nakamura, M.S. Rahman and K. Takano. 2001. Histological evidence of lunar-synchronized ovarian development and spawning in the spiny rabbitfish, *Siganus spinus* (Linnaeus), around the Rhukyus. Fisheries Sci., 67: 888-893.
- Hoque, M.M., A. Takemura, M. Matsuura, S. Matsuura and K. Takano. 1999. Lunar spawning in *Siganus canaliculatus*. J. Fish Biol., 55: 1213-1222.
- Lee, Y.D. and S.H. Park, A. Takemura and K. Takano. 2002. Histological observations



of seasonal reproductive and lunar-related spawning cycles in the female honeycomb grouper *Epinephelus merra* in Okinawan waters. Fisheries Sci., 68: 872-877.

Michael Tlusty(2002). The benefits and risks of aquacultural production for aquarium trade. Aquaculture, 205, 203~219.

Nishi, K. and K. Takano. 1979. Effects of photoperiod and temperature on the ovary of the bitterling, *Rhodeus ocellatus ocellatus*. Bull. Fac. Hokkaido Univ., 30: 63-73

Rahman M.S., A. Takemura and K. Takano. 2000. Correlation between plasma steroid hormones and vitellogenin profiles and lunar periodicity in the female golden rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch). Comp. Biochem. Physiol., 127B: 113-122.

Rahman M.S., A. Takemura, S. Nakamura and K. Takano. 2003. Rhythmic changes in testicular activity with lunar cycle in the forktail rabbitfish, J. Fish Biol., 2003. 62, 495-499.

Randall J.E. and V.E. Brock. 1960. Observations on the ecology of Epinepheline and Lutjanid fishes of the Society Islands, with emphasis on food habits. Trans. Am. Fish. Soc., 89: 9-16.

Rho Sum. 1997. Present status and future direction for seed production of marine fish in Korea. Suisanzoshoku, 45 (3), 391~404.

Schiemer, G., March, 2001. Captive-bred marine fish. Aquar. Fish. Mag., 41~45.

Smith CL. 1972. A spawning aggregation of Nassau grouper *Epinephelus striatus* (Bloch). Trans. Am. Fish. Soc., 101: 257-261.

Wabnitz, C., M. Taylor, E. Green and T. Razak, 2003. From Ocean to Aquarium, The global trade in marine ornamental species. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. 64pp.

Wilkerson, J. D. 2001. Clownfishes, T.F.H. Publications, Inc. 240pp.

[Http://www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

김방원, 2004. 우리나라 해수관상어 펫트산업의 현황과 전망. 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발표요지집. 37~40.

南條 正男, 1980. 水の中の生命. 共立出版株式會社. 111pp.

노섭. 2004. 우리나라 해수관상어 종묘생산사업의 전망. 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발표요지집. 19~36.

노섭 · 윤영석 · 최영웅 · 김종수 · 정민민. 2004. Saddleback clownfish (*Amphiprion polymnus*)의 인공종묘생산. 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발표

요지집. 72~79.

桑村哲生・中嶋康裕.1996. 魚類の繁殖戦略1. 海游舎. 1-196.

桑村哲生・中嶋康裕.1997. 魚類の繁殖戦略2. 海游舎. 1-198.

水族館ガイド, 1991. AQUA MUSEUM. 海底リゾートへようこそ! Human Network Services Co., Ltd. 112pp.

수출입 통계 년보 1998. 관세청.

수출입 통계 년보 1999. 관세청

阿部 正之, 1993. カラー-圖鑑 海水魚. 成美堂出版. 159pp.

윤 영석・노 섬・최영웅・김종수・이영돈, 2005. Saddleback clownfish, *Amphiprion polymnus*의 중  
묘생산에 관한 연구. 1) 산란과 난 발생 및 자치어사육, 한국양식학회지 18(2), 107~114.

이담휴. 2004. 우리나라 관상어 수입현황과 문제점. 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한  
심포지엄 발표요지집. 48~51.

이영돈. 2004. 해수관상어의 산란리듬, 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발표요지  
집. 62~63.

이정의. 2004. 제주해역의 해수관상어 생물자원, 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발  
표요지집. 60~61.

이찬우, 2004. 해수관상어 사육현황. 한국해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄 발표요지집.  
55~59.

임 동주 편저, Dick Mills 원저, 1999. 해수어 대백과. 도서출판 마야. 209pp.

제주도 교육청, 1995. 제주 바다 물고기. 제주도 교육청 (발행인: 강 정은). 248pp.

유재명・김성・이은경・김용서・명철수・이선명, 1995. 제주 바다 물고기. 248pp.

田中 智浩, 1993. 海水魚を飼う人のために. 清和印刷株式會社. 183pp.

정문기, 1991. 한국어도보. 727pp. (4판)

정민민. 2004. 해수관상어 번식용 초기 먹이생물의 배양과 이용, 한국해수관상어 양식  
산업 발전을 위한 심포지엄 발표요지집. 64~68.

정승범, 2004. 우리나라 관람형 수족관의 산업적 부가가치 창출. 한국해수관상어 양식산업  
발전을 위한 심포지엄 발표요지집. 41~47.

堀家 邦男, 1975. 水族館の魚達. 日本誠之印刷株式會社. 204pp.

後藤 晃・前川 光司. 1989. 魚類の繁殖行動,その様式と戦略をめぐって, 東海大學出版會, 1-  
201.

부록

관련 사진



사진 1. 우리나라에서 처음으로 제주대학교에서 개최된 해수관상어 양식산업 발전을 위한 심포지엄에는 전국 각계각층의 관련자와 학자들이 성황을 이루었다.



사진 2. 심포지엄에 앞서 강무현 국립수산과학원장이 격려사를 하는 모습



사진 3 우리나라에서 처음으로 해수관상어 사진 4 우리나라에서 처음으로 생산된 피클라 양식기술에 성공한 공로를 인정하여 사단법 클라운피시 인 한국관상어협회로부터 수여받은 공로패



사진 5. 제 4회 한국 국제 관상어 & 펫트 품평회 및 전시회에서 공로패를 받고 축하 기념 촬영을 하고 있는 관계자들



사진 6. 본 전시 booth앞에 몰려드는 관중들



사진 7. 제4회 펫트 품평회 및 전시회에 배포된 팜플렛



사진 8. 꼬마고객들의 인기를 독차지한 니모를 찾아서의 전시수조



사진 9. 가장 고객이 많이 찾아온 관심집중의 해수관상어

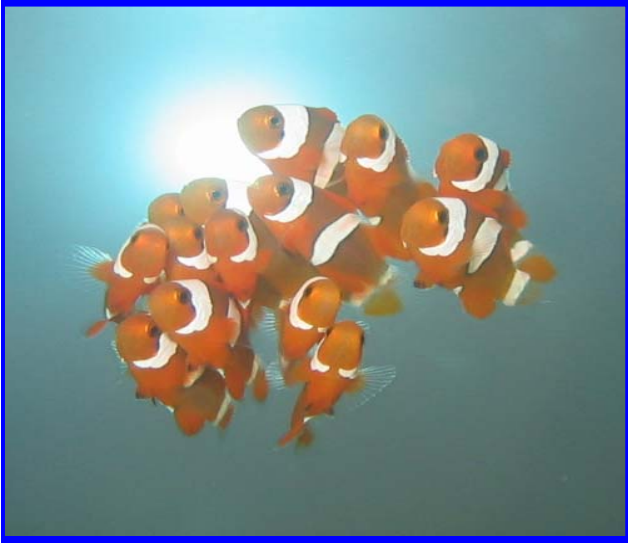


사진 11. 본연구진의 심볼 마룬클라운피시의 산란광경

사진 10. 인공생산 된 퍼쿨라클라운

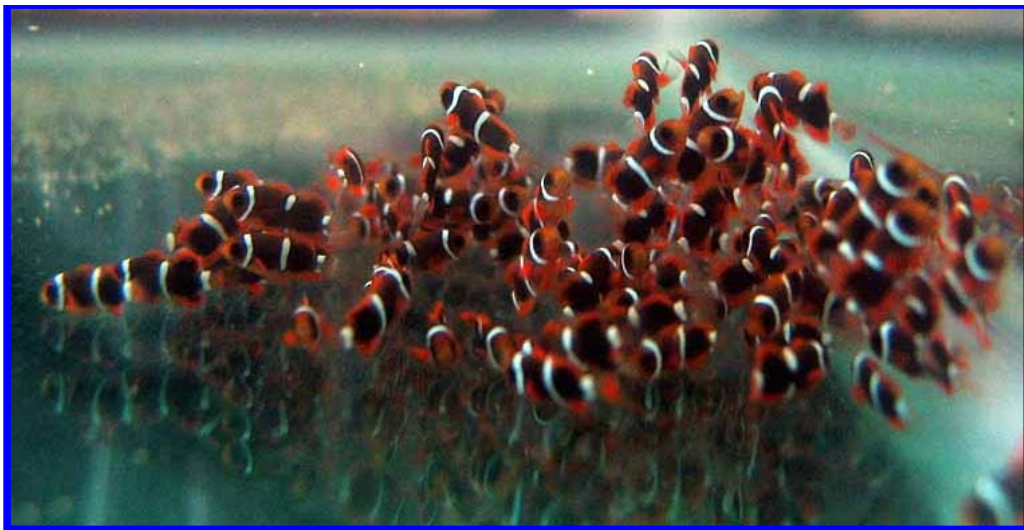


사진 12. 마룬클라운 피시 인공종묘의 Schooling 광경



사진 13. 토마토클라운의 인공종묘

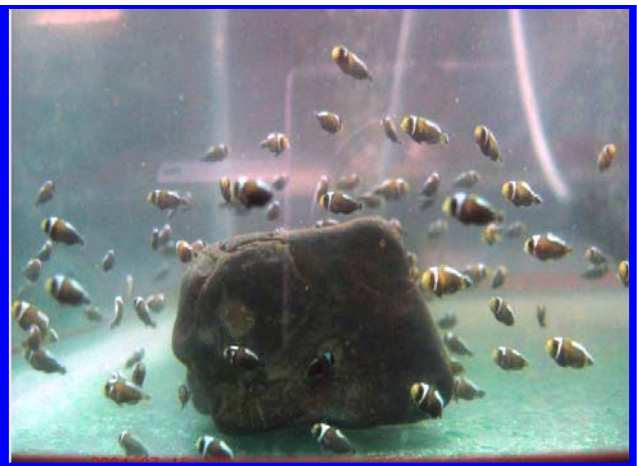


사진 14. 새들백클라운의 인공종묘



사진 15. 2003년 9월 서울 코엑스에서 BK21 지역대학육성사업 작품전시회 입상



사진 16. 제6회 한일증양식공동심포지엄에서 우수 포스터 발표상을 수상

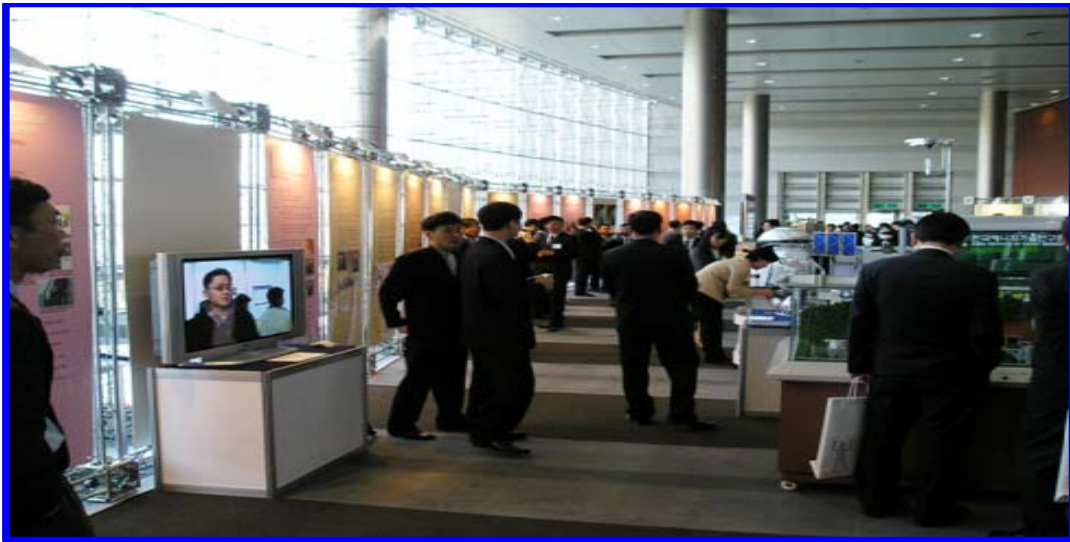


사진 17. 제 38회 과학의 날 행사에 참여정부의 실적으로 전국 각 분야의 우수과학 작품 출품에서 수산부분의 대표작으로 추천되어 전시참여



그림 18. 한국해수관상어 양식심포지엄에서 합의가 되어 추진된 한국관상어양식발전을 위한 산학연 협의회를 창립하기위한 발기인 모임광경



## 주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.