
碩士學位論文

濟州西方海域 表層堆積物の
特性에 關한 研究

濟州大學校 大學院

海洋學科



1987年 月 日

濟州西方海域 表層堆積物の
特性에 關한 研究

指導教授 尹 正 守

金 聖 福

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

1987年 12月

金聖福의 理學 碩士學位 論文을 認准함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長

高 有 峯



委 員

員

尹 正 守

每

委 員

員

崔 永 贊



濟州大學校 大學院

1987年 12月

SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
THE SURFACE SEDIMENTS IN THE
WESTERN SEA OFF CHEJU ISLAND, KOREA

Soung-Bog Kim

(Supervised by Professor Jeung-Su Youn)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF NATURAL SCIENCE

DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1987

目 次

List of figures	i
List of tables	ii
Summary	1
I. 序 論	3
II. 研究海域의 概況	6
III. 研究 方法	8
IV. 結 果	9
1. 研究海域의 海底地形	9
2. 堆積物 分析	10
3. 堆積物中の 炭酸鹽 및 總有機物 含量	23
4. 地化學的 研究	31
5. 鐵物 分析	53
6. 海水中的 總 浮遊物質 含量	61
V. 考 察	64
VI. 結 論	75
參考文獻	77

Fig.26. The relationships between Ni and Mz(a), Na and Mz(b), Al and Mz(c), Fe and Mz(d) in sediments.	52
Fig.27. Light mineral composition the fine sand fraction of the surficial sedi- ments (2-3 ϕ).	54
Fig.28. X-ray diffraction patterns for clay-size minerals from the study area.	59
Fig.29. fig.28 continued.	60
Fig.30. Total suspended matter (mg/ ℓ) in the surface water, April 1987.	62
Fig.31. Total suspended matter (mg/ ℓ) in the near-bottom water, April 1987.	63
Fig.32. General circulation pattern in the East China and Yellow Seas (after Niino and Emery, 1961; Zheng and Klemas, 1982; Qin and Li, 1983).	74

List of tables

Table 1. Weight percentage of sediment composition and textural parameters.	13
Table 2. Calcium carbonate and Total organic matter content in weight percent.	25
Table 3. Concentration of metal elements in the study area (ppm, except for Fe, Ca, Al, Mg, Na, Mz is mean grain size of sediments).	32
Table 4. The correlation matrix among metal concentration and mean grain size (Mz) in sediment.	50
Table 5. Grade of Roundness.	55
Table 6. Comparable concentration of elements in bottom sediments and sus- pended matter in different regions (units in ppm, except for Fe, Ca, Mg, Al, Na)	70

Summary

The characteristics of the surface sediments and dispersal pattern of total suspended matter on the continental shelf off the western port of Cheju Island was investigated on the basis of the sedimentological nature. For this study, 83 grab samples and 54 sea water samples are analysed.

The sediments were subdivided into ten textural classes: namely clayey sand, muddy sand, gravelly muddy sand, sandy clay, clay, mud and so on. A small portion of a recent mud zone is located in the southeastern end of the study area. According to the textural parameters analysis, sediments in the study area are poorly sorted (av. 3.19ϕ), skewness value are positive to negative skewed ($0.82\sim 1.19$, av. 0.30ϕ). Kurtosis are platykurtic to leptokurtic ($0.45\sim 2.46\phi$, av. 0.67ϕ), transported by saltation and/or suspension and the roundness of quartz is varied from angular to rounded, which suggesting that the depositional environment is not simple.

The calcium carbonate content is on the average 15.10% and commonly abundant in sand-size sediments. whereas organic matter content in the bulk sediment is on the average 6.23% and usually dominant in fine sediments.

The surface sediments from 83 samples were analyzed for Zn, Mn, Cr, Pb, Co, Ni, Cu, Sn, Ag, Fe, Ca, Mg, Na and Al in order to study geochemical behavior of the sediment in the study area. The concentration of the element are as follow: Zn:29.32ppm, Mn:217.40ppm, Cr:17.98ppm, Pb:16.47ppm, Co:13.55ppm, Ni:10.50ppm, Cu:8.56ppm, Sn:10.19ppm, Ag:29.32ppm, Fe:2.33%, Ca:2.01%, Mg:0.59%, Na:0.44%, Al:1.08%. Among these elements the content of Mn, Zn, Cr, Cu, Sn, Na and Al are increase toward the southern area, while the content of Ca and Ag shown the decreased distribution trend. The elements such as Ni, Mg, Co, Fe, Pb show not particular distribution trend.

Light minerals consist of quartz (av. 52.59%), Na-Ca feldspar (av. 19.17%), K-feldspar (av. 21.75%) and rock fragments (av. 6.49%). The content of quartz

and K-feldspar increases continuously away from the islands.

X-ray diffractogram show that the minerals in clay from the study area are illite, chlorite, Kaolinite, feldspar and calcite. The station number 23 clay samples which situated in the southern part of So-Heugsan Do contains the diagnostic calcite peak indicating that the part of these clay fraction may be derived from the Huanghe.

The concentration of total suspended matter in the surface water are range from 2mg/ℓ to 9mg/ℓ and the near bottom layer are range from 3mg/ℓ to 25mg/ℓ. The distribution patterns of the total suspended matter are increase continuously toward the Changjiang river, Yellow Sea and near the island.



I. 序 論

知政學的인 면에서 볼 때, 黃海는 中國大陸의 揚子江과 濟州島를 연결하는 線上의 北쪽 地域으로 平均水深이 約 44m인 淺海의 大陸棚이며, 東支那海는 揚子江—濟州火山島—일본규수—류구열도—대만을 잇는 中國 南東쪽의 광범위한 地域으로서 大陸棚, 오키나와谷盆, 大陸斜面, 류구海溝등의 독특한 地形을 이루고 있다. 이와같이 구분되는 黃海 및 東支那海는 中國大陸의 黄河江과 揚子江, 그리고 韓半島 西海岸의 江들(鴨綠江, 大同江, 漢江, 榮山江 等)을 통해 막대한 量의 陸上起源 堆積物이 流入되어 集積되고 있다(Milliman and Meade, 1983). 이렇게 流入된 堆積物은 潮流 및 海流 등에 의하여 運搬·沈積되어 黃海中央부와 中國大陸沿部에서 東支那海에 이르는 海域과 韓半島 南西沿岸地域에는 細粒質像이 넓게 發達·分布한다. 그리고 黃海中央部—韓半島 沿岸海域에서는 大部分 第四紀 末 Wärm 빙하기에 海水面이 적어도 100m이상 하강했을 때에 쌓인 氷河起源으로 여겨지는 砂粒質像이 넓게 分布한다(Niino and Emery, 1961; Chough and Kim, 1981; Wang et al. 1983; Park and Han, 1985).

本 研究海域은 北緯 32°00′~34°10′, 東經 125°00′~126°30′에 해당하는 地域으로 韓半島 서남부일부 지방을 비롯한 황해 및 中國대륙으로부터 流入되는 堆積物들이 複合的으로 分布할 것으로 예상되는 地域이다(그림1).

黃海 및 東支那海에 대한 地質學的인 調查·研究는 Emery et al. (1961)를 선두로 시작이 되었는데, 1968년에는 美海軍 調査船 F. V. Hunt호에 依해 실시된 韓半島 周邊海域을 비롯한 黃海 및 東支那海 廣域海上物理探查에서, 이들 大陸棚 海域에는 수백만km²에 달하는 막대한 量의 第三紀 堆積層이 分布하고 있음을 밝히고 石油 및 천연가스 자원의 賦存可能性이 높은 海域으로 評價된 이후, 國內外 研究機關과 學者들에 의한 調查·研究는 더욱 활발히 進行되기 시작하였다. 韓國動力資源研究所는 1969년부터 年차적인 사업으로 國內大陸棚의 石油資源評價를 위하여 綜合的인 研究를 遂行해왔을 뿐 아니라 1972년부터는 韓國大陸棚의 海底地質基本圖作成을 위해 海洋地質學的인 調查·研究를 꾸준히 遂行해오고 있다. 또한 韓國海洋研究所도 1982년부터 韓半島周邊 大陸棚의 海洋綜合環境圖 및 資源圖作成을 위해 海洋學的 諸分野에 대한 調射·研究를 매년 실시해오고 있는 중이다. 한편

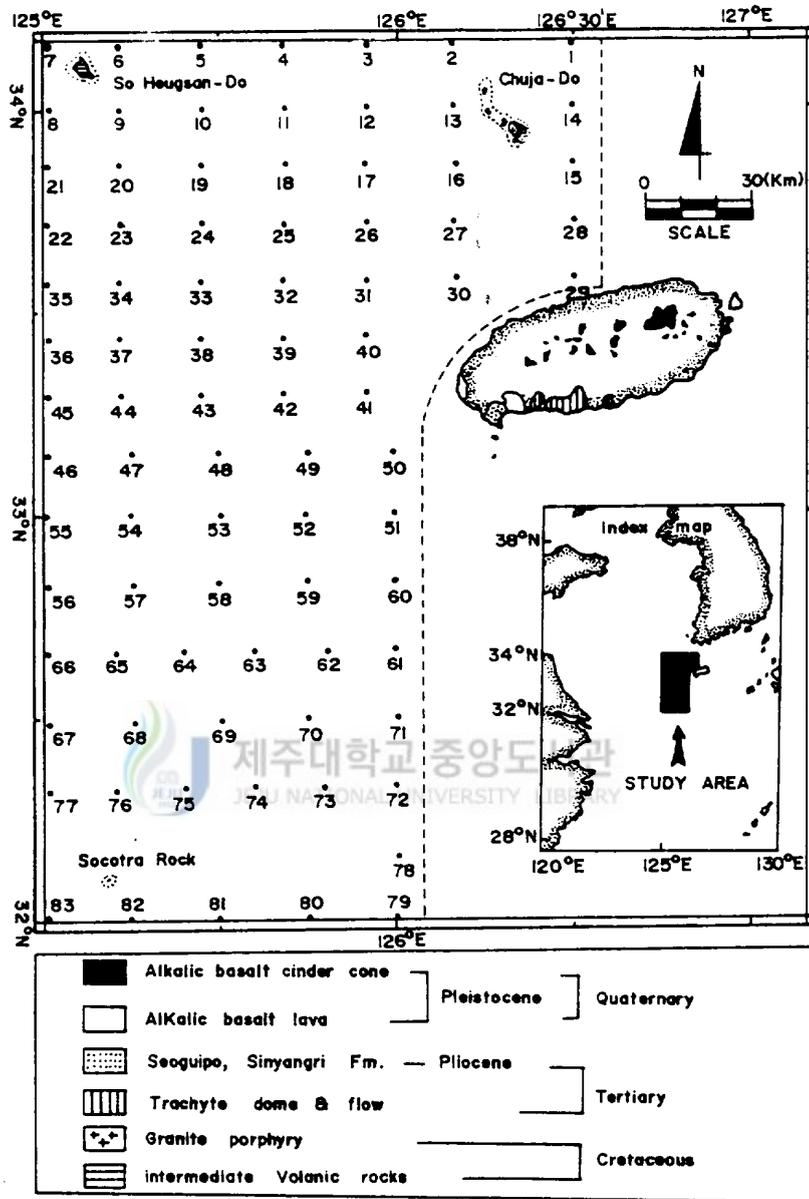


Fig.1. Geology of the adjacent area and sampling site.

揚子江 및 周邊大陸棚海域에 대한 潛在資源 把握, 大陸棚保存, 海洋環境把握, 그리고 沿岸地域의 開發을 위한 綜合調查가 1980년부터 1981년 사이에 걸쳐 美·中 合同으로 실시된 바 있다. 이 조사에서 Yang et al.(1983, 1985)은 揚子江起源 堆積物과 黃河起源 堆積物의 地化學的·鑛物學的 차이점을 糾明해 냈는데, 揚子江起源 堆積物은 揚子江 排水地가 溫暖·濕潤한 氣候域에 位置하고 있는 까닭에, 化學的 風化가 活潑하고 모양이 주로 酸性이므로 Al이 풍부하며, 고령토도 多量 含有되었다고 했다. 반면 黃河起源 堆積物은 中國 北部의 冷·乾燥하고 용탈작용(leaching)이 활발한 沙漠環境에서 유래된 것이므로 알칼리성이며 Ca의 함량이 높을 뿐만 아니라 방해석(Calcite)과 녹니석(Chlorite)이 풍부하다고 하였다. 특히 Millman et al. (1983, 1985)은 東支那海 外大陸棚上(31°00'~32°00'N, 124°00'~126°00'E)에는 수곡토의 黃河起源 現生 mud zone이 分布하며, 이 泥質堆積物分布帶를 構成하고 있는 silt와 mud는 水河期 海水面이 낮았을때 퇴적된 殘留堆積物 위를 덮고 있다. 그 두께는 中心部에서가 約 2m 정도이고 주변으로 向함에 따라 점차로 얇아지시 거의 0m에 가깝고, 堆積速度는 0.1~0.3cm/yr이며, 이 地域은 陸上起源 現生細粒質堆積物이 지속적으로 공급되어 沈澱·堆積하기에 적합한 海洋環境이란 점에서 용미로운 연구지역임을 指摘하였다. 石(1979), 朴 外(1971), 金 外(1980)등도 韓半島 周邊 大陸棚의 堆積物에 대한 研究를 실시한 바 있으며, 尹과 高(1987)는 濟州 南方海域의 表層堆積物에 대한 研究를 실시하여 퇴적물의 分布狀態와 特性을 밝힌 바 있다. 그러나 濟州 西方海域 表層堆積物을 조직적으로 硏究하여 퇴적물의 分布狀態와 地化學學的인 研究는 甚약한 편이다. 따라서 本 研究는 濟州 西方海域 表層堆積物의 分布狀態와 特性, 그리고 鑛物學的·地化學的 特性 및 總浮遊物質(TSM)含量과 분포패턴등을 밝히는데 重點을 두었다.

II. 研究海域의 概況

調査海域을 包含하는 黃海 및 東支那海는 대체로 北東~南西方向으로 배열된 黃海盆地, 타이완盆地, 오키나와谷盆 및 류구海溝 등의 海底盆地들과 福建-嶺南陸塊와 타이완-신지褶曲帶 등의 隆起部로 構成되어 있다(Wageman et al., 1970). 특히 研究地域 中央部를 가로지르는 福建-嶺南陸塊는 南쪽과 北쪽으로 向함에 따라 堆積物의 層厚는 두꺼워져 2,000m以上에 達하는데, 이러한 隆起部들은 주로 中國東部와 韓半島에서 由來되어 供給되는 堆積物을 모으는 提坊役割을 한다고 밝혀졌다(Emery and Niino, 1964; Emery et al., 1969; Wageman et al., 1970)(그림 2).

研究海域 東部に 位置한 濟州島는 第三紀末 Pliocene世에서 第四紀에 이르는 동안의 火山活動에 依하여 形成된 火山島로서, 第三紀 Pliocene世의 西歸浦層과 第四紀 Pleistocene世에 속하는 城山層, 和順層 및 新陽里層 등의 堆積岩層과 玄武岩, 粗面岩質安山岩, 粗面岩 등의 火山岩類, 寄生火山에서 噴出된 火山碎屑物 등으로 構成되어 있다(元, 1976)(그림 1). 또한 調査地域 北쪽의 島嶼들을 包含하는 全南一帶海岸의 地質은 後期中生代의 慶尙系가 주로 分布하며 附近島嶼들은 安山岩, 流紋岩 및 角閃石花崗岩, 閃綠岩 등이 主를 이루고, 變成堆積岩類가 安山岩類에 포획된 形態로 수개 處에 小規模로 잔류해 있는 곳도 볼 수 있다. 그리고 楸子群島의 地質은 白堊紀 佛國寺統의 火山活動으로 인한 花崗斑岩, 石英斑岩, 中性 내지 酸性火山岩類 등이 주로 分布하며 上記의 諸岩石들을 貫入한 소규모의 珪長岩 및 斑岩의 貫入體를 여러곳에서 볼 수 있으며, 또한 珪化된 泥灰岩도 分布한다.

한편, 研究海域은 黃海暖流, 中國大陸沿岸水, 黃海中央底層冷水, 臺灣暖流 등의 영향을 複合적으로 받는다. 쿠로시오海流의 支流인 黃海暖流는 濟州島 西方을 通過하여 黃海中央部로 北上하나 그 자체의 勢力은 강하지 못하며 黃海中央底層冷水의 變動에 따라 좌우되는 것으로 알려졌으며, 보하이(Bohai)灣으로 부터 시작된 黃海沿岸流는 40~50m의 水深을 따라 夏季에는 32°N까지, 冬季에는 30°N, 126°E까지 南下하는 것으로 밝혀졌다. 또한 中國大陸河川水의 流入에 依해 形成된 中國大陸沿岸水도 本 地域까지 영향을 미칠뿐만 아니라 겨울철에 對流混合에 의해 황해 중앙부에서 生成된 黃海中央底層冷水도 本 研究海域까지 擴張하는 것으로 알려졌다.

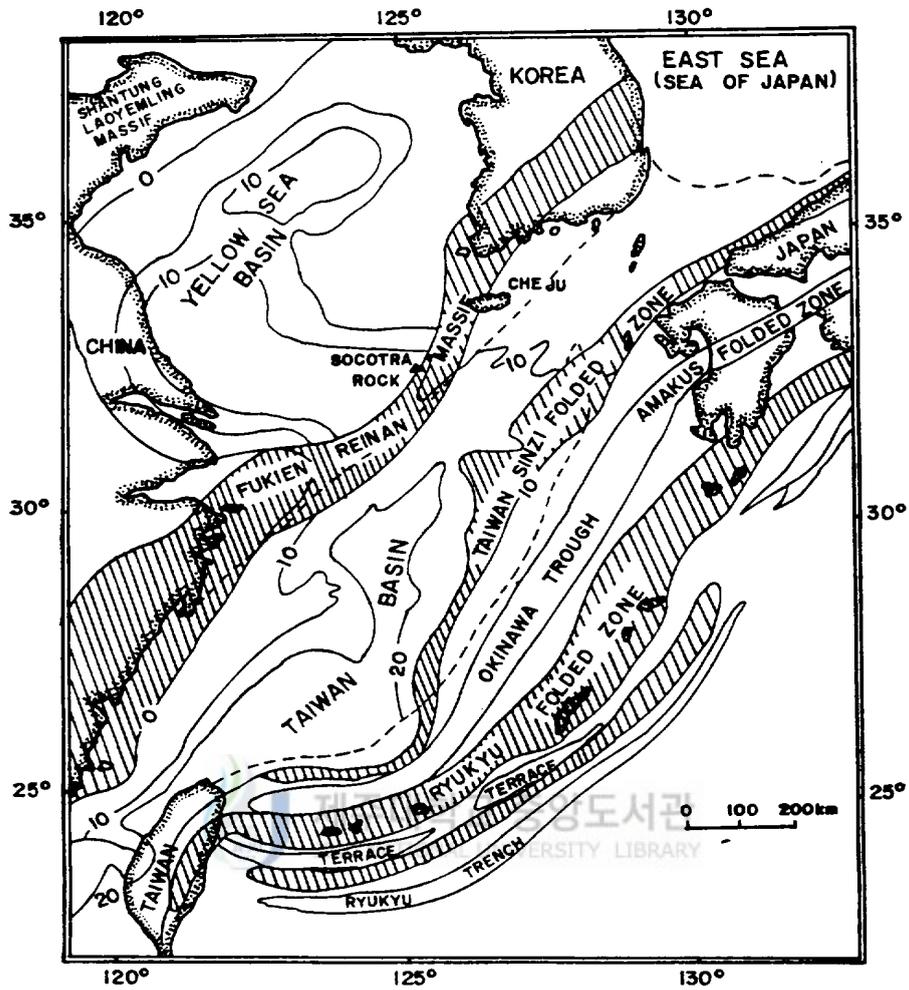


Fig.2. Major structural zones of the East China Sea and vicinity (after Wageman et al., 1970).

다. 그리고 본 調査海域의 潮汐은 日潮不等이 크지 않고 1日 2回潮가 우세하게 나타나고 等潮時線의 形態는 韓國南海岸에서 南西方向으로 東支那海를 向하고 있고, 潮流의 形態는 局部的으로 차이를 나타내나 전반적으로 漲潮流는 西쪽으로, 落潮流는 東쪽으로 흐르고 있다고 밝혀졌다(Milliman et al., 1985; Butenko et al., 1985).

Ⅲ. 研究 方法

1. 試料採取

本 研究를 遂行하기 위한 試料採取는 本 大學實習船 “제주401호”와 “제주402호”에 의해 이루어졌는데, 表層堆積物 試料採取는 1985년 8월과 9월, 그리고 1986년 4월에 Van Veen grab sampler를 사용하여 總 83個의 정점에서 行해졌고, 總浮遊堆積物 分析用 海水試料는 1987년 4월에 Van Don 채수기로 55個 정점에서 表層과 底層으로 구분하여 채수하였다. 또한 試料採取와 並行하여 音響測深器機에 의한 水深測定도 實施가 되었다.

2. 室內研究

1) 粒度分析

堆積物の 粒度分析을 위하여 試料 40~50g을 取해 Decantion方法에 依해 溶解性 鹽分을 除去하고, 試料를 10% H_2O_2 , 10% HCl로 處理하였다(Jackson et al., 1949). 이 試料를 0.0625mm(230mesh)의 체를 利用하여 습식체질(Wet sieving)을 한 후, 粗粒部와 細粒部로 나누어 組立部는 1 ϕ 간격으로 Roe-tap sieve shaker를 使用하여 乾式체질을 한 후에 粒度別 重量百分率을 求하였고, 細粒部는 Galehouse(1971)의 pipette方法에 의해 1 ϕ 간격으로 分析한 후에 粒度別 重量百分率을 求하였다. 이 結果를 Folk & Ward(1957)의 graphic method에 따라 組織標準值(textural parameters)를 計算하였다.

2) 炭酸鹽 및 總有機物含量分析

(1) 炭酸鹽含量分析

전즈키에서 110°C로 완전히 乾燥시킨 堆積物試料 5g가량을 粉末化하여 100mesh 체로 걸러서 2g은 炭酸鹽含量分析에, 그리고 3g은 總有機物含量分析에 使用되었다. 炭酸鹽含量分析은 粉末化된 試料 2g에 증류수 10ml를 첨가하고 0.1N HCl 5ml를 넣어 反應을 추진시키면서 pH자힘기에 强酸으로 나타날때까지 계속 鹽酸을 첨

가사하고, 반응이 끝나면 용액을 조심스럽게 말아낸 뒤 증류수로 세척하여 110°C에서 완전히 乾燥시킨 후 원부기에 대한 百分率로 나타내었다.

(2) 總有機物含量分析

호분에서 110°C로 완전히 乾燥시킨 후, 粉末化한 試料 3g을 사가모가니에 넣고, 사가모를 전기로에 넣어 1시간 30분 동안 550°C로 加熱한 후에 그 무게손실량을 원부기에 대한 百分率로 나타내었다(A. S. A. 1965).

3. 地化學的 研究

地化學的 元素成分의 分析을 위해 堆積物試料을 60°C 乾燥器內에서 24시간 동안 완전히 건조시킨 후, 조개껍질, 자갈, 나무토막 등을 除去하고 手動粉末機에 넣어 4회왕 100mesh 非金屬性體로 걸은 후, 1.0g의 試料을 取하여 30ml pyrex 試料瓶에 넣어 王水(HCl:HNO₃=3:1) 10ml를 加한 다음, 85~90°C 水浴中(water bath)에서 約 60분간 消化시켰음(Karson, 1975). 각기 各 試料瓶에 溶液을 10ml씩을 加하여 各 混合液에 室溫에서 1시간 放置한 다음, 다음날 上層液을 取하여 原子吸收分光機(Pyemico am. SIB)를 使用하여 各 元素의 含量을 測定하였다. Cu, Co, Pb, Ni, Ag, Zn, Cr, Sn, 은 10배 溶液을 稀釋 또는 濃縮하지 않고 直接에 檢液濃도에 噴霧하여 吸光度를 測定하였고, Ca와 Fe는 10,000배, Al과 Mg은 1,000배, Mn은 100배를 各各 稀釋하여 Mn, Mg, Fe, Na은 原子-아래질렌봉착(Al₂O₃-CaCl₂) 試紙에 直接 沉澱시켜서 各 試料의 吸光變量을 測定하였다. 이때 使用된 吸收波長은 各各 Cu: 324.0nm, Pb: 217.0nm, Co: 240.7nm, Ni: 232.0nm, Zn: 213.0nm, Mn: 279.5nm, Cr: 357.9nm, Fe: 248.3nm, Al: 309.3nm, Ca: 422.7nm, Mg: 285.2nm, Ag: 328.1nm, Na: 589.0nm, Sn: 224.6nm이다.

4. 鑛物分析

(1) 輕鑛物 分析

粒度分析한 試料中에서 細粒砂(2~3φ)를 比重 2.89인 Bromoform(CHBr₃) 重液에 넣고, 分離한데 加하여 重鑛物과 輕鑛物을 分離하였다(Blatt & Sutherland, 1969). 分離한 輕鑛物을 Lake Side #70으로 slide-glass에 붙인 다음, Bailey와 Stevens(1999)

의 着色法에 따라 47% 弗化水素酸에 15分間 蝕刻시킨 후, 5%염화바륨에 3초, 20% sodiumcobaltinitrite에 3초, 0.25% redizonate에 各各 2分間씩 넣었다가 着色된 色에 따라 K-長石, Na-Ca長石, 石英, 岩片으로 區分하여 150~200個의 粒子를 顯微鏡下에서 計數한 다음, 百分率로 表示하였다. 또한 石英粒子를 대상으로 圖磨度を 測定하였는데, 圓磨度の 等級決定은 Shepard & Young(1961)의 六等級모델을 利用하였다.

(2) 粘土鑛物 分析

堆積物 試料 6個를 選擇하여 Grim et al. (1949) & Biscaye(1965)의 方法에 따라 處理하였다. 주 試料에 包含된 鹽分을 除去하기 위하여 증류수로 세척한 뒤, 6% H₂O₂溶液으로 4내지 6日間 處理하여 有機物質을 除去하였다. 이렇기한 다음 0.1N HCl溶液을 첨가하여 反應이 없을때까지 處理하여 炭酸鹽을 除去하였다. 이를 다시 증류수로 完全히 鹽酸이 除去될때까지 세척한 뒤 2μm이하의 微細粒質堆積物을 피펫으로 분리하여 원심분리기로 농축시킨 다음, slide glass에 얇게 발라 大氣中에서 말린 후 無處理正常試料를 준비하여, 韓國動力資源研究所에 所在, X-線廻折分析機(Philips, PW1730)를 使用하여 준비된 試料에 對한 Diffratogram을 求하였다. 이때 機械使用條件은 40Kv20mA이었으며, 走査速度를 모든 slide에 대하여 2°θ/min로 하여 45°까지 分析하였다.

5. 浮遊堆積物 分析



미리 完全히 乾燥시킨 후 무게를 測定한 Whatman 유리여과지(Pore size, 0.45μm)에 海水試料 2~3ℓ를 濾過시킨 후에 여과지를 105~110°C 건조기內에서 완전히 건조시킨 다음, 황산데시케이터에 넣어 방랭한 후, 恒量으로 하여 무게를 精確히 測定한 다음, 다음의 式에 의해서 含量(mg/ℓ)을 계산하였다.

$$\text{總浮遊物含量(mg/ℓ)} = (b-a) \times \frac{1,000}{v} \quad \text{여기서}$$

a : 시료여과전의 여과지무게

b : 시료여과후의 여과지무게

v : 시료의 量을 뜻한다.

IV. 結 果

1. 研究海域의 海底地形

그림3에 提示된 바와같이 研究海域의 概括的인 海底地形은 本 域 南西部의 Socotra rock 周邊地域에서 北東部の 楸子島附近 地域으로 向함에 따라 水深은 50~90m

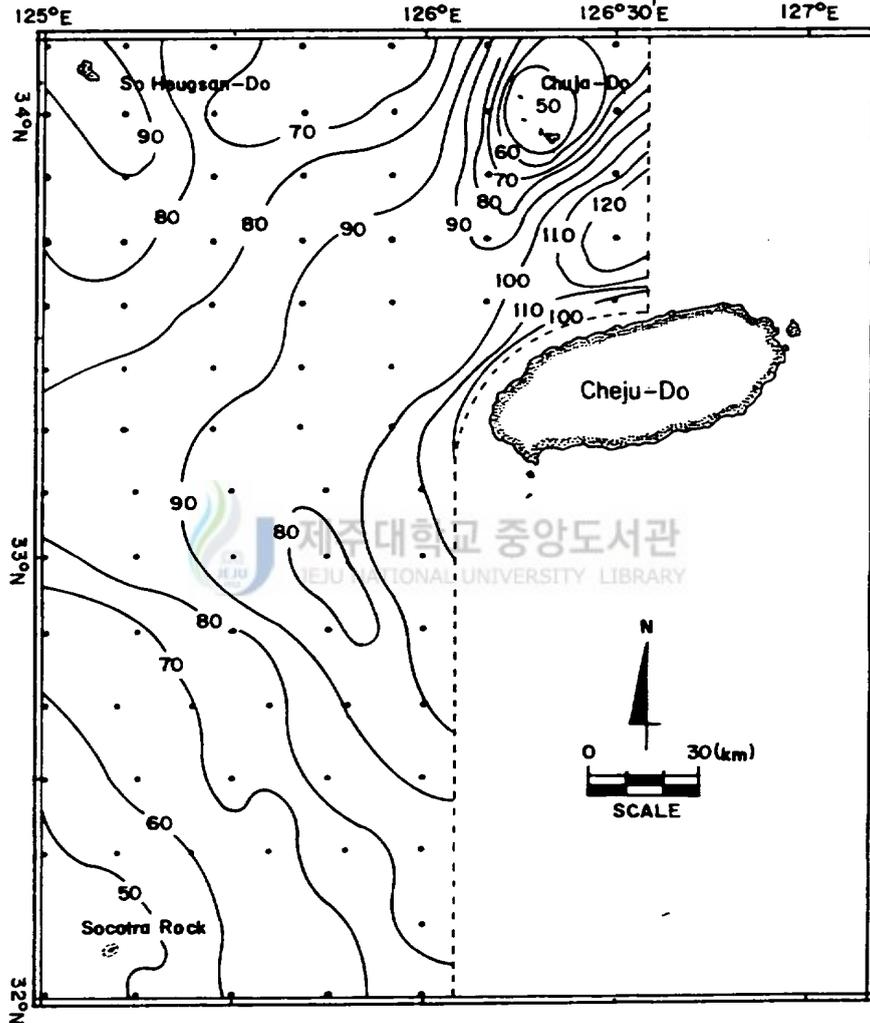


Fig.3. Bathymetric map of the study area (depth in meters).

로 점차 깊어지는 傾向을 보였으며, 또한 小黑山島 附近에서 濟州島 周邊으로 向함에 따라서도 깊어지는 傾向을 보였다. 특히 濟州島와 楸子島 사이에는 水深이 110~120m에 달하는 海峽의 存在하였다.

2. 堆積物分析

1) 粒度分布

表1을 粒度分析에 依한 얻어진 平均粒度, 分級度, 歪度, 尖度 等의 組織標準值와 Folk(1968)의 三角圖(ternary diagram)에 依한 分級된 堆積物의 類型과 類型別의 組成을 나타낸 것이다.

Folk(1968)의 三角圖에 依한 研究海域 表層堆積物의 類型(表1)은 礫含有泥質砂(gravelly muddy Sand), 少量礫含有泥質砂(slightly gravelly muddy Sand), 礫質泥(gravelly Mud), 少量礫含有砂質泥(slightly gravelly sandy Mud), 泥質砂(muddy Sand), 粘土質砂(clayey Sand), 砂質泥(sandy Clay), 砂質泥(sandy Mud), 泥(nud), 粘土(Clay) 등 20個의 類型으로 分級되었는데, 礫含有砂의 砂質粘土가 主의 堆積物인 各 堆積物의 平均組成을 나타내면, 礫含有(粗粒) (gmS)의 granule: 平均 8.19%, sand: 平均 55.47%, mud: 平均 36.35%이고, 少量礫含有泥質砂(gmS)의 granule: 平均 0.87%, sand: 平均 60.07%, mud: 平均 38.16%, 礫質砂(gM)의 granule: 平均 8.20%, sand: 平均 56.68%, mud: 平均 56.73%이고, 少量礫含有砂質泥(gS)의 granule: 平均 3.21%, sand: 平均 43.37%, mud: 平均 52.82%, 그리고 泥質砂(mS)의 sand: 平均 35.00%, silt: 平均 14.53%, clay: 平均 25.82%, 粘土質砂(SM)의 sand: 平均 51.24%, silt: 平均 11.08%, clay: 平均 27.67%, 砂質粘土(C)의 sand: 平均 39.19%, silt: 平均 18.69%, clay: 平均 42.12%이고, 泥質砂質泥(sM)의 sand: 平均 36.39%, silt: 平均 21.58%, clay: 平均 42.08%, SM)의 sand: 平均 3.70%, silt: 平均 42.24%, clay: 平均 54.06%이고, 粘土(sand)의 sand: 平均 3.69%, silt: 平均 29.74%, clay: 平均 66.37%의 平均組成을 各 堆積物에서 보였다.

그림5에 提示된 바와 같이 研究海域 表層堆積物의 類型分布의 뚜렷한 特徵은 粗·細粒質이 混合된 分布傾向을 보았다. 그러나 濟州島-楸子島-小黑山島를 연결하는 北部地域에는 小規模의 泥質堆積物 分布地域을 示하였다. (g)M.S., gm.S., m.S) 등과 같이 礫을 包含하는 礫質堆積物의 堆積이 濟州島-楸子島를 經

Table 1. Weight percentage of sediment composition and textural parameters.

Sample No.	Sediment type				Parameter			
	Granule	Sand	Silt	Clay	Mz(ϕ)	sorting(ϕ)	skewness(ϕ)	kurtosis(ϕ)
1								
	Rocky bottom							
2	6.06	52.04	16.77	25.15	5.74	4.08	0.51	0.78
3	19.31	58.90	12.93	17.85	3.38	3.71	0.46	1.52
4		0.34	41.50	58.26	6.66	1.86	-0.43	0.99
5		1.36	51.36	47.30	6.67	2.47	-0.01	0.49
6	1.37	64.75	10.76	22.19	5.65	3.73	0.71	0.76
7	1.19	62.86	16.82	25.82	3.74	3.18	0.64	0.63
8		57.71	14.59	27.73	4.47	3.14	0.75	0.53
9		76.52	6.87	16.61	3.16	2.92	0.86	2.46
10	1.11	70.56	8.60	20.32	3.57	3.34	0.84	1.14
11		9.42	47.96	41.22	6.62	2.19	-0.33	0.56
12		63.69	12.36	23.91	4.11	3.13	0.80	0.61
13	2.74	66.37	13.39	29.58	3.92	3.59	0.81	0.81
14	5.55	26.73	25.18	42.41	5.78	4.08	-0.51	0.60
15	3.91	30.27	11.17	41.65	4.46	4.51	-0.13	0.59

Table 1. Continued

Sample No.	Latitude	Longitude	Depth (m)	Temp. (°C)	Salinity	Chlorophyll a (µg/L)	Chlorophyll b (µg/L)	Chlorophyll c (µg/L)	Chlorophyll total (µg/L)	Photosynth. rate (µg C/m ² /hr)	Respiration rate (µg C/m ² /hr)	Net photosynthesis rate (µg C/m ² /hr)
11	34.09	127.11	10	12.14	34.11	1.15	0.00	0.00	1.15	1.03	0.43	0.59
12	34.08	127.04	10	12.04	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.05	0.45	0.60
13	34.12	127.07	10	12.07	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
14	34.09	127.02	10	12.02	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.05	0.45	0.60
15	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
16	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
17	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
18	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
19	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
20	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
21	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
22	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
23	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
24	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
25	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
26	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
27	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
28	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
29	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60
30	34.10	127.03	10	12.03	34.10	1.15	0.00	0.00	1.15	1.04	0.44	0.60

31	5.45	26.61	67.96	°C	7.40	2.12	-0.50	1.12
32	42.12	15.23	42.64	°C	5.61	3.36	-0.07	0.48
33	62.50	9.79	27.54	(9)ms	3.93	3.42	0.83	0.59
34	54.39	13.94	31.68	°C	4.36	2.35	0.70	0.49
35	34.08	18.36	47.57	°C	5.80	3.45	0.17	0.51
36	49.29	15.69	35.89	°C	5.61	3.07	0.55	0.51
37	58.80	11.10	33.62	°C	4.15	3.43	0.76	0.53
38	44.98	15.63	39.39	°C	5.38	3.26	0.99	0.59
39	41.29	18.76	39.65	°C	5.65	3.29	-0.05	0.48
40	6.66	28.20	65.14	°C	7.66	2.28	-0.56	0.89
41	65.46	9.26	25.27	(9)ms	3.86	3.55	0.49	1.83
42	61.96	19.56	25.94	°C	4.16	3.27	0.79	0.60
43	62.36	11.00	26.55	°C	4.11	3.31	0.75	0.61
44	66.14	11.12	28.83	°C	4.15	3.43	0.76	0.53
45	49.97	15.60	34.44	°C	4.82	3.07	0.70	0.50
46	48.33	17.22	34.44	°C	4.88	3.21	0.54	0.56
47	61.80	11.09	27.20	°C	4.29	3.27	0.75	0.59
48	59.17	19.57	29.75	°C	4.37	3.29	0.71	0.54
49	63.06	8.99	23.66	°C	2.74	3.29	0.86	0.74

Table 1 Continued.

Sample No	Granule	Sand	Silt	Clay	S _w	S _u	Parameter		
							softing (ϕ)	skewness(ϕ)	kurtosis(ϕ)
50		68.17	7.56	24.92	1.1	1.1	3.28	0.87	0.63
51	0.18	59.86	12.69	39.26	1.25	1.25	3.1	0.59	0.48
52		65.45	19.16	24.46	1.1	1.1	3.54	0.86	0.62
53		45.57	17.75	17.77	1.1	1.1	3.17	0.24	0.50
54	0.07	52.45	13.55	33.25	1.25	1.25	3.11	0.62	0.51
55		47.17	11.1	18.45	SC	SC	3.11	-0.29	0.52
56		57.17	11.1	18.45	SC	SC	3.11	-0.12	0.47
57		57.17	11.1	18.45	SC	SC	3.11	0.14	0.48
58		57.17	11.1	18.45	SC	SC	3.11	0.25	0.55
59		63.26	13.14	27.13	1.1	1.1	3.29	0.52	0.57
60		53.61	13.14	33.24	1.1	1.1	3.25	0.47	0.77
61		53.96	11.10	36.94	1.1	1.1	3.18	0.70	0.60
62		53.60	15.96	33.13	1.1	1.1	3.13	0.17	0.52
63		53.06	11.1	33.04	1.1	1.1	3.31	0.78	0.60
64		51.79	15.7	31.49	1.1	1.1	3.29	1.19	0.45
65		49	15.87	37.13	SC	SC	3.44	0.15	0.48
66		59.70	21.70	38.59	1.1	1.1	3.21	0.17	0.47

67	12.19	19.72	38.08	sC	5.42	3.26	0.04	0.48
68	56.99	13.48	29.53	sS	3.92	3.37	0.83	0.53
69	46.65	18.52	35.04	sC	4.72	3.62	0.21	0.50
70	48.62	14.27	37.10	sC	4.68	3.36	0.51	0.50
71	27.63	21.38	50.99	sC	6.13	3.31	0.36	0.52
72	8.96	38.00	53.04	M	6.90	2.40	-0.70	0.50
73	41.20	18.50	40.30	sM	5.70	3.26	-0.23	0.47
74	25.60	25.10	48.10	sM	6.10	3.10	-0.45	1.34
75	43.00	19.00	38.00	sC	5.15	3.28	0.15	0.48
76	37.40	17.30	45.20	sC	5.80	3.11	-0.29	0.45
77	54.20	15.40	30.80	mS	4.38	2.49	0.68	0.52
78	7.10	32.40	60.50	M	7.22	2.47	-0.82	0.97
79	3.11	28.78	68.11	C	7.96	1.90	-0.40	0.85
80	2.83	32.68	64.49	C	7.86	1.90	-0.51	0.77
81	30.82	23.87	45.33	sC	5.87	3.25	-0.26	0.46
82	55.02	16.80	28.18	mS	4.12	3.34	0.79	0.53
83	52.25	18.95	28.80	mS	4.07	3.29	0.60	0.62
Range					1.50 -	1.43 -	0.82 -	0.45
Average					7.96	4.51	1.19	2.46
					4.89	3.19	0.30	0.67

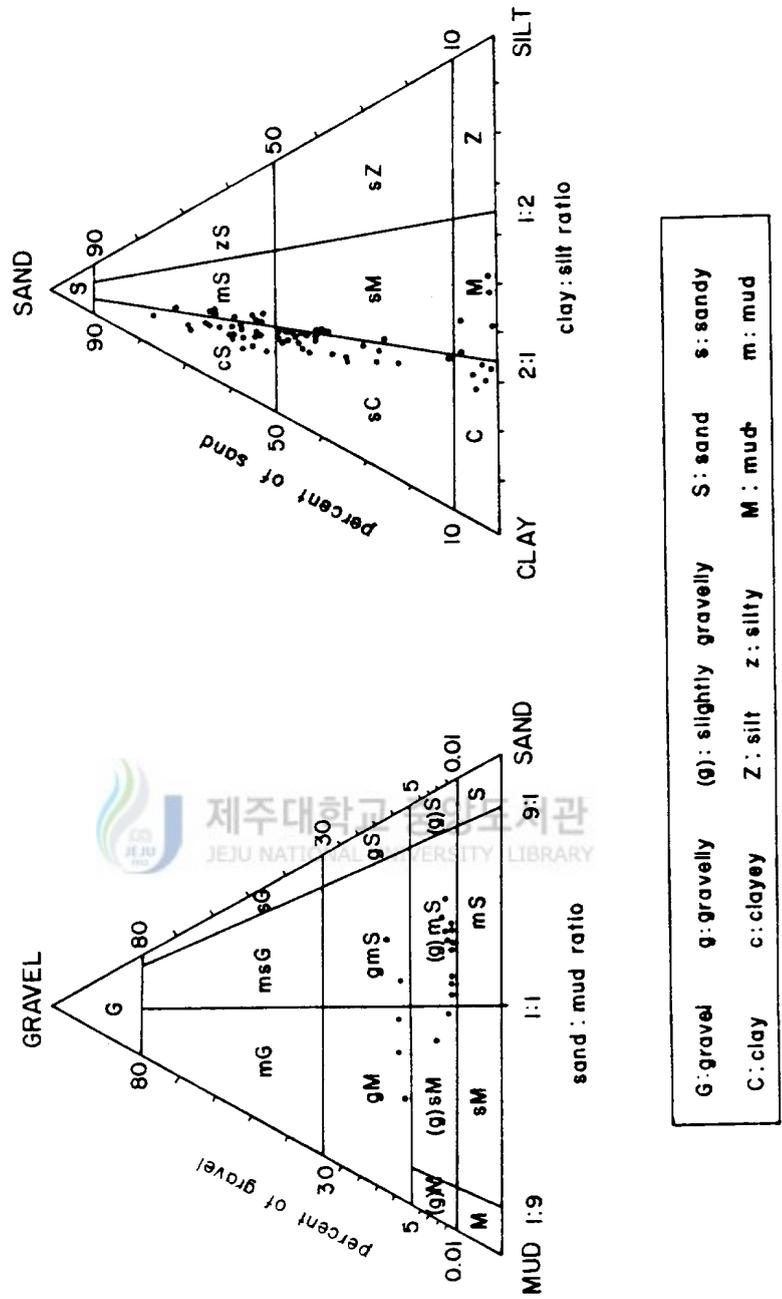
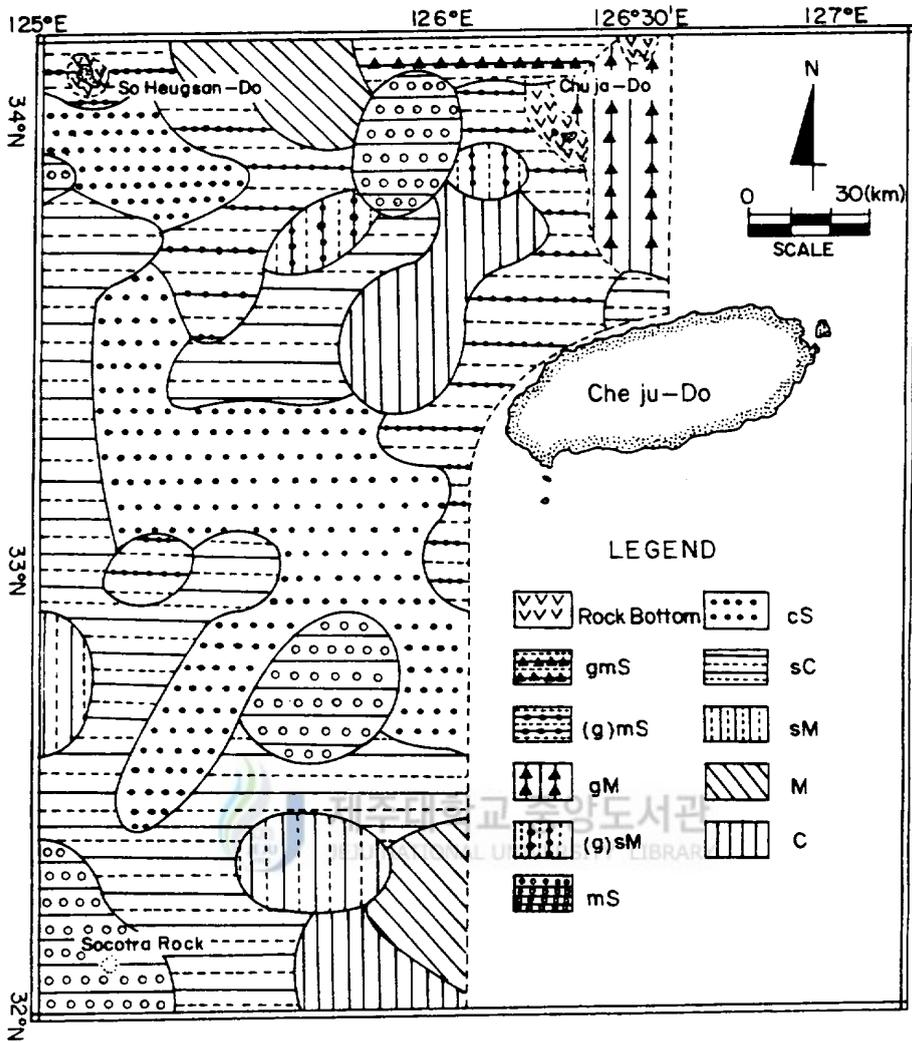


Fig.4. Ternary diagram showing the sediment types.



gmS : gravelly muddy Sand	cS : clayey Sand
(g)mS : Slightly gravelly muddy Sand	sC : sandy Clay
gM : gravelly Mud	sM : Sandy Mud
g sM : Slightly sandy Mud	M : Mud
mS : muddy Sand	C : Clay

Fig.5. Distribution of surface sediment type.

결하는 中央部에 小規模로 roof-pendent형을 보이는 泥質堆積物 分布地域을 제외하고는 調査地域 中央部地域은 砂質堆積物이 넓은 범위에 걸쳐 分布하였다. 또한 本 調査海域의 南部地域은 socotra rock 周邊海域을 제외하고는 泥質堆積物이 넓은 범위에 걸쳐 分布하는 것이 特徵이다.

그림6은 研究海域 表層堆積物의 平均粒度値分布를 나타낸 것이다. 그림에 제시된 바와같이 本 域에는 4-6 ϕ 인 粗粒質썰트~中粒質썰트가 매우 넓은 地域에 걸

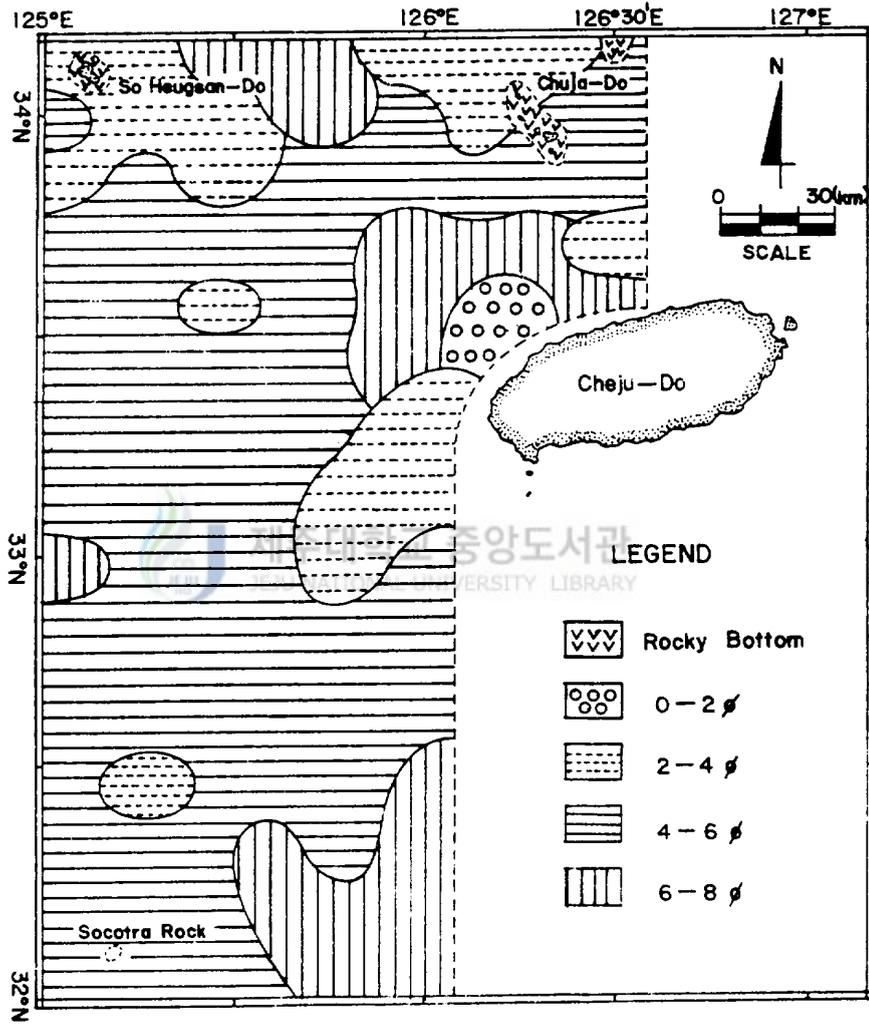


Fig.6. Distribution of mean grain size.

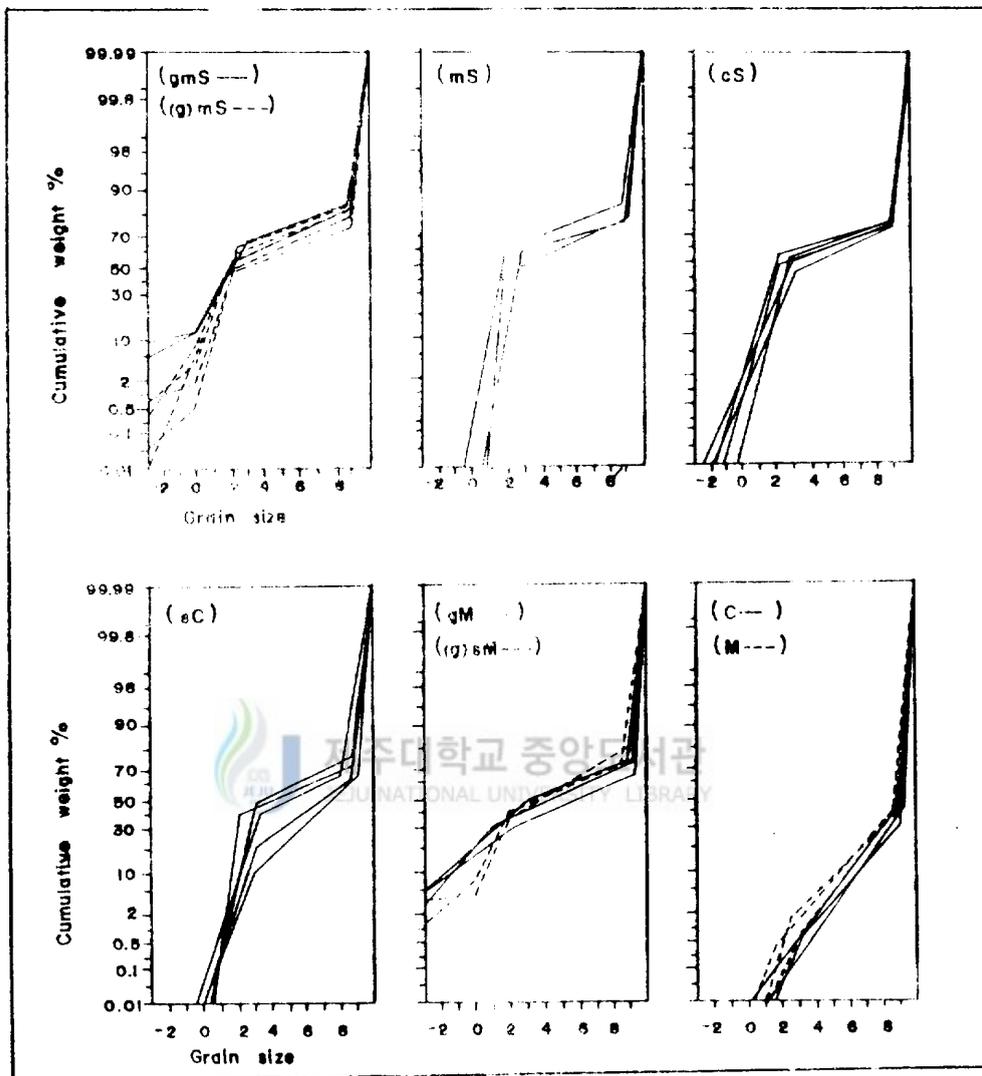


Fig.7. cumulative curve showing grain size of various textural classes.

(平均 0.30ϕ)로 very positive skewed~very negative skewed까지 다양하게 나타났고, 尖度(kurtosis)는 $0.45\sim 2.46\phi$ (平均 0.67ϕ)로 platykurtic~leptokurtic한 특성을 보였다. 이들 결과를 종합하여 볼때, 본 調査地域은 堆積環境이 複雜한 地域임 推定할 수 있다.

平均粒度 對 分級度와의 相關關係(그림8A)를 보면, 平均粒度가 細粒化해짐에 따라 分級度가 良好해지는 傾向을 보였고, Folk(1968)의 環境基準에 따르면 河性(River) 領域에 속하였다. 歪度 對 分級度와의 關係(그림8B)는 分級度가 分散된 傾向을 나타냈으며 Friedman(1967)의 基準에 依하면 모두 河性領域에 속하고 있어 平均粒度 對 分級度와의 關係와도 잘 一致를 하였다. 平均粒度 對 歪度와의 關係(그림8C)를 보면, 平均粒度가 細粒化함에 따라 歪度は 더욱더 一쪽으로 歪曲하는 傾向을 나타냈으며, 平均粒度 對 尖度와의 關係(그림8D)에서는 몇점을 제외한 대부분의 平均粒度의 增減에 거의 무관하게 尖度값은 platykurtic한 傾向을 보여 分級の 不良함을 알 수 있다.

3. 堆積物中的 炭酸鹽 및 總有機物含量

研究海域 表層堆積物中的 炭酸鹽 및 總有機物含量은 表2와 같다. 炭酸鹽含量은 最小 3.28~最大 49.54%, 平均 15.10%였는데, 그 分布를 보면, 一部地域을 제외하고는 대부분의 泥質堆積物이 分布하는 地域은 10~20%의 낮은 含量值을 보이나, 楸子島와 濟州島周邊의 礫을 包含하는 砂質堆積物이 主로 分布하는 地域은 20~30%, 40%이상인 높은 含量을 나타냈다. 그러나 小黑山島 南部地域과 Socotra rock 周邊地域에는 10%이하인 비교적 낮은 含量치를 나타내는 것이 특이하다(그림 9).

總有機物含量은 最小 3.06~最大 19.08%, 平均 6.23%가 나타났는데, 濟州島 西쪽 一部地域과 本城 東南部 岳地域 및 Socotra rock 西北部 地域等 主로 泥質堆積物이 分布하는 地域에는 7~9%, 9~11%의 높은 含量值을 보였고, 小黑山島 周邊地域에서 中央部에 이르는 비교적 낮은 地域에는 5~7%의 含量值가 우세하게 나타났다. 礫을 包含하는 砂質堆積物이 分布하는 地域에서는 것에 따라 3~5%의 값도 小規模로 分散된 分布를 보았다(그림10).

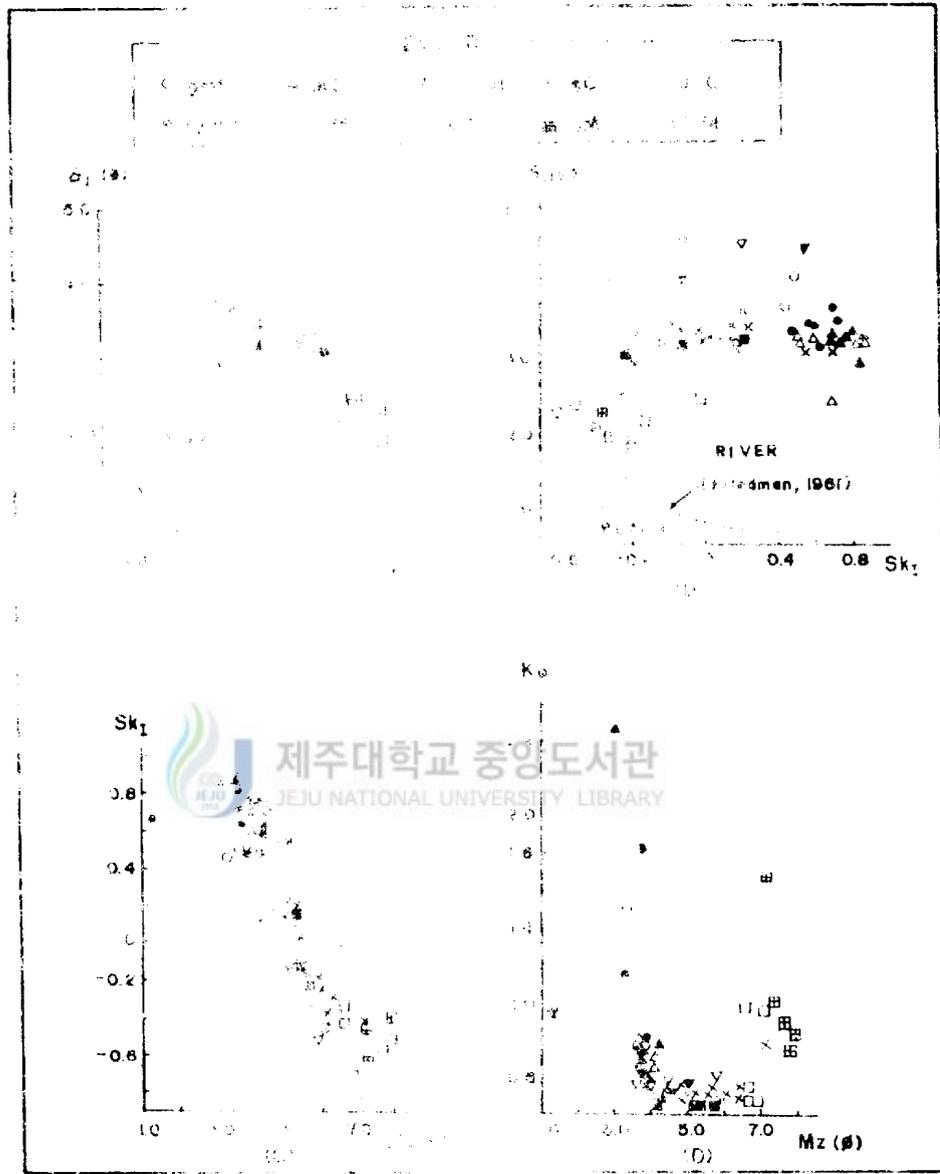


Fig.8. Scatter diagrams showing the relationship between Sk_1 and $Mz(\beta)$ and Kp and $Mz(\beta)$.

Table 2. Calcium carbonate and Total organic matter content in weight percent.

Sample No	Calcium carbonate(%)	Total organic matter(%)	mean(Mz)
2	30.40	5.20	3.74
3	14.35	3.42	3.38
4	5.01	5.05	6.66
5	4.46	5.21	6.67
6	19.76	4.13	3.65
7	7.16	7.04	3.74
8	8.92	5.58	4.47
9	7.56	5.53	3.18
10	15.00	4.28	3.39
11	3.28	5.20	6.62
12	8.06	3.82	4.10
13	12.90	4.18	3.82
14	29.10	5.52	5.78
15	26.60	6.80	4.46
16	15.50	5.95	5.02
17	8.96	4.18	4.15
18	13.83	5.20	4.10
19	5.75	5.01	3.76
20	3.94	4.28	4.10
21	5.86	3.06	3.71
22	12.50	5.58	5.80
23	8.00	5.13	5.26
24	15.36	3.66	4.13
25	14.59	5.27	4.51

Table 2. Continued.

Sample No	Chlorophyll a+b(c) (%)	Total organic matter (%)	mean(Mz)
26	10.86	7.73	7.16
27	12.27	9.04	7.17
28	11.47	8.79	3.59
29	9.74	7.30	6.17
30	21.09	3.17	1.39
31	15.71	9.31	7.40
32	11.29	1.81	5.61
33	6.26	3.61	3.93
34	5.91	6.74	4.36
35	12.45	9.13	6.89
36	8.18	2.17	6.91
37	11.97	8.77	4.15
38	6.27	1.27	5.38
39	9.83	7.18	5.65
40	10.78	3.95	7.66
41	12.07	1.41	3.86
42	11.39	1.78	4.16
43	11.87	1.82	4.15
44	11.36	4.09	4.15
45	9.99	1.94	4.82
46	16.08	1.16	4.88
47	11.80	3.73	4.29
48	12.90	6.33	4.37
49	11.86	1.19	3.74
50	11.19	3.76	3.75
51	11.86	1.17	4.38

Table 2. Continued.

Sample No.	Calcium carbonate(%)	Total organic matter (%)	moisture(M%)
52	18.01	6.98	3.86
53	24.12	6.53	5.03
54	17.89	7.76	4.38
55	17.07	7.88	6.19
56	17.68	5.45	5.15
57	9.83	6.98	5.97
58	9.09	5.87	4.16
59	16.43	5.98	4.03
60	14.28	8.29	4.24
61	17.41	6.50	4.18
62	15.43	6.02	4.01
63	15.29	6.99	4.64
64	15.18	9.80	4.24
65	16.89	6.19	5.99
66	18.18	5.80	5.20
67	11.14	7.95	5.42
68	12.71	7.43	3.92
69	11.65	9.06	4.72
70	15.19	6.47	4.61
71	18.33	7.75	6.13
72	22.76	9.98	6.90
73	14.14	5.58	5.70
74	11.93	5.79	6.10
75	11.76	7.18	5.15
76	11.46	7.29	5.86
77	11.15	6.89	4.78

Table 2. Continued.

Sample No.	Calcium carbote(%)	Total organic matter(%)	mean(Mz)
78	15.54	10.08	7.22
79	17.20	9.91	7.96
80	16.53	10.12	7.86
81	13.30	8.30	5.87
82	11.18	8.08	5.26
83	8.98	6.02	3.99
Range	3.28 - 49.54	3.06 - 10.08	3.18 - 7.96
Average	15.10	6.23	4.90

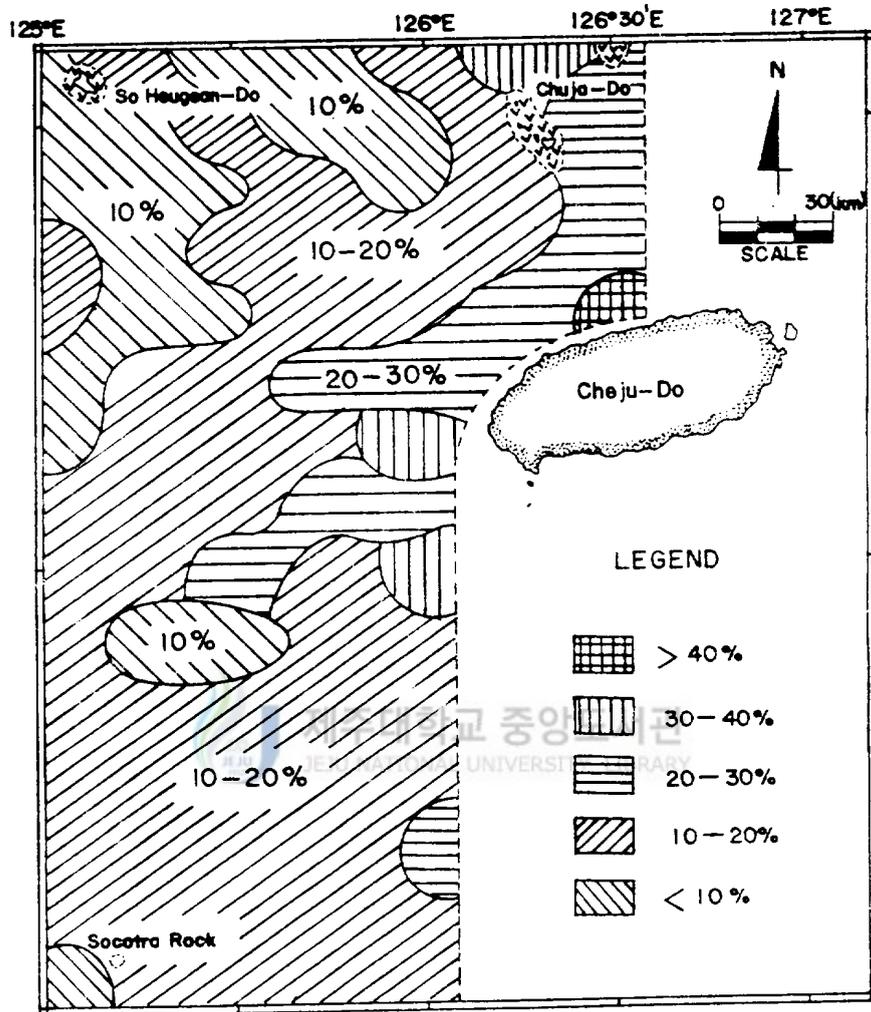


Fig.9. Calcium carbonate content distribution of the sediment.

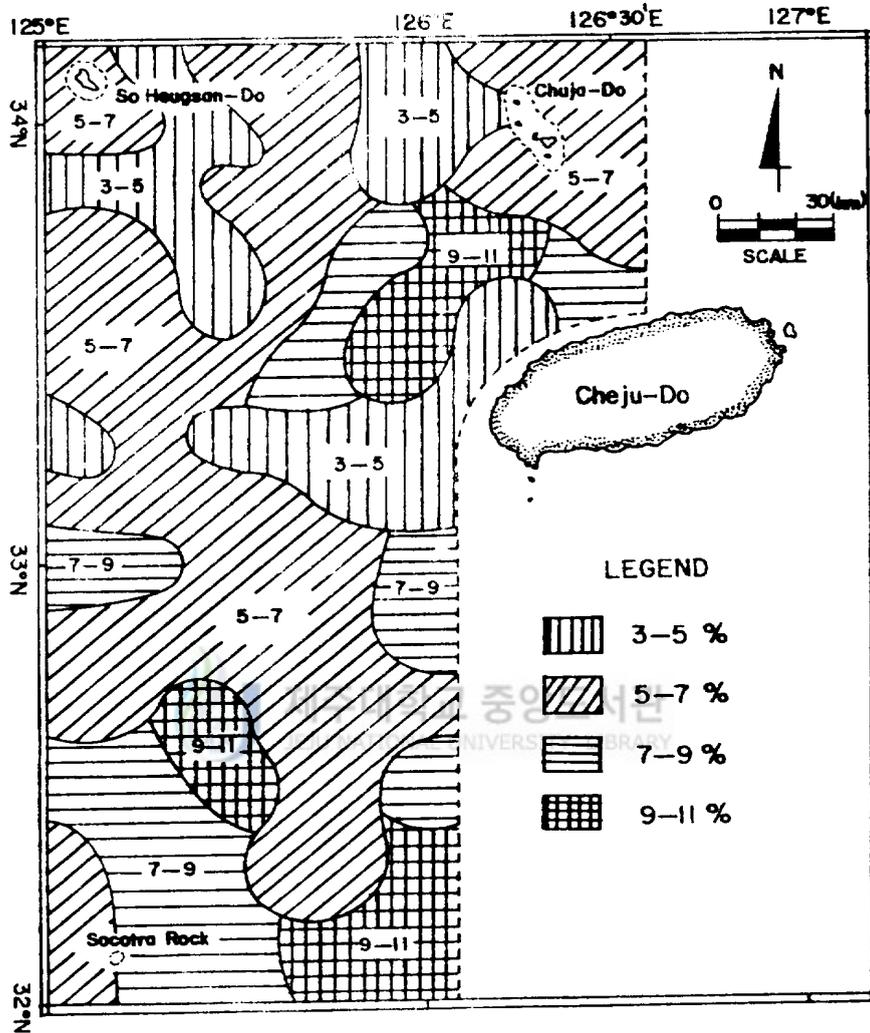


Fig.10. Total organic matter content distribution of the sediment.

4. 地化學的 研究

表3은 研究海域 表層堆積物 52個의 試料에 對하여 14種의 地化學的 元素成分(Zn, Mn, Cr, Pb, Co, Ni, Cu, Fe, Ca, Al, Mg, Na, Ag, Sn)의 含量을 分析한 結果이다. 分析結果, 含量分布의 形態가 서로 비슷한 樣相을 나타내는 元素끼리 묶어 그 特徵을 記述하면 다음과 같다.

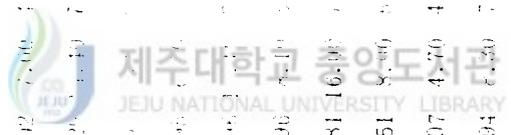
1) 南部地域에서 높은 含量值를 보이는 元素: Mn, Na, Al, Zn, Cr, Cu, Sn
이러한 元素들은 北部地域에서 보이는 調査海域의 南部에서가 다른 높은 含量值를 보이는 元素로 있는데, Mn은 126~447ppm(平均 217ppm), Na은 0.14~0.77%(平均 0.44%), Al은 0.62~1.84%(平均 1.08%), Zn은 11.60~58.30ppm(平均 29.32ppm), Cr은 1.47~31.09ppm(平均 17.98ppm), Cu는 4.04~12.85ppm(平均 8.56ppm), Sn은 3.90~16.66ppm(平均 10.19ppm)의 含量을 보였다.

Mn은 組粒質 및 組·細粒質이 混在된 分布地域에서는 150~250ppm이 主를 이루나 本 調査地域 南東쪽 現生泥質堆積物이 分布하는 곳에서가 300~400ppm으로 높은 含量值를 보였다(그림11). Na은 大部分 地域에서 0.2~0.5%로 변화폭이 작게 分布하나, 調査地域의 細粒質分布地域에서가 다른 地域보다 約 2배가량 높은 含量值를 보였다(그림12), 그리고 Al은 本 調査地域의 南部地域, 主 主로 泥質堆積物이 우세하게 分布하는 地域에서가 1.2~1.6%로 他地域보다 다소 높은 含量值를 보였다(그림13). 또한 Zn은 主로 clay가 分布하는 本 調査地域 南部地域에서가 30~50ppm으로 北部地域의 礫을 含有하는 砂質堆積物 分布地域보다 높은 含量值를 보였다(그림14), Cr은 변화폭이 큰 편인데, 本 研究海域의 中央部 및 南部地域에서는 5.0~15.0ppm으로서 약간 낮은 含量值를 보이고 있으나, 南東쪽 現生泥質堆積物이 分布하는 곳에서는 25~30ppm으로 높은 含量分布를 보였다(그림15). Cu는 組粒質 및 組·細粒質이 混在된 分布를 보이는 北部 및 中央部 地域에서는 5~8ppm으로 낮은 含量值를 보이나, 반면 細粒質堆積物이 分布하는 南部地域에는 10~12ppm으로 높은 含量值를 보였다(그림16). Sn은 대체로 낮은 범위에 걸쳐 7~11ppm의 含量值를 나타내나, 調査海域 南部에서가 11~15ppm의 含量值를 보였다(그림17).

2) 北部地域에서가 높은 含量值를 보이는 元素: Ca, Ag
本 域 堆積物中の Ca는 含量을 0.29~10.28%(平均 2.01%)로 나타내었고, Ag는

Table 3. Concentration of metal elements in the study area (ppm except for Fe, Ca, Al, Mg, Na, Mz is mean grain size of sediments).

St. No	Zn	Mn	Cr	Pb	Cu	Ni	Co	Mo	Ag	Cd	As	Hg	Mz(φ)	%Al(%)	Mz(φ)	
3	11.63	177	7.24	16.17	7.02	7.00	7.94	3.47	1.28	0.15	0.37	0.06	3.38	9.37	0.06	3.38
5	5.33	164	11.63	15.29	11.19	11.19	7.17	1.46	0.47	0.37	0.54	1.57	3.7	6.54	1.57	3.7
7	11.11	175	8.11	15.34	10.11	10.11	7.11	1.41	0.41	0.31	0.51	1.51	4.47	6.51	1.51	4.47
9	10	185	11.11	17.11	11.99	11.99	7.11	1.41	0.41	0.31	0.51	1.51	3.18	6.51	1.51	3.18
11	12.21	177	15.39	17.69	12.96	12.96	7.63	1.45	0.45	0.35	0.55	1.55	6.62	9.37	1.16	6.62
13	12.71	167	12.25	15.11	13.96	13.96	7.11	1.41	0.41	0.31	0.51	1.51	3.82	6.54	1.54	3.82
14	28.27	249	19.74	21.66	16.81	16.81	7.54	1.47	0.47	0.37	0.57	1.11	5.78	9.58	1.11	5.78
15	19.99	168	12.35	9.45	16.51	16.51	7.96	1.72	0.44	0.34	0.49	1.71	4.46	6.49	0.74	4.46
17	25.51	185	5.24	11.68	17.07	17.07	4.70	4.38	0.36	0.37	1.71	1.06	4.15	0.14	6.62	4.15
19	23.65	192	11.57	19.23	7.94	7.94	7.13	1.41	0.41	0.31	0.51	1.51	3.76	6.31	0.39	3.76
21	14.59	168	17.29	16.97	7.26	8.10	7.96	1.41	0.33	0.19	1.02	0.42	3.71	6.29	0.85	3.71
23	22.52	165	19.98	19.79	12.22	9.80	5.7	6.1	0.42	0.42	1.41	0.57	5.26	6.54	1.09	5.26
25	21.43	175	16.49	15.55	15.13	12.50	8.63	17.96	1.47	2.95	2.46	0.61	4.51	0.39	1.00	4.51
27	35.87	259	26.79	21.25	13.86	16.80	8.43	10.57	1.36	2.86	1.71	0.79	7.17	0.77	1.78	7.17
29	17.75	126	17.29	27.35	13.88	11.40	5.07	11.67	1.42	2.11	8.80	0.93	6.47	0.39	0.57	6.47
31	33.78	249	17.29	23.92	16.89	16.00	7.20	10.36	1.60	2.98	3.06	0.91	7.40	0.52	1.33	7.40



33	23.25	279	14.23	16.77	14.11	10.10	5.29	7.37	2.89	2.16	1.71	1.59	0.93	0.94	3.93
35	23.12	178	11.03	24.07	14.52	10.00	5.51	6.66	1.46	0.17	1.64	0.71	0.27	0.26	5.60
37	23.17	207	11.41	23.05	13.60	9.70	6.07	7.60	1.79	0.29	1.63	0.57	0.21	0.78	4.15
39	27.21	177	4.87	11.07	5.13	11.50	6.95	3.75	1.23	2.35	2.55	0.66	0.32	1.01	3.65
41	35.23	207	10.09	16.13	13.06	11.30	8.48	1.73	1.23	2.77	3.93	0.54	0.70	1.19	7.60
43	22.53	163	9.87	18.04	11.12	9.80	7.73	12.77	1.52	1.19	10.28	0.54	0.37	0.62	3.86
44	18.33	133	16.06	9.84	11.21	7.26	6.28	7.73	1.34	1.62	1.79	0.44	0.40	0.73	4.15
45	23.09	159	5.61	19.79	10.02	7.10	6.87	1.17	1.19	1.71	1.07	0.77	0.30	0.98	3.82
46	25.23	191	19.51	15.55	12.79	4.70	8.46	5.96	1.77	1.13	1.45	0.52	0.42	1.13	3.85
48	21.63	194	15.33	11.89	6.23	8.77	7.85	0.32	1.16	1.59	2.09	0.45	0.34	0.83	4.37
50	24.68	175	11.77	11.55	16.55	5.76	5.43	7.64	6.58	1.93	2.67	0.44	0.25	0.90	3.75
52	23.12	185	19.84	13.16	12.44	6.70	7.36	11.57	3.34	1.64	2.60	0.15	0.24	0.65	3.86
54	20.18	201	12.11	17.09	12.17	9.70	7.93	11.35	3.58	1.32	2.47	0.54	0.32	0.94	5.03
1	31.33	173	16.23	17.17	5.99	11.90	10.75	19.28	1.51	2.28	1.98	0.50	0.48	1.21	4.36
55	33.16	232	23.63	20.24	7.54	16.99	8.77	11.29	1.11	2.01	1.51	0.64	0.37	1.29	6.30
57	41.64	206	22.17	16.83	9.99	11.99	7.68	7.57	0.89	2.49	1.54	0.59	0.60	1.27	5.57
58	39.36	218	17.15	16.03	10.66	8.20	6.95	16.43	1.97	2.36	1.41	0.46	0.35	0.99	4.16
59	34.09	187	13.46	14.98	10.40	8.10	6.02	15.53	0.69	2.42	1.98	0.51	0.40	0.93	4.03
60	31.74	202	11.86	17.22	11.53	8.70	6.64	7.95	0.31	2.28	2.43	0.57	0.39	0.85	4.01

Table 3. Continued.

St.No	Zn	Mn	Cr	Pb	Co	Ni	Cu	Sr	As	P	Cl	Mo	Al(%)	Mg(%)	
63	33.86	189	14.42	16.48	11.98	9.56	7.75	5.07	1.76	1.4	1.17	0.71	6.38	1.02	4.64
65	34.99	361	18.68	19.33	16.64	10.26	9.24	4.11	1.72	1.16	1.27	0.57	1.56	1.17	6.69
66	39.35	262	21.67	21.98	12.11	11.55	9.23	5.07	1.75	1.38	1.86	0.77	1.77	1.56	4.20
67	19.86	294	27.66	17.11	16.21	12.79	11.31	5.13	1.46	1.74	1.11	0.71	1.53	1.53	5.14
68	33.15	272	21.67	8.48	16.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	1.24	1.24	4.12
69	58.65	293	27.42	11.41	26.14	16.26	12.63	11.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	4.12
70	32.65	186	17.63	16.61	16.61	11.11	11.11	11.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	4.68
71	37.11	308	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	1.11	1.11	4.11
72	37.11	311	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	1.11	1.11	4.11
73	36.75	332	13.08	12.11	16.45	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	1.11	1.11	4.11
74	36.85	297	16.66	9.67	16.42	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	1.11	1.11	4.38
75	44.11	313	26.55	17.66	11.66	11.66	9.97	13.67	2.8	2.8	4.61	0.15	3.61	1.93	7.96
76	35.65	253	25.82	16.62	12.69	13.15	11.78	11.66	1.63	2.88	3.85	0.74	1.5	1.11	4.59
78	42.95	361	21.66	19.33	16.69	14.89	14.32	13.77	1.11	2.12	0.92	0.71	1.61	1.11	4.87
82	36.11	266	24.15	18.76	18.51	12.65	12.65	13.11	1.11	2.63	3.66	0.66	3.66	1.12	4.14
83	34.65	266	19.89	18.46	12.65	9.19	11.62	19.38	6.12	2.73	0.29	0.51	0.29	1.24	4.11
Average	41.6	326	21.8	19.8	16.23	14.5	12.4	11.1	1.48	0.29	0.34	0.14	0.62	1.36	4.66
Average 20	32.74	17.98	16.17	13.65	11.55	8.66	16.17	11.87	2.83	2.61	1.69	1.11	1.68	1.68	4.49

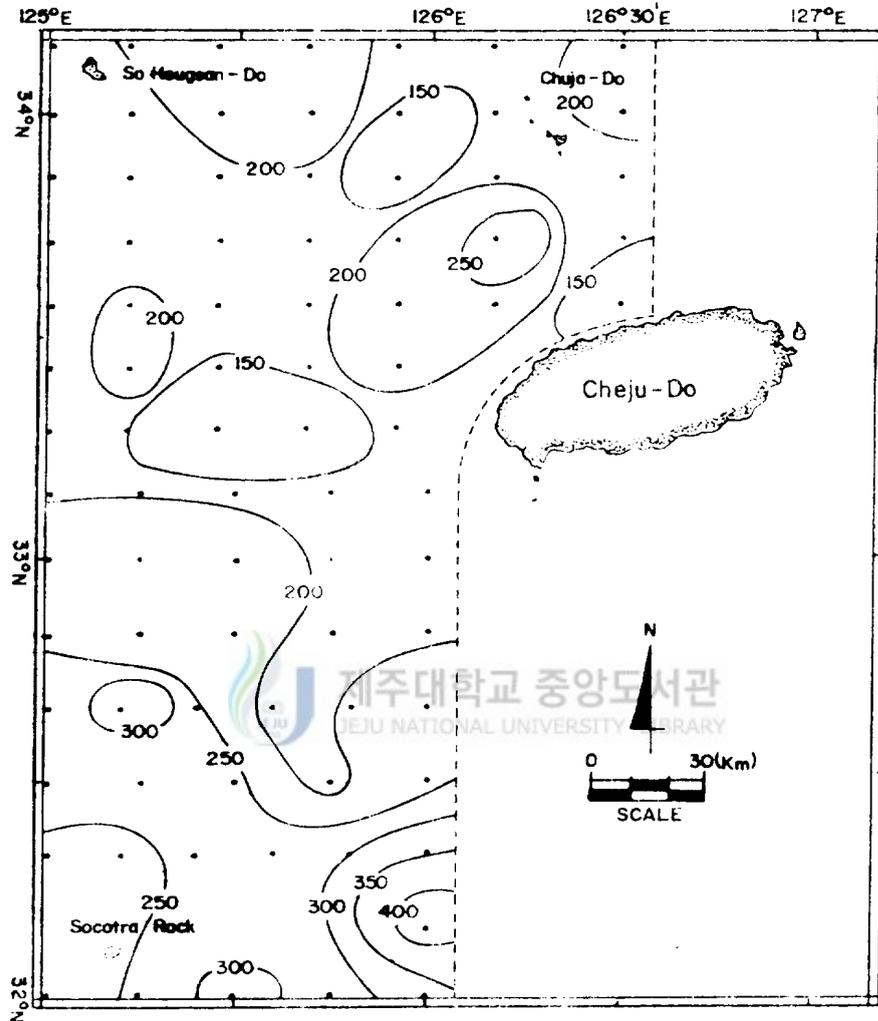


Fig.11. Distribution of Mn content in the surficial sediment.

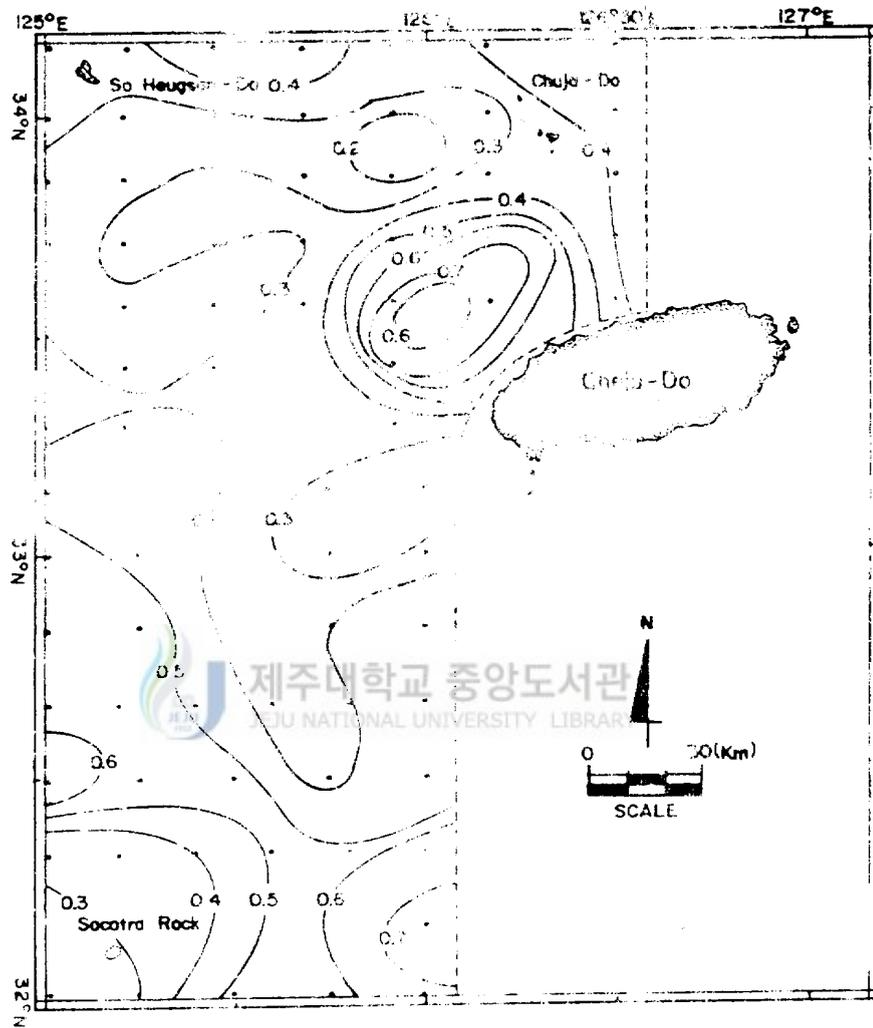


Fig.12. Distribution of Na content in the surficial sediment.

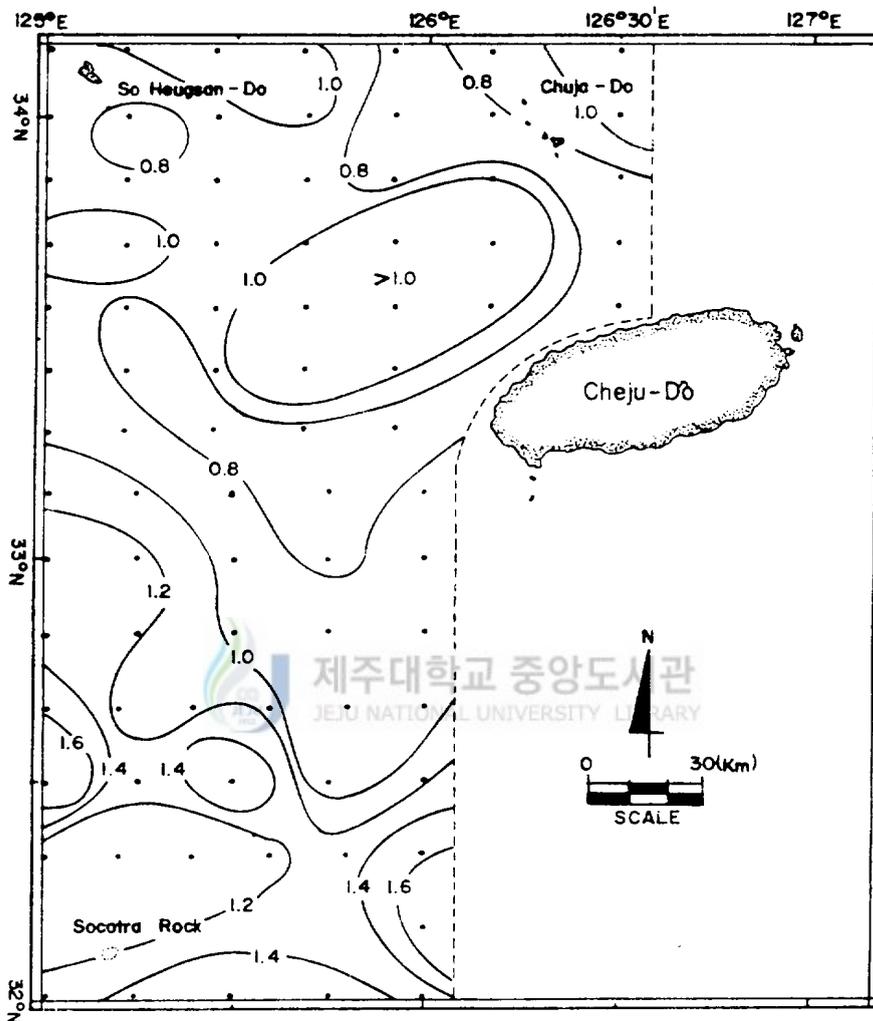


Fig.13. Distribution of Al content in the surficial sediment.

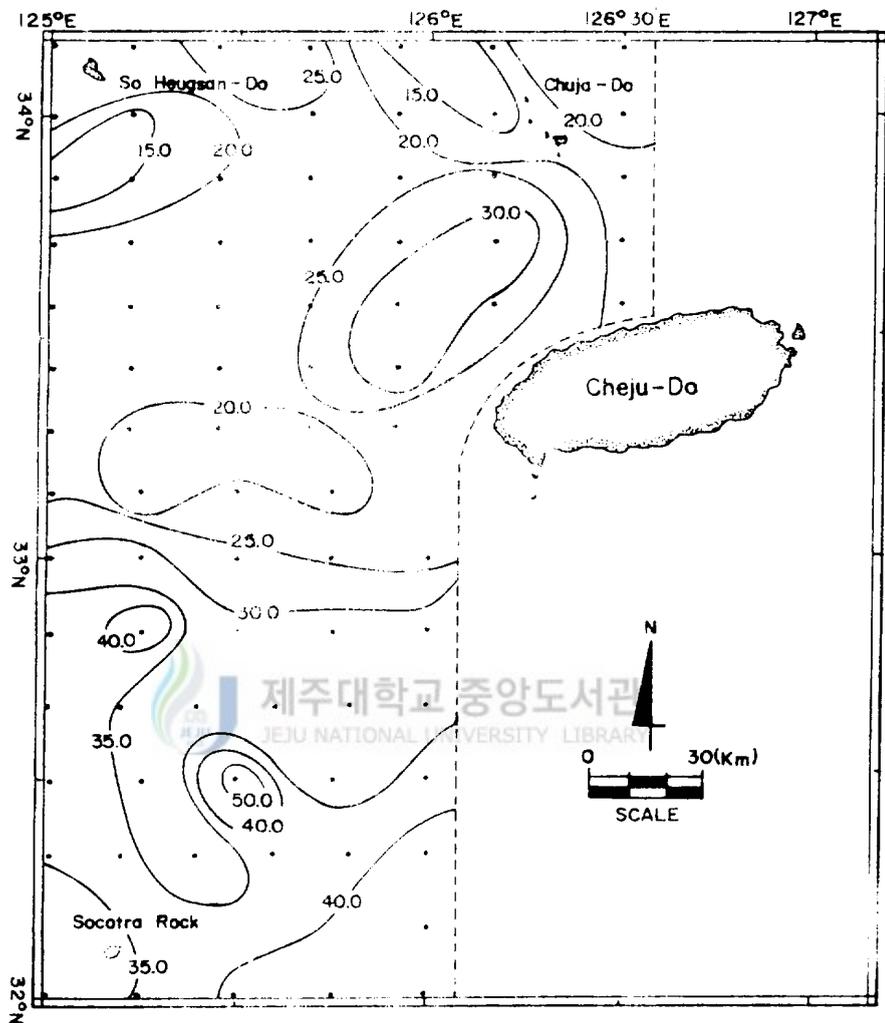


Fig.14. Distribution of Zn content in the surficial sediment.

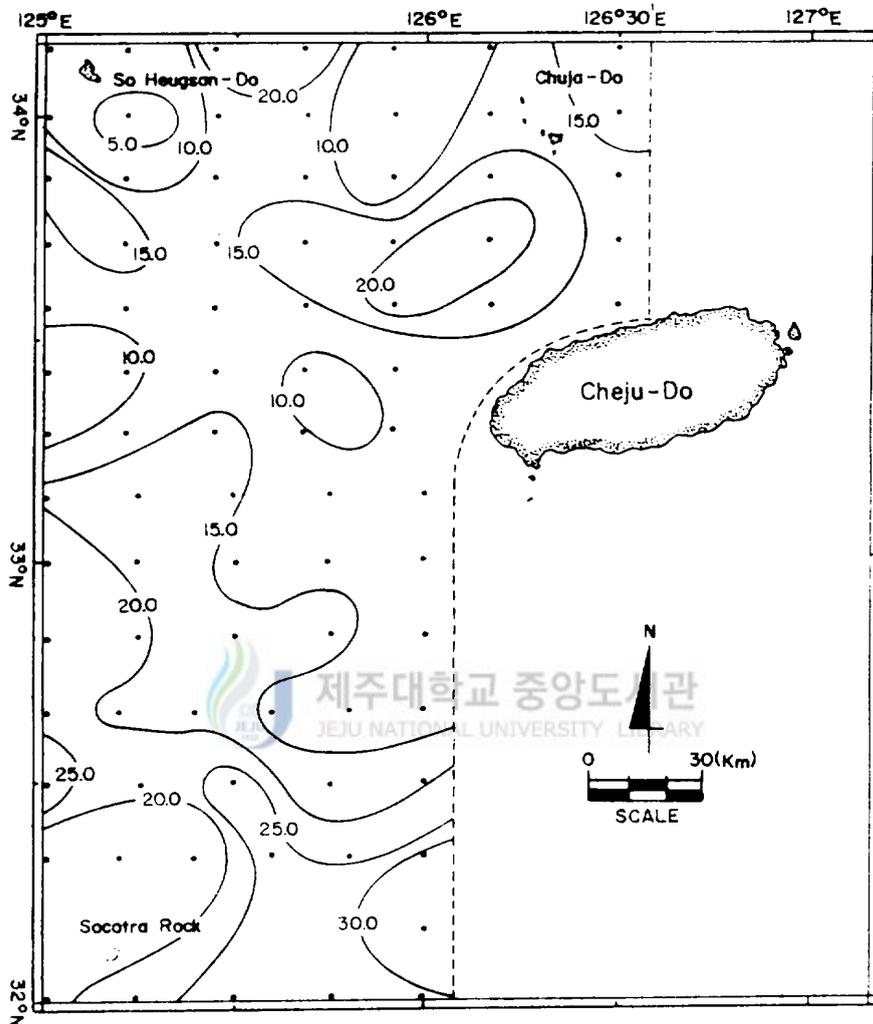


Fig.15. Distribution of Cr content in the surficial sediment.

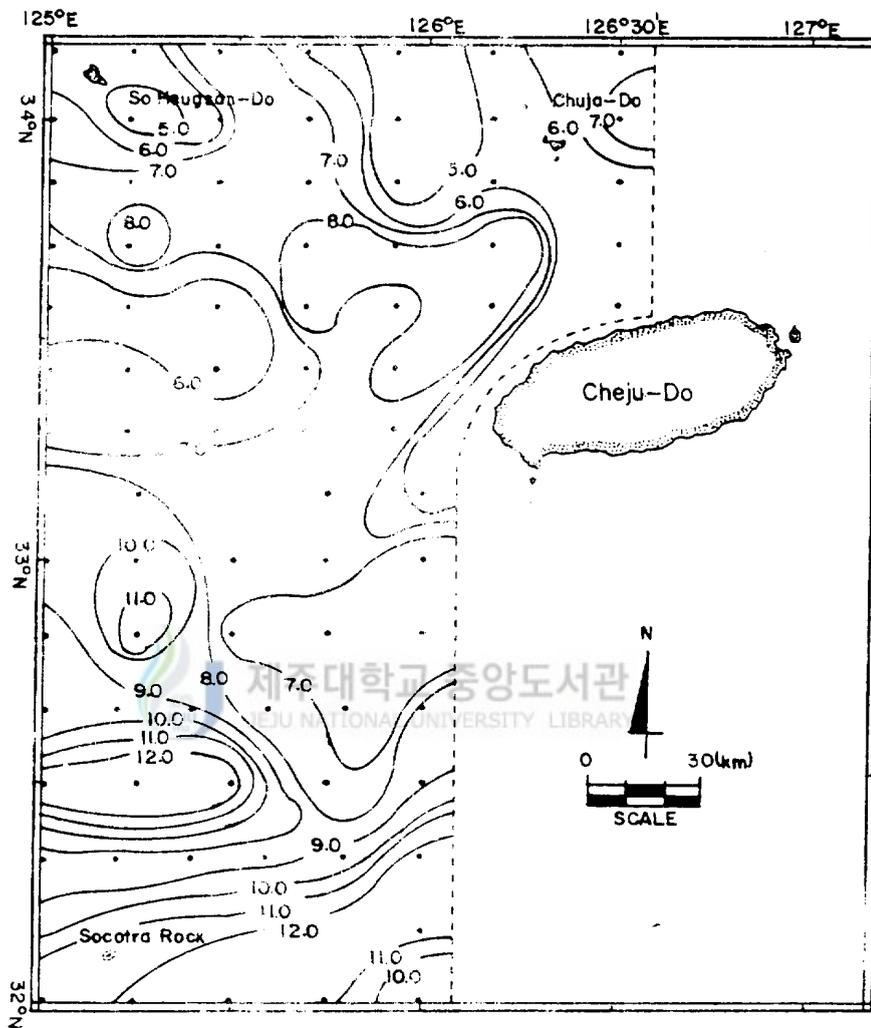


Fig.16. Distribution of Cu content in the surficial sediment.

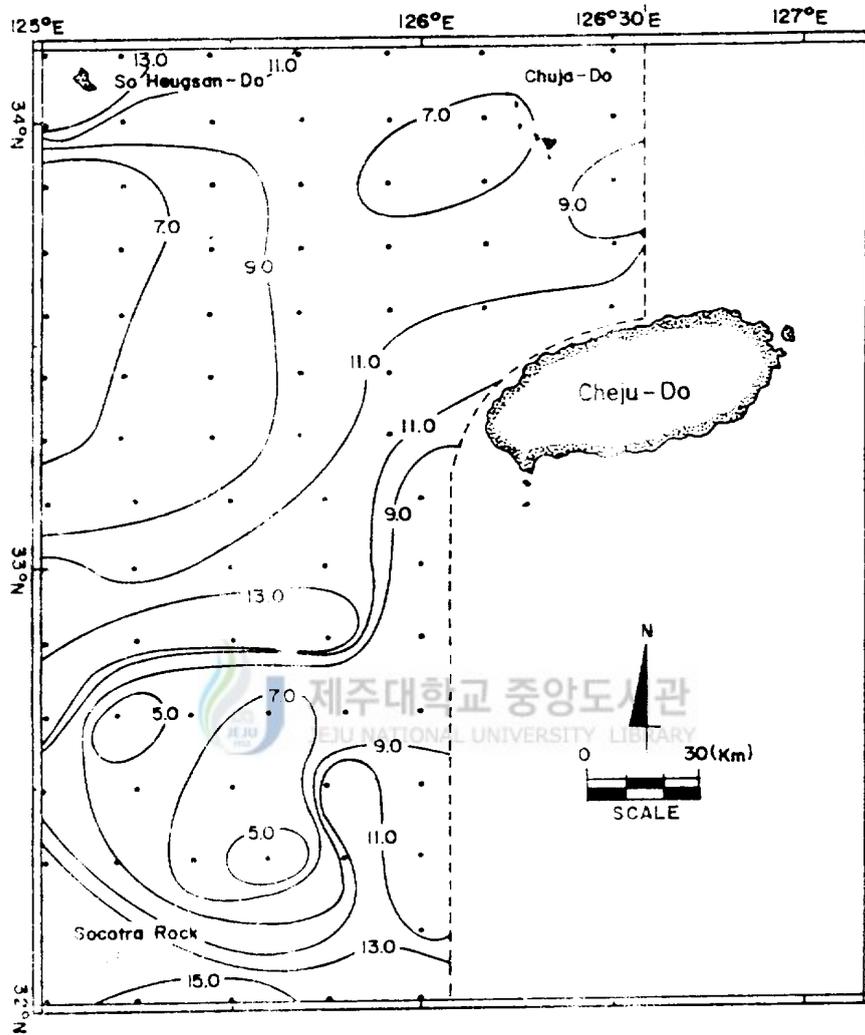


Fig.17. Distribution of Sn content in the surficial sediment.

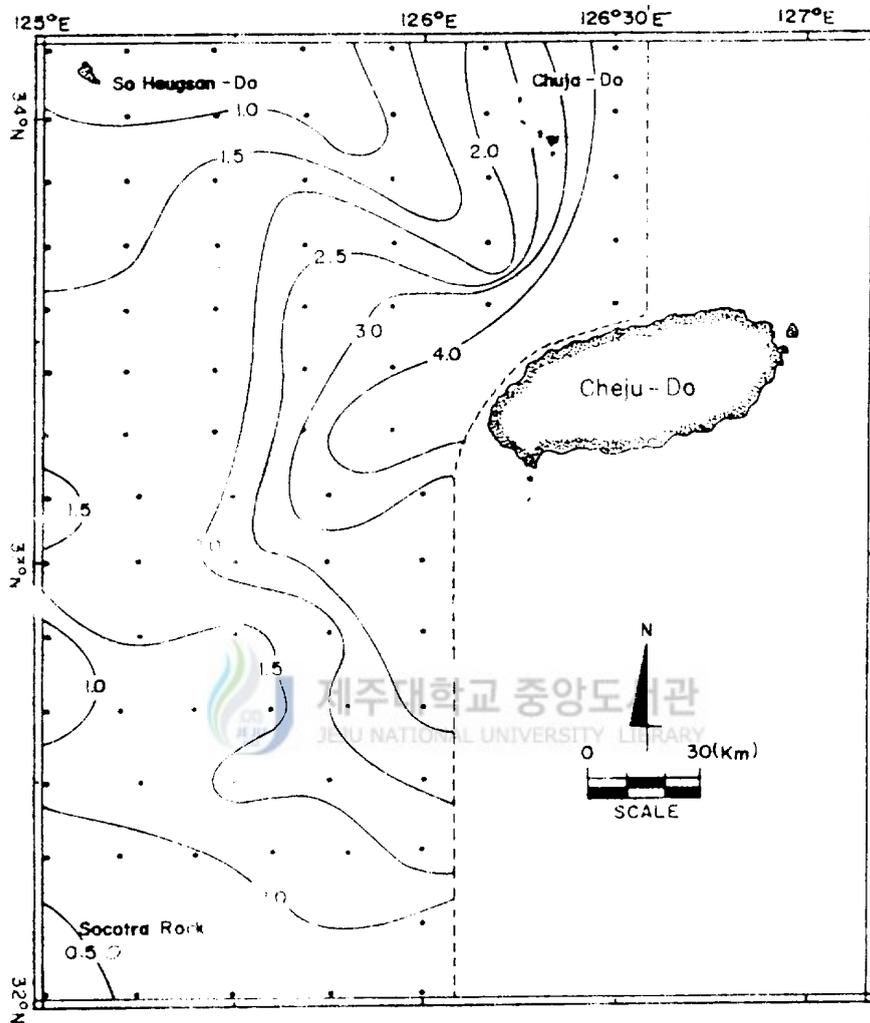


Fig.18. Distribution of Ca content in the surficial sediment.

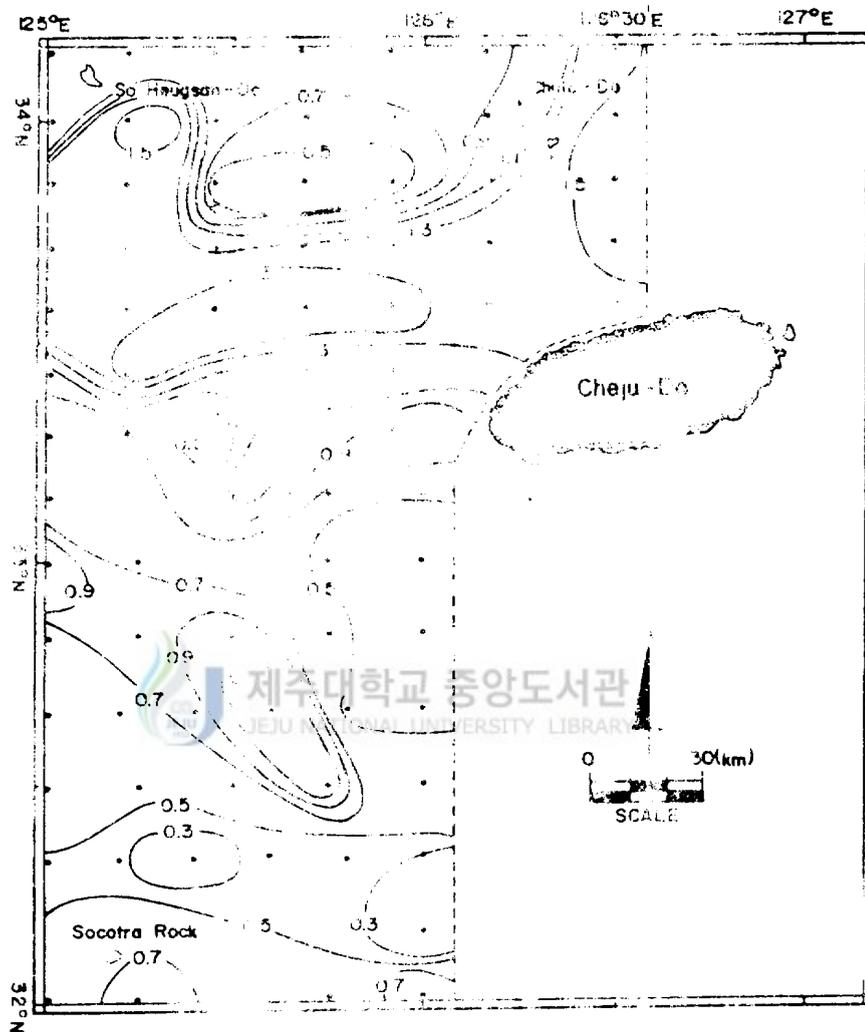


Fig.19. Distribution of Aquifer content in the surficial segment.

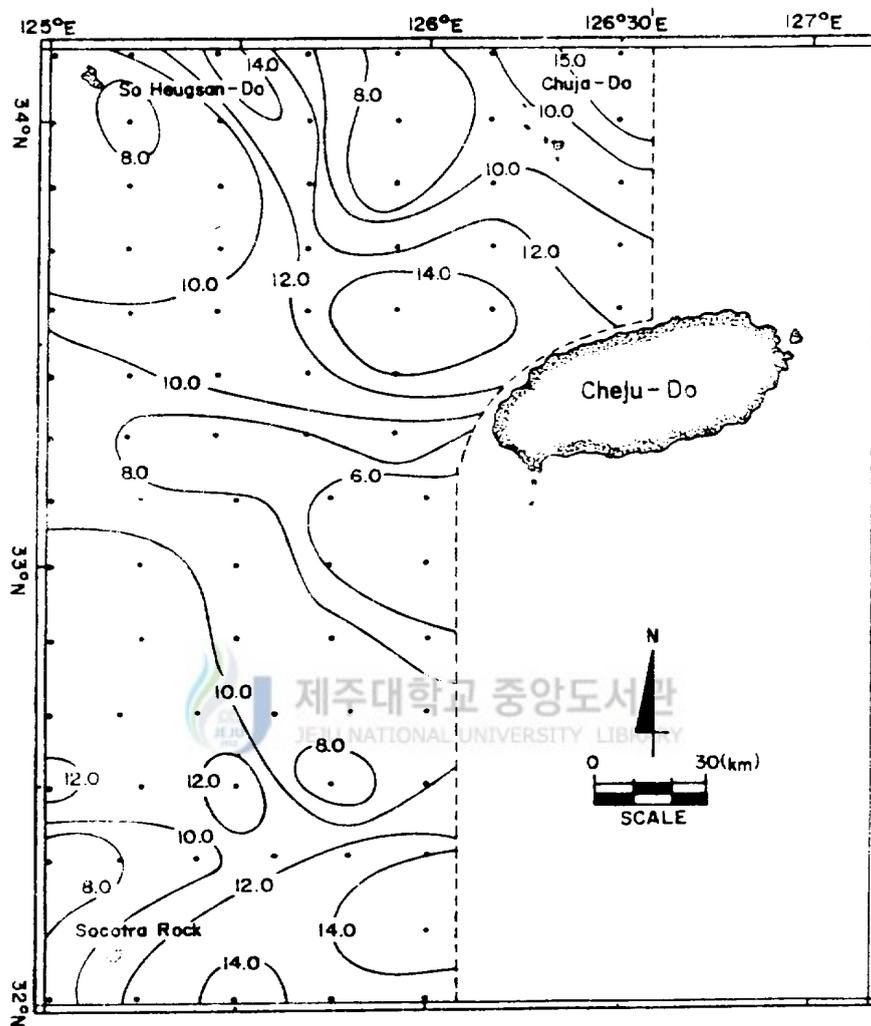


Fig 20. Distribution of Ni content in the surficial sediment.

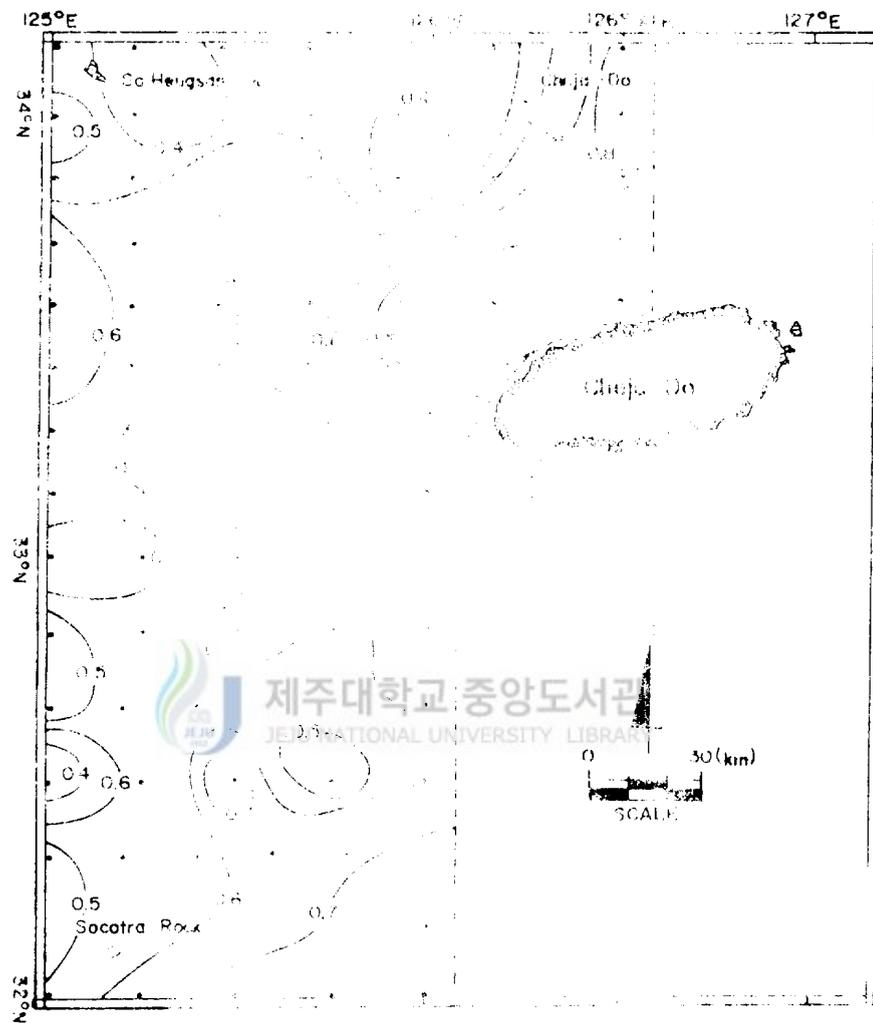


Fig.21. Distribution of total Mn content in the surficial sediment.

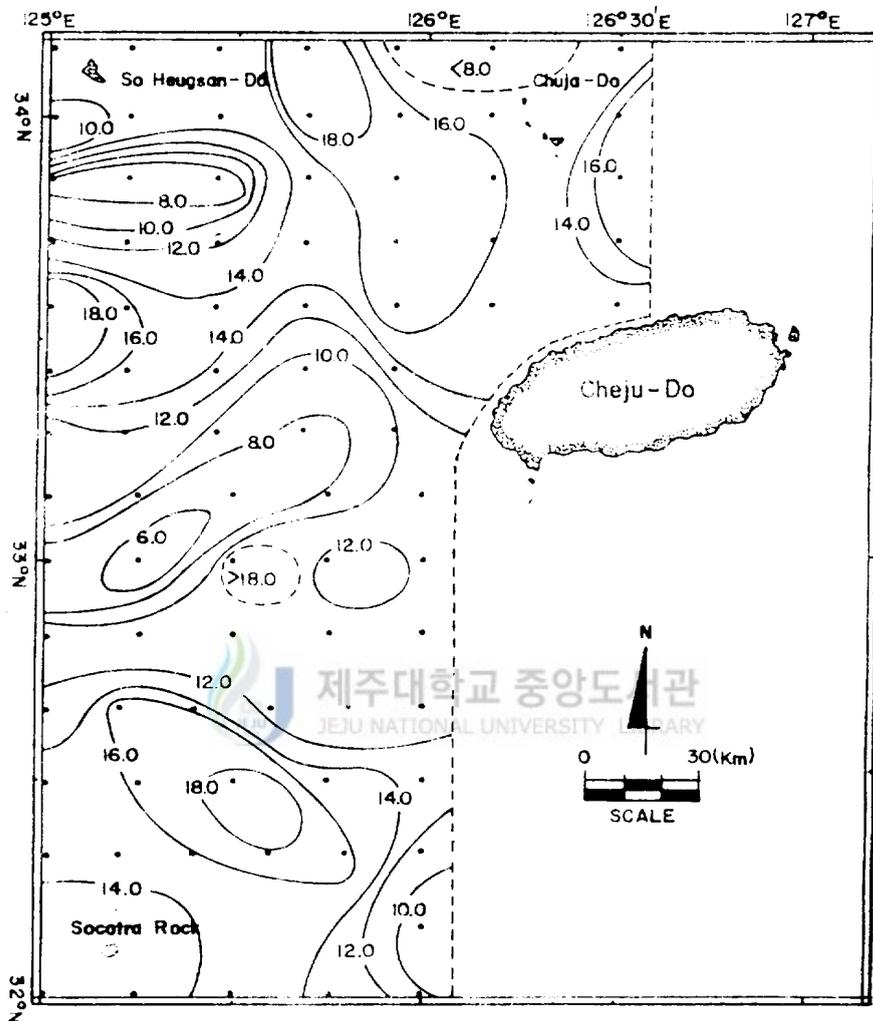


Fig.22. Distribution of Co content in the surficial sediment.

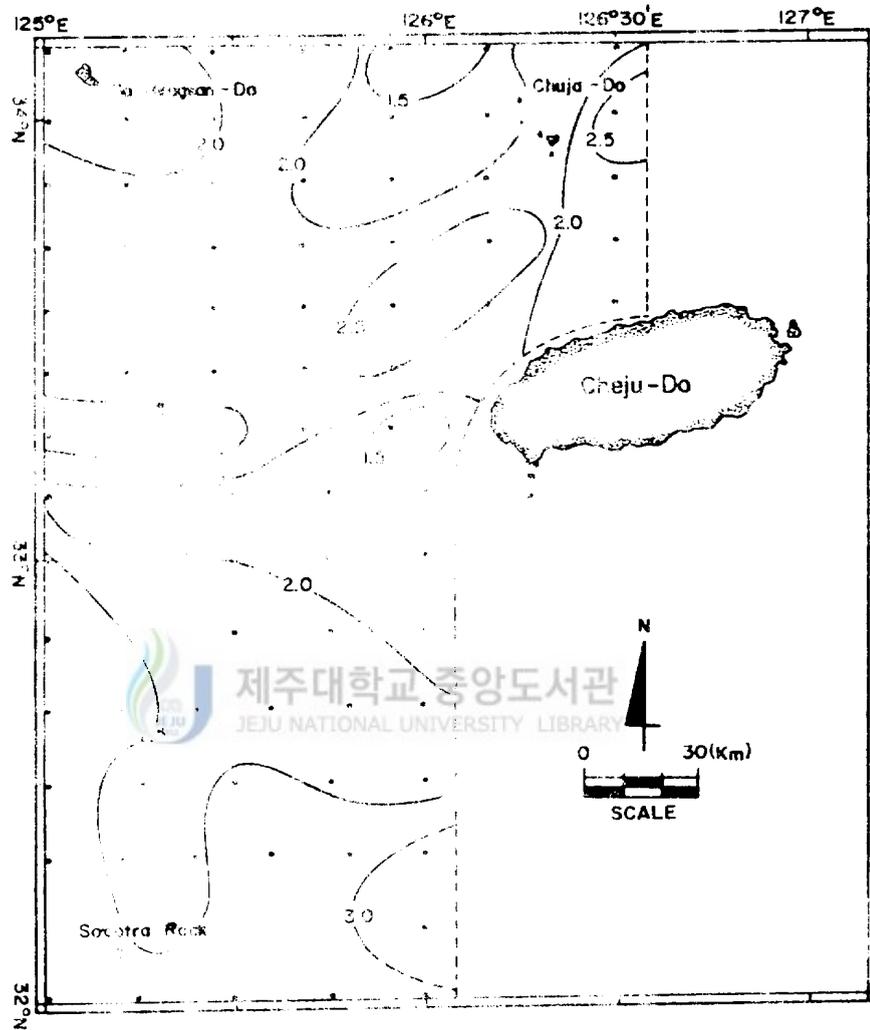


Fig. 33. Distribution of Fe content in the surficial sediments.

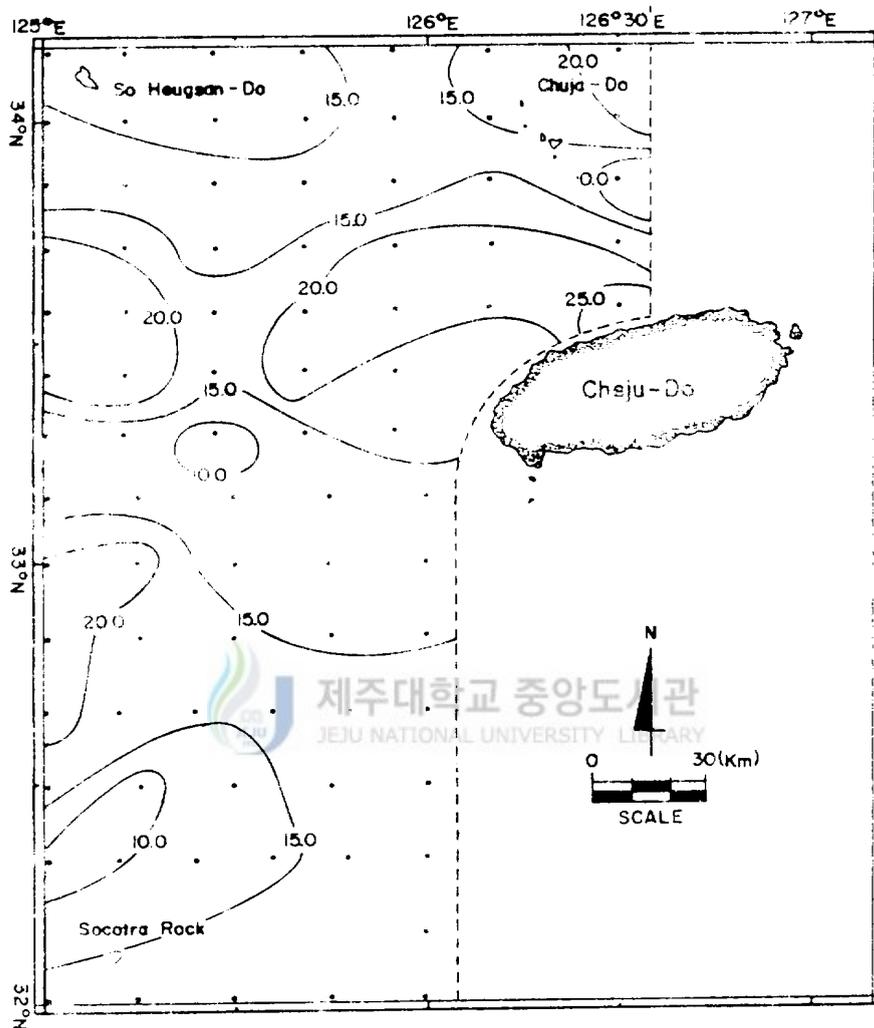


Fig 24. Distribution of Pb content in the surficial sediment.

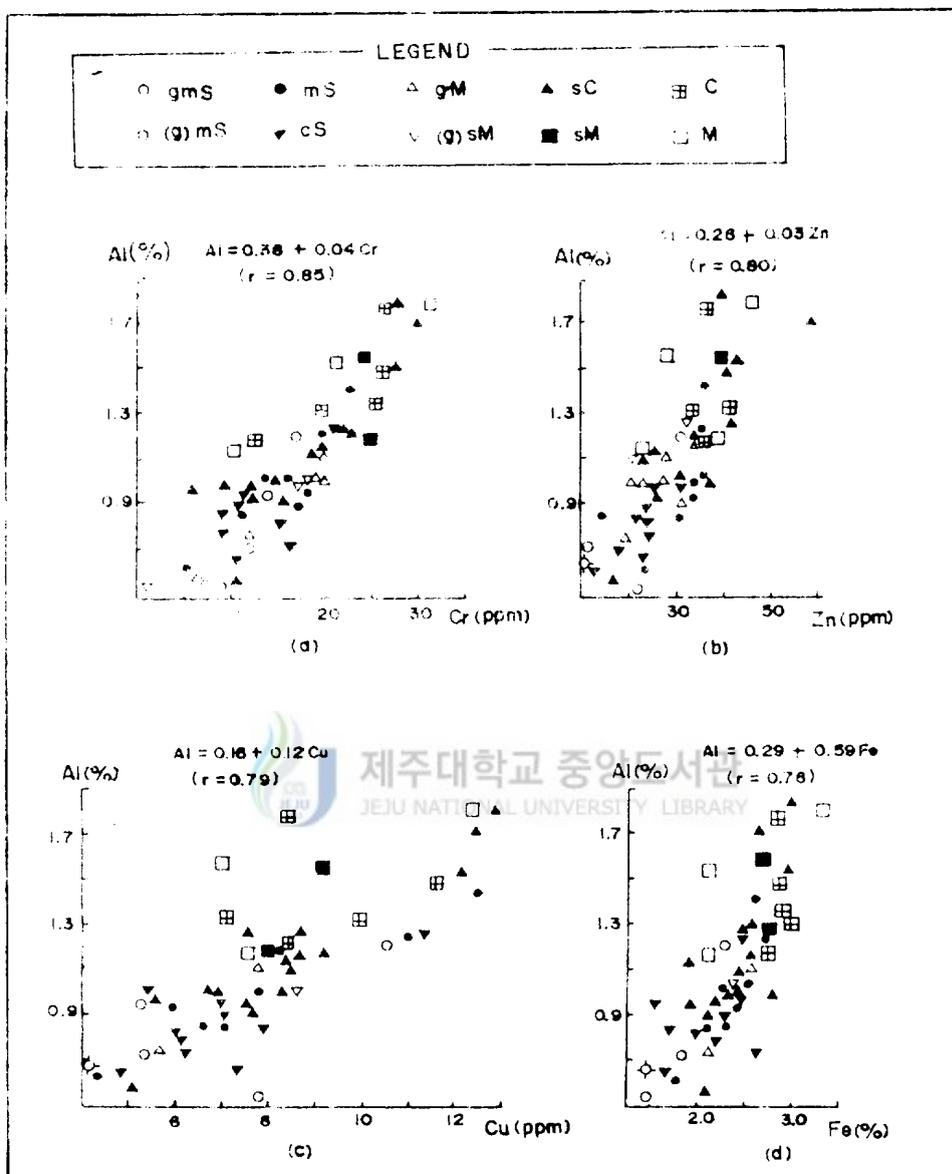


Fig. 25. The relationships between Al and Cr (a), Al and Zn (b), Al and Cu(c), Al and Fe(d) in Sediments

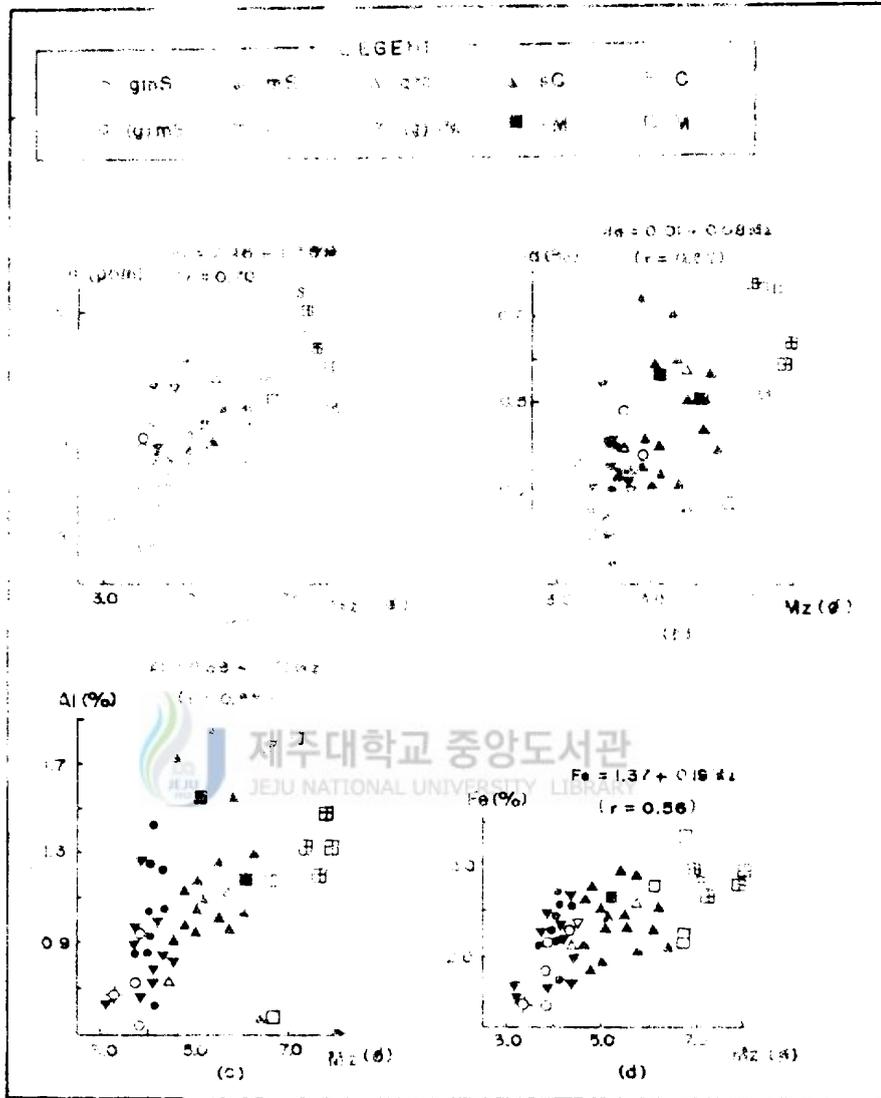


Fig.26. The relationships between Ni and Mz(a), Na and Mz(b), Al and Mz(c), Fe and Mz(d) in sepiolite.

비교적 높은 含量值를 나타내 바위, Ca, Na, Ag 含量 代表值를 表層堆積物에서 비교적 높은 含量值를 보였다.

5. 鑛物 分析

1) 輕鑛物

研究海域內 表層堆積物을 Blatt & Sutherland(1969)에 依한 分離法으로 분리한 輕鑛物試料를 着色法에 따라 分析한 結果, 石英이 平均 52.59%, Na-Ca長石이 平均 19.17%, K-長石을 平均 21.75%, 岩片은 平均 6.49%로 나타났다. 이 輕鑛物들의 分布樣相을 살펴보면, 濟州島 周邊海域, 小黑山島 및 Socotra rock 周邊과 이 이외의 地域으로 구분이 되고 있다(圖27).

濟州島 周邊海域, 小黑山島 및 Socotra rock 周邊海域에서 Na-Ca長石은 16~49%, K-長石은 1~28%, 石英은 29~59%, 岩片은 3~18%의 含量을 보였다. 특히 이들 地域에서, 岩片이 많고, K-長石보다는 Na-Ca長石이 높은 含量值를 보여 이處 堆積物中의 岩片은, 1차 沉積物에서 運搬·堆積된 것으로 보여진다. 그러나 陸上起源 風化産物이 이들 深으로부터 外海쪽으로 어느정도의 거리까지 移動·擴散하는데 對해서 앞으로 調査해야할 과제이다. 한편 楸子島 周邊海域 및 他地域에서는 Na-Ca長石보다 K-長石이 높은 含量值를 보였는데, 楸子島 周邊海域에서 K-長石이 높은 것은 이 地域의 陸上地質과 잘 一致한다. 深에서 멀어짐에 따라 石英과 K-長石의 含量이 增加하는 傾向을 보이나, 岩片을 減少하는 傾向을 보였다.

그런데, 研究海域 表層堆積物 內的 石英粒子를 대상으로 圓磨圖를 觀察한 結果(表 5, 圓磨圖는 매우 각진 것(very angular)에서 부터 둥근 것(rounded)까지 多樣한 形이 있으며, 약간 각진 것(sub-angular)이 主를 이루었다. 濟州島 沿岸地域, 小黑山島와 楸子島 周邊地域에서는, 매우 각진 것에서 약간 각진 것이 우세하게 나타났고, 濟州島 周邊地域에서 멀어짐에 따라 약간 둥근 것이 소량씩기는 하지만 深의 周邊에서 보다 높은 含量의 傾向을 나타내었다.

2) 粘土鑛物

研究海域中 濟州島 西北方 泥質堆積物 分布地域에서 3個의 試料와 濟州西方의 clay 分布地域에서 2個의 表層堆積物에 對한 粘土鑛物을 分析한 結果(圖28, 29),

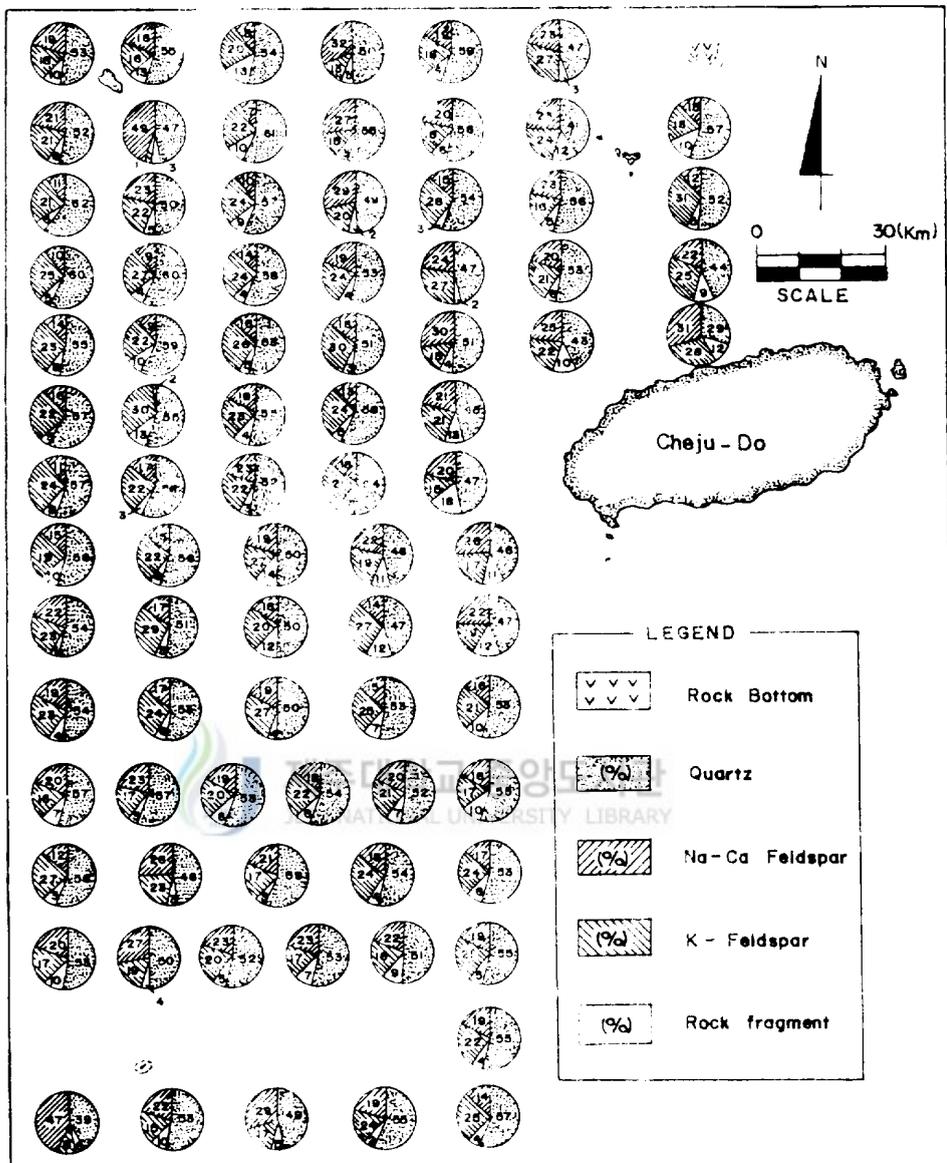


Fig.27. Light mineral composition pie chart and sand fraction of the surficial sediments (2-3φ).

Table 5. Grade of Roundness.

St. No.	well rounded(%)	rounded (%)	subrounded (%)	subangular (%)	angular (%)	very angular (%)
2		1.23	9.05	14.82	74.49	0.41
3		1.20	7.84	37.95	51.81	1.20
4		0.39	0.78	23.68	73.15	
5		0.47	2.83	16.51	63.21	16.98
6	9.49	1.00	2.91	23.27	60.53	6.80
7				13.09	77.46	9.45
8			1.69	23.73	66.19	8.48
9			2.19	32.46	59.65	5.70
10		0.89	3.57	29.16	60.72	5.36
11			1.75	38.11	60.11	
12			1.13	15.79	70.66	9.91
13		0.38	9.27	20.08	68.73	1.54
14		1.86	15.35	10.81	65.58	1.40
15		0.45	3.17	19.46	74.21	2.71
16		1.99	6.96	11.92	75.13	1.99
17			1.52	26.39	71.21	1.91
18		2.16	6.39	15.09	71.37	34.48
19			0.71	8.12	56.34	35.0
20			1.32	11.92	67.92	18.74
21			1.32	15.66	73.15	11.89
22		1.58	1.46	28.26	67.26	8.7
23		1.12	0.62	29.29	62.92	1.17
24			1.71	11.7	58.29	27.3

Table 5. Continued.

St. No	well rounded (%)	rounded (%)	sub-angular (%)	subangular (%)	angular (%)	very angular (%)
25			8	11.15	58.85	24.88
26			8	11.87	81.34	4.34
27			11.41	11.34	82.35	0.98
28		11.46	10	11.07	71.93	11.97
29	4.77	11.36	8.57	11.14	67.74	4.19
30			10	11.99	65.05	11.91
31			11.7	11.71	83.14	0.91
32			11	11.11	48.68	32.71
33		11.10	11	11.59	63.53	11.17
34		11	11	11.11	66.74	
35		11.06	11.4	11.11	56.43	11.64
36		10.9	11	11.18	64.26	11.17
37		11.1	11.7	11.82	36.05	11.17
38			11	11.73	49.27	37.07
39			11.91	11.05	64.12	10.91
40			11.74	11.74	63.56	11.71
41			11.33	11.20	64.41	11.76
42			11.91	11.39	4.81	31.17
43			11.7	11.82	31.87	31.17
44			11.7	11.65	61.18	11.17
45			11.4	11.15	61.19	11.17
46			11.3	11.19	61.41	11.19
47			11.3	11.39	61.86	32.63
48			11	11	61.89	31.89
49			11.3	11.8	11.17	11.17



St. No	well rounded(%)	rounded (%)	subrounded (%)	subangular (%)	angular (%)	very angular(%)
50			5.24	13.86	45.32	35.58
51		0.58	1.16	21.97	67.62	8.67
52		0.82	2.87	15.98	53.28	27.05
53		0.52	2.25	14.04	74.20	8.99
54		0.73	1.26	7.95	69.87	20.19
55			1.20	10.50	66.50	21.80
56		0.58	1.80	9.84	67.32	20.46
57		0.45	1.34	8.04	61.60	28.57
58		3.02	6.53	23.62	57.76	14.07
59		0.95	8.57	16.67	46.19	27.62
60		1.91	24.20	49.04	24.84	
61		1.52	9.98	28.42	53.26	6.82
62		1.01	7.56	25.34	58.42	7.67
63		1.82	8.42	27.56	59.41	2.79
64		1.38	7.92	25.03	57.92	7.75
65		1.31	8.73	23.14	44.99	21.83
66		1.52	5.38	22.73	53.87	16.50
67		1.20	1.55	15.54	70.83	10.88
68		2.76	12.20	15.36	61.02	8.66
69		0.56	10.00	35.00	52.22	2.22
			4.17	29.16	62.50	4.17
71			2.62	37.70	54.44	5.24
72		0.82	7.42	35.76	52.37	3.63
73		0.63	5.38	38.10	48.49	7.40
74		0.58	3.26	39.42	42.12	14.62

St. No	well rounded(%)	rounded (%)	subrounded (%)	subangular (%)	angular (%)	very angular(%)
75		0.73	6.28	41.03	50.15	1.81
76			9.42	34.12	49.12	7.06
77			5.42	37.01	53.96	3.61
78			7.81	38.42	52.12	1.65
79			7.89	46.23	41.94	3.94
80			1.06	24.87	68.25	5.82
81			2.47	28.40	65.01	4.12
82			4.28	19.25	74.33	2.14
83		0.71	1.85	17.94	57.41	22.96
Average	0.49	1.07	4.81	21.99	60.03	13.27

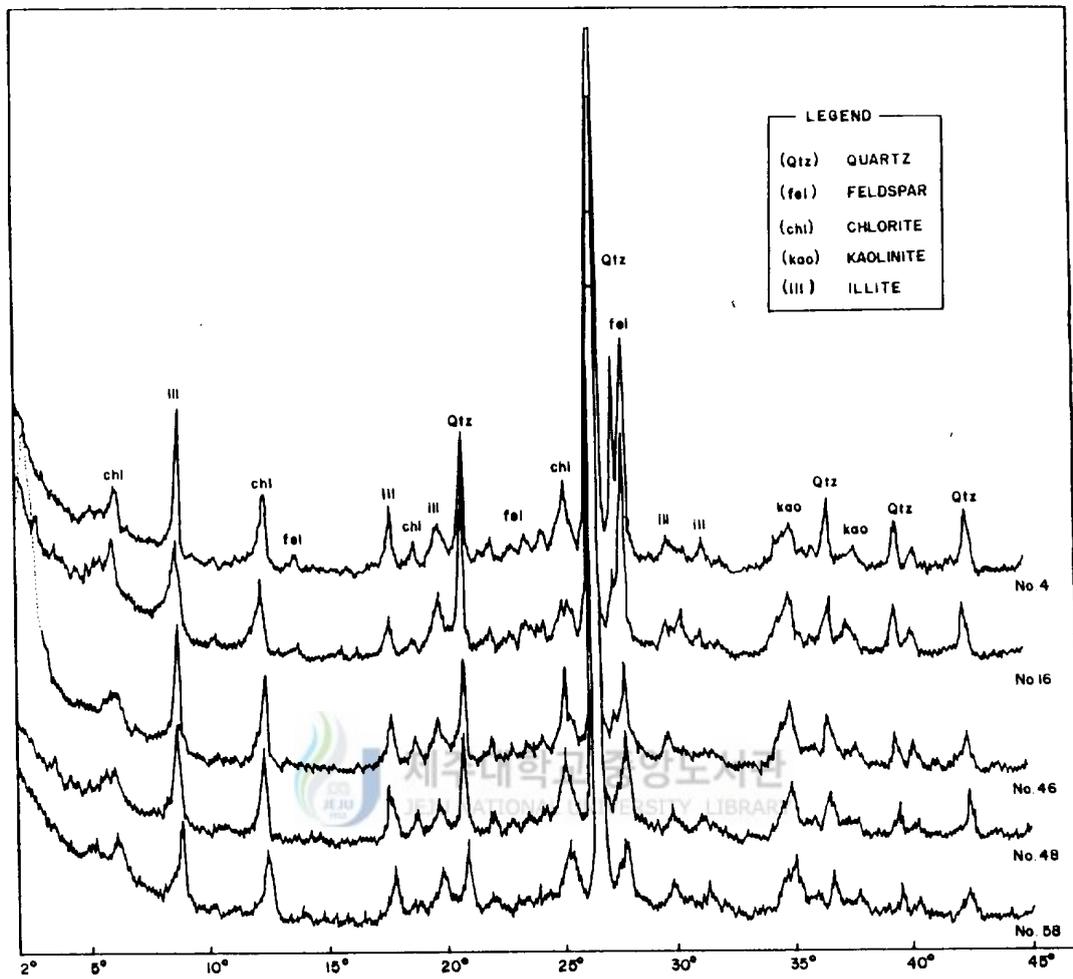


Fig.28. X-ray diffraction patterns for clay-size minerals from the study area.

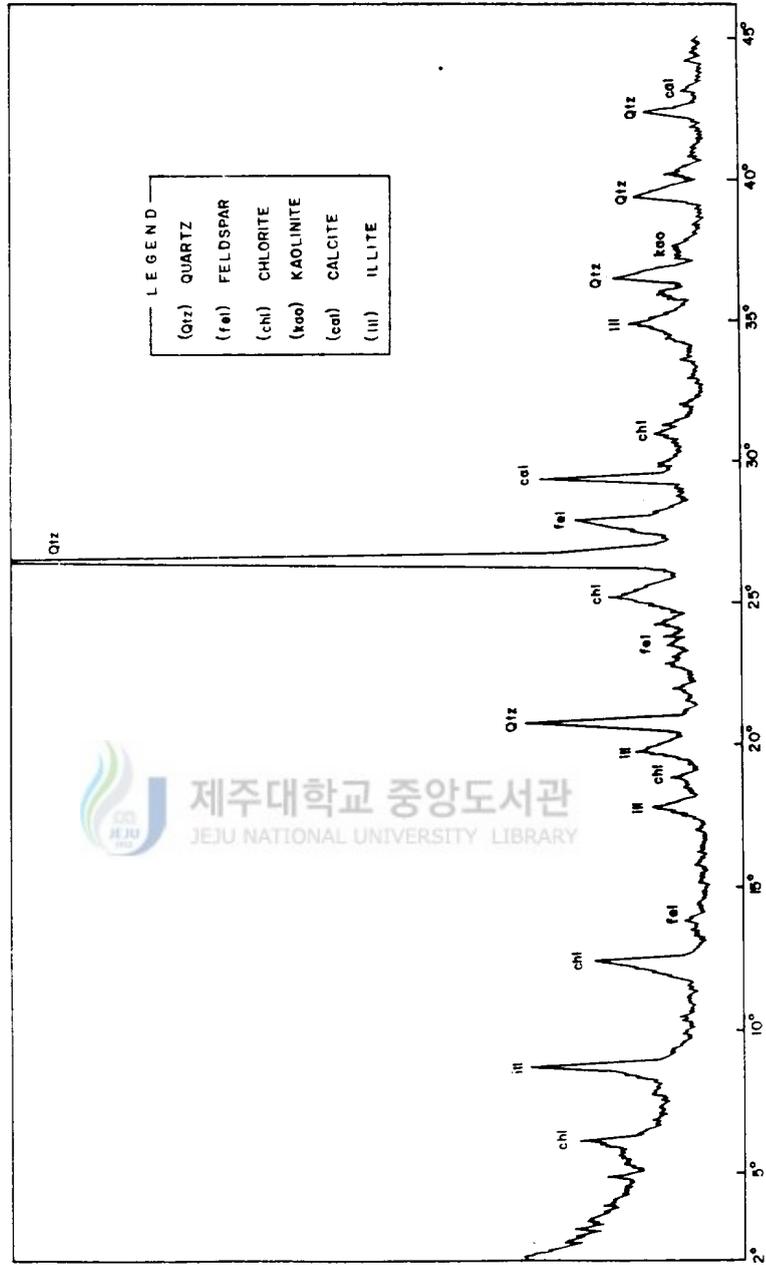


Fig.29. fig.28 continued.

主成 illite, chlorite, kaolinite, feldspar, calcite) 粘土礦物類 含量이 높으며, 粘的
 성분, illite가 가장 많고 chlorite, feldspar, kaolinite가 순서로 차라났다. 그러나
 2019년 2월 23에서 보문사와 같이 手梁山島 沿岸地域에서, 浮遊상 calcite peak가
 主成分인 것이 특이하다.

6. 海水中的 總 浮遊物質 含量

硏究海域의 表層 및 底層에서 各各 試料을 採水하여 總 浮遊物質의 含量을 測定
 하였다. 21에 나타내었다. 表層水中의 總 浮遊物質(TSM)含量 分布傾向은 濟州島
 를 기준으로 할때, 濟州沿岸에서부터 西쪽 外海中央部까지에서는 $3\text{mg}/\ell$ 이하로 비
 로하게 낮은 含量을 나타내고 있으며, 黃海南東部와 西北쪽 外海 및 南西쪽 外海의
 向에서부터 含量이 各各 $3\sim 5\text{mg}/\ell$, $5\sim 7\text{mg}/\ell$ 및 $7\text{mg}/\ell$ 以上으로 점차 增
 加하여 傾向을 나타냈다. 특히 揚子江 河口쪽에 가까운 南西쪽 地域으로 向함에 따
 라 $7\text{mg}/\ell$ 以上의 高濃度 海水가 擴張하고 있음을 알 수 있었다. 底層水中의 含量은
 表層水中의 總 浮遊物質 分布傾向과 一致하고 있으며, 表層과 底層間의 含量差
 이 비교적, 濟州島 周邊海域은 表層과 底層間의 差異가 거의 없이 類似한 含量值
 을 나타냈으며 그 외의 地域에서는 매우 큰 含量差를 보이며 底層水中에서가 高濃도의
 總 浮遊物質 含量을 나타내었다.



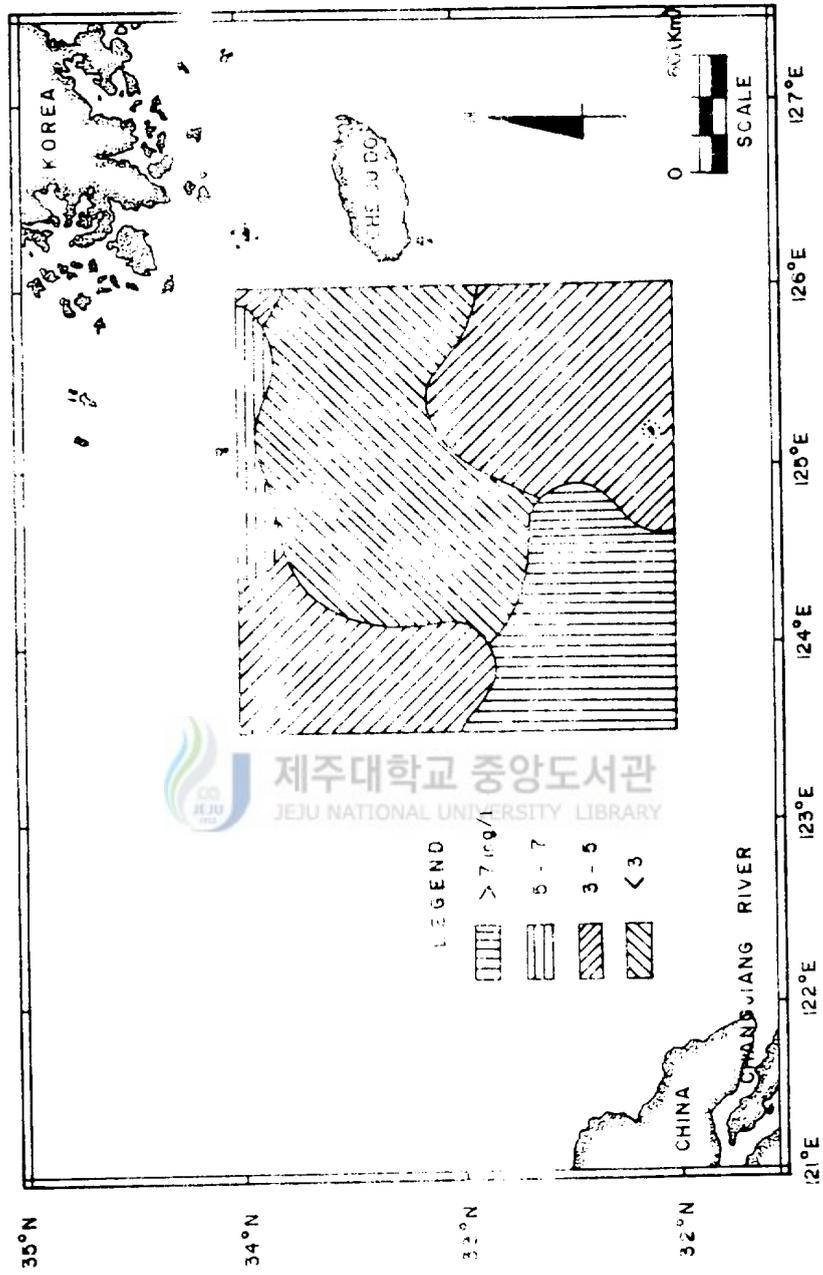


Fig. 30 Total suspended matter (mg/l) in the surface water, April 1987.

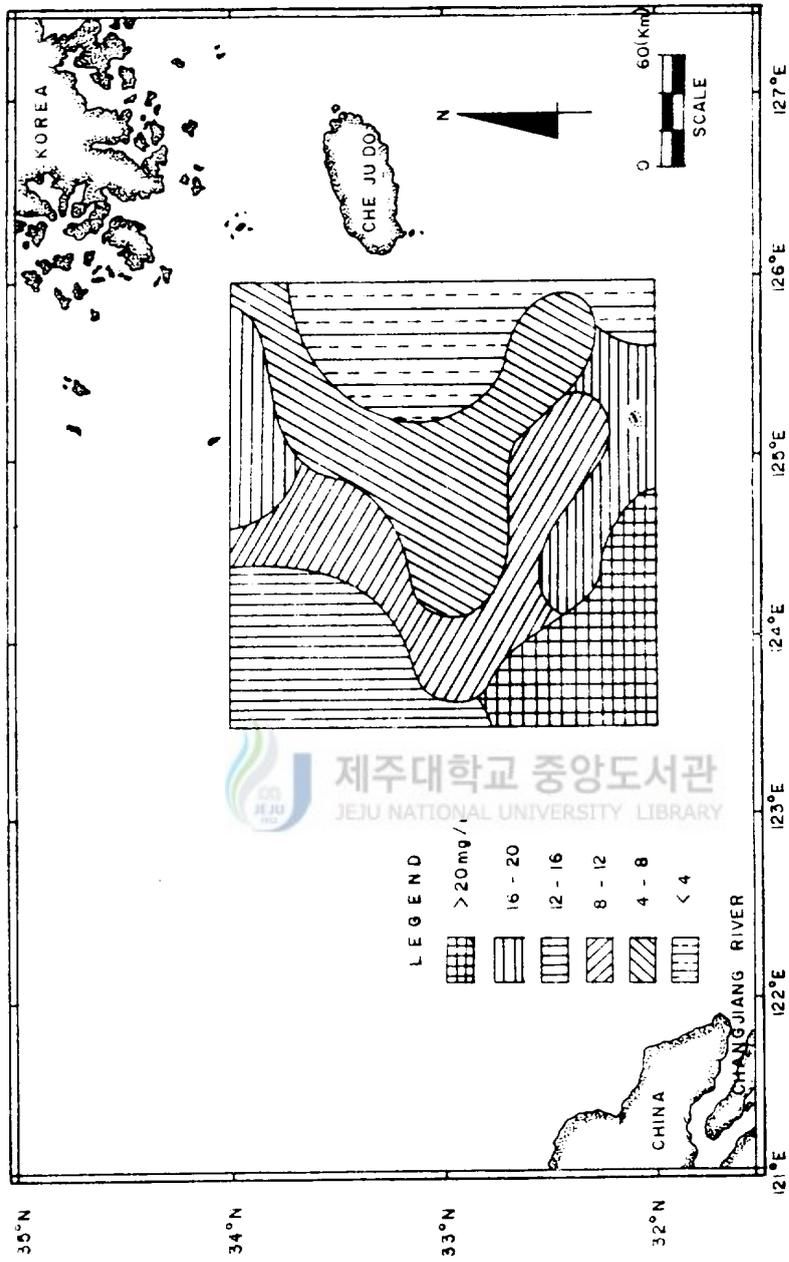


Fig.31. Total suspendedmatter (mg/l) in the near-bottom water April 1987

岸의 堆積物이 浸蝕을 받아 沿岸海底가 海面이 上昇한 量 만큼 낮아졌을 것이고 (Swift, 1967; Schwartz, 1976; Dubois, 1977a, b; Rosen, 1977), 水深이 깊은 地域에도 자갈(gravel)이 存在하게 되었을 것이다. 또한 海面이 上昇으로 인하여 大陸棚의 넓이가 급격히 增加하여 tidal range가 크게 증가하게 되었을 것이며, 따라서 潮流도 또한 强하여 졌을 것이다. 이와같은 强한 潮流에 依하여 濟州海峽內에 이미 堆積된 堆積物들이 再動(winnowing) 되어 組粒質 堆積物만이 남아 있었을 것이다. 海面이 점차 上昇하게 됨에 따라 本 研究海域은 現在와 비슷한 수력권 하에 놓이게 되었을 것이며, 韓半島 및 中國大陸棚으로부터 流入되는 堆積物들이 수력권의 支配하에 運搬되어 殘留堆積物위를 덮으므로써 오늘날과 같은 形態의 分布를 나타낸 것으로 思料된다. 따라서 本 研究海域도 第四紀末 이래 海面의 變動을 考慮한 堆積環境을 類推하는 것이 妥當할 것이다.

研究海域의 表層堆積物 分布傾向은 크게 北部와 中·南部로 構成되었다. 즉 北部地域에는 小量의 자갈을 含有한 組粒質과 泥·粘土質인 細粒質이 混在되어 分布하였고, 中·南部地域에는 비교적 細粒質인 砂, 泥質이 混合된 分布樣相을 나타내었다. 특히 小黒山島 東쪽 一部地域, 濟州島 西北쪽의 小規模地域 및 研究海域 南東쪽 끝 일부지역에는 泥(mud)와 粘土(clay)가 좋게 發達해 있는데, 小黒山島 東쪽 一部地域과 濟州島 西北쪽에 小規模로 발달해 있는 泥質堆積物은 沖積世(Holocene) 동안 韓半島의 河川들에 依하여 運搬된 堆積物로 形成된 것이 아니라 黃海南東部に 分布하는 소위 黑山層(Heugsan plate)이라 命名되는 古期の 泥質堆積物(relict mud belt)으로 思料된다. 이들은 주로 黃海冷水, 黃海暖流 그리고 韓半島 西海沿岸水의 境界部에서 生成되는 密度流인 底流 等に 依하여 이곳으로 再動되어 形成된 것이라고 指摘하기도 하였다. 특히 유(1984)는 韓半島로부터 流入되는 堆積物과 夏季에 揚子江稀釋水의 擴張으로 揚子江 河口的 堆積物이 浮遊(suspension)의 形態로 運搬된 堆積物도 一部가 包含된다고 하였다. Wells et al.(1983)은 黃海南東部の 沿岸域에 쌓였던 細粒質堆積物이 겨울철동안 현저한 winter circulation에 의해 侵蝕·浮遊된 泥質堆積物 中 1년에 $25\sim 250\times 10^{11}m^3$ 정도의 量이 韓國海峽으로 輸送이 이루어진다고 밝힌바도 있다. 한편 本 研究海域 南東쪽 끝 一部地域의 泥質堆積物은 尹(198) 등의 研究에 依하면, 주로 黃河起源 細粒質堆積物로 이루어진 東支那海外大陸棚上의 現生泥質分布帶(recent mud zone) (Milliman et al., 1985; Qin et al., 1983; Cheng et al., 1983)의 北東쪽 境界에 해당한다. 이 泥質分布帶의 분포범위를 Milliman et al.(1985)은 $31^{\circ}00'\sim 32^{\circ}00'N$, $124^{\circ}00'\sim 126^{\circ}00'E$ 라고 하였으나, 本 研究

結果와 尹 外(1987)가 밝힌 結果를 綜合하면 32°20'N, 126°30'E까지 그 분포범위가 擴張되고 있어 이 現生泥質分布帶의 北東쪽 境界가 再糾明되어야 할 것으로 思料된다.

組織標準值를 利用한 bivariate plots 方法으로 堆積環境을 解釋하는데는 약간의 制限성은 있으나(Solohub and Klován, 1970; Reineck, 1980; 林, 1983), 그 중 平均粒度 對 分級度, 歪度 對 分級度와의 相關關係는 堆積環境을 解釋하는데 有用하게 이용되어지고 있다. 粒度分析을 實施한 結果를 上記의 圖表에 plot해본 結果, 本 調查海域의 堆積物은 主로 river領域에 속하고 있어(Friedman, 1961; Moiola and Weiser, 1968; Folk, 1968) 陸上起源 堆積物로 解釋이 된다. 또한 累積分布曲線도 堆積環境 解釋의 한 手段으로 여러 學者들에 의해 利用이 되어져 왔는데, 이 曲線의 傾斜는 堆積物의 分級程度를 意味하는 것으로 堆積過程 및 堆積環境에 따라 差異를 나타내며, 直線組合(straightline segment)들은 각기 다른 運搬樣式, 즉 traction(rolling), saltation 및 suspension을 意味한다(Friedman, 1967; Visher, 1969). 이러한 점을 비추어 볼때, 本 調查海域 堆積物의 累積分布曲線의 傾斜는 대체로 緩慢하여 分級이 不良함을 알 수 있고, 또 粗粒質은 主로 跳躍群集에 의해 運搬·堆積된 반면 細粒質은 跳躍과 浮遊群集의 支配를 同時에 받은 것으로 推定된다.

濟州島와 小黑山島, Socotra rock은 火山活動에 의해 形成된 火山島로서 主로 알칼리 溶岩流와 火山碎屑物 등이 分布한다. 上記 主邊海域에서의 輕鑛物은 他地域에서보다 Na-Ca長石, 岩片의 含量이 높게 나타나고 있는데, 이러 輕鑛物은 이들 陸上地質의 影響을 받고 있는 것으로 생각된다. 그러나 楸子島 周邊海域 및 他地域에서는 Na-Ca長石보다는 K-長石, 그리고 石英의 含量이 높게 나타났는데, 楸子島 周邊地域에서 K-長石이 높은 것은 이 地域의 陸上地質과 잘 一致하고 있다.

一般的으로 河川에 의해 運搬·堆積된 堆積物은 낮은 圓磨圖와 높은 角磨도를 갖고 海濱堆積物은 높은 圓磨도와 낮은 角磨도를 갖는다(Sneed and Folk, 1958; Lenk-Cheitch, 1959; Dobkins and Folk, 1970; Komar, 1976). 研究海域 堆積物中 石英粒子의 圓磨도는 多樣한 편이나 약간각진것(subangular)이 主를 이루고 있어 本 域 堆積物은 河川環境에서 運搬된 것으로 思料된다.

本 調查海域 粘土鑛物의 組成을 보면 illite, chlorite, kaolinite, feldspar, calcite 등으로 나타났는데, 이는 東支那海 堆積物中の 粘土鑛物 組成과도 유사하고(Aoki et al., 1983), 大韓海峽 一帶 堆積物內的 組成과도 유사하다(Park et al., 1985). 東支

那海 堆積物中에서는 illite가 74~49%, Chlorite는 49~14%, kaolinite는 15~0%의 含量을 나타냈고, 大韓海峽 堆積物에서 illite는 53%, chlorite는 6%, kaolinite는 19% 등으로 나타났는데, Park et al.(1983)은 大韓海협에서의 粘土鑛物은 주로 Kuroshio 海流에 依해서 東支那海로부터 輸送이 이루어진다고 하였다. 그리고 黃海南東部에서 Chough(1985)의 研究結果에 의하면, 錦江으로부터 流入과 여름철동안에 北西方向과 南西方向으로 우세하게 흐르는 沿岸流에 依해서 輸送이 이루어지고, 특히 35°N이남에서의 illite는 주로 黃河江과 약간은 揚子江으로 부터의 影響을 받고 Kuroshio의 影響은 상당히 적다고 지적한 바 있다. 本 研究에서는 粘土鑛物의 組成을 파악하는데 目的을 두었기 때문에 직접적인 비교는 곤란하나 대체적으로 illite, chlorite, kaolinite 等の 含量順序를 보여 東支那海 堆積物의 特性을 잘 반영하고 있다.

그런데, Milliman et al. (1985)은 黃河起源 堆積物의 粘土鑛物學的 特徵에 對해 밝힌 바 있는데, 즉 黃河起源 堆積物은 그 根源地가 中國北部의 冷·乾燥하고 漂白作用(leaching)이 活發한 黃土環境에서 運搬·堆積된 堆積物로서 calcite peak가 뚜렷하고 kaolinite보다 chlorite가 풍부하다고 하였다(Milliman et al., 1985; Qin et al., 1983; Yang et al., 1983). 小黑山島 南部地域의 堆積物試料 中에서도 calcite peak가 현저히 나타난 것은 매우 흥미로운 結果이다. 과연 黃河起源 堆積物이 어느 지역까지 擴散·移動 分布하는지에 대해서는 앞으로 흥미로운 研究果題이다. 앞으로 本 調査地域의 細粒質 堆積物에 대한 粘土鑛物 研究를 實施한다면 根源地를 밝히는데 좋은 結果를 기대할 수 있을 것으로 推定된다.

調査地域 堆積物中の 地化學的 元素成分 14種에 對해 含量測定을 實施한 結果, Mn, Na, Al, Zn, Cr, Cu, Sn은 本 域 南部地域의 細粒質이 分布하는 곳에서가 대체로 높은 含量値를 보였고, Ca와 Ag은 北部에서, 그의 Ni, Mg, Co, Fe, Pb는 北部와 南部間에 큰 差異를 보이지 않고 있어 含量値가 비슷한 傾向을 나타냈다. 이와같이 元素들의 分布傾向이 多樣하게 나타나고 있는데, 이는 本 調査地域이 韓半島 南部地域, 濟州島, 中國大陸一部 및 일본규슈지역의 陸土地質이 交互되는 地域이기 때문에 堆積環境도 複雜한 것으로 解釋할 수 있다. 그리고 各元素들의 相關關係는 $r=0.75$ 以上の 良好한 正의 상관關係를 나타내는 元素들과 $r=0.50$ 이상의 비교적 양호한 正의 상관關係를 갖는 元素들도 있었다. 元素들과 平均粒度의 相關關係에서는 몇몇 元素들은 平均粒度和 밀접한 正의 상관關係를 나타냈는데, 大部分의 元素들의 含量値는 堆積物粒度가 粗粒質보다는 細粒質에서가 높은 含量値를

나타냈다. 그러나 炭散鹽 含量과는 상반된 傾向을 나타냈고, 總 有機物 含量이 높은 곳에서는 이들 元素들의 含量値가 높게 나타났다. 이러한 要因은 細粒質堆積物에서가 重金屬元素들의 吸着率이 크고, 周邊陸地의 環境等인 것으로 解釋할 수 있다.

表6은 地化學的 元素成分들의 含量値를 周邊地域 및 世界各地, 그리고 世界平均値等과 比較한 것이다. 尹과 高(1987)의 濟州 南方海域 表層堆積物中 13個 元素含量 結果와 比較여 볼 때, Ag과 Ni의 元素를 제외한 大部分의 元素들의 含量은 本域에서가 약간 높은 含量値를 나타내었다. 이러한 것은 本 調查地域이 우리나라 南海岸과 中國大陸 쪽에 보다더 가깝고, 比較地域과는 表層堆積物 組成이 다소 差異가 있기 때문인 것이라고 解釋할 수 있다. 또한 石外(1983)가 分析한 含量値와는 Pb 및 Co를 제외하면 本 域에서가 낮은 含量을 나타내었고, 揚子江 및 黃河江 河口, 世界各地等과 比較하여 볼 때, 本 域에서가 낮은 含量値를 보였다. 즉 世界平均値와는 Mn, Co, Ni의 含量値는 本 域에서가 약간 높고, 그외의 元素들의 含量値는 모두 낮았다. 이처럼 本 研究海域 表層堆積物中の 미량원소 含量이 上記地域보다 대체로 낮은 것은 堆積物의 組成 및 堆積環境이 比較地域과는 큰 差異가 있기 때문인 것으로 解釋할 수 있겠다.

Xie et al.(1983)의 揚子江 河口 周邊地域 浮遊物質 研究에 의하면, 揚子江에서 流出된 堆積物은 주로 江河口에서 堆積이 많이 이루어지고 小量은 와류 및 확산을 통해 南쪽과 南東쪽 方向으로 移動·擴散하며, 이 堆積物들은 東支那海의 123°E근처까지 이동한다 하였다. 그리고 보하이(Bohai)灣으로 부터 由來된 현저한 circulation pattern인 黃海沿岸流와 潮流는 黃河起源 細粒質堆積物을 겨울철에는 30°N, 126°E, 여름철에는 32°N까지 移動·擴散시킨다고 하였다. 따라서 本 調查地域의 總 浮遊物의 分布傾向은 濟州島를 기준으로 할때, 西北쪽 外海와 南西쪽 外海로 向함에 따라 그 含量이 점차적으로 增加하고 있고, 특히 揚子江에서 비교적 가까운 南西部地域에서는 高濃度의 海水가 北東쪽으로 擴張되고 있음을 볼 수 있다.

이와같이 本 調查地域 및 濟州島 周邊海域에 黃河·揚子江起源 堆積物의 移動·擴散 및 堆積이 가능한 메카니즘으로서 이 地域의 독특한 地形과 海況 및 海流等을 論議함으로서 가능할 것으로 생각된다. 黃海 및 東支那海에서 一般的인 海流의 모식도를 나타낸 그림32에 依하면, 겨울철 暴風期間동안 浮遊 및 再浮遊된 黃河起源 堆積物들은 Jiangsu Coastal Current와 같은 현저한 winter circulation patterns에 依해 濟州島 南部地域까지 移流가 가능하고(Milliman et al., 1985), 또한 揚

子江沿岸을 따라 北上하는 中國大陸沿岸水와 揚子江沿岸 堆積物을 再浮遊시켜 남하하는 Jiangsu Coastal Current와 합세하여 濟州島 南西部地域까지 移動하는 것으로 思料된다. 그리고 4m以上の 潮差, 黃海西部에서 2knot 以上の 潮流가 細粒質堆積物을 浮遊나 再浮遊시키기에 充分한 條件이 될뿐만 아니라, 겨울철에 屢습하는 cold wave 및 暴風도 表層堆積物을 攪亂·移動시키는데 寄與한다.

이와같이 本 調査地域의 堆積物은 主로 中國大陸의 黃河江과 揚子江이고, 少量은 韓半島 南部地域 및 濟州島 等으로부터 影響을 받는 것으로 解釋된다.



Table 6. Comparable concentration of elements in bottom sediments and suspended matter in different regions (units in ppm. except for Fe, Ca, Mg, Al, Na).

Study area	Zn	Mn	Cr	Pb	Co	Ni
Southwestern and North-western Sea off Cheju Island.						
total average	29.32	217.49	17.98	15.47	13.55	10.50
sand average	25.14	188.57	13.49	14.70	11.79	8.46
mud average	32.64	240.28	19.33	17.93	14.39	11.83
Southern Sea off Cheju Island						
total average	30.67	139.39	6.50	15.60	10.78	29.57
sand average	23.44	83.00	5.43	18.50	9.53	29.71
mud average	34.26	243.30	8.37	25.30	38.00	28.90
Korea Strait						
average	140.11	315.67	34.17	32.11		27.76
Around Cheju Island						
total average	59.10	326.60	63.80	15.70	10.00	28.90
sand average	51.30	355.30	54.10	14.90	9.40	25.60
mud average	82.60	479.30	93.40	17.90	13.90	38.90
Jinhae Bay ,	111.00	499.00		20.00	13.00	29.00
Busan Area						
Sea off Eastern Korea	92.50	664.20				80.10
Southeastern Yellow Sea		50-		33-		3-
		450		100		33
Changjiang Estuary	107-	837-	23.30			
	110	915				

Cu	Fe(%)	Ca(%)	Al(%)	Mg(%)	Na(%)	Ag	Sn	Source
8.56	2.33	2.01	1.08	0.59	0.44	0.82	10.19	
7.25	2.10	1.89	0.89	0.47	0.32	0.83	10.21	resent study
8.63	2.52	2.11	1.38	0.66	0.50	0.91	10.11	
5.14	1.22	6.60	0.27	0.53	0.36	1.22		Youn and Go (1987)
4.65	0.76	8.80	0.25	0.37	0.26	1.38		
7.00	1.89	5.50	0.49	0.69	0.48	0.79		
12.06	2.26		4.45					Park et al. (1987)
10.50	2.70							Suk et al. (1987)
8.70	2.30							
16.10	3.70							
18.00	4.30							Lee et al. (1978)
	2.76							Sang Choe (1971)
3-	0.3-							
21	2.4							Jeong et al. (1984)
28-	4.02-	3.09-						Buckley et al. (1983)
30.8	4.20	3.26						

Table 6. Continued.

Study area	Zn	Mn	Cr	Pb	Co	Ni
Changjiang Estuaries	180	1,700-	150-	31-	96-	140-
		1,900	190	100	100	170
Huanghe Estuaries	90	1,300	159	20	60	80
Malan Loess	900	1,500	160	10	60	100
Shallow water						
Sediment, Japan	51	390	55	55	6	14
Upper Gulf of Thailand		700±		6.5±	9.8±	21±
		140		1.5	2.9	8.6
Australian Estuary	40-	100-		45-	5-	15-
	115	780		55	20	25
Puget Sound,	150±	2,589±	129±	87±		64±
Washington	36	1,043	92	39		14
Nearshore Sediment	95	850	100	20	13	55
(average)						
Continental crust	70	950	100	12.5	25	75
(average)						
World average	730	200	210	300	4	10

* Suspended matter (bottom sample)

Cu	Fe(%)	Ca(%)	Al(%)	Mg(%)	Na(%)	Ag	Sn	Source
92-	11-	3.5-	25	2.7-	1.04-	3.0-	30	
100	11.9	4.2		2.9	1.35	30		*
50	7	8.8	21	2.8	2.0	10.0	30	Yang(1983)
50	7	13	21	2.8	2.1	1.0	30	
27	3.29							Yamamoto et al. (1968).
8.1±	20±		27±					Windom et al. (1984)
6.5	6		4					
5-	2.0-							Roy et al. (1984)
20	4.8							
66±	66±	4.61±	7.41±					Feely et al. (1986)
14	13	0.91						
48	6.5							Wedephol (1960)
55	5.63	3.63	8.13	2.09	2.83	0.07		Taylor et al. (1964)
210	10	4.5	20	2.5	1.5			Yang(1983)

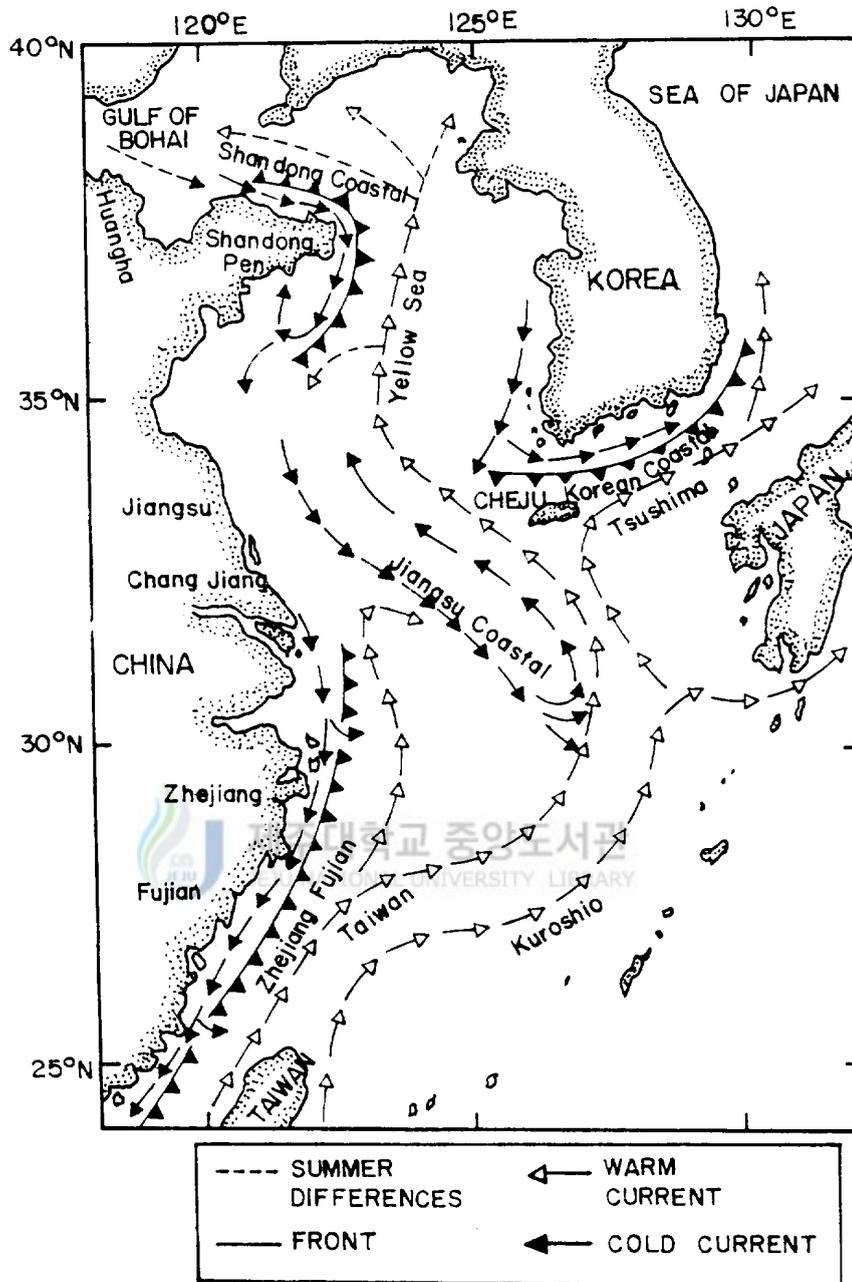


Fig.32. General circulation pattern in the east China and yellow Seas (after Nino and emery, 1961; Zheng and Klemas, 1982; Qin and Li, 1983).

VI. 結 論

濟州 西方海域 表層堆積物에 對해 堆積學의 研究를 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 研究海域의 表層堆積物의 類型은 礫含有泥質砂, 少量礫含有泥質砂, 礫質泥, 少量礫含有砂質泥, 粘土質砂, 砂質粘土, 砂質泥, 泥, 粘土 等 10個의 類型으로 細分되어 複雜한 形이나, 研究海域 北部에는 少量의 礫을 含有한 모래크기의 粗粒質과 泥·粘土質인 細粒質이 混合된 分布를 보였고, 中·南部에서는 砂質과 泥質이 混在하는 分布를 나타냈으며, 특히 東南部 끝 一部地域에는 小規模의 現生泥質分布帶도 存在하였다.
2. 調査地域의 粗粒質堆積物은 主로 跳躍群集, 細粒質堆積物은 跳躍群集과 浮遊群集의 形態로 運搬·堆積된 것으로 推定된다.
3. 表層堆積物의 平均粒度는 중립사~매우 고운일트의 범주에 해당하였고, 分級度는 대체로 不良한 形이었으며, 歪度는 very positive skewed~very negative skewed($-0.82 \sim -1.19\phi$, 平均 0.67ϕ)까지 多樣하게 나타났다. 그리고 尖度는 platykurtic($0.45 \sim 2.46\phi$, 平均 0.67ϕ)한 特性을 나타내었다.
4. 調査海域 表層堆積物 中の 炭酸鹽 含量은 平均 15.10%, 總 有機物 含量은 平均 6.23%로 나타났는데, 대체로 炭酸鹽 含量은 北部의 粗粒質分布地에서가 높으나 總 有機物 含量은 이와는 相反된 傾向을 보였다.
5. 本 域 表層堆積物 中の 地化學的 元素成分의 含量은 各各 Zn: 平均 29.32ppm, Mn: 平均 217.40ppm, Cr: 平均 17.98ppm, Pb: 平均 16.47ppm, Co: 平均 13.55ppm, Ni: 平均 10.50ppm, Cu: 平均 8.56ppm, Sn: 平均 10.19ppm, Ag: 平均 0.82ppm, Fe: 平均 2.33%, Ca: 平均 2.01%, Mg: 平均 0.59%, Na: 平均 0.44%, Al: 平均 1.08%인데, Mn, Na, Al, Zn, Cr, Cu, Sn은 主로 細粒質堆積物이 우세하게 分布하는 南部地域에서가 높은 含量値를 보였고, Ca와 Ag은 粗粒質이 우세하게 分布하는 北部地域에서가 높은 含量値를 보였다. 그러나 Ni, Mg, Co, Fe, Pb은 北部와 南部間에 뚜렷한 차이없이 유사한 含量値를 보였다.
6. 元素成分들간 및 堆積物의 平均粒도와 元素成分들간에는 正의 相關關係를 보였다.

7. 輕鑛物은 주로 石英(平均 52.59%), Na-Ca長石(平均 19.17%), K-長石(平均 21.75%), 岩片(平均 6.49%) 等の 組成을 나타내었는데, 小黒山島와 濟州島 및 socotra rock 附近에서는 Na-Ca長石이 K-長石보다 많고 岩片도 他地域보다 약간 많이 나타났다. 그러나 濟州島에서 멀어짐에 따라 K-長石과 石英이 增加하는 傾向을 나타내었다.
8. 石英粒子的 圓磨圖는 매우둥근것(well-rounded)이 0.49%, 둥근것(rounded)이 1.07%, 약간둥근것(subrounded)이 4.81%, 그리고 약간각진것(subangular)은 21.99%, 각진것(angular)은 60.30%, 매우각진것(very angular)은 13.27%로 매우둥근것~매우각진것까지 多樣的 圓이었으나 각진 것이 主를 이루었다.
9. 本 域 表層堆積物內 粘土鑛物은 illite, chlorite, kaolinite, feldspar 등이 主를 이루고 있으나 小黒山島 南쪽地域 堆積物中에서는 calcite peak도 나타났다.
10. 研究海域 海水中の 總 浮遊物質의 含量은 表層海水 中에서 3mg/l 이하~7mg/l 이상, 底層水 中에서는 4mg/l 이하~20mg/l 이상의 變動범위를 나타냈는데, 그 分布傾向은 濟州島沿岸 및 西쪽 外海에서는 비교적 낮은 含量을 보였으며, 西北쪽 外海와 南西쪽 外海로 向함에 따라 含量이 점차 增加하는 傾向을 보였다. 그리고 濟州島 周邊海域에서 表層과 底層間의 差異는 거의 없이 유사한 含量分布를 보이거나 그외의 地域에서는 매우 큰 含量차를 보여 底層水 中에서가 월등히 높은 含量值를 나타내었다.



参 考 文 献

1. Bailey, E. h., and R. E. Stevens. 1960. Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections. *Am. Mineralogist*, V. 45, p. 1020-1024.
2. Biscaye, P. E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic ocean and adjacent seas and oceans. *Geol. Soc. Am. Bull.*, V. 76, p. 803-832.
3. Blatt, H., and B. Sutherland. 1969. Intrastratal solution and nonopaque heavy minerals in shales. *Jour. Sed. Petrol.*, V. 39, p. 592-600.
4. Bosum, W., E. G. Kind, and J. H. Koo. 1971. Aermagnetic survey of offshore areas adjoining the Korea peninsula. U. N. ECAFE/CCOP Tech. Bull. V. 4, p. 1-12.
5. Bakly, D. E., Yu guohui, Chen Weiyue, Lin Yian, Huang Peide, Zhu Fengguan and Zhu Jianxin. 1983. Initial investigation of the geochemistry of surficial sediments on the Changjiang River Submerged Delta. Sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea. China Ocean Press, Beijing, p. 746-753.
6. Cheng guodong, Qian Jiangchu, Charles A. Nittrouer, David J. Demaster Brent A. McKee. 1983. Modern sediment structure of East China Sea. China Ocean Press, Beijing, p. 470-485.
7. Chough, S. K., and D. C. Kim. 1981. Dispersion of fine-grained sediments in the southern Yellow Sea: A steady-state model. *J. Sed. Petrol.* 51: p. 721-728.
8. Clark, J. A., Farrell, W. E. and Peltier, W. R. 1978. Global changes in postglacial sea level: a numerical calculation. *Quaternary Research* V. 3, p. 235-287.
9. Dobkins, J. E. Jr and R. L. Folk. 1970. Shape development on Tahiti-Nui. *Jour. Sed. Pet.* V. 40, p. 1163-1173.

10. Curray, J. R., 1961. Late Quaternary sea level: a discussion. *Geol. Soc. Ame. Bull.* V.72, p.1707-1712.
11. Curray, J. R., 1965. Late Quaternary history, continental shelves of the United States. in Wright, H. W. Jr. and Frey, D. G. eds. *The Quaternary of the United States*. Princeton, N. J., Princeton Univ. Press, p.723-756.
12. Dubois, R. N., 1977. Predicting beach erosion as a function of rising water level. *Jour. Geol.* V.85, p.470-476.
13. Emery, K. O., Hayashi, Y., Hilde, T. W. C., Kobayashi, K., J. H., Meng, C. Y., Nnon, H., Wegemen, J. R., Wong, C. S., and Yang, S. J., 1969. Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and Yellow Sea. U.N. ECHF-CCOP. *Tech. Bull.* V.2, p.3-34.
14. Feely, R. A., G. J. Massoth, L. J. Baker, J. F. Gendron, A. J. Paulon and B. A. Corcoran, 1986. Seasonal and vertical variations in the elemental composition of suspended and settling particulate matter in puget sound, washington. *Estuarine, coastal and shelf science* V.22, p.215-239.
15. Fischer, A. G., 1961. Stratigraphic record of transgression seas in light of sedimentation on Atlantic coast of New Jersey. *A.A. P. G.* V.45, p.1656-1666.
16. Folk, R. L., and Ward, W. C., 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Pet.* V.27, p.3-26.
17. Folk, R. L., 1968. *Petrology of sedimentary rocks*. The University of Texas, Austin, p.170.
18. Friedman, G. M., 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Jour. Sed. Pet.* V.31, p.511-523.
19. Friedman, G. M., 1967. Dynamic processes and statistical parameter compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Jour. Sed. Pet.* V.37, p.327-3544.
20. Friedman, G. M., and Johnson, K. G., 1982. *Excursions in sedimentology*, p. 52-106.
21. Frazier, S. B., S. G. Cho, B. K. Kim, and D. Schwartz, 1976. Marine Petroleum exploration of Hokuai platform, Korea. in M. T. Halbouty, J. C.

- Maher, and H. M. Lian, eds., Circum-Pacific Energy and Mineral Resources, AAPG, Memoir 25, p.268--275.
22. Galchouse, J. S., 1971, Sedimentation analysis, in Carver, R. E. ed., procedures in Sed. pet., p.69-94.
 23. Guan, B., 1984, Major features of the Shallow water hydrography in the East China Sea and Huanghai Sea, Ocean Hydrodynamics of Japan and East China Sea, Elsevier oceanography series, V.39, p.1-14.
 24. Jeong, Kap-Sik, Han Sang-Joon, and Suk Book-Chool, 1984, A sedimentological study in the southeastern yellow Sea, Marine geology and physical processes of the Yellow Sea, Seoul, Korea, p.96-116.
 25. Jin, C. M. And J. R. Schubel, 1984, Geomorphological and sea level changes on the continental shelves of the East China Sea since the late pleistocene, In Park, Y. A., O. H. Dilkey and S. W. Kim eds., Marine Geology and physical processes of the Yellow sea, Proceeding of Korea-U.S. Seminar and workshop, Korea: KIER press, p.314-318.
 26. Jin Qingming, Sui Liangren, 1983, Modern sedimentation process on the continental shelf of the East China Sea, Sedimentation on the Continental Shelf with special reference to the East China Sea, China ocean press, Beijing, p.463-475.
 27. Johansson, C. G., 1975, Manual of methods in aquatic environment research, FAO Technical paper No.137.
 28. Komar, D. D., 1976, Beach processes and sedimentation, Englewood Cliffs, N. Y. prentice-Hall, p.429.
 29. Ko, J. H., W. Bosum, and E. G. Kind, 1970, Aeromagnetic Survey of Offshore Korea, Report of Mar. Geol. and Geophys., Geol. Surv. Korea, No. 1, p.3-10.
 30. Lusk-chevitch, P., 1957, Beach and stream pebbles, Jour. Geol., V.67, p. 116-1203.
 31. Mackinney, F. F. and Friedman, G. M., 1970, Continental Shelf sediments of Ulleung Island, New York Jour. Sed. Pet. V. 40, p.217-218.

32. Milliman, J. D. and Emery, K. O., 1988, Sea level change the past 35,000 years, *Science*, 162, p.1121-1124.
33. Milliman, J. D., Balafout, P. C., Wang, Z. G., and Lamburner, K., 1987, Modern Huanghe sediments on the inner shelf of East China Sea: identification of potential transport mechanisms, *Continental Shelf Research*, 7(4), p.175-188.
34. Milliman, J. D. and Meade, B., 1983, World-wide delivery of river sediment to the ocean, *Jour. Geol.*, 91, p.17-32.
35. Meade, B. J. and Milliman, J. D., 1982, World-wide delivery of river sediment to the ocean, *Jour. Geol.*, 90, p.17-33.
36. Moss, A. J., 1962, The physical nature of common sandy and pebbly deposits, Part I, *Jour. Sed. Am.*, 76, p.871-873.
37. Moss, A. J., 1963, The physical nature of common sandy and pebbly deposits, Part II, *Jour. Sed. Am.*, 77, p.874-877.
38. Milliman, J. D. and Emery, K. O., 1988, Inset of shallow portion of East China Sea and South China Sea, *Jour. Sed. Am. Bull.*, 72, p.731-762.
39. Niu Zuomin, 1983, Depositional environment sub-division of East China Sea and Their basic features, *Sedimentation process on the continental shelf, with special reference to the East China Sea*, China ocean press, Beijing, p.602-613.
40. Omura, K. and Kobayashi, K., 1966, Clay and clay minerals Proc. 15th Nat. Conf., p.209-219.
41. Park, P. K. and S. J. Han, 1985, The distribution of clay minerals in recent sediment of the Korea strait, *Sed. Geology*, 41, p.173-187.
42. Park, Y. A., 1987, Late quaternary sedimentation on the continental shelf of the southeast coast of Korea, *J. Geol.*, 95, p.163-186.
43. Park, Y. A., 1988, The nature of Holocene sedimentation and sedimentary facies on the continental shelf of Korea.
44. Qin, Y. S. and Li, F., 1987, The influence of sediment loads discharged from Huanghe (Yellow River) on the Bohai Sea and Hangzhou Sea, *Continental Shelf Research*, 7(4), p.189-200.

- Continental Shelf, with special reference to the East China Sea. V1, China Ocean Press, Beijing, p.91-101.
45. Roy, P. S. and E. A. Crawford. 1984. Heavy metals in a contaminated Australian Estuary dispersion and accumulation trend. *Estuarine, Coastal and shelf science*, V.19, p.341-354.
 46. Schwartz, M. L.. 1967. The brunn theory of sealevel rise as a cause of shore erosion. *Jour. Geol.* V.75, p.76-92.
 47. Sneed, E. D. and R. L. Folk. 1958. Pebbles in the lower Colorado River, Texas: A study in particle morphogenesis. *Jour. Geol.* V.68, p.114-150.
 48. Solohub, J. T., and Klován, J. E.. 1970. Evaluation of grain-size parameters in lacustrine environments. *Jour. Sed. Pet.*, V.40, p.81-101.
 49. Strenberg R. W., L. H. Larsen and Y-T. Mial. 1983. Near bottom flow conditions and associated sediment transport on the East China Sea. in: proceedings of the international symposium on sedimentation on the continental shelf, with special referemce to the East China Sea. V1, China ocean press, Beijing, p.522-535.
 50. Stubblefield, W. L., Lavelle and D. J. P. Swift. 1975. Sediment response to the present hydrolic regime on the central New Jersey shelf. *Jour. Sed. Pet.* V.45, p.337-358.
 51. Suk, S. C. 1986. Depositional environment of late Quaternary sediments and suspended particulate matter on the southeastern continental shelf, Korea. *Jour. Geol. Soc. Korea*, V.22, No.1, p.10-20.
 52. Su Xianze, Zou Hanyang, Zeng wenyi. 1983. The recent sedimentation rate and process in the Changjiang Estuary and its adjacent continental shelf area. *sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea*. China ocean press, Beijing, p.562-571.
 53. Swift, D. J. P., and J. C. Ludwick, 1976. Substrat response to hydraulic process: grain-size distribution and bedforms. In Stanley, D. J. and D. J. P. Swift eds., *Marine sediment transport and environmental management*. N. Y., John wiley and Sons, p.159-196.

54. Swift, D. J. P., 1969, Inner shelf sedimentation: processes and products, in Stanley, D. J. ed., The new concepts of continental margin sedimentation: Washington, D. C. American Geological Institute, p. DS-4-1, DS-4-46.
55. Swift, D. J. P., 1969, Outer shelf sedimentation: processes and products, in Stanley, D. J. ed., The new concepts of continental margin sedimentation: Washington, D. C. American Geological Institute, p. DS-5-1, DS-5-26.
56. Swift, D. J. P., 1971, Continental sedimentation, in Burk, C. A. and Darke, C. L. ed., The geology of continental margin, p.117-135.
57. Taylor, S. R., 1964, Distribution of Chemical elements in the continental crust. A new table for geochemical smochim. Acta, V,28, p.1273-1285.
58. Visher, G. S., 1969, Grain size distributions and depositional processes, Jour. Sed. Petrol., 39, p.1047-1106.
59. Wang, A. M., 1981, (in Chinese), Submarine sediments and depositional processes of water column off the Huanghai Sea. In Acta Oceanologica Sinica ed., Sedimentation and sedimentation rate of the continental shelf with special reference to the East China Sea, p.686-705.
60. Wang, C. S., 1981, Sand fraction study of the shelf sediment off China coast, Geol. Soc. China, Ser. No.4, p.33-49.
61. Wageman, J. M., Hannon, P. H., W. C. and Emery, K. O., 1970, Structural framework of East China Sea and Yellow Sea, Am. Asso. Petro. Geol., V, 54, p.1611-1643.
62. Wedepohl, K. H., 1960, Sapranalytisch untersuhunger an tief see tonca aus dem Atlantik, geochim. Acta, V,18, p.200-231.
63. Werner, F., Yi, A., Park, S. S., Kim, and K. J. Cho, 1984 Impact of Quaternary Sea level fluctuations on sediment dynamics in the southwest of off low Sea, marine geology and physical processes of the Yellow Sea, p.314-328.
64. Windom, H. L., Sengco, S., Lin, H., Yoon, C., Jongsang, R. G., Smith, Jr and Manuwadi, Ring sirongs, 1981, The areal composition of and accumulation rates of sediment in the coastal and estuarine, continental and shelf waters, p.119-146.

65. Xie qinchun, zhang Liren, Zhou Fugen. 1983 Features and transportation of suspended matter over the continental shelf of the Changjiang Estuary. Sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea. China ocean press, Beijing, p.370-381.
66. Xu Dongyu. 1983. Mud sedimentation on the East China Sea. Sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea. China ocean press, Beijing, p.506-516.
67. Yamamoto, Y. 1986b. Minor elements in shallow-water deposits from Nanao Bay, Japan. Jour. Oceanogr. Soc. Japan. V.24, p.160-166.
68. Yamamoto, Y. 1968. The chemical composition of shallow-water of Nanao Bay, Japan. Jour. Oceanogr. Soc. Japan. V.25, p.94-102.
69. Yang Zuosheng, J. d. Milliman. 1983. Fine-grained sediment sources of East China Sea. Sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea. China ocean press, Beijing, p.405-415.
70. Zheng, O. A. and V. Klemas. 1982. Determination of winter temperature patterns, fronts and surface currents in the yellow Sea and East China Sea from satellite imagery. Remote Sensing Environment. V.12, p.201-218.
71. 김승우, 민건홍, 조규장, 박관순, 김원식, 신원길. 1980. 연근해저 해양지질 조사 및 물리탐사 연구(제주-강진도 해역). 자원개발연구소 조사연구보고, 제9호, p.15-33.
72. 김승우, 민건홍. 1981. 연근해저 해양지질 조사연구(제주-진도해역). 한국동력자원연구소 조사연구보고, 제11호, p.75-91.
73. 김승우, 장정해, 이치원. 1985. 연근해저 지질 연구(추자도 일대해역). 한국동력자원연구소 연구보고, 85-18, p.7-46.
74. 김승우, 김승우, 장정해, 이치원, 민건홍, 김철민, 김원식. 1982. 연근해저 지질 및 물리탐사연구(소흑산도-진도). 한국동력자원연구소 연구보고.
75. 김승우, 김승우, 장정해, 이치원, 민건홍, 신원길, 조규장, 김원식. 1983. 연근해저지질 조사연구. 한국동력자원연구소, 83-해저자원-2-15, p.1-50.
76. 朴魯堂, 1969. 방사성 탄소(14C)에 의한 한류시계와 침수 및 침강현상 관련-지질학에 관한 방사성 탄소 침수-침강-퇴적층에 관한 층서학적 연구. 지질연구, V.5, No.1, p.57-66.

77. 박윤남, 김경영, 박수천, 이상희, 1987. 한국대천해일 해저물 고층퇴적물의 특성과 제립도 퇴적물의 지화학의 특성, 한국해양학회지, V, 22, No. 1, p.43~56.
78. 석봉호, 1979. 제주도 수면퇴적물의 퇴적작용에 관한 연구, 부산대학교 석사학위논문.
79. 석봉호, 김만경, 1983. 제주도 수면 퇴적물 관련 퇴적물중의 중금속 원형, 해양학회지, V, 18, p.29~42.
80. 원순진, 1976. 제주도 퇴적물의 퇴적작용에 관한 연구, 한국대학교 석사학위논문.
81. 원순진, 1977. 제주도의 화학적 퇴적에 대한 연구와 환경 연구, 지질학회지, 제 11권, 141호, p.207~226.
82. 석봉호, 김만경, 1978. 한국 대천해일 해일 해저퇴적물중의 중금속 함량에 관한 연구, 해양학회지, V, 13, No.2, p.11~16.
83. 석봉호, 1981. 제주도 수면 퇴적물 관련 연구, 한국해양학회지, 제9권, 제2호, p.187~196.
84. 김복영, 1987. 강원도 북경지질연구소에서 제3기층에 대한 퇴적암석학적 연구, 영진대학 석사학위논문.
85. 조규환, 김명준, 1981. 한국 수역의 수질수소에 대한 지구물리학적 연구, 광산지질학회지, V, 14, No.2, p.77~81.
86. 최기정, 1973. 東海 海底上의 地化學的 成分의 含量과 分布, 한국해양학회지, 6:1~11-15.
87. 윤정순, 오기원, 1987. 제주도대천해일 고층퇴적물의 특성, 해양학회지, V, 22, No.3, p.130~142.

謝 辭

本 研究를 위해 끝까지 精誠으로 이끌어 주시고 細心한 指導와 鞭達을 아끼지 않으신 尹正守指導教授님께 진심으로 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 本 論文을 矯覽하여 많은 助言을 주신 高有峯教授님, 崔永贊教授님께 感謝드립니다. 또한 分析에 많은 도움을 주신 農科大學 고정은선생님, 그리고 많은 조언을 주시고 도와주신 高基源선배님에게도 謝意를 表합니다. 아울러 本 論文이 완성되기까지 資料整理를 도와준 권은석, 강희심學兄과 勇氣를 준 친구 여러분에게 고마움을 表합니다.

끝으로 오늘의 제가 있기까지 物心兩面으로 온갖 정성으로 보살펴 주신 父母님, 형님내외분과 누님께 本 論文을 드립니다.

