

6. 광양만 표층퇴적물의 특성과 저서환경

현상민, 이태희, 최진성, 우한준*, 최동림

한국해양연구원 남해연구소

*한국해양연구원 해양환경·기후연구본부

요 약

광양만의 저서환경을 평가하기 위하여 광양만 표층퇴적물에 대한 퇴적학적, 지화학적 특성을 연구하였다. 입도분석결과 표층퇴적물의 입도특성 분포는 사질퇴적물과 점토질 퇴적물이 다양하게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 사질을 포함하는 퇴적물은 주로 POSCO 우측해역과 남해도 사이의 수로 중앙부분에 분포하고 있으며, 그외 지역에서는 점토질 퇴적물이 주를 이룬다. 유기물(TOC) 함량은 약 0.2-2.1%의 범위로 분포하고 있으며, 유기물의 C/N비에 근거한다면 육지에서 공급된 유기물과 현장에서 생성된 유기물이 혼합되어 있음을 지시하고 있다. 저질의 건강상태를 검토하기 위해 퇴적물중의 황화수소(H_2S)을 측정된 결과 최고 301 ppm에서 최소 0.7 ppm으로 나타났다. 전체적으로는 묘도안 쪽에서 비교적 높은 값을 보이고 있어 일반적으로 오염된 저서환경이라고 할 수 있다. 기존에 조사된 중형 저서생물의 개체수(species abundance)에 대한 공간분포변화를 조사해본 결과 묘도안쪽에서 낮은 개체수(species abundance)와 종수(species richness)를 보이고 있어 황화수소가 높게 나타나는 지역과 대략적으로 일치하고 있음을 보인다. 추후 저서생물의 다양도나, 저서오염지수(Benthic Pollution Index: BPI)등과 퇴적물중의 유기물이나 황화수소값이 어떻게 관련되는지에 대한 자세한 연구를 필요로 한다.

서 론

광양만은 1982년 이래 특별관리해역으로 지정되어 있으며 환경보전 장애 지역으로 여겨지고 있다. 이러한 이유로 인해 해양학적 기초조사를 포함한 많은 연구가 환경보전을 유지하기 위해 수행되고 있다. 따라서 광양만의 환경과 관련하여 표층퇴적물에 대한 퇴적학적, 지화학적 특성을 규명할 필요가 있으며 이러한 특성들이 저서환경과 어떻게 관련되어 있는지 명확하게 규명할 필요가 있다.

이 연구는 광양만 표층퇴적물에 대한 퇴적학적, 지화학적 특성을 퇴적물의 입도 분석, 유기물과 탄산염 함량, 황화수소 함량 등을 이용하여 연구하고 최종적으로 광양만의 저서환경을 평가하는데 기초자료를 제공함에 그 목적이 있다.

재료 및 방법

광양만의 표층퇴적물 분포특성을 알아보기 위하여 그랩샘플러를 이용하여 총 89개 지점에서 표층퇴적물을 채취하였다 (Fig. 1). 채취한 표층퇴적물은 실험실로 옮긴 후 Sedigraph 5100를 이용하여 입도분석을 하였으며, 동일 시료에 대해 유기물과 탄산염 함량을 CHNS 분석기를 이용하여 측정하였다. 02년에 얻어진 35개의 시료에 대해서는 검지관법에 의해 황화수소(H_2S) 함량을 측정하였다.

결과 및 토의

표층퇴적물의 특성 및 분포

입도분석결과 나타난 퇴적상별 퇴적물의 공간적 분포 형태를 Fig. 1에 표시하였다. 우선 연구지역 표층퇴적물의 평균입도는 사질퇴적물의 입도인 2 phi에서 clay질 퇴적물의 입도가 시작되는 9 phi까지 다양하게 변화하고 있다. 그러나 주로 사질 퇴적물은 적은 반면 fine silt질 퇴적물이 다수 포함되어 있음을 알 수 있다. 퇴적상 형태별로 살펴보면, 입도분석이 수행된 89개의 지점중에서 Mud질(M)과 sandy Mud(sM)은 전체에서 64개 지점을 차지하고 있어 대부분이 mud질 퇴적물로 이루어져 있음을 지시한다. 나머지 부분에 대해서는 mud가 포함된 sand질 퇴적물 및 gravel이 다소 포함된 sand질, 혹은 gravel과 sand가 다소 포함된 mud질 퇴

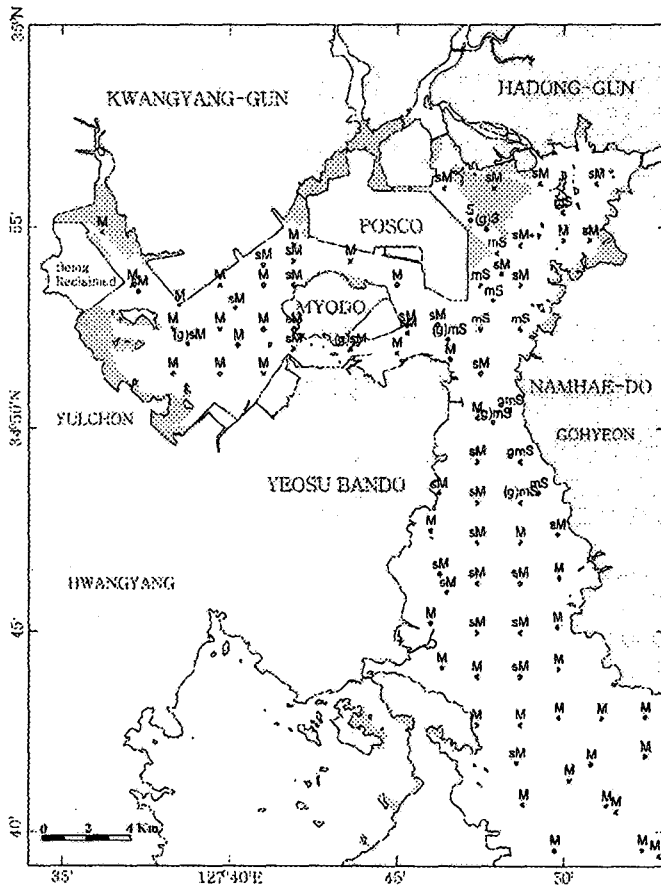


Figure 1. Spatial distributions of sediment type and sampling points.

89개의 표층퇴적물에 대해 유기물을 분석한 결과 총 유기탄소(TOC)가 가장 많이 나타나는 지점은 POSCO 뒤쪽인 태인도 앞 부근에서 2.142%로 나타났고 가장 적게 나타나는 지점은 POSCO 우측 지점으로 0.22%로 나타났다. 유기물의 특성을 지시

퇴적물로 구성되어 있음을 알 수 있다(Fig. 1).

표층퇴적물의 입도특성은 사질퇴적물과 점토질퇴적물이 다양하게 분포하고 있으나 주로 점토질 퇴적물이 주를 이루고 있으며 사질을 포함하는 퇴적물은 주로 POSCO 우측해역과 남해도 사이의 수로 중앙부분과 오른쪽에 분포하고 있다. 또한 이와 이웃하여 사질퇴적물이 다소 포함된 점토질 퇴적물이 분포하고 있으며 점토질 퇴적물은 묘도안쪽과 여수반도 외해 쪽으로 분포하는 경향을 보인다. 그러나 전체적으로는 점토질 퇴적물(mud)과 약간의 사질이 혼합되어있는 점토질 퇴적물(sandy mud)이 주를 이루고 있다.

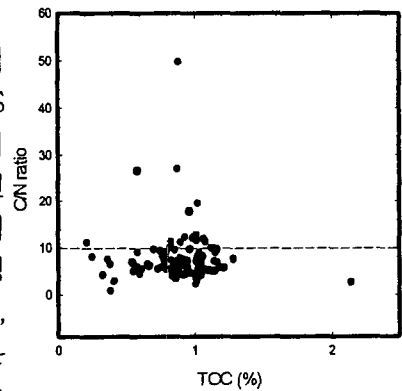
유기물 및 탄산염 함량

2001년과 02년에 얻어진

하는 총유기탄소에 대한 전 질소의 비(C/N ratio)는 최소 약 1에서 최대 약 49정도로 변화하고 있다 (Fig. 2). 일반적으로 C/N 비가 10이상인 것은 대륙기원 유기물이 유입되었음을 지시하고 있으며 현장에서 생성된 해양기원의 유기물인 경우는 C/N 비가 10보다 적은 5-10정도의 값을 보인다(Muller, 1977; Muller and Suess, 1979; Stein, 1990). 이러한 점을 고려한다면 이 연구지역의 유기물은 육지에서 공급된 유기물과 현장에서 생성된 유기물이 혼합되어 있음을 지시한다. 기존의 연구결과에서 잘 알려진 바와 같이(조 등, 2000) 평균입도에 대한 총유기탄소의 상관관계는 대체적으로 높은 양의 상관관계 (positive relationship)를 보이는데, 이 연구에서도 유기탄소 함량이 퇴적물의 입도와 높은 상관이 있음을 보이고 있다 (한국해양연구원, 2002). 표층퇴적물에 대한 탄산염 함량은 최고 36%에서 최소 0.13%로 그 변화 폭이 상당히 크다. 그러나 전체적으로 유기물의 변화와 비슷하게 점토질 퇴적물이 분포하고 있는 지역에서 다소 높은 탄산염 함량을 보이고 있다. 탄산염 함량 변화는 생물생산의 결과 생물각의 퇴적물속에 축적이나 축적된 후의 용해 혹은 풍성기원의 탄산염이 주된 공급원으로 생각해 볼수 있다. 일단 공급된 후에는 저층의 상태에 따라 용해정도가 달라지게 되며 이러한 세가지 요인은 탄산염 함량을 조절하는 요소라 할 수 있다.

유기물의 C/S ratio 및 황화수소 함량

총 유기탄소에 대한 총 황량 (C/S ratio)은 퇴적환경을 지시하는 것으로 보고되어 있다. 따라서 C/S 비가 수직적으로 혹은 공간적으로 다르다는 것은 퇴적환경이 서로 다르다는 것을 의미한다. 일반적인 해양환경에서는 유기탄소함량과 총황의 함량은 양의 상관관계(positive relationship)를 가지며 거의 일정한 C/S비(약 2.8)를 보인다 (Berner and Raiswell, 1983; Leventhal, 1983). 이 연구에서의 C/S 값은 일반적인 해양환경에서 퇴적된 퇴적물에서 나타나는



C/S 값 (약 2.8) 보다 훨씬 큰 약 5-8의 범위에서 나타내고 있다 (한국해양연구원, 2002). 퇴적물 중에서 C/S 비가 크게 나타난다는 것은 첫째로, 높은 TOC가 공급되어 축적되었거나 pyrite형성이 극히 제한되었다는 것으로 설명이 가능하다. 이 연구에서 C/S비가 8정도로 높게 나타나는 것은 같은 지점에서 TOC값이 상대적으로 높기 때문이다. 둘째로, 육원성 TOC가 갑자기 유입되었고, 상응하여 박테리아 효소가 부족하게 되어 해양성 박테리아에 의해 유기물이 충분히 분해되지 않았을 것으로 생각된다 (현 등, 2002). C/N비에 근거한 육원성 유기물의 유입증거는 기술한 바와 같다 (Fig. 2).

퇴적환경 혹은 저질의 건강상태를 보다 정확하게 검토하기 위해서 C/S값과 더불어 퇴적물중의 황화수소(H_2S)을 측정하였다. 표층퇴적물에 대한 황화수소량을 측정한 결과 최고값은 K2-04지점인 묘도안쪽에서 최고 301 ppm으로 나타났고 최소값은 K02-27지점에서 0.7 ppm으로 나타났다. 전체적으로는 묘도안쪽에서 비교적

높은 값을 보이고 있다 (Fig. 3). 화학적 산소요구량(COD)값과 더불어 저질의 건강 상태를 지시하는 황화수소량은 부영양화 기준값이 200 ppm으로 보고되었다. 부영양화 기준값과 이 연구에서 나타난 황화수소값을 비교해 볼 때, 이 연구결과 나타나는 황화수소값은 부영양도 기준값을 경계로 넓은 범위의 분포를 보이고 있다. 특히 황화수소 함량은 묘도 안쪽에서 높게 나타나고 있어서 일반적으로 오염된 저서 환경이라고 할 수 있다. 한편, 기존에 조사된 중형 저서생물의 개체수(species abundance)에 대한 공간분포변화를 조사해본 결과 묘도안쪽에서 낮은 개체수(species abundance)와 종수(species richness)를 보이고 있어(한국해양연구원, 2002) 황화수소가 높게 나타나는 지역과 대략적으로 일치하고 있음을 보인다. 추후 저서생물의 다양도나, 저서오염지수(Benthic Pollution Index: BPI)등과 퇴적물 중의 유기물이나 황화수소값이 어떻게 관련되는지에 대한 자세한 연구를 필요로 한다.

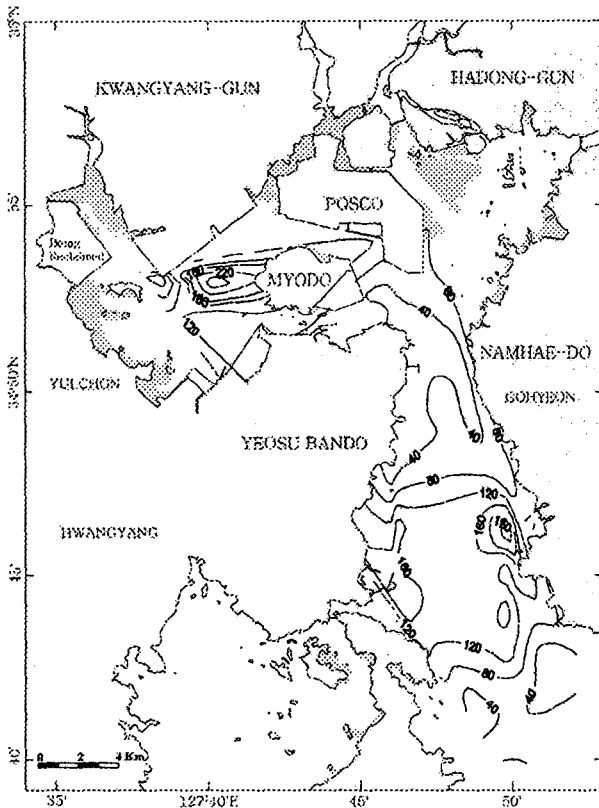


Figure 3. Spatial variations of H₂S (ppm) in surface sediment.

또한 이 연구에서는 퇴적물 중의 평균함량(Forstner and Wittmann, 1981)을 기준으로 해서 부화지수(enrichment factors)를 조사하였다. 부화지수가 1이라는 것은 오염이 되지 않았다고 생각되는 배경농도 값과 같기 때문에 오염이 되지 않은 자연적인 농도로 생각해 볼 수 있다. 반면 부화지수가 1 이상인 것은 배경농도 이상으로 원소가 농축되어 있음을 지시하는 것이다. 부화지수에 근거하여 주요 5개(Ni, Cu, Mo, Cd, Pb)의 금속원소에 대한 공간분포를 조사한 결과 세 원소인 Cu, Mn, Pb는 묘도 부근에서 약간 높게 나타나는 현상을 보이고 있다 (한국해양연구원, 2002). Mn의 경우는 저층환경에 따라 농축되는 경향이 보고되어 있어 높게 농축되어 있는 그 자체가 곧 오염을 의미하지는 않는다. 하지만 Mn도 묘도 부근에서 1000-1200 ppm 정도의 값을 보이고 있으며, Pb 또한 묘도 부근이 다른 지역보다 약간 높은 32-34 ppm 정도를 보이고 있다. 추후 이들 중금속 원소 농도에 대해 보다 상세한 조사를 필요로 한다.

참 고 문 헌

- 조영길, 이창복, 고철환, 2000. 광양만 표층퇴적물의 중금속 함량 및 분포. 한국해양학회지-바다, 5:131-140.
- 한국해양연구원, 2002. 남해특별관리해역의 환경오염 관리모델 연구 (1) 광양만 중심연구, 485pp.
- 현상민, 최진우, 신경순, 장만, 2002. 외나로도 주변해역 퇴적물의 지화학적 특성과 저서 생물상. 한국환경과학회지, 11(3):215-225.
- Berner, R.A. and R. Raiswell, 1983. Burial of organic carbon and pyrite sulfur in sediments over Phanerozoic time: a new theory, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47:855-862.
- Forstner, U. and G.T.W. Wittmann, 1981. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, New York, 486 pp.
- Leventhal, J.S., 1983. An interpretation of carbon and sulfur relationship in Black Sea sediments as indicator of environments of deposition. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47:133-137.
- Muller, P.J., 1977. C/N ratio in Pacific deep-sea sediments: effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41:765-776.
- Muller, P.J. and E. Suess, 1979. Productivity, sedimentation rate, and sedimentary organic carbon in the ocean - 1. Organic carbon preservation. *Deep-Sea Res.*, 26:1347-1362.
- Stein, R., 1990. Organic carbon content/ sedimentation rate relationship and its paleoenvironmental significance for marine sediments. *Geo-Mar. Let.*, 10: 37-44.