

제주도산 소라의 치패생산과 양식장 환경조사 연구

Studies on the culture bed and the production of young top shell, *Batillus cornutus* (LIGHT FOOT) in Cheju Do

| | |
|----------|---|
| 주관연구기관 | 제주대학교 |
| 연구책임자 | 변충규 |
| 발행년월 | 1990-02 |
| 주관부처 | 과학기술부 |
| 사업관리기관 | 제주대학교 |
| NDSL URL | http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO200200016101 |
| IP/ID | 14.49.138.138 |
| 이용시간 | 2017/11/03 09:10:42 |

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

국문제목 : 제주도산 소라의 치패생산및 양식장 환경조사 연구

(영문제목) Studies on the culture bed and production of
young top shell, *Batillus Cornutus*(LIGHT FOOT)
in Cheju Do

연구기간 : 1988.3 - 1990.2

연구기관명 : 제주대학교 해양과학대학

연구책임자 : 변 충 규

제 출 문

한국과학재단 이사장 귀하

본 보고서를 제주도산 소라의 치패생산및 양식장 환경조사연구에
관한 연구결과 최종 보고서로 제출합니다.

1990년 2월 20일

연구 기관 : 제주대학교 해양과학대학

연구 책임자 : 변 충 규

연구 원 : 윤 정 수 (제주대학교)

| | | | |
|--|--|-------------|----------------------------|
| <p>연구과제명</p> | <p>제주도산 소라의 치패 생산과 양식장 환경 조사</p> <p>Studies on the culture bed and the production of young top shell, <i>Batillus cornutus</i> (LIGHT FOOT) in Cheju Do.</p> | | |
| <p>연구책임자</p> | <p>소속 : 제주대학교</p> | <p>성명</p> | <p>변 충규</p> |
| <p>연구비</p> | <p>900만원</p> | <p>연구기간</p> | <p>1988년 3월부터 24개월</p> |
| <p><u>연구내용</u></p> <p>제주도의 주요 저서자원인 소라는 연간 약 3,600톤이 생산되어 국내 총 생산량의 절반 이상을 차지하고 있다. 또한 생산된 소라의 대부분은 활 소라로서 일본에 수출되어 연간 약 1,200만\$의 외화를 벌어들임으로서 제주도내에서는 단일 수출 품종으로서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 종사어민의 커다란 소득원이 되고 있다.</p> <p>소라는 전복의 자원감소와 가격 폭등에 따라 근래에 와서 그 중요성이 높게 인식되어 가고 있으나 지속적인 자원관리 대책은 수립되지 않은 채 어획만 강화함으로써 매년 생산증가추세를 보여왔지만 1986년 부터 총생산량이 1,400 톤으로 감소되었으며 일부지역에서는 자원의 감소현상이 현저하게 나타나고 있다.</p> <p>일부 어촌계에서는 자연산 종묘의 구입방류에 의한 자원의 회복을 시도하려고 하고 있지만 이같은 현상은 국내 어느곳에서나 비슷한 실정이기 때문에 종묘의 수입은 거의 불가능한 상태에 놓여 있다. 이와같은 중요성에 비추어 소라에 대한 제반 생태학적 및 환경학적인 연구는 충분치 못한 상태이며 특히 자원관리 및 인위적 양식을 위한 연구는 별로 찾아 볼 수 없다. 특히 최근에는 제주 연안에 기소현상이 나타나고 있어 그 원인 규명이 시급한 실정이다. 따라서 전복등의 주요 패류에서와 마찬가지로 합리적인 자원관리책의 수립시행과 동시에 종묘의 대량방류에 의한 적극적인 자원증강이 요구되고 있는 실정이므로 소라자원의 지속적인 증산을 기하기 위하여 소라 치패 생산, 양식 기술 개발 및 기소현상 원인 규명을 위한 환경 조사 연구가 기급하다고 생각된다.</p> | | | |

FINAL REPORT SUMMARY

| | | | |
|--|---|-----------------------|-----------|
| Project title : Studies on the culture bed and the production of young top shell, <i>Batillus cornutus</i> (LIGHT FOOT) in Cheju Do. | | | |
| Principal Investigator | Name | Organization & Adress | Title |
| | PYEN Choong Kyu | Cheju National Univ. | Professor |
| Duration & Amount of Grant | From March 1988 to Feb. 1990 (9,000,000 won) | | |

Summary of completed project

The production of top shell (*Batillus cornutus* LIGHT FOOT), one of the most important fisheries resources in Cheju Do, was reached around 3600 metric tons per year. This amount was well over half of the whole top shell production in Korea and most of the produced top shell in this province have been exported alive to Japan. The value of export reached 12 million dollars per year and this is actually the highest amount among the single exported items in this province.

Because of this high value, top shell has been over fished recently without proper management of the resources of this species. Therefore, the production in 1986 was decreased down to 1400 metric tons and the sign of decreasing top shell resources has been shown in many areas of this province.

To recover the top shell resources, some fisheries cooperative villages tried to introduce the natural seeds of this species from other villages but none of them was successful since most of fisheries cooperative villages were in the similar situations. Compare to the importance of this species in this province, not many researches about ecological and environmental effects on this species, especially the studies on proper management and culture of this species have been done. Studies on the development of mass seed production techniques of this species are urgently needed since the most fisheries cooperative villages need the seeds to recover top shell resources by introducing them to their fishing grounds.

The development of aquaculture technique of this species is also needed along with making proper resources management plan.

The outbreak of calcareous algae on the substrates in top shell fishing grounds of many fisheries cooperative villages are found recently in this province. The origin of this phenona has to be detected for proper management of top shell resources since these calcareous algae are competitive to other algae which are the main food for top shell.

목 차

1. 서 론
2. 재료 및 방법
3. 결 과
4. 고 찰
5. 요 약
6. 참고문헌

도표 목차

- Fig. 1. Map showing the sampling stations in Sinchang.
- Fig. 2. Map showing the sampling stations in Oongpo.
- Fig. 3. Map showing the sampling stations in Samyang dong.
- Fig. 4. Monthly change of water temperature in Oongpo St.
- Fig. 5. Monthly change of water temperature in Oongpo St.
- Fig. 6. Monthly change of specific gravity in Oongpo St.
- Fig. 7. Monthly Change of specific gravity in Oongpo St.
- Fig. 8. Annual change of precipitation in Cheju city.
- Fig. 9. Shows the fluctuations of water temperature and specific gravity.
- Fig.10. Frequency of shell height, shell width and body weight of young top shell in Sinchang St.
- Fig.11. Frequency of shell height, shell width and body weight of young top shell in Oongpo St.
- Fig.12. Growth comparison of shell height with shell weight in Sinchang St.
- Fig.13. Growth comparison of shell height with shell weight in Oongpo St.
- Fig.14. Relationship between shell width and shell height of young top shell in Sinchang St.
- Fig.15. Relationship between shell weight and shell height of young top shell in Sinchang St.
- Fig.16. Relationship between shell width and shell height of top shell in Oongpo St.
- Fig.17. Relationship between shell weight and shell height of top shell in Oongpo St.
- Fig.18. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.
- Fig.19. Comparison of top shell, *H.pulcherrimus*, *A.crassisipina* and total sea urchin.
- Fig.20. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.
- Fig.21. Comparison of top shell, *H.pulcherrimus*, *A.crassisipina* and total sea urchin.
- Fig.22. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.
- Fig.23. Comparison of top shell, *H.pulcherrimus*, *A.crassisipina* and total sea urchin.
- Fig.24. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.

- Fig.25. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*, *A. crassispina* and total sea urchin.
- Fig.26. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.
- Fig.27. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*, *A. crassispina* and total sea urchin.
- Fig.28. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1 m² of Samyang St.
- Fig.29. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*, *A. crassispina* and total sea urchin.
- * Fig.1. Geological map of coastal area and sampling site.
- * Fig.2. Frequency of daily mean wind speed at Cheju Do in Winter, 1974-1983.

- Table.1. Production of top shell in Cheju Do.
- Table.2. Induced spawning of top shell by the stimulation.
- Table.3. Induced spawning of top shell by the stimulation.
(Flowing after 60 minutes dry)
- Table.4. Growth and survival rate of young top shell.
- Table.5. Catch of young top shell in Sinchang and Oongpo St.
- Table.6. Growing size of young top shell in Sinchang St.
- Table.7. Growing size of young top shell in Oongpo St.
- Table.8. Sampling in Sinchang and Oongpo St.
- Table.9. Catch of top shell and algae in class 1 common fishing grounds of Samyang dong.
- Table.10. Catch of top shell, sea urchin, and algae etc. in Samyang St.
- Table.11. Catch of top shell and algae in class 1 common fishing grounds of Samyang dong.
- Table.12. Distribution of shell fish, algae and other sp. in Sinchang and Oongpo St.
- Table.13. Resistance test on top shell by low specific gravity in high water temperature.
- Table.14. Movement of habitat according to the each size in light intensity.
- * Table.1. Sediment type, textural parameters and total organic matter.
- * Table.2. Monthly precipitation in Cheju Do.
- * Table.3. Seasonal mean values of each items.
- * Table.4. Annual mean values of each items.
- * Table.5. Seasonal mean values of wind velocity, precipitation and TSS.

ABSTRACT

In order to improve top shell seed production techniques spawning and larvae rearing were done in rearing tanks. Also, growing investigation of young top shell were practiced in the nursing ground.

It was observed that relationship of between top shell and algae in the top shell culture ground.

The result of these experiments are as follows;

For induced spawning, top shells were maintained in still water during night time. Then they were treated with ultra violet irradiated sea water after dried up in air for 60 minutes. Spawning rate were 10 to 39.77%.

It was found that young top shells moved in the growing grounds from nursing grounds when its size reached approximately 30-40mm in shell height.

Among main food algae for top shell in the natural growing grounds, sea mustard were melted away during june. Therefore, presence of another food algae such as *Ecklonia cava* or *Sargassum* spp. seems to be the main limiting factor for survival of top shell during summer.

The tolerance of low density for top shells, ranged from 30mm to 60mm, were tested at the temperature between 29.5 and 31.4°C. Hundred percent mortality occurred in 20, 55 and 90 hours after first stocking at the specific gravity of 1.010, 1.015, and 1.020, respectively.

This environmental study was conducted to understand the variation characteristics of suspended solid surrounding the Cheju Do. Water sampling was carried out at the 22 station from March, 1988 to November, 1989.

Analyzed or observed items was sea water temperature, salinity, TS, TDS, TSS, VSS, FSS and also the relationships between wind velocity, precipitation and TSS were investigated.

It is found that the sea water temperature shows a 12.3 - 25.8°C and the annual mean values of salinity are 32.2‰ during the studied period. TS and TDS are firmly related with the variation of salinity, thus high in spring and low in summer.

The annual mean values of TSS in 6.3(3.7 - 9.0mg/l)mg/l, the highest in February 7.73(5.12 - 10.53mg/l)mg/l and lowest in September 4.73(2.74 - 7.31 mg/l)mg/l. The annual mean values of VSS 1.8mg/l, it's high in July(av.2.03 mg/l)and low in September(av.1.42mg/l).

The annual mean values of VSS/TSS ratio 30.6(22.8 - 52.5%)%, which are not high level compared with those of polluted sea areas. This ratio is high in summer(av.34.17%) and low in winter(av.24.2%).

TSS concentration is primarily subjected to the freshwater discharge and the tidal range and also related to the resuspension of bottom sediments by the action of wind force or wind waves. The dilution rate is strongly subjected to the seasonal variation of the freshwater discharge, therefore, TSS concentration shows low in summer and high in winter.

1. 서론

소라속(*Batillus* sp.)은 태평양, 인도양, 대서양 등의 온대해안으로부터 열대해안에 걸쳐 광범위하게 분포하고 있으나 그 중 *Batillus cornutus*종은 우리나라 동해 남부와 남해안 및 제주도 연안 일대에 서식하며 일본국 연안의 난류영향 연안과 중국의 황해연안 등지의 암초성해안에 서식하고 있으며 전복류와 더불어 매우 중요한 정착성 패류이다.

제주도산 소라는 Table 1과 같이 1976년까지는 2,000M/T내외의 생산이었으나 1982년부터는 3,000M/T이상으로 증산되었고 1983년에는 4,000M/T으로 과다 어획된 후 1986년에는 1,400M/T, 1987년에는 849M/T, 1988년은 550M/T으로 감산되고 있어 그 원인규명과 증산대책이 시급한 실정이다.

우리나라 소라의 종묘생산에 관한 연구는 노(1976)와 노, 변(1986)의 보고서가 있으나 아직도 그 기초적기술은 확립되어 있지 않다. 또한 소라에 대한 생태학적 및 환경변화에 따른 제 연구도 미비하여 급격한 감산에 따른 확실한 원인규명에 관한 연구도 미흡하다.

이번에는 인공종묘생산의 기초적 실험과 양식장내에 공서하고 있는 주요 해조류와 성계류와의 관계를 조사하고 천연의 종묘장내의 소라 서식상과 제 서식장의 환경을 조사연구함으로써 보다 합리적인 증산방법을 규명하고자 하였다.

환경조사; 제주도 주변해역은 서로 다른 특성을 갖는 대마난류, 황해난류, 황해냉수, 중국대륙연안수, 혼합수, 제주도연안수 등 여러가지 이질 수괴가 복잡한 양상으로 나타나 해황의 계절적인 변화가 심할 뿐 아니라 화산지형으로 이루어진 해안선 부근에서는 용천수가 곳곳에 분포하며 강우기에는 다량의 육수유입과 특이한 바람 등에 의해 제주도 연안에 접근한 외해수는 천해역에서 크게 변질되어 제주도 특유의 연안수를 형성한다(고외, 1987).

해안선을 따라 화산성 용암대지와 심한 굴곡의 암석돌출부가 넓게 분포하고 있는 제주 천해역은 흑조수계를 바탕으로한 난류수역권내에 연중 속하고 있으며 인위적 오염이 또한 배제되어 청정상태가 유지되고 있는 고유연안수에 의해 지배되고 있어 소라, 전복 및 어류의 서식지로 알려져왔다.

그러나, 최근에는 공업화 정책에 따라 연안역부근이 적절히 개발되어 양식장과 기타 공장들이 배치되는 등 해안선 주변이용이 증가하기 시작했고 이에따라 주변해역환경이 변해갈 것으로 예상된다.

본 연구에서는 1988년 3월 부터 1989년 12월까지 매월에 걸쳐 제주도 해안선 주변해역 생태계의 제 과정에 주요변수로 작용할 수 있는 수온-염분 등 해수특성과 연안지질 및 부유물질의 농도변화와 이에 영향을 주는 것으로 판단되는 담수의 유입, 바람 등과의 상호관계를 밝혔다.

수중에 부유물질이 많으면 광투과율이 떨어지고 그에 따라 광합성도 떨어져서 생태계가 심각하게 영향을 받는다. 특히 조개나 소라와 같은 저서생물들은 여과성 섭이자이므로 부유물질 입자들이 수중에 다량으로 존재하는 경우, 이들 생물의 여과기능 및 호흡기능에 장애를 초래하게 됨은 물론, 다량의 부유물질들이 갑자기 해저면에 침전, 퇴적되는 경우에는 생물들이 질식할 우려도 있다.

제주도 연안해역 전체에 대한 생태계에 관한 영향이나 수질오염요소로서 부유물질에 대한 조사가 종합적으로 이루어진 경우는 없었다.

따라서 본 연구에서는 제주도 연안해역 22개 관측점에서 1년 9개월에 걸쳐 매일 부유물질의 양과 그 성분을 조사하였다. 또한 부유물질의 농도변화와 이에 영향을 주는 것으로 판단되는 강수량에 따른 담수의 유입과 바람의 특성도 밝혔다.

자료정리에 협조하여준 제주대학교 대학원 재학중인 조 우현, 김 경민, 홍 영자, 강 순석 학생에게 사의를 표하는 바이다.

2. 재료 및 방법

소라의 산란용 모패는 한림, 옹포, 서귀포지선에서 수집된 각고 70mm - 108mm되는 것을 선별하여 FRP 수조(1 x 2.5 x 0.7m)에서 사육하면서 재료에 공하였다.

산란유발자극은 산란유발전일 오후 18:00부터 다음날 아침 07:00까지 사육해수를 지수상태로 둔 후 자외선조사(30W x 4대)해수를 5-10 l/min 유수하거나 (Table 2) 07:00이후에 60분간 건조시킨후 자외선조사해수를 5-10 l/min 유수토록 하였다 (Table 3). 산란유발에 사용된 모패수는 531미로서 수정란은 여과해수로 3-4회 세란후 부화조에 수용 사육관리하였다.

부착치패의 성장과 생산율조사에 있어서는 8월12일부터 11월25일까지 채집된 치패는 실내 FRP 사각수조(1 x 2.5 x 0.7m)에서 채묘기에 15매씩을 조립하여 수면에서 5-10cm 정도로 수하시켜 5-20 l/min 되게 유수, 사육하였다.

종패는 망목 0.15-1mm 그물망으로 걸러서 폐사개체를 계수하였다. 그리고 소라의 치패발생장내의 소라생육상태를 파악하기 위하여 Fig.1,2와 같이 신창 및 옹포지선에서 조사를 실시하였다. 소라의 치패발생장은 약1시간 내지 2시간 노출되는 암초상에 부착성 해조류가 번무하는 곳에서만 생존 성장하여 2년경과후부터는 점차 심소로 이동하므로 비지역의 치패와 소라양식장의 성장패에 대하여도 조사를 실시하였다. 그리고 제주시 삼양동 제1종 공동어장내 (Fig.3)의 수심 2-3m에서 15m 범위가 되는 조사지점에서 1m x 1m의 Quadrat 내의 서식생물을 채집하여 소라서식량에 따른 성계류와 해조류와의 상호서식관계를 조사하였다.

환경조사: * Fig.1에 표시되어 있는 제주도 해안선 주변 22개 정점에서 1988년 3월 부터 1989년 12월까지 매월 1회 항구주변 표층에서 채수 하였다. 각 조사 항목별 측정 또는 분석 방법은 다음과 같다.

- A) 수온: 봉상 수온계로 현장에서 측정(°C).
- B) 염분: 실험실에서 Salinometer 로 측정 (%).
- C) 총 고형물질(Total Solid : TS); 시료수를 105°C 로 항온 건조시켜 Direct Reading Analytical Balance (Ohyo Jupiter SD 160)로 측정 (mg/l).
- D) 총 부유물질(Total Suspended Solid; TSS); glass fiber filter(0.45µm)를 사용하여 시료수를 여과 한 후 105 °C 에서 1시간 이상 건조시켜 함량을 구함(mg/l).
- E) 휘발성 부유물질(Volatile Suspended Solid; VSS); glass fiber filter를 사용하여 시료수를 여과한 후 550°C 에서 15-20분간 태워 중량차를 구함(mg/l).
- F) 총 부유물질중 잔류물질(Fixed Suspended Solid; FSS); 총 부유물질과 휘발성 부유물질의 차로써 구함(mg/l).
- G) 총 용존성 잔류물질(Total Dissolved Solid; TDS); 총 고형물질과 총 부유물질의 차로써 구함(mg/l).

부유물질 농도변화에 영향을 미치는 것으로 판단되는 풍속과 강수량등도 자료를 수집 분석하였다.

3. 결 과

수산진흥원 옹포종묘배양장에서 측정한 1984년과 1985년의 월별수온은 Fig.4와 같이 2월에 약 10°C까지 하강하였으며 7-8월에 약 26.5°C로 상승하였다. 1987년과 1988년에는 Fig.5와 같이 2월에 약 11.5°C내외로 하강하였고 8월경에는 약 28°C로 상승하였다.

1984년과 1985년의 월별비중은 Fig.6과 같이 7월과 8월에 1.023-1.024의 범위까지 저하되었으며 1987년과 1988년에는 Fig.7과 같이 8월에 약 1.023까지 저하되었으며 대체로 1.024-1.026의 범위였다.

제주도 측후소에서 측정한 강우량은 Fig.8과 같으며 1985년의 693.9mm와 1987년의 586.3mm가 많은 강우량을 나타내고 있다. 강우량이 많은 경우 하수도등의 오염물질과 오니등이 동시에 대량유입됨으로서 피해요인이 되고있다.

6월4일부터 7월5일까지 비교적 양호한 경우의 산란반응율을 보면 Table 2와 같으며 모패 282미 중 산란개체수는 암컷 15미 숫컷 38미가 산란방정하였으며 반응율은 18.79%였다.

실험기간의 수온과 비중범위는 Fig.9와 같이 15-27°C와 1.023-1.026이었다. 또한 1988년 6월5일부터 8월17일까지 249미로서 57회의 산란 유발 자극을 실시하여 얻어진 결과는 Table 3 과 같으며 산란미수는 암컷이 28미 숫컷이 59미였고 반응율은 38.96%였다.

초기부착치패의 성장과 생존율에 있어서는 Table 4와 같으며 7월30일 채묘하여 118일간 사육한 크기는 각경 1.88mm(± 0.49)이며 생존율은 26.7%였다.

한경면 신창, 한림읍 옹포지선의 소라치패 서식장에서의 채집수와 성장상태는 Table 5,6,7및 Fig.10,11과 같다. 신창지선에서 100m² 범위내에서 3회에 걸쳐 878미(m²당 8.7미)를 채집하였다. 치패크기는 각고범위 22-69mm 각폭범위 15-51mm 체중범위는 3 -83g 으로서 각고범위는 40-44mm, 각폭범위는 21-44mm 체중범위는 10-55g의 것이 많은 편이었다.

옹포지선에서의 약 60m²범위내의 치패발생장에서 5회에 걸쳐 채집한 개체수는 302미(m²당 5.0미)로서 각고범위는 10-70mm, 각폭범위는 5-50mm, 체중범위는 0.5-55g 이었다. 그 중 각고범위는 10.0-54.0mm의 것이 고르게 많은 편이었다.

대체로 각고범위 10-54mm까지는 큰 차를 볼 수 없었고 60mm이상의 것은 1미에 지나지 않았다.

신창및 옹포지선의 소라양식장에서 채집한 소라의 크기는 Table 8과 같으며 각고범위는 대체로 30-69mm 범위였다. 그리고 채집시기와 장소에 따른 성장차를 보면 Fig.12,13 과 같으며 신창에서는 6월 16일에 채집한 치패의 각고범위는 20-65mm 범위였고 그 중 35-45mm 의 것이 peak를 나타냈다가 약 3개월후에는 45-65mm의 것으로 성장차를 나타내고 있다.

이들은 다시 성장함에 따라 깊은곳으로 이동하는 것으로 보이며 이때의 크기는 55-65mm로 옮겨지며 이는 다시 60-80mm 로 성장되고 있다.

이러한 경향은 체중에 있어서도 비슷한 경향을 나타내고 있다.

용포지선에 있어서도 9월의 각고범위 10-60mm의 크기 중 10월에는 15-60mm로 약간의 성장차를 보이고 있으며 45-60mm쪽의 것이 많아지고 양식장의 것은 30-70mm로 그 중 깊은 곳에서는 40 - 75 mm 까지 커져가고 있다. 체중에 있어서도 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다.

신창지선의 치폐발생장과 인근양식장에서 채집한 소라의 각고 대 각쪽에 대한 관계식은 Fig.14와 같이 $SW = 0.9713 SH - 13.602$ 로 표시되었고 또한 각고 대 체중의 관계식은 Fig.15와 같이 $SW = 1.6908 SH^{2.4790} \times 100^{-3}$ 으로 표시되었다.

용포지선의 양식장에서 채집된 75미의 각고 대 각쪽에 대한 관계식은 Fig.16과 같이 $SW = 0.6293 SH + 3.0683$ 으로 표시되었고 각고 대 체중에 대한 관계식은 Fig.17과 같이 $SW = 2.103 SH^{2.4743} \times 10^{-3}$ 으로 표시되어 각 관계식은 대체로 비슷한 경향을 나타내었다.

* 소라와 성계류 및 해조류의 서식량 조사;

1989년 7월에 조사한 제주시 삼양동 발전소앞 소라 서식장에서의 7개 sub st. 중 1 m² 내에서 채집된 유용생물분포상은 Table 9와 같으며 소라의 채집수는 2미인데 비하여 말뚝성계 4미, 보라성계 24미였다. 감태는 5156g, 큰잎모자반 965g, 톱니모자반 17g, 우뚝가사리 979g, 기타해조류 620g으로서 미역과 기타 해조류서식량도 적은 편이었다.

소라양식장내에서 1981년에 조사된 st.6개소에서 채집된 유용생물조사자료로서 소라와 성계 및 해조류에 대한 상호간의 관계에 대하여 비교 검토해 보면 Table 10,11과 같다.

소라 개체수는 1,019미였고 성계류는 말뚝성계 1,622미, 보라성계 2,353미였고 소라 서식개체수보다 성계류는 약 3배, 소라 1개체당 미역 972g, 기타 해조류 107.5g으로서 미역이 4월경 부터 고사하여도 소라 1개체당 107.5g의 해조류가 서식하는 셈이된다.

미역은 대체로 12월경에 유체가 암반에 부착하여 성장한 후 익년 4월내지 5월경 부터는 점차 수온이 상승함에 따라 고사하게 되며 그 이후는 감태, 모자반 등 기타 해조류가 주먹이가 되고있는 셈이다.

소라 치폐서식장에서 성계류와 해조류와의 상호관계를 살펴보기 위하여 Fig.18-23과 같이 station별로 비교 검토하였다.

St.1에서의 소라 개체수와 성계의 개체수는 말뚝성계와 보라성계 공히 St.1, sub st.1,2에서 집중적으로 서식하고 있고 말뚝성계나 보라성계가 공히 소라 서식량보다 많은 편이며 성계의 서식량은 소라서식량보다 현저하게 많은 편이다.

St.2에서는 소라개체수보다 말뚝성계, 보라성계가 공히 많은 편이며 sub st.5,9,14,21에서는 서식량이 과다한것 같다.

St.3에서는 sub st.1에서 소라와 성계의 서식량이 비슷하며 sub st.마다 비슷한 서식량을 나타내고 있다.

St.4에서는 sub st.마다 소라개체수보다 말뚝성계와 보라성계의 서식량이 약간씩 많은 편이었다.

St.5역시 소라개체수에 비하여 성게서식량이 많은 편이며 St.6에서도 전자와 비슷하였다.

소라의 분포량에 대하여 미역과 기타 해조류 서식량과의 관계를 검토해 보면 Fig .24 - 29와 같다.

St.1에서는 소라가 sub st.1-4까지가 10-34개로 비교적 서식량이 많은데 비하여 미역은 sub st.5,6,7,2,4,3,1의 순으로 분포하며 기타 해조류는 sub st.8-15쪽으로 분포하고 있다.

St.2에서는 전반적으로 소라,미역,기타 해조류가 고르게 분포하고 있으며, St.3에서는 소라량에 비하여 미역과 해조류가 고르게 분포하나 sub st.1,2에서는 소라량에 비하여 미역과 해조류가 소량 서식하는 편이며 미역이 고사되는 4-5월부터는 sub st.6 이심쪽으로 이동할 것으로 추측된다.

St.4에서는 소라분포량에 대한 미역과 기타 해조류의 분포가 비교적 고른 편이다 . St.5에서는 소라가 sub st.1-5쪽보다 sub st.7-15쪽으로 다량분포하며 미역은 sub st.7-14에 고르게 분포하나 기타 해조류는 sub st.8-15까지 분포하지 않으므로 미역이 고사하는 4-5월 이후에는 타서식처로 이동해 갈 것으로 추측된다. St.6에서는 소라와 미역과 기타 해조류가 비교적 고른 편이다.

소라 1미당 해조류량은 미역 97.2g, 감태 41.7g, 큰잎모자반 28.3g, 톱니모자반 22.3g,기타해조류 19.0g이었다.

신창, 용포지선내의 패조류 및 기타 생물의 분포는 Table 12와 같다.

* 소라의 수온 엄분 내성;

소라의 각고별 고수온하에서의 저비중별 폐사영향 시험에 있어서는 Table 13과 같이 수온 29.5 - 31.4℃ 범위에서는 대체로 소라 각고 30mm이하, 30-60mm, 60mm 이상의크기가 공히 비중 1.010에서는 20시간만에 폐사하였고, 비중 1.015에서는 5시간만에, 비중 1.020에서는 90시간만에 폐사되었으며, 수온 27.6-29.1℃ 범위에서 30mm이하, 30-60mm, 60mm이상의 크기가 공히 1.010비중에서는 45시간만에 거의가 폐사되었고, 비중 1.015에서도 거의 70시간만에 폐사되었다. 비중 1.020범위에서는 90시간이 경과하여도 전량이 생존하였으며 비중 1.025의 대조구와도 별 차이를 나타내지않았다.

* 조도에 따른 소라 크기별 서식처 이동;

조도에 따른 소라 크기별 이동상황을 조사하기 위하여 수조내의 쉘타와 저면에 먹이별로 15:00시부터 익일 13:00시까지 추적한 바 Table 14와 같이 19:00시부터 이동이 시작되었고 23:00시에는 전개체가 쉘타에서 먹이를 찾아서 이동하였으며 그 이후 다시 05:00시부터는 먹이로 부터 이탈하기 시작하였고 09:00시에는 거의 섭이활동이 중지되었다.

4. 고 찰

제주도산 소라의 산란기에 대하여는 수온이 20°C전후로 상승하는 6월부터 시작하여 20°C이하로 하강하는 10월까지 지속되며 산란성기는 7월중순부터 9월중순으로 보고되고있다. 또한 8월과 9월의 수온 24.8 - 26.7°C범위가 산란적기로도 보고되고 있으며 일본국에서 網尾(1956)는 생식선이 5-8월경에 현저하게 발달하며 다량의 생식소가 장기간에 걸쳐서 여러차례 산란이 이루어지는 것으로 추정하고있다. 또한 阿井(1964), 野中(1968)는 7월 중순 이후의 연안수온이 20 - 25°C로 급상승하는 시기와 일치하였다고 하였으며 市川(1983)은 25.2 - 33.5°C의 수온자극하에서 翠川(1984)은 21.4 - 26.7°C에서 각각 양호한 산란유발결과를 얻고있다.

이번에 실시한 야간지수와 간출후의 자외선조사해수 유수방법에서 암컷 15미 숫컷 38미가 산란, 방정하여 18.79%의 반응율에 지나지 않았으나 일본국의 二島(1986), 市川(1983)등과 盧, 卞(1986)이 실시한 야간지수후 자외선조사해수만을 유수시키는 방법에 있어서 비교적 양호한 경우를 보면 암컷 약 40.0%, 숫컷 약 60.0%정도였으며 구태여 간출자극이 필요하지 않는 것으로 나타나고 있으며 산란적기의 성숙된 모패의 선별에 의한 반응율이 보다 양호할 것으로 보였다.

부착후의 성장에 있어서는 28일까지의 초기성장은 市川(1983)의 0.67mm 角田 等(1983)의 0.7 ± 0.1 mm와는 비슷한 편이었다. 부착후 60일째의 성장에서도 二島(1984)의 0.95 - 1.02mm에 비하여 빠른편이나 92일째의 성장은 평균 2.55 ± 0.53 mm로서 盧(1976)의 0.67 - 3.15mm에 비하여 약간 늦어지는 편이었다. 이러한 원인은 전기한 二島, 市川, 盧(1976)등에 의하면 수온의 저온과 초기먹이생물의 조건등에 영향이 있는 것으로 보고되고 있다.

그밖의 감모요인은 7월이후의 고수온기의 먹이생물 탈락과 부착 후 20일 이후에 있어서의 치패의 벽면균집에 따른 수면 저하시에 일어나는 건조등에 의하여 폐사하는 개체수가 상당수 나타나므로 일정한 수면조절이 필요하였다.

천연치패발생장에서의 치패의 성장상태를 보면 신창지선의 각고범위가 21 - 69mm이며 그 중 40 - 44mm의 것이 많은 편이었고 응포지선에서는 각고범위가 10 - 70mm이며 그 중 10 - 54mm의 것이 많은 편이었다. 소라의 치패발생장은 최간조지대의 2 시간이내의 노출지대 암반위에 해조류가 번무한 곳에서만 이루어지며 신창지선에서는 40mm이상, 응포지선에서는 30mm이상으로 성장하면 인근해조류 번무지역인 수심 2m이심지대로 대부분 이동해 나가는 것을 입증하고있다. 그러므로 이러한 치패발생장의 보호관리가 인근양식장의 소라 서식량에 직결되고 있으므로 치패의 채포 금지는 물론이며 담수유입, 수질오염 물질 유입, 해조류의 남획등에 유의해 나가야 할 것이다.

소라의 수온 염분내성에 있어서는 소라의 서식한계수온이 8°C이하에서 30°C이상으로서 12.5°C전후에서 섭이가 중지되고 8°C이하가 되면 부착력이 현저하게 저하된다고 보고되고있다. 소라의 고수온기의 저비중별 폐사영향에 대하여는 수온 29.5 - 31.4°C범위에서의 비중 1.010과 1.015의 차이에서는 전자의 경우 20시간만에 후자의 경우 55시간만에 폐사되고 있어서 고수온기에 있어서의 대량강우에 의한 저비중현상은 폐사위험에도 영향이 있을 것으로 나타나고있다.

제주도의 하계수온은 7월하순부터 8월까지 25 - 27°C사이로 지속되며 대량의 강수량이 내만의 치패발생장과 양식어장에 유입됨으로써 피해를 줄 수 있을 것으로 사료된다.

조도에 따른 소라의 이동상황에 대하여 宇野(1962)는 소라의 섭이활동이 소등 후 2시간 사이가 급상승하며 2 - 4시간후에 최대로 되고 5시간 경과후에는 거의가 활동하지 않는다고 하며 천연광 조건하에서도 동일하였다고 보고하고 있다. 그러므로 소라의 자원을 추정하기 위하여는 시간별 이동변화를 파악하여 적정양식에 노력하여야 할 것이다.

소라의 서식량과 성계의 서식량에 대한 상호의 관계에 대하여 1981년부터 1989년까지 조사된 자료를 비교한 바 소라의 서식량과 성계류의 서식량이 비례되는 지점도 있으나 대체로는 성계류의 서식량이 많은 편이다. 성계는 먹이생물의 경쟁생물이나 먹이량이 풍부한 곳에서는 소라와의 공서에 아무런 지장을 주지 않는 것인 지 그리고 소라의 치패들이 성계의 가시내에서 보호를 받을수 있는 것인지는 계속 조사검토해 나가야 할 과제이다.

소라의 서식량과 미역과 기타 해조류와의 상호관계에 있어서 무엇보다도 미역이 5월이후의 고수온기에 고사하게 됨으로써 기타해조류가 소라서식량의 제한요인이 될 것 같다. 그러나 소라는 먹이를 찾아서 1 Km이상의 이동을 함으로서 전양식어장의 먹이생물을 찾아서 생존할 수가 있으므로 둘레가 사장이거나 기소현상이 되어있는 장소에서는 암석등으로 이동할수 있는 어도를 조성해 주어야 할 것이며 해조류량이 소량인 곳에서는 집중적으로 소형소라의 재방류는 금지되어야하며 미역을 제외한 해조류량에 따른 적정한 소라 서식량을 양식함으로서 어장의 안정성을 유지하여야 할 것 같다.

환경조사: 결과 및 고찰

1. 일반환경

1) 제주도의 바람특성

제주도는 고래로 풍파지역으로 알려져왔는데 이는 도서와 해안지역은 비교적 바람이 많은데서 기인하고 또한 바람이 부는 날이 많으며 풍속이 거칠다는 의미로 해석할 수 있다.

월별 평균풍속은 북제주지방이 전체적으로 남제주지방보다 강한 편이고, 특히 겨울철(12월 - 2월)에 차가 심하다. 최대풍속은 남제주지방이 26.0m/sec를 보여 북제주지방 25.7m/sec보다 강하게 나타나는데 이는 여름철에 발생하여 북상하는 태풍때문이다. * Fig.2는 제주지방 겨울철 탁월풍의 바람장미를 나타낸 것이다.

그림에서 직선의 눈금은 풍속의 등급을 나타내며, 등치선의 숫자는 전체풍향, 풍속에 대한 빈도의 비율을 나타낸다. 제주시 지방의 합성풍의 방향은 *Fig.2-A와 같이 327.7° 로서 북서에 가까운 바람이 탁월함을 알 수 있으며, 합성풍의 풍속은 3.44m/sec로서, 1.03m/sec의 서귀포보다 매우 높다. 바람의 지속성은 69.0%로 북서풍이 제주시 지방의 탁월풍이다. 서귀포 지방은 * Fig.2-B에서 보듯 탁월풍은 뚜렷하지 않다. 합성풍의 방향은 299.5° 로서 서북서향에 접근한 방향이지만, 바람의 지속성값은 33.0%로 서북서방향이 탁월풍이라고는 할 수 없다.

* Fig.2-C는 성산포 지방의 바람장미이다. 합성풍방향은 325.2° 로 제주시와 비슷하다. 평균풍속은 2.63m/sec로 제주시보다 낮는데, 이는 주변 지형, 지물의 영향이라 생각된다. 바람의 지속성값은 72.1%로 북서풍이 성산포지방의 탁월풍이라 할 수 있다.

* Fig.2-D는 대정지방의 바람장미를 나타내는데, 타 지방에 비하여 북풍계의 바람이 강화되었다. 합성풍도 347.3° 로 가장 북풍에 가까운 값이다. 지속성값은 76.1%로 가장 안정된 풍향을 유지하고 있으며 풍속도 3.96m/sec로 가장 높은 값이다

제주지방의 계절별 다풍일은 12,1,2월로 겨울철에 바람부는 날이 많아 전년의 36.7%가 이 계절에 나타나며, 풍속도 빨라 겨울철의 풍속은 6.0m/sec가 된다. 겨울철 다음에 다풍인 계절은 봄철로 전년의 27.3%이고 여름과 가을은 각각 17.9%로 바람의 영향력이 적은 계절이 되고있다.

제주에 있어서 24시간 평균풍속은 다풍계절에 그 값은 커져 겨울철은 6.0m/sec로 가장크고 그중에서도 12월은 5.9m/sec로 1년중 가장큰 풍속을 나타내고있다. 다음에 봄철은 4.6m/sec의 풍속으로 두번째 다풍 및 강풍의 계절이 되며 여름은 가장 바람부는날이 적을 뿐만 아니라 풍속 또한 가장 낮아 2.5m/sec밖에 보이지 않으며 특히 6월은 연중 가장 낮은 풍속을 갖는 달이 되고있다.

2) 제주지역의 강수량

연안해역에서의 부유물질 농도변화는 육지하천으로 부터의 담수유출량과 밀접한 관계가 있다.

제주지역의 강수량은 제주시, 성산, 서귀포, 대정의 단위(제주 측후소, 1972-1988)월별 강수량을 구해 *Table 2에 나타내었다. 연평균 강수량은 제주동남 해안역인 성산 1817.2mm, 서귀포 1811.3mm로 다우지역으로 나타나고, 서안역인 대정이 1247.8mm로 다우지역으로 나타나 한반도의 연평균 강수량 1159mm보다 약 100mm정도 더 많은 값을 보여준다.

월평균 강수량의 분포를 보면 계절에 따라 다음과 같은 분포의 변화특징을 찾을 수 있다. 춘계인 3,4,5월에는 서귀포가 169.6mm로 가장 많은 강수량을 보여주고 그 다음은 성산 130.1mm, 대정 102.1mm, 제주 79.8mm순으로 나타나며, 하계인 6,7,8월에는 서귀포 269.9mm, 성산 259.7mm, 제주 230.1mm, 대정 188.8mm순으로 제주보다 대정에서 더 적은 강수량 분포를 나타낸다. 추계인 9,10,11월에는 성산 137.1mm, 제주 120.6mm, 서귀포 106.6mm, 대정 76.3mm, 그리고 동계인 12,1,2월에는 성산 78.8mm, 제주 63.7mm, 서귀포 57.7mm, 대정 48.8mm순으로 성산이 가장 많은 강수량을 보여주고 그다음 제주, 서귀포, 대정 순으로 나타난다.

결과적으로 2월에서 7월까지의 제주도의 동남지역이 서북지역보다 강수량이 더 많은 다우지역으로 나타나나, 8월에서 1월까지의 다우지역이 동북역으로 이동되어 나타난다.

2. 잔유물과 고형물

1988년 3월부터 1989년 11월까지 1년 7개월간 매월 1회씩 22개의 관측지역에서 시료수를 채수하여 수온, 염분, 잔유물과 고형물등을 조사하고, 각 항목별로 계절별 평균치는 *Table 3과 같다.

1) 수온과 염분

조사기간중 제주도 해안선 주변해역에서의 수온범위는 12.3 - 25.8°C이며, 연평균은 18.3°C였다.

관측지역별로는 동계 수온이 가장 낮은 곳은 12.3°C로 성산, 세화해역이었고 가장 높은 곳은 14.8°C로 토산해역이며, 하계수온이 가장 낮은 곳은 21.9°C로 조천이며, 가장 높은 곳은 25.8°C로 대정이었다.

봄철은 최저가 13.0°C로 신창, 최고는 15.5°C로 대포였고, 추계는 최저가 17.4°C로 용수, 최고는 23.7°C로 한림해역이었다.

수온의 계절별 평균분포특성은 남측지역에서는 춘계 14.9°C, 하계 24.7°C, 추계 21.43°C, 동계 14.2°C로 북측지역의 춘계 14.2°C, 하계 23.5°C, 추계 20.95°C, 동계 12.96°C보다 높은 수온분포를 보이고 있었다.

염분의 연평균치는 32.2‰이며, 제주연안중 북쪽연안의 연평균 염분은 29.3(8월) - 34.4‰ (3월), 남쪽은 28.6(9월) - 34.2‰ (1월)의 범위였다.

관측지역별로는 동계 염분이 가장 낮은 곳은 33.07‰로 귀일해역이었고 가장 높은 곳은 34.9‰로 세화해역이며, 하계에 가장 낮은 곳은 27.6‰로 종달해역이며 가장 높은 곳은 30.5‰로 토산이었다.

봄철은 최저가 31.3‰로 조천, 최고는 34.4‰로 신도해역이었다. 계절별로는 육수유입이 상대적으로 증가하는 여름철이 평균 28.95‰로 가장 낮고, 가장 높은 겨울철에 비해 5.23‰이나 낮게 나타났고 그다음 가을, 봄철 순으로 나타났다 (* Table 3).

2) 총고형물질(TS)과 총용존성 고형물질(TDS).

시료수를 105℃로 증발시켜 최후에 잔류한 고형물질을 총증발잔유물(TS)이라하며, 부유물질과 용존물질을 합한 것이다. 관측지역에서 총고형물질의 연평균치는 31295mg/l이고, 계절별로는 봄철에 21300(조천) - 48460(애월)mg/l (평균 38001mg/l)로 그 농도가 가장 높고, 그다음은 겨울철이 18220(조천) - 45210(김녕)mg/l (평균 34816mg/l)이고, 가을철은 10200(조천) - 34700(토산)mg/l (평균 28779mg/l)이었고, 여름철에 6960(세화) - 30750(사계)mg/l (평균 23632mg/l)로 가장 낮았다.

이처럼 계절적 차는 총고형물질에는 부유물질뿐만 아니라 용존물질도 함께 포함하고 있기때문에 염분이 크게 낮은 여름철보다 봄철에 그 농도가 높아지기 때문으로 해석된다. 이렇게 보면 제주 주변 연안역에서의 총고형물질의 농도는 부유물질보다 용존물질의 농도에 따라 좌우된다는 것을 알 수 있다.

관측지점별로는 육수나 용천수의 유입이 많은 조천,성산,용수지역이 타지역에 비해 훨씬 낮았다.

총고형물질(TS)에서 부유성 고형물질을 제외한것이 총용존성 고형물질(TDS)이다. 해수에는 많은 종류의 물질들이 용존하고 있으며, 그 중에도 흔히 NaCl, MgCl₂, MgSO₄등과 같은 염류가 많이 녹아있기 때문에 용존성 고형물질의 농도는 이들 염류의 농도에 따라 좌우된다.

총부유성 고형물질의 농도는 총고형물질에 비해 대단히 적기 때문에 전체적으로 총용존성 고형물질의 월별 및 계절별 변화양상은 총고형물질의 농도변화와 비슷한 특성을 보이고있다.

총고형물질에서와 마찬가지로 총용존성 고형물질의 농도 역시 봄철에 22294 - 48453 mg/l (평균 37995 mg/l)로 가장 높고, 그 다음으로는 겨울철이 18214 - 45201 mg/l (평균 34808 mg/l), 가을철은 10197 - 34697 mg/l (평균 28775 mg/l)이며, 여름철에 6955 - 30746 mg/l (평균 23479 mg/l)로 가장 낮았다(*Table 3).

관측점별로는 봄철에 성산,조천연안역이 22294 - 29894 mg/l로 최소의 값을 보이고, 애월,사계,신도,위미,토산,김녕연안역은 40282 - 48453 mg/l로 최대값을 보였다. 그 다음으로는 겨울철 성산,조천지역이 18214 - 28514 mg/l로 최소, 김녕,사계,토산지역은 40254 - 45201 mg/l로 최대이며, 가을철에는 세화,조천,성산지역이 10197 - 24646 mg/l로 최소, 토산,사계지역이 33235 - 34697 mg/l로 최대였고, 여름철이 가장 낮게 나타나 성산,세화,조천지역은 6955 - 12844 mg/l로 최소, 사계,용수지역이 29663 - 30747 mg/l로 최대치를 보였다.

이러한 계절별, 관측지역별 총용존성 고형물질의 농도변화경향은 총고형물질(TS)에서 설명한 바와 같이 계절에 따른 하천수 유입량의 차이와 외해수의 영향등으로 인한 염분변동에 기인하는 것이며, 조사시기나 위치에 따라 총고형물질과 총용존성 고형물질의 값은 크게 변할 수 있다.

3) 총부유성 고형물질(TSS), 휘발성 부유물질(VSS) 및 무기성 부유물(FSS).

총부유성 고형물질은 수중에 부유하는 무기 및 유기성 고형물질로서 보통 직경이 $0.1\mu\text{m}$ 이상의 크기를 갖는 입자를 말한다. 그 농도가 $5.12 - 10.53 \text{ mg/l}$ (평균 7.73 mg/l)로 가장 높고, 9월에 $0.74 - 7.31 \text{ mg/l}$ (평균 4.73 mg/l)로 가장 낮게 나타났다. 총부유성 고형물질의 연변동은 8월의 경우를 제외하면 9월부터 증가하기 시작하여 2월에 최대가 되고, 이후 8월부터 감소하기 시작하여 9월에 최소가 된다. 이와같은 연변동 특성을 볼때 제주도 주변 연안해역에서의 총부유성 고형물질은 강수에 의한 하천수의 유출보다 바람이나 파랑, 조석등에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 판단된다. *Table 3에서 총부유성 고형물질의 계절적 변화를 보면 겨울철이 $3.22 - 10.75 \text{ mg/l}$ (평균 7.38 mg/l)로 가장 높고, 그다음이 봄철 $4.07 - 10.24 \text{ mg/l}$ (평균 6.88 mg/l), 여름철 $3.48 - 8.66 \text{ mg/l}$ (평균 5.79 mg/l), 가을철 $3.14 - 8.12 \text{ mg/l}$ (평균 4.92 mg/l)의 순으로 나타났다. 관측지역별로는 동계의 신창해역이 10.75 mg/l 로 가장 높고, 가을철의 조천해역이 3.14 mg/l 로 가장 낮았다. 총부유성 고형물질의 농도변화는 조사시기나 위치등에 따라 차이가 있겠으나 본 연구결과 제주연안역에서의 연평균치는 6.3 mg/l ($3.7 - 9.0 \text{ mg/l}$)로 나타났다(*Table 4).

일반적으로 부유물질은 수중탁도를 증가시키고 빛의 투과 및 수중식물의 광합성을 억제하며 해조류의 표면에 부착하여 성장에 심각한 영향을 줄 뿐만 아니라, 또 어패류의 식도에 축적되어 호흡기능을 마비시키는등 제반 수중생물의 생리에 나쁜 영향을 미친다. 현재까지 제주도 연안역에서의 높은 고형물질로 인해 소라, 전복 등 유용수족의 서식환경에 직접적으로 바람직스럽지 못한 큰 영향을 미친 것으로는 생각하기 어려우나 시가지 밀집지역 부근해역이나 공장이 위치해 있는 부근해역이 폐수의 유입등으로 인해 그 농도가 높고, 매년 그 농도가 증가할 것으로 예상된다. 이렇게 연안부근 육지측에서 총부유성 고형물질의 농도를 증가시키게 되면 주변어장이 서식생물에 지장을 주게 될것이다. 이와같은 바람직스럽지 못한 결과를 방지하기 위해서는 장기적인 계획아래 계속적인 조사와 연구를 통하여 적절한 대책을 수립해 나가야 할 것으로 판단된다. 총부유성 고형물질(TSS)은 그 구성성분에 따라 휘발성 부유물질(VSS)과 무기성 부유물질(FSS)로 나누어진다. 이 중에서 휘발성 부유물질의 농도가 높다는 것은 부유물질중 유기성 성분이 많이 포함되어 있다는 것을 뜻하며, 이러한 유기질의 부유물질이 많다는 것은 부패가능 성분이 많다는 것을 뜻하기 때문에 그만큼 수질악화가 일어나기 쉽게된다. 제주도 연안지역에서 휘발성 부유물질의 월별 농도는 7월이 $1.87 - 3.79 \text{ mg/l}$ (평균 2.03 mg/l)로 가장 높게 나타났는데 이는 장마철의 집중호우로 인한 예외적인 경우로 판단된다.

이 경우를 제외하면 3월이 1.74 - 2.81 mg/l(평균 1.95 mg/l)로 가장 높고, 9월이 1.13 - 2.18 mg/l(평균 1.42 mg/l)로 가장 낮게 나타났다. 전체적인 변동양상은 총부유성 고형물질(TSS)의 경우와 비슷하게 나타났으며, *Table 3으로 부터 계절적인 변동을 살펴보면 봄철이 1.56 - 2.74 mg/l(평균 1.97 mg/l)로 가장 높고, 다음이 여름철로 1.45 - 2.61 mg/l(평균 1.90 mg/l), 겨울철 1.02 - 2.33 mg/l(평균 1.70mg/l), 가을철 1.04 - 2.08 mg/l(평균 1.56mg/l)로 가장 낮게 나타났다.

관측지역별로는 총부유성 고형물질의 농도변화와 마찬가지로 한림,신창,성산,조천지역이 2.54 - 2.74 mg/l로 높고, 신도,사계,대평,토산지역이 1.02 - 1.07 mg/l로 낮았다. 조사지역에서의 연평균 휘발성 부유물질의 농도는 1.8mg/l(1.4 - 2.4 mg/l)로서 금강 하구 22.0 mg/l(조 등, 1988), 낙동강 하구 6.1 mg/l(박 등, 1985)보다 아주 낮게 나타났다. 보통 수질분석에 있어서는 휘발성 부유물질 자체의 농도만으로 평가하기 보다는 TSS에 대한 VSS의 비로 나타내어 평가하는 것이 일반적이다. 제주도 연안해역에 있어서 VSS/TSS비의 연변동을 살펴보면 7월이 34.6 - 64.2%(평균 42.7%)로 가장 높고, 2월이 15.6 - 25.1%(평균 20.12%)로 가장 낮게 나타났다. 이와 같이 6월이 가장 높은 이유는 장마철 유수의 유입과 여름 농번기와 관련있는 것으로 사료되나 상세한 것은 앞으로 더욱 연구가 필요하다. 계절별로는 여름철이 22.8 - 61.4%(평균 34.17%)로 가장 높고 가을철 15.9 - 64.9%(평균 34.13%), 봄철 19.9 - 48.8%(평균 29.9%), 겨울철 16.3 - 43.5%(평균 24.22%)의 순으로 나타났다. 이와같이 여름철에 VSS/TSS의 비가 높은 것은 여름철 수온이 높아 plankton과 같은 부유생물이 많이 번식하기 때문으로 여겨진다. 제주도 연안해역에서의 VSS/TSS의 계절적 변동경향은 금강하구에서의 조 등(1988)과 낙동강 하구에서의 박 등(1985)의 연구결과와 유사한 경향을 보이며, 박 등(1985)은 여름철 비가 많은 원인으로 여름철 일사량의 증가로 인한 생물활동과 관련이 있는 것으로 해석하고있다. 조사지역별로는 위미,대포,용수,대정,종달,김녕지역은 15.9 - 19.4%로 낮은데 반해 성산,조천,신창,한림지역은 41.8 - 60.8%로 높게 나타났다. 이러한 관측지역별 차도 역시 부유생물의 현존량과 관계가 있는 것으로 여겨진다. 조사해역에서의 VSS/TSS의 연평균치는 22.8 - 52.5%(평균 30.6%)로 나타났는데(*Table 2), 이는 낙동강 하구의 35%(오,1985)에 비해 낮은 값이다. 이는 본 조사해역이 아직 유기물에 의한 수질오염은 적은 편이라는 것을 뜻한다. 그러나 제주도연안 인접지역에 도시와 공장이 자리잡고 인구가 점차 증가하고 있기 때문에 VSS/TSS의 비도 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상된다. 총부유성 고형물질(TSS)에서 휘발성 부유물질(VSS)을 제외하면 무기성분인 무기성 부유물(FSS)이 된다. 무기성 부유물의 농도변화경향은 총부유성 고형물질의 경우와 비슷하게 나타났다. 무기성 부유물의 연변동은 2월이 3.93 - 8.71mg/l(평균 5.73mg/l)로 가장 높고, 9월이 1.04 - 5.77mg/l(평균 3.28mg/l)로 가장 낮게 나타났다. 계절별로는 휘발성 부유물질의 경우와는 달리 겨울철이 1.82 - 8.88mg/l(평균 5.67mg/l)로 가장 높고, 다음이 봄철 2.47 - 7.66mg/l(평균 4.91mg/l), 여름철 1.62 - 6.4mg/l(평균 3.89mg/l),가을철 1.12 - 6.51mg/l(평균 3.39mg/l)의 순이었다. 제주도 연안해역에서 무기성 부유물의 연평균 농도변화는 2.2 - 6.8mg/l(평균 4.5mg/l)로 나타났다.

3. 일반환경과 부유물질 농도와의 관계.

일반적으로 연안해역에는 여러가지 외력이 복잡하게 작용하고있다. 이러한 중요 외력으로서 풍속, 강수량, 조석, 이질수괴 등을 고려하여 제주도 연안해역에서의 부유물질 농도변화와의 관계를 종합적으로 연구할 필요가 있다. 제주도 연안역에 있어서 가장 큰 외력은 담수의 유입, 조석, 풍속으로 생각할 수 있으며, 이러한 외력이 제주 연안해역의 총부유성 고형물질(TSS) 농도변화를 지배한다고 볼 수 있다. 이 등(1987)과 조 등(1988)은 조석력과 하천수의 유입에 따른 금강 하구지역의 최대혼탁수 형성과 그 변동에 관한 조사에서, 그들 사이에 밀접한 관계를 밝혔다. 특히 제주도와 같은 섬지역은 바람이 세고, 외해에 노출되어 있어 파랑에너지가 강해 수심이 얕은 연안역에서는 바람자체에 의한 해수의 강한 혼합작용과 파랑에 의한 침전물질의 재부유등으로 인해 총부유성 고형물질의 농도증가도 대단히 클 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 제주지역의 장기간 월별강수량(*Table 2)과 풍속을 조사하여 총부유성 고형물질과의 관계를 알아보았다. *Table 5에서 보면 강수량이 적고 바람이 강한 겨울철에 총부유성 고형물질의 농도가 가장높고 강수량은 많으나 풍속이 약한 여름철에 총부유성 고형물질의 농도가 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 이는 제주 연안해역에서의 총부유성 고형물질의 농도는 하천수의 유입보다는 바람에 의한 영향을 직접적으로 더욱 많이 받고 있는 것으로 사료된다. 강수량이 많은 여름철에 총부유성 고형물질의 농도가 낮은 원인은 장마철에 많은 비가 내려서 연안역에 부유물질이 많이 유입된다 하더라도 담수의 양이 크게 증가함으로써 희석율이 크게 되어 상대적으로 총부유성 고형물질의 농도가 낮아지거나 또한 장마철에는 하천수의 유출량이 크게 증가하는 것과 함께 수온도 높아져서 연안역의 해수밀도가 크게 낮아지므로 부유물질이 다른 계절에 비해 쉽게 침전되는 것도 여름 장마철 총부유성 고형물질의 농도가 낮아지는 원인으로 생각된다. 이밖에도 총부유성 고형물질의 계절적 변동은 제주도 연안 육지지역의 식생상태, 경작상태등과도 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.

5. 요약

소라 *Batillus cornutus*(LIGHT FOOT)의 종묘생산 기술개선과 치폐발생장에 있어서의 서식생태와 소라서식장내에서의 성계류와 해조류와의 상호관계에 대한 기초 자료를 얻기 위하여 1988년 4월부터 1989년 11월까지의 조사자료와 1981년부터 조사된 자료를 비교 검토하였다.

소라모패의 산란유발 자극방법으로서 야간지수후 60분간 간출자극 후 자외선조사 해수를 유수한 것의 산란율은 10.00%에서 39.77%의 범위였다.

천연치폐발생 및 성육장은 최간조시 2시간 노출지대의 암반위에 유용해조류가 번무한 곳에서 이루어지며 각고 30 - 40mm이후부터 점차 인근양식어장으로 이동되는 것으로 보였다.

소라 양식어장내에서 주식이 되는 해조류중 미역이 고사되는 6월부터 11월까지에는 감태와 모자반등의 기타 해조류의 서식량이 제한요건이 될것으로 보였다.

고수온기의 저비중에 대한 소라의 내성에 대하여는 수온 29.5 - 31.4°C범위 소라의 각고 30 - 60mm범위, 비중 1.010에서 20시간만에 폐사하였고 비중 1.015에서는 55시간만에 폐사하였다.

소라의 조도에 따른 섭이이동에 있어서는 19:00시부터 이동이 시작되고 23:00시부터는 전개체가 섭이활동을 하게되고 05:00시 부터는 먹이에서 이탈하기 시작하여 09:00시 부터는 섭이활동이 중지되었다.

제주도 연안지역 22개 관측점에서 1988년 3월부터 1989년 11월까지 매월 부유물질 농도를 조사하고, 바람, 강수량등과의 관계를 알아보았다. 조사기간중 수온의 범위는 12.3 - 25.8°C이며, 연평균치는 18.3°C였다. 염분의 연평균치는 32.2%이며, 제주 북쪽연안의 연평균 염분은 29.3 - 34.4% 이었고, 남쪽은 28.6 - 34.2%의 범위였다. 총고형물질과 총용존성 고형물질은 염분의 영향을 크게 받아 봄철에 그 농도가 가장 높고, 여름철에 가장 낮았다. 제주도 연안해역에서의 연평균 총부유성 고형물질의 값은 6.3mg/l(3.7 - 9.0mg/l)였으며, 2월에 7.73mg/l(5.12 - 10.53mg/l)로 가장 높고 9월에 4.73mg/l(2.74 - 7.31mg/l)로 가장 낮았다. 휘발성 부유물질의 연평균치는 1.8mg/l였으며 월별 변화양상은 7월이 2.03mg/l로 가장 높고, 9월이 1.42mg/l로 가장 낮았다. VSS/TSS의 연평균치는 30.6%(22.8 - 52.5%)로 다른 지역에 비해 높지는 않았으나 여름철이 평균 34.17%(22.8 - 61.4%)로 높고, 겨울철이 24.2%(16.3 - 43.5%)로 가장 낮았다. 무기성 부유물질의 연평균치는 4.5mg/l(2.2 - 6.8mg/l)였으며, 총부유성 고형물질의 경우와 비슷한 변화양상을 보였다. 제주도 연안해역에서의 총부유성 고형물질의 농도변화는 하천수의 유입이나 조석력과 같은 외력과 섬지방의 강한 풍랑에 의한 침전물의 재부유에 의한 영향이 크게 미치고 있다. 하천수 유입량의 계절적 변동은 희석율을 크게 증감시킴으로서 총부유성 고형물질의 농도가 여름철에 상대적으로 낮고 겨울철에는 높아지는 경향이였다.

6. 참고문헌

- 阿井敏夫 野中忠 佐佐木(1964) : サザエの産卵と發生 -- I. 日水誌 30(10)
阿井敏夫(1964) : サザエの産卵と發生 -- II. 日水誌 31(2)
網尾勝(1956) : サザエの棘の成長に就いて. 農林省 水講研報 4(1)
下忠圭, 趙載潤, 朴春奎(1981) : 濟州道 沿岸 増殖開發調査報告. 濟州道廳
下忠圭, 趙載潤 外 2人(1980) : 전북의 種苗生産에 關한 研究. 水振研報
盧暹(1976) : 소라의 増殖에 關한 研究 -- I. 韓水誌 9(1)
盧龍吉(1976) : 소라의 種苗生産에 關한 研究. 水振研報 15
宇野寛(1962) : サザエの増殖に 關する 基礎研究. 東京水研報 Vol.6, No.2
内湯澄夫, 二島賢二 外 2人 : サザエの 生息生態に 關する 研究 -- I. 福岡水試
Morse.D.E, Duncan.H, Hooker.N, and Morse.A.(1977) : Hydrogen peroxide indu-
-ce spawning in mollusks, with activation of prostaglandin endoper-
oxide synthetase. Science, 196(4287), 298 - 300
岡部三雄(1982) : サザエの産卵誘發方法について. 京都海洋センタ 研報6號
이병와(1979) : 제주도의 바람에 관한 연구, 지리학 논총 6.p.11 - 18
이승호(1987) : 제주도 해안지역의 겨울철 바람에 관한 연구, 제주도 연구 4.
P.219 - 259
국립중앙기상대(1972 - 1988) : 기상연보
노홍길(1985) : 제주도 주변해역의 해양환경, 제주도 연구 2, p.317 - 322
노홍길, 정공훈(1976) : 제주도 연안의 수온, 염분 변동에 관한 연구(1), 제대 논문
집 8, p.115 - 122
윤정수(1985) : 제주도 연안의 해빈퇴적물에 관한 연구, 광산지질학회지, V.18, p.
55- 63
박영관, 오운근, 박청길(1985) : 낙동강 하구역에 출현하는 황록색 수색대의 특성에
관한 연구, 한국해양학회지, V.20(3), p.30 - 36
조현영, 나규환, 홍사오(1978) : 금강 하구의 이화학적 수질환경과 저서생물에 관한
연구, 한국육수학회지, V.11(2), p.7 - 15
조주환, 서만석(1988) : 금강 하구역의 부유물질 년변동에 관한 연구, 한국지구과학
회지, V.9(2), p.143 - 162
Allen, G.P., Castaing, P. and Klingebiel, A.(1974) : Suspended sediment transport
and deposition in the Gironde Estuary and adjacent shelf, Mem. In
st. Geol. Bassin Aquitaine, V.7, p.27 - 36
Allen, G.P., Salomon, J.C., Bassoullet, P., Dupenhoat, Y. and De Grandpre, C.(1980) : E-
-ffects of tides on mixing and suspended sediment transport in ma-
-crotidal estuaries, Sed. Geol. V.27, p.69 - 90
Gelfenbaun, G.(1983) : Suspended sediment response to semidiurnal and fortnigh-
-tly tidal variation in an mesotidal estuary; Columbia River, U.
S. Mar. Geol. V.52, p.39 - 57
Lee, C.B. and Kim, T.I.(1987) : Formation and evolution of turbidity maximum in
the Keum Estuary, West Coast of Korea, Jour. Oceano. Soc. Kor. V
22(2), p.105 - 118
Schubel, J.R.(1968) : Turbidity maximum of the northern Chesapeake Bay, Science
V.161, p.1013 - 1015

Table 1. Production of top shell in Cheju Do

| YEAR | unit:M/T | | |
|------|-----------------|--------|---------|
| | fishery village | diving | Total |
| 1980 | 1,811.8 | 332.2 | 2,144.0 |
| 1981 | 2,980.6 | 473.4 | 3,453.9 |
| 1982 | 3,337.0 | 343.9 | 3,680.9 |
| 1983 | 3,654.0 | 439.5 | 4,093.5 |
| 1984 | 3,320.3 | 350.7 | 3,671.0 |
| 1985 | 2,858 | 307 | 3,165 |
| 1986 | 1,268 | 171 | 1,439 |
| 1987 | 755 | 94 | 849 |
| 1988 | 507 | 43 | 550 |
| (예상) | | | |

Table 2. Induced spawning of top shell by the stimulation.

| Date spawned | No. of adults | No. of spawned | | Responded rate(%) | No. of eggs(*10) | Range of water temp.(C) |
|---------------|---------------|----------------|------|-------------------|------------------|-------------------------|
| | | Female | Male | | | |
| 4, June. 1938 | 30 | 1 | 3 | 13.33 | 30 | 19.8-21.7 |
| 5, " | 30 | 2 | 4 | 20.00 | 86 | 19.0-20.7 |
| 6, " | 30 | 1 | 2 | 10.00 | 20 | 18.8-19.6 |
| 6, " | 30 | 1 | 2 | 10.00 | 18 | 18.8-20.4 |
| 23, " | 23 | 2 | 4 | 26.09 | 73 | 21.6-22.2 |
| 25, " | 28 | 1 | 6 | 25.00 | 12 | 22.3-23.0 |
| 25, " | 23 | 1 | 8 | 39.13 | 17 | 22.4-23.0 |
| 5, July. 1988 | 88 | 6 | 9 | 39.77 | 273 | 23.0-27.2 |
| Subtotal | 282 | 15 | 38 | 18.79 | 529 | 18.8-23.0 |

Table. 3. Induced spawning of top shell by the stimulation.

| | No. of Adult | No. of spawned | | Responded rate (%) | No. of eggs (*10) | Range of W.P. (°C) |
|--------------|--------------|----------------|------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | | Female | Male | | | |
| June 5 1988. | 19 | 2 | 6 | 42.11 | 108 | 19.1-19.6 |
| 13 | 30 | 5 | 9 | 46.67 | 420 | 19.8-20.5 |
| 24 | 25 | 4 | 6 | 40.00 | 270 | 20.6-21.0 |
| 25 | 25 | 3 | 10 | 52.00 | 114 | 22.4-23.1 |
| July 21 | 100 | 12 | 19 | 31.00 | 1,716 | 26.4-27.2 |
| Aug. 17 | 50 | 2 | 9 | 22.00 | 30 | 27.0-27.5 |
| | 249 | 28 | 59 | 38.96 | 2,650 | 22.45-23.15 |

*Flowing after 60 minutes dry.

Table 4 . Growth and survival rate of young top shell

| date | Mean shell diameter mm(+ SD) | Daily increment (µm) | No. | Survival Rate (%) |
|----------|------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| 12, Aug. | 0.49(0.03) | 22.0 | 91,700 | 100.0 |
| 22, Aug. | 0.71(0.07) | 22.0 | 91,700 | 100.0 |
| 3, Sep. | 0.94(0.10) | 23.0 | 82,500 | 90.0 |
| 13, Sep. | 1.24(0.11) | 15.0 | 72,200 | 78.7 |
| 24, Sep. | 1.25(0.18) | 0.9 | 62,000 | 67.6 |
| 3, Oct. | 1.30(0.20) | 5.6 | 42,500 | 46.3 |
| 15, Oct. | 1.32(0.22) | 1.7 | 38,000 | 41.4 |
| 25, Oct. | 1.35(0.28) | 3.0 | 36,000 | 39.3 |
| 4, Nov. | 1.38(0.31) | 3.0 | 29,200 | 31.8 |
| 15, Nov. | 1.52(0.40) | 12.7 | 25,300 | 27.6 |
| 25, Nov. | 1.88(0.49) | 36.0 | 24,500 | 26.7 |

Data of settlement.

30 July

Table 5. Catch of young top shell in sinchang and Oongpo St.

| St. | date | individual | range of shell height (mm) | collected hour (min) | member | areas (m ²) | remark |
|--------------|------|------------|----------------------------|----------------------|--------|-------------------------|--------|
| sinchang | 6.16 | 223 | 23.1~56.9 | 40 | 3 | 100 | |
| | // | 281 | 22.0~61.0 | 40 | 3 | 100 | |
| | 9.15 | 374 | 23.1~78.0 | 60 | 4 | 100 | |
| total | | 878 | | 140 | 10 | | |
| oongpo | 9.1 | 45 | 27.2~59.5 | 30 | 1 | 60 | |
| | // | 67 | 20.0~50.0 | 30 | 1 | 60 | |
| | // | 29 | 11.0~67.0 | 30 | 1 | 60 | |
| | // | 103 | 10.0~65.0 | 30 | 3 | 60 | |
| | 10.4 | 58 | 14.9~59.2 | 30 | 1 | 60 | |
| total | | 302 | | 150 | 7 | | |

Table 6. Growing size of young top shell in Sinchang St.

| range of shell height(mm) | individual | % | range of shell width(mm) | individual | % | Range of weight(g) | individual | % | investigated areas |
|---------------------------|------------|------|--------------------------|------------|------|--------------------|------------|------|--------------------|
| 21~23 | 2 | 0.6 | 15~19 | 11 | 3.1 | 3~5 | 1 | 0.3 | 100 m ² |
| 26~29 | 4 | 1.1 | 21~24 | 66 | 18.5 | 5~10 | 13 | 3.7 | |
| 32~34 | 12 | 3.4 | 25~29 | 87 | 24.4 | 10~15 | 57 | 16.0 | |
| 35~39 | 63 | 17.7 | 30~31 | 72 | 20.2 | 15~20 | 92 | 25.8 | |
| 40~44 | 104 | 29.2 | 30~34 | 48 | 13.5 | 20~25 | 38 | 10.7 | |
| 45~49 | 43 | 12.1 | 40~44 | 53 | 14.9 | 25~30 | 27 | 7.6 | |
| 50~54 | 36 | 10.1 | 45~49 | 16 | 4.5 | 30~35 | 22 | 6.2 | |
| 55~59 | 46 | 12.9 | 50~51 | 3 | 0.8 | 35~40 | 12 | 3.4 | |
| 60~64 | 36 | 10.1 | | | | 40~45 | 28 | 7.9 | |
| 65~69 | 10 | 2.8 | | | | 45~50 | 23 | 6.5 | |
| | | | | | | 50~55 | 22 | 6.2 | |
| | | | | | | 55~60 | 7 | 2.0 | |
| | | | | | | 60~65 | 7 | 2.0 | |
| | | | | | | 65~70 | 4 | 1.1 | |
| | | | | | | 73~ | 1 | 0.3 | |
| | | | | | | 78~ | 1 | 0.3 | |
| | | | | | | 83~ | 1 | 0.3 | |
| total | 356 | | | 356 | | | 356 | | |

Table 7. Growing size of young top shell in Oongpo St.

| range of shell height (mm) | indi-vidual | % | range of shell width (mm) | indi-vidual | % | range of weight (g) | indi-vidual | % | Investigated areas |
|----------------------------|-------------|------|---------------------------|-------------|------|---------------------|-------------|------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| 10~14 | 38 | 12.6 | 5~9 | 34 | 11.3 | 0.5~1.0 | 32 | 10.6 | 60 m ² |
| 15~19 | 40 | 13.2 | 10~14 | 49 | 16.2 | 1.0~5.0 | 72 | 23.8 | |
| 20~24 | 18 | 6.0 | 15~19 | 51 | 16.9 | 5.0~10.0 | 52 | 17.2 | |
| 25~29 | 41 | 13.6 | 20~24 | 28 | 9.3 | 10.0~15.0 | 17 | 5.6 | |
| 30~34 | 26 | 8.6 | 25~29 | 22 | 7.3 | 15.0~20.0 | 18 | 6.0 | |
| 35~39 | 16 | 5.3 | 30~34 | 56 | 18.5 | 20.0~25.0 | 34 | 11.3 | |
| 40~44 | 24 | 7.9 | 35~39 | 47 | 15.6 | 25.0~30.0 | 33 | 10.9 | |
| 45~49 | 54 | 17.9 | 40~44 | 12 | 4.0 | 30.0~35.0 | 19 | 6.3 | |
| 50~54 | 32 | 10.6 | 45~50 | 3 | 1.0 | 35.0~40.0 | 14 | 4.6 | |
| 55~59 | 11 | 3.6 | | | | 40.0~45.0 | 7 | 2.3 | |
| 60~64 | 1 | 0.3 | | | | 45.0~50.0 | 3 | 1.0 | |
| 65~70 | 1 | 0.3 | | | | 50.0~55.0 | 1 | 0.3 | |
| total | 302 | | | 302 | | | 302 | | |

Table 8. Sampling in Sinchang and Oongpo St. (1m²)

| St. | shell height (mm) | mean of shell height (mm) | indivi-dual | shell width (mm) | mean of shell width (mm) | indi-vidual | weight (g) | mean of weight (g) | indivi-dual | algae (g) |
|------------------------|-------------------|---------------------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------|-------------|-----------------------------|
| Sinchang 1 | 40~49 | 46.0 | 2 | 30~39 | 38.2 | 25 | 25~39 | 32.5 | 4 | |
| | 50~59 | 57.0 | 35 | 40~49 | 41.3 | 24 | 40~54 | 47.3 | 41 | |
| | 60~69 | 67.0 | 12 | 50~59 | - | - | 55~64 | 59.3 | 4 | |
| Sinchang 2 | 40~49 | 47.8 | 2 | 30~39 | 38.1 | 7 | 25~44 | 33.1 | 2 | |
| | 50~59 | 58.5 | 6 | 40~49 | 42.2 | 8 | 45~54 | 49.9 | 9 | |
| Sinchang 3 | 40~49 | 46.0 | 3 | 20~29 | 29.0 | 1 | 20~44 | 31.3 | 5 | <u>Ecklonia cava</u> 14 |
| | 50~59 | 53.5 | 2 | 30~39 | 34.5 | 4 | 55~64 | 60.0 | 5 | |
| | 60~69 | 66.3 | 9 | 40~49 | 45.6 | 9 | 65~79 | 62.5 | 4 | |
| Sinchang 1 light house | 40~49 | 45.1 | 18 | 20~29 | 27.5 | 3 | 15~34 | 24.8 | 23 | |
| | 50~59 | 53.9 | 10 | 30~39 | 33.7 | 25 | 35~49 | 41.5 | 6 | |
| Sinchang 2 light house | 60~69 | 62.4 | 4 | 40~49 | 42.3 | 4 | 50~69 | 58.6 | 3 | |
| | 30~39 | - | - | 20~29 | 28.0 | 1 | 20~34 | 27.3 | 10 | |
| Oongpo 1 | 40~49 | 45.9 | 8 | 30~39 | 33.7 | 11 | 35~44 | 39.5 | 2 | <u>Ecklonia cava</u> 121 |
| | 50~59 | 59.3 | 6 | 40~49 | 41.0 | 2 | 50~59 | 53.5 | 2 | |
| | 30~39 | 36.0 | 3 | 20~29 | 27.2 | 9 | 10~34 | 22.6 | 22 | |
| Oongpo 2 | 40~49 | 45.3 | 19 | 30~39 | 34.6 | 29 | 35~44 | 39.2 | 17 | Sargassaceae 1,237 |
| | 50~59 | 52.9 | 18 | 40~49 | 42.5 | 2 | 45~49 | 45.3 | 1 | |
| | 30~39 | 35.2 | 3 | 20~29 | 23.2 | 3 | 10~34 | 22.9 | 13 | |
| Oongpo 2 | 40~49 | 47.3 | 8 | 30~39 | 34.0 | 16 | 35~49 | 41.9 | 6 | Sargassaceae 420 |
| | 50~59 | 55.0 | 10 | 40~49 | 42.0 | 2 | 55~69 | 60.8 | 2 | |

Table 9 . Catch of top shell and algae in class I common fishing grounds of Samyang dong

| Sub St. | No. of top shell | No. of <u>Hemiphaedusa pichettei</u> | No. of <u>Anthracidaria crassispina</u> | <u>Ecklonia cava</u> (g) | <u>Sargassum fluygoidianum</u> (g) | <u>Sargassum serratifolium</u> (g) | <u>agar-agar</u> (g) | <u>Galaxaura falcata</u> (g) | No. of <u>Ceramiales semiregulatis</u> | No. of <u>Ochlopus japonicus</u> | other algae (g) |
|---------|------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|--|----------------------------------|-----------------|
| 1 | | 2 | 6 | 2818 | 137 | 8 | | | 1 | | 23 |
| 2 | | 1 | 7 | 768 | 828 | 9 | 32 | 30 | | | 269 |
| 3 | | 1 | 2 | 150 | | | | | 1 | | 28 |
| 4 | | | 1 | | | | 315 | | 1 | | 114 |
| 5 | 1 | | 4 | 1420 | | | 126 | | 1 | | 178 |
| 6 | | | | | | | 455 | | 2 | | 8 |
| 7 | 1 | | 4 | | | | 51 | | | 1 | |
| total | 2 | 4 | 24 | 5156 | 965 | 17 | 979 | 30 | 6 | 1 | 620 |

(Investigated date : 1989,7)

Table. 10 Catch of top shell, sea urchin, and algae etc. in Samyang St.

| St. | Sub | No. of top shell | No. of | | Total No. of sea urchins | Undaria pinnatifida (g) | | Other algae (g) |
|-----|-----|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|-----------------|
| | | | <u>Hemicentrotus pulcherrimus</u> | <u>Anthocidaris crassispina</u> | | | | |
| 1 | 15 | 92 | 177 | 108 | 285 | 13,155 | 16,130 | |
| 2 | 28 | 234 | 440 | 1,035 | 1,475 | 16,160 | 43,960 | |
| 3 | 17 | 70 | 21 | 69 | 90 | 10,210 | 26,865 | |
| 4 | 30 | 274 | 481 | 691 | 1,172 | 22,280 | 16,765 | |
| 5 | 15 | 136 | 171 | 140 | 311 | 10,840 | 2,935 | |
| 6 | 23 | 213 | 332 | 310 | 642 | 26,395 | 2,934 | |
| 6 | 128 | 1,019 | 1,622 | 2,353 | 3,975 | 99,040 | 109,589 | |

Table II. Catch of top shell and algae in class 1 common fishing grounds of Samyang dong

| No. of collected st. | No. of collected top shell | (unit, g) | | | | | | | | | | | | | total algae | mean per m ² |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-------------|-----------|-------------------|--------|---------|-------------------------|---------|-------------|-------------------------|
| | | Undaria pinnatifida | Ecklonia cava | Sargassum fibrooidianum | Sargassum serratifolium | Sargassum horneri | Sargassum patens | Calidiaceae | codiaceae | Galaxaura falcata | others | total | mean per m ² | | | |
| 15 | 92 | 13,155 | 4,710 | 6,520 | 4,490 | - | - | - | - | - | - | - | - | 400 | 29,215 | 1,951.7 |
| 28 | 234 | 16,160 | 12,170 | 18,370 | 8,120 | 3,640 | 400 | 540 | - | - | - | - | - | - | 59,450 | 2,123.2 |
| 17 | 70 | 10,210 | 7,840 | 4,380 | 3,400 | 2,210 | 3,920 | 4,320 | 485 | 210 | 200 | 200 | 31,075 | 2,180.9 | 37,075 | 1,720.0 |
| 30 | 274 | 22,280 | 14,605 | 9,160 | 3,845 | 1,165 | - | 115 | - | - | - | - | - | 430 | 51,600 | 1,720.0 |
| 15 | 136 | 10,840 | 2,180 | - | - | - | 740 | - | - | - | - | - | - | - | 13,760 | 917.3 |
| 23 | 213 | 26,395 | 949 | 285 | 870 | 50 | 240 | - | - | 110 | 30 | 30 | 29,329 | 1,275.2 | | |
| Subtotal | 1,019 | 99,040 | 42,454 | 38,615 | 20,725 | 7,065 | 5,300 | 4,975 | 935 | 320 | 1,060 | 220,489 | 794.3 | | | |
| mean per m ² (g) | | 778.0 | 313.9 | 276.7 | 170.3 | 50 | 50.8 | 46.2 | 8.0 | 2.9 | 9.0 | | | | | |
| each algae / total algae (%) | | 44.57 | 19.1 | 17.4 | 10.2 | 3.2 | 2.4 | 2.2 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | | | | | |
| each algae / one top shell (g) | | 97.2 | 41.7 | 28.3 | 22.3 | | | | | | | | | | | |
| | | (total other algae 19.0) | | | | | | | | | | | | | | |

(Investigated year : 1981)

Table 12. Distribution of shell fish, algae and other sp. in Sinchang and Oongpo St.

| | | |
|---------|---|-----------------------|
| 연체동물 | Mollusca | |
| 소라 | <u>Turbo(Batillus) cornutus</u> | (LIGHT FOOT) |
| 큰배말 | <u>Cellana nigrolineata</u> | (REEVE) |
| 진주배말 | <u>Cellana grata</u> | (GOULD) |
| 진보말(가명) | <u>Tegula pfeifferi carpenteri</u> | (DUNKER) |
| 울타리고둥 | <u>Monodonta labio</u> | (LINNE) |
| 밤고둥 | <u>Chlorostoma argyrostoma lischkei</u> | |
| 갈고둥 | <u>Heminerita japonica</u> | (DUNKER) |
| 총알고둥 | <u>Littorina brevicula</u> | (PHILIPPI) |
| 대수리 | <u>Purpura (Mancinella) clavigera</u> | (KUSTER) |
| 두드럭고둥 | <u>Purpura (Mancinella) bronni</u> | (DUNKER) |
| 군부 | <u>Liolophura japonica</u> | (LISCHKE) |
| 연두군부 | <u>Ischnochitol comptus</u> | (GOULD) |
| 녹조류 | Chlorophyta | |
| 구멍갈파래 | <u>Ulva pertusa</u> | (KJELLMAN) |
| 깃털말 | <u>Bryopsis plumosa</u> | (HUDSON) |
| 갈조류 | Phaeophyta | |
| 때 | <u>Ishige okamurai</u> | (YENDO) |
| 넙때 | <u>Ishige sinicola</u> | (OKAMURA) |
| 로트 | <u>Hizikia fusiforme</u> | (OKAMURA) |
| 저층이 | <u>Sargassum thunbergii</u> | (MERTENS) |
| 알송이모자반 | <u>Sargassum confusum</u> | (AGARDH) |
| 큰잎모자반 | <u>Sargassum ringgoldianum</u> | (HARVEY) |
| 감태 | <u>Ecklonia cava</u> | (KJELLMAN) |
| 홍조류 | Rhodophyta | |
| 낫골갈라가라 | <u>Galaxaura falcata</u> | (KJELLMAN) |
| 우뭇가사리 | <u>Gelidium amansii</u> | (LAMOUREUX) |
| 작은구슬산호말 | <u>Corallina pilulifera</u> | (POSTELS et RUPRECHT) |

| | |
|--------|---|
| 넙골야누스편 | <u>Jania ungulata</u> (YENPO) |
| 진두발 | <u>Chondrus ocellatus</u> (HOLMES) |
| 부채살우무 | <u>Gymnogongrus flabelliformis</u> (HARVEY) |
| 도박 | <u>Pachymeniopsis elliptica</u> (YAMADA) |
| 주름붉은잎 | <u>Callophyllis crispata</u> (OKAMURA) |

기타생물 other animals

| | |
|----------|---|
| 거북손 | <u>Pollicipes mitella</u> |
| 말뚝성게 | <u>Hemicentrotus pulcherrimus</u> (A.AGASSIZ) |
| 보라성게 | <u>Anthocidaris crassispina</u> (A.AGASSIZ) |
| 해삼 | <u>Stichopus japonicus selenka</u> |
| 얼룩갯민숭달팽이 | <u>Platydorid speciosa</u> (ABRAHAM) |
| 흰갯민숭달팽이 | <u>Chromodoris pallescens</u> (BERGH) |
| 빨간뱀불가사리 | <u>Ceratonardoa semiregularis</u> |
| 거미불가사리 | <u>Ophioplocus japonicus</u> (H.L.CIARK) |
| 거북등근소불이 | <u>Pleurobranchus hirasei</u> |

Table 14. Movement of habitat according to the each size in light intensity

| shell height | date | 9.20 | | | 17:00 | | | 19:00 | | | 21:00 | | | 23:00 | | | 9.21 | | | 03:00 | | | 05:00 | | | 07:00 | | | 09:00 | | | 11:00 | | | 13:00 | | |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|----|------|----|----|-------|----|----|-------|----|---|-------|----|----|-------|----|----|-------|---|---|-------|--|--|
| | | site | indi | vidua | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | S | BW | F | | | | | | |
| 30mm > | 20 | 20 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 2 | 16 | 2 | 1 | 17 | 2 | 0 | 7 | 13 | 0 | 4 | 16 | 2 | 8 | 10 | 8 | 9 | 3 | 10 | 10 | 0 | 18 | 2 | 0 | 16 | 4 | 0 | | | |
| 30 - 60 | 15 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 4 | 8 | 3 | 2 | 8 | 5 | 0 | 4 | 11 | 0 | 5 | 10 | 3 | 5 | 7 | 6 | 2 | 6 | 8 | 1 | 14 | 1 | 0 | 11 | 4 | 0 | | | | |
| 60mm < | 10 | 10 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 | 0 | 4 | 6 | 0 | 4 | 6 | 0 | 3 | 7 | 2 | 2 | 6 | 4 | 3 | 3 | 2 | 8 | 0 | 6 | 4 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | |
| total | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mean | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| light intensity | Lux | 340 | | | 220 | | | 0 | | | | 0 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |

S : Shelter BW : Bottom Wall F : Food

* Table 1 Sediment type, textural parameters and total-organic matter.

| Station | Sediment composition | | | | Classifi- cation | T-organic (%) | Mean (Mz) | Textural parameters | | |
|---------|----------------------|---------------|-------------|-------------|---------------------|------------------|--------------|-------------------------|-------------------|------------------|
| | granule (%) | sand (%) | silt (%) | clay (%) | | | | Sorting (σ) | Skewness (Sk.) | Kurtosis (Kg) |
| 1 | 17.8 | 59.1 | 15.1 | 8.0 | gms | 4.24 | 2.7 | 4.13 | 0.40 | 1.40 |
| 2 | 7.38 | 92.62 | | | gs | 2.59 | 1.32 | 0.84 | 0.47 | 0.70 |
| 3 | 18.1 | 66.2 | 12.7 | 3.0 | gms | 3.11 | 3.5 | 4.60 | 0.35 | 0.68 |
| 4 | 13.6 | 64.2 | 18.7 | 3.5 | gms | 4.36 | 3.4 | 4.08 | 0.34 | 1.91 |
| 5 | 14.0 | 57.9 | 16.2 | 11.9 | gms | 4.86 | 3.3 | 4.10 | 0.29 | 1.13 |
| 6 | 7.44 | 93.25 | | | gs | 1.30 | -0.91 | 1.24 | 0.58 | 3.98 |
| 7 | 12.2 | 62.7 | 16.8 | 8.3 | gms | 3.92 | 3.6 | 3.98 | 0.33 | 1.91 |
| 8 | 21.67 | 78.32 | | | gs | 2.21 | -0.57 | 1.54 | 0.37 | 0.82 |
| 9 | 61.71 | 38.29 | | | st | 1.33 | 0.51 | 3.07 | 0.68 | 1.18 |
| 10 | 3.45 | 55.45 | 12.36 | 28.74 | (g)ms | 10.66 | 1.17 | 2.56 | 0.53 | 0.49 |
| 11 | 8.1 | 67.8 | 8.0 | 16.1 | (g)ms | 5.20 | 3.1 | 4.01 | 0.74 | 1.33 |
| 12 | 3.34 | 65.33 | 9.83 | 20.5 | (g)ms | 6.50 | 1.74 | 3.11 | 0.55 | 0.85 |
| 13 | 3.27 | 65.36 | 9.36 | 22.01 | (g)ms | 7.09 | 1.83 | 3.35 | 0.49 | 1.82 |
| 14 | 9.4 | 61.6 | 19.4 | 9.6 | gms | 3.86 | 3.7 | 3.87 | 0.43 | 0.97 |
| 15 | 32.04 | 67.95 | | | gs | 3.01 | -0.70 | 1.78 | -0.22 | 1.06 |
| 16 | 21.93 | 78.06 | | | gs | 3.14 | -0.95 | 1.30 | 0.23 | 0.70 |
| 17 | 17.31 | 61.3 | 12.5 | 8.89 | gms | 4.74 | 2.6 | 4.14 | 0.41 | 1.43 |
| 18 | 10.31 | 58.9 | 12.93 | 17.85 | gms | 4.97 | 3.38 | 3.71 | 0.46 | 1.54 |
| 19 | 5.16 | 94.83 | | | gs | 1.17 | 1.16 | 1.87 | 0.98 | 1.73 |
| 20 | 6.75 | 92.23 | | | gs | 1.34 | -1.24 | 1.07 | 0.49 | 1.74 |
| 21 | 28.89 | 71.12 | | | gs | 2.04 | -1.37 | 1.36 | 0.05 | 0.91 |
| 22 | 18.6 | 56.2 | 21.4 | 4.3 | gms | 3.75 | 3.46 | 4.12 | 0.38 | 1.23 |
| Range | 3.27 - 18.6 | 38.29 - 92.62 | 8.0 - 21.4 | 3.0 - 4.3 | | 1.17 - 10.66 | -1.73 - 3.7 | 0.84 - 4.6 | -0.22 - 0.98 | 0.498 - 3.98 |
| Average | 15.57 | 68.62 | 14.25 | 12.51 | | 3.88 | 2.1 | 2.9 | 0.44 | 1.34 |

Note ; gs : gravelly sand, st : sandy gravel, gms : gravelly muddy sand, (g)ms : slightly gravelly muddy sand, 1 : Do doo, 2 : Kwili, 3 : Aewol, 4 : Hallim, 5 : Shinchang, 6 : Yongsoo, 7 : Sindo, 8 : Gaejeong, 9 : Saege, 10 : Daepyeong, 11 : Sogwi, 13 : Nimi, 14 : Tosan, 15 : Pyoson, 16 : Sinsan, 17 : Sungsan, 18 : U-do, 19 : Chongdal, 20 : Sehwa, 21 : Kimyeong, 22 : Jocheon.

* Table 2 Monthly precipitation in Cheju-do. (unit : mm)

| Location | Month | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | ANNUAL |
| CHEJU | 60.7 | 76.4 | 66.2 | 98.2 | 74.9 | 202.6 | 235.7 | 251.9 | 181.0 | 98.6 | 82.3 | 54.1 | 1485.7 |
| SUNGSAI | 75.6 | 93.0 | 100.9 | 145.0 | 144.5 | 249.3 | 270.3 | 259.4 | 201.5 | 107.5 | 102.4 | 67.8 | 1816.7 |
| SEOGUIPO | 49.3 | 78.9 | 118.4 | 187.3 | 203.0 | 309.2 | 289.5 | 210.9 | 161.6 | 88.1 | 70.2 | 44.9 | 1811.3 |
| DAEJUNG | 44.5 | 57.1 | 72.5 | 114.8 | 119.0 | 210.4 | 197.7 | 158.2 | 106.9 | 62.5 | 59.4 | 44.8 | 1247.8 |
| JEJAN | 57.5 | 76.4 | 89.5 | 136.3 | 135.4 | 242.9 | 248.3 | 220.1 | 162.8 | 89.2 | 78.6 | 52.9 | 1590.4 |

* Table 3 Seasonal mean values of each items.

| Spring | | | | | | | | |
|--------|-------------|-------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------------|
| St. | WT | SAL | TS | TSS | TDS | VSS | FSS | $\frac{VSS}{TSS}$ |
| 1 | 14.8 | 32.9 | 39370 | 8.53 | 39362 | 2.05 | 6.48 | 24.0 |
| 2 | 15.2 | 32.7 | 38770 | 6.36 | 38764 | 2.16 | 4.2 | 34.0 |
| 3 | 15.4 | 33.0 | 48460 | 6.84 | 48453 | 1.87 | 4.97 | 27.3 |
| 4 | 13.2 | 31.2 | 36720 | 7.05 | 36713 | 2.63 | 4.42 | 37.3 |
| 5 | 13.0 | 32.4 | 38720 | 10.24 | 38710 | 2.58 | 7.66 | 25.2 |
| 6 | 13.2 | 31.3 | 34360 | 6.92 | 34353 | 1.56 | 5.36 | 22.5 |
| 7 | 15.4 | 32.2 | 40640 | 5.91 | 40634 | 1.72 | 4.19 | 29.1 |
| 8 | 14.7 | 32.4 | 36420 | 6.48 | 36414 | 1.64 | 4.84 | 25.3 |
| 9 | 14.5 | 32.2 | 41320 | 4.23 | 41316 | 1.67 | 2.56 | 39.5 |
| 10 | 15.2 | 32.4 | 39110 | 4.35 | 39106 | 1.63 | 2.72 | 37.5 |
| 11 | 15.5 | 31.7 | 38210 | 8.64 | 38201 | 1.72 | 6.92 | 19.9 |
| 12 | 15.3 | 32.1 | 38910 | 9.47 | 38901 | 2.36 | 7.11 | 24.9 |
| 13 | 15.4 | 32.02 | 40290 | 8.55 | 40282 | 2.32 | 6.23 | 27.1 |
| 14 | 15.4 | 32.0 | 41920 | 5.67 | 41914 | 1.72 | 3.95 | 30.3 |
| 15 | 13.8 | 31.4 | 37760 | 8.72 | 37751 | 2.04 | 6.68 | 23.4 |
| 16 | 13.5 | 32.4 | 37860 | 7.47 | 37853 | 1.81 | 5.66 | 24.2 |
| 17 | 14.3 | 32.2 | 29880 | 6.07 | 29894 | 2.66 | 3.41 | 43.8 |
| 18 | 13.6 | 33.4 | 37660 | 4.07 | 37656 | 1.60 | 2.47 | 39.3 |
| 19 | 14.4 | 32.8 | 39070 | 6.45 | 39064 | 1.68 | 4.77 | 26.0 |
| 20 | 14.7 | 33.3 | 31830 | 5.97 | 31824 | 1.64 | 4.33 | 27.5 |
| 21 | 14.6 | 32.4 | 46430 | 7.82 | 46422 | 1.59 | 6.23 | 20.3 |
| 22 | 13.7 | 31.3 | 21300 | 5.61 | 22294 | 2.74 | 2.87 | 48.8 |
| Range | 13.0 - 15.5 | 31.3 - 33.4 | 21300 - 48460 | 4.07 - 10.24 | 22294 - 48453 | 1.56 - 2.74 | 2.47 - 7.66 | 19.9 - 48.8 |
| Mean | 14.5 | 32.24 | 38001 | 6.88 | 37995 | 1.97 | 4.91 | 29.9 |

| Summer | | | | | | | | |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|
| St. | WT | SAL | TS | TSS | TDS | VSS | FSS | $\frac{VSS}{TSS}$ |
| 1 | 23.4 | 29.8 | 25600 | 5.54 | 25595 | 1.84 | 3.7 | 33.2 |
| 2 | 23.2 | 28.4 | 28460 | 5.48 | 28455 | 2.04 | 3.44 | 37.2 |
| 3 | 23.5 | 28.2 | 25980 | 5.65 | 25974 | 1.67 | 3.98 | 29.6 |
| 4 | 25.1 | 28.4 | 21760 | 7.15 | 21753 | 2.46 | 4.69 | 34.4 |
| 5 | 25.7 | 29.4 | 24250 | 6.91 | 24243 | 2.54 | 4.37 | 36.8 |
| 6 | 22.1 | 28.0 | 29670 | 6.92 | 29663 | 1.58 | 5.34 | 22.8 |
| 7 | 25.6 | 28.4 | 24780 | 3.48 | 24777 | 1.6 | 1.88 | 46.0 |
| 8 | 25.8 | 28.2 | 22770 | 4.10 | 22766 | 1.62 | 2.48 | 39.5 |
| 9 | 25.7 | 29.4 | 30750 | 4.55 | 30746 | 1.67 | 2.88 | 36.7 |
| 10 | 24.1 | 30.4 | 25680 | 4.52 | 25676 | 1.53 | 2.99 | 33.9 |
| 11 | 24.3 | 29.1 | 24720 | 6.64 | 24463 | 1.84 | 4.8 | 27.7 |
| 12 | 24.3 | 29.9 | 28800 | 8.66 | 28791 | 2.26 | 6.4 | 26.1 |
| 13 | 24.5 | 30.2 | 26090 | 8.42 | 26082 | 2.21 | 6.2 | 26.2 |
| 14 | 24.3 | 30.5 | 26440 | 3.72 | 26436 | 1.64 | 2.08 | 44.1 |
| 15 | 24.2 | 27.3 | 27020 | 7.72 | 27012 | 2.16 | 5.56 | 28.0 |
| 16 | 24.4 | 29.4 | 21890 | 6.7 | 21883 | 1.66 | 5.04 | 24.8 |
| 17 | 23.6 | 27.8 | 12850 | 6.45 | 12844 | 2.37 | 4.1 | 36.7 |
| 18 | 23.6 | 30.04 | 24240 | 4.13 | 24236 | 1.45 | 2.68 | 35.1 |
| 19 | 23.1 | 27.6 | 27750 | 5.44 | 27745 | 1.65 | 3.79 | 30.3 |
| 20 | 23.4 | 29.4 | 6960 | 5.07 | 6955 | 1.61 | 3.46 | 31.9 |
| 21 | 23.4 | 28.2 | 24550 | 5.67 | 24544 | 1.67 | 4.0 | 29.5 |
| 22 | 21.9 | 28.4 | 6900 | 4.25 | 6896 | 2.61 | 1.64 | 31.4 |
| Range | 21.9 - 25.8 | 27.3 - 30.5 | 6900 - 30750 | 3.48 - 8.66 | 6896 - 30746 | 1.45 - 2.61 | 1.64 - 5.56 | 22.8 - 46.0 |
| Mean | 24.05 | 28.95 | 23632 | 5.79 | 23479 | 1.9 | 3.39 | 34.17 |

* Table 3 (Continued)

| Autumn | | | | | | | | |
|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------------|
| St. | WT | SAL | TS | TSS | TDS | VSS | TSS | $\frac{VSS}{TSS}$ |
| 1 | 20.1 | 33.7 | 31820 | 5.27 | 31815 | 1.76 | 3.51 | 33.4 |
| 2 | 21.0 | 33.4 | 30426 | 4.82 | 30422 | 1.87 | 2.95 | 38.8 |
| 3 | 23.1 | 33.2 | 29870 | 4.97 | 29865 | 1.66 | 3.31 | 33.4 |
| 4 | 23.7 | 33.24 | 28770 | 6.93 | 28763 | 1.64 | 5.29 | 23.7 |
| 5 | 23.6 | 33.0 | 30740 | 3.16 | 30737 | 1.87 | 1.27 | 59.6 |
| 6 | 17.4 | 32.7 | 30845 | 6.27 | 30839 | 1.83 | 4.44 | 29.2 |
| 7 | 19.8 | 34.4 | 28650 | 3.41 | 28647 | 1.04 | 2.37 | 30.5 |
| 8 | 21.0 | 33.24 | 28740 | 3.75 | 28736 | 1.12 | 2.63 | 29.9 |
| 9 | 20.8 | 33.4 | 33240 | 4.58 | 33235 | 1.07 | 3.51 | 23.4 |
| 10 | 22.1 | 33.1 | 30850 | 3.97 | 30846 | 1.04 | 2.93 | 26.2 |
| 11 | 22.0 | 33.01 | 30680 | 5.42 | 30675 | 1.62 | 3.8 | 29.9 |
| 12 | 22.3 | 33.1 | 31744 | 8.12 | 31736 | 1.72 | 6.4 | 21.2 |
| 13 | 22.5 | 33.5 | 29760 | 7.74 | 29752 | 1.23 | 6.51 | 15.9 |
| 14 | 22.7 | 33.1 | 34700 | 3.21 | 34679 | 1.24 | 1.96 | 38.9 |
| 15 | 20.7 | 33.4 | 28440 | 7.64 | 28432 | 1.76 | 5.88 | 23.0 |
| 16 | 20.4 | 33.3 | 28500 | 6.24 | 28494 | 1.76 | 4.48 | 28.2 |
| 17 | 19.7 | 33.7 | 23670 | 3.79 | 23666 | 2.08 | 1.71 | 54.9 |
| 18 | 21.4 | 34.4 | 30740 | 3.21 | 30737 | 1.45 | 1.76 | 45.2 |
| 19 | 21.0 | 33.2 | 28670 | 4.47 | 28666 | 1.46 | 3.01 | 32.7 |
| 20 | 20.1 | 33.4 | 24650 | 4.28 | 24646 | 1.48 | 2.8 | 34.6 |
| 21 | 20.2 | 33.2 | 27440 | 4.38 | 27436 | 1.46 | 2.92 | 33.3 |
| 22 | 20.1 | 32.6 | 10200 | 3.14 | 10197 | 2.05 | 1.12 | 64.9 |
| Range | 17.4 - 23.7 | 32.6 - 34.4 | 10200 - 34700 | 3.14 - 8.12 | 10197 - 34697 | 1.04 - 2.08 | 1.12 - 6.51 | 15.9 - 64.9 |
| Mean | 21.17 | 33.3 | 28779 | 4.92 | 28775 | 1.56 | 3.39 | 34.13 |
| Winter | | | | | | | | |
| St. | WT | SAL | TS | TSS | TDS | VSS | TSS | $\frac{VSS}{TSS}$ |
| 1 | 13.0 | 34.7 | 34520 | 8.87 | 34511 | 1.77 | 7.1 | 20.0 |
| 2 | 13.5 | 33.07 | 36640 | 7.87 | 36632 | 1.83 | 6.04 | 23.3 |
| 3 | 13.6 | 34.45 | 35870 | 7.16 | 35863 | 1.64 | 5.52 | 22.9 |
| 4 | 12.7 | 33.87 | 35272 | 8.05 | 35264 | 2.33 | 5.72 | 28.9 |
| 5 | 13.7 | 34.17 | 33620 | 10.75 | 33609 | 1.87 | 8.88 | 17.4 |
| 6 | 12.8 | 33.4 | 31630 | 7.68 | 31622 | 1.46 | 6.22 | 19.0 |
| 7 | 12.7 | 33.17 | 36720 | 6.44 | 36714 | 1.34 | 5.1 | 20.8 |
| 8 | 14.8 | 34.14 | 33500 | 7.3 | 33493 | 1.42 | 5.88 | 19.5 |
| 9 | 14.6 | 34.1 | 40670 | 5.27 | 40665 | 1.58 | 3.69 | 30.0 |
| 10 | 14.4 | 34.2 | 36750 | 4.55 | 36746 | 1.44 | 3.11 | 31.6 |
| 11 | 14.3 | 34.1 | 36720 | 8.95 | 36711 | 1.72 | 7.23 | 19.2 |
| 12 | 14.3 | 34.4 | 34640 | 9.58 | 34630 | 2.12 | 7.46 | 21.5 |
| 13 | 14.7 | 34.3 | 36630 | 9.46 | 36621 | 2.07 | 7.39 | 21.9 |
| 14 | 14.8 | 34.2 | 40260 | 6.27 | 40254 | 1.02 | 5.25 | 16.3 |
| 15 | 13.2 | 34.4 | 33210 | 9.74 | 33200 | 2.13 | 7.61 | 21.9 |
| 16 | 14.2 | 34.8 | 33400 | 5.24 | 33395 | 1.46 | 3.78 | 27.9 |
| 17 | 12.3 | 34.5 | 28520 | 6.51 | 28514 | 2.21 | 4.3 | 33.9 |
| 18 | 13.4 | 34.8 | 36640 | 3.22 | 36637 | 1.40 | 1.82 | 43.5 |
| 19 | 12.4 | 34.6 | 36520 | 7.52 | 36513 | 1.48 | 6.04 | 19.7 |
| 20 | 12.3 | 34.9 | 30765 | 6.98 | 30758 | 1.55 | 5.43 | 22.2 |
| 21 | 13.4 | 34.1 | 45210 | 8.57 | 45201 | 1.43 | 7.14 | 16.7 |
| 22 | 12.43 | 33.6 | 18220 | 6.32 | 18214 | 2.20 | 4.12 | 34.8 |
| Range | 12.3 - 14.8 | 33.07 - 34.9 | 18220 - 45210 | 3.22 - 10.75 | 18214 - 45201 | 1.02 - 2.33 | 1.82 - 8.38 | 16.3 - 43.5 |
| Mean | 13.52 | 34.18 | 34816 | 7.38 | 34808 | 1.70 | 5.67 | 24.22 |

* Table 4 Annual mean values of each items.

| St. | WT | SAL | TS | TSS | TDS | VSS | FSS | <u>VSS</u> <u>TSS</u> |
|-------|----------------|----------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| 1 | 17.8 | 32.8 | 32828 | 7.1 | 32821 | 1.9 | 5.2 | 27.7 |
| 2 | 18.2 | 31.9 | 33574 | 6.1 | 33568 | 2.0 | 4.2 | 33.3 |
| 3 | 18.9 | 32.2 | 35023 | 6.2 | 35039 | 1.7 | 4.5 | 28.3 |
| 4 | 18.7 | 31.7 | 30631 | 7.3 | 30623 | 2.3 | 5.0 | 31.1 |
| 5 | 19.0 | 32.2 | 31833 | 7.8 | 31825 | 2.2 | 5.6 | 34.8 |
| 6 | 16.4 | 31.4 | 31626 | 7.0 | 31619 | 1.6 | 5.3 | 23.4 |
| 7 | 18.4 | 32.1 | 32698 | 4.8 | 32693 | 1.4 | 3.4 | 31.6 |
| 8 | 19.1 | 32.0 | 30358 | 5.4 | 30352 | 1.5 | 4.0 | 28.6 |
| 9 | 18.9 | 32.3 | 36495 | 4.7 | 36490 | 1.5 | 3.2 | 32.4 |
| 10 | 19.0 | 32.5 | 33098 | 4.3 | 33094 | 1.4 | 2.9 | 32.3 |
| 11 | 19.0 | 32.0 | 32583 | 7.4 | 32512 | 1.7 | 5.7 | 24.2 |
| 12 | 19.1 | 32.4 | 33524 | 9.0 | 33516 | 2.1 | 6.8 | 23.4 |
| 13 | 19.3 | 32.5 | 33193 | 8.5 | 33184 | 2.0 | 5.6 | 22.8 |
| 14 | 19.3 | 32.4 | 35830 | 4.7 | 35825 | 1.4 | 3.1 | 32.4 |
| 15 | 18.0 | 31.8 | 31608 | 8.5 | 31601 | 2.1 | 6.4 | 24.1 |
| 16 | 18.1 | 32.5 | 30413 | 6.4 | 30406 | 1.7 | 4.7 | 26.3 |
| 17 | 17.5 | 32.1 | 23730 | 5.7 | 23729 | 2.3 | 3.4 | 42.3 |
| 18 | 18.0 | 33.2 | 32320 | 3.7 | 32317 | 1.5 | 2.2 | 40.8 |
| 19 | 17.7 | 32.1 | 33003 | 6.0 | 32997 | 1.6 | 4.4 | 27.2 |
| 20 | 17.6 | 32.8 | 23551 | 5.6 | 16626 | 1.6 | 4.0 | 29.0 |
| 21 | 17.9 | 32.0 | 35908 | 6.6 | 35901 | 1.5 | 5.1 | 25.0 |
| 22 | 17.0 | 31.5 | 14655 | 4.8 | 14900 | 2.4 | 2.4 | 52.5 |
| Range | 16.4 - 19.3 | 31.4 - 32.8 | 14655 - 36495 | 3.7 - 9.0 | 14900 - 36490 | 1.4 - 2.4 | 2.2 - 6.8 | 22.8 - 52.5 |
| Mean | 18.3 | 32.2 | 31295 | 6.3 | 30979 | 1.8 | 4.5 | 30.6 |

* Table 5 Seasonal mean values of wind velocity, precipitation and TSS.

| Factor | Season | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Spring | Summer | Autumn | Winter |
| Wind Vel.(m.s.) | 4.6 | 2.5 | 3.34 | 6.0 |
| Precipitation(mm) | 602.0 | 1185.5 | 550.9 | 311.3 |
| TSS (mg/l) | 6.88 | 5.79 | 4.92 | 7.38 |

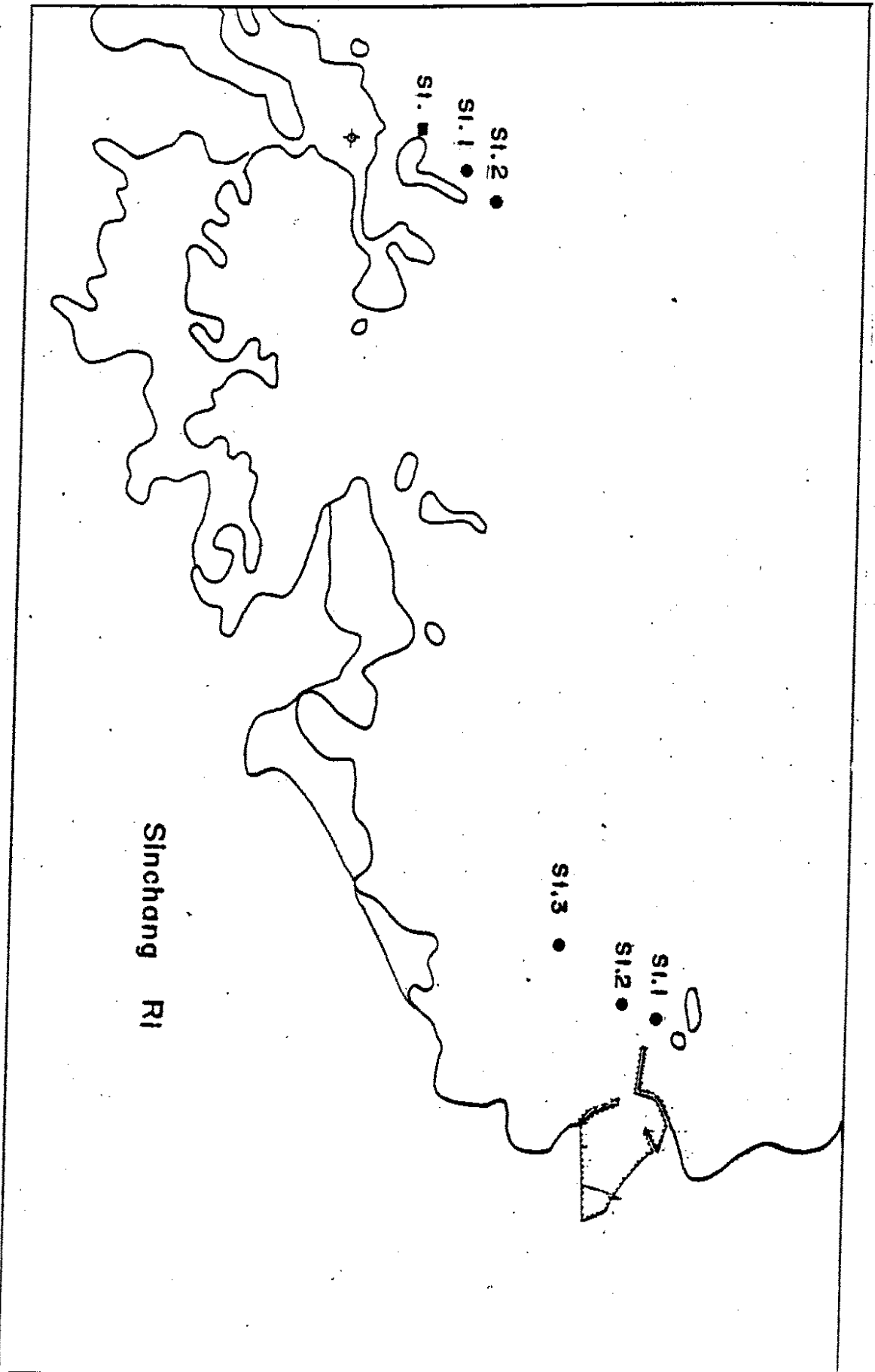


Fig. 1.

Map showing the sampling stations in Sinchang.

St. ● : sampling St. by scuba diving, St. ■ : sampling St. of young top shell
Left St. : light house

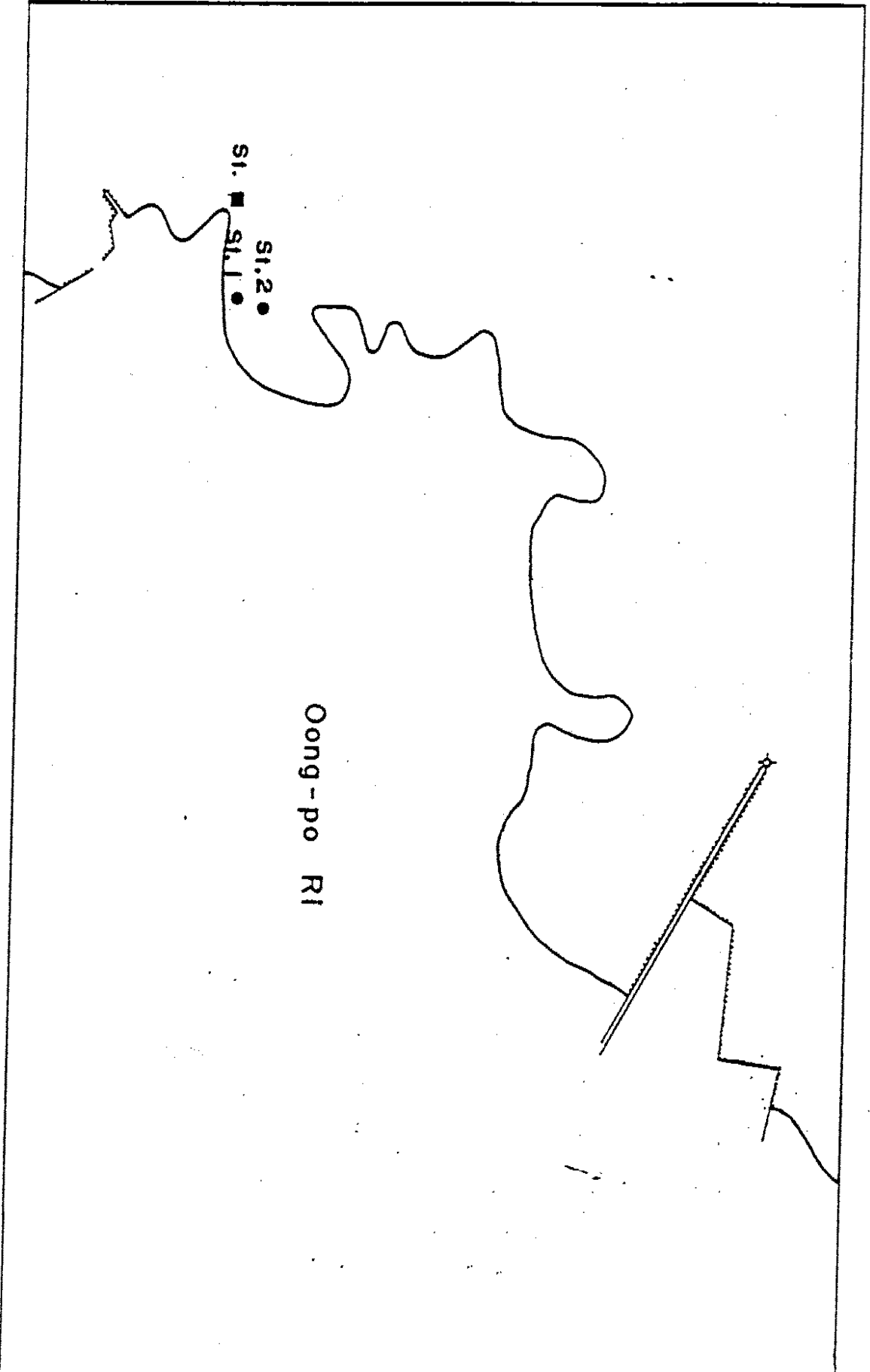


Fig. 2. Map showing the sampling stations in Oong-po. St. ●: sampling St. by scuba diving, St. ■: sampling St. of young top shell

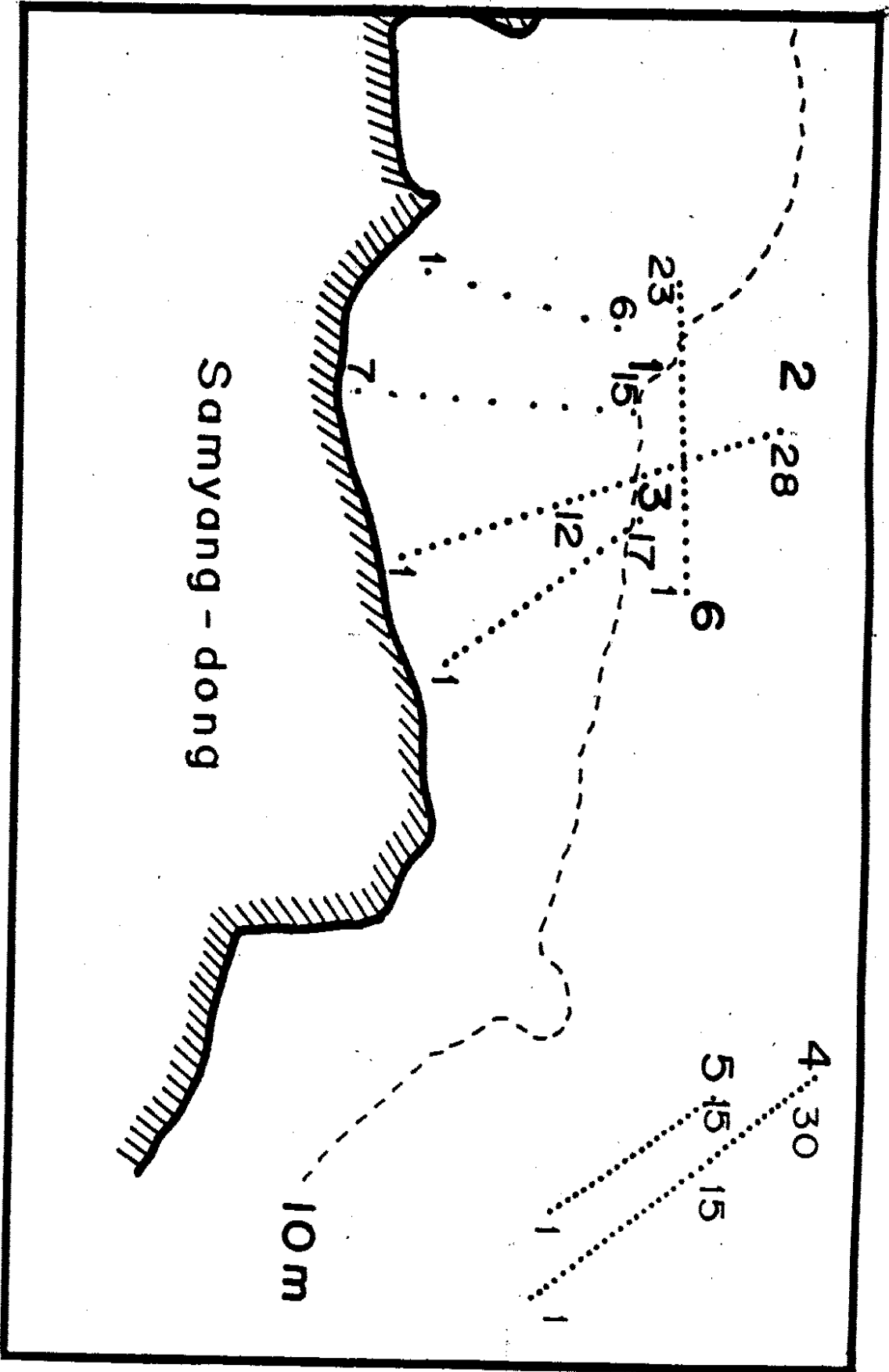


Fig. 3. Map showing the sampling stations in Samyang-dong.

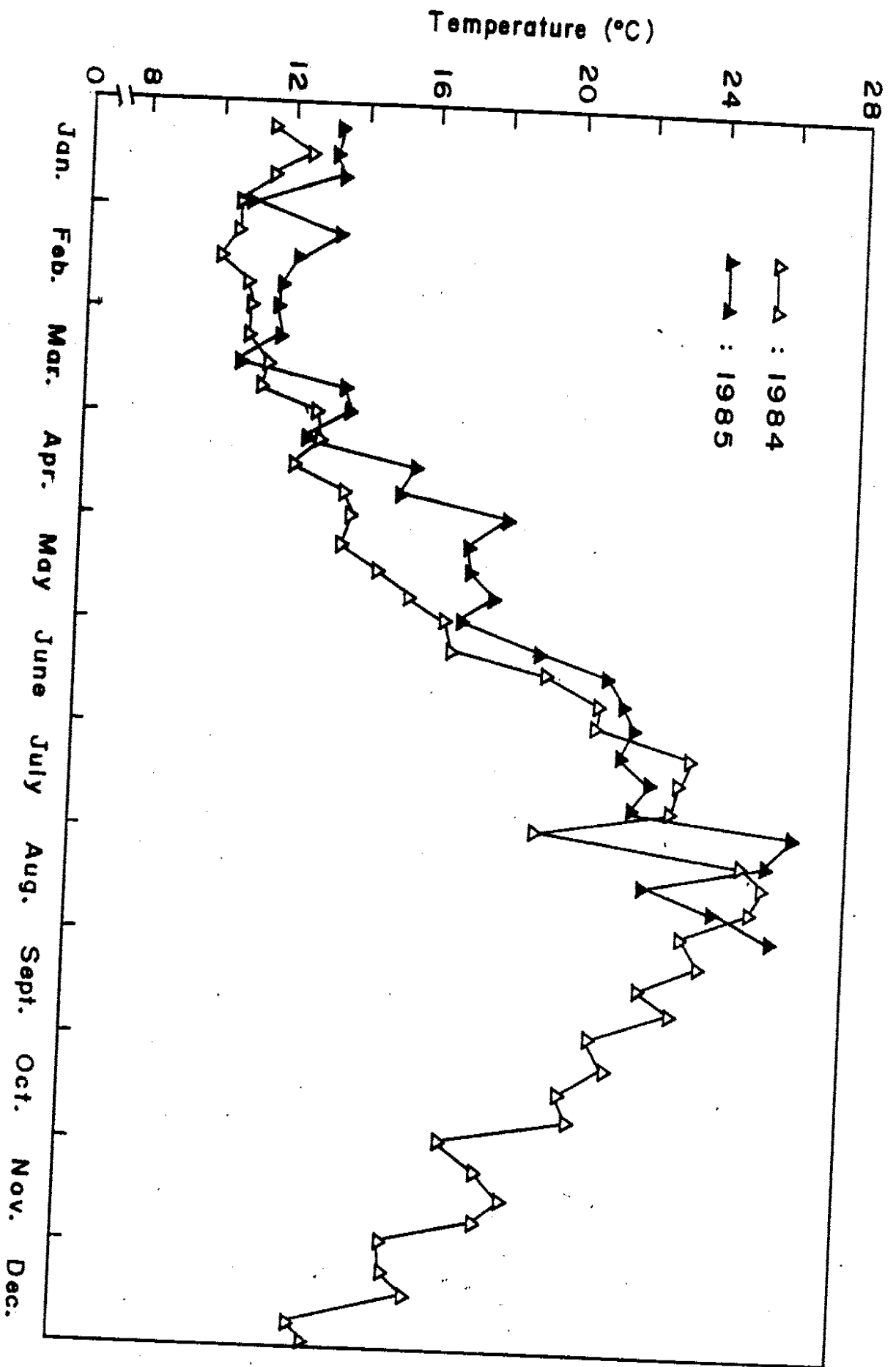


Fig. 4. Monthly change of water temperature in Qingpo St.

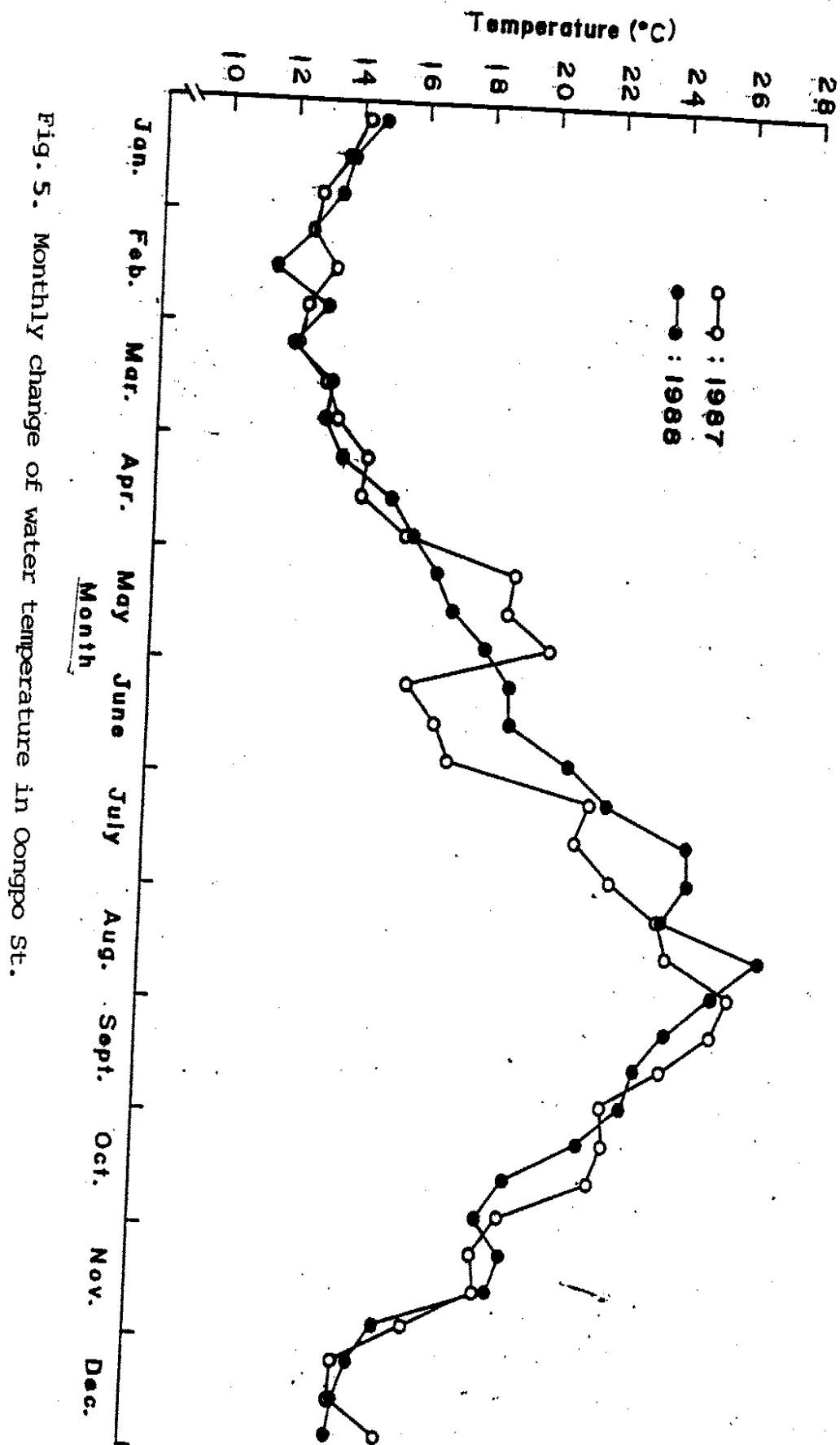


Fig. 5. Monthly change of water temperature in Oongpo St.

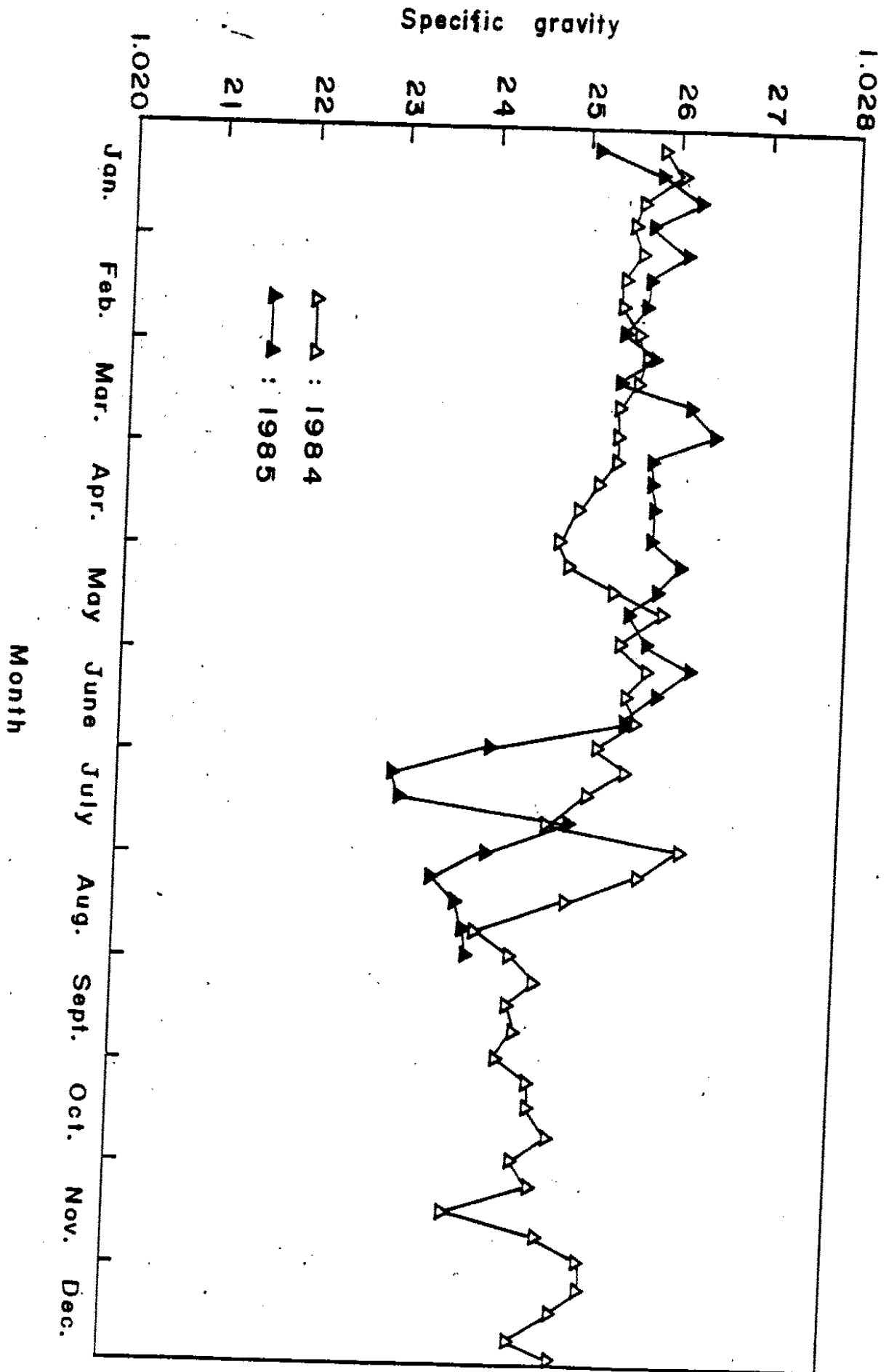


Fig. 6. Monthly change of specific gravity in Oong-po St.

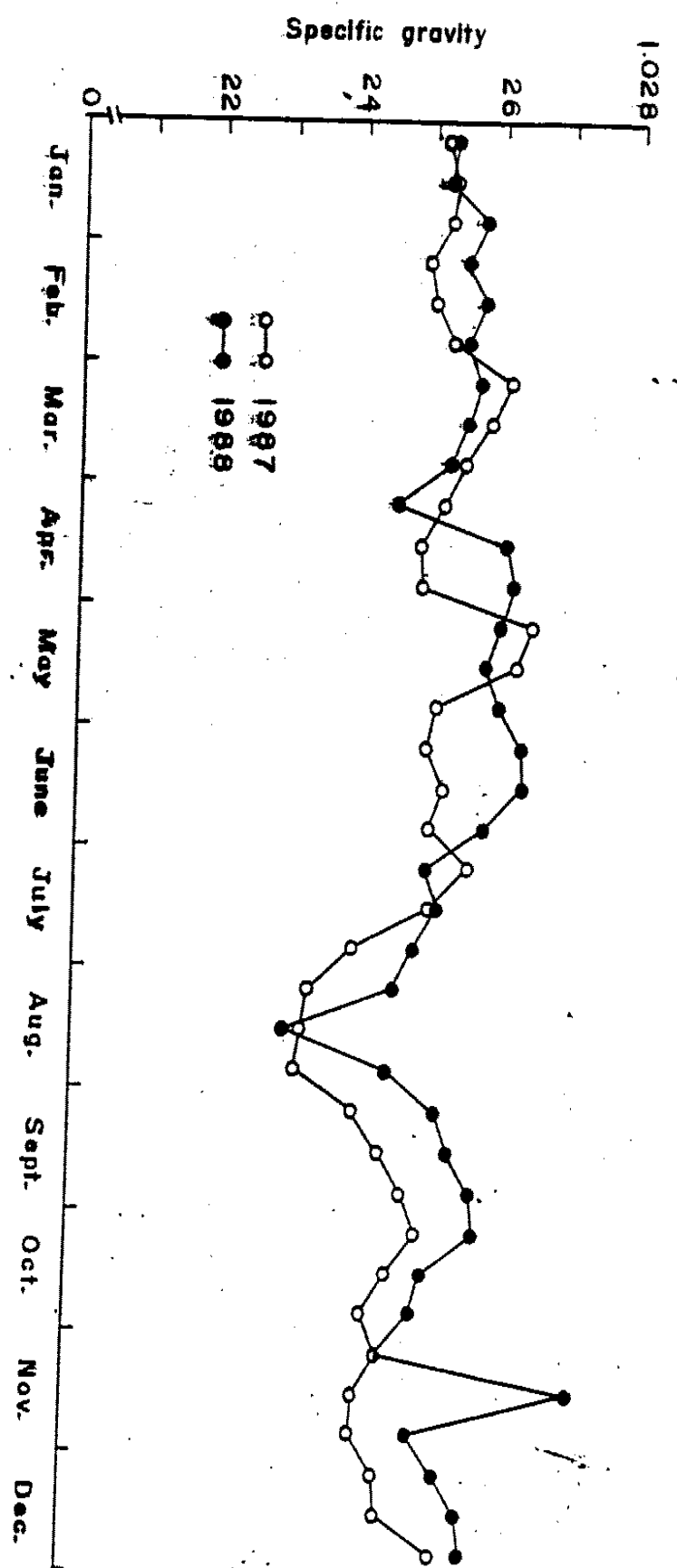


Fig. 7. Monthly change of specific gravity in Oongpo St.

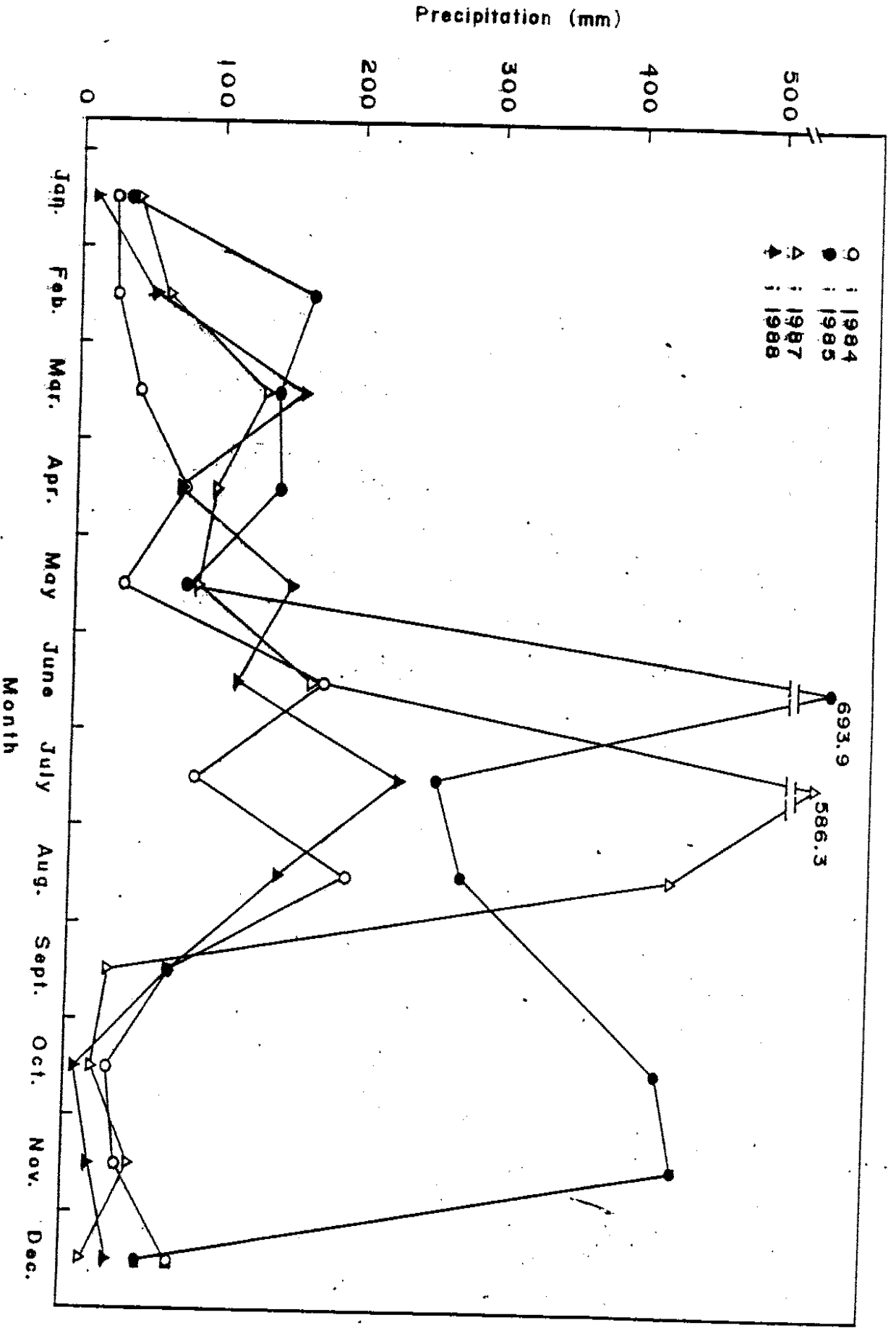


Fig. 8. Annual change of precipitation in Chain station

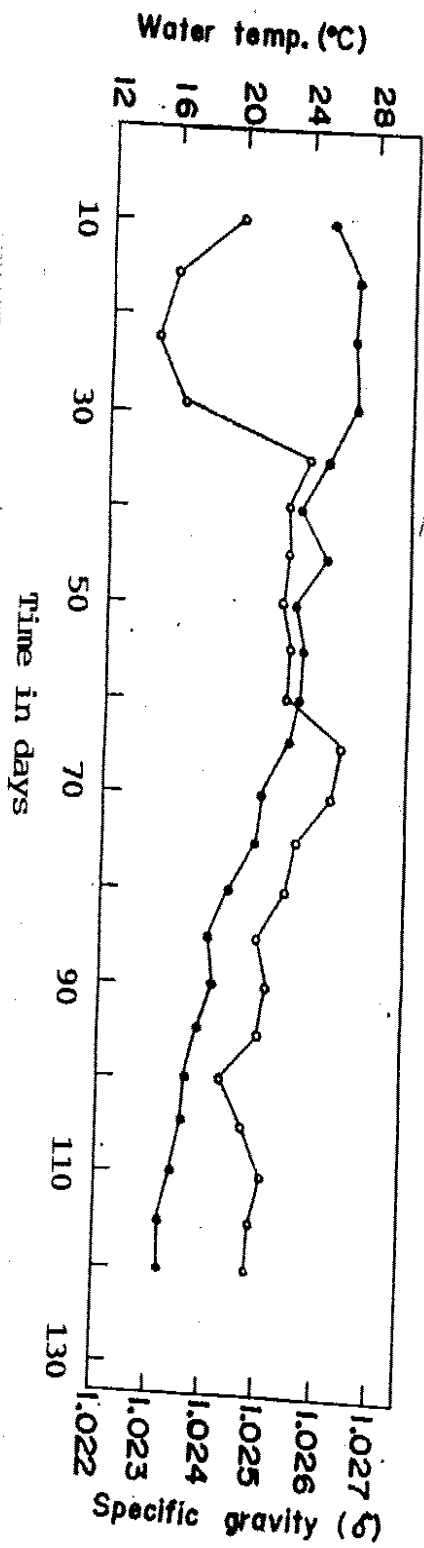


Fig. 9 . Shows the fluctuations of water temperature and specific gravity .
 (Closed circles: specific gravity , open circle: water temp.)

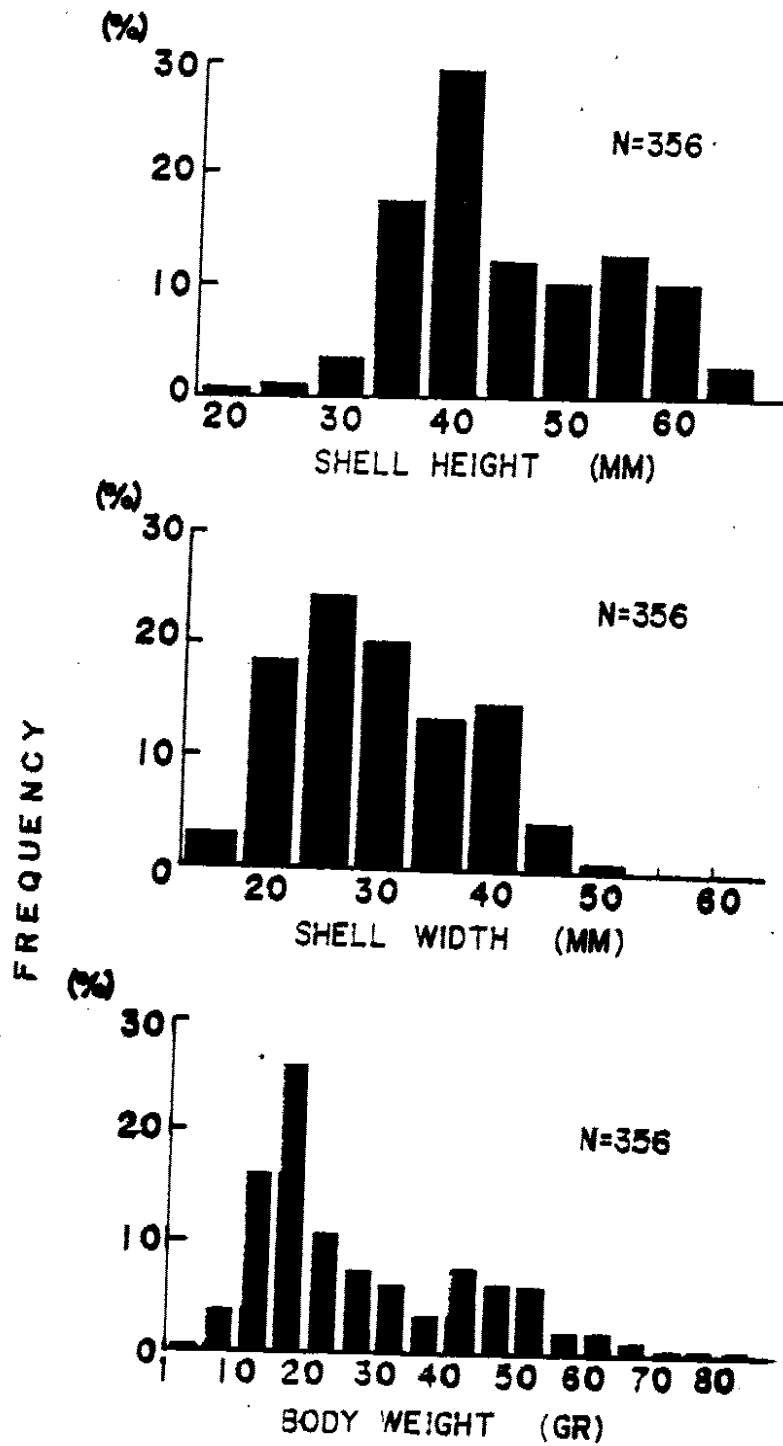


Fig. 10. Frequency of shell height, shell width and body weight of young top shell in Sinchang St.

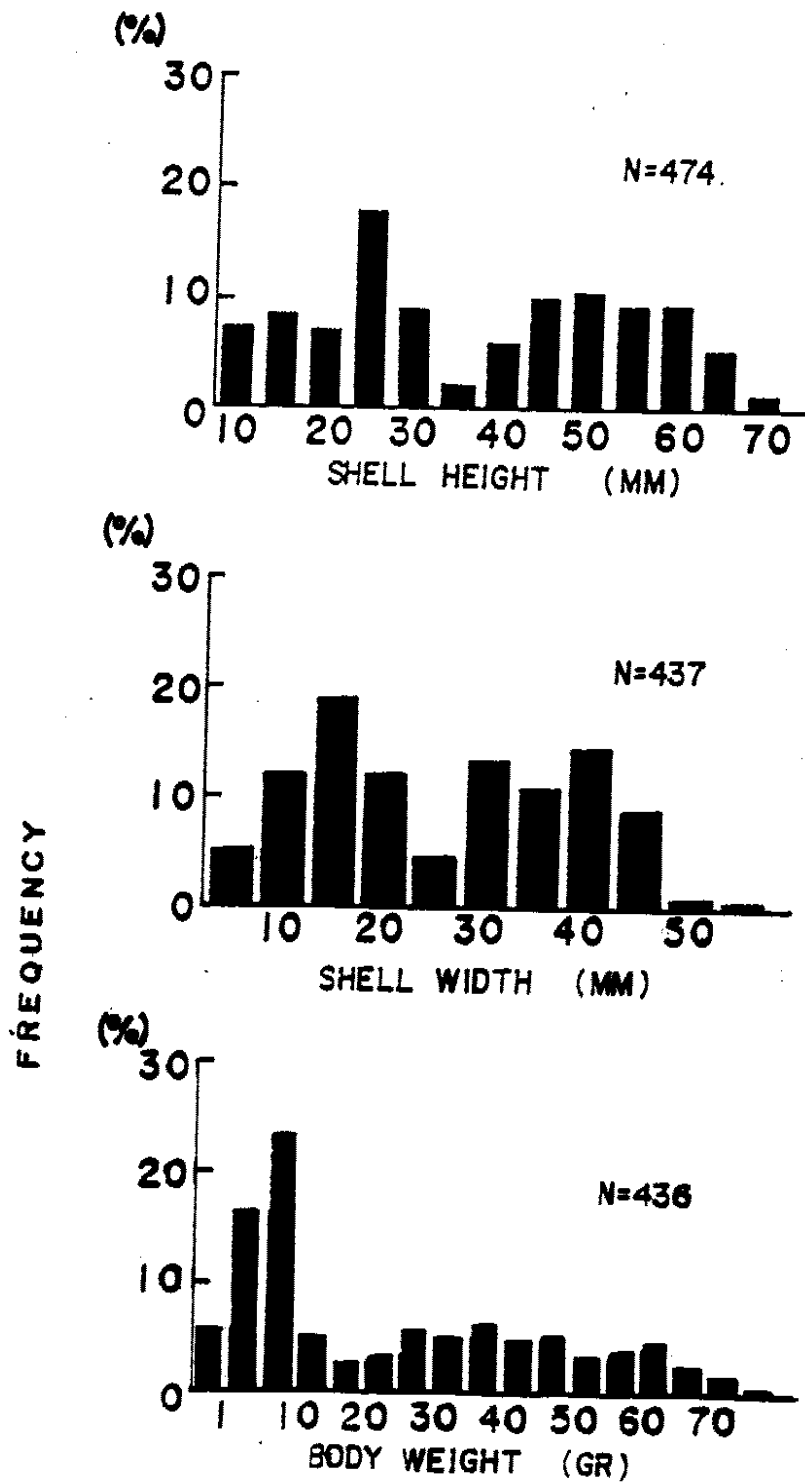


Fig. 11. Frequency of shell height, shell width and body weight of young top shell in Oong-po: St.

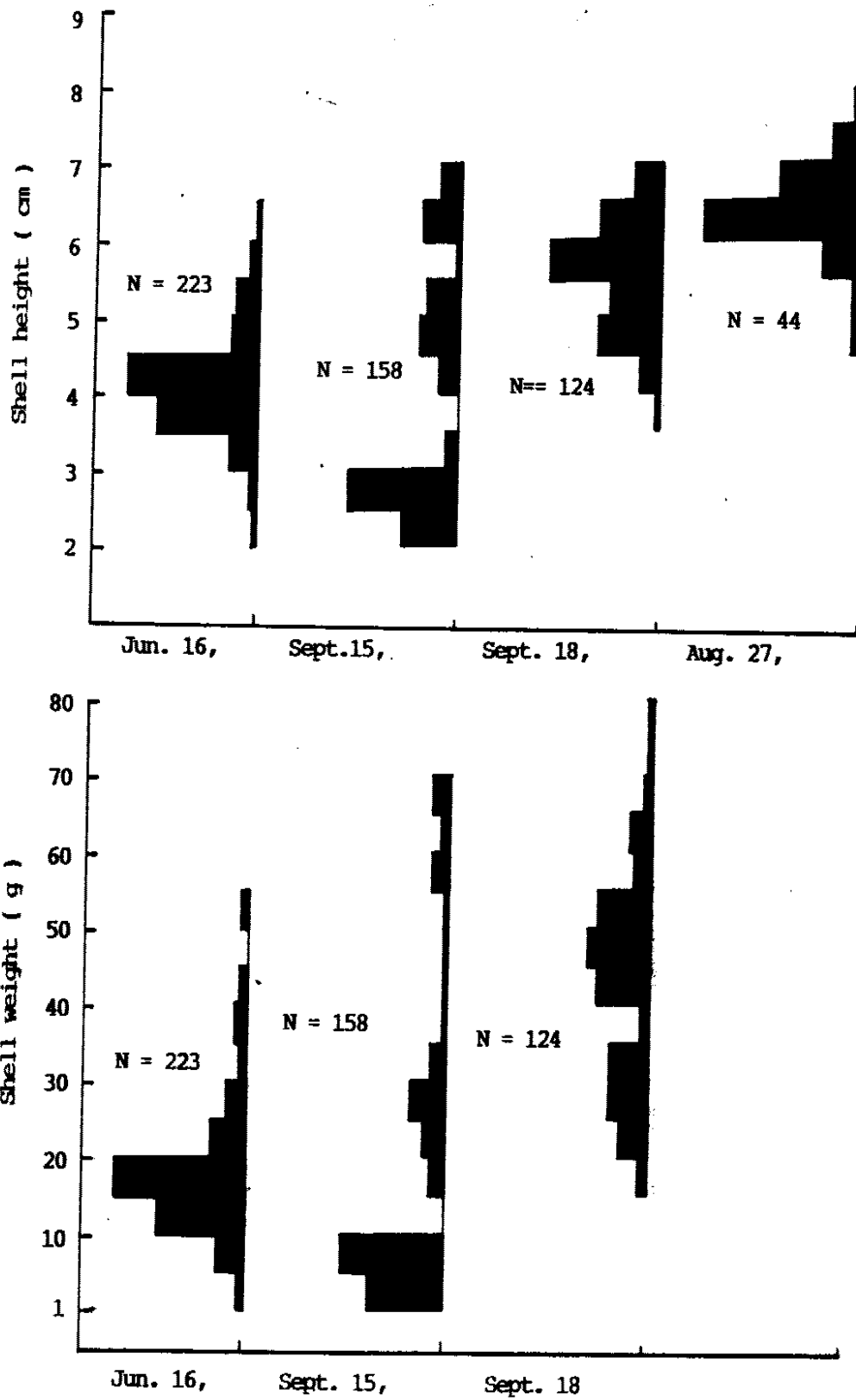


Fig. 12 . Growth comparison of shell height with shell weight in Sinchang St.

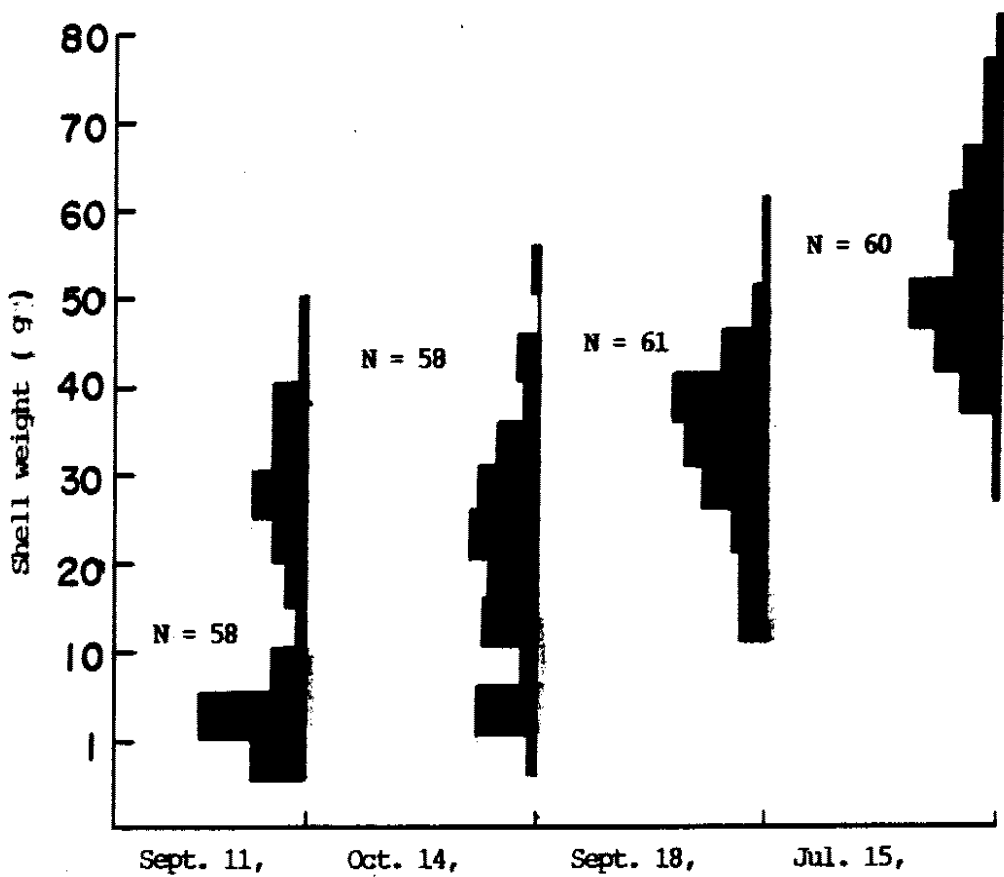
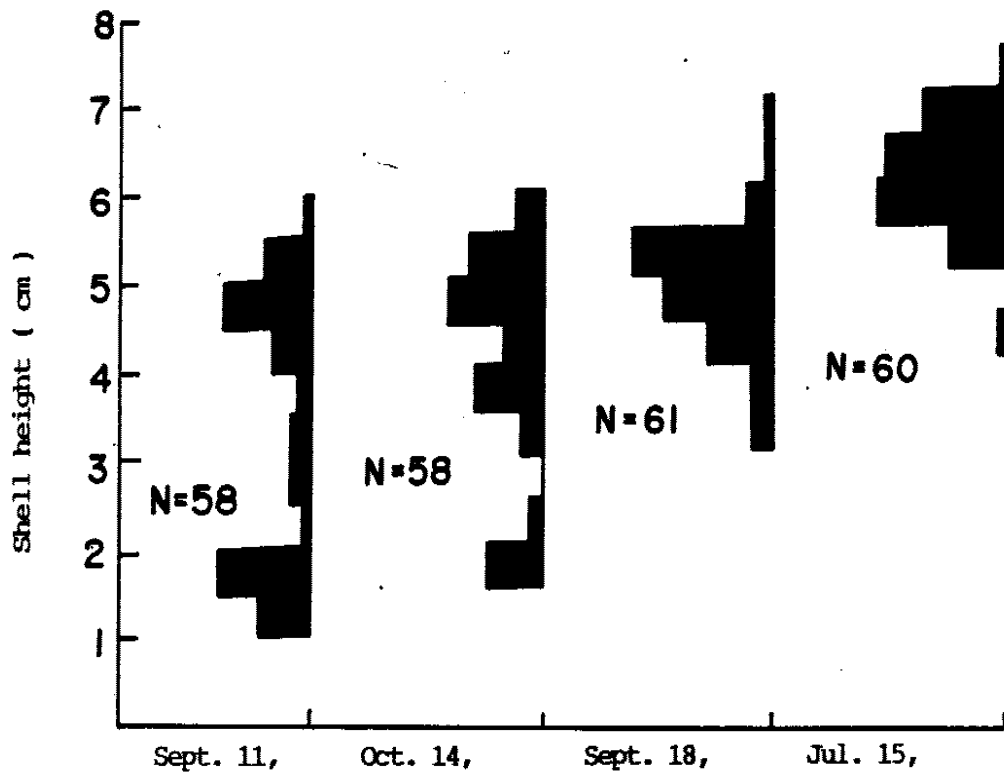


Fig. 13. Growth comparison of shell height with shell weight in Oongpo St.

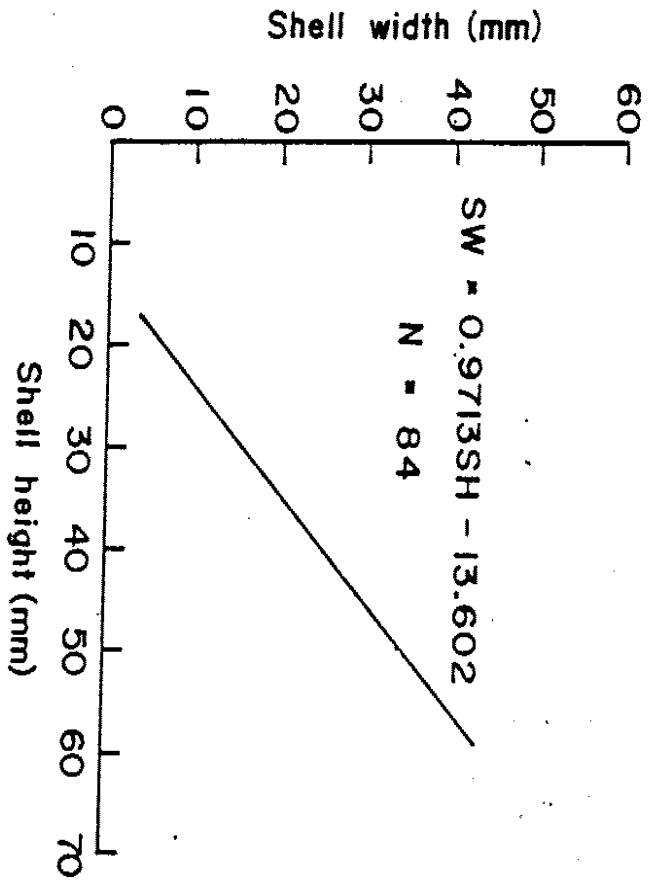


Fig. 14. Relationship between shell width and shell height of young top shell in Sinchang St.

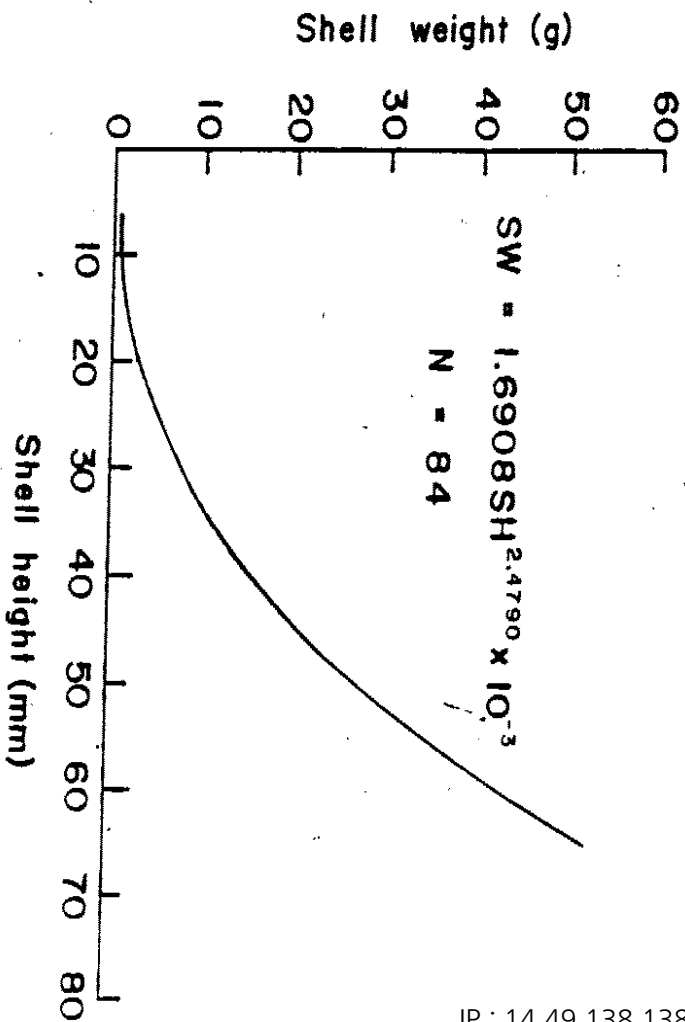


Fig. 15. Relationship between shell weight and shell height young top shell in Sinchang St.

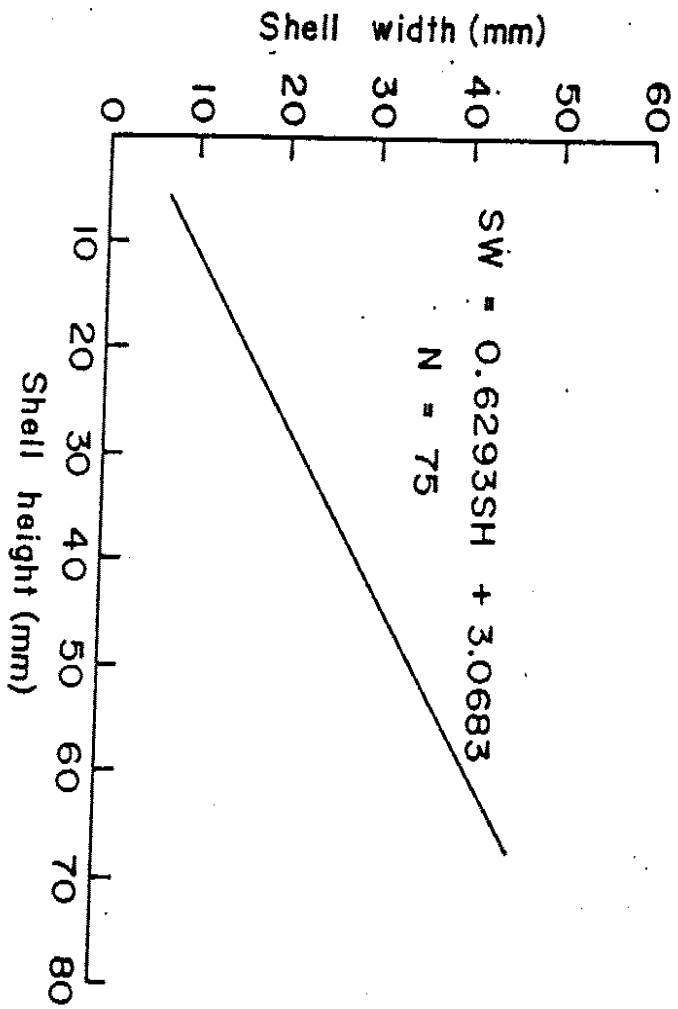


Fig. 16. Relationship between shell width and shell height of top shell in Oongpo St.

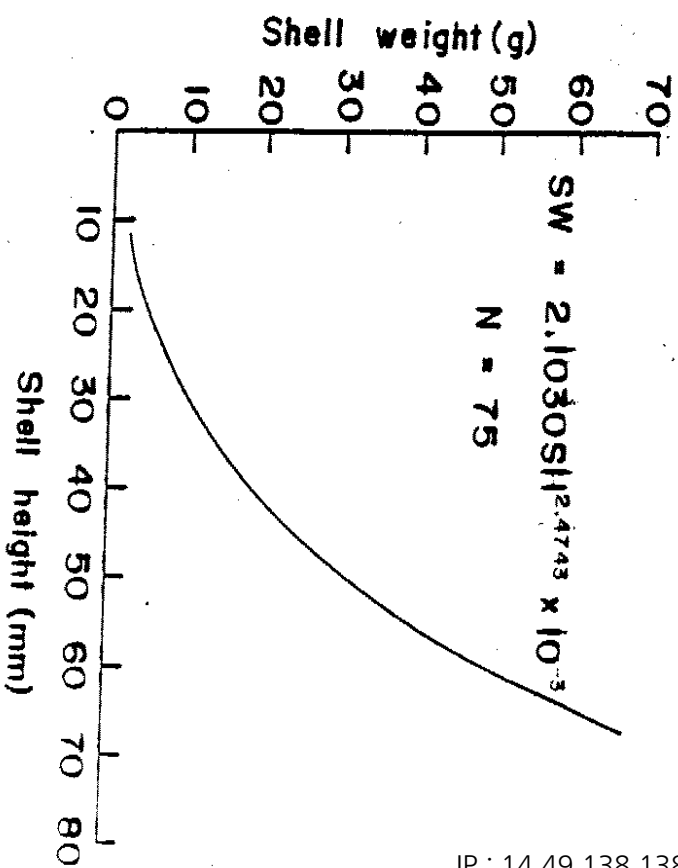


Fig. 17. Relationship between shell weight and shell height of top shell in Oongpo St.

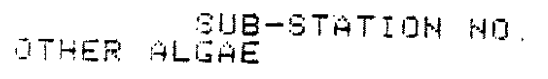
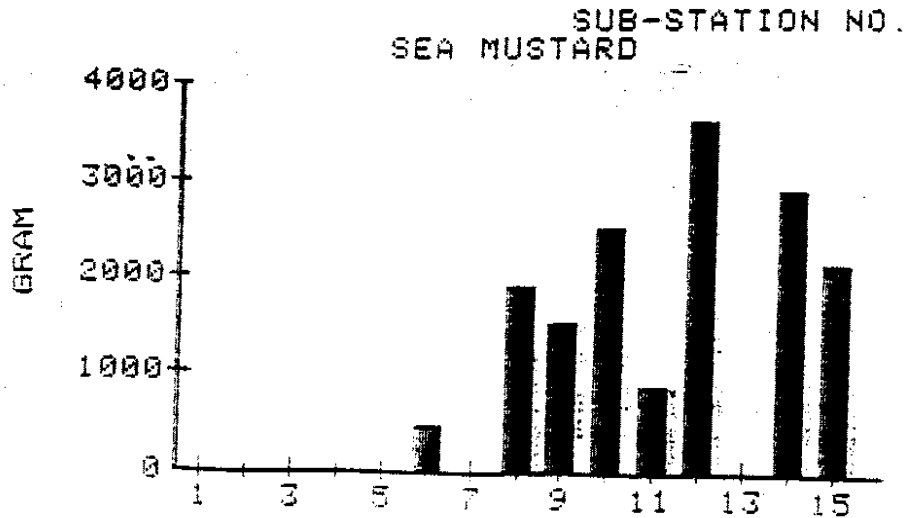
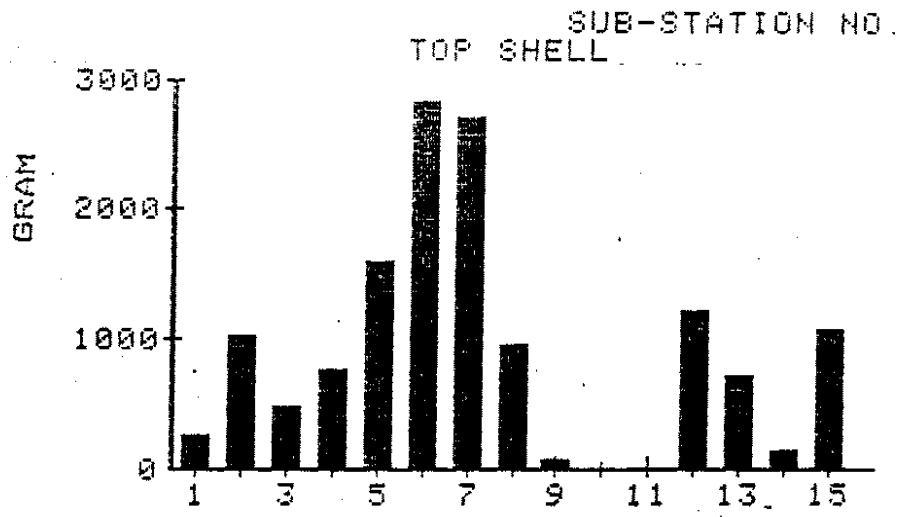
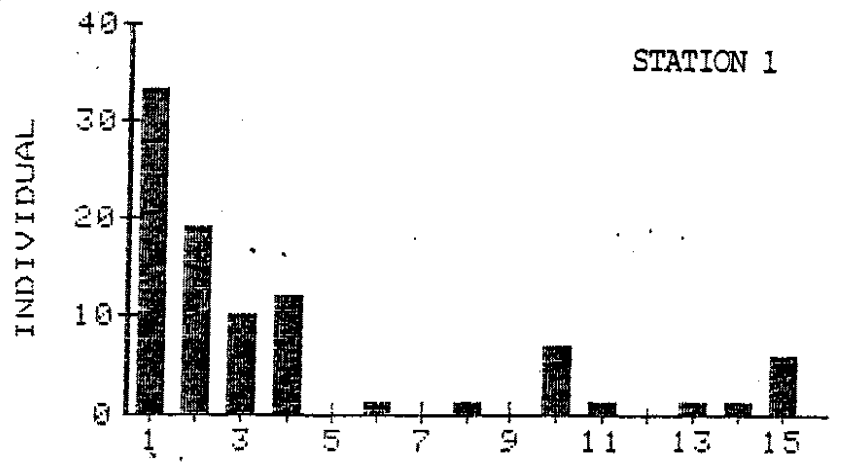
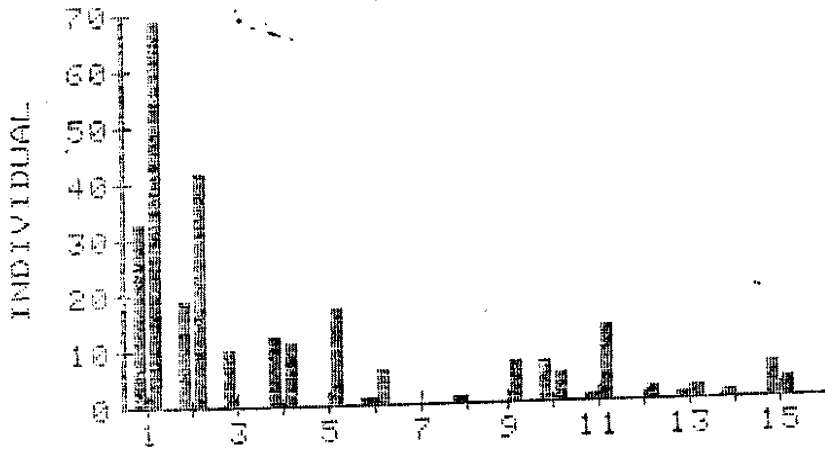
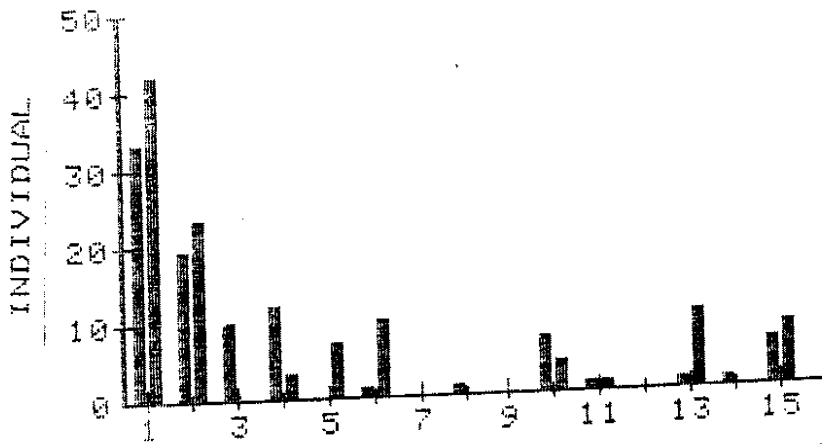


Fig.18 . Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in $1m^2$ of Samyang St.

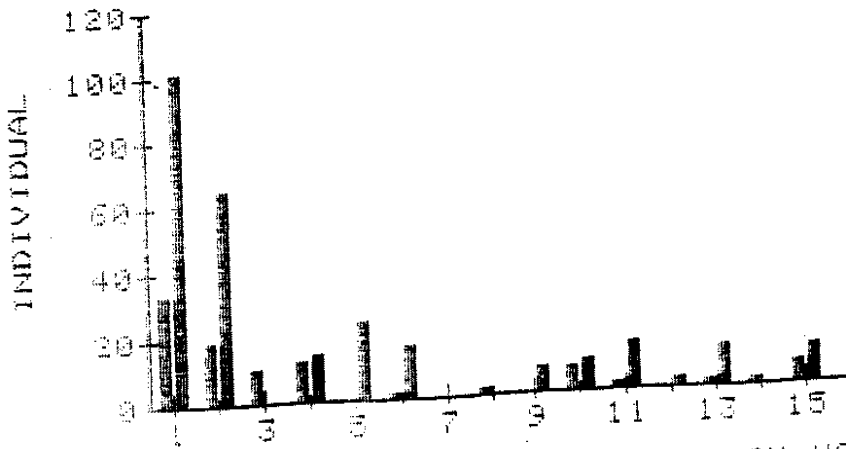
STATION 1



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
H. PULCHERRIMUS (RIGHT)

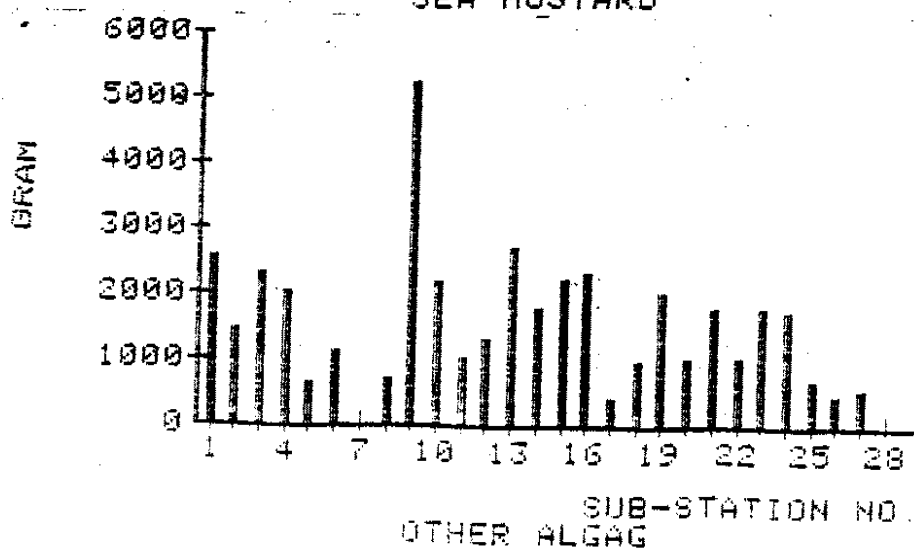
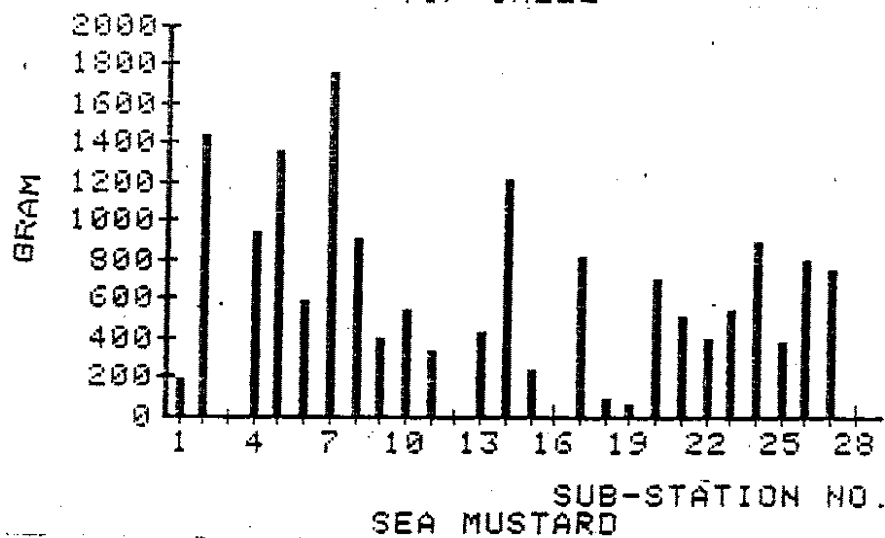
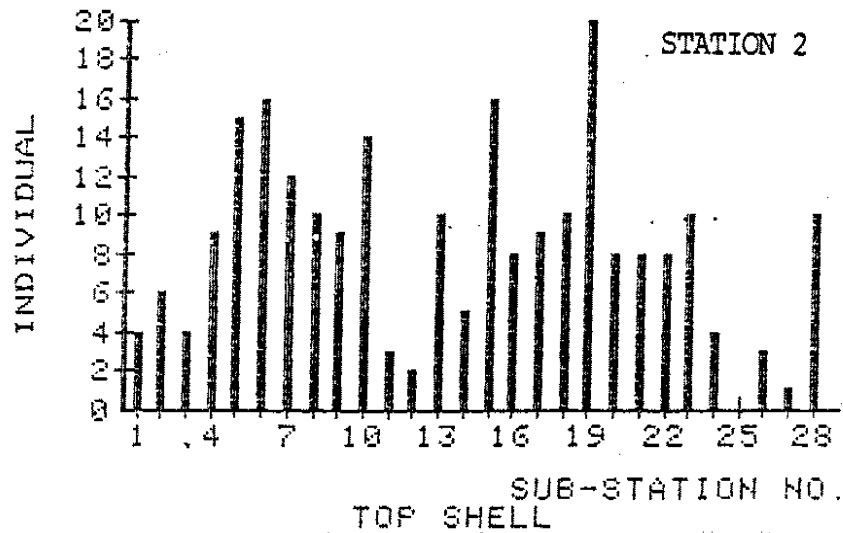


SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
A. CRASSISPINA (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
TOTAL SEA URCHIN (RIGHT)

Fig. 19. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*, *A. crassispinga* and total sea urchin



OTHER ALGAE

Fig. 20. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in $1m^2$ of Samyang St.

STATION 2

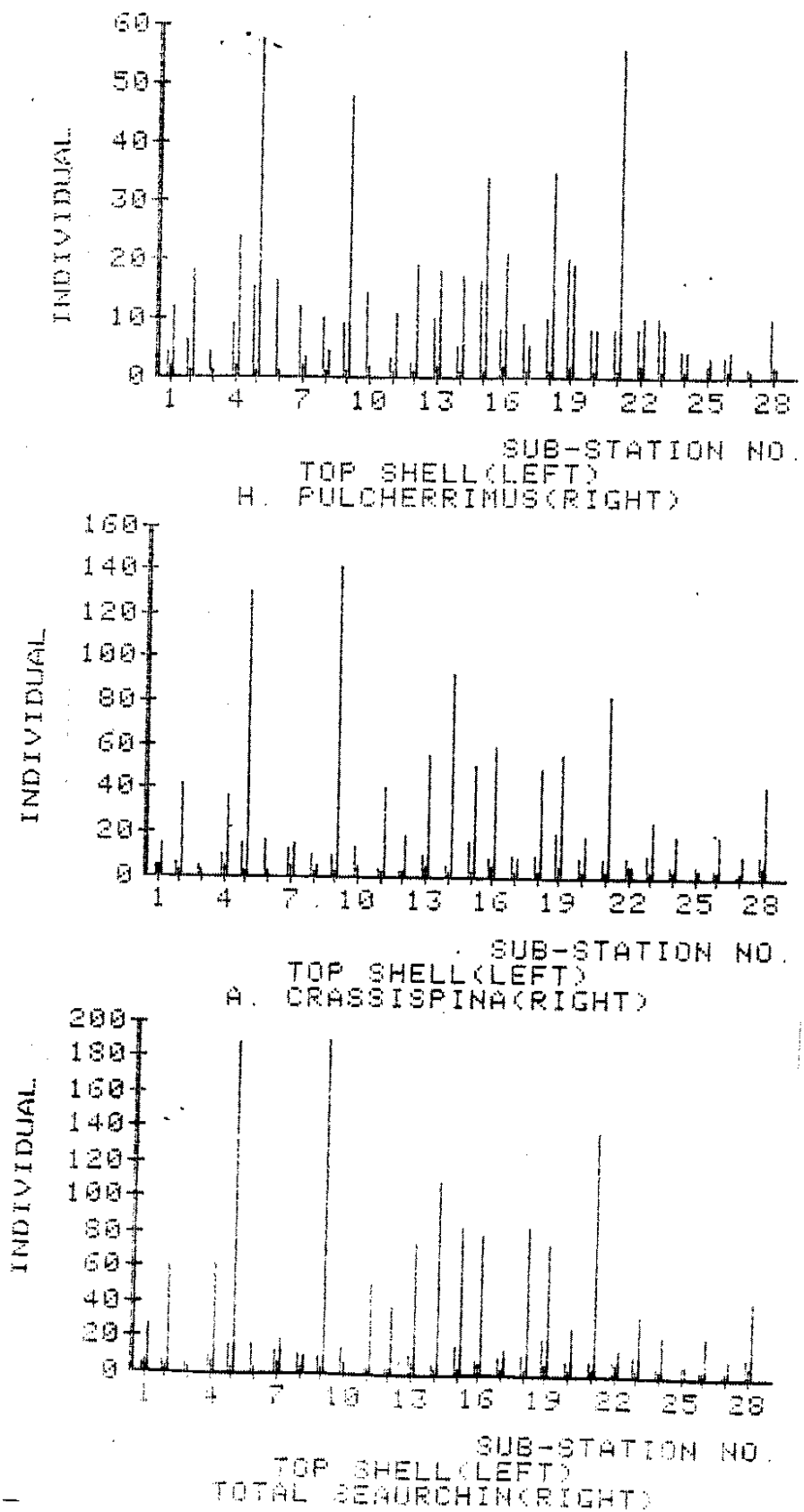


Fig. 21. Comparison of top shell, *H.pulcherrimus*,
A.crassispina and total sea urchin

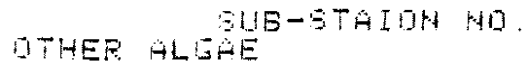
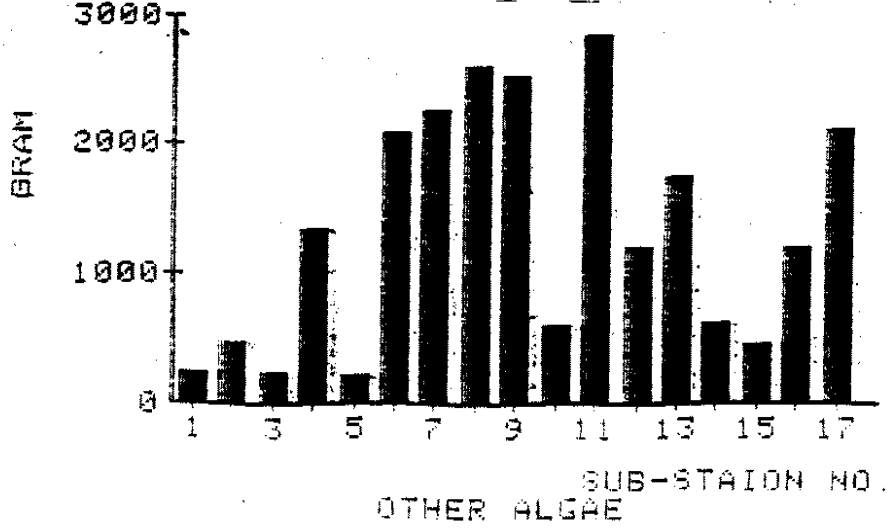
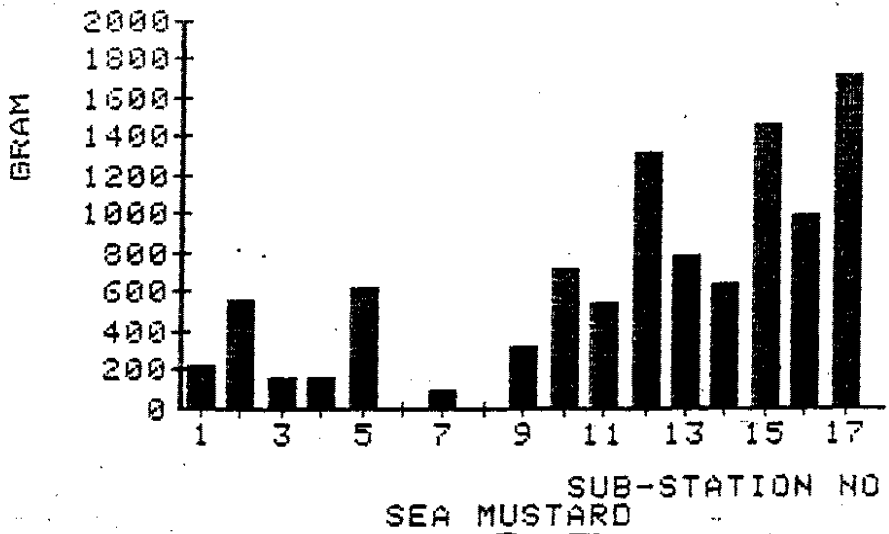
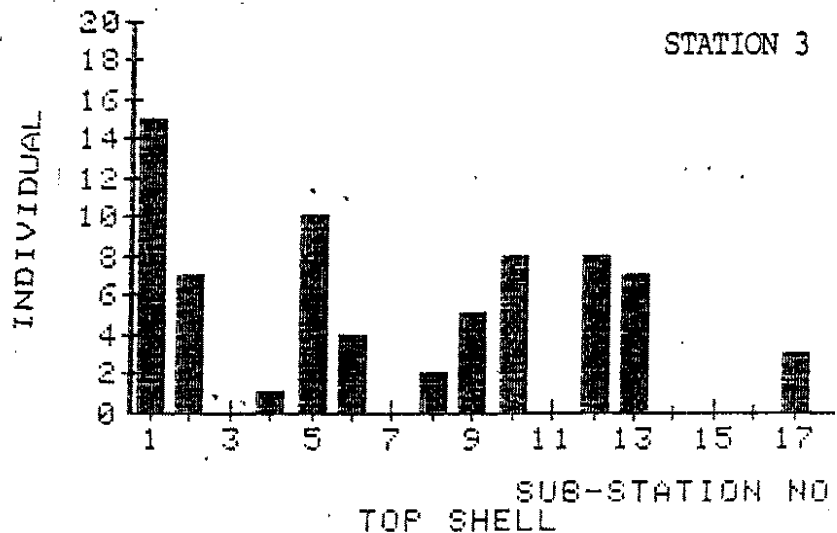
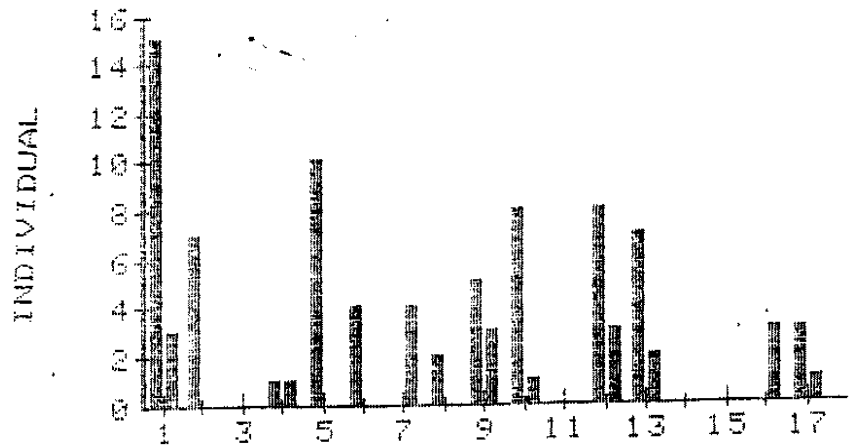
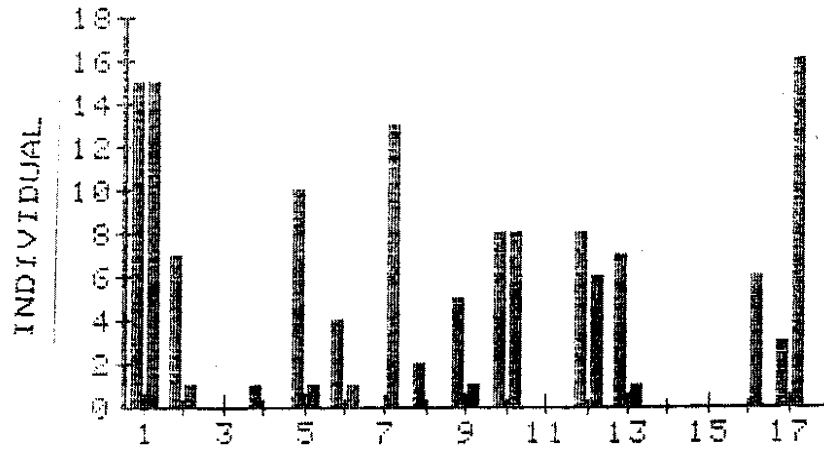


Fig. 22. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in 1m² of Samyang St.

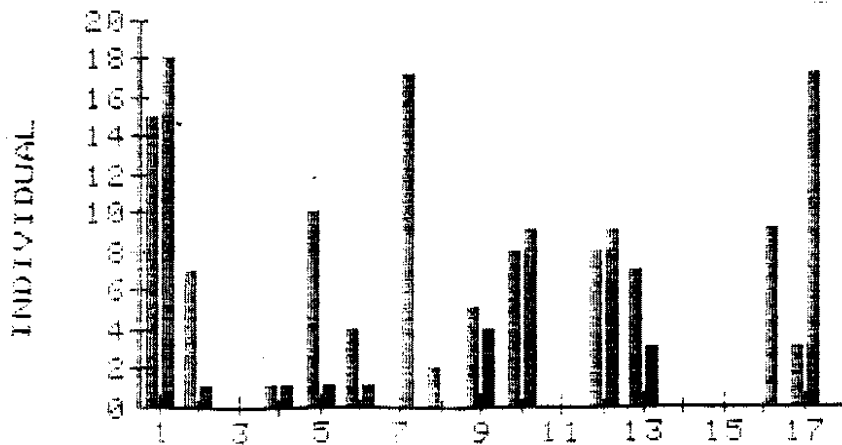
STATION 3



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
H. PULCHERRIMUS (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
A. CRASSISPINA (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
TOTAL SEA URCHIN (RIGHT)

Fig. 23. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*,
A. crassispina and total sea urchin

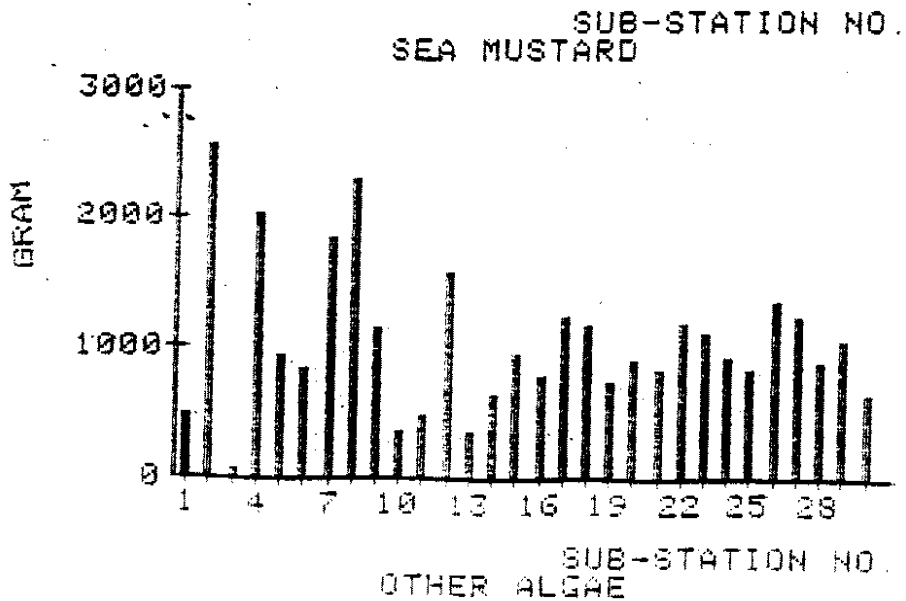
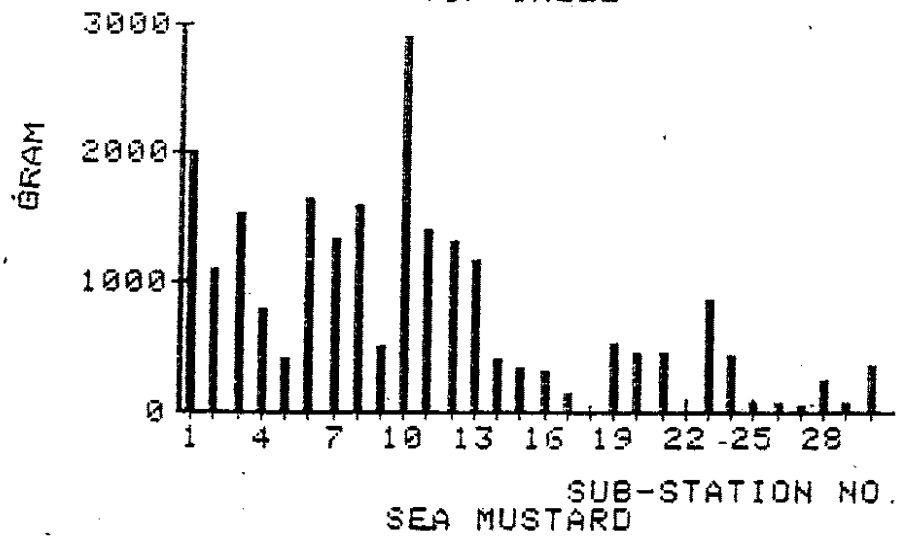
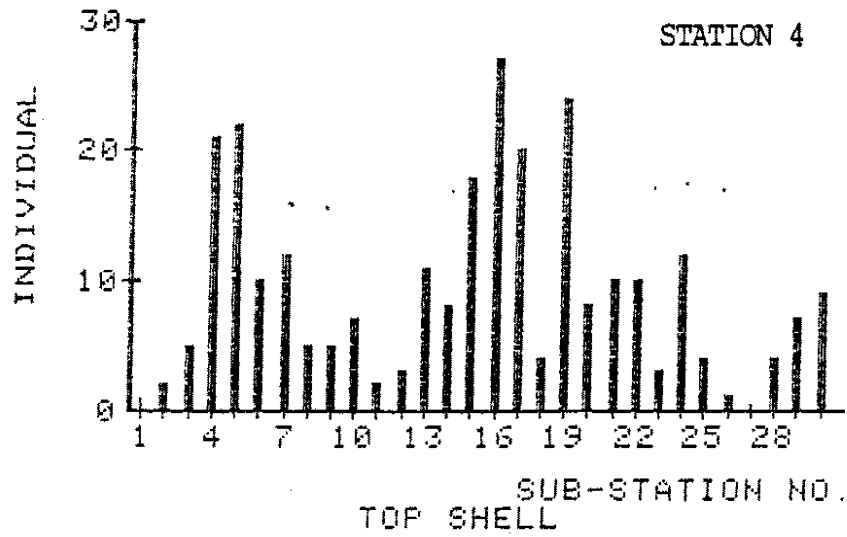
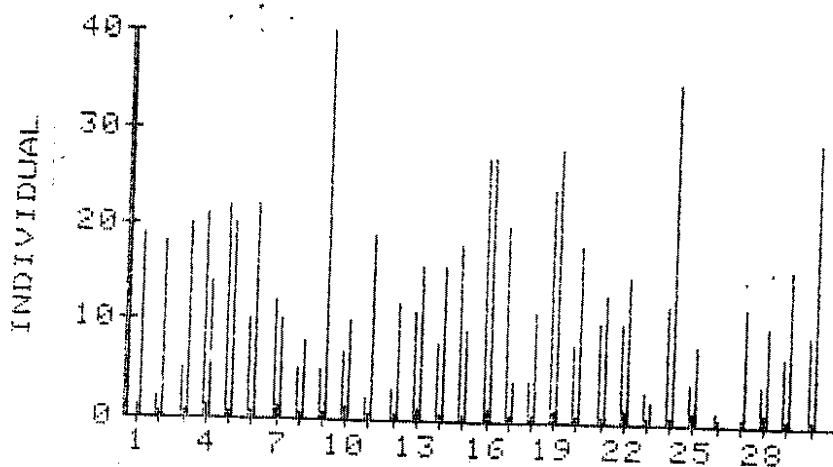
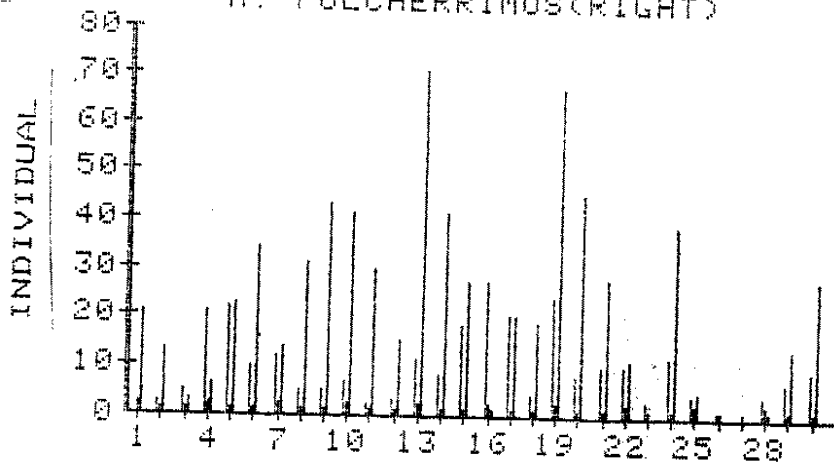


Fig.24. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in $1m^2$ of Samyang St.

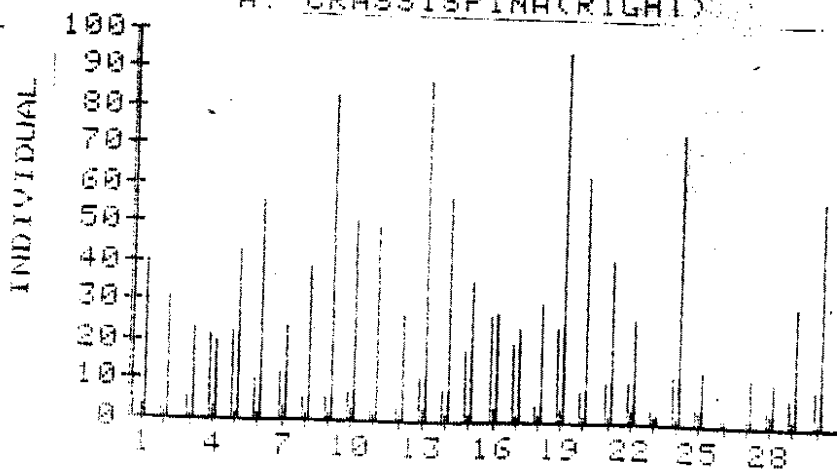
STATION 4



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
H. PULCHERRIMUS (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
A. CRASSISPINA (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
TOTAL SEA URCHIN (RIGHT)

Fig. 25. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*,
A. crassispina and total sea urchin

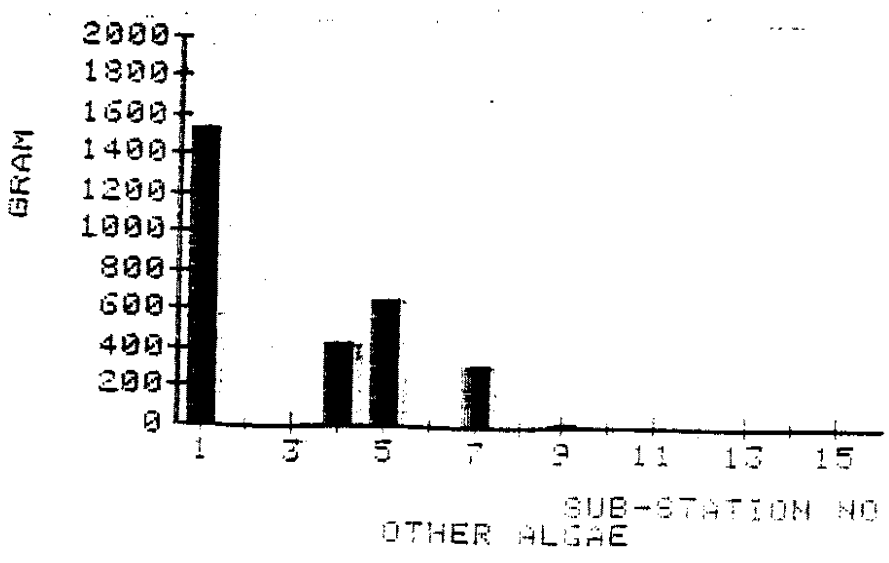
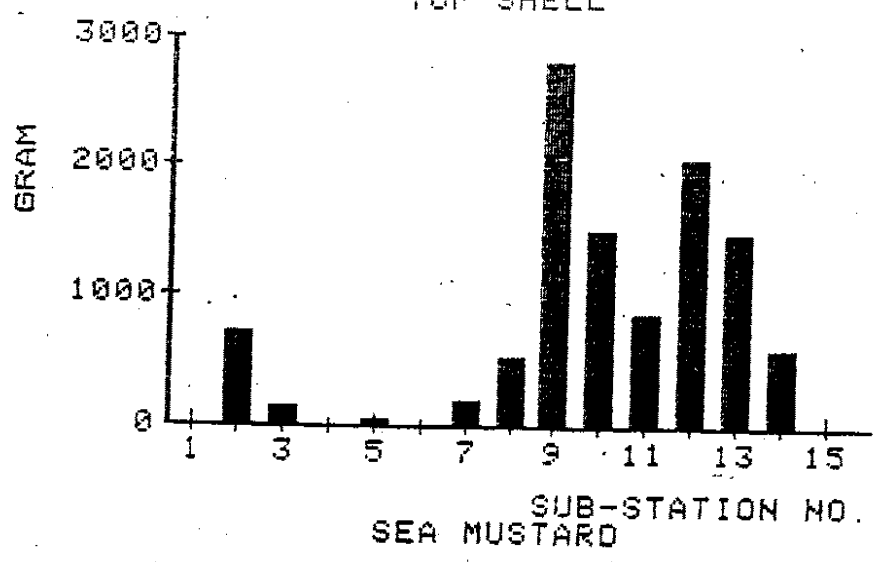
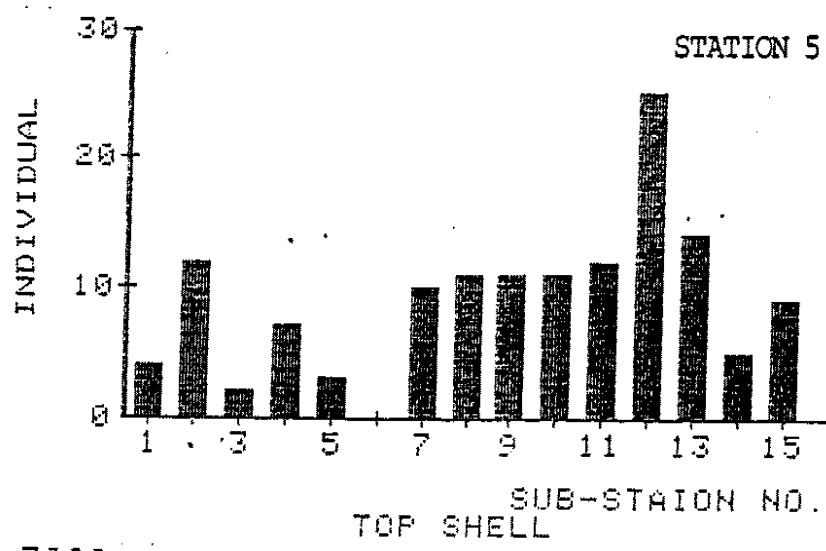
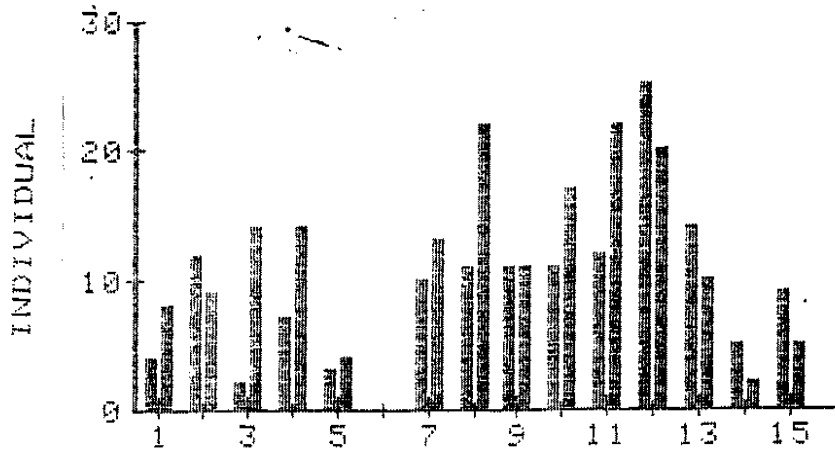
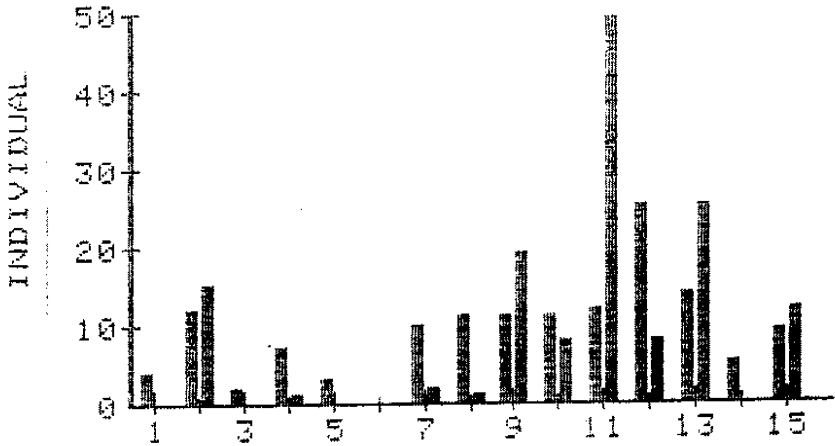


Fig. 26. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in $1m^2$ of Samyang St.

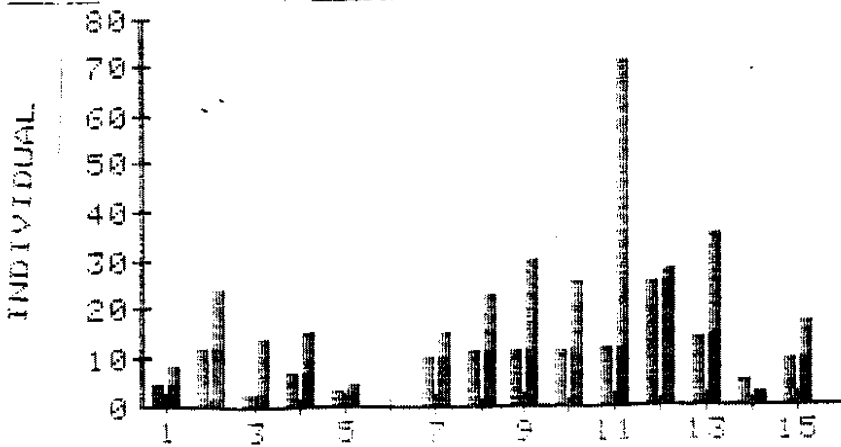
STATION 5



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
H. PULCHERRIMUS (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
A. CRASSISPINA (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
TOTAL SEA URCHIN (RIGHT)

Fig. 27. Comparison of top shell, *H. pulcherrimus*, *A. crassispina* and total sea urchin

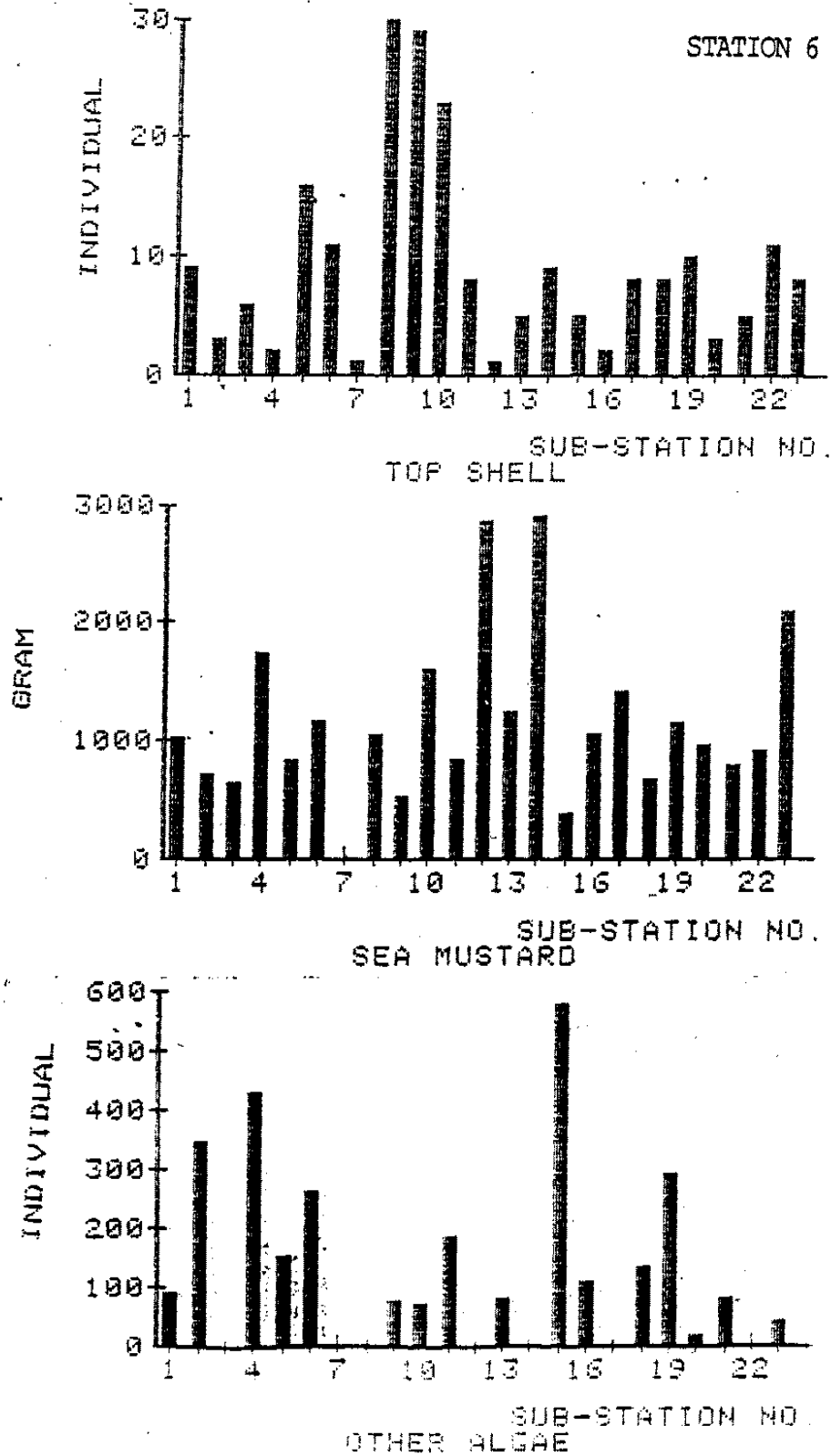
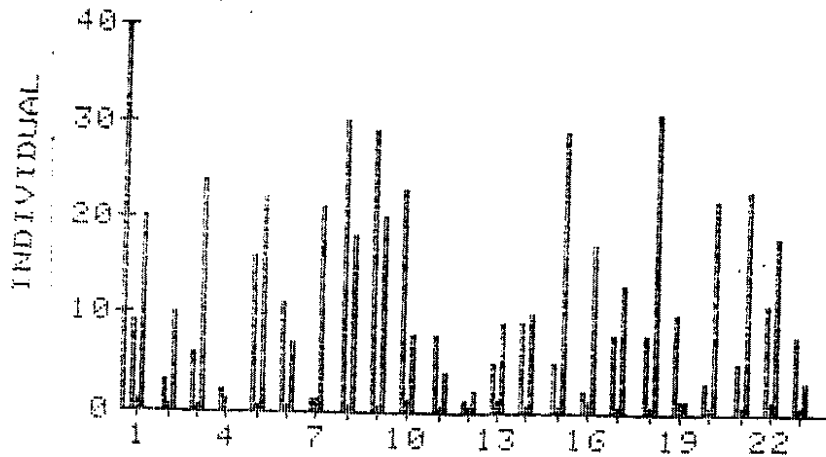
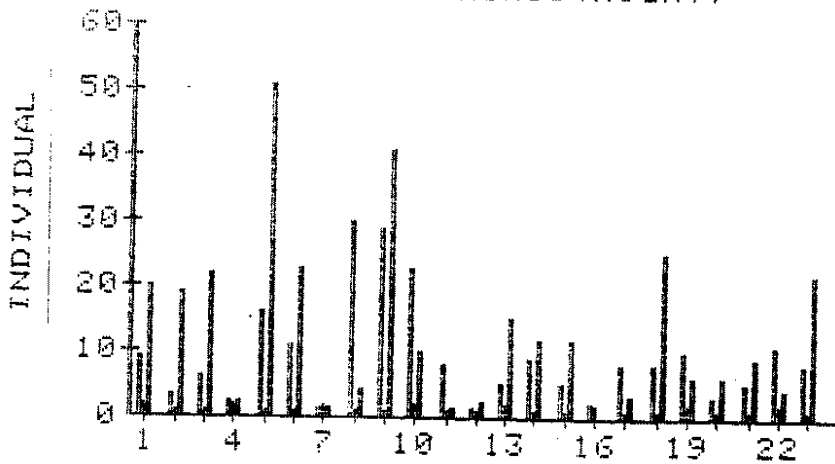


Fig.28. Comparison of top shell, sea mustard and other algae quantity in $1m^2$ of Samyang St.

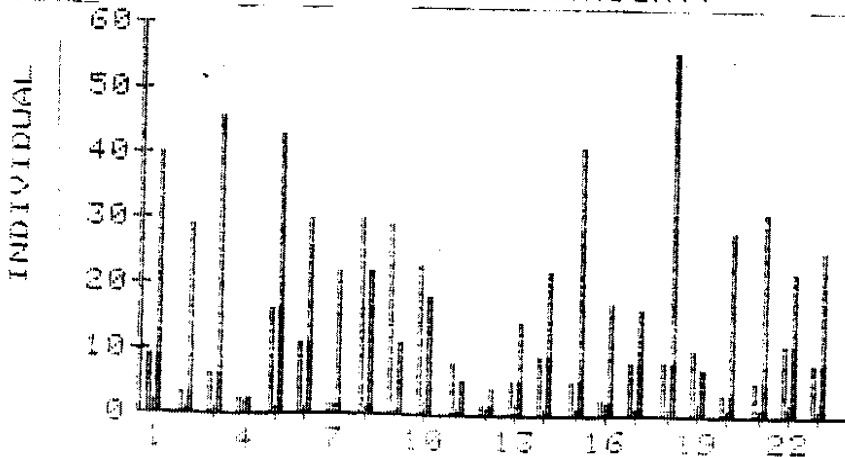
STATION 6



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
H. PULCHERRIMUS (RIGHT)

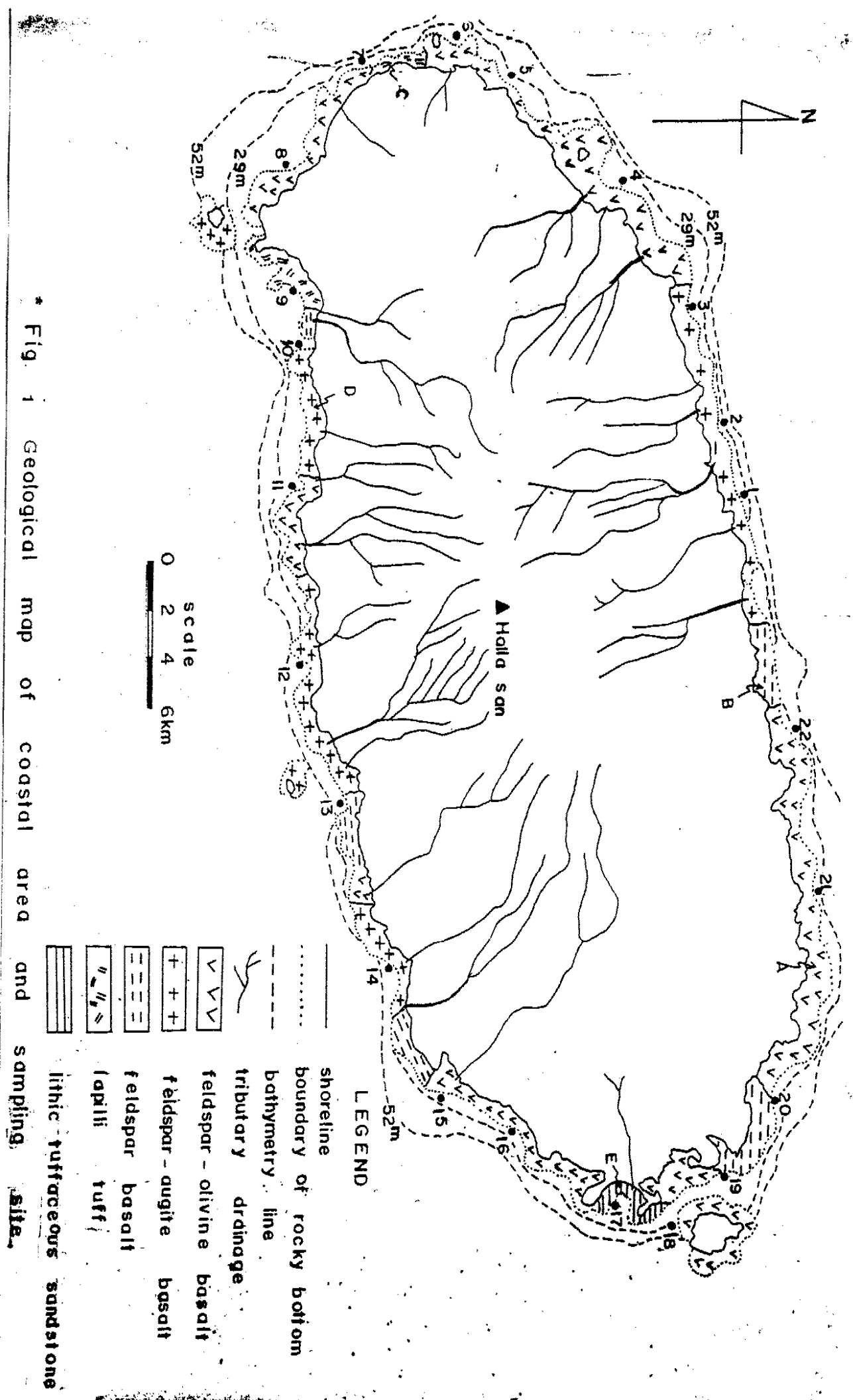


SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
A. CRASSISPINA (RIGHT)



SUB-STATION NO.
TOP SHELL (LEFT)
TOTAL SEA URCHIN (RIGHT)

Fig. 29 . comparison of top shell, H.pulcherrimus, A.crassispina and total sea urchin



* Fig. 1 Geological map of coastal area and sampling site.

- LEGEND**
- shoreline
 - boundary of rocky bottom
 - bathymetry line
 - ~ tributary drainage
 - V V V feldspar - olivine basalt
 - + + + feldspar - augite basalt
 - == == feldspar basalt
 - “ “ “ tuff
 - ||||| lithic tuffaceous sandstone

scale
0 2 4 6km

* Fig. 2 Frequency of daily mean wind speed at Cheju-do in Winter, 1974 - 1983

