
석사학위논문

제주도 동·서연안역 부유성 갑각류의
출현 및 생물량

제주대학교 대학원

해양학과



1993년 12월

제주도 동·서연안역 부유성 갑각류의 출현 및 생물량

지도교수 고 유 봉

고 방 연

이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함.

1993년 12월

제주대학교 중앙도서관
고방연의 이학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장

위 원

위 원

이 준 봉
高存峰
고정우

제 주 대 학 교 대 학 원

1993년 12월

APPEARANCE AND BIOMASS OF
PLANKTONIC CRUSTACEAN AT
EAST AND WEST COAST
IN CHEJUDO

Bang-yeon Ko

(Supervised by professor You-Bong Ko)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF NATUAL SCIENCE

DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1993. 12.

목 차

List of Figures and Tables

Abstract	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	6
III. 결과	10
1. 수온 및 염분 변화	10
2. 출현갑각류	13
2-1. 우도	13
2-2. 고산	14
3. 요각류의 종출현 변화	15
3-1. 우도	15
3-2. 고산	23
4. 생물량 변화	30
4-1. 갑각류	31
4-2. 주요 요각류	32
4-3. 생물량	37
5. 생산량 변화	38
5-1. 생산량	39
5-2. P/B 비	40
6. 다양도 및 우점도	40
IV. 고찰	44
V. 요약	52
VI. 참고문헌	54

List of Figures and Tables

Fig. 1 Schematic map of low-layer front and regional current in summer. The closed and open arrows indicate a warm current and The Yellow Sea Cold Water spreading in the lower-layer. The broken arrow show the low-salinity surface plume advected from the Changjiang diluted water.(After Kim <i>et al.</i> , 1991).	4
Fig. 2 Location of sampling stations on the coast around Udo, eastern part of Cheju Island.	7
Fig. 3 Location of sampling stations off the coast of Gosan, western part of Cheju Island.	8
Fig. 4 Seasonal variation of crustacean abundance(indv.m ⁻³) on the coast around Udo.	31
Fig. 5 Seasonal variation of crustacean abundance(indv.m ⁻³) of crustacean off the coast of Gosan	33
Fig. 6 Seasonal distribution of copepod abundances of major taxa on the coast around Udo.	33
Fig. 7 Seasonal distribution of copepod abundances of major taxa off the coast of Gosan.	35
Fig. 8 Seasonal biomass(mgwet wt. m ⁻³) of planktonic crustacean on the coast around Udo.	36
Fig. 9 Seasonal biomass(mgwet wt. m ⁻³) of planktonic crustacean off the coast of Gosan.	37

Fig. 10 Seasonal daily production($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$) of planktonic crustacean on the coast around Udo.	38
Fig. 11 Seasonal daily production($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$) of planktonic crustacean off the coast of Gosan.	39
Fig. 12 Seasonal fluctuations of copepod species number, Dominance Index, Diversity Index on the coast around Udo from September 1991 to June 1992.	41
Fig. 13 Seasonal fluctuations of Copepod species number, Dominance Index, Diversity Index off the coast of Gosan from May 1992 to March 1993.	42
Table 1. Variation of water temperature($^{\circ}\text{C}$) and salinity(‰) on the coast around U-do, S : surface layer, M : middle layer, B : bottom layer.	11
Table 2. Variation of water temperature($^{\circ}\text{C}$) and salinity(‰) off the coast of Gosan, S : surface layer, M : middle layer, B : bottom layer.	12
Table 3. Abundance(indv.m^{-3}) and percent composition($\%$) of planktonic crustacean and copepod species on the coast around Udo.	16
Table 4. Abundance(indv.m^{-3}) and percent composition($\%$) of planktonic crustacean and copepod species off the coast of Gosan.	24

Abstract

This study has been carried out to clarify hydrographic and seasonal variations of the species composition of copepods, and the biomass and production of planktonic crustacean during the period of September 1991 to June 1992 on the coast around Udo and of May 1992 to March 1993 off the coast of Gosan.

1. On the coast around Udo the abundance of planktonic crustacean showed the seasonal fluctuations with a range of $62.0 \sim 638.5 \text{ indiv. m}^{-3}$, $4.1 \sim 72.8 \text{ mg m}^{-3}$ in biomass(wet weight) and $45.2 \sim 689.5 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ in production. There were peaks in late fall and late spring. The Abundance was higher at station A in the Udo strait, where the waters were well mixed vertically than on station D in the southern part off Udo.

Off the coast of Gosan the abundance of planktonic crustacean also showed seasonal fluctuations with a range of $16.4 \sim 1184.8 \text{ indiv. m}^{-3}$, $2.1 \sim 85.4 \text{ mg m}^{-3}$ in biomass(wet weight), $16.4 \sim 658.2 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ in production. There were peaks in late spring and early fall when coastal waters of the China continent strongly extend.

2. On the coast around Udo The crustacean comprised copepods, amphipods, euphausiaceas, decapods, cladocera, ostracods, crustacean larvae during the present study. Copepods were the most abundant constituent($67.4 \sim 99.4\%$)of all samples.

Off the coast of Gosan the planktonic crustacean comprised copepods, amphipods, euphausiaceas, decapods, cladocera, ostracods, isopods, crustacean

larvae. Copepods were also the most abundant constituent(52.0~97.8%)of all samples.

3. *Paracalanus indicus*, which was particularly predominant in the late fall, winter, spring on the coast around Udo. *Acartia steueri* was the second dominant species at shallow depth station (90%) on the coast around Udo in Jun. The oceanic species *Scolecithrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Oithona plumifera* appeared highly in September.

4. *Paracalanus indicus* was the most dominant copepod during the spring and early summer off the coast of Gosan. When coastal water of the China Continent extended to off the coast of Gosan in September, *Acartia pacifica* of neritic warm waters species(>80% of all copepods) appeared abundantly, and *Centropages orsinii*(<5% of all copepods) was also, Which is dominant in Kuroshio current and in coastal waters of China Continent, This suggests that coastal waters of China continent to an important role the copepoda species.

5. The species diversity index on the coast around Udo was high in the early summer and low in the fall. The figure off the coast of Gosan was high in the spring or fall and early summer.

I. 서론

전 세계적으로 요각류 개체수는 해양생태계내에 분포하고 있는 대부분의 동물플랑크톤 군집의 70% 이상을 점유하고 있다. 이들은 기초생산자인 식물플랑크톤을 고차단계에 적합한 먹이 형태로 전환하는 역할을 담당하기 때문에 해양 생태계에 있어 중요한 생물이다.

요각류는 다른 해양 동물플랑크톤과 마찬가지로 물리, 화학 및 생물학적 환경요인에 의해 분포제한을 받는다(Davis, 1972). 특히 환경요인이 계절 변화에 따라 상당히 다른 양상을 보이는 온대역에서의 동물플랑크톤은 계절에 따라 그들의 분포양식 및 종조성에 있어 다른 양상을 보인다. 이러한 환경요인의 계절적 변화에 따른 동물플랑크톤 종조성 및 양적분포변화에 대해서는 일본(Uye, 1982; Madhupratap and Onbe, 1986; Totarou, 1986; Ueda, 1991)을 비롯하여 다른 해역(Michael *et al.*, 1989; Valdes *et al.*, 1990; Paffenhofer, 1991; King and Greenwood, 1992)과 우리나라해역(김과 허, 1983; Shim and Yun, 1990; Park *et al.*, 1991; 황과 최, 1993등)에서도 연구되고 있다.

제주도는 동지나해의 해황(방과 김, 1989)과 쿠로시오계 해황에 의한 영향을 받는 지역으로 본 연구해역인 제주도 동쪽 우도해역에서는 주년에 걸쳐 난류영향을 받을 뿐만 아니라 우도수도에서는 연안 가까이 접근한 난류가 강한 조류 및 지형적 조건에 의한 용승현상을 보이는 해역이다(변, 1981). 한편, 제주 서방해역의 경우에는 주년에 걸쳐 난류 영향을 받으나, 여름부터 가을중순까지는 강한 일사량으로 인해 고온저염(Park, 1985)인 형태로 양자강퇴로부터 유입된 중국대륙연안수가 표층을 덮으므로 연안 20Km 이내에 존재하는 고온고염의 외양수와 2층구조의 특징을 나타내고있다(김, 1986;

김등, 1991)(Fig. 1). 그러므로, 이러한 해황 특성과 계절적 변동은 본 연구 해역의 동물플랑크톤 종조성 및 분포양식과 밀접한 관련성을 보여줄 것이다.

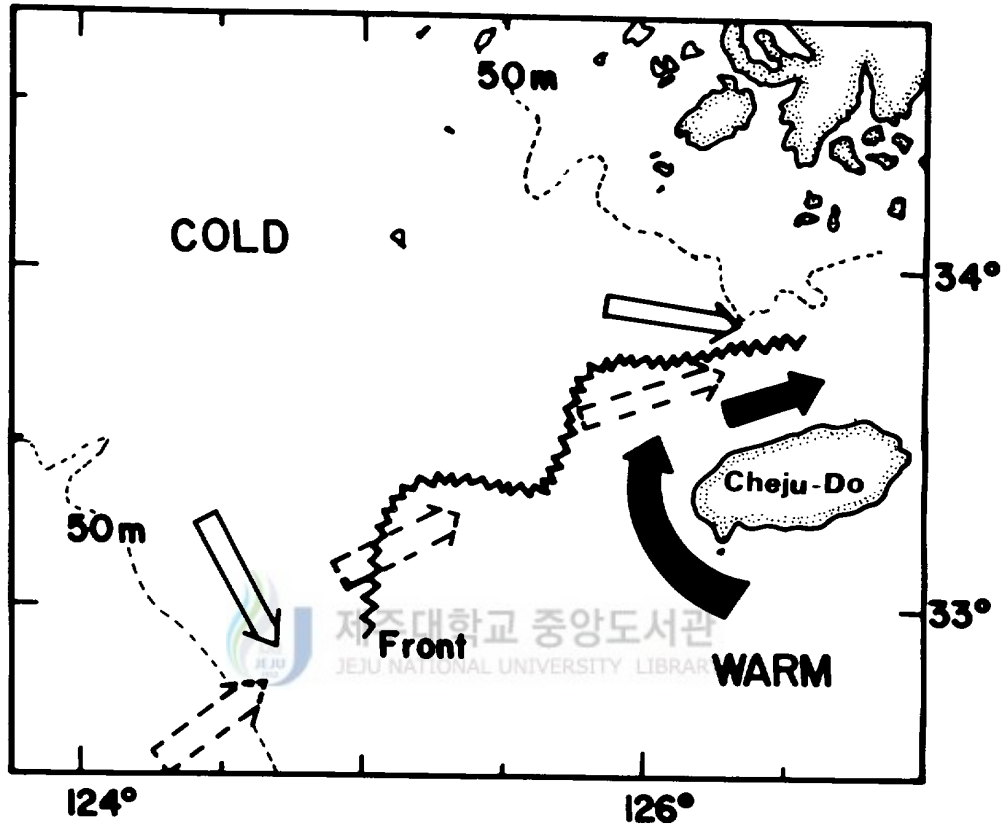


Fig. 1 Schematic map of low-layer front and regional current in summer. The closed and open arrows indicate a warm current and The Yellow Sea Cold Water spreading in the lower-layer. The broken arrow show the low-salinity surface plume advected from the Changjiang diluted water.(After Kim *et al.*, 1991).

이러한 물리적 특성을 갖는 제주도 주변해역을 대상으로한 연구로는 생물량과 생산량의 계절변동(고등, 1990; 고등, 1992) 및 생산량의 지역분포(오, 1987; 고등, 1989; 고, 1991), 동물플랑크톤 군집구조(고와 전, 1984; 고, 1987), 시간에 따른 소형과 중형 플랑크톤의 계절적 변동(고등, 1989; 강, 1990)등이 있다. 따라서, 본 연구에서는 제주도 동·서 연안역에서의 요각류의 종출현과 동태 그리고, 갑각류의 생물량과 생산량의 계절적 변동등을 조사하여 기존의 연구들과 비교검토하고자 하였다. 특히 제주대학교 해양생물생태연구그룹은 1987년부터 제주도 연안역 조사를 목표로 제주도 해안선 주변조사(Go *et al.*, 1989; 이동, 1989; 최등, 1989)를 시발로 점차 연안쪽으로 연구 영역을 넓혀 제주도 연안을 동서남북으로 구분하여 조사연구하고 있으며, 본 연구는 그것의 일환으로 수행된 것이다.



II. 재료 및 방법

시료 채집은 제주대학교 해양연구소 아라 1호를 이용하여 우도해역에서는 1991년 9월부터 1992년 6월까지 격월 채집을 원칙으로 하여 4개의 채집정점에서 약 10분간 표층에 인 하였고(Fig. 2), 고산해역에서는 1992년 5월부터 1993년 3월까지 격월로 3개의 채집정점에서 같은 방법으로 채집하였다(Fig. 3). 채집된 시료는 선상에서 즉시 약 5% 중성 포르말린-해수 용액으로 고정된 후 실험실로 운반하여 Folsom splitter로 분할한 후 계수·동정 분류하였다.

채집에 사용된 플랑크톤 네트는 원추형 MTD 네트(구경 56cm, 전장 155cm, 그물코 0.33mm × 0.33mm)로 입구에 여과수랑계를 장착하여 채집에 사용하였다. 수온과 염분은 플랑크톤 채집시 CTD로 측정하였다. 우도해역에서 수온 및 염분자료는 정점 A(수심 약 15m)에서는 0m와 15m, 정점 B(수심 약 40m)에서는 0m, 15m, 30m, 정점 C(수심 약 130m)와 D(수심 약 120m)에서는 0m, 30m, 60m층의 수온과 염분을 관측하였다. 고산해역에서 수온 및 염분자료는 정점 A(수심 약 25m)에서는 0m, 20m, 정점 B(수심 약 80m)와 정점 C(수심 약 80m)에서는 각각 0m, 30m, 60m층의 수온과 염분을 관측하였다.

습중량은 GF/C Filter(Whatman)로 여과하여 간격수를 제거시킨 후 천칭을 이용하여 0.1mg단위까지 측정하여 단위체적당으로 환산하였다. 건조중량은 증류수로 세척후 60℃에서 24시간동안 건조기에 넣어 건조시킨 후 천칭으로 0.1mg단위까지 측정하여 단위체적당으로 환산하였다.

일생산량 추정에는 Ikeda and Motoda(1978a)의 생리학적 방법을 사용하였고, 생산속도의 고저를 알기 위하여 1일 평균생물량에 대한 1일 평균 산

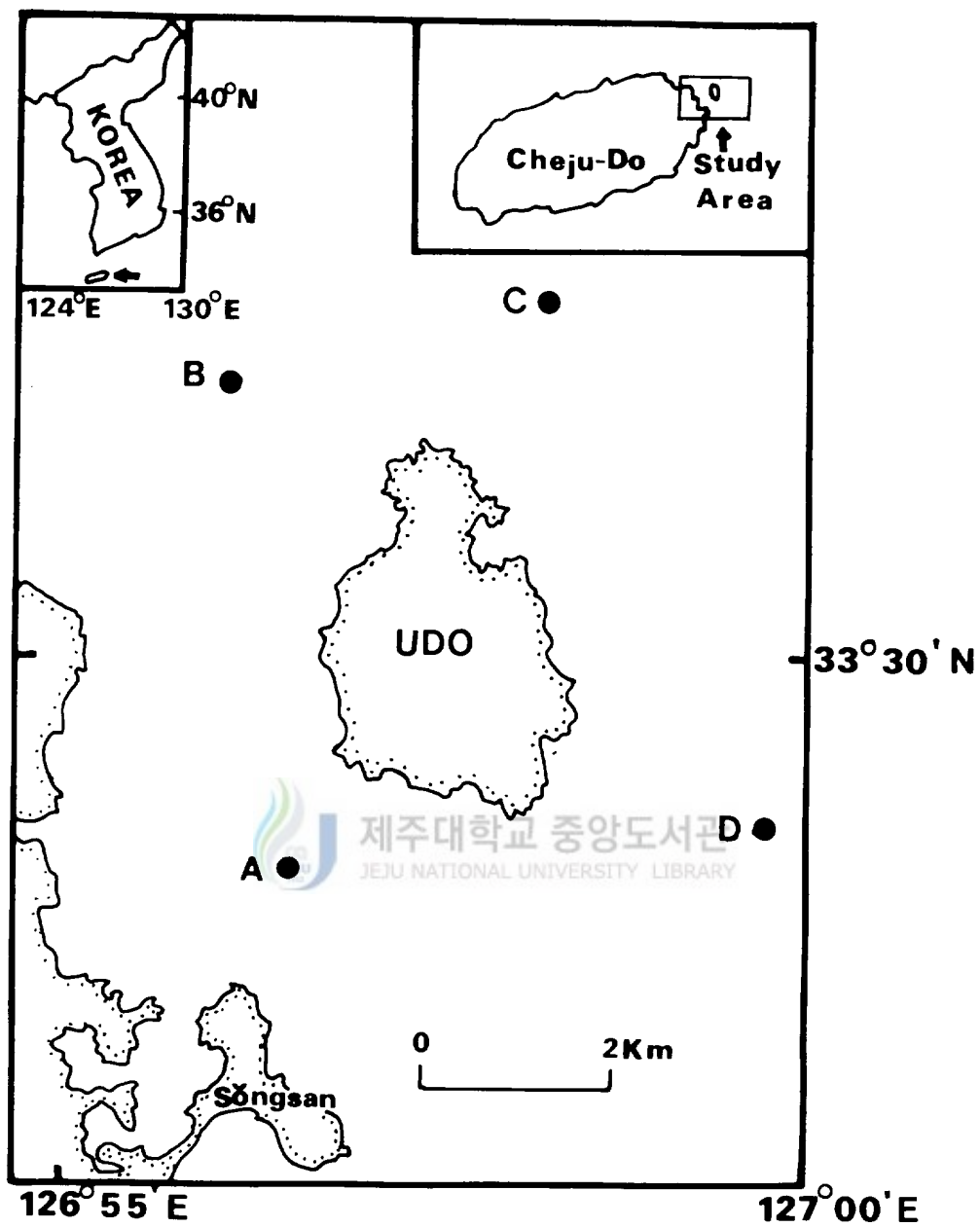


Fig. 2 Location of sampling stations on the coast around Udo, eastern part of Cheju Island.

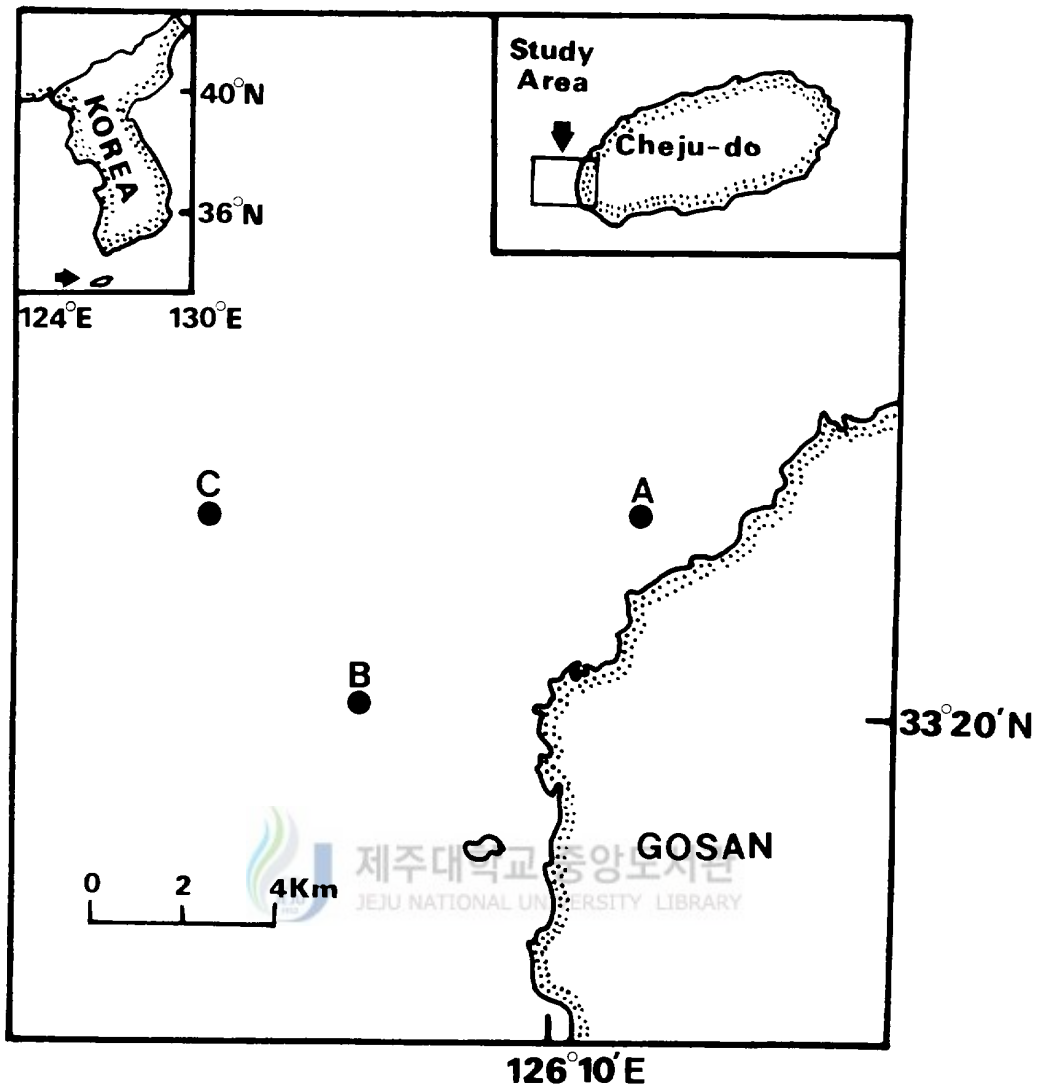


Fig. 3 Location of sampling stations off the coast of Gosan, western part of Cheju Island.

량의 비(P/B)를 구하였다. 여기서, 생물량은 탄소단위로 환산(Ikeda and Motoda, 1978b)하여 계산하였다.

요각류의 동정과 분류는 Mori(1964), Chen and Zhang(1965), 山路(1982), 김(1985), 임(1989), Kang *et al.*(1990)의 논문을 참고하였다.

군집동태를 알기 위해 종수 및 다양도와 우점도를 함께 조사하였고, 여기에 사용된 다양도와 우점도 지수는 다음과 같다.

다양도 지수(Diversity Index of Simpson's, 1949)

$$\lambda = \sum \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

여기서, λ : 다양도 지수

N : 총 개체수

n_i : i생물그룹의 개체수

여기서 λ 값은 높은 다양도에서 낮게 나타나므로 직관적으로 볼 때 혼동을 가져올 수 있다. 따라서, 여기서는 다양도의 척도로 $1 - \lambda$ 을 사용하여 계산하였다.

우점도 지수(Dominance Index of McNaughton, 1968)

$$\delta_2 = \frac{(n_1 + n_2)}{N}$$

여기서, δ_2 : 우점도 지수

N : 총 개체수

n_1 : 제 1 우점종의 개체수

n_2 : 제 2 우점종의 개체수

III. 결 과

1. 수온 및 염분 변화

우도 : 월별 표층평균수온은 3월에 가장 낮아 14.7℃을 보였고, 5월(16.5℃), 6월(19.9℃)로 감에 따라 상승하기 시작하여 9월에 최고 수온을 보였다. 11월과 1월에는 각각 16.3℃, 16.0℃로 다시 낮아졌다. 중층의 수온분포 범위는 14.4(3월)~23.1℃(9월), 저층의 수온분포 범위는 14.5(3월)~20.2℃(9월)로 나타났다(Table 1).

우도수도(정점 A와 정점 B)와 우도 외해(정점 C와 정점 D)의 표층평균수온을 보면 9월과 11월에는 우도수도보다 외해에서 높은 수온을 보였고, 1월, 3월, 5월, 6월달에는 외해에서 낮은 수온을 보였다.

월별 평균표층염분을 보면 9월, 11월, 6월에는 34.00%이하로 나타났고, 1월, 3월, 5월에는 34.00%보다 약간 높아 전년에 걸쳐 표층염분차는 크게 나타나지 않음을 알 수 있다. 중층에서의 염분분포범위는 33.43(11월)~34.95%(3월), 저층에서의 염분분포범위는 33.47(11월)~34.99%(3월)로 나타났다(Table 1).

우도수도(정점 A와 정점 B)와 우도 외해(정점 C와 정점 D)의 표층평균염분을 보면 9월과 11월에는 우도수도보다 외해에서 높은 염분을 보였고, 1월, 3월, 5월, 6월달에는 외해에서 낮은 염분을 보였다.

고산 : 월별평균표층수온을 보면 5월에는 16.3℃, 9월에는 가장 높아 27.7℃을 보였고, 11월에는 19.4℃을 보였다. 2월과 3월로 감에 따라 수온은 급

Table 1. Variation of water temperature(°C) and salinity(‰) on the coast around Udo.

DATE	ST.	Temperature(°C)					Salinity(‰)				
		A	B	C	D	Mean	A	B	C	D	Mean
'91. 9. 29	S	23.4	23.3	23.8	24.1	23.7	33.86	33.60	33.86	34.11	33.86
	M	23.3	22.9	23.2	23.0	23.1	33.95	33.62	34.99	33.87	34.11
	B	22.9	22.7	18.7	16.6	20.2		34.89	33.93	34.04	34.29
'91.11. 29	S	16.1	16.2	16.5	16.5	16.3	32.94	33.99	33.22	33.53	33.42
	M	16.1	16.1	16.4	16.3	16.2	33.99	33.76	32.83	33.15	33.43
	B		16.0	16.2	16.3	16.2		33.90	33.01	33.50	33.47
'92. 1. 28	S	16.2	15.9	15.7	16.1	16.0	34.92	34.64	34.40	34.22	34.55
	M	15.8	15.9	15.6	15.9	15.8	34.88	34.51	33.31	34.06	34.19
	B		15.9	15.6	15.8	15.8		34.65	34.43	34.27	34.45
'92. 3. 30	S	14.6	14.5	14.9	14.8	14.7	34.47	34.61	34.72	34.18	34.50
	M	14.5	14.3	14.6	14.7	14.5	34.69	34.76	35.73	34.60	34.95
	B		14.3	14.6	14.5	14.5		34.69	35.21	35.08	34.99
'92. 5. 4	S	16.0	16.0	16.5	17.6	16.5	34.52	34.49	34.41	34.44	34.47
	M	16.0	15.9	16.1	16.2	16.1	34.52	34.53	34.53	34.51	34.52
	B		15.8	15.9	15.9	15.9		34.54	34.53	34.52	34.53
'92. 6. 29	S	19.3	18.0	20.9	21.2	19.9	33.51	32.81	33.39	33.10	33.20
	M	18.6	17.7	18.1	19.3	18.4	33.78	33.78	33.93	33.68	33.79
	B		16.6	16.5		16.6		34.13	34.22	33.90	34.08

S : surface layer

M : middle layer

B : bottom layer

격히 낮아져 각각 14.7°C, 14.6°C을 보였다. 중층의 수온분포범위는 14.5(2월과 3월)~23.5°C(9월), 저층의 수온분포범위는 14.6(2, 3월)~19.2°C(11월)로 나타났다(Table 2).

5월, 11월, 2월, 3월에는 전수심에 걸쳐 비교적 균일한 수온분포를 보여 표층에서 저층까지 잘 혼합되는 양상을 보였으며, 9월에는 확실한 성층현상을 나타냈다.

Table 2. Variation of water temperature(℃) and salinity(‰) off the coast of Gosan.

DATE	ST.	Temperature(℃)				Salinity(‰)			
		A	B	C	Mean	A	B	C	Mean
'92. 5. 5	S	16.3	16.2	16.5	16.3	34.52	34.54	34.53	34.53
	M	16.2	16.1	16.3	16.2	34.53	34.54	34.53	34.53
	B		16.2	16.2	16.2		34.54	34.54	34.54
'92. 9. 5	S	27.4	27.7	28.3	27.8	28.95	28.85	28.75	28.85
	M	26.3	22.9	21.3	23.5	29.35	32.27	30.76	30.79
	B		17.2	15.0	16.1		33.40	33.78	33.59
'92.11.24	S	19.0	19.6	19.5	19.4	34.21	34.41	34.40	34.34
	M	18.9	19.3	19.3	19.2	34.27	34.45	34.45	34.39
	B		19.3	19.4	19.4		34.45	34.37	34.41
'93. 2. 3	S	14.4	14.9	14.8	14.7	34.68	34.64	34.63	34.65
	M	14.3	14.5	14.7	14.5	34.58	34.66	34.65	34.63
	B		14.5	14.7	14.6		34.66	34.65	34.66
'93. 3.27	S	14.4	14.8	14.6	14.6	34.63	34.60	34.61	34.61
	M	14.4	14.7	14.5	14.5	34.63	34.60	34.61	34.61
	B		14.7	14.5	14.6		34.60	34.61	34.61

S : surface layer

M : middle layer

B : bottom layer

평균표층수온은 정점 A, B, C에서 각각 15.3℃, 15.5℃, 15.6℃로 나타남으로서 외양으로 갈수록 조금 높은 수온을 보였다.

년간 평균염분은 표층에서 28.28(9월)~34.65%(2월), 중층에서 30.79(9월)~34.63%(2월), 저층에서 33.59(9월)~34.66%(2월)로 나타났고, 월별 표층염분은 9월을 제외한 5월, 11월, 2월, 3월에는 34.00%이상을 보였다(Table 2). 정점별 표층평균염분은 5월, 11월, 2월, 3월에는 큰 차이를 보이지 않으나, 9월에는 정점 A에서 정점C로 갈수록 저염분을 보였다. 이와는 반대로 11월에는 외양으로 갈수록 고염분을 나타냈다.

2. 출현 갑각류

2 - 1. 우도

본해역에서 조사기간중 출현갑각류는 요각류, 단각류, 근쟁이류, 십각류, 지각류, 개형류, 갑각류 유생등이 출현하였다. 그중 요각류가 평균 90.4%로 가장 점유율이 높았다. 갑각류 유생, 십각류, 단각류, 근쟁이류, 지각류, 개형류는 각각 5.4%, 1.9%, 1.6%, 0.3%, 0.3%, 0.2%로 나타나므로써 주 년에 걸쳐 요각류가 가장 많이 출현함을 볼 수 있다(Table 3).

정점 및 월별 요각류변동을 보면 다음과 같다.

9월 : 정점에 따라 단각류(정점 C에서 29.5%), 십각류(정점 A에서 45.4%), 갑각류 유생(정점 D에서 37.6%)이 많이 출현되는 정점 A, C, D에서는 각각 41.8%, 69.9%, 61.8%의 출현을 보였다.

6월 : 갑각류 유생이 각각 12.5%, 25.5%로 출현되는 정점 B와 C에서는 각각 87.5%, 74.2%로 나타냈다.

5월 : 갑각류 유생이 17.5%로 출현되는 정점 A에서는 81.8%의 요각류 출현을 보였다.

그외의 달과 정점에서는 약 95%이상의 요각류가 출현하였다(Table 3).

이상으로 단각류, 십각류, 갑각류 유생등의 출현이 높은 달과 정점을 제외하고는 요각류가 약 95%이상의 출현함을 알 수 있다.

2 - 2. 고산

조사기간에 출현한 갑각류는 요각류, 지각류, 개형류, 단각류, 십각류, 곤쟁이류, 등각류, 갑각류 유생등이 출현하였고, 그중 요각류가 평균 83.4%의 출현을 보였다. 그밖에 갑각류 유생, 지각류, 개형류, 단각류, 곤쟁이류, 등각류, 십각류등은 각각 14.5%, 0.8%, 0.7%, 0.2%, 0.2%, 0.1%, <0.1%로 출현되므로써 요각류에 의한 출현이 가장 높음을 알 수 있다(Table 4).

요각류를 정점 및 월별로 보면 다음과 같다.

5월 : 이달의 경우 정점 A, B, C에서 각각 19.8%, 42.2%, 74.9%로 갑각류 유생이 출현하였고, 한편 요각류는 각각 75.5%, 55.6%, 25.0%로 나타났다.

6월 : 정점 A, B, C에서 갑각류 유생이 각각 47.1%, 24.5%, 37.9%로 나타났고, 한편 요각류의 점유율은 각각 47.1%, 24.5%, 37.9%로 나타났다.

그외 나머지 달에는 90%이상의 요각류출현을 보였다.

이상의 결과들은 비교적 갑각류 유생에 의한 출현이 높은 달을 제외하고는 전 년에 걸쳐 요각류에 의한 출현이 가장 높음을 말해준다.

3. 요각류의 종출현 변화

3 - 1. 우도

조사시 채집된 요각류는 25속 73종(미등정 포함)으로 매우 다양한 출현을 보였으며, 주로 연안성 종들로 우점하였다(Table 3).

9월에는 조사기간중 가장 많은 종이 출현하여 총 47종(미등정 포함)에 달하였고, 각 정점별로 4위권에 속하는 종들을 보면 정점 A에서는 *Oncaea* spp.가 16.2%, 난류외양성 종인 *Scolecithrix danae*가 2.6%, 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*가 2.6%, 난류외양성 종인 *Calocalanus pavo*가 2.5%로 나타났다. 정점 B에서는 *Oncaea* spp.(37.7%, 10.54indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(11.1%, 3.11indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Calocalanus pavo* (8.2%, 2.30indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(6.0%, 1.69indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 C에서는 *Oncaea* spp.(13.2%, 6.67indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(11.2%, 5.64indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus affinis*(10.7%, 5.39indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Calocalanus pavo* (5.3%, 2.65indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Acartia pacifica*(12.8%, 9.70indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(11.9%, 9.04indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(10.3%, 7.86indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Centropages furcatus*(5.3%, 4.06indv.m⁻³)으로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Calanus minor*, *C. pauper*, *Undinula vulgaris*, *U. darwinii*, *Euchaeta marina*, *E. plana*등이 있었다.

11월에는 총 32종(미등정 포함)이 요각류가 출현하였다. 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*가 42.9%로 가장 높은 점유율을 보였으며, 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*가 13.7%, *Oncaea* spp.가 10.4%, 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*가 6.6%로

Table 3. Abundance(indv.m⁻³) and percent composition(%) of planktonic crustacean and copepod species on the coast around U-do.

Species name	'91. 9. 29				11.29				1.28			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Copepod												
<i>Calanus sinicus</i>	(41.8)	26.81(56.9)	35.26(69.9)	47.01(61.8)	(97.0)	660.08(97.5)	467.95(97.2)	(99.8)	120.27(99.6)	43.82(94.2)	25.09(95.2)	180.95(98.9)
<i>Calanus tenicornis</i>	(0.6)	0.14(0.5)	0.17(0.3)	0.13(0.2)	(42.9)	21.47(3.2)	5.42(1.1)	(3.7)	2.28(1.9)	0.96(2.1)	2.55(11.2)	5.38(2.9)
<i>Calanus gracilis</i>												
<i>Calanus minor</i>	(0.7)	0.27(1.0)			(0.4)	1.84(0.3)		(0.3)		0.04(0.1)	0.32(1.2)	0.09(0.1)
<i>Calanus pupa</i>	(2.0)	0.27(1.0)		1.31(1.7)	(0.4)	0.61(0.1)			0.09(0.1)			
<i>Utrinula vulgaris</i>	(0.5)	0.27(1.0)	0.26(0.5)	0.82(0.7)	(0.2)	1.23(0.2)			0.18(0.2)			
<i>Utrinula darwini</i>	(1.5)	0.20(0.7)	0.26(0.5)	0.30(0.5)		0.61(0.1)						0.34(0.2)
<i>Eucalanus attenuatus</i>	(1.1)		0.60(1.2)					(0.1)				0.17(0.1)
<i>Eucalanus crassus</i>												
<i>Eucalanus microcatus</i>												
<i>Eucalanus suberius</i>	(0.1)	0.07(0.3)										
<i>Rhincalanus curvatus</i>												
<i>Rhincalanus resutus</i>												
<i>Mesocera clausi</i>												0.09(0.1)
<i>Paracalanus indicus</i>		0.74(2.7)	0.17(0.3)	0.26(0.3)		332.70(58.0)	101.0(22.6)	(66.7)	73.37(60.7)	13.72(29.7)	4.94(18.7)	80.41(46.8)
<i>Paracalanus aculeatus</i>	(0.6)	1.69(6.0)	0.09(0.2)	0.26(0.3)	(6.6)	58.97(8.7)	31.91(6.6)	(11.4)	16.04(13.3)	8.19(17.7)	5.50(20.9)	27.92(15.3)
<i>Paracalanus sp.</i>		0.54(1.9)	0.34(0.7)	0.30(0.5)		9.20(1.4)	13.25(2.8)		4.73(3.9)	0.07(0.2)	0.08(0.3)	0.94(0.5)
<i>Calocalanus pavo</i>	(2.5)	2.30(8.2)	2.66(5.3)	2.23(2.9)								
<i>Calocalanus plumulosus</i>												
<i>Calocalanus styliremis</i>												
<i>Arctocalanus spp.</i>	(0.2)			1.18(1.6)	(0.2)							0.09(0.1)
<i>Euctidius acutus</i>												0.09(0.1)
<i>Clasocalanus sp.</i>	(0.4)	1.29(4.2)	0.17(0.3)	0.26(0.3)	(12.1)	47.24(6.8)	24.16(5.0)	(2.0)	0.70(0.6)	3.97(8.6)	2.00(7.6)	7.60(4.2)
<i>Cherocalanus longicornis</i>												
<i>Euchaeta marina</i>	(0.7)	0.07(0.3)	0.17(0.3)									
<i>Euchaeta concinna</i>												
<i>Euchaeta plena</i>	(0.8)		0.26(0.5)	0.13(0.2)		0.61(0.1)						0.09(0.1)
<i>Paraeuchaeta russeliji</i>												
<i>Scolecithrix danae</i>	(2.6)	0.07(0.3)				1.84(0.3)						
<i>Scolecithrix laevis</i>						0.61(0.1)						
<i>Teuara discocantha</i>	(0.5)	0.07(0.3)	0.09(0.2)	1.18(1.6)								
<i>Teuara stylifera</i>	(0.1)											
<i>Teuara turbinata</i>			0.43(0.9)	0.13(0.2)								
<i>Centropages fuscus</i>	(0.8)	0.07(0.3)	2.05(4.1)	4.06(5.3)								
<i>Lucicutia clausi</i>												
<i>Lucicutia flavicornis</i>									0.09(0.1)	0.19(0.4)	1.19(4.5)	0.09(0.1)

Species name	92.3.30		5.4		6.29							
	A	B	C	D	A	B	C	D				
<i>Opopoda</i>												
<i>Calanus sinicus</i>	(97.9)	148.02(99.9)	324.37(99.9)	694.39(100.0)	(81.8)	413.74(95.9)	956.33(98.6)	(91.7)	1026.20(98.7)	216.13(87.5)	54.25(74.2)	158.13(95.1)
<i>Calanus tenuicornis</i>	(27.3)	6.81(4.6)	0.28(0.1)	7.04(1.5)	(6.9)	7.70(1.8)	8.52(1.0)	(4.7)	3.05(1.2)	1.88(2.6)	6.16(1.0)	
<i>Calanus gracilis</i>												
<i>Calanus miror</i>												
<i>Calanus pauper</i>												
<i>Undinula vulgaris</i>												
<i>Undinula darwini</i>												
<i>Eucalanus attenuatus</i>												
<i>Eucalanus cressus</i>	(0.1)											
<i>Eucalanus microtatus</i>	(0.1)											
<i>Eucalanus subverus</i>												
<i>Rhincalanus cornutus</i>												
<i>Rhincalanus resutus</i>												
<i>Mesocera clausi</i>												
<i>Paracalanus indicus</i>	(41.2)	93.90(63.4)	174.30(53.7)	298.10(49.3)	(61.2)	169.80(37.3)	470.30(53.5)	(60.9)	67.09(6.5)	64.98(26.3)	10.04(13.7)	315.10(52.7)
<i>Paracalanus aculeatus</i>	(0.6)	0.62(0.4)	1.94(0.6)	3.81(0.6)	(0.1)	1.05(0.2)	0.71(0.1)	(0.4)				0.28(0.1)
<i>Paracalanus sp.</i>		0.19(0.1)		0.29(0.1)								0.28(0.1)
<i>Calocalanus pavo</i>												
<i>Calocalanus plumulosus</i>												
<i>Calocalanus styliremis</i>												
<i>Acartalanus sp.</i>												
<i>Besetichius acutus</i>												
<i>Clausocalanus sp.</i>	(0.1)											
<i>Chromocalanus longicornis</i>	(0.1)											
<i>Euchaeta marina</i>												
<i>Euchaeta concinna</i>												
<i>Euchaeta plana</i>												
<i>Paruchaeta russelii</i>												
<i>Scolecithrix danae</i>												
<i>Scolecithrix laevis</i>												
<i>Scolecithrix laevis</i>												
<i>Scolecithrix laevis</i>												
<i>Temora discaudata</i>	(0.1)	0.06(0.1)		1.17(0.2)								
<i>Temora stylifera</i>												
<i>Temora turbinata</i>												
<i>Centropages furcatus</i>												
<i>Lucicutia clausi</i>												
<i>Lucicutia flavicornis</i>												

나타났다. 정점 B에선 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(58.0%, 392.70 indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(8.7%, 58.90indv.m⁻³), *Clausocalanus* spp.(6.8%, 47.24indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(5.3%, 35.59indv.m⁻³)가 주요종으로 출현하였다. 정점 C에선 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(62.6%, 301.10indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus* (6.6%, 31.91indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(6.5%, 31.31indv.m⁻³), *Clausocalanus* spp.(5.0%, 24.16indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*가 66.7%, 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*가 11.4%, 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*가 3.7%, 난류외양성 종인 *Undinula darwinii*와 *Oncaea* spp.가 3.4%로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Calanus minor*, *C. pauper*, *Undinula darwinii*, *Euchaeta marina*, *E. concinna*, *E. plana*, *Scolecithrix danae*등이 있었다.

1월에는 총 33종(미동정 포함)이 출현하였다. 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(60.7%, 73.37indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(13.3%, 16.04indv.m⁻³), *Paracalanus* sp.와 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(3.9%, 4.73indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(29.7%, 13.72 indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(17.7%, 8.19indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(10.2%, 4.71indv.m⁻³), *Clausocalanus* spp.(8.6%, 3.97indv.m⁻³)가 주요 출현종으로 출현하였다. 정점 C에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(18.7%, 4.94indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(20.9%, 5.50indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Calanus sinicus* (11.2%, 2.95indv.m⁻³), *Clausocalanus* spp.(4.2%, 7.60indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(48.8%, 89.41indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(15.3%, 27.92indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(6.0%, 11.02indv.m⁻³), *Clausocalanus* spp.(4.2%, 7.60indv.m⁻³)로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Calanus*

minor, *C. pauper*, *Undinula vulgaris*, *U. darwinii*, *Rhincalanus cornatus*, *Calocalanus plumulosus*, *Euchaeta plana*, *Lucicutia flavicornis* 등이 있었다.

3월에는 총 22종(미등정 포함)이 출현하였고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*가 41.2%, 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*가 27.3%, 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*가 12.0%, *Oncaea* spp.가 1.4%로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(63.4%, 93.90indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(15.1%, 22.30indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*(4.6%, 6.81 indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(3.6%, 5.39indv.m⁻³)가 주요 출현종으로 출현하였다. 정점 C에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(53.7%, 174.30indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(38.7%, 125.70indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(0.6%, 1.94indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(0.6%, 1.94indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus* (49.3%, 298.10indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(39.9%, 240.90 indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(2.0%, 12.32indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*(1.5%, 7.04 indv.m⁻³)가 출현하였다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Rhincalanus cornatus*가 있었다.

5월에는 총 34종(미등정 포함)이 출현하였고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*가 61.2%, 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*가 6.9%, 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*가 2.9%, *Oncaea* spp.가 0.8%로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(37.3%, 160.80indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(14.6%, 62.86indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(5.0%, 21.36indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(3.7%, 15.93indv.m⁻³)가 주요출현종으로 출현하였다. 정점 C에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(53.5%, 470.30 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(6.1%, 154.00indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(2.0%, 17.75indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(1.7%,

14.91indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*가 60.9%, 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*가 5.2%, 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*가 4.7%, 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*가 1.0%로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Rhincalanus nasutus*, *Calocalanus plumulosus*, *Euchaeta marina*, *E. plana*, *Scolecithrix danae*, *Centropages furcatus*등이 있었다.

6월에는 조사기간중 출현종이 가장 적어 총 12종(미동정 포함)이 동정되었고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 *Acartia steueri*(90.2%, 934.20indv.m⁻³)가 대부분을 점유하였고, 난류연안성 *Paracalanus indicus*(6.5%, 67.09indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(1.4%, 14.01indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logicornis*(0.3%, 3.18 indv.m⁻³)가 주요 출현종으로 출현하였다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(44.6%, 110.30indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(26.3%, 64.98indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona Plumifera*(9.3%, 23.08 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logicornis*(2.7%, 6.62indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 C에서는 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(28.8%, 21.01 indv.m⁻³)가 1/3 이상을 점유하였고, 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(13.7%, 10.04indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(13.1%, 9.56indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logiremis*(11.2%, 8.15indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 D에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(52.7%, 315.10 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(30.8%, 183.90indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logiremis*(3.0%, 18.19indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*(1.0%, 6.16indv.m⁻³)가 출현하였다. 이외에 쿠로시오계 출현종으로는 *Euchaeta plana*가 있었다.

이상의 결과들을 보면 9월에는 난류외양성 종(Kim *et al.*, 1993)인 *Scolecithrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Oithona plumifera*가 높은 출현율을 보였고, 늦가을(11월)과 겨울(1월), 봄(3월, 5월)에는 주로 난류연안성 종인 *Par-*

acalanus indicus(Kim, 1985)에 의한 점유율이 높음을 알 수 있다. 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*는 늦가을에 가장 수심의 얇은 정점 A에서 높은 비율로 출현하였다. 6월에는 난류연안성 종인 *Acartia steueri*가 가장 많이 출현하였고, 그중 가장 수심의 얇은 정점 A(>90%)에서 집중적으로 출현하였다. 그외의 정점에서는 *Paracalanus indicus*와 함께 높은 점유율로 출현하는 특징을 찾을 수 있었다. 그리고, 난류 외양성종 또한 전 계절에 걸쳐 출현하고 있었다.

3 - 2. 고산

조사시 채집된 요각류는 28속 71종(미동정 포함)으로 매우 다양한 출현을 보였으며, 주로 연안성 종들로 우점하였다(Table 4).

5월에는 총 27종(미동정 포함)이 분류동정되었고, 각 정점별로 4위권에 속하는 종들을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(20.7%, 145.90indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logiremis*(8.6%, 60.80indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(7.6%, 53.30indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(7.0%, 49.20indv.m⁻³)으로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(14.2%, 214.80indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(6.4%, 96.20indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(3.6%, 53.50indv.m⁻³), 난류 외양성 종인 *Oithona plumifera*(3.4%, 50.60indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 C에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(8.4%, 76.70indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(3.9%, 35.40indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(2.7%, 24.90indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(2.4%, 21.70indv.m⁻³)으로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Rhincalanus cornatus*, *R. nasutus*, *Euchaeta marina*, *E. plana*, *Scolecithrix danae*, *Lucicutia flavicornis*등이 있었다.

6월에는 조사기간중 출현종이 가장 적어 총 13종(미동정 포함)이 동정되

Species name	11. 24			'93.2.3			3. 27		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Copepoda									
<i>Calanus sinicus</i>	47.95(97.3)	59.96(97.8)	53.49(98.3)	35.86(96.4)	7.76(94.9)	2.06(93.6)	134.76(93.8)	80.20(99.5)	160.91(99.6)
<i>Calanus</i> spp.	0.50(1.0)	0.11(0.2)	0.14(0.3)	19.95(53.6)	2.47(30.2)	0.10(4.6)	0.68(0.5)	2.15(2.7)	1.25(0.8)
<i>Calanus tenuicornis</i>	0.02(<0.1)	0.02(<0.1)							
<i>Calanus minor</i>	0.04(0.1)		0.05(0.1)						
<i>Calanus pauper</i>	0.04(0.1)	0.01(<0.1)	0.09(0.2)	0.04(0.1)			0.06(<0.1)		
<i>Udinula vulgaris</i>	0.17(0.4)	0.14(0.2)	0.07(0.1)	0.07(0.2)			0.12(0.1)		
<i>Udinula darwini</i>	0.19(0.4)	0.32(0.5)	0.05(0.1)						
<i>Eucalanus subtenius</i>		0.07(0.1)		0.04(0.1)					
<i>Eucalanus macronotus</i>	0.04(0.1)	0.07(0.1)	0.14(0.3)	0.09(0.2)			0.01(0.5)	0.03(<0.1)	0.05(<0.1)
<i>Rhinocalanus cornutus</i>	0.08(0.2)	0.07(0.1)							
<i>Rhinocalanus nasutus</i>		0.09(0.2)							
<i>Mecynocera clausi</i>		0.40(10.4)	1.59(2.9)	9.54(25.6)	1.37(16.8)	0.49(22.4)	70.10(49.6)	27.62(34.3)	33.82(20.9)
<i>Paracalanus indicus</i>	1.47(3.0)	9.65(15.7)	1.59(2.9)	0.74(2.0)	0.06(0.7)	0.03(1.4)	0.31(0.2)	1.61(2.0)	
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.59(1.2)	0.87(1.4)	0.59(1.1)	1.25(3.4)	0.06(0.7)	0.12(5.5)		0.40(0.5)	
<i>Paracalanus</i> sp.		0.30(0.5)	0.14(0.3)						
<i>Calocalanus pavo</i>	0.04(0.1)	0.18(0.3)	0.18(0.3)						
<i>Calocalanus plumulosus</i>		0.23(0.4)	0.27(0.5)						
<i>Acrocalanus</i> spp.	0.42(0.9)	3.79(6.2)	1.09(2.0)	0.04(0.1)	0.09(1.1)	0.01(0.5)	0.06(<0.1)		
<i>Clausocalanus</i> spp.	1.64(3.3)								
<i>Euaetideus acutus</i>		0.05(0.1)							
<i>Ctenocalanus logiremis</i>	0.02(<0.1)								
<i>Euchaeta marina</i>	0.02(<0.1)								
<i>Euchaeta concinna</i>									
<i>Euchaeta plana</i>									
<i>Paraeuchaeta russelii</i>				0.02(0.1)	0.01(0.1)	0.01(0.5)			0.05(<0.1)
<i>Scolecithrix danae</i>	0.17(0.4)	0.11(0.2)	0.05(0.1)				0.05(<0.1)		
<i>Scolecithrix nicobarica</i>									
<i>Scolecithrix</i> sp.									
<i>Scolecithroella minor</i>				0.07(0.2)	0.03(0.4)		0.05(<0.1)	0.07(0.1)	0.16(0.1)
<i>Temora discaritata</i>									
<i>Temora styriifera</i>									
<i>Temoropsis mayumbaensis</i>									
<i>Pleuromma robusta</i>									
<i>Pleuromma borealis</i>									
<i>Centropages tenuiremis</i>									
<i>Centropages orsinii</i>									
<i>Centropages brevis</i>									
<i>Centropages furcatus</i>		0.02(<0.1)							0.03(<0.1)

었고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(22.9%, 3.60indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(13.4%, 2.10indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(10.2%, 1.60 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(2.6%, 0.40indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 B에서는 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(23.9%, 7.80indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(13.8%, 4.50indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Ctenocalanus logiremis*(13.8%, 4.50indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(7.1%, 2.30indv.m⁻³)가 출현하였다. 정점 C에서는 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(37.9%, 3.60indv.m⁻³), *Harpacticoid* spp.(8.4%, 0.80 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(5.3%, 0.50indv.m⁻³), *Oithona* sp.(3.2%, 0.30indv.m⁻³)가 출현하였다.

9월에는 총 27종(미동정 포함)이 동정분류되었고, *Acartia*가 주인 Copepodite는 전정점에서 약 40%이상을 점유하고 있다. 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Acartia pacifica*(36.6%, 91.85 indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Centropages orsinii*(2.9%, 7.37indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Centropages tenuiremis*(2.4%, 6.10indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus catus*(1.4%, 3.47indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 B에선 난류연안성 종인 *Acartia pacifica*(44.7%, 123.89indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Centropages orsinii*(4.9%, 13.65indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus andrewsi*(1.4%, 3.85indv.m⁻³), 난류외양성 종으로 쿠로시오계 지표종인 *Calanus pauper*(0.8%, 2.10indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 C에선 난류연안성 종인 *Acartia pacifica*(42.9%, 101.02indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Centropages orsinii*(3.3%, 7.67indv.m⁻³), 난류외양성 종으로 쿠로시오계 지표종인 *Calanus pauper*(0.9%, 2.02indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus agilis*(0.8%, 1.88 indv.m⁻³)로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Undinula vulgaris*, *Calocalanus pavo*, *Centropages furcatus*등이 있었다.

11월에는 조사기간중 가장 많은 종이 출현하여 총 50종(미동정 포함)에

달하였고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 *Oncaea* spp. (32.3%, 15.77indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(23.2%, 11.44 indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus pacificus*(11.7%, 5.76indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus speciosus*(3.4%, 1.68indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 B에선 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(17.8%, 10.89indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(16.4%, 10.04indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Paracalanus aculeatus*(15.7%, 9.65indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(11.3%, 6.90indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 C에선 *Oncaea* spp.(34.6%, 18.87indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis* (25.9%, 14.11indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(10.7%, 5.81indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Corycaeus pacificus*(4.9%, 2.68 indv.m⁻³)로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Calocalanus plumulosus*, *C. pavo*, *Rhincalanus cornatus*, *Undinula vulgaris*, *U. darwinii*, *Calanus pauper*, *C. minor*, *Scolecithrix danae*, *Lucicutia flavicornis*, *Euchaeta marina*, *E. concinna*, *Cetropages furcatus*등이 있었다.

2월에는 총 25종(미동정 포함)이 동정분류되었고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Calanus sinicus*(53.6%, 19.95 indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(25.6%, 9.54indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(6.9%, 2.58indv.m⁻³), *Paracalanus* sp.(3.4%, 1.25indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Calanus sinicus* (30.2%, 2.47indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(18.2%, 1.49indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(16.8%, 1.37indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(15.7%, 1.28indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 C에서는 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(28.8%, 0.63indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(22.4%, 0.49indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(12.3%, 0.27indv.m⁻³), *Paracalanus* spp.(5.5%, 0.12indv.m⁻³)로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Undinula vulgaris*, *U. darwinii*, *Rhincalanus cornatus*, *Euchaeta plana*등이 있었다.

3월에는 총 23종이 동정분류되었고, 각 정점별 주요 출현종을 보면 정점 A에서는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(49.6%, 70.10indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(25.4%, 35.85indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(6.6%, 9.33indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(6.0%, 8.53indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 B에서는 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(41.3%, 33.25indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(34.3%, 27.62indv.m⁻³), *Oncaea* spp.(8.4%, 6.77indv.m⁻³), 난류외양성 종인 *Oithona plumifera*(6.2%, 4.96indv.m⁻³)로 나타났다. 정점 C에서는 난류연안성 종인 *Corycaeus affinis*(69.9%, 112.99indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*(20.9%, 33.82indv.m⁻³), *Oncaea* spp(4.0%, 6.51indv.m⁻³), 난류연안성 종인 *Acartia steueri*(0.9%, 1.41indv.m⁻³)로 나타났다. 이외에 쿠로시오계 지표종으로는 *Calanus pauper*, *Undinula darwinii*, *Rhincalanus cornatus*, *Euchaeta plana*등이 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면 봄(3월, 5월)과 초여름(6월)에는 난류연안성 종인 *Paracalanus indicus*가 많이 출현하였고, 9월에는 난류내만연안성 종인 *Acartia pacifica*(Kim, 1985)가 높은 점유율로 출현함을 알 수 있다. 또한 9월에는 5%이하로 비율은 낮지만 동중국해 강하구 외해역에서 주로 출현하는 *Centropages orsinii*(Chen and Zhang, 1965)가 고산연안역에서도 출현되는 특징을 보였다. 11월에는 *Oncaea* spp., 난류 연안성 종인 *Corycaeus affinis*(Kang et al, 1990)에 의한 점유율이 높고, 2월에는 내해역인 정점 A로 갈수록 *Calanus sinicus*에 의한 출현이 높게 나타남을 볼 수 있다. 쿠로시오계 지표종은 6월을 제외한 전 조사달에 출현하였다.

4. 생물량 변화

4 - 1. 갑각류

우도 : 우도해역에서 년 평균 개체수는 $361.1 \text{ indv.m}^{-3}$ 로서, 39(9월 정점 B)~1036.4 indv.m^{-3} (6월 정점 A)으로 나타났다(Fig. 4). 각 정점을 합한 월별 개체수의 계절적 변화는 11월(평균 $638.5 \text{ indv.m}^{-3}$)과 5월(평균 $635.9 \text{ indv.m}^{-3}$) 두번에 걸쳐 최대치를 보였고, 1월(평균 $109.3 \text{ indv.m}^{-3}$)과 9월(평균 62.0 indv.m^{-3})에는 최소치를 보였다. 그리고, 5월을 전후로한 3월(평균 355.3

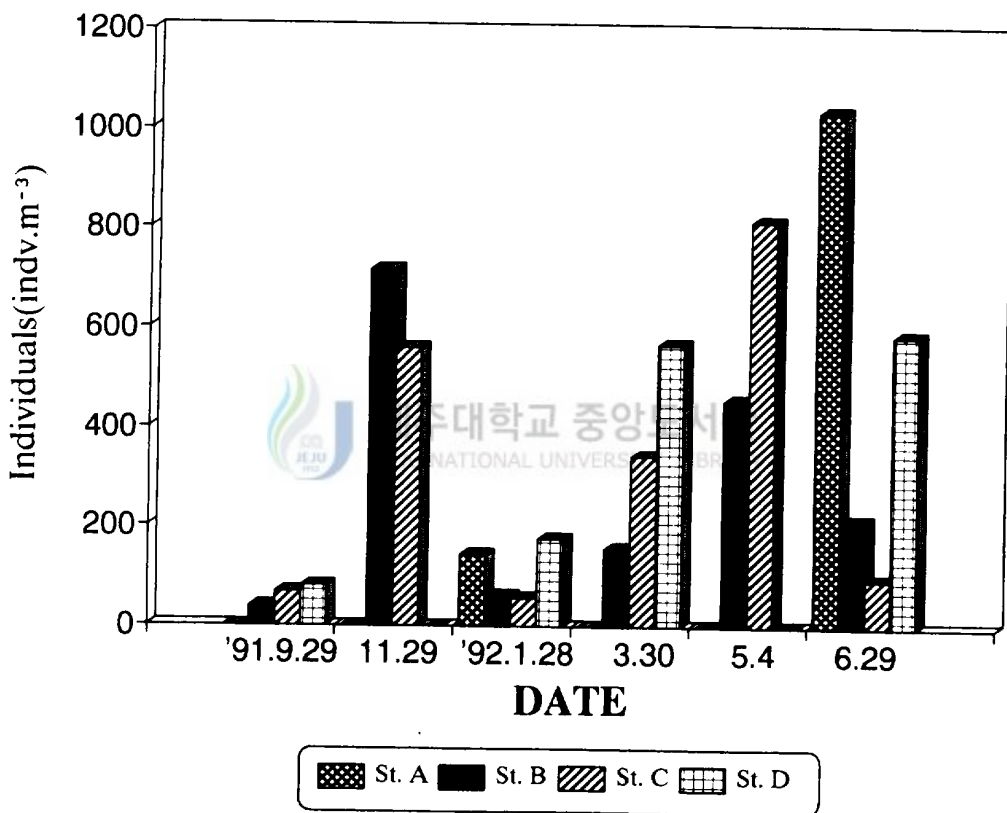


Fig. 4 Seasonal variation of crustacean abundance(indv.m^{-3}) on the coast around Udo.

indv.m⁻³)과 6월(평균 483.4indv.m⁻³)에도 비교적 높은 개체수 출현이 나타났다(Fig. 4). 이것은 갑각류 개체수가 늦봄과 늦가을에 높게 나타나고, 겨울과 초가을에는 낮게 나타남을 보여준다.

전 정점이 조사된 달(1월과 6월)에 한해 정점별 변동을 보면 우도수도의 경우 1월에는 정점 A와 B에서 각각 143.1indv.m⁻³, 60.9indv.m⁻³로 나타났고, 6월에는 각각 1036.4indv.m⁻³, 215.3indv.m⁻³로 나타나므로 높은 개체수 출현이 정점 B보다는 A에서 나타남을 보여줬다. 외해의 경우 1월에는 정점 C와 D에서 각각 56.1indv.m⁻³, 176.9indv.m⁻³로 나타났고, 6월에는 각각 94.1indv.m⁻³, 587.6indv.m⁻³로 나타나므로 정점 C보다는 D에서 훨씬 높게 나타남을 보여준다. 그리고, 우도수도내와 외해로 나누어 보면 1월에는 우도수도내와 외해간에 큰 차를 보이지 않으나 6월에는 외해에서보다 우도수도내에서 훨씬 높은 개체수 출현을 보임을 알 수 있다.

고산 : 고산해역에서 년평균 개체수는 266.1indv.m⁻³로써 계절적 변화는 6월(평균 19.0indv.m⁻³), 11월(평균 64.6indv.m⁻³), 2월(평균 16.4indv.m⁻³)에는 비교적 낮게 나타나나, 3월(평균 126.9indv.m⁻³)부터는 상승세를 보이면서 5월(1184.8indv.m⁻³)에 가장 최고치를 보였다(Fig. 5). 그리고, 두번째로 높은 값은 9월(312.0indv.m⁻³)에 나타났다. 즉, 이것은 최고치가 늦봄과 초가을 두 번에 걸쳐 나타남을 보여준다(Fig. 5).

정점별 개체수 변화는 정점 A, B, C에서 각각 년평균 237.0indv.m⁻³, 302.9indv.m⁻³, 322.0indv.m⁻³로 나타나므로 비교적 외양으로 갈수록 개체수가 증가함을 보여준다.

4 - 2. 주요 요각류

우도 : 조사시 상대적 점유율이 최소한 1번 이상 30%을 넘는 종들에 한해 계절별 출현양상을 살펴보았다(Fig. 6).

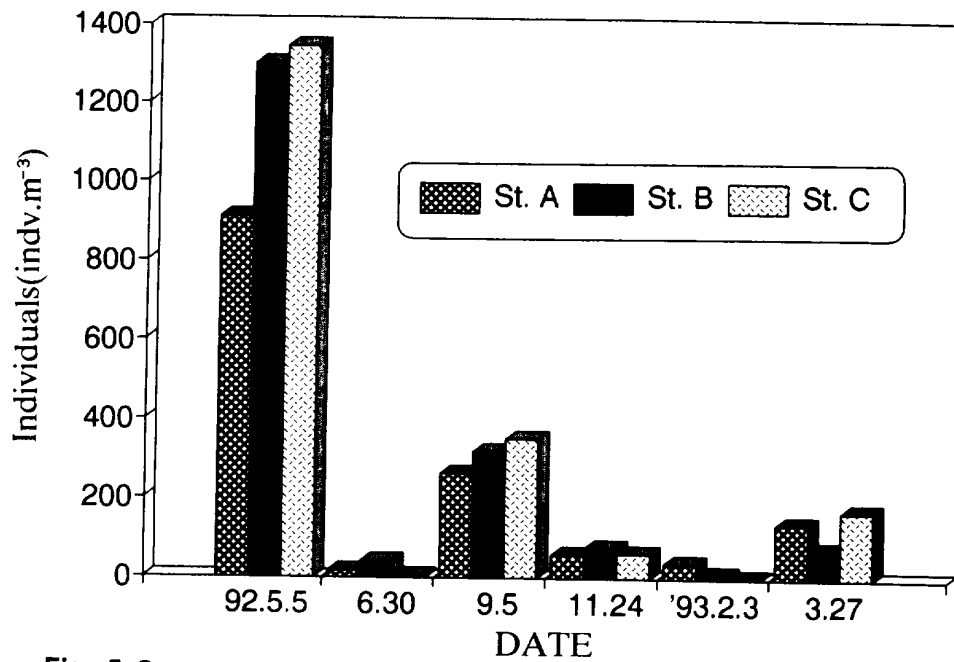


Fig. 5 Seasonal variation of crustacean abundance(indv.m⁻³) of crustacean off the coast of Gosan.

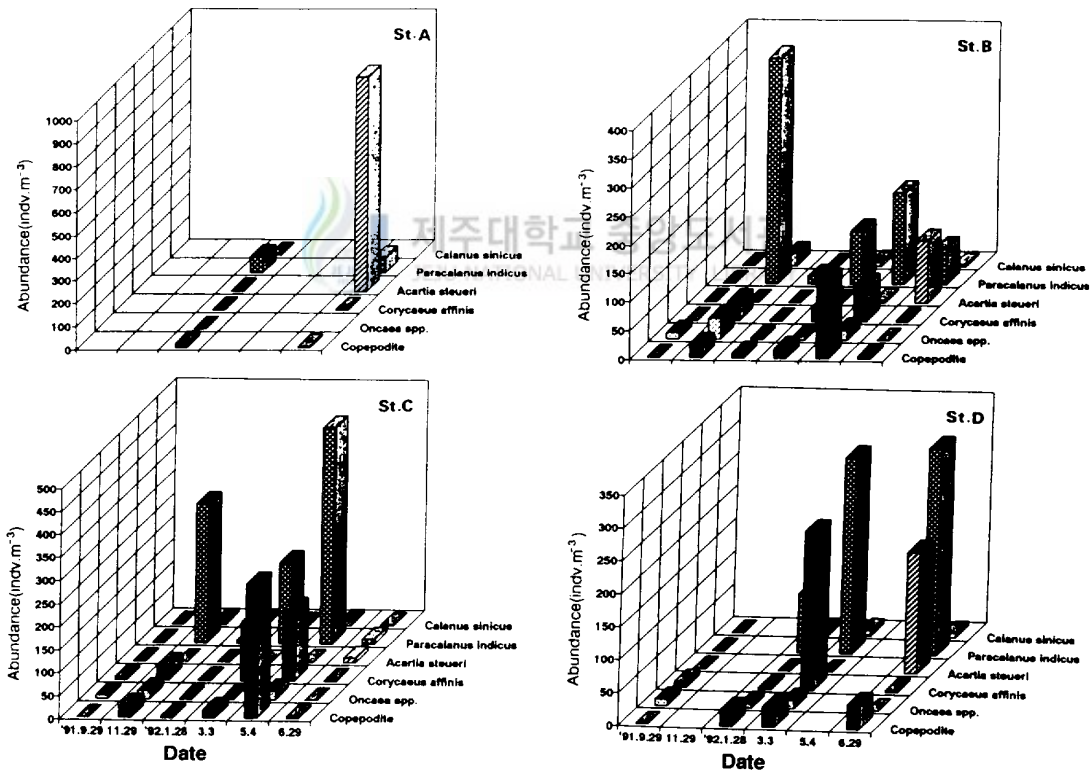


Fig. 6 Seasonal distribution of copepod abundances of major taxa on the coast around Udo.

*Calanus sinicus*는 11월과 3월에 얕은 수심을 갖는 정점 A에서 각각 42.9%, 27.3%을 보이므로 높은 점유율을 보였고, 나머지 달에 있어서는 12%이하의 점유율과 10indv.m⁻³이하의 개체수 출현을 보였다.

*Paracalanus indicus*는 갑각류 극대값이 나타나는 11월(평균 346.9 indv.m⁻³)과 5월(평균 315.6indv.m⁻³) 두번에 걸쳐 극대값을 보였고, 출현개체수에 있어서도 갑각류의 약 절반을 차지하였다. 그리고, 3월(평균 187.4indv.m⁻³)과 6월(정점 D(315.1indv.m⁻³))에 있어서도 비교적 높은 개체수 출현을 보였다.

*Acartia steueri*는 6월에만 특이하게 높은 출현을 보이는 종으로 그중 정점 A에서 934.2indv.m⁻³개체의 출현을 보이므로써 갑각류의 대부분을 점유하였다. 정점 B, C, D에서 각각 110.3indv.m⁻³, 9.6indv.m⁻³, 183.9indv.m⁻³을 보이므로써 갑각류의 약 1/2~1/10정도의 출현을 보였다.

*Corycaeus affinis*는 3월(평균 129.6indv.m⁻³)에 가장 높은 개체수 출현을 보였고, 나머지 달에 있어서는 65indv.m⁻³이하의 개체수 출현을 보였다. 3월 정점 C, D에서는 각각 125.70indv.m⁻³(38.7%), 240.9indv.m⁻³(39.9%)로 나타났다.

Oncaea spp.의 가장 높은 점유율은 9월(19.8%)에 나타나고 있으나, 개체수는 8.8indv.m⁻³으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 주요 요각류중에서도 갑각류의 계절적 변동에 가장 많은 영향을 주는 종으로는 *Paracalanus indicus*임을 알 수 있다. 특이하게 6월에는 전 정점에 걸쳐 *Acartia steueri*의 출현이 많으나, 그중 정점 A에서 본 종에 의한 개체수의 변동이 가장 큰 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

고산 : 조사시 상대적 점유율이 최소한 1번 이상 20%을 넘는 종들에 한해 계절별 출현양상을 살펴보았다(Fig. 7).

*Paracalanus indicus*는 갑각류의 극대값이 나타나는 5월(평균 145.8indv.m⁻³, 14.7%)에 가장 높은 개체수 출현을 보였다.

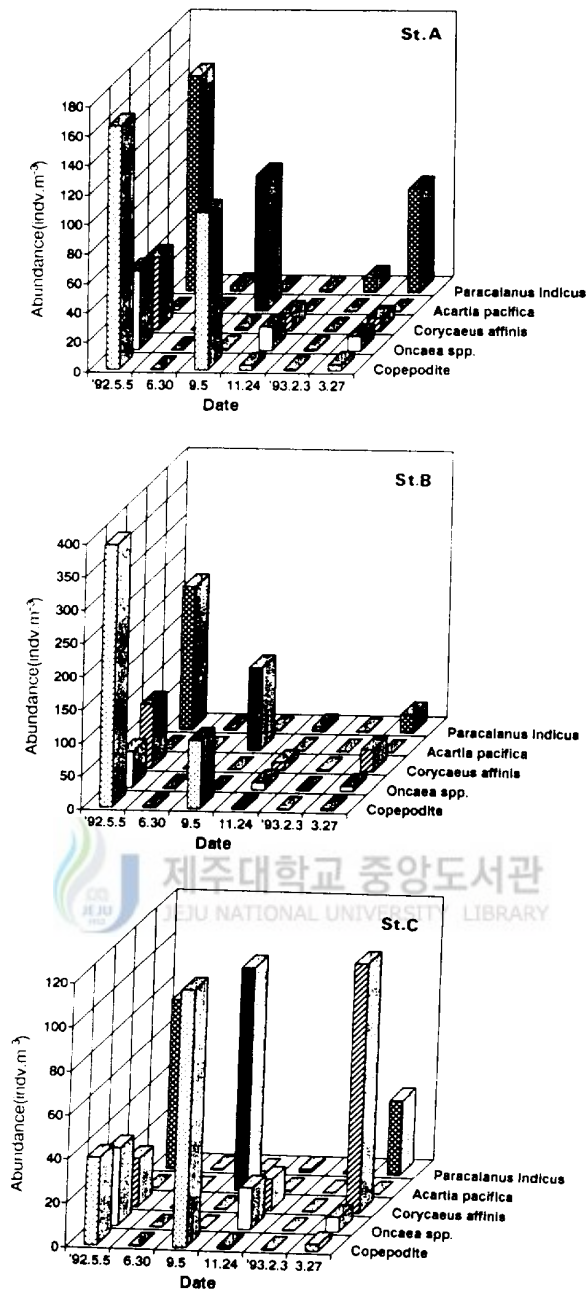


Fig. 7 Seasonal distribution of copepod abundances of major taxa off the coast of Gosan.

*Acartia pacifica*의 출현은 9월(평균 105.6indv.m⁻³)과 11월(평균 3.2indv.m⁻³) 두달에 걸쳐 출현하였고, 특히 갑각류의 제 2 극대값을 보이는 9월에 전 갑각류의 약 1/3를 차지하였다.

*Corycaeus affinis*는 5월(평균 47.4indv.m⁻³)과 3월(평균 51.6indv.m⁻³) 두달에 걸쳐 높은 개체수를 보였다.

Oncaea spp.의 가장 높은 점유율은 11월(평균 14.9indv.m⁻³, 27.7%)에 나타나고 있으나, 가장 많은 개체수 출현은 5월(평균 47.4indv.m⁻³, 5.0%)에 나타났다. 그외에는 10indv.m⁻³이하의 출현을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 갑각류의 계절변동에 많은 영향을 주는 종은 *Paracalanus indicus*와 *Acartia pacifica*임을 알 수 있다. 그중 *Paracalanus indicus*는 봄에, *Acartia pacifica*는 9월에 높은 개체수 출현을 보여 주었다.

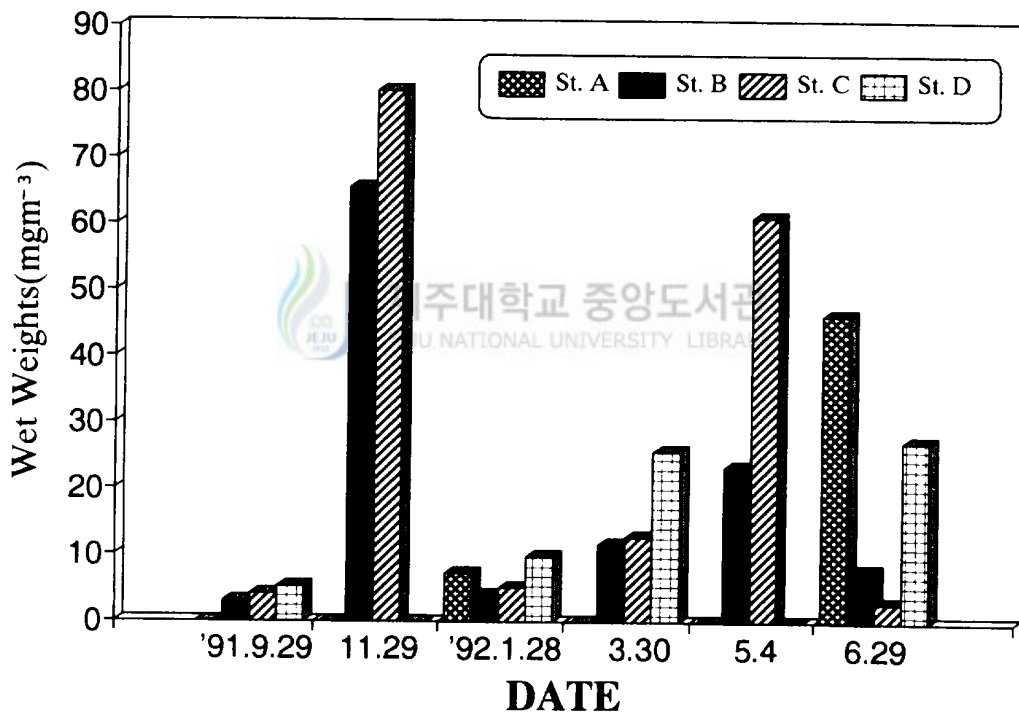


Fig. 8 Seasonal biomass(mg wet wt. m⁻³) of planktonic crustacean on the coast around Udo.

4 - 1. 생물량

우도 : 각 정점별 생물량은 2.8(6월 정점 C)~80.1 mgm^{-3} (11월 정점 C)으로 나타났고(Fig. 8), 9월, 11월, 1월, 3월, 5월, 6월 각 정점 평균값(mgm^{-3})은 각각 4.1, 72.8, 6.6, 16.8, 42.3, 21.1으로 나타났다. 즉 생물량에 있어서의 제 1 극대치는 늦가을(11월)에, 제 2 극대치는 늦봄(5월)에 나타남을 알 수 있다(Fig. 8).

전체 정점이 조사된 1월과 6월의 정점별 생물량을 보면 우도수도에 위치한 정점 A, B에서 1월의 경우에는 각각 7.3 mgm^{-3} , 4.0 mgm^{-3} 을 보였고, 6월의 경우에는 각각 46.4 mgm^{-3} , 7.8 mgm^{-3} 을 보여, 우도북쪽에 위치한 정점 B 보다는 우도남단에 위치한 정점 A에서 높게 나타났다. 외해쪽인 정점 C와 D에서는 1월에 각각 5.0 mgm^{-3} , 9.9 mgm^{-3} , 6월에는 각각 2.8 mgm^{-3} , 27.2 mgm^{-3} 로, 정점 C보다는 정점 D에서 높게 나타났다.

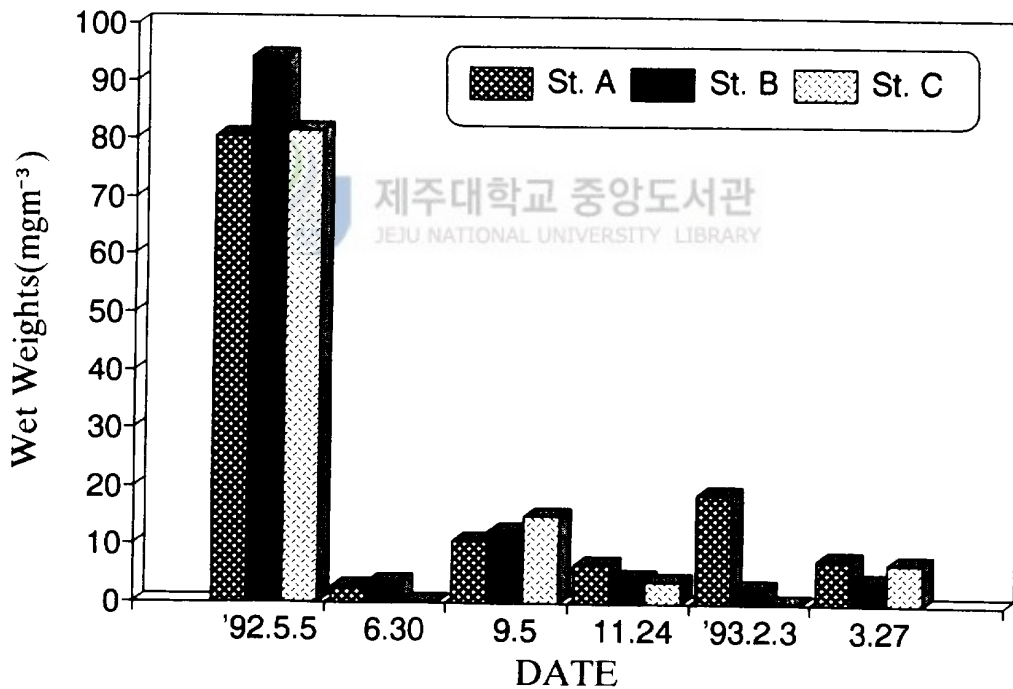


Fig. 9 Seasonal biomass(mg wet wt. m^{-3}) of planktonic crustacean off the coast of Gosan.

고산 : 각 정점별 생물량은 0.1(6월 정점 C)~94.3 mgm^{-3} (5월 정점 B)으로 나타났고(Fig. 9), 5월, 6월, 9월, 11월, 2월, 3월 각 정점 평균 생물량(mgm^{-3})은 각각 85.4, 2.1, 12.7, 4.9, 7.2, 6.2로 나타나 늦봄(5월)에 제 1 극대치를 초가을(9월)에 제 2 극대치를 보였다(Fig. 9).

정점에 따른 년평균 생물량 변동은 정점 A, B, C에서 각각 21.2 mgm^{-3} , 20.1 mgm^{-3} , 17.9 mgm^{-3} 로 해안선에 가까운 정점과 외해쪽으로 떨어진 정점 간 생물량은 큰 차이가 없었다.

5. 생산량 및 P/B변화

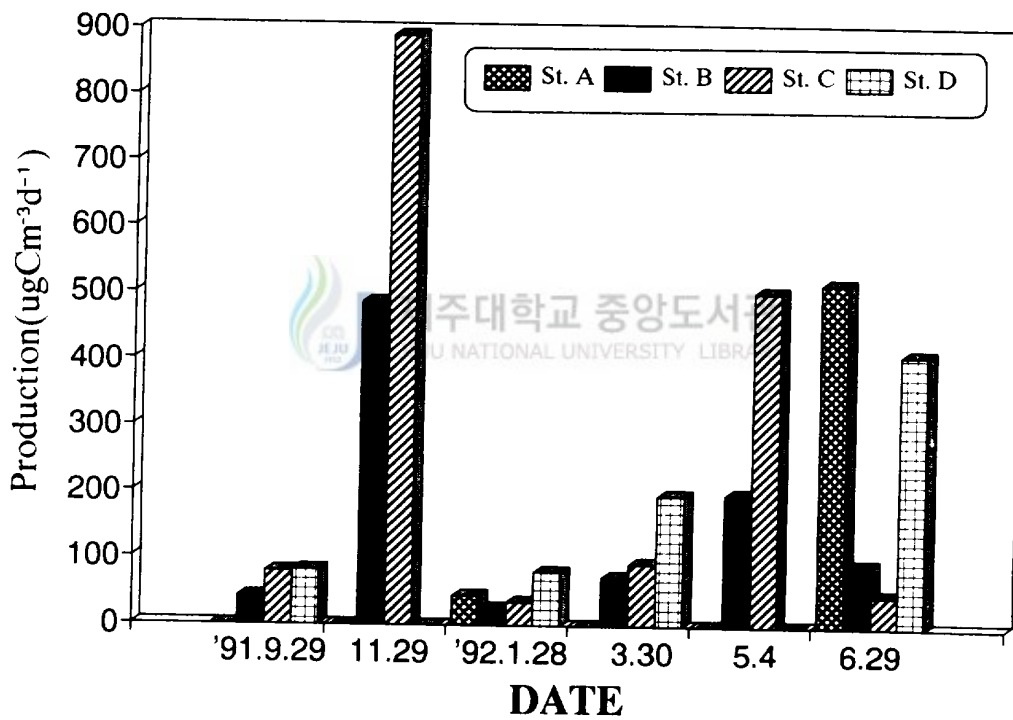


Fig. 10 Seasonal daily production($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$) of planktonic crustacean on the coast around Udo.

5 - 1. 생산량

우도 : 일생산량은 24.1(1월 정점 B)~890.4 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ (11월 정점 C)으로 나타났다(Fig. 10). 9월, 11월, 1월, 3월, 5월, 6월 각정점 평균 생산량($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)은 각각 67.4, 689.5, 45.2, 120.8, 351.4, 267.0으로 나타났다(Fig. 10). 이는 생물량이 높은 늦가을(11월)과 늦봄(5월)에 높음을 보여준다.

전 정점이 조사된 1월과 6월 정점별 변화를 보면, 우도수도에 위치한 정점 A와 B에서는 1월에 각각 43.5 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 24.1 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ 으로 나타났고, 6월에는 각각 517.5 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 93.1 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ 을 보여, 1월보다는 6월에 정점 B보다는 A에서 월등히 높게 나타났다. 외해쪽 정점 C와 D에서는 1월에 각각 33.3 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 79.8 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 6월에는 각각 47.3 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 410.1 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ 으로, 정점 C보다는 D에서, 1월보다는 6월에 훨씬 높게 나타나는 특징을 보였다.

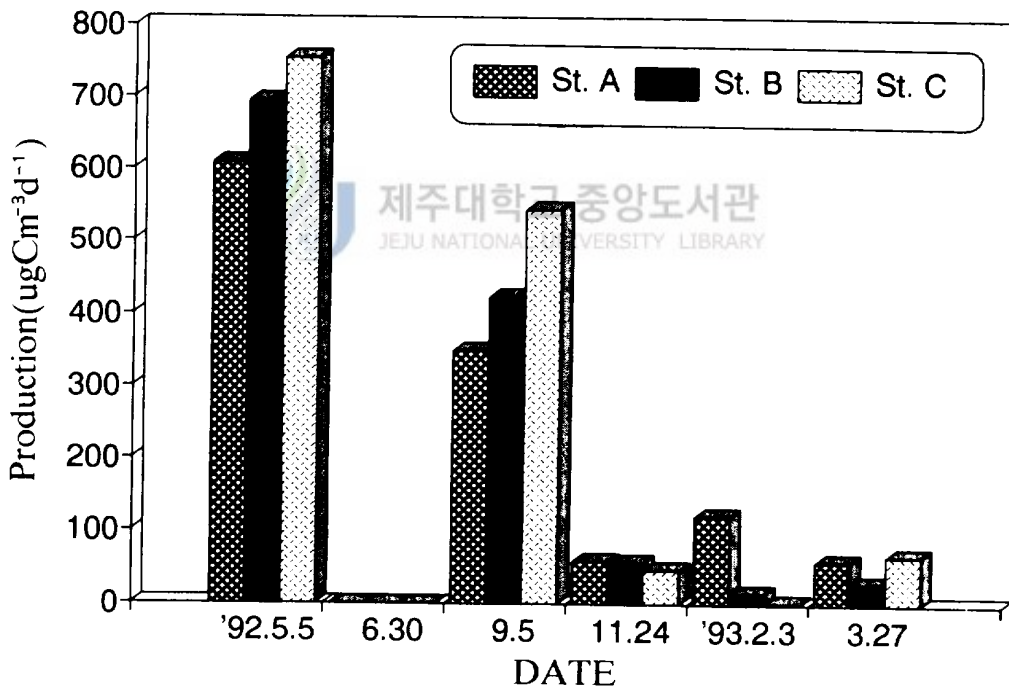


Fig. 11 Seasonal daily production($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$) of planktonic crustacean off the coast of Gosan.

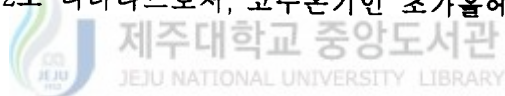
고산 : 일평균 생산량은 0.9(6월 정점 C)~754.1 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ (5월 정점 C)으로 나타났다(Fig. 11). 5월, 9월, 11월, 2월, 3월 각 정점 평균 일생산량($\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)을 보면, 각각 685.2, 16.4, 438.8, 53.4, 45.5, 51.2로 늦봄에 가장 높고, 초가을에 두번째로 높은 생산량을 보였다.

정점에 따른 년평균 생산량 변동은 정점 A, B, C에서 각각 평균 202.9 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 206.7 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 235.6 $\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ 으로 해안선에 가까운 정점과 외해쪽으로 떨어진 정점간 생물량은 큰 차이가 없었다.

5 - 2. P/B비

우도 : 생물량에 대한 생산량의 비는 0.09(1월 정점 A, B와 3월 정점 B)~0.29(9월 정점 C)로 나타났다. 월별 평균 P/B를 보면, 9월, 11월, 1월, 3월, 5월, 6월에 각각 0.24, 0.14, 0.10, 0.10, 0.13, 0.21로 나타나므로서, 고수온기(6월과 9월)에 높게 나타났다.

고산 : 생물량에 대한 생산량이 비는 0.08(2월 정점 B)~0.54(9월 정점 C)로 나타났다. 월별 평균 P/B를 보면, 5월, 9월, 11월, 2월, 3월에 각각 0.12, 0.51, 0.17, 0.09, 0.12로 나타나므로서, 고수온기인 초가을에 높게 나타났다.



6. 다양도 및 우점도

우도 : 다양도 지수의 변화는 0.16~0.90으로 크게 나타났다. 3월, 5월, 6월에는 낮게 나타났고, 이들에 비해 가을(9월과 11월)에는 조금 높았다. 9월, 3월, 5월에는 정점간 차가 작게 나타났으나, 11월, 1월, 6월에는 큰 차를 보였다(Fig. 12).

우점도 지수의 변화범위는 0.35~0.98로 높은 값은 3월, 5월, 6월에 나타났

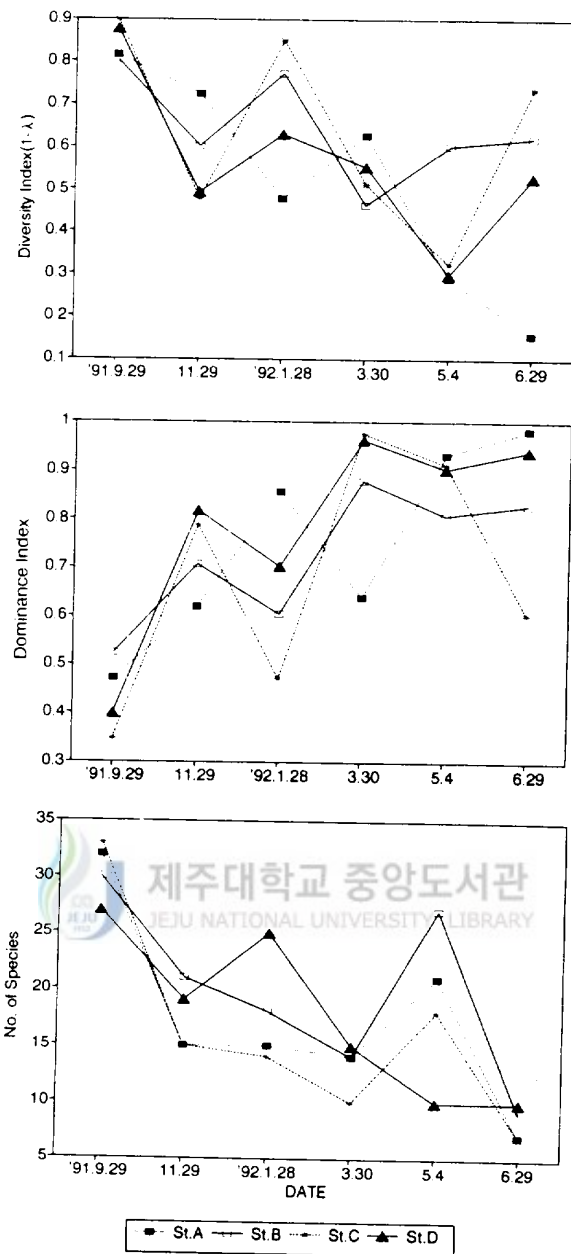


Fig. 12 Seasonal fluctuations of copepod species number, Dominance Index, Diversity Index on the coast around Udo from September 1991 to June 1992.

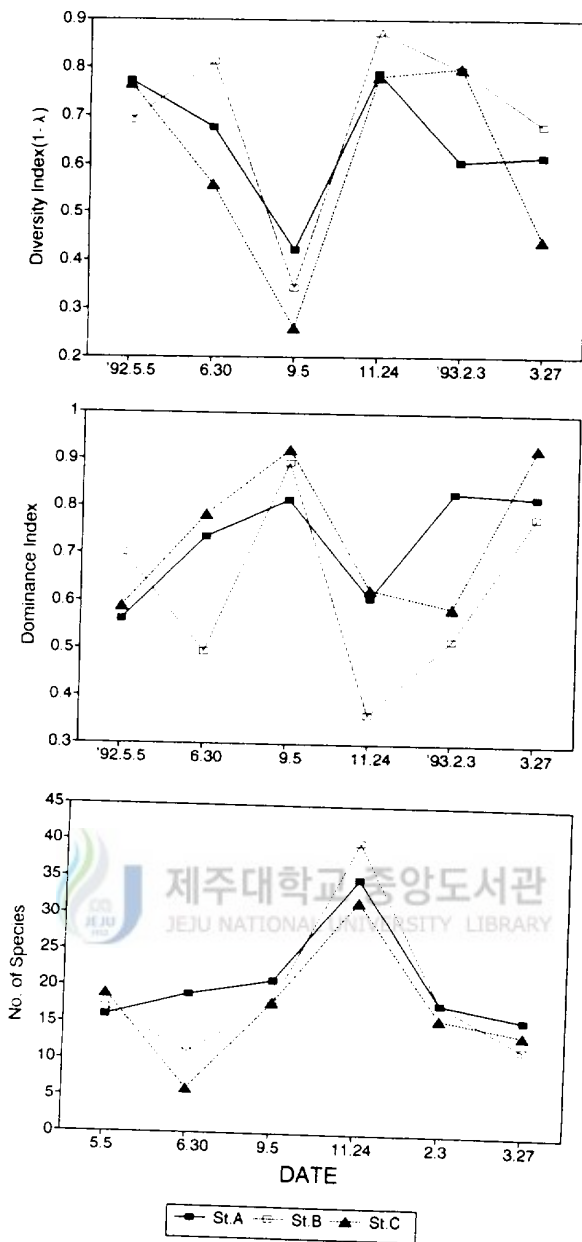


Fig. 13 Seasonal fluctuations of Copepod species number, Dominance Index, Diversity Index off the coast of Gosan from May 1992 to March 1993.

고, 이들에 비해 11월과 1월에는 조금 낮았으며, 9월에는 최소값을 보였다. 정점간 변화폭은 1월, 3월, 6월에는 크게 나타났고, 9월, 11월, 5월에는 작게 나타났다.

이상의 결과에서 9월에 높은 다양도와 낮은 우점도를 보임을 알 수 있다.

고산 : 다양도 지수는 0.26~0.87로 나타났다. 그리고, 3월 정점 C을 제외한 5월, 6월, 11월, 2월, 3월에는 비교적 높은 값을 보였고, 그중 11월에 가장 높은 값을 보였다(Fig. 13).

우점도 지수의 변화범위는 0.36~0.93으로 나타났다. 가장 낮은 값은 11월에 나타났고, 이들에 비해 5월과 6월, 2월에는 높게 나타났다. 그리고, 가장 높은 값은 9월과 3월에 나타나는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 11월에 높은 다양도와 낮은 우점도를 보임을 알 수 있다.



V. 고 찰

제주도 동쪽 입구에 위치한 우도주변해역은 주년에 걸쳐 난류권에 속하는 해역으로(노와 정, 1976), 우도수도에서 외양수의 영향이 가장 많은 곳은 우도수도 중앙부에서 우도 남단까지로 알려져 있다(변등, 1983). 그리고, 우도수도에서는 여름이라 할지라도 표층과 저층간의 연직혼합이 비교적 잘 이루어질뿐만 아니라, 여름에 냉수 또한 출현되는 해역이다(변등, 1983). 본 조사에서도 수직수온차는 외양보다 우도수도내에서 적게 나타나므로서, 양상이 뚜렷하지는 않지만 이와 유사한 경향을 보여주었다. 이러한 주변 해황을 고려해 볼 때 우도수도와 외해간의 갑각류의 출현량에 있어 차이를 보일 것으로 생각된다.

제주도 서방에 위치한 고산해역은 여름부터 가을중순까지 중국대륙연안수의 유입에 의해 표층과 저층간에 강한 성층을 보이는 해역(김, 1986; 김등, 1991)으로 본 조사에서도 삭제된 6월 자료를 제외한 9월 자료를 보면 수직적으로 강한 수온 및 염분 성층을 보이므로서, 이와 같은 양상을 보여주었다. 따라서, 본 해역은 하계에 연안수의 유입등에 의해 갑각류의 출현 양상뿐만 아니라 이에 따른 출현개체수도 다르게 나타날 것으로 생각된다.

제주도 주변 해안 및 연안을 대상으로 조사된 개체수의 계절적 변화를 보면 초가을에 극대치를 보이는 경우(고, 1987)와 여름과 늦가을에 극대치를 보이는 경우(고등, 1992) 그리고, 여름에 극대치를 보이는 경우(고등, 1989) 등이 있는데, 이는 늦봄과 늦가을에 극대치를 보이는 우도해역과 늦봄과 초가을에 극대치를 보이는 고산해역과는 서로 다른 양상을 보여주고 있다. 이와 같이 해역내일지라도 조금씩 다른 양상을 보이는 것은 플랑크톤 분포변

화에 영향을 주는 환경요인이 해역별로 조금씩 다른 양상을 보이기 때문에 나타나는 현상으로 생각된다.

우리나라 남해역의 경우 요각류 개체수의 계절적 변화는 춘계와 추계에 극대치를 보이는 경우와 하계에서 추계에 걸쳐 극대치가 나타나는 두가지 유형이 나타나는 것으로 보고(Kim *et al.*, 1993)하고 있는데, 이들중 첫번째 경우는 늦봄과 늦가을에 극대치를 보이는 우도해역과 늦봄과 초가을에 극대치를 보이는 고산해역의 계절적 변화 양상과 유사하였다.

본 조사시 생물량 변동은 우도해역이 경우 평균 22.7mgm^{-3} 으로써 4.1(9월)~ 72.8mgm^{-3} (11월)까지의 변화폭을 보여, 9월을 제외하고 봄에서 가을까지 높은 생물량을 보이고 있는데, 이는 9월을 제외하고는 제주도 주변해역을 대상으로 봄과 여름 가을에 걸쳐 높은 생물량을 보이는 우도해역에서 연구된 조사결과와 대체로 유사하였다(Go *et al.*, 1989). 하지만 9월과 11월, 1월에는 정점 A에서 유랑계 고장으로 정량적 산출이 어려웠으나, 9월이 경우 정점 A에서 십각류에 속하는 *Lucifer reynaudii*가 다량 출현했다는 것을 감안해본다면 9월에 나타나는 생물량도 크게 떨어지지 않는 것으로 생각된다.

고산해역에서 각 정점 평균 생물량(mgm^{-3})은 5월, 6월, 9월, 11월, 2월, 3월에는 각각 85.4, 2.1, 12.7, 4.9, 7.2, 6.2로, 늦봄(5월)에 제 1 극대치를 초가을(9월)에 제 2 극대치를 보였는데, 이는 제주도 주변을 대상으로 고산해역에서 연구된 결과보다 상당히 낮은 생물량을 보일뿐만 아니라 계절적으로 최대 생물량의 8월(365.7mgm^{-3})에 나타난다는 것 또한 본 조사와는 다른 양상을 보임을 알 수 있다. 이는 본 조사결과의 표층평균수온은 14.6°C (3월)~ 27.7°C (9월), 표층평균염분은 28.28%(9월)~34.65%(2월)로 CTD작동블랑으로 삭제된 6월 수온과 염분은 비교할 수 없으나, 9월 조사에서 관측된 결과를 보면 표층과 저층간에 강한 성층이 존재함을 볼 수 있다. 그러나, 나머지 달에는 표층과 저층간에 혼합이 잘 이루어지고 있었다. 주변 해역을 대상으로 한 연구 결과(수온이 $12.7\sim 25.7^{\circ}\text{C}$, 염분이 31.70~34.17%)을 비교해 보면(고

등, 1989; 최등, 1989) 여름과 초가을 수온은 약간 낮고, 염분은 약간 높음을 알 수 있다. 이러한 양상이 나타나는 원인은 여름부터 가을중순까지 제주서방해역에서 나타나는 중국대륙연안수는 매년 출현하지만 그 출현시기나 지속기간이 해마다 다르게 나타기(김, 1986)때문에 나타나는 현상으로 생각된다.

제주도 주변해역을 대상으로 연구된 결과에서는 일반적으로 여름과 가을에 높게 나타났고, 겨울과 봄에는 낮은 것으로 보고(고등, 1989; 고등, 1990; 강, 1990; 고등, 1992)되고 있는데, 이는 늦봄과 늦가을에 높은 값을 보이는 우도와 늦봄과 초가을에 높은 값을 보이는 고산해역의 경우와는 다른 양상을 보여주고 있었다. 이렇게 같은 해역내일지라도 조금씩 다른 양상을 보이는 것은 플랑크톤 분포변화에 영향을 주는 환경요인이 해역별로 조금씩 다른 양상을 보이기 때문에 나타나는 현상으로 생각된다.

북서 태평양 150m상층에서 채집된 동물플랑크톤군집의 지역적 차를 보면 (Hattori and Motoda, 1983) 채집 수심이 다르기 때문에 정확한 비교가 어려우나 온절기(6월-10월)에는 쓰시마 해류 영향권내의 생물량이 50~100mgm⁻³을 보였고, 아한대 해역에서는 98~556mgm⁻³으로써 표층채집만이 이루어진 본 조사시 생물량보다는 훨씬 많다. 이것은 아한대해역의 동물플랑크톤이 온대역 동물플랑크톤보다 훨씬 크고, 이러한 큰개체들은 주간에 보통 표층보다는 깊은 수심에 주로 분포하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나, 채집수심은 다르지만 쓰시마 해류 영향권내의 조사결과와는 유사하게 나타나고 있었다. 한절기(11-5월)에는 조사된 전 해역에서 100mgm⁻³이상으로 나타나므로 본 조사해역에서보다는 높은 값은 보이고 있는데, 이러한 원인은 동물플랑크톤이 계절적 수직이동에 의해 보통 한절기에 심층으로 내려가기 때문인 것으로 생각된다.

제주도 북방 함덕 연안에서 육지로부터의 상대적 거리에 따른 생물량 변동을 보면 만내에서는 평균 18.6mgm⁻³, 만외에서는 5.2mgm⁻³으로 거리에 따른 변화가 뚜렷하였으나(고등, 1990), 고산해역을 대상으로 조사된 연구결

과에서는 가장 연안에 위치한 정점 A에서는 년평균 21.2mgm^{-3} , 정점 B와 C에서는 각각 20.1mgm^{-3} , 17.9mgm^{-3} 로 나타나므로써, 해안선에 가까운 정점과 외해쪽으로 떨어진 정점간 생물량은 큰 차이가 없었다. 이는 9월의 경우 저염분수가 해안선에 가까운 정점에서 외해쪽 정점까지 전 표층을 덮으므로써 이에 적응을 보이는 종들이 해안선에 가까운 정점에서 외해쪽까지 균일하게 나타나고 있고, 갑각류 유생이 많이 출현되는 5월과 6월의 경우를 보면 5월에는 연안보다 외양에서 높은 출현을 보였고, 6월에는 거의 균일하게 분포하고있기 때문인 것으로 생각된다.

현 조사시 우도해역에서는 늦봄($351.4\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)과 늦가을($689.5\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)에 높은 생산량을 보였고, 고산 해역에서는 늦봄($685.2\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)과 초가을($438.8\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$)에 걸쳐 높은 생산량을 보이므로써, 이는 여름철에 높은 값은 보이는 제주도 주변 해역을 대상으로한 연구(고등, 1989; 강, 1990; 고등, 1990)와는 조금 다른 양상을 보이고 있다. 이러한 원인은 해역마다의 환경요인이 조금씩 다르기 때문인 것으로 생각된다.

요각류에 한해 조사가 이루어진 일본 Inland sea에서 연구된 결과를 보면 온절기(6월, 10월, 11월)에는 $4.9\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, 한절기에는 $0.8\mu\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ 로서 상당히 낮은 생물량을 보이고 있는데(Uye *et al.*, 1986), 이는 본 조사해역에서 얻어진 값보다는 상당히 낮은 값으로 본 연구해역과 비교했을 때 요각류 이외의 갑각류가 많이 출현되는 해역이기 때문에 이러한 차가 큰 것으로 생각된다. 그리고, 본 조사시 얻어진 결과치는 년 평균 $555\mu\text{gC.m}^{-3}\text{.d}^{-1}$ 을 보이는 베링해(Ikeda and Motoda, 1978b)보다는 훨씬 낮았다.

생물량에 대한 생산량의 비(P/B)는 우도해역에서는 0.19, 고산해역에서는 0.15로 이는 0.34(강, 1990), 0.25(고등, 1989)로 제주도 해안선 주변을 대상으로 얻어진 값보다는 낮은 값을 보였다. 이러한 차가 생기는 원인은 해안선 주변을 대상으로한 연구에서는 소형과 중형 및 대형 갑각류를 총 망라하여 계산된 값으로 많은 소형갑각류가 출현됐기 때문인 것으로차로 생각된다.

본 조사기간동안에 채집된 요각류는 제주도 동쪽 연안에 위치한 우도해역

에서는 총 72종(미등정 포함), 서쪽에 위치한 고산해역에서는 총 73종(미등정 포함)으로 이는 일본 북쪽 Onagawa만(총 26종)(Uye, 1982)과 일본 남쪽 Inland sea(총 29종)(Madhupratap and Onbe, 1986), 그리고, 가로리만(총 43종)(Kim and Huh, 1983)등에서 출현되는 종수보다는 훨씬 많음을 볼 수 있다. 이는 본 해역과 같이 영양염류등의 적은 청정해역이 아니라 식물플랑크톤이 서식하기에 좋은 영양염류가 많이 존재하는 해역이기 때문에 적은 것으로 생각된다. 그리고, 총 92종이 출현하는 우리나라 동해(Shim and Lee, 1986)와 남해(총 179종)보다는 낮은 종출현을 보이고 있는데, 이는 미등정된 종들을 감안해 볼 때 남해보다는 적지만 동해에서 출현하는 종수와는 유사할 것으로 생각된다.

요각류의 점유율은 우도해역에서는 9월과 11월에 각각 67.4%, 88.9%을 보였고, 나머지 달에 있어서는 90%이상의 요각류 출현을 보이고 있었다(Table 3). 고산해역에서는 5월과 6월에 각각 52.0%, 63.7%로 70%이하로 나타났고, 나머지 달에 있어서는 90%이상으로 나타나고 있었다(Table 4). 이는 제주도 주변 연안을 대상으로한 연구결과(70%이상)(고, 1987; 고와 전, 1984)와 동물플랑크톤중 약 60%를 보이는 천수만(Shim and Yun, 1990), 그리고, 동물플랑크톤중 40~97%을 보이는 북서 태평양 150m상층에서 나타난 연구결과(Hattori and Motoda, 1983)와는 유사함을 볼 수 있다.

전 계절에 걸쳐 가장 지배적인 출현을 보이는 *Paracalanus indicus*는 보통 봄과 겨울, 그리고, 늦가을에 점유율이 높고, 특히 우도해역에서는 늦봄(5월)과 늦가을(11월)에, 고산해역에서는 늦봄(5월)에 대중식을 보이고 있는데(Fig. 6, 7), 이는 가을과 겨울, 초봄에 점유율이 높고, 특히 가을에 대중식을 보이는 마산만과 천수만(이등, 1989; Shim and Yun, 1990), 초여름과 초가을에 출현율이 높은 가로리만(김과 허, 1983), 여름과 가을에 우점하는 Onagawa만(Uye, 1982), 비교적 고수온기에 본 종에 의한 우점출현이 나타나는 아산만(Park *et al.*, 1991; Choi and Park, 1993), 여름과 가을에 높은 출현을 보이는 일본 Inland sea(Madhupratap and Onbe, 1986)와는 계절적

인 출현에 있어 다르게 나타나고 있는데, 이러한 원인은 *Paracalanus* sp.의 난은 7.5~21.3℃수온에서는 60%이상의 부화하고, 22.6℃이상의 수온에서는 30%이하로, 그리고, nauplius에서 성체까지의 성장기간은 20℃이상 수온에서는 상당히 감소하여, 15℃이상에서는 20일, 20℃이상의 수온에서는 약 15일, 10~15℃사이의 수온에서는 약 20~40일 정도로 성장기간이 소요된다고 보고(Uye, 1991)와 *Acartia tonsa*와 *Paracalanus indicus*가 동시에 공존하는 환경을 보면, *Acartia tonsa*는 잡식성으로 규조류와 유생들을 섭식하므로써 어느 한도내에서는 동시에 출현하는 요각류의 종을 조절한다고 보고(Paffenhofer, 1991)들을 고려해 볼 때 *Acartia* sp.에 해당하는 종이 대증식을 보이거나 고수온이 나타나는 시기, 본 종이 초식자라는 것등에 의해 나타나는 차이로 생각된다.

Paracalanus indicus 다음으로 지배적인 출현을 보이는 종은 *Acartia* sp.에 속하는 종으로 우도해역의 경우에는 일본 북태평양 연안과 우리나라에서는 부산외해에서 출현하는 종으로 보고된 난류 연안성 종인 *Acartia steuerei*(Kim, 1985)가 가장 얇은 수심을 갖는 정점 A에서 90%이상의 점유율을 보이고 있었다. 그외 정점에서는 *Paracalanus indicus*와 동시에 우점하는 종으로 나타나고 있었다.

고산해역에서는 6월에 *Acartia steuerei*에 의한 출현은 높지 않았지만, *Acartia* sp.에 해당하는 *Acartia pacifica*가 9월에 다량 출현하는 특징을 보였다. 이러한 원인은 여름에서 중순까지 고온저염의 형태로 양자강퇴로부터 유입된 중국대륙연안수(김, 1986; 김등, 1991)의 유입에 의해 대발생을 보이는 종으로 생각된다. 본 종이 분포중심 수온 및 염분은 7월의 경우에는 27.1℃와 9.7%(범위 : 9.7~26.8%), 10월의 경우에는 15.8℃와 27.2%(범위 : 25.4~29.4%)로 분포중심을 옮기는 것으로 나타난다고 보고(서등, 1991)하고 있다. 본 연구결과에서도 본 종이 다량 출현하는 9월 표층평균염분이 28.85‰로 나타나, 이와 유사한 현상을 나타나고 있었다. 그리고, 본 종이 출현하는 시기에 비록 적은 개체이지만 동중국해 강외해역에서 출현되는 고온고

염 종인 *Centropages orsinii*(Chen and Zhang, 1965)의 출현 또한 볼 수 있는데, 이는 양자강 연안수의 유입을 입증해주고 있으며, 양자강 연안수가 양자강퇴로부터 유입되는 과정에서 동중국해의 고온고염의 해수와 혼합되어 유입된 종으로 생각된다.

*Paracalanus indicus*가 거의 나타나지 않는 9월을 보면 우도해역에서는 상대적으로 난류 외양성 종인 *Scolecithrix danae*, *Calocalanus pavo*(Kim *et al.*, 1993), *Oithona plumifera*(임, 1989)등이 높은 점유율로 출현하는 반면, 고산해역에서는 고수온기에 대발생을 하는 *Acartia pacifica*의 대량 발생하고 있다. 이는 관측된 년도가 서로 다르므로 정확한 비교는 어렵다는 점도 있으나 여름에 동쪽과 서쪽해역간의 해양 차를 생물적으로 입증해주고 있음을 시사해준다.

계절 연안 정점에서 동계에 우점을 보이는 *Calanus sinicus*을 보면 우도해역에서는 11월(수온 약 16℃)과 3월(수온이 약 14℃)에 우점을 보이고 있는 반면, 고산해역에서는 2월(약 14℃)에 우점을 보이는 특징을 보였다. 이와 유사한 결과가 가로리만과 아산만에서도 보고된 바, 가로리만에서는 5월에 내만 정점에서 우점하는 반면(김과 허, 1983), 아산만에서도 겨울과 봄에 우점을 하는데(Park *et al.*, 1991), 본 연구결과와 유사한 양상을 보이고 있었다.

주년에 걸쳐 난류 영향권내에 있는 우도해역에서는(변, 1981; 변등, 1983) 쿠로시오계 지표종인 *Calanus minor*, *Undinula vulgaris*, *Undinula darwinii*, *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus crassus*, *Euchaeta plana*, *Euchaeta concinna*, *Euchaeta marina*, *Scolecithrix danae*, *Calanus pauper*, *Calocalanus pavo*, *Calocalanus plumulosus*(박등, 1990, 1991, 1992; Kim *et al.*, 1993)등이 적은 개체수에 불과하지만, 주년에 걸쳐 출현하는 반면, 고산해역에서는 6월에 전혀 출현을 보이지 않았다. 어떤 특정종들은 그들의 좋아하는 서식수괴에 한정되어 분포하고, 수괴변화에 따라 종 또한 수괴지표로서 변화한다는 것(Ashisian *et al.*, 1993)을 고려해 볼 때 우도해역은 주년

에 걸쳐 쿠로시오계의 난류수의 영향을 크게 받으나, 서방해역인 고산에서는 하계에 중국대륙연안수의 유입등의 생물상에 많은 영향을 주고 있음을 시사한다.

다양도 및 우점도의 변화 양상은 많은 종출현을 보이는 계절에 우점도는 낮고 다양도는 높게 나타나고 있었다. 그러나, 비교적 적은 종출현을 보이는 일본 Inland Sea(Madhupratap and Onbe, 1986)에서보다는 높은 값은 보임을 알 수 있다.



V. 요약

본 연구는 계절 및 해양변동에 따른 요각류의 종출현과 동태 그리고, 갑각류의 생물량과 생산량을 알아보기 위하여 우도해역은 1991년 9월부터 1992년 6월까지, 고산해역은 1992년 5월부터 1993년 3월까지 격월채집을 실시하였다.

1. 갑각류의 출현량은 우도해역의 경우 개체수가 $62.0 \sim 638.5 \text{ indiv. m}^{-3}$, 생물량은 $4.1 \sim 72.8 \text{ mgm}^{-3}$, 생산량은 $45.2 \sim 689.5 \mu\text{gCm}^{-3} \text{ d}^{-1}$ 범위를 보였고, 늦가을과 늦봄에 높은 값이 나타나는 계절적 변화를 보였다. 정점에 따라서는 연직혼합이 활발한 우도수도내에 위치한 정점 A와 우도남단 외해에 위치한 정점 D에서 높은 값을 보였다. 고산해역의 경우 개체수는 $16.4 \sim 1184.8 \text{ indiv. m}^{-3}$, 생물량은 $2.1 \sim 85.4 \text{ mgm}^{-3}$, 생산량은 $16.4 \sim 658.2 \mu\text{gCm}^{-3} \text{ d}^{-1}$ 범위를 보였고, 늦봄과 중국대륙연안수의 영향이 강한 초가을에 높게 나타났다.

2. 조사기간중 출현 갑각류는 우도해역의 경우 Copepoda, Amphipoda, Euphausid, Decapoda, Cladocera, Ostracoda, Crustacean larva 등이 출현하였고, 그중 요각류가 67.4~99.4%의 출현을 보였다. 고산해역에서는 Copepoda, Amphipoda, Euphausid, Decapoda, Cladocera, Ostracoda, Isopoda, Crustacean larva 등이 출현하였고, 그중 요각류가 52.0~97.8%의 출현을 보였다.

3. 우도해역에서 주로 지배적인 출현을 보이는 요각류 종은 *Paracalanus indicus*로 늦가을과 겨울, 봄에 우점출현을 보였고, 특히 본 종은 늦가을과 늦봄에 다량의 개체수 출현을 보였다. 그다음으로 많은 출현을 보이는 종은 *Acartia steueri*로 6월에 가장 얇은 수심을 갖는 정점에서 90%이상의 출현하였고, 이외의 정점에서는 45%이하의 출현을 보이는 동시에 *Paracalanus indicus*와 함께 우점을 보였다. 9월에는 난류 연안성 종인 *Scolecithrix*

danae, *Calocalanus pavo*, *Oithona plumifera*가 높게 출현하였다. 이는 난류수가 중요하게 작용함을 보여준다.

4. 고산해역에서 가장 지배적인 출현을 보이는 종은 *Paracalanus indicus*로 나타났고, 중국대륙연안수의 영향이 강한 9월에는 난류 연안성 종인 *Acartia pacifica*가 Copepodite을 포함하여 약 80%이상의 출현을 보였다. 다음으로는 동중국해 강의해역에도 분포하는 *Centropages orsinii*가 출현하였다. 이는 중국대륙연안수가 종출현에 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

5. 우도해역에서 다양도는 봄과 초여름에는 낮고, 가을에는 높게 나타났으며, 우점도는 이와 반대 경향을 보였다. 고산해역에서 높은 다양도는 봄과 가을 그리고, 초여름에 나타났고, 우점도는 이와 반대 경향을 보였다.



VI. 참고 문헌

- 강형문. 1990. 제주도북방 해안선주변 부유성갑각류의 현존량 일주변화와 생산량 추정. 제주대학교 석사학위논문. p.70.
- 고유봉, 전득산. 1984. 제주도 삼양연안역에서의 플랑크톤 연구. 제주대 해자연보, 8. 19~30.
- 고유봉. 1987. 제주도 동남방 신천연안역의 동물플랑크톤군집과 생물량. 제주대 해자연보, 11. 41~51.
- 고유봉, 신희섭, 정용진. 1989. 제주도 해안선 주변 1개정점(용두암근처)에서 부유성 갑각류현존량의 일주변화. 제주대 해자연보, 13. 9~15.
- 고유봉. 1990. 제주도북방 함덕해역 부유성갑각류의 현존량과 생산량 추정. 한국지구과학회지. 11(3). 270~275.
- 고유봉. 1990. 제주도 주변해역의 환경과 저차생산. 제주도 연구 제8집, 101~126.
- 고유봉, 이화자, 손명호. 1992. 제주도 남부 연안역의 생물생태학적 기초연구 (II) : 서귀포주변 부유성갑각류의 현존량과 생산량. 한국지구과학회지. 13(3). 336~341.
- 김구, 노홍길, 이상호. 1991. 하계 제주도 주변 해역의 수계 및 해수순환. 한국해양학회지, 26(3). 262~277.
- 김동협, 허형택. 1983. 가로리만 요각류의 계절변화에 대하여. Bulletin of KORDI. 5. 29~35.
- 김인욱. 1986. 제주도 주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. 제주대학교 석사학위논문. 31~37.
- 노홍길, 전공훈. 1976. 제주도 연안의 수온염분변동에 관한 연구-I, 제주대

- 학논문집, 8. 115~122.
- 박주석, 이삼석, 강영실, 이병돈, 허성희. 1990. 한국 남해의 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한국수산학회지. 23(3). 245~252.
- 박주석, 이삼석, 강영실, 허성희. 1991. 한국 동해 중부해역의 지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한국수산학회지. 24(3). 203~212.
- 박주석, 이삼석, 강영실, 이병돈, 허성희. 1992. 황해 동남해역의 수괴 지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한국수산학회지. 25(4). 251~264.
- 방익찬, 김태희. 1989. 황해와 동지나해 해수순환에 대한 바람의 영향. 제주대학교 논문집. 30. 49~61.
- 변창익. 1981. 제주도 연안의 해황특성에 관한 연구 - 성산을 중심으로-. 제주대학교 석사학위논문. p.15~21.
- 변창익, 정용진, 노홍길. 1983. 제주도 연안의 해황특성에 관한 연구 - 성산포를 중심으로-. 제주대학교 해자연보, 7. 59~64.
- 서해립, 서호영, 차성식. 1991. 만경 동진강 하구계의 동물플랑크톤의 분포와 염분. 한국해양학회지. 26(3). 181~192.
- 오봉철. 1987. 제주도 주변해역의 동물플랑크톤 생산량 추정과 군집구조에 관한 연구. 제주대학교 석사학위논문. p.67.
- 이준백, 최영찬, 고유봉. 1989. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤의 기초생산. 지구과학회지. 10(1). 62~67.
- 이원철. 1989. 마산만의 요각류 군집에 대한 생태학적인 연구. 한양대학교 석사학위논문. 32~39.
- 임동현. 1989. 한국근해에 있어 Oithonidae(Copepoda, Cyclopoida)과의 분류적 기재와 지리분포. 한양대학교 석사학위논문. 113pp.
- 최영찬, 고유봉, 이준백. 1989. 제주도 해안선주변의 해수특성(1987년 6월-1988년 4월). 한국지구과학회지. 10(1). 54~61.
- 황학진, 최종기. 1993. 황해 중동부 해역 동물플랑크톤의 계절적 분포. 한국

- 해양학회지, 28(1). 24~34.
- Go, Y. B., J. B., Lee, Y. C. Choi. 1989. Standing stock and production of planktonic crustaceans around coast line of Cheju Island from June 1987 to April 1988. Jour. Korea Earth Science Society, 10(1). 68~75.
- Ashijan C. J. and Karen F. Wishner. 1993. Temporal persistence of copepod species groups in the Gulf stream. Deep-sea Research, 40(3). 483~516.
- Chen, Q. C. and S. Z. Zhang. 1965. The planktonic copepod of the Yellow Sea and the East China Sea 1. Calanoida. Studia Marina sinica, 7. 20~131, 51pls.
- Choi K. H., and C. Park. 1993. Seasonal fluctuation of zooplankton community in Asan Bay, Korea. Bull. Korea Fish. Soc., 26(5). 424~437.
- Davis, R.A. 1972. Principle of Oceanography, Addison-Wesley Publ. Co., p279~288.
- Hattori, H., and S. Motoda. 1983. Regional difference in zooplankton communities in the Western North Pacific Ocean(CSK Data). Bull. Plankton Soc. Japan, 30(1). 53~63.
- Ikeda, T. and S. Motoda. 1978a. Estimated zooplankton production and their ammonia excretion in the Kuroshio and adjacent seas. Fish. Bull. NoAA, U, S., 76(2). 357~366.
- Ikeda, T and S. Motoda. 1978b. Zooplankton production in the Bering Sea calculated from 1956-1970 Oshoro Maru data. Sci. Comm., 4(4). 329~346.
- Jotarou U. and M. Murano. 1986. Seasonal and horizontal variations in the zooplankton community of Ogochi Reservoir, Tokyo. Bulletin of Plankton Soc., Japan, 33(2). 101~112.

- Kang Y. S., S. H. Huh, and S. S. Lee. 1990. Taxonomy and distribution of corycaeidae(Copepoda : Cyclopoida) in the Korean Waters in summer. J. Oceanol. Soc. Korea, 25(2). 49~61.
- Kim Dong-Yup. 1985. Taxonomical study on Calanoid Copepod(Crustacean Copepoda) in Korean Waters. Hanyang university Thesis for the Degree of Doctor. 187pp.
- Kim W. S., J. M. Yoo, and C. S. Myung. 1993. A Review on the copepods in the South Sea of Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 26(3). 266~278.
- King C. R. and J. G. Greenwood. 1992. The seasonal population changes and Carbon budget of the calanoid copepod *Boeckle minuta* Sars in a newly formed sub-tropical reservoir, J. Plankton Res., 14(3). 329~342.
- Madhupratap, M. and Takashi Onbe. 1986. Structure and species diversity of the Inland Sea of Japan. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 23. 725~737.
- Michael M. M., E. R. Brooks and E. F. Stewart. 1989. Nearshore, Surfacedwelling zooplanktonic assemblages off southern California during the anomalous winters of 1983 and 1984. Continental Shelf Research, 9(1). 19~36.
- Paffenhoffer Gustav-Adolf. 1991. Some characteristic of abundant subtropical copepods in Estuarine, Shelf and Oceanic Waters. Proceedings of the fourth international conference on copepoda ; Bull. plankton Soc. Japan, Spec., 201~216.
- Park, Chul, K. H. Choi and C. H. Moon . 1991. Distribution of zooplankton in Asan Bay, Korea with comments on vertical migration. Bull.

- Korean Fish. Soc., 24(6). 472~482.
- Park, Young-Hyang. 1985. Some important summer oceanographic phenomena in the East China Sea. J. Oceanol. Soc. Korea, 20(1). 12~21.
- Ueda H. 1991. Horizontal distributions of planktonic copepods in Inlet waters. Proceedings of the fourth international conference on copepoda ; Bull. plankton Soc. Japan, Spec., 627~636.
- Uye, Shin-Ichi. 1982. Seasonal cycles in abundance of major holozooplankton in the innermost part of Onagawa Bay, Northeast Japan. J. Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ. 21. 1~10.
- Uye, Shin-Ichi, K. Hiroshi and Endo. T. 1987. Standing stocks and production rates of phytoplankton and planktonic copepods in the Inland Sea of Japan. J. Oceanol. Soc. Japan, 42. 421~434.
- Uye, Shin-Ichi . 1991. Temperature-dependent development and growth of the planktonic copepod *Paracalanus* sp. in the laboratory. Proceedings of the fourth international conference on copepoda ; Bull. plankton Soc. Japan, Spec., 627~636.
- 山路勇. 1982. 日本海洋プランクトン圖鑑. 保育社, p278~415.
- Shim Jae Hyung and Lee Tong-sup. 1986. Studies of the plankton in the southwestern waters of the East Sea zooplankton-standing stock, composition and distribution. J. Oceanol. Soc. Korea, 21(3). 146~155.
- Shim Jae-Hyung and Yun Ku-Hyun. 1990. Seasonal variation and production of zooplankton in Chonsu Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 25(4). 229~239.
- Takamochi mori. 1964. The pelagic copepoda from the neighbouring waters of Japan. Ohkayama, Meguroru, Tokyo, Japan, 150pp.
- Valdes J. L., M. R. Roman, M. T. Alvarez-Ossorio, A. L. Gauzens and

Miranda. 1990. Zooplankton composition and distribution off the coast of Galicia, Spain. J. Plankton Res., 12(3). 629~643.



감사의 글

본 논문이 있기까지 항상 지켜봐주시고, 바쁘신 중에도 시간을 쪼개어 지도해주신 고유봉 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고, 저의 논문에 관심과 조언을 안끼지 않으신 이준백교수님과 윤정수교수님, 최영찬교수님, 방익찬교수님, 그리고 오봉철선배님께도 감사를 드립니다.

채집시 같이 고생을 해준 손명호선배님, 조성환선배님, 부지훈선배님, 그리고, 원태, 경표학형에게도 고마움을 전합니다. 또한 많은 조언을 해주신 강형문선배님과 신희섭선배님께도 고마움을 표합니다.

끝으로 항상 격려와 용기를 북돋아준 저의 부모님과 박상운씨, 그리고, 언니와 형제들에게 이논문을 바칩니다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY