

황해 동남 해역의 수괴지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성

박주석 · 이삼석 · 강영실 · 이병돈* · 허성희**
국립수산진흥원 · *동의대학교 생물학과 · **부산수산대학교 해양학과

Distribution of Indicator Species of Copepods and Chaetognaths in the Southeastern Area of the Yellow Sea and Their Relationship to the Characteristics of Water Masses

Joo-Suck PARK · Sam-Seuk LEE · Young-Shil KANG ·
Byung-Don LEE* and Sung-Hoi HUH**

National Fisheries Research and Development Agency, Kijang-up Yangsan-gun,
Kyongsangnam-do 626-900, KOREA

*Department of Biology, Dongeui University, Pusan 617-714, KOREA

**Department of Oceanography, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, KOREA

Distribution of indicator species of copepods and chaetognaths were studied as an indicator species of water mass in the southeastern area of the Yellow Sea.

Undinula darwini, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis*, *Euchaeta ruessli*, *Euchaeta plana* and *Sagitta enflata* were found to be reliable indicator species for determining warm water mass. Of these species, *E. plana* and *E. russelli* have a weak tolerance on the low temperature. *Sagitta crassa* was indicator species of neritic waters; *Sagitta bedoti* was that of mixing waters. *Centropages abdominalis* represented neritic cold waters.

In February, *U. darwini*, *L. flavicornis*, *P. gracilis*, *E. russelli*, *E. plana* and *S. enflata* occurred in the western waters of Cheju-Do where warm waters over 14°C occupied. *Centropages abdominalis* occurred in the northern area beyond Chindo with water temperature less than 10°C. *E. plana*, *E. russelli* and *S. bedoti* were found at the regions between Cheju-Do and Chindo where the water temperature was 12~14°C corresponding to the mixing waters. Based on cluster analysis and T-S diagram in February three different water masses were identified from the south to the north.

In August, water masses were analyzed at two different layers, 0~20m and 20m~bottom layers, separated by thermocline depth.

In 0~20m layer, *E. plana* and *E. russelli* were found from the western waters of Cheju-Do to Daehuksando. In 20m~bottom layer, *E. russelli* and *E. plana* occurred at the northwestern waters of Cheju-Do with the water temperature warmer than 12°C. *C. abdominalis* was found at the northern area beyond Chindo.

Based on the cluster analysis and T-S diagram in August three different water masses at 0~20m and 20m~bottom layers were identified from the coast to the offshore. *C. abdominalis* was found at the adjacent water of Chindo at 0~20m layer and the

본 연구는 한국과학재단 목적기초 연구과제인 "한반도 근해의 해류 및 해수특성"의 일환으로써 수행되었다.

northern area beyond Chindo at 20m~bottom layer. This fact suggested that the cold water mass existed at the adjacent waters of Chindo in summer.

서론

한국의 서해는 대륙으로 둘러싸여 있으며 평균 수심 약 44m의 얕은 대륙붕으로 형성되어 있다. 일명, 황해라고도 불리워지고 있는 이 해역에는 크게 네개의 수괴 즉, 황해 저층 냉수, 황해 난류수, 연안수 그리고 양자강 퇴적수가 존재하고 있다 (Uda, 1934; 이, 1968; 강, 1971; Lie, 1984). 황해 동남 해역의 경우, 위의 네 수괴가 계절에 따라 그 세력을 달리하며 영향을 미치고 있다. 특히, 쿠로시오 난류수와 황해 냉수가 상접하여 형성하는 수온전선의 시·공간적 변동은 어장형성에도 크게 영향을 미치고 있다. Uda(1934)가 처음으로 일본해를 포함한 한국 근해의 해류에 대해 연구 보고하면서 황해에 분포하고 있는 난류수를 황해 난류수라 칭하였다. 그후, 쿠로시오 난류수가 계절에 따라 황해에 유입되는지의 여부 및 그 영향력에 대한 많은 논쟁과 연구가 이루어졌다(Uda, 1934; 박, 1967; 이, 1968; 강, 1971; Nakao, 1977; Kim and Lee, 1982; Lie, 1984; 김, 1987; 심 등, 1988; 정, 1989; Kang, 1992).

Uda(1934), 이(1968), 강(1971) 및 Nakao(1977)는 쿠로시오의 한 지류가 제주도의 서남 해역을 통과하여 황해로 유입된다고 보고하였다. 그러나, Lie(1984)는 여름철 황해 동남 해역의 북향류가 쿠로시오의 지류인 황해 난류가 아니라 연안수와 황해 냉수 사이의 경계면을 따라 형성되는 밀도류라고 밝혔다.

생물학적 관점에서 본 연구에 의하면, 난류 외양성인 종들이 하계에는 군산 근해역까지(박, 1967; Kang, 1992), 추·동계에는 인천 근해역까지(심 등, 1988; 정, 1989) 출현한다고 보고된 바 있다.

이러한 많은 연구 결과, 비록 그 영향력은 계절에 따라 차이가 있지만, 연중 쿠로시오 난류 즉, 황해 난류가 황해에 영향을 미치고 있는 것으로 밝혀졌다. 그러나 하계에 양자강수와 저층 냉수, 황해 난류수 등의 영향으로 복잡한 수괴 배치상태를 나타내는 동남 해역의 경우, 수평적인 수괴분석 뿐만 아니라 수온약층을 경계로 한 수층별 수괴분석과 같은 보다 정밀한 수괴분석을 위한 연구가 필요하다.

본 연구는 황해 동남 해역 즉, 제주도에서 대흑산도까지의 해역에서 동물플랑크톤인 요각류와 모악류중 수괴지표성종의 분포 및 군집간 유사도에 의한 cluster분석 그리고 환경요인을 고려한 요인 분석에 초점을 두어 수평 및 수온약층을 경계로 한 수층별 수괴의 배치와 변동을 고찰하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1990년 2월에는 황해 동남 해역의 18개 정점에서, 8월에는 15개 정점(Fig. 1)에서 실시된 해양관측시 채집된 동물플랑크톤을 이용하였다. 동물플랑크톤은 폐쇄망(구경: 50cm, 망목: 330 μ m)을 이용하여 0.5~1m/sec의 속력으로 채집하였다. 2월에는 저층에서 표층까지 수직채집하였으며, 8월에는 수온약층이 형성된 수심 20m층을 경계로 하여 0~20m와 20m~저층까지 층별로 채집하였다.

동물플랑크톤은 채집후 즉시, 5% 중성 포르말린으로 고정하였으며, 실험실로 옮긴 후 해부현미경

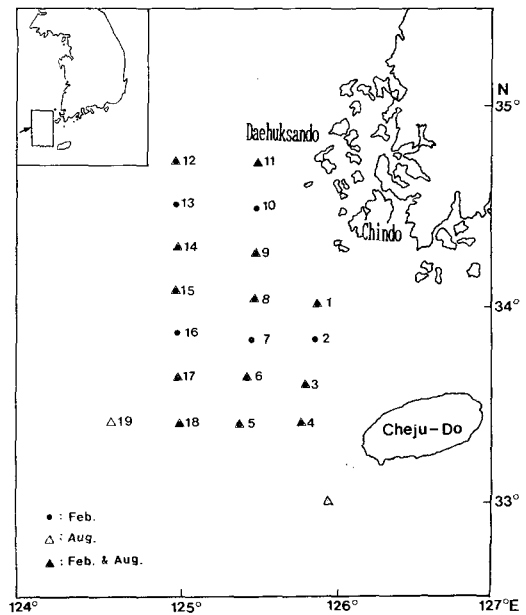


Fig. 1. The sampling stations in the southeastern area of the Yellow Sea.

하에서 종별로 계수하였다. 분석된 요각류 자료로써 Jaccard 유사도와 지수를 이용하여 유사도를 구하였으며, 비가중 평균 결합법(Legendre and Legendre, 1983)으로 cluster분석하였다. 또한, 수온과 염분을 환경요인으로 하여 주 요인 분석을 하였으며, 사용한 프로그램은 Ludwig and Reynolds(1988)의 프로그램이다. 환경요인으로는 수온과 염분을 택하였으며, 2월은 수심 30m의 자료를 이용하였고, 8월의 경우, 0~20m층은 표층자료를, 20m~저층은 수심 50m의 자료를 이용하였다.

결 과

해양환경

2월의 경우, 표층수온은 7~14℃ 범위였으며 제주도 부근해역이 14℃로 가장 높은 수온을 나타내었다(Fig. 2). 남에서 북으로 가면서 수온은 점차 낮아져, 진도에서 대흑산도간 해역에서는 7~8℃를 나타내었다. 10℃의 등온선은 진도를 중심으로 하여 동서로 가로질러 나타났다.

표층의 염분은 32.60~34.30‰ 범위였으며, 제주

도 서쪽 해역에서 동서방향으로 조밀한 염분전선이 나타났다. 염분 역시, 남에서 북으로 가면서 점차적으로 낮아졌다.

8월의 경우, 표층과 수심 50m에서의 수온과 염분을 분석하였다. 표층수온은 20~30℃ 범위였으며, 2월과 달리 연안에서 외양으로 갈수록 즉, 동쪽에서 서쪽으로 가면서 수온이 점차적으로 높아졌다. 20℃를 중심으로한 저수온의 환형꼴이 진도 남서방 근해역에서 나타났다. 50m수심의 경우, 수온은 9~14℃범위이며, 제주도 부근해역 및 대흑산도 근해역이 13~14℃로 높게 나타났다. 관측해역의 북서방에서 10℃이하의 낮은 수온을 나타내었다.

염분의 경우, 표층에서는 29.80~32.00‰ 범위였으며, 진도 남서방의 저염수가 분포하는 해역에 32.00‰를 중심으로한 고염수가 나타났다. 이 곳에서 남으로 내려오면서 점차적으로 낮아져 제주도 부근해역에서는 29.80‰의 낮은 염분분포를 나타내었다. 50m층의 경우, 염분은 32.60~33.80‰의 범위였다. 제주도 부근해역이 33.40~33.80‰로 높았으며, 북으로 가면서 점차적으로 낮아졌다.

각 조사시기별, 수층별 T-S diagram으로 수괴를 분석하였다(Fig. 3).

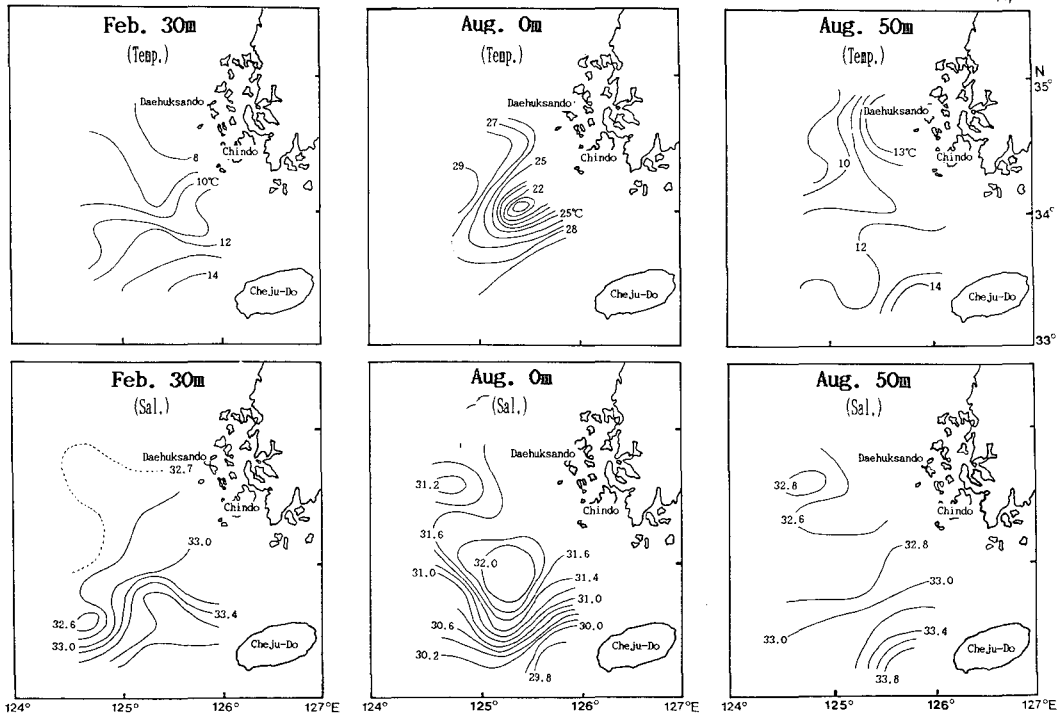


Fig. 2. Distribution of temperature and salinity at 30m depth in February and at the surface and 50m depth in August, 1990.

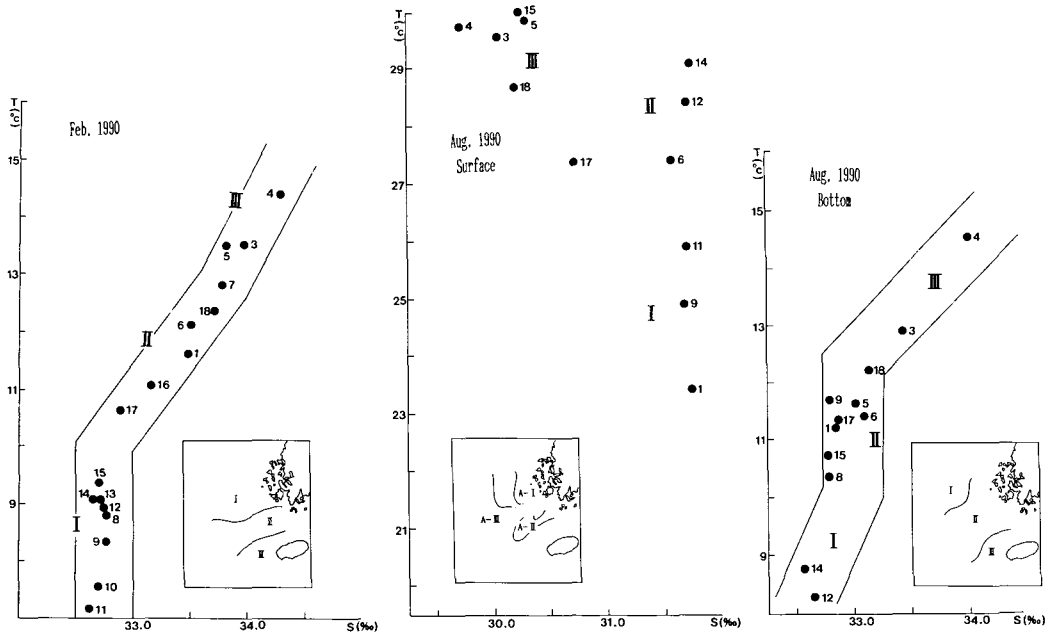


Fig. 3. A typical temperature-salinity diagram of the southeastern waters of the Yellow Sea.

2월의 경우, 수온 10℃이하, 염분 33.00‰ 이하인 진도·이북해역이 수괴 I로, 수온 13℃이상, 염분 34.00‰ 이상인 제주도 부근해역이 수괴 III으로 대별되었다. 이 두 수괴의 중간 해역을 수괴 II로 나타냈으며, 이 수괴는 수온이 10~13℃이며, 염분이 33.00~34.00‰를 나타내었다.

8월 표층의 경우, 수온이 23~26℃범위이며, 염분이 31.00‰ 이상인 진도 부근 연안해역이 수괴 A-I로, 수온이 27℃이상이며, 염분이 31.00‰ 이하인 제주도 부근 남부해역 및 외양역이 수괴 A-III으로 대별되었다. 수괴 A-I과 A-III의 중간해역인 수괴 A-II의 경우, 수온이 27℃이상이며 염분이 31.00‰ 이상으로 나타났다.

50m층의 경우, 염분이 33.30‰ 이하이며 수온이 10℃이하인 대흑산도~진도간 외양역인 수괴 I과 수온이 12℃이상이며 염분이 33.30‰ 이상인 제주도 부근해역인 수괴 III 그리고 그 중간 해역이 수괴 II로 크게 대별되었다.

2월과 8월에 대별된 수괴 III는 난류 수괴이며, 수괴 I는 황해 냉수괴 그리고 수괴 II는 이 두 수괴의 혼합수괴인 것으로 나타났다. 이는 강(1971)과 Lie(1984)가 난류수괴와 황해 냉수괴사이에 혼합수괴가 존재한다고 보고한 사실과 일치하고 있다.

수괴지표성 요각류 및 모약류의 분포

요각류의 경우, 난류 외양성 종으로 밝혀진 *Euchaeta plana*, *Euchaeta russelli*, *Undinula darwini*, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis*(Grice, 1962; 이, 1972; 박·이, 1982; Kim, 1985, 1987; 박 등, 1990, 1991; Kang, 1992) 그리고 연안 저온성 종으로 밝혀진 *Centropages abdominalis*(Brodsky, 1950; 이, 1972; Kim, 1985, 1987; 박 등, 1990, 1991)가 본 조사해역에서도 그러한 특성을 나타내는지 밝히기 위해 T-S-P(Temperature-Salinity-Plankton) diagram을 통해 그 분포 특성을 살펴보았다(Fig. 4).

*E. plana*와 *E. russelli*는 2월과 8월에 모두 출현하였다. 2월의 경우, 수온 10~13℃, 염분 33.00~34.00‰인 수괴 II에서 소량 출현하였으며 수온 10℃ 이상, 염분 34.00‰ 이상인 수괴 III에서 다량 출현하였다. 8월의 경우, 20m~저층의 수괴와 비교하였을 때 수온 12℃이상, 염분 33.30‰ 이상인 수괴 III에서 주로 출현하여, 이들 종이 난류성 종이나 내성이 강하여 그 분포역을 넓게 가지는 종인 것으로 나타났다.

P. gracilis, *L. flavicornis*, *U. darwini*는 2월에만 출현하였으며 T-S-P diagram에서 볼 때 주로 수괴 III에서만 출현하여 역시 난류 외양성의 특성을 강하게 나타내고 있었다. *C. abdominalis*는 2월과 8월 모두 수괴 I에서 출현하여 저온성을 띄고 있는 것으로 나타났다.

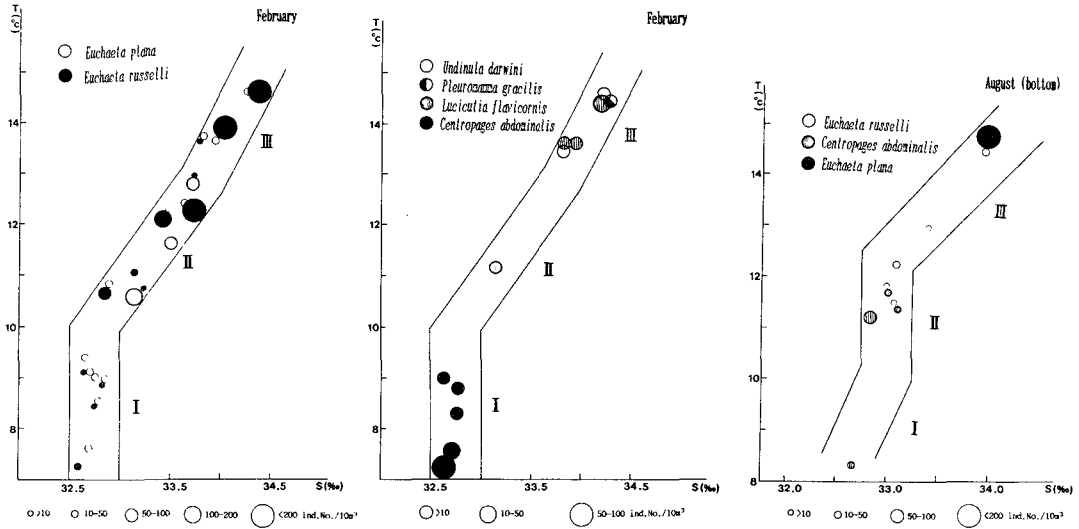


Fig. 4. Temperature-Salinity-Plankton diagram showing six species copepods in relation to water masses of the southeastern waters of the Yellow Sea in February and August, 1990.

각 조사시기별 주요 수괴지표종의 분포를 수온과 비교 분석하였다. 2월의 경우, 난류 외양성종인 *U. darwini*, *L. flavicornis*와 *P. gracilis*는 수온 12°C 이상인 제주도 서방 인접해역에서 출현하였다(Fig. 5). *U. darwini*는 5~7개체/10m³, *L. flavicornis*는 1~39개체/10m³, 그리고 *P. gracilis*는 1~226개체/10m³의 출현범위를 나타내었다. *E. plana*와 *E. russelli*는 거의 전 조사해역에서 출현하였으며, 2~604개체/10

m³, *L. flavicornis*는 1~39개체/10m³, 그리고 *P. gracilis*는 1~226개체/10m³의 출현범위를 나타내었다. 특히, 이들 두 종은 수온 10°C를 경계로 하여 10°C 이상의 수온을 나타내는 남부해역에서 주로 100개체/10m³이상의 높은 출현량을 나타내었다. 연안 저온성 종인 *C. abdominalis*는 주로 10°C를 경계로 하여 10°C이하의 수온을 나타내는 북부해역에서 3~50개체/10m³의 출현범위를 나타내었으며, 특히 대

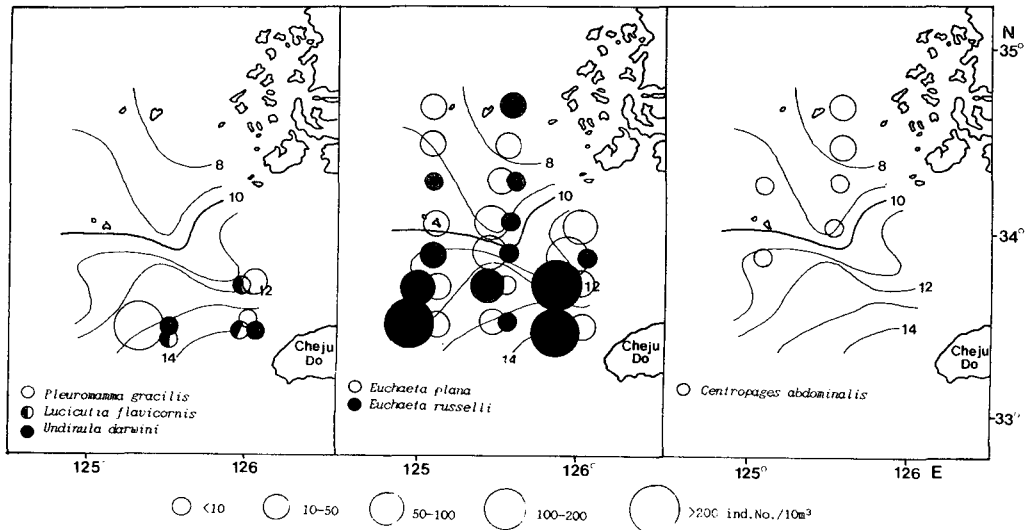


Fig. 5. Distribution of six indicator species of copepods with temperature at 30m depth in the southeastern waters of the Yellow Sea in February, 1990.

흑산도~진도간 연안역이며 8℃이하의 저온인 해역에서 20개체/10m³이상의 높은 출현량을 나타내었다.

8월의 경우, 2월에 출현하였던 난류 외양성 종인 *U. darwini*와 *P. gracilis*, *L. flavicornis*는 출현하지 않았다(Fig. 6). *E. russelli*와 *E. plana* 경우, 0~20m층에서는 진도를 경계로 한 남부해역의 연안층에서 주로 출현하였으나, *E. russelli*는 대흑산도 부근에서도 9개체/10m³로 소량 출현하였다. 20m~저층에서는 12℃이상인 제주도 서방 부근해역에서만 출현하였다. 특히, 제주도 인접해역에서는 *E. plana*가 302개체/10m³의 높은 출현량을 나타내었다. 연안 저온성 종인 *C. abdominalis*의 경우, 0~20m층에서는 진도 부근해역에서 63개체/10m³의 출현량을 나타내었으며, 진도 이북해역의 한 정점에서 10개체/10m³이하의 낮은 출현량을 나타내었다. 20m~저층에서는 12℃이하의 저수온을 나타내는 해역에서만 출현하였다.

모악류의 경우(박, 1970; Matsuzaki, 1975), 혼합성 종인 *Sagitta bedoti*와 연안성 종인 *Sagitta crassa* 그리고 난류성 종인 *Sagitta enflata*의 분포와 수온과의 관계를 비교, 분석하였다(Fig. 7).

2월의 경우, *S. bedoti*가 거의 전 조사해역에서 다량 출현하였다. *S. crassa* 역시, 전 조사해역에서 출현하였으나 수온 10℃인 진도 부근해역을 경계로 하여 주로 이북 해역에서 100개체/10m³이상의 높은 출현량을 나타내었다. 난류성 종인 *S. enflata*는 수온 10℃이하인 해역에서는 출현하지 않았으며, 수온이 12℃이상인 제주도 인접해역에서 출현빈도 및 출현량이 높았다.

8월의 경우, 0~20m층에서 채집된 종의 분포와 표층수온을 비교, 분석하였다. *S. bedoti*, *S. crassa* 그리고 *S. enflata*의 출현빈도 및 출현량이 2월에 비해 낮았다. *S. bedoti*의 경우, 수온 28℃이하인 연안해역에서 50개체/10m³내외의 출현량을 나타내었으며, *S. crassa* 역시, *S. bedoti*와 비슷한 해역에서 출현하였으나, 출현빈도 및 출현량이 높았다. *S. enflata*는 제주도 부근 및 남부해역에서 출현하였다.

집괴분석

동물플랑크톤 군집구조를 고려하여 수괴를 분석하기 위해 요각류 군집 자료를 이용하여 집괴분석(Cluster)을 하였다. 2월의 경우 45%의 유사도에서 크게 3개의 수괴가 대별되었다(Fig. 8). 수괴 III는 제주도 서북방 인접해역과 대흑산도 근해역이며, 수괴 II는 대흑산도 외해역으로 나타났다. 수괴 I

은 제주도 서북방~진도간 해역으로 나타났다.

8월에는 0~20m층과 20m~저층으로 나누어 수괴를 분석하였다. 0~20m층에서는 43%의 유사도에서 크게 3개의 수괴가 대별되었다. 수괴 I은 제주도~대흑산도간 외해역으로, 수괴 II는 제주도~대흑산도간 연안역으로 나타났으며, 그리고 수괴 III는 제주도 남서방 해역으로 나타났다. 20m~저층에서는 45% 유사도에서 크게 3개의 해역으로 대별되었다. 서쪽 외양역에서 동쪽 연안역으로 등근 환을 이루며 수괴 II와 III가 형성되었다. 수괴 I은 제주도 서방 인접해역에서 진도 연안역을 포함하여 대흑산도 외해역까지인 해역으로 나타났다.

요인 분석

환경요인인 수온, 염분으로써 요인 분석을 하였다. 2월의 경우, 고유치(Eigenvalue) 1~3까지의 누적 조성률이 59.1%였다(Table 1). 요인 A, B, C의 수온 및 염분에 대한 각각의 상관 관계를 구하였을 때 요인 A가 온도와 높은 상관 관계를 나타내었다(Fig. 9A).

8월의 0~20m층의 경우, 고유치 1~3까지의 누적 조성률이 71.7%였다(Table 1). 요인 A, B, C의 수온 및 염분에 대한 상관 관계를 구하였을 때 상관 계수가 모두 0.1~0.3 내외의 낮은 값을 나타내었다. 8월의 20m~저층의 경우, 고유치 1~3까지의 누적 조성률이 62.5%였다(Table 1). 요인 A, B, C의 수온 및 염분에 대한 상관 관계를 구하였을 때 요인 C가 염분과 높은 상관 관계를 나타내었다(Fig. 9B).

고 찰

황해 동남 해역인 제주도~대흑산도간 해역에서는 쿠로시오의 한 지류인 황해 난류와 양자강수, 황해 냉수가 계절에 따라 그 영향력을 달리하며 서로 상접하고 있다. 특히, 하계에 있어서 쿠로시오의 난류의 황해유입에 대한 문제는 물리, 생물학적 연구에서 많은 관심사가 되어왔다. 본 연구에서는 수온, 염분의 분포와 지표성 요각류 및 모악류의 분포 그리고 군집 및 요인분석으로써 동계와 하계의 수괴변동을 논의하였다.

동계인 2월의 경우, 난류 외양성 종인 *Undinula darwini*, *Lucicutia flavicornis*와 *Pleuromamma gracilis* 그리고 *Sagitta enflata*가 수온 12℃이상인 제주도 서방 해역에서 출현하고 있으며, 또 다른 난류 의

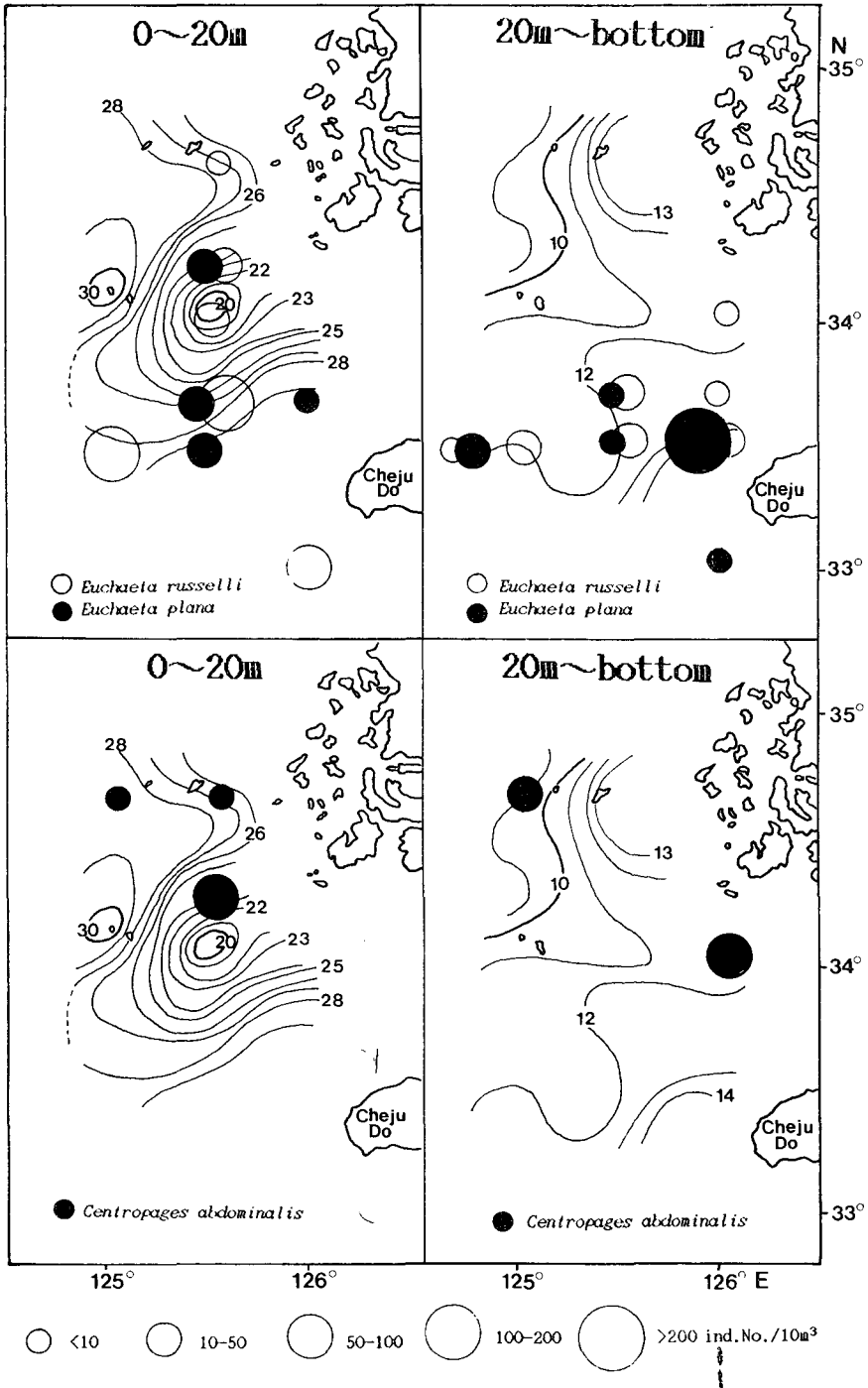


Fig. 6. Distribution of three indicator species of copepods collected from two layers(0~20m and 20m~bottom) with temperatures at the surface in the 0~20m layer and 50m depth in the 20m~bottom layer in the southeastern waters of the Yellow Sea in August, 1990.

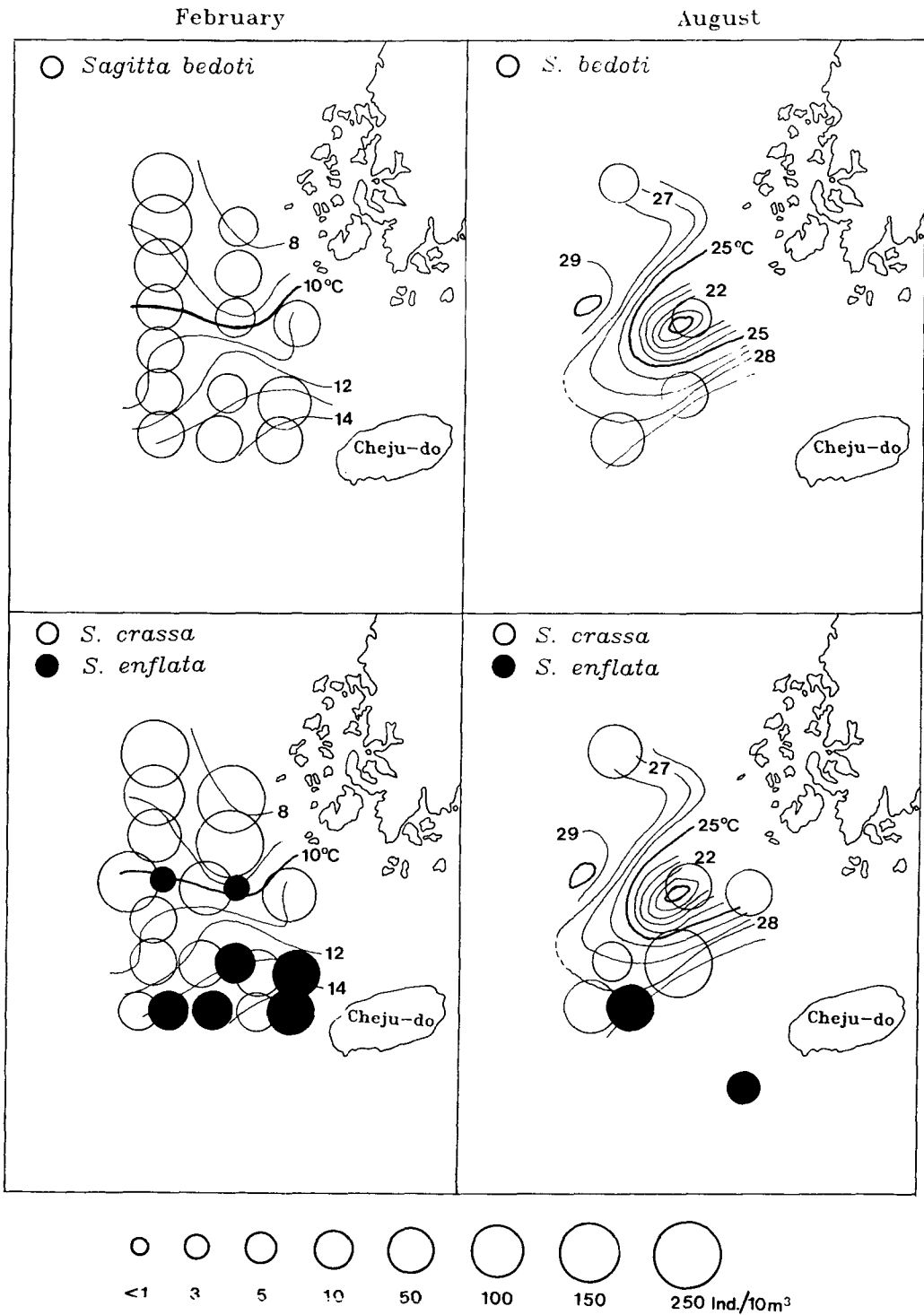


Fig. 7. Distribution of three indicator species of chaetognaths with temperatures at the surface layer in the southeastern waters of the Yellow Sea in February and August, 1990.

황해 동남 해역의 수괴지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성

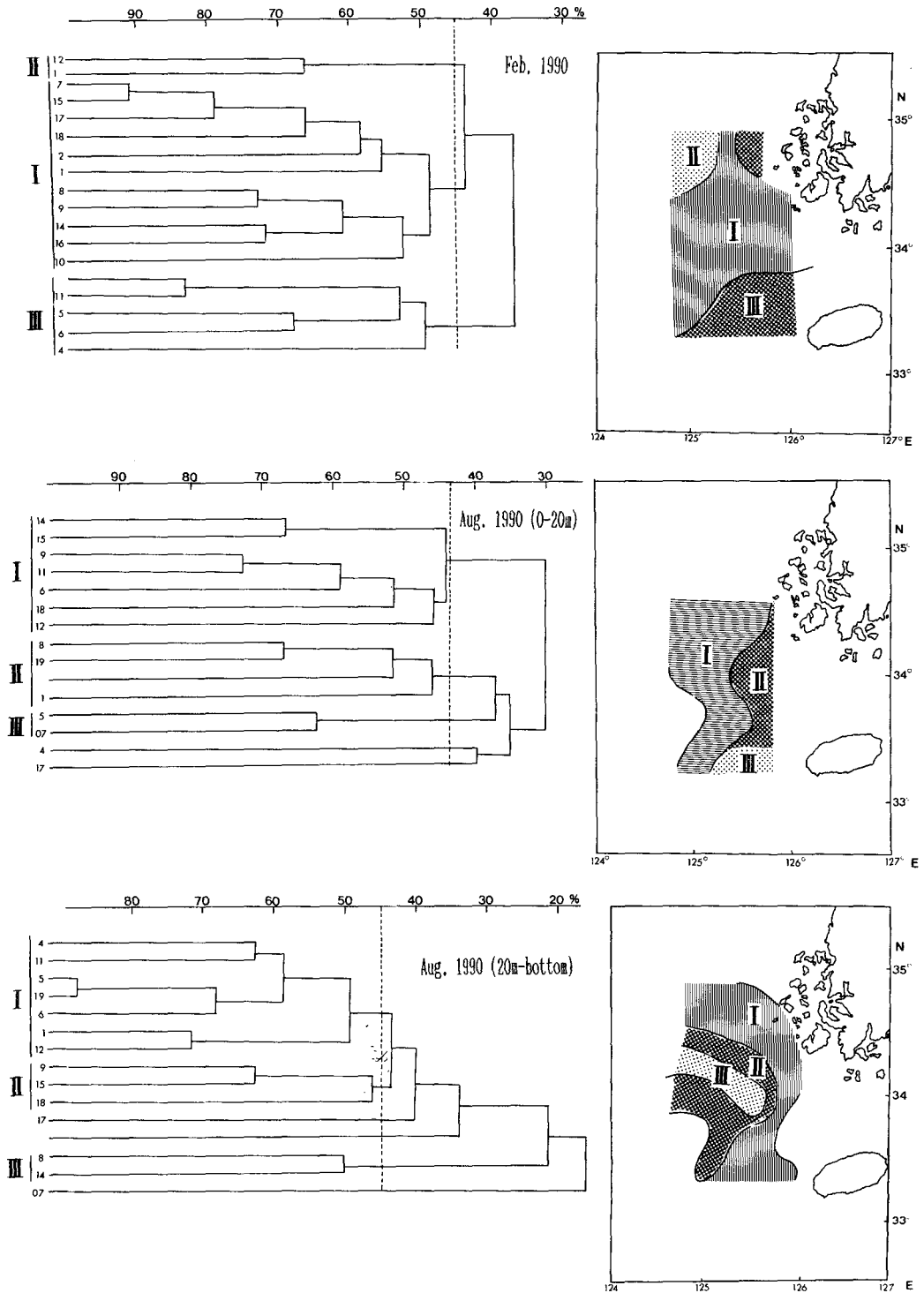


Fig. 8. Dendrogram and areas demarcated by cluster analysis of the major zooplankton species in February and August, 1990.

Table 1. Results of Principal components analysis (PCA) in the February and August (Surface, Bottom), 1990

	Eigenvalue	Percent of Trace	Accumulated of Trace	Components				
				SU	A	B	C	
February, 1990	1	7.790	30.0%	30.0%	1	-0.033	0.120	-0.251
	2	3.816	14.7%	44.6%	2	0.039	0.226	-0.377
	3	3.760	14.5%	59.1%	3	-1.102	0.106	-0.741
	4	2.515	9.7%	68.8%	4	-1.800	0.679	1.207
	5	2.092	8.0%	76.8%	5	-0.766	-1.484	0.059
	6	1.820	7.0%	83.8%	6	-0.157	-0.624	0.133
	7	1.108	4.3%	88.1%	7	0.122	-0.107	-0.091
	8	0.969	3.7%	91.8%	8	0.265	-0.128	0.006
	9	0.682	2.6%	94.4%	9	0.366	0.114	0.023
	10	0.495	1.9%	96.3%	10	0.359	0.038	0.054
	11	0.403	1.5%	97.9%	11	0.113	-0.277	-0.029
	12	0.256	1.0%	98.9%	12	0.865	0.192	0.396
	13	0.140	0.5%	99.4%	13	0.642	0.212	0.404
	14	0.094	0.4%	99.8%	14	0.487	0.087	0.113
	15	0.028	0.1%	99.9%	15	0.745	0.209	0.241
	16	0.022	0.1%	100.0%	16	0.233	-0.054	0.013
	17	0.010	0.0%	100.0%	17	0.188	0.034	-0.107
	18	0.000	0.0%	100.0%	18	-0.565	0.657	-1.054
	19	0.000	0.0%	100.0%				
	20	0.000	0.0%	100.0%				
	21	0.000	0.0%	100.0%				
	22	0.000	0.0%	100.0%				
	23	-0.000	-0.0%	100.0%				
	24	-0.000	-0.0%	100.0%				
	25	-0.000	-0.0%	100.0%				
	26	-0.000	-0.0%	100.0%				
August, 1990 (0~20m)	1	4.259	35.5%	35.5%	1	-0.378	0.109	0.072
	2	2.962	24.7%	60.2%	3	-0.319	0.132	0.100
	3	1.362	11.4%	71.5%	4	-0.379	0.109	0.064
	4	1.165	9.7%	81.2%	5	0.084	0.239	0.228
	5	0.992	8.3%	89.5%	6	0.912	-0.384	0.843
	6	0.630	5.2%	94.8%	8	-0.268	-0.235	0.079
	7	0.413	3.4%	98.2%	9	1.376	0.924	-0.289
	8	0.153	1.3%	99.5%	11	0.257	0.031	-0.475
	9	0.056	0.5%	99.9%	12	-0.269	-0.143	-0.333
	10	0.005	0.0%	100.0%	14	-0.339	0.124	0.046
	11	0.002	0.0%	100.0%	15	-0.181	0.264	-0.025
	12	0.000	0.0%	100.0%	17	-0.383	0.113	0.060
				18	0.610	-1.293	-0.364	
				19	-0.359	0.097	0.074	
				07	-0.363	-0.086	-0.090	

Table 1. continued

	Eigenvalue	Percent of Trace	Accumulated of Trace	Components				
				SU	A	B	C	
August, 1990 (20m~ bottom)	1	4.456	27.9%	27.9%	1	1.251	0.929	-0.496
	2	2.975	18.6%	46.4%	3	-0.246	-0.245	-0.159
	3	2.564	16.0%	62.5%	4	-0.483	0.655	0.721
	4	1.560	9.8%	72.2%	5	0.388	-0.111	0.389
	5	1.317	8.2%	80.5%	6	0.198	-0.462	0.324
	6	1.033	6.5%	86.9%	8	-0.368	-0.332	-0.316
	7	0.720	4.5%	91.4%	9	-0.221	-0.051	-0.314
	8	0.496	3.1%	94.5%	11	0.171	0.181	-0.316
	9	0.368	2.3%	96.8%	12	0.153	-0.026	-0.232
	10	0.250	1.6%	98.4%	14	-0.367	-0.337	-0.312
	11	0.147	0.9%	99.3%	15	0.217	-0.230	-0.284
	12	0.110	0.7%	100.0%	17	-0.467	-0.478	-0.315
	13	0.003	0.0%	100.0%	18	0.492	-0.323	0.885
	14	0.000	0.0%	100.0%	19	0.438	-0.129	0.298
	15	0.000	0.0%	100.0%	07	-1.156	0.858	0.127
	16	-0.000	-0.0%	100.0%				

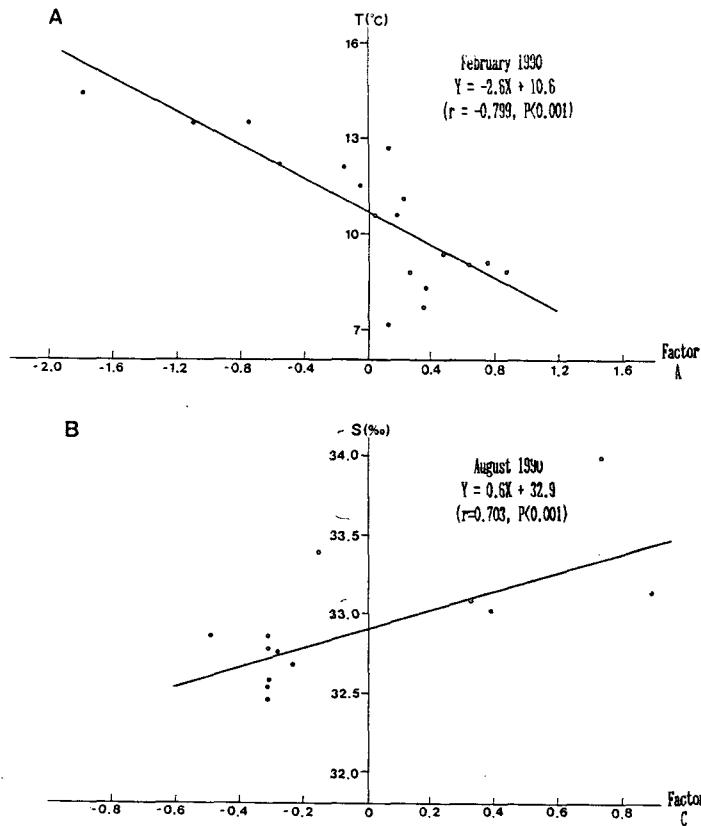


Fig. 9. A: Correlation between temperature and Factor A in February, 1990; B: Correlation between salinity and Factor C at 20m~bottom layer in August, 1990.

양성 종인 *Euchaeta plana*와 *Euchaeta russelli*는 전 조사해역에서 출현하고 있으나, 역시 수온 12°C 이상인 제주도 서방 해역에서 출현량이 높았다(Fig. 5). 이와 같은 난류 외양성 종의 출현 양상은 쿠로시오가 동계인 2월에는 제주도 서방 해역까지 비교적 강하게 영향을 미침을 나타낸다. 이에 반해, 연안 저온성 종인 *Centropages abdominalis*는 수온 10°C이하인 진도를 경계로 한 이북해역에서 주로 출현하여 이 해역이 황해 냉수괴임을 나타내었다. 그러나 난류 외양성 종인 *E. russelli*와 *E. plana*가 수온 12°C이하인 대흑산도 근해역까지 소량 출현하는 것을 미루어 보아 쿠로시오 난류가 미약하나마 대흑산도 근해역까지 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 수온 10~12°C인 진도~제주도간 해역의 경우, *C. abdominalis*와 *U. darwini*, *L. flavicornis* 그리고 *P. gracilis*는 출현하지 않았다. 그러나 이 해역에서는 혼합성 종인 *Sagitta bedoti*와 연안성 종인 *Sagitta crassa* 그리고 난류 외양성 종인 *E. plana*와 *E. russelli*가 소량 출현함을 볼 때, 이 해역은 황해 난류수와 황해 냉수의 혼합 수역인 것으로 여겨진다. T-S diagram 분석에서도 제주도 서방 해역과 진도 근해역을 경계로 한 이북 해역 그리고 그 중간 해역이 분리되어져 나타나 지표성 종들의 분포 양상과 일치한 결과를 나타내었다. 집괴분석에서는 제주도 서방 해역이 크게 대별되어져 나타났다. 강(1971)과 Lie(1984)도 동계에 황해 동남 해역인 34° N에서 강한 수온-염분전선이 동서로 형성된다고 보고한 바 있다. 김(1987)은 사계절중 동계에 황해 난류가 가장 약하다고 보고하였다.

하계인 8월의 경우, 난류 외양성 종 중 2월에 출현하였던 *U. darwini*, *L. flavicornis*와 *P. gracilis*는 출현하지 않고, *E. russelli*와 *E. plana*만이 출현하였다. 0~20m층에서는 *E. russelli*와 *E. plana*, 혼합성 종인 *S. bedoti* 그리고 연안성 종인 *S. crassa*는 제주도 서북방 해역에서 대흑산도간 해역의 주로 수온 28°C이하 해역인 동부쪽 해역에서 출현하였으며, 연안 저온성 종인 *C. abdominalis*는 진도 부근 및 그 이북 해역에서 소량 출현하였다. 이와 같이 난류 외양성 종이 남북으로 길게, 주로 연안인 동쪽으로 치우쳐 출현하는 것은 하계, 황해에서 주요한 특징적 현상인 조석전선에 영향을 받았기 때문이라 여겨진다(추·조, 1984; 조, 1986). 또한, 요인 분석에서 염분과 상관 관계가 높게 나타나 육수 유입의 영향도 받고 있음을 시사하였다. 집괴분석 및 T-S diagram 분석에서도 연안에서 외양으로 가면서 수괴가 대별되었다. 20m~저층의 경우, *E.*

*russelli*와 *E. plana*는 수온 12°C이상인 제주도 서북방 해역에서 출현하였으며, *C. abdominalis*는 수온 12°C이하인 북부 해역에서 출현하였다. T-S diagram 분석에서 제주도 서북방 해역이 하나의 수괴로 크게 대별되어져 나타나, 난류 외양성 종의 분포해역과 일치하였다. 그러나 집괴분석에서는 서쪽에서 설상의 형태로 크게 3개의 해역이 대별되어져 다른 양상을 나타내었다. Lie(1984)는 하계의 황해 난류는 쿠로시오 난류와 중국대륙으로부터 유입되는 육수와 혼합되어 난류 고유한 특성이 변형되어 있다고 밝히며, 황해의 동남 해역에 있는 북항류가 황해 난류가 아니라 밀도류라고 보고하였다.

본 연구의 결과에 의하면, 20m~저층의 경우 제주도 서북방 34° N까지는 쿠로시오 난류가 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며 0~20m층의 경우는 대흑산도 근해역까지 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 김(1987)은 사계절중 가을철에 황해 난류가 가장 강하여 소흑산도 서쪽까지 영향을 미친다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 동·하계 모두 대흑산도까지 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 요인분석에 의하면, 동계인 2월에는 수온에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 8월의 경우, 0~20m수층에서는 수온, 염분과 낮은 상관 관계를 나타내었으며, 20m~저층에서는 염분과 음의 높은 상관 관계를 나타내어(Fig. 9), 하계에는 본 연구해역이 육수의 영향을 강하게 받고 있음을 입증하였다.

본 연구에서 나타난 결과 중 하계에 0~20m층의 진도 부근 해역 및 20m~저층의 진도 이북해역에서 연안 저온성 종인 *C. abdominalis*가 출현하는 양상은 이미 하계에 진도 부근 해역에서 냉수괴가 출현한다고 보고된 내용과(박, 1967; 강, 1971; Lie, 1984) 일치한 결과를 나타내었다.

요 약

수괴지표성 요각류 및 모악류의 분포, 군집구조 그리고 요인분석으로써 황해 동남 해역에 분포하는 수괴의 시공간적 변동 및 특성을 밝혔다. 본 연구에서는 요각류인 *Undinula darwini*, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis*와 모악류인 *Sagitta enflata*는 난류 외양성 종으로, *Euchaeta russelli*와 *Euchaeta plana*는 난류성이나 내성이 강하여 분포 범위를 넓게 가지는 종으로, *Sagitta crassa*는 연안성 종으로, *Sagitta bedoti*는 혼합성 종으로 그리고

*Centropages abdominalis*는 연안 저온성 종으로 특성지어졌으며, 이들의 분포로써 수괴를 분석하였다.

2월의 경우, *U. darwini*, *L. flavicornis*, *P. gracilis*, *E. russelli*, *E. plana* 그리고 *S. enflata*가 출현하는 제주도 서방, 수온 14°C이상인 해역이 쿠로시오 난류 수괴로, 수온 10°C이하이며, *C. abdominalis*가 출현하는 진도 이북해역이 황해 냉수괴로 나타났다. *E. plana*와 *E. russelli*가 소량 출현하며, 혼합성 종인 *S. bedoti*가 출현하는 수온 12~14°C인 제주도-진도간 해역은 혼합 수괴인 것으로 나타났다.

8월의 경우, 수온 약층을 경계로 하여 0~20m층과 20m~저층으로 분리하여 수괴를 분석하였다. 0~20m층의 경우, *E. plana*와 *E. russelli*가 출현하는 대흑산도까지 난류가 미치며, 집괴 분석 및 수괴 지표성 종의 분포로써 볼 때 수괴는 연안에서 외양으로 가면서 크게 대별되어졌다. 20m~저층의 경우, 난류성 종인 *E. russelli*와 *E. plana*가 출현하며 수온이 12°C이상인 제주도 서북방 해역이 난류의 영향을 받는 해역으로 나타났으며, 저온성 종인 *C. abdominalis*가 출현하는 진도 이북 해역이 황해 냉수괴인 것으로 나타났다. 하계 0~20m층의 진도 부근 해역 및 20m~저층의 진도 이북 해역에서 *C. abdominalis*가 출현하는 것으로 보아 냉수괴가 존재하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 강철중. 1971. 한국 서해 해황의 계절적 변동에 관하여. 수진 연구보고 8, 9~29.
- 김동엽. 1987. 한국 서해산 Calanoida목의 분류 및 분포에 관한 연구. 해양연구소 보고서 BSPE 00096-148-3, 153 pp.
- 박주석. 1967. 한국 근해의 모악류에 관한 연구. 1. 1966년 하계 및 1967년 동계, 한국 근해의 부유성 모악류의 분포와 수괴지표성의 해양학적 고찰. 수진 연구보고 1, 35~62.
- 박주석. 1970. 한국 근해의 모악류에 관한 연구. 수진 연구보고 6, 1~174.
- 박주석·이삼석. 1982. 남해안의 환경오염 진행과 모악류 및 요각류의 생물학적 오염지표성 연구. 수진 연구보고 28, 89~126.
- 박주석·이삼석·강영실·이병돈·허성희. 1990. 한국 남해의 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한수지 23(3), 245~252.
- 박주석·이삼석·강영실·허성희. 1991. 한국 동해 중부 해역의 지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한수지 24(3), 203~212.
- 심문보·최중기·김동엽. 1988. 황해 중동부역의 동물 플랑크톤 분포에 대한 연구. 황해 연구 1, 1~10.
- 이창기. 1968. 한국 서해에 있어서의 해류형 시험조사(1962~1966). 수진 연구보고 3, 29~41.
- 이삼석. 1972. 진해만 및 그 인접해역의 부유성 요각류의 분포. 수진 연구보고 9, 9~27.
- 정창수. 1989. 서해 중부 해역의 모악류 분포에 관한 연구. 인하대학교, 이학석사 학위논문, 87 pp.
- 조광우. 1986. 동계와 하계의 황해의 수온연직 구조. 부산수산대학, 수산학 석사 학위논문, 44 pp.
- 추효상·조규대. 1984. 1982년 하계 서해안 조석전선의 구조. 한수지 17, 83~91.
- Brodsky, K. A. 1950. Calanoida of the far eastern seas and polar basin of the USSR. Opred. Fauna USSR 35, 1-442, Figs. 1~306.
- Grice, G. D. 1962. Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. Fish. Bull. U. S. 61, 171~246.
- Kang, Y. S. 1992. Systematics and distribution of the oceanic warm-water Calanoida Copepods in the Korean Waters. Ph. D. Thesis, Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 144 pp.
- Kim, K. and S. H. Lee. 1982. Vertically homogeneous water along the west coast of Jeju Island. J. Oceanol. Soc. Korea 17, 59~68.
- Kim, D. Y. 1985. Taxonomical study on Calanoid copepod(Crustacea: Copepod) in Korean Waters. Ph. D. Thesis, Hanyang Univ., 187 pp., pls. 50.
- Legendre, L. and P. Legendre. 1983. Numerical Ecology. Publ. Elsevier Sci. Co., 219~264.
- Lie, H. J. 1984. A note on water masses and general circulation in the Yellow Sea(Hwanghae). J. Oceanol. Soc. Korea 19(2), 187~194.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Principal components analysis, p. 223~242. In Statistical Ecology, Publ. A Wiley-Intersci.
- Matsuzaki, M. 1975. On the distribution of chaetognaths in the East China Sea. Japan Meteor. Agency 26(2), 57~61.
- 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., 199~367.

Imp. Fish. Exp. St. 5, 138~190.

Uda, M. 1934. The results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters in May and June 1932. J.

1992년 6월 10일 접수

1992년 7월 6일 수리