

5. 광양만의 지형변화 및 퇴적환경 발달

최동림·이태희·현상민·최진성
한국해양연구원 남해연구소

요 약

광양만의 지형변화 및 퇴적환경발달양상에 대해 표층퇴적물과 지층탐사자료를 이용하여 연구하였다. 광양만 해역은 1970년대이후 광양만 개발에 따라 해안선 및 해저지형이 급격한 변화를 겪어왔다. 광양만의 면적은 개발이전보다 25%정도 감소하였다. 해안선 변형은 공단건설을 위한 해안매립공사로 인해 그리고 해저지형변화는 대형선박들의 안전항로개발을 위한 해저퇴적물의 준설 등에 의해 발생하고 있다. 표층퇴적물은 점토질 퇴적물 묘도서측 및 여수해만의 외해지역에 주로 분포하고, 사질 퇴적물은 섬진강하구와 수로에 분포하고 있다. 표층퇴적물의 유기물 함량은 퇴적물의 특성을 반영하며, 특히 점토질퇴적물에 다량으로 포함하고 있다. 탄성과 단면도상에서 기반암위에 Unit II와 Unit I가 분포하며, 하부 Unit II는 홀로세 이전의 하천환경 퇴적층으로 판단되며, 홀로세 Unit I 퇴적층은 섬진강 하구에서 외해를 향해 전진퇴적양상의 쉼기형태를 보인다. 이 층은 섬진강에서 유출된 퇴적물이 델타 환경을 이루면서 형성된 퇴적층서로 해석된다. Unit I 퇴적층내에 천부가스층이 광범위하게 분포한다. 천부가스는 광양만의 생태환경에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 광양만 주변의 개발에 따른 해안 및 해저지형의 급격한 변형은 퇴적환경 및 해양환경에 변화를 야기할 것으로 예상된다. 특히 섬진강 하구지역의 광양제철소 건설은 섬진강에서 광양만으로 유입되는 퇴적물의 퇴적작용의 커다란 영향을 미칠 것으로 판단된다.

서 론

광양만 및 여수해만에 육상의 섬진강과 외해의 남해와 연결되는 점이지역으로서 육상과 해양 사이 상호 퇴적작용이 활발하게 일어나는 곳이다. 퇴적학적으로 중요한 지역에 약 30여년의 짧은 기간동안 집중적인 산업시설을 건설하여 전반적인 지형 및 환경변화가 급격히 발생하였다. 산업시설과 부두건설을 위해 해안매립에 의한 해안선변경 그리고 항로확보를 위한 해저토 준설은 전체적인 광양만의 지형을 변형시켰다.

광양만 개발을 위한 기초 지질조사가 1973년에 건설부에 의해 실시된 이후 이와 유사한 환경조사 연구가 실시되었다(건설부 1973; 포항제철 주식회사, 1982). 광양만내의 퇴적환경 및 퇴적물의 특성을 위한 연구가 일부 실시되었다(박 등, 1984; 김과 김, 1991; 이 등, 1996; 오 등, 2000). 광양만내로 유입되는 섬진강은 연간 약 7.2×10^8 톤의 담수를 유출시킨다(건설부, 1980). 그리고 섬진강으로부터 광양만으로 연간 약 0.8×10^6 톤의 부유 퇴적물을 공급하는 것으로 계산되고 있다(Park et al., 1996). 섬진강에서 유출되는 조립질 사질퇴적물은 하구역에 집중적으로 퇴적되고 나머지 부유퇴적물은 여수해만을 지나 남해해역으로 확산 퇴적된다(Kim and Kang, 1991; Kim et al., 2001). 이번 연구를 통해 표층퇴적물과 지층 탐사자료를 이용하여 광양만의 퇴적물 분포특성과 퇴적층의 발달 양상을 확인하고,

이를 통해 섬진강기원 퇴적물에 지배를 받고 있음을 알 수 있었다.

연구재료 및 방법

광양만의 표층퇴적물의 특성과 그 분포형태를 알아보기 위하여 그랩 샘플러 (grab sampler)를 이용하여 총 89개 지점에서 표층퇴적물을 채취하여 입도분석을 하였다. 유기물 분석은 CHNS 분석기(EA1112)를 이용하여 전 유기탄소(total organic carbon)의 함량을 측정하였다. 고해상 탄성파탐사자료 획득은 한국해양연구원 소속의 올림픽 5호(16톤)를 이용하였다. 탐사측선은 주로 동-서와 남-북방향의 격자형태로 설정하여 약 140 km 거리의 자료를 획득하였다. 고해상 탄성파 자료는 Chirp II 시스템과 Bubble Pulser 시스템을 동시에 사용하여 획득하였다. 탄성파기록은 그래픽 기록계(EPC 1086)와 Chirp II 시스템내 내장되어있는 기록계에 저장하였다. 자료획득시 항해속도는 약 5-6노트를 유지하였다. 위치정보는 DGPS 시스템은 이용하여 위치의 정밀도를 높였다.

연구 결과

지형변화

해안선: 광양만은 남해안 연근해에서 가장 활발하게 개발된 지역 중 하나이다. 광양만의 해안선 및 해저지형은 광양만이 개발되기 전의 모습과 현재의 형태와 비하여 매우 변형되었다. 광양만 둘레를 따라 불규칙한 해안선이 발달하였다. 특히 광양만 북쪽에 위치한 섬진강 서측 하구역은 여러 가지 크기의 섬들이 산재해 있었다. 묘도도 동측 해안도 약간 안으로 들어간 작은 만이 발달하였다. 이 당시의 광양만의 면적은 약 200 km² 로 계산된다. 그러나 현재의 광양만 해안지역은 매립공사로 인해 해안선이 일직선으로 단순해 졌다. 남쪽 해안지역은 여천 석유화학단지, 서측에 울촌공단, 그리고 북쪽에 광양제철소와 컨테이너부두가 건설되었다. 특히 광양제철소가 섬진강 하구 델타지역의 약 2/3을 차지하면서 놓여있다. 광양만 북동쪽에는 해안을 일부 매립하여 하동 화력발전소가 위치한다. 묘도도 동쪽해안이 매립되었다. 광양만내 매립면적은 약 55 km² 로서, 현재는 약 145 km² 면적만 남아 있다.

해저지형: 개발 전 해저지형은 섬진강하구의 수심분포가 바다를 향해 삼각형 모양의 수심분포가 가장 특징적이다. 이는 섬진강으로부터 유입된 퇴적물이 바다를 향해 쌓이면서 형성된 델타 모습을 지시한다. 조간대가 넓게 분포하고 섬진 델타 서측 사면은 여러 개의 지류(distributary channels)가 발달하였다. 묘도를 중심으로 북쪽과 남쪽에 좁은 수로 발달하였으며 이 지역은 비교적 깊은 수심분포를 보인다. 개발 이후의 해저지형은 섬진강 하구와 광양만 서측해역이 상당히 변하였다. 특히 섬진강 하구에 발달한 델타 서측 조간대 지역에 광양제철소가 자리잡고 있다.

그리고 동쪽 조간대 지역은 선박항로 개발을 위해 준설된 수로가 섬진강 하구를 향해 발달하였다. 광양만 서쪽지역은 해안 매립으로 인해 조간대 지역이 상당히 상실되었으며, 현재 광양만 서쪽 끝 지역에 일부 조간대가 남아 있지만 곧 이 지역 매립될 계획인 것으로 알려졌다. 묘도 동쪽의 조간대로 매립에 의해 사라졌다. 더불어 대형선박들의 안전항로를 위해 묘도 동쪽해역과 광양만 북쪽과 남쪽의 부두지역을 따라 퇴적물 준설이 현재 활발히 이루어지고 있다

표층퇴적물

광양만 표층퇴적물의 지역적 분포는 묘도를 중심으로 서쪽과 동쪽지역으로 크게 구분된다. 묘도 서쪽은 찰흙(mud)의 세립질 퇴적물이 광범위하게 분포한다. 묘도 북쪽과 남쪽의 수로지역은 사질찰흙퇴적물(sM)이 분포한다. 섬진강하구 조간대 지역은 모래찰흙, 찰흙모래, 그리고 사질 퇴적물이 발달하였다. 특히 모래분포지역은 준설지역과 일치하는 바 준설로 상부층을 걷어내고 바로 밑에 분포하는 모래로 판단된다. 광양제철소와 남해도 사이 수로지역은 묘도 서측지역보다 조립질의 사질찰흙과 찰흙모래가 우세하게 발달하였다. 광양만의 퇴적물 분포는 조류의 세기에 의해 크게 영향을 받는 것으로 해석된다. 즉 광양만 서측지역은 북서방향의 조류가 유입된 후 만 안에서 조류의 세기가 약화되어 세립질이 쌓이고, 반면 광양만 동측지역은 강한 북동방향의 조류로 인해 세립질보다 조립질퇴적물이 분포하는 것으로 판단된다. 유기물의 분포 특성은 섬진강하구지역에 1.2 %이상의 높은 값이 분포하고 광양제철소와 남해도 사이지역은 1 % 이하의 낮은 분포를 보인다. 그리고 묘도 서측은 1 %이상의 높은 값을 갖는다. 특히 묘도 서측은 찰흙퇴적물이 우세하게 분포하여 높은 유기물 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다. 입도크기가 세립화 할수록 유기물 양이 증가하는 경향을 보이는 일반적인 특성과 잘 일치한다.

퇴적층서 발달

지층자료로부터 기반암위로 하부의 Unit II와 상부의 Unit I 퇴적층서로 구분된다. Unit II와 I는 각각 홀로세 이전 및 홀로세동안 쌓인 퇴적층으로 해석된다. Unit II는 기반암위에 놓여있는 퇴적층서로 수로 환경에서 쌓인 자갈 또는 사질이 혼합된 퇴적층으로 해석된다. 이들은 주로 광양만 입구 수로지역에 분포하고 있다. 이층을 덮고있는 Unit I이 광양만에서 상부층을 이루는 퇴적층서이다. 이 퇴적층의 분포양상은 많은 지역이 가스층에 가려져 정확한 분포지역을 확인하기는 불가능하나 섬진강 하구에서부터 외해를 향해 점차 얇아지는 쐐기모양(wedge)을 이룬다. 이는 섬진강에서 유출된 퇴적물이 델타환경을 이루면서 형성된 퇴적층서를 지시한다. 섬진강 하구는 주로 사질이 우세한 조립질의 델타프론트(delta front)로 그리고 이어서 외해를 향해 찰흙의 프로델타(prodelta) 환경으로 구성된다. 이 퇴적층은 광양만 중앙부에 최대 20 m 두께로 분포한다.

Unit I 퇴적층내에 천부 가스층이 넓은 지역에 걸쳐 발달하였다. 일부지역은 가

스층이 해저면에 노출되어 있다. 이는 항로 준설에 의해 가스층을 덮고 있던 퇴적물이 제거되면서 가스층이 해저면에 노출되어 나타난 것으로 판단된다. 천부가스의 구성성분은 주로 메탄가스(methane gas)로 구성된 것으로 알려졌다(Claypool and Kaplan, 1974; Floodgate and Judd, 1992). 퇴적층내 천부가스의 발생원인은 퇴적물내 포함되어있던 유기물들이 분해되면서 가스 기포(gas bubble)를 발생하여 퇴적물 간극수로 침투한다. 이 간극수내의 기포가 탄성과 음향에너지로 흡수 및 산란시키는 원인이 되며, 따라서 음향에너지가 더 이상 가스 밀집층 투과를 못하게 된다. 이런 음향학적 메카니즘이 탄성과 단면도상에서 음향 차폐(acoustic masking) 또는 음향혼탁상(acoustic turbidity)으로 표현된다. 천부가스 발생은 광양만의 해양생태환경, 즉 저서생물, 부유생물 등에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 앞으로 정부에서 추진하고 있는 광양만의 개발 계획에 의하면 해저 준설작업이 계속해서 이루어질 것으로 예상된다. 따라서 가스가 분포하는 지역에서 퇴적물을 준설할 때 메탄가스 발생이 해양환경 및 생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

결 론

광양만 지역은 1970년대부터 산업화에 따라 해안선 및 해저지형이 급격한 변화를 겪어왔다. 광양만의 면적은 개발이전보다 25%정도 감소하였다. 해안선 변형은 공단건설을 위한 해안매립공사로 인해 그리고 해저지형변화는 대형선박들의 안전항로개발을 위한 해저퇴적물의 준설 등에 의해 발생하고 있다. 표층퇴적물은 점토질 퇴적물 묘도서층 및 여수해만의 외해지역에 주로 분포하고, 사질 퇴적물은 섬진강 하구와 수로에 분포하고 있다. 표층퇴적물의 유기물 함량은 퇴적물의 특성을 반영하며, 특히 점토질퇴적물에 다량으로 포함하고 있다. 탄성과 단면도상에서 기반암위에 Unit II와 Unit I가 분포하며, 하부 Unit II는 홀로세 이전의 하천환경 퇴적층으로 판단되며, 홀로세 Unit I 퇴적층은 섬진강 하구에서 외해를 향해 전진퇴적양상의 켜기형태를 보인다. 이 층은 섬진강에서 유출된 퇴적물이 델타환경을 이루면서 형성된 퇴적층서로 해석된다. Unit I 퇴적층내에 천부가스층이 광범위하게 분포한다. 천부가스는 광양만의 생태환경에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 광양만 주변의 개발에 따른 해안 및 해저지형의 급격한 변형은 퇴적환경 및 해양환경에 변화를 야기할 것으로 예상된다. 특히 섬진강 하구지역의 광양제철소 건설은 섬진강에서 광양만으로 유입되는 퇴적물의 퇴적작용의 커다란 영향을 미칠 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 건설부, 1973. 여수·광양지역 수심측량 및 지층탐사 보고서. 43p.
 건설부, 1980. 섬진강 조사 보고서. 203p.
 김대철, 김길영, 1991. 광양만 미고결 퇴적물의 물리적 및 음향학적 성질: 북태평양

- 대륙붕 및 사면자료와의 비교. 한국수산학회지, 24: 289-302.
- 박용안, 이창복, 최진혁, 1984. 광양만의 퇴적환경에 관한 연구. 한국해양학회지, 19: 82-88.
- 오진용, 이연규, 윤희수, 김성렬, 2000. 광양만과 여수해만의 가스함유 표층퇴적물의 3.5 kHz 탄성과 영상. 자원환경지질, 33: 239-246.
- 이연규, 황진영, 정규귀, 최정민, 1996. 광양만 및 여수해만 퇴적환경 변화-퇴적물 특성과 점토광물 분포를 중심으로. 한국지구과학회지, 17: 407-416.
- 포항종합제철 주식회사, 1982. 광양만 수리모형실험 및 해양조사보고서.
- Claypool, G.E. and I.R. Kaplan, 1974. The origin and distribution of methane in marine sediments. In: I.R. Kaplan(Editor), Natural gases in the marine sediments. Plenum Press, New York, 99-139.
- Floodgate, G.D. and A.G. Judd, 1992. The origins of shallow gas. In: A.M. Davis(Editor), Methane in marine sediments. Pergamon Press, 1145-1156.
- Kim, D.C. and H.J. Kang, 1991. Suspended sediment budget in Kwangyang Bay through the Yeosu Sound. Bull. Korean Fish. Soc., 24: 31-38.
- Kim, D.C., J.Y. Sung, S.C. Park, G.H. Lee, J.H. Choi, G.Y. Kim, Y.K. Seo and J.C. Kim, 2001. Physical and acoustic properties of shelf sediments, the South Sea of Korea. Mar. Geol., 179: 39-50.
- Park, S.C., S.K. Hong, and D.C. Kim, 1996. Evolution of late Quaternary deposits on the inner shelf of the South Sea of Korea. Mar. Geol., 131: 219-232.