

BSPM27600-1692-3

**2004년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구**  
**A Study on the Development of Marine**  
**Biological Resources in the Southwest**  
**Pacific, 2004**

2005. 2

**주관연구기관 한국해양연구원**  
**협동연구기관 경상남도 수산자원연구소**

**해 양 수 산 부**

# 제 출 문

해양수산부장관 귀하

본 보고서를 “남서태평양 해양생물자원 개발 연구”의 2004년도 단계보고서로 제출합니다.

2005. 2. 28.

주관연구기관명 : 한국해양연구원

주관연구책임자 : 이순길

연구 원 : 김종만, 박철원, 명정구, 강래선,  
노충환, 박홍식, 김민석, 최희정,  
노봉호, 이균우, 김한준, 원기식,  
조선형, 백상규, 박정호

협동연구기관명 : 경남수산자원연구소

연구 원 : 옥광수, 박경대, 이정미

참여기업명 : Hansmicronesia International

연구 원 : 최원선, 정원삼, 김홍균, 김도현

단계보고서 초록

과제관리번호	PM27600	해당단계 연구기간	2004. 3 - 2005. 2	단계 구분	(2 단계)/(3 단계)
연구사업명	해양자원의 개발·이용 및 해양조사분야				
연구과제명	2004년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구				
연구책임자	이순길	해당단계 참여연구원수	총 : 24명 내부 : 17명 외부 : 7명	해당단계 연구비	정부: 200,000천원 기업: 100,000천원 계: 300,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양연구원 해양자원연구본부		참여 기업명	Hansmicronesia International	
국제공동연구 위탁연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	173면
<p>코스레주 해역의 해양생물자원 조사결과 어류 271종, 대형저서동물 68종, 해조류 23종 기록되었다. 산호초 생물군집의 정점별 군집구조를 구명하였으며, 정점간 생태계의 유사도를 밝혀내었다.</p> <p>쥐돔류(<i>Naso</i> spp.), 바리류(<i>Cephalopholis</i> spp., <i>Epinepelus</i> spp.), 파랑비늘돔류(<i>Scarus</i> spp.) 등의 어류와 복족류인 트로카스(<i>Trochus niloticus</i>), 극피동물인 해삼류(<i>Stichopus chlonorotus</i>)이 개발 가능한 자원으로 도출되었다.</p> <p>식물성 먹이생물 6종에 대한 열대 상온환경에서의 고밀도 계대배양 기법을 개발하였다. 현지 3회 및 국내 2회의 종묘생산을 통하여 모패다루기, 인공산란 유발 및 유생사육 기법 등 흑진주조개 종묘생산의 기업화를 위한 관건 기술을 개발하였으며, 기업화 사업에 즉시 사용할 수 있는 흑진주조개 종묘생산 지침서를 발간하였다.</p> <p>크기 50<math>\mu</math>m급 동물성 먹이생물인 <i>Undella</i> sp.를 축 라군에서 분리하여 순수 배양기법을 개발하여, 인후가 작아 기존의 먹이생물로 생산하지 못하던 능성어를 비롯한 아열대 및 열대성 고급어종의 종묘생산을 가능케 하였다. 이와 아울러 열대 상온 환경에서의 윤층 고밀도 배양 기법을 확립하였다.</p> <p>축주에서는 남방점바리(<i>Epinephelus polyphekadion</i>), 코스레주에서는 망그로브게(<i>Scylla serrata</i>)를 신양식 개발대상종으로 선정하여 효과적으로 성성숙 조사를 진행하고 있다.</p>					
색인어 (각 5개 이상)	한글	Tropical living resources, Small food organism, Blacklip pearl oyster, Grouper, Mangrove crab			
	영어	열대해양생물자원, 소형먹이생물, 흑진주조개, 능성어, 망그로브게,			

# 요 약 문

## I. 제 목

2004년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

남서태평양에 준해양 영토 개념의 해양 전진기지 개척은 21세기 해양개발을 위한 국가적 과제이며, 단기간에 가장 큰 효과를 얻을 수 있는 방법은 현지 해양생물자원 개발을 통한 전진기지 구축이다. 남서태평양의 중심이 되는 마이크로네시아는 300만km<sup>2</sup>의 광활한 배타적 경제수역과 연안 산호초 해역에 개발 잠재력이 큰 고부가가치 해양생물자원을 풍부하게 가지고 있다. 그러나 자체적 개발여력이 미흡하여 외국의 자본과 기술이 투입되어야 개발이 가능하기 때문에, 우리나라의 해양개발 정책에 부합하는 해외 전진기지 개척을 위한 최적 조건을 갖추고 있다.

본 연구의 목적은 첫째, 마이크로네시아 해역의 해양생물자원을 개발하여 급증하는 국내 고급수산물 수요를 충당하며 수입 대체효과는 물론 새로운 국제시장을 개척하고, 둘째 개발된 기술을 토대로 남서태평양 도서 국가들에 대한 수산기술 서비스 제공함으로써 이들 국가에 대한 경제·외교적 영향력을 확보하고, 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발을 위한 해양전진기지를 개척하는데 있다.

## III. 연구개발의 내용 및 범위

본 2004년도 연구는 동 사업의 제4차년도 사업으로 주요 연구항목은 마이크로네시아 코스레주 해역의 해양생물자원 개발, 흑진주조개 종묘생산 지침서 작성 및 신양식 대상종 개발연구이며, 각 항목별 연구개발의 내용 및 범위는 다음과 같다.

### 가. 해양생물자원조사

- 코스레주 산호초를 대상으로 어류, 대형저서동물 및 해조류 자원조사

나. 신앙식 대상종 개발연구

- 농성어류 종묘생산 기초연구
  - 소형 동물성 먹이생물 개발
  - 남방점바리 생식소 속도 조사
- 망그로브계 종묘생산 기초연구

다. 흑진주조개 종묘생산 지침서 작성

- 흑진주조개 먹이생물
- 흑진주조개 인공산란 유발
- 흑진주조개 유생사육
- 흑진주조개 채묘 및 부착치패 관리

IV. 연구개발결과

1. 해양생물자원조사

가. 어류자원

2003년과 2004년에 걸쳐 코스레주 산호초 생태계에서 조사된 어류는 총 40과 271종( 2003년 35과 196종, 2004년 36과 194종)이었다. 주요 종으로는 바리류, 표문쥐치류, 파랑비늘돔류, 얼개돔류, 놀래기류 등의 식용어와 흰동가리, 나비고기류, 자리돔류 등 관상용으로 개발 가능한 종류이었다.

조사 정점은 해저 환경의 특성으로서 3타입으로 나누어졌으나, 산호초의 경우 정점간 어류 다양성은 69~91종의 범위로 종수에서는 다소 차이가 있었으나, 주요 종의 구성은 비슷한 경향을 나타내어, 측주에서와 같이 정점 간 큰 차이를 보이지 않았다. 산호초 정점인 다섯 조사 정점 중에서 가장 다양한 어류가 서식하는 곳은 완만한 경사에 이은 직벽이 발달한 해저 환경을 갖고 있는 정점 3이었다. 2003년에 총 91종이 발견되었으며 2004년에는 이도 다 적은 73종이 발견되어 총 123종이 확인되었다. 이 정점에서는 금강바리류, 나비고기류, 놀래기류, 자리돔류, 쥐치류, 쥐돔류 등 일반적인 소형 어류들과 파랑비늘돔류, 표문쥐치류, 바리류, 통돔류 등 대형 종까지 다양한 어종들이 서식하고 있었다. 코스레 연안 어류상 조사에서는 측과는 달리 상어가 많지 않았다.

#### 나. 대형저서동물자원

총 68종의 초대형 저서동물이 출현하였으며, 2003년(51종)과 비교하면 높은 종수를 나타냈다. 2년간 조사에서 초대형 무척추동물은 71종이 동정되었으며, 산호가 포함된 자포동물이 41종이 출현하였다. 정점 1,3,5의 경우 2003년과 동일한 지역에서 조사가 수행되었는데, 정점 1과 5에서는 수심 10m 지역에서 우점하는 *Acropora tutuilensis*의 대부분이 죽어있는 것으로 나타났다. 대부분 정점에서 지형적인 구조에 따라 산호의 수직 분포 양상이 상이하게 나타났으며, 하향 조류(Downward currents)가 산호 군집 구조에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 생물 분포는 이런 지형적 특성에 따라 3개 군집으로 나누어 졌다. 특히 육상 담수가 유입되는 기수역의 경우 높은 탁도로 인해 단조로운 생물상을 나타냈다.

자원생물의 경우 거대조개의 분포가 정점 6에서 12개체/100m<sup>2</sup> 으로 높게 나타났으며, 트로커스의 경우 2003년에 정점 1과 5에서 각각 38, 25 개체/100m<sup>2</sup> 가 출현한데 반해 2004년의 경우 19, 36 개체/100m<sup>2</sup> 가 출현하였으며, 정점 6에서도 18개체/100m<sup>2</sup> 가 출현하여 주로 섬 동쪽을 중심으로 분포하는 것으로 나타났다.

#### 다. 해조류자원

코스레 해역의 산호초 지역에서 출현한 해조류는 남조류 2종, 녹조류 4종, 홍조류 13종으로 총 19종이었다. 우점하는 종은 *Lithothamnion* sp., *Halymeda opuntia* f. *cordata*, *Halymeda discoidea*, *Lithophyllum okamurae*, *Peyssonelia caulifera*이었다. 분포하한은 정점 1에서는 25m 이상으로 깊은데 비해, 정점 3, 5, 6에서는 20m 미만이였다. 피도는 수심 10~15 m 사이에서 가장 높았다. 2004년에 조사된 출현종수, 우점종, 분포하한 및 주요종의 수직분포는 2003년 조사와 차이가 없었다.

Lelu 만에 대한 해조자원조사 결과, 해조류의 다양성 및 풍도는 공간적으로 크게 변화함을 알 수 있었다. 만 안쪽에서는 해조류가 전혀 관찰되지 않았고, 만 입구에 위치한 정점에서만 6종의 해조류가 관찰되었다. 만 안쪽에 위치한 정점에서 해조류가 출현하지 않는 것은 Innem river를 통해 유입되는 토사가 저층에 침적되어 해조류가 부착할 수 있는 기질이 없기 때문이다. 환경요인 또한 공간적으로 유의하게 변화하였다. 수심, 염분, 용존산소, 투명도는 만 안쪽에서 reef 쪽으로 증가하는 경향을 보였고, 반면 수온과 부유물질의 농도는 감소하였다. 영양염의 농도 역시 만 안쪽에서 높게 나타났고, reef 쪽으로 갈수록 감소하였다.

## 2. 신양식대상종 개발

### 가. 남방점바리

남방점바리는 우리나라에 서식하는 자바리와 매우 유사하다. 2004년 4월부터 2005년 1월까지의 총 122마리의 생식소를 조사하였다. 크기에 따른 생식소중량지수의 변화는 거의 관찰되지 않았으며, 5월부터 12월 사이의 월별변화도 뚜렷하지 못하였다. 2005년 1월에 들어 생식소중량지수가 급격하게 증가하여 2004년 4월과 유사한 수준을 나타내었다. 남방점바리의 생식소 주 발달 시기는 2월이며, 산란 성기는 3월로 추정된다. 4월에 들어 생식소는 점차 위축되어 휴지기에 들어가는 것으로 추정된다.

마이크로네시아의 축 라군에서 50 $\mu\text{m}$  유충류 *Undella* sp.를 성공적으로 분리하여 배양하였다. 수온에 따른 *Undella* sp.의 배양실험에서 30 $^{\circ}\text{C}$  실험구가 4일째 306개체/ml로 가장 높은 밀도를 보였고 다음으로 26 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5일째 132개체/ml로 나타났으며, 22 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 배양 5일 동안 1~7개체/ml로 낮은 밀도를 유지하였다. 염분에 따른 성장을 보면 염분이 낮아질수록 성장이 낮아지는 경향을 보이고 있었는데 최고밀도는 33‰에서 배양 4일째 나타난 807개체/ml이었다. 유충류 대량배양에 적합한 환경은 수온 30 $^{\circ}\text{C}$  및 염분 33‰로 추정되며 최적 먹이생물은 *I. galbana*로 밝혀졌다. *Undella* sp.는 이분법으로 증식하기 때문에 번식 속도는 윤충에 비하여 다소 떨어진다고 하겠지만, 환경조건이 좋을 경우 3회/일 증식이 가능하여 3일 이내에 실험조건에서 500배로 증식시킬 수 있다.

형태학적 측면에서 갑이 있고 둥근 모양을 가지는 특성에서 *Undella* sp.는 먹이생물로써의 가치가 크다. 성체의 크기는 40~60 $\mu\text{m}$ 로 현재 어류양식에 주로 사용되고 있는 윤충에 비하여 1/2의 크기에 불과하여, 인후 크기가 작은 능성어류의 부화자의 먹이로 적합하다.

축 라군에서 분리한 열대산 윤충 *Synchaeta* sp.는 *Brachionus*속 윤충과는 달리 갑이 없고 체강의 신축성이 크다. 증식속도는 *Brachionus*속에 비해 느리나 크기 90~130 $\mu\text{m}$ 로 S급 혹은 SS급 윤충으로 대량배양이 가능하다면 능성어류의 먹이로 활용 가능하다.

열대환경에서의 윤충 고밀도 배양시 *Chlorella*와 건조빵효모의 혼합비율은 70% 이내로 하는 것이 효과적이며, 최대밀도에 도달하는 기간은 약 6일이다. 가능한 고밀도로 접종하고, 접종 후 1일부터 매일 1회씩 부분수확법으로 윤충을 수확하되 3일째에는 전량 수확, 환수하는 것이 바람직하다.

## 나. 망그로브게

망그로브게류 중 산업적으로 중요한 것은 *Scylla serrata*, *S. tranquebarica*, *S. paramamosain* 및 *S. olivacea* 4개종이 있으며 축주와 코스타주에는 *S. serrata*만 분포한다. 망그로브게는 성장 속도가 빠르기 때문에 자연산 어린 게(6~8명)를 수집하여 양성할 경우 5개월 만에 시장크기로 키울 수 있다.

2004년 11월부터 12월까지 조사된 자료를 토대로 고찰하면, 두홍갑장 13cm 이상의 망그로브게의 경우 생식소 발달에 있어 암컷과 수컷 모두 현재까지 뚜렷한 월주기를 나타내지 않았다. 만월에 가까운 11월 26일(음력 10월 14일) 채포된 수컷은 3.3%의 비교적 높은 생식소중량지수를 나타내었으며, 만월 이후 하현인 12월 2일(음력 10월 20일) 채집된 암컷의 두홍갑에는 교미에 의한 상흔이 뚜렷하게 남아 있었다. 이상의 결과만으로 추론할 경우 수컷은 만월 또는 만월에 가까운 시기에 탈피한 암컷과 교미하는 듯 하며, 암컷은 월주기와 관계없이 부정기적으로 산란에 임하는 것으로 추측된다.

## 3. 흑진주조개 종묘생산

### 가. 먹이생물 배양

흑진주조개의 먹이생물로 적합한 식물플랑크톤은 *Isochrysis* aff. *galbana*, *Pavlova lutheri*, *Pavlova* sp. (Green-iso.), *Nannochloropsis oculata*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros simplex*, *Ch. calcitrans*, *Ch. gracilis* 등이며, 최소한 녹조류 3~4종 및 규조류 1~2종을 배양하여 혼합 급이 한다. 먹이생물 배양은 부원종 → 보존배양 → 중간배양 → 대량배양의 순서로 계대배양한다.

부원종의 보존배양 접종일로부터 먹이생물로 공급하기까지 걸리는 시간은 *Ch. simplex*, *Ph. tricorutum*, *Pavlova* sp.가 20일 내외이었으며, *Ph. tricorutum* 과 *I. aff. galbana*는 16일이 소요된다. 한편 *T. suecica*는 중간배양의 최대밀도가  $1 \times 10^6$  세포/ml에 불과하며 최대밀도에 이르기까지 걸리는 시간도 21일로 가장 저조하였다. 실외수조에서 최대밀도에 도달하는 시간은 6일 내외로 중간배양과 유사하였으나, 최대밀도는 중간배양의 1/2 수준이었다.

흑진주조개 종묘생산의 목표를 2mm급 치패 100만 마리로 하고 먹이생물 밀도를  $5 \times 10^6$  세포/ml로 한다면 필요한 먹이생물량은 부화 1일째에는 10ℓ, 10일째에는 40



ℓ, 부착기에 들어서는 17~20일째에는 100ℓ가 필요하다. 그 후 치패의 성장에 따라 먹이생물 요구량이 급증하는데, 30일째에는 200ℓ, 45일째에는 400~500ℓ의 먹이생물이 필요하다.

같은 종류의 먹이생물을 25℃에서 배양할 경우 *Pavlova* sp.가 배양 8일째  $3.2 \times 10^7$  세포/ml로 가장 높았고, 규조류인 *C. simplex*는 배양 7일째  $9 \times 10^6$  세포/ml이었다.

#### 나. 흑진주조개 종묘생산

흑진주조개 종묘생산을 위한 산란자극은 수집된 모패의 생식소를 검사하여 성숙한 알과 정자가 관찰되는 것만을 대상으로 모패로 사용해야 한다. 자연산 모패의 성숙속도가 낮을 경우 모패를 약 1개월 정도 연안의 기초생산력 높은 해역에 수송하거나, 실내수조에서 충분한 먹이를 2~3주 공급하며 생식소 발달을 앞당길 수 있으며, 양질의 수정란을 얻을 수 있다.

흑진주조개의 인공산란은 간출에 이은 저온자극법이 가장 효과적이며, 인공산란 방법은 간출자극에 이은 저온자극이 가장 좋은 것으로 밝혀졌으며,

흑진주조개 수정란은 수온 28℃에서 수정 24시간 후 D형 유생으로 부화하고, 4일째 평균각장 100 $\mu$ m로 성장하여 5일째 umbo가 형성된다. 평균각장 120 $\mu$ m의 각정기까지는 약 9일이 소요되고, 14~16일째 각장 190 $\mu$ m에 이르면서 안점이 나타나기 시작한다. 부착치패는 사육 28일째 각장 1mm로 성장하고, 44일이면 3mm로 성장하여 해상사육이 가능하다. 부화 후 75일째에는 평균각장 1cm내외로 성장한다.

### V. 연구개발 결과의 활용계획

- 남서태평양 해역의 해양생물자원 (식용어류, 관상어류, 저서생물자원, 생리활성물질) 탐색 및 개발에 활용
- 국내 수산업체 (흑진주양식, 고급어종 양식, 관상어 송출) 현지진출을 위한 기술적 기반 제공
- 개발된 기술을 국내 양식산업에 적극 활용
  - 초소형 먹이생물 개발로 국내산 양식어류 종묘의 초기 생존을 향상 및 양식품종 다변화
  - 제주도를 거점으로 하는 아열대산 고급어종 양식산업의 활성화
  - 발전소 온배수 이용기술과 연계 아열대산 어류 양식산업의 국내 정착

- 해양정책 결정에 활용
  - 태평양시대 선도를 위한 주변국들과의 해양기술 협력을 통한 경제·외교적 영향력 확보 지원
  - 첨단 해양과학기술 발전으로 해양개발 선진국으로서의 위상확보 및 차세대를 위한 해양자원 개발 의욕고취용 교육 자료
  - 남서태평양 글로벌 해양기지 개척 지원

# SUMMARY

## I. Title

A Study on the Development of Marine Biological Resources in the Southwest Pacific, 2004

## II. Objectives of the Study

The government of Korea is going to establish an overseas outpost to boost an intensive development of overseas marine resources and to build a solid leadership upon island countries in the Pacific. The most effective shortcut for advancing is to build an outpost through developing local fisheries resources. Micronesia is located in the center of the Southwestern Pacific, and its 3 million km<sup>2</sup> wide EEZ and coastal coral reef habitats are abundant with high-potential marine resources. However, it has low ability for self-development, and therefore it is a suitable place to build an overseas marine outpost.

The purpose of this research is to develop resources from Micronesian waters in order to fulfill the increasing need for high-quality marine products in Korea, substitute imports and to find a new international market. And also, it is conducted to provide advanced marine technology services to Southwestern Pacific nations, to maintain economic and diplomatic influence upon them. It is aimed eventually at preparing a foundation for Korea's leading position in the marine environment in the new Pacific era of the 21st century.

## III. Contents and Extent of the Research

The research was planned for development of marine resources in the coastal waters of Kosrae, FSM, publication of a seed production manual for blacklip pearl oyster, and development of new target species for aquaculture. The scope of the study are as follows.

#### A. Development of marine resources in Kosrae, FSM

- Distribution of edible and aquarium fish resources
- Distribution of benthic biological resources
- Distribution of marine seaweed
- Structure of coral ecosystem

#### B. Development of new target organisms for aquaculture

- Gonadal development of grouper
- Development of small size zooplanktonic food organisms
- Fundamentals of mangrove crab cultivation

#### C. Publication of seed production manual of blacklip pearl oyster

- Sexual maturation of blacklip pearl oyster
- Food organisms of blacklip pearl oyster
- Rearing of planktonic larvae of blacklip pearl oyster
- Collection and nursing of spats of blacklip pearl oyster

### IV. Research Result

#### A. Marine biological resources study

##### 1. Fish resources

Two hundred and seventy one fish species (34 families 196 species in 2003, 36 families 194 species in 2004) were observed in Kosrae Lagoon. Among them groupers, unicornfishes, parrotfishes, soldierfishes and wrasses were commercially important as edible fishes while anemone fishes, butterflyfishes and demersal fishes were ornamental.

Fish habitats in Kosrae were divided into 3 types in terms of underwater topography as followed: Flatted terrace followed by a gentle slope (6~13m in depth, St. 1, 5, 6), Flatted terrace followed by a drop off toward a deep water (6~11m in depth, St. 2, 3, 4), Bay area with mud bottom (St. 7). There were

no apparent different of fish diversity was observed among stations.

The highest fish diversity of 123 species was observed at St. 3 where 91 species and 73 species were found in 2003 and 2004, respectively. Damselfish, filefish and surgeonfish, parrotfish, unicornfish, grouper and snappers were the noticeable commercial food fishes while basslet, angelfish, wrasse and sea anemonefish were the ornamental. However, sharks were not found as much as in Chuuk lagoon at these stations.

## 2. Megalozoobenthos

Among 51 species of megalozoobenthos, coelenterates which comprised 25 species was the most dominant group and followed by echinoderm which was represented by 9 species.

The vertical distribution patterns of coral communities seemed to be controlled by bottom types and intensity of downward currents. Generally, brain corals and encrusting corals dominated throughout the study area.

The most part of coral habitats in Kosrae seemed not stable due to strong downward currents which destroyed the coral habitats physically. Thus, species diversity was reduced in a certain degree in shallow waters.

A top shell, *Trocas niloticus* inhabited in a fairly good density and ready for a harvest. The maximum density of 38inds./100m<sup>2</sup> was found at station 1 and followed by 25inds./100m<sup>2</sup> at station 5. The density of giant clam was greater than Chuulish waters however it appeared to be good for the commercial exploitation.

## 3. Seaweed resources

Nineteen species of seaweeds including 2 species of blue-green algae, 4 species of green algae and 13 species of red algae were found in the coral reef habitats of Kosrae. Dominant seaweed species were *Lithothamnion* sp., *Halymeda opuntia* f. *cordata*, *Halymeda discoidea*, *Lithophyllum okamurae*, *Peyssonelia caulifera*. The vertical limit of seaweed distribution was <20m at all stations other than station 1 (> 25m). Abundances of seaweed species were

highest around 15m in depth. The diversity, abundance, and vertical extent of seaweed species in 2004 were almost same as in 2003.

The seaweed survey in Lelu Bay showed that there were strong spatial variations in the diversity and abundance of seaweed species. It was noticeable that no seaweed species was observed at the inner part of the bay while 6 species were observed at the mouth of the bay. This phenomenon seemed to be caused by a high turbidity originated from Innem River and difference of physicochemical factors such as water depth, salinity, dissolved oxygen, transparency and nitrogen those which increased from inner bay area toward the mouth of the bay while temperature and suspended sediment were increased oppositely.

## 2. Development of new target species for aquaculture

### A. Blue-tailed cod

Blue-tailed cod was a similar species to kelp grouper which is one of the most valuable species in Korea. There was little changes in the gonado-somatic index of blue-tailed grouper observed in terms of size and season during May to December 2004. From January 2005, the index increased sharply to same level as in April 2005. It seemed that the high spawning season of the fish is March and its gonad enters resting period from April.

A small tintinid, *Undella* sp. were isolated in Chuukish and successfully cultured up to 800 inds./ml. It should be a good food organism for just hatching larvae of groupers as the size of *Undella* sp. is only about 50 $\mu$ m in diameter or smaller than esophagus of the larvae. The optimum condition of multiplication of *Undella* sp. appeared to 30°C and 33%. In addition to this, SS-sized rotifer, *Synchaeta* sp. was isolated in Chuuk Lagoon. At this moment, the rate of multiplication of *Synchaeta* sp. was slower than other rotifer species belong to the genus *Brachionus*, however it could be a good food organism post to *Undella* sp. as its size ranged between 90 and 130 $\mu$ m. Ratio of *Chlorella* and baker's yeast to feed rotifer was 7:3 in tropical condition. If the content of baker's yeast exceeded 30% of the feed, the growth rate of rotifer dropped

sharply.

## B. Mangrove crab

There are four important mangrove crab species inhabited around tropical Pacific. Among them *Scylla serrata*, *S. tranquebarica*, *S. paramamosain* and *S. olivacea* are commercially important. *S. serrata* is the only mangrove crab inhabited in Chuuk and Kosrae and become one of the most potential species for aquaculture in Kosrae.

Based on the gonad observation between November 11 and 12, 2004, no lunar periodicity was observed in the development of gonad. Male crab caught near full moon had 3.3% of gonado-somatic index, and female crabs caught during the third quarter had mating scars on its carapaces. And thus, it can be assumed that mating may occurred during full moon but spawning of female may occurred spontaneously.

## 3. Seed production of blacklip pearl oyster

### A. Food organisms

It was appeared that *Isochrysis* aff. *galbana*, *Pavlova lutheri*, *Pavlova* sp. (Green-iso.), *Nannochloropsis oculata*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros simplex*, *Ch. calcitrans* and *Ch. gracilis* were good food organisms for blacklip pearl oyster. For the maximum growth of the oyster larvae, a mixture diet consisted by 3~4 species of green algae and 1~2 species of diatoms is recommended.

To complete a series of subculture from stock culture to harvest, *Ch. simplex*, *Ph. tricornutum* and *Pavlova* sp. required 20 days while *Ph. tricornutum* and *I. aff. galbana* need 16 days. The maximum densities of *Ph. tricornutum* and *Pavlova* sp. were about  $1.2 \times 10^7$  cells/ml and the others were between  $3.5 \times 10^6$  cells/ml and  $5.6 \times 10^6$  cells/ml. Those green algae and diatoms can be cultured to  $3.2 \times 10^7$  cells/ml within 8 days and  $9 \times 10^6$  cells/ml within 7 days under 25°C.

Assumed to produce one millions of seed shells about 2mm in shell length, and the density of food organisms is  $5 \times 10^6$  cells/ml, it required 10 ℓ of food at day 1, 40 ℓ at day 10 and 100 ℓ at day 15~17 (or settling period). Then as the young shell grows bigger, the more food organisms are required such as 200 ℓ at day 30 and 400~500 ℓ at day 45.

#### B. Seed production of blacklip pearl oyster

Nursing of mother shells of blacklip pearl oyster at captive tanks with unlimited food or hanging around high productive area are recommended to enhance the development of gonad.

The best spawning reaction against stimuli is a 3 hour desiccation followed by a cold water shock at  $\Delta T$  of 12°C. Fertilized eggs hatched to D shape larvae within 24 hours after fertilization at 28°C. Then grew to 100 $\mu$ m by 4 days and became an early umbo stage larvae at day 5. It took 9 days to be 120 $\mu$ m and 14 to 16 days to be an eyed larvae, then ready for settlement. A spat grew to 1mm in shell length by 28 days and ready to ocean nursing by 75 day when it grew to 1cm in shell length.

### V. Application of the study results

- Development of marine resources in Southwest Pacific (edible fish, aquarium fish, benthic biological resources, bioactive compounds)
- Provide basic technological basis for fisheries industries to advance to Micronesia (black pearl culture, high-quality fish farming, aquarium fish)
- Application of findings to utilize the new technology in domestic farming industry
  - To increase early survival rate of fish and to diversify farming species using micro food organism
  - To activate subtropical high-quality fish farming based on Jeju Island
  - To settle utilization technology of power plant effluent and related subtropical fish farming industry



- Provide scientific data for decision maker of marine policy
- Maintaining economic and diplomatic influence by cooperating with neighboring nations, to lead the Pacific era
- For educational resource which advocated the next generation to develop marine resources, as an advanced marine nation with high-tech marine science
- Support development of oversea oceanic outpost in Southwest Pacific

# Contents

Summary .....	X
Contents .....	XV II
List of Tables .....	X I X
List of Figures .....	XX I
Chapter I. Objectives of the Study .....	1
Section 1. Purposes and needs of the study .....	1
Section 2. Present status of the study area .....	1
Section 3. Scope of the study .....	3
Chapter II. State of the Art of the Study .....	6
Section 1. Present status of oversea technology .....	6
Section 2. Present status of domestic technology .....	7
Chapter III. Result of the Study .....	9
Section 1. Marine biological resources .....	9
A. Characteristics of study area .....	9
B. Materials and methods .....	10
1. Research stations .....	10
2. Materials and methods .....	13
C. Results and discussions .....	16
1. Fish resources .....	16
2. Megalozoobenthic resources .....	56
3. Algal resources .....	77
Section 1. Development new target species for aquaculture .....	96
A. Introduction .....	96
B. Materials and methods .....	97
1. Blue-fined cod .....	97
2. Mangrove crab .....	98
3. Results and discussions .....	99
A). Blue-fined cod .....	99

B). Mangrove crab .....	115
Chapter IV. Achievements and Contributions .....	122
Section 1. Achievements .....	122
A. Section 1. Outlines of contents .....	122
1. Marine biological resources .....	122
2. Development new target species for aquaculture .....	122
3. Seed production manual of blacklip pearl oyster .....	122
B. Comparison of objectives and achievements .....	124
Section 2. Contribution to relative fields .....	125
Chapter V. Application of research output .....	126
Chapter VI. References .....	127
Plates .....	133
Appendix .....	141
Application plan of the study results .....	154

## List of Tables

Table	1. Position of stations for marine biological resources study in Kosrae, FSM .....	11
Table	2. List of fish species at St. 1 in Kosrae .....	17
Table	3. List of fish species at St. 2 in Kosrae .....	23
Table	4. List of fish species at St. 3 in Kosrae .....	26
Table	5. List of fish species at St. 4 in Kosrae .....	32
Table	6. List of fish species at St. 5 in Kosrae .....	35
Table	7. List of fish species at St. 6 in Kosrae .....	41
Table	8. List of fish species observed at St. 7 in Kosrae .....	44
Table	9. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 1 in Kosrae .....	46
Table	10. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 2 in Kosrae .....	47
Table	11. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 3 in Kosrae .....	47
Table	12. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 4 in Kosrae .....	48
Table	13. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 5 in Kosrae .....	49
Table	14. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 6 in Kosrae .....	50
Table	15. Environmental characteristics and commercial species by stations in Kosrae .....	52
Table	16. Number of species and taxon of megalozoobenthos in Kosrae .....	72
Table	17. Characteristics of megalozoobenthic communities in Kosrae by cluster analysis .....	73
Table	18. Density of benthic resources by stations in Kosrae .....	76
Table	19. Occurrence of seaweed species in Kosrae .....	78
Table	20. The percent cover of seaweed species at each investigated depth .....	80

Table 21. Dominance index of seaweed species based on percent coverage in Kosrae .....	84
Table 22. Percent coverage of seaweeds species in Lelu Bay .....	89
Table 23. Result of one-way ANOVA test of environmental factors in Lelu Bay .....	91
Table 24. Sexual maturation of blue-tailed cod ( <i>Ephinephelus polyphekadion</i> ) in Chuuk Lagoon .....	100
Table 25. High density culture of rotifer( <i>Brachionus rotundiformis</i> ) under tropical condition .....	112
Table 26. Morphological characteristics of mangrove crabs (Genus <i>Scylla</i> ). .....	116
Table 27. Gonodo-somatic index of mangrove crab in Kosrae .....	119

## List of Figures

Fig. 1. Map showing the study area in Kosrae, FSM .....	12
Fig. 2. Scheme of fish distribution at St. 1 in Kosrae .....	21
Fig. 3. Scheme of fish distribution at St. 3 in Kosrae .....	30
Fig. 4. Scheme of fish distribution at St. 5 in Kosrae .....	39
Fig. 5. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 1 in Kosrae .....	57
Fig. 6. Aspect of mass mortality of <i>Acropora tutuilensis</i> at Station 1 in Kosrae .....	59
Fig. 7. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 3 in Kosrae. ....	61
Fig. 8. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 5 in Kosrae .....	63
Fig. 9. Aspect of mass mortality of <i>Acropora tutuilensis</i> at Station 1 in Kosrae .....	64
Fig. 10. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 6 in Kosrae .....	66
Fig. 11. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 7 in Kosrae .....	69
Fig. 12. Number of species of megalozoobenthos in Kosrae .....	71
Fig. 13. Changes of species number of megalozoobenthos in Kosrae .....	71
Fig. 14. Cluster diagrams of megalozoobenthic communities in Kosrae based on the cluster analysis .....	74
Fig. 15. Vertical distribution limit of seaweeds occurred in Kosrae .....	81
Fig. 16. Changes in the percent coverage of seaweed species in Kosrae .....	83
Fig. 17. Percent coverage of the dominant seaweed, <i>Lithothamnion</i> sp. in Kosrae depend on depth .....	85
Fig. 18. Percent coverage of the dominant seaweed, <i>Halymeda</i> <i>opuntia</i> f. <i>cordata</i> in Kosrae depend on depth .....	86
Fig. 19. Percent coverage of the dominant seaweed, <i>Halymeda</i>	

	<i>discoidea</i> in Kosrae depend on depth .....	87
Fig. 20.	Percent coverage of the dominant seaweed, <i>Lithophyllum</i> <i>okamurae</i> in Kosrae depend on depth .....	88
Fig. 21.	Cluster analysis (UPGMA) of seaweed communities in Lelu Bay based on bottom cover of seaweeds .....	90
Fig. 22.	Spatial variations of species diversity (upper) and abundance (lower) of seaweed communities in Lelu Bay .....	92
Fig. 23.	Water depth and spatial variations of temperature, salinity, DO, transparency and suspended sediment of surface water in Lelu Bay .....	93
Fig. 24.	Spatial variations in nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NH}_4^+$ , TIN) concentrations in surface water in Lelu Bay .....	94
Fig. 25.	Relationship between body weight and gonad weight of blue-tailed cod ( <i>Ephinephelus polyphekadion</i> ) in Chuuk Lagoon .....	102
Fig. 26.	Monthly variation of gonado-somatic index of blue-tailed cod ( <i>Ephinephelus polyphekadion</i> ) in Chuuk Lagoon .....	103
Fig. 27.	Growth of <i>Undella</i> sp. depend on experimental temperature .....	105
Fig. 28.	Growth of <i>Undella</i> sp. depend on salinity of culturing media .....	106
Fig. 29.	Growth of <i>Undella</i> sp. depend on food organisms .....	107
Fig. 30.	Growth of rotifer, <i>Synchaeta</i> sp. depend on food organisms .....	111
Fig. 31.	Change of density of rotifer, <i>B. rotundiformis</i> depend on culturing period .....	113
Fig. 32.	Changes of daily production of rotifer, <i>B. rotundiformis</i> depend on food organisms .....	114

# 목 차

요약문 .....	III
목차 .....	XXIII
표목차 .....	XXV
그림목차 .....	XXVI
제 1 장. 연구개발과제의 개요 .....	1
제 1 절. 연구개발과제의 필요성약 .....	1
제 2 절. 연구대상 지역 .....	3
제 3 절. 연구사업의 범위 .....	4
제 2 장. 국내외 기술개발 현황 .....	6
제 1 절. 국외 기술개발 현황 .....	6
제 2 절. 국내의 기술개발 현황 .....	7
제 3 장. 연구개발 수행 내용 및 결과 .....	9
제 1 절. 해양생물자원 조사 .....	9
1. 조사해역의 특성 .....	9
2. 재료 및 방법 .....	10
가. 조사지점 .....	10
나. 조사방법 .....	13
3. 결과 및 고찰 .....	16
가. 어류자원 .....	16
나. 대형저서무척추동물자원 .....	56
다. 해조류자원 .....	77
제 2 절. 신앙식대상종 개발 .....	96
1. 서언 .....	96
2. 재료 및 방법 .....	97
가. 남방점바리 .....	97



나. 망그로브계 .....	98
3. 결과 및 고찰 .....	99
가. 남방참마리 .....	99
나. 망그로브계 .....	115
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	122
제 1 절. 목표달성도 .....	122
1. 연구내용별 개요 .....	122
가. 해양생물자원조사 .....	122
나. 신앙식 대상종 개발 .....	122
다. 흑진주조개 종묘생산 .....	123
2. 목표달성도 대조표 .....	124
제 2 절. 관련분야에의 기여도 .....	125
제 5 장. 연구개발 결과의 활용 계획 .....	126
제 6 장. 참고문헌 .....	127
화보 .....	133
부록 .....	141
해양수산연구개발사업 연구결과 활용계획서 .....	154

## 표목차

표 1. 코스레 해역의 해양생물자원 조사정점의 좌표	11
표 2. 코스레 정점 1에서 관찰된 어류 목록	17
표 3. 코스레 정점 2에서 관찰된 어류 목록	23
표 4. 코스레 정점 3에서 관찰된 어류 목록	26
표 5. 코스레 정점 4에서 관찰된 어류 목록	32
표 6. 코스레 정점 5에서 관찰된 어류 목록	35
표 7. 코스레 정점 6에서 관찰된 어류 목록	41
표 8. 코스레 정점 7에서 관찰된 어류 목록	44
표 9. 코스레 정점 1에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	46
표 10. 코스레 정점 2에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	47
표 11. 코스레 정점 3에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	47
표 12. 코스레 정점 4에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	48
표 13. 코스레 정점 5에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	49
표 14. 코스레 정점 6에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위	50
표 15. 코스레 해역의 조사정점별 환경 특성과 수산어종 목록	52
표 16. 코스레 해역의 정점별 분류군별 출현 종수	72
표 17. 집괴분석에 의한 코스레 해역의 초대형저서동물 군집의 특성	73
표 18. 코스레 해역의 정점별 저서무척추동물자원의 분포밀도	76
표 19. 코스레 해역의 조사 정점별 해조류 출현양상	78
표 20. 코스레 해역의 조사정점별 해조류의 수심별 피도	80
표 21. 코스레 해역에 있어서 평균피도를 기초한 해조류의 우점도	84
표 22. Lelu 만의 조사정점별 해조류의 피도	89
표 23. Lelu 만 조사정점별 환경요인의 분산분석 결과	91
표 24. 축 라군에 서식하는 남방점바리의 생식소 발달	100
표 25. 열대환경에서의 윤충의 고밀도 배양	112
표 26. 톱날꽃게속의 형태학적 특징	116
표 27. 코스레산 망그로브계의 생식소중량지수	119

## 그림목차

그림 1. 마이크로네시아 코스레 해역의 조사정점도 .....	12
그림 2. 코스레 정점 1에서의 어류 분포 양상 .....	21
그림 3. 코스레 정점 3에서의 어류 분포 양상 .....	30
그림 4. 코스레 정점 5에서의 어류 분포 양상 .....	39
그림 5. 코스레 정점 1에서 초대형 저서동물의 수직분포 .....	57
그림 6. 코스레 정점 1에서의 <i>Acropora tutuilensis</i> 군체의 폐사 양상 .....	59
그림 7. 코스레 정점 3에서 초대형 저서동물의 수직분포 .....	61
그림 8. 코스레 정점 5에서 초대형 저서동물의 수직분포 .....	63
그림 9. 코스레 정점 5에서의 <i>Acropora tutuilensis</i> 군체의 폐사 양상 .....	64
그림 10. 코스레 정점 6에서 초대형 저서동물의 수직분포 .....	66
그림 11. 코스레 정점 7에서 초대형 저서동물의 수직분포 .....	69
그림 12. 코스레 해역의 조사 정점별 초대형 저서동물의 출현종 수 .....	71
그림 13. 코스레 해역의 조사정점별 출현종 변화 .....	71
그림 14. 집괴분석에 의한 코스레 해역의 초대형 저서동물군의 정점별 군집 유사도 비교 .....	74
그림 15. 코스레 해역에 분포하는 해조류의 정점별 분포 하한선 .....	81
그림 16. 코스레 해역에서의 수심별 해조류의 피도변화. ....	83
그림 17. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 <i>Lithothamnion</i> sp.의 수심별 피도 .....	85
그림 18. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 <i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i> 의 수심별 피도 .....	86
그림 19. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 <i>Halymeda discoidea</i> 의 수심별 피도 .....	87
그림 20. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 <i>Lithophyllum okamurae</i> 의 수심별 피도 .....	88
그림 21. 평균피도로 계산한 Lelu 만의 조사정점 간 해조류군집의 유사도 분석 .....	90
그림 22. Lelu 만 조사정점별 해조류의 다양성(상) 및 풍도(하)의 공간변화 .....	92
그림 23. Lelu 만의 조사정점별 수심과 표층해수의 수온, 염분, 용존산소,	

투명도 및 부유물질의 공간변화 .....	93
그림 24. Lelu 만의 조사정점별 표층해수의 영양염의 공간 변화 .....	94
그림 25. 축 라군에 서식하는 남방점바리( <i>Ephinephelus polyphekadion</i> )의 체중과 생식소중량의 분산분포 .....	102
그림 26. 축 라군에 서식하는 남방점바리( <i>Ephinephelus polyphekadion</i> )의 월별 생식소중량지수의 변화 .....	103
그림 27. 수온변화에 따른 유종류 <i>Undella</i> sp.의 증식 .....	105
그림 28. 염분변화에 따른 유종류 <i>Undella</i> sp.의 증식 .....	106
그림 29. 먹이생물에 따른 유종류 <i>Undella</i> sp.의 증식 .....	107
그림 30. 먹이생물의 종류에 따른 윤충 <i>Synchaeta</i> sp.의 증식 .....	111
그림 31. 배양일 수에 따른 윤충 <i>B. rotundiformis</i> 의 밀도변화 .....	113
그림 32. 먹이생물 종류에 따른 윤충 <i>B. rotundiformis</i> 의 일간 생산량 변화 .....	114

# 제 1 장. 연구개발과제의 개요

## 제 1 절. 연구개발과제의 필요성

보다 좋은 생활환경을 얻기 위한 인류의 욕구는 계속적으로 더 많은 자원을 필요로 하고 있으며, 이 자원을 얻기 위한 경쟁이 점차 가열되고 있다. 지난 20세기가 생산된 물품을 판매하기 위한 시장쟁탈 전쟁시대라면, 21세기는 자국민의 일상생활에 필요한 자원 확보를 위한 무한 경쟁 시대라 할 수 있다. 에너지자원, 광물자원 및 식량자원의 원활한 공급을 위한 공간자원 확보는 모든 나라의 지속적 발전을 좌우하는 가장 중요한 요인이다. 크게는 신해양질서 편성과 이에 따른 200해리 경제수역선포 및 석유확보를 위한 수차례의 중동전쟁, 작게는 주변국들 간의 영토 및 수산업분쟁 등은 모두 자국의 생존과 번영을 뒷받침하기 위한 무한 경쟁이다. 이러한 무한 경쟁은 미래의 식량 부족문제를 책임질 해양수산업 분야에서 더욱 심각하다. 이에 더하여 다양한 해양생물은 신물질 개발을 위한 원료가 되기 때문에 해양에서의 공간 확보를 위한 경쟁이 치열하다.

유엔해양법협약 이후 각 연안국들의 EEZ 선포 및 1990년대 말부터 힘을 더하는 생태계 보호주의는 공해상에서의 어업활동도 규제 대상으로 하고 있다. 이에 따라 우리나라의 원양어선 세력은 1992년 1,024척을 고비로 계속 감소하여 2002년에는 482척으로 위축되었으며, 어획량 역시 90년대 초 100여만 톤에서 계속 감소하여 90년대 말부터 70만 톤의 수준이었으나, 2000년대 들어 더욱 감소하여 2003년에는 54.5만 톤에 불과하게 되었다. 또한, 지난 30년간 우리나라의 원양어업을 이끌어 온 북양어장의 손실로 1997년 218,361톤에 달하던 북양어장에서의 명태어획량(러시아어장 169,184톤; 북해도어장 49,177톤)은 2003년 22,650톤(러시아어장 22,650톤; 북해도어장 0톤)으로 위축되었다. 이에 따라, 우리나라는 명태 수입국 처지로 전락하였을 뿐만 아니라 명태를 원료로 하는 어분 및 어육가공업도 기로에 처하게 되었다. 2003년 명태류 수입량은 냉동명태 230,628톤, 필렛 29,916톤, 냉동란 7,881톤이었으며 금액으로는 약 2억9천7백만 불에 달한다(해양수산부 2004).

우리나라는 전통적인 수산물 국가로 2001년 기준으로 1인당 수산물 소비량 66.9kg으로 일본을 제치고 세계 제일의 수산물 소비국민이 되었다. 반면, 원양어업의 위축에 더하여 연근해 어장의 생산성 감소와 양식어장의 노후화로 수산물 수출 선진국이던 우리나라는 주요수산물 수입국으로 전락하였고, 2002년에 1,186.4천톤(18억8천4백만 불)을 수입한데 이어 2003년에는 1,238.6천톤(19억6천1백만불)의 수산물을 수입하는

실정에 이르렀다. 남태평양 도서국과의 관계를 소홀히 한다면 북양 어장에서의 실패를 우리나라 원양어업의 최대어장인 남태평양 어장에서도 되풀이할 가능성이 있다. 어느 한 나라가 통상적 액수보다 많은 입어료를 미끼로 남태평양 도서국가에 대하여 해당국의 배타적 경제수역 내에서의 독자적 어업권을 요구한다면 이를 마다할 도서 국가는 없을 것이다.

경계선 있는 영토의 확보는 무력에 의해서만 가능하겠지만, 경계선 없는 경제영토의 확보는 과학, 문화, 및 경제적 지원을 정책유도로 가능하다. 육상영토 뿐만이 아니라 해양영토에서의 자원공급량이 자급자족에 턱없이 부족한 우리나라는 생존 그 자체를 위하여 새로운 경제영역을 확보해야 하며, 해양을 제외하고는 확보할 수 있는 경제 영역이 극히 제한되어 있다. 정부는 이와 같이 급격하게 변화하는 신 해양 개발 패러다임에 부응하기 위한 전략으로 해양개발기본계획 (해양한국 21)을 수립하여 해양 관리 강화와 해양자원의 적극개발을 해양개발의 주요 시책으로 정하였으며, 해양자원개발 중·장기 실천계획 (해양수산부 2000)을 제정하여 2010년을 목표로 수산업 거점기지를 포함하는 준해양영토 개념의 해외전진기지 개척을 적극 추진하고 있다.

해외전진기지 개척의 목적은 부족한 각종 자원을 해외에서 확보하고 국가의 위상에 걸 맞는 정치적, 경제적 영향력을 확보하기 위한 것이다. 사실상 자원 확보와 영향력 확보는 같은 의미이다. 어느 한 나라의 영토에 정치적, 경제적 영향력 없이 해외전진기지를 개척할 수는 없다. 지정학적으로 우리나라에 유리한 지역에 해외전진기지 후보지를 정하고, 적극적인 투자를 통하여 후보지 국가 및 주민에 가시적인 효과를 제시함으로써 정치적 경제적 영향력을 키워나가야 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 단시간 내에 대내외적으로 가시적인 결과를 제시할 수 있는 남태평양 해양생물 자원개발연구는 필수적이라 할 수 있다. 남태평양 해양생물자원개발연구를 통하여 탐색된 산호초 해양생물자원은 그대로 MT산업의 원료가 되며 개발된 고부가수산생물의 양식기술은 우리나라 기업의 현지진출을 지원하게 된다. 석회암을 생산하기 위한 죽은 산호는 \$60/톤에 거래되는 반면, 살아있는 산호는 \$7,000톤에 거래되고 있다.

동 연구사업의 목적은 남태평양 해역의 해양생물자원을 탐색하고 개발하여 국가 발전을 위한 BT산업의 원료를 제공함과 아울러 우리 수산기업의 해외 진출을 촉진하고, 개발된 기술을 바탕으로 남서태평양 상의 도서 국가들과 수산기술 협력체계를 구축함으로써 경제·외교적 영향력 확보하여 이들의 배타적 경제수역 내의 풍부한 해양자원의 개발권 확보를 지원하여, 우리나라가 선도적인 해양개발로 21세기 범태평양 시대의 해양경제활동을 주도할 수 있는 기반 제공에 있다.

## 제 2 절. 연구대상 지역

준해양영토 개념의 해외전진기지 개척을 위한 투자는 수산자원 개발이 가장 효과적이다. 따라서 연구개발 대상의 가장 좋은 후보지는 우리나라가 수산물 공급원으로 의존하고 있는 태평양 해역이 적지가 된다. 태평양 어장은 최대의 원양어장으로 우리나라 원양어선의 67%에 달하는 323척이 조업하고 있다. 주 어획 대상 종은 참치류로 어획량은 2000년대 들어 많이 감소하여 2003년 어획량은 연승 48,784톤, 선망 190,452톤으로 위축되었지만 총생산액의 약50%를 차지하고 있다. 우리나라는 태평양 11개소(괌, 타히티, 피지, 앰본, 티마루 등), 대서양 8개소(스텐리, 파라마리보, 몬테비데오, 코나크리, 루안다 등), 인도양 6개소(카라치, 무스카트, 마푸토 등) 등, 총 21개국의 항구에 25개의 어업기지가 있지만, 준해양영토 개념의 전진기지는 아니다.

마이크로네시아는 태평양 상의 군사적 요충지이자 해운에서도 중요한 위치를 차지하고 있어, 2차 대전이래 주요 선진국의 관심이 집중된 지역이다. 현재, 미국은 Compact of Free Association (CFA, 1955-2001)에 따라 매년 약 1억불에 달하는 재정원조를 제공하였으며, 2002년 동 계약을 20년간 연장하였다. 그러나 미국은 마이크로네시아를 정치적, 군사적 영향권 아래 묶어두고 있지만 경제개발을 위한 투자는 미흡하며, 수산자원 개발을 위한 투자는 전무한 실정이다. 일본은 60년대부터 해외어장에 대한 투자를 실시하여, 남태평양 모든 지역에서 진주양식을 독점하고 있으며, 새우양식과 해조류의 대부분도 일본자본에 의하여 운영되고 있다. 이에 더하여, 일본은 일본해외협력기구(JICA), 일본 해외어업협력기금(JOFCF) 등을 통하여 남태평양 섬나라들에 대한 사회간접자본에 대한 투자를 점차 확대하고 있으며, 2001년 9월에는 모리 전 일본 수상이 해외어업협력기금 사업의 일환으로 이들 나라를 순방하기도 하는 등 미국과 마이크로네시아 간의 CFA 종료 후를 겨냥하여 수산분야 기술지원과 사회 간접자본 제공을 통한 교두보 확보에 주력하였지만, 미국이 CFA를 연장함으로써 진출 의지가 많이 쇠퇴하였다. 호주는 남태평양 공동체의 하나인 South Pacific Commission을 주도하면서 Australian Center for International Agriculture Research를 통하여 지역발전과 열대 수산동물의 양식기술 개발로 적도 이남의 남태평양 도서국에 영향력을 확대하고 있다. 따라서 마이크로네시아는 선진국의 기술적, 산업적 자본의 유입과 영향력이 비교적 적은 나라로 우리나라가 비교적 손쉽게 진출하여 해외전진기지를 개척할 수 있는 조건을 갖추고 있다.

마이크로네시아는 압, 축, 폰페이 및 코스레 4개주로 나뉘어 있다. 작은 환초와 이에 수반되는 부속 섬들로 구성된 나라로 육지의 총면적이 약 701km<sup>2</sup>에 불과하지만, 북위 5°~11°, 동경 136°~164°에 걸쳐 광범위하게 퍼져 있어 유엔해양법협약에

따라 가장 좋은 참치어장이 포함된 약 3백만km<sup>2</sup>에 달하는 광활한 해양국토를 보유하고 있다. 이 나라의 천혜조건을 보면 수산업이 매우 발달한 국가처럼 보이지만, 사실상 이 나라에서 수산업은 미개척 분야라 해도 과언이 아니다. 도서 국가이지만 수산업 인구는 전체 인구의 1%에 불과한 1,200명 내외에 불과하며, 이 중 전업인구는 650명이며, 수산가공 분야에는 50명이 종사하고 있다. 200해리 배타적 경제수역 내에서는 약 260,000톤/년의 참치가 어획되지만 어획량의 1.8%에 불과한 4,500톤/년만이 자국선에 의한 어획이고 나머지는 모두 외국선에 의한 어획으로 이들 외국선이 지불하는 입어료에 만족하고 있는 실정이다. 마이크로네시아의 경우 200해리 경제수역은 연방정부가 관할하며, 12해리 영해는 주정부가 관할한다. 주정부 관할의 12해리 영해에는 수산자원의 천연적 보고인 산호초가 잘 발달하여 있어 해양생물의 다양성이 풍부하다. 산호초에 서식하는 수산생물 중에는 능성어류, 트로커스, 관상어류, 흑진주조개, 망그로브게, 닭새우류 등 개발 잠재력이 높은 산업종이 다수 있다. 또한, 산호초에 서식하는 강장동물류, 해면동물류, 극피동물류는 온대해역에 서식하는 해양생물에 비하여 생리활성물질 함량이 1,000배 이상 높기 때문에 기능성 물질 개발을 위한 원재료로 가치가 높다. 남태평양 산호초 해역의 수산생물자원 개발항목인 자원관리 기술, 종묘생산 기술, 해상가두리 개발, 수산물 가공, 신물질 창출 등 분야는 각각 독자적으로도 매우 우수한 투자효과를 거둘 수 있는 분야일 뿐만 아니라 간접적으로 해외자원 확보를 위한 수산외교에도 많은 도움을 줄 수 있다. 한국해양연구원은 해양수산부의 지원으로 주정부 관할 수역의 해양생물자원 개발을 위하여 1999년 축주정부와 2004년 코스레 주정부와 각각 MOU를 교환하여 이들 해역의 해양생물자원을 개발을 위한 기틀을 마련하였다. 이러한 관점에서 볼 때 해외전진기지의 후보지로서 마이크로네시아는 중요하며, 보다 적극적인 투자가 필요하다.

### 제 3 절. 연구사업의 범위

남서태평양 해양생물자원 개발연구는 장기적이고 지속적인 연구투자가 요구되는 종합적, 학제적 연구로, 개발 가능한 자원을 탐색하고 장차 건설될 전진기지를 토대로 탐색된 자원을 상품화하기 위한 연구이다. 따라서 동 사업의 연구범위는 열대 산호초 생태계에 대한 이해와 잠재되어 있는 해양생물자원을 탐색하기 위한 조사사업과 중요 수산생물의 양식기술개발을 위한 사업으로 대분되어진다.

해양생물자원 탐사사업은 최종적으로 남태평양 해역의 생물자원도 작성을 궁극적인 목표로 하고 있으며, 단시간 내에 개발할 수 있는 어류자원, 무척추동물자원, 해



조류자원 및 관상생물자원에 중점을 두고 있다. 한편, 양식기술개발사업은 개발된 기술을 국내에 적용하거나 현지에 진출한 양식업체가 직접 실용할 수 있도록 하기 위하여 시장성 있는 고부가가치 수산생물을 대상으로 하고 있다.

본 보고서는 남서태평양 해양생물자원 개발연구의 제 5차년 사업 보고서로 연구 범위는 다음과 같다.

해양생물자원 탐색은 마이크로네시아 코스레(Kosrae)주 거초(fringe reef)를 대상으로 하였으며, 2003년에 이에 제 2차 조사를 실시하였다. 2004년 조사는 2003년 조사를 보완하기 위하여 3개 정점은 2003년 조사와 동일한 정점에서 실시하였으며, 이에 더하여 2개 정점을 추가로 선정하였다. 선정된 정점별 산호초 생태계의 군집 구조를 밝혀내고 어류, 대형저서동물 및 해조류 자원을 조사하였다. 본 보고서는 2003년과 2004년의 조사결과를 종합한 것이다.

양식기술개발 대상종은 흑진주조개로 흑진주양식의 산업화를 위한 전제조건인 흑진주조개 인공종묘생산에 대한 연구를 축주에 설립된 한·남태평양해양과학 공동연구센터와 협동연구기관인 경남수산자원연구소에서 각각 실시하였으며, 주요 연구항목은 흑진주조개 성성숙, 흑진주조개 해상가두리 종묘생산 및 공정개발, 신개발먹이 생물을 이용한 육상 종묘생산이었다.

신양식 대상종은 망그로브게와 능성어류 2종을 선정하였다. 이 중 능성어류는 축주에서, 망그로브게는 코스레주에서 진행하였다.

본 연구사업을 수행하는데 있어 마이크로네시아 축주 및 코스레주 정부의 많은 도움을 받았다. 축주 해양자원국장 Mr. Romio Osiena는 흑진주조개 모패의 채집에서 생산된 종묘의 해상사육에 이르기 까지 많은 편의와 조언을 하여주었다. 코스레주 해양생물자원조사를 위하여 코스레 주정부는 조사용 선박, 잠수장비, 장비운반용 차량을 제공하여 주었다. 코스레주 농림·토지·수산국장 Mr. Nena Nena와 수산담당관 Mr. Robert Taulung은 본 조사를 위한 모든 절차와 현장조사의 편리를 포함하여 물심양면으로 많은 도움을 주었다. 또한, 코스레주 양식과의 Mr. Steve Palik, Mr. Bruno Ned, Mr. Maxwell Salik, Mr. Osama Nedlic, Mr. Anderson Tilfas는 직접 잠수조사에 동참하여 탁월한 현장경험을 토대로 해양생물자원 조사를 성공적으로 완수하는데 크게 도움을 주었음을 밝힌다.

끝으로 흑진주조개 종묘생산에 관련된 내용은 참여기업의 요청으로 본 보고서에서 분리하여 별책 “흑진주조개 종묘생산 지침서”로 출간되었다. 지침서의 내용을 열람하기를 원하시는 분들은 참여기업(Hansmicronesia International, P. O. Box 123, Weno, Chuuk, Federated States of Micronesia 96942, 전화: 691-330-2723, 팩스: 691-330-2724)에 직접 연락하시기 바란다.

## 제 2 장. 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절. 국외 기술개발 현황

국외 연구진에 의한 열대 태평양 수산자원에 관한 조사는 1930년대부터 시작 되었으나, 마이크로네시아를 대상으로 한 조사연구는 극히 제한되어 있다. 일반적인 해양자원조사로는 미육군공병단에서 실시한 코스레주 연안자원도 (Manoa Map Works 1987), 압주 연안자원조사(Orcutt *et. al.* 1989) 및 압주 해양생물조사(Tsuda 1978)가 있으나 모두 출현종의 기술과 현지답사 및 주민 면담에 의한 생물자원의 출현 유무만을 기록한 것들이며, 수산 자원종에 대한 연구부분에 있어서도 흑진주 조개의 분포조사(Sims 1992a, 1992b)와 망그로브계 양식가능성 조사(Nissou Foods 1990, Shelly 2002)를 제외하고는 연구사례가 거의 없다. 한편, 마이크로네시아를 제외한 남태평양 해역을 대상으로 한 연구사례는 많으며, 몇몇 종은 이미 산업적 개발 단계에 진입하고 있다.

흑진주조개 자원조사는 남태평양 제도 및 호주 등지에서 1950년대 후반부터 시작 되어 남태평양 상의 많은 산호초를 대상으로 자원량과 분포유형이 파악되었으나 (Anon 1956, Coeroli *et. al.* 1984, Gervis and Sims 1992, Southgate and Beer 1997) 마이크로네시아에서 수행된 연구는 Hedley(1924)가 유일하며, 이 연구도 단지 분포유무를 확인한 것에 불과하다. Friedman *et. al.* (1998), Friedman and Bell (1999)은 Solomon군도에서의 자연산 흑진주조개 채묘에 관하여 연구하였으며, Arnaud-Haond *et. al.* (2003)은 불령폴리네시아에서 장기간에 걸친 부착치패의 성질변이를 추적하였다. 치패의 성장에 관한 연구로는 Yukihiro *et. al.* (1998a, 1998b), Doroudi *et. al.* (1999), Southgate and Beer (2000) 등의 딱이종묘에 따른 성장에 대한 연구가 있으나, 엄격한 의미에서의 종묘생산에 대한 연구는 Southgate and Beer (1997)를 제외하고는 찾아보기 어렵다. Alagaswani *et. al.* (1989), Southgate and Beer (1996) 등은 실험적 규모의 실내 종묘생산에 성공하였으나 아직 상업적 대량생산단계에는 이르지 못하고 있다고 판단되며, 불령폴리네시아와 호주는 수년 내에 산업화가 가능한 흑진주조개 종묘생산 기술을 보유하고 있는 것으로 판단된다.

능성어류 양식기술개발 관련 연구사례 역시 Aldon (1997)을 제외하면 대부분 1980년 이전에 팜대학에서 수행한 단편적 조사 연구뿐이다. 그러나 일본을 위시하

여 호주, 미국(하와이), 중국 등에서 능성어류 양식기술에 대한 연구가 속속 진행되었으며(Chua and Teng 1980, 1982, Hussain and Higuchi 1980, Fitzgerald *et. al.* 1994, Ellis *et. al.* 1997) 많은 기술을 축적하고 있는 것으로 판단되며, 인도네시아, 필리핀 및 중국도 상당한 기술력을 보유하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 아직까지 능성어류 종묘생산에 필수적인 50 $\mu$ m 급 소형동물성 먹이생물을 개발하지 못하여 상업적 생산에 이르지 못하고 있으며, 노지를 이용한 조방적 종묘생산에 머물고 있다.

망그로브계류는 열대 태평양 해역에 널리 분포하고 대형 십각류로 4종이 보고되고 있다. 싱가포르, 인도, 필리핀, 인도네시아, 베트남 등지에서 자연산 종묘를 수집하여 조방적 축양양식이 행해지고 있다. 이 중 마이크로네시아 해역에 출현하는 종은 *Scylla serrata* 한 종이다. 아직까지 이종의 산란습성에 대하여는 잘 알려져 있지 못하지만 상업적 중요성으로 인하여 많은 연구사례가 있다.

## 제 2 절. 국내의 기술개발 현황

국내 연구진에 의한 열대태평양 수산자원조사는 한국해양연구원에서 1985년 "인공진주양식기술 개발에 관한 연구"의 일환으로 인도네시아 아루열도에서 진주조개 자원조사 및 양식가능성을 조사한 것(한해연 1987)과 본 조사연구의 일환으로 1999년부터 지금까지 수행되고 있는 남서태평양 해양자원개발조사(한해연 1999, 2000, 2002, 2003)이다. 그러나 본 조사의 궁극적 목적은 남서태평양 해양개발전진기지 구축을 위한 기반조성에 있다. 따라서 본 연구는 어느 특정 해양생물자원의 개발과 산업화 보다는 마이크로네시아 각 주에서 전통적인 수산자원으로 개발욕구가 높은 수산생물에 대하여 연구능력을 집중하였다. 지금까지 표제사업과 관련 연구업적은 다음과 같다.

- 남서태평양 해양자원조사 (1999. 7-12)
  - 마이크로네시아 축주의 기초해양환경 및 산호초 생태계 기본조사
- 남서태평양 흑진주조개 자원개발 연구(2000. 7 - 12)
  - 마이크로네시아 축라군 27개 지점에서 자원조사 수행
  - 흑진주조개 성분화 기초조사 실시
- 2001년 남서태평양 해양자원개발연구 (2000. 4 - 2001. 3)
  - 마이크로네시아 축라군 외측에 위치한 Nomwin 산호초 해양생물자원

## 조사

- 흑진주조개 종묘생산 연구 (I)
- 2002년 남서태평양 해양자원개발연구 (2002. 4 - 2003. 3)
  - Kuop Atoll 해양생물자원조사 및 어류 산란장 조사
  - 흑진주조개 종묘생산기술개발(II)
- 2003년 남서태평양 해양자원개발연구 (2004. 4 - 2005. 2)
  - 코스레주 해양생물자원조사
  - 신품종양식기술 개발
  - 흑진주조개 종묘생산 지침서 작성

## 제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절. 해양생물자원 조사

#### 1. 조사해역의 특성

코스레주는 마이크로네시아의 가장 왼쪽에 위치하고 있으며, 107km<sup>2</sup> 크기의 버선 모양의 단일 섬으로 이루어져 있으며, 북위 05° 21' ~ 05° 27' 동경 162° 54' ~ 163° 01' 사이에 위치하고 있다. 이 섬은 화산활동으로 생성되었으며 비교적 지질학적 연령이 적은 섬으로 전체적인 지형이 매우 가파르다. 최고봉은 624m의 Crozer 봉이며, 이외 300m 이상 되는 봉우리가 10여개 있다.

해안선은 망그로브군총(mangrove forest)과 사질해빈이 혼재한 형태이며, 축과 같이 환초가 발달하지 못하고 다윈의 가설에 의한 초기 환초 구성 단계인 섬 연안을 따라 거초(fringe reef)가 형성되고 있는 것이 특징이다(화보 I-1). 거초의 폭은 지역에 따라 차이가 있지만 대부분 500m 이내로 동해안이 서해안에 비하여 산호초의 폭이 좁다.

섬의 최북단 해변은 사질 해빈으로 화산석이 드문드문 분포한 조간대가 넓게 발달해 있으며, 동북쪽은 화산석 조각으로 만들어진 바위가 산재한 지형에 사질 사빈이 군데군데 발달해 있다. 사빈과 연결된 얇은 바다에는 지역에 따라 잘피밭(zostera bed)이 발달해 있으며, 암초지대에는 해조류인 Halymeda 류가 우점적으로 번식하고 있다. 산호초는 조간대가 끝나는 지점에서부터 발달해 있으며, 조간대가 넓게 발달한 곳의 산호초는 폭이 좁다. 동쪽 해안의 중심부에는 비교적 큰 만이 발달해 있으며, 코스레의 유일한 부속섬인 Lelu 섬 만 입구를 막고 있어 외해의 과도로부터 만 안쪽을 보호해주고 있다. 그러나 Lelu 섬은 신축된 호안으로 육지와 연결되어 있어 진정한 의미에서의 섬은 아니다. Lelu 만 입구에는 Lelu 섬에서 집약된 생활오수가 배출되는 배수구가 있어 부분적으로 부영양화가 상당한 수준으로 진행되어 있다.

Lelu 만 입구 남쪽 연안부터 섬의 동쪽 및 남쪽해안은 망그로브군총이 발달하여 있으며 해안선을 따라 크고 작은 모래톱이 발달해 있다. 모래톱과 본 섬 사이에 좁은 수로가 발달해 있으며, 수로의 양안은 망그로브군총이 밀림을 형성하고 있다. 섬의 남쪽 중앙부에도 소만이 발달해 있다. 섬 남쪽의 Walung 마을에서 Utwa 마을 사이에 발달한 망그로브군총 지역은 해상공원으로 지정되어 보호되고 있다. 섬의

서쪽은 해안은 북동쪽으로 기울어져 있으며, 얇은 산호초가 발달해 있다. 남해안에서 서해안으로 이르는 지역은 얇은 산호초가 넓게 발달해 있고, 이어서 급경사를 이르는 지역으로 섬주민의 중요한 어장으로 다랑어류와 삼치류가 많이 잡힌다. 이 해안을 따라서 망그로브군총이 잘 발달해 있으나 모래톱은 그다지 발달하고 있지 않다. 서해안 2/3지점에는 섬에서 가장 큰 하천인 Wukaf 천이 있다. Wukaf 천 북쪽 바다 쪽으로 약간 돌출된 지점에 매립지로 조성된 비행장이 있다.

섬에서 바다로 흘러드는 중요하천은 동해안의 Innem 천과 Malam 천, 남해안의 Utwa 천, 서해안의 Wukaf 천과 Tafonsak 천으로 2,000mm/년을 상회하는 높은 강수량으로 수량이 풍부하다. 하천수는 열대다우림 지역의 특성상 많은 양의 부식질을 포함하고 있어 짙은 갈색이며, 투명도는 30cm 이하이다.

담수어류로는 대부분의 하천에 분포하는 수종의 농어과에 속하는 어류와 우리나라에서 천연기념물로 보호되고 있는 무태장어(*Anguilla marmorata*)가 서식하고 있다.

주요 수산물은 눈다랑어, 황다랑어, 가다랑어 등 외양에서 어획되는 참치류, 산호초에서 어획되는 능성어류를 비롯한 저서성 어류와 닭새우, 망그로브군총을 비롯한 기수역에서 어획되는 망그로브게 등이다. 참치류는 외줄끝낚시, 산호초 어류는 어류는 자망, 1본줄, 작살, 닭새우는 작살을 이용한 전통적인 방법(artisanal fishing)으로 어획하며, 망그로브게는 통발과 작살을 이용하여 어획한다. 이외 나잠 또는 스쿠바다이빙에 의해 채포되는 해삼류, 거대조개류, 트로커스 등의 무척추 수산자원이 있다. Wukaf Marina (Tafunsk Marina), Tofol Fisheries Marina와 Utwa Marina에는 비교적 규모가 큰 선어 취급점이 있어 참치류, 산호초 어류, 망그로브게 등을 판매하고 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조사지점

연안에는 어선의 닻으로부터 산호초를 보호하기 위하여 55개의 어선 계류용 부이가 설치되어 있다. 2003년 코스레주 해양생물자원 조사는 이 계류용 부이를 중심으로 현지 수산국 연구원의 자문과 지형적 특성을 고려하여 5개의 정점을 선정하여 조사하였다. 조사의 편의를 위하여 코스레 해역을 Manoa Map Works (1987)와 같이 5개의 해구로 구분하였으며, 각 해구별 1개의 계류용 부이를 선정하여 2003년 9월 29일부터 10월 8일까지 조사하였다.

2004년 조사는 2003년 조사결과 및 지형특성 등을 고려하여 7개 정점을 선정하였다(표 1. 그림 1). 2003년 결과와의 대조를 위하여 정점 1, 3 및 5를 반복 조사정점으로 선정하였으며, 코스레주에서 스포츠다이빙이 가장 성행하는 지역을 정점 6으로 선정하였다. 한편 Lelu 만을 정점 7로 정하고, 담수 및 탁도의 영향에 따른 해조류상 변화를 알아보기 위해 만 입구에서 해안가의 망그로브군총 지역까지를 등거리로 5개 정점(A1~5)을 선정하여 조사하였다. 이때 외해역 정점 1을 대조구로 하였으며, 정점1은 정점 A1과 동일하며, 정점 7은 A2와 동일하다.

표 1. 코스레 해역의 해양생물자원 조사정점의 좌표(2003, 2004)

Table 1. Position of stations for marine biological resources study in Kosrae, FSM (2003, 2004)

Station	Position		Remark
	Latitude (N)	Longitude (E)	
1 (A 1)	5° 22 ' 02 "	163° 02 ' 30 "	Northeast of Lelu Is. (2003, 2004)
2	5° 15 ' 59 "	162° 59 ' 07 "	Southeast of Kosrae near Utwa (2003)
3	5° 18 ' 24 "	162° 54 ' 08 "	Southeast of Kosrae near Walung (2003, 2004)
4	5° 19 ' 43 "	162° 54 ' 48 "	Mideastern coast of Kosrae (2003)
5	5° 23 ' 41 "	163° 00 ' 37 "	Northern coast of Kosrae near Tafunsak (2003, 2004)
6	5° 18 ' 59 "	163° 02 ' 03 "	Southeast coast of Kosrae near Malem (2004)
7 (A 2)	5° 19 ' 48 "	163° 01 ' 54 "	Mouth of Lelu Bay (2004)
A 3	5° 19 ' 37 "	163° 01 ' 38 "	Inside of Lelu Bay (2004)
A 4	5° 19 ' 38 "	163° 01 ' 23 "	Inside of Lelu Bay (2004)
A 5	5° 19 ' 39 "	163° 01 ' 06 "	Inside of Lelu Bay (2004)

\* Latitudes and longitudes of research stations were measured by GPS(SportTrak Map, Magellan) and calibrated according to the navigation map of Kosrae Island (IALA Maritime Buoyage System, UK No. 978, Lele Harbour 1978).

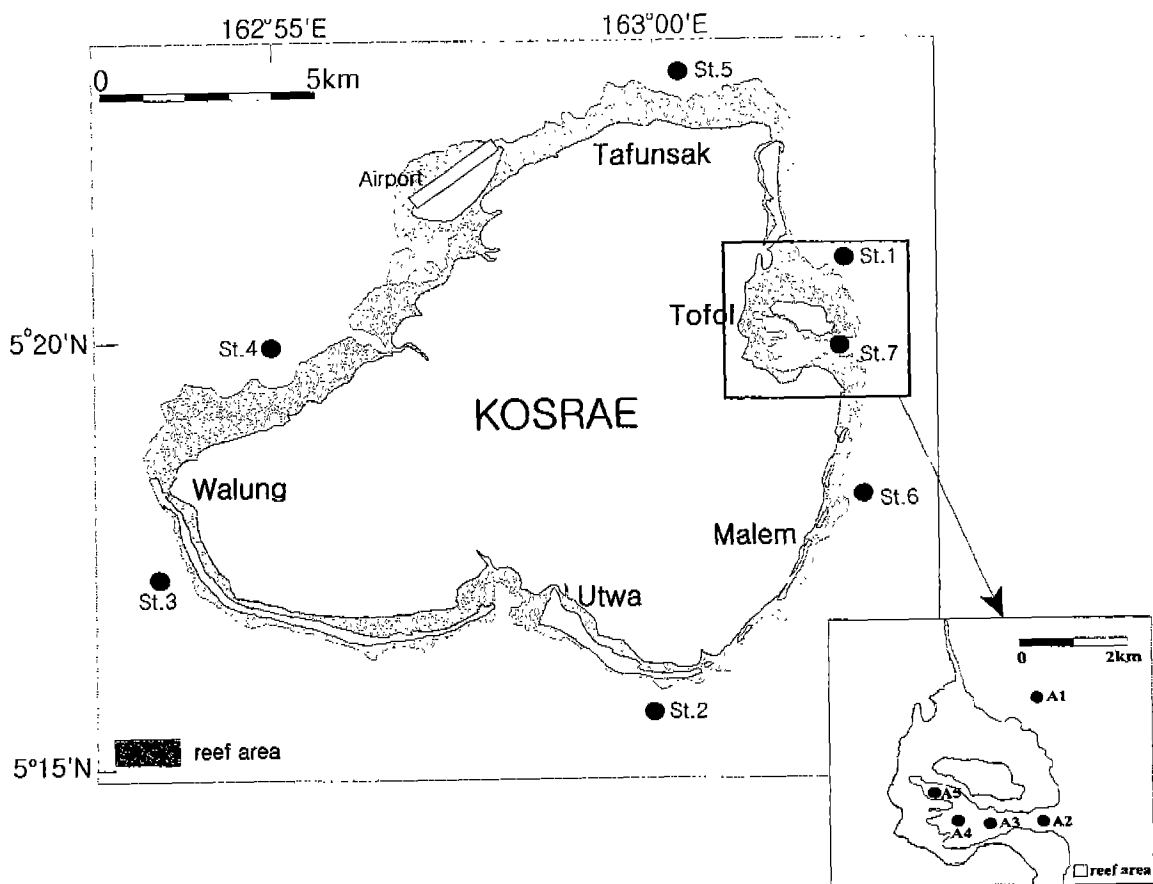


그림 1. 마이크로네시아 코스레 해역의 조사정점도(2003, 2004).

Fig. 1. Map showing the study area in Kosrae, FSM (2003, 2004).



## 나. 조사 방법

### 1). 어류자원

어류 자원조사는 2003년, 2004년 두 차례에 걸쳐 각 조사정점별 해저지형을 고려하여 250~350m<sup>2</sup> 조사범위를 정하여 30~40분간의 잠수 시간동안 관찰된 어류를 대상으로 종 조성, 체장 및 생태적 특성 등을 기재하였다.

2003년에는 5개 정점, 2004년에는 2003년 정점 중 해저 지형의 특징에 따라 공통된 3개 정점(정점 1, 3, 5)과 2개 정점(정점 6, 7)을 새로이 정하여 동일한 방법으로 어류상과 수산자원을 조사하였다. 각 정점 마다 어선 계류용 부이에 줄자를 고정시킨 후에 연안에서 외해 방향으로 산호초 군집을 따라 수심 40m까지 연결하여 정선을 설치한 후, 정선을 따라 일정 범위내의 출현종의 특징 및 서식 생태를 관찰 기록하였다. 출현종의 동정은 촬영한 수중 사진을 도감과 대조하는 형식을 택하였으며, 가능한 범위 내에서 낚시와 원주민의 어획물을 점검을 통하여 출현어종을 확인하였다.

어류의 분류 체계는 Nelson (1994)을 기준으로 하였으며, 국명은 한국어도보(정 1977)와 한국동물명집(한국동물분류학회 1997)을 기준으로 하였다. 국명이 없는 종은 과(Family) 수준까지만 상기 문헌을 참고로 종 수준의 학명과 영명은 Masuda *et al.* (1984), Myers (1991) 및 Nakabo (1993)를 참조하였다.

### 2). 대형저서무척추동물자원

대형저서무척추동물 자원조사는 산호초 주변에 서식하는 초대형저서동물의 수직별 분포양상을 파악하고, 무척추동물 자원과 관련된 정량 조사를 실시하였다. 산호초 생태계의 군집구조는 코스레 섬 연안에 발달한 거초(fringe reef)형 산호초를 중심으로 지역별 종조성 및 군집구조를 비교하는데 목적을 두었다.

선정된 5개의 조사정점 중 3개 정점(정점 1, 3, 5)의 경우 2003년 조사지역과 동일하며, 정점 6과 7은 2004년에 추가되었다. 각 조사정점에서 산호초의 종조성 및 피도와 관련된 보완조사를 실시하였으며, 매회 2명의 잠수요원이 각각 2회씩 잠수 조사를 실시하였다.

2004년의 조사 방법은 2003년과 동일하게 정선을 설치한 후, 부위가 고정된 수심 8~10m에서 30m의 정선을 수직으로 설치한 해역을 조사대상으로 하였다. 정선을 따라 경사도를 관측한 후, 산호초 군집을 수심별로 Olympus c-5060 사진기를 이용

하여 수중 촬영하였다. 또한 서식환경에 대한 충분한 자료 확보를 위해 비디오 촬영을 실시하였다. 촬영된 자료와 표품을 대상으로 실험실 내에서 우점종을 대상으로 동정을 실시하였으며, 화상분석을 통하여 종별 피도를 추정하였다. 또한 자원생물에 대한 정량조사를 위해 정선을 중심으로 좌우 2m 폭으로 약 100m<sup>2</sup>의 면적을 대상으로 복족류에 속하는 트로커스(*Trochus niloticus*)와 이매패류에 속하는 거대조개(*Tridacna maxima*), 해삼(*Bohadschia graeffei*) 등 자원성 저서무척추동물의 개체수를 파악하였다.

### 3). 해조류자원

해조류 자원조사는 저서동물 조사와 같은 정점에서 실시되었다. 이와 별도로 육상에서 유입되는 하천에 의한 해조류상의 변화를 알아보기 위하여 코스레주에서 가장 큰 만인 Lelu만을 택하여 조사를 실시하였다. Lelu만은 Innem천을 통해 유입되는 유기물과 토사로 탁도가 높고, 저층은 대부분 사니질로 이루어져 있으며, 만 안쪽의 망그로브군총이 발달하여 있어 주변 해역의 물질순환의 근간이 되는 곳이다. 만 안쪽의 망그로브군총에서 만 외측의 산호초까지 5개의 부정점(A1~5)을 선정하여 조사하였다.

정점 1~4에 형성된 해조군집의 특성(구성종의 종류와 종류별 피도)을 조사하기 위해, 정점별로 하나의 line transect를 설정한 후, 수심 10m을 출발점으로 최대 25m까지 조사하였다. 제한된 잠수시간 때문에 line transect를 따라 모든 수심에 출현하는 해조류의 종류와 그 피도를 조사하는 것이 불가능하였기 때문에 임의적으로 5m 간격으로 조사지점을 정한 후, 각 조사지점에서는 50 × 50 cm 방형구로써 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다.

각 조사정점에서 수심별로 조사된 해조류의 피도는 종별로 구분하여 합을 구한 후, 조사된 조사지점의 수로 나누어 평균피도로 나타내었다(식 1).

$$S_N = \left( \sum_{i=1}^m C_i \right) / m \quad \dots \dots \dots (1)$$

- S<sub>N</sub> : 정점 N에서 종 S의 평균피도
- m : 정점 N에서 조사된 조사지점의 수
- C<sub>i</sub> : i번째 조사지점에서 종 S의 피도

우점종은 식 2에 의해 구해진 각 종의 우점도를 토대로 결정하였다. 각 종의 우

점도는 매 조사지점에서 조사된 각 종의 피도를 정점별로 합하고 이를 조사지점의 수로 나누어 정점별 평균피도를 구한 후, 정점 구분 없이 다시 합한 후 정점의 수로 나누어 결정하였다.

$$D_s = \left( \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m C_j \right) / m \right) / n \quad \dots \dots \dots (2)$$

$D_s$  : 종 S의 우점도

$m$  : 정점별 조사지점의 수

$n$  : 조사정점의 수

$C_j$  :  $j$ 번째 조사지점에서의 종 S의 피도를 나타낸다.

조사정점 및 년도(2003년, 2004년) 간 군집구조의 유사성을 분석하기 위해 cluster analysis와 nonmetric multidimensional scaling (nMDS) analysis를 실시하였다. 사용된 자료는 각 조사정점에서 나타난 종별 평균피도였다.

조사지점 간 유사도는 극우점하는 종의 영향을 줄이기 위해 자료를 fourth root로 변화하여 Bray-Curtis similarity로써 구하였다. Cluster analysis에서는 group-average technique를 이용하였다. 자료는 Primer v5로써 분석하였다.

Lelu 만의 정점 A1~5에서는 해조군집의 특성(구성종의 종류와 종류별 피도)과 이화학적 환경특성을 동시에 조사하였다. 만 내측에 위치한 정점 A1~4는 수심이 얇고, Innem천으로부터 유입되는 토사로 인해 저층이 니질 또는 limestone으로 이루어져 있다. 따라서 이들 정점에 대해서는 정점별로 저층 부근에 10개의 방형구(50 × 50 cm)를 무작위로 설치하고, 방형구내 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다. 피도는 10개 방형구에서 조사된 각 종의 피도를 정점별로 합한 후, 방형구의 수로 나누어 평균피도로 나타내었다. 만 외측 coral reef habitat에 위치한 A5에서는 전술된 S1~4와 동일한 방법으로 조사하였다.

이화학적 환경요인으로 수심, 수온, 염분, 용존산소, 투명도, 부유물질, 영양염( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ )을 조사하였다. 시수는 매 조사정점 표층해수(2ℓ)를 3회 채수하였으며, 채집 즉시 냉동하여 실험실로 운반하였다. 부유물질( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )은 해수 1ℓ를 여과지(0.45 $\mu\text{m}$  glass fiber filter)로 걸러, 105℃에서 2시간 건조한 후 측정하였다. 영양염은 자동수질분석기(Flow Injection Analysis; Model: QuikChem 8000, USA)를 이용하여 분석하였다. 수온과 염분은 현장에서 YSI-30으로 측정하였고, 용존산소는 YSI-50으로 측정하였다. 투명도는 Secchi disk로 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 어류자원

2003년, 2004년 조사 결과 코스레 연안에서는 총 9목 40과 271종이 관찰되었으며, 2003년에 8목 35과 196종, 2004년에 7목 36과 194종으로 년도별 종수는 유사하였다 (부록 1).

#### 1). 정점별 출현양상

코스레주 연안에는 어선의 닻으로부터 산호초를 보호하기 위하여 설치된 어선 계류용 부이는 모두 수심이 급격하게 깊어지는 산호초 직벽에 위치하고 있다. 2003년과 2004년의 조사에서 각각 5개 정점을 선정하여 수심 10~40m의 범위에서 잠수관찰을 실시하였다. 정점 2, 3 및 4는 직벽의 경사가 비교적 급한 편이었으나 정점 1, 5 및 6은 다른 정점에 비하여 비교적 경사가 완만한 곳이었다. 또한 2004년에는 다른 산호초 해역과 구별되는 Lelu만의 정점 7을 조사하였다.

Lelu만을 제외한 조사 해역 모두 산호초가 잘 발달되어 있었으며 또한, 잘 보호되어 있었다. 현지 조사 시 수온은 30~31℃이었으며 각 정점에서 수중 다이빙에 의한 육안 및 촬영 자료 분석에 의한 조사 결과 각 정점별로 63~91종의 어종이 확인되었다. 이 중 통돚류, 갈돚류, 파랑비늘돚류, 대형 놀래기류, 전갱이류 등 수산어종은 각 정점에서 5~10종으로 유사한 출현 경향을 나타내었다.

#### 정점1

정점 1은 Lelu 섬 연안(동편)으로 수심이 11~13m부터 비스듬히 경사져있으며, 수심 50m부터 모래와 산호로 이루어진 편평한 바닥이 발달한 곳이었다. 2003년에 73종, 2004년에 69종이 출현하여 총 106종이 조사되었다(표 2).

수심 6~13m 정도의 편평한 곳에는 탁상형 산호가 매우 잘 발달해 있는 곳이었으며, 군데군데 둥근 바위형 산호가 혼재해 있는 지형이다. 탁상형 산호 아래에는 붉은 색의 도화돚과 주걱치 등, 빛을 그다지 좋아하지 않고 그늘을 좋아하는 어류들이 떼를 이루어 서식하고 있었다(그림 2).

수심 13m 까지는 편평한 바닥을 이루고 있으면서 산호초 사이에 작은 쥐돚류(*Ctenochaetus* spp. 화보 I-1), 놀래기류(*Epibulus* spp.), 자리돚류(*Chromis* spp.)들이 서식하고 있었다. 2003년과 2004년은 서식지의 특성에 따라 구성이 유사하였지만

표 2. 코스레 정점 1에서 관찰된 어류 목록(2003. 9~10, 2004. 11)

Table 2. List of fish species at St. 1 in Kosrae (2003. 9~10, 2004. 11)

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
1	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	○			○	
2	<i>Myripristis berndti</i>	○			○	
3	<i>Myripristis</i> sp.1	○	○		○	
4	<i>Aulostomus chinensis</i>		○			
5	<i>Neoniphon</i> sp.1	○			○	
6	<i>Pseudantias</i> sp.1	○	○		○	
7	<i>Cephalopholis argus</i>	○	○	○		
8	<i>Cephalopholis sonnerati</i>		○	○		
9	<i>Gracila albomarginata</i>	○		○		
10	<i>Paracirrhites forsteri</i>	○	○			
11	<i>Paracirrhites</i> sp.1		○			
12	<i>Aphareus furca</i>	○		○		
13	<i>Macolor niger</i>		○	○		
14	<i>Macolor macularis</i>	○		○		
15	<i>Lutjanus fulvus</i>	○	○	○		
16	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○	○	○		무늬통돔
17	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○	○	○		
18	<i>Caesio lunaris</i>		○			
19	<i>Caesio</i> sp.1	○	○			
20	<i>Scolopis lineatus</i>		○			
21	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○	○	○		
22	<i>Lethrinus xanthochilus</i>	○		○		
23	<i>Lethrinus</i> sp.1	○		○		
24	<i>Parupeneus bifasciatus</i>	○			○	
25	<i>Parupeneus multifasciatus</i>		○		○	오점촉수
26	<i>Pempheris oualensis</i>	○	○			
27	<i>Kyphosus cinerascens</i>		○			무늬갈돔
28	<i>Chaetodon auriga</i>		○		○	가시나비고기
29	<i>Chaetodon citrinellus</i>	○			○	
30	<i>Chaetodon ephippium</i>	○	○		○	

표 2. 계속

Table 2. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
31	<i>Chaetodon lunula</i>		○		○	틀나비고기
32	<i>Chaetodon melannotus</i>		○		○	
33	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	○			○	
34	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>		○		○	
35	<i>Chaetodon rafflesii</i>	○			○	
36	<i>Chaetodon reticulatus</i>	○	○		○	
37	<i>Chaetodon speculum</i>		○		○	
38	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	○	○		○	
39	<i>Chaetodon vagabundus</i>	○			○	
40	<i>Chaetodon</i> sp.1	○			○	
41	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○		○	돛대돔
42	<i>Heniochus varius</i>		○		○	
43	<i>Centropyge heraldi</i>	○			○	흰동가리
44	<i>Centropyge shepardi</i>	○			○	
45	<i>Pygoplites diacanthus</i>	○	○		○	
46	<i>Amphiprion clarkii</i>	○			○	
47	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○		○	
48	<i>Amphiprion perideraion</i>		○		○	
49	<i>Chromis acares</i>	○			○	
50	<i>Chromis margaritifer</i>	○	○		○	
51	<i>Chromis retrofasciata</i>	○	○		○	
52	<i>Chromis xanthura</i>	○			○	
53	<i>Chromis</i> sp.1	○	○		○	
54	<i>Chromis</i> sp.2	○	○		○	
55	<i>Chromis</i> sp.3	○	○		○	
56	<i>Chromis</i> sp.4	○			○	
57	<i>Chromis</i> sp.5	○			○	셋별돔
58	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○		○	
59	<i>Abudefduf</i> sp.1		○		○	
60	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○		○	

표 2. 계속

Table 2. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
61	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>		○		○	
62	<i>Cheilinus fasciatus</i>	○	○		○	
63	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		○	○	
64	<i>Coris gaimard</i>		○		○	
65	<i>Epibulus insidiator</i>	○	○		○	
66	<i>Gomphosus varius</i>	○			○	
67	<i>Halichoeres hortulanus</i>	○			○	
68	<i>Halichoeres margaritaceus</i>	○			○	
69	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	○	○		○	
70	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	○			○	색동놀래기
71	<i>Thalassoma hardwickii</i>		○		○	
72	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	○	○		○	
73	<i>Labrichthys</i> sp.1	○				
74	<i>Labroides dimidiatus</i>	○	○		○	청줄청소놀래기
75	<i>Labroides pectoralis</i>	○			○	
76	<i>Scarus bleekeri</i>		○	○	○	
77	<i>Scarus flavipectoralis</i>		○	○	○	
78	<i>Scarus oviceps</i>	○	○	○	○	
79	<i>Scarus sordidus</i>	○	○	○	○	
80	<i>Scarus</i> sp.1	○	○	○	○	
81	<i>Sphyraena</i> sp.1	○	○	○		
82	<i>Parapercis</i> sp.1	○				
83	<i>Ecsenius</i> sp.1	○	○			
84	<i>Nemateleotris magnifica</i>		○			
85	<i>Acanthurus dussumieri</i>	○		○	○	노랑꼬리쥐돔
86	<i>Acanthurus leucocheilus</i>	○		○	○	
87	<i>Acanthurus nigricans</i>	○	○	○	○	
88	<i>Acanthurus nigroris</i>	○		○	○	
89	<i>Acanthurus triostegus</i>		○	○	○	
90	<i>Ctenochaetus striatus</i>		○		○	

표 2. 계속

Table 2. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
91	<i>Naso brevirostris</i>	○		○	○	큰빨표문쥐치
92	<i>Naso hexacanthus</i>	○		○	○	
93	<i>Naso lituratus</i>		○	○	○	제주표문쥐치
94	<i>Naso unicornis</i>		○	○	○	
95	<i>Naso vlamingii</i>	○	○	○	○	
96	<i>Naso</i> sp.1	○		○	○	
97	<i>Zanclus cornutus</i>	○	○		○	깃대돔
98	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○		○	
99	<i>Balistoides viridescens</i>	○	○		○	
100	<i>Melichthys niger</i>	○	○		○	
101	<i>Melichthys vidua</i>	○	○		○	
102	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>		○			황록쥐치
103	<i>Alutera scriptus</i>		○			날개쥐치
104	<i>Cantherhines dumerilii</i>	○			○	흑백쥐치
105	<i>Arothron nigropunctatus</i>		○			흑점꺼끌복
106	<i>Arothron</i> sp.1	○				
		73	69			

2004년에는 트럼펫피쉬로 불리는 *Aulostomus chinensis*, 퉁돔류 일종인 *Macolor niger*, 나비고기 일종인 *Chaetodon auriga*, *C. punctatofasciatus*, *C. lunula*, *C. melannotus* 그리고 쥐돔류의 일종인 *Naso lituratus*, *N. unicornis* 추가로 확인되었다.

크기 20~25cm 범위의 파랑비늘돔류(*Scarus* spp.)와 30~45cm 급 갈돔류(*Monotaxis grandoculus*) 등의 일부 수산 어종이 관찰되었고 직벽의 중턱에는 무늬돔(*Lutjanus monostignus*), 쥐돔류(*Naso* spp.) 등 크기 30~45cm급 대형어가 관찰되었으나 그 개체수는 그다지 많지 않았다. 귀신놀래기(*Epibulus insidiator*)와 쥐돔류(*Naso* spp.)는 산호초와 3~4m 거리를 두고 중층에 유영하고 있었다.



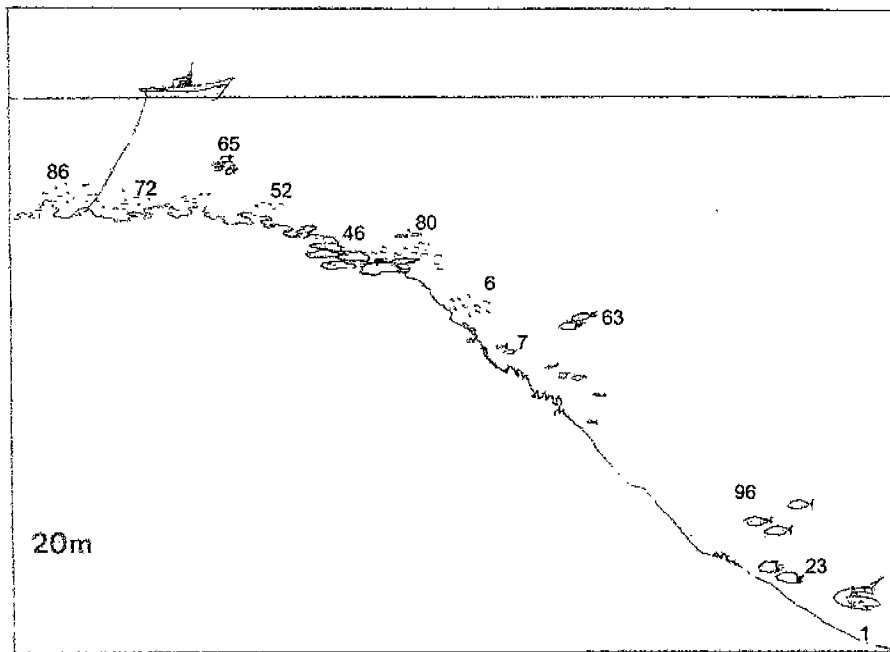


그림 2. 코스래 정점 1에서의 어류 분포 양상(2003. 9, 2004. 11)

Fig. 2. Scheme of fish distribution at St. 1 in Kosrae (2003. 9, 2004. 11)

## 정점2

정점 2에서 어선계류용 부이가 설치된 수심은 약 13m이고, 그곳으로부터 남쪽으로 수심 20m 이상의 직벽이 발달해 있었다. 표층에서는 비교적 조류가 강한 곳이었으며 2003년에만 조사를 실시하였는데, 72종이 조사되었다. 어종 구성은 자리돔, 놀래기류, 쥐돔류 등 정점 1과 유사한 구성을 보였다(표 3).

군데군데 산호사가 수 m 정도 발달해 있으며, 둥근 바위형 산호군락이 산재해 있는 지형이다. 산호사 주위에서 촉수류(*Parupeneus* spp.)를 발견할 수 있었다. 조사 정점 주위에 부서진 산호가 많이 있었으며 이 사이에 작은 산호초 어류(reef fish)가 많이 서식하고 있었다.

흰동가리와 셋별돔이 공생하고 있는 말미잘이 3~4 개체 있었으며(화보 I-2) 작은 크기의 자리돔류가 많이 서식하고 있었다.

수산 어종으로서 가치가 있는 어종으로는 직벽 부근에서 많이 출현한 바리류(*Cephalopholis argus*, *C. urodeta*), 파랑비늘돔류(*Scarus* spp.), 트레발리류(*Caranx melampygus*) 등이었다. 크기는 비교적 작은 편으로 바리류가 25~30cm급, 트레발리류가 35cm 전후였다. 파랑비늘돔류는 25cm 전후의 개체로 무리를 짓지 않고 단독으로 유영하는 개체가 대부분이었다. 흑갈색을 띤 쥐돔류(*Ctenochaetus* spp.)가 100~200마리씩 떼를 지어 이동하는 모습도 관찰되었다.

## 정점 3

정점 3은 수직 직벽의 경사가 급한 전형적인 drop off 지형이었다. 직벽에는 작은 골들이 발달해있어 굴곡이 형성되어 있기 때문에 조류의 흐름이 꺾여 지나가는 곳이었다. 어선 계류용 부이는 설치지점의 수심은 9m 내외이며 조류가 조금 있었으며 그곳에서 약 10m정도 떨어진 곳부터 급경사를 이루며 직벽을 이루고 있었다.

두 차례의 조사에서 총 123종이 조사되었는데, 직벽을 이루고 있는 산호초에는 소형 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류, 금강바리류 등이 무리 지어 서식하고 있었으며 20~25cm 크기의 파랑비늘돔류들이 단독으로 먹이 활동을 하고 있었다. 2003년, 2004년 모두 관성어로 개발이 가능한 10여종의 나비고기류(*Chaetodon* spp., 화보 I-2), 베도라치류의 일종인 *Meiacanthus atrodorsalis*, *Nemateleotris magnifica*와 *Ptereleotris euides* 그리고 흰동가리(*Amphiprion chrysopterus*, 화보 I-3)의 서식이 확인되었다(표 4, 그림 3).

2003년 조사시 대형 어종은 직벽을 따라 수심 40~50m 수심층에 머물고 있었는데 흑갈색을 띤 갈돔류(*Lethrinus* sp.)가 40~50마리씩 떼를 지어 이동하고 있었으며 35~45cm 급 대형 쥐돔류(*Naso* spp.)들이 관찰되었다. 2004년에는 15m 수심

표 3. 코스레 정점 2에서 관찰된 어류 목록(2003. 10)

Table 3. List of fish species at St. 2 in Kosrae (2003. 10)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Myripristis</i> sp.1		○	
2	<i>Pseudanthias bicolor</i>		○	
3	<i>Pseudanthias</i> sp.1		○	
4	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
5	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
6	<i>Pseudochromis marshallensis</i>		○	
7	<i>Pseudochromis polynemus</i>		○	
8	<i>Paracirrhites forsteri</i>		○	
9	<i>Paracirrhites</i> sp.1		○	
10	<i>Apogon</i> sp.1		○	
11	<i>Cheilodipterus artus</i>		○	
12	<i>Caranx melampygus</i>	○		
13	<i>Aphareus furca</i>	○		
14	<i>Macolor macularis</i>	○		
15	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
16	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		
17	<i>Caesio lunaris</i>			
18	<i>Caesio</i> sp.1			
19	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○	○	
20	<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	○		
21	<i>Lethrinus</i> sp.1	○		
22	<i>Parupeneus bifasciatus</i>			
23	<i>Parupeneus pleurostigma</i>			큰점촉수
24	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
25	<i>Chaetodon bennetti</i>		○	
26	<i>Chaetodon citrinellus</i>		○	
27	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
28	<i>Chaetodon lunula</i>		○	물나비고기
29	<i>Chaetodon ornatissimus</i>		○	
30	<i>Chaetodon rafflesii</i>		○	

표 3. 계속

Table 3. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
31	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
32	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
33	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
34	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
35	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	돛대돔
36	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
37	<i>Amphiprion perideraion</i>		○	
38	<i>Chromis</i> sp.1		○	
39	<i>Chromis margritifer</i>		○	
40	<i>Chromis ternatensis</i>		○	
41	<i>Chromis weberi</i>		○	
42	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
43	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>		○	
44	<i>Pomacentrus</i> sp.1		○	
45	Pomacentridae sp.1		○	
46	<i>Cheilinus digrammus</i>		○	
47	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
48	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
49	<i>Gomphosus varius</i>		○	
50	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
51	<i>Hemigymnus fasciatus</i>		○	
52	<i>Thalassoma lutescens</i>		○	
53	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
54	<i>Labroides pectoralis</i>		○	
55	<i>Scarus</i> sp.1	○	○	
56	<i>Scarus</i> sp.2	○	○	
57	<i>Scarus niger</i>	○	○	
58	<i>Scarus sordidus</i>	○	○	
59	<i>Ecsenius</i> sp.1			
60	<i>Nemateleotris magnifica</i>		○	

표 3. 계속

Table 3. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
61	<i>Acanthurus leucocheilus</i>		○	
62	<i>Acanthurus nigricans</i>		○	
63	<i>Acanthurus nigricauda</i>		○	
65	<i>Ctenochaetus striatus</i>		○	
64	<i>Ctenochaetus strigosus</i>		○	
66	<i>Naso brevirostris</i>	○		큰빨표문쥐치
67	<i>Naso lituratus</i>	○		제주표문쥐치
68	<i>Naso vlamingii</i>	○		
69	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
70	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○	
71	<i>Melichthys vidua</i>		○	
72	<i>Alutera scriptus</i>		○	날개쥐치

층에서 트레발리류(blue fin trevally), 25m 수층에서 25~30cm급 쥐돔류 10여마리가 확인되었다. 한편 수심 15m 전후의 산호초 굴속에서는 바리류의 일종인 40cm급 *Cephalophlis argus*와 꼬리가 붉은 통돔류인 30cm급 *Lutjanus fulvus*가 관찰되었다.

정점 3에서는 크고 작은 4종의 바리류가 확인되었으며, 전체 어종이 2003년에는 91종이었으나 2004년에는 *Chrysiptera biocellata*, *C. leucopoma*, *C. cyanea*, *Amblyglyphidodon aureus*, *Pomacentrus brachialis*, *Hemigymnus melapterus*, *Acanthurus nigricauda* 등의 어종이 확인되지 않아 73으로 감소하였다. 전반적으로는 직벽환경과 조류가 강하여 어종이 다양하면서 수산 어종이 많이 서식하는 경향을 보였다. 그러나 정점 3은 경사가 급한 직벽이 잘 발달한 정점이지만 20~40m층 중층을 떠다니는 어종은 많지 않았으며, 마이크로네시아 전 해역에 고르게 분포하고 있는 상어류가 거의 눈에 띄지 않는 것이 특징적이었다.

#### 정점 4

코스레섬의 서쪽 끝 부리에서 약간 북쪽의 정점 4는 정점 3과 마찬가지로 경사가 급한 직벽을 형성한 곳으로 2003년 조사가 이루어졌던 정점이다. 둥근 바위처럼 들

표 4. 코스레 정점 3에서 관찰된 어류 목록(2003. 10, 2004. 11)

Table 4. List of fish species at St. 3 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○		○	
2	<i>Gymnothorax</i> sp.1	○			○	
3	<i>Myripristis</i> sp.1	○	○		○	
4	<i>Myripristis</i> sp.2	○			○	
5	<i>Myripristis violacea</i>	○			○	
6	<i>Sargocentron</i> sp.1	○			○	
7	<i>Pseudanthias bicolor</i>	○			○	
8	<i>Pseudanthias</i> sp.1	○	○		○	
9	<i>Cephalopholis argus</i>	○	○	○		
10	<i>Cephalopholis leopardus</i>	○		○		
11	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○	○	○		
12	<i>Epinephelus merra</i>	○		○		
13	<i>Gracila albomarginata</i>	○		○		
14	<i>Pseudochromis marshallensis</i>	○			○	
15	<i>Pseudochromis polynemus</i>	○			○	
16	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○		○	
17	<i>Paracirrhites forsteri</i>	○			○	
18	<i>Paracirrhites hemistictus</i>	○			○	
19	<i>Apogon fraenatus</i>	○			○	
20	<i>Caranx melampygus</i>	○		○		
21	<i>Aphareus furca</i>	○	○	○		
22	<i>Macolor macularis</i>		○	○		
23	<i>Macolor niger</i>	○	○	○		
24	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		○		
25	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		○		무늬통돔
26	<i>Caesio caeruleaurea</i>		○		○	
27	<i>Caesio cunning</i>		○		○	
28	<i>Pterocasesio pisang</i>		○		○	
29	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○	○	○		
30	<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	○		○		
31	<i>Lethrinus</i> sp.1	○		○		

표 4. 계속

Table 4. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
32	<i>Parapeneus barberinus</i>		○		○	
33	<i>Parapeneus multifasciatus</i>	○	○		○	오점촉수
34	<i>Parapeneus</i> sp.1	○	○		○	
35	<i>Kyphosus cinerascens</i>		○			무늬갈돔
36	<i>Chaetodon auriga</i>	○	○		○	가시나비고기
37	<i>Chaetodon bennetti</i>	○			○	
38	<i>Chaetodon ephippium</i>	○	○		○	
39	<i>Chaetodon kleinii</i>	○	○		○	
40	<i>Chaetodon lunula</i>		○		○	물나비고기
41	<i>Chaetodon meyeri</i>	○			○	
42	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>	○			○	
43	<i>Chaetodon reticulatus</i>	○	○		○	
44	<i>Chaetodon speculum</i>	○			○	
45	<i>Chaetodon trifascialis</i>		○		○	
46	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	○	○		○	
47	<i>Chaetodon ulietensis</i>	○	○		○	
48	<i>Forcipiger flavissimus</i>	○	○		○	
49	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>		○		○	
50	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○		○	뚝대돔
51	<i>Centropyge shepardi</i>	○			○	
52	<i>Pygoplites diacanthus</i>	○	○		○	
53	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○		○	흰동가리돔
54	<i>Amphiprion perideraion</i>		○		○	
55	<i>Chromis acares</i>	○	○		○	
56	<i>Chromis alpha</i>	○			○	
57	<i>Chromis margaritifer</i>	○	○		○	
58	<i>Chromis weberi</i>		○		○	
59	<i>Chromis</i> sp.1		○		○	
60	<i>Dascyllus flavicaudus</i>		○		○	
61	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	○	○		○	셋별돔
62	<i>Dascyllus reticulatus</i>		○		○	

표 4. 계속

Table 4. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
63	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	○	○		○	해포리고기
64	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>	○			○	
65	<i>Chrysiptera biocellata</i>	○			○	
66	<i>Chrysiptera cyanea</i>	○			○	
67	<i>Chrysiptera leucopoma</i>	○			○	
68	<i>Chrysiptera</i> sp.1		○		○	
69	<i>Pomacentrus brachialis</i>	○			○	
70	Pomacentridae 1	○			○	
71	<i>Pomacentrus</i> sp.1	○			○	
72	<i>Pomacentrus philippinus</i>	○	○		○	
73	<i>Bodianus diana</i>		○		○	
74	<i>Cheilinus digrammus</i>		○		○	
75	<i>Cheilinus fasciatus</i>	○	○		○	
76	<i>Cheilinus unifasciatus</i>	○	○		○	
77	<i>Cheilinus</i> sp.1	○			○	
78	<i>Epibulus insidiator</i>	○	○		○	
79	<i>Pterogogus cryptus</i>	○			○	
80	<i>Gomphosus varius</i>	○	○		○	
81	<i>Halichoeres hortulanus</i>	○	○		○	
82	<i>Halichoeres melanurus</i>	○	○		○	
83	<i>Hemigymnus fasciatus</i>		○		○	
84	<i>Hemigymnus melapterus</i>	○			○	
85	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	○	○		○	색동놀래기
86	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	○			○	
87	<i>Thalassoma</i> sp.1		○		○	
88	<i>Labroides dimidiatus</i>	○	○		○	청줄청소놀래기
89	<i>Scarus altipinnis</i>		○	○		
90	<i>Scarus microrhinos</i>		○	○		
91	<i>Scarus niger</i>	○	○	○		
92	<i>Scarus sordidus</i>	○	○	○		
93	<i>Scarus</i> sp.1	○	○	○		



표 4. 계속

Table 4. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
94	<i>Scarus</i> sp.2	○	○	○		
95	<i>Scarus</i> sp.3	○		○	○	
96	<i>Ecsenius</i> sp.1		○		○	
97	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	○			○	
98	<i>Ptereleotris evidus</i>	○			○	
99	<i>Nemateleotris magnifica</i>	○			○	
100	<i>Ctenogobiops</i> sp.1	○			○	
101	<i>Acanthurus dussumieri</i>	○	○	○	○	노랑꼬리쥐돔
102	<i>Acanthurus leucocheilus</i>		○	○	○	
103	<i>Acanthurus lineatus</i>		○	○	○	
104	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		○	○	
105	<i>Acanthurus nigricauda</i>	○		○	○	
106	<i>Acanthurus strigosus</i>	○		○	○	
107	<i>Acanthurus</i> sp.1		○	○		
108	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>	○			○	
109	<i>Ctenochaetus striatus</i>		○			
110	<i>Zebrasoma flavescens</i>	○			○	
111	<i>Naso annulatus</i>	○		○	○	
112	<i>Naso hexacanthus</i>	○	○	○	○	
113	<i>Naso lituratus</i>	○	○	○	○	제주표문쥐치
114	<i>Naso vlamingii</i>	○	○	○	○	
115	<i>Naso</i> sp.1		○	○	○	
116	<i>Zanclus cornutus</i>	○	○		○	
117	<i>Siganus puellus</i>	○			○	
118	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○	○	○	
119	<i>Balistapus viridescens</i>	○			○	
120	<i>Melichthys niger</i>	○			○	
121	<i>Melichthys vidua</i>	○	○		○	
122	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>		○		○	
123	<i>Ostracion meleagris</i>	○			○	
	Total	91	73			

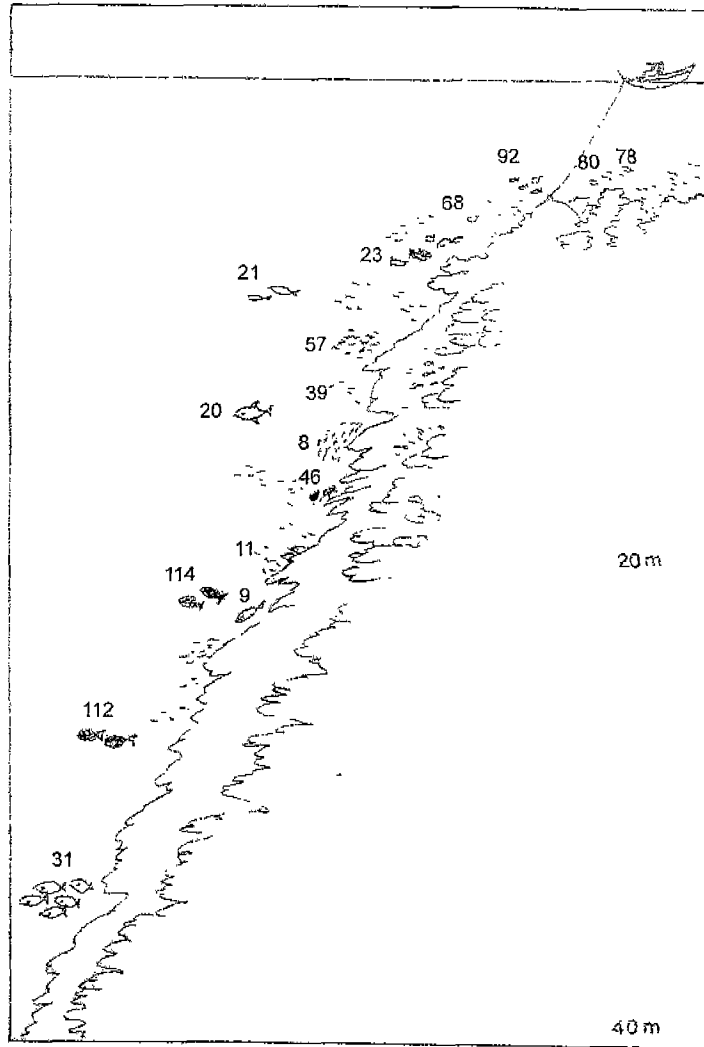


그림 3. 코스레 정점 3에서의 어류 분포 양상(2003. 10, 2004. 11).

Fig. 3. Scheme of fish distribution at St. 3 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Numbers are same as Table 4.

럼 돌출한 산호가 넓게 발달한 해저평지 가장자리는 수심 10~13m 범위였고 그로부터 서쪽으로 직벽이 발달되어 있다. 정점 4의 직벽에서는 정점 3과 마찬가지로 소형 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류, 금강바리류 등과 십 여종의 나비고기류, 천사고기들이 유영하거나 먹이활동을 하고 있었으며, 관상어로 가치가 높은 흰동가리(*Amphiprion clakii*)도 다수 관찰되었다.

수심 40m에서는 가오리류(*Dasyatidae* sp.)와 상어류(*Carchahinus* sp.)가 각각 한 마리씩 관찰되었으며 35~45cm 급 대형 쥐돔류(*Naso hexacanthus*) 떼가 유영하고 있는 것이 관찰되었다.

바리류로는 *Cephalopholis argus*를 포함한 *Cephalopholis*속 3종과 *Epinephelus macrospilos*, *Gracila albomarginata*의 5종이 확인되었다. 그 외 통돔류인 25cm 전후의 무늬통돔(*Lutjanus monostigmus*)떼와 바위틈을 지나다니는 25cm 급 *L. fulvus*가 확인되었으며 과랑비늘돔류(*Scarus* spp.)는 다른 정점에서와 마찬가지로 모두 단독 유영하고 있었다.

정점 3에서는 총 82종이 확인되어 정점 3과 유사한 다양성을 나타내었고 대형어는 수심이 40m인 곳에서 주로 유영하고 있었다(표 5).

## 정점 5

정점 5는 북쪽 연안의 비스듬하게 발달한 한 직벽을 면한 산호초였다. 정점 3, 4에 비하면 경사가 완만한 곳이었으며, 직벽이 시작하는 부분에서 30~50cm 크기의 갈돔류, 놀래기류가 많이 관찰된 곳이었다.

수심 10~13m 수층은 편평한 산호초 바닥으로 평탄하고 높이가 낮은 산호초들이 잘 발달된 곳으로 소형 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류, 놀래기류들이 흩어져 서식하고 있었다. 중층에는 *Caesio teres*, *C. cuning* 등 푸른색을 띤 황등어류들이 떼를 지어 쥐돔류(*Naso* spp.)와 섞여 유영하고 있었다(표 6, 그림 4).

경사가 급해지기 시작하는 부분에는 삿갓모양의 커다란 산호초들이 발달해 있었으며 그 근처에는 35~40cm 급 통돔류 떼와 *Macolor macularis* 무리들이 관찰되었다. 또 삿갓모양의 산호초 아래나 굴속에는 2003년, 2004년 조사 당시 모두 야행성 또는 그늘을 좋아하는 주걱치와 열게돔류가 풍부하게 서식하고 있었다.

2003년, 2004년에 수심 13~15m의 경사면이 시작하는 곳에서는 크기가 35~50cm 급의 중형급 나플레옹피시가 연속으로 관찰되어 코스레 연안 조사 정점에서는 유일하게 이 종이 연속 관찰된 것으로 나타났다. 또, 같은 수층에서 35~45cm 크기의 갈돔류(*Lethrinus xanthochilus*, *L. erythacanthus*)들이 확인된 것도 이 정점의 특징이라 할 수 있겠다.

표 5. 코스레 정점 4에서 관찰된 어류 목록(2003. 10)

Table 5. List of fish species at St. 4 in Kosrae (2003. 10)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Carcharhinus</i> sp.1	○		
2	Dasyatididae 1			
3	<i>Myripristis murdjan</i>		○	
4	<i>Myripristis pralinia</i>		○	
5	<i>Myripristis</i> sp.1		○	
6	<i>Pseudanthias</i> sp.1		○	
7	<i>Pseudanthias</i> sp.2		○	
8	<i>Pseudanthias bicolor</i>		○	
9	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
10	<i>Cephalopholis miniata</i>	○		
11	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
12	<i>Epinephelus macrospilos</i>	○		
13	<i>Gracila albomarginata</i>	○		
14	<i>Pseudochromis marshallensis</i>			
15	<i>Aphareus furca</i>	○		
16	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		
17	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
18	<i>Caesio caeruleaurea</i>			
19	<i>Caesio lunaris</i>			
20	<i>Caesio</i> sp.1			
21	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○	○	
22	<i>Lethrinus</i> sp.1	○		
23	<i>Parupeneus multifasciatus</i>		○	오점촉수
24	<i>Parupeneus</i> sp.1		○	
25	<i>Pempheris oualensis</i>			
26	<i>Kyphosus cinerascens</i>			무늬갈돔
27	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
28	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
29	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
30	<i>Chaetodon lunula</i>		○	물나비고기

표 5. 계속

Table 5. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
31	<i>Chaetodon octofasciatus</i>		○	
32	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
33	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
34	<i>Chaetodon vagabundus</i>		○	
35	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
36	<i>Centropyge heraldi</i>		○	
37	<i>Centropyge multifasciatus</i>		○	
38	<i>Centropyge shepardi</i>		○	
39	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
40	<i>Amphiprion clarkii</i>		○	흰동가리
41	<i>Chromis acares</i>		○	
42	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
43	<i>Chromis</i> sp.1			
44	<i>Chromis</i> sp.2			
45	<i>Dascyllus aruanus</i>		○	
46	<i>Amblyglyphidodon ternatensis</i>		○	
47	<i>Chrysiptera leucopoma</i>		○	
48	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>		○	
49	<i>Pomacentrus philippinus</i>		○	
50	<i>Pomacentrus</i> sp.1			
51	Pomacentridae sp.1			
52	<i>Bodianus axillaris</i>		○	
53	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
54	<i>Cheilinus unifasciatus</i>		○	
55	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
56	<i>Gomphosus varius</i>		○	
57	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
58	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	색동놀래기
59	<i>Thalassoma</i> sp.1		○	
60	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기

표 5. 계속

Table 5. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
61	Labridae sp.1			
62	<i>Scarus oviceps</i>	○	○	
63	<i>Scarus schlegeli</i>	○	○	
64	<i>Scarus</i> sp.1	○	○	
65	<i>Scarus</i> sp.2	○	○	
66	<i>Sphyraena</i> sp.1	○		
67	<i>Ecsenius bicolor</i>		○	
68	<i>Plagiotremus laudandus</i>		○	
69	<i>Acanthurus leucocheilus</i>		○	
70	<i>Acanthurus thompsoni</i>		○	
71	<i>Ctenochaetus strigosus</i>		○	
72	<i>Ctenochateus hawaiiensis</i>		○	
73	<i>Naso hexacanthus</i>	○	○	
74	<i>Naso lituratus</i>	○	○	제주표문쥐치
75	<i>Naso vlamingii</i>	○	○	
76	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
77	<i>Bothus</i> sp.1			
78	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○	
79	<i>Balistoides conspicillum</i>		○	파랑쥐치
80	<i>Balistoides viridescens</i>		○	
81	<i>Melichthys niger</i>		○	
82	<i>Melichthys vidua</i>	○	○	

정점 5에서는 총 124종이 출현하였는데, 부서진 산호가 많고 비교적 경사가 완만한 절벽 지역이었지만 대형 개체들이 많이 출현한 것과 출현 어종수가 2003년과 2004년에 각각 84종 및 88종으로 다양하였던 것이 특징이었다(표 6).

#### 정점 6

정점 6은 산호초가 잘 보존되어 있는 코스레 동쪽 Malem 해역으로 2004년에 조사를 실시하였다. 전반적으로 경사면이 비스듬한 해저면을 따라 산호가 잘 발달해

표 6. 코스레 정점 5에서 관찰된 어류 목록(2003. 10, 2004. 11)

Table 6. List of fish species at St. 5 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>	○		○		
2	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		○	○		
3	<i>Gymnothorax javanicus</i>	○			○	
4	<i>Gymnothorax</i> sp.1	○			○	
5	<i>Myripristis adusta</i>	○	○		○	
6	<i>Myripristis kuntee</i>		○		○	
7	<i>Myripristis murdjan</i>	○			○	적투어
8	<i>Myripristis pralinia</i>	○			○	
9	<i>Myripristis</i> sp.1		○		○	
10	<i>Aulostomus chinensis</i>	○				
11	<i>Pseudanthias bicolor</i>	○			○	
12	<i>Pseudanthias</i> sp.1	○	○		○	
13	<i>Cephalopholis argus</i>	○	○	○		
14	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○	○	○		
15	<i>Pseudochromis</i> sp.1	○			○	
16	<i>Paracirrhites arcatus</i>	○			○	
17	<i>Paracirrhites forsteri</i>		○		○	
18	<i>Paracirrhites hemistictus</i>	○			○	
19	<i>Paracirrhites</i> sp.1		○		○	
20	<i>Caranx sexfasciatus</i>		○	○		줄전갱이
21	<i>Aphareus furca</i>		○	○		
22	<i>Macolor macularis</i>	○	○	○		
23	<i>Lutjanus bohar</i>		○	○		
24	<i>Lutjanus fulvus</i>		○	○		
25	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○	○	○		무늬붕돔
26	<i>Lutjanus semicinctus</i>		○	○		
27	<i>Caesio caeruleaurea</i>		○		○	
28	<i>Caesio cuning</i>	○			○	
29	<i>Caesio teres</i>	○	○		○	
30	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○	○	○	○	
31	<i>Lethrinus erythracanthus</i>	○		○		

표 6. 계속

Table 6. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
32	<i>Lethrinus olivaceus</i>		○	○		
33	<i>Lethrinus xanthochilus</i>	○		○		
34	<i>Lethrinus</i> sp.1		○	○		
35	<i>Parupeneus bifasciatus</i>	○	○		○	
36	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	○			○	오점촉수
37	<i>Parupeneus</i> sp.1	○	○		○	
38	<i>Pempheris oualensis</i>		○			
39	<i>Kyphosus cinerascens</i>	○	○			무늬갈돔
40	<i>Platax</i> sp.1		○		○	
41	<i>Chaetodon auriga</i>	○			○	가시 나비고기
42	<i>Chaetodon bennetti</i>		○		○	
43	<i>Chaetodon citrinellus</i>	○	○		○	
44	<i>Chaetodon ephippium</i>	○	○		○	
45	<i>Chaetodon lineolatus</i>		○		○	줄나비고기
46	<i>Chaetodon lunula</i>	○	○		○	룰나비고기
47	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	○	○		○	
48	<i>Chaetodon reticulatus</i>	○	○		○	
49	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	○	○		○	
50	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○		○	
51	<i>Chaetodon vagabundus</i>	○	○		○	
52	<i>Forcipiger flavissimus</i>	○			○	
53	<i>Forcipiger longirostris</i>		○		○	
54	<i>Heniochus chrysostomus</i>	○	○		○	뚝대돔
55	<i>Heniochus singularis</i>		○		○	
56	<i>Heniochus monoceros</i>	○			○	
57	<i>Heniochus varius</i>	○			○	
58	<i>Centropyge flavissimus</i>	○	○		○	
59	<i>Centropyge loriculus</i>	○			○	
60	<i>Centropyge shepardi</i>		○		○	
61	<i>Centropyge vrolikii</i>	○			○	
62	<i>Pygoplites diacanthus</i>	○	○		○	



표 6. 계속

Table 6. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
63	<i>Amphiprion clarkii</i>	○	○		○	흰동가리
64	<i>Amphiprion perideraion</i>		○		○	
65	<i>Chromis acares</i>	○	○		○	
66	<i>Chromis agilis</i>	○			○	
67	<i>Chromis caudalis</i>	○			○	
68	<i>Chromis margaritifer</i>		○		○	
69	<i>Chromis xanthura</i>		○		○	
70	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○		○	셋벌돔
71	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>	○	○		○	
72	<i>Chrysiptera biocellata</i>	○			○	
73	<i>Chrysiptera</i> sp.1	○	○		○	
74	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>		○		○	
75	<i>Pomacentrus philippinus</i>	○	○		○	
76	<i>Pomacentrus</i> sp.1	○	○		○	
77	<i>Bodianus axillaris</i>	○	○		○	
78	<i>Bodianus diana</i>	○			○	
79	<i>Cheilinus fasciatus</i>	○	○		○	
80	<i>Cheilinus oxycephalus</i>		○		○	
81	<i>Cheilinus undulatus</i>	○	○	○		
82	<i>Cheilinus unifasciatus</i>	○	○		○	
83	<i>Epibulus insidiator</i>	○	○		○	
84	<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>	○			○	
85	<i>Coris aygula</i>	○			○	
86	<i>Gomphosus varius</i>	○	○		○	
87	<i>Halichoeres hortulanus</i>	○	○		○	
88	<i>Hemigymus fasciatus</i>		○		○	
89	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	○	○		○	색동놀래기
90	<i>Thalassoma lunare</i>		○		○	녹색물결놀래기
91	<i>Thalassoma lutescens</i>		○		○	
92	<i>Thalassoma purpurum</i>	○			○	비단놀래기
93	<i>Labroides dimidiatus</i>	○	○		○	청줄청소놀래기

표 6. 계속  
Table 6. Continued

No.	Species	2003	2004	Commercial		Remarks
				Fisheries	Aquarium	
94	<i>Cetoscarus bicolor</i>		○		○	
95	<i>Scarus altipinnis</i>		○	○	○	
96	<i>Scarus frenatus</i>	○		○	○	
97	<i>Scarus microrhinos</i>		○	○	○	
98	<i>Scarus oviceps</i>	○		○	○	
99	<i>Scarus schlegeli</i>	○	○	○	○	
100	<i>Scarus sordidus</i>	○	○	○	○	
101	<i>Scarus</i> sp.1	○	○	○	○	
102	<i>Scarus</i> sp.2	○	○	○	○	
103	<i>Sphyraena</i> sp.1	○			○	
104	<i>Ecsenius</i> sp.1		○		○	
105	Blenniidae sp.1	○				
106	Gobiidae sp.1	○				
107	<i>Acanthurus bariene</i>	○		○	○	
108	<i>Acanthurus blochii</i>		○	○	○	
109	<i>Acanthurus dussumieri</i>		○	○	○	노랑꼬리쥐돔
110	<i>Acanthurus leucocheilus</i>	○		○	○	
111	<i>Acanthurus nigricans</i>	○	○	○	○	
112	<i>Acanthurus pyroferus</i>	○		○	○	
113	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	○	○		○	
114	<i>Ctenochaetus striatus</i>	○	○		○	
115	<i>Naso lituratus</i>	○	○		○	제주표문쥐치
116	<i>Naso vlamingii</i>	○	○		○	
117	<i>Zanclus cornutus</i>	○	○		○	깃대돔
118	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○	○	○	
119	<i>Balistoides viridescens</i>		○		○	
120	<i>Melichthys niger</i>	○			○	
121	<i>Melichthys vidua</i>	○	○	○	○	
122	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>		○		○	
123	<i>Alutera scriptus</i>		○		○	날개쥐치
124	<i>Ostracion meleagris</i>		○		○	
		84	88			

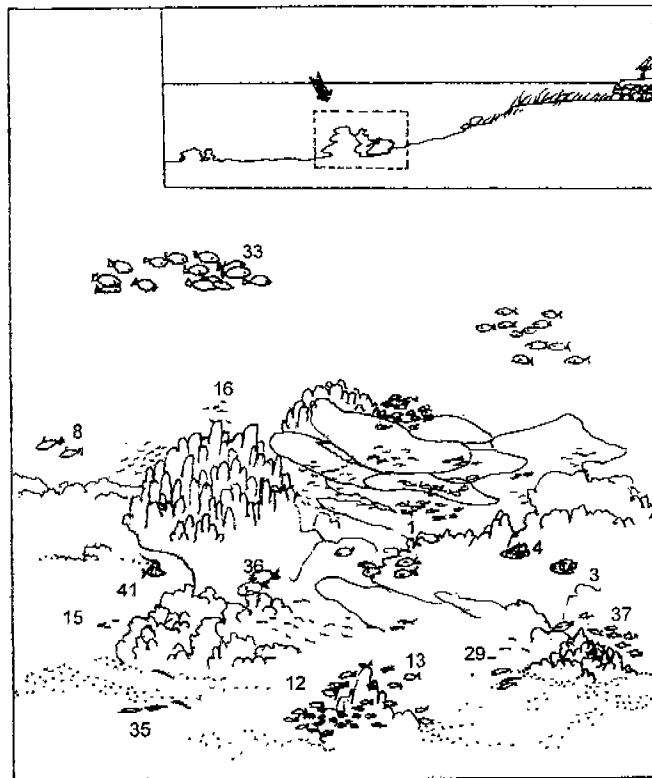


그림 4. 코스레 정점 5에서의 어류 분포 양상(2003. 10월, 2004. 11).

Fig. 4. Scheme of fish distribution at St. 5 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Numbers are same as Table 6.

있었던 곳이다. 너울 파도의 영향을 받는 편평한 해저면이 펼쳐진 수심 12~14m 수층에는 크기가 작은 쥐돔류, 놀래기류, 자리돔류들이 많이 서식하고 있었으며 비스듬히 경사가 진 수심 20m 전후에서 크기 25~35cm 급 파랑비둘돔류와 33~38cm 급 중형 쥐돔류 *Naso spp.*를 관찰할 수 있었다. 확인된 어종은 총 69종으로 그 외 어종 구성이나 수산어종은 다른 유사한 해저면을 가진 곳과 대동소이하였다(표 7).

## 정점 7

정점 7은 Lelu 만 입구에서 코스레 수산자원연구소 앞 연안까지 4개소이며 2004년 조사에서 총 63종이 조사되었다. 크게 나누어 보면 만의 입구에서 중앙 연안까지 38종이 조사되었고 연구소 앞 수로에서 33종이 관찰되었다.

Lelu 만에서는 낮은 투명도와 사니질의 저질 등 외해의 산호초 해역과는 전혀 다른 해양환경을 보이고 있었으며 두 번째 조사정점인 강 하구에서는 1m도 안되는 낮은 투명도와 두터운 빨로 이루어진 저층만 확인할 수 있을 정도였다. 만 입구에서는 낮은 투명도에도 불구하고 38종의 어종이 관찰되었으며 그 중에는 비교적 몸집이 큰 갈돔류와 쥐치류도 관찰되었다. 만의 중앙 연안인 Lelu 마을 연안에서는 수심 4~5m까지 적은 량의 산호초가 발달해 있고 이 그 이상 수심대에는 깊은 빨층으로 이루어져 있었는데 무늬통돔, 열게돔 등 모두 소형어가 주를 이루었으며 바위 사이의 빨 바닥에서는 망둥어류가 관찰되었다.

연구소 앞 수로에서는 33종이 조사되었는데, 얕은 수심대에 육상 나무의 가지와 잎이 얽혀 있어 소형어나 치어들이 은신해 있었는데 그 중에는 대표적인 연안 열게돔류인 *Spaeramia orbicularis*, 송어 외에 나뭇잎을 먹는 독가시치류를 볼 수 있었으며 앞바다 산호초해역에 서식하는 천사고기류, 놀래기류, 창고기(baracuda) 곱치 등 어종의 어린 유어들이 관찰되어 나뭇가지나 나뭇잎들로 그늘지고 은신처가 많은 얕은 연안이 이들의 성육장 역할을 하고 있음을 알 수 있었다(표 8).

## 2). 수산 어종

2003년과 2004년에 걸쳐 각 정점에서 다이빙 조사 시 육안으로 확인된 대표적인 수산 어종의 크기와 그 특징들은 다음과 같이 정리되었다.

## 정점 1

조사 시 5m×70m (350m<sup>2</sup>) 범위에서 약 20분간 관찰된 수산 어종의 현황은 표 9와 같다.

표 7. 코스레 정점 6에서 관찰된 어류 목록(2004. 11)

Table 7. List of fish species at St. 6 in Kosrae (2004. 11)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Aulostomus chinensis</i>			
2	<i>Pseudanthias</i> sp.1		○	
3	<i>Pseudanthias</i> sp.2		○	
4	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
5	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○	
6	<i>Paracirrhites hemistictus</i>		○	
7	<i>Paracirrhites</i> sp.1		○	
8	<i>Aphareus furca</i>	○		
9	<i>Macolor macularis</i>	○		
10	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
11	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		
12	<i>Caesio lunaris</i>		○	
13	Caesionidae sp.1		○	
14	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
15	<i>Parupeneus</i> sp.1		○	
16	<i>Kyphosus</i> sp.1			
17	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
18	<i>Chaetodon lunula</i>		○	
19	<i>Chaetodon citrinelleus</i>		○	
20	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
21	<i>Chaetodon ornatissimus</i>		○	
22	<i>Chaetodon oxycephalus</i>		○	
23	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
24	<i>Chaetodon trifascialis</i>		○	
25	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
26	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
27	<i>Chaetodon vagabundus</i>		○	
28	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
29	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>		○	

표 7. 계속

Table 7. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks	
		Fisheries	Aquarium		
30	<i>Heniochus singularis</i>		○	school	
31	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○		
32	<i>Chromis acares</i>		○		
33	<i>Chromis margaritifer</i>		○		
34	<i>Chromis xanthura</i>		○		
35	<i>Dascyllus aruanus</i>		○		
36	<i>Chrysiptera</i> sp.1		○		
37	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>		○		
38	<i>Pomacentrus</i> sp.1		○		
39	<i>Cheilinus unifasciatus</i>		○		
40	<i>Epibulus insidiator</i>		○		
41	<i>Epibulus</i> sp.1		○		
42	<i>Gomphosus varius</i>		○		
43	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○		
44	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○		
45	<i>Thalassoma lunare</i>		○		
46	<i>Thalassoma purpuraceum</i>		○		
47	<i>Labroides dimidiatus</i>		○		청줄청소놀래기
48	<i>Cetoscarus bicolor</i>		○		
49	<i>Scarus frenatus</i>	○	○		
50	<i>Scarus globiceps</i>	○	○		
51	<i>Scarus sordidus</i>	○	○		
52	<i>Scarus</i> sp.1	○	○		
53	<i>Scarus</i> sp.2	○	○		
54	<i>Cirripectes variolosus</i>		○		
55	Gobiidae sp.1				
56	<i>Acanthurus dussumieri</i>	○	○		노랑꼬리쥐돔
57	<i>Acanthurus leucopareius</i>	○	○		
58	<i>Acanthurus nigricans</i>	○	○		

표 7. 계속

Table 7. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
59	<i>Acanthurus</i> sp.1	○	○	
60	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
61	<i>Naso hexacanthus</i>	○		
62	<i>Naso vlamingii</i>	○		
63	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
64	<i>Siganus puellus</i>		○	
65	<i>Balistapus undulatus</i>	○	○	
66	<i>Balistoides viridescens</i>		○	
67	<i>Melichthys vidua</i>	○	○	
68	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>		○	
69	<i>Pseudobalistes fuscus</i>		○	

2003년 조사에서는, 직벽 아래에는 상어, 나폴레옹피시, 쥐돔류 등이 확인되었으며 편평한 곳에서는 파랑비늘돔류의 유영을 확인하였다. 수산종들의 크기는 갈돔이 30~40cm, 나폴레옹피시가 35~45cm였으며, 쥐돔은 25~30cm과 가장 개체수가 많았던 파랑비늘돔류는 전장이 24~30cm 범위로 성어 크기로 보아서는 비교적 작은 개체들이 확인되었다. 정점 1에서는 Chuuk 주의 연안의 몇몇 정점과 마찬가지로 몸집이 큰 수산 어종보다는 크기가 작은 화려한 체색의 개체들이 많이 확인되었다. 즉, 관상어로서 개발 잠재력이 큰 종들이 많았다.

2004년에는 13~20cm 크기의 소형 퉁돔류와 실꼬리돔류가 100~300 마리 가량씩 무리 지어 조사된 것이 가장 큰 특징이었다. 파랑비늘돔류는 약 35마리가 관찰되어 작년 조사와 유사하였으며, 22~32cm 크기의 *Cephalopholis argus* 8마리가 관찰되었다. 그러나 작년에 조사된 나폴레옹피시, 갈돔류 및 상어류 등의 대형 어류들은 출현하지 않았다.

## 정점2

정점 2에서는 5m×50m (250m<sup>2</sup>)를 조사하였는데 다른 정점에 비하여 다양한 천사

표 8. 코스레 정점 7에서 관찰된 어류 목록(2004. 11)

Table 8. List of fish species observed at St. 7 in Kosrae (2004. 11)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Muraenidae</i> sp.1		○	
2	<i>Mugilidae</i> sp.1			
3	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
4	<i>Apogon nigrofasciatus</i>		○	
5	<i>Apogon capricornis</i>		○	
6	<i>Apogon</i> sp.1		○	
7	<i>Lutjanus ehrenbergi</i>	○		
8	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		
9	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
10	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		
11	<i>Lutjanus kasmira</i>	○		
12	<i>Lethrinus</i> sp.1	○		
13	<i>Sphareramia orbicularis</i>		○	
14	<i>Caranx</i> sp.1	○		어린개체
15	<i>Parapeneus pleurostigma</i>		○	큰점혹수
16	<i>Parapeneus</i> sp.1		○	
17	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
18	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
19	<i>Chaetodon lunula</i>		○	불나비고기
20	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
21	<i>Chaetodon lineolatus</i>		○	줄나비고기
22	<i>Chaetodon</i> sp.1		○	
23	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	돛대돔
24	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
25	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
26	<i>Dascyllus aruanus</i>		○	
27	<i>Pomacentrus coelestis</i>		○	파랑돔
28	<i>Pomacentrus</i> sp.1		○	
29	<i>Pomacentrus</i> sp.2		○	
30	<i>Pomachromis</i> sp.1		○	



표 8. 계속

Table 8. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
31	<i>Dischistodus chryopoecilus</i>		○	school
32	<i>Stethojulis</i> sp.1		○	
33	<i>Thalassoma</i> sp.1		○	
34	<i>Sphyraena</i> sp.1	○		
35	<i>Asterropteryx semipunctatus</i>		○	
36	<i>Exyrias belissimus</i>		○	
37	Gobiidae sp.1			
38	Gobiidae sp.2			말뚝망둑류
39	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
40	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
41	Labridae sp.1			
42	Labridae sp.2			
43	<i>Scarus sordidus</i>	○	○	
44	<i>Scarus</i> sp.1	○		
45	<i>Scarus</i> sp.2	○		
46	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>		○	
47	<i>Plagiotremus laudandus</i>		○	
48	<i>Amblygobius decussatus</i>		○	
49	<i>Amblygobius nocturnus</i>		○	
50	<i>Acanthurus blochii</i>	○		
51	<i>Acanthurus nigricans</i>	○	○	
52	<i>Acanthurus nigricauda</i>	○	○	
53	<i>Ctenochaetus striatus</i>		○	
54	<i>Ctenochaetus</i> sp.1		○	
55	<i>Siganus</i> sp.1			
56	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>		○	배주름쥐치
57	<i>Zebrasoma flavescens</i>		○	
58	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
59	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
60	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>		○	황록쥐치
61	<i>Canthigaster solandri</i>		○	
62	<i>Diodon hystrix</i>		○	
63	<i>Monodactylus argenteus</i>		○	

표 9. 코스레 정점 1에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위(2003. 9, 2004. 11)

Table 9. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 1 in Kosrae (2003. 9, 2004. 11)

Scientific name	Korean name	2003		2004	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Carcharhinus melanopterus</i>	상어류	70	1	-	-
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	15~30	2	22~32	8
<i>Lethrinus</i> sp.1	갈돔류	30~40	5	-	-
<i>Lutjanus monostigmus</i>	무늬통돔	30~43	12	16~20	100
<i>Lutjanus fulvus</i>	통돔류	-	-	13~20	200
<i>Scolopsis lineatus</i>	실꼬리돔류	-	-	14~17	300 ↑
<i>Scarus</i> sp.1	파랑비늘돔류	24~30	30	25~45	35
<i>Cheilinus undulatus</i>	놀래기류	35~45	3	-	-
<i>Naso vlamingii</i>	취돔류	-	-	33~37	6
<i>Naso</i> sp.1	"	25~30	3	30~35	4

고기류가 관찰되었던 것이 특징이다. 수산 어종으로 가장 많은 개체수가 확인된 어류는 취돔류인 *Naso lituratus*, *N. vlamingii* 이었고, 25~33cm 범위로 중형급 개체들이었다.

바리류 중에서는 *Cephalopholis urodeta* 6마리와 *Cephalopholis argus* 2마리가 관찰되었다. 또 소형이라 할 수 있는 20~30cm 크기의 어린 트레발리류 *Caranx melamgygus*가 4마리 관찰되었다(표 10).

### 정점3

정점 3은 5m×70m (350m<sup>2</sup>)를 조사하였는데, 조사 정점 중 가장 다양한 어종이 확인되었던 곳으로 직벽을 따라 잘 발달한 산호초에 비교적 다양한 수산어종이 확인되었다. 2003년 조사에 있어서, 가장 많았던 종은 통돔류의 일종(*Lutjanus* sp.)으로 30~45cm 크기의 개체가 40여 마리 확인되었으며, 바리류인 20~45cm 크기의 *Cephalopholis argus*도 7마리가 확인되었다(표 11). 또 전갱이류의 일종인 40cm 급 *Caranx melamgygus*가 12m 내외의 수심에서 한 마리 관찰되었으며 소수의 파랑비늘돔류와 취돔류가 산호초 사이에 서식하고 있는 것이 확인되었다.

2004년 조사에서 바리류는 *C. argus* 2마리만 출현하였는데 작년 조사 때에 비해

표 10. 코스레 정점 2에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위(2003. 10)

Table 10. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 2 in Kosrae (2003. 10)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	25~35	2	
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	15~20	6	
<i>Caranx melamgygus</i>	전갱이류	20~30	4	블루핀트레발리
<i>Lethrinus</i> sp.1	갈돔류	35	1	
<i>Naso lituratus</i>	취돔류	25~27	10	
<i>Naso vlamingii</i>	"	25~33	4	

표 11. 코스레 정점 3에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위(2003. 10, 2004. 11)

Table 11. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 3 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Scientific name	Korean name	2003		2004	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	20~45	7	30~32	2
<i>Cephalopholis leopardus</i>	"	15~18	5	-	-
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	15~20	5	-	-
<i>Gracila albomarginata</i>	"	25	1	-	-
<i>Caranx melamgygus</i>	전갱이류	40	1	-	-
<i>Lutjanus fulvus</i>	통돔류	30	1	-	-
<i>Lutjanus</i> sp. 1	"	30~45	40	-	-
<i>Monotaxis grandoculus</i>	갈돔류	-	-	25~32	12
<i>Scarus</i> sp. 1	파랑비늘돔류	20~30	2	25~40	15
<i>Naso hexacanthus</i>	취돔류	40~45	2	30~35	4
<i>Naso annulatus</i>	"	35~45	4	-	-
<i>Naso vlamingii</i>	"	-	-	15~30	10

종수와 개체수가 감소하였다. 작년 조사에서 가장 많이 출현하였던 통돮류는 관찰되지 않았고, 25~32cm 크기의 갈돮류는 12마리가 출현하였다. 또한 파랑비늘돮류는 15마리가 조사되어 개체수가 증가하였다. 전체 수산 어종은 2003년 조사에 비해 종수와 개체수가 많이 감소하였다.

#### 정점 4

정점 4에서 직벽을 타고 내려간 40m 수층까지 5m×70m (350m<sup>2</sup>) 공간에서 바리류가 5종이 관찰되었는데 정점3에서와 마찬가지로 *Cephalopholis argus*가 6마리로 가장 많았으며 크기는 20~32cm범위로 그다지 크지는 않았다. 그 외 *Cephalopholis urodeta*를 비롯한 같은 속의 3종과 30cm 급 *Gracila albomarginata*와 30cm의 *Epinephelus macrospiles* 1마리가 관찰되었다. 또한, 전장이 24~27cm범위의 무늬통돮(*Lutjanus monostigmus*) 떼와 25cm 급 *L. fulvus* 1마리를 확인할 수 있었다(표 12).

표 12. 코스레 정점 4에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위(2003. 10)

Table 12. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 4 in Kosrae (2003. 10)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	20~38	6	
<i>Cephalopholis miniata</i>	"	15~28	4	
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	13~16	2	
<i>Epinephelus macrospiles</i>	"	28	1	
<i>Gracila albomarginata</i>	"	30	1	
<i>Lutjanus fulvus</i>	통돮류	20~25	2	
<i>Lutjanus monostigmus</i>	무늬통돮	27	18	
<i>Scarus sp.1</i>	파랑비늘돮류	25~38	23	
<i>Naso hexacanthus</i>	쥐돮류	38~45	32	
<i>Naso valmingii</i>	"	25~33	28	

수심이 깊은 곳에서는 쥐돮류인 *Naso hexacanthus* 무리가 관찰되었는데 모두 전장 38~46cm 범위의 대형 개체들이었다. 중형급 쥐돮류들인 *Naso valmingii*, *N. lituratus* 등은 직벽을 따라 유영하고 있었다.

조류가 빠르지 않은 정점 4에서는 수 백 마리씩 무리지어 다니는 대형어류의 떼로는 창고기 뿐이었으며 그 외는 수 십 마리 또는 단독으로 유영하는 쥐돔류, 파랑비늘돔류가 대부분이었다. 현지인에 따르면 새벽에는 이 직벽 근처에도 황다랑어 등 다랑어류가 접근하여 먹이 활동을 한다고 하니 수산 어종의 종 조성이나 그 량은 시간대에 따라 달라질 수 있다고 본다.

### 정점 5

정점 5의 편평한 바닥에서부터 완만하게 경사진 직벽 해역에 있어 5m×80m (400 m<sup>2</sup>) 넓이의 산호초 해역에서의 수산 어종의 량을 조사한 결과 비교적 많은 수의 대형 수산 어종들을 관찰할 수 있었다. 특히, 다른 정점에 비하여 돔류, 바리류 등이 많이 관찰되었다(표 13).

표 13. 코스레 정점 5에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위(2003. 10, 2004. 11)  
Table 13. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 5 in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Scientific name	Korean name	2003		2004	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Myripristis adusta</i>	얼개돔류	-	-	18~26	18
<i>Myripristis kuntee</i>	"	-	-	18~24	10
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	20~25	3	18~25	4
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	18~24	4	-	-
<i>Caranx sexfasciatus</i>	전갱이류	-	-	25~30	3
<i>Macolor macularis</i>	통돔류	35~44	12	-	-
<i>Lutjanus monostigmus</i>	무늬통돔	28~38	14	-	-
<i>Monotaxis grandoculus</i>	갈돔류	25~28	12	-	-
<i>Lethrinus erythracanthus</i>	"	30~38	20	-	-
<i>Lethrinus olivaceus</i>	"	-	-	40~45	3
<i>Lethrinus xanthochilus</i>	"	35~40	5	-	-
<i>Lethrinus</i> spp.	"	-	-	30~35	4
<i>Cheilinus undulatus</i>	늘래기류	35~50	5	60	1
<i>Scarus microrhinos</i>	파랑비늘돔류	-	-	40~45	3
<i>Scarus</i> spp.	"	-	-	25~35	35
<i>Naso lituratus</i>	쥐돔류	18~28	25	-	-
<i>Naso vlamingii</i>	"	30~38	33	40~45	3

2003년 조사 대상 범위에서 발견된 바리류는 2종류로서 체장 20~28cm 범위의 *Cephalopholis argus*가 3마리와 같은 속에 속하는 소형 바리류인 *C. urodeta* 4마리가 관찰되었다. 비교적 몸집이 큰 놈들 중에서는 수심 15~30m 수층을 때 지어 다니는 30~40cm급 중대형급 통돮류, 쥐돮류와 35~50cm 급 대형 놀래기류인 나폴레옹피시(*Cheilinus undulatus*)가 관찰되었다.

2004년에는 전장 18~25cm 가량 되는 2종의 열계돮류가 약 30마리 조사되었고, 갈돮류는 *Lethrinus olivaceus*와 *L. spp.* 2종이 관찰되었다. 대형 나폴레옹피시는 60cm 급이 1마리 조사되어 작년 조사에 비해 개체수는 적었다. 또한 2종의 파랑비늘돮류의 경우 25~45cm 크기가 약 40마리 조사되어 가장 많은 마리수를 나타내었다. 반면 2003년 조사에서 많이 출현한 통돮류와 쥐돮류는 없거나 적은 마리수가 조사되어 대조적이었다.

#### 정점 6

정점 6의 편평한 바닥에서부터 완만하게 경사진 직벽의 5m×80m (400m<sup>2</sup>) 넓이의 산호초 해역에서의 수산 어종의 개체수와 양을 2004년에 조사하였다.

주요 대상종은 7종 정도였고, 35cm 크기의 *Cephalopholis argus*가 1마리 조사되었다. 25~33cm 크기의 파랑비늘돮류가 30마리로 가장 많은 개체수를 기록하였으나 다른 종들은 적었다(표 14).

표 14. 코스레 정점 6에서 주요 수산어종의 개체수와 전장 범위(2004. 11)

Table 14. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes at St. 6 in Kosrae (2004. 11)

Scientific name	Korean name	2004	
		TL (cm)	No.
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	35	1
<i>Macolor macularis</i>	통돮류	38	1
<i>Monotaxis grandoculus</i>	갈돮류	30~33	2
<i>Lethrinus spp.</i>	"	25~28	4
<i>Scarus spp.</i>	파랑비늘돮류	25~33	30
<i>Naso hexacanthus</i>	쥐돮류	33~38	4
<i>Naso vlamingii</i>	"	38~42	3

## 정점별 유사성

정점에서의 조사 결과 코스레의 어류자원 서식환경은 직벽의 특성에 따라 두 가지로 나눌 수 있었다. 이러한 해저환경특성은 측주와 비교하면 매우 단순한 것으로서(한국해양연구원, 2003), 코스레의 연안의 산호초 구조가 측주의 그것에 비하여 매우 작고 단순한데에서 기인된다.

지금까지 조사된 마이크로네시아 해역에서 관찰된 어종수를 비교하면 다음과 같다. 코스레 해역에서 출현한 어종은, 2003년에 196종, 2004년에 194종으로서 1회 조사를 기준으로 Chuuk 환초의 222종보다는 적으나, 환초의 안쪽에서 조사가 이루어졌던 Nomwin 환초의 108종 보다는 다양한 특징을 보였다. 또한, 독립된 환초로 안쪽과 바깥쪽이 함께 조사 정점으로 조사된 Kuop 환초의 181종과 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 종 다양성에 있어서는 코스레 연안과 측주 연안이 유사하다고 판단되었다.

코스레의 연안 환경을 3 가지 타입으로 나누어 비교하면, 정점 1, 5, 6은 직벽의 경사가 완만한 편이었으며 특히 정점 1은 수심 50~60m에 다시 편평한 바닥이 이어지는 곳이었다. 정점 2, 3, 4는 편평한 테라스형 산호초에서부터 경사가 급한 직벽이 깊은 수심까지 이어지는 곳이었다. 이들 정점들에서 관찰된 수산 어종의 종수는 크게 차이가 없었으며 단지 출현량에 있어서는 정점 5에서 가장 많은 양의 대형어가 관찰되었고 정점 1에서 가장 적은 경향을 나타내었다. 또, 관찰 당시 대부분의 돛류, 쥐돛류 등 대형급 수산 어종은 수심이 30~40m의 깊은 곳에서 확인되었다. 정점 7은 다른 산호초 정점과는 달리 내만으로서 망둥어류, 천사고기류, 동갈돛류 등이 확인되었으며 유어가 많은 것이 특징이었다(표 15).

위에서 언급한 바와 같이 이번 조사는 코스레주 연안의 어선 계류용 부표가 설치된 곳을 중심으로 이루어졌다. 조사결과 구성어종이 다양하고 대형어들이 많이 관찰되었지만 정점간 환경 차이가 거의 없었던 관계로 어종 구성에 있어서는 유사한 경향을 나타내었던 것으로 생각된다.

조사 기간 중 코스레의 수산 시장 조사결과 열게돛류, 갈돛류, 파랑비늘돛류, 통돛류외에 가다랑어와 대형 놀래기류의 일종인 나플레웅피시 등이 판매되고 있었다(화보 I-5). 특히 코스레에서는 소형어종 열게돛류가 맛이 좋아 인기가 좋은 어종이었다. 또, 조사 기간 중에 2마리의 거북이 판매되고 있었다.

한편, 흰동가리류, 자리돛류 등 관상어 자원은 비교적 풍부한 것으로 나타났는데 수심 10m에서 투명한 플라스틱 어항을 이용한 집어체에 의한 채집 실험 결과 자리돛류, 금강바리류와 같은 주위의 소형어들이 집어체에 약한 반응은 보이지만 어항에는 들어가지 않았다. 또 수산시장 앞 연안을 포함한 수심 2~5m 수심대에는 잘피

표 15. 코스레 해역의 조사정점별 환경 특성과 수산어종 목록(2003. 9~10, 2004. 11)

Table 15. Environmental characteristics and commercial species by stations in Kosrae (2003. 9~10, 2004. 11)

Station	Topographical type	Commercial species	Remarks
St. 1, 5, 6	flatted terrace (6~13m) and gently slope	<i>Cephalophlis</i> spp. <i>Epinephelus</i> spp. <i>Scarus</i> spp. <i>Ctenochaetus</i> spp. <i>Lutjanus</i> spp. <i>Lethrinus</i> spp. <i>Myripristis</i> spp.	바리류 바리류 파랑비늘돔류 취돔류 통돔류 갈돔류 얼게돔류
St. 2, 3, 4	flatted terrace (6~11m) and drop off toward deep water	almost similar with St 1, 5	
St. 7	mud bottom and small corals in shore	Gobiidae spp. <i>Chaetodon</i> spp. Apogonidae spp.	망둥어류 및 유어 (young fishes)

류가 일부에 발달해 있는 가운데 비교적 몸집이 큰 갈돔류를 비롯하여 천사고기류, 얼게비늘류, 놀래기류, 파랑돔류, 자리돔류 등 관상어를 포함한 다양한 어종들이 서식하고 있었는데 외해에 면한 직벽보다는 이러한 얇은 연안에서 소형 관상어 채집이 더 용이할 것으로 판단되었다. 따라서 어항으로는 이번 조사 정점에서의 관상어의 대량 채집에는 어려움이 따를 것으로 예상되어, 앞으로 조간대를 포함한 연안 항 포구 등 비교적 채집 작업이 용이한 곳에서의 후리, 들망, 통발, 마취 등 여러 가지 방법에 의한 소형어 채집 도구 및 방법에 대한 연구가 필요하리라 생각되었다.

### 3). 담수 어류

코스레 내륙의 작은 하천에서 낚시를 이용한 담수 어류 조사에는 우리나라 천연기념물인 무태장어(*Anguilla marmorata*)와 퍼치류의 일종, 2종을 관찰하였다.

무태장어는 뱀장어과(Anguillidae)에 속하는 종으로 주로 중국 남부, 대만, 일본,



필리핀, 남서부 태평양 제도, 인도네시아, 아프리카 동부에 이르기까지 널리 분포하는 아열대, 열대성 어종으로 그 생태를 보다 자세하게 기술하면 다음과 같다.

우리나라에서는 경상남북도, 전라남도, 제주도 일부 지역에서 서식이 확인된바 있으나 그 양이 많지 않아 매우 희소한 것으로 판단된다. 제주도 서귀포 천지연 폭포에서 서식하는 무태장어는 천연기념물 27호로 그 외 전국에 분포하는 것들은 천연기념물 258호로 지정되어 있다.

영명은 Giant long-finned eel, Marbled eel 등으로 불리 우며 일본에서는 몸집이 큰 대형종이라 하여 오오우나기(オオウナギ)라 불리 운다. 우리나라에서는 몸에 검은 얼룩무늬가 있다하여 얼룩뱀장어, 점박이장어 등의 지방명을 가지고 있다. 지방명에서 알 수 있듯이 이 종의 체색은 등쪽이 황갈색, 녹갈색, 배쪽은 흰색이며 체측에 얼룩덜룩한 검은 색 무늬가 있는 점으로 뱀장어와 쉽게 구분할 수 있으며 뱀장어의 주둥이가 뾰족한 데 비하여 이 종의 주둥이는 몽툰한 것이 특징이다. 크기는 1.5~2m로 대형급에 속한다(화보 I-6).

육식성으로 물의 흐름이 있는 하천에 서식하며 탐식성이 강하여 큰 개체가 작은 개체를 잡아먹기도 한다. 코스레주의 내륙 하천 어류 조사시 관찰된 바에 의하면 이 종은 나무 등결이나 나무 가지가 늘어져 있는 작은 소의 그늘진 곳, 바위 아래나 주변에 주로 머물고 있었으며 낮에도 먹이만 있으면 30~50cm의 얕은 수심까지 나와 먹이를 취하고 먹이로는 어육, 돼지고기, 닭고기 등 육식이면 가리지 않고 덤벼드는 강한 탐식성을 나타내었다.

우리나라에서 최근 이 종이 체포되었거나 관찰된 기록이 없기 때문에 거의 멸종되었을 것으로 판단되기 때문에 본종의 회복은 생태학적 측면에서 뿐만이 아니라 국민 교육적인 측면에서도 중요하다. 따라서 본종의 분포 및 번식생태에 관한 연구가 필요하리라 판단된다.

#### 4). 주요 어종

2003년과 2004년에 코스레주 연안 어류조사에서 확인되었던 어종 들 중에서 수산 어종으로 중요한 어종으로서는 쥐돔류, 바리류, 비늘돔류, 통돔류, 놀래기류, 다랑어류를 들 수 있으며 이 중 비교적 연안 수중조사에서 많은 양이 관찰되었던 4 그룹에 대하여 간략히 소개한다.

#### ***Naso* spp. (쥐돔류)**

코스레 연안 거의 전 정점에서 관찰된 수산 어종으로 쥐돔과(Family

Acanthuridae) 어류를 들 수 있으며 대부분 쥐돔속(Genus *Naso*)에 속하는 종들이 우세하며 이 외에 소형종들을 포함하는 *Acanthurus*속, *Ctenochetus*속과 *Zebrosoma*속이 있다. 영어권에서는 surgeonfish 또는 unicornfish란 일반명으로 불리 운다. 이 무리는 일반적으로 타원형의 측편한 몸에 비늘이 없는 까칠까칠한 피부부를 갖고 있으며 꼬리자루에 한 쌍 또는 그 이상의 수평의 날카로운 칼 모양 돌기를 가진 것이 특징이다.

코스레의 원주민들 사이에 인기 있는 수산 어종인 쥐돔류는 전장이 최대 40cm 이상 자라는 중, 대형종인 *Naso*속에 속하는 쥐돔들로 30~40cm급이 많이 관찰되었다. *Naso annulatus* 는 체색이 갈색~흑색인 대형종으로 60cm급 대형어도 종종 채포된다(화보 II-1). 이 종은 표피가 매우 질기고 꼬리 부분에 날카로운 가시가 있다. 이 외 *N. unicornis*(표문쥐치, big nose unicorn-fish), *N. vlamingii* 등이 코스레 해역에 출현하는 고급 쥐돔류이다. 이 중 *N. vlamingii*는 일본 남부에서 호주연안의 대보초(Great Barrier Reef)까지 널리 분포하는 종으로 Chuuk을 위시한 마이크로네시아 원주민들에게 인기 있는 수산어종으로, 다른 쥐돔류와 달리 전두부가 뿔처럼 길게 돌출되지는 않는 것이 외형적 특징이다.

#### **Scarus spp. (파랑비늘돔류)**

파랑비늘돔류(Family Scaridae)는 매 조사 정점마다 관찰할 수 있었던 무리로 남서태평양 해역에 있어 종수도 다양하고 자원도 풍부한 수산 어종의 하나이다(화보 II-2). 파랑비늘돔류는 영명이 Parrot fish이며, 이 이름은 이들 종이 공통적으로 가지고 있는 독특한 앞니(beak-like teeth) 때문에 붙여진 것이다. 마이크로네시아 주변 해역에는 약 32종의 파랑비늘돔류가 서식하는데 축주에서와 마찬가지로 이번 조사에서도 수중에서 중 수준까지의 동정은 어려웠고 일부 그 체색이 독특한 종들 *Scarus oviceps*, *S. schlegeli*, *S. frenatus*, *S. sordidus*는 종의 구분이 가능하였다.

파랑비늘돔류는 놀래기류와 마찬가지로 성장함에 따라 체색과 성(sex)이 전환되는 특성을 가지고 있다. 많은 종들의 어린 개체는 대부분 회색 선 무늬를 가진 갈색 또는 회색을 띠고 있으나 성장하면서 초록색과 회색, 핑크색 등 다양한 체색을 띠게 된다. 대부분 종들은 최초에는 암컷 성과 수컷 성을 함께 가지고 있는 양성(diandric)을 띠고 있으며 나머지는 완전 암컷(monandric)이다. 일부 종들은 세력권을 형성하기도 하고 몇 마리씩 무리를 짓지만 대부분 종들은 주간에 크게 무리 지어 살며 종종 다른 종끼리도 무리 짓는다.

파랑비늘돔과 유사한 무리 중에는 놀래기류가 있다. 놀래기류 중 중요한 어종은 나폴레옹피시(*Cheilinus undulatus*)로 1m 이상 성장하며 맛이 좋아 현지시장에서

고가로 거래된다(화보 II-3).

### Serranidae (바리과 어류)

우리 나라에서도 능성어, 자바리, 붉바리 등으로 고급 수산어종들을 포함하고 있는 바리과(Family Serranidae)는 남서태평양 해역의 고급수산어종들을 많이 포함하는 그룹으로 유명하다. 일반적으로 grouper라 불리는 바리아과(Epinephelinae)는 큰 입, 종에 따라서는 전장이 3m에 달하는 큰 몸집이 특징이며 연안에서 수심 200m에 이르기까지 널리 분포하는 그룹이고 모두 갑각류나 어류를 먹고사는 육식성어류이다.

마이크로네시아 해역에 서식하는 바리아과는 *Plectropomus*, *Saloptia*, *Cephalopholis*, *Variola*, *Gracila*, *Epinephelus* 등 9개속을 포함한다. 이 중 많은 수산어종을 포함하는 *Epinephelus*는 등지느러미 가시수가 11개인 점이 다른 속의 어종들(*Plectropomus*, *Saloptia*: 7~8개; *Gracila*: 9개)과 구분되는 형태적인 특징이며 *E. polyphekadion* (화보 II-4)이 많이 어획된다.

코스레해역에서 관찰된 바리류는 대부분 *Cephalopholis* spp. 및 *Epinephelus* spp.에 속하는 종들로 국내에서 가장 선호도가 높은 붉바리, 자바리, 능성어가 여기에 속한다. *C. argus*, *C. urodeta*가 많이 분포하며 *C. miniata*(화보 II-5)는 붉바리와 유사하다. *E. macrospilis*, *Gracila albomarginata*는 코스레 전 해역에 출현하는 종들로 열대 해역에 서식하는 어종 중에서 가장 큰 대형어종이자 고급어종이다. 바리류는 국제적으로도 이미 알려져 홍콩, 호주, 말레이시아 시장에서 활어로 유통되고 있으며 대체로 US\$ 20~80/kg의 고가로 유통되고 있다(한국해양연구원, 2002). 외형상 제주도의 자바리와 매우 유사한 일부 종은 이미 국내 제주도 활어시장에 수입되어 유통되고 있다. 따라서 지금까지 연안 조사에서 확인되고 있는 일부 열대 아열대 어종들(고 등, 1991; 백, 1980, 1982; Kim and Lee, 1994; Kim *et al.*, 1994; 한국해양연구소, 1995; Myoung, 1997)과 함께 수입되는 남방종에 대한 조사가 필요하리라 생각되며 나아가 현재 추진 중인 마이크로네시아를 포함한 남서 태평양 해역의 해양생물 자원에 대한 조사 자료를 축적해 두는 것은 앞으로의 이 분야 산업 발전 방향에 따라 그 이용도가 점차 커질 것으로 생각된다.

### Lutjanidae (통돔과 어류)

통돔과(Family Lutjanidae)는 일반적으로 snapper(돔)라 불리는 수산어종 그룹이다. 형태적인 특징으로는 하나의 등지느러미, 비교적 큰 비늘, 양턱의 큰 송곳니, 아가미뚜껑에 가시가 없는 점 등을 들 수 있다. 열대 아열대 해역에서는 가장 중요

한 수산어종무리로 취급되고 있으며 마이크로네시아 해역에는 4개의 아과(亞科, Etelinae, Paradicichthynae, Apsilinae, Lutjaninae)가 알려져 있다. 이 중 수산어종을 포함하는 Lutjaninae에는 *Macolor*속에 2종, *Lutjanus*속에 13종을 포함한다.

우리나라에도 무늬통돔, 물통돔, 동갈통돔 등이 서식하고 있다. 따라서 통돔류는 비교적 우리나라에 잘 알려져 있어 소비자에게 친근감을 줄 수 있는 어종이다. 코스레주에서는 무늬통돔(*Lutjanus monostignus*), *L. semicinctus*, *L. bohar*(화보 II-6), *L. fulvus*, *Macolor macularis* 의 서식이 확인되었다. 이 중 무늬통돔은 우리나라에도 서식이 확인된 종으로 노랑색의 아름다운 체색에 옆구리의 갈색 타원형 점이 특징이며 살이 희고 담백한 맛이 일품이다.

#### 나. 대형저서무척추동물자원

##### 1). 2004년 정점별 초대형 저서동물상

###### 정점 1

정점 1은 코스레 섬 서쪽에 위치한 지역으로 연안에서 평평한 경사를 나타내고 있으며, 2003년에도 조사된 바 있다. 이번 조사에서도 지난번과 동일한 수심에서의 정선조사(화보 III-1)를 수행하였으며, 여기에 20m 이상 수심해역을 추가하였다. 조사지점의 최상층부는 수심 8m에 위치하며, 14m 까지 정선 조사가 수행되었다.

조사해역의 경우 연안에서 외해역으로 완만한 경사로 펼쳐지다가 수심 15m 이하부터는 약 45°의 경사로 상대적으로 급한 경사를 이루는 것으로 나타났으며, 이 지역에는 수평적으로 50여m 간격으로 작은 골짜기가 형성되어 있다. 표층에 형성된 강한 파도에너지에 의해 해안으로 밀려오는 해수가 연안류나 표층 조류의 특성을 지니지 않고, 저층으로 내려와 하향 조류(downward current)의 형태를 나타내면서 빠져나가는 것으로 추측되며, 특히 골짜기 부근에서는 강한 하향조류가 형성되고 있다. 정선조사가 이루어진 지역은 주로 *Acropora tutuilensis* 와 우점하는 양상을 나타냈다 (그림 5). 전체 피도가 80% 이상 이루는 한 종이 극우점하는 양상을 보였으며, 일부에서 *Acropora* sp. 등과 *Porite* sp. 등이 나타났다. *A. tutuilensis*의 경우 크기가 반경 1.5m에 이를 정도의 대형종으로 형성되어 있으며, 전반적으로 산호 군락의 경우 단순한 종조성을 나타냈다. *A. tutuilensis*는 2003년에 *Acropora* sp.로 기재하였으나 2004년 Veron (2002)을 참고로 종단위까지 재동정하였다. *A. tutuilensis*가 우점하는 경우 평면으로 성장하는 특이성으로 인해 산호초 기저부에 충분한 광량을 제공하지 못하고, 다른 산호 유생들의 가입이 원활하지 않기 때문에 Calfo (

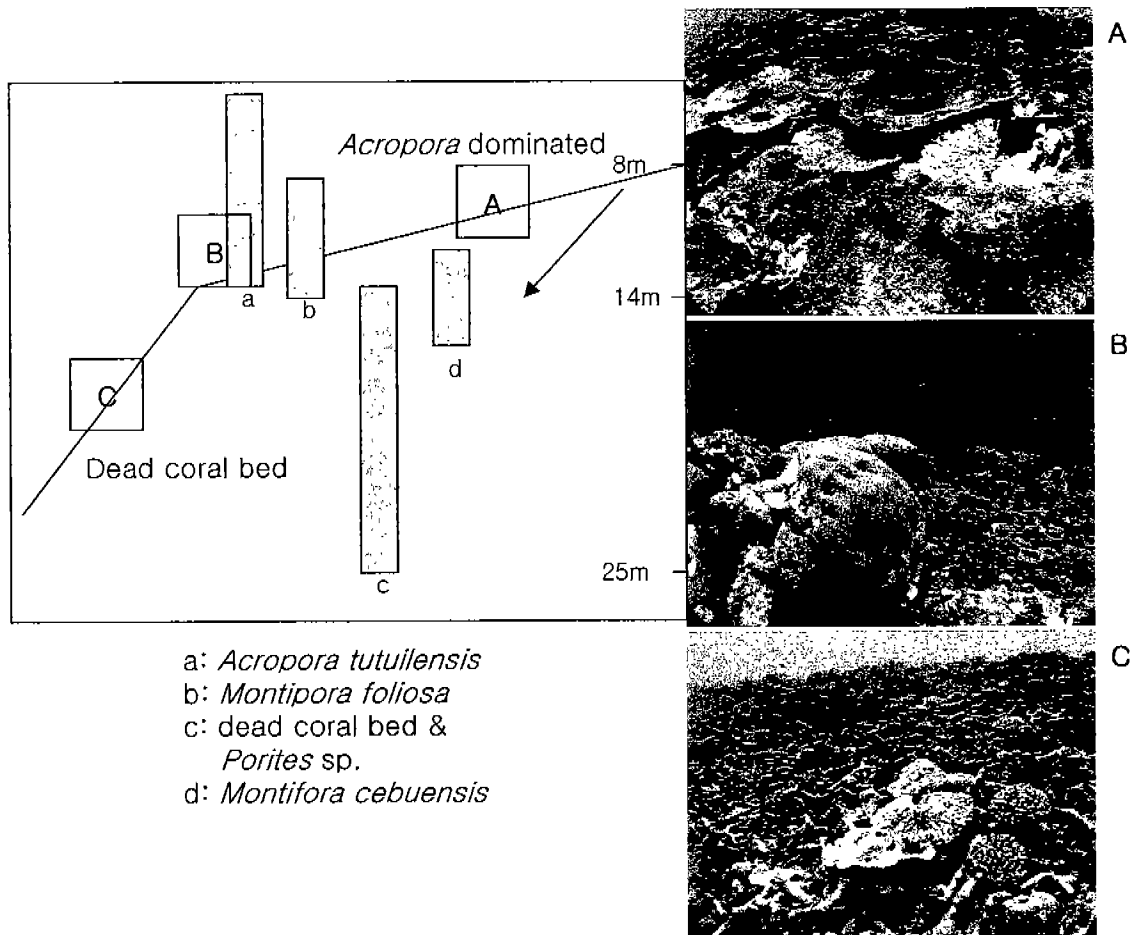


그림 5. 코스레 정점 1에서 초대형 저서동물의 수직분포(2004).

Fig. 5. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 1 in Kosrae (2004).

2001)가 보고한 바와 같이 생물 다양성이 매우 낮은 것으로 생각된다. 이러한 해역은 주로 규조류와 해조류가 서식하여, 트로커스 등 초식성 권패류가 일부지역에서 높은 서식밀도를 나타냈다. 또한 대형 *Acropora* 의 경우도 지형적 특성에 따라 일정 크기 이상, 약 50-70cm 이상 성장하는 경우 기저부에 지탱하는 힘의 한계로 인해 부서지는 양상을 나타냈다.

이 지역에서의 특이한 사항으로는 2003년 조사에서 건강하였던 *A. tutuilensis*(화보 III-2) 중 상당수가 2004년 조사에서는 검게 죽어있는 것으로 밝혀진 것이다(화보 III-3). 주로 폴립 부분이 검게 변하여 산호내에 서식하는 *Zooxanthella*가 점액성의 유기물 형태로 변하여 썩고 있었다. 코스레 수산연구소에 의하면 이러한 현상은 여름철 강한 파도의 발생으로 부유물이 증가할 경우 빈번하게 발생한다고 언급하였으며, 이때 대다수의 산호가 죽고, 이러한 기질을 바탕으로 새로운 산호가 성장하는데 대략 5~10년 정도 걸린다고 하였다. 2003년 조사시 동일한 정선에서 *A. tutuilensis* 의 개체는 17개로 나타났으며, 백화현상이 나타난 개체가 3개정도였다. 그러나 이번 조사에서는 총 19개 중에 11개가 검게 죽은 형태를 보였으며, 개체의 크기가 1m 이상인 것은 벌써 기저부가 부러진 양상을 나타냈다(그림 6). 이러한 양상을 추정해 보면 지난 2003년 조사시 산호초지대에서 극상을 나타내다가 다시 환경영향에 의한 공간이 확보되는 상황으로 추측할 수 있다. 이러한 산호초 천이 과정은 실제로 지속적 모니터링을 통해 확인할 수 있는 부분이다. 산호 다양성은 골짜기를 형성하는 경계면이나 기저부가 굴곡을 이루는 수심 15m 이하지역에서 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 지역에는 뇌산호류와 *Scapophyllia cylindricus* 등이 높은 서식 피도를 나타냈다.

한편 경사가 급해지는 15m 주변의 경우 강한 하향조류의 영향으로 마치 'edge effect' 현상이 나타나, 주로 산호초를 코팅하면서 성장하는 *Porites* sp., *Schizoporella* sp. 등 피복성 산호가 서식하였으며, 골짜기를 따라 부서진 산호 잔해가 침전되어 있었다. 따라서 연안으로 밀려온 물리적 에너지가 하향조류를 형성하여 외해로 빠져나가면서 발생하는 강한 에너지로 인해 산호가 부서지면서 잔해가 외해로 이탈하는 것으로 보여 진다.

### 정점 3

정점 3은 코스레 섬 남서쪽에 위치한 지역으로 2003년에 조사가 이루어진 해역이다. 그러나 이번 조사의 경우 인근에 코스레 수산국에서 시설한 거대조개(Giant clam) 육성장이 위치하여 2003년 보다 남동쪽으로 약 500m 이동한 지역에서 조사를 수행하였다. 지형구조는 2003년과 동일하게 약 45°의 경사를 나타냈으나, 수심

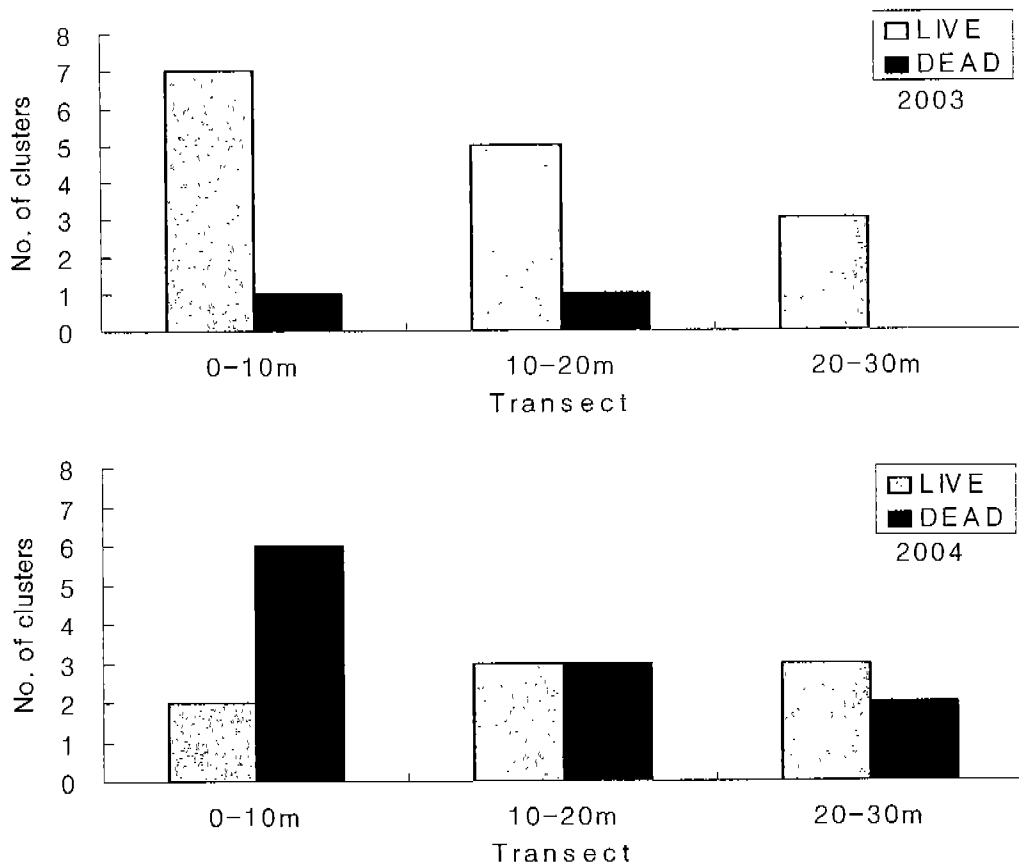


그림 6. 코스레 정점 1에서의 *Acropora tutuilensis* 군체의 폐사 양상(2003, 2004).

Fig. 6. Aspect of mass mortality of *Acropora tutuilensis* at Station 1 in Kosrae (2003, 2004).

14m 지역에 약 10m 정도 평평한 지역이 나타난다. 정선 조사는 수심 8m~15m 사이에서 수행하였으며, 수행된 해역은 거대조개 육성장을 관통하였다. 한편, 골짜기 형태가 연안에서 외해 방향으로 수직적 구조가 아닌 연안과 수평방향으로 형성되어 있었으며, 본 조사 지점 부근에도 수심 15m 와 수심 22m 에 폭이 약 2m 정도 깊이가 3-4m 정도의 골짜기가 형성되었으나 조사 정선에서는 이러한 지역에 배재되었다. 골짜기의 크기는 일정한 형태를 나타냈으며, 수심이 깊은 곳에 위치한 곳이 더욱 깊은 구조를 나타냈다. 산호의 대상 분포는 2003년과 유사한 구조를 보이나 수심별로 다소 차이를 나타냈다. 2003년의 경우 수심 8m 인 상층부에는 *Polites* sp. 가 우점하면서 천공성 생물이 서식하고 있었으나, 이번 조사 지역의 경우 *Polites* sp.의 분포가 빈약하고, *Acropora tenella* 등이 우점하였다(그림 7). 수심 14m 에 나타난 평탄한 지역은 약 5x5m 폭의 면적으로 나타났으며, 이 중에 약 20% 정도는 reef로 구성된 노출된 기질 형태를 보였으며, 나머지 지역은 상층부에서 부서진 쌓인 산호로 구성되었다.

이 지역에는 총 15개의 대형 거대조개가 성육되어 있으며, 이 중에 2개체는 사망하였다. 개체수로는 *Tridacna maxima*가 13개체로 주종을 이루고 있으며(화보 III-4), *Tridacna derasa*는 2개체가 관찰되었다. 거대조개의 크기는 각장 30~45cm 급으로 3~5년 생으로 추정되었다. 한편으로는 육상 종묘배양장에서 생산된 크기가 작은 개체를 일정량씩 칠망으로 만들어진 채롱에 넣어 동일한 위치에 시설한 것들이 관찰되었다. 채롱에 넣어 이식된 개체는 모두 *Tridacna derasa*로 구성되었다. 한 채롱당 수용 개체수는 10개체이었지만 이 중 2개체를 제외하고는 모두 사망하여 꽤 각만 발견되었다(화보 III-5). 칠망은 다른 생물로부터 보호하기 위해 설치한 것으로 보이나 기질에 고정되지 않아 하향조류가 발생하는 이 지역에서는 오히려 안정되지 못한 환경을 조성하는 것으로 보여 진다.

한편, 평편한 지역은 *Bohadschia argus*, *Stichopus variegatus* 등 해삼류 등이 다소 출현하였으며, *Lambis scorpius* 등 복족류도 2개체 관찰되었다. 수평으로 형성된 골짜기의 경계면을 따라서는 피복성 산호(*Schizoporella* sp.) 군체가 많은 부분을 덮고 있었다. 또한 골짜기 벽면을 따라 단조로운 구조의 수직면에는 생물체가 거의 나타나지 않았고, 피복성 산호인 *Montipora* sp. 등이 표면을 덮고 있었다. 골짜기 바닥은 천공성 갯지렁이(*Schizoporella cylindricus*)의 조각들이 침전되어 있었으며, 산호사 등 퇴적물은 전혀 나타나지 않았다. 이러한 산호 덩어리 사이로 일부 해조류가 서식하여 덮여있었다. 한편, 외해쪽 골짜기 경계면은 연안 쪽 방향과는 다르게 *S. cylindricus* 가 군락을 형성하였으며, 바다나리류인 *Comanthina schlegelii* 등이 나타나 조류가 원활하게 진행되는 것으로 추측할 수 있다. 수심이 깊어지면서, 경사



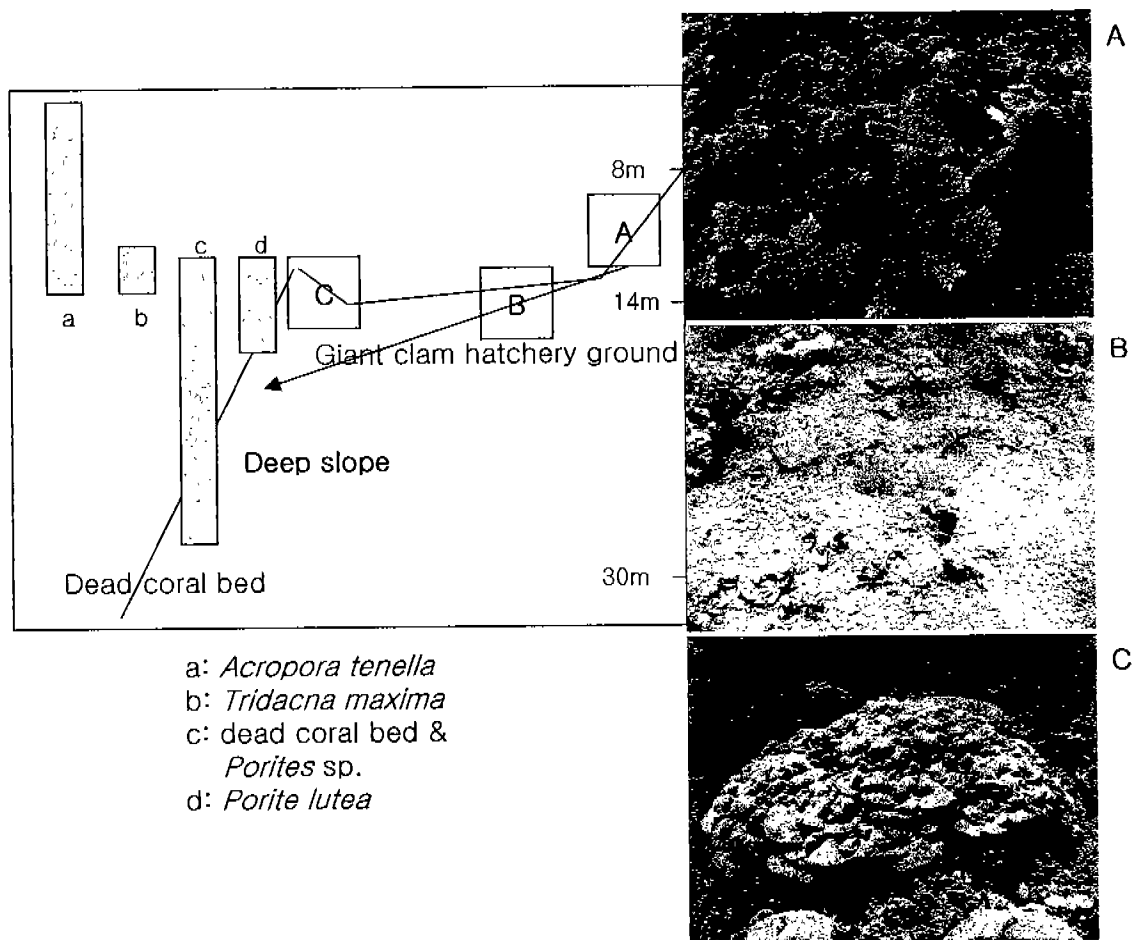


그림 7. 코스래 정점 3에서 초대형 저서동물의 수직분포(2004).

Fig. 7. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 3 in Kosrae (2004).

면도 급하게 형성되어 *Polites lutea* 등이 영지버섯 모양으로 나타났다. 또한 경사면의 대부분이 부서진 산호덩어리가 침적된 양상을 나타내어, 조류의 세기에 따라 지속적으로 부서져 내리는 양상을 나타냈다. 따라서 *Polites* sp.가 부착된 지역을 제외하고는 단조로운 종조성과 구조를 나타냈다.

#### 정점 5

정점 5의 경우도 2003년에 조사가 수행된 해역이다. 섬의 동북쪽에 위치한 지역으로 정점 1과 같이 완만한 경사를 나타냈다. 수심 2~3m부터 연안으로 연결된 보초가 정점 1보다 넓게 형성되어 있으며, 북쪽으로는 보초가 길게 연장되어 다른 해역에 비해 파도의 영향을 높게 받는 지역이다. 따라서 정점 1에서 나타난 하향조류 보다는 연안에서 외해역으로 적은 경사를 이루는 연안 조류(long shore current)가 형성되어 있는 것으로 추측된다. 수심 13m와 19m 등에 각각 수평적으로 약 2m 폭의 완만한 골짜기가 형성되어 있어, 정선 조사는 2003년과 동일하게 이 해역의 경우 부표가 연결되어 있어 동일한 지역에 정선을 선정하였다.

정선조사는 수심 8m~14m 사이에서 수행하였다. 전반적으로 완만한 경사를 보이면서 생물상의 경우 정점 1과는 유사한 생물상 구조를 나타냈다(그림 8). 수심 10m 전후지역의 경우 정점 1에서와 유사하게 *Acropora tutuilensis* 가 우점하여, 30m의 정선에 총 21개체가 계수되었다. 평균 폭은 30~60cm에 이르며, 평균 70%이상의 피도를 나타냈다. 정점 5의 경우 정점 1에 비해 정선 상에 골짜기 일부가 수직으로 포함되어 *Porite* sp. 등이 나타났다. 그러나 검은색의 산호 폐사현상은 정점 5에서도 관찰되었으며, *Acropora tutuilensis* 뿐 아니라 *Porite* sp. 에서도 나타났다. 수심이 낮은 지역보다는 깊은 수심과 경계면(edge layer)를 이루는 지역에서 높은 영향을 나타냈다. 2003년의 경우 정선에(그림 9)서 총 23개체가 계수되었으나 2004년의 경우에는 총 21개체가 관찰되었다. 이중에 14개체에서 검게 변한 개체가 발견되었다. 따라서 산호의 사망률은 정점 1(57%) 보다 더욱 높은 비율(67%)를 나타냈다. 이 지역은 2003년에는 2개체만이 백화현상이 관찰되어 정점 1과 유사하게 건강한 산호군락을 나타낸 지역이다. 따라서 2004년 여름철에 발생한 높은 파도의 영향이 전반적으로 수심이 낮은 평평한 형태의 산호초에 심각한 영향을 미친 것으로 보여진다. 이러한 현상은 주변의 다른 종에서도 나타났지만 주로 *Acropora tutuilensis* 에서 특히 심하게 나타났다.

한편 수심 18m 이상의 깊은 지역의 경우도 45° 정도의 경사로 비교적 완만한 수심을 나타냈다. 경사가 비교적 급하게 나타나는 지역은 주로 피복성 산호류가 산재하며 골짜기가 형성되는 경계면에서 주로 나타난 *S. cylindricus*의 분포가 적게 나



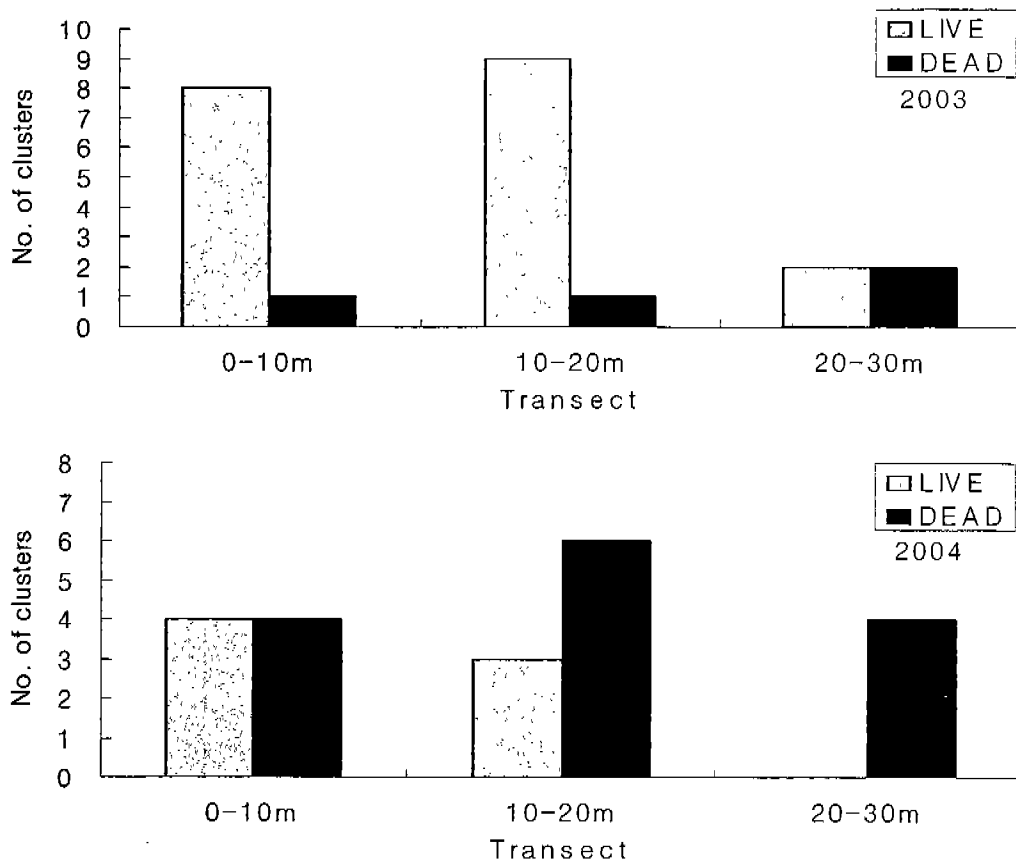


그림 9. 코스래 정점 5에서의 *Acropora tutuilensis* 군체의 폐사 양상(2003, 2004).

Fig. 9. Aspect of mass mortality of *Acropora tutuilensis* at Station 1 in Kosrae (2003, 2004).

타났다. 완만한 폭의 경계면을 따라 *Montipora* spp. 등이 피복하고 있었으며, 대부분의 기질에서 산호가 덮이지 않은 상태의 기질로 형성되어 있다. 골짜기 바닥의 경우도 대부분이 뇌산호류의 덩어리가 산재하는 양상을 보임으로서 다른 지역과는 상이한 구조를 보였다. 조사당일 나타난 강한 조류로 인해 정점 1 조사 때보다는 깊은 수심에서의 조사가 이루어지지 않았으나, 수심이 깊어질수록 정점 1과 유사한 양상의 산호초 구조를 나타냈다.

수심 10m 전후 지역에서는 골짜기를 중심으로 노출된 상태의 트로커스(*T. niloticus*)가 정선에서 8개체 등 일부 관찰되었다. 서식량은 정점 1보다는 높게 나타났다. 또한 해조류(*Halimeda* sp.) 도 국부적으로 높은 서식밀도를 나타냈다. 수심이 깊어지면서도 뇌산호류와 *Montifora cebuensis* 등이 전반적으로 우세한 양상을 보이면서 피복성 산호가 우점함으로서 다른 포복성 생물이나 고착성 생물의 조성이 매우 단순하게 나타났고, 해면류나 말미잘류가 일부지역에서 관찰되었다. 수심 15m 부근에는 *Polite lutea*가 테라스 구조를 나타내며, 상대적으로 높은 피도를 나타냈다. 한편, *P. lutea*의 경우 다양한 석회관갯지렁이류와 열대 홍합류(*Pedem* sp.), 바다나리 등이 출현하였다.

## 정점 6

정점 6의 경우 2004년에 처음으로 조사된 해역으로 코스레 지역에서 스포츠 다이빙 포인트로 가장 알려진 지역이다. 코스레 섬 남동쪽에 위치하고, 파도가 적고 수심이 완만하여 다른 해역과는 다르게 수심 2~3m 지역까지도 산호초가 발달해 있으며 접근이 용이한 지형적 구조를 가지고 있다(화보 III-6). 수심 8m까지는 완만한 경사를 이루어 *Acropora* 속의 산호들이 다양한 경관을 이루고 있다. 한편 수심 15m까지는 기저부의 경사가 약 45°를 나타내다가 수심 30m 이하에서는 약 80°의 급경사를 나타냈다(그림 10).

정선조사는 수심 4m에서 15m 까지 수행하였다. 이 지역의 경우 기존에 조사된 정점1과 정점3이 혼합된 양상을 나타냈다. 수심이 낮은 연안에는 *Acropora* 속과 *Porite* 속 등이 우점하며, 다양한 산호어류가 서식하였다. 한편 각장의 크기가 5cm 데, 정선 거리 10m 이내에 주로 나타나 총 8개체가 관찰되었다. 한편 이 지역에서 미만인 거대조개(*Tridacna squamosa*, *T. derasa*)의 어린개체가 다수 관찰되었던 트로카스도 3개체 관찰되었다.

산호초는 주로 단단한 기저부를 중심으로 성장하고 있어, 기존의 산호초가 *Porite* 속 등 산호가 죽은 상태에서 다시 가입되어 성장하는 양상이 아닌 안정된 기질 위에 부착된 형태를 나타냈으며, 부서지거나 죽은 산호의 경우 파도에 의해 아래 쪽

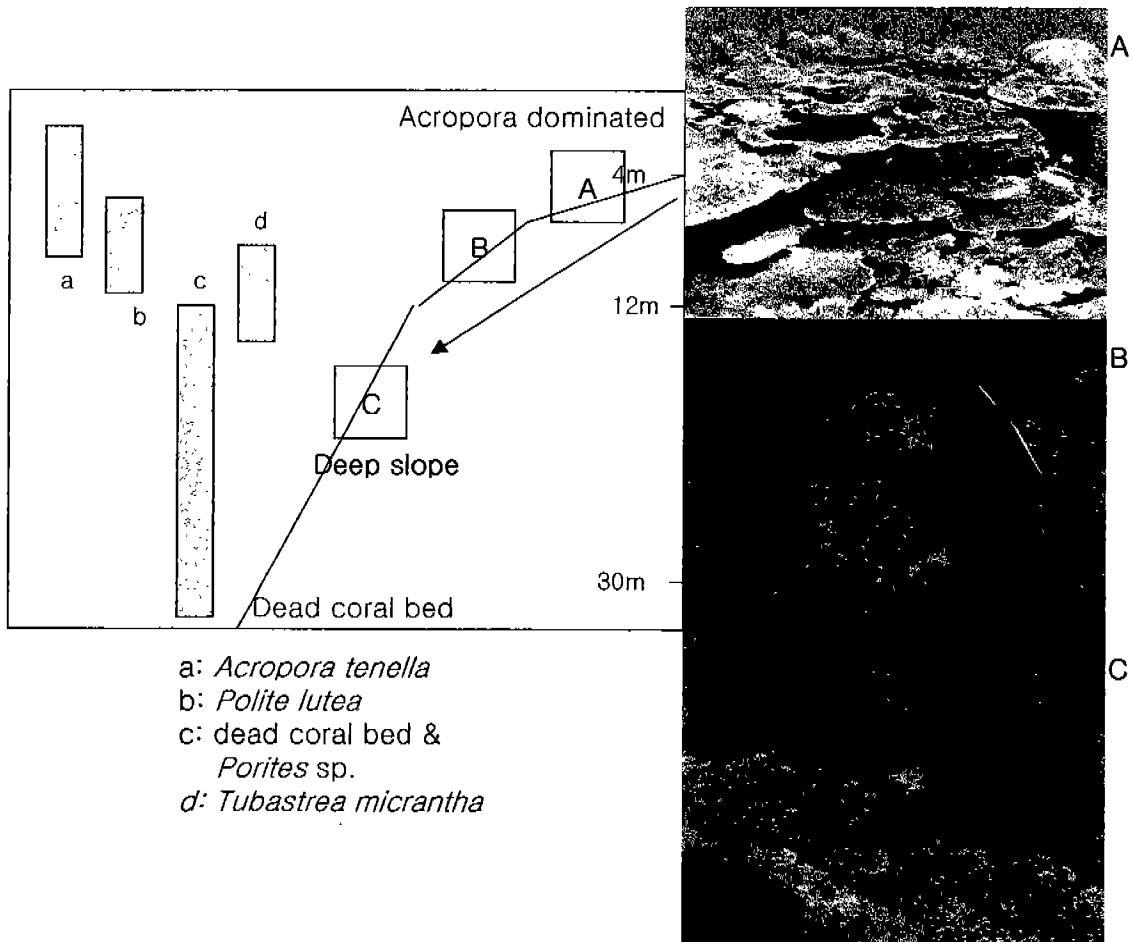


그림 10. 코스레 정점 6에서 초대형 저서동물의 수직분포(2004).

Fig. 10. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 6 in Kosrae (2004).

으로 탈락하는 것으로 보여 진다. 단단한 기질에는 *Helimeda* 등 해조류가 군락을 형성하였으며, 야행성 성게등도 다수 관찰되었다. 다소 경사를 나타내는 수심 8m 해역은 *Acropora tenella* 가 우점하여 전체피도의 90%이상을 차지하였다. 기저부는 약 50m 폭의 간격으로 육지에서 외해 방면으로 수직적인 형태로 2~5m 깊이의 골짜기가 주기적으로 형성된 구조를 나타냈다. 이러한 형태는 2003년에 조사된 정점 2, 3, 4와 2004년에 조사된 정점 3에서 나타난 구조이다. 골짜기의 모양은 주로 수심 13m 부근에서 형성되면서 수심이 깊어질수록 굴곡의 크기가 크게 나타났다. 이러한 지역은 표층에 밀려오는 파도의 주기에 따라 강한 하향조류가 생성되었다.

수심 10~15m 부근의 경우 다양한 산호가 공간경쟁을 나타내면서 매우 복잡한 구조를 나타냈으며, 이러한 형태는 골짜기를 제외한 지역에서 일반적으로 나타났다. 반면에 골짜기 부분의 경우 경계면에는 천공형 갯지렁이류(*S. cylindricus*) 등이 우점하면서 물리적 에너지를 어느 정도 제어하는 반대편이나 산호 사이에 말미잘류(*Heteractis crista*, *Stichodactylus gigantea*)와 명게류(*Polycarpa aurata*) 등이 출현하였다. 14m 부근에는 급격한 경사구조를 보이는 해역과 경계면을 이루면서, 폴립이 짧고 기저부에 부착된 양상으로 경사를 따라 마치 영지버섯 모양으로 성장하는 *Porite lutea*가 우점하는 양상을 나타내고 있다(그림 11-B). 이들은 수심의 경사가 급해지면서 계단형태의 모양으로 분포하였다. 이 산호의 표면에도 천공형 갯지렁이류(*S. giganteus*)와 이매패류의 일종인 *Pedum spondyloideum*가 높은 밀도로 서식하고 있었다. 이러한 양상은 수심 30m 이하의 급경사를 나타내는 지역에서도 더욱 용이하게 관찰할 수 있었다. 계단식 구조로 서식하는 *Polite lutea* 는 크기가 약 50cm 정도로 균일하게 나타나고 있으며, 부서져서 기질로부터 이탈한 대형 *Polites* spp.들도 관찰할 수 있었는데, 이러한 양상은 기질에 부착되어 지탱하는 크기의 한계가 약 50cm 정도 인 것으로 추측되고 있다. 한편 *Polites*의 아래 부분은 어둡고 물의 흐름이 원활한 지형적 구조를 나타냈는데, 축 환초의 경우 이러한 지역에서는 굴(*Hyotissa hyotis*) 등이 주로 서식하였으나 코스레에서는 전혀 발견할 수 없었다. 하지만 이러한 복잡한 구조사이로 다양한 형태의 산호가 출현하였고, 정점 3을 제외하고는 가장 다양한 산호 군락을 나타냈다.

한편 골짜기를 이루는 지형의 바닥은 다양한 산호 조각과 육상에서 기원한 쇄설물들이 침적되어 있었으며, 구성성분은 주로 경사면 주변과 골짜기의 경계면에 서식하는 천공형 갯지렁이(*S. cylindricus*)의 잔해가 대부분을 차지하였다. 이러한 침전물과 산호 덩어리들은 골짜리를 흐르는 강한 조류에 따라 깊은 곳으로 쓸려 내려간 것으로 보여 진다. 코스레 지역에서는 연안 주변에서 나타나는 가지형 산호가 거의 관찰되지 않았지만 정점 6의 경우 수심 4~6m 해역에서 정선 이외의 범위에

서 약 20%이상의 피도를 나타낸 것으로 보아 다른 해역에 비해 물리적 영향이 상대적으로 적게 작용하는 지역으로 생각되며, 특히 우점을 이루는 피복성 산호류들은 일정 크기로 성장하면 외해로 이어지는 급격한 경사면으로 흐르는 강한 조류의 영향으로 기저면에서 탈락하여 침적되는 것으로 추정된다. 따라서 단단한 산호기저부를 기반으로 서식하는 동물이나 포복성 동물이 상대적으로 안정된 기질 확보로 인해 그 서식양상이 다양해진 것으로 해석된다.

### 정점 7

정점 7은 2004년에 처음 조사된 해역으로 코스레 해역에서 감수가 바다로 나가는 기수역 입구에 위치한다. 기수역은 연안과 다르게 단단한 보초가 마치 방조제 형태를 갖추고 있다. 따라서 조사해역은 보초 안쪽 즉, 섬 방향을 정점으로 하였다. 보초의 표면은 수면과 이치하며, 조석에 따라 노출과 잠김을 반복하는 것으로 나타났다. 외해로부터의 강한 파도로 인해 보초 상부는 기저부에 코팅을 하는 산호와 *Acropora* 속의 산호가 산발적으로 서식하였다. 한편 경사면은 약 70° 정도를 나타내 마치 절벽과 같은 구조를 나타냈으며, 이러한 구조는 수심 15m부터 완만하게 이루어지면서 입자가 고운 산호사(Coralline sand)를 형성하였다(그림 11). 산호 기질의 대부분에 산호사가 덮여 있으며, 외해로부터의 파도 영향으로 다른 정점과는 비교될 수 없는 탁한 시야를 나타냈다. 산호사의 부유로 인해 생물상은 극히 단순한 양상을 나타냈으며(화보 IV-1), 산호의 다른 정점과는 상이한 구조를 나타냈다. 수심 5m 이상의 상층부에서는 *Montipora* sp. 등이 경사면을 따라 수직으로 분포하였으며, 경사면을 따라 부분적으로 *Porite lutea*가 수심 8m 부근에 나타났다. 기질하부 어두운 부분에는 열대 굴류인 *Hyotissa hyotis* 등이 우점하였고, *Helimeda* 등 해조류도 높은 서식밀도를 나타냈다. 한편 조류의 소통이 원활한 지역에서 나타나는 연산호류인 *Juceella* sp. 등도 코스레 지역에서 가장 높은 분포양상을 보였다. 연산호류의 경우 조류의 소통이 원활하고, 빛의 투과량이 비교적 저조한 지역에서 우점하는 종으로 이 지역의 경우 높은 탁도로 인해 적은 빛의 투과량 연산호의 서식을 원활하게 하는 조건으로 보여 진다. 산호사와 보초의 경사면 지역에는 부서진 *Montipora* sp.의 잔해가 퇴적되어 있었으며, 이곳에서부터 산호사 지대는 열대 녹조류가 다량 분포하였다. 부분적으로 *Atrina vexillum* 등 키조개류와 명계류인 *Didemnum* sp. 등이 관찰되었다. 이러한 종의 경우 조류의 소통이 원활한 지역에서 주로 나타나는 종으로 외해로부터의 물리적 힘이 조초의 기저부를 따라 저층으로 흘러가는 양상으로 인해 조류의 소통이 이루어져 이러한 생물들이 서식하는 것으로 볼 수 있다. 산호사 지역의 경우 부분적으로 *P. lutea*가 분포하였으며, 대부분 지역



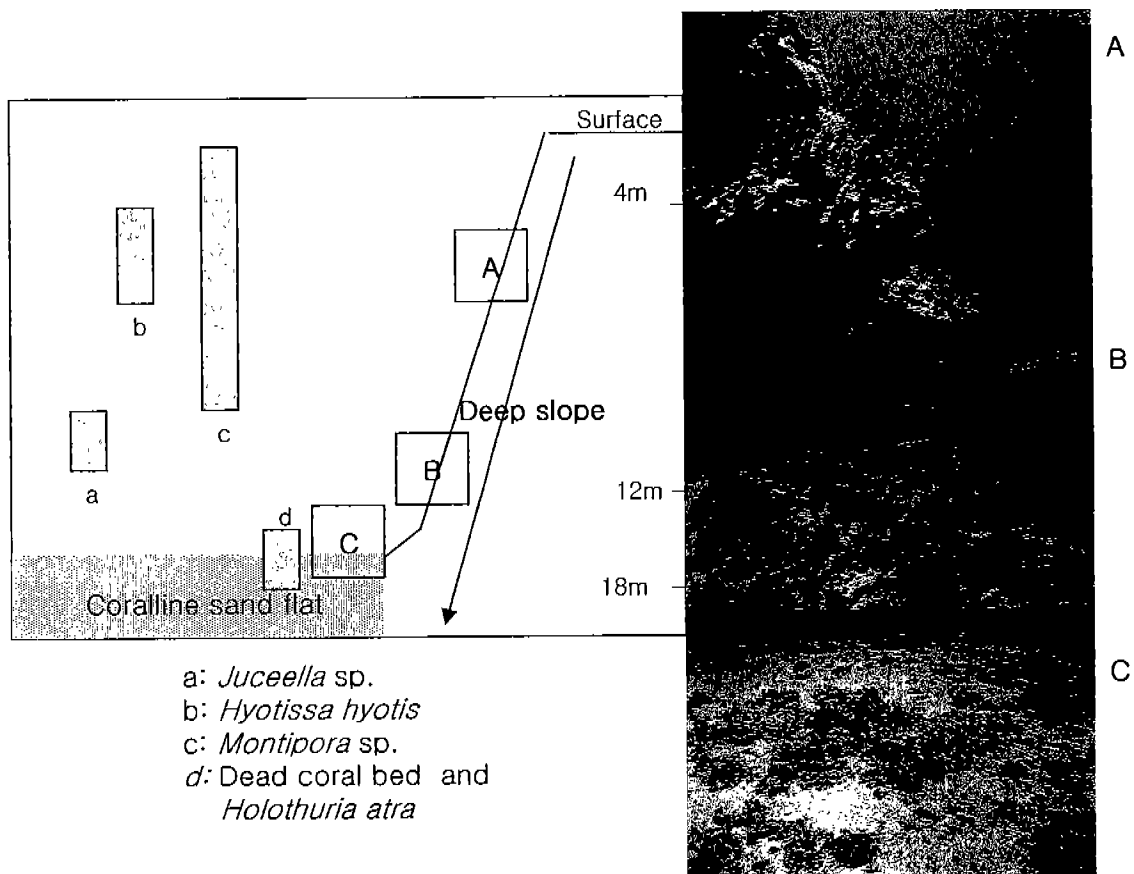


그림 11. 코스레 정점 7에서 초대형 저서동물의 수직분포(2004).

Fig. 11. Scheme of vertical zonation of mega-benthos at station 7 in Kosrae (2004).

이 고운 산호사로 분포하면서 약 30°의 각도를 이루어 수심이 깊어졌다. 산호사 표면에는 생물교란에 의한 다양한 잠입흔적이 관찰되었고, 죽은 산호덩어리를 기질로 녹조류가 높은 서식분포를 하였으며, 서식양은 산호 잔해의 양에 따라 좌우되는 것으로 나타났다. 산호사 지역은 주로 해삼 등 퇴적물식자가 우점하는 해역인데 이 지역에서도 *Holothuria atra* 등이 4~6개체/m<sup>2</sup> 등의 출현양상을 나타냈다. 이 밖에 *Bohadschia argus*, *Holothuria fuscopunctata*, *Stichopus chloronotus* 등의 해삼류들도 소량 출현하였다. 산호사 지역은 다른 극피동물들도 출현한다. 녹조류 분포하는 지역에서는 불가사리류인 *Linkia laevigata* 와 *Culcita novaeguineae* 등도 출현하였다. 이런 종 들은 코스레의 다른 지역에서는 거의 관찰되지 않은 종 들이다. 따라서 정점 7의 경우 높은 탁도와 저층이 산호사로 구성된 특성과 간헐적으로 희석된 육상 영양염이 다른 해역에 비해 공급될 수 있는 환경으로 인해 퇴적물 식자나 강한 여과활동을 하는 생물들이 우세한 양상을 나타냈다.

## 2). 종조성

2004년에 5개 정점에서 관찰된 초대형 저서동물은 총 6개 동물군 68종이 되었으며, 2003년의 51종보다 다소 높은 종수를 나타내었다. 정점별로는 정점 3이 47종으로 가장 많은 종수를 나타냈다(그림 12). 한편 2004년에 처음으로 조사된 정점 6의 경우 45종이 출현하였으며, 정점 7에서는 17종만이 관찰되었다. 이는 정점 7은 기수 지역과 해안이 만나는 지역에 위치하여, 산호로 구성된 기질에 높은 니질 퇴적물을 나타낸 해역으로 상대적으로 부니 함량이 높았기 때문으로 생각된다.

정점별로 산호가 포함된 자포동물의 종수를 비교하면, 정점 3과 6이 각각 26종, 25종으로 높은 종수를 나타냈다. 반면 정점 1과 5의 경우 17종을 나타냈다. 정점 7의 경우 산호 군락에서도 다른 정점에 비해 종수에서 낮게 나타났다. 전반적으로 급경사를 나타낸 해역에서 비교적 높은 종수를 나타냈다.

2003년 정점 1, 3, 5에서 조사결과는 2004년과 비교하여 산호군락의 조성만 유사하였으며, 그 외 동물군은 다소 차이가 있었다(그림 13). 정점 3의 경우 2003년 조사 정점에서 동쪽으로 약 500m 정도 이동한 지역으로 생물상은 유사하였으나, 이 해역이 거대조개 관리해역으로 저질이 산호사로 구성된 비교적 넓은 공간이 조성된 있어 해삼(*Holothuria* sp., *Bohadschia* sp.) 등 극피동물과 복족류(*Lambis scorplus*)가 많이 출현하였다. 정점 1의 경우 생물종조성에서 거의 차이를 보이지 않았으며, 정점 5의 경우도 수심 10m 이하 지역에서 피낭동물 군락이 나타나 다소 증가된 양상을 보였다.

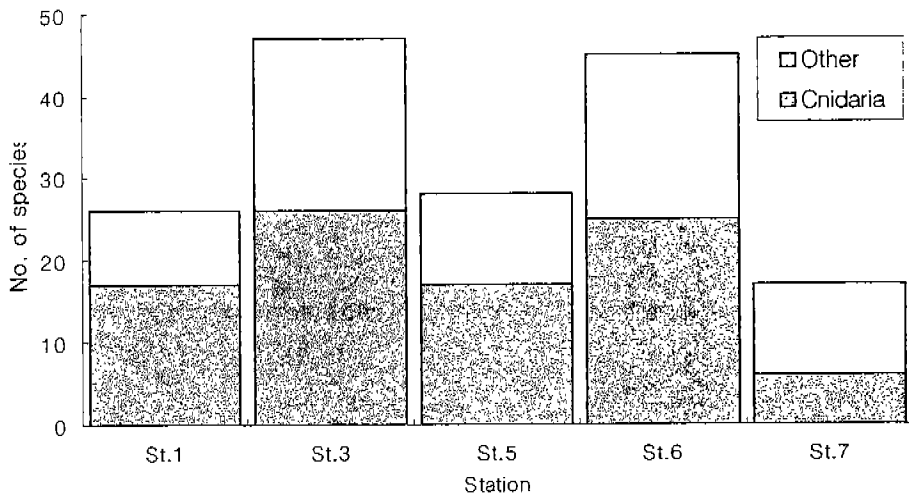


그림 12. 코스레 해역의 조사 정점별 초대형 저서동물의 출현종 수(2004).  
 Fig. 12. Number of species of megazoobenthos in Kosrae (2004).

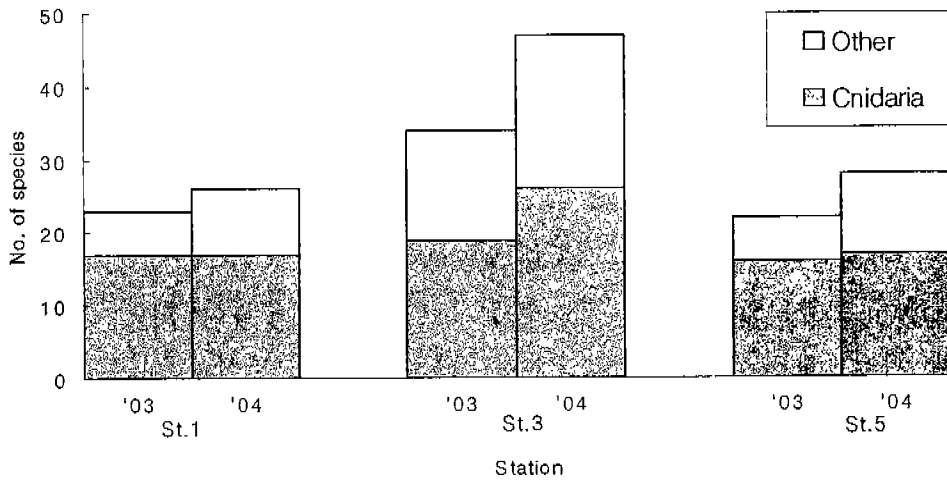


그림 13. 코스레 해역의 조사정점별 출현종 변화(2003~2004).  
 Fig. 13. Changes of species number of megazoobenthos in Kosrae (2003, 2004).

2004년에는 68종이 출현하여 2003년의 51종보다 다소 종다양성이 높았으나, 두 해 모두 조사된 정점의 경우 초대형 저서동물의 출현 양상은 유사하였다. 한편, 새로이 선정된 정점 7의 경우 기존 해역과 상이한 환경조건으로 인해 종수는 가장 낮게 나타났지만 2003년에 출현하지 않은 종 들이 나타났다. 전체적으로 볼 때 두 해의 조사로 관찰된 초대형 저서동물은 총 72종이었다(표 16, 부록 2).

표 16. 코스레 해역의 정점별 분류군별 출현 종수(2003. 10, 2004. 11)

Table 16. Number of species and taxon of megalozoobenthos in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Station Phylum	St.1		St.2	St.3		St.4	St.5		St.6	St.7	Total
	'03	'04	'03	'03	'04	'03	'03	'04	'04	'04	
Porifera	0	1	2	2	2	1	0	1	3	1	4
Cnidaria	17	17	17	19	26	17	16	17	25	6	41
Mollusca	2	3	4	3	6	5	1	3	5	3	10
Annelida	1	1	2	2	2	2	1	1	2	0	2
Echinodermata	3	3	6	6	7	7	4	4	8	5	11
Chordata	0	1	1	2	4	2	0	2	2	2	4
Total	23	26	32	34	47	34	22	28	45	17	72

코스레 지역에서 초대형무척추동물의 분포양상을 비교해 보면 우선 자포동물의 경우 총 41종이 기재되어 가장 많은 종수가 포함된 분류군으로 나타났고, 이 중에 돌산호류가 31종이 포함되었다. 한편, 극피동물이 11종, 연체동물이 10종 출현하였고, 해면동물과 피낭동물이 각각 4종씩 출현하였다. 정점별 종조성을 평균 30종 내외이었으며, 2004년 정점 3에서 47종이 기재되어 가장 높은 종수를 나타낸 반면, 2004년 정점 7에서 가장 낮은 종수인 17종이 관찰되었다.

생물다양성이 높은 산호초 해역에서 대형무척추동물 출현종수가 상대적으로 적었던 것은 조사 방식이 정량채집이 아닌 촬영장비의 화각 내에서 관측가능 한 생물 위주로 동정되었기 때문에 생물다양성이 높은 열대 해역의 전형적인 특성을 정확하게 반영하지 못하였기 때문으로 생각된다. 2년간 동일 지점을 조사한 3개 정점에서 2004년에 전반적으로 높은 종수를 나타낸 것은 2003년에는 카메라를 통한 화상 자

료를 습득한데 비해 2004년에는 비디오를 통한 영상자료 확보가 폭넓게 이루어진 것도 한 원인으로 들 수 있다. 코스레 지역의 경우 외해역과 바로 직면한 거초 (fringe reef) 구조로 인해 다양한 무척추동물이 살아 갈 수 있는 가지산호(branch coral)군락 등 복잡한 산호초 구조가 적고 뇌산호류(brain coral)와 같이 석회암 기질의 표면을 피복하는 형태의 산호가 발달하고 있어 생물 서식피도에서는 기존의 산호초 지대와 유사하지만 상대적으로 적은 수의 저서동물군이 서식하고 있는 것으로 생각된다. 즉, 조사지역의 산호초 구조가 해산무척추동물이 은신하거나 부착할 수 있는 기질이 환초(atoll) 또는 보초(barrier reef)에 비하여 상대적으로 적었기 때문으로 생각된다. 대부분의 산호는 수직별 대상 구조를 나타냈다.

### 3). 군집 유사도

2년 동안 조사된 자료를 근거로 군집간의 유사도를 비교한 결과, 3개의 군집구조를 나타냈다(그림 14). 정점 1과 5가 유사한 종조성을 나타냈으며, 정점 3과 4 그리고 6이 상대적으로 높은 유사성을 나타냈다. 반면에 정점 7의 경우 상이한 군집구조를 나타냈다(표 17).

표 17. 집괴분석에 의한 코스레 해역의 초대형저서동물 군집의 특성

Table 17. Characteristics of megalozoobenthic communities in Kosrae by cluster analysis

Group	A	B	C
St. no.	1, 5	2, 3, 4, 6	7
Topography	flat type	deep slope	deep slope
No. species	31	61	17
Characteristic species	<i>Montipora foliosa</i> (hc) <i>Montipora cebuensis</i> (hc) <i>Favia stelligera</i> (hc) <i>Acropora tutuilensis</i> (hc) <i>Acropora qu Wallaceae</i> (hc) <i>Trochus niloticus</i> (m)	<i>Ellisella</i> sp. (sc) <i>Acropora tenella</i> (hc) <i>Halomitra pileus</i> (hc) <i>Tubastrea micrantha</i> (hc) <i>Comanthina schlegelii</i> (cr)	<i>Junceella</i> sp. (sc) <i>Atrina vexillum</i> (m) <i>Hyotissa hyotis</i> (m) <i>Holothuria atra</i> (ho) <i>Didemnum</i> sp. (ch)

\* hc: Hard Coral, sc: Soft coral, m: Mollusca, cr: Crinoidea, ho: Holothuridea, ch: Chordata

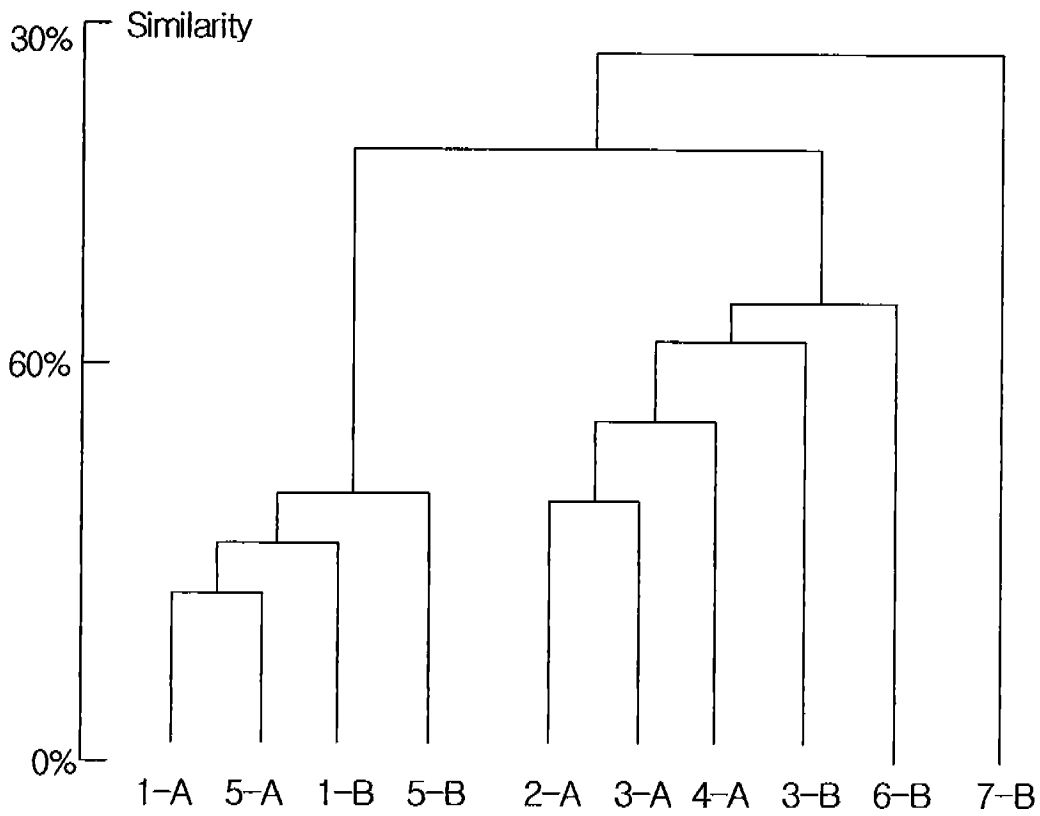


그림 14. 집괴분석에 의한 코스레 해역의 초대형 저서동물군의 정점별 군집 유사도 비교(숫자: 조사정점, 알파벳: 채집시기 (A: 2003년, B: 2004년))

Fig. 14. Cluster diagrams of megalozoobenthic communities in Kosrae based on the cluster analysis (numerical numbers indicate stations while alphabet represent sampling year, A: 2003, B: 2004).

각 군집별 특성을 비교해 보면, 정점 1과 5가 포함된 그룹 A의 경우 수심 10m 전후로 완만한 경사를 보이는 지역으로 *Acropora tutuilensis* 등이 우점하는 해역이다. 종수는 31종이 기재되어 비교적 적은 종수를 나타냈다. 그룹 B의 경우 정점 2, 3, 4, 6 등이 포함되어 대부분의 해역에서 유사한 지형조건과 환경을 나타낸다고 할 수 있다. 60도 이상의 깊은 경사를 이루는 해역으로 *A. tenella* 등이 수심 10m 이내까지 우점하였으며, 깊은 경사면을 따라 *Halomitra pileus* 등이 서식하면서 틈새에는 연산호류(*Ellisella* sp.), 바다나리류(*Comanthina schlegelii*) 등이 우점하고 있다. 마지막으로 그룹 C의 경우 Lelu 만 기수역에 위치한 정점 7 한 곳만이 해당되었다. 산호가 거의 발달하지 않은 상태에서 주로 망그로브군총 해역에서 우점하는 열대 굴류인 *Hyothisa hyotis* 등이 우점하였고, 기타해역에서는 소규모 분포하던 멍게류(*Didemnum* sp.) 가 부분적으로 밀생하는 양상을 나타냈다.

#### 4). 자원생물 분포

##### 거대조개류 (*Tridacna* spp.)

조사 지역에서 2003년과 동일한 방식으로 무척추동물 중 자원생물 4종에 대한 정량 분포를 조사하였다. 거대조개의 경우 *Tridacna maxima*와 *T. squamosa*(화보 IV-2) 2종이 관찰되었다. 이들은 모두 산호초를 기질로 하여 서식하는 종으로 마이크로네시아의 대부분 산호초 해역에서 넓게 분포하는 종이다. 코스레에서는 마이크로네시아연방 중 유일하게 거대조개의 양식을 주기적으로 실시하며, 생산된 종묘를 바다에 방류하고 있다.

자원보호는 비교적 부착기가 연한 *Tridacna derasa*를 주 대상으로 실시하고 있다. 현장 조사 결과에는 정점 3의 성육장에서 인위적으로 관리하는 거대조개를 배제하였다. 정점별로는 정점 6에서 12개체로 가장 많이 관찰되었다(표 18). 이들은 주로 수심 8m 내외의 완만한 경사를 이루는 지역에 서식하였으며, 관찰된 거대조개는 *T. maxima* 와 *T. squamosa* 등 두 종으로 각장의 크기는 10-20cm 내외로 작은 크기의 개체가 대부분을 차지하였다. 거대조개는 주로 수심 10m 주변에서 *Polites* spp. 에 부착기를 고정시킨 상태로 서식하였다.

정점 3의 경우도 성육장에서 서식하는 종을 제외하고도 5개체가 출현하였다. 크기는 *T. maxima*의 경우 각장의 길이가 15cm 정도로 나타났으며, *T. squamosa*는 이보다 작은 10cm 정도로 작은 개체들이 관찰되었다. 한편, 탁도가 높은 정점 7의 경우 1개체만이 출현하여 출현량이 극히 적은 것으로 나타났다.

표 18. 코스레 해역의 정점별 저서무척추동물자원의 분포밀도(2003~2004)

Table 18. Density of benthic resources by stations in Kosrae (2003~2004)

Unit : inds./100 m<sup>2</sup>

Station \ Species	St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6		St.7	
	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'04	'04	'04	'04
<i>Tridacna maxima</i>	1	0	1	4	3	1	3	2	6	0				
<i>Tridacna squamosa</i>	2	1	1	2	2	1	1	2	6	1				
<i>Trochus niloticus</i>	38	19	0	2	0	0	25	36	18	0				
<i>Stichopus chloronotus</i>	1	0	1	1	1	3	3	1	0	18				

#### 트로커스 (*Trochus niloticus*)

트로커스는 복족류에 속하는 열대산 연체동물로 껍각은 고급 단추, 악세사리 등의 원료로 사용되며, 육질은 식용으로 사용되는 종으로 열대태평양 도서국의 주요 자원이다.

트로커스는 2003년에는 경사가 완만하고, 산호 조성이 비교적 단순한 정점 1과 5에서 높은 서식밀도를 나타냈다. 주로 대형 테이블산호 아래 부분에서 관찰되었으며 정점 1에서는 38개체/100m<sup>2</sup>, 정점 5에서는 25개체/100m<sup>2</sup>의 높은 밀도로 나타나고 있으며 또한, 깊은 수심의 수로에서도 상당량의 껍각이 발견된 것으로 보아 상업적으로 채취가 가능한 수준의 자원량을 가진 것으로 판단되고 있다. 그러나 2004년에 조사된 정점 6의 경우 정점 1과 5 보다는 완만한 경사면이 적음에도 불구하고, 18개체가 발견되어 상대적으로 높은 서식밀도를 나타냈다(화보 IV-3). 정점 6의 경우도 국부적이기는 하지만 대형 테이블 산호가 우점하는 해역에서만 나타나, 기질이 단순하고 안정되고, 상층부에 광량을 어느 정도 차단할 수 있어, 미세조류나 해조류가 서식하는 해역을 선호하는 것으로 보인다. 이러한 양상은 축 라군에서도 관찰되었는데, 라군 안쪽의 경사면이 급하거나 안정되지 못한 *Porite* sp. 등에 의해 조성된 기질에서는 거의 출현하지 않았고, *Acropora* sp. 등이 우점하고, 완만한 경사면과 안정된 조초로 형성된 해역에서만 출현하였다. 트로커스의 개체군 밀집지역의 경우 코스레 지역의 동쪽 해역에만 국한되어 나타나고 있는 것으로 보이면, 이지역의 경우 서식밀도는 축 라군보다 높은 것으로 나타났다.



## 해삼(*Stichopus chlorontus*)

해삼(화보 IV-4)의 경우 전반적인 빈약한 자원량을 나타냈다. 해삼은 주로 산호사로 구성된 퇴적상에서 높은 서식밀도를 보이는 것으로 알려져 있으나(Sprung, 2001), 조사 해역의 경우 대부분이 거초(fringe reef) 또는 부분적으로 보초(barrier reef)로 구성되어 있으며, 강한 하향조류 등으로 퇴적물이 침전된 지역이 드물다. 따라서 해삼의 서식에 매우 불리한 환경을 지니고 있다. 한편, 조간대 지역의 경우 많은 조수웅덩이에서 다수의 해삼이 서식하고 있는 것이 관찰되었지만, 그 양은 측 환초에 비하여 낮은 수준이었다. 2004년에 조사된 정점 7의 경우 2003년에 비해 월등히 높은 해삼 자원량을 나타냈다. 이러한 결과는 내만의 경우 산호사로 구성되어 퇴적물 식자인 해삼이 서식하기 원활한 조건이며, 이러한 환경은 보초지역에서는 거의 나타나지 않는 지형적 특성을 나타내기 때문이다.

## 기타생물

열대 산호초 생태계에 서식하는 다양한 무척추동물 중 식량자원이나 장신구 및 관광특산품으로 가치가 있는 종들도 많이 있지만, 체내에 생물활성물질이 고농도로 농축되어 있는 생물이 많아 미래의 자원으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 지금까지 연산호류를 대상으로 많은 연구가 진행되었으며, 해삼을 제외한 극피동물과 해면류와 점차 많은 관심의 대상이 되고 있다.

산호의 포식자로 알려진 왕관거미불가사리(화보 IV-5)도 고농도의 생물활성물질을 가지고 있는 것으로 보고 되고 있다. 이 종은 정점 1과 5에서만 각각 1개체씩 관찰되어 측 라군보다는 서식밀도가 낮은 것으로 판단된다. 해면류는 마이크로네시아 전역에 널리 분포하고 있다. 해면류는 구조가 단순한 미분화된 다세포 생물로서 분류학적으로는 하등동물이지만, 서식생리적 특성상 고농도의 화학적 방어물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다. *Sylotella* sp.(화보 IV-6)는 박테리아 성장을 저지하는 항균성 물질을 분비하는 것으로 알려져 향후 Marinebio 21 사업의 주된 연구대상으로 대두될 것으로 생각된다.

### 다. 해조류자원

#### 1). 해조류 자원조사

2004년 4개 정점(1, 3, 5 및 6)에서 관찰된 해조류의 목록은 표 19와 같다. 정점 1에서는 총 7종(남조류 1종, 녹조류 2종, 홍조류 4종)이 관찰되었고, 정점 3에서는 총

19. 코스레 해역의 조사 정점별 해조류 출현양상(2003. 10, 2004. 11)

Table 19. Occurrence of seaweed species in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Species	st 1		St 2		St 3		St 4		St 5		St 6	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Intertidal												
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Valonia aegagropila</i>									+			
<b>Phaeophyta</b>												
<i>Padina monor</i>									+			
<b>Seagrass</b>												
<i>Thalassia</i> sp.									+			
Subtidal												
<b>Cyanophyta</b>												
<i>Lynbia</i> sp.			+		+	+	+		+	+		
Cyanophyta sp.	+	+	+		+	+	+		+	+		+
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Anadyomene wrightii</i>					+	+			+	+		
<i>Bryopsis</i> sp.							*					
<i>Halymeda discoidea</i>	+	+	+		+	+	+		+	+		+
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	+	+	+		+	+	+		+	+		+
<b>Rhodophyta</b>												
<i>Actinotrichia fragile</i>			+		+	+			+	+		
<i>Galaxaura</i> sp.					+	+	+					
<i>Gelidium</i> sp.							+					
<i>Peyssonelia caulifera</i>							*		+	+		+
<i>Peyssonelia</i> sp.									+	+		
<i>Lithophyllum okamurae</i>	+	+	+		+	+	+		+	+		+
<i>Lithothamnion</i> sp.	+	+	+				+		+	+		+
<i>Amphiroa</i> sp.	+	+	+		+	+	+		+	+		
Corallinaceae sp.							+		+	+		
<i>Halymenia dilatata</i>	+	+			+	+	+					
<i>Cruoriopsis japonica</i>							+		+	+		+
<i>Plocamium</i> sp.			+		+	+	+					
Rhodophyta sp.			+				+					
Total No. of species	7	7	10		11	11	16		16	16		7

11종이 관찰되었으며(남조류 2종, 녹조류 3종, 홍조류 6종), 정점 5에서는 총 13종(남조류 2종, 녹조류 3종, 홍조류 8종)이 관찰되었다. 2004년도 신규로 추가된 정점 6에서는 총 7종(남조류 1종, 녹조류 2종, 홍조류 4종)이 관찰되었다. 정점 1, 3, 5에서 나타난 2004년의 출현종수를 2003년과 비교해 볼 때, 출현종수는 년도 간 차이가 일정한 것으로 나타났다.

각 정점에서의 해조류의 수심별 피도는 표 20과 같다. 정점 1의 경우, 수심 10m에서는 무절석회조류(crustose coralline algae) *Lithothamnion* sp.(화보 V-1)가 15%, *Lithophyllum okamurae*가 5%의 피도로 우점하였으나, 수심 15m에서는 *Lithothamnion* sp.가 25%를 점한 이외에도 소형 엽상형 종인(turf forming species)인 *Halymeda opuntia* f. *cordata*(화보 V-2)가 5%로 혼생하여 출현하였다. 수심 20m에서는 *Halymeda discoidea*(화보 V-3)가 피도 10%로 가장 우점하였고, 25m에서는 *H. opuntia* f. *cordata*와 *H. discoidea*가 2~3% 피도를 보였다. Cyanophyta sp.(화보 V-4)는 2004년 정점 1과 3에서만 3% 내외의 피도로 출현하였다. 정점 3의 수심 10m에서는 *H. discoidea*와 유절석회조류(articulate coralline algae)인 *Amphiroa* sp.가 5%의 피도를 보였으며, 15m에서는 *H. discoidea*, *H. opuntia* f. *cordata*, *L. okamurae*가 5~10% 피도로 우점하였다. 수심 20m에서는 *H. opuntia* f. *cordata* (5%) 한 종만이 출현하였다. 자원생물로 가치가 있는 홍조류 *Gelidium* sp.(화보 V-5)은 2003년에만 출현하였다. 정점 5의 수심 10m에서는 *L. okamurae*와 *H. discoidea*가 5%의 피도를 보였으며, 수심 15m에서는 *L. okamurae*와 *H. discoidea*가 10~12%의 피도를 보였다. 정점 6의 수심 10m에서는 *L. okamurae*와 *H. discoidea*가 5%의 피도를 보였고, 15m와 20m에서는 *H. discoidea*와 *H. opuntia* f. *cordata*가 3~5%의 피도를 보였다. 금번 조사와 2003년의 조사결과를 비교해 볼 때, 수심별로 출현하는 주요 종의 구성은 2003년과 큰 차이가 없었지만, 구성종의 피도는 약간 달라진 것으로 나타났다.

정점 1에서는 해조류의 분포하한이 25m 이상으로 깊은데 비해, 정점 3, 5, 6에서는 대체로 20m 미만에서 분포하한선이 결정되었다(그림 15). 이러한 해조분포하한의 지역적 차이는 기질의 유용성에서 비롯되었다고 판단된다. 즉 정점 1은 연안에서 외해 쪽으로 완만한 경사를 보이다가 수심 20m 이하부터는 약 45°의 경사를 보이는 반면, 정점 3, 5, 6은 연안부터 외해 쪽으로 40° 이상의 경사를 보이는 곳이다. 조사정점 전반에 걸쳐 경사가 급한 곳에서는 해조류보다는 고착성 산호류의 풍도가 상대적으로 높게 나타나고, 이것은 부착동물이 공간을 선점함으로써 해조류의 착생을 저해하기 때문이다. 그러므로 경사가 완만한 정점 1에서는 해조류가 부착할 수 있는 기질이 다른 정점에 비해 상대적으로 많아 해조류의 분포하한선이 비교적 깊

표 20. 코스레 해역의 조사정점별 해조류의 수심별 피도(2003. 10, 2004. 11)

Table 20. The percent cover of seaweed species at each investigated depth

Species	St 1		St 2		St 3		St 4		St 5		St 6	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
10m												
<i>Lithothamnion</i> sp.	10	12	10				1		2	1		2
<i>Lithophyllum okamurae</i>	10	5							10	5		5
<i>Halymeda discoidea</i>	2	2	3		3	5	3		2	5		5
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	*	1	2		5	2	3		2	3		3
<i>Amphiroa</i> sp.	*	1			4	5	2					
<i>Cruoriopsis japonica</i>							1		2	3		
<i>Peyssonelia caulifera</i>									2	2		
<i>Plocamium</i> sp.			3		*	1	*					
<i>Peyssonelia</i> sp.									1	1		
<i>Actinotrichia fragile</i>			*		*	2						
<i>Gelidium</i> sp.							2		*	*		
<i>Halymenia dilatata</i>	*	2					*					
<i>Lynbia</i> sp.			1		*	*	*		1	*		
Corallinaceae sp. 1							*		*	1		
<i>Bryopsis</i> sp.							*					
<i>Galaxaura</i> sp.							*					
Cyanophyta sp.									*	*		
Rhodophyta sp.			*									
15m												
<i>Lithothamnion</i> sp.	50	25					20		2	1		2
<i>Halymeda discoidea</i>	*	1	2		5	10	5		10	12		3
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	5	5	2		5	5	10		1	2		5
<i>Lithophyllum okamurae</i>	*	1	*		3	5	*		16	10		2
<i>Peyssonelia caulifera</i>							*		10	5		1
<i>Amphiroa</i> sp.			1				*		*	2		
<i>Halymenia dilatata</i>	*	1			*	1						
Cyanophyta sp.					*	*	*		2	*		
<i>Galaxaura</i> sp.					*	1						
<i>Cruoriopsis japonica</i>							*					1
<i>Plocamium</i> sp.			1		*	*						
<i>Anadyomene wrightii</i>					*	*			*	*		
<i>Lynbia</i> sp.					*	*						
20m												
<i>Halymeda discoidea</i>	10	10	5									3
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>			4		7	5	5					5
Cyanophyta sp.	3	*	3				*					
<i>Amphiroa</i> sp.			2									
<i>Peyssonelia caulifera</i>							*					1
<i>Halymenia dilatata</i>	*	1										
Rhodophyta sp.			1				*					
25m												
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	1	2					5					
<i>Halymeda discoidea</i>	2	3										
Rhodophyta sp.			1				3					
Cyanophyta sp.	*	*										

\* < 1% bottom cover

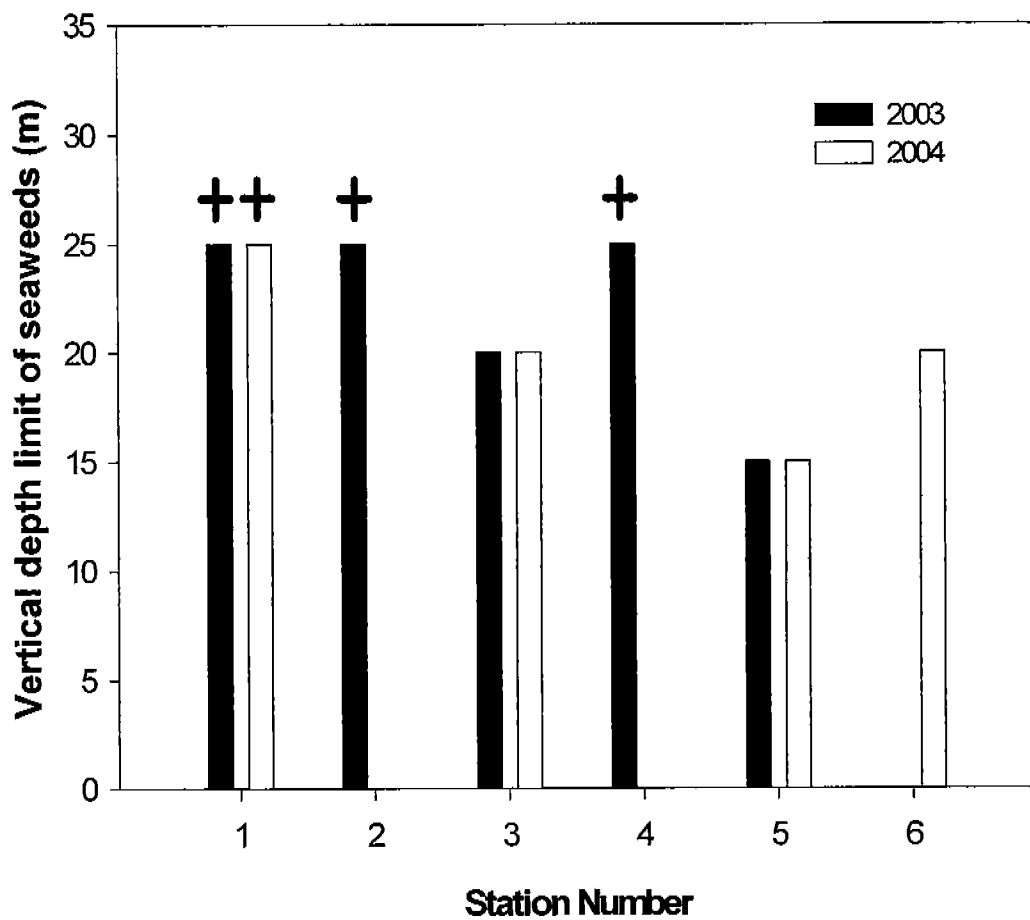


그림 15. 코스레 해역에 분포하는 해조류의 정점별 분포 하한선(+: 분포 하한선 >25m).

Fig. 15. Vertical distribution limit of seaweeds occurred in Kosrae (+: vertical distribution limits > 25)

어지며, 경사가 상대적으로 급한 정점 3, 5, 6에서는 부착동물의 공간선점에 의해 해조류의 분포하한이 20m 이내에서 결정된 것으로 판단된다. 한편, 금번 조사와 2003년의 조사결과를 비교해 볼 때, 해조류의 분포하한은 2003년과 차이가 없는 것으로 나타났다.

각 조사정점에서 해조류가 차지하는 피도의 수심변화는 그림 16과 같다. 정점 1, 3, 5에서는 수심 15m에서 해조류의 피도가 가장 높았으나, 정점 6에서는 수심 10m에서 가장 높았다. 이렇듯 수심 15m 이하에서 해조류의 피도가 감소하는 것은 해수면으로부터 투과되는 광량의 점진적 감소에 따른 빛에너지의 부족과 산호류 등 다른 부착동물과의 상호작용에 의한 것으로 풀이된다. 또한 수심 15m에서 출현하는 해조류의 피도를 정점 간 비교해 볼 때, 정점 1이 56%를 필두로 정점 5(43%), 정점 3(23%) 및 정점 6(17%) 순으로 나타났다. 한편, 금번 조사의 결과를 2003년의 결과와 비교해 볼 때, 피도의 수심변화패턴은 연도 간 유사함을 볼 수 있었으나, 피도는 정점 1과 5에서 약간 감소하였고(수심 15m 기준), 반면 정점 3에서는 약간 증가하였다.

각 조사정점에서 출현하는 해조류의 평균피도에 기초하여 분석한 우점도는 표 21과 같다. 전체 조사정점에 걸친 평균피도가 2% 이상인 종은 *Lithothamnion* sp., *H. opuntia* f. *cordata*, *H. discoidea*, *L. okamurae* 이었고, 2003년 조사와 큰 차이를 보이지 않았다. 한편 각 조사정점의 우점종을 정점 간 비교해 볼 때, 정점 1에서는 무절석회조류인 *Lithothamnion* sp. 및 *L. okamurae*와 소형 엽상형인 *H. discoidea*가 가장 우점하는 종으로 나타났으나, 정점 3과 6에서는 *H. discoidea*와 *H. opuntia* f. *cordata*가 가장 우점하였고, 정점 4에서는 *H. discoidea*와 *L. okamurae*가 가장 우점하는 것으로 나타났다. *Peyssonelia caulifera*(화보 V-6)는 2004년 정점 5에서만 1.75%의 비교적 높은 우점도를 나타내었다.

주요 우점종인 *Lithothamnion* sp., *H. opuntia* f. *cordata*, *H. discoidea*, *L. okamurae*의 수심별 피도 변화를 그림 17~20에 나타내었다. *Lithothamnion* sp.는 정점 1에서 가장 높은 피도를 보였으며, 정점 1에서의 피도는 수심 15m에서 25%로 가장 높았다. 수심 10m에서의 피도는 12%에 이르지만 20m 이하에서는 전혀 관찰되지 않았다. 정점 3, 5, 6에서의 피도는 전 수심에 걸쳐 2% 이하에 불과하였다. *H. opuntia* f. *cordata*는 전 조사정점에 걸쳐 5% 이하의 피도를 보였다. 정점 1에서는 수심 25m에서 2%의 피도로 출현하였고, 정점 3, 6에서는 수심 10~20m에서 5% 이하로, 정점 5에서는 수심 10~15m에서 2% 이하의 피도를 보였다. *H. discoidea*는 정점 1에서는 수심 20m에서 가장 높은 피도(12%)를 보였지만, 정점 3과 5에서는 수심 15m에서 가장 높은 피도(12%)를 보였다. 정점 6에서는 수심 10~20m에서 5%

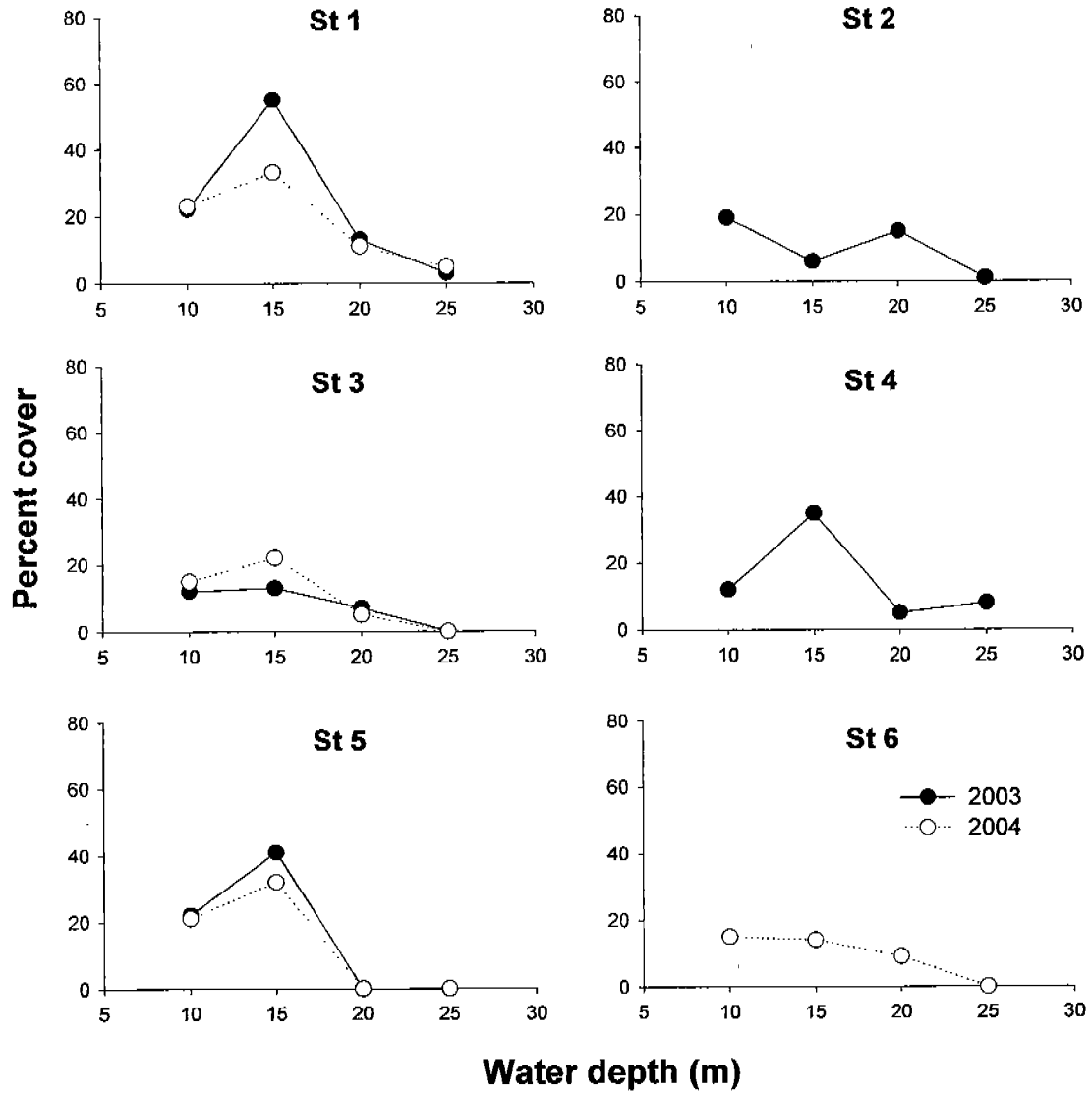


그림 16. 코스레 해역에서의 수심별 해조류의 피도변화(2003. 10, 2004. 11).  
 Fig. 16. Changes in the percent coverage of seaweed species in Kosrae (2003. 10, 2004. 11).

표 21. 코스레 해역에 있어서 평균피도를 기초한 해조류의 우점도(2003. 10, 2004. 11)

Table 21. dominance index of seaweed species based on percent coverage in Kosrae (2003. 10, 2004. 11)

Species	St 1		St 2		St 3		St 4		St 5		St 6		Mean
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	
<i>Lithothamnion</i> sp.	15	9.25	2.5		0	0	5.25		1	0.5		1	3.83
<i>Halymeda discoidea</i>	3.75	4	2.5		2	3.75	2		3	4.25		2.75	3.11
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	1.75	2	2		4.25	3	5.75		0.75	1.25		3.25	2.67
<i>Lithophyllum okamurae</i>	2.75	1.5	0.25		0.75	1.25	0.25		6.5	3.75		1.75	2.08
<i>Peyssonelia caulifera</i>	0	0	0		0	0	0.5		3	1.75		0.5	0.64
Cyanophyta sp.	1	0.25	0.75		0.25	0.25	0.5		0.75	0.5		0	0.47
<i>Amphiroa</i> sp.	0.25	0.25	0.75		0.25	0.25	0.5		0.25	0.5		0	0.33
<i>Halymenia dilatata</i>	0.75	1	0		0.25	0.25	0.25		0	0		0	0.28
<i>Plocarnium</i> sp.	0	0	1		0.5	0.5	0.25		0	0		0	0.25
<i>Cruoriopsis japonica</i>	0	0	0		0	0	0.5		0.5	0.75		0.25	0.22
<i>Lynbia</i> sp.	0	0	0.25		0.5	0.5	0.25		0.25	0.25		0	0.22
Rhodophyta sp.	0	0	0.75		0	0	1		0	0		0	0.19
<i>Actinotrichia fragile</i>	0	0	0.25		0.25	0.5	0		0	0		0	0.11
<i>Anadyomene wrightii</i>	0	0	0		0.25	0.25	0		0.25	0.25		0	0.11
<i>Gelidium</i> sp.	0	0	0		0	0	0.5		0.25	0.25		0	0.11
Corallinaceae sp.	0	0	0		0	0	0.25		0.25	0.25		0	0.08
<i>Galaxaura</i> sp.	0	0	0		0.25	0.25	0.25		0	0		0	0.08
<i>Peyssonelia</i> sp.	0	0	0		0	0	0		0.25	0.25		0	0.06
<i>Bryopsis</i> sp.	0	0	0		0	0	0.25		0	0		0	0.03

이하의 피도로 출현하였다. *L. okamurae*는 조사된 4개 정점 모두에서 수심 10~15m에서 출현하였다. 정점 1과 6에서는 수심 10m에서 가장 높은 피도(5%)를 보였고, 정점 3과 5에서는 수심 15m에서 가장 높은 피도(정점 3: 5%, 정점 5: 10%)를 보였다.



***Lithothamnion* sp.**

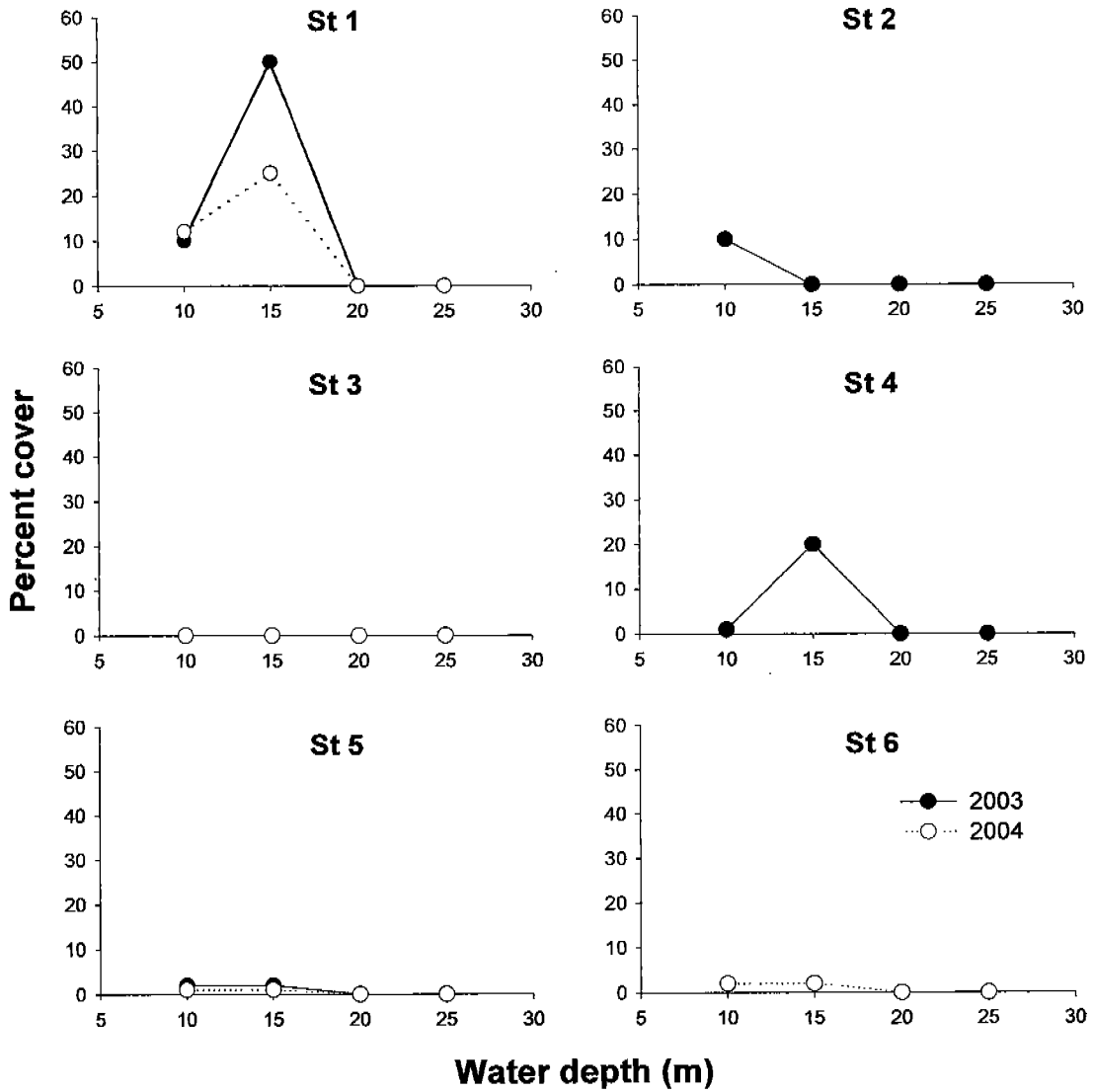


그림 17. 코스래 연안 해조군집에서 우점하는 *Lithothamnion* sp.의 수심별 피도(2003. 10, 2004. 11).

Fig. 17. Percent coverage of the dominant seaweed, *Lithothamnion* sp. in Kosrae depend on depth (2003. 10, 2004. 11).

***Halimeda opuntia f. cordata***

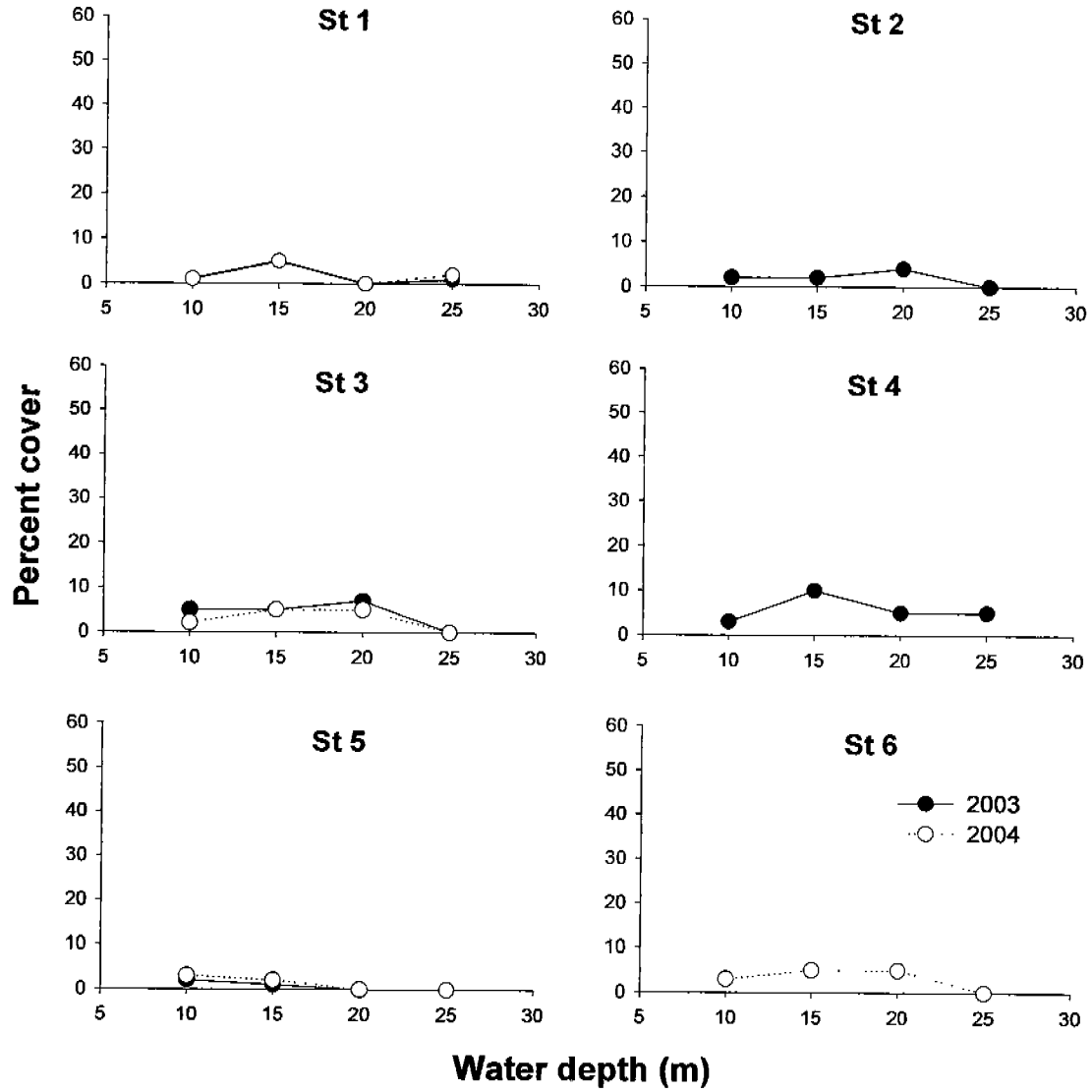


그림 18. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 *Halymeda opuntia f. cordata*의 수심별 피도(2003. 10, 2004. 11).

Fig. 18. Percent coverage of the dominant seaweed, *Halymeda opuntia f. cordata* in Kosrae depend on depth (2003. 10, 2004. 11).

### *Halymeda discoidea*

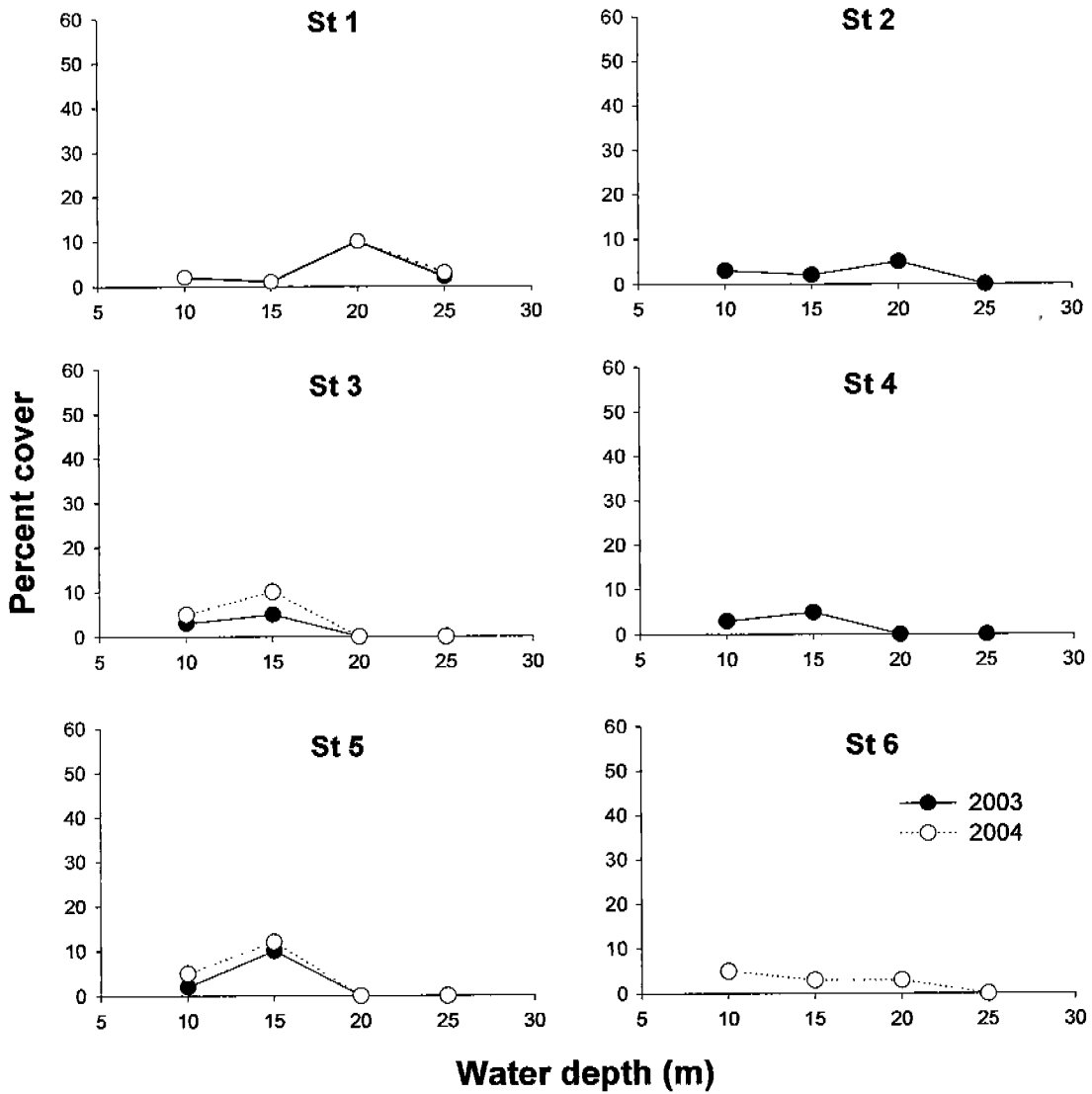


그림 19. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 *Halymeda discoidea*의 수심별 피도(2003. 10, 2004. 11).

Fig. 19. Percent coverage of the dominant seaweed, *Halymeda discoidea* in Kosrae depend on depth (2003. 10, 2004. 11).

### *Lithophyllum okamurae*

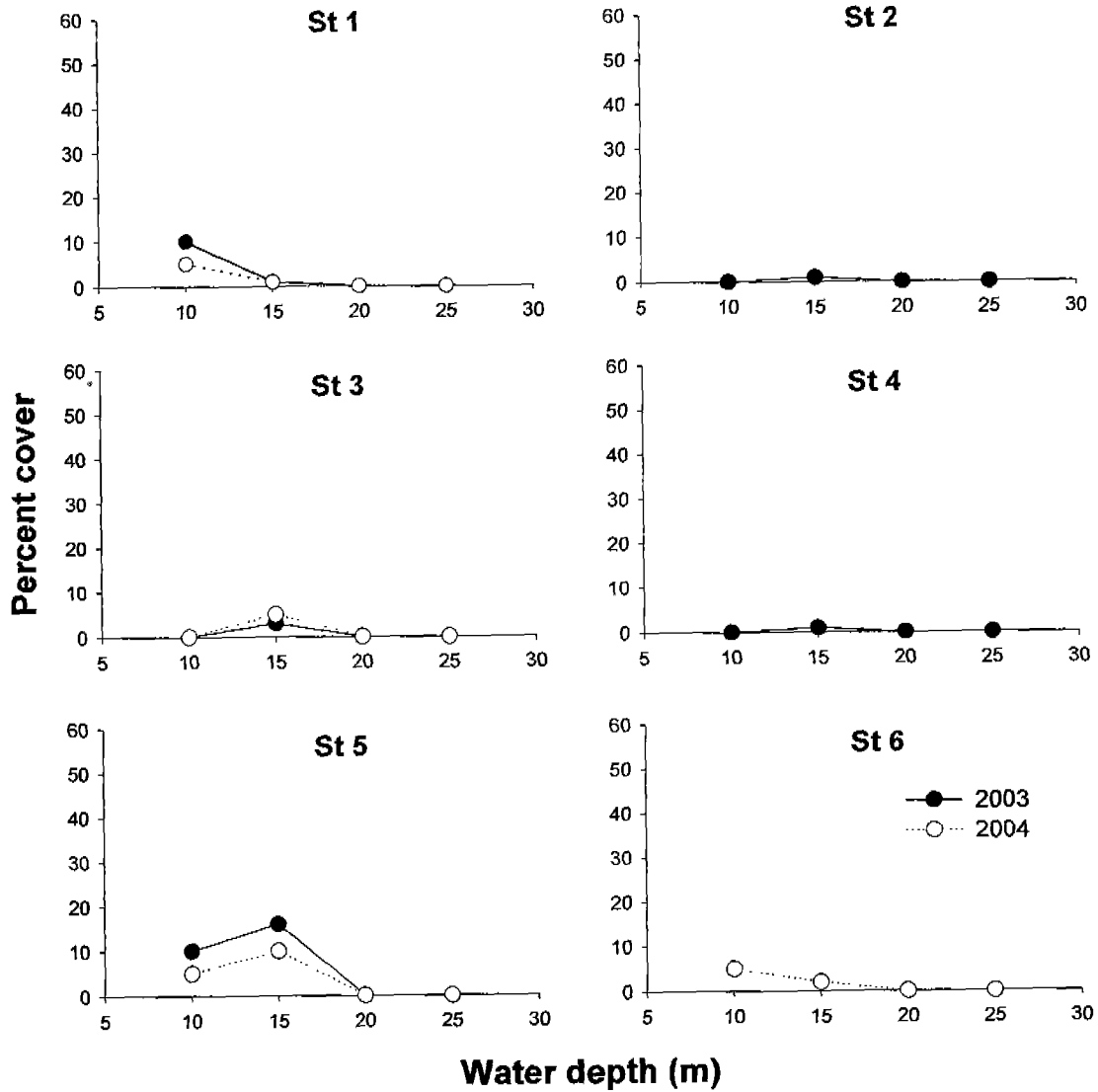


그림 20. 코스레 연안 해조군집에서 우점하는 *Lithophyllum okamurae*의 수심별 피도(2003. 10, 2004. 11).

Fig. 20. Percent coverage of the dominant seaweed, *Lithophyllum okamurae* in Kosrae depend on depth (2003. 10, 2004. 11).

해조류의 평균피도를 토대로 cluster analysis 실시한 결과 정점 1, 3, 5의 경우, 2003년과 2004년의 유사도는 95%에 가까운 것으로 나타나 군집의 구조가 거의 변화되지 않았음을 보였다(그림 21). 정점 간 유사도는 정점 2와 3, 그리고 정점 4와 5는 70% 이상의 값을 보였고, 조사된 모든 정점은 유사도 57% 수준에서 하나의 무리로 분류됨을 볼 수 있었다. 이는 조사된 정점의 해조군집이 군집을 구성하는 종과 각 종의 양이 57% 이상으로 매우 유사함을 나타내었다.

## 2). Lelu 만의 해조류

Lelu 만 안쪽에 위치한 정점 A3~5에서는 해조류가 전혀 관찰되지 않았고, 만 입구에 위치한 정점 A2에서부터 해조류가 관찰되었다(표 22). 만 안쪽에 위치한 정점 A3~5에서 해조류가 출현하지 않는 것은 Innem천을 통해 유입되는 토사가 저층에 침적되어 해조류가 부착할 수 있는 기질이 없기 때문이다.

표 22. Lelu 만의 조사정점별 해조류의 피도(2004. 11)

Table 22. Percent coverage of seaweeds species in Lelu Bay (2004. 11)

Species	Site number				
	A1	A2	A3	A4	A5
<i>Lithothamnion</i> sp.	9.3	3.0	0	0	0
<i>Halymeda discoidea</i>	4.0	2.0	0	0	0
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	2.0	1.0	0	0	0
<i>Lithophyllum okamurae</i>	1.5	0.2	0	0	0
Cyanophyta sp.	0.3	0	0	0	0
<i>Amphiroa</i> sp.	0.3	0	0	0	0
<i>Halymenia dilatata</i>	1.0	0.2	0	0	0
<i>Halimeda incrassata</i> f. <i>incrassata</i>	0	0	0	0	0
<b>Seagrass</b>					
<i>Thalassia</i> sp.	0.0	3.0	0	0	0.0

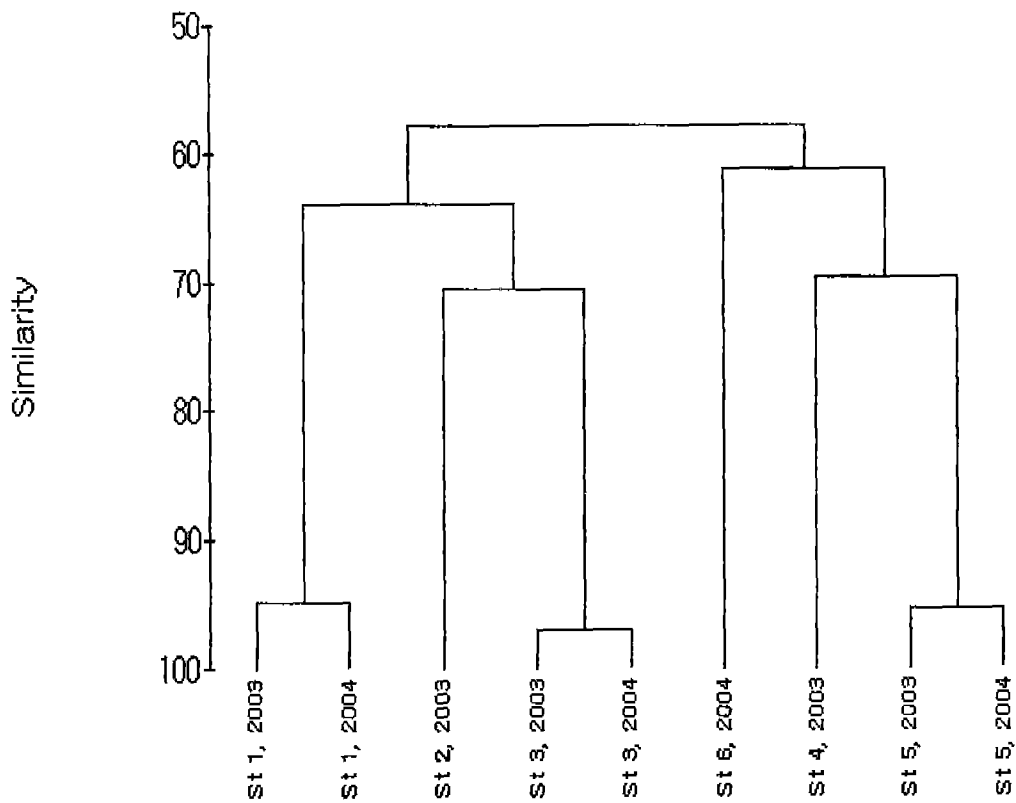


그림 21. 평균피도로 계산한 Lelu 만의 조사정점간 해조류군집의 유사도 분석.

Fig. 21. Cluster analysis (UPGMA) of seaweed communities in Lelu Bay based on bottom cover of seaweeds.

정점 A2는 저질이 암반과 석회암이 혼합되어 있으며 투명도가 높아 암반에서는 *Lithothamnion* sp., *Halymeda discoidea*, *Halymeda opuntia* f. *cordata*와 같이 경성저질에 부착기를 고착하는 해조류가 최대 3%의 피도로 출현하였고, 동시에 석회암 저질에서는 연성저질에 뿌리를 내려 살아가는 *Halimeda incrassata* f. *incrassata*와 해초류인 *Thalassia* sp.도 0.2~3%의 피도로 출현하였다. 마찬가지로 Lele Bay의 북쪽 산호초에 위치한 정점 A1에서는 *Lithothamnion* sp., *Halymeda discoidea*, *Halymeda opuntia* f. *cordata* 등과 같이 경성저질에 부착기를 고착하는 해조류가 최대 9.3%의 피도로 출현하였고, 해조류군집의 구조는 자원조사 정점인 정점 1과 거의 동일하였다. Lelu 만 각 정점에서 출현하는 해조류의 종수와 그 피도는 그림 22과 같다. 전술된 바와 같이 Innem 천을 통해 유입되는 토사에 의한 영향으로 정점 A3~5 사이는 해조류가 관찰되지 않으며, 정점 A2와 A1에서만 각각 7종의 해조류가 관찰되었다. 피도는 외해쪽에 위치한 정점 A1이 18%로 Lelu 만 입구에 위치한 정점 A4의 7%에 비해 현저하게 높았다.

수심, 수온, 염분, 용존산소, 투명도, 부유물질, 영양염( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ )과 같은 이화학적 환경요인도 정점 간에 많은 차이를 보였다(그림 23~24). 수심, 염분, 용존산소, 투명도는 Innem 천을 통해 유입되는 토사에 의해 강한 영향을 받는 만 안쪽에서 외양수의 영향을 강하게 받는 외해 쪽으로 유의성 있게 증가하는 경향(표 23)을 보였고(one-way ANOVA,  $P < 0.001$ ), 반면 수온과 부유물질의 농도는 유의하게 감소하는 경향을 보였다(one-way ANOVA,  $P < 0.001$ ). 영양염의 농도 역시 만 안쪽에서 높게 나타났고, 외해 쪽으로 갈수록 감소하였다.

표 23. Lelu 만 조사정점별 환경요인의 분산분석 결과(2004. 11)

Table 23. Result of one-way ANOVA test of environmental factors in Lelu Bay (2004. 11)

Source of Variation	df	Temperature		Salinity		Dissolved oxygen	
		MS	F	MS	F	MS	F
Site	4	0.512	128.1***	0.278	52.1***	0.672	2709***
Error	10	0.004		0.005		0.002	
Turkey		A1=A2<A3=A4<A5		A1<A2<A3=A4<A5		A1<A2<A3=A4<A5	
Levene's Test		P=0.655		P=0.512		P=0.226	

ns: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$

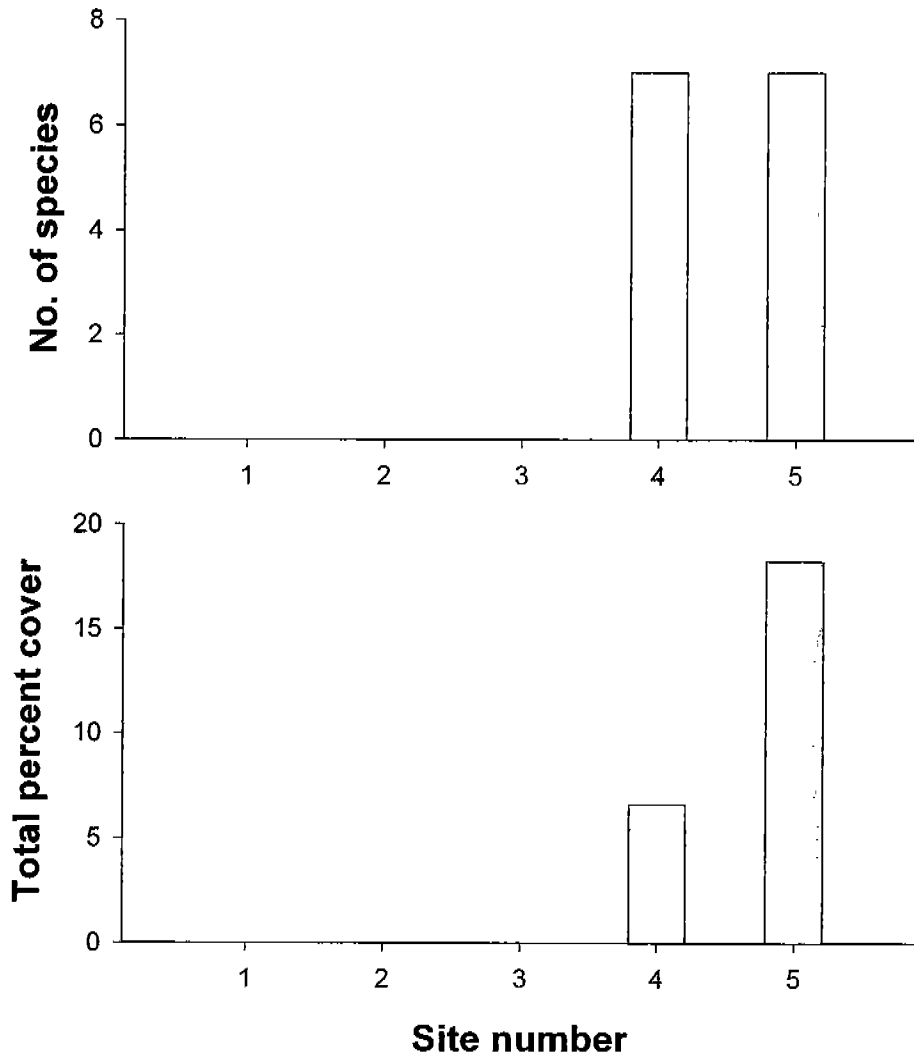


그림 22. Lelu 만 조사정점별 해조류의 다양성(상) 및 풍도(하)의 공간변화(2004. 11).

Fig. 22. Spatial variations of species diversity (upper) and abundance (lower) of seaweed communities in Lelu Bay (2004. 11).



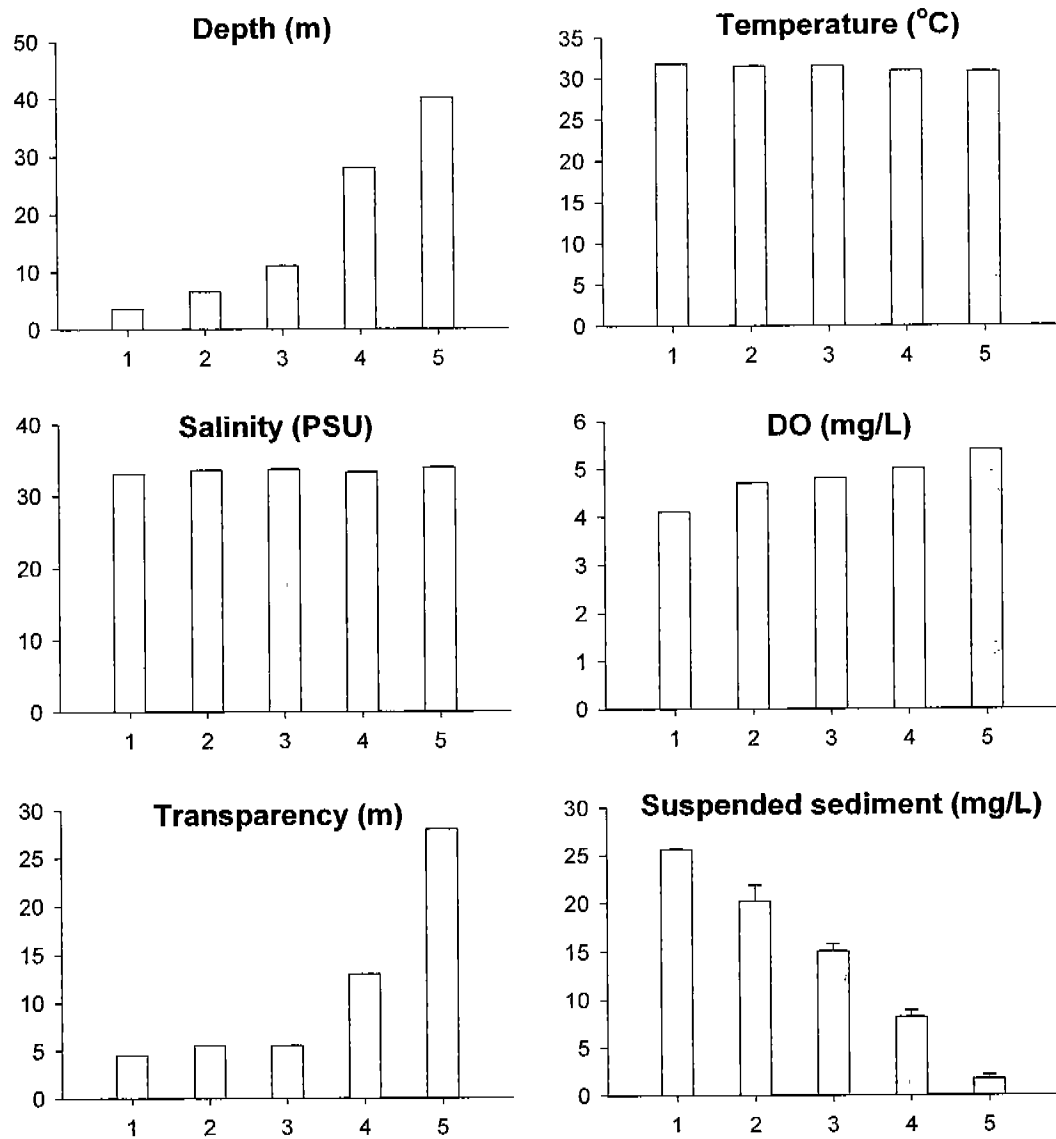


그림 23. Lelu 만의 조사정점별 수심과 표층해수의 수온, 염분, 용존산소, 투명도 및 부유물질의 공간변화(2004. 11).

Fig. 23. Water depth and spatial variations of temperature, salinity, DO, transparency and suspended sediment of surface water in Lelu Bay (2004. 11).

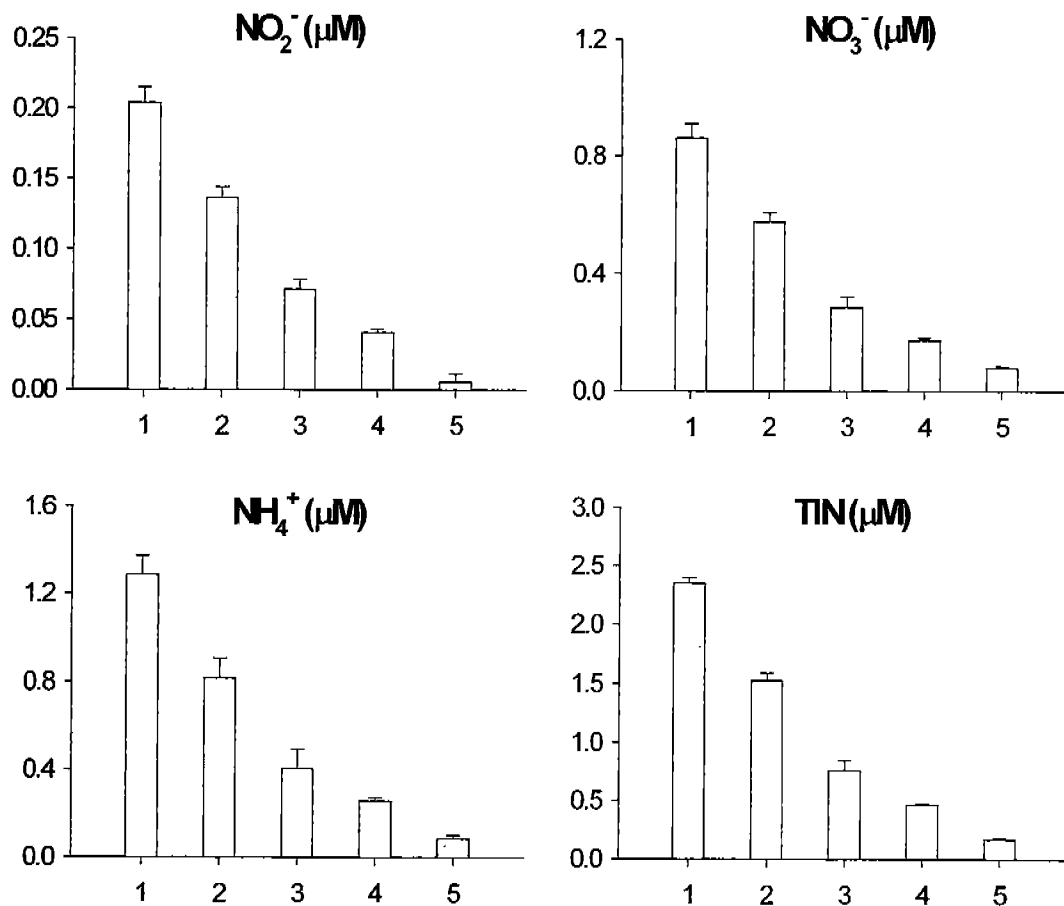


그림 24. Lelu 만의 조사정점별 표층해수의 영양염( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , TIN)의 공간 변화(2004. 11).

Fig. 24. Spatial variations in nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , TIN) concentrations in surface water in Lelu Bay (2004. 11).

이상으로 볼 때, 만 안쪽에 위치한 정점 A3~5에서는 Innem 천을 통해 유입되는 토사가 저층에 침적되어 해조류가 부착할 수 있는 기질이 전혀 없고, 퇴적된 토사의 재부유로 인해 부유물질의 농도는 높고, 투명도는 낮아지는 해조류 생육에 매우 부적합한 서식지 특성을 보였다. 반면, 만 입구에 위치한 정점 A2는 정점 A3~5에 비해 Innem 천의 영향을 상대적으로 덜 받기 때문에 부분적으로 암반저질이 분포할 수 있으며, 투명도 또한 상대적으로 높아 해조류가 서식할 수 있었던 것으로 보인다. 정점 A1은 전형적인 산호초 생태계로 탁도가 가장 낮고, 해조류가 분포할 수 있는 암반저질도 수심 40m까지 확장됨으로써 가장 높은 풍도를 보였다.

## 제 2 절. 신양식대상종 개발

### 1. 서언

본 조사의 궁극적 목적은 남서태평양 해양개발전진기지 구축을 위한 기반조성에 있다. 남서태평양 해양개발전진기지 구축에 가장 중요한 것은 전진기지 구축 대상 지역의 정부와 주민들의 이해와 협조이다. 이를 위해서는 먼저 마이크로네시아 주변 해역 특히, 산호초 생태계에 대한 구조적인 이해를 바탕으로 해당 해역에서 무엇을 개발할 수 있으며, 어떻게 개발할 것인가를 현지 정부 및 주민들에게 제시해야 한다. 전체 연구개발 기간을 단축하고 연구비를 절감하기 위해서는 해양생물자원조사와 동시에 주요 수산생물에 대한 양식기술 개발도 같이 수행되어야 한다. 마이크로네시아 축주 정부와 주민에게 가시적인 결과를 제시하기 위해 수행된 트로커스 종묘생산연구(한해연 1999)와 흑진주조개 자원개발연구(한해연 2000) 및 종묘생산연구(한해연 2002, 2003)는 좋은 사례이다. 지금까지의 해양생물자원 조사를 통하여 축주와 코스레주의 산호초 생태계에 대한 구조적 이해는 어느 정도 가능하다고 판단되며, 장차 압주와 폰페이주의 산호초 생태계 조사를 마치면 마이크로네시아 전체 해역에 대한 기본 자료가 구비될 것으로 판단된다. 즉, 개발대상을 정확하게 밝힐 수 있다. 다음은 어떻게 개발할 것인가에 대한 문제이다. 전술한 바와 같이 개발 대상종을 밝힘과 동시에 개발방법(혹은 양식기술)을 제시할 수 있다면 효과를 극대화할 수 있다.

마이크로네시아는 4개 주로 나뉘어 있으며, 각 주마다 산호초 생태계의 특성과 전통적으로 중요시하는 수산생물이 상이하기 때문에 우선적으로 4개주 모두에서 관심 있는 종을 택하여 개발방법을 제시하는 것이 바람직하다. 트로커스, 흑진주조개, 거대조개 이외에 각 주에서 공통적으로 선호하는 수산생물은 산호초 어류와 망그로브게가 있다.

산호초 어류 중 바리과(Serranidae)에 속하는 어류는 육질이 좋은 대형어류로 마이크로네시아뿐만 아니라 세계 각처의 미식가들이 선호하는 고가의 어류이다. 우리나라에서 최고급 어류로 취급되는 능성어, 자바리, 붉바리 등도 바리과에 속한다. 이들 어류의 습성은 매우 유사하기 때문에 어느 한 종에 대한 양식기술이 개발될 경우 바로 타 종의 양식기술 개발에 활용할 수 있어, 친어확보가 용이한 종을 우선 대상으로 삼는 것이 좋다. 종묘생산기술개발 대상으로 선정된 *Epinephelus polyphekadion*는 축해역에 많이 서식하고 있으며, 홍콩과 중국을 통하여 우리나라에도 수입되고 있다. 편의상 이후 본종은 남방점바리(가칭)로 부르기로 한다. 남방

점바리의 종묘생산을 위한 기초연구로 축주에 설치된 한남태평양 해양과학공동연구센터에서 수행되었다.

망그로브게(*Scylla serrata*)는 마이크로네시아 모든 주에서 최고급 갑각류로 선호되는 종이다. 이 종은 망그로부군총의 사니질에 굴을 파고 서식하는 대형 십각류(Decapoda)로 각장 20cm, 체중 2.4kg를 넘는 대형개체도 종종 나타난다. 동남아시아 각국 및 호주, 중국 등지에서 양식 대상종으로 각광을 받고 있으나, 아직 대규모 인공종묘생산에는 성공하지 못하고 대부분 자연산 종묘에 의존하는 축양형태로 양식되고 있다. 코스레주 수산국에서는 망그로브게의 인공종묘생산에 많은 관심을 기울이고 있으며, 이미 종묘생산기술 개발을 위한 경비를 2005년 예산으로 확보하였다. 본 보고서의 주요 내용은 망그로브게 종묘생산을 위한 기초연구로 코스레주의 수산국의 협조로 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 남방점바리

#### 1). 생식소 발달

남방점바리 표본은 2004. 4월부터 2005년 1월 30일까지 매월 1회씩 수산시장에서 출하된 개체를 구입하여 사용하였다. 표본은 능성어류가 자성선속형 어류임을 감안하여 가능한 큰 개체를 대상으로 하였으며, 표본수는 어황에 따라 2~10마리로 차이가 있었다. 표본은 실험실로 운반하여 전장, 가랑이장 및 전중을 계측한 후 복부를 절개하여 생식소를 적출하였다. 적출된 생식소의 중량을 0.1g까지 계량하여 생식선중량지수(GSI: gonado-somatic index)를 구하였다. 조사가 종료된 1월 30일까지 뚜렷한 생식소 발달 징후가 나타나지 않고 있기 때문에 생식소의 조직학적 검사는 실시하지 않았으며, 적출된 생식소는 추후 종합적인 검사를 위하여 10% 중성 포르말린에 고정하여 보관하였다.

#### 2). 초기 먹이생물 개발

소형먹이생물 대상종은 축주 망그로브군총 연안의 해수에서 해역에서 개랑형 기타하라 네트(망목 80 $\mu$ m, 망구 30cm, 길이 1m)로 각 조사지점별 수평으로 10m 씩 3회 예인하여 채집하였다. 채집된 동물플랑크톤은 질식방지를 위하여 해수를 충분히

게 넣어준 300ml 플라스틱 병에 나누어 넣은 수 냉매를 채운 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 해부현미경하에서 1 개체씩 분리하여 12 well culture plate (배양수 5ml)에 넣어 배양하였다. 배양조건은 가능한 한 자연환경과 유사한 환경을 제공하기 위하여 수온 29~32℃, 염분 34‰, pH 8.12~8.18, DO 5.4~6.8mg/l 를 유지하였으며, 종류별로 3~4일 배양하였다. 이러한 과정을 반복하여 각 동물플랑크톤의 크기와 배양가능성을 검토하였으며 유종류에 속하는 *Undella* sp.와 갑각류에 속하는 *Tachidius* sp.를 주 배양대상으로 정하였다.

고밀도 배양 실험용 운충 *B. rotundiformis*은 강릉대학교 해양생명공학부 먹이생물 실험실에서 부원종을 운반하여 실험에 착수하였다. 초기 접종밀도 1,000개체/ml로 하여 수온 30±0.1℃, 염분 17‰에서 먹이로 담수산 농축 *Chlorella*를 공급하여 최대밀도 도달 후 감소할 때까지 배양하였다. 실험 결과는 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test로 처리 평균간의 유의성(P<0.05)을 SPSS (SPSS Inc., 1997) program (Ver. 10.0)으로 검정하였다.

## 나. 망그로브게

### 1). 양식가능성 조사

코스레주 수산국에서 2001년부터 2002년까지 조사한 망그로브게 양식가능성 조사 결과를 토대로 현지답사 및 탐문을 통하여 양식가능성을 조사하였다.

### 2). 생식소 발달

망그로브게가 대량으로 채포되는 11월부터 코스레주의 협조로 망그로브게의 생식소 발달을 조사하였다. 표품은 50x50x100cm 크기의 사각형 통발을 사용하였다. 통발에 망그로브게 유인용 미끼로 어류 절편을 넣은 뒤 코스레주 수산국 주변의 망그로브군총 지역에 해지기 직전 설치한 후 익일 오후 수거하여 망그로브게를 채집하였다. 채집지역은 채집된 개체 중 탈피한지 일정한 시간이 지나지 못하여 패각이 굳어지지 않은 개체(soft shell)는 방류하였으며, 패각이 굳어진 개체만을 조사대상으로 하였다.

표품채집은 2~3회/월 실시하였으며, 채집된 망그로브게는 교미흔적 여부를 검사와 두흉갑장 및 체중을 측정하고, 두흉갑을 열고 생식소를 적출하였다. 적출된 생식소는 0.1g까지 계량한 후 추후 조직학적 검경을 위하여 10%포르마린에 고정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 남방점바리

##### 1). 생물학적 특성

남방점바리(*Epinephelus polyphekadion*)는 농어목(Order Perciforms), 바리과(Family Serranidae) 바리속(Genus *Ephinephels*)에 속하는 열대성 능성어류이다(화보 II-4). 이 종은 호주의 대보초(Great Barrier Reef) 북부에서 일본의 남부해역까지 열대에서 아열대 해역까지 분포범위가 넓다. 전장 100cm, 체중 11kg 이상 성장하는 대형종으로 체색은 옅은 갈색이다. 체표에 붉은 색이 감도는 짙은 갈색 반점이 불규칙하게 나있다. 이에 더하여 등쪽에는 짙은 갈색대가 불규칙하게 배열되어 있어 우리나라에 서식하는 자바리(*Ephinephels bruneus*)와 매우 유사하다. 그러나 자바리에 비하여 체표의 점무늬가 뚜렷하기 때문에 남방점바리(가칭)로 부르고자 한다. 머리부분의 갈색반점은 매우 범위가 크며 등에서 배쪽으로 갈수록 반점의 크기가 점차 커진다. 따라서 배쪽에는 갈색피부에 붉은색이 감도는 반점이 조밀하게 분포하는 형태이다. 꼬리지느러미는 둥글며 녹색이 감돌고 있는데 이 색상은 배지느러미와 등지느러미에도 나타난다. 또한 죽은 개체에서는 녹색이 보다 진하게 나타난다. 우리나라 제주도 남부 해역에서 발견되는 유사종으로는 자바리(*E. bruneus*), 붉바리(*E. akaara*), 도도바리(*E. awoara*), 능성어(*E. septemfasciatus*), 구실우럭(*E. chlorostigma*) 등이 있다.

바리류는 자성선속형으로 알려져 있지만 균성속도는 종류에 따라 다르다. 붉바리는 발생 후 3년, 능성어, 자바리 등은 발생 후 7~9년이 지나야 성숙하며 소형 바리과 어류는 대형종에 비하여 성성숙이 빠른 경향이 있다(이와 송 2004, 2001). 능성어는 성성숙 이전까지 생식소 안에 난모세포들이 대부분을 차지하고 있으며 성성숙 시기에 이르러 난소 기능을 가지는 암컷과 성전환 단계의 간성개체 그리고 정소의 기능을 가지는 개체가 출현한다고 보고되고 있다(Lee *et. al.* 1996). 아직까지 남방점바리의 성성숙에 대한 연구결과는 없다.

축수에 있어 본 종의 산란기는 2월말~4월 초순으로 환초의 외곽지대에 무리를 이루어 산란하는 것으로 알려져 있다. 중국을 비롯한 동남아시아 각국에서 바리류 양식 열기가 점차 높아가고 있지만 대부분 천연산 종묘에 의지하고 있기 때문에 안정적이지는 못하다. 최근 바리류 연간 양식생산고는 15,000톤 정도이며, 중국이 연간 8,000톤 내외를 생산하고 있으며, 인도네시아, 필리핀 말레이시아 등도 꾸준히

생산량이 늘고 있다(SEAFDEC 2001).

## 2). 생식소 발달

2004년 4월부터 2005년 1월까지의 조사기간 중 수집된 남방점바리는 총 122마리로 평균체장은 38.8cm, 평균체중은 938.5g 이었다(표 24).

표 24. 축 라군에 서식하는 남방점바리(*Ephinephelus polyphekadion*)의 생식소 발달(2004. 4~2005. 1)

Table 24. Sexual maturation of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*) in Chuuk Lagoon (2004. 4~2005. 1)

Sampling date	No. inds.	Total length (cm)	Body weight (g)	Average GSI (%)	Maximum GSI (%)	Remark
2004. 4	4	39.9	966.8	0.45	0.47	
2004. 5	9	35.0	736.7	0.12	0.20	
2004. 6	10	34.1	699.5	0.19	0.68	
2004. 7	13	34.6	718.1	0.63	5.18*	♀1 developed
2004. 8	13	39.6	1,079.2	0.19	0.21	
2004. 9	15	37.9	934.7	0.17	0.41	
2004. 10	16	38.4	973.1	0.20	0.30	
2004. 11	15	39.5	1,018.0	0.22	0.36	
2004. 12	12	37.4	965.0	0.16	0.35	
2005. 1	15	41.5	1,146.7	0.45	1.73*	♀4 developed
평균	12.2	38.3	938.5	0.27		

GSI : 생식소중량지수(Gonado-somatic index in %)

조사가 시작된 2004년 4월 생식소 중량지수는 0.45% 이었으나, 5월 초부터 급격하게 0.2% 내외로 감소하여 변화가 없었으며, 2005년 1월에 들어 0.45%로 약간 증가하였다. 2004년 7월의 높은 수치는 관찰된 13마리의 남방점바리 중 암컷 1개체가 5.18%의 높은 생식소중량지수를 나타내었기 때문인데, 5월부터 12월 사이의 평균 생식소중량지수가 0.2% 내외 이었던 점을 감안하면 매우 특이한 현상으로 생각된



다. 7월 출현한 1개체를 제외하고는 암수구별이 가능하여 암컷으로 판단된 개체는 4마리로 모두 2005년 1월에 채집되었으며, 이들만의 생식소중량지수는 0.92%에 달하였지만, 성숙된란은 관찰되지 않았다.

본 조사에 사용된 공시어류의 크기는 최소 360g에서 최대 2,100g이었는데, 크기에 따른 생식소중량지수의 변화는 거의 관찰되지 않았으며(그림 25), 5월부터 12월 사이의 월별변화도 뚜렷하지 못하였다. 2005년 1월에 들어 생식소중량지수가 급격하게 증가하여 2004년 4월과 유사한 수준을 나타내었다(그림 26). 그러나 2004년 4월의 생식소가 쪼그라든 상태이었던 반면 2005년 1월의 생식소는 팽창 중이었다. 산란기 어류의 생식소중량지수가 5~10%인 점을 감안할 경우 남방점바리가 난모세포에 산란을 위한 충분한 난황을 축적하기까지는 약 1개월 정도 소요될 것으로 가정할 수 있다. 따라서 남방점바리의 생식소 주 발달 시기는 2월이며, 산란 성기는 3월로 추정된다. 4월에 들어 생식소는 점차 위축되어 휴지기에 들어가는 것으로 추정된다. 현재, 정확한 주산란기를 밝혀내기 위한 조사가 계속되고 있다.

### 3). 초기먹이생물 개발

#### 유충류(*Undella* sp.) 배양

유충류는 분류학상 원생동물문(Phylum Protozoa), 섬모충강(Class Ciliata), 선모아강(Subclass Spirotricha), 유충목(Order Tintinnida)에 유충과(Family Undellidae)에 속하는 분류군으로 담수보다 해수에서 많은 종이 서식하고 있다. 이들은 환경에 대한 적응력이 강하여 전 지구적으로 분포하고 있으며, 경우에 따라서는 동물플랑크톤 군집에서 우점적으로 나타나기도 한다. 유충류는 불완전하게 발달된 체강섬모를 둘러싸고 있는 고깔이나 종모양의 외갑으로 다른 동물플랑크톤과 쉽게 구분된다. 대부분 이분법에 의해 번식하며 일반적으로 먹이가 충분한 조건에서 수온이 증가함에 따라 증식률이 빨라지며, 환경이 악화되면 윤충처럼 휴면란을 형성하기도 한다.

마이크로네시아의 축 라군에서는 *Undella* sp. 1 종이 분리되었다(화보 VI-1). 갑장과 갑폭은 각각 49.5 $\mu$ m 및 44.5 $\mu$ m로 입이 넓은 항아리 형태의 갑을 지니고 있으며 구강부분의 다수의 섬모를 이용해 유영 및 먹이를 섭취하는 것으로 관찰되었다. 체강섬모는 신축성이 있고 갑의 안팎으로 이동이 가능하였다. 물의 요동이 있을 시는 섬모를 갑의 안쪽에 숨기고 바닥에 침하하여 움직이지 않다가 요동이 없어지면 갑 밖으로 섬모를 내민 뒤 섬모를 이용하여 유영을 한다. 유영속도는 윤충류에 비해 비교적 빠른 편이고 직선운동도 하나 호조건(증식이 왕성할 때)에서는 주로 원을

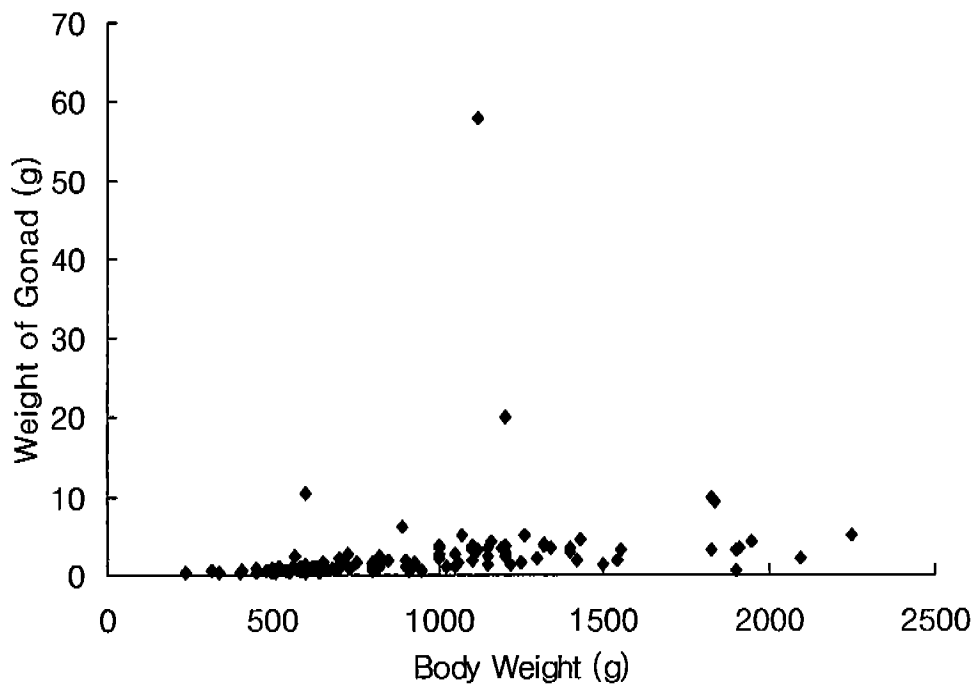


그림 25. 축 라군에 서식하는 남방점바리(*Ephinephelus polyphekadion*)의 체중과 생식소중량의 분산분포(2004. 4 - 2005. 1, N=122).

Fig. 25. Relationship between body weight and gonad weight of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*) im Chuuk Lagoon (2004. 4 ~2005. 1, N=122).

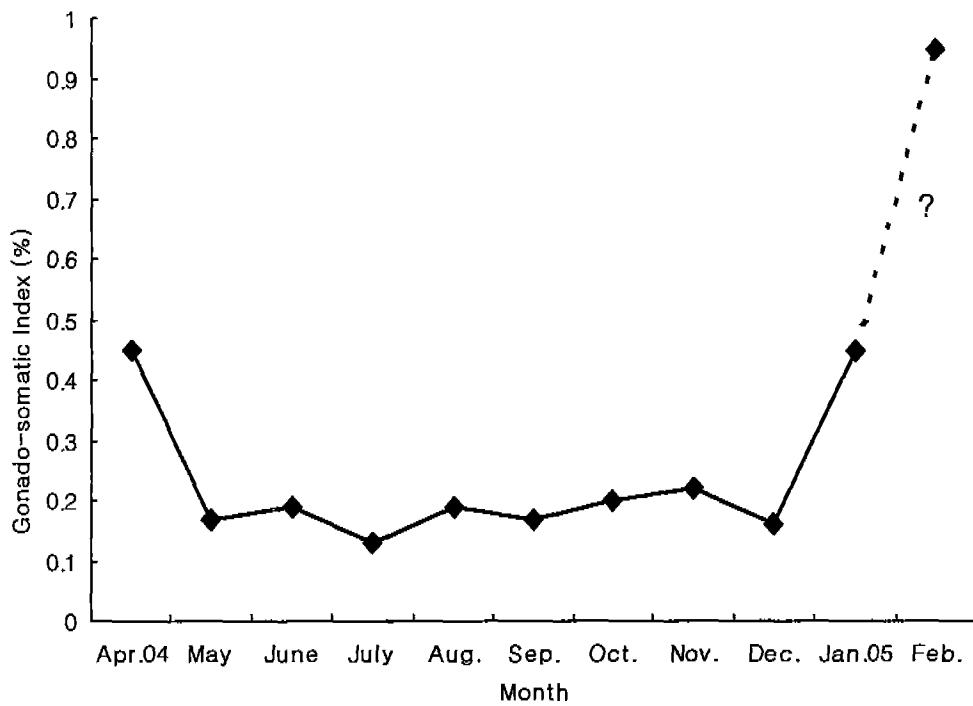


그림 26. 축 라군에 서식하는 남방점바리(*Ephinephelus polyphekadion*)의 월별 생식소중량지수의 변화(2004. 4 ~ 2005. 1).

Fig. 26. Monthly variation of gonado-somatic index of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*) in Chuuk Lagoon (2004. 4 ~ 2005.1).

그리며 운동하는 것으로 나타났다. 이들의 번식방법인 이분법이 배양 중에 관찰되었으며 분열절차는 먼저 꼬리 쪽이 커짐에 따라 갑장이 점점 길어지고 이후 미부 끝이 열리면서 새로운 개체의 입이 생성된다(화보 VI-2). 대략 1시간 이내에 두 개체의 미부가 가늘어지며 분리된다. 분리 후, 10~20분 사이에 각각의 갑이 형성되고 새로 생성된 개체는 본 개체보다 다소 작은 것으로 관찰되었다. 이러한 분열은 각 개체가 수온 30°C에서 평균 24시간 만에 발생하는 것으로 보인다.

먹이섭취는 섬모를 이용하여 이루어지고 4~5 $\mu$ m크기의 *Isochrysis galbana*와 같은 편모조류는 물론이고 10 $\mu$ m이상의 비교적 큰 *Tetraselmis tetraathele*도 섭취가 가능한 것으로 관찰되었다.

*Undella* sp.는 250ml 삼각플라스크에 배양수 150ml를 채우고 초기밀도 3개체/ml로 접종하여 5일 동안 배양하였다. 수온별 실험구는 22, 26, 30, 34°C로 설정하였으며 염분 33‰에서 먹이로 *I. galbana*를 매일 배양수내에 약  $2 \times 10^5$ 세포/ml가 유지되게 공급하였다. 22, 26, 30°C 실험구는 각 수온이 24시간 유지되는 실내에서 실시하였고 34°C 실험구는 항온수조 내에서 실시하였다. 염분별 실험은 10, 15, 20, 25, 30, 33‰에서 실시하였다. 염분 조절을 위한 담수는 지하수를 1 $\mu$ m filter로 여과하여 사용하였다. 먹이는 *I. galbana*를 사용하였으며, 배양수 중 먹이생물 밀도가  $2 \times 10^5$ 세포/ml를 유지되게끔 공급하였다. 먹이종류별 실험에 사용된 먹이는 *I. galbana*, *Paulova lutheri*, *Paulova* sp. (Green-iso.), *T. tetraathele*, *Nannochloropsis oculata*, *Synechococcus* Chuuk0208-1 및 *Chaetoceros simplex*로 총 7 종이었으며 *I. galbana* 체적을 기준으로 약  $2 \times 10^5$ 세포/ml가 유지되게 공급하였다.

수온에 따른 *Undella* sp.의 배양실험에서 30°C 실험구가 4일째 306개체/ml로 가장 높은 밀도를 보였고 다음으로 26°C에서 5일째 132개체/ml로 나타났으며, 22°C에서는 배양 5일 동안 1~7개체/ml로 낮은 밀도를 유지하였다(그림 27). 그러나 34°C에서는 성장하지 못하고 배양 3.5일째 모두 폐사하였다.

염분에 따른 성장을 보면 염분이 낮아질수록 성장이 낮아지는 경향을 보이고 있었는데 최고밀도는 33‰에서 배양 4일째 나타난 807개체/ml이었으며, 30‰과 25‰에서는 각각 560개체/ml 및 173개체/ml로 나타났다(그림 28). 20‰에서는 배양 4.5일까지 1~5 개체/ml를 유지하다가 이후 성장하지 못하고 모두 폐사하였다. 15, 10‰에서는 각각 0.5일과 1일째 모두 폐사하였다.

먹이생물 종류에 따른 *Undella* sp.의 배양실험 결과를 보면 *I. galbana* 공급구가 배양 4일째 409개체/ml로 가장 높은 밀도를 나타내었다. 그 다음으로는 *T. tetraathele*, *Green Iso.* 및 *P. lutheri* 순이었다(그림 29). *Ch. simplex* 공급구는 5간의 배양실험 중 0.3~5개체/ml의 낮은 밀도를 유지하는데 그쳤다. 또한 *N. oculata*,

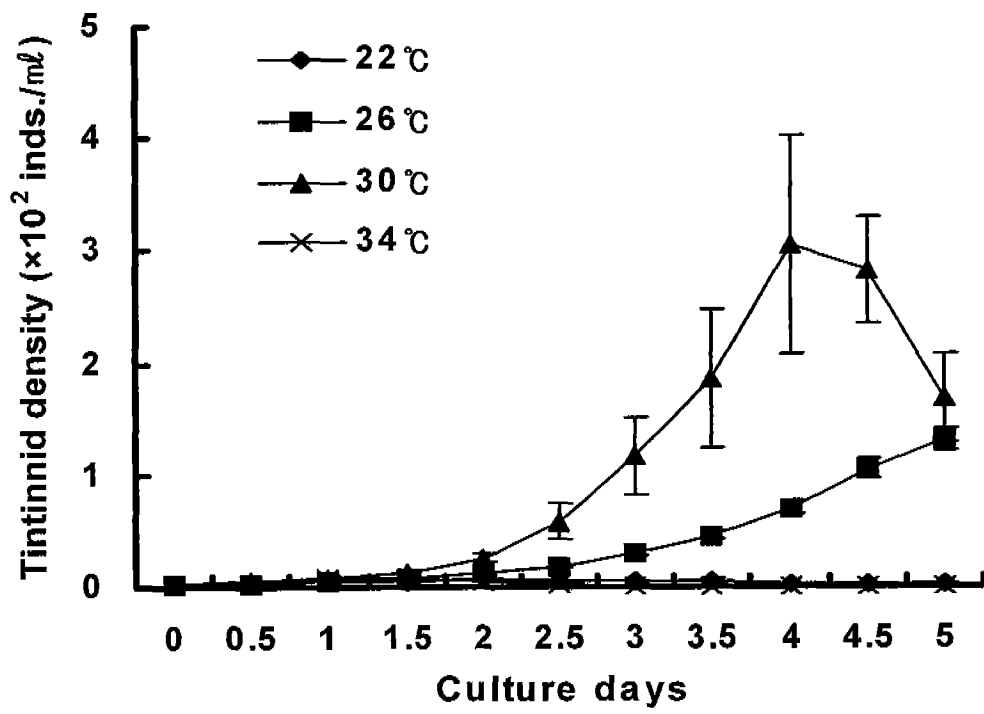


그림 27. 수온변화에 따른 유충류 *Undella* sp.의 증식.

Fig. 27. Growth of *Undella* sp. depend on experimental temperature.

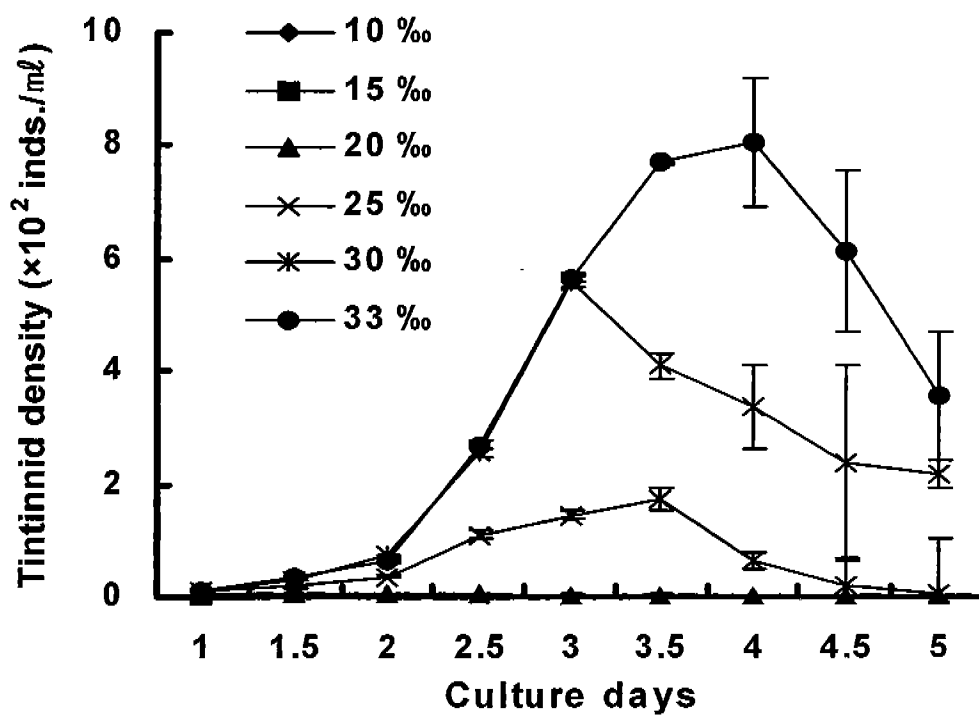


그림 28. 염분변화에 따른 유충류 *Undella* sp.의 증식.

Fig. 28. Growth of *Undella* sp. depend on salinity of culturing media.

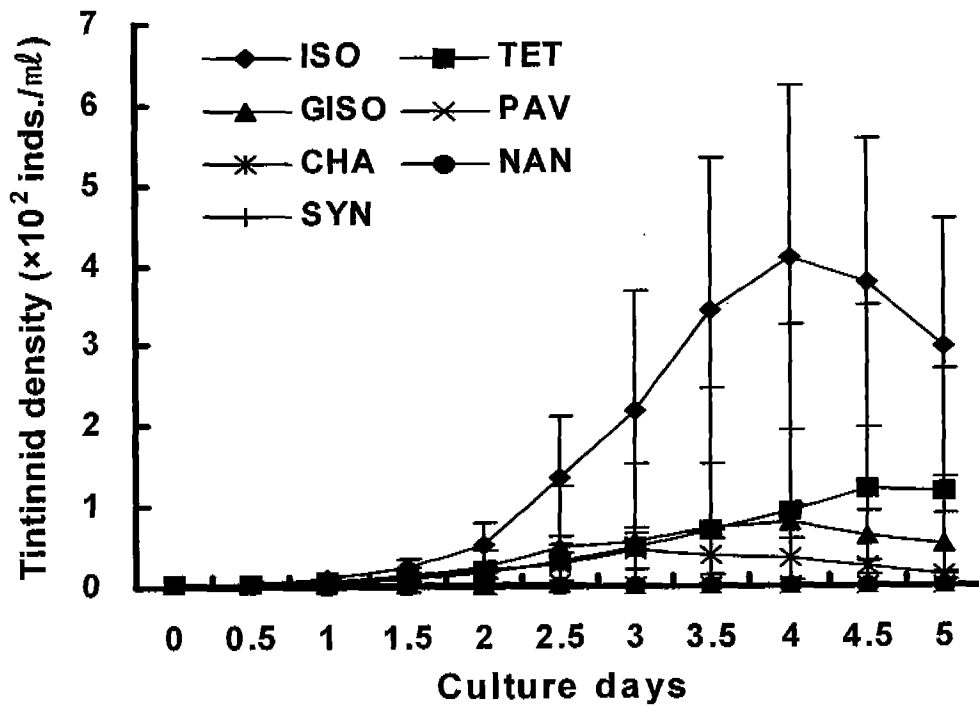


그림 29. 먹이생물에 따른 유충류 *Undella* sp.의 증식.

Fig. 29. Growth of *Undella* sp. depend on food organisms.

CHA: *Chaetoceros simplex*, GISO: *Pavlova* sp. (Green-iso.), ISO: *Isochrysis galbana*, NAN: *Nannochloropsis oculata*, PAV: *Pavlova lutheri*, SYN: *Synechococcus Chuuk0208-1*, TET: *Tetraselmis tetrathele*

*Synechococcus* Chuuk0208-1을 공급한 실험구는 성장하지 못하고 각각 3일 및 4일째 모두 폐사하였다.

상기 결과를 종합할 경우 유충류 대량배양에 적합한 환경은 수온 30℃ 및 염분 33‰로 추정되며 최적 먹이생물은 *I. galbana*로 밝혀졌다.

형태학적 측면에서 갑이 있고 둥근 모양을 가지는 특성에서 *Undella* sp.는 윤충류와 유사한 점이 많이 있지만 먹이생물로의 가치는 크다고 하겠다. 우선적으로 *Undella* sp.의 중요성은 크기이다. 성체의 크기는 40~60 $\mu$ m로 현재 어류양식에 주로 사용되고 있는 윤충류인 *Brachionus plicatilis*나 *B. rotundiformis*에 비하여 1/2의 크기에 불과하여, 인후 크기가 작은 능성어류의 부화자어의 먹이로 적합하다.

둘째, *Undella* sp.는 윤충류와 같이 환경이 좋은 조건에서는 무성생식을 하다가 환경이 나빠지면 유성생식으로 번식방법을 바꾸어 휴면란을 형성한다. 윤충류가 한번에 1-4개의 난을 생산할 수 있지만 *Undella* sp.는 이분법으로 증식하기 때문에 번식 속도는 윤충에 비하여 다소 떨어진다고 할 수도 있겠지만, 환경조건이 좋을 경우 3회/일 증식이 가능하여 3일 이내에 실험조건에서 500배로 증식시킬 수 있다.

셋째, 윤충류는 대부분 시간을 부유생활로 지내지만 미부에 부착이 가능한 발을 지니고 있어 때때로 특정 물체에 부착하여 고착생활도 가능하다. 그러나 *Undella* sp.는 부착할 수 있는 발이 없기 때문에 부화 후 계속해서 부유생활을 하기 때문에 부화자어가 포식할 수 있는 기회를 더 많이 제공한다.

넷째, *Undella* sp.는 열대해역의 자연환경과 같은 수온 및 염분에서 효과적으로 증식하기 때문에 손쉽게 배양할 수 있다.

한편, *Undella* sp.는 자연에서 식물플랑크톤, 부유성 유기물 입자, 박테리아 등을 섭취하지만 대량배양시 담수산 *Chlorella* 또는 빵효모로 배양이 불가능하고 배양원가가 높은 *I. galbana*를 급이해야 하기 때문에 먹이생물 공급비가 높아진다. 그러나 지금까지 먹이생물의 크기 문제로 불가능하였던 능성어류의 종묘생산이 가능하게 된 것을 생각한다면 매우 획기적인 일이다. 그러나 *Undella* sp.의 크기(체적)는 윤충의 1/8에 불과하기 때문에 보다 완전한 먹이생물로 정착되기 위해서는 20,000개체/ml 이상의 고밀도 배양기법이 개발되어야 할 것이다.

일반적으로 해수 및 기수에는 어류 자어의 먹이로 적합한 무척추동물의 난이나 유생, 갑각류 유생, 윤충류 등 매우 많은 동물플랑크톤이 서식하고 있지만 대량배양이 가능하여 먹이생물의 조건을 갖추고 있는 종류는 매우 적다. 현재까지 능성어류 등 부화자어의 인후가 작은 어류의 초기먹이생물로 굴 수정란 또는 유생, 요각류의 노우폴리우스(nauplius) 유생을 급이하기도 하지만 이들의 대량 확보가 어려워 산업적인 규모의 종묘생산은 이루어지지 못하고 있는 실정이다.



지난 40여 년간 윤충은 해산어류의 자어를 사육하기 위한 먹이생물로써 사용되어 왔으며 많은 연구를 통하여 90~150 $\mu\text{m}$  크기의 윤충 소위 SS-type 윤충(*B. rotundiformis*)를 개발하였지만 역시 능성어류 부화자어의 먹이로는 너무 크다. 따라서 능성어류 부화자어가 섭취가능한 40~60 $\mu\text{m}$ 의 크기이며 500개체/ml이상의 고 밀도 배양이 가능한 초소형 먹이생물 *Undella* sp.의 개발은 우리나라 양식기술 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

#### 요각류 유생(*Tachidius* sp. 노우플리우스 유생)

요각류 *Tachidius* sp.는 절지동물문(Phylum Arthropoda), 대악아강(Subphylum Mandibulata), 갑각강(Class Crustacea), 갈고리노벌레목(Order Harpacticoida), 날래장수노벌레과(Family Tachidiidae)에 속하는 종이다. 성체의 크기는 420 $\mu\text{m}$  내외로 비교적 크지만 노우플리우스 유생은 80 $\mu\text{m}$  내외로 소형이다. 요각류의 노우플리우스 유생은 타 물체에 기대거나 착저하는 성향이 있으나 코페포다이드(copepodid)로 변태하면 유영하기도 한다. 유성생식을 하며, 교미 후 암컷은 미부에 하나의 포낭을 달며(화보 VI-3), 알이 부화하면 포낭을 떼어내고, 다시 일정 시간 후 새 포낭을 단다. 1개의 포낭에는 10여개의 알이 들어있다.

실험에 사용한 먹이는 *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis tetrathele*, *Paulova lutheri*, Green *Isochrysis* 그리고 *Synechococcus* Chuuk0208-1이었으며 12 well culture plate(5ml/well)에 한 well 당 1 개체의 포란 암컷을 접종하여 5일 동안 배양하였다. 매일 생산된 노우플리우스의 수를 계수한 후 성체 암컷과 분리하였으며 1일 1회 전량 환수하였다. 각 실험구는 3반복으로 실시하였다.

*I. galbana*를 공급한 실험구에서만 일일 평균 0.7 개체의 노우플리우스를 생산하였고 나머지 실험구는 모두 노우플리우스를 생산하지 않았다. *Tachidius* sp.의 먹이로는 유충류와 같이 *I. galbana*가 가장 효과적인 먹이생물이지만 일평균 노우플리우스 생산량이 너무 낮아 현시점에서 먹이생물로 활용하기는 부적합한 것으로 판단된다.

#### 열대산 윤충(*Synchaeta* sp.)

축 라균에서 분리한 열대산 윤충 *Synchaeta* sp.는 분류학상 윤형동물문(Phylum Rotifera), 단소강(Class Monogonota), 유영강(Order Ploima), 털혹윤충과(Family Synchaetidae)에 속한다. 완미윤충과(Family Brachionidae)에 속하는 윤충과는 달리 갑이 없고 체강의 신축성이 크다(화보 VI-4). 번식 시 대부분 미부에 난 1개를 달기 때문에 증식속도는 *Brachionus*속에 비해 매우 느리다. 크기 90~130 $\mu\text{m}$ 의 S급

혹은 SS급 윤층으로 운동력이 *Brachionus plicatilis*, *B. rotundiformis*와 비슷하여 대량배양이 가능하다면 능성어류의 먹이로 활용 가능하다.

실험에 사용한 먹이는 *I. galbana*, *T. tetrathele*, *P. lutheri*, 그리고 *Synechococcus* Chuuk0208-1이었으며 12 well culture plate(5ml/well)에 한 well 당 1 개체씩 접종하여 6일 동안 배양하였으며 각 실험구는 3반복으로 실시하였다.

*I. galbana*를 공급한 실험구가 배양 4일째 3.7개체로 가장 높게 나타났으며 다음으로 *T. tetrathele*가 배양 4일째 3.3개체까지 증식하였다(그림 30). 그러나 *P. lutheri*와 *Synechococcus* Chuuk0208-1을 공급한 실험구는 성장하지 못하고 각각 배양 4일째와 2일째 폐사하였다. 위의 실험결과로 보아 *Synchaeta* sp.는 성장속도가 다른 윤층에 비해 매우 느린 것으로 판단되며 최적 증식조건을 구명하기 위해서는 먹이와 물리적 환경에 관한 세부적인 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

#### 해산 윤층 *Brachionus rotundiformis*의 고밀도 배양

능성어류 종묘생산에 있어 초기 부화자어에는 초소형 먹이생물이 필요하지만 자어가 성장하며 보다 큰 먹이생물이 필요하며, 윤층은 가장 손쉽게 얻을 수 있는 먹이생물이다. 그러나 열대환경에 있어서 윤층의 대량배양은 통상적으로 우리나라에서 행하는 방법으로 할 수는 없다. 특히, 우리나라에서의 종묘생산이 저수온기인 3월~5월에 대부분 실시된다는 점을 감안할 때, 열대환경에서의 윤층 고밀도배양 기법의 개발은 중요한 과제이다.

실험용 윤층 *Brachionus rotundiformis*은 강릉대학교 해양생명공학부 먹이생물실험실에서 보존 중인 부원종을 축 현장으로 운반한 것이었다.

배양실험은 강압적 고밀도 배양으로 80ℓ 급 원통형 수조에 17%의 여과 해수 (1 μm filter) 50ℓ 를 넣고 상온에서 실시하였다(화보 VI 5, 6). 실험 중 배양 수온은 30±0.1℃로 비교적 안정적으로 유지되었다. 초기 접종밀도는 5,000개체/ml로 하였으며 접종 24시간 후 매일 5,000개체/ml가 되게끔 수확한 후 수확한 양에 해당하는 새로운 배양수를 넣어주었다(이 등 2001). 산소발생기를 사용하여 배양수 내로 산소를 공급하여 DO 5mg/ℓ 이상 유지되게 하였다. 배양 수조 내의 현탁부유물질을 제거하기 위해 filter mat(1KS 185N, Aqua Culture System, Japan)를 설치하였으며 1일 2회 세척하였다. 먹이 공급은 자동 먹이 공급기를 사용하여 국내에서 냉장 운반한 담수산 농축 *Chlorella*를 윤층 1,000개체 당 하루에 *Chlorella* 건조 중량을 기준으로 0.65 mg을 12시간 간격으로 2회로 나누어 공급하였다. 배양 중인 윤층의 일부를 매일 채취하여 200개체/ml로 희석하여 입체 현미경 아래에서 3회씩 계수하여 그 평균

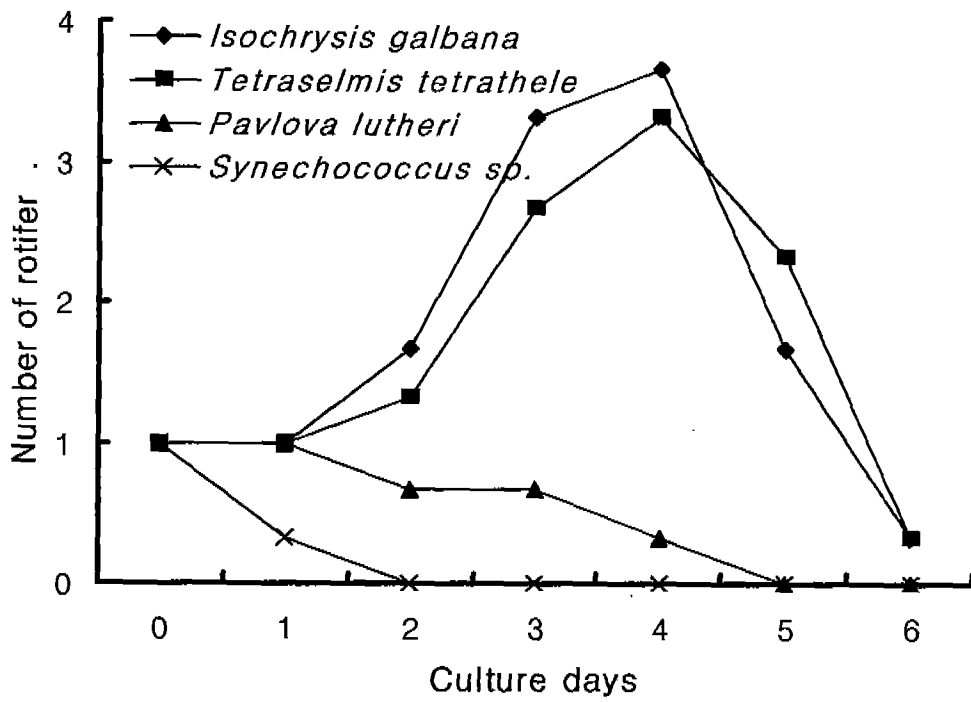


그림 30. 먹이생물의 종류에 따른 윤충 *Synchaeta* sp.의 증식.

Fig. 30. Growth of rotifer, *Synchaeta* sp. depend on food organisms.

치를 윤충의 밀도로 하였으며, 배양수의 용존산소와 pH를 지속적으로 측정하였다.

배양 6일째 19,600개체/ml로 최고밀도를 보였으며 이후 4,700개체/ml로 감소하였다(그림 31). 이러한 감소원인은 NH<sub>3</sub>의 증가 때문이며 산성용액을 이용하여 강압적으로 pH를 7로 유지하고 산소를 강하게 폭기해 주어 NH<sub>3</sub>의 증가속도를 지연시켜 주면 보다 장기간 윤충을 지속적으로 배양할 수 있다고 판단된다.

접종 24시간 후의 윤충의 평균밀도와 평균생산량은 *Chlorella* 공급비율이 높을수록, 건조빵효모의 공급비율이 낮을수록 높아지는 경향을 보였다(표 24). 농축 *Chlorella* 만 100% 공급한 경우와 *Chlorella* 70% + 건조빵효모 30% 공급한 실험구가 다른 실험구에 비해 높은 생산력을 나타내었으나(P<0.05), 두 실험구간의 유의차는 없었다(P>0.05). 일일 평균생산량은 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보여 효율적인 윤충생산을 위해서는 매일 배양수의 전량환수가 필요할 것으로 판단된다.

배양수의 pH는 *Chlorella*의 비율이 높아짐에 따라 낮아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았고 DO는 *Chlorella* 단독실험구와 *Chlorella* 30% + 건조빵효모 70% 실험구가 다른 실험구에 비해 낮게 나타났다(P<0.05).

표 25. 열대환경에서의 윤충(*Brachionus rotundiformis*)의 고밀도 배양

Table 25. High density culture of rotifer(*Brachionus rotundiformis*) under tropical condition

먹이생물	윤충밀도* (×10 <sup>3</sup> /ml)	윤충생산량 (×10 <sup>8</sup> /일)	pH	DO (ml/l)
<i>Chlorella</i> 100%	10.7	2.8	7.5	5.3
<i>Chlorella</i> 70% + 빵효모 30%	9.9	2.5	7.6	6.1
<i>Chlorella</i> 50% + 빵효모 50%	7.8	1.4	7.6	6.1
<i>Chlorella</i> 30% + 빵효모 70%	7.7	1.3	7.7	5.5
빵효모 100%	7.1	1.1	7.8	6.0

\* 5 x ×10<sup>3</sup>개체/ml 접종 24시간 후의 윤충밀도

먹이별 윤충의 일간 생산량 역시 같은 유형으로 *Chlorella* 만 100% 공급한 경우와 *Chlorella* 70% + 건조빵효모 30% 공급한 실험구에서 접종 1일 후 각각 3.7 ×10<sup>8</sup>개체/일 및 2.0 x 10<sup>8</sup>개체/일로 가장 높았다. 이후 일간 생산량은 약간씩 낮아졌

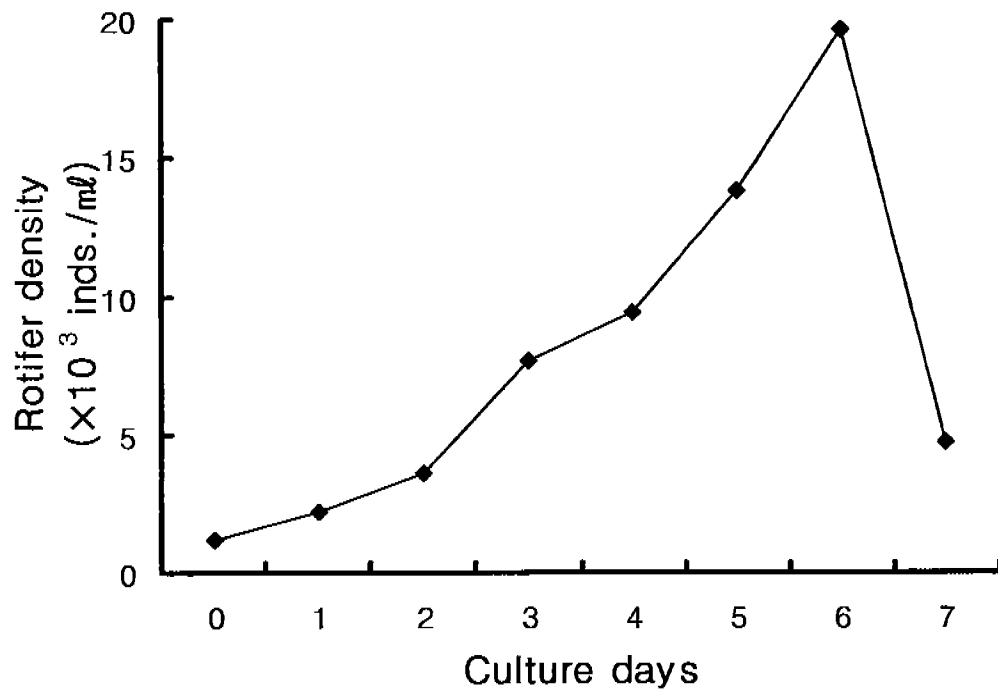


그림 31. 배양일 수에 따른 윤충 *B. rotundiformis*의 밀도변화.

Fig. 31. Change of density of rotifer, *B. rotundiformis* depend on culturing period.

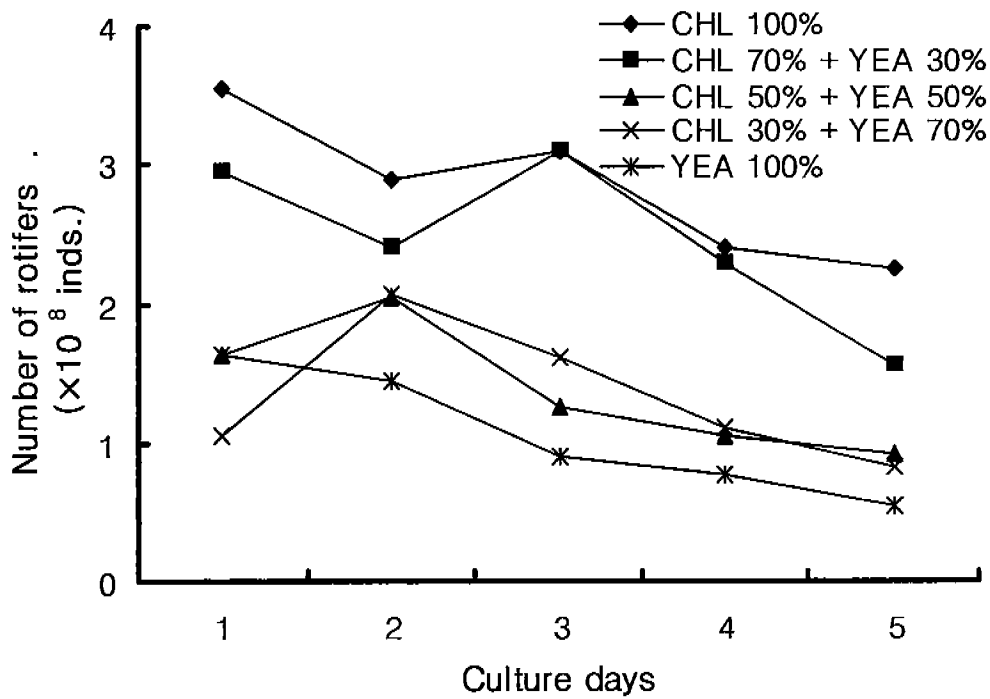


그림 32. 먹이생물 종류에 따른 윤충 *B. rotundiformis*의 일간 생산량 변화.

Fig. 32. Changes of daily production of rotifer, *B. rotundiformis* depend on food organisms.

CHL: Condensed fresh water *Chlorella*, YEA: Dry baker's yeast

으며 배양 5일째에는 각각  $2.8 \times 10^8$ 개체/일 및  $\times 10^8$ 개체/일로 낮아졌다(그림 32). 따라서 열대해역서의 윤충류 고밀도 배양은 3일/회를 초과하지 않는 범위에서 실시하는 것이 바람직하다.

Fu et al. (1997)의 윤충의 고밀도 생산실험에서 *B. rotundiformis*는 3000~6,000 개체/ml를 배양할 수 있지만 *B. plicatilis*는 1100~2200개체/ml를 유지할 수 있다 하였다. 이 수치는 본 실험에 비하여 매우 낮은 수치이지만 Fu et al. (1997)의 실험이 본 실험에서 채택한 강압적 고밀도 배양보다는 일반 배양에 가까웠기 때문이다. *B. rotundiformis*를 *B. plicatilis*보다 높은 밀도로 배양할 수 있는 것은 크기와 건중량으로 비교하였을 때 *B. rotundiformis*가 *B. plicatilis*에 비하여 약 3배정도 작게 나타나기 때문이다. 그러나 배양체적당 생체량으로 비교하였을 때는 큰 차이가 나지 않는다. 또 다른 원인으로는 최적수온의 차이로 *B. rotundiformis*는 비교적 고수온(최적배양수온 28~32℃)에서 *B. plicatilis*는 비교적 저수온(최적배양수온 20~24℃)에서 배양이 잘 되기 때문이다.

결론적으로 열대환경에서의 윤충 고밀도 배양은 상온에서 가능한 것으로 나타났으며 *Chlorella*를 가장 효율적으로 대체할 수 있는 건조빵효모의 혼합비율은 70% 이내로 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 접종 후 최대밀도에 도달하는 기간은 약 6일이며, 접종 후 3일간 비교적 높은 일간 생산량을 유지한다.

열대지방의 상온에서의 윤충배양은 가능한 고밀도로 접종하고, 접종 후 1일부터 매일 1회씩 부분수확법으로 윤충을 수확하되 3일째에는 전량 수확, 환수하는 것이 바람직하다. 따라서 대형 수조에서 배양하는 것보다 여러 개의 소형수조를 준비하여 배양하는 것이 바람직하다.

## 나. 망그로브게

### 1). 생물학적 특성

망그로브게(*Scylla serrata*)는 절지동물문(Phylum Arthropoda), 대악아강(Subphylum Mandibulata), 갑각강(Class Crustacea), 십각목(Order Decapoda), 꽃게과(Family Portunidae), 톱날꽃게속(Genus *Scylla*)에 속하는 비교적 대형 게류이다.

동남아를 포함한 남서태평양 일대에서는 톱날꽃게류를 통칭하여 망그로브게(mangrove crab) 혹은 머드크랩(mud crab)으로 부르며, 우리나라에서 일명 톱날꽃게로 불리기도 한다. 그러나 이들 종은 국내에 분포하지 않는 다소 생소한 종이므로 가장 널리 사용되는 망그로브게로 부르기로 한다.

망그로브게류 중 산업적으로 중요한 것은 *Scylla serrata*, *S. tranquebarica*, *S. paramamosain* 및 *S. olivacea* 4개종이, 이들의 형태학적 특징은 표 26과 같다.

표 26. 톱날꽃게속의 형태학적 특징

Table 26. Morphological characteristics of mangrove crabs (Genus *Scylla*)

특징 학명	이마가시(1쌍)	다리가시(1쌍)	다리형태(1쌍)
<i>S. serrata</i>	삼각형으로 높고 끝이 약간 뾰족 하다	발목마디와 앞마디에 뚜렷한 가시가 있다	모든 다리가 다면체 형이다
<i>S. tranquebarica</i>	낮고 끝이 아주 뾰족하다	발목마디와 앞마디에 뚜렷한 가시가 있다	3, 4 다리는 다면체 형이고 다른 다리에 서는 뚜렷하지 않다
<i>S. paramamosain</i>	삼각형으로 끝이 날카롭다	발목마디에 뚜렷한 가 시가 있으나 앞마디의 안쪽가시는 없고 바깥 가시는 퇴화되었다	3, 4 다리는 다면체 형이고 다른 다리에 서는 뚜렷하지 않다
<i>S. olivacea</i>	둥글며 매우 낮다	발목마디에는 약간 퇴 화된 가시가 있고, 앞 마디의 안쪽가시는 없 고 바깥가시는 퇴화되 었다	모든 다리는 다면체 형이 아니다

*S. serrata*는 망그로브게들 중에서 체구가 가장 큰 대형종으로 분포 범위도 제일 넓은 종이다. 본 종은 동서로는 아프리카 동부해안에서 하와이를 거쳐 중국의 동남해안까지, 남북으로는 호주의 중북부에서 일본의 남부해안에 이르기까지 광범위하게 분포한다. 현재까지 코스레와 축주에서 본 연구진에 의하여 관찰된 망그로브게들은 모두 *S. serrata* 이었으며, 다른 종에 대한 기록은 없기 때문에, 본 보고서에서는 *S. serrata*를 망그로브게로 부르기로 한다.

망그로브게의 암컷은 저정낭을 가지고 있어 1회의 교미로 수회 산란할 수 있다. 교미는 생물학적 성숙기에 접어드는 성숙탈피 후 두흉갑이 연할 때에만 이루어지며, 체내에 정자를 상당 기간 보관할 수 있으며(Du Plessis 1971), 1회에 2~3백만 개의 알을 낳는다. 산란 후 어미 게는 양을 복부의 부속지를 이용하여 덩어리 상태



로 부화할 때 까지 보호한다. 일반적으로 지역주민들은 망그로브계가 많이 잡히는 매월 보름을 산란기로 생각하고 있으며, 음력 11일째부터 망그로브계를 체포할 수 있다고 믿고 있지만 정확한 근거는 없다(Shelley 2001).

축주 수산국에서는 망그로브계의 생태에 대하여 비교적 자세한 조사를 실시하였는데(Perrine 1978), 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 망그로브계는 한밤 동안에 서식지인 기수역 망그로브군총에서 1km 떨어진 산호초 지역까지 왕복할 수 있다.
- 보름부터 보름 후 2일 사이에 암컷은 산란을 위하여 이동하며, 환초 끝에서도 종종 암컷이 체포된다.
- 산란에 있어 계절 주기는 없는 것으로 생각된다.
- 많은 망그로브계들이 초승에 망그로브군총으로 들어간다.
- 망그로브계는 망그로브조개를 주로 포식한다.

망그로브계의 생활사는 일반적인 십각목과 같이 알 → 조에아 유생 → 메갈로파 유생 → 어린 게의 단계를 거친다. 알에서 갓 부화한 조에아(zoea) 유생은 5회 탈피(조에아 1기~5기)하여 메갈로파(megalopa) 유생이 된다. 메갈로파 유생은 탈피하여 어린 게로 변태한다. 어린 게는 1년 내에 14회 정도 탈피하여 두홍갑장 13~14cm의 어미 게가 된다. 망그로브계는 성장 속도가 빠르기 때문에 자연산 어린 게(6~8명)를 수집하여 양성할 경우 5 개월 만에 시장크기로 키울 수 있다. 망그로브계의 수명은 약 3년으로 추정되며 두홍갑장이 20cm를 초과하는 개체도 종종 나타난다.

망그로브계의 양식은 100여년 전 중국에서 시작되었으며, 동남아시아에서의 양식 역사도 30여년이 된다. 일본을 비롯한 많은 나라에서 망그로브계의 종묘생산을 시도하였지만 아직까지 상업적 규모에는 이르지 못하고 있으며, 대부분의 양식장에서 천연산 종묘를 수집하여 양식하고 있다. 망그로브계의 양식은 단기간의 살찌우기 축양과 4~5개월 정도의 육성 후 출하하는 기르기 양식으로 나뉘어 진다(Keenan 2001). 살찌우기 양식은 문자 그대로 망그로브계를 채집하여 이를 1~2 주정도 충분한 먹이를 주어 살찌운 후 출하하는 방법이다. 기르기 양식은 자연에서 어린게(6~8명)를 수집하여 4~5개월 정도 양성하여 각장 13~14cm에 도달하면 출하하는 방법이다. 기르기 양식은 양성용 노지나 가두리를 이용한 집약적 양식과 망그로브군총에 간이 노지를 만들어 양식하는 조방식으로 나누어진다. 조방식의 경우 낮은 밀도로 종묘를 수용하고 먹이는 공급하지 않는 방법으로 수익률은 떨어지지만 친환경적 방법이라 하겠다.

코스레주에는 망그로브계가 번식할 수 있는 망그로브군총이 잘 발달해 있어 비교적 자원량이 풍부할 것으로 생각된다. 그러나 자연산 종묘를 채집하여 양식할 경우 채집과정에서 많은 지역의 망구로브군총이 파괴될 것이며, 자연산 종묘의 남획은 곧 바로 망그로브계의 자원량 감소로 이어질 수 있다. 따라서 망그로브계 종묘생산 기술 개발은 코스레주에서 망그로브계 양식산업을 일으키기 위한 전제조건이 된다.

## 2). 망그로브계 생식소 발달

망그로브계의 생식소 조사는 코스레주 수산국의 협조로 실시하였다. 한국해양연구원에서 제공한 0.7x0.7x1m 4각 통발(망목 5cm)에 토막 낸 어류를 미기로 넣고 일몰 직전에 망그로브군총 사이의 수로에 설치하였다. 통발의 수거는 익일 오전 10~11시 사이에 하였다. 첫 조사는 2004년 11월 12일 실시하였으며, 본 조사는 망그로브계의 정확한 산란주기가 밝혀질 때까지 매월 4회씩 계속할 예정이다.

망그로브계의 정확한 생식소 발주기를 구명하기 위하여 모든 조사는 망그로브군총에서 직접 채포한 개체 중 두홍갑장의 길이가 13cm를 초과하는 어미 개만을 대상으로 실시하였다. 본 보고서에서는 우선적으로 2004년 11월부터 2005년 2월까지 조사된 자료를 토대로 고찰하였다.

두홍갑장 13cm 이상의 망그로브계의 경우 생식소 발달에 있어 암컷과 수컷 모두 현재까지 뚜렷한 월주기를 나타내지 않고 있었다. 그러나 대부분의 암컷은 생식소 중량지수 10% 내외로 비교적 난황질이 많이 축적된 난소를 가지고 있었으며(표 26), 몇몇 개체는 두홍갑에 교미에 의한 상흔이 남아 있었다.

암컷의 경우 12월과 2월에 채집된 2개를 제외하고는 모두 10% 이상의 생식선 중량지수를 나타내어 달 주기와의 상관관계는 뚜렷하지 않는 듯하며 11월~12월에 생식소가 발달하는 것으로 생각된다. 수컷의 경우 만월에 가까운 11월 26일 채포된 개체에서 6.1%의 높은 생식소중량지수를 나타내었으며, 그 이후에도 육안으로 뚜렷하게 돌출되는 백색~유백색의 정소를 가지고 있었으며, 정소 안에는 운동성 있는 정자를 가지고 있었다. 대부분의 개류가 그러하듯이 망그로브계의 교미시기는 암컷이 탈피하여 껍질이 굳어지기 전에 가능한데, 만월 이후 하현인 12월 2일(음력 10월 20일) 채집된 암컷의 두홍갑에는 교미에 의한 상흔이 뚜렷하게 남아 있었다.

이상의 결과만으로 추론할 경우 수컷은 만월 또는 만월에 가까운 시기에 탈피한 암컷과 교미하는 듯 하며, 암컷은 월주기와는 관계없이 부정기적으로 산란에 임하는 것으로 추측된다.

표 27. 코스레산 망그로브게의 생식소중량지수(2004)

Table 27. Gonado-somatic index of mangrove crab in Kosrae (2004)

Date (lunar cal.)	Sex	Carapace length (cm)	Body weight (g)	Gonad weight (g)	Colour of gonad	GSI (%)
11. 12 ( 9. 30)	♀	15.5	587	73.6	BO	12.5
	♀	14.5	493.7	50.4	YB	10.2
	♂	14.5	464.8	Nd		
11. 26 (10. 14)	♀	14.5	446.4	38.5	YB	8.6
	♀	16	605.2	82	BO	13.5
	♂	15.5	844.4	51.8	YB/MW	6.1
12. 2 (10. 20)	♀	16	547.2	39.3	YB/BO	7.2
	♀	15	467.5	39.6	YB/BO	8.4
	♂	14.3	598.9	18.8	YB/MW	3.1
12. 9 (10. 27)	♀	16	537.2	15.8	BO	2.9
	♀	16.5	596.5	65.8	BO	11.0
	♂	14.5	607.8	5.1	MW	0.8
12. 17 (11. 6)	♀	13.5	358.1	Nd		
	♀	16.5	587.1	55.8	BO	9.5
	♂	15.3	595.4	6.2	W	1.0
2. 3 (12. 24)	♀	16.8	600.8	18.0	BO	3.0
	♀	14.2	407.6	Nd		
	♂	14.0	505.5	1.6	MW	0.3

\* Nd: 정소 발견되지 않음

### 제 3 절. 흑진주조개 종묘생산

#### 1. 서언

남태평양 일대에서 생산되는 양식진주는 진주층이 흑청색~흑색인 흑진주와 진주층이 은백색인 남양진주(백진주) 두 가지이다. 흑진주는 흑진주조개(*Pinctada margaritifera*)에서만 생산되며(Salvat and Rives 1980), 남양진주는 백진주조개(*Pinctada maxima*)에서 생산된다. 백진주조개는 흑진주조개보다 크기 때문에 보다 큰 진주를 생산할 수 있지만, 전체적으로 볼 때 흑진주 가격이 남양진주보다 월등하기 때문에 흑진주조개가 백진주조개보다 부가가치가 높다고 하겠다.

흑진주 양식이 가장 활발한 곳은 불령 폴리네시아 타이티로 전 세계 흑진주 생산량의 90% 이상을 생산하고 있다. 타이티는 1972년 처음으로 1,563g의 흑진주를 생산하여 판매고 US\$3,663를 기록한 이래 급격히 팽창하여 1978년 50Kg을 생산하여 판매고 미화 1백만불을 돌파하였으며, 1987년에는 생산량 407.6Kg 판매고 미화 2천만불을 1994년에는 생산량 2,815Kg으로 판매액 미화 1억불을 돌파하였다 (표 2). 흑진주의 단가는 1986년 US\$75.57/g의 최고치를 나타낸 이래 대량생산으로 인하여 약간 둔화되어 US\$30/g 내외로 거래되고 있으며, 2000년에 들어 생산량은 8톤/년 내외이며 평균값은 US\$20/g 까지 하락하였다. 흑진주의 가격을 결정하는 요인 중 가장 큰 요인은 품질이다. 최근의 생산량 증가와 단가의 하락은 과잉 생산보다는 가공기술의 향상으로 저품질 흑진주가 가공되어 출하하기 때문이며, 중급 이상의 흑진주는 US\$100/개 이상, 보석급의 고급진주는 US\$10,000/개로 거래되고 있다. 생산되는 흑진주의 가장 큰 시장은 일본으로 총생산량의 64.54%를 차지한다. 일본은 타이티 흑진주를 수입하여 선별, 가공하여 재수출한다. 그 다음은 중계무역을 목적으로 하는 홍콩으로 15.82%를 점유하고 있으며, 미국 7.77%, 프랑스 4.73%, 스위스 2.55% 및 호주 1.09% 등이 주요 시장이다. 1999년 한국은 총생산량의 0.05%에 해당하는 3,955g(US\$93,969)의 흑진주를 수입하였다. 현재, 우리나라에 유통되는 흑진주 물량을 감안하면, 대부분의 흑진주는 불령 폴리네시아에서 직접 구매한 것이 아니고, 일본과 홍콩에서 재가공한 제품으로 판단된다.

흑진주 양식업의 산업화를 위해서는 해당 지역에 상당량의 흑진주조개 자원이 분포하고 있거나, 인공종묘생산을 통한 완전양식이 가능해야 한다. 즉, 흑진주조개 자원량이 풍부하다면, 우선적으로 자연산 모패를 이용하여 흑진주 양식기술 개발이 가능하지만, 자원이 미흡하다면 종묘 생산기술부터 개발하여야 한다. 축주를 비롯한 마이크로네시아 해역에 흑진주조개가 분포하지만, 흑진주양식 산업을 뒷받침하

기에는 자원량이 빈약하다. 2004년부터 폰페이주에서 흑진주양식이 시작되었지만 모패용 흑진주조개의 확보가 가장 큰 문제이다. 흑진주조개 종묘생산 자체가 큰 경제적 이익을 보장할 수는 없지만 흑진주조개 종묘생산은 흑진주 양식산업을 실현하기 위한 전제조건이다.

이하의 내용은 참여기업의 요청으로 별책 “흑진주조개 종묘생산 지침서”로 출간되었다.

## 제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절. 목표달성도

#### 1. 연구내용별 개요

##### 가. 해양생물자원조사

해양생물자원조사는 전체 연구사업의 20%의 비중치를 가지고 있으며 어류자원, 저서대형무척추동물자원 및 해조류자원으로 구분되어 실시되었다. 연구사업에 있어 특기사항은 2000년~2002년 연구사업이 축주의 환초형(atoll) 산호초생태계를 대상으로 수행된 반면, 2003~2004년 연구사업은 코스레주의 거초형(fringe reef) 산호초생태계를 대상으로 수행된 것이다.

2004년 조사계획에 맞추어 2003년에 조사된 정점 3개를 포함하여 코스레주 산호초에 6개 정점과 Lelu 만 안쪽에 5개 부정점을 조사하였다.

조사결과 2003년에 조사된 종류를 포함하여 271종의 어류, 68종의 대형저서무척추동물 및 23종의 해조류가 관찰되었다. 이는 2003년 조사에 더하여 어류 151종, 대형무척추동물 17종 및 해조류 3종이 추가로 밝혀진 것이다.

각 조사 지역별 산호초 생물군집의 구조를 밝혀내었으며, 지역간 유사도를 분석하여 코스레주 전체 산호초의 구조를 이해하게 되었다.

수산학적으로 중요한 수종의 바리류, 파랑비늘돔류 및 관상어종이 많이 탐색되었으며, 복족류에 속하는 트로커스와 극피동물에 속하는 해삼유류는 상업적 생산이 가능한 자원량으로 판단되었다.

해양생물자원 조사의 목표달성도는 100%이다.

##### 나. 신양식 대상종 개발

신양식 대상종으로는 현지 주정부 관계가 추천하고 주민들이 선호하는 남방점바리(*Ephinephelus polyphkadion*, 가칭)와 망그로브게(*Scylla serrata*)를 선정하였다.

능성어류인 남방점바리의 부화자어는 인후가 협소하여 우리나라에서 어류 종묘생산에 많이 사용하는 윤충을 섭이할 수 없다. 따라서 100 $\mu$ m의 먹이생물 개발이 남방점바리 종묘생산의 관건 기술이다. 축 라군에서 유종류에 속하는 *Undella* sp.를 성공적으로 분리하여 대량생산을 위한 기초적 문제를 해결하였다. 개발된 *Undella* sp.

의 크기는 40~60 $\mu$ m으로 모든 능성어류의 부화자어의 먹이로 사용 가능하며, 수온 30℃, 염분 33‰의 열대환경에서 3일만에 500배로 증식시킬 수 있다. 이에 더하여 열대환경 아래에서의 운충 고밀도 배양에 성공하여 먹이생물 문제를 해결하였다.

지금까지 밝혀진 결과를 종합하면 남방점바리는 1월~2월에 생식소가 급격하게 발달하기 시작하며, 3월에 산란성기를 갖는 것으로 추측된다. 현재, 참여기업의 협조로 계속적으로 남방점바리의 성성숙 과정을 조사하고 있다.

망그로브계의 종묘생산 기술을 개발하기 위하여 코스레주 수산국의 협조로 자연산 어미를 채포하여 성성숙 조사를 진행 중에 있다. 지금까지 조사된 자료를 종합하면, 수컷은 만월에 가까운 시기에 탈피한 암컷과 교미하는 듯 하며, 암컷은 월주기와는 관계 없이 부정기적으로 산란에 임하는 것으로 추측된다.

신양식 대상종 개발의 목표달성도는 100%이다.

#### 다. 흑진주조개 종묘생산

흑진주조개 종묘생산 연구는 최종단계로 흑진주조개 종묘생산 지침서를 작성하는데 초점을 맞추어 수행되었다.

패류의 먹이로 사용되는 *Isocrysis galbana*, *Pavlova lutheri*, *Nannochloropsis oculata*, *Chaetoceros gracilis* 등 식물플랑크톤은 18℃에서 배양되고 있으나, 25℃에서도 효과적으로 배양할 수 있음을 밝혀내었으며, 열대 상오에서의 옥외배양에도 성공하였다.

흑진주조개 모패 다루기와 간출 및 저온자극법에 의한 인고산란 기법을 확립하였으며, 부화유생의 육상 및 해상 사육 기술, 채묘기술을 개발하여 흑진주조개 종묘생산 전공정에 대한 기술적 문제를 해결하였다. 이를 토대로 참여기업이 개발된 기술을 즉시 활용할 수 있도록 흑진주조개 종묘생산 지침서를 작성하였다.

흑진주조개 종묘생산의 목표달성도는 100%이다.

## 2. 목표달성도 대조표

연구항목	연구목표	연구결과	중요도 (%)	달성도 (%)	가중치 (%)
해양생물자원조사 : 코스래주	· 해양생물자원탐색 · 산호초 군집구조 파악	· 어류 271종, 저서동물 68종, 해조류 23종 탐색	10	100	10
		· 주요 수산생물자원 도출	5	100	5
		· 산호초 생태계 저서동물 군집 구조 파악	5	100	5
소계			20	100	20
신양식 대상종 개발	· 소형 먹이생물개발 · 남방점바리 양식가능성 · 망그로브계 성성숙 조사	· <i>Undella</i> sp. 분리 배양 및 윤충 고밀도 배양	15	100	15
		· 남방점바리 성성숙 조사	10	100	10
		· 망그로브계 성성숙 조사	5	100	5
소계			30	100	30
흑진주조개종묘생산	· 먹이생물 배양기법 확립 · 인공산란 유발기법 확립 · 종묘생산 지침서 작성	· 먹이생물 열대환경 배양 기법 확립	10	100	10
		· 모패다루기 및 인공산란 유발 기법 확립	10	100	10
		· 국내종묘생산 가능성입증	10	100	10
		· 종묘생산 지침서 작성	20	100	20
소계			50	100	50
총계			100		100



## 제 2 절. 관련분야에의 기여도

연구사업 중 개발된 식물성 신먹이생물은 피조개, 키조개, 꼬끼리조개 등 고부가 패류양식용 종묘생산에 직접 활용할 수 있는 것으로 패류종묘생산의 효율성을 제고하는데 크게 기여할 것으로 생각된다.

열대 환경에서 쉽게 배양할 수 있는 소형 동물성 먹이생물 *Undella* sp.의 개발로 그동안 먹이생물 문제로 성공하지 못한 능성어류 종묘생산이 가능하게 되었다.

흑진주조개 종묘생산 기업화를 위한 관건기술이 확립되었으며, 종묘생산 지침서가 완성되어 이를 토대로 남서태평양 일대에 국내 진주양식업체의 진출도 가시화되었다.

열대성 해양생물에 대한 이해는 발전소 온배수양식기술과 연계하여 아열대산 어류 양식 산업의 국내 정착을 유도할 수 있다. 이를 토대로 흑진주양식, 능성어류 양식, 관상어 개발 등에 걸쳐 우리기업의 현지에 진출을 촉진하게 될 것으로 기대되며, 현지진출기업의 사업규모와 판매고는 다음과 같이 기대된다.

흑진주 양식	: 300kg/년 x 50백만원/kg	= 150억원/년
능성어류 양식	: 200톤/년 x 50백만원/톤	= 100억원/년
관상어류 개발		= 20억원/년
갑각류 양식	: 100톤/년 x 40백만원/톤	= 40억원/년

또한, 연구사업에서 개발된 기술은 우리나라 해양생물 관련 과학기술 수준을 한층 제고할 것으로 기대된다. 특히, 바다목장화 사업을 위한 수산자원 조성과 효과관정능력을 한층 제고할 것이며, 열대수산자원 개발을 위한 기술능력이 축적되어 해양 BT산업 육성을 위한 원료확보 및 신물질 탐색능력이 크게 향상될 것이다. 아울러, 열대해양생물에 대한 이해는 신해양자원의 개발 및 관리 능력을 배양하게 하여 전지구적 과제인 종다양성 보전사업에 주도적 역할을 담당할 수 있는 능력도 보유하게 된다.

연구사업 중 개발된 기술을 토대로 주변 도서국가에 대한 수산서비스를 통하여, 이들의 우리의 정치 및 경제 세력권 안에 포용하여, 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발을 주도할 수 있다. 도서국들에 대한 수산서비스 제공은 간접적으로 이들의 EEZ 내에서의 우리나라 원양어업 기반을 공고이할 뿐만 아니라, 일들의 영해 내이 산호초 어장에서의 조업도 가능하게 할 것으로 원양어업 발전에 크게 기여할 것이다.

## 제 5 장. 연구개발 결과의 활용 계획

남서태평양 해역의 해양생물자원 (식용어류, 관상어류, 저서생물자원, 생리활성물질) 탐색 및 개발에 활용

국내 수산업체 (흑진주양식, 고급어종 양식, 관상어 송출) 현지진출을 위한 기술적 기반 제공

개발된 기술을 국내 양식 산업에 적극 활용

- 초소형 먹이생물 개발로 국내산 양식어류 종묘의 초기 생존율 향상 및 양식품종 다변화
- 제주도를 거점으로 하는 아열대산 고급어종 양식산업의 활성화
- 발전소 온배수 이용기술과 연계 아열대산 어류 양식산업의 국내 정착

해양정책 결정에 활용

- 태평양시대 선도를 위한 주변국들과의 해양기술 협력을 통한 경제 · 외교적 영향력 확보 지원
- 첨단 해양과학기술 발전으로 해양개발 선진국으로서의 위상확보 및 차세대를 위한 해양자원 개발 의욕고취용 교육 자료
- 남서태평양 글로벌 해양 전진기지 개척 지원
- 주요선진국의 투자에 대비한 투자규모 결정을 위한 기초 자료로 활용

## 제 6 장. 참고문헌

- 고유봉, 고경민, 김종만. 1991. 제주도 북방 합덕 연안역의 자치어 출현. 한국어류학회지, 3(1): 24-35.
- 동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 서울. 489pp.
- 백문하. 1980. 서귀포 연근해의 어류상. 제주대 해자연보, 4: 39-46.
- 백문하. 1982. 서귀포 연근해의 어류상. 제주대 논문집, 14: 93-108.
- 이균우, 박흥기, 조성환. 2001. Rotifer 반 연속 고밀도 배양에 있어서 담수산 rotifer, *Brachionus calyciflorus*와 해수산 rotifer, *B. rotundiformis*의 생산성. 한국수산학회지, 34(2): 156-159.
- 이영돈, 송영보. 2001. 능성어류의 양식산업화를 위해서 (1). 한국양식, 13: 4-9.
- 이영돈, 송영보. 2004. 능성어류의 양식산업화를 위해서 (2). 자바리의 어미관리와 종묘생산. 한국양식, 16: 12-20.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 一志社, 서울. 727pp.
- 해양수산부. 2003. 농수산통계연보. [www.momaf.go.kr/info/stat/d-stat-01.asp](http://www.momaf.go.kr/info/stat/d-stat-01.asp)
- 해양수산부. 2000. 해양개발기본계획(Ocean Korea 21). 서울. 228pp.
- 해양수산부. 2004. 해양수산통계연보. 홈페이지. <http://www.momaf.go.kr>
- 한국무역협회. 2003. 홈페이지. <http://www.kita.net>
- 한국해양연구소. 1987. 인공진주양식기술 개발에 관한 연구(III). BS)G00042-159-3, 서울. 607pp.
- 한국해양연구소. 1995. 제주도 남부해역의 생물상 연구. BSPE 00454-794-3, 서울. 155pp.
- 한국해양연구소. 1999. 남서태평양 해양생물자원 개발연구. BSPM99042-00-1204-7. 서울. 461pp.
- 한국해양연구소. 2000. 남서태평양 흑진주조개 자원개발 연구. BSPM 0086-00-275-3. 서울. 70pp.
- 한국해양연구원. 2002. 2001년 남서태평양 해양생물자원 개발연구. BSPM10800-1411-3, 해양수산부, 96pp.
- 한국해양연구원. 2002a. 마이크로네시아 해양부문 공무원 직무교육. BSPK04300-1432-7. 해양수산부, 51pp.
- 한국해양연구원. 2003. 2002년 남서태평양 해양생물자원 개발연구. BSPM169-00-1529-3, 해양수산부, 198pp.
- Alagarwami, K., S. Dharmaraj., A. Chellam and T. S. Velayudhan. 1989

- Larval and juvenile rearing of black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Linnaeus). *Aquaculture*, 76: 43-56.
- Aldon, E. T. 1997. The culture of seabass. *Asian Aquaculture*, 19: 14-17.
- Anon. 1956. Closing Minihiki lagoon is unnecessary. *The Pacific Islands Monthly*. March 1956: 47.
- Arnaud-Haond, S. V. Vonau, F. Bonhomme, P. Boudry, J. Prou, T. Seaman, M. Veyret and E. Goyard. 2003. Spat collection of the pearl oyster (*Pinctada margaritifera cumingi*) in French Polynesia: an evaluation of the potential impact on genetic variability of wild and farmed populations after 20 years of commercial exploitation. *Aquaculture*, 219: 181-192.
- Bosque, T., R. Hernández, R. Pérez, R. Todolí, R. Oltra. 2001. Effects of salinity, temperature and food level on the demographic characteristics of the seawater rotifer, *Synchaeta littoralis* Rousselet. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 258, 55-64.
- Calfo, A., 2001. Book of coral propagation; reef gardening for aquarists. reading tree Publ. 450pp.
- Calfo, A. and R. Fenner, 2003. Reef invertebrates; An essential guide to selection, care and compatibility. The natural marine aquarium series, reading tree Publ. 399pp.
- Capriulo, G.M., 1982. Feeding of field collected tintinnid micro-zooplankton on natural food. *Mar. Biol.*, 71, 73-86.
- Catherine, B. and Rassoulzadegan, F. 1990. Bacteria or microflagellates as a major food source for marine ciliates: possible implications for the microzooplankton. *Mar. Eco. Pro. Ser.*, 64, 147-155.
- Chua, T. E. and S. K. Teng. 1980. Economic introduction of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, reared in floating net cages. *Aquaculture*, 20: 187-228.
- Chua, T. E. and S. K. Teng. 1982. Effects of food ration on growth, condition factor, food conversion efficiency, and net yield of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net cages. *Aquaculture*, 27: 273-283.
- Coeroli, M., D. De Gaillande and J. P. Landret. 1984. Recent innovation in cultivation of molluscs in French Polynesia. *Aquaculture*, 39: 45-67.

- Colin, P.L. and C. Arneson, 1995. Tropical Pacific Invertebrates, Coral Reef Press, 296pp.
- Doroudi, M. S., P. Southgate and R. J. Mayer. 1999. Growth and survival of blacklip pearl oyster larvae fed different densities of microalgae. *Aquaculture International*, 7: 179–187.
- Du Plessis, A. 1971. Preliminary investigation into the morphological characteristics, feeding, growth, reproduction and larval rearing of *Scylla serrata* Forskal (Decapoda: Portunidae), held in captivity. South Pacific Development Corporation. Unpublished 24P. Sited by D. Mann, T. Asakawa, and A. Blacksha. 1999. Performance of Mud Crab *Scylla serrata* Broodstock held at Bribie Island Aquaculture Research Centre. Pages 101~105 in C. P. Keenan and A. Blackshaw ed. Mud Crab Aquaculture and Biology. ACIAR Proceedings No. 78. Canberra. 216pp.
- Ellis, E. P., W. O. Watanabe, S. C. Ellis, J. Ginoza and A. Moriwake. 1997. Effects of turbulence, salinity, and light intensity on hatching rate and survival of larval Nassau grouper, *Epinephelis striatus*. *J. Appl. Aquaculture*, 7: 33–43.
- FitzGerald, W. J. Jr., M. Bauerlein and C. S. Tamaru. 1994. Preliminary sawning and larval culture trials for groupers from Guam and Palau. Final Report. Tech. Rep. Ser. Guam Aquacult. Dev. Train. Cent., No 18. 40pp.
- Friedman, K. L. and J. D. Bell. 1999. Variation in abundance of blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera* Linne.) spat from inshore and offshore reefs in Solomon Islands. *Aquaculture* 178: 273–291.
- Friedman, K. L. and J. D. Bell, G. Tiroba. 1998. Availability of wild spat of the blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, from 'open' reef systems in Solomon Islands. *Aquaculture*, 167: 283–299.
- Fu, Y., A. Hada, T. Yamashita, Y. Yoshida and A. Hino. 1997. Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus*. *Hydrobiologia*, 358, 145–151.
- Gervis, M. H. and N. A. Sims. 1992. The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteridae). ICLARM Studies and Reviews 21. Manila, Philippines, 41p.

- Granvil, D.T and D.A. Davis, 2000. Culture of small zooplankters for the feeding of larval fish. SRAC Publication No. 701.
- Hagiwara, A., W.G. Gallardo, M. Assavaaree, T. Kotani, A.B. de Araujo, 2001. Live food production in Japan: recent progress and future aspects. *Aquaculture*, 200, 111-127.
- Hedley, C. 1924. Australian pearl fisheries. *Aust. Mus. Mag.*, 2: 5-11.
- Hussain, N. A. and M. Higuchi. 1980. Larval rearing and development of the brown spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskmaal). *Aquaculture*, 19 : 339-350.
- Keenen, C. P. 2001. Aquaculture of the mud crab, Genus *Scylla* - past, present, and future. Pages 9~13 in C. P. Keenan and A. Blackshaw ed. *Mud Crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No. 78. Canberra. 216pp.
- Kim I.-S. and W.-O. Lee. 1994. New recorded of seven species of the Order Perciformes from Cheju Island, Korea. *Korean J. Ichthyol.* 6(1): 7-20.
- Kim, Y. U., J.-R. Koh and J.-G. Myoung. 1994. New recored of the damselfish, *Chromis fumea*(Pisces : Pomacentridae) from Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 6(1): 21-27.
- Lee, Y. D., H. B. Kim, C. B. Song, S. Rho and J. J. Lee. 1996. Hormonal induction of sex reversal in serranid fish, *Epinephelus septemfasciatus*. *J. Aquacult.*, 9: 19-23.
- Lee, K. W. 2004. Mass culture and food value of the cyclopoid copepod *Paracycloprina nana* Smirov. Ph. D. Dissertation. Kangnung Univ., Kangnung, 125pp.
- Manoa Mapworks. 1987. Kosrae coastal resources atlas. US Army Corps of Engineers. 61pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arage, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The fish fauna of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo. 437pp.
- Minaur J. 1969. Experiments on the artificial rearing of the larvae of *Pinctada maxima* (Jameson)(Lamellibranchia). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 20: 175-187.
- Myers, R. F. 1991. Micronesian reef fishes. Coral Graphics, Guam. 298pp.
- Myoung, J-G. 1997. The fish fauna of Munsom in Cheju-do, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 9(1): 5-14.

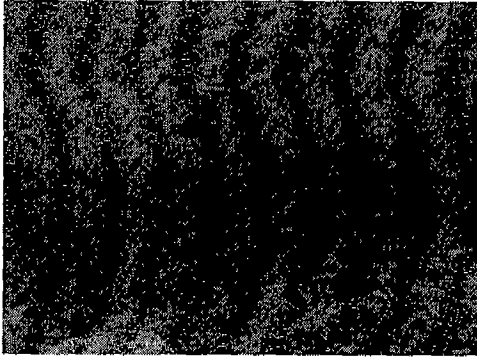
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial keys to the Species. Tokai Univ. Press. 1474pp.
- Nissou Foods. 1990. Report of study on mangrove crabs on Kosrae Island. Bio-Production & Technical Research Institute Co., Ltd. 73pp.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Inc., NY. 600pp.
- Orcutt A. M, R. Cordy, O. J. Rappa and B. D. Smith. 1989. Yap proper coastal resources inventory. NOAA Grant NA85AA-D-SG082. 179pp.
- Perrine, D. 1978. The mangrove crabs on Ponape, Marine Resources Division Ponape, 66P.
- Pouvreau, S., A. Gangnery, J. Tiapari, F. Lagarde, M. Garnier and A. Bodoy. 2000. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto atoll (French Polynesia). Aquatic Living Resources. 13: 37-48.
- Sims, N. A. 1992a. Abundance and distribution of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.), in the Cook Island, South Pacific. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43: 1409-1421.
- Sims, N. A. 1992b. Population dynamics and stock management of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.), in the Cook Island, South Pacific. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43: 1423-1435.
- Shelly, Colin. 2002. Feasibility of mangrove carb farming in Kosrae. Eco-Cinsult Pacific. Suva, Fiji. Report to the Kosrae, FSM. 27pp.
- Southgate P. and A. Beer. 1996. Hatchery production of the blacklip pearl oyster. AUSTASIA Aquaculture, 10: 58-60.
- Southgate P. C. and A. C. Beer. 1997. Hatchery and early culture of the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.). J. Shellfish Res., 16: 561-567.
- Southgate P. C. and A. C. Beer. 2000. Growth of blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) juveniles using different nursery culture techniques. Aquaculture, 187: 97-104.
- Southgate P.C., A.C. Beer, P.F. Duncan and R. Tamburri. 1998. Assessment of the nutritional value of three species of tropical microalgae, dried *Tetraselmis* and a yeast-based diet for larvae of the blacklip pearl

- oyster, *Pinctada margaritifera* (L.). Aquaculture. 162: 24
- Støttrup J. G. and L. A. McEvoy, 2003. Live feeds in marine aquaculture. (in) J. G. Støttrup (ed.), Production and Nutritional Value of Copepods. Blackwell Science Ltd, pp. 17-64.
- Vernon, J. 2000. Corals of the world. Vol. I. Mary Stafford-Smith. AIMS & CRR, Queensland, Australia. 463pp.
- Wada, K. T., A. Komaru, Y. Ichimura, H. Kurosaki. 1995. Spawning peak occurs during winter in the Japanese subtropical population of the pearl oyster, *Pinctada fucata fucata* (Gould, 1850). Aquaculture. 133: 207-214.
- Yukihira, H., D. W. Klumpp and J. S. Lucas. 1998a. Effects of body size on suspension feeding and energy budgets of the pearl oysters *Pinctada margaritifera* and *P. maxia*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 170: 119-130.
- Yukihira, H., D. W. Klumpp and J. S. Lucas. 1998b. Comparative effects of algal species and food concentration on suspension feeding and energy budgets of the pearl oysters *Pinctada margaritifera* and *P. maxia* (Bivalvia : Pteriidae). Mar. Ecol. Prog. Ser., 171: 71-84.

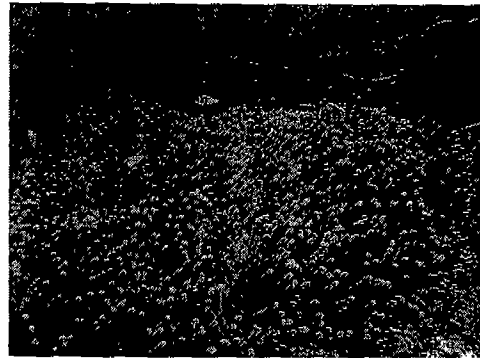


화보  
Plates

화보 I  
Plates I



1. 쥐돔류 (정점 1).  
1. *Naso hexacanthus* (St. 1).



2. 흰동가리류와 샛별돔 (정점 2).  
2. Anemone and damselfish (St. 2).



3. 나비고기류 (정점 3).  
3. *Chaetodon* spp. (St. 3).



4. 흰동가리류 (정점 3).  
4. *Amphiprion chrysopterus* (St. 3)



5. 수산시장 어류.  
5. Fishes in fisheries market.



6. 무태장어.  
6. *Anguilla marmorata*.

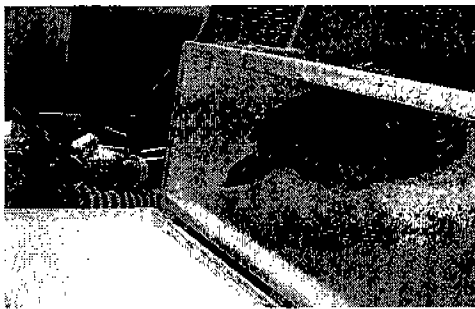
화보 II  
Plates II



1. 쥐돔류 (*Naso annulatus*).  
1. Unicorn fish (*Naso hexacanthus*).



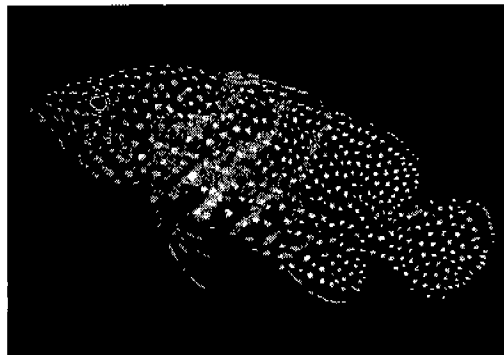
2. 파랑비늘돔 (*Scarus* sp.).  
2. Parrot fish (*Scarus* sp.).



3. 나폴레옹피시.  
3. Napoleon fish in market.



4. 능성어(*Epinephelus polyphekadion*)  
4. Grouper (*E. polyphekadion*).

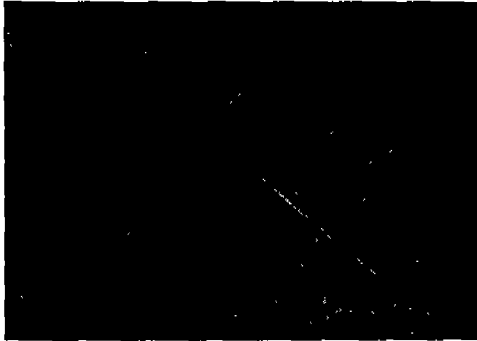


5. 능성어(*Cephalopholis miniata*).  
5. Grouper (*Cephalopholis miniata*).

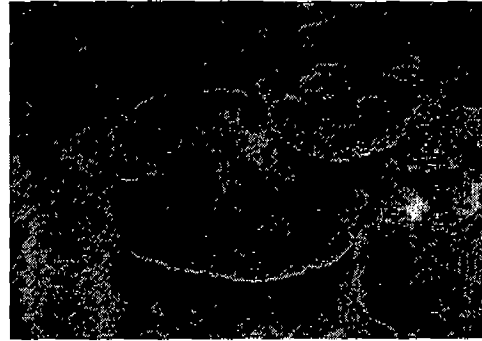


6. 통돚류 (*Lutjanus bohar*).  
6. Snapper (*Lutjanus bohar*).

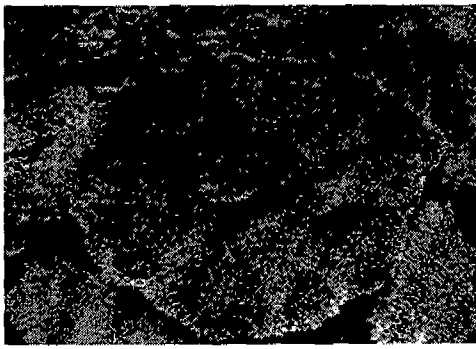
화보 III  
Plates III



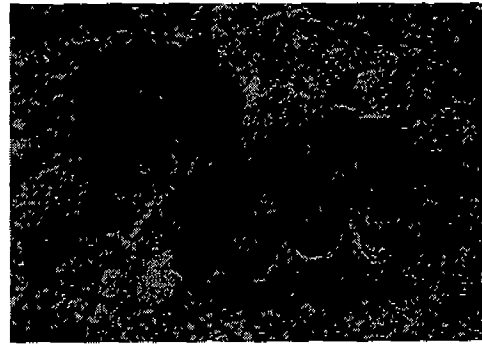
1. 정선조사 광경(정점 1).  
1. Line transect study at St. 1.



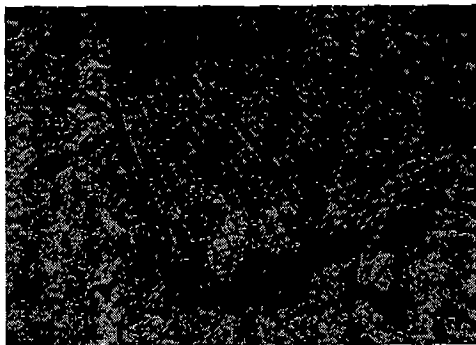
2. 건강한 *Acropora tutuilensis*  
군락(2003, 정점 1).  
2. Health colonies of *A. tutuilensis*  
at St. 1, 2003.



3. 폐사한 *Acropora tutuilensis*  
군락(2003, 정점 1).  
3. Dead colonies of *A. tutuilensis*  
at St. 1, 2004.



4. 정점 3 부근 패류육성장의 거대  
조개(*Tridacna maxima*).  
4. Giant clams (*T. maxima*) on a  
nursing ground near by St. 3.



5. 철망으로 보호된 어린 거대조개(  
*Tridacna derasa*).  
5. Protected baby giant clam (*T.*  
*derasa*) in a steel cage.



6. 정점 5의 천해형 산호초 군락(3m)  
6. Shallow coral community at  
St. 5 (3m).

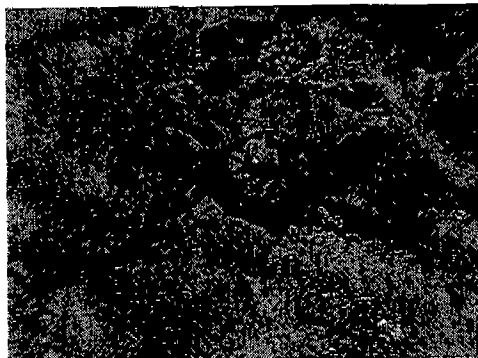
화보 IV  
Plates IV



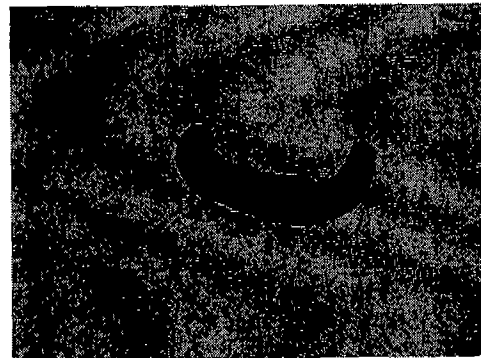
2. 정점 6의 사질 산호초군락(15m).  
2. Sandbottom coral community(15m).



2. 거대조개(*Tridacna squamosa*).  
2. Giant clam (*T. squamosa*).



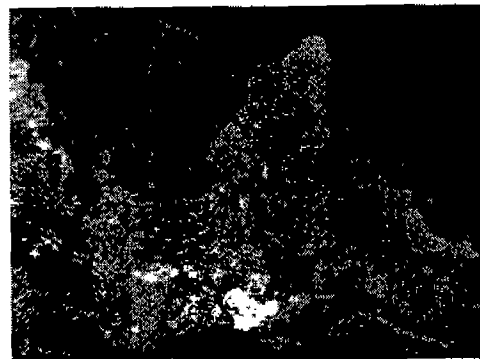
3. 트로카스(*Trochus niloticus*).  
3. *Trochus niloticus*



4. 해삼(*Stichopus chloronotus*).  
4. Sea cucumber (*S. chloronotus*).

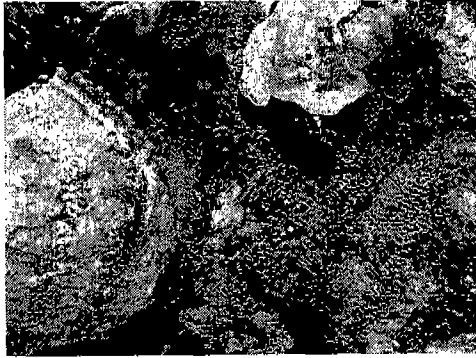


5. 왕관거미불가사리(*Acanthaster planci*).  
5. Crown starfish (*A. planci*).



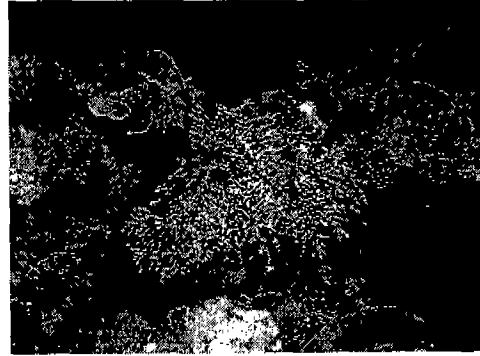
6. 해면류(*Syilotella* sp.)  
6. Sponge (*Syilotella* sp.)

화보 V  
Plates V



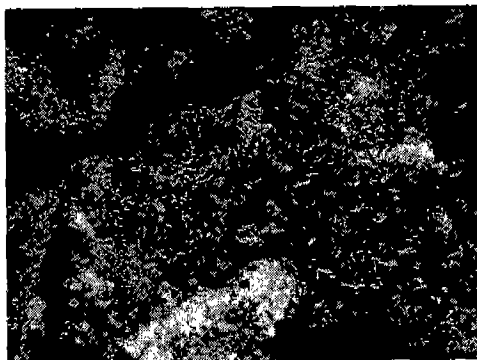
1. 무절석회조류 *Lithothamnion* sp.

1. Crustose coralline algae, *L.* sp.



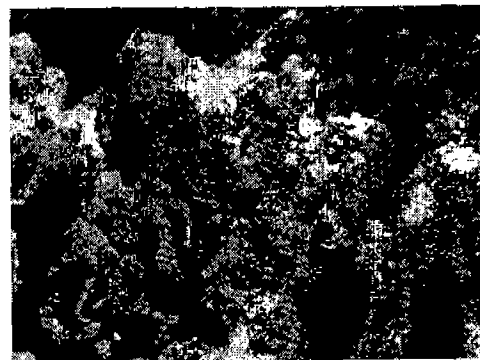
2. 옆상형 조류 *Halymeda opuntia* f. *cordata*.

2. Turf forming algae *H. opuntia* f. *cordata*.



3. *Halymeda discoidea*.

3. *Halymeda discoidea*.



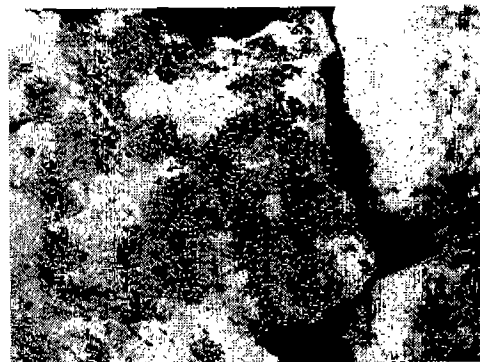
4. 남조류 일종.

4. Cyanophyta sp.



5. 우뭇가사리류 (*Gelidium* sp.).

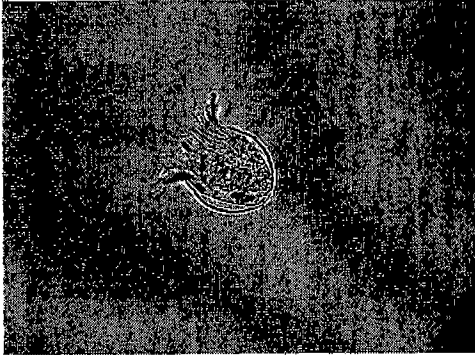
5. *Gelidium* sp.



6. 홍조류 일종 (*Peyssonelia* sp.).

6. *Peyssonelia* sp.

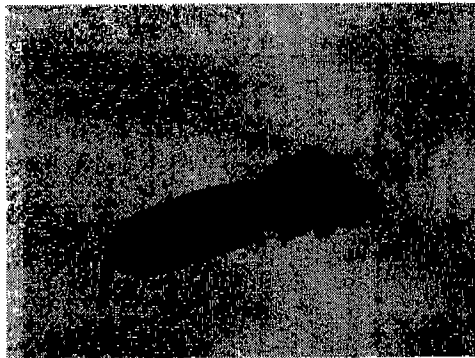
화보 VI  
Plates VI



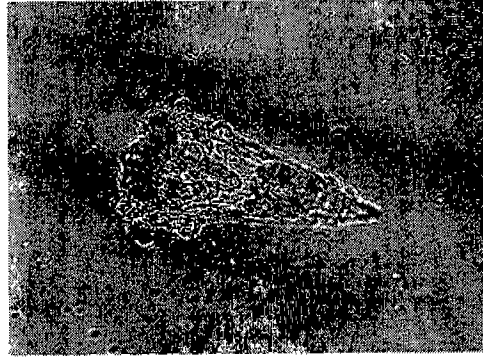
1. 축 라군에서 분리된 *Undella* sp.  
1. *Undella* sp. isolated from Chuuk Lagoon.



2. 분열 직전의 *Undella* sp.  
2. *Undella* sp. just before cell 0 division.



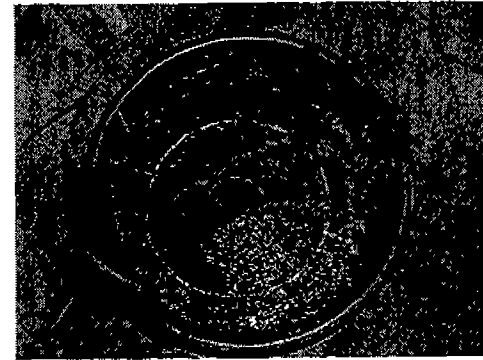
3. *Tachidius* sp. 포란 암컷  
3. Ovigerous female *Tachidius* sp.



4. 윤충 *Synchaeta* sp.  
4. Rotifer, *Synchaeta* sp.

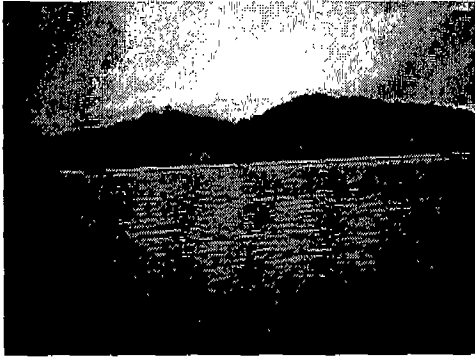


5. 윤충 고밀도 배양장치  
5. Rotifer intensive culture system.



6. 윤충 고밀도 배양 수조 및 걸름망  
6. Tank and filter for Rotifer intensive culture system.

화보 VII  
Plates VII



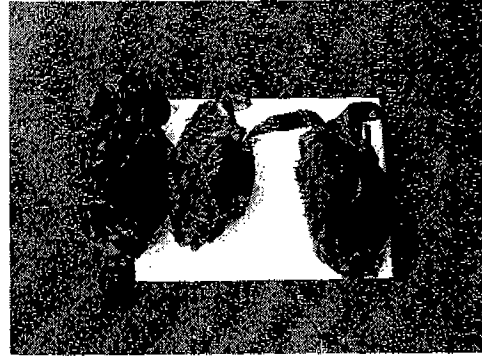
1. 코스래의 망그로브군총 해안.  
1. Mangrove forest beach at Kosrae.



2. 코스래의 망그로부군총 내만.  
2. Mangrove forest bay at Kosrae.



3. 두홍갑장 20cm급의 망그로브게(♂).  
3. Large size mangrove crab with  
carapace length exceed 20cm (♂).



4. 수산시장에 출하된 망그로브게.  
4. Mangrove crabs at a fish market.



5. 망그로브게의 난소(주황색 부분).  
5. Ovary of mangrove crab (Orange  
mass).



6. 망그로브게의 정소(백색 부분).  
6. Testis of male mangrove crab (  
white mass inside of carapace)



부 록  
Appendix

부록 1. Kosrae에서 관찰된 어류 목록 (2003~2004)

Appendix 1. List of fish species observed in Kosrae (2003~2004)

**Class Chondrichthyes 연골어강**

**Order Carcharhiniformes 흉상어목**

Family Hemigaleidae

1. *Triaenodon obesus* (Rüppell)

Family Carcharhinidae 흉상어과

2. *Carcharhinus amblyrhynchos* (Bleeker)
3. *Carcharhinus melanopterus* (Quoy & Gaimard)
4. *Carcharhinus* sp.1

**Order Myliobatiformes 매가오리목**

Family Dasyatididae 색가오리과

5. *Dasyatididae* sp.1

**Class Actinopterygii 조기강**

**Order Anguilliformes 뱀장어목**

Family Muraenidae 곱치과

6. *Gymnothorax javanicus* (Bleeker)
7. *Gymnothorax* sp.1
8. *Muraenidae* sp.1

**Order Mugiliformes 송어목**

Family Mugilidae 송어과

9. *Mugilidae* sp.1

**Order Beryciformes 금눈돔목**

Family Holocentridae 열계돔과

10. *Myripristis adusta* Bleeker
11. *Myripristis berndti* Jordan & Evermann
12. *Myripristis kuntee* Cuvier
13. *Myripristis murdjan* (Forsskål) 적투어
14. *Myripristis pralinia* Cuvier
15. *Myripristis violacea* Bleeker
16. *Myripristis* sp.1

- 17. *Myripristis* sp.2
- 18. *Neoniphon* sp.1
- 19. *Sargocentron* sp.1

**Order Syngnathiformes**

Family Aulostomidae

- 20. *Aulostomus chinensis* (Linnaeus)

**Order Perciformes 농어목**

Family Serranidae 바리과

- 21. *Pseudanthias bicolor* (Randall)
- 22. *Pseudanthias* sp.1
- 23. *Pseudanthias* sp.2
- 24. *Cephalopholis argus* (Schneider)
- 25. *Cephalopholis leopardus* (Lacépède)
- 26. *Cephalopholis miniata* (Forsskål)
- 27. *Cephalopholis urodeta* (Bloch & Schneider)
- 28. *Cephalopholis sonnerati* (Valenciennes)
- 29. *Gracila albomarginata* (Fowler & Bean)
- 30. *Epinephelus merra* Bloch
- 31. *Epinephelus macrospilos* (Bleeker)

Family Pseudochromidae

- 32. *Pseudochromis marshallensis* Schultz
- 33. *Pseudochromis polynemus* Fowler
- 34. *Pseudochromis* sp.1

Family Cirrhitidae 가시돔과

- 35. *Paracirrhites arcatus* (Cuvier)
- 36. *Paracirrhites forsteri* Schneider
- 37. *Paracirrhites hemistictus* (Günther)
- 38. *Paracirrhites* sp.1

Family Apogonidae 동갈돔과

- 39. *Apogon capricornis* Allen & Randall
- 40. *Apogon fraenatus* Valenciennes
- 41. *Apogon nigrofasciatus* Lachner
- 42. *Apogon* sp.1

- 43. *Cheilodipterus artus* Smith
- 44. *Sphaeramia orbicularis* (Cuvier)

Family Carangidae 전갱이과

- 45. *Caranx melamygus* (Cuvier)
- 46. *Caranx sexfasciatus* Quoy & Gaimard 줄전갱이
- 47. *Caranx* sp.1

Family Lutjanidae 통돮과

- 48. *Aphareus furca* (Lacépède)
- 49. *Macolor macularis* Fowler
- 50. *Macolor niger* (Forsskål)
- 51. *Lutjanus bohar* (Forsskål)
- 52. *Lutjanus ehrenbergi* (Peters)
- 53. *Lutjanus fulvus* (Schneider)
- 54. *Lutjanus kasmira* (Forsskål)
- 55. *Lutjanus monostigmus* (Cuvier) 무늬통돮
- 56. *Lutjanus semicinctus* Quoy & Gaimard

Family Caesionidae

- 57. *Caesio caerulaurea* Lacépède
- 58. *Caesio cunning* (Bloch)
- 59. *Caesio lunaris* Cuvier
- 60. *Caesio teres* Seale
- 61. *Caesio* sp.1
- 62. *Pterocaesio pisang* (Bleeker)
- 63. Caesionidae sp.1

Family Nemipteridae 실꼬리돮과

- 64. *Scolopis lineatus* Quoy & Gaimard

Family Lethrinidae 갈돮과

- 65. *Gnathodentex aurolineatus* (Lacépède)
- 66. *Lethrinus erythracanthus* Cuvier
- 67. *Lethrinus olivaceus* Valenciennes
- 68. *Lethrinus xanthochilus* (Klunzinger)
- 69. *Lethrinus* sp.1

70. *Monotaxis grandoculus* (Forsskål)

Family Mullidae 촉수과

71. *Parupeneus barberinus* (Lacépède)

72. *Parupeneus bifasciatus* (Lacépède)

73. *Parupeneus multifasciatus* (Quoy & Gaimard) 오점촉수

74. *Parupeneus pleurostigma* (Bennet) 큰점촉수

75. *Parupeneus* sp.1

Family Pempheridae 주걱치과

76. *Pempheris oualensis* Cuvier

Family Kyphosidae 황줄감정이과

77. *Kyphosus cinerascens* (Forsskål) 무늬갈돔

78. *Kyphosus* sp.1

Family Monodactylidae

79. *Monodactylus argenteus* (Linnaeus)

Family Ephippidae 활치과

80. *Platax* sp.1

Family Chaetodontidae 나비고기과

81. *Chaetodon auriga* Forsskål 가시나비고기

82. *Chaetodon bennetti* Cuvier

83. *Chaetodon citrinellus* Cuvier

84. *Chaetodon ephippium* Cuvier

85. *Chaetodon kleinii* Bloch

86. *Chaetodon lunula* (Lacépède) 룰나비고기

87. *Chaetodon lineolatus* Cuvier 줄나비고기

88. *Chaetodon melannotus* Bloch

89. *Chaetodon meyeri* Schneider

90. *Chaetodon octofasciatus* Bloch

91. *Chaetodon ornatissimus* Solander

92. *Chaetodon oxycephalus* Bleeker

93. *Chaetodon punctatofasciatus* Cuvier

94. *Chaetodon raffelsii* Bennett

95. *Chaetodon reticulatus* Cuvier
96. *Chaetodon speculum* (Kuhl & Van Hasselt)
97. *Chaetodon trifascialis* (Quoy & Gaimard)
98. *Chaetodon trifasciatus* Park
99. *Chaetodon ulietensis* Cuvier
100. *Chaetodon vagabundus* Linneaus
101. *Chaetodon* sp.1
102. *Forcipiger flavissimus* Jordan & McGregor
103. *Forcipiger longirostris* (Broussonet)
104. *Hemitaurichthys polylepis* (Bleeker)
105. *Heniochus chrysostomus* Cuvier 뚝대돔
106. *Heniochus monoceros* Cuvier
107. *Heniochus singularis* Smith & Radcliffe
108. *Heniochus varius* Cuvier

Family Pomacanthidae 청출돔과

109. *Centropyge flavissimus* (Cuvier)
110. *Centropyge heraldi* Woods & Schultz
111. *Centropyge loriculus* (Günther)
112. *Centropyge multifasciatus* Smith & Radcliffe
113. *Centropyge shepardi* Randall & Yasuda
114. *Centropyge vrolicki* (Bleeker)
115. *Pygoplites diacanthus* (Boddaert)

Family Pomacentridae 자리돔과

116. *Amphiprion clarkii* (Bennet) 흰동가리
117. *Amphiprion chrysopterus* Cuvier
118. *Amphiprion perioderaion* Bleeker
119. *Chromis acares* Randall & Swerdloff
120. *Chromis agilis* Smith
121. *Chromis alpha* Randall
122. *Chromis caudalis* Randall
123. *Chromis margaritifer* Fowler
124. *Chromis retrofasciata* Weber
125. *Chromis ternatensis* (Bleeker)
126. *Chromis weberi* Fowler & Bean
127. *Chromis xanthura* (Bleeker)

128. *Chromis* sp.1
129. *Chromis* sp.2
130. *Chromis* sp.3
131. *Chromis* sp.4
132. *Chromis* sp.5
133. *Dascyllus aruanus* (Linnaeus)
134. *Dascyllus flavicaudus* Randall & Allen
135. *Dascyllus trimaculatus* (Rüppell) 셋별돔
136. *Dascyllus reticulatus* (Richardson)
137. *Abudefduf vaigiensis* (Quoy & Gaimard) 해포리고기
138. *Abudefduf* sp.1
139. *Amblyglyphidodon aureus* (Cuvier)
140. *Amblyglyphidodon ternatensis* (Bleeker)
141. *Chrysiptera biocellata* (Quoy & Gaimard)
142. *Chrysiptera cyanea* (Quoy & Gaimard)
143. *Chrysiptera leucopoma* (Lesson)
144. *Chrysiptera oxycephala* (Bleeker)
145. *Chrysiptera* sp.1
146. *Dischistodus chrypoecilus* (Schlegel & Müller)
147. *Plectroglyphidodon dickii* (Liénard)
148. *Plectroglyphidodon johnstonianus* Fowler & Ball
149. *Plectroglyphidodon lacrymatus* (Quoy & Gaimard)
150. *Pomacentrus brachialis* (Cuvier)
151. *Pomacentrus coelestis* Jordan & Starks 파랑돔
152. *Pomacentrus philippinus* Evermann & Seale
153. *Pomacentrus* sp.1
154. *Pomacentrus* sp.2
155. *Pomachromis* sp.1
156. Pomacentridae sp.1

Family Labridae 놀래기과

157. *Bodianus diana* (Lacépède) 얼룩사랑놀래기
158. *Bodianus axaillaris* (Bennet)
159. *Cheilinus digrammus* (Lacépède)
160. *Cheilinus fasciatus* (Bloch)
161. *Cheilinus oxycephalus* Bleeker
162. *Cheilinus undulatus* Rüppell

163. *Cheilinus unifasciatus* Streets
164. *Cheilinus* sp.1
165. *Epibulus insidiator* (Pallas)
166. *Epibulus* sp.1
167. *Pterogogus cryptus* Randall
168. *Pseudocheilinus hexataenia* (Bleeker)
169. *Coris aygula* Lacépède
170. *Coris gaimard* (Quoy & Gaimard)
171. *Gomphosus varius* Lacépède
172. *Halichoeres chrysus* Randall
173. *Halichoeres hortulanus* (Lacépède)
174. *Halichoeres margaritaceus* (Valenciennes)
175. *Halichoeres melanurus* (Bleeker)
176. *Hemigymnus fasciatus* (Bloch)
177. *Hemigymnus melapterus* (Bloch)
178. *Stethojulis* sp.1
179. *Thalassoma amblycephalum* (Bleeker) 색동놀래기
180. *Thalassoma hardwickii* (Bleeker)
181. *Thalassoma lunare* (Linnaeus) 녹색물결놀래기
182. *Thalassoma lutescens* (Lay & Bennet )
183. *Thalassoma purpureum* (Forsskål) 비단놀래기
184. *Thalassoma quinquevittatum* (Lay & Bennet)
185. *Thalassoma* sp.1
186. *Labrichthys* sp.1
187. *Labroides dimidiatus* (Valenciennes) 청줄청소놀래기
188. *Labroides pectoralis* Randall & Springer
189. Labridae sp.1
190. Labridae sp.2

Family Scaridae 파랑비늘돔과

191. *Cetoscarus bicolor* Rüppell
192. *Scarus altipinnis* (Steindachner)
193. *Scarus bleekeri* (deBeaufort)
194. *Scarus flavipectoralis* Schultz
195. *Scarus frenatus* Lacépède
196. *Scarus globiceps* Valenciennes
197. *Scarus microrhinos* Bleeker



- 198. *Scarus niger* Forsskål
- 199. *Scarus oviceps* Valenciennes
- 200. *Scarus schlegeli* (Bleeker)
- 201. *Scarus sordidus* Forsskål
- 202. *Scarus* sp.1
- 203. *Scarus* sp.2
- 204. *Scarus* sp.3

Family Polynemidae

- 205. *Sphyraena* sp.1

Family Pinguipedidae 양동미리과

- 206. *Parapercis* sp.1

Family Blenniidae 청베도라치과

- 207. *Cirripectes variolosus* (Valenciennes)
- 208. *Ecsenius bicolor* (Day)
- 209. *Ecsenius* sp.1
- 210. *Meiacanthus atrodorsalis* (Günther)
- 211. *Plagiotremus laudandus* (Whitley)
- 212. Blenniidae sp.1

Family Microdesmidae 청황문절과

- 213. *Nemateleotris magnifica* Randall & Allen
- 214. *Ptereleotris evides* (Jordan & Hubbs)

Family Gobiidae 망둑어과

- 215. *Amblygobius decussatus* (Bleeker)
- 216. *Amblygobius nocturnus* (Herre)
- 217. *Asterropteryx semipunctata* Rüppell
- 218. *Ctenogobiops* sp.1
- 219. *Exyrias belissimus* (Smith)
- 220. Gobiidae sp.1
- 221. Gobiidae sp.2
- 222. Gobiidae sp.3
- 223. Gobiidae sp.4

Family Acanthuridae 양취돔과

- 224. *Acanthurus bariene* (Lesson)
- 225. *Acanthurus blochii* Valenciennes
- 226. *Acanthurus dussumieri* Valenciennes 노랑꼬리취돔
- 227. *Acanthurus leucocheilus* Herre
- 228. *Acanthurus leucopareius* (Jenkins)
- 229. *Acanthurus lineatus* (Linnaeus)
- 230. *Acanthurus nigricans* (Linnaeus)
- 231. *Acanthurus nigricauda* Dunker & Mohr
- 232. *Acanthurus nigroris* Valenciennes
- 233. *Acanthurus pyroferus* Kittlitz
- 234. *Acanthurus strigosus* (Bennett)
- 235. *Acanthurus thompsoni* (Fowler)
- 236. *Acanthurus triostegus* (Linnaeus)
- 237. *Acanthurus* sp.1
- 238. *Acanthurus* sp.2
- 239. *Ctenochaetus hawaiiensis* Randall
- 240. *Ctenochaetus striatus* (Quoy & Gaimard)
- 241. *Ctenochaetus strigosus* (Bennett)
- 242. *Ctenochaetus* sp.1
- 243. *Zebrasoma flavescens* (Bennett)
- 244. *Naso annulatus* (Quoy & Gaimard)
- 245. *Naso brevirostris* (Valenciennes) 큰빨표문취치
- 246. *Naso hexacanthus* (Bleeker)
- 247. *Naso lituratus* (Bloch & Schneider) 제주표문취치
- 248. *Naso unicornis* (Forsskål) 표문취치
- 249. *Naso vlamingii* (Valenciennes)
- 250. *Naso* sp.1

Family Zanclidae 갯대돔과

- 251. *Zanclus cornutus* (Linnaeus) 갯대돔

Family Siganidae 독가시치과

- 252. *Siganus puellus* (Schlegel)
- 253. *Siganus* sp.1

Order Pleuronectiformes 가자미목

Family Bothidae 등글넙치과

254. *Bothus* sp.1

**Order Tetraodontiformes 복어목**

Family Balistidae 쥐치복과

256. *Balistapus undulatus* (Mungo Park)

257. *Balistoides conspicillum* (Bloch & Schneider) 파랑쥐치

258. *Balistoides viridescens* (Bloch & Schneider)

259. *Melichthys niger* (Bloch)

260. *Melichthys vidua* (Solander)

261. *Pseudobalistes flavimarginatus* (Rüppell) 황록쥐치

262. *Pseudobalistes fuscus* (Bloch & Schneider)

263. *Rhinecanthus aculeatus* (Linnaeus) 배주름쥐치

Family Monacanthidae 쥐치과

264. *Alutera scriptus* (Osbeck) 날개쥐치

265. *Cantherhines dumerilli* (Hollard) 흑백쥐치

266. *Oxymonacanthus longirostris* (Bloch & Schneider)

Family Ostraciidae 거북복과

267. *Ostracism meleagris* Shaw

Family Tetraodontidae 참복과

268. *Arothron nigropunctatus* (Bloch & Schneider) 흑점꺼끌복

269. *Arothron* sp.1

270. *Canthigaster solandi* (Richardson)

Family Diodontidae 가시복과

271. *Diodon hystrix* Linnaeus

부록 2. 코스레에서 조사된 초대형무척추동물 목록(2003~2004)

Appendix 2. List of mega-benthos studied in Kosrae (2003~2004)

Species	Station		St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6		St.7	
	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'04	'04	'04	'04
<b>PORIFERA</b>																
<i>Stylissa flabelliformis</i>			#	#	#									#	#	
<i>Axiyssa</i> sp.									#					#		
<i>Stylissa aurantium</i>		#	#	#	#											
<i>Pellina</i> sp.												#	#			
<b>CNIDARIA</b>																
<i>Millepora platyphylla</i>			#	#	#											
<i>Distichopora</i> sp.								#						#		
<i>Stylaster</i> sp.														#		
<i>Sarcoohton</i> sp.														#		
<i>Dendronephthya</i> sp.								#						#		
<i>Junceella</i> sp.								#								#
<i>Ellisella</i> sp.			#	#	#	#								#		
<i>Melithaea</i> sp.			#	#	#									#		
<i>Acalycigorgia</i> sp.								#						#		
<i>Pocillopora eydouxi</i>	#	#									#			#		
<i>Acropora tenella</i>			#	#	#	#										
<i>Acropora</i> sp.														#		
<i>Acropora glauca</i>	#	#									#	#				
<i>Acropora cuneata</i>			#	#	#	#								#	#	
<i>Montipora foliosa</i>	#	#									#	#				
<i>Montipora cebuensis</i>	#	#									#	#				
<i>Porites lutea</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Fungia fungites</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Halomitra pileus</i>			#	#	#	#								#		
<i>Lobophyllia hataii</i>					#	#	#							#		
<i>Symphyllia recta</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Montastrea curta</i>	#	#				#						#	#			
<i>Leptoria ptrygia</i>	#	#				#	#					#	#			
<i>Favia stelligera</i>	#	#									#	#				
<i>tubastrea micrantha</i>			#	#	#									#		
<i>Cirripathes</i> sp.	#	#							#			#				
<i>Pluerogyra sinuosa</i>						#								#		
<i>Tubastrea</i> sp.			#	#		#										
<i>Montipora florida</i>								#								
<i>Acropora clathrata</i>	#	#									#	#	#			
<i>Acropora tutuilensis</i>	#	#									#	#				
<i>Acropora plumosa</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#				
<i>Acropora inermis</i>			#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
<i>Acropora quallaceae</i>	#	#									#	#				
<i>Stylocoeniella guentheri</i>					#	#	#									
<i>Madracis kirbyi</i>			#	#	#											
<i>Galaxea</i> sp.			#	#	#	#								#	#	
<i>Pavona explanulata</i>			#	#	#					#				#		
<i>Heteractis magnifica</i>						#								#		
<i>Heteractis</i> sp.	#	#								#	#					
<i>Stichodactylus gigantea</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

## 부록 2. 계속

## Appendix. 2. Continued

Species	Station	St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6		St.7	
		'03	'04	'03	'03	'04	'03	'03	'04	'03	'03	'04	'04	'04	'04
<b>MOLLUSCA</b>															
<i>Trochus niloticus</i>		#	#							#	#	#			
<i>Lambis scorpius</i>					#	#	#							#	
<i>Chromodoris annae</i>						#							#		
<i>Atrina vexillum</i>				#			#								#
<i>Pedum spondyloideum</i>			#	#	#	#	#			#	#				
<i>Spondylus</i> sp.				#	#	#	#						#		
<i>Hyotissa hyotis</i>				#											#
<i>Tridacna squamosa</i>		#	#					#		#	#		#		
<i>Tridacna maxima</i>							#								
<i>Tridacna derasa</i>							#								
<b>ANNELIDA</b>															
<i>Spirobranchus giganteus</i>		#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Sabellidae unid.				#	#	#	#						#		
<b>ECHINODERMATA</b>															
<i>Comanthina schlegelii</i>				#	#	#	#						#		
<i>Comanthus</i> sp.				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Culcita novaeguineae</i>				#	#		#								
<i>Linckia laevigata</i>				#			#						#	#	
<i>Fromia morulis</i>							#								
<i>Acanthaster planci</i>		#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Diadema</i> sp.		#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>Holothuria fuscopunctata</i>					#	#							#	#	
<i>Bohadschia graeffei</i>		#	#			#			#	#	#	#	#		
<i>Holothuria atra</i>															#
<i>Bohadschia argus</i>							#						#		
<b>CHORDATA</b>															
<i>Didemnum</i> sp.						#									#
<i>Polycarpa aurata</i>			#	#	#	#	#	#		#	#	#	#	#	#
<i>Sigillina signifera</i>					#	#	#								
<i>Leptochnides</i> sp.						#				#	#	#	#		

## 해양수산연구개발사업 연구결과 활용계획서

사업구분	해양자원의 개발·이용 및 해양조사분야		
과제명	2004년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구		
연구기관	한국해양연구원	연구책임자	이순길
총연구기간	2000년. 8월 ~ 2009년. 2월 ( 9년)		
총 연구비 (단위 : 천원)	정부출연금	민간부담금	합계
	3,040,000	1,220,000	4,260,000
기술분야	15		
참여기업	Hansmicronesia International		
공동연구기관	경상남도 수산자원연구소		
위탁연구기관			
연구결과활용(해당 항목에(√) 표시)	1. 기업화(V)	2. 기술이전( )	3. 후속연구추진( )
	4. 타사업에 활용( )	5. 선행 및 기 초연구( )	6. 기타목적활용 (교육,연구)( )
		7. 활용중단(미활용) ( )	8. 기타( )

해양수산연구개발사업관리등에관한규정 제33조(연구개발결과의 보고)  
제2항에 의하여 연구결과 활용계획서를 제출합니다.

- 첨부 : 1. 연구결과 활용계획서 1부.  
2. 기술요약서 1부

[첨부1]

1. 연구목표 및 내용

본 연구의 목표는 마이크로네시아 해역의 해양생물자원을 개발하여 급증하는 국내 고급수산물 수요에 대처하고, 개발된 기술을 토대로 남서태평양 도서 국가들에 대한 수산기술 서비스 제공함으로써 이들 국가에 대한 경제·외교적 영향력을 확보하여 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발을 위한 해양전진기지를 개척하는데 있다.

본 2004년도 연구는 동 사업의 제5차년도 사업으로 주요 연구항목은 마이크로네시아 코스레주 산호초를 대상으로 해양생물상 조사 및 자원생물 도출어류, 새로운 양식대상종 개발, 그리고 흑진주양식의 기업화를 위한 흑진주조개 종묘생산 지침서 작성이다.

2. 연구수행결과 현황(연구종료시점까지)

가. 특허(실용신안) 등 자료목록

발명명칭	특허출원번호	출원(등록)일자	발명자 (출원인)	출원국	비고
흑진주조개의 종묘생산용 해상사육장치	10-2003-0018403	2003년 3월 25일	이순길,김민석, 최희정, 김종만	한국	*특허결 정서 교부

\*2004. 11. 30 특허결정서(9-5-2004-051320483) 수령, 등록절차 진행 중

나. 프로그램 등록목록

프로그램 명칭	등록번호	등록일자	개발자	비고

다. 노하우 내역

- 열대 상온환경에서의 식물성 먹이생물 대량배양 기술
- 열대산 소형 동물성 먹이생물 *Unella* sp. 의 종 분리 및 대량배양 기술
- 신먹이생물 *Synechococcus* Chuuk0208-1 분리 및 배양 기술
- 흑진주조개 종묘생산 기술

라. 발생품 및 시작품 내역

- 흑진주조개 종묘생산 지침서

마. 논문게재 및 발표 실적

○ 논문 게재 실적(필요시 별지 사용)

학술지 명칭	제목	게재연월일	호	발행기관	국명	SCI 게재여부
Journal of Shellfish Research	Spatial distribution and natural stocks of blacklip pearl oyster, <i>Pinctada margaritifera</i> (L.), in Chuuk Lagoon, FSM.	2005년 5월	Vol. 23	National Shellfish Association	미국	SCI
계: 1건						

\* 2004년 게재 확인서 접수



○ 학술회의 발표 실적(필요시 별지 사용)

학술회의 명칭	제목	게재연월일	호	발행기관	국명
10th International Coral Reef Symposium	Spatial distribution of corals and fisheries relation to the reefs formation based on topography around Kosrae, FSM.	2004. 6. 29		International Society of Reef Studies	일본
	The fish fauna in Chuuk, Micronesia.	"			
	Spatial distribution and natural stocks of blacklip pearl oyster, <i>Pinctada margaritifera</i> in Chuuk Lagoon, FSM	"			
계: 3건					

### 3. 연구성과

연구내용	연구목표	연구결과
해양생물 자원조사 (코스래주)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산호초생태계 구조조사</li> <li>· 산호초 수산자원조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산호초 6개 정점 및 Lelu만 내 5개 부정점 조사(해조류)</li> <li>· 어류 271종, 대형저서동물 68종, 해조류 23종 탐색</li> <li>· 정점별 군집구조 구별 및 유사도 분석</li> <li>· 바리류, 쥐돔류, 파랑비늘돔류, 관상어류 등 수산어종 탐색</li> <li>· 거대조개, 트로커스, 해삼류 자원 탐색</li> <li>· Lelu만 해조류 분포유형 조사</li> </ul>
흑진주 조개 종묘생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 먹이생물 순수배양</li> <li>· 현지 종묘생산</li> <li>· 국내종묘생산</li> <li>· 종묘생산 지침서 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 식물성 먹이생물 6종 현지 고밀도 계대배양</li> <li>· 열대환경에 적합한 식물성 먹이생물 고수온(25℃) 배양</li> <li>· <i>Synechococcus</i> 순수배양 조건 확립</li> <li>· 현지 3회 종묘생산을 통하여 모패다루기, 인공산란 유발 및 유생사육 기법 확립</li> <li>· 흑진주조개 국내 종묘생산 가능성 확인</li> <li>· 부착치패 100만, 치패 10만마리 기준 종묘배양장 기초설계</li> <li>· 흑진주조개 종묘생산 지침서 작성(참여업체 요청으로 연구결과 공개 제한)</li> </ul>
신양식 대상종 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 능성어류 종묘생산기초</li> <li>· 망그로브계 종묘생산기초</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 능성어용 소형동물성 먹이생물(유충류) 1종 분리 및 배양</li> <li>· 능성어 후기자어용 먹이생물(윤충류) 고밀도 배양</li> <li>· 남방점바리(<i>Epinephelus polyphekadion</i>) 성성숙 조사(2004. 5 - 2005. 1)</li> <li>· 코스래주 망그로브계 서식생태 조사</li> <li>· 망그로브계 성성숙 조사(2004. 11 - 2005. 2)</li> </ul>

#### 4. 기술이전 및 연구결과 활용계획

가. 당해 연도 활용계획(6하 원칙에 따라 구체적으로 작성)

- 흑진주조개 종묘생산 지침은 2006년 참여기업의 흑진주조개 기업화에 활용
- 소형 동물성 먹이생물 *Undella* sp. 는 주관연구기관과 협동연구기관이 공동으로 수행 중인 불락류 생산성 향상 연구에 직접 활용

나. 활용방법

- 2005년 흑진주종묘생산 기업화 연구에 직접 활용

다. 차년도 이후 활용계획(6하 원칙에 따라 구체적으로 작성)

- 흑진주조개 종묘생산기술
  - 2005년 중 참여기업에 흑진주조개 종묘생산 기술을 이전하여 기업화 지원
  - 사업성과에 따라 2006년부터 기술료 징수
- 남서태평양 해양생물자원 개발전략
  - 연구결과를 토대로 2005년 연구추진방향 정립

#### 5. 기대효과

##### ○ 과학기술계 파급효과

- 수산자원의 고부가 가치화 기술 확보 및 생물 종다양성 보존 기법 함양
- 열대수산자원 개발을 위한 기술능력 배양
- 해양BT산업 육성을 위한 원료확보에 활용

##### ○ 산업계 파급효과

- 초소형 먹이생물 개발로 국내산 양식어류 종묘의 초기 생존율 향상
- 발전소 온배수 이용기술과 연계, 아열대산 어류 양식산업의 국내 정착

- 확보된 열대성 어종의 유전형질을 이용한 신품종 어류개발
- 흑진주 양식기술의 산업화 및 국내 진주양식기술의 고급화

○ 경제적 파급효과(단위 사업체당 예상 생산액)

· 직접효과 :

능성어류 양식 :	200톤/년	x	50백만원/톤	=	100억원/년
흑진주 양식 :	300Kg/년	x	50백만원/Kg	=	150억원/년
관상어류 개발 :				=	20억원/년
갑각류 양식 :	100톤/년	x	40백만원/톤	=	40억원/년

· 간접효과 (조업권 획득 및 확충)

산호초 어업 :	2,000톤/년	x	20백만원/톤	=	400억원/년
원양어업 :	100,000톤/년	x	1.2백만원/톤	=	1,200억원/년

○ 사회·문화적 파급효과

- 남서태평양 현지 양식산업을 정착시켜 우리 나라 기업의 해외진출 촉진
- 신해양개발기술 확보로 신해양자원 개발 및 관리능력 향상
- 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발로 태평양 주변국들과의 해양기술협력  
을 통한외교적 영향력 확보

6. 문제점 및 건의사항(연구성과의 제고를 위한 제도·규정 및 연구관리 등의 개선점을 기  
재)

- 연구예산상 현지조사 및 실험기간 절대부족 및 현지 실험시설의 미비로 인하여  
효과적인 연구수행이 어려움
- 연구개발기간을 단축하고, 개발된 기술을 단시간 내에 산업화 하기위하여서는 최소  
한 2명의 연구원이 현지에 상주하여 지속적인 연구를 수행하여야 함
- 따라서 이를 위한 pilot plant 수준의 연구시설과 연구경비 지원이 필요함
- 해양생물자원개발의 분야별 투자를 확대하고 충분한 연구비 지원이 요망됨

[첨부2]

■ 기술의 명칭

흑진주조개 종묘생산 기술

■ 기술을 도출한 과제현황

과제관리번호	PM23300			
사업구분	해양자원의 개발·이용 및 해양조사분야			
과제명	2004년 남서태평양 해양생물자원 개발연구			
연구기관	한국해양연구원	기관유형	출연연구소	
참여기관(기업)	Hansmicronesia International			
총연구기간	2004. 3 - 2005. 2(12개월간)			
총연구비	정부(200,000)천원    민간(100,000)천원    합계(300,000)천원			
연구책임자 1	성명	이순길	주민번호	
	근무기관 부서	해양생물자원 연구본부	E-mail	
	직위/직급		전화번호	(C·P:            )
연구책임자 2	성명		주민번호	
	근무기관 부서		E-mail	
	직위/직급		전화번호	(C·P:            )
실무연락책임자	성명	이순길	소속/부서	
	직위/직급		E-mail	
	전화번호	(C·P:            )	FAX	(C·P:            )
	주소	(425-600) 경기도 안산우체국 사서함 29		

■ 기술의 주요내용

[기술의 개요]

열대산 흑진주조개 종묘생산의 관건기술인 초미소 먹이생물배양, 인공산란유발 및 유생 해상사육에 관한 기술로 기타 열대산 패류종묘생산에도 활용 가능함

<기술적 특징>

- (1). 국내에서 18℃에서 배양하는 이때패류 먹이생물의 열대 상온환경에서의 배양기술
- (2). 50µm 초소형 동물성 먹이생물 *Undella* sp.의 분리 및 대량배양 기술
- (3). 흑진주조개 종묘생산 기술

[용도 · 이용분야]

- (1). 열대산 패류 양식을 위한 먹이생물 공급 (1). 흑진주조개 종묘생산 기업화
- (2). 능성어류의 부화자어의 먹이로 활용
- (3). 흑진주조개 종묘생산 기업화의 지침서로 활용

■ 산업재산권 보유현황(기술과 관련한)

권리유형	명 칭	국가명	출원단계	일자	등록번호
특허	흑진주조개의 종묘생산용 해상사육장치	한국	특허결정 서 교부	2004년 11월30일	9-5-2004-051 320483

\* '권리유형'란에는 특허, 실용신안, 의장, 컴퓨터프로그램, 노하우 등을 선택하여 기재

\* '출원단계'란에는 출원, 공개, 등록 등을 선택하여 기재



**[기술의 수명주기] (1개씩 선택(√호 표시)하여 주십시오)**

	① 기술개념 정립기: 기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
V	② 기술실험기: 기술개발에 성공했으나 아직 실용성, 경제성 등이 확실치 않은 단계
	③ 기술적용 시작기: 최초의 기술개발국에서만 활용되고 있는 단계
	④ 기술적용 성장기: 기술개발국 및 일부 선진국에서 활용되고 있는 단계
	⑤ 기술적용 성숙기: 선진국사이에서 활발한 기술이전이 일어나며, 기술의 표준화가 되어가는 단계
	⑥ 기술적용 쇠퇴기: 선진국에서 개도국으로 기술이전이 활발하게 일어나고, 선진국에서는 기술의 가치가 저하되나, 개도국에서는 아직 시장의 가치가 높은 기술

**[기술발전 과정상의 기술수준] (1개씩 선택(√호 표시)하여 주십시오)**

	① 외국기술의 모방단계: 이미 외국에서 개발된 기술의 복제, reverse Eng.
	② 외국기술의 소화·흡수단계: 국내시장구조나 특성에 적합하게 적응 시킴
	③ 외국기술의 개선·개량단계: 성능이나 기능을 개선시킴
V	④ 신기술의 혁신·발명단계: 국내 최초로 개발

■ 본 기술과 관련하여 추가로 확보되었거나 개발 중인 기술

[ 기술개요 ]

기술명	흑진주양식기술
개발단계	■ 연구개발 계획 □ 연구개발 중 □ 연구개발 완료
기술개요	생산된 흑진주조개 종패를 양성하여 흑진주양식용 모패로 사용하여 흑진주를 양식할 수 있는 기술 개발



[ 기술을 도출한 과제현황]

과제관리번호	PM27600			
사업구분	해양자원의 개발·이용 및 해양조사분야			
과제명	2004년 남서태평양 해양생물자원 개발연구			
연구기관	한국해양연구원	기관유형	출연연구소	
참여기관(기업)	Hansmicronesia International			
총연구기간	2004. 3 - 2005. 2(12개월간)			
총연구비	정부(200,000)천원    민간(100,000)천원    합계(300,000)천원			
연구책임자 1	성명	이순길	주민번호	
	근무기관부서	해양생물자원 연구본부	E-mail	
	직위/직급		전화번호	
연구개발 주요내용				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 열대산 패류의 초기유생용 신먹이생물 <i>Synechococcus</i> 분리 및 실온 배양기술</li> <li>- 국내산 식물성 먹이생물의 열대 상온 배양기술</li> <li>- 50<math>\mu</math>m급 초소형 동물성 먹이생물을 분리 및 상온 배양기술</li> <li>- 흑진주조개 기입화 종묘생산 기술</li> </ul>				