

牙山灣海底의 底棲有孔蟲

蔣 舜 槿

韓國科學技術院 海洋研究所

BENTHIC FORAMINIFERA OF THE SUBTIDAL ZONE OF ASAN BAY, KOREA

Soon-Keun Chang

Korea Ocean Research and Development Institute, P.O. Box 17, Yeong Dong, Seoul, KOREA

要約: 牙山灣 및 주변海底에서 1982년 5~6월에 걸쳐서 채취한 表面堆積物 132점에서 現生底棲有孔蟲의 生, 全體群集에 따르는 組成, 分布, 有孔蟲 個體數, 相對的 堆積率, 多樣性, 皮殼의 構造 등 微古生物學的 特性을 연구했다. 같이 產出되는 化石으로 推定되는 交代된 有孔蟲을 포함하여 皮殼의 保存狀態가 불량한 群集의 組成, 多樣性 및 生群集과의 관계 등을 연구했다.

Abstract: Micropaleontological analysis of the benthic foraminifera of 132 subtidal surface samples of Asan Bay located in the middle of the western coast of Korea, fringing the Yellow Sea collected during late May-early June 1982, shows the results as follows;

- Foraminiferal numbers of total assemblages are influenced by hydrodynamic and ecologic factors as well as by the sedimentation in the study area.
- Badly preserved faunas including replaced faunas seemed to be fossils, all having living counterparts in the study area and showing a somewhat similar type of wall structures with those of the total assemblages and showing no characteristic bathymetric occurrence compared to that of the biocoenose s.l. of the species, lead to infer their probable derivation from the environment without a remarkable environmental difference from the study area. But this inference demands further study in consideration of the physical conditions of the study area.
- Living/total ratios show a strong negative correlation with the total foraminiferal numbers excluding replaced faunas. But this trend is somewhat deviated in the relatively high ratios.
- Fisher- α diversity indices of the total assemblages excluding replaced faunas are lying between 1.7 and 3.7. Total assemblages are mainly composed of hyaline forms with limited porcelaneous and agglutinated ones.

序 論

黃海, 東支那海를 포함한 北亞細亞 近海의 有孔蟲의 分布와 水深에 따르는 組成 등은 Polski (1959), Waller and Polski(1959)에 의해 연구되었으며, 黃海 中東部해역에서의 연구는 Kim (1970), Kim *et al.*(1970)의 연구가 있다. 이들

연구는 살아 있는 개체와 죽은 개체를 구별한 한 全體群集이 연구대상이었다.

Rose Bengal로 原形質을 염색하여 生死個體를 구별한 黃海 中東部해역에서의 연구는 蔣 등 (1983)의 연구가 있다. 牙山灣의 介形類를 포함한 底棲有孔蟲의 微古生物學的 연구는 蔣 등 (1982)의 연구가 있으며, 蔣과 李(1983b)는 牙山灣潮間帶의 現生底棲有孔蟲의 組成과 生態를

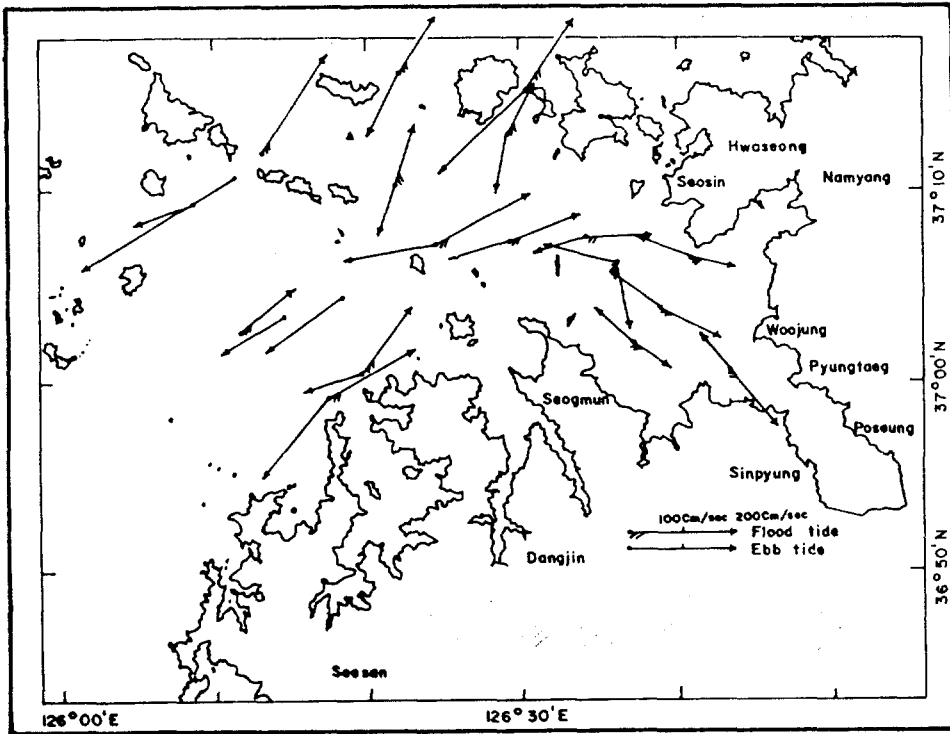


Fig. 2. Tidal currents pattern in the study area (modified after Chang et al., 1982 based on various sources).

日潮不等이다. 潮差는 대체로 內灣으로 갈수록 커져서 南陽防潮堤 남쪽 晩湖里에서는 大潮差 8.7m, 小潮差 3.7m, 平均潮差 6.3m를 보여준다(건설부, 1974).

서쪽연구지역에서의 漲潮流의 方向은 北東방향 이 우세하며, 東·西水道의 方向과 일치한다. 西水道에서는 平均大潮期때 231.6cm/sec의 最强流速을 보여준다. 牙山灣으로 들어옴에 따라 流向도 南東으로 바뀌며 晩湖里와 맞은편 漢津里의 陸地突出部부분을 제외하고는 流速도 떨어진다. 落潮流는 流向, 流速이 漲潮流와 비교적 對稱이다(그림 2).

국립수산진흥원(1976)의 연구해역내 昇鳳島 남 동쪽에서 1975년에 측정한 表面水溫은, 연구계로 채취시기와 같은 5월이 10.57°C, 6월이 15.28°C 였으며, 李 등(1979)의 자료에 의하면 鹽分은 31.5~32.0%이다.

堆積物의 分布는 海底地形 및 이에 작용하는 에너지조건에 따라 다르다. 즉, 자갈이 포함된 粗粒質 堆積物은 波浪과 潮流가 크게 작용하는 섬주변과 浸蝕海岸 및 水路에 分布한다. 粗粒砂

는 아산단 바깥쪽 해저와 砂洲에, 中粒砂와 細粒砂는 牙山灣海底와 砂洲에 分布한다.

자갈이 섞인 粗粒質 堆積物은 流速이 큰 水路 또는 波浪이 센 지역에 발달한다. 즉 牙山灣 바깥쪽 깊이 30m 이상 되는 東水道, 西水道 주변에는 모래가 섞인 자갈이거나 자갈이 섞인 모래 등이 水道와 같은 北東-南西방향으로 길게 帶狀으로 분포한다. 大伊作島와 소야도 사이 및 紫月島와 서어벌 사이에는 자갈이 덮힌 岩盤이 발달하고 있다. 牙山灣海底에도 灣의 方向인 北西-南東으로 길게 帶狀으로, 西쪽 沿岸海底에도 粗粒質 堆積物이 발달한다.

砂質 堆積相은 粗粒質 堆積物分布지역을 제외하고, 연구지역에 널리 발달한다. 牙山灣바깥쪽에는 分級이 잘 된 粗粒質 모래가 우세하며, 灣內에서는 모래의 양이 적어지는 반면, 펄(mud)의 양이 많아지며, 중앙수로 양 옆으로 潮間帶까지 分布한다. 牙山灣海底에서는 中粒質 모래가 분포하며 바깥쪽으로 갈수록 粗粒質로 되며 分級이 좋아진다. 砂質 堆積相은 砂洲를 이루기도 해서 앞서 언급한 여러 淺堆를 만들기도 한다.

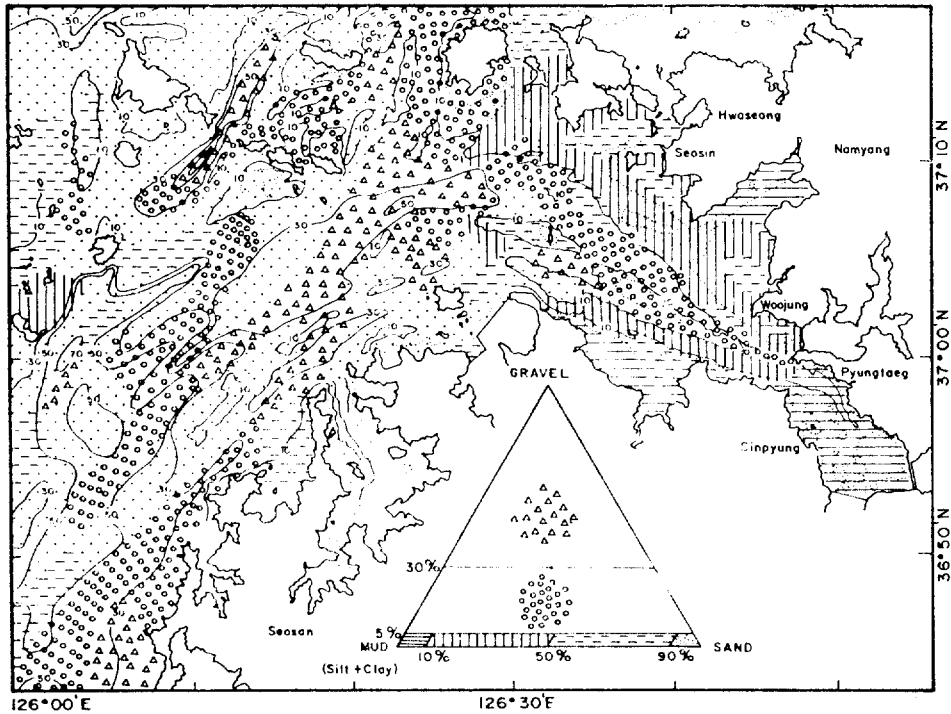


Fig. 3. Sedimentary facies of the study area (after Chang *et al.*, 1982).

牙山灣안쪽 海底과 南陽灣안쪽 및 石門面안쪽 潮間帶에는 細粒質 物質이 分布한다(그림 3).

바깥쪽 연구지역에서 牙山灣안쪽으로 갈수록 潮流와 波浪 등의 水力學的 에너지가 적어진다. 즉 바깥쪽에는 波長 100~200m, 波高 4~8m의 Sand wave가 발달하며 이러한 현상으로 보아서도 바깥쪽이 에너지가 높은 環境임을 알 수 있다.

牙山灣의 表層堆積物의 組成, 分布, 分級, 尖度, 歪度 등 粒度特性 및 試錐結果는 金 등(1977)에 의하여 상세히 연구되었으며, 연구지역의 人工衛星映像資料 해석을 포함한 海洋地質學的 및 海洋地球物理學的인 연구는 蔣 등(1982)에 의하여 수행되었다.

54~59, 61~62, 64, 66~74, 76~81, 83~84, 87~91, 94~103, 108~109, 111~113, 115~118, 120, 122~123, 126~134, 136~139, 141~144, 146~156, 159~160, 162, 164, 169~173)의 海底表面堆積物이다(位置, 堆積相, 水深, 堆積物 粒度特性 등은 蔣 등(1982) 참조)(그림 1).

가능하면 교란되지 않은 堆積物表面 0.5~1cm에서 標品을 채취했으며, 채취 즉시 60%의 에틸알콜로 有孔蟲의 原形質을 防腐처리했다. 室內에서는 Murray(1968) 方法대로 처리했다.

주로 바깥쪽 연구지역에서 채취한 22점(표본 22, 28, 30, 40~41, 43, 57, 59, 61, 67, 78, 87~88, 96~103, 112)에서는 유공충을 발견 하지 못했다.

研究材料와 研究方法

연구재료는 1982년 5월 25일~6월 7일 사이에 韓國科學技術院 海洋研究所 調査船인 半月號(83톤)에서 Shipek 探泥器를 사용하여 채취한 132점(標品 2, 6~16, 18~24, 26~35, 37~49,

有 孔 蟲

1) 有孔蟲個體數와 그 意義

(1) 有孔蟲個體數

이 연구에서의 有孔蟲 個體數(foraminiferal number)는 “젓은 標品 10ml 內의 有孔蟲의 個體

數”이다(Murray, 1973; Boltovskoy and Wright, 1976).

살아있는 個體는 없거나 대단히 드물어서, 많으면 80餘個(標品 148)가 있으며 연구지역 전체로 볼 때, 牙山灣海底 및 潮間帶부근의 얇은 海底에 비교적 많다(그림 4). 이처럼 살아 있는 個體가 드문 현상은 연구지역이 좋은 棲息環境이 되지 못하거나 다른 이유가 있을 것으로 생각된다. 즉 자갈이나 모래가 우세한 堆積相과, 이러한 堆積相의 원인이 되는 동시에 결과로써 일어나는 海洋 및 生態環境이 有孔蟲의 棲息에 영향을 미치리라 생각한다.

살아있는 개체와 죽은 개체를 합한 全體群集의 有孔蟲個體數는 많으면 700餘個(標品 73)가 되며 沿岸 얇은 곳에는 비교적 많으나, 牙山灣海底에는 비교적 적으며, 연구지역의 西半인 비교적 깊은 곳에는 거의 없다(그림 4).

有孔蟲이 적은 현상은 여러가지로 설명된다. 堆積物의 堆積率, 유공충의 生産 및 集積率, 유공충이 運搬 및 파괴되어 없어지는 率 등이 중요하다(Walton, 1964). 또한 다른 生物에 의해

서 먹히거나(Buzas, 1982), 再動되는 현상도 생각할 수 있다.

有孔蟲의 生産은 斷續적이고 모든 有孔蟲의 生産이 같지 않으며, 또한 같은 種이라도 여러 生態的 요인에 의하여 달라질 수도 있다(Phleger, 1960a; Boltovskoy and Lena, 1969; Murray, 1973; Scott and Medioli, 1980).

운반되어 나가거나, 들어오거나 다른 生物에 먹히거나 再動되는 현상은 충분히 가능하다.

砂質 有孔蟲은 堆積된 後, 化石化과정에서 쉽사리 파괴된다고 알려져 있다. 그러나 이 연구에서는 연구재료가 表面堆積物이므로 先驗적으로 볼 때, 이러한 현상은 큰 영향을 줄 수 없다고 생각한다.

水力學的으로 集積되는 현상은 비교적 강한 水力學的 에너지나 약하기는 하나 계속적인 作用이 필요할 것이고 따라서 폭풍우시나 turbulent zone 및 地形에 따라서 뚜렷하리라 믿는다.

위의 여러 이유를 고려할 때, 연구지역에서 有孔蟲個體數에 영향을 주는 요인은 環境에 따라서 다르게 보아야겠다.

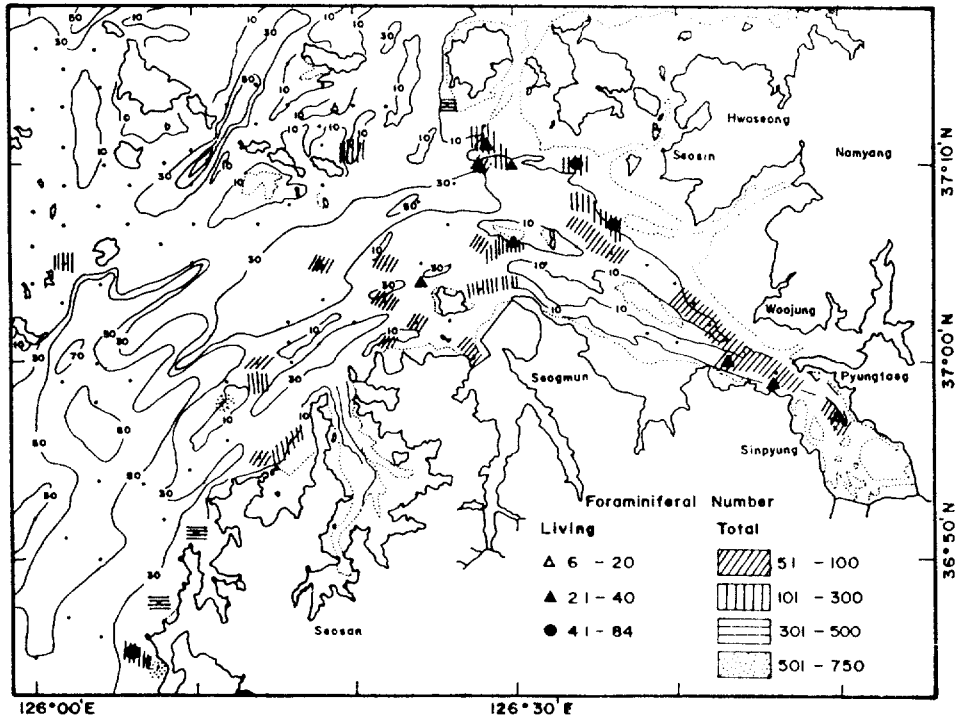


Fig. 4. Foraminiferal number of living and total (living+dead) assemblages in 10ml of wet samples (modified after Chang et al., 1982).

즉 潮間帶 가까운 沿岸과 牙山灣內에 有孔蟲이 비교적 많은 것은 有孔蟲이 棲息하기에 비교적 좋으며, 또한 주변 조간대와 다른 곳에 棲息하는 有孔蟲들이 파도의 작용으로 모여 있을 것으로 믿어진다. 즉 가까운 조간대에 서식하는 유공충은 조간대 가까이 얕은 해저에 集積될 것이고, 다른 곳에서 운반되어 온 유공충도 조간대 가까이 집적된다고 생각된다.

비교적 깊은 곳, 자갈이 상당히(30% 이상) 있는 海底에 有孔蟲이 없거나 대단히 적은 현상도 설명가능하다. 즉 모래나 자갈이 퇴적된 곳은, 퇴적물의 粒子가 커서 有機物이 적을 것이고(El-Wakeel and El-Sayed, 1978), 따라서 有孔蟲의 먹이가 되는 海藻類 등이 적으며 棲息하기에 不適當한 環境이다(Lipps and Valentine, 1970). 또한 자갈이나 모래가 퇴적되거나 노출되려면 水力學的 에너지가 상당히 커야하고, 比重이 모래의 半정도인 有孔蟲은 모래입자와 함께 퇴적되기보다는 운반되리라 믿는다.

有孔蟲의 많기를 堆積률과 관련 설명할 수 있다. 예를 들면 Uchio(1960)는 California의 San Diego 앞 海底의 有孔蟲을 연구하면서 沿近海의 유공충이 적은 이유를, 살아 있는 개체가 적다는 현상에 근거, 낮은 生産으로 생각했으며, San Diego Trough의 유공충이 적은 이유를 낮

은 生産, 低溫 및 碎屑性 物質에 의한 稀釋으로 생각했다. Walton(1964)은 Mexico灣 有孔蟲을 연구하면서 碎屑性 퇴적물에 의한 稀釋정도가 底層有孔蟲의 많기를 좌우하는 가장 중요한 이유로 생각했다.

연구지역에 살아있는 個體가 드물다는 사실과 全體群集이 빈약한 것은 낮은 生産과 더불어 堆積率이 큰 작용을 함을 알 수 있다. 실제 Polski(1959)의 연구에 의하면 東支那海 및 黃海에서의 有孔蟲의 個體數는 水深이 깊어지고 海岸에서 멀어질수록 증가하며, 沿近海와 큰 江河口에서는 이 값이 낮아지는 현상을 堆積率로 설명했다. 연구지역 가까이에 漢江, 錦江 등 큰 강이 있고, 牙山灣에서도 堆積物의 공급이 있을 것이며, 연구지역이 육지에 인접해 있다는 사실을 감안하면 비록 자료가 부족하기는 하나, 연구지역의 堆積率도 상당히 높으리라 생각한다.

위의 여러 현상 등을 감안할 때, 연구지역의 有孔蟲群集에 영향을 미치는 요인은 生態의 및 水力學的 요인과 높은 堆積率에 의한 稀釋 등으로 생각하며, 이들은 位置, 水深, 地形, 海流 등에 따라, 選擇의 또는 複合的으로 작용하리라 믿는다.

表 1은 선별된 有孔蟲이 비교적 많은 標品들의 水深, 堆積物 組成, 有孔蟲 個體數와 種의

Table 1. Physical conditions and foraminiferal observations of the samples from the subtidal zone of Asan Bay, KOREA.

Station	Water Depth(m)	Gravel+Sand (%)	F.N. Really picked	Number of Replaced specimens	Total F.N. in 10ml of wet samples	Live/Total-Replaced(%)	Total Number of species
2	5	67.1	215	10	406	0.5	5
7	26	100.0	103	69	21	5.9	5
8	17	98.7	419	64	117	0.6	14
10	16	68.6	99	0	22	0.0	5
11	6	84.8	170	0	44	0.0	8
12	7	100.0	180	76	40	0.0	8
14	25	100.0	262	43	49	0.9	8
32	18	98.7	320	28	294	0.3	10
35	16	67.4	97	0	29	0.0	7
39	60	73.5	96	1	32	3.2	11
45	52	93.7	175	34	41	0.7	9
70	30	93.4	136	0	33	0.0	12
71	27	100.0	283	0	142	34.3	15

—continued—

72	13		424	0	147	0.2	12
73	14	93.8	511	0	750	0.0	14
74	23	100.0	501	0	439	0.0	16
83	24	99.6	258	0	312	0.8	14
94	8	100.0	454	3	620	0.0	12
109	45	72.5	166	2	40	3.0	10
111	50	95.6	198	0	79	8.1	13
113	40	100.0	92	18	21	0.0	10
115	20	100.0	120	20	83	0.0	8
118	14	100.0	252	0	143	0.4	15
122	35	49.7	173	0	77	0.0	11
123	19	61.0	312	0	181	0.3	15
127	35		91	60	22	6.5	9
129	22	100.0	153	14	77	0.7	11
130	17	100.0	92	19	72	0.0	10
131	18	100.0	268	16	71	1.2	12
132	9		108	4	39	5.8	8
133	17	64.8	229	0	82	5.2	14
136	25	100.0	180	88	90	0.0	9
139	20	63.1	243	0	225	1.2	14
141	35	24.4	132	2	54	5.4	11
142	18	71.4	203	0	214	3.0	12
143	8	100.0	142	77	101	0.0	6
146	12	100.0	91	22	47	0.0	8
147	20	88.6	243	12	187	0.0	9
148	22	27.0	218	0	256	32.7	11
149	20	63.0	192	0	56	1.6	12
151	15	82.3	95	0	22	12.6	11
152	18	38.0	170	3	53	4.8	12
153	16	50.6	287	0	94	3.1	14
154	22	47.8	221	0	87	9.0	10
155	20	61.9	222	1	67	17.2	13
156	22	74.5	227	16	66	5.7	12
159	20	34.1	159	0	54	18.2	12
160	17	36.4	155	0	31	8.4	9
164	7	22.2	340	0	114	41.8	10
169	33	37.9	132	2	43	6.9	11
170	25	21.7	197	0	81	42.6	14
171	15	43.1	413	0	121	23.0	13
172	16	49.7	172	0	226	4.7	12
173	11	68.9	179	1	224	0.6	10

數를 나타낸다.

2) 保存이 不良한 有孔蟲

연구지역의 有孔蟲들은 Rose Bengal로 붉게 물들거나 皮殼의 保存狀態가 대단히 좋은 個體도 있으나 保存狀態가 나빠서 깨어지고 磨耗되

고 껍질이 진한 褐色~黑色으로 전부 또는 부분적으로 變色된 個體들이 상당히 있었다. 이러한 變色은 有孔蟲 껍질이 다른 物質로 交代되기 (replaced) 때문인 것으로 믿어진다.

底棲有孔蟲은 產出狀態에 따라 크게 몇 가지로 나눌 수 있다.

다음은 大西洋 Biscay灣 大陸棚에서, 底棲有孔蟲의 產出狀態에 關하여 나눈 것이나(Pujos, 1971).

즉 Rose Bengal로 有孔蟲의 原形質이 着色(coloration)되어, 채집당시 原形質이 있었던 개체들은 “좁은 의미의 生群集(Biocoenose s.

str.)”이다.

비록 着色은 안 되었더라도 皮殼의 保存狀態(état de conservation des tests)가 대단히 좋거나, 그렇지 않은 여러 경우(usure variable)가 있으며, 運搬되지는 않고 再動(remaniement sans transport)된 군집으로 水深(bathymétrie)과

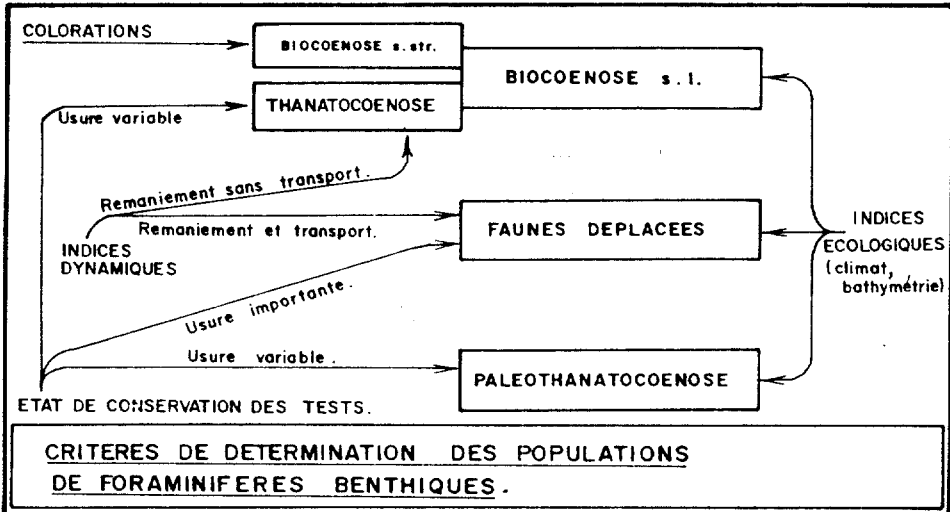


Fig. 5. Criteria for determination of benthic foraminiferal populations (after Pujos, 1971).

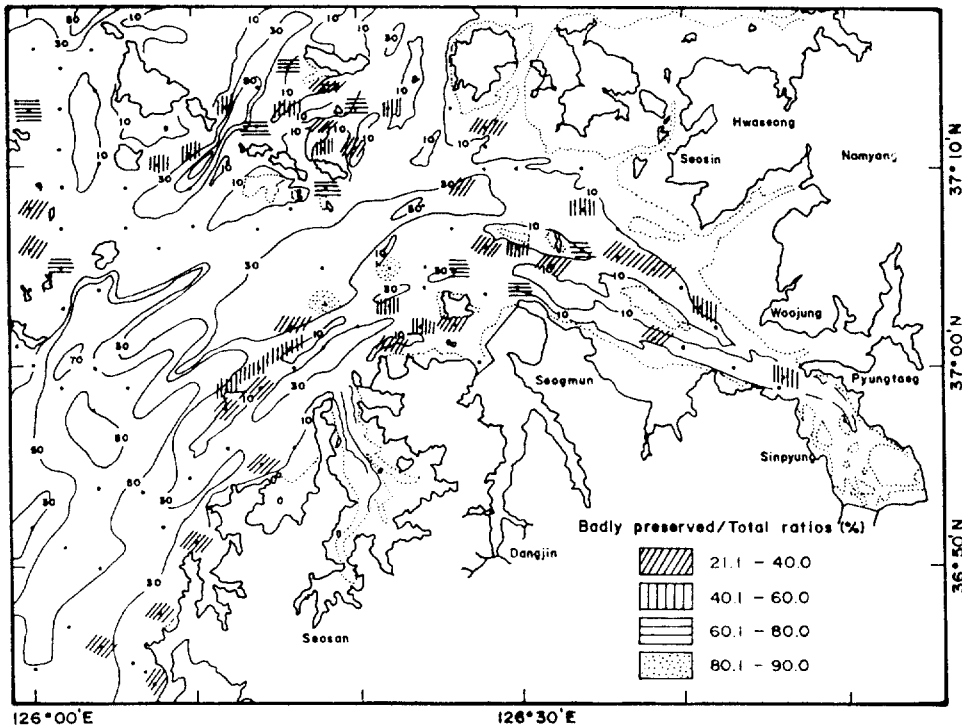


Fig. 6. Areal distribution of the badly preserved to total assemblages.

氣候(climat) 등의 生態的 指數(indices écologiques)가 연구지역과 相反되지 않는 군집은 “死群集(thanatocoenose)”이며 “좁은 의미의 生群集”과 합쳐서 “넓은 의미의 生群集(biocoenose s. l.)”이다.

皮殼이 많이 磨耗된(usure importante) 개체가 많고 運搬(transport)되고 再動(remaniement)된 개체와, 연구지역의 氣候와는 모순이 없으나 水深과 相反될 수 있는 개체는 “移動된 動物群(faunes déplacées)”이다.

연구지역의 水深과 氣候와 相反되거나 皮殼이 여러가지로 磨耗된 경우(usure variable)에는 실질적으로 “化石群集(Paléothanatocoenose)”이다.

Pujos(1971)에서 引用한 그림 5는 底棲有孔蟲의 群集을 결정하는 기준을 보여준다.

따라서 연구지역에 있는 皮殼의 保存狀態가 불량하고 變色된 개체들은 위의 기준에 비추어 보면, 넓은 의미의 生群集도 있을 것이며, 移動된 유공충과 상당히 오래된 유공충도 있을 것으

로 생각한다.

保存이 불량하고 變色된 유공충들은 *Ammonia beccarii*, *A. cf. indopacifica*, *Pararotalia nipponica*, *Poroeponides cribrorrepandus*, *Elphidium advenum*, *E. subincertum*, *Hoeglundina elegans*, *Quinqueloculina costata*, *Q. contorta*, *Spiroloculina lucida*, *Textularia conica* 등 11種이며 이들 모두는 살아있는 개체가 연구지역에서 발견된다.

선별된 개체가 비교적 많은 표품을 대상으로 한, 보존상태가 불량한 개체의 전체군집에 대한 조성은, 높으면 90.0%(표품 136)까지 이르며, 潮間帶주변 沿岸海底 및 牙山灣內가 비교적 낮으며, 해안에서 조금 떨어진 곳이 비교적 높다(그림 6).

保存狀態가 不良한 11種의 넓은 의미의 生群集의, 연구지역에서 확인된 모든 유공충들의 넓은 의미의 生群集, 즉 연구지역에 棲息하거나 최근 棲息한 種으로써 연구지역의 環境이 지금과 거의 차이없을 때 棲息한 種들에 대한 비율

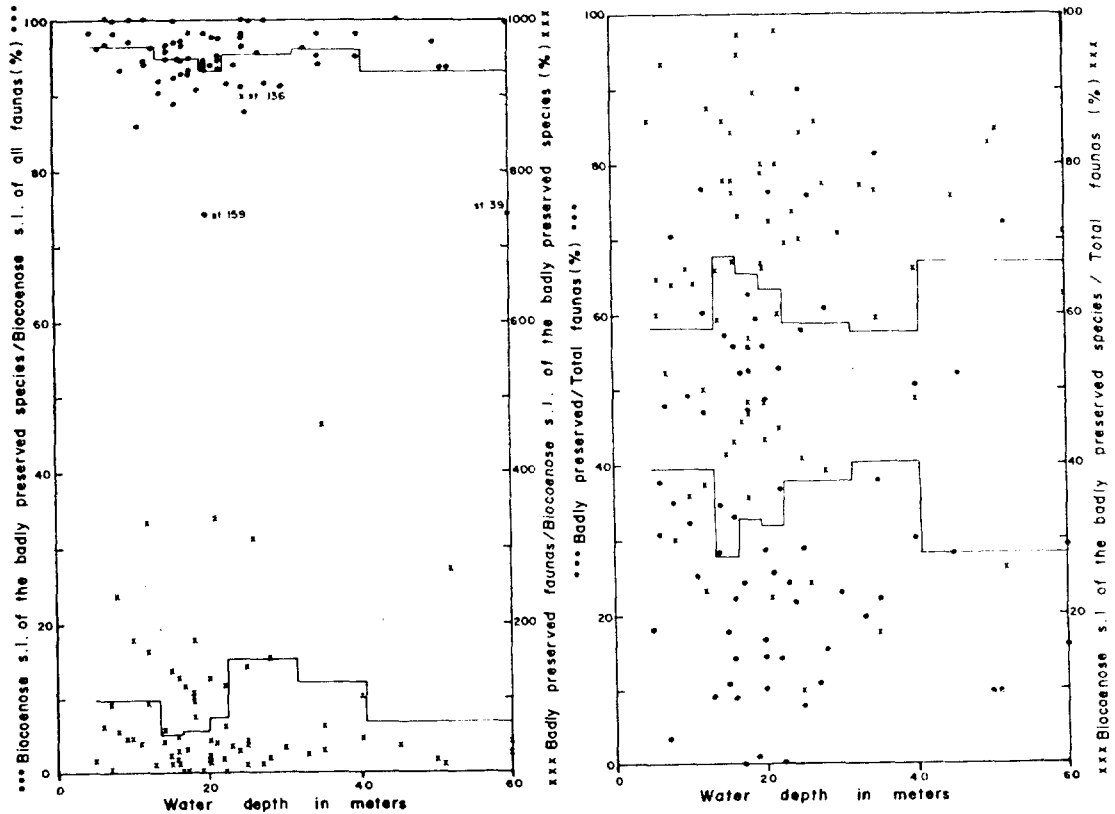


Fig. 7. Relationships of the badly preserved faunas according to the water depth.

을 구했다. 이 비율은 예외적으로 낮은 경우(표 품 39, 159)도 있으나, 대개의 표품들은 90% 이상이다. 다시 말하면 넓은 의미의 生群集 거의 전부가, 보존이 불량한 11種으로 되어 있다는 뜻이다. 20m까지는 적어지다가 약간 증가하는 경향이 있으나 수심에 따르는 어떤 뚜렷한 경향을 보여주지는 않는다(그림 7).

보존상태가 불량한 개체의, 같은 種의 넓은 의미의 生群集에 대한 비율은 높으면 9배(표품 136)인 경우도 있으나 대개는 1.5~2배 사이에 분포하나 널리 흩어지기도 한다. 14~22m에서는 낮으나 이보다 약간 얕은 곳과 깊은 곳에서는 증가하는 경향이 있다(그림 7).

보존이 불량한 군집의 水深에 따르는 관계를 살펴 볼 때, 保存이 불량한 種들은 生群集과 큰 차이를 보여 주지 않으며, 보이는 적은 차이도 거의 같은 경향을 보여 준다.

保存이 불량한 군집의 전체군집에 대한 비율은 주로 10~60%에 걸쳐서 널리 흩어져 있으며, 14~22m 사이가 비교적 낮다(그림 7).

반면, 보존이 불량한 11種이 넓은 의미의 生群集의, 全體群集에 대한 비율은 주로 40~90%

이며, 14~22m 사이가 비교적 높다(그림 7). 두 비율들은 거의 對稱의 관계에 있어서 보존이 불량한 11種의 넓은 의미의 生群集과, 11種 전체군집간의 관계가 밀접함을 시사한다. 表 2는 保存이 불량한 個體의 각 군집에 대한 水深에 따르는 平均比率 및 標準偏差이다.

保存이 불량한 개체가 비교적 많은 표품에서 구한, 皮殼의 構造에 따르는 組成은 琉璃質이 압도적이며, 陶器質은 상당히 있으나 砂質은 몇 표품을 제외하고는 거의 없다(그림 8). Fisher- α 多樣性指數는 0.8~1.8 정도이다(그림 8).

皮殼의 構造에 따르는 組成은, 뒤에 이야기한 交代된 개체를 제외한 全體群集의 皮殼構造에 따르는 組成과 비교해 볼 때, 陶器質은 많고 砂質은 적으며, Fisher- α 多樣性指數는 상당히 낮은 편이다.

皮殼의 保存이 불량하고 變色된 有孔蟲들의 種, 다른 군집에 대한 比率, 皮殼構造에 따르는 組成, 多樣性 등을 고려할 때, 이들 有孔蟲들은 群集形成時期는 상당히 오래된 것이 있다 하더라도, 현재와 큰 차이없는 環境에서 기원해서 移動되었다고 생각할 수 있다.

Table 2. Various ratios of the badly preserved faunas according to sampling depth.

Biocoenose s.l. of the badly preserved species Biocoenose s.l. of all species $\times 100$			Badly preserved faunas $\times 100$ Total faunas		
Depth	Range	Average \pm Standard deviation	Depth	Range	Average \pm Standard deviation
5~13m	85.8~100.0	96.5 \pm 3.8	5~13m	3.5~76.9	38.8 \pm 21.6
14~16m	89.0~100.0	94.8 \pm 3.8	14~16m	8.7~57.1	27.7 \pm 18.2
17~19m	90.6~98.3	94.9 \pm 2.4	17~19m	0 ~62.5	32.8 \pm 25.0
20~22m	74.1~98.1	93.4 \pm 6.3	20~22m	0 ~76.1	31.7 \pm 22.6
23~31m	91.2~100.0	95.5 \pm 3.7	23~31m	7.6~90.0	37.8 \pm 28.3
32~40m	94.1~98.1	96.2 \pm 1.6	32~40m	19.7~81.3	40.3 \pm 23.0
41~60m	74.1~100.0	93.1 \pm 9.7	41~60m	9.6~72.0	28.2 \pm 22.8
Badly preserved faunas Biocoenose s.l. of the badly preserved species $\times 100$			Biocoenose s.l. of the badly preserved species $\times 100$ Total faunas		
Depth	Range	Average	Depth	Range	Average \pm Standard deviation
5~13m	3.8~333.3	98.6	5~13m	23.1~93.5	58.1 \pm 21.7
14~16m	10.3~137.9	51.1	14~16m	41.4~85.7	67.8 \pm 15.8
17~19m	0 ~175.4	56.8	17~19m	35.6~97.4	65.4 \pm 23.7
20~22m	0 ~337.5	74.8	20~22m	22.5~97.7	63.4 \pm 20.7
23~31m	9.0~900.0	153.4	23~31m	10.0~85.5	58.7 \pm 25.7
32~40m	25.5~462.5	121.6	32~40m	17.6~77.3	57.6 \pm 22.4
41~60m	11.4~273.9	67.0	41~60m	26.3~84.6	67.2 \pm 21.6

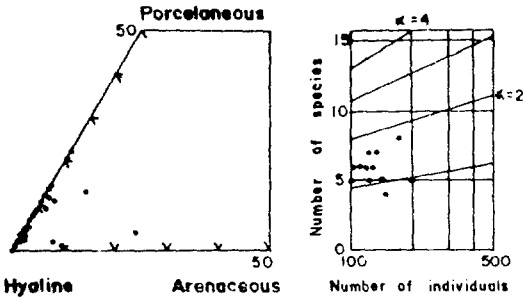


Fig. 8. Triangular plot and Fisher's α diversity indices of the badly preserved faunas.

지금으로부터 18,000년전 현재의海面보다 120餘m 낮은海面이 홀로世로 들어오면서 급격히 상승해서 이미 7,000년전 경에는 현재의海面보다 5~10m정도 낮았다는 일반적으로 알려진 사실을 감안하면 연구지역의 대부분이 바다로 덮힌 것도 이미 7,000년 以前으로 생각된다.

실제 우리나라 西海岸 金堤 新평천濕地의 層序基底에서 채취한 土炭의 放射性炭素의 測定 (Park, 1969)에 의하면 지금으로부터 약 4,000년 전까지는 平均海水面의 陸地에 대한 上昇率, 즉 西海岸의 沈降率이 年 0.426mm이었으며, 그以

前 最小 2,700年間은 年 1.4mm이었다는 사실과, 이미 지금으로부터 6,000年 前에는 시해안 위 연구지역의 沈降깊이가 4m가 못된다는 점을 고려하면 이 연구지역의 대부분이 이미 6,000年 前에는 바다로 덮였음을 알 수 있다.

따라서 당시 또는 그 以前에 연구지역 또는 環境이 비슷한 주변지역에 서식하던 有孔蟲들은 그 以後 堆積, 運搬, 埋沒, 再動되면서 組成이 변하고 移動되리라는 것은 충분히 가능하다.

그러나 연구지역 및 주변지역 潮流가 강하고, 상당히 얕아서 폭풍우 등에 의해서 비교적 쉽게 교란될 수 있다는 점을 고려하면 현재와 상당히 다른 環境에서 유래했음도 가능하며 따라서 보다 깊은 연구가 필요하다고 믿는다.

變色된 個體들은 先驗的으로 볼 때, 그 變色이 짧은 時間내에 이루어진 것으로 보기에 어렵고 따라서 상당히 오래된, 다시 말하면 化石으로도 볼 수 있다.

Polski(1959)는 東支那海 水深 100~200m에서 발견한 磷灰土로 交代된 內大陸棚 有孔蟲들을 Pleistocene당시 海水面이 낮았을 때 만들어진 淺海堆積層으로 믿었다.

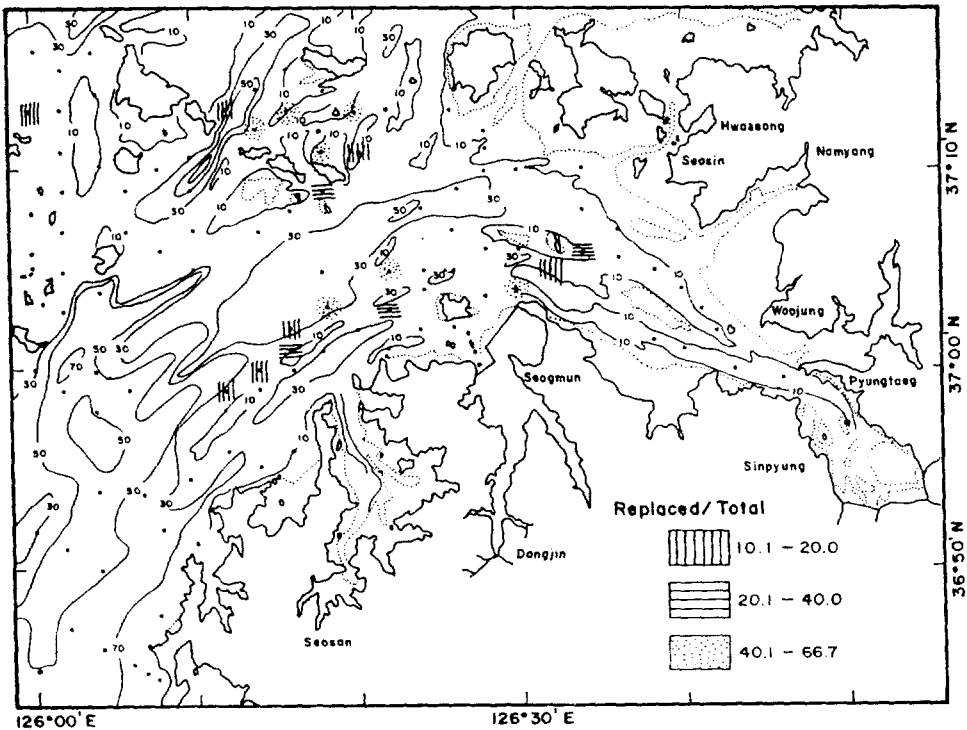


Fig. 9. Areal distribution of the replaced to total faunas.

연구지역이 비교적 얇고, 堆積物이 粗粒質이 우세하고, 바깥쪽에는 sand wave 등이 발달한다는 점을 고려하면 黃海 어딘가에 있던 상당히 오래된 有孔蟲들이 폭풍우나 기타 요인으로 移動될 것도 충분히 가능하다. 물론 數萬年前 연구지역에 棲息하던 有孔蟲들이 남아 있는 것도 상상할 수 있다.

有孔蟲個體數가 비교적 많은 標品 가운데에서 變色된, 즉 다른 物質로 交代된 個體의 組成은, 적으면 표품에 전혀 없는 경우도 있으며, 많으면 40% 이상 66.7%(표품 7, 9, 12, 13, 127, 136, 143)까지 되며, 牙山 內灣을 제외한, 沿岸지역과 紫月島와 伊作島 사이의 海역 등, 비교적 얇은 지역에 많다(그림 9). 交代된 有孔蟲들이 외부에서 運搬되어 集積되었다면, 다른 지역에서 운반되어 온 물질이 이 지역에 비교적 많이 퇴적됨을 시사한다.

交代된 有孔蟲들은 皮殼의 保存이 불량한 11種에서 *Elphidium subincertum*을 제외한 10種이며, 이 가운데에서 *Pararotalia nipponica*, *Ammonia cf. indopacifica*, *Poroeponides cribrorepanus*, *Quinqueloculina costata* 등이 비교적 우세

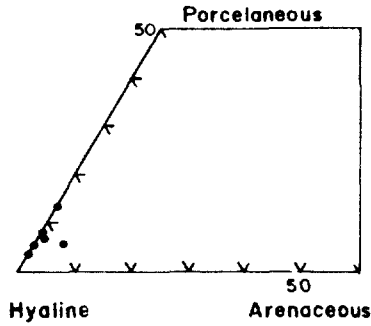


Fig. 10. Triangular plot of the replaced faunas.

하다.

變色된 有孔蟲이 비교적 많은 표품을 대상으로 한, 變色된 有孔蟲들의 皮殼의 構造에 따르는 組成은 표품의 수가 적기는 하나, 琉璃質이 압도적으로 우세하다(그림 10).

3) 相對的 堆積率

Phleger(1964, p.30-32)에 의하면 北멕시코灣에서의 경우, 海水面이 현재보다 낮았던 10,000~18,000年前에 堆積한 有孔蟲 때문에 生/全體比率로 類推한 相對的 堆積率이 現生堆積現象과 다르다. 이러한 연구를 고려하여, 이 연구에서는

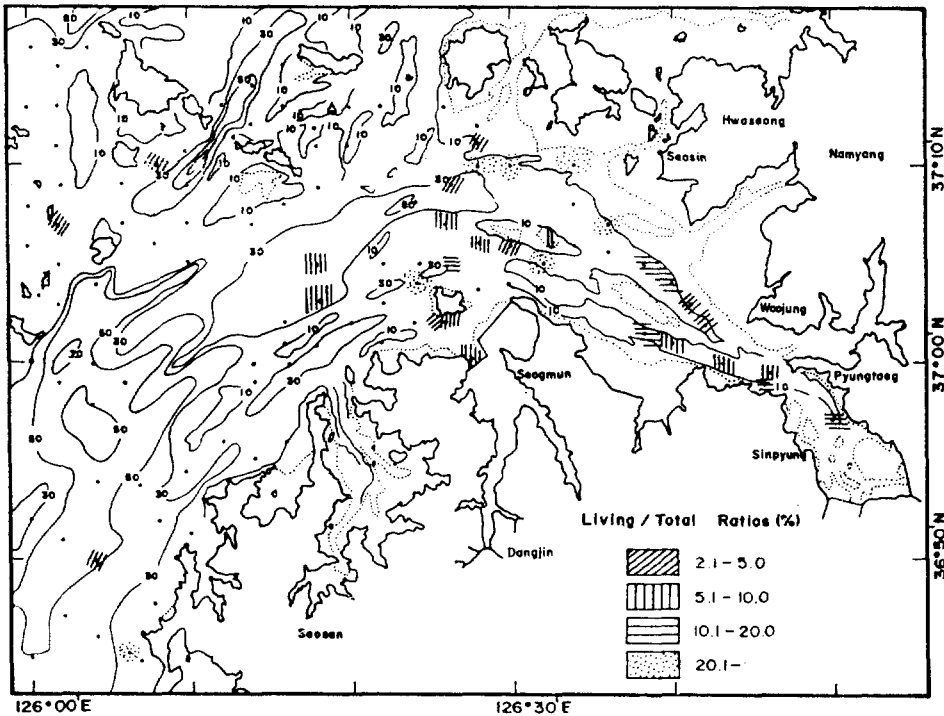


Fig. 11. Areal distribution of living/total ratios (excluding replaced faunas).

以後, 現生有孔蟲을 論할 때에는 상당히 오래된 것으로 생각되는 交代된 有孔蟲들을 제외했다.

선별한 個體가 비교적 많은 표본들의 살아있는 個體의, 全體群集에 대한 비율을 구했다(표 1). 이 비율은 높으면 42.6%(표본 170)까지 되며 靈興島와 大阜島남쪽, 도리淺堆, 立波島, 大蘭芝島 및 연구지역 남쪽沿岸底 등을 비롯하여 牙山灣內 등 비교적 얇은 곳이 높아서 상대적 퇴적율이 비교적 높음을 보여준다. 반면 바깥쪽 海底는 비교적 낮다(그림 11).

앞에서 이야기했듯이, 全體群集이 적어지는 큰 이유중의 하나가 碎屑性 堆積物에 의한 稀釋이라는 점을 고려하고, 산 群集의 全體群集에 대한 比率을 相對的 堆積率과 관련, 연구한 결과들(Phleger, 1960a,b, 1964; Uchio, 1960; Matoba, 1970; Atkinson, 1971; Venkata Rao and Subba Rao, 1976; Basov, 1981; Chang, 1983; 蔣과 李, 1983 a,b)을 참조하여, 全體群集의 有孔蟲個體數와 生/全體群集의 比率간의 關係를 알아왔다.

個體數가 적어질수록 比率이 커진다는 일반적인 관계는 20%정도까지는 관찰되나, 그 이상에서는 일반적인 경향에서 약간 벗어난다(그림 12). 牙山灣표본들은 비교적 적은 개체에 비교적 높은 비율을 보여준다. 표본 148은 도리淺堆 부근의 얇은 해저이며 상당히 많은 개체가 상당히 높은 비율을 보여준다. 표본 71은 비교적 많은 개체가 상당히 높은 비율을 보여준다.

現生底棲有孔蟲의 生/全體群集의 比率을 이용하여 相對的 堆積率을 연구하는 방법은 Boltovskoy and Wright(1976)에 의하면 몇가지 문제점이 있으며 그중의 하나가 살아 있는 개체가 전연 없는 경우에는 쓰지 못 한다는 점이다. 따라서 바깥쪽 연구지역 상당수의 표본에는 살아 있는 개체가 전연 없다는 점을 고려할 필요가 있다.

또한 Murray(1973)에 의하면 現生底棲有孔蟲으로써 堆積率을 구할 수 있는 믿을 수 있는 유일한 방법은 年間的 生産個體數와 죽은 個體數를 比較하는 것이라 하였다.

따라서 살아있는 群集의, 全體群集에 대한 比率로 相對的 堆積率을 보다 定量的으로 구하려

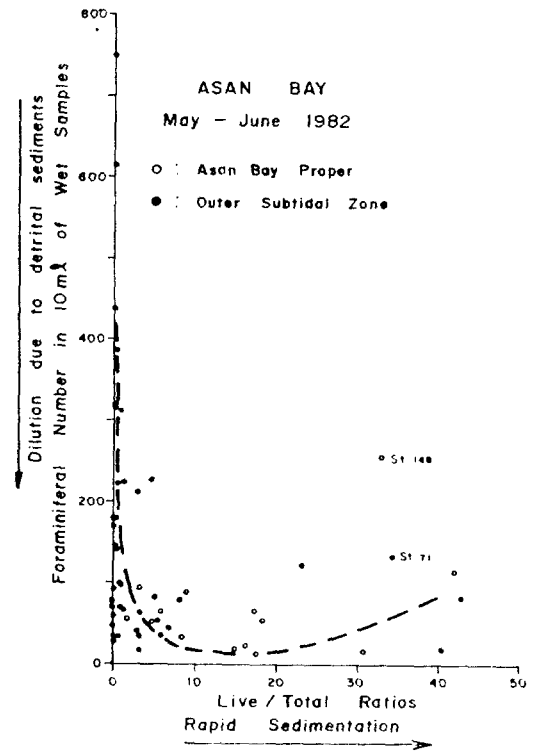


Fig. 12. Relationship between total foraminiferal numbers (excluding replaced faunas) in 10ml of wet samples and living/total ratios.

면 많은 量의 표본을 처리해서 살아있는 개체를 포함하여 충분한 數의 全體群集을 얻음이 필요하다. 또한, 가능하면 週期的인 有孔蟲의 채집과 絕對堆積率의 測定이 보다 合理的인 설명을 위하여 필요하다. 물론 연구지역은 水力學的 에너지가 비교적 커서, 堆積된 物質이 쉽사리 浸蝕되고 따라서 絕對堆積率의 測定은 어려울 수도 있으나 지역에 따라서는 가능하리라 믿는다.

4) 優勢한 種들

연구지역에서 확인된 有孔蟲은 살아있는 19種을 포함하여 28種이다(그림 13).

연구지역에서 살아있는 群集은 5개표본(71, 148, 164, 170, 171)에 비교적 많았으며, 가장 우세한, 살아있는 種은 *Ammonia beccarii*, *Pararotalia nipponica* 等이며, 이 以外에도 *Hoeglundina elegans*, *Elphidium advenum*도 비교적 우세하다(그림 14).

全體群集은 牙山灣內 등, 비교적 얇은 곳에서

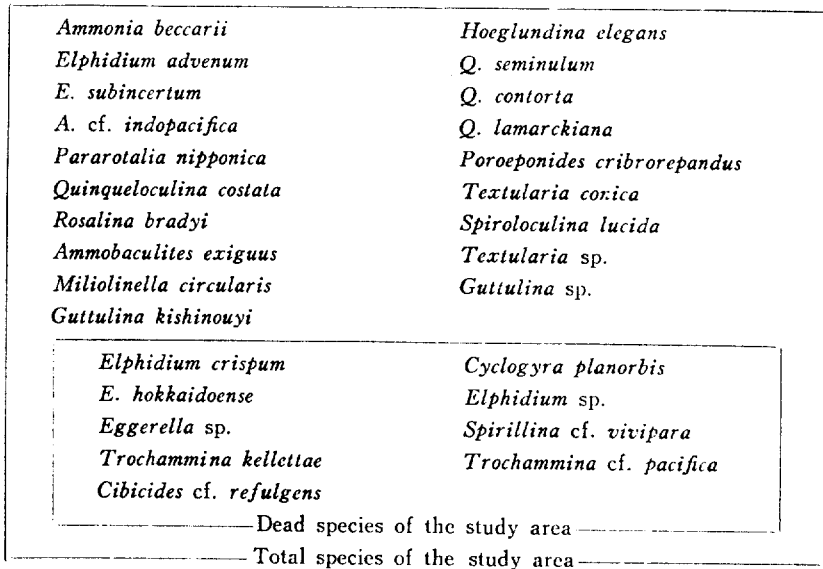


Fig. 13. Living and dead species occurring in the study area (modified after Chang et al., 1982).

는 *A. beccarii*, *A. cf. indopacifica*, *Pararotalia nipponica* 등이 우세하며 *Poroepionides cribrorrepandus*, *Hoeglundina elegans*, *Textularia sp.* 등도 비교적 많다. 비교적 깊은 곳에는 *P. nipponica*, *Quinqueloculina costata*, *Q. contorta* 및 *A. cf. indopacifica* 등이 비교적 많다(그림 14).

살아있는 *A. beccarii*는 大阜島 남쪽에 상당히 많은 곳이 있으며, 全體群集에서는 牙山灣內와 靈興島와 瑞山灣사이의 海底 및 바깥쪽 섬 주변 등 비교적 얇은 곳에 많다.

Living assemblage	Total assemblage
<i>Ammonia beccarii</i>	<i>A. beccarii</i>
<i>Pararotalia nipponica</i>	<i>A. cf. indopacifica</i>
<i>Hoeglundina elegans</i>	<i>P. nipponica</i>
<i>Elphidium advenum</i>	<i>Poroepionides cribrorrepandus</i>
	<i>H. elegans</i>
	<i>Textularia sp.</i>
Nearshore shallow zone	
	<i>P. nipponica</i>
	<i>Quinqueloculina costata</i>
	<i>Q. contorta</i>
	<i>A. cf. indopacifica</i>
Fairly deep zone	

Fig. 14. Specific associations of dominant faunas of study area (modified after Chang et al., 1982).

*P. nipponica*는 牙山灣內에는 비교적 적으나 沿岸海底와 德積島, 文甲島, 仙甲島 등 섬 주변 해저에는 비교적 많다.

*Q. costata*는 바깥쪽 깊은 海底에 비교적 많다.

5) 多様性

선별된 個體가 비교적 많은 標品에서 Fisher- α 多様性指數(Murray, 1973, 1976)를 구했다.

살아있는 군집은 1개 표품(표품 164)만 대상이

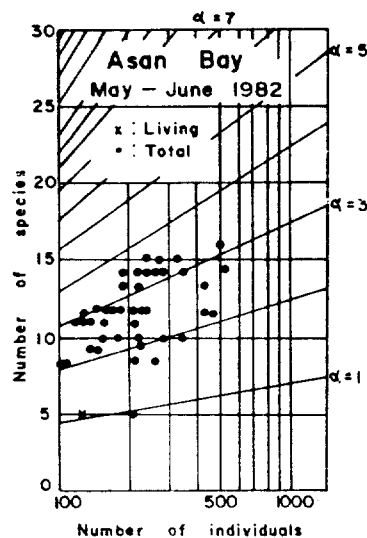


Fig. 15. Fisher- α diversity indices of the assemblages excluding replaced faunas for Asan Bay.

되었으며 1.1 정도의 값이며,全體群集은 대개 1.7~3.7이다(그림 15).全體群集의指數는 살아있는群集과는 다르며, 다른程度도環境에 따라 다르다는 사실을 참조하고(Murray, 1976), 인접지역인京畿灣潮間帶와 牙山灣潮間帶의結果(蔣과 李, 1983a, b)를 고려하면 연구지역의生群集의多樣性指數는 상당히 낮으리라 생각된다.

6) 皮殼構造

연구지역에서 확인된有孔蟲 가운데에서琉璃質皮殼의有孔蟲은 *Ammonia beccarii*, *Elphidium* spp. 등 16種이며, 이 가운데에서 *A. beccarii*, *A. cf. indopacifica*, *Pararotalia nipponica*, *Poroponides cribrorrepandus* 등이 대부분을 차지한다.琉璃質有孔蟲은 몇 표품을 제외하고는組成의절대적인부분을 차지한다(그림 16).琉璃質有孔蟲은潮間帶에 인접한沿岸海底와 섬 주변海底, 牙山灣內에서는全體群集의 75% 이상되며, 연구지역을北東-南西로 잇는帶狀海底에는 비교적 적다.

陶器質有孔蟲은 *Quinqueloculina* spp. 등 6種이며, *Q. costata*, *Q. seminulum*이 군집의 대부분이다.陶器質有孔蟲은 牙山灣內에는 많지 않으나 바깥쪽海底에는 비교적 많다.

砂質有孔蟲은 *Textularia conica*, *Ammobaculites exiguus* 등 6種으로 되어 있으며, *T. conica*가 절대 우세하며, 바깥쪽海底에는斷續적으로分布하며, 牙山灣內에는 거의 없다(蔣 등, 1982).

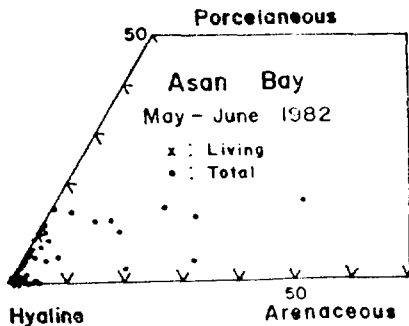


Fig. 16. Triangular plot of the assemblages excluding replaced faunas for Asan Bay.

結 論

1982년 5월말~6월초에 걸쳐 牙山灣 및 주변海底에서 채취한 132점의海底堆積物에서底層有孔蟲을 연구한 결과는 아래와 같다.

有孔蟲은沿岸의 얇은海底에는 비교적 많으며, 바깥쪽 비교적 깊은海底에는 거의 없다. 이러한 현상은水力學的 및 生態的 理由, 堆積率 등과 관계 있으며, 이들은環境에 따라選擇의 또는 複合的으로 作用한다.

皮殼의 保存狀態가 不良하고 變色된 有孔蟲은 11種이다. 이들 모두는 살아 있는 個體가 연구지역에서 발견되며 水深에 따르는組成 등은 현생군집과 큰 차이 없으며, 皮殼構造 및 多樣性 등은 어느 정도의 차이가 있다. 이들을 종합해서推定해 보면, 이들은 연구지역과 큰 차이 없는環境에서 최근 또는 비교적 오래전에 만들어져서 移動된 것으로 믿어지며, 연구지역의自然環境을 고려, 보다 깊은 연구가 필요하다.

變色된 有孔蟲들은 다른 物質로 交代(replaced)된 것으로 믿어지며, 따라서化石으로 생각되며 표품의 숫자가 적기는 하나, 皮殼構造는琉璃質이 압도적으로 우세하다.

살아있는群集의, 變色된 有孔蟲을 제외한全體群集에 대한比率은, 比率이 어느 정도 높아질 때까지는有孔蟲個體數가 적어지는 뚜렷한負의 相關關係를 보여주며, 比率이 더 높아지면個體數가 증가하는 경향이 있다.

살아있는 19種을 포함하여 28種이 확인되었으며 化石으로 생각되는 交代된 有孔蟲을 제외한全體群集의 Fisher- α 多樣性指數는 주로 1.7~3.7이다. 皮殼構造의組成은琉璃質이 압도적으로 우세해서 牙山灣內 및 沿岸海底에 주로分布하여, 陶器質 및 砂質은 바깥쪽海底에 비교적 많다.

參 考 文 獻

건설부, 1974. 아산만 해상 기초조사.
국립수산진흥원, 1976. 해양조사년보 제24권, 1975년.
金承友, 李潤五, 張正海, 1977. 牙山灣一帶 海底堆積

- 物調査, 자원개발연구소 조사연구보고, 2:163-244.
- 수로국, 1979. 해도 No. 306, 인천항 부근, 1:75000.
- 수로국, 1979. 해도 No. 307, 아산만 부근, 1:50000.
- 수로국, 1979. 해도 F-No. 435, 어업용 특수해도: 인천, 덕적도 및 연평도, 1:120000.
- 이종화, 나정열, 방익찬, 심태보, 최재영, 정황, 김성연, 장만, 이재철, 안병철, 박정란, 김성희, 어수관, 1979. 해양자료편람 제 1권, 서해 및 남해, 제 1호: 수온, 염분도 및 해수밀도, 606.
- 蔣舜楹, 劉洪龍, 金聖烈, 李慶信, 鄭甲植, 白光浩, 李昌馥, 崔振赫, 朴慶壽, 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, BSPE 00041-63-5, 186p. 및 環境圖 19枚.
- 蔣舜楹, 李慶信, 1982. 仁川 주변 潮間帶의 現生底棲有孔蟲, 韓國科學技術院 海洋研究所 所報, 4:63-72.
- 蔣舜楹, 李慶信, 1983a. 京畿灣 潮間帶의 現生底棲有孔蟲과 그 意義, 大韓地質學會誌, 19:169-189.
- 蔣舜楹, 李昌馥, 石奉出, 鄭泰夢, 劉洪龍, 金聖烈, 李慶信, 白光浩, 朴慶壽, 崔振赫, 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, BSPE 00029-52-5, 226p. 및 環境圖 19枚.
- 蔣舜楹, 李慶信, 1983b. 牙山灣 潮間帶의 現生底棲有孔蟲, 大韓地質學會誌, 19:
- 蔣舜楹, 韓相俊, 石奉出, 鄭甲植, 李慶信, 白光浩, 李昌馥, 崔振勇, 李義弼, 張世浣, 孫炳國. 1983. 海底堆積環境分野. 許亨澤, 南基樹, 李光雨, 郭熙相, 蔣舜楹: 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, BSPG 00019-70-7, :329-409.
- Atkinson, K., 1971. The relationship of recent foraminifera to the sedimentary facies in the turbulent zone, Cardigan Bay. *J. Nat. Hist.*, 5:385-439.
- Basov, T.A., 1981. Benthic foraminifera in the recent sediments of interior seas of the Malay Archipelago. *Oceanology*, 21:66-70.
- Boltovskoy, E. and Lena, H., 1969. Seasonal occurrences, standing crop and production in benthic foraminifera of Puerto Deseado. *Contrib. Cushman Found. Foraminifera*, XX:87-95.
- Boltovskoy, E. and Wright, R.E., 1976. Recent foraminifera. Dr. W. Junk, b.v. The Hague, 515p.
- Buzas, M.A., 1982. Regulation of foraminiferal densities by predation in the Indian River, Florida. *J. Foraminif. Res.*, 12:66-71.
- Chang, S.K., 1983. Recent benthic foraminifera as a sedimentary tool. Accepted to *Benthos '83* (2nd International Symposium on Benthic Foraminifera, Pau, France).
- El-Wakeel, S.K. and El-Sayed, M. Kh., 1978. The texture, mineralogy and chemistry of bottom sediments and beach sands from the Alexandria region, Egypt. *Mar. Geol.*, 27:137-160.
- Kim, J.J., 1970. Recent foraminifera in the Korean Yellow Sea. *Rep., Mar. Geol. and Geophys., Geol. Surv. Korea*, 1:101-118.
- Kim, B.K., Kim, S.W., and Kim, J.J., 1970. Foraminifera in the bottom sediments off the southwestern coast of Korea. *Tech. Bull. Econ. Comm. for Asia and Far East*, 3:147-163.
- Lipps, J.H. and Valentine, J.W., 1970. The role of foraminifera in the trophic structure of marine communities. *Lethaia*, 3:279-286.
- Matoba, Y., 1970. Distribution of recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Science Reports, Tohoku University, 2nd ser. (Geol.)*, 42:1-85.
- Murray, J.W., 1968. Living foraminifera of lagoons and estuaries: *Micropaleont.*, 14:435-455.
- Murray, J.W., 1973. Distribution and ecology of living benthic foraminifera: Heinemann Educational Books, London, 274p.
- Murray, J.W., 1976. Comparative studies of living and dead benthic foraminiferal distributions. in R.H. Hedley and C.G. Adams (eds.). *Foraminifera*, Academic Press, 2:45-109.
- Park, Y.A., 1969. Submergence of the Yellow Sea coast of Korea and stratigraphy of the Sinpyeongcheon marsh, Kimje, Korea. *J. Geol. Soc. Korea*, 5:57-66.
- Phleger, F.B., 1960a. Ecology and distribution of recent foraminifera. The John Hopkins Press, Baltimore, 297p.
- Phleger, F.B., 1960b. Foraminiferal populations in Laguna Madre, Texas. *Science Reports, Tohoku University, 2nd ser. (Geol.)*, Special Volume 4: 83-91.
- Phleger, F.B., 1964. Foraminiferal ecology and marine geology. *Mar. Geol.*, 1:16-43.

- Polski, W., 1959. Foraminiferal biofacies off the north Asiatic coast. *J. Paleont.*, 33:569-587.
- Pujos, M., 1971. Mise en evidence des biocoenoses, faunes deplacees et paleoethanatoenoses de Foraminiferes benthiques sur un plateau continental: applications à la zone ouest-Gironde (golfe de Gascogne). *Bull. Soc. Geol. France*, (7), XIII: 251-256.
- Scott, D.B., and Medioli, F.S., 1980. Living vs. total foraminiferal populations: Their relative usefulness in paleoecology. *J. Paleont.*, 54:814-831.
- Uchio, T., 1960. Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California, area. Cushman Found. Foram. Res., Special Publication, n. 5, 72p.
- Venkata Rao, T. and Subba Rao, M., 1976. The living foraminifera of Dummulapeta creek east coast of India. *J. Geol. Soc. India*, 17:214-223.
- Waller, H.O. and Polski, W., 1959. Planktonic foraminifera of the Asiatic shelf. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, X:123-126.
- Walton, W.R., 1964. Recent foraminiferal ecology and paleoecology. in J. Imbrie and N.D. Newell (eds.). *Approaches to paleoecology*, John Wiley and Sons, p.157-237.