

# 진주만 현생퇴적물중 점토광물의 기원에 관한 연구

김대철 · 김희준 · 송용선 · 백인성 · 박맹언 · 정상용 · 송시태 · 황진연\*  
부산수산대학 응용지질학과

## Provenance of Recent Clay Minerals of the Chinju Bay, Southern Coast of Korea

Dae-Choul KIM, Hee-Joon KIM, Yong-Sun SONG, In-Sung PAIK, Maeng-Eon PARK, Sang-Yong CHUNG, Shi-Tae SONG, and Jin-Yeon HWANG\*  
Department of Applied Geology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Semi-quantitative analysis of less-than-2 $\mu$ m clay minerals in thirty-nine superficial sediments from the Chinju Bay, southern coast of Korea, was made to reveal the distribution, provenance and dispersal pattern of fine-grained sediments. Additional nine samples were also taken from the Choryang Cheon (a river draining the kaolin-rich Hadong area) to investigate the influence of river discharge. Grain size analysis for the Chinju Bay sediment samples was performed simultaneously as an aid to understand the sediment types and depositional environments. Except for the northeastern part, clayey mud predominates the entire bay. Average relative abundance of the four major clay minerals, i. e., illite, kaolinite, chlorite and smectite, is 55.1%, 23%, 21.5% and 0.4%, respectively. Although illite is dominant clay mineral, the average content is about 10~20% lower than that of the nearby continental shelf area. On the contrary, kaolinite content in the bay is about 10% higher than that of the shelf area. Recent clay minerals of the Chinju Bay are mainly derived from the nearby inland area through numerous rivers and streams. Transport from shelf area, however, also seems to be important.

### 서 론

연안에서의 세립질 퇴적물의 분포는 그 지역의 퇴적환경의 규명과 더불어 퇴적물의 기원을 연구하는데 많이 이용된다. 일반적으로 구성광물의 조성에 대한 연구나 지화학적, 고생물학적 또는 퇴적학적 연구 등을 연구수단으로 이용하기도 하지만 세립질 퇴적물의 경우 점토광물의 정성·정량적인 분석자료가 퇴적물의 기원을 추적하는 방법으로 많이 사용된다(Griffin and Goldberg, 1963 1967a). 해안에 분포하는 점토광물은 육상에 분포하는 모양의 종류, 화학적 풍화 정도를 결정하는 기후와 지하

수의 특성 및 퇴적암내의 구성광물의 함량비에 따라 결정되기 때문에 해양에서의 점토광물의 함량비는 해양퇴적물의 기원과 이동경로를 추적하는데 유용한 수단으로 이용된다(Grim, 1953; Griffin et al. 1968).

한반도 주변의 점토광물에 대한 기원은 크게 세 가지로 알려져 있다. 첫째는 강과 하천에 의해 한반도에서 유입된 세립질 퇴적물이 강한 조류나 해류의 영향으로 재부유되어 이동된 후 재퇴적된다는 것으로서, 일부는 한반도를 따라 남쪽으로 이동되고 일부는 동쪽으로 이동된다는 설(Park, 1983; Park et al., 1986)과, 금강이나 영산강에서 유입된 부유성

\* 부산대학교 지질학과

(Department of Geology, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea)

퇴적물이 계절에 따라 북서-남서 방향으로 이동하여 퇴적된다는 설(Chough and Kim, 1981; Chough, 1985)이 있다. 둘째는, 중국대륙으로부터 황하·양자강 등의 큰 강 및 바람 등에 의해 유입된다는 설로서, Hurley et al. (1963)은 북태평양에 분포하는 점토광물의 연령을 측정, 이 지역 점토 퇴적물이 중국대륙으로부터 바람에 의해 이동된 사실을 입증하였다. 세째는 동지나해 혹은 남지나해에 존재하는 점토광물이 북동쪽으로 이동하는 쿠로시오와 그 지류인 대마해류를 타고 한반도 주변으로 이동한다는 설이며, 실제로 Park and Han (1985)은 대한해협에 분포하는 점토광물에 대한 연구결과로 illite, chlorite, smectite의 상당량이 동지나해에서 유입되었을 가능성을 시사하였다.

한반도 서남해안에 존재하는 크고 작은 만에 퇴적된 점토광물에 대한 연구는 진해만(Park et al., 1976), 광양만(박 등, 1984)과 가로림만(Han, 1982) 등에 대하여 실시되었고, 이들 연구결과는 일반적으로 만내에서의 세립질 퇴적물의 혼합가능성을 시사한다. 그러나 만이 가지는 반폐쇄적인 해양환경으로 인하여 만내에 분포하는 퇴적물의 주 공급원은 지역마다 다르리라고 생각된다. 가막양처럼 주변에 퇴적물 공급원이 없는 경우를 제외하고는 해저지형, 조류의 유속, 유향, 하천에 의한 세립질 퇴적물의 공급량 등을 고려하여야 한다(Kang, 1981).

본 연구는 반폐쇄적인 환경이면서도 조류에 의한 해수유동이 비교적 활발하고 주변에 하동-산청의 고령토지대를 집수구역으로 하는 하천이 유입되는 진주만을 연구지역으로 선정, 진주만에 분포하는 점토광물의 함량비로서 만내에 분포하는 점토광물을 포함한 세립질 퇴적물의 기원을 밝히는 것을 목적으로 하였다.

## 진주만의 지질·지형 및 해양환경

진주만 주변 집수구역은 경상분지의 서남단에 해당되므로 거의 전역을 중생대 백악기의 경상누층군 퇴적암층과 화산암류가 차지하며, 백악기말의 불국사 화강암류가 곳곳에서 이들을 관입한 소규모 심성암체로 산출된다(김·강, 1965; 최·유, 1969; 지 등, 1983).

경상누층군은 서편에 광범위하게 분포된 소위 영남육괴의 선캠브리아 기반암류에 부정합적으로 피복된 것으로, 북북동-남남서의 주향으로 10~20° 동경하는 규칙적인 층서를 이루고 있어 서에서 동으로 감에 따라 상부층으로 이화된다. 장(1977)과

Chang (1975)은 경상누층군을 하부로부터 신동층군, 하양층군 및 유천층군으로 3대분하였다. 이에 따르면 본 지역을 대각선 방향으로 양분할때 북서부는 신동층군, 남동부는 하양층군과 유천층군의 암석들로 분포된다.

신동층군은 사암, 세일, 역암 및 이암 등으로 구성된 비화산성 쇄설성 퇴적암층으로 암상에 따라 하부로 부터 원지층(낙동층), 마동층(하산동층), 구랑리층(진주층)으로 세분된다. 칠곡층, 신라역암층, 함안층, 진동층 등으로 세분되는 하양층군은 화산기원 퇴적물을 함유한 쇄설성 퇴적암층으로 세일, 사암, 이암, 역암이 주구성원이고 소량의 화산암류가 수반된다. 유천층군은 하부의 퇴적암층을 부정합으로 분출 피복(부분적으로 관입)한 중 내지 산성 화산암류로, 남서부 일대에 웅봉산 화산암질 각력암(지 등, 1983), 창선도 일원에 안산암 또는 안산암질 집괴암과 소량의 유문암이 분포한다. 삼천포 일대를 비롯한 곳곳에서 경상누층군을 관입한 소규모의 불국사 화강암체들은 중립질의 흑운모 화강암이 주이고, 각섬석 화강섬록암, 화강반암 또는 섬록암이 부분적으로 수반된다. 역, 사, 점토 등으로 구성된 충적층은 하천유역을 따라 발달하고 있다.

진주만은 사천, 삼천포, 남해도 등으로 둘러싸인 전형적인 내만으로서 조간대를 포함한 전체면적은 약 195.9km<sup>2</sup>이다. 만은 남북으로 길게 연장되어 있으며 남북간의 길이는 약 32km에 달한다. 만의 북쪽은 다시 사천만과 진교만으로 나뉘어지고 사천만 서쪽 일부를 따로 독립시켜 광포만이라고 하기도 한다. 북쪽에는 하동지역 고령토산지를 집수구역으로 하는 초량천, 관곡천 등이 유입되고, 또한 홍수시에 낙동강의 수위조절을 위해 간헐적으로 방류된 남강의 지류가 북쪽의 사천만으로 유입된다(Fig. 1).

장(1969a)이 작성한 유향측심 자료를 보면 만의 수심은 비교적 얇아서 전체적으로 5~10m 정도이고 만의 양쪽수로에 해당하는 곳에서는 20m내외로 깊어진다(Fig. 1). 예를들면 만의 서측수로에 해당하는 노량수도는 폭이 약 600m로 매우 좁으며 경사가 심해 최대수심 33m에 달하는 곳도 있다(Fig. 2). 만의 동쪽입구에 해당하는 삼천포와 창선도 사이에 위치한 삼천포수도는 중앙에 위치한 신수도를 중심으로 동수도와 서수도로 나뉘는데, 최대수심을 보면 서수도의 경우 30m이고 동수도의 경우는 23m로서 수도의 횡단면을 보면 서수도쪽이 깊게 함몰한 형태를 하고 있다(장, 1969a).

만의 북쪽에 위치한 사천만의 경우 반폐쇄된 부근 지형과 간헐적인 남강 방류에 의한 퇴적물 유입

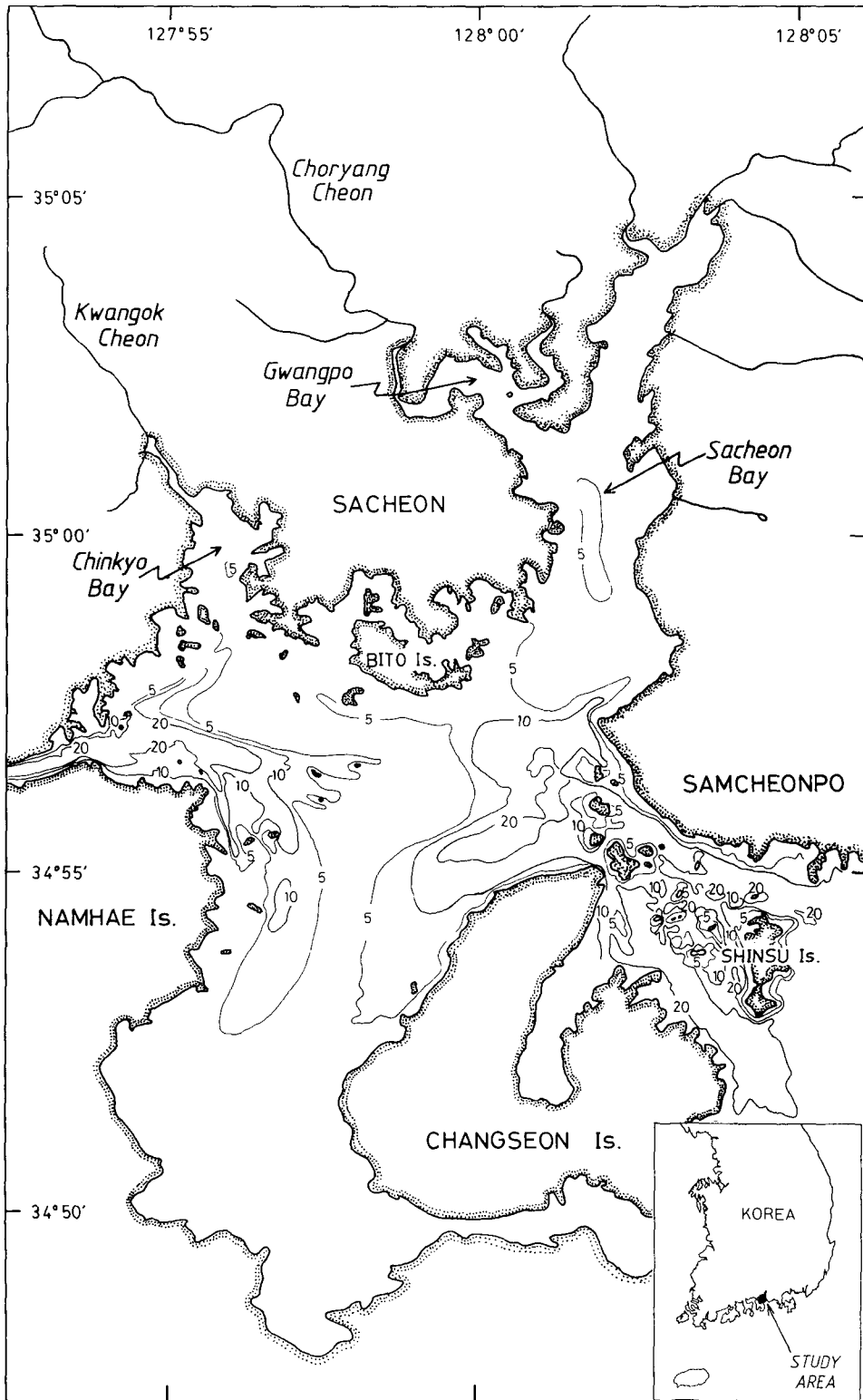


Fig. 1. Bathymetry of the Chinju Bay, Southern Coast of Korea. Contours in meters (modified after Chang, 1969 a).

등으로 퇴적작용이 활발하여 수심은 매우 얇다. 비토도와 삼천포를 연결하는 단면을 보면 삼천포쪽으로 함몰된 것을 볼 수 있는데, 이는 다음에 설명하는 조류와 관계가 깊다. 만의 중심부는 수심 5m내외로 얇으며 이러한 양상이 만의 남부지역까지 그대로 연장된다.

진주만의 해수이동에 대하여는 유숙계, 해류판, 해류병 등을 이용하여 비교적 자세히 연구되었다(장, 1969b, 1970). 이러한 연구결과에 의하면 만내의 해수이동(주로 조류에 의한)은 계절에 따라 약간 차이가 있지만 일반적으로 비교적 빠른편으로 약 0.5kt 이상인 경우가 많고, 양쪽수도에서는 3kt 전후이고 최대 6kt에 달한다.

해류병실험에 의하면 낙조기에 진주만 남쪽의 해수는 일부 북쪽으로 흐르고, 만의 중심부의 수심이 얇은 곳을 중심으로 서쪽해역의 해수는 노랑수도쪽으로 흐르고 동쪽해역의 해수는 삼천포수도로 흘러나간다. 창조기에는 광양만에서 유입된 조류가 노랑수도를 통하여 만내로 흘러들어가 일부는 만의 중앙부를 지나고, 나머지는 남북방향으로 분산되어 등심선을 따라 만의 남쪽으로 이동하고 일부는 진교만으로 흘러간다. 삼천포수도를 통하여 유입한 해수는 주로 만의 중앙부에 발달한 수심이 얇은 언덕을 따라 남북방향으로 이동한다. 그러나 전체적으로 보아 만 중앙부의 언덕을 조류가 횡단하기 때문에 조급때를 제외하고는 해수의 혼합이 비교적 왕성하다. 계절적으로 취송류의 영향이 강할 때도 있지만 만내의 해수 유동은 주로 조류에 의해 좌우되며, 일단 만내로 유입된 조류는 해저지형의 영향을 많이 받아 등심선을 따라 흐른다(장, 1969b, 1970).

## 시료채취 및 연구방법

### 1. 시료채취

진주만에 분포하는 점토광물의 함량비와 부근 하천에서의 유입에 의한 영향을 조사하기 위하여 총 46지점에서 표층퇴적물 시료를 채취하였다. 1987년 가을에 2개의 야외조사조를 구성하여 같은 시기에 육상과 해상 시료를 채취하였다. 육상조사조는 초량천에서 9개의 시료를 채취하였고 해상조사조는 소형선박을 이용하여 총 37개 지점에서 표층퇴적물을 그림채니기를 이용하여 채취하였다(Fig. 2).

### 2. 입도분석

표층퇴적물의 입도분석은 주로 Folk(1968)와 Galehouse(1971)의 방법을 활용하였다. 채니기로 채취된 시료중 약 20~25g 정도를 선택하여 증류수로

여러번 세척하여 각종 염을 제거한 후(McAllister, 1958), 유기물은 양에 따라 과산화수소수의 농도를 조정하여 제거하였다(Jackeon et al., 1949). 탄산염은 0.1N 염산으로 제거하였으며, 다시 증류수로 각종 이온과 반응찌꺼기를 세척하였다.

세립질의 시료는 4φ체로 습식체질을 한 후 1% 칼륨을 첨가하여 확산시킨 다음 피펫방법에 의해 1φ간격으로 분석하였다. 각종 조직 표준치는 중량 백분율 누적곡선에서 그래피 방법(Folk and Ward, 1957; Folk, 1968)을 이용하여 계산하였다. 조립질 시료는 Ro-Tap Sieve Shaker를 이용하여 역시 1φ간격으로 입도별 중량 백분율을 구하였다(Ingram, 1971).

### 3. 점토광물 분석

해저퇴적물의 점토광물 함량 분석은 일반적으로 이용되는 반정량 분석법을 이용하였다(Grim et al., 1949; Biscaye, 1964). 전체를 대표하는 약 25g 정도의 시료를 추출하여 증류수로 여러차례 세척하여 염을 제거하고 6% 과산화수소수로 유기물을 제거하였다. 일부 점토광물의 파괴를 방지하기 위하여 묽은 염산(0.1N)을 첨가한 후 다시 증류수로 모든 반응물질을 제거하였다.

침전법을 이용하여 2μm보다 작은 입자를 분리하여 슬라이드에 얇게 입힌 다음(Stokke and Carson, 1973) 에틸렌글리콜 처리를 하였다(Brunton, 1955). 광물 감정을 위하여 몇 개의 대표적인 시료는 열처리 하였다(Pierce and Siegel, 1969).

X-선 회절분석기를 이용하여 각각의 시료슬라이드를 분석하였는데 구리 타겟을 이용하여 주사속도는 2°2θ/min, 차트 속도는 40mm/min로 하였다. 전체주사각(2θ)은 2°~35°였고, kaolinite와 chlorite를 분리하기 위하여 2θ각도 22°~27°사이에서는 주사속도를 반으로 줄여서 재주사를 하였다(Elverhoi and Ronningsland, 1978).

각 광물의 함량비는 Biscaye(1964)가 제시한 방법을 따라 각 광물별로 정해진 피크의 면적에 일정한 값을 곱한 것(smectite는 17Å<sup>2</sup>(001), illite는 10Å<sup>2</sup>(001)의 4배, kaolinite(001)와 chlorite(002)는 7Å<sup>2</sup>의 2배에 해당하는 값)의 합을 백분율로 환산하여 계산하였다. 면적계산에 필요한 각 피크의 기준선은 Knebel et al., (1968)의 방법을 따르고 면적은 구적계를 이용하여 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 퇴적물 입도

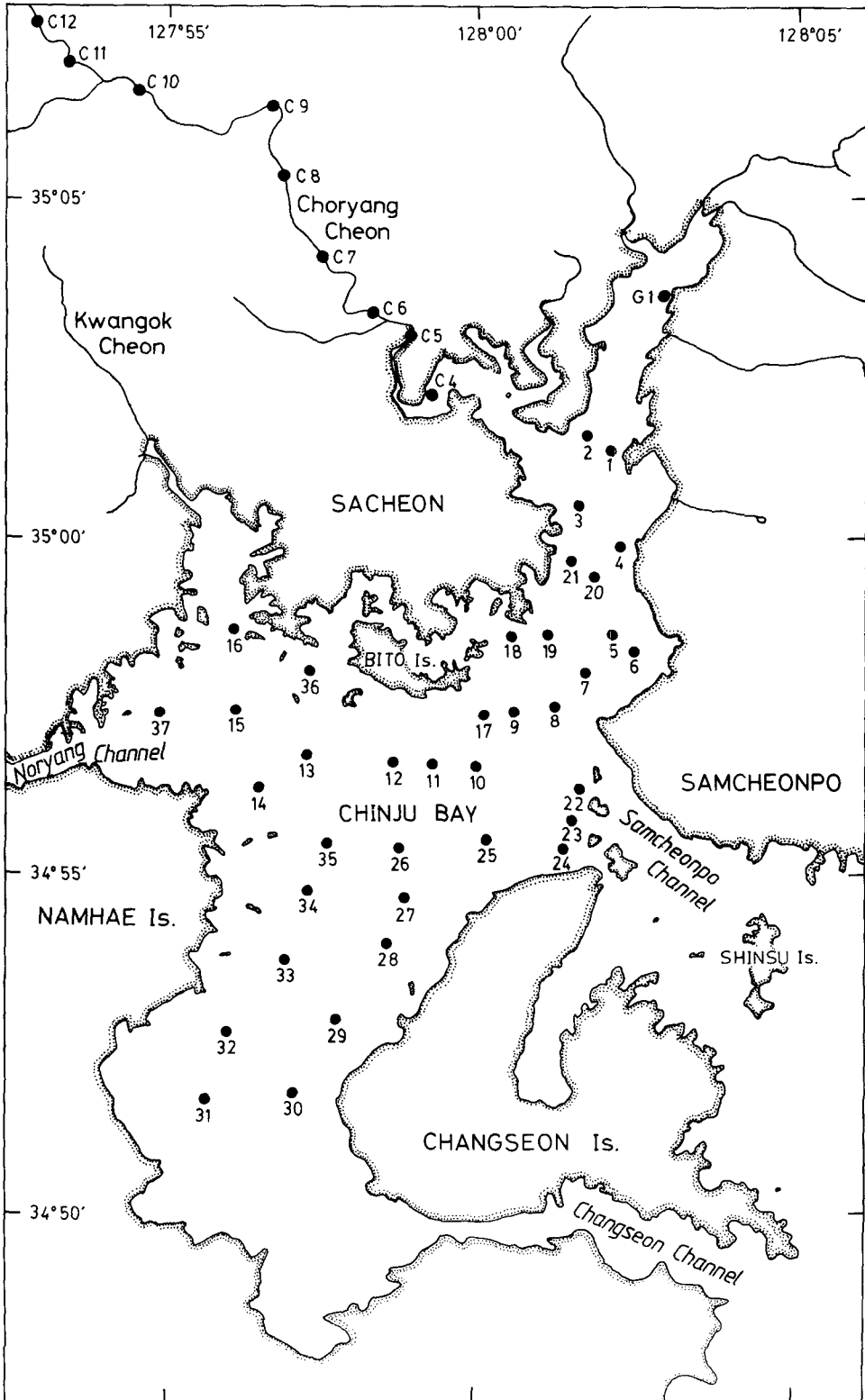


Fig. 2. Generalized map showing sample locations.

**Table 1. Textural parameters of superficial sediments in the Chinju Bay and the Choryang Cheon (River). Abbreviations are, Md : median, Mz : mean, Kg : kurtosis, So : sorting, and Sk : skewness**

St. No.	Textural Parameters ( $\phi$ )					Contents(%)			Sed. Type
	Md.	Mz.	Kg.	So.	Sk.	Sand	Silt	Clay	
C 4	5.78	5.83	0.95	3.17	-0.05	33.0	42.2	24.6	Sandy silt
J 1	3.27	3.75	1.75	1.87	0.59	70.6	21.3	8.1	Silty sand
1	6.10	6.53	0.74	3.00	0.52	23.7	44.3	32.0	Sandy silt
2	4.57	5.18	0.79	2.83	0.33	47.3	34.0	18.7	Sandy silt
3	6.07	6.53	0.71	2.52	3.10	20.7	50.3	29.0	Sandy mud
4	7.20	7.30	0.58	2.35	0.29	8.8	54.4	36.8	Mud
5	7.97	8.04	0.76	1.93	-0.01	1.0	49.8	49.2	Mud
6	7.90	7.93	0.73	2.01	-0.01	0.8	51.3	48.0	Mud
7	7.75	7.59	0.70	2.14	-0.11	1.3	53.0	45.7	Mud
8	7.75	7.88	0.71	1.99	0.03	0.7	52.9	46.4	Mud
9	8.34	8.22	0.77	2.00	-0.17	2.7	42.3	55.0	Mud
10	8.23	8.19	0.71	2.09	-0.10	2.4	43.4	53.2	Mud
11	8.16	8.06	0.77	2.03	-0.11	1.7	47.7	50.6	Mud
12	7.85	7.81	0.76	2.13	-0.07	3.7	50.0	46.3	Mud
13	8.17	7.93	0.63	2.16	-0.17	2.4	45.2	52.4	Mud
14	8.40	8.42	0.81	1.81	1.23	0.8	41.5	57.7	Mud
15	8.06	8.07	0.77	2.00	-0.07	2.3	47.7	50.0	Mud
16	8.16	8.11	0.78	1.94	-0.08	0.3	46.8	52.9	Mud
17	8.19	8.08	0.89	2.08	-0.17	4.3	44.0	51.7	Mud
18	7.74	8.06	0.84	1.97	-0.96	1.8	55.6	42.6	Mud
19	8.36	8.26	0.69	1.86	-0.14	0.8	42.3	56.9	Mud
20	7.09	7.33	0.65	2.27	0.10	3.2	59.3	37.5	Mud
21	8.05	7.95	0.74	2.21	-0.12	3.9	45.4	50.7	Mud
22				Rocky	Bottom				
23				Rocky	Bottom				
24				Rocky	Bottom				
26	8.21	8.05	0.73	2.02	-0.17	2.9	44.8	52.3	Mud
27	8.12	8.04	0.89	1.97	-0.15	4.1	44.2	52.7	Mud
28	8.33	8.19	0.74	1.90	-0.22	1.7	42.8	55.5	Mud
29	8.30	8.21	0.61	1.83	-0.13	0.2	44.1	55.7	Mud
30	8.31	8.29	0.78	1.75	-0.11	0.2	42.7	57.1	Mud
31	8.18	8.20	0.78	1.72	-0.05	0.2	46.0	53.8	Mud
32	8.36	8.32	0.69	1.68	-0.08	0.2	41.5	58.3	Mud
33	8.23	8.13	0.73	1.80	-0.11	0.3	45.4	54.3	Mud
34	8.11	7.95	0.78	1.94	-0.14	0.9	48.2	50.9	Mud
35	8.12	7.97	0.78	2.01	-0.16	2.9	45.1	52.0	Mud
36	7.87	7.89	0.85	1.97	-0.07	3.7	48.1	48.2	Mud
37				Rocky	Bottom				
Average	7.63	5.03	0.78	2.09	-0.07	7.5	45.8	46.7	

진주만에 분포하는 표층퇴적물의 조직표준치(중 앙값, 평균값, 첨도, 분급도, 왜도)와 모래, 점토, 실 트의 함량비는 Table 1과 같다. 전체적으로 보아 만 의 북동쪽에 해당하는 사천만 지역은 조립질 퇴적

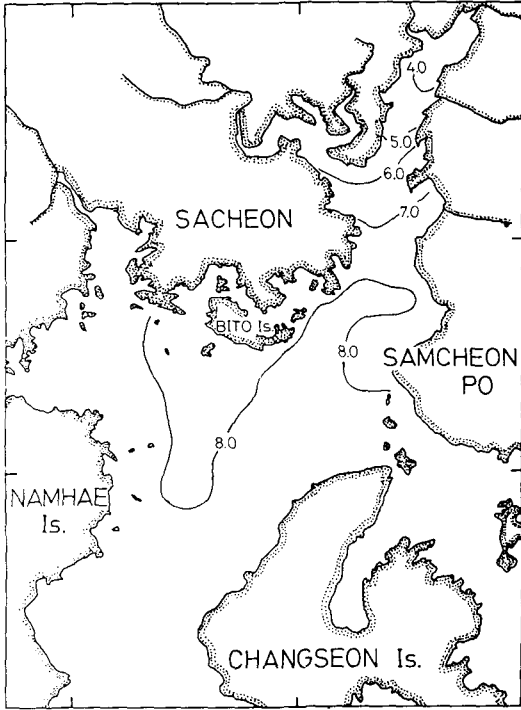


Fig. 3. Map showing mean grain size distribution of superficial sediments (phi scale).

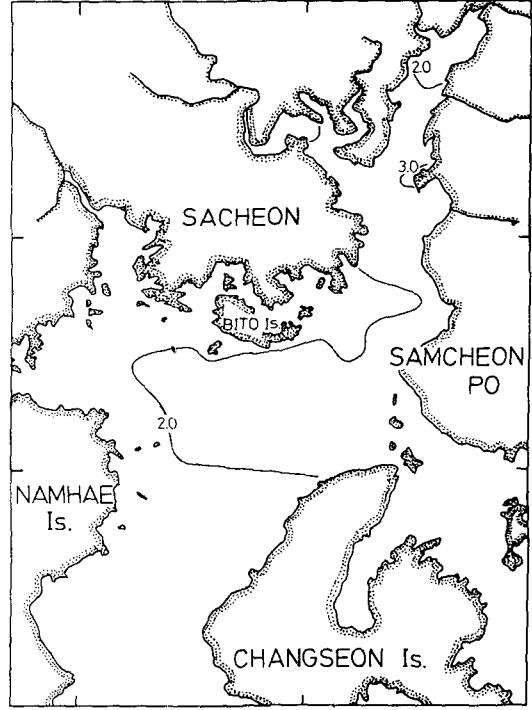


Fig. 4. Map showing sorting of superficial sediments (phi scale).

물의 함량이 20~70% 이상으로 다른 지역에 비해 월등히 높다. 사천만 퇴적물의 평균입도는 이 지역을 제외한 진주만 전체의 평균입도보다 매우 높고 분급도는 아주 불량한 편이다. 이러한 결과는 남강의 방류로 인한 퇴적물의 대량 유입과 관련이 있으므로 진주만의 일반적인 퇴적환경과는 차이가 있다.

사천만을 제외한 진주만 표층퇴적물의 평균입도는  $7\phi \sim 8\phi$ 로 세립질이며 사천만에서 멀어질수록 증가하는 경향을 보인다 (Fig. 3). 큰 차이는 없으나 비토도 바로 남쪽과 삼천포 서쪽 부근이  $8\phi$ 보다 작고 나머지 지역은  $8\phi$  이상이다. 삼천포 서쪽 지역은 남강의 영향때문으로 생각되며, 비토도 남쪽 지역은 수심 5m 이내의 얕은 곳으로 지형적인 면에서 진주만 양쪽 수도로 왕복운동을 하는 조류의 영향권에서 비교적 벗어나 있다는 (장, 1970) 것이 원인일 수 있지만 북서쪽의 관곡천에 의해 유입되는 퇴적물의 영향이 큰 것으로 생각된다. 이러한 경향은 분급도에도 나타난다. 물론 진주만 전체가 분급이 불량하지만, 이 지역을 경계로 진주만 남쪽이  $2\phi$ 보다 낮은 값으로 분급이 약간 더 양호하다 (Fig. 4). 참고로 진주만과 크기가 거의 비슷한 가막양의 경우 표

층 퇴적물의 평균입도는  $7 \sim 8.5\phi$ 로 유사하지만 주변 육지에서의 퇴적물 공급이 거의 없기 때문에 진주만과는 반대로 만의 입구에서 멀어질수록 평균입도가 감소하는 경향을 보인다 (Kang, 1981).

퇴적물중 점토의 총량을 보면 역시 사천만 쪽이 가장 낮아 10~40% 정도이다 (Fig. 5). 사천만을 제외한 지역에서는 비토도 남쪽이 50% 이내이고 진주만 남쪽은 55% 내외로 비토도에서 남쪽으로 멀어질수록 세립질 퇴적물의 함량이 증가하는데 이는 평균입도의 분포양상과 거의 일치한다. 관곡천에서 유입된 퇴적물중 비교적 조립질 입자들은 하구의 남 내지 남동쪽 방향으로 주로 퇴적되고 더욱 세립질인 입자들이 부유상태로 진주만의 남쪽까지 이동된 것으로 생각된다. 그러나 만내에서의 조류가 비교적 강하므로 전체적으로 혼합이 잘되어 퇴적환경은 차이가 별로 크지 않은데, 침도나 왜도 값이 거의 유사한 점이 이를 뒷받침 한다.

## 2. 점토광물

진주만과 진주만으로 유입되는 초량천에 분포하는 네가지 점토광물 (illite, smectite, kaolinite, chlorite)의 함량비가 Table 2에 표시되었다. 진주만내

Table 2. Relative abundances of clay minerals in less-than-2 $\mu$ m fractions of the Chinju Bay and Choryang Cheon

St. No.	Illite (%)	Kaolinite (%)	Chlorite (%)	Smectite (%)
1	57.5	22.4	19.8	0.3
2	49.0	25.1	25.1	0.6
3	52.3	24.2	23.1	0.3
4	51.4	24.2	24.0	0.4
5	58.7	22.4	18.4	0.5
6	57.3	25.1	17.0	0.6
7	56.9	23.2	19.1	0.8
8	54.4	22.9	22.5	0.2
9	58.8	21.7	18.8	0.7
10	59.5	21.8	17.9	0.8
11	53.9	21.9	23.9	0.3
12	56.6	23.8	19.5	0.1
13	57.1	27.8	14.2	0.9
14	56.4	21.7	21.7	0.2
15	62.2	21.6	15.3	0.9
16	56.8	20.8	22.2	0.3
17	60.4	22.3	16.7	0.7
18	60.2	23.1	16.7	0.1
19	60.2	20.4	19.0	0.4
20	55.9	22.9	20.6	0.6
21	49.6	23.3	26.8	0.3
26	52.1	24.6	22.8	0.5
27	54.0	22.6	23.2	0.2
28	53.8	21.8	24.3	0.1
29	51.8	22.9	25.1	0.2
30	53.4	22.4	23.9	0.3
31	53.3	22.8	23.7	0.2
32	51.9	22.2	25.5	0.4
33	52.1	23.1	24.4	0.4
34	52.2	24.0	22.9	0.9
35	53.3	22.2	24.1	0.4
36	51.0	24.2	24.7	0.1
Average	55.1	23.0	22.5	0.4
C 4	52.8	25.6	21.3	0.3
C 5	73.9	13.9	12.1	0.1
C 6	57.8	21.6	20.4	0.2
C 7	66.1	17.6	16.1	0.2
C 8	36.2	34.2	29.5	0.1
C 9	63.2	18.9	17.8	0.1
C 10	58.7	21.9	19.2	0.2
C 11	31.8	35.7	32.4	0.1
C 12	29.1	37.5	33.1	0.3
Average	52.2	25.2	22.4	0.2



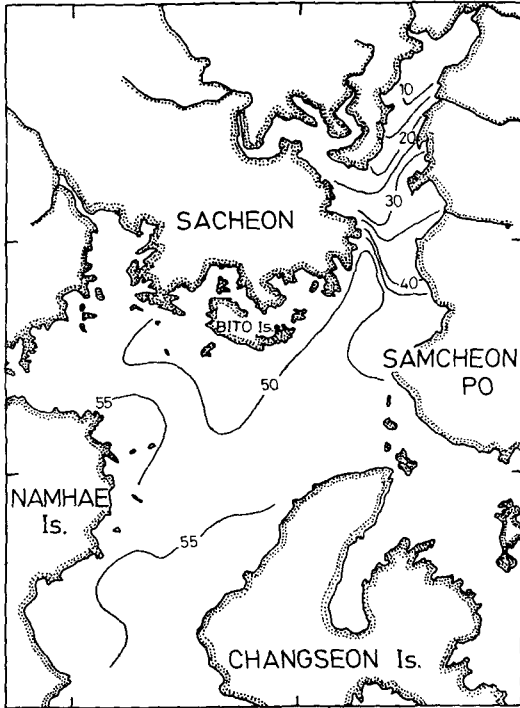


Fig. 5. Total clay content in superficial sediments. Contours in percentage.

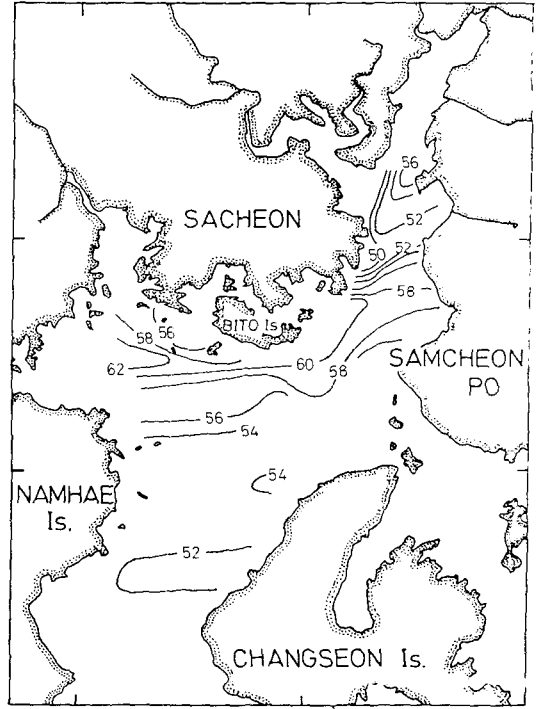


Fig. 6. Distribution of less-than-2µm carbonate-free fraction of illite (in percentage).

illite의 평균 함량은 55.1%이고 최대 60.4%에서 최소 49%로 편차가 아주 적다. 한반도 주변 대륙붕 퇴적물중에 함유된 점토광물중 양적으로 가장 풍부한 것이 illite인 것은 이미 널리 알려진 사실이지만, 진주만내의 평균 함량은 주변 대륙붕에 비해 상당히 낮은 값이다. 진주만의 동쪽 끝문에 해당하는 창선수도 외해쪽의 평균 함량이 62.5%이고, 서쪽의 노량수도와 연결되는 섬진강 하구 쪽이 63.7%이다 (Song, 1988). 남해도와 거제도를 잇는 선에서 남쪽으로 갈수록 illite의 상대비는 증가하여 66~71%에 달한다.

일반적으로 한반도 주변 해역에서의 illite 분포는 연안에서 외양으로 갈수록 증가하는 경향을 보인다. 금강 하구의 경우 66% 이하이나 외양의 경우는 70% 이상이고 (Park et al., 1986) 영산강의 경우도 금강의 경우와 아주 유사하다 (Kim, 1980). 이러한 경향은 서남해안 전체로 이어져 연안에서 떨어진 대륙붕 지역의 경우 약 74% 정도의 함량비를 나타낸다 (Chough, 1985). 이와 반대로 만이나 연안지역의 경우는 값이 낮는데, 일례로 진주만에 인접한 광양만의 경우 약 57% 정도로서 진주만의 평균 함량과 비슷한 수준이다 (박 등, 1984).

해양에 분포하는 각종 점토광물중에서 illite는 특히 육성기원임을 시사하는 것으로 알려져 있다 (Griffin et al., 1968; Hurley et al., 1963). Illite는 일반적으로 K<sup>+</sup>와 Mg<sup>2+</sup>를 많이 포함한 산성 화성암을 모암으로한 풍화산물로 알려져 있다 (Grim, 1953; Weaver, 1967 b). 퇴적암중에는 셰일이나 사암에 가장 많이 포함된 점토광물로도 보고된 바 있다 (Deer et al., 1971). 따라서 진주만 부근에 광범위하게 분포하는 경상계 퇴적암과 화성암이 illite를 형성하는 근원암이 되었으리라는 것은 자명하다.

Fig. 6은 진주만에 분포하는 illite의 함량을 나타낸 것이다. 전반적으로 값의 변화폭이 작아서 명확하지는 않지만 노량수도 입구쪽과 비토도 남·동부 쪽이 60% 이상으로 비교적 높은 편이고 진주만의 남쪽 부근이 51~53% 정도로 낮은 편이다. 이러한 분포양상은 조류에 의한 해수유동과 이에 따른 외양에서의 공급, 그리고 주변 육지로부터 하천에 의한 운반 및 퇴적작용과 밀접한 관계가 있으리라 생각된다. 그러나 강한 조류 때문에 양측수도(창선, 노량) 입구에 해당하는 22~25번과 37번 정점에 점토가 존재하지 않는 관계로 illite 함량이 60% 이상인 신수도 동남쪽과의 사이에 자료의 공백이 있어

서 명확하지는 않지만 양측수도를 동서로 연결하는 선을 따라 illite 함량이 비교적 높다. 이는 진주만 내에 분포하는 illite의 일부가 주변 바다로 부터 조류에 의해 이동되었을 가능성을 시사한다. 더우기 북쪽에 위치하는 하동 고령토 지대를 집수구역으로 하는 초량천의 illite 평균 함량을 보면 약 52.2%로서 진주만 전체보다 약간 낮은 수준이다.

서해안에 위치한 가로림만의 경우를 보면 만 바깥쪽이 약 67%, 만의 내부 수로 부근이 약 68%, 그리고 만에 유입되는 소규모 하천에서 약 42%로, 역시 만의 바깥쪽이 안쪽보다 높은 것을 알 수 있다 (Han, 1982). 그러나 가로림만의 경우는 부근에 특별한 고령토광상이 없기 때문에 육성 풍화산물인 illite가 외양쪽에서 유입된 것으로 생각되지만, 진주만의 경우는 양쪽수도 입구와는 약 7~8%, 남해 대륙붕 지역과는 10% 이상 차이가 나기 때문에 만내에 퇴적된 illite중 상당 부분은 부근 육지에서 공급된 것으로 생각된다.

한반도 주변에 분포하는 illite의 상당부분이 중국 대륙과 동지나해에서 유래하였다는 자료는 비교적 많다 (Park et al., 1976; Chough and Kim, 1981; Chough, 1985). 이러한 연구들은 중국대륙에서 강에 의해 유입되는 점토광물 함량비 (Gradusov, 1974; Chen, 1978)와 동지나해의 점토광물 자료 (Oinuma and Kobayashi, 1966) 등을 한반도 주변 자료와 비교한 결과이다. 실제로 대마해류의 본류에서 육지방향(한반도)으로 갈수록 절대값의 차이는 있지만 illite 함량이 점진적으로 감소하는 현상이 남해안에서도 몇 군데 보고된 바 있다 (김 등, 1984; Park et al., 1976; Song, 1988).

그러나 강한 조류에 의한 부근 대륙붕으로부터의 공급도 물론 배제할 수 없다. 진주만과 유사한 가막양의 경우 6.5 $\phi$ 보다 세립질(점토) 입자는 조류에 의해 부유 상태로 외부로부터 유입되었다는 사실이 보고된 바 있다 (Kang, 1981). 진주만 양쪽 수도부근에서 illite 함량이 비교적 높다는 사실이 이러한 생각을 뒷받침한다 (Fig. 6).

진주만 전체의 kaolinite의 평균 함량은 23%로 상당히 높은 편이다 (Table 2). 초량천에서 채취된 시료의 kaolinite 함량은 illite와 마찬가지로 편차가 커서 신뢰도는 떨어지지만 비슷한 값인 25.2%이다. 진주만과 인접한 지역인 광양만이 21% (박 등, 1984), 삼진강 하구와 삼천포 부근이 각각 16%, 16.9% (Song, 1988)이고, 특히 한반도 서남 대륙붕의 평균값이 10~13% (김 등, 1984; Kim, 1980; Song, 1988)로 진주만의 약 절반정도의 함량 밖에 되지 않는다. 그러나 일반적으로 강하구쪽은 비교적 높아서

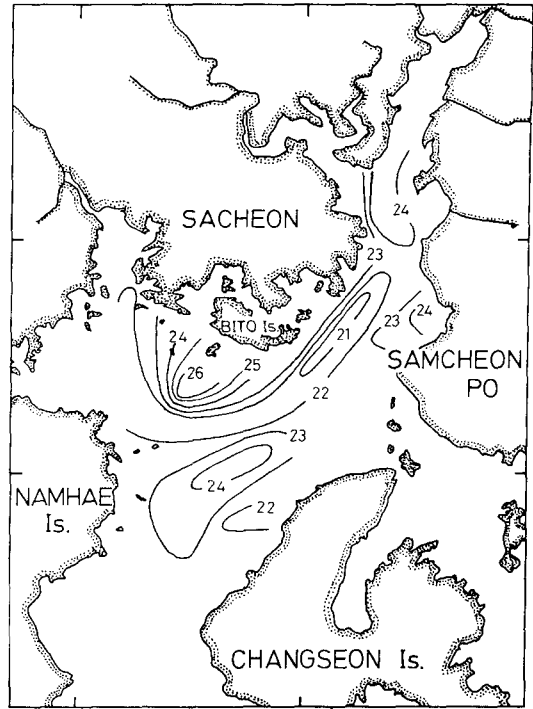


Fig. 7. Distribution of less-than-2 $\mu$ m carbonate-free fraction of kaolinite (in percentage).

군산지역이 15.1% (Choi, 1981), 영산강 하구가 21.3% (Kim, 1980)이고, 가로림만의 경우 만내는 평균 8~10%로 낮았지만 부근 하천은 33%로 상당히 높다 (Han, 1982).

일반적으로 kaolinite는 화학적 풍화작용이 강한 곳에서 많이 형성되는 것으로 알려져 있다 (Grim and Loughnan, 1962; Goldberg and Griffin, 1964; Griffin et al., 1968). 한반도 전체로 보아 하천에서 높고 외양쪽(대륙붕)이 낮은 이유는 장석 등의 풍화에 의해 형성된 것이 유입된 것도 무시할 수 없지만, 한반도 내륙지방에 광범위하게 분포되어 있는 고령토와 기존 퇴적암에서 직접 유입된 양이 상당히 많기 때문에 알려져 있다 (Kim, 1980; Chough and Kim, 1981; Choi, 1981). 다른 이유로서 담수와 함께 유입된 kaolinite에 해수중에 용존된 각종 양이온이 흡착되어 입자 크기가 증가하여 침강속도가 빨라진다는 설이 있는데, Whitehouse et al. (1960)이 실험적으로 이를 증명하였고 실제로 미국 대서양 연안의 Neuse River 하구에서 이러한 현상이 보고된 바 있다 (Griffin and Ingram, 1955). 진주만의 경우도 하천수가 유입되는 비토도 부근이 가장 높은 것으로 보아 이러한 이유가 타당하리라 생각된다 (Fig. 7).

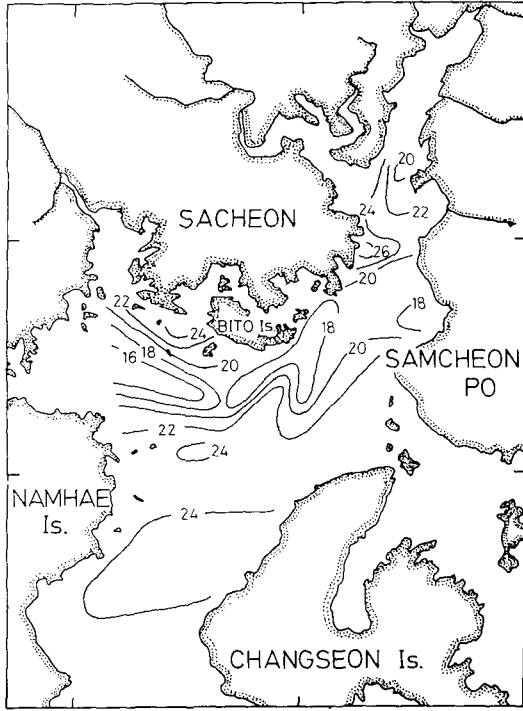


Fig. 8. Distribution of less-than-2µm carbonate-free fraction of chlorite (in percentage).

논란의 여지가 많지만 한반도 주변 대륙붕에 분포하는 kaolinite의 상당부분이 동지나해와 중국대륙에서 이동되었다는 설이 있는데 (한, 1978; Chough and Kim, 1981; Chough, 1985) 이러한 주장들은 동지나해의 경우 kaolinite 함량이 10~14% (Oinuma and Kobayashi, 1966)이고 남지나해의 경우 10.9%로 (Chen, 1978) 대륙붕 지역과 매우 유사한 함량비를 갖는 점에서 비롯되었다. 진주만의 양측수도 바깥쪽의 kaolinite의 기원에 관계없이 만 내부가 외부에 비해 거의 2배에 가까운 수치를 보이는 점은 illite와 마찬가지로 진주만의 kaolinite의 주 공급원이 주변 육지임을 지시한다.

Chlorite의 만내의 평균 함량은 22.5%로 (Table 2) 부근의 광양만의 21% (박 외, 1984), 삼천포 지역의 19.3% (Song, 1988)와 아주 근사하다. 이 값은 역시 초량천의 평균 함량 22.4%와도 비교적 근사치를 나타낸다. 그러나 남해안 대륙붕 지역의 13~14% (Song, 1988) 보다는 높고, 동지나해의 12~15% (Rateev et al., 1969)보다도 높다. 만 내의 분포는 불규칙해서 어떤 뚜렷한 경향이 나타나지는 않는다 (Fig. 8).

그러나 주변 수도에서의 chlorite 함량비가 유사

하다고 해서 진주만의 chlorite가 부근 대륙붕에서 유입되었다고 볼 수는 없다. 왜냐하면 이러한 세립질 퇴적물을 이동시키는 주 운반수단인 조류가 chlorite에만 선택적으로 작용했다고 생각할 수는 없고 역시 상당부분이 주변 육지로 부터 공급된 것으로 생각된다. 초량천의 chlorite 함량비의 유사성이 이러한 생각과 일치하며 주변수도가 외양의 대륙붕보다 chlorite 함량비가 높은 것은 오히려 진주만의 영향 때문으로 생각된다.

진주만 내의 smectite 평균 함량은 1%정도이고 초량천의 경우는 0.1~0.3% 정도로 아주 낮다 (Table 2). 이는 남해 대륙붕 지역 뿐만 아니라 한반도 부근 해저퇴적물에 일반적으로 나타나는 현상이다 (Chough, 1985). Smectite의 경우 절대값의 차가 너무 작기 때문에 기원에 관한 논의는 의미가 없다고 사료된다.

## 요 약

진주만에 분포하는 점토광물의 평균 함량비는 illite 55.1%, kaolinite 23%, chlorite 22.5%, 그리고 smectite가 0.4%이다. 부근의 남해 대륙붕에 비해 illite는 10~20% 정도 낮고, kaolinite는 10% 정도 더 높다. 남강의 방류로 인해 조립질 퇴적물이 대량으로 유입되는 진주만 동북쪽 지역인 사천만을 제외하면 진주만에 분포하는 세립질 퇴적물은 초량천 등 하동-산청 지역의 고령토 지대를 집수구역으로 하는 하천들이 주 공급원이고, 일부는 비교적 활발한 조수유동으로 노랑수도와 삼천포수도를 통하여 대륙붕으로 부터 공급되었으리라 생각된다. 또한, 진주만 중앙부의 수심이 얇은 지역은 관곡천에서 진교만으로 유입된 퇴적물의 퇴적작용에 영향을 받은 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 1987년 문교부 자유공보과제 학술연구 조성비의 지원에 의한 것임을 밝힙니다. 시료채취에 도움을 준 부산수산대학 응용지질학과 이청영, 성준영 군에게 감사를 표합니다. 부산수산대학 해양과학 연구소 업적번호 212.

## 문 헌

Biscaye, P. E. 1964. Distinction between kaolinite and chlorite in recent sediments by X-ray diffraction. *Am. Mineralogist* 49, 1281~1289.

- Brunton, G. D. 1955. Vapour pressure glycolation of oriented clay minerals. *Am. Mineralogist* 40, 124~126.
- Chang, K. H. 1975. Cretaceous stratigraphy of south-east Korea. *J. Geol. Soc. Korea* 11, 1~23.
- Chen, P. Y. 1978. Minerals in bottom sediments of the south China Sea. *Geol. Soc. Am. Bull.* 89, 211~222.
- Choi, J. H. 1981. Recent clay minerals in the Kunsan Estuary and the adjacent continental shelf. M. S. Thesis. Seoul National Univ. 52p.
- Chough, S. K. 1985. Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea. *Sed. Geol.* 41, 159~172.
- Chough, S. K. and D. C. Kim. 1981. Dispersal of fine-grained sediments in the southeastern Yellow Sea : a steady-state model. *J. Sed. Petrol.* 51, 721~728.
- Deer, M. A. Howie, R. A. and J. Zussman. 1971. Clay minerals. p. 250~274. An introduction to the rock forming minerals. Longman Group. Ltd. London. 529p.
- Elverhoi, A. and T. M. Ronningsland. 1978. Semi-quantitative calculation of the relative amount of kaolinite and chlorite by X-ray diffraction. *Mar. Geol.* 27, M. 19.
- Folk, R. L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. *Hamphill's Austin. Texas.* 154p.
- Folk, R. L. and W. C. Ward. 1957. Brazos River bar : A Study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.* 25, 3~27.
- Galehouse, J. S. 1971. Sedimentation analysis. p. 69~94. in Carver, R. E. editor. *Procedures in sedimentary Petrology.* N. Y. Wiley Interscience. 653p.
- Goldberg, E. D. and J. J. Griffin. 1964. Sedimentation rates and mineralogy in the South Atlantic. *J. Geophys. Res.* 69, 4293~4309.
- Gradusov, B. P. 1974. A tentative study of clay mineral distribution in soils of the world. *Geoderma.* 12, 49~55.
- Griffin, G. M. and R. L. Ingram. 1955. Clay minerals of the Neuse River Estuary. *J. Sed. Petrol.* 25, 194~200.
- Griffin, J. J. and E. D. Goldberg. 1963. Clay-mineral distribution in the Pacific Ocean. 728~741. *In* Hill, M. N. editor. *The Sea*, 3. N. Y. Wiley Interscience.
- Griffin, J. J., Windom, H. and E. D. Goldberg. 1968. The distribution of clay minerals in the world ocean. *Deep Sea Res.* 15, 433~459.
- Grim, R. E. 1953. *Clay Mineralogy.* N. Y. McGraw-Hill. Inc. 384p.
- Grim, R. E., Dietz, R. S. and W. F. Bradley. 1949. Clay mineral composition of some sediments from the Pacific Ocean of the California Coast and the Gulf of California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 60, 1785~1805.
- Grim, R. E. and F. C. Loughnan. 1962. Clay minerals in the sediments from Sydney Harbour in Australia. *J. Sed. Petrol.* 32, 240~248.
- Han, S. J. 1982. The clay mineralogy of recent sediment in Garolim Bay, Korea. *J. Geol. Soc. Korea* 18, 215~220.
- Hurley, P. M., Heezen, B.C., Pinson, W. H. and H. W. Fairbairn. 1963. K-Ar age values in pelagic sediments of the North Atlantic. *Geochim. et Cosmochim. Acta.* 27, 393~399.
- Ingram, R. L. 1971. Sieve Analysis, 49~67. *In* Carver, R. E. editor. *Procedures in sedimentary petrology.* N. Y. Wiley Interscience. 653p.
- Jackson, M. L., Whitting, L. D. and R. P. Pennington. 1949. Segregation procedures for mineralogical analysis of soils. *Soil Sci. Am. Proc.* 14, 77~81.
- Kang, H. J. 1981. Late Quaternary sedimentary processes in the Gamagyang Bay, Southern Coast of Korea. M. S. Thesis, Seoul National Univ. 102p.
- Kim, D. C. 1980. Recent clay minerals of the Yeongsan Estuary and the adjacent continental shelf. M. S. Thesis. Seoul National Univ. 63p.
- Knebel, H. J., Kelley, J. C. and J. T. Whetten. 1968. Clay minerals of Columbia River. *J. Sed. Petrol.* 38, 600~611.
- McAllister, R. F. 1958. Rapid removal of marine salts from sediment samples. *J. Sed. Petrol.* 28, 231~232.
- Oinuma, K. and K. Kobayashi. 1966. Quantitative study of clay minerals in some recent marine sediments and sedimentary rocks from Japan. 209~219. *In* Swineford A and N. V. Plumer, editors. *Clays and Clay minerals. Proceedings of the Fourteenth National Conference.* London. Pergamon Press.

- Park, B. K., Han, S. J. and J. W. Lee. 1976. Clay mineralogy of bottom sediments in the Jinhae Bay, Korea. *J. Ocean. Soc. Japan* 32, 210~227.
- Park, B. K. and S. J. Han. 1985. The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Korea Strait. *Sed. Geol.* 41, 173~184.
- Park, Y. A., Kim, S. C. and J. H. Choi. 1986. The distribution and transportation of fine-grained sediments on the inner continental shelf off the Keum River Estuary, Korea. *Cont. Shelf. Res.* 5, 499~519.
- Pierce, J. W. and F. R. Siegel. 1969. Quantification in clay mineral studies of sediments and sedimentary rocks. *J. Sed. Petrol.* 39, 187~193.
- Rateev, M. A., Gorbunova, Z. N., Lisistzyn, A. P. and G. L. Nosov. 1969. The distribution of clay minerals in the oceans. *Sedimentology* 13, 21~43.
- Song, S. T. 1988. Depositional environment and clay mineral distribution of recent continental shelf sediments, Southern Coast of Korea. M. S. Thesis. Natl. Fish. Univ. Pusan. 97p.
- Stokke, P. R. and B. Carson. 1973. Variation in clay mineral X-ray diffraction results with the quantity of sample mounted. *J. Sed. Petrol.* 43, 957~964.
- Weaver, C. E. 1967a. The significance of clay minerals in sediments. 37~75. *In* Nagy and Colombo. editors. *Fundamental aspects of petroleum geochemistry*. Elsevier.
- Weaver, C. E. 1967 b. Potassium, illite and the ocean. *Geochim. et Cosmochim. Acta.* 31, 2181~2196.
- Whitehouse, U. G., Jerry, L. M. and J. D. Debrecht. 1960. Differential settling tendencies of clay mineral in Saline waters. 1~79. *In* Swineford. A. editor. *Clays and clay minerals, Proceedings of the Seventh National Conference*. London. Pergamon Press. 369p.
- 김남장 · 강필종. 1965. 국립지질조사소. 진교 지질도폭 설명서.
- 김승우 · 장정해 · 이치원 · 민건홍. 1984. 여수, 백도 일대의 지질조사연구, 1~50. 동력자원연구소. 연근해저지질연구. 146p.
- 박용안 · 이창복 · 최진혁. 1984. 광양만의 퇴적환경에 관한 연구. *한국해양학회지* 19, 82~88.
- 장기홍. 1977. 경상분지 상부 중생계의 층서 · 퇴적 및 지구조. *지질학회지* 13, 76~90.
- 장선덕. 1969a. 진주만의 해저지형에 관하여. *부수대연보* 9, 89~94.
- 장선덕. 1969b. 진주만의 해수 유동에 관하여. 1. 해류판 표류에 의한 조류관측. *부수대연보*. 9, 95~103.
- 장선덕. 1970. 진주만의 해수유동에 관하여. 3. 유속계에 의한 측류. *부수대연보* 10, 1~15.
- 지정만 · 김형식 · 오인섭 · 김학권. 1983. 한국동력자원연구소. 삼천포 지질도폭 설명서.
- 최유구 · 유병화. 1969. 국립지질조사소. 사천 지질도폭 설명서.
- 한상준. 1978. 한반도 남동해역 현생 퇴적물층의 점토광물에 관하여. *서울대학교 석사학위논문*. 49p.

---

1988년 8월 1일 접수

1988년 9월 22일 수리