

황해 중동부 해역 동물플랑크톤의 계절적 분포 특성

황학진 · 최중기
인하대학교 해양학과

Seasonal Characteristics of Zooplankton Community in the Mid-Eastern part of the Yellow Sea

HAK JIN HWANG AND JOONG KI CHOI
Department of Oceanography, Inha University, Incheon 402-751, Korea

동물플랑크톤의 계절별 분포 특성을 파악하기 위하여 황해 중동부해역을 대상으로 1987년 4월부터 1988년 6월까지 두달 간격으로 조사를 실시하였다. 이 기간중 총 18속 24종의 동물플랑크톤이 동정되었고, 이중 12속 17종이 요각류였다. 출현한 동물플랑크톤중 *Noctiluca scintillans*가 연안역 정점에서 계절에 따라 전체 동물플랑크톤 군집에 큰 영향을 미쳤으며, 일부 요각류의 분포를 배제하는 것으로 사료되었다. 동물플랑크톤 출현량의 30-63.4% 를 차지하는 요각류 군집 개체수의 계절별 변화양상은 연안역 정점이 외해역 정점보다 생태환경의 다양함을 보여주었다. 요각류중 *Acartia omorii*가 4월과 6월에, *Paracalanus parvus*가 8월부터 12월까지, *Corycaeus affinis*가 12월에 각각 우점종으로 출현하였다.

난류 지표종인 *Sagitta enflata*가 8월부터 12월까지 조사 해역에 출현하여 본 해역에 대한 난류의 영향을 시사하였으며, 이러한 측면에서 난수성인 *Doliolum* sp.의 10월의 다량 출현도 의미있는 결과였다.

동물플랑크톤에 대한 종조성 및 양적 분포의 계절적 특성은 수괴의 계절적 변화에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다.

In order to study the seasonal characteristics of species composition and abundance, zooplankton samples were collected from April 1987 to June 1988 with bimonthly intervals in the Mid-Eastern part of the Yellow Sea.

Among the 24 species of 18 genera occurred in this study area, 17 species are copepods.

Noctiluca scintillans has greatly influenced on the distribution of the zooplankton in the coastal area and some copepods may be excluded by its great occurrence. The seasonal variation of abundance of copepods accounting for 30-63.4% of total zooplankton were more varied among stations in the coastal area than in the offshore. It suggests that environmental factors are more variable in the coastal area than in the offshore.

In the copepod community, *Acartia omorii*, *Paracalanus parvus* and *Corycaeus affinis* were predominant in April and June, from August to December and in December, respectively.

Sagitta enflata, as a Kuroshio indicator species, occurred in the study area from August to December. The great occurrence of warm water species, *Doliolum* sp. in October and the occurrence of *Sagitta enflata* from August to December suggested that there is a influx of the tributaries of Kuroshio current into the study area.

It appeared that the seasonal characteristics of species composition and abundance of zooplankton were affected by the seasonal variation of water mass.

서 론

해양 생태계에 있어서 동물플랑크톤은 식물플랑크톤의 주 포식자인 동시에 유영생물의 먹이 역할을 하는 2차 생산자로서 생태학적으로 매우 중요한 역할을 하고 있다. 따라서, 물리, 화학 및 생물학적으로에 의해 제한을 받는 동물플랑크톤의 분포(Davis, 1972)에 대한 연구는 해양 생태계를 종합적으로 이해하는데 반드시 필요한 연구이다.

온대해역에서 동물플랑크톤의 분포는 환경의 계절적 변화에 따라 큰 영향을 받게 된다. 한국해역을 대상으로한 기존의 연구(Kim & Huh, 1983; Kim^b, 1984; Shim & Lee, 1986; Shim & Yun, 1990)에서도 동물플랑크톤의 종조성 및 양적분포의 계절성을 보고하였다. 특히, 우리나라와 같은 온대해역에서의 동물플랑크톤의 분포 및 종조성에 대한 연구는 환경의 계절적 특성을 고려하여 수행하여야 한다.

본 연구 해역인 황해중동부 해역은 심한 수온의 연변화를 나타내는 해역으로서 하계에는 강한 수온 약층이 형성되고 4월부터 10월까지 혼합수역과 성층역을 경계짓는 조석전선이 발생하며(Seung et al., 1990), 겨울철에는 북서계절풍으로 활발한 수괴의 혼합이 이루어지는, 계절에 따라 매우 다양한 수괴의 형성을 나타내는 해역이다.

본 연구 해역을 대상으로한 플랑크톤에 대한 기존의 연구는 조석전선과 연관된 식물플랑크톤의 분포(Choi, 1991)와 수괴에 따른 동물플랑크톤의 분포(Park, 1982; Shim et al., 1988)에 대한 것이 있다. 그러나 동물플랑크톤에 대한 기존의 연구는 특정 계절에 국한된 것이며, 전계절에 걸친 자료는 전무한 상태이다.

본 연구에서는 계절에 따라 다양한 수괴형성을 나타내는 황해중동부 해역을 대상으로 수괴의 계절적 변화에 따른 동물플랑크톤의 분포 특성을 파악하고자 한다.

조사내용 및 방법

동물플랑크톤의 계절적 분포특성을 파악하기 위하여 북위 35°51'31"~36°55'5", 동경 124°22'33"~126°14'77"에 위치한 수산진흥원 해양관측선인 307, 308, 309선(Fig. 1)을 대상으로 1987년 4월 부터 12월

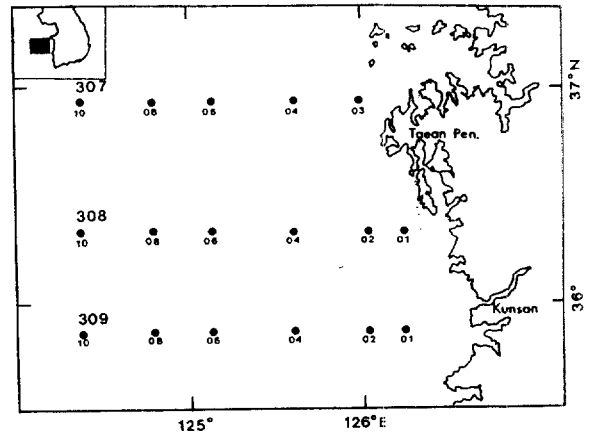


Fig. 1. A map showing sampling stations in the mid-eastern part of the Yellow Sea.

까지 격월별로, 그리고 1988년 4월과 6월 총 7회에 걸쳐 시료를 채집하였다.

동물플랑크톤의 채집은 307선의 03, 04, 06, 08, 10 정점과 308, 309선의 01, 02, 04, 06, 08, 10 정점 등 총 17개 정점에서 Bongo net(망구 60 cm, 망목 0.3 mm)를 사용하여 저층에서 표층까지 수직 채집하였으며, 즉시 40% 중성 formaldehyde 수용액으로 고정하여 formaldehyde의 농도가 4% 이상 되게 하였다(UNESCO, 1976). 유입된 수량은 net 망구의 2/3 되는 위치에 설치된 유량계(flow meter)의 회전수에 의해 환산하였으며 여과율은 100%로 가정하였다.

고정된 시료의 총량을 메스실린더로 계량한 후 잘 혼합하여 우점종이 100개체 이상 되도록 적당량(UNESCO, 1979)을 분할하여 petri-dish로 옮겼으며, 소수의 대형플랑크톤은 해부현미경(Basch & Lomb) 하에서 외형별로 구분하였다. 해부는 젓산을 떨어뜨린 슬라이드위에 각개체를 Methylene Blue 로 염색하여 올려놓은 후 예리한 침을 사용하여 행하였고, 해부된 개체는 광학현미경(Nikon; Type 104) 하에서 동정하였다.

모아류의 동정은 Park(1970, 1973)에 의하였고, 지각류는 Onbe(1974)와 Kim^a(1984), 요각류는 Mori(1964), Chen & Zhang(1965), Cheng et al.(1974), Nishida et al.(1977), Kim(1985) 등에 의하였다. 동정된 각종 및 그룹들은 단위 체적당 개체수(inds/m³)로 환산하였다.

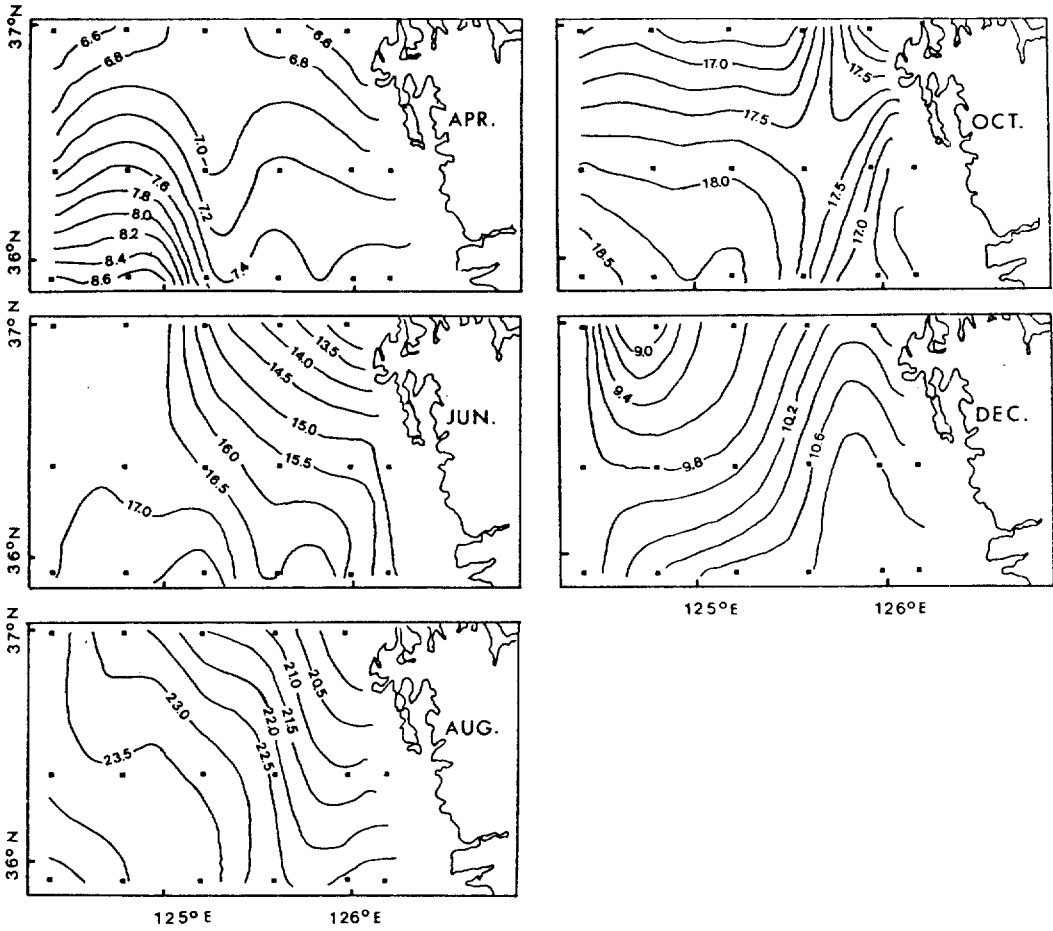


Fig. 2. Distribution of surface water temperature(°C) in 1987.

수온 및 염분은 307선의 03점에서 10점까지 그리고 308선과 309선의 01점에서 10점까지의 총 27개 정점에서 S.T.D.(M/D; AST-300)를 이용하여 현장에서 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 수온 및 염분 분포

본 해역은 여름철에 강한 일사량으로 인해 수온 약층이 발달하고 겨울철 대기의 냉각과 강한 북서계절풍의 영향으로 수괴가 잘 혼합되며(Nakao, 1977), 담수의 유입, 큰 기온의 연변화, 계절풍, 냉수괴, 조석혼합역의 존재로 인하여 매우 다양한 수괴가 나타나는 해역이다.

수온과 염분의 분포를 기초로하여 하계에 뚜렷한 수괴의 층상구조를 나타내는 정점(각 관측선의 정점 06, 08, 10)을 외해역이라 하였고, 그의 정점들을 연안역이라 하였다. 특히, 연안역 정점중 연중 가장 낮은 염분분포를 보인 정점 307-03을 다른 연안역 정점과 구분하였다.

조사기간중 표층수온 분포(Fig. 2)는 4월중에 6.12-8.69°C를 나타냈으며, 외해역이 연안역보다 다소 높게 나타나고 있다. 6월에 들면서 표층수온이 급상승하여 4월보다 약 10°C 정도 높은 11.75-18.13°C의 분포를 나타내면서 외해역 수심 10-30m 층에서 저층냉수와 표층수온과의 큰 온도차로 인하여 수온약층이 형성되었다. 8월에는 연중 가장 높은 19.12-24.84°C의 분포를 보였으나, 307선에서는 태풍과 장마

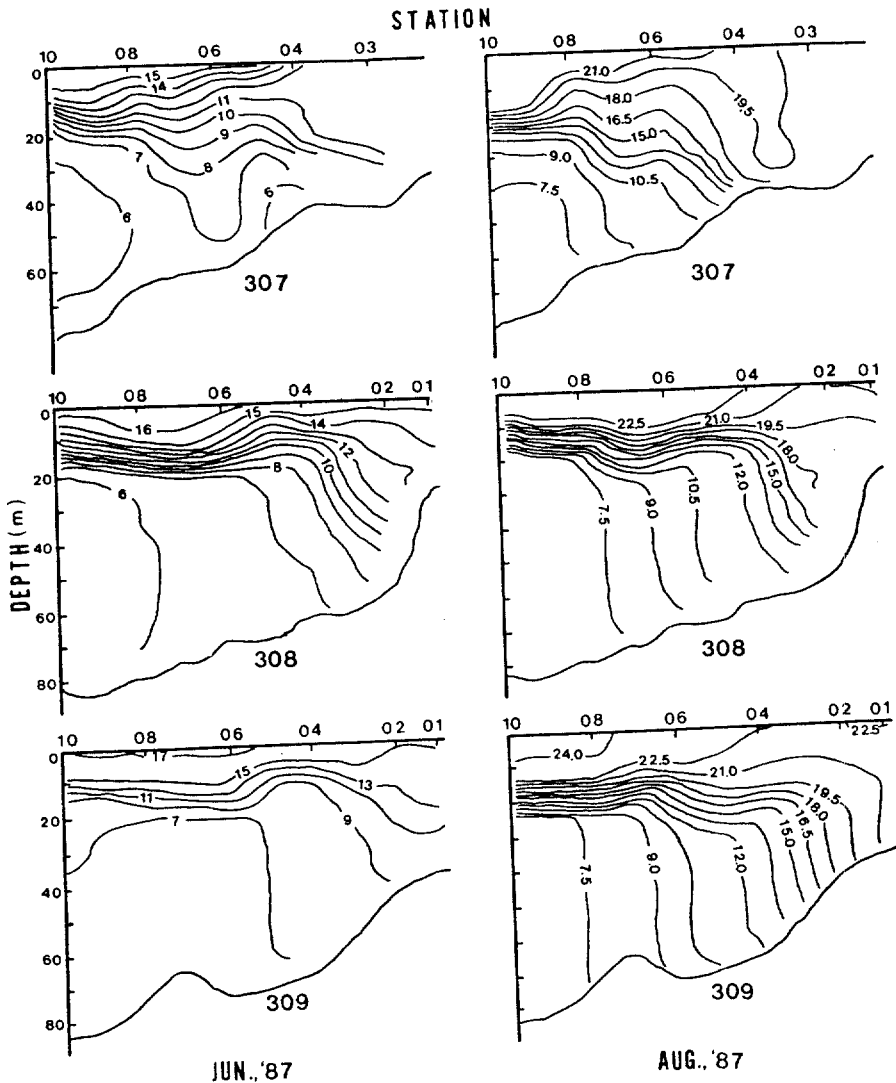


Fig. 3. Vertical distribution of water temperature(°C) in June and August, 1987.

의 영향(Choi, 1988)과 태안반도 끝 부분에 존재하는 표층냉수로 인한 조석혼합역의 확장(Seung et al., 1990)으로 인하여 뚜렷한 성층을 이루지 못하였다 (Fig. 3). 10월에 들어서는 16.30-18.36°C의 분포를 보였고, 외해역에서의 표층과 저층과의 수온차는 6-10°C로 8월에 비하여 감소하였으나 수온약층은 존재하였다. 12월에는 8.29-10.96°C의 분포를 보이면서 수직적으로 균일한 상태를 나타냈다. 이와같이 본 연구 해역은 동계에는 수직적으로 균일한 수괴분포를 보이고 있으나, 하계로 갈수록 외해역에서는 냉

수괴의 형성으로 수괴의 층상구조가 보이고 연안역에서는 강한 조석작용으로 잘 혼합된 수괴가 존재하였다. 혼합수역과 성층수역 사이에는 조석전선이 존재하였으며, 태안반도 끝부분 정점(307-03)을 중심으로 남부 외해역으로 갈수록 표층수온이 증가하는 경향을 보였다.

표층염분 분포(Fig. 4)는 조사기간을 통하여 태안반도 끝부분 정점(307-03)이 가장 낮게 나타났으며, 남부 외해역으로 갈수록 증가하는 경향을 보였다. 4월의 경우 31.27-32.21‰의 분포를 나타냈으며, 8

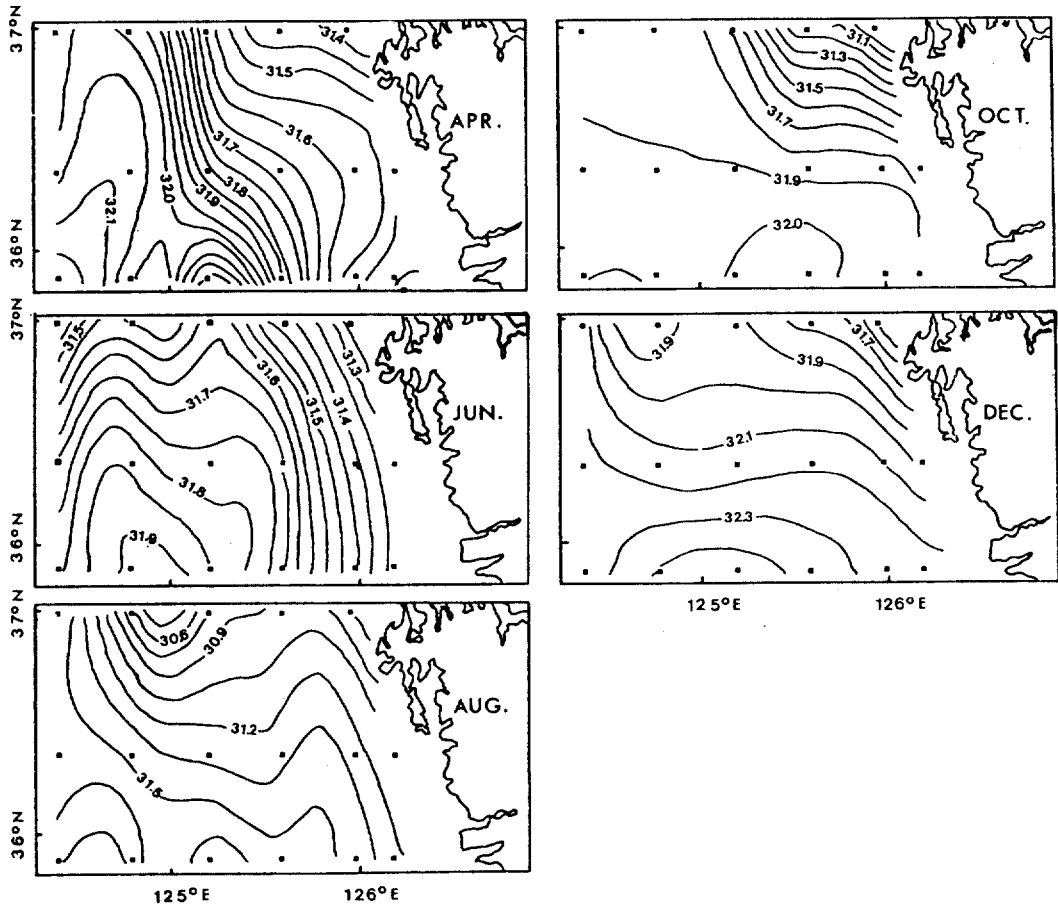


Fig. 4. Distribution of surface salinity(‰) in 1987.

월중에는 7월중 장마로 인하여 30.00-31.94‰로 조사기간중 가장 낮았으며 특히, 경기만의 영향을 많이 받는 307선과 금강의 영향을 받는 309선에서 낮게 나타났다. 12월의 표층염분 분포는 31.26-32.49‰로 조사기간중 가장높게 나타났다.

표층수온과 염분분포의 연변화는 각각 15.4℃, 0.79‰로써 인근 경기만(Choi & Shim, 1986)이나 천수만(Shim & Yun, 1990)에 비해 매우적게 나타났으나, 태안반도 끝부분 정점(307-03)이 수온, 염분분포로 볼때 가장 경기만의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

2. 동물플랑크톤

2-1 계절별 개체수의 변화

전체 동물플랑크톤의 월별 평균 개체수는 1987년

6월에 연중 최고인 7,277 inds/m³를 나타낸 반면 8월부터 감소하기 시작하여 12월에는 864 inds/m³으로 연중 최저 개체수를 나타냈으며(Fig. 5), 요각류(이하 유생 포함)도 역시 같은 경향을 나타냄으로써 은대역의 전형적인 변화(Raymont, 1983)를 나타내었다. 그러나 전반적인 개체수의 분포는 기존의 인근 연안역에 대한 보고(Kim & Huh, 1983; Shim & Yun, 1990)보다 낮게 나타나고 있다. 이는 기존의 연구수역인 내만보다 본 연구수역이 외해역을 포함하고 있기 때문에 생산력이 낮을 것이라는 예상(Table 1)과 연안역의 동물플랑크톤 군집의 개체수에 큰 영향을 미치는 *Noctiluca scintillans*가 외해역에서는 소량 분포함으로써 인한 결과라 하겠다.

정점간 전체 동물플랑크톤의 개체수 분포를 보면 (Table 2), 1987년 4월에 정점 307-03에서 *Noctiluca*

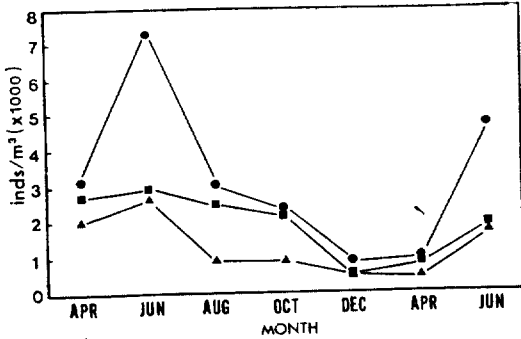


Fig. 5. Seasonal variation of number of zooplankton in the study area. Circles represent total zooplankton, squares total zooplankton except *Noctiluca scintillans* and triangles copepods.

Table 1. Estimated zooplankton production in various area

Regions	Production (g C m ⁻² yr ⁻¹)	References
Inshore waters	15.3	Mann (1982)
Continental shelf	6.4	"
Chōnsu Bay	8.4(copepods)	Shim & Yun(1990)

*scintillans*의 다량분포로 인하여 9,292 inds/m³로써 최대를 나타냈고 외해역에 위치한 정점 308-08에서 437 inds/m³로 최소를 나타냈다. 연안역 정점에서의 개체수 분포는 평균 4,423 inds/m³(979-9,292 inds/m³)로써 외해역 정점(평균 2,002 inds/m³)보다 많은 개체수 분포를 보였다. 6월 들어서는 308선과 309선 연안역 정점에서 다량의 *Noctiluca scintillans*가 분포함으로써 연안역 정점(평균 10,665 inds/m³)이 외해역 정점(평균 4,264 inds/m³)보다 현저히 많은 개체수 분포를 보였다. 8월에는 일부 정점을 제외하고 전 정점에서 6월보다 감소된 개체수를 나타냈다. 남부 연안역 정점인 309-01에서 7,879 inds/m³으로 최대를 나타냈고 외해역 정점인 309-06에서 1,022 inds/m³로 최소를 보였다. 309 선의 연안역 정점과 정점 307-03에서 많은 개체수(3,661-7,879 inds/m³)가 출현 하였으며, 연안역 정점(평균 3,829 inds/m³)에서 외해역 정점(평균 2,315 inds/m³)보다 많은 개체수 분포를 보였다. 이와같이 춘계와 하계에 연안역에서 동물플랑크톤의 개체수가 많은 것은 동기간중 연안역에서의 높은 식물플랑크톤의 현존량

Table 2. Abundances of zooplankton in each station. 1987 (inds/m³)

Station	Month				
	April	June	August	October	December
307-03	9,292	2,362	4,172	657	545
-04	979	1,219	2,855	1,204	700
-06	3,283	2,612	1,472	1,127	1,040
-08	2,646	6,542	4,043	2,054	1,073
-10	474	4,942	3,230	3,290	1,376
308-01	5,028	23,974	2,684	2,249	568
-02	4,689	4,692	2,178	4,855	618
-04	7,440	1,455	1,584	4,009	
-06	2,109	5,499	1,398	4,484	696
-08	437	5,465	1,377	1,200	1,172
-10	2,535	3,999	1,909	553	
309-01	1,130	3,733	7,879	2,833	596
-02	3,205	3,652	3,661	2,439	614
-04	3,626	44,233	5,618	2,517	455
-06	4,927	2,738	1,022	2,667	352
-08	1,051	2,611	1,918	1,418	1,485
-10	563	3,975	4,504		

및 생산력(Choi, 1991) 때문인 것으로 판단된다. 10월에는 정점 308-02에서 4,855 inds/m³로 최대를 나타냈으며 정점 308-10에서 553 inds/m³로 최소를 나타냈다. 연안역 정점(평균 2,595 inds/m³)과 외해역 정점(평균 2,099 inds/m³) 사이의 개체수 차이는 타계절에 비해 비교적 적었다. 12월에 들어서는 연안역 정점(평균 585 inds/m³)이 외해역 정점(평균 1,027 inds/m³)보다 낮은 개체수 분포를 보임으로써 타계절과 다른 분포 양상을 보였다. 이는 연안역 수괴환경의 변화가 크고, 낮은 수온과 높은 탁도로 인하여 식물플랑크톤의 현존량이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

조사기간을 통하여 주요 분류군으로 나타난 요각류의 정점별 개체수의 변화경향은 연안역 정점(Fig. 6-B)들이 외해역 정점(Fig. 6-A)에 비해 정점간 변화추이가 매우 다양하게 나타났다. 즉, 외해역 정점들에서는 6월에 최대 개체수를 나타내는 일치성을 나타낸 반면 연안역 정점들에서는 이와같은 일치성이 관찰되지 않았다. 이는 연안역이 정점간에 매우 다양한 생태환경을 가진다는 것을 의미하며 외해역은 비교적 안정된 생태환경을 갖는다고 볼 수 있겠다. 또한, 연안역 정점에서의 1987년 6월의 개체수

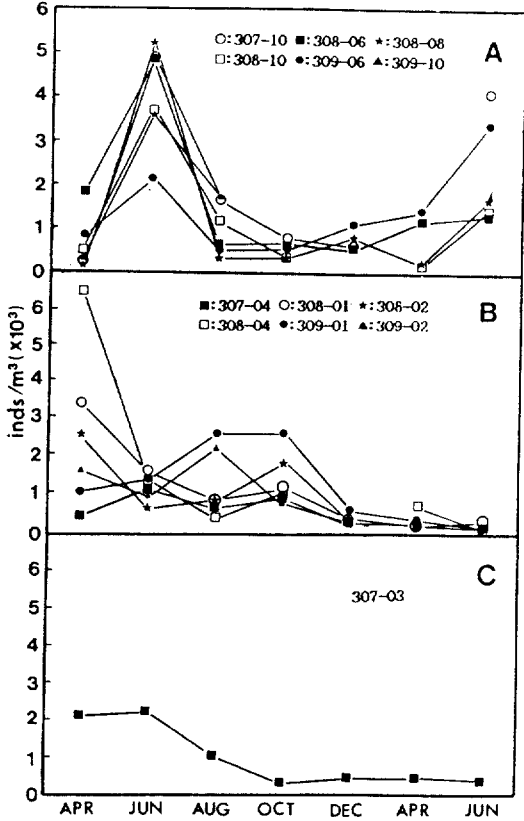


Fig. 6. Seasonal variation of total number of zooplankton in offshore (A), coastal area (B) and st.307-03(C).

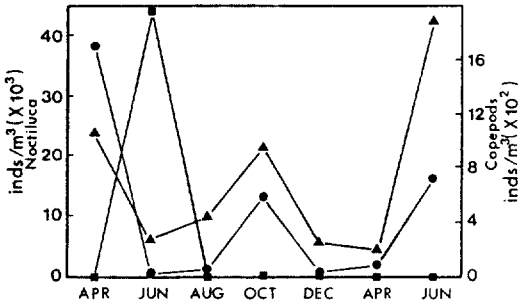


Fig. 7. Seasonal variation of number of *Noctiluca scintillans* and copepods at station 309-04. Squares represent *Noctiluca scintillans*, triangles copepods (adult) and circles copepodite.

감소는 *Noctiluca scintillans*의 다량분포(2,370-43,926 inds/m³)와 연관된 것으로 사료된다. 특히, *Noctiluca scintillans*가 43,926 inds/m³로 가장 많은 개체수를 나타낸 정점 309-04에서는 전 조사정점중

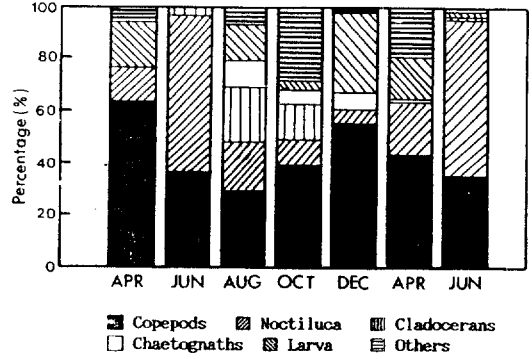


Fig. 8. Composition of major taxa in zooplankton community in the study area.

가장 적은 요각류 유생(copepodite) 개체수(18 inds/m³)를 나타냈고, 동기간중 유일하게 요각류 성체가 4월에 비해 감소된 결과를 보였다(Fig. 7). 이러한 현상은 *Noctiluca scintillans*의 빠른 성장과 높은 포식력에 의하여 야기되는 먹이경쟁에 의한 부채현상(LeFèvre & Grall, 1970)이라 사료되며, 또한 요각류의 난(egg)을 포식하는 것으로 알려진 본 종(Kimor, 1979)이 본 연구에서도 체내에 많은 요각류의 난을 포함하고 있는 것이 관찰됨으로써 *Noctiluca scintillans*의 다량분포에 의한 요각류의 개체수 감소는 먹이경쟁과 포식에 의한 복합적인 결과라 판단된다. 정점 307-03에서의 계절별 개체수의 변화는 연안역 정점과 외해역 정점과는 다소 상이한 경향을 나타냈다(Fig. 6-C).

2-2. 주요 분류군의 비교

전 조사 기간을 통하여 요각류가 전체 동물플랑크톤 개체수의 30-63.4%를 차지함으로써 가장 중요한 분류군으로 나타났다. 1987년 4월에 연중 가장 높은 63.4%를 요각류가 점하고 있다(Fig. 8). 이는 동 해역을 대상으로 5월에 실시한 Shim et al.(1988)의 보고(65%)와는 유사한 결과이나 Park(1982)의 결과(88.7%)와는 큰 차이를 나타냈다. 이는 본결과가 *Noctiluca scintillans*를 포함했다는 것과 박이 사용한 망목 0.16 mm의 net 보다 큰 망목 0.3 mm를 사용함으로써 요각류의 유생동 1 mm 이하의 비교적 작은 요각류의 유실 가능성이 원인인 것으로 사료된다. 6월에는 *Noctiluca scintillans*의 다량 분포(60%)로 인하여 요각류가 제2우점군(36.1%)으로 나타났다. 8월에는 수온 상승으로 인한 지각류와 모악류의 다량

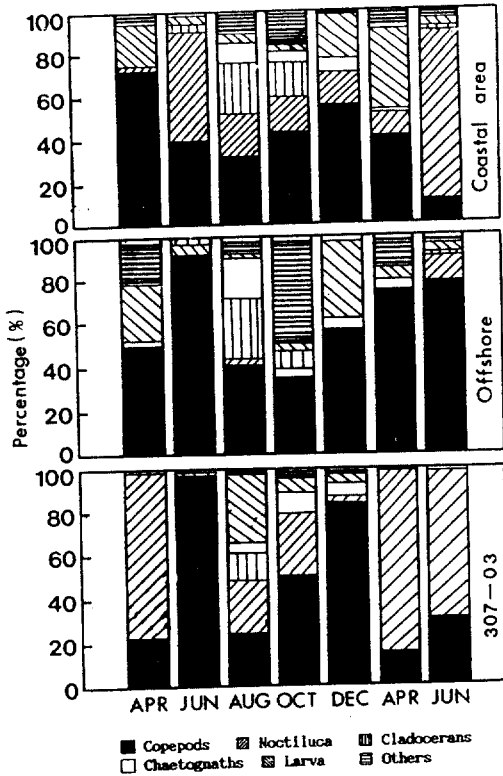


Fig. 9. Composition of major taxa in zooplankton community in coastal area, offshore and st. 307-03.

출현에 의해 요각류 군집이 연중 최저인 30%를 차지하였다. 10월에는 요각류의 점유율이 40%로 증가하였으며, 12월에 들어서는 더욱 증가하여 55.8%를 차지하였다.

연안역과 외해역의 주요 분류군의 점유율을 보면 (Fig. 9), 1987년 4월에 연안역에서 요각류가 72.3%를 나타낸 반면 외해역에서는 50.3%를 차지하였다. 이는 외해역에서의 부유성 난의 점유율이 높기 때문이다. 6월에 들어서 연안역에서는 *Noctiluca scintillans*의 높은 점유율(51.2%)로 인해 요각류의 점유율이 외해역(92.1%)보다 현저히 낮은 40%를 차지하였다. 8월에는 연안역, 외해역에서 지각류와 모악류로 인해 요각류의 낮은 점유율(32%, 40%)을 나타냈다. 10월에는 외해역에서 *Doliolum* sp.가 다량 출현함으로써 APPENDICULARIA 등과 함께 제 1우점군(49.5%)으로 나타났으며, 연안역에서는 요각류가 42.9%를 차지하며 제 1우점군으로 나타났다. 12월의 요각류의 점유율은 연안역(55.6%)과 외해역

Table 3. The list of zooplankton species occurred in the study area

SPECIES	Months collected				
<i>Noctiluca scintillans</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Sagitta crassa</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Sagitta enflata</i>	AUG.	OCT.	DEC.		
<i>Evadne nordmanni</i>	APR.	JUN.			
<i>Evadne tergestina</i>	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.	
<i>Penilia avirostris</i>	AUG.	OCT.	DEC.		
<i>Calanus sinicus</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Paracalanus crassirostris</i>	APR.				
<i>Paracalanus parvus</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Centropages abdominalis</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Centropages tenuiremis</i>	OCT.				
<i>Labidocera bipinnata</i>	AUG.	OCT.	DEC.		
<i>Labidocera euchaeta</i>	APR.	AUG.	OCT.	DEC.	
<i>Acartia biflora</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Acartia omorii</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Oithona atlantica</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Oithona similis</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Tortanus foreipatus</i>	OCT.				
<i>Tortanus spinicaudatus</i>	OCT.				
<i>Sapphirina</i> sp.	DEC.				
<i>Corycaeus affinis</i>	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
<i>Microsetella</i> sp.	DEC.				
<i>Clytemnestra</i> sp.	OCT.	DEC.			
<i>Doliolum</i> sp.	AUG.	OCT.			
ANNELIDA	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
APPENDICULARIA	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.
COELENTERATA	APR.	JUN.	AUG.	OCT.	DEC.

(56.6%)이 유사했으며, 연안역에서의 *Noctiluca scintillans*의 분포를 제외하고는 분류군 사이에 매우 유사한 점유율을 나타냈다. 태안반도 끝부분 정점인 307-03에서는 1987년 4월에 연안역과 외해역과는 달리 *Noctiluca scintillans*가 제 1우점군(75.1%)으로 나타났으며, 6월에는 요각류가 95.8%를 차지하여 외해역과 유사한 결과를 보였다. 8월에는 부유성 유생인 *Pluteus*가 29.8%를 차지하였으며, 10월과 12월의 경우 요각류 군집의 점유율이 각각 51.1%, 83.1%로서 타수역과는 다른 경향을 보였다(Fig. 9).

이와 같이 307-03을 포함한 연안역 정점에서는 *Noctiluca scintillans*가 전체 동물플랑크톤 개체수에 큰 기여(조사기간 평균 34%)를 한 반면, 외해역 정점(조사기간 평균 2.3%)에서는 이러한 경향을 관찰할 수 없었다.

2-3. 종 조성

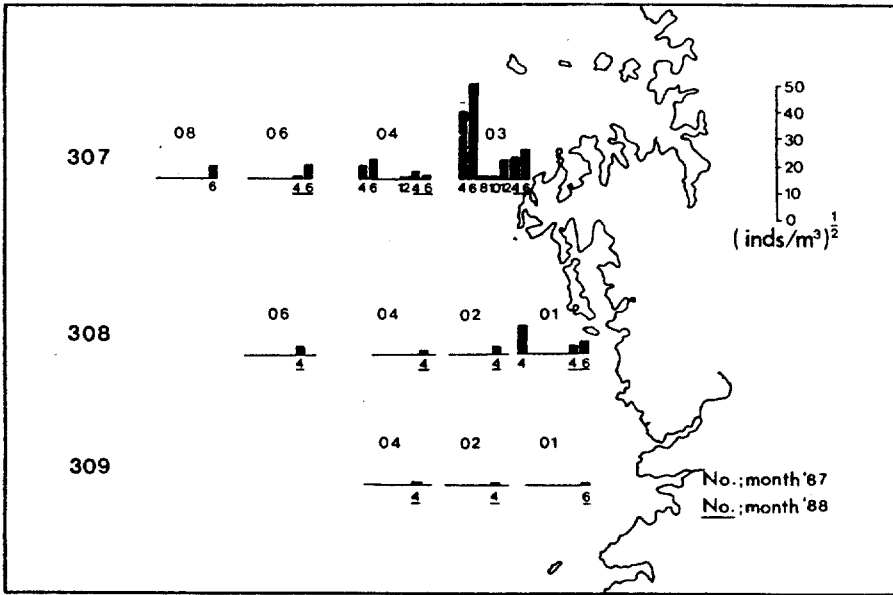


Fig. 10. Abundance and distribution of *Acartia bifilosa* in the study area.

조사 기간중 총 수준까지 동정된 동물플랑크톤은 총 18속 24종이었으며, 이중 원생동물 1종, 모악류 2종, 지각류 3종, 요각류 17종, 미색충류 1종으로 나타났다(Table 3).

12속 17종의 요각류에 대한 결과는 동 해역에서 특정 계절만을 대상으로 한 Park(1982)의 8속 13종이나 Shim et al.(1988)의 9속 12종 보다는 많은 것이나 인근 내만을 대상으로 한 Shim & Yun(1990)의 16속 21종 보다는 적은 결과이다. Table 3에서 보는 바와 같이 대부분의 종들이 전 조사 기간을 통하여 출현하였지만 경기만에 다량 분포하는 종으로 알려진 *Paracalanus crassirostris*(Kim, 1985)는 1988년 4월에 태안 반도 끝부분 정점(307-03)에서만 출현하였고, 특히 늦봄에 경기만에 다량 분포하는 (Kim, 1985) 저염 내만성인 *Acartia bifilosa*(Brodsky, 1950)는 본 연구 해역에서 연중 출현하였으나 정점 307-03에 국한 되었다(Fig. 10). 이같은 결과는 이 정점에서의 연중 낮은 염분 분포와 표층냉수의 존재 등 물리적 환경 요인과 더불어 이 정점의 특이성을 나타낸 자료이다.

탁월한 난류종으로 한국 근해에 미치는 난류의 소장을 밝히는 생물학적 지표종으로 크게 활용할 수 있는 *Sagitta enflata*(Park, 1970)는 8월부터 12월까지

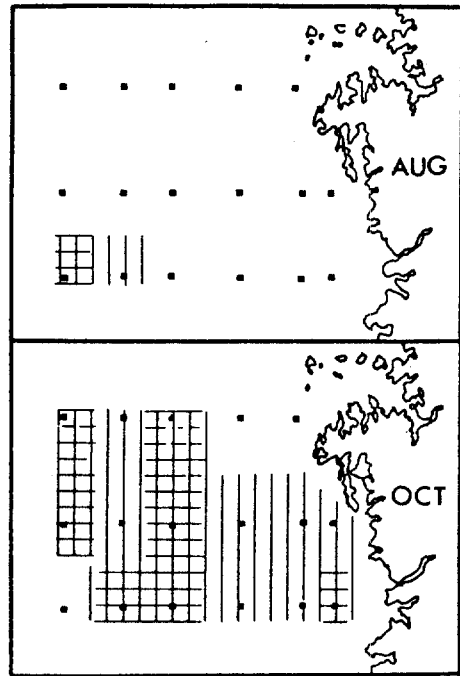


Fig. 11. Distribution of *Sagitta enflata* and *Doliolum* sp. in 1987. Horizontal lines represent *S. enflata* and longitudinal lines *Doliolum* sp. Sample was not collected at st. 309-10 in October.

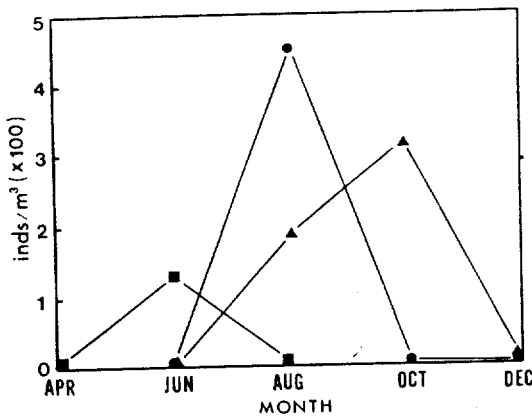


Fig. 12. Seasonal variation of Cladocerans in the study area in 1987. Squires represent *Evadne nordmanni*, circles *E. tergestina* and triangles *Penilia avirostris*.

Table 4. Occurrence (%) of dominant species in the study area

SPECIES	MONTH					MONTH	
	APR. '87	JUL.	AUG.	OCT.	DEC.	APR. '88	JUL.
<i>Noctiluca scintillans</i>	13.5	60	19.3	9.5	5	20.2	60
<i>Sagitta crassa</i>	+	+	10.4	5.7	6.5	1.2	+
<i>Evadne tergestina</i>		+	15	+	+		
<i>Penilia avirostris</i>			6.2	13.5	+		+
<i>Paracalanus parvus</i>	1.1	+	8.9	17.3	28.1	1.9	3.4
<i>Acartia biflosa</i>	1.4	1.1	+	+	+	+	+
<i>Acartia omorii</i>	12.9	24	4.1	+	1.3	9.8	10.3
<i>Corycaeus affinis</i>	2.9	1	6.3	5.2	13	3.5	1.5
<i>Doliolum sp.</i>				21.6			
Copepodite	37.9	8	6.3	10.7	10	16.9	10.2
Echinodermata larva	8.5	+	12.2	1.6	23.7	10.4	+

지 본 수역에 출현하였고, 난수성으로 알려진 *Doliolum* sp. (Raymont, 1976)가 8월에 2개 정점(309-08, 309-10), 10월에 태안반도 부근 수역(정점 307-03, 307-04)을 제외한 모든 정점에서 출현하였다(Fig. 11). 특히, *Doliolum* sp.는 난수성이고 특정 계절에 외해역 정점에서 많은 개체수(10월, 88-2831 inds/m³)로 출현하는 점으로 미루어 황해 중동부 해역에 대한 난류의 영향을 생물학적으로 평가하고자 할 때는 *Sagitta enflata*와 더불어 고려되어야 할 종으로 판단 된다.

초봄부터 늦가을에 걸쳐 일반적으로 출현하는 지

각류가 본 해역에서 전 조사 기간을 통해 출현하였으나 개체수로 볼때, 6월에 *Evadne nordmanni*, 8월에 *Evadne tergestina*, 10월에 *Penilia avirostris*가 상대적으로 많은 개체수로 출현하여 뚜렷한 계절적 천이현상을 보였다(Fig. 12).

우점종의 계절별 출현양상(Table 4)을 보면, 춘계와 하계에는 요각류 유생과 *Noctiluca scintillans*가, 추계와 동계에는 *Doliolum* sp와 *Paracalanus parvus*가 각각 제 1우점종으로 나타났다.

이와 같은 우점종의 분포를 각 수역별로 고려해 보면, 수온 및 염분 변화에 따른 수괴의 분포와 밀접한 관련이 있는 것을 알수 있다. 특히, 1987년 6월의 경우, 연안역 정점에서는 *Noctiluca scintillans*, 정점 307-03에서는 *Acartia biflosa*, 외해역 정점에서는 *Acartia omorii*가 각각 제 1우점종으로 나타남으로써 수역별 차이를 뚜렷히 보여주었다. 또한 수괴의 혼합이 활발한 12월의 경우 연안역 및 외해역 구분없이 모든 정점에서 *Paracalanus parvus*와 *Corycaeus affinis*가 제 1우점종으로 나타남으로써 가장 큰 정점간 유사성을 나타냈다.

결 론

본 연구를 통하여 황해 중동부 해역의 동물플랑크톤 분포는 계절변화에 따라 특징적인 양상으로 나타남을 알 수 있었다. 이러한 동물플랑크톤의 계절별 분포특성은 수괴의 변화에 따라 큰 영향을 받는 것으로 나타남으로써 분해역을 혼합수역인 연안역과 성층수역인 외해역, 그리고 경기만의 영향을 가장 크게 받는 태안반도 북부해역으로 구분할 수 있었다. 그러나 본 연구로 밝히지 못한 저층 냉수괴와 조석전선에서의 동물플랑크톤 분포에 대한 연구가 따라야 할 것이며, 또한 동물플랑크톤의 계절적 분포가 물리적 요인 뿐만 아니라 포식과 종간경쟁과 같은 생물학적 요인에 큰 영향을 받는다는 것을 인식하여 이에 대한 연구가 반드시 수행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 조사를 위하여 승선을 허락하고 협조를 하여 주신 수산진흥원 인천연구소의 인천 866호 연구원 선장님 이하 승무원 여러분께 감사드립니다. 또한

본 논문을 심사하시고 세세히 지적하여 올바르게 고쳐주신 한양대학교 최청일 교수님과 해양연구소 과학회상 박사님께 감사드립니다.

REFERENCE

- Brodsky, K. A., 1950. Calanoida of Polar and Far East sea of the USSR. *Opred. Faune USSR*, **35**: 1-442.
- Chen, Q. and S. Zhang, 1965. The planktonic copepods of the Yellow Sea. I. *Calanoida. Studia Marina Sinica*, **7**: 20-122.
- Chen, Q. et al., 1974. On planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea. I. *Cyclopoida and Harpacticoida. Studia Marina Sinica*, **9**: 27-100.
- Choi, J. K., 1991. The influence of the tidal front on primary productivity and distribution of phytoplankton in the mid-eastern coast of Yellow Sea. *J. Ocean. Soc. Korea*, **26**: 223-241.
- Choi, J. K. et al., 1988. The Study on the Biological Productivity of the Fishing Ground in the Western Coastal Area of Korea. Yellow Sea. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency*, **42**: 143-168.
- Choi, J. K. and J. H. Shim, 1986. The Ecological Study of Phytoplankton in Kyeonggi Bay, Yellow Sea. I. Environmental Characteristics. *J. Ocean. Soc. Korea*, **21**: 56-71.
- Davis, R. A., 1972. Principles of Oceanography. Addison-wesley Pub. Co., 268-269.
- Kim, D. Y. and H. T. Huh, 1983. Seasonal variations of copepods in Garolim Bay. *Bull. KORDI*, **5**: 29-35.
- Kim, D. Y., 1985. Taxonomical study on Calanod Copepod(Crustacea: copepoda) in Koarean Waters. Ph.D. thesis. Hanyang Univ. 135pp.
- Kim^a, S. H., 1984. Ecological study on marine cladocerans in Jinhae Bay. M.S. thesis, Hanyang Univ. 25pp.
- Kim^b, W. S., 1984. An Ecological Study on the Zooplankton Community in Kwangyang Bay, Korea. M. S. thesis. S. N. U.
- Kimor, B., 1979. Predation by *Noctiluca miliaris* Souriray on *Acartia tonsa* Dana eggs in the inshore waters of Sourthern California. *Limnol. Oceanogr.* **24**: 568-572.
- LeFèvre, J. and J. R. Grall, 1970. On the relationships of *Noctiluca* swarming off the western coast of Brittany with hydrological features and characteristics of the environment. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **4**: 287-306.
- Mann, K. H., 1982. Ecology of Coastal Waters. Uni. California In: *Marine Ecological Processes*. Springer-Verlag: 206pp.
- Mori, T., 1964. The pelagic copepoda from the Neighbouring Waters of Japan. The Soyo Co. Inc. 1-150.
- Nakao, T., 1977. Oceanic Variability in relation to fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. *J. Fac. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ. Spec. No. Nov.* 199-376.
- Nishida, S., O. Tanaka and M. Omori, 1977. Cyclopoida copepods of the Family Oithonidae in Suruga Bay and adjacent waters. *Ocean Res. Inst., Japan*, **3**: 43-82.
- Onbe, T., 1974. Studies on the ecology of marine cladocerans. *J. Fac. Fish. Anim. Husb., Hiroshima Univ.*, **13**: 83-179.
- Park, C., 1982. Studies on the composition and the abundance of zooplankton in the Yellow Sea. M.S. thesis. S. N. U.
- Park, J.S., 1970. The chaetognaths of Korean Waters. *Bull. Res. Dev. Agency*, **1**: 35-62.
- Park, J.S., 1973. The distribution of Chaetognaths in the Korea Strait and their relation to the chalaacter of water masses. *J. Ocean. Soc. Korea*, **8**(1):22-32.
- Raymont, J. E. G., 1976. Zooplankton - II. Oceanic Zooplankton - Geological Distribution. In: *Plankton and Productivity in the Ocean*. Pergamon Press, 320-321.
- Raymont, J. E. G., 1983. Seasonal Changes and Breeding of the Holoplankton. In: *Plankton and Productivity in the Ocean*. Vol. 2. Pergamon Press, 403pp.
- Seung, Y. H., J. H. Chung and Y. C. Park, 1990. Oceanographic studies related to the tidal front in the mid-Yellow Sea of Korea: Physical aspects. *J. Ocean. Soc. Korea*, **25**: 84-95.
- Shim, M. B., J. K. Choi and D. Y. Kim, 1988. The Distribution of Zooplankton in the Mid-Eastern Part of the Yellow Sea. *Yellow Sea Res.*, **1**: 1-10.
- Shim, J. H. and K. H. Yun, 1990. Seasonal Variation and Production of Zooplankton in Chonsu Bay, Korea. *J. Ocean. Soc. Korea*, **25**: 229-239.
- Shim, J. H. and T. Lee, 1986. Studies on the Plankton in the Southwestern Waters of the East Sea (Sea of Japan) (III) Zooplankton - standing stock. Composition and Distribution. *J. Ocean. Soc. Korea*, **21**: 146-155.
- UNESCO, 1976. Zooplankton fixation and preservation. UNESCO Press, Paris. 1-350.
- UNESCO, 1979. Zooplankton sampling. UNESCO Press, 3rd ed., Paris. 1-174.

Accepted January 18, 1993