

底棲有孔蟲 연구를 위한 研究材料處理 및 基礎分析

蔣 舜 權

韓國科學技術院 韓國海洋研究所

Sample Treatment and Basic Analysis for the Study of Benthic Foraminifera

Soon-Keun Chang

Korean Ocean Research and Development Institute, P.O. Box 29, Ansan City 171-14, Korea

요약: 현생 저서유공충의 연구방법, 특히 연구재료의 채집에서부터 유공충개체수의 계수과정까지를, 소홀히 하기 쉬운 처리과정에 유의하면서, 상세히 설명하였다. 아울러서 표준으로 쓸 만한 방법을 제시하였다. 혼련된 솜씨에 의한 일관적인 방법의 적용은 연구결과에 비교해 대단히 중요하다. 기초적인 연구재료 분석항목 즉 유공충의 절대 개체수와 보존상태, 다양성, 피각의 조성에 따르는 구성비율, 우점도, 향사도 및 저서유공충 군집에서 부유유공충의 산출을 적절한 예를 들어가면서 설명하였다.

Abstract

The most usually adopted methods from the collection of samples, laboratory procedures, to basic analysis of assemblages for the quantitative study of benthic foraminifera are reviewed. Standard methods of treatment of samples with emphasis on the effective detection of contamination through routine dip of sieved into Methylene Blue solution after every washing of samples are proposed to minimize differences due to individuals and for comparisons of results in future. Some basic characteristics for the quantitative analyses are also reviewed with appropriate examples. These characteristics are related to foraminiferal abundance, wall structures, condition of test conservation, diversity and related characteristics, faunal similarity between samples, and occurrence of planktonic foraminifera.

I. 緒 論

底棲有孔蟲은汽水에서高塩分の 환경에까지 서식하며, 소량의 시료에서도 많은 개체가 산출된다는 점때문에 가장 많이 연구된 微生物의 하나이다. 따라서 저서유공충의 연구방법, 특히 현장에서의 試料採集方法 및 室内處理方法 및 分析方法은 많이 연구되었다(Boltovskoy and Wright, 1976; Zachariasse et al., 1978; Douglas, 1979; Feyling-Hanssen, 1983).

이 연구에서 인용된 연구재료는 1981년 이후, 한국과학기술원 해양연구소에서 수행한 沿岸海

洋地質調査研究(韓國海洋研究所, 1981, 1982), 黃海堆積環境研究(韓國海洋研究所, 1983, 1984, 1985, 1986; 蔣舜權·鄭惠京, 1987), 光陽灣研究(Chang, 1984a; 蔣舜權, 1986) 등의 연구재료로써, 潮間帶 및 海底表面堆積物 처리는 Murray (1968)의 방법을 사용했다.

이 연구의 목적은 學術的이라기보다는, 단순한 機能的 業務로 생각되어 소홀히 되기 쉬운, 시료채집에서부터 실내처리까지의 여러 단계를 자세히 설명함으로써, 方法의 차이에 따르는 인위적 差異를 最少化할 수 있는 방법을 제시하는 데에 있다. 또한 기본적인 필요한 자료

분석방법을 예시하는 데에 있다.

II. 謝 辭

이 연구는 韓國科學技術院 海洋研究所의 지원에 의하여 이루어졌다.

III. 試料採集 및 保存

1) 試料採集

底棲有孔蟲은 海底表面으로부터 16cm에서 까지 살아있는 개체가 발견되었으나(Boltovskoy, 1965), 대개의 경우, 表面 1-2cm에 주로棲息하는 것으로 알려져 있다. 따라서 살아있는 유공충의 연구가 목적이면, 潮間帶이든 海底이든, 상부 1cm 정도를 채집하여야 한다. 상부 1cm를 채집하는 시료채집기가 고안되어 있으며(Fig. 1), 연구목적에 따라서는 시료깊이를 고려, 몇 층으로 나누어서 채집하여야 한다.

海底堆積物 채집장비는 여러가지가 있으나(Hopkins, 1964), 地球化學試料採集用 箱子形試錐機(Geochemical Box Corer)가 堆積狀態가 교란되지 않고, 그대로 보존된 시료를 채집할 수 있는 장비로 알려져 있다(Douglas, 1979).

Field note에는 시료채집한 사람, 시료채집年, 月, 日, 時, 위치(위도, 경도), 수심, 작업시간, 기상, 해상상태, 퇴적물의 肉眼觀察, 즉 색깔, 粒度, 굳기, 含水程度, 기타물질(조개껍질, 生物體等) 및 특이사항 등을 定性的으로라도 기록해서 뒷날 연구에 참고해야 한다.

2) 防腐

表面試料는 살아있는 유공충의 연구를 위하여 防腐處理하여야 한다. 이에는 두 방법이 있다. 하나는 70% Ethyl alcohol(C_2H_5OH)을 쓰는 방법으로, 보통 99.9%工業用을 사용해도 되며 시료가 mud나 sandy mud 등 水分이 많은 경우, 대략 試料 半, 알콜 半 정도면 된다고 생각된다. 실제 500m/병에 mud를 200m(10cm × 20cm × 1cm) 채집한 후에 99.9% 工業用 Et-

hyl alcohol을 비슷한 量 가하면 된다. 다른 하나는 Formalin을 쓰는 방법이다. 市販되는 液相 Formalin을 100%로 보고, 물이나 海水로써 10% 정도로 稀釋해서 사용하면 된다. 이때 Hexamethyltetramine($C_6H_{12}N_4$) 200-250g 또는 Borax($B_2Na_4O_7$) 20g 정도를 Formalin 1l에 가해서 中和시켜야 한다. 그렇지 않으면 pH가 낮아지면서, 탄산칼슘으로 된 유공충껍질들이 溶解될 수 있다. 이때 유의할 것은 알콜이나 Formalin을 가한 뒤, 잘 흔들어서 충분히 섞이도록 해야 한다는 것이다.

Formalin은 Ethyl alcohol보다 값도 싸고 소량이 필요하나, 찌르는 듯한 냄새가 눈, 코, 입 등 粘膜을 자극하며, 심한 경우, 죽음에 이르는 毒劇物이므로 사용시 조심해야 한다. 따라서 비용이 더 들고 취급해야 할 量이 많더라도, 工業用 99.9% Ethyl alcohol의 사용을 권장한다. 工業用 99.9% Ethyl alcohol은 불붙기 쉽고, 제조과정중 소량의 Methyl alcohol이 불순물로 혼입될 수 있으므로, 이를 마시면 죽음에 이른다는 사실을 명심해서 주변사람들에게 반드시 주의를 환기시켜야 한다(Boltovskoy and Wright, 1976).

3) 試料保管

현장에서 시료를 방부처리한 직후, 시료병에는 시료번호, 채집수심, 채집年月日을 기록해야 한다. 이때 유의할 것은 시료병뚜껑을 꼭 닫아야 한다는 것이다. 실제 흔들리는 배 위에서 mud 등 퇴적물채집을 하는 경우, mud가 뚜껑의 홈에 끼어서 뚜껑이 꼭 닫혀지지 않는 경우가 종종 있다. 따라서 뚜껑을 반드시 꼭 닫음으로써 운반 등의 과정에서 방부제가 휘발되거나 흘러나가지 않도록 해야 하며, 흘러 내린 알콜에 의해서 시료병의 명찰이 지워질 수도 있다는 사실을 유의해야 한다. 시료병은 깨어지기 쉬운 유리병보다는 plastic병이 더 실용적 이기는 하나, 못 등 날카로운 것에 찢겨지기 쉽다는 약점도 있다. 뚜껑도 흠뚜껑보다는 이중뚜껑이 더 안전하다. 시료는 더운 곳보다는 시원한 곳(5~15°C)에 보관해야 한다.

4) 기타 연구시료

많은 경비와 인력, 시간을 들여 현장에 나가는 경우, 가능하면, 다른 연구를 위한 시료를 채집할 필요가 있다. 예를 들면, 堆積學的 研究나 地球化學的 研究를 위한 시료가 필요할 것이며, 이 때에도 연구목적에 맞게끔, 시료를 처리, 보존해야 한다.

IV. 실내처리

1) 시료처리량 확인

海洋微古生物, 특히 底棲有孔蟲研究에서 節對個體數는 堆積環境 및 有孔蟲產出要因의 1次指示者로서 이의 연구가 반드시 필요하다. 防腐된 試料를 잘 혼들어서 시료를 대표할

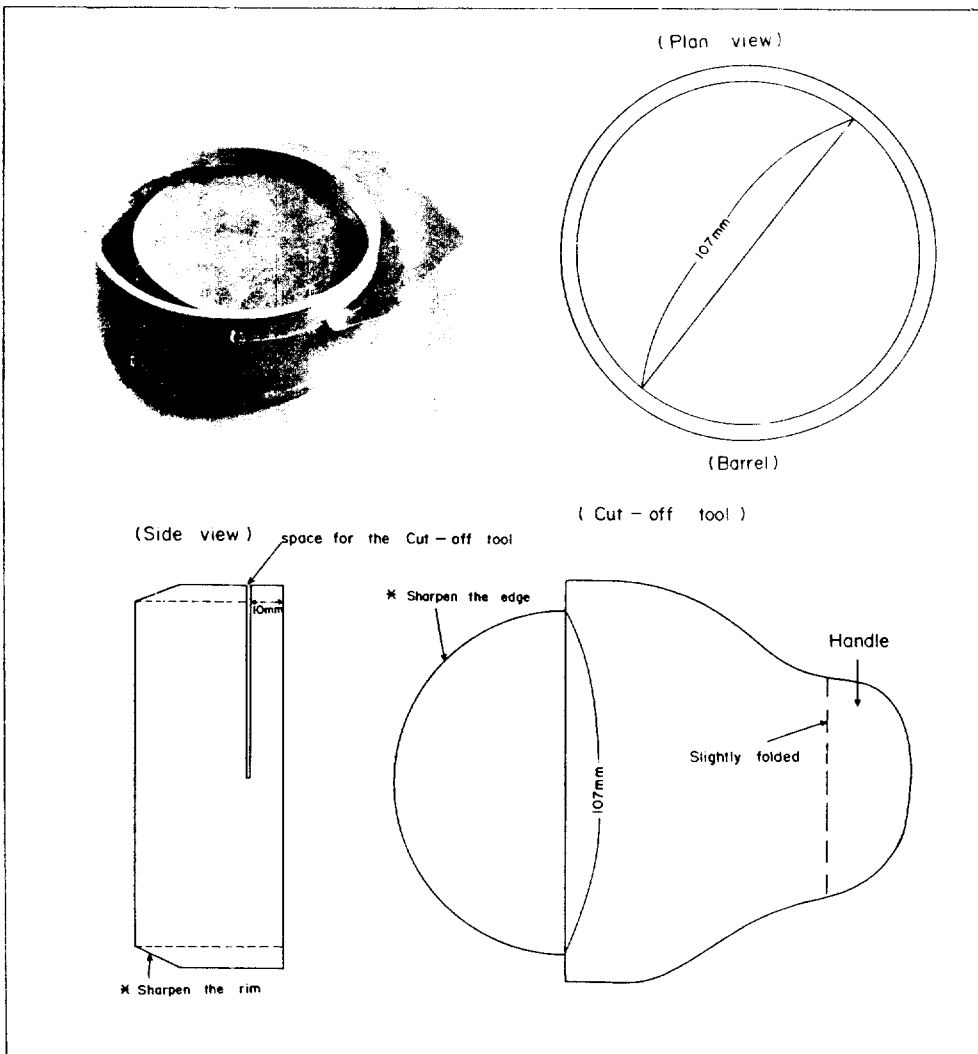


Fig. 1. Sampling tool for the upper 1cm of sediment. Barrel is made of usual plastic pipe while cut-off blade of aluminum of stainless steel (or copper plate). Sharpen the bottom of barrel and the edge of cut-off blade to get easy penetration or cutting, and, in consequence, minimal disturbance of samples.

수 있는 부분을 100ml 또는 그 보다 큰 Mass cylinder에 붓고 약 일주일정도 경과하면 충분히 가라앉아서, 처리한 量을 알 수 있다. 시추심이나 반쯤 굳은, 量을 알기 어려운 시료는 80℃로 하루정도 건조시켜서, 처리한 무게를 잴 수도 있다. 건조시간을 단축시키기 위하여 150~200℃의 고온건조는 유공층이 파괴될 수 있으므로 嚴禁할 사항이다. 젖은 시료를 건조하는 경우, 건조하기 前과, 유공층의 조성에 차이가 난다(Vilks, 1967). 따라서, 될 수 있으면 무게보다는 量을 기준으로 하는 것이 정확하다.

2) 세척

처리량을 확인한 시료를 씻을 때, 체의 눈의 크기는, 학자, 연구목적에 따라 다르나, 가장 많이 쓰이는 크기는 모래크기의 下限인 0.0625 mm 즉, 230-mesh의 Tyler screen이다. 따라서 이 크기의 체를 사용한다면, 같은 체를 사용한다면 다른 연구와 비교 가능하다.

씻을 때에는 유공층의 겹질이 약해서 깨어질 우려가 있으므로, 물줄기를 여러 갈래로 나누어서 비교적 오랫동안 씻어야 한다. 잘 부스러지지 않는 mud덩어리를 깨기 위해서 손가락 끝으로 가볍게 비벼도 유공층은 깨어진다. 따라서, 씻기 전에 시료가 굳은 경우라면, 뜨거운 물을 붓거나 아니면 0.1~0.2% 정도의 Calgon (sodium polymetaphosphate; $(\text{NaPO}_3)_x$) 용액을 가한 후, 하루 정도 놓아 두거나 가볍게 저어주면, 잘 부스러진다. 처리시간을 단축시키기 위하여, 급하게 하면 得보다는 失이 크다.

충분히 씻은 다음에 洗滌殘留物(wash residues)을 비이커에 따라 옮겨 담은 후에, 체가 충분히 들어갈 만큼 큰 그릇, 예를 들면, 市販되는 대야따위에 미리 준비한 1% Methylene Blue($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$) 용액에 기계적으로 체를 담가야 한다. 이 방법은, 혼합된 물질을 발견하는 대단히 좋은 방법이다. 이때 유의할 점은, Methylene Blue 용액은 사용할수록 묽어지게되며, 따라서 진한 색깔을 띠게끔 일정한 농도를 계속 유지해야 한다. 물론, Methylene Blue 용

액에 담은 체를 다시 맑은 물로 용액을 씻어버린 후에, 다음 시료를 세척해야 한다.

3) 염색

Walton이 1952年 발견한, 살아있는 유공층구별방법은 저서 유공층연구에 새로운 章을 열었다(Murray, 1973, 1976a). 이 방법은 0.1~0.2%의 Rose Bengal($\text{C}_{20}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{I}_4\text{O}_6$) 용액에 1시간 정도 담그는 방법으로, 비교적 간단하다. 대개의 연구에서는 세척잔류물을 Rose Bengal로 염색하나, 현장에서 방부제로 사용하는 Ethyl alcohol에 Rose Bengal을 용해시켜 시료에 곧장 염색하기도 한다(Lutze, 1964). 살아있는 개체는 마지막 2~3개의 Chamber가 鮮紅色으로 물들게 되나, 草綠色으로 되는 경우도 있다(Lutze, 1964). 유의할 것은 색소가 겹질에 묻은 개체의 구별해야 하는 것이며, 또 유공층의 색깔이 朱黃色인 種, 예를 들면 *Trochammina* spp. 등은 원래의 색깔과 묻은 색깔을 구별하기 힘들다. 겹질이 두꺼운 유공층, 예를 들면 *Quinqueloculina* spp. 등은 경우에 따라 겹질을 깨어서 염색여부를 확인해야 한다 (Boltovskoy and Wright, 1976).

디아조化合物로써 脂肪의 염색에 쓰이는 Sudan Black B($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{N}_{12}\text{O}$)도 유공층의 염색에 쓰이며 Rose Bengal보다 더 좋은 방법으로 알려져 있다(Walker et al., 1974).

原形質을 염색하는 방법은, 살아 있는 개체, 즉 생명이 있는 개체를 찾는다고 보다는, 原形質有無에 관계되므로, 죽은 경우에라도 原形質이 늦게 부패되면, 살아 있는 개체로 간주된다는 점에 유의해야 한다(Boltovskoy and Wright, 1976; Douglas and Heitman, 1979).

4) 잉여색소제거

염색된 세척잔류물은 최초로 씻은 체로 다시 한번 씻어서, 남은 색소를 없애야 한다. 만약, 이때 잘 씻지 않으면 건조할 때, 잉여색소가 유공층겹질에 묻게되어, 原形質이 묻은 개체와 구별이 어렵게 된다. 잉여색소제거차 씻을 때

에도 채를 반드시 1% Methylene Blue 용액에 자동적으로 담금으로써, 혼합된 유공충 발견에 유의해야 한다.

5) 건조

잉여색소를 충분히 씻어버린 시료는 oven 에서 80℃ 정도로 말려야 한다. 이때 온도가 올라가면서 잉여색소가 나와서 맑은 물이 붉게되면, 이를 따라버리거나, 흡수해서 버리거나, 다시 씻어야 한다.

6) 세척잔류물의 分割 및 有孔蟲選別

저서유공충연구에서 統計學的으로 큰 誤差를 범하지 않는 정도의 최소의 개체수는 300 개 정도이다. 유공충이 너무 많으면, 微量分割器(Microsplitter)를 사용, 분할해야 하며, 이 때에도 1/8, 1/16, 1/32로 되면서는 오차가 커지므로 분할에 조심해야 한다.

雙眼顯微鏡아래에서 유공충을 선별할 경우, 눈에 익은 종류만을 선별할 가능성이 있으므로 tray에 고르게 풀어 뿌린 후, 선별할 필요가 있다(Broisma, 1978). 아니면 比重 1.59~1.60인 四鹽化炭素(CCl₄)나 다른 重液으로 유공충을 浮游시키는 방법도 있다. 四鹽化炭素의 경우, 특유한 냄새가 상당히 강력히 나고, 거름종이로 여과할 경우, 거름종이에서 눈에 보일 정도로 빨리 휘발되는 사염화탄소가 좋다. 만약 휘발이 늦게 되면, 시간이 더 걸리고, 거름종이와 비커주변에 유공충이 부착되어서 소실되는 경우가 있다.

四鹽化炭素의 경우, 유공충이 모두 다 부유되는 것은 아니어서, 가라앉은 洗滌殘留物을 관찰해야 한다. 이때 부유되고, 안되는 유공충 군집을 분리, 연구하는 것도 흥미있으리라 생각된다. 四鹽化炭素의 증기는 肝에 나쁘므로 換氣施設이 되어있는 곳에서 사용해야 한다. 이런 이유로, 다른 重液이 고안되어 있다(Fig. 2). (Boltovskoy and Wright, 1976).

1) 洗滌殘留物

세척잔류물은 크게 生物起源(Biogenic)과 非生物起源(Non-biogenic)으로 나눌 수 있다. 생물기원물질은 다시 조개조각, 苔蟲類(Bryozoa), 針骨, 硅藻類, 有孔蟲(底棲, 浮游), 介形類, 海藻類, 기타로 나눌 수 있으며, 非生物起源物質은 有無色鑛物, 不透明鑛物, 岩片, 기타로 나눌 수 있으며, 경우에 따라서는 보다 상세히 나눌 수도 있으며, 이들은 가능하면, 定量的으로, 아니면 半定量的으로라도 관찰, 기재 하여야 한다. 기타 特記사항도 기재하여야 한다. 이들 결과는 유공충의 결과해석과 관련된 堆積物의 근원 및 堆積環境해석에 필요하다(Polski, 1959; Judd et al., 1970; Lees and Buller, 1972; Bjerkli and Östmo-Saeter, 1973; 蔣舜權·Douglas, 1987).

2) 유공충

(1) 底棲有孔蟲

i) 絶对个体数

有孔蟲个体数(Foraminiferal Number)는 일정한 試料內에 있는 유공충의 절대개체수이다. 유공충의 개체수는 有孔蟲의 生産, 碎屑性 堆積物에 의한 稀積, 유공충겉질의 기계적 파괴나 화학적 용해에 따르는 保存 등으로 설명되며, 이 가운데에서 쇄설성 퇴적물에 의한 희석이 가장 큰 요인으로 해석되었다(Walton, 1955, 1964; Polski, 1959; Uchio, 1960). 이밖에도 저서유공충의 生態, 다른 生物, 海洋 및 物理學的의 要因등이 영향을 미치는 것으로 연구되었다(Waller, 1959; Atkinson, 1971; Murray, 1976a, 1984; Douglas, 1979; Douglas et al., 1980). 환경에 따라서는 위의 몇 요인이 選擇的으로, 同時에 複合的으로 作用하리라 믿는다.

그림 3은 二項理論에 근거한 生物體 크기와 分布 密度 및 採集에 필요한 面積간의 관계이다(Dennison and Hay, 1967). 우리나라 黃海의 경우, 서쪽으로 상당히 나아가야, 비교적 적은 시료내에 연구에 충분한 개체수의 살아있는 유공충이 있다(Fig. 4). 底棲有孔蟲은 심한 Patch-

V. 室内研究

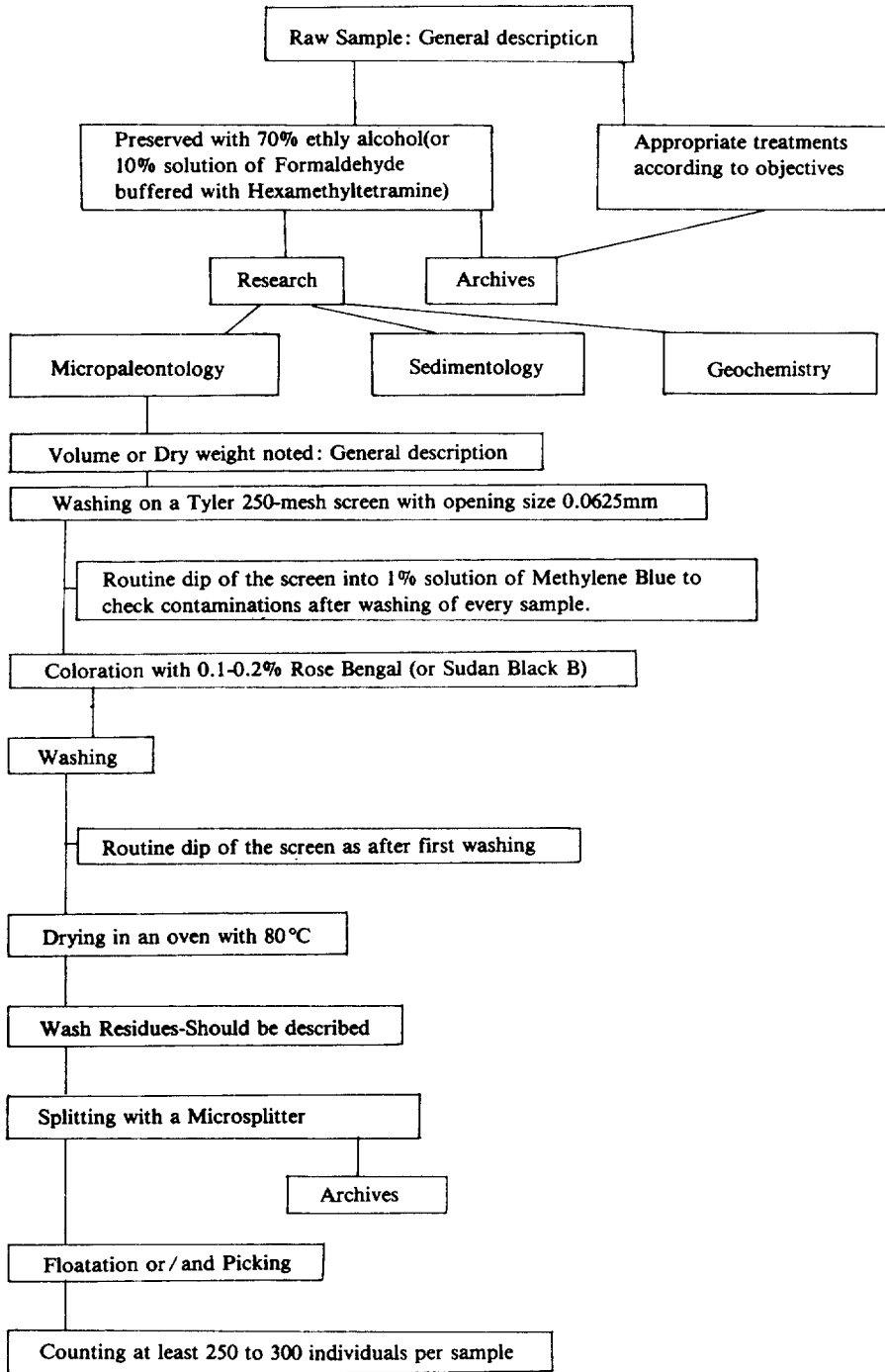


Fig. 2. Flow chart from the field treatment of raw samples to laboratory count.

ness 현상을 보여주므로 (Boltovskoy and Wright, 1976; Douglas, 1979), 그림에서 보여주는 시료의 양은 最少의 양이라 생각하는 것이 합리적이라 생각된다(韓國海洋研究所, 1983, 1984, 1985, 1986). 潮間帶에는 海底에서 보다는 비교적 많은 개체가 살아있다(蔣舜權·李慶信, 1982, 1983, 1984; 蔣舜權, 1986). 모래에서 보다는 mud 쪽에 살아있는 개체가 보다 많다는 일반적 사실을 염두에 두어야 한다.

ii) 有孔蟲의 保存狀態

유공충의 보존상태는 여러가지이다. Pujos (1971)는 大西洋 Biscay 灣 大陸棚 저서유공충연구에서, 유공충의 產出狀態에 근거해서 군집을 몇가지로 나누었다(Fig. 4). Rose Bengal도 着色되어, 채집당시 原形質이 있었던 개체들은 "엄격한 의미의 生群集(Biocoenose s. str.)"이다.

비록 착색은 안 되었다더라도 皮殼의 保存狀態(état de conservation des tests)가 대단히 좋거나, 아니면 여러가지로 磨耗되었다(usage variable), 운반되지 않고 再動(remaniement sans transport)된 군집으로 水深(bathymétrie)과 氣候(climat)등의 生態學的 指數들(indices écologiques)이 연구지역과 相反되지 않아서 연구지역에 서식한다고 생각되는 군집은 "死群集(Thanatocoenose)", 즉, 生群集이 대단히 최

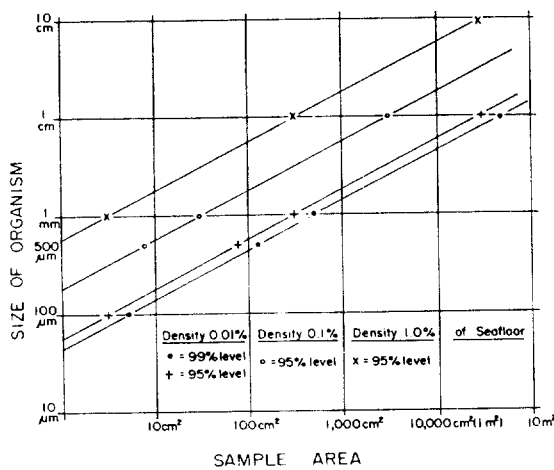


Fig. 3. Sample area required to collect organisms of a given size and density on the seafloor (based on bionomial theory after Dennison and Hay, 1967). Not that benthic foraminifers is less than 1mm.

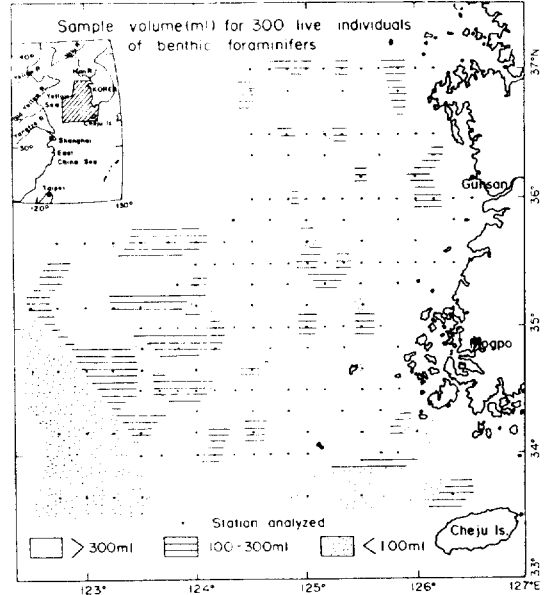


Fig. 4. Sample volume in ml needed for 300 live individuals of benthic foraminifera in the southeastern Yellow Sea (KORDI, 1983, 1984, 1985, 1986).

근에 죽은 군집으로써 엄격한 의미의 生群集과 합쳐서 "넓은 의미의 生群集(Biocoenose s.l.)"이다.

많이 磨耗된(usage importante) 개체가 많고 운반(transport)되고 再動(remaniement)된 개체와, 연구지역의 氣候와는 모순이 없으나 水深과 相反되어 이동되었다고 생각되는 군집은 "移動된 動物群(fannes déplacées)"이다 (Pujos-Lamy, 1973; Culver and Banner, 1978).

껍질이 여러가지로 마모되었으며(usage variable) 연구지역의 水深氣候가 相反되어, 적어도 연구지역의 현재 환경아닌 환경에서 생활했다고 생각되는 군집은 실질적으로 化石群集(Paleoethanatoenose)이다. 물론 다른 물질로 交代된 유공충도 化石群集이다(Fig 5). (Polski, 1959; Bjerkli and Ostmo-Saeter, 1973). 위에서 보듯이, 저서유공충의 보존상태는 유공충의 서식환경과 퇴적환경과 관계있다. 따라서 유공충 연구에서는 껍질의 보존상태에 따라 유공충군집을 生, 死, 移動, 化石群集으로 나누어야 하나, 연구목적에 따라서는 種(species)이나, 다음에 설명할 껍질의 構造에 따라서도, 나눌 필

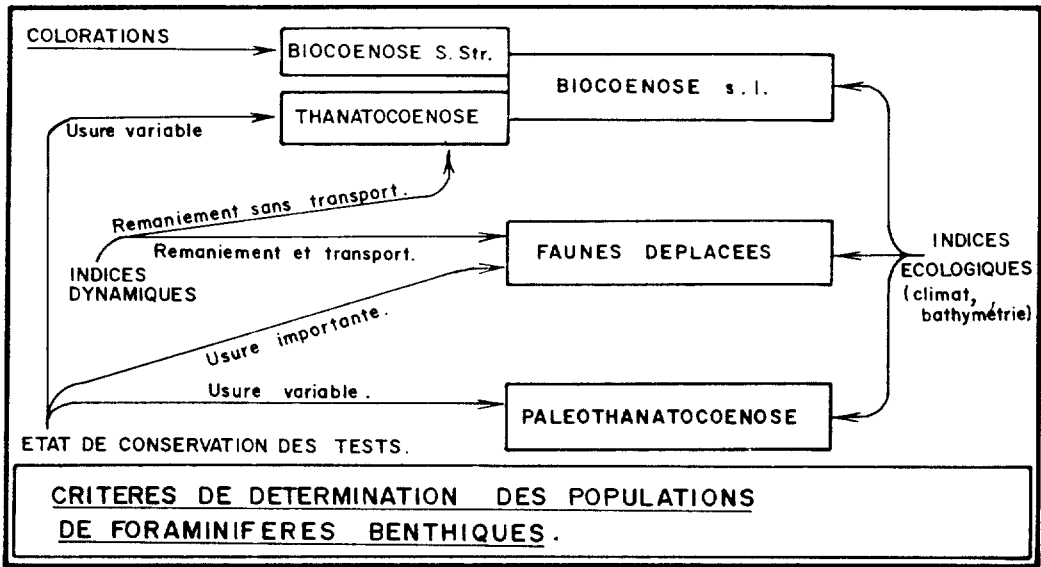


Fig. 5. Criteria for determination of benthic foraminiferal populations (after Pujos, 1971).

요가 있다. 물론, 보존이 불량한 경우, 種까지의 同定이 어려우리라 생각된다.

유공충군집에서 작은 개체가 많다는 것은 여러가지로 해석된다(Hallam, 1965; Hald and Voren, 1984; Murray, 1976b; Culver and Banner, 1978). 따라서, 군집에 적은 개체들이 많은 경우에도 그들의 보존상태를 관찰, 半定量的으로라도 기재해야 한다.

iii) 皮殼의 構造

底棲有孔蟲의 分布는 겉질의 構成에 필요한 탄산칼슘(CaCO₃)의 利用可能程度에 의존한다.

탄산칼슘의 이용가능성은 水温 및 또는 塩分, 水深과 관계있으며 水温 및 塩分은 기후나 지형에 따라 변하는 지역적인 변화정도에 관계하고 있다(Greiner, 1974).

그림 6은 牙山灣 潮間帶에서 1982년 3~4월에 채집한 시료로써, 살아있는 개체에는 도기질이 거의 없고 교질유공충도 비교적 적으나, 전체군집에서는 이들이 상당히 증가해서 그들의 상당부분이 외부에서 운반되어 왔음을 알 수 있다.

iv) 多樣性 및 그와 연관된 特性

Asan bay intertidal flats
March - April, 1982

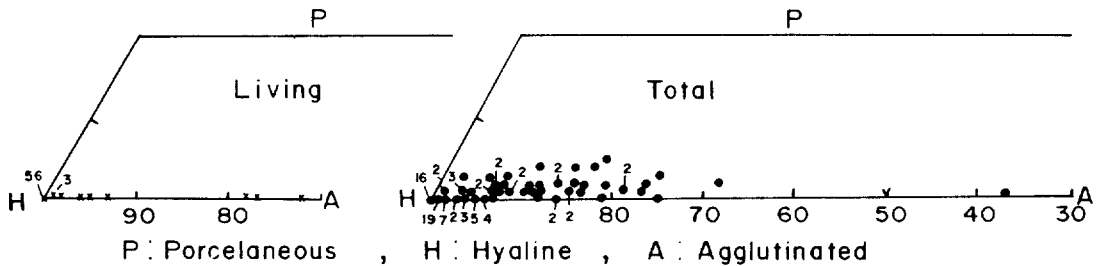


Fig. 6. Triangular plots for the populations collected from Asan Bay intertidal flats (after Chang and Lee, 1984). Not introduction of agglutinated and porcelaneous forms into the total (live plus dead) populations.

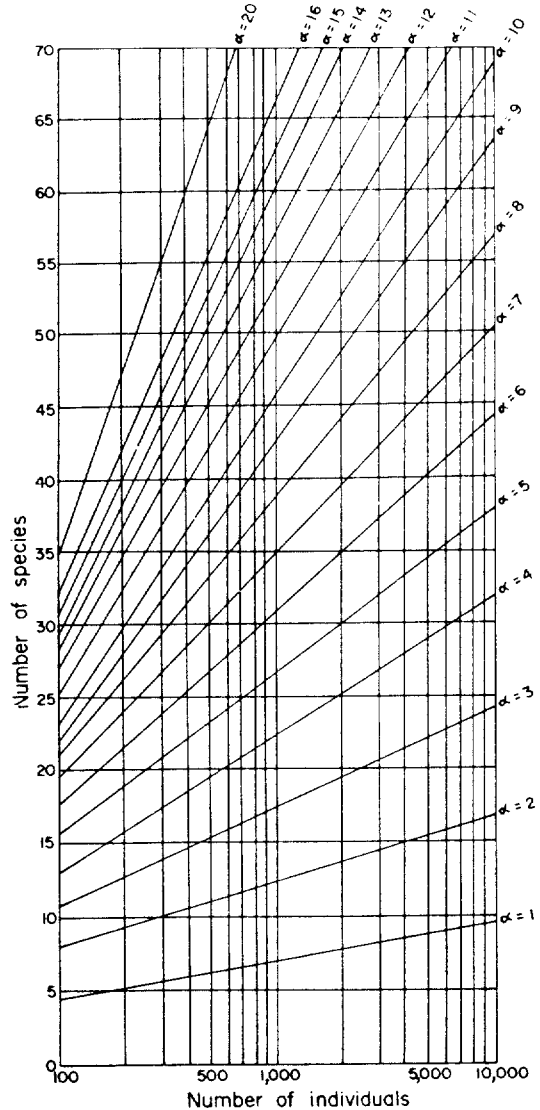
(i) 多様性

生物学에서 種의 數는, 예로 부터 學者들 사이에 큰 관심을 일으켜왔으며, 여러가지로 해석된다(Sanders, 1986; Buzas, 1967, 1979). 多様性을 구하는 방법에는 여러가지가 있으며, 여기에서는 底棲有孔蟲研究에 많이 쓰이는 방법만을 논의하겠다.

• Fisher- α 指數 : 이는 群集內에 개체가 無作為로 分布하던 種의 많기는 Poisson의 分布를 따르리라 생각했으며, 개체의 평균숫자가 種마다 다르다면 이 群集은 負의 二項分布(negative binomial distribution)를 하리라 가정한 Fisher et al.(1943)이 제안한 방법이다. Fisher- α 지수는 계산으로 구하는 方法도 있으며 (Buzas et al., 1977, p.50), 種의 數, 개체수 및 α 값간의 관계를 읽는 방법도 있다(Fisher et al., 1943, p.52, Williams, 1964, p. 311). 부록 1은 Murray (1973, p.9)에서 인용한 것으로, 선별한 개체수와 種의 수를 표정해서 α 값을 구한다. 이 지수는 Murray(1973)에 의해서, 현생저서유공충연구에 널리 쓰이는 방법으로, 種의 數에 민감한 방법이다(Murray, 1968). 그림 7은 牙山灣 潮間帶의 저서유공충군집으로써, 앞서 皮殼의 조성에서 이야기한 대로 외부에서 운반되어 온 種 때문에 전체군집의 지수가 현저히 증가한다.

• Shannon-Weaver 情報函數指數(Information function indices): 이 지수는 $H(S) = -\sum_{i=1}^S P_i \log P_i$ 로 계산되며, P_i 는 i 째 種의, 군집에서의 비율이며, S 는 種의 數이며, \log 의 밑은 自然代數의 e 를 쓰거나 常用代數의 10을 쓴다. 이 지수는 개체수가 적은 種에 의해서는 영향을 비교적 덜 받으며 따라서 우연히 존재하게 된 소량의 種에 의해서 지수가 많이 바뀌지 않는다 (Buzas et al., 1977, p.51).

• Walton(1964)의 다양성지수 : 이 방법은 개체수가 많은 種부터 계수하기 시작하여, 全群集의 95%까지를 이루는 種의 數로써, 개체수가 소수인 種을 제거함으로써, 개체수가 보다 많은 種에게 의미를 부여하는 방법이다. 이 방법은 사용하기 간단하며, 第三紀-第四紀 저서유공충연구에 널리 쓰인다(Feyling-Hanssen et al., 1971; Feyling-Hanssen, 1983).



App. 1. Graph to show the relationship between the number of species, the number of individuals in an assemblage and lines of equal diversity index (after Murray, 1973).

• Simpson 指數 : 이 지수는 Yule(1944)이 어휘연구에 사용했으며, Simpson(1949)이 조정된 방법으로 $N(Ni) / \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)$

로 정의되며, N 은 개체수, n_i 는 i 번째 種의 개체수이며, S 는 種의 수이다. 이 방법은 種의 수의 분포를 특별히 가정하지 않고, 어느 정도의 生物學的인 의미가 있다는 점에서 흥미있는 방

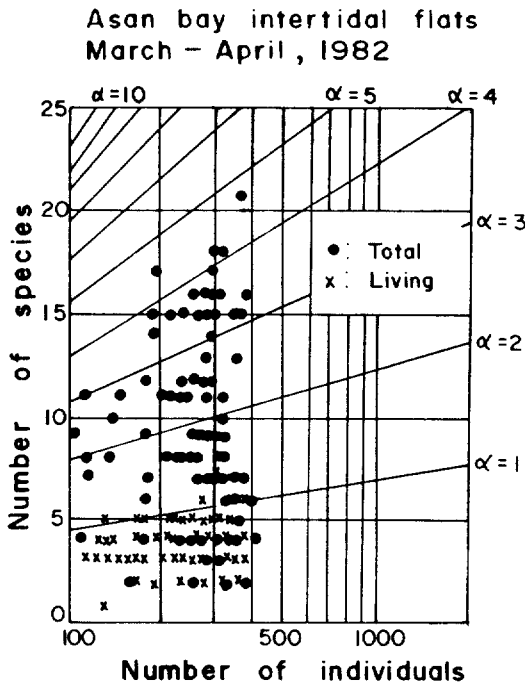


Fig. 7. Plot of the diversity values for Asan Bay intertidal flats (after Chang and Lee, 1984). Note the increasing values of total populations due to the introduction of dead and transported faunas.

법이다(Buzas, 1972, 1979).

다양성을 구하는 방법들은, 방법마다 특징이 있으며, 어느 한 방법도 완전하지는 않다. 따라서 가능하면 여러방법을 동시에 적용, 결과를 해석할 필요가 있다(Buzas, 1972, 1979).

(ii) 均等度

Buzas and Gibson(1969)은 Shannon-Weaver 정보함수지수에서 자연대수를 사용하고, 種이 均一하게 산출된다면, 多様性이 최고가되어 $H(S)=\ln S$ 가 된다는 사실에 착안, $e^{H(S)}=S$ 가 됨을 근거로 $e^{H(S)} \div S$ 를, 種의 군집내에서 고르게 분포하는 정도를 나타내는 均等度(Equitability 또는 Evenness)로 정의했다. 種이 완전히 균등하게 분포하면 이 값은 1.0이 된다(Gibson and Buzas, 1973).

(iii) 優占度

優占度(Dominance)는 群集内の 우세한 種의 산출정도이다. Walton(1964)은 "群集에서 가장

優勢한 種의 百分率"을 優占度로 정의했다. 多様性和 優占度는 逆의 관계에 있어서 多様해질수록 優占度는 낮아진다(Wolton 1964). 우점도가 뚜렷이 높다는 뜻은 環境이 生物의 棲息에 좋지 않아서, 그 좋지 않은 환경에 적응하는 種만이 뚜렷이 발전한다는 뜻이다(Feyling Hanssen et al., 1971). 실제, 黃海나 南海의 潮間帶나 얇은 해저에서는 그 보다 깊은 곳에서 보다 種의 수가 적고, 따라서 多様性은 낮으나, 優占度는 대단히 높다(韓國海洋研究所, 1981, 1982; 蔣舜權·李慶信, 1982; 蔣舜權, 1986; Chang, 1984a). 底棲有孔蟲에 나쁜 환경이라면 먹이가 적은 곳, 底溫, 低鹽分 또는 대단한 高鹽分, 용존산소가 적은 곳, 알아서 쉽게 교란되는 곳, 潮差가 너무 큰 곳, 햇벌이 잘 투과되지 못할 정도의 濁한 海水, 너무 굵은 粒子로 된 底質(substrate), 大衆에의 露出 등이다(Hallam, 1965). 그림 8은 光陽灣의 潮間帶 및 內灣과 水路의 堆積相과 저서유공충의 微古生物學의 特性들이다 (Chang, 1984a; 蔣舜權, 1986).

v) 試料間的 相似度

試料間的 유공충군집의 비슷한 정도를 알아볼 필요가 있다. 비슷한 정도를 구하는 데에는 여러방법이 있으며, 여기에서는 "있고-없음(presence-absence)"에 근거한 Jaccard(1908) 방법과 산출정도를 고려한 Sanders(1960)의 방법을 논의하겠다.

Jaccard(1908)방법은 $C / (N_1 + N_2 - C)$ 로 정의되며, N_1, N_2 는 비교하려는 두 시료내에 있는 種의 수이며, C 는 이 두 시료에 공통되는 種의 수이다. 式에서 보듯이, 공통되는 種의 수가 적어지면 상사지수는 0.0 이 되고, 많아지면 증가한다(Cheetham and Hazel, 1969).

Sanders(1960)의 親近指數(index of affinity)는 산출정도를 고려해서, 비교하려는 시료내에서의 같은 種의 백분율을 비교, 적은 값을 승함으로써 얻어진다. 이러한 이유로 Ruddiman et al.(1970)은 "百分率重復置(percentage overlap value)"라 불렀으며 비교적 많이 쓰인다(Murray, 1973; Feyling-Hanssen, 1983). 先驗的

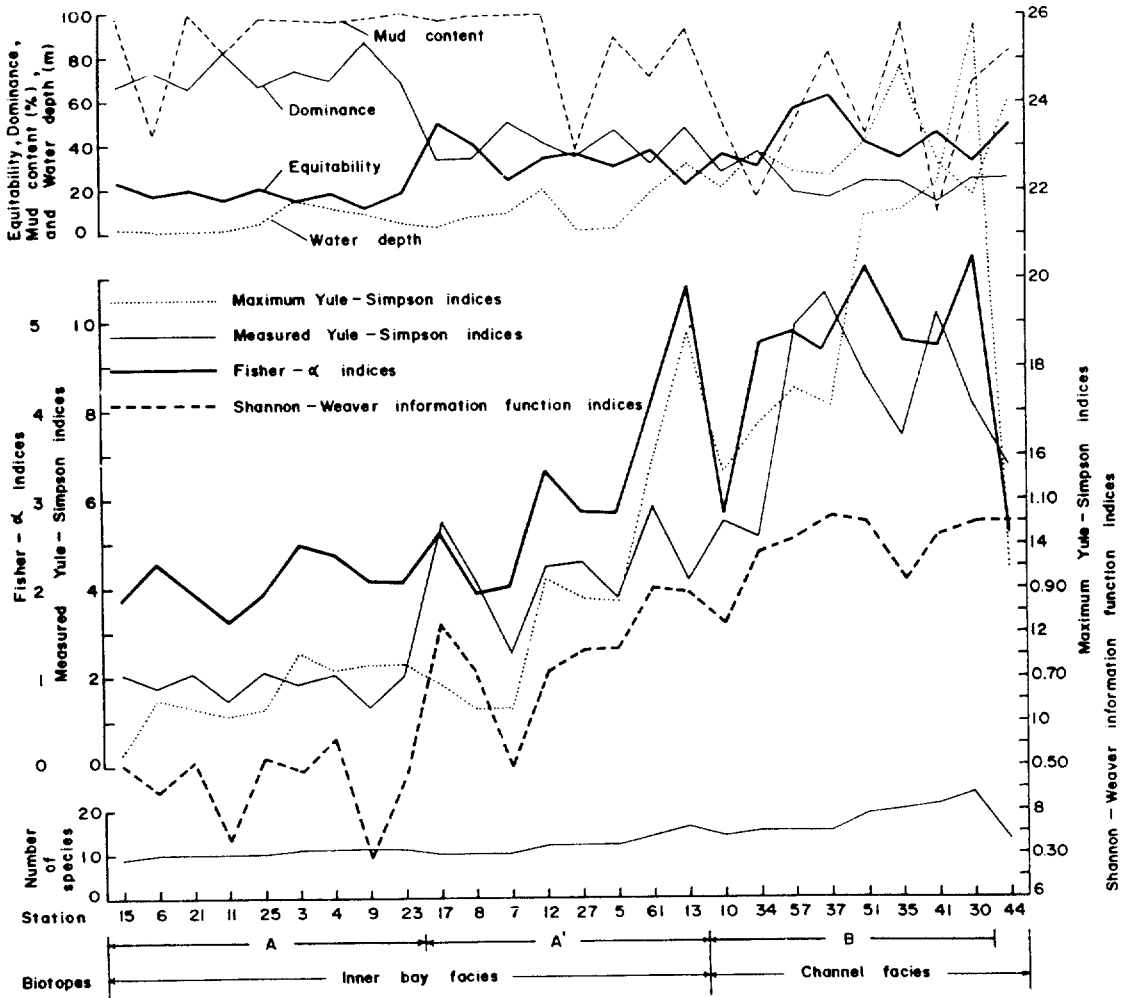


Fig. 8. Physical conditions, diversity, and related characteristics of the total assemblages according to biotopes of Gwangyang Bay, Korea (after Chang, 1984a).

(a priori)으로 생각할 때, 이 방법은 저서유공충의 군집에 심한 변화가 있을 경우, 즉 환경의 급격한 변화가 있는 곳에서는 Jaccard의 방법보다 나은 것으로 생각된다.

(2) 浮游有孔蟲

부유유공충은 일반적으로 대륙붕 아닌 大洋의 표면~200m 정도에 서식해서(Bé, 1977), 대륙붕에서의 산출은 外海의 영향을 반영한다(Bandy and Arnal, 1960; Kafescioglu, 1975; Murray, 1976b; Douglas, 1979). 따라서 저서유공충연구가 주목적이라 하더라도, 적어도, 산출되는 부유유공충의 유공충전체군집에서 산출비

율은 유의해야 한다. 부유유공충도 저서유공충에서처럼 껍질의 보존상태에 따라, 生, 死, 化石群集으로 나눌 필요가 있다. 생군집은 Plankton net에 걸리는 개체이므로, 해저표면퇴적물내의 부유유공충은 死群集이거나 化石群集이다(Bé and Hutson, 1977).

그림 9는 群山아바다(북위 35°40', 동경 126°10', 水深 28m)에서 piston시추기로 채집한 시추심의 粒度 및 微古生物學의 分析이다. 부유유공충의 量的 産出으로써 帶分(Zonation)이 가능하며, 外海의 영향이 표면으로 오면서는 없어지고 있다. Zone II의 상부 및 Zone A와 I의

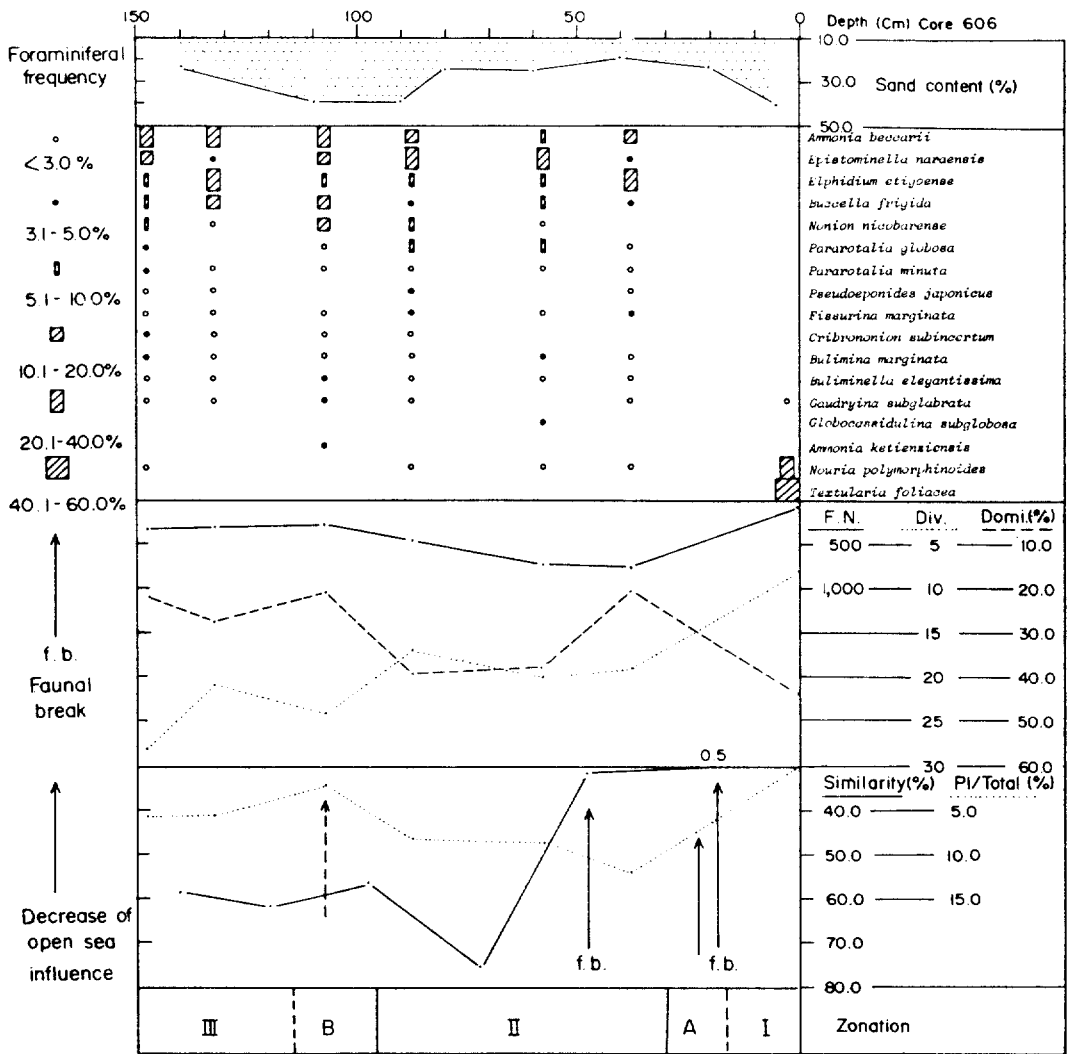


Fig. 9. Foraminiferal frequency and characteristics associated with zonation of Core 606 obtained from the Korean Yellow Sea (after Chang and Cheong 1987). Note the fluctuations of planktonic foraminiferal occurrence suggesting the open sea influence.

사이에서는 Sanders(1960)의 방법대로 얻은 상사지수로 보아 저서유공충군집의 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있다. 실제, 표면의 저서유공충군집은 표면 바로 아래의 그것과는 완전히 다르다고도 할 수 있다. Walton(1964)의 방법대로 얻은 다양성과 우점도의 변화로 보아 상부로 갈수록 해양환경은 저서유공충서식에 나빠진다고 이야기할 수 있다. 이는 外海의 영향이 줄

어들면서 水温과 塩分이 낮아지고 陸水의 영향이 커지기 때문인 것으로 생각된다. Zone II와 A가 퇴적되는 기간동안에는 모래의 양이 현저히 적어져서 퇴적환경의 水力学的 energy가 비교적 적어졌음을 알 수 있다(韓國海洋研究所, 1984, 1985; Lee, 1986; 蔣舜權·鄭惠京, 1987)

연구목적 및 필요에 따라, 분석항목은 다소의 조정이 가능하겠으나 실내분석 자료는 電算

機 등에 入力, 分析이 되도록 반드시 定量的으로 산출, 정리해야 한다.

IV. 結 論

1) 계속 얻어지는 연구결과를 비교, 검토 하기 위해서는, 현장에서의 시료채집 및 실내처리과정이 통일되고 일관된 한 솜씨로 처리되어야 함이 이상적이다. 현실적으로 이가 쉽지는 않으나, 적어도 실내처리만이라도 한 솜씨로 함이 바람직하다. 물론 사람에 따르는 특유한 習性때문에 같은 실수가 계속될 수 있기는 하나, 그래도 교육된 일관된 솜씨에 의한 처리가 필요하다. 만약 같은 솜씨가 어렵다면, 적어도 한가지 방법을 계속, 교육, 적용시킴으로써, 서로 다른 방법에 의한 차이를 最少化함이 필요하다.

2) 연구목적, 주어진 시간, 人力, 연구재료에 따라 여러 방법을 써서 결과를 비교, 해석해야 한다. 그러나, 비슷한 환경에서 얻은 시료들이라면 같은 방법을 쓰므로써 후일의 연구에 대비할 수도 있다. 또한 자료는 定性的이 아닌 定量的 分析을 할 수 있도록 정확히 산출되어야 한다.

3) 위에서 언급한 실내분석자료 처리는 일관해서 電算 處理할 수 있는 조직이 되면 人力과 시간을 절약할 수 있다.

4) 이 연구는 底棲有孔蟲의 연구재료 처리 및 연구방법에 관해서 언급했으나 介形類의 연구에도 응용이 가능하다.

5) 研究目的에 따라서는 研究材料處理 및 分析方法의 조정이 가능하다.

参考文献

蔣舜權, 1986, 光陽灣에서의 現生底棲有孔蟲에 관한 研究; 韓國海洋學會誌, Vol. 21, p.1-12.
 蔣舜權 · 李慶信, 1982, 仁川 주변 潮間帶의 現生底棲有孔蟲; 海洋研究所 所報, Vol. 4, p. 63-72.
 蔣舜權 · 李慶信, 1983, 京畿灣 潮間帶의 現生底棲有孔蟲 그 意義; 大韓地質學會誌, Vol.19, p. 169-189.
 蔣舜權 · 李慶信, 1984, 牙山灣 潮間帶의 現生底棲有孔蟲에 對한 研究; 大韓地質學會誌, Vol. 20, p. 171-188.

蔣舜權 · 鄭惠京, 1987, 黃海中東部海域의 홀로세 高環境, 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書, BSPE00087 137-5, 150 p.
 蔣舜權 · Douglas, R. G., 1987, 캘리포니아산타 카타리나해 분의 홀로세 저탁퇴적물; 大韓地質學會誌, Vol., 23, p. 16-31
 韓國海洋研究所(The Korea Ocean Research and Development Institute), 1981, 沿岸環境圖作成研究(京畿灣: 海洋地質分野); 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書 BSPE00029-52-5, 226p 및 環境圖 19 枚.
 韓國海洋研究所, 1982, 沿岸環境圖作成研究(牙山灣: 海洋地質分野); 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書 BSPE00041-63-5, 186p 및 環境圖 19 枚.
 韓國海洋研究所, 1983, 韓國海域綜合海洋環境圖作成研究; 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書, BSPG00019-70-7, 417p.
 韓國海洋研究所, 1984, 韓國海域海洋環境圖作成研究 第二年度 報告書 - 黃海; 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書, BSPG00023-79-7, 493p.
 韓國海洋研究所, 1985, 韓國海域海洋資源圖作成研究 - 黃海-; 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書, BSPE00055-86-7A, 523p.
 韓國海洋研究所, 1986, 韓國海域綜合海洋資源圖作成研究 - 黃海; 봄, 가을, 겨울철-; 韓國科學技術院 海洋研究所 研究報告書, BSPG00030-119-7, 523p.
 Atkinson, K., 1971, The relationship of recent foraminifera to the sedimentary facies in the turbulent zone, Cardigan Bay; Journal of Natural History, v. 5, p. 385-439.
 Bandy, O.L. and Arnal, R.E., 1957, Distribution of recent foraminifera off the west coast of Central America; Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 41, p. 2037-2053.
 Bandy, O.L. and Arnal, R.E., 1960, Concepts in foraminiferal paleoecology; Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 44, p. 1921-1932.
 Bartlett, G.A., 1965, Preliminary investigation of benthonic foraminiferal ecology in Tracadie Bay, Prince Edward Island; Unpublished manuscript, Bedford Institute of Oceanography Report 65-3, 55p. + Appendixes.
 Be, A. W.H. and Hutson, W.H., 1977, Ecology of planktonic foraminifera and biogeographic patterns of life and fossil assemblages in the Indian Ocean; Micropaleontology, v. 23, p. 369-414.
 Bjerkli, K. and Ostmo-Saeter, J.S., 1973, Formation of glauconite in foraminiferal shells on the continental shelf off Norway; Marine Geology, v. 14, p. 169-178.
 Boltovskoy, E., 1966, Depth at which Foraminifera can survive in sediments; Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v. 17,

- p. 43-45.
- Boltovskoy, E. and Wright, R., 1976, Recent foraminifera; W. Junk, b.v., The Hague, 515p.
- Bradshaw, J.S., 1957, Laboratory study of the rate of growth of the foraminifera *Streblus beccarii* (Linne) var. *tepida* Cushman; Journal of Paleontology, v. 31, p. 1138-1147.
- Brolsma, M.J., 1978, Benthonic foraminifera; In: Zachariasse, W.J., Riedel, W.R., Sanfilippo, A., Schmidt, R.R., Brolsma, M.J., Schrader, H.J., Gersonde, R., Drooger, M.M., and Broekman, J.A., (eds.), Micropaleontological counting methods and techniques An exercise on an eight metres section of the Lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily; Utrecht Micropaleontological Bulletins, No. 17, p. 47-80.
- Buzas, M.A., 1972, Patterns of species diversity and their explanation; Taxon, v. 21, p. 275-286.
- Buzas, M.A., 1979, The measurement of species diversity; In: Lipps, J.H., Berger, W.H., Buzas, M.A., Douglas, R.G., and Ross, C.A. (eds.), Foraminiferal Ecology and Paleocology. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Short Course, No. 6, Houston, p. 3-10.
- Buzas, M.A. and Gibson, T.G., 1969, Species diversity; Benthonic foraminifera in Western North Atlantic; Science, v. 163, p. 72-75.
- Buzas, M.A., Smith, R.K., and Beem, K.A., 1977, Ecology and systematics of foraminifera in two *Thalassia* habitats, Jamaica, West Indies; Smithsonian Contribution to Paleobiology, No. 31, p. 1-139.
- Chang, S.K., 1984a, Recent benthic foraminifera from Gwangyang Bay, Korea; In: Oertli, H.J. (ed.), Benthos '83; 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 1983), Elf Aquitaine, Esso REP and Total CFP, Pau and Bordeaux, 1984, p. 141-146.
- Chang, S.K., 1984b, Recent benthic foraminifera as a sedimentary tool; In: Oertli, H.J. (ed.), Benthos '83; 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 1983), Elf Aquitaine, Esso REP and Total CFP, Pau and Bordeaux, 1984, p. 147-151.
- Cheetham, A.H. and Hazel, J.E., 1969, Binary (Presence-absence) similarity coefficients; Journal of Paleontology, v. 43, p. 1130-1136.
- Culver, S.J. and Banner, F.T., 1978, Foraminiferal assemblages as Flandrian palaeoenvironmental indicators; Palaeogeography, Palaeo limatology, Palaeoecology, v. 24, p. 53-72.
- Dennison, J.M. and Hay, W., 1967, Estimating the needed sampling area for subaquatic ecologic studies; Journal of Paleontology, v. 41, p. 706-708.
- Douglas, R.G., 1979, Benthic foraminiferal ecology and Paleocology: A review of concepts and methods; In: Lipps, J.H., Berger, W.H., Buzas, M.A., Douglas, R.G., and Ross, C.A. (eds.), Foraminiferal ecology and Paleocology, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Short Course, Houston, No. 6, 1979, p. 21-53.
- 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, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication No. 27, p. 231-246.
- Douglas, R.G., Liestman, J., Walch, C., Blake, G. and Cotton, M.L., 1980, The transition from live to sediment assemblage in benthic foraminifera from the Southern California Borderland; In: Field, M.E., Bouma, A.H., Colburn, I.P., Douglas, R.G., and Ingle, J.C. (eds.), Quaternary Depositional Environments of the Pacific Coast, Pacific Coast Paleogeography Symposium 4, The Pacific Section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Los Angeles, p. 257-280.
- Feyling-Hanssen, R.W., 1983, Quantitative methods in micropaleontology; In: Costa, L.I. (ed.), Palynology-Micropalaeontology: Laboratories, Equipment and Methods; NPD-Bulletin No. 2, Oljedirektoratet, Stavanger, p. 109-126.
- Feyling-Hanssen, R.W., Jrgensen, J.A., Knudsen, K.A., and Andersen, A.-L. L., 1971, Late Quaternary foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes, Norway; Bulletin of the Geological Society of Denmark, v. 21, p. 61-317.
- Fisher, R.A., Corbet, A.S., and Williams, C.B., 1943, The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population; Journal of Animal Ecology, v. 12, p. 42-58.
- Gibson, T.G. and Buzas, M.A., 1973, Species diversity: Patterns in modern and Miocene Foraminifera of the eastern margin of North America; Geological Society of America Bulletin, v. 84, p. 217-238.
- Greiner, G.O.G., 1974, Environmental factors controlling the distribution of Recent benthonic foraminifera; Breviora, Museum of Comparative Zoology, v. 420, p. 1-35.
- Hald, M. and Vorren, T.O., 1984, Modern and Holocene foraminifera and sediments on the continental shelf off Troms, North Norway; Boreas, v. 13, p. 133-154.
- Hallam, A., 1965, Environmental causes of stunting in living and fossil marine benthonic invertebrates; Palaeontology, v. 8, p. 132-155.
- Haynes, J.R., 1981, Foraminifera; MacMillan Publishers Ltd., London, 433p.
- Hopkins, T.L., 1964, A survey of marine bottom samplers; In: Sears, M. (ed.), Progress in Oceanography, Pergamon Press, v. 2, p. 213-256.
- Jaccard, P., 1908, Nouvelles recherches sur la distribution florale; Bulletin de Societe Vaudoise des Sciences Naturelles; v. 44, p. 223-270.
- Judd, J.B., Smith, W.C., and Pilkey, O.H., 1970, The environmental significance of iron-stained quartz grains on the southeastern United States Atlantic shelf; Marine Geology, v. 8, p. 355-362.

- Kafescioglu, I.A., 1971, Specific diversity of planktonic foraminifera on the continental shelves as paleobathymetric tool; *Micropaleontology*, v. 17, p. 455-470.
- Kafescioglu, I.A., 1975, Quantitative distribution of foraminifera on the continental shelf and uppermost slope of Massachusetts; *Micropaleontology*, v. 21, p. 261-305.
- Kim, J.J., 1970, Recent foraminifera in the Korean Yellow Sea; Report of Marine Geology and Geophysics, Geological Survey of Korea, Seoul, v. 1, p. 101-119.
- Le Calvez, Y. and Sesana, D., 1972, Detection de l'état de vie chez les foraminifères; *Annales de Paleontologie (Invertebrées)*, v. 58, p. 129-134.
- Lees, A. and Buller, A.T., 1972, Modern temperate-water and warm-water shelf carbonate sediments contrasted; *Marine Geology*, v. 13, M 67-M 73.
- Lutze, G.F., 1964, Zum farbigen rezenten foraminiferen; *Meyniana*, v. 14, p. 43-47.
- Matoba, Y. and Nakagawa, H., 1973, Recent foraminiferal assemblages from the continental shelf and slope off Akita, Japan Sea coast of northeast Japan; Prof. Jun-Ichi Iwai Memorial Volume, p. 657-671 (in Japanese with English abstract).
- Murray, J.W., 1968, Living foraminifera of lagoons and estuaries; *Micropaleontology*, v. 14, p. 435-455.
- Murray, J.W., 1973, Distribution and ecology of living benthic foraminifera; Heinemann Educational Books, London, 274p.
- Murray, J.W., 1976a, Comparative studies of living and dead benthic foraminiferal distributions; IN: Hedley, R.H. and Adams, C.G. (eds.), *Foraminifera*, Academic Press, v. 2, p. 45-109.
- Murray, J.W., 1976b, A method of determining proximity of marginal seas to an ocean; *Marine Geology*, v. 22, p. 103-119.
- Murray, J.W., 1984, Benthic foraminifera; Some relationships between ecological observations and paleoecological interpretations; In: Oertli, H.J. (ed.), *Benthos '83*; 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 1983), Elf Aquitaine ESSO-REP and Total CFP, Pau and Bordeaux, 1984, p. 465-469.
- Nicol, D., 1944, New west American species of the foraminiferal genus *Elphidium*; *Journal of Paleontology*, v. 18, p. 172-185.
- Phleger, F.B., 1960, Ecology and distribution of recent foraminifera; Johns Hopkins Press, Baltimore, 297p.
- Polski, W., 1959, Foraminiferal biofacies off the north Asiatic coast; *Journal of Paleontology*, v. 33, p. 569-587.
- Pujos, M., 1971, Mise en évidence des biocoenoses, faunes déplacées et paleoethanocoenoses de Foraminifères benthiques sur un plateau continental: applications a la zone ouest-Gironde (golfe de Gascogne); *Bulletin de Societe Geologique de France*, v. 15, p. 251-256.
- Pujos-Lamy, A., 1973, Le déplacement des faunes de foraminifères benthiques actuels sur la pente continentale et dans la plaine abyssale du Golf de Gascogne; *Bulletin de Societe Geologique de France*, v. 15, p. 392-400.
- Ruddiman, W.F., Tolderlund, D.S., and Be, A.W.H., 1970, Foraminiferal evidence of a modern warming of the North Atlantic Ocean; *Deep-Sea Research*, v. 17, p. 141-155.
- Sanders, H.L., 1960, Benthic studies in Buzzards Bay III, The structure of the soft-bottom community; *Limnology and Oceanography*, v. 5, p. 138-153.
- Simpson, E.H., 1949, Measurement of diversity; *Nature*, v. 163, p. 688.
- Uchio, T., 1960, Ecology for living benthonic foraminifera from the San Diego, California, area; Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, no. 5, 72p.
- Vilks, G., 1967, Quantitative analysis of foraminifera in Bras d'Or Lakes; Unpublished manuscript, Bedford Institute of Oceanography Report 67-1, 61p, Appendixes.
- Walker, D.A., Linton, A.E., and Schafer, C.T., 1974, Sudan Black B: a superior stain to Rose Bengal for distinguishing living from non-living foraminifera; *Journal of Foraminiferal Research*, v. 4, p. 205-215.
- Waller, H.O., 1960, Foraminiferal biofacies off the South China Sea coast; *Journal of Paleontology*, v. 34, p. 1164-1182.
- Walton, W.R., 1952, Techniques for recognition of living foraminifera; Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v. 3, p. 56-60.
- Walton, W.R., 1955, Ecology of living benthonic foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California; *Journal of Paleontology*, v. 29, p. 952-1018.
- Walton, W.R., 1964, Recent foraminiferal ecology and Paleocology; In: Imbrie, J. and Newell, N. (eds.), *Approaches to Paleocology*, John Wiley and sons, New York, p. 151-237.
- Williams, C.B., 1964, *Patterns in the balance of nature*; Academic press, London, 324p.
- Yule, G.U., 1944, *The statistical study of literary vocabulary*; Cambridge University Press, London, 306 p.
- Zachariasse, W.J., Riedel, W.R., Sanfilippo, A., Schmidt, R.R., Broolsma, M.J., Schrader, H.J., Gersonde, R., Drooger, M.M. and Broekman, Z.A., 1978, Micropaleontological counting methods and Techniques-An exercise on an eight metres section of the Lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily; *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, no. 17, 265p.

Received June 12, 1987

Accepted September 11, 1987