

한반도 주변해역 표층퇴적물을 구성하는 일라이트의 광물학적 특성

Mineralogical Characterization of Illite in the Surface Sediments around the Korean Peninsula

문동혁(Dong Hyeok Moon)¹ · 이희일(Hi Il Yi)² · 김순오(Soon Oh Kim)¹ · 조현구(Hyen Goo Cho)¹

¹경상대학교 지구환경과학과 및 기초과학연구소(hgcho@gnu.ac.kr)

²한국해양연구원 해양환경 · 방제연구부

1. 서언

한반도 주변해역의 대륙붕에는 세립질 퇴적물이 집중적으로 퇴적되어 생성된 몇 개의 특징적인 니질대가 존재한다. 이들 니질대에는 황해 북서부의 북서니질대(NWMD: Northwest Mudbelt Deposit), 한반도 남서해안의 흑산니질대(HSMD: Hucksan Mudbelt Deposit), 한반도 남해안의 한국남해니질대(SSKMD: South Sea of Korea Mudbelt Deposit) 그리고 제주도 남단해역의 제주니질대(JJMD: Jeju Mudbelt Deposit) 등이 있다. 이러한 니질대를 구성하는 세립질 퇴적물의 기원은 연구자에 따라 중국의 하천, 한국의 하천, 원양의 퇴적물, 그리고 이들의 복합 기원 등으로 그 결과가 상이하다(Yang et al., 2003).

세립질 퇴적물 근원지 연구에 점토광물을 이용한 Aoki et al. (1974)은 한반도 주변해역에서 일라이트 함량이 높음을 보고하였으며, Khim(1988)은 북서니질대에 비해 높은 일라이트 함량을 통해 흑산니질대의 주요 근원지를 한국의 영산강과 금강으로 보고한 바 있다. 문동혁 등(2009)의 한반도 남단 표층퇴적물의 광물분포에 대해 연구한 결과에서도 한반도와 인접한 흑산니질대 해역과 한국남해니질대 해역의 일라이트 함량이 제주도 남단에 위치한 제주니질대 해역의 일라이트 함량에 비해 상대적으로 높았다(표1). 이러한 특징을 가지는 일라이트는 생성환경에 따라 그 결정도가 달라지며(Kübler, 1964), 팽창성광물의 함량에 따라 X선 회절선의 회절강도가 변화하는 등의 특징을 가진다(Srodon, 1984). 그러므로 연구해역 표층퇴적물을 이루는 점토광물 중 그 함량이 가장 많은 일라이트의 광물학적 특성에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 1. Absolute and relative clay mineral composition of each muddy zone samples in the study area.

sample number	absolute composition (wt%)			relative composition (wt%)			muddy zone
	ill	chl	kao	ill	chl	kao	
00-SG	44.6	5.4	2.5	84.95	10.29	4.76	SSKMD
00-S01	38.7	5.5	3.7	80.79	11.48	7.72	
00-S02	53.5	5.5	3.7	85.33	8.77	5.90	
00-S05	40.0	6.8	2.2	81.63	13.88	4.49	HSMD
00-S06	26.1	2.5	1.1	87.88	8.42	3.70	
07-G57	35.0	6.8	1.8	80.28	15.60	4.13	JJMD
07-G58	35.8	7.1	8.6	69.51	13.79	16.70	
07-G63	35.6	5.7	4.7	77.39	12.39	10.22	
07-G64	34.5	7.3	6.5	71.43	15.11	13.46	
07-G73	34.0	9.7	2.0	74.40	21.23	4.38	
07-G79	34.3	11.9	3.2	69.43	24.09	6.48	
07-G81	33.7	7.2	2.8	77.12	16.48	6.41	
07-G84	35.7	7.0	3.0	78.12	15.32	6.56	
07-G89	34.6	6.4	2.8	79.00	14.61	6.39	

ill; illite, chl; chlorite, kao; kaolinite, SSKMD; South Sea of Korea mudbelt deposit, HSMD; Hucksan mudbelt deposit, JJMD; Jeju mudbelt deposit(Moon et al., 2009).

본 연구는 한반도 주변해역에 분포하는 북서니질대, 흑산니질대 그리고 한국남해 니질대의 표층퇴적물을 구성하고 있는 점토광물 중 가장 높은 함량을 가지는 일라이트의 광물학적 특성을 파악하는 것에 목적이 있으며, 일라이트의 광물학적이 세립질 퇴적물 근원지 연구에 적용가능한 지에 대해서도 검토하였다.

2. 재료 및 방법

이번 연구에 사용된 시료는 국토해양부 국가연구개발(R&D)사업인 “동북아해 퇴적물기원 연구 및 모니터링”과제로 수행된 탐사에서 한국해양연구원 이어도호를 이용해 획득한 것이다. 북서니질대에서 채취한 시료는 98년 2정점, 2001년 14개 정점이며, 흑산니질대와 한국남해니질대의 시료는 각각 2000년에 채취한 3정점과 2정점의 시료이다(그림1). 이들은 그랩 샘플러(grab sampler)를 이용하여 채취한 표층 5cm 이내의 퇴적물이다.

퇴적물 내에서 $2\mu\text{m}$ 이하의 점토입자를 분리하기 위해 건조시료와 증류수를 1g 대 10ml의 비율로 혼합하여 5분간 초음파 세척한 후, 5% Na-meta phosphate 용액을 0.5ml 투여한 다음 하루 동안 보관하였다. 그런 다음 1시간동안 마그네틱으로 교반(stirring)하여 약 3시간 30분 동안 침전시킨 후, 상부의 혼탁액을 채취하여 7,000rpm에서 15분간 원심분리 하여 점토입자의 시료를 채취하였다.

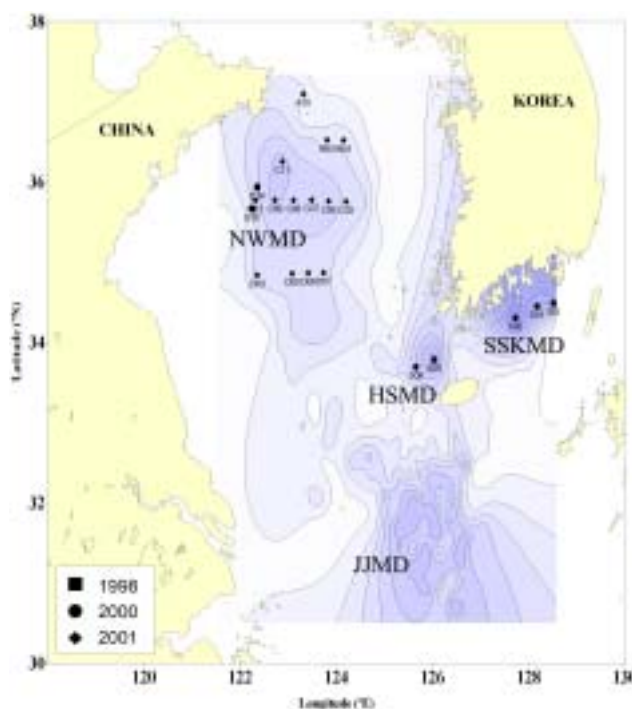


Fig. 1. Map showing the location of late Holocene muddy deposit around the Korean peninsula, and grab sample. NWMD: Northwest mudbelt deposit, HSMD: Hucksan mudbelt deposit, JJMD: Jeju mudbelt deposit.

$2\mu\text{m}$ 이하의 점토입자 시료를 슬라이드글라스 위에 방향성시료를 제작하여 이를 상온에서 건조한 후 X선 회절분석 하였다. 그리고 팽창성광물의 존재여부를 확인하기 위해 90°C 에서

24시간 동안 에틸렌글리콜로 포화시킨 시료에 대하여 X선 회절분석을 실시하였다.

일라이트의 결정도는 Kübler(1964)가 소개한 방법대로 10Å의 일라이트(001)피크의 최대 반폭치(FWHM: full width at half maximum intensity)를 측정하여 Kübler index와 비교하였다. 그리고 회절강도비는 Srodon (1984)이 제안한 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$I_r = \frac{I(001)/I(003) \text{ air dried}}{I(001)/I(003) \text{ EG-treated}}$$

3. 결과 및 토의

3-1. 일라이트의 결정도

연구해역 표층퇴적물을 구성하고 있는 점토광물 중 일라이트의 결정도를 계산한 결과를 표2에 나타내었다. 북서니질대의 일라이트 결정도는 일정한 경향을 나타내지 않고 있고, Kübler index와 그에 해당하는 변성대(metamorphic zone)를 비교해본 결과, 대부분이 Anchizone에서 생성되었으며 epizone에서 생성된 정점도 존재하였다. 한국남해니질대의 일라이트는 서쪽에서 동쪽으로 감에 따라 Kübler index 값이 낮아지며, Anchizone에서 Epizone으로 생성환경이 변해 갈 가능성이 있음을 알 수 있다. 흑산니질대 두 정점의 경우에도 동쪽에 위치한 S05정점의 Kübler index 값이 더 높으며, 두 정점의 일라이트는 모두 Anchizone에서 생성된 것으로 판단된다.

3-2. 일라이트의 회절강도비

Srodon (1984)에 의하면, 팽창성 층이 많은 일라이트일수록 에틸렌글리콜의 영향을 받아 일라이트 (001)피크의 회절강도가 (003)피크에 비해 감소하므로 회절강도비는 1보다 커지게 된다. 표2에 연구해역 표층퇴적물의 점토광물 중 일라이트의 회절강도비를 나타내었다. 북서니질대의 경우 일정한 경향을 가지지 않는데 이는 북서니질대 지역의 일라이트에서 팽창성 층의 함량이 다양함을 지시한 것으로 생각된다. 한국남해니질대의 경우 동쪽으로 감에 따라 회절강도비가 증가하는 경향을 보여 팽창성층의 함량이 동쪽으로 갈수록 증가함을 알 수 있고, 흑산니질대의 두 정점에서는 비슷한 회절강도비를 보임을 알 수 있다.

3-3. 세립질퇴적물 근원지 연구에의 적용

본 연구에 사용된 시료는 북서니질대 총 16정점, 흑산니질대 3정점, 그리고 한국남해니질대 2정점이다. 하지만 흑산니질대와 한국남해니질대 시료의 수가 북서니질대의 시료 수에 비해 많이 부족하기 때문에 이들 정점의 일라이트 특성을 직접적으로 비교하는 것은 신중해야 할 것으로 판단된다. 그리고 니질대 뿐만 아니라 한반도 주변해역 전체와 한반도와 중국 하천의 시료를 획득하여 이러한 연구가 수행된다면, 세립질 퇴적물 근원지 연구에의 적용이 보다 유리할 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 북서니질대에서 총 16정점, 흑산니질대 3정점, 그리고 한국남해니질대 2정점의 시료를 이용하여 일라이트의 결정도와 회절강도비 등의 광물학적 특성을 연구하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 일라이트의 결정도: 북서니질대의 일라이트는 특별한 경향을 보이지 않지만, 한국남해니질대와 흑산니질대에서는 서쪽에서 동쪽으로 감에 따라 결정도가 낮아지는 경향을 보인다.

(2) 일라이트의 회절강도비: 북서니질대에서는 특별한 경향을 보이지 않고, 한국남해 니질대에서는 동쪽으로 갈수록 회절강도비가 감소하며, 흑산니질대에서는 비슷한 값을 가진다.

Table 2. Kübler index, metamorphic zone and intensity ratio of each muddy zone samples in the study area.

sample number	Kübler index	metamorphic zone	intensity ratio	muddy zone
98-B14	0.20	Epizone	0.93	
98-B15	0.12	Epizone	1.41	
01-B03	0.24	Anchizone	1.00	
01-B04	0.28	Anchizone	0.95	
01-C05	0.16	Epizone	1.31	
01-C06	0.36	Anchizone	0.96	
01-C07	0.20	Epizone	1.29	
01-C08	0.28	Anchizone	1.14	NWMD
01-C09	0.24	Anchizone	1.56	
01-C11	0.32	Anchizone	1.05	
01-C12	0.32	Anchizone	1.11	
01-D03	0.24	Anchizone	1.35	
01-D05	0.24	Anchizone	1.01	
01-D06	0.16	Epizone	1.23	
01-D07	0.28	Anchizone	1.20	
00-SG	0.16	Epizone	1.52	
00-S01	0.24	Anchizone	1.23	SSKMD
00-S02	0.32	Anchizone	0.92	
00-S05	0.36	Anchizone	1.44	
00-S06	0.24	Anchizone	1.40	HSMD

참고문헌

- 문동혁, 이희일, 신경훈, 도진영, 조현구 (2009) 정량X선회절분석법을 이용한 황해 남동부, 한국남해 및 제주도 남단 표층퇴적물의 광물분포 연구, 한국광물학회지, 22(1), 49-61.
- Aoki, S., Oinuma, K. and Sudo, T., 1974. the distribution of clay minerals in the recent sediments of the japan Sea. Deep-Sea Res., 21, 299-310.
- Khim, B.K., 1988, Sedimentological study of the muddy deposition in the Yellow Sea, Master of science in Seoul Nat. Univ., 1-106.
- Kübler, B., 1964, Les argiles, indicateurs de metamorphisme. Revue Inst. Fr. Petrole., 19, 1093-1112.
- Srodon, J., 1984, X-ray powder diffraction identification of illitic materials, Clays and Clay minerals, 32, 337-349.
- Yang, S.Y., Jung, H.S., Lim, D.I., and Li, C.X., 2003, A review on the provenance discrimination of sediments in the Yellow Sea. Earth Science Reviews, 63, 93-120.