

인공용승 구조물 설치에 따른 해양퇴적물의 지구화학적 특성 변화 :

남해 매물도 해역

김필근^{1)*} · 박맹언¹⁾ · 성규열¹⁾ · 김문호¹⁾

1. 서론

남해는 황해의 연안을 따라 들어오는 서한연안류(West Korea coastal current)와 동지나해로부터 유입되는 대마난류의 영향을 받는 해역이다. 서한연안류에 의해서 운반되는 퇴적물은 남해연안의 퇴적물에 상당한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Kang and Chough, 1982; Wells 1988; Lee et al., 1990). 또한 퇴적물의 지구화학적 성질은 근원지 물질의 조성, 퇴적물의 운반 및 퇴적과정, 그리고 퇴적지의 제반 환경요인에 따라 변화된다(조영길 등, 1994).

연구지역인 매물도 해역의 퇴적물은 서한연안류와 대마난류의 영향을 받으며, 육지 기원의 물질이 혼합된 지역으로 예상된다. 이 해역은 2005년 이후 어장환경개선을 목적으로 한 인공용승 구조물들이 설치되고 있다. 이로 인하여 국부적인 해류의 변화가 예상되며, 퇴적물에도 입도변화와 외부기원물질의 유입에 의한 변화가 예상된다. 또한 석탄회로 만들어진 인공용승 구조물과 퇴적물의 상호반응으로 퇴적물의 국부적인 오염이 예상된다. 이와 같은 영향을 파악하기 위하여 퇴적물의 입도, 중금속 부화특성, 회토류원소의 패턴 등 지구화학적 성질을 분석함으로써 구조물 설치 전후의 퇴적물 특성변화를 평가하고자 하였다.

2. 연구방법

인공용승 구조물이 설치된 매물도 해역의 탐사는 부경대학교 해양탐사선 탐양호를 이용하여 2006년 4월 5일에서 7일까지 실시하였다. 정점은 총 12개를 선정하였으며, 박스코어를 이용하여 불교란 시료를 채취하였다. 연구지역 퇴적물의 수직적인 입도분포를 파악하기 위하여 표층, 약 15cm 지점의 중앙부 및 하부 시료를 채취하였다. 입도분석을 위한 전처리방법은 해양환경 공정시험방법(2002)을 따랐으며, 자동입도분석기(micromeritics, Sedigraph 5100)를 이용하여 1 Φ 간격으로 분석하였다. 퇴적물의 지구화학적 분석을 위하여 0~1.0cm, 1.0~2.0cm, 2.0~4.0cm, 30~35cm 간격으로 bulk 시료를 채취하였으며, 50℃로 정치된 건조기에서 72시간 동안 완전히 건조시켰다. 건조된 해양퇴적물 시료를 텅스텐 카바이드 암석 분쇄기를 이용하여 완전 분말화 하였다. 분석에 사용된 기기는 기초과학지원연구원의 유도결합플라즈마 원자방출분광기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer)로 Perkin Elmer사의 Optima 4300DU와 유도결합플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)로 Perkin Elmer사의 Elan 6100을 사용하였다.

3. 연구결과

연구지역에서 채취한 퇴적물의 입도는 3.60-5.45φ이며, 퇴적물 유형은 (g)mS (slightly gravelly muddy sand)가 우세하다. 2번과 7번 정점을 제외한 모든 정점의 입도는 상부로 갈수

주요어 : 인공용승, 석탄회, 퇴적물, 중금속, 회토류원소, 부화지수(Enrichment factor)

1) 부경대학교 환경지질학과 (pgkim@pknu.ac.kr)

록 조립화되는 경향을 보인다. 모래의 함량은 36.68-73.41%의 영역으로 모든 정점에서 우세하게 나타나며, 특히 3번 정점의 표층에서 73.41%로 가장 높다. 분급은 2.32-4.25의 영역으로 나쁘거나 상당히 나쁜(poorly sorted or very poorly sorted) 분급도를 보이고 있다. 왜도값은 모든 정점에서 양의 값(0.43-1.35)을 보이고 있어 상대적으로 조립질 퇴적물이 많이 포함되어 있음을 지시하고 있다. 첨도는 사질퇴적물에서 높게 나타는 경향을 보이며, 특히 상부와 하부 퇴적물에 비해 중앙부 퇴적물에서 더 높은 경향을 보인다.

인공용승 구조물 설치에 의한 퇴적물 중금속의 부화특성 변화를 조사하기 위하여 부화지수(Enrichment factor; Ef)를 계산하였다. 부화지수는 매물도해역 퇴적물의 중금속 함량과 지각 평균 값을 이용하여 계산하였다(Brian and Carleton, 1982). 카드뮴, 니켈, 크롬, 아연 및 망간의 부화지수는 1이하로 나타났으며, 평균입도와 큰 상관성을 보이지 않는다. 또한 상부와 하부의 부화지수가 모두 유사한 값을 보이고 있다. 그러나 납과 코발트의 부화지수는 1이상의 값을 보이고 있으며, 상부와 하부의 부화지수가 유사하거나 상부에서 다소 높은 값을 보인다. 그리고 평균입도가 큰 해역에서 부화지수가 높은 경향을 보인다. 납의 부화지수의 경우, 하부퇴적물과 상부퇴적물의 부화지수가 유사하게 나타나지만 D 정점과 7번 정점에서 다소 높은 부화지수를 보이고 있다. 그러나 연구지역의 납 농도 분포는 19-31ppm으로 남해 대륙붕 표층퇴적물의 납 농도(16-40ppm)보다 낮거나 유사하게 나타나므로 남해 퇴적물의 특성을 반영한다고 할 수 있으며(조영길 등 1994), 구조물 설치에 의한 특정지역 부화라고 판단하기는 어렵다. 코발트 역시 하부 퇴적물에서 1이상의 부화지수를 나타내고 있으나, 인공용승 구조물 설치 이전 퇴적물에서도 1 이상의 부화지수를 나타내고 있어 인공 용승 구조물 설치에 의한 부화가 아닌 타기원의 유입에 의한 것으로 판단된다.

인공용승 구조물 설치에 의한 기원지 변화 영향을 알아보기 위하여 퇴적물의 수직별 REE 패턴을 이용하였으며, 희토류원소 조성을 상부지각의 값을 이용하여 normalizing하였다. 연구지역 퇴적물의 희토류원소 패턴은 Eu와 Dy의 정(+의 이상 값을 보이며, 경희토류원소와 중희토류원소의 패턴이 유사하게 나타난다. 그러나 9번 정점의 경우, 퇴적물의 상부에 해당하는 1-2cm 지점에서 경희토류원소의 변화는 비슷하나, 중희토류원소에서 급격한 증가양상을 보인다. 이는 9번 정점의 퇴적물의 기원이 동일하지 않은 것을 의미한다. 그러나 인공용승 구조물 설치 이전인 2005년에 채취한 퇴적물의 희토류원소 패턴에서도 9번 정점에서 이상 값을 보이고 있으므로 인공용승 구조물의 설치에 의한 것이 아닌 설치 이전의 다른 기원의 영향으로 판단된다. 연구해역의 수직적인 패턴은 하부를 제외한 모든 정점이 동일한 환경에서 퇴적된 것으로 판단되며, 수평 패턴 역시 9번 정점과 같은 일부 정점의 이상 값을 제외한 모든 정점에서 동일한 환경의 기원으로 퇴적된 것으로 판단된다.

Ti/Al, Nb/Al 그리고 Rb/Al 비는 희토류원소 패턴과 같이 퇴적물의 근원지를 판단하는데 매우 유용한 지시자들로 제시된다(임동일, 2003). Ti/Al, Nb/Al 그리고 Rb/Al비를 이용하여 연구지역 퇴적물의 하부와 상부의 기원지 변화를 도시하였다. 연구지역의 Rb/Al값은 8-17영역으로 분포하고 있으며, Ti/Al값은 300-700의 영역에 분포하고 있다. 그리고 Nb/Al값은 0.5-1.5정도의 영역에 분포한다. Ti/Al과 Rb/Al 그래프에서 상부퇴적물은 하부 퇴적물의 일부 정점을 제외하고는 동일한 위치에 자리하고 있으며, 이러한 경향은 Nb/Al와 Rb/Al 그래프에서도 동일하게 나타난다. 희토류원소 패턴과 Ti/Al, Nb/Al 그리고 Rb/Al 비의 결과에 의해 연구지역의 퇴적물은 인공용승 구조물 설치에 의한 영향이 없는 것으로 판단되며, 일부 정점을 제외한 모든 정점에서 동일한 환경의 기원으로 퇴적된 것으로 판단된다.

4. 결론

어장 환경 개선에 이용되는 석탄회 블록의 환경 안정성 평가에 대한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(가) 퇴적물의 평균입도는 3.60-5.46이며, 하부보다 표층에서 조립하며, 북부해역으로 갈수록 세립화되는 경향을 보인다.

(나) 퇴적물의 분급은 불량(poorly sorted) 또는 매우불량(very poorly sorted)하며, 왜도 값은 양의 값(0.43-1.35)으로 조립질 퇴적물이 많이 포함되어 있음을 지시한다. 또한 첨도는 사질 퇴적물에서 높게 나타나는 경향을 보인다.

(다) 퇴적물 내 중금속 부화지수는 납과 코발트를 제외한 모든 중금속에서 1이하로 낮은 특징을 보인다.

(라) 퇴적물의 희토류원소 패턴은 1개 정점을 제외한 모든 정점에서 동일한 기원을 보이며, Nb/Al, Rb/Al 및 Ti/Al 분포는 연구지역의 상부와 하부퇴적물이 동일한 기원임을 지시한다.

5. 참고문헌

- 조열길, 이창복, 최만식 (1994) 남해 대륙붕 표층퇴적물의 중금속 함량 및 분포 특성. 한국해양학회지, 29, p.338-356.
- 해양수산부 (2002) 해양환경공정시험법. 해양수산부, 330p.
- Brian Mason, Carleton B. Moore (1982) Principles of geochemistry. John Wiley & Sons, p. 344.
- D. I. Lim (2003) Geochemical Compositions of Coastal Sediments around Jeju Island, South sea of Korea: Potential Provenance of Sediment. Jour. Korea Earth Science Society, 24, 337-345.
- Kang, H. J. and S. K. Chough (1982) Gamagyang Bay, southern coast of Korea: Sedimentation on the tide dominated rocky embayment. Mar. Geol. 48, p. 197-214.
- Lee, H.J., S.K. Chough and S.J. Han (1990) Recent sedimentation in the South Sea, Korea. Proceedings of the First International Conference on Asian Marine Geology, Shanghai, September 7-10, 1988. China Ocean Press, Beijing, p. 367-386.
- Wells. J. T. (1988) Distribution of suspended sediment in the Korea Strait and southeastern Yellow Sea: onset of winter monsoon. Mar. Geol., 83, p. 273-284.