

## 갯벌 지역에서의 탄성과 탐사: 민어포 조간대 지역의 사례

주형태<sup>1)</sup>, 김한준<sup>1)</sup>, 이광훈<sup>2)</sup>, 최동림<sup>1)</sup>, 김민지<sup>3)</sup>, 조현무<sup>4)</sup>

1) 한국해양연구원 환경기후연구본부, 2) 군산대학교 해양학과, 3) 전남대학교 해양학과,  
4) 서울대학교 지구환경과학부

### Seismic reflection survey in a tidal flat: A case study for the Mineopo area

Hyeong-Tae Jou<sup>1)</sup>, Han-Joon Kim<sup>1)</sup>, Gwang-Hoon Lee<sup>2)</sup>, Dong-Lim Choi<sup>1)</sup>, Min-Ji Kim<sup>3)</sup> and  
Hyun-Moo Cho<sup>4)</sup>

1) Korea Ocean Research and Development Institute, 2) Kusan National University,  
3) Chonnam National University, 4) Seoul National University

**요약:** 서해안 민어포 조간대 지역에서 해수면 변동과 연관된 갯벌의 퇴적구조를 파악하기 위해 고해상 천부 육상 탄성과탐사를 실시하였다. 음원으로는 5 kg 무게의 망치를 사용하였으며, 48채널의 100 Hz 지오폰을 이용하여 서로 수직한 두 축선에 대하여 1 m 간격으로 총 795 m shot의 자료를 획득하였다. 갯벌 표면이 물에 의해 포화된 상태를 이루고 있어 강성률이 매우 낮아 ground roll의 발생이 억제되었으며 기록되는 반사신호의 속도가 1500 m/s 이상이므로 일반적인 육상 천부탄성과 탐사시에 기록되는 저속도의 잡음과 분리하기가 쉽다. 그 결과 자료의 신호대 잡음비가 상당히 높고 해상도가 우수한 탄성과 단면을 얻을 수 있었다. 중합단면을 해석해 보면 조사지역의 음향기반암 상부의 퇴적층은 5 개의 층서로 나뉘어 진다. 해수면 상승에 의한 점진적 퇴적상이 전체 조사 구간에 걸쳐 우세하게 나타나고 있지만, 퇴적층 내에서 해수면 하강에 따른 침식도 관찰된다.

**주요어:** 천부 탄성과탐사, 탄성과 반사법, 조간대

**Abstract:** A shallow high-resolution seismic reflection survey was carried out at the Mineopo tidal flat on the western coast of Korea. The purpose of the survey was to investigate shallow sedimentary structure of the tidal flat associated with the recent sea level change. A total of 795 shots were generated at 1 m interval from a 5-kg hammer source and recorded on 48 channels of 100 Hz geophones along two mutually perpendicular profiles. The water-saturated ground condition resulted in suppressed ground rolls by significantly decreasing rigidity. In addition, seismic velocities over 1500 m/s provided easy segregation of reflected arrivals from lower velocity noise. As a consequence, seismic sections were created that are high in resolution and signal to noise ratio as well. The stack sections show that the tidal flat consists of 5 sedimentary sequences above acoustic basement. Although deposition is largely characterized by the transgressive sedimentary facies resulting from sea level rise, erosional surfaces are well-resolved within the sequences.

**Keywords:** near-surface seismic survey, seismic reflection method, tidal flat

## 1. 서론

조간대는 만조선과 간조선 사이에 있는 완만한 대지로서 조석작용에 의한 퇴적작용이 활발한 연안 환경이다. 조간대는 해파 에너지가 낮고 퇴적물의 공급이 풍부한 중조차 및 대조차 지역에서 잘 발달한다 (Hayes, 1975). 우리나라 서해안에 발달한 조간대 퇴적층은 홀로세 (Holocene) 해수면 상승과 더불어 지질학적으로 비교적 짧은 기간동안 조수의 영향하에 형성되었으며, 그 하부에 홀로세이전 (pre-Holocene) 퇴적층을 부정합으로 덮고 있다. 지난 18,000년에서 15,000년 전의 마지막 빙하기 동안 동지나해, 중국 동해안 및 한반도 대륙붕의 해수면은 현 해수면 아래 약 150 m에 있었으며, 그 후 해수면은 빠르게 상승하였으나 약 7,000년전 이후부터는 느리게 상승하였다 (Zhao et al., 1985). 이와 같은 해수면 변동은 한국 서해안에 발달한 조간대의 형성과정에 큰 영향을 미쳤으며, 층서해석에 있어 중요한 의미를 가진다.

서해안 조간대 퇴적층에 대해서는 조간대 퇴적물의 조직과 퇴적구조를 조사하여 퇴적상을 구명하거나 (Lim, 2001; Kim et al., 1999; Shin, 1998), 현세 조간대 퇴적층의 층서적 해석 (Frey et al., 1989) 등 수 많은 연구가 있으나 시추자료의 지질학적 분석을 이용한 방법이 대부분이며, 지리적 제약으로 단채널 음파 탐사 등의 지구물리조사를 기초로 하는 연구는 매우 제한되어 있다 (김여상과 박수철, 1992).

조간대 퇴적구조를 해수면 변동과 관련하여 층서적으로 분석하기 위해서는 고해상 탄성과 지질단면이 필수적이다. 하지만 조간대처럼 해안선에 인접해 있는 지역은 수심이 매우 얕아서 조사선을 이용하여 해상 탄성과탐사를 수행하기 어려우며, 특히 조간대 퇴적상이 시작되는 육지와 가까운 부분의 탐사자료의 획득은 불가능하다. 이 연구의 목적은 지리적 제약으로 해상탄성과 탐사가 어려운 조간대 지역에서 육상 다중채널 탐사를 실시하여 조간대 지층구조를 구명하는 것이다. 조사 대상지역으로 태안반도에 위치한 민어포 갯벌을 선택하여, 두개의 조사축선에 대해 육상 다중채널 탄성과 탐사를 수행하였다.

## 2. 자료획득

조사지역의 개관과 조사축선은 Fig. 1 (a) 와 (b)에 나타내었다. 1 차년도 조사지역인 민어포 갯벌은 서해안의 대표적인 조간대 지역의 하나로서 이원 방조제 건설 전에는 갯벌이 방조제 안쪽의 넓은 지역까지 분포하였다 (Fig. 1 (a)). 해안선에 대체로 수직하게 설정된 A-A' 축선은 조사지역의 퇴적상 변화방향으로 설정하였으며, B-B' 축선은 그에 수직한 검증 축선으로 사용하였다.

탐사에 사용된 장비의 특성 및 탐사 특성변수들은 Table 1에 기재되어 있다. 다중채널 기록장치로 사용된 DAS-1 System은 현재 국내에 약 3-4대가 운용 중에 있는 안정적인 장비이다. 지오폰 (geophone)은 육상 천부 고해상 탐사에 많이 쓰이는 100 Hz 지오폰인 Geospace사의 GS-100을 사용하였다. 이 지오폰을 갯벌 같은 습한 지역에서 사용 가능하도록 설계된 방수 케이스인 Marsh Case PC-901속에 장착시켜 사용하였다.

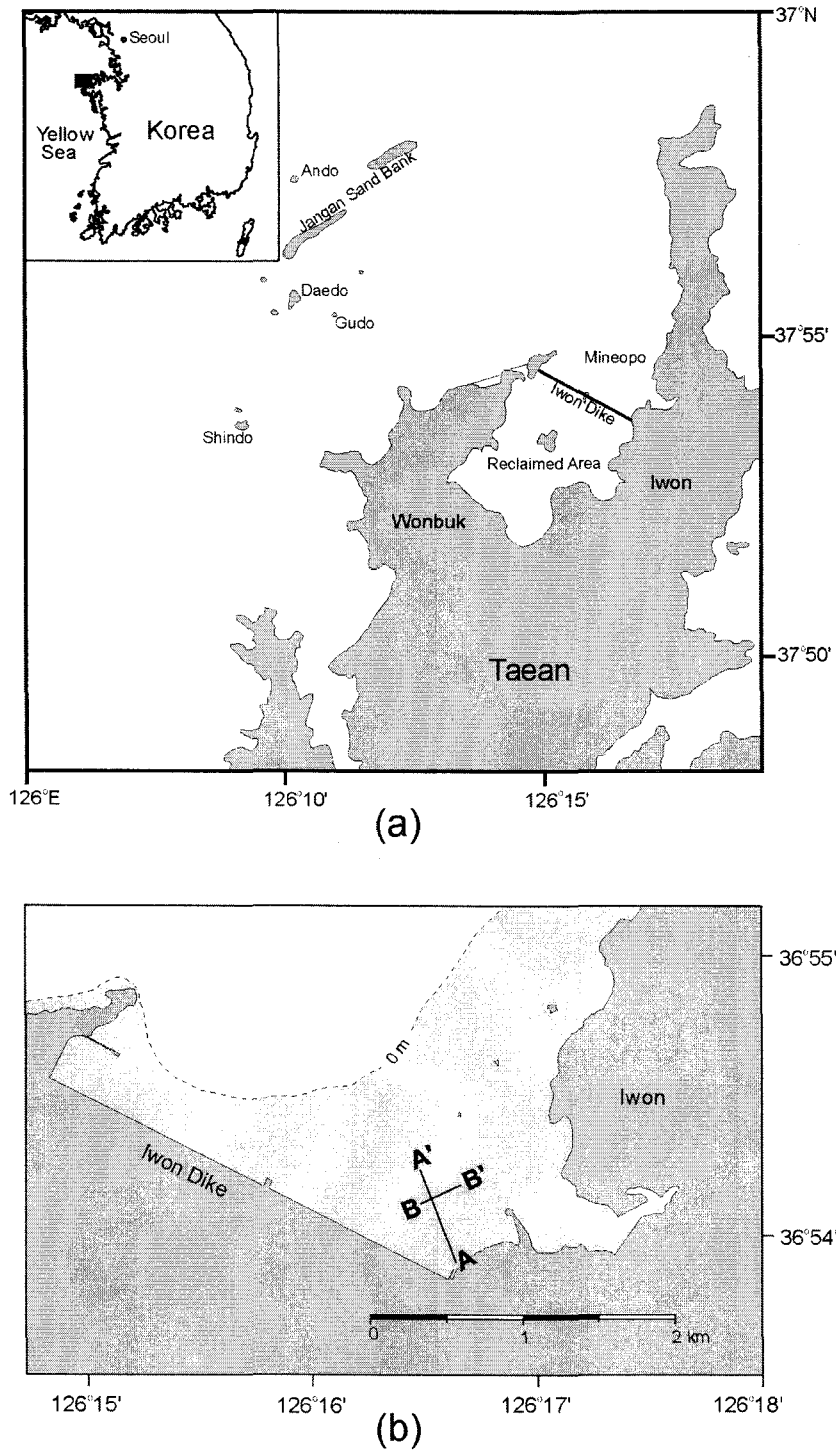


Fig. 1. Location map of (a) the study area and (b) the survey lines.

Table 1. Acquisition parameters in this study.

Energy Source	
5 kg sledge hammer on a metal plate	
Recorder	
DAS-1 system (OYO Co.)	
Receiver	
100 Hz geophone in marsh case	
Survey Layout	
Shooting method	End-on
Vertical stack	2 stacks
Minimum offset	1 m
Shot interval	1 m
Geophone interval	1 m
Number of channels	48

탄성과 음원으로는 약 5 kg의 탐사용 망치 (sledge hammer)를 사용하였다. 이러한 탐사용 망치가 만들어 내는 음원 파형의 중심 주파수는 지표와 탐사용 plate와의 coupling에 따라 다르지만 대략 70-200 Hz가 된다 (Steeple, 1997). 이번 탐사에서는 갯벌의 표면 니질 모래 (muddy sand)에서의 탐사용 plate의 coupling이 좋아 약 200-250 Hz의 중심주파수를 갖는 신호파형이 기록되었다.

Fig. 2에 이번 탐사의 자료 획득 시스템을 개략적으로 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼 지오폰 및 음원의 배열 방식은 음원을 제일 앞에 두고 지오폰을 그 뒤에 배열하는 "End-On Spread" 방식을 사용하였다. 신호대 잡음비를 높이기 위해 한 shot 당 2 번씩 가격 토크 하고 그 기록을 합산하여 사용하였다. 지오폰은 총 72개를 깔아놓고 사용했으며, 48 채널을 기록하였다. Roll-along switch를 사용하여 한번의 layout에서 24 shot의 기록을 얻은 다음 24개의 지오폰을 옮기는 방법으로 탐사가 진행되었다.

DAS-1 등의 탄성과 자료 기록 장비는 물에 약한 전자 장비인 관계로 장비 장착 및 운반 장비로 경운기를 사용하였다. A-A' 축선 방향으로 경운기가 접근 가능하고 축선 상에 장애물이 없는 지점까지 탐사를 진행하였으며, 총 551 shot의 자료를 획득하였다. A-A' 축선상의 발파점 460 m 지점에서 90° 방향으로 검중축선을 설정하였으며, 똑같은 방식의 탐사배열로 총 244 shot의 자료를 획득하였다. 기록 시간은 250 ms로 하여 목적 깊이인 100-200 m까지의 지하구조가 충분히 나타나도록 하였다. 샘플링 간격은 0.125 ms로 하였으며, 이 샘플링은 나이퀴스트 주파수가 4 kHz에 해당되어, 보통의 육상 탄성과 신호의 주파수대역과 비교해 샘플링시 앨리아싱 (aliasing)이 생기지 않는 충분한 값에 해당된다.

### 3. 자료처리

얻어진 탄성과자료는 Colorado 대학교 CWP (Center for Wave Phenomena)에서 개발된 공개프로그램인 SU (Seismic Unix)를 주로 이용하여 처리하였고, 심부탄성과 자료처리용 S/W인 Geovecteur를 보조 프로그램으로 병용하였다. 이번 자료처리는 통상적인 표준 처리과정을 기본적으로 적용하였으며, 천부 육상탐사 및 갯벌지역의 특수성을 고려해 상황에 맞게 처리 변수들을 선정하였다. Table 2에 이번 자료처리 과정을 나타내었으며, 각 과정에 대하여 상술하면 다음과 같다.

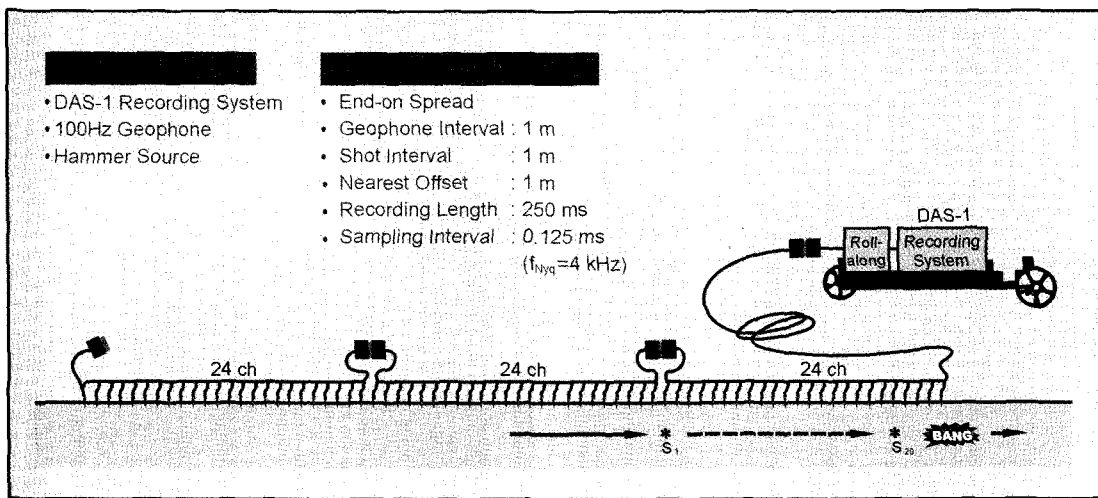
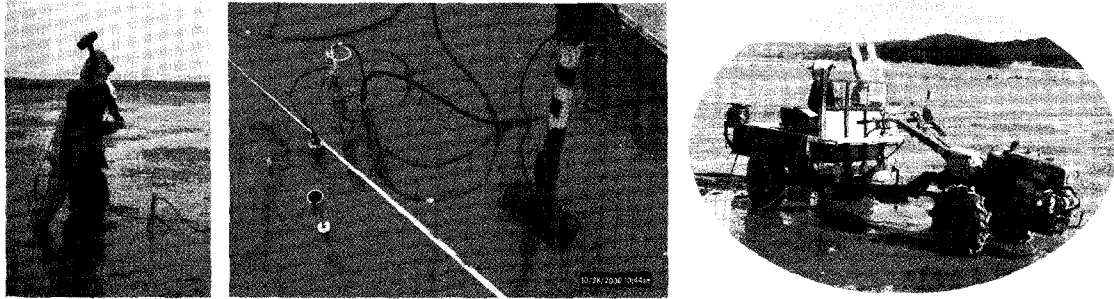


Fig. 2. The schematic diagram showing the layout of the acquisition system. The photos were taken during the survey.

Table 2. Data processing flow.

Data reformat (from SEG-2 to SU-format)
Gain recovery
Geometry and trace edit
Bandpass filtering: 100-120-700-730 Hz
Sorting to CMP Gather
Trace normalization
Velocity analysis
NMO correction with stretch mute
Stack
AGC Scaling

### 1) 발파점 자료

먼저 현장에서 취득된 SEG-2 포맷의 자료를 SU용 포맷으로 변환하였으며, 전파거리에 대한 진폭 감소의 보정을 위해 시간에 따라 선형적으로 증가하는 이득 함수를 적용하였다. Fig. 3a에 대표적인 발파점 하나를 AGC (Automatic Gain Control)를 적용해 나타내었다. 이 기록에서, 반사신호 외에도 육상 탐사시 일반적으로 나타나는 레일리파 및 공기파 (air wave)가 보이고 있으며, 고주파의 무작위 잡음도 나타남을 볼 수 있다. 이러한 잡음의 제거를 위해 모서리 주파수 [100, 120, 700, 730] Hz인 대역주파수필터링을 적용시켰다 (Fig. 3b).

Fig. 3b의 자료에서는 일반적인 육상탄성과 자료와 차이가 나는 몇 가지 특이한 점이 발견된다. 우선 지하 천부 반사신호가 1500 m/s 부근 혹은 그 이상의 속도를 보이고 있다. 이 속도값은 보통의 육상 미고결 풍화대에서의 속도에 비해 상당히 높은데, 이는 조건대에서 노출된 천부의 퇴적층이 물에 의해 포화되고 (saturated) 다져진 (compacted) 상태를 유지하고 있기 때문인 것으로 해석된다. 또 하나의 특징은 망치 혹은 중력추 등에 의한 여타의 기록에 비해 상당히 고주파의 기록을 보이고 있으며, 신호대 잡음비가 상당히 높다는 점이다. 이는 망치의 타격에 의해 발생하는 파의 주파수는 타격철판과 지표와의 coupling에 따라 달라지게 되는데 (Steeple, 1997), 이번 탐사시 갯벌의 표면이 주로 니질 모래 (muddy sand)로 되어 있어 타격철판과의 coupling이 좋았던 데 기인한다. 실제 기록에서의 신호의 중심주파수는 약 200-250 Hz 정도로 육상탐사에서 획득되는 자료의 일반적인 주파수 70-200 Hz (Steeple, 1997; 홍종국외, 1999)보다 상당히 높다고 볼 수 있다. 육상 탐사에서는 일반적으로 공기파와 ground roll에 의한 잡음이 심각한 문제로 발생하며, 이의 제거를 위해 많은 노력을 기울여야 한다. 그러나 이 연구에서는 목적 깊이가 100 m 내외이고, 지하구조가 1500 m/s 이상의 속도를 갖는 퇴적층으로 구성되어 있으므로 이 잡음들의 신호에 대한 간섭이 그리 심각하지 않다. Fig. 3b 에 나타난 바와 같이 ground roll의 영역이 반사신호의 영역밖에 있으며 공기파의 속도 (340 m/s)가 지하에서 올라온 반사파의 속도와 차이가 많이 나는 관계로 큰 잡음으로 작용하지 않는다. 따라서 이번 자료처리에서는 이러한 잡음제거를 위해 f-k filtering 등의 별다른 기법을 적용하지 않았다. 단지 초기채널 1, 2, 3 등은 레일리파의 영향으로 잡음에 비해 천부 반사신호의 진폭이 너무 미약하여 제거하였다.

### 2) 공심점 (CDP: Common Depth Point) 자료 및 전처리

탐사에서 획득된 자료는 발파점 순서로 저장되므로 공심점 중합을 위하여 공심점에 따라 재정렬하여야 한다. 이를 위해서 탐사 배열 정보에 의한 공심점 번호를 각 트레이스에

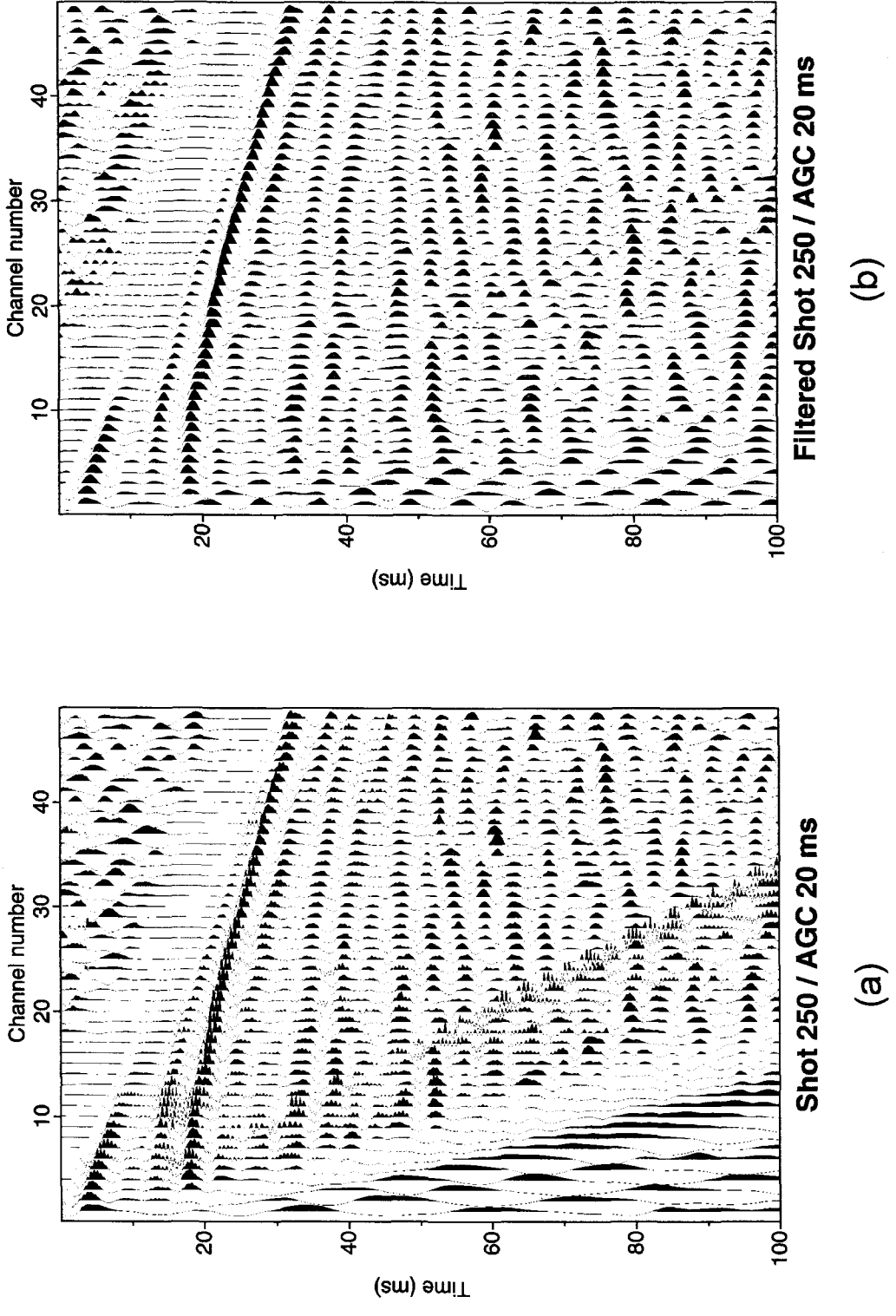


Fig. 3. A shot gather (a) before and (b) after bandpass filtering. Automatic gain control (AGC) was applied.

부여하였다. 이 각 트레이스에 부여된 공심점에 따라 재배열된 공심점 취합자료의 최대 중합도 (fold)는 24가 된다.

통상의 탄성과 탐사에서는 원거리 트레이스 쪽에서 반사신호가 도달하기 이전의 직접파 및 굴절파 그리고 guided wave 등에 의한 산란파 등은 반사신호를 방해하는 잡음으로 작용하므로 (Yilmaz, 1987) 외부 뮤트로 제거하는 것이 보통이다. 적절한 뮤트의 선택을 알아보기 위해 Fig. 4a-4d에 공심점번호 630, 650, 670, 그리고 690의 자료를 직접파 부근의 시간대로 나타내었다. 그림에서 보면, 지표아래 첫 번째 반사면에 의한 쌍곡선 궤적이 공심점번호 630에는 직접파 속에 묻혀 있으나 650, 670, 690 에서는 조금씩 분리되는 것이 보인다. 자료 처리에서 일반적으로 사용되는 외부 뮤트를 적용시킬 경우 이러한 미세한 지층의 변화가 같이 제거될 가능성이 많으므로 이번 자료 처리에서는 외부 뮤트는 수행하지 않았다. 그 대신 NMO (normal moveout) 보정시 먼 채널의 트레이스 이완에 의한 저주파 잡음을 방지하기 위해 이완 뮤트만을 적용시켰다.

또한 이번 탐사에서는 조사지역이 표고의 변화가 아주 작은 조간대 지역이기 때문에 정보정은 수행하지 않았다.

### 3) 속도분석, 중합 및 구조보정

속도분석을 위해 먼저 그 지역을 대표할 수 있는 지하 속도로 NMO 보정, 중합하여 조 중합 (brute stack)을 구하였다. 조중합은 정확한 속도분석을 위한 참고자료로 사용되며, 이러한 조중합 자체만으로도 대략적인 해석이 가능하다. Fig. 5에 1600 m/s의 상속도 (constant velocity)로 NMO 보정시킨 다음 중합하여 얻은 조중합 단면을 나타내었다. 속도분석에 의한 정확한 속도정보를 사용하지 않아 곳곳에 다중반사인 듯이 보이는 신호들이 관찰되고 있으나 전반적인 퇴적구조는 잘 나타나고 있다.

속도분석을 위한 속도 스펙트럼은 rms속도를 1300 m/s 에서 3000 m/s 까지 변화시켜 가면서 semblance 값을 구하여 계산되었다. 속도분석은 25 m의 간격으로 실시하였으며, 속도분석이 이루어진 공심점 사이의 점에서는 인접한 공심점에서의 속도를 보간하여 사용하였다. Fig. 6a, 6b에 속도분석의 한 예로써 공심점번호 700에서의 공심점 자료 및 속도 스펙트럼을 각각 나타내었다. Fig. 6a의 공심점 자료에서의 반사 쌍곡선 궤적을 참조하면서 Fig. 6b의 속도 스펙트럼에서의 중합속도를 선택하였다.

서로 다른 윗셋 (음원-수진기 간격)을 가지고 있는 공심점 자료의 각 트레이스들을 영거리 (zero offset) 자료로 변환시키는 과정이 NMO보정이다. 속도분석에서 구한 rms 속도는 반사이벤트의 윗셋 차이에 의한 주시 쌍곡선을 수평으로 가장 잘 정렬시키는 속도가 되며, 이 속도를 NMO 보정에 이용한다. NMO 보정시 이완뮤트를 적용시켜 원거리 트레이스의 트레이스 이완현상을 방지하였다. NMO 보정 후 영거리 자료로 변환된 공심점 자료를 중합하여 신호대 잡음비가 향상된 중합 단면 (stack section)을 얻었다.

Fig. 7a, 7b에 축선 A-A' 및 B-B'에 대한 최종 중합단면을 각각 나타내었다. Fig. 5의 조 중합의 결과와 비교해보면, 정확한 지하 속도정보에 의해 후기시간대의 반사면이 더욱 뚜렷이 나타나고 있음을 알 수 있다. 축선 Fig. 7a에서 공심점 번호 871번과 Fig. 7b의 공심점 번호 153번이 축선 A-A'와 축선 B-B'가 교차하는 점이다. A-A'의 긴 축선과 B-B'의 짧은 축선상의 교차점에서 두 중합단면의 기록이 매우 정확하게 일치되며, 주위의 기록과도 좋은 일관성을 보여주고 있어 탐사 및 처리시의 위치배열정보가 매우 정확했음을 알 수 있다.



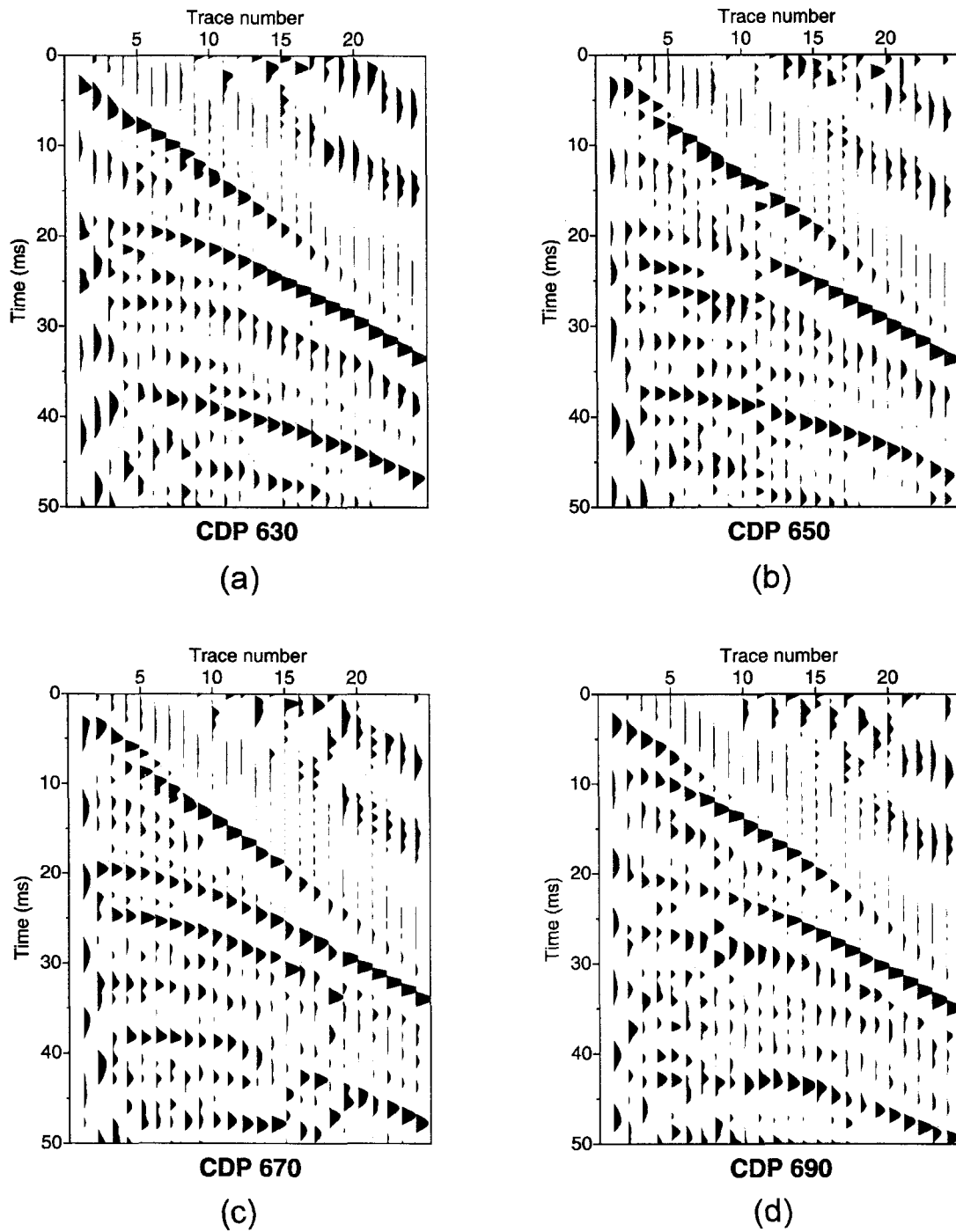


Fig. 4. The CDP gather at CDP no. (a) 630, (b) 650, (c) 670, and (d) 690. Note that first reflected arrivals and direct arrivals are gradually separated as the CDP number increases.

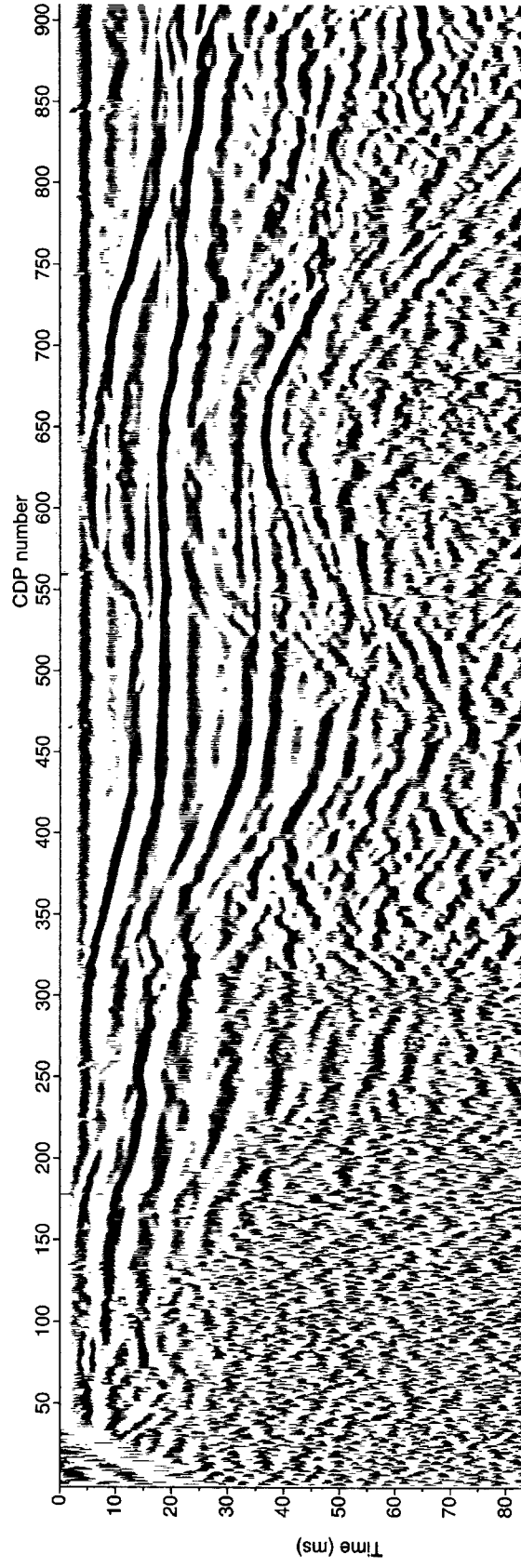


Fig. 5. The brute stack section.

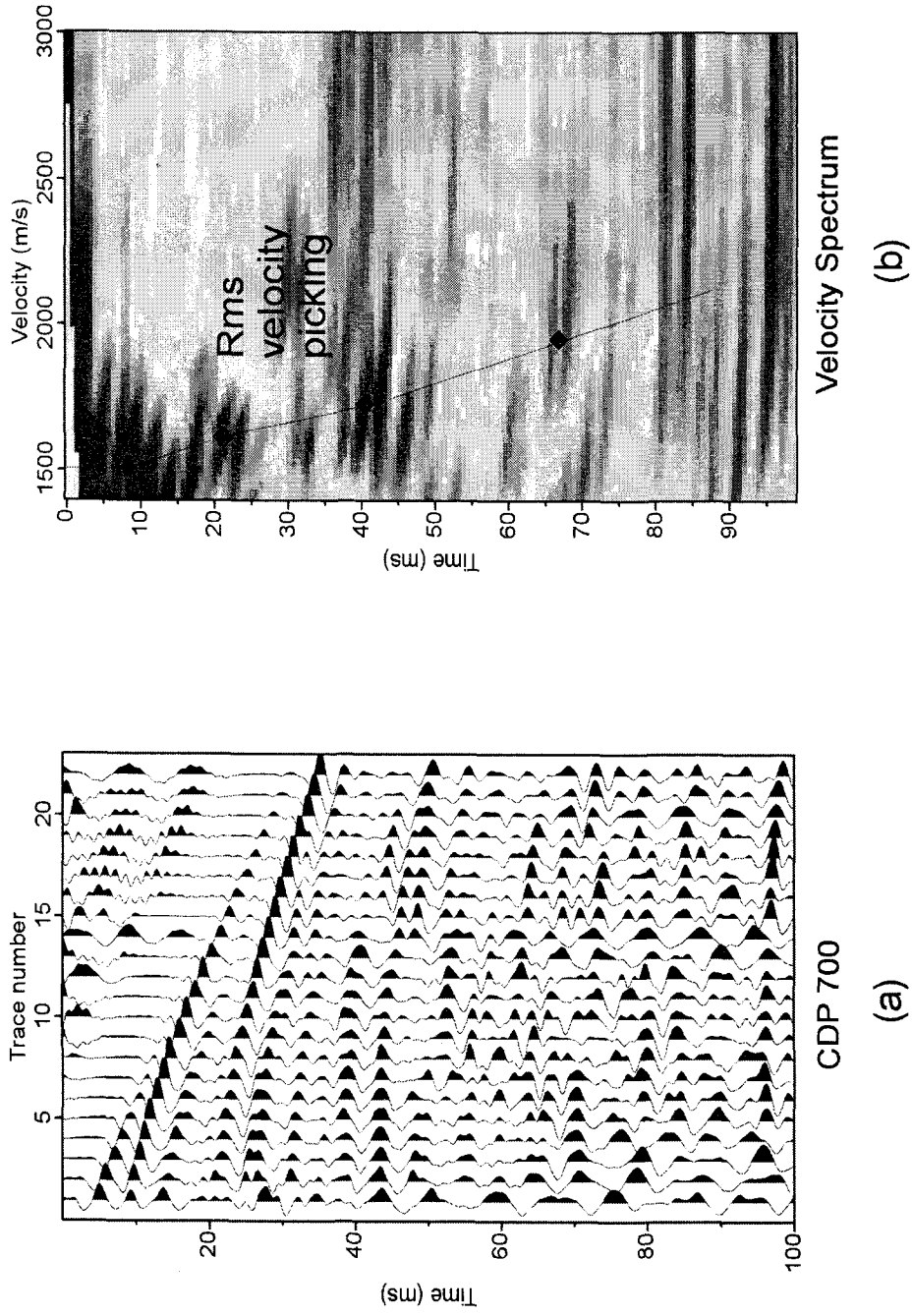
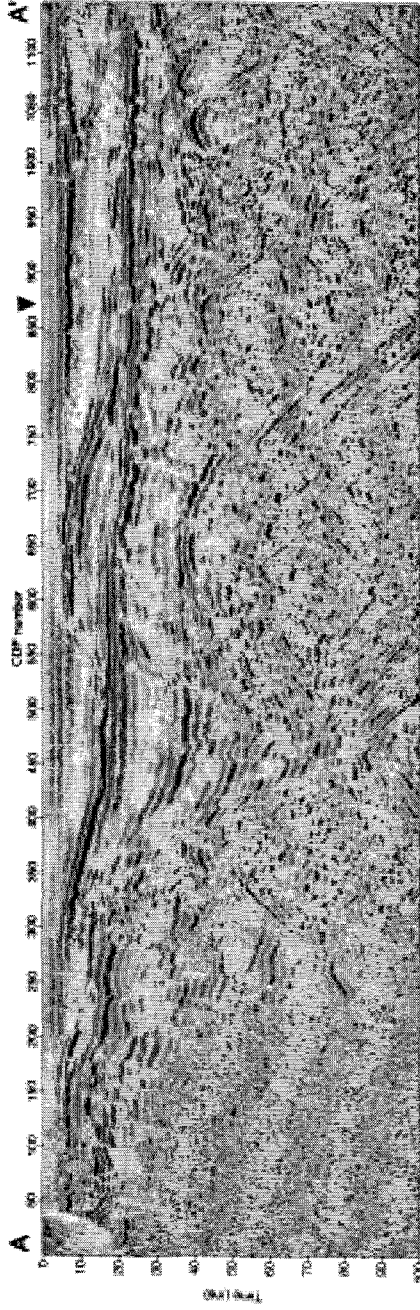
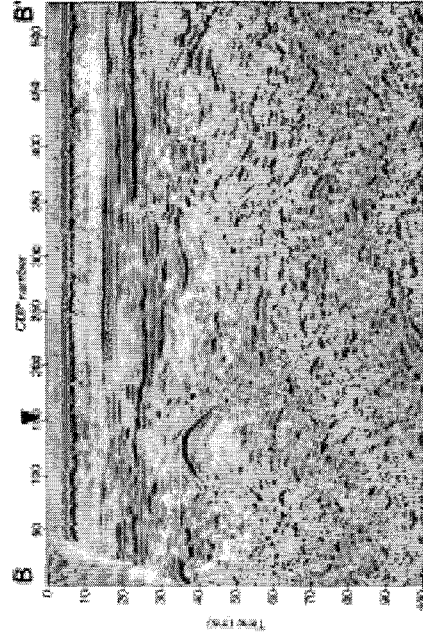


Fig. 6. An example of velocity analysis. (a) CDP gather no. 700 and (b) its velocity spectrum.



(a) Stack Section / Long Line



(b) Stack Section / Cross Line

Fig. 7. Stack sections along (a) line A-A' and (b) line B-B'. The crossing point of two seismic lines is denoted by a solid triangle.

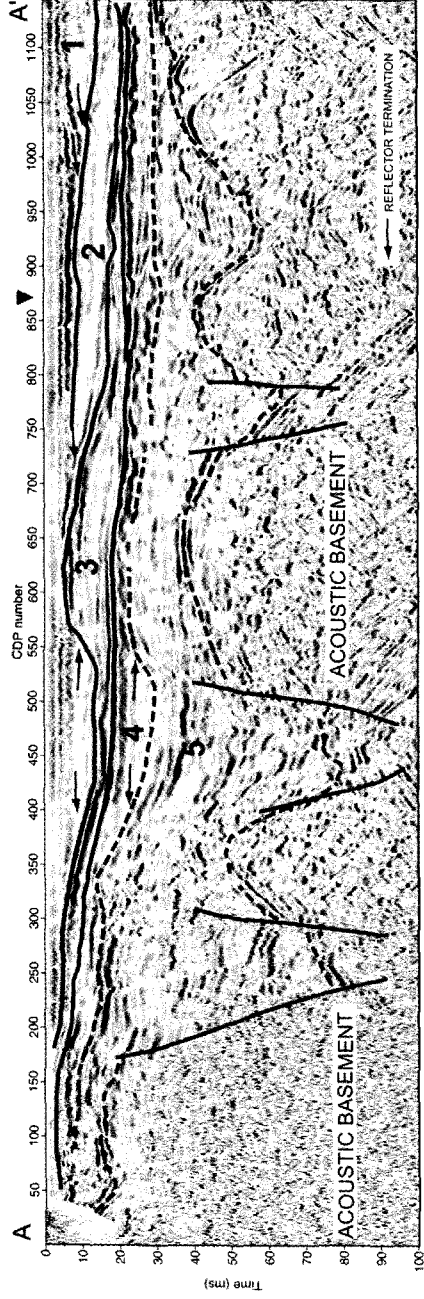
#### 4. 자료해석

측선 A-A' 및 B-B'에 대하여, 중합단면에 대해 실시한 해석단면을 Fig. 8a, b에 각각 나타내었다. 두 개의 탄성과 측선에서 reflector termination을 근거로 하여 음향기반암 (acoustic basement) 위의 퇴적층을 총 5 개의 층 (1-5)으로 구분하였다. Reflector termination은 침식 또는 퇴적이 거의 진행되지 않았던 시기를 나타내는 것으로서 탄성과자료에서 부정합 면을 구분할 수 있는 가장 중요한 증거이다.

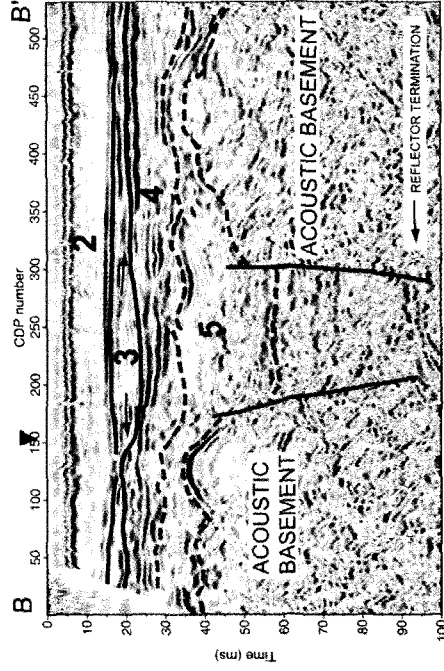
5개의 층이 모두 관찰되는 측선 A-A'의 경우 측선의 북서쪽 끝에서 downlap을 보이며 나타나는 층 1은 마치 바닷쪽에서 퇴적물이 유입되는 것처럼 보인다. 그러나 이것은 측선의 위치로 보아서 방조제가 건설되기 전에 방조제쪽, 즉 측선의 남서쪽 육상에서 유입된 퇴적물이 전진 구축되면서 쌓인 것이나 또는 측선의 북동쪽 육상에서 유입된 퇴적물이 형성한 퇴적체의 끝 부분을 측선이 가로지르기 때문이라고 생각된다. 층 2의 경우 층 3의 상부 경계 면에 발달한 침식 면을 따라서 onlap되면서 쌓인 것으로서 층 3의 상부 침식 면을 형성한 해수면의 하강 이후에 해수면이 상승하면서 점진적으로 퇴적된 것으로 해석된다. 층 3은 측선 B를 보면 층 4의 상부 부정합 면에 onlap되면서 퇴적되어 층 2가 층 3위에 퇴적된 양상과 흡사하다. 즉 해수면 상승과 함께 퇴적된 것으로 해석된다. 그러나 국지적으로 발달한 수로의 방향이 바뀌면서 침식과 퇴적이 반복되어도 비슷한 양상을 보일 수 있을 것이다. 층 4는 측선 A-A'에서 층 5의 상부 침식면에 onlap되면서 쌓인 것으로 보인다. 그러나 층 4가 onlap되는 부분을 제외하면 대체로 층 5의 상부 경계면이 뚜렷하게 나타나지 않는다. 층 5의 탄성과 층은 연속성이 거의 없고 불규칙한 양상을 보이기 때문에 전체적인 해석이 불가능하다.

두 개의 측선 (A-A', B-B')에서 관찰되는 가장 큰 특징은 조간대의 지표면 매우 가까운 곳에서 뚜렷한 침식면이 관찰된다는 것이다. 특히 측선 A-A'에서 층 2와 3의 경계 면은 매우 뚜렷한 침식 면으로서 퇴적층의 속도를 1,500 m/s로 가정하면 지표면으로부터 최대 약 15 m의 깊이에서 나타난다. 기존의 자료에서는 지표면으로부터 가장 먼저 관찰되는 침식 부정합면을 15,000년 전에서 18,000년 전에 있었던 최근의 빙하기 동안에 해수면이 약 120 m이상 하강 (Suk, 1989; Min, 1994) 했을 때 형성된 것이라고 해석하고 있다. 즉 일반적으로 이러한 침식 면 이하의 퇴적층은 홀로세 이전 (pre-Holocene)에 형성된 것이며 침식 면부터 해저 면까지의 퇴적층은 홀로세에 쌓인 것으로 해석된다. 즉, 층 2 와 3의 경계는 우리나라 조간대 환경이 시작된 홀로세 (Holocene) 경계이며, 층 1 과 2는 그 이후에 퇴적된 층으로 여겨진다.

각 층의 퇴적특성을 정밀 분석하기 위해 해석단면 Fig. 8에 표시된 공심점번호 659 지점에서 Vibro-coring을 실시하여 core를 채취하였으며, Fig. 9에 그 절개 사진을 육안 판독 설명과 함께 나타내었다. core 사진을 살펴보면 전반적으로 상부에는 fine sand가 우세하며 하부로 가면서 mud 층이 나타나고 있다. 여기서 특히 하부의 mud 층이 끝나는 480 cm 이후의 깊이부터 soil 층이 나타나고 있는 것이 관찰된다. 이 soil층은 공기 중에 노출되었던 풍화토로 부정합면을 지시하는 대표적인 것으로 이 경계가 홀로세 경계가 됨을 알 수 있다. Table 3에 나타낸 core에 대한 개략적인 퇴적물 특성을 살펴보면, core 깊이 480 cm를 경계로 상부 및 하부의 함수율, bulk density, void ration 등의 값이 매우 차이가 남을 알 수 있어 이 경계가 홀로세이전 해수면 하강시의 침식면이라는 사실을 뒷받침하고 있다.



(a) Stack Section / Long Line



(b) Stack Section / Cross Line

Fig. 8. Stack sections with interpretive line drawings. (a) and (b) the same as for Fig. 7.

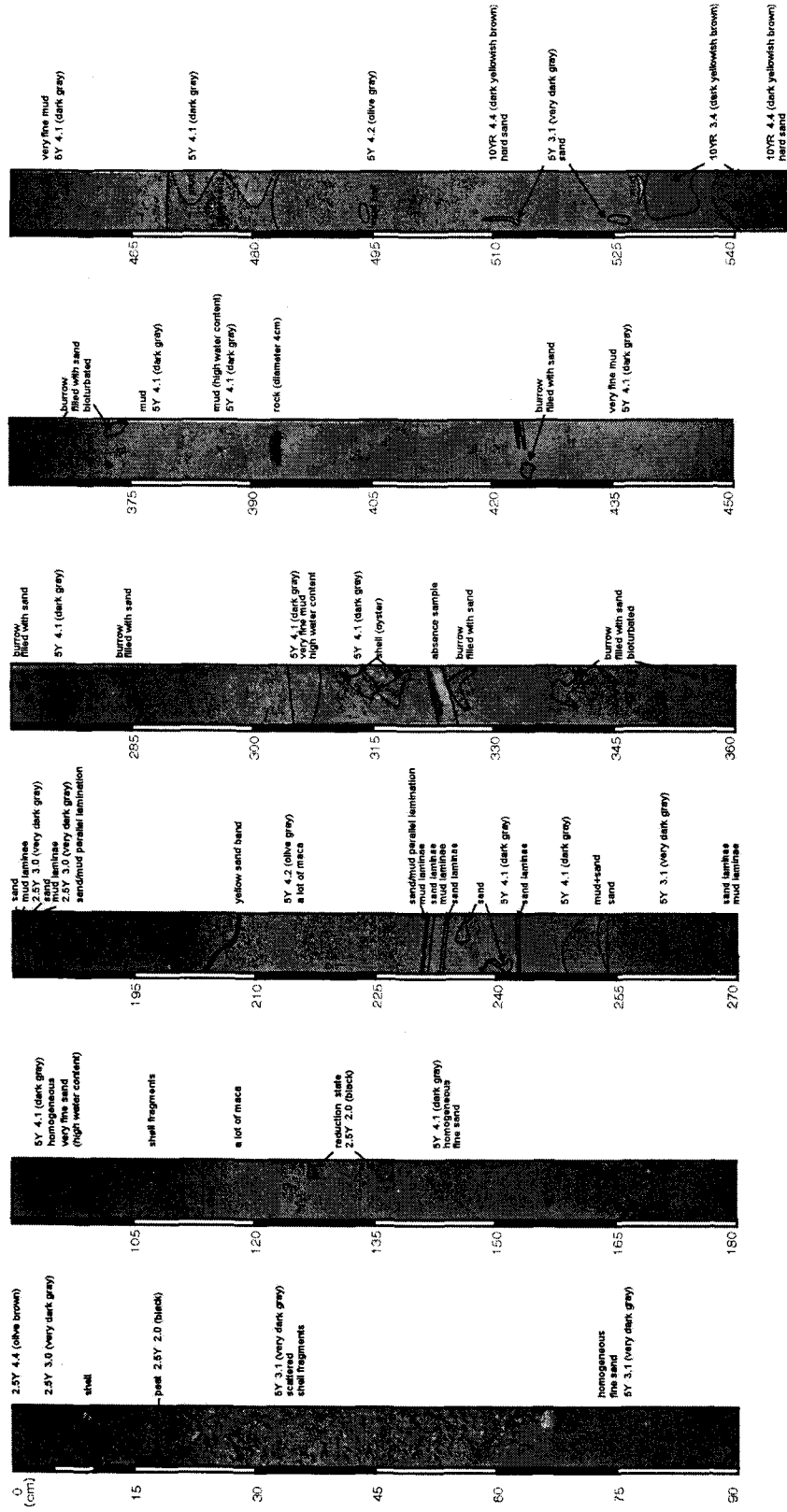


Fig. 9. The photographs and descriptions of the core taken at CDP no. 659 in Fig. 8.

Table 3. Physical properties of the sediment column of the core taken at CDP no. 659 in Fig. 8.

Sample Number	Water Content	Bulk Density	Void Ratio	Porosity	
	$W_{water} / W_{dry} \times 100$	(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
core 2	210cm	27.83	1.96	0.73	42.26
	225cm	29.74	1.93	0.78	43.89
	240cm	59.33	1.66	1.56	60.94
	255cm	31.35	1.91	0.82	45.19
	270cm	34.89	1.87	0.92	47.85
	285cm	47.05	1.75	1.24	55.31
	300cm	56.89	1.68	1.50	59.94
	315cm	41.13	1.80	1.08	51.96
	330cm	26.67	1.98	0.70	41.23
	345cm	36.07	1.86	0.95	48.68
	360cm	43.13	1.79	1.13	53.15
	375cm	42.73	1.79	1.12	52.91
	390cm	41.55	1.80	1.09	52.21
	405cm	40.87	1.81	1.07	51.80
	420cm	41.98	1.80	1.10	52.48
	435cm	43.52	1.78	1.14	53.37
	450cm	42.03	1.80	1.11	52.50
	465cm	41.46	1.80	1.09	52.16
	480cm	18.17	2.12	0.48	32.34
	495cm	16.37	2.15	0.43	30.09
	510cm	18.19	2.12	0.48	32.35
	525cm	15.21	2.18	0.40	28.57
	540cm	18.22	2.12	0.48	32.39
	555cm	17.43	2.13	0.46	31.43

또한 중합단면상에서 coring 지점에서의 층 2와 3의 경계가 왕복주사 7 ms 부근에 나타나고 있는데 퇴적층의 속도를 1500 m/s 로 가정했을 때 깊이 5 m 정도가 되어 core 사진에서의 부정합면 경계 480 cm와 거의 일치하고 있다. 그리고 core 사진에서 공통적으로 나타나고 있는 fine sand 층 아래의 mud 층의 존재는 Holocene 이후에도 이 지역의 조간대 퇴적 환경이 상당히 바뀐 시기가 존재했음을 암시하고 있다.



## 5. 결 론

민어포 조간대 지역에서 긴 축선 및 검증 축선에 대하여 고해상 다중채널 탄성과 탐사를 실시하여, 총 795 shot의 자료를 획득하였으며 퇴적층의 정밀분석을 위해 vibro core를 실시하였다. 획득된 탄성과자료는 갯벌 지역의 탐사환경을 고려하면서 처리하여 중합 단면 및 구조보정 단면을 작성하였다. 구해진 중합단면을 해석하여, 민어포 조간대 지역에 대한 지층 구조를 분석하였다.

조사지역의 퇴적층서는 총 5개로 나누어질 수 있으며, 홀로세 이후 퇴적된 것으로 추정되는 최상부 층서의 구조를 명확하게 정의할 수 있었다. 이 상부층의 경계는 vibro core 분석에 의한 부정합면과 일치하며, 조사구간에서 홀로세 이후 형성된 조간대 퇴적층의 두께는 최대 15m 정도로 나타나고 있다. 조사지역에서는 해수면 상승에 의한 점진적 퇴적상이 전체적으로 우세하게 나타나며, 퇴적층 내에서도 국지적으로 해수면 하강에 따른 침식을 관찰할 수 있다.

자료획득시 탐사 음원으로 사용된 탐사용 망치는 표면과의 coupling이 우수하여 상당히 높은 주파수의 탄성과를 발생시켰다. 조간대의 표면은 물에 포화되어 일반적인 육상 탄성과 탐사시 심각한 잡음으로 작용하는 레일리와 및 공기파의 영향이 상당히 감소하여 신호대 잡음비가 높은 반사신호를 얻을 수 있었다.

## 사 사

이 연구는 한국해양연구원의 기본연구사업인 “황해연안역의 복원을 위한 연구: 인공갯벌 (BSPE 00785-00-1312-2)”의 일환임을 밝혀둔다.

## 참고문헌

- 김여상, 박수철, 1992, 한국 서해안 근흥만의 조간대퇴적층 연구: 층서 및 형성과정, 대한지구과학회지, **13**, 41-52.
- 홍종국, 김기영, 김한준, 1999, 조간대지역에서의 고해상 탄성과 탐사를 위한 파원 특성분석, 지구물리, **2**, 100-110.
- Frey, R. W., Howard, J. D., Han, S. J., and Park, B. K., 1989, Sediments and sedimentary sequences on a modern microtidal flat, Inchon, Korea, *J. Sed. Petrol.*, **59**, 28-44.
- Hayes, M. O., 1975, Morphology of sand accumulating in estuaries, In: *Estuarine Research Vol. 2*, edited by Cronin, L. E., 49-67.
- Kim, Y. H., Lee, H. J., Chun, S.S., Han, S. J., and Chough, S. K., 1999, Holocene transgressive stratigraphy of a microtidal flat in the southeastern yellow sea, Gomso Bay, Korea, *J. Sed. Res.*, **69**, 328-337.
- Lim, D. I., 2001, *Late Quaternary stratigraphy and sedimentology of tidal-flat deposits, western coast of Korea*, Ph.D. Thesis, Seoul National University.
- Min, G. H., 1994, *Seismic stratigraphy and depositional history of Pliocene-Holocene deposits in the southeastern shelf, Korean Peninsula*, Ph.D. thesis, Seoul National University.

Shin, D. H., 1998, *Sedimentary Environments and Holocene Sea-Level Fluctuations in the Garolim Bay Tidal Flats, West Coast of Korea*, Ph.D. Thesis, Inha University.

Steeple, D. W., 1997, *Near surface seismology - A short course*, University of Kansas.

Suk, B. C., 1989, *Quaternary sedimentation processes, structures and sea level changes in the East China Sea, the Yellow Sea and the Korea-Tsushima Strait regions*, Ph.D. thesis, University of Tokyo.

Yilmaz, O., 1987, *Seismic data processing*, Society of Exploration Geophysicist.

Zhao, X., Geng, X., and Zhang, J., 1985, Sea level changes in eastern China during the past 20,000 years. In: *A Collection of Oceanographic Papers from China Vol. 1*, edited by Luo, Y., 94-104.