

최 종
연구보고서

639.4
L2937

키조개 자연채묘 기술개발시험

Studies on the Development of Techniques on
pen shell natural spat collection

연구기관
국립수산진흥원
남해수산연구소 제주분소

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “키조개 자연채묘 기술개발시험” 최종보고서로 제출합니다.

1997. 12

주 관 연구기관 : 국립수산진흥원
총괄연구책임자 : 손 팔 원
연 구 원 : 하 동 수
 장 대 수
 김 대 권
 이 창 훈
 양 문 호
 박 형 윤
협동연구기관명 : 제주대학교
협동연구책임자 : 노 섬
연 구 원 : 최 광 식

여 백

요 약 문

I. 제 목

키조개 자연채묘 기술개발시험

II. 연구개발의 목적 및 중요성

키조개는 이매패강에 속하는 대형패류로 우리나라 남해안의 진해만, 득량만 및 서해안의 천수만, 군산연안 등과 같은 내만에 서식하며, 주로 패주를 식용한다. 특히, 키조개의 패주는 그 맛이 좋아 옛부터 미식가의 사랑을 받아왔고 일본에 고가의 수산물로써 수출되어 외화획득에도 한 몫을 해왔다. 그러나, 근래에 와서는 양식어장의 노화현상과 육지로부터 유입되는 생활하수, 산업폐수 등에 의한 양식어장 오염과 자연산 모패의 남획 등으로 점차 자원량이 감소하고 있어 이들의 양식에 대한 관심이 고조되는 있는 실정이다.

이와 같이 키조개는 산업적 중요성이나 넓은 소비시장을 갖춘 유망한 양식 대상 패류이지만, 현재까지 양식산업의 가장 기본이 되는 양식종묘의 생산기술은 국내외를 통하여 전혀 개발되어 있지 못한 실정이다. 그동안 많은 학자들에 의하여 자연채묘를 비롯하여 실내 인공채묘를 시도해 왔지만, 유생출현 조사에 그쳤을 뿐 치패생산에 대한 기록은 찾아볼 수 없다.

현재, 키조개 양식은 전적으로 자연적으로 발생하는 종묘에 의존하고 있으며, 주로 완류식채묘기를 이용하여 착저된 각고 10 cm내외의 키조개종묘를 수집하고 있으나 양식종묘의 절대량 확보에는 미치지 못하고 있다. 최근, 제주도 남제주군에 설치한 가리비 채묘기에 키조개치패가 부착된 것을 발견하므로써 제주연안에 키조개의 서식가능성을 알게 되었고, 채묘방법의 기본원리

를 이해하게되었다. 이에 따라 이들 제주도연안의 키조개종묘를 자연에서 채묘하여 종묘의 공급부족이 문제가 되고 있는 현상태에서 자연채묘의 기술개발과 종묘의 이식기술개발은 키조개 양식산업의 활성화에 절대적 공헌을 할 것으로 기대되고 있다. 이 연구에서는 제주도산 키조개의 유생출현시기 및 부착시기를 파악하고 수층별, 채묘자재별 최적의 채묘조건을 구명하여 대량채묘 기술을 개발하고 자연채묘된 치패를 어장에 이식, 그 이식가능성을 구명함으로써 키조개 양식어민들의 소득증대에 기여하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

패류양식 품종의 다변화와 UR에 대비한 수익성 높은 품종을 개발하기 위하여 제주도산 키조개 자연채묘 기술개발시험은 1995년 10월부터 1997년 10월까지 2개년에 걸쳐 키조개유생의 출현시기를 파악하였다. 자연채묘시험은 서귀포시 법환어장과 강정어장에 채묘망을 설치하여 어장별, 수심별, 채묘자재별에 따른 부착치패밀도 및 부착크기 등을 조사하였다. 이식시험은 자연채묘에 의해 생산된 제주도산 키조개치패와 전남산 키조개치패를 제주 성산연안에 이식하여 성장관계 및 생존율을 조사한 최종결과를 다음과 같이 요약하였다.

1. 유생조사

본 연구는 현재 서귀포 연안의 법환, 강정 등지에 설치된 채묘기에 착생하고 있는 키조개유생의 정확한 출현시기를 파악하여 이를 토대로 키조개 채묘기의 설치 시기를 결정할 수 있는 자료를 제공한다. 이를 위하여,

가. 적절한 유생 조사 기구의 개발,

나. 키조개 유생의 연중 출현 시기 및 출현량 파악

다. 키조개 유생의 미세구조 관찰 : 전자 주사현미경 (SEM) 및 광학현미경적 관찰

라. 제주도에 출현하고 있는 키조개의 분류학적 위치 등에 관한 연구를 수행하였다.

2. 자연채묘시험

가. 어장환경조사

○ 제주도 법환어장과 전라남도 득량만어장과의 어장환경을 비교하기 위하여 수온은 봉상온도계로, 용존산소량(DO)은 中井변법, 화학적산소요구량(COD)은 과망간산 칼륨산화법, 인산염(PO_4 -P)은 Strickland and Parsons(1968)방법, 암모니아(NH_4 -N)는 indophenol법, 아질산염(NO_2 -N)은 sulfanilamide-NED법, 질산염(NO_3 -N)은 Cu-Cd 환원법으로 각각 분석하였다.

나. 채묘시험

○ 1차시험

1995년 10월 16일과 23일에 제주도 서귀포시 법환어장과 강정어장에 100 kg 닻을 고정시켜 연승수하식으로 설치한 후 망에 부착기질을 넣어 1 m 간격으로 수심 6~25 m까지 채묘기를 수직으로 설치하였다. 부착치패조사는 설치 2개월후부터 1개월마다 채묘기를 인양하여 부착치패의 종류별로 부착량을 계수하였고, 성장을 파악하기 위하여 각장과 각고를 측정하였다.

○ 2차시험

1996년 5월부터 1997년 3월까지 1차시험과 동일한 방법으로 실시하였으나 채묘망의 망목크기 및 Polyethylene monofilament, scallop shell, palm string의 부착기질을 이용한 보강시험을 하였다.

○ 3차시험

1997년 7월 전라남도 득량만어장에서도 1차시험과 동일한 방법으로 실시하였다.

3. 이식시험

가. 어장환경조사

○ 이식어장인 오조어장의 환경조사는 이식된 키조개치패의 성장과 생존량 조사와 함께 매월 실시하였고, 자연채묘시험에서 이용한 것과 동일한 방법으로 분석하였다. 저질입도 분석은 0.062 mm, 0.5 mm, 2.0 mm의 표준망체로 걸러 105℃에서 항량건조 후 중량비로 저질을 구분, 0.062 mm이상 입자가 90%이상일 때 사질로 구분하였다.

나. 이식시험

○ 1차년도시험(1995년 10월~1996년 10월)

1995년 9월부터 11월사이 제주도 서귀포시 법환 및 강정어장에서 자연채묘된 각장 0.2~8.5 cm범위의 치패를 전남의 득량만어장에 784개체를 이식하였다. 치패 이식방법은 적당한 수분을 유지하면서 ice box를 이용하여 항공편으로 운반한 후 2~3일간 이식예정 어장주변에서 순치 후, 1×1 m의 크기로 로프와 말목을 이용하여 구획한 후, 잠수부와 연구자가 직접 잠수 이식하였다.

○ 2차년도시험(1996년 10월~1997년 10월)

제주도 남제주군 성산읍 오조어장에 실험구와 비교구를 설정하였다. 즉 자연채묘된 제주도산 키조개치패는 실험구와 비교구에 총 4구로 구분 총 176개체를 이식하였고, 득량만산 키조개치패는 실험구와 비교구에 2구로 구분하여 총 350개체를 이식하였다. 이식된 치패의 성장과 생존량 조사는 월별 1회씩 실험구와 비교구에 대하여 실시하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 유생조사

1) 유생조사 방법

제주도 연안의 키조개 유생 채집을 위하여 현재 남해안에서 일반적으로 사용하고 있는 식물플랑크톤 채집용 넷트 (망구 30 cm, 망목 60 μm)를 이용하여 수직예인한 결과 플랑크톤의 채집량이 현저히 적어 키조개 유생의 출현시기 파악에 부적절한 것으로 판단되었다. 그러나 망구 60 cm, 망목 105 μm , 망 길이 160 cm의 동물플랑크톤 넷트를 45°로 예인하여 3knot로 10분간 예인한 결과 키조개의 유생채집이 가능하였다. 또한 유수계와 수심과 수온이 기록되는 잠수시계를 망 입구에 설치하여 예인하므로서 키조개 유생의 채집이 일정한 깊이에서 이루어짐과 동시에 망구를 통과한 물의 양을 측정함으로써 키조개유생의 정량적 파악이 가능하였다. 한편 실험실로 옮겨진 시료는 현미경하에서 5회 이상 반복 계수하였으며 최종 출현량은 개체수/톤 해수로 표현하였다. 또한 키조개 유생으로 파악된 시료는 글루탈 알데하이드에 고정하여 전자현미경 관찰 시료로 사용하였다.

2) 키조개 유생의 연중 출현 시기 및 출현량 파악

1995년 12월부터 1997년 10월까지 제주도 법환·강정 연안에서 수행한 키조개 유생의 조사결과 키조개 유생으로 판명되는 각장 300 μm 이상의 대형 D상 유생은 7월 하순부터 11월 하순 까지 출현하였다. 1월부터 6월 사이에 수행된 조사에서는 이매패류의 유생인 D상 유생이 관찰되었으나 착저 직전의 대형 키조개 유생은 관찰되지 않았다. 키조개 유생의 출현량은 조사 정점에 따라 다소 차이를 보였으나 일반적으로 해수 1톤 당 0.25마리 미만으로 나타났다. 키조개의 유생은 9월에서 11월 사이에 많이 나타났으며 이 시기에는 상대적으로 많은 이매패의 D상 유생이 출현하여 본 조사 지역에 있어 가을에 산란하는 이매패가 많이 서식하고 있음을 알 수 있었다.

3) 키조개 유생의 미세구조 관찰

현장에서 채집한 키조개의 유생은 광학현미경 및 주사 전자현미경 등을 이용하여 관찰한 결과 착저 직전의 키조개 유생의 각장은 300~500 μm , 각고는 400~450 μm 정도였다. 그러나 다른 이매패류와 같이 키조개 유생의 경우 초기 D상 유생시는 다른 이매패와 구분이 불가능하여 이들의 초기 출현시기를 파악할 수 없었다.

4) 제주도에 출현하고 있는 키조개의 분류학적 위치

채묘기에 부착된 부착치패와 이들을 이식하여 어린 성체로 성장시킨 후, 이들 패각을 수거 연구한 결과 제주도 연안에서 채묘되고 있는 키조개는 남해안에서 볼 수 있는 키조개, *Atrina pectinata japonica*와 우리나라에서는 처음으로 보고되는 *Pinna muricata* 등 2종의 키조개가 나타나고 있는 것으로 판명되었다. 키조개는 분류학적으로 크게 *Pinna*와 *Atrina*로 구분되며, 그 차이는 *Pinna*의 경우 패각 중앙에 잘 발달된 용기선이 횡적으로 달리고 있으나 *Atrina*의 경우 이런 외형적인 특성이 나타나지 않는다. 본 조사 지역에서 채집된 키조개는 *Pinna*와 *Atrina* 2종으로 판단되며, 주로 *Pinna*가 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다. 특히 제주연안에서 출현하고 있는 *Pinna*는 일본의 큐슈지방에서 흔히 서식하고 있는 *Pinna muricata*로 분류되어지며, *Atrina*는 남해안에 서식하고 있는 *Atrina pectinata japonica*로 분류되어진다.

나. 자연채묘 기술개발 시험

1) 어장환경조사

제주도 법환어장과 전라남도 득량만어장의 어장환경을 비교한 결과 수온분포는 법환어장이 14.1~24.1℃, 득량만어장이 4.7~28.5℃였으며, 그외의 8개항목을 비교한 결과 법환어장의 용존성무기질소(DIN)가 다소 낮게 나타나고 있으나, 키조개의 서식에는 큰 영향이 미치지 않는 범위였다.

2) 채묘시험

채묘기 1개당 부착밀도는 1차 실험시 4.2개체, 2차 실험시 6.3개체, 3차 실험시는 2.7개체였다. 채묘시기는 8월에 실시하는 것이 가장 좋았으며, 치패성장은 채묘 후 6개월이 경과 후 42.5 mm로 성장하였고 부착후 경과일수에 따른 각장의 관계식은 $Y = 0.3854X + 0.8423 (r^2 = 0.9764)$ 로 나타낼 수 있었다. 수심별 부착밀도 및 성장은 10~21 m 수층이 양호하였다. 보호망으로는 1×2 mm가 가장 좋았으며, 부착기질은 polyethylene monofilament(PE MO)를 사용하는 것이 좋았다. 채묘기에 부착한 패류는 14과 20종이 출현하였다.

다. 이식시험

1) 어장환경조사

내만형 어장인 오조이식어장은 간·만조에 따라 수온변화가 비교적 크게 나타났고, 월별수온분포는 5월에 21.0℃였으나 점차 상승하기 시작하여 8월에는 27.6℃까지 상승하였으며, 10월에는 5월과 비슷한 수온인 21.4℃로 하강하였다. 염분은 4월에 최고치인 30.86‰내외였고, 8월에 최저치인 25.70‰를 나타내었다. 용존산소는 4월에 8.90 ml/l로 최고치를 나타내었으나, 그외 조사월에서는 5.06~6.93 ml/l를 나타내었다. 화학적산소요구량(COD)은 월별 큰 차이가 없이 0.24~0.92 ml/l의 범위였다. 수소이온농도(pH)는 5월이 7.83

으로 가장 낮았으며 그 외의 조사에서는 8.09~8.51 범위였다. 인산염($\text{PO}_4\text{-P}$)은 0.38~0.95 $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 범위였다. 아질산염($\text{NO}_2\text{-N}$)은 0.11~0.44 $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 범위였다. 질산염($\text{NO}_3\text{-N}$)은 5월에 6.02 $\mu\text{g-at}/\ell$ 로 다른 조사월에 비해 아주 낮게 나타났으며, 그외 조사에서는 19.24~38.24 $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 범위였다. 저질은 대부분 니질로 구성되어 있었다.

2) 이식시험

◦ 1차년도시험

제주도 서귀포시 법환어장에서 5회에 걸쳐 자연채묘된 치패를 전라남도 장흥군 득량만어장에 이식하였으나 전량 매몰, 폐사되었으며, 1996년 8월 27일에 이식한 100개체(평균 각장 5.31 cm)는 10월까지 각장 7.64 cm으로 성장하였으나 11월에 들어서 어장 훼손으로 전량 유실 또는 폐사되었다.

◦ 2차년도시험

제주도 법환어장에서 자연채묘된 치패를 성산읍 오조어장에 이식한 결과 1997년 4월 이식 당시 평균각장 4.3 cm의 키조개 치패의 평균각장은 5월 5.65 cm, 6월 5.96 cm, 7월 6.86 cm, 8월 7.88 cm, 9월 10.60 cm, 10월 13.00 cm으로 직선적인 성장을 보였고, 평균중량은 4월 1.72 g에서 10월에 38.14 g으로 지수곡선적 성장을 나타냈다. 간조시 노출되는 실험구와 노출되지 않은 비교구간의 각장성장은 비교구에서 전반적으로 높은 성장을 보였다. 실험구에 이식된 치패의 생존율은 8월에 들어 27.9~37.2%로 크게 낮아지고 9월에 전량 폐사되었으나, 비교구인 경우 10월까지 약 30%의 생존율을 유지하였다. 자연채묘한 치패는 3개종으로 분류되었으며, 산업적으로 가치가 높은 남해안에 분포하는 것과 동일종인 *Atrica pectinata japonica*가 36.0%를 차지하였고, *Pinna muricata*가 44.0%, 기타 20.0%로 나타났다. *Atrica pectinata japonica*의 각장과 각고와의 관계는 $SL = 0.4662SH - 0.024$ 로 나타났고, 각장과 총중량과의 관계는 $TW = 5.5950SL^{2.7158} \times 10^{-5}$ 으로 나타났다. 패주중량은 총

량의 4.5~9.4%를 차지하고 있었다.

2. 활용에 대한 건의

○ 키조개양식개발에 기본조건이 되는 종묘생산 기초적 기술이 확립된 것을 계기로 하여 자연채묘에 의한 종묘양산 기술개발로 지속적인 생산기반을 조성하여 치패를 보다 효율적으로 부착, 확보할 수 있는 방안을 모색한다. 또한 키조개양식의 중심지인 남·서해안에 개발된 기술을 응용하여 종묘의 안정적 생산을 지도 홍보하고 기술지를 제작 배포하여 양식어민들에게 기술을 보급, 이전시켜 부가가치가 높은 새로운 양식품종으므로 소득증대에 기여 할 것으로 여겨진다.

여 백

Summary

I. Title

Studies on the Development of Techniques on Pen Shell Natural Spat Collection

II. Objective and Significance

Pen shells are marine shells belonging to the mollusca class Bivalvia. They are common along the southern coast of Korea, especially Chinhae Bay, Deuklyangang Bay, and bays located along the western coast such as Chunsu Bay. The adductor muscle of the pen shell is high-priced seafood in the market and pen shell fishery is one of the major fishing item of shellfish fishery in Korea. It is noticed that the wild population of the pen shell has been declined remarkably over past decade in Korean water and the importance of the aquaculture of the pen shell also has been emphasized.

Pen shell aquaculture industry uses the naturally collected spats as seeds. Traditionally the spats are collected using wooden poles with branches although this method is known to be inefficient. Therefore, pen shell aquaculture industry along the southern coast of Korea suffered from shortage of natural spats of the pen shell. To support the pen shell aquaculture, an improved and affordable method of pen shell spat collection method has to be developed.

Recently unknown species of penshell spats have been observed in the spat collectors of the sun and moon scallops established in southern Cheju water. The spat collectors are made of an onion bags filled with fine

plastic net and the mesh size of the bags is 1 mm. It is thought that the spat collection for pen shell could be improved if we use the modified spat collectors used in the collection of the scallop spat.

To harvest natural spats of pen shells for aquacultural purpose, several reserches have conducted through this study, including design and installation of the natural spat collectors and the facilities, transplantation experiment of the pen shell spats collected in the study area to southern coast of Korea, finding the best timing of installing spat collection facility by studing occurrence and abundance of the penshell larvae in the water column, and the taxonomic position of the pen shells occurred along the southern coast of Cheju Island.

III. Content and Scopes of the Study

Main purpose of the current study is to develop a technique to collect large quantity of naturally occurring pen shell spats for aquaculture. To collect the spats, spat collection facilities and collectors are set along Bophwan and Kangjung area of Seogwipo, Cheju from October 1995 to October 1997. The number of spats per collector was also examined at various experimental conditions, such as sampling locations, depth of the spat collecor placed, and the size of the spats. The pen shell spats collected from the study area were than transplanted to two experimental aquaculture grounds; Ojo, Cheju and Deuklyang Bay in Chunnam. For predicting the best timing of installing the spat collection facilities a monthly planktonic samplings were conducted over two year period during the course of study. The taxonomic position of the pen

shells occurring the southern Cheju water was also included in this study.

1. Pen Shell Larvae Sampling and the Taxonomic Study

1) Pen shell larvae sampling

o Pen shell larvae were studied over three year period from October 1995 to October 1997 in the southern Cheju. To investigate pen shell larvae, a large zooplankton net with 105 μm mesh and a current meter attached on the girdle was applied. Samling was conducted on a monthly basis and the frequency of samling was increased during late October and early January when the pen shell larvae were observed frequently.

2) Description and illustration of pen shell larvae

o Scanning electron microscopy and light compound microscopy were applied to take photographies of pen shell larvae. A number of photographies were taken from SEM and a light microscope for the further study.

3) Taxonomic study of the pen shell

o To identify the pen shells collected along the southern coast of Korea, shell morphology were examined. The shells of pen shell were also sent to shell specialist to take advises.

2. Natural Spat Collection Experiment

1) Environmental study on the sampling area

o To understand the environmental characteristics of the spat collecting

ground, following factors were investigated : dissolved oxygen content(DO), Chemical Oxygen Demand(COD), Nitrogenous gases including Ammonia, Nitrite, Nitrate and Nitric Acid according to Strickland and Parsons(1968).

2) Pen shell spat collection

o Experiment conducted in the first year period

Facilities for pen shell spat collection was intalled at Bophwan and Kangjung area on October 16 and 23 in 1995. The facilities includes buoys and lopes and anchored by 100 kg weight anchor at depth of 25 m. The spat collectors were attached on the lope starting at 6 m from the surface, by every one meter to the bottom. The number of spats attached on the mesh in the collector bags were investigated two month after the installation by every month. Shell height and length was measured from each spat collected.

o Experiment conducted in the second year period

Same sampling effort as described in the first period experiment was made during the second year period, with some changes in mesh size and the substrata for spat settlement.

o Experiment conducted in the third year period

The techniques used in the pen shell spat collection made in Cheju area were applied to Deuklyang Bay along the southern coast of Korea in the third year period for a practical purpose.

3. Transplantation of Pen Shells

1) Environmental investigation of the transplantation area

o Two sites were used for transplantation experiment, one in Ojo, Cheju, and the other in Deuklyang Bay in Chunnam. Sediment particle sizes of the study area was analyzed using a series of standard sieve for sediment size analysis. Based upon the sediment size analysis, the bottom type of the study area was categorized as sand and mud.

2) Transplantation experiment

o Experiment of the first year period(October 1995 to October 1996)

A total of 784 individual pen shells (0.2 to 8.5 cm in shell length) obtained from Seogwipo area during September and November in 1995 were transplanted to Deuklyang Bay, Chunnam. To transport the shells through airplane, the shells were placed in a stylofoam box filled with ice, and transported the experimental area by airplane. The shells were transplanted on the experimental grow out place arranged by 1×1 m marked with wooden poles. Each individual shells were inserted to the muddy experimental grow out substratum by SCUBA divers.

o Experiment of the second year period (October 1996 to October 1997)

A total of 176 individual pen shells were transplanted from Seogwipo area to Ojo. A four experimental sites were arranged at Ojo to compare the growth rate of the pen shells after transplantation. Transplanted area was visited every month to record the survival rate and growth rate of pen shells by measuring length and height of the shell.

IV. Results of the Study and Its Application and Recommandations

1. Results of the Study

1) Larvae Sampling and Taxonomic Study of Pen Shells

(1) Sampling Methods and the Gears

o It was proven in this study that the commonly used plankton net for larval sampling in southern coast, $60\mu\text{m}$ mesh size and the diameter of net of 30cm, is inadequate for zooplankton sampling due to the low abundance of zooplanktons in the study area. Instead, a net mouth diameter of 60 cm, length of 1.5 m, and the mesh size of $105\mu\text{m}$ zooplankton net was used in collecting larvae. The net was towed oblique at the depth of 7 to 15 m for 10 minutes at a speed of 3 knots. A flow meter was attached on the girdle around the net mouth to quantify the amount of water passed and a SCUBA diving computer was attached to the net to record the depth and the water temperature. Using above protocol, it was possible to record the depth and water temperature of the net towing and quantifying the pen shell larvae.

(2) The occurrence of penshell larvae and its abundance

o From the result of the analysis of the zooplankton samples collected from December 1995 to October 1997, it is obvious that the post larvae of

the pen shells which are over 300 μm in height occur from late July to late November. However, no postlarvae of the pen shells were present among the plankton samples collected during January and June during the study. The abundance of the pen shell larvae showed a range of 0 to 0.25 individual/ton seawater filtered. The peak of the occurrence of pen shell larvae was found to be during late September and early November when other D-shape larvae of unidentified bivalves also showed the peak of its abundance in the water column.

(3) Microscopic observation of the pen shell larvae

o The pen shell larvae were fixed in glutalaldehyde and in alchohole to observe its morphological characteristics. The postlarvae of the pen shells are much bigger than post larvae of other bivalves, with shell width of 300 to 500 μm and shell height of 400 to 450 μm . However, it was not possible to distinguish early larvae of the pen shells with other bivalve larvae through microscopic observation since they appeared as same D-shape larvae.

(4) Taxonomic studies on the pen shells collected in Cheju

o The taxonomic position of the pen shells occurring in Cheju water was studied using pen shell spats and juveniles collected from the spat collectors and shells of the transplated individuals. It is reported that the pen shells occurring in Cheju are *Atrina pectinata japonica* and *Pinna muricata*. *Pinna muricata* is distinguished from *Atrina pectinata japonica* by well developed ridge along the central part of the shells. *P. muricata* is known to be abundant in subtropic region and in case of Japan, they are

widely distributed in Kyushu area. *P. muricata* is also firstly reported to Korea through this study.

2) Development of the Spat Collection Technique

(1) Environmental study on the spat collecting area

o Environmental factors of the study area

The environmental quality of the transplanted area, Deuklyang Bay was similar to that of Seogwipo area except water temperature; Peophwan area had an annual water temperature range of 14.1 to 24.1°C while Deuklyang Bay had a range of 4.7 to 28.5°C. It was believed that Deuklyang Bay is suitable for the grow out for the pen shell transplanted from Cheju since most environmental factors are similar to those of Cheju.

2) Natural spat collection experiment

o Density of the pen shell spat settled on the collectors was 4.2 individuals/collector bag at the first year period, 6.3 individuals/collector bag at the second year period, and 2.7 individuals/bag at the third year period. The highest number of pen shell spat settled on the collectors observed in August and the juvenile pen shells became 42.5 mm in shell length six months after settlement. A correlation was found between the shell length and the days after the settlement, shell growth = $0.3854 \times \text{days after settlement} + 0.8423$ ($r^2 = 0.9764$). Shell growth in terms of shell length increase was found to be best at the depth between 10 and 20 m. Spat collectors used in this study were onion bags with mesh size of 1×1 mm and 1×2 mm and 1×2 mm mesh onion bags showed high survival rate

of the spat.

Polyethylene monofilament packed inside of the onion bags as substrata for pen shell spat in this study was found to be the most efficient materials for pen shell spat settlement. A total of 20 species of marine invertebrate organisms belonging to 20 families were observed from the spat collectors in this study.

3) Transplantation of Pen Shell Spat

(1) Environmental quality of the transplantation sites

o Ojo area at Sungsan in Cheju was a shallow semi-closed inlet. This area have a wide temperature fluctuation range; water temperature was 21.5°C in May and 27.6°C in August. Salinity in this area varied from 25.70‰ in August to 30.86‰ in April. Dissolved oxygen content in seawater also varied seasonally, at a range of 5.06~6.93 ml/l with a highest value of 8.90 ml/l in April. There was no obvious seasonal changes in COD, with an annual range of 0.24 to 0.92 ml/l. Nitrogenous nutrients concentration in seawater also varied seasonally, with a range of 0.11 to 0.44 $\mu\text{g-at/l}$ of $\text{NO}_2\text{-N}$, 19.24 to 38.24 $\mu\text{g-at/l}$ of $\text{NO}_3\text{-N}$. Phosphoric acid ($\text{PO}_4\text{-P}$) had an annual variation range of 0.38 to 0.95 $\mu\text{g-at/l}$ in this area. The bottom type of the Ojo area was a silty mud.

(2) Transplantation Experiment

o First year period

None of the pen shell spats collected in Cheju water and transplanted

to Deuklyang Bay in Chunnam area in 1995 were survived. A second batch of juvenile pen shells consist of 100 individuals transplanted in August 1996 from Cheju to Deuklyang Bay were grown up to shell length of 7.64 cm until October 1996, also all died in November 1996 due to naturally induced habitat distruction.

o Second year period

Juvenile pen shells were harvested from the collectors placed in Bophwan area in April 1997 and transplanted to Ojo Cheju. The size of juvenile pen shells were an average shell length of 4.3 cm. Monthly increments of the shell length were 5.56 cm in May, 5.96 cm in June, 6.86 cm in July, 7.88 cm in August, 10.60 cm in September, and 13.00 cm in October. An average weight of the transplanted pen shells at Ojo was 1.72 g in April and 38.14 g in October.

Survival rate of the transplanted pen shells was found to be much higher at the transplantation site exposed to air during low tide than the site located at subtidal area. Survival rate of the pen shells at subtidal site was 27.9 to 37.2% in August and all the individual died in September. In contrast, pen shells located at the intertidal site showed relatively higher survival rate, even 30% of the pen shells transplanted survived until October.

Pen shell spats harvested in Seogwipo area were found to be two species, *Atrina pectinata japonica* and *Pinna muricata*. *A. pectinata japonica* accounts for 36% of the spat collected, *P. muricata* for 44.0% and unidentified group accounts for 20.0%

Contents

Summary	13
Contents	23
List of tables	25
List of figures	27
Explanation of plates	31
Chapter I . Pen shell larvae sampling	37
1. Preface	37
2. Material and methods	38
1) Sampling area	38
2) Sampling method	40
3) Description and illustration of pen shell larvae	40
4) Toxonomic study of pen shell larvae	41
3. Results and discussion	41
1) Seasonal variation of appearance of pen shell larvae	41
2) Description and illustration of pen shell larvae	49
3) Toxonomic study of pen shell larvae	49
4. Summary	50
Chapter II . Natural spat collection experiment	53
1. Preface	53
2. Material and methods	55
1) Environmental study on the sampling area	55
2) Spat collection	56
3. Results and discussion	62
1) Environmental study on the sampling area	62

2) Spat collection	68
(1) 1st test	68
(2) 2nd test	79
(3) 3rd test	104
(4) Results of ecological observation on pen shell larvae	109
4. Summary	111
Chapter III. Transplantation of pen shell	113
1. Preface	113
2. Material and methods	114
1) Environmental study on the sampling area	114
2) Transplantation of pen shell	114
3. Results and discussion	118
1) Environmental study on the sampling area	118
2) Transplantation of pen shell	122
3) Monthly variation of shell length of pen shell from Cheju	132
4) Monthly variation of shell length of pen shell from Jangheung	134
5) Morphological characteristics of juvenile pen shell from Cheju	134
4. Summary	138
References	140

List of Tables

Table 1. Summary of the zooplankton larval sampling effort	42
Table 2. Size of the spat collector used in this study	60
Table 3. Number of the collectors installed with various collection days and sites	62
Table 4. Number of the pen shell spats collected in Seogwipo coastal area	80
Table 5. Number of pen shell spats attached on different collector types	100
Table 6. Number of the pen shell spats collected in Seogwipo coastal area	102
Table 7. Comparion of the number of attached juvenile pen shell with different growing days and water depths in Deuklyang bay	105
Table 8. Transplantation of pen shell spat from Chejudo to Jangheung, Chonnam in 1996 (First year period)	115
Table 9. Transplantation of juvenile pen shell from spat collectors to Ojo, Chejudo in 1997 (Second year period)	116
Table 10. Analysis of seawater in the experimental site at Ojo, Chejudo	122
Table 11. Analysis of sediment particle size in the experiment area ..	122
Table 12. Monthly varition of the growth and survival rate of transplanted pen shell on experimental site in Jangheung, 1997	129
Table 13. Monthly varition of the growth and survival rate of transplanted	

pen shell at the control site in Jangheung, 1997	132
Table 14. Comparison of total weight vs of shell length	138

List of Figures

Fig. 1. Pen shell larvae sampling stations in Seogwipo area.	39
Fig. 2. Annual occurrence of the pen shell larvae in the study area ...	46
Fig. 3. Annual occurrence of other zooplankton in the study area.	47
Fig. 4. Annual fluctuation of the pen shell production	54
Fig. 5. Map showing the experimental station of the spat collection in Seogwipo(●: spat collection ground).	57
Fig. 6. Spat collection facilities for pen shell.	58
Fig. 7. Shell length and shell height in pen shell.	59
Fig. 8. Map showing the experimental station for the spat collection in Deuklyang Bay(●: spat collection ground).	61
Fig. 9. Monthly variation of water temperature in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	63
Fig. 10. Monthly variation of salinity in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	65
Fig. 11. Monthly variation of pH in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	66
Fig. 12. Monthly variation of DO in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	63
Fig. 13. Monthly variation of COD in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	69
Fig. 14. Monthly variation of DIN in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	70
Fig. 15. Monthly variation of PO ₄ -P in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.	71

Fig. 16. Monthly variation of attached pen shell spat during January and June in 1996.	73
Fig. 17. Monthly variation of attached pen shell spat at different depths in 1996.	74
Fig. 18. Monthly variation of the growth of attached pen shell spat during January and June in 1996.	76
Fig. 19. Monthly variation of the growth of attached pen shell spat at different depths in 1996.	77
Fig. 20. Shell length variation of attached pen shell spat in different collection area in Seogwipo area (1996).	78
Fig. 21. Comparison of the number of attached pen shell spat with time in 1996.	81
Fig. 22. Comparison of the number of pen shell spat with different depths in 1996.	84
Fig. 23. Monthly variation of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.	85
Fig. 24. Monthly variation of the growth of attached pen shell spat at different water depths in 1996.	87
Fig. 25-1. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.	88
Fig. 25-2. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.	89
Fig. 25-3. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.	90
Fig. 25-4. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.	91

Fig. 26. Comparison of the number of attached <i>Pinctata fucata martensii</i> spat with time in 1996.	93
Fig. 27. Monthly variation of the growth of attached <i>Pinctata fucata martensii</i> spat at different collection periods in 1996.	94
Fig. 28. Comparison of the number of attached <i>Chlamys irregularis</i> spat at different collection periods in 1996.	96
Fig. 29. Monthly variation of the growth of attached <i>Chlamys irregularis</i> spat at different collection periods in 1996.	97
Fig. 30. Comparison of the number of attached <i>Scapharca subcrenata</i> spat at different collection periods in 1996.	98
Fig. 31. Monthly variation of the growth of attached <i>Scapharca subcrenata</i> spat at different collection periods in 1996.	99
Fig. 32. Monthly variation of the average biomass of attached spats at different collection periods in 1996.	103
Fig. 33. Growth of shell length of pen shell spats.	106
Fig. 34. Comparison of the number of attached <i>Scapharca subcrenata</i> spat at different collection periods in Deuklyang Bay(1997).	108
Fig. 35. Monthly variation of the growth of attached <i>Chlamys irregularis</i> spat at different collection periods in Deuklyang bay(1997). ..	110
Fig. 36. Map of the experimental site for the transplantation of juvenile pen shell.	117
Fig. 37. Monthly variation of water temperature in experimental sites for the transplantation of juvenile pen shell.	120
Fig. 38. Monthly variation of seawater salinity in experimental sites for the transplantation of juvenile pen shell.	121
Fig. 39. Monthly variation of shell length of transplanted pen shell	

	according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.	126
Fig. 40.	Monthly variation of total weight of transplanted pen shell according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.	127
Fig. 41.	Monthly variation of survival rates of transplanted pen shell according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.	128
Fig. 42.	Monthly frequency distribution of shell length of pen shell in produced Cheju.	133
Fig. 43.	Monthly frequency distribution of shell length of pen shell in produced Jangheung.	135
Fig. 44.	Relationship between shell length and shell height of the juvenile pen shell.	136
Fig. 45.	Relationship between shell length and total weight of the juvenile pen shell.	137

Explanation of Plates

Plate I. Scanning electron micrographs of the pen shell larvae and other bivalve larvae

- Ⓐ, Ⓑ, Ⓒ : External structure of juvenile pen shell
- Ⓓ : Internal structure of juvenile pen shell
- Ⓔ, Ⓕ : Other bivalve larvae

Plate II. Light compound micrographs of the pen shell larvae and juvenile *Atrina pectinata japonica* and *Pinna muricata*

- Ⓐ, Ⓑ : Pen shell larvae
- Ⓒ : *Pinna muricata*
- Ⓓ : *Atrina pectinata japonica*
- Ⓔ : Young pen shell(2 species)
- Ⓕ : Young pen shell(2 species)

Plate III. A view of establishing and pulling up spat collectors

- Ⓐ : Arrangement of single long line
- Ⓑ : Establishing single long line
- Ⓒ : A view of establishing spat collector
- Ⓓ : Establishing spat collector
- Ⓔ : Pulling up spat collector
- Ⓕ : Raised spat collector

Plate IV. A sort of spat collectors and attached pen shell spat

- Ⓐ : Placing polyethylene monofilament into a collector bag
- Ⓑ : Placing pair string into a collector bag
- Ⓒ : Placing scallop shell into a collector bag

④ : Placing polyethylene monofilament into a 0.5mm-mesh collector bag

⑤ : Young pen shell

⑥ : Young pen shell

Plate V. Attached pen shell spat

① : *Atrina pectinata japonica*

② : *Pinna muricata*

③ : Non-classification species

④ : *Pinctada fucata*(Dunker)

⑤ : *Chlamys irregularis*(Sowerby)

⑥ : *Scapharca subcrenata*(Lischke)

Plate VI. A view of installation for transplantation sites

①, ② : A view of installation

③, ④ : Pen shell spat from Cheju transplanted to the control site

⑤ : Pen shell spat transplanted to the control site from Jangheung

⑥ : Predators found in the experimental site

목 차

제 1 장 유생조사	37
제 1 절 서 론	37
제 2 절 재료 및 방법	38
1. 유생조사지역	38
2. 유생조사방법	40
3. 키조개유생의 현미경적관찰	40
4. 키조개의 분류학적 연구	41
제 3 절 결과 및 고찰	41
1. 키조개유생의 계절적 출현	41
2. 키조개유생의 현미경적관찰	49
3. 제주지역에서 나타난 키조개의 분류학적 연구	49
제 4 절 요약	50
제 2 장 자연채묘시험	53
제 1 절 서 론	53
제 2 절 재료 및 방법	55
1. 환경조사	55
2. 채묘	56
제 3 절 결과 및 고찰	62
1. 환경조사	62
2. 채묘	68
가. 1차시험	68
1) 키조개 부착밀도조사	68
2) 키조개 성장조사	72

3) 키조개치패의 각장분포	75
4) 부착패류의 종분류 및 부착량	79
나. 2차시험	79
1) 키조개 부착밀도조사	79
2) 키조개 성장조사	83
3) 키조개치패의 각장분포	86
4) 기타 주요종의 부착밀도조사	92
다. 3차시험	104
1) 키조개 부착밀도조사	104
2) 키조개 성장조사	107
3) 부착패류의 종분류 및 부착량	107
라. 키조개 치패의 생태학적 관찰결과	109
제 4 절 요약	111
제 3 장 이식시험	113
제 1 절 서론	113
제 2 절 재료 및 방법	114
1. 어장환경조사	114
2. 이식실험	114
제 3 절 결과 및 고찰	118
1. 어장환경조사	118
2. 이식실험	122
가. 득량만어장	122
나. 제주도 오조어장	123
1) 실험구	123
2) 비교구	129
3) 실험구와 비교구의 성장비교	131

3. 제주산 키조개치패의 월별 각장 조성변화	132
4. 장흥산 키조개치패의 월별 각장 조성변화	134
5. 제주산 키조개치패의 형태적 특징	134
제 4 절 요약	138
<참고문헌>	140

여 백

제 1장 유생조사

제 1 절 서론

키조개는 이매패류에 속하는 기수성 생물로서 우리 나라 남해안의 진해만, 득량만, 서해안의 천수만, 군산 연안 등지에서 주로 어획되고 있다. 키조개의 패주는 고급 수산물로서 대부분 외국에 고가로 수출되는 실정이며 이에따라 어민들의 고 소득원으로 자리잡아 왔다. 그러나 근래에 와서 이들 키조개의 자원량이 어획과 연안어장의 노화, 환경 오염 등으로 감소하고 있는 추세를 보이고 있다. 이에 따라 키조개의 양식이 필요 시 되고 있다.

키조개의 양식에 있어 종묘는 현재 전적으로 자연채묘에 의존하고 있으나 남해안의 경우 키조개 자연채묘 결과가 부진하여 양식에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에따라 키조개 자연채묘 기술 개발이 시급한 실정이며 또한 키조개의 유생 출현 지역에 대한 집중적인 연구도 요구되고 있다.

근래에 들어 제주도 법환 강정 연안에 설치한 해가리비의 채묘기에 다수의 키조개 치패가 부착되고 있음이 확인되었다. 이에따라 이를 이용한 키조개 자연채묘 사업이 본 과제를 통하여 시작되었다. 본 연구지역에 있어 키조개 치패의 부착량은 계절에 따라 많은 차이를 보이고 있으며 따라서 효율적인 채묘 및 키조개 연구의 기초자료를 확보하는 차원에서 이들 키조개 유생의 출현 시기 및 이들에 대한 정량적인 연구가 필요시 된다.

일반적으로 남해안에서는 유생의 출현시기를 파악하기 위하여 채묘 예보를 하고 있으며 이는 실험용 부착기에 부착한 치패의 출현량과 플랑크톤 넷트를 이용한 플랑크톤 시료의 분석에 기초를 두고 있다. 플랑크톤 시료의 채집은 일반적으로 망구 30 cm, 망목 60 μ m 의 식물 플랑크톤 넷트를 이용하여 채집 정점에서 수직으로 예인한다. 남해안의 경우 이러한 유생조사 방법은 만족한 만한 결과를 보이는데 이는 해수중의 플랑크톤 량이 풍부하기 때문인

것으로 생각된다. 그러나 제주의 경우 해수중의 동·식물 플랑크톤량은 남해안과 비교시 현저하게 낮게 나타나, 이에따라 유생의 조사시 이에 알맞은 플랑크톤 채집기를 사용하여야 한다. 또한 유생의 정량적인 분포를 이해하기 위하여는 플랑크톤 채집 시 넷트의 예인 깊이와 여수량 등을 측정하여야 만 이를 토대로 유생의 정량적인 분석이 가능하다.

유생의 출현시기 및 풍부도 조사는 채묘기의 적절한 설치 시기를 예보하는 자료로 쓰인다. 따라서 유생의 출현 시기 및 그 양을 파악하기 위하여는 적절한 채집 시기와 채집 방법을 사용하여야 한다. 일반적으로 키조개는 일년 중 특정시기에만 산란을 하며, 그 유생 시기는 약 40일 이상으로 알려져 있다. 또한 유생의 특징은 착저기에 접어들면 그 크기가 각장 500 μm 이상으로 성장하여 이매패류의 유생 중 가장 큰 특징을 가지고 있다.

본 연구의 목적은 제주도 남제주 연안에서 출현하고 있는 키조개의 자연 채묘기술 개발 사업의 일환으로 키조개의 유생출현 시기를 파악하고 이를 토대로 키조개 채묘기의 투하 시기를 결정함에 있어 자료를 제공함에 있다. 또한 제주 연안에서 출현하고 있는 키조개의 분류학적 위치를 파악하므로써 향후 이들의 이식실험 및 이에따른 생태학적 배려에 있어 기초 자료를 제공함에 있다.

제 2절 재료 및 방법

1. 유생 조사 지역

키조개 채묘기가 설치된 지역은 1995년의 경우 서귀포 강정, 법환 지역이었다(Fig. 1). 따라서 1995년의 경우 서귀포 강정과 법환 지역에 설치된 키조개 채묘기 주위에 플랑크톤 채집 조사정점을 각 조사 지역 당 3~5 지점씩 설정하였다(Fig. 2). 그러나 1996년과 1997년 사이의 조사시기에는 채묘기가 법환 지역에만 설치되었으므로 법환과 서귀포 항 사이의 지역에서만 플랑크

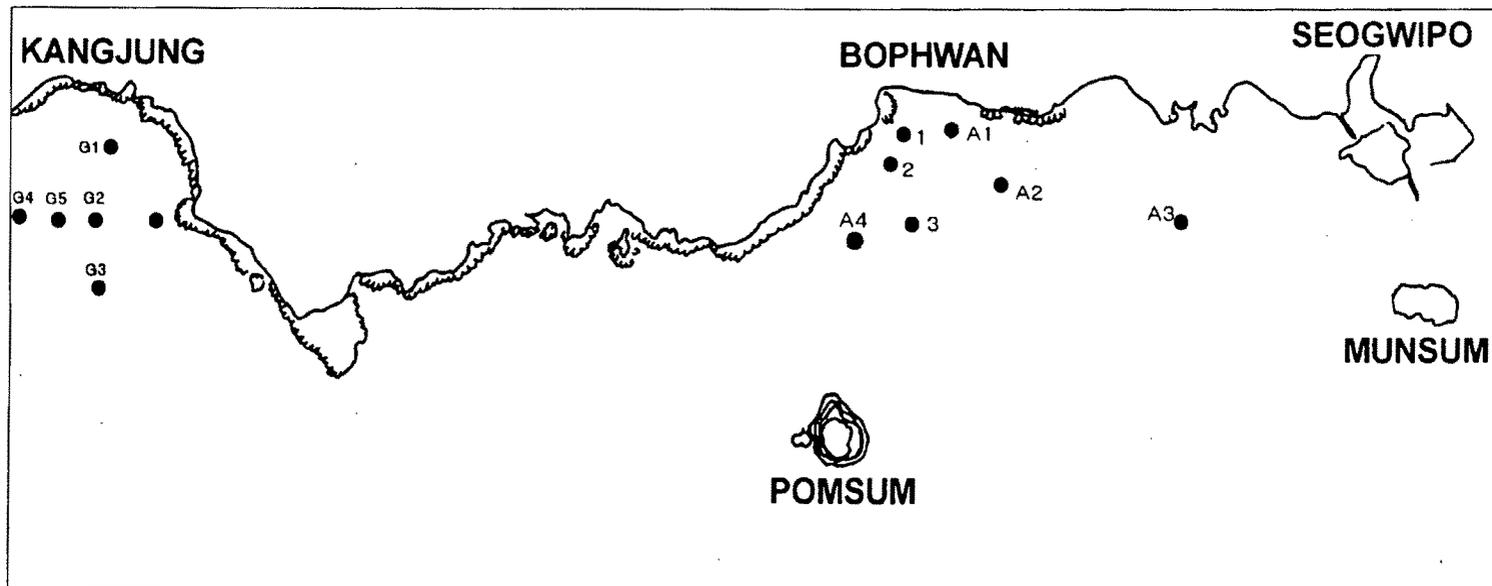


Fig. 1. Pen shell larvae sampling stations in Seogwipo area

톤 조사를 수행하였다.

2. 유생조사 방법

키조개를 포함한 동물 플랑크톤의 조사는 망구 60 cm, 망목 105 μm , 망길이 1.5 m의 비교적 대형 동물플랑크톤 넷트를 사용하였다. 동물 플랑크톤들은 밤낮으로 수직 이동을 하는 관계로 플랑크톤 채집이 이루어진 낮 시간대에는 주로 중층 이하에 분포하였다. 따라서 효과적인 키조개 유생 채집을 위하여 플랑크톤 넷트에 추를 달아 예인 깊이가 5 m 이하가 되게끔 하였다. 또한 정확한 예인 깊이를 파악하기 위하여 깊이와 수온이 기록되는 잠수용 시계를 망 입구에 달아 예인 당시의 깊이와 수온을 측정하였다. 또한 플랑크톤의 정량적인 측정을 위하여 Hydro사의 유속계를 망 입구에 설치, 여수량을 기록하였다. 넷트의 예인은 유어선을 이용하여 속도가 3노트 미만이 되도록 유지하여 약 10분간 예인하였다. 채집된 시료는 현장에서 10% 중성포르마린으로 고정하여 실험실로 옮겼다.

실험실로 옮겨진 시료는 피펫을 이용하여 각 1 ml씩 subsample을 취하였으며, 이를 5회 반복하였다. subsample은 현미경하에서 우선 키조개의 후기 유생인 크기 300 μm 이상의 키조개 유생의 출현 유무를 파악한 뒤, 이들이 출현한 경우 그 수를 기록하고 다시 1 ml 시료 보관병에 분리하여 보관하였다. 또한 동물플랑크톤의 주를 이루는 요각류 및 기타 동정이 불가능한 이매패의 D상 유생의 출현 개체수 등을 파악하였다. 유생의 숫자는 최종적으로 해수 1 톤당 개체수로 환산하여 표시하였다.

3. 키조개 유생의 현미경적 관찰

키조개 유생의 형태적 특성에 관한 자료는 국내의 경우 풍부하지 않은 편으로 이에대한 자료가 필요시 되고있다. 따라서 유생조사 기간 동안 채집된

키조개의 유생은 광학현미경 및 전자현미경 하에서 관찰한 뒤 사진촬영 하였다. 이를 위하여 전자현미경의 경우 키조개 유생은 1.5% 글루탈 알데하이드에 고정된 뒤 Critical Point Dryer를 이용, 건조한 후 주사전자현미경 (Scanning Electron Microscope, SEM)로 50~500배 배율에서 촬영하였다.

4. 키조개의 분류학적 연구

제주도 서귀포연안에서 출현한 키조개의 분류학적 위치를 파악하기 위하여 채표기에 부착한 치패 및 이들을 성산읍 오조리 내항에 이식하여 양성한 키조개 패각을 토대로 분류학적 위치를 조사하였다. 분류학적 연구는 국내외의 키조개 문헌을 토대로 하였으며 또한 시료를 국외의 패류 전문가에게 의뢰하였다. 이를 위하여 패류 연구 전문가인 미국 텍사스주립대학의 Dr. M. Wicksten, 일본의 Mr. Isowa 등에게 시료를 보내 그 결과를 본 연구진이 분류한 결과와 비교 참조하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 키조개 유생의 계절적 출현

1995년 10월부터 1997년 10월 까지 직경 60 cm, 망목 105 μm 의 동물 플랑크톤을 이용하여 서귀포 법환, 강정 지역에서 수행한 키조개의 월별 유생조사 결과는 Table 1 및 Fig. 2, 3과 같다. '95년 가을에 수행된 유생조사는 망구가 작은 식물플랑크톤 넷트 (망구 30 cm, 망목 65 μm)을 이용하여 키조개 유생의 관찰이 힘들었다. 또한 정성적인 관찰만을 수행하여 이들의 정량적 관찰은 이루어지지 않았다. 그러나 10월에서 12월까지 2회 수행된 조사에서 키조개의 유생이 관찰되어 이 시기에 키조개의 산란이 이루어 졌음을 알 수 있었다.

1996년의 경우 키조개 후기 유생이 처음 출현한 시기는 9월이었으며 이

Table 1. Summary of the zooplankton larval sampling effort (individual/ton)

Period	Location	Sites	Pen shell larvae	Bivalve larvae	Copepod	Fish eggs	
Dec. 5, 1996	Kangjung	G-1		26			
		G-2		6			
		G-3		22			
		G-4		3			
		G-5		2			
		G-6		9			
	Peophwan	1			18		
		2			12		
		3			5		
		A-1			5		
		A-2			5		
		A-3			2		
		A-4			2		
		Jan. 20, 1996	Kangjung	G-1		170	
G-2				180			
G-3				30			
G-4				130			
G-5				180			
G-6				130			
Peophwan	1						
	2						
	3						
	A-1				52		
	A-2				76		
	A-3				3		
	A-4				45		
	Feb. 24, 1996		Kangjung	G-1		0	
G-2				210			
G-3				4			
G-4				35			
G-5				48			
G-6				120			
Peophwan		1			0		
		2			50		
		3			80		
		A-1			50		
		A-2			40		
		A-3			510		

Table 1. Continued

Period	Location	Sites	Pen shell larvae	Bivalve larvae	Copepod	Fish eggs
Mar. 27, 1996	Kangjung	G-1		10.17		
		G-2		4.42		
		G-3		1.44		
		G-4		1.17		
		G-5		14.56		
		G-6		26.54		
	Peophwan	1		0.00		
		2		0.97		
		3		0.00		
		A-1		0.00		
		A-2		2.49		
		A-3		3.57		
		A-4		7.39		
Apr. 23, 1996	Kangjung	G-1		0.00		
		G-2		0.00		
		G-3		0.94		
		G-4		0.68		
		G-5		0.00		
		G-6		4.54		
	Peophwan	1		0.00		
		2		0.32		
		3		2.65		
		A-1				
		A-2		0.00		
		A-3		0.00		
		A-4		1.72		
May 30, 1996	Kangjung	1		2.15		
		2		0.68		
		3		0.00		
	Peophwan	1		0.83		
		2		0.78		
		3		0.71		
June 1, 1996	Kangjung	1		0.33		
		2		129.29		
		3		4.09		
	Peophwan	1		15.23		
		2		30.73		
		3		16.43		

Table 1. Continued

Period	Location	Sites	Pen shell larvae	Bivalve larvae	Copepod	Fish eggs
July 24, 1996	Kangjung	1		7.11		
		2		13.79		
		3				
Sep. 13, 1996	Seogwipo	1		0.10		
		2		0.15		
		3		0.16		
Sep. 23, 1996	Peophwan1		0.00			
	Peopwhan2		0.02			
	Kangjung1		0.15			
	Kangjung2		0.45			
Oct. 4, 1996	Peophwan	1	0.00			
		2	0.08			
		3				
		4	0.02			
		5	0.02			
Oct. 14, 1996	Peophwan	1	0.00			
		2	0.05			
Nov. 7, 1996	Peophwan	1	0.28			
		2	0.30			
		3	0.15			
Dec. 20, 1996	Peopwhan	1	0.12			
Jan. 1, 1997	Peophwan	1		4.93	321.69	2.28
		2		73.70	2275.86	127.31
		3		7.76	314.37	92.42
Apr. 4, 1997	Peophwan	1				
		2		3.0	5.60	13.84
		3				
May 14, 1997	Peophwan	1		0	23.97	24.97
		2				
		3		0	12.46	49.83
		4		29.83	1689.61	328.22
		5		2.47	405.60	7.722
		6		5.52	75.60	77.25

Table 1. Continued

Period	Location	Sites	Pen Shell Larvae	Bivalve larvae	Copepod	Fish eggs
July. 1, 1997	Peophwan	1		0	74653.00	107.03
		2		18.41	3137.39	20.72
		3		12.43	40623.87	43.51
		4		4.32	26170.32	121.02
		5		29.05	64005.73	213.03
		6		27.59	4476.54	82.77
Aug. 20, 1997	Peophwan	1	0.02	12.22	763.01	45.22
		2	0.32	68.32	629.78	33.66
Oct. 1, 1997	Peophwan	1	0.07	11.14	713.15	30.31
		2	0	24.30	33.82	20.14
		3	0	11.19	30.86	22.99
		4	0	19.9	81.39	36.51

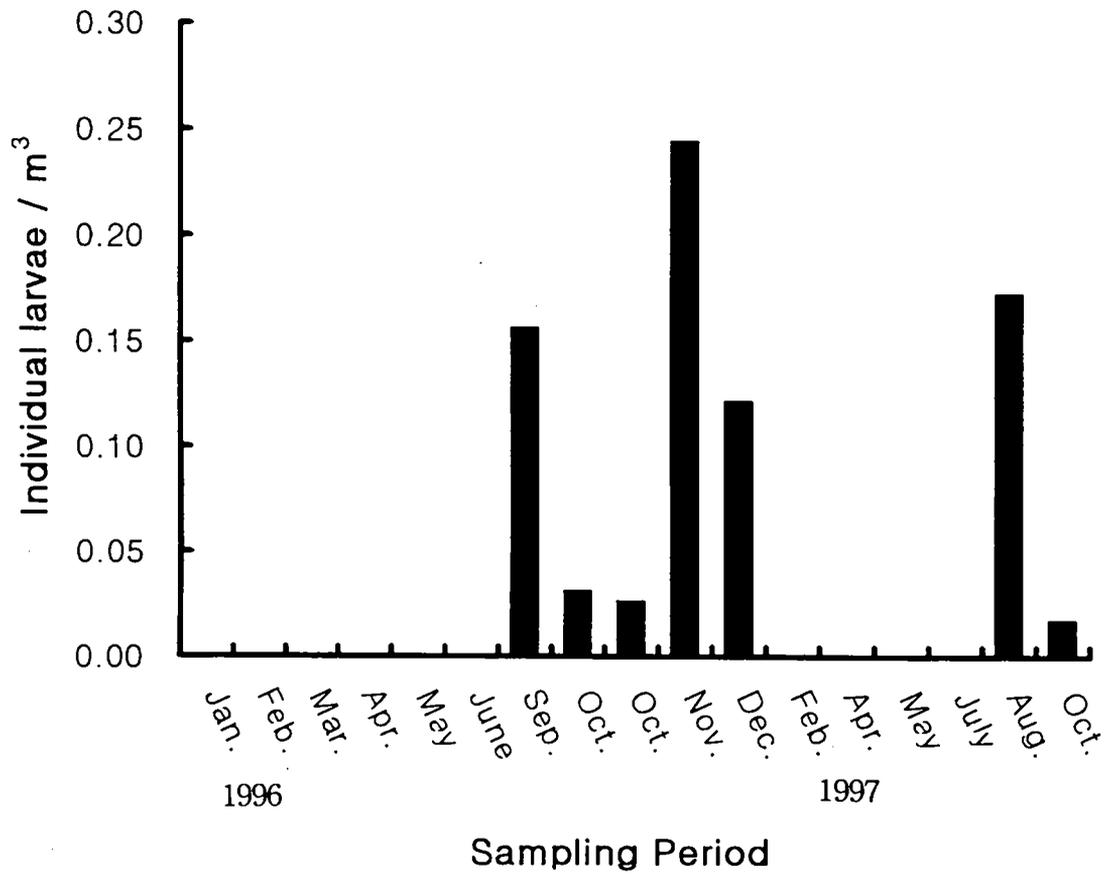


Fig. 2. Annual occurrence of the pen shell larvae in the study area

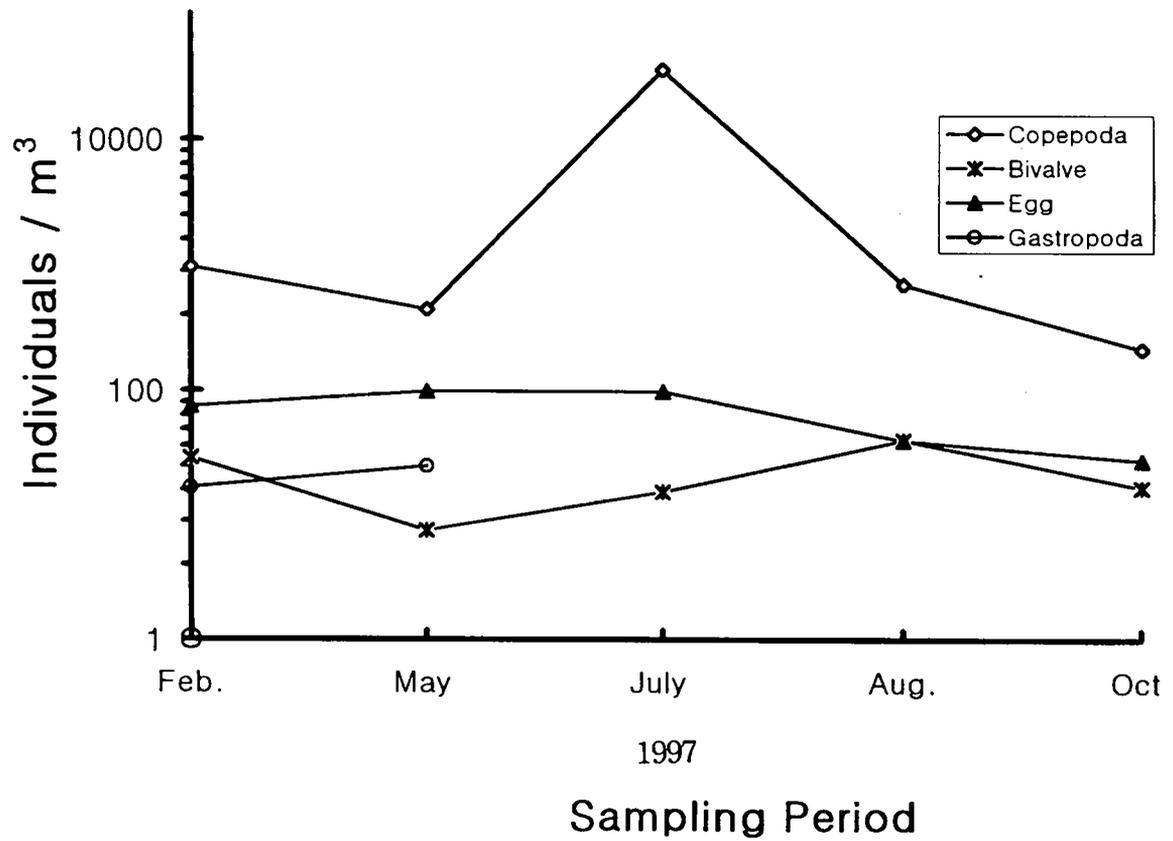


Fig. 3. Annual occurrence of other zooplankton in the study area

들이 가장 많이 출현한 시기는 11월로 나타났다. 그 출현량은 해수 1톤당 1개체 미만이며, 가장 많이 나타난 11월의 경우 해수 10톤당 2.5개체 정도로 나타났다. 키조개의 유생은 '96년의 경우 12월 말 까지 관찰되었으며 1월의 경우 기상악화로 유생 채집이 불가능하였다. 그러나 '97년 2월에 수행된 유생조사에선 키조개의 착저기 유생이 관찰되지 않은 점으로 미루어 이들이 출현한 시기는 8월에서 12월 말 까지로 추측된다.

본 연구지역에 있어 키조개의 유생은 2월부터 7월까지의 관찰이 되지 않았다. 유생조사를 통해 착저기의 대형 키조개 유생이 관찰되는 시기는 8월 말에서 9월 초로 나타난 점으로 미루어 이들의 산란은 7월에서 8월 사이에 이루어진 것으로 추측된다. 키조개는 일반적으로 40일 이상의 유생 시기를 갖는 것으로 알려져 있어 키조개의 유생이 가장 많이 관찰된 11월을 기준으로 볼 때 이들 키조개의 산란기도 7월에서 9월 사이로 추측된다.

제주 지역에 있어 유생조사의 문제점은 그 시료의 양이 충분치 못한 점에 있다. 본 연구에서는 직경 60 cm, 길이 1.6 m의 대형 동물플랑크톤 넷트를 이용하여 매 10분 이상 예인하였으나 키조개 유생의 출현량은 10톤당 1~2 개체로 남해안과 비교시 그 출현량이 현저히 낮게 나타나고 있다. 이는 제주 지역의 해양생물학적 특성으로 판단되며 제주 연안은 남해안과 비교시 낮은 기초생산력과 낮은 동물플랑크톤 분포량을 보인다.

'97년 연구 기간동안 출현한 동물플랑크톤은 Fig. 3과 같다. 제주연안에서 가장 많이 출현하는 동물 플랑크톤은 요각류로 이들은 해수 1톤 당 1,000~10,000 개체까지 출현하고 있으며, 계절적으로 볼 때 이들은 7월에 가장 많이 출현하였다. 키조개 유생을 포함한 이매패류의 유생은 해수 1톤당 10~100 개체 정도 분포하고 있었으며 이들은 연중 일정한 출현 현상을 보였으나 8월에서 10월 사이에는 오히려 그 출현량이 감소하였다.

2. 키조개 유생의 현미경적 관찰

제주 법환 강정 지역에서 출현한 키조개의 유생은 주사 전자현미경 (Scanning Electron Microscope, SEM)과 일반 광학현미경을 이용하여 관찰하였다. 키조개 유생의 가장 큰 특징은 이매패류 중 가장 큰 착저기 유생이다. 키조개 착저 유생은 그 모양이 소쿠리 형태를 갖추어 각정 부위가 비교적 협소하고 패각의 하단부가 넓은 특징을 보이며 각장이 일반 이매패류가 착저 직전에 200 μm 정도인 반면, 키조개의 유생은 각장이 300~500 μm 정도로 일반 저배울의 해부 현미경 하에서도 쉽게 구분이 된다.

Plate I 은 주사 전자현미경으로 촬영한 키조개의 착저 유생을 보여주고 있다. 이들의 크기는 ㉔인 경우 각고가 약 500 μm 에 달하는 것을 알 수 있다. 이들은 일반 광학현미경으로 관찰시 발견되는 각정의 특성을 잘 나타내고 있다. 일반 광학현미경으로 관찰한 키조개 유생(Plate II, ㉔, ㉕)은 전자 현미경으로 관찰한 모양과 유사한 모양을 보이며, 특히 저배울로 관찰할 경우 (Plate II, ㉔, ㉕) 소쿠리 모양의 패각이 뚜렷하여 다른 이매패류의 유생과 확연히 구분됨을 알 수 있다.

Plate I 의 ㉔, ㉕는 키조개 유생이 관찰되던 시기에 출현한 일반 이매패류의 유생을 전자 현미경 촬영한 그림이다. 이들의 모양은 키조개와 비교시 각정 부위가 날카롭게 발달되어 있지 않으며, 그 크기도 100~200 μm 정도로 키조개 유생과 비교시 뚜렷한 크기 차이를 보인다.

3. 제주 지역에서 나타난 키조개의 분류학적 연구

키조개는 연체동물문 이매패강에 속하는 이매패류로 세계적으로는 약 20 여종이 알려져 있으며, *Pinna*, *Atrina*, *Streptopinna* 등의 3개속에 속하고 있다. 이 중, *Streptopinna*는 인도-태평양 지역에만 분포하고 있는 것으로 알려져 있으며 *Pinna*와 *Atrina*는 온대 및 아열대 해역에 걸쳐 널리 분포하고 있다.

*Pinna*와 *Atrina* 속의 외형적 차이점은 *Atrina*속의 경우 패각의 중앙에 산맥형태로 솟아있는 융기선이 없는 반면 *Pinna*속에 속하는 키조개들은 각정으로부터 기저부까지 패각 중심에 솟아있는 골이 존재하여 이들 두 속을 구분하는 기준으로 삼는다. 일본의 경우 약 12종의 키조개가 보고되고 있으며, 이중 *Pinna*에 속하는 종은 *P. muricata*, *P. atropurpurea*, *P. bicolor*, *P. incurvata* 등이며, *Atrina*에 속하는 종은 *Atrina pectinata japonica*, *A. vexillum*, *A. lamellata*, *A. teramachii* 등이 알려져 있다 (Habe, 1977). 우리나라의 경우 키조개 *Atrina pectinata japonica*와 가시게두키조개 *Atrina pinnata lischkeana* 등 2종이 알려져 있다(유종생, 1976).

Plate II의 ㉔, ㉕, ㉖, ㉗는 본 연구 기간 동안 제주 서귀포 지역에 출현한 키조개를 보여주고 있다. 본 연구 지역에서는 두가지 다른 유형의 키조개가 출현하였는데 이는 키조개 *Atrina pectinata japonica* (Plate II, ㉕)와 *Pinna muricata* (Plate II, ㉖)로 간주된다. Plate II의 ㉖인 경우 남해안에서 출현하고 있는 키조개와 비교시 각정으로부터 기저부까지 패각의 중앙을 달리고 있는 융기선이 뚜렷하게 관찰되며 상대적으로 키조개 *Atrina pectinata japonica*는 이러한 골이 없음을 알 수 있다. *Pinna muricata*는 일본의 키 반도에서 큐슈지방까지 주로 위도가 낮은 지역에서 출현하고 있는 것으로 보고되고 있는 종이다. (Dr. Wicksten, 미국 텍사주 주립대학 및 Mr. Isowa, 일본, personal communication). *P. muricata*는 현재 우리 나라에 보고되지 않고 있는데, 이는 아마 이들의 분포가 비교적 수온이 높은 제주 연안에 국한된데 기인한 것으로 사료된다.

제 4 절 요약

제주도 서귀포 연안에 출현하는 키조개의 자연채묘 기술개발 사업의 일환으로 이 지역에서 출현하는 키조개의 유생출현 시기, 형태학적 특성 및 분류

학적 위치에 대한 연구가 1995년 10월부터 1997년 10월 간 이루어졌다. 키조개의 유생은 월별로 망목 105 μm 의 동물 플랑크톤 넷트를 이용하여 서귀포 법환, 강정 지역에서 실시하였다. 키조개 유생의 형태학적 관찰은 일반 광학 현미경과 주사 전자현미경을 이용하여 사진 촬영하였으며, 키조개의 분류학적 연구는 문헌조사와 외국 전문가에게 시료 분석을 의뢰하였다.

키조개의 유생은 그 크기가 각장 300 ~ 500 μm 정도의 소쿠리 모양으로 그 크기가 300 μm 미만인 일반 이매패류의 유생과 구분이 가능하였다. 성숙한 키조개 유생이 최초로 관찰된 시기는 9월 말 경이었으며 가장 많이 출현한 시기는 11월로 나타났다. 키조개 유생의 밀도는 평균 해수 10 톤 당 1 ~ 2마리 정도로 남해안과 비교시 낮게 나타났다.

본 연구 지역에 출현한 키조개는 *Atrina pectinata japonica* 와 *Pinna muricata* 등 최소한 2 종으로 추정되었으며, *P. muricata*는 본 연구를 통하여 우리 나라에 최초로 보고되는 종이다. *Pinna muricata*는 아열대성 키조개로 알려져 있으며 남해안의 키조개와 비교시 가장 큰 형태적 차이는 패각 중앙에 융기선이 발달되어 있었다.

여 백

제 2 장 자연채묘시험

제 1 절 서 론

키조개, *Atrina pectinata*는 서해안과 남해안의 저조선 이심에 주로 분포하는 우리나라산 조개류 중 가장 대형종으로 후폐각근인 패주는 식용으로 이용되며 생산된 패주 대부분이 수출되고 있는 시장가치가 매우 높은 패류이다.

키조개의 생산량의 변화를 보면(Fig. 4), 1980년의 349 MT에서 1981년 및 1982년에는 10,000 MT 이상의 생산을 보였으나, 이후 감소하여 1983년부터 1987년까지는 4,000 MT 내외의 저조한 생산량을 보였다. 그러나 1988년부터는 생산량이 점차 늘기 시작하여 1990년에는 15,000 MT으로 최대 생산량을 보인 후 다시 감소하기 시작하여 1994년에는 2,500 MT의 낮은 생산량을 보였다(농림수산통계연보, 1995). 이와 같이 키조개 생산은 전적으로 자연산 채취에 의존함으로써 매년 생산량이 변화가 심하여 안정적인 생산을 위한 양식개발이 요구된다. 키조개에 대한 연구는 渡邊(1938)가 일본의 유명해산 키조개를 대상으로 천연 채묘의 수집 및 양식방법에 관한 연구가 시초이며, 천연 채묘시험(古賀·山下, 1986; 古賀·申武, 1991), 부착기질(島崎 等, 1984), 인공 채묘(寶本·大林, 1984)에 관한 연구들이 있다.

우리나라에서는 崔(1980, 1981)의 키조개의 크기와 중량과의 상관관계 및 형태변이에 대한 연구를 시작으로 柳·劉(1984)의 생태에 관한 연구, 柳 等(1988)의 부유유생과 초기성장에 관한 연구, 金 等(1985)의 부유유생의 출현시기에 관한 연구 및 鄭 等(1986), 梁 等(1995)의 인공종묘 생산 및 이식시험에 관한 연구가 있으나, 현재까지 인공수정 및 자연채묘에 의한 종묘확보는 일반적인 조개류의 종묘생산 방법으로는 어려울 것으로 보인다.

이러한 가운데 남해수산연구소 제주분소에서 1994년 해가리비 자연채묘를 위한 수하 양식시설물에 키조개 치패가 다량 부착됨을 확인하여 자연채묘에

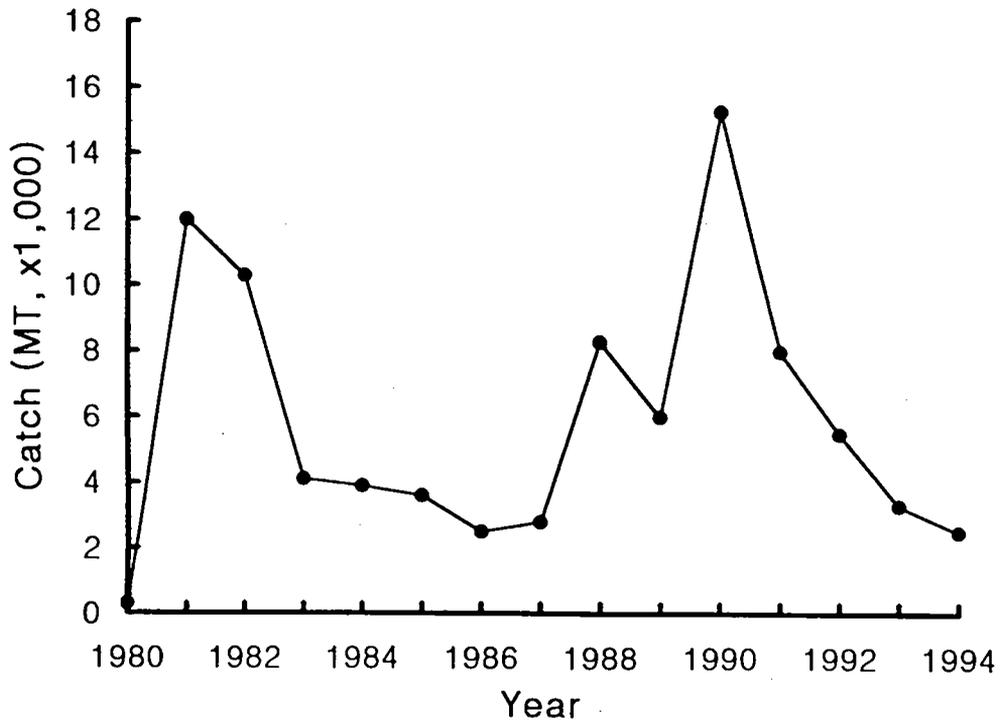


Fig. 4. Annual fluctuation of the pen shell production.

의한 종묘 확보가 가능할 것으로 판단되므로써 본 실험을 실시하게 되었다.

제 2절 재료 및 방법

1. 환경조사

제주도 서귀포시 법환 및 우리나라 키조개의 약 35%를 생산하는 전라 남도의 득량만 지역이 환경을 1996년 2, 4, 8월 및 11월에 국립수산진흥원 남해수산연구소에서 실시한 어장환경오염조사 자료를 활용하여 수온(W.T.), 염분(salinity), 용존산소(DO), 영양염류, 화학적산소요구량 등 9개항목에 대하여 표·저층으로 구분하여 아래방법으로 분석, 비교 조사하였다.

가. 수온(water temperature): 현장에서 수질측정기(YSI 3800)로 1/10℃까지 측정하였다.

나. 염분(salinity): 현장에서 염분병에 채수한 후 실험실로 운반하여 염분측정기(MINISAL 2100)로 분석하였다.

다. 수소이온농도(pH): 수질측정기(YSI 3800)로 현장에서 측정하였다.

라. 용존산소(DO): Winkler방법의 개량법인 中井변법으로 분석하여 ml/l로 표시하였다.

마. 화학적산소요구량(COD): 해수 시료 50 ml에 NaOH를 가해 알카리성으로 하고, 과망간산 칼륨용액을 가한 후 수조중에서 1시간 동안 가열한 다음 냉각하고, 요드화칼륨과 황산으로 산성화하여 요드를 유리시킨 다음 치오황산나트륨으로 적정하여 mg/l로 표시하였다.

바. 인산염(PO₄-P): ammonium molybdate, H₂SO₄, ascorbic acid, potassium antimonyl tartrate 혼합시약으로 발색시켜 흡광광도계 파장 885 nm에서 측정하고, μg-at/l로 표시하였다.

사. 아질산염(NO₂-N): sulfanilamide와 N-(1naphthyl)-ethylene diamine

dihydrochloride로 발색시켜 흡광광도계 파장 543 nm에서 측정하여 $\mu\text{g-at}/\ell$ 로 표시하였다.

아. 질산염($\text{NO}_3\text{-N}$): 시료를 Cu-Cd column에 통과시켜 아질산질소로 환원시킨 후 sulfanilamide와 N-(1-naphthyl)-ethylene diamine dihydrochloride로 발색시켜 흡광광도계 파장 543 nm에서 측정하여 $\mu\text{g-at}/\ell$ 로 표시하였다.

자. 암모니아($\text{NH}_4\text{-N}$): phenol-alcohol용액, sodium citrate, sodium hypochlorite 혼합시약으로 발색시켜 흡광광도계에서 파장 643 nm에서 측정하여 $\mu\text{g-at}/\ell$ 로 표시하였다.

차. 용존성무기질소(DIN): $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 합으로 나타냈다.

2. 채 묘

가. 채묘기의 설치

(1) 1차시험

1995년 10월 16일 및 23일에 제주도 법환 및 강정연안의 수심 30 m내외인 유생출현어장(Fig. 5)에 한쪽에 100 kg의 닻을 2개씩 고정하여 연승수하식(100 m)을 설치(Fig. 6)한 후 보호망(30×50 cm, 망목 1 mm)내에 부착기질로서 polyethylene monofilament 약 300 g을 넣어 수심 5 m부터 1 m간격으로 25 m수층까지 수직으로 설치하였다.

부착치패는 채묘기 설치 후 2개월이 경과한 1996년 1월부터 1개월 간격으로 1996년 6월까지 채묘기를 수심별로 인양한 후 현장에서 polyethylene monofilament 표면을 세척한 후 망목 0.5 mm의 표준망체를 이용하여 부착된 치패를 분리 수거하였다. 분리된 치패는 10% 중성 formalin으로 고정시켜 실험실로 운반한 후 종을 분리하여 부착량을 계수하였으며, 크기조사는 vernier caliper로 각장, 각고를 측정하였고(Fig. 7), 부서지기 쉬운 20 mm미만의 미세

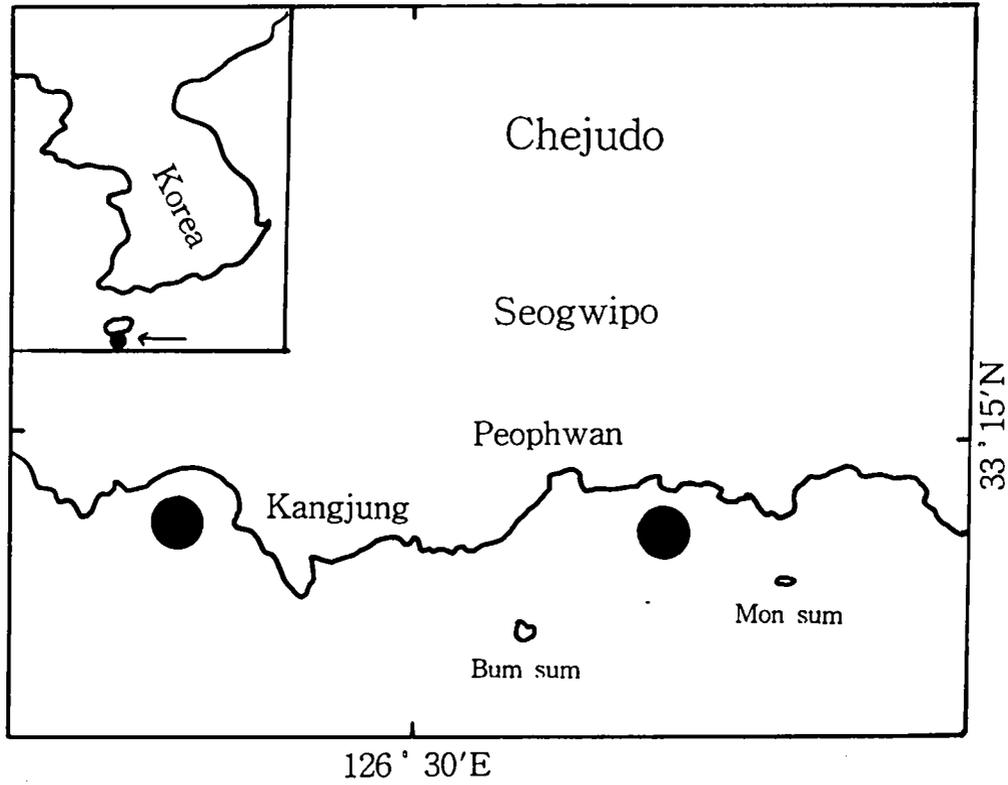


Fig. 5. Map showing the experimental station of the spat collection in Seogwipo(●: spat collection ground).

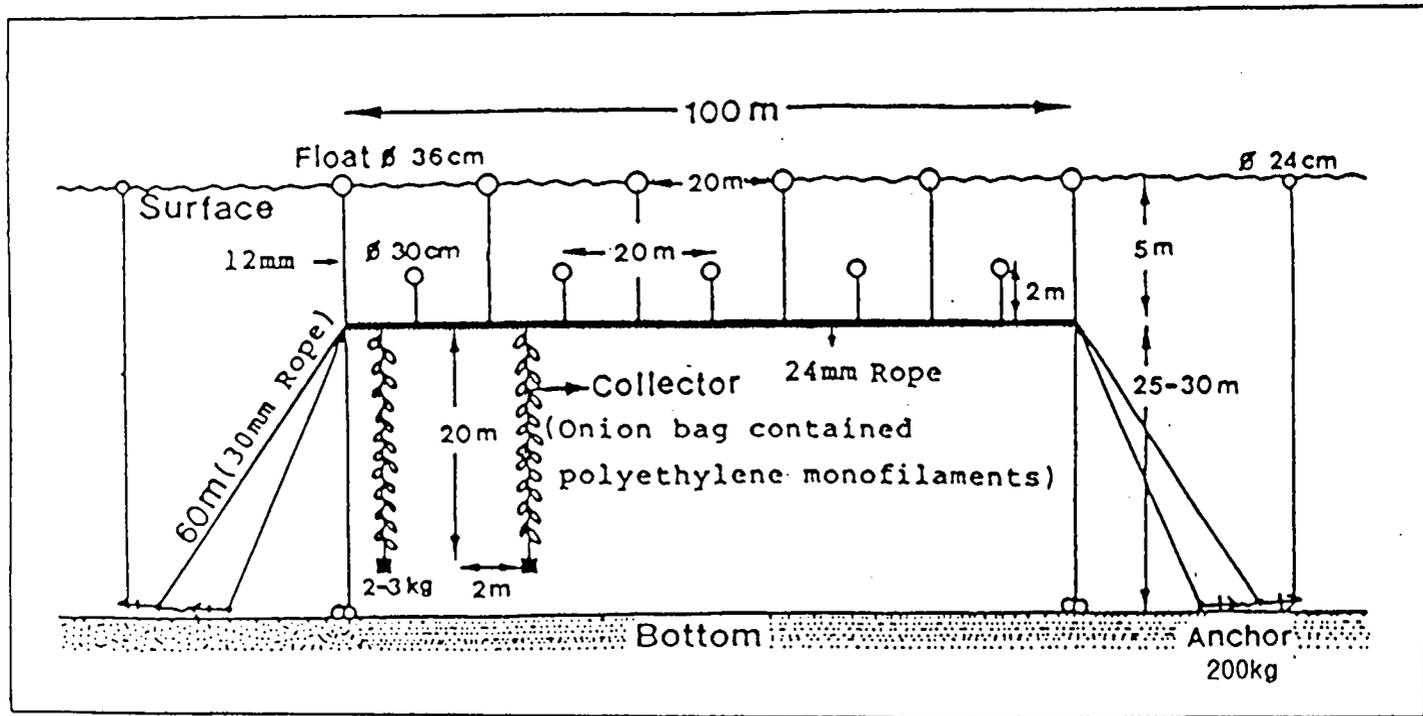


Fig. 6. Spat collection facilities for pen shell.

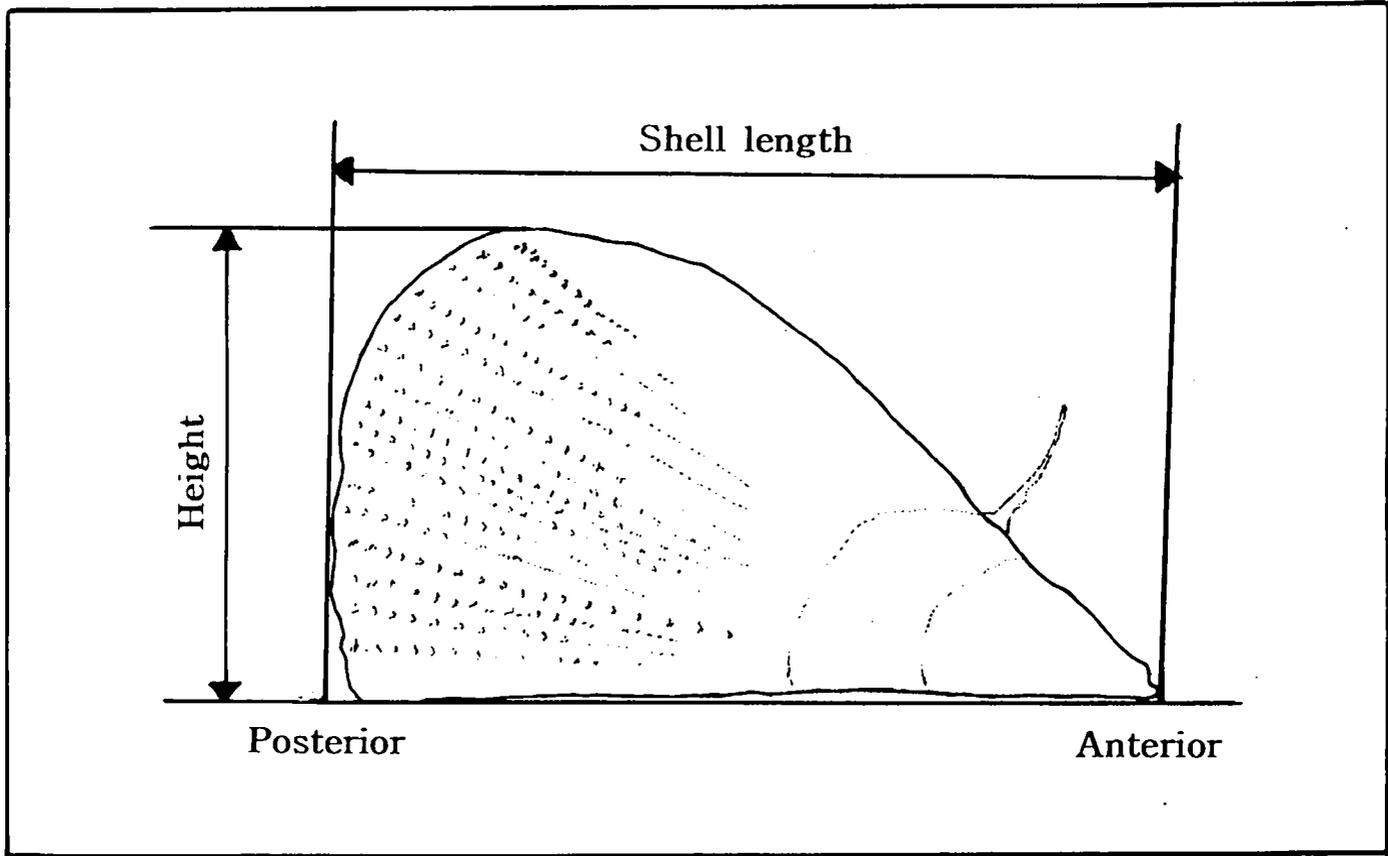


Fig. 7. Shell length and shell height in pen shell.

한 치패는 투영기상에서 측정하였다.

(2) 2차시험

1차 시험 방법과 동일한 방법으로 채묘를 실시하였으나, Table 1과 같이 채묘망의 망목크기 및 부착기질을 다양화하여 채묘기를 보강하였다.

Table 2. Size of a spat collector used in the study

Collector bag (size)	Mesh size	Materials	Weight g,(number)	Number of collectors
Onion (30 × 50cm)	1 mm	PE MO	300	2,000
Synthetic fiber (30 × 50cm)	0.5 mm	PE MO	300	300
Onion (30 × 50cm)	1 mm	scallop shell	(15 shell)	200
Onion (30 × 50cm)	1 mm	palm string	400	200

PE MO: Polyethylene monofilament

또한 키조개 유생의 적정 부착시기를 구명하고, 부착시기에 따른 성장을 파악하기 위하여 1996년 5월부터 1997년 3월까지 매월 채묘기를 설치하여 2개월이 경과한 후 부터 매월 1차 시험시와 동일한 방법으로 조사하였다.

(3) 2차시험

키조개가 다량 서식하는 남해안 일원에서도 동 채묘 방법이 유효한지 검토하기 위하여 1997년 7월 23일에 전라남도 득량만어장에 수하연승을 수심이 다른 10, 20 및 30 m에 각 1대씩 시설한 후(Fig. 8), 약 15일 간격으로 3회에 걸쳐 채묘기를 설치하였다. 시설 이후 15일이 경과하면서 1차시험 방법과 동일한 방법으로 1997년 8월 6일부터 1997년 10월 9일 까지 4회에 걸쳐 조사하였다. 1차, 2차 및 3차 시험에 따른 장소별 수하연승 시설 및 채묘기 설치 물

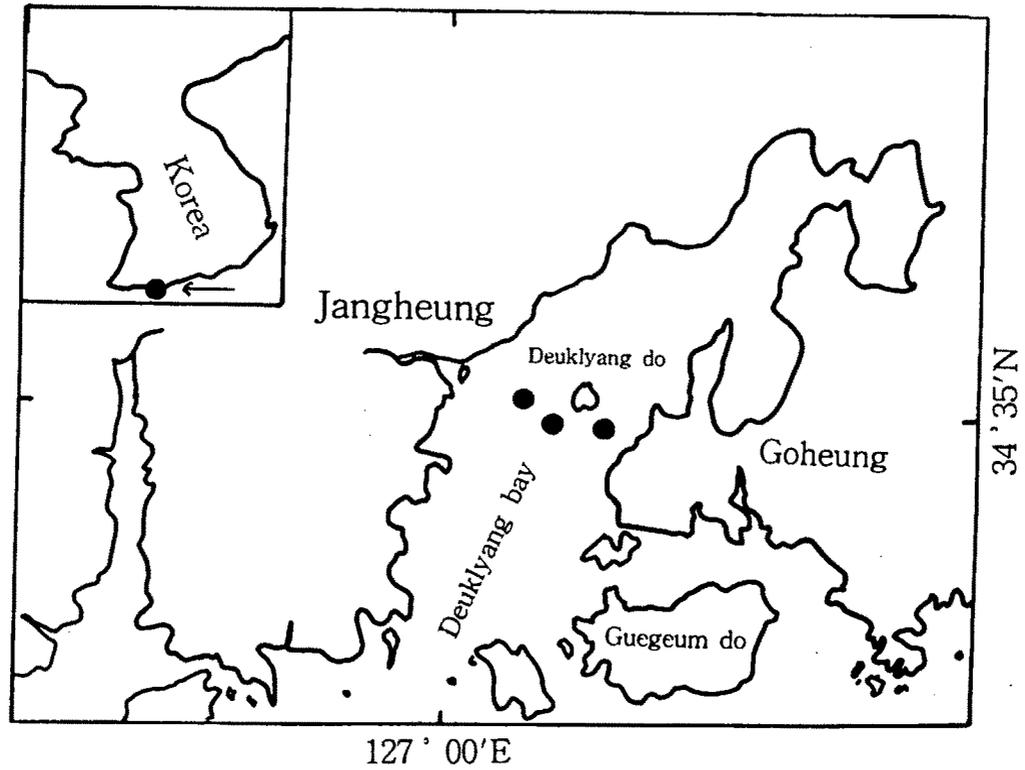


Fig. 8. Map showing the experimental station for the spat collection in Deuklyang Bay(● : spat collection ground).

량은 Table 3과 같다.

Table 3. Number of the collector installed with various collection days and sites

Setted date of collector	Sites	Number of seed collection	Number of collector
Oct. 1995	Peophwan	3(100 m)	2,200
	Kangjung	3(")	2,200
May 1996	Peophwan	4(100 m)	2,400
	Kangjung	1(")	400
July 1997	Deuklyang bay	3(")	2,000

제 3절 결과 및 고찰

1. 환경조사

가. 수온

제주도 서귀포시 법환 및 전라남도 득량만 연안에서의 1996년 2월에서 동년 11월까지의 수온 분포를 보면 법환어장의 표층은 14.6~24.1℃, 저층은 14.1~23.2℃범위였으며, 득량만어장의 표층은 4.7~28.5℃, 저층에서는 3.6~28.5℃범위였다. 전반적인 경향을 볼 때 최저수온은 제주도에서는 4월에, 전라남도는 2월에 나타났으며, 최고수온은 제주도 및 전라남도 모두 8월에 나타났다. 득량만어장의 경우는 4월이후 급격히 수온이 상승하고 있으나, 자연채묘 어장인 법환어장은 비교적 완만한 수온상승을 나타내고 있는데, 년중의 수온 변화 폭은 법환어장이 표층에서 9.5℃, 저층에서 9.1℃였으며, 득량만은 표층 23.8℃, 저층 22.2℃로서 득량만의 경우가 년중 수온 변화폭이 큰 것으로 나타났다(Fig. 9).

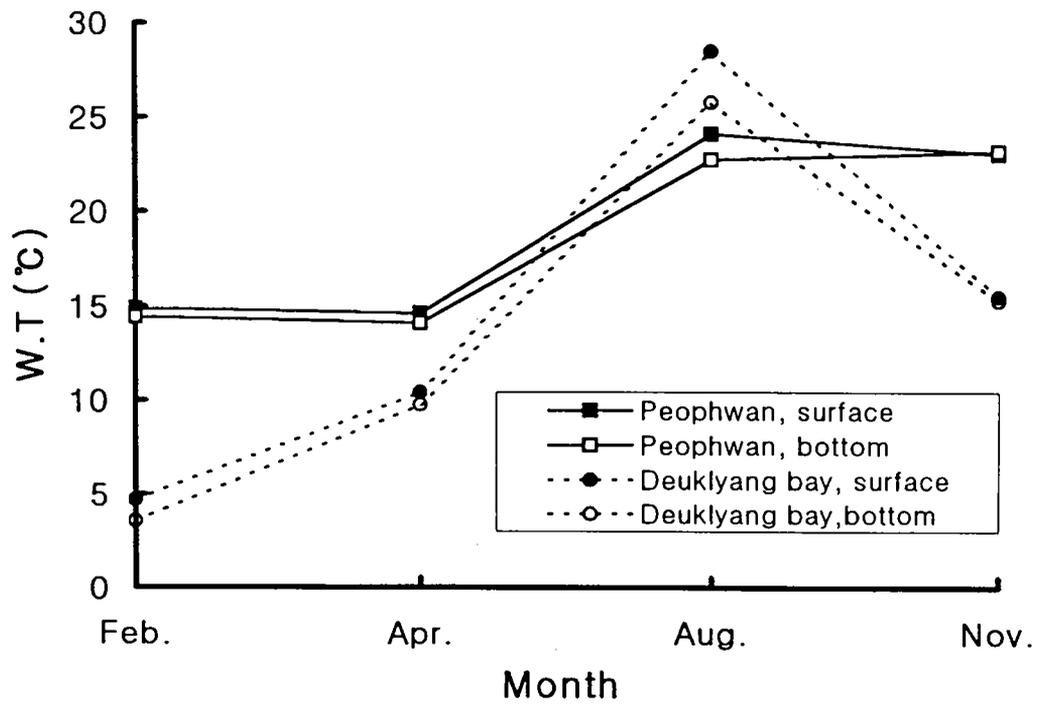


Fig. 9. Monthly variation of water temperature in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

나. 염분

법환과 득량만 어장의 염분분포는 Fig. 10에 나타낸 바와 같이 법환어장의 표층에서는 31.70~34.65‰, 저층에서는 31.62~34.65‰ 범위였으며, 득량만어장은 표층 31.15~33.46‰, 저층 31.15~33.63‰ 범위였다. 표·저층 모두 전반적인 변화 경향을 볼 때 법환어장은 8월에 가장 낮은 염분농도를 보인 후 11월에는 33‰로 회복되는 현상이 나타났는데, 이는 제주도의 지층이 다공질의 현무암으로 형성된 특성 때문에 강수 후 연안어장에 용천수가 분출하여 저염현상이 나타나는 것으로 추정된다. 득량만의 경우는 4월 이후 점차 낮아지는 경향이었는데, 이는 강우에 의한 육수가 유입된 후 만의 지형 특성상 육수의 확산이 늦게 일어난 때문으로 사료되며, 최저농도를 보인 득량만의 12월 염분농도에 비하여 제주도의 최저염분농도를 보인 8월이 0.46~0.55‰ 높게 나타나고 있었다.

다. 수소이온농도(pH)

법환어장의 표층에서는 8.04~8.41, 저층에서는 8.03~8.23 범위였으며, 득량만어장의 경우는 표층 8.05~8.31, 저층 8.03~8.23 범위였다. 대체적으로 수소이온농도는 양지역 모두 변화폭이 작게 나타나고 있었다(Fig. 11).

라. 용존산소(DO)

법환어장의 표층에서는 4.97~5.76 ml/l, 저층에서는 4.90~5.62 ml/l 범위로서 비교적 변화의 폭이 작았으나, 득량만의 경우는 표층 6.72~10.59 ml/l, 저층 5.84~10.72 ml/l 범위로서 4월 이후 급격히 낮아지는 현상이 나타나, 법환어장의 용존산소 변화 양상에 비하여 변화폭이 크게 나타났다.

법환어장의 용존산소는 주년을 통하여 득량만어장에 비하여 비교적 낮게 나타나고 있었다(Fig. 12).

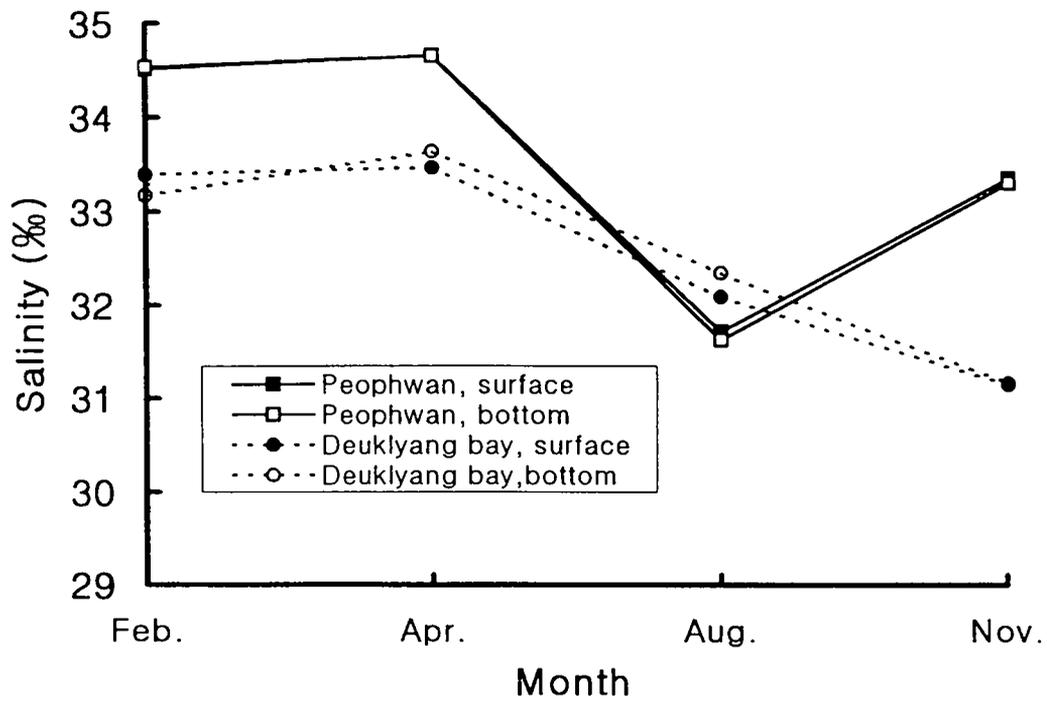


Fig. 10. Monthly variation of salinity in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

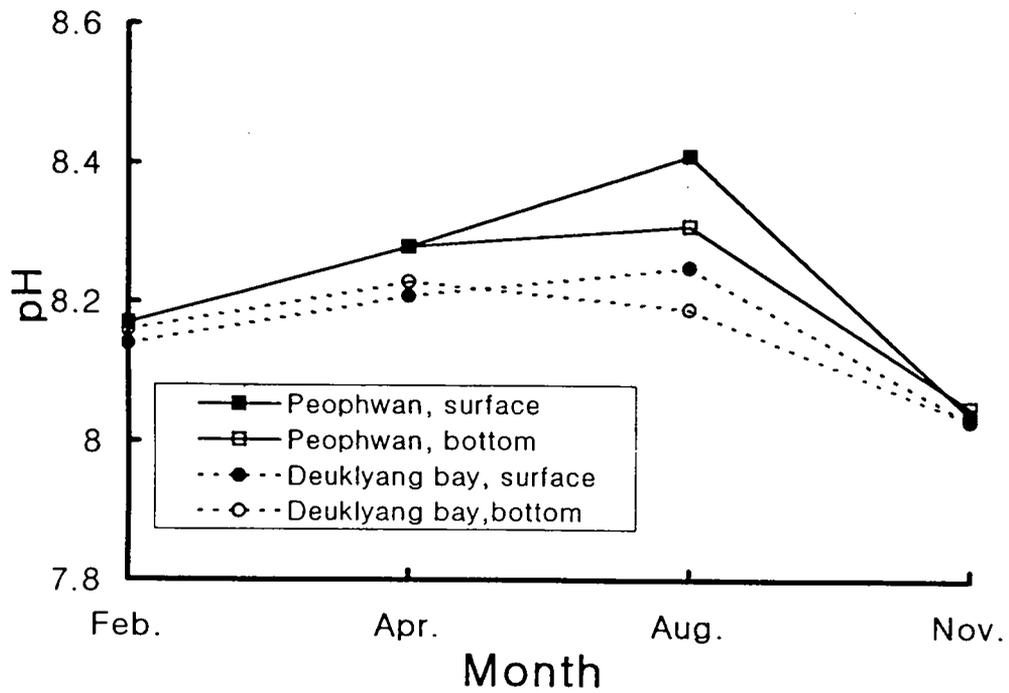


Fig. 11. Monthly variation of pH in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

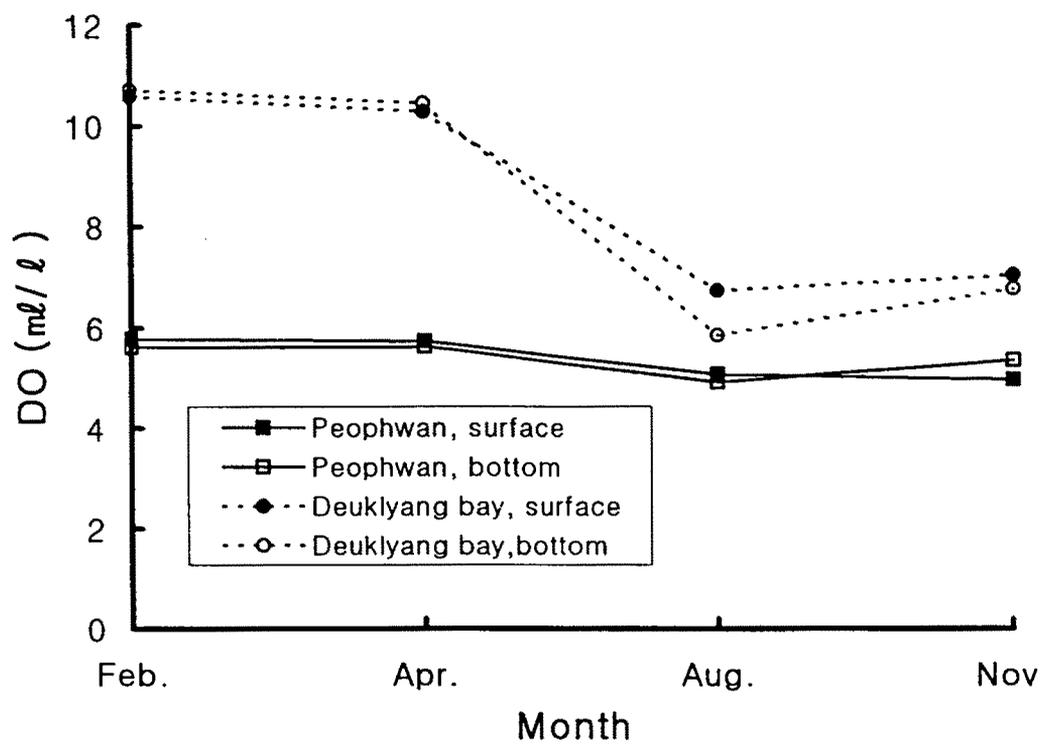


Fig. 12. Monthly variation of DO in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

마. 화학적산소요구량(COD)

법환어장의 표층에서는 0.17~0.83 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층에서는 0.10~0.83 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였으며, 득량만어장의 경우는 표층 0.80~1.24 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층 0.66~1.32 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였다. 법환어장에서 화학적산소요구량이 높게 나타난 것은 8월에 0.83 $\mu\text{g-at}/\ell$ 인 반면, 득량만어장의 표층은 4월에 1.24 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층은 8월에 1.32 $\mu\text{g-at}/\ell$ 으로 높게 나타나, 대체적으로 법환어장의 수질이 안정적인 것으로 나타났다(Fig. 13).

바. 용존성 무기질소 (DIN)

법환어장의 표층에서는 0.97~6.18 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층에서는 2.48~12.14 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였으며, 득량만어장은 표층 2.99~8.04 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층 2.16~6.13 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였다. 전반적으로 득량만에서는 표층 및 저층의 변화 폭이 작게 나타났으나 법환어장에서는 표·저층의 변화가 크게 나타났다(Fig. 14).

사. 인산염($\text{PO}_4\text{-P}$)

법환어장의 표층에서는 0.02~1.27 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층에서는 0.14~1.18 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였으며, 득량만어장의 경우는 표층 0.11~1.02 $\mu\text{g-at}/\ell$, 저층 0.13~0.61 $\mu\text{g-at}/\ell$ 범위였다. 년중의 변화를 볼 때 양어장 모두 인산염은 표·저층의 변화는 1996년 11월을 제외하고 작았으나, 계절에 따른 변화의 폭은 매우 크게 나타났다(Fig. 15).

2. 자연채묘

가. 1차시험(1995. 10월)

(1) 키조개 부착밀도조사

제주도 서귀포시 법환 및 강정어장에서 1995년 10월에 채묘하여 1996

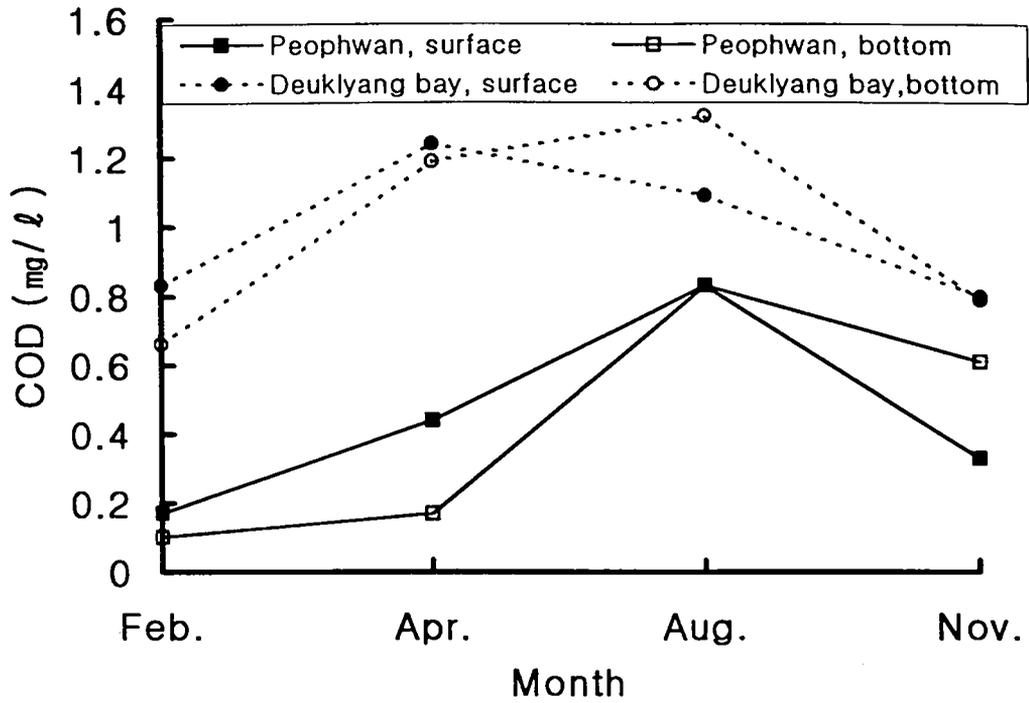


Fig. 13. Monthly variation of COD in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

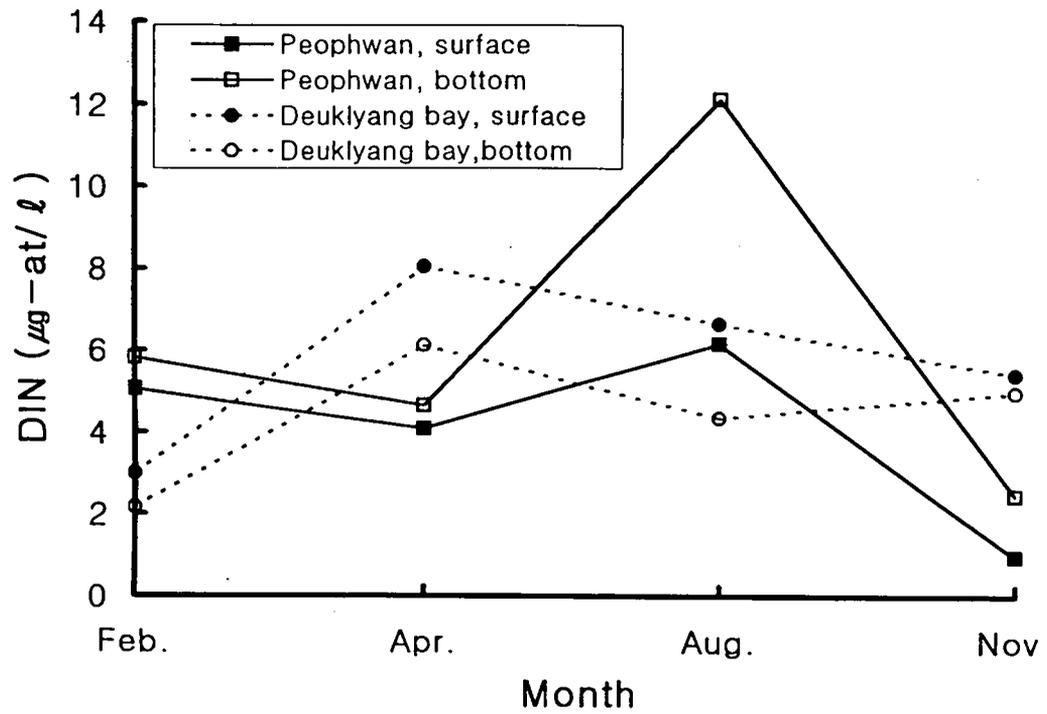


Fig. 14. Monthly variation of DIN in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

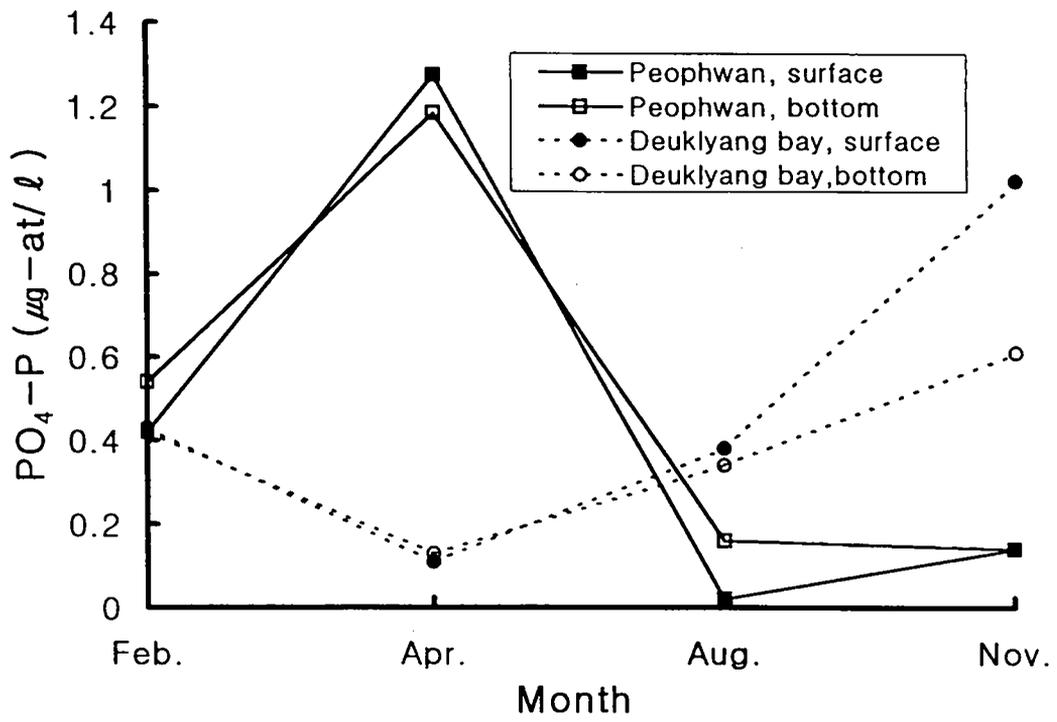


Fig. 15. Monthly variation of PO₄-P in the coastal area of Peophwan and Deuklyang Bay in 1996.

년 1월부터 1996년 6월까지 조사한 키조개 치패의 채묘기 1개당 월별 부착밀도 변화를 Fig. 16에 나타냈다. 법환어장은 2.8~6.2개체/채묘기가 출현했는데, 6월에 6.2개체/채묘기로 가장 많은 출현량을 나타냈으며, 3월에 2.8개체/채묘기로 가장 적게 출현하였다. 강정어장은 1.5~2.5개체/채묘기가 출현했는데, 1월에 2.5개체/채묘기로 가장 많은 출현을 보였으며, 3월 및 5월에 1.5개체/채묘기로 가장 적게 출현하였다. 대체적으로 법환어장은 시간이 경과하면서 부착밀도가 높아지는 반면 강정어장은 1월이후 1.5~1.8개체/채묘기가 부착하여 부착밀도가 낮아지는 경향이였다.

채묘기 1개당 월평균 부착밀도는 법환이 4.2개체, 강정어장이 1.8개체로 법환어장이 2배정도 부착밀도가 높게 나타났다. 법환어장에서 월 평균 부착밀도가 강정어장에 비하여 높게 나타난것과 6월까지 부착량이 계속 증가한 이유는 강정어장이 외해의 영향을 직접 받지만 법환어장은 와류형성이 비교적 잘 이루어져 부착기에 달한 성숙 부유유생이 많이 모이기 때문에 강정어장에 비하여 법환어장이 키조개 치패 부착량이 높은 것으로 추정된다.

Fig. 17에 나타낸 바와 같이 수심별 부착량 변화는 법환어장은 5.5~6.6개체/채묘기의 범위로서 10~13 m 수층에서 6.6개체/채묘기로 가장 많이 부착하였으며, 6~9 m 수층에서 5.5개체/채묘기로 부착량이 가장 적었다.

강정어장의 수심별 부착량은 1.6~2.0개체/채묘기의 범위였으며, 10~17 m 수층에서 2.0개체/채묘기로 부착량이 가장 많게 나타났으며, 18~25 m 수층에서 1.6개체/채묘기로 가장 적게 부착하였다.

양쪽어장 모두 수심별 변화의 폭은 적었으며, 그 중 키조개 치패의 주 부착수층은 수심 30 m일 경우 10~17 m의 수층에 주로 부착하는 경향이였다.

(2) 키조개 성장조사

월별 키조개의 각장 성장 변화를 보면 법환어장은 1월에 16.0 mm에서 6월에 35.5 mm로 성장하였으며, 강정어장은 1월에 11.4 mm에서 5월에는

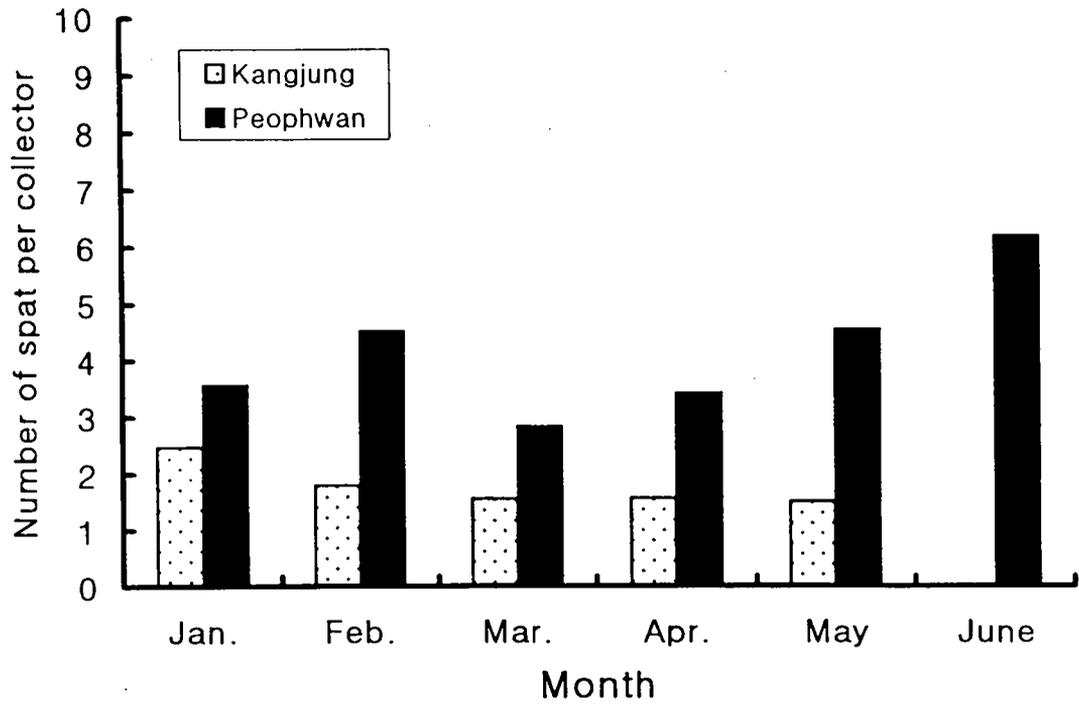


Fig. 16. Monthly variation of attached pen shell spats during January and June in 1996.

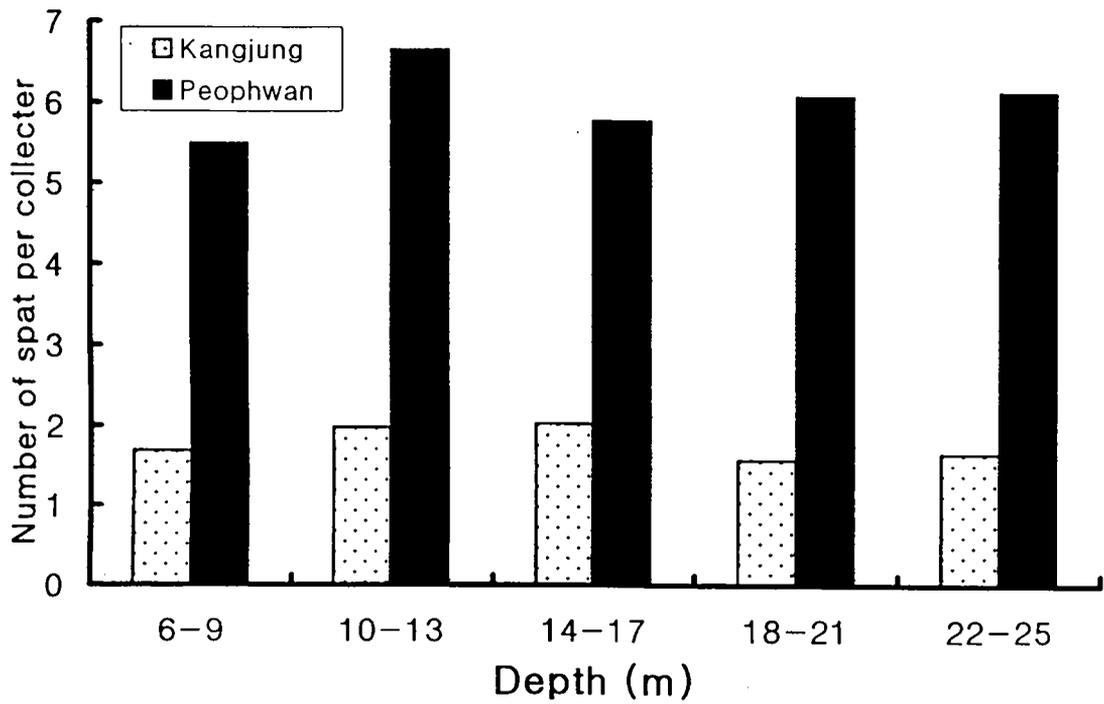


Fig. 17. Monthly variation of attached pen shell spat at different depths in 1996.

30.8 mm로 성장하였다. 1월에 법환어장이 16 mm였는데, 강정어장은 11.4 mm로서 법환어장이 약 5 mm 더 성장하여 동일 시기에 채묘를 실시하여도 장소에 따라 성장차가 있는 것으로 나타났다. 월간 성장은 법환 및 강정어장 모두 3월에서 4월에 성장폭이 1.3~2.0 mm로 최저였고, 4월에서 5월에 9.0~9.7 mm로 최고의 성장폭을 나타냈다(Fig. 18).

법환어장의 수온 분포(Fig. 9)를 보면 2~4월까지의 수온분포를 보이다가 5월에 17℃내외로 수온이 상승하는데 4월에서 5월에 키조개의 급격한 성장은 수온상승에 따른 것으로 사료된다.

수심별 키조개의 각장 성장변화는 법환어장의 경우 25.2~29.7 mm의 범위로 표층에 비하여 저층으로 갈수록 성장이 빠른 것으로 나타났으며, 표층의 성장이 가장 저조한 것으로 나타났다. 강정어장 역시 비슷한 경향으로 성장은 16.0~21.6 mm범위로 표층이 성장이 늦고 저층으로 갈수록 성장이 빠른 것으로 나타났다(Fig. 19).

(3) 키조개 치패의 각장분포

키조개 치패의 각장분포를 Fig. 20에서 보면 1월에 강정어장은 각장 10 mm급에서 62.3%, 20 mm급에서 27.5%가 출현하여 10 mm급에서 주 mode를 형성하고 있으며, 2월에는 10 mm급에서 44.1%, 20 mm급에서 41.2%가 출현하여 20 mm급으로 mode가 이동하고 있음을 알 수 있다. 3월에는 20 mm급에서 52.4%로 주mode를 형성하였으며, 4월은 20 mm급에서 48.7%, 30 mm급은 25.6%가 출현하였고, 5월에는 40 mm급에서 36.1%, 30 mm급에서 27.8%가 출현하였다.

법환어장은 각장성장이 빠르게 나타나 1월에 10 mm급에서 30.6%, 20 mm급에서 46.3%가 출현하였고, 2월에는 30 및 40 mm급에서 29%가 출현하여 주 mode를 형성하였고, 3월에는 20 mm급에서 41.1%, 30 mm급에서 31.8%가 출현하였고, 4월 역시 20 및 30 mm급에서 주 mode를 형성하였으며,

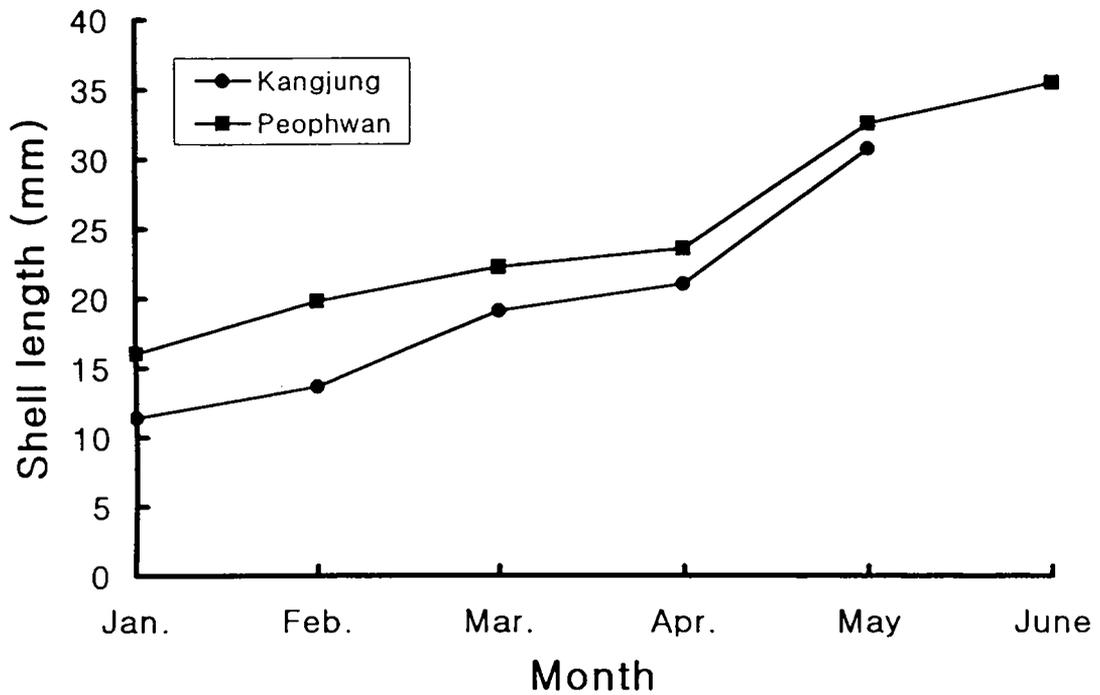


Fig. 18. Monthly variation of the growth of attached pen shell spats during January and June in 1996.

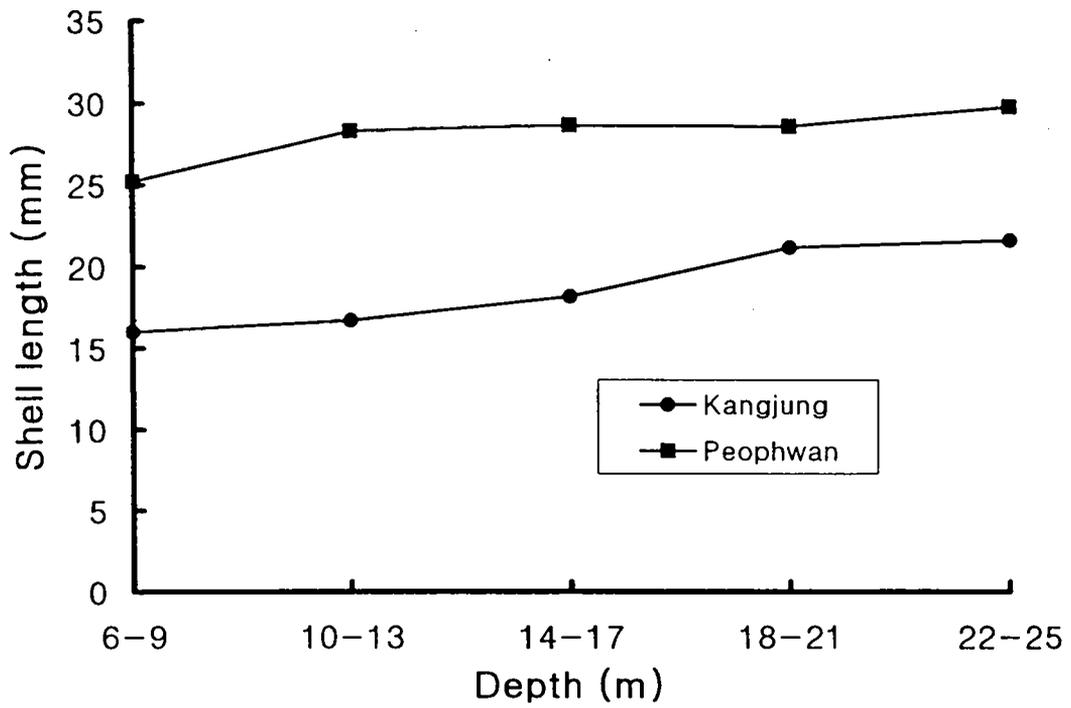


Fig. 19. Monthly variation of the growth of attached pen shell spat at different depths in 1996.

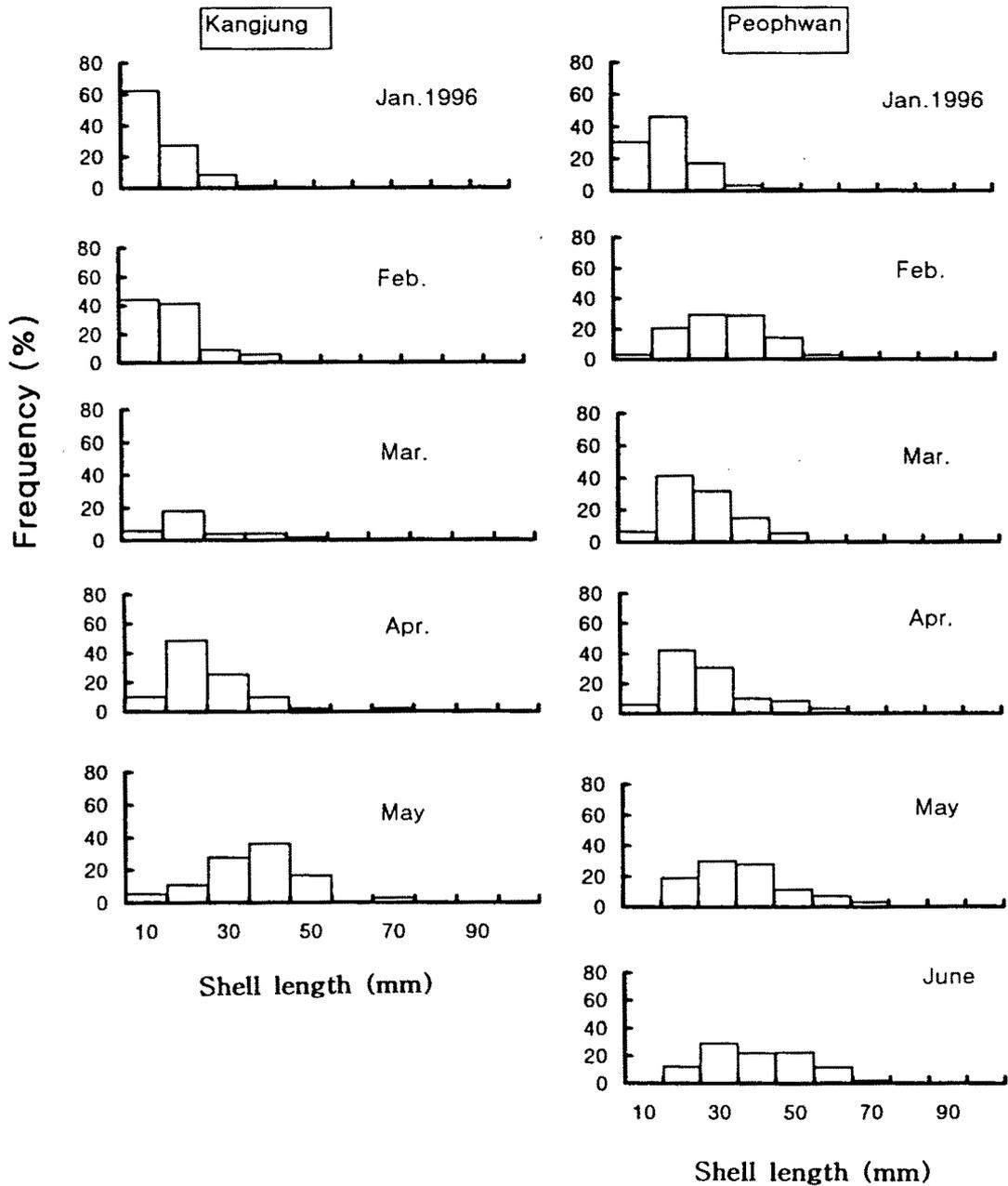


Fig. 20. Shell length variation of attached pen shell spat in different collection area in Seogwipo area (1996).

5월에는 30 및 40 mm급에서 각각 29.8% 및 27.9%로 주 mode를 형성하였으며, 6월에는 30 mm급에서 29.2%, 40 및 50 mm급에서 각각 22%가 출현하였다.

mode이행으로 볼 때 10월에 채묘한 키조개 치패는 4월에 20 mm급에서 주 mode를 형성하였다가 5월에 성장이 빠르게 진행되어 각장 30 및 40 mm급에서 mode가 형성되었다. mode이행으로 볼 때 채묘기에 부착한 치패의 이식은 치패가 20 mm급에서 30~40 mm급으로 성장한 5월에 이식하는 것이 채묘기 내에서의 폐사 및 이식시에 폐사를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

(4) 부착패류의 종 분류 및 부착량

제주도 서귀포시 법환 및 강정어장에서 자연채묘시 부착한 패류 및 부착량은 Table 4와 같다. 11과에 13종이 부착하였으며, 가리비과 및 진주조개과에 각 2종이 부착하였다. 부착량이 많은 종은 키조개, 진주조개, 짝귀비단 가리비 순이었으며, 진주조개과의 *Pteria(Austropteria)brevialata*(Dunker) 및 가리비과의 *Decatopecten striatus*(SCHUMACHER)등은 현재까지 우리나라에서 서식하지 않는 종으로 알려져 있다. 새꼬막, 진주조개 등은 우리나라 남해안에서는 7~8월이 산란성기로 알려져 있는데, 10월에 시설한 채묘기에서 치패가 부착한 것은 산란기가 지난 일부개체들이 부착된 것으로 추정된다.

나. 2차시험(1996. 5월)

(1) 키조개 부착밀도조사

1996년 5월부터 1997년 2월까지 매월 채묘하여 채묘 2개월 후인 1996년 7월부터 조사하기 시작하여 1997년 4월까지 조사한 결과(Fig. 21) 1996년 5월에 채묘한 실험구는 1997년 1월에는 5.9개체/채묘기로 가장 많은 부착량을 보였다. 1996년 6월에 채묘한 실험구는 1997년 2월에는 7.8개체/채묘기로 가

Table 4. Number of pen shell spats collected in Seogwipo coastal area

Species	Month						
	Jan. 1996	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	
<i>Atrina pectinata japonica</i>	125	129	100.5	66	61.5	69	
<i>Chlamys irregularis</i> (Sowerby)	6	9	19.5	16.5	12	18	
<i>Decatopecten striatus</i> (SCHUMACHER)	-	0.2	0.3	0.5	0.4	0.7	
<i>Limaria hakodatenis</i>	-	-	-	3	4.5	3	
<i>Pteria</i> (<i>Austropteria</i>) <i>brevialata</i> (Dunker)	18	12	111	49.5	27	58.5	
<i>Pinctata fucata martensii</i> (Dunker)	6	9	7.5	1.5	1.5	3.0	
<i>Amusium japonicum japonicum</i>	1.5	-	1.5	1.5	1.5	1.5	
<i>Bentharca xenophoricola</i> (KURODA)	-	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2	
<i>Kellia porculus</i> (pilsbry)	-	-	-	0.2	-	-	
<i>Triyrostra oryza</i> (LAMARCK)	-	-	-	-	0.1	-	
<i>Haloa japonica</i> (Philippi)	-	-	-	0.1	0.1	-	
<i>Cantharridus Callichroa callichroa</i> (Philippi)	5	4	4	3	5	6	
<i>Modiolus modioius difficilis</i>	7	10	5	9	8	8	

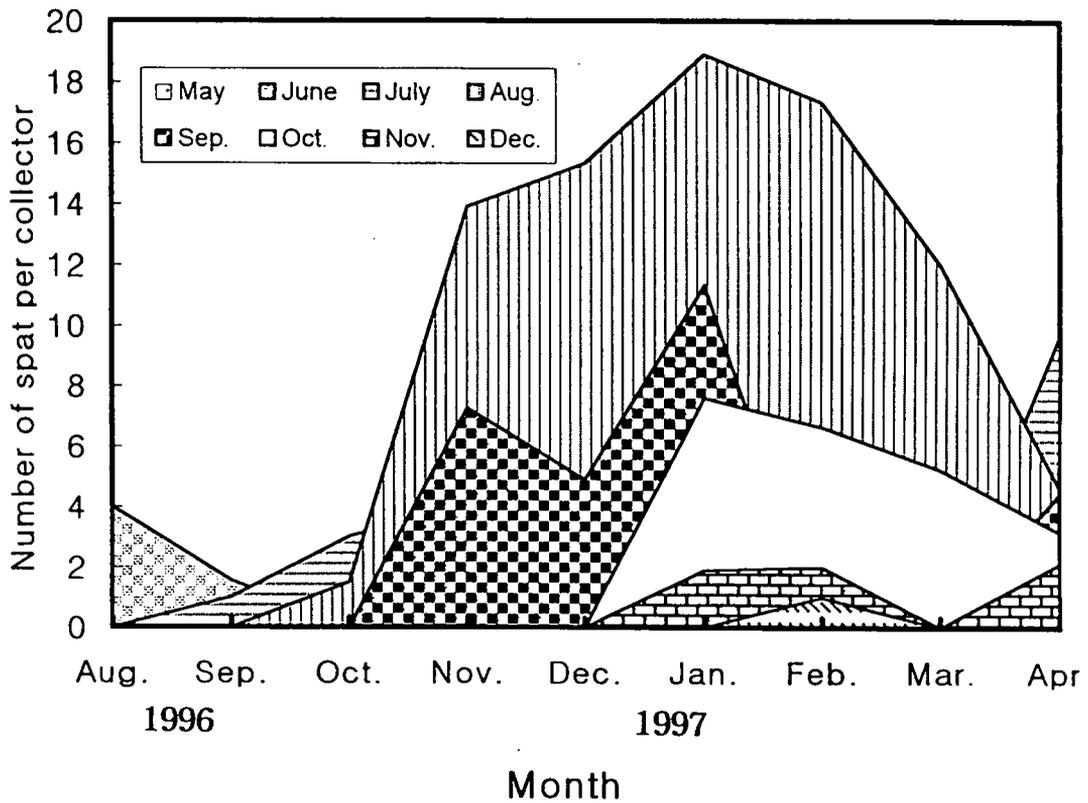


Fig. 21. Comparison of the number of attached pen shell spat with time in 1996.

장 많은 부착량을 보였다.

1996년 7월에 채묘한 실험구는 부착량이 점차 증가하다가 1997년 2월에 15.5개체/채묘기로 가장 많은 부착량을 보였고, 1996년 8월에 채묘한 실험구는 1996년 10월에 1.5개체/채묘기가 부착한후 급격히 부착량이 증가하여 1997년 1월에는 18.9개체가 부착하였다. 1996년 9월에 채묘한 실험구는 2개월 후인 1996년 11월부터 부착량이 7.2개체/채묘기로 높게 나타나기 시작하여 1997년 1월에는 11.3개체/채묘기가 부착하였고, 1996년 10월에 채묘한 실험구는 1997년 1월에 7.6개체/채묘기로 높게 나타난 후 낮아지는 경향이였으며, 1996년 11월 및 12월에 채묘한 시험구는 부착량이 1.0~2.1개체/채묘기로 매우 낮은 부착량을 보였다.

한편 1997년 1월부터 3월까지 채묘한 결과, 키조개를 포함한 다른 패류치패의 출현이 없었다. 1996년 5월부터 1996년 12월까지 채묘한 실험구에서의 채묘기에 부착한 키조개 치패의 부착량은 1997년 1월 및 2월에 가장 많이 부착하였는데, 이는 키조개 유생의 11월~12월까지 부착하여 2개월 후인 이듬해 1월 및 2월에 육안적 크기로 성장한 결과로 여겨지며, 가장 많은 부착량을 보인 것은 1996년 8월에 채묘하여 5개월 후인 1997년 1월에 조사한 18.9개체/채묘기였다.

수심에 따른 키조개 부착량의 변화는 수심 18~21 m에서 5.6개체/채묘기로 가장 저조하였고, 10~13 m수층에서 8.0개체/채묘기로 가장 좋았다. 이는 1995년의 1차시험보다는 다소 높은 부착량이였으며, 가장 많은 부착량을 보인 10~13 m수층은 1995년 결과와 1996년 결과가 일치하고 있었다(Fig. 22).

키조개 치패의 부착량 만을 고려할 때 매년 해황의 변화는 있겠으나 키조개의 채묘시기는 8~9월에, 수심은 10~13 m수층에서 집중적으로 채묘하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

(2) 키조개 성장조사

채묘시기에 따른 키조개의 각장 성장을 Fig. 23에 나타낸 바와 같이 1995년 채묘한 실험구는 1996년 9월에 16 mm의 성장을 보인 후 1997년 1월에 31.9 mm로 가장 성장이 좋았다.

1996년 6월에 채묘한 실험구는 1996년 8월에 각장 9.8 mm에서 점차 성장하여 1997년 2월에 30.8 mm로 가장 성장이 좋았으며, 1996년 7월에 채묘한 실험구는 1996년 9월에 각장 21.0 mm의 성장을 보인 후 1996년 11월에 41.8 mm로 가장 성장이 좋았다. 1996년 8월에 채묘한 실험구는 1997년 2월에 각장 42.5 mm로 가장 좋은 성장을 보였다.

1996년 9월 채묘한 실험구는 1996년 11월에 각장 17.6 mm에서 1997년 1월에 23.7 mm로 가장 좋은 성장을 보였으며, 1996년 10월에 채묘한 실험구는 1997년 4월에 각장 29.4 mm로 가장 좋은 성장을 보였다. 1996년 11월 채묘한 실험구는 1997년 1월에 각장 9.7 mm에서 1997년 4월에 23.9 mm로 성장하였고 1996년 12월에 채묘한 것은 1997년 2월에 각장 8.0 mm의 성장을 보였다.

1996년 5월부터 9월까지 채묘된 치패는 대체적으로 1997년 1월 및 2월에 가장 좋은 성장을 보였으며, 1996년 10월 이후 채묘한 것은 1997년 4월에 가장 좋은 성장을 보였다.

이와 같은 경향은 1차시험 때와 비슷한 경향으로 수온이 14℃내외로 하락하는 2~4월에는 성장이 저조하게 나타난 것으로 추정된다. 성장이 가장 좋게 나타난 것은 1996년 8월에 채묘하여 6개월이 경과한 1997년 2월에 각장 42.5 mm였다.

수심에 따른 키조개 각장 성장은 수심 22~25 m층에서 23.6 mm로 성장이 가장 저조하였고, 수심 18~21 m층에서 26.0 mm로 성장이 가장 좋았다. 1995년의 1차 시험에서는 6~9 m수층에서 성장이 가장 저조하였고 22~25 m수층에서 성장이 가장 좋아 22~25 m수층에서는 2차시험과 정반대되는 현상이 나타났는데 이는 해저면에 근접해 있는 저층에서는 상대적으로 부식의 영향

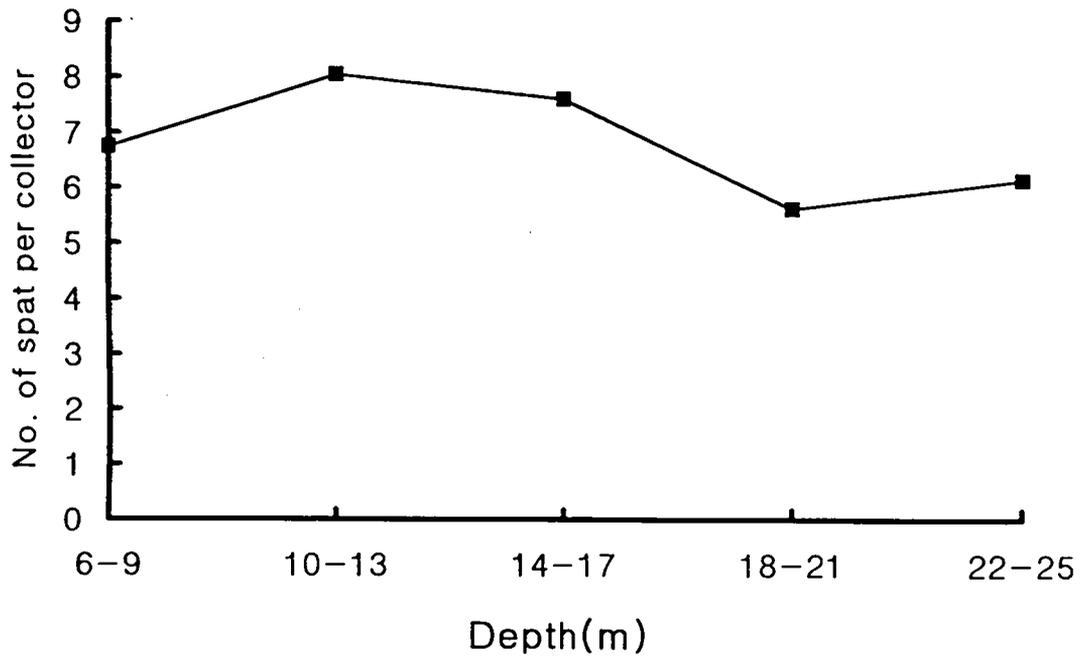


Fig. 22. Comparison of the number of pen shell spat with different depths in 1996.

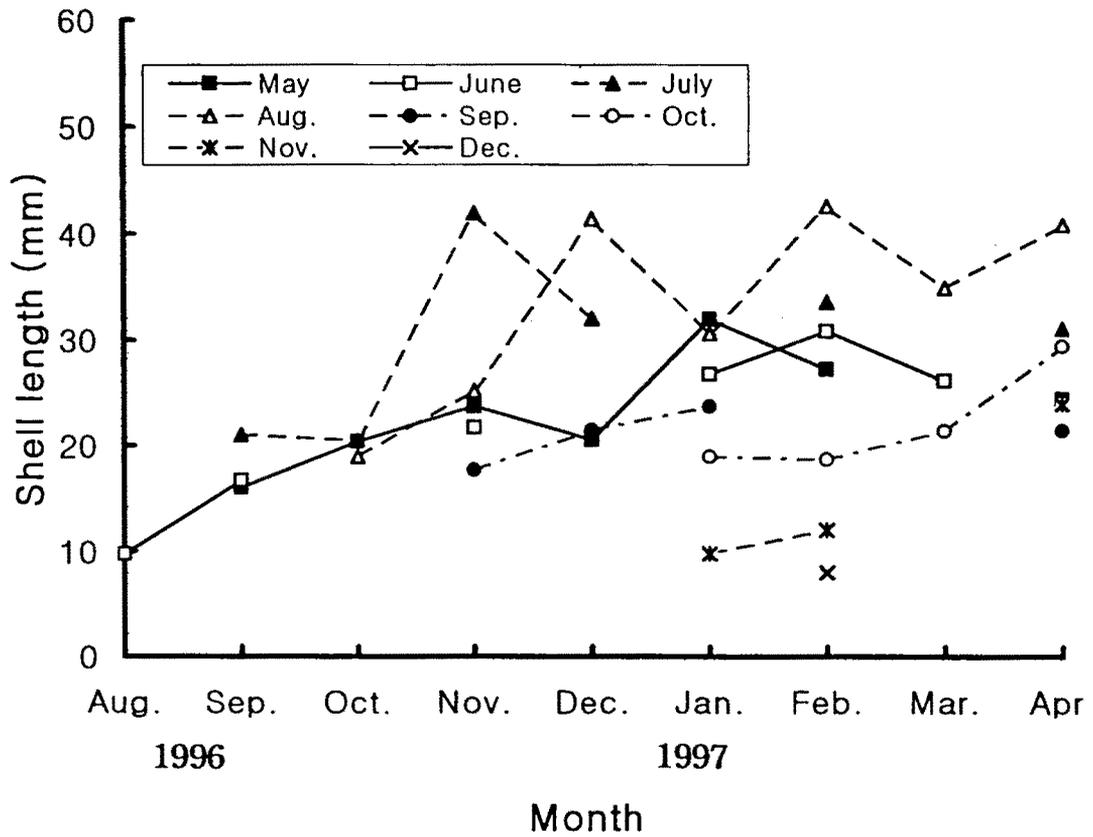


Fig. 23. Monthly variation of attached pen shell spat at different collection months in 1996.

을 많이 받기 때문으로 1996년 조사시의 저층 채묘망내에 많은 양의 퇴적부
니가 발견되어 치패의 성장에 장애를 일으킨 것으로 추정되며, 대체적으로 키
조개는 표층 및 저층을 제외한 수심 10~21 m에서 정상적으로 성장하는 것
으로 사료된다(Fig. 24).

(3) 키조개 치패의 각장 분포

채묘시기에 따른 키조개 치패의 각장 분포는 Fig. 25에 나타낸 바와같
이 5월에 채묘한 실험구는 9월에 각장 10 mm급에서 주 mode를 형성하다가
10월에 20 mm급으로 주 mode가 이동하였으며, 11월부터 30 mm급에서 주
mode를 형성한 후 12월 및 1월에 60~70 mm급에서도 일부개체는 출현하고
있으나 이듬해 4월까지 계속적으로 30 mm급에서 주 mode가 형성되었다. 6
월에 채묘한 실험구는 8월에 각장 10 mm급에서 주 mode를 형성한 후 9월에
20 mm로 mode이동이 있었으나, 이후 20~30 mm급에서 주 mode가 형성되
었다.

7월에 채묘한 실험구는 9월에 각장 20~30 mm급에서 주mode를 형성하였
으며, 10월부터 개체 성장차이가 커져서 2월에는 10 mm급에서부터 80 mm급
까지 넓은 성장 분포를 보였다. 8월에 채묘한 실험구는 2개월 후에 조사한 10
월부터 성장이 빠르게 나타나 각장 20 mm급에서 주 mode는 형성되었으나,
50 mm급에서도 일부 개체가 출현하였고, 4월에는 50 mm급에서 주 mode를
형성하였으며, 전 계급에서 치패가 출현하였다.

9월, 10월 및 11월에 채묘한 시험구는 9월부터 이듬해 4월까지 각장 20~
30 mm급에서 주 mode가 형성되었으며, 12월에 채묘한 시험구는 1월에는 출
현개체가 없었으나, 2월 조사시에는 각장 8.0 mm로 성장한 1개체가 출현하였
다.

채묘시기에 따른 각장 분포로 볼 때 8월에 채묘한 시험구에서 키조개 치
패가 고른 성장을 보이면서 1997년 4월에 50 mm에서 주 mode를 형성하여

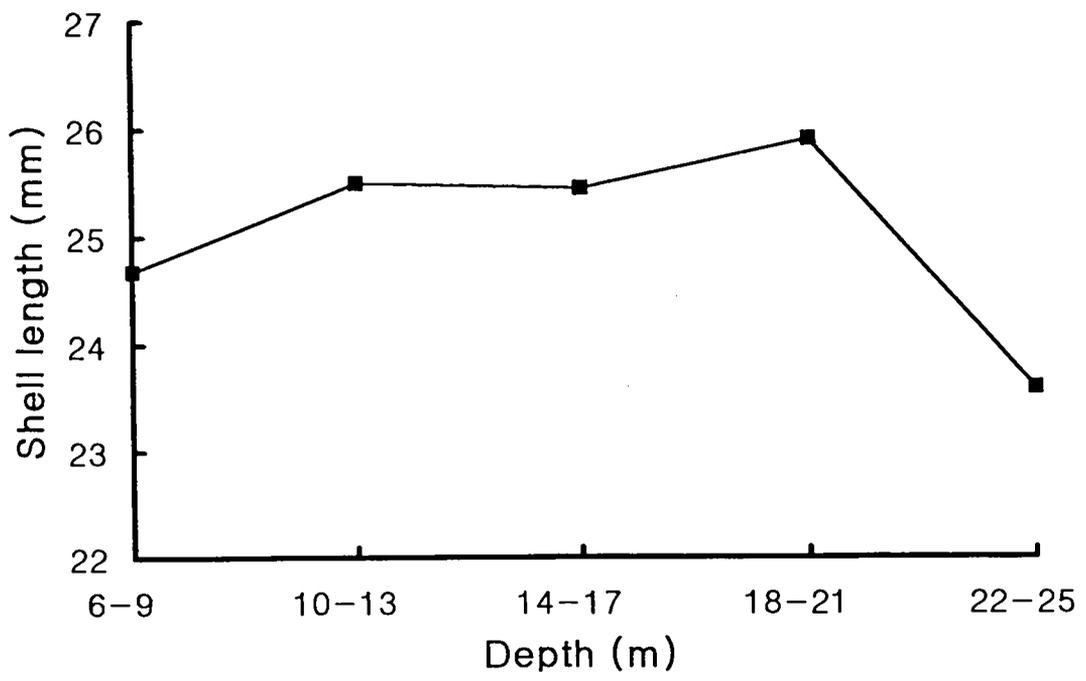


Fig. 24. Monthly variation of the growth of attached pen shell spat at different water depths in 1996.

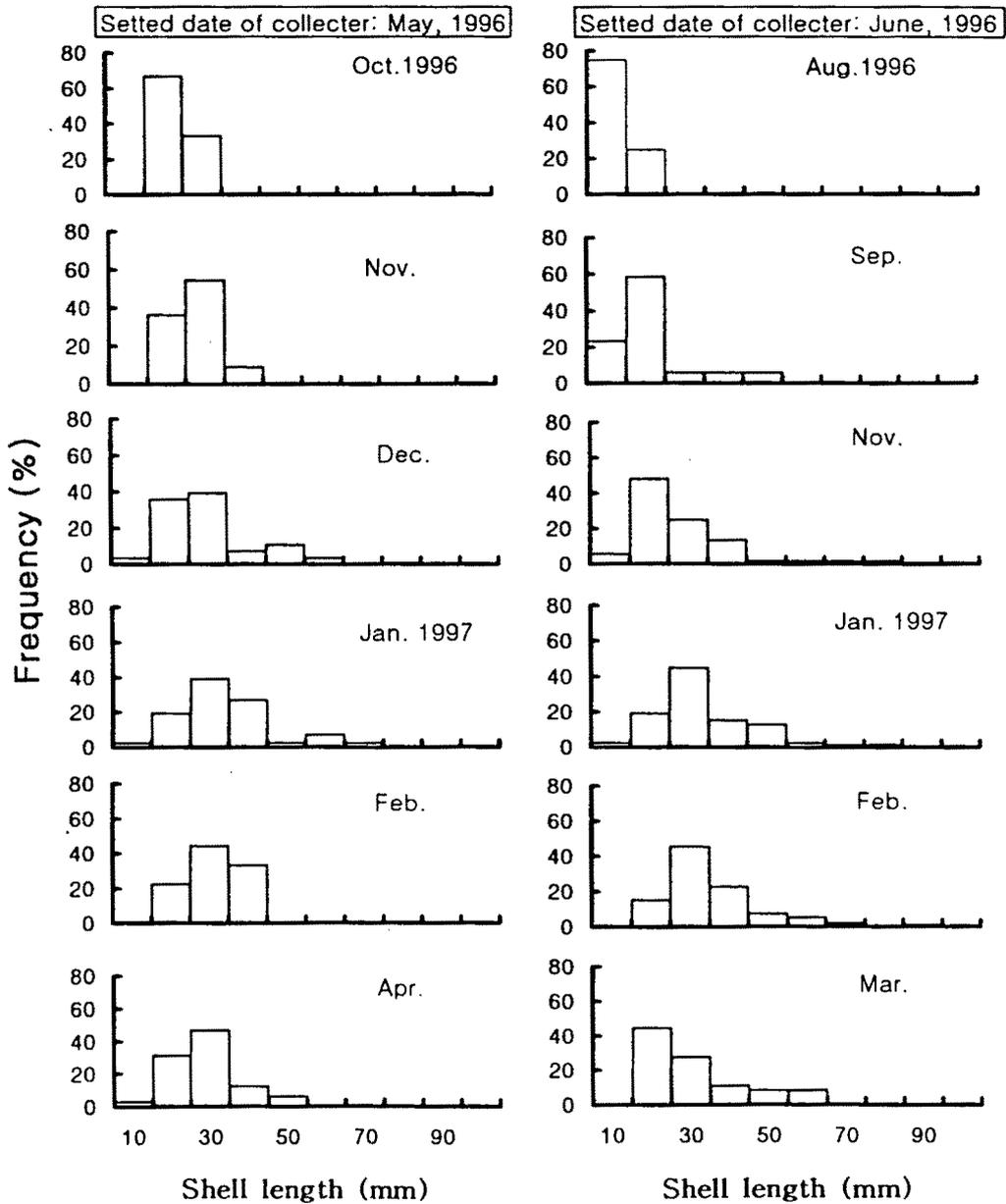


Fig. 25-1. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.

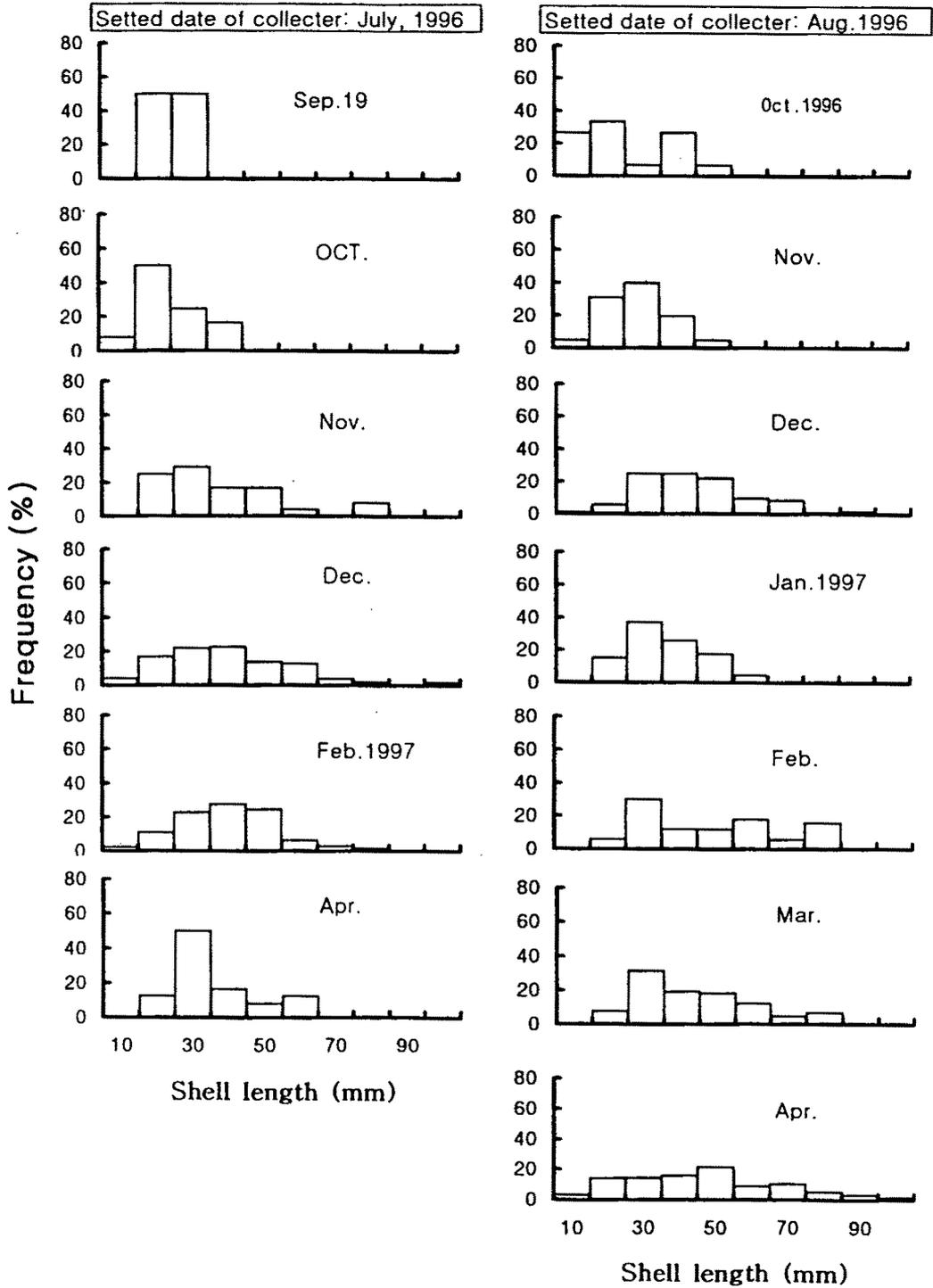


Fig. 25-2. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection months in 1996.

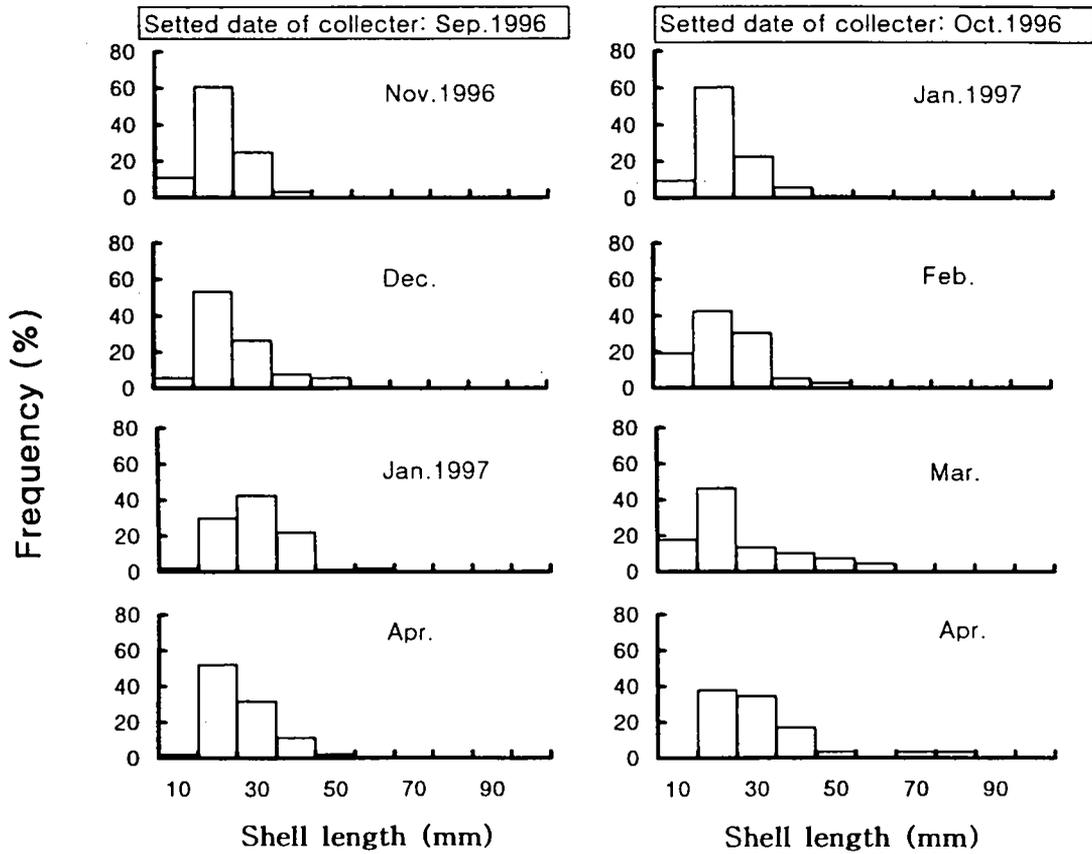


Fig. 25-3. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996.

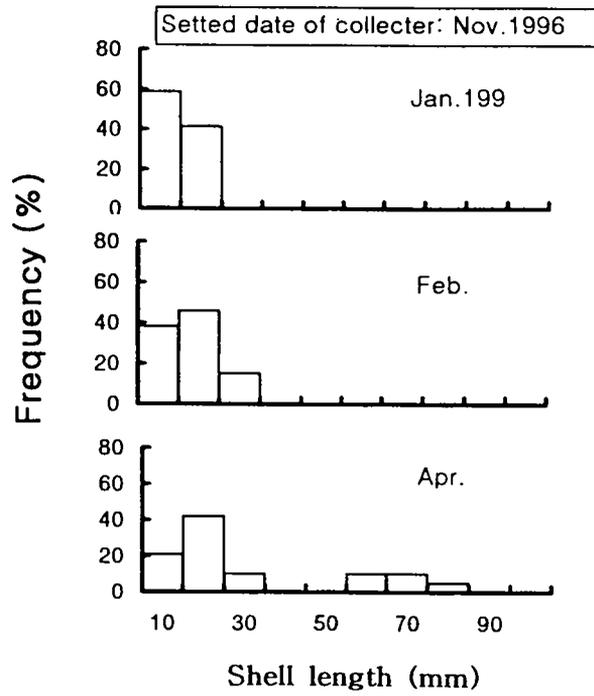


Fig. 25-4. Variation shell length of attached pen shell spat at different collection monthes in 1996

최대 성장을 보였으나, 대체적으로 키조개 채패는 채묘시기에 관계없이 2월경에 30 mm급에서 주 mode가 형성된 이후 성장이 정체됨을 알 수 있는데 이는 수온의 영향으로 판단되어지며, 또한 키조개 치패에 관해 현재까지 밝혀진 일시 부착하였다가 저질에 잠입하는 키조개의 생태상 채묘기내에서의 30 mm 이상의 성장은 채묘기의 작은 그물눈 때문에 해수의 교환장애로 인한 먹이공급의 차단에 따른 성장장애에 의한 것으로 추정되어진다.

(4) 기타 주요종의 부착밀도조사

제주도에서 키조개 자연채묘를 실시하면서 산업적으로 개발 가능성이 있는 진주조개, 짝귀비단가리비 및 새꼬막에 관하여 부착밀도 및 성장에 관하여 조사하였다.

(가) 진주조개의 채묘시기별 부착밀도 및 성장조사

진주조개의 채묘시기별 부착밀도가 가장 높은 것은 1996년 7월에 채묘하여 1997년 2월 조사시에 부착한 5.7개체/채묘기였다. 시기별 부착실험결과 5~10월까지 진주조개 치패가 부착하였으며, 9월부터 부착량이 급격히 낮아지기 시작하여 11월 이후에는 부착량이 없었다(Fig. 26).

또한 채묘 시기별 각장 성장은 1996년 5월에 채묘한 실험구에서는 1996년 9월에 12.0 mm에서 1997년 4월에 27.6 mm로 성장하였으며, 1996년 6월에 채묘한 것은 1997년 2월에 28.1 mm, 7월에 채묘한 실험구는 1997년 4월에 30.3 mm, 8월에 채묘한 실험구는 1997년 2월에 27.4 mm로 성장하였으며, 9월 이후 채묘를 실시한 것은 성장이 저조하였다(Fig. 27).

진주조개는 7월에 채묘한 시험구가 부착밀도가 높을 뿐만 아니라 각장 성장 역시 높게 나타났다. 진주조개는 채묘기내에서 뿐만 아니라 채묘기로 사용한 보호망 표면에도 많은 양이 부착하는 것을 볼 수 있었으며, 부늬등에 의해 다른 부착패류가 폐사하여도 진주조개는 높은 생존율을 보여 유생출현 시기

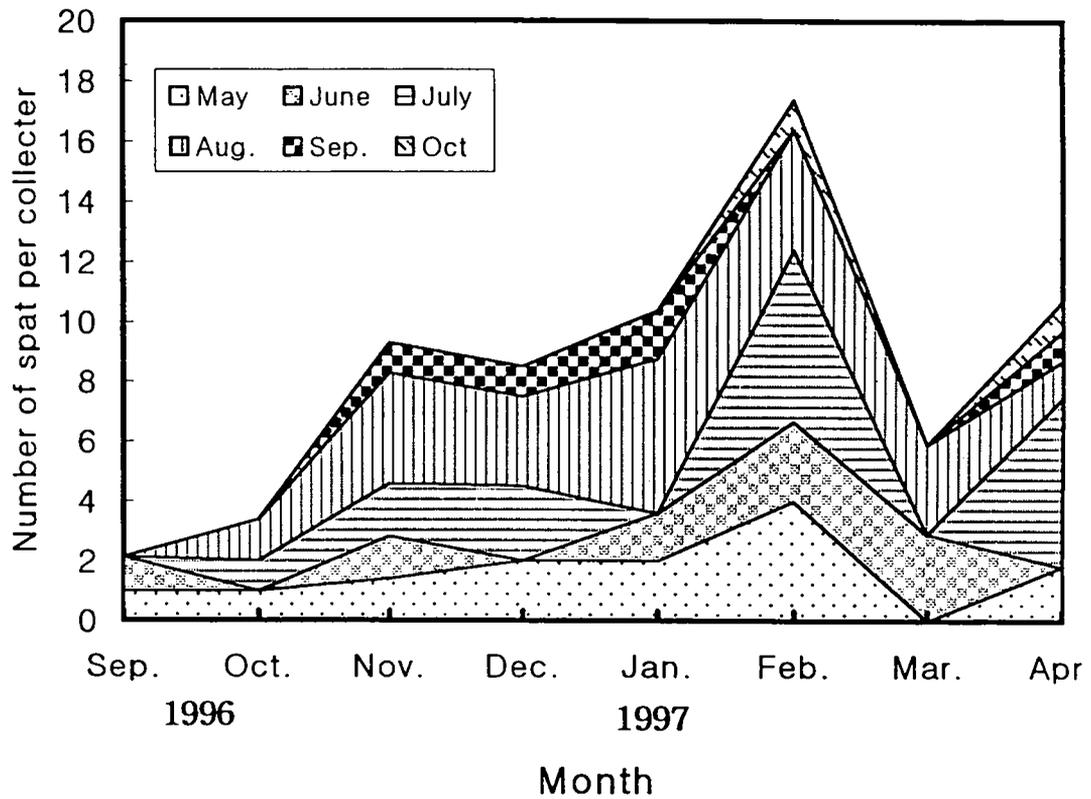


Fig. 26. Comparison of the number of attached *Pinctata fucata martensii* spat with time in 1996.

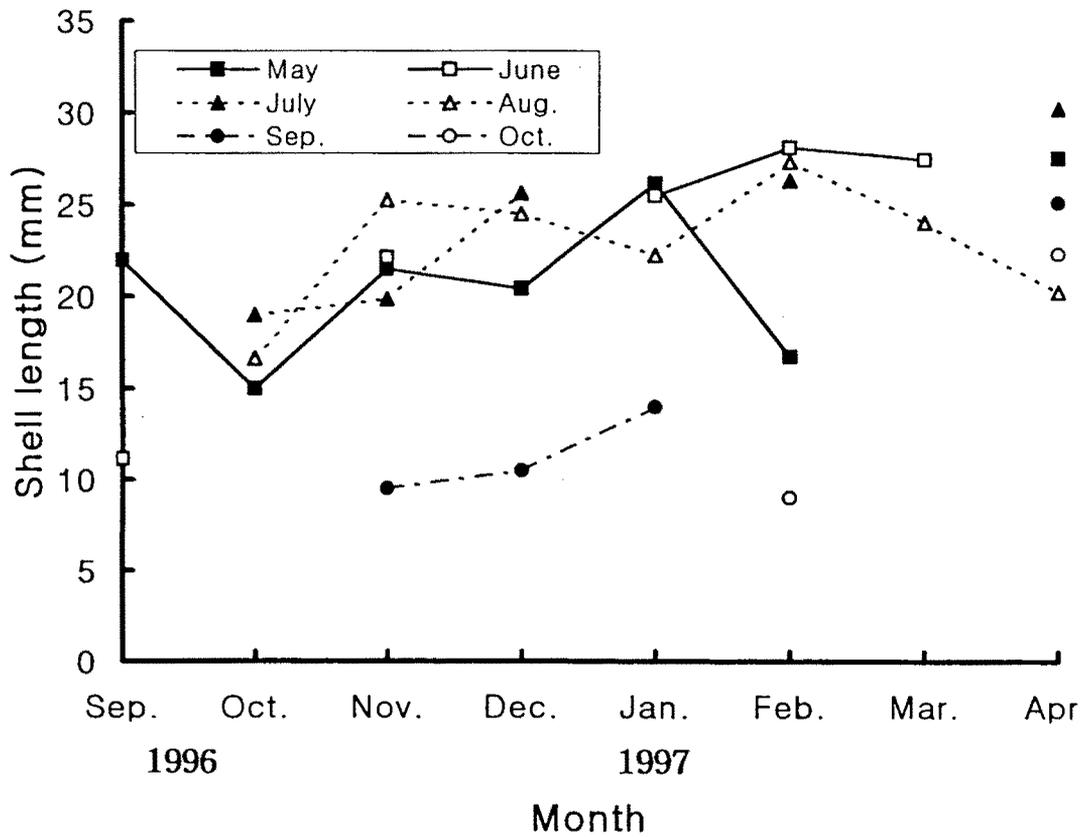


Fig. 27. Monthly variation of the growth of attached *Pinctata fucata martensii* spat at different collection periods in 1996.

를 정확히 예측하여 부착밀도를 높일 경우 자연채묘에 의한 양식이 가능할 것으로 사료된다.

(나) 짝귀비단가리비의 채묘시기별 부착밀도 및 성장조사

짝귀비단가리비의 채묘시기별 부착밀도 변화는 1996년 5월에 채묘하여 7월부터 조사하였는데 7월에 357개체/채묘기가 출현하였으며, 이후 354~667개체/채묘기의 높은 부착밀도를 보였는데, 6월부터 채묘한 실험구에서는 부착량이 급격히 떨어져 12월까지 2~89개체/채묘기의 부착량을 보였다(Fig. 28).

Fig. 29에서와 같이 각장 성장은 1996년 5월에 채묘한 실험구는 7월에 3.9 mm에서 1997년 4월에는 17.9 mm로 성장하였으며, 1996년 6월에 채묘하여 9개월이 경과한 1997년 3월에 21.1 mm로 성장하였다.

짝귀비단가리비의 최대 성장이 20 mm정도로 나타나고 있으며, 이는 채묘기내에서 많은 양이 가리비를 사육하여 먹이경쟁, 산소소비 및 부니 등의 영향으로 저 성장이 나타난 것으로 추정된다. 따라서 짝귀비단가리비를 중간육성 할 경우에는 보다 나은 성장을 기대할 수 있을 것으로 추정된다. 부착량 및 성장등을 감안하였을 때 5월에 채묘하여 10 mm내외로 성장하는 11월에 중간육성 할 경우, 최근 남, 서해안에서 양식하고 있는 비단가리비와 같이 충분히 경제성이 있어 양식이 가능할 것으로 사료된다.

(다) 새꼬막의 채묘 시기별 부착밀도 및 성장조사

새꼬막의 채묘시기별 부착밀도 변화는 Fig. 30에 나타난 바와 같이 1996년 5월에 채묘한 실험구는 1997년 1월에 27개체/채묘기가 출현하였으며, 1996년 7월에 채묘한 실험구는 1997년 2월에 92개체/채묘기가 부착하여 부착량이 가장 많았으며, 9월이후 채묘한 실험구는 부착량이 매우 저조하게 나타나고 있었다.

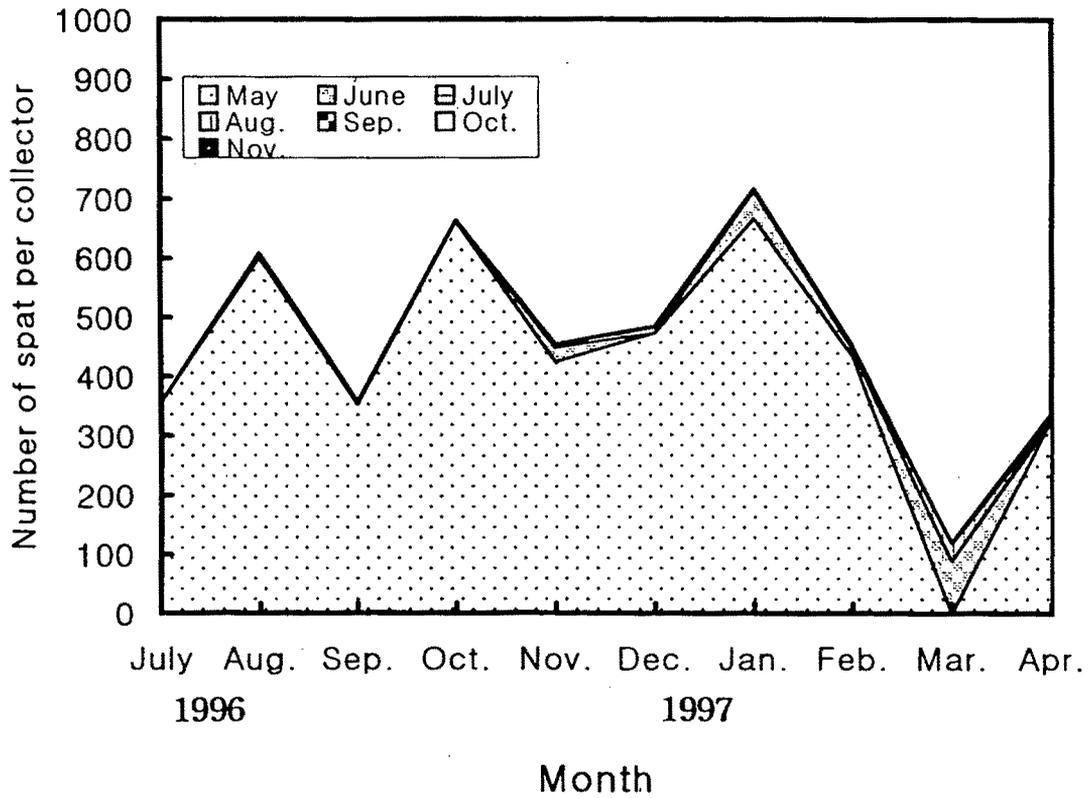


Fig. 28. Comparison of the number of attached *Chlamys irregularis* spat at different collection periods in 1996.

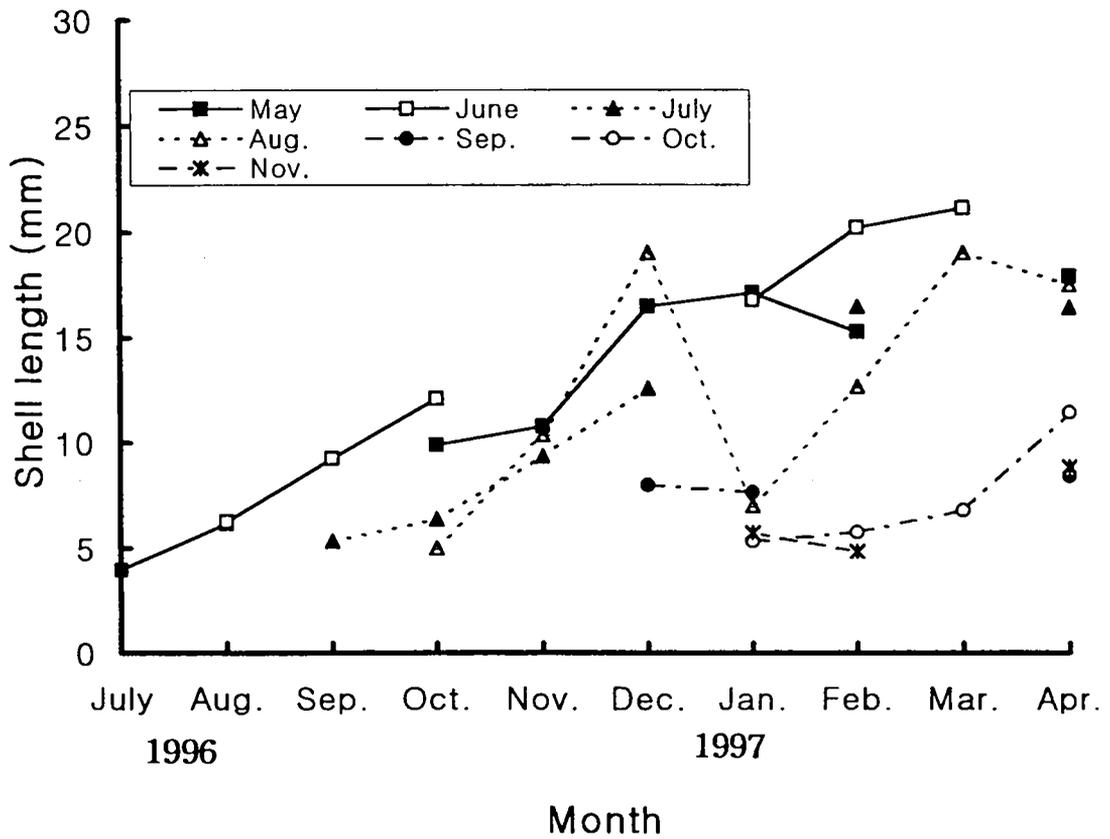


Fig. 29. Monthly variation of the growth of attached *Chlamys irregularis* spat at different collection periods in 1996.

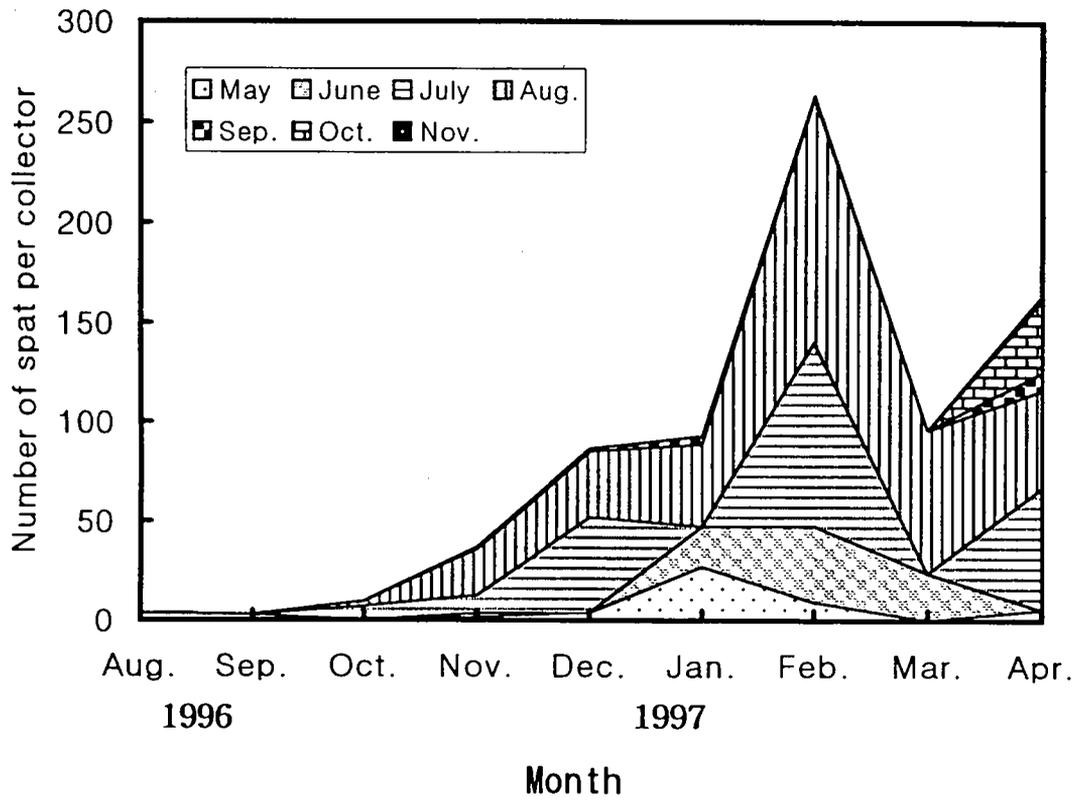


Fig. 30. Comparison of the number of attached *Scapharca subcrenata* spat at different collection periods in 1996.

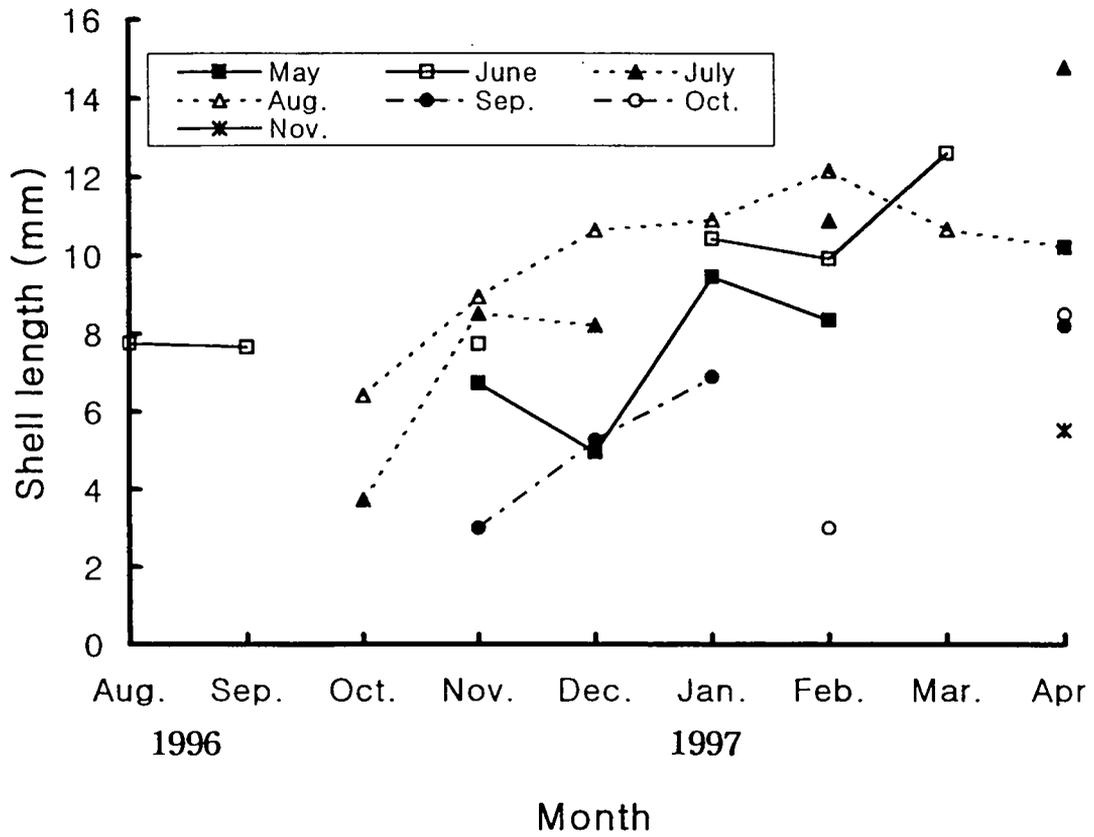


Fig. 31. Monthly variation of the growth of attached *Scapharca subcrenata* spat at different collection periods in 1996.

각장 성장의 변화는 Fig. 31에 나타낸바와 같이 1996년 7월에 채묘하여 1997년 4월에 최종 조사한 평균 각장은 14.8 mm였다. 9월 이후에 채묘한 실험구는 성장이 저조하였다.

(5) 채묘 자재별 키조개 부착밀도 및 성장

1996년 8월에 채묘한 시험구에서는 보호망내에 부착기질로 마닐라로프 및 PE MO를 넣어 채묘하였고, 1996년 9월에는 패각을 넣어 채묘를 실시한 결과(Table 5), 패각에는 채묘기 1개당 평균 0.7개체가 부착하여 부착량이 가장 낮았고, PE MO는 6.3개체/채묘기가 부착하여 부착량이 가장 높았다. 부착량이 가장 높은 PE MO는 패각에 비하여 9배의 부착량을 보였다. 패각에서 부착량이 저조하게 나타난 것은 부착기질 간의 공간이 마닐라로프 및 PE MO에 비해 상대적으로 너무 넓어 해수유동에 의해 유생이 부착할 수 있는 시간적 여유가 짧았기 때문으로 사료된다.

Table 5. Number of the pen shell spats collected in Soegwipo coastal area

Collector materials	Weight,g (number)	Number of spat per collector	Spat size	Rearing month
Scallop shell	15shell	0.7	20.0~36.0(27.6)	180
palm string	400g	1.1	33.0~48.6(40.9)	210
PEMO	300g	6.3	27.7~44.6(36.5)	210

PE MO: Polyethylene monofilament

각장 성장은 마닐라로프의 부착기질에서 평균 40.9 mm(0.19 mm/day)성장하여 성장이 가장 빠르게 나타났고, 패각을 사용한 부착기질에서 평균 27.6 mm (0.15 mm/day)로 성장이 가장 저조하였다. PE MO를 사용한 부착기질에서는 평균 36.5 mm(0.17 mm/day)의 성장을 보였다. 마닐라 로프에서 성장이

가장 빠르게 나타난 것은 유생이 부착한후 성장할 수 있는 공간이 PE MO에 비해 넓었기 때문인 것으로 추정되며, 패각의 성장이 저조하게 나타난 것은 부착한 치패가 탈락하여 주로 보호망의 모서리에서 주로 발견된 점으로 보아 성장에 장애를 받은 것으로 사료된다.

키조개유생의 부착기질로는 부착밀도, 성장 및 부착후의 치패수집등을 고려하였을 때 PE MO가 가장 좋을것으로 생각된다.

망목 0.5 mm 및 1 mm의 보호망을 사용하였을 때 망목 0.5 mm에서는 키조개 치패가 거의 부착하지 않았는데, 柳(1979)가 부착기 유생의 크기는 각각 0.558 mm, 각고 0.522 mm라고 한 점으로 보아 망목 0.5 mm의 망은 성숙부 유생이 망내로 통과할 수 없었을 것으로 추정된다. 성숙기 이전의 유생은 부착능력이 없어 보호망을 통과하기 때문에 부착이 안된 것으로 추정된다.

키조개의 자연채묘시 보호망의 망목이 너무 넓으면 유생부착후 치패 탈락시 유실될 우려가 있으며, 망목이 너무 좁으면 부늬가 보호망을 덮어버려 유생이 망내로 통과하기 어렵고 부착할 수 있는 공간이 작아지며, 또한 해수유동을 차단하여 부착한 유생이 폐사할 수 있다. 따라서 키조개 채묘에 적합한 망목을 사용하는 것은 키조개 자연채묘에 대단히 중요한데 유생의 부착을 위해서는 보호망의 망목이 1 mm이상이 적당할 것으로 사료된다.

(6) 부착패류의 종 동정 및 부착량

자연채묘 장소인 법환어장에서 1996년 5월부터 1997년 3월까지 월별로 채묘하여 2개월 후 부터 채묘기를 인양하여 조사시점을 기준으로 채묘연 1연(채묘기 15개)에 부착한 패류의 종 및 평균 부착량을 Table. 6에 나타냈다.

부착종은 14과에 20종이 부착하였고, 가리비과, 진주조개, 꼬막조개 및 개오지과에 각 2종씩이 부착하였다.

채묘기 1개당 부착한 패류의 채묘시기별 월평균 중량은 5월 실험구에서 1,426.8 g의 최대 중량을 보인후 점차 낮아져 11월 실험구에는 6.4 g으로 매

Table 6. Number of pen shell spats collected in Seogwipo coastal area

Species	Month	July 1996.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. 1997	Feb.	Mar.	Apr.
<i>Atrina pectinata japonica</i>		-	2	6.7	10	78.6	109	103.9	82.7	74	35.5
<i>Chlamys irregularis</i> (Sowerby)		5,348	4,553	1,778	3,317.3	1,278	1,823	1,346.2	340.9	434.7	776
<i>Pecten(Notovora)albicans</i> (Schroter)			14.5	4.3	3.3	1.6	4	1.6	0.9	4	0.9
<i>Decatopecten striatus</i> (SCHUMACHER)		-	-	0.3	0.3	0.2	0.8	-	0.4	-	-
<i>Limaria hakodatenis</i>		40	24	7.7	8	18.8	79.8	15.3	10.3	8.7	39.7
<i>Pteria(Austropteria)brevialata</i> (Dunker)		-	-	0.3	4.7	12	19.8	13.2	7.1	12.7	4.3
<i>Pinctata fucata martensii</i> (Dunker)		-	-	3.3	5	11.8	19	14.4	20.7	11.7	6.7
<i>Amusium japonicum japonicum</i>		-	-	-	-	-	-	0.7	-	0.3	-
<i>Scapharca subcrenata</i> (Lischke)		-	2	10.3	6.7	68.8	327	126.3	329	267.7	142.8
<i>Bentharca xenophoricola</i> (KURODA)		0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyperas bemardi pilsbry</i>		-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-
<i>Kellia porculus</i> (pilsbry)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Cypraea(Ponda)vitellus</i> (Linnaeus)		-	-	-	-	0.6	-	0.7	-	-	-
<i>Erocaria bojuini kiener</i>		-	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-	-
<i>Triyrostra oryza</i> (LAMARCK)		-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-
<i>Haloa japonica</i> (Philippi)		-	-	-	-	-	0.1	-	0.1	-	-
<i>Neptunea arthritica cumingii</i> CROSSE		-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-
<i>Cantharidus Callichroa callichroa</i> (Philippi)		30	40	20	20	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i> LINNAEUS		-	-	-	0.3	0.2	1.3	-	0.7	-	0.6
<i>Modiolus modiolus difficilis</i>		-	32	6	5	9	77.8	28	185.1	382.3	91.2

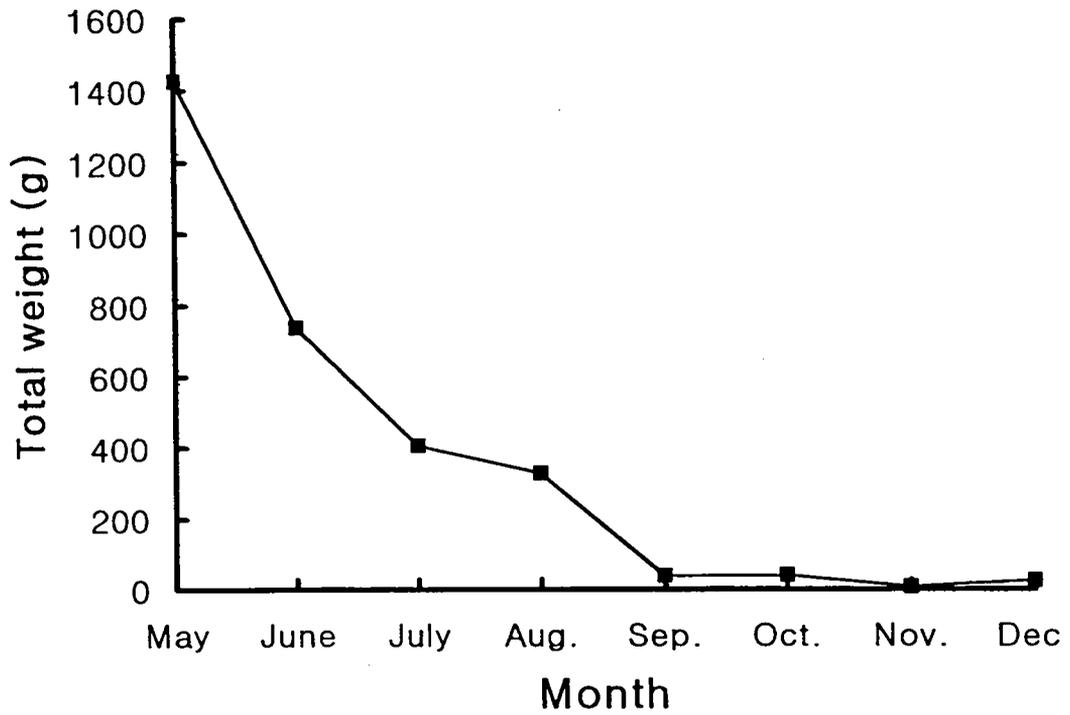


Fig. 32. Monthly variation of the average biomass of attached spats at different collection periods in 1996.

우 낮은 중량을 나타냈는데, 5월에는 짝귀비단가리비의 부착밀도가 높게 나타난 영향으로 중량이 높게 나타났다(Fig. 32).

따라서 키조개 치패만을 대상으로 채묘를 실시할 때는 8~9월에 실시하는 것이 다른 경쟁종의 부착이 적어 수하연 관리에 좋을뿐만 아니라 키조개 치패의 부착량 및 성장에도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

다. 3차시험 (1997년 7월 22일)

(1) 키조개 치패의 부착밀도조사

득량만에서의 부착시기별 부착밀도는 7월 23일 채묘한 실험구는 평균 2.7개체/채묘기였고, 8월6일 채묘한 실험구에서는 평균 1.9개체/채묘기였다. 8월 26일 및 9월 11일에 채묘를 실시한 실험구에서는 부착치패의 출현이 없었다(Table 7).

수하연을 시설한 수심별로 부착밀도를 조사한 결과 수심 20 m에 설치한 수하연에서는 출현 개체가 전혀 없었고, 수심 30 m에 설치한 수하연에서는 7월23일 채묘한 실험구에서는 부착개체가 없었으며, 8월 6일 채묘한 시험구에서는 1.4개체가 부착하였다.

柳 等(1988)이 키조개 채묘의 개발 연구에서 D형, Umbo형 및 성숙부유유생이 출현이 3회에 걸쳐 성기가 있다고 보고하였으며, 金 等(1982)은 키조개의 산란기는 6~9월이며, 주 산란기는 7~8월로, 梁 等(1995)은 6~7월이 주 산란기로 보고하고 있어, 매년의 수온 등에 따라 약간의 차이가 있는 것으로 추정되며, 이 시험에서는 7월부터 약 15일 간격으로 4회에 걸쳐 채묘한 결과 7월 중순 및 8월 초순까지는 키조개 치패가 부착하였으나 8월 중순 이후에는 키조개 치패가 부착하지 않았다.

Table. 7. Comparison of the number of attached juvenile pen shell with different growing days and water depths in Deuklyang bay

Depth (m)	Setted date of collector	Examined date	Number of spat	Number of spat/collector	
10	July. 23	Aug. 6	30	3.0	
		Aug. 26	28	2.8	
		Sep. 11	27	2.7	
		Oct. 9	21	2.1	
	Aug. 6	Aug. 26	20	2.0	
		Sep. 11	17	1.7	
		Oct. 9	21	2.1	
	Aug. 26	Sep. 11	-	-	
		Oct. 9	-	-	
	Sep. 11	Oct. 9	-	-	
	30	July. 23	Aug. 6	-	-
			Aug. 26	-	-
Sep. 11			-	-	
Oct. 9			-	-	
Aug. 6		Aug. 26	24	1.2	
		Sep. 11	28	1.4	
		Oct. 9	31	1.6	
Aug. 26		Sep. 11	-	-	
		Oct. 9	-	-	
Sep. 11		Oct. 9	-	-	

제주도에서의 키조개 부착은 8월~9월이 성기였으며, 12월까지 치패가 부착하였으나 전라남도 득량만어장에서는 7월 중순 및 8월 초순에 약 20일간 키조개 치패가 부착한 이후 부착량이 없었다.

이는 제주도와는 달리 저질이 펄로 구성되어 있는 득량만어장의 특성상 채묘 후 15일이 경과하기 전에 보호망이 부리로 둘러싸여 키조개 유생이 출현하더라도 유생이 보호망 내로 잠입할 수 있는 공간이 없어 부착기간이 제주도와는 달리 매우 짧게 나타난 것으로 추정된다. 따라서 득량만어장과 환경여

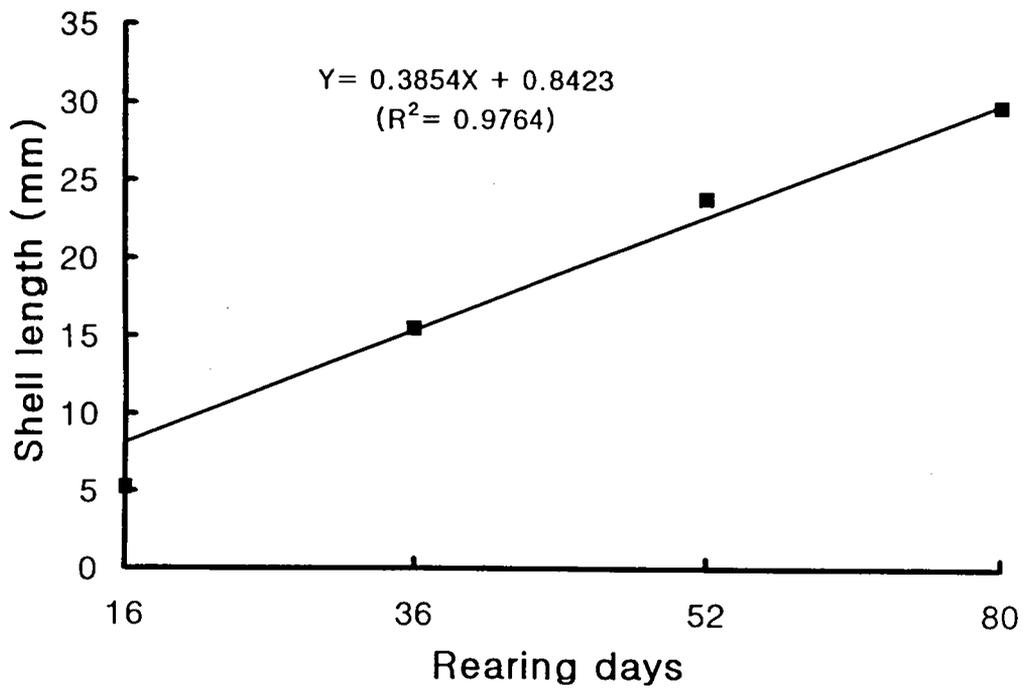


Fig. 33. Growth of shell length of pen shell spats.

건이 같은 남해안 일원에서는 성숙부유유생의 정확한 출현시기를 파악한 후 채묘를 실시하여야 할 것으로 여겨진다.

또한 득량만어장에서는 수심에 따라 부착시기가 다른 것으로 보아 수심에 따라 키조개의 산란시기가 다른 것으로 추정되어지는데 이는 앞으로 깊은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

(2) 키조개 치패의 성장

1997년 7월 22일 채묘하여 16일이 경과한 8월 7일 조사시 키조개 치패는 각장 5.2 ± 1.4 mm였으며 80일이 경과한 10월9일에는 각장 29.8 ± 25.1 mm로 성장하였으며, 부착 일수에 따른 각장의 관계식을 Fig. 33에 나타냈는데 $Y = 0.3854X + 0.8423$ ($r^2 = 0.9764$) 였다.

(3) 부착패류의 종분류 및 부착량

전라남도 득량만어장에서 1997년 7월부터 9월까지 4회에 걸쳐 채묘를 실시한 결과 부착된 패류는 키조개, 새꼬막 및 홍합이었으며 새꼬막이 전체 패류 부착량의 95% 이상을 차지하였다.

(가) 새꼬막의 부착밀도 및 성장

1997년 7월 23일 수심 10 m에 채묘한 결과를 중심으로 부착량 및 성장을 조사한 결과 부착밀도는 채묘 14일 후('97.8.6)에 11개체/채묘기가 부착하였으며, 계속적으로 부착량이 증가하여 10월 9일 조사시에는 4,643개체/채묘기(776.6 g)가 부착하였다.(Fig. 34) 각장 성장은 채묘 14일 후의 1 mm 전후에서 25일이 경과한 8월 27일에는 6.7 mm로 급격히 증가하였고, 10월 9일에는 9.4 mm로 성장하였다(Fig. 35).

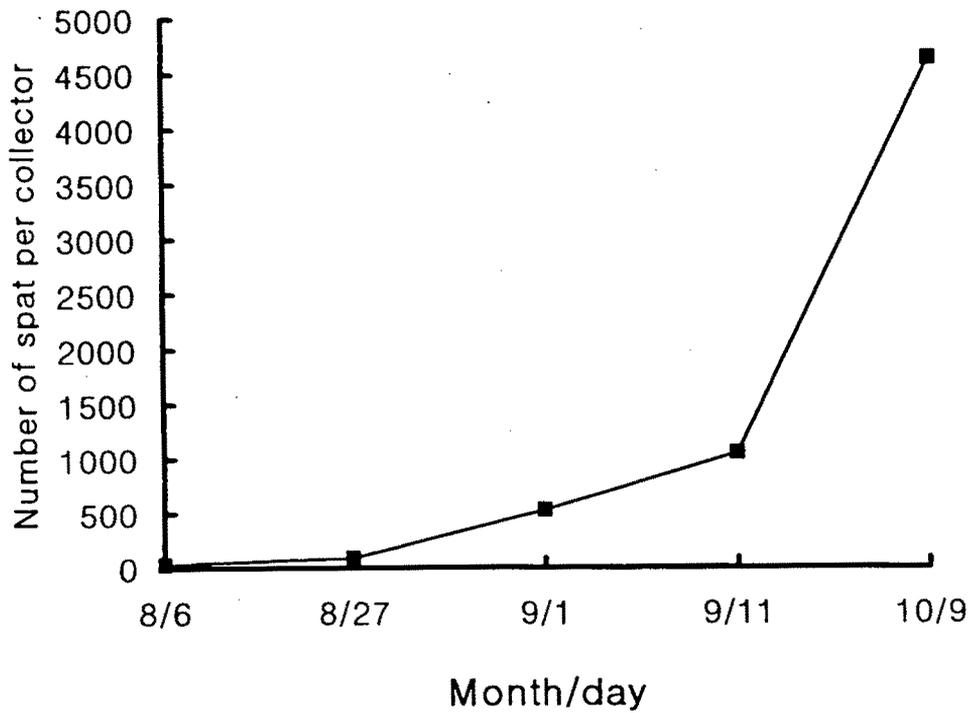


Fig. 34. Comparison of the number of attached *Scapharca subcrenata* spat at different collection periods in Deuklyang Bay (1997).

라. 키조개 치패의 생태학적 관찰결과

채묘기에 부착 후 16일이 경과한 치패는 각장 3.1~8.0 mm(평균 5.2 mm)였으며, 패각은 자세히 관찰하지 않으면 선별이 어려울 정도로 투명하여 내부 구조를 관찰할 수 있을 정도였고, 패각은 쉽게 부서졌다. 또한 부착기질을 흔들었을 때 쉽게 탈락하였으며, 36일이 경과한 각장 15.5 mm였을 때 패각은 열은 갈색을 띄며 뚜렷하게 키조개 치패임을 구별할 수 있었으며, 이때 일부 개체는 족사를 가지고 있었다. 부착 52일 이후의 개체는 거의 전 개체가 족사를 가지고 있었는데, 족사를 가지고 있는 개체도 부착기질을 흔들었을 때 쉽게 탈락하였다.

吉田(1956)은 간조선 부근의 니사질에서 각장 6~18 mm의 치패를 발견하였다고 하였다. 본 연구에서 부착된 치패를 관찰결과 각장 약 10 mm이상의 개체에서 족사를 관찰할 수 있어 키조개 치패는 족사가 형성되는 10 mm이상에서 저질로 잠입하는 것으로 추정되어진다. 족사가 없는 각장 3~8 mm의 치패는 부착기질에서 쉽게 탈락되는 것이 관찰되었다. 柳 等(1988)의 연구에서는 수직식 채묘기에서 0.16개체/m², 수평식 채묘기에서 0.48개체/m²가 부착하여 채묘기당 부착수가 매우 적다고 보고 한바있다. 이런 점으로 보아 키조개 치패는 족사의 부착력이 매우 약하거나 아니면 대단히 짧은 부착기간을 가지고 있어 채묘망 안에 들어온 착저기 유생은 부착기질에 영켜 있는 것으로 추정되는데 이 부분은 키조개 종묘생산에 매우 중요한 부분으로 좀더 깊은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 족사가 형성된 각장 10 mm이상의 개체 역시 부착기질에서 쉽게 탈락하는 것은 족사가 저질에 잠입하였을 때에는 키조개가 안정적으로 고정할 때 발과 함께 양카 역할을 하면서 유용하게 사용되나 부착기질에 부착할 때는 유용하게 이용 되지 않는 것으로 여겨진다. 따라서 키조개의 채묘에는 처음 착생된 유생의 약한 부착력과 짧은 부착기간등 종 특성을 감안하여 착생 자패가 탈락될수 없도록 상품화된 양파망등 보호망을 씌운 채묘방법이 유용할 것으로 사료된다.

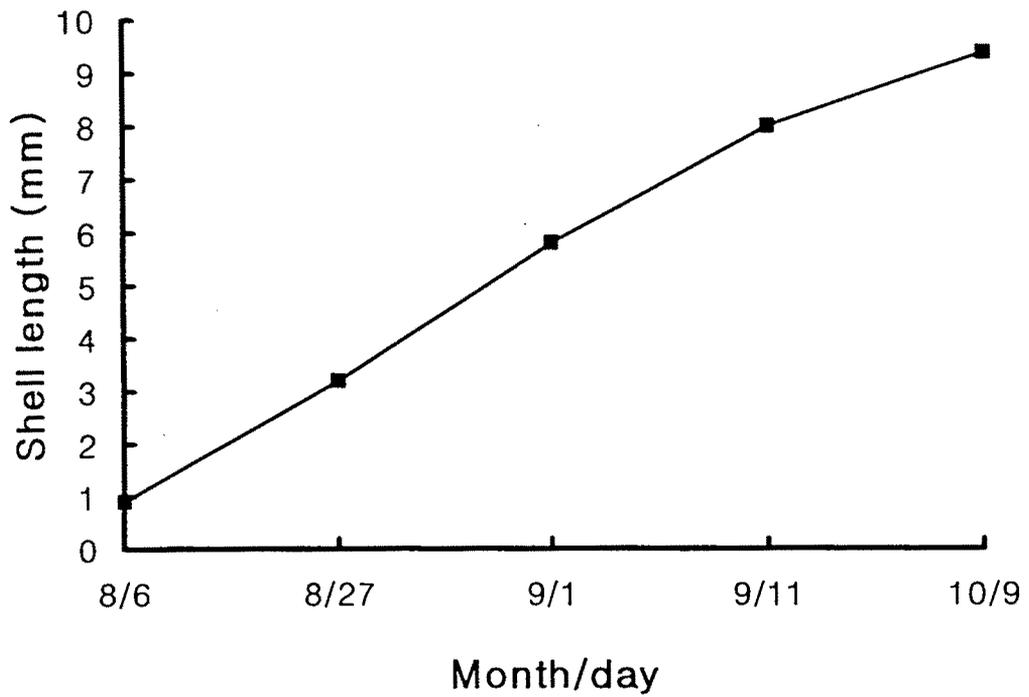


Fig. 35. Monthly variation of the growth of attached *Chlamys irregularis* spat at different collection periods in Deuklyang bay (1997).

제 4절 요약

1995년 10월부터 1997년 10월까지 2년동안 제주도 서귀포시 법환 연안어장 및 전라남도 득량만 어장에서 키조개 자연채묘를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 제주도 서귀포시 법환어장과 전라남도 득량만어장의 환경 비교 결과, 법환어장에서의 수온 분포는 14.1~24.1℃였으며, 득량만어장은 4.7~28.5℃로서 법환어장의 최저수온은 9.4℃ 높았으며, 최고수온은 4.4℃ 낮게 나타났다.

그외의 8개 항목의 수질을 비교한 결과 법환어장의 용존성 무기질소(DIN)가 다소 낮게 나타나고 있었으나 키조개의 서식에는 큰 영향이 미치지 않는 범위였다.

2. 키조개의 채묘기당 부착밀도는 1차시험시 4.2개체, 2차시험시에 6.3개체, 3차시험시(득량만) 2.7개체였다. 제주도에서는 8월에 채묘를 실시한 실험구가 부착밀도 및 성장이 가장 좋았다.

3. 부착한 키조개 치패의 성장은 채묘 6개월경과 후 평균 각장 42.5 mm로 성장하였으며, 부착일수에 따른 각장의 관계식은 $Y = 0.3854X + 0.8423$ ($r^2 = 0.9764$)로 나타낼 수 있었다. 수심별 부착밀도 및 성장은 표층 및 저층에 비해 10~21 m층이 좋았다.

4. 제주도 서귀포시 연안에서의 패류의 자연채묘를 위하여 설치한 채묘기에는 비교적 많은 패류가 부착하였다. 1차시험시('95. 10월)에는 11과 13종이 부착하였으며 2차시험시('96. 5월~'97. 3월)에는 14과 20종이 출현하였다.

5. 키조개치패는 8월에 채묘하여 이듬해 5월에 이식하는 것이 좋을 것으로 사료되며, 보호망으로는 망목 1×2 mm가 좋았고, 부착기질은 Polyethylene monofilament가 양호하였다.

6. 키조개의 주산지인 남해안 일원에서의 키조개 자연채묘는 정확한 유생출현시기, 및 많은 유생이 출현하는 장소 선정만 수반된다면 자연채묘에 의한

대량 종패 생산도 가능할 것으로 사료된다.

제 3 장 키조개 이식시험

제 1 절 서 론

키조개는 우리나라 남·서해안의 사니질에 서식하는 것으로만 알려져 왔으나, 제주도 남부해역의 서귀포 연안에서도 서식하고 있는 것으로 확인되고 있다. 제주도 어업인에 있어 키조개는 생소한 품종으로 관습적으로 제주도에서는 소라, 전복등 암초성 패류자원에 대한 관심만 지대하여 이들 몇몇 암초성 패류에 대한 극한적 양식만이 이루어지고 있다. 키조개 이외에도 사니질대에 다양한 이매패류가 분포하고 있음에도 불구하고, 동 품종들에 대한 관심은 거의 없는 실정이다. 현재까지 제주도에서는 미 이용 패류인 키조개 치패의 이식실험을 통하여 소득품종의 다양화에 기여 할 수 있을 것으로 기대된다. 동 종은 생식소를 제외한 일부 육질부를 식용으로 이용할 수 있으며 패주로 불리는 후폐각근은 핏감으로 대일수출등으로 어업인의 소득향상에 크게 기여하는 품종이다. 남해안의 일부 해역에서 이식에 관한 부분적인 연구가 있었으나, 제주도 연안에서는 키조개가 분포하지 않는 것으로 알려져 왔으며, 키조개를 이용한 양식등에 관한 제반연구도 전무한 실정이다.

이 종에 대한 연구는 渡邊(1938)가 일본의 有名海産 키조개를 대상으로 천연 채묘의 수집과 양식방법에 관한 연구가 시초이며 우리나라에서는 최 등(1980)이 키조개의 크기와 중량과의 상관관계에 대한 연구를 시작으로 유 등(1984), 김 등(1985), 정 등(1986)에 의한 실내산란 유발에 의한 초기 인공종묘생산 시험 및 천연 부유유생의 초기성장에 대한 연구가 있었으며 양 등(1995)이 남해안에서 자연발생지의 키조개를 양식적지에 이식할 경우 가장 효과적인 이식 기준을 확립하고자 이식수심에 따른 이식효과 실험등을 실시한 보고가 있다. 이 연구에서는 서귀포 연안에서 자연채묘된 키조개 치패를 이용하여 제주도

동부에 위치한 오조어장에 이식하고 현장 적응력을 비롯한 성장과 생존율 등을 조사하여 양식 가능성을 검토하고자 실시하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 어장환경조사

이식어장인 오조어장의 환경조사는 이식된 키조개 치패의 성장과 생존율 조사와 함께 매월 실시하였고, 수온은 봉상온도계로서 현장에서 측정하였으며 수질의 측정은 시료를 실험실로 옮겨 염분, 산소, pH, 인산염, 아질산염, 질산염, 저질입도 등을 분석하였다.

용존산소의 분석은 中井변법으로 분석하였고, 인산염은 Strickland and Parsons(1968)방법으로 분석하였다. 암모니아(NH₄-N)은 indophenol법, 아질산(NO₂-N)은 sulfanilamide-NED법, 질산염(NO₃-N)은 Cu-Cd 환원법으로 각각 분석하였다. 저질입도 분석은 0.062 mm, 0.5 mm, 2.0 mm의 표준망체로 걸러 105℃에서 항량건조 후 중량비로 저질을 구분, 0.062 mm 이상 입자가 90% 이상일 때 사질로 구분하였다.

2. 이식실험

1차년도(1995년 10월~1996년 10월)의 이식실험을 위하여 1995년 9월에서 11월사이 제주도 서귀포 법환, 강정어장에서 자연채묘된 각장 0.89~ 11.70 cm (중량 0.10~16.50 g)치패를 전남의 득량만어장에 1996년 3월에서 10월에 걸쳐 총 5회, 784개체를 이식하였다(Table 8). 이식방법은 전일 부착기에서 선별 채집하여 수하연에 매달아 보관 중인 치패를 다음 날 아침 일찍 수하연에서 분리하여 ice box에 바닷물을 적신 거즈로 수분을 유지하면서 항공편을 이용하여 운반하였다. 현장에 운반된 치패는 이식 대상어장 인근의 bouy 시

설에 현지 적응을 위하여 2~3일간 가이식을 실시하여 충분히 순치시킨 후에 수중잠수장비(속칭 머구리)를 입차하여 수심 6~7 m의 저질이 펠인 수중에 1×1 m의 크기로 로프와 말목을 이용하여 구획한 후, 잠수부와 연구자가 직접 잠수 이식하였다.

Table 8. Transplantation of spat of pen shell from Chejudo to Jangheung, Chollanamdo in 1996(First year period)

Date	Number of individuals	Shell length (Mean: cm)	Total weight (Mean: g)
Mar. 25	297	0.80~ 8.50(3.43)	0.10~ 6.92(0.89)
May 28	200	1.40~ 8.00(3.75)	0.10~ 4.49(0.96)
July 23	100	2.30~ 8.20(4.52)	0.20~ 7.40(2.00)
Aug. 27	100	2.70~10.40(5.31)	0.40~10.30(3.03)
Oct. 1	87	2.80~11.70(6.30)	0.30~16.50(4.20)
Total	784	0.80~11.70(4.66)	0.10~16.50(2.22)

1차년도에 경우에 5회에 걸쳐 이식된 키조개 치패가 거의 전량이 폐사되어 실험의 성공여부가 불투명함에 따라 2차년도 (1996년 10월~1997년 10월)는 득량만어장의 이식실험을 중단하고, 저질 중에 펠이 비교적 많이 함유되어 있고, 이식 후 키조개의 성장 및 생존등의 관찰과 관리가 용이한 제주도 동부에 위치한 성산읍 오조어장(Fig. 36)에 2개 실험 Block을 두었다(이하 실험구와 비교구로 명함). 실험구는 사리 때의 간조시 완전히 저질이 노출되는 지역이고, 비교구는 간조시에도 최저 2 m내외의 수심대를 유지하는 어장을 선정하였다. 실험구에는 총 4개 구로 나누어 제주산 키조개 치패의 이식실험을 위하여 3개 구(A, B, C 구)를 두었으며, 또한 전남 득량만산 키조개 이식실험을 위한 1개 구(D 구)를 두었다. 동 실험구는 간조시 노출되는 어장의 특성상 도

난등을 방지하고 관리에 편의를 기하기 위하여 그물망을 이용 어장을 구획 보호하는 시설을 하였다.

실험구인 A, B, C 구에는 총 176개체를 이식하였으며, D 구에는 전남 득량만 어장에서 구입한 치패 총 50개체를 이식하였다. 비교구는 SCUBA 장비를 이용하여 수중에 로프와 말목을 이용하여 2×2 m크기의 E, F 구를 만들었으며, E 구에는 제주산 키조개 치패 50미를 이식하였고, F구에는 전남 득량만산 치패 300미를 이식하였다(Table 9).

Table 9 . Transplantation of juvenile pen shell from spat collectors to Ojo, Chejudo in 1997(Second year period)

Station	Small sites	Date	Number of indi.	Shell height (cm)	Total weight (g)	Remarks
Experiment	A	Apr. 4	72	2.1~7.0 (4.3)	0.2 ~5.7 (1.9)	Peophwan*
	B	Apr. 24	61	1.4~8.0 (3.8)	0.1~5.5 (1.5)	"
	C	May 6	43	2.4~8.7 (4.8)	0.7~11.7 (2.9)	"
	D	May 13	50	12.4~16.2 (14.9)	21.6~131.6 (69.9)	Deuklyang Bay**
Control	E	May 13	50	2.4~9.8 (5.3)	0.8~9.7 (2.9)	Peophwan*
	F	May 16	300	9.9~17.7 (14.4)	21.6~131.6 (69.9)	Deuklyang Bay**

*: Young juvenile seed producted in Chejudo.

** : Young juvenile bought in Jangheung to transplanted Chejudo fishing ground.

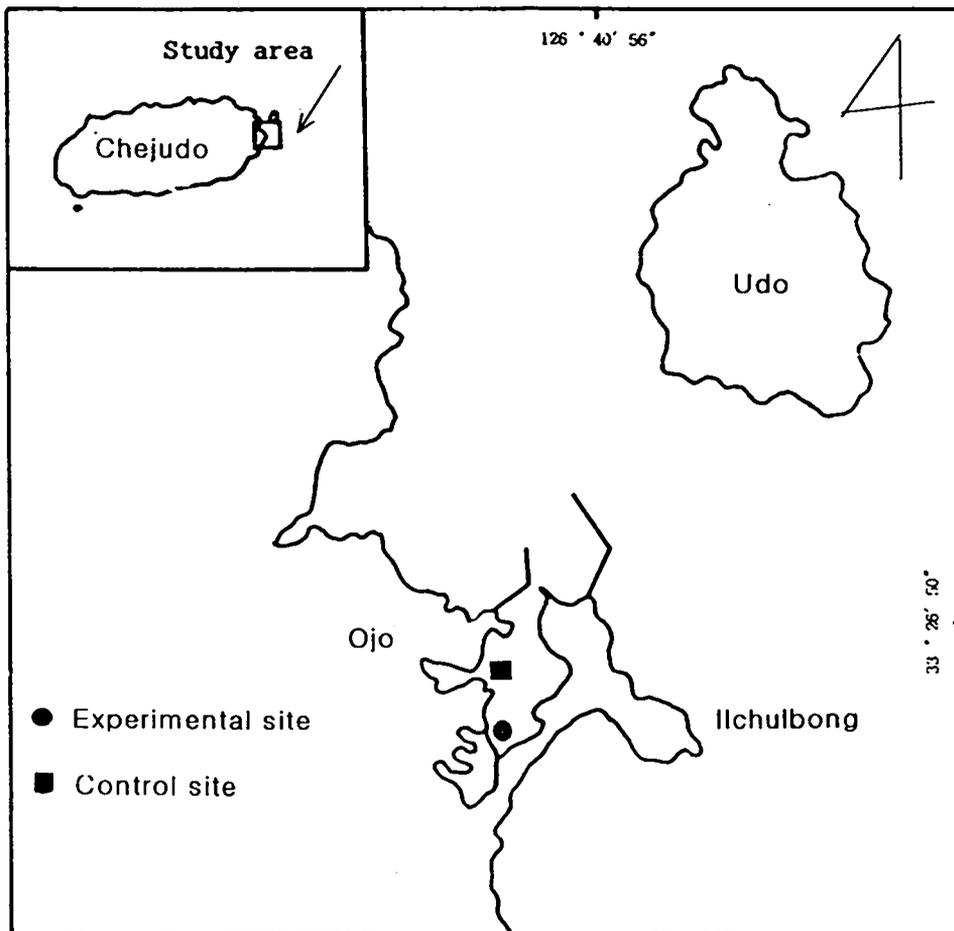


Fig. 36. Map of the experimental sites for the transplantation of juvenile pen shell.

실험구인 A, B, C 구와 비교구의 E 구에 이식한 치패는 자연채묘 어장인 범환어장에서 1996년 9월에서 11월중 자연채묘하여 성장 중이던 치패를 이용하였고, 실험구 D 구와 비교구 F 구의 치패는 득량만어장에서 채취한 것을 구입하여 각각 이식하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 어장환경조사

가. 수 온

키조개 치패를 이식한 오조어장은 제주도 동부에 위치한 내만형 어장으로 서 간·만조에 따라 수온의 변화가 비교적 커서 1997년 4월 간조시의 수온은 27.5℃로 상승하였다. 5월부터는 만조시를 기준으로 표면수온을 측정된 결과 5월에 21.0℃에서 점차 상승하여 8월에는 27.6℃에 달하였으며, 9월에 다시 하강하기 시작하여 10월에는 약 21.4℃의 표면수온을 나타내었다. 이식 실험장소에서 동북쪽으로 약 3 km 떨어진 외해역인 우도 연안 정지관측지점의 동년의 수온 분포는 4월에 15.0℃에서 점차 상승하여 8월에 24.8℃로 최고 수온을 보이고 있었고, 9월에는 22.8℃로 하강하고 있어 본 이식 실험장소의 수온 변화와 비슷한 양상을 보이고 있었으나, 본 실험지의 수온은 전반적으로 우도연안 보다 4월의 간조시 측정 값을 제외하고 월별 3~5℃의 고온상을 보이고 있었다.

또한 4월의 경우처럼 간조시에는 햇빛에 의한 복사열의 영향으로 표면수온은 인근어장의 수온 보다 약 10℃까지도 상승하여 간·만의 차이와 기상상태에 따라 수온변화 폭이 크게 나타나 기온이 떨어지는 동계의 경우도 우도연안 수온보다 전반적으로 낮은 수온분포가 예상되고, 계절 및 주·야간, 간·

만조에 따라 수온의 변화 폭은 상당히 클 것으로 예측된다(Fig. 37).

나. 염분

실험장소의 염분분포는 1997년 4월 약 30.86‰내외를 보였으며 8월에는 최저치인 25.70‰까지 하강하고, 9월에 약 30‰로 점차 회복세를 보이고 있었지만 외해역인 우도연안 정지관측지점 보다는 전반적으로 낮은 염분분포를 보이고 있었다(Fig. 38). 이러한 저염분 현상은 동 실험장소가 어장의 남쪽에서 유입되는 담수로 생긴 기수역에 인접하고 있고, 여름철 집중강우 시 내만형태의 지리적 여건상 유입수와 해수의 교환이 쉽게 이루어지지 않는 데서 오는 결과라고 여겨진다.

다. 수질 및 저질

1997년 4월부터 10월까지의 월별의 수질상태를 보면 용존산소(DO)는 5.0~8.90 ml/l로서 전반적으로 춘계에 높은 경향을 보였고, 화학적산소요구량(COD)은 0.24~0.92 ml/l로 달마다 불규칙한 변화를 보이고 있으나 전반적으로 여름철에 높게 나타나고 있었으며, 수소이온농도(pH)는 7.83~8.51의 범위로 5월을 제외하고 대부분 약 8~8.5의 범위에 있었다.

인산염($\text{PO}_4\text{-P}$)은 0.43~0.95 $\mu\text{g-at/l}$ 으로 5월을 제외하고 평균 0.70 $\mu\text{g-at/l}$ 범위였으며, 아질산염($\text{NO}_2\text{-N}$)은 0.11~0.44 $\mu\text{g-at/l}$ 범위였다. 질산염($\text{NO}_3\text{-N}$)의 경우는 5월의 최저치인 6.02 $\mu\text{g-at/l}$ 을 나타냈으나, 대부분의 달에서 약 20.0~38.0 $\mu\text{g-at/l}$ 으로 높은 경향을 나타내었다 (Table 10).

이처럼 실험지의 수질이 일반적으로 알려진 제주도 연안의 수질 보다 좋지 못한 것은 육지에서 유입되는 유입수의 영향과 조류소통이 원활치 못하고 일부 저질이 부식되는 것에 영향을 받는 것으로 판단된다.

Table 11에 나타낸 바와 같이 동 실험장소의 저질을 입도분석하여 본 결과, 실험구와 비교구는 대부분 니질로 구성되어 있었으며, 특히 비교구의 저질은

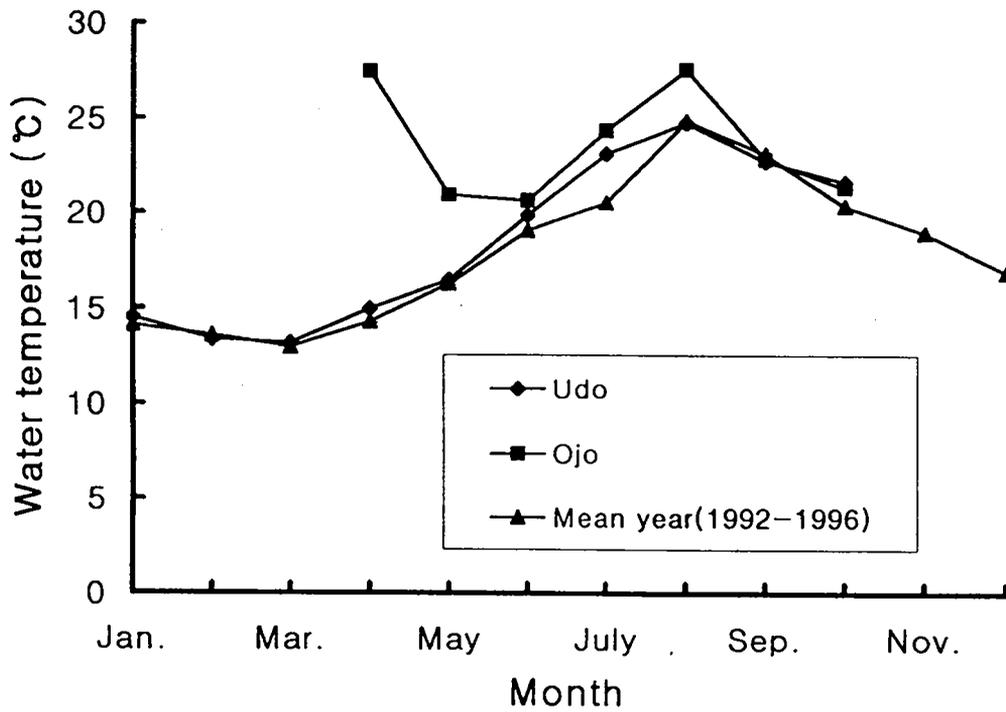


Fig. 37. Monthly variation of seawater temperature in experimental sites for the transplantation of juvenile pen shell.

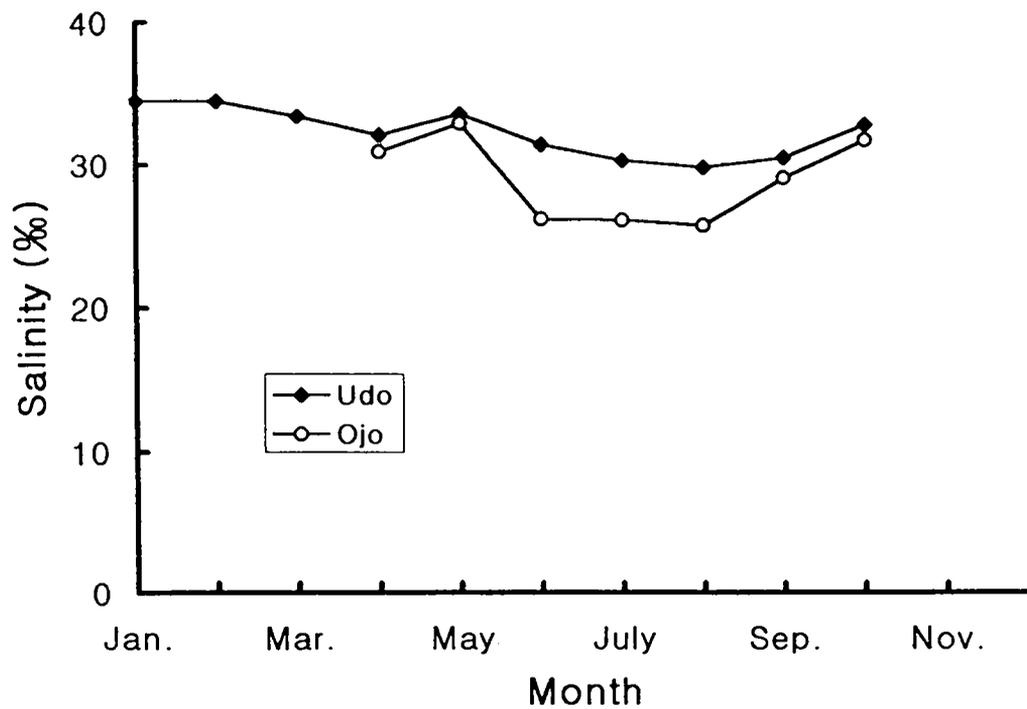


Fig. 38. Monthly variation of seawater salinity in experimental sites for the transplantation of young pen shell.

실험구 보다 니질 점유율이 높게 나타났다.

Table 10. Analysis of seawater in the experimental site at Ojo, Chejudo in 1997

Date	DO (ml/ℓ)	COD (ml/ℓ)	pH	PO ₄ -P (μg-at/ℓ)	NO ₂ -N (μg-at/ℓ)	NO ₃ -N (μg-at/ℓ)
Apr. 26	8.90	0.24	8.51	0.38	0.16	19.25
May 6	6.93	0.76	7.83	0.95	0.44	6.02
Jun. 12	6.42	0.47	8.23	0.55	0.11	25.94
July 14	5.45	0.76	8.25	0.46	0.12	38.24
Aug. 20	5.25	0.84	8.37	0.49	0.16	32.04
Sep. 19	5.06	0.92	8.42	0.72	0.22	28.11
Oct. 13	5.82	0.63	8.09	0.43	0.43	19.24
Average	6.26	0.66	8.24	0.57	0.23	24.12

Table 11. Analysis of sediment particle size in the experimental area

Station	Grain size(mm)					
	>10	2-10	1-2	0.25-0.062	0.062-0.004	<0.062
Experiment	-	-	13.1%	39.7%	11.8%	35.5%
Control	-	-	9.3%	12.3%	24.2%	54.2%

2. 이식실험

가. 득량만어장

1차년도 사업기간 동안 5회에 걸쳐 제주도 법환 및 강정어장에서 자연채묘 하여 전남 득량만 어장에 이식한 치패는 대부분 1개월이 경과되기 이전에 전

량 폐사하였다. 1996년 8월 27일에 이식한 100개체(각장 2.70~10.40cm: 평균 5.31 cm)는 동년 10월 까지 평균각장 7.64 cm까지 성장하였으나, 1996년 11월 이식어장이 훼손되면서 전량 유실 또는 폐사하였다. 이식을 위하여 운반한 치패는 2~3일 가이식 동안에는 폐사가 일어나지 않은 점으로 보아 제주도의 자연채묘어장에서 이식어장까지 원거리 운반이 폐사원인은 아닌 것으로 판단되지만, 자연채묘어장과 이식한 어장의 해양환경적 여건의 차이에 의한 폐사가 주 원인으로 여겨진다. 주 이식어장의 저질은 제주연안 어장과는 달리 매우 부드러운 펄로 이루어져 있었으며 저질 유동에 따라 이식한 각장 5 cm 내외의 치패 대부분이 매몰되어 폐사한 것을 확인하였다. 최(1992)는 득량만 어장의 이식실험에서 각장 219.8~220.2 mm인 키조개를 이용하여 약 11개월간 이식실험을 한 결과, 생존율이 48.6%로 비교적 낮게 나타났다고 보고하고 있으며, 양 등(1995)은 이식실험 시 이식한 개체는 족사를 내어 안착하는데 상당한 시일이 경과된다고 하였는데, 본 실험에서는 각장 약 5 cm의 치패를 이식하여 치패가 저질에 안착되기 전에 지반의 변동으로 인해 대부분 매몰되어 폐사가 일어났다. 따라서 입자가 부드러워 유동이 심한 펄로된 저질에 키조개 이식은 각장 10 cm이상의 대형 치패를 이식하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

나. 제주도 오조어장

(1) 실험구

(가) A 구

1997년 4월 8일 각장 2.1~7.0 cm(평균 4.3 cm)의 키조개 치패 72개체를 이식한 결과, 약 43일이 경과한 5월 21일에는 각장 3.6~8.7 cm(평균 5.94 cm)로 성장하였으며, 6월 19일에는 평균각장이 약 6.14 cm로 거의 직선적으로

성장하였다. 그리고 8월 7일까지 평균각장 7.23 cm로 성장하였으나, 9월 조사 시는 전량이 폐사하였다. 따라서 1997년 4월 8일부터 8월 7일 까지 118일동안 일간 각장의 성장량은 0.25 mm/일로 나타났다.

중량의 변화는 1997년 4월 8일 이식당시 평균 1.91 g이었으나 8월 7일에는 8.40 g으로 체중이 증가하였고, 일간 증중률은 0.07 g/일로 나타났다. 또한 동 실험구의 생존율 변화는 1997년 5월 21일에 약 94.4%가 생존하여 높은 생존율을 보였고, 6월 19일까지는 62미가 생존하여 생존율 약 86.1%내외를 유지하였으나 8월 7일에는 생존율이 34.7%로 급격히 감소한 후, 9월에는 전량 폐사하였다.

(나) B 구

1997년 4월 24일 각장 4.6~7.8 cm(평균 5.9 cm)의 키조개 치패 61개체를 이식한 결과, 약 43일이 경과한 5월 21일에는 각장 4.6~7.8 cm(평균 5.90 cm)로 성장하였으나, 6월 19일에는 평균각장이 약 5.59 cm로 감소하고, 8월 7일에는 평균각장 7.23 cm로 성장하였는데, 6월 19일 측정된 치패의 평균각장 감소는 이식당시 비교적 큰 치패 group이 먼저 폐사하여 평균각장이 감소한 것으로 나타났다. 그 후 93일이 경과하는 8월 7일에는 평균각장 7.23 cm로 성장하였는데, 이때의 평균각장의 증가는 이식된 개체 중 소형개체 group이 성장인 것으로 판단된다. 일간 각장성장은 0.45 mm/일로서 A 구 보다 양호하였으나, A 구 처럼 9월에 들어 전량폐사하였다.

중량의 변화는 1997년 4월 24일 이식당시 0.11~5.49 g(평균 1.52 g)이었으나, 8월 7일에는 이식 후 93일 동안 평균중량 7.34 g으로 성장하여 일간 증중률은 0.08 g/일로서 A 실험구와 유사한 증중률을 보였다. 한편 동 실험구의 생존율의 변화를 보면 이식 후, 65일째인 1997년 6월 19일까지는 68.8%의 생존율을 보였으나 8월에 들면서 A 구와 같이 27.9%로 급격히 감소되는 경향을 보였다.

(다) C 구

1997년 5월 6일 각장 2.4~8.7 cm(평균 4.8 cm), 중량 0.74~11.7 g(평균 2.9 g)의 치패 43개체를 이식한 결과, 약 43일이 경과한 5월 21일에는 각장 4.0~7.4 cm(평균 5.47 cm), 중량 1.71~6.50 g(평균 4.57 g)으로 성장하였으며, 8월 7일에는 평균 각장과 중량은 각각 7.23 cm와 9.65 g으로 성장하였다. 일간 각장성장은 0.34 mm/일로 나타났고, 증중량은 0.10 g/일로 나타났다. 동 실험구의 생존율 역시 1997년 6월 19일까지는 74.4%를 유지하였으나 8월에 들어서 37.2%로서 급격한 감소를 나타내고 있고 9월 들어 역시 전량 폐사하였다.

이처럼 실험구에서 제주도 법환 및 강정어장에서 자연채묘한 키조개 치패를 이용한 실험구의 이식실험에서 8월에 들어 생존율이 27.9~37.2%로의 감소하고 9월에 들어 전량폐사하는 원인은 이상의 3개 실험구(A, B, C구)가 간조시에 노출되는 지역에 있어 여름철 간조시 기온상승 및 태양광에 의한 복사열등의 영향으로 인한 수온 상승과 여름철 집중강우에 의한 육수 유입으로 저염분 현상의 지속 등 환경의 악화에 의한 전량 폐사로 생각된다. 그리고 실험구 주변에서 이식당시에는 전혀 발견 할 수 없었던 파래류가 여름철에 들면서 치패 이식장소를 덮었는데 파래류의 피복은 직사광선을 막아 수온상승을 억제하는 효과도 있었지만 파래류 속에 여러 해적생물의 은폐장소를 제공하여 방패무늬연잎성게, 털탑고둥 등의 식해가 관찰되었다. 또한 이상의 실험구 3개구에 있어서 제주도산 키조개 치패의 평균각장과 중량의 성장은 4월 4.04 cm(1.72 g), 5월 5.77 cm(3.25 g), 6월 5.91 cm(4.00 g), 7월 6.55 cm(5.07 g), 8월 7.49 cm(7.00 g)으로 나타나 각장은 직선적 성장을 보이고 있으며, 중량은 지수곡선적으로 나타났다(Fig. 39, 40, 41).

(라) D 구

전남 득량만산 키조개를 제주도 오조어장의 실험구 중 F 구에 이식한 결과, 이식 당시인 1997년 5월 16일 각장 12.2~16.2 cm(14.94 cm)의 치패는

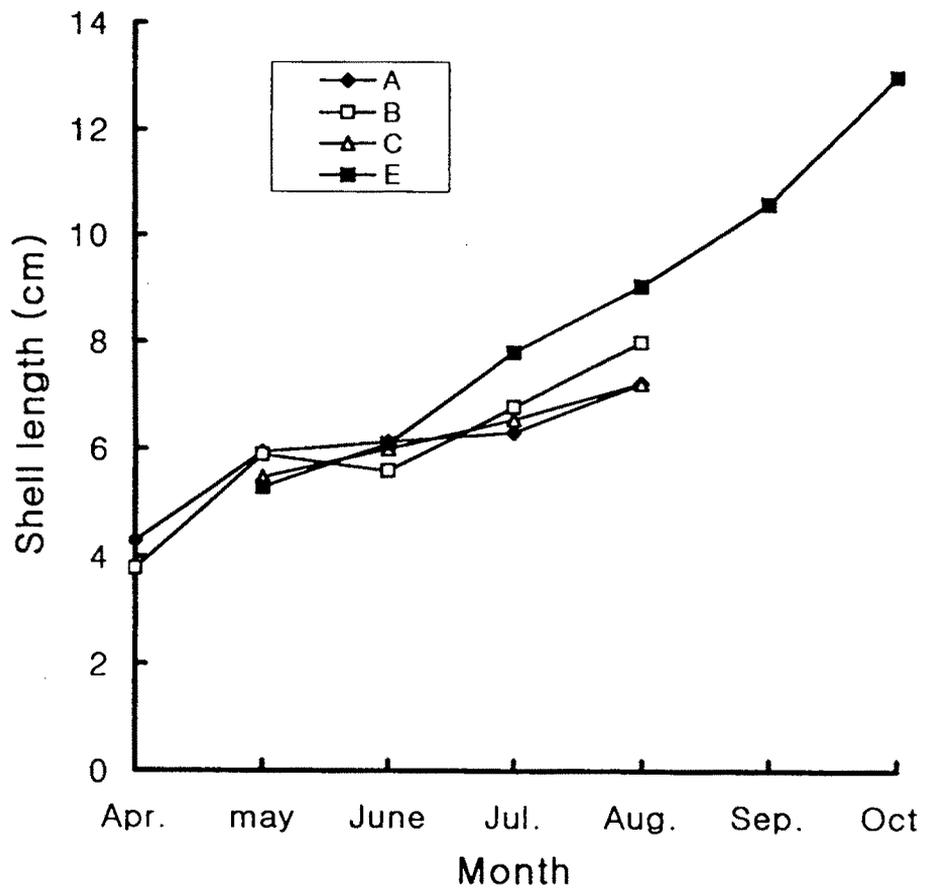


Fig. 39. Monthly variation of shell length of transplanted pen shell according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.

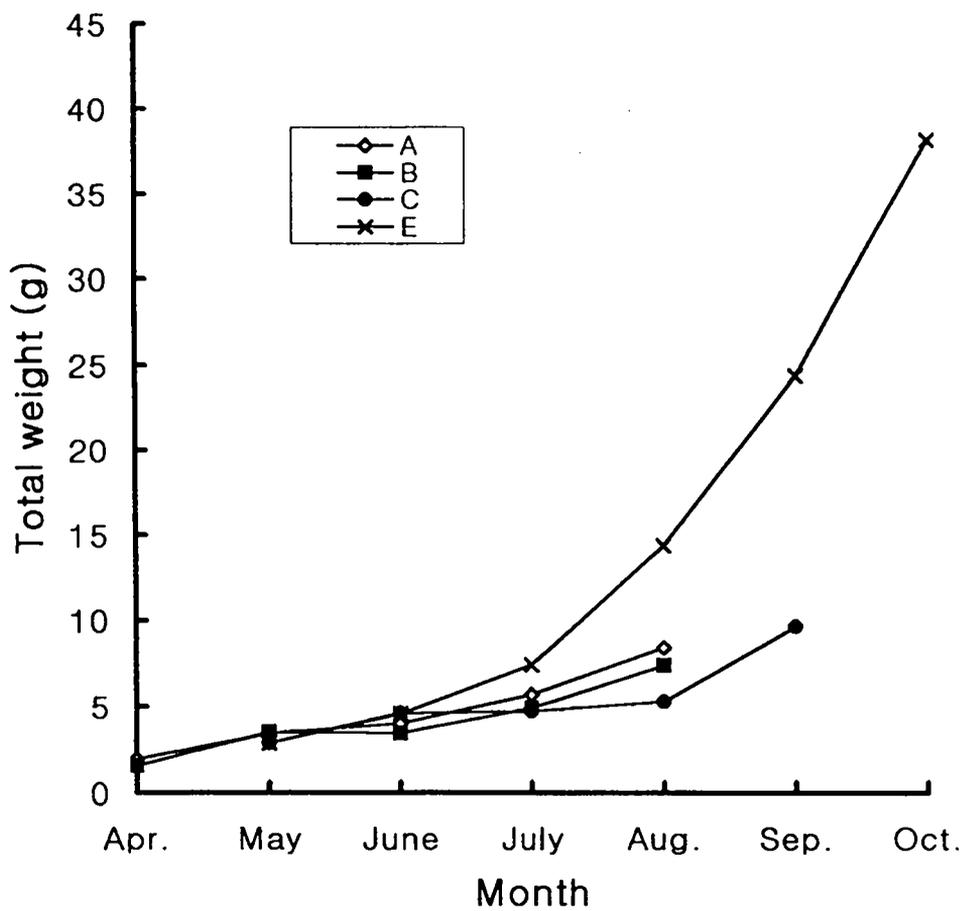


Fig. 40. Monthly variation of total weight of transplanted pen shell according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.

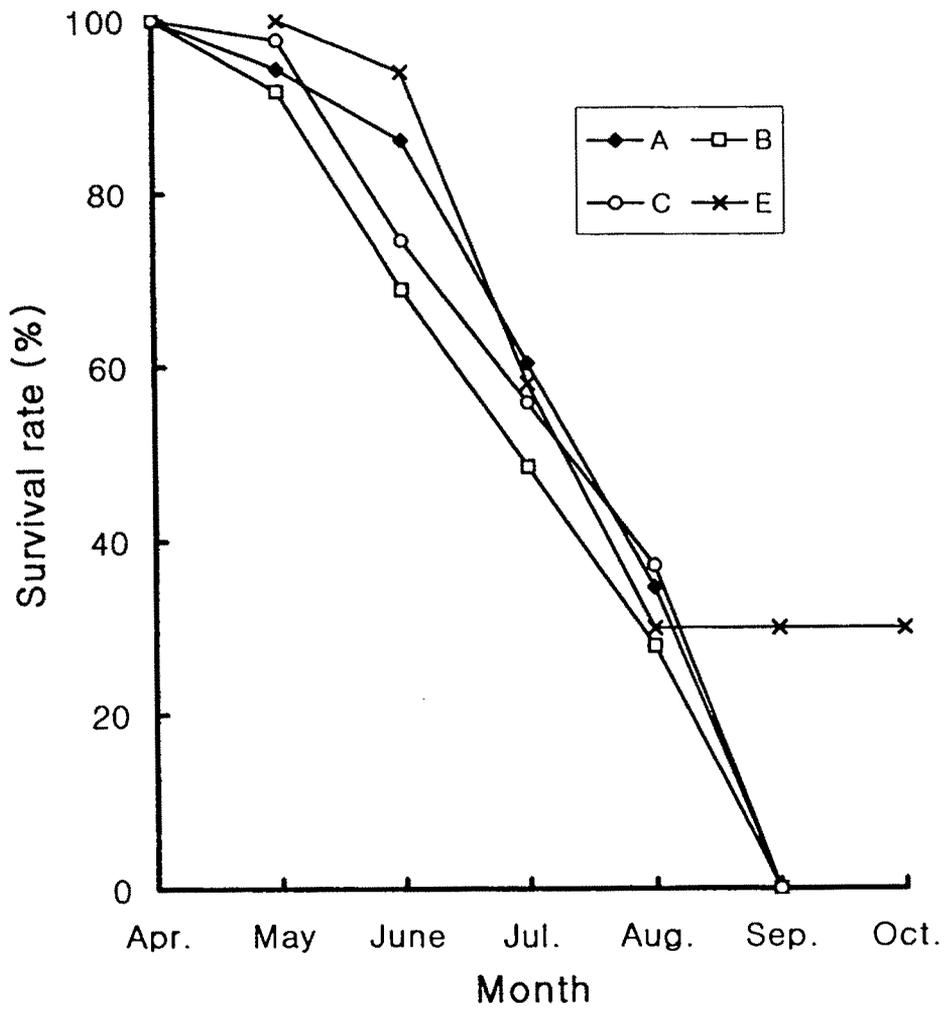


Fig. 41. Monthly variation of survival rates of transplanted pen shell according to the experimental sites in Ojo, Chejudo.

1997년 10월 13일에는 각장 14.0~17.9 cm(15.37 cm)로 성장하여 평균각장 성장량은 2.9%로 매우 낮게 나타났지만, 생존율은 98.0%로서 매우 높게 나타났다. 동 실험장소는 실험구 A, B, C구의 설명에서도 언급하였듯이 간조시 바닥을 드러내는 어장이었음에도 불구하고 생존율은 매우 높게 나타났다.

양등(1995)이 1995년 5월에서 동년 11월까지 남해안에서 각장 약 10~15 cm의 치패를 이식하였을 때 각장 성장량 45.26%에 비하여, 본 실험구에서의 성장량은 남해안에서의 각장 성장량의 약 24.5%수준인 것으로 나타났다. 이는 동 실험지가 간조시에 완전히 노출되어 양 등(1995)의 실험여건과는 해양 환경적 차이도 있지만, 제주도 연안이 남해안 보다는 키조개의 먹이 생물면에서 양적인 차이가 있기 때문에 성장이 저조한 원인이 되었을 것으로 판단된다 (Table 12).

Table 12. Monthly variation of the growth and survival rate of transplanted pen shell on experimental site in Jangheung, 1997

Items	16. May	19. June	7. Aug.	20. Sep.	14. Oct.
Shell length(cm)	9.9~17.7 (14.4)	12.4~16.2 (14.9)	13.7~17.7 (15.2)	14.8~17.7 (16.8)	14.0~17.9 (15.4)
Total weight(g)	21.6~131.6 (69.9)	-	58.3~102.8 (78.7)	63.0~128.3 (83.6)	80.1~147.6 (105.1)
Survival rate(%)	100	100	100	100	98.0

(2) 비교구

(가) E 구

실험구의 A, B, C구는 간조시 노출되는 지역인데 반하여, 동 실험장소는 간

조시에도 노출되지 않는 장소로 1997년 5월 13일 자연채묘된 치패, 각장 2.4~9.8 cm(5.3 cm) 50개체를 이식하였다. 각장의 성장은 제주도산 키조개 치패를 이식한 실험구 A, B, C구와 6월 12일까지는 전반적으로 비슷한 성장을 보였으나, 7월 부터는 실험구의 3개구 보다 현저하게 빠른 성장을 보여 1997년 10월 13일에는 각장 11.3~15.0 cm(13.0 cm)로 성장하였고, 각장 성장량은 이식당시와 비교하여 145%에 이르고 있었다. 일간 성장률은 0.51 mm/일로서 제주도산 키조개의 이식구 중에서 가장 성장이 양호하였다. 생존율은 1997년 7월 14일 까지 58.0%수준이었으나, 1997년 8월 20일에 30.0%로 감소하였고, 10월 13일 까지 생존율은 30%를 유지하였다.

동 실험구에 이식한 제주도산 키조개 치패는 3개 genus로 나타났다. 이들 3개 치패는 이식 당시에는 색깔과 형태적으로 차이가 나타나지 않아 동일종으로 다루었는데, 성장하면서 형태와 색깔에서 뚜렷한 차이가 나타나기 시작하여 동정한 결과 3개 genus로 구분되었다. 이들 3개 genus 중 1개 부류는 남해안의 키조개와 동종인 *Atrina pectinata japonica*였고, 또 다른 것은 *Pinna muricata*로 분류되었고, 1개의 genus는 아직 학명을 밝혀내지 못하고 있는 실정이다. 이들 3개종 중 산업적 가치가 있는 종은 *Atrina pectinata japonica*이다. 한편 *Pinna muricata* 경우는 채묘 후 약 1년이 경과하는 1997년 9월부터 생식소가 주황색을 띠면서 발달되어 있어, *Atrina pectinata japonica*와는 산란기가 다른 생태적 특성을 가지고 있는 것으로 나타났고, 학명 미상의 또 다른 1종에 대한 생태적 특성은 이식기간 동안 조사가 불가능하였는데, 동 실험구에서의 대부분의 폐사는 *Atrina pectinata japonica*를 제외한 종에서 나타났을 뿐만 아니라 학명 미상인 종은 치패때인 1997년 7월 14일 이전에 전량폐사 하였다.

동 구에서의 제주도산 키조개 치패의 패각형태를 통하여 3개 genus의 구성비를 보면 *Atrina pectinata japonica*가 18미로 전체의 36.0%를 차지하고 있었으며, *Pinna muricata*는 22미로 44.0%, 기타 종명 미상인 개체가 10미로

20.0%를 점하고 있었다.

(나) F 구

1997년 5월 16일 전남 득량만산 키조개, *Atrina pectinata japonica*, 각장 9.9~17.7 cm (14.39 cm)치패 총 300개체를 이식한 결과, 10월 14일 현재 각장 14.7~18.3 cm(15.99 cm)로 성장하여 각장의 성장율은 11.1%로 간조시 노출되는 실험구 D 구 보다는 약 5배 정도 높게 나타났다. 그러나 동 구에서는 동일 종을 이식한 실험구 D 구 보다 비교적 폐사가 많이 발생하였으며, 조사 시기별 생존율 변화를 보면, 이식한 300개체는 1997년 6월 12일까지는 거의 전량이 생존하였으나, 7월 14일에는 150개체가 폐사하여 생존율은 50.0%로 급감하였다. 이러한 폐사원인은 하계에 들면서 파래가 번무하여 이식 어장 위를 30 cm가량 덮음으로서 여름철 고수온과 조류소통 불량에 의한 폐사로 추정된다(Table 13).

(3) 실험구와 비교구의 성장비교

제주도 법환의 자연채묘 어장에서 채묘된 *Atrina pectinata japonica* 치패의 실험장소별 각장성장을 종합하여 비교해 보면 비교구 E 구의 각장성장이 가장 좋은 것으로 나타났다. 동 실험에서 실험구와 비교구의 구별은 큰 의미는 없지만 이처럼 비교구에서의 성장이 좋게 나타난 원인분석을 추정해 보면, 치패이식은 비교구 처럼 간조시 수심 2 m이상을 유지하여 기온 상승에 의한 수온상승을 억제할 수 있는 장소에 이식을 한다면 제주도 연안 사니질어장에서의 키조개 이식은 가능할 것으로 판단된다. 그리고 이식기간 동안 각장의 성장량은 남해안 보다 떨어졌지만 남해안산 키조개 치패를 제주도 사니질 어장에 이식, 성공 가능성은 충분히 있는 것으로 여겨진다. 실험어장이었던 오조어장 처럼 광활한 사니질대 어장을 이용한다면 제주도 연안 어업인의 소득 증대에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 13. Monthly variation of the growth and survival rate of transplanted pen shell of the control site in Jangheung, 1997

Items	May 16	June 12	July 14	Aug. 20	Oct. 13
Shell length(cm)	9.9~17.7 (14.4)	14.4~18.8 (15.5)	12.1~16.2 (14.2)	12.3~16.1 (14.2)	14.7~18.3 (16.0)
Total weight(g)	21.6~131.6 (69.9)	-	31.2~94.2 (55.0)	49.5~128.0 (85.7)	80.3~143.4 (77.3)
Survival rate(%)	100	99.3	50.0	50.0	50.0

3. 제주산 키조개 치패의 월별 각장조성 변화

제주도에서 자연채묘하여 이식한 치패의 월별 각장조성 변화를 보면, 평균 각장은 1997년 4월 4.04 cm 였으나, 5월 5.20 cm, 6월 5.95 cm, 7월 7.80 cm, 8월 8.20 cm, 9월 10.63 cm, 10월 13.00 cm로서 9~10월에 들어 급격한 성장을 보이고 있었다. 1997년 4월 이식 당시 각장 4 cm급이 16.5%로서 중심 mode를 이루었으며 동 체급은 mode의 이행으로 보아 5월에 각장 5.5 cm급으로 성장하였다. 6월에는 약 각장 6.0 cm급으로 성장하고 9월 각장 11.5 cm급으로 급격한 성장을 보이고 있어 이식 당시 보다 약 7 cm성장하고 있었다(Fig. 42). 그러나 이식 당시에는 치패를 3개의 genus으로 구분되지 못하여 4월에서 5월까지 각장조성은 3개종의 혼재되어 4월에서 5월 까지는 여러 개의 mode가 나타난 것으로 추정되고, 6월 부터는 이들 3개 genus 중 우리나라 남해안에서 나타나는 것과 동일종인 *Atrina pectinata japonicum*만을 Histogram으로 나타낼 수 있었다. 또한 *Atrina pectinata japonicum*이외의 2개 genus는 7월부터 생식소가 주황색으로 발달하는등 생식 가능한 크기에 도달한 것으로 판단되었고 또한 *Atrina pectinata japonicum*와는 달리 일찍 폐사되는 경향이 있었다.

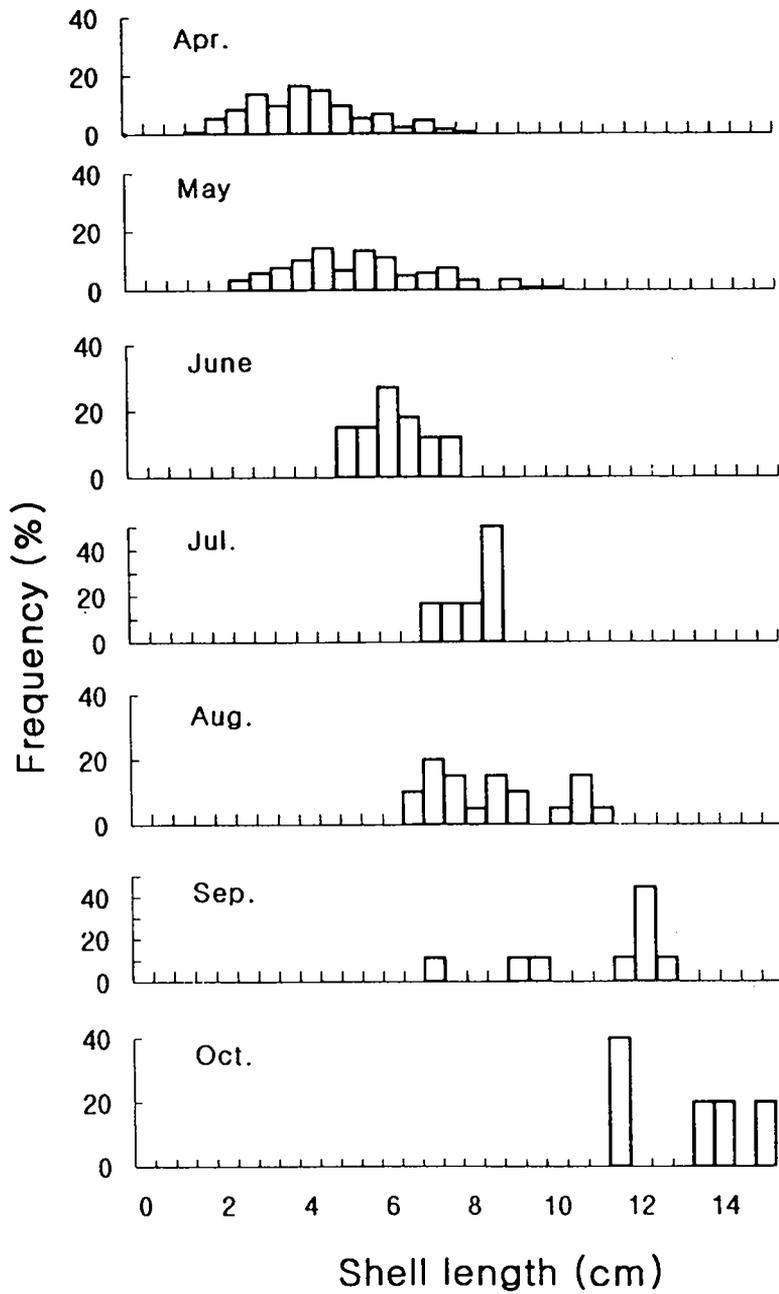


Fig. 42. Monthly frequency distribution of shell length of pen shell in produced Chejudo.

4. 장흥산 키조개 치패의 월별 각장조성 변화

제주도 오조어장에 이식한 전남 장흥산 키조개 치패 (*Atrina pectinata japonicum*) 실험구 2개소(D, F 구)를 종합하여 월별 각장조성의 분포를 보면 1997년 5월 이식 당시 평균각장은 14.39 cm였으나, 6월 15.22 cm까지 성장하였고, 7월에는 평균각장이 14.10 cm로 감소하였고, 8월 이후는 다시 성장하다가 10월에 각장이 재 감소하는 불규칙한 성장을 보인 것으로 나타났다(Fig. 43).

이러한 원인은 이식 개체수가 비교적 많았던 E 실험구에서 주로 나타났는데 수중 sampling조사에서 확인된 바에 의하면 여름철로 접어들면서 파래가 키조개 이식어장을 약 30 cm 가량 덮으면서 산소량이 감소하고, 저질의 부패로 인한 각종 유기물이 증가와 고수온등의 영향으로 폐사가 일어났다. 폐사된 패각을 회수하는 과정에서의 관찰결과에 의하면 대부분 비교적 각장이 큰 개체에서 대부분의 폐사가 일어났으며, 이에 따라 평균각장이 감소한 것으로 판단된다. 그러나 간조시 완전히 노출되는 실험구 F 구에서는 거의 폐사가 일어나지 않았다. 그리고 각장이 큰 개체가 우선 폐사가 일어났는지에 대한 연구는 앞으로 실험기간이 종료되었지만 잔여 치패들을 이용하여 계속적인 연구가 필요한 실정이다.

동 치패의 성장은 약 148일동안 평균 각장 1.66 cm로 성장하여 성장이 저조한 것으로 나타났고 성장량은 11.5%로서 양등(1995)이 남해안연안에서 *Atrina pectinata japonicum* 치패를 이용한 성장량 16.7~45.26% 보다 낮게 나타났다.

5. 제주산 키조개 치패의 형태적 특징

제주도 서귀포시 법환어장에서 자연채묘된 키조개 중 *Atrina pectinata japonicum* 치패의 각장과 각고와의 관계는 Fig. 44에 나타낸 바와 같이 $SL=0.4662SH-0.024$ 의 일차식으로 나타낼 수 있었고, 각장과 중량과의 관계는

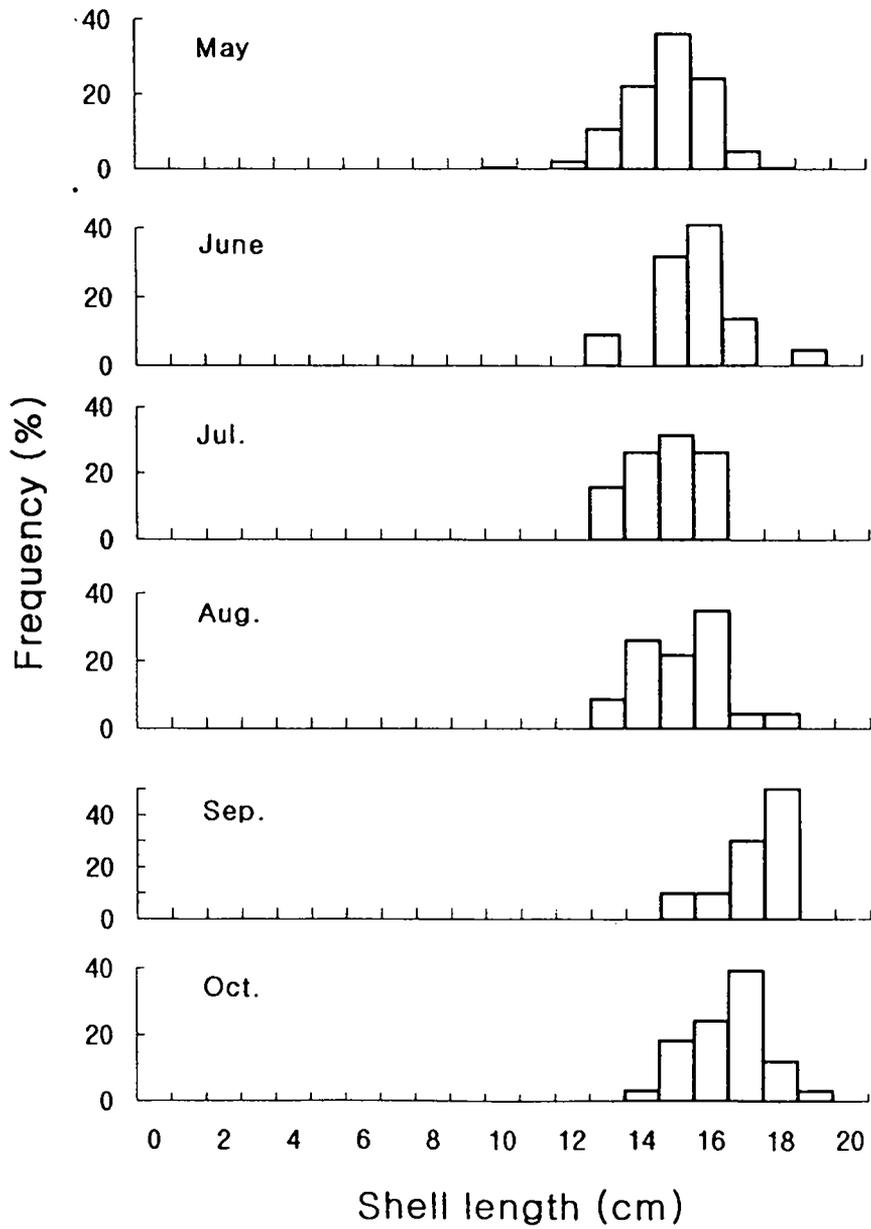


Fig. 43. Monthly frequency distribution of shell length of pen shell in produced Janghung.

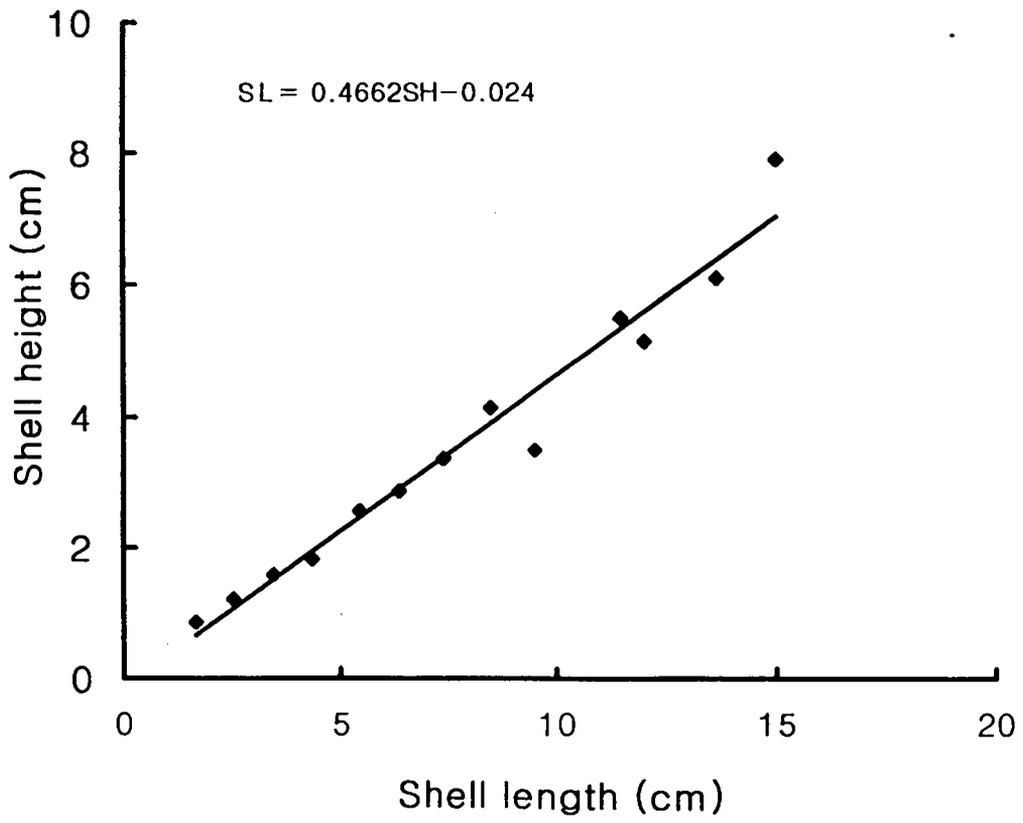


Fig. 44. Relationship between shell length and shell height of the juvenile pen shell.

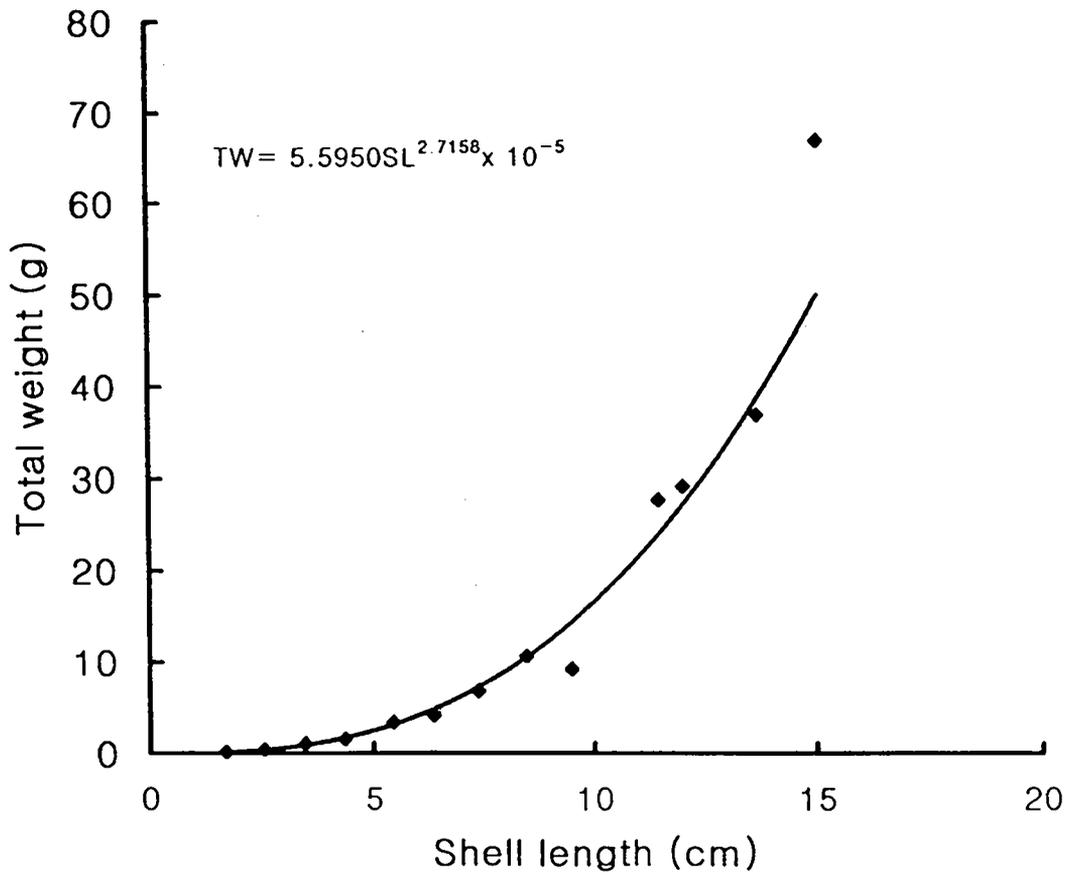


Fig. 45. Relationship between shell length and total weight of the juvenile pen shell.

TW= 5.5950SL^{2.7158}×10⁻⁵의 지수식으로 나타났다(Fig. 45).

또한 각 각장 group별 전중량과 패주중량 구분하여 Table 14와 같이 나타내어 본 결과, 패주중량은 총중량(Total Weight)의 약 4.5~9.4%를 차지하고 있었고, 각장에 따른 패주중량의 구성을 보면 각장 110 mm일 때 0.9 g이었고, 각장 150 mm급 일 때 약 4.1 g으로 증가하고 있었다.

Table 14. Comparison of total weight vs shell length

	Shell length class (mm)					
	100	110	120	130	140	150
TW (g)	20.1	25.3	31.1	36.2	54.0	67.0
AMW*	0.9	1.2	2.8	3.4	3.7	4.1

*: Adductor Muscle Weight(g)

제 4 절 요약

제주도 서귀포 연안의 법환동 자연 채묘어장에서 채묘된 키조개 치패를 등을 이용하여 제주도 오조어장에 이식을 중심으로 한 이식실험 결과는 다음과 같다.

1. 1997년 4월 이식당시 평균 각장 4.3 cm의 키조개 치패의 평균각장은 동년 5월 5.65 cm, 6월 5.96 cm, 7월 6.86 cm, 8월 7.88 cm, 9월 10.60 cm, 10월 13.00 cm로 직선적인 성장을 보이고 있었고, 평균중량은 4월 1.72 g에서 10월 38.14 g으로 지수곡선적 성장을 나타냈다.

2. 간조시 노출되는 실험구와 노출되지 않는 비교구간의 키조개 치패의 각장

성장은 비교구에서 전반적으로 높게 나타났다.

3. 실험구의 생존율은 8월에 들어 3개구 모두 27.9~37.2%로 크게 낮아져 9월에 전량 폐사되었으나, 비교구의 경우는 1997년 10월 현재 약 30%의 생존율을 보이고 있었다.

4. 자연채묘한 치패는 3개 genus로 분류되었으며 산업적 가치가 높은 남해안에 분포하는 것과 동일종인 *Atrina pectinata japonica*가 36.0%를 차지하고 있었고, *Pinna muricata*가 44.0%, 기타 20.0%로 나타났다.

5. *Atrina pectinata japonica*의 각장과 각고와의 관계는 $SL = 0.4662SH - 0.024$ 로 나타났고, 각장과 총중량과의 관계는 $TW = 5.5950SL \times 10^{-5}$ 로 나타났다.

6. *Atrina pectinata japonica*의 패주중량은 총중량의 4.5~9.4%를 차지하고 있었다.

참 고 문 헌

- 金英自·吳熙國·金鎮玉, 1982. 키조개 생태조사. 水振研報., 34, 165~170.
- 金潤·朴美宣·李射東, 1985. 汝自灣 키조개 幼生の 出現時期와 成長. 水振
研報., 55, 165~170.
- 渡邊 一. 1938. 有明海に於るタイラギの養殖について. 養殖會誌 8(4, 5),
39~47.
- 古賀秀昭·山下康夫, 1986. 有明海産タイラギ關する研究-IV. タイラギ關す
るの天然採苗に關する試み(1). 佐賀有明水試報. 10, 1~8.
- 古賀秀昭·申武敬一, 1991. 有明海産タイラギ關する研究-IV. タイラギ關す
るの天然採苗に關する試み(1). 佐有水試研報. 13, 14~19.
- 寶本俊策·大林萬鋪, 1984. タイラギの人工採卵と幼生飼育に關する問題點.
栽培技術., 13(2), 13~27
- 梁文豪·鄭春九·張寅權·金聖淵·盧龍吉·金永種, 1995. 키조개 養殖技術
에 關한 研究. 南海水研事業報告., 139~152.
- 柳晟圭·劉明淑, 1984. 키조개의 養殖開發에 關한 研究(I). 汝自灣産 키조
개의 繁殖生態. 韓水誌., 17(6), 529~535.
- 柳晟奎·朴賢植·柳浩英·康慶浩, 1988. 키조개 採苗의 開發研究. 浮游幼生
의 出現과 附着稚貝의 初期成長. 韓水誌., 21(4), 206~216.
- 鄭成采·許宗秀·文榮鳳·李種寬·宋泉浩·金庚吉, 1986. 키조개의 種苗生
産을 爲한 實驗的 研究. 水振研報., 39, 143~150.
- 崔圭權, 1980. 키조개 크기와 重量과의 相關關係에 關하여. 麗水水專大論文
集, 14, 37~41.
- 崔圭權, 1981. 키조개의 形態變異에 對하여. 麗水水專大論文集, 15, 27~29.
- 島崎大昭·杉原雄二·山下康夫, 1984. タイラギ漁場の形成條件·特に附着
基質に關する研究. 昭和58年度指定調査研究綜合助成事業報告書. 佐

賀縣有明水産試験場., 24p.

農林水産部. 1995. 農林水産統計年報.

Habe, t. 1977. Systematics of mollusca in Japan bivalve and scaphopoda

Hoikusa Pub. Co., Osaka, pp 372

유종생, 1976. 원색패류도감, 일지사, 서울 pp196.

여 백

Plate I

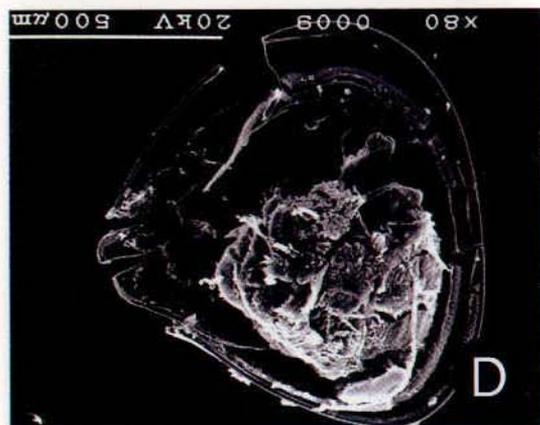
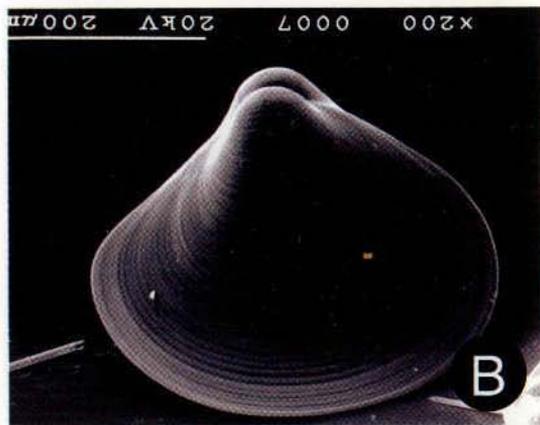
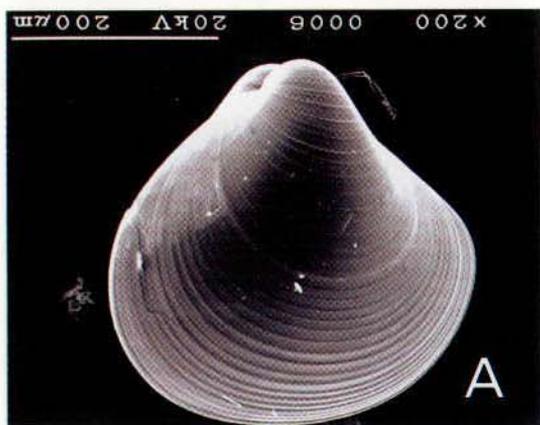


Plate II

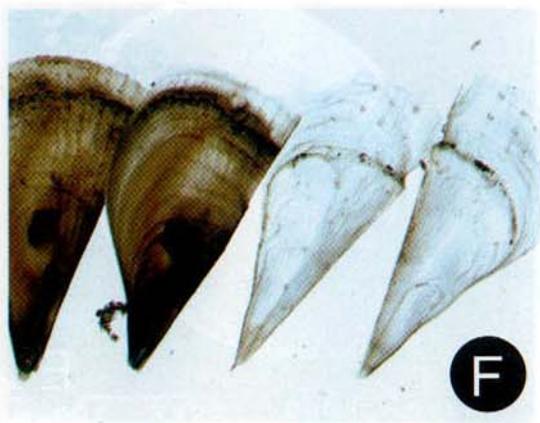
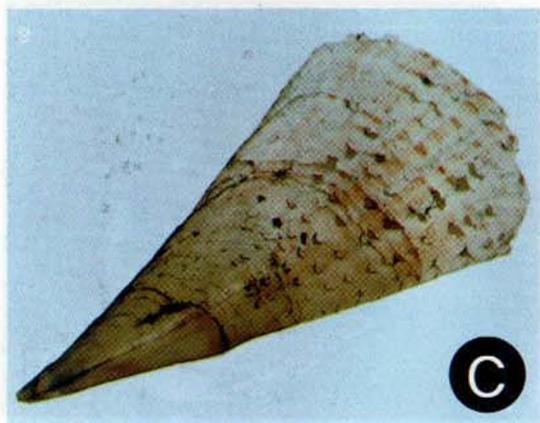
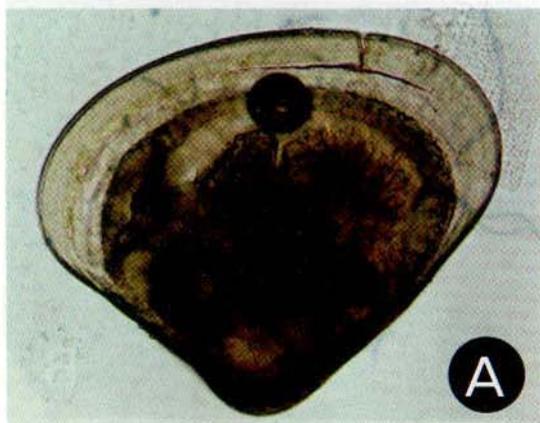


Plate III

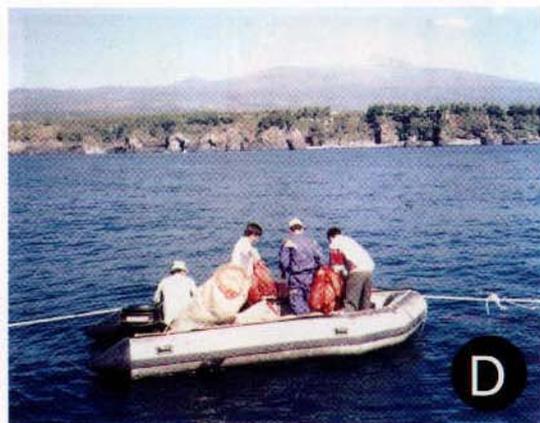
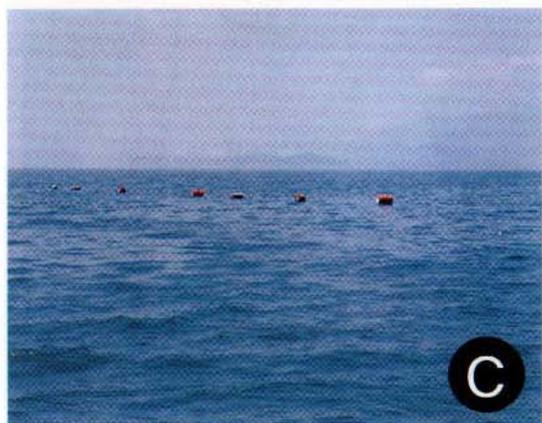


Plate IV

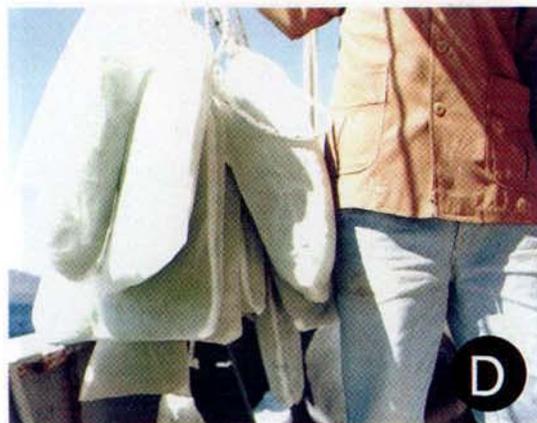


Plate V

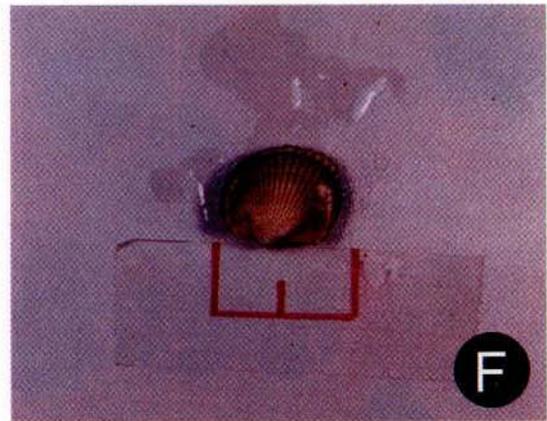
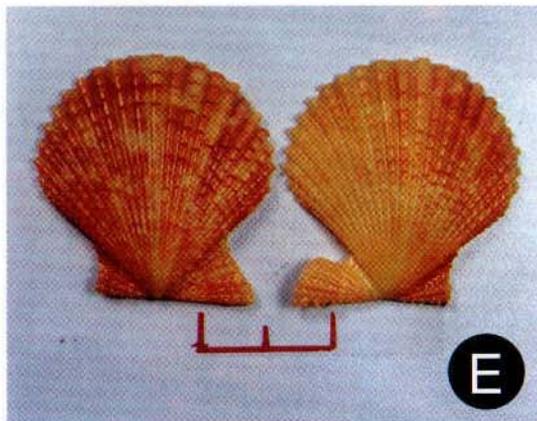
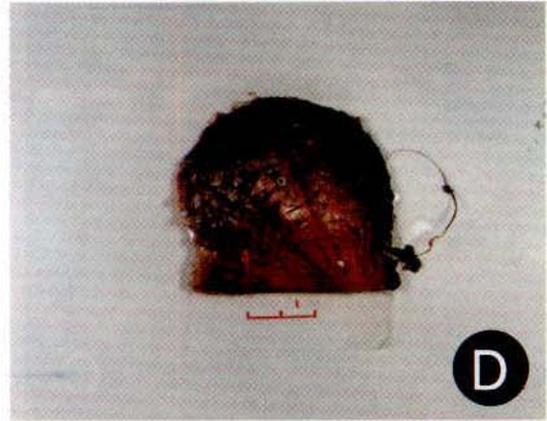
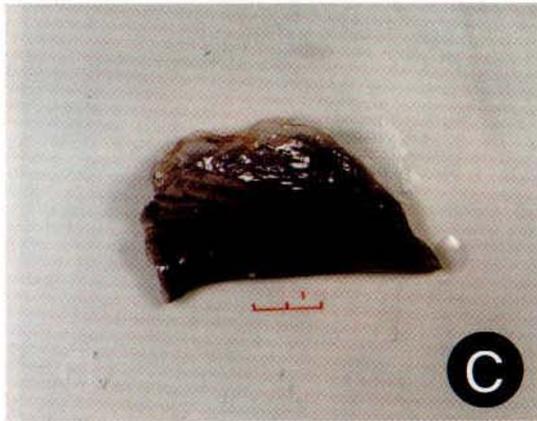
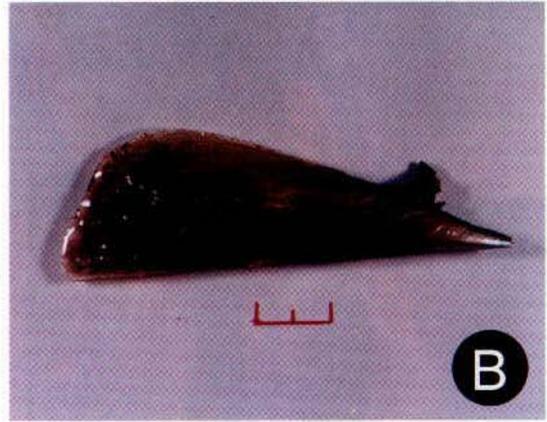
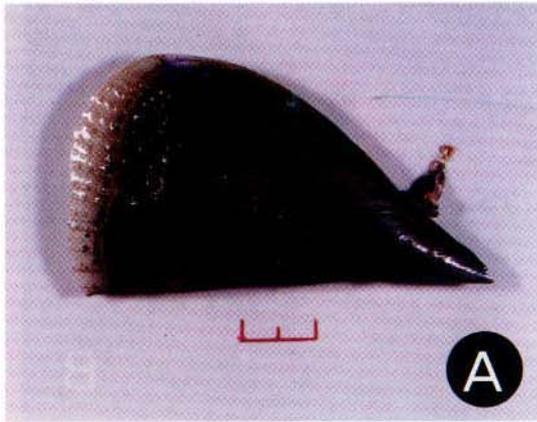


Plate VI

