

## 한국 서남대륙붕의 새로운 백악기(?) 퇴적분지의 탄성파 영상

오진용\* · 김성균\*\* · 이동우\*\*\*

### Seismic Image of a New Cretaceous(?) Sedimentary Basin of the Southwestern Korean Continental Shelf

Jinyong Oh\*, Sung Kyun Kim\*\* and Dong-Woo Lee\*\*\*

**ABSTRACT :** A new sedimentary basin is reported from the marine multi-channel seismic data which were acquired for the hydrocarbon exploration on the southwestern Korean continental shelf in 1970. Along the southeastern part of Line 1192, the about 60-km-long basin with the thickness of 0.55~1.1 s (two-way travel time) is observed on the near-trace gather. However, both new and previous 24-fold stack sections fail to show the basin image probably due to its rugged top beneath the shallow (<80 m) water. The boundary contact between the basement with the velocity of about 5200 m/s and the basin filling with the velocities of 4300~4700 m/s is unclear. These velocities are calculated from the corresponding shot gathers. Compared with the Haenam Basin, a neighbouring onshore Cretaceous sedimentary basin, we interpret that the new basin includes the volcanics and volcaniclastic sequences deposited in the lacustrine environment. This nonmarine basin was possibly formed as the result of the tectonic movement during the Cretaceous, implying the wide occurrence of the Cretaceous basins over the southern Korean Peninsula as well as its southwestern continental shelf.

### 서 론

한반도 대륙붕의 심부 지질구조는 1969년부터 석유자원 조사를 목적으로 수행한 해상 탄성파 반사법 탐사에 의하여 알려지기 시작했다 (한국석유개발공사, 1994). 탄성파 탐사는 에어건 (air-gun) 에너지와 다채널(multi-channel) 수신기를 이용한 공심점 (common depth point) 기법을 이용하였다. 이 방법의 주된 목적은 지하 지질단면도로 취급되는 높은 분해능의 중합단면도 (stack section)의 제작이다. 탄성파 지질단면도의 해석을 바탕으로 1972년부터 국내 대륙붕에서 심부 시추가 시작되었는데, 30여 지

점 이상의 시추공에서 얻은 암편으로 퇴적 환경과 퇴적 시기 및 기반암의 종류 등을 알아냈다. 밝혀진 황해와 남해 대륙주변부의 주요한 해저 지질의 특징으로는 신제3기-제4기 천해 쇄설성의 수평 퇴적물이 최상부층으로서 광범위하게 분포하며, 그 하부에는 광역부정합면을 경계로 백악기-제3기 퇴적분지들이 인접국의 대륙주변부까지 연장되어 발달한다 (김종수 등, 1987; Hirayama, 1991). 대표적인 분지 예로는 황해의 황해중부분지 (Central Yellow Sea basin)와 수베이-황해남부분지 (Subei-South Yellow Sea basin), 그리고 동중국해의 동중국해대륙붕분지 (East China Sea Shelf basin)가 있는데 각각은 국내 대륙붕의 군산분지, 흑산분지, 제주분지와 연결된다 (오진용 등, 1997).

한반도 해저퇴적분지의 구성퇴적물은 전반적으로 두꺼운 (<10 km) 제3기 육상퇴적물로 이루어져 있으며 그 일부는 하부에 백악기 화산암 등을 포함한다 (진명식 등, 1991; Han, Choi, 1992; 박관순 등, 1992; 권영인 등, 1995). 한반도에는 신제3기 퇴적분지가 동해안을 따라서 소규모로 존재할 뿐이며, 그 대신 경상분지와 같은 대규

\* 충남대학교 기초과학연구소 (Research Institute of Basic Sciences, Chungnam National University, Taejon, 305-764, Korea), E-mail: ktsh0131@xtrem.newave.co.kr

\*\* 전남대학교 지구환경과학부 (Department of Earth Systems and Environmental Sciences, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Korea)

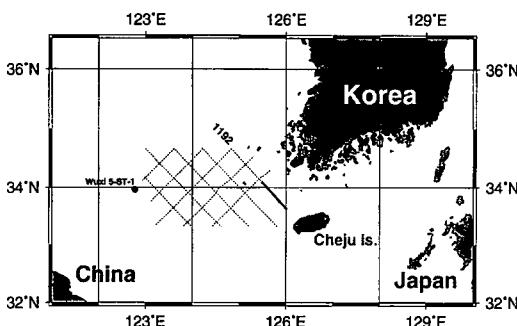
\*\*\* 공주대학교 지질환경과학과 (Department of Geoenvironmental Science, Konju National University, Konju, 314-701, Korea)

모의 백악기 퇴적분지가 발달한다. 또한 옥천습곡대의 남북 경계부를 따라서 일련의 소규모 백악기 퇴적분지가 위치하는데, 그 최남단에는 해남분지가 놓인다 (Son *et al.*, 1980; 염상호, 전희영, 1982; Chun, Chough, 1992).

본 연구에서는 1970년에 국내 대륙붕 서남부에서 취득된 다채널 탄성파 탐사자료의 일부에서 나타난 퇴적분지의 영상을 대상으로 하였다. 이 퇴적분지의 존재는 지금 까지 다른 지구물리탐사를 비롯한 기존의 연구에서는 보고된 바 없다. 선택된 탄성파 측선의 북동부인 한반도 서남단에는 백악기의 해남분지가 위치하며 측선의 서쪽 해역에는 제3기의 흑산분지가 발달하고 있다. 본 연구의 목적은 서남 대륙붕의 탄성파 측선에 나타난 새로운 퇴적분지의 영상을 소개하고, 이 분지의 규모와 특성에 대한 탄성파 해석을 실시한다. 그리고, 이 퇴적분지의 발달시기와 형성기원을 추론하며, 나아가 이 분지 존재에 대한 지구조적인 의미를 제시한다.

## 연구 지역

연구에 사용된 탄성파 반사법 측선의 위치는 국내 대륙붕 제3광구의 동부로써 대체로 보아 소흑산도와 제주도 사이에 있다 (Fig. 1). 제3광구가 놓인 서남 대륙붕 지역은 인근 해역과 비교할 때 결정질 기반암 위에 쌓인 퇴적물의 두께는 매우 얕다. 이 지역에서는 1969년의 항공자력탐사 (Bosum *et al.*, 1971; 박창고, 박창업, 1994)와 1970년에 실시한 광역적인 다채널 탄성파 조사 (서상용, 정부홍, 1990; 박관순 등, 1992) 등 국내 대륙붕 탐사활동의 초기기에 여러 자료가 획득되어 심부 지각연구에 이용



**Fig. 1.** Location map of Wuxi 5-ST-1 (closed circle; from Wang, 1992) and the multi-channel seismic (MCS) lines. Marine MCS data (dotted lines) were obtained within Block 3 in 1970, whereas a 5.12-km onshore MCS data are collected within the Haenam Basin (open square; from Son *et al.*, 1980) in 1979. Along the southwestern part (thick line) of Line 1192, the image of a new sedimentary basin is revealed on the near-trace gather.

되었다. 그리고, 국내 대륙붕 제3광구에서는 아직까지는 심부 시추공은 없고 그 대신 인접한 중국해역에서 다수의 시추 결과가 보고되고 있다 (Fig. 1; Wang, 1992; 박관순 등, 1992; Shi, 1994). 단일채널의 천해 탄성파 탐사 자료는 동경 126°의 동쪽 해역에서 격자형으로 취득되어 천부의 현생 퇴적물 연구에 활용되었다 (김승우, 민건홍, 1981; 김종수 등, 1982; 이치원 등, 1996).

지금까지 알려진 서남 대륙붕의 지구조 특징은 얕은 기반암 (basement high)의 존재와 제3기 퇴적분지인 흑산분지의 발달이다. 얕은 기반암에 대한 해석은 매우 다양하다. Emery *et al.* (1969)과 Wageman *et al.* (1970)은 한반도 서남부와 중국의 양자강 어귀를 연결하는 북동-남서 방향의 구조대인 푸키엔-영남육괴 (Fukien-Reinan Massif)를 설정하고 황해에 제3기 퇴적층이 쌓이도록 하는 제방역할을 한다고 해석하였다. 이들의 해석은 황해지역에서 최초로 실시한 단일채널의 천부 탄성파 반사법 및 자력 탐사의 결과를 근거로 하는데 선캄브리아~중생대 암석으로 구성된다고 보았다. Bosum *et al.*, (1971)은 항공자력 탐사자료를 분석하여 서남 대륙붕에서 옥천습곡대의 연장 가능성과 폭넓은 화산암의 관입이 있음을 제시하였다. 똑같은 자료를 이용하여 Emery *et al.* (1969) 등의 푸키엔-영남육괴의 존재를 지지하거나 (구자학, 1974; 조규장, 신병우, 1981), 반대되는 해석 (Frazier *et al.*, 1976; 박창고, 박창업, 1994)이 제시되었다.

Frazier *et al.* (1976)는 기존 자료의 다채널 탄성파 탐사 및 시추자료 등을 근거로 한반도의 서부 및 남서부의 대륙붕 연장부를 흑산대지 (Huksan Platform)라 명칭하고 그 특징을 600~1500 m의 플라이오세 이후의 천해 퇴적물이 쌓인 얕은 기반암 지역으로서 주변을 제3기 퇴적분지가 둘러쌓고 있다고 보았다. 그리고, 이들은 흑산대지 남쪽에 동서 방향의 제주화산대 (Cheju volcanic belt)를 설정하여 옥천습곡대의 서남쪽 연장성을 차단한다고 보았으나 박창고, 박창업 (1994)은 그 존재를 부인하였다. 이후에도 서남 대륙붕에 위치하는 얕은 기반암 지역을 한국대지 (현병우 등, 1980), 황해남부융기대 (김종수 등, 1987)로 불렸다.

서남 대륙붕 서쪽에는 흑산분지 (조규장 등, 1982)가 위치한다. 복기양수분지 (Frazier *et al.*, 1976) 또는 남황해분지 (김종수 등, 1987) 등으로 불려진 이 분지의 서쪽에는 중국의 수베이-황해남부분지가 위치한다 (Hirayama, 1991). 흑산분지의 북쪽에는 군산분지가 발달하는데, 두 분지 모두 백악기 말-고제3기에 형성된 분지로서 중앙융기부에 의해 분리된다 (Zhang *et al.*, 1989). 1980년대 물리탐사 자료에 의하여 박관순 등 (1992)은

흑산분지는 남흑산분지와 북흑산분지로 구성되는데, 북흑산분지는 비교적 단순한 형태인 반면 남흑산분지는 다수의 주향단층의 영향으로 복잡한 형태를 갖는다고 보았다. 그러나, Yang, Chang (1992)은 추가된 탄성파 자료에 의하여 남흑산분지를 2개 분지로 세분하여, 흑산분지는 3개의 독립된 분지들로 구성된다고 해석하였다. 인접한 중국 쪽 시추 결과 및 탄성파 측서 대비에 의하여 흑산분지는 후기 백악기-고제3기의 호상 쇄설성 퇴적물이 포함되며, 기반암으로 페름기-트리아스기의 석회암층이 놓여 있다고 추정한다 (박관순 등, 1992; Yang, Chang, 1992).

### 탄성파 자료처리

본 연구의 탄성파 탐사자료는 1970년에 외국 석유 회사에 의해 3광구 해저광물자원을 위한 광역탐사에 의하여 취득되었으며, 국내에서도 전산 처리된 바 있다 (조규장 등, 1991; 오진용, 1996). 탐사에 사용된 에너지원은 에어건이며, 수신 장치는 채널간격은 50 m의 48채널 스트리머 (streamer)이다. 에너지원과 첫 번째 채널과의 간격은 300 m이므로, 최대 수신거리 (offset)는 2650 m이다. 기록 시간은 6초 (4 ms의 자료취득 간격)이며, 중심 대역필터의 범위는 8~62 Hz이다. 발파 간격은 50 m이므로 최대 중합도 (stack fold)는 24가 된다. 그리고, 에어건과 스트리머의 수심은 각각 10~11 m와  $15 \pm 1$  m가 유지되었다. 야외 측점 (shot point) 자료에서는 비교적 강한 진폭의 해저면 다중반사파 (reverberation)가 관찰된다. 이는

본 연구 해역과 같은 천해 (<80 m)의 다채널 탄성파 탐사자료에서 흔히 나타나며 지하 구조의 영상화에 나쁜 영향을 끼친다 (오진용, 1996).

본 연구에 이용한 야외자료는 원래 21 트랙 자기테이프 (21-track magnetic tape)로 기록되었다. 그러나, 나중에 9 트랙 자기테이프에 SEG-B 양식으로 변환시켜 기록한 후 (서상용, 정부홍, 1990), 이를 다시 CD-ROM에 저장시켰다 (서상용 등, 1998). 중합단면도의 제작 등에 사용한 전산처리 소프트웨어는 국내 고유의 탄성파 전산처리 모델인 Geobit이며, 이를 장착한 PC를 주로 사용하였다 (오진용, 서상용, 1994). 본 연구에서 측선 1192를 선택한 이유는 한반도의 지나방향 지질구조의 연장에 가로지르는 북서-남동 측선 중에서 한반도에 가장 인접하기 때문이다 (Fig. 1).

다채널 반사파를 위한 탄성파 전산처리 작업은 대체로 자기 테이프에 기록된 측점 자료로부터 탄성파 중합단면도를 만드는 과정이다. 측선 1192에 대한 전산 재처리는 최근접 트레이스모음 (near-trace gather), 2:1 공심점 혼합, 공심점 분류, 속도분석, 동보정 (normal moveout correction), 필터링, 뮤트 (muting) 그리고 중합 등의 순서로 실시하였다. 그 결과 측선의 동남부 구간에서 새로운 탄성파 영상이 관찰되어, 측점 8900~10328 (약 71 km)의 구간에 대한 결과를 제시한다. Fig. 2와 Fig. 3은 최근접 트레이스 모음과 그 해석이며, Fig. 4는 매 2.5 km의 속도분석에 의하여 제작된 중합단면도이다. 각각은 2:1 트레이스 합산, 시변필터링, 그리고 자동이득조절을 거친 후 상부 약 3초를 출력시켰다. 측점자료에 나타난 선

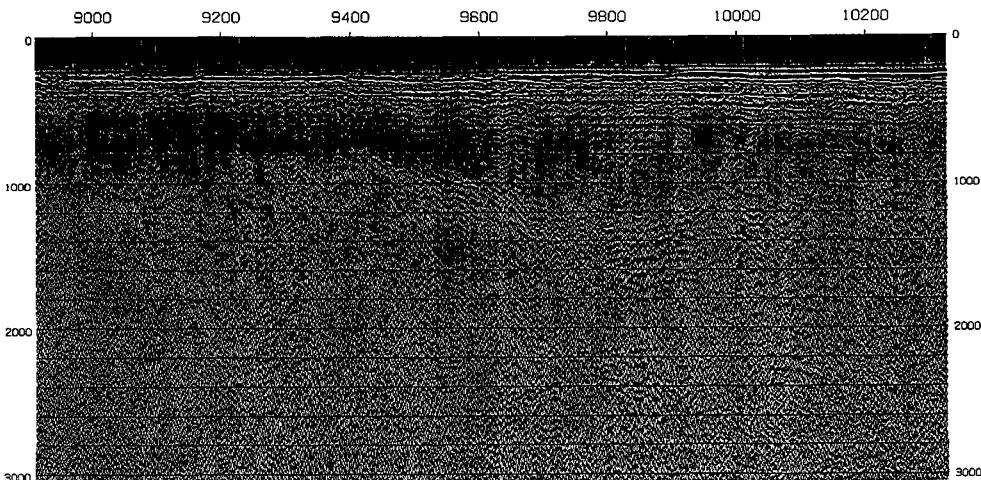
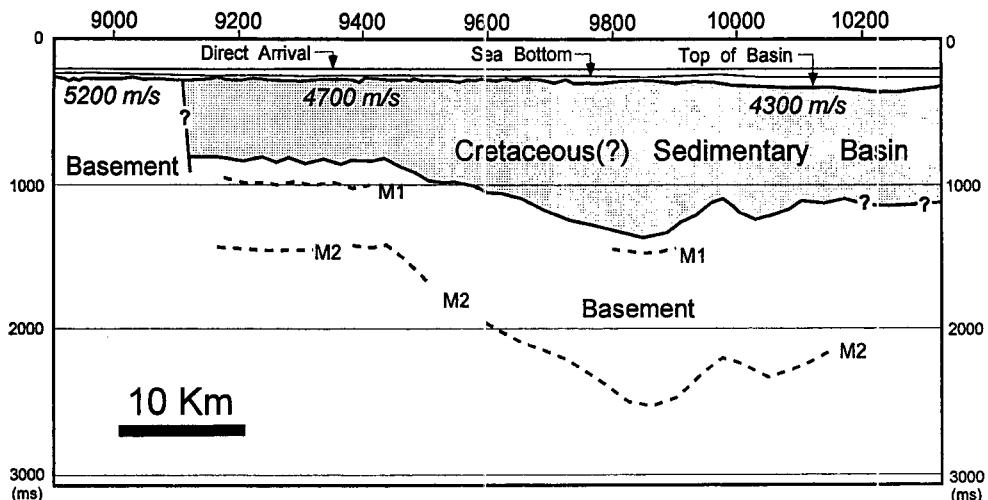
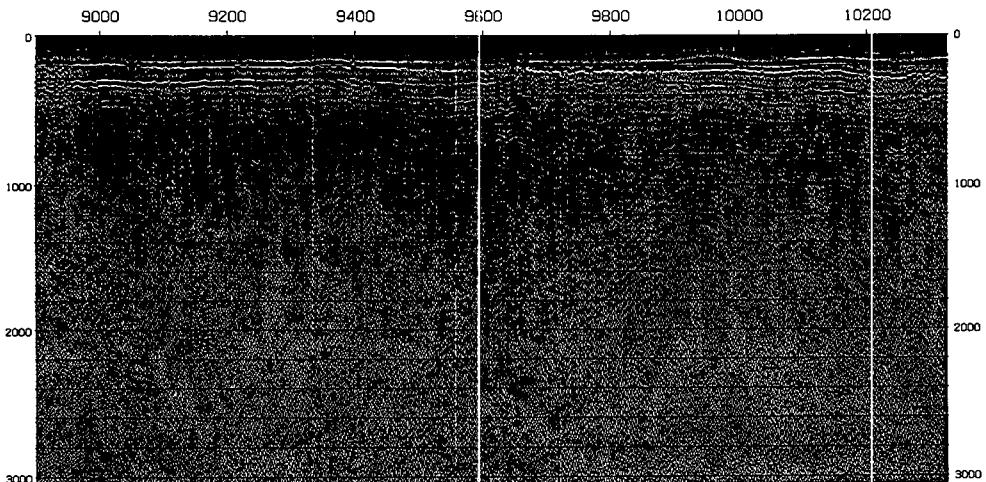


Fig. 2. A near-trace gather (=71.4 km) between shot points 8900 and 10328 of the upper ~3 s from the southwestern part of Line 1192. See the location in Fig. 1. For the display, 1:2 trace sum, band-pass filtering of 20 to 60 Hz, and automatic gain control with 1000 ms window are applied in sequence.



**Fig. 3.** Interpretation of Fig. 2. M1 is the near-surface multiple whereas the M2 is the double multiple of the bottom reflector of the sedimentary basin.



**Fig. 4.** Stack section of Fig. 2. See the text for the data processing sequence for the stack. After the stack, the same processing sequence for the display as in Fig. 2 is applied for the comparative purpose.

두파 분석을 위한 전산처리 작업은 기록된 원래 파형의 변화를 피하기 위해 필터링과 같은 부가적인 전산처리는 없었으며 다만 관찰의 효과를 높이기 위해 출력 단계에서 전체적인 진폭 조절을 하였다 (Fig. 5).

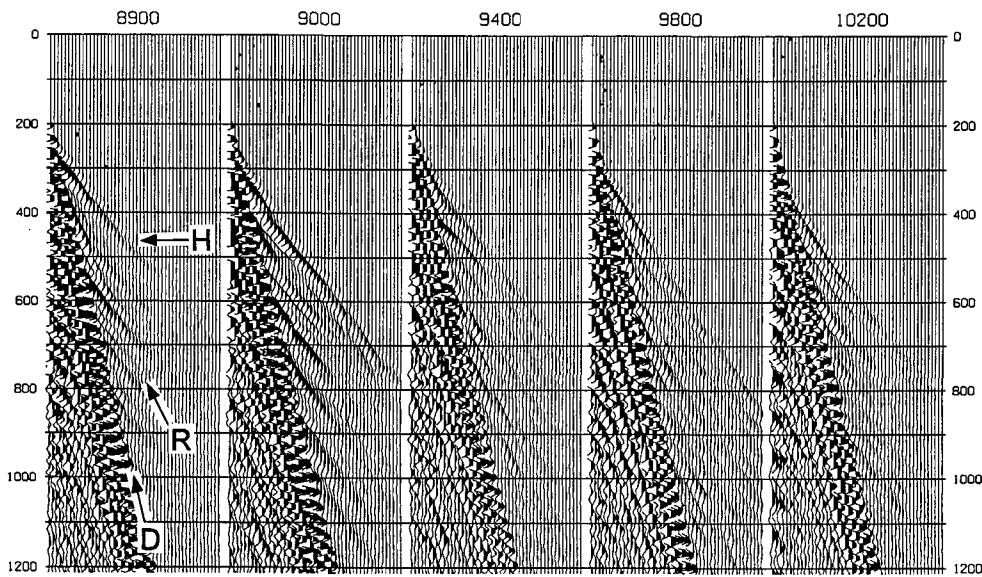
### 탄성파 단면도 해석

최근접 단면도 (Fig. 2)에 대한 개괄적인 해석에 (Fig. 3) 제시한 속도 정보는 측점자료에 나타난 선두파의 분석을 통해 구한 것으로 Fig. 5는 측점자료의 일부이다. 가장 뚜렷한 탄성파 영상은 측점 9100~10320 구간의 퇴적분

지 영상이다.

### 주요 반사면

Fig. 2의 최근접 탄성파 단면도에 나타난 천부의 반사면은 측점 10200에서 비교적 쉽게 관찰된다. 약 0.2 초 부근의 도달파는 직접파이다. 약 0.25 초 부근의 강한 진폭의 수평 반사층은 해저면이며, 그 하부에는 0.3 초 부근에는 심한 굴곡을 갖으나 연속성을 있는 반사면이 보인다. 이들의 관계는 중합단면도에서도 뚜렷하게 나타난다 (Fig. 3). 최근접 단면도와 중합단면도 사이에서 나타나는



**Fig. 5.** Unprocessed shot gathers with the upper ~1.2 s from shot points (SPs) 8900, 9000, 9400, 9800 and 10200. "D" is the direct arrivals, "H" is for the head wave, and "R" is the refracted arrivals. Compare the slope of "H"s indicating the velocities from about 5200 m/s (SP 8900) to about 4700 m/s (SPs 9000 and 9400) to about 4300 m/s (SPs 9800 and 10200).

반사파 도달시간의 차이는 송신기와 수신기의 거리 때문인데 최근접 단면도에서 300 m이나 종합단면도에서는 0 m가 되도록 제작한다. 따라서, 이 영향은 천부에서 크게 나타나며 심부로 갈수록 줄어든다.

최근접 탄성파 단면도에서 관심을 끄는 반사면은 측점 9200의 0.8초, 측점 9800의 1.3초, 측점 10200의 1.1초를 연결하는 반사면이다 (Figs. 2, 3). 이는 뚜렷한 연장성을 갖는 가장 심부의 반사면으로서 하부에 나타난 M1과 M2 (점선표시)는 각각 해수면과 해저면에 의한 이들의 다중 반사파로 판단한다 (Fig. 3). 그러나, 종합단면도 (Fig. 4)에서는 이 심부 반사면은 관찰되지 않고 대신 천부의 다중반사파가 우세하다.

종합단면도에서 불량한 탄성파 영상이 나타나는 원인에 대해 몇 가지 가능성을 고려할 수 있다. 일반적으로 연구지역과 같은 천해 지역에서 취득된 해상 탄성파 자료는 해수면에 의한 강한 다중반사파의 영향이 매우 크다. 더욱이 야외자료를 획득하는 동안에 측선 방향과 다른 방향의 강한 조류가 있었다면 반사법 자료처리의 속도분석 단계에서 최적의 중합속도를 얻기 힘들다. 그리고 최상부 지층이 매우 심한 굴곡을 갖고 있을 경우에는 침투하는 탄성파 에너지가 반사보다는 산란을 일으켜 하부 지질구조의 영상화에 영향을 끼친다. 이러한 복합적인 이유로 Fig. 2의 최근접 단면도에 나타난 심부 구조는 Fig. 4의 종합단면도에서는 영상화되지 않았으며, 따라서 기존연구

에서도 보고되지 않았다고 판단한다.

### 속도 분포

탄성파 단면도의 정확한 해석을 위하여 측점 자료에 나타난 선두파를 살펴보았다. Fig. 5의 5개의 측점 모음은 측점 8900과 측점 9000~10200 구간에서 매 400개 측점 간격으로 선정된 것으로 상부 1.2 초만 제시되었다. 측점 자료의 절대진폭 (absolute amplitude)의 표시를 위해 전체적인 이득 조절 (gain control)만을 실시하였으며, 가변면적의 위글트레이스 (wiggle trace with variable area)로서 1개 트레이스간격의 클리핑 (clipping)이 되도록 출력하였다.

Fig. 5의 측점 자료들에서 공통적으로 나타나는 특징은 도달파의 진폭이 직접파 ("D") 부근에서 가장 강하게 나타난다. 이는 비교적 큰 진폭을 갖는 광각 (wide-angle) 반사파와 서로 중첩되기 때문이다. 선두파 ("H")는 대체로 강한 진폭으로 관찰이 용이하나, 선두파의 다중반사 (multiple)에 묻힌 굴절파 ("R")는 비교적 주의를 요구한다. 이러한 결과를 낳는 모델로는 물, 낮은 속도의 얕은 두께 층, 높은 속도의 층으로 이루어진 구조를 쉽게 추론 할 수 있는데, 이는 탄성파 단면도의 천부 구조 (Figs. 2, 4)와 비교된다.

각 측점 자료에 나타난 굴절파의 기울기는 대체로 선형 (linear)인데, 속도의 역에 해당되므로 통과층의 속도를

쉽게 얻을 수 있다. 이때 계산된 탄성파 속도는 겉보기 속도 (apparent velocity)이나 탄성파 단면도에 근거할 때 측점기록에 나타난 선두파의 기울기는 대부분은 본래의 속도를 지시한다고 판단한다. 대체로 직접파 D는 약 1500 m/s, 굴절파 R은 2400~2600 m/s의 속도를 지시한다. 선두파 H의 속도는 측점 9100 부근을 경계로 하여 북서쪽에서는 5200 m/s를 보이나 (예; 측점 8900), 남동쪽에서는 4700 m/s (예; 측점 9000과 9400)부터 4300 m/s (예; 측점 9800과 10200)를 보이고 있다.

### 퇴적분지의 영상

Fig. 2에 나타난 0.8~1.3초의 반사면은 측선 1192의 남동부에서만 (즉, 측점 9100이상) 관찰되고 측선의 북서부에서는 관찰할 수 없다. 이 심부 반사면은 전체적인 탄성파 영상, 인접지역의 기존 연구결과 및 측점자료에 의한 속도분석에 근거할 때 퇴적분지의 하부 경계라고 해석한다. 퇴적분지의 남쪽 경계는 측선을 벗어나 있다고 보며, 북쪽 경계는 불명확하나 측점 9100 부근에서 고각의 단층 또는 부정합에 의한 기반암과의 접촉을 예상한다. 일반적으로 수직 단층이나 관입암의 자체는 중합단면도에서는 직접적으로 영상화되지 않는다.

Fig. 2의 퇴적분지는 최소 60 km 이상의 연장을 보이는 데, 전체적인 양상은 비대칭적인 반지구 (half-graben)라기보다는 대칭적인 형태로 여겨진다. 퇴적분지의 최상부에 놓인 얇은 (0~50 ms) 두께의 퇴적층은 측선 1192의 전체에 걸쳐 분포한다. 인접한 천부시추공 (YSDP-102; 장정해 등, 1996)에서는 약 61 m 깊이까지 충적세 퇴적물이 확인되었다. 퇴적분지의 깊이는 0.55~0.11초로써 4300 m/s의 퇴적층의 속도를 가정하면 약 1300~2500 m의 두께를 갖는다. 퇴적분지의 북쪽 경계 부근에 위치한 속도 약 5200 m/s의 층은 기반암으로 판단된다. 측점 자료에 나타난 2400~2600 m/s의 속도층은 기반암 및 퇴적분지의 최상부 층에서 발달한 풍화대로 여겨지는데 최근접 모음이나 중합 단면도에서는 확인되지 않는다.

## 토    의

### 퇴적분지의 생성시기

측선 1192의 퇴적분지의 정확한 생성시기는 현재의 불충분한 자료로는 알 수 없다. 그러나, 지금까지 알려진 인접한 육상 및 해저 지질을 근거로 이 퇴적분지의 형성시기에 대하여 신생대, 중생대 그리고 고생대로 나누어 그

가능성을 살펴보았다.

측선 1192의 서쪽인 3광구 서부지역에는 신생대 흑산분지가 존재하나 측선 1192의 퇴적분지가 신생대 분지일 가능성은 희박하다고 판단한다. 가장 큰 이유는 흑산분지는 대부분 반지구 (half-graben) 형태를 갖고 있으며 (박관순 등, 1992; 박성근, 1995), 분지 내부는 3000 m/s 미만의 제3기 육상퇴적물로 채워있다 (오진용, 1996). 이에 비해 측선 1192의 퇴적분지는 4700 m/s의 속도의 훨씬 고화된 층이 충진되며, 분지의 형태도 반지구형을 벗어날 뿐만 아니라 분지 규모에서도 상대적으로 우세하다. 다른 이유로는 측선 1192의 인근 해역에 산재하는 소흑산도, 대흑산도, 홍도 등에서 백악기 말의 인산암, 유문암 등의 화산암이 분포한다 (엄상호, 전희영, 1982). 한편, 한반도의 남서 지역에서는 제3기 퇴적층이 보고된 바 없다 (Kim, 1987).

측선 1192의 주변에서의 백악기 암석의 분포는 퇴적분지의 암석이 중생대 기원일 가능성을 제시한다. 특히 인접한 백악기 해남분지에서 실시한 지질조사 및 탄성파 탐사의 결과는 이를 뒷받침한다. 해남분지에서 실시한 탄성파 탐사에서 밝힌 최상부 (<500 m) 3개의 층을 각각 3870 m/s, 4400 m/s, 4800 m/s의 속도 층으로 해석하여 측선 1192의 탄성파 결과인 4300~4700 m/s와 일치한다 (Fig. 1; 구자학 등, 1979; Son *et al.*, 1980). 약 5 km 측선의 중합단면도에 나타난 해남분지는 약 1초 깊이를 보이는데, 이는 측선 1192의 퇴적분지의 최대두께 1.1초와 잘 대비된다. 해남분지의 시추 및 지질조사에 의하면, 해남분지는 안산암질 화산암층, 호성퇴적층, 산성 화산암류로 구성되는데, 화산암층의 절대연령측정에 의하여 해남분지 퇴적물은 후기 백악기에 형성되었으리라 추정한다 (이대성, 이하영 1967; Chun, 1990; Son *et al.*, 1980; Koh, Chang, 1996). 한편, 황해 대륙붕 제2광구의 시추공에서도 백악기 화성암이 보고된다 (Shin, Park, 1992).

3광구에 가장 인접한 중국의 Wuxi 5-ST-1 시추공 자료에서 남중국 대륙의 특징적인 트라이아스기-페름기의 석회암층이 알려져 있다 (Fig. 1; 박관순 등, 1992; Shi, 1994). 이 탄산염층의 국내 대륙붕으로의 연장 및 분포 한계는 아직까지 보고된 바 없다. 일반적으로 천해 탄산염층 지역의 탄성파 단면도에서는 심한 다중반사파와 기반암과의 불분명한 경계부가 특징적이다. 한반도 남서부에는 이러한 탄산염층의 분포가 알려진 바 없다. 한편, 한반도 남부에서의 대부분의 고생대층은 육천습곡대 북부지역에 분포하며, 대보조산 운동의 결과로 심한 지각변형을 받았다 (엄상호, 전희영, 1982). 그러나, 측선 1192의 퇴적분지의 기반암 영상은 뚜렷하며 심한 지각변형의 흔

적은 보이지 않는다. 따라서, 측선 1192의 퇴적분지가 고생대 기원일 가능성은 낮다.

결론적으로, 측선 1192의 퇴적분지의 형성시기는 한반도 서남해역의 지질 및 인접한 백악기 육상분지의 분포 등으로 보아 백악기로 판단한다. 약 4700 m/s 속도의 분지 충진물은 해남분지와 대비시킬 때 주로 화산활동과 연관된 호성환경의 육성 퇴적물과 화산암으로 여겨진다. 기존의 연구결과를 고려할 때 (구자학, 1974; Frazier *et al.*, 1976; 조규장, 신병우, 1981) 분지 진화과정에서 많은 관입암과 화산암이 위치하였는데 이들은 물리탐사자료 (특히, 중력 및 자력)에 영향을 주었고, 그 결과 측선 1192의 퇴적분지에 대한 인식을 어렵게 하였다고 본다.

### 기반암의 종류

한반도 서남단 지역은 선캡브리아기의 변성암 복합체, 트라이아스기와 쥬라기의 화강암류가 백악기 이전의 기반암류로서 분포하며, 이들을 백악기 화산퇴적암류가 꾀복하고 백악기 화강암류가 마지막으로 관입한다 (손진남 등, 1992; 김용준 등, 1994). 그리고, 국내 대륙붕 3광구와 그 주변에 분포하는 섬들에서도 선캡브리아기의 변성암류 및 백악기 화산암류가 분포한다 (엄상호, 전희영, 1982). 따라서, 측선 1192의 백악기 퇴적분지 주변에 분포하는 약 5200 m/s 속도의 기반암층은 선캡브리아기의 변성암류, 선백악기의 화강암류로 추정한다. 그리고, 3광구 서쪽 해역에 발달한 폐름기-트라이아스기의 탄산염층이 연장되어 신생대 흑산분지의 기반암을 이루고 있다면 (박관순 등, 1992; Yang, Chang, 1992), 측선 1192의 백악기 퇴적분지의 기반암으로서 존재할 가능성도 배제할 수 없다.

### 퇴적분지 형성기원

측선 1192의 퇴적분지에 대한 형성기작 해석은 측선의 분지 횡단방향을 알 수 없으므로 신뢰성이 결여된다. 본 연구에서는 인접한 해남분지의 생성과 관련하여 분지의 생성원인을 유추하였다. 해남분지의 형성기원에 대한 여러 모델이 제시되었다. Son *et al.*, (1980)은 화산합물구조 (volcanic calderon)의 발달과정에서 형성되었다고 보았으며, 이와 반대로 고상모, 장호완 (1996)은 상승한 쥬라기 화강암체 주변에서 백악기 화산활동의 산물로서 해석하였다. 만일 측선 1192의 퇴적분지가 해남분지와 연결되지 않고 화산활동의 결과로써 생성되었다면 이는 최소 직경 60 km 이상인 남한 최대의 화산합물체가 될 수 있다.

지금까지 알려진 한반도 남부에 발달한 20여개의 백악기 화산합물체 중에서 가장 큰 규모는 40 km의 직경을 갖는 광주화산합물체이다 (차문성, 윤성효, 1988). 그러나, 연구지역의 항공자력 자료에서는 대규모의 관입암체에 의한 자기이상은 알려지지 않았다.

측선 1192 퇴적분지의 다른 생성기원으로 국지적인 지질환경의 변화보다는 광역적인 지구조 운동 (예; Watson *et al.*, 1987; Xu *et al.*, 1987) 결과를 고려할 수 있다. 구체적으로 박창고, 박창업 (1994)은 좌수향 웨치단층의 공주단층과 광주단층이 남서쪽으로 연장되어 군산분지 등의 생성에 관련한다고 제시하였다. Chun, Chough (1992)는 백악기의 주향경사단층의 운동결과로써 한반도 남부에 북동-남서방향의 육상퇴적분지들이 형성되었는데 최남단에 해남분지가 위치한다고 보았다. 그리고, 만일 측선 1192의 퇴적분지가 해남분지와 연결되어 있다면, 한반도 서남부에 대규모 해저 백악기 퇴적분지가 존재함을 의미한다. 그렇다면 이 분지는 영동-광주합물대 (김옥준 등, 1980) 연장부로서 해석될 수 있거나, 분지의 생성시기 및 규모에서 대응되는 경상분지와의 연계 가능성 (Chang, 1987) 등이 제기된다.

### 지구조적인 의의

측선 1192에 나타난 퇴적분지는 한반도의 주변에 백악기 퇴적분지가 폭넓게 발달되었을 가능성을 제시한다. 황해 해역에서의 백악기 퇴적분지 발달은 서해안의 격포분지의 존재와 인근 도서에서의 백악기 퇴적층의 분포도 이를 지지하며, 군산분지의 시추에서 제3기 퇴적물 하부에 백악기 암석이 채취되어 확인된다 (봉필윤 등, 1991; 전명식 등, 1991; Chun, Chough, 1992). 남해 대륙붕의 백악기 분지의 존재는 기존의 연구에서 해남분지 및 능주분지와 경상분지와의 연결이 추정되었는데 측선 1192의 퇴적분지가 그 가능성을 높여주었다 (엄상호, 전희영, 1982; Chang, 1987). 이를 바탕으로 할 때, 한반도 남부와 대륙붕 지역은 백악기 동안은 전체적으로 퇴적분지가 발달하였고, 제3기 동안은 한반도에서는 분지의 발달이 중단되었으나 황해의 중앙부 및 동중국해 지역에서는 군산분지, 흑산분지 및 제주분지가 발달하였다.

### 결 론

한국 서남부 대륙붕 해역에서 1970년에 채취된 48채널 탄성파 반사법 탐사자료 중에서 측선 1192를 전산처리하여 제작한 탄성파 지질단면도를 해석한 결과는 다음

과 같다.

1. 측선 남동부에 해당하는 측점 9000~10320 구간 (> 60 km)의 최근첩 트레이스 모음에서 퇴적분지가 관찰되었다. 기존의 탐사 결과에서 밝혀지지 않은 이 새로운 퇴적분지의 기반암은 약 0.8~1.3초의 깊이에 놓이나, 분지 경계는 불명확하다.

2. 해당 종합단면도에서는 기존의 연구 결과와 마찬가지로 이 퇴적분지의 영상화가 이루어지지 못했다. 그 주요 원인은 자료취득 동안의 주위 환경에 의한 영향과 퇴적분지 상부층의 심한 굴곡 등으로 추정한다.

3. 해당 측점모음에서 퇴적층과 기반암의 선두파를 관찰할 수 있다. 계산한 해당 퇴적층의 속도는 4300~4700 m/s이며, 분지 주변의 기반암의 속도는 약 5200 m/s이다. 기반암과 퇴적분지의 최상부에 발달하는 풍화대의 속도는 2300~2600 m/s이다. 이를 근거로 한 퇴적분지의 충진물의 두께는 약 1300~2600 m이다.

4. 이 퇴적분지의 형성시기는 한반도 서남해역의 지질 및 인접한 육상의 해남분지에서 실시한 지질조사 및 탄성파 탐사의 결과와 비교할 때 백악기로 추정된다.

5. 기존 연구결과 등을 토대로 할 때 이 퇴적분지의 존재는 한반도뿐만 아니라 서남부 대륙붕 지역에서도 광범위한 백악기 퇴적분지가 분포함을 제시한다.

## 사 사

Geobit 운용에 도움을 주신 한국자원연구소 석유·해저자원연구부 서상용 박사에게 감사드린다. 이 연구에 1997년도 교육부 기초과학 연구소 학술연구조성비 BSRI-97-5417 및 BSRI-97-5418 각각에서 일부 보조가 있었으며 이에 감사드린다.

## 참고문헌

- 구자학 (1974) 자력분포를 토대로 한 한국서해 구역의 지구물리학적 해석연구. 대한광산학회지, v. 11, p. 79-91.
- 구자학, 김상길, 조동행 (1979) 해남지역의 반사탄성파 탐사를 위한 현장시험연구. 대한광산학회지, v. 17, p. 219-227.
- 권영인, 박관순, 유강민, 손진답 (1995) 제주분지 체 삼기 육성층의 충서 및 퇴적물의 기원. 한국석유지질학회지, 3권, p. 1-15.
- 김승우, 민건홍 (1981) 연근해저 해양지질 조사연구 (제주도-진도간 해역). 한국동력자원연구소 조사연구보고, 11호, p. 75-92.
- 김옥준, 박봉순 등 (1980) 한반도의 지체분석에 관한 연구. 과학기술처, 159p.
- 김용준, 오민수, 강상원 (1994) 해남-강진 지역에 분포하는 화성암류에 대한 암석화학적 연구. 한국지구과학회지, v. 15, p. 341-355.
- 김종수, 이원영, 김철민, 박근필, 김원식, 신원철, 이호영, 최완실, 최윤경, 김승우, 공영세, 박영수, 최계립, 곽영훈, 손진답, 한종환, 정태진, 손병국, 봉필윤, 이호영, 최성자, 전희영 (1987) 대륙붕 자원 연구, 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-86-2-22, 303p.
- 김종수, 김승우, 장정해, 이치원, 민건홍, 김철민, 김원식, 신원철 (1982) 연근해저지질 및 물리탐사연구 (소흑산도-진도). 한국동력자원연구소 연구특보, 31호, p. 8-45.
- 박관순, 박근필, 신창수, 조철현 (1992) 대륙붕 물리탐사자료 해석연구(제2, 3광구 및 한일 공동개발구역 종합). 한국자원연구소 연구보고서, KR-91-5A-1, 143p.
- 박성근 (1995) 서해 남흑산분지 제3기 애오세 지층의 탄성파 충서연구, 공주대학교 석사학위 논문 (미발간), 83p.
- 박창고, 박창업 (1994) 한국 서남근해에 대한 항공자력탐사 해석. 한국석유지질학회지, 2권, p. 51-57.
- 봉필윤, 전희영, 이호영, 권영인 (1991) 대륙붕 제2광구 잉어-1호공의 충서고생물 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-90-5B, p. 61-106.
- 서상용, 정부홍 (1990) 대륙붕 제 3 광구 탄성파탐사 자기 테이프 표준화 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-89-(B)-32, 74p.
- 서상용, 정부홍, 장성형 (1998) PC를 이용한 탄성파탐사 자료변환 시스템. 한국자원연구소 연구보고서, KR-97(C)-18, p. 5-22.
- 손진답, 곽영훈, 오재호, 정태진, 허대기, 유병재, 손병국, 권석기, 김학주, 이영주 (1992) 서해안 백악기 퇴적분지의 석유 잠재력 평가 기초 연구. 한국자원연구소 과학기술처 보고서, KR-91-(B)-11, 85p.
- 엄상호, 전희영 (1982) 한국의 지질 (1:1 000,000대한지지도 설명서). 한국동력자원연구소, 128p.
- 오진용, 서상용 (1994) 지오비트 (Geobit)-새로운 탄성파 자료 전산처리 무분모. 한국석유지질학회지, 2권, p. 101-104.
- 오진용 (1996) 한국 서남부의 해상 다채널 탄성파 탐사자료에 나타난 선두파 연구. 한국지구과학회지, 17권, p. 310-317.
- 오진용, 박관순, 박근필 (1997) 한국 대륙주변부의 퇴적분지 명칭. 지질학회지, 33권, v.148-159.
- 이대성 (1964) 전라남도 해남(목포남부) 지역의 지질과 함유질물층에 관하여. 광산지질, v. 9, p. 44-74.
- 이치원, 진재화, 신원철, 김원식, 김정기, 김상우, 이호영, 정정해, 김승우, 이은오, 박영수, 방효기 (1996) 해저지질조사 연구(흑산해역). 한국자원연구소 연구보고서, KR-95(C)-27, 333p.
- 장정해, 이치원, 진재화, 김성필, 박영수, 신원철, 김원식, 김정기, 봉필윤, 이호영, 최성자, 박용안, 박수철, 윤혜수 (1996) 황해 제4기 지층 시추 프로그램 (YSDP-102, YSDP-103, YSDP-104, YSDP-105 시추코어 연구). 한국자원연구소 과학기술처보고서, KR-96(T)-18, 595p.
- 조규장, 신병우 (1981) 한국남해의 지질구조에 관한 지구물리학적 연구. 광산지질, v. 14, p. 77-91.
- 조규장, 이원영, 박관순, 박근필, 한현철, 김승우, 최현일, 장정해, 이치원, 전희영, 이호영, 봉필윤, 곽영훈, 손진답, 오재호, 양문열, 손용오, 곽민호, 박지우 (1982) 대륙붕 석유탐사 자료 평가연구. 한국자원연구소 용역보고서, 342p.
- 조규장, 박관순, 서상용, 서만철 (1991) 황해 남부의 한중 퇴적분지 비교연구. 한국동력자원연구소 과학기술처 보고서, KR-91-(B)-10, 69p.
- 전명식, 이수진, 김성재 (1991) 한국 서해 대륙붕 제2광구의 해저 심부에서 채취한 시추코아인 향자연동 현무암의 K-Ar 전암석 연령과 지구조적 의미. 지질학회지, 27권, p. 212-221.

- 차문성, 윤성호 (1988) 한반도의 화산합물구조 및 환상복합 암체에 관한 연구. *지질학회지*, v. 24 (특별호), p. 67-86.
- 한국석유개발공사 (1994) 한국석유개발공사15년사. 한국석 유개발공사, 832p.
- 현병구, 구자학, 조규장, 권병두, 이강훈, 정승환, 양승진, 김승우, 박관순, 윤혜수, 서상용, 박근필, 신성천, 박영수, 민성식, 신현정, 부경진 (1980) 대륙붕 석유자원 평가 연구. 자원개발연구소 보고서, 80-6, 210p.
- Bosum, W., Kind, E.G. and Koo, J.H. (1971) Aeromagnetic survey of offshore areas adjoining the Korean Peninsula, Committee for co-ordination of joint prospecting for mineral resources in asian offshore areas (CCOP). *Tech. Bull.*, v. 4, p. 1-21.
- Chang, K.-H (1987) Mezoic Erathem, In: Lee, D.S. (ed.) *Geology of Korea*. Kyohak-Sa, Seoul, Korea, p. 175-201.
- Chun, S.S (1990) Sedimentary process, depositional environments and tectonic settings of the Cretaceous Uhangri Formation, Southwest Korea. PhD thesis, Seoul National University, 328p.
- Chun, S.S. and Chough, S.K (1992) Tectonic history of Cretaceous sedimentary basin in the southwestern Korean Peninsula and Yellow Sea, In: Chough, S.K. (ed.) *Sedimentary basins in the Korean Peninsular and adjacent seas*. Spec. Pub. of the Korea Sed. Res. Group, Harnlimwon Pub., Seoul, Korea, p. 60-76.
- Emery, K.O., Hayashi, Y., Hilde, T.W.C., Kobayashi, K., Koo, J.H., Meng, C.Y., Niino, H., Osterhagen, J.H., Reynolds, L.M., Wageman, J.M., Wang, C.S. and Yang, S.J. (1969) Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and Yellow Sea, Committee for co-ordination of joint prospecting for mineral resources in asian offshore areas (CCOP). *Tech. Bull.*, v. 2, p. 3-43.
- Frazier, S.B., Choi, S.O., Kim, B.K. and Schwart, D. (1976) Marine petroleum exploration of Huksan Platform, Korea. Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir, v. 25, p. 268-275.
- Han, J.H. and Choi, B.G. (1992) Structural characteristics related to tectonic evolution of the Yellow Sea basin. Proceedings of the 2nd Korea-China international symposium, Korea Petroleum Development Corporation, p. 73-82.
- Hirayama, J. (1991) Total sedimentary isopach maps of offshore East Asia, Committee for co-ordination of joint prospecting for mineral resources in asian offshore areas(CCOP). *Tech. Bull.*, v. 23, 116p.
- Kim, B.K (1987) Cenozoic Erathem. In Lee, D.S. (ed.) *Geology of Korea*. Kyohak-Sa, Seoul, Korea. p. 202-219.
- Koh, S.M. and Chang, H.W. (1996) Geological interpretation on the Cretaceous Strata in the Haenam area, Chollanamdo, Korea. *Econ. Environ. Geol.*, v. 29, p. 381-393.
- Shi, R.-F. (1994) Structural analysis in Nan 7 Sag of the southern Yellow Sea basin. *Proceedings of the 2nd Korea-China international symposium*, China National Offshore Oil Corporation, p. 1-9.
- Shin, K.S. and Park, S.J. (1992) Seismic characteristics of igneous layers with their implication on basin evolution, offshore western Blocks, Korea. *Proceedings of the 2nd Korea-China international symposium*, China National Offshore Oil Corporation, p. 107-120.
- Son, J.D., Yoon, H.S., Kim, H.Y., Ko, M.J., Cho, D.H., Koo, J.H., and Kim, S.G. (1980) Geology, geochemical and geophysical exploration for the Cretaceous strata containing oily shale in Haenam and Mogpo area. *Korea Research Institute of Geoscience and Mineral Resources Bulletin* 21, 51p.
- Wang, K.D. (1992) Division and correlation of early Tertiary strata in South Yellow Sea basin. *Proceedings of the 2nd Korea-China international symposium*, Korea Petroleum Development Corporation, p. 9-15.
- Watson, M.P., Hayward, A.B., Parkinson, D.N. and Zhang, Zh.M. (1987) Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition onshore China. *Mar. Petro. Geol.*, v. 4, p. 205-225.
- Xu, J.W., Zhu, G., Tong, W.X., Cui, K.R., and Liu, Q. (1987) Formation and evolution of the Tancheng-Lujiang wrench fault system: a major shear system to the Northwest of the Pacific Ocean. *Tectonophysics*, v. 134, p. 273-310.
- Yang, S.Y. and Chang, S. (1992) Stratigraphy of Yellow Sea Basin offshore Korea. *Proceedings of the 2nd Korea-China international symposium*, Korea Petroleum Development Corporation, p. 39-42.
- Zhang, Y., Wei, Z., Xu, W., Tao, R. and Chen, R. (1989) The North Jiangsu-South Yellow Sea basin. In Zhu, X. (ed.) *Chinese sedimentary basins*, Elsevier, New York, U.S.A., 107-123.