

韓半島 周邊大陸棚의 第四期中의 堆積作用(I)

Quaternary Sedimentation Processes in the Continental  
Shelves Adjacent to Korean Peninsula(I)

1988. 4.

韓國科學技術院  
海洋研究所

# 提 出 文

海洋研究所長 貴下

이 報告書를 “韓半島 周邊大陸棚의 第四期中의 堆積作用(I)” 課題의  
最終報告書로 提出합니다.

1988年 4月 日

韓國科學技術院 海洋研究所

研究責任者 : 韓 相 俊  
研究員 : 劉 洪 龍  
          姜 正 極  
          金 聖 烈  
          鄭 甲 植

# 要 約 文

## I. 題 目

韓半島 周邊大陸棚의 第四期中의 堆積作用 (I)

## II. 研究開發의 重要性 및 目的

1960年代末부터 韓半島 周邊沿近海域에 대한 堆積學的 研究가 활발히 遂行되어 그에 대한 綜合的인 資料整理 및 檢討가 주로 堆積物과 制限된 音波探查結果에 국한되었으나 (Chough, 1983), 그 후 資料들의 蓄積과 研究結果의 發刊 등으로 새로이 이들 資料의 整理와 全體的인 개관이 필요한 시점에 와 있다. 韓國海域 全般에 걸친 堆積學的인 이해를 위해서는 韓國海域의 堆積環境이 特殊하고 複雜하여 沿近海域뿐 아니라 大陸棚을 包含한 全體的인 地構造와 堆積學的 研究가 先行되어야 한다.

韓國周邊海는 新第3期末부터 陸成 堆積盆地上에 淺海의 大陸棚이 發達하여 周邊 陸地起源의 堆積物이 海洋環境下에서 堆積되었으나, 第4期中의 堆積樣相은 여러번의 海퇴·해침으로 인하여 매우 複雜하다. 현재까지의 結果에 의하면, 現生堆積物은 海岸線으로부터 約 30 km이내의 沿岸地域에 帶狀을 이루어 分布하며 그의 大陸棚地域에서는 플라이토세의 relict 堆積物이 分布한다. 韓國 周邊海域의 廣域的이고 長期間동안의 堆積現象의 糾明은 音波探查記錄, core 堆積物, 表層 및 人工衛星資料를 包含한 浮遊物質의 移動·堆積에 관한 研究를 통해서 可能하다.

大陸棚海域의 石油賦存可能性때문에 1960年代末부터 深部地體構造와 堆積盆地에 대한 探查가 활발히 進行되어 왔고, 1970年代 中半부터는 천부 音波探查, 表層堆積物 및 core 堆積物에 의한 第四期 혹은 現生堆積物에 대한 探查가 주로 海洋研究所와 韓國動力資源研究所에 의해 實施되었다. 그의 海洋學 關聯機關과 大學들에 의해 表層 및 浮遊堆積物에 대한 많은 資料들이 蓄積되어 있어서

이들 資料들을 綜合整理하여 韓半島 周邊海域에 대한 全體的인 堆積物의 分布 및 堆積過程을 밝힐 수 있다.

本 研究를 통하여 앞으로 遂行될 研究들의 基本方向 및 研究되어야 할 問題 點들을 提示할 수 있을 것이고, 더 나아가서는 沿近海 및 大陸棚地域에서 豫想되는 海底資源(例; 鈾 및 骨材 資源)의 開發, 海底通信網 構築, 石油· 가스등의 運搬 system의 設計뿐 아니라 海洋國防과 沿岸汚染 防止를 위한 monitoring에 대한 韓國海域內의 基本的이고 全般的인 資料를 提供할 수 있다.

### Ⅲ. 研究開發의 內容

1. 全海域의 基本資料整理
2. 韓半島周邊 海域의 堆積盆地의 發達 및 分布
3. 後第四期中의 海水面變化에 따른 堆積作用
4. 홀로세중의 堆積作用 및 堆積物의 分布

### Ⅳ. 研究內容 및 結果

本 研究 “韓半島 周邊大陸棚의 第四期中의 堆積作用(I)”에서는 그동안 發刊 또는 未發刊 資料를 취합하여 韓半島 周邊大陸棚의 堆積盆地의 發達過程과 分布를 概觀하였으며, 黃海全域에 걸친 海域과 韓半島 周邊大陸棚에 分布하는 堆積物의 粒度에 따른 堆積相의 分布를 把握하여 이들의 堆積作用에 관하여 論하였다. 또한 高解像度의 音波探查資料를 整理하여 現生堆積層과 플라이토세 堆積物의 分布境界를 밝혔고, 플라이토세後期和 홀로세중에 形成된 Bedform의 形態와 地域的 分布特性을 밝혔다.

韓半島 南西周邊大陸棚에 發達하는 堆積盆地들은 유라시아 地각판이 인도지 각판과 太平洋 海洋地殼板의 相對的 地각이동 運動의 結果에 의해 이루어진 地각의 습곡대를 따라 이에 平行하게 습곡대들 사이의 地溝-地壘構造에 의해 發達하여 있다. 이들 堆積盆地에는 第三期 마이오세 이전에는 주로 湖沼環境下에

서 江, 河川등에 의한 三角洲 또는 汎濫原에 의한 堆積層이 發達한 반면, 플라이오세 以後에는 海岸과 沿近海環境의 海成堆積層이 發達되어 있다. 東海大陸棚에서는 斷層作用에 의한 댐이 形成되어 마이오세 이후 두 개의 小規模 堆積盆地在 發達되어 있다. 또한 東海에는 후 올리고세 이후 太平洋 海底地殼板의 함몰로 인하여 배호상분지가 形成되어 두꺼운 海洋生物質 堆積物이 플라이오-플라이토세의 터어비다이트層에 의해 堆積되어 있다. 鬱陵盆地的 南西쪽에는 古鬱陵盆地가 두꺼운 터어비다이트層에 의해 堆積되어 있다.

黃海堆積物の 中央粒度分布에 의하면 黃海의 中央部와 濟州道 南西部 그리고 中國 양자江 南西沿岸에는 細粒質이 주인 現世堆積物이 플라이토세의 마지막 氷期中 陸地로 드러났던 殘留堆積物을 堆積하여 堆積하고 있다. 또한 韓半島 周邊大陸棚에서는 금강 이남의 西海沿岸과 南海沿岸 주위에 現世細粒質 堆積物이 帶狀으로 堆積하고 있다. 黃海에서나 韓半島 周邊大陸棚에서 이들 細粒質 堆積物들은 모래질의 Relict 堆積物을 점차 堆積하고 있는 것으로 보인다.

황해 中部와 濟州道 南西海域에 堆積되는 堆積物은 주로 黃河江 기원이며 이들은 黃海 沿岸水에 의해 運搬 堆積되는 것으로 밝혀졌다. 그러나 本 研究에서 使用 또는 引用된 資料에 의하면 濟州 南西部의 砂質 泥土는 과거 潮干帶 堆積層이 浸蝕되고 있는 것을 시사하고 있다. 韓半島 西南海沿岸에서의 現世 堆積物은 周邊의 江이나 河川에 의해 流入되어 沿岸水에 의해 沿岸地域에 局限되어 堆積 堆積되는 것으로 밝혀졌다.

3.5 kHz 와 Uniboom의 高解像 音波探查記錄에 의하면 韓半島 周邊大陸棚에는 地域의 特徵에 따라 特徵的인 Bedform들이 발달 堆積한다. 즉, 西海의 黃海 中南東海域에서는 조류에 의한 Sand Wave들이 플라이토세 중에 形成된 큰 規模의 Bedform (例, Ridge)들이 浸蝕된 면에 잘 堆積하여 나타나고, 濟州島 西側 海底面에는 海水面 上昇期の 홀로세초에 강한 海流등에 의해 浸蝕되어 Ridge 와 같은 形態의 Bedform들을 보여 준다. 濟州道 南東의 大陸棚端에는 플라이토세 중의 간빙기에 形成되었을 것으로 보이는 Sand Wave가 堆積

하지만,麗水앞 內大陸棚에서는 플라이토세 중에 形成된 수 많은 Sand Ridge 들이 그 形態를 잘 保存하여 沿岸에서는 現生堆積層에 의해 피복되어 있지만 外해쪽에서는 露出되어 나타나고 있다. 釜山앞 大陸棚에서는 洛東江을 통해 流入되는 細粒質 堆積物이 三角洲型을 이루면서 第三期層위에 쌓이고 있다. 蔚山 앞의 東海 鬱陵盆地로 연결되는 大陸棚端에서는 堆積物들이 質量流(Mass Flow)의 초기 段階인 Slumping이 활발하다.

# ABSTRACT

## QUATERNARY SEDIMENTATION PROCESSES IN THE CONTINENTAL SHELVES ADJACENT TO KOREAN PENINSULA (I)

In the inner continental shelves adjacent to the Korea Peninsula, the distribution and geologic history of sedimentary basins were studied based on unreported data and publications. The sedimentation processes during the Quaternary period were perceived by analyzing high-resolution seismic profiles and surface sediment data.

The sedimentary basins in Yellow Sea and South Sea are found mostly in the depressions of graben-horst structure of Pre-Cambrian to Mesozoic basement between the upraised fold belts such as Shantung-Laoyehling, Fukien-Reinan, Taiwan-Sinzi, and Ryuku Fold Belts. So the basins trend in NE-SW direction following the fold belts dammed for the thick (maximum, more than 2,000m) Tertiary sedimentary strata deposited by riverine and deltaic sedimentation processes prevailing till Pliocene marine transgression. The Pliocene-Pleistocene sedimentary sequence (about 600m thick) lies unconformably on the older sequences. This sequence on the Korean side was formed by neritic and coastal sedimentation processes aided some by riverine processes of Kŭm and Han Rivers.

In the East Sea, small-scaled two shelf sedimentary basins (Hupo and Mukho) are distributed between the east coast of Korea and the Hupo Bank which trapped the sediments during Miocene. In contrast to the shelf, the large Ulleung Basin (a typical back-arc basin in the northwest Pacific) filled a thick (about 2,000m) biogenic (Miocene) and turbiditic (about

700m thick, Pliocene-Pleistocene) sedimentary strata since late Oligocene. In the southwest of the Ulleung Basin, a thick (more than 10km) paleo-Ulleung Basin is found that was formed in the continental slope and basin plain environment.

The detailed analysis of the high-resolution (3.5kHz and Uniboom) seismic profiles reveals that the Quaternary sedimentation processes are characteristic according to the locality. The recent sedimentation of mostly fine-grained sediments is confined and forms a mud belt in the nearshore within 30 or 70km parallel to the coast. The recent sediment layer onlaps progressively and thins outward the older sedimentary sequences. Mostly in the nearshore, this sequence is acoustically turbid due to gas generation through the decay of organic materials in more than 25m thick sediment layer.

In the middle southwestern Yellow Sea, the sand waves are ubiquitous under the active tidal regime. Some paleo-sediment ridges are exposed on the sea floor by sediment erosion in the outer part and others are presently formed near the coast. The seafloor in the west of Cheju Island is mostly eroded probably in the earliest Holocene sea-level rising epoch. The sharply-eroded sedimentary sequences form ridge-like bedforms in shape partially buried with thin recent sediment layer. The Uniboom seismic profiles in the inner continental shelf off Yōsu show well-preserved sand ridges in the water depth more than 70m. These sand ridges were, may be, formed during the sea-level rising periods of Pleistocene and the ridges are partially modified by the channels. Near the coast the sand ridges are mostly buried in the recent sedimentary sequence. In the continental shelf edge (150 to 220m water depth) of the South Sea (northeast of the Okinawa



Trough), Quaternary sand waves are dominant. However, the continental shelf off Pusan and Ulsan, the bedforms are rare except erosional sand waves in the water depth from 110 to 140m. The sediment slumping process prevails in the shelf edge off Pohang continuing to the Ulleung Basin.

Sang-Joon Han  
Hong-Ryong Yoo  
Jung-Keuk Kang  
Seong-Ryul Kim  
Kap-Sik Jeong

Korea Ocean Research and Development Institute,  
P.O. Box 29, Ansan, 425-600, Seoul, Korea

April, 1988



# 目 次

要約文 .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
그림目次 .....	3
第1章 序 論 .....	11
第2章 研究方法 .....	15
第3章 韓半島 周邊大陸棚의 發達 .....	19
3.1 周邊海의 概觀 .....	21
3.2 堆積盆地의 發達過程 .....	23
3.3 堆積盆地 .....	31
第4章 第四期中의 堆積作用 .....	35
4.1 海水面 變化와 堆積作用 .....	37
4.2 堆積物의 分布와 堆積作用 .....	44
第5章 海底地形과 <b>Bedform</b> .....	53
5.1 黃海 中南東海域 .....	55
5.2 濟州道 西側海域 .....	64
5.3 麗水海域 .....	72
5.4 高興·濟州間 및 濟州道 南東海域 .....	83
5.5 釜山·蔚山 앞 海域 .....	89
第6章 結 論 .....	97
參 考 文 獻 .....	103



## 그 립 목 차

Fig.1.	General physiography of the adjacent seas to South Korea (water depth in meters) .....	22
Fig.2a.	General geologic structures of East China Sea and Yellow Sea (after Wageman et al., 1970). Sedimentary basins are presented by diagonal hatching and sediment thickness by contours in hundred meters. Dots represent massifs, folds, and ridges .....	25
Fig.2b.	Geotectonic province of southern Korea and its western and southern offshores (after Frazier et al., 1976). .....	26
Fig.3a.	Geologic structure and sedimentary basins (after Kim, 1981) .....	28
Fig.3b.	Total sediment thickness in the Korean East Continental Shelf (after Kim, 1981) .....	29
Fig.4.	Line drawing of seismic profile (airgun) across the Korea Strait and Ulleung Basin (after Honza, 1979) .....	30
Fig.5.	Sedimentary stratigraphy in the Korean Continental Shelves .....	32
Fig.6.	Seismic profile showing the thick sedimentary sequences in the paleo-Ulleung Basin, presently southwest of the Ulleung Basin (after Barg, 1986) .....	33

Fig.7.	General distribution of late Quaternary sediments in the Korean Continental Shelves (after KORDI, 1987). Double circles are incited in Fig.32 .....	38
Fig.8.	Isopach map of recent sediment layer in the inner Korean Continental Shelves (compiled data of KIER, 1974-1984; KORDI, 1983-1986) .....	39
Fig.9.	Sea-level curve in Holocene Age (a) and the coastline during the lowermost sea-level stand at about 16,000 yrs. B.P. (b) in the Korean Continental Shelves (after Park, 1987) .....	40
Fig.10.	Mass-flow deposits in the Ulleung Basin margin (PS: Prograding sediment sequence at the shelf edge, LS: Lump Slump, BS: Block Slump, S: Slump, D: Debrite) (after Jeong, 1983) .....	42
Fig.11.	Zonal distribution of Mass-flow deposits in the Ulleung Basin (after Jeong, 1983) .....	43
Fig.12.	General distribution of sediment median size (compiled after Qin and Li, 1983). Rectangle represents the Korean data acquired by KORDI (1983-1986) .....	46
Fig.13a.	Vertical distribution of suspended materials in summer in the southwestern Yellow Sea (after Jeong et al., 1984) .....	48
Fig.13b.	Vertical distribution of suspended materials in winter in the southwestern Yellow Sea (after Jeong et al., 1984) .....	49

Fig.14.	Stationary observation of tide and suspended materials in the entrance of Kwangyang Bay on 21 March, 1987 (KORDI, 1987) .....	50
Fig.15.	Seismic track lines of 3.5kHz and Uniboomer profiles used in this study. Uniboomer profiles were acquired off Yösu, Pusan and Ulsan. Thick bars and numbers are the figures incited in text .....	56
Fig.16.	Seafloor morphology composed of relict bed-forms such as sand ridges in the middle south-eastern Yellow Sea (abbreviated to mseYS in following figures). Thick bars on the seafloor are occurrence of sand waves .....	57
Fig.17.	3.5kHz seismic profile showing sequence A which is characterized by ambiguous parallel stratifications in the acoustically transparent profile (mseYS) .....	59
Fig.18.	3.5kHz seismic profile showing sand waves on the surface of sequence A (mseYS) .....	59
Fig.19.	3.5kHz seismic profile showing sequence B, C, D and others which are characterized by distinctive parallel or cross stratification, divided each by a sharp boundary of erosion (mseYS). Arrows are unconformities of erosional process .....	60
Fig.20.	Buried sediment ridge formed by erosion (internal acoustic stratifications are distinctively cut at the boundary) on 3.5kHz seismic profile (mseYS) .....	60

Fig.21.	3.5kHz seismic profile showing various sequences cut by channel migration probably in Pleistocene (mseYS) .....	61
Fig.22.	Subsurface ridge formed by erosion. Seafloor is characterized by erosion of internal structures and sand waves (mseYS) .....	63
Fig.23.	Exposed pre-Holocene sedimentary sequence with sand waves on the surface itself (mseYS) ..	63
Fig.24.	Giant sand waves in the nearshore between the islands, north of Taean Peninsula (mseYS) .....	64
Fig.25.	Seafloor morphology west of Cheju Island (abbreviated to wCh Is. in following figures) ..	65
Fig.26.	Sequence A burying the eroded subsurface morphology. The boundary between A and lower sequences is erosional surface (wCh Is.).....	66
Fig.27.	Various sedimentary sequences divided by reflectors of erosion surfaces. Sequence E is exposed in ridge shape with being buried in the left side (wCh Is.) .....	68
Fig.28.	Irregular seafloor formed by erosional processes. The floor seems like sediment waves and small-scaled ridges and the lower is so acoustically turbid that the internal structure can not be observed (wCh Is.) .....	68
Fig.29.	Ridge-typed bedform formed by depositional processes. Internal structure is transparent (wCh Is.) .....	69



Fig.30.	Sediment waves near the Cheju Island (wCh Is.) .....	69
Fig.31.	3.5kHz seismic profile showing gas seep phenomena from pockmarks (arrows) on seabed (wCh Is.) .....	70
Fig.32.	Photograph of pseudonodules composed of fine- sand or silt-sized sediment grains, sampled from sand-muddy seafloor, southwest of Cheju Island (Stations are presented by double circles in Fig.7). Burrows are found in b and c, shell fragments in d nodules. Black spots on d and e are resin. ....	71
Fig.33.	Seafloor morphology of the inner continental shelf off Yōsu. The southeastern part is characterized by sand ridges .....	72
Fig.34.	Mean-grain size distribution off Yōsu .....	73
Fig.35.	Bathymetry of the inner continental shelf off Yōsu. It shows the water-depth variation comprising the distribution of sand ridges ....	74
Fig.36.	Uniboomer seismic profile showing various acoustic sedimentary sequences (A to H), of which each sequence is divided by a sharp erosional surface with channels or internal layer cutting subsurface from each other in the nearshore off Yōsu .....	76
Fig.37.	Subsurface sequences associated with numerous paleochannels off Yōsu .....	76

Fig.38.	Sand ridges showing the opposite directions of lee side on the eroded-flattened subsurface on the same survey track off Yōsu. Arrow is non-filled paleochannel .....	78
Fig.39.	Composite sand ridges that are superimposed sequentially each other off Yōsu .....	78
Fig.40.	A sand ridge buried in partial by sedimentary sequence A and undercut by channels off Yōsu ..	79
Fig.41.	Exposed sand ridge on the eroded-flattened seafloor. The sand ridge is internally hummocky or stratified in parallel off Yōsu ...	80
Fig.42.	Buried sand ridges forming internal X-stratification formed by sharp erosion of probably crests of the ridges off Yōsu .....	79
Fig.43.	A well-preserved ridge in sedimentary sequence A off Yōsu .....	82
Fig.44.	Sequence A thinly covering the subbottom bedforms of ridge and erosional forms off Yōsu .....	82
Fig.45.	Upwardly migrated paleo-channel system (arrows are paleochannels) off Yōsu .....	83
Fig.46.	Acoustic window in a turbid sedimentary sequence A near Kohūng .....	84
Fig.47.	Sediment ridge showing no internal structure on the mid-continental shelf between Kohūng and Cheju Island .....	86

Fig.48.	Cheju Strait near the Cheju Island. A large sand ridge changes the water depth near the Cheju Island .....	86
Fig.49.	Acoustically transparent moats on the base of a seamount near Söngsanpo .....	88
Fig.50a.	Regularly-formed sand waves occurring less than 200m water depth at the continental shelf edge of Southeast Sea .....	88
Fig.50b.	Irregular sand waves in more than 200m water depth near the continental shelf edge of Southeast Sea .....	88
Fig.51.	Seafloor morphology of the inner continental shelf off Pusan and Ulsan .....	90
Fig.52.	Sedimentary sequences on Uniboom seismic profile in the nearshore off Pusan and Ulsan .....	91
Fig.53.	Seismic profile showing sequence A thinning out on a pre-Holocene sedimentary sequence toward the outer continental shelf off Pusan and Ulsan .....	91
Fig.54.	Buried sedimentary morphologies of sand waves off Pusan and Ulsan .....	93
Fig.55.	A sand ridge found in the continental shelf off Pusan. The ridge surface is modified by sand waves .....	93
Fig.56.	Sand wave-like bedforms formed probably by erosional processes off Pusan .....	94

Fig.57. Sediment-mass slumping at the continental shelf edge off Ulsan ..... 94

Fig.58. Marine terrace formed by fault or probably by sedimentation during low sea-level stand off Pusan. Pobably the Tertiary sedimentary layers dip toward the outer shelf ..... 95

Fig.59. Korea Strait north of Tsushima Island. A moat formed on the base of the east wall. Hyperbolae acoustically generated from gravels on the floor of Strait ..... 95

第 一 章

序



## 第1章 序 論

韓半島는 三面이 바다로 둘러싸여 있으며 南西周邊은 淺海性的의 넓은 大陸棚 (黃海와 南海)이, 東쪽에는 典型的인 深海性 背弧狀盆地인 鬱陵盆地 (東海)가 發達되어 있다. 南西周邊의 大陸棚은 매우 넓고 동지나海와 中國쪽의 黃海의 大陸棚과 연결되며 南西方向으로 太平洋의 北西周邊의 오키나와 海溝까지 緩慢한 경사로 延長된다. 반대로 東海는 大陸棚의 發達이 극히 미약하고 급격한 傾斜로 鬱陵盆地와 연결된다. 韓半島의 南西海岸은 불규칙한 海岸線과 섬들로 인하여 넓은 조간대와 크고 작은 많은 灣들이 發達하여 있지만, 東海岸은 海岸線이 극히 단순하여 조간대 등의 發達이 극히 微弱하다.

韓半島 周邊大陸棚은 新生代末 플라이오세때에 이미 海浸 (Marine Transgression)을 받아 海洋環境이 된 적이 있지만, 현재의 周邊大陸棚은 플라이토세 말부터 시작된 海浸에 의해 淺海性的의 바다로 되어 韓半島 陸地面積의 3 배가 넘는 大陸棚을 形成하게 되었다. 大陸棚에는 先캄브리아 紀에서 중생대까지의 基盤岩위에 第三期 마이오세까지 江과 河川, 三角洲, 汎濫原 등 陸地河床들의 堆積作用에 의해 많은 堆積盆地들이 발달하여 탄화수소등의 地下天然資源의 開發對象이 되어 1970年代 初부터 地磁氣, 試錐, 深部音波探查 등의 활발한 探查活動을 하여 왔다. 이러한 探查活動을 통해 현재까지 알려진 結果로 韓國 大陸棚에서의 백악기이후 第四期以前的 堆積盆地의 發達過程과 層序的關係는 地域적으로 밝혀졌으나 地體構造運動 概念에 의한 全體的인 整理가 未洽한 狀態이다. 試錐孔에서의 資料와 深部音波探查 記錄은 플라이오세 이후의 堆積層序에 관한 情報는 거의 提供치 못하지만, 플라이오-플라이토세의 層序와 마이오세 이전의 堆積地層間的 區分이 확실하고 또한 地域的인 여러 資料를 취합하면 韓半島 周邊 大陸棚에서의 地質時代에 따른 層序學的 研究와 堆積盆地發達에 관한 研究는 可能하다.

韓半島 周邊의 大陸棚은 플라이오세 이후 몇 번의 해침을 받아 왔지만 현재의

資料로는 이 地質時代동안의 해침 (Transgression)과 해퇴 (Regression)의 歷史를 把握하기에는 어렵다. 試錐孔의 化石資料研究에 의해 플라이오세-플라이토세의 堆積層이 Neritic 또는 Coastal 環境下에서 堆積된 것으로 알려져 있으나, 그 堆積過程에 대해서는 밝혀진 바 없다. 第四期の 地質時代를 包含한 플라이오세이후의 堆積層序와 堆積作用에 관한 研究을 위해서는 資料의 성질상 既存의 深部音波探查記錄이나 試錐孔資料로는 不適合하다. 이를 위해서는 廣域 深部音波探查, Uniboom, 3.5 kHz 등의 高解像의 音波探查와 교란되지 않은 試錐資料 및 地質時代에 따른 海水面 變化를 추적할 수 있는 연대측정 資料가 필요하지만, 현재 韓國의 實情으로는 이러한 廣範圍한 資料를 얻기에는 어려운 點이 많다.

이 研究에서는 既存의 利用可能한 資料를 蒐集 整理하여 韓半島 周邊의 地質과 堆積盆地의 發達過程, 第四期中의 堆積過程에 대해 整理하고, 특히 앞으로 第四期中의 堆積過程의 研究 方向을 提示하고자 한다. 이 研究를 통하여 深部音波探查資料와 試錐井 資料解釋의 취합으로 韓半島 周邊大陸棚內의 堆積盆地의 發達過程과 淺部音波探查 (Uniboom, 3.5 kHz) 資料, 코아 및 表層堆積物 資料의 취합에 의한 第四期 혹은 後第四期層의 堆積作用을 개관하고 그에 따른 堆積物의 分布와 Bedform 등의 分布를 밝힌다. 2次年度의 研究에는 코아 堆積物의 特性和 3.5kHz 音波探查記錄의 特性和의 關係, 現生堆積層의 堆積構造, 浮遊堆積物의 分布 등에 관한 資料를 취합 整理하여 韓半島 周邊海域의 全體的인 堆積作用을 밝힐 計劃이다.



研

第二章

力



## 第2章 研究方法

이 研究에 주로 使用된 資料는 既發刊된 韓半島 周邊 大陸棚에서의 탄화수소 資源 探查資料(深部音波探查記錄, 試錐孔)의 解釋資料에 의해 第三期中 堆積盆 地의 發達過程을 밝히고, Uniboom과 3.5 kHz 高解像의 音波探查資料에 의해 第四期 堆積層序의 區分과 海底面에 發達한 Bedform를 記述하고 이들을 形成 하는 概略的인 堆積作用을 밝힌다. 그리고 코아堆積物과 表層 堆積物資料의 취합 으로는 全海域에 대한 現生과 Relict 堆積物의 分布를 밝힌다. 이 研究에 使用 또는 引用된 既發刊 또는 未發刊 資料는 다음과 같다.

- 1) 深部音波探查 및 試錐孔 資料: 韓國 南部大陸棚의 石油資源評價(KIER, 1984), 大陸棚資源研究(KIER, 1983 ~ 1986) 등의 既發刊 資料
- 2) Uniboom 音波探查 資料: 韓半島 周邊 海域의 底質音響學的 研究(KORDI, 1983)
- 3) 3.5 kHz 音波探查 資料: 沿近海底 地質研究(KIER, 1974 ~ 1986), 韓半島 周邊 海域의 底質 音響學的 研究(KORDI, 1984 ~ 1986), 濟州道-陸地間 海底 케이블 建設을 위한 海洋調査(KORDI, 1985), 韓國-日本-홍콩間 海底 케이블 建設을 위한 海洋調査(KORDI, 1986)
- 4) 코아 및 表層堆積物 資料: 韓國海域 綜合資源圖 作成研究(KORDI, 1983~ 1987), 韓國 東南海域의 海洋學的 研究(서울大學校 RIBS, 1984), 韓半島 周邊 海域의 底質音響學的 研究(KORDI, 1983 ~ 1986), 沿近海底 地質研究(KIER, 1974 ~ 1986), 濟州道-陸地間 海底 케이블 建設을 위한 海洋調査(KORDI, 1985), 韓國-日本-홍콩間 海底 케이블 建設을 위한 海洋調査(KORDI, 1986).

이 研究에 使用된 Uniboom과 3.5 kHz 高解像 音波探查記錄의 海上에서의 取得方法은 다음과 같다.

- 1) Uniboom記錄: 記錄을 얻기 위해서 EG & G社에서 製作한 Uniboom

System을 사용하였으며, 音源의 出力은 500 Joule, Trigger Rate는 600msec, 記錄計로는 EG & G社의 모델 255 型을 사용하여 Sweep Range는 100msec, Event Mark는 3分마다 表示하였다. Uniboom System은 선미에서 케이블을 연결하여 수면하 3내지 4 m에서 예인되게 하였다.

- 2) 3.5kHz 記錄 : Ocean Research Equipment (O.R.E)社 製作의 Subbottom Profiling System을 사용하였고, 주 주파수대는 3.5kHz, Pulse Length는 0.5msec 에너지 出力은 5.0 ~ 8.0 kW 였다. 사용된 記錄計는 EPC 3200 型으로 Sweep Range는 250ms였고 Event Mark는 調査海域에 따라 1分에서 10分 간격으로 表示하였다. O.R.E Subbottom Profiler는 선측에 부착 수면하 3 m내지 4 m에서 예인되게 하였다.

第 二 章

韓 半 島 周 邊 大 陸 架 地 帶



### 第 3 章 韓半島 周邊大陸棚의 發達

#### 3.1. 韓半島 周邊海의 概觀

韓半島의 南西쪽에는 黃海와 南海의 典型的인 Epicontinental Shelf와 東쪽에 大陸 周邊部 盆地 (Marginal Basin)인 東海로 둘러싸여 있다.

( Fig. 1 ). 黃海의 南쪽은 濟州島와 中國 上海 ( 양자강 河口의 南部 ) 를 잇는 線에 의해 동지나海와 나뉘고 북쪽의 拔海灣과는 山東半島와 遼東半島를 連結하는 線에 의해 境界지어 진다. 黃海의 서쪽 ( 中國 沿岸 ) 은 黃河와 楊子江에 의해 形成된 古期 三角洲 외에는 比較的 단순한 海岸線으로 이루어진 반면, 동쪽의 韓國側 海岸線은 典型的인 리아스식 海岸과 함께 수많은 섬들과 潮流에 의해 形成된 Sand Ridge 들에 의해 水深分布와 海岸線이 매우 複雜하다 ( Fig. 1 ). Sand Ridge 들은 一般的으로 水深 20 ~ 40m의 水深海域에 分布하고 海岸線에 비스듬하게 ( 北東 ~ 南西方向 ) 形成되어 있다 ( Off, 1963 ). 黃海의 海底面은 比較的 平坦하고, 特徵이 없으며 黃海의 동쪽 2/3 線 附近에 치우친 中心을 向해 中國과 韓半島로부터 서서히 깊어진다.

南海은 동지나海 ( East China Sea ) 의 北東海域에 속하며 東北方向으로 대마도 兩側의 大韓海峽과 日本海峽을 통하여 東海와 延長된다. 海岸線은 陸地의 延長으로 이루어진 많은 灣들과 섬들로 連結되어 複雜하지만, 海底面은 濟州海峽 ( 水深 120 m 以上 ) 과 大韓海峽 ( 水深 200 m 以上 ) 등의 海峽이 發達한 地域을 除外하고는 水深이 100 m 內外로 平坦한 편이며 남쪽 및 南東方向으로 점차 깊어진다. 南海의 大陸棚端은 대체로 150 m 水深에서 古海岸段丘로 이루어진 海底段丘에 의해 大陸棚 및 大陸斜面과 境界지어 이어지고 남쪽으로는 오키나와 谷盆 (trough)에, 남동쪽에는 후쿠에 곡분과 連結된다.

東海는 深海性的인 背弧狀盆地 ( Back-Arc Basin ) ( 예, 鬱陵, 야마토, 日

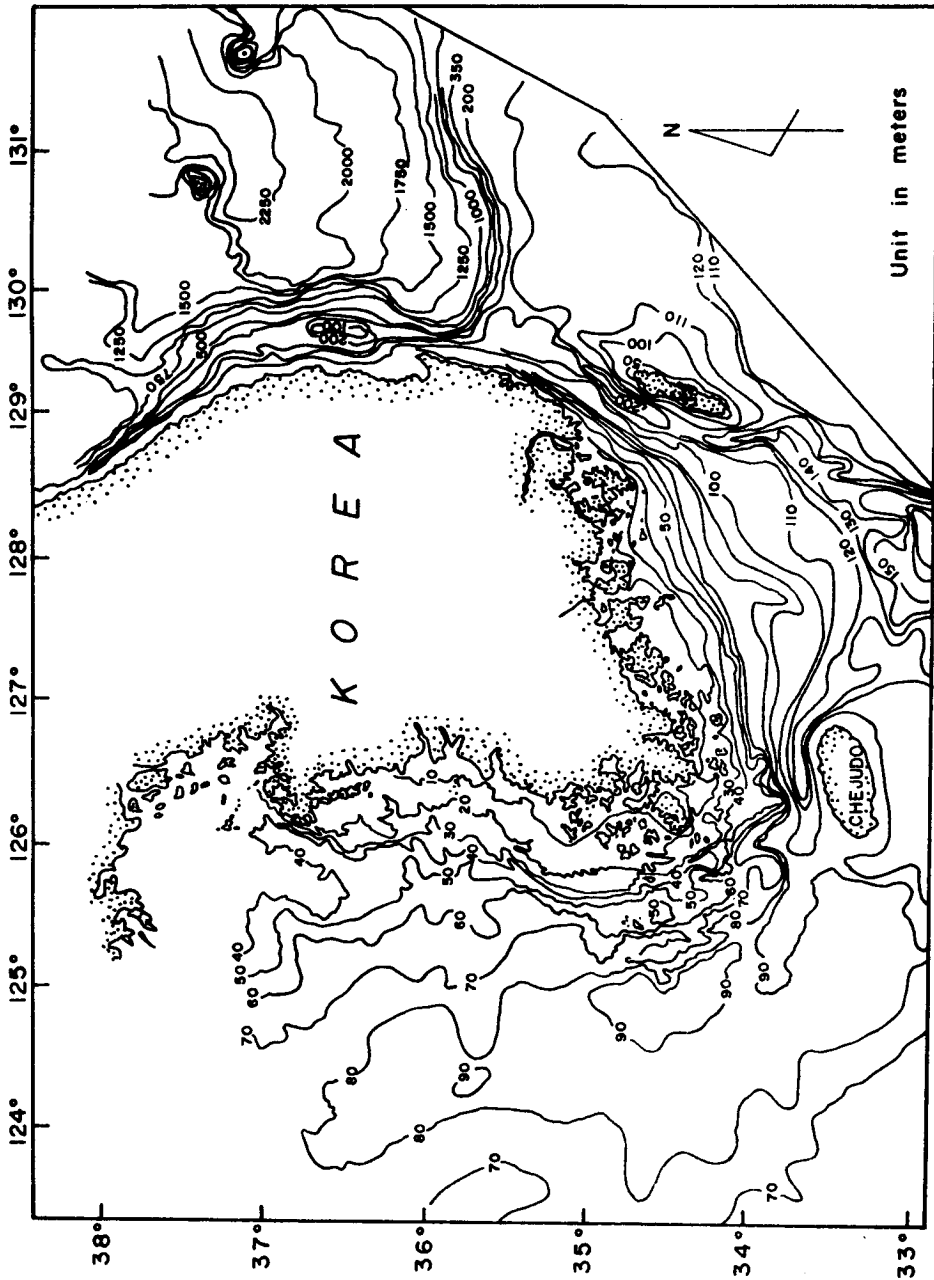


Fig.1. General physiography of the adjacent seas to South Korea (water depth in meters).



本盆地)와 좁은 大陸棚(幅 25 km 以下, 平均너비, 18 km)에 의해 특정지어진다. 이 좁은 大陸棚은 남쪽으로는 넓은 韓國南東海 大陸棚과 연결되고, 북쪽으로는 海底의 韓國臺地(Korea Plateau)까지 延長된다. 韓國臺地는 鬱陵盆地的 북쪽에 海底面으로부터 1,500 m 以上 隆起하여 있다. 大陸棚의 水深은 200 m 以下이고(平均水深, 150 m) 浦項과 後浦 앞 外海에서 긴 隆起 Ridge(후포뱅크)에 의해 大陸棚과 大陸斜面(즉, 鬱陵盆地的 서쪽周邊部)의 境界가 된다(Kim, 1981). 이 후포뱅크의 幅은 2 km에서 5 km, 길이는 약 120 km, 높이는 海底面으로부터 10 m에서 75 m 程度이다. 大陸棚端의 發達에 의한 研究(Song, 1986)에 의하면, 이 地域의 大陸棚은 海岸線과 平行한 Block Fault에 의해 形成되었고 大陸棚端에는 過去 플라이토세의 海水面 하강시 削剝作用으로 形成된 海岸段丘들이 水深 120 m에서 165 m 사이에서 發見되고 있다. 그러나 東海南西海域의 大陸棚은 60 km 이상으로 넓고 완만한 斜面을 통해 鬱陵盆地에 連結된다. 鬱陵盆地는 海底溪谷이나 小峽谷이 없는 非扇狀(Non-Fan)型이고 最大 水深이 2,300 m 以上이다. 盆地的 形態는 韓國의 東海大陸棚과 韓國臺地 그리고 日本 혼슈 以北의 大陸棚에 둘러싸인 사발형으로 最大長徑이 160 km에 達한다. 이 鬱陵盆地는 鬱陵島와 獨島사이의 鬱陵 Interplain Gap을 통해 日本盆地와 連結된다.

### 3.2. 堆積盆地的 發達過程

黃海는 대부분 선캄브리아기의 變成岩, 堆積岩 그리고 貫入 花崗岩으로 이루어진 中韓地塊(Sino-Korea Craton)地盤 위에 發達하여 있다. 中韓地塊는 선캄브리아기 이래 新生代 初期까지 北西方向으로 移動하면서 지각의 裂開(Rifting)과 添加(Accretion)를 통한 수차례의 造山運動을 받아 不規則한 地形을 이루었다(McEhlinny et al., 1984; Wang et al., 1981; Emery, 1983). 現 黃海海底의 地塊의 북쪽은 拔海灣 入口의 山東 - 遼東

陸塊가 貫入되어 北部 韓半島까지 延長된다. ( Fig. 2 a ). 南쪽은 北東 - 南西 方向을 갖는 복건 - 영남 습곡대에 의해 隆起되어 있다. 中韓 地塊上의 黃海 서쪽에는 여러개의 깊은 堆積盆地가 形成되어 있는데, Li (1984) 에 의하면, 이들 盆地는 유라시아지각판, 인도지각판, 그리고 太平洋 海洋 지각판들이 相對的 水平移動으로 인한 수차의 裂開와 沈降 ( Rift - Depression ) 過程을 통해 形成되었다. 盆地內에는 고제 3기 동안 非海成 堆積物이 集積되어 있고 基盤岩은 平坦하고 넓은 卓狀地로 이루어졌다. 이 基盤岩은 黑山島 근처 南東部の 海底面에 露出되어 있다 ( Wegeman et al., 1970 ).

後期 中生代 ( 백악기 ) 에는 中韓地塊의 南쪽全面이 隆起되어 堤防을 形成하여 ( 복건 - 영남 습곡대 ), 第三期동안 非海成의 卓狀地의 基盤 위에 江과 河川 그리고 이들에 의한 三角洲形成을 통한 陸源成 堆積作用이 活發하였다. 第三期末 동안에는 이 습곡대가 浸蝕됨으로 인하여 해침이 시작되어 海成堆積層 ( 薄層의 沿近海 堆積層에 湖成堆積物과 조간대 堆積物의 交互層을 이룸 ) 이 發達하게 되었다 ( Frazier et al., 1976 ; Li, 1984 ).

육성쇄설물의 堆積作用은 두꺼운 堆積盆地 ( 堆積 中心地에서는 2,000 m 以上 ) 인 群山盆地, 西部 黃海盆地 그리고 上海盆地를 이루었다 ( Fig. 2b ; Emery et al., 1969 ; Frazier et al., 1976 ). 복건 - 영남 습곡대의 南東쪽에는 타이완 盆地가 동지나海의 北東部に 發達해 있고 ( Fig. 2b ), 小規模이지만 두꺼운 堆積盆地들 ( 도미, 소라 들고래盆地 ) 이 濟州島 북동쪽 韓半島 南東大陸棚에 발달해 있다.

백악기以後 中韓地塊의 南東 外廓部는 古 第三期에 습곡작용에 의해 外海 쪽에 복건 - 영남 습곡대와 平行하게 타이완 - 신지 습곡대가 발달하여 있다. ( Emery, 1983 ). 타이완 - 신지 습곡대는 이 습곡대와 복건 - 영남 습곡대 사이에 堆積物을 集積시키는 堤防役割을 하였으며 第三期末에는 大洋과 連結되었다 ( Fig. 2 a , b ). 이 습곡대들 사이의 타이완 盆地는 아시아 大陸밑으로 太平洋의 海洋地殼이 沈降하면서 發生한 伸張力으로 인해 古 第

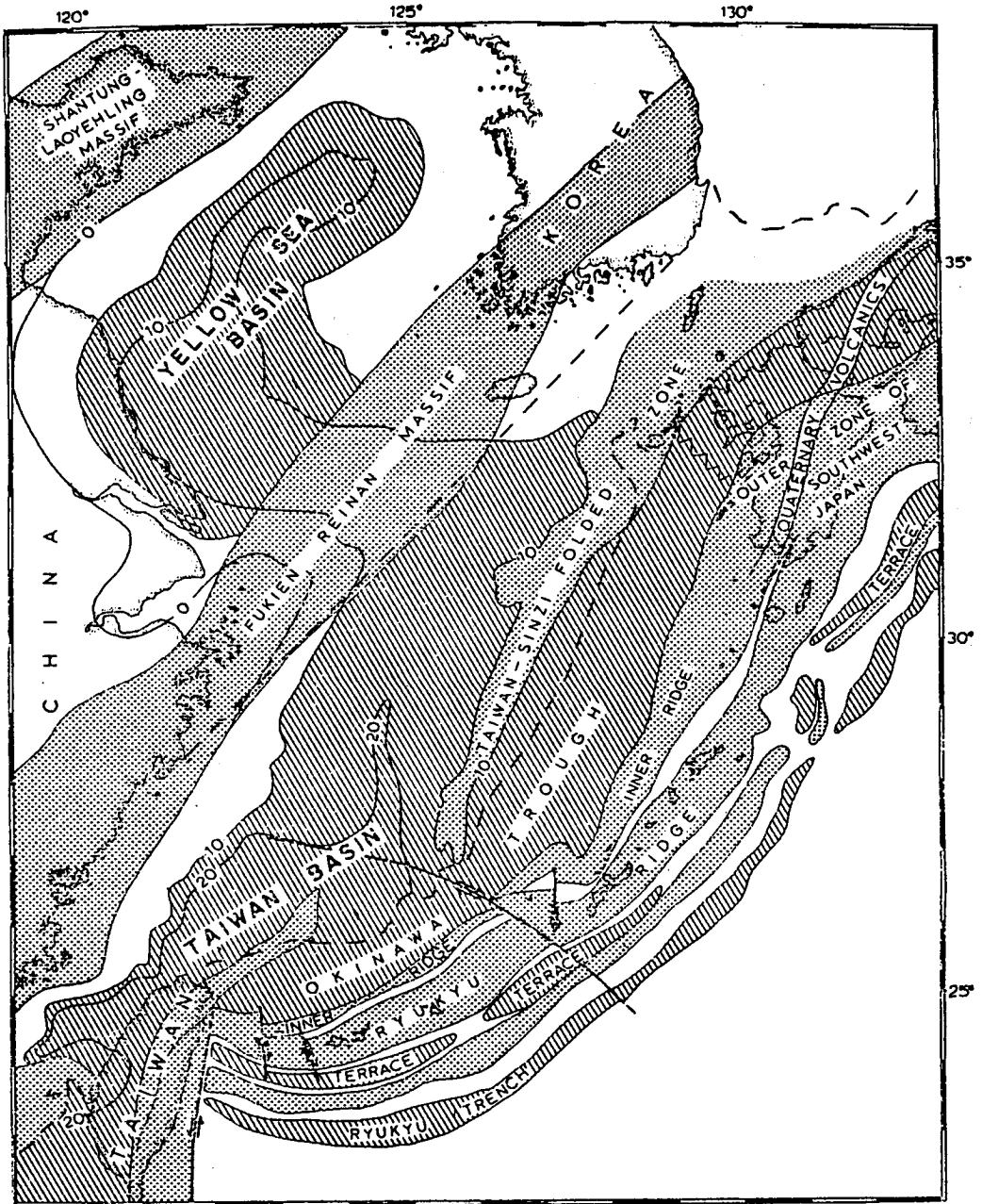


Fig.2a. General geologic structures of East China Sea and Yellow Sea (after Wageman et al., 1970). Sedimentary basins are presented by diagonal hatching and sediment thickness by contours in hundred meters. Dots represent massifs, folds, and ridges.

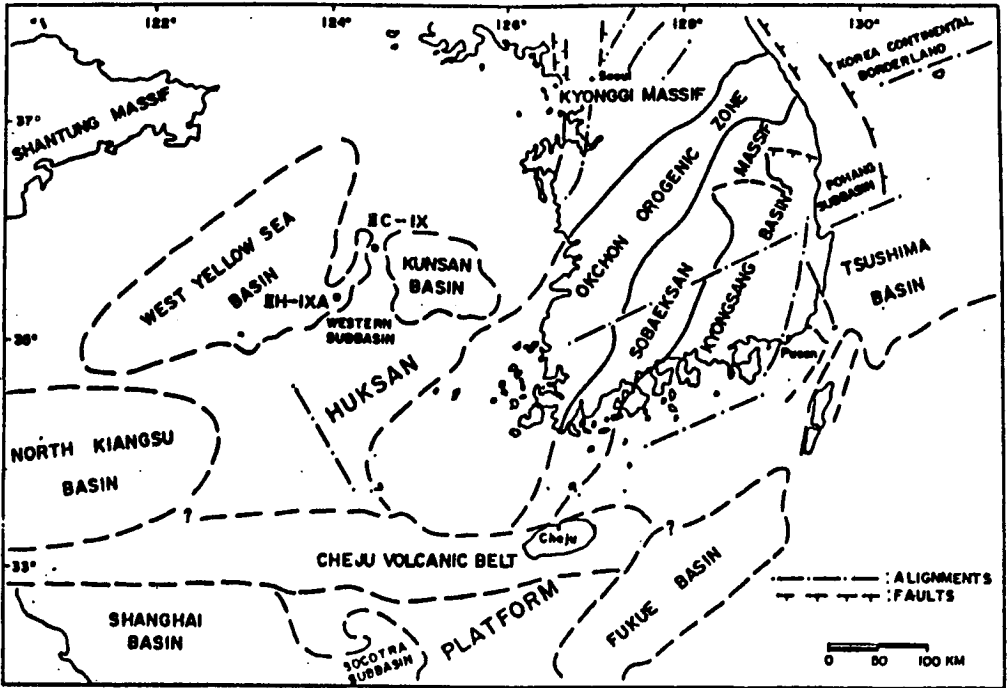


Fig.2b. Geotectonic province of southern Korea and its western and southern offshores (after Frasier et al., 1976).

三期에 백악기의 基盤岩이 裂開와 沈降 (Rift and Depression)에 의해 形成되었다 (Li, 1984). 이와 더불어 小規模의 여러 盆地가 두 습곡대 사이의 不規則한 基盤岩 위에 두꺼운 新生代 陸成堆積層 (2 km 以上)이 集積되어 발달해 있고 (Fig. 2a), 좀더 남동쪽에 오기나와 곡분과 류우큐우 습곡대가 初期 新生代以後 太平洋 판이 下降하여 背弧狀 裂開作用 (Back-Arc Spreading Process)을 받아 形成되어 있다.

韓國과 中國에서의 短期間 (20年 以下)의 海水面 變化 分析에 의하면 습곡대는 隆起하는 반면 堆積盆地는 堆積物 荷重과 地體構造運動에 의해 4 mm - 9 mm / yr의 速度로 沈降하고 있다 (Emery & Aubery, 1986). 따라서 韓半島 周邊 大陸棚에 발달한 堆積盆地들은 中生代 後期の 基盤岩의 수차례에 걸친 裂開와 沈降作用 그리고 堆積層의 荷重의 增加와 습곡대의 隆起 등에' 의

해 두꺼운 堆積盆地로 發達되어 온 것으로 보인다.

韓國의 東部大陸棚은 走向斷層에 의해 形成된 隆起帶(후포뱅크)에 의해 좁게 境界지어진다 (Kim, 1981; Song, 1986). 후포뱅크는 海底面에서 約 120 m 높이로 隆起되어 있으며 海岸과 平行하다. 이 뱅크는 마이오세以後 堤防役割을 하여 小規模의 堆積盆地(浦項, 후포 그리고 묵호盆地)를 形成하였다 (Fig. 3a, b; Kim, 1981; Schluter and Chun, 1974). 盆地들의 基盤岩은 선캠브리아기 片磨岩, 백악기 花崗岩 그리고 堆積岩으로 이루어졌다. 東海大陸棚의 一般的 特徵은 南北의 方向성을 갖는 수많은 Block Fault에 의해 이루어진 地溝 - 地壘의 構造인데 (Fig. 3a, b) 이와 같은 構造는 基盤岩의 走向移動運動을 통해 이루어졌고 위에 說明한 작은 規模의 堆積盆地들을 形成하였다 (Kim, 1981).

東海 鬱陵盆地는 後올리고세 이후 마이오세까지 유라시아地殼板과 印度地殼板의 衝突에 의해 活潑해진 太平洋 海洋地殼板의 마리아나型 합몰過程(Subduction Processes)의 結果에 의해 形成되었다 (Eguchi, 1983; Emery, 1983). 太平洋 海洋板의 陷沒에 의해 弱圈(Asthenosphere)內에 發生한 第2次 對流에 의한 張力은 유라시아판의 南東部를 裂開하여 韓半島를 包含한 아시아판과 日本列島가 分離되게 하였다. 이 아시아판의 裂開作用軸은 現 韓國海峽에 位置하였고 太平洋板의 陷沒이 進行됨에 따라 日本列島가 점차 南西方向으로 移動하게 하였다 (Hilden and Wageman, 1973; Uyeda, 1979; Chough and Barg, 1987). 판의 裂開作用後 後期 올리고세에서 初期 마이오세까지 日本列島를 따라 活潑한 火山活動, 地域的 陸塊의 沈降을 수반한 地體構造 運動에 의해 日本盆地, 야마토盆地 鬱陵盆지가 順序적으로 發達 形成되었다 (Ludwig et al., 1975; Karig et al., 1975). 現在 盆地들은 非活性이며 基盤岩 위에 두꺼운 마이오세 硅藻質 遠洋性 堆積物과 플라이오 - 플라이토세초의 티비다이트로 덮혀 있다 (Fig. 4; Honza, 1979).

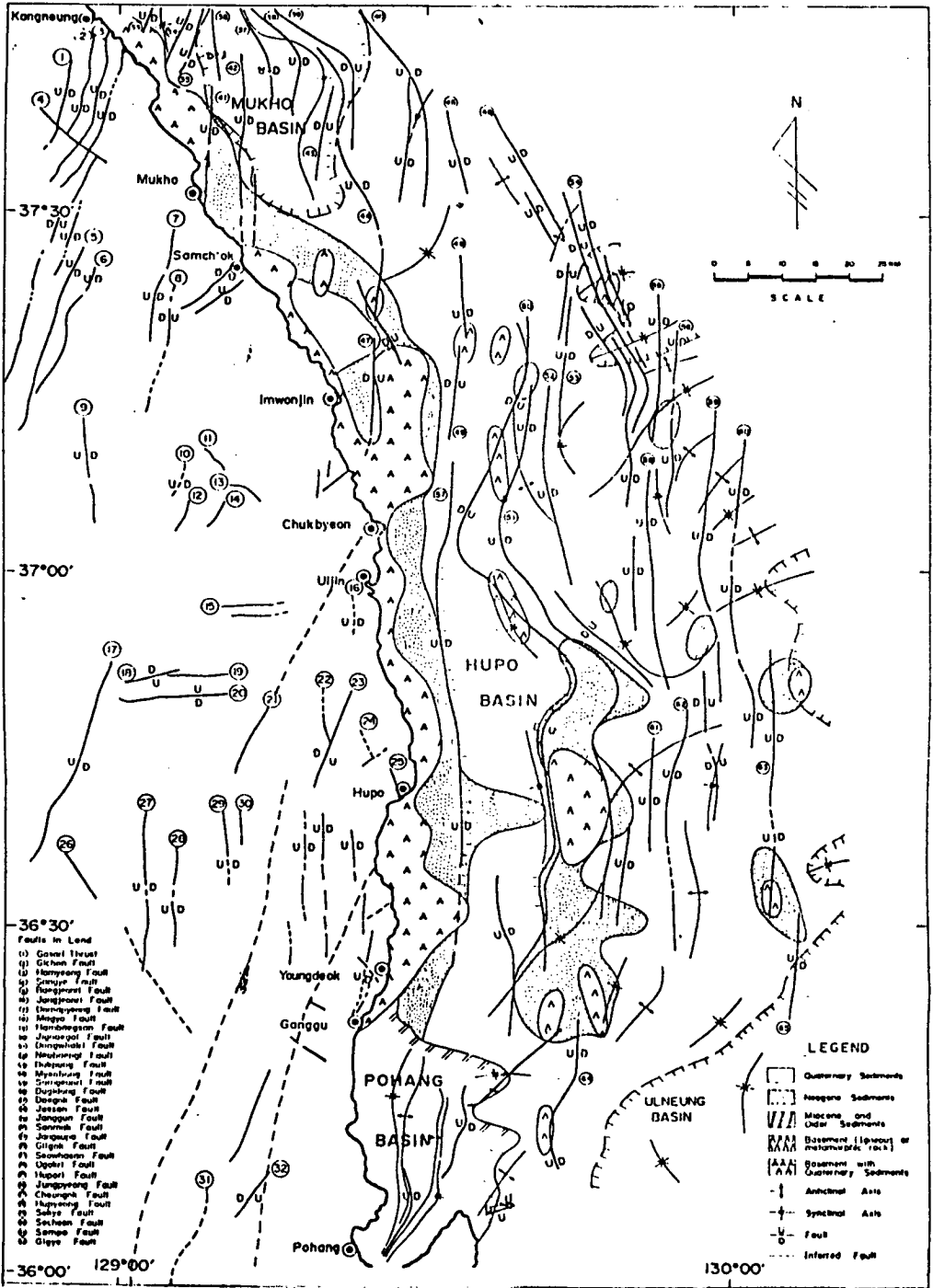


Fig.3a. Geologic structure and sedimentary basins (after Kim, 1981).

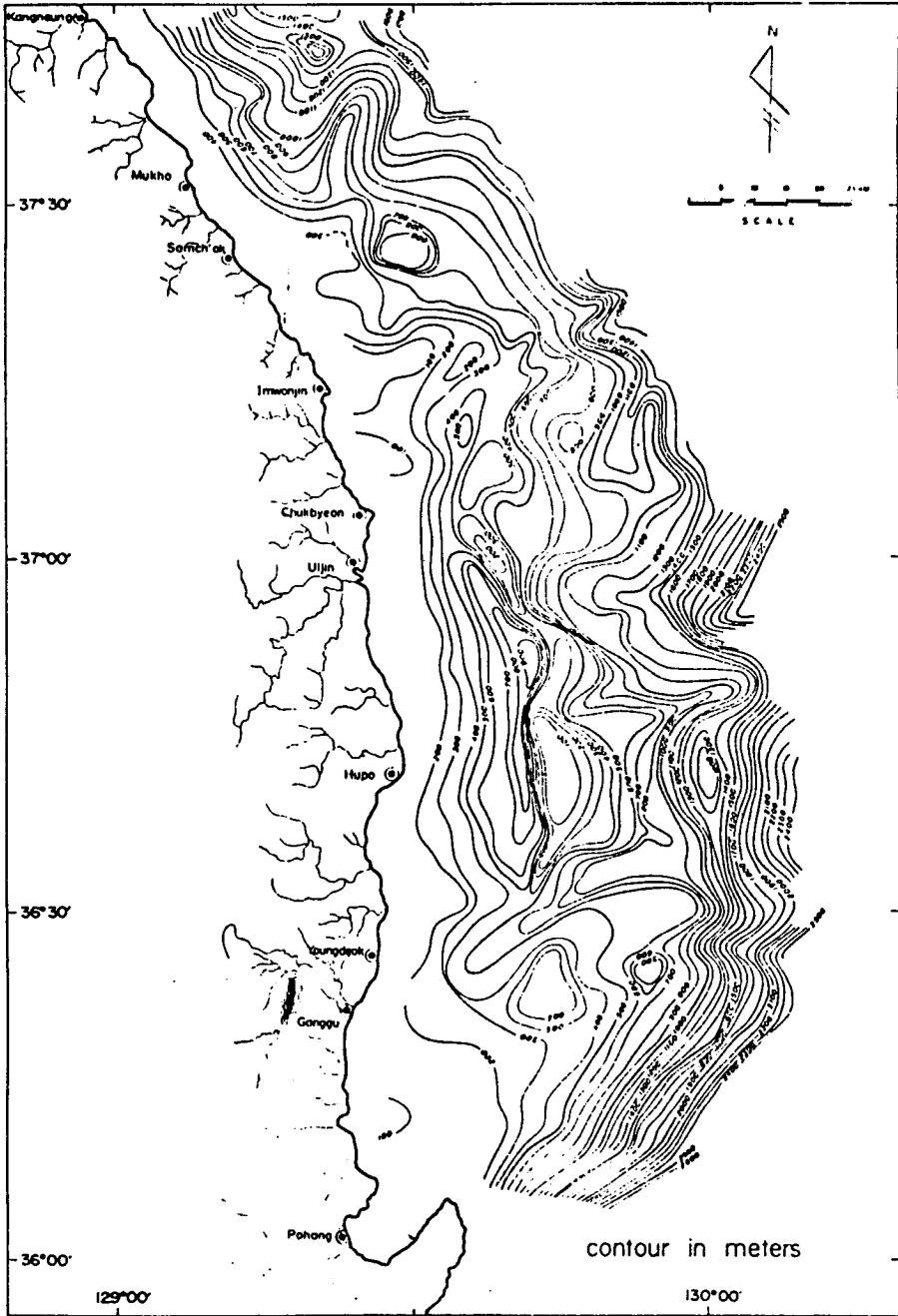


Fig.3b. Total sediment thickness in the Korean East Continental Shelf (after Kim, 1981).

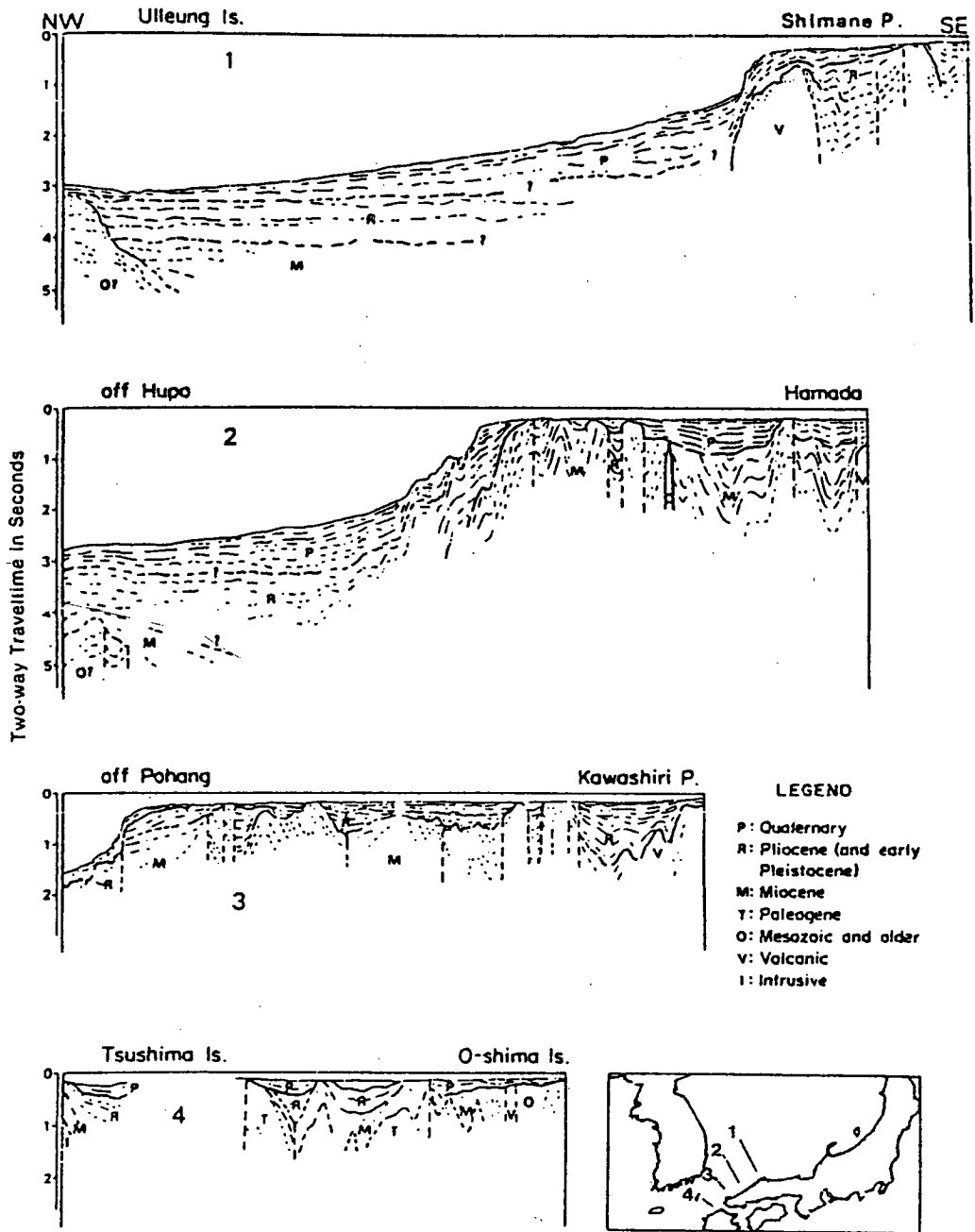


Fig.4. Line drawing of seismic profile (airgun) across the Korea Strait and Ulleung Basin (after Honza et al., 1979).



### 3.3. 堆積盆地

黃海 南東部와 南海의 海底炭化水素 資源探査의 結果에 의하면 韓國領海 內의 堆積盆地는 주로 黃海盆地의 남쪽과 타이완盆地 북쪽에 連하여 發達하고 있다 (Wagemen et al., 1970). 이들 地域에서 근래의 深部音波探査記 錄의 再檢討에 의해 多樣한 規模의 地溝 - 地壘構造와 關聯한 小規模 盆地가 發見되었다 (KIER, 1984). 이들 堆積盆地內의 堆積層厚는 最大 2,000 m 以上이고 盆地間의 境界는 大規模 橫臥斷層에 의해 分離된다. 上記의 特徵들은 복건 - 영남 습곡대와 타이완 - 신지 습곡대의 地體構造活動에 의해 이루어진 것으로 보인다. 堆積層序 (Fig. 5)는 플라이오 - 플라이스토세 廣域 부정합면에 의해 變形된 非海成層과 淺海性 堆積層인 두 Unit로 區分된다 (KIER, 1984; 1986; 1986) 下部 非海成層은 마이오세 海水面上昇以前 삼각주와 범람원의 形成을 수반한 층적 및 河成堆積作用에 의해 堆積되었음이 밝혔다 (KIER, 1984; 1984; Park et al., 1986). 黃海와 동지나海 大陸棚에서의 新生代中의 堆積모델 (Li, 1984)에 의하면, 황하와 양자강이 湖成環境下의 黃海盆地와 타이완分地에 堆積物의 主 공급 河川이었다. 그러나 플라이오 - 플라이토세의 淺海性 堆積層 (600 - 700m 두께)의 形成에는 韓半島의 漢江과 錦江도 役割을 하였음이 盆地의 構造, 堆積層의 發達 樣相과 Pollen 등의 化石研究에 의해 밝혀지기도 하였다 (KIER, 1984; 1986).

韓國의 동쪽 大陸棚에서는 후포뱅크에 의해 後期 마이오세 以來 小規模의 후포盆地 (約 850 m)와 목호盆地 (約 1,400m)가 發達하여 주로 新第3 期の 堆積物을 集積하였다 (Fig. 3b). 鬱陵盆地의 周邊에서는 古第3期 以上の 여러 연대의 岩石이 Yamato-Kita 隆起帶, 韓國臺地 그리고 瀋島 (Seamounts)들에 의해 地域적으로 露出되어 있지만 基盤岩은 주로 후백악기의 岩石으로 이루어져 있다 (Uyeda and Kanamori, 1970). 盆地는 두꺼운

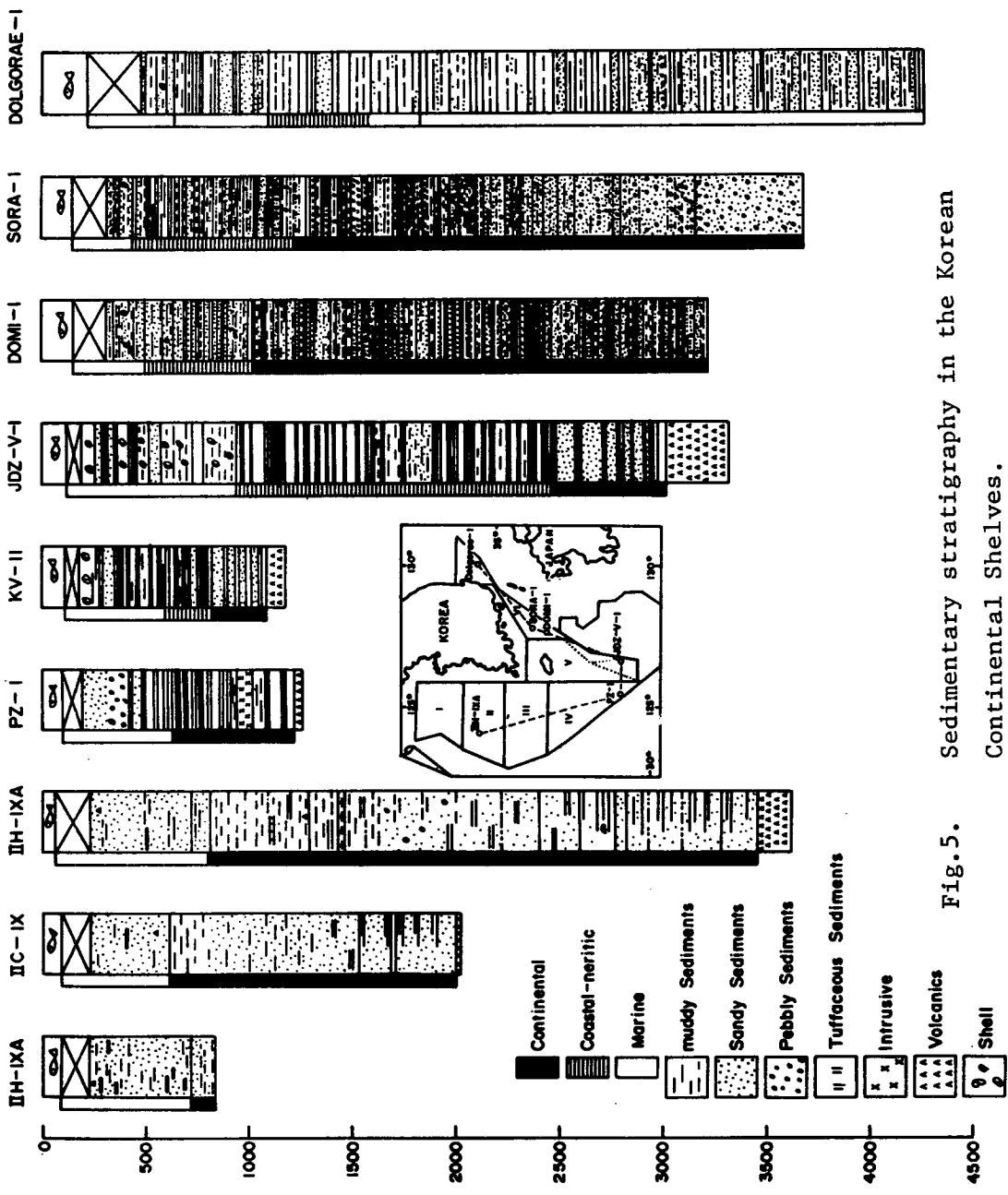


Fig. 5. Sedimentary stratigraphy in the Korean Continental Shelves.

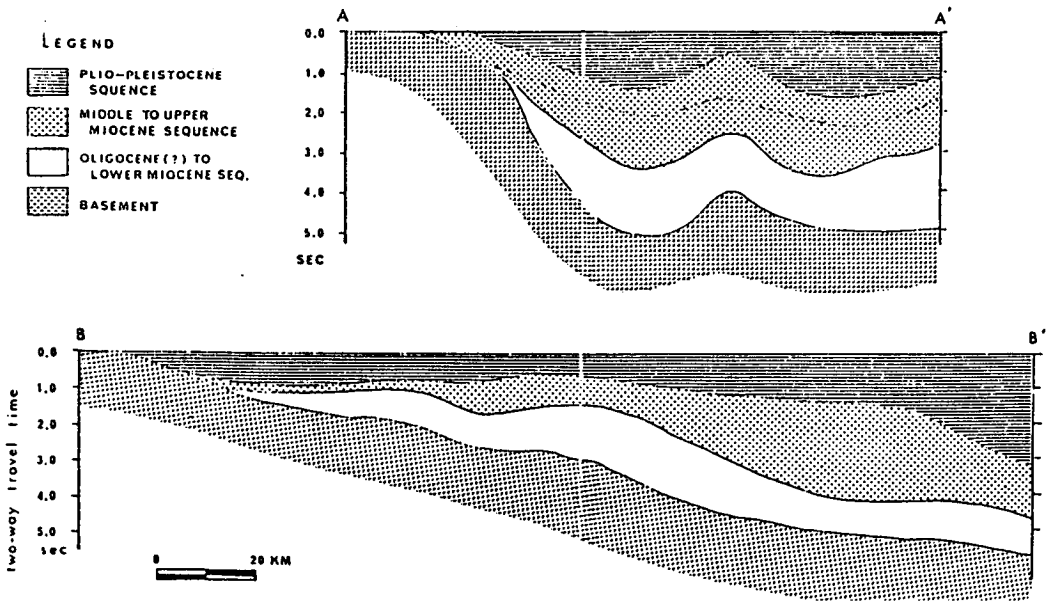
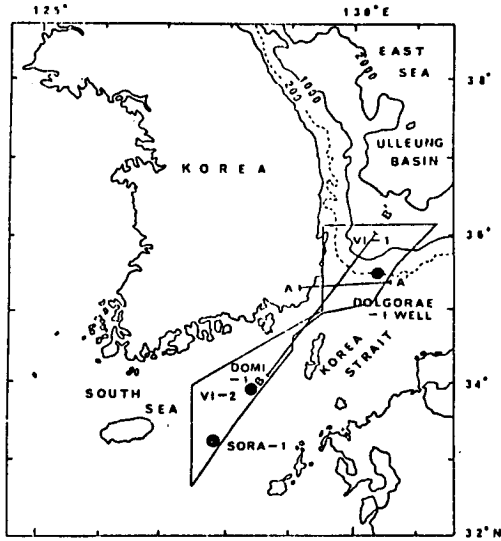


Fig.6. Seismic profile showing the thick sedimentary sequences in the paleo-Ulleung Basin, presently southwest of the Ulleung Basin (after Barg, 1986).

마이오세 珪質 堆積物 (約 2,000m 두께) 과 그 위에 약간 變形된 플라이오 - 初期플라이토세의 터비다이트 (約 600m) 로 충전되어 있다 ( Fig. 6; Honza, 1979 ). Schlanger 와 Comb (1975) 는 盆地 裂開時期, 堆積率, 地熱 그리고 터비다이트의 遮蔽效果를 考慮하여 炭化水素 存在 可能性을 示唆하였다.

鬱陵盆地的 南西沿邊部 (古鬱陵盆地 또는 돌고래盆地) 에서의 盆地的 地域史 ( Geohistory) 分析에 의하면, 마이오세 初期 및 中間 中에 이곳에서는 質量流와 이로 인한 혼탁류 堆積作用 (터비다이트) 이 基盤岩이 隆起되는 마이오세 後期까지 優勢하였다 ( Chough and Barg, 1986 ). 이로 인한 古鬱陵盆地的 斜面과 深海平原環境下에서 堆積된 터비다이트 堆積層이 最大 10 km 가 넘는다 ( Fig. 6 ). 古鬱陵盆地內에서는 堆積層의 荷重과 背孤狀 擴張過程에 의해 後期 올리고세 以後 빠르게 沈降 ( 700 m / my ) 하고 있지만 ( Barg, 1986 ), 마이오세후기 以後의 現在의 鬱陵盆地는 周邊部에 斷層作用에 의한 隆起를 수반한 閉鎖過程을 거쳐 非活性的이다.

第 4 章

第四期中의 堆積作用



## 第 4 章 第四期 中の 堆積作用

### 4.1. 海水面의 變化와 堆積作用

韓半島 周邊의 大陸棚은 플라이오세때에 처음으로 海成環境이 되었고 그 後 플라이토세중의 4번의 間氷期를 거쳐 그 環境이 陸成과 海成의 環境으로 여러 차례 바뀌었으며 (Emery et al., 1969), 이에 따른 플라이오-플라이토세 堆積層이 플라이오세초의 堆積層과 不整合으로 쌓여 있다 (Fig. 5; KIER, 1983; 1984; 1986). 플라이토세의 堆積物은 現在의 南海의 外大陸棚과 北東 韓國沿岸地域을 包含한 黃海의 一部地域에 모래질의 Relict Sediment 로 남아 있다 (Niino and Emery, 1968; Emery et al. 1969). 이 Relict Sediment 는 黃海의 中央, 濟州島 南西部 그리고 韓國의 韓半島의 南部沿岸을 따라 堆積된 現生堆積物에 의해 피복되어 있다 (Fig. 7). 韓半島 沿岸地域에서의 Uniboom 또는 3.5 kHz 音波探查記錄에 나타난 現生堆積物의 두께는 0에서 60 m로 地域에 따라 그 두께가 달라진다 (Fig. 8; KIER, 1974-1986; KORDI, 1983-1986). 南海와 東海의 海岸線 가까이 沿岸에서는 現生堆積層은 25 m 內外이며 外大陸棚으로 갈 수록 얇아진다. 이 現生堆積層은 大部分이 Mud 로 이루어져 있지만, Relict Sediment 中の Mud 와는 약한 剪斷應力, 높은 含水率에 의해 差異가 나기도 한다 (Werner et al., 1984).

韓半島 周邊大陸棚과 沿岸의 조간대에서의 海浸歷史는 堆積物 中の 泥炭과 Peat 의 年代測定에 의해서 홀로세중의 概略的인 海浸歷史가 밝혀졌다 (Bloom and Park, 1985). 海水面 最大下降水深은 기원전 16,000 年前 플라이토세의 마지막 氷河期였으며, 이 때에는 現在의 東海大陸棚과 南海의 南海大陸棚端까지의 地域이 陸地로 노출되었고 그 후 6,500 年前까지 빠른 速度로 海水面이 上昇하였으나 以後 現在까지는 緩慢한 速度로 上昇하여 왔다 (Fig. 9; Park, 1987). Park (1987)에 의하면, 3.5 kHz 高解像 音波探查記錄에 나타나는 現在

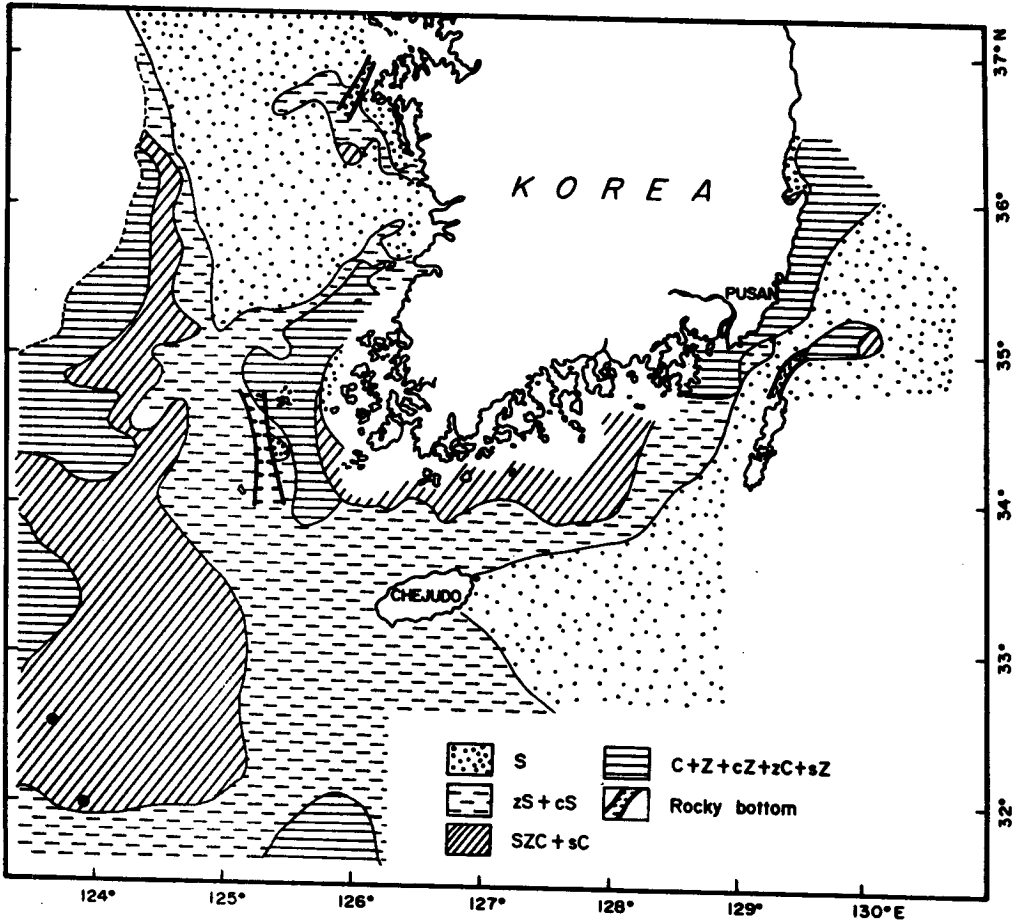


Fig.7. General distribution of late Quaternary sediments in the Korean Continental Shelves (after KORDI, 1987). Double circles are incited in Fig.32.



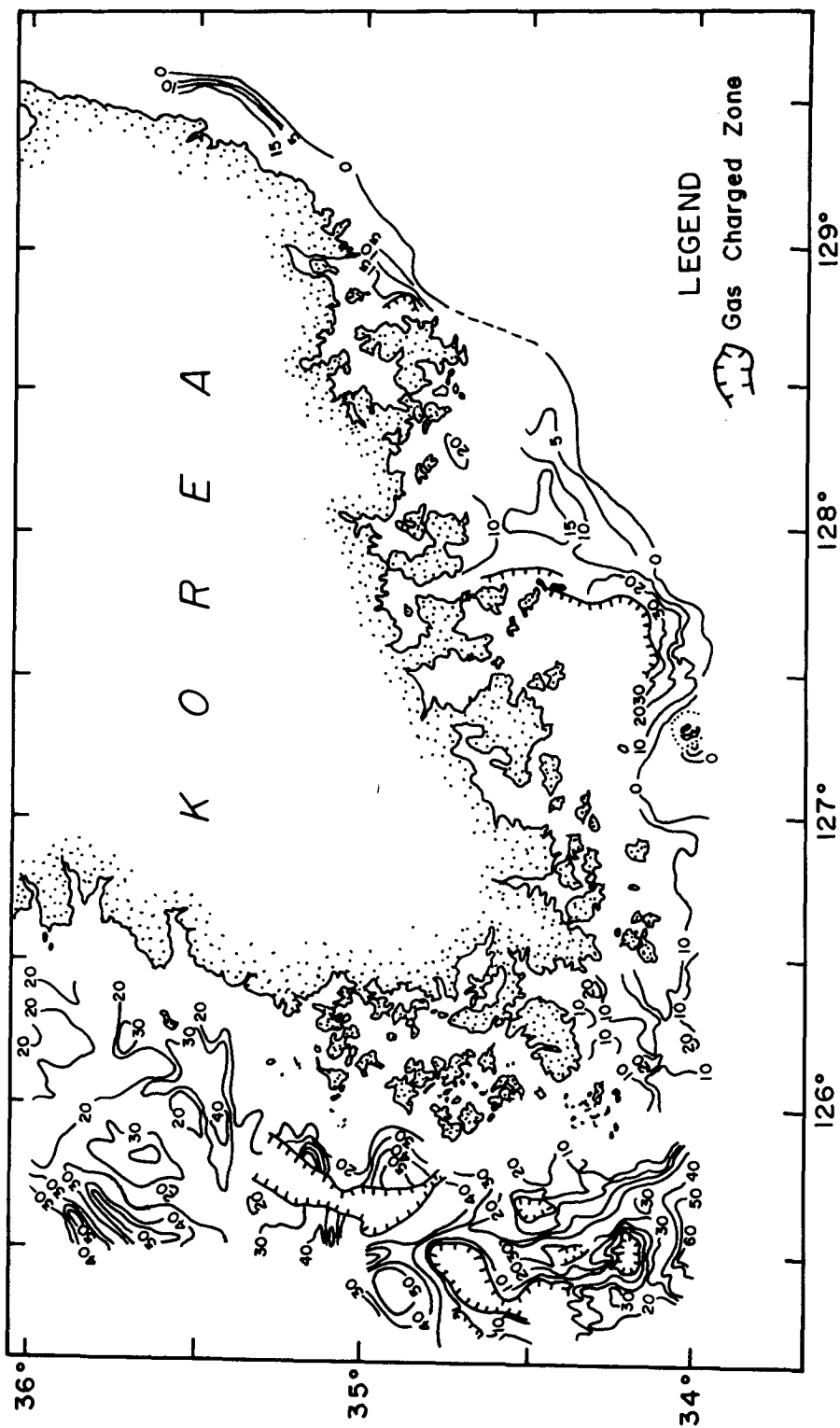


Fig. 8. Isopach map of recent sediment layer in the inner Korean Continental Shelves (compiled data of KIER, 1974-1984; KORDI, 1983-1986).

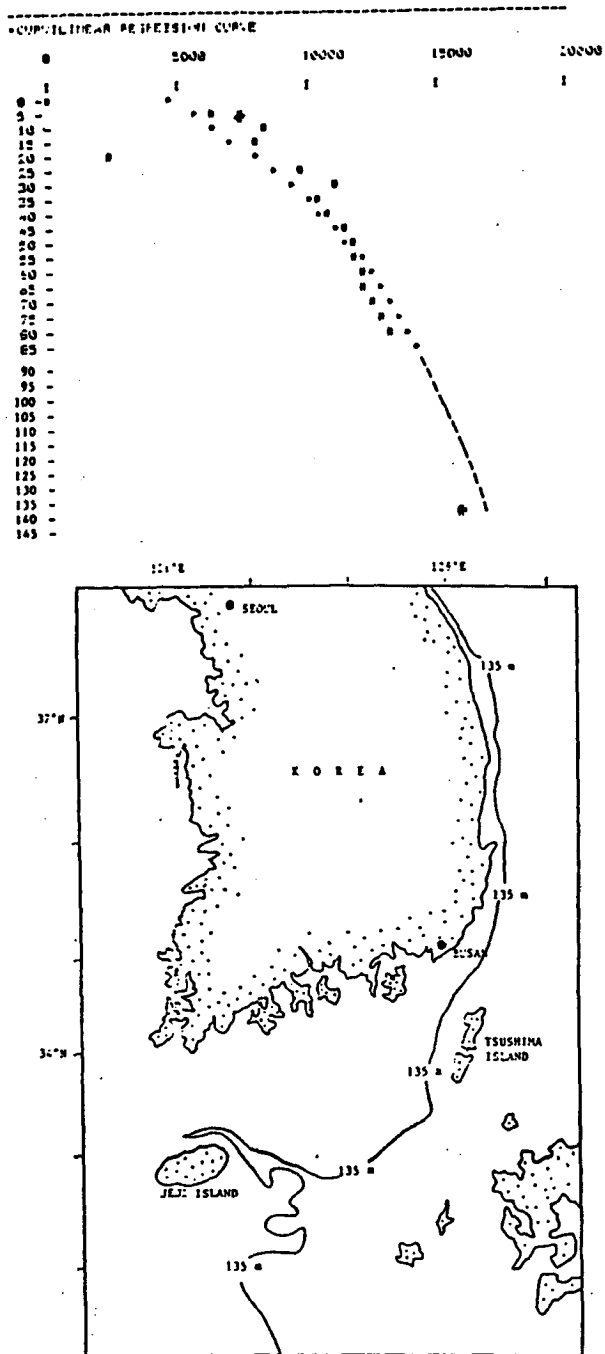


Fig.9. Sea-level curve in Holocene Age (a) and the coastline during the lowermost sea-level stand at about 16,000 yrs.B.P. (b) in the Korean Continental Shelves (after Park, 1987).

의 大陸棚端에 存在하는 海岸段丘 ( Marine Terrace )에 의하면 最下降水深은 130 m에서 145 m이다. 落東江周邊의 沿岸에서는 5,000 年前에 現在의 海水面보다 약간 더 높았다는 증거가 提示되기도 한다 ( Yoon, 1985 ).

沿岸의 灣에서의 堆積層內에 나타나는 몇 個의 中位反射層들은 海水面下降時 固化된 地面으로  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  反射層으로 명명되었고, 이들을 基準으로 現生堆積層을 表層으로부터 각각 層序 A, B, C로 區分하기도 한다 ( Chough, 1983 ). 南海의 가막양만에서 Kang and Chough (1983)는 中位反射層  $\alpha$ 가 4,500 年前의 一時的인 海退에 의해 形成된 것임을 코아 堆積物을 採取하여 年代測定을 通해 밝혔다. 韓國 西海와 南海一帶의 조간대에서는 홀로세 초기부터 海水面이 持續적으로 上昇하여 最大 30 m 두께의 홀로세 조간대 堆積層이 堆積되었다 ( Park, 1987 ).

海水面下降時的 플라이토세 중에는 河川이나 江에 의해 大陸棚端까지 堆積物이 運搬되고 地表面이 變形되었음을 시사하는 證據들이 많다. 高解像 彈性波 記錄에 의하면 韓國沿岸地域에서 수많은 古河川 構造가 發見되고 있다 ( KOR-DI, 1983 - 1986 ; KIER, 1974 - 1986 ). 그러나 現在의 資料로는 이들과 陸地內 現在의 河川과의 關係 그리고 이 期間中の 河川 System을 正確히 밝힐 수 없다. 南海나 황해 大陸棚의 모래 分布地域에서는 海水面 上昇初期에 形成되었을 것으로 보이는 수많은 Sand Ridge 들이 發見되는 데, 沿岸의 一部地域 現生 Mud의 堆積이 활발한 곳에서는 埋沒되어 있기도 하다 ( Cho, 1985 ). 現在에도 西海의 一部 沿岸地域에서는 Sand Ridge 또는 Sand Wave 들이 主로 潮流에 의해 形成되고 있다 ( Off, 1968 ; Klein et al., 1984 ). 특히 黃海에서는 潮流에 의해 現生堆積層內에 薄層의 수 많은 葉理構造를 形成하기도 한다 ( Lee et al., 1986 ).

플라이토세 末 海水面 最大下降時에는 鬱陵盆地의 東南大陸棚端에서는 質量流 ( Mass-Flow )와 混濁流 ( Turbidity Current )에 의한 堆積作用이 활발하였다 ( Honza, 1979 ; Chough et al., 1985 ). 이 期間中에는 日本 혼슈

北部大陸棚에 發達한 河川들이 陸上起源의 많은 量의 堆積物을 大陸棚端까지 運搬시켰을 것이고, 또 漸進的인 海水面 上昇으로 堆積物이 棚端까지 Prograding 하였을 것이다. 이곳에서의 3.5 kHz 音波探査記錄에 의하면 棚端 근처에서는 堆積層이 Prograding 하는 것을 보여 준다 ( Fig.10; Jeong, 1983 ). 棚端에 쌓인 堆積物은 海波 또는 堆積物 自體의 不安定性 때문에 崩壞되어 質量流 堆積作用이 일어나게 되어 大陸斜面과 斜面基底部에 質量流 堆積物 (Fig.

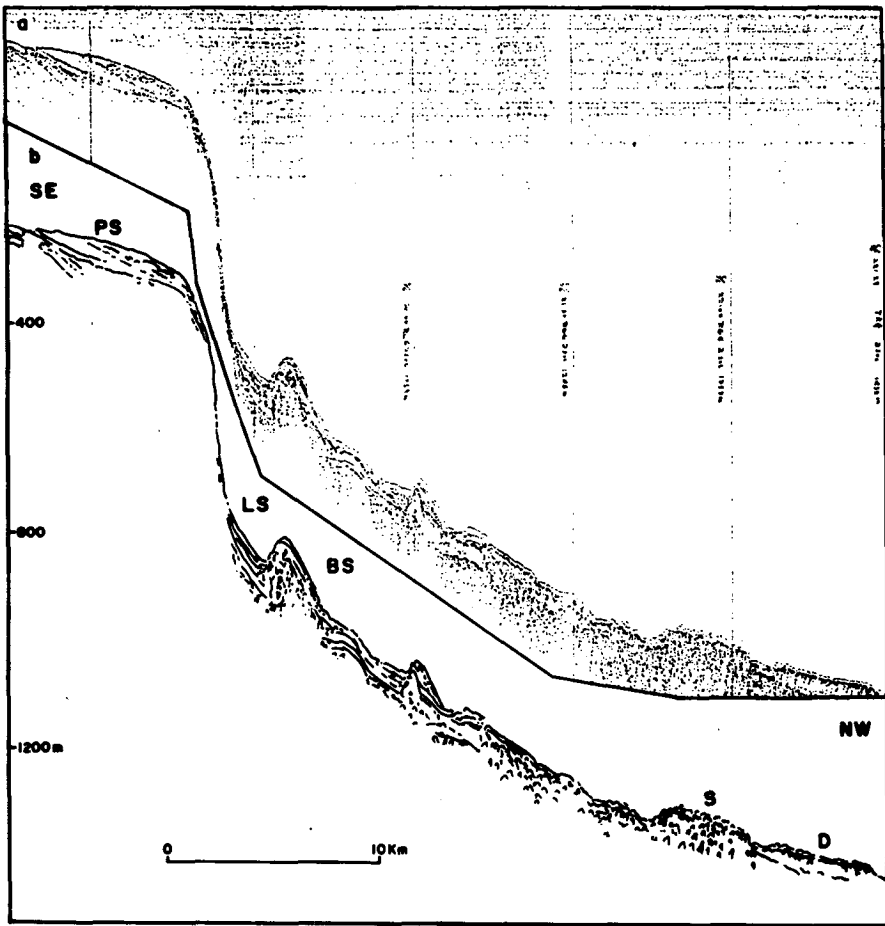


Fig.10. Mass-flow deposits in the Ulleung Basin margin (PS: Prograding sediment sequence at the shelf edge, LS: Lump Slump, BS: Block Slump, S: Slump, D: Debrite) (after Jeong, 1983).

10; Slide, Slump, Debrite), 盆地平原에는 터비다이트가 分布되며 이들 堆積物 Type 은 盆地의 水深과 堆積作用에 따른. 發生順序를 보여주어 世界의 海底 堆積盆地中에서도 大表의인 帶狀分布를 보여 준다 ( Fig.11). 鬱陵盆地의 大陸斜面 一部를 包含한 韓國 東海大隆棚에서의 深部音波探査記錄에 의하면,

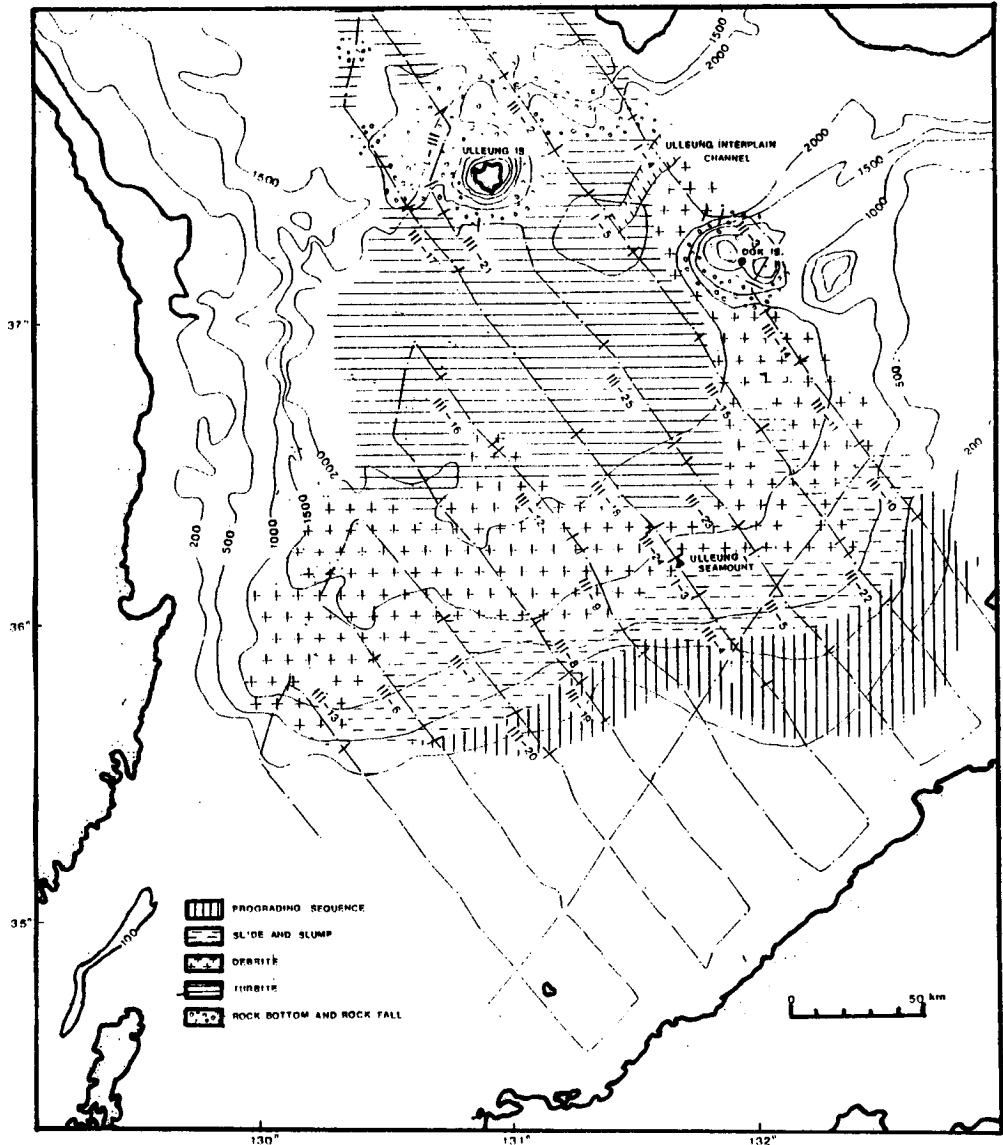


Fig.11. Zonal distribution of Mass-flow deposits in the Ulleung Basin (after Jeong, 1983).

이곳에서도 이러한 堆積作用이 활발하였음을 보여 주나 現在로써는 그 地質年代를 正確히 推定할 수 없다 (Schlüter and Chun, 1974; Kim, 1981). 鬱陵盆地의 플라이트세 터어비타이트 堆積層은 홀로세中에 쌓인 約 2 m 두께의 半遠洋成 (Hemi-Pelagic) Mud에 의해 被覆되어 있다 (Bahk, 1982). 鬱陵盆地의 大陸斜面 堆積物은 現在에도 약간의 衝擧에 의해서도 質量流 堆積作用이 發生할 만큼 不安定하다는 事實이 코아堆積物의 分析結果 밝혀졌다 (Jeong, 1983; Lee et al., 1986).

#### 4.2. 堆積物의 分布와 堆積作用

韓半島 周邊海域의 表層堆積物의 分布는 그간 海洋研究所 (KORDI, 1983-1987)와 서울大學校 (RIBS, 1983-1984)가 數年間 모은 資料를 基礎로하여 Fig. 7에 도시하였다. 其他 다른 研究機關 (例, KIER, 1974-1986)의 資料는 表層 堆積物 分布把握에 參考로 하였다. 韓國周邊海域의 表層堆積物은 모래, Mud, 모래가 25%以上인 Mud, Mud가 25%이하인 모래로 크게 4분하여 그 分布를 表示할 수 있다 (Fig. 7).

모래는 黃海의 東北地域 北緯 35°30' 以北, 濟州島 東쪽 및 韓國南東海域에 널리 分布한다. 黃海의 모래는 2 - 4 Phi의 細粒 또는 微細砂의 크기로 分級이 良好하지만, 濟州島 東側의 모래는 貝殼과 자갈을 包含하고 分級이 不良한 1 - 2 Phi의 粗粒砂가 大部分이다. 그리고 大韓海峽의 韓國側 水深 60 - 80 m 海域에서는 磨耗度가 極히 良好한 자갈들이 80%以上 含有되어 있기도 하여 古海濱地域의 證據가 되기도 한다 (Yoo, 1986). 韓國南東海域의 모래는 分級度는 良好하지만 貝殼과 小量의 자갈을 包含하고 (Park and Choi, 1986) 상당량이 철산화물로 被覆되어 있어서 海水面下降歷史를 겪었음을 示唆한다 (Min, 1986). 黃海에서도 이러한 事實을 뒷받침하는 海綠石이 報告되고 있다 (Peng and Zhao, 1986). 大陸棚에서의 모래는 分級度가 良好하지만, 磨耗度가 良好한 자갈, 貝殼, 鐵酸化물로 被覆된 모래 등은 이들이 Relict Sedi-

ment 입을 나타낸다 (Niino and Emery, 1968; Emery et al., 1969; Park, 1985).

韓國沿岸을 따라서 소위 泥土帶 (Mud Belt)라 불리는 점토와 실트가 우세한 堆積物이 黃海의 南東海域 (群山以南), 韓國南東海의 沿岸을 따라 分布한다 (Fig. 7,8). 南海에서는 이들과는 달리 25%未滿의 모래를 포함하는 泥質堆積物이 榮山江 河口에서 南海의 巨濟島 앞 海域까지 分布하고 있다. 이 泥土帶는 大략적인 海岸線으로부터 約 20 km내지 70 km以內의 沿岸에 發達하고 있다. 沿岸 泥土帶내의 코아 堆積物은 높은 含水率 (70 - 120%), 낮은 剪斷應力 (0 - 10 kPa)에 의해 特徵지어 지는데, 코아의 下部로 갈 수록 固化되어 含水率은 낮아지는 대신 剪斷應力은 높아지는 特徵을 보여준다. 또한 이들의 X-線 寫眞에 나타나는 堆積構造는 生物攪亂흔적과 潮流에 의한 罅리구조가 잘 發達되어 나타난다 (Jeong et al., 1984; Lee et al., 1986).

中央粒度 (Median Size: KORDI, 1983-1986; Qin, 1984)로 表示한 黃海 全海域의 表層堆積物의 分布 (Fig. 12)는 堆積相에 의한 分布와는 약간의 차이 (例, 니질 모래가 모래크기로 表示)가 있지만 全般的인 堆積物分布의 特徵을 잘 보여준다. 特徵적으로 黃海의 中央部, 楊子江 南東海域, 濟州島 南西海域에 中央粒度가 8 Phi 以上인 粘土 크기의 니질 堆積物이 分布하고 있어 Relict Sediment 를 점차 增加하여 堆積物이 中央의 니질堆積物을 中心으로 帶狀分布의 特徵을 보여준다. 즉, 沿岸의 니토대와 中央의 니질堆積物, 그리고 南海와 韓國南東海의 모래分布地域 사이에는 모래가 25% 以上인 니토와 니토가 25% 以下인 모래가 分布하고 있다. 黃海 中央의 니토는 表層 근처의 數 10 cm 깊이까지는 甚한 生物攪亂痕迹構造 (Bioturbation)가 特徵이며 下部로 갈수록 실트나 모래의 量이 增加하고 희미한 罅리구조를 보여 준다.

1981-1983年 사이의 양자강 北東쪽 동지나해에 對한 海洋學的 研究調查結果에 의하면, 양자강으로부터 流出된 大部分의 堆積物은 黃海 沿岸流에 의해 양자강 南東沿岸을 따라 니토대를 形成하면서 堆積된다 (Nittrouer et al.,

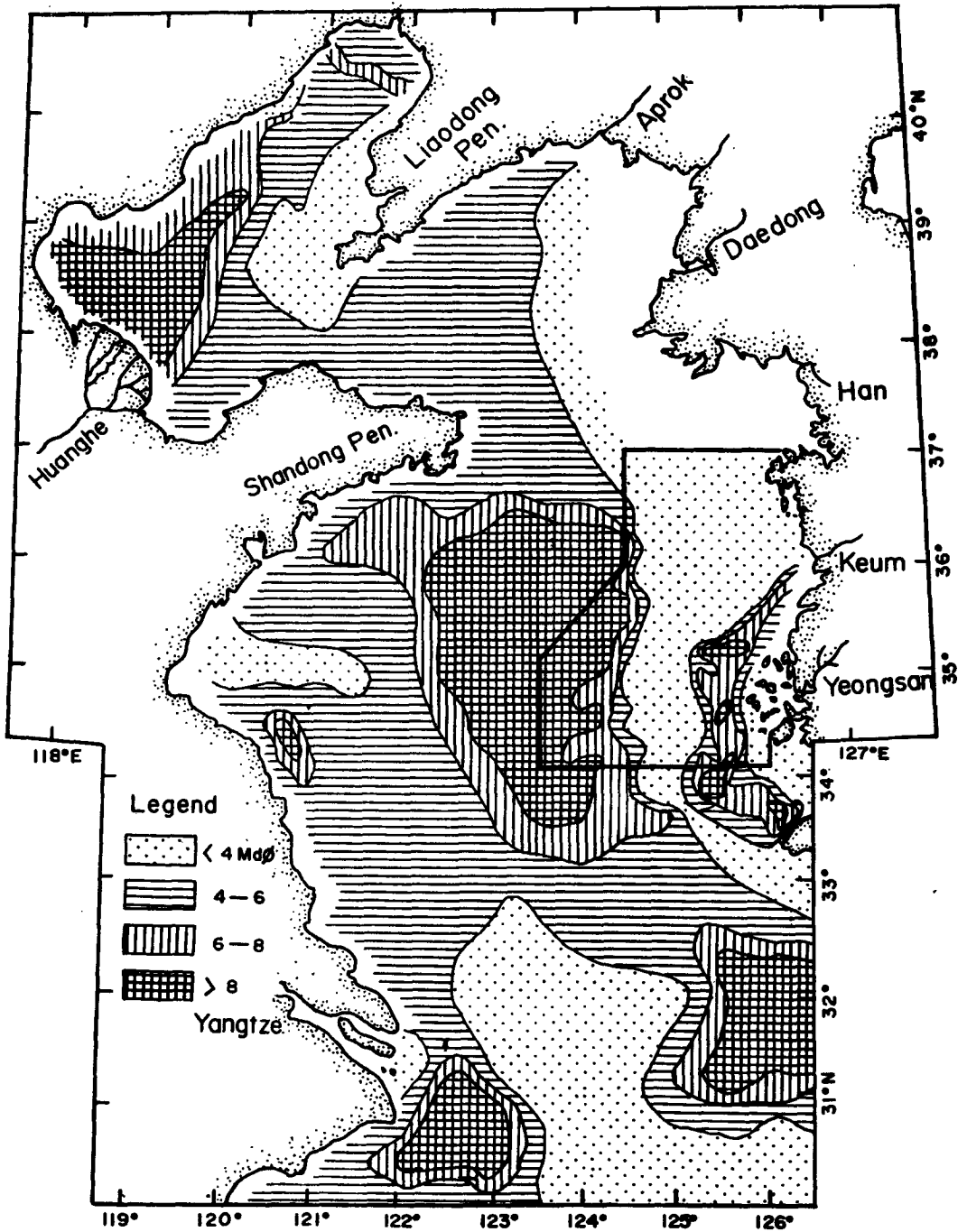


Fig.12. General distribution of sediment median size (compiled after Qin and Li, 1983). Retangle represents the Korean data acquired by KORDI (1983-1986).



1984). 黃海中央部와 濟州島 南西海域의 니토中の 粘土鑛物에 대한 研究結果는 黃河江이 黃海의 細粒質堆積物의 主供給源이며, 流出된 堆積物은 黃海沿岸流에 의해 濟州島 南西海域까지 運搬堆積되는 것으로 밝혀졌다 (Milliman et al., 1985 a, b; Beardsley et al., 1985). 이곳의 粘土鑛物中에는 黃河 集水域에 널리 分布하는 蒸發岩起源의 방해석이 多量 包含되어 있어 양자강기원의 堆積物과 區分이 可能하다. 근래의 코아堆積物의 造成과 表層堆積物의 粘土鑛物分析 (Kim, 1988)에 의하면, 濟州島 南海海域의 니토는 現在 韓半島 南西部의 江들에 의해 유입되는 細粒質 堆積物의 鑛物組成과 類似하고, 1986年 1月中의 浮遊物質의 分布는 韓半島 起源의 細粒質 堆積物이 이곳까지 運搬되는 것을 나타내어 (Choi et al., 1987), 韓半島 起源의 堆積物이 겨울철에 이곳에 運搬堆積된다는 새로운 事實을 提示하였다.

黃海로 流入하는 韓半島 起源의 堆積物들은 中國의 江들에 의해 流出되는 堆積物의 量 (16 億屯/年)에 비해 極히 적다 (Schubel et al., 1984). 韓國 西海沿岸에 分布하는 니토대는 錦江에 의해 流出되는 細粒質 堆積物이 季節적으로 流向이 反轉하는 沿岸流 (Korean Coastal Current)에 의해 形成된다는 Steady State Model에 의해 說明된다 (Chough and Kim, 1981; Chough, 1984)이 Model에서는 堆積物中の 重金屬 元素 (Fe, Zn, Cu, Ni)와 粘土鑛物 (고령토, 녹니석, Illite)의 分布, 그리고 水溫鹽分의 季節別 分布 特徵 (Hahn, 1978 a, b)을 보아 여름에는 細粒質 堆積物이 西海의 北쪽으로, 겨울에는 南쪽으로 運搬되는 것을 提示했다. 沿岸地域에서의 季節 (여름과 겨울)에 따른 浮乳堆積物의 垂直分布度 (Fig. 13 a, b) 역시 이를 뒷받침하며 (Jeong et al., 1984), 人工衛星 映像資料 分析에 의하면 細粒質 堆積物이 여름에 流入되고 반면에 겨울에는 大洋으로 流出되는 양상을 보인다 (Wells et al., 1983). 그리고 半日周潮의 潮流와 자주 發生하는 暴風은 南東部 黃海 海底面을 요동시켜 겨울에 細粒堆積物을 再 遊遊시켜 堆積層內에 分급이 良好한 실트와 粘土가 交互하는 薄層의 平行엽리를 形成한다



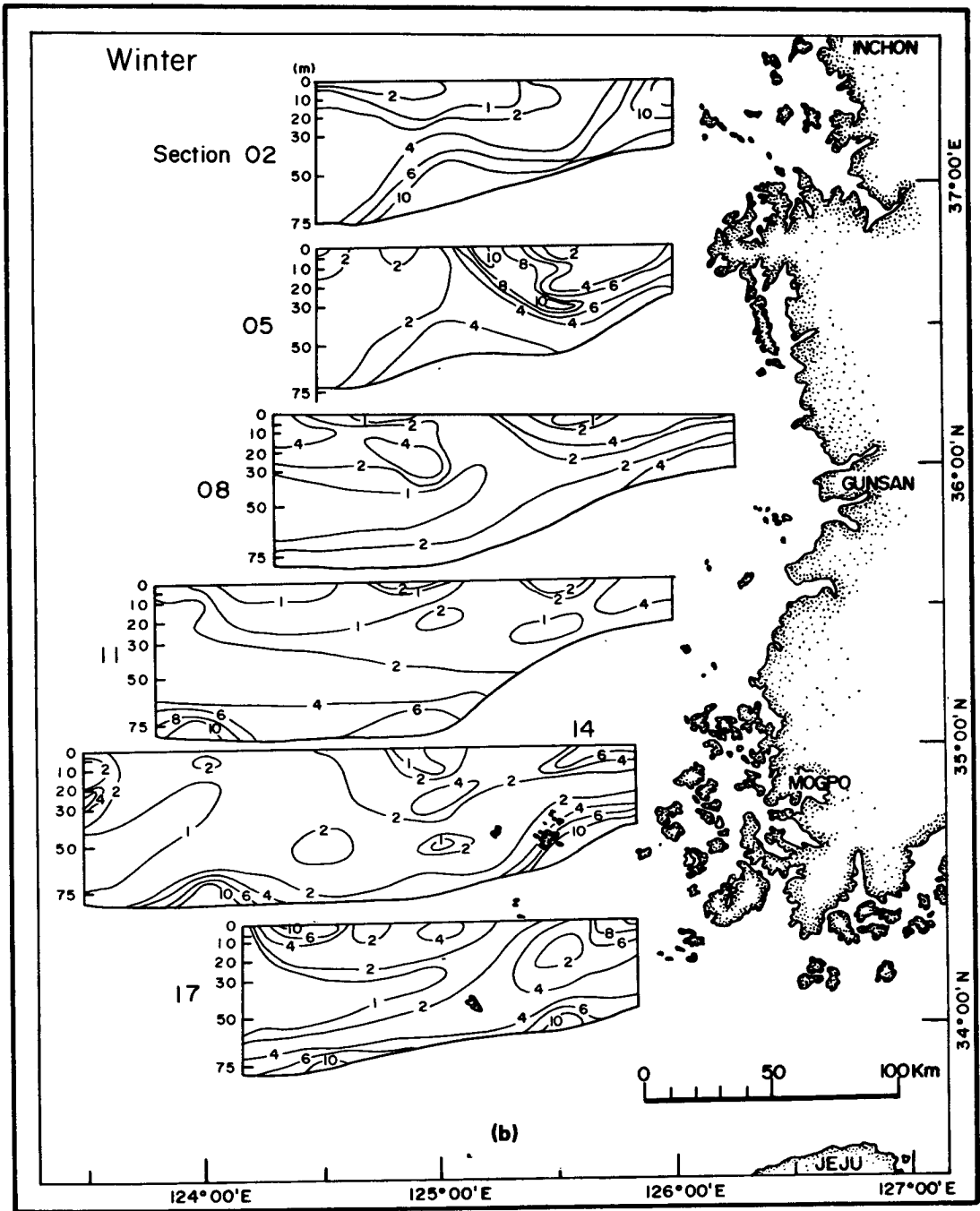


Fig.13b. Vertical distribution of suspended materials in winter in the southwestern Yellow Sea (after Jeong et al., 1984).

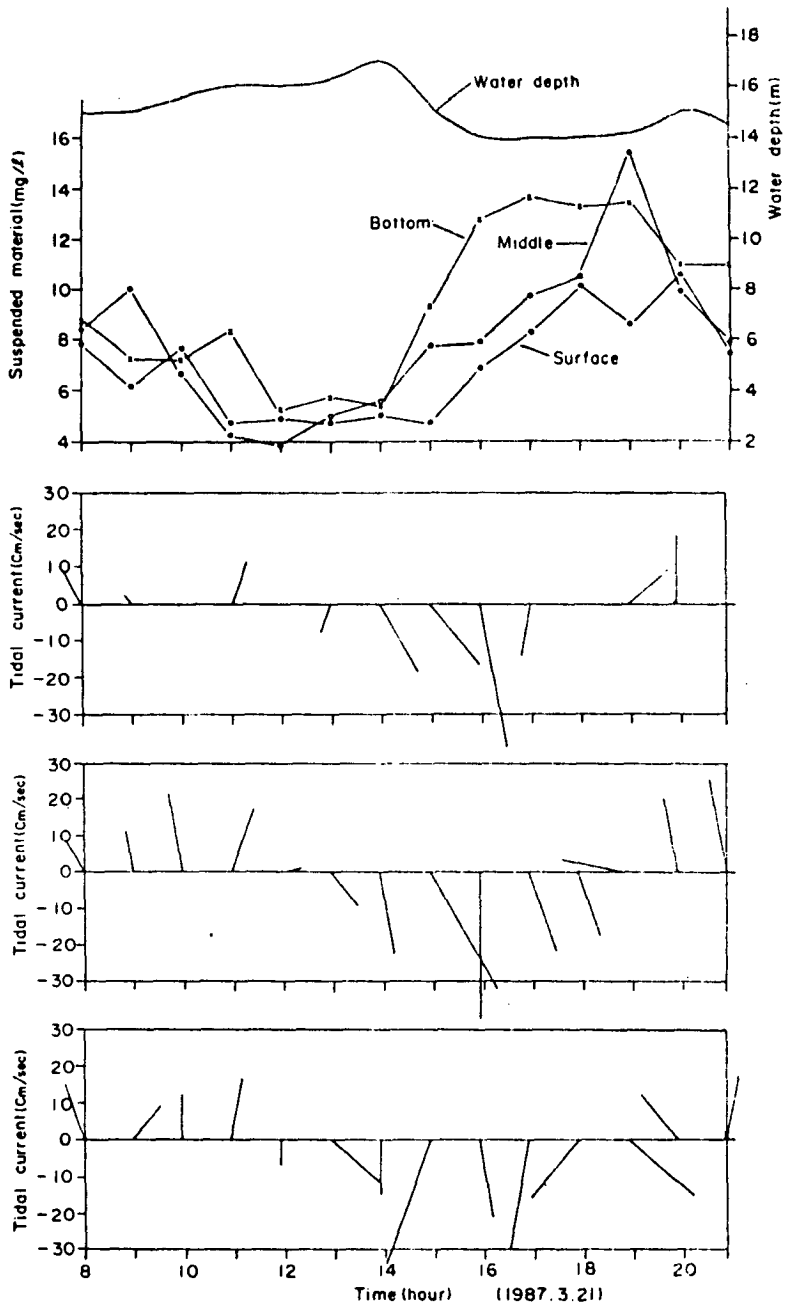


Fig.14. Stationary observation of tide and suspended materials in the entrance of Kwangyang Bay on 21 March, 1987 (KORDI, 1987).

( Jeong et al., 1984 ; Lee et al., 1987 ). 또한 潮流는 沿岸에서 모래도 運搬 移動시켜 Sand Wave 形成을 통한 Ridge 를 形成하며 좀 더 강한 落潮流에 의해 黃海의 外海쪽으로 漸次 移動하게 된다 ( Klein et al., 1984 ).

南海에서는 灣에서 流出된 細粒의 堆積物이 海岸線으로부터 約 30 km 以內에서 粘土帶를 形成하여 Relict Sediment 의 모래나 자갈을 包含하는 堆積物을 피복한다 ( Fig. 7,8 ). 一部 細粒堆積物은 西쪽 ( 동지나해와 황해 ) 로부터 大馬海류와 沿岸流에 의해 運搬되지만 ( Song, 1988 ), 南韓 河川起源의 堆積物은 大馬海류 아래로 沿岸水가 沈降하므로써 南海沿岸에 니토대를 形成한다 ( KIER, 1984 ; Park and Choi, 1986 ). 南海의 灣內의 니토층은 大馬海流와 沿岸水에 의해 沿岸까지 運搬되는 堆積物이 潮流에 의해 運搬堆積되는 것으로 알려져 왔다 ( Chang et al., 1980 ; Chough and Kang, 1984 ). 光陽灣 入口에서 봄철 ( 3月 ) 에 實施한 浮遊物質量과 潮流의 定點觀測의 結果는 오히려 潮流에 의해 灣內의 細粒質 堆積物이 落潮流에 의해 沿岸으로 運搬되는 現象을 보여 주고 있다 ( Fig. 14 ).

東海南部の 大陸棚에는 沿岸에는 一部 자갈을 包含한 모래 ( 迎逸灣 以北 ) 가 分布하기도 하며, 후포 뱅크는 固化된 Silt 質 Mud 가 分布하지만 落東江으로부터 流出되는 細粒質 堆積物이 落東江 入口에 三角洲를 形成하면서 沿岸流에 의해 沿岸을 따라 北쪽으로 移動 集積된 分布를 보여준다 ( Park and Yoo, 1988 ; Song, 1988 ). 이 地域의 一部 堆積物은 大馬海流에 의해 동지나해를 거쳐 運搬된 것도 있으며 이들은 결국 鬱陵盆地에 쌓이게 된다 ( Aoki, 1974 ).



第 5 章  
海底地形과 Bedform





## 第 5 章 海底地形과 Bedform

韓半島 周邊海에서의 3.5kHz 또는 Uniboom에 의한 高解像 音波探查記錄을 보면 地域的 特徵을 보여 주는 여러 가지 Bedform(Sediment Wave, Sand Ridge 등)들이 발달하여 각 海域의 海底地形을 이루는 요소가 된다. 또한 地域에 따라서 古河床의 크기나 分布頻度가 현격한 차이가 있어 플라이토세와 홀로세 초기의 韓半島 周邊大陸棚의 河川에 의한 堆積作用이 각 地域에 따라 달랐음을 시사한다. 地域別로 音波特性에 따라 分類可能한 堆積層들, 이들의 分布, Bedform들 그리고 古期河床들의 特性을 보면 다음과 같다. 이 研究에서 使用된 音波探查記錄을 얻기 위한 항적은 Fig.15에 도시되어 있다.

### 5.1. 黃海 中南東海域 (3.5 kHz 彈性波 記錄)

이 地域에서의 水深은 50 m 내지 80 m이며, 海底地形은 沿岸과 北部에서는 상당히 急傾斜를 이루고 있지만 中部以南에서는 완만하여지고 Ridge들에 의한 屈曲이 심한 地形을 보여 주는 것이 特徵이다(Fig.16). 이 Ridge형의 地形은 大部分 現생 퇴적층이 아닌 하부고기층들이 露出 또는 浸蝕되어 이루어진 것들이고, 경우에 따라서는 얇은 現생 퇴적물에 의해 덮혀 있는 경우도 있다. 結果적으로 이들이 黃海 中南東海域의 남쪽의 複雜한 水深分布를 이루게 한다.

黃海 中南東海域에서의 3.5kHz 音波探查의 彈性波의 透過깊이는 25 m 이내이다. 이 海域의 表層堆積物은 모래(Fig. 7,12)이며, 모래질의 海底面은 彈性波에 대한 반사도가 높기 때문에(一般的으로 반사계수, 0.3-0.4, Sylwester, 1983) 高周波의 3.5kHz를 이용한 彈性波探查에 의한 記錄은 下部構造를 把握하기가 어렵다. 黃海 中南東海域의 一部 地域에서는 彈性波 記錄의 音波 特性, 강한 반사면(Reflector), 確然한 浸蝕面에 의한 부정합면(Unconformity)의 순서적 관계에 의하여 다음 몇가지 堆積層序로 區

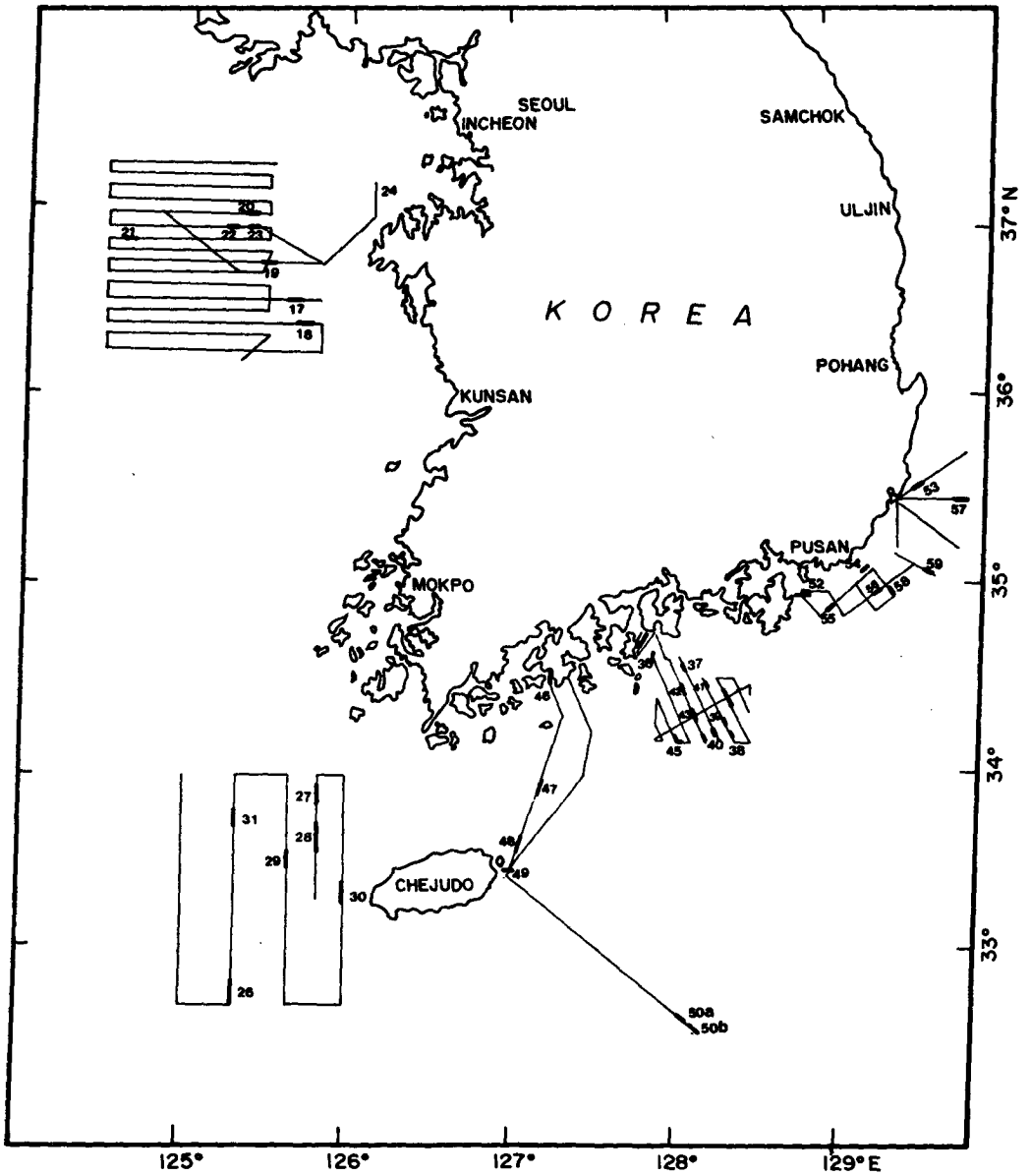


Fig.15. Seismic track lines of 3.5kHz and Uniboomer profiles used in this study. Uniboomer profiles were acquired off Yösu, Pusan and Ulsan. Thick bars and numbers are the figures incited in text.

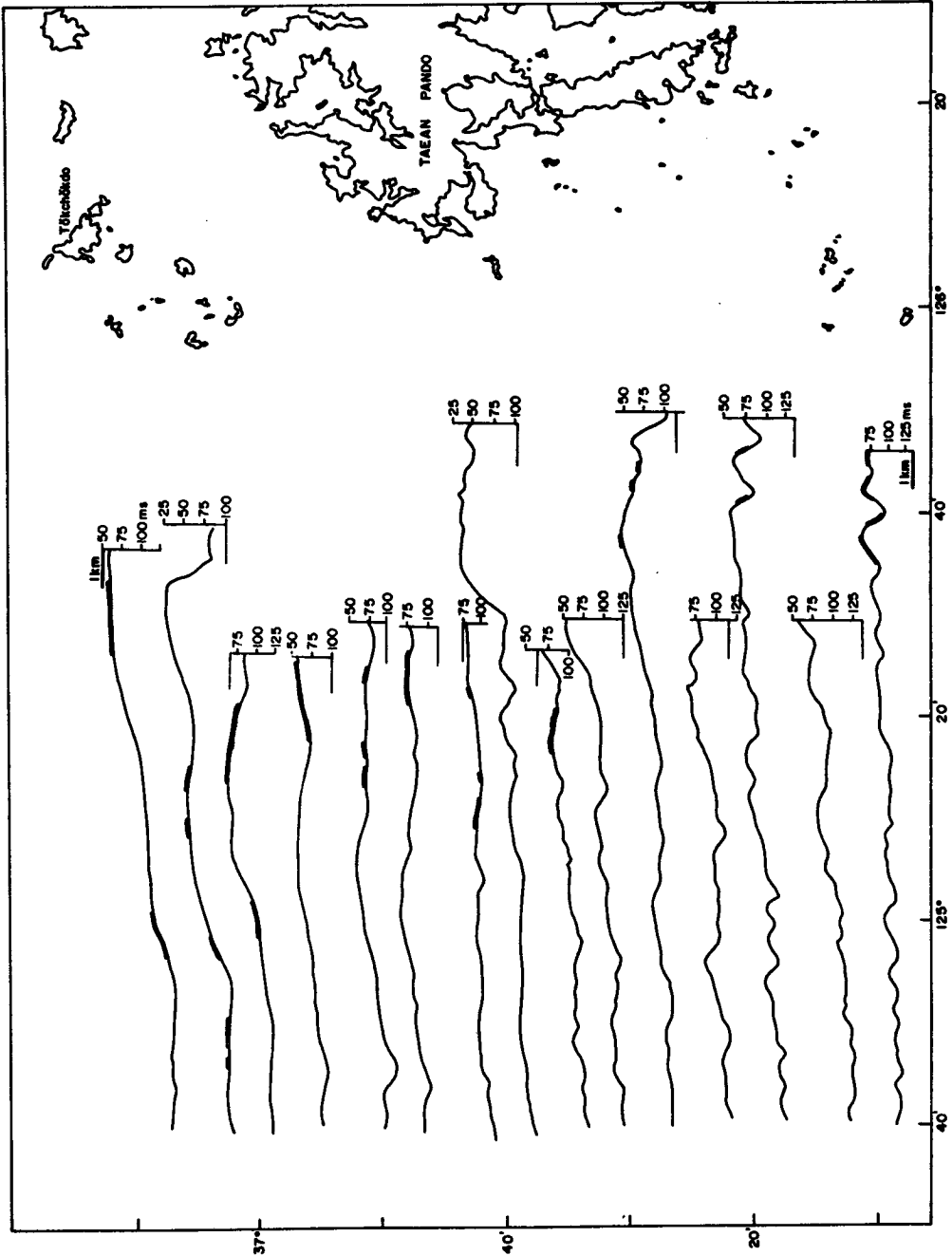


Fig.16. Seafloor morphology composed of relict bed forms such as sand ridges in the middle south-eastern Yellow Sea (abbreviated to mseYS in following figures). Thick bars on the seafloor are occurrence of sand waves.

分될 수 있다.

層序單位 A : 이 堆積層序 (Sequence) 는 彈性波 記錄의 最上部에 나타나며, 層序의 內部는 音波적으로 透明하고 (Transparent) 불연속적이거나 조밀한 平行 音波層理 (Acoustic Parallel Stratification) 를 보여 준다 (Fig. 17). 이 A 層序單位는 極히 국부적인 分布를 하며, 古期 Ridge 등의 Bedform 을 皮복하거나 表面은 Sediment Wave 에 의해 變形되어 있다.

下部層序單位 : 各 層序單位와는 確然한 反사면, Channel, 또는 層理의 浸蝕面에 의해서 區分된다. 이들 堆積層序는 音波적으로 사층리 (Cross-Stratification) 또는 平行 층리 (Parallel Stratification) (Fig. 18, 19, 20), 古河川이 이동하여 만든 흔탁한 층리 (Hummocky-Stratification) 를 보여 준다 (Fig. 21). 大部分의 地域에서 音波적으로 흔탁하거나 (Fig. 17), 간혹 下部層序單位가 노출된 地域에서는 얇은 두께로 이들을 皮복하고 있고 (Fig. 18), 表面은 Sand Wave 가 발달하여 있기도 한다 (Fig. 17, 18, 20). 이 地域에서의 調査測線間의 距離는 약 7.4 km로 一般的인 調査測線보다 近거리이지만 層序單位 A의 正確한 分布는 把握하기 어렵다.

下部層序單位들의 分布를 추적한다는 것은 이 地域에서는 不可能하다. 이들은 音波적으로 층리를 보이는 것이 特徵이지만, 大部分의 地域 (특히 南西部地域) 에서 古期 河川의 심한 이동에 의하여 이 층리들이 단절되어 나타난다 (Fig. 19, 21). 국부적으로는 이 층리들은 상부가 예리하게 浸蝕되어 전형적인 사층리를 이루는 곳이 많고 (Fig. 19, 20), 경우에 따라서는 浸蝕으로 인한 Ridge 형태를 이루기도 한다 (Fig. 18). 海底面에 노출된 일부 地域의 下部層序單位의 表面은 차별침식으로 인하여 層單位の 일부가 삭박되어 있고 (Fig. 22), 大部分의 地域에서는 Sand Wave 가 발달하여 있다 (Fig. 20, 22, 23, 24). 위와 같은 特徵을 보여 주는 堆積層序單位들은 海水面 상승시 形成되었을 Ridge 들 또는 Barrier 들이 海水面下降時 강한 浸蝕에 의해 Crest 등 일부가 浸蝕되어 평탄한 海底面을 이루고 다시 海水面 上昇

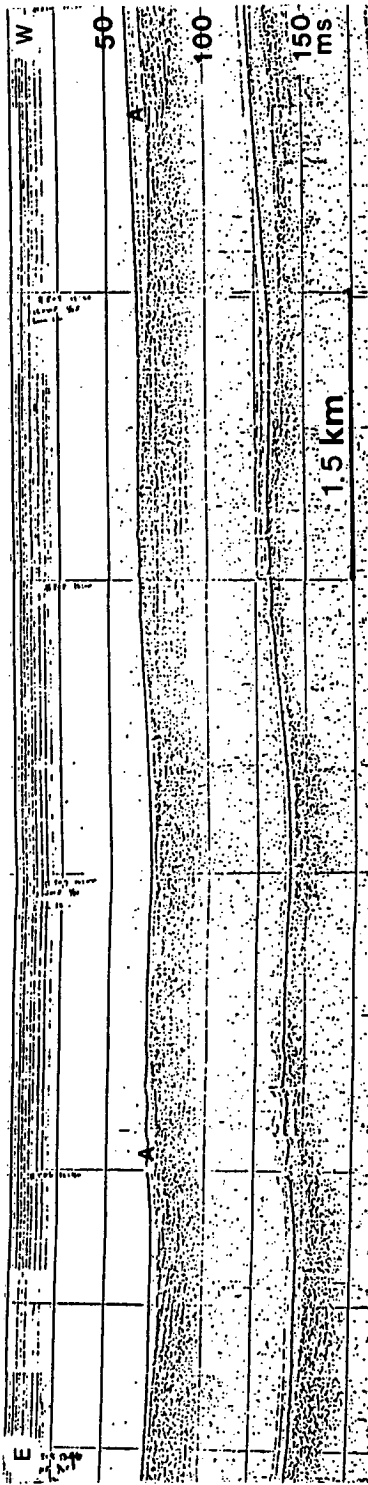


Fig.17. 3.5kHz seismic profile showing sequence A which is characterized by ambiguous parallel stratifications in the acoustically transparent profile (mseYS).

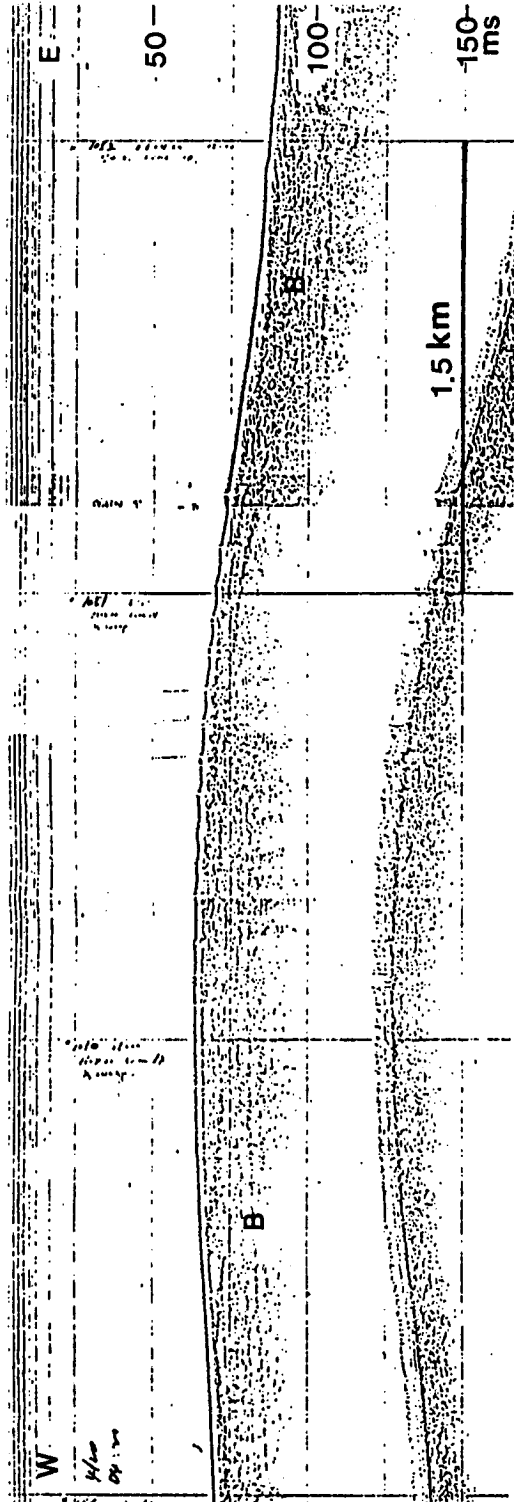


Fig.18. 3.5kHz seismic profile showing sand waves on the surface of sequence A (mseYS).

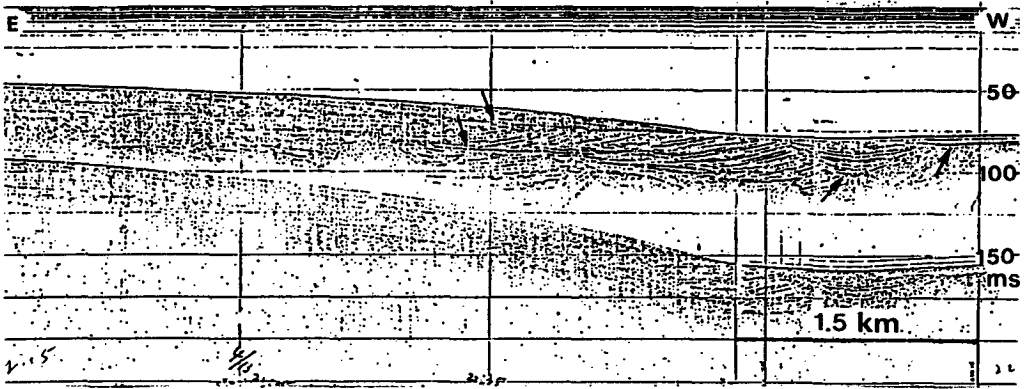


Fig.19. 3.5kHz seismic profile showing sequence B, C, D and others which are characterized by distinctive parallel or cross stratification, divided each by a sharp boundary of erosion (mseYS). Arrows are unconformities of erosional process.

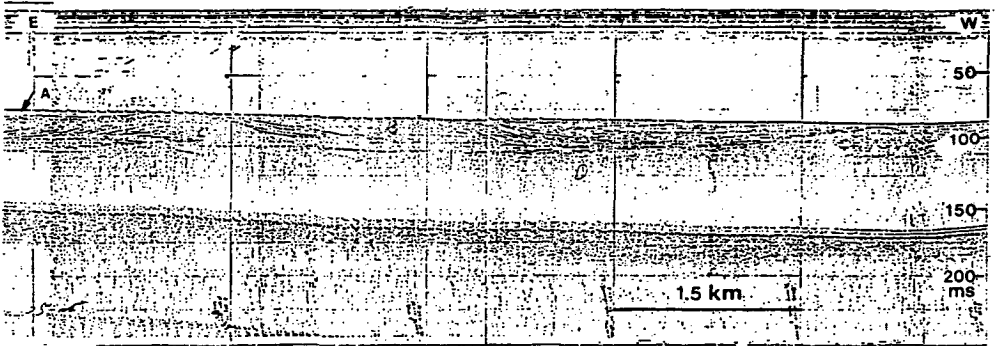


Fig.20. Buried sediment ridge formed by erosion (internal acoustic stratifications are distinctively cut at the boundary) on 3.5kHz seismic profile (mseYS).

에 의해 後期 堆積層에 의해 埋沒된 경우이다. 이러한 양상은 美國東部 大西洋 沿岸의 內大陸棚에서도 잘 나타나고 있다(Stubblefield et al., 1983).

古期 河川들의 깊이는 대개 6 m에서 17 m이고, 너비는 이들이 심하게 이동하여 (Fig. 19, 21) 正確히 把握할 수 없지만 100 m미만에서 수 km까지

다양하다. 河川의 이동현상은 黃海의 中部海域 즉, 水深이 깊은 곳을 따라 빈번하게 나타난다. 河川의 이동에 의해 堆積된 堆積層序는 音波異常值(예, Turbid Character)에 의해 彈性波 記錄이 Masking 되어 그 構造의 판독이 어려워져 이들에 대한 正確한 堆積過程을 유추하기가 어렵다. 이러한 Masking 현상은 일반적으로 퇴적물내의 유기물의 분해에 의한 Gas의 발생에 기인한 것이다(Schubel, 1974). 이 地域에서의 Core 堆積物의 分析에 의하면 總有機物(Ignition Loss)의 함량은 대체로 下部로 갈수록 增加하는 傾向을 보이고(일부 Mud 질 堆積物 中 2.0-4.0%), 대부분의 Masking 현상이 古期河川에 함께 나타나는 것으로 보아 河川에 의한 다량의 유기물의 유입 또는 하상에 Lag Deposit로 남기 쉬운 자갈과 패각층에서 기인한 것(Acosta, 1984)으로 생각할 수 있다.

黃海 中南東海域의 海底面에는 다른 研究地域과는 달리 Sediment Wave가 잘 발달하여 있다. 黃海 中南東部 海底面의 대부분의 表層堆積物이 입자 크

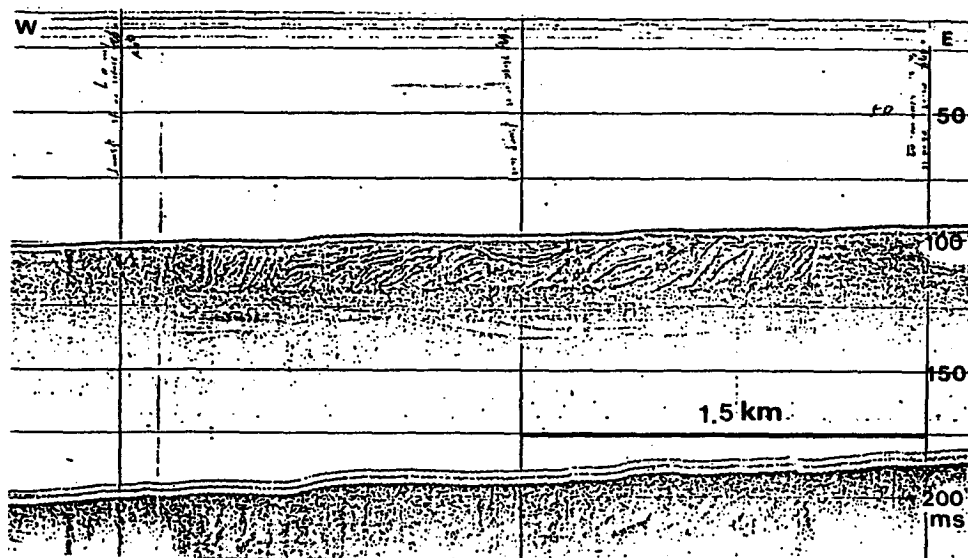


Fig.21. 3.5kHz seismic profile showing various sequences cut by channel migration probably in Pleistocene (mseYS).

기가 3-4Phi 인 세립질 모래이고 (Fig.7,12), 堆積物 코아들의 하부에서는 Muddy Sand 또는 Sandy Mud 이지만 上部 表層은 Sand이다. 따라서 이 地域에서 나타나는 Sediment Wave 는 Sand Wave 라 할 수 있다.

Sand Wave 들은 대부분이 水深 70 m미만의 北部와 沿岸地域에서 Ridge 를 이루는 海底面에 발달하여 있다 (Fig. 16). 평탄한 海底面에서는 Sequence B 또는 C 등의 노출되어 있는 下部層의 表層에 발달한 경우가 많다 (Fig. 20, 22, 23, 24). 이 地域에서의 Sand Wave 는 대부분이 비대칭형에 속하고, 크기가 다양하여 波高 0.8 m - 2.3 m, 波長 90 m - 300 m까지이나 波高 2 m, 波長 150 m - 180 m인 Sand Wave 가 우세하게 나타난다. 태안반도 以北의 沿岸地域에서는 波高가 20 m, 波長이 210 m 정도의 대형 Sand Wave 가 나타나기도 한다 (Fig. 24). 크기는 대체로 水深이 얕을수록 커지는 傾向을 보여 준다. Sand Wave 중 비대칭형은 대체로 Ridge 를 이루는 地形의 兩側面에서 Lee side 와 Stoss side 의 경사가 서로 다르게 발달하여 (Fig. 24) 나타나고, 대칭형은 Ridge 地形의 上部나 평탄한 海底面에 주로 발달하여 있다 (Fig. 23).

Sand Wave 에 의한 堆積物의 이동과 堆積作用은 Side Scan Sonar 資料와 3.5 kHz 彈性波 資料의 比較分析을 통하여 3次元的인 形態를 把握하고 수리물리적 資料를 이용하여 把握하여야 하지만, 3.5kHz 彈性波 記錄의 2次元的 形態에 의해서는 概略的으로 Sand Wave 의 형성매체와 堆積物의 이동 方向을 把握할 수 있다 (Amos and King, 1984). 音波探查調査測線上에 나타나는 Sand Wave 들의 東과 西쪽의 方向性은 地域에 따라 자주 바뀌는 것으로 보아 이 地域의 Sand Wave 들은 조류에 의해 형성되고 있음을 시사한다. 이 地域이 潮流가 極히 강한 海域 (低層潮流速度 Ebb, 60 cm/s : Flood 50 cm/s, Klein et al., 1982)인 것을 고려하면 이 地域에서의 Sand Wave 는 潮流에 의해 형성 또는 消滅의 過程이 反復되고, Ridge 또한 이러한 作用의 反復으로 그 形態가 變하고 移動도 할 것이다. 黃海의 西南海 오도남



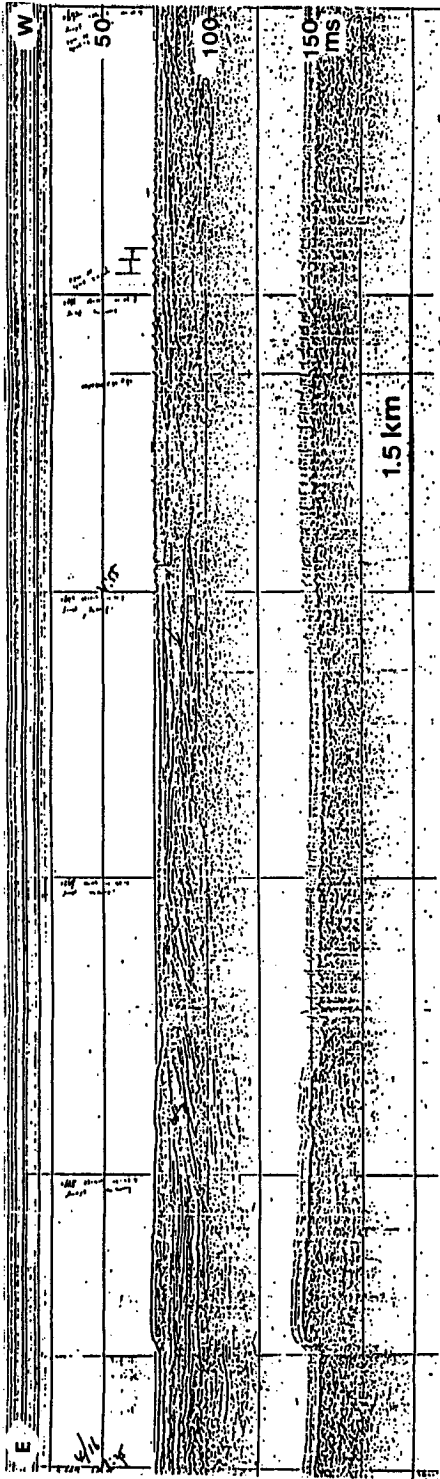


Fig.22. Subsurface ridge formed by erosion. Seafloor is characterized by erosion of internal structures and sand waves (mseYS).

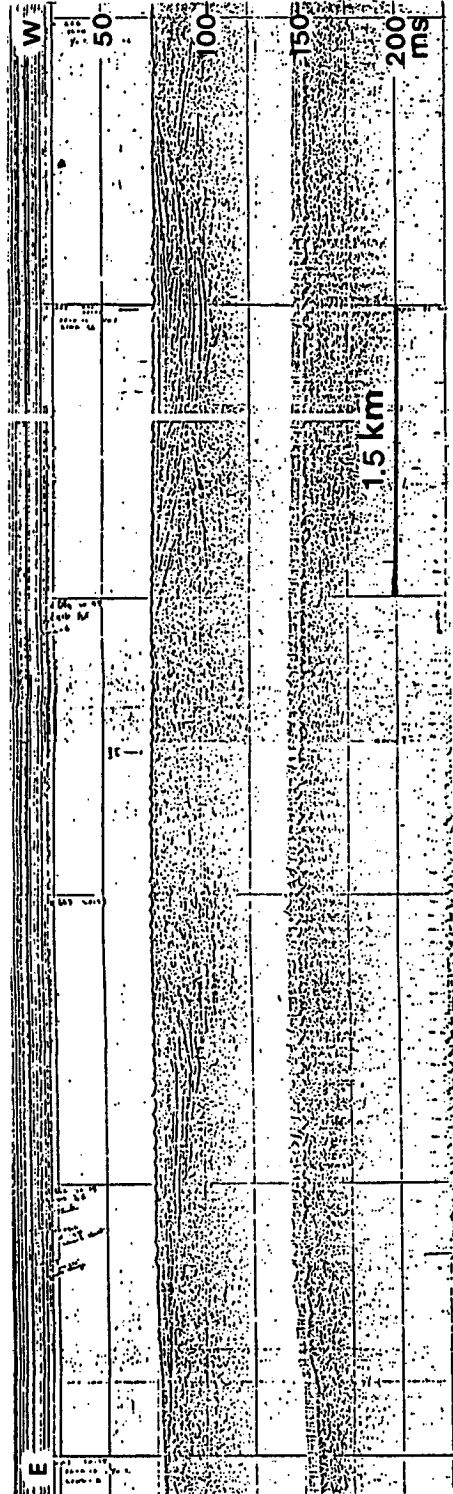


Fig.23. Exposed pre-Holocene sedimentary sequence with sand waves on the surface itself (mseYS).

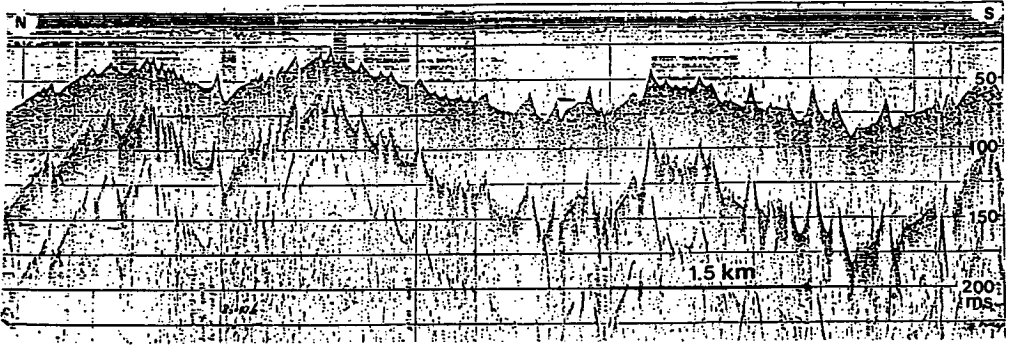


Fig.24. Giant sand waves in the nearshore between the islands, north of Tae'an Peninsula (mseYS).

사퇴의 研究에 의하면 潮流의 세기가 썰물일때 더 강한 結果로 砂堆가 외해쪽으로 이동하고 있음이 밝혀졌다(Klein et al., 1982). 그리고 海底面에 Sand Wave의 형성 및 발달과정의 反復은 세립질 堆積物을 분급하여 분급도가 良好한 모래만 남는 Palimpsest Sediment가 되게 하였음을 시사한다.

## 5.2. 濟州 西測海域(3.5kHz 彈性波 記錄)

이 地域의 水深은 75에서 100 m로 전체적으로 완만한 傾斜를 갖는 평탄한 곳이지만, 濟州道 北西部에서는 20 m정도, 심한 경우에는 50 m의 屈曲을 보여 海底地形이 複雜하다(Fig.25). 濟州島 海底地形을 이루는 요소는 堆積作用에 의해 이루어진 Sediment Ridge 일부와 대부분이 浸蝕에 의해 이루어진 Sediment Ridge 들이다. 이 地域의 堆積相은 니질의 모래가 대부분이고, 최서단은 니토가 分布한다(Fig. 7,12).

이 地域에서도 黃海 中南東部에서와 마찬가지로 彈性波 記錄의 音波特性과 주로 浸蝕面의 부정합 반사면(Reflector)에 의하여 일부 地域에서만 몇 개의 層序單位(A, B, C, D)로 區分할 수 있다.

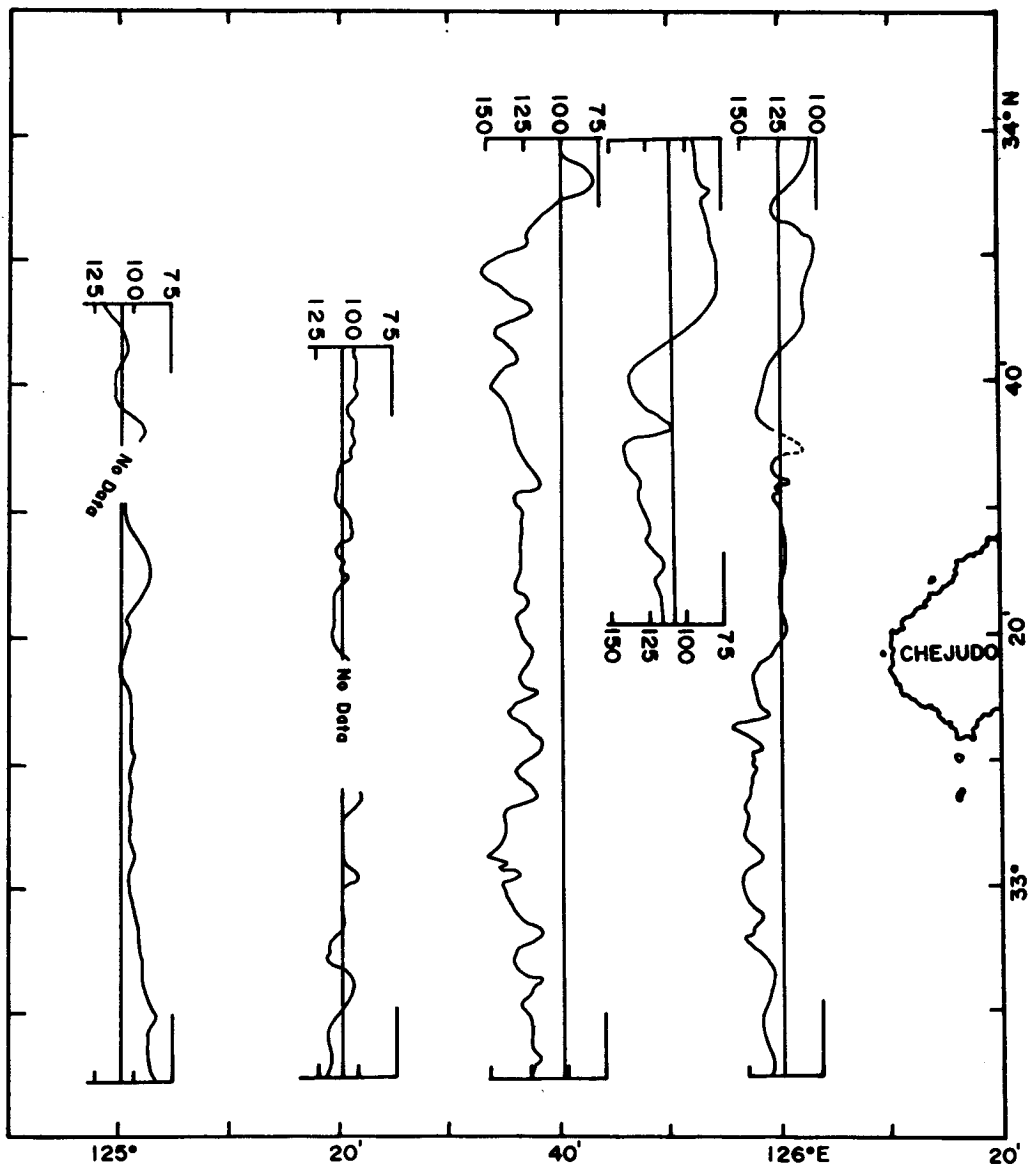


Fig.25. Seafloor morphology west of Cheju Island (abbreviated to wCh Is. in following figures).

層序單位 A는 黃海 中南東海域과 마찬가지로 音波特性이 透明하며 (Transparent), 地形的으로 낮은 地域(例, Ridge 들 사이)에 Lens 形으로 주로 나타나며 간혹 浸蝕作用에 의해 이루어진 不規則한 海底面을 얇은 두께로 피복하여 나타나기도 한다 (Fig. 26).

層序單位 B, C, D는 音波的으로 층리가 잘 발달되어 있으며, 層序單位 D에 의해 형성된 Ridge 들 사이에 層序單位 B, C가 혹은 層序單位 C에 의한 地形사이에 層序單位 B가 충전되어 나타나는 경우가 대부분이고, 下部가 혼탁하여 構造가 분명치 않거나 浸蝕程度가 심한 경우에는 이들 層序單位的 判別이 不可能하다. 이들 層序單位는 대부분 地域에서 浸蝕에 의하여 Ridge들을 형성하고 있으며 그 内部의 音波層理가 海底面 또는 上部 堆積層과의 接하는 부정합면에서 確然하게 浸蝕되어 나타난다 (Fig. 27). 경우에 따라서는 작은 規模의 Ridge 혹은 Sediment Wave로 발달하여 上部層序單位들에 의해 피복되어 있다. 침식정도가 아주 강한 경우에는 노출된 下部層序의 表面

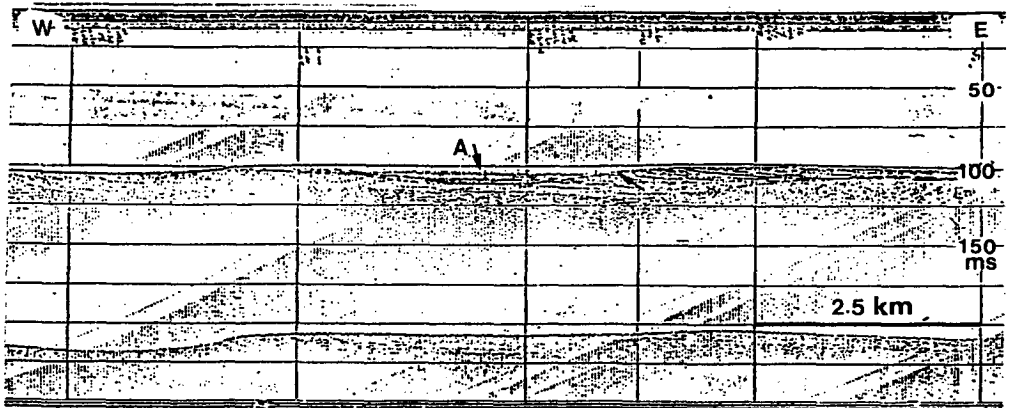


Fig.26. Sequence A burying the eroded subsurface morphology. The boundary between A and lower sequences is erosional surface (wCh Is.).

이 確然하게 浸蝕되어 있다(Fig.28). 특히 調査 地域의 北東地域에 分布하는 사층리가 잘 발달한 層序單位 B (Fig. 28)는 調査地域의 北部 흑산도 근방의 音波探查資料를 分析한 결과에 의해 정의된 古黑山조간대층의 音波特性과도 일치하고 그 연장된 分布範圍에 속한다(Min, 1986).

이 地域의 海底面에 노출되어 있거나 上部層에 의해 埋沒되어 있는 Ridge 형의 地形들은 대부분이 浸蝕에 의한 것들로 그 形態가 대칭인 것도 있지만(Fig. 27), 대부분이 비대칭형이다. 이들의 表面(海底面 또는 침식부정합)에서는 내부층리들이 確然하게 浸蝕되어 있고(Fig.26, 28), 내부가 혼탁하여 일부 Ridge 형들의 內部構造가 보이지 않는 경우도 있다. 이들의 길이는 2 km에서 7 km까지, 높이는 대체로 8 m에서 16 m까지 다양하다. 일부 地域에서는 層序單位 A가 音波的으로 혼탁한 기저면상, 또는 既存의 Ridge 위에 발달하여 내부가 透明한 Ridge 를 이루기도 한다(Fig.29). 이 Ridge 들은 높이가 대체로 10 m미만, 길이가 2 에서 5 km정도이나 調査地域 北西쪽에서는 20 m, 8.5 km에 이르는 것도 있다.

Ridge 형의 Bedform 이외의 Bedform으로는 浸蝕에 의한 Sediment Wave 형의 Bedform (Fig.28)과 堆積作用의 결과에 의한 Sediment Wave 가 있다(Fig. 30). 浸蝕에 의한 것들은 주로 이 地域의 北部, 堆積作用에 의한 Sediment Wave 는 濟州島 沿岸 근처에서 Ridge 의 側面과 Crest 部分에 높이 3 m미만, 폭장 340 m 정도의 크기로 발달하여 나타난다(Fig.30).

濟州島 西側海域에서는 古期 하천들과 이들에 의해 형성된 堆積層은 이 地域의 남서단에서만 발견되고 있다. 이 地域의 古期 하천들의 크기는 최대너비가 200 m, 깊이가 10 m 정도로, 그 規模나 발견되는 頻도가 黃海 中東南部 地域에서보다 훨씬 적다. 이곳의 古期 河川과 그 周邊의 音波特性은 黃海 中南部 地域과 비슷하여, 下部 構造가 音波的으로 Masking 되어 있는 곳이 대부분이고 국부적으로는 수층에 Gas Seep 현상을 보여주는 곳도 있다(Fig. 31). 이런 곳의 海底面에는 小規模의 陥몰자국(Pockmark)이 형성되어 있다.

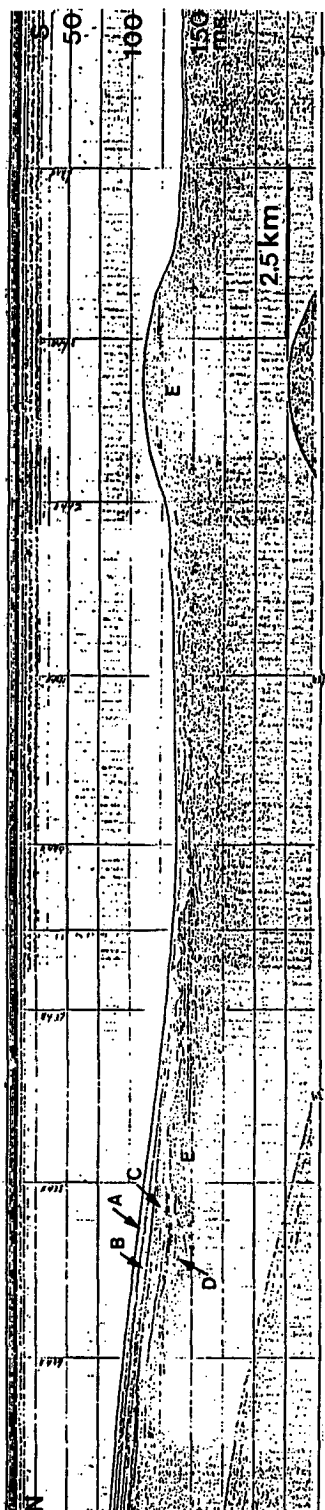


Fig.27. Various sedimentary sequences divided by reflectors of erosion surfaces. Sequence E is exposed in ridge shape with being buried in the left side (wCh Is.).

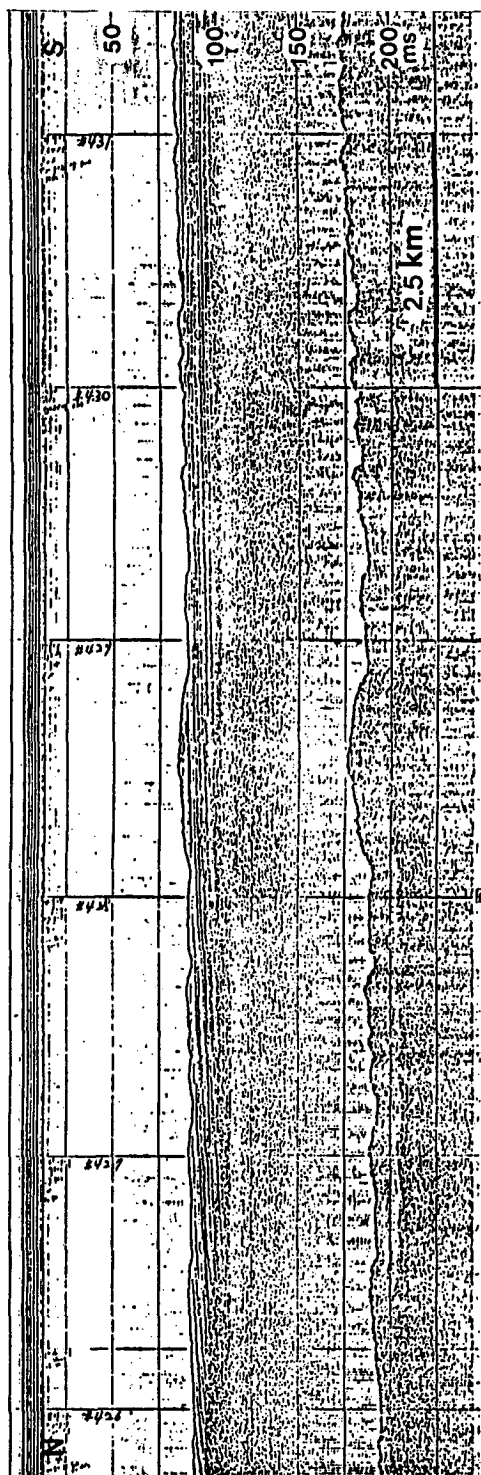


Fig.28. Irregular seafloor formed by erosional processes. The floor seems like sediment waves and small-scaled ridges and the lower is so acoustically turbid that the internal structure can not be observed (wCh Is.).

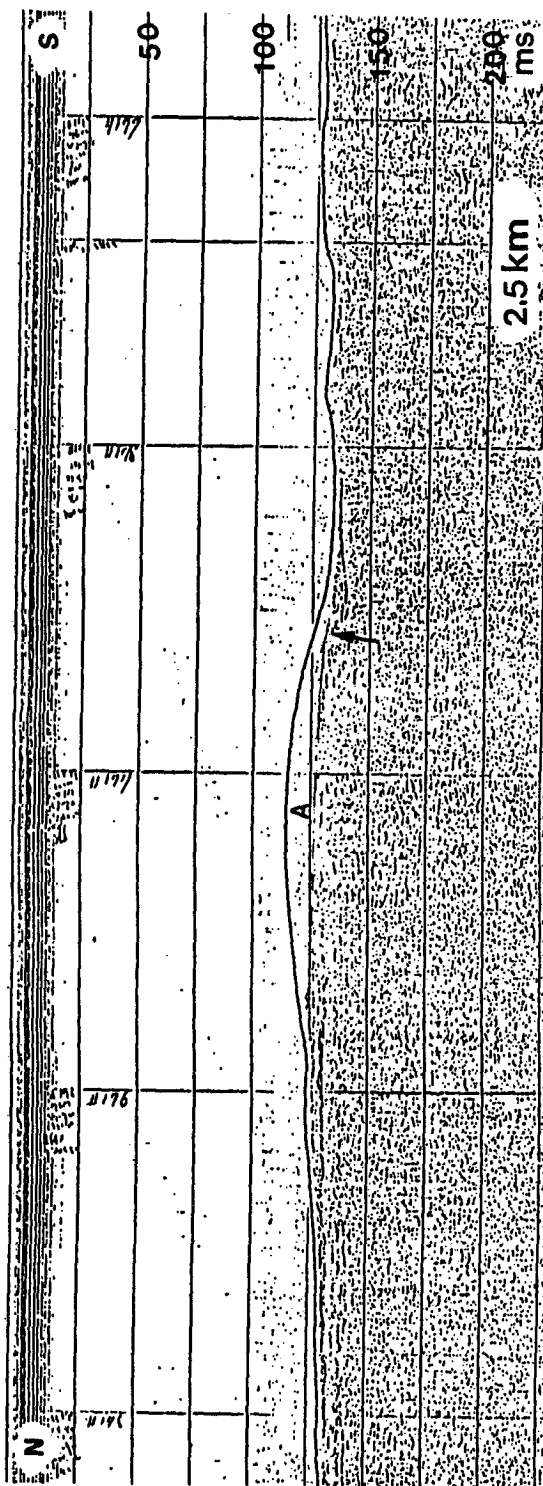


Fig. 29. Ridge-typed bedform formed by depositional processes. Internal structure is transparent (wCh Is.).

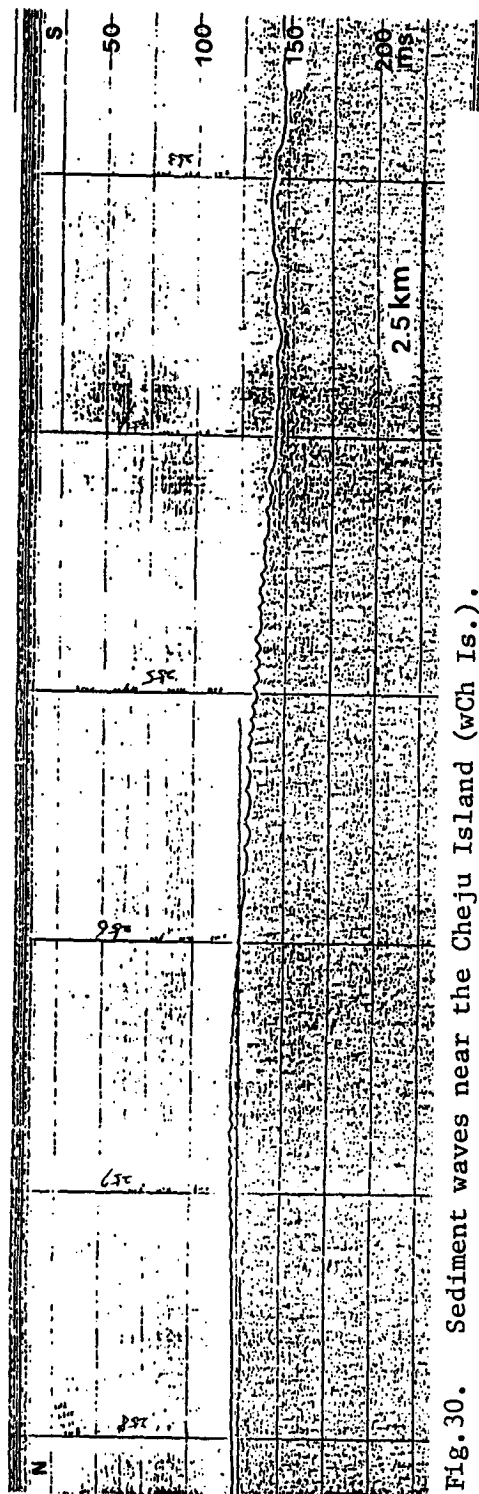


Fig. 30. Sediment waves near the Cheju Island (wCh Is.).

濟州島 西側 黃海海域의 니토분포지의 表層堆積物에서 Pseudonodule (Ku-  
 enen, 1958) 또는 Ball and Pillow와 같은 고화된 세립질 모래 또는 Silt  
 질의 Lump가 다수 採取되었다 (Fig.32). 이 Pseudonodule들 일부는  
 패각을 포함하고 있거나 (Fig.32e), 生物體에 의한 Burrow 構造를 보여 준  
 다 (Fig.32b,c). 이러한 Pseudonodule은 액성이 높은 점토질 堆積層에  
 모래가 堆積되어 그하층에 의해 점토층 내로 함몰하여 이루어 지는 構造로  
 조간대의 河川 부근에서 흔히 발견된다. 濟州島 西側 니토분포지역의 동쪽에  
 서의 3.5 kHz 音波探查 記錄은 Muddy Sand 分布地에서와 마찬가지로 현생  
 堆積物이라고 할 수 있는 層序單位A는 국부적으로만 分布하고 있다. Mi Il-  
 iman 등 (1984)에 의하면 이곳의 현생 세립질 堆積物은 황해강 기원으로 남  
 하하는 黃海沿岸流 (Yellow Sea Coastal Current)에 의해 운반 堆積된다.  
 그러나 古期 조간대를 시사하는 Pseudonodule들과 여러 형태의 浸蝕面을 보  
 여주는 音波探查記錄의 증거에 의하면, 이 地域에서는 현생 堆積物은 국부  
 적인 곳에 제한되어 堆積되고 古期の 조간대의 堆積層이 浸蝕되고 있음을 시  
 사한다.

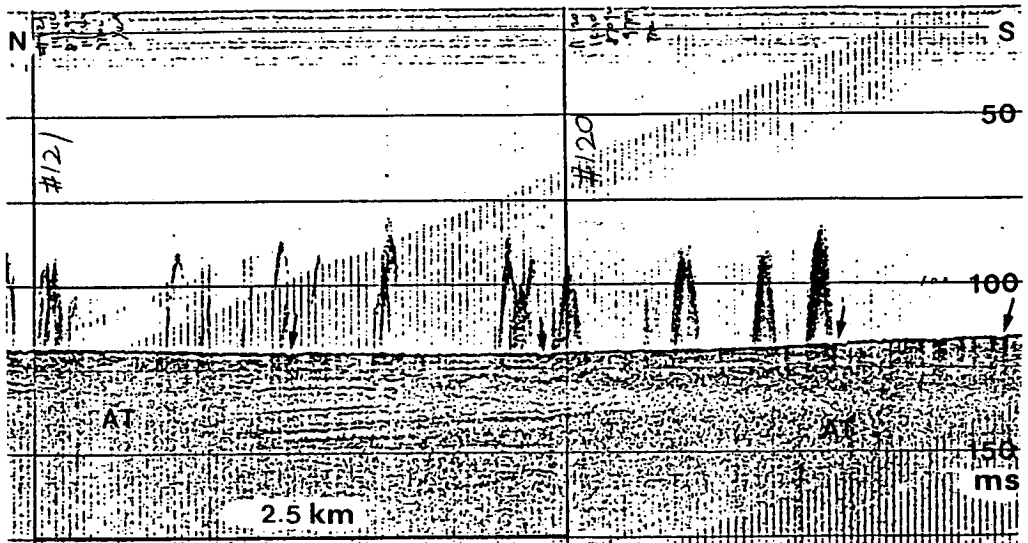


Fig.31. 3.5kHz seismic profile showing gas seep phenomina from pockmarks (arrows) on seabed (wCh Is.).



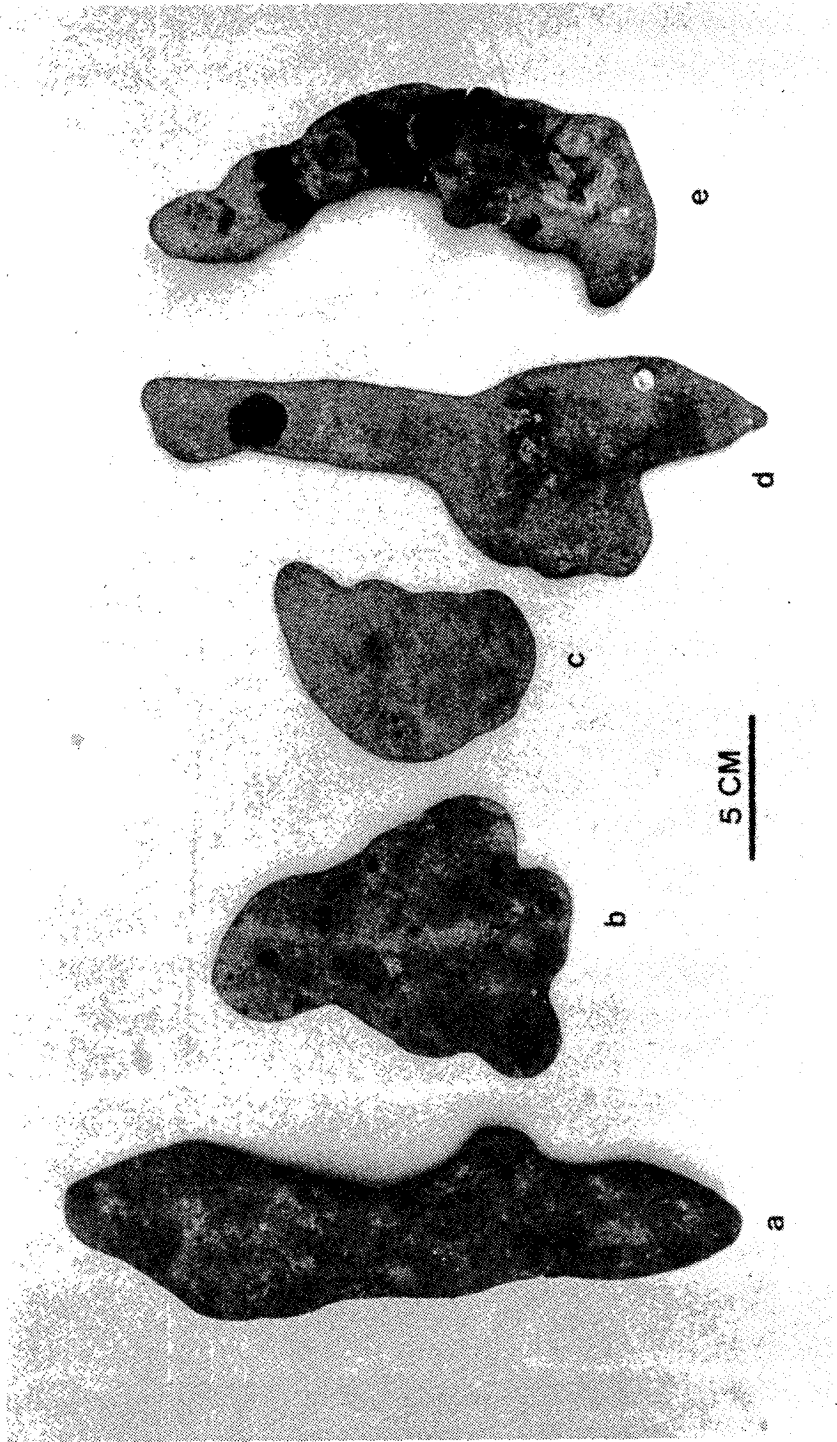


Fig. 32. Photograph of pseudonodules composed of fine-sand or silt-sized sediment grains, sampled from sand-muddy seafloor, southwest of Cheju Island (Stations are presented by double circles in Fig. 7). Burrows are found in b and c, shell fragments in d nodules. Black spots on d and e are resin.

### 5.3. 麗水海域 (Uniboom 記錄)

麗水 앞 內大陸棚에서 얻은 Uniboom 資料에 의하면 이곳의 海底地形은 극히 완만한 南西沿岸과 Sand Ridge 에 의해 굴곡이 심한 南東沿岸으로 區分이 確然하다 ( Fig. 33). 南東地域의 海底地形이 複雜한 海底面에 노출되어 있는 Sand Ridge 들 때문이다. 이들 Sand Ridge 들은 높이가 最大 15 m , 길이는 最大 7 km에 달한다. 南西沿岸의 海底面이 완만한 것은 Sa-

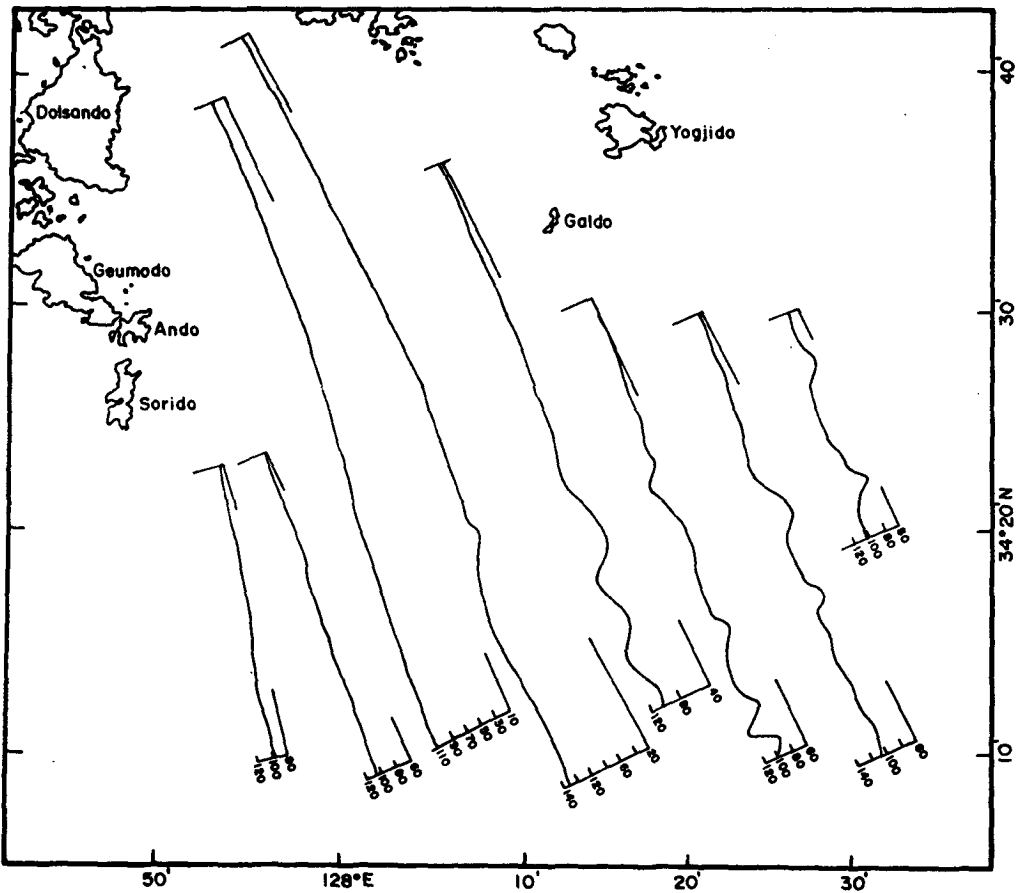


Fig.33. Seafloor morphology of the inner continental shelf off Yosue. The southeastern part is characterized by sand ridges.

nd Ridge의 發達이 微弱하고 Sand Ridge들이 現生 퇴적층에 의해 埋沒되어 있기 때문이다. 이 地域의 水深은 90 m 以內이며 南東地域에서는 Sand Ridge들의 分布로 인하여 水深의 分布가 極히 複雜하다.( Fig. 34). 表層堆積物은 南西沿岸에서는 7~9 Phi의 細粒質 니토가, 南東沿岸地域에서는 2~3 Phi의 細粒의 모래가 大部分이다 ( Fig. 35).

Uniboom에 의한 記錄深度는 3.5 kHz 音波探查 記錄深度( 一般的으로 韓國 近海에서 25 m 내지 30 m )보다 훨씬 깊어 60 m에 達한다. 따라서 다른 地域에서보다 더 깊은 深度까지 더 많은 堆積層序單位를 區分할 수 있다.

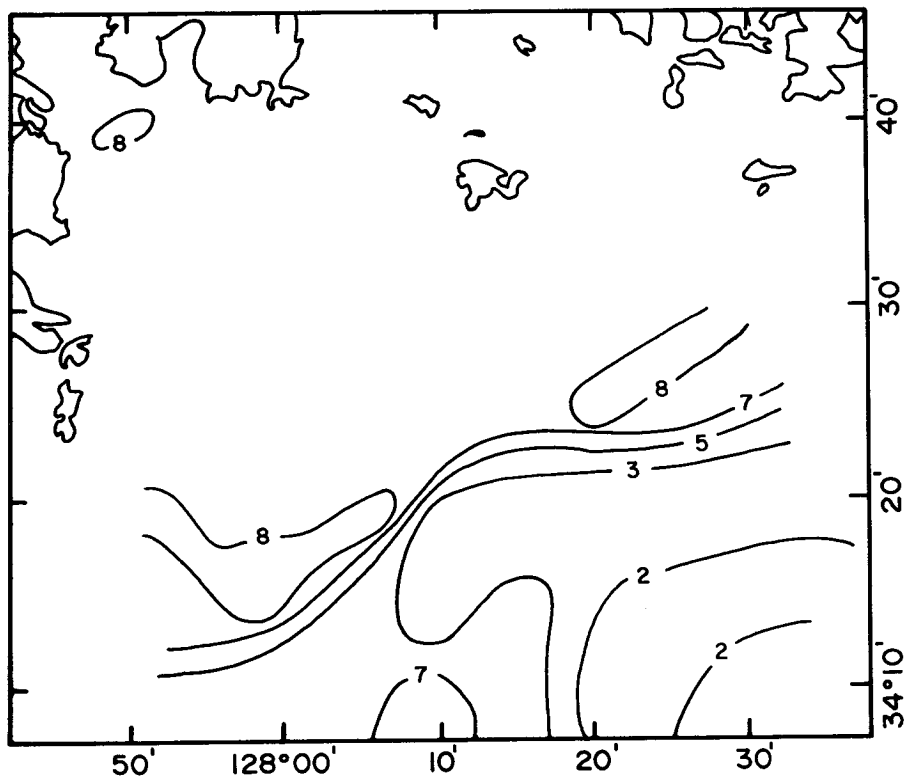


Fig.34. Mean-grain size distribution off Yosu.

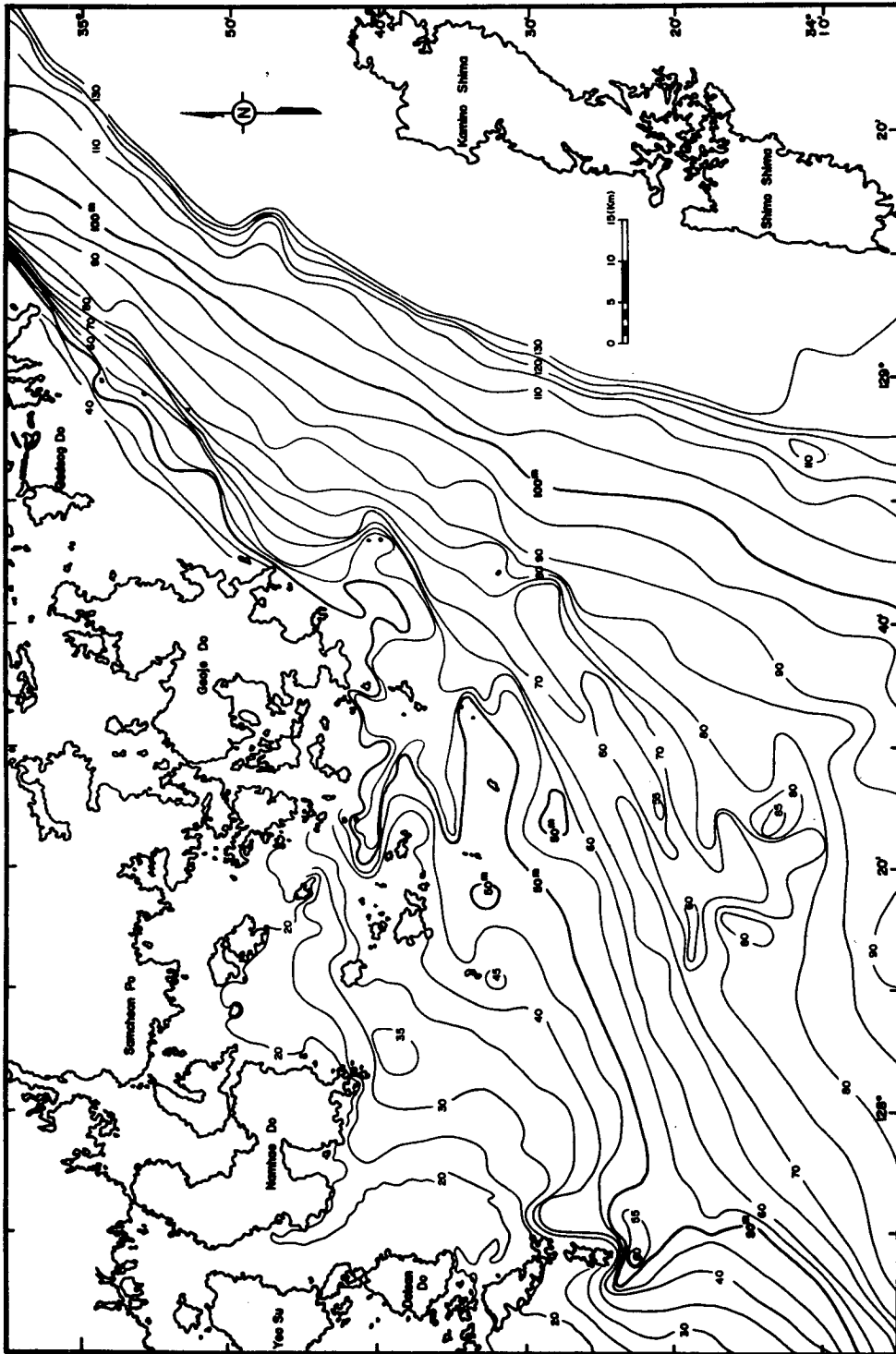


Fig. 35. Bathymetry of the inner continental shelf off Yōsu. It shows the water-depth variation comprising the distribution of sand ridges.

層序單位 A : 下部的 다른 層序單位보다는 透明 ( Transparent ) 하며 內部에 불연속적인 평행 音波層理가 發達하여 있는 것이 特徵이다 ( Fig. 36 ). 下部的 다른 層序單位와는 V 字 모양의 古河川이 發達한 確然한 不整合面 ( Unconformity ), 또는 古期 Bedform의 境界에 의해 區分된다 ( Fig. 37 ).

層序單位 B, C, D, 其他 : 層序單位 B, C 그리고 D는 平行層理, 上部層의 一部分이 침식으로 Downlap 또는 Onlap 으로 인한 사층리 ( Cross Bedding ), Buried Ridge 또는 노출된 Ridge, 古期河川의 水平 또는 垂直移動으로 인한 Hummocky 한 構造 등 多様な 內部特性和 複雜한 層序의 境界를 보여준다. 이곳에서는 確然한 침식면등의 不整合面 ( Unconformity )에 의해 8個 以上の 層序單位까지 區分할 수 있다 ( Fig. 36 ). 下部的 E, F, G, H 등의 層序單位들은 大部分이 內部가 Hummocky 하고, 下部 層序單位의 形態的 分布特性에 따라 Lense 상 또는 Channel Fill 등 여러 形態로 나타난다 ( Fig. 36, 37 ).

層序單位 A는 南海島 沿岸을 따라서는 10 m 以內的 층후를 보이거나 거금도와 육지도 사이에서 15 m에서 16.5 m로 가장 두꺼우며, 古期の Sand Ridge 들이 묻혀서 나타나는 곳에서 그 Ridge 들 사이에서는 두꺼우나 Ridge 들 上部에서는 얇다. 特徵적으로 層序單位 A가 分布하는 곳의 海底面은 극히 평탄하며, 水深 60 m ~ 70 m 地域에서는 下部的 層序單位 B 또는 C가 노출되어 나타난다.

下部的 다른 層序單位들은 Sequence 사이에서 大部分이 Lense 상 또는 浸蝕된 Ridge 상으로 나타나기 때문에 그 分布를 추적하기는 困難하다.

麗水地域의 特徵으로는 다른 地域과는 달리 海底面과 현생 및 上部堆積 層序에 의해 埋沒된 Sediment Ridge 들이 잘 發達된 形態로 남아 있는 것이다. Ridge 들이 分布하는 南東地域에서의 Core 堆積物 또는 表層堆積物은 2 ~ 3 Phi 의 모래이고 ( Fig. 34 ), Ridge 들의 크기가 높이가 3 ~ 15 m, 길이 ( 파장 )가 500 ~ 7,000 m 의 範圍에 속하기 때문에 이들은 단순

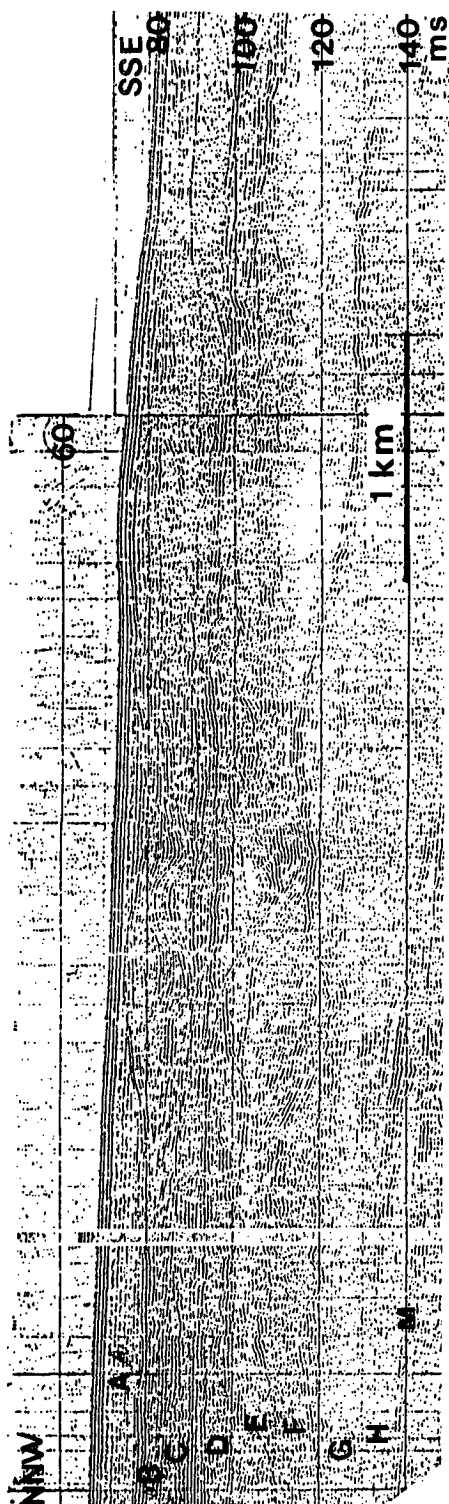


Fig. 36. Uniboomer seismic profile showing various acoustic sedimentary sequences (A to H), of which each sequence is divided by a sharp erosional surface with channels or internal layer cutting subsurface from each other in the nearshore off Yōsu.

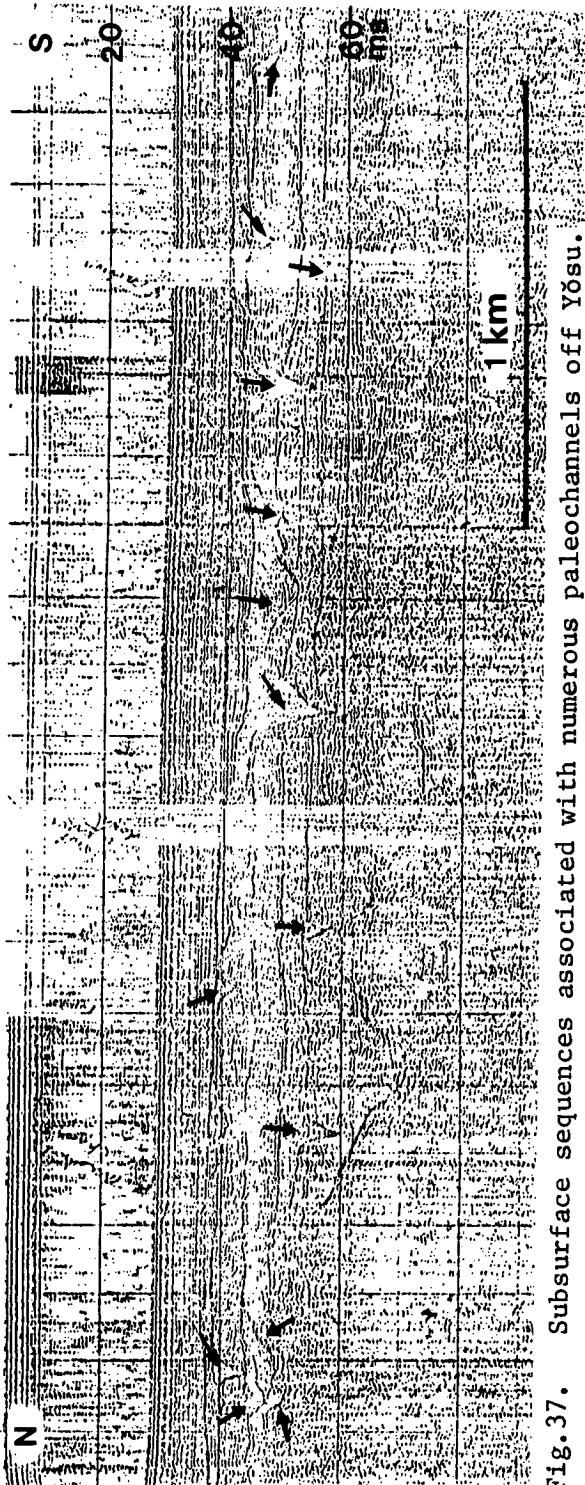


Fig. 37. Subsurface sequences associated with numerous paleochannels off Yōsu.

히 堆積層이 쌓인 Sediment Mound 또는 Sand Body (Cho, 1985)라기 보다는 Sand Ridge라 하는 것이 옳다 (Amos and King, 1984).

海底面に 露出된 Sand Ridge 들은 調査地域의 南東部の 水深 60 m에서 90 m까지의 海域에서만 觀察되며 이들의 分布는 水深分布와 잘 一致한다 (Fig. 35). 이들의 形態는 大部分이 非對稱的이어서 Lee Side의 方向이 陸地쪽 또는 바다쪽으로 向하여 있고 같은 측선과 近접 調査測線에서도 서로의 方向이 다르게 나타난다 (Fig. 38). 이 Sand Ridge 들 중에는 埋沒된 것과 마찬가지로 서로 다른 方向性을 갖는 Ridge 들이 서로 겹쳐 있는 수도 있다 (Fig. 39). 一部 Ridge 들의 側面 또는 下部에 古期河川들이 觀察되거나 側面의 一部가 層序單位 B 또는 A에 의해 埋沒되어 있는 경우도 있다 (Fig. 40). 노출된 Ridge 들의 內部構造는 Hummocky 하거나, 불연속적인 平行層理가 特徵이며 大部分이 浸蝕된 고기 Ridge 위에 發達하여 있다 (Fig. 41). 埋沒된 Ridge 의 內部特性이 浸蝕으로 인하여 사층리를 이룬 경우도 있다 (Fig. 42). 즉, 사층리를 이루는 침식부정합 면상에 다시 Sand Ridge가 Accretion 되고 또 다시 침식을 받은 것을 시사한다. 일부 Ridge 의 側面 (Flank)에 나타나는 古期河川들은 이들 Ridge 들이 홀로세 초기 해수면상승 초기에 形成되었다기 (Cho, 1985) 보다는 홀로세 이전 플라이토세 중의 間水期에 形成되었음을 뜻한다.

層序單位 A에 의해 埋沒되어 있는 Ridge 들은 大部分이 層序單位 B에 屬하는 것들로 完全한 形態를 갖춘 層序單位 C의 Ridge 에 반대 方向으로 發達하여 있거나 浸蝕된 Ridge 上에 發達하여 있다 (Fig. 43). 이들은 大部分이 60 m 以內의 水深地域에서 發見되며 80 m정도의 水深에서는 B 나 C 層序單位에 의해 埋沒된 Ridge 들이 觀察된다. 이들 중에는 작은 規模의 여러 Ridge 가 서로 같은 方向으로 겹쳐 發達하여 나타나기도 하고 Crest 部分이 海底面과 平行하게 浸蝕되어 層序單位 自體가 사층리를 이루는 경우도 있다 (Fig. 42). 이들 埋沒된 Ridge 들은 內部는 平行 音波層

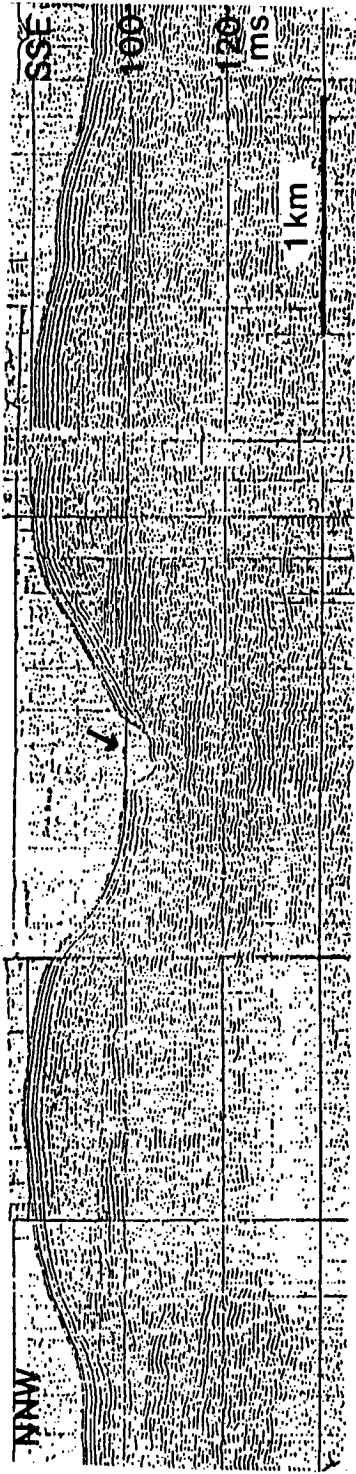


Fig. 38. Sand ridges showing the opposite directions of lee side on the eroded-flattened subsurface on the same survey track off Yōsu. Arrow is non-filled paleochannel.

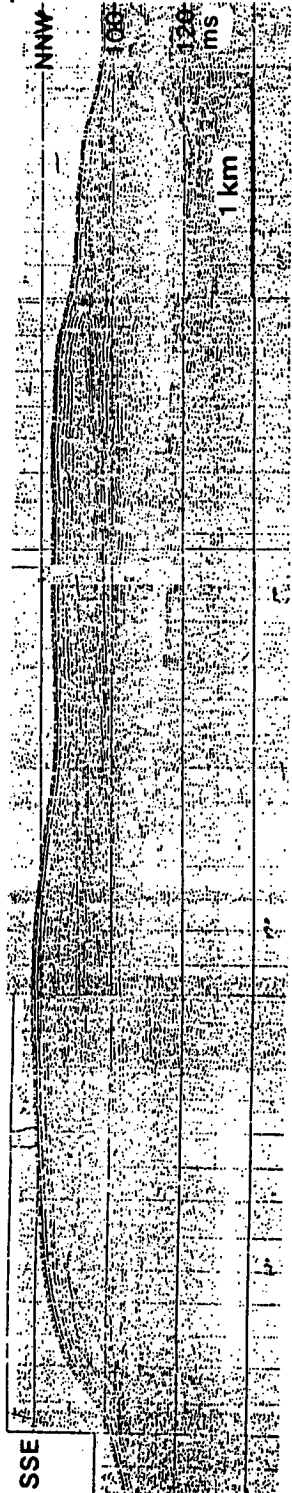


Fig. 39. Composite sand ridges that are superimposed sequentially each other off Yōsu.



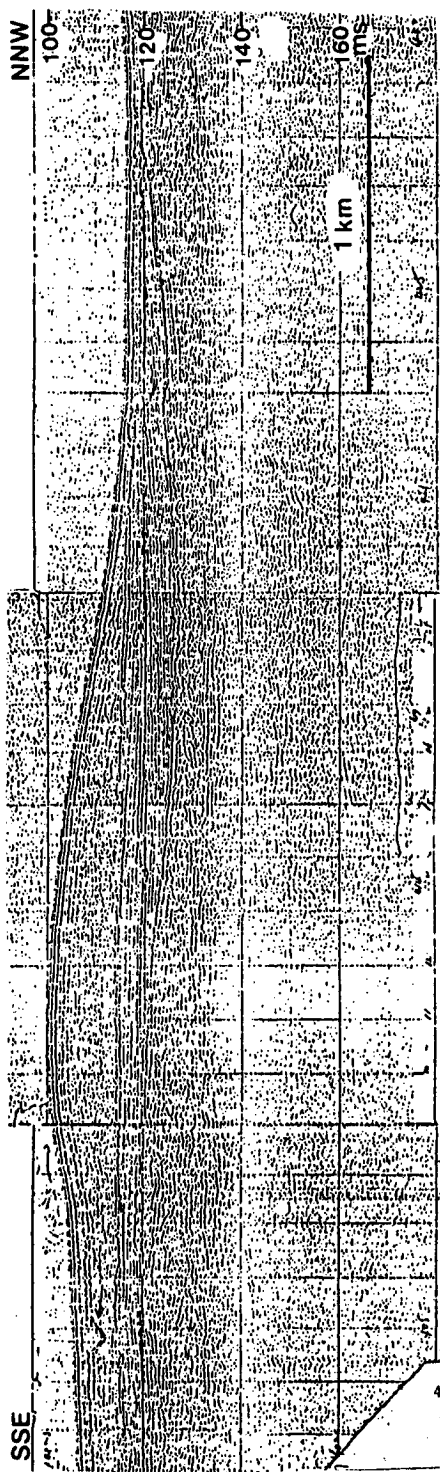


Fig. 40. A sand ridge buried in partial by sedimentary sequence A and undercut by channels off Yōsu.

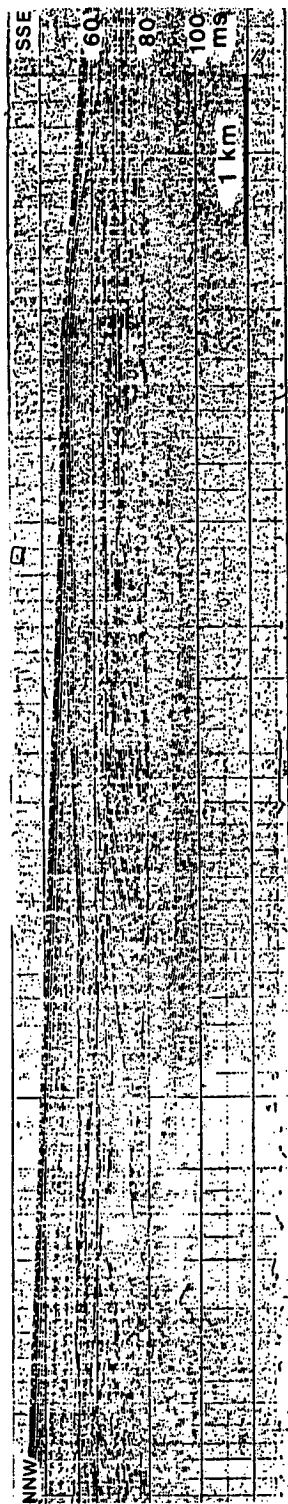


Fig. 42. Buried sand ridges forming internal X-stratification formed by sharp erosion of probably crests of the ridges off Yōsu.

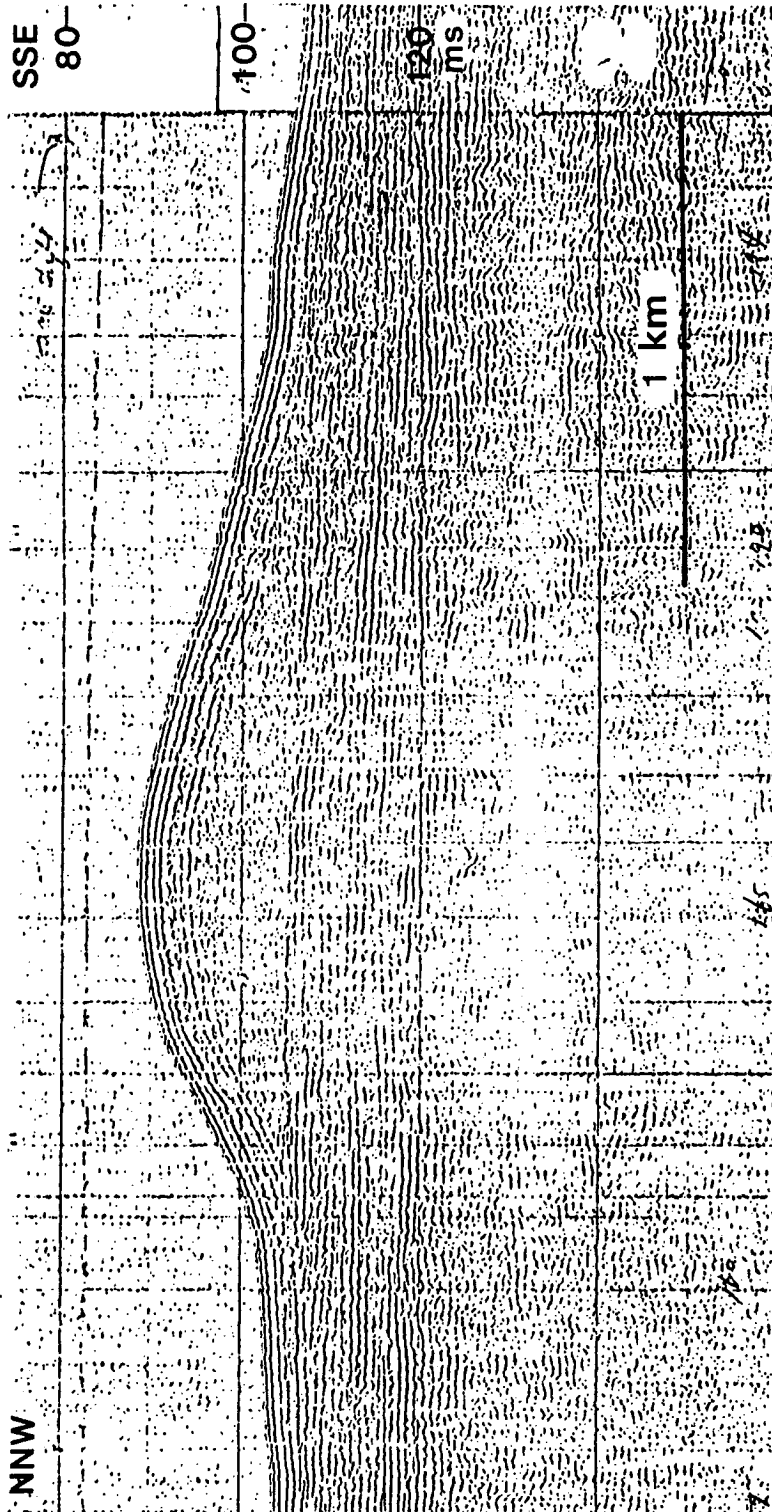


Fig.41. Exposed sand ridge on the eroded-flattened seafloor. The sand ridge is internally hummocky or stratified in parallel off Yösu.

리가 잘 發達되어 있거나 Hummocky 하다 ( Fig. 43 ). 浸蝕을 받은 Ridge 들의 內部 平行層理는 Ridge 의 兩側面에서 確然하게 불연속되어 다른 層序單位의 層理와 區別된다 ( Fig. 45 ). 다른 層序單位의 Ridge 들이 서로 겹쳐 있는 경우 ( Superimposed )에는 全體的으로 보아 사층리 ( Cross - Bedding )가 서로 交互된 것처럼 보여 마치 Herring-Bone Structure 같 이 보이기도 한다 ( Fig. 42 ). 層序單位 D나 E, F 등 下部의 고기 堆積層 들도 많은 Ridge 形態를 보여준다 ( Fig. 35, 45 )

麗水海域의 一部地域에서의 3.5 kHz 音波探査의 結果 ( KORDI, 1987 ) 에 의하면 이 地域에서도 Sediment wave 가 발견되는 데 이 研究에 使用된 Uniboom 記錄에서는 볼 수가 없다.

古期河床들은 調査地域의 어느 곳에서든 발견되나 特히 嶺山도와 南海島 사이 釜山도 南東海底에서 많이 발견된다 ( Fig. 36 ). 南東海域의 Sand Ridge 들 사이의 古期河床은 埋沒되지 않고 그대로 保存된 경우 ( Fig. 39 ) 도 있지만 大部分의 古期河川들은 層序單位 A에 의해 埋沒되어 있다. 이들의 形態는 V字型이 大部分이지만 U字型의 河床도 많이 發見되고 이들 內部는 周邊의 퇴적층의 音波特性和 比較하여 보다 透明하고 경우에 따라서는 Masking 된 경우도 있다. 이 古期河川들은 層序單位 B, C, D, E 까지 또는 이중 일부를 確然하게 침식하였고, 경우에 따라서는 下部 堆積層의 古期河川이 上部 層序로 移動한 形態를 보이기도 한다 ( Fig. 45 ). 이 河川들의 크기는 多樣하여 수십 m에서 수백 m 너비에 수 m에서 수십 m 깊이를 갖는다. 몇군데에서는 여러 개의 古期河川들이 密集하여 나타나고 있기도 한다.

麗水 앞바다에서는 Uniboom System에 의한 音波探査結果는 海底面에 發達한 小規模의 Bedform 들의 觀察에는 不適合하나, 투과깊이 ( 60 m 이상 )가 깊어서 오랜 地質時代의 堆積歷史를 추적할 수 있는 長點이 있다. 麗水 앞 沿岸地域에서는 堆積層序의 發達이 플라이토세기간 또는 그 이전 地

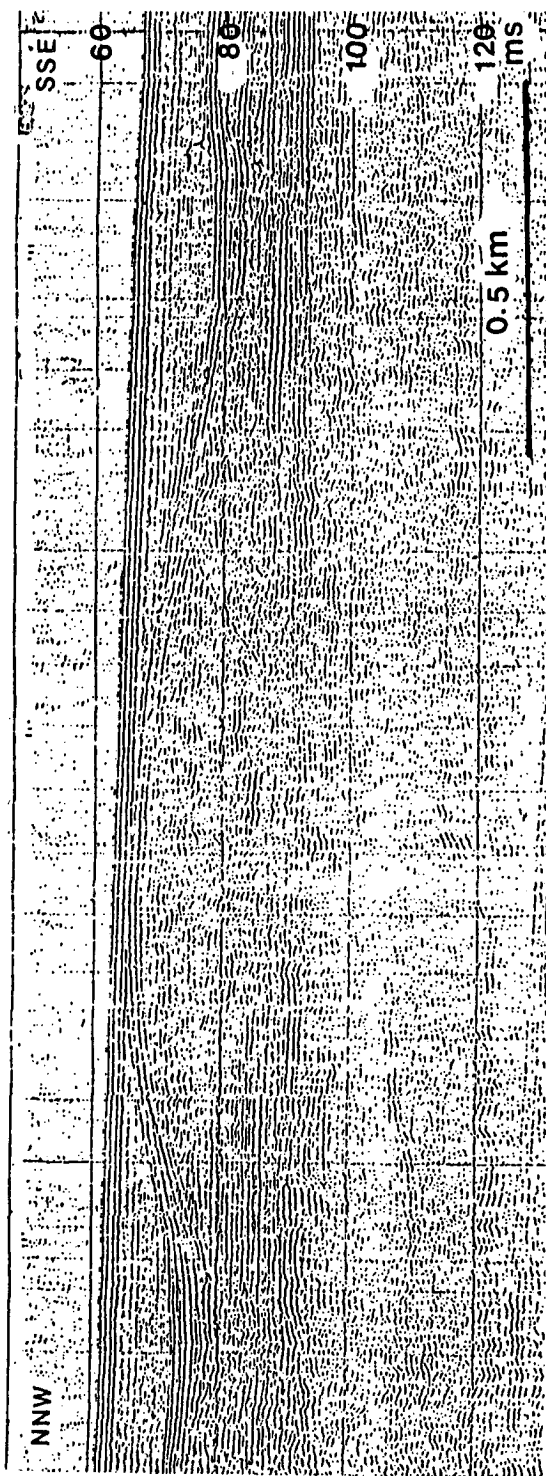


Fig. 43. A well-preserved ridge in sedimentary sequence A off Yösu.

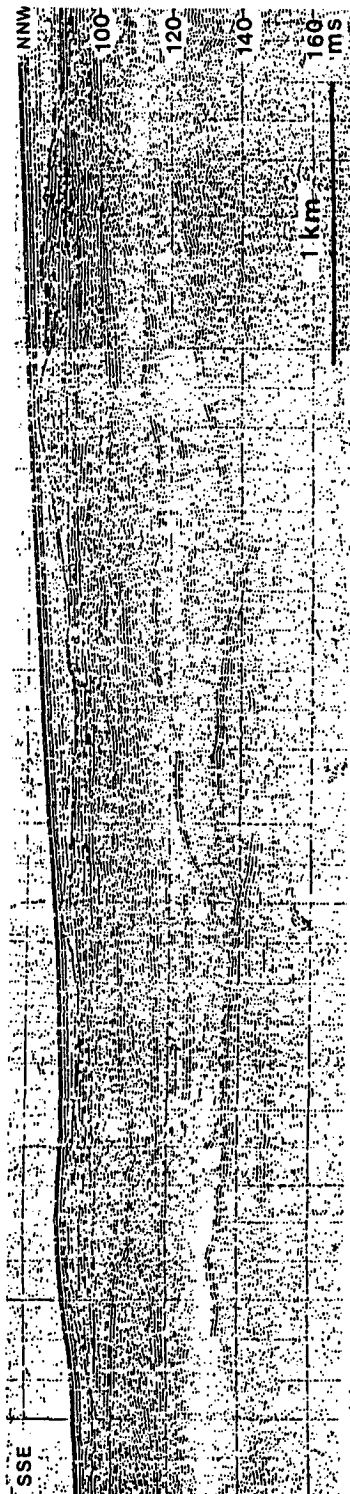


Fig. 44. Sequence A thinly covering the subbottom bedforms of ridge and erosional forms off Yösu.

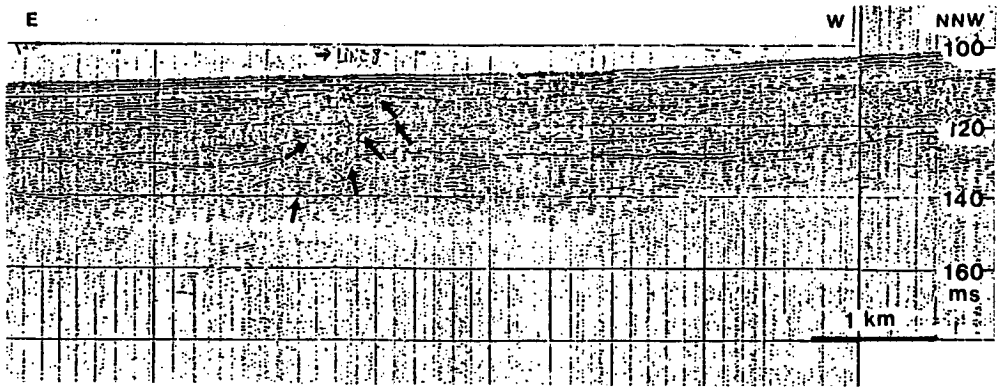


Fig.45. Upwardly migrated paleo-channel system (Arrows are paleochannels) off Yösu.

質時代를 통하여 頻繁한 海水面의 上昇과 하강에 의해 수 많은 Ridge 들이 形成되었을 것이다. 陸地 근처의 埋沒되어 있는 Ridge 들은 現生 니질 퇴적물의 Barrier 로 作用하여 蟾津江을 통해 流出되는 堆積物(蟾津層, KIER, 1983)을 現在의 陸地 근처에 堆積되게 하였을 것이다 (Fig. 8). 海底面에 노출되어 있는 Sand Ridge 들 역시 埋沒되어 있는 Sand Ridge 들과 마찬가지로 그 形成時代를 알 수 있으나 이들 Ridge 들 側面에서 發見되는 古河川과 側面의 一部가 現生 堆積層에 의해 埋沒되어 있는 것으로 보아 플라이토세의 간빙기중에 形成된 것으로 보인다.

#### 5.4. 高興 濟州道間 및 濟州道 南東大陸棚 ( 3.5 KHz 彈性波 記錄 )

이 海域에서의 탄성과 資料 ( Fig. 15 )는 3.5 kHz 의 주파수대의 記錄이지만 記錄範圍를 125 ms 로 記錄하였기 때문에 堆積層序의 分類에는 適當치 않아 이 地域에서는 단지 層序單位 A 와 B 만이 區分된다.

層序單位 A 의 特徵은 다른 地域에서와 마찬가지로 透明하며 ( Transparent ) 불연속적인 平行音波層理가 보이고 중위 반사층 ( Mid-reflector ) 라 할 수 있는 반사층이 몇 개 보인다 ( Fig. 46 ). 이 層序單位 A 는 外海쪽

으로 갈수록 얇아지며 北緯 34°N 부근에서는 不規則한 海底面을 이루는 下部 堆積層序가 노출된다. 沿岸 島嶼사이 地域에서 이 層序單位의 두께는 25 m 이상에 達하고 이보다 두꺼운 地域에서는 內部가 Masking 되어 混濁하여 內部構造는 단지 Acoustic window만을 통해 觀察할 수 있다 ( Fig. 46 ). 이러한 Masking 現象은 그림에서 보여주는 바에 의하면, 下部堆積層에서 發生한 原因에 의한 것이라기보다는 層序單位A 內部自體에서 有機物 등의 分解에 의해 Gas 때문인 것임을 알 수 있다.

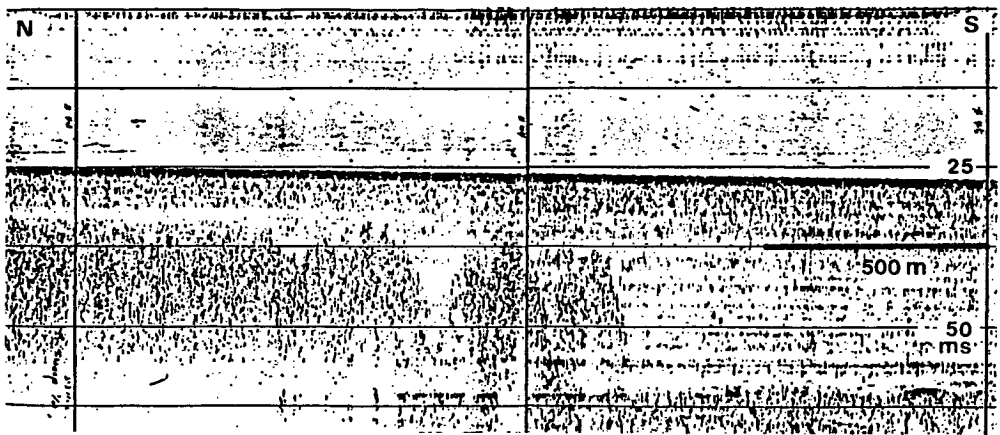


Fig.46. Acoustic window in a turbid sedimentary sequence A near Kohūng.

層序單位 B는 Sequence A와는 不規則한 反사층 ( Unconformity )에 의하여 區分이 되며 水深이 60 m 정도가 되는 地域 ( 北緯 34°N 이남 )에서 노출된다. 이 層序單位는 音波特性이 大部分 混濁하여 그 內部의 構造를 거의 判독할 수 없다 ( Fig. 46 ).

이 地域에서 제주도까지의 大陸棚 海域에서는 音波特性에 따라 層序單位를 區分하기에는 어렵고, 海底面은 Sand Ridge 들의 分布와 그 形態에 따라 不規則하다. 이 地域에서도 간혹 埋沒된 Ridge 형의 地形이 보이고 水

深 60 m에서 80 m의 地域에서는 10 m未滿의 높이, 2 km 정도의 Ridge 들이 많이 발견되고 이들 内部의 音波의 特性은 거의 알 수 없다(Fig.47) 간혹 이들 表面에는 Sand wave 와 같은 音波記錄의 振動을 보여주기도 하나 확실치 않다. 水深 80 m에서 110 m사이의 地域에서는 대체적으로 평탄하고 Ridge 등의 큰 規模의 地形要素가 보이지는 않으나 不規則하고 작은 Ridge 와 비슷한 여러 모양을 보여 준다.

水深 110 m 附近(北緯 33°40'N)에서는 海底面의 傾斜가 急變하여 2 km 내지 3 km의 거리에서 水深이 110 m에서 130 m까지 變한다(Fig. 48). 水深圖에 의하면 이 地點부터 濟州島의 우도까지는 水深이 最大 136 m까지의 깊이를 갖는 濟州海峽의 골로 보인다. 이 골의 兩側面과 바닥에는 Ridge 들이 特徵적으로 發達되어 있다(Fig. 48). 特히 兩側面의 Ridge 들은 確然한 침식면위에 1내지 2個의 堆積層序로 이루어져 있다. 바닥에 發達하여 있는 2個의 Ridge 들은 그 規模가 各各 18 m, 17 m의 높이, 5 km, 8 km 정도의 길이를 갖고 東쪽으로 갈수록 그 規模가 작아진다. 이들의 内部에는 音波特性中 자갈이나 단단한 物質의 特性을 보여 주는 Large Hyperbolae 들이 나타난다(Fig. 48)

제주도 성산포 앞에는 水深 15 m下까지 돌출한 높이 約 75 m, 길이 4.5 km의 Seamount 라 할 수 있는 海底山이 發達되어 있다(Fig. 49). 이 海底山 周邊에는 Sequence A라 할 수 있는 透明(Transparent) 하거나 不透明(Opaque)한 堆積層이 이 海底山과 連結되는 기저면상에 Moat 를 이루고 있다. 이 海底山の 보다 남쪽에서는 65 m, 90 m, 95 m 水深에서 階段을 이루며 이들 사이의 海底面에서 透明한 Sequence A의 堆積層이 被複되어 있다.

조사측선(남동방향)을 따라서 제주도 南東大陸棚은 대체로 평탄하고 音波特性이 混濁하여 下部構造를 把握할 수 없지만, 水深 110 m지점까지는 最大 3 m정도의 Sequence A의 堆積物이 海底面을 被複하

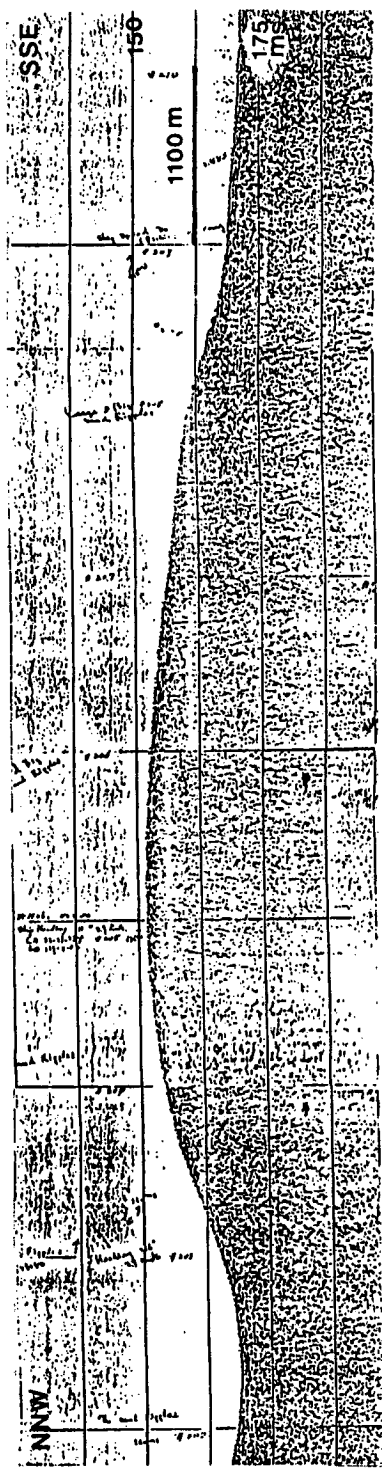


Fig.47. Sediment ridge showing no internal structure on the mid-continental shelf between Kohung and Cheju Island.

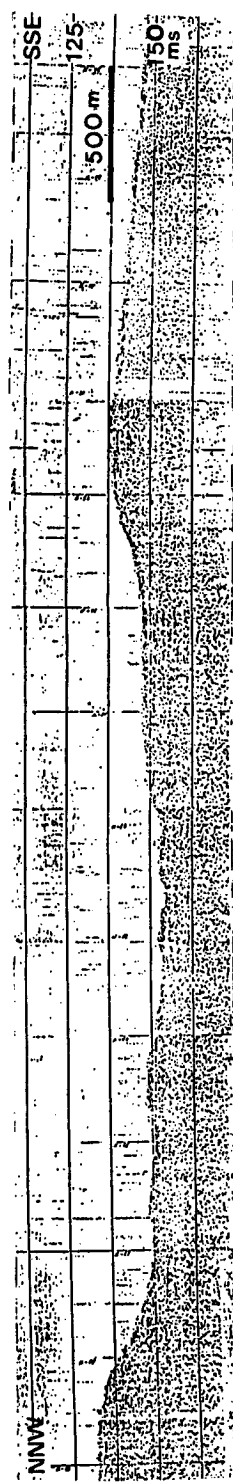


Fig.48. Cheju Strait near the Cheju Island. A large sand ridge changes the water depth near the Cheju Island.



고 있고 水深 130 m에서 150 m 지점사이에서는 어느 Sequence 들의 堆積物인지는 알 수 없지만 埋沒된 Ridge 도 발견된다.

제주도 南東大陸棚(水深 200 m까지)의 큰 特徵은 水深 150 m 지점에 서부터 大陸棚端까지 發達된 Sand wave 로, Sand wave 가 發達한 地域의 下部構造는 거의 볼 수가 없다. 水深 150 m 근방에서의 Sand wave 들은 形態가 不分明하고 작지만(파고, 2~3 m; 파장, 150 m 정도), 水深 170 m 지점에서는 이들의 형태가 잘 發達되어 있는반면 그 波長이 매우 다양하여 100 m에서 500 m까지 분포하다. 水深 170 m에서 200 m 깊이까지의 大陸棚의 Sand wave 들은 Symmetrical 하지는 않지만 그 파고와 파장이 일정(파고, 3~4 m; 파장, 150~180 m)하다(Fig. 50 a). 水深이 200 m 이상인 곳에서는 다시 그 形態가 매우 不規則하다(Fig. 50 b).

제주도 南東大陸棚의 Sand wave 의 方向性(Lee Side가 向한 方向)은 Side Scan 資料(KORDI, 1986)와 比較해 볼 때 大部分이 NE로 일정하다. 이 地域에서는 Core 堆積物(採取深度, 海底面으로부터 20 cm 깊이) 分析에 의하면, 이곳의 堆積物은 珩각을 包含한 細粒質 모래(2~3 Phi)가 95%이고, 전단응력은 11 kPa 정도이다(KORDI, 1986). 이 地域에서는 1986年 9月 11日부터 9月 14日까지의 期間동안(測定時間, 約 80 時間), Aanderaa Current Meter 를 使用하여 海底面으로부터 5 m, 34 m, 51 m의 水深에서 觀測한 海流資料(Lee, 1987)에 의하면, 이곳에서의 洋류는 海底面으로부터 5 m에서 34 m사이의 水深에서 方向이 轉向된다. 즉, 底層流의 方向은 南西, 中層流와 表層流는 北東의 方向을 보이며, 유속은 각 관측수심에서 2 cm/sec(海底面上 5 m), 5 cm/sec(海底面上 34 m), 10 cm/sec(海底面上 51 m) 以下였다.

위와같은 海流測定資料와 堆積物의 特性을 생각하면 이곳에 發達하여 나타나는 Sand wave 는 現在의 海洋環境에서 形成된 것이 아니고, 海水面이 훨씬 낮았을 때(플라이토세말 또는 홀로세초)에 이루어진 것으로 보인다.

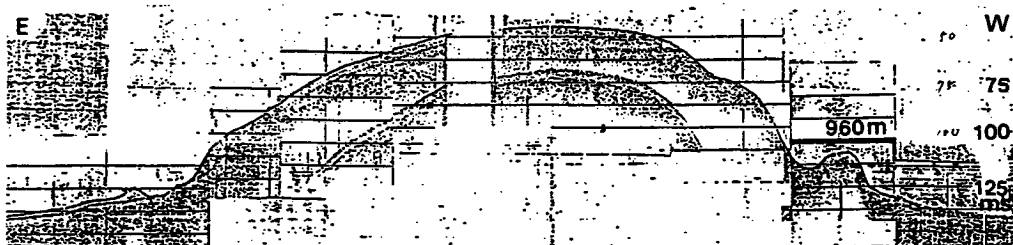


Fig.49. Acoustically transparent moats on the base of a seamount near Sōngsanpo.

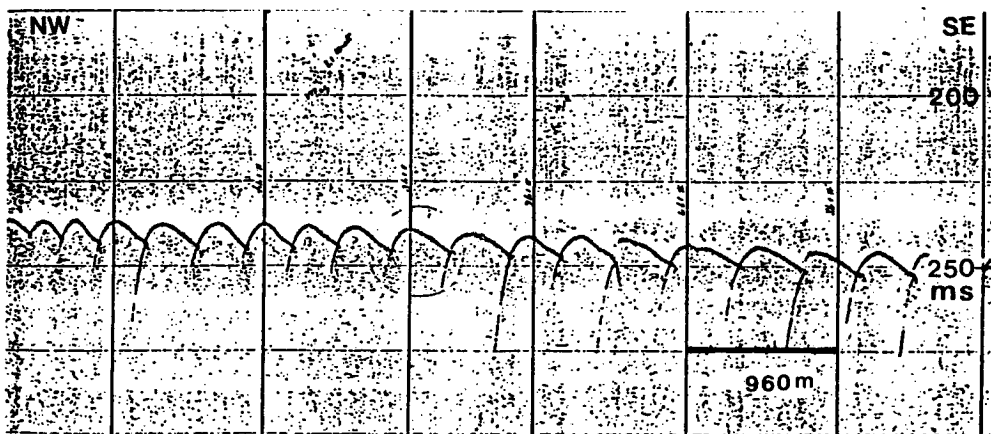


Fig.50a. Regularly-formed sand waves occurring less than 200m water depth at the continental shelf edge of South-east Sea.

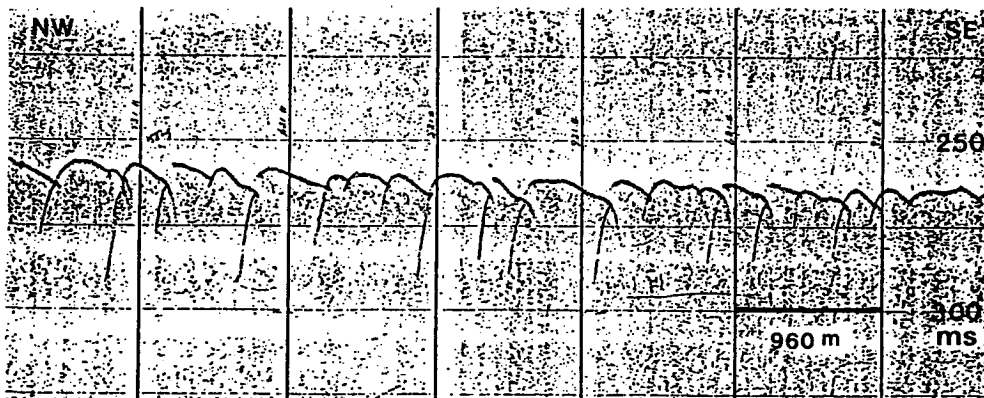


Fig.50b. Irregular sand waves in more than 200m water depth near the continental shelf edge of Southeast Sea.

## 5.5. 釜山 및 蔚山 앞 大陸棚 (Uniboom 記錄)

이 海域에서 取得한 Uniboom 音波探查 記錄 ( Fig. 15 )에 의한 海底地形은 釜山 앞바다의 약 50 km 地點까지는 극히 완만하지만 北東쪽 (蔚山쪽)으로 갈수록 기복이 심하다 ( Fig. 51 ). 釜山 앞 내대륙붕에서 海底面이 완만한 것은 낙동강으로 부터 流入되는 堆積物이 기반암을 편평하게 피복하고 있기 때문이고, 울산 앞 대륙붕은 沿岸을 除外한 地域에서 第三期層이 단층에 의해 階段式 地形을 形成하고 있기 때문이다. 蔚山 앞 東쪽에는 大韓海峽이 發達하여 있고, 蔚山 北東地域 約 80 km 地點에서는 대륙붕이 심한 傾斜로 崕릉분지와 連結된다.

釜山 앞 니트로 피복된 沿近海域에서의 Uniboom 음파탐사 記錄의 透過深度는 50 m 以上이지만 모래질의 外大陸棚에서는 20-30 m이다. 沿近海域에서는 음파特性和 不整合을 이루는 浸蝕面에 의해 3個以上の 層序單位로 分類할 수 있으나 ( Fig. 52 ), 外大陸棚에서는 不可能하다. 일부 地域에서는 層序單位 A를 包含하여 박층의 여러 層序單位가 나타나기도 한다. 特徵적으로 蔚山 앞 大陸棚에서는 層序單位 A가 바로 음파 基底面과 接하여 나타나고 層序單位 B는 극히 박층이거나 觀察되지 않는다 ( Fig. 53 ). 地域에 따라 層序單位 B가 層序單位 A보다 外海쪽까지 分布하는 境遇가 있지만, 釜山港 南쪽에서는 水深이 90 m 以上, 蔚山 앞 大陸棚 水深 110 m 以上되는 地域에서는 層序의 分類가 극히 어렵다. 이 地域에서 Park 과 Yoo (1988)는 堆積層을 A와 下部의 모든 層序를 合하여 B, 2個의 層序單位로 分類하여, 層序單位 A는 現生, B는 플라이토세층으로 說明하였다.

層序單位 A의 두께는 釜山南쪽 (가덕도 南쪽)에서 두꺼워서 30 m 以上이며, 가덕도와 거제도 사이, 그리고 蔚山 앞 近海에서 35 m 以上으로 두꺼운 地域에서는 記錄이 음파적으로 混濁하여 下部層序單位 뿐만 아니라 層序單位 A도 區分이 不可能하다 ( Fig. 53 ). 層序單位 A는 大略적인 海岸線

을 따라 分布하여 外海쪽으로 갈수록 얕아져, 釜山 앞 大陸棚에서는 水深 70 m까지, 蔚山北東 앞 大陸棚에서는 水深 130 m까지 音波基底面에 바로 接하여 分布한다 ( Fig. 8 ). 層序單位 A와 그외 下部堆積層의 分布樣相에 의해 A層 ( 現生 堆積層 )은 홀로세중 Prodelta 環境下에서, 下部堆積層은 Delta 또는 淺海 環境에서 堆積된 것으로 생각된다 ( Park and Yoo,1988 ).

層序單位 A는 그 分布地에서는 沿岸 근처의 海底露出 기반암을 除外하고는 層序單位 B에 의해 이루어진 모든 Bedform들을 피복하고 있다. 매물된

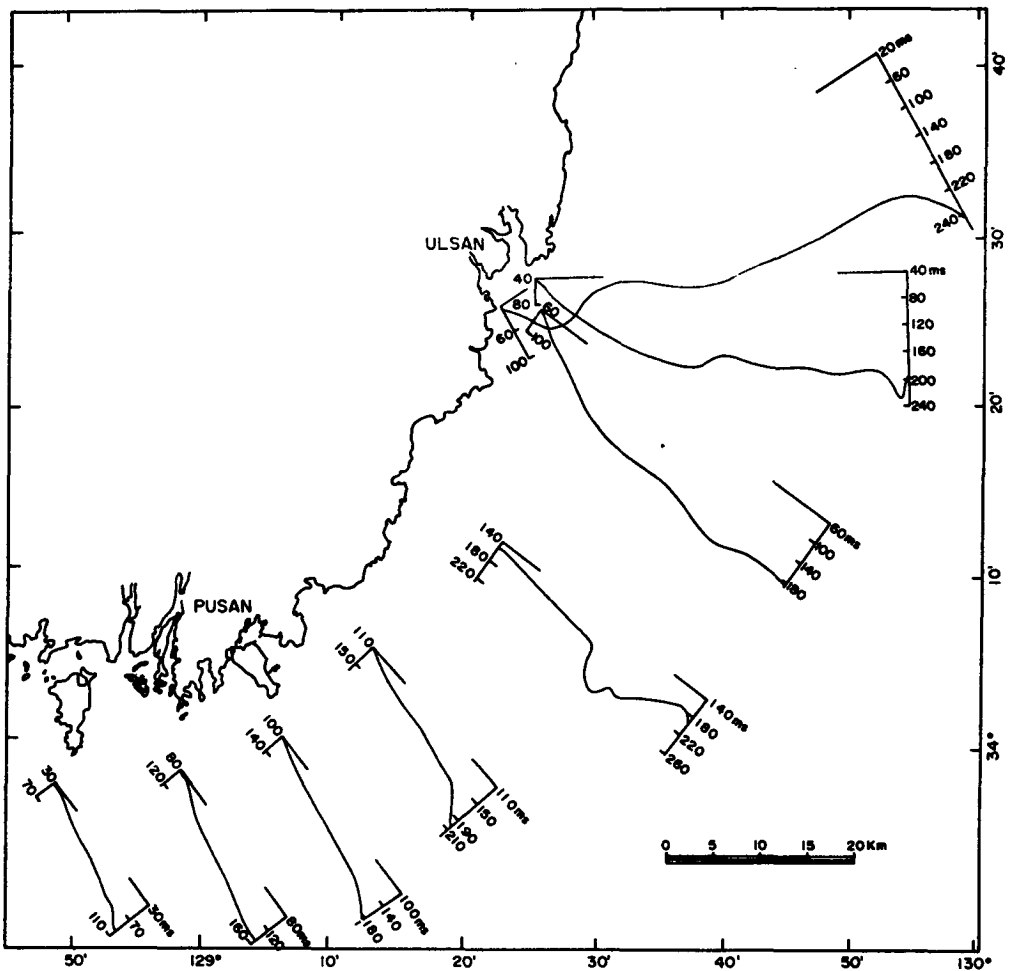


Fig.51. Seafloor morphology of the inner continental shelf off Pusan and Ulsan.

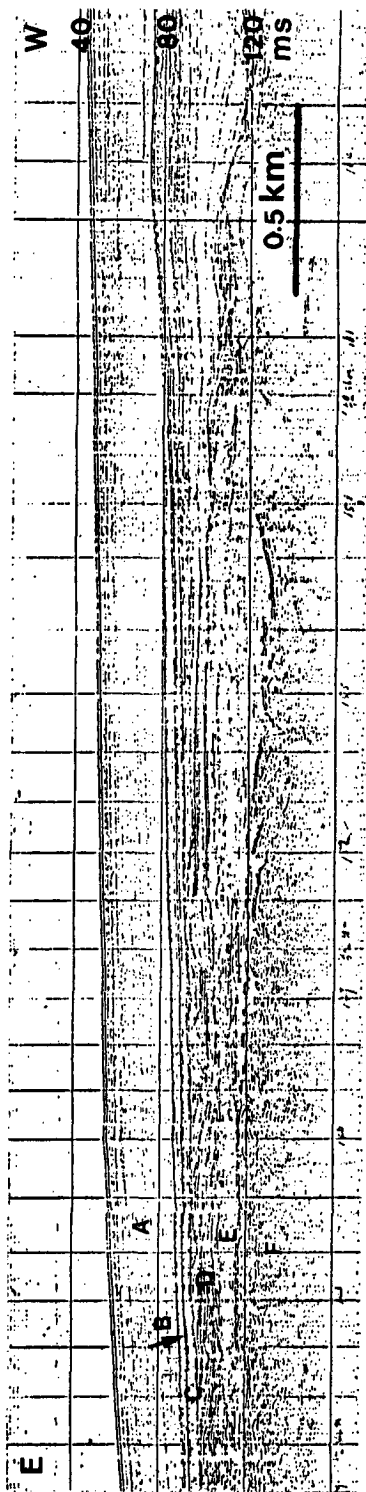


Fig.52. Sedimentary sequences on uniboom seismic profile in the nearshore off Pusan and Ulsan.

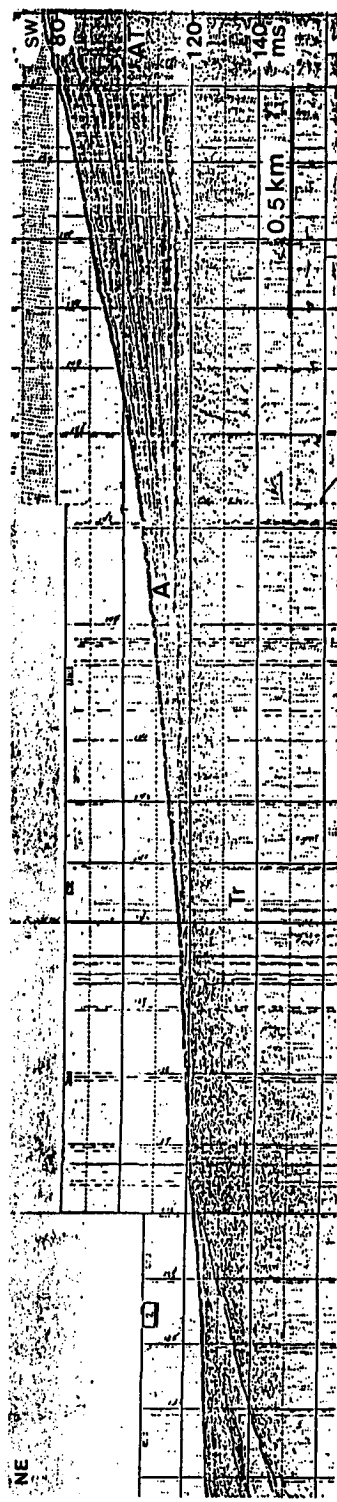


Fig.53. Seismic profile showing sequence A thinning out on a pre-Holocene sedimentary sequence toward the outer continental shelf off Pusan and Ulsan.

Bedform 中에는 Sand Ridge , Sand Wave ( Fig. 53 ) 등이 發見되나 다른 海域에서보다 많지 않아 드문 편이다. 蔚山 北東海域의 142 m 水深이 되는 海域에서는 ( 水深과 堆積層의 두께를 합하여 153 m 깊이 ) 過去 地質時代의 海水面의 變化에 의한 강한 浸蝕에 의한 層理의 斷切과 Ridge 型의 地形이 보인다.

層序單位 A에 의한 Bedform으로는 釜山 南쪽 大陸棚 68 - 80 m 사이의 水深에서 Sand Ridge ( 높이, 11 m ; 길이, 2.3 km )가 發見된다 ( Fig. 55 ). 이 Ridge의 Lee Side는 外海를 향하고 있으며 表面은 Sand Wave가 發達하여 있다. Sand Wave는 이 地域外에 蔚山港 南쪽 水深 40 m에서 45 m 海域에서 높이 1 m미만, 길이 100 m 정도의 크기로 Sequence A 내의 音波層理가 浸蝕된 面に 發達하여 나타난다.

層序單位 A가 나타나지 않는 곳에서는 特徵적으로 Sand Wave ( Fig. 56 )가 나타나거나, Sand Wave와 같은 형태의 Bedform들이 나타난다. 水深이 100 m 以上되는 거의 전 海底面에서는 그 형태가 복잡하고 내부의 音波層理가 海底面에서 斷切된 높이 2 m - 3 m, 길이 300 m - 450 m 정도의 Sand Wave가 일정한 方向性없이 發達하여 있다. 特히 蔚山 東쪽과 東北쪽 50 km 地點의 大陸棚端에서는 堆積層의 內部層理 一部가 斷切되어 있고 강한 반사면위에서 階段式의 小規模 단층과 같은 構造를 보여 준다 ( Fig. 57 ). 이들은 大陸斜面에서 흔히 볼 수 있는 Sediment Slumping 또는 Sliding Process의 一部이다.

태종대 앞에서 蔚山 앞까지 海岸線으로부터 約 20 km 地點부터의 外大陸部에는 얇은 堆積層으로 피복된 古期堆積層이 最大 傾斜 30 도로 경사져 나타난다. 이들 堆積層들은 外海쪽으로 점차 경사져 있으며 이러한 경사진 정도는 海岸線으로부터 約 50 km 떨어진 海域에서부터는 완만하여 진다. 傾斜度가 심한 海域에서는 이 傾斜堆積層들 대부분이 堆積物이 피복되지 않은 狀態로 海底面에 露出되어 나타난다 ( Fig. 53 ). 蔚山 앞 東쪽으로 100 km 地

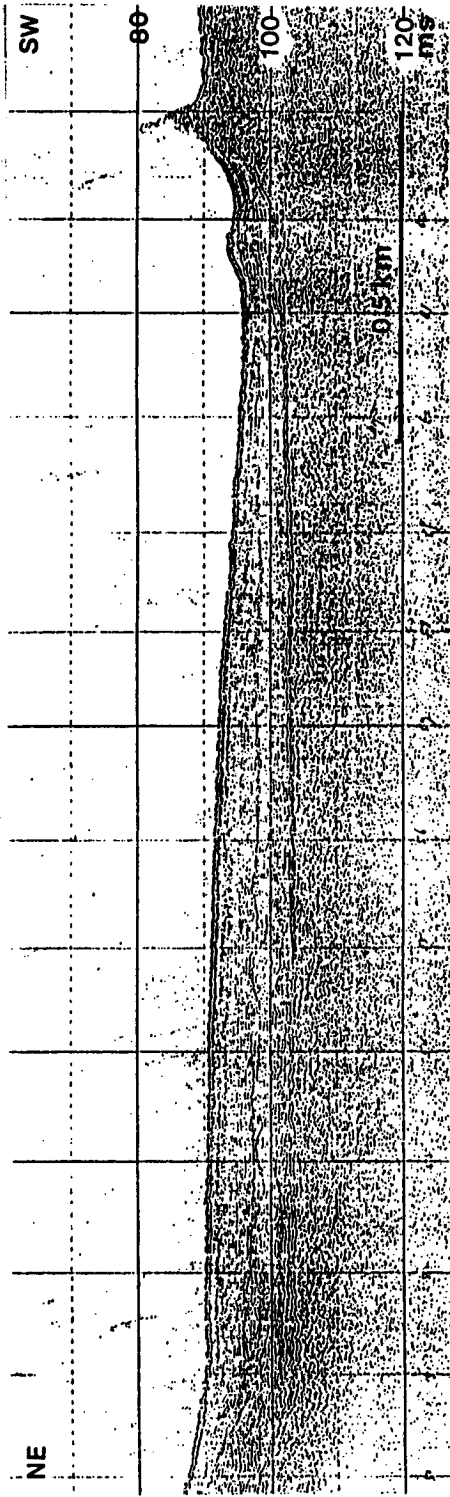


Fig.54. Buried sedimentary morphologies of sand waves off Pusan and Ulsan.

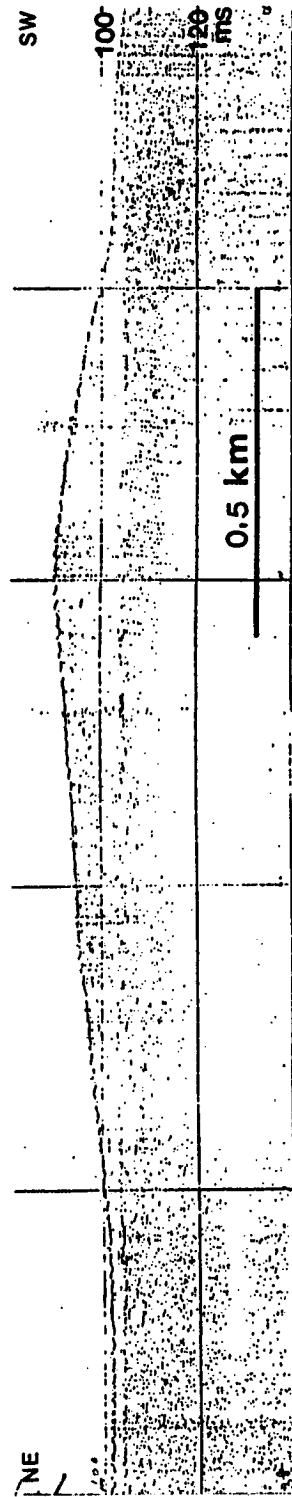


Fig.55. A sand ridge found in the continental shelf off Pusan. The ridge surface is modified by sand waves.

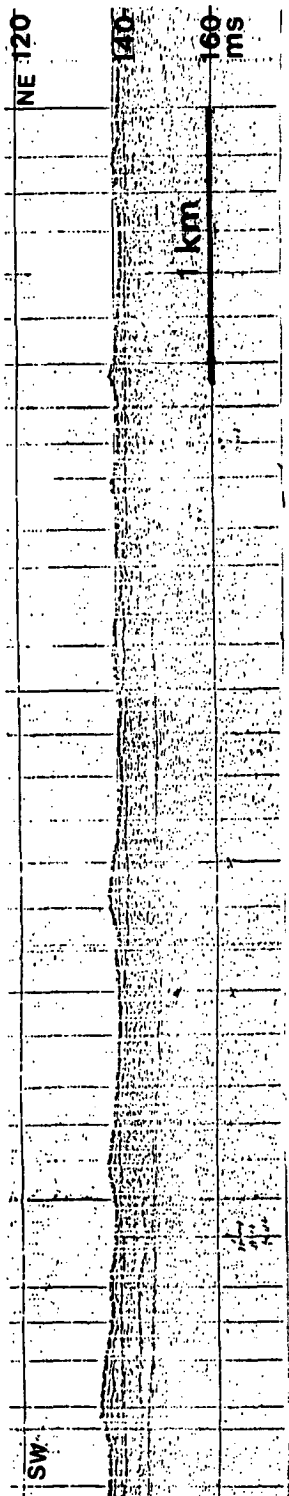


Fig.56. Sand wave-like bedforms formed probably by erosional processes off Pusan.

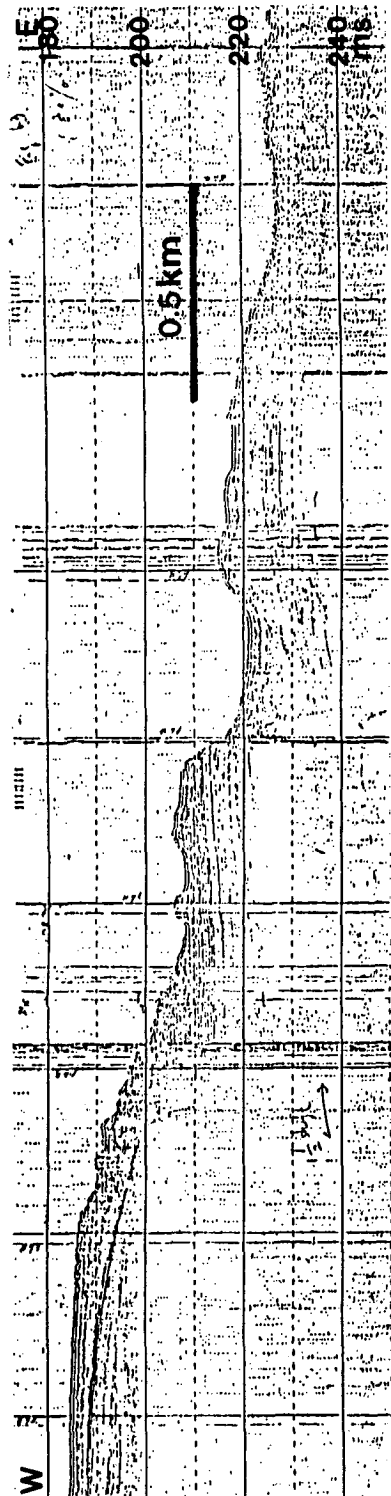


Fig.57. Sediment-mass slumping at the continental shelf edge off Ulsan.



點의 들고래 - 1에서의 試推井의 結果와 이러한 堆積層의 傾斜에 의해 追跡해 볼 때, 이 堆積層들의 年代는 적어도 第三期 以上の 地質年代에 續하는 것으로 推定할 수 있다 (KIER, 1984). 이 堆積層들은 地域에 따라 급한 傾斜로 인한 斷層에 의해 階段 (Terrace) 을 이루기도 한다 (Fig. 58). 이 階段들은 釜山의 南東쪽 25 km 地點에서 北東쪽으로 60 km 以上の 距離에 發達해 있는 大韓海峽까지 發達하여 있다. 釜山 앞 25 km 地點에서는 水深 134 m, 中間 地點에서는 2 個의 階段이 123 m 와 138 m, 大韓海峽에서는 164 m 와 178 m에서 이들이 나타난다. 特히 大韓海峽에서의 이 階段은 급한 傾斜面에서 一部 堆積物이 Sliding 되어 이루어 진 것으로 보인다 (Fig. 59).

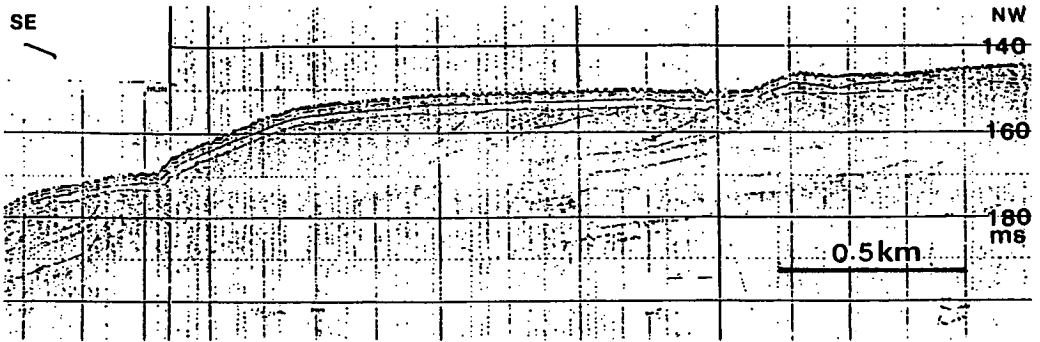


Fig.58. Marine terrace formed by fault or probably by sedimentation during low sea-level stand off Pusan. Pobably the Tertiary sedimentary layers dip toward the outer shelf.

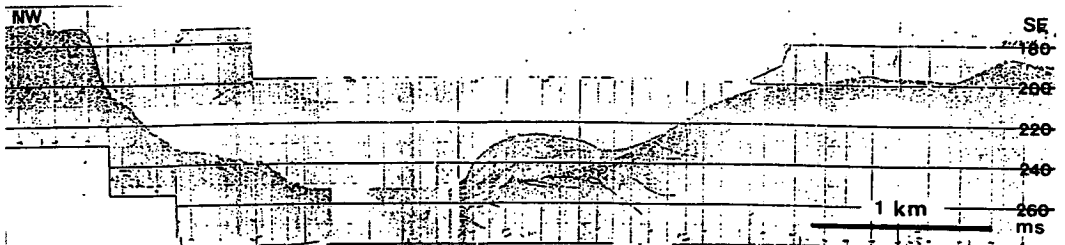


Fig.59. Korea Straite north of Tsushima Island. A moat formed on the base of the east wall. Hyperbolae acoustically generated from gravels on the floor of Strait.

이 階段式 斷層을 海水面의 上昇도중 停止했던 期間에 堆積物이 쌓인 Marine Terrace 로 解釋한 報告도 있다 ( Park, 1987; Park and Yoo, 1988 ).

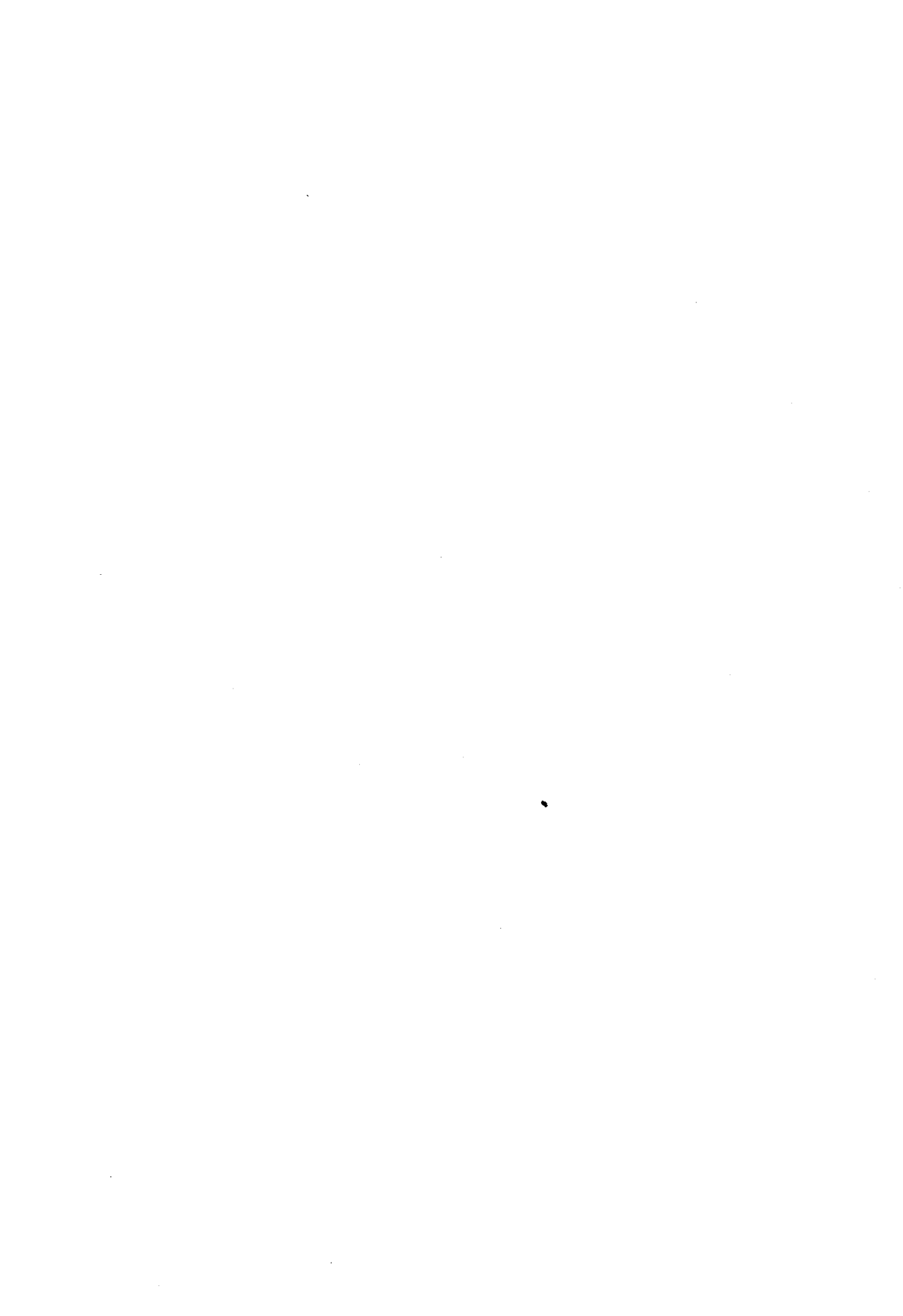
大韓海峽의 中心을 이루는 골의 너비는 約 6 km에 達하며 最大水深은 194 m이며 주변의 傾斜變曲點에서는 138 m ( 韓國쪽 ), 165 m ( 日本쪽 ) 이다 ( Fig. 59 ). 海峽의 바닥은 不規則하고 日本쪽 벽 가까이에는 높이 24 m에 達하는 Sediment Mound가 不規則한 音波基底面上에 發達하여 있다. 이 Mound의 內部는 주변의 音波特性和 比較하여 볼 때 透明하지만 內部層理가 잘 나타나 보인다. 또한 海峽의 韓國쪽 바닥은 下部가 작은 Hyperbolae O<sub>1</sub> K들이 나타나고 있어서 이 地域은 자갈들이 쌓여 있음을 시사한다. 海峽을 이루고 있는 兩測面의 地層을 살펴보면, 古期의 地層들이 外海쪽으로 傾斜져 있고 이들 地層이 韓國側에서는 斷層, 日本쪽에서는 浸蝕되어 있음을 보여 준다.

海峽의 오른쪽 ( 北쪽 方向으로 보았을 때 )의 Sediment Mound는 쌓여 있는 모양이 강한 海流에 의해 Channel 또는 海流의 흐름을 妨害하는 地形物이 있을 때 形成되는 Moat의 一種으로 보인다. Moat의 形成은 항류 뿐만 아니라 潮流에 의해서도 이루어지는 것이 韓國 南海의 灣 가막양에서도 報告된 적이 있다 ( Kang and Chough, 1983 ). 이 地域에서는 대마난류가 대마도를 사이에 두고 東西 두 水路를 通해 分枝되어 北東進하면서 대마도의 北東쪽 후미에서 東水路支流에 의한 堆積物 投賣, 西水路 支流에 의한 浸蝕으로 因한 差別堆積作用의 結果로 위와 같은 Moat를 이루었을 것으로 보인다.

## 第 6 章

結

論



## 第 6 章 結 論

韓半島 周邊 大陸棚의 기반암은 선캠브리아기의 변성암, 堆積岩 그리고 化崗岩으로 이루어진 中韓地塊 ( Sino-Korean Craton )로, 이 지괴가 신생대초까지 유라시아판, 인도판, 태평양판의 相對的인 移動運動에 의해 北西方向으로 移動하면서 수 차례의 열개, 添加 그리고 침강을 받아 왔다. 이로 인해 지괴는 不規則한地形과 北東 - 南西의 方向性을 갖는 ( 즉, 태평양쪽으로 地質年代가 젊어지는 ) 산동 - 요동, 영남 - 북건, 타이완 - 신지, 그리고 류우큐우 등의 습곡대들이 서로 平行하게 發達하여 이들 습곡들 사이의 不規則한地形 ( 주로 斷層에 의한 地溝 - 地壘 構造 )에는 두꺼운 堆積盆地들을 이루는 堤防役割을 하여 왔다. 타이완 - 신지 습곡대 이북의 황해와 동지나해에 發達한 堆積盆地들의 堆積層은 古期河川들에 의한 沖積 및 河成의 마이오세이전의 陸成堆積層과 플라이오세말 해침으로 積적된 海成堆積層의 두 層序單位로 나뉜다.

東海大陸棚에서는 후포 뱅크가 堤防役割을 하기 시작한 마이오세 後期 이래 두 개의 小規模 堆積盆地가 發達하였다. 이와는 달리 東海 울릉분지는 올리고세末 太平洋海底地殼板의 함몰로 인한 일본열도의 南西方向으로의 移動으로 백악기 基盤岩이 열개하여 形成된 大陸周邊 盆地로 두꺼운 마이오세의 硅質堆積物과 플라이오세 以後의 터어비다이트층으로 堆積되어 있고, 鬱陵盆地의 南西部의 古鬱陵盆地에는 마이오세초기와 中期의 10 km가 넘는 두꺼운 터어비다이트층이 大陸斜面과 海底平原環境에서 堆積되었다.

Uniboom과 3.5 kHz 音波探查記錄에 의한 韓國周邊 大陸棚에서의 第四期 中の 堆積層序는 국부적으로는 몇 單位의 層序區分이 可能하지만 沿岸 대부분의 地域에서 現生堆積層이 30 m 以上の 층후를 보일 때에는 下部層이 音波적으로 混濁하여 그 區分이 거의 不可能하다. 現生堆積層은 그 音波特性이 透明하고 平行層理가 發達되어 있어서 確연한 音波 反射面, 浸蝕面 ( 不整合面 ), 古期河川의 存在等에 의해서 下部堆積 層序와의 區分이 確실하다. 現生堆積層은 沿岸에서는 20 m 以上

이나 外海쪽으로 갈수록 얇아져 大略的인 海岸線으로부터 30 km내지 70 km 이내의 沿岸에 分布하는 니토대를 이룬다. 이는 表層堆積物中 니토의 沿岸分布地와도 잘 일치한다. 沿岸海域에서 플라이토세의 下部堆積層 역시 浸蝕面, 古期河川等에 의해 수 개의 層序單位로 分類할 수 있고 이들 層序單位分類基準이 海水面 變動에 의해 이루어졌음을 생각하면 플라이토세중에도 現在의 沿岸가까이까지 海水面變動이 수 차례 ( 4 번의 빙기와 3 번의 간빙기 ) 있었음을 시사한다.

韓半島 南韓周邊 大陸棚의 表層堆積物은 沿岸과 島嶼周邊에는 니토, 濟州島 南東大陸棚과 황해의 북위 35°N 韓國沿岸에는 모래, 황해의 中央部와 南東部에는 니토가 分布하며 이들 사이에는 니질의 모래가 分布한다. 沿岸의 니토는 대부분이 韓半島의 河川을 통해 流入된 堆積物로 그 分布는 韓國沿岸流에 의해 決定된다. 황해 中央部와 南東部の 니토는 中國의 황하를 통해 流入되는 堆積物이 황해연안 류에 의해 運搬 堆積되고 있다. 황해 南東部の 니토 分布地에서 發見된 高화된 Sand Lump , 이 地域에서의 粘土鑛物 分析 結果, 이 分布地의 東쪽의 音波探查 記錄等を 綜合하여 보면, 이 니토 分布地는 홀로세 이전의 古期 조간대였음을 示唆한다. 大陸棚에 分布하는 一部 모래는 플라이토세의 海水面下降時 古河川에 의해 쌓였거나, 기존의 海成表層堆積物이 陸地로 드러난 증거들을 보여 주며, 韓國 南東海에서는 古海濱을 시사하는 자갈들이 分布하기도 한다. 황해 韓國沿岸의 모래는 여러 特性 ( 분급도, 코아시료에서의 特徵 ) 으로 보아 Palimpsest Sediment 이며, 이러한 特性은 潮流에 의해 Sand Wave 등을 形成하면서 세립질 堆積物이 키질 ( Winnowing ) 당한 結果에 의한다.

第四期中에는 韓半島 周邊大陸棚에는 地域에 따라 다양한 Bedform들이 形成되어 있다. 즉, 황해中南東海域에서는 Sand Wave , 濟州島 西側의 황해 南東海域에서는 浸蝕에 의한 Ridge 형의 海底地形, 麗水 앞해역과 南海 大陸棚에는 保存이 잘 된 Sand Ridge , 釜山과 蔚山의 앞해역에서는 浸蝕에 의한 Sand Wave , 濟州島 南東 大陸棚端에는 Sand Wave 가 잘 發達되어 分布하고 있다.

황해의 南東中部 地域에서의 現生堆積層은 국부적으로 露出된 Ridge 사이등 地

域的으로 낮은 地域에 分布하고 있으며, 현세이전 堆積層內에는 크고 작은 古河川들이 무수히 分布하여 海水面의 下降時에는 이들이 황해지역의 堆積作用에 큰 役割을 하였을 것이고, 海水面 上昇期에는 現在와 같이 沿岸에서 形成 發達하고 있는 Sand Ridge와 마찬가지로 수많은 Ridge들이 形成되어 地域的인 地形의 要素를 이루고 있다. 대부분의 Ridge들은 심하게 浸蝕되어 海底面에 露出되어 나타나거나 얇은 現生堆積層에 의해 피복되어 있기도 한다. 또한 이곳의 特稱中의 하나는 露出된 Ridge 側面과 Crest, 其他 海底面에 Sand Wave가 發達하여 있는데, 沿岸地域으로 갈수록 그 높이가 增加하고 方向性이 移向性이어서 潮流에 의해 形成되고 있음을 시사하고 있다.

濟州島 西側의 Muddy Sand 地域에서의 3.5 kHz 記錄에 의하면 Ridge들이 다수 있지만 浸蝕에 의한 不規則한 Ridge 모양의 地形이 많이 發見된다. 이들 일부는 現生堆積層에 의해 皮복되어 있기도 하나 대부분이 海底面에 露出 浸蝕되어 나타나고 있다. 濟州島 北西地域에서는 흑산 조간대층이라 名名된 地域의 音波 特性과 유사하여 海底面이 심하게 浸蝕되어 있다.

南海의 麗水沿岸海域에서는 特徵的으로 잘 保存된 Sand Ridge들이 일부는 現生堆積物에 의해 皮복되어 있지만 海底面에 잘 保存되어 있어서 이들이 이 地域의 복잡한 水深分布를 決定한다.

濟州島 南東 大陸棚과 大陸棚端까지 分布하는 Sand Wave는 그 方向性, 입도의 크기, 現在의 海流 資料(이곳의 底層海流는 南西向, 미약한 속도)에 의해 판단하여 보면, 現在의 海流(쿠로시오)에 의해 形成된다기 보다는 海水面 上昇 初期 즉, 플라이토세말 또는 홀로세초에 形成되었다는 것을 시사한다.

韓國 南東海域(釜山, 蔚山 앞 大陸棚)에서는 沿岸地域을 除外하고서는 플라이토세와 홀로세 중의 堆積作用이 미약한 것으로 보인다. 이 地域에서는 홀로세 및 플라이토세 堆積物이 단지 沿岸에서만 發見되며 外海쪽에서는 第3期 堆積地層이 急傾斜를 이루며 海底面에 露出되기도 한다. 水深이 100 m 이상 깊은 곳에서는 浸蝕에 의한 不規則한 形態의 Sand Wave들이 海岸線을 따라 平行하게 分布한다.





## 參 考 文 獻



## 參 考 文 獻

- Acosta, J. 1984. Occurrence of acoustic masking in sediments in two areas of the continental shelf of Spain: Ria De Muros (NW) and Gulf of Cadiz (SW). *Mar. Geol.*, v.58, p.427-434.
- Amos, C.L. and King, E.L., 1984. Bedforms of the Canadian Eastern Seaboard: a comparison with global occurrences. *Mar. Geol.*, v.57, p.167-208.
- Aoki, S., Oinuma, K. and Sudo, T., 1974. The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Japan Sea; *Deep Sea Res.*, v.21, p.299-310.
- Bahk, K.S., 1982, Provenance of turbidites in the Ulleung back-arc basin, East Sea. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 79p.
- Barg, E.J., 1986, Cenozoic geohistory of the southwestern margin of the Ulleung Basin, East Sea. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 174p.
- Beardsley, R.C., Limeburner, R., Yu, H. and Canon, G.A., 1985. Discharge of the Changjiang (Yangtze River) into the Yellow Sea. In: J.D. Milliman and Q. Jin, eds., *Sediment dynamics of the Changjiang Estuary and the Adjacent East China Sea*, *Cont'l Shelf Res.*, v.4(1/2), p.57-76.
- Bloom, A.L. and Park, Y.A., 1985. Holocene sea-level history and tectonic movements, Republic of Korea. *The Quaternary Res.*, v.24(2), p.77-84.
- Chang, J.H., Lee, C.W., Park, K.S., Kim, W.S. and Kim, W.C., 1980. Geophysical and geological study for Quaternary

- resources in Deugryang Bay, southern coast, Korea. Rept. Geosci. and Min. Resour. (KIGAM), v.9, p.35-63.
- Cho, W.H., 1985. A study structure and compressional wave velocity of marine sedimentary layers around the southern coast of Yeosu, Korea. Master's Thesis, Pusan Nat'l Univ., 76p.
- Chough, S.K., 1983. Marine geology of Korean Seas. IHRDC, Boston, U.S.A., 157p.
- Chough, S.K. and Kim, D.C., 1981. Dispersal of finegrained sediments in the southeastern Yellow Sea: A steady state model. Jour. Sed. Petr., v.51, p.721-728.
- Chough, S.K., 1984. Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea. Sed. Geol., v.41(2/4), p.159-172.
- Chough, S.K., Jeong, K.S. and Honza, E., 1985. Zoned facies of mass-flow deposits in the Ulleung (Tsushima) Basin, East Sea (Sea of Japan). Mar. Geol., v.63, p.113-125.
- Eguchi, T., 1983. Tectonic stress in east Eurasia. Physics of the Earth and Planetary Interiors. v.33, p.318-327.
- Emery, K.O. and Niino, H., 1967: Stratigraphy and petroleum prospects of Korea Strait and East China Sea. Rept. Geophys. Explor., Geol. Surv. Korea, v.1, p.249-263.
- Emery, K.O., Hayashi, Y., Hilde, T.W.C., et al., 1969. Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and the Yellow Sea. U.N. ECAFE CCOP, Tech. Bull., v.2, p.3-43.
- Emery, K.O., 1983: Tectonic evolution of East China Sea. in: Proceedings of international symposium on the continental

- shelf with special reference to the East China Sea.  
held on April 12-16, 1983, Hangzhou, China, p.80-90.
- Emery, K.O. and Aubrey, D.G., 1986: Relative sea-level changes from tide-gauge records of eastern Asia mainland. *Mar. Geol.* v.72, p.33-45.
- Frazier, S.B., Choi, S.O., Kim, B.K. and Schwartz, D., 1976. Marine petroleum exploration of Huksan platform, Korea. in: M.T. Halbouty, J.C. Masher and H.M. Lians, eds., *Circum-Pacific energy and mineral resources*. AAPG Mem., No.25, p.268-275.
- Hahn, S.D., Lie, H.J., Suk, M.S., Park, P.S. Jun, H.K. and Hwang, S.G., 1978a. Horizontal temperature distributions of Korea waters (1961-1975). In: Hahn, S.D. ed. *Oceanographic atlas of Korean waters*. KORDI., v.1, p.25-118.
- Hahn, S.D., Suk, M.S. and Park, P.S., 1978b. Vertical temperature distributions and their variabilities of Korean water. In: Hahn, S.D., ed., *Oceanographic atlas of Korean waters*. KORDI., v.1, p.177-190.
- Hilde, T.W.C. and Wageman, J.M., 1973. Structure and origin of the Japan Sea. In: Coleman, P.J., ed., *The Western Pacific*, New York, Crane, Russak and Co. Inc. and Univ. Western Press, p.413-434.
- Honza, E., 1979. Sediments, structure and origin of Japan Sea-Concluding remarks. In: Honza, E., ed., *Geological investigation of the Japan Sea*, *Geol. Surv. Japan, Cruise Rept. No.13*, p.69-73.
- Jeong, K.S., 1983. Mass-flow deposits in the Ulleung Back-Arc Basin, East Sea. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 128p.

- Jeong, K.S., Han, S.J. and Suk, B.C., 1984. A sedimentological study in the southeastern Yellow Sea. In: Proceedings of Korea- U.S. seminar and workshop on the marine geology and physical processes of the Yellow Sea. held in June 19-23, Seoul, Korea, p.96-116.
- Kang, H.J. and Chough, S.K., 1983. Gamagyang Bay, southern coast of Korea: sedimentation on a tide-dominated rocky embayment. Mar. Geol., v.48, p.197-214.
- Karig, D.E., Ingle, Jr. J.C. et al., 1975. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Govt. Printing Office, v.31, 927p.
- KIER, 1974-1987. Geological study on the shallow water (serial publications).
- KIER (Chun, H.Y., Lee, H.Y., Bong, P.Y. and Choi, D.K.), 1984. A micropaleontological study of Block II, offshore Korea. 83-submarine resource-2-19, p.29-54.
- KIER (Kim, C.S., Kwak, Y.H., Lee, Y.O. et al.), 1984. Assessment of petroleum potential in southern part of Korean Offshore.
- KIER (Kim, C.S., Kong, Y.S. Chun, H.Y., Lee, H.Y., Bong, P.Y. and Choi, D.K.), 1984. Geological study on the continental shelf (Block II) of Korea, - A micropaleontological study of Block II, Offshore Korea -, 54p.
- KIER (Kim, C.S. and Kong, Y.S.), 1984. Geological study on continental shelf area (Block II) of Korea. 83-submarine resource-2-19, p.1-28.
- KIER (Kwak, Y.H., Oh, J.H. and Kim, J.Y.), 1984. Petroleum geology and geochemistry of Block II in Korea offshore. 83-submarine resource-2-21, 110p.

- KIER (Lee, W.Y., Cho, K.J., Park, K.S. et al.), 1985.  
Geophysical data interpretation in Block II, Offshore Korea. 83-submarine resource-2-20, 101p.
- KIER (Kim, C.S., Park, Y.S. and Kong, Y.S.), 1986. Sedimentary facies of the KV-1 well, Block V (East China Sea), KR-86-16, 7-28.
- KIER (Kwak, Y.H., Choi, H.I. Son, J.D. and Han, J.H.), 1986. Petroleum geology and geochemistry of the Block V in Korea offshore. KR-86-16, p.29-60.
- Kim, B.K., 1988. Sedimentological study of the muddy deposits in the Yellow Sea. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 106p.
- Kim, C.S., 1981. A study on the marine geology, East Sea of Korea, Ph.D's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 81p.
- Klein, G. deV., Park, Y.A., Chang, J.H. and Kim, C.S., 1984. Sedimentology of a sub-tidal, tide-dominated sand body in the Yellow Sea, southwest Korea. In: Proceedings of Korea- U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea. held on June 19-23, 1984, Seoul, Korea, p.162-181.
- KORDI, 1983-1986. A study on the atlas of marine resources in the adjacent seas to Korea, Yellow Sea. 4 volumes.
- KORDI, 1983-1986. A study on the acoustic characteristics of submarine sediments off Yosu, Ulsan, Pusan, Incheon. Unpubl. data.
- KORDI, 1986. Oceanographical survey for submarine cable route between Kohung and Cheju. Unpubl. data.
- KORDI, 1986. Burial test and oceanographical survey for H-J-K submarine cable system. Unpubl. data.

- KORDI, 1986. A study on the Multi-purpose Applicability of Socotra Rock and its Surrounding Sea Water, 167p.
- Kuenen, P.H., 1958. Review with a description of new experiments on the origin of pseudonodules. In: Kuenen, P.H. ed., Experiments in geology. Trans. Geol. Soc. Glasgow, v.23, p.1-28.
- Lee, H.J., 1986. Some geotechnical properties of selected sediment cores from the Korean seas. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 138p.
- Lee, Y.K., 1987. Ekman veering observed near the bottom on the continental shelf in the South-East Sea off Cheju Island. Master's Thesis, Inha Univ., 25p.
- Li, D., 1984. Geological evolution of Petroliferous basin on continental shelf of China. AAPG Bull., v.68(8), p.993-1003.
- Ludwig, W.J., Murauchi, S. and Houtz, R., 1975. Sediments and structure of the Japan Sea. GSA Bull., v.86, p.651-664.
- McEhlinny, M.W., Embleton, B.J.J., Ma, X.H. and Zhang, Z.K., 1981. Fragmentation of Asia in the Permian. Nature v.293, p.212-216.
- Milliman, J.D., Shen, H. -t., Yang, Z. -s. and Meade, R.H., 1985a. Transport and deposition of river sediment in the Changjiang estuary and adjacent continental shelf. Continental shelf. Continental shelf research. v. 4(1/2), Sediment dynamics of the Changjiang estuary and the adjacent East China Sea. p.37-46.
- Milliman, J.D., Beardsley, R.C., Yang, Z. -s. and Limerburner, R., 1985b. Modern Huanghe-derived muds on the outer shelf of the East China: identification and potential transport



- mechanisms. Continental shelf research. v.4(1/2).  
Sediment dynamics of the Changjiang estuary and the adjacent East China Sea. p.175-188.
- Min, G.H., 1987. Quaternary sediments of the western Cheju Strait. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 90p.
- Niino, H. and Emery, K.O., 1968. Continental shelf sediments off northeastern Asia. Jour. Sed. Petr., v.36, p.152-161.
- Nittrouer, C.A., DeMaster, D.J., and McKee, B.A., 1984. Fine-scale stratigraphy in proximal and distal deposits of sediment dispersal systems in the East China Sea, Mar. Geol., v.61, p.13-24.
- Off, T., 1963. Rythmic linear sand bodies caused by tidal currents. AAPG. Bull., v.47(2), p.324-341.
- Park, K.P., Lee, H.Y. and Shin, W.C., 1986. Geophysical data interpretation in Block V, offshore Korea. KIER, KR-86-17, 46p.
- Park, K.S., 1984. Submarine geology of the southern part of the Block VI, Korean continental shelf. Master's thesis. Yonsei Univ., Seoul, Korea, 72p.
- Park, S.C. and Yoo, D.G., 1988. Depositional history of Quaternary sediments on the continental shelf off the southeastern coast of Korea (Korea Strait). Mar. Geol., v.79, p.65-75.
- Park, Y.A., 1985. Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the south-east coast of Korea. Jour. Oceanol. Soc. Korea, v.20(3), p.55-71.
- Park, Y.A., 1987. Summary final report. Late Quaternary sea level changes: measurement, correlation and future

- application. IGCP project 200. ed. P.A. Pirazzoli.  
p.60-61.
- Park, Y.A. and Choi, J.Y., 1986. Factor analysis of the continental shelf sediments off the southeast coast of Korea and it's implication to the depositional environments. Jour. Oceanol. Soc. Korea. v.21(1), p.34-45.
- Peng, H. and Zhao, Q., 1986. Study on material compositions and growth environment of the Huanghai glauconite. Acta Oceanol. Sinica, v.5(4), p.560-571p.
- RIBS (Research Inst. for Basic Sciences), 1982. Oceanographic studies on the southeastern Sea of Korea, Seoul Nat'l Univ., 147p.
- RIBS, 1983. Oceanographic studies on the southern waters of Korean Eastern Sea, Seoul Nat'l Univ., 215p.
- Schubel, J.R., 1974. Gas bubbles and the acoustically impenetrable, or turbid character of some estuarine sediments. In: Kaplan, I.R., ed., Natural gases in marine sediments. Plenum Press, New York, N.Y., p.275-298.
- Schubel, J.R., Shin, H.T. and Park, M.J., 1984. A comparison of some characteristic sedimentation processes of estuary entering the Yellow Sea. In: Proceedings of Korea-U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea. held on June 19-23, 1984, Seoul, Korea, p.286-308.
- Schulter, H.U. and Chun, W.C. 1974. Seismic survey off the east coast of Korea. UN ESCAP, Tech. Bull., v.8, p.1-15.
- Shlanger, W. and Comb, J., 1975. Hydrocarbon potential of marginal basins bounded by island arc. Geology, v.3(7), p.397-400.

- Sieck, H.C. and Self, G.W., 1977. Analysis of high resolution seismic data. In: Payton, C.E., ed., Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration. AAPG. Memoir No.26, p.353-386.
- Slywester, R.E., 1983. Single-channel, high-resolution seismic- reflection profiling: A review of the fundamentals and instrumentation. In: Geyer, R.A. and Moore, J.R., eds., CRC Handbook of geophysical exploration at sea. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, p.77-122.
- Song, M.Y. and Park, Y.A., 1984. Seismic stratigraphy of the inner continental shelves off the Korean Peninsular. In: Proceedings of Korea-U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea. held on June 19-23, 1984, Seoul, Korea. p.271-281.
- Song, S.T., 1988. Depositional environment and clay mineral distribution of recent continental shelf sediments, southern coast of Korea. Master's Thesis, Nat'l Fisheries Univ. Pusan, 97p.
- Song, Y.I. 1986. Origin of the Shelfbreak in the central part of the eastern margin of the Korean Peninsula. Master's Thesis, Seoul Nat'l Univ., 51p.
- Stubblefield, W.L., Kersey, D.G. and McGrail, D.W., 1983. Development of middle continental shelf sand ridge: New Jersey. AAPG Bull., v.67(5), p.817-830p.
- Wang, L., Li, Q. and Wu, S., 1981. Origin and evolution of the East China Sea Basin. Acta Oceano. Sinica, v.3(4), p.527-538.

- Wageman, J.M., Hilde, T.W.C. and Emery, K.O., 1970. Structural framework of East China Sea and Yellow Sea. AAPG Bull., v.54, p.1611-1643.
- Wells, J.T., Huh, O.K. and Park, Y.A., 1983. Dispersal of silts and clays by winter monsoon surges in the southeastern Yellow Sea. Hangzhou, China, v.1, p.462-472.
- Werner, F., Park, Y.A., Kim, C.S. and Cho, K.J., 1984. Impact of Quaternary sea-level fluctuations on sediment dynamics in the southeastern Yellow Sea. In: Proceedings of Korea-U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea, held on June 19-23, 1984, Seoul, Korea, p.314-328.
- Yoo, D.K., 1987. Late Quaternary seismic stratigraphy of the southeastern continental shelf of Korea. Master's Thesis, Chungnam Univ., 96p.
- Yoo, H.R., 1986. Remotely sensed water turbidity pattern on the Korean side of the Yellow Sea. Ocean Research, v.8(1), p.49-55.