

BSPE 00041-63-5

沿岸環境圖作成研究

(牙山灣：海洋地質分野)

Marine Geology of Asan Bay, KOREA

1982. 12.

研究責任者：蔣 舜 槿

研 究 員：劉 洪 龍

金 聖 烈

李 慶 信

鄭 甲 植

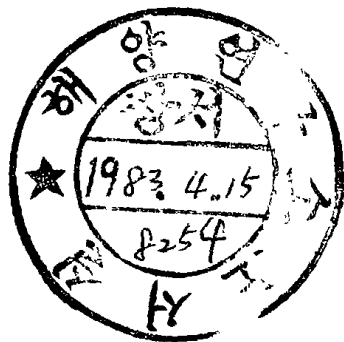
委囑研究員：白 光 浩(高麗大 教 授)

李 昌 馥(서울大 助教授)

崔 振 赫(서울大 大學院)

朴 慶 壽(서울大 大學院)

韓國科學技術院
海 洋 研 究 所



BSPE 00041—63—5

Marine Geology of Asan Bay, KOREA

December, 1982.

Soon-Keun Chang,	Project Leader
Hong-Rhyong Yoo,	Seong-Ryul Kim,
Kyung-Shin Lee,	Kab-Sig Jeong,
Kwang-Ho Paik,	Chang-Bok Lee,
Kyung-Soo Bahk,	Jin-Hyuk Choi,

Korea Advanced Institute of Science and Technology
Korea Ocean Research and Development Institute,
Seoul, KOREA

目 次

要 約	vi
Abstract.....	ix
그림目次 (Figure Contents)	xii
表 目 次 (Table Contents)	xv
環境圖 (別冊) 目次	xvi
序 論	1
第 I 章 研究地域	5
第 1 節 地 形	7
第 2 節 地 質	8
第 II 章 堆積學的 研究	15
第 1 節 序 論	17
第 2 節 材 料 및 分 析	18
1. 野 外 調 查 및 試 料 採 取	18
1 - 1. 海 底 表 層 堆 積 物 採 取	18
1 - 2. 潮 間 帶 表 層 堆 積 物 및 柱 狀 試 料 採 取	18
1 - 3. 浮 遊 物 質 採 取	18
2. 實 驗 室 分 析 및 資 料 處 理	18
2 - 1. 浮 遊 物 質 的 分 析	18
2 - 2. 粒 度 分 析	19
2 - 3. 柱 狀 試 料 分 析	19
2 - 4. 鑛 物 成 分 分 析	19
2 - 4 - 1. 重 · 輕 鑛 物 分 析	19
2 - 4 - 2. 粘 土 鑛 物 分 析	20
2 - 5. 微 量 重 金 屬 元 素 分 析	20

第3節 研究地域의 水理－物理的 環境	21
1. 潮 汐	21
2. 潮 流	22
3. 氣 象	24
4. 水溫 및 鹽分度	25
5. 浮遊物質	26
第4節 堆積物의 分布 및 粒度 特性	29
1. 表層堆積物의 分布	29
2. 表層堆積物의 粒度特性	31
第5節 柱狀試料	46
第6節 堆積物의 鑛物學的 特性	52
1. 輕鑛物	52
2. 重鑛物	55
3. 粘土鑛物	60
第7節 微量重金屬元素	64
第8節 結 論	70
1. 水理－物理的 環境	70
2. 堆積相의 分布 및 堆積物의 粒度特性	70
3. 鑛物學的 特性	72
4. 微量 重金屬元素	73
第Ⅲ章 微古生物學的 研究	75
序 論	77
第1節 有孔蟲	79
序 論	79
1－1. 研究材料 및 方法	79
1－2. 有孔蟲 個體數와 堆積作用	80

1 - 3. 有孔蟲 種의 數와 運搬作用	84
1 - 4. 組成과 分布	87
1 - 4 - 1. 皮殼의 構造	87
1 - 4 - 2. 優勢한 種들	90
1 - 5. 多樣性	94
1 - 6. 優占度	96
1 - 7. 結 論	98
第2節 介形類	100
序 論	100
2 - 1. 組成과 分布	100
2 - 2. 介形類의 有孔蟲에 對한 比率	102
2 - 3. 結 論	103
第IV章 地球物理學的 研究	105
第1節 序 論	107
第2節 彈性波 探查 研究	108
1. 研究海域 및 方法	108
2. 海底 堆積層의 層厚分布	108
3. 海底 堆積層	108
3 - 1. 堆積環境	108
3 - 2. 堆積構造	110
3 - 3. 彈性波相의 特徵	110
第3節 海底面 側面走査 研究	114
1. 現場調査와 裝備特性	114
2. 海底面 特徵	114
3. Sand Wave 의 分析	117

第4節 地球磁氣場研究	121
1. 資料獲得	121
2. 資料處理	121
2-1. 傾斜面分析	121
2-2. 球面調和解析	122
3. 資料解析	124
第5節 結論	129
1. 堆積層의 垂直的 分布	129
2. 海底面 特徵	129
3. 地球磁氣場 異常帶 分布	129
第V章 人工衛星 映像資料 研究	131
序 論	133
第1節 研究資料 및 方法	134
1. 研究 資料	134
1-1. 映像 資料	134
1-2. 地上測定資料	135
2. 研究 方法	135
2-1. 表層 浮遊 堆積物 分布	135
2-2. 潮間帶 地形	137
第2節 研究 結果	139
1. 表層 浮遊 堆積物 分布	139
1-1. 一般的 分布	139
1-2. 環境條件에 따른 浮遊堆積物 分布	141
(1) 分布樣相	141
가) 潮汐條件에 따른 分布樣相	143

- 潮差의 影響	143
- 潮時의 影響	143
나) 氣象條件에 따른 分布樣相	148
- 海上 狀態의 影響	150
- 河川 流水量의 影響	150
(2) 分布量	153
2. 潮間帶 地形	159
2-1. 1972 年末 ~ 1973 年初의 地形	161
2-2. 1972 年 11 月 ~ 1975 年 11 月 사이의 變化	163
2-3. 1973 年 2 月 ~ 1979 年 10 月 사이의 變化	167
第 3 節 結 論	172
第 VI 章 結 論	175
參 考 文 獻	181

要 約

牙山灣은 後氷期 海浸으로 形成된 河口環境으로 潮汐의 影響下에 있으며, 潮流는 主로 主水路들에서 落漲潮時 表面에서 $80\sim 240\text{ cm/s}$ 의 流速을 보인다. 浮遊物質이 落・漲潮流에 의해 中・底層의 水塊를 통해서 京畿灣과 外灣사이를 東・西水道를 따라 運搬되고 있다.

潮流의 浸蝕・運搬 및 堆積作用이 活潑하여 가장 粗粒인 堆積物이 主水路에 分布하며, 水路 양편의 海底에는 分級이 良好한 모래들이 장안퇴등 砂洲들을 形成하고 있다. 內灣에서는 넓은 潮間帶가 발달되어 있으며 外灣海域으로 갈 수록 粗粒으로 되며 粒度特性은 이러한 樣相을 잘 反映한다.

柱狀試料들은, 採取된 潮間帶 각 地域에 따라, 潮流에 의한 堆積, 潮間帶 수로의 側方移動 또는 潮流의 급격한 減速에 의한 側方堆積으로 因한 構造들과 粒度의 變化를 보여준다.

堆積物中の 鑛物(輕-, 重-, 粘土鑛物)의 分布와 特性은 牙山灣內的 現生堆積物이 主로 牙山外灣과 京畿灣의 影響을 받고 있으며, 부수적으로 沿岸과 섬 周邊의 浸蝕과 花崗岩과 花崗片麻岩으로 構成된 周邊地域에서 기원하는 河川의 影響도 無視할 수 없다.

表層堆積物과 柱狀試料中の 重金屬元素의 含量은 他地域에 비해 낮으며 粒度와는 뚜렷한 關係를 보여 주지 않지만 元素들 相互間에는 正의 關係를 보여 준다.

牙山灣 潮間帶 및 海底表面 堆積物 243 점에서 底棲有孔蟲과 介形類의 組成, 多樣性, 優占度등 微古生物學的 特성과 이들에게서 類推할 수 있는 堆積狀態 및 古環境 復元에 필요한 現生 微古生物들의 자료를 연구했다.

해저에는 살아있는 유공충은 없거나 대단히 드물며, 전체 개체수도 비교적 적다. 이러한 원인은 해저가 퇴적율이 높고 水力學的 원인 및 이에 따르는 生態的 이유로 생각하며, 이러한 여러요인은 환경에 따라 선택적 또는 복합적으로 작용한다.

조간대에는 비교적 많은 유공충이 있으며, 살아 있는 群集의 전체 군집에 대한 比率에 근거한 相對的 堆積率은 해안으로 가까워짐에 따라 증가한다.

牙山灣에서는 바깥쪽으로 나아감에 따라, 조간대에서는 해안에서 멀어짐에 따라 많은 種의 유공충이 있으며, 이러한 원인은 외부에서 운반된 종과, 연구지역에서 서식하는 종이 파도, 조류의 작용으로 모인 것으로 생각한다.

연구지역에서 확인된 介形類는 어린 개체들이 많이 있으며, 조간대에서 26 種, 해저에서 34 種으로 경기만에서와는 반대로 해저에서 많은 종이 확인되었으며, 반면, 조간대에서는 살아있는 개체의 비율이 현저히 높다. 조간대에서는 Cyprideis yehi 등 5종이, 해저에서는 Aurila sp. 등 7종이 우세하다.

전체군집에서의 개형류의 유공충에 대한 비율은 아산만 해저 및 섬주변 얕은 해저를 제외하고는 대단히 낮다.

유공충 및 개형류는 생군집과 전체군집의 분포, 조성이 서로 다르고, 따라서 그와 관계있는 모든 미고생물학적 특성이 서로 다른 바, 이는 전체군집은 생군집의 死後에 비교적 長期間에 걸쳐서 조성이 변하기 때문이다.

地球物理學的 研究에 의하면 牙山外灣海域에 3-47 m의 層厚를 갖는 堆積層이 北東方向으로 分布하고 있으며, 現生 堆積層은 Holocene 以後의 堆積層으로서 良好한 層理 構造를 보이고 있다. 그리고 Sand wave의 形態는 對稱形으로 波長은 100 ~ 200 m, 波高는 4 ~ 8 m 程度가 가장 많이 分布하며 水深 40 ~ 50 m에서 가장 잘 發達되어 있다. 地球磁氣場 研究結果, 뚜렷한 異常帶의 傾向的 分布는 보이지 않으나 海底地形의 影響을 받고 있으며 岸線의 方向과 一致하여 發達되어 있는 砂洲 地域에 接近하면서 positive 殘餘異常帶가 帶狀으로 分布하고 있다.

牙山灣 一帶의 表層浮遊堆積物의 分布와 潮間帶地形에 對한 分析研究가 6개의 LANDSAT 衛星 映像 資料를 利用하여 遂行되었다. 이에 따르면 浮遊堆積物의 一般의 分布는 海底地形의 影響을 많이 받으며, 그 變化는 海上狀態와 潮汐의 變化와 깊

은 關係를 가졌음이 밝혀졌다. 潮汐에 따른 濃度變化는, 小潮期 高潮時에 가까운 때에는 大部分의 海域에서 $20 \sim 30 \text{ mg}/\ell$ 를, 大潮期 低潮時에는 小潮期 高潮時의 것 보다 대개 $10 \sim 20 \text{ mg}/\ell$ 정도 더 높은 것으로 나타났는데 德積島附近, 西水道 및 東水道上 等에는 훨씬 더 높은 것으로 생각된다.

瑞山灣入口와 大阜島를 잇는 線 안쪽에 分布하는 潮間帶의 노출 총면적은 1972年 10月~1973年 2月 當時, 豊島에서의 潮位가 0.7 m 일 때 320 km^2 가량이었으며 牙山灣과 南陽防潮堤 西側 및 南陽灣 東岸南端部 等に 있는 潮間帶에서는 1973年 2月 以來 1979年 10月까지 사이에 變化相을 고려할 때, 이 期間中 比較的 小規模의 堆積, 浸蝕作用이 地域적으로 反復되면서 全盤적인 面에서의 堆積作用이 進行된 것으로 보인다.

ABSTRACT

Hydrological data reveal that tide prevails in Asan Bay in the western coast of KOREA, ranging up to 870 cm in spring tide. The surface velocities of tidal currents are from 80 to 240 cm/sec at flood and ebb tides. Being loaded mainly in bottom and middle water layers, suspended materials are transported repeatedly by the tidal currents through the East and West Water Ways from and to Gyunggi Bay and the outer Asan bay.

The recent sediment in Asan Bay becomes generally coarser toward the outer bay from the coastal area in the inner bay. It seems that the sedimentary facies follow the orientation of the main water ways. The sediments are coarsest in the submarine channels and become finer toward both sides of the channels and toward the coastal areas of inner bay. The granulometric properties also follow the distribution of the sedimentary facies. They denote different characteristics according to the sedimentary environments such as channels, sand bars, subtidal zone, sand flat and mud flat. The sedimentary facies and granulometric properties suggest that they are controlled by tidal currents.

X-radiographs, in helps with the variations of texture, gained from the pipe cores, show that the dominant sedimentary processes are different according to the areas where the cores were taken in the tidal flat. They show that the sedimentary structures may have been formed by tidal action, either by the lateral migration of a tidal channel or by the lateral sedimentation induced by the abrupt weakening of tidal currents.

Mineralogical studies (light-, heavy- and clay minerals) show that the recent sediments in Asan Bay are transported probably from Gyunggi Bay and the outer bay bottoms through the main water ways. Only a minor amount of the sediments seems to be derived from the erosion of the coastal areas included islands as well as through the streams draining the granite and granitic gneiss areas.

The contents of the heavy metals are low. Not showing any relationships with the sediment size, heavy metals show positive relationships between them, suggesting that they are incorporated together in sediment.

Micropaleontological analysis of the benthic foraminifera from Asan Bay reveals that *Ammonia beccarii* and *Elphidium subincertum* are predominant in the living population and total (living + dead) population of the intertidal zone, *A. beccarii* and *A. indopacifica* in the total population of the shallow subtidal zone, and *Pararotalia nipponica* and *Quinqueloculina costata* in the same population of the relatively deep subtidal zone.

Many species are identified in the area. But only a few of them constitute the greater part of the foraminiferal population and many others have a limited number of individual due to the transported faunas from the adjacent area.

The complex effects of high sedimentation, hydrodynamic condition and related ecologic effect are resulted in relatively poor population in the subtidal zone.

The increasing ratios of living population toward the shoreline and toward the inner area of Asan Bay mean that the sedimentation becomes more rapid to these directions.

The composition according to the wall structures of the living population of the intertidal zone shows the characteristic pattern of hyposaline marshes with dominant hyaline population without porcelaneous population, while that of total population of subtidal zone dominant hyaline foraminifera and porcelaneous foraminifera with agglutinated population in a limited number.

Fisher- α diversity indices for the living population of intertidal zone are in general less than 1, those for the total population of study area, between 1 and 4.

In the intertidal zone, it is recognized that the number of total species is increasing toward outer region of Asan Bay, and toward outer flats, suggesting that these species are transported and winnowed due to the hydrodynamic action.

The samples analyzed for foraminiferal assemblage were also subject to qualitative observation on Ostracoda.

Twenty-six species including comparatively dominant species such as *Cyprideis yehi*, *Cytheromorpha acupunctata*, *C ? sp. A*, *Cypris sp. A*, *Loxoconcha (Loxoconcha) pulchra* are identified from the intertidal zone, 34 species including comparatively prolific species such as *Ruggieria (Keijella) bisanensis*, *Pseudocythereis miaoliensis*, *L.(L.) hattorii*, *L.(L.) laeta*, *Cyprideis yehi*, *Cytheropteron miurense* from the subtidal zone. Dominant juvenile forms and poor literatures made it very difficult to identify them to the species level as well as even to the generic level of some species as in Gyunggi Bay.

Distinctly high living population is shown from the intertidal zone.

The ratios of total populations of Ostracoda to those of Foraminifera are very low except in the inner region of Asan Bay and around the islands and intertidal zone.

According to the seismic survey, the thickness of bottom sediments, on the acoustic basement of Pre-Cambrian metamorphic complex, is up to 47 m. The isopachous structure is oriented in NE-SW, as the direction of tidal current in the area.

Besides the sandy regions where better records could not be acquired, the sediments are generally well stratified. The existence of mid-reflectors above acoustic basements suggests that the bottom sediments are composed of two different layers, probably due to the uprising sea level during the Holocene epoch.

The type of sand wave in the area was studied by using the side scan sonar. The sand waves are in general, symmetric with 100-200 m wavelength and 4-8 m height. These characteristics are particularly well shown in 40-50 m water depth zones.

According to the magnetic survey, although it was difficult to find better anomaly trend because of submarine topographic influences, the magnetic residual anomaly values are positive along the sand bar off the shoreline.

Surface distribution of suspended sediment concentration and geomorphology of tidal flats in Asan Bay area are studied by interpreting 6 image data of LANDSAT.

According to the study, the surface distribution of suspended sediment concentration is generally much influenced by the bottom morphology of the area. The analysis reveals that the

variation of suspended sediment concentration has a close relation with tidal and meteorological conditions. Unfortunately, the used data did not permit to study in detail the influence of great water discharge of the rivers in the area.

The values in mg/l were obtained by combining the measured field data with the image data which were acquired under similar conditions. These show that the concentration of suspended sediment in the great part of the area remains between 20 mg/l and 30 mg/l, near high water by neap tide. At the moment near low water of spring tide, the concentration is generally 10-20 mg/l more than the above values. But in the zone near Deogjeog island and in the submarine channels such as East and West Water Ways, the concentration seems much more increased than the other parts of the area.

The tidal flats, in the inner part of the area from the mouth of Seosan bay and Daebu island, were discovered with total surface of about 320 Km² when the water height was 0.7 m at Pung island in late 1972 and early 1973.

The evolution of tidal flats from February 1973 to October 1979 shows evident depositions of sediments in the inner Asan bay, and the zone between Namyang bay and Namyang lake. According to the evolution between November 1972 and November 1975, it seems that small scale deposition and erosion occurred frequently in some places while a net deposition was being achieved in this area.

그림 목次

Figure Contents

Fig. I-1.	Index map of study area	9
	(Depth and height in meters. Dotted lines indicate intertidal flats and sand bars. Bathymetry based on the charts F-435, 306, and 307 by Hydrographic Office, 1979).	
Fig. I-2.	Geological map of study area	13
	(Based on the geological maps (scale 1:250,000) by Geological and Mineral Institute of Korea, 1973)	
Fig. II-1.	Tidal current pattern in Asan Bay	23
Fig. II-2.	Sediment type classification on the triangular diagram, after Folk and Ward (1957).	29
Fig. II-3.	Relationship between mean size and sorting of surface sediments	40
Fig. II-4.	Modes in the size (ϕ) of surface sediments	42
Fig. II-5.	Histograms showing the distribution of skewness of surface sediments	43
Fig. II-6.	Histograms showing the distribution of skewness of surface sediments	43
Fig. II-7.	X-radiographs of core sediments (Core 38, 39, 61, 63, 79, 80).	48
Fig. II-8.	Mean size and texture variations in the core sediments	51
Fig. II-9.	Distribution of light mineral contents and their relationships in fine sand fraction	54
Fig. II-10.	Distribution of the higher contents of the heavy minerals in fine sand fraction.	59
Fig. II-11.	Distribution of the higher contents of the clay minerals in 2 μ m fraction	63
Fig. II-12.	Variations of the mean size, and heavy metal contents in core sediments	66
Fig. II-13.	Relationships between mean size and heavy metal contents.	67
Fig. II-14.	Relationships between heavy metal contents	68
Fig. III-1.	Dead species and total (dead + living) species of study area.	85
Fig. III-2.	Triangular plot of Asan Bay.	89

Fig. III-3.	Specific associations of dominant fauna in the study area	93
Fig. III-4.	Diversity plot for Asan Bay.	95
Fig. III-5.	Relationship between number of species and percent dominance in Asan Bay.	97
Fig. IV-1.	Isopach map.	109
Fig. IV-2.	Seismic profile (A-A', D-D')	112
Fig. IV-3.	Seismic profile (B-B')	113
Fig. IV-4.	Seismic profile (C-C')	113
Fig. IV-5.	Sand wave image by SMS 960 (range:150 m).	115
Fig. IV-6.	Ripple mark image by SMS 960 (range: 100 m)	115
Fig. IV-7.	Crest direction of sand wave.	116
Fig. IV-8.	Relationship between sand wave height and wavelength	118
Fig. IV-9.	Relationship between mean water depth and sand wave height.	119
Fig. IV-10.	Relationship between mean water depth and sand wave wavelength.	120
Fig. IV-11.	Geomagnetic map of total intensity by spherical harmonic analysis.	125
Fig. IV-12.	Geomagnetic contour map of total intensity.	126
Fig. IV-13.	Geomagnetic contour map of residual anomaly.	127
Fig. IV-14.	Geomagnetic amplitude profiles of residual anomaly.	128
Fig. V-1.	Data processing flow chart of LANDSAT imageries.	136
Fig. V-2.	Output examples of data treatment programmes: LANDOUT (a), CITER 3 (b), CITER 4 (c) and FRACOY (d).	138
Fig. V-3.	Imagery of the 31 Oct. 1972 showing relative turbidity distribution which seems to be much influenced by bottom morphology in the area.	140
Fig. V-4.	Total imagery of the 4 Oct. 1979 showing the situation of spring tide (negative photographic data).	144

Fig. V-5.	Total imagery of the 31 Oct. 1972 showing the situation of neap tide (positive photographic data).	145
Fig. V-6.	Sketch showing characteristic surface distribution of suspended sediments near low water	147
Fig. V-7.	Sketch showing characteristic surface distribution of suspended sediments near high water.	149
Fig. V-8.	Imagery of the 16 Feb. 1973 showing the influence of bad weather in the previous days.	151
Fig. V-9.	Negative photographic data of total imagery of the 16 Feb. 1973.	152
Fig. V-10.	Automatically mapped surface distribution of suspended sediment concentration in mg/ℓ of high water by neap tide (31 Oct. 1972).	155
Fig. V-11.	LANDSAT MSS 5 numerical data on the imagery of 31 Oct. 1972 versus measured surface concentration of suspended sediments in mg/ℓ	157
Fig. V-12.	Surface distribution of suspended sediment concentration in mg/ℓ of low water by spring tide (4 Oct. 1979).	158
Fig. V-13.	Tidal flats, in Asan Bay, observed by LANDSAT between late 1972 and early 1973. Shown levels are the water heights from nearly lowest low water at Pung Island.	160
Fig. V-14.	Evolution of tidal flats from Nov. 1972 to Nov. 1975, in the Inner Asan Bay.	164
Fig. V-15.	Evolution of tidal flats from Nov. 1972 to Nov. 1975, near Namyang Bay.	166
Fig. V-16.	Evolution of tidal flats from Feb. 1973 to Oct. 1979, in the Inner Asan Bay.	168
Fig. V-17.	Evolution of tidal flats from Feb. 1973 to Oct. 1979, near Namyang Bay.	170

表 目 次

Table Contents

Table I-1.	Stratigraphy of study area	12
Table II-1.	Tidal characteristics in Asan Bay	21
Table II-2.	Water temperature and salinity	25
Table II-3.	Suspended material (mg/l) at surface, middle, and bottom layers in Asan Bay.	27
Table II-4.	Sediment type classification used in this study, on the basis of gravel and sand contents.	30
Table II-5.	Granulometric composition, textural parameters and classification of bottom surface sediments.	32
Table II-6.	Granulometric composition, textural parameters and classification of tidal flat surface sediments	36
Table II-7.	Verbal scales for mean size, sorting, skewness and kurtosis.	39
Table II-8.	Mean size and granulometric composition of each core section.	50
Table II-9.	Relative % of the light minerals in fine sand.	53
Table II-10.	Relative % of the heavy minerals in fine sand	57
Table II-11.	Relative % of clay minerals in 2 μ m fraction.	61
Table II-12.	Contents of the heavy metals in core sediments and surface sediments.	65
Table II-13.	Mean contents of the heavy metals in Asan Bay and other areas.	64
Table III-1.	Specific occurrence in the intertidal zone, incorporated with the average percentage of living specimens.	91
Table III-2.	Occurrence of Ostracoda in study area.	101
Table IV-1	Spherical harmonic coefficients of the International Geomagnetic Reference Field 1980.	123
Table V-1.	Studied image data.	134
Table V-2.	Tidal and meteorological situations under which the imageries were obtained.	142

環境圖 (別冊) 目次

環境圖 1 : 研究海域	1
Map showing the study area.	
環境圖 2 : 試料 位置圖	2
Location of sample stations.	
環境圖 3 : 潮汐狀態에 따른 底·中·上水層에서의 浮遊物質의 量	3
Suspended materials (mg/l) in the bottom, middle and surface water layers according to tidal conditions.	
環境圖 4 : 자갈과 모래의 含量에 따른 堆積相의 分布	4
Distribution of the surface sedimentary facies on the basis of gravel and sand contents.	
環境圖 5 : 表層堆積物의 平均粒度 分布	5
Iso-mean size (Mz) distribution of the surface sediments.	
環境圖 6 : 表層堆積物의 分級度	6
Iso-standard deviation (δ_i) map of the surface sediments.	
環境圖 7 : 表層堆積物中 細砂中の 輕鑛物 成分	7
Light mineral composition in the fine sand fraction of the surface sediments.	
環境圖 8 : 表層堆積物中 細砂中の 重鑛物 成分	8
Heavy mineral composition in the fine sand fraction of the surface sediments.	
環境圖 9 : 絞은 試料 10 ml內的 底棲有孔蟲의 個體數의 分布	9
Distribution of living and total (living + dead) populations of benthonic Foraminifera in number of specimens in 10 ml of wet sample.	
環境圖 10: 살아 있는 群集의 全體群集에 對한 比率	10
Distribution of ratios of living population to total population.	
環境圖 11: 底棲有孔蟲의 種의 數의 分布	11
Distribution of living species and total species of benthonic Foraminifera.	
環境圖 12: 全體群集에서의 皮殼構造의 分布	12
Distribution of wall structures of total population.	
環境圖 13: <i>Ammonia beccarii</i> 의 分布	13
Distribution of <i>Ammonia beccarii</i> .	
環境圖 14: <i>Elphidium subincertum</i> 의 分布	14
Distribution of <i>Elphidium subincertum</i> .	
環境圖 15: <i>Trochammina cf. japonica</i> 의 分布	15
Distribution of <i>Trochammina cf. japonica</i> .	
環境圖 16: <i>Pararotalia nipponica</i> 의 分布	16
Distribution of <i>Pararotalia nipponica</i> .	
環境圖 17: <i>Quinqueloculina costata</i> 의 分布	17
Distribution of <i>Quinqueloculina costata</i> .	
環境圖 18: 絞은 試料 10 ml內的 全體群集의 介形類 個體數의 分布	18
Distribution of total populations of Ostracoda in number of specimens in 10ml of wet samples.	
環境圖 19: 全體群集에서의 介形類의 有孔蟲에 對한 比率	19
Ratios of total populations of Ostracoda to those of Foraminifera.	

序

論

序 論

國土보다 더 넓은 大陸棚이 발달하는 黃海와 南海 및 深海인 東海로 둘러싸인 우리나라에서는 海洋環境의 理解 및 開發을 위하여 海洋에 관한 연구가 필요함은 두 말할 나위없는 사실이다. 이러한 海洋의 重要性에 입각하여 본 研究所에서는 1981년에는 京畿灣에 관한 地球物理學的 調查研究 및 人工衛星 影像資料解釋을 포함한 綜合的인 海洋地質調查研究를 수행했다.

1982년의 연구지역은 1981년 연구지역의 남쪽인 牙山灣이며 牙山灣은 産業基地 및 港灣으로써 타당성조사차 海底堆積物의 分布, 海流, 潮流, 海底地下構造 등 필요한 부분은 비교적 많이 조사되었다.

이번 研究의 目的은 牙山灣의 海洋地質學的 및 地球物理學的 研究이며 지금까지 비교적 연구되지 않았던 지역인 潮間帶를 포함하여 연구되지 않은 항목을 중심으로 연구했으며 이를 分野別로 설명하면 아래와 같다.

— 堆積學的, 鑛物學的 研究를 통하여 牙山灣 一帶에 分布하는 海底 및 潮間帶의 現生堆積의 諸般 特性을 理解하고, 本 研究地域에 流入되는 堆積物의 根源 및 이에 作用하는 運搬과 堆積과정을 分析하여 각 堆積環境의 特性을 밝힘과 아울러 重金屬의 堆積物 蓄積狀態를 밝힌다.

— 微古生物學的 研究를 통하여 연구지역에 분포하는 微古生物의 組成 分布 및 기타 特性을 이해하고 이를 근거로 연구지역의 環境을 해석하고 古環境을 復元할 수 있는 자료를 얻는 데에 그 목적이 있다.

— 地球物理學的 研究는, 連續彈性波(音波) 方法에 의하여 주로 堆積層의 垂直的 構造와 環境을 把握하고, 側面走査 方法에 의하여 堆積物의 水平的 分布와 海底面 發達狀態를 調查하고, 地磁氣探查에 의하여 그 異常帶 分布와 地質構造 또는 堆積物과의 연관성을 究明하는데 目的이 있다.

第 I 章 研究 地 域

第 1 節 地 形

연구지역은 牙山灣으로 1981년 연구지역의 남쪽이며 東經 126° ~ 海岸, 北緯 $36^{\circ} 45' \sim 37^{\circ} 20'$ 사이의 바다이다(그림 I-1, 環境圖 1). 行政的으로는 京畿道 甕津郡, 華城郡, 平澤郡, 忠清南道 瑞山郡, 唐津郡, 牙山郡의 해안지방과 도서지방이 포함된다.

연구지역의 해안은 우리나라 서, 남해안의 특징적인 리아스식 해안이며, 연구지역에는 大阜島, 靈興島, 德積島, 紫月島, 大, 小伊作島, 소야도, 昇鳳島, 仙甲島, 文甲島, 掘業島, 尉島, 豐島, 立波島, 大蘭芝島, 仙甘島, 濟扶島, 菊花島등 크고 작은 많은 섬들이 있다.

연구지역 내의 섬들에는 仙甲島의 仙甲山(352m), 덕적도의 國壽峰(314m), 文甲島의 276m 고지, 善尾島의 233m 고지등 비교적 높은 산들이 있다.

덕적도 남쪽해안, 대난지도 북쪽해안과 연구지역의 남쪽 끝인 서산군 소원면에는 海濱이 발달한다. 반면 海蝕崖가 육지연안과 섬주변에 발달하며 특히 자월도, 서산군 이북면, 당진군 석문면 해안에서 뚜렷하다.

대부도 주변과 우정면 및 석문면 해안에는 넓은 조간대가 발달하며, 대부도 및 서신면 해안에는 곳곳에 鹽田이 있다.

연구지역에는 여러 灣들이 있다. 연구지역의 동반부를 접하며 北東-南東으로 넓고 길게 발달한 牙山灣, 연구지역 서쪽에 南北으로 발달한 加露林灣, 연구지역의 북동쪽에는 南陽灣이 발달한다. 가로림만 동쪽의 瑞山灣은 현재 防潮堤가 건설중이다.

연구지역의 동쪽 아산내만의 수심은 비교적 얇아서 10여m이며, 海底起伏이 灣의 방향인 北西-南東으로 발달한다. 연구지역 서쪽 해저기복은 대략 北東-南西로 발달하며, 수심은 비교적 깊어서 30~70m정도가 되며, 곳에 따라서는 90m가 넘기도 한다.

연구지역에는 水路가 여러 곳이 있으며, 東水道는 승봉도와 부도사이를 지나서 영

흥도 서쪽을 지나는 북동-남서방향으로 발달하는 수도이며, 수심은 승봉도와 부도 사이는 30여 m, 영흥도 서쪽에서는 20여 m이다. 西水道는 소야도와 대이작도를 지나서 자월도 서쪽을 지나는 북동-남서방향으로 발달하는 수도이며, 수심은 소야도와 대이작도 사이에서는 60~70 m, 자월도 서쪽에서는 30~40 m이다.

영흥수도는 영흥도와 대부도-선재도 사이의 좁은 수도이며, 대략 북동-남서방향으로 발달하며 수심은 얕아서 깊어도 10 m가 조금 넘는다. 이외에도 마산수도, 반도수도, 도항수도등이 있다.

연구지역에는 장안천퇴, 중앙천퇴, 도리천퇴, 하벌천퇴등이 발달한다.

연구지역으로는 크고 작은 하천들이 유입하며, 振威川, 安城川, 無限川, 插橋川이 아산만으로 흘러든다. 그러나 앞의 2 하천은 牙山湖를 이루며, 아산방조제로, 뒤의 2 하천은 삼교방조제로 조절된다. 그림 I-1 연구지역의 水深은 수로국 발행 海圖 F-435, 306, 307(1979년)에 의거 작성했다.

第 2 節 地 質

연구지역의 지질은 우리나라 最古期 地層인 變成岩類의 瑞山層群을 基底로 하여 京畿 片麻岩복플렉스 및 堆積岩과 火成岩 및 第四紀 沖積層으로 되어 있다.

瑞山層群은 片岩과 珪岩으로 크게 나누어지며, 片岩은 泰安半島 중앙부, 대부도, 영흥도, 대, 소이작도, 평택군 포승면 등에 널리 분포하며 岩相은 雲母片岩, 石英長石質 片岩, 石灰質 片岩 및 지역에 따라서는 縞狀片麻岩化하며, 흑연광이나 縞狀 석회암, 석회규산염암 및 珪岩의 호층이 狹在하기도 한다. 규암은 태안반도의 중앙부에 서산층군의 편암내에 北東-南西방향으로 일정한 方向性을 갖고 좁고 길게 帶狀으로 분포한다.

京畿 片麻岩 복플렉스는 下位의 瑞山層群은 漸移的 또는 貫入의 관계에 있으며, 연구지역주변에는 花崗岩質 片麻岩, 斑狀變晶質 片麻岩 및 縞狀 片麻岩등이 분포한다. 花崗岩質 片麻岩은 태안반도 서쪽, 화성군 남양면, 송산면 등에 분포하며 주 구성광

물은 正長石, 斜長石, 石英, 黑雲母, 角閃石등으로 되어있다. 斑狀變晶片麻岩은 화성군 남양면, 팔탄면등에 좁게 분포하며 오산주변에 상당히 널리 분포하여 長石斑晶의 idioblasts 및 화강암질의 注入이 관찰된다. 호상편마암은 아산군에 널리 분포하며 수원 아랫쪽에 남-북으로 넓은 帶狀으로 분포한다. 암상은 흑운모를 주로 하는 유색광물帶와 석영, 장석으로 된 淡色광물帶가 호상을 이룬다.

中生代 주라紀에 퇴적된 大同累層群의 最下部인 藍浦層群 下部가 덕적도에 분포하며 암상은 礫岩, 砂岩, 흑색셰일 및 炭質 셰일로 되어있다.

위에 이야기한 변성암류와 퇴적암류를 중생대 주라기의 大寶花崗岩이 관입했으며, 대보화강암은 태안반도의 동부, 천안주변, 수원주변, 남양면, 자월도, 덕적도, 문갑도등에 분포한다. 암상은 粗粒斑狀 흑문모화강암이나 中粒, 細粒인 경우도 있으며 부분적으로는 優白質이거나 複雲母 화강암으로 되어 있다(국립지질조사소, 1969, 1972; 자원개발연구소, 1979 a, b).

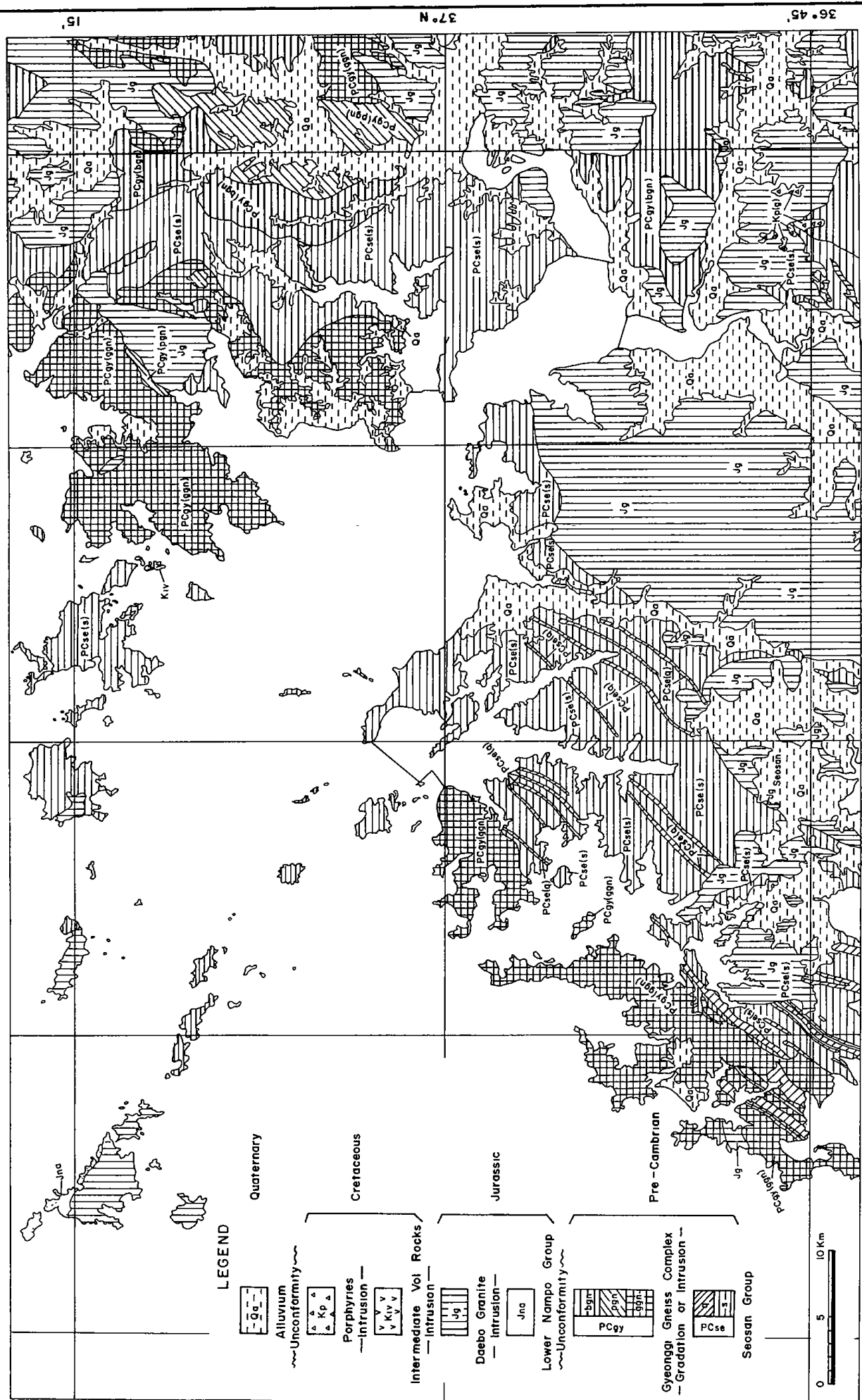
白堊紀의 中性火山岩類나 斑岩類가 下位의 岩石에 貫入, 영흥도 남서단, 선갑도등에 분포한다.

모래, 자갈, 펄로 된 第四紀 충적층이 하천주변과 우정면 해안, 석문면 해안에 분포한다.

表 I-1 은 연구지역내의 地質系統을 나타내며, 그림 I-2 는 국립지질광물연구소(現 한국동력자원연구소) 1973 년 발행 1:25 萬 남한지질도(서울, 대전, 서산)에 의거 작성한 것이다

Table 1-1. Stratigraphy of study area

층 적 층		제 4 기
~~~~~부 정 합~~~~~	}	
반 암 류		
——점 이 또는 관 입 ——		백 약 기
중 성 화 산 암		
——관 입 ——	}	
대 보 화 강 암		
——관 입 ——		주 라 기
남 포 층 균 하 부		
~~~~~부 정 합~~~~~		
경 기 편 마 암 콤플렉스	}	
호 상 편 마 암		
반 상 변 정 질 편 마 암		
화 강 암 질 편 마 암		
——점 이 또는 관 입 ——		선 캄 브 리 아 기
서 산 층 균		
규 암		
편 암		



LEGEND

- Quaternary
 - Alluvium — Qa
 - Unconformity ~~~~~
- Cretaceous
 - Porphyries — Kp
 - Intrusion — Kiv
- Intermediate Vol Rocks
 - Intrusion — Jg
- Jurassic
 - Daebo Granite — Jna
 - Intrusion — Jna
- Lower Nampo Group
 - Unconformity ~~~~~
 - P C G
- Gyeonggi Gneiss Complex
 - Gradation or Intrusion — PCse
- Seosan Group
 - PCsg
 - PCgn



126° E

15'

30'

45'

127°

36° 45'

37° N

15'

第II章 堆積學的研究

第II章 堆積學的研究

第1節 序 論

牙山灣은 後水期 海浸으로 因해 發達된 ria 式 海岸으로 둘러싸여 있으며, 現在는 여러 防潮堤의 築造로 그 環境이 漸次 變化되고 있다. 또한 本 研究海域은 潮差가 매우 큰 地域으로 알려져 있고 灣內에 散在하는 島嶼들 사이로 水路들이 發達하고 있어서, 水路와 島嶼 周圍를 循環하는 水系가 複雜하여 이와 關聯된 堆積作用에 의한 堆積相의 分布 역시 複雜할 것임을 豫測할 수 있다.

本 研究에서는 먼저 灣內의 海底 및 潮間帶에 分布하는 堆積相을 堆積環境과 堆積物의 構成 成分에 따라 分類하고 각 堆積相 內의 粒度特性을 區分하여 本 海域內의 水理-物理的 作用과 連結하여 堆積作用을 理解하고, 더불어 堆積物의 鑛物學的 特性을 파악하여 그 起源과 移動經路를 밝히고자 한다. 柱狀試料를 分析하여 堆積環境과 作用의 變化樣相을 알고, 몇 點의 表層堆積物試料와 柱狀試料중에 包含되어 있는 重金屬含量을 測定하여 本 研究 海域內의 堆積物 內에서 이들의 變化를 알고자 한다.

牙山內灣에서는 本 研究에 앞서 堆積學의 研究報告(鄭, 1977; 한국동력자원연구소, 1977; KORDI, 1981)가 있었고, 綜合的인 氣象, 水理 및 堆積物의 分布에 대한 報告(建設部, 1981)가 있었다. 本 研究에서는 이들 報告書內의 資料도 참조하였다. 이러한 研究가 계속되어질 때 本 海域의 環境에 對해 좀 더 正確한 理解를 할 수 있을 것이다.

第 2 節 材料 및 分析

1. 野外調査 및 試料採取

1-1. 海底表層堆積物採取

本 研究海域內 海底表層堆積物은 1982年 5月 25日 ~ 6月 7日 사이에 本 研究所의 海洋調査船인 半月號 (82 ton) 上에서 Shipek 採泥器를 使用하여 總 167 點을 採取하였고, 各 試料의 採取點은 Radar, 六分儀 및 海圖 (1:75,000) 에 의해 決定하여 環境圖 2 에 圖示하였다.

1-2. 潮間帶 表層堆積物 및 柱狀試料採取

제부도-입파도-석문을 잇는 線을 境界로 하여 牙山灣을 外灣과 內灣으로 區分할 때 內灣에 넓게 발달한 潮間帶에서 總 102 點의 表層堆積物試料를 採取하였고, 柱狀試料는 plastic pipe 를 使用하여 最大깊이 65 cm까지 總 6 點을 採取하였다.

이들 試料의 採取點은 六分儀, 羅針盤 및 地形圖 (1:50,000) 를 利用하여 決定하였고 環境圖 2 에 圖示하였다.

1-3. 浮遊物質 採取

海底表層堆積物의 採取 中, 總 45 點을 選定하여 Van Dorn 採水器를 使用하여 各 地點에서 上層 (表面下 1 m), 中層 (水深의 ½ 깊이) 및 底層 (海底面上 1 m) 에서 2 ℓ 씩 採水하였다.

各 地點은 環境圖 3 에 圖示하였다.

2. 實驗室分析 및 資料處理

2-1. 浮遊物質의 分析

各 層에서 採水된 海水는 0.45 μm 口徑의 glass fiber 여과지 (Whatman GF / C) 를 통해 1 ℓ 定量을 濾過시켜 그 量을 測定하였으며, 各 地點에서 採水時間에

다른 潮汐 및 潮流의 狀態를 고려하여 分析하였다. 浮遊物質의 量과 이들의 關係는 表 II-3 과 環境圖 3 에 表示되어 있다.

2-2. 粒度分析

各 試料中 30-50 g 씩을 取하여 6% H_2O_2 와 10% HCl 를 첨가하여 有機物과 炭酸鹽을 除去한 後 4 ϕ (62.5 μm) 체에서 물체질하여 sand 와 mud 로 分離하였다. Sand 는 Carver (1971) 의 方法에 따라 Roe-Tap Shaker 에서 8分씩 흔든 다음 各 粒度等級에 따라 무게를 測定하였고, Mud 는 Stokes 法則에 따른 Pipette 方法으로 各 粒度等級의 무게를 測定하였다.

測定된 各 等級의 무게는 全試料에 對한 무게비로 換算하여 Log-Probability Scale 上에 累積曲線으로 表示하여, 平均粒度 (Mz), 分級度 (δ_i), 歪度 (Sk_i), 尖度 (Kg) 등이 Folk and Ward (1957) 의 方式에 따른 Graphic Method에 依하여 求해졌으며 表 II-5,6 에 記載하였다.

2-3. 柱狀試料 分析

Plastic pipe 를 切開한 다음, pipe 內의 試料가 교란받지 않도록 注意하여 가는 철사를 利用하여 두 조각으로 切開하였다. 切開된 試料에서 X-線 撮影을 하기 爲한 試料를 1 \times 4 \times 30 cm acryl 箱子와 가는 철사를 利用하여 採取하였고, 다른 조각에서는 粒度分析과 微量重金屬元素 測定을 위한 試料를 各 5 cm 또는 10 cm 간격으로 取했다.

X-線 撮影은 Rigaku 200 KVP, 5 mA 로 20 $^{\circ}C$ 에서 2分間 노출시켜 90 cm 거리에서 실시했다. 完成된 X-線寫眞은 堆積構造 分析에 使用하였다.

2-4. 鑛物成分 分析

2-4-1 重·輕鑛物 分析

粒度分析이 끝난 試料中 2-3 ϕ 사이의 細砂를 택하여 Carver (1971), Blatt and Sutherland (1969) 등이 提示한 方法에 따라 比重 2.89 인 Bromoform (HBr_3)

重液을 利用하여 分離갈대기 內에서 重鑛物과 輕鑛物을 分離시켰다.

重鑛物은 Canada Balsam 으로 slide glass 에 附着시킨 後, 光學的 特性 및 結晶形을 調査하여 識別하였고, 특히 Magnetite는 附着시키기 前에 磁性으로 鑑定하였다.

輕鑛物은 Lake side #70으로 grain mounting한 後, Bailey and Stevens(1960)의 着色方法에 따라 47% HF 酸에 15分間 蝕刻시킨 後, 5% Barium Chloride液 20% Sodium Cobaltinitrite, 0.25% Rodizonate 液에 각각 3秒, 3秒, 2分間씩 담가다가 着色된 色에 따라 正長石, 斜長石類 및 着色되지 않은 石英을 實體顯微鏡하에서 計數하였다.

重鑛物과 輕鑛物の 含量比는 表 II - 9, 10에 記載하였다.

2-4-2 粘土鑛物 分析

2 μm 以下の 粘土를 Pipette Method로 取한 다음 遠心分離하여 濃縮시켜 各 試料마다 3개씩의 Slide Glass 에 附着하였다. 準備된 Slide Glass들은 各 試料마다 Normal, Ethylene Glycol 처리, 500 °C의 熱처리를 하여 Rigaku 2037 型 X-線 回折分析機에서 Ni-filtered Cu K α 光線으로 注射하였다. 얻어진 各 slide의 Chart 中 Normal, Ethylene Glycol 처리한 chart 를 比較하여 Peak Height方法에 따라 Planimeter 를 使用하여 半定量的 分析을 하여 各 粘土鑛物の 含量을 相對的 百分率로 表示하였다 (表 II - 11).

2 - 5. 微量 重金屬元素 分析

內灣의 海底 및 潮間帶의 表層試料 中 5點과 5 cm 또는 10 cm 간격으로 潮間帶 柱狀試料를 採하여 分析하였다. 各 試料에서 2 g씩을 取하여 完全乾燥시킨 後 粉磨하여서 Gitano and Fujiyoshi (1980)의 方法에 따라, 30% H₂O₂ 로 Digestion 시켰다. 다시 HF, HNO₃, HClO₄의 混合溶液으로 Digestion하여 1.3 pH HNO₃ 로 여과하여 25 ml 로 定量하였다. 分析에는 IL 251型 原子吸光 分析機를 使用하였다.

本 研究에서는 測定可能한 Mn, Ni, Zn, Cu를 標準試液 中の 이들 含量値와 gr-

aph 上에서 比較하여 定量하였고, 求하여진 測定値는 表 II-12 에 記載하였다.

第 3 節 研究地域의 水理-物理的 環境

1. 潮 汐

本 牙山灣 海域內에서 潮汐의 觀測은 여러 地域에서 建設部 (1974, 1981), 水路局 (1975), 海洋研究所 (1976, 1981) 에 의해 實試되었다 (表 II-1).

Table II-1. Tidal characteristics in Asan Bay .

Non-Harmonic Regions constants	Incheon	Poong Is.	Garolim	Gaghwa Is.	Nomigag	Manhori
Sp. Range	803.6cm	782.5	667.9	753.8	795.4	870.0
Np. Range	354.8cm	590.1	299.3	339.0	357.0	370.0
Mn. Range	579.2cm	426.5	483.7	546.4	573.2	630.0
M.H.W.I.	4 ^h 33	4 ^h 07	4 ^h 06	4 ^h 18	4 ^h 23	4 ^h 32
M.S.L.	468.9cm	582.3cm	410.0	443.6	465.4	482.0

abb. Sp. Range; Spring Range, Np. Range; Neap Range, Mn. Range; Mean Range, M.H.W.I.; Mean High Water Interval, M.S.L.; Mean Sea Level.

The data were obtained by Ministry of Construction (1981) at Incheon, Gughwa Is., Nomigag and Man hori (1974), by Hydrographic Office (1975) at Poong Is. by KORDI (1976) at Garolim.

各 地域에서 潮汐은 半日週潮型으로, 거의 日潮不等이다. 潮令은 約 2 日로써 大潮는 朔望後 約 2 日에, 小潮는 上·下弦後 約 2 日에 일어난다. 潮差는 周邊 海底地形, 傾斜에 따라 差異가 있으며, 대체로 內灣으로 갈수록 커져서 만호리에서는 81 년에 仁川의 測定値와 比較해 볼 때 약 70 cm 以上の 大潮差, 약 15 cm 以

상의 小潮差를 보여준다. 平均滿潮間隔 역시 內灣으로 갈 수록 길어져 仁川의 그것과 비슷하여 진다.

2. 潮 流

牙山灣에서 本 研究海域을 편의상, 대부도-입파도-석문을 잇는 線을 境界로 內灣과 外灣으로 나눌 때, 內灣에서는 자원개발연구소(1977), 建設部(1981), 外灣에서는 水路局(1975), 가로림灣에서는 本 研究所(1974, 1976, 1981)에서 潮流의 觀測을 實試했으며, 그 結果 潮流의 樣狀은 그림 II-1에 圖示되어 있다.

潮流의 樣狀은 대체로 潮汐과 마찬가지로 半日週潮流型으로 1日 2회의 漲·落潮流가 일어나고 있으며 平均漲潮間隔은 1時間 40分, 平均落潮間隔은 7時間 52分이며, 最強漲潮流는 太陰의 子午線 經過後 약 1時間 40分에 일어난다(建設部, 1981). 그러나 지역에 따라 약간의 差異는 있으며, 漲·落潮流의 方向과 流速이 大體로 對稱的이나, 內灣으로 갈 수록 比對稱的이며 流速 또한 감소한다.

대체로 外灣에서는 漲潮流時, 北東方向이 우세하여 東·西水道의 方向과 一致하며 소야도와 대이작도 사이의 西水道에서 平均大潮期때 231.6 cm/sec 의 最強流速을 기록한다. 東水道와 方向을 같이하는 漲潮流는 장안서 북방에서 풍도와 대란지도사이, 마산水道의 方向으로 갈라져 內灣쪽으로 流入하게 되고, 一部는 서어벌과 영흥도 사이를 지나 京畿灣에 流入된다. 內灣에서 漲潮流는 南東方向으로 바뀐다. 流速은 장안서北方에서 141.4 cm/s , 승봉도 東側에서 206 cm/s 이나 內灣의 南陽灣입구에서 81 cm/s 로 감소하고, 입파도와 중앙천퇴사이에서는 $141.4\sim 128\text{ cm/s}$, 노미각과 한진리 사이에서 $132\sim 150\text{ cm/s}$ 의 流速이 된다. 특히 노미각과 한진리의 陸地돌출부 부근에서는 $193, 196\text{ cm/s}$ 의 表層 流速이 觀測된다(자원개발연구소, 1977). 장안퇴부근에서 195 cm/s 의 流速을 갖는 支流는 國峽도 南方에서 110 cm/s , 성구머리앞에서 84 cm/s 로 감소한다.

落潮流는 外灣에서는 方向, 流速의 漲潮流와 對稱的이지만 입파도와 중앙천퇴사이

에서는 方向과 流速이 特徵的으로 比對稱的이다. 西水道가 연결되는 소야도와 대이작도의 협수로에서는 落潮流의 流速이 347 cm/s 로 最大이고, 대부도와 영흥수로 앞에서는 $231 \sim 116\text{ cm/s}$ 를 나타낸다. 內灣에서는 $91 \sim 144\text{ cm/s}$ 범위에 속하고 승봉도 北方에서는 180 cm/s 로 증가하지만 外灣으로 갈 수록 감소하고, 가로림만 앞에서는 $115 \sim 200\text{ cm/s}$ 을 기록한다.

恒流는 灣 全域에 걸쳐 觀測된 바 없으나, 영흥도 남부에서 灣內까지는 N 方向으로 $5 \sim 10.4\text{ cm/s}$, 남서부에서 灣外로는 N~NW 方向으로 $4.3 \sim 28\text{ cm/s}$ 을 기록하고 (水路局, 1974), 가로림 口入에서는 NE 方向으로 20 cm/s (해양연구소, 1974) 內灣에서는 NW 方向으로 10 cm/s (建設部, 1981) 을 기록한다.

全體的으로 牙山灣內의 潮流는 海底地形과 傾斜 그리고 水路들의 擴狹에 따라 크게 영향을 받는다.

3. 氣 象

牙山灣 周邊의 仁川, 水原, 瑞山地域의 氣象觀測 資料(中央觀象臺, 1974, 1980)와 牙山灣 內 國화도에서 실시한 觀測資料(建設部, 1981)에 依하면 이들 地域의 氣象은 大略 다음과 같다.

仁川地方의 數年間의 年平均 氣温은 11.1°C (中央觀象臺, 1974)이며 8月 中에 平均 22.5°C 로 연중 가장 높고, 1月 中에는 平均 -6.1°C 로 가장 낮다(建設部, 1981). 바람은 연중 北 또는 北北東風이 우세하지만 여름에는 南西, 겨울에는 北西風이 우세하고, 風速은 12月에 最大 4.8 m/s 를 기록한다. 降雨量은 年平均 $1,092.2\text{ mm}$ 로서, 6月과 9月사이에 集中된다. 80年 6月부터 81年 5月까지 最近 1年間은 909.6 mm (建設部, 1981) 였다.

水原에서의 1980年 中央觀象臺 資料에 依하면, 7月 下旬에 平均 23.5°C 2月 上旬에 平均 -10.4°C 로 각각 最高, 最低 氣温을 기록한다. 바람은 偏西風이 강하여 겨울에 北北西 또는 北北東, 여름에는 南南西風이 우세하다. 風速은 4月에 最大

11.7 m/s (年平均 2.2 m/s)를 기록한다. 降雨量은 1,469.3 mm로 타 지역보다 많은 편이고 4월부터 9월 사이에 集中된다. 특히, 牙山灣 주변지역은 4월과 8월 사이에 안개가 심하여 이 期間에 40日 정도의 안개日數를 기록한다.

牙山灣 海峽內 國嶼에서 1980年 6월부터 81年 5월까지 觀測한 資料(建設部, 1981)를 보면, 1月中에 平均 -4.9°C (最高, -11°C), 8月中에 平均 21.4°C (最高, 27.9°C)의 연중 가장 낮은 氣溫과 높은 氣溫을 나타낸다. 바람은 겨울에 주로 北西, 여름에 偏南季節風이 우세하고, 12월에 平均 6.7 m/s , 7월에 平均 2.6 m/s 의 最高, 最低 風速을 기록한다. 1月中에 北西方向으로 23.5 m/s 을 기록한 적도 있으며 同 觀測期間中 1월에 2回, 10월과 12월에 各 1回씩의 4回의 暴風이 있었다. 降雨量은 1年間 802.5 mm 로 주변지역보다 적은 편이고 6월과 8월 사이에 集中된다. 안개 日數는 同 期間中 總 17日로 7月中에 8日을 기록하였다.

4. 水温 및 鹽分度

牙山灣 全海峽에 걸쳐 水温과 鹽分度を 測定한 資料는 없으나, 國立 水産振興院(1975)이 本 研究海峽內 부도에서 1年間 測定한 表層 水温과 國防科學研究所(1979)에서 測定한 牙山灣 外海의 鹽分度を 보면 表II-2와 같다.

Table II-2. Water temperature and salinity .

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Water Temperature (°C)	4.59	2.22	3.17	6.58	10.57	15.28	19.06	23.08	23.87	21.05	15.93	12.93
Salinity (‰)	33.0	31.5-32.0	32.5	31.5-32.0	31.5-32.0	31.5-32.0	32.0	31.5	32.0	31.5-32.0	33.0-33.5	32.0-32.5

부도에서는 2월에 平均 2.22℃, 9월에 23.87℃로 各各 最高, 最低水温을 기록한다. 鹽分度는 牙山灣 外海에서 31.5~33.5‰의 범위에 속하며 8월에 平均 31.5‰, 11월에 33.5‰를 나타낸다.

5. 浮遊物質

本 研究海域에서 測定한 浮遊物質은 地域과 測定時의 水理的 條件에 따라 表層, 中層 및 底層을 通해 運搬되는 量이 현저히 다르게 나타난다(表 II-3, 環境圖 3).

大潮期間中 漲潮時, 內灣의 성구머리와 내도 사이에서는 底層에서 24~37 mg/l, 中層에서 27~36 mg/l, 上層에서는 10~11 mg/l의 量이 測定되어 內灣으로 갈 수록 增加하고 있다. 落潮時 영흥도와 자월도 사이의 東水道에서는 底層에서 44~88 mg/l, 中層에서 9~43 mg/l, 上層에서 13~19 mg/l가 測定된다. 이 地域에 서는 영흥도에서 水路쪽으로 갈 수록 量이 減少한다. 또, 대란지도와 가로림灣 北方에서는 底, 中層에서 11~27 mg/l 씩, 上層에서 11~19 mg/l의 量을 보여주며, 外海쪽으로 갈 수록 감소한다. 底潮때 자월도와 덕적도 사이의 西北道에서 底層, 中層, 上層을 通하여, 각각 39~66 mg/l, 38~53 mg/l, 11~35 mg/l의 浮遊 物質이 運搬된다. 東水道에서는 底, 中, 上層에서 각각 54 mg/l, 43 mg/l, 13 mg/l이 測定되나 內灣으로 갈 수록 그 量이 減少하여 입파도 南方에서 31 mg/l, 16 mg/l, 10 mg/l가 각각 測定된다.

小潮 期間中 漲潮때 外海의 선감도 北方의 작은 섬들 주변에서는 底, 中, 上層에서 각각 36 - 42 mg/l, 24 ~ 37 mg/l, 11 ~ 23 mg/l의 量이 測定되지만, 東水道의 장안도 北方에서는 18 mg/l, 14 mg/l, 8 mg/l가 각각 測定된다. 高潮때 덕적도 西部 外海에는 底, 中, 上層에서 각각 28 ~ 54 mg/l, 48 ~ 53 mg/l, 15 ~ 33 mg/l이 測定되고, 東水道를 따라 영흥도에서 外灣쪽으로는 底, 中, 上層에서 각각 35 mg/l, 19 mg/l, 26 mg/l, 승봉도와 상경공도사이에서는 22 mg/l, 30 mg/l, 16 mg/l, 사승봉도 南方에서는 20 mg/l, 13 mg/l, 6 mg/l가 測定된다. 또한

Table II-3. Suspended material (mg/l) at surface, middle, and bottom layers
in Asan Bay.

Station No.	Upper (1 m below the surface)	Middle	Bottom (1 m above the bottom)	Sampling		Tidal Condition		
				Date	Time	Moment	Range (m)	Remark
1			76	82.5.25	11 ^h 40	LW -0 ^h 53m	8.0	Spring tide
2			88		12 00	LW -0 33	"	
3	35	38	32		12 55	LW -0 22	"	
4	13	43	54		13 00	LW +0 57	"	
5	16	9	48	82.5.27	10 15	LW -3 49	7.0	
6	14	38	49		10 50	LW -3 14	"	
7	17	40	48		11 10	LW -2 54	"	
8	28	37	50		11 40	LW -2 24	"	
10	29	44	44		13 06	LW -0 58	"	
11	29	35	59		13 30	LW -0 34	"	
12	35		44		13 55	LW -0 09	"	
13	14	41	66		14 10	LW +0 06	"	
14	26	38	57		14 35	LW +0 09	"	
15	11	53	39		15 25	LW +0 46	5.7	
17	2	26	35	82.5.30	11 33	HW +0 56	4.1	
19	6	24	26		12 40	HW +2 03	"	
21	6	10	34		13 20	HW +2 43	"	
23		31	50		14 20	HW +3 23	"	
25	9	22	10		15 35	LW -1 24	"	
27	7	30	20		16 15	LW -0 44	"	
29	8	26	46		17 00	LW +0 01	4.6	
35	27	24	42	82.6. 1	7 55	LW +1 25	3.7	
37	27	37	36		08 45	LW +2 15	"	
39	23	52	70		09 35	LW +3 05	"	
47	33	53	54		12 15	HW -0 45	4.1	
49	15	42	28	82.6. 1	12 50	HW -0 12	"	
52	26	19	35	82.6. 2	13 35	HW -0 32	4.2	
54	16	30	22		14 25	HW +0 18	4.4	
55	6	13	20		14 50	HW +0 43	"	
62	8	21	25		17 25	LW -2 46	"	
65	10	16	22	82.6. 3	06 10	LW -2 35	4.9	
66	14	15	24		06 42	LW -2 03	"	
67	8	15	11		07 15	LW -1 30	"	
68	5	11	11		07 45	LW -1 00	"	
70	11	29	24		08 55	LW +0 10	"	
72	9	17	12		09 35	LW +0 50	"	
80	9	17	18		12 45	HW -2 14	"	
83	11	8	19		14 10	HW -0 49	"	
86	7	20	29		15 22	HW +0 23	"	
97	9	7	20	82.6. 4	07 15	LW -1 40	6.0	
102	19	14	13		09 55	LW +0 20	5.6	
106	8	14	18		11 30	LW +1 55	"	
119	3	7	25		12 05	LW +2 30	"	
128	11	11	11		15 20	HW -1 02	"	Spring tide
138	19	27	27	82.6. 6	09 10	LW -1 49	6.8	
144	10	16	31		11 25	HW +0 26	6.2	
154	11	36	37		14 25	HW -2 34	"	
163	10	27	24	82.6 7	13 00	LW +1 24	6.3	

Blank: not measured

LW ± 1^h35^m: 1^h35^m before or after the low water time

HW ± 1^h35^m: 1^h35^m before or after the high water time

Tide was measured at DeogJeog island by Hydrographic Office (1982)

高潮때 牙山外灣의 南端海域에서는 19 ~ 29 mg/l, 8 ~ 20 mg/l, 7 ~ 11 mg/l 가 測定되어, 東水道 全體를 생각할 때 小潮期間中 高潮때는 京畿灣쪽에서 牙山灣쪽 水道를 따라 牙山灣쪽으로 갈 수록, 各層에서 50 mg/l 에서 20 mg/l 로, 31 mg/l 에서 10 mg/l 로, 9 mg/l 에서 6 mg/l 로 각각 減少한다. 또, 이때 外海에서 牙山灣쪽으로 底, 中, 上 各層에서 25 mg/l 에서 20 mg/l, 21 mg/l 에서 7 mg/l, 14 mg/l 에서 9 mg/l 로 減少하는 傾向을 보인다(環境圖 3, 表 II-3).

以上과 같이, 潮汐의 各狀態에 따라 測定된 浮遊物質의 量은 그 變化樣相을 正確히 說明하기 어려우나, 潮流의 세기, 潮差 等の 要因 以外에 海底에 分布하는 堆積相 中 mud의 含量과 깊은 關係가 있는 것으로 생각된다. 즉, 微細한 粒子의 堆積物은 침전과 再浮遊가 容易하여 測定된 浮遊物質의 量에 크게 影響을 끼칠 것이다.

全體적으로 보아, 牙山灣에서는 底層과 中層의 水塊를 통해 浮遊物이 移動되고 있으며, 落潮時 京畿灣쪽에서 東·西 兩水道를 통해 內·外灣에 移動된다고 볼 수 있으며 漲潮時 外海쪽에서 流入된다고 할 수 있다.

第 4 節 堆積物의 分布 및 粒度特性

1. 表層堆積物의 分布

牙山灣 一帶의 海底 및 潮間帶에 分布하는 表層堆積物은 Gravel, Sand의 含量에 따라 6가지 類型으로 大別할 수 있다 (그림 II - 2, 環境圖 4). 各 類型에 속하는 Sediment type은 表 II - 4와 같다.

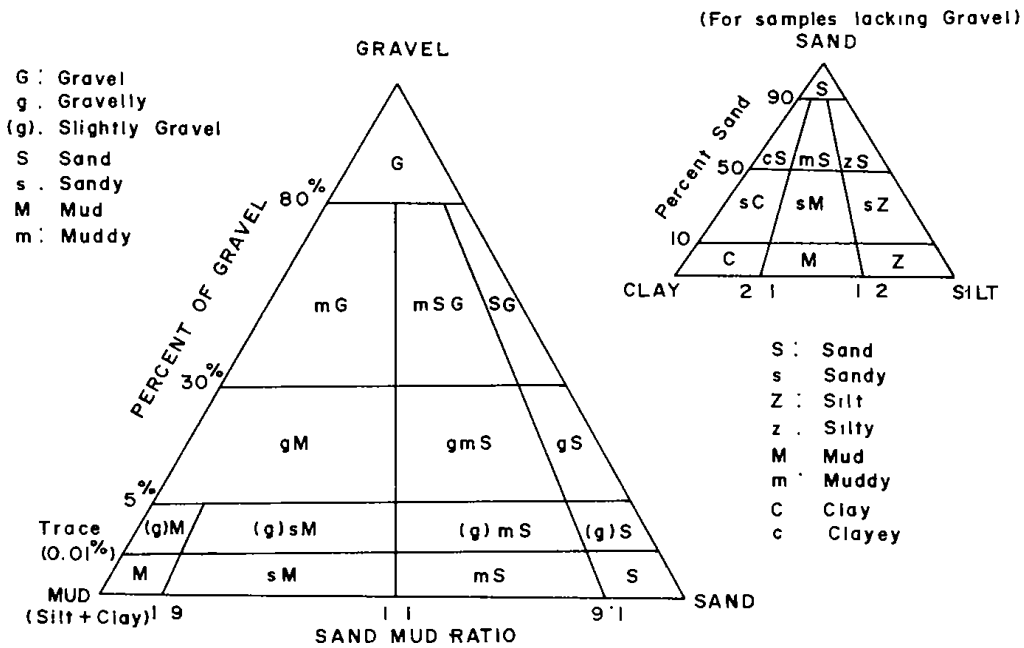


Fig. II-2. Sediment type classification on the triangular diagram, after Folk and Ward (1957).

Table II-4. Sediment type classification used in this study, on the basis of gravel and sand contents.

Classification	Sediment Types
gravel>30%	muddy Gravel. muddy-sandy Gravel. sandy Gravel
30%>gravel> 5%	gravelly Mud. gravelly-muddy Sand. gravelly Sand
sand>90%	Sand. slightly-gravelly Sand
90% > sand>50%	clayey Sand. muddy Sand. silty Sand. slightly gravelly-muddy Sand
50% > sand>10%	sandy Clay. sandy Mud. sandy Silt. slightly gravelly-sandy Mud.
10% > sand	Clay. Mud. Silt. slightly gravelly Mud

각 類型에 따른 堆積物의 分布는 牙山灣의 海底地形의 變化와 이에 相應하는 Energy Condition 에 一致하여 나타난다. 즉, Gravel 이 包含된 粗粒質堆積物은 波浪과 潮流가 크게 작용하는 岾 주변과 浸蝕海岸 및 主水路에 分布하고, 粗粒砂는 外灣 海底와 砂洲에 中粒砂와 細粒砂는 內灣의 海底와 砂洲에 分布한다. Mud 와 混合된 砂質堆積物은 內灣과 潮間帶의 Sand Flat 에 分布하고, 泥質堆積物은 폐쇄된 岾들사이와 潮間帶의 High Water Line 附近에 分布한다.

이들 堆積相의 分布樣相의 變化를 地域에 따라 설명하면 다음과 같다.

外灣에서 水深이 30 m 以上되는 東·西水道와 이들 주변에는 Sandy Gravel 또는 Gravelly Sand가 水道와 一致하는 方向으로 分布하고 있으며, 이들 水道와 연결되는 대이작도와 소야도사이, 자월도와 서어벌 사이에는 Gravel이 깔린 岩盤이 發達하고 있다. 내만의 노미각과 한진리 사이에서도 Gravelly Sand相이 分布하며 만대, 장고항 부근의 波蝕 海岸에서는 Shingle Beach를 이룬다. Gravel 이 包含된 粗粒質堆積相은 潮流가 強하게 작용하는 水道 또는 波浪이 센 High Energy Condition인 地域에 分布하고 있다.

外灣에서의 砂質相은 東·西 兩水道사이와 주변海底에 넓게 分布하여 장안퇴 等の 砂洲를 이루기도 하고, 東·西水道와 대이작도·소이작도사이에서는 하벌천퇴를 이룬다. 外灣海底에 分布하는 砂質相은 分級이 良好한 粗粒砂로 構成되어 있다. 內灣에서는 中粒砂의 砂質相이 中央水道를 따라 分布하며 중앙천퇴, 도리천퇴가 제부도와 입과도 뒤와 사이에 각각 발달하고 있다. 전체적으로 牙山灣 海底에서 砂質相은 外灣으로 갈 수록 粗粒이며 分級이 良好해진다.

混合質相은 外灣에서 선갑도 주위의 작은 섬들로 둘러싸인 水深 10m 未滿의 海域에서만 發達하고 있지만, 내만에서는 입과도 - 제부도 - 국화도 사이와 이들 섬 주변의 내만지역, 그리고 中央水道에 거의 對稱的인 平行한 方向으로 兩 海岸에 發達하여 潮間帶의 Sand Flat 또는 Mixed Flat 를 이룬다. 潮間帶에 넓게 發達한 이 堆積相은 Straaten and Kuenen(1958) 이 提示한 潮流에 依한 遲延效果(Lag Effect)로 說明할 수 있을 것이다(鄭, 1978).

泥質相은 內灣의 High Water Line 근처와 上部에 分布하는 데 특히, 南陽灣, 포승면 - 신평면 - 노미각 - 한진리 사이, 석문과 고대면 사이의 前面部에서 Mud Flat 를 이루고 있다. 남양만 전면부의 Mud Flat 에서 鄭(1978)의 研究에 의하면, $180\mu m$ (6ϕ) 以下の 細粒質 堆積物은 漲潮流에 의해 High Water Line線上에 浮遊集積되어 Mud Flat 이 形成, 增殖(progradation) 하고 있음을 示唆한다.

2. 表層堆積物の 粒度特性

本 研究海域에 分布하는 堆積物の 粒度特性(表 II-5,6)은 gravel, sand, mud의 含量과 각 堆積相에 작용하는 水理的 作用 및 海底地形과 密接한 關係가 있으며, 따라서 粒度의 特性은 堆積物 成分에 의한 堆積相(環境圖 4)와 大體的으로 一致하는 傾向을 보여 준다.

本 研究에서 使用한 粒度特性의 Verbal scale 은 表 II-7 과 같다.

Table II-5. Granulometric composition, textural parameters and classification of bottom surface sediments.

Sample No.	Water Depth (m)	Granulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment Type	Locations	
		Gravel	Sand	Mud	Mz	δi	Ski	Kg		Latitude (N)	Longitude (E)
1	22	15.5	51.0	33.5	2.77	2.14	-0.18	1.20	gmS	37°15'00	126°25'00
2	5	14.1	53.0	32.9	2.87	3.22	-0.11	0.91	gmS	37°13'00	126°26'00
3	9	1.1	58.7	40.2	4.23	1.94	0.45	0.99	(g)mS	37°11'00	126°26'00
4	20	29.7	58.1	12.2	1.07	2.98	-0.12	0.95	gmS	37°13'00	126°24'00
6	12		98.9	1.1	1.93	0.54	0.38	1.30	S	37°13'00	126°22'00
7	26	0.8	99.2		1.10	0.48	-0.31	1.39	(g)S	37°13'00	126°20'00
8	17		98.7	1.3	2.13	0.64	0.11	1.08	S	37°11'00	126°20'00
9	10	8.9	90.9	0.2	0.83	1.24	-0.26	1.08	gS	37°11'00	126°18'00
10	16	35.1	33.5	31.4	1.97	4.35	0.05	0.84	gmS	37°12'00	126°18'00
11	6	8.8	76.0	15.2	2.47	2.32	0.23	2.77	gmS	37°14'00	126°18'00
12	7	6.6	99.4		0.70	0.36	0.14	1.43	gS	37°13'00	126°16'00
13	12	0.1	99.9		1.47	0.25	-0.10	0.94	(g)S	37°12'00	126°14'00
14	25		100		2.18	0.38	0.10	0.98	S	37°13'00	126°12'00
15	45	40.5	46.6	22.9	0.03	4.15	0.01	0.79	msG	37°14'00	126°14'00
16	40	0.5	99.5		1.05	0.84	0.20	1.43	(g)S	37°16'00	126°16'00
18	15	0.1	99.9		1.70	0.33	0.08	1.23	(g)S	37°11'00	126°10'00
19	12		91.2	8.8	1.95	1.23	0.57	3.06	S	37°10'00	126°08'00
20	11	0.1	99.9		1.75	0.39	0.11	1.28	(g)S	37°09'00	126°06'00
21	27		99.7	0.3	1.65	0.37	0.08	1.07	S	37°07'00	126°06'00
22	45	28.0	72.0		-0.13	1.42	-0.18	0.82	gS	37°08'00	126°08'00
23	55		100		1.28	0.32	-0.06	1.08	S	37°09'00	126°10'00
24	12	7.2	92.8		1.40	0.66	-0.34	3.43	gS.	37°10'00	126°12'00
25	32	0.9	99.1		1.03	0.61	-0.17	1.12	(g)S	37°08'00	126°12'00
26	42		100		1.43	0.37	0.03	1.18	S	37°07'00	126°10'00
27	30		91.4	8.6	1.93	1.17	0.61	3.31	S	37°06'00	126°08'00
28	57		89.8	10.2	2.07	1.83	0.42	3.17	mS	37°05'00	126°06'00
29	70	2.0	98.0		1.18	0.43	-0.16	1.46	(g)S	37°04'00	126°04'00
30	55		67.3	32.7	4.03	3.25	0.73	1.08	mS	37°02'00	126°04'00
31	45		43.4	56.6	6.20	3.50	0.53	0.81	sM	37°03'00	126°02'00
32	18		98.7	1.3	2.35	0.47	0.09	0.94	S	37°05'00	126°02'00
33	7		14.1	85.9	7.63	3.05	0.25	0.63	sM	37°04'00	126°00'00
34	60	0.3	67.1	32.6	4.47	2.55	0.69	1.37	(g)mS	37°06'00	126°00'00
35	16		67.4	32.6	4.15	2.23	0.65	1.42	zS	37°08'00	126°00'00
37	20	5.6	94.6		0.90	0.75	-0.37	1.43	gS	37°11'00	126°02'00
38	28	2.3	76.2	21.5	2.68	2.46	0.58	1.40	(g)mS	37°09'00	126°02'00
39	60	22.5	51.0	26.5	2.30	4.23	0.22	1.26	gmS	37°07'00	126°02'00
40	40	12.7	87.3		0.18	0.97	-0.08	0.82	gS	37°06'12	126°03'48
41	25	1.1	98.9		0.77	0.56	-0.18	0.97	(g)S	37°08'00	126°04'00
42	20		99.1	0.9	1.80	0.42	0.28	1.59	S	37°10'00	126°04'24

Sample No.	Water Depth (m)	Granulometric Composition(%)			Textural Parameters(ϕ)				Sediment Type	Locations	
		Gravel	Sand	Mud	Mz	δi	Ski	Kg		Latitude(N)	Longitude(E)
43	15	0.4	60.0	39.6	4.15	2.92	0.57	1.78	(g)mS	37°12'00	126°04'00
44	19		100.0		1.62	0.35	0.12	1.41	S	37°13'00	126°02'00
45	52		93.7	6.3	2.12	0.89	0.64	2.87	S	37°13'00	126°00'00
46	19		100.0		1.35	0.36	-0.04	0.98	S	37°16'00	126°00'00
47	40		99.5	0.5	1.60	0.37	0.12	1.49	S	37°15'00	126°02'00
48	18		100.0		1.62	0.29	0.15	1.17	S	37°14'00	126°04'00
49	20		100.0		1.53	0.36	0.16	1.09	S	37°16'00	126°04'00
54	21		100.0		1.93	0.45	0.16	1.12	S	37°09'00	126°18'00
55	19		99.2	0.8	1.62	0.38	0.18	1.43	S	37°08'00	126°16'00
56	15	0.5	99.5		1.03	0.50	-0.18	0.97	(g)S	37°07'00	126°14'00
57	31	14.7	85.3		0.10	0.91	-0.02	0.74	gS	37°06'00	126°12'00
58	42	0.5	67.8	31.7	3.30	2.55	0.76	0.93	(g)mS	37°05'00	126°10'00
59	55	3.2	96.8		3.28	0.52	-0.18	1.64	(g)S	37°04'00	126°08'00
60	55		100.0		1.38	0.27	-1.01	1.05	S	37°03'00	126°06'00
61	55	21.6	78.4		0.32	1.30	-0.31	0.78	gS	37°01'00	126°06'00
62	65	1.0	99.0		1.57	0.49	0.06	1.64	(g)S	37°00'00	126°04'00
63	60		100.0		1.60	0.30	0.05	1.03	S	37°01'00	126°02'00
64	30		100.0		1.68	0.29	0.06	1.03	S	37°00'00	126°00'00
65	53	0.1	67.6	32.3	3.73	3.72	0.74	0.81	(g)mS	36°56'00	126°00'00
66	55		100.0		1.58	0.28	0.34	0.73	S	36°52'00	126°00'00
67	65		75.4	24.6	3.45	2.90	0.88	2.06	mS	36°48'00	126°00'00
70	30	52.7	40.7	6.6	-0.70	2.74	0.29	0.86	sG	36°46'00	126°04'00
71	27	42.4	57.6		-0.33	1.80	0.08	0.71	sG	36°45'00	126°06'00
73	14	0.6	93.2	6.2	2.29	0.94	0.30	1.99	(g)S	36°44'18	126°07'36
74	23	15.4	84.6		1.10	1.56	-0.52	2.51	gS	36°48'00	126°08'00
76	57	0.4	99.6		1.48	0.26	-0.05	0.94	(g)S	36°50'00	126°04'00
77	67	0.5	99.5		1.47	0.38	-0.07	1.23	(g)S	36°51'00	126°02'00
78	57	2.1	97.9		1.38	0.42	-0.19	1.55	(g)S	36°55'00	126°02'00
79	65	14.8	84.3	0.9	1.37	1.14	-0.26	0.82	gS	36°54'00	126°04'00
81	60	5.1	94.9		0.58	0.38	-0.01	1.14	gS	36°52'00	126°08'00
82	30	22.3	73.2	4.5	-0.80	1.15	-0.09	2.35	gS	36°51'30	126°09'30
83	24	35.0	64.6	0.4	-0.35	1.47	0.73	0.71	sG	36°51'18	126°10'00
84	9		100.0		1.17	0.35	-0.14	0.94	S	36°54'30	126°09'36
88	50	0.7	99.3		0.87	0.55	-0.10	0.92	(g)S	36°57'00	126°06'00
89	67	25.0	73.6	1.4	-0.47	0.85	0.07	1.15	gS	36°59'00	126°06'00
90	52	0.3	99.0	0.7	1.75	0.40	0.24	1.28	(g)S	36°58'00	126°04'00
91	70	50.9	44.4	4.7	-0.62	2.17	0.28	0.98	sG	36°59'00	126°02'00
94	8		100.0		2.15	0.36	0.15	0.90	S	36°58'00	126°12'00
95	40		100.0		1.62	0.30	0.12	1.23	S	36°59'00	126°12'00
96	45	48.0	51.5	0.5	-0.72	1.24	0.31	0.88	sG	37°00'00	126°12'00
97	47	27.5	72.5		-0.75	0.52	0.01	1.03	gS	37°01'00	126°10'00

Sample No.	Water Depth (m)	Granulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment Type	Locations	
		Gravel	Sand	Mud	Mz	δi	Ski	Kg		Latitude(N)	Longitude(E)
98	40		100.0		1.75	0.27	0.38	1.43	S	37°02'00	126°08'00
99	25	12.0	88.0		0.28	0.93	-0.21	0.85	gS	37°03'00	126°10'00
100	30	0.2	98.2		1.30	0.38	-0.17	1.54	(g)S	37°02'0	126°12'00
101	20	0.7	99.3		0.50	0.61	0.00	1.03	(g)S	37°03'00	126°14'00
102	35	16.4	84.6		-0.28	0.65	-0.18	0.84	gS	37°03'30	126°12'00
104	42	2.3	97.7		0.92	0.73	-0.40	1.09	(g)S	37°06'00	126°16'00
108	50	39.6	60.4		-0.83	0.68	-0.06	1.05	sG	37°08'00	126°24'00
109	45	21.2	51.3	27.5	2.20	4.09	0.21	0.91	gmS	37°09'00	126°26'00
111	50	37.1	58.5	4.4	0.20	2.06	0.01	0.81	sG	37°05'00	126°18'00
112	47	38.0	58.1	3.9	-0.13	2.18	-0.16	0.88	sG	37°02'00	126°16'00
114	48	34.2	65.8		-1.17	0.78	1.15	1.03	sG	37°01'00	126°14'00
115	20		100.0		1.53	0.25	0.23	1.09	S	37°00'00	126°14'00
116	16		100.0		1.65	0.21	0.00	0.96	S	37°01'00	126°16'00
117	40	63.4	36.6		-1.47	1.65	0.19	0.84	sG	37°00'00	126°16'00
118	14		100.0		2.13	0.44	0.13	0.96	S	36°59'00	126°14'00
120	30	2.9	97.1		0.50	0.73	-0.02	1.28	(g)S	36°56'00	126°12'00
122	35	5.2	44.5	50.3	2.82	3.08	0.40	0.99	gM	36°55'00	126°14'00
123	19		61.0	39.0	3.90	1.76	0.40	1.33	zS	36°56'00	126°16'00
126	40	0.2	99.8		1.35	0.26	-0.06	1.23	(g)S	37°01'00	126°18'00
129	22		100.0		2.36	0.31	-0.11	1.33	S	37°01'00	126°22'00
130	17	1.4	98.6		1.50	0.31	-0.03	1.08	(g)S	37°03'00	126°22'00
131	18	0.1	99.9		1.76	0.41	0.28	1.49	(g)S	37°02'00	126°24'00
133	17	2.4	62.4	35.2	3.17	2.47	-0.11	0.96	(g)mS	37°00'12	126°27'12
135	42	0.9	99.1		0.57	0.06	0.59	1.11	(g)S	37°04'00	126°20'00
136	25	3.9	96.1		1.42	0.51	-0.22	2.05	(g)S	37°05'00	126°22'00
137	29	39.1	59.2	1.7	-0.57	1.61	-0.07	1.00	sG	37°05'00	126°24'00
139	20		63.1	36.9	3.88	2.22	0.62	1.01	zS	37°03'48	126°28'00
140	30	0.8	98.6	0.6	1.57	0.33	0.13	1.00	(g)S	37°05'00	126°28'00
141	35		24.4	75.6	5.13	2.18	0.13	1.41	sZ	37°06'00	126°28'00
142	18	0.6	70.8	28.6	3.50	1.56	0.57	1.14	(g)mS	37°06'00	126°30'00
143	8	0.7	99.3		1.17	0.41	-0.16	1.11	(g)S	37°04'00	126°30'00
145	18	32.1	68.0		-0.37	1.29	-0.06	0.96	sG	37°04'00	126°34'00
146	12	15.5	84.5		0.50	1.24	-0.21	0.82	gS	37°06'00	126°34'00
147	20		88.6	11.4	2.48	0.92	0.33	2.37	mS	37°08'00	126°34'00
148	22		27.0	73.0	5.62	2.11	0.44	0.90	sZ	37°07'00	126°36'00
149	20	6.4	56.6	39.0	3.10	2.71	0.15	1.10	gmS	37°05'30	126°36'00
150	25	11.0	51.6	37.4	2.53	2.91	0.02	0.93	gmS	37°05'00	126°38'00
151	15	28.2	54.1	17.7	1.22	2.81	0.10	0.81	gmS	37°04'00	126°40'00
152	18	0.1	37.9	62.0	4.15	2.37	0.01	1.27	(g)sM	37°03'00	126°41'00
153	16	0.4	50.2	49.4	4.30	2.13	0.27	1.51	(g)mS	37°02'00	126°42'00
154	22	8.7	39.1	52.2	3.37	3.06	-0.25	0.94	gM	37°00'00	126°43'00

Sample No.	Water Depth (m)	Granulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment Type	Locations	
		Gravel	Sand	Mud	Mz	δi	Ski	Kg		Latitude(N)	Longitude(E)
155	20	30.3	31.6	38.1	1.87	3.69	0.06	0.70	mG	36°59'00	126°45'42
156	22	13.7	60.8	25.5	2.2	2.93	0.07	1.25	gmS	36°59'36	126°46'00
157	26		23.1	76.9	5.17	1.72	0.21	1.02	sZ	37°00'12	126°46'18
159	20	-0.6	33.5	65.9	4.97	2.22	0.28	1.52	(g)M	36°57'12	126°50'00
160	17		36.4	63.6	5.03	1.73	0.41	1.14	sZ	37°01'00	126°40'00
161	12	2.8	49.9	46.3	2.40	2.42	-0.07	0.75	(g)mS	37°01'00	126°38'00
162	10	8.1	67.4	24.5	2.57	2.74	0.08	1.30	gmS	37°01'30	126°38'00
163	14	6.5	45.7	47.8	3.43	2.60	-0.14	1.18	gM	37°02'00	126°36'00
164	7		22.2	77.8	5.37	2.01	0.39	1.50	sZ	37°10'00	126°34'00
165	28	16.0	43.8	40.2	1.67	3.22	0.32	1.16	gmS	37°09'00	126°32'00
166	33	0.8	99.2		1.23	0.63	-0.12	1.26	(g)S	37°08'00	126°30'00
167	20		100.0		1.53	0.33	-0.04	1.00	S	37°07'00	126°30'00
168	40	39.0	29.9	31.1	1.40	4.10	-0.22	0.67	mG	37°08'00	126°28'00
169	33	9.7	28.2	62.1	4.17	2.95	-0.24	1.39	gM	37°07'00	126°26'00
170	25		21.7	78.3	5.97	2.22	0.17	1.02	sZ	37°10'00	126°28'00
171	15	10.5	32.6	56.9	2.70	3.06	-0.24	1.33	gM	37°10'00	126°30'00
172	16	1.2	48.5	50.3	4.02	1.69	0.09	1.25	(g)sM	37°11'00	126°28'00
173	11	6.6	62.3	31.1	3.20	2.11	0.05	1.68	gmS	37°12'00	126°28'00

Table II-6. Granulometric composition, textural parameters and classification of tidal flat surface sediments .

Sample No.	Granulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment type	Locations	
	Sand	Silt	Clay	Mz	σ_z	Ski	Kg		Latitude (N)	Longitude (E)
1	57.5	31.9	11.6	4.60	1.66	0.86	1.64	zS	37°16'02	126°33'12
2	93.1	6.9		3.30	0.55	0.10	1.37	S	37°16'00	126°32'39
3	64.6	31.8	6.6	4.40	1.62	0.58	1.11	zS	37°15'59	126°32'00
4	56.2	34.6	9.2	4.40	1.49	0.73	1.76	zS	37°15'26	126°32'33
5	41.5	49.1	9.4	4.77	1.53	0.62	1.32	sZ	37°15'00	126°32'37
6	42.6	50.5	6.9	4.50	1.40	0.62	1.79	sZ	37°15'00	126°33'09
7	23.3	62.9	13.8	5.33	1.84	0.46	1.41	sZ	37°15'00	126°33'37
8	7.2	77.0	15.8	5.77	2.00	0.55	2.43	Z	37°11'55	126°33'19
9	12.6	69.9	17.5	5.83	2.28	1.80	0.61	sZ	37°11'37	126°33'05
10	94.8	5.2		3.70	1.07	-0.51	0.82	S	37°11'16	126°32'50
11	94.6	4.6	0.8	3.07	0.64	-0.02	0.96	S	37°11'21	126°33'18
12	87.0	10.5	2.5	3.60	0.52	0.29	2.46	zS	37°11'27	126°33'38
13	85.8	12.4	1.7	3.67	0.51	0.20	3.42	zS	37°11'30	126°34'16
14	64.6	22.3	13.1	5.07	1.97	0.57	2.52	mS	37°11'28	126°34'39
15	41.50	34.5	24.0	6.50	2.57	0.63	1.13	sM	37°11'47	126°34'40
16	10.4	60.9	28.7	6.83	2.65	0.46	0.98	sZ	37°12'05	126°34'42
17	6.4	56.2	37.4	7.53	2.72	0.43	0.66	M	37°12'27	126°34'43
18	9.2	61.7	29.1	7.23	3.07	0.60	0.87	Z	37°12'20	126°36'00
19	67.9	26.0	6.1	4.23	1.31	0.75	2.56	zS	37°11'57	126°35'53
20	83.1	13.5	3.4	3.70	0.61	0.33	3.07	zS	37°11'33	126°35'46
21	89.3	9.2	1.5	4.30	0.67	0.13	1.23	zS	37°11'08	126°35'40
22	69.8	25.1	5.1	4.07	1.06	0.68	2.75	zS	37°10'21	126°36'13
23	71.6	21.6	6.8	4.20	1.35	0.75	3.45	zS	37°11'34	126°36'52
24	71.9	18.8	9.3	4.13	1.85	0.57	2.87	mS	37°11'54	126°36'55
25	11.2	64.8	24.0	6.80	2.43	0.48	1.12	sZ	37°12'15	126°36'57
26	5.6	28.3	66.1	9.37	2.40	-0.29	0.72	C	37°10'26	126°39'12
27	12.8	48.8	38.4	7.37	2.40	0.34	0.62	sM	37°10'23	126°38'47
28	7.5	52.8	47.2	8.07	2.70	0.26	0.62	M	37°10'20	126°38'17
29	30.8	55.4	13.8	5.07	1.93	0.54	1.80	sZ	37°09'27	126°37'42
30	59.3	24.0	16.7	5.33	2.47	0.87	1.60	mS	37°09'29	126°38'11
31	22.7	23.2	54.1	7.63	3.90	-0.31	0.86	sC	37°09'32	126°38'40
32	10.8	40.2	29.0	8.10	2.93	0.07	0.67	SM	37°09'34	126°39'10
33	11.2	40.2	48.6	8.17	2.78	0.08	0.73	sM	37°09'37	126°39'37
34	29.4	48.2	30.4	6.80	3.02	0.46	0.63	sM	37°09'00	126°39'35
35	68.7	22.5	8.8	4.37	1.60	0.77	2.95	zS	37°08'35	126°39'28
41	39.7	36.2	24.1	6.40	2.90	0.52	0.86	sM	37°07'41	126°40'33
42	23.4	49.1	27.5	6.80	3.03	0.43	0.77	sM	37°07'03	126°40'47
43	6.3	49.7	44.0	8.13	2.67	0.19	0.83	M	37°07'00	126°42'00
44	3.2	41.6	55.2	8.73	1.95	0.10	0.67	M	37°07'28	126°42'52
45	3.5	33.8	62.7	9.23	2.12	-0.10	0.65	M	37°08'01	126°43'42

Sample No.	Gramulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment type	Locations	
	Sand	Silt	Clay	Mz	σz	Ski	Kg		Latitude (N)	Longitude (E)
46	1.2	57.9	40.9	8.10	2.41	0.35	0.61	M	37°08'44	126°44'28
47	0.2	37.9	61.9	8.33	2.39	0.33	0.56	M	37°09'23	126°47'08
48	1.2	39.0	59.8	8.83	2.38	0.002	0.62	M	37°08'53	126°48'07
49	2.2	47.0	50.8	8.57	2.56	0.10	0.60	M	37°08'25	126°48'18
50	4.1	65.2	30.7	7.33	2.74	0.58	0.80	Z	37°08'10	126°48'18
51	2.3	33.0	64.7	9.23	2.14	-0.09	0.64	M	37°07'23	126°45'58
52	3.6	43.0	53.4	8.57	2.53	0.004	0.63	M	37°07'40	126°45'39
53	7.0	58.6	34.4	7.20	0.60	0.26	0.97	M	37°07'58	126°45'07
54	5.9	47.1	47.0	8.07	2.63	0.14	0.85	M	37°07'48	126°44'54
55	9.6	44.3	46.1	8.10	3.00	0.08	0.78	M	37°07'33	126°44'32
56	4.0	49.0	47.0	8.00	2.75	0.24	0.59	M	37°07'11	126°45'00
57	1.6	54.0	44.4	8.10	2.60	0.31	0.57	M	37°06'02	126°45'30
58	4.7	56.3	39.0	7.43	2.66	0.42	0.64	M	37°06'32	126°45'17
59	20.7	50.8	28.5	6.60	2.79	0.45	0.73	sM	37°06'18	126°44'40
60	22.3	49.8	27.9	6.90	2.90	0.51	0.88	sM	37°06'03	126°44'16
62	33.2	53.5	13.3	5.20	2.18	0.45	1.58	sZ	37°05'44	126°44'08
66	7.9	63.6	28.5	7.20	2.79	0.55	0.96	Z	37°03'37	126°45'36
67	44.1	43.6	12.3	4.87	1.98	0.61	1.48	sZ	37°03'38	126°45'08
68	62.4	29.7	7.9	4.37	1.66	0.69	1.91	zS	37°03'50	126°44'23
69	75.7	20.6	3.7	3.93	0.81	0.58	2.62	zS	37°04'00	126°43'52
70	2.9	38.8	58.3	9.00	2.44	-0.14	0.64	M	37°00'14	126°34'48
71	6.2	37.8	60.0	8.87	2.71	-0.23	0.74	M	37°00'30	126°35'19
72	44.2	34.6	21.2	5.53	3.16	0.33	1.01	sM	37°00'58	126°35'32
73	21.5	40.0	38.5	7.23	3.17	0.21	0.67	sM	37°00'45	126°35'53
75	19.0	44.6	36.4	7.23	3.06	0.30	0.60	sM	37°00'07	126°36'15
76	10.9	51.7	37.4	7.47	2.76	0.32	0.69	sM	37°59'41	126°36'00
77	3.4	70.0	26.6	7.20	2.36	0.54	1.07	Z	36°59'18	126°35'47
78	8.4	72.4	19.2	6.50	2.43	0.45	1.91	Z	36°58'42	126°36'45
82	72.3	22.4	5.3	3.20	2.25	0.22	1.34	zS	36°59'56	126°38'32
83	93.5	4.6	1.9	1.17	1.91	0.22	0.96	S	36°59'27	126°38'24
84	70.5	18.3	11.2	4.47	1.93	0.77	2.55	mS	36°58'54	126°38'10
85	76.3	17.6	6.1	2.50	2.85	0.26	1.39	zS	36°58'24	126°38'10
86	4.3	69.0	26.7	6.93	2.34	0.57	1.00	Z	36°57'50	126°38'10
87	24.8	59.5	15.7	5.50	2.19	0.53	1.88	sZ	36°58'19	126°38'10
88	78.5	17.9	3.6	3.90	0.82	0.57	3.48	zS	36°58'50	126°38'10
89	19.5	44.3	36.2	6.83	3.24	0.17	0.87	sM	36°59'25	126°38'10
90	74.9	17.6	7.5	3.03	2.47	0.38	1.53	mS	37°00'00	126°38'10
91	63.6	25.5	10.9	4.47	1.87	0.77	1.86	mS	37°00'00	126°38'10
92	80.7	17.0	2.3	3.77	0.58	0.43	2.56	zS	37°00'00	126°38'10
93	4.6	63.0	32.4	7.47	2.65	0.51	0.83	M	36°58'40	126°45'26
94	5.2	61.6	33.2	7.33	2.52	0.44	0.83	M	36°58'30	126°46'23

Sample No.	Granulometric Composition (%)			Textural Parameters (ϕ)				Sediment Type	Locations	
	Sand	Silt	Clay	Mz	δz	Ski	Kg		Latitude (N)	Longitude (E)
95	3.7	64.0	32.3	7.50	2.68	0.40	0.78	M	36°56'40	126°47'23
96	5.7	64.1	30.2	7.43	2.61	0.45	0.86	M	36°56'00	126°48'02
97	3.9	50.0	46.1	8.17	2.52	0.23	0.79	M	36°53'43	126°49'18
99	3.1	81.0	15.9	6.37	1.58	0.54	1.67	Z	36°53'16	126°58'18
100	0.8	55.5	43.7	8.20	2.63	0.40	0.98	M	36°53'22	126°54'16
101	13.0	44.4	42.6	7.93	3.02	0.15	0.74	sM	36°56'08	126°53'08
102	4.2	66.1	29.7	7.33	2.70	0.62	0.79	Z	36°56'50	126°56'43
103	1.0	54.5	44.5	8.13	2.61	0.36	0.97	M	36°58'26	126°55'31
104	5.2	73.9	20.9	6.57	2.35	0.58	1.60	Z	36°59'21	126°44'28
105	1.5	24.6	73.9	9.60	2.11	-0.15	0.72	C	37°01'34	126°41'58
106	17.9	66.5	15.6	5.40	2.17	0.54	2.05	sZ	37°01'12	126°41'46
107	34.4	44.0	21.6	6.27	2.96	0.59	1.10	sZ	37°00'33	126°41'32
108	36.0	52.5	11.5	4.97	2.03	0.57	1.66	sZ	37°00'58	126°41'07
109	24.5	61.2	14.3	5.20	2.12	0.56	1.94	sZ	37°01'13	126°40'36
110	9.4	65.2	25.3	6.90	2.98	0.64	1.18	Z	37°01'37	126°40'42
111	14.5	51.3	34.2	7.50	3.75	0.22	0.95	sM	37°01'54	126°40'51

Table II-7. Verbal scales for mean size, sorting, skewness and kurtosis.

1. Mean Size(Mz) (by Wentworth, 1922)		2. Sorting(6z) (by Folk and Ward,1957)	
-2 ϕ - -1.0 ϕ	Granule	$\sigma_i(\phi)$ 0.35	Very Well Sorted
-1.0 - 0.0	Very Coarse Sand	0.36 - 0.50	Well Sorted
0.0 - 1.0	Coarse Sand	0.51 - 0.70	Moderately Well Sorted
1.0 - 2.0	Medium Sand	0.71 - 1.00	Moderately Sorted
2.0 - 3.0	Fine Sand	1.01 - 2.00	Poorly Sorted
3.0 - 4.0	Very Fine Sand	2.01 - 4.00	Very Poorly Sorted
4.0 - 5.0	Coarse Silt	4.00	Extremely Poorly Sorted
5.0 - 6.0	Medium Silt		
3. Skewness(Ski) (by Folk and Ward,1957)		4. Kurtosis(Kg) (by Folk and Ward,1957)	
1.00 ϕ - 0.30 ϕ	Strongly Fine-Skewed	0.67 ϕ	Very Platykurtic
0.31 - 0.10	Fine Skewed	0.68 - 0.90	Platykurtic
0.99 - -0.10	Near-Symmetrical	0.91 - 1.11	Mesokurtic
-0.11 - -0.30	Coarse Skewed	1.12 - 1.50	Leptokurtic
-0.31 - -1.00	Strongly Coarse Skewed	3.00	Extremely Leptokurtic

本 研究海域에서 특징적인 海底地形 즉, 水路, 砂洲, 海底 및 潮間帶에 따라 그 堆積物의 粒度特性이 달라서 이들 地形에 따라 粒度特性을 說明하면 다음과 같다 (그림 II-3).

水路들에 分布하는 堆積物은 潮流의 強弱, 水路의 廣狹에 따라, 外灣과 內灣의 水路에서 뚜렷하게 다른 粒度特性을 보여준다. 外灣에서 潮流가 強한 섬들사이, 內灣의 노미 각과 한진리사이의 狹水路에서는 主로 Gavel 이 分布하고, 이 外의 外灣의 水路들에 는 Gravel 를 包含하는 1 ϕ 以下의 Very Coarse Sand가 分布하는 反面, 內灣의 中央

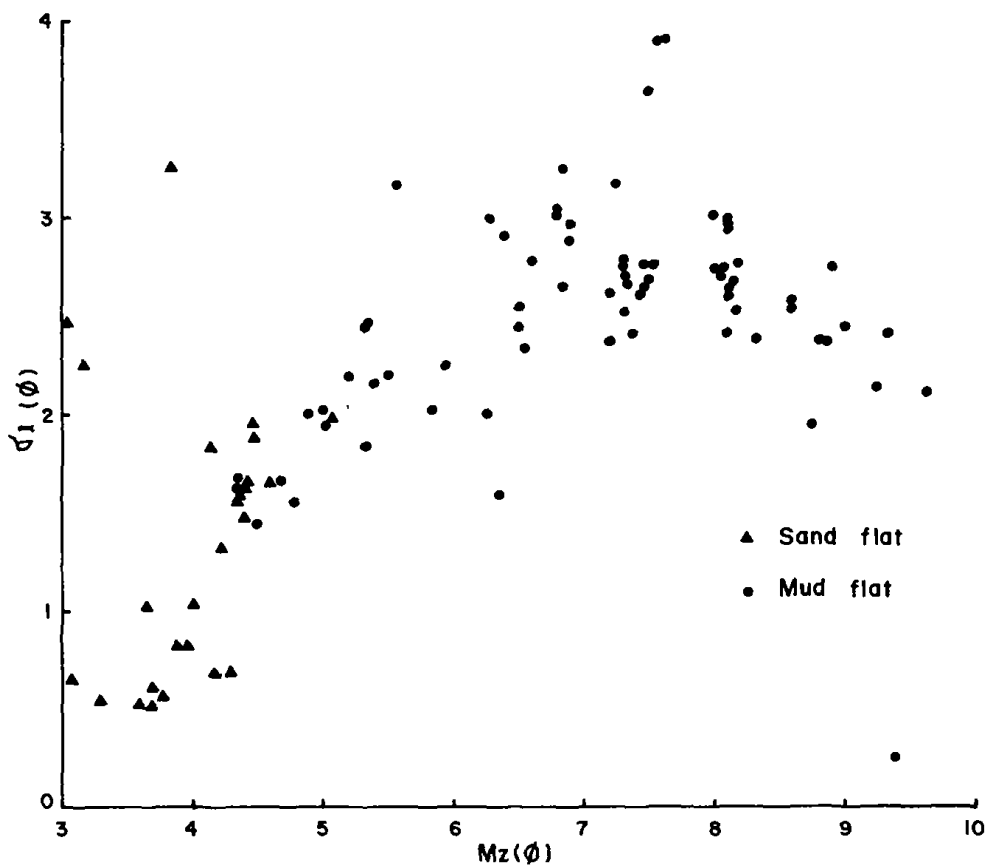
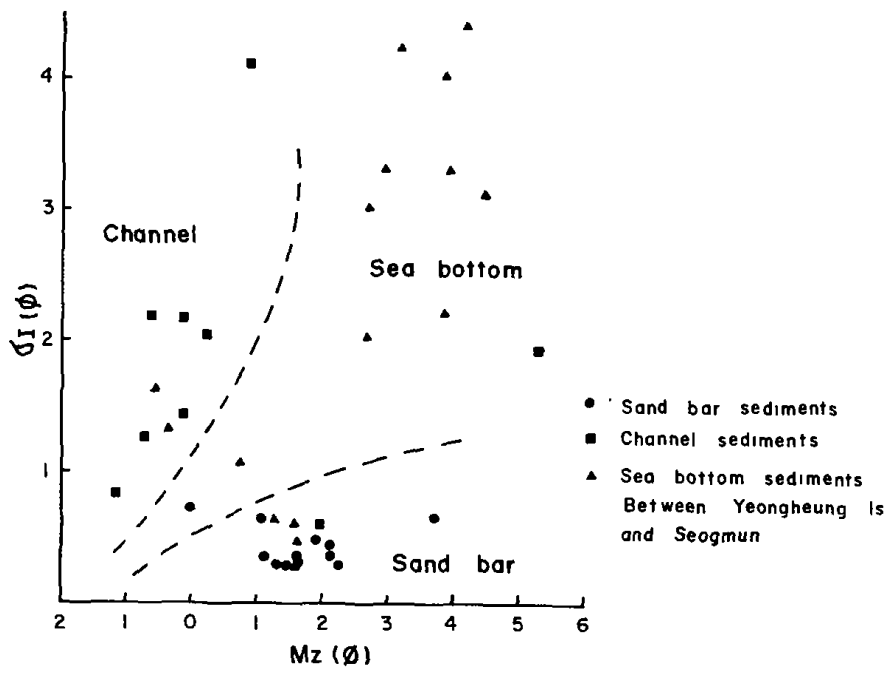


Fig. II-3. Relationship between mean size and sorting of surface sediments .

水路에서는 1~2 ϕ 의 中粒砂가 分布한다(環境圖 5, 그림 II-4). 이들 지역의 堆積物은 分級値가 多様하여, very well sorted ~ very poorly sorted(環境圖 6, 그림 II-3)하다. 西水道에서는 外海 쪽에서 京畿灣 쪽으로 가면서 very poorly sorted ~ poorly sorted, 소야도와 대이작도 사이에서는 very well sorted 하여 매우 多様하고, 東水道에서는 大體로 very well-sorted하다. 內灣의 中央水路에서도 very well-sorted하다. 東西水道에서 大體로 歪度値가 $-1.0 \sim -0.1\phi$ 의 範圍에 속하여 coarse-skewed 하고, 內灣의 水路에서는 $1.0 \sim 0.3\phi$ 의 範圍에 속하여 strongly fine-skewed 하지만, 水路全體는 coarse-또는 strongly coarse-skewed 하다(그림 II-5). 尖度値는 $0.67 \sim 1.50\phi$ 의 값을 보여 very platykurtic에서 leptokurtic 까지 多様하다(그림 II-6).

水路를 除外한 外灣의 海底에서는 1-2 ϕ 의 中粒砂가 우세하지만, 선갑도 -문갑도 부근 海域에서는 1-2 ϕ , 2-3 ϕ , 4-5 ϕ , 5 ϕ 以上の 粒度値가 帶狀으로 分布한다. 內灣 海底에서 水路를 따라 2-3 ϕ 의 細砂가 영흥도-^{(제)부도} 앞 海域과 고대앞 海域에 分布하고 입과도 부근에는 1 ϕ 以下の 粗粒質堆積物이 分布하기도 하며, 제부도와 우정면까지 넓은 海域에 걸쳐 4-5 ϕ 의 粒度가 分布한다. 外灣의 海底의 堆積物은 $0.35 \sim 1\phi$ 의 分級値를 보여 大體로 well sorted 하나, 內灣에서는 2~4 ϕ 로 very poorly sorted 하며 몇 地點에서는 4 ϕ 以上으로 extremely poorly sorted 하기도 한다(環境圖 6, 그림 II-3). 歪度値는 外灣의 海底에서 $1.0 \sim 0.1\phi$, 內灣海底에서 $1.0 \sim 0.3\phi$ 에 속하여, 外灣海底의 堆積物은 大體로 fine-skewed 하지만, 內灣海底堆積物은 strongly fine-skewed 하다(그림 II-5). 尖度値는 外灣에서 $0.67 \sim 3.0\phi$ 까지 多様하고, 內灣에서는 大體로 $0.9 \sim 1.5\phi$ 에 속하여 meso-또는 leptokurtic 하다(그림 II-6).

砂洲를 이루는 堆積物은 平均粒度가 內·外灣에서 달라서 外灣의 砂洲들은 0-1 ϕ (장안퇴), 1-2 ϕ (서어벌)의 粗粒 및 中粒砂로 이뤄지고 分級이 良好한 反面, 內灣의 砂洲들은 1-2 ϕ 의 中粒砂로 이루어져 있고 分級 또한 外灣의 砂洲들 보다는 不良하다(環境圖 6. 그림 II-3). 全體적으로 內灣의 砂洲들은 $-0.1 \sim$

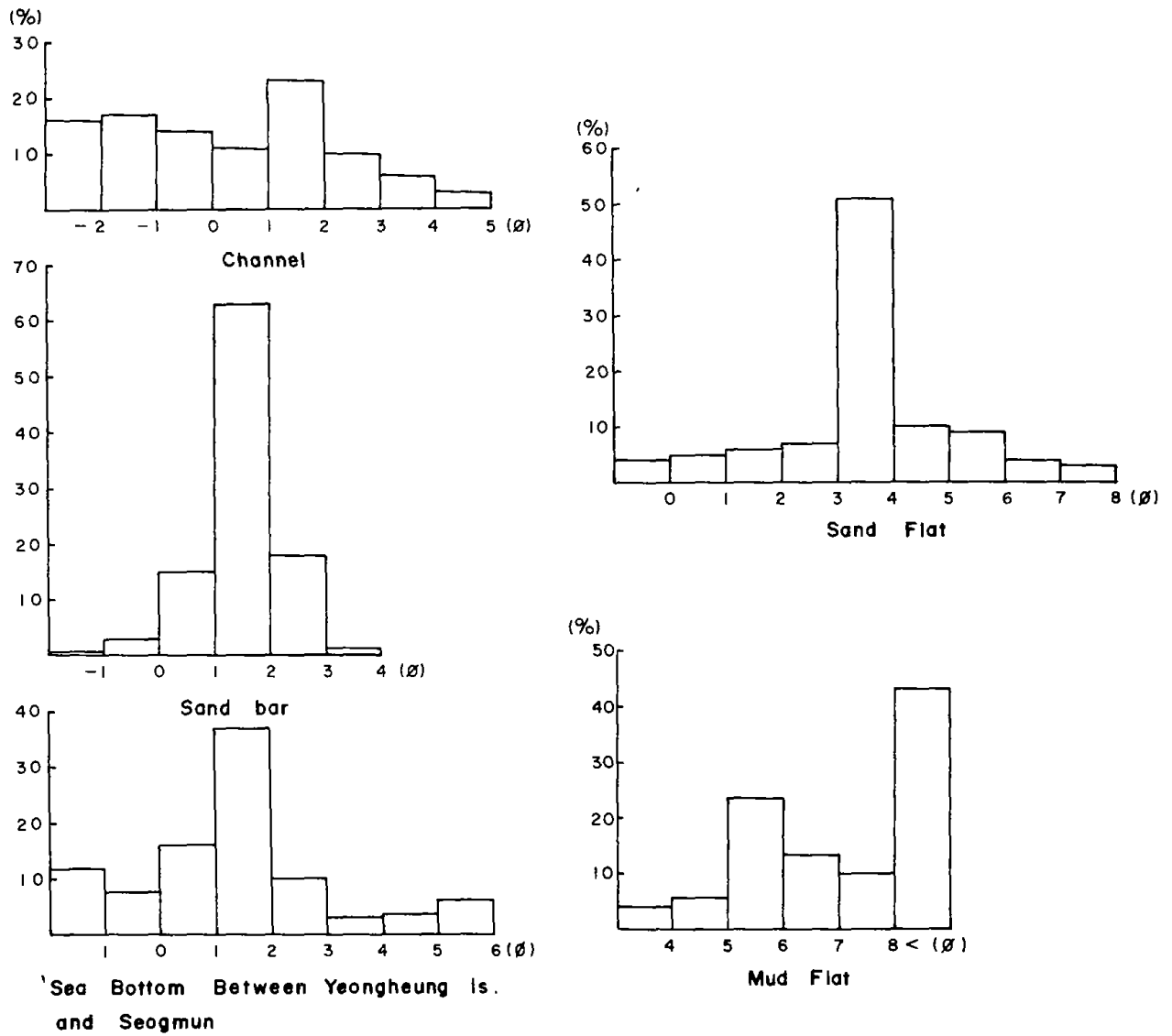


Fig. 11-4. Modes in the size (ϕ) of surface sediments .

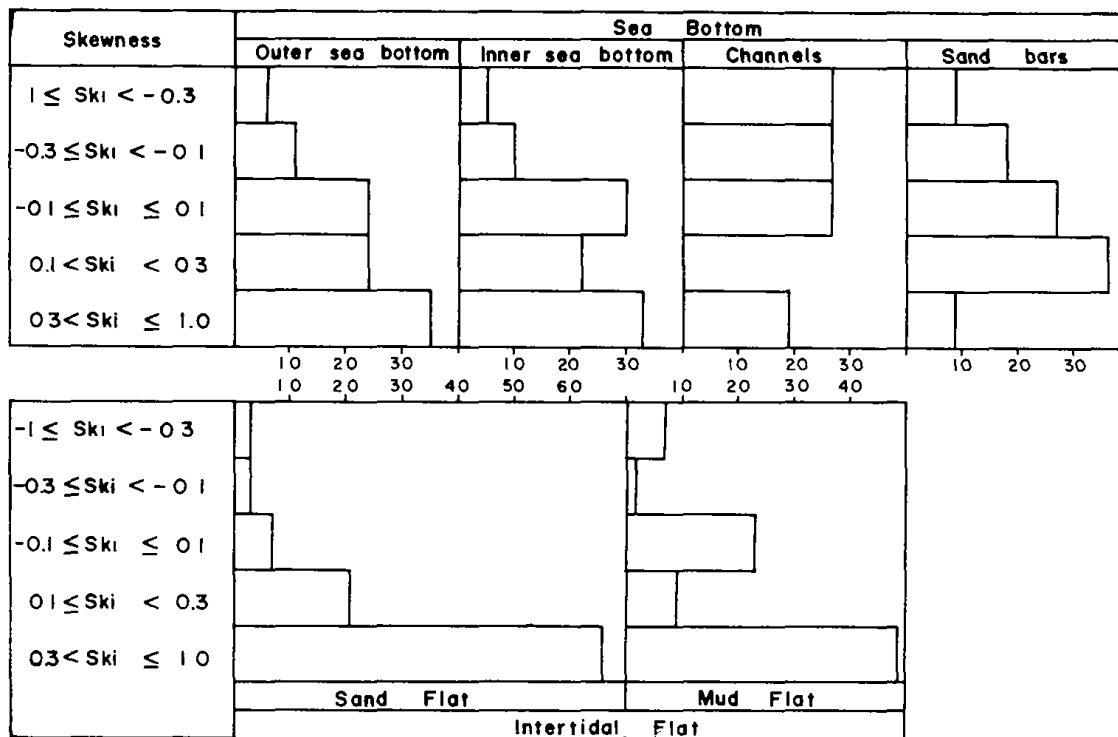


Fig. II-5. Histograms showing the distribution of skewness of surface sediments .

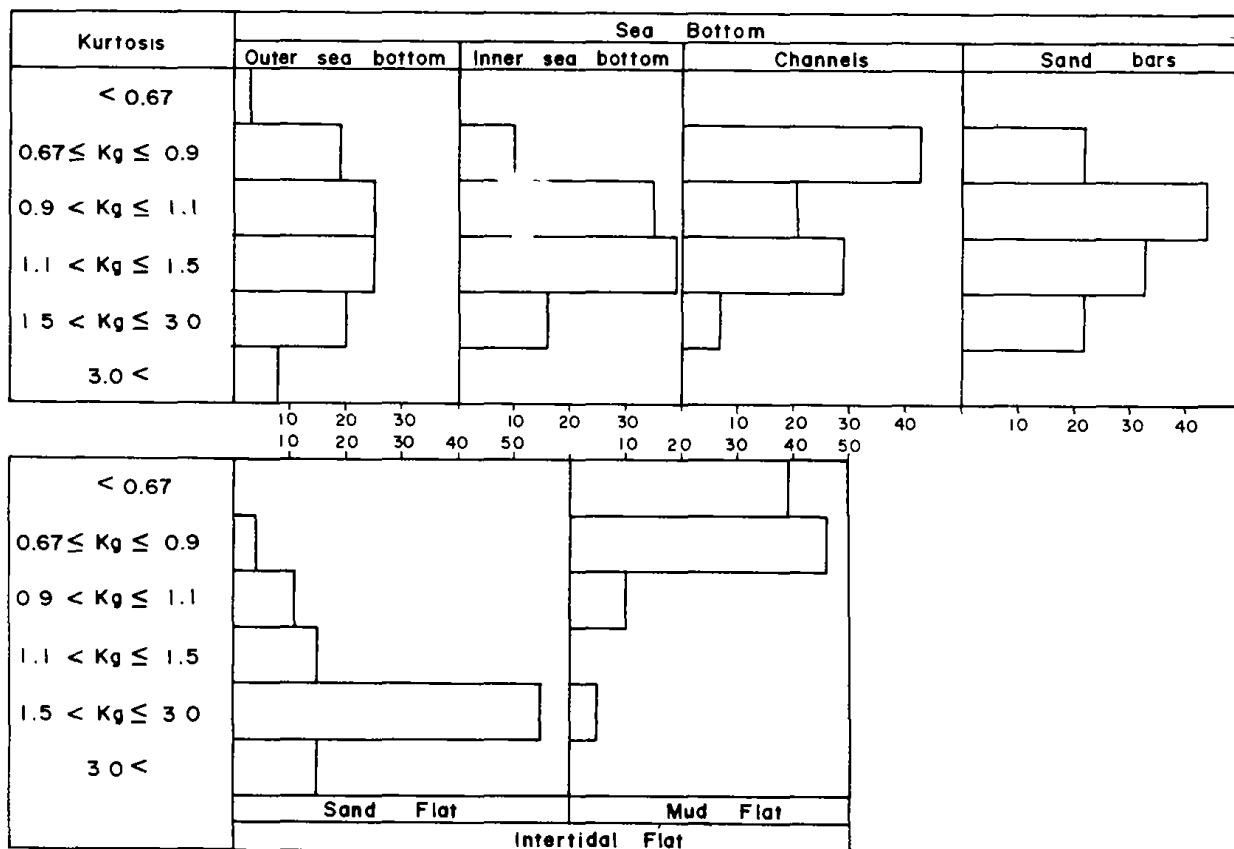


Fig. II-6. Histograms showing the distribution of skewness of surface sediments .

0.3 ϕ 의 歪度值를 보여 fine-skewed 하지만 外灣의 장안퇴에서는 $-0.1 \sim 0.1 \phi$ 로 near-symmetrical 하다(그림 II-5). 尖度는 外灣에서 $0.9 \sim 1.15 \phi$, 內灣에서는 $0.18 \sim 0.90 \phi$ 에 속하여, 外灣의 砂洲는 meso- 또는 leptokurtic 하지만 內灣의 砂洲는 platykurtic 하다(그림 II-6).

海底에 分布하는 堆積物들의 이러한 粒度特性은 堆積環境에 따라 分布하는 堆積物の 構成成分과 水理 物理的 作用에 의한 浸蝕, 運搬 및 堆積作用, 海底地形의 特性과 密接한 關係가 있는 것으로 생각된다. 主水路들을 따라서는 潮流의 세기에 따라 浸蝕, 運搬, 堆積作用이 同時에 作用하고 主水路들을 除外한 海底에서는 堆積物이 Reworking 또는 堆積되는 곳, 砂洲들은 水路를 통해 運搬되는 堆積物이 Winnowing action에 의해 選擇적으로 堆積되어 形成되는 것으로 생각할 수 있다. 또한 각 粒度特性은 外灣에서 作用하는 水理-物理的 作用이 內灣에서 보다 High Energy Condition 인 것을 指示한다. 특히, 內灣의 중앙전퇴에서 Box Core에 의한 堆積構造의 分析(資源開發研究所, 1977)과 水深測量的 結果(水路局, 1975; 建設部, 1981)에 의하면, 이곳에서의 堆積物은 北西方向으로 移動하고 있으며, 灣 周邊의 防潮堤들의 축조로 인하여 潮流의 세기와 方向의 變化가 招來되어 이 周邊에 堆積物이 계속 集積되고 있다.

潮間帶의 表層堆積物은 平均粒度에 따라 Sand Flat 과 Mud Flat으로 나눌 수 있으며 粒度特性 또한 두 地域에서 判이하게 다르다(그림 II-3). Sand flat에 分布하는 堆積物은 平均 粒度가 大部分이 $3-4 \phi$ 에 屬하여 Unimodal 한 分布를 하고(그림 II-4), 分級은 大體로 $0.5 \sim 2.0 \phi$ 에 속하여 well sorted 에서 poorly sorted 까지 存在한다(그림 II-3). 歪度值는 $0.3 \sim 1.0 \phi$ 에 우세하게 속하여 strongly fine-skewed 하며 $1.5 \sim 3.0 \phi$ 의 尖度值를 보여 大體로 leptokurtic 또는 extremely leptokurtic(그림 II-5,6)하다. Sand Flat 은 대부도-서산-남양을 잇는 전면부에 넓게 발달하여 있지만, 석문-고대 앞에서는 거의 存在하지 않는다.

Mud Flat 은 $5-6 \phi$ 의 中粒質 Silt 와 8ϕ 以上の 微細粒質 堆積物로 이루어져 粒度分布가 雙最頻的(bimodal)하고(그림 II-4), 分級值가 $1.5 \sim 4 \phi$ 또 4ϕ

以上으로 不良 또는 極히 不良하다(그림 II - 3). 歪度 및 尖度는 각각 $0.1 \sim 1.0 \phi$, $0.67 \sim 0.9 \phi$ 범위에 우세하게 속하여 fine-skewed (그림 II - 5), platy-kurtic 하다(그림 II - 6).

以上과 같이 潮間帶 堆積物의 粒度特性의 差異는 潮流와 波浪의 Energy 가 內灣으로 갈 수록 감소하여 堆積物의 運搬과 堆積과정이 다름을 뜻하며, 外灣과도 현저히 다를 것이다. 潮間帶에서는 分級이 不良하고, 큰 正의 값의 歪度 및 尖度值를 갖는 것으로 보아, 堆積環境이 Low Energy Condition 이며 (Duane, 1964), Silt, Clay 크기의 堆積物이 流入되는 結果일 것이다 (Ericson et al., 1961). 이러한 環境이 계속되면 High Water Line 上에 濕地 (Marsh) 가 增殖될 것이다.

第5節 柱狀試料

牙山灣一帶의 潮間帶에서 採取한 柱狀試料에 對해 X-線寫眞(X-Radiograph) 分析(그림 II-7)과 각 深度에 따른 粒度分析(表 II-8, 그림 II-8)의 結果에 의하면 地域에 따라 堆積環境과 作用이 다르게 變化했음을 示唆한다.

서산面 앞 潮間帶의 柱狀試料은 全體的으로 粗粒 Silt(Core 38), 中粒 Silt(Core 39)로 이루어져 있으나 上部로 갈수록 細粒化(fining-upward)한다. Core 38의 深度 10~50 cm 사이에서는 確實한 堆積構造를 볼 수 없으나, 深度 10~20 cm 사이에는 底棲動物에 의한 口穴構造가 현저하다. 表層에서 深度 10 cm 사이에는 粗粒 Silt와 粘土로 이루어진 2-3 mm 以內的 렌즈상(lenticular)의 薄層理를 보여주며, Core 39에서는 2-3 mm 以內的 板狀(planar)의 層理를 볼 수 있다.

두 試料의 最下部 10 cm는 약 5 mm 두께의 렌즈狀 또는 板狀의 層理를 보여준다.

Core 39에서는 底棲動物에 의한 構造는 많지 않다. 이들 柱狀試料들에서 粒도와 堆積構造의 垂直變化는 High Energy Condition에서 Low Energy Condition으로의 堆積環境의 遷移와, 潮間帶에서 漲·落潮流에 의한 堆積作用이 우세해져 감을 나타낸다.

南陽灣의 潮間帶河川부근에서 採取한 柱狀試料(Core 61, 62)은 서로 相異한 特性을 갖는다. Core 61은 下部에 粗粒砂와 貝殼, Gravel 등의 lag deposit가 存在하고, 深度 20-30 cm 사이에는 貝殼이 集積되어 있다. 上部로 細粒化하고 堆積構造를 거의 볼 수 없으나, 上部 10 cm 深度까지는 底棲動物에 의한 構造를 볼 수 있다. 이는 潮間帶의 潮流水路의 側方移動(Lateral Migration)에 의한 堆積現象을 反映하는 것으로 생각된다. Core 63은 最下部에 粗粒砂가 存在하지만 全體的으로 粗粒 Silt로 構成되며, 上部로 細粒化-粗粒化(fining-or coarsening-upward)한다. 下部와 深度 10~25 cm 사이에서는 粗粒의 Silt와 粘土로 이루어진 1~2 mm의 薄層理와 直徑 1 cm 정도의 nodule 들도 나타난다.

고대면 앞 潮間帶의 柱狀試料(Core 79, 80)은 다른 試料들과는 달리 堆積構造를

볼 수 없으며 粒度는 上部로 粗粒化(coarsening - upward)한다. 二具類 및 腹足類의 具殼이 全深度에 걸쳐 散在하고 있으나 底棲動物에 의한 變形構造는 볼 수 없다. 그리고 Core 79의 深度 44 cm에서 1 cm 두께의 peat 層이 發見되었다. 이 地域에서는 과거의 濕地의 存在를 추측할 수 있으며, Low Energy Condition에서 High Energy Condition으로 水理的 環境이 變하여 강한 海·潮流의 급격한 감소에 의하여 많은 量의 堆積物이 投入된 結果 또는 潮間帶 潮流水路의 移動과 關係가 있는 그러한 堆積構造를 形成하게 된 것으로 생각된다.

2

82080

80



0

82079

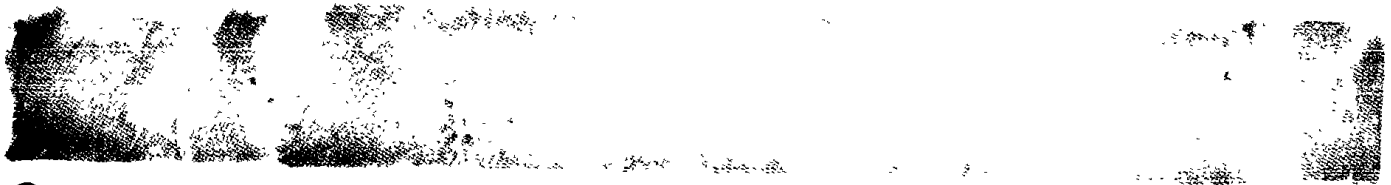
80



0

82068

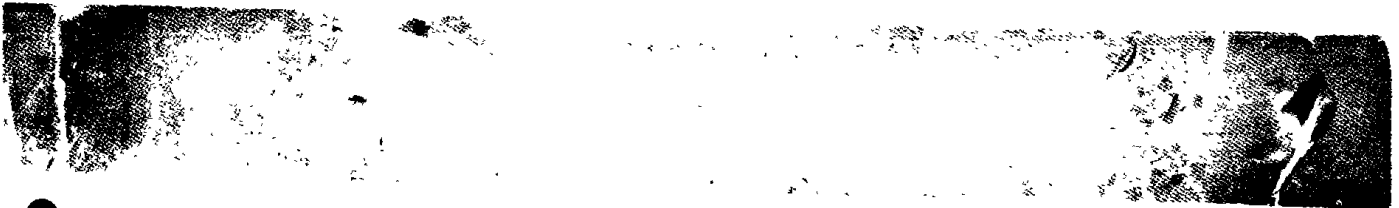
80



0

82061

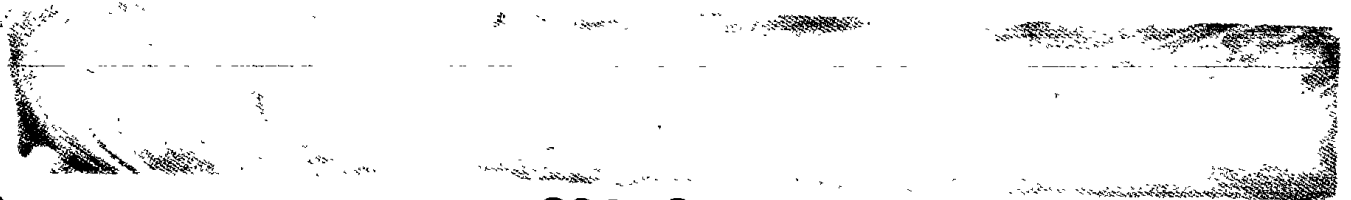
80



0

82059

0



OCM

82 12 2

82058

OCM

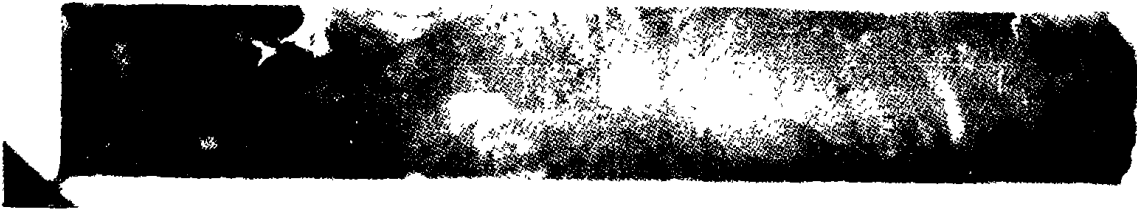


Fig. 11-7. X-radiographs of core sediments (Core 38, 39, 61, 63, 79, 80).

80

82080

54



80

82079

00



80

82078

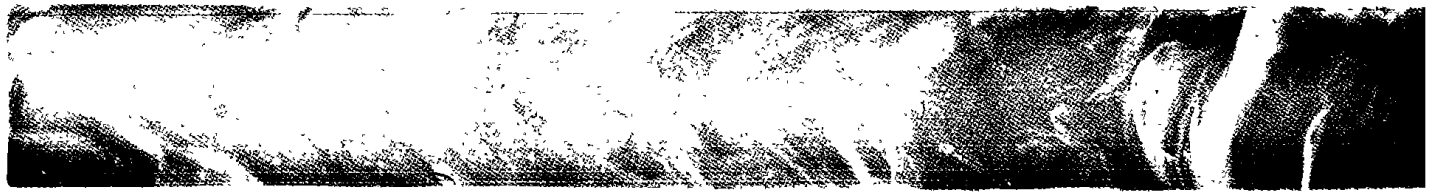
5



80

82081

8



80

82082

1



80CM

82122

82083

10M

Table II-8. Mean size and granulometric composition of each core section.

Core Depth No. (cm)	Core 38			Core 39			Core 61					
	Mz(ϕ)	sand	silt	clay	Mz(ϕ)	sand	silt	clay	Mz(ϕ)	sand	silt	clay
0 - 5	4.84	17.0	79.0	4.0	5.52	8.3	76.7	12.0	4.79	30.5	62.3	7.2
10 - 15	4.79	19.2	75.4	5.4	5.05	17.1	76.0	6.9	4.76	26.2	66.6	6.2
20 - 25	4.67	27.3	67.8	4.9	5.04	15.2	78.4	6.4	3.83	52.6	43.8	3.6
30 - 35	4.62	26.6	66.9	6.5	5.34	10.4	78.8	10.8	4.69	29.5	64.7	5.9
40 - 45	4.60	23.1	72.7	5.2	5.12	13.1	81.5	5.4	4.78	29.4	65.5	5.1
50 - 55	4.91	19.8	71.3	8.9	4.7	29.4	63.1	7.5	2.49	65.9	30.4	3.7
60 - 65												

Core Depth No. (cm)	Core 63			Core 79			Core 80					
	Mz(ϕ)	sand	silt	clay	Mz(ϕ)	sand	silt	clay	Mz(ϕ)	sand	silt	clay
0 - 5	4.53	38.8	55.7	5.5	4.64	38.0	54.5	7.5	4.39	39.2	51.7	9.1
10 - 15	4.80	27.0	66.0	7.0	4.63	34.1	60.9	5.0	3.88	53.8	37.8	8.4
20 - 25	4.33	35.3	60.4	4.3	5.03	22.4	69.1	8.5	4.10	45.3	45.6	9.1
30 - 35	4.81	16.4	79.1	4.5	4.35	17.2	79.0	3.8	4.48	36.7	55.8	7.5
40 - 45	4.63	29.4	65.5	5.1	5.00	17.3	77.2	5.5	4.41	39.3	58.5	2.5
50 - 55	4.27	51.9	38.5	9.6	4.96	21.3	71.9	6.8	5.53	29.4	53.9	6.7
60 - 65					5.06	22.0	68.8	9.2				

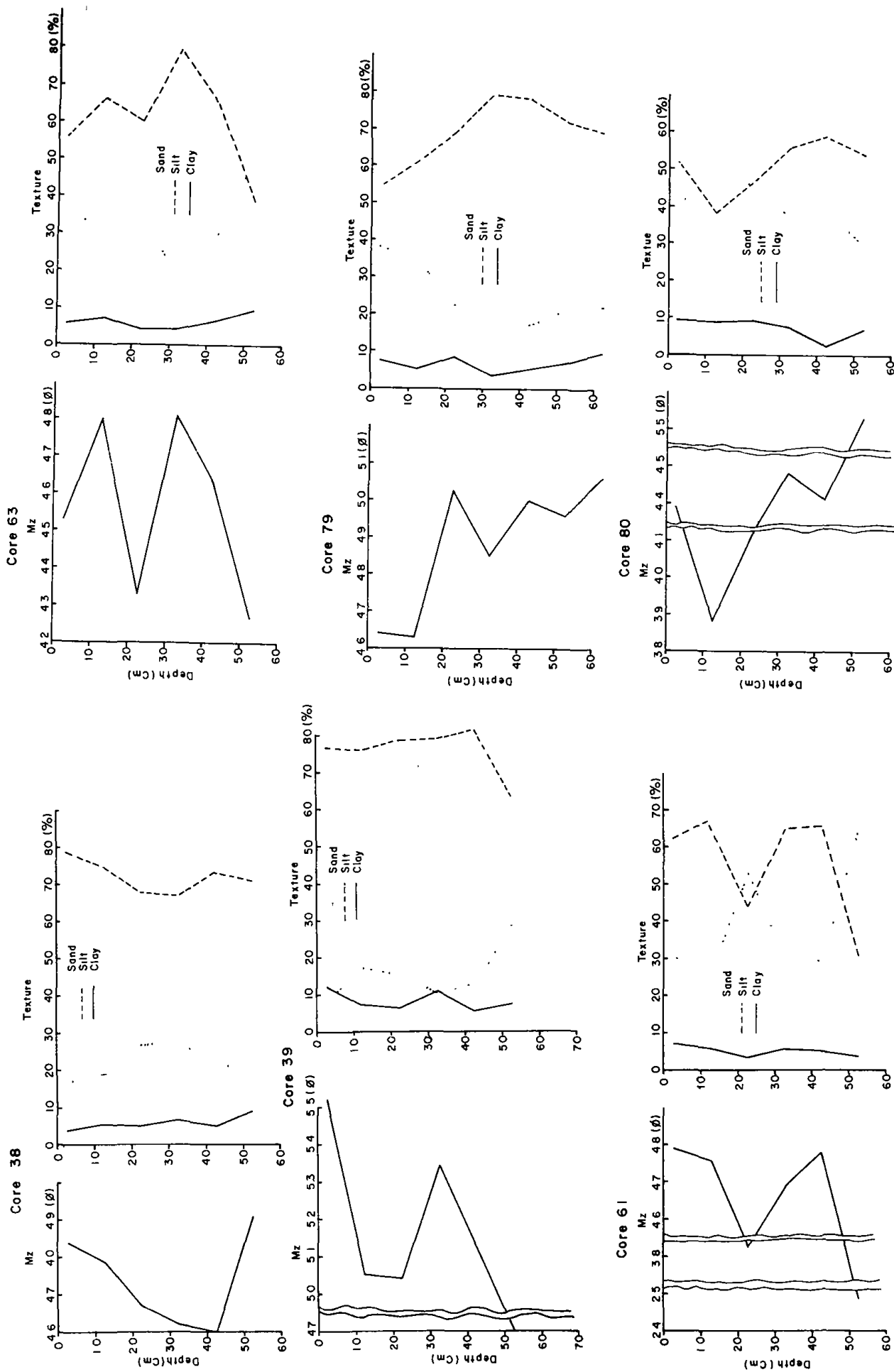


Fig. 11-8. Mean size and texture variations in the core sediments .

第 6 節 堆積物의 鑛物學的 特性

1. 輕 鑛 物

牙山灣海域에 分布하는 堆積物中 2~3 ϕ 의 細砂에 包含되어 있는 輕鑛物中, 石英, 카리-長石類 및 斜長石類가 海底에서 각각 平均 50.9%, 27.0%, 22.1%, 潮間帶에 62.4%, 28.1%, 9.5%의 相對比를 보여준다(表II-9). 潮間帶에서는 安定한 石英의 含量比가 높은 反面 不安定한 斜長石類가 顯著하게 낮은 比率를 보여 준다.

石英은 牙山灣 外海와 南端의 위북과 왼북앞 海域과 영흥도, 풍도의 남부, 대부분 주변의 潮間帶, 남양만 및 노미각과 한진리 사이에서 높은 含量을 보여 外海에서 內灣 海域으로 갈 수록 적다. 카리-長石類는 全海域에 걸쳐 分布하고 있으며, 斜長石類는 研究海域의 南端과 선갑도 주변, 內灣의 南陽과 석문사이에 比較的 높은 含量比를 보인다(環境圖 7, 그림II-9).

外灣의 東水道와 內灣의 中央水路를 따라서 石英/長石類의 比가 1 以下の 값을 보여주는 反面, 牙山灣의 外海域, 陸地沿岸 및 고대면 앞을 除外한 潮間帶에서는 1 以上の 값을 나타낸다. 카리-長石類/斜長石類의 比 역시 비슷한 樣相을 보여주나 東水道를 따라서는 1 以上の 값을 나타낸다. 潮海帶에서는 이 比가 18.85(남양만)까지 나타내는 곳도 있다(그림II-9).

이러한 事實로 미루어 보아, 牙山灣에서의 堆積物은 主로 外海와 京畿灣의 堆積物들이 Reworking 되어 主水路를 통해서 研究海域內로 運搬된 것으로 생각되며 近接陸地로부터 직접 流入되는 堆積物은 그리 많지 않은 것으로 생각된다.

Table II-9. Relative % of the light minerals in fine sand.

Sample No.	Quartz	K-feldspar	Plagioclase	Quartz/feldspars	K-feldspar/Plagioclase
3	52.8	42.6	4.6	1.12	9.26
4	54.3	35.0	10.7	1.19	3.27
8	44.6	24.1	31.3	0.81	0.77
12	51.4	16.2	13.6	1.06	1.19
18	62.0	19.0	19.0	1.63	1.00
21	57.7	31.6	10.5	1.37	3.01
30	53.5	15.2	31.3	1.15	0.49
49	60.8	22.2	17.0	1.55	1.31
55	74.5	15.5	10.0	2.92	1.55
58	43.1	13.7	43.2	1.76	0.32
66	61.8	25.0	13.2	1.62	1.89
69	36.4	19.8	36.8	0.57	0.54
70	42.0	21.5	36.5	0.72	0.59
76	53.3	26.7	20.0	1.14	1.35
78	50.0	14.5	35.5	1.00	0.41
83	63.6	29.8	6.6	1.75	4.52
94	45.5	31.4	23.1	0.83	1.36
98	51.9	44.2	3.9	1.08	11.33
112	32.6	42.3	27.1	0.48	1.56
115	48.7	36.9	14.4	0.95	2.56
122	35.4	23.9	40.7	0.55	0.58
123	57.8	23.6	18.6	1.37	0.81
130	53.7	26.2	29.1	1.16	0.90
131	61.3	34.1	4.6	1.58	7.41
137	57.1	31.9	11.0	1.33	2.90
147	42.7	20.9	36.4	1.34	0.57
149	45.2	29.0	25.8	0.82	1.12
151	55.0	42.0	3.0	1.22	14.00
153	19.0	23.4	57.6	0.23	0.41
156	52.0	34.4	13.6	1.08	2.53
162	46.3	20.0	33.7	0.86	0.59
173	63.6	28.8	7.6	1.75	3.79
average	50.90	27.0	22.1	1.16	2.62
T3	76.4	21.2	2.4	3.24	8.83
T10	59.4	25.0	15.6	1.46	1.60
T24	70.4	19.7	9.9	2.38	1.99
T68	60.3	37.7	2.0	1.52	18.85
T84	45.6	36.8	17.5	0.84	2.10
average	62.4	28.1	9.5	1.89	6.67

Sample No. 3 : Subtidal surface sediment

T3: Tidal flat surface sediment

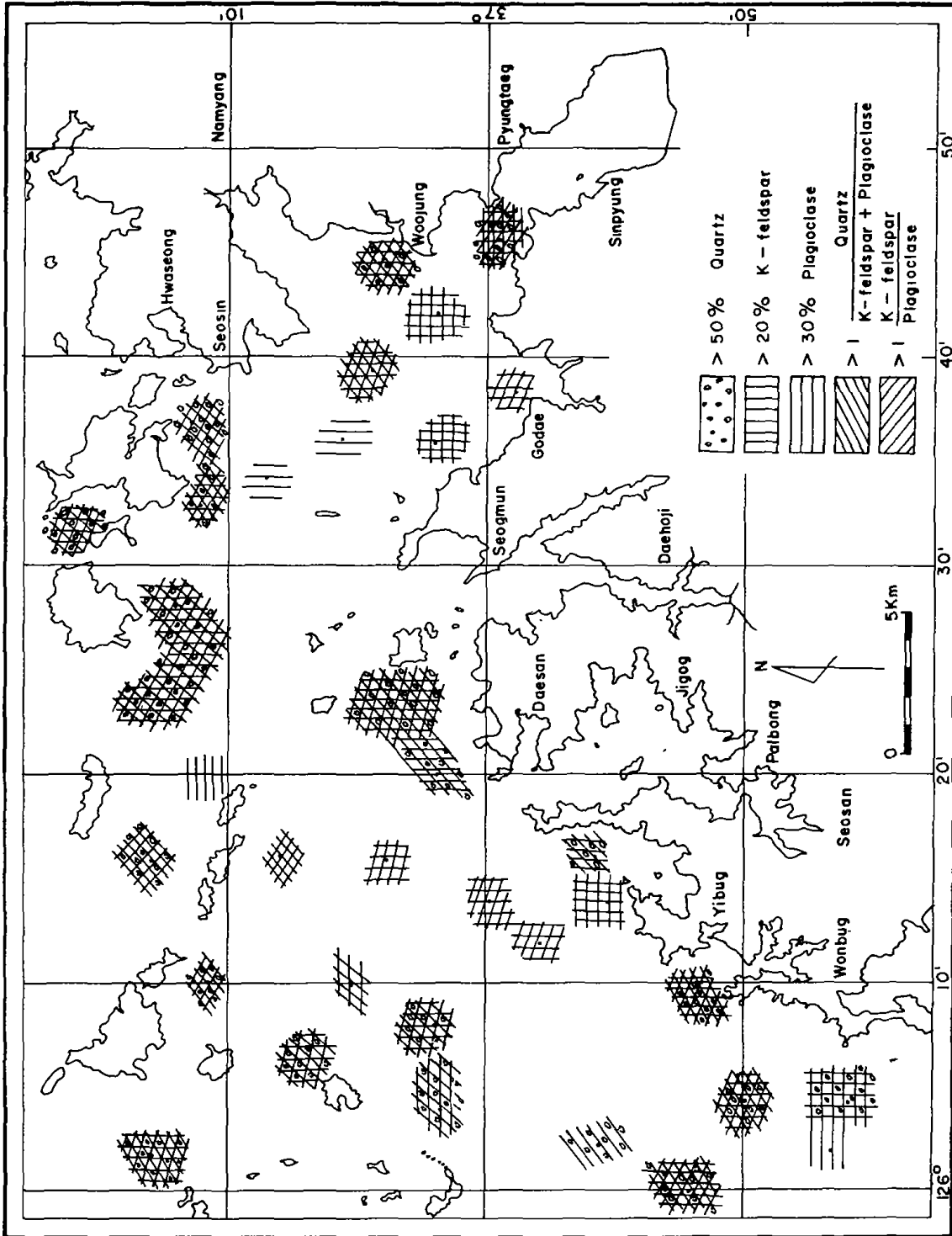


Fig. 11-9. Distribution of light mineral contents and their relationships in fine sand fraction .

2. 重 鑛 物

重鑛物은 Sand 의 量이 많은 海底에서 그 含量이 높아서 研究海域의 南西海域 (문갑도 주변, 원북앞 海域) 에서는 細砂中에 6%以上 含有되어 있고, 潮間帶에서는 낮은 含量을 보인다. 海底와 潮間帶에 分布하는 堆積物 中 細砂에 重鑛物은 海底에서 平均 3.1%, 潮間帶에서는 平均 1.9% 含有되어 있다 (表II - 10).

重鑛物 中 角閃石類 (海底 : 平均 33.3%, 潮間帶 : 59%), 不透明 鑛物 (海底 : 平均 20.3%, 潮間帶 : 平均 15.2%), 變成岩 起原의 重鑛物 (海底 : 平均 17.9%, 潮間帶 : 8.6%), 綠廉石類 (海域 : 平均 12.8%, 潮間帶 : 6.1%) 順으로 우세하게 나타나며, 그 밖에 Zircon 과 電氣石 및 金紅石, 輝石類 및 其他가 부수적으로 含有되어 있다 (表II - 10, 環境圖 8).

角閃石類 鑛物中에서는 Hornblende 가 각 地點에서 가장 우세하게 出現하며 潮間帶에서는 더욱 우세해진다. 內灣의 남양만과 고대면 사이의 海域에서는 50%以上의 含有比를 보이고, 潮間帶 地點 24, 84 에서는 67.1%, 66.5%의 높은 比를 나타낸다. 다음으로 장안퇴, 東水道 및 內灣의 海底에서 40~50%의 比較的 높은 比를 나타낸다 (그림 II - 10).

綠廉石類中에는 Epidote, Zoisite, Clinzoisite 가 出現하며, Epidote 가 全海域에 걸쳐 우세하다. 輝石類로는 Hypersthene, Clinopyroxene 등이 海底와 潮間帶에서 2%미만으로 含有되어 있으나, 東水道의 영흥도 주변에서 內灣쪽으로 3%以上의 含有比를 보인다. 柘榴石, 十字石, 紅柱石, 藍晶石, Sillimanite 등 變成岩 起原의 鑛物은, Sillimanite 가 우세한 海底 94, 112, 131, 153, 173 地點을 除外하고, Garnet 가 우세하여 外海域 (영흥도-덕적도-문갑도-원북을 잇는 海域) 에서 10%以上의 比較的 높은 含量比를 보이고 있으며, 특히 研究海域의 南端 원북앞 海域에서는 15%以上 含有되어 있다. Garnet를 除外한 다른 變成岩 起原 鑛物은 東·西水道와 장안퇴 및 풍도를 잇는 牙山外灣海域에 풍부하게 出現하고 있다.

Zircon, 十字石 등 安定도가 極히 높은 鑛物은 研究海域의 南端 원북 앞, 문갑도

북부 대이작도 남부, 영흥도 남서부, 임파도 동부와 노미각과 한진리 사이의 海域에서 6% 이상의 높은 含量을 보이며, 不透明光物 또한 이와 비슷하게 分布한다.

Alterite는 東·西水道를 따라서, 영흥도와 마산水道사이의 海域에서 높은 含量比를 보인다.

其他에 屬하는 鑛物에는 Glaucothane, Olivine, Basaltic Hornblende, Monazite 등이 있으나 각 鑛物들의 含量은 1% 미만으로 나타난다.

牙山灣에 出現하는 重鑛物의 顯微鏡下에서의 特徵을 보면 다음과 같다.

外灣에서 나타나는 重鑛物의 表面은 大體로 風化를 相當히 받아 新鮮한 面을 갖는 重鑛物이 적은 反面에, 內灣海域의 鑛物中에 新鮮한 面을 重鑛物이 出現한다. 특히, 海底 173, 163 地點에서는 거의 風化를 받지 않은 新鮮한 面을 갖는 角閃石 (Amphibole) 이 相當量 나타난다. 變成岩 原鑛物과 不透明 鑛物이 우세한 外海域의 細砂中의 重鑛物들은 잘 圓磨되어 있으며, 化學的 浸蝕도 相當히 進行된 모습을 띤다. Garnet 는 yellow, pink, 無色の 세 種類로 出現하고 있으며 不透明한 包有 鑛物과 相當量的 異方性的 包有物을 包含하고 있다.

安定성이 極히 높은 重鑛物中 Zircon 은 包有物을 거의 含有하지 않으며, 바늘모양의 包有物을 갖는 Zircon 粒子가 少量 있을 뿐이다. Zircon 中에는 堆積 Cycle 들을 거쳤음을 指示해 주는 Hyacinth Zircon과 結晶의 中間이 부러진 Zircon 이 빈번하게 出現한다. 그러나 一次的으로 流入된 新鮮한 Zircon 들도 相當量 存在한다. 十字石은 brown 과 blue 의 色을 띠는 두 種類가 出現하고 圓磨度가 좋았다. Rutile 은 모두 yellow color 이나 가장자리가 不透明한 것이 많아서 顯微鏡하에서 不透明하게 보인다. Hornblend 中에는 blue green 를 띤 鑛物이 우세하고, 드물게 brownish green Hornblende 도 나타난다. Clinopyroxene 는 주로 變成岩起原의 Diopside 였다.

Alterite 는 顯微鏡으로 區別할 수 없을 정도로 風化를 많이 받았으며 牙山灣의 경우, 이들은 Kyanite, Andalusite 및 Sillimanite 의 變質鑛物이 많은 것 같다.

以上을 綜合하여 보면, 牙山灣의 重鑛物은 京畿灣 (海洋研究所, 1981) 과 마찬가지로

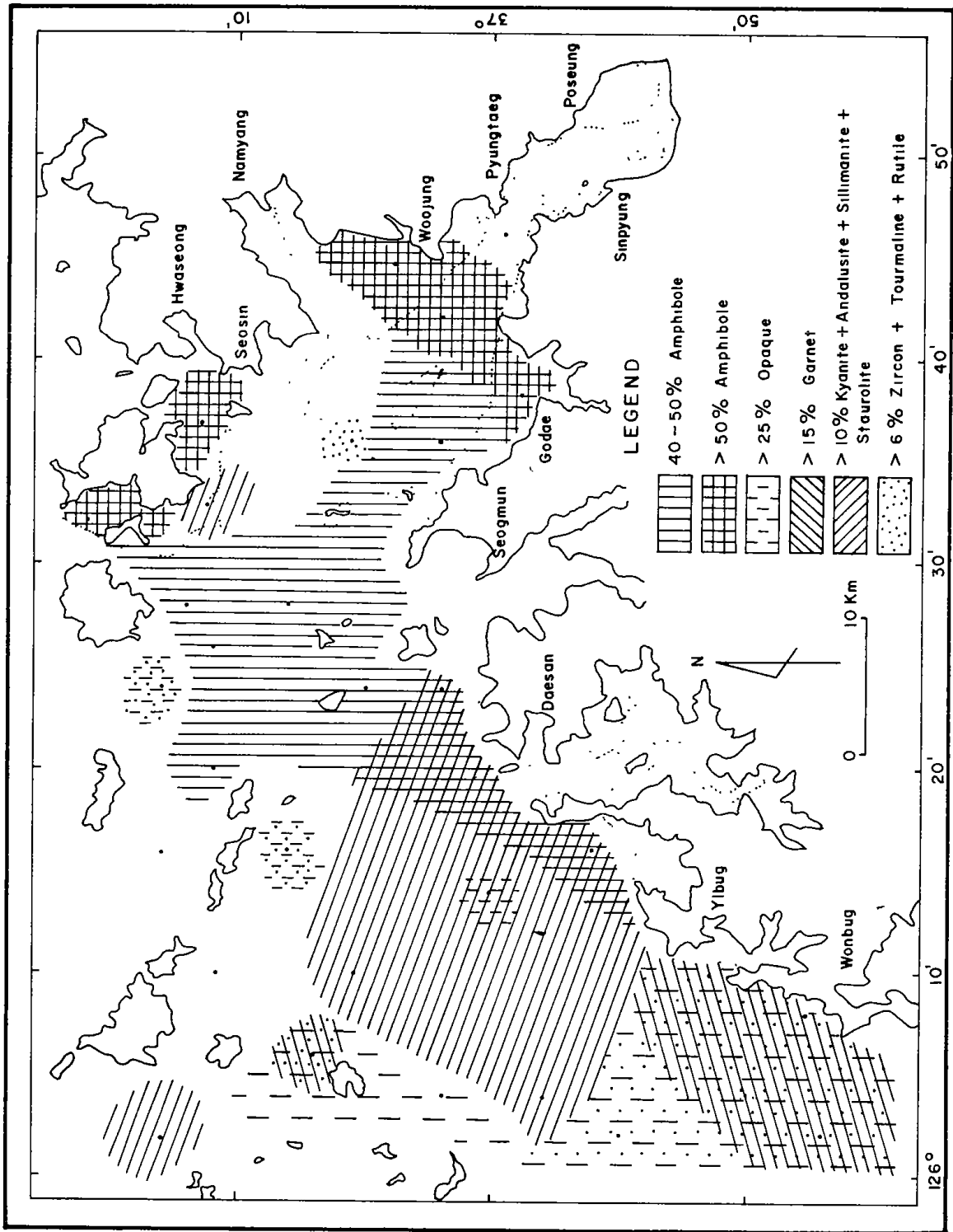


Fig. II-10. Distribution of the higher contents of the heavy minerals in fine sand fraction.

지로 그 構成이 類似하여 變成岩 起原의 鑛物이 많다. 다른 點은 牙山灣 堆積物中에서 Sphene 더 많이 出現하는 點과 牙山灣 外海地域에 不透明 鑛物과 ZTR index가 높은 (堆積物에 hydraulic sorting 과 reworking 作用으로 因한 것으로 생각됨) 地域이 있다는 點일 것이다. 牙山灣 海域에 分布하는 重鑛物의 根源地로는 內灣과 通하는 變成岩과 火成岩의 集水域과 西南海域으로 나눌 수 있을 것 같다. 內灣의 陸地로부터는 角閃石 (Amphibole) 이 풍부한 新鮮한 鑛物들이 流入되는 것 같고, 西南海域으로부터는 일단 堆積된 鑛物들이 海·潮流에 의해 reworking 당하여 水道들을 通해 內灣으로 流入되는 것 같다. 潮間帶의 경우 球形의 重鑛物은 거의 出現하지 않고 板狀의 角閃石이 우세한 點으로 미루어 外海로부터 潮流에 의해 멀리 運搬될 수 있는 板狀의 粒子들이 堆積되고 있는 것으로 보인다.

3. 粘土鑛物

粘土鑛物은 韓半島 西海의 他海域에서 마찬가지로 Illite가 가장 풍부하여 海底 堆積物에서는 平均 70.7%, 潮間帶에서 平均 69.8%의 相對 含量比를 보인다. Chlorite 와 Kaolinite 는 海底와 潮間帶에서 각각 平均 16.8%, 16.8%, 12.2%, 13.0%의 含量比를 보이며, Smectite 는 0~1.3%로 極少量 存在한다 (表II-11).

Illite는 東水道를 境界로 外海로 갈 수록 그 量이 增加하여 덕적도 西部 海域에서는 最高 75%에 達하고 있으며, 東水道를 따라서는 70% 미만으로 存在한다. 內灣의 서신과 석문을 잇는 海域과 고대면 앞 및 노미각과 한진리 사이의 海域에서도 比較的 높은 含量을 보인다. Kaolinite는 영흥도와 위북 앞까지 연결되는 東水道를 따라 13% 이상의 含量을 보이고, 그 외에 대부도와 서신 사이 남양만등 陸地와 近接한 潮間帶와 덕적도 西部, 선갑도 東部 海域에서 높은 含量을 보인다. Chlorite는 大體로 內灣 海域에서 外海로 갈 수록 漸次 減少하고 있으며, 특히 고대와 서신을 잇는 海域과 대부도 남부 海域과 潮間帶에 높은 含量으로 分布하고 있다. Smectite는 內灣의 海域과 潮間帶에 넓게 分布하고 있으며 外灣에서는 섬들 주위와 陸地 연안에 分布한다 (그림 II-11).

以上の事實들로 미루어 보아, 韓半島 西南海域에서 報告된 바 (韓, 1978; 金, 1979; 崔, 1981) 와 같이 牙山灣에 存在하는 粘土鑛物中 Illite는 주로 外海에서, Kaolinite는 京畿灣과 花崗岩, 花崗片麻岩 地域을 흐르는 작은 河川을 통해 流入되는 것으로 볼 수 있으며, Chlorite는 內灣 周邊地域에서 流入되어 外海로 運搬되는 것으로 생각된다.

Table II-11. Relative % of clay minerals in 2 μ m fraction.

Sample No.	Smectite	Illite	Koalinite	Chlorite
1		71.2	13.4	15.4
9	0.9	77.7	10.3	11.1
20		72.7	10.3	17.0
28	0.6	71.7	11.0	16.7
30	1.0	70.5	13.2	15.3
33	0.4	70.8	12.8	16.0
38		73.4	11.3	15.3
43	0.3	72.1	11.2	16.4
45	0.9	75.0	9.5	14.6
47		72.2	13.0	14.8
54		73.9	11.3	14.8
58	1.0	70.9	12.0	16.1
65	0.7	71.7	12.9	14.7
67	0.7	72.0	9.7	17.6
69		69.1	12.8	18.1
80		69.9	14.0	16.1
93	0.6	70.2	13.1	16.1
109		69.5	14.5	16.0
113		67.8	14.6	17.6
123	0.7	69.9	12.1	17.3
133	0.4	67.4	13.5	18.7
137		69.6	11.8	18.6
139		70.9	10.8	18.3
140		68.8	11.5	19.7
142		72.9	12.0	15.1
148	0.9	69.4	11.9	17.8
150	0.6	71.4	12.0	16.0
152		68.5	11.3	20.2
154		69.8	14.2	16.0
159		68.0	12.6	19.4
160		71.9	10.3	17.8
163	0.4	70.9	11.6	17.1

Sample No.	Smectite	Illite	Koalinite	Chlorite
164	0.7	70.9	11.7	16.7
171	1.3	65.1	13.9	19.7
173		65.8	13.5	20.7
average		70.7	12.2	16.8
T10	0.8	65.1	18.0	16.1
T23		67.3	13.1	19.6
T28		72.0	15.1	12.9
T35		69.8	11.3	18.9
T39		69.1	11.9	19.0
T42		67.4	14.8	17.8
T47	1.1	66.2	14.5	18.2
T54		71.5	11.8	16.7
T62		69.6	12.6	17.8
T66		69.3	11.8	18.9
T67	0.5	69.2	13.6	16.7
T70		71.9	11.0	17.1
T74	0.7	69.9	12.1	17.3
T82	0.7	72.4	12.4	14.5
T85	0.5	70.6	11.8	17.1
T92	0.8	70.9	13.1	15.0
T95	0.3	71.5	12.8	15.4
T98	0.8	68.7	14.8	15.7
T101	0.7	70.3	12.8	16.2
T104		72.6	12.0	15.4
T109	1.1	71.0	12.3	15.6
average		69.8	13.0	16.8

Sample No.15: Subtidal surface sediment
T15: Tidal flat surface sediment

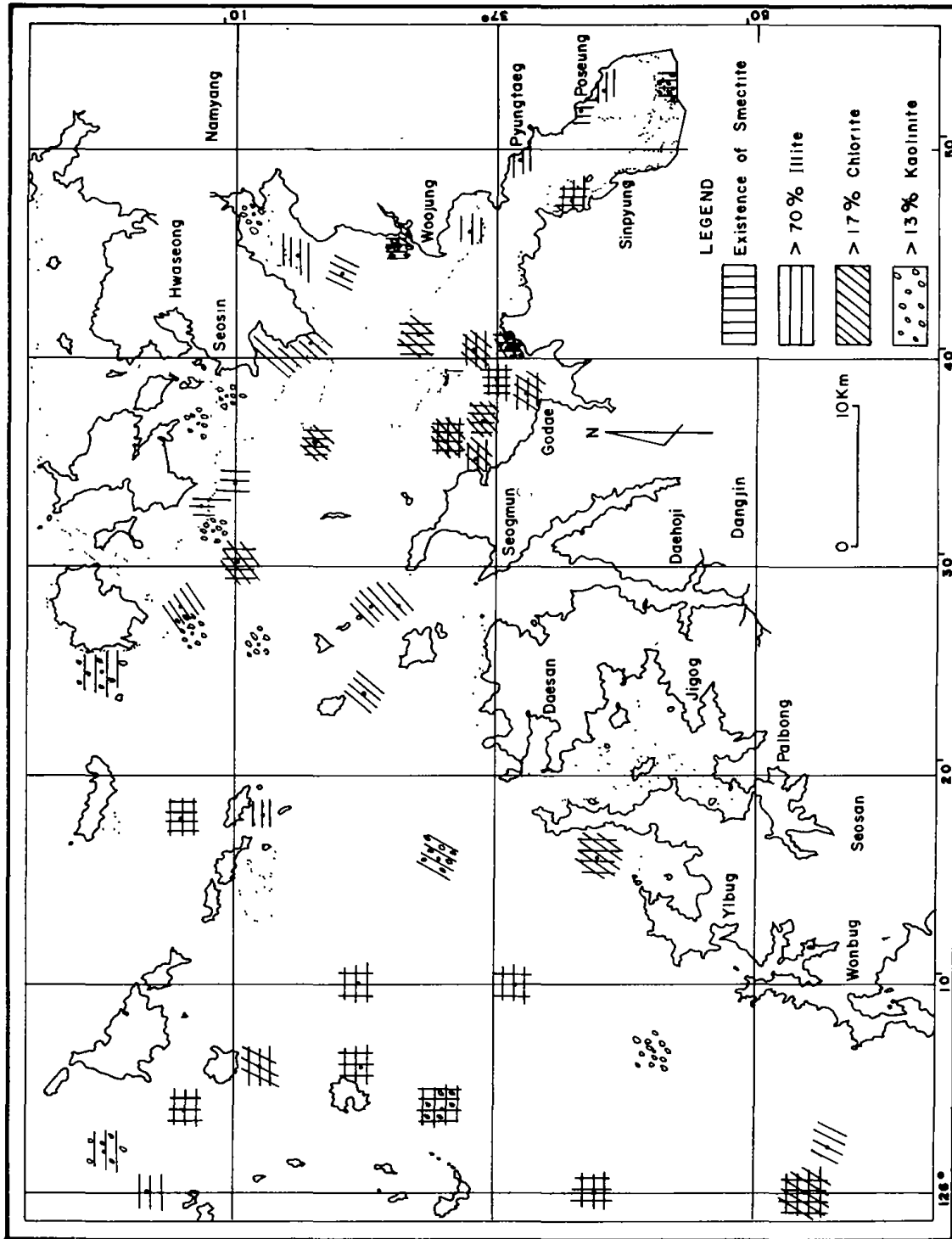


Fig. II-11. Distribution of the higher contents of the clay minerals in 2 μm fraction .

第 7 節 微量重金屬元素

牙山灣 海域의 海底의 泥質土를 包含하는 表層 堆積物과 潮間帶의 柱狀試料中에 包含되어 있는 總 微量重金屬 含量은 表II-12에서 보는 바와 같다.

本 研究海域의 堆積物中에 包含되어 있는 重金屬元素의 含量은 Mn 이 109~381 PPM (平均 238 PPM), Zn이 25~122 PPM (平均 64 PPM), Ni 이 6~23 PPM (平均 17 PPM), Cu가 3-9 PPM (平均 7 PPM) 에 屬하며, Pb, Co 등은 거의 測定이 不可能하였다 (表II-13). 이들의 平均値와 他地域에서의 平均値와 比較해 보면 表II-13과 같다.

Table II-13. Mean contents of the heavy metals in other areas and Asan Bay.

	Mean Sandstone (Chester and Aston, 1976)	Mean Sediment (Chester and Aston, 1976)	Jin-Hae Bay (Hong, 1981)	Southeastern coastal area, Korea (Lee and Han, 1978)	Gyunggi Bay (KORDI, 1981)	Asan Bay
Mn	460	770		499	455	238
Ni	9	52		29	26	17
Zn	70	95	76	111	167	64
Cu	30	33	34	18	12	7
Pb	10	19	28	28	32	Trace
Co	0.3	14		13	7	Trace

Unit: PPM

表에서 보는 바와 같이 研究海域內의 堆積物에는 他地域의 重金屬보다 적거나 비슷한 量의 重金屬이 包含되어 있다.

柱狀試料中 深度에 따른 重金屬元素 含量의 變化는 비록 뚜렷하지 않으나, core 38을 除外하고 全 柱狀試料에서 表層 10cm 深度에서 上部로 Mn이 增加하는 傾向을 보이고 다른 重金屬元素들 또한 Mn의 變化와 비슷하게 含量이 變化한다 (그림 II-12).

Table II-12. Contents of the heavy metals in core sediments and surface sediments.

No.	Core 38				Core 61				Core 63				Core 79			
	Mn	Ni	Zn	Cu	Mn	Ni	Zn	Cu	Mn	Ni	Zn	Cu	Mn	Ni	Zn	Cu
0 - 5	108.8	16.9	68.5	5.9	281.3	20.0	121.9	7.5	265.6	16.3	52.6	9.1	231.3	12.5	25.6	5.0
10 - 15	265.6	21.3	110.0	6.0	171.9	12.5	49.4	3.1	256.3	13.8	53.1	4.7	231.0	20.0	67.5	5.5
20 - 25	260.0	21.0	86.3	6.0	206.3	16.3	53.1	3.0	93.8	13.8	20.0	3.1	206.3	15.4	36.3	5.2
40 - 45	218.8	14.4	101.3	6.0	206.0	12.5	28.8	3.0	280.0	18.8	53.1	7.3	243.8	23.8	53.1	6.3
60 - 65									60.0	7.5	28.8	1.6				

No.	Core 80				Surface Sediment				Mz(ϕ)	
	Mn	Ni	Zn	Cu	No.	Mn	Ni	Zn		Cu
0 - 5	231.3	12.5	25.0	3.8	T4	381.3	12.5	80.4	3.1	4.40
10 - 15	178.3	13.0	91.3	3.8	T31	243.8	16.3	56.3	7.5	7.36
20 - 25	121.9	12.5	27.5	3.8	T41	312.5	24.0	58.1	9.4	6.40
40 - 45	218.8	16.3	90.0	5.3	133	197.0	22.5	55.0	8.8	3.17
60 - 65					153	312.5	23.0	113.8	8.6	4.30

Mz(ϕ): Mean size of sediment

T4 : Tidal flat sediment

133 : Subtidal flat sediment

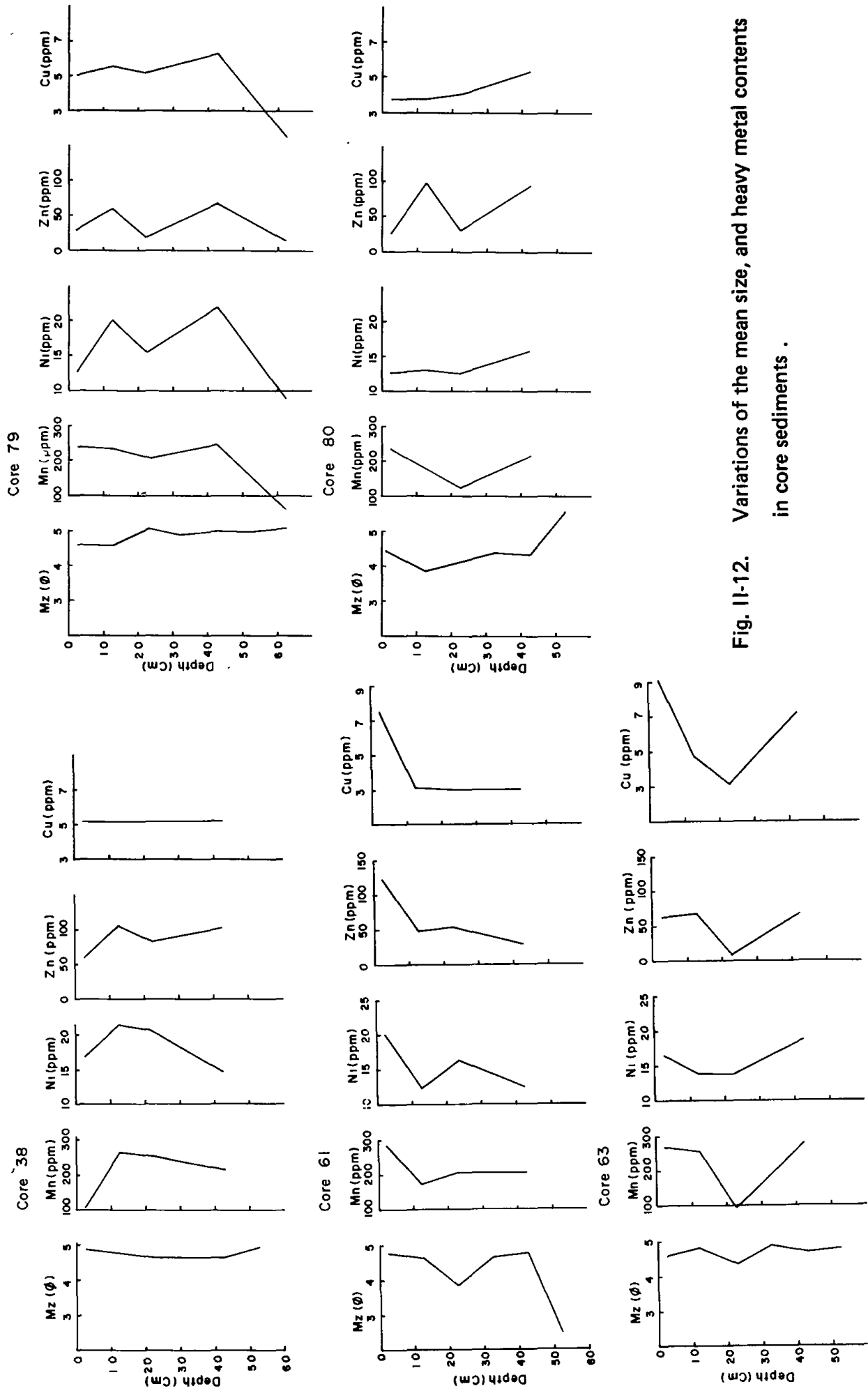


Fig. 11-12. Variations of the mean size, and heavy metal contents in core sediments .

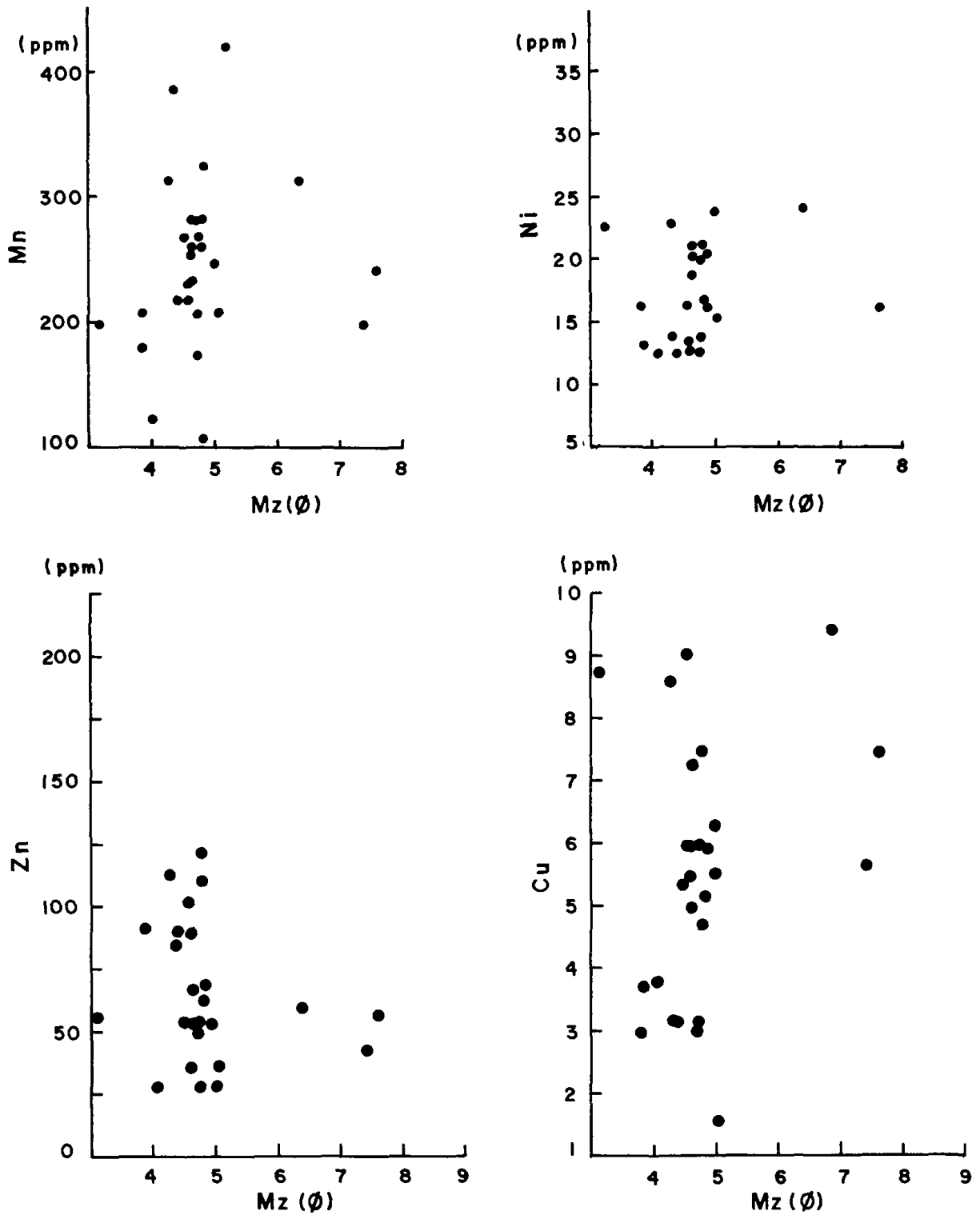


Fig. II-13. Relationships between mean size and heavy metal contents.

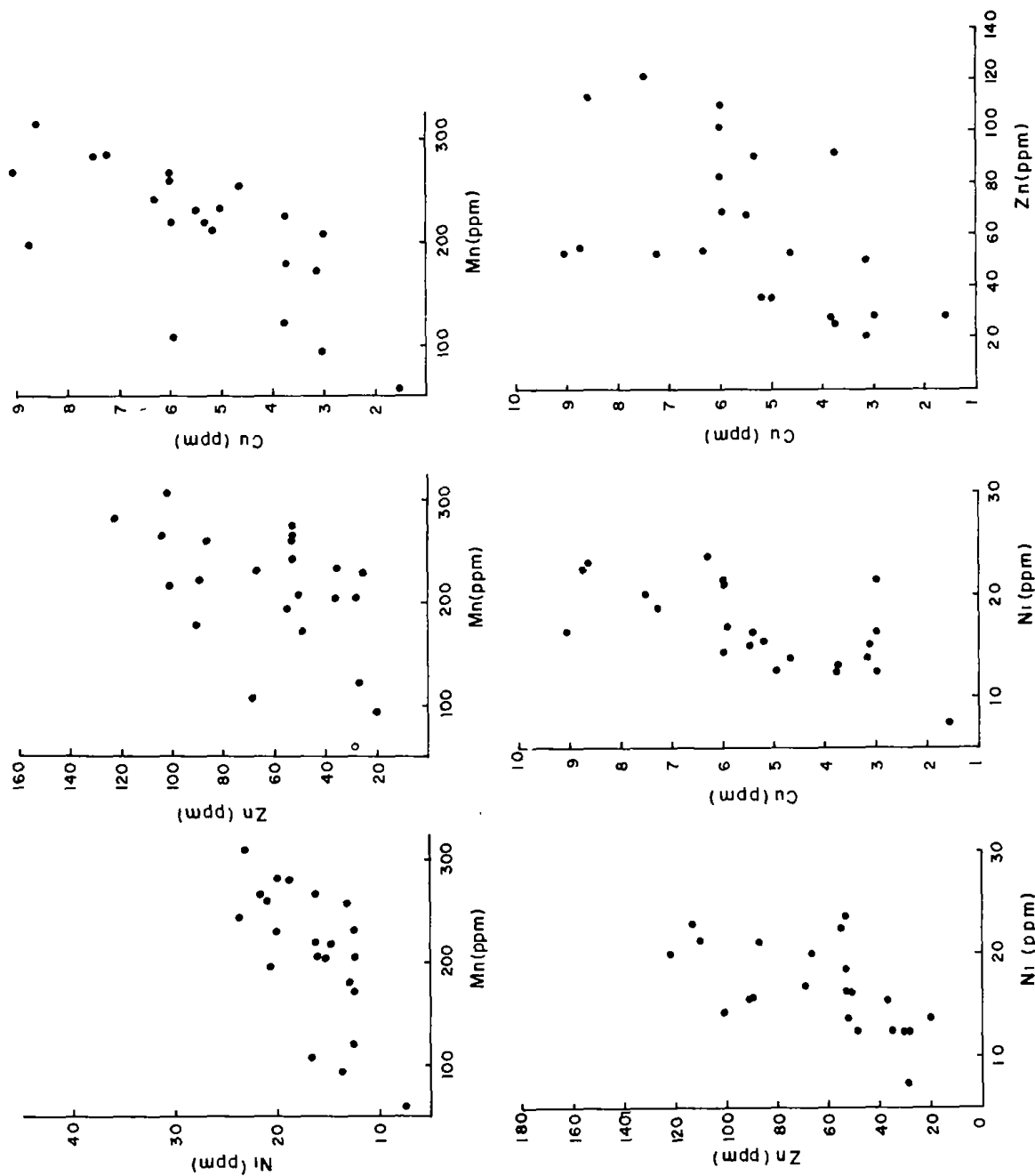


Fig. II-14. Relationships between heavy metal contents .

堆積物內的 重金屬元素의 含量은 주변 環境의 物理 - 化學的 要因, 堆積物의 粒度, 有機物의 含量 및 산화물 등과 密接한 關係가 있음이 報告되어 왔으나 (Goldschmidt, 1954; DeGroot, 1972), 本 研究에서는 粒度와의 關係에 있어 特別한 特徵이 보이지 않으며 (그림 II - 13), 다만 重金屬元素들 相互間에 正의 關係만을 보인다 (그림 II - 14). 이러한 事實로 보아 Bowen (1979) 이 提示한 바와 같이 本 研究海域의 堆積物中 重金屬元素의 含量은 주변의 地質을 構成하는 岩石의 成分과 關係있으며, 따라서 이들은 대부분 同時에 集積된 것 같다.

要約하면, 牙山灣에 分布하는 堆積物中の 重金屬元素의 含量은 他地域에 比해 낮은 편이며, 深度를 통해 이들 含量이 큰 變化가 없고 주변의 地質과 關係가 있을 것으로 보인다.

第 8 節 結 論

1. 水理—物理的 環境

牙山灣은 半日週潮型의 潮汐에 의해 支配되는 環境으로 內灣으로 갈 수록 그 영향력이 커져 最大 870 cm의 大潮差와 370 cm의 小潮差 및 630 cm의 平均潮差를 나타낸다. 潮流 역시 半日週潮型으로 主水路들에서 漲·落潮流가 각각 80 ~ 206 cm/sec, 90 ~ 230 cm/sec의 流速으로 1日 2回 記錄되며 海底地形의 傾斜 및 水路의 廣狹에 따라 流速이 變한다. 恒流는 灣內에서 10 ~ 20 cm/sec의 流速을 지나 外灣으로 갈 수록 減速된다.

牙山灣과 周邊地域의 偏西季節風의 影響圈內에 있으며 月平均 $-10^{\circ}\text{C} \sim 23^{\circ}\text{C}$ 의 氣溫을 記錄하고 年平均 降水量은 800 ~ 1500 mm 內外이다. 水温은 月平均 $2.22 \sim 23.87^{\circ}\text{C}$, 鹽分度는 表層에서 月平均 31.5 ~ 33.5‰의 範圍에 속한다.

浮遊物質은 採取點, 潮汐 및 潮流의 狀態에 따라 다르나 底層과 中層을 통해 運搬되고 있으며, 漲·落潮時 주로 西·東 水道를 따라 外海와 京畿灣으로 往復 移動하면서 牙山灣으로 運搬되고 있는 것 같다. 漲潮時 東水道의 底層, 中層, 上層에서 각각 44 ~ 88 mg/l, 9 ~ 43 mg/l, 13 ~ 29 mg/l, 西水道에서는 각각 36 ~ 50 mg/l, 24 ~ 37 mg/l, 9 ~ 23 mg/l가 測定되었고 落潮時 外海와 西水道에서 각각 25 ~ 50 mg/l, 20 ~ 21 mg/l, 10 ~ 14 mg/l가 測定되었다.

2. 堆積相의 分布 및 堆積物의 粒度特性

牙山灣一帶에서 자갈과 모래의 含量에 따라 區分된 海底의 堆積相은 灣內에 發達하고 있는 水路들의 傾向과 一致하고 外灣에서 內灣으로 갈 수록 細粒化하고 있으며, 그 分布樣相이 複雜하여 진다. 東·西水道 및 內灣의 中央水路를 따라서는 sandy Gravel 또는 gravelly Sand가 分布하고 있으며, 外灣의 海底에서는 주로 Sand가 장안

되, 서어벌등의 砂洲를 이루기도 한다. 內灣에서는 주로 sandy Mud가 中央水路를 따라 대부도에서 우정면까지 잇는 넓은 海域에 分布하면서 patch 狀으로 分布하는 muddy Sand 또는 slightly gravelly Sand 相과 함께 Sand Flat 또는 Mixed Flat 를 이룬다. 실제 Mud Flat 을 이루는 Mud 相은 內灣의 陸地 近接地域에 分布하고 있다.

堆積物の 粒度特性은 각 堆積相의 分布와 一致하는 傾向을 띠며 각 堆積環境에 따라 그 特性이 달라진다. 外灣의 東水道를 따라 分布하는 堆積物은 1 ϕ 以下の 粗粒砂가 主이며 分級이 多様な 反面, 內灣의 中央水路에서는 1 - 2 ϕ 의 中粒砂가 우세하고 分級이 良好한 편이다. 그러나 外灣의 砂洲에서는 內灣의 砂洲보다 粗粒이며 分級이 매우 良好한 편이다. 水路와 砂洲를 除外한 海底 역시 外灣에서는 內灣에서 보다 粗粒이며 內灣으로 갈수록 分級이 不良해지고 fine - skewed, platykurtic 해진다. 潮間帶의 Sand Flat 과 Mixed Flat 에서는 3 - 4 ϕ 의 very fine sand가 우세하고 分級이 多様하며 strongly fine-skewed, extremely leptokurtic 하지만, Mud Flat 에서는 5 - 6 ϕ , 8 ϕ 以上の 微細粒의 堆積物이 bimodal 하게 우세하여 分級이 極히 不良하며 fine - skewed, platykurtic 하다.

이러한 堆積相의 分布 및 粒度特性의 差異는 運搬 및 堆積媒體의 主인 潮流가 外灣과 內灣의 境界를 이루는 섬들 부근에서는 그 energy 가 變하여 選擇的 分級作用의 變化, 그리고 內灣과 潮間帶에 계속적인 細粒의 堆積物の 流入에 起因한다고 생각되어 진다.

潮間帶의 柱狀試料에 나타난 堆積構造 및 粒度의 變化는 각 採取된 地域에서의 堆積作用의 變化 즉, 점차 潮流의 往復運動이 增加되어 이루어지는 相 (core 38, 39), 潮間帶 河川의 漸進的인 側方移動 (core 61, 63), 혹은 河川의 移動과 많은 量의 堆積物이 一時에 移動堆積되어 이루어지는 相 (core 79, 80) 을 나타내는 것으로 생각되어 진다.

3. 鑛物學的 特性

牙山灣一帶의 細粒砂中 經鑛物은 石英이 우세하여 海底에서 50.9%, 潮間帶에서 62.4%를 이루며, 카리-長石類는 海底와 潮間帶에서 비슷한 含量을 보이지만 斜長石類는 海底와 潮間帶에서 각각 22.1%, 9.5%로 海底에서 그 含量이 훨씬 높다. 石英과 斜長石類는 外海와 研究海域의 南端 및 남양만의 석문사이의 海域에서 높은 含量을 나타내고 石英 / 長石類의 比는 東水道와 內灣의 中央水路를 따라 1 以下の 값을 나타내며, 카리-長石類 / 斜長石類의 比역시 이와 비슷한 傾向을 보이지만 潮間帶에서 훨씬 높은 값을 보인다.

細粒砂 中の 重鑛物은 海底에서 平均 3.1%, 潮間帶에서 平均 1.9%의 含量을 보이며 灣의 南西外海域에서는 6% 以上の 含量을 나타낸다. 出現하는 主要 重鑛物로는 角閃石類, 不透明鑛物, 變成岩 起原의 鑛物 및 綠廉石類 順으로 우세하지만 그밖에 Zircon, 電氣石 및 金紅石 輝石類, Alterite 등이 부수적으로 出現하고 있다. 角閃石類는 潮間帶에 우세하게 出現하며 內灣과 東水道에서 50% 以上の 含量을 보이며, 柘榴石은 灣을 둘러싸는 外海에서 풍부하게 含有되어 있으며, 특히 研究海域의 南端部 위북과 원북 앞 海域에서는 15% 以上の 높은 含量을 보인다. Zircon 等 安定도가 높은 重鑛物 역시 위북과 원북 앞 海域 및 水路와 潮流가 강한 海域에서 높은 含量을 보인다. 이들 重鑛物은 風化가 상당히 進行되어 있고 圓磨度가 높으며, Zircon 中에는 Hyacinth Zircon, 부러진 Zircon들이 많지만 영흥도 남부와 內灣 潮間帶에서는 新鮮한 面을 갖는 Amphibole, Zircon 등이 相當量 發見된다.

粘土鑛物中에는 Illite 가 가장 우세하여 海底와 潮間帶에서 각각 70.8%, 69.8%의 平均 含量을 보이며 外海로 갈수록 增加하여 덕적도 北方 外海에서는 75%에 이른다. Kaolinite 는 特徵적으로 東水道를 따라서 그리고 內灣의 陸地沿岸의 潮間帶에서 13% 以上の 含量을 보이며, Chlorite 는 海底와 潮間帶에서 平均 16.8%의 같은 값을 보여 주지만 波蝕海岸과 섬 周邊 및 內灣의 고대앞의 潮間帶

에 17% 이상의 함량을 보여준다.

以上の 鑛物成分의 分布樣相을 미루어 보아 牙山灣에 分布하는 堆積物의 主根源은 灣의 南西海域과 京畿灣으로 생각되어지며 이들은 潮流에 의해 東西水道를 통해 運搬·堆積되고 一部는 波浪과 潮汐에 의하여 浸蝕되는 섬주변과 陸地沿岸 그리고 花崗岩과 花崗片麻岩 地域을 集水하는 河川들에 의해 流入되어 지는 것으로 생각되어 진다.

4. 微量 重金屬元素

牙山灣一帶의 潮間帶 및 海底表層堆積物 試料中 몇 點과 潮間帶의 柱狀試料의 一定 間隔의 深度에서 測定한 重金屬 元素의 平均含量은 Mn 이 238 PPM, Ni 이 17 PPM, Zn이 64 PPM, Cu가 7 PPM으로 他地域의 이들의 含量과 比較하여 보면 적거나 비슷하다. 測定된 含量은 潮間帶의 表層試料 中에서 약간 높은 값을 보여 주지만 全體的으로 粒度和 關係는 보기 힘들고, 各 元素相互間 약간의 正의 關係를 갖는 것을 보여 주어 이는 주변 地質을 構成하는 岩石의 成分의 영향인 것으로 생각되어 진다.

第III章 微古生物學的研究

第Ⅲ章 微古生物學的 研究

序 論

微古生物學(Micropalontology)은 연구대상의 개체전체를 관찰하는 데 현미경이 필요한 古生物의 연구이며, 연구대상은 有孔蟲(Foraminifera), 介形類(Ostracoda), 矽藻(Diatom), 放散蟲(Radiolaria), 藻類(Algae), 난노플랑크톤(Nanoplankton), 花粉(Pollen), 코노돈트(Conodont), 쉘리코플라젤라타(Silicoflagellata), 디노플라젤라타(Dinoflagellata) 등이다.

微古生物學의 연구목적은 연구대상인 古生物의 地質時代에 따르는 進化 및 古生態(Paleoecology)를 밝히고 나아가서 生層序(Biostratigraphy) 및 古環境(Paleoenvironment)을 규명하며 石油, 天然가스등의 지하자원을 탐사, 개발하는 데에 응용함에 있다.

底棲有孔蟲(Benthonic foraminifera)은 海底에 서식하는 單細胞原生動物로 크기가 수백 μ 이며 따라서 적은 試料내에서 다량 발견되며, 浮游有孔蟲(Planktonic foraminifera)을 포함하여 연구가 가장 많이 된 미고생물의 하나이다(Cushman 1948 ; Phleger, 1960 a, Boltovskoy and Wright, 1976 ; Haynes, 1981).

저서유공충은 生層序연구에 쓰이기는 하나, 주로 水深, 鹽分, 海流, 古氣候 등의 古海洋 環境해석에 많이 쓰인다. 石油등의 탐사시에는 고환경의 해석이 필수적이며, 이를 위해서는 試錐시료에서 얻어지는 지질시대의 저서유공충의 군집을 해석하여야 하며, 이를 위해서는 現生有孔蟲의 연구가 반드시 先行되어야 한다.

실제 미국 Texas 와 Mexico 灣 주변에서의 석유탐사차 얻은 시추자료를 해석하기 위하여 무수한 해저퇴적물 시료를 채취, 현생유공충을 포함하여 현생퇴적물의 조성, 분포, 기원 등을 연구했다(Walton, 1964).

北海와 Scandinavia 반도주변의 대륙붕에서 석유탐사차 얻은 시추자료를 해석하기 위하여 대륙붕 해저퇴적물을 연구하며 이 외에도 많은 국가에서 지하자원 특히

석유탐사시에는 시추자료 해석에 필수적인 현생자료를 얻기 위하여 주변해역의 유공충을 포함한 미고생물연구를 빼놓지 않고 수행하고 있다.

介形類 (Ostracoda) 는 키틴 (chitin) 質이나 石灰質 밸브 (valve) 로 된 보호용 皮殼으로 싸인 節足動物이며 대양에 부유하거나 海底, 淡水湖에 서식하며 습윤한 지방의 산림토양에서도 서식한다. 개형류는 지역적인 海成層의 生層序研究에 특히 유용하며 古海岸線, 鹽分, 상대적 수심등의 연구에 유용한 微化石이다.

본 연구의 목적은 이러한 미고생물연구의 중요성을 인식, 연구지역에 분포하는 저서유공충과 개형류의 組成, 分布, 변화등 미고생물학적 특성을 연구하여 현생미고생물을 이해하고, 고환경을 유추, 복원하는 데 필요한 현생미고생물의 자료를 얻는 데에 있다.

第1節 有 孔 蟲

序 論

연구의 목적은 牙山灣에 분포하는 現生底棲有孔蟲의 組成, 分布, 多樣性等 微古生物學的 特징을 연구하여 연구지역내의 有孔蟲을 이해하고, 이와 비슷한 古環境復元에 필요한 現生資料를 얻으며 나아가서는 미고생물학적 연구를 통하여 연구지역의 堆積作用을 이해하는 데 그 목적이 있다.

黃海에서의 有孔蟲연구는, 黃海를 포함한 北亞細亞海域에서 介形類를 포함하여 有孔蟲의 水平, 垂直分布가 연구되었으며 (Polski, 1959), 中國南部大陸棚에서 유공충의 組成과 分布등이 연구되었으며 (Waller, 1960), 상가지역에서의 浮游有孔蟲이 연구되었다 (Waller and Polski, 1959). 黃海 東部海域에서 채취한 dredge 및 試錐試料에 대하여는 Kim (1970)과 Kim et al. (1970)의 연구가 있었다. 이들의 연구는 모두 살아있는 개체와 죽은 개체를 구별 안한 전체군집이 연구대상이었다.

이번 연구지역의 북쪽인 京畿灣의 潮間帶와 海底의 有孔蟲은 살아있는 개체와 죽은 개체를 Rose Bengal 로 구분하여 韓國科學技術院 海洋研究所에 의하여 연구되었다 (海洋研究所, 1981).

1 - 1. 研究材料 및 方法

연구재료는 연구지역의 潮間帶 및 海底의 堆積物이며, 조간대 試料는 조간대표면 0.5 ~ 1 cm에서 채취, Murray (1968)의 方法대로 野外 및 室內에서 처리하였다. 海底試料는 半月號에서 Shipek 採泥器로 채취, 같은 방법으로 처리했다. 왜냐하면 시료를 건조시키는 경우, 유공충이 소실되기 때문이다 (Vilks, 1967).

牙山灣 潮間帶와 海底에서 채취 분석된 試料의 數는 潮間帶 111점, 海底 132 점 등 243 점이며, 이중 海底試料 22 점에서는 有孔蟲을 발견 못했다 (位置, 堆積相, 水深, 採取時期 등은 堆積學的 研究 및 부록 참조).

1 - 2. 有孔蟲個體數와 堆積作用

유공충의 개체수 (Foraminiferal Number : Murray, 1973 ; Boltovskoy and Wright, 1976)는 “ 처리된 젓은 試料 10 ml 내의 유공충의 個體數 ”로 정의했으며, 이는 골라낸 개체수와 처리된 시료량을 곱하여 산출했다.

살아있는 유공충의 개체수는 시료에 전혀 없거나 많은 경우에는 1,200 개가 넘으며 (조간대 43 번), 조간대쪽이 海底보다 현저히 많으며 (환경도 9), 조간대에서는 남쪽인 우정면 북서쪽 조간대에는 뚜렷이 많으며, 석문면 조간대에도 비교적 많다. 반면 북쪽 조간대인 大阜島 주변과 서신면 조간대에는 현저히 적다.

堆積相과 관련시켜보면 조간대의 경우, 살아있는 군집은 모래가 10 % 미만이며 mud 가 압도적으로 우세한 퇴적상에 뚜렷이 많다. 이러한 현상은 석문면 조간대, 우정면 북서쪽 조간대와 아산만 안쪽조간대에는 뚜렷하다. 반면 모래가 50 ~ 90 % 인 대부도 조간대, 우정면 서쪽조간대와 당진군 송산면 조간대에서는 뚜렷이 적다. 仁川 주변 조간대에서도 砂質堆積相에서는 살아있는 군집이 뚜렷이 적었다 (해양연구소, 1981). 泥質堆積相에 살아있는 군집이 높은 이유는 미세한 퇴적물내에 유공충 및 이의 먹이가 되는 미세한 생물에 필요한 영양염류, 유기물등이 많이 있어서 유공충의 서식, 生産에 적합한 환경이 되기 때문인 것으로 믿어진다.

海底의 경우에는 살아있는 개체수는 거의 모든 시료에 걸쳐서 없거나 대단히 드물며 靈興島 남쪽해저 (해저 172 번)와 대부도 남쪽해저 (해저 164 번), 서신면 앞해저 (해저 148 번)에 약간 있을 뿐이다.

해저의 경우에는 시료 172, 164, 148 등 살아있는 개체가 비교적 많은 시료들은 모래가 10~50 %로, mud 가 조간대 시료보다는 적으나, 다른 해저시료에 비하여 비교적 우세한 시료들이다.

이처럼 海底에 살아있는 유공충이 드문 현상은 연구지역 海底가 좋은 서식환경이 되지 못하거나 다른 이유가 있을 것이다.

또한 자갈이나 모래가 우세한 이 곳 해저의 堆積相과, 이러한 堆積相의 원인이 되

는 동시 결과로써 일어나는 해양 및 생태환경이 살아있는 군집에 영향을 미쳤으리라 생각한다.

살아있는 개체와 죽은 개체를 포함한 全體群集도 살아있는 군집의 분포와 근본적으로 다르지 않아서 해저보다 조간대에 더 많이 분포한다. 조간대에서도 북쪽의 大阜島 조간대에서 남쪽으로 내려오면서 증가하는 경향이 있어서, 우정면 북서쪽 조간대와 석문면 조간대에 비교적 많으며 포승면, 신평면 조간대에도 지역적으로 많이 분포한다(환경도 9).

堆積相과 관련해보면 어떤 뚜렷한 관계는 찾을 수 없다. 이는 전체군집은 生群集과 달리 生態的인 이유외에 운반, 퇴적등 물리적 이유가 작용하기 때문인 것으로 생각한다.

해저의 경우에는 牙山灣內 및 육지연안과 섬주변등 비교적 얕은 곳이 바깥쪽 깊은 곳보다 비교적 많다.

堆積相과 관련해보면 泥質모래나 砂質堆積相과 礫質(자갈 30% 미만) 퇴적상에는 유공층이 있으나 자갈 30% 이상인 지역에는 없거나 대단히 드물다.

퇴적물내의 유공층의 개체수는 여러 요인의 결과이며 그 중에서 가장 중요한 것은 퇴적물의 퇴적을, 유공층의 생산 및 集積率과 퇴적된 유공층의 운반 및 파괴에 의하여 없어지는 울등이다(Walton, 1964). 또한 외부에서 운반되어 유입되거나 다른 생물에 의해서 먹혀서 없어지거나(Buzaz, 1982) 저서생물에 의하여 再動(Reworking)되는 현상도 생각할 수 있다.

유공층의 생산은 斷續的(Sporadic)이고 모든 유공층의 生産率이 같지 않으며 또한 같은 種의 생산율도 여러 生態的 要因에 의해서 달라질 수도 있다(Phleger, 1960a; Boltovskoy and Lena, 1969; Scott and Medioli, 1980).

연구지역에서 외부로 운반되거나, 다른 생물에 의해서 먹혀서 없어지거나 저서생물에 의하여 再動되는 현상에 대한 자료는 본연구지역에서는 실질적으로 없다.

그러나 動力學的으로 集積되는 현상은 비교적 강한 水力學的 에너지나 또는 약하기는 하나 장기적인 작용이 필요할 것이고 따라서 폭풍우시나, 해저 Turbulent

zone 과 그에 가까운 조간대 바깥쪽에서 뚜렷하리라 생각된다.

砂質유공충은 堆積되어서 化石化과정에서 파괴된다고 알려져 있다. 그러나 본 연구에서는 연구대상이 現生堆積物이므로 先驗적으로 볼 때 이러한 껍질구조에 따르는 파괴는 그 개체수 분포에 큰 영향을 줄 수 없다고 생각된다.

위의 여러 사실을 통해서 볼 때, 본 연구지역에서 유공충개체수에 큰 영향을 주는 요인은 환경에 따라서 다르게 보아야 되겠다. 즉 조간대에 유공충의 군집이 왕성한 것은 조간대는 유공충의 서식과 생산에 비교적 알맞는 환경이므로 왕성하다고 생각한다.

조간대 가까운 연안과 아산만내 해저에 유공충이 비교적 많은 것은 조간대와 다른 곳에 서식하는 유공충들이 파도의 작용으로 모여 있을 것으로 믿어진다. 즉 조간대에 서식하는 유공충은 파도의 작용등으로 조간대 가까이 얕은 해저에 퇴적될 것이고 다른 지역에서 운반되어 온 유공충도 조간대 가까이 얕은 해저에 퇴적된다고 생각한다.

또한 연구지역내의 비교적 깊은 곳, 해저가 자갈이 상당히 (30% 이상) 있는 곳은 유공충이 없거나 대단히 적다는 사실도 설명가능하다. 즉 모래나 자갈이 퇴적되거나 노출될려면 水力學的 에너지가 상당히 커야하고 따라서 比重이 모래의 半정도인 유공충은 모래입자와 같이 퇴적되기 보다는 운반되어서 수력학적 에너지가 감소되는 얕은 곳, 즉 조간대주변 연안해저에 퇴적하리라 생각할 수 있으며 따라서 연안 및 아산만내의 비교적 수력학적 에너지가 적은 곳에 퇴적하며 여기에 서식하던 유공충도 약간은 있고 따라서 비교적 많은 군집을 이루었다고 생각된다.

전체군집이 해저에서 비교적 적다는 이유에 살아있는 군집이 적고, 水力學的 이유로 유공충이 운반되었다는 이유외에 해저가 堆積率이 높아서 유공충의 개체수가 적어진다는 것을 생각할 수 있다. Walton (1964) 은 Mexico 灣의 해저저서유공충을 연구하면서 碎屑性堆積物에 의한 稀釋程度가 저서유공충의 전체군집을 좌우하는 가장 중요한 요인으로 해석했다. 연구지역의 바다에 살아있는 개체가 대단히 드물다는 사실을 감안하면, 전체군집이 빈약한 것은 生態的 이유와 더불어 堆積率이 큰 작용을 함을 알 수 있다.

실제 Polski (1959)의 연구에 의하면 東支那海 및 黃海에서의 저서 및 부유유공충개체수는 水深이 깊어지고 해안에서 멀어질수록 증가하며 얕은 연근해와 큰 강하구에서는 이 값이 낮아지는 현상을 堆積率과 관련 설명했다.

연구지역 가까이에 漢江, 錦江등 큰 강이 있고 牙山灣에서도 堆積物의 공급이 있을 것이며, 아울러서 연구지역이 육지에 인접해 있다는 사실을 감안하면 비록 자료가 부족하기는 하나 연구지역내에서의 堆積率도 상당히 높으리라 생각된다.

위의 사실들을 감안할 때 연구지역 해저에 유공충군집이 빈약한 것은 높은 堆積率에 의한 稀釋과 水力學的 이유가 크다고 생각된다. 또한 이들은 환경에 따라 선택적 또는 복합적으로 작용하리라 믿는다.

조간대의 왕성한 군집에 대하여서도 堆積率에 의한 영향으로 해석할 수 있는지는 보다 깊은 연구가 필요하리라 믿는다.

살아있는 개체수의 전체 개체수에 대한 比率은 相對的인 堆積率을 유추하는데 이용된다(Phleger, 1960 a, b, 1964; Uchio, 1960; Matoba, 1970; Atkinson, 1971; Basov, 1981).

이 방법은 1951년 Phleger가 生群集의 全體群集에 대한 比率이 相對的인 堆積率을 구하는 데 쓸 수 있다는 가능성을 제시한 이후 1955년 Walton이 Mexico의 Baja California의 Todos Santos灣에서의 저서유공충의 생태를 연구하면서 살아있는 군집의 죽은 군집에 대한 비율이 퇴적율에 비례한다고 시사했다. 1955년 Phleger가 南東 Mississippi 三角洲의 유공충의 생태를 연구하면서 살아있는 군집의 전체군집에 대한 비율이 1860~1952년까지의 해저지형변화에서 유추한 상대적 퇴적율과 전반적으로 일치한다는 사실을 밝혔다(Uchio, 1960; Matoba, 1970).

연구지역에서는 그 비율이 유공충의 개체수의 분포와 비슷해서 조간대가 해저보다 현저히 높다(환경도 10). 조간대에서는 대부도주변 조간대가 비교적 낮은 값을 보이며 그외의 지역에서는 상당히 높다. 조간대에서도 해안에서 바다쪽으로 갈수록 이 값은 낮아지며 이러한 현상은 大阜島남쪽 조간대, 석문면조간대, 우정면, 서신면 조간대에서 뚜렷하다. 해저에서는 牙山灣內 및 육지연안에서 단속적으로 비교적

높은 곳이 있다. 아산만내의 경우는 灣의 방향을 따라 희미하게나마 方向性이 있으나 육지연안은 그러한 方向性을 찾기는 어렵다.

따라서 본 연구지역의 조간대는 북쪽에서 남쪽으로 牙山灣內로 들어갈수록 堆積率이 높아지며, 조간대에서도 해안가까이가 퇴적율이 비교적 높으며 이러한 현상은 대부도남쪽, 서신면, 우정면, 석문면조간대에서 뚜렷하다.

살아있는 군집과 전체군집의 비율을 이용하는 방법에는 시료내에 살아있는 개체가 없는 경우에는 사용하기 힘든 방법이다(Boltovskoy and Wright, 1976). 따라서 해저의 경우 산 유공충이 없거나, 대단히 드물고 따라서 이 방법은 의문의 결과를 일으킬 수도 있다.

1 - 3. 有孔蟲 種의 數와 運搬作用

연구지역의 조간대에서 3月중순부터 4月末까지 채취해온 시료에서 모두 30種의 現生底棲有孔蟲이 확인되었으며, 이중에서 14種은 살아있었다. 5月末부터 6月초순에 채취해온 海底시료에서는 모두 28種이 확인되었으며, 이중에서 19種은 산 채로 확인되었다. 18種은 조간대 및 해저에서 확인되었다(그림Ⅲ-1).

Bolivina cf. argentea, Elphidium etigoense, E. sp., Eponides nipponicus, Florilus japonicum, Nonion nicobarensis, Pseudoeponides nakazatoensis 등은 조간대에서만 산 채로 발견되며, Guttulina sp., Poroepionides cribrorepandus, Textularia conica, Quinqueloculina contorta, Q. lamarckiana, Spiroloculina lucida 등은 해저에서만 산 채로 발견되어 이들 유공충의 서식, 생산지를 시사한다.

Ammonia beccarii, Elphidium advenum, E. subincertum, Trochammina cf. japonica, Hoeglundina elegans, Quinqueloculina seminulum, Textularia sp. 등은 조간대, 해저에 살아있다. E. crispum, E. hokkaidoense, Eggerella sp., Trochammina kelletae 등은 조간대, 해저에서 죽은 種으로만 발견되며, 따라서 연구지역외에서 서식하다가 운반, 유입되었든가 아니면 조간대 시료채취기간인

Intertidal zone total species

Int. z. dead species	
Bulliminella elegantissima	Bolvina cf. argentea
Fissurina sp.	Elphidium etigoense
Lagena clavata	E. sp.
Haplophragmoides sp.	Eponides nipponicus
Reophax sp.	Florilus japonicum
	Nonion nicobarense
	Pseudoeponides nakazatoensis
Subtidal zone dead species	
Elphidium crispum	Ammonia indopacifica
E. hokkaidoense	Guttulina kishinouyi
Eggerella sp.	Pararotalia nipponica
Trochammina kellestae	Quinqueloculina costata
	Rosalina bradyi
	Ammobaculites exiguus
	Miliammina fusca
Cibicides cf. refulgens	Ammonia beccarii
Cyclogyra planorbis	Elphidium advenum
Elphidium sp.	E. subincertum
Spirillina cf. vivipara	Hoeglundina elegans
*Trochammina cf. japonica	Quinqueloculina seminulum
	*Trochammina cf. japonica
	Textularia sp.
Guttulina sp.	Quinqueloculina contorta
Poroeponides cribrorepandus	Q. lamarckiana
Textularia conica	Spiroloculina lucida

Subtidal zone total species

*Found as dead form in subtidal zone

Fig. III-1. Dead species and total (dead + living) species of study area.

3~4월, 해저시료채취기인 5월末~6월初에는 생산이 극히 떨어지든가 아니면 다른 이유로 연구지역에서 죽은 개체로만 발견되리라 생각된다.

살아있는 종의 수는 한 시료에 전혀 없거나 8종까지 있으며, 전체적으로 볼 때 조간대가 해저보다 많으며 특히 석문면 조간대에는 뚜렷이 많다(환경도 11). 석문면 조간대, 대부도남쪽 조간대에는 해안에서 멀어질수록 적어진다.

해저의 경우에는 대부분의 시료에 없거나 있어도 1~2종이나, 아산만내 및 영흥도와 瑞山郡 大山面 사이의 해저 및 섬주변에는 비교적 많이 있다. 연구지역남쪽 해저에도 斷續적으로 많이 있는 곳이 있어서 해저 71번은 8종으로 조간대, 해저를 털어서 살아있는 종이 가장 많이 있다.

살아있는 종들의 이러한 지역적 분포도 앞서 이야기한 生態的 조건 및 주변 海洋환경과 관계있는 것으로 생각한다. 즉 조간대에는 서식하는 종이 상당히 있으며, 牙山灣內나 조간대주변 해저에도 서식하는 종이 있으나, 바깥쪽 비교적 깊은 해저에는 海流, 堆積相等이 유공충서식에 비교적 부적합한 것으로 생각한다.

살아있는 종과 죽은 종을 포함한 전체 種수는 조간대가 해저보다 비교적 우세하며 큰 차이는 없다(환경도 11). 조간대에서는 유공충개체수나 살아있는 종의 분포와는 달리 남쪽조간대보다는 북쪽조간대에 비교적 많은 종이 있으며 이 현상은 대부도남쪽 조간대에서 뚜렷하다. 또 조간대에서도 육지쪽으로 많이 들어간 곳, 즉 南陽面 조간대와 아산만남쪽 조간대에는 전체 종이 현저히 적다. 조간대에서의 이러한 분포차이는 몇가지로 설명가능하다.

첫째, 죽은 종들의 상당수는 조간대가 아닌 연구지역 즉 해저에서 유래한다고 해석할 수 있다. 따라서 조간대에서도 바다 가까운 곳에 많으며 해안으로 가까워질수록 적어지며, 육지안쪽으로 들어갈수록 적어진다. 이러한 현상은 인천주변 조간대에서도 밝혀졌다(해양연구소, 1981).

둘째, 조간대에 서식하는 종이라 하더라도 죽은 종들이 파도, 조석의 작용을 계속 받음으로 조간대 외곽에 모이는 것을 생각할 수 있다.

셋째, 육지 깊숙한 곳에서는 서식하는 종도 많지 않고 따라서 죽은 종도 많지 않다

고 생각할 수 있다.

또한 生産의 차이, 저서생물에 의한 再動 및 人爲的인 요인등도 생각할 수 있다.

따라서 이러한 분포의 차이는 위에 이야기한 여러 요인이 지역에 따라 선택적으로 작용할 수도 있고 또한 복합적으로 작용할 수도 있다.

해저의 경우에는 육지주변 얕은 해저, 牙山灣內와 섬주변 연안해저등 비교적 얕은 해저에 많이 분포하며 이 원인도 조간대에서 죽은 종의 유입 및 연구지역외에서의 운반, 유입등을 생각할 수 있다.

해저와 조간대사이의 전체종의 분포가 뚜렷한 차이가 나지 않는 것도 앞서 이야기한 여러 이유의 복합적인 작용으로, 살아있는 종의 분포에서 보이던 뚜렷한 분포경향이 弱化되기 때문이다.

1 - 4 . 組成과 分布

1-4-1. 皮殼의 構造

저서유공충은 껍질의 成分과 構造에 따라 크게 3 가지 즉, 琉璃質 (hyaline), 砂質 (arenaceous) 또는 膠質 (agglutinated) 및 陶器類 (porcelaneous)로 나눌 수 있다. 琉璃質은 반사광에는 유리같이 보이며, 투과광에는 회색~맑으며 亞目 (Suborder) Rotaliina, Lagenina, Involutinina, Spirillinina 및 Carterinina 등이 포함된다 (Loeblich and Tappan, 1981). 膠質 유공충은 유기물과 광물들이 유기질, 석회질 또는 산화철에 의하여 膠結된 껍질을 갖고 있으며 亞目 Textulariina 이며, 陶器質 유공충은 반사광에는 뚜렷한 우유빛이며, 투과광에는 琥珀색같이 보이며 亞目 Miliolina가 이에 속한다. 보통 세 亞目 Rotaliina, Textularina, Miliolina 등으로 분류하나 (Loeblich and Tappan, 1964; Murray, 1973), 이들 Loeblich 와 Tappan (1981)이 亞目 Rotaliina 를 細分했으며, 본 연구에서는 이들의 분류를 받아들여 亞目 아닌 껍질의 構造에 근거, 분류했다.

조간대의 경우, 살아있는 군집은 대부분이 유리질 유공충이며 교질 유공충도 상당히 분포한다. 그러나 도기질 유공충은 전연 없다. 이러한 조성은 Murray (1973, 그림 102)에 의하면 低鹽分沼 (hyposaline marshes)에 해당한다. 전체군집의 경우, 유리질 유공충은 적어지며 상대적으로 교질유공충이 늘어나고 또한 도기질유공충도 분포한다. 이러한 살아있는 군집과 전체군집간의 造成의 차이는 앞서 이야기한 연구지역에 서식하는 種의 生産, 死滅등 生物學的 이유와 堆積率, 運搬에 의한 유입과 유출, 파괴등 物理的 원인이 이유가 된다.

해저의 경우, 전체군집은 유리질유공충이 우세한 것은 조간대와 차이가 없으나 조간대와의 차이는 도기질유공충이 교질유공충보다 더 큰 조성을 차지한다는 사실이다 (그림Ⅲ-2). 일반적으로 도기질유공충은 해저에 비교적 많이 분포한다 (Murray, 1973 ; Boltovskoy and Wright, 1976).

연구지역에 분포하는 유공충중 유리질껍질을 가진 유공충은 전체군집의 경우 Ammonia beccarii, Elphidium spp., Nonion nicobarense, Pararotalia nipponica 등 25種이다. 조간대에는 20種, 해저에는 17種이 분포한다.

전체군집에서의 유리질유공충은 절대적인 부분을 차지해서 조간대 및 조간대인접 연안과 섬주변해저, 牙山灣內에선 75% 이상되며, 연구지역을 북동 - 남서로 잇는 帶狀지역은 비교적 적다.

교질유공충은 전체군집에서 Trochammina cf. japonica, Textularia sp., Ammobaculites sp., Miliammina fusca 등 9종으로 되어 있으며, 조간대에서 5종, 해저에 7종이 있다. 교질유공충의 전체군집에서의 분포는 조간대의 경우, 해안선에서 멀어짐에 따라 증가하는 경향이 있으며, 이러한 경향은 大阜島남쪽, 서신면, 우정면조간대에서 뚜렷하다. 해저의 경우에는 연구지역의 西半部인 바깥쪽 해저에 단속적으로 비교적 많이 분포하며, 牙山灣內에는 거의 없다.

도기질유공충은 전체군집에서 Quinqueloculina sp., Spiroloculina lucida 등 6종으로 되어 있으며, 조간대에 2종, 해저에 6종이 분포한다. 이들의 분포는 조간대에는 적어서 조간대 전지역이 5% 미만이며 해저에 주로 분포한다. 牙山灣內 해

저에는 많지 않으나 바깥쪽 해저에는 비교적 많이 분포한다(환경도 12).

1-4-2. 優勢한 種들

조간대의 경우 살아있는 군집에서 가장 우세한 종은 Ammonia beccarii이며 그 외에 Elphidium subincertum도 많다. 바다가까운 조간대나 아산만의 바깥쪽 조간대등에서는 Nonion nicobarense와 Trochammina cf. japonica도 우세하다. 반면 해안가까운 조간대와 남양만과 아산만안쪽 조간대에서는 N. nicobarense와 T. cf. japonica 보다는 Elphidium etigoense가 많다. E. etigoense는 몇몇시료를 제외하고는 살아있는 개체의 죽은 개체에 대한 비율이 압도적으로 높아, 이들의 생산이 왕성함을 알 수 있다.

表 III-1 에서 보듯이 A. beccarii는 분석된 조간대 시료 111점중 108점에서 살아있는 개체가 확인되며 평균조성은 65.6%이다. E. etigoense는 66점에서 살아있는 개체가 확인되며 28점의 시료에서 죽은 개체가 확인되어 예외적으로 살아있는 개체가 죽은 개체보다 2배이상의 시료에서 발견되며 또한 살아있는 개체의 백분율도 17.7%로써 이 종이 대단히 왕성한 생산을 하고 있음을 알 수 있다. 실제, 앞에서도 이야기했듯이 이 종은 해안선 아주 가까이에서는 거의 혼자서 生, 全體群集의 대부분을 차지한다. 이 종의 이러한 번성은 인천주변 조간대에서도 밝혀진 바 있다. E. subincertum, N. nicobarense도 60점이상 70여점의 시료에서 살은 개체가 확인되며, 이들의 살아있는 개체의 백분율은 10%가 넘는다. T. cf. japonica도 살아있는 개체가 상당히 많은 시료에서 발견된다.

전체군집에서 가장 우세한 종도 A. beccarii이며 E. subincertum도 상당히 많다. 조간대에서 바다가까이나 아산만의 바깥쪽 조간대에서는 Nonion nicobarense, Elphidium advenum, Ammobaculites exiguus, T. cf. japonica, Pararotalia nipponica, Rosalina bradyi, Textularia sp. 등이 비교적 많다. 해안가까이나 아산만 안쪽 조간대에서는 N. nicobarense, E. advenum, T. cf. japonica, E. etigoense가 비교적 많다. Trochammina kelletae, Eggerella sp. 등은 비교적 많은 수의 시료에 소량이 있다.

Table III-1. Specific occurrence in the intertidal zone incorporated with the average percentage of living specimens.

Species	No. of samples with live individuals	No. of samples with dead individuals	No. of samples with the species	Average % of live individuals
<i>Ammonia beccarii</i>	108	110	111	65.6
<i>Elphidium subincertum</i>	73	70	92	10.9
<i>Nonion nicobarense</i>	66	61	79	10.9
<i>Elphidium etigoense</i>	66	28	76	17.7
<i>Trochammina cf. japonica</i>	30	68	77	5.0
<i>Elphidium advenum</i>	10	67	70	5.8
<i>Eponides nipponicus</i>	8	32	34	4.0
<i>Florilus japonicum</i>	4	4	8	0.4
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	3	49	50	0.3
<i>Hoeglundina elegans</i>	2	22	23	0.6
<i>Elphidium sp.</i>	2	2	4	2.0
<i>Textularia sp.</i>	1	36	37	11.4
<i>Bolivina cf. argentea</i>	1	16	17	
<i>Pseudoeponides nakazatoensis</i>	1	16	16	13.0
<i>Ammobaculites exiguus</i>		37	37	
<i>Pararotalia nipponica</i>		34	34	
<i>Trochammina kelletae</i>		34	34	
<i>Eggerella sp.</i>		30	30	
<i>Rosalina bradyi</i>		29	29	
<i>Miliammina fusca</i>		23	23	
<i>Elphidium hokkaidoense</i>		15	15	
<i>Quinqueloculina costata</i>		14	14	
<i>Haplophragmoides sp.</i>		9	9	
<i>Reophax sp.</i>		7	7	
<i>Fissurina sp.</i>		7	7	
<i>Guttulina kishinouyi</i>		6	6	
<i>Elphidium crispum</i>		4	4	
<i>Buliminella elegantissima</i>		3	3	
<i>Ammonia indopacifica</i>		2	2	
<i>Lagena clavata</i>		1	1	

해저의 경우 살아있는 군집은 불과 5개(71, 148, 164, 170, 171) 시료에 비교적 많은 개체가 있으며, 시료 71번을 제외하고는 가장 우세한 종이 A. beccarii 이며, 71번 경우에는 Pararotalia nipponica 가 가장 우세하며, Hoeglundina elegans, Elphidium advenum 도 비교적 많이 있다. 전체군집은 얇은 곳, 아산만 내동은 A. beccarii, A. indopacifica, Pararotalia nipponica 등이 비교적 우세하며, Poroepionides cribrorepandus, Hoeglundina elegans, Textularia sp. 등도 비교적 많다. 깊은 곳은 P. nipponica 가 우세하며, Quinqueloculina costata, Q. contorta, A. indopacifica 등이 비교적 많다(그림 III-3).

개체수가 비교적 많은 시료를 대상으로 우세한 種중, Ammonia beccarii, Elphidium subincertum, Trochammina cf. japonica, Pararotalia nipponica, Quinqueloculina costata 등의 분포를 조사했다. 개체수가 비교적 많은 시료를 대상으로 했으므로 대개의 해저시료는 제외되었다.

Ammonia beccarii는 生群集에서의 비율은 연구지역의 북쪽조간대에서 보다는 남쪽조간대에서 더 높으며 특히, 牙山灣 안쪽 조간대 및 석문면 조간대에서 뚜렷이 높다. 해저에서는 대부도남쪽 해저에 상당히 많이 있는 곳이 있다. 전체군집의 경우 A. beccarii는 해저보다는 조간대에 비교적 많이 분포해서 석문면 조간대의 경우에는 75% 이상이나 되며, 아산만 안쪽은 바깥쪽보다 A. beccarii의 조성은 높다(환경도 13). 해저에는 아산만내와 영흥도와 서산만 사이 해저 및 바깥쪽 섬주변에 비교적 많은 곳이 있다. A. beccarii는 低鹽分의 湖 또는 河口, 조간대 및 얇은 해저에서 서식하며 우리나라 주변에서는 黃海(Kim et al., 1970; Kim, 1970), 京畿灣의 조간대와 해저(해양연구소, 1981), 光陽灣의 조간대와 해저에 많이 분포한다.

Elphidium subincertum은 생군집에서는 대부도, 서신면, 우정면 조간대에서 단속적으로 높은 비율을 접하는 곳이 있다. 반면 아산만 안쪽 조간대와 남양만 안쪽 조간대에서는 높지 않다. 전체군집에서는 조간대에 비교적 많이 분포하며 조간대에서도 대부도 남쪽, 서신면 조간대, 우정면 바깥쪽 조간대에 비교적 많이 분포하며 육지 안쪽으로 발달한 포승면, 신평면 조간대에는 드물다. 또한 조간대에서는 해안가

Living population		Total population	
outer intertidal flats	inner intertidal flats	outer intertidal flats	inner intertidal flats
outer bay	inner bay	outer bay	inner bay
<i>Ammonia beccarii</i> <i>Elphidium subincertum</i>			
<i>Nonion nicobarense</i> <i>E. etigoense</i> <i>Trochammina cf. japonica</i>	<i>E. etigoense</i> <i>N. nicobarense</i> <i>T. cf. japonica</i>	<i>N. nicobarense</i> <i>T. cf. japonica</i> <i>Pararotalia nipponica</i> <i>E. advenum</i> <i>Textularia sp.</i> <i>Rosalina bradyi</i>	<i>N. nicobarense</i> <i>T. cf. japonica</i> <i>E. advenum</i> <i>E. etigoense</i>
		intertidal flats	
<i>A. beccarii</i> <i>P. nipponica</i> <i>Hoeglundina elegans</i> <i>E. advenum</i>		<i>A. beccarii</i> <i>A. indopacifica</i> <i>P. nipponica</i> <i>Poroeponides cribrorepandus</i> <i>H. elegans</i> <i>Textularia sp.</i>	
		nearshore shallow zone	
		<i>P. nipponica</i> <i>Quinqueloculina costata</i> <i>Q. contorta</i> <i>A. indopacifica</i>	
		fairly deep zone	

Fig. III-3. Specific associations of dominant fauna in the study area .

까이도 드문 곳이 있으며, 이러한 현상은 우정면 안쪽 조간대에서 뚜렷하다. 아산만 내만에는 다른 해저보다는 비교적 많이 분포하며 연구지역 서쪽 섬 주변 해저에는 단속적으로 많이 분포하기도 한다(환경도 14).

Trochammina cf. japonica 의 생균집은 우정면, 석문면 조간대에 단속적으로 높은 곳이 있다. 전체군집에서는 주로 조간대에 분포하며 조간대에서도 우정면, 석문면 조간대에 단속적으로 많이 분포하며 대부도서쪽 조간대를 제외하고는 해안에 인접해서는 드물며, 육지 안쪽으로 들어간 남양면 조간대나 아산만 안쪽 조간대에는 드물다(환경도 15). 해저에는 없거나 대단히 드물며 경기만에서도 비슷한 분포를 보여준다(해양연구소, 1981).

Pararotalia nipponica 는 전체군집에서의 분포는 앞서 이야기한 종들의 분포와는 현저히 달라서 조간대보다는 주로 해저에 많이 분포한다. 해저에서도 아산만내에는 비교적 적으나, 육지연안 해저와 덕적도, 文甲島, 仙甲島등 섬 주변 해저에는 비교적 많이 분포한다. 조간대에서는 대단히 드물어서, 대부도주변 및 석문면 조간대에 단속적으로 약간 분포할 따름이다(환경도 16).

Pararotalia nipponica 가 해저에 비교적 많이 분포함은 京畿灣에서도 밝혀진 바 있으며(해양연구소, 1981), 黃海에도 분포한다(Kim, 1970).

Quinqueloculina costata 는 전체군집에서 주로 해저에 분포하며, 해저에서도 아산만내, 육지인접 해저에는 비교적 드물며, 바깥쪽 깊은 해저에 많이 분포한다(환경도 17).

P. nipponica 와 Q. costata 는 주로 해저에 많이 분포하는 바, 해저시료의 대부분이 선별된 유공층 개체수가 적어서 계산에서 제외되었으므로 생균집에서의 조성정도를 알려면 보다 많은 개체가 필요하다.

1-5. 多 樣 性

선별된 개체수가 비교적 많은 시료에 대하여 개체수와 種의 많기間的 관계인 多樣性을 조사했다. 다양성을 구하는 데에는 여러가지 방법이 있으나(Buzas,

1979), 여기에서는 개체수가 적은 種이라도 영향을 미치는 (Murray, 1968), Fisher- α 다양성지수를 구했다.

조간대 살아 있는 군집의 경우 Fisher- α 지수는 1을 넘어서 1.5 정도 되는 것이 있으나 대개는 1 이하이다 (그림 III-4).

Murray (1973)는 定量的인 연구가 적기는 하나 北海조간대의 경우, 生群集의 Fisher- α 지수는 3을 넘지 않으리라고 생각했다. 이 값에 비하면 연구지역의 다양성은 낮은 편이다.

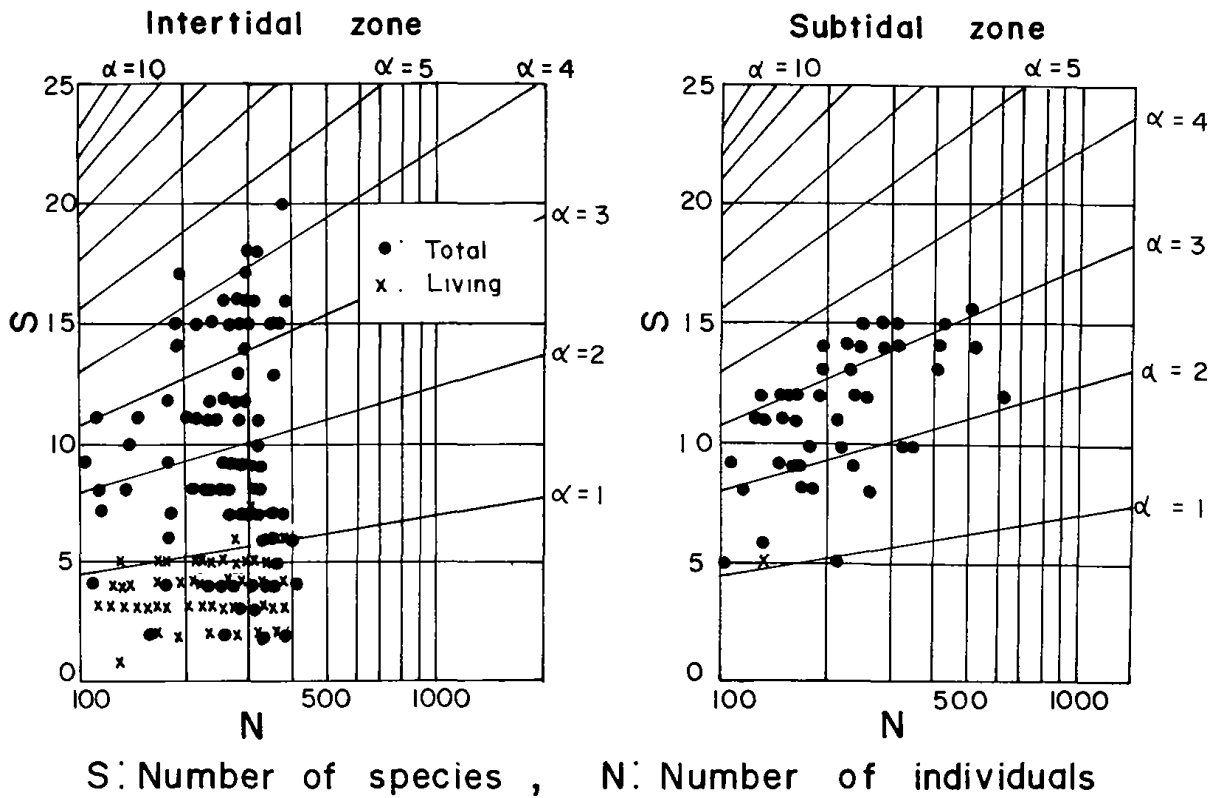


Fig. III-4. Diversity plot for Asan Bay.

전체군집은 대개가 1~4이다 (그림Ⅲ-4). 이 값은 京畿灣 조간대에서 살아 있는 군집의 값 0.35~1.60, 전체군집의 값 1~5보다 약간 낮은 값이다. 해저의 경우는 살아 있는 개체가 비교적 많은 시료는 1개로서 多樣性指數는 1.0 정도이며, 전체군집은 1~4 정도이며 조간대보다 낮아서 연구지역의 해저가 조간대보다 덜 다양함을 보여준다.

Murray (1973, Fig. 101)에 의하면 살아있는 유공충 군집인 경우, 지수 2 이하는 正常海水沼 (Normal marine marshes)에 해당하며, 5 이내는 低鹽分海 및 近海大陸棚海 (Hyposaline and nearshore shelf seas)에 속한다. 따라서 연구지역의 지수는 바다라기 보다는 沼에 가까운 값을 보여준다.

1-6. 優 占 度

본 연구에서 優占度 (Dominance)는 Walton (1964)의 정의대로 “군집에서 가장 흔한 종의 %”로 정의했다.

우점도는 환경의 변화와 관계 있으며 動物群의 변화와 반비례 관계가 있어서, 환경의 변화가 심하고 따라서 少數의 종이 그 변화심한 환경에 適應, 서식해서 크게 발전하면 우점도는 증가하게 된다.

선별한 개체수가 비교적 많은 시료에 대하여 구한 우점도는 조간대 시료가 압도적인 살아있는 군집의 경우, 3~5종으로 되어 있으며 우점도는 주로 50% 이상 90%이며, 거의 100%에 이르는 시료도 몇점있다. 따라서 종의 증가에 따르는 우점도의 변화는 급하다. 해저는 1시료가 5종으로 되어 있으며 우점도는 94%이다 (그림Ⅲ-5).

전체군집은 살아있는 군집보다는 많은 종으로 되어 있고 따라서 우점도는 낮아진다. 조간대의 경우 40% 이상 90%미만이 대부분이며, 종의 수 증가에 따르는 우점도 변화는 비교적 완만하다.

조간대의 경우 京畿灣 조간대와 비교해 볼 때 전체적으로 비슷하다 (해양연구소 1981).

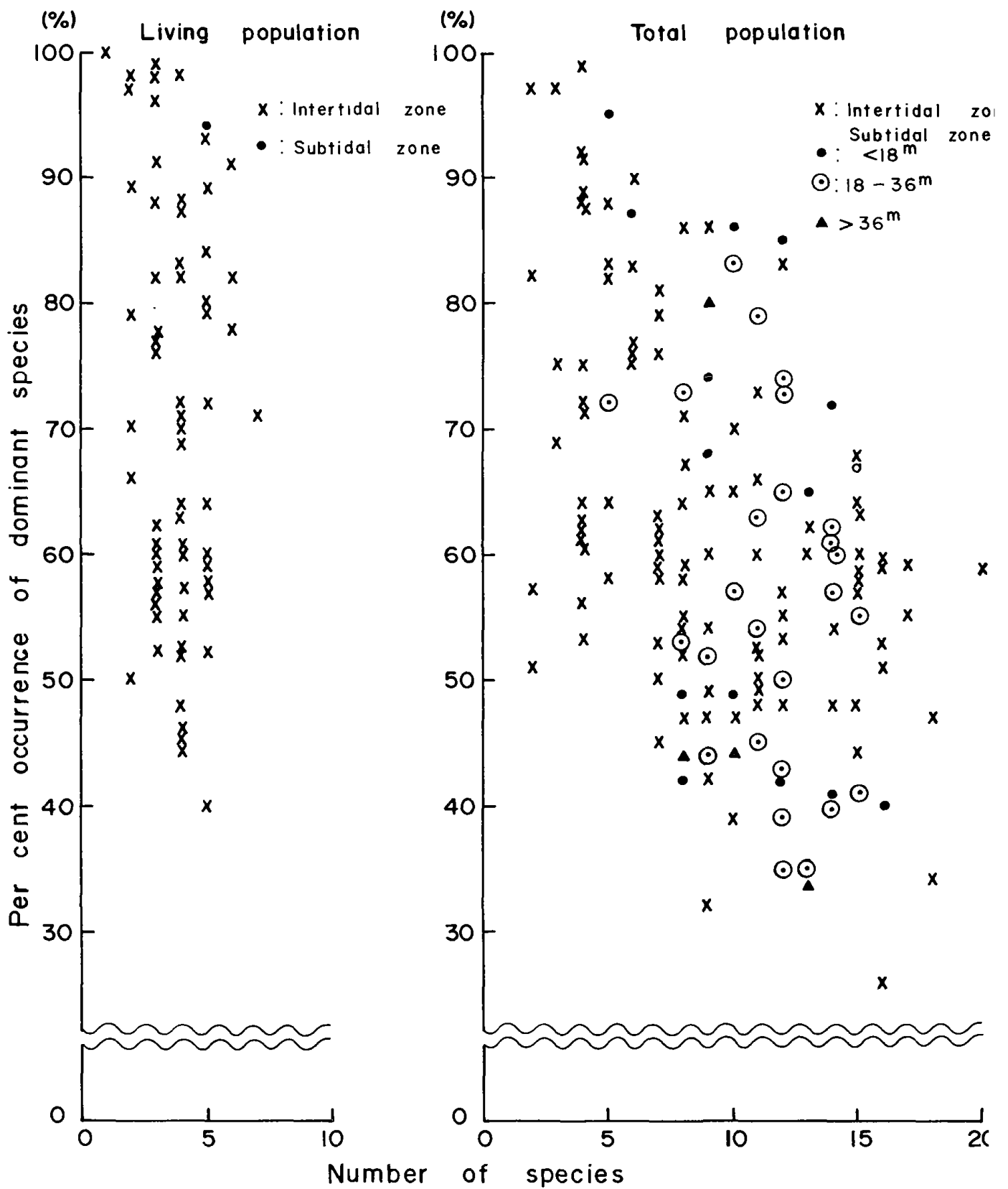


Fig. III-5. Relationship between number of species and percent dominance in Asan Bay.

해저 군집은 수심 18 m 미만인 경우 우점도가 비교적 높으나, 18 ~ 36 m는 현저히 낮아진다. 36 m보다 깊은 시료는 거의 없어서, 깊은 곳에 유공충수가 적음을 보여주고 있다.

우점도는 종의 수와 밀접한 관련을 갖고 있어서 일반적으로 종의 수가 많아지면 우점도는 낮아진다. 실제 조간대에서 살아있는 군집은 우점도는 높으며 종의 수는 적다. 그러나 전체군집의 경우, 조간대 전체군집이 해저의 전체군집보다 우점도가 약간 높으며, 종의 수도 약간 많은 경향이 있다. 이러한 예외적인 현상은 조간대의 경우, 외부에서 운반된 종이 상당히 있어서 종의 수는 많은 반면, 군집의 대부분을 소수의 종이 차지하기 때문이다.

1 - 7. 結 論

아산만 조간대와 해저의 현생저서유공충을 연구한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 연구지역에서 우세한 종은 群集(生, 全體), 연구지역의 조건(潮間帶, 海底, 堆積相, 水深 등)에 따라 다르나, 조간대에서는 Ammonia beccarii, Elphidium subincertum 등이 우세하며, 얇은 해저, 전체군집에서는 A. beccarii, A. indopacifica 등이, 깊은 해저, 전체군집에서는 Pararotalia nipponica, Quinqueloculina costata 등이 비교적 우세하며 몇몇 종이 군집의 대부분을 점한다.
2. 살아있는 개체는 堆積相이 펄이 우세한 조간대에 많이 있으며, 해저에는 거의 없다. 전체 개체수는 조간대 및 육지연안 얇은 해저에 많으며 자갈이 우세한 깊은 해저에는 거의 없다. 해저에 적은 이유는 높은 堆積率과 水力學的 이유와 그에 따르는 생태적 이유의 복합적인 결과로 생각한다.
3. 조간대는 아산만내로 들어갈수록 堆積率은 높아지며, 조간대에서는 해안가가이가 비교적 높다.
4. 조간대의 경우, 살아있는 종의 수는 석문면 조간대에서는 상당히 규칙적이며, 그 외에서는 규칙성을 찾기 힘들다. 전체군집의 종의 수는 아산만 바깥쪽으

로, 해안에서 멀어짐에 따라, 해저에서는 해안가 가까이 얕은 해저에 많아짐으로써 이들의 원인은 외부에서 운반된 종과 연구지역에 서식하는 종들이 파도의 영향으로 조간대 바깥쪽에 모인 것으로 생각한다.

5. 조간대 살아있는 군집의 皮殼의 구조는 유리질이 압도적이며, 도기질이 전연 없는 低鹽分沼에 해당하는 조성을 보이며, 해저의 전체군집은 유리질이 우세하나, 조간대에서 보다는 적어지며, 도기질이 교질보다 많아진다.
6. 연구지역의 조간대에서는 30 종 (14 종은 살아있는 종), 해저에서는 29 종 (20 종은 살아있는 종) 이 확인되며, 이 중에서 18 종은 조간대, 해저에서 모두 확인 되었다.

조간대가 해저보다 조금 더 多樣하며, Fisher- α 다양성지수는 조간대 살아있는 군집은 대개는 1 이하이며 전체군집은 1 ~ 4 이다. 해저의 전체군집은 1 ~ 4 정도이다. 우점도는 연구지역의 유공층 군집은 소수의 종이 군집의 대부분을 차지함을 나타낸다.

7. 生群集과 全體群集의 개체수, 種의 數, 組成, 分布, 多樣性, 優占度, 피각의 구조의 조성등은 서로 같지 않으며, 이의 원인은 연구지역에 서식하는 종과, 연구지역외에서 운반된 종이 섞이고, 없어지면서 조성이 변하기 때문이다.

第 2 節 介 形 類

序 論

연구의 목적은 연구지역의 現生介形類의 組成과 分布를 이해하며 高환경복원에 응용할 기초자료를 얻는데에 있다.

연구지역의 북쪽인 경기만 조간대와 해저의 개형류는 1981년 해양연구소에 의해서 조사되었다. 그 조사에 의하면 어린 개체가 많아서 種까지의 확인은 어려웠으며 조간대에, 해저에서 보다 더 많은 종이 있었다.

연구재료 및 연구방법은 유공충의 경우와 같다.

2 - 1. 組成과 分布

젖은 시료 10 ml 내에는 개형류가 없거나 대단히 드물며, 많아도 40여개(시료 88번) 정도이다. 조간대에는 해저보다는 비교적 많은 개형류가 있으며, 당진군 송산면 해안 가까운 조간대 및 석문면 조간대에 비교적 많다. 또한 대부분 남쪽 조간대, 서신면 조간대등에 비교적 많은 곳이 불규칙하게 산재한다. 반면 해안 가까이 나 아산만 안쪽 조간대에는 거의 없거나 대단히 드물다(환경도 18). 조간대에는 26種이 분포하며 개체들이 어리거나 산출되는 개체수가 적으며 또한 문헌의 부족등으로 種, 경우에 따라서는 屬정도의 확인도 어렵다. 이러한 현상은 경기만에서도 마찬가지였으며(해양연구소, 1981), 경기만 조간대에서 확인된 33種에 비하면 아산만에서는 비교적 적게 분포한다.

반면 해저에는 조간대에서 보다는 뚜렷이 많은 種이 있어서, 확인된 種의 수는 34종이며, 이는 경기만 해저에서 확인된 24종에 비하면 현저히 많은 숫자이다(表 III - 2).

한편 조간대와 해저를 통털은 연구지역 전체에서 발견되는 개형류는 41종으로, 경기만에서 확인된 종 38종과는 큰 차이없다. 따라서 경기만과 비교할 때 연구지역 전

Table III-2. Occurrence of Ostracoda in study area.

Intertidal Zone	Subtidal Zone
<ul style="list-style-type: none"> Aurila sp. A . Basslerites taiwanensis . Buntonia triangulata Callistocythere sp. A . C. sp. B Clithrocytheridea? japonica . Cyprideis yehi . Cypris? sp. A Cythere sp. A . Cytherois? sp. A . Cytheromorpha acupunctata . C.? sp. A . C.? sp. B Cytheropteron miurense . Hemicytherura sp. A Kangarina sp. A Loxoconcha (Loxoconcha) laeta . L.(L.) pulchra Munseyella sp. A Orionina elongata . Pontocythere sp. B P. sp. C Puriana sp. A Ruggieria (Keijella) bisanensis . ? sp. C 	<ul style="list-style-type: none"> Acanthocythereis? sp. A . Aurila sp. A Basslerites taiwanensis Bythoceratina hanaii . Callistocythere sp. A Clithrocytheridea? japonica . Cyprideis yehi . Cythere sp. A Cytherois? sp. A . Cytheromorpha acupunctata C.? sp. A . Cytheropteron miurense . Loxoconcha (Loxoconcha) hattorii . L.(L.) laeta . L.(L.) pulchra L.(L.) tosaensis L.(L.) sp. A . Munseyella sp. A Neomonoceratina sp. A . Orionina elongata . Paijenborchella sp. A . Paradoxostoma sp. A . P. sp. B . Perissocytheridea oblonga Pontocythere sp. A P. sp. B . Pseudocythereis miaoliensis Puriana sp. A . Ruggieria (Keijella) bisanensis . Spinileberis sp. A. Trachyleberis tosaensis . Xestoleberis sp. A . ? sp. A . ? sp. B
<hr/> <p style="text-align: center;">26 species</p>	<hr/> <p style="text-align: center;">36 species</p>
<p>. living species</p>	

체로는 큰 차이 없으나, 조간대는 현저히 적어지고, 반면 해저에는 현저히 많이 분포함으로써 생태적 환경이나 물리적 작용이나 지질학적 현상과 관계있는 어떤 분포 경향을 나타내고 있다.

조간대의 경우 Cyprideis yehi, Cytheromorpha acupunctata, C. sp. A, Cypris sp. A., Loxoconcha (Loxoconcha) pulchra 등이 비교적 많이 분포한다.

해저의 경우에는 아산만내 및 조간대주변 얕은 해저에는 약간 있으나, 그 외에는 없거나 대단히 드물다. Aurila sp. A, Ruggieria (Keijella) bisanensis, Pseudocythereis miaoliensis, L. (L.) hattorii, L. (L.) laeta 등이 비교적 많다.

또한 해저에는 조간대에는 전혀 없는 Acanthocythereis ? sp. A, Bythocera - tina hanaii, L. (L.) hattorii, L. (L.) tosaensis, Paradoxostoma spp. 등 15種이 있다.

조간대군집은 살아있는 개체가 상당히 많은 반면, 해저군집은 몇몇 시료를 제외하고는 살아있는 개체의 전체군집에 대한 비율이 현저히 낮다. 따라서 조간대는 개형류의 서식에 상당히 좋은 환경이나, 해저는 여러 이유로 살아있는 개체가 적다고 믿어진다.

2 - 2. 介形類의 有孔蟲에 對한 比率

개형류 전체군집의 유공충 전체군집에 대한 비율은 대단히 낮아서 조간대의 경우, 대부분 조간대, 당진군 송산면 조간대등 몇몇 지점을 제외하고는 대개가 4% 미만이다. 해저의 경우는 아산만내 및 대난지도, 덕적도, 곡화도등 섬주변 얕은 해저가 비교적 높아서 대개 5~10% 정도이며, 연구지역 서쪽끝인 선갑도, 위도주변도 상당히 높다. 영흥도와 자월도사이의 해저시료 6번은 예외적으로 개형류군집이 유공충군집보다 우세하다. 반면 비교적 깊은 곳은, 유공충도 많지 않지만 개형류가 거의 없어서 이 비율은 대단히 낮아서 거의가 4% 미만이다(환경도 19).

2 - 3. 結 論

연구지역인 아산만에서 확인된 개형류는 조간대에서 26 종, 해저에서 34 종이며, 경기만의 경우와 마찬가지로 어린 개체들이 많았다.

조간대에서는 Cyprideis yehi, Cytheromorpha acupunctata, C. ? sp. A, Cypris sp. A, Loxoconcha (Loxoconcha) pulchra 등이 비교적 우세하며, 해저에서는 Aurila sp. A, Ruggieria (Keijella) bisanensis, Pseudocythereis miaoliensis, L. (L.) hattorii, L. (L.) laeta, Cyprideis yehi, Cytheropteron miurense 등이 비교적 우세하다.

조간대는 해저와는 달리 살아있는 개체의 전체개체에 대한 비율이 현저히 높다.

개형류 전체군집의 유공층 전체군집에 대한 비율은 연구지역 대부분이 대단히 낮으며, 조간대 몇몇 지점과 아산만 해저 및 조간대와 섬주변 얕은 해저가 비교적 높다.

第IV章 地球物理學的研究

第Ⅳ章 地球物理學的研究

第1節 序 論

本 研究는 年次的으로 遂行되는 沿岸環境圖作成研究의 一環으로서, 1981年 京畿灣에 이어 牙山灣 一帶에 대한 海洋地球物理學的인 調查方法에 의하여 研究된 結果이다.

牙山灣 一帶의 周邊과 內灣에서는 數次에 걸쳐 地球物理學的인 調查가 實施된 바 있으나(資源開發研究所, 1977; 建設部, 1973), 外灣에서는 그 資料가 상당히 不足한 實情이다. 따라서 研究海域은 外灣을 中心으로 調查되었으며, 이미 調查된 內灣 資料를 바탕으로 그 結果와 聯關性을 考察하였다.

連續彈性波(音波) 方法에 의하여서는 주로 堆積層의 垂直的 構造狀態와 堆積環境을 把握하고, 海底面의 特徵에 관하여 京畿灣 一帶에서 局地的으로 調查되었던 結果(資源開發研究所, 1979)에 이어 本 研究海域 內에서 堆積物의 水平的 分布와 發達 狀態를 觀察하였다. 그리고 地球磁氣場의 異常帶 分布는 地質構造 또는 堆積層 內의 磁化物과의 어떤 聯關性을 가지는 가를 檢討하였다.

第 2 節 彈性波探查研究

1. 研究海域 및 方法

本 研究海域의 現場調査는 1982年 10月 30日부터 11月 3日까지 實施하였으며, 北緯 $37^{\circ} 05'$ ~ $36^{\circ} 55'$, 東經 $126^{\circ} 00'$ ~ $126^{\circ} 20'$ 內에서 經度 $1'$ 間隔의 東西方向으로 總延長 약 270 km를 調査하였다.

資料는 Subtow System을 使用하여 얻었으며, 本 裝備의 特徵은 發震 및 受震裝置 (Boomer 및 Hydrophone)가 한데 모여 있으므로 反射波 到達時間의 補正이 必要치 않으며 波濤에 의한 副次的 雜音 (Noise)을 極小化할 수 있다.

2. 海底堆積層의 層厚分布

堆積層의 層厚는 全般的으로 NE-SW 方向으로 等層厚를 보인다. 海底堆積層 內에서 音波의 傳達速度를 1800 m/sec 로 計算할 때 3 m ~ 47 m의 層厚로 分布하고 있는 데, 그 發達 方向은 潮流의 方向과도 一致하고 있으며 周邊地質의 構造線 發達 方向과도 一致하고 있다. 本 研究海域 內에서 基盤岩이 露出된 地域은 水路地域에서 만 극히 一部分 觀察할 수 있다(그림 IV-1).

水路地域은 10 m 未滿의 層厚를 보이며, 높은 海底地形을 이루고 있는 中心部에서는 40 m 以上の 層厚와 함께 30 m 等層厚線이 海底地形의 發達方向과 類似하게 分布하고 있다. 따라서 古地形은 現在보다는 좀 더 平坦한 地形이었음을 示唆한다.

3. 海底堆積層

3-1. 堆積環境

新生代 第四紀, 지금으로부터 7000年 전부터 海水面이 서서히 上昇하여 現在의 海水面이 形成되었다고 볼 때 (韓國動力資源研究所, 1982), 本 研究海域의 堆積環境도 역시 最上部 現生堆積層은 Holocene 以後의 堆積層으로서 西海岸의 一般的인

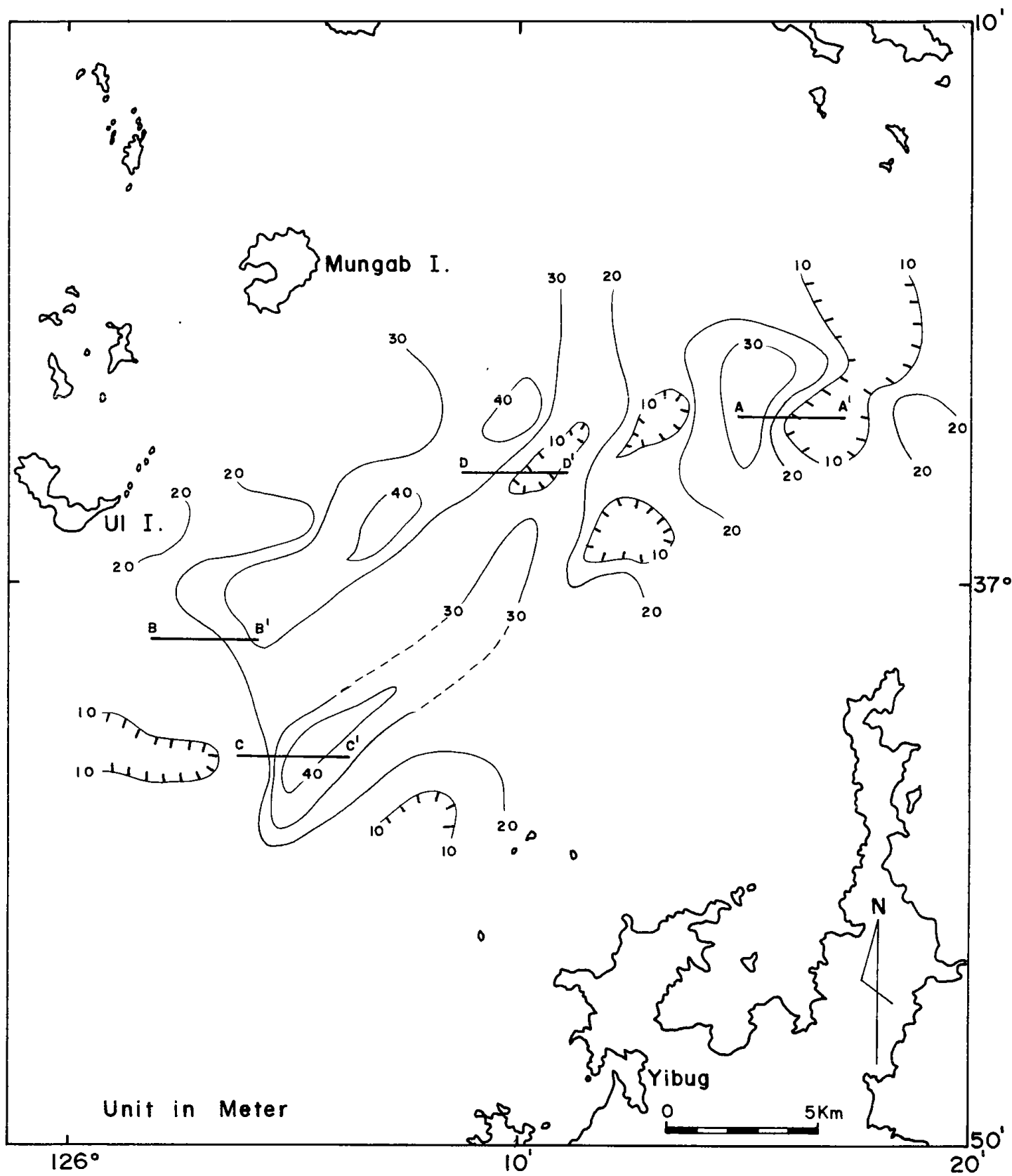


Fig. IV-1. Isopach map.

堆積環境에 속한다. 最上部 現生堆積層과 基盤岩을 連結하는 中間層이 存在하는 데 研究海域 全域에 걸쳐서 存在하는 것은 아니다. 특히 水路周邊에서는 基盤岩과 現生堆積層이 直接 接하기도 한다(그림 IV-2). 그리고 이 中間層은 基盤岩과의 境界部分이 不分明한 地域도 나타나며, 때로는 썩기 形態로 基盤岩 上部에 놓여 있는 것도 確認할 수 있다(그림 IV-3). 따라서 이 中間層은 오랜 期間에 걸쳐서 地質環境의 變化를 겪는 동안 다소 固結되었을 것이며, 上部 堆積層과는 상당히 다른 條件下에서 形成되었을 것임을 推測케 한다.

3-2. 堆積構造

最上部에 놓여있는 現生堆積層은 대체로 良好한 層理構造의 連續性을 보이고 있으며, 傾斜진 地形에서는 複雜한 僞層理 構造 (Oblique Configuration) 를 보이기도 한다. 그러나 대체적으로 良質의 記錄을 얻을 수 없었던 것은 sand 地域의 特徵이라고 볼 수 있다.

그리고 上部層에 의하여 被覆되어 있는 中間層은 海底堆積層 特有의 層理構造가 不良한 편이며, 部分的으로 無秩序한 彈性波相 (Chaotic - reflection Facies) 을 갖고 있다. 그리고 上部 現生堆積層과의 境界面은 地域에 따라서 起伏이 甚한 不規則한 面으로 接하고 있으며, 下部 基盤岩과는 그 境界面이 不分明하기도 하다 (그림 IV-4). 그러나 中間層이 缺如되어 現生堆積層과 基盤岩이 直接 接하는 地域에서는 그 境界面이 明確하게 觀察되는 데 매우 不規則한 面을 보인다(그림 IV-2, IV-3).

3-3. 彈性波相의 特徵

Sangree 와 Widmier (1979) 는 堆積環境과 bed form 을 解釋하는 파라메타로써 彈性波相 (seismic facies) 의 連續性, 震幅 그리고 頻度數를 들고 있다. 그리고 單一層 內에서 反射波의 樣相 (Reflection Pattern) 을 觀察하므로써 堆積物의 移動過程과 堆積環境에 관한 情報를 얻을 수 있다고 記述하고 있다. 反射波의 形態 (Configuration) 를 ① reflection - free, ② stratified, ③ chaotic 으로 分類할 때

①은 火成岩體 혹은 均質한 媒質의 堆積碎屑物을 들 수 있으며, ②는 分級이 잘 된 狀態의 水成起源 특유의 堆積構造를 들 수 있는데 一定한 震幅과 頻度數를 갖는 彈性波相을 보이던 이것은 堆積環境이 安定되고 均一한 堆積條件이었음을 알 수 있다. 그리고 ③은 連續性이 缺如된 形態의 攪亂된 彈性波相을 갖는 構造가 그 特徵이라고 할 수 있다.

해저가 모래임을 勘案하여 1000 Hz ~ 2500 Hz 의 比較的 좁은 周波數 帶域의 band pass filtering 을 하였으나 良質의 記錄을 얻지 못했다. 그러나 現生堆積層 內에서는 대체로 層理構造의 發達과 함께 良好한 連續性을 觀察할 수 있지만 sand wave가 發達한 地域에서는 reflection-free 한 彈性波相을 보여 주고 있다. 이것은 sand wave 를 構成하고 있는 媒質이 매우 均質하다는 것을 暗示한다.

특히 彈性波相의 變化樣相은 京畿灣에서와 多小의 差異가 있다 (海洋研究所, 1981). 本 研究海域에서의 層理構造는 京畿灣에 비하여 매우 不良하다. 그리고 安定性에 있어서도 京畿灣에서의 堆積環境이 좀 더 安定되어 있다. 그 理由는 京畿灣에서는 連續性이 優勢하며 比較的 均一한 震幅과 頻度數를 보인다는 점이다. 이것은 우선 地域的으로 內灣과 外灣이라는 差異點을 들 수 있겠고, 둘째로 潮流의 強弱에 起因한다고 볼 수 있으며, 셋째로 堆積物의 構成 成分이 本 研究海域에서는 主로 모래로 構成되어 있어 [Subtow의 透過 深度 및 使用된 周波數 帶域 內에서] 明快한 互層構造를 가질 수 없었다는 점을 들 수 있다.

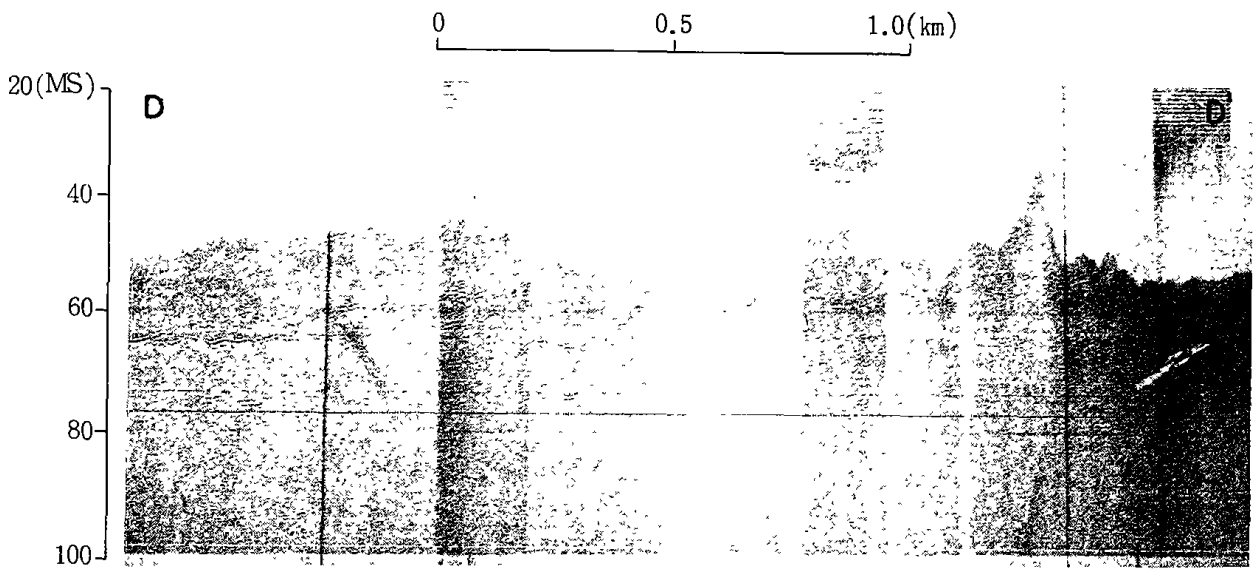
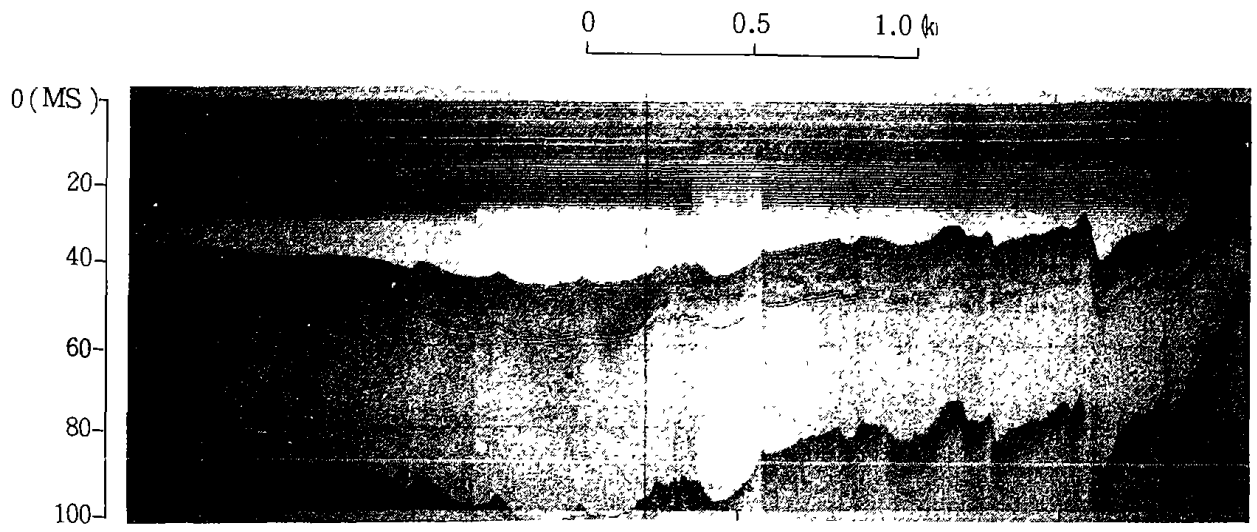


Fig. IV-2. Seismic profile (A-A', D-D')

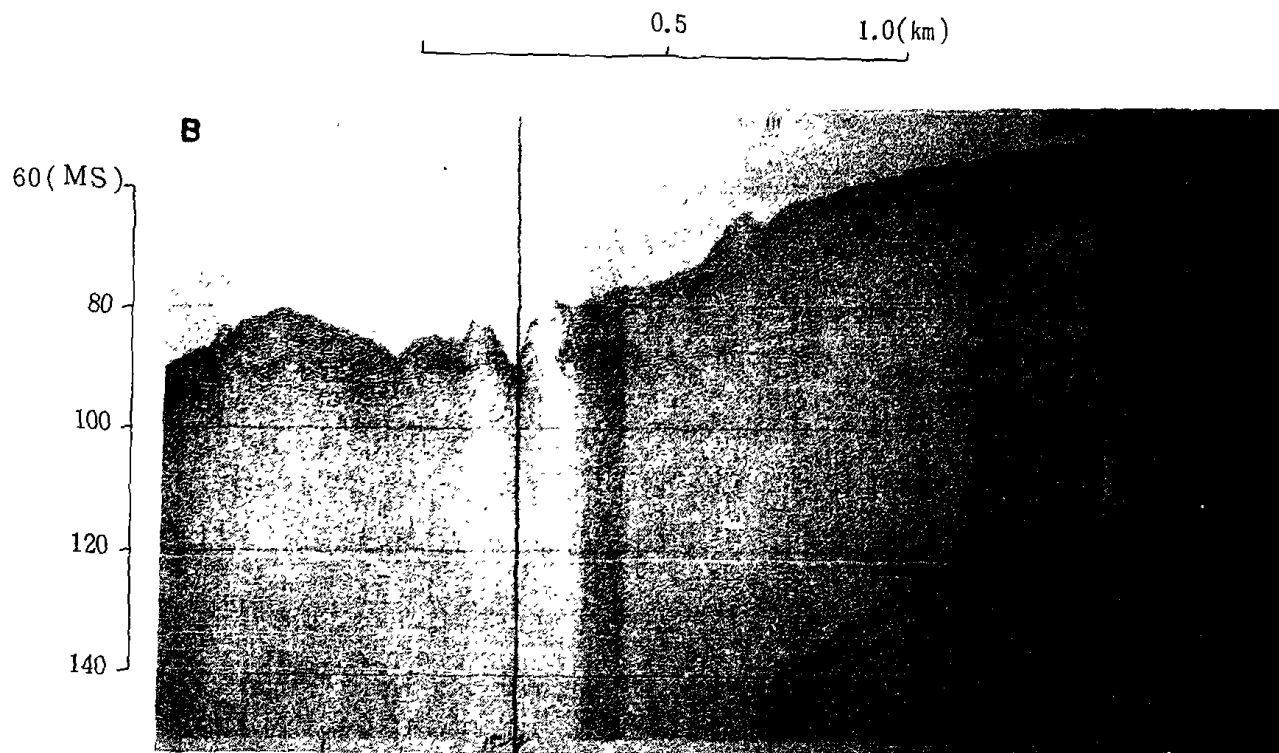


Fig. IV-3. Seismic profile (B-B')

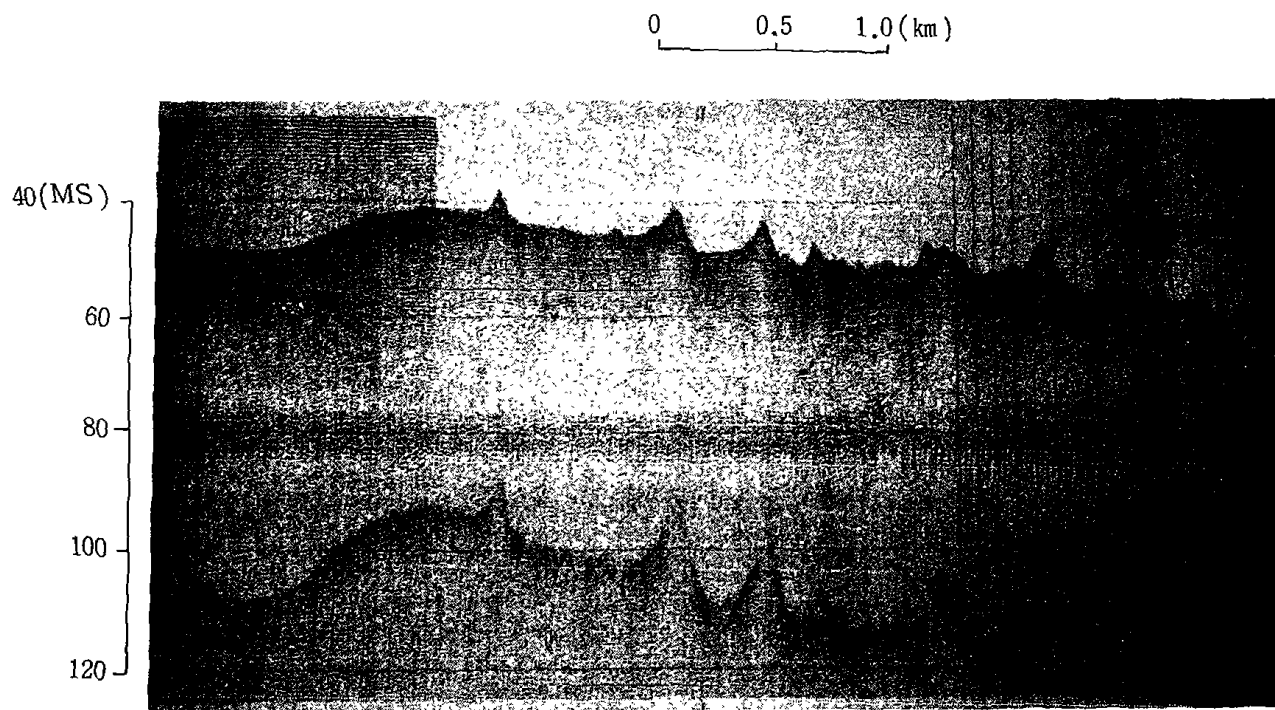


Fig. IV-4. Seismic profile (C-C')

第 3 節 海底面 側面走査 研究

1. 現場調査와 裝備特性

海底面 特徵을 研究하기 위하여 側面走査 深査를 實施하였으며 研究 海域은 彈性波 現場調査 時 研究船 兩舷에서 同時に 曳引하므로써, 그 測線 間隔과 位置는 第 2 節에서와 同一하다.

使用한 裝備는 Seafloor Mapping System 960 으로서, 從來의 側面走査 方法을 補完하여, 斜距離에 대한 水平距離가 自動補正된 平面映像과 內裝된 電算 시스템에 의한 基本資料의 處理 및 磁氣 테이프上에 記錄된 資料의 再處理가 可能한 裝備이다. 특히 記錄紙上의 中央部分이 完全히 모자이크式 結合이 되므로 研究目的에 따라 各 走行間隔을 調整한다면 諸縮尺 (1 / 5000 까지) 의 海底音波 映像圖面의 作成이 可能하다.

2. 海底面 特徵

해저가 모래인 地域에서 一般的으로 形成되는 sand wave 와 漣痕構造는 本 研究海域內에서도 多樣하게 發達 分布하고 있다 (그림 IV - 5, IV - 6).

漣痕構造를 갖는 海底面에서 그 波長의 長이가 5 ~ 100 m 또는 그 以上일 境遇를 sand wave 로 分類하여 (Reineck and Singh, 1980) sand wave 의 crest 의 方向을 調査하였다.

全般的으로 NW - SE 方向으로 發達되어 있는 데 이것은 本 研究海域을 通過하는 潮流 中에서 NE - SW 方向이 優勢하게 作用하고 있음을 示唆한다. 部分的으로는 NE - SW 方向으로 發達하고 있으며 (그림 IV - 7), 이것은 덕적도를 通過하며 흐르는 NS 方向의 強한 潮流에 의한 影響으로 判斷된다 (Stanley and Swift, 1976). 이것은 또한 第 V 章의 人工衛星 映像資料에서도 덕적도 附近을 通過하는 NS 方向의 強潮流가 관찰됨으로서 確認할 수 있었다 (그림 V - 4 및 5 參照).

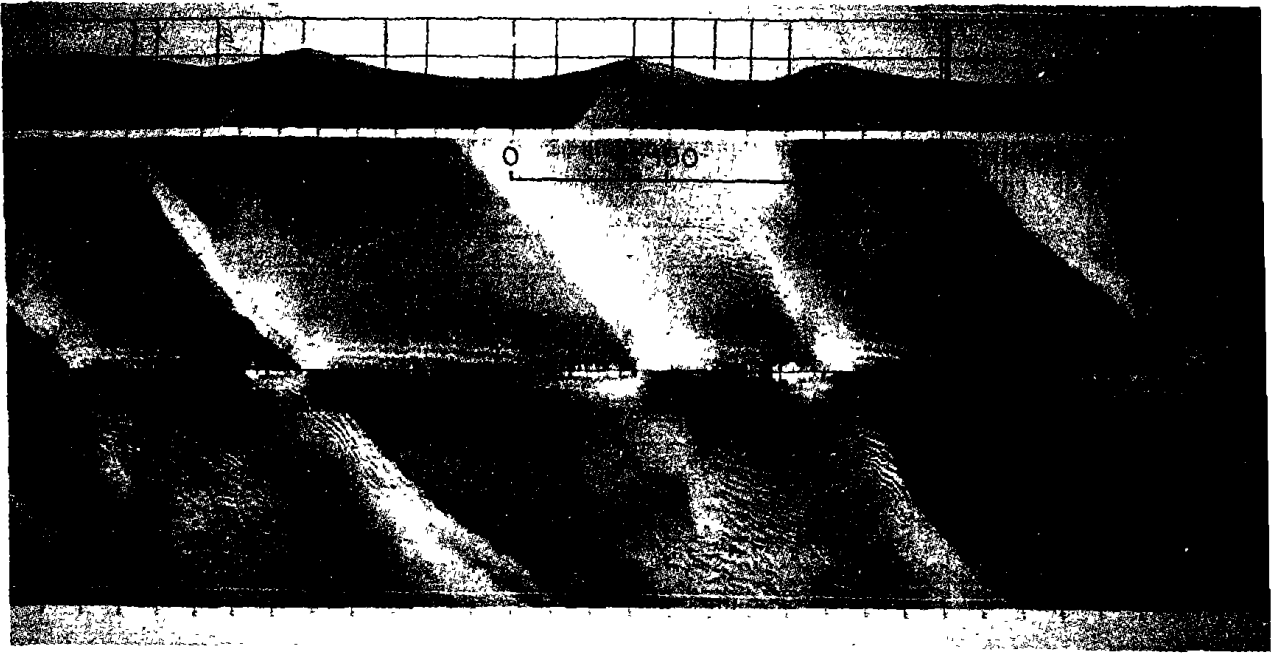


Fig. IV-5. Sand wave image by SMS 960 (range: 150 m).

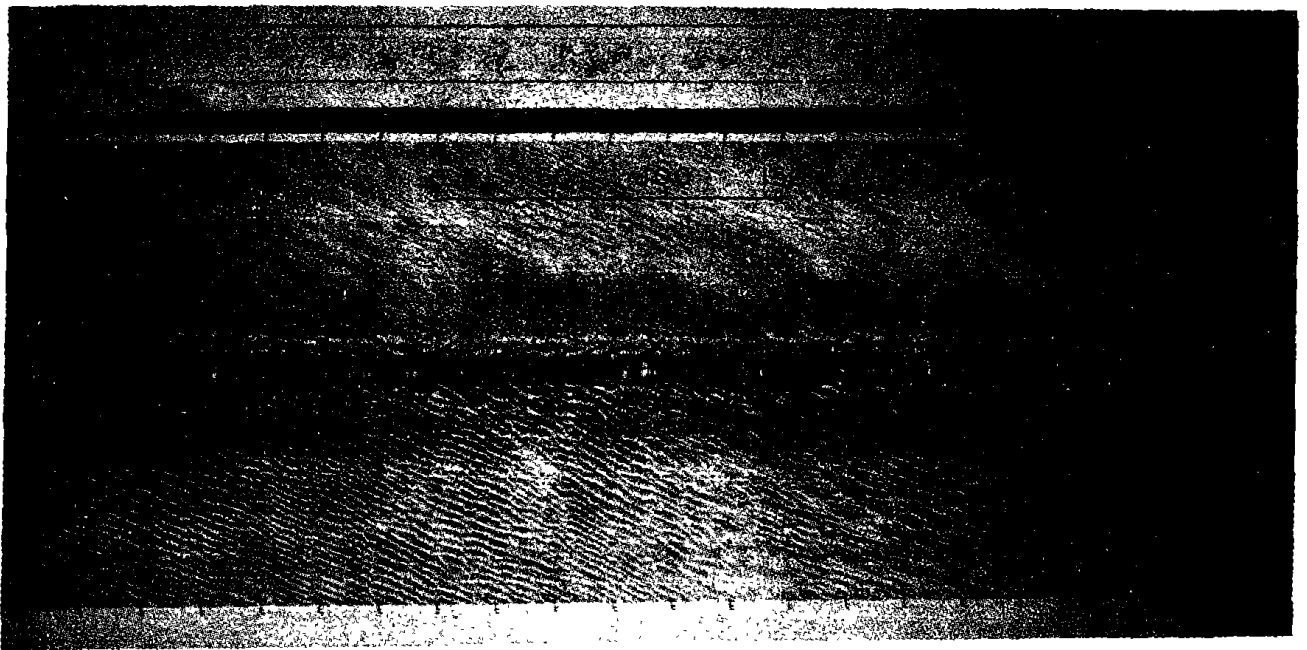


Fig. IV-6. Ripple mark image by SMS 960 (range: 100 m)

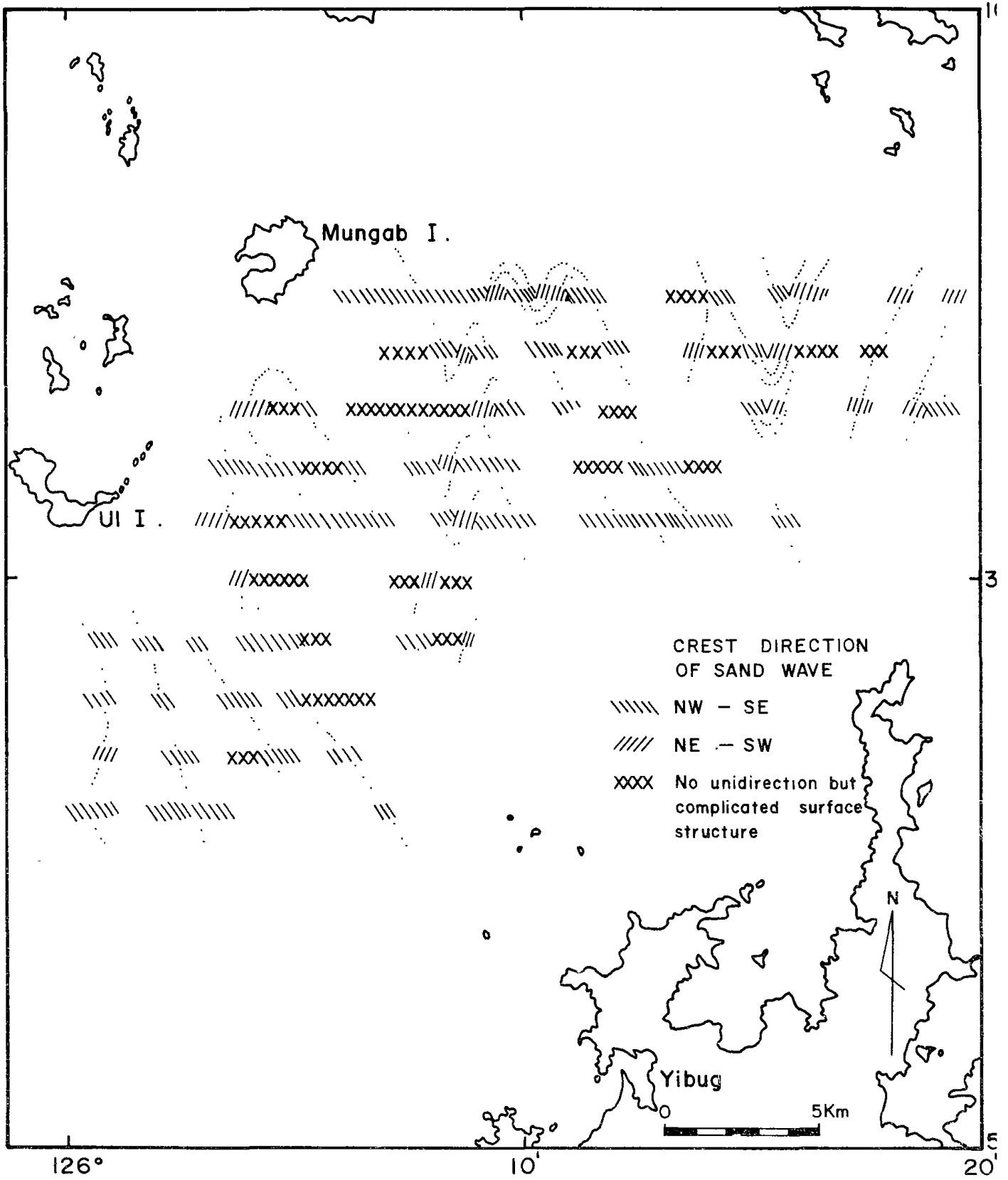


Fig. IV-7. Crest direction of sand wave.

3. Sand Wave의 分析

sand wave의 波長의 길이와 波高의 높이를 각각 調査한 다음 水深과의 關聯性을 檢討하였다 (Allen, 1982). 波高의 測定은 SMS 960의 平面映象 記錄紙의 右測에 曳引感知器 (tow fish sensor)로부터 海底面까지의 水深斷面이 함께 記錄되므로 그 測定이 可能하다.

sand wave의 波長 (L) 과 波高 (H) 의 比率 (L/H) 은 10 ~ 40 으로 나타나며 水深과의 關聯性은 보이지 않는다 (그림 IV-8). 그러나 波高 (H) 와 水深 (h) 과의 比率 (H/h) 은 0.1 ~ 0.2 部分에서 가장 優勢하게 나타나고 있으며 (그림 IV-9), 波長 (L) 과 水深 (h) 의 比率 (L/h) 이 5 以上일 境遇는 水深이 깊어짐에 따라 sand wave의 波長이 길어지는 傾向을 보이나 5 以下일 境遇는 뚜렷한 傾向을 보이지 않는다 (그림 IV-10).

全般的으로 本 研究海域 內에서 Sand wave가 가장 많이 관찰되는 地域의 水深은 40~50m 程度이며 60m 以上에서와 20m 以下에서는 잘 관찰되지 않았다. 그 理由는 60m 以上の 水深地域에서는 그 海底地形의 傾斜가 Sand wave가 形成되기에 너무 急하기 때문인 것으로 보이며, 20m 以上에서는 分析資料를 얻기에는 너무 좁은 範圍의 海域이었던 것으로 判斷된다. Sand wave의 波長은 100 ~ 200m, 波高는 4 ~ 8m 程度의 크기를 가지며 比較的 對稱的인 型態가 가장 많이 分布하고 있는 것으로 미루워 漲潮流와 落潮流의 energy는 대체로 비슷하게 作用하고 있다고 볼 수 있다.

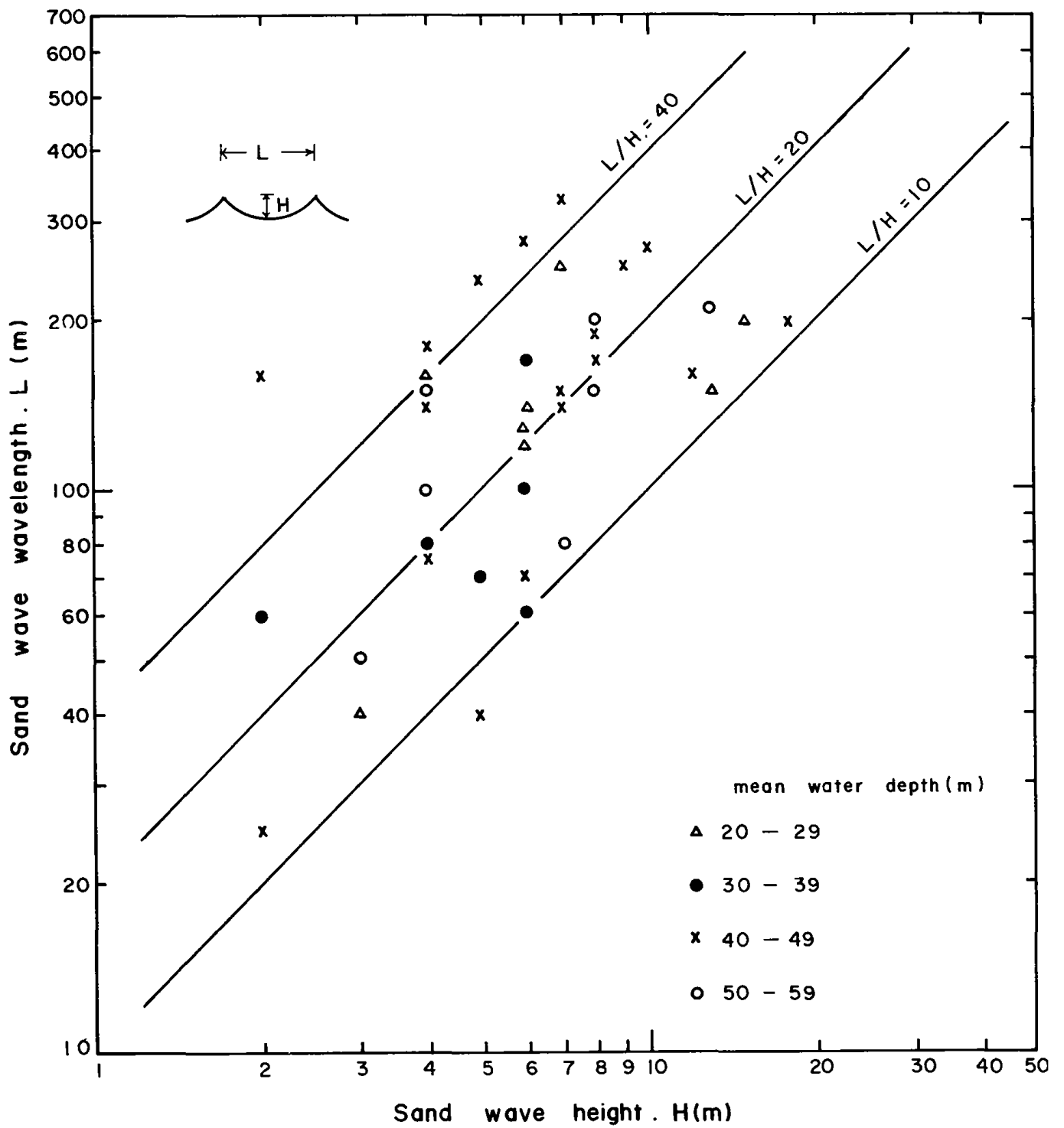


Fig. IV-8. Relationship between sand wave height and wavelength .

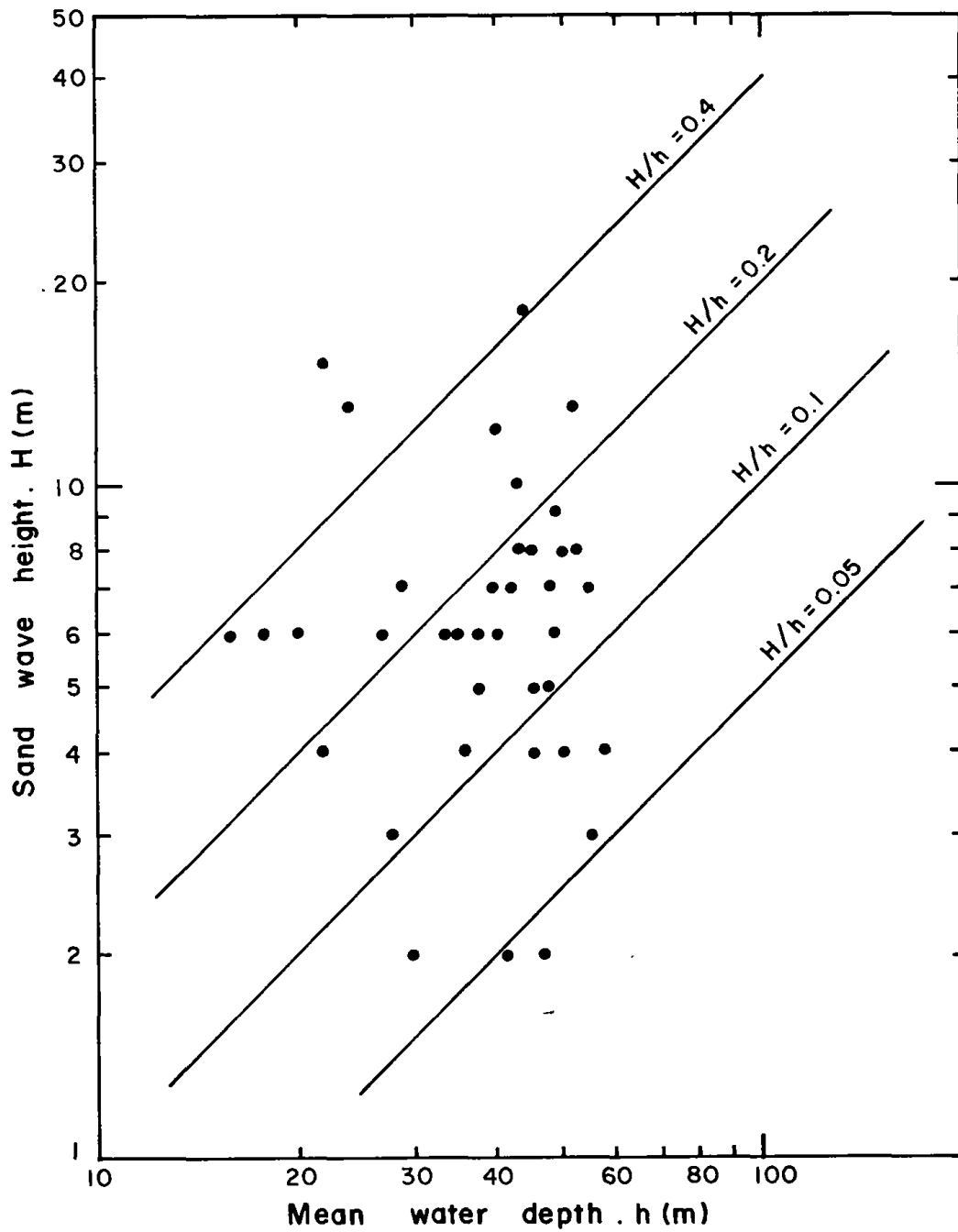


Fig. IV-9. Relationship between mean water depth and sand wave height.

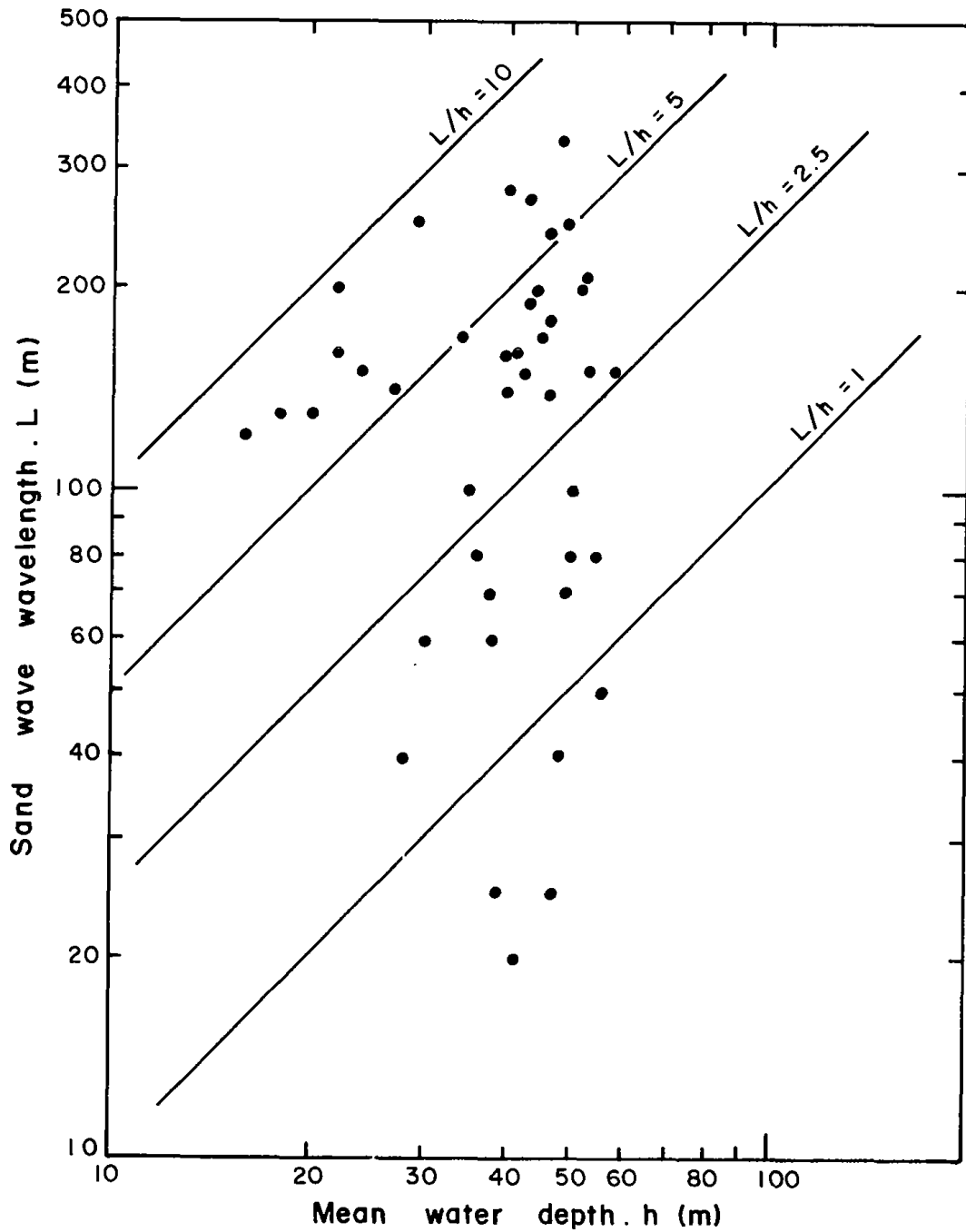


Fig. IV-10. Relationship between mean water depth and sand wave wavelength.

第 4 節 地球磁氣場 研究

1. 資料獲得

本 研究海域의 現場調査는 1982年 6月 21부터 6月 30일까지 實施하였으며 北緯 37° 05' ~ 36° 45', 東經 126° 00' ~ 126° 20' 內의 海域에서 經度 1' 間隔의 東西方向으로 總延長 약 350 km 를 調査하였다.

日變化 補正 (Correction of Diurnal Variation) 을 위하여 基準點 (Base Station)을 蔚島에 設置하여 現場調査 期間 中 5分 間隔으로 繼續 測定하였으며, 船舶은 本 海洋研究所의 研究船인 半月號를 使用하였다.

2. 資料處理

現場에서 얻은 資料는 基準點에서 觀測한 日變化 값에 의하여 補正되었으며, 最小自乘法에 의하여 傾向面 分析 (Trend Surface Analysis) 을 實施하여 殘餘 異常值 (Residual Anomaly) 를 구하였다 (Davis, 1973). 그리고 I. G. R. F (International Geomagnetic Reference Field) 의 球面調和係數 (Spherical Harmonic Coefficients) 를 利用하여 (Peddie, 1982) 本 研究海域 內의 地球磁氣場 (Zero Level Reference Field) 을 구하여 現場에서 얻은 資料와 比較 檢討하였다.

2-1. 傾斜面 分析

一次 傾向面の 方程式은

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (1)$$

이며, 여기서 X_1 과 X_2 는 資料를 얻은 位置이다. 常數 b_0, b_1, b_2 를 決定하기 위하여 最小自乘法 公式에 (1)式을 代入하여 b_0, b_1, b_2 에 대하여 각각 偏微分 結果를 行列式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} n & \Sigma X_1 & \Sigma X_2 \\ \Sigma X_1 & \Sigma X_1^2 & \Sigma X_1 X_2 \\ \Sigma X_2 & \Sigma X_1 X_2 & \Sigma X_2^2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Sigma Y \\ \Sigma X_1 Y \\ \Sigma X_2 Y \end{pmatrix} \quad (2)$$

따라서 常數 b_0, b_1, b_2 가 決定되므로 (1) 식에서 구한 Y 값과 現場에서 얻은 測定值와의 差異값을 利用하여 殘餘地球磁氣分布圖를 作成하였다.(그림 IV-13).

2-2. 球面調和解析

地球磁氣場은 位置의 函數이므로 地球上의 任意의 한 點 (r, θ, ϕ) 에 대한 球面調和函數로 表示할 수 있다. Potential V 는

$$V = a \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} P_n^m(\cos \theta) \left[g_n^m \cos m \phi + h_n^m \sin m \phi \right] \quad (3)$$

이며,

$$\vec{F} = -\nabla V \quad (4)$$

에 의하여 地球磁氣場의 각 成分을 구할 수 있다 (Vacquier, 1972).

즉,

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial u} \\ Y &= -\frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} \\ Z &= \frac{\partial V}{\partial r} \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 u 는 $\cos \theta$ 이다. 따라서 總成分은

$$T = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

로서 구할 수 있다. 그리고 (3) 식에서 g_n^m 과 h_n^m 은 I.G.R.F.(1980)의 球面調和係數 (表 IV-1) 를 利用하였다. 또한, (3) 식에서 $P_n^m(u)$ 는 Legendre Polinomial $P_n(u)$ 와 Associated Legendre Polinomial $P_{m,n}(u)$, 그리고 Partial normalized associated Legendre Polinomial 를 구하므로써 얻을 수 있다(閔, 李, 1979). 이들의 關係式은 다음과 같다.

Table IV-1 Spherical harmonic coefficients of the international geomagnetic reference field 1980.

n m	DGRF			IGRF		n m	DGRF			IGRF	
	1965	1970	1975	1980	1980-85		1965	1970	1975	1980	1980-85
	nT	nT	nT	nT	nT/yr		nT	nT	nT	nT	nT/yr
g 1 0	-30334	-30220	-30100	-29988	22.4	h 7 6	-23	-23	-23	-23	-0.1
g 1 1	-2119	-2068	-2013	-1957	11.3	g 7 7	1	-2	-5	-2	0.0
h 1 1	5776	5737	5675	5606	-15.9	h 7 7	-12	-11	-12	-10	1.1
g 2 0	-1662	-1781	-1902	-1997	-18.3	g 8 0	13	14	14	20	0.8
g 2 1	2997	3000	3010	3028	3.2	g 8 1	5	6	6	7	-0.2
h 2 1	-2016	-2047	-2067	-2129	-12.7	h 8 1	7	7	6	7	-0.1
g 2 2	1594	1611	1632	1662	7.0	g 8 2	-4	-2	-1	1	-0.3
h 2 2	114	25	-68	-199	-25.2	h 8 2	-12	-15	-16	-18	-0.7
g 3 0	1297	1287	1276	1279	0.0	g 8 3	-14	-13	-12	-11	0.3
g 3 1	-2038	-2091	-2144	-2181	-6.5	h 8 3	9	6	4	4	0.0
h 3 1	-404	-366	-333	-335	0.2	g 8 4	0	-3	-8	-7	-0.8
g 3 2	1292	1278	1260	1251	-0.7	h 8 4	-16	-17	-19	-22	-0.8
h 3 2	240	251	262	271	2.7	g 8 5	8	5	4	4	-0.2
g 3 3	856	838	830	833	1.0	h 8 5	4	6	6	9	0.2
h 3 3	-165	-196	-223	-252	-7.9	g 8 6	-1	0	0	3	0.7
g 4 0	957	952	946	938	-1.4	h 8 6	24	21	18	16	0.2
g 4 1	804	800	791	783	-1.4	g 8 7	11	11	10	7	-0.3
h 4 1	148	167	191	212	4.6	h 8 7	-3	-6	-10	-13	-1.1
g 4 2	479	461	438	398	-8.2	g 8 8	4	3	1	-1	1.2
h 4 2	-269	-266	-265	-257	1.6	h 8 8	-17	-16	-17	-15	0.8
g 4 3	-390	-395	-405	-419	-1.8	g 9 0	8	8	7	6	
h 4 3	13	26	39	53	2.9	g 9 1	10	10	10	11	
g 4 4	252	234	216	199	-5.0	h 9 1	-22	-21	-21	-21	
h 4 4	-269	-279	-288	-298	0.4	g 9 2	2	2	2	2	
g 5 0	-219	-216	-218	-219	1.5	h 9 2	15	16	16	16	
g 5 1	358	359	356	357	0.4	g 9 3	-13	-12	-12	-12	
h 5 1	19	26	31	46	1.8	h 9 3	7	6	7	9	
g 5 2	254	262	264	261	-0.8	g 9 4	10	10	10	9	
h 5 2	128	139	148	149	-0.4	h 9 4	-4	-4	-4	-5	
g 5 3	-31	-42	-59	-74	-3.3	g 9 5	-1	-1	-1	-3	
h 5 3	-126	-139	-152	-150	0.0	h 9 5	-5	-5	-5	-7	
g 5 4	-157	-160	-159	-162	0.2	g 9 6	-1	0	-1	-1	
h 5 4	-97	-91	-83	-78	1.3	h 9 6	10	10	10	9	
g 5 5	-62	-56	-49	-48	1.4	g 9 7	5	3	4	7	
h 5 5	81	83	88	92	2.1	h 9 7	10	11	11	10	
g 6 0	45	43	45	49	0.4	g 9 8	1	1	1	1	
g 6 1	61	64	66	65	0.0	h 9 8	-4	-2	-3	-6	
h 6 1	-11	-12	-13	-15	-0.5	g 9 9	-2	-1	-2	-5	
g 6 2	8	15	28	42	3.4	h 9 9	1	1	1	2	
h 6 2	100	100	99	93	-1.4	g 10 0	-2	-3	-3	-3	
g 6 3	-228	-212	-198	-192	0.8	g 10 1	-3	-3	-3	-4	
h 6 3	68	72	75	71	0.0	h 10 1	2	1	1	1	
g 6 4	4	2	1	4	0.8	g 10 2	2	2	2	2	
h 6 4	-32	-37	-41	-43	-1.6	h 10 2	1	1	1	1	
g 6 5	1	3	6	14	0.3	g 10 3	-5	-5	-5	-5	
h 6 5	-8	-6	-4	-2	0.5	h 10 3	2	3	3	2	
g 6 6	-111	-112	-111	-108	-0.1	g 10 4	-2	-1	-2	-2	
h 6 6	-7	1	11	17	0.0	h 10 4	6	4	4	5	
g 7 0	75	72	71	70	-1.0	g 10 5	4	6	5	5	
h 7 1	-57	-57	-56	-59	-0.8	h 10 5	-4	-4	-4	-4	
g 7 1	-61	-70	-77	-83	-0.4	g 10 6	4	4	4	3	
h 7 2	4	1	1	2	0.4	h 10 6	0	0	-1	-1	
g 7 2	-27	-27	-26	-28	0.4	g 10 7	0	1	1	1	
h 7 3	13	14	16	20	0.5	h 10 7	-2	-1	-1	-2	
g 7 3	-2	-4	-5	-5	0.2	g 10 8	2	0	0	2	
h 7 4	-26	-22	-14	-13	1.6	h 10 8	3	3	3	4	
g 7 4	6	8	10	16	1.4	g 10 9	2	3	3	3	
h 7 5	-6	-2	0	1	0.1	h 10 9	0	1	1	-1	
g 7 5	26	23	22	18	-0.5	g 10 10	0	-1	-1	0	
h 7 6	13	13	12	11	0.1	h 10 10	-6	-4	-5	-6	

$$P_n(u) = 1/2^n n! \cdot d^n (u^2 - 1)^n / du^n \quad (7)$$

$$P_{m,n}(u) = (1 - u^2)^{m/2} \cdot d^m P_n(u) / du^m \quad (8)$$

$$P_n^m(u) = P_{m,n}(u) \quad : m = 0$$

$$= [2(n-m)! / (n+m)!]^{1/2} \cdot P_{m,n}(u) \quad : m \neq 0 \quad (9)$$

本 研究海域에 대하여 餘緯度 (colatitude) 와 經度 각각 1' 씩 grid 를 짜서 總地球磁氣場의 크기를 구하였다. 이 計算은 本 海洋研究所에 設置되어 있는 VAX / VMS Computer 를 利用하였다 (그림 IV - 11).

3. 資料解析

球面調和係數에 의하여 計算된 本 研究海域의 地球磁氣 總成分 값은 49100 r 에서 48775 r 까지 分布하여 NW 에서 SE 方向으로 약 300 r 減少하는 傾向을 보이고 있다. 그리고 經度 1' 間隔에 대하여 약 10 r, 緯度 1' 間隔에 대하여 약 5 r 의 差異를 보이고 있다 (그림 IV - 11).

現場研究에 의하여 구한 總成分 값 (그림 IV - 12) 과 球面調和解析에 의하여 구한 總成分 값에는 약 1000 r 以上の 差異를 보이고 있다. 그리고 閔과 李 (1979) 에 의하면 航空磁力探査 結果置와 球面調和解釋에 의하여 구한 reference field 와의 差異는 陸上에서 약 5000 ~ 7000 r 程度로 나타나고 있다. 따라서 海上에서의 總成分 값의 差異는 매우 작다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 海底堆積層의 堆積物이 地球磁氣場의 異常帶에 상당한 影響을 미치고 있음을 알 수 있다.

地球磁氣 異常數 分布의 特徵은 小規模의 獨立 磁氣 異常帶가 不規則하게 分布하고 있으며, 뚜렷한 磁氣 異常帶의 傾向的 分布는 보이지 않는다 (그림 IV - 13). 그러나 研究海域의 中央 部分과 沿岸쪽으로 接近하면서 岸線과 나란하게 높은 positive 殘餘 異常帶가 分布하고 있다 (그림 IV - 14). 中央 部分은 海底의 高地形에 의한 影響일 것이며 沿線쪽은 길게 發達되어 있는 砂州地域에 의한 影響일 것으로 判斷된다. 그러나 水路地域에서는 대체로 negative 殘餘 異常帶가 分布하고 있는 것으로 미루어 本 研究地域 內에 分布하고 있는 異常帶는 海底地形에 의한 影響을 많이 받고 있으며, 堆積物의 主種을 이루고 있는 모래 內에 包含되어 있는 磁化物의 影響일 것으로 判斷된다.

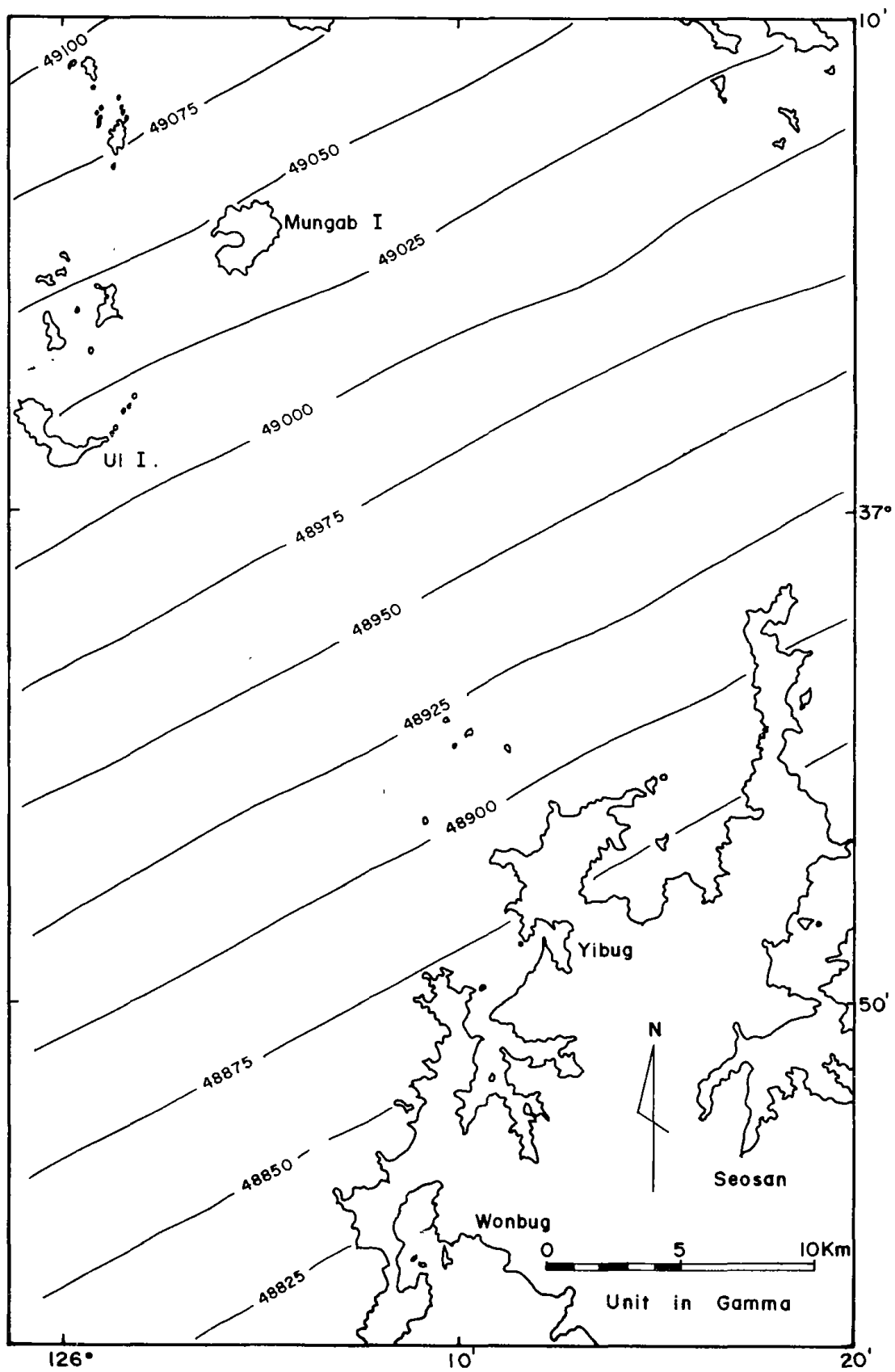


Fig. IV-11. Geomagnetic map of total intensity by spherical harmonic analysis.

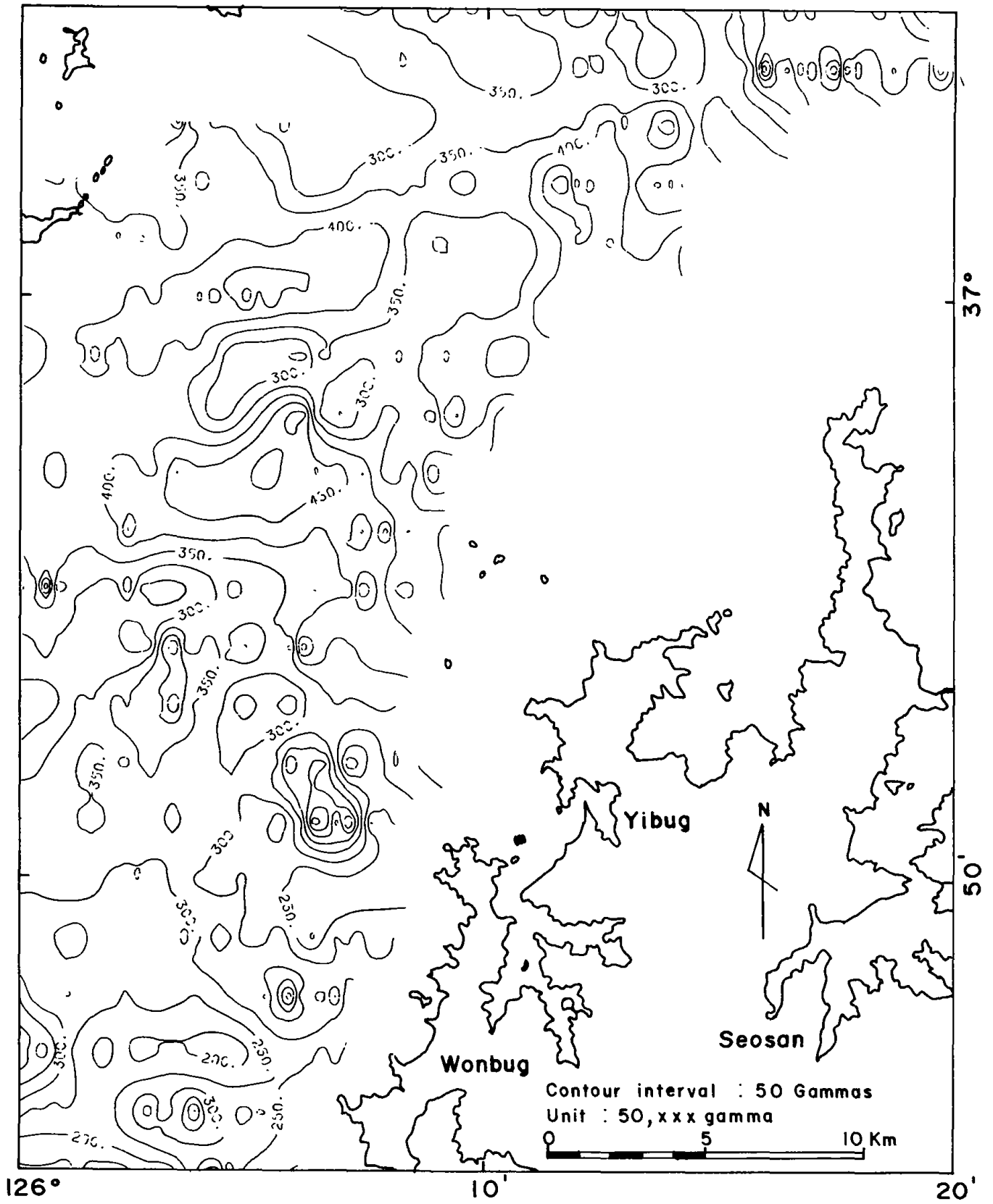


Fig. IV-12. Geomagnetic contour map of total intensity.

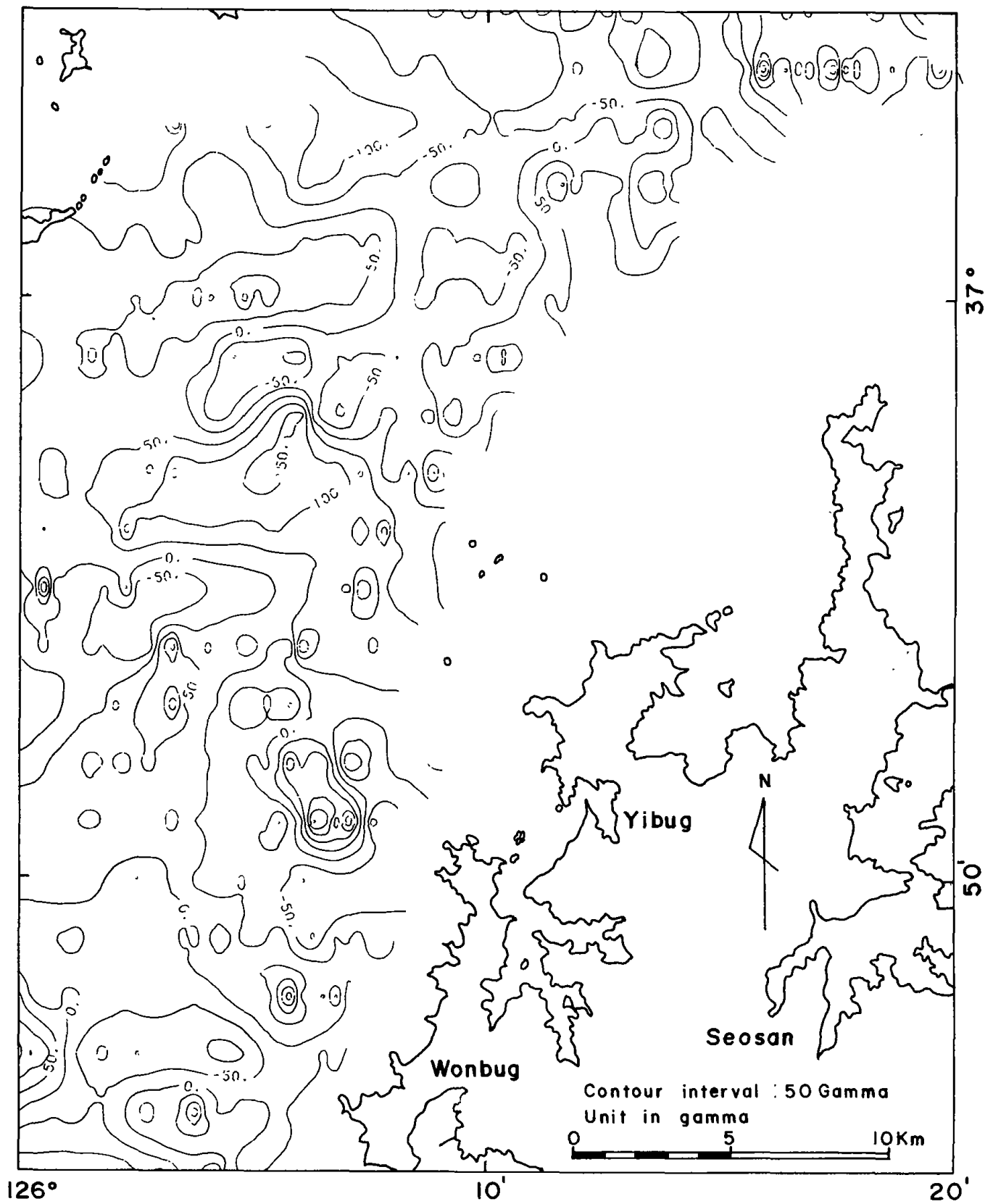


Fig. IV-13. Geomagnetic contour map of residual anomaly.

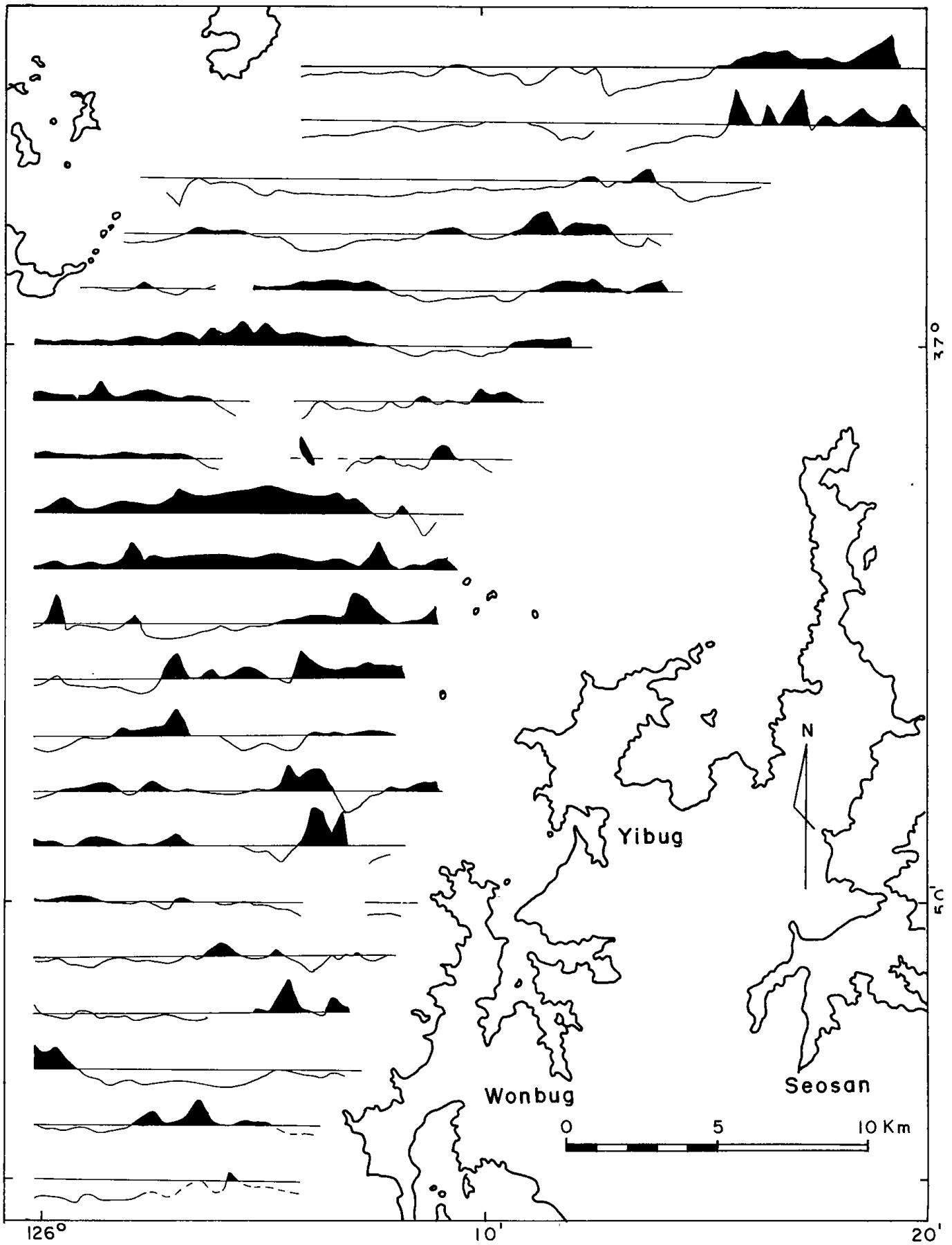


Fig. IV-14. Geomagnetic amplitude profiles of residual anomaly.

第 5 節 結 論

1. 堆積層의 垂直的 分布

NE - SW 方向의 等層厚를 보이며 그 두께는 3 ~ 47 m 이다. 現生堆積層은 Holocene 以後의 堆積層으로서 良好한 層理面을 보이거나, 中間層은 上部層과 不整合으로 接하고 있으며 下部 基盤岩과의 境界面이 不明確한 部分이 存在하는 것으로 미루워 Holocene 以前의 準固結層일 것이다.

2. 海底面 特徵

해저면은 大部分이 모래로 되어 있어서, Sand wave가 잘 發達되어 있다. Sand wave 의 crest 의 方向은 대체로 NW - SE 方向이며, NS 方向의 強潮流의 影響으로 crest 의 方向이 部分的으로 交叉하기도 한다. 그리고 水深 40 ~ 50 m 程度에서 가장 잘 發達하고 있으며 波長은 100 - 200 m, 波高는 4 ~ 8 m의 對稱型 Sand wave 가 本 研究海域 內에서 주로 分布하고 있다.

3. 地球磁氣場 異常帶 分布

뚜렷한 異常帶의 傾向的 分布는 보이지 않으나 海底地形의 影響을 받고 있으며, 砂州地域의 發達方向과 一致하여 positive 殘餘 異常帶를 보이고 있다. 따라서 堆積物 內의 磁化物에 의한 結果라고 判斷된다.

第 V 章 人工衛星 映像資料 研究

第 V 章 人工衛星 映像資料 研究

序 論

本 研究는 人工衛星 映像資料에 의한 遠隔探査 技術을 利用하여 研究海域內的 浮遊 堆積物 分布와 潮間帶地形을 調査함으로서 細粒質 堆積物의 概略的인 移動 및 堆積환경을 究明하는데 그 目的을 두었다.

衛星資料를 이용한 遠隔探査 方法의 地球科學分野에 對한 應用技術은 불과 10여년 의 짧은 역사에도 불구하고 급격한 發展을 거듭하여 현재 많은 分野의 實際的인 研究에 利用되고 있다. 특히 最近 美國의 NASA에서 成功的으로 實驗을 끝낸 Shuttle Space의 實際的인 취항과 불란서를 주축으로 한 유럽제국에서 개발, 가까운 장래에 케도에 올려질 SPOT위성은 현재 活動중인 ERTS, NOAA 및 TIROS 계획등의 여러 위성들과 더불어 더욱 다양하고 精確한 정보의 획득을 기대케 하고 있다.

資料수집에는 주로 可視光線, 赤外線測定등을 위한 Radiometer와 탄성파측정을 위한 Radar, 또는 Side Scan Radar등이 利用되고 있다. 本 研究를 爲해서는 LANDSAT 資料中 浮遊堆積物의 測定이 용이한 Band MSS 5(波長: $0.6 \sim 0.7 \mu m$)와 海面/지면의 구분에 적합한 Band MSS 7 (波長: $0.8 \sim 1.1 \mu m$) 資料가 주로 사용되었으며, 위성영상의 數值的 資料를 常用 濁度單位인 mg/l 로 환산하기 위하여 映像촬영當時와 조건이 비슷한 시기에 얻어진 現場測定資料도 함께 使用되었다.

第 1 節 研究資料 및 方法

1. 研究資料

1-1. 映像資料

1972년 10월 부터 1979년 10월까지의 期間에 얻어진 LANDSAT 資料들 중 記錄狀態가 좋은 6개의 映像이 研究에 使用되었다. (表 V-1)

Table V-1. Studied image data.

Date	Time*	I.D. No.	Satellite	Data
1972. 10. 31.	10H45	1100-01453	1	Photographic and C.C.T**
1972. 11. 18.	10H46	1118-01454	1	Photographic
1973. 2. 16.	10H46	1208-01455	1	Photographic and C.C.T
1975. 11. 30.	10H32	2312-01314	2	Photographic
1978. 4. 21.	10H33	30047-01330	C	Photographic
1979. 10. 4.	10H29	21716-01290	2	Photographic

* Local Time (135°E)

** Computer compatible tape

이러한 資料들은 LANDSAT 衛星에 積載된 走査式 分光 撮影機 (Multispectral Scanner System)에 의하여 測定된 것으로써, 測定直後 0 - 63 (6 bit) 사이의 Digital Data 로 변환되어 地上으로 送信되어 소정의 處理過程을 거친 후 C.C.T. 혹은 寫眞資料로서 利用者들에게 供給된 것이다.

C.C.T.에는 映像資料가 8 bit (0~255)의 數値로 收錄되어 있으며 그 밖에 각 走査線에 대한 Calibration Data가 ID, Annotation 및 SIAT data 등과 함께 收錄되어 있다. 本 研究를 爲해서는 2個 映像의 C.C.T.가 使用되었다.

寫眞資料는 衛星으로부터 받은 數值的 資料를 EBR (Electron Beam Recorder) System등을 이용하여 다시 光學的 資料로 變換시켜 film 혹은 인화지에 收錄한 것으로서 각 Band 別의 흑백사진자료나 통상 3개의 Band 를 동시에 이용한 false color composite로 만들어 진다. 이들은 使用目的 및 方法에 따라 여러가지 縮尺으로 供給되며 本 研究를 爲해서는 1:100萬의 film으로 된 것들이 使用되었다.

1 - 2. 地上測定資料

地上測定 資料를 衛星資料에 對比시킴으로서 一般的으로 使用되고 있는 濁度の 單位인 mg/ℓ 로 換算이 可能하며, 이때 使用되는 地上資料로는 衛星資料 獲得과 同時에 測定된 것이 가장 理想的이다. 그러나 衛星통과시에 맞추어 同時에 여러 곳의 定點에서 觀測하기는 그리 용이하지 않은 實情이며, 더우기 使用된 數值的 映像資料는 國內에서 衛星을 利用한 遠隔探査 分野에 관심을 가지기 전에 이미 獲得된 것들이기 때문에 이에 해당하는 同時測定資料는 전혀 없는 形편이다.

이러한 點을 補完하기 爲하여 1982년 5월과 6월에 걸쳐 研究海域內 45개 定點 (環境圖 3 參照)에서 浮遊堆積物의 量이 測定 (第II章 2節 참조)되었으며 그중 衛星資料 獲得時와 氣象 및 潮汐條件이 類似한 測定資料들이 映像資料와 對比되었다.

2. 研究方法

2 - 1. 表層 浮遊堆積物 分布

使用된 映像資料中, C.C.T. 資料는 電算處理 過程을 거쳐 自動地圖製作 (Automatic Cartography) 方法에 의하여, 寫眞 資料는 作圖에 의한 方法으로 浮遊堆積物의 相對的 分布圖가 얻어졌다.

自動地圖製作을 위해서는 France 遠隔探査事業의 하나인 FRALIT (France Littoral) 計劃에 의하여 作成된 "CITER" (Thomas, 1979) 및 "FRACARTE" (Fralit, 1977) 계통의 Programme 들 (해양연구소, 1981) 과 本 研究所가 保有하고 있는 "LAND" 係統의 Programme 들로서 處理되었다.

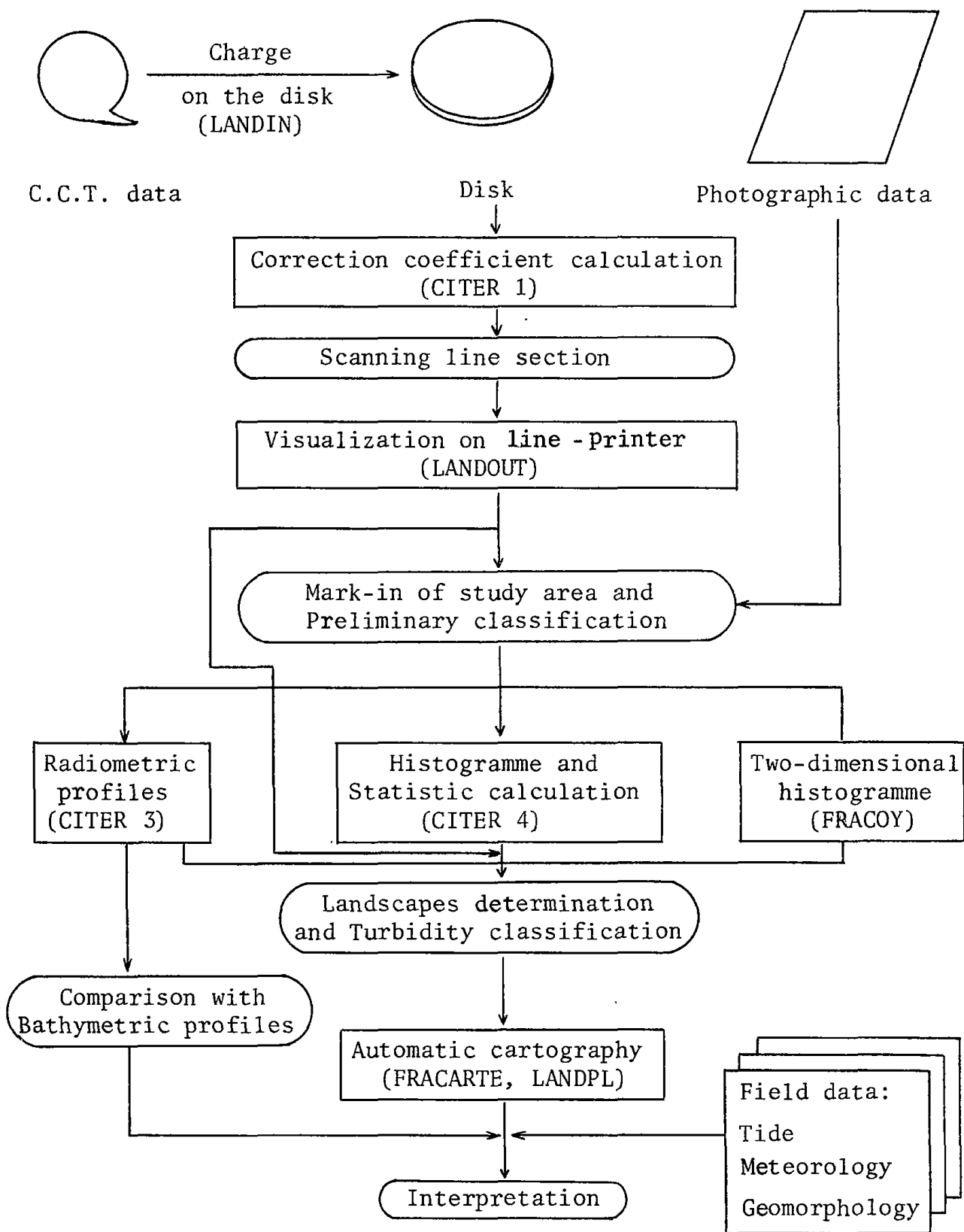


Fig. V-1. Data processing flow chart of LANDSAT imageries.

그림 V - 1 은 映像資料가 判讀될 때까지의 과정을 나타내는 系統圖이며, 그림V-2 는 資料分析을 爲해 使用된 主要 Programme 의 output 例이다.

相對的 濁度分布圖는 作圖에 의하든, 自動地圖製作 方法에 의하든, Density slicing 原理에 따라 作成되었으며 이때 濁度分析을 爲해서는 Band MSS 5, 海岸線 식별을 爲해서는 Band MSS 7 을 주로 利用하였다. 이를 爲해 France 의 CNRS 保有의 IBM 370 - 168 Computer 및 本 研究所의 VAX 11/780 Computer 가 使用되었으며 寫眞資料分析에는 KODAK CAROUSEL 850 H Projector 가 使用되었다.

2 - 2 . 潮間帶 地形

衛星에 의하여 얻어지는 映像은 넓은 지역을 한 번에 觀측할 수 있다는 利點이 있으며, 近接赤外線 (near infrared)의 特性을 利用하므로써 研究地域內 全海岸線 (water line) 形態가 同時에 觀測되었다.

各 資料의 Spectral Band MSS 7에 該當하는 映像은 35 mm slide film에 옮겨져 映寫幕上에 一定한 縮尺으로 확대된 후 海岸線이 作圖되었다. 이 때 潮間帶의 傾斜를 알기 爲해서는 資料獲得時期가 近接되어 있고 潮位의 差異가 큰 映像들 間의, 潮間帶地形의 變遷研究를 爲해서는 資料獲得時期가 떨어져 있고 潮位가 비슷한 映像들 間의 海岸線이 比較되었다.

映像資料 獲得時의 潮位는 交通部 水路局 發行 潮汐表에 의하여 計算되었다. 한편, 대부분의 映像이 相互 비슷한 氣象條件 (弱風, 快淸한 高氣壓날씨) 下에서 얻어졌으므로 氣象狀態에 따른 海面의 變化는 考慮되지 않았다.

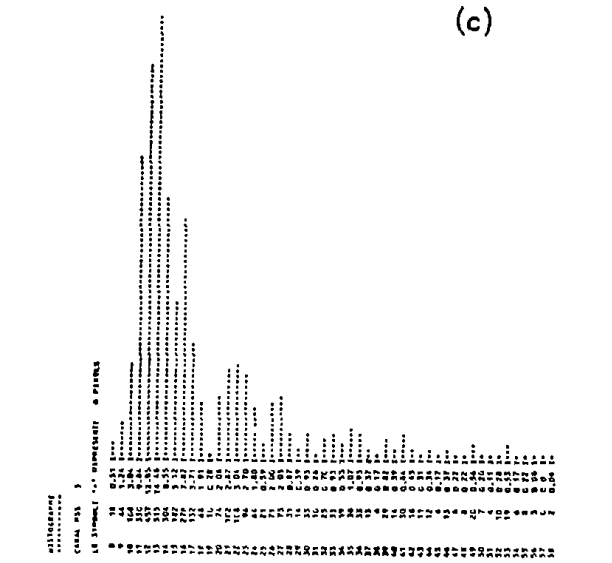
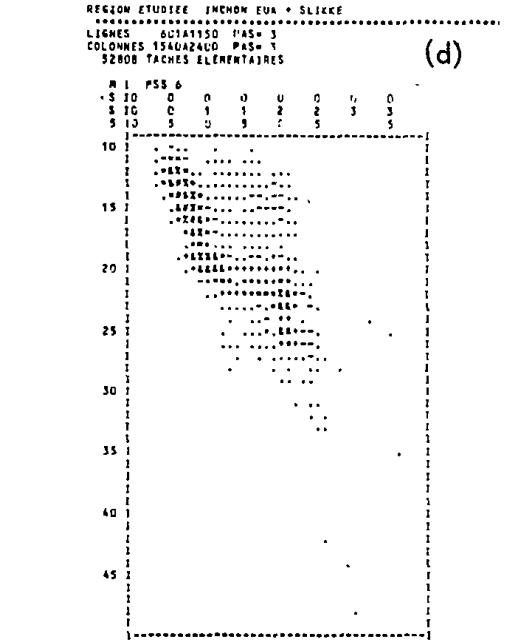
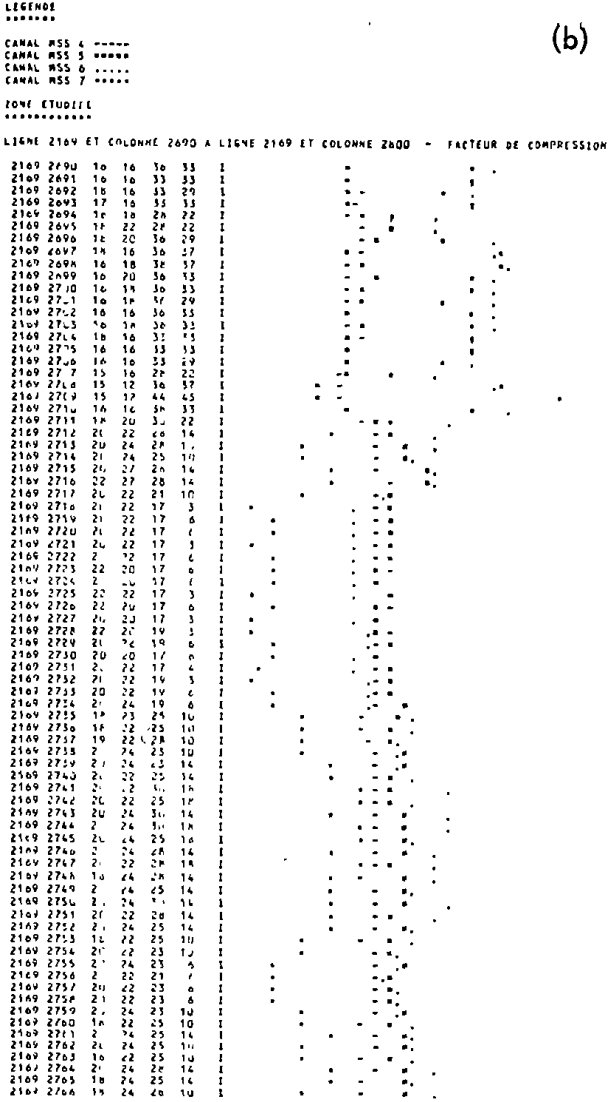


Fig. V-2. Output examples of data treatment programmes: LANDOUT(a), CITER 3(b), CITER 4(c) and FRACOY (d).

第2節 研究結果

1. 表層浮遊 堆積物 分布

1-1. 一般的 分布

各 映像에 의하여 觀察된 表層濁度는 그 分布樣相에 있어서 서로 비슷한 點을 보이고 있다. 즉 水深이 깊은 곳 보다는 얇은 곳과 細粒質 堆積物을 많이 包含하고 있는 間潮帶 부근에서 높은 濁度の 分布를 보이고 있다. 이는 表層濁도가 海岸 地形과 밀접한 關係를 가지고 있다는 것을 意味하는 것으로 생각된다. 이러한 現象은 一般的인 現象이기는 하나 各 映像을 서로 比較하여 볼 때 獲得當時 및 그 以前 數日間의 潮汐 및 氣象條件에 따라 多少 差異를 보여주어, 大潮期보다는 小潮期에, 低潮時보다는 高潮時에 撮影된 映像上에서 더욱 두드러지게 나타난다.

그림 V-3은 1972年 10月 31日 10시 45분에 撮影된 映像이다. 당시 潮差는 3.6 m (인천)로 小潮期를, 潮時는 德積島를 기준으로하여 볼 때 低潮後 4시간 47분이 경과한 狀態로써 漲潮 末期의 高潮를 나타내었다. 映像에 나타난 濁度分布는 위에서 記述한 바와 같이 海低地形, 特히 水深分布와 매우 비슷한 樣相을 보여주고 있다. 즉 泰安半島 西方으로부터 平山內 어구 부근까지 弓形으로 이어진 골 (submarine valley 또는 submarine channel)을 따라 低濁度の 分布가 뚜렷하며 牙山內灣, 南陽灣近處 및 德積島近海등 水深이 얇은 海域에는 높은 濁度の 分布가 나타난다. 그 외에도 加露林灣 어구의 장안堆, 南陽灣어구 西南方に 위치한 中央淺堆등 海低堆積體 一帶의 表面濁도가 높음이 관찰된다.

이러한 現象은 水深의 影響에 의해 일어난 것이 확실시 되나, Band MSS 5에 該當하는 波長의 光線이 약 2.5 m 이상의 海水層 以下에서 逆分散 (back scattering) 되어 되돌아오는 量이 매우 적다는 點 (Thomas, 1978) 으로 미루어 보아 光線이 海底面 자체에 直接 反射되어 생겼다가 보다는, 水深의 얇고 깊음에 따라 實際적으로 表面의 浮遊 堆積物 量이 다름으로써 일어나는 現象으로 생각된다. 즉, 浮遊 堆積

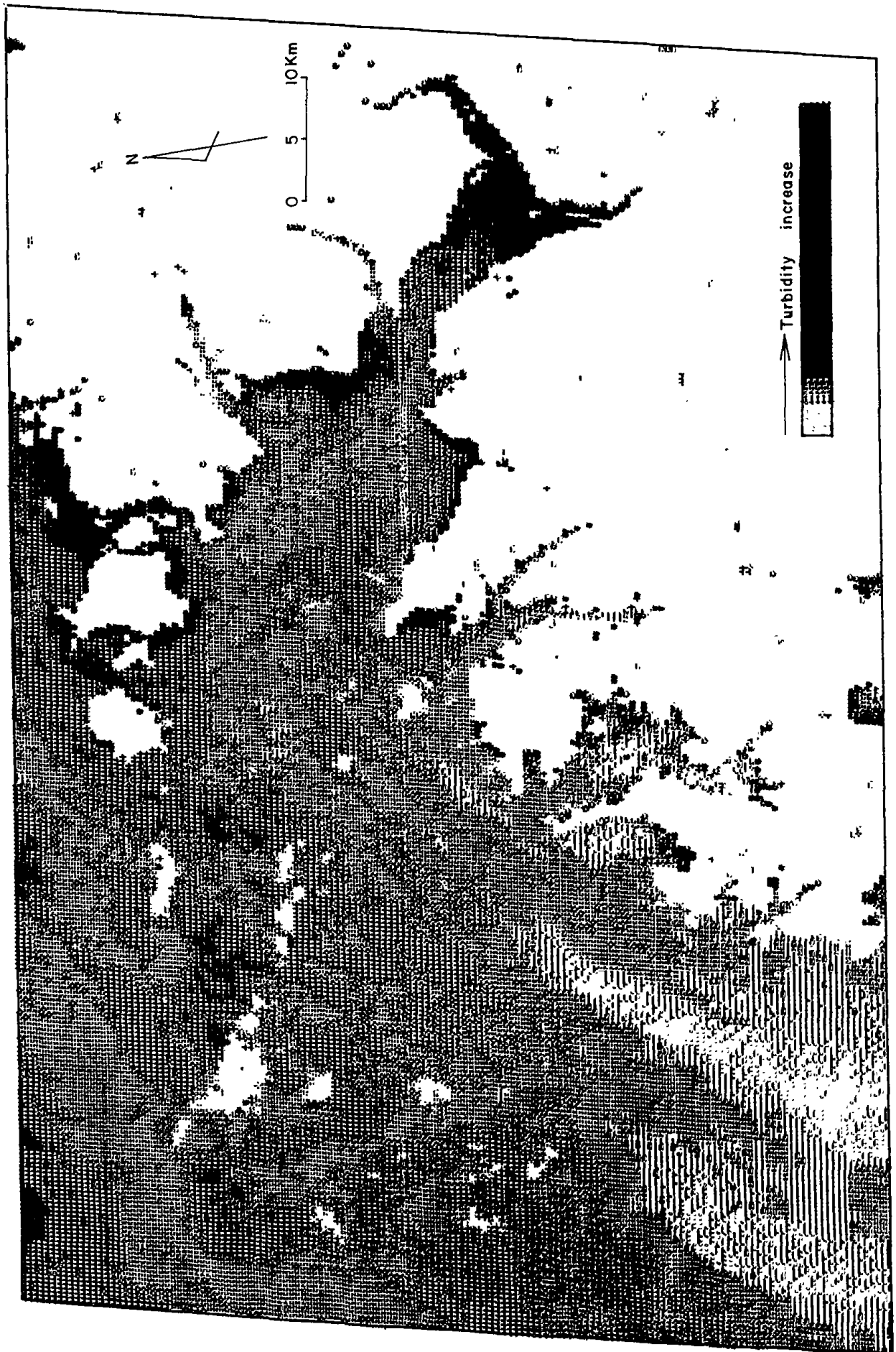


Fig. V-3. Imagery of the 31 Oct. 1972 showing relative turbidity distribution which seems to be much influenced by bottom morphology in the area.

물의 垂直 分布는 海底가 가장 높으며 上層으로 올라갈수록 減少한다는 一般的인 法則을 따라, 水深이 얇은 곳에서는 水表面이 海底와 가깝기 때문에 그 영향을 쉽게 받아 高濁도를, 水深이 깊은 곳에서는 그 反對로 低濁도를 나타냄으로서 海底地形의 樣狀이 間接的으로 海表面에 反影되었다고 믿어진다.

위와같은 關係는 該當地域內 모든 地點의 浮遊堆積物 垂直 變化率이 同一할 때 가장 理想的으로 이루어 질 것이나, 潮流 및 波濤에 依한 攪亂作用의 影響이 곳에 따라 다른 本 研究地域 같은 곳에서는 다만 대략적으로 나타날 뿐이다. 또한 험한 海上 狀態나 강한 潮流의 影響下에서는 이러한 關係가 더욱 흐트러져 海底地形의 影響이 오히려 正반대의 現象으로 나타나기도 한다. 예를 들면 映像에서 識別될 수 있는 浮遊 堆積物의 移動은 강한 潮流가 흐를 때 海底水路에서 주로 관찰되는 데, 이때 海底水路上의 表面 濁도는 水深이 더 얇은 兩側보다 더 높은 경우가 있다.

이러한 意味에서 研究에 使用된 映像中 海水의 攪亂影響이 가장 적은 時期에 얻어진 그림 V-3의 映像에 나타난 濁度分布가 다른 映像들에 비해 海底地形을 가장 잘 反影하고 있다는 사실이 쉽게 理解되며, 다른 映像을 이 映像과 比較함으로써 攪亂作用이 증가할 때 일어나는 濁度分布의 變化를 용이하게 識別해 낼 수 있다.

1-2. 環境條件에 따른 浮遊堆積物 分布

研究에 쓰여진 映像資料는 獲得當時 研究地域內的 潮汐 및 氣象條件이 各各 서로 다르며 (表 V-2) 이들은 크게 몇 가지의 境遇로 나뉘어져 分析되었다.

(1) 分布樣相

海水濁도와 깊은 關係를 가진 것으로 믿어지는 浮遊堆積物의 運搬, 堆積 및 再浮遊作用은 潮汐 및 氣象 條件에 따라 각기 特徵을 가진다. 예를 들면 거센 波濤와 강한 潮流는 모두 細粒質 堆積物의 再浮遊현상을 일으키지만 波濤에 의한 것은 水深이 깊지 않은 곳에서 주로 일어나는 한편, 潮流에 의한 再浮遊현상은 一般的으로 流速이 빠른 海低水路같은 곳에서 주로 일어날 것이며 潮流에 의한 運搬作用도 漲潮流時에는 陸地方向으로, 落潮流時에는 外海方向으로 이루어지게 된다.

Table V-2. Tidal and meteorological situations under which the imageries were obtained.

Conditions Scenes	Tide			Meteorology(Incheon)		Remarks
	Time	Height (m)	Range (m)	Wind	Precipitation (mm)	
31 Oct. 1972	LW +4 ^h 52	5.3	3.6	8.0/250	6.0	near HW, neap tide
18 Nov. 1972	LW +2 ^h 40	3.5	6.5			
16 Feb. 1973	LW +0 ^h 36	0.7	7.8	6.8/205		strong wind in the previous days. LW spring tide.
30 Nov. 1975	LW +2 ^h 36	2.9	6.9	8.5/36	7.5	
21 Apr. 1978	LW +0 ^h 53	1.6	6.9	10/225	0	
4 Oct. 1979	LW +0 ^h 57	1.2	7.9	8.3/315	17.6	near LW, spring tide
Remarks	at Pung I.			max. velocity (m) direction (degree)	Sum of the previous 10 days.	LW: Low Water HW: High Water

映像에 나타난 相對的 濁度分布는 위와같은 觀念에 입각하여 일단 定性的으로 分布되었으며 研究에 使用된 映像資料가 해당되는 條件下에서 나타나는 分布特徵들이 解析되었다.

가) 潮汐條件에 따른 分布樣相

－ 潮差의 影響

大潮期의 強한 潮流는 多量의 細粒質 堆積物의 再浮遊 시키며, 이때 빠른 落潮流와 漲潮流가 反復됨에 따라 浮遊 堆積物의 水平的, 垂直的인 擴散作用이 활발해져 潮汐의 影響이 큰 海峽內의 表層 濁度を 全般的으로 높혀 준다.

大潮期에 獲得된 1979年 10月 4日의 映像(그림 V-4)은 小潮期에 얻어진 1972年 10月 31日의 映像(그림 V-5)과 比較해 볼 때, 비록 潮時 및 資料의 陰陽 晝의 차이로 인하여 서로 比較하기가 다소 困難한 點이 없지 않으나, 大略的으로 大潮期때의 特徵이 잘 나타나고 있다. 즉 1972年 10月 31日의 映像에서는 海底 水路 등 水深이 깊은 곳의 濁도와 淺堆等 水深이 얇은 곳의 濁도가 좋은 對照(contrast)를 보여주는 반면, 1979年 10月 4日의 映像에서는 水深에 따른 表面 濁度の 差異가 크게 나타나지 않는다. 이러한 現象을 逆으로 생각하면, 濁度の 값을 絕對的값, 例를 들면 mg/l 單位의 값등으로 換算하지 않은 狀態의 映像에서 水深差異에서 오는 contrast가 좋을 수록 地域全般的으로 낮은 濁도를, 나쁠 수록 높은 濁도를 나타낸다고 大略的인 判斷을 할 수 있을 것이다. 이러한 意味에서 1979年 10月의 映像資料가 나타내는 濁도는 現狀態로는 비록 그 精確한 값을 알 수 없으나 1972年 10月의 映像資料에 比해서 상당히 높은 것으로 보여진다.

－ 潮時의 影響

潮時에 따라 變化하는 海洋物理的 條件은 우선 潮流의 方向과 速度 그리고 潮高를 들 수 있다. 映像資料上에서 觀察될 수 있는 것은 水表面의 濁度이며, 近海 海峽에서의 그 分布樣相은 上記條件에 따라 特徵을 가짐이 밝혀졌다.

水表面 濁도가 水深에 따라 變化함은 앞의 一般的 分布樣相의 考察에서 이미 말한 바 있다. 따라서 潮高가 높아질수록 海底와 水表面間의 距離가 멀어지므로 인해 表



Fig. V-4. Total imagery of the 4 Oct. 1979 showing the situation of spring tide (negative photographic data).

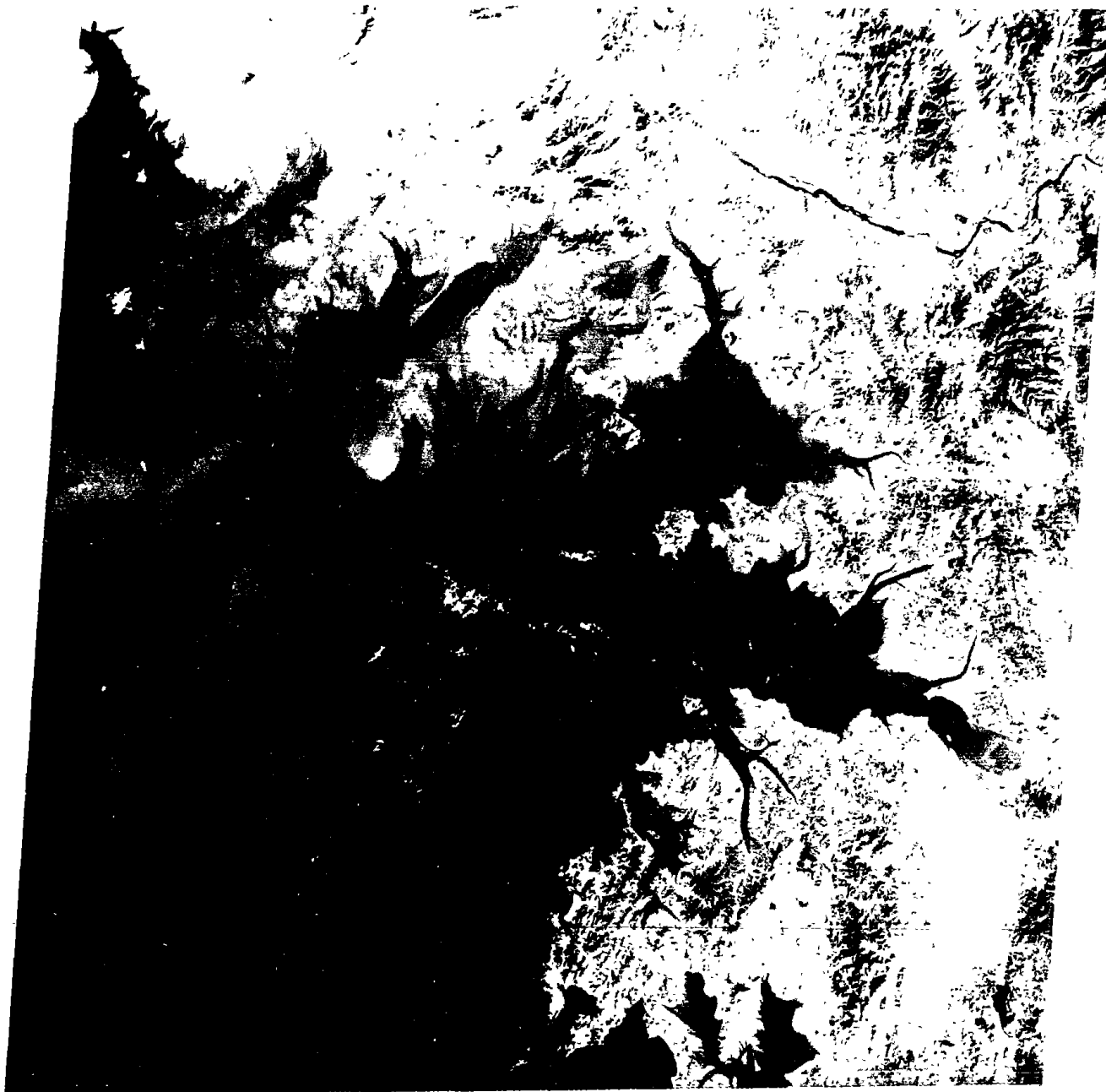


Fig. V-5. Total imagery of the 31 Oct. 1972 showing the situation of neap tide (positive photographic data).

面濁도가 一般的으로 減少하는데, 이는 高潮에 가까운 때에 얻어진 1972年 10月 31日의 映像에서 水深이 서로 다른 地域間的 濁도가 보여주는 좋은 contrast로 쉽게 관찰된다 (그림 V-3 및 V-5 參照).

研究海域內的 潮流方向은 크게 보아 漲潮流의 方向과 落潮流의 方向으로 나누어 지는데 映像資料上에서는 이에 따른 濁度分布의 特徵이 주로 海底水路上에서 잘 나타난다. 이는 海底地形의 影響으로 항상 높은 濁度を 보여주는 海底堆積體나 淺堆上에서는 濁度の 變化狀態를 관찰하기 어려운 반면, 水深이 깊은 海底水路上에서는 攪亂作用이 微弱할 때에는 海底地形의 影響으로 낮은 濁度を 보여주어, 強한 潮流 등으로 인한 攪亂作用에 따른 濁度の 增減이 쉽게 識別되기 때문에 생각된다.

그림 V-6은 落潮流時에 獲得된 映像資料가 나타내는 分布중 海底水路를 통하여 外海쪽으로 強하게 흐르는 落潮流에 依해 생겨나는 特徵的인 樣相을 보여준다.

이는 海底水路上에 생겨나는 舌狀高濁度 分布帶인데 주로 섬들사이의 狹窄한 部分으로부터 水路를 따라 外海쪽으로 길게 뻗어있는 형태를 보여준다. 特히 德積島 東側의 蘇爺道와 大伊作島사이를 통하는 西水道와 昇鳳島사이를 지나는 東水道에서 볼 수 있는 舌狀高濁度帶들은 그 規模가 매우 커서 強한 潮流가 表面濁도에 미치는 影響을 實感케 한다.

이와같이 落潮流時 海底 水路上의 表面濁도가 增加하는 現象은 外海쪽으로 흐르는 潮流에 의한 浮遊堆積物의 移動과 깊은 關係가 있는 것으로 볼 수 있다. 舌狀高濁度帶가 섬들사이의 狹窄한 部分에서 시작되는 現象을 언뜻 생각하기에는 狹窄한 部分에서 加速되어 지는 潮流에 의해 그곳의 밑바닥으로부터 再浮遊된 堆積物만으로 인해서 이러한 現象이 일어나는 것으로 느껴지기 쉬우나, 그보다는 오히려 海底水路의 底層部를 따라 육지쪽으로 부터 移動되어 오던 多量의 浮遊 堆積物이 이 部分에 와서 加速에 依한 Turbulence의 增加로 水表面까지 擴散됨으로 인해서 생기는 것으로 解析하는 것이 옳다고 생각된다. 더구나 海底水路의 狹窄한 部分附近은 強한 潮流로 인한 높은 에너지地帶로써 海底가 粗粒質堆積物로 形成되어 있어 (環境圖 5 參照), 순전히 再浮遊現象만에 의한 濁度は 이처럼 表面에 까지 큰 影響을 주지 못할

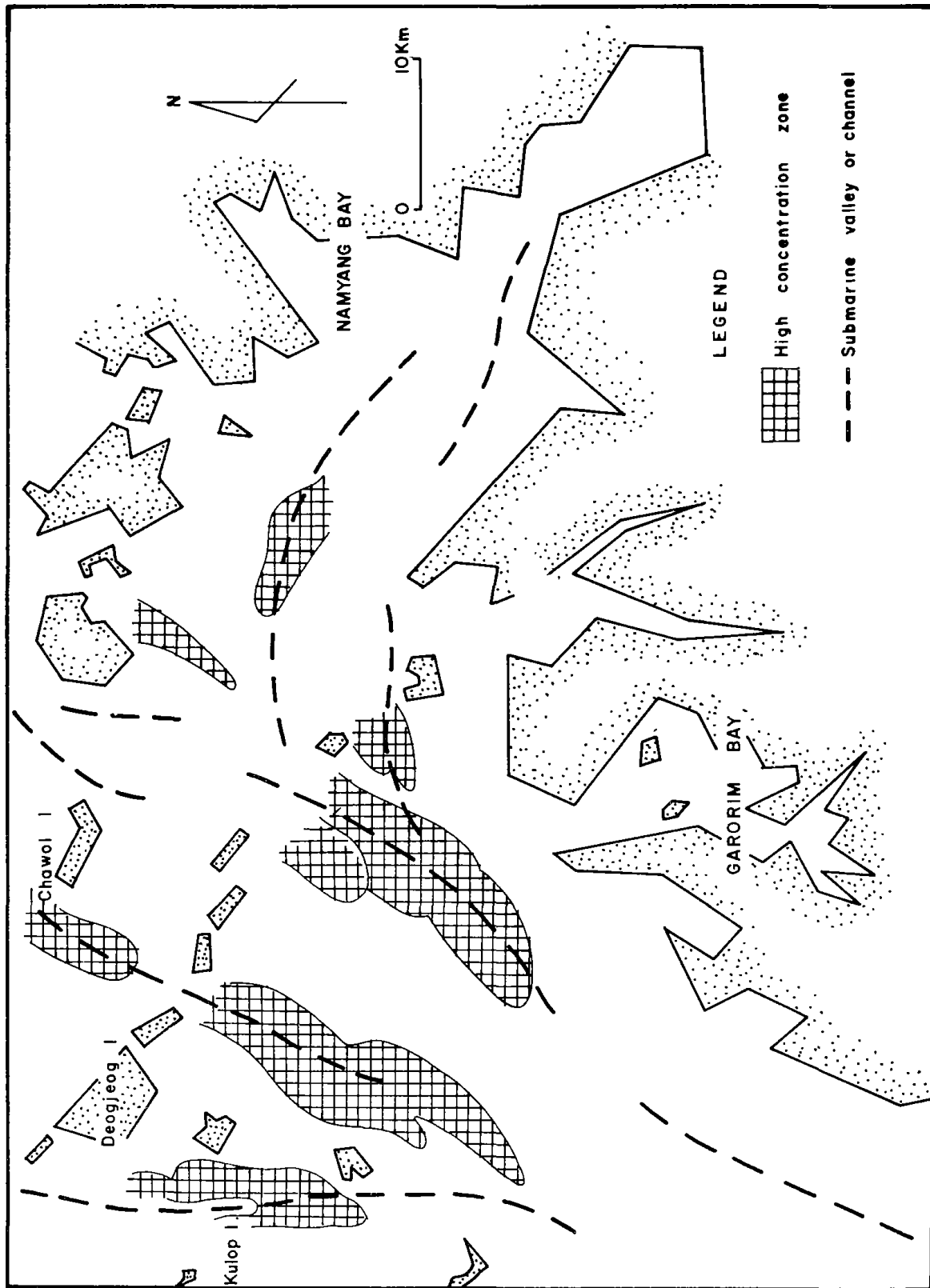


Fig. V-6. Sketch showing characteristic surface distribution of suspended sediments near low water .

것으로 보인다. 이로 미루어 볼 때 落潮流時에 東水道 및 西水道에 나타나는 大規模 舌狀高濁度帶는 京畿灣一帶로부터 移動해 온 浮遊堆積物이 本 研究 海域內로 大量으로 流入되는 現象을 意味하는 것으로 보여진다. 東水道와 西水道 以外에 屈業島와 德積島間을 通하는 海底水路를 통한 流入現狀도 그곳에서 나타나는 舌狀高濁度帶로써 알 수 있다.

落潮流에 따라 京畿灣一帶로 부터 移動되어 오는 것에 比하면 牙山內灣으로부터 外海로 이어지는 水路들을 通한 浮遊堆積物의 移動은 比較的 그 量이 적음을 그곳에 나타나는 舌狀灣濁度帶의 矮小함으로 보아 알 수 있다.

漲潮流에 의한 特徵的 分布樣相역시 浮遊堆積物의 移動狀況을 나타내어주고 있으나 그 方向이 落潮流와는 反對이며 水表面에 나타난 現象은 落潮流時의 境遇에 比해 뚜렷하게 나타나지 않는다는 것이 特色이다. 그림 V-7은 漲潮流時에 獲得된 映像資料들에서 觀察되는 特徵的인 濁度分布樣相을 보여준다. 이에 따르면 漲潮流時의 特徵的인 分布樣相은 落潮流의 것에 比해 매우 對照的으로 나타나는 데 이는 潮流의 方向이 外海로 부터 陸地쪽으로 됨에 起因하는 것임이 確實視된다. 따라서 이 現象은 漲潮流에 따른 浮遊堆積物의 陸地方向 移動狀況을 명백히 보여주는 데 그 通路는 大概 落潮時처럼 주로 東水道와 西水道인데 德積島와 屈業島사이로 나있는 南北 方向의 水道를 通한 移動도 두드러진 것으로 觀察된다.

또한 그림 6 과 7에서 보여주는 樣相을 서로 比較하여 볼 때, 落潮流時에 海低 水路上에 나타나는 舌狀 高濁度帶는 水路軸을 따라 길게 번어 있는 形態를 보임에 반하여 漲潮流時의 것은 그림에서 보는 바와 같이 比較的 짧막하며 中心部의 濁度は 오히려 낮은 것으로 나타난다.

나) 氣象條件에 따른 分布樣相

어떠한 時點에서의 海水濁도에 影響을 미치는 氣象學的 要素는 그 以前 數 日間의 海上狀態와 陸上集水域의 降雨量을 一般的으로 들 수 있다. 이는 높은 波濤가 持續的으로 치는 동안 淺海域에서 細粒質堆積物의 再浮遊가 활발히 일어나며

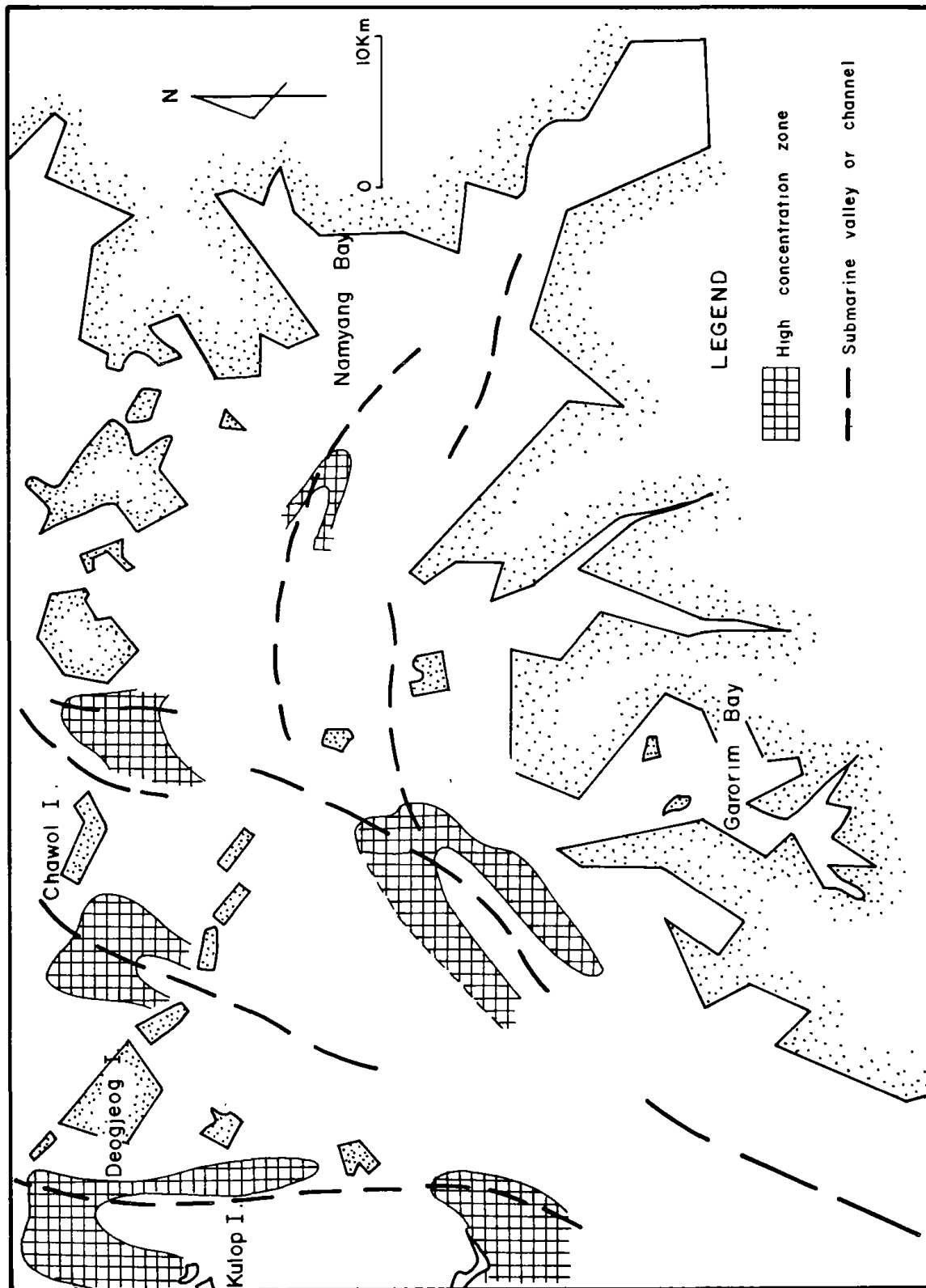


Fig. V-7. Sketch showing characteristic surface distribution of suspended sediments near high water.

降雨량이 많은 時期에는 流入河川의 流水量이 증가하여 많은 細粒質堆積物이 바다로 流出되기 때문이다.

－ 海上狀態의 影響

映像에서 觀察된 바에 의하면 研究海域內 海水表面濁度分布樣狀에 미치는 海上狀態의 影響은 대단히 큰 것으로 나타났다.

1973年 2月 16日의 映像(그림 V-8)이 獲得하기 10餘日前인 2月 6日과 7日 兩日에 仁川에서 記錄된 日平均風速은 各各 11 m/s 와 9 m/s 였다. 그 以後 2月 16日 以前까지의 日平均風速은 거의가 5.5 m/s 이상으로써 強한 風速을 나타내었다.

이 映像에 나타난 濁度分布는 그 樣相이 매우 단조로와 低濁度部分과 高濁度部分의 差異가 거의 없을 정도이다. 이는 높은 波濤가 지속해서 일어남에 따라 再浮遊된 海底 堆積物이 波濤 및 潮流에 依해 쉽게 퍼지기 때문인 것으로 解析된다. 水深이 다른 地域間의 contrast 가 매우 적은 것으로 미루어 보아 全體的인 濁度는 상당히 높은 것으로 보인다. 이는 大潮期 低潮에 가까운 때에 獲得됨으로서 이 映像의 寫眞資料(그림 V-9)를 이와 비슷한 潮汐環境을 가진 1979年 10月 4日 映像의 寫眞資料(그림 V-4參照)와 比較해 보면 더욱 明白해지는 데 後者의 境遇, 이 映像보다는 좋은 contrast 를 보여줌으로써 相對的으로 全般的인 濁도가 낮다고 할 수 있기 때문이다.

특히 1973年 2月 16日의 映像에서는 南陽灣등 小灣들의 附近에서 나타나는 濁도가 그 外側보다 낮은 것이 特徵인데, 이는 높은 波濤가 바깥쪽에서 이미 衰殘하여 이런 곳에서는 활발한 再浮遊를 일으키지 못함으로 인한 것으로 보인다.

－ 河川 流水量의 影響

本 研究海域 및 京畿灣一帶로 流入되는 河川中 가장 많은 流水量을 가진 것은 韓半島 中部地方의 大部分을 集水域으로 가지고 있는 漢江이며 映像上에서 볼 수 있는 全般的인 濁度分布를 볼 때 이 江으로부터 排出되는 浮遊堆積物의 影響은 매우 큰 것으로 생각된다. 따라서 河川流水量에 對한 研究에서는 주로 漢江集水域

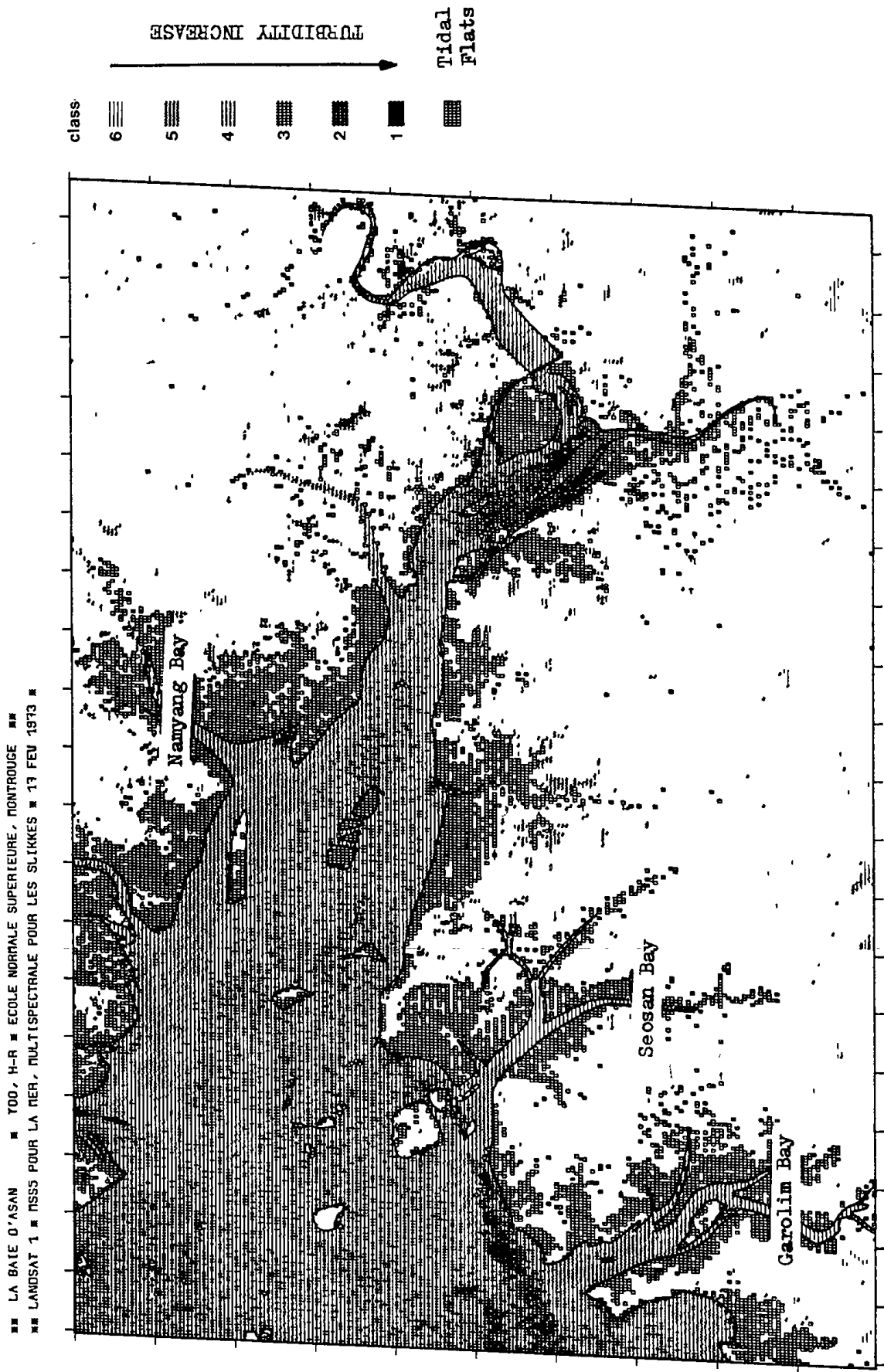


Fig. V-8. Imagery of the 16 Feb. 1973 showing the influence of bad weather in the previous days.

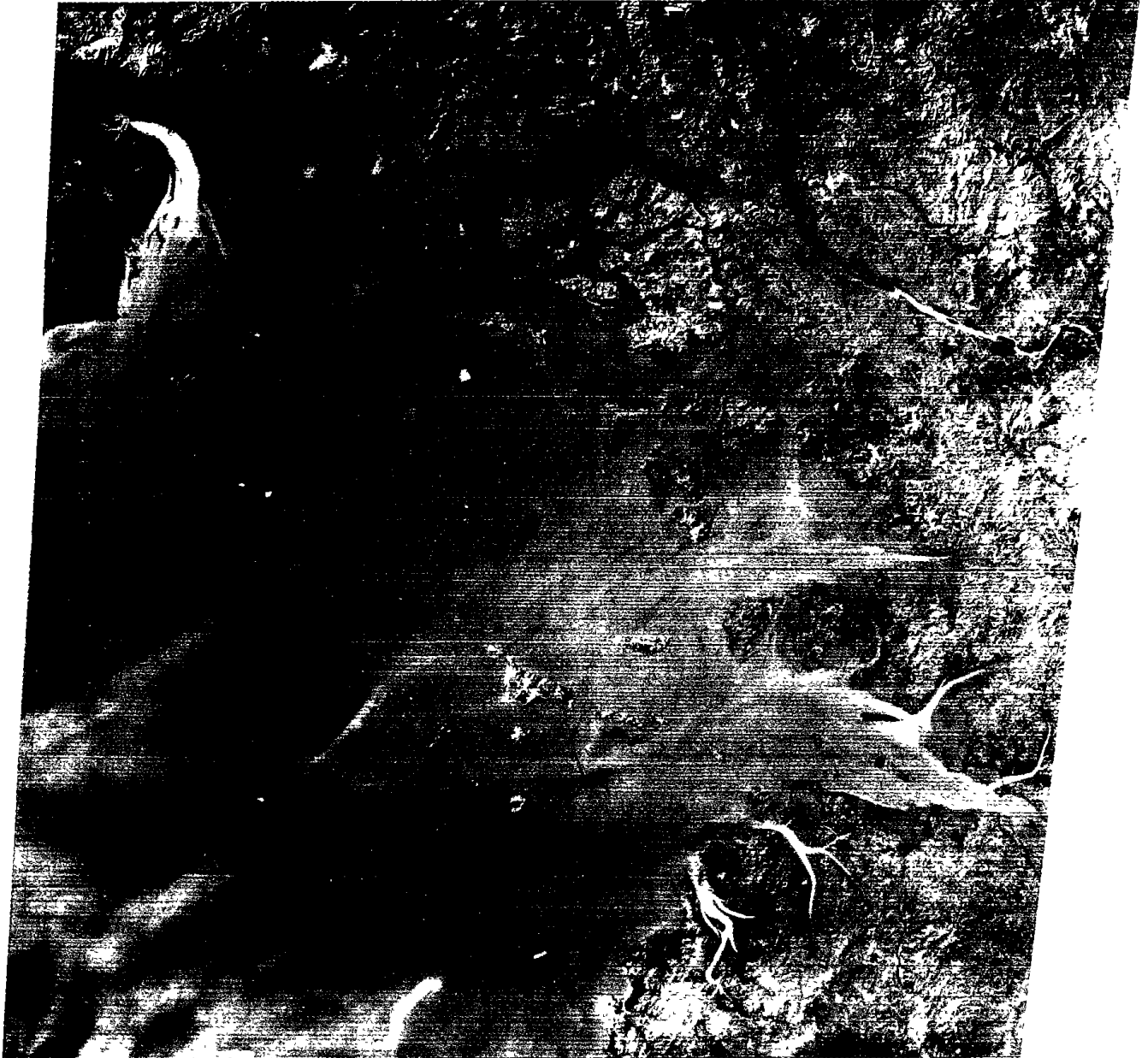


Fig. V-9. Negative photographic data of total imagery of the 16 Feb. 1973.

의 降雨量을 參考하였다.

1972年 10月中 漢江集水域의 降雨量은 비교적 높아 3日과 15日에는 一日降雨量이 서울, 仁川, 春川을 합하면 45mm를 넘었으며 21日에는 春川 한 地方에만 약 20mm의 비가 내렸다. 그러나 10月 31日의 映像資料上(그림 V-3 및 V-5參照)에서는 特別한 現象을 發見할 수 없었으며 오히려 다른 映像들에 比하여 낮은 濁度를 보여 준다. 이는 그 정도의 降雨量으로는 研究海域에까지 影響을 미칠 만큼 漢江으로부터 充分한 浮遊堆積物이 排出되지 않았거나, 排出되었다 하더라도 심한 潮汐등 다른 要因에 의해 觀察되기 어렵게 되었기 때문인 것으로 추리되나, 平常時의 漢江 流水量은 그 上流에 있는 많은 댐들에 의해 調節되어지고 있으며 漢江뿐 만 아니라 臨津江, 禮成江등으로부터 흘러드는 것도 있어 漢江集水域의 降雨資料만 가지고는 分明히 알아내기 困難하다.

우리나라는 장마철에 該當하는 6, 7, 8月의 降雨量이 年 總量의 약 55%나 된다. 따라서 이 時期에 漢江等 河川으로부터 排出되는 堆積物의 量은 年中 가장 많을 것으로 생각된다. 不幸히도 이 期間에는 恒時 많은 구름이 끼어 衛星에 依한 觀測이 어려운 實情이다. 그러나 장마철이 지난 후 가장 빠른 時期의 맑은 날 獲得된 映像이 있다면 그 價値는 至大하다 하겠다. 現在로서는 資料蓄積의 빈약성으로 인해 어렵지만, 앞으로 이러한 映像을 獲得할 수 있는 可能性은 크며 이에 대한 分析을 함으로서 더욱 훌륭한 結果를 얻을 수 있을 것이다.

(2) 分布量

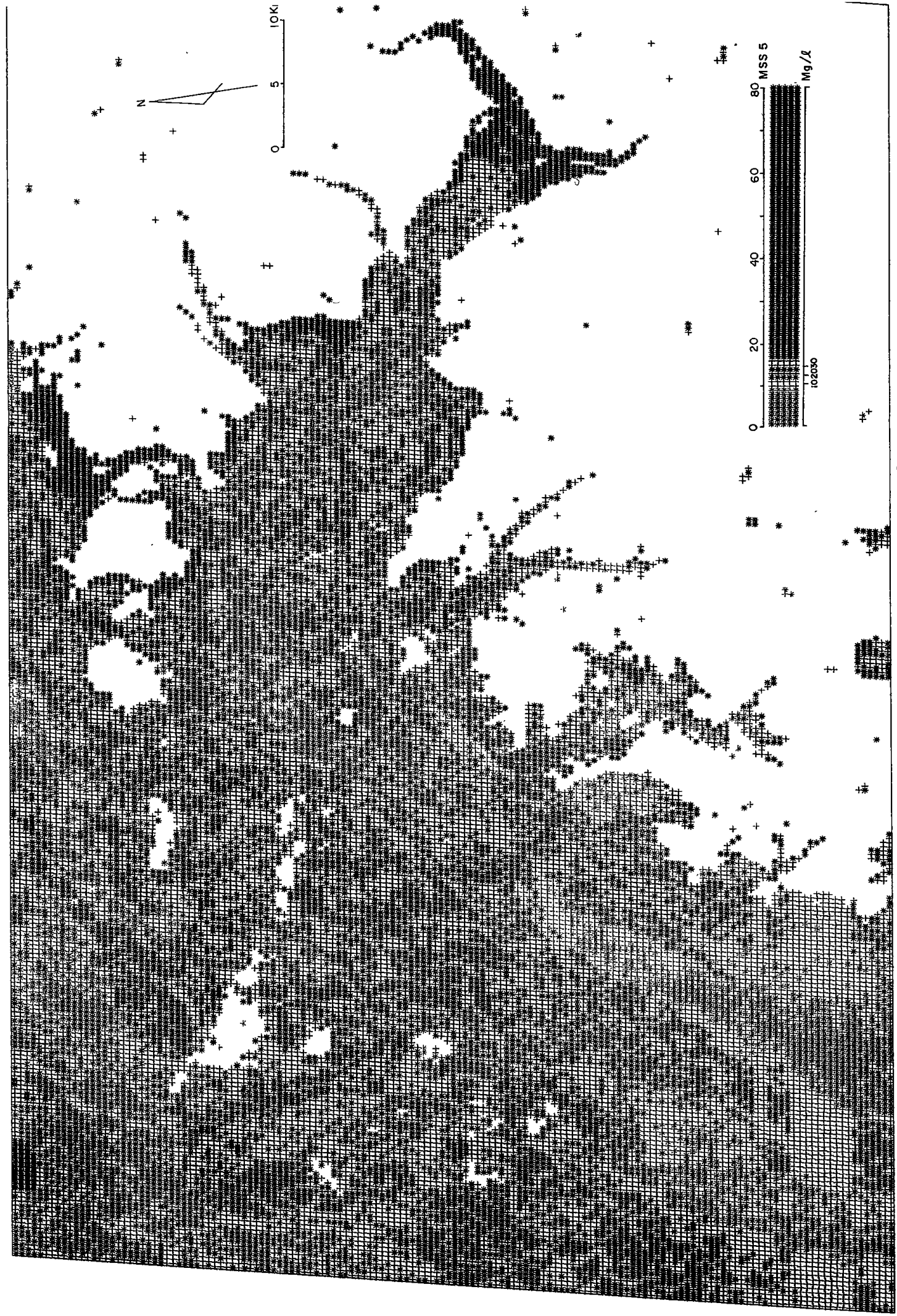
映像에 나타난 濁度가 環境條件의 變化에 따라 增加하는가 減少하는가를 알기 爲해서는 各各 다른 環境下에서 獲得된 映像資料間의 比較에 의해서만이 可能하다. 따라서 映像資料間에 서로 比較하기 以前에 먼저, 現場資料와 對比하는 等 適當한 方法 利用하여 그 濁度값을 校正해 주어야 하는 것이 原則이다. 그러나 비록 校正過程을 거치지 않았다 하더라도 그림 V-7 과 V-8 이 보여주는 바와같이 그 差異가 크게 나타날 때에는 contrast 等 定性的인 考察을 통해 大略的인

比較는 이루어질 수 있다.

研究期間중에 測定된 現場資料와 諸條件이 符合하는 映像資料는 2 개로서, 이들에 對해서는 mg/l 單位의 濁度가 구해졌으며 그 이외의 것들에 대해서는 上記한 바와 같이 定性的인 分析만이 이루어지었다. 이에 따르면 研究海域의 表層 浮遊堆積物의 量은 一般的으로 小潮期 보다는 大潮期에, 高潮時 보다는 低潮時에 가까운 때 많은 것으로 나타났다. 이렇게 볼 때 mg/l 單位의 量이 얻어질 수 있었던 1972年 10月 31日 字 映像은 小潮期 高潮期에 獲得된 것으로서 潮汐에 따른 浮遊堆積物量變化의 下限에 가까운 狀態를 보여주며, 1979年 10月 4日 字 映像은 大潮期 低潮時에 獲得되어 그 上限에 가까운 量을 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 이 두 映像으로써 研究海域內에서의 潮汐에 따른 大略的인 浮遊堆積物 變化幅을 알 수 있게 된다.

그림 V-10 은 1972年 10月 31日 字 映像에 나타난 浮遊堆積物 分布이다. 青色으로 表示된곳은 $10 mg/l$ 미만, 綠色은 $10 \sim 20 mg/l$, 赤色은 $20 \sim 30 mg/l$ 를, 그리고 黑色은 $30 mg/l$ 以上の 浮遊堆積物分布를 나타내는 데 이는 現場測定값과 映上資料上的 同一定點이 가진 數値를 그림 V-11 에서 보는바와 같이 X-Y 座標上에서 對比시켜 얻은 것이다. 한 映像上에서의 濁度變化幅이 클때는 mg/l 單位값과 映像의 band MSS 5 數値의 關係가 指數函數의 關係를 나타내나 (Monday and Alfoldi, 1979; Yoo, 1982), 불과 $5 \sim 35 mg/l$ 정도의 좁은 範圍에서의 變化는 大略 一次函數의 關係로 表現할 수 있다고 보고 計算하였다.

그림 V-10 이 보여주는 分布를 살펴볼 때, 外海側인 研究海域 西南部에서는 大概 $10 mg/l$ 以下の 값을 나타내어 加露林 및 瑞山灣內部 地域과 함께 가장 낮은 浮遊堆積物 濃度를 보여주며, 永興島, 大阜島 등의 南側을 지나 牙山內灣으로 이어지는 海底水路上을 따라 $10 \sim 20 mg/l$ 의 濃度가 分布되어 대개 $20 \sim 30 mg/l$ 濃度를 보여주는 大部分의 餘他海域과 구분된다. $30 mg/l$ 以上の 濃度를 나타내는 곳은 대개 南陽灣等 여러 小灣內에 발달되어 있는 潮間帶附近이며, 海底水路를 따라 強



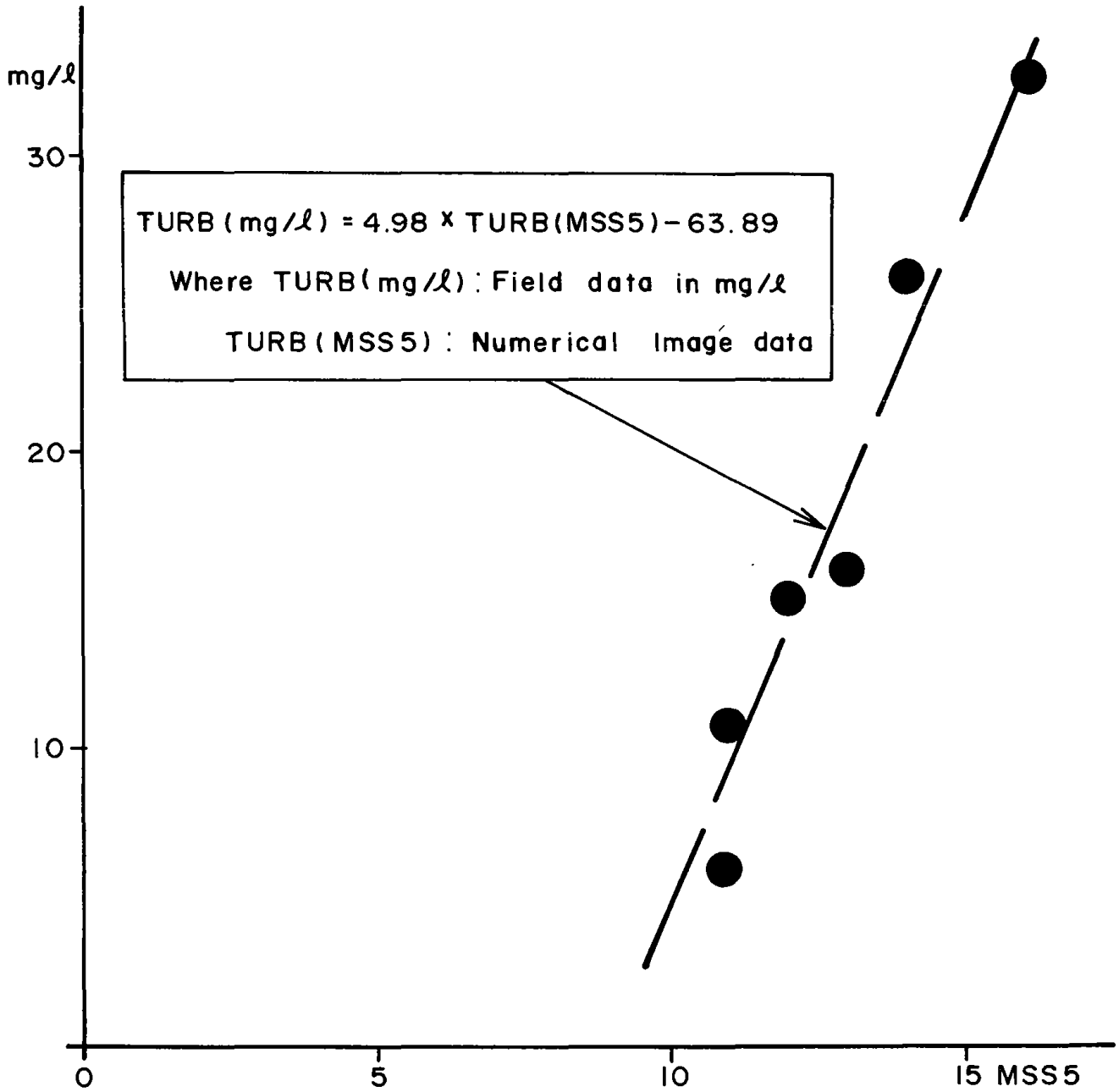


Fig. V-11. LANDSAT MSS 5 numerical data on the imagery of 31 Oct. 1972 versus measured surface concentration of suspended sediments in mg/l

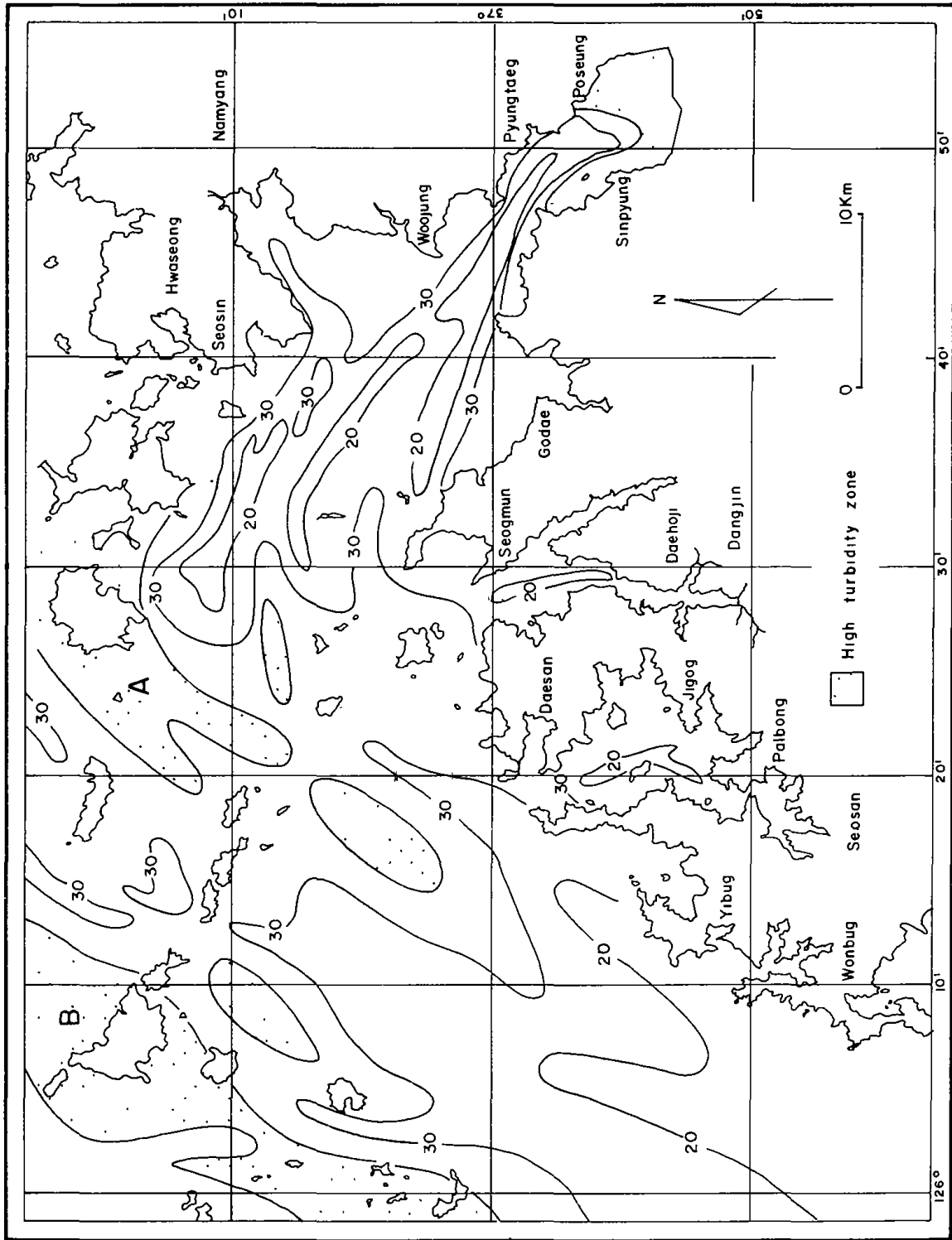


Fig. V-12. Surface distribution of suspended sediment concentration in mg/l of low water by spring tide (4 Oct. 1979).
 Spring tide LW + 0h 57 m

하게 흐르는 漲潮流에 의해 나타나는 高濁度帶 (그림 V-7 參照) 中 東水道와 西水道에 의 것 등 역시 $30 \text{ mg}/\ell$ 이상의 濃度를 보여준다. 牙山灣의 南北兩岸의 潮間帶地域의 濃度를 서로 比較해 볼 때 南岸쪽의 濃度가 더 낮은 分布를 가지는 것은 흥미롭게 느껴진다.

그림 V-12 는 1979年 10月 4日의 映像과 5個所에서 測定과 現場資料를 綜合하여 얻은 mg/ℓ 單位의 大略的인 濃度分布圖인데, 作圖에 의해 等濃度線이 그려졌다. 資料의 不足으로 말미암아 $30 \text{ mg}/\ell$ 以上の 濃度는 더 細分시키지 못하였다. 그러나 京畿灣쪽의 東水道上이나 德積島 附近의 海堆上等에 매우 높은 濁度の 分布帶 (점진 部分)가 形成되어 있으며, 거의 같은 潮汐條件下에 京畿內灣一帶에서 測定된 資料 (海洋研究所, 1981)를 利用해 얻어진 京畿灣全體의 濁度分布 (Yoo, 1982)를 參照할 때, 그림 V-12에 表示되어있는 A 및 B 地域의 大部分의 濁도가 大略 $100 \text{ mg}/\ell$ 를 넘는 것으로 보인다. 그림 V-10 과는 對照的으로 東水道 및 西水道等 海底水路上의 濁도가 높아 (前記 “潮時의 影響”參照) 이 부분에서의 潮汐에 따른 變化는 큰것으로 보이며, 그 以外 部分에서는 小潮期高潮時에 비해 $10 \sim 20 \text{ mg}/\ell$ 정도의 增加를 보여주고 있다.

現在로서는 어려우나, 資料蓄積에 의해 潮汐 및 氣象條件에 따른 各 境遇別로, 寫眞資料가 아닌 數值的 資料의 映像間에 mg/ℓ 單位로 이루어질 때 地域內 各部分에서의 浮遊堆積物 濃度變化圖作成等 더욱 자세한 研究가 可能한 것으로 생각된다.

2. 潮間帶 地形

研究地域內的 潮間帶는 近來에 와서 더욱 活發해진 防潮堤 建設에 의한 干拓地 開發등, 人工構造物의 增加로 그 形態가 變化하였으며, 앞으로도 時間이 흐름에 따라 더욱 더 變遷할 것으로 豫想된다. 또한 現在 以後로 變化하는 狀態는 過去것과 比較를 함으로써만 알 수 있다. 따라서 어떠한 時點에서의 潮間帶 地形을 觀測해 놓음은 매우 重要한 意味를 가진 것으로 보인다. 한편, 現場實測이 매우 어

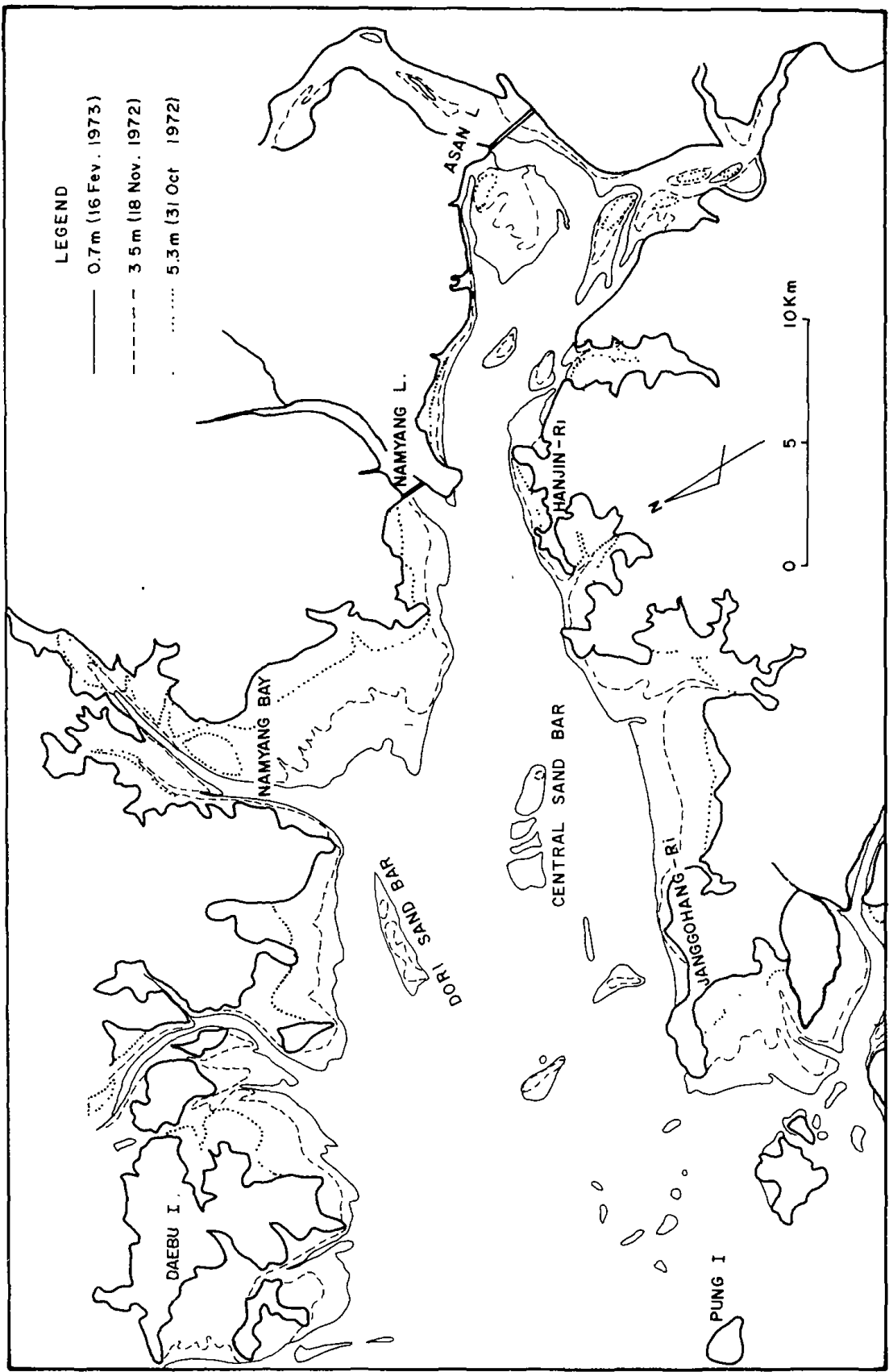


Fig. V-13. Tidal flats, in Asan Bay, observed by LANDSAT between late 1972 and early 1973. Shown levels are the water heights from nearly lowest low water at Pung Island.

려운 潮間帶에 대한 遠隔探查技術의 應用은 더욱 必要不可缺한 것으로 믿어진다.

앞서 말한 바와 같이 LANDSAT 衛星의 Band MSS 에 該當하는 近接赤外線 (near infrared)는 水面에서 거의 全量이 흡수되어 버리는 特性을 가졌는데, 이를 利用하여 潮位에 따른 海岸線의 位置를 觀察함으로써 그 形態 및 變化相을 알아볼 수 있다. 다만, 映像獲得當時의 實際적인 潮位와 研究에 使用된 交通部 水路局 發行의 潮汐表의 것과는 氣象狀態等의 影響으로 多少 差異點이 있을 것이며 또한 地域에 따라 潮時 또한 조금씩 달라 매우 精密한 分析이라기 보다는 一段 全體的인 輪廓을 爲한 것으로 볼 수 있다.

2-1. 1972年末~1973年初의 地形

그림 V-13 은 1972年 10月 31日, 11月 18日 그리고 1973年 2月 16日의 映像資料가 보여주는 海岸線 (waterline)을 중첩해 놓은 것이다.

資料獲得當時의 潮位는 豐島附近에서는 各各 차례로 5.3m, 3.5m 그리고 0.7m 였으며, 한진리附近에서는 各各 5.9m, 3.9m 및 0.7m 였다. 岸線 (coastline)은 平均海面으로부터 大略 大潮乘의 半을 더한 높이에 있다고 볼 때, 豐島附近에서는 水深基準面上 8.3m, 한진리 附近에서는 9.3m에 位置한다.

이 期間中에는 비록 風浪이 잦은 겨울철이 들어 있지만 外海로부터 깊숙히 들어 온 곳에 있으며 또한 불과 4個月 남짓한 짧은 기간이므로, 그림에 나타난 地域에서는 映像에서 쉽게 識別할 수 있을 정도로 큰 地形變化가 없다고 간주하고 分析이 행하여졌다.

潮間帶의 大部分은 牙山內灣, 南陽灣 및 瑞山灣等 小灣들의 內部나 그어구와, 永興島, 大阜島와 陸地사이에 主로 分布하며 都里淺堆, 中央淺堆等과 같이 陸地와는 獨立的으로 存在하기도 한다.

1973年 2月 16日의 映像에 나타난 潮間帶中 그림V-9가 포함하는 部分의 露出 總面積은 약 320 km²인데, 그중 약 60%에 該當하는 190 km²가량이 永興島와 牙山防

潮堤를 잇는 海岸線上에 分布하여 牙山灣의 南岸과 北岸의 差異點을 보여주고 있다. 특히 南陽灣의 東岸과 南陽防潮堤사이의 것은 전체 潮間帶 面積의 20%가 넘는 70 km² 가량의 넓이를 가져 그림에 나타난 것들중 單一潮間帶로서는 가장 넓으며, 이곳은 海岸線(waterline)이 岸線(coastline)으로부터 7 km餘나 떨어져 있는 곳도 있어 마주보는 南陽灣의 西岸의 貧弱한 潮間帶에 비해 極甚한 對照를 보여준다.

牙山防潮堤의 北西側에 位置하고 있는 潮間帶는 다른 sand bar 들과는 달리 形態가 圓形에 가까와 特異한 面貌를 보이는데 아마도 1960年代末에 工事가 進行된 牙山防潮堤의 建設과 關係가 있는 것으로 미루어진다.

都里淺堆와 中央淺堆는 灣內水路의 方向과 같은 方向으로 긴 形態를 보이고 있어 波濤보다는 強한 潮流의 影響이 훨씬 더 큰 것으로 생각된다. 實際로 이곳은 外海로부터 깊숙히 들어와 있어 平常時에는 波濤의 影響이 微弱할 것으로 보인다.

같은 地域에서 1972年11月18日의 影象에서 水面밖으로 드러난 潮間帶의 面積은 약 220 km² 으로서, 수면이 약 2m 낮은 1973年2月13日의 映像이 보여주는 面積보다 30餘%가 減少되었다. 두 映像에서 나타나는 海岸線 相互間의 距離는 各 地域마다 그 傾斜에 따라 다른데, 潮間帶의 幅이 좁은 곳에서는 傾斜가 심해 그 距離가 크지 않은 것이 當然하나, 南陽灣 및 瑞山灣의 東岸等에서는 같은 潮間帶上에서라도 部分에 따라 달라, 南陽灣 東岸의 것의 境遇, 潮流가 比較的 빠른곳으로 보이는 北端과 南端에서는 두 海岸線이 매우 近接해 있어 가파른 傾斜를, 그 中間部分에서는 2 km 이상 떨어져 있어 0.15% 以下の 緩慢한 傾斜를 나타내고 있다.

都里淺堆와 中央淺堆를 比較해 볼 때, 약 3m의 水面上昇으로 因해 거의 全體가 물에 잠기는 中央淺堆보다, 그렇지 않은 都里淺堆의 높이가 더 높음을 알 수 있는데 이는 都里淺堆가 바위섬인 都里島에 依持해서 發達되어 있다는 理由以外에, 牙山灣의 潮流分布와도 關聯이 있는 것으로 생각된다.

1972年10月31日의 映像에서 나타난 潮間帶의 넓이는 위와 같은 地域內에서 약 100 km² 로, 1972年2月16日의 것에 比較해서는 70% 정도, 1972年11月18日의 것 보

다는 55% 정도가 減少한 넓이를 보여준다. 이렇게 볼 때 전체적으로 보아 高度0.7 m (漢津里基準)에서 3.9 m 까지 약 2 m 高度사이보다, 이와 대략 같은 高度差異를 가지는 3.9 m 까지 5.9 m 사이의 면적이 더 넓어, 後者의 境遇가 더 緩慢한 傾斜를 가지는 것으로 나타났다. 한편 都里淺堆 및 中央淺堆等은 全體가 물에 잠겨있으며, 牙山防潮堤西北側의 圓形潮間帶等은 극히 일부만이 水面上으로 露出되어 있어 이들 大部分의 表面이 5.9 m 以下の 水準에 있음을 알 수 있다.

2-2. 1972年 11月~1975年 11月 사이의 變化

潮汐條件이 똑같은 狀態下에서 獲得된 서로 다른 날자의 映像을 가진다는 것은 資料蓄積이 充分치 않은 現在로서는 우연의 일치에 의하지 않는 한 거의 不可能하다고 볼 수 있다. 그러나 아주 똑같지는 않지만 서로 비슷한 潮汐條件下에서 얻어진 LANDSAT 映像은 이 衛星軌道의 太陽에 대한 同時性 (sun-synchronous orbit)으로 인해 비교적 많이 存在한다. 이러한 映像들이 同一한 地域內에서 서로 아주 다른 形態의 海岸線을 보여줄 때, 우리는 그 映像들이 隔한 時間사이에서 潮間帶 地形의 變化가 일어났다는 것을 알 수 있다. 특히 潮位가 相對的으로 낮은 때 얻어진 映像보다 그 以後 潮位가 높을 때 얻어진 것이 보여주는 海岸線이 陸地로부터 바다쪽으로 더 前進해 있는 狀態를 보여줄 때 그 地域에서는 그동안 堆積作用이 일어났다는 것을 알 수 있으며, 反對로 위와같은 現象을 보여주는 두 映像의 獲得時期가 서로 바뀌어 있을 境遇 浸蝕作用이 일어났다고 볼 수 있다.

그림 V-14는 漢津里에서 3.2 m의 潮位를 보일 때 獲得된 1972年 11月 18日의 映像과 3.9 m의 潮位일 때 얻어진 1975年 11月 30日의 것에 나타내는 潮間帶의 範圍인데 두 映像의 것이 거의 同一한 곳에서는 最近의 것인 1975年 11月 30日의 映像의 것만(그림에서 實線)表示한 것이다. 두 映像의 潮位차는 약 0.7m로서 높은 潮位때 얻어진 1973年 11月 18日의 海岸線이 1975年의 것에 비해 一般的으로 더 陸地쪽에 位置하여 있다. 그러나 그림에서 보는 바와같이 牙山防潮堤 西北方に 있는 圓形 潮間帶의 西側(A부분)에서는 海岸線이 交叉함으로서, 더 높은 潮位

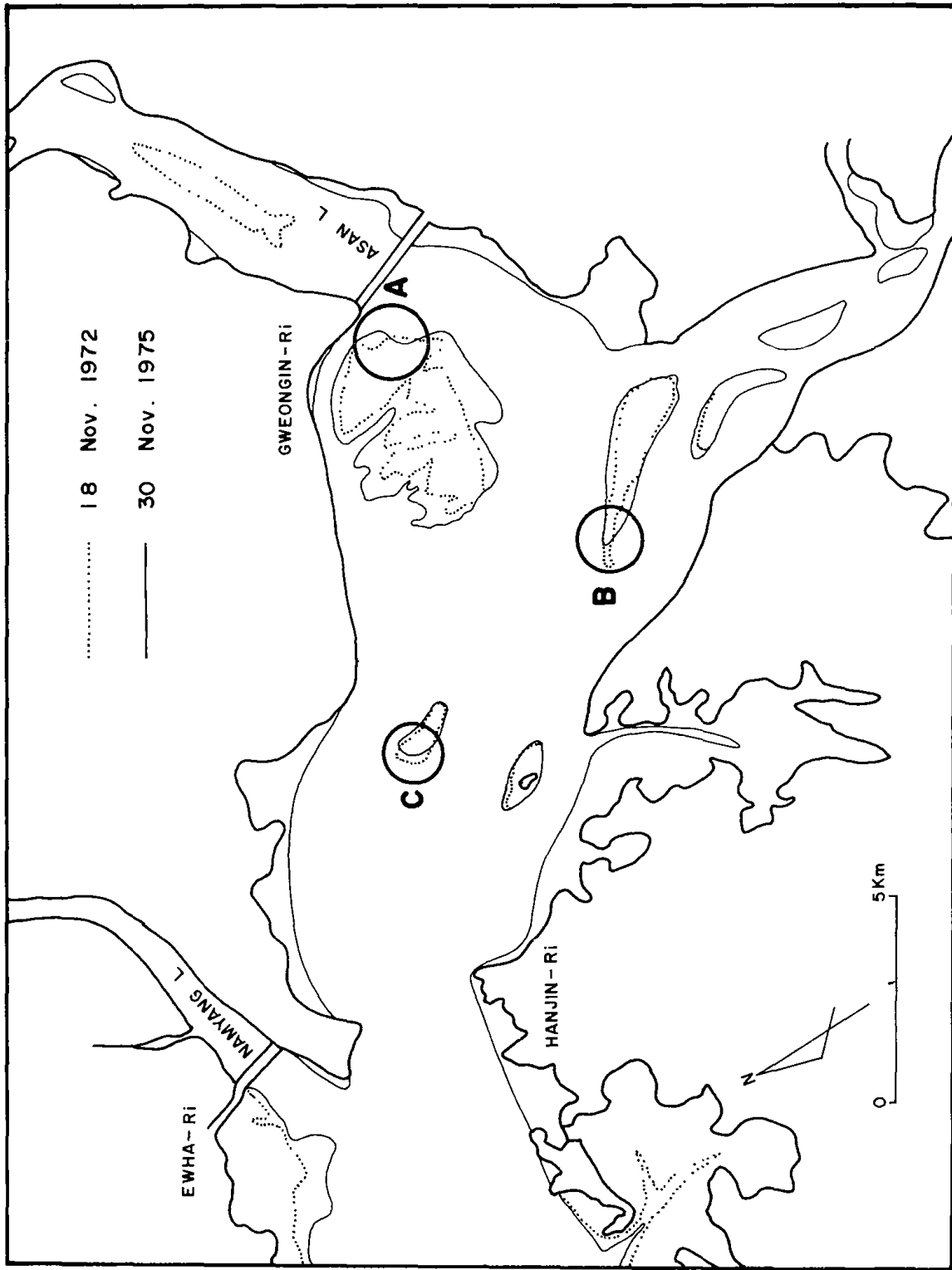


Fig. V-14. Evolution of tidal flats from Nov. 1972 to Nov. 1975, in Inner Asan Bay.

의 것이 더 안쪽에 位置하는 곳도 있어 浸蝕作用等에 依한 潮間帶地形의 變化가 그 동안 이곳에서 일어났음이 밝혀졌다. 한편 牙山內灣에서 볼 수 있는 數個의 獨立的인 sand bar 에서도 같은 現象을 보여주어 (B 및 C 부분) 이 地域內에서 1972年 11月에서 1975年 11月까지의 사이에 潮間帶地形이 變化하였음을 알 수 있다.

특히 B 및 C 부분에서는 각 sand bar 의 外海쪽 끝부분이 浸蝕되어 짧아진 現象을 보여주는데 潮間帶의 形態는 단 몇일간의 심한 波浪에 依해서도 쉽게 變化할 수 있다는 點을 감안할 때 위와같은 現象이 두 映像間에만 該當하는 一時的인 것이지, 이 地域內의 長期的인 傾向에 의한 變化인지는 더욱 많은 資料에 대한 研究없이 는 알아내기가 어려운 形편이다.

그림 V - 15 는 그림 V - 14 와 마찬가지로의 映像資料를 使用한 것인데 그보다는 약간 外海쪽 地域에 대한 것이다. 따라서 漢津里를 基準으로 한 潮位는 앞의 그림과 同一하나 더욱 外海側에 位置한 豐島를 基準으로 한 潮位는 1972年 11月 18日의 것이 3.5m , 그리고 1975年 11月 30日의 것은 2.9 m 였다.

圖上에서 가장 쉽게 눈에 띄는 것은 南陽灣 東岸에 넓게 發達되어 있는 潮間帶 周邊部의 變化이다. 특히 A部分에서는 두 海岸線이 서로 交叉되는 곳이 많아 그 동안 地形變化가 많이 이루어진 것으로 나타나는데, 이는 아마도 이 부분의 潮間帶 上에 많이 分布되어 있는것으로 믿어지는 Tidal Channel들의 進路變化에 의한 것이 아닌가 생각된다. 이와 흡사한 現象은 E部分에서도 觀察되었다.

한편 南陽灣 西岸外則에 位置한 B部分의 潮間帶에서는 1975年 11月 30日의 海岸線이 潮位가 더낮은 1972年 11月 18日의 것보다도 약간 더 陸地쪽에 位置하므로 미루어 보아 이 기간중에 浸蝕作用이 多小 일어났음이 알려졌다. 그러나 이 現象은 1973年初에서 1979年後半까지의 變化相(그림 V-17 參照)에는 뚜렷이 나타나지 않아 어느정도 短期的인 變化가 아닌가 생각된다.

이와는 달리, 南陽灣 東岸과 南陽防潮堤西方의 C 및 D部分에서는 潮間帶 表面의 傾斜가 比較的 가파른데도(그림 V-13 參照) 불구하고 1975年 映像의 海岸線이 1972年의 것보다 훨씬 더 바다쪽으로 前進해 있으며 그 形態 또한 많은 差異點

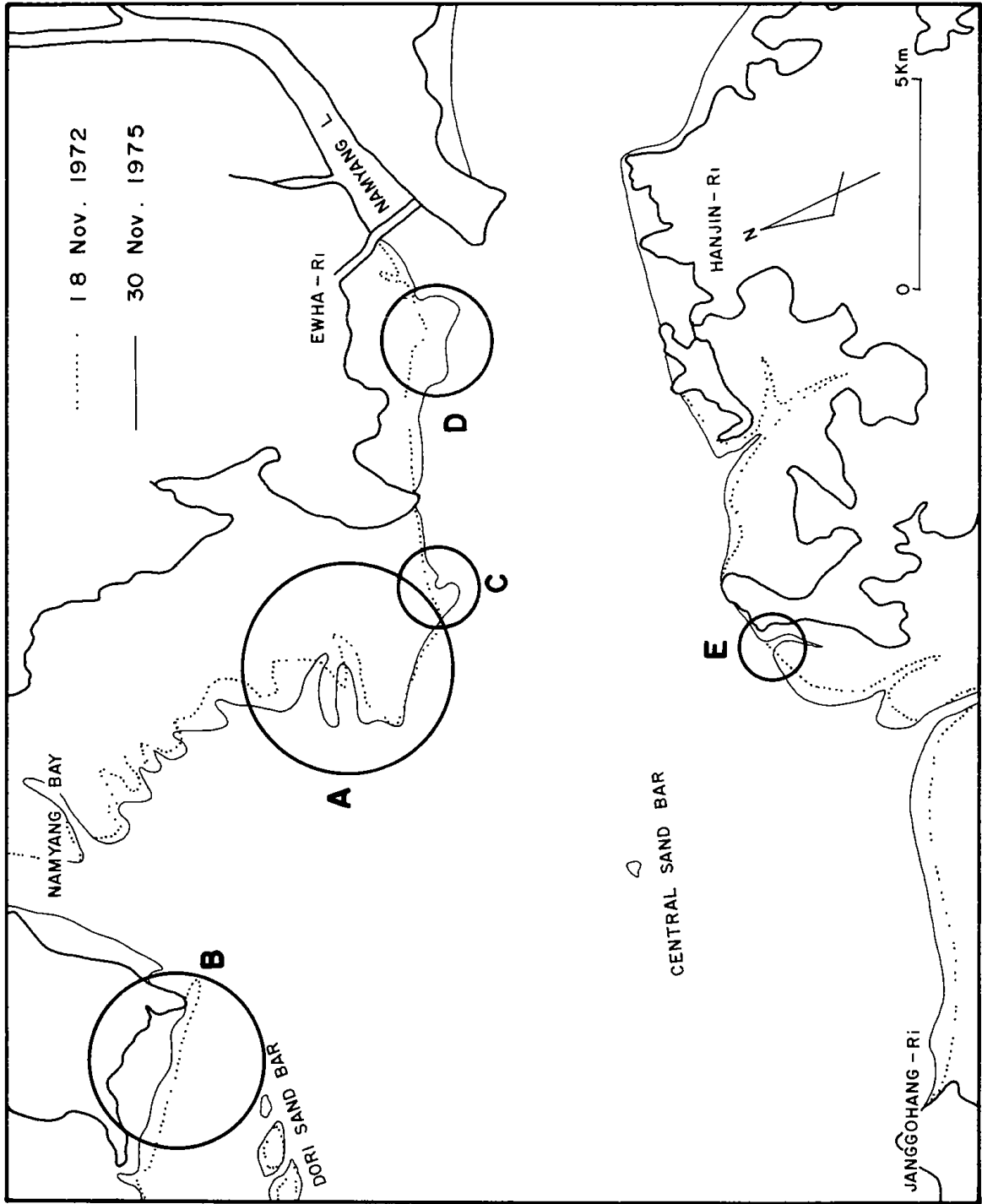


Fig. V-15. Evolution of tidal flats from Nov. 1972 to Nov. 1975, near Namyang Bay.

을 보이고 있다. 이로 미루어 보아 이 곳에서는 堆積作用이 그동안 일어났던 것 같은 생각이 드는데, 이는 1973年 2月과 1979年 10月 映像의 比較(그림V-17 參照)로서 確認될 수 있었다.

2-3. 1973年 2月~1979年 10月 사이의 變化

그림 V-16 은 이 期間中에 일어난 牙山內灣 一帶의 潮間帶 地形變化相을 보여 준다. 使用된 映像은 漢津里에서 0.7 m의 潮位일 때 얻어진 1973年 2月 16日의 것과 1.3 m일 때의 1979年 10月 4日 것이었으며, 牙山防潮堤 附近에서의 變化를 알아 보기 위하여서는 1.5 m 潮位때 獲得된 1978年 4月 21日의 映像도 一部 參照되었다. 1973年의 映像은 牙山防潮堤가 建設된 지 몇 해 밖에 안된 時期에 얻어진 것이고 1979年 10月의 映像은 삼교천 防潮堤가 完工되어 竣工式만 기다리는 때에 얻은 것으로서, 이 두 기간 사이의 潮間帶地形的 變化는 海岸에 設置된 人工構造物에 의한 環境變異에 따른 것이라 볼 수 있어 그 研究의 의의가 크다고 볼 수 있다.

우선 A 및 B 地域을 살펴 보면 1973年 2月 16日의 潮位보다 0.6 m 가량 더 높은 때에 獲得된 1973年 10月 4日의 海岸線이 이 地域內 全盤에 걸쳐 더 바깥쪽으로 前進해 있는 것으로 보아 그동안 이 곳에서는 堆積作用이 活發히 일어났음을 알 수 있다. A 地域에서 보이는 牙山防潮堤 北端으로 부터 西南向으로 나있는 水路는 1973年의 映像에서는 적어도 1 km 以上の 넓이를 가졌었는데 1979年의 映像에서는 水位가 더 높음에도 불구하고 좁은 곳에서는 불과 300 m 정도 밖에 되지 않아 그동안 이 곳에는 많은 堆積物이 쌓였음이 알려졌다. 한편 이 水路의 牙山防潮堤 附近에서 볼 수 있는 1978年 4月 21日의 海岸線도 1973年 以後의 堆積現象을 確認케 한다. 불과 1年半의 期間差異를 가지는 1979年 10月의 海岸線과도 또 다른 樣相을 보여 주어 이 地域에서는 時間이 흐름에 따라 短期的인 變化가 反復되면서 漸次로 堆積作用이 이루어지는 것으로 풀이된다.

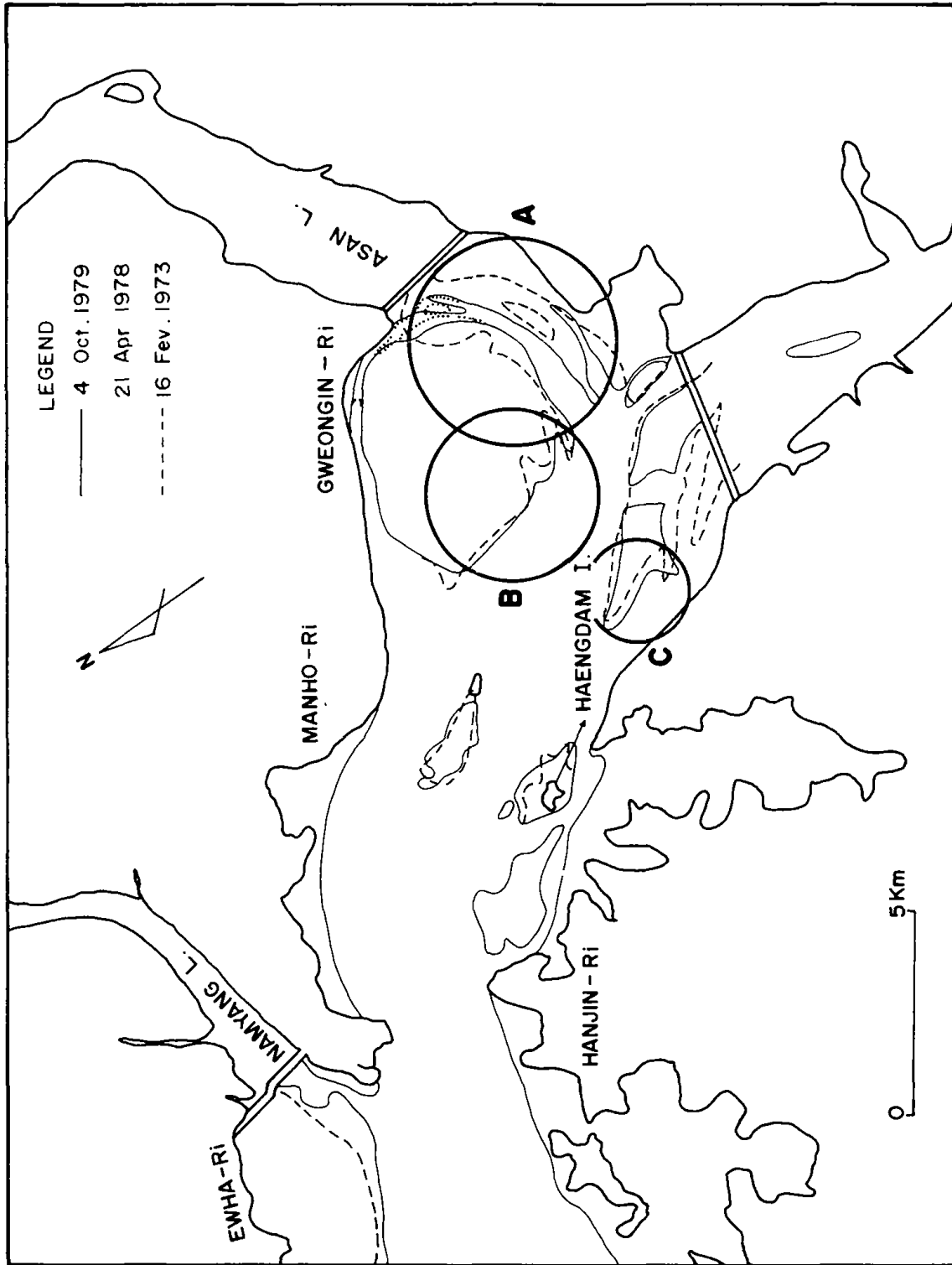


Fig. V-16. Evolution of tidal flats from Feb. 1973 to Oct. 1979, in the Inner Bay of Asan.

삼교천 防潮堤附近의 潮間帶도 많은 變化를 겪은 것으로 나타난다. C地域에서는 얼마간의 堆積現象을 보이는 반면, 1973年 當時에는 길게 이어져 있던 形態를 보이던 것이 1979年에 와서는 중간 부분에서 浸蝕을 당해 둘로 나뉘어진 形相을 보여 주기도 하는데 이 부분의 浸蝕은 1975年 11月 30日의 映像(그림 V-14 參照)에서는 觀察되지 않아 그 이후에 일어난 것으로서 삼교천 防潮堤 建設作業의 直接的인 影響을 받은 것으로 믿어진다.

행담도 주위의 潮間帶와 그 곳에서 만호리쪽 중간에 위치한 小規模 sand bar의 形態도 많은 變化를 겪은 것으로 나타나며 大略적으로 보아 1973年 以後 그 面積이 多少 증가한 것으로 나타났다.

牙山內灣 全盤적으로 살펴 볼 때, 使用된 映像資料들이 相異한 季節에 獲得된 것이기 때문에 年間 氣候變化에 따른 一時的인 現象에 起因한 것일 수도 있다는 可能性을 비록 완전히 排除할 수는 없지만, 1973年 2月부터 1979年 10月까지의 사이에는 堆積作用이 潮間帶地域에서 우세하게 일어난 것으로 믿어진다.

그림 V-17은 그림 V-16과 마찬가지로의 映像資料를 使用한 것인데 그 보다는 약간 外海쪽 地域에 對한 것이다. 따라서 漢津里 基準으로 한 潮位는 앞의 그림과 同一하며, 豊島를 基準으로 한 潮位는 1973年 2月 16日의 것이 0.7 m, 그리고 1979年 10月 4日의 것은 1.2 m였다.

1972年과 1975年 사이의 變化를 보여 주는 그림 V-14와 마찬가지로 이 그림에서도 A부분의 潮間帶 地形變化가 뚜렷이 나타나는데, 이것은 變化가 實際적으로 크기 때문인 것 보다는 이 곳의 傾斜度가 작아(그림 V-13 參照) 垂直적으로서는 작은 變化라도 映像에 나타나는 水平的인 變化는 多少 誇張되어 보이기 때문인 것으로 생각된다.

이 보다는 오히려 南陽防潮堤 附近의 B地域에서 보여 주는 바와같은 地形變化의 規模가 훨씬 큰 것으로 믿어진다. 이 곳은 1972年~1973年 資料에 따르면(그림 V-13 參照) 傾斜가 0.5% 정도로서 꽤 가파른데도 1973年 2月 16日의 海岸線이 가지는 潮位보다 0.5 m나 낮은 1979年 10月 4日의 것이 약 1 km까지 바깥쪽으로

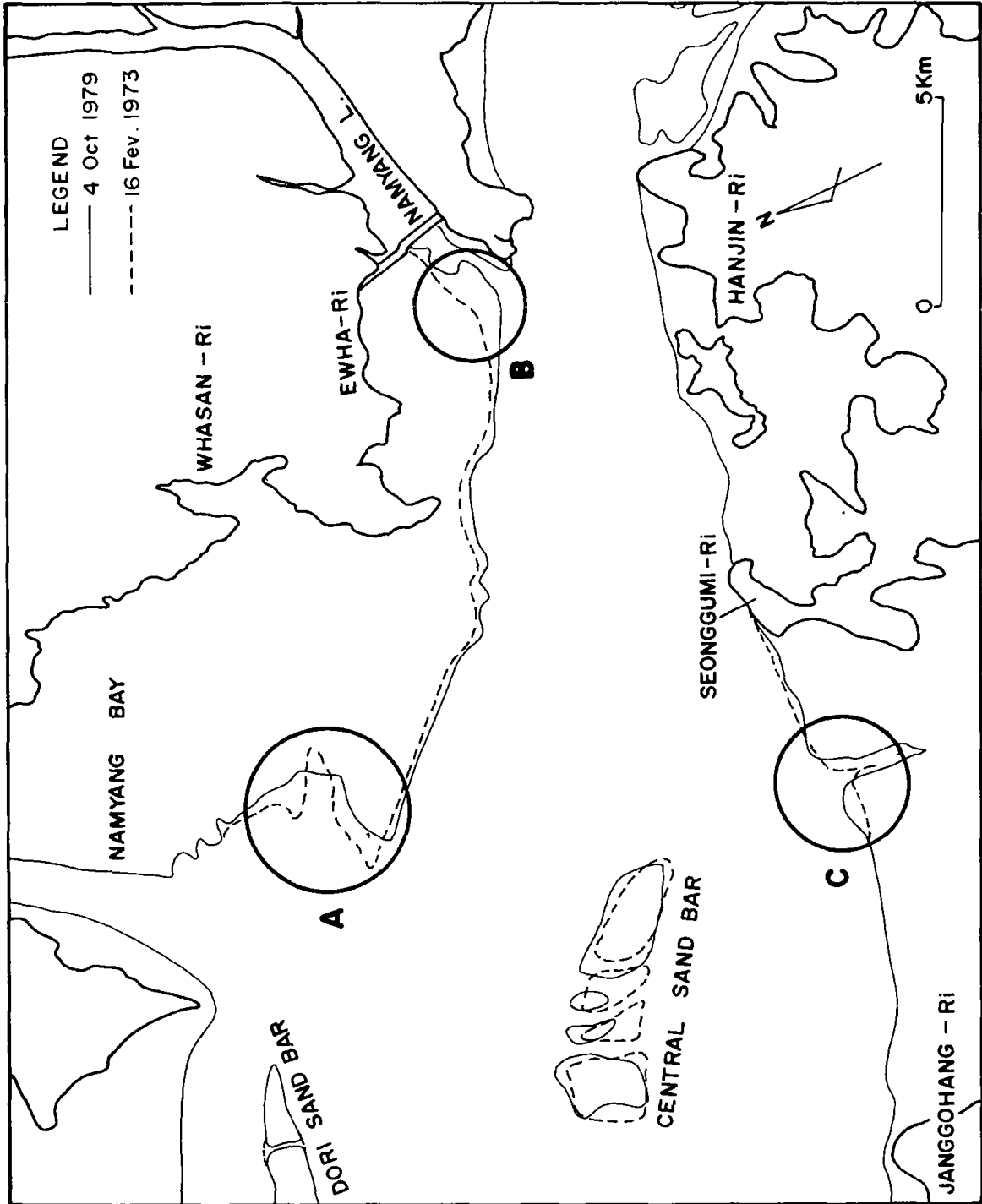


Fig. V-17. Evolution of tidal flats from Feb. 1973 to Oct. 1979, near Namyang Bay.

더 前進해 있어 그동안 堆積作用이 꽤 활발히 進行되어 왔음이 밝혀졌다. 한편 A와 B地域을 잇는 海岸線에서도 위와 흡사한 現象이 나타나 이 部分 全盤적으로 潮間帶가 擴張되었음을 알 수 있다.

C地域을 살펴 볼 때 水路 어구의 兩側에서 역시 堆積現象이 觀察되는데 東側보다는 西側에서 더욱 活潑한 것으로 나타났다.

中央淺堆 역시 그 形態가 많이 變遷한 것으로 나타나는데, 1973年の 位置에 비해 1979년에는 南陽灣쪽으로 약간 移動해 있는 位置를 보였으며, 네 개 부분으로 나뉘어져 있는 그 形態도 달라져 가장 牙山內灣에 있는 部分이 擴張된 반면 중간의 두 부분은 쇠퇴되면서 더욱 南陽灣쪽으로 치우쳐, 네 개 부분을 잇는 軸을 생각할 때 1973年 當時보다는 더 휘어진 모양으로 變遷하였다.

中央淺堆의 큰 變化와는 對照적으로 都里淺堆는 特別히 눈에 띄는 變化가 없어, 그 北쪽에 있는 潮間帶海岸線의 小規模로 그치는 變化와 함께, 이 地域의 潮間帶地形은 長期的인 면에서 볼 때 比較的 安定되어 있다는 인상을 준다.

第 3 節 結 論

6 個의 LANDSAT 映像資料를 利用하여 牙山灣一帶 海域에 對한 浮遊堆積物 分布 및 潮間帶 地形이 分析 研究되었다.

研究方法은 各 映像上에 나타나는 現象을 潮汐 및 氣象條件에 따라 分類하여 分析하는 形式을 취하였으며 研究期間中에 測定된 現場資料를 利用하여 可能的 限 獲得當時의 條件이 비슷한 映像과 對比시켰다. 이때 C.C.T. 資料는 電算機를 使用해 처리하였으며 寫眞資料는 作圖에 의한 方法을 썼는데, 浮遊堆積物分析을 위하여서는 Band MSS 5 를, 潮間帶 地形研究를 위해서는 Band MSS 7 이 利用되었다.

研究結果에 의하면 牙山灣一帶의 表層浮遊堆積物 分布는 一般的으로 海底地形, 특히 水深의 影響을 받아 水深이 얇은 곳에서 깊은 곳으로 갈 수록 대체적으로 濁度가 減少하는 것으로 나타났다. 이러한 現象은 1972年 10月 31日의 映像의 境遇와 같이 潮汐 등에 의한 攪亂作用이 적은 시기에 더 뚜렷하게 관찰되며 潮差의 增加, 海上狀態의 惡化등으로 攪亂作用이 커지면 多少 不確實해진다.

浮遊堆積物の 濃度는 대개 潮差가 커질 수록 增加하고, 高潮때 보다는 低潮에 가까운 때가 더 큰 것으로 나타나는데, 映像資料와 海上測定資料를 綜合한 結果에 의하면, 浮遊堆積物の 濃度가 潮汐에 의한 變化幅중 最低値에 가까운 것으로 여겨지는 小潮期의 高潮時 근처에서는 牙山灣內 大部分의 海域에서 20~30 mg/ℓ의 濃도를 나타내며, 牙山內灣, 南陽灣等に 발달되어 있는 潮間帶 附近에서는 30 mg/ℓ 이상을, 外海쪽 및 海底水路上에서는 10 mg/ℓ 以下の 濃도를 보여 준다.

한편 潮汐에 의한 變化幅중 最大値에 近似할 것으로 생각되는 大潮期 低潮時에 가까운 때는 大部分의 海域에서 小潮期 高潮時 때보다 10~20 mg/ℓ 가량 높은 濃도를 보여 주며, 비록 mg/ℓ 單位의 값으로는 구하지 못하였으나 德積島附近, 西水道 및 東水道 上的 濁度는 매우 높은 것으로 관찰되어 이러한 곳들에서 強하여지는 潮流에 의한 細粒質堆積物の 再浮遊 및 運搬作用이 活發함이 실감되는데, 小潮期高

潮時에 比한 濃度增加는 다른 곳 보다 월등히 큰 것으로 생각된다.

海上狀態의 濁度에 대한 影響은 비록 定量的으로 分析하지는 못하였지만 1973年 2月 16日의 映像이 보여 주는 바와 같이 대단히 큰 것으로 여겨지는 반면, 河川流 水量的의 影響은 研究海域 全體的인 面에서 볼 때 使用된 映像上에서는 별로 뚜렷히 觀察되지 않았다.

牙山灣內에 分布되어 있는 潮間帶중 瑞山灣入口와 大阜島를 잇는 線 內側에 位置한 것들은, 1972年末과 1973年初 當時, 豊島에서의 水位가 0.7 m일때 총 320 km² 가량이 노출되었는데, 水位가 높아짐에 따라 浸水되는 정도로 潮間帶 表面의 大략적인 傾斜度를 알 수 있었다. 그중 위 面積의 20%가 넘는 약 70 km² 넓이로서 地域內에서 가장 광대한 潮間帶인 南陽灣 東岸의 것은 그 北端과 南端部分을 제외하고 中間부분에서 水位 0.7 m일 때와 3.5 m일 때의 海岸線 (water line) 의 거리가 2 km 以上이나 떨어져 있어 0.15% 以下の 완만한 경사를 나타내었다.

세월이 흐름에 따른 潮間帶地形의 變化는 比較的 빈번한 것으로 나타났는데, 특히 牙山防潮堤 外側附近과 南陽防潮堤 西側 및 南陽灣東側 광대한 潮間帶의 南端 等에서는 1973年 2月以來 1979年 10月까지 사이에 堆積作用이 활발히 進行되었음이 뚜렷하였으며, 牙山內灣의 삼교천 防潮堤 附近에서의 潮間帶 地形變化도 比較的 심해 人工 구조물 설치에 의한 環境變化의 影響이 큰 것으로 생각된다. 1972年 11月과 1975年 11月 사이의 變化相을 고려할 때, 위와같은 堆積現象은 地域的이고 단기적인 堆積, 浸蝕作用이 反復되면서 서서히 이루어진 것으로 보인다.

以上の 研究結果는 앞서 本文에서 말한 바와 같이 충분한 資料 蓄積이 되기 전에 얻어진 것이어서 分析의 精密性은 다소 결여되어 있다 하여도, 지금까지 거의 未開拓이다시피한 研究地域內的 浮遊堆積物의 全盤의 分布, 潮間帶地形 및 그 變化相에 대해 out line을 설정해 준다는 점에서 그 價値가 크다고 하겠으며, 앞으로 衛星 映像을 利用한 遠隔探查의 應用技術 向上과 아울러 資料蓄積이 어느 정도 이루어졌을 때의 研究效果는 至大할 것으로 믿어지는 바이다.

第Ⅵ章 結 論

第Ⅵ章 結 論

牙山灣에서 沿岸 環境圖 作成을 爲하여 海洋地質에 關한 全盤的인 研究를 遂行한 結果 다음과 같은 事實들이 究明되었다.

— 浮遊物質은 東西水道를 따라 潮流에 의해 大部分이 中·底層을 통해서 運搬되고 있고, 灣에 分布하는 現生堆積物은 外灣으로 갈 수록 粗粒化하며 灣에서 作用하는 水理的作用과 密接한 關係가 있는 堆積相을 이룬다. 鑛物學的研究에 따르면 京畿灣과 外海에 分布하는 堆積物이 主根源이며 內灣으로 갈수록 近接陸地 起源의 堆積物의 量이 增加한다. 重金屬元素의 含量은 낮은 편이며 周邊의 地質과 關係있는 現象으로 思料된다.

— 研究地域에 서식하는 底棲有孔蟲과 介形類의 組成, 分布 및 多樣性 등이 微古生物學的 研究를 통해 理解되었으며, 牙山內灣의 潮間帶에서는 海岸으로 接近할 수록 堆積率이 높아지고, 바다쪽 潮間帶에서는 波濤, 潮汐等의 影響으로 運搬되어 온 種이 相當히 있음이 밝혀졌다.

앞으로는 보다 細密한 時·空間的 研究가 生態的 要因研究와 併行되면 本 研究에서 밝히지 못한 事實들을 밝힐 수 있으리라 믿는다.

— 彈性波, Side scan sonar 및 地球磁氣場등 3개 分野에 걸쳐서 地球物理學的 研究가 수행되었다.

本 研究地域은 주로 sand로 構成되어 있어 500 joule 정도의 Energy 사용에도 불구하고 透過深度가 평균 10~20 m를 넘지 못하여, 이는 1000~2500 Hz 정도의 濾過帶(band pass filtering)에 의하여 다소 向上될 수 있었다. 또한 海底面의 短距離내의 복잡한 地形 變化, sand 地域內의 높은 反射係數 및 sensor에 到達되기 전의 energy focusing 내지 defocusing 현상은 下部 基盤岩의 精確한 深度 및 構造 判讀에 어려움을 주고 있다. 이와같이 복잡한 地形變化에 의한

彈性波信號變化는 垂直的 堆積物 分布 研究에 制限點을 주고 있어, 이의 向上은 海底面을 일정한 높이에서 追跡할 수 있는 裝備의 補完 및 補正理論의 定立에 의하여 이루어질 것이며, 次期에 他 地域 研究時에 適用되어야 할 것이다. 그리고 磁氣 테이프에 수록된 彈性波信號의 波形 分析에 의한 堆積層의 物理的 特性에 관한 研究 또한 次期の 課題라 할 수 있다.

Sand wave의 特徵과 分布 樣相에 관한 좀더 세밀한 研究가 필요한 地域에 대해 Side scan sonar 調査 側線 間隔을 좁게 하여 海底面 映像圖面을 作成한다면, 그 地域에서의 海底面 發達 形態와 堆積物의 分布 상황을 명확히 究明할 수 있을 것이다. 그리고 堆積學的 資料獲得에 있어서 sampling 間격을 좁히면, 本 Side scan sonar 結果에 의한 것처럼 좁은 地域에서 상당히 多樣한 變化 樣相을 보이므로, Side scan sonar와 併用할 경우 堆積物의 分布 境界面을 좀더 精確, 자세하게 設定할 수 있을 것이다.

球面 調化 解析에 의하여 구한 zero level 基準面으로 부터 地球磁氣 異常帶를 究明하려 했으나, 그 차이가 너무 큰 positive로만 나타나므로 研究地域內의 分布値와 傾向性만을 고찰하고, 殘餘異常値는 最小自乘法에 의하여 구하였다. 資料密度를 좀더 높이면 신빙성있는 淺海底 堆積物에 의한 磁化現象과 深部 地質的 構造 變化에 의한 磁化現象을 分離, 각기 定量・定性的인 解析이 가능하므로, 좀더 많은 情報를 抽出할 수 있으리라 생각하며, 本 地域에서 zero level 값의 實測値와 큰 차이는 주로 分布堆積物의 磁化性에 의한 것으로 思料된다.

- 一 衛星映像 資料 판독을 통하여 研究海域의 表層 浮遊堆積物의 分布와 潮間帶의 地形이 研究되었다.

研究結果에 의하면 牙山灣一帶의 表面濁度는 海底地形, 潮汐 및 觀測 數日前以來의 氣象條件에 많은 影響을 받는 것으로 나타났다. 小潮期高潮時에는 大部分의 海域에서 20 ~ 30 mg/l의 浮遊堆積物 濃度를 보여 주었으며, 大潮期低潮時에는 이보다 10 ~ 20 mg/l 가량 增加하는 것으로 나타나는데, 東・西水道等一部 地域에서는 이보다 훨씬 더 增加하는 것으로 보여진다.

또한 1972年末~1973年初頃の 潮間帶地形과 그 以後의 變化相이 分析研究된 결과, 1979年 10月까지의 사이에 地域內 많은 部分에서 堆積作用이 일어났음이 밝혀졌다.

이러한 研究結果는 비록 세밀하지는 않으나, 지금까지의 통상적인 研究方法로는 어려웠던, 광범위한 地域에 對한 순간적인 分布相 및 地形의 out line 이 設定되어질 수 있었다는 점에서 그 의의가 있다고 하겠다.

本文에서 거듭 말해진 바와 같이, 앞으로 衛星映像의 海洋學分野 應用技術의 向上과 아울러 資料 蓄積이 적절히 이루어졌을 때, 이를 利用한 研究結果의 定 確性은 물론 그 效果는 대단히 클 것으로 믿어진다.

앞으로의 연구는 위에서 언급한 지질학적 및 지구물리학적 방법으로 각 堆積 環境에 따라 堆積過程을 主體的으로 再現하고 연구지역의 앞으로의 해양지질학적 변화를 예측하기 위하여 보다 정밀한 시간적, 공간적 변화에 따르는 장기간의 자료 획득이 필요하다.

나아가서는 연구지역의 古環境의 변화를 연구하기 위하여 試錐자료를 얻는 것이 바람직하다. 이러한 試錐자료는 연구지역의 현재까지의 해양지질학적 변화를 나타낼 뿐만 아니라 앞으로의 변화를 예측하는데도 도움이 된다.

參 考 文 獻

參 考 文 獻

- 건설부, 1973, 아산만 지역 해상 지층탐사 보고서.
- 건설부, 1974, 아산만 해상 기초조사 보고서.
- 건설부, 1981, 아산만 산업기지개발 기본계획 항만조사 보고서.
- 국립수산진흥원, 1975, 해양조사연보 제 24 권.
- 국립지질광물연구소, 1973, 1 : 25 만 남한지질도 (서울, 대전, 서산)
- 국립지질조사소, 1969, 한국지질도, 1 : 50,000 예산도폭.
- 국립지질조사소, 1972, 한국지질도, 1 : 50,000 남양도폭.
- 국방과학연구소, 1979, 서해 및 남해 수온, 염분도 및 해수밀도:해양자료 편람 제 1 권 제 1 호 606 p.
- 민경덕, 이선희, 1979, 구면 조화해에 의한 한반도 내의 지구 자기장의 분포에 관한 연구: 광산지질 12 권 2 호, 95 - 104.
- 수로국, 1975, 수로기술연보, 1101 호.
- 수로국, 1979, 해도 F - 435.
- 수로국, 1979, 해도 306,307.
- 자원개발연구소, 1977, 아산만 일대 해저퇴적물 조사:조사연구보고 제 2호, 163 - 237, plate 1.
- 자원개발연구소, 1977, 경기만 일대 제 4 기 해저자원 조사연구, 41 p.
- 자원개발연구소, 1979 a, 한국지질도, 1 : 50,000 아산도폭.
- 자원개발연구소, 1979 b, 한국지질도, 1 : 50,000 천안도폭.
- 정공수, 1978, 남양만남부 조간대 퇴적환경의 퇴적학적 특성에 관하여, 서울대학교 이학석사학위 논문, 49 P.
- 중앙관상대, 1974, 1978, 1980, 기상연보.
- 한국동력자원연구소, 1972, 연근해저 지질 및 물리탐사연구 (소흑산도 - 진도), 연구특보, KIER Bulletin- 31, 48 p.
- 한국선박해양연구소 (현, 해양연구소), 1974, 가로림만 조력발전 예비타당성조사 (자료조사 보고서).
- 한상준, 1978, 한반도 남동해역 현생 퇴적물중의 점토광물에 관하여, 서울대학교 이학석사학위논문, 48 p.

해양연구소, 1976, 조력발전 기초조사에 관한 연구.

해양연구소, 1981, 연안환경도 작성 연구 (경기만 해양지질분야), 226 p.

Allen, J.R.L., 1982, *Developments in sedimentology*, 1, Elsevier, 593 p.

Atkinson, K., 1971, The relationship of recent foraminifera to the sedimentary facies in the turbulent zone, Cardigan Bay: *J. Nat. Hist.*, 5, 385-439.

Bailey, E.H. and Stevens, R.E., 1960, Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections: *Am. Mineralogist*, 45, 1020-1024.

Basov, T.A., 1981, Benthic foraminifera in the recent sediments of interior seas of the Malay Archipelago: *Oceanology*, 21, No. 1, 66-70.

Boltovskoy, E. and Lena, H., 1969, Seasonal occurrences, standing crop and production in benthic foraminifera of Puerto Deseado: Contribution from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, part 3, 87-95.

Boltovskoy, E. and Wright, R.E., 1976, Recent foraminifera: Dr. W. Junk, b.v. (eds.), 515 p.

Bowen, H.J.M., 1979, Environmental chemistry of the elements: Bowen, H.J.M. (ed.), Academic Press, London, 333 p.

Buzas, M.A., 1979, The measurement of species diversity, in: S.E.P.M. short course, No. 6, 3-10.

Buzas, M.A., 1982, Regulation of foraminiferal densities by predation in the Indian River, Florida: *Journal of Foraminiferal Research*, 12, No. 1, 66-71.

Carver, R.E., 1971, *Procedures in sedimentary petrology*, Wiley-Interscience, New York, 635 p.

Chester, R. and Aston, S.R., 1976, *Chemical Oceanography*, 6, Riley, T.P. and Skirrow, G.(eds.), Academic Press, London, New York, 281 p.

Choi, J.H., 1981, Recent clay minerals in the Kunsan estuary and the adjacent continental shelf: M.S. Thesis, Seoul Nat. Univ., Seoul, 52 p.

Davis, J.C., 1973, *Statistics and data analysis in geology*, John Wiley and Sons, New York, 550 p.

DeGroot, A.J., 1972, Occurrence and behavior of heavy metals in river deltas with special reference to the river Rhine and Ems, in; Goldberg (ed.), *North Sea Science*, M.I.T. Press, 20.

Duane, D.B., 1964, Significance of skewness in recent sediments, western Pamlico Sound, North Carolina, *J. Sedi. Petrology*, 34, 864-874.

Elliott, T., 1978, Clastic shoreline, in; Reading, H.G. (ed.) *Sedimentary Environments and Facies*. Elsevier, 143-177.

Ericson, D.B., Ewing M., Wollin, G., and Heezen, B.C., 1961, Atlantic deep sea sediment cores: *Geol. Soc. Am. Bull.*, 72, 193-286.

Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957, Brazos river bar; a study in the significance of grain-size parameters: *J. Sedi. Petrology*, 27, 3-27.

Fralit, 1977, Télédétection du littoral océanique de France; Collec. Ecole Normale Sup. Jeunes Filles, Montrouge, France, No. 11, 310.

Gitano, Y. and Fujiyoshi, R., 1980, Partitioning of cadmium, copper, manganese and iron into mineral and organic fractions in core sediments from the Osaka Bay: *Geochemical Journal*, 14, 289-301.

- Goldschmidt, V.M., 1954, *Geochemistry*, Oxford at the Clarendon Press, 730 p.
- Haynes, J.R., 1981, *Foraminifera*; MacMillan Publishers Ltd. 433 p.
- Hong, G.H., 1981, A study on the geochemistry of suspended and bottom sediments in the Jin Hae Bay, Korea; M.S. Thesis, Seoul Nat. Univ., Seoul, 57 p.
- Jones, G.D. and Ross, C.A., 1979, Seasonal distribution of foraminifera in Samish Bay, Washington: *Journal of Paleontology*, 53, No. 2, 245-257.
- Kim, B.K., Kim, S.W., and Kim, J.J., 1970, Foraminifera in the bottom sediments off the southwestern coast of Korea: *Technical Bulletin of Economic Committee for Asia and Far East*, 147-163.
- Kim, D.C., 1980, Recent clay minerals of the Yeongsan estuary and the adjacent continental shelf: M.S. Thesis, Seoul Nat. Univ. Seoul, 63.
- Kim, J.J., 1970, Recent foraminifera in the Korean Yellow Sea: *Rep. Mar. Geol. Geophys.*, 1, No. 1, 101-118.
- Korea Ocean Research and Development Institute, 1981, Feasibility study of Garolim Tidal power plant. Hydrological, meteorological, geophysical, sedimentological, ecological surveys and tide model study. Contract No. 2., prepared for Korea Electric Company.
- Loeblich, A.R., Jr. and Tappan, H., 1964, Sarcodina, Chiefly "Thecamoebians" and Foraminifera, in: Moor, R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Protista 2, Pt. C.: Kansas University Press, 900 p.
- Loeblich, A.R., Jr. and Tappan, H., 1981, Suprageneric revisions of some calcareous Foraminifera: *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 11, 159-164.
- Matoba, Y., 1970, Distribution of recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan; *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 2nd Ser. (Geol.), 42, No. 1, 1-85.
- Munday, J.C., Jr. and Alföldy, I.T.T., 1979, LANDSAT test of diffuse reflectance models for aquatic suspended solids measurements: *Remote sensing of environment*, No. 8, 169-183.
- Murray, J.W., 1968, Living foraminifers of lagoons and estuaries: *Micropaleontology*, 14, No. 4, 435-455.
- Murray, J.W., 1973, *Distribution and ecology of living benthic foraminiferids*: Heinemann Educational Books, London, 274 p.
- Peddie, N.W., 1982, International geomagnetic reference field 1980, by IAGA division I, working group I: *Geophysics*, 47, No. 5, 841-842.
- Phleger, F.B., 1960 a, *Ecology and distribution of recent foraminifera*: The John Hopkins Press, 297 p.
- Phleger, F.B., 1960 b, *Foraminiferal populations in Laguna Madre, Texas*: *Science Reports, Tohoku University*, 2nd ser. (Geol.), Special Volume No. 4, 83-91.
- Phleger, F.B., 1964, *Foraminiferal ecology and marine geology*: *Mar. Geol.*, 1, No. 1, 16-43.
- Polski, W., 1951, Foraminiferal biofacies off the north Asiatic coast: *Journal of Paleontology*, 33, No. 4, 569-587.
- Reineck, H.E. and Singh, I.B., 1980, *Depositional sedimentary environments*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 549 p.

- Sangree, J.B. and Widmier, J.M., 1979, Interpretation of depositional facies from seismic data: *Geophysics*, 44, No. 2, 131-160.
- Scott, D.B. and Medioli, F.S., 1980, Living vs. total foraminiferal populations: their relative usefulness in paleoecology: *Jour. Paleontology*, 54, No. 4, 814-831.
- Straaten, L.M.J.U. Van and Kuenen, Ph. H., 1958, Tidal action as a cause of clay accumulation: *J. Sedi. Petrology*, 28, 406-413.
- Swift, D.J.P. and Ludwick, J.C., 1976, Substrate response to hydraulic process: grain-size frequency distributions and bed forms, in: Stanley, D.J. and Swift, D.J.P. (eds.), *Marine sediment transport and environmental management*, John Wiley and Sons, 159-196.
- Thomas Y.F., 1978, Utilisation des données LANDSAT pour la mise en évidence de la turbidité en zones littorales: Limites des méthodes, in; *Utilisation pour l'océanographie des satellites d'observation de la Terre*, Act. de Colloq. CNEXO, No. 5, 109-122.
- Thomas Y.F., 1979, Classification d'images de télédétection et étude de réflectance: Ecole Normale Sup., Montrouge, France, Contrat CNEXO 77/1775, Rap. d'activité, No. 1, 81p.
- Uchio, T., 1960, Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California, Area: Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Spec. Pub., No. 5, 72 p.
- Vacquier, V., 1972, *Geomagnetism in marine geology*, Elsevier, New York, 185 p.
- Vilks, G., 1967, Quantitative analysis of foraminifera in Bras d'Or Lake: Unpublished manuscript, Report B.I.O. 67-1.
- Waller, H.O., 1960, Foraminiferal biofacies off the South China coast: *Journal of Paleontology*, 34, No. 6, 1164-1182.
- Waller, H.O. and Polski, W., 1959, Planktonic foraminifera of the Asiatic shelf: *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, X, part 4, 123-126.
- Walton, W.R., 1964, Recent foraminiferal ecology and paleoecology, in: Imbrie, J. and Newell, N.D. (eds.). *Approaches to Paleoecology*, John Wiley and Sons, 157-237.
- Yoo, H.R., 1982, Etude de la turbidité et de la température des eaux superficielles à partir des images de satellites. Application à la Gironde, au plateau continental Nord aquitain (France) et à la baie de Kyunggi (Corée)
Thèse, Univ. Bordeaux I, 336 p., annexes.

