

한반도 남해안 광양만의 최근 지형변화 및 후기 제4기 퇴적층서 발달

최동림* · 현상민 · 이태희
한국해양연구원 남해연구소

Recent Geomorphological Changes and late Quaternary Depositional Sequence of Gwangyang Bay, southern coast of Korea

DONG-LIM CHOI*, SANG-MIN HYUN AND TAE-HEE LEE
South Sea Institute, KORDI, Koje 656-830, Korea

수심도, 표층퇴적물, 그리고 탄성과 자료들을 이용하여 광양만의 최근 지형변화와 후기 제4기 퇴적층의 발달양상을 연구하였다. 최근 30년 동안 광양만의 해안선은 산업기지 건설을 위한 해안지역 매립으로 급격히 변화하였으며 광양만 면적은 현재 25%정도 줄어들었다. 그리고 광양만내 항로지역의 해저퇴적물 준설로 인해 해저지형이 변화하였다. 표층퇴적물은 광양만 서측지역에 빨질퇴적물이 분포하는 반면, 모래질펄 퇴적물은 동측지역에 분포한다. 탄성과 단면도상에서 광양만의 퇴적층은 기반암위에 2개의 퇴적층서, Unit I과 II로 구성되며, 이들 퇴적층서는 중간반사면(reflector-M)에 의해 부정합적으로 경계된다. 하부의 Unit II 층서는 광양만의 수로지역에 집중 분포하며, 저해수면 동안 쌓인 하천기원 퇴적층으로 해석된다. 상부 Unit I 층서는 섬진강하구에서 여수해협을 향해 전진하는 퇴적양상을 보인다. 이 층은 빙기 이후 홀로세 고해수면 동안 섬진강에서 유출된 퇴적물이 델타환경을 이루면서 형성된 퇴적층서로 해석된다. 특히 천부가스층이 퇴적층내에 광범위하게 분포하며, 일부지역에서는 준설로 인해 해저면에 노출된다.

Recent geomorphological changes and late Quaternary depositional sequences of Gwangyang Bay are studied based on bathymetric maps, surface sediments, and seismic profiles. As a result of the reclamation of coastal area for an industrial complex construction, the coastline of Gwangyang Bay has rapidly been changed and the area of it has now been reduced by about 25 % in the last 30 years. In addition, the bottom topography is actively modified by dredging for navigation channels. In surficial sediment distribution, the western part of Gwangyang Bay is dominated by mud facies, whereas the eastern part of the Bay is dominated by sand-mud mixing facies. Depositional sequences above the basement are divided into two units: Unit I in upper layer and Unit II in lower one. These depositional units are unconformably bounded by middle reflector-M. Unit II, mostly occupying the channel areas, is interpreted as fluvial-origin deposits during sea-level lowstand. Unit I typically shows a progradational pattern from the Seomjin River mouth to the Yeosu Strait, which is interpreted as deltaic deposits supplied from the Seomjin River during the Holocene sea-level highstand. The shallow gas within the sediments is widely distributed in most area, and locally exposed onto the sea-bed due to dredging.

Key words: Geomorphological changes, Depositional sequence, Shallow gas, Seomjin river, Gwangyang bay

서 론

한반도 남해안 중앙부에 위치한 광양만은 북쪽의 광양지역, 서쪽의 여수반도, 그리고 동쪽의 남해도로 둘러싸여 있고, 남쪽으로 여수해만을 통해 남해로 연결되는 전형적인 반폐쇄형 만이다(Fig. 1). 광양만 해안지역은 1970년대부터 산업단지 건설을 위한 매립공사로 인해 심각한 지형변화를 겪어왔다. 해안매립과 공장건설은

특히 광양만 서측지역의 조간대 퇴적환경 소멸과 섬진강 하구에 발달한 델타환경의 인위적 변화를 야기하였다. 특히 섬진강 하구 지역의 광양제철소 건립은 광양만의 전반적인 해양학적 조건을 변화시켰다. 그리고 대형 선박들의 안전항로 개발 및 부두 건설을 위해 실시해 오고 있는 해저퇴적물 준설작업은 해저지형 변화를 더욱 가속화하고 있다.

광양만으로 유입되는 강으로는 섬진강과 주변의 작은 하천들이 있다. 섬진강 하구에 발달한 전형적인 델타형태의 해저지형은 섬진강에서 광양만으로 상당량의 퇴적물이 공급되고 있음을 지시한

*Corresponding author: dlchoi@kordi.re.kr

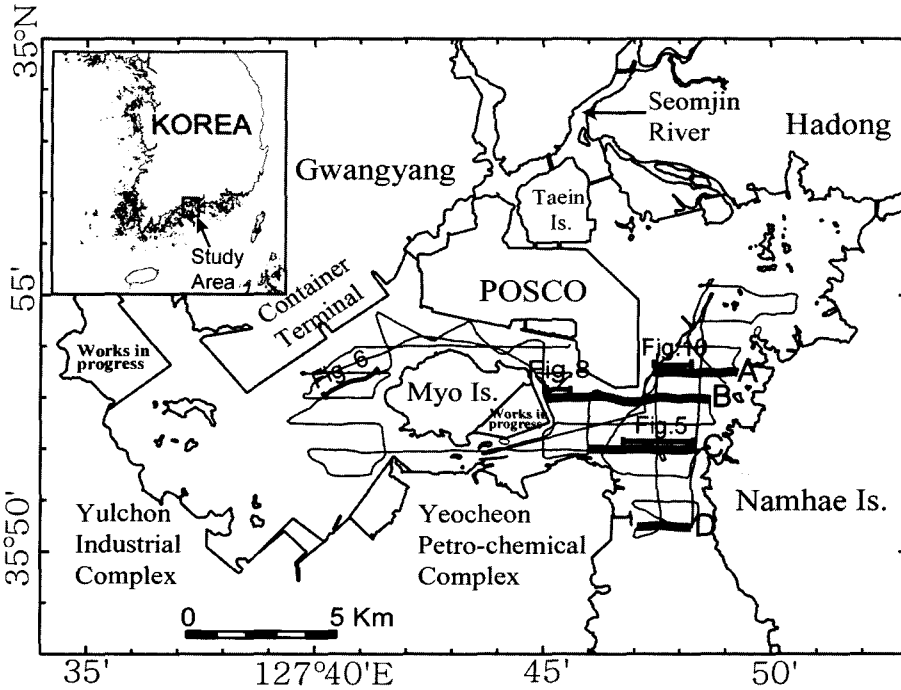


Fig. 1. Map showing the study area with ship's tracklines. Heavy lines with numbers represent the location of seismic profiles shown in figures.

다. 즉 광양만은 섬진강에서 공급되는 쇄설물에 의해 서서히 채워지는 퇴적분지 역할을 하고있다. 광양만 개발을 위한 기초 지질조사가 1973년에 건설부에 의해 실시된 이후, 광양만내의 퇴적환경 및 퇴적물의 특성을 위한 연구가 실시되어왔다(건설부, 1973; 박 등, 1984; 김과 김, 1991; 이 등, 1996; 조 등, 2000). 최근에는 탄성과 단면도를 이용한 광양만 및 여수해만지역의 퇴적층 발달특성에 대한 연구 결과들이 발표된 바 있다(오 등, 2000; 장과 전, 2001).

지난 30 여년 동안 광양만의 개발을 통해 심각한 해안선 및 해저지형의 변형이 일어났으나, 최근까지 지형변화과정에 대한 비교검토가 이루어지지 않았다. 또한 광양만의 퇴적환경은 섬진강에서 유출된 퇴적물에 의한 델타환경으로 특징되지만, 델타 층서의 발달 구조 및 특성에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 광양만 지역에서 획득한 고해상 탄성과 단면도로부터 특징적인 퇴적층서가 확인되었다. 본 연구의 목적은 광양만 개발 전과 후의 해안선 및 해저지형의 인위적 변화 양상을 비교분석하고 또한 후기 제4기 퇴적층서의 발달 특성을 밝히는 것이다.

연구방법 및 자료

광양만의 표층퇴적물 시료와 고해상도 탄성과 자료는 2001년 성진호(어선)와 올림픽 5호(한국해양연구원 조사선)를 각각 이용하여 획득하였다. 표층퇴적물의 입도분석은 일반적 표준분석방법을 이용하여 4 phi 이하의 조립질과 이상의 세립질로 각각 분리하였다. 조립질 시료는 진탕기로 체질한 후 입도 분급별로 무게백분율을 구하였고, 세립질 시료는 퇴적물 분석기(Sedigraph 5100D)로 입도분석을 하였다. 유기물 함량은 퇴적물 시료를 100°C에서 24시간이상 건조하여 분말화한 후, 한국해양연구원의 CHNS 분석기(EA1112, ThermoQuest 사)를 이용하여 분석하였다. 탄성과 단면자료는 동·서와 남·북 방향의 격자형태로 탐사측선을 설정하여

약 140 km 거리의 자료를 획득하였으며, 탄성과 장비는 Chirp II 시스템과 Bubble Pulser 시스템을 동시에 사용하였다. Chirp II 시스템은 2-7 kHz 가변주파수의 음파를 사용한 고주파 탄성파시스템이고, Bubble Pulser 시스템은 음원 중심주파수가 400 Hz인 저주파 탄성파시스템이다. 음파발신은 Chirp II와 Bubble Pulser 모두 초당 2회로 고정하여 동시에 지층탐사자료를 획득하였다. Chirp II 시스템은 고해상용으로서 상부퇴적층의 분명한 퇴적구조 파악에 유리한 반면, Bubble Pulser 시스템은 해상도는 떨어지지만 음파의 투과력이 강해 두 시스템 자료들을 상호 보완적으로 이용하였다. 탄성파기록은 그래픽 기록계(EPC 1086)에 의해 기록하였다. 자료 획득시 항해속도는 약 5-6노트를 유지하였다. 위치정보는 DGPS 시스템을 이용하여 위치의 정밀도를 높였다.

연구 결과

지형 변화

해안선: Fig. 2는 광양만의 개발 전·후 현재의 해안선 및 해저지형을 나타낸 것이다. Fig. 2a는 1973년도에 작성된 광양만의 해안선 및 해저지형도로서 불규칙한 해안선을 그대로 보여주고 있다(건설부, 1973). 특히 광양만 북쪽에 위치한 섬진강 서측 하구역에는 다양한 크기의 섬들이 산재해 있었다. 묘도 동측 해안에도 약간 안으로 들어간 작은 만이 발달하였다. 광양만 동측 해안은 지금의 모습과 거의 변화가 없다. 단지 하동 화력발전소 주변만 일부 변화였다. 광양만 입구 서측도 굴곡한 심한 해안선이 발달하였다. 이 당시의 광양만의 면적은 약 200 km²로 계산된다.

Fig. 2b는 2000년 9월에 발행된 해도(No. 256; 국립해양조사원, 2000)를 이용하여 작성한 해안선으로서 대부분의 해안지역은 매립공사로 인해 해안선이 일직선으로 단순화하였다. 광양만 서측의 남쪽 해안지역은 석유화학단지과 율촌공단이, 그리고 북쪽은 광양

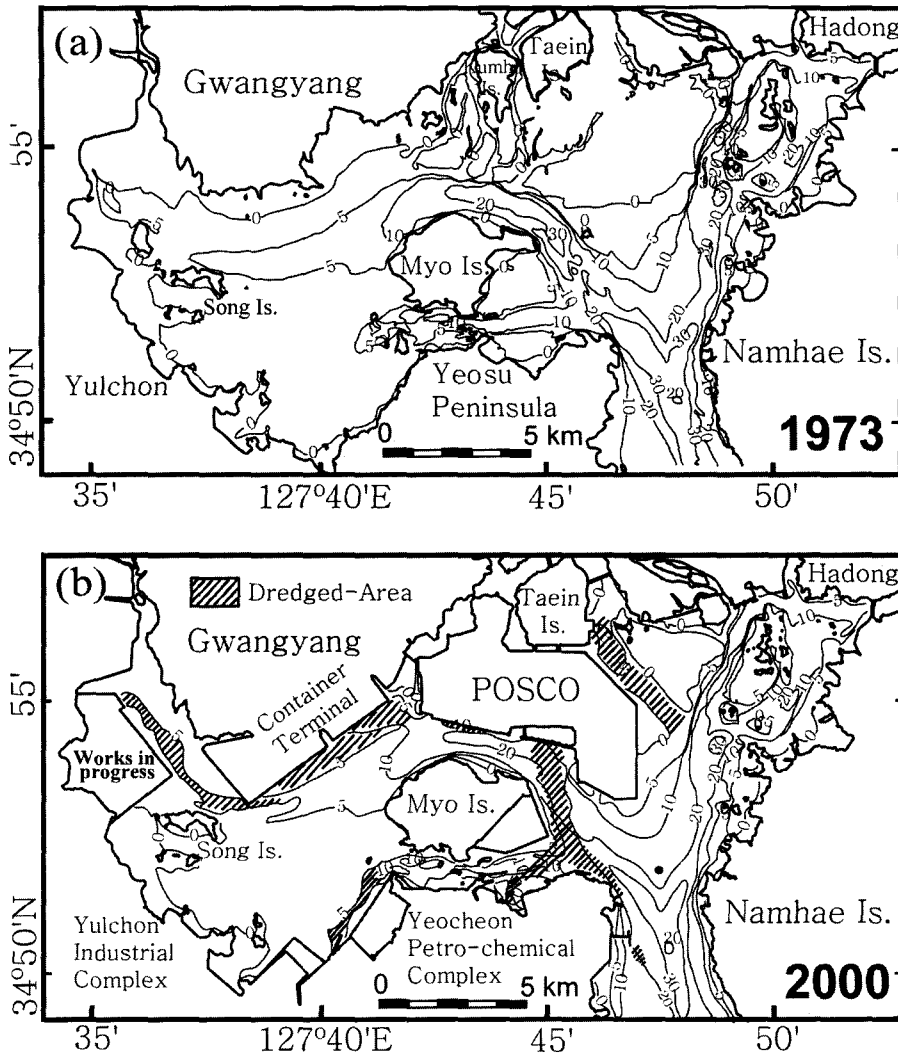


Fig. 2. Map showing the geomorphological comparison of Gwangyang Bay between 1973 and 2000.

제철소와 컨테이너 부두가 건설되었다. 특히 광양제철소가 섬진강 하구 델타지역의 약 2/3을 차지하면서 놓여있다. 광양만 북동쪽에는 해안을 일부 매립하여 하동 화력발전소가 위치한다. 묘도의 동쪽해안도 매립되고 있다. 광양만 내 매립면적은 약 55 km²로서, 현재는 약 145 km² 면적만 남아 있다. 매립과 해안선 변경은 대부분 광양만 서쪽지역에 집중되었다. 광양만 서쪽 송도 지역도 곧 매립될 예정인 것으로 알려져 있다(한국해양수산개발원, 2000). 이 지역이 매립되면 광양만 서쪽 해역은 더욱 단순화된 해안선이 만들어질 것이다.

해저지형: 광양만이 본격적으로 개발되기 전·후의 해저지형을 Fig. 2a, b에 각각 나타냈다(건설부, 1973; 해양조사원, 2000). 개발 전 해저지형(Fig. 2a)을 보면 섬진강하구의 수심분포가 바다 쪽을 향해 발달한 역삼각형의 델타지형을 보여준다. 하구지역은 델타평원(delta plain)에 해당하는 넓은 조간대가 분포하였고, 서측의 급사면에는 여러 개의 지류(distributary channels)가 발달하였다. 광양만 서쪽 해역은 묘도를 중심으로 북쪽과 남쪽에 좁은 수로가 각각 발달하였고, 특히 북쪽 수로의 수심은 30 m 이상에 이른다. 묘도 서측지역은 5 m 정도로 매우 평탄한 해저지형을 이

루며, 수심 0 m의 조간대 지역이 비교적 넓게 발달하는 특징을 보인다. 광양만 동쪽해역, 즉 북쪽의 섬진 델타와 남해도 사이에 북동-남서 방향의 수로가 30 m 이상의 깊이로 발달하였다. 이 수로는 광양만 동쪽에 위치한 노랑해협을 통해 진주만과 연결된다. 개발 후 해저지형(Fig. 2b)은 개발 전의 모습(Fig. 2a)과 비교하여 섬진강 하구와 광양만 서측해역이 상당히 변했음을 보여준다. 특히 섬진강 하구에 발달한 델타 서측 조간대 지역에 광양제철소가 자리잡고 있다. 그리고 동쪽 조간대 지역은 선박항로 개발을 위해 준설지역이 섬진강 입구쪽으로 발달하였다. 광양만 서측지역은 해안 매립으로 인해 조간대 지역이 상당히 상실되었으며, 현재 광양만 서측 끝지역의 일부 조간대가 남아 있지만 조간대 매립될 계획인 것으로 알려지고 있다(한국해양수산개발원, 2000). 묘도 동쪽의 조간대도 매립에 의해 사라지고 있다. 광양만 해역은 주변공단을 출입하는 대형선박의 안전항로를 위해 해저퇴적물의 준설작업이 활발히 이루어지고 있다. 준설지역은 기존에 발견된 해도와 이 연구에서 획득한 단성파단면특성을 종합하여 작성하였다(Fig. 2b). 준설지역은 주로 광양만 서측해역에서 활발하게 이루어지고 있다. 특히 광양제철소 동측의 섬진강 하구 조간

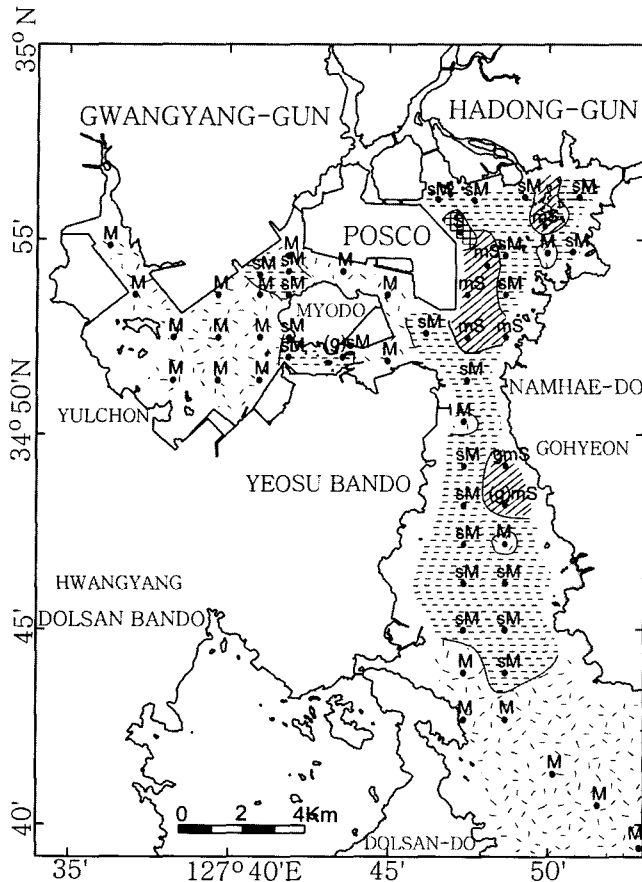


Fig. 3. Map showing the distribution of surface sediments based on Folk's (1954) classification. M: mud, sM: sandy Mud, mS: muddy sand, S: Sand, gmS: gravelly muddy sand.

대 지역에 준설로 인한 인위적 수로가 북서-남동 방향으로 형성되었다.

표층퇴적물 분포 특성

광양만 표층퇴적물의 지역적 분포는 묘도를 중심으로 서쪽과 동쪽 지역으로 크게 구분된다(Fig. 3). 묘도 서쪽은 찰흙(mud)의 세립질 퇴적물이 광범위하게 분포한다. 묘도 북쪽과 남쪽의 수로 지역은 모래질 찰 퇴적물(sM)이 분포한다. 섬진강 하구 조간대 지역은 모래찰흙, 찰흙모래, 그리고 모래 퇴적물이 분포한다. 특히 모래 분포지역은 준설지역과 일치하는 바, 준설로 상부층을 걷어낸 결과 바로 밑에 분포하는 퇴적물이 나타난 것으로 판단된다. POSCO와 남해도 사이 수로지역은 묘도 서측 지역보다 조립의 모래질 찰과 찰흙모래가 우세하게 발달한다. 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 조립질 퇴적물이 분포하는 것으로 판단된다. 유기물의 분포 특성은 섬진강 하구지역에 1.2% 이상의 높은 값이 분포하고, POSCO와 남해도 사이 지역은 1% 이하의 낮은 분포를 보인다. 그리고 묘도 서측은 1%이상의 높은 값

을 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.

탄성과 퇴적층서

탄성과 단면도상에 광양만 퇴적층서는 퇴적층 하부 경계면인 음향 기반암 위에 2개의 퇴적층서, 즉 Unit I과 II로 구성된다(Fig. 4). 이들 퇴적층서는 불규칙한 강한 반사층리의 중간 반사면(Reflector-M)에 의해 뚜렷이 경계된다. 우선 층서 경계면에 대한 일반적인 음향특성 발달 특징과 지질학적 의미를 해석하고, 이어서 퇴적층서에 대한 탄성과 발달특징과 이들의 퇴적학적 의미를 해석하였다.

층서경계면

기반암: 광양만지역에 나타나는 기반 경계면은 상부의 퇴적층과 하부의 결절질 기반암사이를 구분하는 경계선이다. 광양만에서의 보어링 시추결과에 의하면 지역적으로 차이는 있지만 해수면 아래 약 20에서 최대 40 m 이상 깊이에서 기반암이 확인된다(건설부, 1973). 기반암 반사층리의 특징은 강한 반사층리가 연속적으로 나타난다. 이 반사면의 상부는 퇴적층을 지지하는 반사층리가 잘 발달한 반면, 하부는 지역에 따라 무층리(reflection-free), 혼탁(chaotic), 또는 회절반사(diffraction) 퇴적상 등 다양한 퇴적상이 나타난다(Fig. 5). 광양만의 기반암 깊이가 분포는 광양만 내 넓게 분포하는 퇴적층 내 천부가스의 음파투과 장애로 인해 정확히 파악하기가 힘들었다. 그러나 지역적으로 보여지는 기반암 분포는 광양만 입구 수로지역에서 깊게 분포하고 광양만 안으로 들어가면서 점차 알아지는 경향이 뚜렷하다. 연구지역에서의 기반암 최대깊이는 광양만 입구 수로지역에서 해수면 아래 약 50 m 정도이다.

중간 반사경계면(Reflector-M): 이 반사면은 상부와 하부 퇴적층 사이에 매우 분명하게 나타난다. 반사특징은 강한 진폭강도와 함께 연속적이며, 또한 불규칙한 지형을 보인다(Fig. 5). 반사면은 전지역에 걸쳐 분포하지만, 특히 여수해만에서 광양만으로 들어가는 입구 수로와 광양만 내 동쪽과 서쪽 수로에 잘 발달한다. 반사면의 지형양상은 불규칙하여 침식작용에 의해 형성된 부정합면으로 해석된다. 특히 수로지역에서 이런 양상이 뚜렷한데 이는 하천의 침식작용에 의해 형성된 것으로 여겨진다.

퇴적층서

Unit II: Unit II는 기반암 위에 놓여있는 퇴적층서으로서, 탄성과 퇴적상은 강한 진폭과 불연속적인 반사층리가 특징이다(Fig. 5). 상부는 중간 반사면에 의해 경계되며 불규칙한 지형을 보인다. 그리고 상부지역의 반사층리는 침식된 양상을 보인다. 대부분의 지역이 천부가스로 인한 음향차폐현상(acoustic masking)으로 가려져 전반적인 퇴적양상 확인이 불가능하였다. 일부 해석 가능한 지역에 대한 분포도를 보면, 퇴적물이 두껍게 쌓인 지역은 주로 광양만 입구 수로지역에 분포하고 있다. 최대 두께는 10 m 이상이다. 광양만 서측지역은 대체로 약 5 m 두께로 퇴적층이 발달하였다. Unit II 층은 고주파 Chirp 탄성파자료에서는 불투과로 인해 확인이 안되고, 저주파수 Bubble Pulsar 시스템 탄성파단면도에서 불연속적이고 강한 반사층리의 수로 충전 형태로 나타난다. 이 퇴

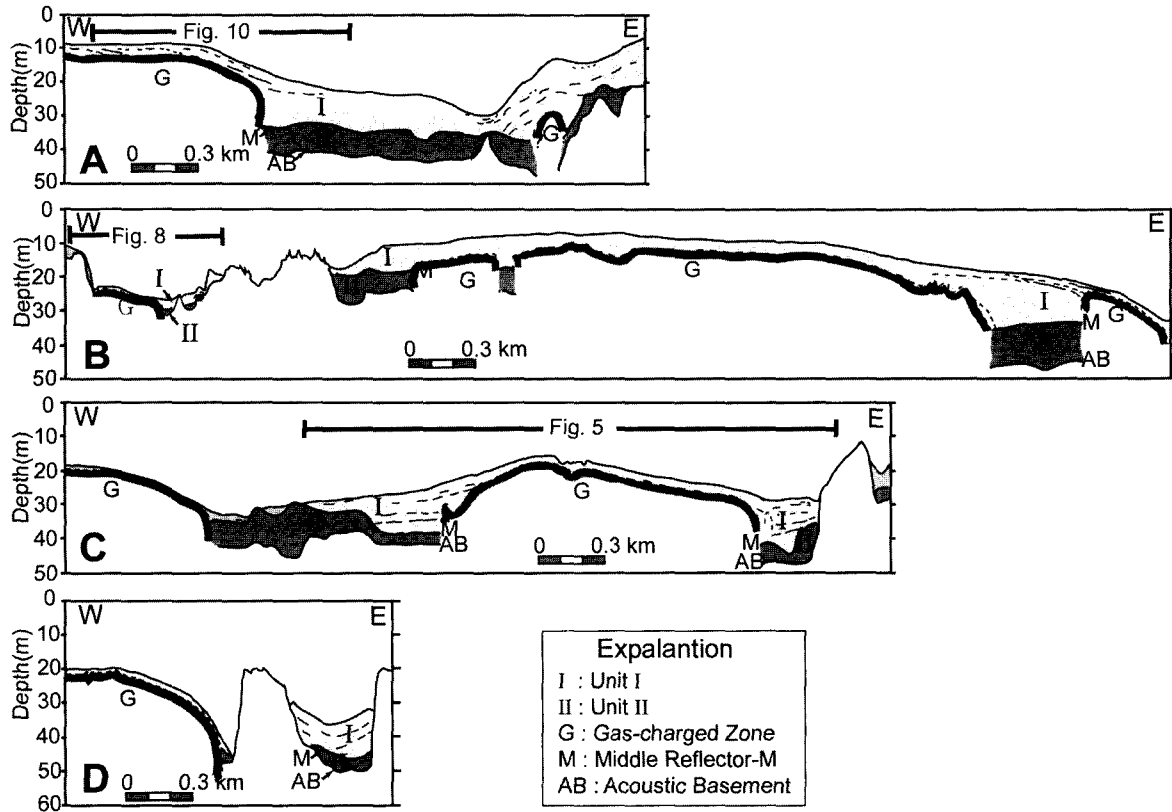


Fig. 4. Representative line-drawing seismic profiles. Loactions of the profiles are shown in Fig. 1.

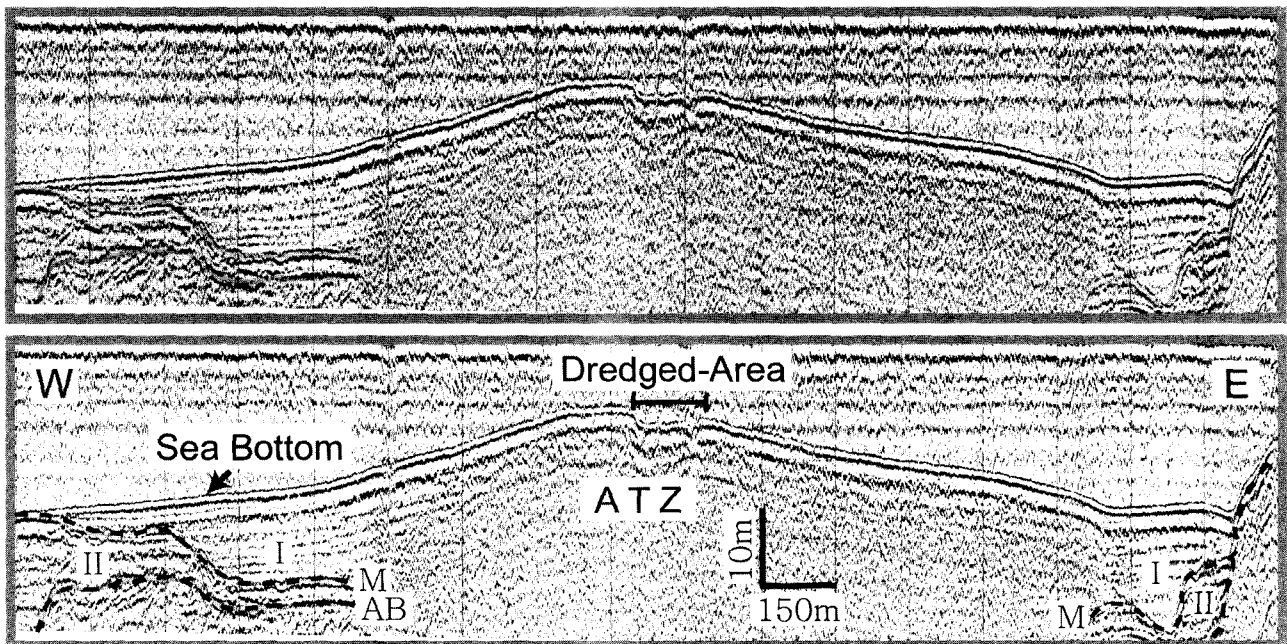


Fig. 5. An example of Bubble Pulser seismic profile showing two depositional units (Unit I and II), bounded unconformably by middle reflector-M, above the acoustic basement. Location of the profile is shown in Fig. 1. I: Unit I, II: Unit II, M: middle reflector, AB: acoustic basement, ATZ: acoustic turbidity zone.

적상은 하천기원 퇴적층에서 잘 나타나는 것으로 보고되었다 (Sangree and Widmier, 1977; Evans *et al.*, 1995). 따라서 Unit II

의 구성성분은 대부분 모래나 자갈 등의 조립질 퇴적물일 것으로 해석된다.

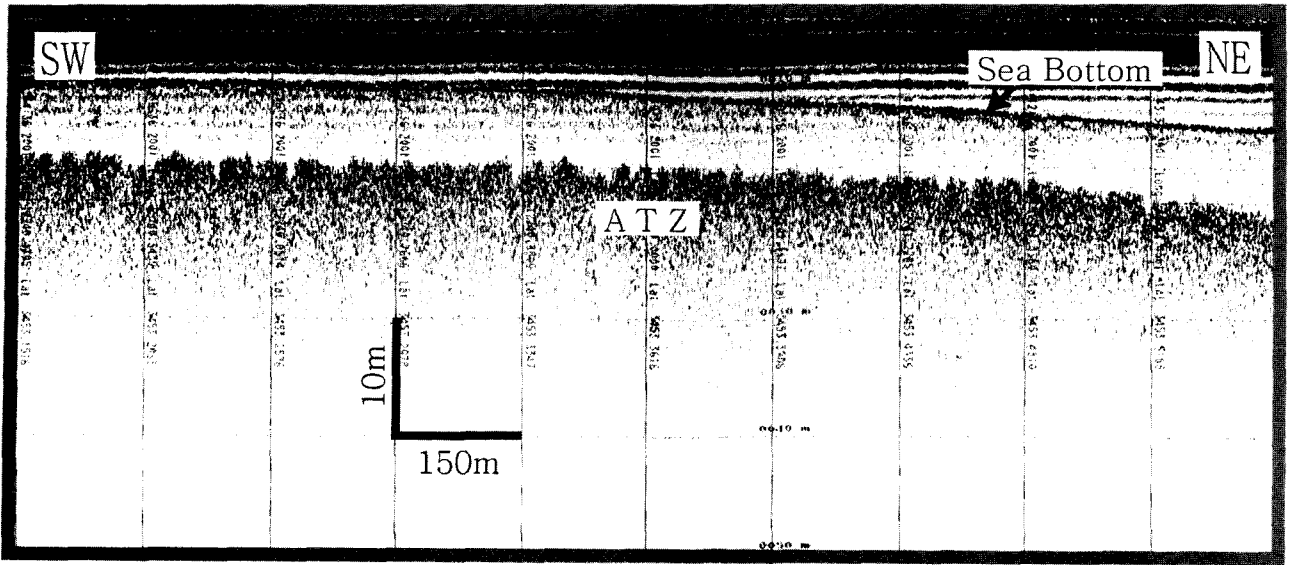


Fig. 6. An example of high resolution Chirp seismic profile showing the acoustic turbidity as a result of acoustic energy absorption by gases in the sediment. Location of profile is shown in Fig. 1. ATZ: acoustic turbidity zone.

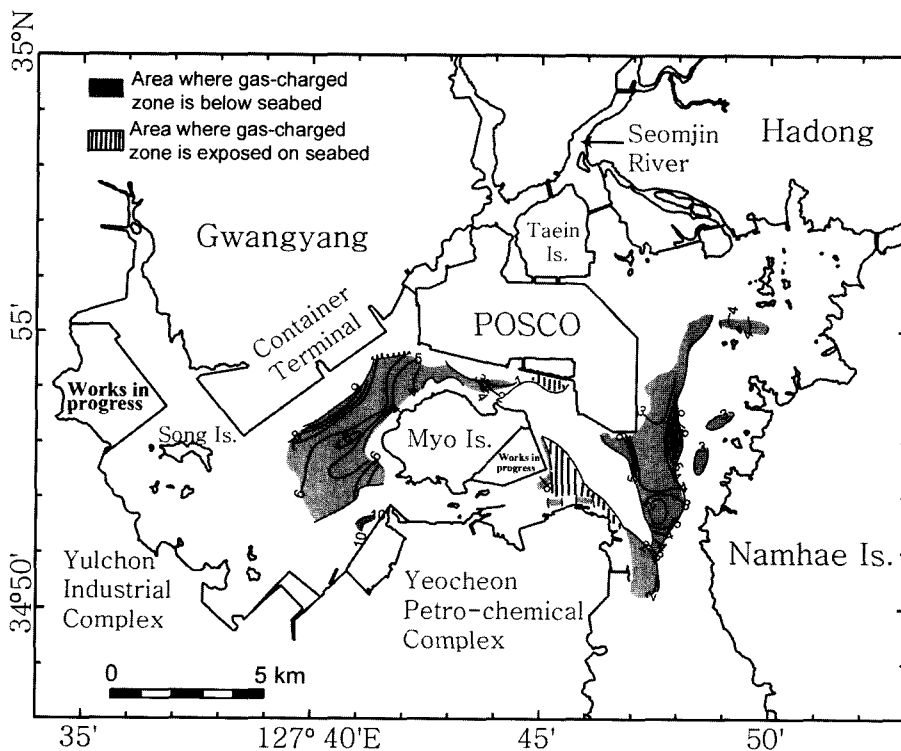


Fig. 7. Map showing the distribution of gas-charged zone. Contours indicate the sub-bottom depth of gas-charged zone. Note that exposed gas-charged zone on seabed is well coinciding with dredged area. Contours are in meter.

Unit I: 상부층인 Unit I는 천부 가스층이 퇴적층서 내에 넓은 지역에 걸쳐 음향혼탁상(acoustic turbidity)의 특징을 보이며 발달하였다(Fig. 6). Fig. 7은 광양만 내의 천부가스층 분포도이며, 등심선은 해저면하 가스층의 깊이를 표시한 것이다. 광양만 서측의 해저면하 가스층 깊이는 4~10 m 정도이며, 광양만 입구 지역은 2~8 m 범위이다. 그리고 묘도 동쪽지역은 가스층이 해저면에 노출되어 있다. 이는 항로 준설에 의해 가스층을 덮고 있던 퇴적물

이 제거되면서 가스층이 해저면에 노출되어 나타난 것으로 판단된다(Fig. 8). Unit I은 넓은 지역에 걸쳐 가스층에 가려져 해석 불가능한 지역을 제외한 지역에 대해서 퇴적층후도(Fig. 9)를 통해 파악할 수 있다. 퇴적층의 퇴적양상을 통해 크게 네 지역으로 구분하여 설명된다. 첫 번째 지역은 섬진강 하구에 발달한 섬진델타 인접지역으로 가장 두꺼운 퇴적층이 쌓여있다. 탄성과 특성은 반사층리가 외해를 향해 전진이동 양상을 보이며, 또한 기저부에 대

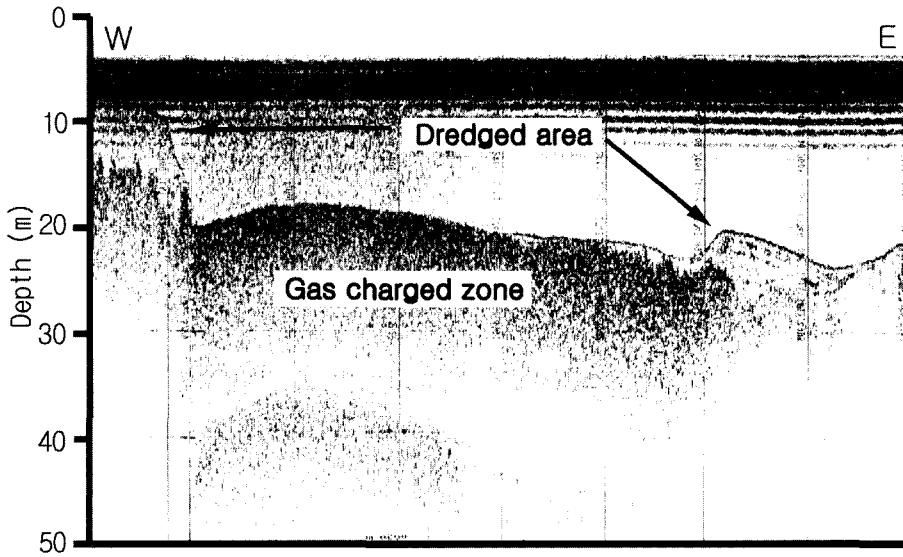


Fig. 8. An example of high resolution Chirp seismic profile showing the gas-charged zone that is exposed on seabed. Location of the profile is shown in Fig. 1

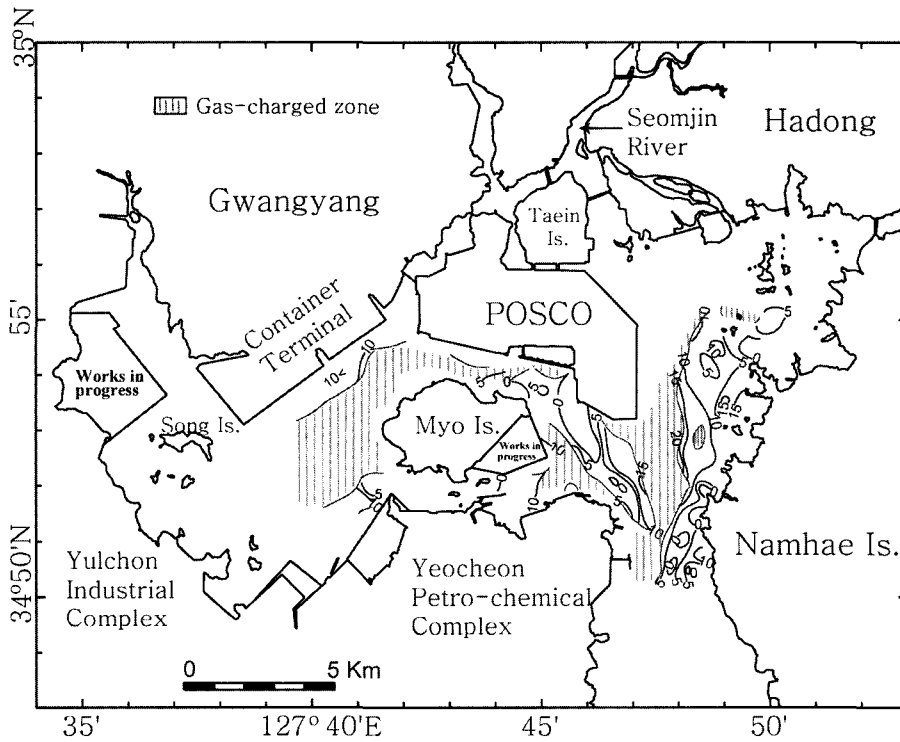


Fig. 9. Isopach map of depositional Unit I. Contour interval is 5 m.

해 하향걸침(downlap)한다(Fig. 10). 퇴적층의 두께는 20 m 이상 발달하였다. 두 번째지역은 광양만 서측해역으로 대부분 지역이 퇴적층내 천부가스의 함유로 인한 음향 혼탁상이 분포한다. 일부 지역에서 확인된 퇴적층 두께는 약 10 m 내외이다. 반사파 특성은 투명한 퇴적상(transparent facies)으로 특징된다. 세 번째 지역은 여수해만을 지나 광양만으로 들어오면서 북서와 북동 방향으로 분기되는 수로지역으로서 비교적 얇은 퇴적층이 분포한다. 이는 수로를 지나가는 조류에 의해 퇴적물이 소량 쌓이거나 또는 지역적으로 거의 퇴적되지 않고 있음을 지시한다. 마지막 네 번째 지역은 남해도 북서 연안역으로서 15 m 이상의 퇴적층이 퇴적되었다.

토 의

지형변화

1970년대부터 산업화에 따른 광양만 주변지역의 공단건설과 더불어 해안지역의 매립 및 항만 건설은 해안선의 급격한 변화를 초래하였다(Fig. 2). 특히 광양만 북쪽의 섬진강 하구 델타지역 내의 광양제철소 건설은 해안선의 변경뿐만 아니라 해저지형 및 퇴적환경의 변화를 야기하였다. 선박운항의 안전항로를 유지하기 위한 활발한 준설작업에 의해 현재에도 계속해서 해저지형이 변화하고 있다(Fig. 2). 광양만의 준설토 처리는 해안에 가호안을 건설하여 가호안 속에 준설토를 투기하는 방법으로 진행되고 있다. 가호안

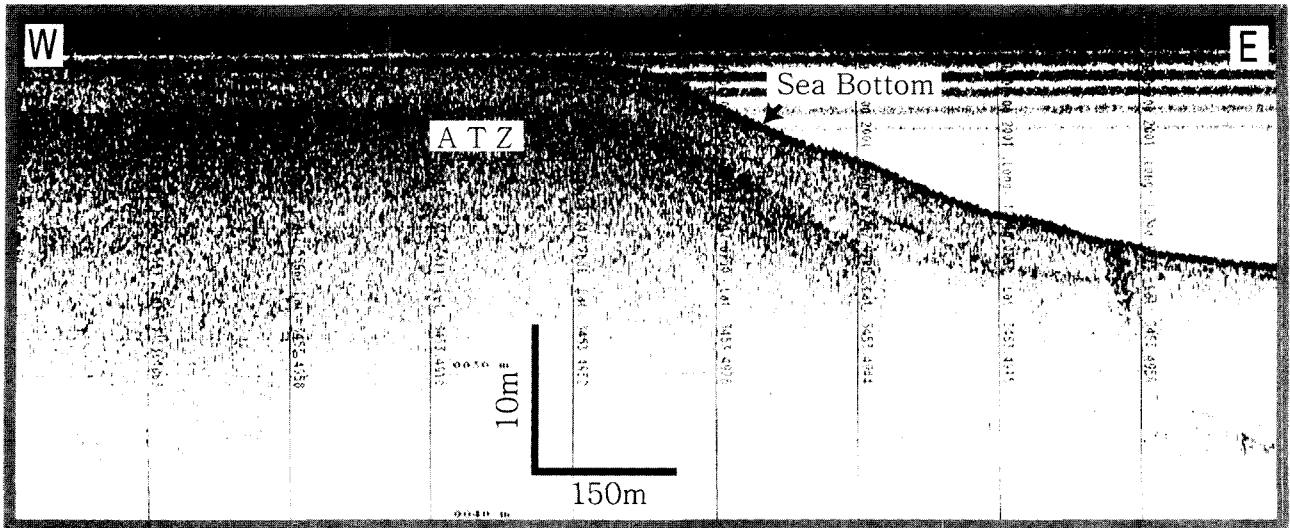


Fig. 10. An example of high resolution Chirp seismic profile showing the Seomjin delta wedge that is prograding toward the Yeosu Strait. Location of the profile is shown in Fig. 1.

건설 및 준설도의 반복적 투기는 현재 광양만의 단순한 해안선 변화의 주된 원인이 되고 있다. 광양만 해안매립에 따른 조간대 환경의 소멸은 또 다른 해양환경 변화를 초래 할 것이다. 그리고 섬진델타지역 위로 공장설립에 따른 델타 면적의 감소 그리고 인위적 항로건설에 따른 해저지형 변화는 향후 섬진델타의 해저지형 및 퇴적환경을 변화시킬 것으로 예상된다. 앞으로도 항로개발을 위한 준설작업 그리고 준설토 투기를 위한 가호안 건설 계획이 있는 것으로 알려진 바, 지속적인 해안선 변화가 예상된다. 인위적 해안선 및 해저지형의 급격한 변화는 심각한 광양만 환경변화가 예상되며 따라서 적절한 대응방안이 수립되어야 할 것이다.

천부가스

광양만내 천부가스가 광범위하게 분포하고 있음이 이번 조사 연구에서 확인되고 있다. 오 등(2000)도 3.5 kHz 탄성과 자료로부터 광양만 내 천부가스의 존재를 밝힌바 있다. 이들의 발달 깊이는 지역에 따라 차이는 있지만, 해저면에서 해저면 아래 약 10 m 까지 이다. 연구지역에서 가스층의 해저면 노출은 해저퇴적물의 준설지역에서만 확인되고 있다. 퇴적층 내 천부가스의 발생원인은 퇴적물 내 포함되었던 유기물들이 분해되면서 가스 기포(gas bubble)를 발생하여 퇴적물 간극수로 침투하고, 이 간극수 내의 기포가 탄성과 음향에너지를 흡수 및 산란시켜 음향에너지가 더 이상 가스 밀집층을 투과하지 못하기 때문이다. 이런 음향학적 메커니즘이 탄성과 단면도상에서 음향차폐(acoustic masking) 또는 음향혼탁상으로 표현된다(Fig. 6, 8). 천부가스의 구성성분은 주로 메탄가스(methane gas)로 구성된 것으로 알려졌다(Claypool and Kaplan, 1974; Floodgate and Judd, 1992). 메탄가스가 해저면에 노출되면 해양생태환경, 즉 저서생물, 부유생물 등에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 향후 광양만 개발 계획에 따라 광양만의 준설작업이 계속해서 이루어질 것으로 예상되며, 따라서 가스 분포지역에서 퇴적물을 준설할 때 메탄가스 발생이 해양환경 및 생태계에 미치는 영향을 심각하게 고려해야 할 것이다.

퇴적층서의 발달

광양만내 최하부의 음향기반암 위에서부터 최상부의 퇴적층까지의 모든 퇴적체의 발달양상이 탄성과 탐사단면도상에 잘 나타나고 있다. 음향기반암은 결정질 암반으로 구성되며 이들은 육상에 발달한 암반의 해저 연장부에 해당된다. 최후 빙기동안 남해 동부해역의 해수면이 지금보다 약 130 m 아래에 위치하였던 것으로 알려졌다(Park and Yoo, 1988). 따라서 이 당시 광양만은 대기에 노출된 상태에서 고 섬진강(paleo-Seomjin River) 등의 침식곡이 잘 발달하였을 것이다. 침식곡의 하부는 모래와 자갈로 구성된 하천기원 퇴적물이 분포하는 것으로 알려졌다(Allen and Posamentier, 1993). 탄성과 단면도상에서 보여주는 불연속적이고 강한 반사층리 특성도 조립한 하천 퇴적물임을 지시하는 바, Unit II는 기반암 위에 쌓여있는 하천기원 퇴적층으로 해석된다. 시퀀스 층서학적으로 Unit II는 마지막 빙기의 저해수준 동안 침식곡내 하천기원퇴적물로 형성된 저해수준 퇴적체(lowstand systems tract)로 해석된다. 상부층 Unit I은 하부층 Unit II 위의 중간 반사면인 부정합면 위를 덮으면서 발달하였다. 이 퇴적층은 광양만 전지역에 걸쳐 넓게 분포하고 있다. 특히 섬진강 하구지역의 퇴적층 발달양상은 광양만 입구를 향해 전진이동하는 썸기형태(wedge)를 이룬다(Fig. 10). 이는 섬진강에서 유출된 퇴적물이 델타환경을 이루면서 형성된 퇴적층서임을 지시한다. 박 등(1984)은 광양만의 해저지형 발달형태와 표층 퇴적물 분포 특성으로부터 섬진델타 퇴적환경을 밝힌 바 있다. 섬진델타는 넓은 조간대 환경의 델타 평원에서 급경사 해저지형의 델타프론트(delta front) 그리고 이어서 외해를 향해 프로델타(prodelta) 환경으로 구성된다. Park 등(1996)은 여수해만 입구부터 남해 내 대륙붕지역에 분포하는 빨질 퇴적층이 섬진강 기원 퇴적물로 해석하였다. 이는 섬진델타의 프로델타퇴적층이 여수해만에서 남해까지 확산 분포하고 있음을 지시한다. Unit I의 시퀀스 층서는 고해수면 동안 형성된 고해수준퇴적체(highstand systems tract)로 해석된다.

결론

1970년대부터 광양만 주변지역의 산업기지 건설과 항로개발로 인해 해안선 및 해저지형이 급격히 변화하고 있다. 광양만의 면적은 개발이전보다 현재 25%정도 줄어들었다. 표층퇴적물 입도분석 결과 광양만 서측은 빨질 퇴적물이 우세하고 섬진강하구와 수로는 모래 혼합 빨질퇴적물이 분포한다. 유기물 함량은 빨질퇴적물에 많이 포함하고 있으며, 지역적으로 묘도 서측에서 1%이상 그리고 수로에서는 0.6~0.8 1%정도의 유기탄소함량을 보이고 있다. 탄성과 단면도상에 기반암위에 상부로 가면서 Unit II와 I가 차례로 분포하며, 이들 두 Unit는 중간반사면(mid-reflector M)으로 경계된다. Unit II는 하천환경에서 퇴적된 모래와 자갈혼합층으로 사료된다. 이 층은 주로 광양만 입구수로지역에 집중적으로 분포하며, 최후빙기의 저해수면동안 침식곡내 형성된 저해수준 퇴적체로 해석된다. Unit I 퇴적층이 부정합면인 중간반사면을 경계로 Unit II를 덮으며 분포하고 있다. 이 퇴적층은 섬진강 하구에 두껍게 분포하며 여수해만을 향해 전진이동하는 델타퇴적층으로서, 홀로세 고해수면 동안 형성된 고해수준퇴적체로 해석된다. 천부가스층이 광양만내 Unit I 층에 넓게 분포하며, 일부 해저퇴적물 준설지역은 해저면에 노출된다. 광양만의 해안 및 해저지형의 인위적 변형으로 인해 퇴적작용의 변화가 예상되며, 이에 대한 연속적 퇴적환경변화 모니터링연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 한국해양연구원 기관고유사업인 “남해 특별관리해역의 환경오염 관리모델 연구(I) 광양만 중심연구(BSPE 819-00-1407-7)” 일환으로 수행하였다. 연구자료 획득을 도와주신 올림픽5호 승조원들께 감사드린다. 논문을 심사해 주신 두 심사위원께 깊은 사의를 표한다.

참고문헌

국립해양조사원, 2000. 광양만 및 여자만 해도(번호 256). 건설부, 1973. 여수·광양지역 수심측량 및 지층탐사 보고서. 43p.
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, 윤혜수, 김성렬, 2000. 광양만과 여수해만의 가스 함유 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.
조영길, 이창복, 고철환, 2000. 광양만 표층퇴적물의 중금속 함량 및 분포. 한국해양 학회지-바다, **5**: 131-140.
장진호, 전승수, 2001. 한반도 남해안 고섬진강 절개곡 시스템의 형성과 진화: 1. 여수해협의 후기 제4기층에 대한 순차층서. 한국해양학회지-바다, **6**: 142-151.
한국해양수산개발원, 2000. 광양항 3단계 가호안 건설사업 보고서. 156p.
Allen, G.P. and H.W. Posamentier, 1993. Sequence stratigraphy and facies model of an incised valley fill: the Gironde estuary, France. *J. Sedi. Petrol.*, **63**: 378-391.
Claypool, G.E. and I.R. Kaplan, 1974. The origin and distribution of methane in marine sediments. In: *Natural gases in the marine sediments*, edited by I.R. Kaplan, Plenum Press, New York, pp. 99-139.
Evans, C.D.R., C.P. Brett, J.W.C. James, and R. Holmes, 1995. Shallow seismic reflection profiles from the waters of east and south-east Asia - an interpretation manual and atlas. BGS Technical Report WC/94/60, 94p.
Floodgate, G.D. and A.G. Judd, 1992. The origins of shallow gas. In: *Methane in marine sediments*, edited by A.M. Davis, Pergamon Press, pp. 1145-1156.
Folk, R.L., 1954. The distribution between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *J. Geol.*, **62**: 334-359.
Park, S.C. and D.G. Yoo, 1988. Depositional history of Quaternary sediments on the continental shelf off the southeastern coast of Korea (Korea Strait). *Mar. Geol.*, **79**: 65-75.
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.
Sangree, J.B. and J.M. Widmier, 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 9: seismic interpretation of clastic depositional facies, In: *Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration*, edited by Payton, C.E., AAPG Mem., **26**: 165-184.

2002년 9월 13일 원고접수

2003년 2월 3일 수정본채택

담당편집위원: 최진용