

BSPM 34300-1765-3

2005년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구
A Study on the Development of Marine
Biological Resources in the Southwest
Pacific, 2005

2005. 12

주관연구기관 한국해양연구원
협동연구기관 경상남도 수산자원연구소

해 양 수 산 부

제 출 문

마린바이오 21 사업단장 귀하

본 보고서를 “남서태평양 해양생물자원 개발 연구” 의 2005년도 단계보고서로 제출합니다.

2005. 12. 31.

주관연구기관명 : 한국해양연구원

주관연구책임자 : 이순길

연 구 원 : 김종만, 박철원, 명정구, 강래선,
노충환, 박홍식, 김민석, 최희정,
노봉호, 백상규, 장요순, 강돈혁,
오승용, 이균우, 이정아, 조선형,
박정호, 이학철

협동연구기관명 : 경남수산자원연구소

연 구 원 : 옥광수, 박경대, 이정미, 이소광

단계보고서 초록

과제관리번호	PM3430 0	해당단계 연구기간	2005. 4 - 2005. 12	단계 구분	3 단계
연구사업명	해양수산연구개발사업-마린바이오21사업				
연구과제명	2004년 남서태평양 해양생물자원 개발 연구				
연구책임자	이 순 길	해당단계 참여연구원 수	총 : 23명 내부 : 19명 외부 : 3명	해당단계 연구비	정부: 200,000천원 기업: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양연구원 해양자원연구본부		참여 기업명		
국제공동연구 위탁연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고 서면 수	173면
<p>얍주 산호초 4지점 및 팔라우 산호초 3지점에서 어류자원 잠수 조사결과 44과 255종이 기록되었다. 얍주 산호초 7지점에서d; 잠수조사와 11지점에서의 케이블 카메라 조사결과 무척추동물 7분류군 63종 및 해조류 4분류군 15종이 기록되었다. 또한, 각 조사지점의 산호초 생물군집 구조를 구명하였으며, 조사지점간 생태계의 유사도를 밝혀내었다.</p> <p>조사된 주요 수산종은 쥐돔류, 바리류, 파랑비늘돔류 등의 어류와 흰동가리돔류 및 엔젤피시 등의 관상어류와 해삼류, 트로카스, 닭새우 등이었다.</p> <p>신양식대상종인 남방점바리의 월별 생식소 발달 과정을 구명하였으며, 망그로브계를 국내 반입하여 인공 포란유발에 성공하였다. 코스레주의 숙원 사업인 망그로브계 종묘생산을 위하여 저비용 종묘생산 시설을 설계하였다.</p> <p>소형먹이생물인 남방소모충의 대량배양 기술을 개발하여 “부화자어 먹이로 이용가능한 남방소모충 및 이것의 배양방법”의 제목으로 특허출원(출원번호: 10-2005-0036991, 2005. 5. 3)하였다.</p> <p>마린바이오 소재생물 탐색을 위하여 마이크로네시아 측주에 분포하는 해면류, 산호류 및 강장동물류를 조사하였으며, 이들에서 추출되는 물질을 검색하였다.</p>					
색인어 (각 5개 이상)	한글	Tropical living resources, Small food organism, Mangrove crab grouper, Tropical marine bio-active materials			
	영어	열대해양생물자원, 소형먹이생물, 능성어, 망그로브계, 열대생리활성 물질			

요 약 문

I. 제 목

2005년 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 300만km²의 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 충족하며 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. 이와 아울러 열대 산호초 해역에 서식하는 생리활성물질 추출 가능성 종을 탐색하여 마린바이오 21 사업에 대한 원료생물을 제공한다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 2005년도 연구는 동 사업의 제6차년도 사업으로 주요 연구항목은 마이크로네시아 압주 해역의 해양생물자원 개발, 신양식 대상종인 남방점바리 및 망그로브계의 종묘생산 가능성 조사 및 마린바이오 소재생물 탐색이며, 각 항목별 연구개발의 내용 및 범위는 다음과 같다.

가. 해양생물자원조사

- 압주 산호초를 대상으로 어류, 대형저서동물 및 해조류 자원조사

나. 신양식 대상종 개발연구

- 능성어류 종묘생산 기초연구
 - 소형 동물성 먹이생물 개발
 - 남방점바리 월별 생식소 발달과정 조사
- 망그로브계 종묘생산 기초연구
 - 망그로브계 인공 포란유도
 - 망그로브계 저비용 종묘배양장 설계

다. 마린바이오 소재생물 탐색

- 마이크로네시아 측주에 서식하는 생리활성물질 추출 대상생물 검색
- 마이크로네시아 해양생물 추출 생리활성물질 검색

IV. 연구개발결과

1. 해양생물자원조사

가. 어류자원

압과 팔라우에서 2005년 10월에 조사된 어종은 총 44과 235종이었고, 그 중 압에서는 총 34과 156종, 팔라우에서는 총 37과 165종이 조사되었다. 조사된 어류 중에 수산어종으로는 표문쥐치류, 파랑비늘돔류, 열게돔류외에 바리류, 나폴레옹피시 등 대형 식용어와 나비고기, 흰동가리 등 관상어들이 있었다. 압과 팔라우의 조사 정점은 해저 환경의 특성으로서 직벽(St. 3 in Yap; St. 5, 6 in Palau), 경사가 느린 연안(정점 4 in Yap)과 채널(St. 1, 2 in Yap; St. 7 in Palau)의 세 가지 타입으로 나누어 졌다. 조사 정점별로는 팔라우의 정점 5, 6(직벽형)에서 90, 99종으로 가장 종 다양성이 높았으며 그곳에서는 나폴레옹피시의 전갱이류와 쥐돔떼, 바리류와 돔류들을 관찰 할 수 있었다. 가장 적은 어종수가 관찰된 곳은 압의 정점 4로서 62종이 확인되었다.

나. 대형저서동물자원

조사기간 동안 출현한 대형저서무척추동물은 총 7개 동물문 63종으로 자포동물이 43종(68%), 극피동물 6종(10%), 해면동물 5종(8%), 연체동물 4종(6%), 절지동물 갑각류를 비롯한 기타 동물류에서 5종이 출현하였다. 이들 중 주요자원으로 추정되는 종은 대형연체동물인 *Trochus niloticus*, 해삼류인 *Thelecnota ananas*와 갑각류인 *Panulirus versicolor*가 출현하였으며, 이들 종의 정점 및 수심별 출현양상은 뚜렷하였다. 얕해역에서 우점하게 출현한 종은 모두 산호류였으며, Acropodidae과 3종 (*Acropora* sp.1, *Acropora* sp.2, *Acropora* sp.3), Pocilloporidae과 3종(*Stylophora* sp., *Pocillopora meandrina*, *Pocillopora* sp.), Pritidae과 2종(*Porites lobata*, *Porites lutea*), Faviidae과 2종 (*Diploastrea heliophora*, *Leptoria phrygia*)이었다. 이들 우점 분류군의 피도는 Acroporidae 과(평균 23.5%)로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 Poritidae 과(20.9%), Faviidae 과(10.3%) 순 이었다. 피도자료에 의한 nMDS 분석 결과 수심 10 m 지점의 경우 파도 등의 물리적 영향으로 인해 산호류의 종조성 및 피도의 정점별 차이가 있는 것으로 나타났으며, 대략 encruster 형의 산호가 우점하는 북서부해역과 branch 형의 산호가 우점하는 남동부해역으로 구분할 수 있었다.

다. 해조류자원

Yap 해역의 산호초 지역에서 출현하는 해조류는 남조류 1종, 녹조류 3종, 갈조류 1종, 홍조류 10종으로 총 15종이었고, 이중 상업적으로 유용하다고 판단되는 종은 단지 우뚝가사리(*Gelidium* sp.) 1종뿐으로 St 1, 2의 수심 10~15m에 분포하였고, 그 피도는 최대 2%를 넘지 않았다. 이 해역에서 우점하는 주요 종은 *Tydemenia expeditionis*, *Amphiroa* sp., *Lithophyllum okamurae*, *Lithothamnion* sp., *Halymeda opuntia* f. *cordata*를 제외하고는 Federate States of Micronesia (FSM)의 Chuuk 과 Kosrae의 drop-off zone에 널리 분포하는 종이였다. 한 수심에서 관찰되는 해조류의 최대피도는 41%(St 1의 수심 10m)였고, 대부분의 정점에서는 수심이 증가함에 따라 피도가 감소하는 경향을 보였지만, 일부 정점(St 3, 4)에서는 산호와의 공간경쟁이 빛보다 더 중요한 환경으로 작용함에 따라 수심과 피도와의 뚜렷한 상관관계를 볼 수 없었다. Cluster analysis를 통한 군집분류결과, 조사지점간 유사도는 70% 이상으로 대단히 높고, 특히 St 1, 2는 80% 이상의 유사도를 보여 해조류의 종류와 피

도는 조사지점 간 가 크게 다르지 않음을 나타내었다.

2. 신앙식대상종 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 μ m 유종류 *Undella* sp.를 성공적으로 분리하여 배양하였다. 수온에 따른 *Undella* sp.의 배양실험에서 30 $^{\circ}$ C 실험구가 4일째 306개체/ml로 가장 높은 밀도를 보였고 다음으로 26 $^{\circ}$ C에서 5일째 132개체/ml로 나타났으며, 22 $^{\circ}$ C에서는 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. 유종류 대량배양에 적합한 환경은 수온 30 $^{\circ}$ 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 먹이 생물로의 가치가 크다. 성체의 크기는 40~60 μ m로 현재 어류양식에 주로 사용되고 있는 윤충에 비하여 1/2의 크기에 불과하여, 인후 크기가 작은 능성어류의 부화자어의 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 μ m로 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 윤층을 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 코스레주에는 *S. serrata*만 분포한다. 망그로브게는 성장 속도가 빠르기 때문에 자연산 어린 게(6~8명)를 수집하여 양성할 경우 5 개월 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.

마이크로네시아의 4개 주와 필리핀 Iloilo 및 팔라우산 망그로브게의 유전적 특성을 분석한 결과 RAPD 분석결과로부터 지역시료 특이적이 아닌 각 개체간의 차이를 보이는 8개의 primer를 확인하였으며, 이들 개체는 90% 이상의 다형 DNA 단편을 보유하고 있었다. 생물의 중간 기원을 파악할 수 있는 미토콘드리아 DNA의 CO I (cytochrom c oxidase subunits I) 유전자 영역의 염기서열 비교분석하고 phylogenetic tree를 작성한 결과 지역간 차이는 발견되지 않았으며, 개체간의 변이 또한 극히 낮은 수준으로 존재하였다. 따라서 남서태평양산 망그로브게는 같은 기원을 가지고 있는 것으로 판단된다.

3. 마린바이오 소재생물 탐색

2002년부터 2004년까지 축주 산호초 해역에서 기재된 해면류는 총 54종으로 나타났다. 이 중 23종에서 28종류의 생리활성물질이 추출되었으며, 아직까지 분자구조만 밝히고, 성분에 대한 명명이 이루어지지 않은 물질도 4개에 이른다.

마이크로네시아를 포함한 남서태평양에 분포하는 *Conus* spp.는 약 10여종이 보고되어 있는데 아직 이들을 대상으로하는 구체적인 신물질 연구는 진행되지 않고 있다. 같은 복족류인 *Cassis coronata*, *Charonia tritonic*, *Ch. tritonic* 는 마비성 독을 가지고 있다. 독어는 노랑거북복, 가시복류, 흰점꺼끌복, 은띠복 등 15종이 보고되고 있다. 지느러미가시 기저에 독샘이 있는 돌고기의 등지르러미에 찢리면 치명적이지만 돌고기에서 분리된 스토티스톡신(Stonustoxin)은 혈압강하제, 심장 및 신경계통 질환의 치료제로 효과가 있다.

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 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 해양기지 개척 지원

SUMMARY

I. Title

A Study on the Development of Marine Biological Resources in the Southwest Pacific, 2005

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 Southwestern Pacific, and its 3 million km² wide EEZ and coastal coral reef habitats are abundant of 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 foundation for Korea's leading position at marine environment in the new Pacific era of 21st century.

In addition to these, this study hopes to provide a guide for the exploitation of useful bio-active materials from tropical marine invertebrates which inhabit in the coral reef ecosystem of Micronesian waters.

III. Contents and Extent of the Research

This is the 6th year study of "A Study on the Development of Marine Biological Resources in the Southwest Pacific" and it was conducted to develop marine biological resources in the South Pacific region. The study was consisted by coral reef community and resources study in Yap, FSM and Palau, studies on two new target species (grouper and mangrovr crab) for aquaculture, and inventory of marine bio-active materials in Maiconesian waters. The scope of the study are as followed.

A. Development of marine resources in Yap, FSM and Palau

- Distribution of edible and aquarium fish resources
- Distribution of benthic biological resources (Yap only)
- Distribution of marine seaweed (Yap only)
- Structure of coral ecosystem (Yap only)

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. Inventory of marine bio-active materials in Micronesian waters

- Sponges
- Hard corals
- Cnidarians

IV. Research Result

A. Marine biological resources study

1. Fish resources

Total 235 fish species (34 famililes 156 species in Yap and 37 famililes 165 species) were observed in Yap and Palau Lagoon. Among fish species, grouper,

unicornfish, parrotfish, soldierfish and napoleonfish were the commercially important species and anemone fish, butterflyfish and damsel fish were ornamental species. Stations were divided 3 types by underwater environment as followed: (1) drop off toward deep water (St. 3 in Yap; St. 5, 6 in Palau), (2) flatted terrace and gently slope, (3) channel with sandy bottom (St. 1, 2 in Yap; St. 7 in Palau). The highest fish diversity was observed at St. 5, 6 in Palau (drop off type) and around 90~99 species were identified by SCUBA diving. We could observed not only large wrasse (napoleonfish), school of trevally and surgeonfish but also grouper and snappers at that stations. Lowest fish number recorded at St. 4 in Yap with 62 species.

2. Macrozoobenthos

A total of 63 macrozoobenthos including 43 species (68% of total number of species) of anthozoans, 6 species (10%) of echinoderms, 5 species (8%) of poriferans and 5 species of other taxonomic groups were identified in Yap coastal area. Among these species, gastropods *Trochus niloticus*, sea cucumber *Thelenota ananas*, crustacean *Panulirus versicolor* were commercially useful species, which were highly correlated with sampling station and depth. *Trochus niloticus* and *Panulirus versicolor* were mainly distributed in shallow coral reef bed (10 to 15 m in depth). Dominant species were anthozoans *Acropora* sp.1, *Acropora* sp.2, *Acropora* sp.3, *Stylophora* sp., *Pocillopora meandrina*, *Pocillopora* sp., *Porites lobata*, *Porites lutea*, *Diploastrea heliopora* and *Leptoria phrygia*, which distributed in whole sampling stations. Bottom coverage of macrozoobenthos was mainly effected by corals, and then acroporidae and poritidae comprised of over 40% in total bottom cover. Based on nMDS analysis, the sampling stations can be divided into two coastal area: north-west part (dominated by branching growth coral) and south-east part (dominated by encrusting growth coral).

3. Seaweed resources

Fifteen species of seaweeds including 1 species of blue-green algae, 3 species of green algae, 1 species of brown algae and 10 species of red algae were found in the coral reef habitats of Yap. Among these species, only the red alga, *Gelidium* sp., was the commercially useful seaweed species, which was found at the depth of 10 to 15m of St. 1 and 2 with less than 2% of the maximum bottom coverage. Dominant seaweed species in this area were *Tydemenia expeditionis*, *Amphiroa* sp., *Lithophyllum okamurae*, *Lithothamnion* sp. and *Halymeda opuntia* f. *cordata*, which widely distributed in the drop-off zone of Chuuk and Kosrae (except *T. expeditionis*). The maximum bottom coverage of seaweeds was 41% (10m depth of St. 1). In most sampling stations, the bottom coverage of seaweed species was increased with the increment of water depth. In certain stations (e.g., St. 3 and 4), however, there was no clear correlation between the bottom coverage of seaweeds and water depth since the interspecific competition between seaweeds and corals played more important roles than light in determining the vertical distribution pattern of seaweed species. Cluster analysis showed that the similarity between the 9 investigated stations was more than 70%, indicating that the species composition and abundance of each species were not different between the 9 stations.

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 μ 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 130µm. 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.

It is appeared that mangrove crabs inhabited along the Southwest Pacific islands had no regional differences based on the external characteristics as well as RAPD and DNA mitochondria analysis.

3. Screening of marine bioactive materials

A. Species for marine bioactive material research

Among 54 species of poriferans, only 23 species had been used for bioactive

material screening. Up to know 32 kinds of bioactive materials including 4 non named material were identified.

Ten species of *Conus* which known to be the most serious toxic gastropod species were identified in the Southwest Pacific waters, but little attentions were paid to develop bioactive materials from it. In addition to this *Cassis coronata*, *Charonia tritonic* and *Ch. tritonic* also could be good target organisms for the study of bioactive materials.

Fifteen five species of poisonous fish were identified in coral habitats along the Southwest Pacific. They were are *Lactoria cornuta*, *L. diaphana*, *Ostracion cubicus*, *O. meleagris*, *Diodon liturosus*, *D. punctulatus*, *Arthron hispidus* and *Lagocephalus sceleratus*. Stonustoxin which known as a hypotensive agent has been isolated from stone fishes such as *Synanceja horrida* and *Scorpaena cardinalis*.

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	III
Contents	XVII
List of Tables	XXIV
List of Figures	XXVI
Chapter I. Objectives of the Study	1
Section 1. Purposes and needs of the study	1
Section 2. Present status of the study area	3
Section 3. Scope of the study	5
Chapter II. State of the Art of the Study	7
Section 1. Present status of oversea technology	7
Section 2. Present status of domestic technology	8
Chapter III. Result of the Study	9
Section 1. Marine biological resources	9
A. Characteristics of study area	9
B. Materials and methods	11
C. Results and discussions	15
1. Fish resources	15
2. Megalozobenthic resources	53
3. Algal resources	65
Section 2. Screening of marine bioactive compound organisms	81
A. Target organisms for bioactive compound	81
B. Target organisms in Chuuk Lagoon	83
1. Porifera	83
2. Coelenterata	85
C. Poisonous organisms	89
Section 3. Development new aquaculture species	93
A. Introduction	93
B. Materials and methods	95
C. Target organisms	95

1. Blue-fined cod	95
2. Micro food organisms	103
3. Mangrove crab	103
Chapter IV. Achievements and Contributions	117
Section 1. Achievements	117
A. Outlines of contents	117
B. Comparison of objectives and achievements	119
Section 2. Contribution to relative fields	120
Chapter V. Application of research output	121
Chapter VI. References	122
Plates	127
Appendix	132
Application plan of the study results	144

List of Tables

Table 1. Import and export statistics of fisheries product in Korea	1
Table 2. Location and bottom texture of marine biological stations in Yap, FSM	13
Table 3. List of fish species observed at St. 1 in Yap	16
Table 4. List of fish species observed at St. 2 in Yap	20
Table 5. List of fish species observed at St. 3 in Yap	23
Table 6. List of fish species observed at St. 4 in Yap	27
Table 7. List of fish species observed at St. 5 in Palau	31
Table 8. List of fish species observed at St. 6 in Palau	35
Table 9. List of fish species observed at St. 7 in Palau	39
Table 10. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 1 in Yap	43
Table 11. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 2 in Yap	44
Table 12. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 3 in Yap	45
Table 13. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 4 in Yap	46
Table 14. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 5 in Palau	47
Table 15. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 6 in Palau	48
Table 16. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 7 in Palau	49
Table 17. Environmental characteristics and commercial species by stations in Yap and Palau	51
Table 18. List of macrobenthos collected on coral reefs in Yap	53

Table 19. Density of benthic resources on coral reefs in Yap	57
Table 20. The percent cover of sessile macrobenthos on coral reef in Yap	61
Table 21. The number of seaweed species on coral reef in Yap	67
Table 22. The percent cover of seaweed species by depth in Yap	70
Table 23. Dominance index (DI) of seaweed species based on coverage in Yap	72
Table 24. Unit price of bioactive compounds from marine organisms	83
Table 25. List of sponges distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds	85
Table 26. List of hard corals distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds	87
Table 27. List of coelenterates distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds	89
Table 28. List of venomous invertebrates distributed in coral reefs along the Southwest Pacific culture species	90
Table 29. Poisonous fish distributed in coral reefs along the Southwest Pacific	91
Table 30. Venomous fish distributed in coral reefs along the Southwest Pacific	92
Table 31. Development of gonado-somatic index of blue-tailed cod in Chuuk Lagoon	97
Table 32. Fatty acid composition of <i>Undella</i> sp. fed by <i>Isochrysis</i> <i>glabana</i>	102
Table 33. Sequences of 10-mer primers, number of scorable RAPD bands and number of polymorphic bands resulting from RAPD analysis using random primers of mangrove crab	106
Table 34. Genetic relationships among six different geographic location mud crab using sequence distance of mito- chondrial COI gene of mangrove crab	107

List of Figures

Fig. 1. Map showing the study area in Yap, FSM.	10
Fig. 2. Fish resources study area, Palau.	29
Fig. 3. Occurrence frequency of <i>Trochus niloticus</i> in Yap depend on depth.	58
Fig. 4. Size frequency of <i>Trochus niloticus</i> occurred on coral reefs in Yap.	59
Fig. 5. Changes in the coverage of Family Acroporidae by depth in Yap.	63
Fig. 6. Changes in the coverage of Family Pritidae by depth in Yap.	64
Fig. 7. Changes in the coverage of Family Faviidae by depth in Yap.	65
Fig. 8. The number of seaweed species by depth in coral habitats in Yap.	68
Fig. 9. Coverage of seaweed species on coral reefs in Yap.	69
Fig. 10. Coverage of <i>Tydemenia expeditionis</i> by depths in Yap.	73
Fig. 11. Coverage of <i>Amphiroa</i> sp. by depths in Yap.	74
Fig. 12. Coverage of <i>Lithophyllum okamuræ</i> by depths in Yap.	75
Fig. 13. Coverage of <i>Lithothamnion</i> sp. by depths in Yap.	76
Fig. 14. Coverage of <i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i> by depths in Yap.	77
Fig. 15. Cluster analysis of seaweed communities in Yap based on coverage of seaweed.	78
Fig. 16. nMDS plots based on bottom coverage data of dominant macrobenthos and seaweeds depend on depth in Yap.	79
Fig. 17. Schematic representation of habitats classification in Yap.	80
Fig. 18. Changes of gonado-somatic index of blue tailed cod in Chuuk Lagoon.	87
Fig. 19. Changes of gonado-somatic index of blue tailed cod depend on body size in weight in Chuuk Lagoon.	98

Fig. 20. Comparison of external characteristics of mangrove crabs based on the ratio between carapace length(ICL) and upper paddle width.	104
Fig. 21. RAPD profiles of polymorphisms in mangrove crab using random primers(1).	108
Fig. 22. RAPD profiles of polymorphisms in mangrove crab using random primers(2).	108
Fig. 23. Phylogenetic tree obtained on the CO I sequence of six different geographic location mangrove crab using clust method.	109
Fig. 24. Schematic drawing of mangrove crab hatchery for the State of Kosrae, Federated States of Micronesia.	115

목 차

요약문	III
목차	XXII
표목차	XXIV
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	5
제 2 장. 국내외 기술개발 현황	7
제 1 절. 국외 기술개발 현황	7
제 2 절. 국내의 기술개발 현황	8
제 3 장. 연구개발 수행 내용 및 결과	9
제 1 절. 해양생물자원 조사	9
1. 조사해역의 특성	9
2. 재료 및 방법	11
3. 결과 및 고찰	15
가. 어류자원	15
나. 대형저서무척추동물자원	53
다. 해조류자원	65
제 2 절. 마린바이오 소재생물 탐색	81
1. 생리활성물질 원료생물	81
2. 축 해역의 생리활성물질 추출 대상생물	83
가. 해면류	83
나. 강장동물	84
3. 독성생물 탐색	89
제 3 절. 신양식대상종 개발	93
1. 신양식 대상종의 개요	93

2. 재료 및 방법	94
3. 신양식 대상종	95
가. 남방점바리	95
나. 소형먹이생물개발	103
다. 망그로브게	103
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	117
제 1 절. 목표달성도	117
1. 연구내용별 개요	117
2. 목표달성도 대조표	119
제 2 절. 관련분야에의 기여도	120
제 5 장. 연구개발 결과의 활용 계획	121
제 6 장. 참고문헌	122
화보	127
부록	132
해양수산연구개발사업 연구결과 활용계획서	144

표목차

표 1. 우리나라 수산물 수출입 동향	1
표 2. 압 해역의 해양생물자원 조사정점 및 저질특성	13
표 3. 압 해역 정점 1에서 관찰된 어류 목록	15
표 4. 압 해역 정점 2에서 관찰된 어류 목록	20
표 5. 압 해역 정점 3에서 관찰된 어류 목록	23
표 6. 압 해역 정점 4에서 관찰된 어류 목록	27
표 7. 팔라우 해역 정점 5에서 관찰된 어류 목록	31
표 8. 팔라우 해역 정점 6에서 관찰된 어류 목록	35
표 9. 팔라우 해역 정점 7에서 관찰된 어류 목록	39
표 10. 압 해역 정점 1에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	43
표 11. 압 해역 정점 2에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	44
표 12. 압 해역 정점 3에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	45
표 13. 압 해역 정점 4에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	46
표 14. 팔라우 해역 정점 5에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	47
표 15. 팔라우 해역 정점 6에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	48
표 16. 팔라우 해역 정점 7에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기	49
표 17. 압과 팔라우의 조사 정점별 환경 특성과 주요 어종	50
표 18. 압 산호초에서 조사된 초대형저서무척추동물 목록	54
표 19. 압 산호초의 주요 무척추자원생물의 출현 밀도	57
표 20. 압 산호초에서의 조사정점별 우점부착저서동물의 수심별 피도	61
표 21. 압 주의 조사 정점별 해조류의 종수	66
표 22. 압주 조사정점에서 수심별 출현종과 출현종의 피도	70
표 23. 압주 연안에서 출현하는 해조류의 평균피도에 기초하여 구한 우점도	72
표 24. 해양생물유래 신물질 및 판매가격	83
표 25. 축주에 서식하는 해면류 목록과 물질 분석 연구사례	85
표 26. 축주에 서식하는 산호 중 목록과 물질 분석 연구사례	87
표 27. 축주에 서식하는 연산호류 목록과 물질 분석 연구사례	89
표 28. 남서태평양 산호초에 서식하는 독성 무척추동물 목록	90

표 29. 남서태평양 산호초에 서식하는 독어류 목록	91
표 30. 남서태평양 산호초에 서식하는 독침 어류 목록	92
표 31. 축 라군에 서식하는 남방점바리의 생식소 발달	96
표 32. <i>Isochrysis glabana</i> 를 급이한 남방소모충의 지방산 조성	102
표 33. 마이크로네시아, 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브계의 random primer의 염기서열 및 다형단편의 수	106
표 34. 미토콘드리아 DNA의 COI 염기서열을 근거로 계산한 망그로브 계의 유전적 유사도	107

그림목차

그림 1. 마이크로네시아 얍 해역의 조사 정점도.	10
그림 2. 팔라우 어류자원 조사 해역도.	29
그림 3. 얍 해역에서 출현한 <i>Trochus niloticus</i> 의 수심별 출현 빈도.	58
그림 4. 얍 해역에서 출현한 <i>Trochus niloticus</i> 의 체폭별 출현 빈도.	59
그림 5. 얍 해역에서 출현한 Acroporidae과의 수심별 출현 빈도.	63
그림 6. 얍 해역에서 출현한 Pritidae과의 수심별 출현 빈도.	64
그림 7. 얍 해역에서 출현한 Faviidae과의 수심별 출현 빈도.	65
그림 8. 압주에서 조사 정점의 수심별 해조류의 종수.	68
그림 9. 압주에서 수심별 해조류의 피도.	69
그림 10. 압주 연안에서 우점하는 <i>Tydemenia expeditionis</i> 의 수심별 피도.	73
그림 11. 압주 연안에서 우점하는 <i>Amphiroa</i> sp.의 수심별 피도변화.	74
그림 12. 압주 연안에서 우점하는 <i>Lithophyllum okamurae</i> 의 수심별 피도.	75
그림 13. 압주 연안에서 우점하는 <i>Lithothamnion</i> sp.의 수심별 피도.	76
그림 14. 압주 연안에서 우점하는 <i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i> 의 수심 별 피도.	77
그림 15. 압주의 7개 조사정점간 군집의 유사도.	77
그림 16. 압주에서 출현한 우점 무척추동물 및 해조류의 피도 자료에 의한 nMDS.	78
그림 17. 생태적 특성을 고려한 얍 해역의 서식처 구분.	80
그림 18. 축 라군산 남방점바리의 월별 생식소중량지수 변화.	97
그림 19. 개체 크기에 따른 축 라군산 남방점바리의 생식소중량지수 변화.	98
그림 20. 망그로브계의 지역별 형태학적 특징.	104
그림 21. 마이크로네시아, 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브 계의 개체별 primer RAPD 패턴(1).	108
그림 21. 마이크로네시아, 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브 계의 개체별 primer RAPD 패턴(2).	108

그림 23. 마이크로네시아, 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브 계의 COI 염기서열을 기초로 작성한 계통수.	109
그림 24. 마이크로네시아 코스레주를 위한 망그로브계 종묘배양장 개념도.	115

제 1 장. 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발과제의 필요성

전통적인 수산물 애호국인 우리나라는 2001년 기준으로 1인당 수산물 소비량 66.9kg으로 일본을 제치고 세계 제일의 수산물 소비국이 되었다. 그러나 수산물 생산량은 1997년 3,244천톤을 기록한 이후 계속 감소하여 2004년에는 2,519천톤에 불과하였다. 이에 따라 1980년대 세계 4대 수산물 수출국이던 우리는 수산물 수입국이 되었으며 그 수입량도 계속 증가하여 2004년에는 수출량의 3배에 달하는 1,281천톤(22억6천만불)을 수입하여 (표 1) 수산업 분야에서만 9억8천만불의 무역적자를 기록하였다.

표 1. 우리나라 수산물 수출입 동향

Table 1. Import and export statistics of fisheries product in Korea

Unit: 1000m/t

	2000	2001	2002	2003	2004
Production	2,514	2,665	2,677	2,487	2,519
Export	534	436	430	425	406
Import	749	1,056	1,186	1,239	1,281
Consumption	2,729	3,285	3,433	3,301	3,394

source: reconstructed from MOMAF (2005).

수산물 생산량 감소는 연안어업의 위축도 한 몫을 담당하지만, 가장 큰 이유는 유엔해양법 발효 이후의 신해양 질서에 따른 자원전쟁의 결과이다. 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 공

간자원 확보는 모든 나라의 지속적 발전을 좌우하는 가장 중요한 요인이다. 크게는 신해양질서 편성과 이에 따른 200해리 경제수역선포 및 석유확보를 위한 수차례의 중동 전쟁, 작게는 주변국들 간의 영토 및 수산업분쟁 등은 모두 자국의 생존과 번영을 뒷받침하기 위한 무한 경쟁이다. 이러한 무한 경쟁은 미래의 식량 부족문제를 책임질 해양 수산업 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 2004년에는 49.9만 톤에 불과하게 되었다. 또한, 지난 30년간 우리나라의 원양어업을 이끌어 온 북양어장의 손실로 1997년 218,361톤에 달하던 북양어장에서의 명태어획량은 2004년에는 20,009톤으로 감소하였다. 이에 따라, 우리나라는 명태 수입국 처지로 전락하였을 뿐만 아니라 명태를 원료로 하는 어분 및 어육가공업도 기로에 처하게 되었다. 2004년 명태류 수입량만도 은 냉동명태 161,973톤, 필렛 35,015톤, 냉동란 6,765톤이었으며 금액으로는 약 2억7천만불에 달하였다(해양수산부 2005).

남태평양 도서국과의 관계를 소홀히 한다면 북양 어장을 상실한 것과 같이 우리나라 원양어업의 최대어장인 남태평양 어장도 상실할 우려가 있다. 어느 한 나라가 통상적보다 많은 입어료를 미끼로 남태평양 도서국가에 대하여 해당국의 배타적 경제 수역 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 해양개발의주요 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 영

향력 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.

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 53,667톤, 선망 184,985톤으로 위축되었지만 원양어업 총생산액의 약47%를 차지하고 있다.

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 구성되어 있다. 독립된 하나의 섬으로 이루어진 코스레주를 제외하고는 모두 1~2개의 중심 환초와 이에 수반되는 부속 섬들로 구성되어 있다. 총 육지 면적은 약 701km²에 불과하지만, 북위 5°~11°, 동경 136°~164°에 걸쳐 광범위하게 퍼져 있어 유엔해양법협약에 따라 가장 좋은 참치어장이 포함된 약 3백만km²에 달하는 광활한 해양국토를 보유하고 있다. 마이크로네시아의 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 있다. 산호초에 서식하는 능성어류, 트로커스, 관상어류, 흑진주조개, 망그로브게, 닭새우류 등은 개발 잠재력이 높은 고부가 수산품종이다. 또한, 산호초에 서식하는 강장동물류, 해면동물류, 극피동물류는 온대해역의 해양생물에 비하여 생리활성물질 함량이 상당히 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 독자적

으로도 매우 우수한 투자효과를 거둘 수 있는 분야일 뿐만 아니라 간접적으로 해외 자원 확보를 위한 수산외교에도 많은 도움을 줄 수 있다. 한국해양연구원은 해양수산부의 지원으로 주정부 관할 수역의 해양생물자원 개발을 위하여 1999년 측주정부와 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 하겠다.

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, 해조류자원 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 6차년 사업 보고서로 연구범위는 다음과 같다.

해양생물자원 탐색은 마이크로네시아 얍(Yap)주 거초(fringe reef)를 대상으로 하였으며, 어류자원의 경우 팔라우의 산호초 해역을 포함하였다. 어류의 경우 얍주에서 4지점, 팔라우에서 3지점을 택하여 잠수조사를 실시하였다. 무척추동물과 해조류는 얍주에서만 실시하였으며 잠수조사 7개 지점과 케이블카메라 조사 11개 지점을 조사하였다.

신양식기술개발 대상종은 마이크로네시아 전역에 서식하는 고급어종인 남방점바리와 코스레주에서 양식을 희망하고 있는 망그로브계 두 종을 선택하여 종묘생산가능성을 조사하였다. 남방점바리의 열별 생식소 발달과 소형먹이생물 개발은 측주를 중심으로 수행하였으며, 망그로브계는 코스레주 수산국의 협조로 코스레주 및

협동연구기관인 경상남도 수산자원연구소에서 수행하였다.

본 연구사업을 수행하는데 있어 마이크로네시아 코스레주 정부의 많은 도움을 받았다. 코스레주 수산담당관 Mr. Robert Taulung은 본 조사를 위한 모든 절차와 현장조사의 편리를 포함하여 물심양면으로 많은 도움을 주었다. 코스레주 양식과의 Mr. Steve Palik, Mr. Bruno Ned, Mr. Maxwell Salik, Mr. Osama Nedlic, Mr. Anderson Tilfas는 망그로브계의 채집과 조사에 큰 도움을 주었다. 또한, 남방점바리 생식소 조사는 전년도 사업의 참여기업인 Hansmicronesia International의 현장책임자인 김도현과장의 도움을 받아 실시하였다.

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 자원중에 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 좋은 이미 산업적 개발 단계에 진입하고 있다.

능성어류 양식기술개발 관련 연구사례 역시 Aldon (1997)을 제외하면 대부분 1980년 이전에 괌대학에서 수행한 단편적 조사 연구뿐이다. 그러나 일본을 위시하여 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 μ m 급 소형동물성 먹이생물을 개발하지 못하여 상업적 생산에 이르지 못하고, 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. 마이크로네시아 측은 한국해양연구소와 체결한 MOU 정신에 입각하여 약150,000불의 예산으로 2006년 2월 준공 목표로 망그로브계 종묘생산 시설을 건설에 착수하였으며, 동 종묘배양시설은 2006년 사업을 위한 기반시설로 제공하기로 약속하였다.

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 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
- 2004년 남서태평양 해양자원개발연구 (2005. 4 - 2005. 12)
 - 압주 해양생물자원조사
 - 신품종양식기술 개발(남방점바리, 망그로브계)
 - 마린바이오 소재생물 개발

제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절. 해양생물자원조사

1. 조사해역의 특성

얍주는 마이크로네시아의 4개 주중 가장 오른 쪽에 위치하고 있는 주로 괌과 팔라우 사이 138° 5' E, 9° 30' N에 위치하고 있다. 통상 얍으로 불리는 섬은 공동의 산호초를 가지며 서로 이웃한 Fanif Island, Tamil Island, Maap Island 및 Rumun Island의 4개 섬으로 구성되어 있다. 얍의 외측은 전형적인 남서태평양에 분포하는 섬의 특징을 가지고 있으며, 2차대전 당시 미군의 해군 기지로 활용되었던 Ulithi Atoll을 필두로 800km에 걸쳐 분포한 약 130개의 수십 개의 소형 환초로 이루어져 있다. 얍주의 전체 면적은 102km²이며 인구는 2003년 기준으로 약 6,300명이다. 행정구역은 수도 Colonia와 10개의 촌으로 구성되어 있다. 특산물은 참치류 및 트로카스이며, 농업은 발달해 있지 않다.

얍의 주 섬은 남북으로 길게 늘어진 Fanif Island로 이선의 동쪽 중간 지점부터 Tamil Island, Maap Island, Rumun Island가 연이어 있어 전체적으로는 삼각형의 형태를 가지고 있다. 이 4개 섬은 유라시아판(Eurasian plate)의 융기로 인하여 태어났기 때문에 지질학적 구조는 호주와 매우 유사하다. 전체적으로 표고가 낮은 구릉지대가 많이 분포하고 있다. 얍의 기후는 열대해양성기후로서 고온 다습하며 5월부터 11월까지의 우기이며, 6월에서 12월 사이에는 태풍도 찾아온다. 연평균기온은 27°C, 강수량은 3~4,000mm 범위이다.

얍의 해안은 망그로브군총이 밀생하고 있으며, 섬들의 연안에는 2-3km 정도의 폭을 가지는 거초(fringe reef)가 발달해 있으며 그 외측으로 보초(barrier reef)가 둘러싸고 있는 특징적인 형태를 가지고 있다. 거초와 보초 사이에 라군이 발달해 있다(그림 1). Fanif Island와 Tamil Island 사이에는 비교적 규모가 큰 분지형의 라군이 발달해 있으며 수로를 통하여 Rumun Island 남쪽으로 Maap Island 서쪽해안에 발달한 라군과 이어진다. 이곳에는 망구로브군총이 밀생해 있으며, 낮은 수심에는 잘피대가 발달해 있다. Tamil Island 동북쪽해안과 Maap Island 남동쪽 해안 사이의 라군도 이와 유사한 특징을 가지고 있다.

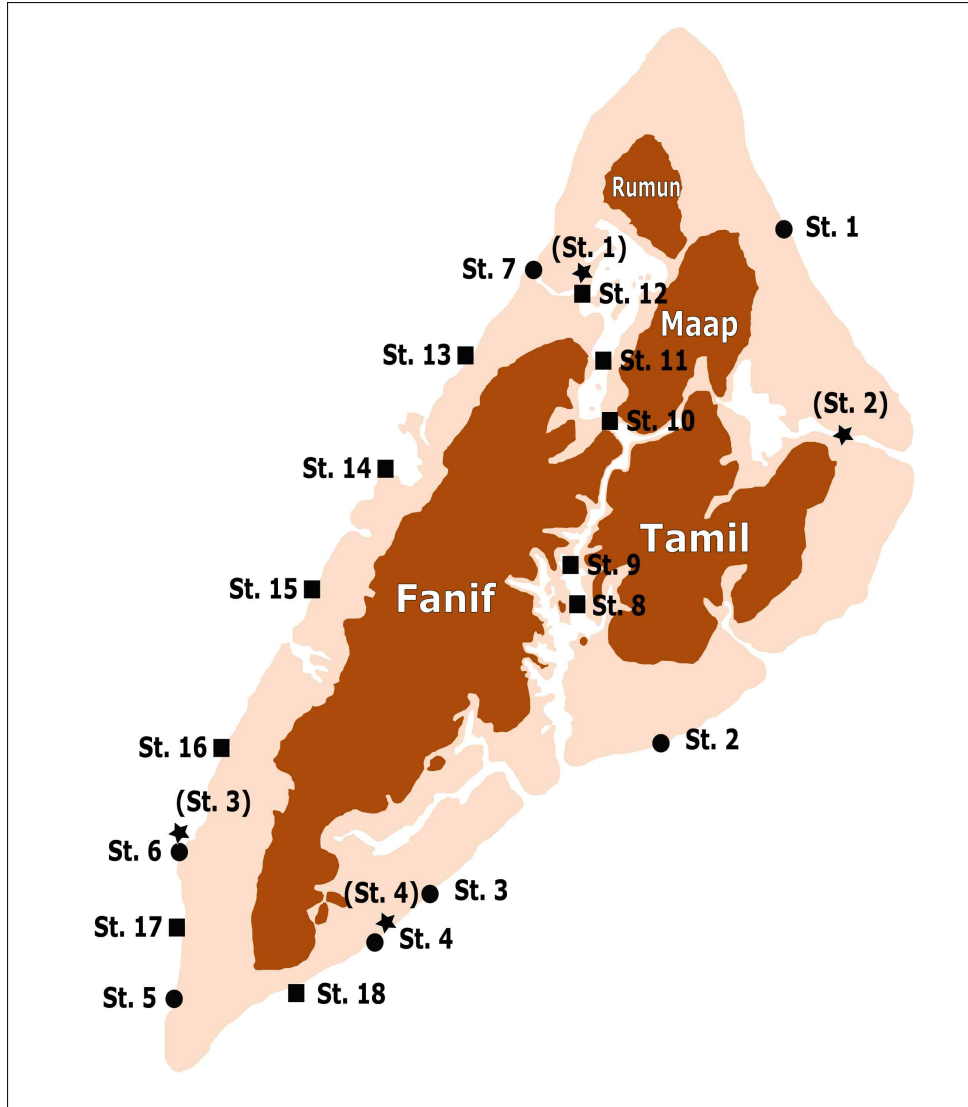


그림 1. 마이크로네시아 얍 해역의 조사 정점도(★: 어류조사정점. ●, ■: 무척추동물 및 해조류 조사정점).

Fig. 1. Map showing the study area in Yap, FSM (★: sampling station for fish resources. ●, ■: sampling station for macrobenthos and seaweeds resources)

팔라우는 벨라우(Belau)라고 불리기도하며 공화제의 독립국가로 수도는 코로로이다. 팔라우공화국은 팔라우제도, 손소롤제도 및 메리르섬, 폴로안나섬, 헬렌리프섬, 토비섬 등 캐롤라인제도의 서쪽 끝에 산재하는 340개의 섬으로 이루어져 있다. 동쪽으로 마이크로네시아, 서쪽으로 필리핀, 남쪽으로 인도네시아의 이리안자야와 접하고 있다. 주 섬인 바벨투아프(Babelthuap)는 북위 7° 30', 동경 134° 30' 부근에 위치하며 산이 많은 섬이지만 그외의 작은 섬들은 표고가 낮다. 팔라우의 면적은 488km²로 2003년 기준 20,200명이 거주하고 있다. 인구밀집지역은 면적 137km²로 가장 큰 섬인 바벨투아프를 위시하여 코로르, 말라갈, 아라카베산, 렐리우 등에 밀집되어 있다. 이들 섬들은 하나의 보초로 둘러 쌓여 있으며 초호의 전체 면적 약 1,267km²이다. 이 보초의 바깥쪽에는 앙가우르 섬(남서쪽)과 카양겔 환초(북쪽)가 있다. 아라카베산과 말라갈 섬은 화산섬이며, 바벨투아프와 코로르 섬은 석회암지대와 화산암지대가 혼재해 있다. 이와 대조적으로 아울루프타겔, 응가르골, 우루크타펠, 펠렐리우, 앙가우르 섬 등은 용기한 산호 석회암지대이다.

팔라우의 기후는 열대해양성기후로서 고온 다습하며 5월부터 11월까지는 우기이며, 6월에서 12월 사이에는 태풍도 찾아온다. 연평균기온은 27.2℃, 연평균강우량은 3,728mm이다. 팔라우는 비교적 비옥한 곳으로 해안선을 따라 망그로브군총이 발달해 있다. 해산물과 코코넛 등 농산물도 풍부하지만, 주 수입원은 관광업이다.

2. 재료 및 방법

가. 조사 방법

1) 어류자원

어류 자원조사는 2005년 10월에 동서남북의 방향성과 해저지형을 고려하여 4개 정점, 팔라우에서는 3개 정점에 정하고 어류상과 수산자원 대상종의 자원량을 조사하였다(그림 1). 조사 범위는 정점 당 약 250~350m²였으며 3인 1조로 30~40분간의 잠수 시간동안 관찰된 수산어종을 포함한 종 구성, 전장 및 생태적 특성을 기재하였다.

관찰된 어종의 동정은 수중에서 육안 관찰을 통한 동정 및 계수를 하였으며 동시에 수중 촬영한 사진을 도감과 대조하였다. 또, 낚시를 통한 어종 확인을 병행하였으며 지역 원주민들의 어획물을 조사도 병행하였다.

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 동정하였고, 종 수준의 학명과 영명은 Masuda *et al.* (1984), Myers (1991), Nakabo (1993) 및 Allen and Steeve (2003)를 참조하였다.

2) 대형저서무척추동물자원 및 해조류자원

조사지역 얹(State of YAP)은 섬 연안을 따라 2-3 km 정도의 거초(fringing reef)가 형성되어 있었으며, 외해역의 일부지역과 부속도서에는 보초(barrier reef)와 환초(atoll)가 형성되었다. 따라서 본 조사는 얹 연안을 따라 형성된 거초를 중심으로 정점을 선정하였다. 정점 선정에 있어 지형특성을 우선 고려하여 얹 해역을 대표할 것으로 판단되는 18개 정점을 선정하여 조사를 실시하였다. 조사지점의 저질은 정점 1~7 및 12~18이 산호사로 구성된 반면, 나머지 정점인 8~11은 육상기원의 퇴적으로 구성되어 있다(표 2). 거초를 중심으로 서식하는 자원생물과 서식처 특성을 수심별로 파악하기 위하여 정점 1~7에서는 잠수조사를 실시하였으며, 보다 다양한 형태의 생물서식처와 얹 해역에 대한 포괄적인 이해를 위해 추가된 11개의 정점(정점 8~11)에서는 무인케이블카메라를 이용하여 저서생물의 종류와 서식유형을 파악하였다.

대형무척추동물자원생물 조사는 2005년 9월 8일부터 9월13일 산호초(coral reef)가 형성되어 있는 지역에서 산호를 비롯한 초대형저서동물의 조사정점별 수심에 따른 분포, 자원적 가치가 있다고 판단되는 생물 종의 분포에 대한 조사를 실시하였다. 총 18개 정점 중 7개 정점(정점 1~7)에서는 다이버에 의한 정량 및 정성조사(화보 I-1), 나머지 11개 정점(정점 8~18)에서는 무인케이블카메라(T-water 700DX, Tsukamoto Co. LTD)를 통한 정성조사만 실시하였다. 정량조사의 경우 수심 10 m 지점을 기준으로 해안선에 수직방향으로 50 m의 조사지선(line transect)을 설정하고 방형구(2 m x 2 m)를 수심별(10 m, 15 m, 20 m, 25 m)로 설치하여 비디오촬영(Sony TRV-900, V-350)을 실시하였다.

정성조사는 정량조사에서 간과될 수 있는 생물다양성 측면 및 다양한 서식처에 대한 자원생물 분포를 파악하기 위해 실시되었으며, 대략 수심 10~30 m 범위 내에서 잠수부가 육안으로 식별 가능한 대형무척추동물 및 해조류를 수중카메라(Olympus C-5060)로 촬영한 것과 무인케이블카메라를 저층에 투하하여 선상에서 모니터를 통해 실시간 녹화된 자료를 이용하였다.

표 2. Yap 해역의 해양생물자원 조사정점 및 저질특성

Table 2. Location and bottom texture of marine biological stations in Yap, FSM

Station	Locality		Depth (m)	Bottom type
	Latitude (N)	Longitude (E)		
S 1 (Sunrise reef)	9° 36' 47''	138° 11' 53''	8-30	coral reef (slope)
S 2 (Sakura terrace)	9° 29' 31''	138° 10' 06''	10-25	coral reef (slope)
S 3 (Aliko reef)	9° 27' 42''	138° 7' 22''	10-25	coral reef (slope, cliff)
S 4 (Millenium reef)	9° 26' 32''	138° 5' 44''	10-25	coral reef (slope)
S 5 (Gilman wall)	9° 25' 50''	138° 2' 41''	10-25	coral reef (slope)
S 6 (Spanish wall)	9° 27' 56''	138° 2' 50''	10-30	coral reef (slope)
S 7 (Manta ridge)	9° 36' 07''	138° 7' 58''	10-30	coral reef (channel)
S 8	9° 31' 11''	138° 8' 49''	18	sediment
S 9	9° 32' 09''	138° 8' 46''	1- 2	sediment
S 10	9° 33' 45''	138° 9' 12''	1- 2	sediment
S 11	9° 34' 26''	138° 9' 04''	20	sediment
S 12	9° 35' 44''	138° 8' 51''	10-25	coral reef (slope)
S 13	9° 34' 51''	138° 7' 05''	10-25	coral reef (slope)
S 14	9° 33' 15''	138° 5' 57''	10-30	coral reef (slope)
S 15	9° 31' 35''	138° 4' 43''	10-25	coral reef (slope)
S 16	9° 29' 16''	138° 3' 32''	10-30	coral reef (slope)
S 17	9° 26' 52''	138° 2' 52''	10-30	coral reef (slope)
S 18	9° 25' 54''	138° 4' 39''	10-30	coral reef (slope)

같은 방법으로 실시하였다. 해조군집의 특성(구성종의 종류와 수심별 피도)을 조사하기 위해 정점별로 하나의 line transect을 설정한 후, 수심 10m을 출발하여 최대 25m까지 조사하였으며 임의적으로 5m 간격으로 조사지점을 정한 후, 각 조사지점에서는 1m × 1m 방형구로서 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다.

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

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

- S_N : 정점 N에서 종 S의 평균피도
- m : 정점 N에서 조사된 조사지점의 수
- C_i : i 번째 조사지점에서 종 S의 피도

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

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

- D_S : 종 S의 우점도
- m : 정점별 조사지점의 수
- n : 조사정점의 수
- C_j : j 번째 조사지점에서의 종 S의 피도를 나타낸다.

대형무척추자원과 해조류자원의 분포에 따른 서식처특성 분석은 우점 분류군인 산호류의 과(family) 준위의 수심별 피도와 종별 해조류 피도를 측정하였다. 무척추동물의 경우 열대해역에서 우점하는 그룹으로 알려진 Acroporidae과의 경우 피복하는 형태에 따라 Type 1 (branching growth-form), Type 2 (encrusting growth-form), Type 3 (plate-like growth-form)으로 구분하였다. 피도가 조사된 18개 해역 간의 차이를 파악하기위해서 nonmetric multidimensional scaling analysis (nMDS)를 실시하였으며, 정량자료를 사용함에 있어 자료를 fourth root로 변환하였다. 유사도는 Bary-Curtis similarity로 구하였으며, 사용된 소프트웨어는 Primer v5이었다.

3. 결과 및 고찰

가. 어류자원

조사 결과 압에서는 총 7목 34과 156종이 관찰되었으며, 팔라우에서는 9목 37과 165종이 출현하였다. 이번 조사결과 압과 팔라우에서 확인된 어류는 총 9목 44과 235종이었다(부록 1).

1) 압

압 연안은 서식 환경으로 보아 크게 동서로 구분되는데 동편 연안은 수심이 15~16m 로 경사가 완만하고 북쪽의 대왕쥐가오리(manta ray, *Manta birostris*)가 출몰하는 channel을 제외하면 남북으로는 유사한 환경을 가지고 있다. 서편 연안은 북쪽에 동편과 통하는 Channel이 있으며 그 남쪽으로 일직선으로 발달한 직벽(drop off) 연안에서는 다랑어, 전갱이, 상어 등의 전형적인 산호초 직벽에 서식하는 대형 종이 자주 출현하는 연안 특성을 가지고 있었다.

압에서는 2005년 10월에 동서남북의 방향성을 고려하여 4개 정점을 선정하여 조사를 실시하였다. 4개 정점 중 정점 1과 2는 압주의 북서, 북동쪽과 위치한 channel로서 중앙 수심이 18m였다. 외측에서 해수가 흘러들어오는 관계로 부니로 인한 탁도가 비교적 높았다. 정점 3과 4는 압주의 남서, 남동쪽 직벽인 곳을 중심으로 조사되었다.

조사당일 시 수온은 29~31℃이었으며 각 정점에서 수중 다이빙에 의한 육안 조사와 촬영 자료를 분석한 결과를 종합하면 각 정점별로 62~83종의 어종이 확인되었다.

정점1

정점 1은 Yap의 동북쪽에 위치하는 Manta ridge라는 곳이며, 총 78종이 확인되었다(표 3). 이 정점은 20m 협곡을 형성한 곳 조류의 흐름이 있어 통돮류(*Lutjanus* spp.), 상어류, 돛류 등이 떼를 지어 머물거나 섭이 활동을 하는 곳이었으며 대왕쥐가오리의 출현이 잦은 곳이었지만 직벽이 시작되는 곳에서는 확인할 수 없었고 화이트팁상어(*Triaenodon obesus*) 등 상어와 다른 중형급 어종들 떼를 와 대형 전갱이(*Caranx* spp.) 등을 확인할 수 있었다

표 3. 압 해역 정점 1에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 3. List of fish species observed at St. 1 in Yap (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○	
2	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		○	
3	<i>Myripristis adusta</i>	○		
4	<i>Myripristis</i> sp.	○		
5	<i>Pterois</i> sp.		○	
6	<i>Aethaloperca rogaa</i>	○		
7	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
8	<i>Cephalopholis leopardus</i>	○		
9	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
10	<i>Cephalopholis sonnerati</i>	○		
11	<i>Gracila albomarginata</i>	○		
12	<i>Caranx melamygus</i>	○		
13	<i>Caranx sexfasciatus</i>	○		줄전갱이
14	<i>Caranx</i> sp.	○		
15	<i>Macolor macularis</i>	○		
16	<i>Lutjanus bohar</i>	○		
17	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		
18	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
19	<i>Caesio caerulea</i>		○	
20	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
21	<i>Gnathodentex aurolineatus</i>			
22	<i>Lethrinus</i> sp.	○		
23	<i>Parupeneus</i> sp.		○	
24	<i>Kyphosus cinerascens</i>			무늬갈돔
25	<i>Chaetodon bennetti</i>		○	
26	<i>Chaetodon citrinellus</i>		○	
27	<i>Chaetodon lineolatus</i>		○	
28	<i>Chaetodon lunula</i>		○	룰나비고기
29	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>		○	

표 3. 계속

Table 3. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
30	<i>Chaetodon speculum</i>		○	
31	<i>Chaetodon trifascialis</i>		○	
32	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
33	<i>Chaetodon vagabundus</i>		○	
34	<i>Heniochus acuminatus</i>		○	두동가리돔
35	<i>Heniochus monoceros</i>		○	
36	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
37	<i>Pomacanthus xanthurus</i>		○	
38	<i>Pomacanthus imperator</i>		○	황제천사고기
39	<i>Amphiprion perideraion</i>		○	
40	<i>Chromis ambonensis</i>		○	
41	<i>Chromis retrofasciata</i>		○	
42	<i>Chromis</i> sp.		○	
43	<i>Chromis</i> sp.2		○	
44	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
45	<i>Dascyllus reticulatus</i>		○	
46	<i>Dascyllus</i> sp.		○	
47	<i>Abudefduf</i> sp.		○	
48	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>		○	
49	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>		○	
50	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	
51	<i>Chrysiptera</i> sp.		○	
52	<i>Pomacentrus coelestis</i>		○	파랑돔
53	<i>Cheilinus unifasciatus</i>	○		
54	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
55	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	색동놀래기
56	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
57	<i>Calotomus carolinus</i>		○	
58	<i>Bolbometopon muricatum</i>	○		

표 3. 계속

Table 3. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
59	<i>Scarus altipinnis</i>	○		
60	<i>Scarus</i> sp.	○		
61	<i>Scarus</i> sp.2	○		
62	<i>Scarus</i> sp.3	○		
63	<i>Scarus</i> sp.4	○		
64	<i>Ptereleotris evides</i>		○	
65	<i>Eviota</i> sp.		○	
66	<i>Acanthurus dussumieri</i>	○		노랑꼬리쥐돔
67	<i>Acanthurus lineatus</i>	○		
68	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
69	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
70	<i>Ctenochaetus</i> sp.		○	
71	<i>Naso vlamingii</i>	○		
72	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
73	<i>Siganus</i> sp.		○	
74	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
75	<i>Balistoides viridescens</i>		○	
76	<i>Melichthys vidua</i>		○	
77	<i>Ostracisn cubicus</i>		○	노랑거북복
78	<i>Diodon</i> sp.		○	

수심 18m까지 직벽의 급경사를 이루며 여러 형의 산호들이 잘 발달하고 수심 20m의 편평한 바닥에는 모래나 산호사가 형성되어 있었다.

수심 3~5m에는 화이트팁상어 (*Triaenodon obesus*)와 그레이릴상어 (*Carcharhinus amblyrhynchos*) 2종이 관찰되었다. 그 아래 수심의 산호 근처에는 전장 30~45cm의 전갱이류(*Caranx melamygus*, *C. fasciatus*)와 3종의 통돮류 (*Lutjanus bohar*, *L. fulvus*, *L. monostigmus*) 및 무늬갈돔(*Kyphosus cinerascens*)

이 많은 무리를 지었고, 또한 아침 무렵에만 나타나는 Humphead parrotfish(*Bolbometopon muricatum*)도 관찰되었다. 산호 아래나 굴 틈에는 작은 쥐돔류(*Acanthurus* spp.)와 바리류(*Cephalopholis argus*)가, 말미잘에는 흰동가리류(*Amphiprion perioderaion*)와 셋별돔(*Dascyllus trimaculatus*)이 서식하였다. 9종의 많은 나비고기류가 관찰되었으나 개체수는 많지 않아 1, 2마리씩 적은 개체로 관찰되었다.

정점 2

정점 2는 압의 북서쪽에 위치하며 수로를 통해서 정점 1의 수로와 연결되어 있는 곳으로, 총 71종의 어류가 조사되었다(표 4). 이곳은 정점 1과 유사하게 수심 16m의 바닥에는 모래와 산호사가 깔려 있는 넓은 협곡으로 양쪽으로는 경사가 급한 수직 벽을 이루고 있었다. 이곳의 투명도는 약간 낮고 물의 흐름이 있어 대왕쥐가오리가(화보 I-1) 먹이 활동을 하고 있었다.

이곳에서는 조류의 흐름을 거슬러 헤엄치면서 먹이 활동을 하는 체장 1.5~2.5m의 대왕쥐가오리 4마리 관찰할 수 있었다. 대왕쥐가오리 배 쪽에는 작은 어류들이 붙어서 같이 헤엄치고 있었으며 먹이활동은 천천히 앞으로 전진하면서 하고 있었으나 수심 15m 층의 돌출 암반위에서 가끔 멈추어 먹이 활동을 하고는 앞으로 전진해 갔다가 다시 돌아오는 행동을 반복하였다.

대왕쥐가오리가 유영하는 비슷한 수심에서 전갱이류(*Caranx melamygus*)가 무리를 지었다. 그 아래 수심에서는 여러 형태를 가진 산호들이 군락사이에서 나비고기류(*Chaetodon* spp.), 놀래기류(*Labroides* spp.), 자리돔류(*Chromis* sp.), 쥐돔류 및 얼게돔, 통돔, 파랑비늘돔 등이 중형급 어종들이 많이 서식하고 있었다. 또한 수심 16m의 모래 바닥에는 촉수류(*Parupeneus barberinus*)와 망둑어류(*Istigobius decoratus*)가 관찰되었고, 정점 1과 마찬가지로 몇몇 말미잘에는 흰동가리류(*Amphiprion chrysopterus*)와 셋별돔(*Dascyllus trimaculatus*)이 서식하였다.

정점 3

정점 3은 압의 남동쪽에 위치한 Spanish wall이란 이름이 붙은 곳으로 수직 경사가 급한 전형적인 직벽(drop off) 지형이었다. 수심 2m부터 급경사를 이루다가 수심 20m에서 큰 굴 틈이 잘 발달하며 그 아래로는 직벽을 이루었다.

압의 정점들 중에서 가장 많은 총 83종이 조사되었으며(표 5), 직벽의 산호초에는 작은 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류 등이 무리지었고, 중층에는 전갱이류가 관찰되었

표 4. 압 해역 정점 2에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 4. List of fish species observed at St. 2 in Yap (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○	
2	<i>Manta birostris</i>		○	
3	<i>Myripristis adusta</i>	○		
4	<i>Myripristis berndti</i>	○		
5	<i>Myripristis</i> sp.	○		
6	<i>Aulostomus chinensis</i>		○	
7	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
8	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
9	<i>Epinephelus polyhekadion</i>	○		
10	<i>Caranx melamygus</i>	○		
11	<i>Caranx</i> sp.	○		
12	<i>Macolor macularis</i>	○		
13	<i>Macolor argentimaculatus</i>	○		
14	<i>Lutjanus bohar</i>	○		
15	<i>Lutjanus ehrenbergi</i>	○		
16	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		
17	<i>Lutjanus</i> sp.	○		
18	<i>Scolopis lineatus</i>		○	
19	<i>Lethrinus</i> sp.	○		
20	<i>Lethrinus</i> sp.2	○		
21	<i>Parupeneus barberinus</i>		○	
22	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
23	<i>Chaetodon bennetti</i>		○	
24	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
25	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
26	<i>Chaetodon lunula</i>		○	룰나비고기
27	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>		○	
28	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
29	<i>Chaetodon trifascialis</i>		○	

표 4. 계속

Table 4. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
30	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
31	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
32	<i>Heniochus acuminatus</i>		○	두동가리돔
33	<i>Heniochus monoceros</i>		○	
34	<i>Heniochus singularis</i>		○	
35	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
36	<i>Pomacanthus xanthometapon</i>		○	
37	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>		○	
38	<i>Pomacanthus imperator</i>		○	황제천사고기
39	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
40	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
41	<i>Chromis</i> sp.		○	
42	<i>Chromis</i> sp.2		○	
43	<i>Chromis</i> sp.3		○	
44	<i>Dascyllus aruanus</i>		○	
45	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
46	<i>Dascyllus reticulatus</i>		○	
47	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>		○	
48	<i>Cheilinus chlorourus</i>		○	
49	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
50	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		
51	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
52	<i>Gomphosus</i> sp.		○	
53	<i>Thalassoma hardwickii</i>		○	
54	<i>Thalassoma lunare</i>		○	
55	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
56	<i>Bolbometopon muricatum</i>	○		
57	<i>Cetoscarus bicolor</i>		○	

표 4. 계속

Table 4. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
58	<i>Scarus niger</i>	○		
59	<i>Scarus schlegeli</i>	○		
60	<i>Scarus sordidus</i>	○		
61	<i>Scarus</i> sp.	○		
62	<i>Istigobius decoratus</i>		○	
63	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	
64	<i>Acanthurus blochii</i>	○		
65	<i>Acanthurus lineatus</i>	○		
66	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
67	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	○		
68	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
69	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
70	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
71	<i>Paraluteres prionurus</i>		○	

다. 수심 20m 근처의 바위 아래 굴에는 점줄배감펍(*Pterois volitans*)과 50cm 급의 바리류(*Epinephelus caeruleopunctatus*)가 서식하였고, 전장 1.5m 가량의 대형 가오리류(*Himantura granulata*, 화보 I-2)가 모래 바닥에서 관찰되었다. 또한 산호나 바위 위에는 2종의 가시돔류(*Paracirrhitis arcatus*, *P. forsteri*)가 한 마리씩 서식하였다. 다른 정점과 마찬가지로 표층 가까이에선 전장 60cm 가량의 상어류(*Triaenodon obesus*)가 1마리, 몇 군데씩 말미잘에는 흰동가리류(*Amphiprion chrysopterus*)가 쌍을 이루어 서식하였다.

수산어종으로는 15~40cm 크기 범위의 2종의 바리류(*Cephalopholis argus*, *C. urodeta*), 30~50cm급의 대형 전갱이류(*Caranx melamygus*, *Carangoides plagiotaenia*) 및 전장 25~50cm의 3종의 통돔류(*Lutjanus fulvus*, *L. gibbus*, *L. monostigmus*)가 있었다.

표 5. Yap 해역 정점 3에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 5. List of fish species observed at St. 3 in Yap (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○	
2	<i>Himantura granulata</i>		○	
3	<i>Myripristis adusta</i>	○		
4	<i>Myripristis berndti</i>	○		
5	<i>Myripristis</i> sp.	○		
6	<i>Myripristis</i> sp.2	○		
7	<i>Pterois volitans</i>		○	점솔배감펍
8	<i>Pseudanthias</i> sp.		○	
9	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
10	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
11	<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i>	○		
12	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○	
13	<i>Paracirrhites forsteri</i>		○	
14	<i>Cheilodipterus macrodon</i>		○	
15	<i>Carangoides plagiotaenia</i>	○		
16	<i>Caranx</i> sp.	○		
17	<i>Elagatis bipinnulatus</i>	○		참치방어
18	<i>Aphareus furca</i>	○		
19	<i>Macolor macularis</i>	○		
20	<i>Lutjanus bohar</i>	○		
21	<i>Lutjanus fulvus</i>	○		
22	<i>Lutjanus gibbus</i>	○		
23	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
24	<i>Caesio lunaris</i>		○	
25	<i>Caesio</i> sp.		○	
26	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
27	<i>Lethrinus</i> sp.	○		
28	<i>Parupeneus multifasciatus</i>		○	오점촉수

표 5. 계속

Table 5. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
29	<i>Pempheris oualensis</i>		○	
30	<i>Kyphosus cinerascens</i>		○	무늬갈돔
31	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
32	<i>Chaetodon bennetti</i>		○	
33	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
34	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
35	<i>Chaetodon lunula</i>		○	물나비고기
36	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>		○	
37	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
38	<i>Chaetodon vagabundus</i>		○	
39	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
40	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>		○	
41	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	돛대돔
42	<i>Heniochus varius</i>		○	
43	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
44	<i>Pomacanthus navarchus</i>		○	
45	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
46	<i>Chromis ambionensis</i>		○	
47	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
48	<i>Chromis xanthura</i>		○	
49	<i>Chromis</i> sp.		○	
50	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
51	<i>Abudefduf</i> sp.		○	
52	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	
53	<i>Pomacentrus</i> sp.		○	
54	<i>Pomacentrus</i> sp.2		○	
55	<i>Bodianus mesothorax</i>		○	
56	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
57	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		

표 5. 계속

Table 5. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
58	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
59	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
60	<i>Halichoeres chrysus</i>		○	
61	<i>Halichoeres</i> sp.		○	
62	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	색동놀래기
63	<i>Thalassoma hardwickii</i>		○	
64	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>		○	
65	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
66	<i>Bolbometopon muricatum</i>	○		
67	<i>Scarus</i> sp.	○		
68	<i>Scarus oviceps</i>	○		
69	<i>Scarus sordidus</i>	○		
70	<i>Scarus schlegeli</i>	○		
71	<i>Ptereleotris evides</i>		○	
72	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
73	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
74	<i>Zebrasoma flavescens</i>		○	
75	<i>Naso lituratus</i>	○		제주표문쥐치
76	<i>Naso vlamingii</i>	○		
77	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
78	<i>Siganus vulpinus</i>		○	
79	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
80	<i>Balistoides viridescens</i>		○	
81	<i>Melichthys vidua</i>		○	
82	<i>Sufflamen bursa</i>		○	
83	<i>Seriola</i> sp.	○		
84	<i>Caranx melamygus</i>	○		

정점 4

얍의 남서쪽에 위치한 Millenium gardens으로 정점 3의 직벽과는 달리 완만한 산호초 지대를 형성하는 편평한 해저 지형으로 완만한 경사, 모래바닥 와 규모가 적은 직벽, 수직 동굴 등으로 이루어진 곳이다. 남동편 다른 포인트에 비하여 조류가 약한 편이고 상대적으로 소형의 다양한 쥐돔, 놀래기, 망둥어류, 열게돔류가 많이 서식하고 있었으며 종수로는 정점 중에서 가장 적은 62종이 출현하였다(표 6). 직벽 아래 수심 20~26m 부근에는 무늬갈돔(*Kyphosus cinerascens*) 수 십 마리가 아래위로 이동하고 있었으며 직벽 아래 굴에서는 주걱치(*Pempheris oualensis*) 떼와 40cm 크기의 바리류(*Anyperodon leucogrammicus*, 화보 I-3)가 1마리 관찰되었다. 다른 정점들과 마찬가지로 산호초 가까운 곳에는 소형 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류 및 나비고기류가 서식하였다. 모래 바닥에는 망둑어류(*Valenciennea strigata*)가 몇 마리 관찰되었고, 여러 군데의 말미잘에는 흰동가리류(*Amphiprion chrysopterus*)가 서식하였다.

2) 팔라우

팔라우에서는 2005년 10월에 얍의 정점과 유사한 정점을 조사하기 위하여 직벽 2 정점과 채널 한 정점을 택하였다. 직벽 정점은 남동쪽의 blue corner와 shark city, 채널 정점은 울릉섬의 서쪽에 위치한 Ulong channel이었다(그림 2). 조사 시 수온은 30~31℃였고 출현한 어종은 정점별로 90~99종의 어류가 관찰되었다.

정점 5

정점 5은 블루 코너(blue corner)라고 불리는 곳으로, 팔라우 섬 남서쪽의 잉게멜리스 섬 북서쪽에 위치한다. 수심 15m의 평탄한 지형이 약 200m 가량 외해쪽으로 뻗어 있다가 수직 절벽으로 연결되며, 편평한 산호초에는 작은 언덕, 모래 채널, 작은 터널 등의 여러 지형을 형성한다.

조류 흐르는 방향에 따라 남북으로 입수하여 조사가 이루어졌으며 이 곳은 조류의 꺾이는 곳으로 직벽에는 소형 금강바리류(*Pseudanthias* sp.), 흰동가리(*Amphiprion* spp.), 쥐돔 등 외에 상어(*Carcharhinus* sp.), 통돔(*Lutjanus* spp.), 남방전갱이, 바리류 등과 같이 대형 어종들이 대량 서식하고 있었으며 특히 언덕이 시작되는 곳에서는 통돔류, 바라쿠다, 꼬치고기(*Sphyraena* spp.), 큰눈전갱이(big eye trevally) 떼를 만날 수 있다.

표 6. 얍 해역 정점 4에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 6. List of fish species observed at St. 4 in Yap (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Carcharhinus</i> sp.		○	
2	<i>Myripristis adusta</i>	○		
3	<i>Myripristis berndti</i>	○		
4	<i>Myripristis</i> sp.	○		
5	<i>Neoniphon</i> sp.		○	
6	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
7	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
8	<i>Plectropomus</i> sp.	○		
9	<i>Variola louti</i>	○		
10	<i>Caranx melamygus</i>	○		
11	<i>Macolor macularis</i>	○		
12	<i>Lutjanus ehrenbergi</i>	○		
13	<i>Caesio</i> sp.		○	
14	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>		○	
15	<i>Scolopis lineatus</i>		○	
16	<i>Parupeneus barberinus</i>		○	
17	<i>Pempheris oualensis</i>		○	주걱치
18	<i>Kyphosus cinerascens</i>		○	무늬갈돔
19	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
20	<i>Chaetodon lunula</i>		○	룰나비고기
21	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
22	<i>Chaetodon vagabundus</i>		○	
23	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	돛대돔
24	<i>Pomacanthus navarchus</i>		○	
25	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
26	<i>Chromis</i> sp.		○	
27	<i>Dascyllus aruanus</i>		○	
28	<i>Abudefduf</i> sp.		○	

표 6. 계속

Table 6. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
29	<i>Chrysiptera</i> sp.		○	
30	<i>Pomacentrus coelestis</i>		○	파랑돔
31	<i>Bodianus mesothorax</i>		○	
32	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
33	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
34	<i>Coris gaimard</i>		○	
35	<i>Gomphosus varius</i>		○	
36	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
37	<i>Halichoeres trimaculatus</i>		○	
38	<i>Hemigymnus melapterus</i>		○	
39	<i>Thalassoma hardwickii</i>		○	
40	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
41	<i>Scarus</i> sp.	○		
42	<i>Scarus schlegeli</i>	○		
43	<i>Ptereleotris evides</i>		○	
44	<i>Ptereleotris heteroptera</i>		○	흑꼬리청황문절
45	<i>Nemateleotris magnifica</i>		○	
46	<i>Eviota</i> sp.		○	
47	<i>Valenciennea strigata</i>		○	
48	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
49	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
50	<i>Naso vlamingii</i>	○		
51	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
52	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
53	<i>Diodon liturosus</i>		○	
54	<i>Arothron nigropunctatus</i>		○	흑점꺼끌복
55	<i>Heniochus varius</i>		○	
56	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
57	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	○		

표 6. 계속

Table 6. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
58	<i>Halichoeres chrysus</i>		○	
59	<i>Forciper longirostris</i>		○	
60	<i>Parupeneus bifasciatus</i>		○	
61	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○	
62	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	

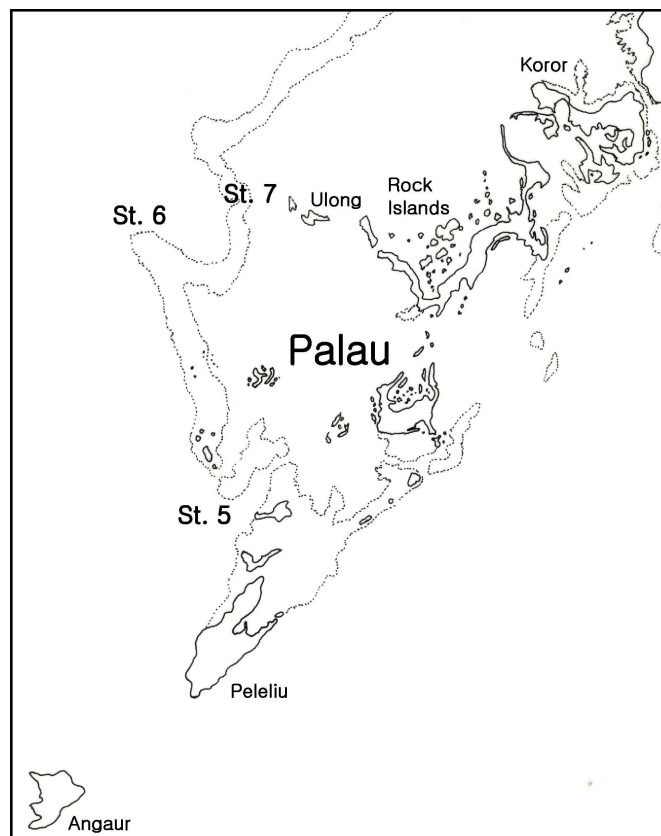


그림 2. 팔라우 어류자원 조사 해역도.

Fig. 2. Fish resources study area, Palau.

대형 나폴레옹피시와 빨판상어가 따라다니는 매가오리 등은 사람들에 길들여져 가까이 접근하여도 회피하지 않았으며, 연안 낮은 곳의 해포리고기, 코쥐돔, 황등어류 등 중소형 어종 등은 사람들이 주는 먹이에 길이 들어 잠수부 주위에 모여들고 있었다.

이 정점에서는 총 99종의 많은 어류가 조사되었으며(표 7), 중층에는 2종류의 상어와 대형 가오리류인 *Aetobatus narinari*가 확인되었으며, 전장 35~70cm 가량의 대형 나폴레옹피쉬(*Cheilinus undulatus*)가 관찰되었다. 또한 굴 틈 사이에는 곱치류(*Gymnothorax javanicus*)가 서식하고 있었고 직벽에는 많은 수의 자리돔류, 놀래기류, 쥐돔류 및 금강바리류가 무리를 지었다. 수직 직벽 근처에는 수 백 마리의 전갱이류(*Caranx melamygus*)와 세줄가는돔류(*Caesio teres*, *Pterocaesio pisang*)가 무리를 지어 유영하였다.

총 7종의 바리류, *Aethaloperca rogaa*, *Cephalopholis argus*, *Cephalopholis urodeta*, *Epinephelus maculatus*, *E. sp.*, *Plectropomus laevis*, 및 *Variola louti*가 조사 되었다. 통돔류는 *Aprion virescens*, *Macolor macularis*, *M. niger*, *Lutjanus bohar*, *L. semicinctus* 및 *L. kasmira* 6종이 출현하였으며, *L. kasmira*는 무리를 지어 유영하고 있었다(화보 I-4). 또한 말미잘에는 총 3종의 다양한 흰동가리류(*Amphiprion clarkii*, *A. chrysopterus*, *A. perioderaion*)와 14종의 많은 나비고기류와 3종의 천사고기류를 관찰 할 수 있었다.

정점 6

정점 6은 씨에스 터널(Siaes Tunnel)과 Shark City라는 곳으로 팔라우 서쪽의 울룽섬에서 서쪽에 위치한다.

이곳은 drop off, 편평한 산호초 암반 및 동굴의 다양한 해저 지형으로 이루어져 있다. 총 90종의 어류가 조사되었으며, 특히 많은 개체수의 상어를 관찰할 수 있었는데, 수심 40m의 동굴 모래 바닥에는 Whitetip shark (*Triaenodon obesus*) 5마리가, 중층에는 전장 1.0~1.2m의 Grey reef shark (*Carcharhinus amblyrhynchos*)가 4마리 가량 조사되었다.

수직 직벽에는 나비고기류인 *Hemitaurichthys polylepis*와 세줄가는돔류인 *Caesio spp.*와 금강바리류인 *Pseudanthias spp.*의 많은 수가 관찰 되었다(표 8). 7종의 바리류가 조사되었는데, 주로 편평한 산호의 아래나 굴 틈 사이에서 몇 마리씩 관찰되었다. 중층에는 전갱이류와 참치방어가 빠르게 유영하였고, 소형 바라쿠다가 큰 무리를 이루고 있었으며 9종의 나비고기류가 관찰되었다. 전장 40~45cm 급의

표 7. 팔라우 해역 정점 5에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 7. List of fish species observed at St. 5 in Palau (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○	
2	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		○	
3	<i>Aetobatus narinari</i>		○	
4	<i>Gymnothorax javanicus</i>		○	
5	<i>Platybelone platyura</i>		○	
6	<i>Myripristis adusta</i>	○		
7	<i>Myripristis</i> sp.	○		
8	<i>Fistularia commersonii</i>		○	홍대치
9	<i>Pseudanthias</i> sp.		○	
10	<i>Aethaloperca rogae</i>	○		
11	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
12	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
13	<i>Epinephelus maculatus</i>	○		
14	<i>Epinephelus</i> sp.	○		
15	<i>Plectropomus laevis</i>	○		
16	<i>Variola louti</i>	○		
17	<i>Paracirrhites forsteri</i>		○	
18	<i>Paracirrhites</i> sp.		○	
19	<i>Cirrhichthys oxycephalus</i>		○	
20	<i>Echeneis naucrates</i>		○	빨관상어
21	<i>Caranx melamygus</i>	○		
22	<i>Elagatis bipinnulatus</i>	○		참치방어
23	<i>Aprion virescens</i>	○		
24	<i>Macolor macularis</i>	○		
25	<i>Macolor niger</i>	○		
26	<i>Lutjanus bohar</i>	○		
27	<i>Lutjanus kasmira</i>	○		
28	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		

표 7. 계속

Table 7. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
29	<i>Caesio teres</i>		○	
30	<i>Pterocaesio pisang</i>		○	
31	<i>Plectorhinchus gaterinoides</i>		○	
32	<i>Plectorhinchus goldmanni</i>		○	
33	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
34	<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	○		
35	<i>Lethrinus</i> sp.	○		
36	<i>Parupeneus multifasciatus</i>		○	오점촉수
37	<i>Parupeneus</i> sp.		○	
38	<i>Platax teira</i>		○	깃털제비활치
39	<i>Chaetodon auriga</i>		○	가시나비고기
40	<i>Chaetodon citrinellus</i>		○	
41	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
42	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
43	<i>Chaetodon lunula</i>		○	물나비고기
44	<i>Chaetodon melannotus</i>		○	
45	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
46	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>		○	
47	<i>Chaetodon trifacialis</i>		○	
48	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
49	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
50	<i>Heniochus acuminatus</i>		○	두동가리돔
51	<i>Heniochus varius</i>		○	
52	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	
53	<i>Centropyge vrolicki</i>		○	
54	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
55	<i>Pomacanthus xanthometapon</i>		○	
56	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>		○	

표 7. 계속

Table 7. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
57	<i>Pomacanthus imperator</i>		○	황제천사고기
58	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
59	<i>Amphiprion perioderaion</i>		○	
60	<i>Amphiprion clarkii</i>		○	흰동가리
61	<i>Chromis analis</i>		○	노랑자리돔
62	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
63	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
64	<i>Abudefduf vaigiensis</i>		○	해포리고기
65	<i>Abudefduf</i> sp.		○	
66	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>		○	
67	<i>Chrysiptera</i> sp.		○	
68	<i>Pomacentrus vaiuli</i>		○	
69	<i>Bodianus</i> sp.		○	
70	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		
71	<i>Coris gaimard</i>		○	
72	<i>Gomphosus varius</i>		○	
73	<i>Halichoeres chrysus</i>		○	
74	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
75	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	색동놀래기
76	<i>Thalassoma</i> sp.		○	
77	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
78	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	○		
79	<i>Scarus sordidus</i>	○		
80	<i>Scarus</i> sp.	○		
81	<i>Sphyraena forsteri</i>		○	
82	<i>Sphyraena</i> sp.		○	
83	<i>Parapercis clathrata</i>		○	
84	<i>Plagiotremus laudandus</i>		○	
85	<i>Ptereleotris heteropterus</i>		○	

표 7. 계속

Table 7. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
86	<i>Nemateleotris magnifica</i>		○	
87	<i>Valenciennea strigata</i>		○	
88	<i>Acanthurus thompsoni</i>	○		
89	<i>Ctenochaetus hawaiiensis</i>		○	
90	<i>Ctenochaetus striatus</i>		○	
91	<i>Naso brevirostris</i>	○		큰빨표문쥐치
92	<i>Naso hexacanthus</i>	○		
93	<i>Naso lituratus</i>	○		제주표문쥐치
94	<i>Naso vlamingii</i>	○		
95	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
96	<i>Siganus puellus</i>		○	
97	<i>Melichthys vidua</i>		○	
98	<i>Odonus niger</i>		○	
99	<i>Arothron stellatus</i>		○	꺼끌복

나폴레온피쉬가 약 6마리 관찰되었고, 다양한 종류의 놀래기류 중에서 색동놀래기의 개체수가 가장 많았으며, 귀신놀래기(*Epibulus insidiator*), 노란색을 띠는 *Halichoeres chrysus* 및 청줄청소놀래기도 많은 개체수 관찰되었다. 또한 양쥐돔류는 *Acanthurus* 속이 3종, 40~50cm의 대형급 쥐돔류(*Naso* spp.)속의 표문쥐치류가 5종으로 총 8종이 확인되었으며 산호초 위에는 양동머리류인 *Parapercis clathrata*가 관찰되었다. 조류의 흐름이 비교적 빠른 곳으로 직벽 아래의 생물상은 Blue corner와 유사한 곳이라 할 수 있다.

정점 7

정점 7은 팔라우 서쪽에 위치한 channel로서 울롱 채널(Ullong channel)이란 이름

표 8. 팔라우 해역 정점 6에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 8. List of fish species observed at St. 6 in Palau (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Triaenodon obesus</i>		○	
2	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		○	
3	<i>Aetobatus narinari</i>		○	
4	<i>Myripristis adusta</i>	○		
5	<i>Myripristis</i> sp.	○		
6	<i>Sargocentron caudimaculatum</i>		○	
7	<i>Sargocentron spiniferum</i>		○	
8	<i>Aulostomus chinensis</i>		○	
9	<i>Pseudanthias huchti</i>		○	
10	<i>Pseudanthias</i> sp.		○	
11	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
12	<i>Cephalopholis leopardus</i>	○		
13	<i>Cephalopholis urodeta</i>	○		
14	<i>Epinephelus</i> sp.	○		
15	<i>Gracila albomarginata</i>	○		
16	<i>Plectropomus leopardus</i>	○		
17	<i>Variola</i> sp.	○		
18	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>		○	
19	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○	
20	<i>Paracirrhites forsteri</i>		○	
21	<i>Caranx melamygus</i>	○		
22	<i>Caranx sexfasciatus</i>	○		줄전갱이
23	<i>Elagatis bipinnulatus</i>	○		참치방어
24	<i>Aphareus furca</i>	○		
25	<i>Macolor macularis</i>	○		
26	<i>Lutjanus gibbus</i>	○		
27	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		
28	<i>Lutjanus</i> sp.	○		

표 8. 계속

Table 8. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
29	<i>Caesio teres</i>		○	
30	<i>Caesio</i> sp.		○	
31	<i>Plectorhinchus goldmanni</i>		○	
32	<i>Scolopsis</i> sp.		○	
33	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
34	<i>Lethrinus olivaceus</i>	○		
35	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	○		오점촉수
36	<i>Parupeneus</i> sp.		○	
37	<i>Chaetodon citrinellus</i>		○	
38	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
39	<i>Chaetodon melannotus</i>		○	
40	<i>Chaetodon meyeri</i>		○	
41	<i>Chaetodon octofasciatus</i>		○	
42	<i>Chaetodon ulietensis</i>		○	
43	<i>Forcipiger</i> sp.		○	
44	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	
45	<i>Heniochus varius</i>		○	
46	<i>Apolemichthys trimaculatus</i>		○	
47	<i>Centropyge bicolor</i>		○	
48	<i>Centropyge tibicen</i>		○	
49	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
50	<i>Pomacanthus xanthometapon</i>		○	
51	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>		○	
52	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
53	<i>Amphiprion perioderaion</i>		○	
54	<i>Chromis analis</i>		○	노랑자리돔
55	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
56	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		○	셋별돔
57	<i>Dascyllus reticulatus</i>		○	

표 8. 계속

Table 8. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
58	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	
59	<i>Pomacentrus coelestis</i>		○	파랑돔
60	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>		○	
61	<i>Pomacentrus vaiuli</i>		○	
62	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
63	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		
64	<i>Epibulus insidiator</i>		○	
65	<i>Gomphosus varius</i>		○	
66	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
67	<i>Halichoeres chrysus</i>		○	
68	<i>Halichoeres</i> sp.		○	
69	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	
70	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소늘래기
71	<i>Bolbometopon muricatum</i>	○		
72	<i>Scarus</i> sp.	○		
73	<i>Sphyraena</i> sp.		○	
74	<i>Parapercis clathrata</i>		○	
75	<i>Acanthurus blochii</i>	○		
76	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
77	<i>Acanthurus thompsoni</i>	○		
78	<i>Naso brevirostris</i>	○		큰빨표문쥐치
79	<i>Naso hexacanthus</i>	○		
80	<i>Naso unicornis</i>	○		표문쥐치
81	<i>Naso vlamingii</i>	○		
82	<i>Naso lituratus</i>	○		제주표문쥐치
83	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔
84	<i>Balistoides conspicillum</i>		○	파랑쥐치
85	<i>Balistoides viridescens</i>		○	
86	<i>Melichthys vidua</i>		○	

표 8. 계속

Table 8. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
87	<i>Odonus niger</i>		○	날개쥐치
88	<i>Sufflamen bursa</i>		○	
89	<i>Alutera scriptus</i>		○	
90	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>		○	

이 붙어 있다. 이곳은 봄(4~5월: 바리류 채포금지기간)이면 대형 바리류(grouper)들이 모여와 산란을 하는 곳으로 유명한 곳이다. 조류의 흐름에 따라 투명도가 변하는 곳으로 조사 시는 간조 투명도가 낮았다. 이곳은 다른 정점들의 지형과 달리 채널 형태로 채널 양쪽으로는 가파른 경사를 따라서 경산호, 연산호 및 부채산호들이 많이 서식한다. 수심은 15~18m 가량이고 바닥은 주로 모래로 이루어져 있다.

총 90종의 어류가 확인되었는데, 모래 구멍에는 몸통에 검은 점이 특징인 숨이장어(Spotted garden eel, *Heteroconger hassi*)가 서식하고 있었다. 수직 절벽 가까이에서 전갱이류(*Caranx sexfasciatus*, 화보 I-5)가, 그 아래 수심에는 통돮류(*Macolor macularis*, *Lutjanus* spp.)가 많은 개체씩 무리를 지었다(표 9). 채널 양쪽으로 발달한 산호초에는 조그만 굴마다 열게돮류가 자리 잡고 살고 있었으며 많은 개체수의 소형 쥐돮, 천사고기, 자리돮류, 비늘돮류 등이 서식하고 있었다. 채널의 서쪽 입구에는 조류가 세어지는 곳으로 큰눈전갱이 떼(*Caranx sexfasciatus*)와 통돮류, 쥐돮떼 등 다양한 어종들이 모여 있었다.

산호초 틈 사이에는 40~50cm 크기의 대형 바리류(*Epinephelus polyphekadion*)가 관찰 되었고, 나뭇가지 형태의 경산호에는 노랑자리돮(*Chromis analis*)과 셋별돮류인 *Dascyllus reticulatus*가 은신하고 있었다. 바닥 가까이에는 전장 24~28cm의 홍옥치가 약 300마리 무리를 지었고, 11종의 다양한 나비고기류가 관찰되었다.

전장 25~35cm의 큰빨표문쥐치(*Naso brevirostris*)가 약 100마리 관찰되었고, 모래 바닥에는 Whitetip shark(*Triaenodon obesus*)가 중층에서는 Grey reef shark (*Carcharhinus amblyrhynchos*)가 확인되었다.

표 9. 팔라우 해역 정점 7에서 관찰된 어류 목록(2005년 10월)

Table 9. List of fish species observed at St. 7 in Palau (October 2005)

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
1	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		○	
2	<i>Aetobatis narinari</i>		○	
3	<i>Heteroconger hassi</i>		○	
4	<i>Myripristis adusta</i>	○		
5	<i>Myripristis</i> sp.	○		
6	<i>Neoniphon</i> sp.		○	
7	<i>Fistularia commersonii</i>		○	홍대치
8	<i>Cephalopholis argus</i>	○		
9	<i>Cephalopholis leopardus</i>	○		
10	<i>Paracirrhites arcatus</i>		○	
11	<i>Paracirrhites hemistictus</i>		○	
12	<i>Priacanthus hamrur</i>		○	홍옥치
13	<i>Carangoides orthogarmmus</i>	○		노랑점무늬유전갱이
14	<i>Caranx sexfasciatus</i>	○		줄전갱이
15	<i>Caranx melamygus</i>	○		
16	<i>Aphareus furca</i>	○		
17	<i>Macolor macularis</i>	○		
18	<i>Lutjanus bohar</i>	○		
19	<i>Lutjanus semicinctus</i>	○		
20	<i>Lutjanus monostigmus</i>	○		무늬통돔
21	<i>Caesio teres</i>		○	
22	<i>Caesio</i> sp.		○	
23	<i>Plectorhinchus gaterinoides</i>		○	
24	<i>Scolopis bilineatus</i>		○	
25	<i>Scolopis</i> sp.		○	
26	<i>Monotaxis grandoculus</i>	○		
27	<i>Parupeneus barberinus</i>		○	

표 9. 계속

Table 9. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
28	<i>Parupeneus multifasciatus</i>		○	오점촉수
29	<i>Chaetodon ephippium</i>		○	
30	<i>Chaetodon kleinii</i>		○	
31	<i>Chaetodon lunula</i>		○	를나비고기
32	<i>Chaetodon melannotus</i>		○	
33	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>		○	
34	<i>Chaetodon reticulatus</i>		○	
35	<i>Chaetodon speculum</i>		○	
36	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		○	
37	<i>Forcipiger longirostris</i>		○	
38	<i>Heniochus chrysostomus</i>		○	돛대돔
39	<i>Heniochus varius</i>		○	
40	<i>Centropyge bicolor</i>		○	
41	<i>Centropyge tibicen</i>		○	
42	<i>Pygoplites diacanthus</i>		○	
43	<i>Pomacanthus xanthometapon</i>		○	
44	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>		○	
45	<i>Pomacanthus imperator</i>		○	황제천사고기
46	<i>Amphiprion chrysopterus</i>		○	
47	<i>Amphiprion perioderaion</i>		○	
48	<i>Chromis analis</i>		○	노랑자리돔
49	<i>Chromis margaritifer</i>		○	
50	<i>Chromis</i> sp.		○	
51	<i>Dascyllus reticulatus</i>		○	
52	<i>Abudefduf</i> sp.		○	
53	<i>Chrysiptera oxycephala</i>		○	
54	<i>Pomacentrus vaiuli</i>		○	
55	<i>Stegastes</i> sp.		○	

표 9. 계속

Table 9. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
56	<i>Cheilinus</i> sp.		○	
57	<i>Cheilinus fasciatus</i>		○	
58	<i>Cheilinus unifasciatus</i>		○	
59	<i>Gomphosus varius</i>		○	
60	<i>Halichoeres hortulanus</i>		○	
61	<i>Halichoeres chrysus</i>		○	
62	<i>Halichoeres melanurus</i>		○	
63	<i>Hemigymnus fasciatus</i>		○	
64	<i>Hemigymnus melapterus</i>		○	
65	<i>Thalassoma amblycephalum</i>		○	색동놀래기
66	<i>Thalassoma hardwickii</i>		○	
67	<i>Thalassoma lutescens</i>		○	
68	<i>Labroides dimidiatus</i>		○	청줄청소놀래기
69	<i>Cetoscarus</i> sp.		○	
70	<i>Scarus ghobban</i>	○		
71	<i>Scarus oviceps</i>	○		
72	<i>Parapercis clathrata</i>		○	
73	<i>Ptereleotris evides</i>		○	
74	<i>Ptereleotris</i> sp.		○	
75	<i>Eviota</i> sp.		○	
76	<i>Acanthurus nigricans</i>	○		
77	<i>Acanthurus leucopareius</i>	○		
78	<i>Zebrasoma scopas</i>		○	
79	<i>Naso brevirostris</i>	○		큰빨표문쥐치
80	<i>Naso lituratus</i>	○		제주표문쥐치
81	<i>Naso hexacanthus</i>	○		
82	<i>Naso vlamingii</i>	○		
83	<i>Zanclus cornutus</i>		○	깃대돔

표 9. 계속

Table 9. Continued

No.	Species	Commercial		Remarks
		Fisheries	Aquarium	
84	<i>Siganus puellus</i>		○	파랑쥐치
85	<i>Balistoides conspicillum</i>		○	
86	<i>Balistapus undulatus</i>		○	
87	<i>Melichthys vidua</i>		○	
88	<i>Canthigaster valentini</i>		○	
89	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	○		
90	<i>Triaenodon obesus</i>		○	

3) 수산 어종

각 정점에서 30~40분에 걸쳐 다이빙 조사 시 육안으로 확인된 대표적인 수산 어종의 크기와 그 특징들은 다음과 같이 정리되었다.

정점 1

얕은 수심에는 상어류가 관찰되었고, 그 아래 수심의 직벽 근처에는 무늬통돔 (*Lutjanus monostigmus*)을 비롯한 여러 종류의 통돔류가 조사되었다. 전장 범위는 25~45cm 범위로서 *L. fulvus*가 개체수는 가장 적었고 나머지 종들은 200마리 이상 많은 개체수들이 조사되었다(표 10).

갈돔류인 *Monotaxis grandoculus*는 전장이 20~28cm 가량 되었고 10마리 정도로 적은 개체수가 출현하였다. 수직 직벽 근처에는 수천마리의 무리를 짓는 빅아이 트레발리(*Caranx sexfasciatus*)와 10개체 미만의 블루핀트레발리(*Caranx melampygus*)가 출현하였으며 전장은 25~45cm 범위였다. 그 외의 2종류의 바리류들은 산호초나 돌 틈 사이에서 적은 개체수가 조사되었고 전장 30~40cm의 양쥐돔류인 *Naso vlamingii*는 약 100마리 출현하였다.

표 10. 얍 해역 정점 1에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)

Table 10. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 1 in Yap (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	30~35	2	
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	15	2	
<i>Caranx melampygus</i>	전갱이류	30~45	6	블루핀트레발리
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	25~40	2000 ↑	빅아이트레발리
<i>Macolor maculatus</i>	통돔류	40~45	200 ↑	
<i>Lutjanus bohar</i>	"	40~50	300	
<i>Lutjanus fulvus</i>	"	25~30	10	
<i>Lutjanus monostigmus</i>	무늬통돔	25~35	300	
<i>Monotaxis grandoculus</i>	갈돔류	20~28	10	
<i>Naso vlamingii</i>	양쥐돔류	30~40	100	

정점 2

이 정점에서 수산어종으로서 가장 많은 개체수가 확인된 어류는 통돔류로서 모두 300마리 가량 출현하였으나, 그 외의 다른 종들은 적은 개체수가 확인되었다. 표층 근처의 체반장 1.5~2.5m의 대왕쥐가오리(*Manta birostris*, 화보 I-1)가 4마리 출현한 것이 다른 정점과 비교해서 가장 특징적이었다(표 11).

트레발리류는 정점 1의 수천마리의 무리에 비해서는 소수의 개체들만 관찰되었고, 산호 틈 속이나 돌 틈 속에는 전장 15~25cm 크기의 열계돔류(*Myripristis* spp.)들이 수십 마리와 크고 작은 바리류가 소수의 개체 조사되었다. 바리류 중에서 대형 *Epinephelus polyphkadion*는 약 전장 50cm이었고, 모래 바닥에는 28~33cm 크기의 큰 촉수류가 조사되었다. 놀래기류 중에서는 45cm 크기의 나폴레온피쉬가 1마리 조사되었고, 파랑비늘돔류 중에서 전장 45~50cm인 *Bolbometopon muricatum*는 3마리가 확인되었다.

표 11. Yap 해역 정점 2에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)

Table 11. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 2 in Yap (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Manta birostris</i>	가오리류	150~250	4	Giant Manta
<i>Myripristis adusta</i>	얼게돔류	15~25	35	
<i>Myripristis berndti</i>	"	15~22	15	
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	20~35	5	
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	13~18	4	
<i>Epinephelus polyphkadion</i>	"	50	1	
<i>Caranx melamgygus</i>	전갱이류	18~35	9	블루핀트레발리
<i>Caranx</i> spp.	"	25~33	30	
<i>Lutjanus</i> spp.	통돔류	25~28	300	
<i>Lethrinus</i> sp.	갈돔류	45	1	
<i>Parupeneus barberinus</i>	촉수류	28~33	6	
<i>Cheilinus undulatus</i>	놀래기류	45	1	나폴레온피쉬
<i>Bolbometopon muricatum</i>	파랑비늘돔류	45~50	3	
<i>Scarus niger</i>	"	25	1	
<i>Scarus</i> spp.	"	25~35	20	

정점 3

이 정점은 정점들 중에서 가장 많은 종수가 조사되었으며, 직벽 근처에는 30~50cm의 대형 블루핀트레발리가 약 35마리 출현하였다. 3종류의 통돔류가 가장 많은 개체수를 나타내었으며, 45~50cm의 대형 *Lutjanus bohar*는 4마리로 가장 적었고 다른 *Lutjanus fulvus*와 *Lutjanus gibbus*는 25~30cm의 전장 범위로서 200~300마리 가량 많은 수가 조사되었다(표 12).

다른 정점과 마찬가지로 산호사이나 틈에는 크고 작은 바리류가 조사되었고, 25~30cm의 파랑비늘돔류는 약 30마리 출현하였다. 바닥에는 가오리류(*Himantura granulota*, 화보 I-2)가 종종 관찰되었다.

표 12. 얍 해역 정점 3에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)

Table 12. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 3 in Yap (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Triaenodon obesus</i>	상어류	65	1	
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	15~40	12	
<i>Cephalopholis urodeta</i>	"	15~20	6	
<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i>	"	50	1	
<i>Carangoides plagiotaenia</i>	전갱이류	50	1	
<i>Caranx melamgygus</i>	"	30~50	35	블루핀트레발리
<i>Elagatis bipinnulatus</i>	참치방어	35~40	12	
<i>Lutjanus bohar</i>	통돔류	45~50	4	
<i>Lutjanus fulvus</i>	"	25~30	300	
<i>Lutjanus gibbus</i>	"	25~30	200	
<i>Parupeneus multifasciatus</i>	촉수류	15~20	2	
<i>Cheilinus undulatus</i>	놀래기류	45~50	2	나폴레온피쉬
<i>Himantura granulota</i>	가오리류	40	1	
<i>Scarus spp.</i>	파랑비늘돔류	25~30	30	

정점 4

이 정점은 가장 적은 총 62종의 어종이 출현하였고, 전반적으로 전장이 작았고 수산 어종의 개체수도 다른 정점들에 비해 적었다. 가장 많은 개체수의 어종은 얼게돔류로서 18~25cm의 작은 크기가 약 100마리 이상 관찰되었다. 그러나 여러 종류의 바리류들을 비롯한 다른 어종들은 10개체 이하로 조사되었다. 바리류 중에서 *Plectropomus* sp.와 *Variola louti*는 전장이 45~50cm 크기의 대형어였다(표 13).

또한, 20~25cm 크기의 얼게돔류(*Myripristis adusta*), 전장 20~28cm 범위의 파랑비늘돔류들은 약 12마리 관찰되었고, 25~30cm 크기의 양쥐돔류 중에서는 *Naso vlamingii*는 약 10마리 조사되었다.

표 13. 압 해역 정점 4에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)

Table 13. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 4 in Yap (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Myripristis adusta</i>	얼게돔류	20~25	100	
<i>Myripristis berndti</i>	"	18~22	20	
<i>Cephalopholis argus</i>	바리류	15~35	8	
<i>Plectropomus</i> sp.	"	45	1	
<i>Variola louti</i>	"	50	1	
<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	"	30~45	2	
<i>Scarus</i> spp.	파랑비늘돔류	20~28	12	
<i>Naso vlamingii</i>	표문쥐치류	25~30	10	

정점 5

정점 5에서는 가장 많은 99종의 어류가 조사되었는데, 중층에는 전장 35~70cm 가량의 대형 나폴레옹피쉬(*Cheilinus undulatus*)가 관찰되었다. 수직 직벽 근처에는 50cm 크기의 대형 블루핀트레발리(*Caranx melamygus*) 수 백 마리가 유명하였고, 조사된 총 7종의 바리류 중에서 수산어종으로는 전장 45~50cm의 *Epinephelus maculatus*, *Plectropomus laevis* 및 *Variola louti*가 한두 마리씩 소수로 관찰되었다(표 14).

특히 압의 정점에 비해 표문쥐치류(*Naso* spp.)의 개체수가 많은 것이 특징이었는데, 전장 35~50cm 범위의 대형어들이 100~200마리가량 조사되었다.

정점 6

이 정점에서는 총 90종의 어류가 조사되었으며, 특히 다른 정점에 비해 상어류의 개체수가 많은 특징이 있었다. 전장 100~120cm 크기의 Whitetip shark (*Triaenodon obesus*) 5마리가 관찰되었다. 다른 정점과 유사하게, 전장 35~40cm의

표 14. 팔라우 해역 정점 5에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)

Table 14. Number of individuals and total length of commercial fish species at St. 5 in Palau (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Epinephelus maculatus</i>	바리류	45	2	
<i>Plectropomus laevis</i>	"	50	1	
<i>Variola louti</i>	"	50	1	
<i>Caranx melamygus</i>	전갱이류	50	100	
<i>Elagatis bipinnulatus</i>	참치방어	40~45	15	
<i>Plectorhinchus goldmanni</i>	하스돔류	40	1	
<i>Lethrinus</i> sp.	갈돔류	40~45	2	
<i>Cheilinus undulatus</i>	놀래기류	35~70	5	
<i>Scarus microrhinos</i>	파랑비늘돔류	35	2	
<i>Scarus</i> sp.	"	30~35	20	
<i>Naso brevirostris</i>	표문쥐치류	35~45	100	
<i>Naso vlamingii</i>	"	35~40	100	
<i>Naso hexacanthus</i>	"	45~50	200	

바리류들이 한 마리씩 적게 확인되었다. 35~40cm 크기의 트레발리류들은 중층을 무리를 지어 빠르게 유영하였다(표 15).

또한 개체수가 적은 통돔류, 하스돔류 및 갈돔류들이 조사되었으며, 정점 4와 같이 전장 28~45cm 크기의 표문쥐치류(*Naso* spp.)들이 수 백 마리씩 관찰되어 유사한 경향을 나타내었다.

정점 7

이 정점에서는 정점 6과 같이 90종의 어류가 조사되었으며, 열게돔류의 개체수가 많고 홍옥치(*Priacanthus hamrur*, 화보 I-6)를 관찰할 수 있었다. 전장 20~28cm 크기의 열게돔류는 편평한 산호 아래나 근처에 수 백 마리씩 관찰되었고, 바닥 근

표 15. 팔라우 해역 정점 6에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)
 Table 15. Number of individuals and total length of commercial fish species at
 St. 6 in Palau (October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Triaenodon obesus</i>	상어류	100~120	5	
<i>Epinephelus</i> sp.	바리류	40	1	
<i>Gracila albomarginata</i>	"	35	1	
<i>Plectropomus leopardus</i>	"	40	1	
<i>Caranx melamygus</i>	전갱이류	35~45	4	
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	35~40	1000	
<i>Lutjanus gibbus</i>	통돔류	30	1	
<i>Plectorhinchus goldmanni</i>	하스돔류	45	2	
<i>Lethrinus olivaceus</i>	갈돔류	45	1	
<i>Cheilinus undulatus</i>	놀래기류	40~45	6	
<i>Scarus</i> sp.	파랑비늘돔류	30~35	50	
<i>Naso unicornis</i>	표문쥐치류	30~35	200	
<i>Naso vlamingii</i>	"	28~35	300	
<i>Naso hexacanthus</i>	"	40~45	200	

처에서는 전장 24~28cm급의 홍옥치가 수 백 마리 무리를 지었다(표 16).

또한 33~38cm 크기의 줄전갱이(*Caranx sexfasciatus*)가 약 1,000마리 이상 관찰되었고, 25~35cm의 표문쥐치류(*Naso brevirostris*)도 100마리 가량 출현하였다.

4) 정점별 유사성 및 어자원 특성

이번 조사된 압 주에서는 156종, 팔라우 165종으로 총 235종이었으며 마이크로네시아의 다른 주와 압주만 비교한다면 압주의 156종은 축주의 222종, 코스레주의 196종에 비하면 비교적 적은 어종이 확인되었다. 이는 압주의 환초가 비교적 단순한 지형적 특성에도 기인하지만 적은 조사 횟수와 한정된 정점 수에도 영향을 받은

표 16. 팔라우 해역 정점 7에서 관찰된 주요 수산 어종의 개체수와 크기(2005년 10월)
 Table 16. Number of individuals and total length of commercial fish species at
 St. 7 in Yap(October 2005)

Scientific name	Korean name	TL (cm)	No.	Remarks
<i>Triaenodon obesus</i>	상어류	120	1	
<i>Myripristis adusta</i>	얼개돔류	22~28	500	
<i>Myripristis</i> sp.	"	20~25	500	
<i>Priacanthus hamrur</i>	홍옥치	24~28	300 ↑	
<i>Carangoides orthogarmmus</i>	전갱이류	35~38	2	
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	33~38	1000 ↑	
<i>Cetoscarus</i> sp.	파랑비늘돔류	30~35	15	
<i>Scarus ghobban</i>	"	35~38	4	
<i>Naso brevirostris</i>	표문쥐치류	25~35	100	

것으로 판단되어 단순 비교에 의한 결론을 짓는 것은 무리가 있다고 판단되었다(표 17).

얕 연안은 서식 환경으로 보아 크게 동서로 구분되는데 동편 연안은 수심이 15~16m 로 경사가 완만하고 북쪽의 대왕쥐가오리(만타)가 출몰하는 channel을 제외하면 남북으로는 유사한 환경을 가지고 있다. 서편 연안은 북쪽에 동편과 통하는 Channel이 있으며 그 남쪽으로 일직선으로 발달한 직벽(drop off) 연안에서는 다랑어, 전갱이, 상어 등의 전형적인 산호초 직벽에 서식하는 대형종이 자주 출현하는 연안 특성을 가지고 있었다.

얕과 팔라우의 조사 정점 중 직벽 정점은 atoll의 외곽의 전형적인 drop off형이었으며 대부분 정도의 차이는 있지만 조류가 있는 곳으로 어류상으로 보면 소형 금강바리류, 흰동가리를 비롯하여 쥐돔, 상어, 통돔류, 전갱이류, 바리류, 바라쿠다 등과 같이 대형 수산어종들이 떼를 지어 있는 것을 볼 수 있었다.

반면, 바닥이 모래나 작은 자갈로 깔린 channel은 조석류가 비교적 강하여 직벽 정점에 비하여 탁도가 높은 특징을 보였으며 얕의 1, 2 정점에서는 대형 대왕쥐가오리의 출현이 잦은 곳으로 유명한데 조사 결과 channel 입구 부근에서는 직벽에서

표 17. 압과 팔라우의 조사 정점별 환경 특성과 주요 어종

Table 17. Environmental characteristics and commercial species by stations in Yap and Palau

Station	Topographical type	Commercial species	Remarks
St. 3, 4 in Yap St. 5 in Palau	drop off toward deep water	<i>Cephalophlis</i> spp. <i>Epinephelus</i> spp. <i>Scarus</i> spp. <i>Ctenochaetus</i> spp. <i>Lutjanus</i> spp. <i>Naso</i> spp. <i>Myripristis</i> spp. <i>Caranx</i> spp. <i>Triaenodon</i> spp.	바리류 바리류 파랑비늘돔류 쥐돔류 통돔류 표문쥐치류 얼게돔류 전갱이류 상어류
St. 6 in Yap	flatted terrace and gently slope	<i>Myripristis</i> spp. <i>Scarus</i> spp. <i>Naso</i> spp.	얼게돔류 파랑비늘돔류 표문쥐치류
St. 1, 2 in Yap St. 7 in Palau	channel with sandy bottom	<i>Manta birostris</i> * <i>Lutjanus</i> spp. <i>Macolor</i> spp. <i>Caranx</i> spp. Gobiidae spp.	대왕쥐가오리* 통돔류 통돔류 전갱이류 망둥어류

* Yap (St. 2)

흔히 볼 수 있는 통돔류, 전갱이류, 상어류 등이 확인되었으며 모래바닥에서는 망둑어류, 촉수 등 작은 어종들이 관찰되었다. 특히 팔라우의 울릉채널은 봄철 바리류의 산란기가 되면 많은 수의 어미 바리들이 몰려드는 것으로 알려져 있어 바리류의 산란장으로서의 역할을 하고 있었다.

압에서는 수산업이 매우 소극적으로 이루어지고 있음을 볼 수 있으며 팔라우에서는 스쿠버와 같은 수중관광산업이 매우 활성화되어 있어, 두 곳 모두 어자원이 비교적 잘 보존되어 있다고 판단되었다,

5) 주요 어종

Manta birostris (대왕쥐가오리)

얕이나 팔라우의 channel에서 흔히 만날 수 있는 대형가오리류의 일종으로 이 종은 가오리 주에서는 가장 대형종으로 체폭은 최대 6.7m, 체중은 1.4톤에 이른다. 이 종은 단독생활을 하거나 또는 작은 그룹으로 모여 다니며 lagoon 이나 외해를 향한 channel의 중상층에서 서식한다. 먹이로는 주로 동물성 플랑크톤을 먹으며 소형물고기도 먹는다. 독은 없다.

주로 홍해에서 마이크로네시아를 거쳐 하와이까지 널리 분포한다.

Cheilinus undulatus (나폴레옹피시)

남서태평양의 산호초역에서 만날 수 있는 가장 큰 어종의 하나로 놀래기류에 속한다. 대형종으로 크기는 2.3m, 체중은 190kg에 이른다. 수심 2~60m인 외해에 면한 산호초나 channel 등지에서 단독 생활을 한다. 종종 야간의 휴식을 위하여 자신의 굴집을 가지기도 한다. 갑각류, 불가사리 등 다양한 무척추동물을 먹고 살며 두꺼운 입술과 이빨로 성게나 고등류를 깨어 먹기도 한다. 자연 상태에서는 다가가기 힘들지만 해양공원과 같이 창질이 금지된 해역에서는 사람과 가까이 지내기도 한다.

맛이 좋아 남서태평양이나 홍콩 등지의 어시장이나 식당에서 고가로 거래되고 있어 자원의 남획이 우려되는 종으로 인도네시아 등지에서는 현재 양식 실험이 이루어지고 있는 종이기도 하다.

Naso spp. (쥐돔류)

얕과 팔라우의 대부분의 정점에서 관찰된 수산 어종으로 쥐돔과(Family Acanthuridae) 어류를 들 수 있으며 대부분 쥐돔속(Genus *Naso*)에 속하는 종들이 우세하다. 영어권에서는 surgeonfish 또는 uniconfish란 일반명으로 불리 운다. 이 무리는 일반적으로 타원형의 측편한 몸에 비늘이 없는 까칠까칠한 피부를 갖고 있으며 꼬리자루에 한 쌍 또는 그 이상의 수평의 날카로운 칼 모양 돌기를 가진 것이 특징이다. 얕과 팔라우에서는 표문쥐치류인 *Naso brevirostris*, *N. vlamingii*, *Naso hexacanthus* 등이 많이 출현하며 이외 *Zebrasoma scopas*, *Ctenocheilus* spp. 등이 출현한다. *N. vlamingii*는 마이크로네시아 전해역에서 출현하는 고급 쥐돔류로 일본 남부에서 호주연안의 대보초(Great Barrier Reef)까지 널리 분포하는 종으로 다른 쥐돔류와 달리 전두부가 빨처럼 길게 돌출되지 않는 것이 외형적 특징이다.

Scarus spp. (파랑비늘돔류)

파랑비늘돔류(Family Scaridae)는 남서태평양 해역에 서식하는 고급어종으로 가장 종류가 많으며 자원도 풍부한 어종이다. 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 압과 팔라우에서는 *Scarus microrhinos*, *Scarus ghobban*, *Scarus niger*, *Bolbometopon muricatum* 외에 수종이 출현하고 있다. 파랑비늘돔과 유사한 무리 중에는 놀래기류가 있다. 놀래기류 중 중요한 어종은 나폴레옹피시(*Cheilinus undulatus*)로 1m 이상 성장하는 최고급 어종이다.

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.

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 연안에서 수심 200m에 이르기까지 널리 분포하는 그룹이고 모두 갑각류나 어류를 먹고사는 육식성어류이다.

마이크로네시아 해역에 서식하는 바리아과는 *Plectropomus*, *Saloptia*, *Variola*, *Cephalopholis*, *Gracila*, *Epinephelus* 등 9개속을 포함하고 있는데, 압과 팔라우 해역에서는 *Epinephelus polyphekadion*, *E. maculatus*, *Plectropomus laevis*, *Variola louti* 등이 많이 분포하고 있다.

돔류

통돔과(Family Lutjanidae)는 일반적으로 snapper(돔)라 불리우는 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 압과 팔라우에는 무늬통돔(*Lutjanus monostigmus*)을 비롯하여 *L. fulvus*, *L. bohar*, *Lutjanus gibbus* 등이 분포한다.

이외 갈돔류인 *Monotaxis grandoculus*, 열계돔류(*Myripristis* spp.) 등이 중요한 수산어류로 많이 분포하고 있다.

나. 대형무척추동물 자원

주요 무척추동물자원 생물 분포에 관한 조사는 해역에 설치한 50m 조사정선(화보 II-1)을 기준으로 잠수부가 관찰 가능한 10 m 반경 내에서 조사가 실시되었다. 이와 별도로 게이블카메라(화보 II-2)로 촬영한 영상을 보조자료로 하여 수심별 출현 양상과 함께 출현 지역의 서식처 특성을 조사하였다.

기존 남태평양의 주요 섬에서 이루어진 무척추동물자원 조사의 경우 연체동물 복족류인 *Trochus niloticus*,(화보 II-3) 이매패류인 *Tridacna maxima*, 극피동물 해삼류인 *Bohadschia graeffei* 등에 대해 조사가 이루어져 왔다(KORDI, 2004). 그러나 이번 조사의 경우 *Tridacna maxima*와 *Bohadschia graeffei*의 출현을 전혀 파악할 수 없었으며, 기존 조사 대상종인 *Trochus niloticus* 외에 해삼류인 *Thelenota ananas*(화보 II-4)와 갑각류인 *Panulirus versicolor*(화보 II-5)를 추가하여 기록하였다. 현장에서 촬영된 영상자료 중 다이버에 의해 수집된 자료를 대상으로 생물 동정을 실시하였으며, 명확한 동정이 어려운 종은 code를 붙여 다른 종임을 표시하였다.

1). 종조성

조사기간 동안 정량분석을 실시한 7개 정점에서 출현한 대형무척추동물은 총 7개 동물문 63종이었다(표 18). 분류군별로 보면 차포동물이 43종으로 가장 많이 출현하였으며, 히드로충강에 속하는 *Millepora* sp., *Plumularia* sp. 2종을 제외하면 모두 산호충강에 속하였다. 다음으로 해삼류인 *Thelenota ananas* 등 극피동물 6종, 해변동물 5종, 복족류인 *Trochus niloticus* 등 연체동물 4종, 절지동물 갑각류를 비롯한 기타 동물류에서 5종이 출현하였다. 이러한 출현 종수는 코스레(KORDI, 2004)에서 조사된 68종과 비교하여 거의 비슷한 수준이며, 우점분류군인 산호류의 경우에서도 41종으로 비슷한 양상을 보였다.

표 18. Yap 산호초에서 조사된 초대형저서무척추동물 목록

Table 18. List of macrobenthos collected on coral reefs in Yap

Taxon and species	Station						
	1	2	3	4	5	6	7
PORIFERA							
<i>Paratetilla lipotriaenosa</i>	+			+			
<i>Acnathella cavernosa</i>					+		
<i>Haliclona</i> sp.	+		+				
<i>Hippospongia metachromia</i>					+		
<i>Dysidea</i> sp.		+		+			
CNIDARIA							
<i>Goniopora</i> sp.1	+		+	+	+	+	+
<i>Goniopora</i> sp.2		+	+	+	+	+	+
<i>Clavularia</i> sp.	+	+		+		+	+
<i>Diploastrea heliopora</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Porites lobata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Turbinaria reniformis</i>	+		+	+	+	+	+
<i>Lobophyllia hemprichii</i>	+						
<i>Galaxea fascicularis</i>	+	+		+	+		
<i>Lobophyllia</i> sp.	+					+	
<i>Leptoria phrygia</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Favites</i> sp.1	+			+	+		+
<i>Favites</i> sp.2		+	+	+			+
<i>Stylophora</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Psammocora</i> sp.	+			+		+	
<i>Pocillopora meandrina</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tubastrea micrantha</i>					+		+
<i>Pavona</i> sp.1	+		+	+	+		
<i>Pavona</i> sp.2		+	+	+	+	+	+
<i>Merulina</i> sp.	+					+	+
<i>Pachyseris speciosa</i>	+		+	+	+	+	
<i>Siderastrea</i> sp.	+	+					+
<i>Porites lutea</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Porites cylindrica</i>	+			+			

표 18. 계속

Table 18. Continued

Taxon and species	Station						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Fungia paumotensis</i>	+		+	+	+	+	
<i>Pocillopora</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Montipora</i> sp.			+				
<i>Acropora</i> sp.1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acropora</i> sp.2		+	+	+	+	+	+
<i>Acropora</i> sp.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acropora</i> sp.4	+			+	+		+
<i>Galaxea</i> sp.			+				
<i>Heteractis</i> sp.	+						
<i>Tubipora musica</i>	+	+	+				
<i>Dendronephthya</i> sp.1		+			+		
<i>Dendronephthya</i> sp.2					+		
<i>Sarcophyton</i> sp.1			+		+	+	+
<i>Sarcophyton</i> sp.2	+		+				
<i>Sarcophyton</i> sp.3	+		+				
<i>Heliopora</i> sp.	+			+			+
<i>Rumphella</i> sp.	+		+				
<i>Junceella</i> sp.					+		
Hydrozoa							
<i>Millepora</i> sp.	+		+				+
<i>Plumularia</i> sp.							+
Mollusca							
<i>Trochus niloticus</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Tonna luteostoma</i>	+						
<i>Phyllidia</i> sp.		+					
<i>Tridacna</i> sp.				+			
Arthropoda							
<i>Panulirus versicolor</i>							+

표 18. 계속

Table 18. Continued

Taxon and species	Station						
	1	2	3	4	5	6	7
Polychaeta							
Sabellidae unid.	+		+	+	+		
<i>Spirobranchus giganteus</i>	+					+	+
Echinodermata							
<i>Linckia multifora</i>		+					
<i>Acanthaster planci</i>		+		+	+		
<i>Culcita novaeguineae</i>			+		+		
<i>Comanthina</i> sp.		+	+	+	+		+
<i>Thelenota ananas</i>		+		+	+	+	
<i>Actinopyga</i> sp.							+
Chordata							
<i>Rhopalaea</i> sp.		+					
<i>Polycarpa aurata</i>			+	+		+	+
Total number of species	36	25	31	32	31	25	30

각 정점별로는 20-33종 범위로 Maap 섬 북동쪽에 위치한 정점 1에서 가장 높고, Fanif 섬 남서쪽에 위치한 정점 6에서 가장 낮았다. 전 조사정점에서 출현한 종은 총 10종으로 모두 산호류였으며, Acropodidae과 3종(*Acropora* sp.1, *Acropora* sp.2, *Acropora* sp.3), Pocilloporidae과 3종(*Stylophora* sp., *Pocillopora meandrina*, *Pocillopora* sp.), Pritidae과 2종(*Porites lobata*, *Porites lutea*), Favidae과 2종(*Diploastrea heliopora*, *Leptoria phrygia*)이다. 우점종인 산호류의 전체적인 분포를 볼 때 압의 남부해변의 경우 북부해역과 비교하여 상대적으로 branch형태로 자라는 산호의 성장이 우세한 것으로 나타났으며, 이러한 해역간의 차이는 태풍 혹은 파도 등의 물리적 영향으로 보여진다. 서식처간의 지형특성이 다른 지역이 많이 포함되었음에도 종 수 측면에서의 큰 차이가 나타나지 않는 것은 아마도 초대형저서동물 위주의 조사가 이루어졌기 때문으로 보인다.

2). 주요 무척추생물자원의 분포

열대해역에서 추정 가능한 대형무척추생물자원으로는 주로 식량자원 혹은 공예품 등 약세사리의 원료로 사용되는 생물들이 포함되며, 이러한 종들로는 *Tridacna* spp. 와 *Trochus niloticus* 등의 대형연체동물과 극피동물 해삼류인 *Bohadschia graeffei*, *Stichopus chlorontus* 등이 대표적이다. 이번 조사의 경우 *Trochus niloticus*, 해삼류인 *Thelenota ananas*와 갑각류인 *Panulirus versicolor*를 대상으로 조사를 실시하였다.

대형 복족류인 *Trochus niloticus*의 경우 패각을 가공하여 고급 단추, 약세사리 등의 원료로 사용되는 고부가가치 생물인 동시에 육질은 식용으로도 사용되는 종으로 열대해역에 위치한 도서국의 주요 자원생물로 알려져 있다. 다이빙에 의해 정량 조사가 이루어진 7개 조사정점에서의 출현양상을 살펴보면 0~26개체/500m² 범위로 수로지역 정점 7을 제외한 모든 조사해역에서 출현하였다(표 19).

표 19. Yap 산호초의 주요 무척추생물자원의 출현 밀도 (개체/500m²)

Table 19. Density of benthic resources on coral reefs in Yap (individuals/500m²)

Species	Station							Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Trochus niloticus</i>	18	26	11	7	2	3	0	10
<i>Thelenota ananas</i>	0	1	0	1	4	2	0	1.1
<i>Panulirus versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	4	0.5

얍에서의 *Trochus niloticus* 출현밀도는 코스레(KORDI, 2003; 2004)에서 조사된 8~12개체/100m²와 비교해서는 상당히 차이를 보이고 있었다. 아마도 이러한 차이는 조사방법에서 기인한 것으로 보이며, 이번 조사의 경우 수심에 대해 50 m의 조사지선을 선정하였기 때문에 수심에 대한 이들 종의 대략적인 분포를 파악하기에는 용이하나 주된 분포 수심이 존재한다면 출현 밀도측면에서는 과소평가될 수 있을

것이다. 조사정점 1~6의 경우 20 m 정도 수심까지는 완만한 경사를 보이는 slope 지대이며, 전혀 출현하지 않은 정점 7의 경우 U자형의 전형적인 channel 지대로 저층 수심은 대략 30 m 정도였다. 수심별 출현양상을 보면 총 출현개체수의 80% 이상이 10~20 m 범위에서 출현하였으며, 20 m 이하 수심에서는 3% 정도로 수심에 따른 분포가 뚜렷한 것으로 나타났다(그림 3). *Trochus niloticus*는 가지형의 산호지대 보(화보 I-6)다는 경사가 완만하고 피복형 형태의 산호가 우점한 곳이나 암반과 암반사이 등 상대적으로 보호된 곳을 선호하는 것으로 보인다. 또한 수심 20 m 이하 경사도가 급해지며 dead coral 지대가 형성되는 곳에서는 거의 출현하지 않는 특징을 보였다. *Trochus niloticus*가 출현하지 않은 정점 7의 경우 깊은 수심과 함께 수로 좌우에 형성된 drop-off 지대의 70° 정도의 경사가 서식에 불리한 조건을 제공하는 것으로 판단된다. 축 해역에서도 경사면이 급한 지역보다는 *Acropora* spp. 등이 우점하고 완만한 경사를 이루는 안정된 곳에서 많이 출현한다고 조사된바 있다 (KORDI, 2004). 한편, 출현한 개체의 체폭을 조사한 결과에 의하면 80-150 mm의 체폭범위를 보이는 것으로 나타났으며, 120~130 mm 범위에 속하는 종이 전체 출현개체수의 24%를 차지하고 있었다(그림 4).

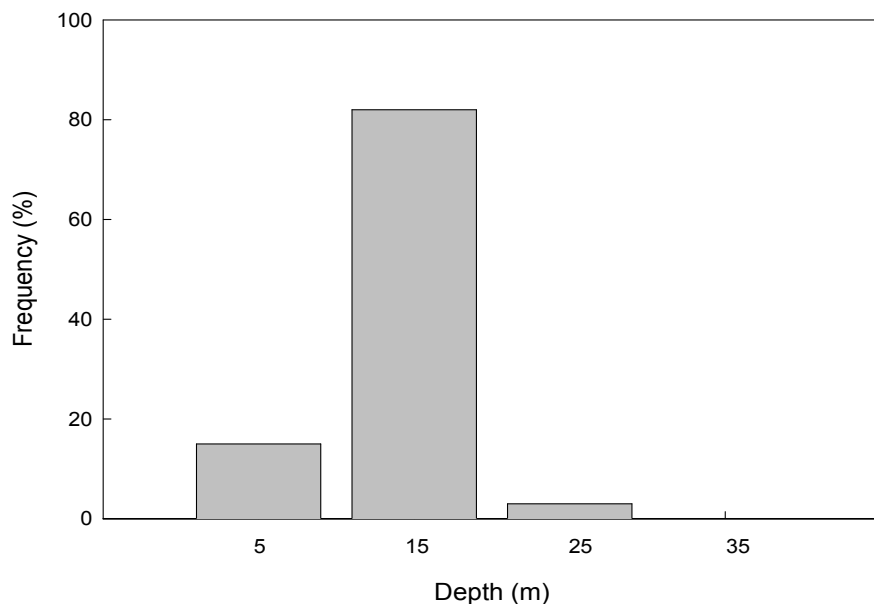


그림 3. 압 해역에서 출현한 *Trochus niloticus*의 수심별 출현 빈도.

Fig. 3. Occurrence frequency of *Trochus niloticus* in Yap depend on depth.

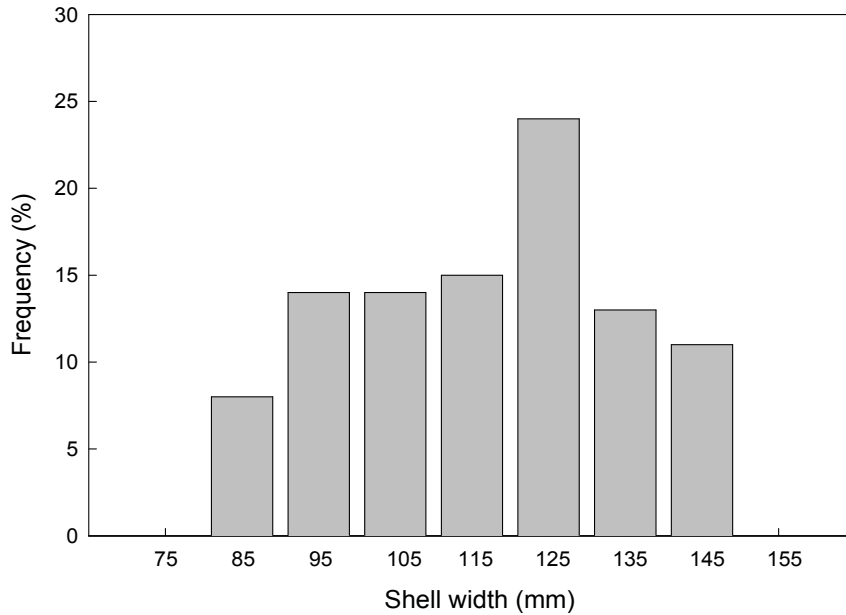


그림 4. 압 산호초에서 출현한 *Trochus niloticus*의 체폭별 출현 빈도.

Fig. 4. Size frequency of *Trochus niloticus* occurred on coral reefs in Yap.

해삼류인 *Thelenota ananas*의 경우 조사 정점에 걸쳐 평균 1.1개체/500m²로 출현하였다(표 19). 주로 수심 25 m 이하에서 출현하는 것으로 나타났으며, 주로 dead coral 지대의 산호사 등 부유물이 퇴적된 곳에서 주로 출현하였다. 따라서 수심에 따른 구배라기보다는 대부분의 조사 정점이 20 m 수심 정도에서부터 dead coral 지대가 대규모로 형성되며, 산호사 등의 퇴적층이 나타나 퇴적물 식자(deposit feeder)인 해삼의 서식에 원활한 조건이 형성되기 때문으로 보인다. 조사가 이루어지지 않는 못하였으나, 조간대 지역에 대한 육안적 관찰에 의하면 다수의 해삼이 서식하는 것이 관찰되었다. 따라서 향후 해삼류 등 퇴적물식자에 대한 조사를 위해서는 조간대 및 잘피대로 이루어진 배후 해역에 대한 조사를 병행해야 할 것으로 판단된다.

갑각류인 *Panulirus* spp.는 전 세계적으로 유통되는 고급어종으로 부가가치가 높은 해양생물자원이다. 압 해역에 대한 이번 생물자원 조사에서 출현한 종은 *Panulirus versicolor*로 일부 고급식당가를 중심으로 거래도 이루어지고 있었다. 일반적으로 수심 10 m 내외의 연안 산호초지대에서 출현하는 것으로 알려져 있는데,

slope 지대로 이루어진 정점에서는 전혀 출현하지 않았으며, channel 지대인 정점 7에서만 출현을 보였다(표 19). 총 4개체가 출현하였는데, 수심 10 m 미만 수중절벽의 암초사이에서 출현하였다. 따라서 파도의 영향을 직접적으로 받는 연안 산호초 지대보다는 비교적 안정되고 해수의 흐름이 원활한 곳을 선호하는 것으로 판단된다. 따라서 향후 *Panulirus versicolor* 등 갑새우류에 대한 자원조사의 경우 서식처의 특성을 고려한 연구가 필요할 것으로 보인다.

위에서 언급된 종들의 경우 개체를 직접 활용함으로써 유용성을 얻는 전통적인 의미에서의 자원생물이며, 최근 열대 산호초지대에 서식하는 많은 무척추생물에서부터 기원한 생리활성물질에 대한 연구 및 산업화가 이루어지고 있어 이러한 무척추생물자원을 발굴하는 일들이 진행되어야 할 것으로 보인다. *Sylorella* sp.를 비롯한 많은 산호류들이 박테리아 성장을 저해하는 항균성물질을 분비하는 것으로 알려져 있으며, 불가사리류인 *Acanthaster planci*와 해면류에서도 고농도의 생리활성물질이 발견되고 있다. 따라서 향후 얇과 같은 열대해역이 생명공학부분을 선도하고 있는 우리나라의 물질소재은행으로서 중요한 역할을 수행할 것으로 보이며, 이러한 차원에서 생물종 목록(inventory) 및 생태적 특성에 관한 연구기록이 보강되어야 할 것으로 생각된다.

3). 서식처특성

각 조사지점에서 출현하는 산호류와 일부 우점종의 피도를 조사해 본 결과 Acroporidae과에 속하는 종의 피도가 평균 23.5%로 가장 높은 것으로 나타났다(표 20). 다음으로는 Poritidae과 20.9%, Faviidae과 10.3% 순 이었다. 이러한 우점종의 피도를 수심별로 보면 전체 피도와는 차이를 보인다. 수심 10 m와 15 m에서는 지역에 따라 다소 차이는 있으나 대략 Acroporidae과의 피도가 가장 우점하였으며, 수심 20 m와 25 m에서는 Poritidae과의 피도가 더 높은 것으로 나타났다. 가장 우점하는 Acroporidae과의 경우도 성장하는 형에 따라 수심 및 지역에 따른 차이가 있는 것으로 나타났다. 10 m 수심대에서는 분지를 형성하는 산호류(type-1)의 피도가 높았으며, 이후 수심대에서는 피복형 산호류(type-2)가 우점하는 것으로 나타났다(그림 5). 이러한 차이는 연안에 미치는 파도 등의 물리적 요인에 의한 것으로 보이며, 파도 혹은 태풍의 영향이 강한 곳에서는 분지형태로 성장하는 Acroporidae의 성장이 불리하기 때문으로 보인다. 한편 팬(fan) 혹은 플레이트(plate) 형태로 자라는 Acroporidae의 경우 정점 7, 정점 17, 정점 18에서 우점적으로 출현하여 해역에

표 20. Yap 산호초에서의 조사정점별 우점부착저서동물의 수심별 피도

Table 20. The percent cover of sessile macrobenthos on coral reef in Yap

Taxon /Family	Station																		Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
10m																			
Acroporidae-1	8	15	9	23	53	10	40	-	-	-	-	5	20	5	0	20	15	60	20.1
Acroporidae-2	4	0	16	5	5	3	0	-	-	-	-	20	10	25	0	30	0	0	8.4
Acroporidae-3	0	0	0	0	0	0	10	-	-	-	-	0	0	0	0	0	40	20	5.0
Pocilloporidae	0	0	0	3	5	8	10	-	-	-	-	10	0	0	10	0	0	10	3.9
Siderastreidae	0	0	0	3	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.2
Agariciidae	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.1
Dendrophylliidae	6	0	0	3	5	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	10	0	0	1.7
Faviidae	20	20	4	20	15	25	0	-	-	-	-	0	0	20	10	0	5	10	10.7
Poritidae	24	45	20	23	5	3	25	-	-	-	-	40	20	10	40	10	15	0	19.9
Alcyoniidae	0	0	0	3	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.2
Octocoral	0	0	0	0	0	5	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.4
Bottom cover (%)	62	80	50	78	88	48	85	-	-	-	-	75	50	60	60	70	75	100	70.0
15m																			
Acroporidae-1	3	15	9	4	28	0	0	-	-	-	-	0	10	5	0	10	0	55	9.9
Acroporidae-2	10	0	21	16	25	0	15	-	-	-	-	30	5	10	0	20	0	10	11.6
Acroporidae-3	0	0	0	0	0	0	5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	25	10	2.9
Pocilloporidae	0	0	0	0	8	13	0	-	-	-	-	0	0	10	0	0	0	0	2.2
Siderastreidae	0	0	0	5	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.4
Agariciidae	0	0	4	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	15	5	0	1.7
Dendrophylliidae	3	0	0	0	3	0	20	-	-	-	-	0	0	0	0	0	5	0	2.2
Mussidae	0	0	3	0	3	0	0	-	-	-	-	10	0	0	0	0	0	0	1.1
Faviidae	27	20	4	3	8	23	10	-	-	-	-	0	0	10	10	20	20	20	12.4
Poritidae	10	45	13	53	5	7	35	-	-	-	-	30	30	20	30	0	15	0	20.9
Alcyoniidae	0	0	0	3	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.2
Bottom cover (%)	53	80	54	83	78	43	85	-	-	-	-	70	45	55	40	65	70	95	65.4

표 20. 계속

Table 20. Continued

Taxon /Family	Station																		Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
20m																			
Acroporidae-1	3	15	4	8	5	0	0	-	-	-	-	0	10	0	0	0	5	40	6.4
Acroporidae-2	20	0	8	24	53	0	17	-	-	-	-	0	10	30	0	25	0	0	13.3
Acroporidae-3	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	10	0.7
Pocilloporidae	0	0	8	0	5	5	3	-	-	-	-	0	0	0	0	5	10	0	2.6
Siderastreaeidae	7	0	0	2	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Agariciidae	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.1
Dendrophylliidae	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	10	0	0	0	0	5	0	1.1
Mussidae	0	0	1	0	3	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.3
Faviidae	13	0	13	6	13	15	7	-	-	-	-	15	0	0	10	10	25	10	9.7
Trachyphylliidae	0	0	0	0	0	0	3	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.2
Poritidae	13	65	16	12	3	25	53	-	-	-	-	20	0	30	70	10	20	30	26.2
Alcyoniidae	0	0	0	4	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.3
Octocoral	0	0	0	0	0	5	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.4
Bottom cover (%)	57	80	50	56	80	45	83	-	-	-	-	45	20	60	80	50	65	90	61.5
25m																			
Acroporidae-1	2	20	1	5	0	0	5	-	-	-	-	0	0	10	0	0	0	20	4.5
Acroporidae-2	6	17	0	23	15	0	0	-	-	-	-	0	10	5	0	25	5	0	7.5
Acroporidae-3	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	15	40	3.9
Astrocoeniidae	0	0	0	3	0	0	0	-	-	-	-	0	5	0	0	0	0	0	0.5
Pocilloporidae	2	3	0	0	8	3	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	35	0	3.7
Siderastreaeidae	2	0	0	10	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.9
Agariciidae	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	10	0.8
Dendrophylliidae	0	0	0	0	0	3	5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	10	1.3
Mussidae	0	0	0	0	3	7	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.7
Faviidae	18	3	9	3	18	0	18	-	-	-	-	10	0	20	0	10	0	10	8.4
Poritidae	8	30	14	8	15	0	15	-	-	-	-	30	5	20	60	10	15	0	16.4
Octocoral	0	0	0	0	0	10	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.7
Milleporina	0	0	0	0	0	0	15	-	-	-	-	5	0	0	0	0	0	0	1.4
Bottom cover (%)	38	73	24	50	58	13	43	-	-	-	-	40	20	55	60	45	70	90	48.5

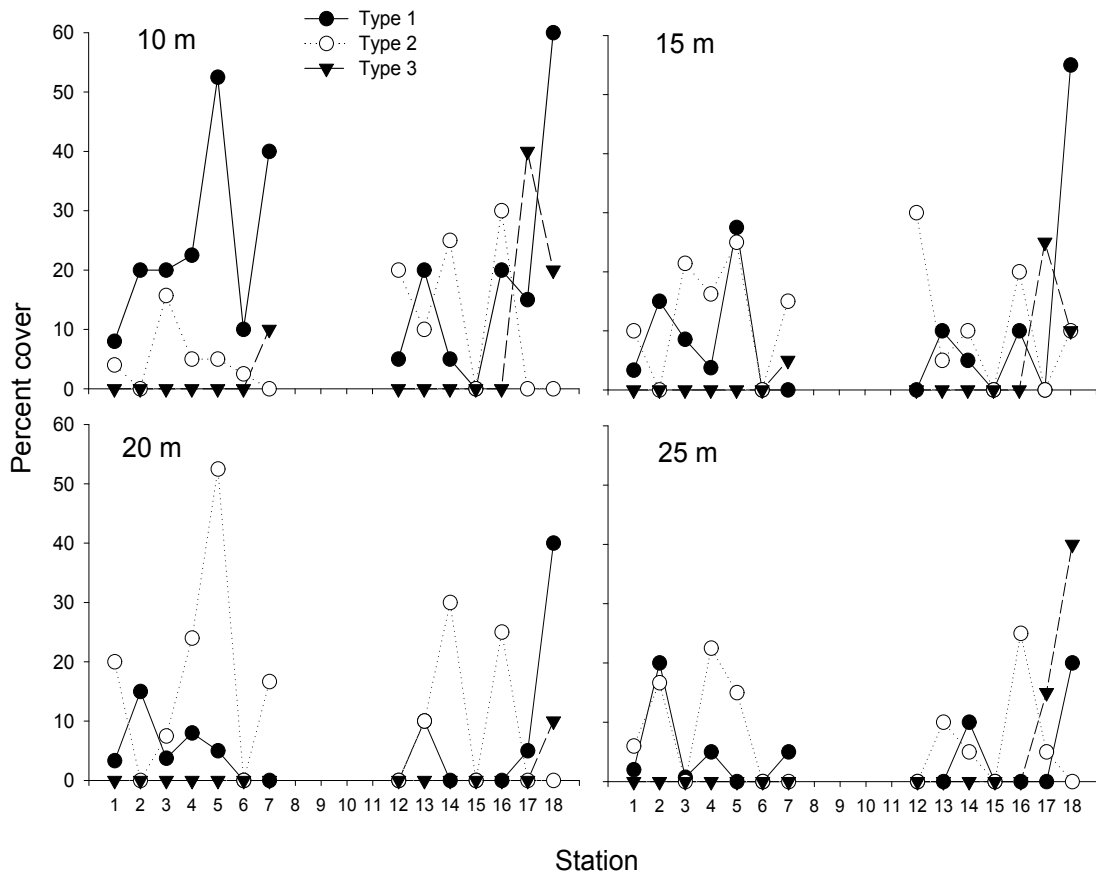


그림 5. 압 산호초에서 출현한 Acroporidae과의 수심별, 정점별 피도변화.
 Fig. 5. Changes in the coverage of Family Acroporidae by depth in Yap.

따른 뚜렷한 차이를 보였다. 이들 정점은 얇은 수심역에서부터 급경사가지가 곳곳에 형성되고, 그러한 지역에서 플레이트형태로 자라는 Acroporidae가 상대적으로 많이 출현함을 현장에서 관찰할 수 있었다.

두 번째로 우점하는 Poritidae과의 경우에서도 정점별 분포양상이 뚜렷한 양상이 보였으며, 특히 정점 5, 정점 6, 정점 15, 정점 17에서 상대적으로 낮은 피도를 보였다(그림 6). 한편 수심대별로 살펴보면 각 수심별로 13-20% 정도로 수심에 따른 큰 차이를 보이지는 않았다. Acroporidae과에서 같이 25 m 이하의 깊은 수심대의 상대적 피도가 낮고, 낮은 수심대에서의 피도가 높은 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때 Acroporidae과의 피도와 상관성이 있어 보이며, Poritidae과의 피도가 높을 때 특

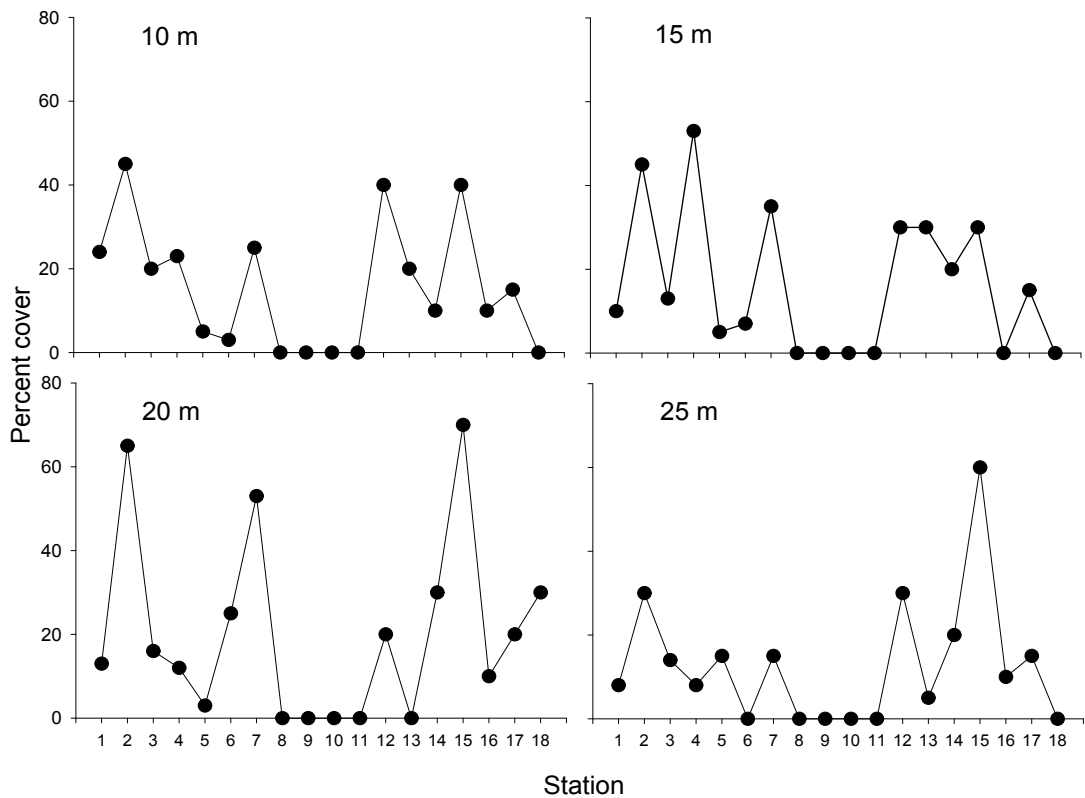


그림 6. 얹 산호초에서 출현한 Pritidae과의 수심별, 정점별 피도변화.
 Fig. 6. Changes in the coverage of Family Pritidae by depth in Yap.

히 Type 1에 속하는 종들의 피도가 낮은 것으로 관찰되었다. 앞서 언급한 바와 같이 이러한 차이는 해역에 가해지는 물리적 영향에 의한 것으로 추정된다. Faviidae과의 경우에서도 정점별 뚜렷한 출현양상을 보였으며, 특히 정점 12와 13에서는 거의 출현하지 않는 것으로 나타났다(그림 7). 그러나 수심별로는 7-10%의 비슷한 피도를 보여 차이를 보이지 않았다.

기타 종들을 살펴보면 연산호(Octocoral)의 경우 정점 5에서만 출현하여 특이성을 보였다. 이 종은 비교적 안정된 해역을 선호하는 종으로 알려져 있으며, 본 조사에서도 급경사를 이루는 곳 아래나, 깊은 수심대의 얽은 퇴적물 층 위에서 출현하고 있었다. 한편 산호류가 아닌 Hydrozoa에 속하는 Milleporina의 경우 정점 7과 12에서만 출현하였으며, 주로 깊은 수심대에서 주로 서식하는 것으로 나타났다.

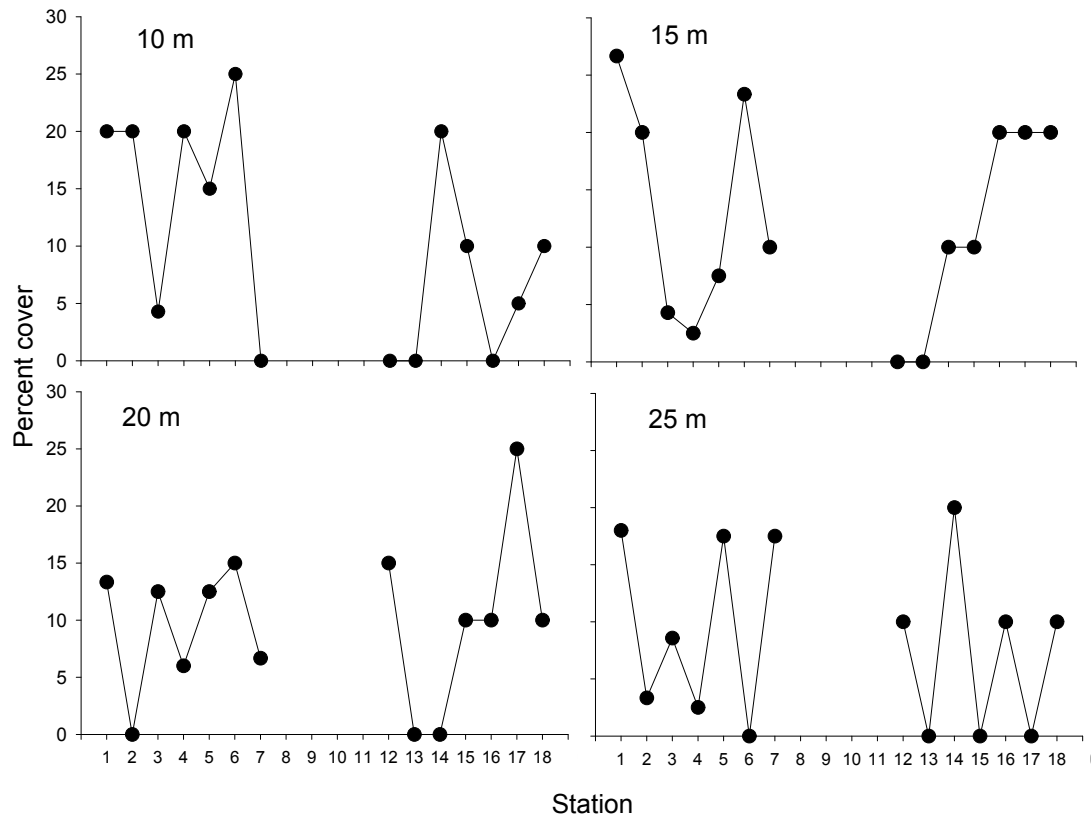


그림 7. 얍 산호초에서 출현한 Faviidae과의 수심별, 정점별 피도변화.
 Fig. 7. Changes in the coverage of Family Faviidae by depth in Yap.

다. 해조류 자원

1). 자원조사

2005년 9월 얍연안의 7개 조사정점(St 1~7)에서 관찰된 해조류(macroalgae) 및 해초류(seagrass)의 목록은 표 20과 같다. 총 16종(남조류 1종, 녹조류 3종, 갈조류 1종, 홍조류 10종, 해초류 1종)이 관찰되었고, 정점별로는 7~13종이 관찰되었다(표 21). 이 중 녹조류 *Valonia aegagropila* 및 갈조류 *Padina minor*는 각 지점의 mooring buoy와 연결된 로프의 수심 3m 이내에서 관찰되는 종이었으며, 해초류

표 21. Yap 주의 조사 정점별 해조류의 종수

Table 21. The number of seaweed species on coral reef in Yap

Species	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
CYANOPHYTA							
Cyanophyta sp.	+	+		+		+	
CHLOROPHYTA							
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tydemenia expeditionis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Valonia aegagropila</i>		+					
PHAEOPHYTA							
<i>Padina monor</i>		+					
RHODOPHYTA							
<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.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Jania</i> sp.	+	+			+		
<i>Cruoriopsis japonica</i>		+	+				
SEAGRASS							
<i>Enhalus</i> sp.				+			
Total No. of species	10	13	10	10	9	9	7

Enhalus sp. 는 St 4의 조간대에서 조하대 drop off로 이어지는 reef flat의 수심 3~6m에 분포하는 사질(limestone)에 서식하는 종이였다. 위 16종 중 상업적으로 유용하다고 판단되는 종은 단지 우뭇가사리(*Gelidium* sp.) 1종으로, St 1과 2에서만 출현하였다.

어느 한 수심에서 출현하는 종의 최대치는 9종(St 2의 수심 10m)이었으며, St 1, 2, 6의 경우에는 출현종수가 수심이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나, St 4의 경우에는 수심증가에 따라 출현종이 증가하였다. 그 외 정점에서는 수심과 출현종수와의 뚜렷한 상관관계를 볼 수 없었다(그림 8).

피도의 경우에도 한 수심에서 관찰되는 최대치는 41%(St 1의 수심 10m)이었으며, 대부분의 정점에서는 수심이 증가함에 따라 피도가 감소하는 경향을 보였으나, 일부 정점(St 3, 4)에서는 수심과 피도와의 뚜렷한 상관관계를 볼 수 없었다(그림 9).

일반적으로 해조류의 분포를 지배하는 가장 중요한 요인은 광량으로, 광량은 수심이 증가할수록 감소한다. 따라서 식물이 광합성에 필요로 하는 빛에너지는 수심에 따라 감소하고, 종내 어느 일정 수심부터는 해조류가 출현하지 않게 된다. 이러한 점들을 고려해 볼 때, 일부 조사정점에서 수심과 해조류의 피도간 상관성이 뚜렷치 않은 것은 빛 이외에도 다른 요인들이 해조류의 분포를 제한함을 알 수 있다. 여러 가지 요인 중 가장 중요한 요인은 산호와의 자리경쟁(interspecific competition for space)이다. 이 지역에서 해조류는 대부분 기질표면에 노출된 죽은 산호(dead coral)의 위 또는 살아있는 산호 사이에 존재하는 빈 공간에서만 살아가며, 살아있는 산호가 기질표면에 노출된 곳에서는 거의 관찰되지 않는다. 특히 이 해역의 대부분이 산호가 우점하는 곳으로 이런 서식지 특성 하에서는 해조류의 종다양성이 낮을 수밖에 없고, 그 풍도 또한 산호와의 경쟁에 의해 결정될 수밖에 없다.

각 조사정점에서 출현하는 해조류의 수심별 피도를 평균하고(표 22), 이를 다시 정점간 평균하여 구한 값에 기초한 우점도(dominance index, DI)는 표 23과 같다. DI가 1.0 이상 주요 우점종은 *Halymeda opuntia* f. *cordata*, *Tydemenia expeditionis*(화보 II-6), *Amphiroa* sp. 화보, *Lithophyllum okamurae*, *Lithothamnion* sp., 및 *Tydemenia expeditionis*를 제외하고는 Federate States of Micronesia (FSM)의 Chuuk 과 Kosrae의 drop-off zone에 널리 분포하는 종이였다. 우점도가 가장 높았던 *Tydemenia expeditionis*는 대부분의 정점에서 5% 이상의 피도를 보였지만, St 4에서는 1.3%에 불과하였다. *Amphiroa* sp.는 St 1, 2, 7에서는 3% 이상의 피도를 보였지만, St 3, 6에서는 1% 이하의 값을 보였다.

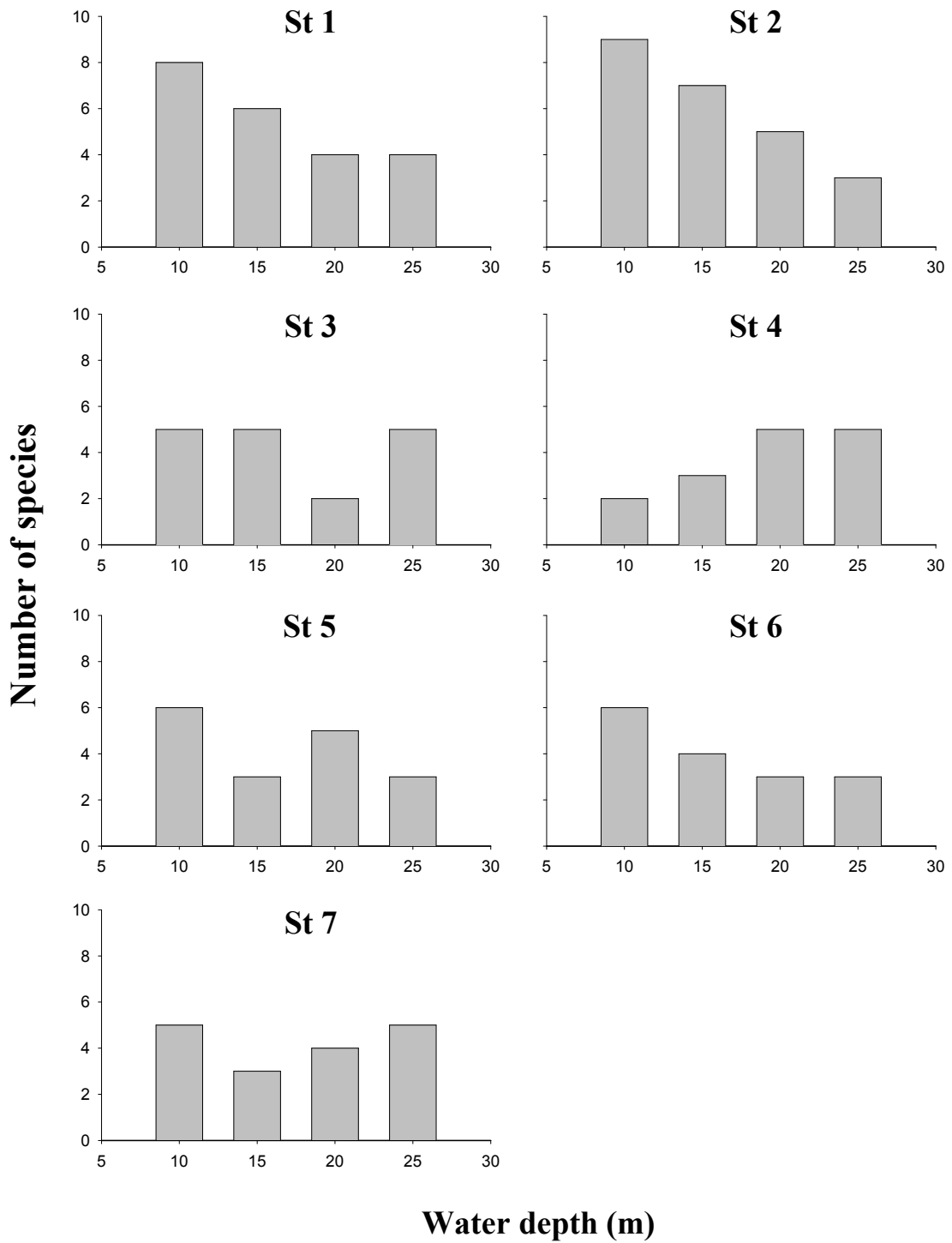


그림 8. 압주에서 조사 정점의 수심별 해조류의 종수.

Fig. 8. The number of seaweed species by depth in coral habitats in Yap.

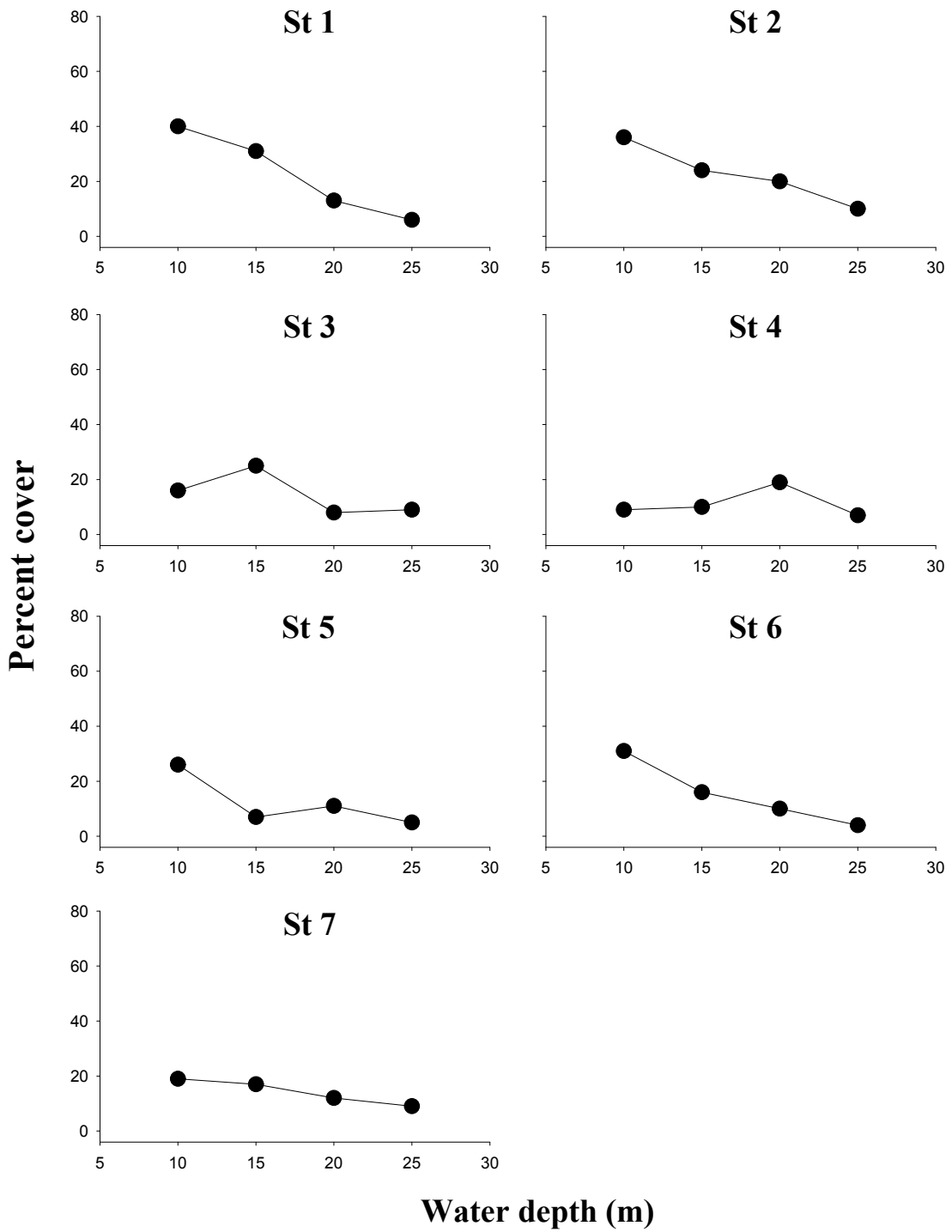


그림 9. 압주 연안에서의 수심별 해조류의 피도.

Fig. 9. Coverage of seaweed species on coral reefs in Yap.

표 22. 압주 조사정점에서 수심별 출현종과 출현종의 피도(%)

Table 22. The percent cover of seaweed species by depth in Yap (%)

Species	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7
10m							
<i>Lithophyllum okamurae</i>	8	8			7	5	
<i>Lithothamnion</i> sp.	7	4			4	8	6
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	6	3	5			3	
<i>Amphiroa</i> sp.	5	6		5	4	3	5
<i>Jania</i> sp.	1						
<i>Cruoriopsis japonica</i>		2	2				
<i>Peyssonelia caulifera</i>				4			1
<i>Peyssonelia</i> sp.		1				2	
<i>Actinotrichia fragile</i>	1		1		2		
<i>Gelidium</i> sp.	2						
<i>Galaxaura</i> sp.		3	1		1		1
<i>Tydemenia expeditionis</i>	10	8	7		8	10	6
Cyanophyta sp.		1					
15m							
<i>Lithophyllum okamurae</i>	10	4	5	5			
<i>Lithothamnion</i> sp.	6	3	6	4			
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>			3			6	
<i>Amphiroa</i> sp.	5	6					5
<i>Jania</i> sp.	1	1					
<i>Peyssonelia caulifera</i>			1		1	2	2
<i>Gelidium</i> sp.		2					
<i>Galaxaura</i> sp.		1			1	2	
<i>Tydemenia expeditionis</i>	8	7	10		5	6	10
Cyanophyta sp.	1			1			

표 22. 계속

Table 22. Continued

Species	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7
20m							
<i>Lithophyllum okamurae</i>		4		6	1		
<i>Lithothamnion</i> sp.		5		5	1		
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	2	2			1	5	4
<i>Amphiroa</i> sp.		3		3			1
<i>Jania</i> sp.					1		
<i>Peyssonelia caulifera</i>	1		5	1			2
<i>Galaxaura</i> sp.						4	
<i>Tydemenia expeditionis</i>	9	6	3	4	7		5
Cyanophyta sp.	1					1	
25m							
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	2	3	2	2		2	2
<i>Amphiroa</i> sp.	2	5	2	1	2	1	2
<i>Jania</i> sp.	1				1		
<i>Peyssonelia</i> sp.			1	1			1
<i>Galaxaura</i> sp.			1	2			1
<i>Tydemenia expeditionis</i>	1	2	3	1	2	1	3

*Lithophyllum okamurae*는 St 1, 2에서 4% 이상의 피도를 보였고, 기타 정점에서는 0~2.75%의 범위였다. *Lithothamnion* sp.는 St 1, 2에서 3% 이상의 피도를 보였고, 기타 정점에서는 1.5~2.25%의 범위였다. *Halymeda opuntia* f. *cordata*는 St 6에서 4%로 가장 높은 피도를 보였고, 기타 정점에서는 2.5% 이하의 값을 보였다. 조사된 종들 중 상업적으로 가장 유용하다고 판단되는 우뭇가사리(*Gelidium* sp.)는 조사된 수심범위에서 평균 0.14%의 피도를 보여, 그 현존량이 많지 않음을 알 수 있다.

DI가 1.0 이상인 최상위 5종의 수심별 피도는 그림 10~15와 같다. *Tydemenia expeditionis*는 정점 1, 2, 5, 6에서는 수심 10m에서 가장 높은 피도를 나타내었고, 정점 3, 4에서는 수심 25m의 깊은 수심에서 높은 피도를 나타내었다. *Amphiroa* sp.

표 23. 압주 연안에서 출현하는 해조류의 평균피도에 기초하여 구한 우점도

Table 23. Dominance index (DI) of seaweed species based on coverage in Yap

Species	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	DI
<i>Tydemenia expeditionis</i>	7.00	5.75	5.75	1.25	5.50	4.25	6.00	5.07
<i>Amphiroa</i> sp.	3.00	5.00	0.50	2.25	1.50	1.00	3.25	2.36
<i>Lithophyllum okamurae</i>	4.50	4.00	1.25	2.75	2.00	1.25		2.25
<i>Lithothamnion</i> sp.	3.25	3.00	1.50	2.25	1.25	2.00	1.50	2.11
<i>Halymeda opuntia</i> f. <i>cordata</i>	2.50	2.00	2.50	0.50	0.25	4.00	1.50	1.89
<i>Peyssonelia caulifera</i>	0.25		1.50	1.25	0.25	0.50	1.25	0.71
<i>Galaxaura</i> sp.		1.00	0.50	0.50	0.50	1.50	0.50	0.64
<i>Jania</i> sp.	0.75	0.25			0.50			0.21
<i>Peyssonelia</i> sp.		0.25	0.25	0.25		0.50	0.25	0.21
Cyanophyta sp.	0.50	0.25	0.00	0.25		0.25		0.18
<i>Actinotrichia fragile</i>	0.25		0.25		0.50			0.14
<i>Cruoriopsis japonica</i>		0.50	0.50					0.14
<i>Gelidium</i> sp.	0.50	0.50						0.14

는 정점 3을 제외하고 모든 정점에서 10m 수심이 가장 높은 피도를 나타내었다. *L. okamurae* 는 전 수심에서 걸쳐 분포하였으나 피도는 조사지점별로 많은 차이를 보였다. *Lithothamnion* sp.는 정점 1, 2, 5, 6, 7에서는 10m의 수심에서 높은 피도를 나타내었으나, 정점 3, 4에서는 15~20m에서 높은 피도를 나타내었다. *H. opuntia* f. *cordata*는 정점 5를 제외하고 모든 정점에서 25m의 깊은 수심에서 높은 피도를 나타내었다. 각 조사정점에서 출현하는 해조류의 수심별 피도를 평균하고, 이를 square root로 변환한 값에 기초하여 Bray-Curtis similarity를 구하고, UPGMA로 clustering한 결과는 그림 8과 같다. 조사지점간 유사도는 70% 이상으로 대단히 높고, 특히 St 1, 2는 80% 이상의 유사도를 보였다. 조사지점 간 유사도가 70% 이상으로 나타난 것은 조사지점 간 출현하는 해조류가 크게 다르지 않고, 또 주요 우점종의 피도가 큰 차이를 보이지 않는다는 것을 의미한다.

Tydemenia expeditionis

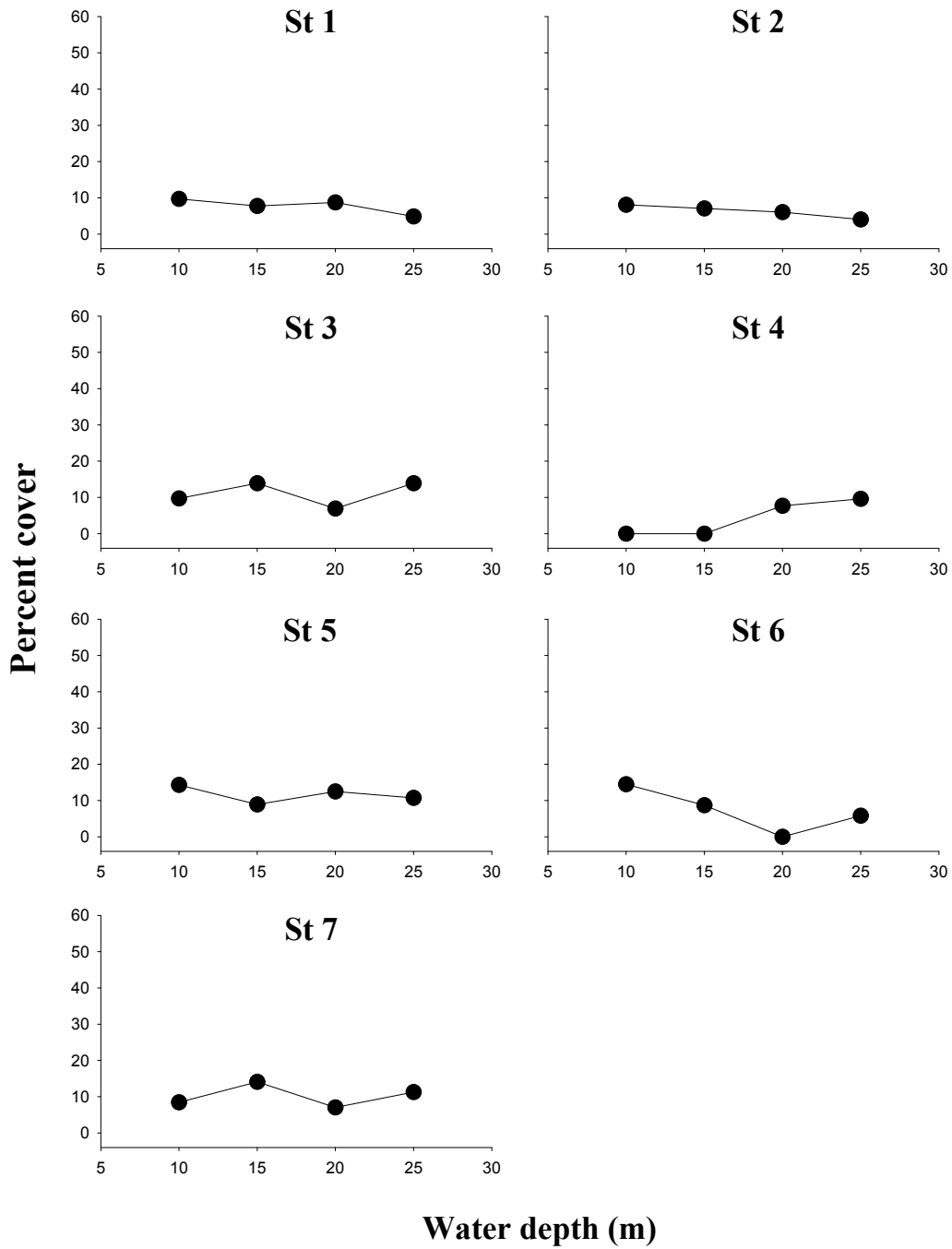


그림 10. 압주 연안에서 우점하는 *Tydemenia expeditionis*의 수심별 피도.

Fig. 10. Coverage of *Tydemenia expeditionis* by depth in Yap.

Amphiroa sp.

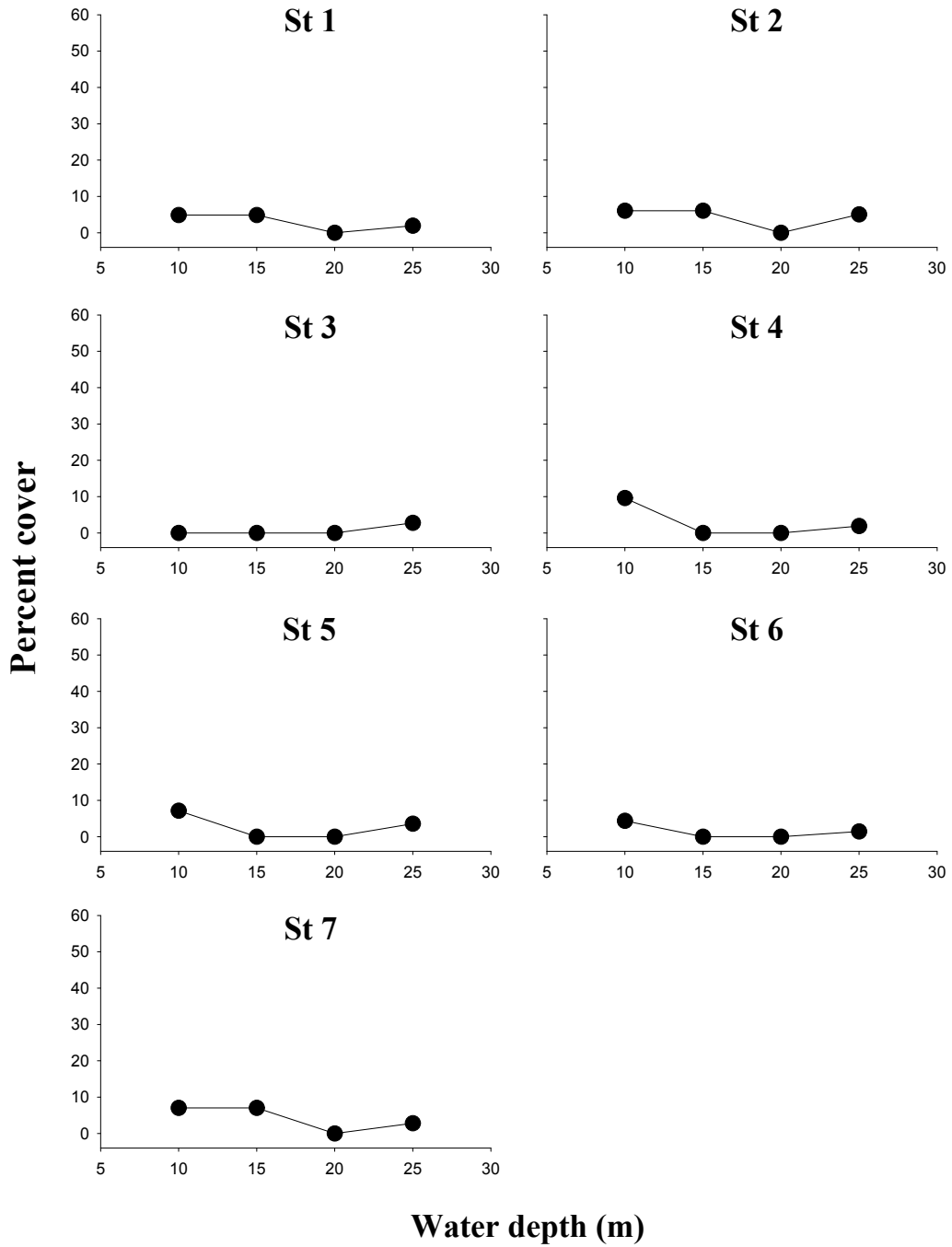


그림 11. 압주 연안 해조군집에서 우점하는 *Amphiroa* sp.의 수심별 피도.

Fig. 11. Coverage of *Amphiroa* sp. by depth in Yap.

Lithophyllum okamurae

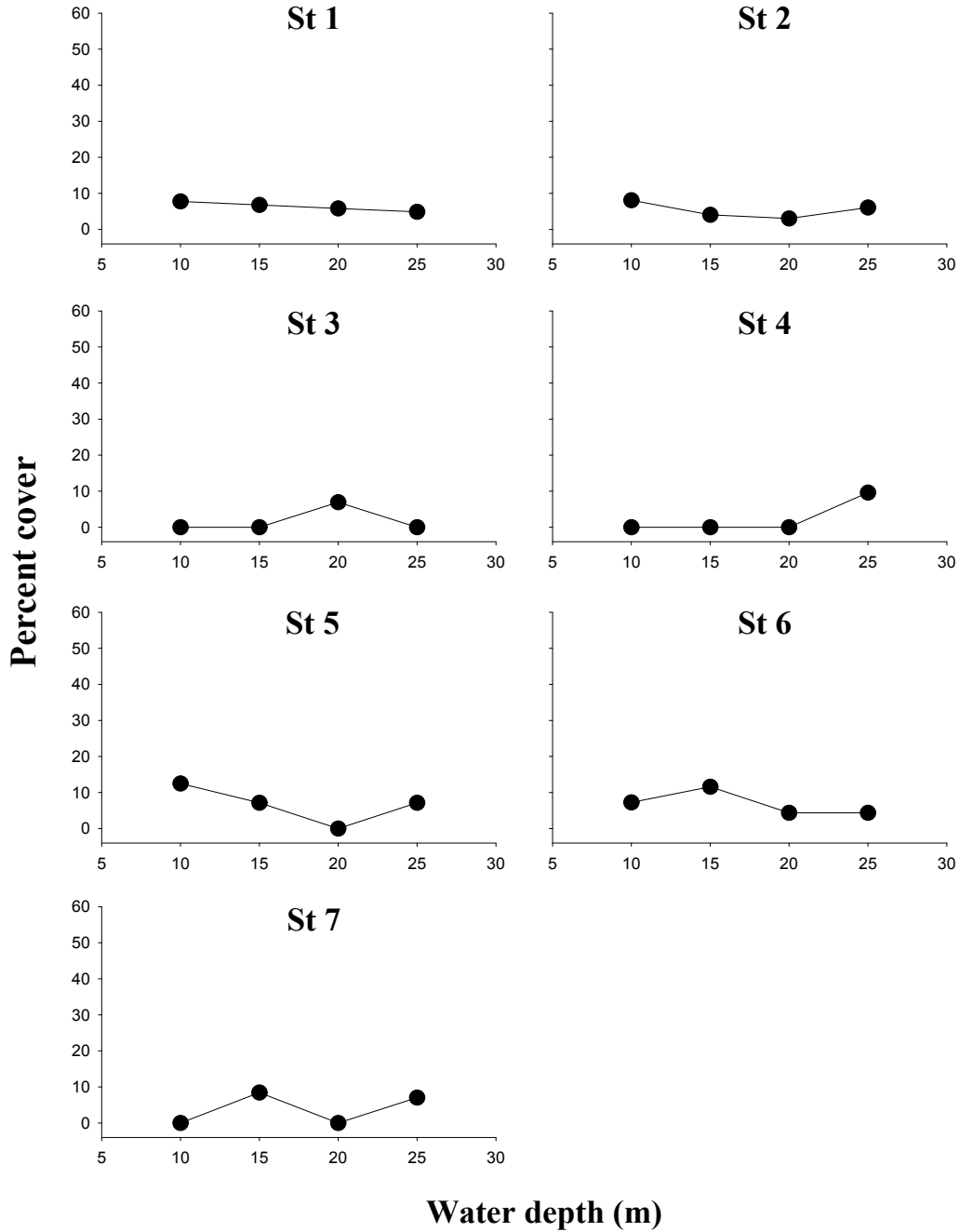


그림 12. 압주 연안에서 우점하는 *Lithophyllum okamurae*의 수심별 피도.
 Fig. 12. Coverage of *Lithophyllum okamurae* by depth in Yap.

Lithothamnion sp.

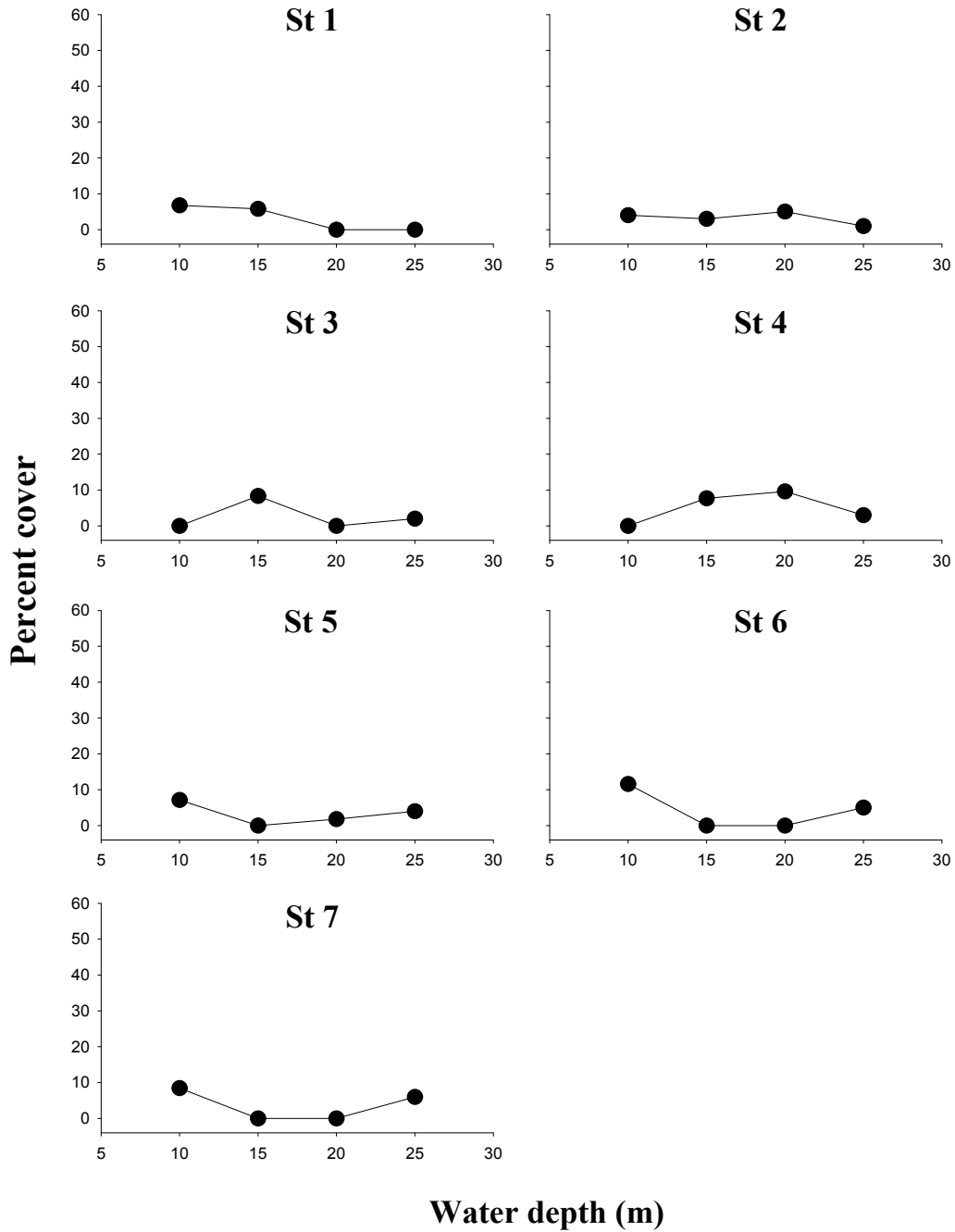


그림 13. 압주 연안에서 우점하는 *Lithothamnion* sp.의 수심별 피도.

Fig. 13. Coverage of *Lithothamnion* sp. by depth in Yap.

Halymeda opuntia f. cordata

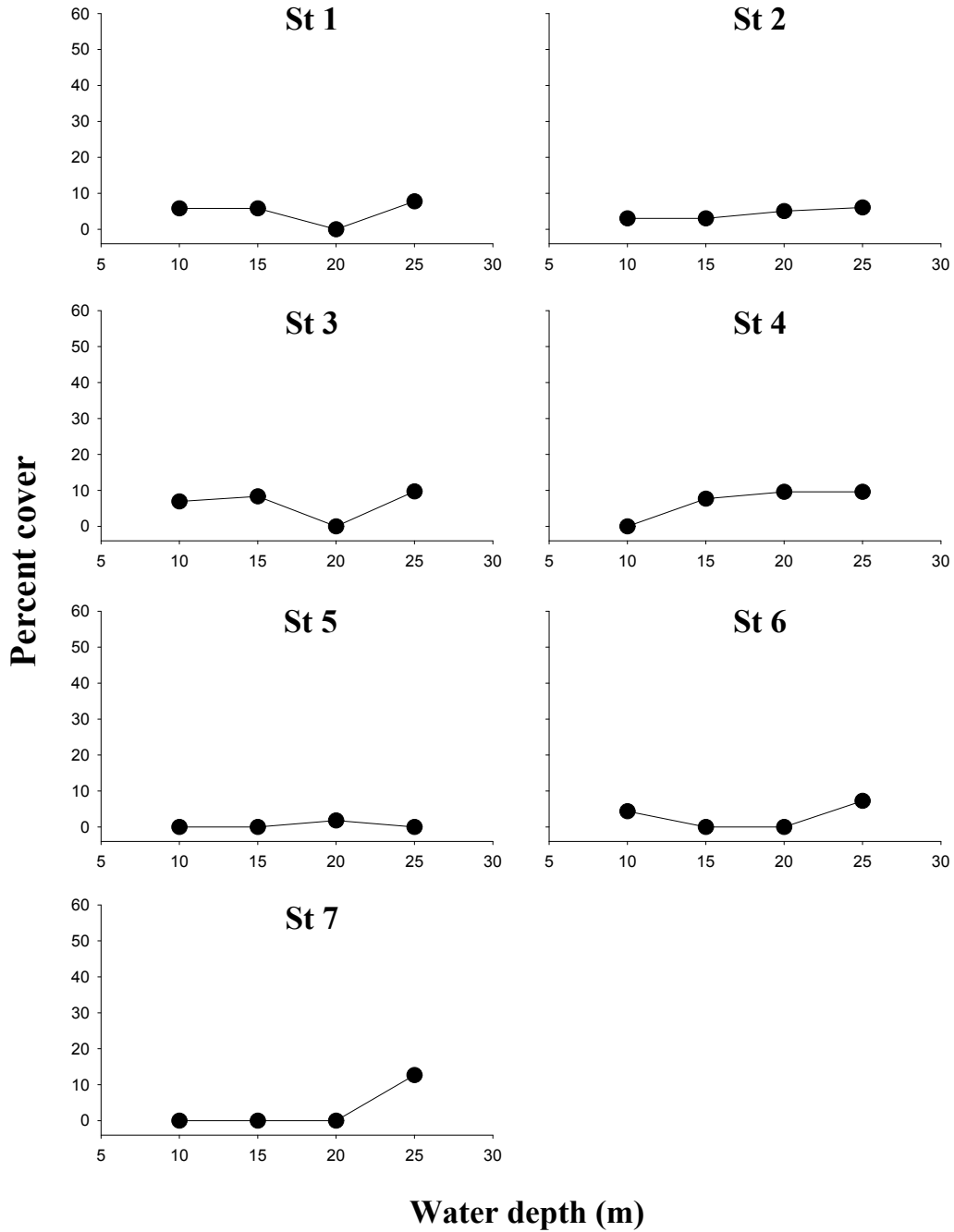


그림 14. 압주 연안에서 우점하는 *Halymeda opuntia f. cordata*의 수심별 피도.
 Fig. 14. Coverage of *Halymeda opuntia f. cordata* by depth in Yap.

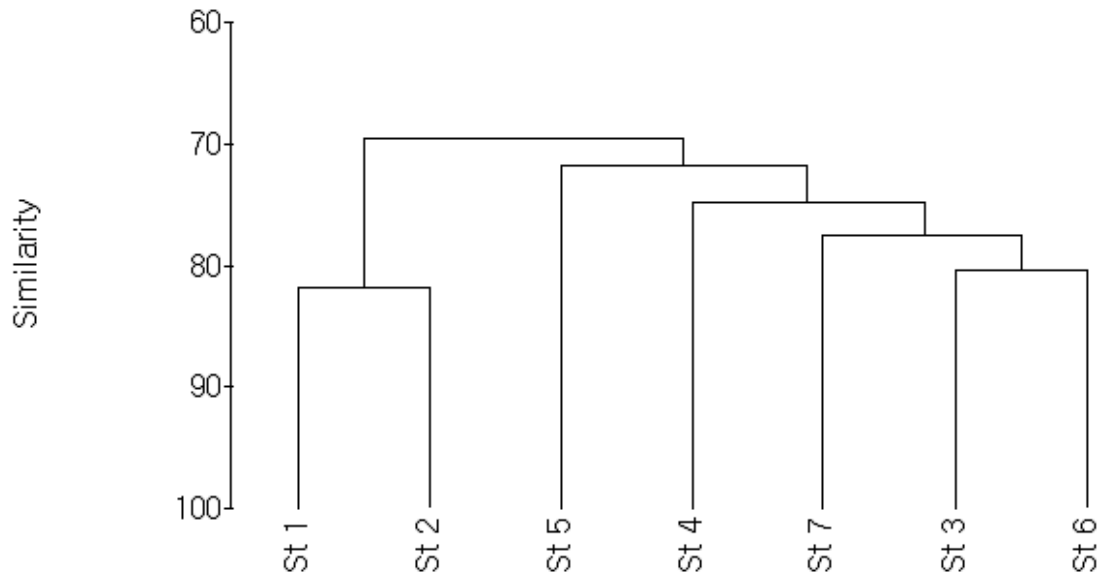


그림 15. 압주의 7개 조사정점간 군집의 유사도.

Fig. 15. Cluster analysis (UPGMA) of seaweed communities in Yap based on coverage of seaweeds.

라. 대형무척추동물과 해조류자원의 분포에 따른 서식처특성 분석

트로커스, 어류 등의 열대해역에서 출현하는 대부분의 유용생물자원이 대형 산호초 지대를 서식처로 하고 있다. 또한 해조류의 경우 생물생산에 기초가 되는 유기물 기원의 중요한 인자이기 때문에 이들의 분포상에 의한 서식처 특성에 대한 기술은 해역을 이해하는데 중요한 요소라고 판단된다.

조사기간 동안 우점적으로 출현한 대형무척추동물과 해조류의 피도자료를 바탕으로 nMDS 분석을 실시한 결과는 그림 16과 같다. 수심에 따라 인접하는 정점들이 다르게 나타나기는 하지만 대략 수심 10 m 지역을 제외하면 특정한 규칙 없이 산포하는 것으로 보인다. 10 m 지점을 살펴보면 대략 압 북서해역의 정점군과 남동해역에 위치한 각각의 정점들로 나눌 수 있다. 이러한 해역에 따른 군집간 차이는 종 조성 측면에서도 언급된바 있듯이 얕은 수심대에서는 해역에 가해지는 물리적 영향

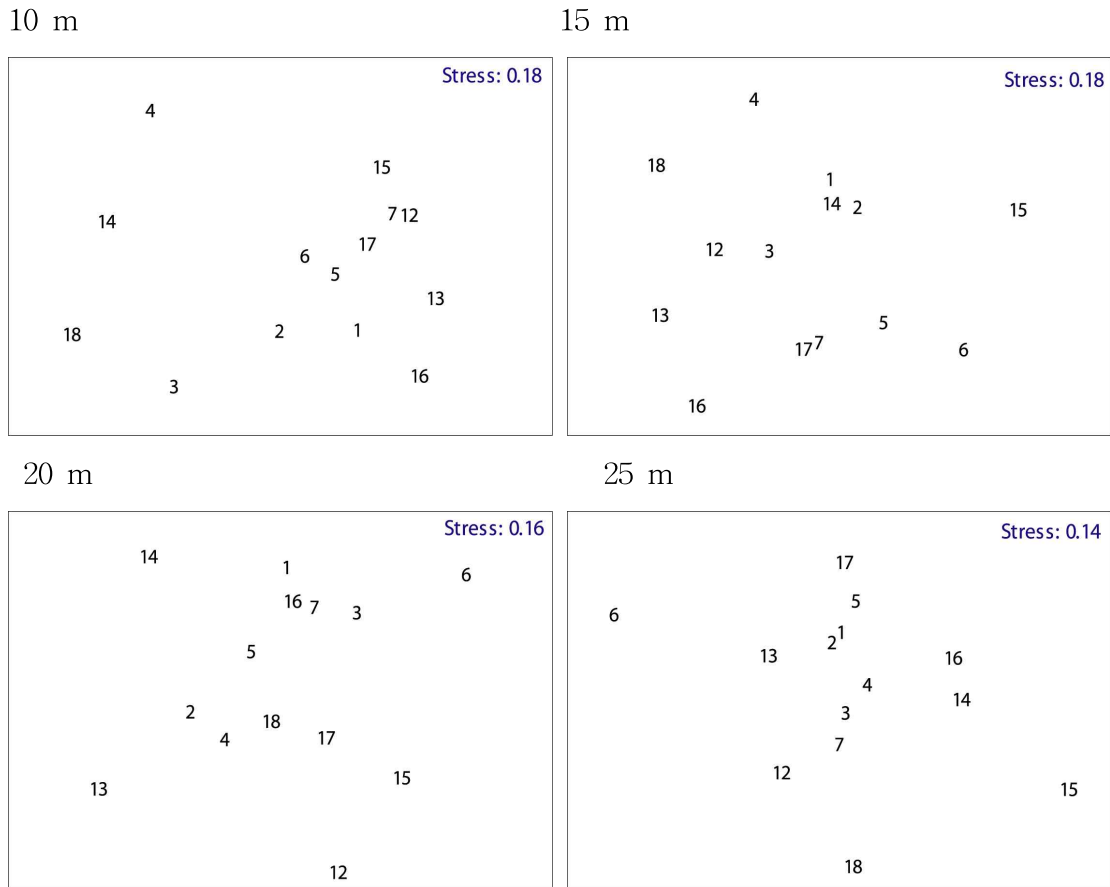


그림 16. 압주에서 출현한 우점 무척추동물 및 해조류의 피도 자료에 의한 nMDS.
 Fig. 16. nMDS plots based on bottom coverage data of dominant macrobenthos and seaweeds depend on depth in Yap.

에 의해 대표적 우점종인 산호류의 종조성 및 피도의 해역에 따른 차이가 나타나는 것으로 추정된다. 특히 우점종인 Acroporidae과의 경우 축등 라군지역에서 높은 피도를 보이는 branch형 산호의 경우 압의 남동해역에서 상대적으로 높은 피도로 나타나 이러한 물리적영향을 잘 반영해 주고 있었다. nMDS 분석에서 제외된 수로지역(정점 8-11)의 경우 사니질퇴적상을 보이는 곳으로 잘피류인 *Enhalus* sp.의 착생이 뚜렷한 곳으로 다른 정점들과는 뚜렷이 구별되었다. 특히 이러한 지역은 어류의 산란장은 물론 해삼류 및 소형갑각류 등이 풍부하게 출현하는 곳으로 알려져 있어 압 해역의 자원생물생산 측면에서 중요한 역할을 수행하고 있을 것으로 판단된다.

이번 조사에서 출현한 무척추동물 및 해조류의 피도 및 서식처의 기질을 종합적으로 고려하여 얹 해역의 서식처특성을 고찰해본 결과 얹 해역을 크게 3개의 특징적인 서식처로 구별할 수 있었다(그림 17). G-1과 G-2의 경우 얹의 북서부해역과 남동부해역으로 산호류의 착생이 가장 우점하는 일반적인 거초(fringing reef)의 형태를 띠는 곳으로 수심이 깊어질수록 dead coral 지대가 많이 나타나는 일반적인 특징을 보이고 있으나, 얹은 수심대의 경우 종조성 및 피도에서 많은 차이를 보이는 지역이다. G-3의 경우 수로지역이며 사질퇴적상이 우세한 곳으로 육상과 해양으로 가는 전이지대 및 해삼자원 등 생물생산에 중요한 기능을 담당하는 곳이다.

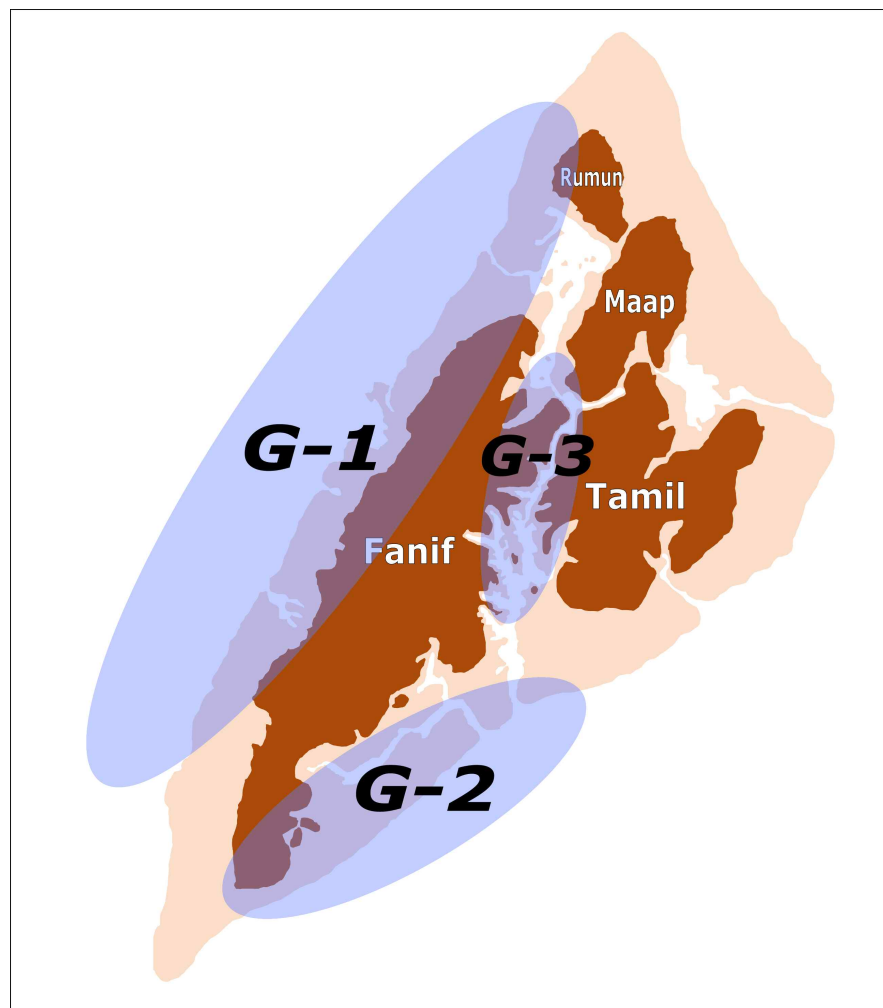


그림 17. 생태적 특성을 고려한 얹 해역의 서식처 구분.

Fig. 17. Schematic representation of habitats classification in Yap.

제 2 절. 마린바이오 소재생물 탐색

1. 생리활성물질 원료생물

해양생물을 대상으로 자원개발은 지금까지 주로 단백질원 획득에 그 목적을 두고 진행하여 왔으며, 수산자원의 개념에서 그 생산성 향상 및 자원가능성 연구에 초점을 두고 있었다. 1970년대 이후 발전하기 시작한 생명 공학적 연구 방식은 생물의 기능적 특성을 고려한 기능성 신물질(생리활성물질, 천연물) 개발을 위한 연구가 점차 확대되었다. 해양 특히 열대해양 기원의 신물질은 그 자체로서 중요성을 가질 뿐 아니라 이들이 가지고 있는 기능을 이용한 화학, 의·약학, 생명공학 등 관련분야에의 응용도가 높기 때문에 막대한 부가가치를 창출할 수 있다.

해양천연물화학의 중요성을 인식한 선진국에서는 이 분야를 21세기 생명공학분야의 중점분야로 선정하고, 해양생물을 대상으로 한 분류학전 근거의 생물다양성 연구를 토대로 이제는 생태학적 기능을 파악한 생화학적 연구에 많은 노력을 기울였다. 해양생물로부터 생리활성물질 추출은 전처리과정과 분석과정에서 매우 지루할 정도의 시간 사용과 경비 산출이 이루어지므로, 지속적이고, 단순한 분석의 연속이다. 주로 화학적, 분광학적 방법을 통하여, 항미생물, 세포독성, 항산화, RNA 절단 등의 활성도를 통하여 선택하게 된다. 그러나 생화학적 합성물질의 발견은 인간생활에 있어 그 가치가 매우 높은 상업적 생산물로 인정받게 된다. 지금까지 해양생물을 대상으로 한 대사물질 연구는 이미 14,000여종에 대한 분석이 이루어 졌다 (Faulkner, 2002). 그러나 기기의 발달과 분석방식의 변화는 기존에 물질 추출을 이루어내지 못한 생물에서도 새로운 활성물질이 발견되기도 하여, 지속적인 모니터링과 분석이 요구되는 부분이다.

우리나라의 경우 1990년대부터 해양생물로부터의 생리활성물질 추출 연구가 시작되면서, 국내 서식하는 해면류나 산호류로부터 물질 추출 연구가 진행되었다. 그러나 국내 서식생물의 경우 열대해역 생물보다 생물 활성도가 떨어져서, 물질 생산능력이 현저히 적은 것으로 나타나고 있다. 따라서 적은 생물량으로 포괄적인 물질 추출을 위하여 괌 대학 등과 연계하여 1998년 까지 31종을 대상으로 49종의 물질을 분리하였다. 이렇게 분리된 물질은 주로 독성, 효소저해, 항박테리아, 소염, 항진균의 효과를 가진 물질 등으로 나타났다(한국해양연구소, 1998). 2000년 이후 한국해양연구원은 마이크로네시아 측주에 한·남태평양해양연구센타를 설치하면서, 열대

생물에 대한 접근과 연구 다양성을 가지게 되었으며, 2002년 이후 생물다양성 연구와 병행하여, 생리활성물질 탐색 연구를 수행하고 있다. 이번 연구는 측주를 대상으로 열대 해역에 서식하는 무척추동물 중 2002년부터 2004년까지 기재된 해면동물과 강장동물의 종 목록과 이들로부터의 생리활성물질 추출 연구사례를 고찰하였다.

해양생물의 경우 해수라고 하는 염분농도가 높은 폐쇄환경에 산다는 것, 수심에 따라 상당히 높은 수압에 적응하는 것, 대신 온도변화에 민감성이 적은 것, 체표면의 많은 부분이 바깥으로 노출되어 있는 것 등 대기환경과는 독특한 서식 조건을 가지고 있다. 이러한 특이한 환경은 조건에 따라 다양한 대사구조를 가지게 되며, 다양한 생물활성이나 심지어 방어를 위한 독성을 지니게 된다. 생리활성물질은 다양한 의미의 화학구조를 나타낸 물질을 포괄적으로 설명하고 있다. 예를 들면, 병원균이나 바이러스에 작용하여, 그 성장을 억제하는 물질, 생물의 생리기능이나 생태계 제어에 중요한 역할을 담당하는 생리활성물질이나 생태화학물질, 방어나 섭이행동에서 여러 가지 약리작용을 나타내는 약리활성물질, 각종 종양세포의 증식을 억제하는 항종양활성물질 등 여러 가지 이며, 이들은 이미 오래전부터 인간에게 유용한 물질로서 이용되고 있다(Faulkner, 2001). 한 예로, 해인초(홍조류의 일종)의 경우 구충성분인 카이닌산(Kainic acid) 추출, 갯지렁이로부터 추출된 네라이스톡신(Nereistoxin)은 잘 알려진 농약인 카타프(Cartap)로 개발되었으며, 해삼류의 생식선에서 추출한 홀로톡신(Holotoxin)의 경우 항백선균 성분을 가지고 있어, 무좀치료약으로 개발되어 사용하고 있다. 현재까지 해양생물유래한 신물질로 상품화 된 것은 전술한 종료 이외에도 과편모류에서 추출한 브레베크톡신(Brevetoxin)과 삭티톡신(Saxitoxin), 해면류에서 추출한 오카다익산(Okadaic acid), 마노아리이드(Manoalide), 칼리큐린(Calyculin) 등이 있으며, 대부분 1 μ g 단위에 미화 100불 이상을 호가하고 있다(표 24).

열대 산호초는 전 세계 어류의 30% 이상 및 약100만종의 무척추동물이 서식하는 가장 생물다양성이 높은 생태계이자 생리활성물질의 보고이다. 자포동물인 산호를 중심으로 생태학적 조화를 유지하는데 있어 각각의 해양생물이 생산하는 화학물질은 매우 중요한 생존전략의 한 방법이다. 따라서 생리활성물질 연구의 50%는 산호초에 서식하는 해면동물이나 강장동물 등 분자구조가 단순한 동물을 대상으로 하고 있다. 오끼나와의 산호초에 서식종을 대상으로 하는 세포독성시험(cytotoxicity test) 결과 50% 이상의 종에서 해로운 세포를 죽일수 있는 세포독성물질이 발견되었으며, 태선충에서 추출되는 생물독성물질인 브라이오타틴-1(Bryostatin-1)은 미래의 항암제로 각광을 받고 있다(Tatsua, 1997).

표 24. 해양생물유래 신물질 및 판매가격

Table 24. Unit price of bioactive compounds from marine organisms

Origin	Name	Unit	Unitprice(US\$)	Remark
Algae	Kainic Acid	100mg	49	구충제
	Domic acid	1mg	153	기억상실증 독
Dinoflagellate	Brevetoxin	10 μ g	135	신경성 독
	Saxitoxin	10 μ g	98	마비성 독
Soft coral	Palytoxin	10 μ g	165	극독물
Sponge	Okadaic acid	1 μ g	128	설사성 독
	Manoalide	1 μ g	120	소염작용
	Calyculin	10 μ g	122	항암제
Sea cucumber	Holothurin	10mg	48	항진균제
Puffer	Tetrodotoxin	1mg	200	신경성 독

생리활성물질은 주로 섭이행동이나 방어행동을 위하여 생산되고 있다. 섭이활동 물질 중 초식성 무척추동물은 해조류의 섬유질을 찾거나 녹이는데 필요한 에스테르 성 계통 물질이나 구성지방산을 가지고 있다. 포식성 권패류나 불가사리류는 동물성 단백질 분해물질을 가지고 있으며 젖산이나 요소 등을 탐색하는 감각기관을 유지하기 위한 물질을 가지고 있다. 방어행동물질을 분비하는 대표적 생물은 해면류이다. 해면류는 박테리아나 곰팡이의 서식을 저지하는 물질을 분비하며, 갯민숭달팽이류 등 해면을 먹는 생물로부터 보호받기 위해 Aerothinin, Homo-aerothinin 등 맛이 없거나 냄새가 고약한 물질을 방출하기도 한다(홍과 진, 1995).

식물도 화학물질을 분비하여 초식자로부터 자기를 방어한다. 마이크로네시아 해역에서 흔하게 관찰되는 해조류인 *Halimeda* spp. 는 초식자의 공격을 받으면 일종의 화학물질을 내뿜어 더 이상 먹히는 것을 방지한다고 알려져 있다(Guyer 2005). 해파리의 표면에 서식하는 박테리아에서 분리한 살리나마이드-A(Salinamide A)는 소염작용을 하여 관절염의 치료제로 각광을 받기도 한다(Trischman et. al. 1994).

2. 축 해역의 생리활성물질 추출 대상생물

가. 해면류

2002년부터 2004년까지 축주 산호초 해역에서 기재된 해면류는 총 54종으로 나타났다. 이 들 중은 주로 수면에서 수심 30m 까지 조사한 결과로 54종 이외에 12종은 과(Family)수준의 동정이 이루어져 약 64종의 해면이 서식하는 것으로 나타났다.

축에 서식하는 해면류와 동일한 종을 대상으로 한 생리활성물질 연구는 2004년까지 31종에서 수행되었다. 이 중 23종에서 28개의 생리활성물질이 추출되었다(표 25). *Acanathella cavernosa*(화보 III-1)에서는 Kalihinol ($C_{22}H_{33}N_3O_2$)이 분리되었으며 *Dysidea avara*(화보 III-2)에서는 Avarol ($C_{22}H_{31}NO_2$)이 분리되었다. 아직까지 분자구조만 밝히고, 성분에 대한 명명이 이루어지지 않은 물질도 4개에 이르며, 나머지 8종의 경우 물질분석이 이루어 졌으나 의미 있는 생리활성물질을 발견하지 못하였다. 이들 연구 중 축에서 채집된 시료를 바탕으로 생리활성물질을 추출한 사례는 4종이며, 대부분 팔라우, 호주 대보초, 마이크로네시아의 다른 지역에서 시료가 채집되어 분석된 것이다.

한편 호주에서는 1978년 *Pericharax heterhaphis*에서 생리활성물질 추출에 실패하였으나, 2004년 해양연구원 조사에서는 산화성 물질 1종이 추출되었다. 따라서 이미 타 연구자에 의하여 생리활성물질 검색을 마친 경우에도 분석 방법이나, 물질의 기능적 특성을 감안한다면 보다 심도 있는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한, 해면류는 동일 종일 경우에도 서식환경, 채집시기 및 성장단계에 따라 다른 생리활성물질을 가지고 있는 것으로 밝혀지고 있어 연구 대상생물의 선별과 함께 해당생물의 서식환경, 생태 등의 생물학적 정보수집도 중요한 과제이다.

나. 강장동물

1). 경산호류

축주에서 기재된 산호류는 총 36종으로 나타났다. 산호의 경우 주로 경산호가 대종을 이루고 있으며 모엔섬으로 중심으로 조사되었다(표 26). 경산호는 폴립 주변에서 생리활성물질이 추출되는 것으로 알려져 있으나 경산호의 골격조직 구조상 다른 생물군에 비하여 생리활성물질 연구대상 종이 적음과 아울러 몇 몇 종류의 물질만 추출되고 있다. 마이크로네시아 전 해역에 널리 분포하는 *Leptoria phrygia*(화보 III-3)와 *Porite lutea*(화보 III-4)를 대상으로 생리활성물질 추출 연구가 진행되었지만 특이한 물질을 분리하지 못하였다.

1980년대 이전에 추출된 생리활성물질은 경산호 자체에서 분리되었기 보다는 산

표 25. 측주에 서식하는 해면류 목록과 물질 분석 연구사례

Table 25. List of sponges distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds

No.	Species	Materials	Structure	Published
1	<i>Aaptos</i> sp.		C ₂₀ H ₄ O ₃	1983
2	<i>Acanthella cavernosa</i>	Kalihinol	C ₂₂ H ₃₃ N ₃ O ₂	1988
3	<i>Acanthella</i> sp.	Kalihinol	C ₂₂ H ₃₃ N ₃ O ₂	1984
4	<i>Acanthochaetetes wellsi</i>			
5	<i>Adocia</i> sp.		C ₂₁ H ₃₁ N	1980
			C ₂₂ H ₃₂ N ₂	1980
6	<i>Adocia viola</i>			
7	<i>Agelas clathrodes</i>	Clathrodin	C ₁₁ H ₁₃ N ₅ O	1991
8	<i>Aka coralliphagum</i>	Akaol	C ₂₃ H ₃₄ O ₃	2003
		Siphonodictyol	C ₂₂ H ₃₁ NaO ₆ S	2003
9	<i>Amphimedon viridis</i>	Amphicerebroside	C ₄₈ H ₉₄ N ₂ O ₉	1989
		Halicerebroside	C ₄₇ H ₉₄ N ₂ O ₉	1989
10	<i>Ancorina acervus</i>	Ancironosid		1997
11	<i>Aplysilla</i> sp.	N.C.		1991
12	<i>Arenosclera psammochera</i>			
13	<i>Axinella proliferans</i>		C ₂₇ H ₄₆ O ₂	18996
14	<i>Axinella</i> sp.	N.C.		1985
15	<i>Axinyssa</i> sp.	Axinyasterol	C ₂₈ H ₄₂ O ₃	1995
16	<i>Batzella</i> sp.	Batzelline	C ₁₂ H ₁₁ ClN ₂ O ₂ S	1989
17	<i>Callyspongia</i> sp.	N.C.		1985
18	<i>Chelonaplysilla</i> sp.	Chelonapsin	C ₂₂ H ₃₂ O ₅	1991
19	<i>Clathria basilana</i>	Clathryimine		1996
20	<i>Clathria mima</i>			
21	<i>Clathria plinthina</i>			
22	<i>Clathria vulpina</i>			
23	<i>Craniella abracadabra</i>			
24	<i>Crella calypta</i>			
25	<i>Cribochalina</i> sp.	N.C.		1976

표 24. 계속

Table 24. Continued

No.	Species	Materials	Structure	Published
26	<i>Cymbastella marshae</i>			
27	<i>Dactylospongia elegans</i>	Smenospongiarine	C ₂₉ H ₃₇ NO ₃	1992
28	<i>Desmacella lampra</i>			
29	<i>Dorypleres splendens</i>			
30	<i>Dysidea avara</i>	Avarol	C ₂₂ H ₃₁ NO ₂	1982
31	<i>Dysidea granulosa</i>	Not identified		1994
32	<i>Haliclona coeruleascens</i>			
33	<i>Halisarca</i> sp.	Not identified		1991
34	<i>Hippospongia amata</i>	Hymenamide		1999
35	<i>Hippospongia metachromia</i>	Ilimaquinone	C ₂₂ H ₂₀ O ₄	1979
36	<i>Hymeniacidon</i> sp.			
37	<i>Hyrtios erecta</i>	Hyrtial	C ₂₆ H ₄₀ O ₃	1985
		Scalaradial		1985
		Scalarino		1985
38	<i>Hyrtios mela</i>			
39	<i>Ircinia ramosa</i>	Palinurin	C ₂₅ H ₄₀ N ₄ O ₂	1986
40	<i>Katiba milnei</i>			
41	<i>Luffariella</i> sp.	Luffariellolide	C ₂₅ H ₃₈ O ₃	1987
42	<i>Mekioderma granulata</i>			
43	<i>Monanchora</i> sp.	Axinohydantoin		1995
44	<i>Nara nematifera</i>			
45	<i>Paratetilla lipotriaenosa</i>			
46	<i>Pericharax heterhaphis</i>	Not identified		1978
47	<i>Pseudoceratina</i> sp.	Not identified		1991
48	<i>Rhabdastrella pleopora</i>			
49	<i>Spheciospongia</i> sp.	Papakusterol	C ₂₇ H ₄₄ O	1992
50	<i>Stylissa flabelliformis</i>			
51	<i>Stylotella aurantium</i>	Stylostatin	C ₃₆ H ₅₄ N ₈ O ₉	1992
52	<i>Tethya</i> sp.	Not identified		1987
53	<i>Thorectandra</i> sp.	Luffarin	C ₂₇ H ₄₀ O ₅	2002
		Palauolide	C ₂₅ H ₃₈ O ₅	2002
		Thorectandrol	C ₂₅ H ₃₈ O ₄	2002
54	<i>Xestospongia exigua</i>	Xestospongin	C ₂₈ H ₅₀ N ₂ O ₅	1983

표 26. 축주에 서식하는 산호 종 목록과 물질 분석 연구사례

Table 26. List of hard corals distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds

No.	Species	Materials	Structure	Published
1	<i>Acropora palifera</i>			
2	<i>Acropora tenella</i>			
3	<i>Acropora granulosa</i>			
4	<i>Astreopora myriophthalma</i>			
5	<i>Astreopora gracilis</i>			
6	<i>Barabattoia amicorum</i>			
7	<i>Echinophyllia aspera</i>			
8	<i>Fungia fungites</i>	Not identified		1999
9	<i>Goniopora tenuidens</i>	Not identified		1990
10	<i>Goniopora fruticosa</i>			
11	<i>Halomitra pileus</i>	Not identified		1990
12	<i>Leptoria phrygia</i>	Not identified		1990
13	<i>Leptoseris papyracea</i>			
14	<i>Lobophyllia pachysepta</i>			
15	<i>Lobophyllia hataii</i>			
16	<i>Lobophyllia corymbosa</i>	Not identified		1990
17	<i>Merulina ampliata</i>			
18	<i>Monstastrea curta</i>	Not identified		1987
19	<i>Oulophyllia crispa</i>			
20	<i>Pachyseris rugosa</i>			
21	<i>Pavona minuta</i>			
22	<i>Pavona decussata</i>			
23	<i>Platygyra daedalea</i>			
24	<i>Pocillopora danae</i>	Not identified		1982
25	<i>Pocillopora verrucosa</i>			
26	<i>Pocillopora eydouxi</i>	Not identified		1988
27	<i>Polyphyllia talpina</i>			
28	<i>Porites lutea</i>	Not identified		1982
29	<i>Porites lichen</i>			
30	<i>Porites nigrescens</i>	Not identified		1982
31	<i>Psammocora contigua</i>			
32	<i>Psammocora digitata</i>			
33	<i>Seriatopora aculeata</i>			
34	<i>Seriatopora caliendrum</i>			
35	<i>Stylocoeniella guentheri</i>			
36	<i>Symphyllia recta</i>			

호의 폴립이나 촉수 주변에 서식하는 다량의 미생물들이 분비하는 물질인 것으로 나타나고 있다. 1990년대까지 호주, 필리핀, 팔라우 등을 중심으로 동일한 경산호류 10종을 대상으로 연구가 진행되었지만 뚜렷한 성과를 얻지 못한 사례도 있다.

현재까지 연구결과를 보면 경산호류는 자체 방어물질이 미약함과 아울러 시료로 사용되는 폴립과 촉수의 분리가 어렵고, 결체조직의 대부분을 차지하는 탄산칼슘 골편(spicule)으로 인하여 효과적인 연구가 어려운 것으로 생각된다. 따라서 최근에는 경산호에 내부적으로 공생하는 단세포조류와 폴립과 촉수 주변에 서식하는 미생물을 대상으로 한 생리활성물질 연구가 중점적으로 수행되고 있다.

2). 연산호류 및 육방산호류

축 해역의 강장동물 중 생리활성물질 연구에 활용되는 연산호류와 육방산호의 경우 15종이 기재되었다. 연산호류(*Dendronephtia* sp.)의 경우 아직 동정이 이루어지지 않고 있으며, 실제로는 10여종 이상이 서식하는 것으로 예상되는 동물군이다. 이번 조사에서는 모엔섬 근처에서 우점하는 종의 자료를 대상으로 정리하였으며, 팔라우에서 *Dendronesterol*(2000)이 분리된 것으로 나타났다. 기재된 15종 중에 6종의 경우 아직까지 생리활성물질 분리를 위한 연구가 수행되지 않은 것으로 나타났으며, 2개 종에서는 분석은 실시하였으나 물질이 검색되지 않았고, 9종에서 물질이 검색되어 경산호에 비하여 생리활성물질 탐색비율이 높았다(표 27). *Acalycigorgia* sp.에서 분리된 *Ginamallene* ($C_{23}H_{30}O_5$), *Cladiella* sp.에서 분리된 *Cladielin* ($C_{28}H_{34}O_5$), *Subergorgia suberosa*에서 분리된 *Subergorgic acid* ($C_{15}H_{20}O_3$) 등은 상품화가 진행되고 있다.

결과적으로 축주의 경우 물질 연구 결과에 따라 상당수의 종이 생리활성물질을 가지고 있으며, 많은 종이 아직까지 물질 추출 연구가 시도되지 않은 것으로 나타났다. 열대해역에서의 기능성 물질 탐색 연구는 아직까지 연구단계로 볼 수 있으며, 상당 기간의 연구 시간과 경제적 투자가 이루어질 경우 유용성 높은 자원으로서의 가치를 지니고 있다고 볼 수 있다. 2002년부터 2004년까지 축주 산호초 해역에서 기재된 해면류는 총 54종으로 나타났다. 이 중 23종에서 28종류의 생리활성물질이 추출되었으며, 아직까지 분자구조만 밝히고, 성분에 대한 명명이 이루어지지 않은 물질도 4개에 이른다. 8종의 경우 물질분석이 이루어 졌으나 생리활성물질이 전혀 추출되지 못하였다. 우점종을 중심으로 한 산호 36종 중 10종에 대해 활성물질 검색이 수행되었으나 아직까지 물질 추출 결과가 나타나지 않고 있다.

표 27. 측주에 서식하는 연산호류 목록과 물질 분석 연구사례

Table 27. Liste of coelenterates distributed in Chuukish water and screened bioactive compounds

No.	Species	Materials	Structure	Published
1	<i>Acalycigorgia</i> sp.	Ginamallene	C ₂₃ H ₃₀ O ₅	1988
2	<i>Astrogorgia</i> sp.	Astrogorgiadiol		1998
		Calicoferol		1998
3	<i>Bebryce</i> sp.			
4	<i>Carijoa</i> sp.			
5	<i>Cladiella</i> sp.	Cladielin	C ₂₄ H ₃₈ O ₅	1977
6	<i>Dendronephytha</i> sp.	Dendronesterol	C ₂₉ H ₅₀ O ₅	2000
7	<i>Distichopora borealis</i>			
8	<i>Distichopora violacea</i>			
9	<i>Ellisella</i> sp.	N.C.		1994
10	<i>Lophogorgia</i> sp.	Cembranolide		1988
11	<i>Millepora platyphylla</i>	N.C.		2002
12	<i>Millepora tuberosa</i>			
13	<i>Plumigorgia hydroides</i>			
14	<i>Subergorgia suberosa</i>	Subergorgic acid	C ₁₅ H ₂₀ O ₃	1985
15	<i>Tubipora musica</i>	Elemene	C ₁₅ H ₂₆ O	1982
		Germacrene	C ₁₅ H ₁₈ O	1982

3. 독성생물 탐색

열대해양에 분포하는 해양생물 중 독성물질을 가지고 있는 생물들은 2가지로 구분된다. 첫째는 포식자로부터 자신을 방어하기 위한 수단으로 독성물질을 가지고 있는 경우이며, 후자는 먹이를 잡아먹기 위한 수단으로 독성물질을 가지고 있는 경우이다. 이 독성물질들이 바로 가능성 신물질 탐색의 주요 대상물이다.

자기 방어를 독성물질을 가지고 있는 경우는 고착성 저서생물이나 운동성이 적은 동물의 경우에 많이 관찰되고 있다. 전술한 해면류, 산호류, 강장동물류 등에 포함되어 있는 대부분의 생리활성물질은 자신의방어용으로 사용되기도 한다.

포식성 무척추동물 특히 복족류들은 자신보다 빠른 먹이를 잡기 위하여 마비성

독을 사용하는 경우가 많다. 수족관 전시용 혹은 수집용으로 각광을 받는 *Conus* 속 종들은 사람에게도 치명적인 코누스 독(conotoxin)을 가지고 있다. 이 독은 일종의 단백질 펩타이드가 주성분인 마비성 신경독으로 신경통 치료제로 사용할 수도 있다 (Alonsa, D. et. al. 2003). 마이크로네시아를 포함한 남서태평양에 분포하는 *Conus* spp.는 *Conus geographus*, *C. striatus*, *C. textile* 등 약 10여종(Colin and Arneson 1991)이 보고되어 있다(표 28).

표 28. 남서태평양 산호초에 서식하는 독성 무척추동물 목록

Table 28. List of venomous invertebrates distributed in coral reefs along the Southwest Pacific

Order	Scientific name	Prey	Remark
Gastropoda	<i>Conus victoriae</i>	Gastropoda	Studied
	<i>C. tulipa</i> ,	Gastropoda	Studied
	<i>C. catus</i>	Gastropoda	Studied
	<i>C. megus</i>	Gastropoda	Studied
	<i>C. marmoreus</i>	Gastropoda	Studied
	<i>C. geographus</i>	Gastropoda	Studied
	<i>C. ammiralis</i>	Gastropoda	
	<i>C. circumcissus</i>	Gastropoda	
	<i>C. arenatus</i>	Gastropoda	
	<i>C. auratinus</i>	Gastropoda	
	<i>C. bandanus</i>	Gastropoda	
	<i>C. cardinalis</i>	Gastropoda	
	<i>C. floccatus</i>	Gastropoda	
	<i>C. legatus</i>	Gastropoda	
	<i>C. eburneus</i>	Gastropoda	
	<i>C. imperialis</i>	Gastropoda	
	<i>Cassis coronata</i>	Echinodermata	
	<i>Charonia tritonic</i>	Echinodermata	
	<i>Terebra maculata</i>	Polychatea	
	<i>T. guttata</i>	Polychaeta	
Cephalopoda	<i>Hapalochlaena lunlata</i>	Fish	

이에 더하여 같은 복족류에 속하는 *Cassis coronata*와 *Charonia tritonica*는 극피 동물을 포식하는 복족류로 마비성 독을 가지고있으며 *Ch. tritonica*은 왕관불가사리 (*Acanthaster planci*)를 포식하는 유일한 생물이다. 복족류 이외 두족류에 속하는 문어의 일종인 *Hapalochlaena lunlata*는 사람에게도 치명적인 맹독을 가지고 있다.

어류의 경우 복어류와 같이 근육조직과 생식소 등에 치명적인 독을 가지는 종류와 독가시치류와 같이 등지느러미가시 및 꼬리지느러미가시에 독샘이 있어 가시에 찔릴 경우 극심한 통증을 유발하고 심지어 사망에 이르는 종류들이 있다.

남서태평양 산호초에 서식하는 독어는 약 15종으로 보고되고 있으며, 거북복과(Family Ostraciidae)에 속하는 *Lactoria cornuta*, *L. diaphana*, 노랑거북복(*Ostracion cubicus*), *O. meleagris*, 가시복과(Family Diodontidae)에 속하는 *Diodon liturosus*, *D. punctulatus*, 참복과(Tetraodontidae)에 속하는 흰점꺼끌복(*Arthron hispidus* 화보 III-5), 은띠복(*Lagocephalus sceleratus*) 등이 대표적이다(표 29).

표 29. 남서태평양 산호초에 서식하는 독어류 목록

Table 29. Poisonous fish distributed in coral reefs along the Southwest Pacific

Family	Scientific name	English name	Korean name
Ostraciidae (거북복과)	<i>Lactoria cornuta</i>	long-hornrd cowfish	빨복
	<i>L. diaphana</i>	brown cowfish	
	<i>Ostracion cubicus</i>	blue-spotted boxfish	노랑거북복
	<i>O. meleagris</i>	ornate boxfish	
	<i>Strophurichthys robustus</i>	freckled boxfish	
	<i>Tetrosomus reipublicae</i>	smallspine turrer-fish	
Diodontidae (가시복과)	<i>Diodon liturosus</i>	brown-backed porcupinefish	
	<i>D. punctulatus</i>	three-bar porcupinefish	
Tetraodontidae (참복과)	<i>Arthron hispidus</i>	star-and-stripes toadfish	흰점꺼끌복
	<i>Canthigaster valentini</i>	black-saddle toby	
	<i>C. bennetti</i>	black-spot toby	
	<i>C. solandri</i>	netter toby	
	<i>Lagocephalus sceleratus</i>	Giant toadfish	은띠복
	<i>Tetractenos hamiltoni</i>	common toadfish	
	<i>Marilyna pleurosticta</i>	banded toadfish	

지느러미가시 기저에 독샘이 있는 어류 중 대표적인 것들은 양볼락과(Family Scorpaenidae)에 속하는 어류들이다(표 30). 돌고기(*Synanceja horrida*) 및 *Scorpaena cardinalis* 등은 산호초 바닥에 몸을 숨기고 서식하는 종으로 등지느러미에 찔리면 강렬한 통증을 유발하며, 응급치료를 받지 못할 경우 의식불명 및 사망에까지 이를 가능성이 있는 맹독을 지니고 있다.

표 30. 남서태평양 산호초에 서식하는 독침 어류 목록

Table 30. Venomous fish distributed in coral reefs along the Southwest Pacific

과명	학명	영명	국명
양볼락과 (Scorpaenidae)	<i>Synanceja horrida</i>	estuarine stonfish	돌고기
	<i>Pterois antennata</i>		
	<i>Pterois volitans</i>	red firefish	점솔배감팽
	<i>Scorpaena cardinalis</i>	red scorpion-cod	
	<i>Inimicus caledonicus</i>	Demon stinger	쭈기미
	<i>Scorpaenodes quamensis</i>	Guam scorponfish	
	<i>Scorpaenopsis diabolus</i>	False stonfish	놀락감팽
	<i>Minous versicolor</i>	Plum-striped waspfish	
	<i>Peristrominous dolosus</i>	Brown carpet fish	
	<i>Parascorpion picta</i>	painted stingfish	
	<i>Neosebastes incisipinnis</i>	red stinger	
	<i>Sebastapistes bynoensis</i>	Coral scorpionfish	
	<i>Dentrochirus zebra</i>	dwarf lionfish	
독가시치과 (Siganidae)	<i>Siganus fuscescens</i>	rabbit fish	독가시치
	<i>S. guttatus</i>	golden-lined spinefoot	
	<i>S. doliatus</i>	barred spinefoot	
	<i>S. rivulatus</i>	potted spinefoot	
	<i>S. spinus</i>	black spinefoot	
	<i>S. vulpinus</i>	fox-face	
	<i>S. punctatus</i>	golden-spot spinefoot	
Aspitidae	<i>Apistops caloundra</i>	short-spined wasp-fish	
Tetrarogidae	<i>Centropogon marmoratus</i>	north fortescue	
Dasyatididae	<i>Dasyatis sephen</i>		색가오리

돌고기에서 분리된 스톨뉴스톡신(Stonustoxin)은 혈압강하제, 심장 및 신경계통 질환의 치료제로 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Khoo 2002). 쏘배감팽(*Pterois antennata*, 화보 III-6), 점쏘배감팽(*P. volitans*), 놀락감팽(*Scorpaenopsis diabolus*), 쭈기미(*Inimicus caledonicus*) 등은 우리나라에도 출현하는 종이다(표 30). 이외 독가시치과(Family Siganidae)에 속하는 독가시치(*Siganus fuscescens*), *S. Siganus guttatus*, *S. doliatus* 등은 찢릴 경우 극렬한 통증을 유발하는 종들이다.

제 3 절 . 신양식대상종개발

1. 신양식 대상종의 개요

본 사업의 최종목표는 마이크로네시아를 거점으로 해양개발전진기지 구축을 위한 기반조성에 있으며, 대상지역의 정부와 주민들의 이해와 협조를 구하는 것이 매우 중요하다. 즉, 마이크로네시아 산호초 생태계에 대한 구조적인 이해를 바탕으로 해당 해역에서 무엇을 개발할 수 있으며, 어떻게 개발할 것인가를 현지 정부 및 주민들에게 제시해야 한다. 고부가 종에 대한 양식기술 개발은 현지 즈정부와 주민들에게 가치적인 결과를 제공할 뿐만 아니라, 해양개발전진기지의 한 수단인 수산업전진기지 구축을 위한 좋은 수단이 된다. 마이크로네시아 축주 정부와 주민에게 가치적인 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 축주, 코스레주 및 압주의 산호초 생태계를 구조적으 이해하게 되었으며, 장차 폰페이주의 산호초 생태계 조사를 마치면 마이크로네시아 전체 해역에 대한 기본 자료가 구비될 것으로 판단된다.

마이크로네시아에서 전체적으로 선호하는 수산생물로는 기 개발된 트로카스와 흑진주조개에 더하여 남방점바리와 망그로브게를 들 수 있다. 산호초 어류 중 바리과(Serranidae)에 속하는 남방점바리(*Epinephelus polyphekadion*)는 열대 산호초 해역에 많이 서식하고 있으며, 육질이 좋은 고급어류로 마이크로네시아뿐만 아니라 세계 각처의 미식가들이 선호하는 고가의 어류이다. 최근 홍콩과 중국을 통하여 우리나라에도 수입되고 있는 이종은 우리나라에서 최고급 어류로 취급되는 능성어, 자바리, 붉바리 등과 매우 유사한 종이다. 따라서 남방점바리의 종묘생산 기술개발은

바로 다른 능성어류의 종묘생산에 응용할 수 있다.

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. 우리나라에는 이와 유사한 종인 톱날꽃게(*Scylla paramamosain*)이 간혹 채집되고 있어, 개발 여하에 따라서는 국내에서도 상업적 양식이 가능하리라 판단된다. 코스레주 수산국에서는 망그로브게의 인공종묘생산에 많은 관심을 기울이고 있으며, 이미 종묘생산기술 개발을 위한 경비를 2005년 예산으로 확보하였으며, 본 보고서의 주요 내용은 코스레주의 수산국의 협조로 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 남방점바리

1). 생식소 발달

남방점바리 표품은 2004. 4월부터 2005년 5월 30일까지 매월 1~2회 수산시장에서 출하된 개체를 구입하여 사용하였다. 표품은 능성어류가 자성선속형 어류임을 감안하여 가능한 큰 개체를 대상으로 하였으며, 표품수는 어황에 따라 2~10마리로 차이가 있었다. 표품은 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. 적출된 생식소의 일부를 절취하여 10% 중성 포르말린에 고정한 후 실험실로 옮겨 Bouin 용액에 24시간 재고정하였다. 이후의 과정은 일반적인 조직표본 제작법에 따라 5 μ m 내외의 두께로 자른 후 hematoxylin-eosin으로 염색하여 영구조조직표본을 제작하였다. 제작된 조직표본은 광학현미경에서 관찰하였으며, 중요부분은 사진 촬영하여 확대 판독하였다.

2). 소형먹이생물개발

소형먹이생물은 지난해의 경험을 토대로 유충류의 일종인 *Undella* sp. Chuuk-04

를 대상으로 실시하였다. *Undella* sp. Chuuk-04는 축주 망그로브군총 연안의 해수에서 해역에서 개량형 기타하라 네트(망목 80 μ m, 망구 30cm, 길이 1m)를 수평 예인하여 채집하였다. 유종류에 속하는 *Undella* sp.와 채집된 동물플랑크톤은 질식방지를 위하여 해수를 충분히 넣어준 300ml 플라스틱 병에 나누어 넣은 수 냉매를 채운 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 해부현미경하에서 1 개체씩 분리하여 12 well culture plate에 각 hole 당 0.2 μ m filter로 여과된 염분 33%의 일반해수 3 ml를 넣고 각각 1 개체의 남방소모충을 접종하여 5일 동안 30 $^{\circ}$ C로 유지되는 인큐베이터에서 전년도와 같이 배양하였다(한해연 2004).

배양 중인 남방소모충의 밀도가 높아지면, 이를 0.2 μ m filter로 여과된 염분 33%의 일반해수 400ml 넣은 500ml 비이커에 옮겨 수온 30 $^{\circ}$ C에서 먹이로 *Isochrysis galbana*를 공급하며 배양하였다. 매일 일정량을 20 μ m sieve를 사용하여 수확하여 증류수로 씻어준 다음 -80 $^{\circ}$ C에 냉동 보관하였다.

냉동된 시료를 진공 동결 건조시켜 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 지질을 추출하여 Lee (1997)의 방법으로 14% BF₃-methanol (Sigma, USA)로 지방산을 methylation 시킨 후, capillary column (HP-INNOWax, 30m \times 0.32mm \times 0.5 μ m, USA)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu, GC-17A, Japan)로 지방산을 분석하였다.

표준 지방산으로 12:0, 13:0, 14:0, 14:1, 16:1, 17:0, 17:1, 18:0, 18:1, 18:2n-6, 18:3n-6, 18:3n-3, 18:4n-3, 18:4n-6, 20:0, 20:1, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-3, 20:5n-3, 22:0, 22:1, 22:4n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 및 24:1 (Sigma, USA)을 사용하였다. Carrier gas는 helium (30 mL/min)을 사용하였으며, oven 온도는 170 $^{\circ}$ C에서 225 $^{\circ}$ C까지 1 $^{\circ}$ C/min 증가시켰고, injector의 온도는 250 $^{\circ}$ C, detector (FID) 온도는 270 $^{\circ}$ C로 설정하였다.

3. 신양식 대상종

가. 남방점바리

1). 생식소중량지수 변화

2004년 4월부터 2005년 5월까지의 조사기간 중 수집된 남방점바리는 총 164마리로 평균체장은 38.8cm, 평균체중은 938.5g 이었다(표 31).

표 31. 축 라군에 서식하는 남방점바리(*Ephinephelus polyphekadion*)의 생식소 발달(2004. 4~2005. 1)

Table 31. Development of gonado-somatic index (%) of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*) in Chukk 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
2005. 2	11			0.67	1.22	
2005. 3	10			0.90	2.96	
2005. 4	18			0.30	0.55	
2005. 5	3			0.24	0.35	

GSI : 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. 1월부터 생식소중량지수가 1%를 상회하는 암컷이 출현하기 시작하였으며, 최대 생식소중량지수는 1.73%를 기록하였다.

2월에 들어 0.67%로 증가하였으며, 3월에는 평균 0.9%로 가장 높은 지수를 기록하였으며, 최대 생식소중량지수 2.96%를 기록한 암컷이 출현하였다. 2005년 4월 14

일에는 0.35%로 낮아졌으며, 4월 26일에는 평균 0.24%을 기록하였고 5월 27일에는 0.24%의 낮은 값을 기록하였다(그림 17). 생식소중량지수로 판단할 때, 남방점바리의 주 산란기는 2월 중순으로 판단된다.

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 생각된다. 7월 출현한 1개체를 제외하고 육안으로 암수구별이 가능한 개체는 1월부터 3월 사이에 나타났다.

본 조사에 사용된 공시어류의 크기는 최소 360g에서 최대 2,100g이었는데, 크기에 따른 생식소중량지수의 변화는 거의 관찰되지 않았다(그림 18).

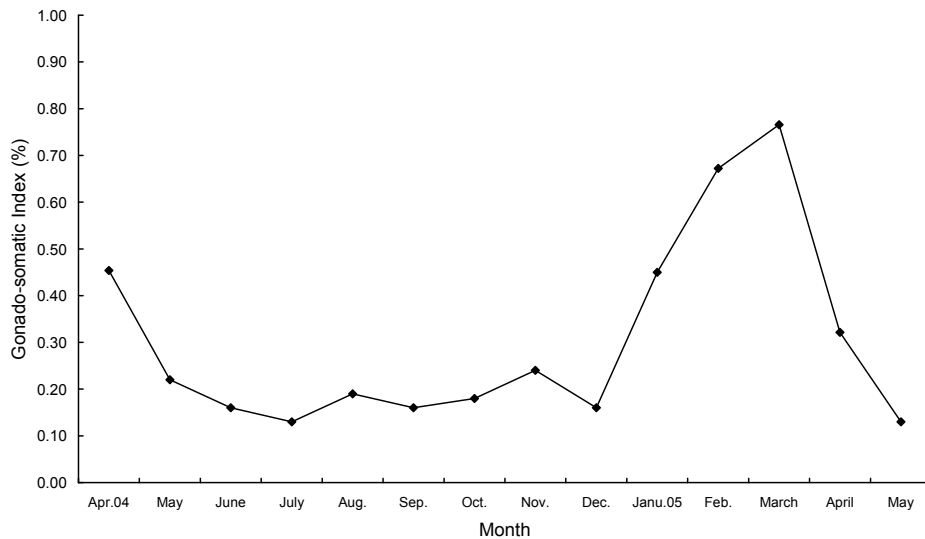


그림 18. 축 라군산 남방점바리의 월별 생식소중량지수(GSI) 변화.

Fig. 18. Changes of gonado-somatic index (%) of blue tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*) in Chuuk Lagoon.

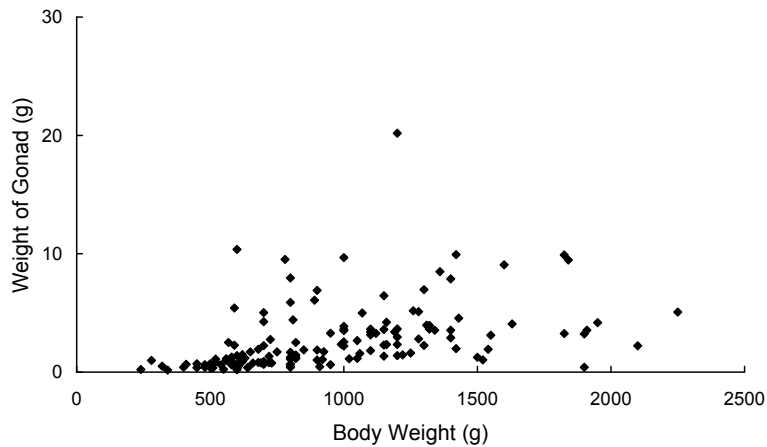


그림 19. 개체 크기에 따른 축 라군산 남방점바리의 생식소중량지수 변화.

Fig. 19. Changes of gonado-somatic index (%) of blue tailed cod (*Ephinephelus polyphkadion*) depend on body size in weight in Chuuk Lagoon.

2). 생식소 발달

난소

2004년 4월에는 대부분이 난소피막의 근조직에서 유래된 난소소낭으로 구성되어 있으며, 그 속에는 결체성 조직 사이에 파묻혀 있는 난원세포들과, 염기성 색소에 짙게 염색되어 있는 염색인기 및 주변인기 난모세포들이 대부분을 차지하고 있었다. 이런 난소조직상은 8월까지 관찰할 수 있었다(화보 IV-A). 9월이 되면서 난소 내 일부 난모세포들은 핵에 인이 나타나기 시작하였고, 10월에 이르러 난모세포의 크기 성장과 더불어 핵내 인의 수가 증가하면서, 뚜렷한 주변인기를 나타내었다. 11월에 이르러 세포질에 난황포가 나타나고, 성장하면서 세포질의 염색성은 짙은 청색에서 보라색으로 바뀌었다. 12월로 접어들면서 각 개체들의 난소에는 난모세포의 방사선대가 두꺼워지고, 유구들과 함께 난황구들의 축적이 진행되고 있는 난황구기

난모세포들의 수가 증가하였다. 1월에 채집된 개체들 중 육안으로도 난소가 매우 발달한 개체들에서는 난황구들의 축적과 이들 사이에 지방구의 축적도 활발히 진행되어 있는 산란 직전의 완숙난들이 관찰되었다. 2월 일부 개체에서는 성숙 난모세포 사이에 배란 후 잔존여포와 초기 난모세포들을 관찰할 수 있었다. 3월 난소 조직상은 미처 산란되지 않은 난모세포들의 퇴화, 흡수가 일어나면서, 난소를 구성하고 있는 난소소낭들의 형태가 뚜렷하게 되었고, 이들 사이에 일부 주변인기 난모세포들이 관찰되었다. 이후 4월 조직상은 2004년 4월과 마찬가지로 대부분 휴지기 상태로 접어들고 있었다.

정소

2004년 4월, 대부분의 수컷들의 정소세관 내강에서는 정소 세관벽을 구성하는 결합조직과 정소세관 내 정원세포 및 간충직들은 모두 호산성 색소에 붉게 염색되어 있었다. 5월에는 정소 조직의 염색성이 호염기성으로 바뀌었으며, 정소세관 내에는 세관벽을 따라 정원세포들이 줄지어 있었다. 이런 조직상은 7월까지 관찰할 수 있었다(화보 IV-B). 8월이 되면서는 정원세포들의 핵 내에서 인이 사라지면서 핵질의 변화가 일어나고 있었으며, 9월로 접어들면서 정소세관은 점차 비후되기 시작하고, 세관 내에는 여러 단계의 생식세포들이 출현하기 시작하였다. 특히 11월이 되면서 아주 약하게 정소내에 정자가 형성되기 시작하였으며, 2005년 12월에 채집된 대부분 개체들의 정소 조직은 정소세관 내의 생식세포들이 발달 단계별로 포낭을 형성하고 있었으며, 정소세관 내강에서는 변태된 정자들을 관찰할 수 있었다. 그리고 1월로 접어들면서는 세관벽을 따라 정세포군들과 변태된 정자들로 가득 찬 정소세관으로 구성되어 있는 정소 조직상이 관찰되었으며, 2월에 이르러 정소세관 내강에는 여전히 정자들이 관찰되지만, 정소 세관벽을 구성하고 있는 결합조직들이 호산성 색소에 뚜렷하게 염색되었다. 3월에 들어서면서 정소는 퇴화되기 시작하면서, 4월에 이르러 일부 정자가 관찰되지만, 많은 부분이 결합조직과 간충직으로 채워져 있었다.

3). 생식년주기

생식소 발달의 조직학적 조사와 생체지수의 연간 변화를 통해, 생식년주기를 성장기, 성숙기, 완숙 및 산란기 그리고 퇴화 및 휴지기의 연속적인 주기로 구분할 수 있었다.

성장기

생식소는 7월부터 활성화되기 시작하여, 성장기 생식소를 가진 개체들의 출현율은 암수 모두 11월에 가장 많이 출현하였으며, 이들 성장기 개체들은 12월까지 암수 모두에서 관찰되었다.

성숙기

수컷은 암컷 보다 빨리 10월에 성숙기 개체들이 출현하였으며, 암컷은 12월에 성숙 개체들이 관찰되었다.

완숙 및 산란기

암컷은 모두 2005년 1월에 접어들면서 완숙 및 산란기 개체들의 출현이 관찰되었으며, 수컷은 2004년 12월부터 완숙 산란기에 접어드는 개체가 관찰되었다. 이들 산란기 개체들은 암컷의 경우 2월까지, 수컷의 경우 4월까지 관찰되었다.

퇴화 및 휴지기

생식세포들의 퇴화가 일어나는 개체들은 암컷에서는 2월부터 나타나기 시작하였으며, 2005년 3월부터 5월까지 채집된 모든 개체들의 난소는 초기 난모세포들이 재배치되어 뚜렷한 생식세포의 발달상이 보이지 않는 휴지기 상태였다. 수컷에서는 3월부터 생식소가 위축되는 개체들이 출현하여 4월부터 5월까지 채집된 모든 개체들은 정원세포로 구성된 정소를 가지고 있는 휴지기 상태였다.

산란기 어류의 생식소중량지수가 5~10%인 점을 감안할 경우 본 조사에서 산란이 임박한 개체를 발견하지 못하였지만, 생식소의 현미경적 소견로 추론하면 생식소 주 발달 시기는 12월~2월이며, 산란 성기는 1월에서 2월 사이로 추정된다.

4). 친어확보시기

남방점바리(*Epinephelus polyphekadion*)는 농어목(Order Perciforms), 바리과(Family Serranidae) 바리속(Genus *Epinephelus*)에 속하는 열대성 어종으로 호주의 대보초(Great Barrier Reef) 북부에서 일본의 남부해역까지 비교적 광범위하게 분포하고 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 성성속이 빠른 경향이 있다(이와 송 2004, 2001). 능성어는 성성속 이전까지 생식소 안에 난모세포들이 대부분을 차지하고 있으며 성성속 시기에 이르러 난소 기능을 가지는 암컷과 성전환 단계의 간성개체 그리고 정소의 기능을 가지는 개체가 출현한다고 보고되고 있다(Lee *et. al.* 1996).

축주에 있어 본 종의 산란기는 1월~2월 사이로 추론되며, 늦어도 3월 중순에는 생식활동이 끝나는 것으로 판단된다. 따라서 본 종의 종묘생산을 위한 친어확보는 최소한 12월까지 종료되어야만 가능하리라 판단된다.

나. 소형먹이생물개발(남방소모충)

전년도에서 남방소모충의 분리방법 및 배양방법에 대한 관건 기술은 확립되었으며, 이에 대한 특허출원을 완료하였기 때문에 본 사업기간 중에는 남방소모충의 영양가 분석에 주력하였다.

*Isoochrysis galbana*를 섭취한 남방소모충 (*Undella* sp. Chuuk-2004)의 지방산 분석 결과 n-3고도불포화지방산(HUFA)의 총비율은 22.1%로 Super Selco로 영양 강화된 윤충의 23.3%보다 낮았지만 영양 강화된 알테미아 노우플리우스(*artemia* nauplius)의 20.4% 보다는 약간 높았다. 특히 은 DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3) 비율이 16.8%로 윤충과 알테미아 노우플리우스에 비하여 2배 이상 높았다(표 32). 한편 EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3)의 조성비는 이들 보다 낮은 2.1%를 기록하여, 본 실험에서 남방소모충의 DHA : EPA 비는 8로 Super Selco로 영양 강화된 rotifer와 *Artemia* nauplius보다 월등히 높게 나타났다.

일반적으로 먹이생물 가치에 대한 잠재성 평가는 그들의 화학적 조성, 특히 지질과 지방산 함량과 관련되어있다(Watanabe *et al.*, 1983; Shansudin *et al.*, 1997). 특히, 대부분의 해수산 어류는 정상적인 성장과 발달을 위해 필수지방산으로 EPA 와 DHA 같은 n-3 HUFA (highly unsaturated fatty acids)를 요구하며 해산 자어의 성공적인 생산을 위해서는 이들 지방산을 충분히 공급하는 것이 중요하다(Sargent *et al.*, 1999; Payne and Rippingale, 2000). 이 중, DHA는 정상적인 신경 발달과 기능에 중요하며 특히 자어의 망막발달과 시력에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(McEvoy *et al.*, 1998). Furuita *et al.* (1998)의 실험에서 EPA와 DHA의 첨가가 넙치의 성장과 생존을 높이는 것으로 나타났으며, yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*)의 경우, DHA가 높은 먹이를 먹은 자어는 성장과 생존율이 높게 나타난 반면, DHA 함량이 매우 낮은 먹이를 먹은 자어는 성장과 생존율이 유의적으로 낮

표 32. *Isochrysis glabana*를 급이한 남방소모충(*Undella* sp. Chuuk-2004)의 지방산 조성(%)

Table 32. Fatty acid composition of *Undella* sp.(Chuuk-2004) fed by *Isochrysis glabana*.

Fatty acid	<i>Undella</i> sp	Rotifer (Lee, 2004)	<i>Artemia</i> nauplius (Lee, 2004)
14:0	1.1	1.4	1.1
16:0	13.4	19.4	9.9
16:1n	1.2	trace	9.1
18:0	9.2	16.5	25.2
18:1n-9	6.4	6.8	2.1
18:2n-6	19.2	11.5	1.2
18:3n-3	9.3	0.7	12.8
20:0	1.1	3.8	1.3
20:1n	trace	trace	0.1
20:3n-3	0.9	0.8	trace
20:2n-6	1.5	2.1	0.1
20:5n-3 (EPA)*	2.1	8.3	11.1
22:0	0.9	0.9	0.3
22:1n-9	0.8	0.8	0.3
22:2n-6	1.2	1.0	0.1
22:3n-3	0.6	0.5	trace
22:5n-3	1.7	5.5	1.2
22:6n-3 (DHA)**	16.8	8.3	8.1
Others	12.6	11.8	16.2
n-3 HUFA***	22.1	23.3	20.4
EPA+DHA	18.9	16.5	19.2
DHA/EPA	8.0	1.0	0.7

Remark: * eicosapentaenoic acid, ** docosahexaenoic acid,
 *** highly unsaturated fatty acid (C≥20), trace: ≤0.05).

게 나타났다(Copeman et al., 2002). 해산 어류 자어는 자연산 어란의 난황과 대부분 해산 어류 자어가 섭취하는 자연 먹이의 DHA : EPA 비인 약 2:1의 먹이를 요구하는 것으로 보고되고 있다(McEvoy et al., 1996; Sargent et al., 1997, 1999).

결과적으로 남방소모충(*Undella* sp. Chuuk-2004)은 이들의 지방산조성을 미루어 볼 때 능성어의 종묘생산 시 자어의 초기먹이로 높은 성장률과 생존율을 보일 수 있을 것으로 판단된다.

다. 망그로브게

1). 망그로브게의 생물학

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.

*S. serrata*는 망그로브게류 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 마이크로네시아에서 본 연구진에 의하여 관찰된 개체들은 모두 *S. serrata* 이었다.

우리나라 나라에서도 낙동강 하구 부근에 톱날꽃게(*S. serrata*)가 출현한다고 보고되고 있다. 한편 진해만 입구에서 2004년 순천향대학교 연구진에 의하여 채집된 개체는 Keenan et. al. (1998)의 관점에서 *S. paramamosain*으로 동정되었다(마 2005). 저자는 아직 우리나라에서 *S. serrata*로 동정된 표품을 관찰하지 못하였지만 채집지역을 감안할 때 아마도 *S. paramamosain*과 같은 종일 경우도 배제할 수는 없다. 이 경우 톱날꽃게는 *S. serrata*가 아니라 *S. paramamosain*의 국명으로 바로 잡는 것이 마땅하기 때문에, 이에 대한 구분이 명확해 질 때까지 마이크로네시아에서 관찰되는 *S. serrata*는 그대로 망그로브게로 부르기로 한다.

2). 지역별 형태학적 특징 비교

남태평양산 톱날꽃게의 지역 간 형태적 비교조사를 위하여 필리핀 일로일로, 팔라우, 압, 축, 폰페이, 코스레에서 채집한 개체를 토대로 형태학적 비교를 실시하였

다. 사용된 파라메타는 각장, 각폭, 집게다리의 각 절의 길이와 폭, 제3보각지 각 절의 길이와 폭, 그리고 해엄다리 각 절의 길이와 폭을 사용하였다.

망그로브게의 경우 유영지를 제외하고는 개체간의 형태변화가 커 지역간 형태학적인 특징을 구분하는 기준으로 허기에는 무리가 있는 것으로 나타났다. 유영지의 전절(propodus)과 지절(dactylus)은 각 조사지역에서 공통적으로 개체간 변이가 가장 낮은 파라메타로 나타났다. 전절과 지절에 대한 각 지역 간 유의성 검정을 위하여 각 지역에서 얻어진 표본개체들로부터 이들 파라메타를 각각 각장대비 값으로 변환시킨 후 분산분석(ANOVA)을 행하였다. 다중비교는 Scheffe 통계량으로 유의성($P < 0.05$)을 검정하였다. 모든 통계분석은 SPSS 통계 program (version 11.5)을 이용하였다.

그 결과 각장대비 유영지의 전절의 폭에서만 분산분석결과 통계적으로 유의성 있는 평균차이가 있다는 ($P = 0.014$) 결론을 얻었으며, 다중비교 결과 Philippine (Iollo)과 Kosraerks 지역 간에 유의수준 $P = 0.028$ 로 유의한 차이 ($P < 0.05$)를 보였다. 전체적으로 축, 코스레, 폰페이 및 팔라우의 개체군이 같은 집단으로 ($P = 0.849$) 구분되었으며, 축 일로일로, 팔라우 및 압 개체군도 같은 집단으로 ($P = 0.086$) 구분되었다. 전체적으로 볼 때, 팔라우를 제외한 지역의 개체군은 같은 집단으로 판단되다(그림 20).

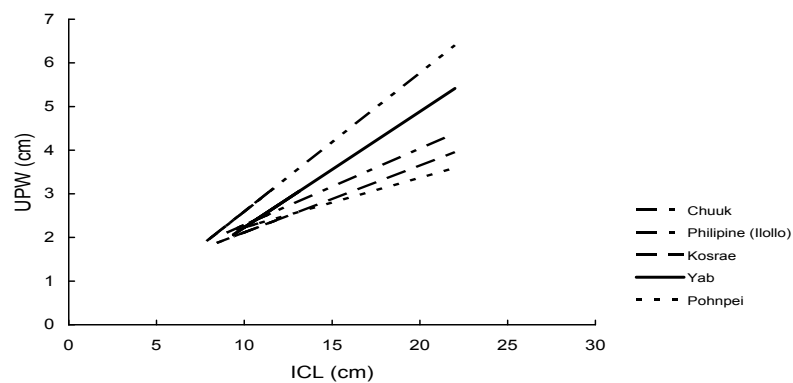


그림 20. 망그로브게(*Scylla serrata*)의 지역별 형태학적 특징(각장/유영지 전절 폭).

Fig. 20. Comparison of external characteristics of mangrove crabs (*Scylla serrata*) based on the ratio between carapace length(ICL) and upper paddle width.

3). 망그로브계의 유전학적 특성

조사방법

Genomic DNA 분리 및 정제는 계의 다리근육 조직으로부터 Blin 및 Stafford의 방법(1976)을 다소 변형하여 genomic DNA를 분리하였다. 조직시료에 lysis buffer [10mM Tris-HCl pH7.5, 125mM NaCl, 10mM EDTA, 0.5% SDS, 5M Urea, 0.1mg/ml proteinase K]를 첨가하여 용해한 후, *Accuprep*[®] Genomic DNA Extraction Kit (Bioneer Co., Korea)의 column을 이용하여 정제하였다. 분리·정제한 genomic DNA는 전기영동으로 확인한 후, NanoDrop[®] ND-1000 Spectrophotometer (NanoDrop Technologies, USA)를 사용하여 농도를 측정하였으며, -80℃에 보관하였다.

Random amplified polymorphic DNA (RAPD) 분석은 각 개체의 DNA 시료를 Operon Technologies 사 (USA)의 RAPD primer 염기서열을 근거로 하여 합성한 10-mer의 random primer와 Klinbunga 등(2000)의 연구에서 보고한 random primer를 이용하여 분석하였다. Genomic DNA 25 ng을 random primer 10 pM과 *Ex Taq* DNA polymerase (Takara Co., Japan) 1U을 사용하여 증폭하였으며, 94℃에서 5분간 변성시켜 94℃에서 1분, 40℃에서 1분, 72℃에서 2분동안 40회 반응시켰다 (PTC-200, MJ Research, USA). 증폭산물은 1.5% agarose gel 전기영동으로 확인하였으며, 각 그룹간 밴드형성 패턴을 비교분석하였다.

미토콘드리아 DNA 분석은 계의 다리근육 조직에서 분리·정제한 genomic DNA를 활용하였으며, cytochrome oxidase I (CO I) 유전자(GenBank Accession no. AY705547) 영역을 증폭시켰다. 증폭반응을 위하여, genomic DNA 100 ng, PCR buffer[10mM Tris-HCl(pH8.3), 50mM KCl, 2.0mM MgCl₂], dNTP mix 200μM, 각각의 primer 20 pM 및 *TaKaRa EX Taq*[™] DNA polymerase(TaKaRa Co., Japan) 1U을 첨가하여 최종 부피가 50μl가 되도록 혼합액을 조제한 후, 94℃에서 5분간 미리 변성시켰으며, 94℃에서 30초, 55℃에서 30초, 72℃에서 30초의 조건으로 35회 반응시켰다(PTC-200, MJ Research, USA). Primer는 Crab-CO I /2F(5'-CCA GCA TTC GGT ATA ATC TC-3')와 Crab-CO I /2R(5'-AAT GGA AAT CAG TGA GCA AT-3'), 증폭산물은 1.5% agarose gel 전기영동으로 확인하였다.

PCR 산물의 정제 및 염기서열 분석은 전기영동으로 확인한 CO I 유전자 산물의 DNA 단편을 agarose gel로부터 회수한 후, Power Gel Extraction Kit(DyneBio, Korea)을 사용하여 DNA를 elution 하는 방법으로 PCR 산물을 정제하였다. 정제된

PCR 산물은 BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit(Applied Biosystems, USA) 를 이용하여 염기서열 결정반응을 실시하였고, ABI 377 DNA Sequencer(Applied Biosystems, USA)를 사용하여 염기서열을 결정하였으며, Chromas 2.30 (Technelysium Pty Ltd, Australia) 및 DNASTar(DNASTAR, Inc., USA) 프로그램을 이용하여 각 그룹의 염기 변이를 비교 분석하였다.

조사결과

마이크로네시아 군도에 서식하는 mud crab 의 유전적 특성을 분석하고 서식지가 다른 망그로브계 개체군이 같은 종인지 알아보기 위하여, 팔라우, 필리핀 일로일로, 얍, 축, 폰페이 및 코스레 6개지역에서 56 개체의 시료를 확보하여 25개의 random primer를 이용하여 RAPD (Random amplification of polymorphic DNA) 분석을 실시하였다. 그 결과 90% 이상의 다형 단편을 생성하는 8개의 random primer가 확인되었다(표 33).

표 33. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레), 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브계의(*Scylla serrata*) random primer의 염기서열 및 다형단편의 수
Table 33. Sequences of 10-mer primers, number of scorable RAPD bands and number of polymorphic bands resulting from RAPD analysis using random primers of mangrove crab (*Scylla serrata*)

Primer	Sequence	No. of total bands	No. of polymorphic bands
OPA-01	5'-CAGGCCCTTC-3'	19	17
OPA-02	5'-TGCCGAGCTG-3'	15	10
OPA-04	5'-AATCGGGCTG-3'	14	10
OPA-07	5'-GAAACGGGTG-3'	16	10
OPA-08	5'-GTGACGTAGG-3'	20	14
OPA-09	5'-GGGTAACGCC-3'	17	8
OPA-10	5'-GTGATCGCAG-3'	14	4
OPA-11	5'-CAATCGCCGT-3'	14	12

분석결과 각 지역집단 특이적인 다형패턴 DNA 단편은 확인되지 않았으며 random primer에 의한 다형패턴은 각 개체간의 차이로 인한 것으로 생각된다(그림 21, 22). Klinbunga 등 (2000)의 연구에서 보고한 3개의 *Scylla* 속 (*S. serrata*, *S. oceanica*, *S. tranquebarica*)를 구분하는데 이용된 3개의 random primer (UBC456, UBC457, YNZ22)를 사용하여 분석한 결과에서도 6개 지역 시료간의 뚜렷한 차이는 없었다.

미토콘드리아 CO I 유전자 염기서열 비교분석은 망그로브계의 cytochrome oxidase I (CO I) (GenBank Accession no. AY705547) 단백질을 암호화 하는 영역 중 427bp 크기의 단편을 증폭하여 실시하였다. 그 결과 조사된 6개 지역간에는 지역 특이적인 염기변이는 발견되지 않았으며, 개체간의 변이 또한 극히 적은 수의 염기변이가 존재하였다. 각 지역시료간의 기원을 파악하기 위한 phylogenetic tree 작성 결과에서도 뚜렷하게 구분되는 시료는 없었다(그림 23).

염기서열을 근거로 작성한 각 지역시료간 유사정도를 파악할 수 있으며, 각 지역 시료간 80.0%~96%의 유사도를 나타내었다. 이와같은 결과로, 본 연구에서 분석한 6개지역의 시료간에는 개체간 유전적인 변이는 나타나지만, 같은 species로 확인되었다(표 34).

표 34. 미토콘드리아 DNA의 COI 염기서열을 근거로 계산한 망그로브계(*Scylla serrata*)의 유전적 유사도

Table 34. Genetic relationships among six different geographic location mangrove crab (*Scylla serrata*) using sequence distance of mitochondrial COI gene

	Percent identity						
		Chuuk	Kosrae	Philippine	Palau	Yab	Pohnpei
Divergence	Chuuk	***	88.4	87.0	92.9	92.0	80.0
	Kosrae	2.7	***	88.6	93.7	90.5	84.6
	Philippine	2.5	5.0	***	96.0	93.1	82.4
	Palau	1.0	2.5	2.3	***	87.5	85.9
	Yab	1.7	3.7	3.0	1.2	***	86.3
	Pohnpei	2.3	4.8	4.0	2.3	2.0	***

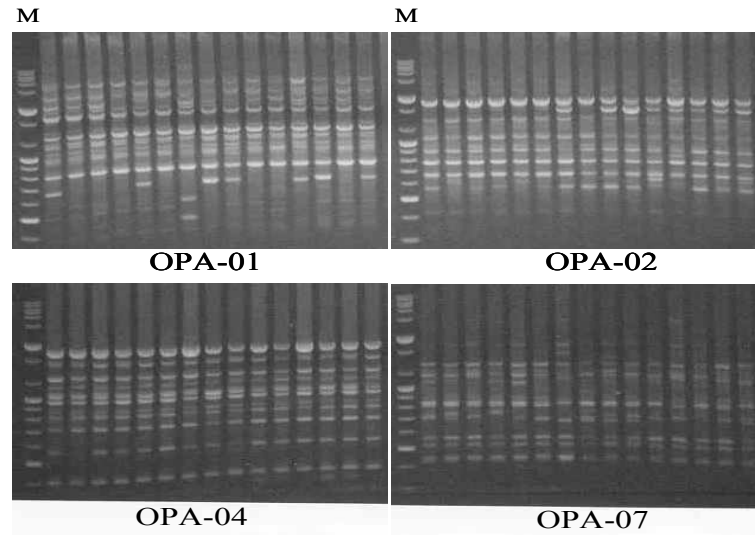


그림 21. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레), 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브게(*Scylla serrata*)의 개체별 primer RAPD 패턴(1).

Fig. 21. RAPD profiles of polymorphisms in mangrove crab (*Scylla serrata*) using random primers(1). Lane 1-4; Kosrae, lane 5-8; Philipine, lane 9-12; Palau, lane 13,14; Chuuk, lane 15; Yab.

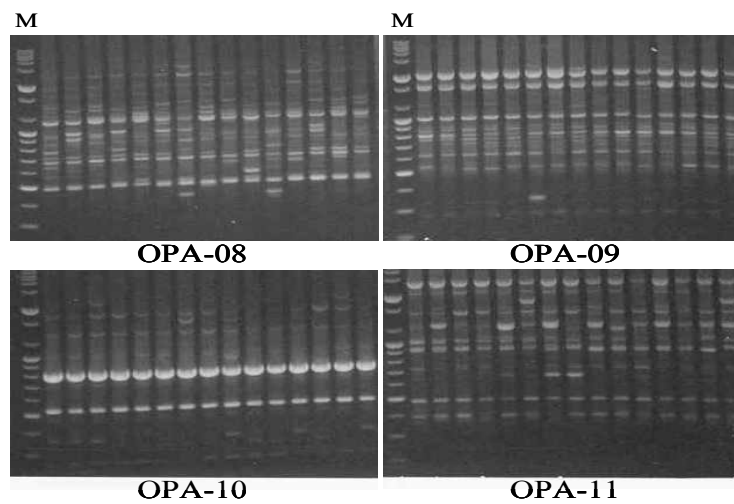


그림 22. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레), 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브게(*Scylla serrata*)의 개체별 primer의 RAPD 패턴(2).

Fig. 22. RAPD profiles of polymorphisms in mangrove crab (*Scylla serrata*) using random primers(1). Lane 1-4; Kosrae, lane 5-8; Philipine, lane 9-12; Palau, lane 13,14; Chuuk, lane 15; Yab.

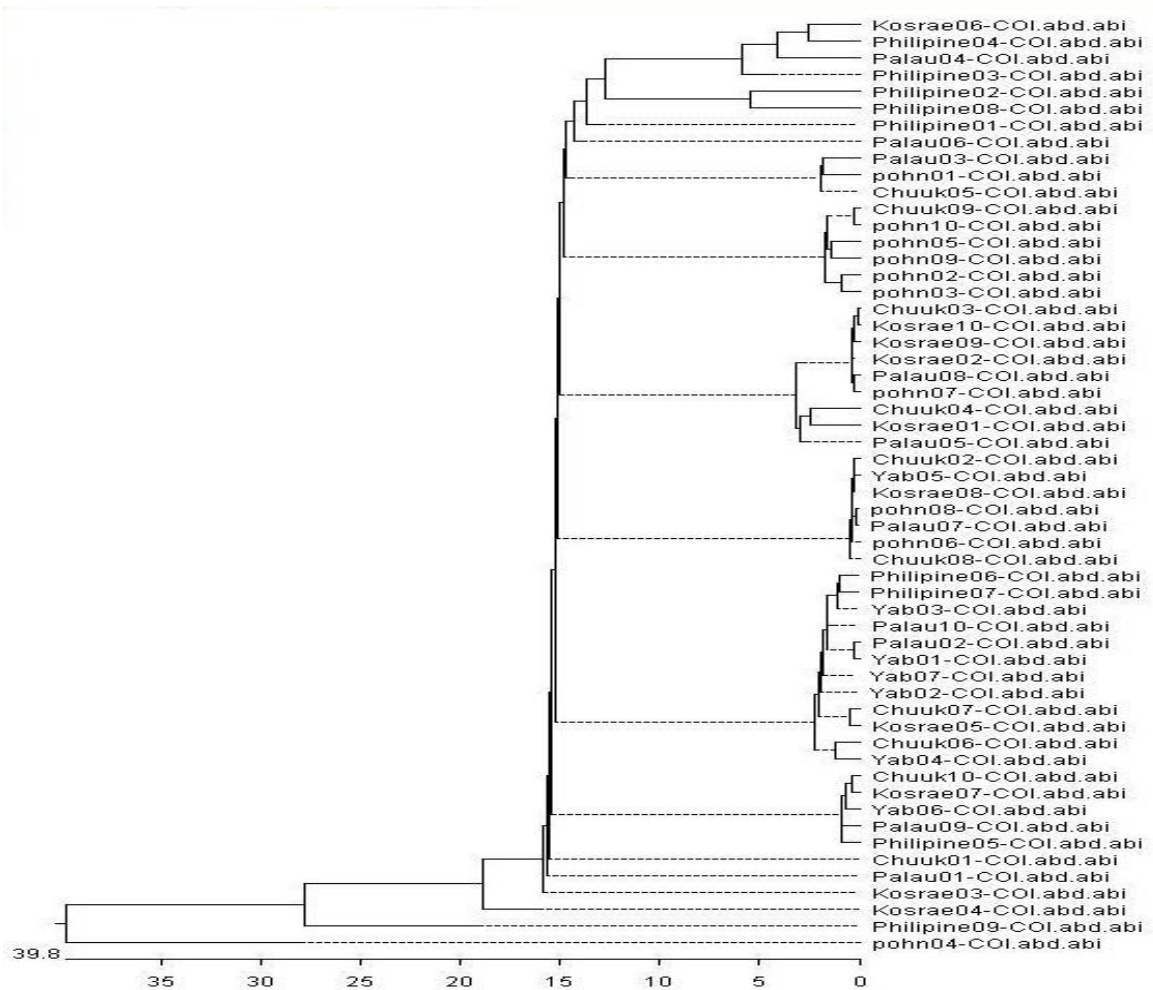


그림 23. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레), 필리핀 일로일로 및 팔라우산 망그로브게(*Scylla serrata*)의 CO I 염기서열을 기초로 작성한 계통수.

Fig. 23. Phylogenetic tree obtained on the CO I sequence of six different geographic location mangrove crab (*Scylla serrata*) using clust method.

4). 망그로브계의 종묘생산 기초연구

전년에 이어 망그로브계가 대량으로 채포되는 2004년 11월부터 2005년 10월까지 코스레주의 협조로 망그로브계의 생식소 발달을 조사하였지만, 생식소 발달의 주기성은 관찰하지 못하였지만, 대부분의 암컷이 항상 어느 정도 분화된 생식소를 가지고 있는 것이 확인되었다. 즉, 코스레주에 서식하는 망그로브계는 부정기 생식을 하는 것으로 판단되며, 환경조건에 따라 단시간 내에 생식소를 발달시켜 산란하는 것으로 생각된다.

망그로브계의 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 계는 양을 복부의 부속지를 이용하여 덩어리 상태로 부화할 때 까지 보호한다. 일반적으로 지역주민들은 망그로브계가 많이 잡히는 매월 보름을 산란기로 생각하고 있으며, 음력 11일째부터 망그로브계를 채포할 수 있다고 믿고 있지만 정확한 근거는 없다(Shelley 2001). 따라서 자연산 포란개체를 채집하여 종묘생산에 사용하는 것은 많은 제약이 따르기 때문에 코스레주에서 채집된 망그로브계 모해를 국내에 반입하여 협동연구기관인 경상남도 수산자원연구소의 수조에 수용하여 인공포란을 유도하였다.

채집 및 운송

국내 반입용 망그로브계는 2005년 8월 17일 마이크로네시아 코스레주 수산국 산하의 망그로브계 육성용 노지에서 통발을 이용하여 26마리를 채집하였다. 채집된 망그로브계는 깨끗한 해수를 뿌려 주면서 솔로 세척하여 몸에 붙은 빨과 이물질 제거한 후 습기가 유지되는 실내에서 실온 24℃에 노출식으로 아침까지 보관하였다. 8월 18일 아침 8시경 망그로브계의 크기에 알맞은 소형 플라스틱 채롱에 망그로브계 1개체씩 넣고, 이를 다시 젖은 수건을 깔아준 비닐 백에 2~5개씩 넣은 후 산소를 주입하여 밀봉하여 항공편으로 국내에 반입하였다. 8월 19일 7시 30분 공항 도착 즉시 포장을 개봉하여 망그로브계를 넣은 채롱을 암습식으로 공기가 통하게끔 간이 포장하여 통영에 소재한 경상남도 수산자원연구소로 이동하였다. 수산자원연구소 도착 즉시 42×65×35 크기의 플라스틱 바구니에 한 마리 씩 넣어 20톤급 P.P 원형수조에 수용하였다. 채집부터 수산자원연구소까지 이동에 걸린 시간은 약 38시간이었으며, 이중 산소를 주입한 비닐 백에서 이동한 시간은 약 23시간이었다.

8월18일 마이크로네시아에서 운송되어 수용된 톱날꽃게는 총 26마리로 이 중 숫컷은 8마리, 암컷은 18마리였으며, 채집 및 수송과정에서 수컷 2마리와 암컷 10마리는 집게다리를 포함한 부속지를 상실하여 완전한 개체는 수컷 6마리아 암컷 8마리이었다.

사육관리

망그로브계의 수용 수온은 26℃로 설정하였으며, 사육수는 모레여과기를 통과한 해수를 보일러로 사육온도까지 가온하여 사육수조에 공급 하였으며, 일간편차는 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 이었다. 수용 후 2일째부터 수용한 상자의 위쪽을 차광막으로 덮어 그늘을 만들어 주었고, 냉동 멸치를 해동하여 하루에 한번 오전(10:00분)에 상자 안에 공급하였다. 공급량은 다음날 아침까지 모두 섭취하고 일부만 남아 있을 만큼 충분한 양을 주었으며, 매일 아침 섭이하지 않은 멸치를 제거하고 신선한 멸치를 넣어주었다.

2일째 까지 사망한 개체는 암컷 2마리, 수컷1마리였으며, 8월22일 이중 한 마리가 수송 등의 스트레스로 인하여 산란하였으나 어미가 포란하지는 못하였다. 산란한 개체 중 일부가 발생과정에 있었기 때문에 별도의 부화 용기($\phi 50\text{cm} \times 100\text{cm}$)에 에어레이션 장치를 한 후 수용하였으나 더 이상 발생이 진전되지 못하였다.

국내반입 5일째인 8월23일부터 자체 가온시스템이 되어 있는 콘크리트 사각수조(5m ×5m ×1m)로 옮겨 수위를 50cm로 조절하였다. 사육수온 26℃에서 점차 가온하여 수온 28.0℃(편차 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$)를 유지하였으며, 일간 환수량이 50% 정도로 되도록 지속적으로 가온해수를 공급하였다. 사육중인 망그로브계 3마리를 검역을 위하여 8월 24일 통영수산물검역소로 이송하였으며, 이때까지 누적 폐사량은 검역물 포함 14마리였다. 이후 채집 1개월째(국내반입 29일째) 까지 4마리가 추가로 사망하여 총 10마리(암컷 6마리 및 숫컷 4마리)가 생존하였다. 추가로 사망한 4마리 중 1마리는 반입 12일째 사망하였으며, 나머지 3마리는 플라스틱 바구니를 탈출한 수컷 1마리의 공식에 의한 사망이었다. 이와 같은 결과를 볼 때의 국내 반입한 망그로브계가 배양장 환경에 적응하기까지 필요한 시간은 최소 15일이 필요한 것으로 판단된다.

이후, 암컷을 분리하여 내부에는 20cm-50cm 크기로 절단한 직경 100mm~200mm의 PVC 관을 넣어 숨을 곳을 만들어준 25톤급 수조에 수용하여 어미가 충분히 돌아다닐 수 있도록 하였다. 사육수온은 28℃로 하였으며, 환수량은 1회전/일로 하였으며 매주 사육수를 완전하게 제거하고 바닥 청소를 하여 주었다.

더 이상 망그로브계의 폐사가 일어나지 않았으며, 활발한 운동성을 보여 국내 사육환경에 완전하게 적응하였다고 판단된 10월 17일(국내 반입 후 2개월), 어두운 곳

에서 손전등을 조명하여 나타난 생식소의 윤곽으로 생식소가 발달하기 시작하였고 판단되는 3마리의 암컷을 선별하여 좌측 안병을 절단하여 주었다. 안병이 절단된 망그로브계 암컷은 바닥에 15cm 정도로 모래를 깔아준 후 수심 40cm 정도 여과가온해수를 채운 500ℓ 용량 FRP사각수조(850mm ×850mm)에 1 개체씩 수용하였다. 사육수는 여과해수를 사용하였으며, 사육수온은 30℃로 조절하여 인공 포란을 유도하였다.

포란

안병이 절단된 망그로브계 암컷은 절단시의 생식소 발달 정도에 따라 시간적 차이는 있었지만 모두 포란에 성공하였다. 포란에 임박하여 망그로브계는 수조 바닥의 모래를 파고들기(화보 V-1)를 수회 반복하면서 몸의 2/3 정도가 들어갈 산란 홈을 만드는 행동을 하였다. 망그로브계는 모래 바닥에 홈을 파고 산란하고, 부속지를 사용하여 포란하지만, 금번 실험에서 산란 및 포란과정은 관찰하지 못하였다.

안병 절단 당시 생식소가 비교적 충만하였다고 판단된 개체는 절단 5일후인 10월 22일 포란하였으며, 중간 발달 단계의 암컷은 14일째, 그리고 생식소 발달이 미약하였던 암컷은 26일째 포란하여(화보 V-2) 안병절단이 망그로브계의 인공포란유도에 적합한 자극임이 입증되었다.

망그로브계는 우선 모래바닥을 복부가 들어 갈 정도의 파내어 산란소(spawning grove)를 만들고 알을 낳은 후 복부의 부속지를 이용하여 알을 포란한다. 이 과정에서 모래의 크기가 적당하지 않거나 물의 흐름이 빠르면 포란률이 떨어지고, 외부적인 충격으로 놀라거나 수질환경이 적합하지 않으면 산란한 알을 포기하고 포란하지 않는다. 망그로브계 암컷은 수정 후 정자를 장기간 보존하면서 환경이 적당할 경우 1회 수정으로 3~4회 산란하여 포란한다. 따라서 지금까지의 결과를 토대로 할 때, 체중 500~700g 범위의 성숙한 암컷 10마리를 국내에 반입한다면, 사육수온 조절과 안병 절단으로 원하는 시기에 포란 개체를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

한편 포란된 알(화보 V-3)은 3마리 모두에서 정상적으로 발생이 진행되어 알의 색깔이 암갈색으로 변하고 난각의 내부에서 활발한 유생의 움직임이 관찰되는 산란 10일째 까지 정상적으로 발생하였으나(화보 V-4), 부화가 임박한 산란 11일째(화보 V-5) 포란한 알을 모두 털어버렸다. 털어진 알의 50% 정도는 조에아(화보 V-5)로 부화하여 일부 유영하였으나 곧 사망하였으며, 나머지 알은 부화하지 못한 채로 수조바닥에 쌓여 있었다. 이러한 현상은 포란한 암컷이 수용 환경에 적응하지 못하고 포란한 알을 포기하였거나, 자연에서 경험한 산란 및 포란에 관한 생체리듬(bio

rhythm on reproductive cycle)이 교란되어 포란된 알이 아직 부화에 도달할 정도로 발달하지 않았음을 인식하지 못하고 부하를 시도하였기 때문으로 판단된다. 따라서 성공적인 망그로브계의 종묘생산을 위하여 마이크로네시아 현지에서의 포란 및 부화조건에 대한보다 면밀한 조사가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

6). 종묘배양장 설계

마이크로네시아 코스레주와 협동으로 진행 중인 망그로브계 종묘생산 시험사업이 보다 원활하게 추진하기 위해서는 현지 종묘배양장 건설이 시급하며, 그 형태는 대규모 첨단 시설보다는 저비용, 저기술로 운영할 수 있는 간이식 종묘배양 시설이 보다 적합할 것으로 생각된다. 현재 코스레주는 이미 종묘배양장 건설을 위한 예산을 확보한 상태인 바 이를 지원하기 위하여 다음의 조건을 고려하여 망그로브계 종묘생용 저비용 종묘배양장을 설계하였다.

- 첫째, \$100,000 이하의 건설비용/50평 규모
- 둘째, 3명의 현지 기술진으로 운영 가능
- 셋째, 불요불급한 고기술 장비 제외
- 넷째, 운송 배양용 먹이는 시판되는 농축크로렐라 사용

종묘배양장 개요

- 약 50평 규모의 개방식 종묘배양동(실내 공간 10평 포함)
- 자연적 환경조건 및 레벨에 순응과 조화
- 지붕 곡선의 친근한 유도 및 열대성 폭풍을 감안한 견고성
- 폭풍우를 감안 충분한 가설자리 공간으로 수조내 우수 유입 방지
- 구조방식
 - 지붕구조 : 캔버스식 돔 구조 (4면 개방형)
 - 지붕지지 : H-beam 또는 강제 원통형 기둥
 - 지붕앵커 : 철근 콘크리트
 - 바닥 : 철근콘크리트
 - 수조 : FRP 이동식
 - 배관 PVC
 - 준비실 및 동물성 먹이생물 배양실 : 20 feet container 개조

- 기계설비의 제원

- 취수설비 : 2HP 황형보류트펌프 2대(필요수량: 100톤/회/일 x 2회 = 200톤)
- 여과 설비 : 카트리지여과기 및 갠버스여과기(1 μ m)로 대치
- 살균설비 : 자외선멸균기(12램프형, 3.5톤/hr) 1대
- 폭기 설비 : 소형 브로와(2.0m³/min.) x 2대

종묘배양장 기본설계

망그로브계 종묘배양장은 준비실, 먹이생물배양실, 어미게 관리수조, 부화수조, 유생사육수조 및 어린게 사육수조실로 나뉜다. 준비실과 부화수조는 폐쇄된 공간이며, 나머지는 반폐쇄 공간이다(그림 24).

종묘배양장의 시설은 각 종묘생산 단계별 공정에 있어 생산시설의 오염과 질병을 방지함과 동시에 동선을 최소화하여 단위노력을 줄일 수 있도록 배치해야 한다.

종묘배양장에서 사용하는 해수는 인근의 국립 거인조개(giant clam) 배양장에서 공급 받거나, 어려울 경우 배양장 외측 바다 쪽에 펌프실을 설치한다. 주 배양시설은 사육구역과 실험구역(부화조 포함)으로 나누어 두 구역을 완전히 차단하여 자가오염을 최소화 한다. 실험구역은 준비실과 부화수조로 구분한다. 실험구역의 주 출입구는 사육구역의 출입구와 거리를 두고 실험실 전면에 설치하여, 먹이생물 배양실의 환경변화 및 오염을 최소화 한다.

초기 사업단계에서의 배양장은 장차 사업규모를 확충을 고려하여 충분한 공간을 확보하여 건설한다. 우선적으로 5기기 어린게 10만마리를 생산할 수 있는 50평 정도의 규모로 폭 10m x 길이 15m를 기본으로 배양장을 건설하고 사업의 규모에 따라 배양장의 길이를 늘여 증축할 수 있도록 고려하여 건설한다. 기본적인 배치 계획은 전술한 바와 같이 해수의 공급 및 관리가 합리적인 공간을 조성함과 아울러 자연적 환경조건에 순응하여 조화를 이룰 수 있도록 건축해야 한다.

배양장의 규모가 커지면, 가능한 한 모든 시설을 실내에 배치할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 배양장의 높이는 4m 내외로 하고 자연광의 조절이 가능하도록 향문은 흑색 여대지 문으로 설치한다. 판넬 조립식으로 건축할 경우는 2중 보온판넬을 사용하고, 방염처리를 하는 것이 바람직하다.

급, 배수시설은 해수에 부식되지 않는 PVC 재질(고압이 필요한 부분은 스테인레스강)로 하고, 배양장 내의 모든 수조에 충분한 해수가 고르게 공급될 수 있도록 배관의 크기와 수압에 따른 펌프용량을 정해야 한다. 배수로는 가능한 크게 설치하고 구배를 주어 사육수가 원활히 배양장 외부로 배수 될 수 있도록 하되, 각 구역별로

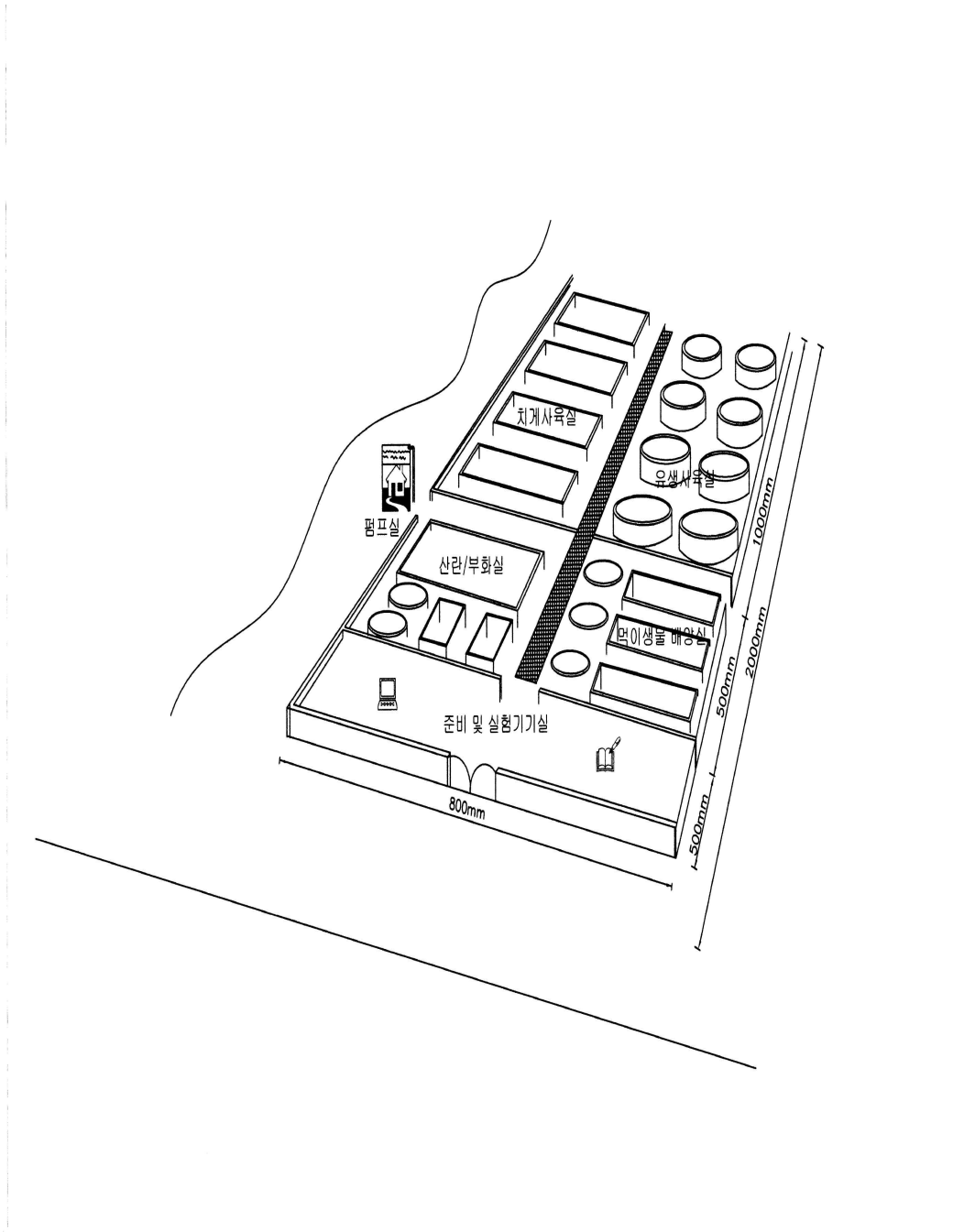


그림 24. 마이크로네시아 코스레주를 위한 망그로브게 종묘배양장 개념도.

Fig. 24. Schematic drawing of mangrove crab hatchery for the State of Kosrae, Federated States of Micronesia.

구분하여 배수되게 해야 한다.

변전설비는 취수장치, 여과장치, 공기공급장치, 멸균장치, 각종 조명, 실험기기에 소모되는 전력량을 고려하여 여유를 두고 설계하고 중앙식 제어가 가능하도록 설치하고, 비상전력 공급계획을 수립해야 한다. 관리시설을 제외하고 배양장에 설치된 모든 기기를 동시에 사용할 경우 필요한 설비용량은 약 25kw 정도이지만 모든 기기를 동시에 사용하는 일은 거의 없으며, 순간 최대사용량은 20kw 내외이다. 안전도를 감안할 경우 종묘배양장의 전력설비용량은 30Kw로 하는 것이 바람직하다.

제 4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절. 목표달성도

1. 연구 내용별 개요

본 과제는 남서태평양의 해양생물자원을 개발하여 우리 기업의 진출촉진 및 도서국과의 수산협력체제를 구축하여 해외수산업전진기지 개척을 지언하기 위하여 기획되었으며, 제 6차 년도인 2005년 사업부터 마리바이오21사업에 편입되었으며, 연구 목표 및 내용은 다음과 같다.

- 해양생물자원조사
 - 압주 산호초 생태계 구조조사
 - 압주 산호초의 유용생물 조사

- 신양식 대상종 개발
 - 남방점바리 종묘생산 기초연구
 - : 남방점바리 번식생태연구(성성숙 주기 및 주산란기 조사)
 - : 50 μ m급 소형동물성 먹이생물 고밀도 배양기술 개발
 - 망그로브계 종묘생산 기초연구
 - : 성성숙 주기 및 주산란기 조사(포란개체 확보시 초기유생사육 연구)
 - : 망그로브계 종묘배양장 설계
 - : 코스레주 수산직 공무원 직무교육(먹이생물 배양)

- 마린바이오 21 소재생물 탐색
 - 마이크로네시아 산호초의 유용물질 추출 대상생물의 종별 분포
 - 마이크로네시아 산호초에 서식하는 독성생물 탐색

2. 연구항목별 연구성과

가. 해양생물자원조사

- 어 류: 압주 산호초의 4지점 및 팔라우 3지점에서 44과 255종 탐색
- 저서동물: 7지점 수중조사 및 11지점 케이블카메라 조사로 7분류군 63종 탐색
- 해 조 류: 지점 수중조사 및 11지점 케이블카메라 조사로 4분류군 15종 탐색
- 압주 산호초 생태계의 군집 및 분포 유형 파악

나. 신양식대상종 개발

- 남방점바리 생식선속도지수 월별 변화 파악
- 소형먹이생물 개발 및 남방소모충 관련 특허 출원
- 망그로브계 국내반입 및 인공포란 유도 성공

다. 마리바이오 소재생물 탐색

- 마이크로네시아 축주에 분포하는 유용생물 추출 대상생물(해면류, 산호류 및 강장동물류) 분포 조사
- 남서태평양 산 독성 무척추동물 및 어류 조사

3. 목표 달성도

압주 산호초 4지점 및 팔라우 산호초 3지점에서 어류자원 잠수 조사결과 44과 255종이 기록되었다. 압주 산호초 7지점에서d; 잠수조사와 11지점에서의 케이블카메라 조사결과 무척추동물 7분류군 63종 및 해조류 4분류군 15종이 기록되었다. 또한, 각 조사지점의 산호초 생물군집 구조를 구명하였으며, 조사지점간 생태계의 유사도를 밝혀내었다.

조사된 주요 수산종은 쥐돔류, 바리류, 파랑비늘돔류 등의 어류와 흰동가리돔류 및 엔젤피시 등의 관상어류와 해삼류, 트로카스, 닭새우 등이었다.

신양식대상종인 남방점바리의 월별 생식소 발달 과정을 구명하였으며, 망그로브계를 국내 반입하여 인공 포란유발에 성공하였다. 코스레주의 숙원 사업인 망그로

브게 종묘생산을 위하여 저비용 종묘생산 시설을 설계하였다.

소형먹이생물인 남방소모충의 대량배양 기술을 개발하여 “부화자어 먹이로 이용 가능한 남방소모충 및 이것의 배양방법”의 제목으로 특허출원(출원번호: 10-2005-0036991, 2005. 5. 3)하였다.

마린바이오 소재생물 탐색을 위하여 마이크로네시아 측주에 분포하는 해면류, 산호류 및 강장동물류를 조사하였으며, 이들에서 추출되는 물질을 검색하였다.

전체적으로 볼때 연구목표별 목표달성도는 100%이다.

4. 목표달성도 대조표

연구항목	연구목표	연구결과	중요도	달성도	가중치
해양생물 자원조사	<ul style="list-style-type: none"> • 어류자원 • 무척추동물자원 • 해조류자원 	<ul style="list-style-type: none"> • 어류 <ul style="list-style-type: none"> - 압 156종, 팔라우 165종 - 식용어, 관상어 탐색 • 무척추동물 <ul style="list-style-type: none"> - 7개 동물문 63종 - 주요자원 탐색 • 해조류 <ul style="list-style-type: none"> - 15종 - 상업종 젤리디움 	25%	100%	25%
			10%	100%	10%
			5%	100%	5%
소계			40%	100%	40%
신양식 대상종 종묘생산 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 남방점바리 • 망그로브게 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방점바리 <ul style="list-style-type: none"> - 산란기 구명 - 먹이생물 영양가 분석 • 망그로브게 <ul style="list-style-type: none"> - DNA 분석 - 인공포란 성공 	25%	100%	25%
			15%	100%	100%
소계			40%	100%	100%
마린바이오 21 소재 생물탐색	<ul style="list-style-type: none"> • 유용물질 추출 생물 • 독성생물 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 유용생물 <ul style="list-style-type: none"> - 해면류, 강장동물 검색 - 유용물질 사례 조사 • 독성생물 <ul style="list-style-type: none"> - 독상 무척추 동물 - 독어 및 독침어 	15%	100%	15%
			5%	100%	5%
소계			20%	100%	15%
총계			100%		100%

제 2 절. 관련분야에의 기여도

- 기술적 파급효과 :
 - 남방소모충을 초기먹이로 이용할 경우 지금까지 소형 먹이생물 부재로 불가능 하였던 능성어류의 종묘생산 가능
 - 유사 먹이생물의 개발에 활용함으로써 우리나라의 고급어류 및 관상어류 양식 기술 향상
 - 발전소 온배수 이용기술과 연계, 아열대산 어류 양식산업의 국내 정착

- 사회적 파급효과 :
 - 동 연구결과를 토대로 우리 기업의 남서태평양 진출을 위한 기술지원
 - 남서태평양 도서국에 대한 수산서비스 지원으로 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발 및 경제·외교적 영향력 확보

- 경제적 파급효과 :
 - 직접효과 :
 - 능성어류 양식 : 200톤/년 x 50백만원/톤 = 100억원/년
 - 관상어류 개발 : = 20억원/년
 - 간접효과 (열대 태평양 어장에서의 조업권 확대 지원)
 - 산호초 어업 : 2,000톤/년 x 20백만원/톤 = 400억원/년
 - 원양어업 : 100,000톤/년 x 1.2백만원/톤 = 1,200억원/년

제 5 장. 연구결과 활용계획

1. 부화자어 먹이로 이용 가능한 남방소모충 및 이것의 배양방법”의 제목으로 출원한 발명은 2006년 특허등록이 완료될 것임. 동 발명품을 어는 한 기업이 독점하여 종묘생산 어가에 고가로 판매할 경우 실제 종묘생산 어가에 자금압박 등 부작용이 발생할 가능성이 있음. 따라서 동 발명의 공공성을 감안하여 우리나라 고급어종 종묘생산 어가에 널리 보급하는 것이 바람직함. 또한, 동 발명을 지자체의 수산연구소 등 공공연구기관에 보급하여 입이 작은 열대산 종묘생산 기술 개발에 활용케 하는 것이 바람직함
2. 당해연도 개발된 “간이 생식소 검사 및 안병 절단에 의한 망그로브계의 인공포란 유발방법”은 2006년도 국내산 톱날꽃게 종묘생산 가능성 조사 및 남서태평양 도서국에 대한 수산서비스에 적극 활용하는 것이 바람직함.

제 6장. 참고문헌

- 동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 서울. 489pp.
- 마채우. 2005. 개인 연락.
- 백문하. 1980. 서귀포 연근해의 어류상. 제주대 해자연보, 4: 39-46.
- 백문하. 1982. 서귀포 연근해의 어류상. 제주대 논문집, 14: 93-108.
- 이근우, 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.
- 한국해양연구소. 1998. 해양생물로부터 신물질 및 유용물질 개발 연구. BSPE 98702-00-1142-4. 416pp.
- 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.
- 한국해양연구원. 2004. 2003년 남서태평양 해양생물자원 개발연구. BSPM233-00-1590-3, 해양수산부, 171pp.
- 한국해양연구원. 2005. 2004년 남서태평양 해양생물자원 개발연구. BSPM276-00-1692-3, 해양수산부, 153pp.
- 해양수산부. 2005. 해양수산통계연보. 홈페이지. <http://www.momaf.go.kr>

홍재상, 전중균. 1995. 해양생물의 화학적 신호. 전파과학사, 286pp.

- Aldon, E. T. 1997. The culture of seabass. *Asian Aquaculture*, 19: 14-17.
- Alonsa, D., Z. Khakil, N. Satkunanathan, and B. G. Livett. 2003. Drugs from the sea: Conotoxins as drug leads for neuropathic pain and other neurological conditions. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 3: 785-787
- 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.
- Clardy. 1994. Salinamides A and B: anti-inflammatory depsipeptides from a marine streptomycete. *J. Am. Chem. Soc.*, 116: 757-758.
- Colin, P. 2004. Marine bioprospecting for the National Cancer Institute. *Reef Research*, Issue 7.
- Colin, P. L. and C. Arneson, 1995. *Tropical Pacific Invertebrates*, Coral Reef Press, 296pp.
- Copeman, L. A., C. C. Parrish, J. A. Brown and M. Harel. 2002. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. *Aquaculture*, 210: 285-304.
- 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.
- Faulkner, D. J. 2001. Marine natural products. Nat. Prod. Rep., 18: 1-49.
- Faulkner, D. J. 2002. Marine natural products. Nat. Prod. Rep., 19: 1-48.
- 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.
- Furuita, H., T. Takeuchi and K. Uematsu. 1998. Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, 161: 269-279.
- Hussain, N. A. and M. Higuchi. 1980. Larval rearing and development of the brown spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskaal). 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.
- Khoo, H. E. 2002. Bioactive proteins from stonefish venom. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 29: 802-806.
- Klinbunga S. Boonyapakdee A. and Pratoomchat. 2000. Genetic diversity and species-biagnostic markers of mud crab (Genus *Scylla*) in eastern Thailand determined by RAPD analysis. Mar. Biotechnol., 2: 180-187.
- Lee, K. W., 2004. Mass culture and food value of the cyclopid copepod *Paracyclopina nana* Smirnov. Ph. D. thesis, Kangnung University, 124pp.
- Manoa Map works. 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.
- McEvoy, L. A., T. Naess, J. G. Bell and Ø. Lie. 1998. Lipid and fatty acid composition of normal and malpigmented Atlantic halibut (*Hippoglossus*

- hippoglossus*) fed enriched *Artemia*: a comparison with fry fed wild copepods. *Aquaculture*, 163: 237–250.
- McEvoy, L. A., J. C. Navarro, F. Hontoria, F. Amat and J. R. Sargent. 1996. Two novel *Artemia* enrichment diets containing polar lipid. *Aquaculture*, 144: 339–352.
- Myers, R. F. 1991. Micronesian reef fishes. Coral Graphics, Guam. 298pp.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial keys to the Species. Tokai Univ. Press. 1474pp.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Inc., NY. 600pp.
- Nissou Foods. 1990. Report of study on mangrove crabs on Kosrae Island. Bio-Production & Technical Research Institute Co., Ltd. 73pp.
- Orcutt A. M, R. Cordy, O. J. Rappa and B. D. Smith. 1989. Yap proper coastal resources inventory. NOAA Grant NA85AA-D-SG082. 179pp.
- Payne, M. F. and R. J. Rippingale. 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. *Aquaculture*, 188: 353–361.
- Sargent, J. R., L. A. McEvoy and J. G. Bell. 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. *Aquaculture*, 155: 117–128.
- Sargent, J., L. McEvoy, A. Estevez, G. Bell, M. Bell, J. Henderson and D. Tocher. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. *Aquaculture*, 179: 217–229.
- Shansudin, L., M. Yusof, A. Azis and Y. Shukri. 1997. The potential of certain indigenous copepod species as live food for commercial fish larval rearing. *Aquaculture*, 151: 351–356.
- Shelly, Colin. 2002. Feasibility of mangrove carb farming in Kosrae. Eco-Cinsult Pacific. Suva, Fiji. Report to the Kosrae, FSM. 27pp.
- 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.

Tasuda, H. 1997. Coral Reef: Mines of precious substrates. Tropical Coasts, 4(1).

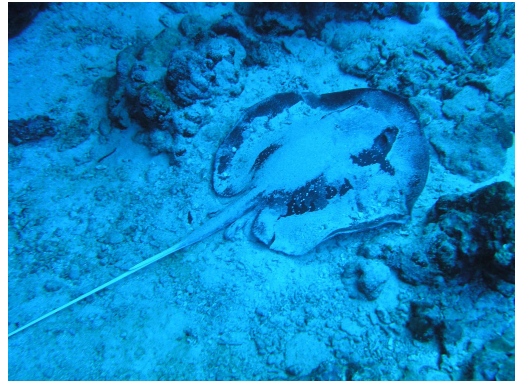
Watanabe, T. C., S. Kitajima, S. Fujita. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. Aquaculture, 34: 115-143.

William Fenical, Tawnya C. McKee, Chris M. Ireland, Thomas J. Stout, Jon

화 보 I
Plates I



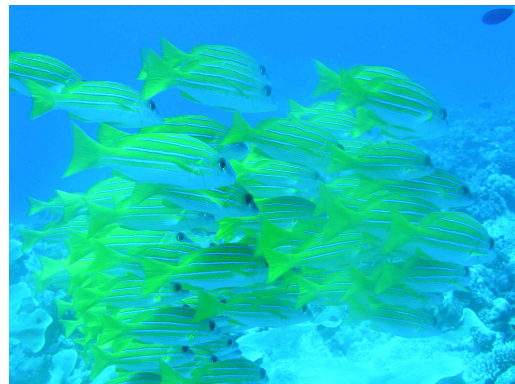
1. 대왕귀가오리(정점 2).
1. *Manta birostris* (St. 2).



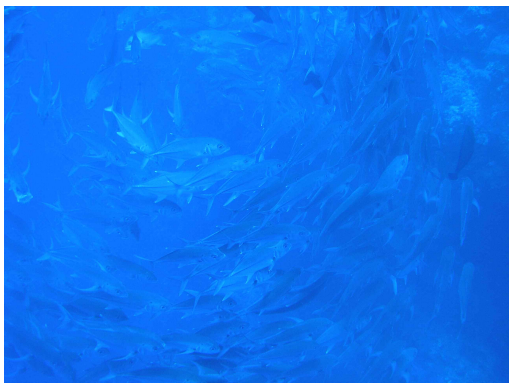
2. 가오리류 (정점 3).
2. *Himantura granulata* (St. 3).



3. 바리류 (정점 4).
3. *Anyperodon leucogrammics* (정점 4).



4. 통돮류(정점 5).
4. *Lutjanus kasmira* (St. 5).



5. 줄전갱이(정점 6).
5. *Caranx sexfasciatus* (St. 5).



6. 홍옥치 (정점 7).
6. *Priacanthus hamur* (St. 7).

화보 II
Plates II



1. 저서생물자원 정선조사.
1. Line transect survey.



2. 무인케이블 카메라.
2. Portable underwater cable camera.



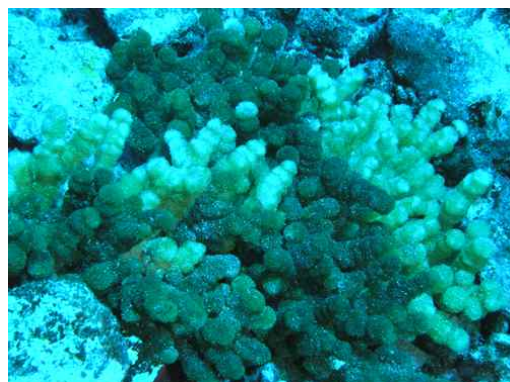
3. 트로카스.
3. *Trochus niloticus*.



4. 닭새우.
4. Spiny lobster *Panulirus versicolor*.



5. 해삼류.
5. Sea cucumber *Thelenota ananas*.



6. 해조류 *Thydemenia expeditionis*.
6. Seaweed *Thydemenia expeditionis*.

화보 III
Plates III



1. 경산호 *Leptoria phrygia*.
1. Hard coral *Leptoria phrygia*.



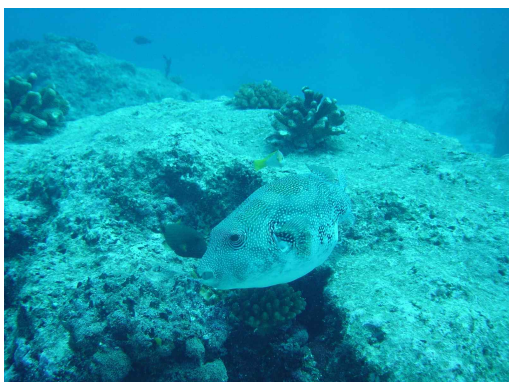
2. 경산호 *Porites lutea*.
2. Hard coral *Porites lutea*.



3. 해면 *Acnathella cavernosa*.
3. Sponge *Acnathella cavernosa*.



3. 해면 *Dysidea avara*.
3. Sponge *Dysidea avara*.

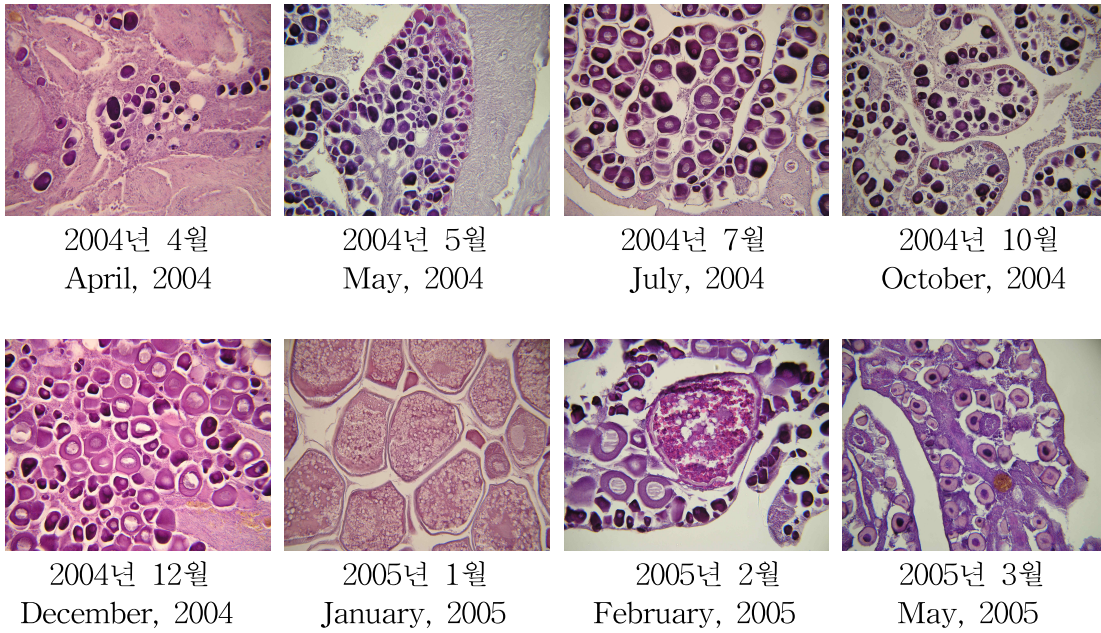


5. 독어류 *Arothron* sp.
5. Poisonous fish *Arothron* sp.

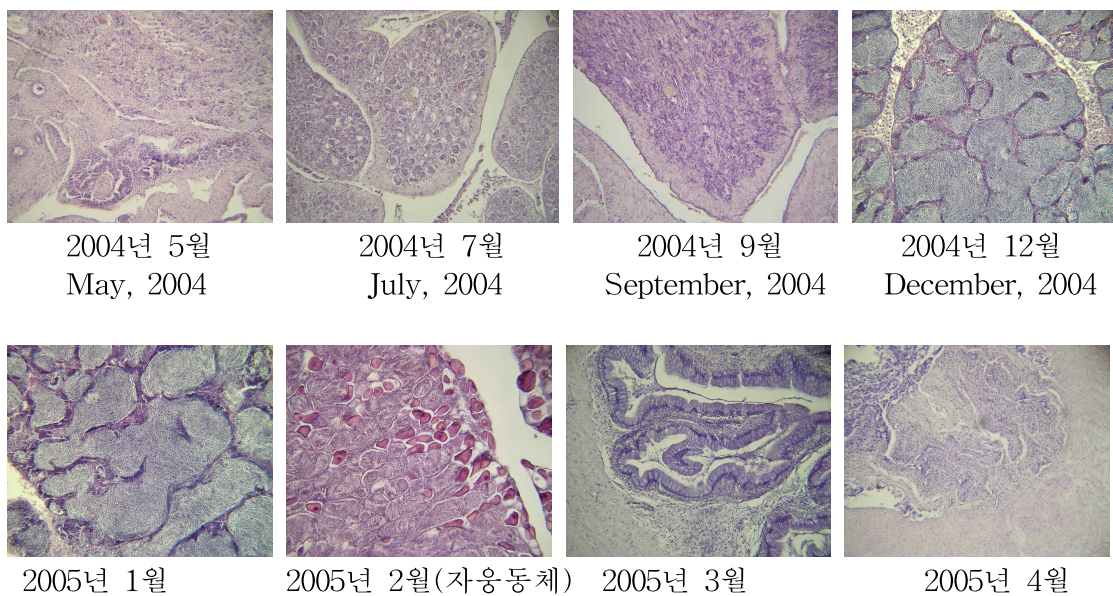


6. 솔베감팽류 *Pterois antennata*.
6. Venomous fish *Pterois antennata*.

화보 IV
Plates IV



A. Ovarian development of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*).



B. Gonadal development of blue-tailed cod (*Ephinephelus polyphekadion*).

화보 V
Plates V



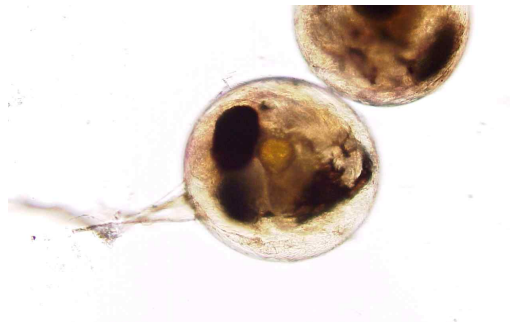
1. 망그로브게의 산란행동.
1. Spawning behave of mangrove crab.



2. 포란한 망그로브게.
2. Berried mangrove crab.



3. 포란 1일째 난발생.
3. Egg development at day 1.



4. 포란 10일째 난발생.
4. Egg development at day 2.



5. 부화직전의 망그로브게.
5. Berried mangrove crab eggs just before hatching.



6. 부화유생(조에아-1).
6. Just hatched zoea of mangrove crab

부록 1. Yap과 팔라우에서 관찰된 총 어류 목록(Yap; St.1~St.4, 팔라우; St.5~St.7)
Appendix. 1. List of total fish species observed at all Stations in Yap and
Palau

Class Chondrichthyes 연골어강

Order Carcharhiniformes 흉상어목

Family Hemigaleidae

1. *Triaenodon obesus* (Rüppell) St. 1, St. 2, St. 3, St. 5, St. 6

Family Carcharhinidae 흉상어과

2. *Carcharhinus amblyrhynchos* (Bleeker) St. 1, St. 5, St. 6, St. 7
3. *Carcharhinus* sp.1 St. 4

Order Myliobatiformes 매가오리목

Family Mobulidae

4. *Manta birostris* (Walbaum) St. 2
5. *Aetobatis narinari* (Euphrasen) St. 5, St. 6, St. 7

Family Dasyatidae

6. *Himantura granulata* (Macleay) St. 3

Class Actinopterygii 조기강

Order Anguilliformes 뱀장어목

Family Muraenidae 곱치과

7. *Gymnothorax javanicus* (Bleeker) St. 5

Family Congridae 붕장어과

8. *Heteroconger hassi* (Kalusewitz & Eibl-Eibesfeldt) St. 7

Order Beloniformes 동갈치목

Family Belonidae 동갈치과

9. *Platybelone platyura* (Bennett) St. 5

Order Beryciformes 금눈돔목

Family Holocentridae 열게돔과

10. *Myripristis adusta* Bleeker St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
11. *Myripristis berndti* Jordan & Evermann St. 2, St. 3, St. 4
12. *Myripristis* sp.1 St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
13. *Myripristis* sp.2 St. 3
14. *Neoniphon* sp.1 St. 4, St. 7
15. *Sargocentron caudimaculatum* (Rüppell) St. 6
16. *Sargocentron spiniferum* (Forsskål) St. 6

Order Syngnathiformes

Family Aulostomidae

17. *Aulostomus chinensis* (Linnaeus) St. 2, St. 6

Family Fistularidae 대치과

18. *Fistularia commersonii* St. 5, St. 7

Order Scorpaeniformes 썸뱀어목

Family Scorpaenidae 양볼락과

19. *Pterois volitans* (Linnaeus) 점솔배감뱀 St. 3
20. *Pterois* sp.1 St. 1

Order Perciformes 농어목

Family Serranidae 바리과

21. *Aethaloperca rogaa* (Forsskål) St. 1, St. 5
22. *Anyperodon leucogrammicus* (Valenciennes) St. 4
23. *Pseudanthias huchti* (Bleeker) St. 6
24. *Pseudanthias* sp.1 St. 3, St. 5, St. 6
25. *Plectropomus laevis* (Lacepède) St. 5
26. *Plectropomus leopardus* (Lacepède) St. 6

27. *Plectropomus* sp.1 st4
28. *Cephalopholis argus* (Schneider) St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
29. *Cephalopholis leopardus* (Lacepède) St. 1, St. 6, St. St. 7
30. *Cephalopholis urodeta* (Bloch & Schneider) St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6
31. *Cephalopholis sonnerati* (Valenciennes) St. 1
32. *Gracila albomarginata* (Fowler & Bean) St. 1, St. 6
33. *Epinephelus caeruleopunctatus* (Bloch) St. 3
34. *Epinephelus maculatus* (Bloch) St. 5
35. *Epinephelus polyhekadion* (Bleeker) St. 2
36. *Epinephelus* sp.1 St. 5, St. 6
37. *Variola louti* (Forsskål) St. 4, St. 5
38. *Variola* sp.1 St. 6

Family Cirrhitidae 가시돔과

39. *Cirrhitichthys oxycephalus* (Bleeker) St. 5, St. 6
40. *Paracirrhitis arcatus* (Cuvier) St. 3, St. 4, St. 6, St. 7
41. *Paracirrhitis forsteri* Schneider St. 3, St. 5, St. 6
42. *Paracirrhitis hemistictus* (Günther) St. 7
43. *Paracirrhitis* sp.1 St. 5

Family Apogonidae 동갈돔과

44. *Cheilodipterus macrodon* (Lacepède) St. 3

Family Priacanthidae

45. *Priacanthus hamrur* (Forsskål) St. 7

Family Echineidae 빨판상어과

46. *Echeneis naucrates* Linnaeus 빨판상어 St. 5

Family Carangidae 전갱이과

47. *Caranx melamygus* (Cuvier) St. 1, St. 2, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
48. *Caranx sexfasciatus* Quoy & Gaimard 출전갱이 St. 1, St. 6, St. 7
49. *Carangoides plagiotaenia* (Bleeker) St. 3
50. *Carangoides orthogarmmus* Jordan & Gilbert 노랑점무늬유전갱이 St. 7
51. *Elagatis bipinnulatus* (Quoy & Gaimard) 참치방어 St. 3, St. 6
52. *Caranx* sp.1 St. 1, St. 2, St. 3
53. *Seriola* sp.1 St. 3

Family Lutjanidae 통돔과

54. *Aphareus furca* (Lacepède) St. 3, St. 6, St. 7
55. *Aprion virescens* Valenciennes St. 5
56. *Macolor argentimaculatus* (Forsskål) St. 2
57. *Macolor macularis* Fowler AHEMS 조사정점
58. *Macolor niger* (Forsskål) St. 5
59. *Lutjanus bohar* (Forsskål) St. 1, St. 2, St. 3, St. 5, St. 7
60. *Lutjanus gibbus* (Forsskål) St. 3, St. 6
61. *Lutjanus ehrenbergi* (Peters) St. 2, St. 4
62. *Lutjanus fulvus* (Schneider) St. 1, St. 2, St. 3
63. *Lutjanus kasmira* (Forsskål) St. 5
64. *Lutjanus monostigmus* (Cuvier) 무늬통돔 St. 1, St. 3, St. 7
65. *Lutjanus semicinctus* Quoy & Gaimard St. 5, St. 6, St. 7
66. *Lutjanus* sp. St. 2, St. 6

Family Caesionidae

67. *Caesio caerulea* Lacepède St. 1
68. *Caesio lunaris* Cuvier St. 3
69. *Caesio teres* Seale St. 5, St. 6, St. 7
70. *Caesio* sp.1 St. 3, St. 4, St. 6, St. 7
71. *Pterocaesio pisang* (Bleeker) St. 5

Family Nemipteridae 실꼬리돔과

- 72. *Scolopis bilineatus* Bloch St. 7
- 73. *Scolopis lineatus* Quoy & Gaimard St. 2, St. 4
- 74. *Scolopis* sp. St. 6, St. 7

Family Hamulidae 하스돔과

- 75. *Plectorhinchus chaetodonides* (Lacepède) St. 4
- 76. *Plectorhinchus gaterinoides* (Cuvier) St. 5, St. 7
- 77. *Plectorhinchus goldmanni* (Bleeker) St. 5, St. 6

Family Lethrinidae 갈돔과

- 78. *Gnathodentex aurolineatus* (Lacepède) St. 1, St. 5
- 79. *Lethrinus olivaceus* Valenciennes St. 6
- 80. *Lethrinus* sp.1 St. 1, St. 2, St. 3, St. 5
- 81. *Lethrinus* sp.2 St. 2
- 82. *Monotaxis grandoculus* (Forsskål) St. 1, St. 3, St. 5, St. 6,
St. 7

Family Mullidae 촉수과

- 83. *Parupeneus barberinus* (Lacepède) St. 2, St. 4, St. 7
- 84. *Parupeneus bifasciatus* (Lacepède) St. 4
- 85. *Parupeneus multifasciatus* (Quoy & Gaimard) 오점촉수 St. 3, St. 5,
St. 6, St. 7
- 86. *Parupeneus* sp.1 St. 1, St. 5, St. 6

Family Pempheridae 주걱치과

- 87. *Pempheris oualensis* Cuvier St. 3, St. 4

Family Kyphosidae 황줄깜정이과

- 88. *Kyphosus cinerascens* (Forsskål) 무늬갈돔 St. 1, St. 3, St. 4

Family Ephippidae 활치과

89. *Platax teira* (Forsskål) 갯털제비활치 St. 5

Family Chaetodontidae 나비고기과

90. *Chaetodon auriga* Forsskål 가시나비고기 St. 2, St. 3, St. 5
91. *Chaetodon bennetti* Cuvier St. 1, St. 2, St. 3
92. *Chaetodon citrinellus* Cuvier St. 1, St. 5, St. 6
93. *Chaetodon ephippium* Cuvier St. 2, St. 3, St. 5, St. 7
94. *Chaetodon kleinii* Bloch St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
95. *Chaetodon lunula* (Lacepède) 룰나비고기 St. 1, St. 2, St. 3,
St. 4, St. 5, St. 7
96. *Chaetodon lineolatus* Cuvier 줄나비고기 St. 1
97. *Chaetodon melannotus* Bloch St. 5, St. 6, St. 7
98. *Chaetodon meyeri* Schneider St. 6
99. *Chaetodon octofasciatus* Bloch St. 6
100. *Chaetodon punctatofasciatus* Cuvier St. 1, St. 2, St. 3, St. 7
101. *Chaetodon reticulatus* Cuvier St. 2, St. 3, St. 4, St. 7
102. *Chaetodon speculum* (Kuhl & Van Hasselt) St. 1, St. 7
103. *Chaetodon trifascialis* (Quoy & Gaimard) St. 1, St. 2, St. 5
104. *Chaetodon trifasciatus* Park St. 5, St. 7
105. *Chaetodon ulietensis* Cuvier St. 1, St. 2, St. 5, St. 6
106. *Chaetodon vagabundus* Linneaus St. 1, St. 3, St. 4
107. *Forcipiger longirostris* (Broussonet) St. 2, St. 3, St. 4, St. 5,
St. 7
108. *Forcipiger* sp.1 St. 6
109. *Hemitaurichthys polylepis* (Bleeker) St. 3, St. 5
110. *Heniochus acuminatus* (Linneaus) 두동가리돔 St. 1, St. 2, St. 5
111. *Heniochus chrysostomus* Cuvier 돛대돔 St. 3, St. 4, St. 5, St. 6,
St. 7
112. *Heniochus monoceros* Cuvier St. 1, St. 2
113. *Heniochus singularis* Smith & Radcliffe St. 2
114. *Heniochus varius* Cuvier St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7

Family Pomacanthidae 청줄돔과

115. *Apolemichthys trimaculatus* (Cuvier) St. 6
116. *Centropyge bicolor* (Bloch) St. 6, St. 7
117. *Centropyge tibicen* (Cuvier) St. 6, St. 7
118. *Centropyge vrolicki* (Bleeker) St. 5
119. *Pomacanthus imperator* (Bloch) 황제천사고기 St. 1, St. 2, St. 5, St. 7
120. *Pomacanthus navarchus* (Cuvier) St. 3, St. 4
121. *Pomacanthus sexstriatus* (Cuvier) St. 2, St. 5, St. 6, St. 7
122. *Pomacanthus xanthonetopon* (Bleeker) St. 1, St. 2, St. 5, St. 6, St. 7
123. *Pygoplites diacanthus* (Boddaert) St. 1, St. 2, St. 3, St. 5, St. 6, St. 7

Family Pomacentridae 자리돔과

124. *Amphiprion clarkii* (Bennet) 흰동가리 St. 5
125. *Amphiprion chrysopterus* Cuvier St. 2, St. 3, St. 5, St. 6, St. 7
126. *Amphiprion perioderaion* Bleeker St. 1, St. 5, St. 6, St. 7
127. *Chromis amboinensis* (Bleeker) St. 1, St. 3
128. *Chromis analis* (Cuvier) 노랑자리돔 St. 5, St. 6, St. 7
129. *Chromis margaritifer* Fowler St. 2, St. 3, St. 5, St. 6, St. 7
130. *Chromis retrofasciata* Weber St. 1
131. *Chromis xanthura* (Bleeker) St. 3
132. *Chromis* sp.1 St. 1, St. 2, St. 4, St. 7
133. *Chromis* sp.2 St. 1, St. 2
134. *Chromis* sp.3 St. 2
135. *Dascyllus aruanus* (Linnaeus) St. 2, St. 4
136. *Dascyllus trimaculatus* (Rüppell) 셋별돔 St. 1, St. 2, St. 3, St. 5, St. 6
137. *Dascyllus reticulatus* (Richardson) St. 1, St. 2, St. 6, St. 7
138. *Dascyllus* sp.1 St. 1
139. *Abudefduf vaigiensis* (Quoy & Gaimard) 해포리고기 St. 5

140. *Abudefduf* sp.1 St. 1, St. 3, St. 4, St. 5, St. 7
 141. *Amblyglyphidodon aureus* (Cuvier) St. 1, St. 5, St. 6
 142. *Amblyglyphidodon curacao* (Bloch) St. 1, St. 2
 143. *Chrysiptera oxycephala* (Bleeker) St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 6,
 St. 7
 144. *Chrysiptera* sp.1 St. 1, St. 4, St. 5
 145. *Pomacentrus coelestis* Jordan & Starks 파랑돔 St. 1, St. 4,
 St. 6
 146. *Pomacentrus vaiuli* Jordan & Seale St. 5, St. 6, St. 7
 147. *Pomacentrus* sp.1 St. 3
 148. *Pomacentrus* sp.2 St. 3
 149. *Stegastes* sp.1 St. 7

Family Labridae 놀래기과

150. *Bodianus mesothorax* (Schneider) St. 3, St. 4
 151. *Bodianus* sp.1 St. 5
 152. *Cheilinus chlorourus* (Bloch) St. 2
 153. *Cheilinus fasciatus* (Bloch) St. 2, St. 3, St. 4, St. 6, St. 7
 154. *Cheilinus undulatus* Rüppell St. 2, St. 3, St. 5, St. 6
 155. *Cheilinus unifasciatus* Streets St. 1, St. 7
 156. *Cheilinus* sp.1 St. 7
 157. *Epibulus insidiator* (Pallas) St. 2, St. 3, St. 4, St. 6
 158. *Coris gaimard* (Quoy & Gaimard) St. 4, St. 5
 159. *Gomphosus varius* Lacepède St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
 160. *Gomphosus* sp.1 St. 2
 161. *Halichoeres chrysus* Randall St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7
 162. *Halichoeres hortulanus* (Lacepède) St. 1, St. 3, St. 4, St. 5,
 St. 6, St. 7
 163. *Halichoeres trimaculatus* (Quoy & Gaimard) St. 4
 164. *Halichoeres melanurus* (Bleeker) St. 7
 165. *Halichoeres* sp.1 St. 3, St. 6
 166. *Hemigymnus fasciatus* (Bloch) St. 7

167. *Hemigymnus melapterus* (Bloch) St. 4, St. 7
 168. *Stethojulis* sp.1 St. 1
 169. *Thalassoma amblycephalum* (Bleeker) 색동놀래기 St. 1, St. 3, St. 5,
 St. 6, St. 7
 170. *Thalassoma hardwickii* (Bleeker) St. 2, St. 3, St. 4, St. 7
 171. *Thalassoma lunare* (Linnaeus) 녹색물결놀래기 St. 2
 172. *Thalassoma lutescens* (Lay & Bennet) St. 7
 173. *Thalassoma quinquevittatum* (Lay & Bennet) St. 3
 174. *Thalassoma* sp.1 St. 5
 175. *Labroides dimidiatus* (Valenciennes) 청줄청소놀래기 St. 1, St. 2,
 St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7

Family Scaridae 파랑비늘돔과

176. *Calotomus carolinus* (Valenciennes) St. 1
 177. *Cetoscarus bicolor* Rüppell St. 2
 178. *Cetoscarus* sp.1 St. 7
 179. *Bolbometopon muricatum* (Valenciennes) St. 1, St. 2, St. 3,
 St. 6
 180. *Scarus altipinnis* (Steindachner) St. 1
 181. *Scarus ghobban* Forsskål St. 7
 182. *Scarus niger* Forsskål St. 2
 183. *Scarus oviceps* Valenciennes St. 3, St. 7
 184. *Scarus rubroviolaceus* (Bleeker) St. 5
 185. *Scarus schlegeli* (Bleeker) St. 2, St. 3, St. 4
 186. *Scarus sordidus* Forsskål St. 2, St. 3, St. 5
 187. *Scarus* sp.1 St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6
 188. *Scarus* sp.2 St. 1
 189. *Scarus* sp.3 St. 1
 190. *Scarus* sp.4 St. 1

Family Polynemidae

191. *Sphyraena forsteri* Cuvier St. 5

192. *Sphyraena* sp.1 St. 5 St. 6

Family Pinguipedidae 양동미리과

193. *Parapercis clathrata* Ogilby St. 5, St. 6, St. 7

Family Blenniidae 청베도라치과

194. *Plagiotremus laudandus* (Whitley) St. 5

Family Microdesmidae 청황문절과

195. *Nemateleotris magnifica* Randall & Allen St. 4, St. 5

196. *Ptereleotris evides* (Jordan & Hubbs) St. 1, St. 3, St. 4, St. 7

197. *Ptereleotris heteroptera* (Bleeker) St. 4, St. 5

198. *Ptereleotris* sp.1 St. 7

Family Gobiidae 망둑어과

199. *Eviota* sp. St. 1, St. 4, St. 7

200. *Istigobius decoratus* (Herre) St. 2

201. *Valenciennea strigata* (Brousonet) St. 4, St. 5

Family Acanthuridae 양쥐돔과

202. *Acanthurus blochii* Valenciennes St. 2, St. 6

203. *Acanthurus dussumieri* Valenciennes 노랑꼬리쥐돔 St. 1

204. *Acanthurus leucopareius* (Jenkins) St. 7

205. *Acanthurus lineatus* (Linnaeus) St. 1, St. 2

206. *Acanthurus nigricans* (Linnaeus) St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 7

207. *Acanthurus nigricauda* Dunker & Mohr St. 6

208. *Acanthurus thompsoni* (Fowler) St. 5, St. 6

209. *Acanthurus xanthopterus* Valenciennes St. 2

210. *Ctenochaetus hawaiiensis* Randall st1 St. 2, St. 3, St. 4, St. 5

211. *Ctenochaetus strigosus* (Bennett) St. 5

212. *Ctenochaetus* sp.1 St. 1

213. *Zebrasoma flavescens* (Bennett) St. 3

214. *Zebrasoma scopas* (Cuvier) St. 7
 215. *Naso brevirostris* (Valenciennes) 큰빨표문쥐치 St. 5, St. 6,
 St. 7
 216. *Naso hexacanthus* (Bleeker) St. 5, St. 7
 217. *Naso lituratus* (Bloch & Schneider) 제주표문쥐치 St. 3, St. 5,
 St. 6, St. 7
 218. *Naso vlamingii* (Valenciennes) St. 1, St. 3, St. 4, St. 5, St. 7

Family Zanclidae 깃대돔과

219. *Zanclus cornutus* (Linnaeus) 깃대돔 전조사정점

Family Siganidae 독가시치과

220. *Siganus puellus* (Schlegel) St. 5, St. 7
 221. *Siganus vulpins* (Schlegel & Müller) St. 3

Order Tetraodontiformes 복어목

Family Balistidae 쥐치복과

222. *Balistapus undulatus* (Mungo Park) St. 2, St. 3, St. 4, St. 7
 223. *Balistoides conspicillum* (Bloch & Schneider) 파랑쥐치 St. 6,
 St. 7
 224. *Balistoides viridescens* (Bloch & Schneider) St. 1, St. 3, St. 6
 225. *Melichthys vidua* (Solander) St. 1, St. 3, St. 5, St. 6, St. 7
 226. *Odonus niger* (Rüppell) St. 5, St. 6
 227. *Sufflamen bursa* (Bloch & Schneider) St. 3, St. 6

Family Monacanthidae 쥐치과

228. *Alutera scriptus* (Osbeck) 날개쥐치 St. 6
 229. *Paraluteres prionurus* (Bleeker) St. 2

Family Ostraciidae 거북복과

230. *Ostracisn cubicus* Linnaeus St. 1

Family Tetraodontidae 참복과

231. *Arothron nigropunctatus* (Bloch & Schneider) 흑점꺼끌복 St. 4

232. *Arothron stellatus* (Bloch & Schneider) St. 5

233. *Canthigaster valentini* (Bleeker) St. 7

Family Diodontidae 가시복과

234. *Diodon lituosus* Shaw St. 4

235 *Diodon* sp.1 St. 1

[별지 제16호 서식]

해양수산연구개발사업 연구결과 활용계획서			
사업구분	해양수산연구개발사업-마린바이오21사업		
과 제 명	남서태평양 해양생물자원 개발연구		
연구기관	한국해양연구원	연구책임자	이순길
총연구기간	2005년. 4월. 1일. ~ 2005년. 12월. 31일. (9개월)		
총 연구비 (단위 : 천원)	정부출연금	민간부담금	합계
	2,170,000	1,220,000	4,260,000
기술분야	해양수산		
참여기업	Hans Micronetional International (2003-2004)		
협동연구기관	경상남도 수산자원연구소		
위탁연구기관			
연구결과활용 (해당항목에(√) 표시)	1.기업화(√)	2.기술이전(√)	3.후속연구추진()
	4.타사업에활용(√)	5.선행 및 기초연구()	6.기타목적활용(교육연구)()
7.활용중단()			
8.기타()			
<p>해양수산연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제33조(연구개발결과의 보고) 제2항에 의거 연구결과 활용계획서를 제출합니다.</p> <p>첨부 : 1. 연구결과 활용계획서 1부. 2. 기술요약서 1부</p> <p style="text-align: right;">2005 년 11 월 28 일</p> <p style="text-align: right;">연구책임자 : 이순길 (인) 연구기관장 : 염기대 (직인)</p>			
해양수산부장관 귀하			

[첨부1]

연구결과 활용계획서

1. 연구목표 및 내용

본 과제는 남서태평양의 해양생물자원을 개발하여 우리 기업의 진출촉진 및 도서국과의 수산협력체제를 구축하여 해외수산업전진기지 개척을 지원하기 위하여 기획되었으며, 제 6차 년도인 2005년 사업부터 마리바이오21사업에 편입되었으며, 연구 목표 및 내용은 다음과 같다.

- 해양생물자원조사
 - 압주 산호초 생태계 구조조사
 - 압주 산호초의 유용생물 조사

- 신양식 대상종 개발
 - 남방점바리 종묘생산 기초연구
 - : 남방점바리 번식생태연구(성성숙 주기 및 주산란기 조사)
 - : 50 μ m급 소형동물성 먹이생물 고밀도 배양기술 개발
 - 망그로브계 종묘생산 기초연구
 - : 성성숙 주기 및 주산란기 조사(포란개체 확보시 초기유생사육 연구)
 - : 망그로브계 종묘배양장 설계
 - : 코스레주 수산직 공무원 직무교육(먹이생물 배양)

- 마린바이오 21 소재생물 탐색
 - 마이크로네시아 산호초의 유용물질 추출 대상생물의 종별 분포
 - 마이크로네시아 산호초에 서식하는 독성생물 탐색

2. 연구수행결과 현황(연구종료시점까지)

가. 특허(실용신안) 등 자료목록

발명명칭	특허공고번호 출원(등록)번호	공고일자 출원(등록)일자	발명자 (출원인)	출원국	비고
부화자어 떡이로 이용 가능한 남방 소모충 및 이것의 배양방법	출원번호: 10-2005-0036991	2005. 5. 3	한국해양 연구원	대한민국	

나. 프로그램 등록목록

- 해당 없음 -

다. 노하우 내역

- 망그로브계 간이 생식소 검사 및 안병 절단에 의한 인공포란 유발 방법

라. 발생품 및 시작품 내역

- 해당 없음 -

바. 논문게재 및 발표 실적

○ 논문게재 실적(필요시 별지 사용)

학술지 명칭	제목	게재연월일	호	발행기관	국명	SCI게재여부
Ocean and Polar Research	C h u u k Lagoon에 서 식하는 흑진주조개, Pinctada margaritifera (Linnaeus 1758)의 2003년 하계 생식소 발달 및 산란 특성	2005년 9월	27권 3호	한국해양연구원	대한민국	준SCI
계: 1건수						

○ 학술회의 발표 실적(필요시 별지 사용)

- 해당 없음 -

3. 연구성과

1. 해양생물자원조사

- 어 류: 압주 산호초의 4지점 및 팔라우 3지점에서 44과 255종 탐색
- 저서동물: 7지점 수중조사 및 11지점 케이블카메라 조사로 7분류군 63종 탐색
- 해 조 류: 지점 수중조사 및 11지점 케이블카메라 조사로 4분류군 15종 탐색
- 압주 산호초 생태계의 군집 및 분포 유형 파악

2. 신양식대상종 개발

- 남방점바리 생식선속도지수 월별 변화 파악
- 소형먹이생물 개발 및 남방소모충 관련 특허 출원
- 망그로브계 국내반입 및 인공포란 유도 성공

3. 마리바이오 소재생물 탐색

- 마이크로네시아 축주에 분포하는 유용생물 추출 대상생물(해면류, 산호류 및 강장동물류) 분포 조사
- 남서태평양 산 독성 무척추동물 및 어류 조사

4. 기술이전 및 연구결과 활용계획

가. 당해 연도 활용계획(6차 원칙에 따라 구체적으로 작성)

- 마린바이오21 사업의 소재생물 수집에 활용

나. 활용방법

- 현장 채집에 활용

다. 차년도 이후 활용계획(6차 원칙에 따라 구체적으로 작성)

- “부화자어 먹이로 이용 가능한 남방소모충 및 이것의 배양방법”의 제목으로 출원한 발명은 2006년 특허등록이 완료될 것임. 동 발명품을 어는 한 기업이 독점하여 종묘생산 어가에 고가로 판매할 경우 실제 종묘생산 어가에 자금압박 등 부작용이 발생 할 가능성이 있음. 따라서 동 발명의 공공성을 감안하여 우리나라 고급어종 종묘생산 어가에 널리 보급하는 것이 바람직함. 또한, 동 발명을 지자체의 수산연구소 등 공공연구기관에 보급하여 입이 작은 열대산 종묘생산 기술 개발에 활용케 하는 것이 바람직함

- 당해연도 개발된 “간이 생식소 검사 및 안병 절단에 의한 망그로브계의 인공포란 유발방법” 은 2006년도 국내산 톱날꽃게 종묘생산 가능성 조사 및 남서태평양 도서국에 대한 수산서비스에 적극 활용하는 것이 바람직함.

5. 기대효과

- 기술적 파급효과 :
 - 남방소모충을 초기먹이로 이용할 경우 지금까지 소형 먹이생물 부재로 불가능 하였던 능성어류의 종묘생산 가능
 - 유사 먹이생물의 개발에 활용함으로써 우리나라의 고급어류 및 관상어류 양식 기술 향상
 - 발전소 온배수 이용기술과 연계, 아열대산 어류 양식산업의 국내 정착
- 사회적 파급효과 :
 - 동 연구결과를 토대로 우리 기업의 남서태평양 진출을 위한 기술지원
 - 남서태평양 도서국에 대한 수산서비스 지원으로 21세기 태평양 시대의 선도적인 해양개발 및 경제·외교적 영향력 확보
- 경제적 파급효과 :
 - 직접효과 :
 - 능성어류 양식 : 200톤/년 x 50백만원/톤 = 100억원/년
 - 관상어류 개발 : = 20억원/년
 - 간접효과 (열대 태평양 어장에서의 조업권 확대 지원)
 - 산호초 어업 : 2,000톤/년 x 20백만원/톤 = 400억원/년
 - 원양어업 : 100,000톤/년 x 1.2백만원/톤 = 1,200억원/년

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

- 연구결과를 남서태평양 현지에서 산업적으로 재현하여 우리 기업의 진출을 유도하고, 도서국에 대한 수산서비스를 제공할 수 있는 Pilot plant 개념의 시험어장 시설비 지원

[첨부2]

기술 요약서

■ 기술의 명칭

1. 남방소모충 및 배양방법
2. 망그로브계 간이 생식소 검사 및 안병 절단에 의한 인공포란 유발 방법

■ 기술을 도출한 과제현황

과제관리번호	PM34300			
사업구분	해양수산연구개발사업-마린바이오21사업			
과제명	남서태평양 해양생물자원 개발연구			
세부사업명				
연구기관	한국해양연구원	기관유형	출연연구기관	
참여기관(기업)	경상남도 수산자원연구소			
총연구기간	2005. 4 - 2005. 12			
총연구비	정부(200,000)천원	민간()천원	합계(200,000)천원	
연구책임자 1	성명	이순길	주민번호	■■■■■■■■■■
	근무기관 부서	한국해양연구원 해양자원연구본부	E-mail	■■■■■■■■■■
	직위/직급	책임연구원	전화번호	■■■■■■■■■■
연구책임자 2	성명	명정구	주민번호	■■■■■■■■■■
	근무기관 부서	한국해양연구원 해양자원연구본부	E-mail	■■■■■■■■■■
	직위/직급	책임연구원	전화번호	■■■■■■■■■■
실무연락책임자	성명	천대용	소속/부서	한국해양연구원/연구개발팀
	직위/직급	선임행정원	E-mail	■■■■■■■■■■
	전화번호	■■■■■■■■■■	FAX	■■■■■■■■■■
	주소	(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29		

■ 기술의 주요내용

[기술의 개요]

1. 본 발명은 부화자어의 초기먹이로 이용가능한 남방소모충(*Undella* sp. Chuuk-04) 및 이것의 배양방법에 관한 것으로, 종래에 입이 작은 부화자어에 알맞는 크기의 먹이생물을 개발하지 못하여 불가능하였던 능성어류(grouper)의 종묘생산을 가능하게 한 것이다. 본 발명에 따라 갑장이 $50\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ 범위이고 갑폭은 $44\mu\text{m}\sim 46\mu\text{m}$ 범위인 남방소모충을 최적의 배양조건인 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 의 온도와 32~34% 염분에서 $4\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 범위의 세포크기를 갖는 아이소크라이시스 갈바나(*Isochrysis galbana*)를 먹이생물로 하여 4일 이내에 250배로 증식시킴으로써, 능성어류 부화자어의 초기먹이용 이료를 공급하여 능성어류의 양식용 종묘를 생산하여 지금까지 불가능 하였던 능성어류 양식을 가능하게 하는 효과가 있는 것이다.
2. 본 노우 하우는 암조건에서 손전등을 이용하여 계류의 생식소발달 정도를 간접적으로 파악하여 종묘생산에 필요한 어미계를 선별하는 것과 통상 새우류에서 사용하는 안병절단에 의한 생식소 발달을 응용하여 이를 대형 식용게에게 적용하여 인위적으로 필요한 시기에 포란개체를 확보하는 기술이다.

<기술적 특징>

1. 본 발명은 고부가 수산어종인 능성어류를 비롯한 열대성 어류는 부화자어의 입이 작아 통상적으로 어류 종묘생산시 부화자어의 먹이생물로 사용되는 윤충을 섭취할 수 없어 아직 종묘생산에 성공하지 못하고 있다. 본 개발품인 남방소모충은 갑장과 갑폭이 모두 $50\mu\text{m}$ 내외의 소형 동물플랑크톤으로 입이 작은 능성어류의 부화자어도 쉽게 섭취할 수 있는 크기이다. 본 발명에 따라 배양조건을 정하여 줄 경우 남방소모충은 일간증식을 400%로 집중 후 4일 이내에 250배로 증식이 가능하며 배양액 1ml당 800개체의 고밀도 배양이 가능하다. 능성어류의 부화자어가 윤충을 섭취할 수 있는 크기로 자라는 기간은 1주일 이내 이기 때문에, 1회의 종묘생산에 있어 남방소모충의 배양기간은 10일 정도의 단기간이다. 남방소모충은 기존의 먹이생물 배양시설에서도 배양이 가능한 것으로 초기먹이생물에 대한 큰 부담 없이 능성어류의 종묘생산을 가능하게 하여 우리나라 양식산업에 크게 기여할 수 있다.
2. 본 노우하우는 포란한 자연산 어미 계를 채집하여 종묘생산에 사용하던 꽃게 등 식용게에 적용하여 필요한 시기에 포란 개체를 얻을 수 있는 방법으로, 채집 및 운반에 따른 스트레스 없이 양질의 포란 개체를 확보하는 것으로, 부화율과 유생의 건강을 동시에 보장하여 계류 종묘생산 효율 증대에 크게 기여할 수 있다.

[용도·이용분야]

1. 남방소모충
 - 능성어류 등 고부가 어종 종묘생산에 이용
 - 신규 소형 먹이생물개발에 응용
2. 간이 생식소 검사 및 인공 포란
 - 꽃게류 종묘생산에 활용
 - 기타 고부가 갑각류 양식기술 개발에 응용

■ 산업재산권 보유현황(기술과 관련한)

권리유형	명 칭	국가명	출원단계	일자	출원번호
특허	부화자어 먹이로 이용 가능한 남방소모충 및 이것의 배양방법	한국	출원	2005. 5. 3	10-2005-0036991

■ 기술이전 조건

이전형태	<input type="checkbox"/> 유상 <input checked="" type="checkbox"/> 무상	최저기술료	천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(공개 기술지도)		
이전 소요기간	1 년 6 개월	실용화예상시기	2007년
기술이전시 선행요건	- 어민후계자 - 수산기사 1급 이상의 기술력 보유한 양식어민 - 상기에 해당하는 자로 소정의 양식시설을 보유한 자		

■ 기술의 개발단계 및 수준

[기술의 완성도] (1개씩 선택(√로 표시)하여 주십시오)

	① 기초, 탐색연구단계 : 특정용도를 위해 필요한 신 지식을 얻거나 기술적 가능성을 탐색하는 단계
√	② 응용연구단계 : 기술적 가능성의 실증, 잠재적 실용화 가능성의 입증 등 실험실적 확인 단계
	③ 개발연구단계 : Prototype의 제작, Pilot Plant Test 등을 행하는 단계
	④ 기업화 준비단계 : 기업화에 필요한 양산화 기술 및 주변 기술까지도 확보하는 단계
	⑤ 상품화 완료단계

[기술의 수명주기] (1개만 선택(√로 표시)하여 주십시오)

	① 기술개념 정립기 : 기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
	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] (1개만 선택(√로 표시)하여 주십시오)

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

■ 본 기술과 관련하여 추가로 확보된 기술

기술명	
개발단계	<input type="checkbox"/> 연구개발 계획 <input type="checkbox"/> 연구개발 중 <input type="checkbox"/> 연구개발 완료
기술개요	

[기술을 도출한 과제현황]

사업구분	해양수산연구개발사업-마린바이오21사업			
과 제 명	남서태평양 해양생물자원 개발연구			
세부사업명				
연구기관	한국해양연구원	기관유형	출연연구기관	
참여기관(기업)	경상남도 수산자원연구소			
총연구기간	2005. 4. 1 - 2005. 12. 31			
총연구비	합계 : (200)백만원 - 정부 : (200)백만원 민간 : ()백만원			
연구책임자	소속	해양자원연구본부	성명	이순길
	전화번호	031-400-6227	E-mail	skyi@kordi.re.kr
연구개발 주요내용				
<ul style="list-style-type: none"> - 마이크로네시아 압주의 산호초 생태계 구조 및 유용생물 조사 - 남방점바리 종묘생산 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> : 남방점바리 번식생태연구(성성숙 주기 및 주산란기 조사) : 50μm급 소형동물성 먹이생물 고밀도 배양기술 개발 - 망그로브계 종묘생산 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> : 성성숙 주기 및 주산란기 조사(포란개체 확보시 초기유생사육 연구) : 망그로브계 종묘배양장 설계 - 마린바이오 21 소재생물 탐색 <ul style="list-style-type: none"> :마이크로네시아 산호초의 유용물질 추출 대상생물의 종별 분포 :마이크로네시아 산호초에 서식하는 독성생물 탐색 				