

## 漢江流域의 現生堆積物에 관한 研究

—粒度, 重鑛物 및 有用元素를 中心으로—

蘇 七 變\* · 李 起 亨\*

## A Study on the Recent Sediments of Han River

—Grain Size, Heavy Minerals and Trace Elements—

So Chil Sup, Lee Ki Hyung

## Abstract

This paper deals with grain size analysis, heavy mineral analysis and trace element analysis of the recent sediments of Han River basin between Cheongpyong, Gyeonggi province and Seoul. For each location the samples are taken at river shoreline, river berm and river dune.

The size analysis discloses that the mean values range from  $-1.37\phi$  to  $1.60\phi$ , sorting values range from 0.25 to 1.84, skewness values range from  $-0.44$  to  $0.51$  and kurtosis values range from  $-0.1$  to  $1.75$ . Based on the textural parameters, the dune sand can be distinguished from the shoreline-berm sand.

The content of heavy minerals of each sample ranges from 0.04 to 4.7%. The principal heavy minerals are ilmenite, magnetite, leucoxene, garnet, amphibole, pyroxene, kyanite, zircon, monazite, tourmaline, epidote, limonite, and minor minerals are apatite, sillimanite, andalusite and olivine. In general, dune sand samples contain more heavy minerals than the samples of shoreline or berm sand. This suggests that the heavy mineral concentration is affected by wind action more than by any other causes. The content of ilmenite and leucoxene decreases, whereas the content of zircon and epidote increases as it approaches the downstream region. The differences result from the variance of geological occurrences.

The emission spectrochemical analysis and colorimetry analysis revealed that the content of Ni and V in the heavy minerals of the study area are higher than those of other stream sediments in Korea. On the other hand the content of Cu, Pb, Zn, Mo, W, P, Mn, Cr, Ag and Sn are lower in the study area. It has been observed also that the contents of all the elements except for Bi are higher in this area than the samples of marine sediments of Yellow Sea.

## 1. 序 言

本文은 北緯  $37^{\circ}45'$ , 東徑  $127^{\circ}30'$ 에서 北緯  $37^{\circ}30'$ , 東徑  $126^{\circ}55'$ , 즉 京畿道 淸平에서 서울 제 2 한강교에 이

\* 高麗大學校, 理工大學 地質學科

르는 한강유역의 現生堆積物에 관한 研究로 淸平, 大成里, 德沼, 廣壯橋, 第 2 漢江橋 등 5 곳을 택하여 연구하였다.

本 研究의 목적은 漢江流域 堆積物의 粒度, 重鑛物의 분포상태 및 重鑛物에 수반되어 있는 稀有元素의 定性·

定量的인 내용을 검토하여 河床 堆積環境의 堆積物의 성질 및 분포상태를 고찰하고, 有用元素의 분포상태를 연구하고자 함이다.

한강유역에 대한 연구로는 과거부터 砂金, 댐의 위치를 결정하기 위한 기초조사, 지하수를 개발하기 위한 조사연구(농업진흥공사, 1970) 등과 문병열(1965, 1967)의 “한강의 상류에서 하류로 가는데 따른 수질변화” 및 “지질환경의 수질에 미치는 영향”, “간조와 만조에 따른 한강의 수질변화”가 있으며 박용안(1968)의 漢江下流의 現生堆積物에 대한 고찰(要約) 등이 발표된 바 있다. 그러나 本 論文에서 취급한 한강유역 퇴적물의 粒度, 重鑛物의 분포상태 및 重鑛物에 수반되는 희유원소의 定性·定量的인 내용은 既히 발표된 바 없다.

본 연구를 위한 표본채취 및 증광물분석의 방법과 자료 논의에 적극 협조하여 주신 육군사관학교의 박병권교수, 국립지질광물연구소의 운상규과장, 실험에 필요한 기구의 사용에 적극 협조하여 주신 김승우씨와 지세정군, 그리고 본문을 감수하여 주신 서울문리대 박용안 교수에게 깊은 謝意를 표한다.

## 2. 漢江流域의 地形, 水系, 環境 및 地質

### 2.1 地形, 水系 및 環境

本 調查區域은 대체로 海拔 300~400m의 晚長年기에 속하는 地形을 이루며, 山系는 주로 北北東에서 北北西의 방향으로 연장된다.

本 研究地域內 漢江의 流水는 江原道 회양에서 華川으로 흐르는 北漢江과 江原道 雪岳山, 寒溪嶺 方面에서 麟蹄를 거쳐 春川으로 흐르는 昭陽江과 春川에서 합류되어, 이것은 江原道 施善, 寧越, 丹陽을 거쳐 忠州 驪州로 흐르는 南漢江과 京畿道 兩水里에서 合流되어 본 조사구역으로 유입되고 있다.

河系形은 한강유역의 岩相이 주로 片麻岩과 花崗岩으로 구성되어 비교적 단순한 樹枝相形(dendritic pattern)을 이루고 있는 것이 보통이나, 淸平, 加平, 春川, 內平 方面으로는 京春街道를 따라 발달한 대규모의 단층으로 인한 節理 및 소규모의 단층에 의하여 長方形(rectangular pattern)을 이루고 있다. 또한 京畿道 議政府, 廣州, 楊州, 楊平 등의 하천의 발원지에서는 直流를 이루며, 대부분의 한강지류는 심한曲流를 하고 있다.

한강 지류에서의 沖積層의 두께는 약 6~15m 정도이며, 帶水層厚는 약 4~8m이다.

한강유역의 기후는 年降雨量 1,100~1,300mm, 無霜日數 160~180일, 降雪日數 30~40일, 快晴日數 100일

내외의 전형적인 한국 중부지방의 기후인 冷溫帶에 속한다.

### 2.2 地 質

本 研究 地域의 상단부근은 대부분 新캠브리아기에 속하는 變成岩類로 구성되며, 하단부 즉 서울근교에는 花崗岩이 넓게 분포되어 있다. 그 외 일부지역에서 시대미상의 火成岩類와 중생대의 대동계, 경상계의 堆積岩層群이 약간 협재되어 있다(그림1, 표1).

#### 2.21 變成岩類

① 京畿片麻岩群: 서울주변과 京畿道에서 江原道에 이르는 광범위한 분포를 갖고 있는데 縞狀片麻岩, 混成質片麻岩, 斑狀變晶質片麻岩, 花崗質片麻岩 등으로 구성되며 硅質石灰岩이 약간 협재된다.

② 瑞山層群: 京畿道 漁川에서 거의 남북방향으로 素砂, 新川, 楊州方面에 분포되어 있으며, 八堂일대와 兩水里에서 漢江변을 따라 북북동의 淸平, 加平方面으로 분포되어 있다. 本層의 岩相은 calc 片岩, 黑雲母片岩, 石榴石片岩으로 구성되어 있으며, 이들은 本域의 片麻岩內에 薄層으로 또는 점이적인 관계를 갖고 분포되어 있다.

#### 2.22 堆積岩類

① 大同系層群(藍浦層群下部): 月明山層, 峨帽山層으로 礫岩, 砂岩, 흑색 세일 및 炭質 세일이 江華島와 인접한 金浦郡 城東里, 元山里 부근에서 산출되고 있다.

② 慶尙系層群(新羅層群下部): 京畿道 兩水里의 일부지역에 분포하고 있으며 이들은 주로 泗川礫岩과 威安層으로 갈색 또는 적색 礫岩, 砂岩 및 세일로 구성되어 있다.

#### 2.23 火成岩類

① 大寶花崗岩: 중생대 주라기의 黑雲母 花崗岩, 角閃石花崗岩 및 兩雲母花崗岩의 底盤으로 서울 주변에서 議政府, 抱川 方面에 걸쳐 연장분포되어 있고, 安養, 春川 일대에도 분포된다.

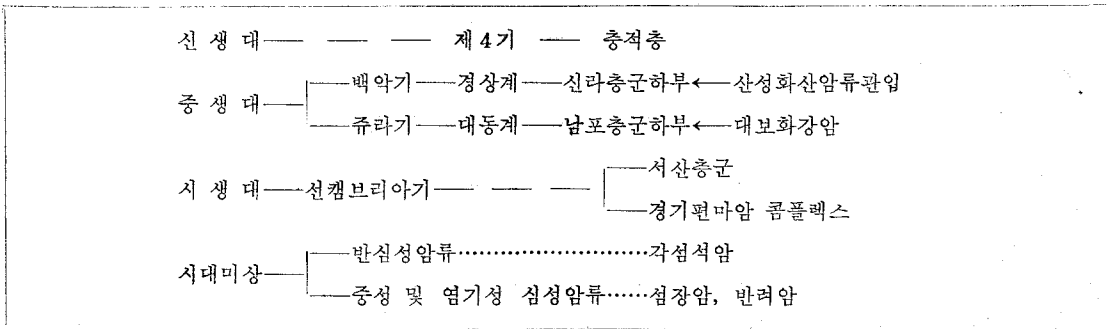
② 酸性火山岩類: 중생대 암석으로 추측되는 산성화산암류가 京畿道 朱安, 富平 일대에 분포하고 있다.

이 밖에 時代未詳의 火成岩類로 반심성암류, 중성 및 열기성 심성암류가 전 지역에 岩脈으로 관입하고 있다. 즉 반심성암류에 속하는 角閃石岩은 京畿道 龍仁 근교에 일부 분포하고 있으며, 중성 및 열기성 심성암류인 閃長岩과 斑攏岩은 京畿道 高楊郡과 楊平부근에 분포하고 있다.



그림 1. 한강유역의水系, 地質分布 및 試料採取의 圖위지.

표 1. 本 研究地域內에 분포하는 各地層의 상호관계.



3. 標品採取 및 研究方法

3.1 標品採取

本 研究를 위한 표품채취구역은 한강 本流에서 紅川江과 北漢江이 合流하는 上流의 淸平으로부터 大成里, 德沼, 廣壯橋, 第2漢江橋등 5지역을 택하였다.

각 지역에서의 표품채취는 물의 영향을 직접 받는 river shoreline, 주로 바람의 영향을 받는 dune, 그리고 물의 영향과 바람의 영향을 함께 받는 river berm 으로 구분하여 수행하였는데, 그 이유는 重鑛物의 분포가 물과 바람중 어떤 要因에 의해서 더 많은 영향을 받는지를 알고자 함이었다. 또한 각 위치에서의 試料 채취深度는 우선 지표의 인위적인 작용에 의한 오염을 피하기 위하여 균일하게 20~30cm 로 하였다.

3.2 研究方法

3.2.1 粒度分析

모든 試料는 완전히 건조시킨 후 4分法에 의해 각각 150 gr 을 취하여 Roe-Tap automatic shaking machine 으로 채질하였다. 粘土성분이 포함되어 있는 試料는 wet sieving 으로 sand fraction 과 mud fraction 을 분리한후 sand fraction 은 다시 완전히 건조시켜 Roe-Tap automatic shaking machine 으로 채질하고, mud fraction 은 pipette 방법에 의하여 粒度分析을 수행하였으며, 확산제로는 sodium hexametaphosphate 를 사용하였다.

上記 각 분석 결과로 얻어진 값에 의하여 累積分布 曲線을 그리고, Folk (1958)와 Ward(1957)가 제시한 統計的 處理방법에 의하여 平均值, 分級度, 歪度值 및 尖度值를 求하였는데, 이들의 式은 다음과 같다.

中間粒度值 ; Md = φ50

平均粒度值 ; Mz =  $\frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$

分級度 ; S<sub>0</sub> =  $\frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$

歪度值 ; S<sub>KI</sub> =  $\frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)}$

尖度值 ; K<sub>G</sub> =  $\frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44(\phi 75 - \phi 25)}$

3.2.2 重鑛物 分析

한편 각 試料의 일부에서 다시 4分法에 의해 각각 100gr 을 취하고 sieving 하여 fine~very fine sand만 을 분리해서 bromoform(比重; 2.89)으로 重鑛物과 輕鑛物을 구분하였다. 여기서 重鑛物은 우선 무게를 측정하고, 다시 4分法에 의하여 약 1000개 정도의 粒子를 취한 후 레키사이드로 박편을 제작하였다. 각 試料의 박편에서 편광현미경下에 Swift automatic point counter를 이용 평균 400~500개의 重鑛物의 粒子를 감별하여 세고, 각 重鑛物의 부피 비율에 比重을 곱하여 무게 百分率을 계산하였다.

3.2.3 地化學分析

앞에서 重液처리된 重鑛物의 試料중 地化學分析을 하기에 충분한 量이 있는 것을 各 地域에서 취하여 모두 10개의 試料에 대하여 Ni, Cr, Ag, Sn, As, Cd, Sb, Bi, Au, Th, Cu, Pb, Zn, Mo, W, P, Mn, V 元素의 分析을 수행하였다.

上記 원소중 Ni, Cr, Ag, Sn, As, Cd, Sb, Bi, Au, Th는 方出分光 分析法에 의하여 Jarrell-Ash 3.4 meter Ebert type의 Grating Spectrograph 를 사용 base component 로 heavy sand 를 이용한 standard 와 비교하는 半定量 分析法으로, Cu, Pb, Zn, Mo, W, P, V, Mn 은 Spectrophotometer 를 이용한 比色定量分析法에 의하여 분석하였다.

4. 結果 및 論議

4.1 粒度分析(grain size analysis)

각 지역에서의 試料를 粒度分析한 결과는 표 2와 같이 中央値는 -1.75~1.45, 平均値는 -1.37~1.60, 分級度는 0.25~1.84, 歪度値는 -0.44~0.51, 尖度値는 -0.1~1.75에 해당된다.

표 2. 한강유역 堆積物의 粒度分析值 (단위:  $\phi$  scale)

표번	품종	平均値	中央値	分級度	歪度	尖度	채취위치
A-1		-1.75	-1.37	0.94	0.02	1.50	shoreline
A-2		-1.25	-0.86	1.23	0.51	0.63	berm
B-1		1.40	1.03	1.72	-0.44	1.11	shoreline
B-2		0.20	0.12	1.11	-0.11	1.16	berm
C-1		0.85	0.87	0.29	0.13	1.05	berm
C-2		0.56	0.52	0.36	-0.05	0.98	shoreline
C-3		0.75	0.73	0.40	-0.05	1.28	berm
C-4		0.48	0.22	0.96	-0.40	-0.10	dune
C-5		0.88	0.85	0.58	-0.07	1.18	shoreline
C-6		1.45	1.57	0.58	0.36	1.09	dune
C-7		1.08	1.19	0.83	0.25	1.60	dune
C-8		0.42	0.89	0.77	0.47	1.19	shoreline
C-9		0.32	0.11	0.68	0.09	0.75	berm
C-10		0.80	0.64	1.25	0.14	1.63	berm
D-1		0.30	0.45	0.73	0.14	1.08	shoreline
D-2		0.45	0.32	0.52	-0.26	1.12	berm
D-3		0.30	0.35	0.43	0.15	1.02	berm
D-4		0.40	0.50	0.86	0.39	1.75	berm
D-5		0.60	0.61	0.52	0.08	1.02	dune
D-6		0.92	1.03	0.45	0.26	1.07	dune
D-7		0.78	0.74	0.46	-0.08	1.01	dune
D-8		0.54	0.48	1.84	-0.10	1.04	berm
D-9		0.54	0.54	0.40	0.21	0.67	shoreline
E-1		1.62	1.60	0.37	-0.08	0.36	shoreline
E-2		0.70	0.73	0.25	0.13	1.21	berm
E-3		1.45	1.57	0.88	0.24	1.32	dune
E-4		1.05	1.34	1.46	0.46	1.66	berm
E-5		0.44	-0.05	1.33	-0.23	0.90	berm
E-6		0.08	0.14	1.34	0.23	1.07	shoreline

4.11 平均値(mean)

粒度의 代表値로는 일반적으로 最頻値(mode), 中央値(median) 및 平均値(mean)를 많이 사용하고 있는데, 이중 가장 粒度를 대표할 수 있는 것은 平均値이다 (Folk, 1958).

표 3은 phi-scale 과 mm-scale 과의 상호관계를 나타낸 것인데 이에 의하면 本 調査區域의 堆積物의 粒度平均値(-1.37~1.60)는 very coarse sand~medium sand에 해당된다. 그리고 本地域의 전체 粒度平均은 0.58 $\phi$ 가 되므로 coarse sand에 해당함을 알 수 있다. 이것은 한강하류의 堆積物(박용안, 1968)에서의 平均粒度 0.5~1.7 $\phi$ , 즉 coarse sand~medium sand에 속하는 것보다 약간 더 coarse한 편이다. 표 4는 晋州·南海 地域의 洛東層群(고인석外, 1972)과 迎日灣의 海저퇴적물(박명권外, 1972) 및 경북 팔계천 유역 하류(최병열, 1972)의 粒度分析결과를 비교한 것이다. 즉 南海·晋州지역 洛東層群 砂岩의 粒度는 모두 coarse sand~very fine sand에 속하며, 迎日灣 海저퇴적물의 粒度는 granular~coarse silt에 해당하는 넓은 범위의 값을 가져 본 지역 퇴적물과는 많은 차이점을 보여준다. 반면 慶北 팔계천流域의 하류에서는 약 0.5 $\phi$ 의 平均粒度를 나타내어 本域의 경우와 매우 유사하다.

4.12 分級度(standard deviation)

본 지역의 分級度는 0.25~1.84 $\phi$ 이고, 이것은 Folk에 의하면 very well sorted~poorly sorted에 해당하는 값으로 비교적 分級이 잘 되어 있는 편이다. 즉 표 4에서 보듯이 팔계천유역 하류나 迎日灣, 晋州, 南海 일대의 分級度는 대개 poorly sorted인데 반하여 本地域에서는 平均分級도가(0.81 $\phi$ ) moderately sorted에 해당된다(표5). 이것은 강 하류가 해안보다는 分級이 잘 되어 있다는 것을 의미하는 것으로 사료된다.

4.13 歪度(skewness)

歪度는 粒子의 頻度曲線의 대칭으로부터 만족의 정도를 말하는데 fine material 쪽으로 만족하면 positive skewness라 하고 coarse material 쪽으로 만족하면 negative skewness라 한다.

本地域의 歪度는 -0.44~0.51인데 이 값은 Folk의 verbal limit(표 5)에 의하면 fine skewed~strongly

표 3. phi( $\phi$ )-scale 과 mm-scale 과의 관계.

Phi( $\phi$ )	2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
mm	4.00	2.83	2.00	1.41	1.00	0.71	0.50	0.35	0.25	0.177	0.125	0.088	0.044	0.025
Wentworth's size class	granular		very coarse sand		coarse sand		medium sand		fine sand		very fine sand		coarse silt	

표 4. 국내 他地域에서의 粒度分析值.

지역 粒度분석	洛東層群 (고인석外, 1972)		迎日灣(박명권外, 1972)	경북팔계천유역下流 (최병렬, 1972)
	南海地域	晋州地域		
平均值	0.93~3.58 $\phi$	1.08~3.73 $\phi$	-1.56~8.37 $\phi$	평균 0.5 $\phi$
分級度	평균 1.113	평균 1.008	1.0~3.5	평균 1.35
歪度值	0.1~0.3(평균0.197)	0.1~0.4(평균0.24)	-1~2	1.17
尖度值	평균 1.11	평균 0.967	-1.5~21.9	—

표 5 Folk의 粒度分析에 대한 해석.

$\phi$	Sotring
<0.35	very well sorted
0.35~0.50	well sorted
0.50~0.71	moderately well sorted
0.71~1.00	moderately sorted
1.0~2.0	poorly sorted
2.0~4.0	very poorly sorted
>4.0	extremely poorly sorted

Sk	Skewness
1.00~1.30	strongly fine skewed
1.30~0.10	fine skewed
0.10~-0.10	nearly symmetrical
-0.10~-0.30	coarse skewed
-0.30~-1.00	strongly coarse skewed

K <sub>G</sub>	Kurtosis
<0.67	very platy kurtic
0.67~0.90	platy kurtic
0.90~1.11	meso kurtic
1.11~1.50	lepto kurtic
1.50~3.00	very lepto kurtic
3.00<	extremely lepto kurtic

coarse skewed에 해당하며, 平均歪도는 0.08로 약간의 正歪度(positive skewness)에 해당되는 nearly symmetrical에 속한다.

이 값은 국내 他地域에서의 경우(표 4)보다 작은 값으로, 다른 지역에서는 細粒質이 粗粒質보다 우세한 正歪도에 해당된다.

4.14 尖度(kurtosis)

尖도는 곡선의 中央部和 末尾부분에서의 分級정도의 비율을 말하는데(Folk, 1965), 中央부의 分級이 末尾부분보다 더 양호하면 lepto kurtic, 반대의면 platy

kurtic~very platy kurtic이라고 한다(표 5).

本域의 尖도는 -0.1~1.75로 very platy kurtic~very lepto kurtic에 해당한다. 또한 평균 尖도는 1.08로 meso kurtic에 해당된다. 이것으로 본 지역의 堆積粒子들은 中央部に 집중되어 있음을 알 수 있다.

그림 2는 分級도와 平均值, 分級도와 歪度值, 歪度值와 平均值, 歪度值와 尖度值와의 관계를 dune sand, shoreline sand, berm sand 등을 비교하여 나타낸 도표인데 歪度值와 平均值와의 도표에서 보면 dune sand와 shoreline, berm sand와는 서로 구별됨을 볼 수 있다.

또한 그림 3은 Friedman(1961)의 粒度值에 의한 그림인데 本 研究에서 얻어진 값으로 도시한 그림 2와 비교해 보면 Friedman의 하천퇴적물의 粒度분석결과와 일치함을 알 수 있다.

4.2 重鑛物 分析

전술한 試料 처리과정에서 重液처리되어 나온 重鑛物은 전체적으로 0.04~4.7%에 달한다.

현미경下에서 확인한 主 重鑛物은 magnetite(Mg), ilmenite(Il), leucoxene(Leu), garnet(Gar), amphibole(Amp), pyroxene(Py), kyanite(Ky), zircon(Zr), monazite(Mon), tourmaline(Tou), epidote(Ep) 및 limonite(Li)이고 그의 소량으로 apatite(Ap), sillimanite(Si), andalusite, olivine(Ol)이 함유되어 있다. 이들의 함량을 표 6에 기재하였고, 이중 主要 8鑛物은 누적분포로 하여 각 시료 채취지역별로 圖示해 보았다(그림 4).

표 8에서 보면 重鑛物의 양은 river shoreline이나 river berm sand에서 보다는 dune sand에 많이 함유되어 있어 重鑛物의 분포는 바람의 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있다. 즉 shoreline이나 berm에서는 流水에 의해 重鑛物이 많이 이동되나, dune에서는 바람에 의하여 堆積物이 운반되는데 그중 輕鑛物들은 쉽게 이동되어 결과적으로 重鑛物이 많이 잔류하게 되는 것 같다. 표 7과 그림 4에서 보면 일반적으로 magnetite, ilmenite, leucoxene 등은 下流로 내려오면서 감

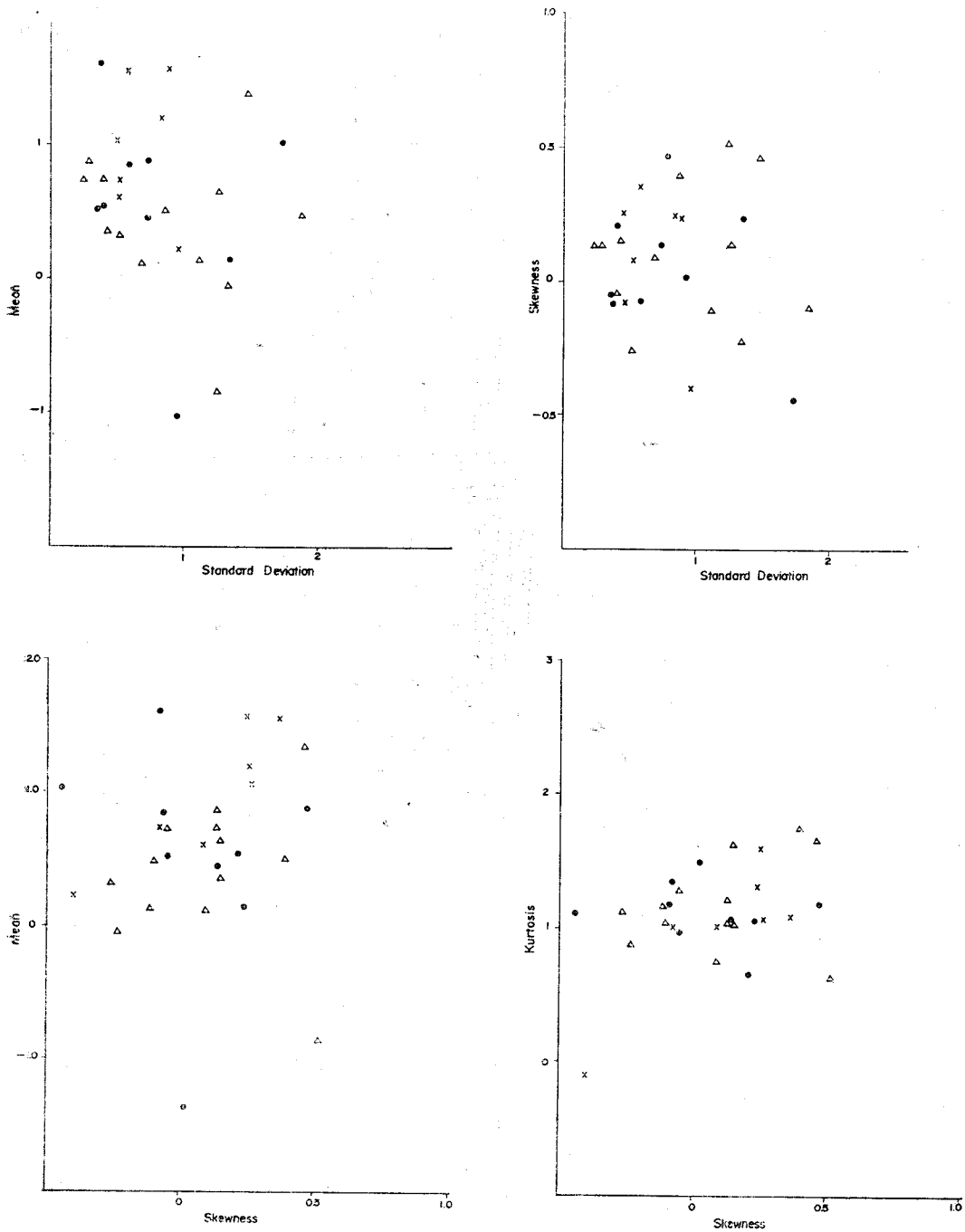


그림 2. shoreline sand (O), dune sand (X), berm sand (Δ)의 平均值, 分級度, 歪度, 尖度の 상호관계.

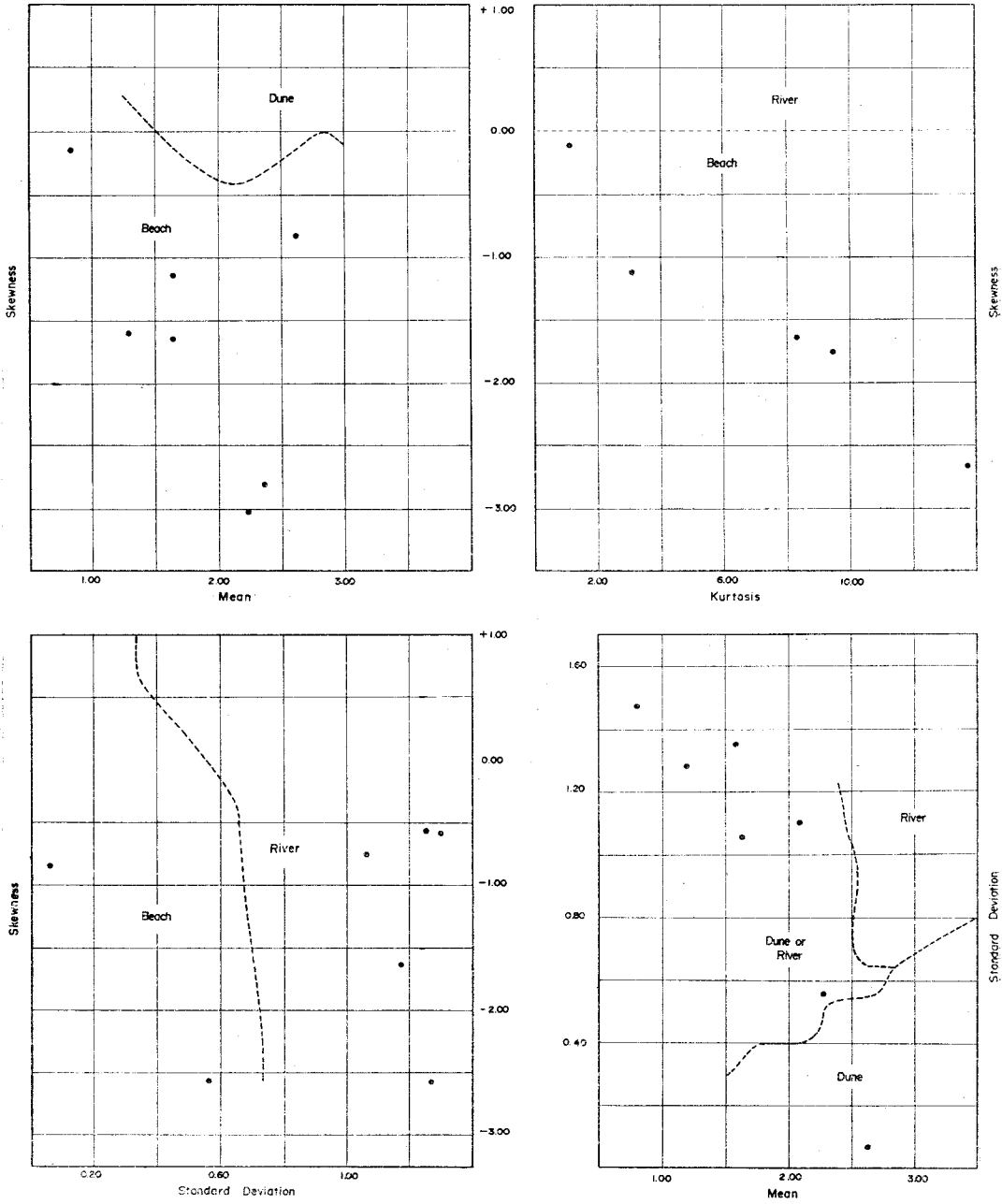


그림 3. Friedman (1961)에 의한 size data diagram.

소하는 경향이 있고, zircon과 epidote는 증가하는 경향이 있다. zircon이 下流로 갈수록 증가하는 경향은 下流부근의 대모화강암의 분포가 증가하는데 기인한 것 같고, magnetite와 ilmenite가 상류에서 높은 값을 보여 주는 것은 주로 上流의 地質이 편마암으로 구성되

어 있는 것에 기인한 것으로 본다.

서해 퇴적물내에는 김남장(1970)에 의하면 重鑛物중 magnetite와 zircon이 전량의 2/3를 차지하며, ilmenite 및 garnet가 1/5을 차지하고, hornblende, magnetite가 소량 함유되어 있다고 하였는데, 이는 본 지역의 硯



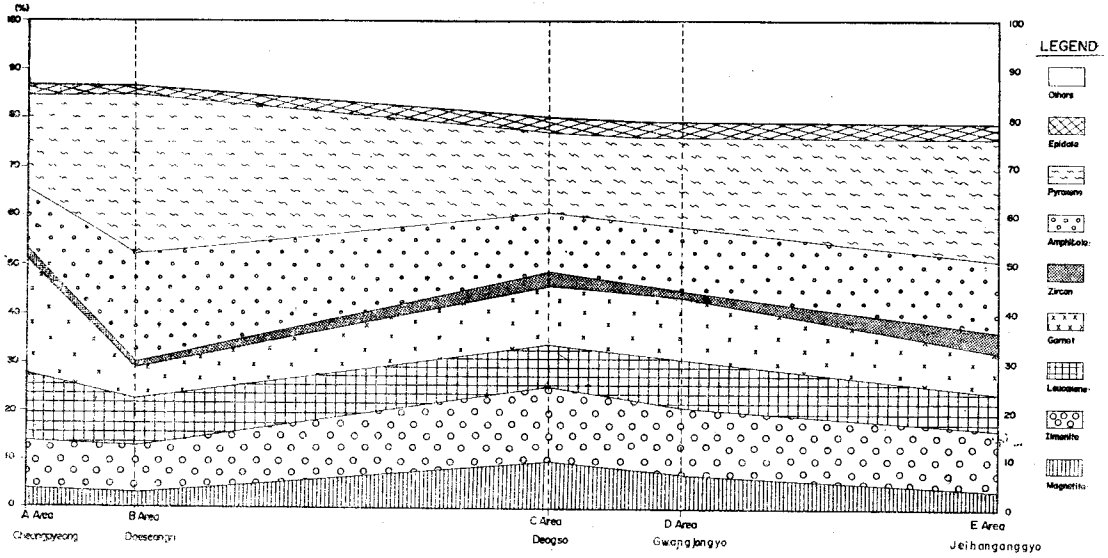


그림 4. 지역별 主要 重鑛物의 누적분포.

표 6. 重鑛物의 重量比(Wt. %).

광물 표본 번호	Mg.	Il.	Leu.	Gar.	Ky.	Zr.	Mon.	Tou.	Amp.	Py.	Ep.	Oi.	Li.	He.	Ap.	Others.
A-1	4.85	14.37	13.25	21.86	1.27	0.97	0.76	0.66	12.08	21.46	1.22	0.20	2.90	1.00	0.51	2.75
A-2	2.65	6.55	15.04	26.02	1.94	2.00	1.27	1.15	12.44	16.50	2.43	1.09	6.92	1.39	0.20	2.91
B-1	3.87	10.49	10.84	6.82	1.40	0.83	0.92	0.96	23.52	28.86	1.49	0.79	2.32	1.13	0.70	4.46
B-2	2.09	9.15	8.73	5.96	1.65	1.12	0.89	0.94	21.36	35.52	1.59	1.48	3.60	1.53	0.77	3.48
C-1	13.92	22.64	12.23	11.06	—	0.99	0.90	0.95	5.94	13.47	3.31	0.81	4.43	3.36	1.12	4.87
2	15.33	19.03	9.08	12.95	1.04	3.99	1.29	1.35	7.06	12.71	1.04	0.10	7.00	1.60	0.80	5.60
3	9.73	21.78	9.37	10.71	0.35	0.95	1.05	0.15	8.27	16.59	4.83	1.05	5.48	1.54	1.00	7.18
4	6.71	19.18	6.94	19.89	1.84	2.40	1.07	1.43	8.98	11.38	4.28	0.70	5.82	2.14	1.12	6.13
5	5.74	10.49	13.21	11.34	0.31	0.84	2.74	1.25	11.29	24.14	2.72	0.31	7.45	5.09	—	3.08
6	7.53	13.16	8.88	11.72	1.19	5.92	1.89	0.95	10.78	18.71	3.33	1.15	7.03	5.35	—	2.47
7	7.07	11.79	8.31	12.08	0.53	0.87	1.02	0.77	17.01	17.40	2.42	1.02	7.88	7.77	0.77	7.25
8	7.16	13.15	2.96	11.24	2.32	3.92	1.24	1.52	16.23	17.11	3.36	1.28	8.96	2.28	1.16	4.07
9	8.28	7.91	5.22	10.35	1.98	3.91	1.09	1.05	19.77	24.31	1.85	0.59	7.19	2.61	1.72	2.15
10	9.47	15.76	7.38	10.15	0.76	0.27	0.81	0.71	19.78	16.07	2.01	0.76	7.44	3.09	0.54	4.72
D-1	5.33	14.70	8.23	10.76	1.88	0.28	1.52	0.19	11.21	20.59	4.35	0.38	4.01	2.02	0.20	14.47
2	7.32	18.79	7.83	8.78	1.81	2.39	1.89	1.38	18.35	16.03	3.19	0.57	2.13	1.20	0.30	8.35
3	4.26	15.58	11.43	13.28	2.95	0.46	3.32	1.48	14.75	13.18	4.33	0.40	3.22	1.30	0.10	10.32
4	6.06	9.45	18.32	5.69	2.63	4.09	1.05	1.28	22.79	15.96	2.07	0.81	1.40	0.70	0.20	7.85
5	11.29	13.88	7.81	10.20	1.78	0.28	1.45	0.17	10.70	19.51	4.13	1.20	5.74	1.45	0.50	11.32
6	8.33	13.79	9.26	22.00	0.90	0.33	0.76	0.22	6.48	17.73	2.06	0.44	6.04	2.82	0.32	8.86
7	10.83	13.34	8.29	13.34	1.62	3.97	0.95	1.13	10.37	23.26	2.57	—	2.21	0.95	—	7.38
8	4.76	14.43	8.60	16.20	2.46	1.38	1.61	—	8.14	21.65	2.84	0.53	4.07	2.00	—	11.29
9	4.27	9.93	11.75	11.22	0.65	1.12	1.82	0.94	13.51	19.39	2.76	0.22	6.23	3.05	0.40	12.51

E-1	2.35	6.43	5.31	3.40	0.91	1.74	0.41	3.94	14.84	20.15	0.29	0.61	3.15	1.95	0.12	5.81
2	2.45	12.50	8.04	13.48	1.27	2.89	3.04	1.13	11.91	25.12	7.65	0.72	2.13	0.62	0.62	4.99
3	4.23	11.48	7.49	12.92	1.07	1.41	1.04	2.01	16.79	28.07	1.91	0.41	4.08	2.07	0.20	4.05
4	5.06	16.96	7.02	13.95	0.88	2.32	1.29	0.88	11.23	24.96	1.69	0.63	4.17	1.63	0.68	6.60
5	4.56	18.80	7.77	12.97	1.61	3.14	1.16	1.53	16.25	19.69	1.38	0.24	3.40	1.16	0.37	5.53
6	4.31	8.81	9.53	5.68	2.70	2.00	0.87	1.03	25.53	28.51	0.70	0.97	5.14	2.81	0.31	3.41

표 7. 重鑛物의 地域別 重量比의 平均值(Wt. %).

광물 地域	중광물의 Wt. %															
	Mg.	Il.	Leu.	Gar.	Ky.	Zr.	Mon.	Tou.	Amp.	Fy.	Ep.	Ol.	Li.	He.	Ap.	Others.
A	3.8	10.0	14.1	23.9	1.6	1.5	1.0	0.9	12.3	19.0	1.8	0.6	4.9	1.2	0.3	2.8
B	3.0	9.8	9.8	6.4	1.5	1.0	0.9	1.0	22.4	32.2	1.5	1.1	3.0	1.3	0.7	4.0
C	9.6	15.5	8.6	12.1	1.0	2.4	1.3	1.0	12.5	16.3	2.9	0.8	6.9	3.5	0.8	4.8
D	6.9	13.8	10.2	12.4	1.9	1.6	1.6	0.8	12.9	18.6	3.1	0.5	3.9	1.7	0.2	10.3
E	3.8	12.5	7.5	10.4	1.4	2.3	1.3	1.8	15.7	24.4	2.3	0.6	8.4	1.7	0.4	5.1

표 8. Fine~very fine sand 에 함유된 重鑛物의 重量比.

표 품 번 호	중광물의 Wt. %	채 취 장 소	표 품 번 호	중광물의 Wt. %	채 취 장 소
A-1	0.31	shoreline	2	0.08	berm
2	0.18	berm	3	0.05	berm
B-1	1.47	shoreline	4	0.71	berm
2	0.38	berm	5	0.41	dune
C-1	2.48	berm	6	3.09	dune
2	0.14	shoreline	7	0.56	dune
3	0.98	berm	8	0.04	berm
4	0.67	dune	9	0.12	shoreline
5	1.34	shoreline	E-1	0.09	shoreline
6	4.71	dune	2	0.37	berm
7	2.53	dune	3	2.41	dune
8	1.41	shoreline	4	2.41	berm
9	0.31	berm	5	0.67	berm
10	1.05	berm	6	0.39	shoreline
D-1	0.53	shoreline			

究결과와는 상반되는 수치임이 주목된다. 즉 본 지역에서는 magnetite, ilmenite, garnet, amphibole 이 전량의 2/3 이상을 차지하는 반면 monazite, zircon 은 미량에 불과하다.

또한 서효준(1971)에 의하면 瑞山-群산에 걸치는 서해 중부 해저퇴적물에는 重鑛物로서 hornblende, monazite 가 약 1/3을 차지하여 제일 많고, 그 다음 rutile, olivine, garnet 순으로 함유되어 있고, zircon 은 약 3%정도 소량 함유되어 있다고 報告되었는데 이

것은 上記한 金남장의 결과와는 약간 차이가 있음을 알 수 있다. 이것은 重鑛物의 분포가 起源岩의 영향에 따라 크게 좌우되기 때문인 것으로 사료된다.

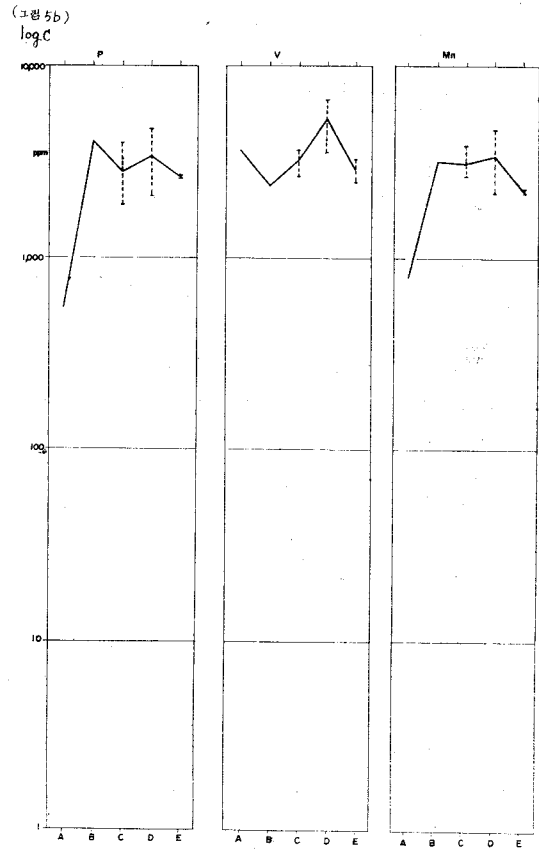
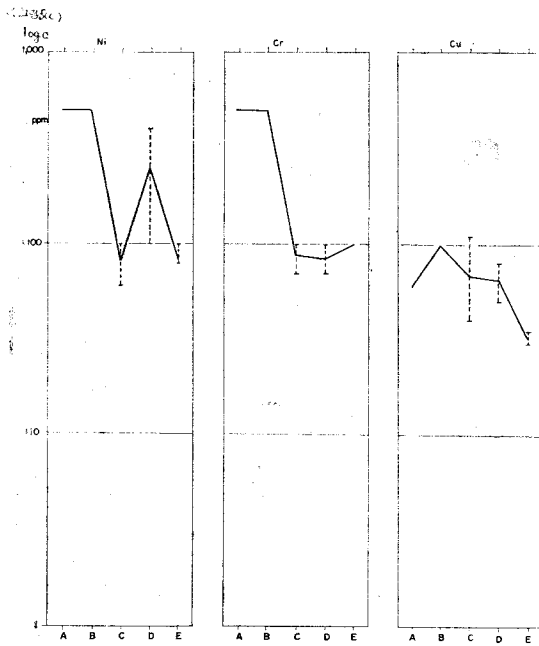
### 4.3 地化學의 特性

方出分光分析과 比色定量分析法에 의한 각 시료의 희유원소 분석결과에 의하면 Cu, Pb, Zn, Mo, W, P, V, Mn, Ni, Cr, Ag, Sn 등 12원소가 확인되었고, As, Cd, Sb, Bi, Au, Th 등 6원소는 검출되지 않았

표 9. 重鑛物에 함유되어 있는 稀有元素의 分析值 (ppm).

\* 平均值

원소 시료 번호	Cu	Pb	Zn	Mo	W	P	V	Mn	Ni	Cr	Ag	Sn
A-1	60	10	50	—	—	550	3700	800	150	150	2	10
B-1	100	12	80	—	—	4100	2400	3200	150	150	3	10
C-1	50	25	75	20	—	2200	3550	3900	80	70	3	30
C-6	40	30	35	85	—	3200	2700	2800	100	100	2	50
C-9	75	20	95	90	8	4000	3250	2700	60	100	1	50
C-10	110	15	100	25	5	1900	3700	3250	80	80	1	60
*	68.8	22.5	76.3	55	3.3	2825	3300	3163	80	87.5	1.8	47.5
D-4	80	20	90	2	—	4700	6700	2200	150	100	6	70
D-6	55	15	85	5	90	2100	3600	4750	100	70	20	60
*	67.5	17.5	87.5	3.5	45	3400	5150	3475	125	85	13	65
E-3	30	10	65	3	7	2700	2500	2200	70	100	2	30
E-4	35	18	40	—	5	3300	3300	2300	100	100	3	20
*	32.5	14	52.5	1.5	6	3000	2900	2250	85	100	2.5	25

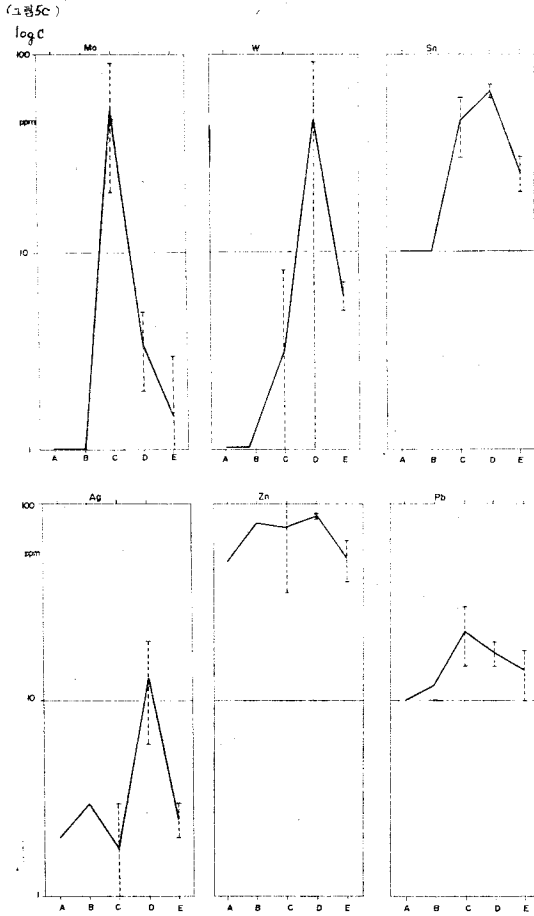


다.

확인된 원소중 Cu는 30~110ppm, Pb는 10~30ppm, Zn은 35~100ppm, Mo는 0~90ppm, W는 0~90ppm, P는 550~4700ppm, V는 2500~6700ppm, Mn은 800~4750ppm, Ni는 60~150ppm, Cr은 70~170ppm, Ag는 0~20ppm, Sn은 10~70ppm에 달했다(표 9). 이들 값은 地域別로 그림 5에 圖示하였다.

이것을 국내 다른 지역과 비교해 보면 Ni, V는 禮美,

그림 5. 지역별 각 稀有元素의 분석치.



丹陽, 淸道, 米院, 提川 등 다른 河川堆積物에서보다 약 2배정도 높은 값이며, 서해(중부)해저 퇴적물 분석치와 비교하면 각 원소의 양이 5배정도 높다.

단지 Bi만이 本域에서는 검출되지 않았는데 반하여 서해 해저 퇴적물에서는 150ppm이 보고되었다.

5. 結 言

(1) 漢江 中·下流 堆積物은 대부분 砂質堆積物로서 粒度, 分級度, 歪度 및 尖度의 값이 연구대상 지역내에서 전혀 불규칙함을 나타낸다.

가) 粒度平均値는  $-1.37\phi \sim -1.60\phi$ 로 coarse sand~medium sand에 해당되고 全體平均은  $0.58\phi$  정도의

coarse sand에 속한다. 이는 한강 하류 퇴적물(박용안, 1968)에 비하여 약간 더 粗粒質이다.

나) 分級度는  $0.25 \sim 1.84\phi$ 의 범위이며 Folk(1968)의 분류에 의하면 very well sorted~poorly sorted에 해당되는데 이는 國內 他 地域(南海·晉州, 迎日灣, 팔계천)에서 보다 分級이 비교적 잘 된 편이다.

다) 歪度値는  $-0.44 \sim 0.51$ 의 범위이며 평균 0.08로 약간의 positive skewness에 해당되는 nearly symmetrical에 속한다.

라) 尖度値는  $-0.1 \sim 1.75$ 의 범위이며, 평균 1.08로 Folk(1968)의 분류에 의하면 mesokurtic에 해당되어, 本域의 퇴적물의 粒子들은 中央値주위에 상당히 集中되어 있음을 시사해 준다.

(2) 本 연구지역내 堆積物의 平均値와 歪度値의 도표(그림 2)에 의하면 dune sand와 shoreline sand, berm sand는 대체로 구별된다.

(3) 本 연구지역내에 산출되는 重鑛物은 주로 magnetite, ilmenite, leucoxene, garnet, amphibole, pyroxene, kyanite, zircon, monazite, tourmaline, epidote 및 ilmenite이며 그외 소량으로 apatite, sillimanite, andalusite, olivine 등이 산출된다.

일반적으로 重鑛物의 양은 dune sand가 shoreline과 berm sand보다 많이 함유하고 있으며, shoreline과 berm 사이에서는 불규칙한 量的 關係를 보여준다. 즉 重鑛物의 분포는 바람의 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있다.

下流로 내려오면서 magnetite, ilmenite, leucoxene은 감소하는 경향이 있고, zircon과 epidote는 증가하는 경향이 있는데, 이는 下流부근에 大寶花崗岩의 분포가 증가하고, 上流의地質은 片麻岩으로 구성되어 있음에 기인한 것으로 본다.

(4) 本 연구지역내 重鑛物中에 함유되는 成分中 Ni(60~150ppm), V(2500~6700ppm)은 國內 他 하천퇴적물(禮美, 丹陽, 淸道, 米院, 提川지역)의 값보다 높은 편이며 Cu(30~100), Pb(10~30), Zn(35~100), Mn(800~4,750), W(0~90), P(550~4700), Cr(70~150), Mo(0~90), Ag(0~20), Sn(10~70ppm)은 일반적으로 낮다. 또한 서해 퇴적물보다는 Bi를 제외하고는 모두 높은 편에 속한다. 그의 As, Cd, Sb, Bi, Au, Th元素는 方出分光分析과 比色定量分析法에 의한 실험에서 확인되지 않았다.

## 參 考 文 獻

- Krumbein, W. C. & Pettijohn, F. J., 1938, Manual of Sedimentary Petrography., New York., p. 550.
- Pettijohn, F. J., 1939, Mineralysis of Sediments., Recent marine sediments., p. 592~615.
- Folk, R. L. & W. C. Ward., 1957, Brazos river bar; A study in the Significance of grain size parameter., Jour. Sed. Petro., Vol. 27, No. 1, p. 3~26.
- 박용안., 1968, 한강하류의 현생퇴적물에 대한 고찰., 대한지질학회지 제 4권 1호.
- 농림부, 농업업홍공사, 1970, 지하수조사보고서(경기도).
- 김남장, 김승우, 이명환., 1970, 서해 해저퇴적물 조사연구보고., 해양지질조사연구보고 제 1호, 국립지질조사소, p. 78~100.
- 서효춘, 김승우, 이윤오., 1971, 서해(중부)해저퇴적물 조사연구보고(I), 해양지질 조사연구보고 제 2호, 국립지질조사소, p. 69~88.
- 고인석, 이영길., 1972, 진주·남해지역 낙동층군에 대한 퇴적암석학적 연구., 대한지질학회지 제 8권 제 2호, p. 92~120.
- 최명렬., 1972, 경북 동면면 팔개천 유역의 층저층에 관한 연구., 대한지질학회지 제 8권 제 3호, p. 162~172.
- 박병권, 송무영., 1972, 한국 영일만 해저퇴적물의 입도분석., 해양학회지 제 7권 제 2호, p. 74~85.
- Kim, S. W., 1973, A Study on the Terraces Along the Southeastern Coast (Bang-eojin-pohang) of the Korean Peninsula., Jour. Geol. Soc. Korea., Vol. 9., No. 2, p. 88~121.
- 蘇七變., 1974, 한국산 연-아연 광상내의 삼아연광의 희유원소에 관한 연구., 제28차 대한지질학회 정기학술총회 발표 (印刷中).