

韓國 迎日灣 海底堆積物の 粒度分析

朴炳權·宋武永
陸軍士官學校 地學科

A GRAIN SIZE ANALYSIS OF BOTTOM SEDIMENTS OF YEONGIL BAY, KOREA

Byong-Kwon Park and Moo-Young Song

Department of Earth Science, Korea Military Academy

ABSTRACT

This paper studied the grain size distribution of bottom sediments of Yeongil Bay which is located at the southeastern part of the Korean Peninsula. Sixty four samples collected with snapper and dredger are analyzed by Roe Tap Sieve Shaker and Pipette Method. The moment parameters are calculated with the method of Friedman (1961). Most samples are composed of sand size sediments and a few samples are composed of silt and clay. The Yeongil Bay can be divided into gravel-granule zone, sand zone, and silt-clay zone.

The sediments near Yeonam-Dong and Hyongsan River are moderately sorted and others are very poorly sorted according to scheme of Friedman (1962). In general, sorting values are ranged from 1.0 to 3.5. The samples near Janggigap and Masin-Dong show negative and others show positive skewness values. Skewness values are ranged from -1 to 2. All samples show the leptokurtic distribution except for the samples near Masin-Dong and at the deepest place near Janggigap. Kurtosis values are ranged from -1.5 to 21.9. The samples of gravel-granule zone contain more than 50% and those of silt-clay zone contain less than 5% of CaCO_3 . Four different colors, black, yellow, brown and gray, are shown in the sediments of Yeongil Bay.

緒 言

本 研究 地域인 迎日灣은 韓半島 南東部 즉 北緯 36° 에서 $36^\circ 10'$ 까지, 그리고 東經 $129^\circ 20'$ 에서 $129^\circ 35'$ 에 위치하고 있다. 迎日灣은 慶尙北道 浦項에 接하여 있으며 평균 水深 약 25m 이며 面積은 約 200 km^2 에 달한다. 東側에는 海岸線이 單調롭고 좁은 帶狀의 大陸棚이 발달한 東海와 接하고 있으며 西側에는 慶尙系와 第三系 地層을 橫斷하여 흐르는 兎山江이 流入하고 있다. 灣 주변에는 長鬐岬이 돌출하여 동해로부터의 강한 海溢을 막아주어 항구로서의 자연조건이 유리하다 (그림 1).

迎日灣 地域의 海底 堆積物에 關係 발표된 論文은 양경린 (1969)의 迎日灣內에서의 漂砂移動에 關한 研究가 있을 뿐이다. 그 周邊 및 東海의

海底堆積物에 關한 研究는 다음과 같다. 동해 全域에 걸친 海底堆積物의 研究 (Niino et al., 1969), 東海岸 東南部 地域의 有孔蟲에 關한 研究 (Kim and Han, 1971), 南海 및 南部, 海峽의 堆積物에 關한 研究 (Park and Song, 1971) 等이다.

本 研究는 迎日灣內의 海底堆積物의 分布狀態, 粒度分析 및 鑛物成分들을 記載하고, 堆積物의 鑛物性質과 粒度를 좌우하는 諸般要素를 檢討하여 灣 堆積環境에서의 堆積作用에 미치는 諸般要素를 研究하는 것을 目的으로 하였다. 또한 現生 堆積環境을 研究하므로써 古期 堆積物의 堆積環境 復元에 寄與코저 하는 바이다.

本 研究의 資料를 提供해 준 美 海軍 海洋研究所의 James F. Page, 交通部 水路局 海洋課 황진풍 계장과 허영규씨 및 海洋測量社 이석우 사

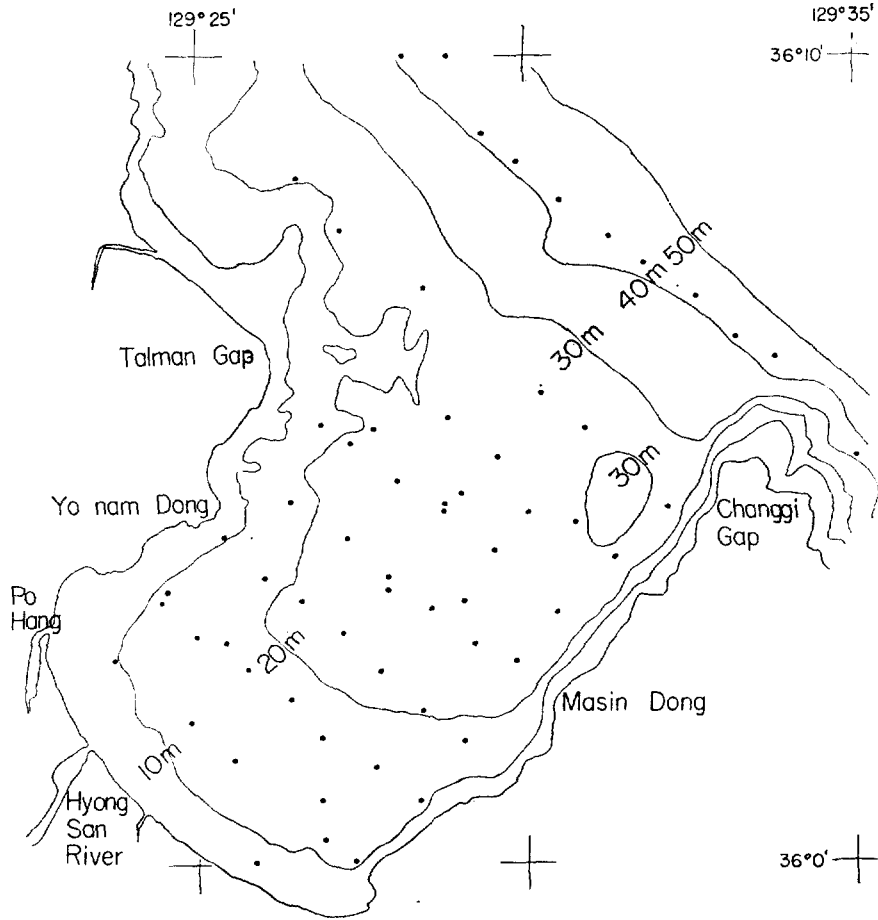


Fig. 1. The sample location and index map of the study area.

장게 감사를 드린다. 또한 本 研究에 諸般 편의를 提供해 주신 陸軍士官學校 地學科 김서운 교수와 本 研究에 關해서 討議해 주신 陸軍士官學校 地學科 제 교수께 謝意를 表한다.

水理와 地質

海流

迎日灣에 接해 있는 東海에는 Kuroshio의 支流인 Tsushima 海流가 韓半島 東南部의 大韓海峽으로부터 북쪽으로 흐르고 있으며 북쪽에서 남쪽으로는 Oyashio의 支流인 Liman 海流가 흐르고 있어서 韓半島 海岸線을 따라 두 海流가 만나고 있다. Tsushima 海流는 底緯度 地域으로부터 溫暖한 海水를 高緯度 地域으로 운반하며 계절에 變함없이 대개 北緯 38° 부근에서 동쪽방향으로 전환한다. 이 海流는 다시 東經 131° 내지

132° 부근에서 南下하여 長鬐岬 부근에서 다시 서쪽 방향으로 轉換하는데 이는 高緯度에서부터 南下하는 Liman 海流의 影響을 받는 것으로 思料된다 (Lee and Cheong, 1968). 寒冷한 Liman 海流는 底流가 되어 溫暖한 海流와 寒冷한 海流의 두 層을 形成한다. 이와같이 두 海流가 서로 만나고 두개의 水層을 形成하며 混合되는 地域의 緣邊部에 迎日灣은 位置하여 있으나 강한 海流의 通路에서 대체로 벗어나 있다.

迎日灣內에서의 潮汐 干滿의 差는 微弱하며 이로 인하여 發生하는 潮流는 堆積物의 移動에 重要한 役割을 하지 못한다. 水路局 報告書 (1971)에 依하면 迎日灣內에서는 海流가 대체로 북쪽에서 灣 內部를 향하여 흐르고 다시 兄山江 河口로부터 長鬐岬을 향해 移動하며 일부는 남쪽에서 長鬐岬—마신동 沿岸을 따라 灣의 內部로 들

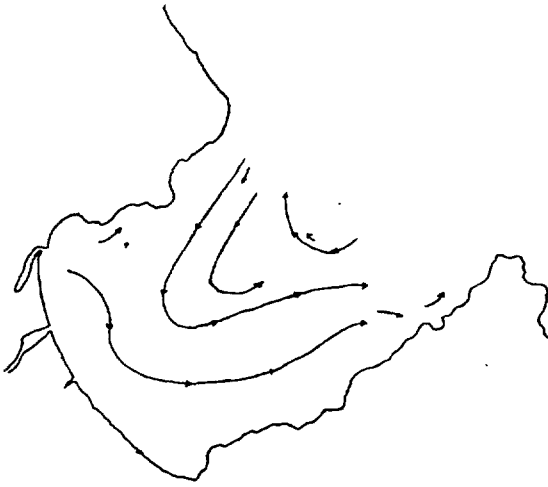


Fig. 2. The map of bottom currents in the Yeongil Bay (Hydrographic Office, 1971)

어으며 弱化된다(그림 2). 長鬐岬—마신동 沿岸에서는 表層流는 東海와 長鬐岬을 향해 移動하므로써 正反對 方向의 底層流가 發生하여 灣 內로 流入한다. 한편 迎日灣 沿岸에서 強한 沿岸流는 觀測 報告 되지 않고 있다.

바람

迎日灣은 強한 海流의 通路에서 벗어나 있고 沿岸流도 強하지 않으므로 迎日灣 內에서의 海流는 바람의 영향을 많이 받고 있을 것이다. 迎日灣 內에서의 風向의 觀測值에 依하면 年中 西—南南 西 方向이 觀測 回數의 51%로 가장 優勢하며 겨울에는 특히 더 優勢하다. 그 다음이 북—북동 方向으로 約 20%를 차지하며 여름에 더 優勢하다. 그 다음으로 西北西—北北西 方向이 14%, 東北東—南 方向 이 4%, 그리고 靜穩이 약 12% 내외이다. 東北東—南 方向의 바람은 여름에만 볼 수 있으나 매우 微弱하며 西北西—北北西 方向 역시 微弱한 바람에 불과하다. 이들의 平均風速은 北—北東이 6~8 m/sec, 南—南南西가 4~6 m/sec, 그 외는 3~5 m/sec에 불과하며 地形의 영향을 심하게 받는다(기상연보, 1953~1960).

즉 迎日灣의 海流는 바람의 영향을 크게 받는 것으로 思料되며 Ekman의 吹送流 理論에 依하면 北—北東風에 依해 海水는 灣의 內部를 향해 移動하게 되고 南西風에 의해 兄山江 어구에서 南

東方向으로 移動하게 된다. 이는 대체로 海流의 移動의 實測值와 一致한다.

水温

迎日灣의 水温은 海流와 季節에 많은 영향을 받고 있다. 1971年 5月 水路局 報文에 의하면 表層의 水温은 長鬐岬 부근 東海 海域에서 14.5°C이며 이 지역은 Kuroshio의 支流인 Tsushima 海流의 영향을 받고 있는 것으로 思料된다. 浦項 北部 여남동 附近에서 迎日灣 內部로 향하여 水温이 下降하여 마신동 附近에서 13°C 以下의 溫度 分布를 보인다. 반면 底層은 長鬐岬 附近 東海에서 表層과의 溫度差가 가장 크고 여남동 북부에서 溫度差가 점차 減少된다. 底層의 水温 分布는 長鬐岬 附近에서 11°C로서 底溫 域이 마신동 附近으로 延長한다. 灣 內部에서는 점차로 水温이 上昇하여 12.3°C에 이르지만 이보다도 여남동 北部에서는 13°C 以上의 分布를 보인다. 이러한 水温의 分布 傾向은 4月과 5月에 調查된 水温의 分布와도 비슷한 傾向을 보여 주고 있다. 1972年 8月의 觀測值에 依하면 東海에서 表層의 水温 分布는 22.5°C 以上이며 灣의 內部에서는 25°C 이상을 보여준다. 底層의 水温 分布는 東海에서 約 5°C 낮은 값을 보여주나 灣의 內部로 接近함에 따라 水深이 낮아지면서 表層의 水温 分布와 溫度 差異가 작아진다. 綜合製鐵 附近에서는 底層의 水温 分布는 約 22°C를 보여준다. 本 灣內에서의 表層水와 底層水의 溫度 差異가 外海側에서 크고 灣 內部에서 적어지는 現象은 一次的으로 東海에 分布한 寒流인 Liman 海流와 暖流인 Tsushima 海流의 영향을 받고 있는 것으로 생각되며 二次的으로 本 灣의 淺海性으로 인하여 形成된 結果로 思料된다.

鹽分度

迎日灣內의 表層의 鹽分度 分布는 外海에서 34.40‰로 最大이고 마신동 附近에서 34.00‰, 兄山江 河口에서 最小로 33.40‰을 보인다.

한편 底層은 큰 변화없이 外海 北部에서 34.30‰로서 最大이며 灣 內部에서 34.10‰을 보여준다. 이러한 鹽分度의 分布는 春期에 測定한 値이며 夏期에는 많은 變化를 보여준다. 즉 8月에는 迎日灣 附近에서 32‰이며 兄山江 河口에서는 20‰로서 심한 差異를 보여준다. 다만 迎日灣 南

部 구석에서는 部分的으로 31%을 보여주는데 이는 兎山江의 영향을 덜 받은 것으로서 이로부터 河川水의 通路를 짐작할 수 있다. 底層의 鹽分度의 分布는 外海에서 34%을 보여주며 漸移的으로 변화하여 灣 內部에서는 32%에 달하게 된다. 이 底層의 鹽分度의 分布는 春期에 測定한 値이다.

地質

迎日灣 附近의 地質은 第三系 및 慶尙系로 構成되어 있다. 灣 周邊에는 대부분 第三系의 泥岩 砂岩 및 소규모의 礫岩으로 構成된 堆積岩類와 粗面岩 및 流紋岩의 火山岩으로 構成되어 있으며 灣 周邊에서 멀어짐에 따라 慶尙系의 여러 種類의 堆積岩類 火山岩類 및 花崗岩으로 構成되어 있다. 本灣으로 流入하는 河川에는 비교적 넓은 沖積層이 構成되어 있으며 특히 兎山江 入口에는 三角洲狀의 넓은 沖積層이 灣 沿岸에 形成되어 있다.

迎日灣 西北 海岸은 第三系 汝南層과 斗湖層으로 構成되어 있다. 汝南層은 주로 泥岩으로 構成되어 있으며 砂岩이 다소 狹在되어 있다. 走向은 대체로 東北 方向이며 10° 內외의 東南 傾斜를 보여준다. 斗湖層은 주로 泥岩과 砂岩이 互層을 이루고 있다. 層厚는 대체로 150 내지 200m이며 走向과 傾斜는 汝南層과 類似하다. 곳에 따라 1m 內외의 礫岩이 狹在하기도 한다.

本灣의 西南 海岸은 주로 兎山江에 의하여 運搬堆積된 三角洲狀의 沖積層으로 構成되어 있다. 沖積層은 沙갈, 모래, 펄 및 粘土로 構成되어 있으며 주로 細粒質의 펄과 粘土質 物質로 構成되어 있다.

本灣의 東南 海岸은 第三系 訥臺里 粗面岩質 凝灰岩과 第四系 延日 玄武岩 및 安山岩으로 構成되어 있다. 訥臺里 粗面岩質 玄武岩은 層理가 不明確하여 地層의 走向 傾斜는 일정치 않으나 대체로 20° 內외의 南西 方向의 傾斜를 가지고 있다. 本岩은 주로 凝灰岩으로 構成되어 있으나 砂岩, 泥岩 및 礫岩이 곳에 따라 狹在한다.

延日 玄武岩 및 安山岩은 주로 粗面岩質 玄武岩이며 石英은 거의 없고 극소량의 橄欖石이 含有되어 있다. 일반적으로 영일만 부근의 地質은 第三系의 泥岩 및 火山岩이 우세하며 兎山江에 의해 운반 퇴적된 층적 퇴적물로 構成되어 있다.

地 形

迎日灣은 한반도 동남부에 위치하며 한반도의 東部에 南北 方向으로 뻗쳐있는, 太白山脈의 南尾部的 일부가 본 地域의 北西部에 걸쳐 있고 장기갑으로부터 경주 吐舍山을 잇는 南西 方向의 山系가 본 地域 南部에 分布한다.

이 두 山系의 사이에 南西 方向으로 형산강이 흘러 迎日灣에 流入하고 포항 부근에 널리 沖積層을 形成하고 있다.

兎山江의 流域 面積은 1,167 km²에 달하며 길이는 약 62 km로서 迎日灣에 가장 많은 河水를 供給한다. 曲江은 본 地域 北部에 위치하고 있는 盆地狀의 興海 地域으로부터 迎日灣 북부로 流入한다. 冷川은 南西部 沿岸에 分布한 山間 地域으로부터 迎日灣으로 흘러 들어 온다.

本灣의 西側 海岸線은 넓은 沖積層과의 사이에 海濱砂를 형성하고 그의 지역의 海岸에서는 대부분 斷崖를 이루고 있다.

迎日灣은 약 200 km²의 面積을 가지며 南西와 北東 方向으로 놓여진 長方形 形態를 보인다. 本灣의 水深은 30m 이하로서 海底는 緩慢한 傾斜를 보여주는 臺地를 형성한다. 南側과 北側 海岸線에서는 急한 傾斜로 陸地에 接하며 西側에서는 비교적 緩慢한 傾斜로 陸地에 接한다. 本灣의 內部的 最深部는 장기갑—서남동 沿岸 부근으로서 약 30m의 깊이를 보여주고 있다 東海와 인접한 本灣의 東側에서는 급격히 水深이 깊어져서 大陸棚과 連結된다. 迎日灣 附近의 大陸棚은 좁은 帶狀을 이루며 東海의 深海底와 接한다.

이와같이 本灣 주위에 발달한 兎山江, 曲江 및 冷川은 많은 퇴적물을 本灣으로 운반하며 계절에 따라 운반되는 퇴적물의 量은 流水의 증감에 따라 심한 變化를 보여주고 있으리라 생각된다.

研究 方法

本 研究에 使用된 標品은 1971년 5월 水路局 직원들에 의하여 Snapper 와 Dredger 를 사용하여 迎日灣 內를 北北西—南南東 方向으로 수차 橫斷하며 64 개 地點에서 採取된 것이다. 採取한 標品은 美 海軍 海洋研究所 地質 實驗室에서 分析하였다. 分析 方法은 대략 다음과 같다. 各 標品의 일정량 (100~200 g)을 분리하여 甞안실체

현미경下에서 堆積物의 대체적 粒度 成分比와 鑛物의 成分들을 觀察 기재 하였으며 CaCO_3 의 量은 묽은 鹽酸을 이용하여 Insoluble Residue Method 로 측정하였다. 그후 Roe-Tap Sieve Shaker를 利用하여 모래보다 큰 粗粒質 粒子들을 粒度 分析하였고 모래보다 작은 細粒質 粒子들은 Pippette Method 에 의하여 粒度 分析하였다. 粒度 分析을 위한 각 統計値는 전자계산기를 利用하여 代數的으로 계산 하였다.

結果 및 論議

각 標品들의 粒度 分析値를 統計 處理하여 平均値, 標準偏差(分級度), 歪度 및 尖度를 계산하였다 (Table 1). 이들 각 moment parameter 는 Friedman (1961)의 方法에 의하여 계산되었으며 이들의 式은 다음과 같다.

$$\text{平均値: } \bar{X} = 1/100 \sum f m_i$$

$$\text{標準偏差: } S_D = \sqrt{\sum f (m_i - \bar{X})^2 / 100}$$

$$\text{歪度: } S_K = 1/100 S_D^{-3} \sum f (m_i - \bar{X})^3$$

Table 1. The results of grain size analysis of the sediments of Yeongil Bay.

| Sample No. | Mean (ϕ) | Standard Deviation | Skewness | Kurtosis | CaCO_3 (%) | Dominant Composition | Secondary Composition | Color |
|------------|-----------------|--------------------|----------|----------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| 1 | 7.0537 | 2.3728 | .0986 | -1.0936 | 5.000 | PLT. QTZ | FOR. SHL | 5Y3/2 |
| 2 | 4.6402 | 1.9894 | .9619 | 3.1837 | 5.000 | QTZ | PLT. SHL | 5Y5/2 |
| 3 | 7.4593 | 2.4816 | -.2539 | .5637 | 5.000 | QTZ | LS | N3 |
| 4 | 2.9849 | 1.7298 | 1.5630 | 10.5775 | 1.000 | QTZ | SHL. MIC | 5Y4/3 |
| 6 | -1.5659 | 1.5659 | .5401 | 6.1153 | 50.000 | RX. SHL | BRYZ. QTZ | |
| 7 | 1.1971 | 2.0752 | -.2366 | 1.4649 | 7.000 | QTZ | RX. SHL | 5Y6/5 |
| 8 | -.1994 | 1.6797 | -.2292 | -.6524 | 17.000 | QTZ | SHL | |
| 9 | 8.3691 | 2.0248 | -.2980 | -.1190 | 7.000 | PLT. QTZ | | N3 |
| 10 | 2.9847 | 1.9206 | 1.2767 | 7.0972 | 3.000 | QTZ | SHL | 5Y4/2 |
| 11 | 1.5194 | 2.7872 | -.2015 | 1.7338 | 5.000 | QTZ | SHL. RX | 5GY4/1 |
| 12 | 3.1458 | 2.3892 | .8134 | 3.2178 | 3.000 | QTZ | SHL. RX | 5Y3/2 |
| 13 | 4.1541 | 3.2270 | .2847 | -.0287 | 6.000 | QTZ | SHL | 5Y3/2 |
| 14 | 2.1784 | 2.9696 | .2585 | 1.8124 | 8.000 | QTZ | RX. SHL | 5Y3/2 |
| 15 | 5.9962 | 2.1651 | .5240 | .0778 | 4.000 | QTZ | PLT. MIC | 5Y3/2 |
| 16 | 5.8237 | 2.3281 | .4796 | -.3647 | 4.000 | QTZ | PLT. SHL. MIC | 5Y3/2 |
| 17 | 2.2612 | 1.0497 | .1858 | 14.5116 | 74.000 | QTZ | SHL. ECH | 5Y5/4 |
| 18 | 6.9488 | 2.4251 | .0106 | -.8660 | 83.000 | QTZ | PLT | 5Y3/2 |
| 19 | 2.5766 | 1.6970 | 1.1503 | 11.0033 | 4.000 | QTZ | SHL | 5Y4/1 |
| 23 | -1.5329 | 1.3360 | .7857 | 4.2959 | 30.000 | SHL. RX | BRYZ. QTZ | |
| 24 | 2.7770 | 2.9395 | .6277 | 1.7012 | 40.000 | QTZ. SHL | ECH. BRYZ | 5Y6/3 |
| 26 | .4330 | 3.5163 | .6866 | 1.4785 | 7.000 | RX. QTZ | SHL | 5Y4/1 |
| 27 | .3516 | 1.2406 | -.2219 | 2.1786 | 27.000 | QTZ | SHL | |
| 28 | 4.0265 | 2.9974 | .5958 | .1087 | 4.000 | QTZ | SHL | 5Y4/2 |
| 29 | 4.3057 | 3.3545 | .3596 | -.6448 | 8.000 | QTZ | SHL. RX | 5Y4/2 |
| 30 | 7.4071 | 2.3878 | -.0692 | -.8951 | 5.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y4/1 |
| 31 | 7.6499 | 2.1372 | .0750 | -1.3821 | 5.000 | QTZ | PLT. MIC. SHL | 5Y3/2 |
| 32 | 7.4985 | 2.2678 | .0239 | -1.3255 | 5.000 | QTZ | | 5Y3/2 |
| 33 | 2.1653 | 1.0499 | 1.1168 | 21.8867 | | QTZ | SHL. FOR | 5Y6/3 |
| 34 | 3.3300 | 1.2458 | 1.8801 | 19.9359 | 6.000 | QTZ | SHL. FOR | 5Y5/3 |
| 35 | 3.2654 | 1.2403 | 1.6209 | 13.9359 | 2.000 | QTZ | SHL. FOR. MIC | 5Y5/2 |
| 36 | 3.1870 | 1.2047 | 1.8429 | 18.1348 | 10.000 | QTZ | SHL. FOR. MIC | 5Y5/3 |
| 37 | 2.8990 | 1.3449 | 1.9580 | 18.2175 | 8.000 | QTZ | SHL | 5Y5/4 |
| 38 | 3.3683 | 1.2051 | 1.6955 | 15.4546 | 5.000 | QTZ | SHL | 5Y5/3 |
| 39 | -.7857 | 1.1332 | .2737 | 1.3678 | 91.000 | SHL. RX | BRN. BRYZ. ECH | |
| 41 | 3.9988 | 3.0889 | .3894 | -.0353 | 4.000 | QTZ | CHL. MIC | 5YR4/2 |

Table 1. Continued.

| Sample No. | Mean (ϕ) | Standard Deviation | Skewness | Kurtosis | CaCO ₃ (%) | Dominant Composition | Secondary Composition | Color |
|------------|-----------------|--------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------|
| 42 | 7.2625 | 2.2848 | .0702 | -1.1193 | 5.000 | QTZ | ORG. SHL. MIC | N3 |
| 43 | 8.1665 | 2.0220 | -.1278 | -.8363 | 10.000 | PLT | SHL. QTZ. MIC | N3 |
| 44 | 8.1992 | 2.1029 | -.1781 | -1.0595 | 5.000 | QTZ | PLT. SHL | 5Y2/1 |
| 45 | 7.9080 | 2.2806 | -.1434 | -1.1471 | 2.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y3/2 |
| 46 | 7.0685 | 2.1778 | .2283 | -1.1079 | 5.000 | QTZ | PLT | 5Y3/2 |
| 47 | 7.1716 | 2.3090 | .1055 | -1.1613 | 4.000 | QTZ | SHL. PLT. AMPH | 5Y3/2 |
| 48 | 6.0354 | 2.9578 | .1231 | -1.2921 | 5.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y2/1 |
| 49 | 2.4343 | 1.1765 | 1.7586 | 20.1591 | 6.000 | QTZ | ORG. SHL. ECH | 5Y5/5 |
| 50 | 3.0942 | 1.8631 | .4206 | 5.6731 | 18.000 | QTZ | SHL. MIC | 5Y5/4 |
| 51 | 2.8883 | 1.6943 | 1.2680 | 9.2436 | 15.000 | QTZ | SHL | 10YR5/3 |
| 52 | 5.1946 | 3.0065 | .2655 | -1.0678 | 4.000 | QTZ | SHL. PLT | N2 |
| 53 | 4.0081 | 1.8153 | 1.0792 | 6.3934 | 9.000 | QTZ | SHL | 5Y4/2 |
| 54 | 5.6488 | 2.3262 | .5060 | -.1646 | 4.000 | QTZ | SHL. ORG. MIC | 5Y3/2 |
| 55 | 4.2166 | 1.5839 | 1.4214 | 8.4113 | 3.000 | QTZ | FOR. ORG. MIC | 5Y5/2 |
| 56 | 4.3713 | 1.5768 | 1.3752 | 7.3523 | 4.000 | QTZ | FOR. ORG. MIC | 5Y5/4 |
| 57 | 5.6657 | 2.9586 | .2917 | -1.2432 | 7.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y5/3 |
| 58 | 4.3664 | 1.9949 | .9943 | 3.6240 | 7.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y5/5 |
| 59 | 1.7324 | 2.7065 | .5331 | 1.8426 | | QTZ·SHL | FOR. ECH | |
| 60 | 2.6915 | 1.3012 | 1.7127 | 20.4786 | 4.000 | QTZ | SHL. RX. MIC | 5Y5/4 |
| 61 | 4.5420 | 1.6518 | 1.1754 | 5.4571 | 4.000 | QTZ | SHL. ORG. MIC | 4/2 |
| 62 | 7.3436 | 2.0584 | .1758 | -1.1091 | 4.000 | QTZ | PLT | N3 |
| 63 | 2.9034 | 1.7632 | 1.6330 | 11.4987 | 4.000 | QTZ | SHL | 5Y5/4 |
| 66 | 3.9400 | 1.8969 | 1.0449 | 4.9007 | 11.000 | QTZ | SHL. PLT. MIC | 5Y5/4 |
| 67 | 3.8057 | 1.2571 | 1.5454 | 11.7095 | 3.000 | QTZ | SHL | 5Y6/4 |

$$\text{尖度} : K_r = \frac{1}{100} S_D^{-4} \Sigma f(m_i - \bar{X})^4$$

現生 堆積物의 粒度 分析 結果를 利用하여 現生 堆積 環境을 區分하는 基準을 設定하고자 많은 研究가 시도되었으며 그중 重要한 몇가지를 考察해 보면 다음과 같다.

Mason 과 Folk (1958)는 각 標品의 粒度 分布를 累積 分布 曲線으로 표시하고 그 累積 分布 曲線에서 5%, 16%, 50%, 86%, 95%에 해당 하는 粒子의 크기를 利用하여 각 parameter를 그들이 開發한 方程式에 代入하여 求하였다. 그들은 이러한 각 parameter를 美國 Texas州, Mustang 島의 堆積物에 適用하여 beach, dune, 및 eolian flat를 成功的으로 區分하였다고 報告하였다. 그들에 의하면 각 parameter 중 歪度와 尖度가 각 堆積物의 運搬 機構를 區分하는데 가장 적당하다고 한다. Friedman (1961)은 각 moment parameter를 堆積物의 粒度 累積 分布 曲線에서 求하지 않고 統計學의 公式을 利用하여 代數的인 方法으로 求하였다. 그는 각 parameter를 使用하여 河

川, 海濱 및 砂丘 堆積物을 成功的으로 區分하였다. 그는 각 moment parameter를 이러한 代數的인 方法에 의하여 求하는 것이 粒度 累積 分布 曲線에서 求하는 것보다 堆積 環境을 구분하는데 더욱 적합하다고 主張하고 있다.

Klovan (1966)은 堆積 環境을 區分하기 위해 粒度 分布 資料를 factor 分析하였다. 그는 이 方法을 Barataria Bay의 現生 堆積物에 適用하여 얻어진 factor들이 堆積物에 作用하는 에너지의 種類를 表示하고 있음을 發見하였다. 따라서 堆積物은 몇개의 factor가 表示하는 energy 領域으로 區分되며 이로써 堆積 環境을 區分할 수 가 있었다. Solohub 와 Klovan (1970)은 이러한 方法을 湖의 堆積物에 適用하여 檢討해 본 결과 각 moment parameter로써 堆積 環境을 區分하기 위한 시도보다 이 factor 分析이 더욱 適合한 方法이라고 主張하였다.

그러나 본 研究에서는 현재까지 傳統的으로 使用한 moment parameter를 求하여 堆積 環境을 區分하는 方法을 擇하였다. factor 分析에 의한 시

도는 아직 보편화되지 않았으며 본 研究 結果와 比較할만한 資料가 充分치 않으므로 여기에서는 Friedman 의 方法을 利用한 것이다.

迎日灣 堆積物의 일반적인 性質을 알아보기위 해서 Shepard (1954)가 提唱한 모래-펄-粘土의 比率를 基礎로 하는 堆積物 命名法을 使用하였다 (그림 3).

그에 의하면 46%에 해당하는 標品 ((28개 이 모래(자갈 포함), 14%에 해당하는 標品 (8개) 이 펄질 모래, 3%에 해당하는 標品 (2개) 이 粘土質 모래, 5%에 해당하는 標品 (3개) 이 砂質-펄질-粘土, 3%에 해당하는 標品 (3개) 이 砂質 펄, 20%에 해당하는 標品 (12개) 이 粘土質 펄, 그리고 6%에 해당하는 標品 (4개) 이 펄질 粘土로 構成되어 있다. 이와같이 迎日灣의 堆積物은 대체로 모래가 優勢하고 펄과 粘土 順으로 포함되어 있다.

이들의 迎日灣에서의 分布는 달만岬 東部에서 는 자갈이, 灣 外海側과 北部 및 西部 沿岸을 따라 모래가, 장기갑 마신동 沿岸의 最深部를 中心으로 대체로 弧狀을 이루며 비교적 細粒質인 펄질 모래, 砂質-펄질-粘土, 粘土質 모래, 粘土

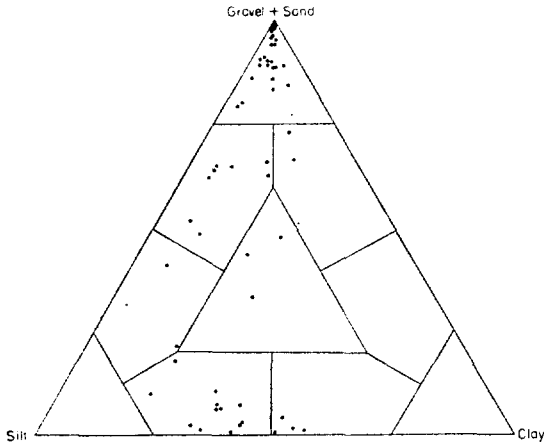


Fig. 3. The grain-size composition of the sediments of Yeongil Bay (after Shepard's Nomenclature)

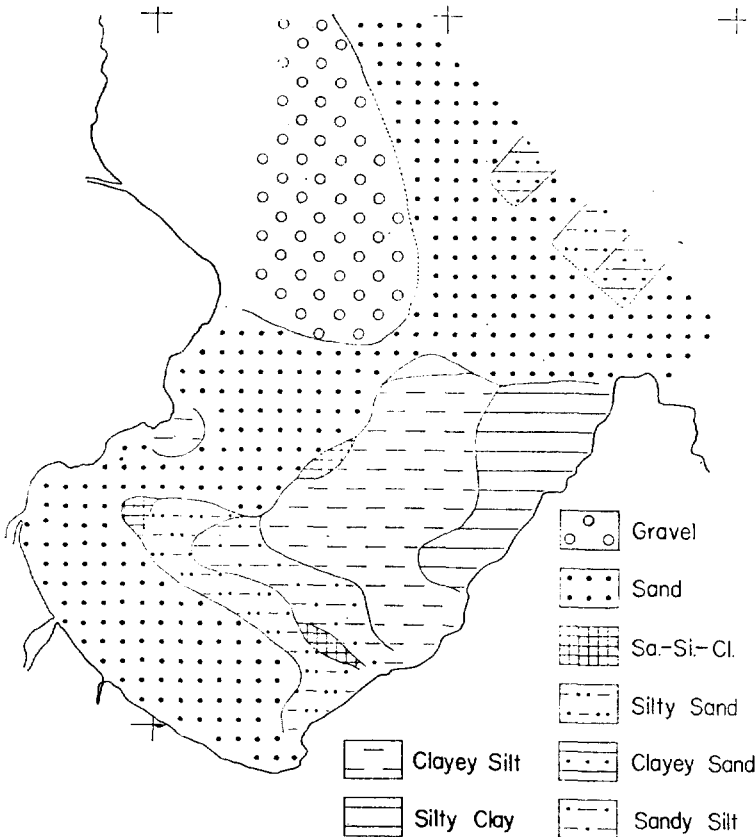


Fig. 4. The grain-size distribution map of the sediments of Yeongil Bay.

質 礫이 차례로 配列되며 深部 中央에는 礫질 粘土가 分布한다 (그림 4).

迎日灣 각 標品の 平均 粒度值 分布는 -2ϕ 에서 9ϕ 까지 넓은 範圍를 보여 준다. 달만갯 東部 일부 地域의 양모래를 除外하고는 대체로 砂質 粒子 이하의 堆積物이다. 비교적 얇은 달만갯 附近에서는 모래, 迎日灣의 內側 江河口 附近에서는 礫, 장기갯-마신동 沿岸의 깊은 地域에는 平均 粒度值가 粘土임을 보여 준다. 대체로 平均 粒度值의 變化는 大陸棚의 內側과 中間 地帶에서 심한 것으로 알려져 있으나 (Mckinney, 1970) 본 研究 地域에서의 平均 粒度值의 심한 變化는 波浪과 沿岸流 (環流)의 影響을 받는 결과로서 해석된다.

堆積物의 粒度 累積 分布 曲線에서 1%에 해당하는 粗粒質 堆積物은 그 堆積物이 堆積될 당시의 環境의 特徵을 보여 준다 (Passega, 1957). 본 迎日灣 堆積物의 1%에 해당하는 粒子는 자갈로부터 中粒 礫에 걸쳐 나타난다. 水深 20m 內외의 달만갯 부근에는 基盤岩과 자갈이 海底에 分布하고 있다. 이것이 汝南洞側으로 反時計 方向을 따라 粒子가 작아지면서 장기갯-마신동 沿岸에서는 中粒 礫이 된다. 이와는 獨立的으로 兄山江 南部와 冷川 부근에는 양모래 粗粒質 모래가 分布해 있다.

灣內의 海流는 東海 沿岸에서 北上, 혹은 南下하는 海流의 影響을 받고 있겠으나 灣內에서의 環流 生成 原因은 여름철에 특히 심하며 風速이 가장 강한 北-北東風이 反時計 方向의 海流를 일으키기 때문일 것으로 思料된다. 이 北-北東風은 吹送거리가 길므로 에너지가 커서 달만갯 부근의 많은 細粒質 物質을 浮遊시킬 수 있다. 이 浮遊된 物質은 環流에 의해 다른 곳으로 移動되고 比較的 粗粒質인 砂質 堆積物은 沿岸을 따라 分布하는 것으로 推測된다. 南-南西風은 風速이 弱하고 吹送距離도 짧은데 內陸側에서 南東向의 吹送流를 일으켜서 河水의 影響과 더불어 環流의 發生을 促進하는 것 같다. 灣의 海水流動은 대체로 潮流의 影響을 받으며 潮流는 往復運動을 하므로 浮遊性 泥質 堆積物을 運搬 堆積시키는 重要한 役割을 하지만 灣內에서의 泥質 堆積物의 分布는 環流의 影響을 많이 받는다

(Van Straaten, 1965). 灣의 中央 深部를 向하여 각기 灣에 固有한 泥線보다 깊은 곳에는 泥質 堆積物이 分布하며 泥線의 깊이는 灣에서 생기는 波浪의 波高에 支配되고 波高는 吹送距離 (灣의 크기)에 支配된다. 灣의 中心部는 環流의 勢力이 弱하므로 이 곳에 보통 泥質 堆積物이 分布하는데 (日高, 1934) 迎日灣에서의 海流 (그림 2)와 比較해 볼 때 모래가 分布하는 곳과 海流의 方向과는 어느 정도 一致하지만 泥質 堆積物은 中央部에서 좀더 深部側으로 치우친다. 또한 이러한 結果는 일반적으로 灣의 外海側이 海流의 좁은 通路로서 깊이가 增大함에 따라 堆積物은 粗粒이 되고 汀線 附近에서는 碎波에 影響을 받는 淺海 堆積物이 分布하고 灣의 中心部에는 灣固有의 泥質 堆積物이 分布하는 傾向과 一致한다 (星野, 1971). 東京灣에서 灣의 海流 (環流) 및 波浪에 관련되어 灣의 한쪽에 치우친 淺海部에만 모래가 分布하며 灣內의 環流는 地球 自轉의 偏向力 때문에 反時計 方向으로 돌고 있는 것 과도 비슷한 결과이다 (Yoshimura, 1936).

大阪灣의 경우처럼 外洋水가 있는 곳에는 砂質 堆積物이 分布하고 沿岸水가 있는 곳에는 汀線 附近까지 泥質 堆積物이 分布하기도 하지만 (그림 4), 이 경우에도 碎波가 있는 곳에는 泥線보다 얇은 곳에서 砂質 堆積物이 分布하고 있다 (須田, 1948). 迎日灣에서의 泥線은 礫질 모래와 砂質 礫의 境界로서 이는 장기갯-마신동 沿岸의 深部를 中心으로하여 그 周邊部에 위치하며 中央 西部에서는 內陸側으로 치우치는데 결국, 달만갯 부근에서 水深 25m, 南西部 沿岸에서 17m 정도의 等深線과 거의 一致하고 外海側은 別도이다.

迎日灣의 堆積物 粒度 分布의 標準偏差值는 1.0 내지 3.5의 範圍이다. Friedman (1962)의 分類에 따르면 堆積物의 分級度는 0.8~1.4, moderately sorted; 1.4~2.0, poorly sorted; 2.0~2.6, very poorly sorted; >2.6, extremely poorly sorted로 區分된다.

이에 따라 迎日灣 堆積物의 分級度는 兄山江 附近에서부터 綜合製鐵 南側까지의 沿岸과 달만갯附近에서 moderately sorted이고 장기갯-마신동 沿岸에서는 very poorly sorted, 外海側에서는 extremely poorly sorted이며 기타 地域에서는



Fig. 5. (A) The distribution map of sorting values of the sediments of Yeongil Bay. (left)

(B) The distribution map of skewness values of the sediments of Yeongil Bay. (right)

poorly sorted 로 나타난다 (그림 5-A). poorly sorted 된 지역은 해류와波浪이 相互作用하는 곳으로 해석된다.

磯波는 堆積物의 表面을 계속 搖動시켜서 浮遊物을 選擇 脫取하고 이 浮遊物은 海流에 의해 運搬된다. 이런 作用은 間歇的으로 나타나며 磯波의 位置, 海流의 方向과 크기에 따라 달라지는데 이들이 複合되어 混合이 이루어져서 poorly sorted 된 堆積物이 形成될 것이다 (Visher 1969).

Extremely poorly sorted 海底 堆積物은 傾斜度가 比較的 急한 大陸棚 外側에서 나타나는 것으로 알려졌는데 (Mckinney, 1970) 迎日灣의 外海側에 이러한 分級度가 대단히 좋지 않은 堆積物이 分布하는 것은 比較的 傾斜가 심한 地域에서의 間歇的인 底層流의 作用에 基因한 것 같다. Well 및 moderately well sorted 된 堆積物은 一般적으로 潮流가 出入하는 地域에 分布하는 것으로 알려졌으나 (Visher, 1969) 본 迎日灣에서는 潮流가 심히 弱하므로 다만 moderately sorted 된 堆積物들만이 環流에 따라 生成된 것으로 思料된다.

歪度는 堆積物의 環境을 區分하는데 重要하고 敏感한 parameter 로 알려졌으며 특히 歪度の

正負는 堆積環境 區分에 重要한 意味를 가진다 (Hails, 1969). 迎日灣 堆積物의 歪度値는 -1 내지 2의 範圍이며 負値의 歪度를 보이는 곳은 北部 外海側 일부와 장기갑-마신동 沿岸의 深部이다 (그림 5-B). 이러한 現象은 장기갑-마신동 沿岸의 深部に 細粒質 堆積物이 계속 添加된 결과로 해석된다.

迎日灣 堆積物의 尖度値는 -1.5 내지 21.9의 範圍이다. 이 값은 Dyer (1970)의 분류에 의하면 약 30%의 標品이 尖度値가 1이하로서 platykurtic에 해당하고 약 70%의 標品은 尖度値가 1이상이므로 leptokurtic에 해당한다. 이들의 分布를 보면 兄山江 南部 沿岸에서는 10 이상의 값을 보여주며 탈만갑 附近에서는 10 이상인 것과 1 내지 10 이하인 것들이 混在하고, 그리고 장기갑-마신동 沿岸의 深部에서는 1보다 작아서 platykurtic임을 보여 준다. 이러한 分布는 장기갑-마신동 沿岸의 深部에서는 運搬되어온 堆積物이 거의 모두 堆積되며 堆積物의 種類는 洪水 때처럼 間歇的으로 약간의 粗粒質 堆積物이 細粒質 堆積物에 添加된다는 사실을 暗示하고 있다.

위의 각 moment parameter의 複合 關係를 利用하여 Friedman (1962)은 砂丘, 海濱, 河川堆積

物을 區分하였고 Mothersill (1969) 은 longshore-bar 와 longshore-trough 의 堆積物을 區分하였다.

그러나 灣 堆積 環境의 研究 結果가 報告된 바 없어 본 迎日灣 堆積物의 moment parameters 와 比較할 수가 없었다.

본 研究 結果에 의하면 灣 堆積物은 分級도가 1 내지 3.5 의 範圍로서 moderately sorted 내지 extremely poorly sorted 이고 歪度는 -1 내지 2 의 範圍이며 尖度는 -1.5 내지 21.9 의 범위로서 leptokurtic 이 優勢함을 알 수 있었다 (그림 6).

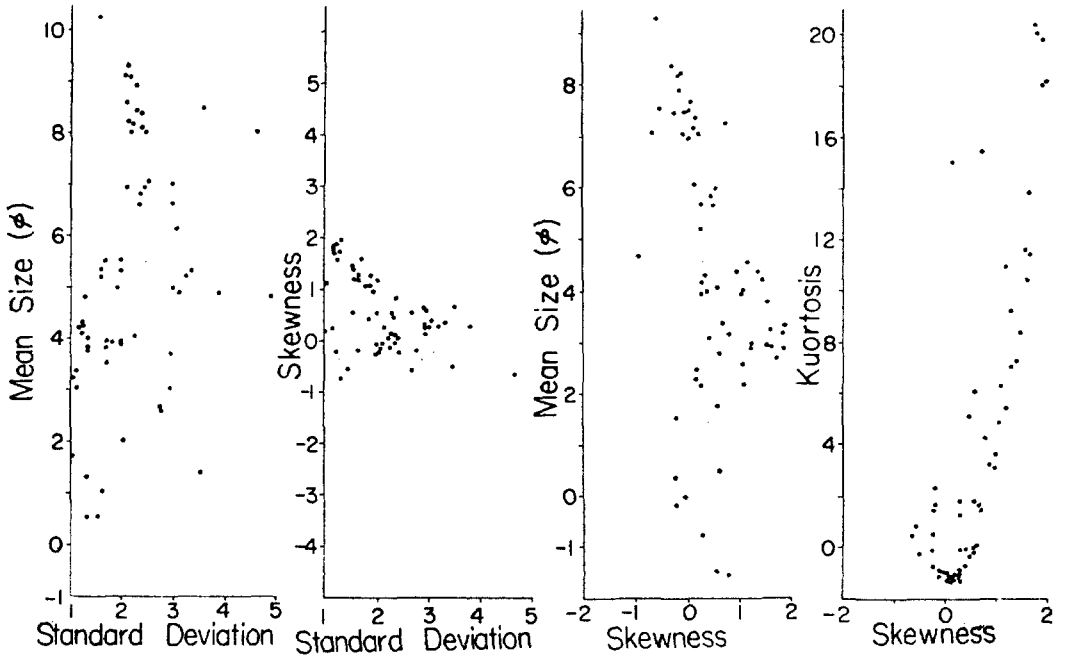


Fig. 6. The relationship of the moment parameters of the sediments of Yeongil Bay.

迎日灣 堆積物의 鑛物 成分은 主로 石英이고 한두개의 標品을 除外하고는 貝殼이 조금씩 포함되어 있다. 附隨的 成分으로는 plant material, foraminifera, limestone, mica, rock fragments, bryozoa, echinoid, glauconite, amphibole 등이 少量 包含되어 있다.

標品중에 包含되어 있는 CaCO₃ 의 量은 묶은 鹽酸을 使用하여 Insoluble Residue Method 에 의해 求하였다. 標品중 CaCO₃ 는 1% 내지 91% 의 量이 包含되어 있으며 50% 이상 包含되어 있는 地域은 탈간갑 東部 地域이며 이에서 灣의 內側으로 갈수록 CaCO₃ 量은 점차 減少하여 最深部에서는 5%에 이른다. 兪山江 河口 일부 地域의 標品에는 5% 이하의 CaCO₃ 가 包含되어 있었다.

堆積物의 色은 Rock Color Chart 에 따라 區分

하였고 이들은 대체로 漸移的인 變化를 보이지만 비슷한 色을 統合 區分하면 黑色, 灰色, 褐色, 黃色의 4 가지로 구분된다. 黑色 堆積物은 장기갑-마신동 沿岸의 深部, 黃色은 汝南洞 沿岸 일부, 褐色은 西南部 일부에 分布하며 大部分 地域은 灰色 堆積物로 構成되어 있다.

Niino *et al.* (1969) 에 의하면 東海底 堆積物의 大部分은 黃色을 띠고 있고 이는 含有되어 있는 酸化鐵에 基因한다고 한다. 閉塞된 灣이나 鞍部를 갖는 灣은 還元作用이 活潑하고 堆積物은 H₂S 가 많아 黃銅鑛, 黃鐵鑛을 形成하고 堆積物은 대체로 黑色 泥로 構成되는데 (Kuenen, 1950; 星野, 1971) 장기갑-마신동 沿岸의 深部에 黑色 堆積物이 分布하고 CaCO₃ 의 成分이 다른 地域에 比하여 훨씬 적게 (5%~10%) 포함되어 있는 것은 上記한 灣 堆積 環境에서의 一般적 現象과 一致

한다. 이러한 堆積物들은 底棲 動物이나 深層流의 영향을 거의 받지 않으므로 年週期에 對應하는 薄層理를 갖는 堆積物이 分布하는 것은 일반적인 現象이지만 (Ström, 1939) 이와같은 사실은 본 研究의 限界를 벗어나므로 言及을 避한다.

結 言

上記한 여러 事實을 綜合하여 要約하면 다음과 같이 整理할 수 있다.

1. 迎日灣 堆積物은 大部分 砂質 堆積物이며 모래가 적게 包含되어 있는 標品들은 礫과 점토가 비슷한 比率로 混合되어 있다. 달만갑 附近은 왕모래-자갈지역이고, 汝南洞 남부, 兄山江 附近 및 外海側은 모래 지역이고 長髻岬-마신동 沿岸에는 礫-점토 지역이며 泥線은 대체로 水深 20~25m에 따라 位置한다.

2. 分級度는 1.0 내지 3.5의 범위이며 Friedman (1962)의 分類에 依하면 汝南洞 附近과 兄山江 附近에는 moderately sorted 한 현상을 나타내고 기타 地域에서는 very poorly sorted 이다.

3. 歪度値는 -1 내지 2의 범위이며 長髻岬-마신동 沿岸 一部에서만 負値를 나타내며 그 외의 지역에서는 正值이다.

4. 尖度値는 -1.5 내지 21.9의 범위이며 Dyer (1970)의 分類에 依하면 兄山江 南部 沿岸에는 leptokurtic 으로서 그값은 10 이상이고 달만갑 附近에서도 leptokurtic 으로서 그값은 1 내지 10이며, 그리고 長髻岬-마신동 沿岸의 深部는 platykurtic 으로서 그 값은 1 以下를 보여준다.

5. CaCO₃ 成分이 50% 이상 含有되어있는 堆積物은 왕모래-자갈 지역인 달만갑 東部 地域에 分布하고 5% 정도 含有되어 있는 堆積物은 礫-점토 지역인 長髻岬-마신동 沿岸에 分布되어 있다.

6. 堆積物의 色은 Rock Color Chart 에 依하면 대체로 漸移의 變化를 보이지만 長髻岬-마신동 沿岸의 深部는 黑色이며 汝南洞 沿岸 一部는 黃色이며, 迎日灣 西南部 一部 地域은 褐色이며 기타 地域은 灰色이다.

7. 本灣에서의 堆積物의 粒度 分布는 대체로 灣內의 해류의 에너지 差異에 크게 영향을 받고 있는 것으로 思料되며 本灣內의 海流는 風向

에 크게 영향을 받는 吹送流로 思料된다.

REFERENCES

- Dyer, K. R. 1970. Grain size parameters for sandy gravels. *Jour. Sed. Petrology*, **40**, 616-620.
- Friedman, G. M. 1961. Distinction between dune, beaches, and river sands from the textural characteristics. *Jour. Sed. Petrology*, **31**, 514-529.
- Friedman, G. M. 1962. On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. *Jour. Geol.*, **70**, 737-753.
- Hails, J. R. and J. H. Hoyt. 1969. The significance and limitations of statistical parameters for distinguishing ancient and modern sedimentary environments of the Lower Georgia Coastal Plain. *Jour. Sed. Petrology*, **39**, 559-580.
- 日高考次·外. 1934. 噴火灣 海洋觀測報告, 海洋時報, **6**, 209-239.
- 星野通平. 1971. 淺海地質學, 海洋科學 基礎講座. 7, 東海大學出版會, 東京, 445 p.
- Kim, B. K. and J. H. Han. 1971. Foraminifera in the bottom sediments off the southeastern coast of Korea. *Jour. Geol. Soc. Korea*, **7**, 11-36.
- Klovan, J. E. 1966. The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions. *Jour. Sed. Petrology*, **36**, 115-125.
- Kuenen, P. H. 1950. *Marine geology*. John Wiley and Sons, N. Y., 568 p.
- Mason, C. C. and R. L. Folk. 1958. Differentiation of beach, dune, and eolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Jour. Sed. Petrology*, **28**, 211-226.
- McKinney, T. F. and G. M. Friedman. 1970. Continental shelf sediments of Long Island, New York. *Jour. Sed. Petrology*, **40**, 213-248.
- Mothersill, J. S. 1969. A grain size analysis of long-shore bars and troughs, Lake Superior, Ontario. *Jour. Sed. Petrology*, **39**, 1317-1324.
- Niino, H., K. O. Emery. and C. M. Kim. 1969. Organic carbon in sediments of Japan Sea. *Jour. Sed. Petrology*, **39**, 1390-1398.
- Park, Y. A. and M. Y. Song. 1971. Sediments of the continental shelf off the southern coasts of Korea. *Jour. Ocean. Soc. Korea*, **6**, 16-24.
- Sahu, B. K. 1964. Depositional mechanisms from the

- size analysis of clastic sediments. *Jour. Sed. Petrology*, **34**, 73-83.
- 佐藤任弘. 1953. 淺海堆積物の 粒度型について, 地質雜, **67**, 58-65.
- Shepard, F. P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Jour. Sed. Petrology*, **24**, 151-158.
- Solohub, J. T. and J. E. Klován. 1970. Evaluation of grain-size parameters in lacustrine environments. *Jour. Sed. Petrology*, **40**, 81-101.
- Strøm, K. M. 1939. Land-locked waters and the deposition of black mud. *in* Recent marine sediments (ed. Trask), 356-372.
- 須田院次. 1948. 海洋科學 (增訂版). 古今書院, 東京. 770 p.
- 수로국. 1971. 영일만 및 부근 일대 해양관측결과 보고서. 90 p.
- 嚴相鎬·李東雨·朴奉淳. 1964. 浦項 地質圖幅 說明書. 21 p.
- Van Straaten, L. M. J. U. 1965. Sedimentation in the northwestern part of the Adriatic Sea. *in* Submarine geology and geographics (ed. Wittard and Bradshaw), 143-162.
- Visher, G. S. 1969. Grain size distribution and depositional processes. *Jour. Sed. Petrology*, **39**, 1074-1106.
- 양경린. 1969. 방사성 동위원소를 이용한 영일만 해역 표사의 조사. *Jour. Ocean. Soc. Korea*, **4**, 9-16.
- Yoshimura, S. 1936. Oceanographical observations of Simoda Bay, Izu Peninsula. *Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Sec. c*, 3.