

# 韓國 南海의 橈脚類 및 毛顎類의 分布와 水塊特性

朴周錫 · 李三碩 · 康英實 · 李秉喲\* · 許成會\*\*

國立水產振興院 · \*東義大學校 · \*\*釜山水產大學校

## The Distributions of Copepods and Chaetognaths in the Southern Waters of Korea 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, 629-900, Korea

\*Donggeui University, Pusan 617-714, Korea

\*\*National Fisheries University of Pusan, Pusan, 608-737, Korea

The distributions of copepods and chaetognaths in waters off the southern coast of Korea were investigated to evaluate their reliability as indicator species of different water masses. The samples for this study were collected vertically from about 5m above the bottom at 28 stations along 8 transects in three different months, February, April, and August, 1988. The sampling gear used was 0.45-meter NORPAC plankton net fitted with 0.33mm mesh.

*Acartia clausi*, *Centropages abdominalis*, and *Sagitta crassa* were found to be reliable indicator species of neritic cold waters; *Pleuromamma gracilis*, *Undinula darwini*, *Calocalanus plumulosus*, *Calanopia elliptica*, and *Sagitta enflata* were of oceanic warm waters; *Temora discaudata* and *Centropages furcatus* were of neritic warm waters.

According to the cluster analyses of the species found, the distinctive area in February was divisible into two regions or water masses, the coastal and off-shore regions; in April, however, it was divisible into four regions. In August, it was divisible into three areas, further indicating the strength of the Kuroshio tributaries pushing toward the coast.

### 序 論

韓國 南海에서는 對馬 暖流, 南海 沿岸水 및 黃海 冷水 등의 重要 水塊가 相接하여 潮境을 形成하며, 이러한 潮境 形成 海域은 이들 水塊의 배치와 季節的 消長에 따라 變化한다.

潮境域의 變化는 生物 群集의 種 組成과 分布에 影響을 미칠뿐만 아니라 漁場 形成에도 크게 影響을 미치고 있어 同 海域에 대한 物理, 化學的 特性

은 오래전부터 研究되어져 왔다. 浮游生物의 경우, 水塊 指標成種으로 널리 알려진 毛顎類와 Euphausiid의 分布와 水塊에 관한 研究(朴, 1968, 1979; Hong, 1969), 動物性 浮游生物 群集相의 地理的 差와 水塊 變動(康, 1986)에 관한 연구등이 있으나, 動物性 浮游生物중 海洋 生態系의 物質 生産에 있어서 重要한 역할을 하며, 水塊 관정에 有用한 橈脚類의 分布組成에 의한 水塊 分析에 관한 研究는 進해만(李, 1972)이나 여수 近海域(沈·盧, 1982)

한국과학재단의 목적기초연구 과제인 “한반도 근해의 해류 및 해류특성”의 일부로써 수행되었다.

등과 같이 국소적인 해역의 연구 보고외에는 극히 제한되어져 있다.

本 研究는 韓國 南海 全 海域에 있어서 春季와 夏季 그리고 冬季를 대표할 수 있는 月을 택하여 動物性 浮游生物중 橈脚類와 毛顎類의 分布와 組成 그리고 群集間 類似도에 의한 Cluster分析에 重點을 두어 南海의 水塊 配置와 그 變動을 考察하였다.

## 材料 및 方法

本 研究에서는 國立水産振興院 定線 海洋 觀測 資料 중 1988년 2, 4, 8월에 韓國 南海의 28개 定點에서 採集된 動物性 浮游生物을 사용하였다 (Fig. 1). 2, 4월에는 수층간 垂直混合이 일어나 上下層間 溫度 차가 거의 없으나, 夏季인 8월에는 30~50m층에서 수온 약층이 발생한다고 밝혀진 사실과 水平的으로 水塊간 前線 形成 양상이 수심 30m층에서 가장 뚜렷하게 나타난다는(김, 1989) 사실을 고려하여 本 研究에서는 수심 30m에서 觀측된 現場 水溫과 鹽分 資料를 사용하였다.

動物性 浮游生物은 NORPAC net[口徑: 45cm, Müller gauze: GG54(0.33mm)]를 사용하여 底層으로부터 5m되는 수심에서 表層까지 0.5~1m/sec의 속력으로 수직 採集하였으며, 試料는 즉시 5% 중

성 포르말린으로 고정하였다. 動物性 浮游生物은 大分類하여 群別로 計數하고 橈脚類와 毛顎類는 種까지 同定하여 計數하였다. 分析된 資料 중 動物性 浮游生物群과 橈脚類는 Jaccard 類似도를 구하여 Cluster 分析하였다.

## 結 果

### I. 橈脚類의 分布

本 研究에서 動物性 浮游生物은 2월에 11個群, 4월에 14個群, 8월에는 16個群으로 그리고, 橈脚類는 2월에 44種, 4월에 38種, 8월에 73種으로 분류 定되었다.

橈脚類중 韓國 近海에 다량 出現하며 이미 水塊 指標性種(Yamazi, 1956; Grice, 1962; 李, 1972; 朴·李, 1982)으로써 중요함이 밝혀진 種들로서, 沿岸 低溫性種인 *Centropages abdominalis*, *Acartia clausi*, 沿岸 暖流性種인 *Temora discaudata*, *Centropages furcatus* 그리고 暖流 外洋性種인 *Undinula darwini*, *Calocalanus pavo*, *Calanopia elliptica*, *Pleuromamma gracilis*을 택하여 本 研究에서도 그러한 수괴지표성을 띄는지를 파악하기 위하여, 이들 중의 분포와 분포해역의 수온, 염분과의 관계를 규명하였다 (Fig. 2).

*Acartia clausi*, *Centropages abdominalis*는 주로 水

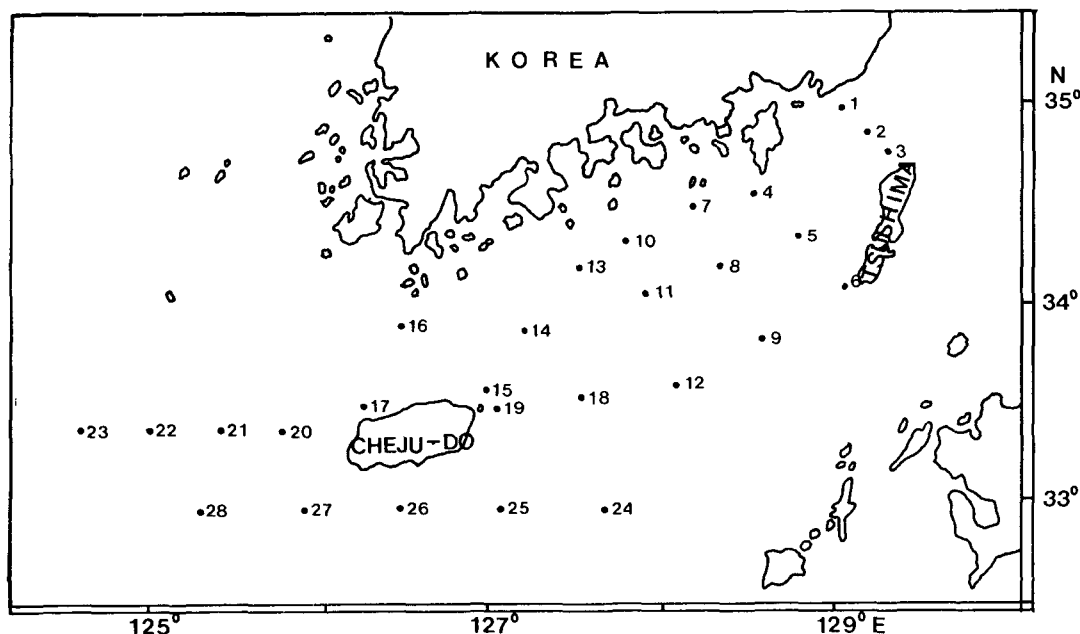


Fig. 1. Map showing sampling stations off the southern coast of Korea.

溫 10~15℃, 鹽分 34~35‰에 다량 出現하며, 소리도를 중심으로한 연안역을 주 분포해역으로(Fig. 3)하는 것을 고려할 때 이들 種이 沿岸 低溫性種의 특성을 띄고 있는 것으로 사료되어진다. *Undinula darwini*는 주로 水溫 20~30℃, 鹽分 33~35‰ 범위에 出現하며, 2, 4월에는 주로 외양역인 제주도 남동해역에서 出現하다가 쓰시마 난류의 세력이 강해지는 8월에는 出現해역이 넓어져(Fig. 3) 이 種이 廣鹽性種으로써 暖流性種의 특성을 띄고 있음을 나타내었다. *Pleuromamma gracilis*는 水溫 18

℃이상에서 *Calanopia elliptica*, *Calocalanus plumulosus*는 水溫 20~30℃에서 그리고, 鹽分 33‰이상에서 出現하며, 出現해역이 주로 제주도와 대한해협간의 외해역(Fig. 3)인 것을 고려할 때 이들 種이 暖流 外洋性種의 특성을 띄고 있는 것으로 여겨진다. *Centropages furcatus*, *Temora discaudata*는 10~30℃에서 분포하나, 주로 水溫 20~30℃에서 出現頻도가 높으며 鹽分 31~35‰의 넓은 범위에서 出現하여 이들 種이 廣鹽性의 성격을 띤 暖流性種임을 나타내었다.

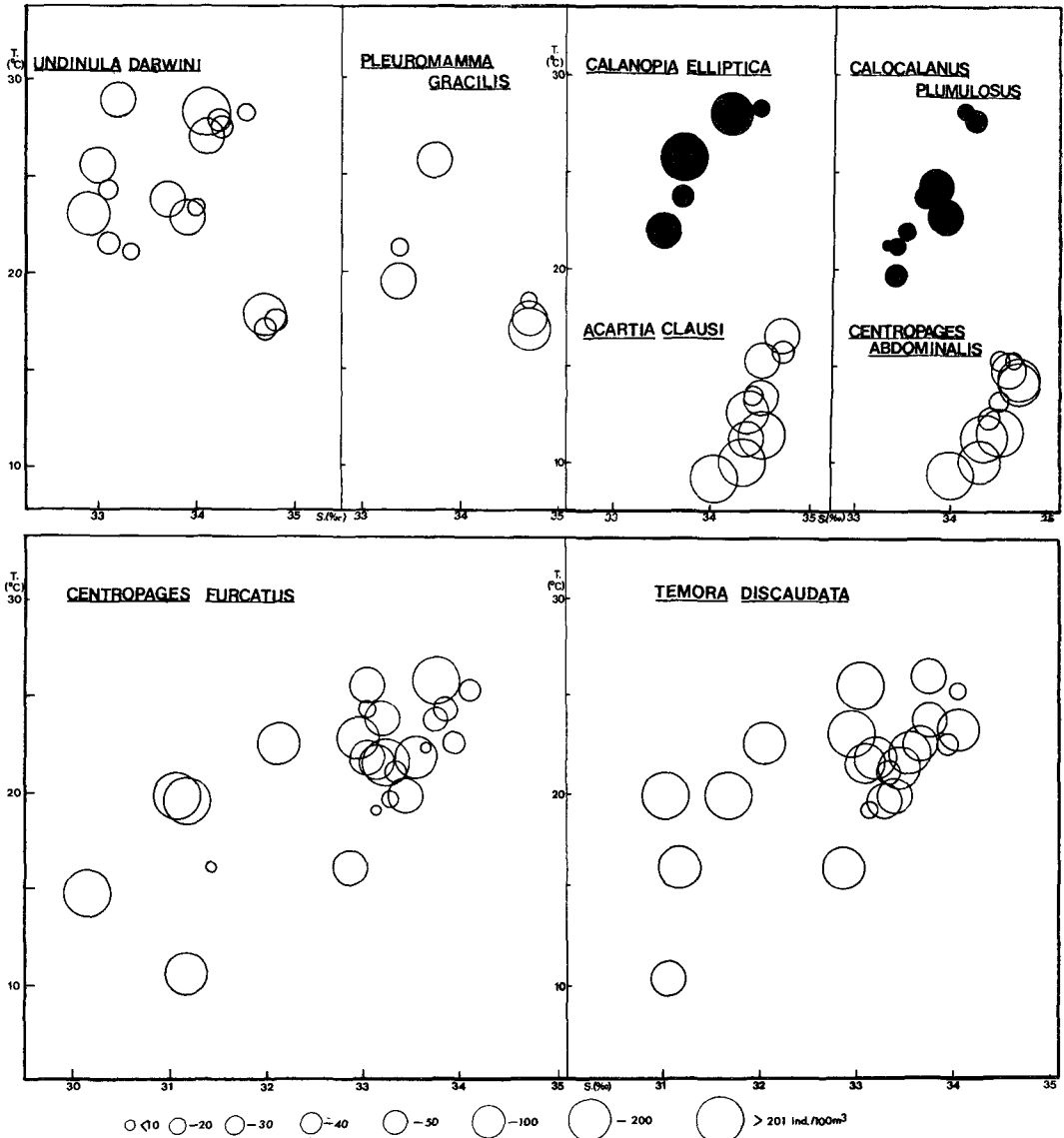


Fig. 2. Relationship between the numbers of individuals per 100m<sup>3</sup> of eight indicator species of copepods and environmental factors: temperature and salinity.

이상의 주요 수塊 指標性種의 出現量과 分布를 水深 30m에서의 水溫과 比較 分析하였다(Fig. 3). 沿岸 低溫性種인 *Centropages abdominalis*와 *Acartia clausi*의 경우, 2월에는 주로 水溫 12~13°C이하의 내만역에서 출현하며, *C. abdominalis*의 경우 최고 1,890개체/100m<sup>3</sup>의 出現量을 나타내었다. 4월 역시 水溫 12~13°C를 경계로 하여 내만역에서 주로 出現하였다. 8월이 되면서 *Centropages abdominalis*는 出現하지 않았으며 *Acartia clausi*만이 제주도 西南 海域의 水溫 16~17°C를 중심으로 형성된 潮境域에서 60~250개체/100m<sup>3</sup>의 出現量을 나타내었다.

暖流 外洋性種인 *Pleuromamma gracilis*와 *Undinula darwini*는 2월의 경우, 水溫 18°C인 제주도 東南 海域에서 13~50개체/100m<sup>3</sup>로 소량 出現하였다(Fig. 3). 4월이 되면서 그 出現量은 증가하나 分布 海域은 2월과 유사하게 水溫 17°C를 나타내는 제주도 東南 海域이었다. 이들 種은 8월이 되면서 出現 海域과 出現量이 급격히 증가하여 주로 水溫 20°C 이상을 나타내는 海域에서 30~400개체/100m<sup>3</sup>로 다량 出現하였으며 濟州島 西南 海域의 水溫 16~

17°C를 중심으로 형성된 潮境域에서도 높은 出現量을 나타내었다.

暖流 外洋性種인 *Calocalanus plumulosus*와 *Calanopia elliptica*는 2, 4월에 전혀 出現하지 않다가 8월이 되면서 水溫 20°C 이상되는 外海域에서 出現하였다(Fig. 3). 또한, 暖流性種인 *Temora discaudata*와 *Centropages furcatus*도 2, 4월에 出現量이 極小하다가 8월이 되면서 全 調査 海域에서 多量으로 出現하였다.

## II. 毛類類의 分布

本 研究에서 毛類類는 3屬 12種 1形으로 同定 分類되었다. 出現種의 數와 量은 夏季인 8월에 가장 많았고 冬季인 2월과 春季인 4월에는 적었다. 주요 優占種은 季節에 따라 비슷하나 夏季에는 *Sagitta enflata*, *S. bedoti*, *S. crassa* 순이고 冬季에는 *Sagitta crassa*, *S. bedoti*, *S. serratodentata*, *S. enflata* 순이었다. 이들의 水塊 指標種으로서의 價値는 이미 밝혀진바 있으므로(朴, 1970; Matsuzaki, 1975), 이들의 分布 生態를 分析하여 水塊의 變動을 밝혔

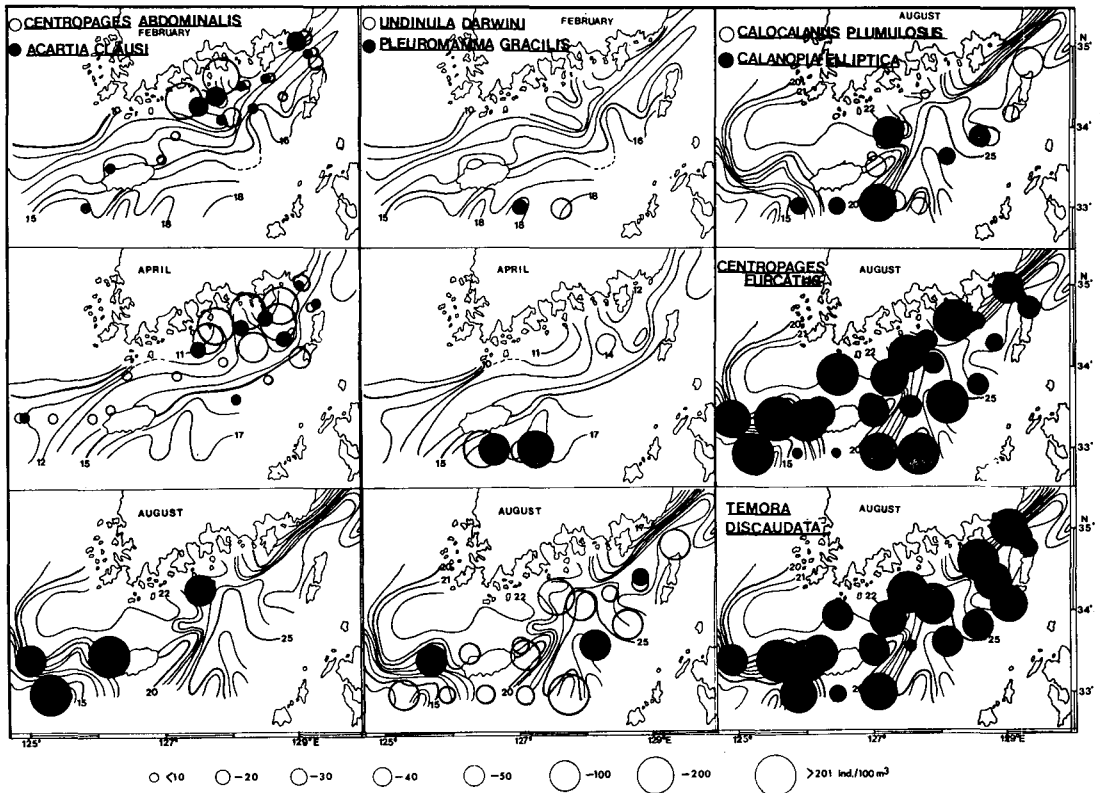


Fig. 3. Distributions and abundances of eight species of copepods with water temperature at 30m layer in southern waters of Korea, 1988.

다.

沿岸性種인 *Sagitta crassa*는 2월에는 남해연안의 소리도 海域에서 농밀한 出現을 보였으며, 4월과 8월이 되면서 그 분포역이 확장되면서 出現 개체수는 줄어드는 양상을 나타내었다(Fig. 4). 그러나 제주도 西方 海域의 경우, 8월에 비교적 많은 量이 出現하였다.

난류종인 *Sagitta enflata*는 2월과 4월에는 주로 제주도 근해역에서만 소량 出現하나, 8월이 되면서 전 조사 海域에서 다량 出現하는 양상을 보였으며, 특히 제주도 서방해역과 제주도과 대마도를 잇는 외양역에서 高密度를 出現하므로써 暖流의 強勢를 示頭하고 있다.

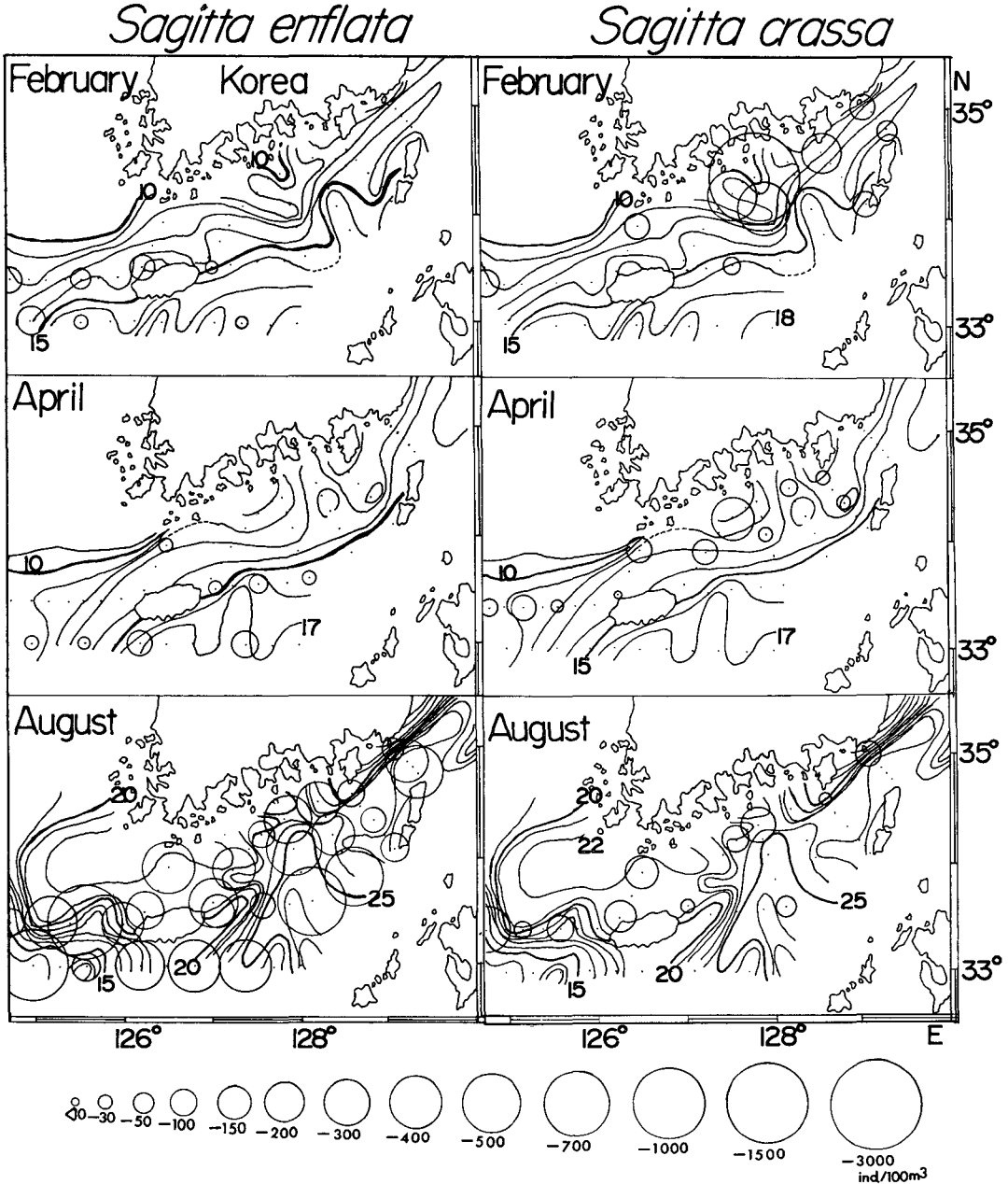


Fig. 4. Distributions and abundances of *Sagitta enflata* and *S. crassa* with water temperature at 30m layer in the southern waters of Korea, 1988.

### III. Cluster 分析

本 研究에서 出現한 動物性 浮游生物群과 橈脚類 資料로써 定點別 群集間 類似도를 Jaccard 類似度 指數를 이용하여 分析하였다. 여기서 얻어진 類似도 로써 UPGMA法(Legendre and Legendre, 1983)으로 Cluster 분석하여, 크게 大별되는 몇개의 海域으로 境界지었다(Fig. 5).

2월의 경우, 群集間 類似도는 21~73% 範圍이며, 類似度 21%에서 南海 沿岸에서 大韓海峽쪽으로 확장되는 沿岸 海域과 南海 外洋域이 大별되었다.

4월의 경우, 群集間 類似도는 31~87% 범위이며, 類似度 50%를 기준으로 크게 4개의 大별되는 海域과 정점 22로 구분되었다. 海域 I은 여수, 忠무 近海域과 濟州島 北東 近海域이며 海域 II는 濟州

島 北方 海域에서 對馬島간을 잇는 海域으로 忠무 近海域에서는 外洋域으로 조금 확장된 海域으로 나타났다. 海域 III은 濟州島 西方 海域과 東方 海域으로써 주로 南海 外洋域이며, 海域 IV는 濟州島 南方 海域으로 나타났다.

8월의 경우 群集間 類似도가 26~100% 범위이며, 類似度 36%를 기준으로 크게 3개의 大별되는 海域과 정점 10과 22 그리고 정점 27로 구분되었다. 海域 I은 沿岸 海域을 나타내며 海域 III은 濟州度에서 大韓海峽을 잇는 外洋域으로, 그리고 海域 II는 海域 I과 海域 III의 中間 海域으로 濟州度 西方 外洋域과 對馬度 隣接近海域을 포함한 海域으로 나타났다.

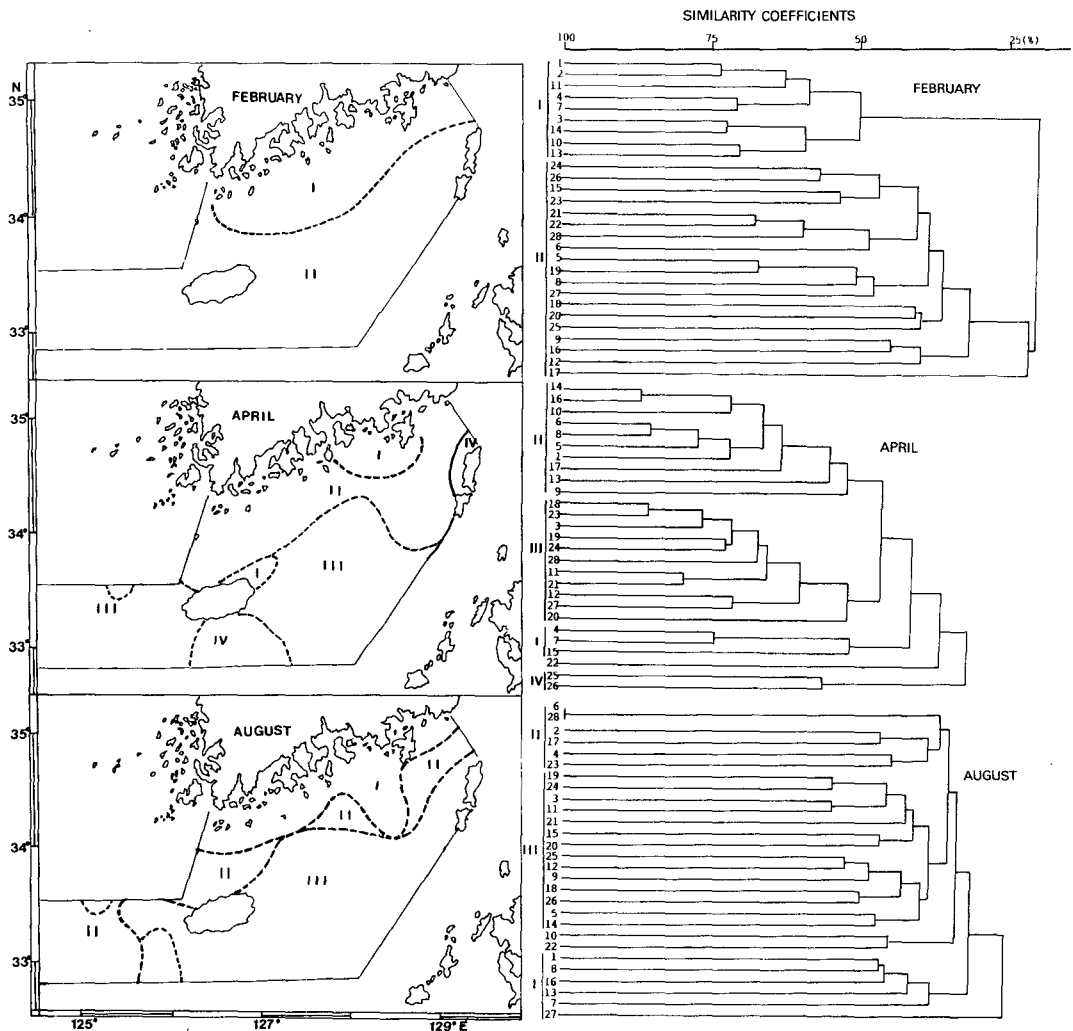


Fig. 5. Areas demarcated by cluster and dendrogram in February, April and August, 1988.

考 察

動物性 浮游生物중 橈脚類, 毛顎類, Euphausiid등에 속하는 몇몇 종은 水塊나 해류 특성을 나타내는 水塊 指標種으로써 중요함이 이미 밝혀진 사실이다. 또한 水溫, 鹽分등과 같이 혼합되어 水塊의 고유성을 잃어버리기 쉬운 물리, 화학적인 요인등에 의한 水塊 分析보다 水塊 指標種의 分布로서 쉽게 水塊의 特性을 파악할 수도 있다(Raymont, 1983).

2월의 경우, 沿岸 低溫性種인 *Acartia clausi*, *Centropages abdominalis*와 沿岸性種인 *Sagitta crassa*가 水溫 14~15℃를 경계로 남해연안에서 出現하고 있으며, 특히 水溫 11~12℃인 소리도 해역에서 농밀한 출현을 보였다.

Cluster 분석에서는 수온 12~14℃의 전선을 경계로 沿岸 低溫性種의 分布 頻도가 높은 沿岸域이 50%의 類似度로써 大別되어졌다. 동계에 남해안에서는 南海 沿岸水와 대마난류수가 강하게 前線을 形成하며(孔, 1971; 姜, 1972; 金, 1982), 1988년 2월에 있어서 수심 30m층에서 대마난류역은 水溫 14.6~18.5℃인 海域(金, 1989)이라고 밝혀져 本 研究 結果와 일치한 結果를 나타내었다.

4월 역시 沿岸 低溫性種인 *C. abdominalis*, *A. clausi*와 沿岸性種인 *S. crassa*가 濟州島와 대한 海협간의 水溫 15℃를 경계로한 沿岸域과 濟州島 西方 海域에서 分布 頻도가 높았다. 특히, *C. abdominalis*는 충무, 여수간을 중심으로 水溫 11~12℃를 나타내는 沿岸에서 다량 出現하였다. Cluster 分析에서 남해연안역이 충무, 여수간해역인 I 과 그의 연안해역인 II로 크게 大別되어졌다. 海域 I에서 *C. abdominalis*의 密度는 27.4개체/ $m^3$ 로, 海域 II에서는 5.1개체/ $m^3$ 로 나타났다. 위와 같은 사실을 고려할 때 水溫 15℃를 경계로 한 沿岸域이 남해연안 수역인 것으로 여겨지며, 특히 충무, 여수간 해역이 고유한 연안수역의 성격을 강하게 띠고 있는 것으로 여겨진다.

Cluster 分析에서 4월에 濟州島 西方 海域과 東方 海域으로써 주로 남해 외해역을 나타낸 III海域의 경우, 11~18℃ 내외의 광범위한 水溫 分布를 나타내었다. 또한, 前線이 약하게 形成되는 海域을 포함한 海域으로써 暖流 外洋性種인 *S. enflata*가 소량 出現하였다. 그리고 이 海域에서는 沿岸 低溫性種인 *C. abdominalis*가 0.4개체/ $m^3$ , *A. clausi*가 1.6개체/ $m^3$ 의 平均 밀도를 나타내었다. 이와 같이 暖流 外洋性種과 沿岸 低溫性種이 혼재하여 分布하는 것을 고려할 때 이 海域이 暖流水와 沿岸水가 混合되는 海域인 것으로 類推되어진다.

暖流 外洋性種인 *Pleuromamma gracilis*, *Undinula darwini*가 2, 4월 모두 水溫 17~18℃ 내외를 나타내는 濟州島 東南 海域에서 出現하였으며 2월에 비해 4월에 그 出現量이 증가하였다. 濟州島 東南 海域은 4월에 Cluster 分析에 의해서도 大別되어졌다.

朴 等(1973)이 4월에 주요 暖流性 요각류가 濟州島 東쪽과 그 아래쪽 海域에 한정되어 分布하고 있으며, 이들의 分布가 暖流의 影響을 가르키고 있다고 밝혔다. 이와같은 사실을 고려할 때 本 研究에서 2, 4월에 濟州島 東南 海域에서 暖流 外洋性種이 出現하며, Cluster 분석에 의해 4월에 이 해역이 大別되어지는 것은 이 海域이 暖流의 影響을 강하게 받는 海역임을 시사하는 것이라 여겨진다.

8월에는 沿岸 低溫性種인 *A. clausi*와 沿岸性種인 *S. crassa*가 濟州島 西南 海域, 水溫 16~17℃를 중심으로 形成된 前線域에서 다량 出現하였으며, 또한 이 海역에서 난류종인 *S. enflata*가 8.8개체/ $m^3$  출현하였다. 이와 같은 현상은 하계에 남하 확장된 황해수와 양쯔강의 影響을 받은 수역(Kang and Jin, 1984)이 대마 난류수와 강하게 相接하였기 때문이라 사료되어진다. 그러나 황해수, 양쯔강의 유입수 그리고 대마 난류수간의 前線 形成에 대한 動物性 浮游生物學的 考察을 위해서는 층별 採集에 의한 보다 명확한 분석이 이루어졌을 때 뚜렷하게 判明되어질 수 있으리라 여겨진다.

8월의 Cluster 分析 結果, 大別되어진 濟州島에서 大韓海峽을 잇는 外洋域인 海域 III에서는 暖流 外洋性種인 *Undinula darwini*, *Pleuromamma gracilis* 그리고 *Calocalanus plumulosus*, *Calanopia elliptica*의 分布 頻도가 他 海域에 비해 높게 나타나 이 海域이 對馬 暖流의 影響을 강하게 받고 있는 海역인 것으로 여겨진다. 또한 연안역과 외양역의 중간에 위치한 海域 II에서는 暖流 外洋性種인 *P. gracilis*, *U. darwini*와 *S. enflata* 그리고 沿岸性種인 *S. crassa*와 沿岸 低溫性種인 *A. clausi*가 혼재하여 出現하는 것을 고려할 때 이 海역의 混合水塊의 성격을 띠고 있는 것으로 사료되어진다.

Cluster 分析에서 4월에는 定點 22가 그리고 8월에는 定點 10, 22, 27이 크게 大別되어진 海域과 다른 樣相으로 나타났다. 이러한 樣相을 이해하기 위해서는 이들 定點의 고유한 特性을 파악하기 위한 직접적이고 보다 세밀한 研究가 이루어져야 하리라 여겨진다. 本 研究에서는 단지 이들 定點이 환경의 변화가 심한 연안역에 위치하며, 그리고 양쯔강의 유입, 황해저층수의 남하(Kang and Jin, 1984) 등의 影響을 받는 서해남부 海역에 위치하기

때문에 특이한 수역의 형태로서 大別되어지는 것  
이라 類推할 뿐이다.

## 要 約

韓國 南海에 分布하는 요각류와 모악류의 水塊  
指標性種으로써의 가치를 利用하여 수괴의 특성을  
究明하기 위하여 1988년 2, 4 및 8월에 韓國 南海岸  
28개 定點에서 NORPAC net를 이용하여 수직 채  
집한 動物性 浮游生物을 分析하였다.

橈脚類와 毛顎類중 韓國 南海의 주요 水塊 指標  
性種으로써 *Acartia clausi*, *Centropages abdominalis*  
는 沿岸 低溫性種으로, *Sagitta crassa*는 沿岸性種으  
로, *Pleuromamma gracilis*, *Undinula darwini*, *Calo-  
calanus plumulosus*, *Calanopia elliptica*와 *Sagitta  
enflata*는 暖流 外洋性種으로, 그리고 *Temora dis-  
caudata*, *Centropages furcatus*는 暖流性種인 것으로  
 밝혀졌으며, 이들 종의 分布와 水深 30m에서 水溫  
과를 비교 分析하였다. 또한 Cluster 分析을 실시하  
여 水塊의 季節的 變動을 파악하였다.

2月에는 크게 2개의 海域으로 南海 沿岸 海域과  
南海 外洋域으로 大別되었으며 4月에는 크게 4개  
의 海域으로 大別되었다. 8月에는 크게 3개의 海域  
으로 大別되었으며, 쓰시마난류가 연안으로 강하게  
영향을 미침을 나타내었다.

## 參考文獻

康英實, 1986: 韓國 南海岸 動物性 浮游生物 群集  
相의 地域的 差에 관한 研究. 水振研究報告,  
37, 35~44.  
姜喆中, 1974: 韓國 南海岸 沿岸水의 계절 變動에  
관한 研究. 水振研究報告, 12, 107~121.  
孔 泳, 1971: 韓國 南海岸 전선에 관한 研究. 韓海  
誌, 6(1), 25~36.  
金福起, 1982: 韓國 南海의 平年 海況과 旋網 漁場  
에 관한 研究. 水振研究報告, 30, 7~29.  
金福起, 1989: NOAA 영상자료에 의한 韓國 南海岸  
沿岸水 調査研究. 大韓 遠隔 探查 學會誌, 5(1),  
57~67.

朴周錫, 1968: 韓國 近海의 毛顎類에 관한 研究. II.  
1967年 夏季 韓國 南海岸의 浮游性 毛顎類의  
分布와 水塊 指標性의 海洋學的 考察. 水振研  
究報告, 3, 83~102.  
朴周錫, 1979: 韓國近海의 毛顎類에 관한 研究. 水  
振研究報告, 6, 1~174.  
朴周錫·李三碩, 1982: 南海岸의 環境 汚染 進行과  
毛顎類 및 橈脚類의 生物學的 汚染指標性 研  
究. 水振研究報告, 28, 89~126.  
朴周錫·李三碩·배건웅, 1973: 한국 남해안의 환경  
plankton의 출현 조성과 고등어 식성과의 관계  
연구. 水振研究報告, 10, 7~23.  
李三碩, 1972: 진해만 및 그 인접 해역의 浮游性  
橈脚類의 分布. 水振研究報告, 9, 9~27.  
沈載亨·盧 一, 1982: 麗水 近海産 動物 플랑크톤  
의 種 組成과 量的 分布. 서울大 自然大 論文集,  
7(2), 165~184.  
Grice, G. D. 1962: Calanoid copepods from Equato-  
rial Waters of the Pacific Ocean. Fish. Bull.,  
U. S., 61: 171~246.  
Hong, S. Y. 1969: The Euphausiid Crustaceans of  
Korean Waters in the Kuroshio. J. C. Mars Ed.  
by Univ. Hawaii Press, 661, 291~300.  
Kang, Y. Q. and M. S. Jin, 1984: Annual variation  
of salinity in the neighbouring seas of Korea,  
J. Oceanal. Soc. Korea, 19(2), 105~110.  
Legendre, L. and P. Legendre, 1983: Numerical  
Ecology. Publ. Elsevier Sci. CO.: 219~264pp.  
Matsuzaki, M. 1975: On the distribution of chaeto-  
gnaths in the East China Sea. Japan Meteor-  
ological Agency, 26(2), 57~61.  
Raymont, J. E. G., 1983: Plankton and Productivity  
in the Oceans. Ed. by pergamon Press Ltd.:  
729~782pp.  
Yamazi, I., 1956: Plankton investigation in inlet wa-  
ters along the coast of Japan. XIX. Regional  
characteristics and classification of inlet waters  
based on the plankton communities. Publ. Seto  
Mar. Biol. Lab., V(2), 157~196, pls. 16~23.

1990년 5월 19일 접수  
1990년 7월 21일 수리