Bull. Korean Fish. Soc. 23(2), 145~154, 1990 韓水誌, 23(2), 145~154, 1990

고리 부근 현탁물중 점토광물의 분포에 관한 연구

김대철 · 김정무*
부산수산대학 응용지질학과
*한국원자력연구소, 환경안전 연구실

Distribution of Suspended Clay Minerals around the Kori Waters

Dae-Choul KIM and Jung-Moo KIM*

Department of Applied Geology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea
Environmental Safety Department, Korea Atomic Energy Research Institute Daeduk-danji P. O. BOX 7, 305-353, Korea

Amounts of total suspended matter(TSM) around the Kori waters have been monitored for two years to understand the dispersal pattern of fine-grained sediment. Average concentration of the TSM is 3~4 *mg/l* in the surface and 3.5~5 *mg/l* in the near-bottom water. Semi-quantitative analysis for the four major clay minerals in TSM is also performed. The average relative abundance of each clay mineral such as illite, kaolinite, chlorite, and smectite is 65%, 17%, 17%, and 1%, respectively. It seems that the majority of recent fine-grained sediment deposited around the Kori area is derived from the Nakdong River. The texture of surface sediment is also dominated by fine-grained fraction leading up to 90% of silt and clay content. The grain size decreases seaward progressively.

서 론

일반적으로 세립질이 우세한 해양퇴적물에서 점토 광물의 함량비는 퇴적물의 기원 및 이동 경로를 추적하는 연구수단의 하나로서 흔히 사용된다(Griffin and Goldberg, 1963; Weaver, 1967). 국내에서도 반정량 분석법을 이용하여 한반도 주변 대륙붕 퇴적물에 포함한 점토광물의 상대적인 양의 분포로서 세립질 퇴적물의 기원과 확산 경로를 추적하려는 시도가 수차에 걸쳐 시행되었다(Chough and Kim, 1981; Kim, 1980; Park and Han, 1985; Song, 1988). 그러나 현탁물중 함유된 점토광물에 대한 연구는 상대적으로 희귀한 편이다. Park et al. (1986)은 금강하구에서 유입된 세립질 퇴적물의 확산경로를 현탁물 총량변화와 그 중에 포함된 점토광물의 함량비로서 추적하였다.

본 연구지역이 위치한 고리 해역은 제4기의 마지막 빙하기가 끝나고 해침이 진행된후 퇴적된 세립질 퇴적물이 우세한 지역으로서(Fig. 1) 한반도 서남 해안의 내대륙붕을 따라 발달한 이토의 대상 분포 지역(mud belt)의 연장에 해당하는 지역이다(Park, 1983). 한반도의 서해와 남해쪽의 점토광물에 대한 자료는 비교적 많지만 동해쪽의 자료는 거의 없기 때문에 점토광물의 함량비가 고리 해역의 세립질 퇴적물이 외양과 어느정도 연관이 있는가를 고찰할 수 있는 수단으로 생각된다.

고리 해역의 2년간의 현탁물 총량 변화(표층, 저층)와 현탁물중 점토광물의 함량비, 표층 퇴적물의 입도 등의 자료로서 이 지역 점토광물의 분포양상을 밝히고 세립질 퇴적물의 기원을 추론하는 것이

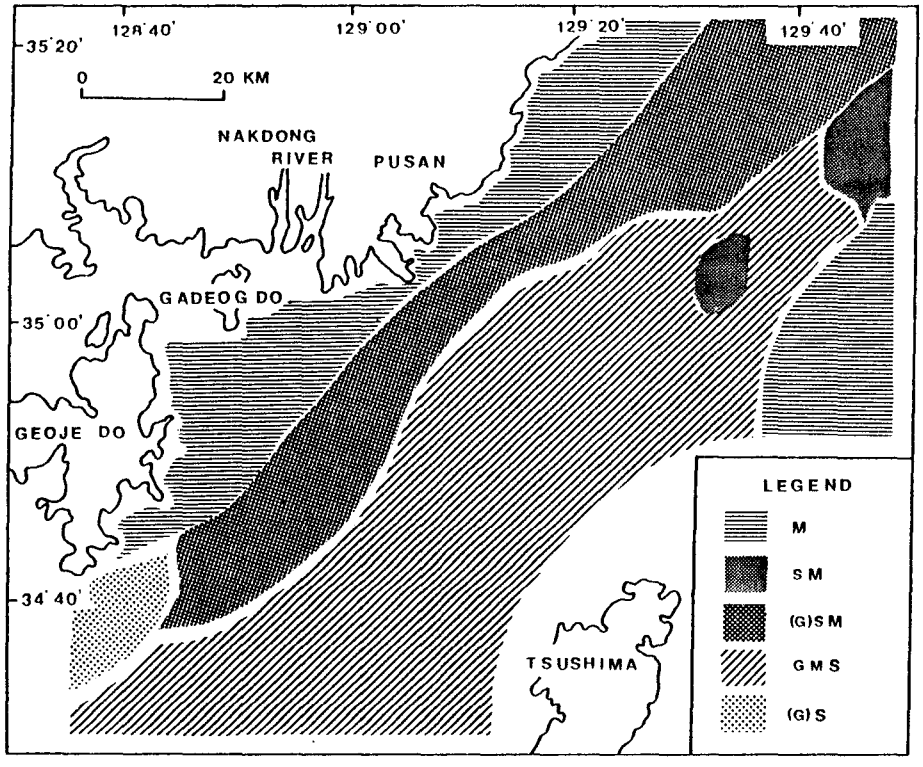

Fig. 1. Generalized map showing patterns of Holocene sediments distribution in the southeastern part of Korea (modified after Park and Yoo, 1988).
M-mud; sM-sandy mud; (G)SM-gravelly sandy mud; GMS-gravelly muddy sand; (G)S-gravelly sand.

본 연구의 목적이다.

재료 및 방법

현탁물총량

현탁물 분석을 위하여 고리 해역의 24개 정점(Fig. 2)에서 2년동안(1987년 3월~1989년 2월) 매월 1회씩 Van Dorn 채수기로 표층과 저층의 해수를 채취하였다. 현탁물 총량(TSM: Total Suspended Matter)은 해수 1리터중의 총부유물 함량을 의미하므로 1리터의 해수를 pore size 0.45 μm의 membrane filter를 통하여 진공펌프에 연결된 여과기로 여과하였다. Filter는 여과 전후에 건조기에서 24시간 이상 건조시켜 무게 차이로 현탁물의 총량을 결정하였다.

입도분석

총 15개 정점에서 채니기로 채취한 표층 퇴적물에 대하여 입도구성에 따라 체질분석과 피펫분석을 하였다(Folk, 1968). 정점번호는 현탁물 정점과 동일하게 하였다. 유기물과 탄산염을 제거하기 위하여 6% 과산화수소와 0.1N 염산을 첨가하였다. 확산제로는 Calgon(Sodium Hexametaphosphate)이 사용되었고 각종 조직표준치는 Folk and Ward(1957)의 계산식을 이용하여 구하였다.

점토광물

점토광물은 X-선 회절을 이용한 반정량 분석방법을 이용하여야 하기 때문에 보통 2μm이하의 입자만 따로 분리하여 분석한다. 그러나 본 연구의 경우는 현탁물로서 시료의 양이 적기 때문에 1987년 3월의 표층과 저층의 현탁물 시료를 합하여 측정하였다. 실제 분석은 시료를 무정질의 slide glass에 얇게 입혀서 준비하였다(Gibbs, 1965; Stokke and Carson, 1973). 각 슬라이드는 Brunton (1955)의 방법을 응용하여 약 60℃에서 ethylene glycol로 vaporize시켰다.

각 시료는 X-선 회절분석기에서 구리를 타켓으로 하여 X-선 조사를 하였다. 주사속도는 2°2θ/

min이고 chart는 40 *mm*/min로 하였고 2θ각도는 3°에서 35°까지로 하였다. 각 광물의 함량비는 Biscaye¼1965¾의 반정량 분석방법을 이용하여 각 peak의 면적비에 정해진 weighting factor를 주어서 전체를 100¢로 하여 계산하였다. 각 광물의 구분은 chlorite의 경우 14.2Å (001), 7.1Å (002), 4.73Å (003), 3.55Å (004)이고 illite는 10.1Å (001), 5.04Å (002), 3.36Å (003), Kaolinite는 7.15Å (001), 3.57Å (002)이고 semctite는 14-14.7Å (001)의 peak가 17-17.6Å 로 이동하는 것을 추적하여 감정하였다. 반정량 분석시 기준선은 peak의 양쪽을 연결해 주는 방법을 이용하였다(Knebel et al., 1968). Kaolinite와 chlorite의 peak가 7Å 에서 겹치기 때문에 각각의 비율을 3.54Å (chlorite)와 3.58Å (kaolinite)의 면적비로 구하였다(Biscaye, 1964; Elverhoi and Ronningsland, 1978).

결 과

현탁물

고리 해역의 표층수중 현탁물 총량의 전체 평균값의 2년간에 걸친 변화를 Fig. 3에 표시하였다. 자료가 너무 많아 결과만 인용하면 전반적으로 보아 표층의 값이 저층보다 낮다. 표층의 경우 1988년 3

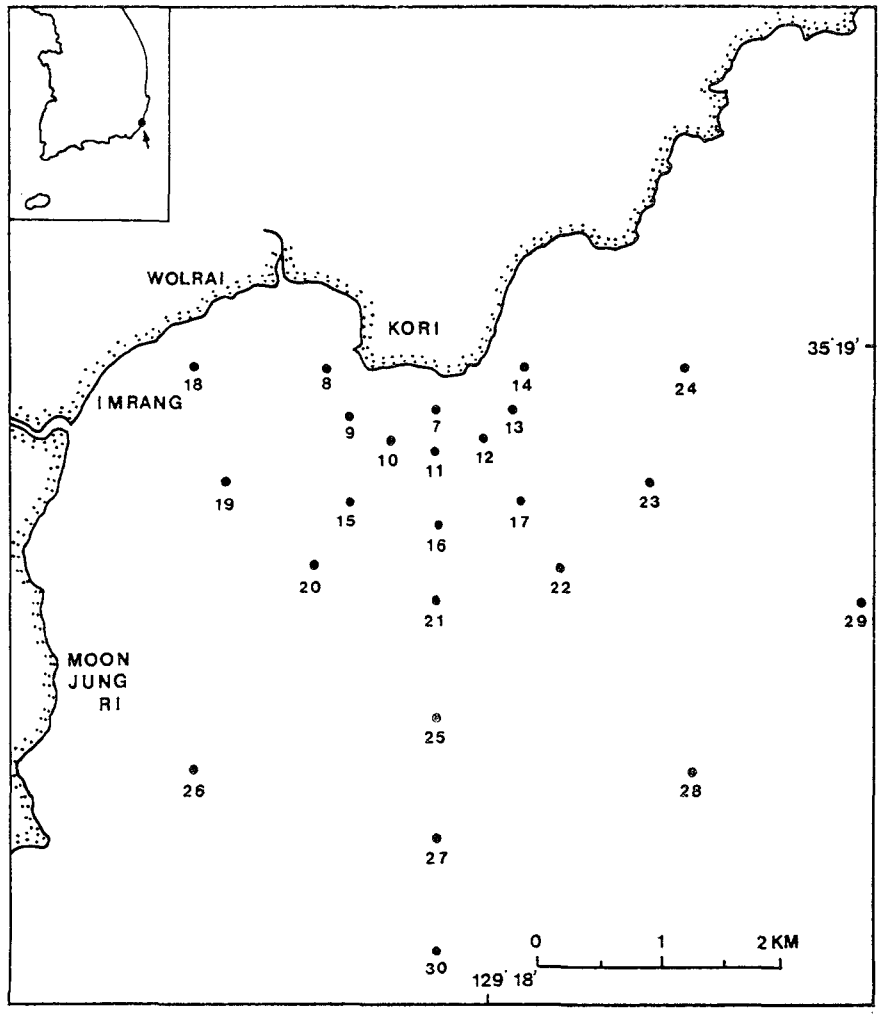

Fig. 2. Index map showing study area and sampling locations.

월이 가장 낮아서 1.8 *mg/l*이고 1989년 1, 2월이 가장 높아 10.2~11.2 *mg/l*이지만 예외적으로 값이 높은 마지막 두달을 제외하면 보통 3~4 *mg/l*정도이다. 저층의 경우 거의 예외없이 표층보다 높다. 표층과의 큰 차이점이라면 값의 편차가 무척 심해 최소 2.1 *mg/l*에서 부터 최대 13.3 *mg/l*까지 값의 차이가 큰 것이 특징이다. 월별로 조금씩 차이는 있으나 전반적으로 북동~남서 방향으로 비교적 높은 농도의 현탁물이 대상분포를 보이는 경향이 있으나 뚜렷하지는 않다.

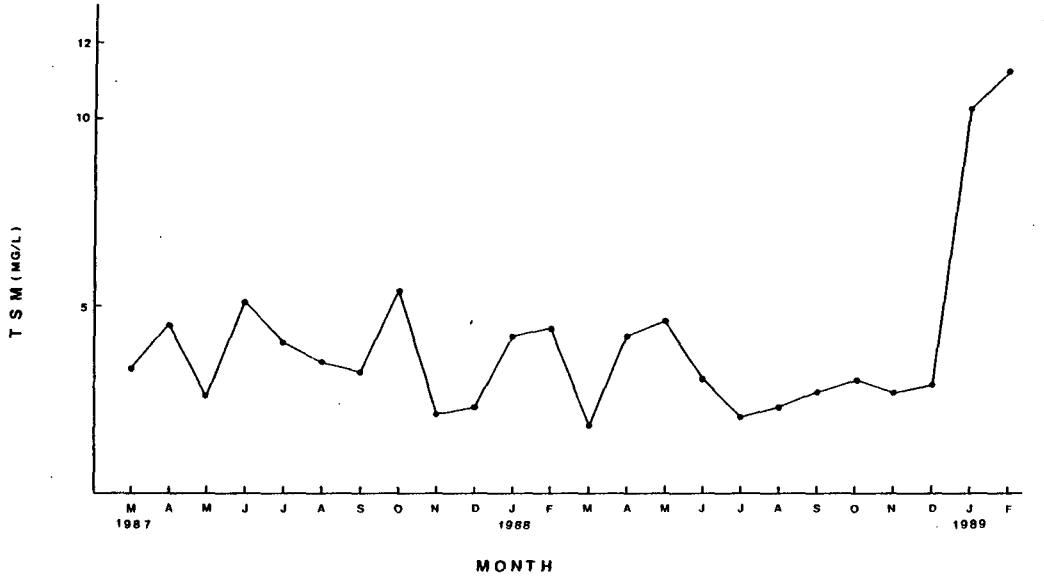

Fig. 3. Monthly variations of total suspended matter (TSM) in Kori surface waters for a two-year period.

표층퇴적물 입도

표층 퇴적물의 모래, 실트, 점토 등 각 성분의 함량비와 퇴적물의 종류, 조직표준치(중앙값, 평균값, 분급도, 왜도, 첨도) 등을 Table 1에 표시하였다. 전반적으로 보아 월래 부근 (8, 18번 정점)을 제외하고는 세립질인 이질 퇴적물이 우세하다. 문정리에서 월래에 이르는 연안지역은 모래로 덮혀 있거나 암반이 노출되어 있는 상태이고 고리부근과 그곳으로부터 동남쪽으로는 퇴적물이 피복되어 있지 않고 기반암이 대상으로 노출되어 있다.(Fig. 4). 결국 연안역의 몇 군데를 제외하고는 세립질 퇴적물의 양이 압도적으로 우세하여 실트와 점토의 총량이 90%이상이며 절대값은 서로 비슷하다. 퇴적물의 평균 입도는 일반적으로 외양으로 갈수록 세립화되는 경향이 나타난다.

점토광물

1987년 3월의 현탁물중 각 정점별 주요 점토광물(illite, kaolinite, chlorite, smectite)의 함량비는 Table 2에 나와 있다. 정점 전체의 평균값을 보면 illit가 약 65% 정도로서 제일 많고 kaolinite와 chlorite는 각각 약 17%정도로 거의 비슷하고 smectite는 거의 측정하기 어려울 만큼 미량이었다. 관측기간동안(2년간)의 각 광물별 함량변화는 거의 없었으며 Table 2의 자료는 전체를 대표할 수 있는 값이다(한국에너지연구소와 부산수대, 1989).

전체적인 분포를 보면 illite가 61.2~73.1% 정도의 함량비를 나타내는데 정점별로도 값의 차이가 거의 없어 분포특성을 논하기는 곤란하나 미약하나마 경향을 찾자면 최남단지역(30번 정점)을 중심으로 남쪽 부근이 약간 높다(Fig. 5). 가장 낮은 곳은 배수구 부근과 월래쪽인데 절대값 차이도 적고 전체적으로 유사한 분포특성을 보인다. kaolinite와 chlorite의 함량비는 반대로 미약하나마 연안쪽이 약간 높은 경향을 나타낸다(Fig. 6, 7).

Table 1. Granulometry of superficial sediments(Md: median, Mz: mean, So: sorting, Sk: sMewness, Kg: kurtosis).

St.	Weight Percent				Sed. type	Textural parameters				
No.	Gravel	Sand	Silt	Clay		Md	Mz	So	Sk	Kg
7					Rocky bottom					
8	0	55.86	29.38	14.76	zs	3.82	4.78	2.4	0.6	1.16
10	1.55	3.6	50.58	44.27	m	7.54	7.59	2.24	-0.04	0.74
11	0	2.36	48.65	48.99	m	7.94	7.88	2.03	-0.09	0.84
12	0	1.12	61.16	37.72	m	6.85	7.21	2.26	0.2	0.59
13					Rocky bottom					
15	0	14.65	50.21	35.14	sM	6.53	6.88	2.26	0.14	0.65
17	0	2.27	46.89	50.84	m	8.02	7.9	2.05	-0.13	0.69
18	0	96.59	2.55	0.86	m	2.45	2.46	0.75	0.04	0.94
21	0	1.56	48.19	50.25	m	8.21	7.9	2.01	-0.08	0.95
23	0	2.15	44.29	53.56	m	8.22	8.07	1.95	-0.16	0.74
24	0	3.05	47.34	49.61	m	7.96	7.86	2.08	-0.12	0.72
25	0	3.48	45.56	50.9	m	8.07	7.97	1.97	-0.13	0.7
26	0	10.38	45.98	43.64	sM	7.42	7.25	2.48	-0.51	0.73
27	0	4.93	51.73	43.34	m	7.35	7.4	2.27	-0.01	0.67
28	0	1.16	48.39	50.45	m	8.02	7.97	1.92	-0.09	1.09
29					Rocky bottom					
30	0	1.41	51.27	47.32	m	7.78	7.34	2.04	-0.06	1.03

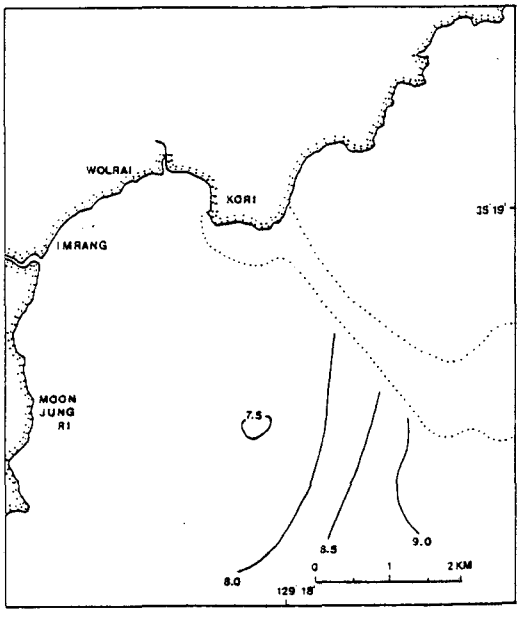

Fig. 4. Mean grain size distribution of surface sediment.
Contours in ϕ scale. The narrow area surrounded by subparallel dotted lines represents the exposed base ment.

Table 2. Relative abundance of clay minerals in the suspended particulates (March, 1987)

St.	March			
No.	Illite	Kaolinite	Chlorite	Smectite
7	62.2	17.5	19.2	0.1
8	64.4	17.0	18.4	0.2
9	65.0	16.8	18.2	ND
10	64.8	17.9	17.2	0.1
11	64.1	18.6	17.0	0.3
12	67.5	16.1	16.4	ND
13	66.5	16.5	17.0	ND
14	65.6	16.7	17.5	0.3
15	62.2	18.6	19.1	0.1
16	62.4	18.4	19.1	ND
17	62.7	17.8	19.3	0.2
18	63.8	17.5	18.7	ND
19	64.2	17.8	19.0	ND
20	62.6	18.8	19.6	ND
21	61.2	19.7	19.1	ND
22	63.2	18.4	18.4	ND
23	63.0	19.0	18.0	ND
24	68.8	15.3	15.9	ND
25	65.4	17.6	16.7	0.2
26	69.6	15.0	15.4	ND
27	67.7	16.8	15.1	0.3
28	66.8	17.1	16.0	0.1
29	66.7	17.0	16.0	0.3
30	73.1	13.1	13.5	0.2
Avg.	65.1	17.3	17.5	

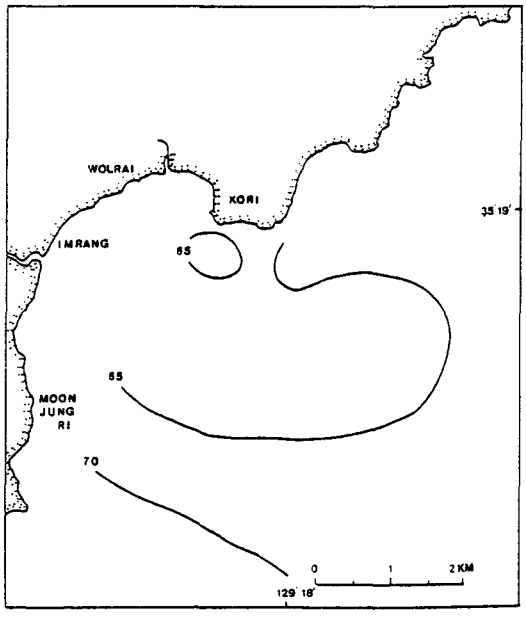

Fig. 5. Illite concentration in TSM(%)

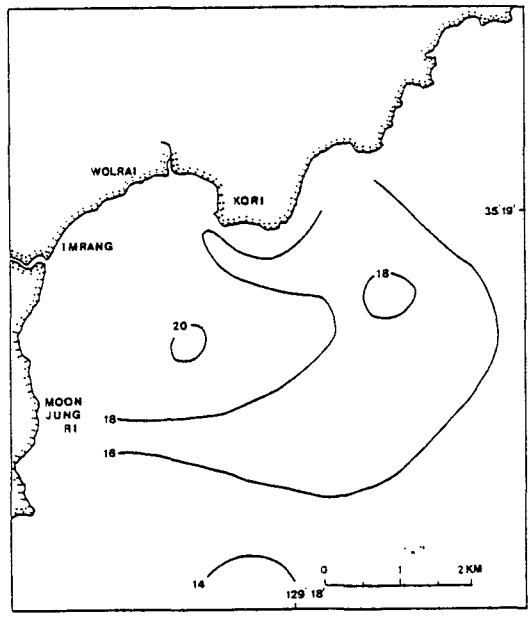

Fig. 6. Kaolinite concentration in TSM(%)

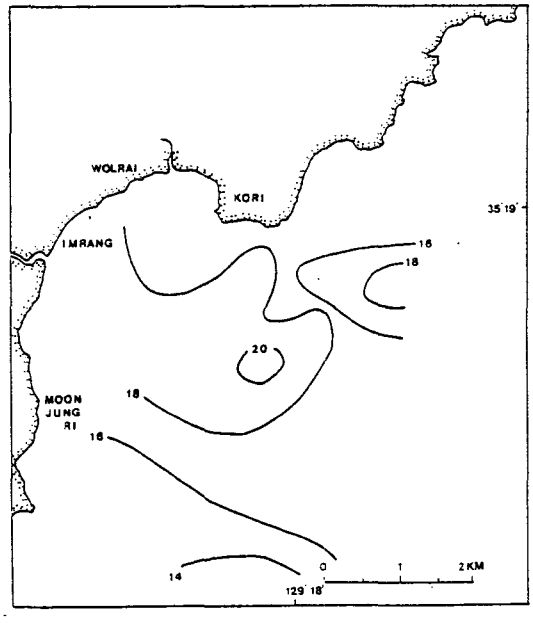

Fig. 7. Chlorite concentration in TSM(%)

고 찰

일반적으로 해수중의 현탁물 총량은 주변 육지에서 유입된 퇴적물 입자, 조류에의해 재동된 세립질 퇴적물, 생물기원의 입자, 해수에서의 화학작용에 의해 침전되는 양에 의해 결정된다. 따라서 대체로 연안역에서 높고 외양에서는 낮게 된다. 본 조사 지역보다 훨씬 더 외양쪽에 위치한 지점이기는 하지만 참고로 하기 위하여 1987년 4월의 동남해역의 자료를 보면 표층, 저층 모두에서 약 1~0.6 *mg/l*정도로 나타나 같은 시기에 고리해역 전체 평균값(표층 4.5 *mg/l*, 저층 *10.9 mg/l*)보다는 훨씬 적다(Park et al, 1988). 이와 같은 결과는 고리 근해의 저질이 주로 세립질인 이유 때문이기도 하지만 외해쪽과는 순환양상이 다르기 때문이기도 하다.

이와는 별도로 연안역을 포함하여 1983년 4월에 측정한 부산에서 포항까지 해역의 현탁물 총량을 보면 표층과 저층 모두에서 해안에서 멀어질 수록 감소하는 해안선과 평행한 대상 분포를 하고 있다(Park, 1985). 표층의 경우 연안에서 1 *mg/l*이상이고 외양에서는 *0.5 mg/l*이하이다. 저층(해저면 1*m* 상단)의 경우도 전반적인 분포양상은 같지만 절대값은 상당히 커서 연안에서는 7 *mg/l*이상으로 보고되어 있다. 이러한 분포의 형태는 세립질의 현생퇴적물이 연안에서 활발히 이동 퇴적되고 조립질의 잔류퇴적물이 대부분인 외대륙붕 지역의 재동작용이 약하기 때문으로 생각된다. 분포 양상을 보면 북동-남서 방향의 대상 분포가 나타나는데(Fig. 8, 9), 이는 조류에 의한 재동방향이 북동~

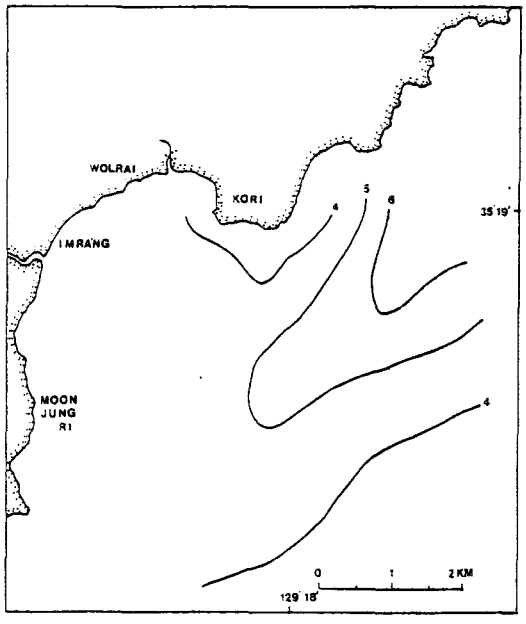

Fig. 8. An example of TSM distribution (unit: *mg/l*) in surface water (February, 1988).

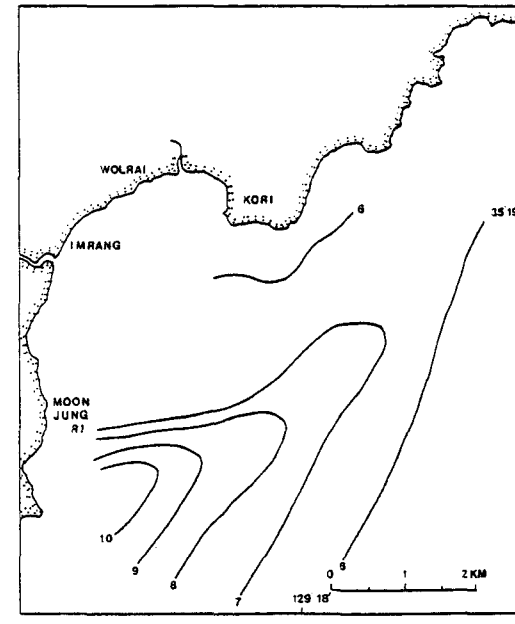

Fig. 9. TSM distribution in near-bottom water for the same period as in the Fig. 8.

남서이며 유사한 양상이 여러 달에 걸쳐 나타난다(한국에너지연구소와 부산수대 1989). 이는 또한 표층 퇴적물의 입도분포와도 밀접한 관계가 있다. 현탁물 총량(특히 저층의 경우)은 온배수의 영향이나 계절적인 요인 보다는 저질의 종류와 그 당시의 기상과 관련된 유속등의 영향이 더 큰 것으로 생각된다.

한반도 주변에 분포하는 점토광물의 기원은 대략 크게 세가지로 알려져 있다. 첫째는 강과 하천에 의해 한반도에서 유입된 세립질 퇴적물이 해류나 조류에 의해 이동, 퇴적되고 그중 일부는 한반도를 따라 남쪽과 동쪽으로 이동되거나(Park et al., 1986) 혹은 금강이나 영산강에서 유입된 부유성 퇴적물이 계절에 따라 북서~남서 방향으로 이동하여 퇴적된다는 설(Chough and Kim, 1981; Chough, 1985)이다. 둘째는 중국 대륙으로 부터 유입된다는 설(Hurley et al., 1963, Kim, 1980)이고 셋째는 동지나해와 남지나해에서 쿠로시오에 의해 이동된다는 설로서 대한해협에서의 연구는 이러한 가능성을 제시하고 있다(Han, 1978; Park and Han, 1985).

해양에 분포하는 각종 점토광물 중에서 illite는 일반적으로 육성기원임을 시사하며(Griffin et al., 1968) 특히 K^+와 Mg^{++}를 많이 포함한 산성 화성암을 모암으로 한 풍화산물로 알려져 있다(Weaver, 1967). 퇴적암 중에는 세일이나 사암에 가장 많이 포함된 것으로 보고된 바 있으므로(Deer et al., 1971) 낙동강 집수구역에 주로 분포된 경상계 퇴적암과 화성암이 illite를 형성하는 근원암이 될수 있다는 것은 자명하다.

고리 해역에 분포하는 *illite*의 평균함량(60~70 %)은 한반도 서해와 남해의 대륙붕 지역의 평균함량과 비슷하다. 연안에서 외양으로 갈수록 illite의 함량비가 증가하는데 고리해역의 경우는 서남해의 외양쪽의 자료와 비슷하다(김 등, 1984; Park et al., 1986; Chough and Kim, 1981; Song, 1988). 한반도 부근 대륙붕 지역에 분포하는 점토광물의 기원에 대하여는 위에서 열거한 세가지의 가능성이 있으나 아직 해결되지 않은 상태이다. 다만 공통점은 연안에서 외양으로 갈 수록 illite함량이 증가한다는 것인데 본 지역의 경우는 명확하지는 않지만 외양쪽이 약간 높은 경향을 보인다(Fig. 5). 주변에서의 하천유입이 거의 없기 때문에 일단 주변 육지에 의한 영향은 배제할 수 있다.

Park and Yoo(1988)가 3.5KHz subbottom profiler자료를 이용하여 홀로세 해침 이후에 퇴적된 현생 퇴적층(sequence A)의 두께를 계산한 결과에 의하면 가덕도를 중심으로한 낙동강하구 지역이 가장 두꺼워서 20~30*m* 정도이고 고리부근으로 갈수록 점점 얇아져서 약 *10m* 정도가 된다. 또한 이

자료에 의하면 퇴적물의 주 공급원은 낙동강이며 평균입도가 $6\sim8\phi$ 정도로 세립질인것이 특징이다. 이 지역의 해수면이 현재의 위치에 도달한것이 약 5000년전으로 알려져 있으며 고리해역을 포함한 한반도 동남해역에 분포하는 두께 10~30*m*에 달하는 이토층은 낙동강에서 유입된 세립질 퇴적물이 주요 구성원으로 생각된다(Park, 1983). 대한해협을 포함한 동남해역의 표층퇴적물과 부유물에 대한 비교적 광범위한 연구 결과도 이러한 해석을 뒷받침 하고 있다(Park, 1985; Suk 1986).

Kaolinite와 chlorite의 경우는 부근 육지나 한반도에서 강에 의해 유입된 양이 비교적 많기 때문에 육지에서 멀어질 수록 감소하는 현상이 나타나는 것으로 알려져 있는데(Kim, 1980; Park et al., 1988; Song, 1988), 본 지역의 경우도 미약하나마 외양쪽이 약간 낮은 경향이 나타난다(Fig. 6, 7). 그러나 고리해역의 경우는 연구지역이 비교적 좁은 관계로 각 점토광물의 분포 양상이 도시한 바와 같이 항상 명확하게 등고선 형태로 나타난다고 보기는 어려우므로 그 보다는 지역 전반에 걸친 평균값이 서남해 대륙붕 퇴적물의 자료와 유사성이 있는가를 추적하는 것이 더 의미가 있으리라 생각된다. Smectite의 경우는 아주 미량인데 이러한 것은 다른 지역에서도 공통적으로 나타나는 현상이다.

본 지역에서 외양쪽으로 떨어진 대한해협의 점토광물에 대한 연구에 의하면 대한해협의 점토광물(특히 kaolinite와 chlorite)중 상당 부분이 대마해류에 의해 동지나해와 중국대륙에서 운반되었다는 설이 있는데(Han, 1978; Park and Han, 1985) 고리 지역은 대마해류의 직접적인 영향권에서 벗어나있으며 각 점토광물의 함량비가 대한해협의 평균치와는 차이가 있고 오히려 섬진강과 낙동강의 현생퇴적물이 우세하게 피복되어 있으리라고 생각되는 남해~거제도간의 자료와 유사하기 때문에(Song, 1988) 낙동강이 고리지역 현생퇴적물의 주 공급원으로 생가된다. 한반도 서남해안을 따라 흐르는 남한 연안류(South Korean Coastal Current: SKCC)가 겨울철에 확장되어 한반도의 강에서 유입된 세립질 퇴적물과 기존의 현생퇴적물을 재동시켜 이동시키는 기작은 이미 연구된바 있다(Lee et al., 1987; Lee and Chough, 1989; Park et al., 1986). 인공위성을 이용한 원격탐사 자료에 의하면 여름철에도 세립질 퇴적물을 혼탁한 물이 한반도 서남해안을 따라 분포하고 있음이 확인되었다(Yoo, 1986). 또한 Park and Choi(1986)도 대마해류 아래로 연안수가 침강하여 남한 하천기원 퇴적물이 연안에 이토대를 형성한다고 하였다. 그러나 본 지역에 분포는 점토광물의 기원에 대한 문제는 연구지역과 주변 지역 자료의 제약때문에 추후에 더욱 광범위한 연구가 진행되어야 밝혀질 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

고리 해역 현탁물의 총량은 표층수에서 3~4 *mg/l* 정도이고 저층수에서는 *3.5*~5 *mg/l* 정도로 표층보다 높으며 특별한 계절변화는 없는 것으로 나타났다. 표층퇴적물은 주로 실트와 점토가 90% 이상인 세립질 퇴적물로 되어 있으며 미약하나마 외양으로 갈수록 세립화 되는 경향이 나타난다. 현탁물중 점토광물의 상대비를 보면 illite가 평균 65 % 정도로 가장 많고 kaolinite와 chlorite는 각각 17 % 정도로 거의 비슷하고 smectite는 1% 내외의 미량이었다. 고리 부근 현생퇴적물의 주 공급원은 낙동강으로 생각되지만 대마해류에 의해 유입된 동지나해와 남지나해 세립질 퇴적물의 영향도 고려해야 할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구를 위하여 표품채취와 시료분석에 도움을 준 송시태, 성준영군을 비롯한 부산수산대학 응용지질학과 학생들에게 감사를 표합니다.

참 고 문 헌

김 승우. 장 정해. 이 치원. 민 건홍. 1984. 여수 백도 일대의 지질조사 연구. 1~50, 동력자원 연구소. 연근해저 지질연구. 146p.

한국에너지연구소, 국립부산수산대학, 1989. 고리주변환경 종합평가 및 관련모델개발(온배수 및 취배수 구조물의 영향평가), KAERI/NSC-397/89.

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

Biscaye, P. E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and the adjacent seas and oceans. Geol. Soc. Am. bull. 76 : 803-832.

Brunton, G. D. 1955. Vapour pressure glycolation

of oriented clay minerals. Am. Mineral. 40 : 124-126.

Chough, S. K. and Kim, D. C. 1981. Dispersal of fine-grained sediments in the southeastern Yellow Sea : a steady-state model. J. Sed. Petrol. 51 : 721-728.

Chough, S. K. 1985. Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea. Sed. Geol. 41 : 159-172.

Deer, M. A. Howie, R. A. and Zussman, J. 1971. Clay minerals. 250-274. An introduction to the rock forming minerals. Longman Group. Ltd. London. 529p.

Duane, D. B. 1964. Significance of skewness in recent sediments, western Pamlico Sound, North Carolina. J. Sed. Petrol. 34 : 864-874.

Elverhoi, A., and Ronningsland, T. M. 1978. Semiquantitative calculation of the relative amount of kaolinite and chlorite by X-ray diffraction. Mar. Geol. 27 : M19.

Folk, R. L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hamphill's Austin, Texas, 154p.

Folk, R. L. and Ward, W. C. 1957. Brazos River Bar : A study in the significance of grain size parameter : J. Sed. Perol. 25 : 3-27.

Gibbs, R. J. 1965. Error due to segregation in quantitative clay mineral X-ray diffraction mounting techniques. Am. Mineral. 50 : 741-751.

Griffin, J. J. and Goldberg, E. D. 1963. Clay-mineral distribution in the Pacific Ocean. 728-741. In. Hill, M. N. editor. The Sea, 3, N. Y. Interscience.

Griffin, J. J. Windom, H. and Goldberg, E. D. 1968. The distribution of clay minerals in the world ocean. Deep Sea Res. 15 : 433-459.

Han, S. J. 1978. Clay minerals in recent sediments of the Korea Strait. M. S. Thesis, p. 1-49, Dept. of Geology, Seoul National University(in Korean).

Hurley, P. M., Heezen, B. C. Pinson, W. H. and Fairbairn. H. W. 1963. K-Ar age value in pelagic sediments of the North Pacific Geochim. et. Cosmochim. Acta. 27 : 393-399.

Kim, D. C. 1980. Recent clay minerals in the Yeongsan Estuary and the adjacent continental shelf. M. S. Thesis, p. 1-63. Dept of Oceanography, Seoul National University.

Knebel, H. J., Kelldy, J. C., and Whetten, J. T. 1968. Clay minerals of Columbia River. J. Sed. Petrol 38 : 600-611.

Lee, H. J., Chough, S. K., Jeong, K. S. and Han, S. J. 1987. Geotechnical properties of sediment cores from the southeastern Yellow Sea : effects of depositional processes. Mar. Geotechnol. 7. 37-52.

Lee, H. J., and Chough, S. K. 1989. Sediment distribution, dispersal and budget in the Yellow Sea. Mar. Geol. 87. 195-205.

Park, B. K. and Han. S. J. 1985. The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Korea Strait. Sed. Geol. 41 : 173-184.

Park, S. C. and Yoo, D. G. 1988. Depositional history of Quaternary sediments on the continental shelf off southeastern coast of Korea (Korea Strait). Mar. Geol. 79. 65-75.

Park, Y. A. 1983. The Nature of Holocene sedi mentation and sedimentary facies on the continental shelves of Korea, Summer Conference for domestic and foreign scholars of science and technology : KOFST, p. 72-80.

Park, Y. A. 1985. Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the south-east coast of Korea : A further evidence of relict sediments. J. Ocean Soc. Korea. 20 : 55-61.

Park, Y. A. and Choi, J. Y. 1986. Factor analysis of the continental sheff sediments off the southeast coast of Korea and it's implication to the depositional environments. J. Ocean. Soc. Korea. 21 : 34-45.

Park. Y. A. Kim S. C. and Choi, J. H., 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.

Park, Y. A. Kim, K. R., Choi, J. Y. and Park, S. C. 1988. Size distribution of suspended particle materials in the southern East Sea of Korea. J. Ocean. Soc. Korea. 23 : 76-88.

Song, S. T. 1988. Depositional environment and clay mineral distribution of recent continental shelf sediments, southern coast of Korea, M. S. Thesis. National Fish. Univ. Pusan. 97p.

Stokke, P. R. and Carson, B. 1973. Variation in clay mineral X-ray diffraction results with the

quantity of sample mounted. J. Sed. Petrol. 43 : 957-974.

Suk, B. C. 1986. Depositional environment of late Quaternary sediments and suspended particulate matter on the southeastern continental shelf, Korea. J. Geol. Soc. Korea. 22. 10-20.

Weaver, C. E. 1967. Potassium, illite and the ocean. Geochim. et Cosmochim. Acta. 31 : 2181-2196.

Yoo, H. R. 1986. Remotely sensed water turbidity pattern on the Korean side of the Yellow Sea. Ocean Res. 8. 49-55.

1990년 2월 19일 접수
1990년 5월 16일 수리