

## 남해 대륙붕 도미분지 탄성파자료의 층서해석을 고려한 전산처리

정순홍 · 김원식 · 구남형 · 이호영\* · 신원철 · 박근필

한국지질자원연구원 석유해저연구본부

### Seismic Data Processing Suited for Stratigraphic Interpretation in the Domi Basin, South Sea, Korea

Snons Cheong, Wonsik Kim, Namhyung Koo, Hoyoung Lee\*, Wonchul Shin and KeunPil Park

Petroleum and Marine Resources Department, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

The Domi Basin in the South Sea of Korea is located between the Jeju Basin and Ulleung Basins, and is characterized by several sediment sags that are interested to have formed by crustal extension. This paper aims to derive an optimized seismic data processing procedure which helps stratigraphic interpretation of the Domi Basin. In particular, our data processing flow incorporated horizon velocity analysis (HVA) and surface-relative wave equation multiple rejection (SRWEMR) to improve the quality of stack section by enhancing the continuity of reflection events and suppressing peg-leg multiples respectively. As a result of processing procedures in this study, unconformities were recognized in the stack section that defines the early and middle Miocene, Eocene-Oligocene sequences. In addition, the overall quality of the stack section was increased as essential data to investigate the evolution of the basin. The suppression of multiple resulted in the identification of the Cretaceous basement. The data processing scheme evaluated through this study is expected to improve the standardization of processing sequences for seismic data from the Domi and adjacent Sora and north-Sora Basins.

**Key words** : Domi Basin, horizon velocity analysis, surface-relative wave equation multiple rejection, seismic data processing, stratigraphic interpretation

남해 대륙붕 도미분지는 제주분지의 북동단에 위치하는 지역으로 동해의 울릉분지와 인접해 있으며 그 발달시기에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있다. 본 연구에서는 도미퇴적분지의 해석에 적합한 탄성파자료 전산처리 모듈을 시험하고 매개변수를 도출하였다. 도미분지 천부 퇴적층인 제3기 층의 경우 반사파 신호의 연속성 향상과 페그레그(peg-leg) 다중반사파 억제가 요구되었고 이를 위하여 중합 층서속도분석(Horizon Velocity Analysis, HVA)과 표면-연관 파동방정식 다중반사파 제거(Surface Relative Wave Equation Multiple Rejection, SRWEMR)모듈을 조합하여 중합단면의 품질을 제고하였다. 연구결과 제작된 도미분지 탄성과 중합단면에서 퇴적층서가 구분되는 부정합면이 인지되었다. 분지의 발달양상 규명에 적절한 중합단면이 도출되었고 다중반사파의 억제로 백악기 기반암의 해석에 도움이 되었다. 본 연구를 통하여 검증된 전산처리과정은 도미분지와 인근 소라분지, 북소라분지의 탄성과 자료 전산처리 품질의 규격화 및 처리속도 향상에 기여할 것으로 기대된다.

**주요어** : 도미퇴적분지, HVA, SRWEMR, 탄성파자료 전산처리, 층서 해석

### 1. 서 론

제주분지는 동중국해 분지(Desheng, 1984; Fig. 1)의 북부지역에 위치하며 이에 대한 선행연구가 진행되

었고, 다수의 시추공자료와 탄성과 자료를 이용한 연구가 진행되었다(KIGAM, 1991; KIGAM, 1994). 도미분지는 국내 대륙붕 6-2광구에 위치하며 5광구, 6-1광구와 연결되는 지역으로 일본 측으로 후쿠에 분지와 이

\*Corresponding author: hylee@kigam.re.kr

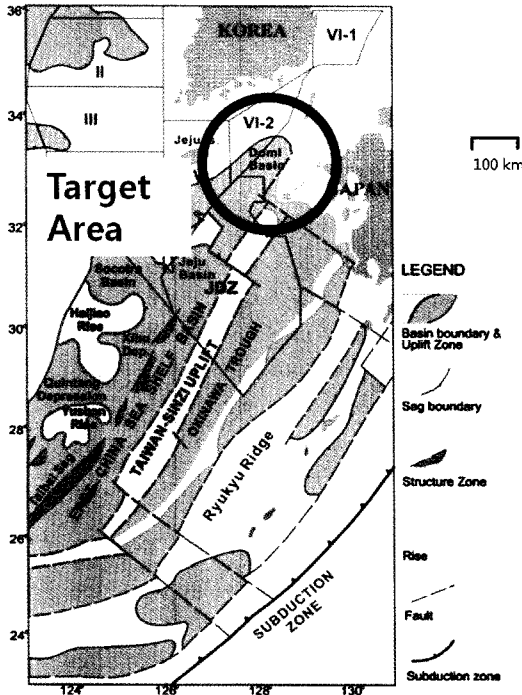


Fig. 1. Geological structure map and target area (Modified from Zhou *et al.*, 1989).

어지고, 고제3기 분지와 동해의 울릉분지, 한반도 육상 동남부를 포함하는 신제3기 분지들의 경계에 위치한다. 따라서 도미분지는 한반도 인근지역의 분지형성 및 발달사를 종합적으로 정립하는 연결고리 역할을 할 수 있다(Kim *et al.*, 2008). 해당지역의 분지형성 및 발달사는 일본과 한국에서 탄성파자료와 일부 시추공 자료의 연대분석, 생층서 분석 등을 통하여 해석되었다(Itoh, 2001, Yun *et al.*, 1999). 그러나 탄성파자료의 경우 취득자료가 각 기관에 산개되어 있어 관련자료들을 종합적으로 분석하기 어려운 실정이다. 또한 탄성파 자료의 객관적인 검증에 필요한 시추공 자료 분석의 경우 도미분지의 분석결과가 드물어 주로 일본의 분석결과를 간접적으로 참고하는 실정이다. 최근 한국 석유공사와 한국지질자원연구원 등에서 대한민국 영해 퇴적분지에 대한 탄성파 탐사자료의 정보화가 시도되고 있으므로 향후 기존자료의 재처리 및 신규취득 탐사자료의 전산처리 수요가 증대될 것으로 예상되며 도미분지 탄성파자료의 전산처리분야의 연구 역시 실효성이 크다(Son *et al.*, 2008).

도미분지 탄성파 탐사자료의 정보화 과정에서 양질의 탄성파자료를 확보하기 위한 노력이 필요하다. 탄성파 자료는 취득 및 전산처리 과정에서 입력할 적절

한 매개변수의 선정에 따라 그 품질이 좌우된다. 탄성파자료의 취득과정은 현장 환경에 따라 탄성파자료의 품질에 영향을 주며 적절하게 취득하지 못한 자료의 경우 자료보정을 통한 품질향상이 제한적이다. 이에 반해 탄성파자료 전산처리는 기 취득된 자료의 가공을 통하여 탄성파 단면을 도출하므로 매개변수를 적절하게 선택하여 품질을 향상시킬 수 있다. 그리고 추가적인 시추공자료 분석이 가능한 경우 탄성파자료 전산처리의 신뢰성 검증이 가능하고, 시추자료가 부족한 경우 다양한 탄성파 전산처리 방법의 조합을 통하여 생성된 결과들을 비교해 볼 수도 있다. 도미퇴적분지의 중합단면 해석을 위한 전산처리과정에 대한 논의가 일부 보고되고 있으나 인근해역 자료에 대하여 지속적인 연구가 필요하다(Cheong *et al.*, 2008).

본 연구에서는 도미분지 해역에 최적화된 탄성파 탐사자료 전산처리 과정을 모색하고 각 과정의 전산처리 매개변수를 제시하고자 한다. 단계별로 도출된 중합단면을 도시하고 비교하여 새로운 전산처리 모듈의 조합을 검증하였다.

## 2. 광역지질 및 탄성파 자료

한반도 동남부 지역의 신생대 퇴적분지들은 기반암인 백악기 경상누층군을 피복하는 제 3기 및 4기 퇴적층으로 충진되어 있으며, 3기 층을 중심으로 탄화수소 부존 가능성이 개진되고 있다. 이들은 동중국해에 발달한 수 개의 소분지 중 하나이며 동중국해 북동부에 위치하고 한국 대륙붕 5광구와 한일공동개발구역 내 일부에 걸쳐 분포하고 있다. 동중국해에 발달하는 구조(structural elements)들은 동쪽 방향으로 생성시기가 젊어지는 동서분대의 퇴적양상을 보이며 북북동-남남서 방향의 주단층, 북서-남동 방향으로 발달한 횡단단층들(transverse faults)과 이에 연관된 용기부들에 의해 소규모의 함몰대 또는 새그로 나뉘어진다. 분화된 소분지 중 하나인 도미분지는 제주분지와 울릉분지의 경계 지역에 발달한다(Fig. 1). 도미분지와 소라분지의 단층들은 북동-남서 주향으로 발달하며 이와 직교하는 단층들도 일부 존재한다.

동중국해 퇴적분지 중 도미분지를 포함하는 소분지는 침하작용(Fujian Depression; Guochen, 1990)과 타이완-신지 습곡대의 형성(Sibuet *et al.*, 1987)과 함께 생성되었고 마이오세의 국부적인 부정합이 탄성파 자료에서 확인된다. 이들 분지의 열개와 확장 및 퇴적 과정에 대한 연구는 일본측 자료와의 비교분석을 통하여 최근 개념이 재정립되고 있다(Lee *et al.*, 2008).

정확한 분지 발달 시기와 순차층서의 경우 시추공 분석결과에 기초하지만 대한민국 영해 분지의 경우 시추공의 정량적인 수가 적고 도미 시추공과 소라 시추공은 1975년 Shell사에서 시추를 수행하여 디지털화된 자료를 취득하기 어렵다. 시추 정보를 제외한 탄성파 자료만을 통한 지질해석의 경우 정확한 연대와 순차를 가늠하기는 어렵지만 광역적인 분석이 가능하며 적은 비용으로 지질해석이 가능하다. 금번 도미분지 탄성파 자료에 대한 연구의 경우 상대적으로 풍부한 탄성파 자료의 해상도를 제고하여 해석상의 신뢰성을 확보하기 위해 매개변수를 시험하고 정리하였다.

제주 및 도미 퇴적분지를 종합적으로 연구하기 위하여 한국지질자원연구원은 2005년부터 2007년까지 지속적으로 탄성파자료를 취득하였다. 2차원 다중채널 반사법 탄성파탐사는 지질자원연구원의 탐사선 탐해2호를 통하여 수행되었다. 그 중 본 연구에서 시험한 탄성파 탐사자료는 2007년 제주도 동쪽 해역에서 취득된 자료이다. 음원으로 Bolt Airgun을 6기 사용하였고 1,035 in<sup>3</sup>의 용량을 발파하였다. 자료의 기록은 96채널 Nessie-3 수신기를 이용하여 2 ms 간격으로 탄성파를 6 s까지 기록하였다. 기록방식은 SEG-D 8048형식을 채택하였고 IBM 3590 테이프 드라이브에 탐사자료를 기록하였다. 종합적인 탐사자료의 취득변수는 Table 1에 정리하였다. 탐사측선 중 도미분지에서 제주분지로 이어지며 도미시추공과 가까운 07AQ-002 측선을 대상으로 전산처리 매개변수를 도출하였다(Fig. 2). 연구대상 측선은 총 5,250개 음원모음으로 구성되며 수평연장 130 km에 달한다. 탐사 시 현장의 일기 상황이 좋지 않아 전체 측선은 3차례에 걸쳐 탐사되었다. 세

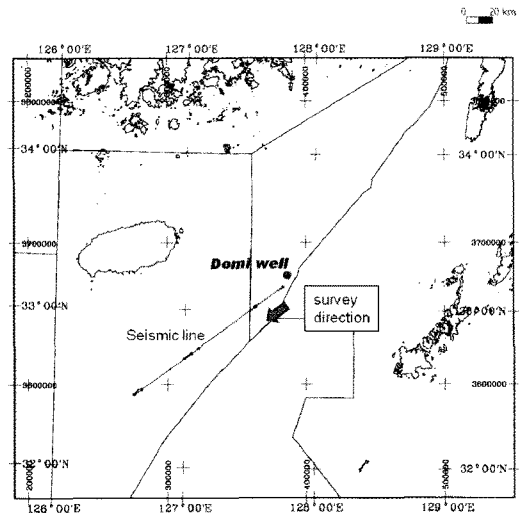


Fig. 2. Survey area and seismic line 07AQ-002 with adjacent well location.

차례의 탐사를 통해 취득된 측선들은 음원모음을 제조합하여 단일 측선으로 변환하고 기본적인 전산처리를 수행하였다.

### 3. 기본 전산처리 및 조중합(Brute Stack) 생성

취득된 자료를 탄성파 해석이 가능한 자료로 작성하기 위한 기본전산처리를 수행하였다. 전산처리 소프트웨어는 Landmark사의 ProMax이며 탄성파 탐사자료의 처리에 보편적으로 이용되고 있다. 전산처리의 첫 단

Table 1. Acquisition work order of 2D multi-channel seismic survey for Domi Basin

General Information		Streamer Parameters	
Client	KIGAM	Type	Nessie 3
Vessel	Tamhae II	Number of streamer	1
Job Number	07AQ	Streamer Length (m)	1,200
Location	South Sea	Number of channels	96
Type of survey	2D	Group Interval (m)	12.5
Total survey amounts (L-km)	1,200	Offset(COS to CNG, m)	50.0
Average line length (km)	92	Streamer Depth (m)	7.0 +/- 1.0
Source Parameters		Recording Parameters	
Type	Bolt Airgun	Type	Triacq
Number of sources	1	Record length (s)	6.0
Volume per source (in <sup>3</sup> )	1,035	Sample rate (ms)	2.0
Source depth (m)	5.0 +/- 1.0	Recording filter: Hi cut, Hz/dB	180/72
Source pressure (psi)	2,000	Recording filter: Hi cut, Hz/dB	3/18
Shot point interval (m)	25.0	Tape format	SEG-D 8048

계로 탄성과 탐사자료와 기록 위치가 일치하는 지점을 결합하기 위하여 해상의 GPS(Global Positioning System) 정보를 입력하였다. 입력된 위치정보와 탄성파기록은 품질관리를 통해 정확한 위치가 되도록 검증하였고 공심점 비닝(binning)과정을 거쳐 기본적인 음원모음을 구성하였다. 지형정보 입력 음원모음 자료는 일부 음원에서 높은 파고로 인하여 스트리머에 기록된 잡음과 전기적인 잡음을 포함하고 있으므로 이를 선별하여 제거하였다. Fig. 3a는 기상악화로 인하여 파고가 증가했을 때 수신기에 기록되는 탄성파신호의 품질이 저하된 음원모음이며 Fig. 3b는 일부 수신기의 탄성파기록을 제거한 결과이다. Fig. 3c는 패리티 에러를 보이는 탄성파 기록으로 패리티 에러는 전기적인 오류에 의하여 특정 채널에 실린 잡음이며 역시 해당채널을 찾아 제거하였다(Fig. 3d). 잡음의 선별은 각 트레이스 진폭 및 주파수 특성의 평균과 표준편차를 계산하고

표준편차의 2배 이상 크게 벗어나는 값을 고르는 방법으로 수행하였다(Table 2). 날씨, 어선 및 탐사선 항로 변경으로 인한 잡음의 경우 주-주파수(main frequency)와 주파수변화(frequency deviation) 특성에서 변화가 크게 나타났다. 전기적인 잡음의 경우 기록신호가 비정상적으로 큰 값을 지니므로 스파이크특성(spikeness) 및 평균 트레이스 에너지를 통하여 잡음이 기록된 채널을 찾았다. 트레이스 편집 외에 초동주시 발체를 통하여 반사파 이전에 도달하는 직접파를 구별하는 과정도 기본 전산처리에 포함되었다. 그리고 탄성파가 심부로 전파되면서 진폭이 감쇠되는 현상을 보정하기 위하여 이득회수를 적용하여 심부 반사파에 대한 가시성을 확보하였다.

기본전산처리를 수행한 탄성파기록을 공심점 위치에 따라 분류하고 이를 상속도로 노멀 무브아웃(Normal move out, NMO) 적용하고 중합한 조중합 단면을 작

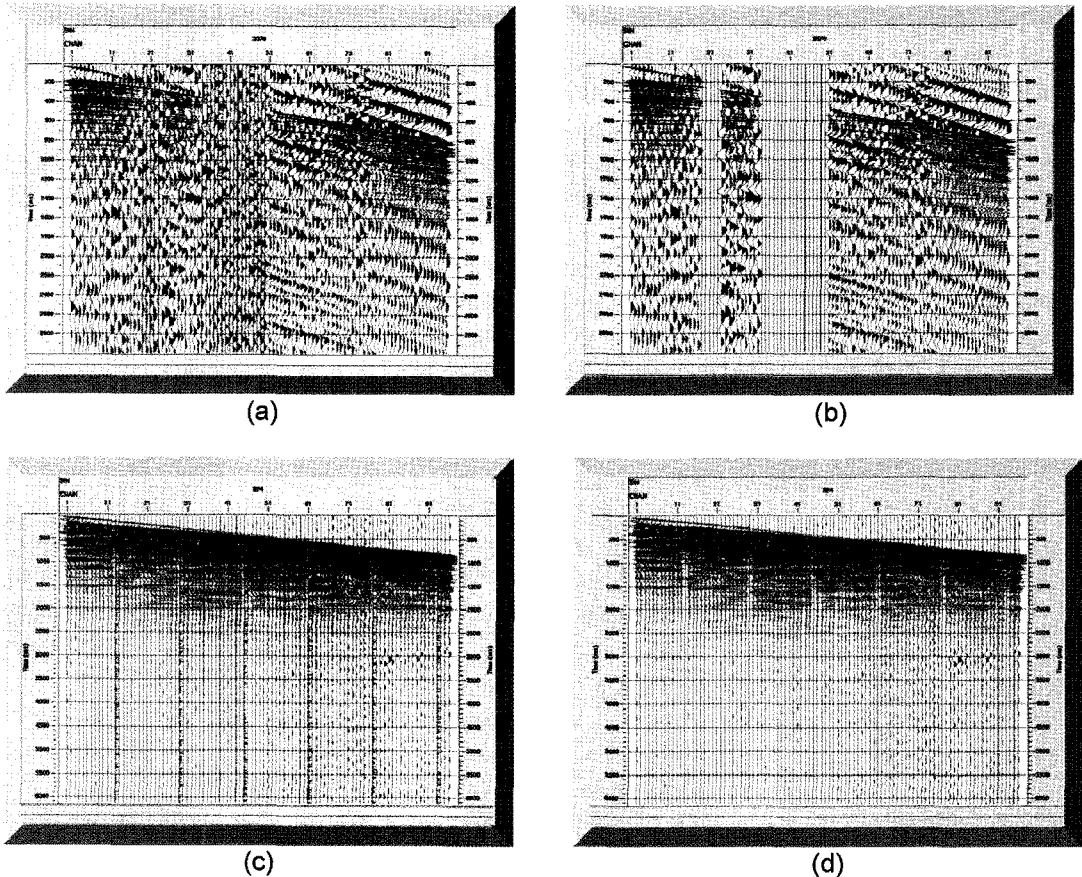


Fig. 3. Example of trace edit process. (a) and (b) shot gather infected by swell noise before and after trace edit, respectively. (c) and (d) shot gather with parity error on specific channels before and after trace edit, respectively.

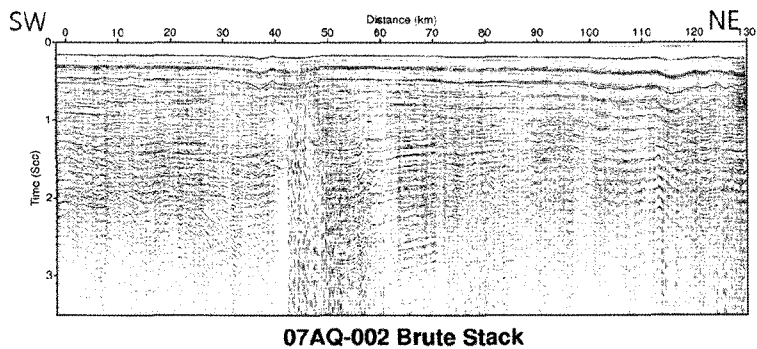
**Table 2.** Trace statistics for some attributes

	Mean	Minimum value	Maximum value	Standard Deviation	Outlier
Amplitude Decay	14.01	-2014.31	70.9677	14.85	X<-20 X>50
-estimated energy decay rate					
FirstBreak Amplitude	0.737	0.0427	13.7934	0.3992	X<0 X>13
-average first break energy					
Frequency Deviation	5.078	1.4673	92.4784	3.8879	X<0 X>80
-statistical frequency deviation					
Frequency Peak	53.8732	2.6882	105.287	10.5275	X<10 X>100
-Dominant frequency of data					
Pre-FirstBreak Amplitude	0.07379	0.002397	2.27134	0.1916	N/A
-Average PRE-first break energy					
Pre-FirstBreak Frequency	36.11	2.75735	122.596	16.8697	N/A
-Average PRE-first break frequency					
Spikes	7.51×10 <sup>28</sup>	1.27704	3.5469×10 <sup>33</sup>	Inf	X>100
-spikeness:MAX/average					
Trace Amplitude	1.88×10 <sup>28</sup>	0.03235	8.9844×10 <sup>31</sup>	Inf	X>10
-average trace energy					

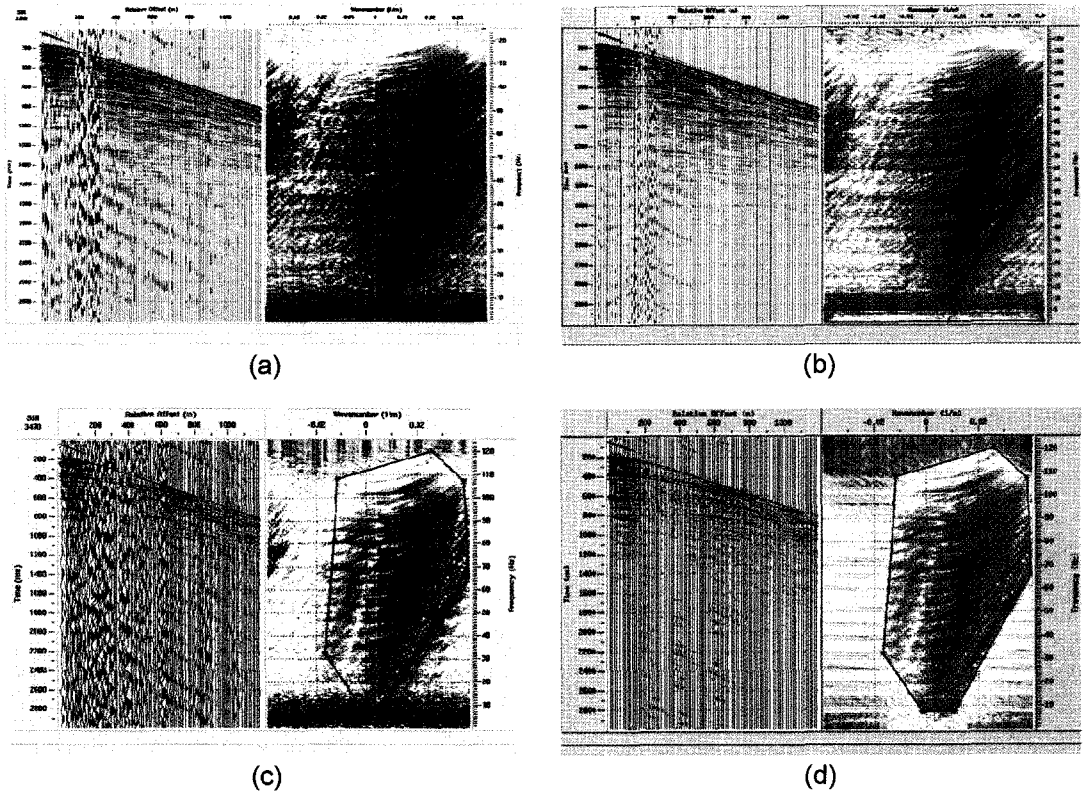
성하였다(Fig. 4). 조중합은 탄성파자료의 원시적인 출력결과물로 전체 탐사지역의 지하매질 속도분포가 일정하다는 가정 하에 작성한다. 탐사측선의 남서측 끝단을 기준으로 수평거리 40~50 km 구간에서 단면품질이 저하된 영역이 존재하는데 해당구간은 기상악화로 인한 잡음이 매우 우세하여 기본전산처리 후에도 제거할 수 없었다. 조중합 단면에서 탄성과 도달 시각 1 s까지 해저면과 해수면에서 반사된 자유해수면 다중반사파가 우선적으로 확인되며 그 하부의 음향기반암 반사신호 역시 반복적인 페그레그 다중반사파와 혼재되어 도면상에 기록되었다. 반사계수가 큰 음향 기반암의 위치는 1.5~2.5 s 정도의 심도임을 관찰할 수 있다. Fig. 4의 조중합 단면은 도미분지의 퇴적층서 해석에 요구되는 품질이 확보되지 않았으며, 반복 기록된 다중반사파를 제거하고 연속성을 향상시킬 필요성이 있다.

#### 4. 추가전산처리 및 일차 속도분석 중합단면 생성

기본전산처리가 끝난 탄성파 기록들을 탄성파 전산처리에 보편적으로 이용되는 셸블런스(semblance, 유사도) 속도분석에 입력하기 전에 잡음을 상당수 포함하고 있으므로 추가 전산처리로 F-K 필터링을 수행하였다. F-K 필터는 반사파와 기울기가 다른 다양한 잡음의 억제에 효과가 있고 저주파 잡음을 제거하는 것이 가능하다. Fig. 5a는 3,300번째 탄성파 음원모음에 저주파 잡음이 포함되어 있는 사례와 해당 탄성파기록의 주파수-과수(F-K)영역 변환결과이다. 주파수-과수 영역에서 저주파 신호들을 사각형 영역으로 선택하고 제거한 결과 그림 5b와 같이 오프셋 200~350 m 수진기 위치의 잡음이 상당히 감소되었다. Fig. 5c는 보다



**Fig. 4.** Brute stack section using NMO velocity of constant velocity of 1,480 m/s.



**Fig. 5.** Example of FK filtering process. (a) and (b) TX-FK display of CDP gather contaminated by noise before and after polygon rejection filter, respectively. Note that low-frequency noise was suppressed. (c) and (d) TX-FK display of CDP gather with severe noise before and after polygon acceptance filter, respectively. Note that noise was significantly reduced and reflections were enhanced.

심한 잡음으로 오염된 3,470번째 음원모음 탄성과 기록으로, 이 경우 반사기록을 주로 포함하는 주파수-과수 영역의 값을 보존하여 Fig. 5d)의 필터링 출력을 얻었다.

추가 전산처리된 탄성과 음원모음을 공심점 모음으로 변환하고 각 공심점 모음의 하부 속도를 샘플링 방식대로 분석하였다(Fig. 6). 전체 축선이 총 21,092 공심점으로 구성되어 있고 그 중 320개 공심점마다 속도분석을 진행하여 2 km 간격으로 중합속도를 도출하였다. 속도분석의 일차적인 목적은 공심점마다 존재하는 반사파 기록들의 오프셋 시간지연을 적절히 보정하는 중합속도를 도출하는 것이다. Fig. 7a)는 일차 속도 분석에서 계산된 중합속도로 NMO를 적용하고 공심점 탄성과 기록들을 중합한 결과이다. 조중합에 비하여 탄성과 도달시간 1.2~2.5 s 사이의 기반암으로부터 반사된 탄성과 신호(AB)가 선명하게 부각되었다(Fig. 7b). 관련연구에서는 도미분지 중심부의 탄성과 음향기반암 심도가 2.5 s로 해석되었다(KIGAM, 1994, Kim *et*

*al.*, 2008). 음향기반암 상부로 주요한 반사신호를 R1, R2, R3, SB(Sea Bottom)으로 선정하였다(Fig. 7b). R3는 1.2 s 심도 내외의 예오세 이전 시기에 분지를 충전하는 층서의 상부 경계면으로 가정하였다. R2는 울리고세 상부와 마이오세의 경계면, R1은 마이오세의 상부로 추정된다. R1과 SB 사이의 층서는 해저면과 평행한 방향으로 발달한 제4기 층과 플라이오세 퇴적 층서로 생각된다. 중합단면에서 주요한 퇴적 이벤트가 확인되지만 진존하는 다중반사파들의 제거를 통하여 해석 신뢰도를 제고할 필요가 있다.

## 5. HVA 및 SRWEMR 적용 중합단면

중합단면에서 다중반사파를 억제하고 퇴적층서의 특성을 부각하기 위해 HVA와 SRWEMR을 적용하였다. HVA는 퇴적층서를 구분하는 속도분석이므로 탄성과자료의 해석결과를 필요로 한다. 앞에서 도출된 중합단면

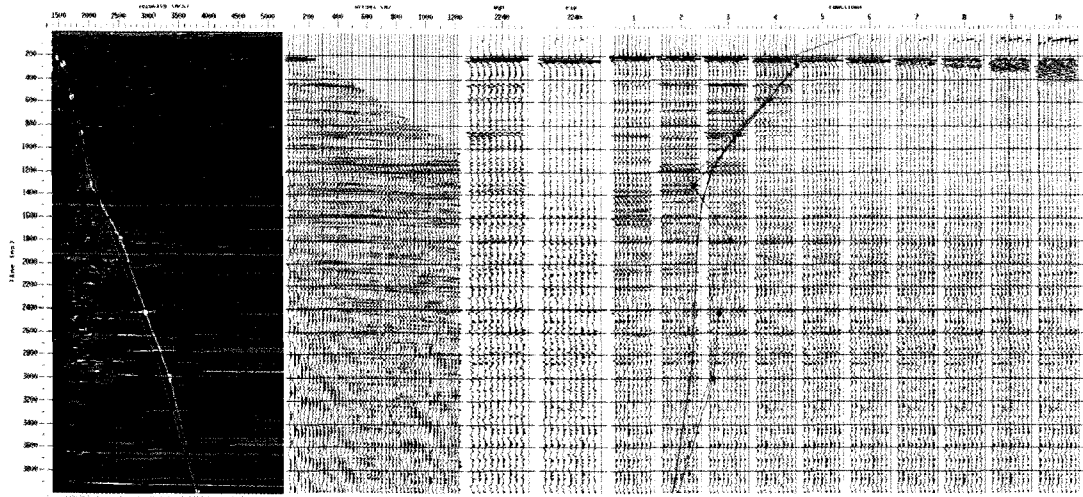


Fig. 6. Example of semblance velocity analysis of sample CDP gather.

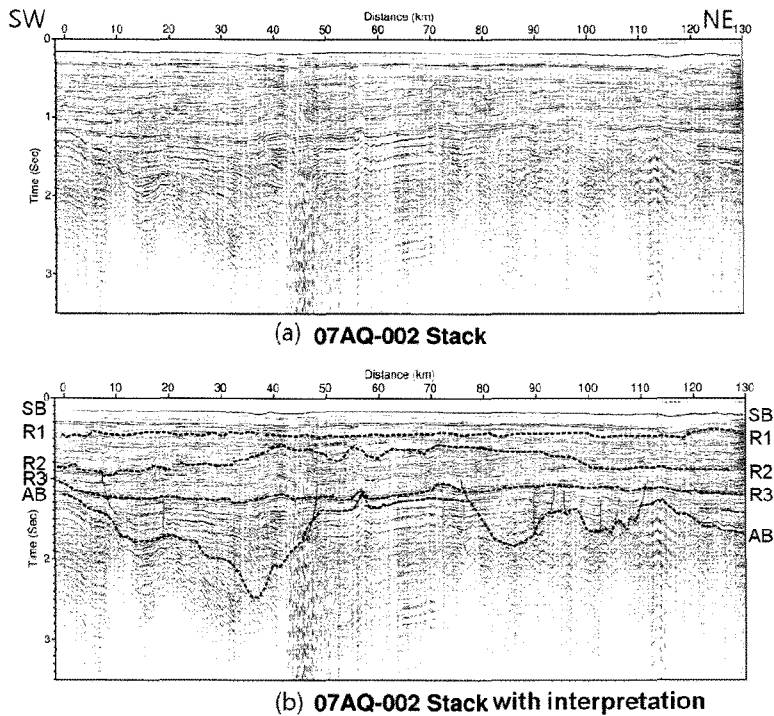


Fig. 7. Stacked section using RMS velocities picked in semblance plot. (a) Section without interpretation, (b) section with interpretation overlaying 5 boundaries (SB- Sea Bottom, R1- First Reflector, R2- Second Reflector, R3- Third Reflector, AB- Acoustic Boundary).

에서 개략적인 층서 경계(SB, R1, R2, R3, AB; Fig. 7b)를 구분하였고 이를 참고로 탄성과 기록에서 주요 반사신호를 발췌하여 해석결과로 이용하였다. Fig. 8a는 탄

성과 중합단면 중 일부를 단순채널기록(Wiggle trace)으로 도시한 자료이고 Fig. 8b와 8c는 각각 중합단면에서 기반암과 상부와 마이오세 하부 경계면으로 해석된 탄성

파기록을 발췌한 사례이다. 공심점 18,000 ~20,000 사이에서 음향기반암은 1.4~1.8 s 시각에서 나타났으며 마이오세 하부 경계면 심도는 0.8~1.0 s로 해석되었다.

발췌된 탄성과 신호를 HVA에 입력하여 각 층서의 반사신호 중합에 적합한 속도를 도출하였다(Fig. 9). HVA분석패널에서 수평축은 공심점, 수직축은 중합속

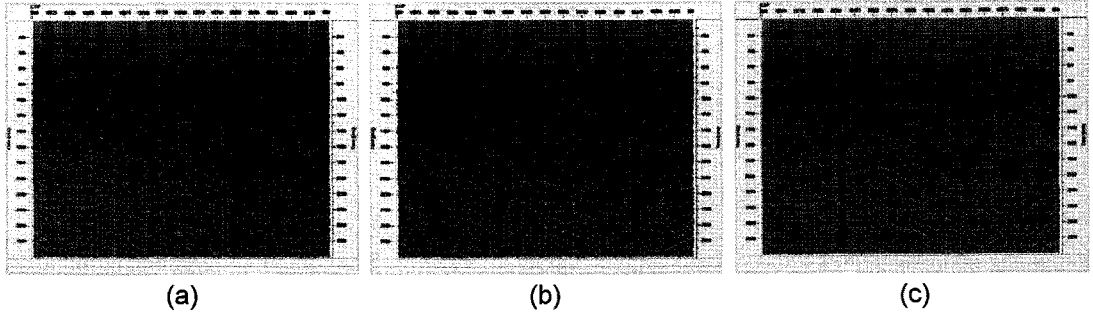


Fig. 8. Example of horizon picking process. (a) Part of stack section, (b) acoustic basement picked on (a), (c) acoustic basement and top of Miocene sediments picked on (a).

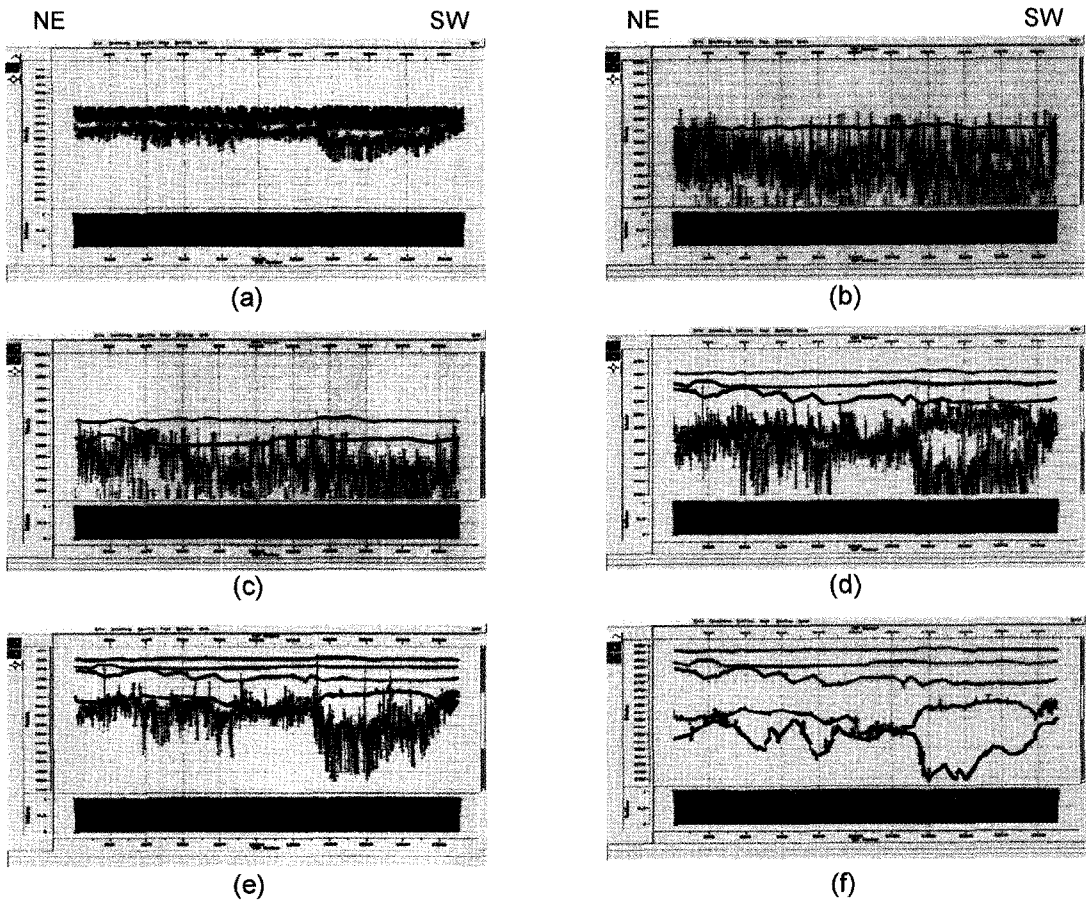


Fig. 9. Example of Horizon Velocity Analysis with lower panel of semblance value. (a) Initial HVA result, (b) smoothing process for horizon SB, (c) smoothing process for horizon R1, (d) smoothing process for horizon R2, (e) smoothing process for horizon R3, (f) smoothing process for horizon AB.



도를 나타내고 하부의 히스토그램은 내부적으로 계산된 유사도 값이다. Fig. 9a는 탄성과층서에 대하여 일차적인 중합속도가 HVA를 통하여 자동으로 계산된 결과이다. Fig. 9b는 반사층 SB에 대한 중합속도이며 해저면의 중합속도가 수평거리에 따라 변화가 크지 않으므로 1,480 m/s 내외에서 평활화(smoothing)하였다. R1, R2, R3, AB에 대하여 순차적으로 중합속도를 평활화하여 각각의 수평층에 해당하는 중합속도 분석을 완료하였다(Fig. 9c~9f). HVA 분석모듈의 경우 중심점이 증가하는 방향으로 계산이 진행되므로 실제 탐사측선의 진행방향과 반대방향으로 도시되었다. HVA방법은 샘플런스 유사도를 이용한 통상의 속도분석과 비교할 때, 층서해석 결과를 고려한 탄성과 중합속도가 손쉽게 계산되는 장점이 있다.

해석된 5개 수평층서와 각 층의 중합속도를 SRWEMR에 입력하여 다중반사파를 제거하였다. SRWEMR은 파동방정식을 이용하여 반복적으로 나타나는 다중반사 이벤트를 제거하여 실제 반사신호만을 남기는 전산처리 모듈이다. SRWEMR 적용결과 다중반사파가 제거되고 실제 반사 이벤트들의 연결성이 향상되었다(Fig. 10~Fig. 12). Fig. 10a는 SRWEMR 적용 전 280, 300, 320, 340번째 탄성과 음원에서 수신기 오프셋에 따라 기록된 탄성과 신호이다. 탄성과 도달시간 200 ms에 기록된 일차반사파의 하부에 다중반사파가 200 ms 간격으로 뚜렷하게 반복되며 나타난다. Fig. 10b는 동일 음원모음 탄성과 기록의 SRWEMR 적용 후 변화양상을 도시한 것으로 Fig. 10a와 비교하였을 때 다중반사파는 억제되고 실제 퇴적층에서 반사

된 탄성과 기록이 선명하다. 음원모음에 SRWEMR을 적용하고 이를 HVA에서 도출된 층서속도로 NMO 및 중합한 단면은 Fig. 11과 같다. 해저면과 해수면에서 반사되어 발생한 일차 다중반사파가 제거되었으며 음향기반암 하부에서 생성된 다중반사파도 일부 억제되었다. 음향기반암은 남서측 경계에서 탄성과 심도 1.2 s에 위치하고 북동방향으로 수평거리 37 km 떨어진 지점까지 깊어져 탄성과 도달시간 2.5 s에 나타난다. 이후 기반암은 북동쪽으로 1.2 s의 부정합면까지 상승 후 최종적으로 1.7 s 심도에서 확인된다. 기반암 지역의 상부에는 3기 층서 중 에오세 이전으로 추정되는 시기의 퇴적분지 충진이 구간별로 활발하고, 지반 용기로 인한 삭박 결과 1.2 s 심도에서 올리고세 부정합면이 분포한다. 반사신호의 연속성 향상과 다중반사파 제거효과를 면밀히 검증하기 위하여 Fig. 11의 사각형 1과 2 영역을 확대하여 Fig. 7의 해당영역과 비교하였다(Fig. 12). 탐사지역 북동쪽 사각형 1 지역의 경우 기존 중합단면에서 400 ms 심도의 플라리오세와 800 ms 심도의 마이오세 퇴적층에 다중반사파가 혼재되어 나타나며(Fig. 12a) 이는 HVA와 SRWEMR 적용 후 다소 억제되었다(Fig. 12b). 탐사지역 중앙부의 사각형 2 영역은 탄성과 도달시간 320 ms와 470 ms에서 다중반사파가 인지되었고(Fig. 12c), 전산처리 적용 후 다중반사파가 억제되어 탄성과 상(seismic facies)이 일정한 R1-R2 층과 R2-R3 층의 구분이 용이하다(Fig. 12d). 조중합단면과 비교하여 기본전산처리 및 추가전산처리를 수행한 중합단면은 순차적으로 해상도가 제고되었고 해석 편의성이 증대되었다.

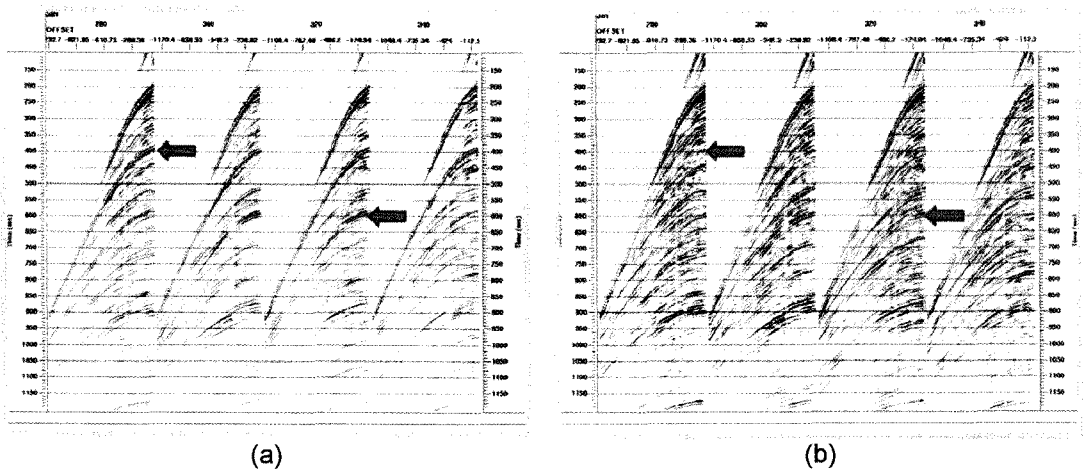


Fig. 10. Effects of SRWEMR. (a) and (b) Shot gather 280, 300, 320 and 340 with 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> order seafloor multiples indicated by arrows before and after application of SRWEMR. Note multiples were effectively eliminated.

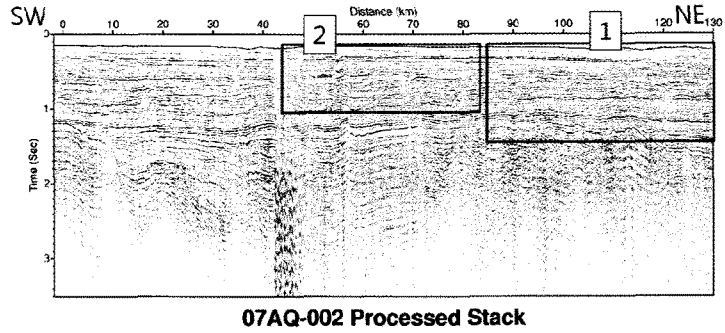


Fig. 11. Stack section after HVA and SRWEMR. Rectangle 1 and 2 indicate portion of section selected to illustrate effect of HVA and SRWEMR in Fig. 12.

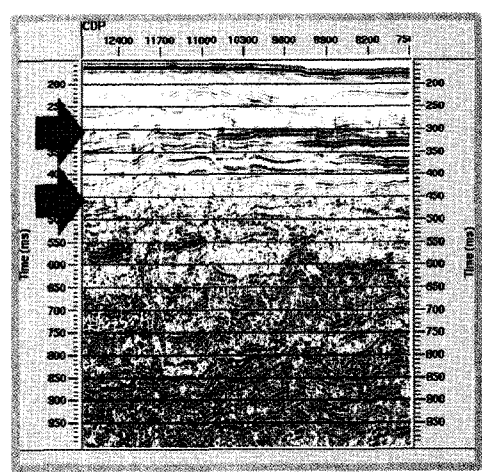
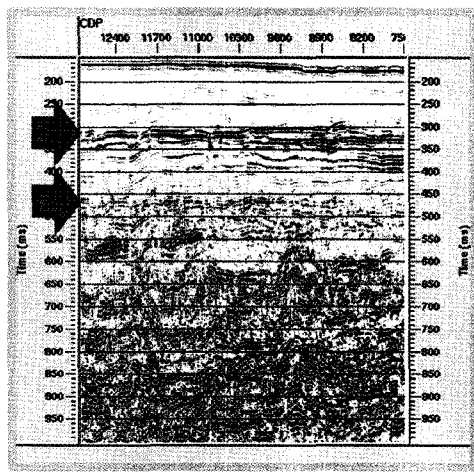
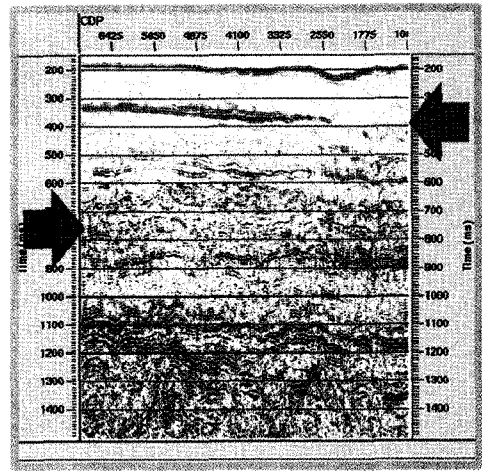
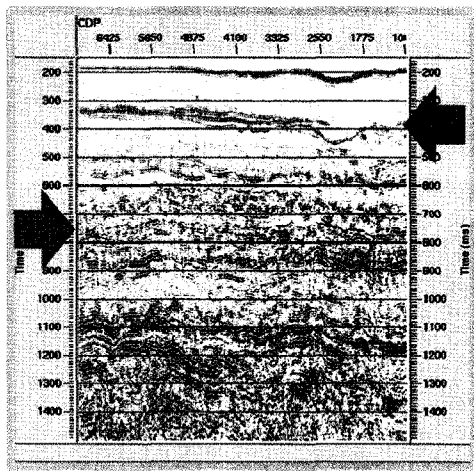


Fig. 12. Enlarged portions of stack section showing effect of HVA and SRWEMR. (a) and (b) Portion of stack(rectangle 1 on Fig. 11) before and after HVA and SRWEMR respectively. Note that suppressed multiples indicated by arrows. (c) and (d) Portion of stack(rectangle 2 on Fig. 11) before and after HVA and SRWEMR respectively.

## 6. 결 론

도미분지의 퇴적층 발달양상을 규명하기에 적합한 탄성과 자료 전산처리 매개변수를 도출하였고 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 중합단면 상에서 탄성과 도달시간 0.5 s 이내의 플라이오세-플라이스토세 천부 퇴적층서는 다중반사파 제거 후 해지면과 평행하게 잘 발달된 층리를 보였다. 탄성과 도달시간 0.5~0.8 s 구간의 퇴적층서는 구간에 따라 두께가 변하였고 일부 구간의 경우 다중반사파를 제거하여 혼탁한 퇴적상이 확인되었다. 제 3기 층의 퇴적분지 충전영역은 부정합면 하부에서 경사가 급한 양상을 나타냈다. 음향기반암의 경우 심부의 다중반사파 및 자료취득시의 잡음으로 인하여 품질이 저하되었으며 전산처리 후 산발적으로 연속성이 향상된 구간이 분포하였다. 기반암 및 심부 지질구조의 해석을 목표로 하는 경우 추가적인 전산처리가 요구된다.

도미분지가 제주분지 방향으로 연장되는 퇴적층서의 분지를 영상화하기 위한 전산처리는 섀블런스 유사도 속도분석 외에 HVA와 SRWEMR이 조합되는 경우 효과적이라고 판단된다. 연구결과 도출된 전산처리 흐름을 통하여 인접 지역의 전산처리에 응용이 가능할 것으로 기대되며 광역적인 남해 퇴적분지 탄성파자료의 전산처리에 유용할 것이다.

## 사 사

본 연구는 지식경제부의 “한반도 주변해역 석유가스 자원 탐사 연구” 사업의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

Cheong, S., Kim, W., Koo, H., Yoo, D., Lee, H. and Park, K.P. (2008) Optimal determination of marine seismic data processing parameter for Domi-Sediment Basin,

- Geophysics and Geophysical Exploration, v.11, p.279-285.
- Desheng, L. (1984) Geologic evolution of petroliferous basin on continental shelf of China, AAPG Bulletin, v.68, p.993-1003.
- Guochen, W. (1990) Prospective petroliferous areas in the East China Sea Basin, Journal of Petroleum Geology, v.13, p.71-78.
- Itoh, Y. (2001) A Miocene pull-apart deformation zone at the western margin of the Japan Sea back-arc basin: implications for the back-arc opening model, Tectonophysics, v.334, p.235-244.
- KIGAM (1991) Report of assessment for prospect area of shelf basin, Korea, Annual report supported by KNOC.
- KIGAM (1994) Petroleum resources assessment of the Cheju Basin, Report supported by KNOC.
- Kim, E.J., Oh J.Y., Chang, T.W., Yun, H.E. and Yu, I.C. (2008) Seismic Stratigraphy and Structural Evolution in Domi Basin, South Sea of Korea, The Korean Journal of Petroleum Geology, v.14, p.53-62.
- Lee, S.D., Oh, J.Y., Park, M.H. and Chang T.W. (2008) Interpretation of seismic profiles in the Sora and North Sora subbasins, South Sea of Korea, The Korean Journal of Petroleum Geology, v.14, p.63-73.
- Sibuet, J., Letouzey, J., Barbier, F., Charvet, J., Foucher, J., Hilde, T., Kimura, M., Chiao, L., Marsset, B., Muller, C. and Stephan, J. (1987) Backarc extension in the Okinawa Trough, Jopurnal of Geophysical Research, v.92, n.B13, p.14041-14063.
- Son, B.K., Oh, J.H., Park, Y.S., Ryu, B.J., Kwon, Y.I., Jang, S.H., Kim, H.J., Chun, J.H., Shin, Y.J. and Kim, Y.W. (2008) Integrated DB system of continental shelf exploration, Report of KIGAM, p.88-130.
- Yun H.S., Lee, S.S., Kim, J.H., Byun, S.B., Kim, G.H. and Park, D.B. (1999) Biostratigraphy and Paleo environment of the Cheju Sedimentary Basin - Based on materials from exploration wells, Geobuk-1 and Okdom-1, Journal of the Paleontological society of Korea, v.15, p.43-93.
- Zhou, Z., Zhao, J. and Yin, P. (1989) Characteristics and tectonic evolution of the East China Sea. In: Zhu, X. (ed.) Chinese sedimentary basins, Elsevier, New York, U.S.A., p.165-179.