

서해 군산분지의 구조 발달

선우돈¹⁾ · 김경오¹⁾ · 강무희¹⁾ · 오재호¹⁾ · 정태진¹⁾ · 이영주¹⁾

1. 서론

한반도 서부와 중국 동부사이에 위치하는 서해는 전형적인 연육해로서 대양과 달리 평균 수심이 44 m (최대수심 약 103 m)로 얕은 바다로 대륙붕 면적은 약 38만 km²이다. 북으로는 산둥반도의 북단 봉래, 묘도열도와 요동반도의 남단 대련을 잇는 선을 경계로 발해와 접하며 남으로는 중국 장강 입구와 제주도를 잇는 선을 경계로 남해 (동중국해)와 접한다. 중국에서는 서해를 중국 산둥반도 동단과 한반도 백령도를 연결하는 선을 경계로 북황해 (약 8만 km²)와 남황해 (약 30만 km²)로 구분한다. 서해에는 후기 중생대(백악기)와 신생대 퇴적분지가 발달되어 있는 바 북황해에는 서한만분지가, 남황해에는 북부에 군산분지가, 남부에는 흑산분지가 발달하고 있다. 본 연구에서는 군산 분지에서 취득한 탄성과 자료를 주로 이용하여 군산 분지의 지하 지질구조를 규명하고 이들의 발달사를 연구하는데 그 목적을 두고 있다.

2. 연구 방법

본 연구에서의 해석과정은 크게 탄성과 자료해석 및 탄성과 자료와 시추공 자료의 대비로 나뉜다. 탄성과 자료해석은 (1) 트랙차트 작성 (2) 반사층의 선정 및 층서적 대비 (3) 선택된 퇴적단위에 대한 시간 구조도 작성 (4) 선택된 퇴적단위 두께를 나타내는 등층후도 작성 (5) 선택된 퇴적단위 퇴적층에 대한 탄성과상 분석 (6)지구조 발달 해석으로 구성된다.

3. 구조 특징

음향기반암 상부면은 진폭이 매우 강하며 연속성이 양호하며 기반암 내부에서 나타나는 반사면들은 뚜렷한 층을 이루지 않는 무반사(reflection-free)또는 chaotic 반사면으로 특징 지워지기 때문에 탄성과 단면도에서 쉽게 인지할 수 있다. 흔히 음향기반암은 화성암이나 변성암과 같은 암석으로 이루어져 있는 실제 기반암과 일치하는 경우가 많으나 때로는 퇴적층의 연령이 상당히 오래되었거나 변성을 많이 받아 퇴적층의 음향임피던스와 실제 기반암의 음향임피던스의 차이가 거의 없을 경우 이 퇴적층의 상부면이 음향기반암 상부면이 되기도 한다. 따라서 음향기반암은 탄성과 자료상에서 대비와 mapping이 가능한 가장 깊이 나타나는 반사면이다. 시간 구조도에 의하면 음향기반암 상부면은 지역적으로 고기반암 (basement high) 및 고립된 분지 (isolated basin)들이 발달하여 다소 기복이 심하고 복잡하며 지역에 따라 깊이가 크게 변화하는 경향을 나타내지만 어떤 뚜렷한 방향성을 보여주지 않는다. 본 연구지역에서

주요어: 군산분지, 열개작용, 음향기반암

1) 한국지질자원연구원 석유해저부 (swd@kigam.re.kr)

기반암의 깊이는 왕복주시 (two-way travel time)로 얕은곳에서는 1초 이하이며 깊은곳에서는 4.5초에 이른다.

음향기반암에 대한 시간구조도에서 나타나는 소분지들에 대한 탄성과 자료 해석에 의하면 본 연구지역 분지들은 인장 조구조운동 (extensional tectonics)에 의하여 형성되었음을 알 수 있다. 연구지역의 남서쪽에 위치한 최대심도 4.0초에 이르는 분지는 길이가 약 20km에 이르며 남동쪽으로 가면서 기반암 깊이가 서서히 얕아진다. 이 분지에서 기반암은 몇몇 규모가 작은 육지쪽으로 향하여 경사를 이루는 열개단층 (rift fault)들에 의해 잘려있다.

이 분지의 동쪽주변부에 위치한 최대심도 왕복주시 3.5초에 이르는 소규모 분지는 인장력에 의해 형성된 경사진 단층블럭 (tilted normal fault block)에 의해 발달한 고기반암들 사이에 발달한 반지구 (half graben) 구조를 뚜렷하게 나타낸다. 이 반지구 구조 경계부에 발달한 리스트릭 단층, 분지에 퇴적된 퇴적층에서 나타나는 부정합, 경사진 단층 블럭의 발달등은 이 분지가 열개작용에 의해 형성된 열개분지의 주변부에서 흔히 볼 수 있는 특징을 잘 나타내고 있다.

팔레오세 상부면을 나타내는 반사면은 비교적 진폭이 강하며 연속성도 양호하다. 팔레오세 상부면은 대부분의 연구지역에서 뚜렷한 경사부정합면으로 나타나고 팔레오세 상부면을 경계로 상부층과 하부층에서의 탄성과 반사특징은 뚜렷한 차이를 보인다. 팔레오세 상부면 아래의 퇴적층은 대부분 경사진 단층 블럭들사이에 발달한 반지구 구조에 대부분 퇴적되어 있고 단층들이 다수 발달하여 있다. 경사진 단층블럭의 경계부에 발달한 리스트릭 단층과 이 horizon의 하부에 발달한 수많은 단층들은 이 horizon 상부층으로까지 연속 발달하지 못하고 대부분 팔레오세 상부면에서 끝난다. 뿐만 아니라 팔레오세 상부면 하부 지층들이 경사진 단층 블럭을 향하여 divergent하게 발달하여 있다. 따라서 팔레오세 상부면 하부의 퇴적층은 열개작용이 가장 활발한 시기에 형성된 동시열개성 퇴적물(syn-rift sediment)인 것으로 해석되며 팔레오세 상부면은 동시열개성 퇴적물과 후열개성 퇴적물(post-rift sediment)을 경계짓는 부정합으로 해석된다. 또한 지역에 따라서 팔레오세 상부면 아래에 놓여있는 퇴적층의 상부에서는 습곡구조를 보이는데 이는 열개작용이 거의 끝날 무렵에 압축력이 작용하였으며 이에 형성된 정부 부분은 동시열개성 퇴적물과 후열개성 퇴적물(post-rift sediment)을 경계짓는 침식부정합면 (erosional unconformity)인 팔레오세 상부면에 의해 침식된 것으로 해석된다.

에오세 상부면에 대한 탄성과 반사면은 진폭이 일정하지가 않으며 연속성은 비교적 양호하다. 에오세 상부면은 북동에서 남서 방향으로 가면서 깊이가 서서히 증가한다. 에오세 상부면 하부의 퇴적층에 대한 탄성과 반사면에서는 단층 발달이 미약하다. 연구지역의 북쪽과 북동쪽에서는 습곡작용에 의한 변형을 보이나 남서쪽으로 가면서 습곡작용의 흔적이 미약하고 반사면이 거의 평행하게 발달한 점으로 남서쪽에서 비교적 구조운동을 받지 않고 안정된 환경에서 퇴적된 것으로 해석된다.

마리오세 상부면에 대한 탄성과 반사면은 진폭은 비교적 강하며 연속성은 양호하다. 반사면의 깊이는 최저 왕복주시 약 0.7초, 최고 왕복주시 약 1.1초에서 나타나듯이 북동 및 남동에서 남서 및 북서쪽으로 가면서 매우 완만하게 서서히 증가한다. 연구지역의 북동지역에서 마리오세 상부면은 매우 뚜렷한 침식을 보이는 부정합면으로 나타나고 남서쪽으로 가면서 정합면으로 변화하여 나타난다.

4. 지구조 발달

본 연구지역에서 지구조는 열개작용에 관련된 특징을 나타낸다. 시추공의 깊이가 분지내 퇴적층의 하부층까지 도달하지 못하여 하부층의 퇴적시기에 대한 자료가 부족하여 열개작용이 시작한 시기는 정확하게 파악하기 어렵다. 분지는 인장력에 의한 열개시 기반암의 회전(rotation)을 수반한 기반암내에까지 발달한 리스트릭 단층(basement involved listric normal fault)은 경사진 단층 블록 발달을 야기시켰으며 이들과 동시에 퇴적된 sequence 1은 단층면을 향하여 경사를 이루는 쐐기모양(wedge shaped)의 복잡한 퇴적양상을 띄게된다. 따라서 퇴적, 경사진 단층블록, 경사진 단층블록의 경계부에 발달한 리스트릭 단층은 모두 열개작용이 활발한 시기에 형성되었다. 열개분지 형성시기에 형성된 기반암은 북동쪽이 남서쪽보다 약간 높아지는 형태로 발달하였다. 열개작용이 거의 끝난 이후에 동시열개성 퇴적물은 압축력에 의한 습곡작용을 받았으며 이 후 광역적인 침식작용에 의해 동시열개성 퇴적물과 후열개성 퇴적물을 구분짓는 후열개 부정합면이 형성되었다. 이후에 퇴적된 sequence 2와 3은 기반암이 낮은 지역에서의 퇴적이 기반암이 높은지역에 비해 약간 두텁게 쌓였다. Sequence 3의 퇴적 이후에 sequence 3의 상부 및 고기반암을 삭박하는 광역적인 침식 작용이 있었고 이후에는 구조작용이 없었으며 따라서 평행한 퇴적 형태를 나타낸다.