

## 韓國南東海 底棲有孔蟲의 生物場

蔣 舜 權

韓國科學技術院 海洋研究所

### Biotope Analysis of the Total Benthic Foraminiferal Assemblage off the Southeastern Coast, Korea

Soon-Keun Chang

Korea Ocean Research and Development Institute, P.O. Box 29, Banwool, Ansan City,  
Kyonggi-do 171-14, Seoul, Korea

**要約** : Kim and Han이 1972년 발표한, 한국남동해안 연안해저표면퇴적물 21점에서 살아있는 개체와 죽은 개체를 합한 저서유공충 전체군집 자료를 기초로 하여 Dice相似係數를 구하여 非加重雙群方法(Unweighted Pair Group Method)으로 군집분석(Cluster analysis)해서 生物場(Biotope)을 구했다.

결과는 남쪽상과 북쪽상으로 대별되며, 남쪽상은 固有相과 깊은 상, 북쪽상은 沿岸相과 固有相으로 세분된다. 생물장들은 연구지역에서 우세한 해류와 연관이 있어서 남쪽고유상은 對馬暖流의 영향이 뚜렷하며, 남쪽깊은상은 南下하는 底層冷水의 영향을 받았다. 북쪽연안상은 北韓寒流의 영향이 뚜렷하며, 북쪽고유상은 북한한류와 일부 東海固有水의 영향이 있다. 위의 현상은 연구지역의 상반부에는 北上하는 東韓暖流보다 南下하는 北韓寒流가, 바깥쪽에서는 東海固有水가 큰 영향을 미치며, 이는 동한난류가 연구지역의 오른쪽 지역의 표면을 따라 북상하기 때문인 것으로 믿어진다.

#### Abstract

Biotope analysis (UPGM) of the data on the total benthic foraminiferal assemblage (Kim and Han, 1972) collected from the southeastern sea off the Korean Peninsula shows that foraminiferal assemblages are related to the water masses prevailing in the study area. South Proper facies is governed by the Tsushima Warm Current, and Southern Deep facies is influenced by the cold water mass moved down along the bottom. Northern Nearshore facies is governed by the North Korea Cold Current, and North Proper facies is affected by the North Korea Cold Current and Japan Sea Proper Water. It is also evident that the upper part of the study area is under the influence of the North Korea Cold Current rather than the East Korea Warm Current which flows northward along/or off the right side of the study area. Planktonic foraminiferal occurrence also supports this biotope analysis.

#### 緒 論

Kim and Han(1972)은 ECAFE-CCOP 報告書 6 권에 한국남동해에서의 유공충의 구성과 분포를 발표하였다. 이들의 연구지역은 北緯 33°22' -37°30', 東經 127°00' -130°30' 까지이다. 남쪽 연구지역은 우리나라와 일본사이의 비교적 평탄한 大陸棚인 반면, 북쪽 연구지역은 東海로 이어져서 경사가 급하다(그림 1). 연구지역안

쪽, 해안을 따라서는 silt, 좀 나아가서는 mud, 가운데에는 모래섞인 mud(sandy mud), 바깥쪽에는 모래가 帶狀으로 분포해서 바깥으로 나갈수록 粒度가 커지며, 바깥쪽 연구지역의 粗粒 모래는 殘留堆積物이다(Emery, 1968; Kim and Han, 1972;朴, 1983; Park, 1982, 1984, 1985; Park and Choi, 1986).

연구지역의 표면수온은 2월이 8~15°C, 8월이 23~28°C의 분포를 보여준다. 수심 50 m의

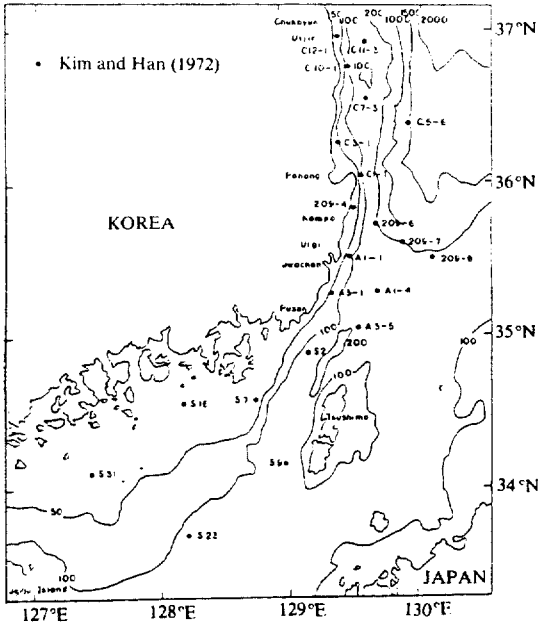


Fig. 1. Index map. Water depth in meters.

수온은 2~3월이 7-14°C, 8월이 23-28°C 이며, 수심 100 m의 수온은 3월이 7-14°C, 10~11월이 9-22°C이며,南下하는 北韓寒流 및北上하는 對馬暖流때문에 等溫線이 연구지역에서는 남쪽까지 내려가고, 연구지역 오른쪽으로는 훨씬 북쪽까지 올라간다. 연구지역의 表面塩分은 연평균이 33.20-33.75‰에 속하며 하계가 동계보다 낮아서(洪, 1968) 9월이 32.0-32.6‰, 3월이 34.2-34.6‰이다. 수심 50m의 경우, 9월이 33.8-34.0‰, 3월이 34.1-34.7‰이며, 100m의 경우 9월이 34.0-34.3‰, 3월이 34.1-34.6‰로써 水温의 分布와 비슷한 분포를 보인다(수로국, 1982).

그림 2는 Uda (1934)에 근거한 Ujiie (1973, Text-fig. 1)에 따르는 우리나라와 일본 주변의 해류로서, 이에 따르면 남쪽연안 연구지역은 北太平洋海流에서 발원한 高温, 高塩分의 Kuroshio에서 갈라진 對馬暖流가 지나가는 지역이다. 북쪽연구지역의 연안지역은 대마난류가 東韓暖流로北上하는 지역과 東海岸을 따라 한류가 남하하는 사이지역이며, 바깥쪽 연구지역은 북상하는 對馬暖流가 일본연안을 따라 東韓暖流와 갈라지는 곳이다. 따라서 여름에는 表層-

中層을 따라서는 난류가 우세하다. 겨울에는 우리나라 서해중부 해안에서 해안을 따라 남하해서, 남해안을 따라 남동해안까지 흘러가는 찬해류와, 제주도사이의 연안에서부터 남동해의 경상남도 울주군 울기근해까지는 북상하는 대마난류사이에 강한 前線이 형성됨이 인공위성영상연구에서 밝혀졌다(Zheng and Klemas, 1982). 따라서 겨울에는 해안가 가까이에서는 찬해류의 영향이 우세하고 바깥쪽에서는 더운 해류의 영향이 우세하다.

底層에서는 동해안해저 및 大韓海峽 西水道를 따라 남하하는 냉수의 영향이 對馬島 서쪽에서까지 관찰되며, 영일만, 울산 등지의 연안 가까이에서는 湧昇현상도 있다. 예를 들면, Lim and Chang (1969)은 1932-1941년, 1962-1967년의 해양자료에 근거, 대한해협에서의 저층의 냉수는 전술한 울기남동쪽 8-18해리의 해저를 따라서 연구지역에 가까운 西水道에만 썩기狀으로 있으며, 계절별 변화가 심해서 6월에 나

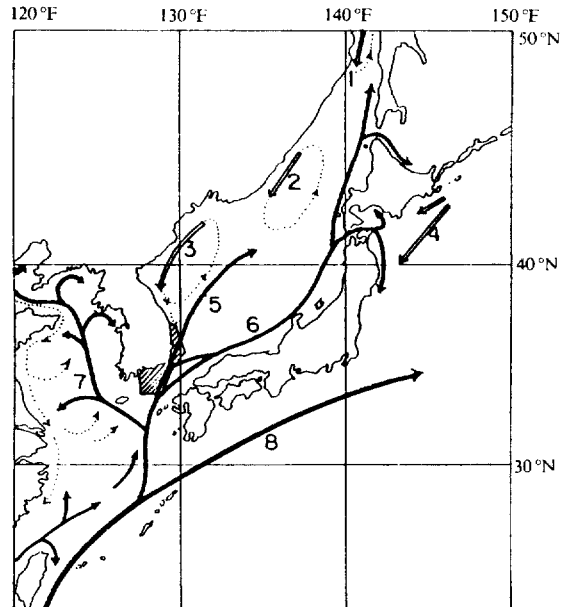


Fig. 2. Study area with current systems around the Korean Peninsula and the Japanese Islands (after Ujiie, 1973 adopted from Uda, 1934). 1, Liman Cold Current; 2, Maritime Province Cold Current; 3, North Korea Cold Current; 4, Oyashio Cold Current; 5, East Korea Warm Current; 6, Tsushima Warm Current; 7, Yellow Sea Current; 8, Kuroshio Warm Current.

타나기 시작해서 8월에 가장 강하며, 2월에는 사라진다고 보고했다. 남쪽한계는 불확실하나, 부산앞을 지나서(허, 1975) 대마도 서쪽 남쪽끝까지 이른다고 보고했다(Lim, 1973). 그들에 의하면, 저층의 냉수와 상부의 따뜻한 해수사이의 경계는 동쪽으로 감에 따라 깊어지며, 냉수는 한국해안 가까이에서는 용승하기도 한다. 대한해협 저층수는 尙馬中層水(Intermediate Waters)와 東海中層水가 섞이기 때문에 만들어지며 겨울에는 高塩分의 尙馬中層水가 동해입구에서 빨리 가라앉아서 東海中層水의 대한해협유입을 막는다고 보고했다(An, 1974). 따라서 2월에는 저층수가 사라진다는 Lim and Chang(1969)의 보고는 이 현상과 관계있으리라 생각된다. 우리나라 東海岸의 冷水塊형성에는 바다-대기간의 熱水支가 작용하며(한, 1972) 형성된 저층냉수 및 상부 따뜻한 물의 밀도와 운동, 해면에 대한 바람의 영향 및 해저지형, 조석 등과도 관계있으리라 믿어진다(Lim, 1973; 承, 1974; Lee, 1978; 김과 정, 1982).

Kim and Han(1972)은 연구지역의 살아있는 유공충과 죽은 유공충을 합한 全体群集의 組成,

分布, 水深에 따르는 군집 등을 연구했으며, 울기연안의 용승현상도 기록했다. 연구지역 중앙부 강기곶-부산 남쪽사이의 堆積物, 부유물질 및 現世堆積作用이 Park(1982, 1984, 1985), 朴(1983), Park and Choi(1986)에 의해서 연구되었으며, 이에 따르면 현생퇴적 작용은 연안을 따르는 mud지역에서만 진행되며 바깥쪽 모래는 殘留堆積物이다. 부산-거제도 남쪽에서의 後第四紀 및 現世堆積環境이 Suk(1986)에 의해서 연구되었다. 이에 따르면 粗粒質 砂質 및 礫質퇴적물은 잔류퇴적물이다. 또한 연안보다는 중앙부에서 현세해류보다 古海流가 더 강했다. 大韓海峽의 西水道를 포함한 대한해협 퇴적물내의 浮游有孔蟲의 군집분석을 통하여, 군집간의 부유유공충의 조성차이는 生態的 요인보다는 堆積學的 環境이 더 작용하는 것으로 판단됐다(Ujiié, 1973).

이 연구의 목적은 우리나라 남동해저에서 산출되는 底棲有孔蟲 전체군집의 군집분석을 통한 生物場(Biotope)과 해류와의 관계를 규명하는 데에 있다.

Table 1. Location of stations associated with water depths and of sediments (after Kim and Han, 1972).

Station	Location	Depth	Type of Sediment
C12-1	About 10 Km SE of Chukpyon	About 30 m	Mud
C11-3	About 30 Km SE of Chukpyon	About 150 m	Mud
C10-1	About 5 Km E of Uljin	About 80 m	Mud
C7-3	About 25 Km NE of Chuksan	About 150 m	Muddy sand
C5-6	About 60 Km E of Chuksan	About 1,500 m	Mud
C3-1	About 30 Km SE of Chuksan	About 90 m	Mud
C1-1	About 10 Km of Cape Janggi	About 100 m	Mud
209-4	35° 47.3 'N; 129° 32.8 'E	62 m	Mud
209-6	35° 41.3 'N; 129° 49.0 'E	About 220m	Sandy mud
209-7	35° 36.8 'N; 130° 00.3 'E	250 m	Sand
209-8	35° 30.8 'N; 130° 16.9 'E	About 200m	Sand
A1-1	About 10 Km SE of Ulgi	106 m	Mud
A1-4	About 40 Km SE of Ulgi	149 m	Sandy mud
A3-1	About 10 Km SE of Jwachon	73 m	Mud
A3-5	About 50 Km SE of Jwachon	150 m	Sandy mud
S2	34° 57.6 'N; 129° 11.2 'E	96 m	Sandy mud
S7	34° 29.6 'N; 180° 41.2 'E	69 m	Sandy mud
S9	34° 15.3 'N; 180° 58.0 'E	110 m	Muddy sand
S16	34° 31.0 'N; 120° 12.2 'E	48 m	Mud
S23	33° 37.3 'N; 128° 09.2 'E	72 m	Sandy mud
S31	34° 06.7 'N; 127° 26.8 'E	41 m	Sandy mud

## 研究材料 및 分析方法

연구에 이용된 재료는 Kim and Han (1972)의 연구결과인 그들의 表 II-4에 나타난 저서 유공충의 산출상태이다. 그들은 21지점의 시료를 연구했으며 위치, 수심, 퇴적상은 表 1에 수록되어 있다. 연구시료채집 및 실내처리 방법은 Kim and Han(1972)에서 설명되어 있으며, 보다 깊은 내용은 그들을 참조하기 바란다. 그들(1972, Tab. II-4)의 연구에서는 底棲有孔蟲 80屬 196種이 산출되었으며, 이들의 결과를 군집분석했다. 群集分析(Cluster analysis)은 1966년 Kaesler에 의해서 멕시코 Baja California의 Todos Santos만의 저서유공충 및 介形類의 生態 및 分布연구에, Maddocks(1966)에 의해서 北 Madagascar의 介形類분포연구에 도입, 응용된 이후, 미고생물 연구에 널리 쓰인다. 군집분석의 기초자료로써 시료(또는 구성種)간의 상관계수나 비슷한 정도가 필요하다. Ujiié and Kusukawa(1969)는 군집분석의 원리상 種의 분포정도에 따르는 상관계수를 사용해야만 한다고 결론지었으나, 많은 연구는 비슷한 정도 즉 相似係數를 사용한다. 상사계수에는 여러가지가 있어서 “있고-없음”에 근거한 계수들(Cheetham and Hazel, 1969), 또는 “존재정도”를 고려한 지수(Sanders, 1960) 등이 있으며, 보다 종합적인 논의는 Sokal and Sneath(1963, p. 121-157)에 있다. 이 연구에서는 “있고-없음”에 근거한 Dice상사계수를 사용하였다. Dice상사계수는  $\frac{2C}{N_1+N_2}$ 로 계산되며  $N_1$ ,  $N_2$ 는 비교하려는 2 시료 1, 2내에 각각 존재하는 種의 數이고 C는 양쪽 시료에 공통적으로 존재하는 種의 수이다. 이 연구에서는 單純算術平均(Simple Arithmetic Average)을 사용하여 非加重雙群方法(Unweighted Pair Group Method)으로 분석했다. 非加重雙群方法은 加重雙群方法(Weighted Pair Group Method)보다 원래 상사계수와 더 높은 상관관계에 있음이 실험적으로 밝혀졌으며(Sokal and Sneath, 1963, p. 189), Farris(1969)는 이론적인 근거로 非加重雙群方法을 지지했다(Hazel, 1970).

## 結果 및 論議

## 1. 生物場

群集分析한 결과 남쪽相(Southern facies)과 북쪽相(Northern facies)으로 나누어 진다(Fig. 3). 남쪽상은 시료 A 3-1, A 1-1, S 7, S 9, S 2, A 3-5, S 23, S 31, S 16, A 1-4, 209-8, 209-7 등 12개 지점이며 경상북도 감포 남쪽까지 즉 남쪽 연구지역에 분포한다. 뒤 3개 지점은 깊은相(Deep facies)으로 세분되며 울기 앞 원양에 위치한다. 나머지 9개 지점은 남쪽고유상(South Proper facies)에 해당하며, 연구지역 남쪽에 분포한다. 북쪽상은 시료 C 12-1, C 3-1, C 1-1, C 10-1, C 11-3, 209-4, 209-6, C 7-3, C 5-6 등 9개 지점이며 북쪽 연구지역으로써 감포 북쪽해안 및 연안에 분포한다. 뒤의 3개 지점은 고유相(Proper facies)으로 세분할 수 있으며 비교적 바깥쪽 깊은 곳에 위치한다. 나머지 6개 지점은 연안상(Nearshore facies)이며, 해안을 따라 분포한다(그림 4).

Kim and Han(1972)의 유공충 산출 도표인 Tab. II-4에서 보면 남쪽상은 북쪽상에 비하여, 表가 半定量的인것은 하나, 유공충 개체수가 뚜렷이 대단히 많으며, 산출되는 種의 數가 167:96으로 훨씬 多樣하다. 남쪽상에서도 고유상과 깊은상은 뚜렷한 차이가 있어서 고유상은 깊은상에 비하여 유공충 개체수는 훨씬 많고, 種의 수도 144:70으로 훨씬 다양하다. 북쪽상에서는 연안상이 고유상보다 유공충개체수가 많고, 더 다양하나, 그렇게 큰 차이는 없다(Tab. 2).

남쪽 고유상에 특유한 種가운데에는 *Bolivina robusta*, *Bulimina marginata* 등이 있으며, 이들은 우리나라 동해의 동쪽인 일본중부 本州에 연한 연안에서 확인된 4개의 A, B, C, D형 군집 가운데, A형군집인 수심 50-150m에 분포하며, 對馬海流中層水塊에서 우세한 種들인 *B. robusta*, *Nonion pulchella*, *Elphidium clavatum*, *Elphidium* sp., *Siphogenerina raphana* 및 *Bulimina marginata* 등에 포함된다(Matoba

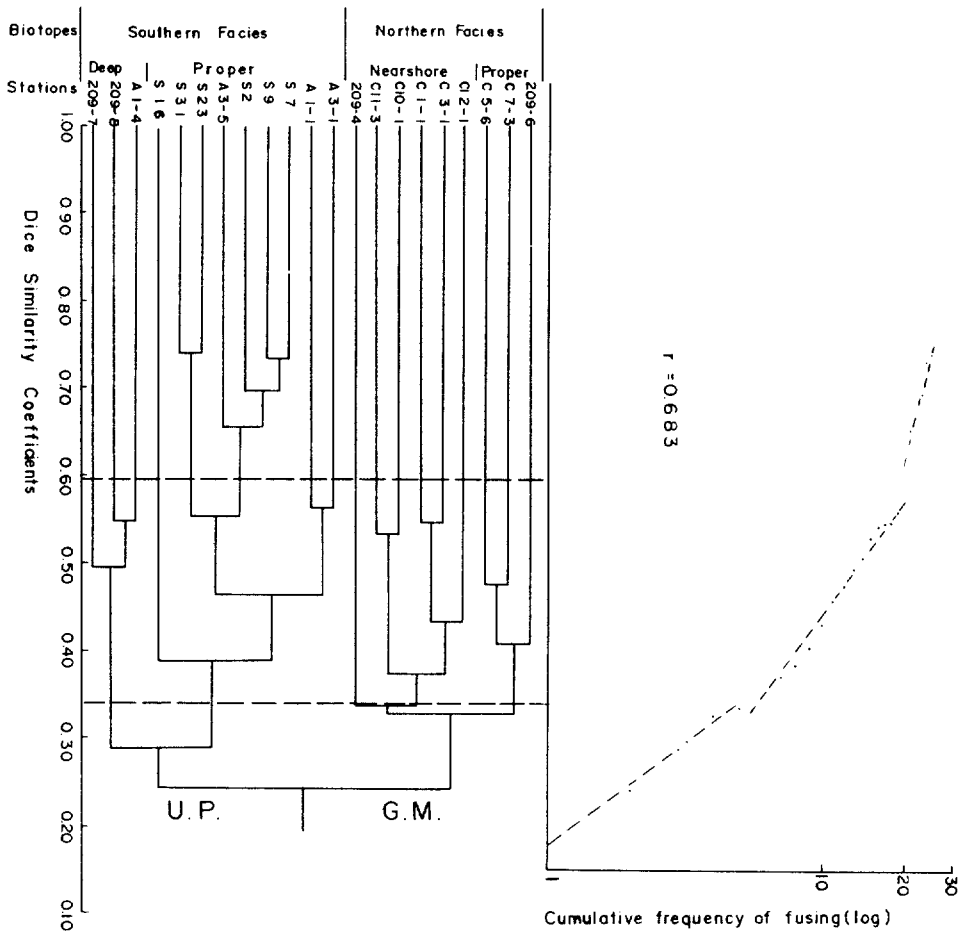


Fig. 3. Dendrogram (UPGM) based on Dice similarity coefficients, associated with the cumulative frequency of fusing to present a criterion for subdividing stations into clusters.  $r$  means Pearson's product-moment correlation coefficient.

and Nakagawa, 1972, p.667). 산출되는 유공층과 전술한 연구지역에서의 해류를 고려할 때 남쪽고유상은 対馬暖流의 영향이 압도적이라 생각된다. 남쪽 깊은상은 남쪽고유상의 조성과는 다르고, 개체수, 種의 數도 뚜렷이 다르다는 점을 감안하면, 남하하는 底層冷水의 영향이 큰 것으로 생각된다. 실제 1966-1970년까지의 黒潮共同調査研究 (CSK: Cooperative Study of Kuroshio and Adjacent Regions) 자료에 의하면 한국남동해 저층의 냉수는 북위 37°의 죽변 앞 근해에서 수심 100m 정도의 等深線을 따라 영일만 앞 근해까지 내려오며, 여름에는 울산근해에서 용승하며, 경우에 따라서는 해면에서 관찰되지 않기도 한다(An, 1974). 김과 정 (1982)

은 1981년 9월 포항, 감포해역의 수심 100 - 200m에 존재하는 해수가 수심 75-100m의 울기연안 10해리 이내를 따라서 大韓海峽에 도달함을 관찰했으며 이 저층냉수는 수온, 염분, 용존산소의 관계로 보아 남하한 北韓寒流로 결론지었으며, 1982년 4월에 관찰된 포항-감포안해역 수심 100-200m의 냉수가 北韓寒流系水인지 東海固有水인지 구별하기 어렵다 하였다.

남쪽상 전체에 특유한 *Nonionella stella* 는 Matoba and Nakagawa (1972)에 의하면 北東日本 秋田대륙붕의 대마해류하에서 대단히 풍부한 種이다. C형 군집은 수심 200-1,000m의 東海固有水塊에 분포하며 *Uvigerina*, *Angulogerina* (= *Trifarina*) *kokozuraensis*, *Trocha* -

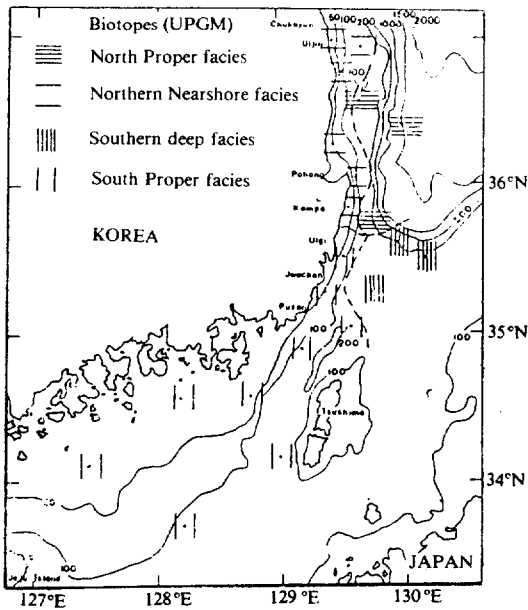


Fig. 4. Total benthic foraminiferal biotopes based on UPGM in the southeastern sea of Korea.

*mmina japonica* 등이 우세하며, B형은 A-C 변형으로 第二躍層에 해당하는 수심 150 - 250 m에 분포하며, *Cassidulina*가 가세한 군집이다. 이를 참고할 때 *C. norcossi*, *Uvigerina akitaensis*, *U. peregrina dirupta*, *T. kokozuraensis*가 우세한 북쪽 연안상은 B형에 해당한다고 볼 수 있다. 북쪽 고유상에서는 *Globocassidulina japonica*, *C. translucens*, *T. kokozuraensis*가 우세하다는 사실과, 채집된 시료들이 해안에서 비교적 멀리 떨어져 있다는 사실을 고려하면 북쪽연안상보다는, B형에서 더 멀다고 할 수 있다. 실제 시료 C 5-6는 수심이 1,500m정도로서 이는 B형의 서식 환경과는 거리가 멀다고 생각된다. 연구지역이 일본중부지방 서쪽에 연한 東海연안에서 멀다는 점을 감안하면 연구지역의 북쪽상이 일본 중부에서의 B형에 속한다라기 보다는, 그에 해당하는 연구지역에서의 水塊를 생각하는 것이 타당하다고 생각된다. 연구지역에서 그에 해당하는 水塊는 남하하는 北韓寒流와 東海固有水를 생각할 수 있다. 北韓寒流는 東海의 寒流水系로 Vladivostok 동쪽에서 발원하여 우리나라 동해안까지 내

러오며, 북쪽상 특히 북쪽 연안상과 일부 북쪽 고유상에도 큰 영향을 미쳤으리라 생각된다. 북쪽상에서는 유공충이 비교적 적게 산출되며, *U. peregrina dirupta* 및 *T. kokozuraensis*가 우세하다는 점을 고려하면 동해고유수의 영향을 생각할 수 있다. 실제 북쪽고유상에는 동해고유수의 영향이 있을 것으로 믿어진다. 다른 연변해(marginal sea)에 비하여 東海深海水 순환은 특징적이다. 즉 Bering海나 Okhotsk海와는 달리, 太平洋深海水(Pacific Deep Water)가 유입되지 못하며, 독특한 수직순환이 생겨서 東海固有水(Japan Sea Proper Water)가 만들어진다. 동해고유수는 그 성질이 대단히 일정해서 수심 200m부터 해저까지 水温은 0~0.5℃, 鹽分은 34.0~34.1‰이며 용존산소도 대단히 높고 일정해서 5.8~6.0ml/l이며, 이러한 균질한 현상은 동해고유수가 만들어지는 위치와 환경이 비슷해서 생기는 현상으로 볼 수 있다(Hidaka, 1966). 따라서 앞서 이야기한 시료 C 5-6수심이 1,500m정도되는 사실을 고려하면 東海固有水의 영향이 절대적이며, 반면 시료 C 7-3와 209-6은 위치와 수심을 고려할 때, 동해고유수의 일부 영향도 있겠으나, 北韓寒流의 영향을 더 받는다고 보는 것이 합리적이라 생각된다.

Kim and Han(1972)의 表 II-2의 저서유공충 조성에 의한 相(Facies)에서 Facies III인 수심 약 250m의 시료 209-7과 수심 약 200m인 Facies IV인 시료 209-8은 이 연구에서는 남쪽 깊은상에 해당되며, Facies I인 수심 약 80m인 시료 C 10-1은 북쪽 연안상에 해당된다. Facies II인 수심 약 130m의 시료 C 7-3은 북쪽고유상에 해당된다.

Kim and Han(1972, Tab. II-4)에서 보면 浮游有孔蟲도 9속 23종을 확인했으며 이들의 산출은 남쪽고유상에서는 개체수도 많고, 多樣해서 *Globoquadrina dutertrei*, *Pullenia obliquiloculata*가 대단히 우세하고, *Globigerina bulloides*, *Turborotalia*(=*Globorotalia*) *inflata*, *Globigerinoides* spp. 등이 비교적 우세하고 *Globigerina falconensis*, *Globorotalia*

Table 2. Occurrence of species according to biotopes (UPGM) (based on the semi-quantitative faunal list of Kim and Han, 1972). One asterisk shows the species in A-type assemblage and two asterisks those in C-type assemblage; B-type assemblage includes species A-C transition assemblage and *Cassidulina* after Matoba and Nakagawa (1972).

Biotopes	Southern facies			Northern facies		
	Proper facies	Deep facies	Both	Nearshore facies	Proper facies	Both
Foram. Number	Very abundant	Common	abundant	small	Very small	Very small
Number of species	144	70	167	77	63	96
Highly dominant species	<i>A. takanabensis</i> <i>H. nipponica</i> <i>L. lucidus</i> <i>P. gaimardii</i> <i>B. robusta</i> *	<i>k. baccata</i> <i>japonica</i> <i>E. advenum</i> <i>C. yabei</i>	<i>H. nipponical</i> <i>A. takanabensis</i> <i>E. advenum</i> <i>L. lucidus</i> <i>B. robusta</i> *	<i>C. norcozzi</i> <i>U. akitaensis</i>	<i>G. japonica</i>	<i>C. norcozzi</i> <i>U. akitaensis</i> <i>T. kokozuraensis</i> **
Dominant species	<i>E. haidingeri</i> <i>E. advenum</i> <i>C. pseudoungerianus</i> <i>B. marginata</i> * <i>B. frigida</i> <i>F. labradoricum</i> <i>U. proboscidea vadeszens</i>	<i>H. nipponica</i> <i>C. sublimbata</i> <i>E. crispum</i> <i>B. ? makiyamae</i> <i>C. subpraecinctus</i>	<i>E. haidingeri</i> <i>P. gaimardii</i> <i>C. pseudoungerianus</i> <i>B. frigida</i> <i>B. marginata</i> * <i>F. labradoricum</i> <i>U. proboscidea vadeszens</i>	<i>U. peregrina</i> <i>dirupta</i> <i>T. kokozuraensis</i> <i>E. naraensis</i>	<i>C. translucens</i> <i>T. kokozuraensis</i> ** <i>U. akitaensis</i>	<i>C. japonica</i> <i>U. peregrina</i> <i>dirupta</i>
Indigenous species	<i>B. robusta</i> * <i>A. umbilicatum</i> <i>B. substriatula</i> <i>E. haidingeri</i> <i>G. nipponica</i> <i>L. lucidus</i> <i>N. stella</i> <i>L. depressus</i> <i>L. orbicularis</i> <i>U. proboscidea vadeszens</i> <i>A. takanabensis</i> <i>P. gaimardii</i> <i>Q. lamarckiana</i>	<i>C. sublimbata</i>	<i>H. nipponica</i>          <i>B. ? makiyamae</i> <i>E. advenum</i>		<i>C. translucens</i> <i>G. setanaensis</i>	<i>T. kokozuraensis</i> ** <i>U. peregrina</i> <i>dirupta</i> <i>C. norcozzi</i>
Universal species	<i>F. marginata</i> <i>C. aknerianus</i> <i>G. japonica</i>	<i>B. marginata</i> * <i>F. labradoricum</i>	<i>U. akitaensis</i> <i>E. clavatum</i> * <i>C. subpraecinctus</i>	<i>E. naraensis</i>		

*menardii* 등도 있다는 점을 고려하면 이는 亜熱帶區 (Subtropical province)에 속하며 뚜렷한 난류의 영향이다. 남쪽깊은상에는 *G. dute-rtrei*, *P. obliquiloculata*가 적어지는 반면, *Globigerina pachyderma*가 대단히 많아지는 점을 고려하면 *G. pachyderma*의 특징적인 “감기는 방향”이 조사되지는 않았지만 이 조성은 亞熱帶-熱帶種과 亞寒帶種이 섞여서 산출되는 漸移區 (Transition province)에 해당된다. 반면 북쪽상에는 *G. pachyderma*가 군집의 대부분을 차지하며 몇 종으로 되어 있어서 亞極區-極區 (Subpolar-Polar province)에 속하며 이는 뚜렷한 찬물의 영향이다 (Bé, 1977). 이러한 현상을 볼 때, 연구지역의 남쪽에는 난류가, 북쪽에는 한류가 우세하다고 볼 수 있다. 북

쪽연구지역은 우리나라 동해안을 따라 북상하는 東韓暖流의 영향하에 있는 것으로 보고되기도 했으나 (Hidaka, 1966, Fig. 6), 그렇지만은 않은 것 같다. 실제 앞서 이야기한 Ujiié (1973, Text-Fig. 1)의 1934년 Uda에서 인용한 우리나라와 일본 주변의 해류를 보면, 연구지역 북쪽까지는 北韓寒流가 동해안을 따라 남하하는 것으로 되어 있으며 東韓暖流는 연구지역의 북동쪽으로 올라가는 것으로 되어 있다 (Fig. 2). 김과 김 (1983)에 의하면 北韓寒流系水는 冬季보다 夏季에 더 우세하게 남하하여, 1973년의 경우 속초, 주문진 즉 연구지역의 북쪽끝까지에는 연중 존재하나 목호 이남으로 내려오면서는 급격히 축소되며 여름 (8월)에는 죽변, 장기곶 해역에서는 극히 연안에서만 관찰되며 가을-겨울

(10, 12월)에는 외해에서 관찰되었다. 1963-1979년까지의 하계 해양자료에 근거, 대마해류의 북상한계를 검토한 Hong and Cho(1983)에 의하면, 대마해류는 연구지역의 오른쪽 가장자리를 지나서 북상한다. 따라서 과거의 연구, 관찰 등을 고려할 때, 연구지역의 북쪽이 찬물의 영향을 받은 것은 연구지역이 해안에 비교적 가까워서 남하하는 북한한류 및 동해고유수의 영향을 받는 것으로 생각되며, 대마난류의 연속인 동한난류는 연구지역의 오른쪽 해역을 통해서 북상하는 것으로 생각된다.

시료간의 원래상사계수와 군집으로 묶는 데에 사용된 값간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson's Product-moment Correlation Coefficient (r)를 구했다. 이값은 0.683으로 Guilford(1950, p. 164-165)에 의하면 상대적이긴 하나 중간상관관계(moderate correlation)에 실질적인 관계(substantial relationship)를 갖는다고 할 수 있다.

## 2. 論 議

분석된 군집이 살아있는 개체와 죽은 개체를 합한 전체군집이므로 생태적 요인 및 유공충死後變化(Post-mortem Changes) 요인이 작용했다. 전자에는 위치, 지형, 海流, 底質, 서식생물에 따르는 生物間關係 등으로 유공충의 棲息水塊(Ecological Water Mass)에 관련되며, 후자에는 껍질의 운반, 껍질의 기계적 파괴나 화학적 용해에 의한 소실, 뒤섞임 등의 변화가 있다(Murray, 1976, 1984). 그러므로 전체군집은 연구지역에 영향을 미치는 水塊에 따르는 생태적 요인 이외의 요인에 의한 변화를 나타내며, 따라서 연구지역의 각 水塊에 따르는 살아있는 底棲有孔蟲의 群集을 조사, 연구할 필요가 있다. 연구지역에 서식하는 살아있는 저서 유공충의 조성, 분포, 서식수심범위, 다양성, 미고생물학적 특징을 연구함으로써 원래 살아있을 때의 생태와 유공충 사후 변화의 영향을 최대한으로 알 수 있고 사후 변화의 요인도 알 수 있기 때문이다. California 연안(Douglas and Heitman, 1979)이나 Mexico 灣(Poag, 1981)

등에서는 이러한 연구가 많이 되어 있다. 실제 이 연구에서 인용한 Matoba and Nakagawa(1972) 자료는 같은 동해內이기는 하나 연구지역에서 먼 지역의 연구자료이므로 연구지역과의 자연환경의 차이에 기인한 유공충군집에 차이가 있다는 점을 인정해야 한다.

이 연구에서는 묶인 시료들을 相으로 나누는 데에는 Ujiié(1973)의 頻度累積代數值(Cumulative and Logarithmic Values of the Frequency)를 사용했다. 그림 3에서 보다시피 Dice 계수 0.60과 0.35부근 2곳에서, 시료들의 묶인 순서를 적은 점들을 연결하는 가장 근사한 직선의 기울기에 현저한 변화가 보이며 따라서 0.35근처의 값을 택해서 相으로 나누었다. 그러나 相으로 나누는 값을 택하기에 따라 相이 영향받으므로, Kaesler(1966, p.33)는 “생물상 분석에서 가장 좋은 방법은 아마도 어떤 선을 긋지 않고 Dendrogram 자체를 그대로 놓아 두는 것”이라 하였다(Mello and Buzas, 1968). 이 연구에서는 위에서 이야기했듯이 상사계수 0.35근처에서 상으로 나누었지만 다른 값에서 상으로 나누는 것이 자연상태에 보다 가깝고 의미있을 수 있다는 가능성을 배제할 수 없다. 이 연구에서는 비가중평균방법에 의한 생물장을 논의했지만, 가중평균방법에 의한 생물장이 보다 의미있을 수도 있다. 또한 Dice 상사계수 아닌 다른 계수를 택하고, 단순산술평균에 의한 방법이 아닌 다른 방법을 택한다면 이 연구결과와 비슷할찌라도 다른 결과가 나올 수 있다는 가능성을 생각할 수 있다.

## 謝 辭

이 연구는 한국과학기술원 해양연구소의 지원하에 이루어졌다.

## 參考文獻

- 김구, 정종률, 1982, 대마난류의 Branching과 대한해협 저층맹수의 기원. Oceanographic studies on the South eastern sea of Korea, 서울대학교 기초과학연구소 보고서, p.2-40.



- 김철호, 김구, 1983, 韓國東海岸에 出現하는 冷水塊의 特性과 起源, 韓國海洋學會誌, 18: 73-83.
- 朴龍安, 1983, 韓國大陸棚의 喜로세 堆積作用의 本質과 堆積相, '83국내의 한국과학기술자학술회의 논문집 하계 심포지움(별쇄), 1-8.
- 수로국, 1982, 한국해양환경도, 수로국 서지 1451호, 서울, 41p.
- 承永鎭, 1974, 8월의 韓國東岸에서의 水温分布에 關한 力學的 考察, 韓國海洋學會誌, 9: 52-58.
- 한영호, 1972, 1월의 동해남서해역에서의 열수지와 대한해협 냉수괴, 韓國海洋學會誌, 7: 19-23.
- 허영규, 1975, 1973년 한국해협의 수온, 염분 및 저층수에 대하여, 수로기술연보 1973-1974, 수로국 서지 1101호: 3-5.
- 洪承明, 1968, 한국연해의 표면염분의 년변화, 수로연보 1967, 수로국 서지 제 1101호, 183-192.
- An, H.S., 1974, On the cold water mass around the southeast coast of Korean peninsula. J. Oceanol. Soc. Korea, 9: 10-18.
- Bé, A.W.H., 1977, An ecological, zoogeographic and taxonomic review of Recent planktonic foraminifera, in: Ramsay, A.T.(ed.), Oceanic Micropaleontology, Academic Press, London, 1: 1-100.
- Cheetham, A.H. and Hazel, J.E., 1969, Binary (presence-absence) similarity coefficients. J. Paleont., 43: 1130-1136.
- Douglas, R.G. and Heitman, H.L., 1979, Slope and basin benthic foraminifera of the California Borderland, in: Doyle, L.J. and Pilkey, O.H. (eds.), Geology of Continental Slopes, S.E.P.M. Spec. Pub. 27, p. 231-246.
- Emery, K.O., 1968, Relict sediments on continental shelves of world. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull., 52: 445-464.
- Farris, J.S., 1969, On the cophenetic correlation coefficient. Syst. Zool., 18: 279-285.
- Guilford, J.P., 1950, Fundamental statistics in psychology and education. McGraw-Hill Book, Co., New York, 633p.
- Hazel, J.E., 1970, Binary coefficients and clustering in biostratigraphy. Geol. Soc. Am. Bull., 81: 3237-3252.
- Hidaka, K., 1966, Japan Sea, in: Fairbridge, R.W. (ed.), The Encyclopedia of Oceanography, Encyclopedia of Earth Sciences, Series, van Nostrand Reinhold Co., New York, 1: 417-424.
- Hong, C.H. and Cho, K.D., 1983, The northern boundary of the Tsushima Current and its fluctuations. J. Oceanol. Soc. Korea, 18: 1-9.
- Kaesler, R.L., 1966, Quantitative re-evaluation of ecology and distribution of Recent foraminifera and Ostracoda of Todos Santos Bay, Baja California, Mexico. Kansas Univ., Palent. Contr. Paper 10, 50p.
- Kim, B.K. and Han, J.H., 1972, A foraminiferal study of the bottom sediments off the southeastern coast of Korea. United Nations ECAFE, CCOP Tech. Bull., 6: 13-29, pls. II-1-11-4.
- Lee, K.B., 1978, Study on the coastal cold water near Ulsan, J. Oceanol. Soc. Korea, 13: 5-10.
- Lim, D.B., 1973, The movement of the cold water in the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea, 8: 46-52.
- Lim, D.B. and Chang, S.D., 1969, On the cold water mass in the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea, 4: 71-82.
- Maddocks, R.F., 1966, Distribution patterns of living and sub-fossil podocopid Ostracodes in the Nosy Bé area, Northern Madagascar. Kansas Univ., Paleont. Contr. Paper 12, 72p.
- Matoba, Y. and Nakagawa, H., 1972, Recent foraminiferal assemblages from the continental shelf and slope off Akita, Japan sea coast of northeast Japan. in: Prof. Jun-Ichi Iwai memorial volume, p. 657-671 (in Japanese with English abstract).
- Mello, J.F. and Buzas, M.A., 1968, An application of cluster analysis as a method of determining biofacies. J. Paleont., 42: 747-758.
- Murray, J.W., 1976, Comparative studies of living benthic foraminiferids, in: Hedley, R.H. and Adams, C.G. (eds.), Foraminifera, 2: 45-109.
- Murray, J.W., 1984, Benthic foraminifera. Some relationships between ecological observations and palaeoecological interpretations, in: Oertli, H.J. (ed.), Benthos '83: 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 1983), p. 465-469.
- Park, Y.A., 1982, The nature of Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the south-east coasts of Korea. Res. Inst. Bas. Sci. Seoul Nat. Univ., p. 86-102.
- Park, Y.A., 1984, The nature of Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the southeastern coast of Korea. Proceed. Coll. Nat. Sci., Seoul Nat. Univ., 9: 127-134.
- Park, Y.A., 1985, Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the south-east coast of Korea-A further evidence of relict sediments. J. Oceanol. Soc. Korea, 20: 55-61.
- Park, Y.A. and Choi, J.Y., 1986, Factor analysis of the continental shelf sediments off the southeast coast of Korea and its implication to the depositional environment, J. Oceanol. Soc. Korea, 21: 34-45.
- Poag, C.W., 1981, Ecologic atlas of benthic foraminifera of the Gulf of Mexico, Marine Science International, Woods Hole, 174p.
- Sanders, H.L., 1960, Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of the soft-bottom community, Lim. & Oceanogr., 5: 138-153.
- Sokal, R.R. and Sneath, P.H.A., 1963, Principles of numerical taxonomy. W.H. Freeman & Co., San Francisco, 359p.
- Suk, B.C., 1986, Depositional environment of Late Quaternary sediments and suspended particulate matter on the southeastern continental shelf, Korea, J.

- Geol. Soc. Korea, **22**: 10-20.
- Uda, M., 1934, Hydrographical studies based on simultaneous oceanographical surveys made in the Japan Sea and in its adjacent waters during May and June, 1932. *Oceanogr. Works Japan, Rec.*, **6**: 19-107.
- Ujiié, H., 1973, Sedimentation of planktonic foraminiferal shells in the Tsushima and Korea Straits between Japan and Korea. *Micropal.*, **19**: 444-460.
- Ujiié, H., and Kusukawa, T., 1969, Analysis of foraminiferal assemblages from Miyako and Yamada Bays, northeastern Japan. *Nat. Sci. Mus., Tokyo, Bull.*, **12**: 735-772.
- Zheng, Q.A. and Klemas, V., 1982, Determination of winter temperature patterns, fronts, and surface currents in the Yellow Sea and East China Sea from satellite imagery. *Remote Sensing of Environ.*, **12**: 201-218.

---

*Received July 24, 1986*

*Accepted August 22, 1986*