

## 彈性波 探查로 본 巨濟島 南海島間의 海底地層 構造

宋 武 永\* · 曹 圭 張

資源開發研究所

### SUBMARINE LAYER STRUCTURE BY SEISMIC REFLECTION SURVEY BETWEEN GEOJE ISLAND AND NAMHAE ISLAND

*Moo-Young Song\* and Kyu Chang Jo*

Korea Research Institute of Geoscience and Mineral Resources

#### ABSTRACT

A seismic reflection Survey was carried out in the offshore area between Geoje Island and Namhae Island, utilizing the echosounder with the frequency 28 KHz and the Uniboom with the filter band 800~2000Hz. The results show the submarine topography, sedimentary layer structure and the depth distribution of the base rock.

The water depth of the sea in the survey area is less than 80m; up to 40m contour line the sea bottom surface has a slight dip (about 1/1000), while in the zone deeper than 40m the bottom topography has a irregular relief.

The thickness of the whole sedimentary deposit is about 20~70m and divided into 3 layers: Upper layer (A layer) with horizontal laminae, intermediate layer (B layer) with cross-bedding and groove structure, and lower layer (C layer) not showing any sedimentary structure on the seismic reflection profile. The surface of the base rock is deeper gradually in the south-eastern part of the survey area and extends to 140m depth.

The vertical sediments sequences, composed of B layer and A layer, show the type of transgressive sequences. It is interpreted that B layer was formed at one period when the sea level was lower 40~60 than the present and since then, following the rising of the sea level, A layer was deposited.

#### 序 言

地層 속에 남아 있는 堆積構造는 堆積環境을 推定하는 重要的 指標가 된다.

岩相이나 化石과는 달리 堆積構造는 堆積 現場에서 形成되고 外部로부터 轉入될 수는 없기 때문이다. 堆積構造는 既存 岩石이나 堆積層이 잘 露出되어 있는 露頭에서는 쉽사리 研究될 수 있으나 地表面下에 存在하는 堆積層 構造는 直接的인 方法으로서는 試錐에 依해서만 研究될 수 있다. 그러나 地下層을 試錐하기에는 時間的 經濟的으로 많은 負擔이 다르기 때문에 概略調

査의 段階에서는 바람직하지 못하다.

彈性波 探查 方法이 發展됨에 따라 比較的 長 波長을 使用하여 얇은 地下層을 探查할 때 大體 的인 地層構造를 把握할 수가 있게 되었다. 이는 各 堆積層이 *Acoustic Impedance*를 달리하기 때문에 나타나는 結果이다. 分解能이 50cm정도의 彈性波를 利用한 彈性波 探查에서 얻어진 彈性波 反射 記錄은 이 分解能 範圍보다 큰 規模의 海底地層構造를 어느程度 잘 反映해준다.

今番 巨濟島—南海島 間의 淺海 海域에서 調査, 研究된 彈性波 探查 結果로부터 基盤岩과 堆積層 및 各 地層內에서의 堆積構造를 把握하여 이로부터 南海 堆積環境의 變化를 推理할 수 있

\* 現住所: 海洋開發研究所

Present address: Ocean Research and Development Institute, KIST.

다.

本 研究의 現場調査에 參與해주신 朴官淳, 金元植 두분께 심심한 感謝를 드리며 解釋 整理過程에서 여러가지로 도와주신 資源開發研究所 海洋探査室의 金哲民, 申元澈, 朴根苾, 申顯模 및 故河仁淑께 感謝의 뜻을 表한다. 또한 이번 研究結果의 發表로 許諾해준 資源開發研究所當局에 感謝한다.

**調查 地域 概觀**

**周邊 島嶼 地質**

本 調查 地域의 位置는 巨濟島—南海島 사이에 存在하는 欲知島 附近의 海域으로서 東經 128°00'~128°30'와 北緯 34°25'~34°55'에 이르는 總面積 3,000km<sup>2</sup>이다(Fig 1). 本 探査 海域 周邊에 位置하는 三千浦 南部 地域과 各 島嶼의 地質은 白壺紀에 該當하는 堆積岩層과 貫入岩으로 特徵지워진다. 그러나 이들 堆積岩들과 貫入岩들의 地層 追跡 및 對比가 容易하지 않아 相對 年齡 關係가 不分明하다. 이는 表1과 같다.

이들 岩石중에서 本 調查 地域 附近에 分布하는 가장 많은 岩石은 주로 3가지로서 Kiv, Kbg 및 KS<sub>2</sub>이다. 첫째 Kiv中性火山岩類는 白壺紀下部를 貫入하며 上島 南東部와 周邊 島嶼 및 欲知島 以南까지에 分布한다. 다음의 Kbg 佛國寺 花崗岩은 南海島 南部와 巨濟島 南部에 널리 分布하며 셋째의 KS<sub>2</sub> 新羅層群 上部는 三千浦 周邊의 넓은 地域과 蓮花島의 北側에 位置하는 半島一部 및 欲知島의 東端에 分布하며 이 新羅層群은 鎭東層, 八龍山凝灰岩, 紫陽山層들로서 砂岩 泥岩, 셰일, 凝灰岩등으로 構成되어 있다.

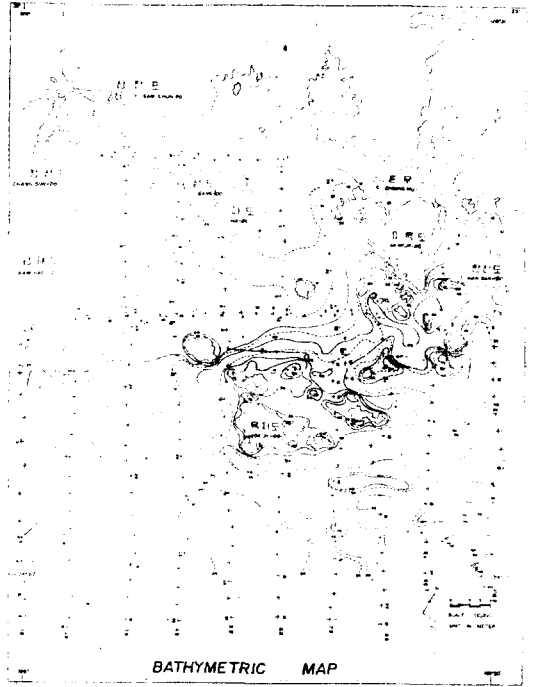


Fig. 1. Track chart and bathymetric map of survey area.

**海 況**

本 海域에서의 波浪은 颶風의 影響을 받을 때를 除外하고는 比較的 낮은 南風時에 가장 높아서 最大 2.5m 程度임이 알려졌다. 潮汐의 形態는 半日週潮가 아주 優勢하고 三千浦와 欲知島에서 潮汐遲刻과 潮汐差 高度에 若干의 差異가 있다. 欲知島에서는 平均高潮間隔 8h 37min 으로서 大潮乘 2.7m, 小潮乘 2.0m, 그리고 水路局에서 選定한 水深 基準面으로부터의 平均海水面은 1.5m이다. 反面 三千浦港에서는 平均 高潮間隔 8h 35min으로서 大潮乘 3.0m, 小潮乘

Table 1.

白 壺 紀 Cretaceous	}	Kp	斑岩類 其他 porphyries
		—漸移 또는 貫入 Gradation or Intrusion—	
		Kbg	佛國寺 花崗岩 Bulgugsa Granite
		—關係未詳 relation unknown—	
		Kpl	中性 및 鹽基性 深成岩類 intermediate and basic plutonic rocks
		—貫入 intrusion—	
		Kiv	中性火山岩類 intermediate volcanic rocks
—貫入 intrusion—			
—關係未詳 relation unknown—			
		KS <sub>2</sub>	慶尙系 新羅層群 上部

2.2m이며 水深基準面으로부터의 平均海水面은 1.6m이다. 또한 潮流는 三千浦港 附近에서 漲潮流가 西方으로 2.3knot, 落潮流가 東方으로 3 knot이며 欲知島 附近 海域에서의 海流는 곳에따라 流向과 流速에 큰 差異가 있으나 2~3knot 이하다.

**調查 研究 方法**

總面積 3,000km<sup>2</sup>에 이르는 本地域의 物理探查는 南北 및 東西 方向의 網狀線을 따라 遂行되었으며 總探查延長線은 396line-km이다. 南北 方向의 探查走行線은 10개線으로서 探查走行線들 相互間의 間隔은 5km이며 매 2km마다 固定點을 擇하여 探查記錄紙와 地圖上에 位置를 表示하였다. 한편 東西 方向의 走行線은 2個線으로서 探查走行線들의 間隔은 15km로서 매 2km마다 固定點을 表示하여 位置의 正確을 기하였다(그림1참조). 航海 途中의 位置 測定에는 레이더(Radar)로서 位置를 이미 알고 있는 島嶼들로부터의 方向과 距離를 計算하여 海圖上에 圖示하였다. 이때의 位置 正確度는 數 10m의 誤差를 갖고 있다.

本 探查에 使用된 機器는 古野電氣(株)의 FNV 2000T model인 淺海用 音響測深器로서 28KHz, 50kHz의 周波數를 使用하였으며 EG & G Model 254의 Uniboom은 出力 energy 200 joules, 濾過帶域은 800Hz~2000Hz이었다. 探查船의 進行 速度는 4~5 knot로 維持되었다.

室內 作業은 主로 探查記錄紙를 解釋하는 것으로서 海水層內에서의 音波 速度를 1500m/sec로 假定하여 水深을 計算 潮差를 補正하고 水深圖(Fig. 1)를 作成하였다. Uniboom 記錄紙에 나타난 堆積層의 全 調查地域의 一般的 傾向에 따라 A, B, C層으로 區分하고 各層에서의 速度를 각각 1800m/sec, 1900m/sec, 및 2000m/sec로 假定하였다. 이는 彈性波의 散亂 現象이 뚜렷하지 않아서 깨스로 飽和된 地層이라고는 보기가 어렵고 따라서 音波 傳播速度의 減小을 假定할 수가 없다. 結果적으로 이러한 假定下에서 堆積層全體의 두께와 水深을 加算하여 基盤岩의 深度分布圖을 作成하였고 特別한 關心을 끄는 B層의

堆積構造 分布圖를 作成하였다.

**結 果**

**海底地形**

本 調查地域의 水深은 全體가 80m以下로서 40m等深線은 本海域을 2大分한다. 이 40m等深線은 彌勒島의 西南部로부터 欲知島 北部까지 西南西 方向으로 이어지며 그후에는 南南西 方向으로 뻗어 나간다. 이 境界線의 西北部에는 40m보다 앞

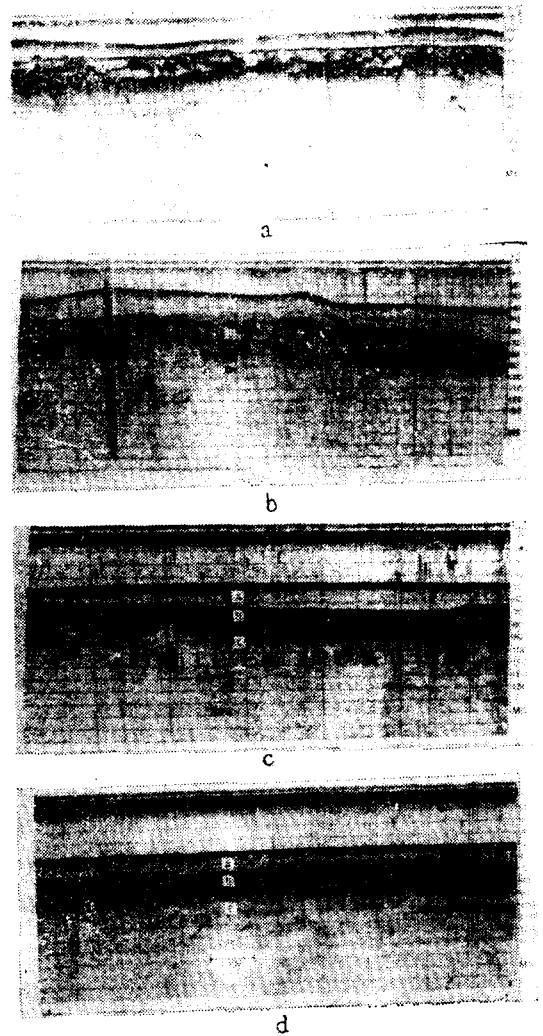


Fig. 2. Seismic reflection profiler  
 (a) Line 1A fix point 4~10  
 (b) Line 6B fix point 4~10  
 (c) Line 2B fix point 2~9  
 (d) Line 3B fixpoint 17-22

은 地域으로서 海底面의 平均傾斜가 약 1/1000에 해당하며 三千浦와 南海島에 接近함에 따라 점점 알아진다. 反對로 이 境界線의 南東部에는 比較의 작은 島嶼들이 散在하고 있으면서 70m 以上의 水深地域도 島嶼들의 中間에 끼어있어 屈曲이 甚한 海底地形을 이룬다(Fig.1).

#### 海底堆積層

本海域의 全堆積層의 두께는 基盤岩表面의 屈曲에 따라 不規則하지만 大體로 20~70m를 보이며 가장 널리 分布하는 層厚는 40m程度이다. 이들 堆積層은 音響學의 反應으로 보아 3가지로 區分할 수 있으며 深部로감에 따라 A,B,C層이라 부르기로 하였다(Fig.2). A層은 가장 最近에 이루어진 堆積層으로서 彈性波反應에서 수평적인 堆積構造를 나타낸다. 이 A層은 本調査地域의 南東部에서는 거의 나타나지 않으며 欲知島—南海島間과 欲知島南部에 얇게 分布하며 欲知島의 南西部海域一部와 欲知島以北의 海域에서는 最大 20m程度의 두터운 堆積層分布를 보인다. 局部的으로 A層이 極히적으며 水深이 깊은 곳은 現生 底層流의 水路로 判斷된다.

A層의 바로 下部를 이루고 있는 B층은 全地域에 걸쳐 골고루 分布하며 그 層厚는 大概 10~40m로서 간혹 40m以上의 地點도 局部的으로 存在한다. B層은 複雜한 堆積構造를 갖고 있으며 特徵적이다.

이 B層이 存在하는 길이는 海水面下 40m~60m

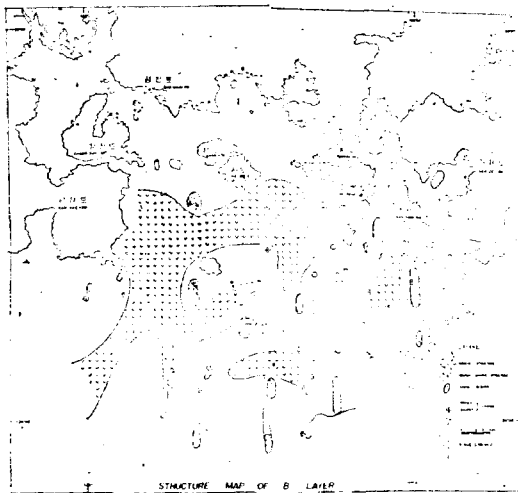


Fig. 3. Distribution of sedimentary structure of B layer.

이다. 이는 堆積層이 累次에 걸쳐 斷絶되므로서 音響學의 反應上에 뚜렷한 斜交層이 이루어지고 이는 現在보다는 水深이 훨씬 얇은 環境에서 流水의 方向이나 流水量의 變動을 받은 것으로 推理된다. 또한 斜交層과 함께 어떤 浸蝕의 흔적으로 判斷되는 홈구조(groove structure)도 存在한다. 이들 堆積構造가 分布하는 地域은 主로 島嶼들의 周邊海域이다. B堆積構造分布圖(Fig.3)에 表示되어 있는 홈구조 分布地域은 斜交層이 함께 存在함을 意味하며 홈構造가 없는 斜交層은 홈構造分布地域의 沿邊에 存在한다. 特히 B層構造地域의 分布는 海水面下 約 40m와 約 60m程度의 두 地域으로 區分되며 Fig.3에 表示된 홈構造分布地域의 D表示는 60m程度의 깊은 地域임을 뜻한다.

C層은 音響學의 反應에서 特別한 內部構造를 보이지 않아 岩相이 比較的 同質性인 堆積物이거나 或은 既存 堆積物이 積成作用(diagenesis)에 의해 pseudo-homogeneous한 狀態이거나할 가능성이 있다. 이는 大體로 基盤岩의 谷部に 分布하나 欲知島 以北에서는 거의 없고 그 南部인 水深이 깊은 地域에 分布하여 最大 50m程度를 보이기도 한다.

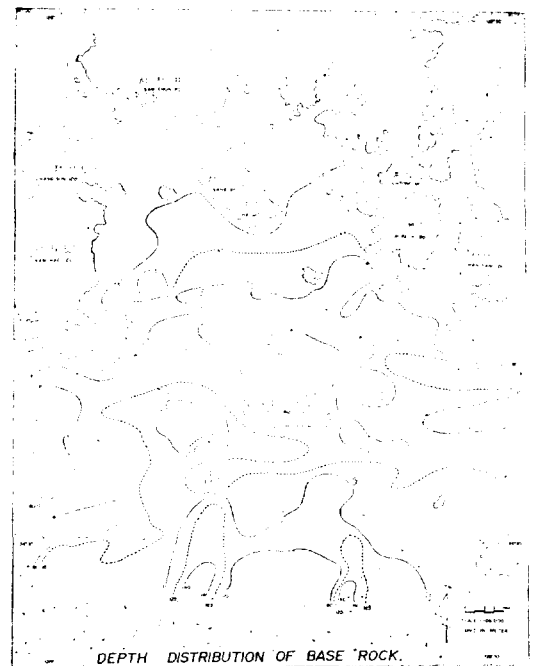


Fig. 4. Depth distribution of base rock.

**基盤岩의 深度分布**

基盤岩의 上部層을 形成하는 海水層, A層, B層, C層에서의 彈性波傳播速度를 各各 1500m/s, 1800m/s, 1900m/s, 2000m/s라고 假定했을때 彈性波 反射記錄紙로부터 基盤岩의 上部層厚를 計算하여 海水面下 基盤岩深度分布圖를 作成하였다(Fig. 4: 基盤岩深度分布圖)

이 基盤岩의 等深線은 欲知島附近까지 海水面下 80m깊이로서 大體로 海岸線에 平行한傾向이 있다. 欲知島以南에서는 各 島嶼들의 影響으로 더욱 不規則한 樣相을 띤다. 特히 基盤岩이 깊게 存在하는 地域은 欲知島의 西南部 隣接地域과 欲知島南方에서 140m以上の 深度分布를 보인다. 基盤岩의 構成岩石은 附近海岸이나 島嶼들에서와 같이 白堊紀의 中性火山岩類일 可能性이 크며 特記할만한 地質構造는 彈性波記錄上에 나타나지 않았다.

**論 議**

堆積層의 堆積構造는 堆積環境을 堆積하는데 좋은 資料가 된다. 이는 鑛物成分이나 化石等과는 달리 物質이 浸蝕, 運搬되는 동안에 既存堆積構造는 이미 破壞되고 現場의 堆積環境에 따라서만 形成될 수 있기 때문이다.

Grabau(1924)는 斜交層의 堆積環境을 海岸三角洲, 河川 및 風成砂丘로 區分했다. 이 3가지斜交層의 形態比較는 各各 區分되는 特性을 보인다. 大體로 海岸三角洲에서는 一定한 傾斜의 前置層이 大規模의은로 形成되는 傾向이 있다. 또 河川에서는 작은 規模의 前置層이 連續의이면서도 水平堆積層에 依해 斷切된다. 反面 風成堆積層은 水平堆積層의 存在없이 一定치 않은 角으로 傾斜層을 갖는 特性이 있다.

이러한 斜交層이 形成되는 것은 堆積過程上에 새로 나타나는 reactivation surface의 影響이다(Collism, 1970), reactivation surface는 堆積累層을 새로 浸蝕하는 表面으로서 沈浪이나 流水의 變化에 따른 stage變動, 風成層이나 潮汐에 依한 sand bar에서의 營力 流向의 變動, 그리고 正常狀態下에서 底層의 相互作用이나 slipface의 移動에 依해 發生한다(McCabet Jones, 1977).

이렇게 斜交層이 이루어지는 堆積環境에 對한 研究들을 要約하면 몇가지 特性으로 整理될 수 있다(Thomson, 1937; Mckee 1957; Mcbride & Hayes 1962; Land, 1962; Land, 1962; Imman et al, 1966; Bigarella et al, 1969; Bigarella, 1972; Ranwell, 1972; Goldsmith, 1973; Fraser et al., 1977). 砂丘나 風成砂質平底에서는 分級이 좋은 모래들이 적은 傾斜角으로 斜交層을 形成한다. 海邊陵線(beach-ridge) 堆積物들은 陸地側으로 傾斜하면서 不특한 表面의 砂質斜交層이 많고 角礫質砂層은 海洋側으로 形成되면서 傾斜角이 작은 斜交層을 이룬다. 大體로 이런 海邊陵線의 堆積層은 傾斜角이 큰 斜交層의 特色이 있으나 植物이나 風向變動의 影響으로 傾斜角이 작게

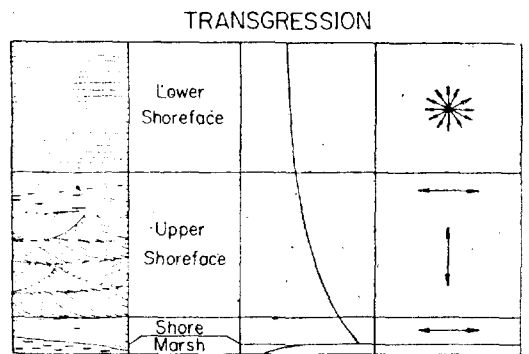
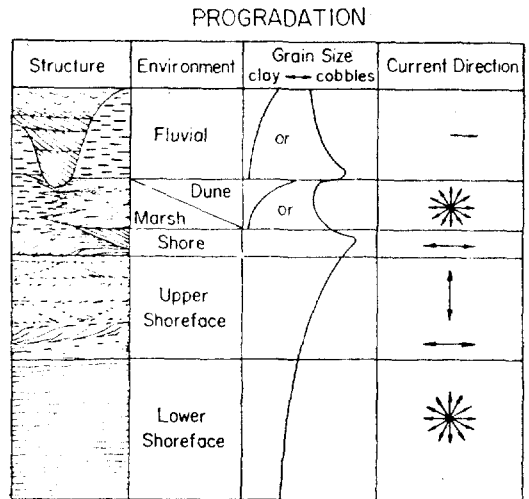


Fig. 5. Sequence of sediments, primary structures, and variations in flow directions that would occur as environments migrated during progradation(depositional regression) and transgression of the beach-ridge complex (Fraser et al., 1977).

形成되기도 한다.

上部海濱層은 低潮面에서부터 均一한 細粒質 堆積物이 많은 4~5m깊이까지의 海洋側의 海底 環境을 말한다. 이 上部海濱面의 모래는 沿岸地 溝에서 形成된 斜交層모래와 沿岸砂洲에서 形成된 傾斜角이 작은 수평층으로 構成된다.

下部海濱面은 水深이 큰 沿岸砂洲의 海洋側周 邊으로부터 水深 約 12m까지이다.

堆積物은 一般的으로 均一하고 比較的 잘 分 級되어 細粒質로서 波形水層을 形成한다. 이 러한 見地에서 볼때 本調查地域의 A層은 下部 海濱面 보다 더 깊은 水深에서 이루어 졌을 것 과, B層은 오히려 砂丘層 海濱, 上部海濱面等 을 모두包含하는 海水面으로부터 士10m 以內에 서 形成되었을 可能性이 크다. 따라서 A層은 現在의 水深에서, B層은 現在보다 훨씬 水深이 얕을때 形成된 것으로 豫想된다. 더구나 B層에 나타나는 홈構造는 海水面에서의 或은 얕은 水深에서 浸蝕된 흔적으로 判斷되며 B層의 堆 積環境이 海水面 附近이었음을 뜻한다.

Fraser等(1977)은 河川, 風成層, 海岸, 上部 해빈면 및 下部해빈면의 堆積層系例로서 progradation과 海侵을 模型으로 圖示分類하였다(Fig. 5). 이에 따르면 本調查地域의 堆積層素列은 transgression型임을 알 수 있다. 따라서 氷河期

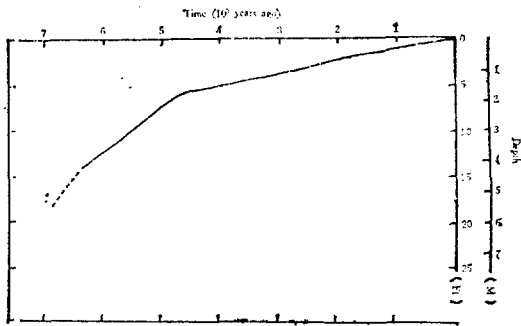


Fig. 6. Submergence of the Yellow Sea coast of Korea based on the depth of radiocarbon-dated peat samples, the Sinpyeongcheon tidal marsh, Kimje, Korea (Park, 1969).

以後에 全世界의으로 海水面이 上昇한結果와 一 致됨을 시사한다(Bloom 1967).

韓國西海岸의 海水面上昇은 朴(1969)에 依해 研究된 바 있으며 이는 그림(Fig. 6)처럼 過去 7000年동안 6m 海水面이 上昇한 結果로 보인다 反面에 東海岸은 隆起現象을 보이고 있고 金(19 73)에 依하면 1.1~1.4mm年의 隆起率로 現在도 上昇하고 있음이 밝혀졌다. 그러나 本 調查地域 의 彈性波探査에 依한 堆積層構造로 보아 過去 어느때는 南海岸의 海水面이 現在보다 40~60m 程度 낮았던 것으로 思料된다.

## 結 言

巨濟島—南海間간의 海域에서 1977年 12月에 周波數 28KHz의 音響測深機와 濾過帶域 800~ 2000Hz의 uniboom을 利用하여 彈性波探査를 實 施하였고 uniboom의 分解能보다 큰 規模의 海底 地形 海底地層構造 및 基盤岩의 深度를 把握하 였다.

(1) 探査地域의 海底地形은 水深이 80m 以下 로서 欲知島의 北部와 西部海域에서는 水深 4m 以下이며 傾斜가 1/1000程度인데 比하여 欲知島 의 南東部海域에서는 水深 40m以上으로서 複雜 한 地形을 갖는다.

(2) 音響學的反應에 나타난 堆積構造로부터 全體 20m~70m의 層厚를 갖는 海底堆積層을 A, B, C로 3區分할 수 있고 中間層(B層)은 海水面 下 40m~6m에 存在하며 斜交層 홈구조(groove structure)를 갖는다.

(3) 基盤岩은 探査海域의 南東部에 接近할 수 록 깊이 존재하며 140m以上の 深度를 보이기도 한다.

(4) 中間層(B層)은 斜交層, 홈구조등 堆積構 造의 特性으로보아 海水面의 上下士10餘m 以內 의 堆積環境에서 形成되었을 可能性이 많고, 이 는 現在海水面下의 位置로서는 解釋하기 어렵다.

(5) 上部堆積(A層)은 比較的 規則的인 水 平 構造를 갖고 있어서 下部海濱面(약 12m까지) 乃 至 그보다도 더 水深이 깊은 環境에서 形成되었 을 것으로 判斷되며 이는 大體로 現在의 水深과 一 致한다.

(6) 彈性波反射記錄에 나타난 堆積層의 系列은 過去 플라이스토크以後에 海水面이 現在보다 40m부근에 存在하면서 B層이 形成된後, 海水面이 繼續 上昇하는 동안 A層이 生成된 것임을 暗示한다.

參 考 文 獻

- Bashan, P.W., D.A. Fersyth and R.J. Wetmiller, 1977, The Seismicity of northern Canada. *Can. J. Earth Sci.*, V. 14, P.1646-1667.
- Becquey, M., M. Lavergne and C. Willm, 1977, Acoustic impedance logs compute from seismic traces aid lithology, *Oil Gas Jour.*, Dec. 19, 1977, p. 78-82.
- Bigarella, J. J., 1972. Eolian environments, Their characteristics, recognition and importance, in Rigby, J. K., and W. K. Hamblin (eds.), Recognition of ancient sedimentary environments, *Sec. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Pub.* 16, p12. 62.
- Bigarella, J.J., R.D. Becker, and G.M. Duarte, 1969, Coastal dune structures from Parana(Brazil), *Geol.* V. 7, p. 5-55.
- Bloom, A. L., 1967, Pleistocene shorelines: A New Test of Isostasy, *Geol. Soc. Am. Bull.*, V. 78, p. 1477-1494.
- Clifton, H.E., R.E. Hunter, and R. L. Phillips, 1971, Depositional structures and processes in the non-barred high energy nearshore, *Jour. Sed. Pet.*, V. 41, p. 651-690.
- Collinson, D., 1970, Bedforms of the Tana River, Norway, *Geol. Annaler*, V. 52A, p. 31-55.
- Davidson-Arnett, and B Greenwood, 1974, Bedforms and structures associated with bar topography in the shallow water wave environment, Kouchibeuguc Bay, New Brunswick, Canada, *Jour. Sed. Pet.*, V. 44, p. 698-704.
- Domenico, S. N., 1977, Elastic properties of unconsolidated porous sand reservoirs, *Geophysics*, V. 42, N.7. p. 1339-1368.
- Farr, J. B., 1977, High-resolution seismic method improve Stratigraphic exploration, *Oil Gas Jour.*, Nov. 21, 1977, p. 182-188.
- Fraser, G. S., and N. C. Hester, 1977, Sediments and sedimentary structures of a beach-ridge complex, southwestern shore of Lake Michigan, *Jour. Petrology*, V. 47. N. 3, P.1187-1200.
- Goldsmith V., 1973, Internal Geometry and origin of vegetated coastal sand dunes; *Jour. Sed. Pet.* V. 43, p. 1128-1142.
- Grabau, A. W., 1960, *Principles of Stratigraphy*, I II, Dover Pub. Inc, New York, 1185pp.
- Heutz, R., J. Ewing, and X. Le Pichon, 1968, Velocity of Deep-Sea Sediments from Sonobuoy data, *Jour. of Geophys. Res.*, V. 73, N. 8, p. 2615-2641.
- Hunter, R.E., 1977, Terminology of Cross-stratified sedimentary layers and climbing-ripple structures, *Jour. Sed. Pet.* V. 47, N. 2, p. 697-706.
- Inman, D. L., G. C. Ewing, and J. B. Corliss, 1966, Coastal sand dunes of Guerrero Negro, Baja California, Mexico; *Geol. Soc. Amer. Bull.*, V. 77, p. 787-802.
- Jackson, H. R., C. E. Keen and D.L. Barratt, 1977, Geophysical studies on the eastern continental margin of Baffin Bay and in Lancaster Sound, *Can. Jour. Earth Sci.*, V. 14, P. 1991-2001.
- Jenkinson, W. D., 1977, Side-Scan Sonar: Applications in oil exploration and exploitation, *Oil Gas Jour.*, Nov 7, 1977, p. 97-102.
- Kim. Suh Woon, 1973. A study on the Terraces along the Southeastern Coast (Bangeojin-Pohang) of the Korean Peninsula, *Jour Geol. Soc. Kor.* V. 9, N. 2. p. 89-121
- Land, L. S., 1962, Eolian cross-bedding in a beach dune environment, Sapelo Island, Georgia, *Jour. Sed. Pet.*, V. 34, p. 389-394.
- Le Pichon, X., J. Ewing, and R.E. Houtz, 1968, Deep-Sea Sediment Velocity determination made while reflection profiling, *Jour. Geophys. Res.*, V. 73, N. 8, p. 2597-2614.
- Mair, J. A., and J. A., and J. A. Lyone, 1976, Seismic reflection techniques for crustal structure studies, *Geophy Sics*, V. 41, N. 6, p. 1272-1290.
- Masters, C. D., 1967, Use of sedimentary structures in determination of depositional environments, Mesaverde Formation, Williams Fork mountains, Colorado; *Am. Asso. Petroleum Geol. Bull.*, V. 51. p. 2033-2043.
- McBridge, E. F., and M. O. Hayes, 1962, Dune cross-

- bedding on Mustang Island, Texas, Am. Asso. Petroleum Geologists Bull., V. 46, p. 546-551.
- McCabe, P. J. and C. M. Jones, 1977, Formation of reactivation surfaces within superimposed deltas and bedforms, Jour. Sed. Pet., V. 47, N. 2, p. 707-715.
- McKee, E.D., 1957, Primary structures in some recent sediments, Am. Asso. Petroleum Geologists Bull., V. 41, p. 1704-1747.
- Park, Y. A., 1969, Submergence of the Yellow Sea Coast of Korea and stratigraphy of the Sinpyeongcheon Marsh, Kimje, Korea, Jour. Geol. Soc. Kor., V. 5, N. 1, p. 57-67.
- Ranwell, D. S., 1972, Ecology of salt marshes and sand dunes, Chapman Hall, London, 258p.
- Selley, R. C., 1970, Ancient Sedimentary Environments, Chapman Hall, London, 237p.
- Stell, R. D., 1977, Acoustic waves in ocean sediments, Geophysics, V. 43, N. 4, p. 715-725.
- Thomson, W. O., 1937, Original structures in beaches, bars, and dunes, Geol. Soc. Amer. Bull., V. 48, p. 723-751.
- Valencia, M. J., Pacific Pleistocene Paleomagnetic stratigraphies, A comparative analysis of results, Quaternary Res. V. 8, p. 339-354.
- Ywenhefel, W. H., 1961, Sedimentation I. II., Dover Pub. Inc., New York, 926p.
- 건설부, 1971, 삼천포항 지층탐사보고서
- 국립지질광물연구소, 1973, 한국지질도 1/250,000 여수도폭