

보고서 발간 번호

육상 탄성파탐사 기법을 이용한 서해안 현생
개방형 사질 조간대 퇴적체 발달 및 퇴적모델
규명

Depositional model and development of open-coast,
sandy tidal flat sequences along western Korea using
land seismic method

2010. 8

한국해양연구원

제 출 문

한국해양연구원장 귀하

본 보고서를 “육상 탄성파탐사 기법을 이용한 서해안 현생 개방형 사질 조간대 퇴적체 발달 및 퇴적모델 규명”과제의 보고서로 제출합니다.

2010. 8.

연구책임자 : 이상훈

참여연구원 : 박영길, 이수환

요 약

서해안 민어포 조간대에서 현생 조간대 퇴적층에 육상 탄성과 탐사기법의 활용이 가능한지 확인하기 위해 육상 탄성과 탐사기법을 이용하여 탄성과 자료를 획득하였다. 음원으로는 5 kg의 망치를 사용하였으며 48 채널의 100-Hz 지오폰을 이용하여 약 900 m의 탄성과 자료를 획득하였다. 조간대 표층 퇴적물이 사질이고 물에 포화되어 있기 때문에 육상 탄성과 탐사에서 나타나는 잡음들이 나타나지 않아서 양질의 탄성과 자료를 획득하였다. 탄성과 자료에서 두 개의 퇴적층 단위(Unit I 및 II)가 구분되었다. 퇴적물 자료와 비교해 본 결과 하부의 Unit II의 최상부에는 해수면이 낮았을 때 형성된 노출 퇴적구조가 관찰되는데, 이는 Unit I과 II의 경계면의 층서 경계면임을 지시한다. Unit I은 마지막 해수면 상승 동안 형성된 현생 조간대 퇴적층으로 두께가 최대 15 m이다. 육상 탄성과 탐사 기법은 서해안 사질 조간대 지역에서 현생 조간대 퇴적층의 전반적인 특성과 두께를 파악하는데 매우 유용하다.

S U M M A R Y

In order to check the application of land seismic survey to Holocene tidal-flat deposits along the western coast of Korea, seismic data were obtained in Mineopo tidal flat using land seismic exploration method. A total of ca. 900 m seismic data were acquired using acoustic source of hammer and 100 Hz Geophone receiver with 48-channels. Because of sandy surface sediments and high water-saturation conditions, several kinds of noise generated in land seismic survey are nearly absent, obtaining high quality of seismic data. In seismic profile, sedimentary sequence can be divided into two sedimentary units (Unit I and II). The uppermost sediments of Unit II is characterized by oxidized sedimentary structures formed when the sea level was lowered at LGM (Last Glacial Maximum), indicating that the surface between Unit I and II could be a sequence boundary. Unit I, max. 15 m thick, consists of Holocene tidal-flat deposits during the period of the last sea-level rise. Land seismic exploration method is very useful to reveal the sedimentary features and thickness of Holocene tidal-flat sequence along the western coast of Korea.

주요어: 조간대 퇴적층, 황해, 탄성파 탐사, 홀로세, 해수면 상승

Keywords: tidal-flat deposits, Yellow Sea, seismic survey, Holocene, sea-level rise

C O N T E N T S

Summary (in Korean)

Summary (in English)

Contents (in English)

Contents (in Korean)

List of Tables and Figures

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. Geological setting

Chapter 3. Materials and methods of core sediments

Chapter 4. Acquisition methods of seismic data

Chapter 5. Processing of seismic data in tidal flat

Chapter 6. Interpretation and discussion

Chapter 7. Conclusions

Chapter 8. References

목 차

국문 요약

영문 요약

영문 목차

국문 목차

표 및 그림 목록

제 1 장 서론

제 2 장 지역개관

제 3 장 진동 코어퇴적물 획득 및 처리

제 4 장 탄성과 자료 획득

제 5 장 조간대지역에서의 탄성과 자료 처리

제 6 장 해석 및 토의

제 7 장 결론

제 8 장 참고문헌

List of Tables and Figures

Table 1. Acquisition parameters in the study

Fig. 1. Location of study area. Contours in meters

Fig. 2. Location of seismic profiles and vibro-core sediments

Fig. 3. Data processing flow chart

Fig. 4. A shot gather before (a) and after (b) bandpass filtering

Fig. 5. CDP gathers at CDP no. 630 (a), 650 (b), 670 (c) and 690 (d)

Fig. 6. The brute stack section of Line A

Fig. 7. An example of velocity analysis. (a) CDP gather no. 700

Fig. 8. Stack sections of Line A

Fig. 9. Stack sections of Line B

Fig. 10. Seismic profile of Line A and interpretation

Fig. 11. Columnar sections of vibro-core sediments

제 1 장 서론

한반도 서해안에 광범위하게 분포하는 현생 조간대 퇴적체(퇴적층)는 육지와 연안해양환경을 연결하는 시스템으로, 마지막 해수면 상승 시기 동안 공급되는 퇴적물의 종류, 퇴적물 이동 양상, 해양 작용, 고지형 등 많은 요인들에 의해 다양한 양상으로 발달하였다(Frey et al., 1989; Chough et al., 2000; Chough et al., 2004; Choi, 2005). 현재까지 서해안의 현생 조간대 퇴적체 연구는 표층퇴적물, 표층 지형 및 길이가 짧은 코어 퇴적물 특성을 이용하여 주로 계절에 따른 퇴적 및 지형 변화 양상을 규명하였고, 이를 통해 현생 조간대 퇴적층 전체의 발달 양상을 간접적으로 유추하고 퇴적모델을 만들었다(Kim et al., 1999; Park and Choi, 2002; Lim and Park, 2003; Choi et al., 2004; Yang et al., 2005; Jo and Lee, 2008). 따라서 서해안 현생 퇴적층의 전체적인 퇴적 특성과 두께에 대한 연구를 통해 퇴적 발달 양상과 퇴적 모델 규명이 매우 부족한 상황이다.

현생 조간대 퇴적층의 전체적인 퇴적 특성과 두께를 파악하는데 가장 확실한 방법은 시추(drilling) 조사이다. 하지만 시추조사는 시간과 비용이 많이 소요되어 적절하지 않다. 지구물리 탐사방법을 이용하여 간접적으로 현생 조간대 퇴적층의 전체적인 퇴적 특성과 두께를 파악하는 것이 효율적이다. 연안 및 해양환경에서 음파를 이용한 탄성과 탐사 방법이 이용되고 있다. 하지만 조간대는 수심이 매우 얇고 주기적으로 공기 중에 노출되기 때문에 연안 및 해양에서 전형적으로 활용되는 탄성과 탐사(예, 스파커, Chirp, 에어건 등)를 수행할 수 없으며, 최근 육상연안 환경에서 활용이 높은 GPR (Ground Penetration Radar) 시스템은 조간대 퇴적층 안에 있는 염분으로 인해 사용이 불가능하다. 따라서 조간대 퇴적층에 적합한 탐사기법을 개발하여 조간대 지질 연구에 활용되어야 하는 상황이다.

본 과제에서는 우선 탐사장비의 이동성을 고려하여 니질 조간대 지역보다는 사질 조간대 지역을 선택하였다. 사질 조간대 지역인 민어포 조간대에서 육상 탄성과 탐사 장비를 이용하여 탄성과 자료를 획득하였다(Fig. 1). 탄성과 자료 처리와 진동 코어 퇴적물과의 비교를 통해 본 과제에서 활용한 탐사 기법이 사질 조간대 퇴적층 연구에 적합한지 알아보고, 그 활용 가능성을 파악하고자 한다.

제 2 장 지역개관

민어포 조간대에는 이원 방조제가 건설되어(Fig. 1) 방조제 건설로 인한 조간대 환경의 변화가 일어나고 있다. 하지만, 현생 조간대 퇴적층의 전체적인 퇴적 특성을

연구하는 측면에서 방조제 건설로 인한 표층 환경의 변화는 본 과제의 연구 결과에 미비한 영향을 미친다. 따라서 조사지역의 접근성과 탄성과 장비의 운반·이동성을 고려하여 민어포 조간대를 조사지역으로 선정하였다. 민어포 조간대의 상부에서 TISDOS 시스템을 이용하여 관측된 조차는 약 5~6 m 이며, 반일주조의 조석 양상을 보였다(한국해양연구소, 2000). 민어포 조간대는 대부분 모래(함량 70~90% 이상) 표층퇴적물로 구성되어 있다(한국해양연구소, 2000). 민어포 조간대는 북서쪽으로 개방되어 있는 거의 일직선 모양의 해안을 따라 분포하고 있으며, 강과 하천의 유입이 거의 없는 지역이다(Fig. 1). 민어포 조간대는 조석의 영향을 받는 지역이면서, 북서쪽으로 개방되어 있기 때문에 겨울철에 강한 북서풍으로 발생하는 폭풍 파도의 영향을 받고 한다.

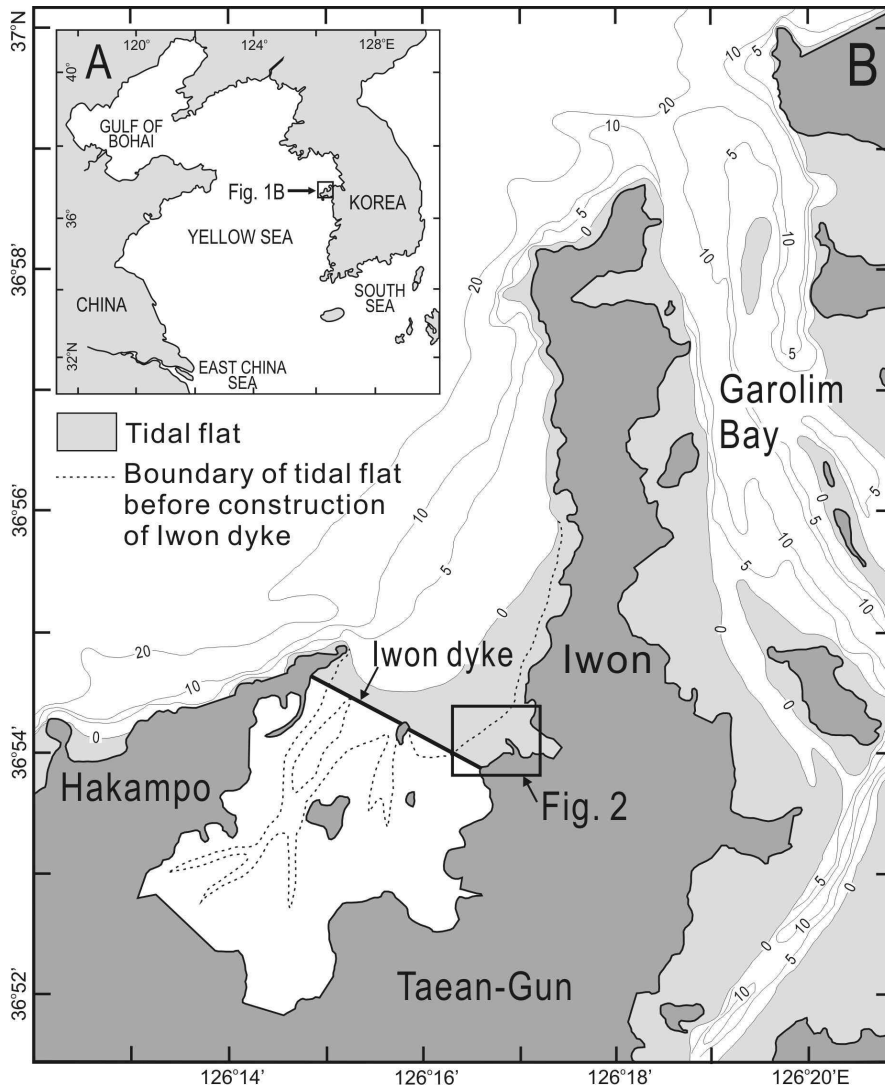


Fig. 1. Location of study area. Contours in meters.

제 3 장 진동 코어 퇴적물 획득 및 처리

코어 퇴적물은 한국해양연구원에서 자체 제작한 진동 코어러를 이용하여 해안에 수직인 탄성과 조사 측선을 따라 세 지점에서 약 5.5~6.4 m 길이의 퇴적물을 획득하였다(Fig. 2). 코어를 절개한 후에 퇴적물 색상과 퇴적 구조를 기술하였고, 중요한 구간에는 두께 1 cm의 슬라이스를 채취하여 X-ray 사진을 촬영하여 눈으로 보이지 않은 퇴적 구조를 기술하였다. 퇴적물 입도는 모래와 니질 퇴적물을 습식 체질로 분리한 후에 모래 퇴적물은 건식 체질 방법으로, 니질 퇴적물은 Micrometric Sedigraph 5100 장비를 이용하여 각각 분석하였다.

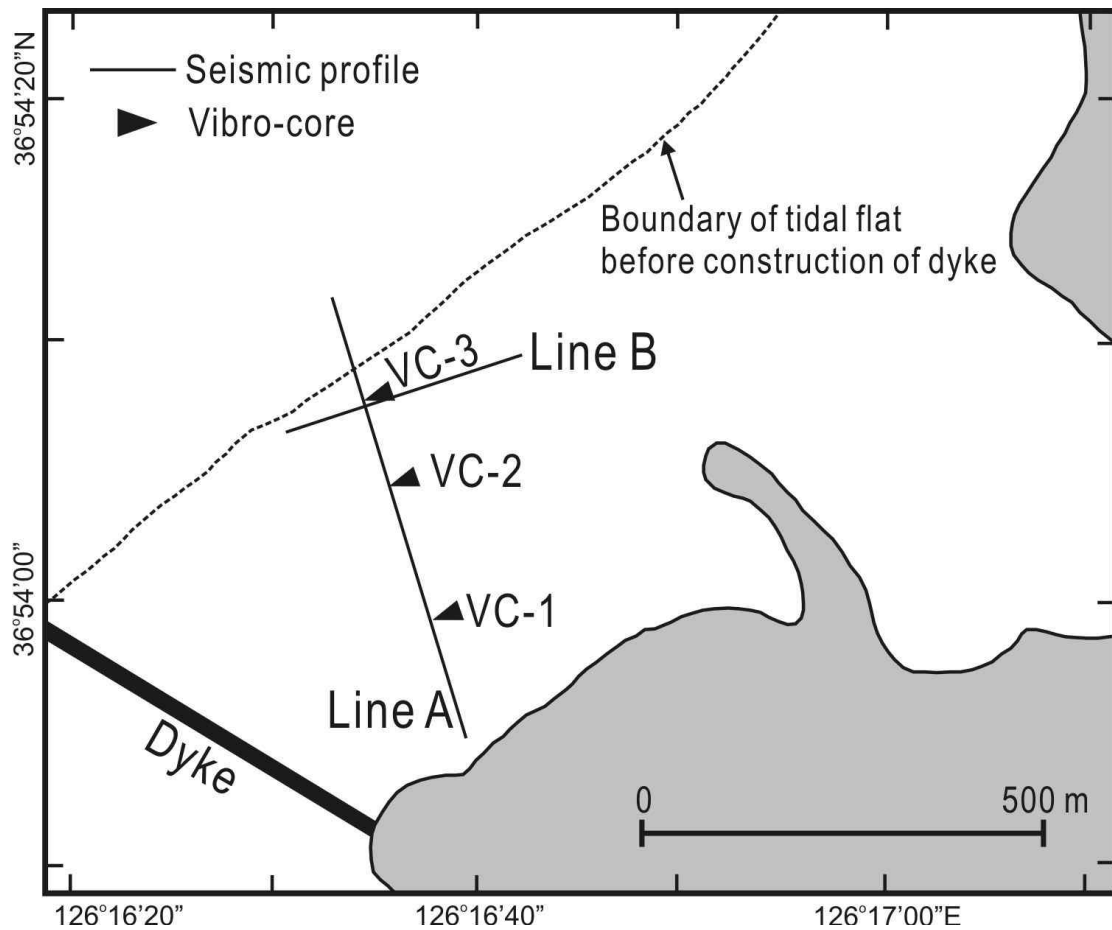


Fig. 2. Location of seismic profiles and vibro-core sediments.

제 4 장 탄성파자료 획득

탄성파 자료는 해안에 수직하게 약 600 m 측선 (Line A in Fig. 2)와 해안에 평행하게 약 250 m 측선 (Line B in Fig. 2)에서 획득하였다. 탐사에 사용된 장비는 DAS-1 시스템과 100 Hz 지오폰(geophone) 시스템이며, 음원으로는 철판에 5 kg 슬레지 망치를 이용하였다. 탐사 특성 변수는 Table 1에 기재하였다. 다중 채널 기록장치로 사용된 OYO사에서 제작된 DAS-1 시스템은 현재 국내에서 약 3~4대가 운용 중에 있는 안정적인 장비이다. 지오폰은 육상 천부 고해상 탐사에 자주 사용되는 100 Hz 지오폰인 Geospace사의 GS-100을 사용하였다. 조간대 지역은 물기가 있기 때문에 방수 케이스인 Marsh Case PC-901을 장착하였다.

Table 1. Acquisition parameters in the study.

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

탄성파 음원으로 사용된 5 kg 슬레지 망치에서 만들어 내는 음원 파형의 중심 주파수는 지표와 탐사용 플레이트와의 커플링(coupling)에 따라 다르게 나지만, 약 70~200 Hz가 된다(Steeple, 1997). 이번 탐사에서는 갯벌 표층 퇴적물이 모래이기 때문에 지표와 탐사용 플레이트와의 커플링이 매우 좋아서 약 200~250 Hz의 중심 주파수를 보이는 신호 파형이 기록되었다.

지오폰 및 음원의 배열 방식은 음원을 제일 앞에 두고 지오폰을 그 뒤에 배열하는 End-On Spread 방식을 이용하였다. 신호 대 잡음비를 높이기 위해 한 shot 당 2번씩 망치질을 하였고 그 기록을 합산하여 사용하였다. 지오폰은 총 72 개를 깔아서 사용했으며, 발파점에서 가장 가까운 48 개의 채널을 기록하였다. Roll-along 스 위치를 사용하여 한번의 layout에서 24 shot의 기록을 획득한 다음 24개의 지오폰을 옮기는 방법으로 탐사가 진행되었다.

DAS-1 시스템은 탄성파 자료 기록 장치로서 물에 매우 약한 전자 장비이기 때문에 경운기의 화물칸에 실어서 사용하였다. A 측선에서는 총 551 shot의 자료를

획득하였고, B 측선에서는 총 244 shot의 자료를 획득하였다. 기론 시간은 250 ms로 하여 목적 깊이인 100~200 m 까지의 지층 구조가 충분히 나타나도록 하였다. 샘플링 간격은 0.125 ms로 하였으며, 이 샘플률은 나이퀴스트 주파수가 4 kHz에 해당되어, 보통의 육상 탄성파 신호의 주파수 대역과 비교해 샘플링시 앨리아싱(aliasing)이 생기지 않은 충분한 값에 해당된다.

제 5 장 조간대지역에서의 탄성파자료 처리

획득된 탄성파 자료는 콜로라도 대학교 CWP (Center for Wave Phenomena)에서 개발한 공개 프로그램인 SU (Seismic Unix)를 주로 이용하여 처리하였고, 심부 탄성파 자료처리용 프로그램인 Geovecteur를 보조 프로그램으로 병용하였다. 자료 처리는 통상적인 표준 처리과정을 기본적으로 적용하였으며, 천부 육상 탐사 및 조간대 지역의 특수성을 고려하여 처리변수를 결정하였다. 자료 처리과정은 Fig. 3에 간단하게 도시하였고 각 과정에 대하여 아래에서 자세하게 기술하겠다.

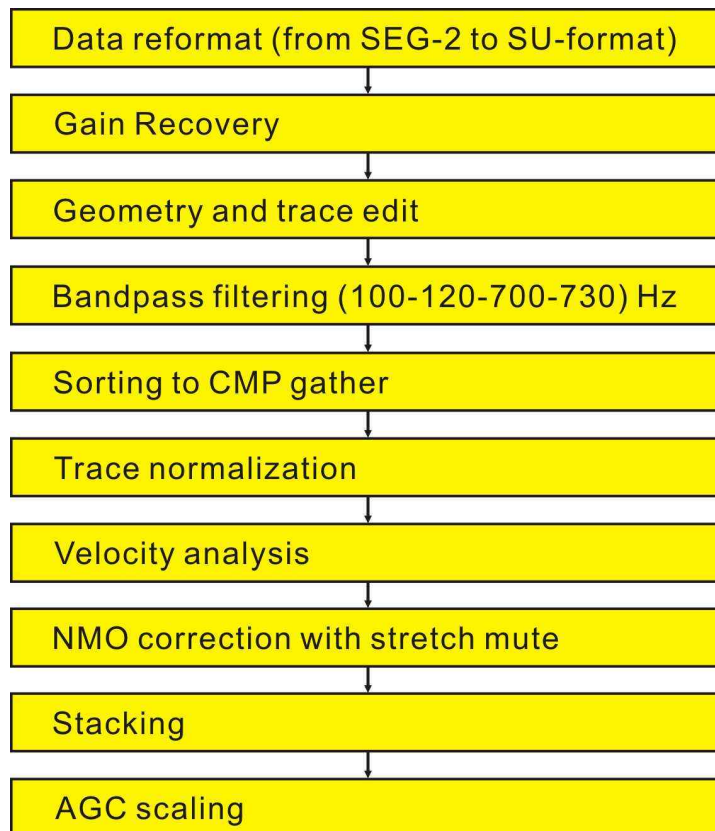


Fig. 3. Data processing flow chart.

먼저 현장에서 취득된 SEG-2 포맷의 자료를 SU용 포맷으로 변환하였으며, 전파거리에 대한 진폭 감소의 보정을 위해 시간에 따라 선형적으로 증가하는 이득 함수를 적용하였다. Fig. 4에 대표적인 발파점 하나를 AGC (automatic gain control)를 적용해 나타내었다. 이 기록에서 보면 반사신호 이외에도 육상 탐사시 일반적으로 나타나는 레일리파 및 공기파(air wave)가 보이고 있으며, 고주파의 무작위 잡음도 나타남을 알 수 있다. 이러한 잡음의 제거를 위하여 모서리 주파수 100, 120, 700 및 730 Hz인 대역주파수 필터링을 적용시켰다(Fig. 4b).

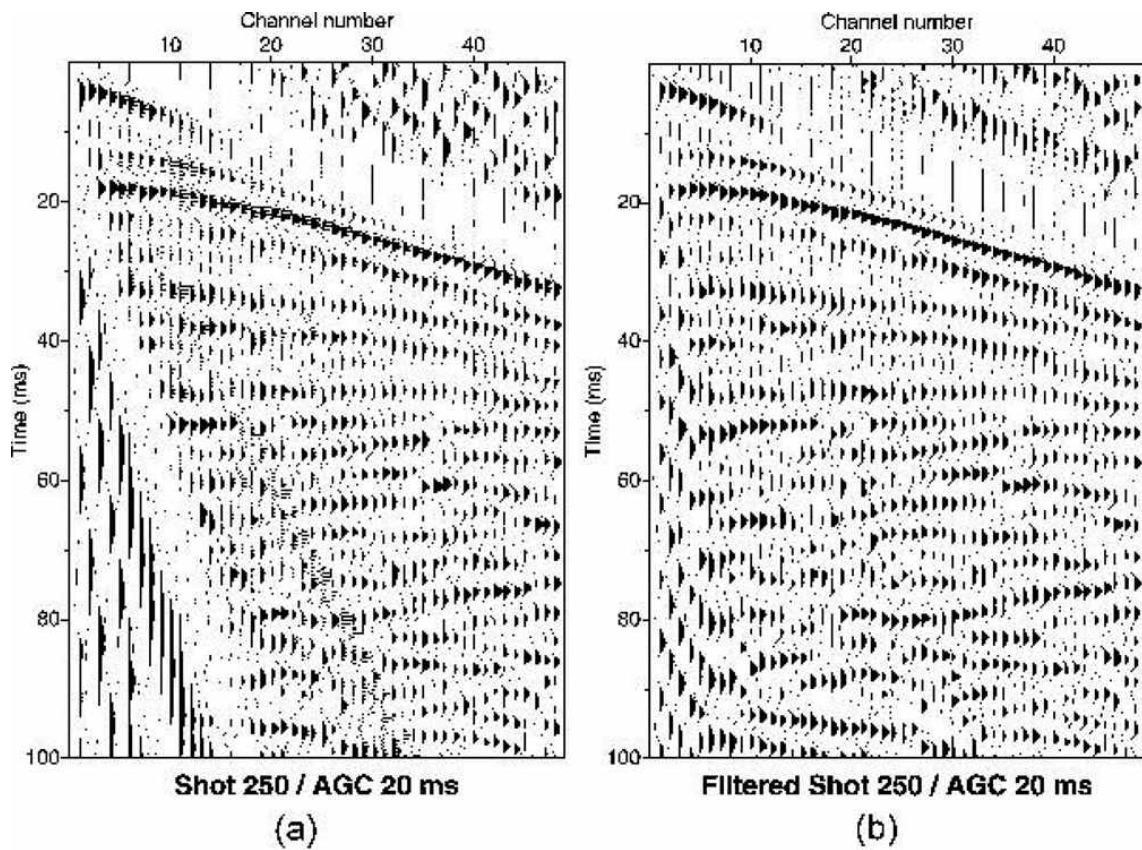


Fig. 4. A shot gather before (a) and after (b) bandpass filtering.

Fig. 4b의 자료에서는 일반적인 육상 탄성과 자료와 차이가 나는 특징이 나타나고 있다. 먼저 지하 천부 반사신호가 1500 m/s 부근 혹은 그 이상의 속도를 보이고 있다. 이 속도값은 보통의 육상 미고결 풍화대에서의 속도에 비해 상당히 높는데, 이는 조간대에서 노출된 천부의 퇴적층이 물에 의해 포화되고 다져진 상태를 유지하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

다른 특징은 망치 혹은 중력추 등에 의한 여타의 기록에 비해 상당히 고주파의

기록을 보이고 있으며, 신호 대 잡음 비가 상당히 높게 나타나고 있다. 이는 망치에 타격에 의해 발생하는 파의 주파수는 타격하는 철판과 지표와의 커플링에 따라 달라지게 되는데(Steeple, 1997), 이번 탐사 시에 조간대의 표층이 모래로 구성되어 있어서 타격 철판과의 커플링이 매우 좋았던 데에 기인된다. 실제 기록에서의 신호의 중심 주파수는 약 200~250 Hz 정도로 육상 탐사에서 획득되는 자료의 일반적인 주파수 70~200 Hz 보다(Steeple, 1997; 홍중국 외, 1999) 상당히 높다.

육상 탐사에서는 일반적으로 공기파와 ground roll에 의한 잡음이 심각한 문제로 발생하며, 이의 제거를 위해 많은 노력을 기울여야 한다. 그러나 이번 연구에서는 목적 깊이가 100 m 이내이고, 지하구조가 1500 m/s 이상의 속도를 갖는 퇴적층으로 이루어져 있기 때문에 이 잡음들의 신호에 대한 간섭이 심각하지 않았다. Fig. 3b에 나타난 바와 같이 ground roll의 영역이 반사 신호의 영역밖에 있으며, 공기파의 속도(340 m/s)가 지하에서 올라온 반사파의 속도와 차이가 많이 나는 관계로 큰 잡음으로 작용하지 않았다. 따라서 이번 자료 처리에서 이러한 잡음 제거를 위해 f-k 필터링 등의 제거 기법을 적용하지 않았다. 단지 초기 채널 1, 2, 3 등은 레일 리프의 영향으로 잡음에 비해 천부 반사신호의 진폭이 너무 미약하여 제거하였다.

탐사에서 획득된 자료는 발파점 순서로 저장되므로 공심점 중합을 위하여 공심점에 따라 재정렬해야만 한다. 이를 위해서 탐사 배열 정보에 의한 공심점 번호를 각 트레이스에 부여하였다. 각 트레이스에 부여된 공심점에 따라 재배열된 공심점 취합 자료의 최대 중합도(fold)는 24로 계산되었다.

통상의 탄성과 탐사에서는 원거리 트레이스 쪽에서 반사 신호가 도달하기 이전의 직접파 및 굴절파 그리고 guided wave 등에 의한 산란파 등은 반사 신호를 방해하는 잡음으로 작용하므로(Yilmaz, 1987), 외부 뮤트로 제거하는 것이 보통이다. 적절한 뮤트의 선택을 알아보기 위해 Fig. 5a~5d에 공심점 번호 630, 650, 670, 그리고 690의 자료를 직접파 부근의 시간대로 나타내었다. 그림에서 보면 지표 아래 첫 번째 반사면에 의한 쌍곡선 궤적이 공심점 번호 630에는 직접파 속에 묻혀 있으나, 650, 670, 690 에서는 조금씩 분리되는 것이 보인다. 자료처리에서 일반적으로 사용되는 외부 뮤트를 적용시킬 경우, 이러한 미세한 지층의 변화가 같이 제거될 가능성이 높으므로 이번 자료 처리에서는 외부 뮤트를 수행하지 않았다. 대신 NMO (normal move out) 보정시 먼 채널의 트레이스 이완에 의한 저주파 잡음을 방지하기 위해 이완 뮤트만을 적용시켰다. 이번 탐사에서는 조사지역이 표고의 변화가 아주 작은 조간대 지역이기 때문에 정보정은 수행하지 않았다.

속도 분석을 위해 먼저 그 지역을 대표할 수 있는 지하 속도로 NMO 보정, 중합하여 조중합(brute stack)을 구하였다. 조중합은 정확한 속도 분석을 위한 참고자료로 사용되며, 이러한 조중합 자체만으로도 대략적인 해석이 가능하다. Fig. 6에 1600 m/s의 상속도(constant velocity)로 NMO 보정을 한 다음 중합하여 얻은 조중

합 단면을 나타내었다. 속도 분석에 의한 정확한 속도 정보를 사용하지 않아서 곳곳에 다중반사인 듯이 보이는 신호들이 관찰되고 있으나 전반적인 퇴적구조는 잘 나타나고 있다.

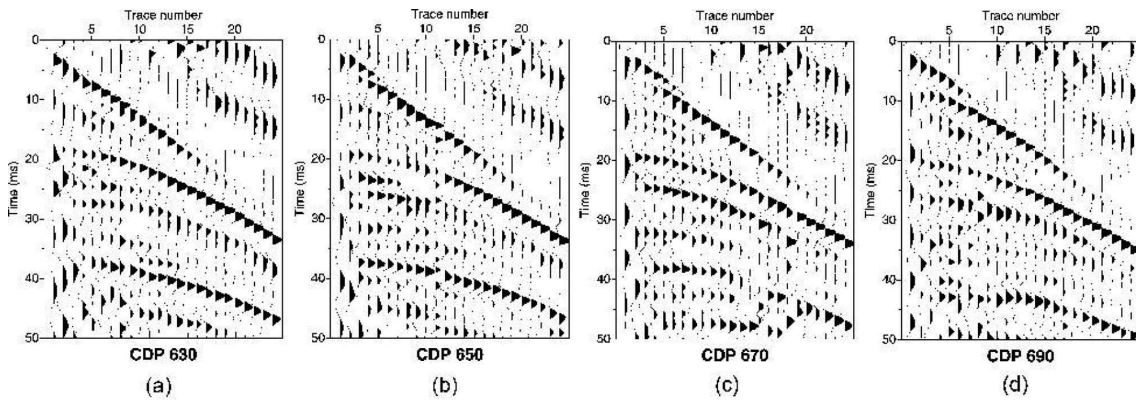


Fig. 5. CDP gathers at CDP no. 630 (a), 650 (b), 670 (c) and 690 (d). Note that first reflected arrivals and direct arrivals are gradually separated as the CDP number increases.

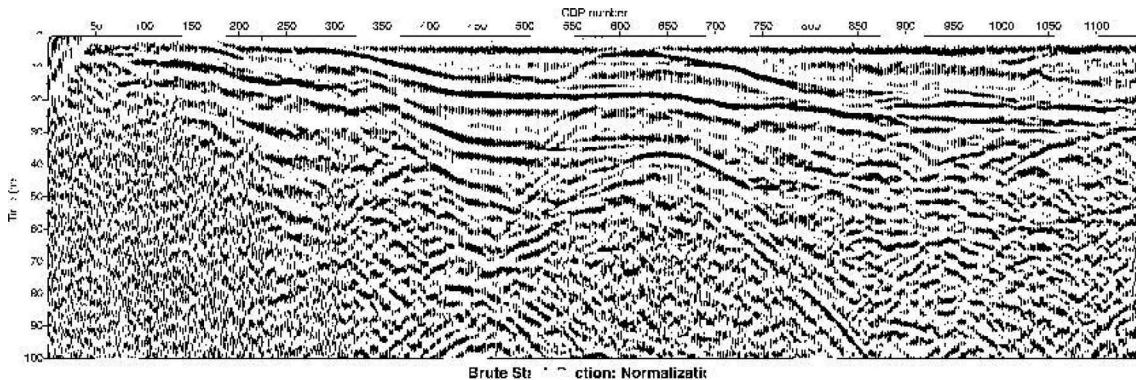


Fig. 6. The brute stack section of Line A.

속도 분석을 위한 속도 스펙트럼은 rms 속도를 1300 m/s에서 3000 m/s까지 변화시켜가면서 semblance 값을 구하여 계산되었다. 속도 분석은 25 m 간격으로 실시하였으며, 속도 분석이 이루어진 공심점 사이의 점에서는 인접한 공심점에서의 속도를 보간하여 사용하였다. Fig. 7은 속도 분석의 한 예로서, 공심점 번호 700에서의 공심점 자료 및 속도 스펙트럼을 각각 나타내었다. Fig. 6a의 공심점 자료에서의 반사 쌍곡선 궤적을 참조하면서 Fig. 7b의 속도 스펙트럼에서의 중합 속도를 선택하였다. 속도 분석에서 구한 rms 속도를 이용하여 NMO 보정을 하였으며, 이 때 이완 뮤트를 적용시켜 원거리 트레이스의 트레이스 이완현상을 방지하였다. NMO

보정 후 공심점 자료를 중합하여 신호 대 잡음 비가 향상된 중합 단면(stacked section)을 얻었다.

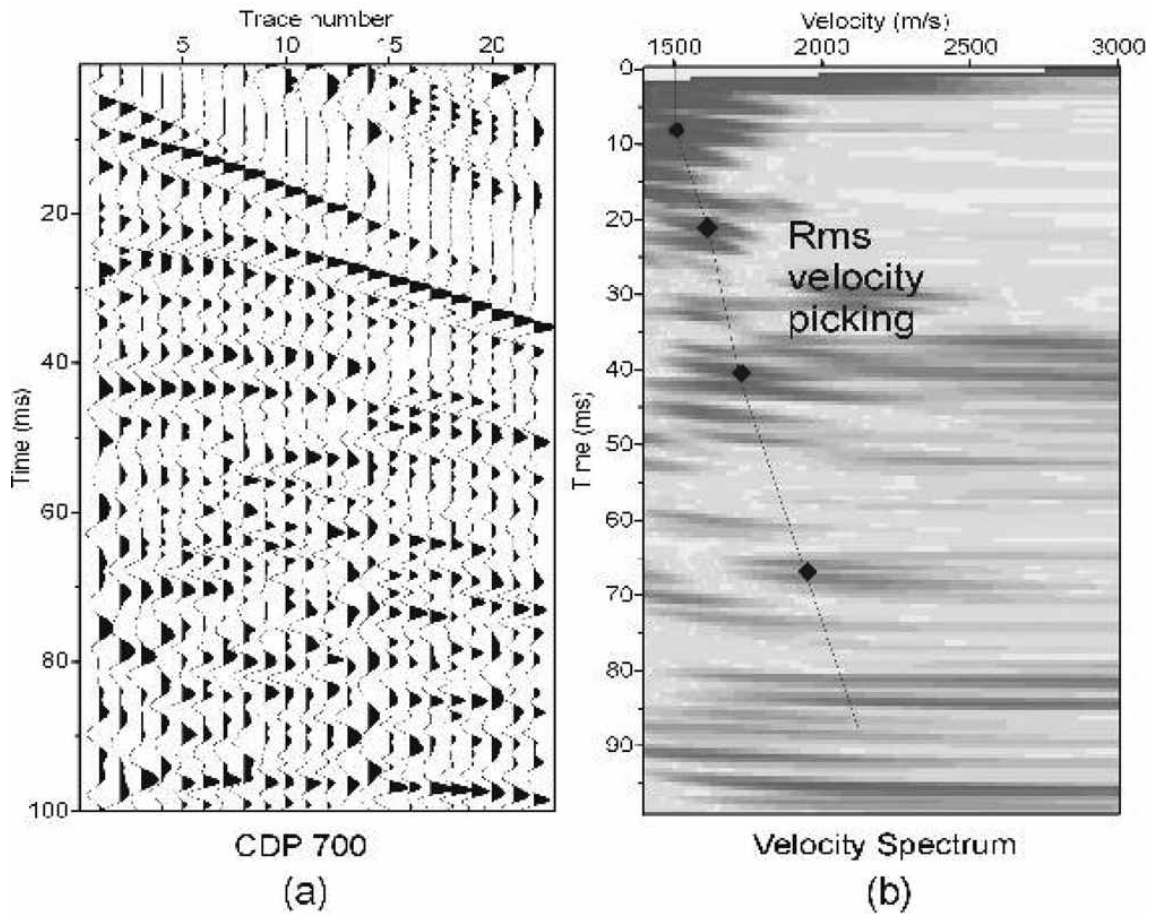


Fig. 7. An example of velocity analysis. (a) CDP gather no. 700.

Figs. 8과 9에 측선 A와 B의 최종 중합단면을 각각 나타내었다. Fig. 6의 조중합의 결과와 비교해보면, 정확한 지하 속도정보에 의해 후기 시간대의 반사면이 더욱 뚜렷이 나타나고 있음을 알 수 있다. 측선 Fig. 8에서 공심점 번호 871번과 Fig. 9의 공심점 번호 153이 측선 A와 B가 교차하는 지점이다. A 측선과 B 측선의 교차 지점에서 두 중합 단면의 기록이 매우 정확하게 일치되며, 주위의 기록과도 좋은 일관성을 보여주고 있어 탐사 및 처리시의 위치배열 정보가 매우 정확했음을 지시한다.

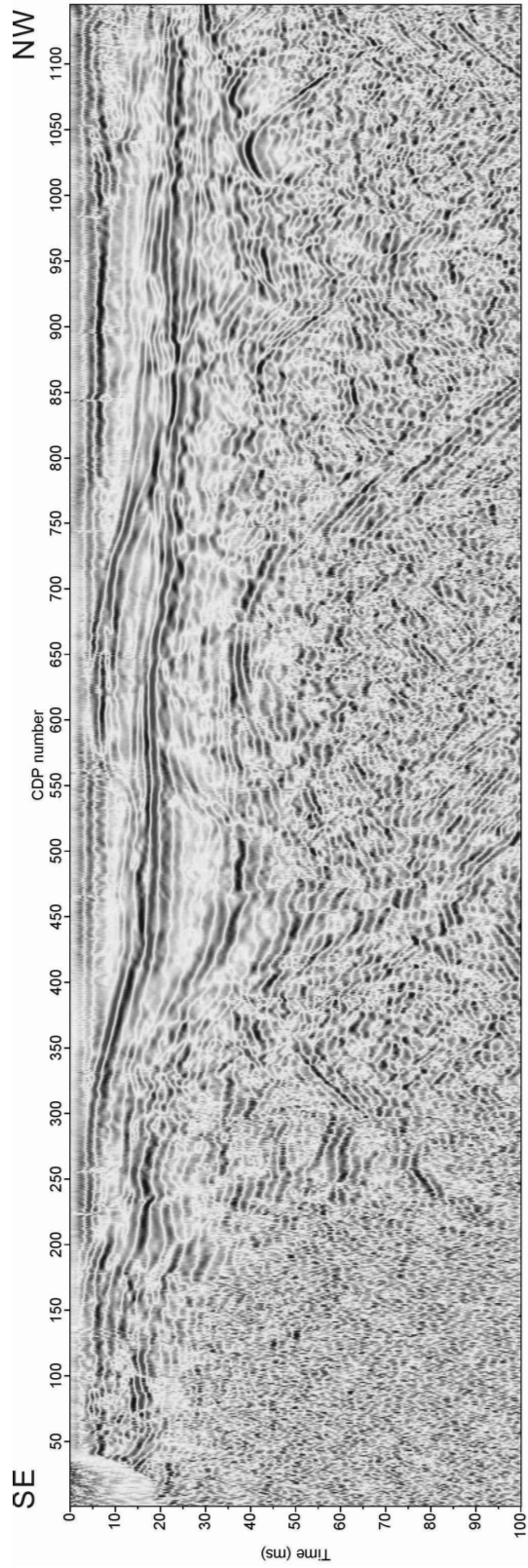


Fig. 8. Stack sections of Line A.

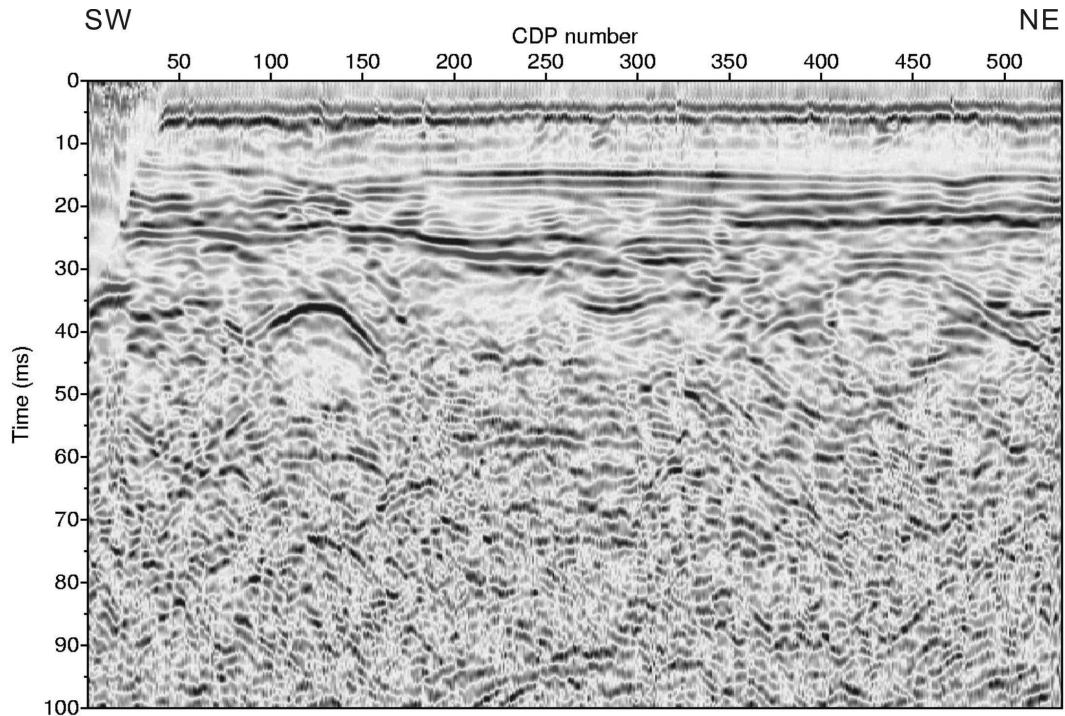


Fig. 9. Stack sections of Line B.

제 6 장 해석 및 토의

탄성파의 강도와 형태를 바탕으로 상부로부터 두 개의 층 단위(Unit I and II)를 구분하였다. Unit II의 하부에도 퇴적층이 보이지만 현재 가용할 수 있는 퇴적물 암상 자료를 고려하여 Unit II 까지 기술하고 해석하였다. Unit I과 II의 경계면은 매우 강한 반사파를 보이고 있으며 골과 언덕 형태를 보이고 있다(Fig. 10). Unit I은 내부의 강한 반사파를 경계로 Unit I-1과 I-2로 구분할 수 있다(Fig. 10). Unit I-1과 I-2의 경계면과 Unit I-2의 내부 반사파들은 Unit I과 II의 경계면에 육지쪽으로 겹침(onlapping) 형태를 보이고 있다(Fig. 10). 이는 해수면 상승동안 Unit I의 퇴적층이 육지쪽으로 집적되었음을 지시한다. 시추 자료를 살펴보면 Unit I-1에 해당되는 구간은 주로 모래 퇴적물로 구성되어 있으며 간혹 조개층이 협재되어 있다(Fig. 11). 이 구간의 하부는 주로 조립질 모래 퇴적물이며 상부는 세립질 모래 퇴적물로 상향 세립화하는 경향을 보이고 있다(Fig. 11). 이 구간에서 협재되는 조개층은 폭풍 퇴적물로 해석된다(Kim et al., 1999). 하부의 Unit I-2는 주로 니질 퇴적물로 구성되어 있으며(Fig. 11) 조석에 의해 형성된 wavy bedding, flaser bedding, rhythmite 등이 나타나고 있다. 이 구간은 조석이 우세하게 작용한 시기로 해석된

다.

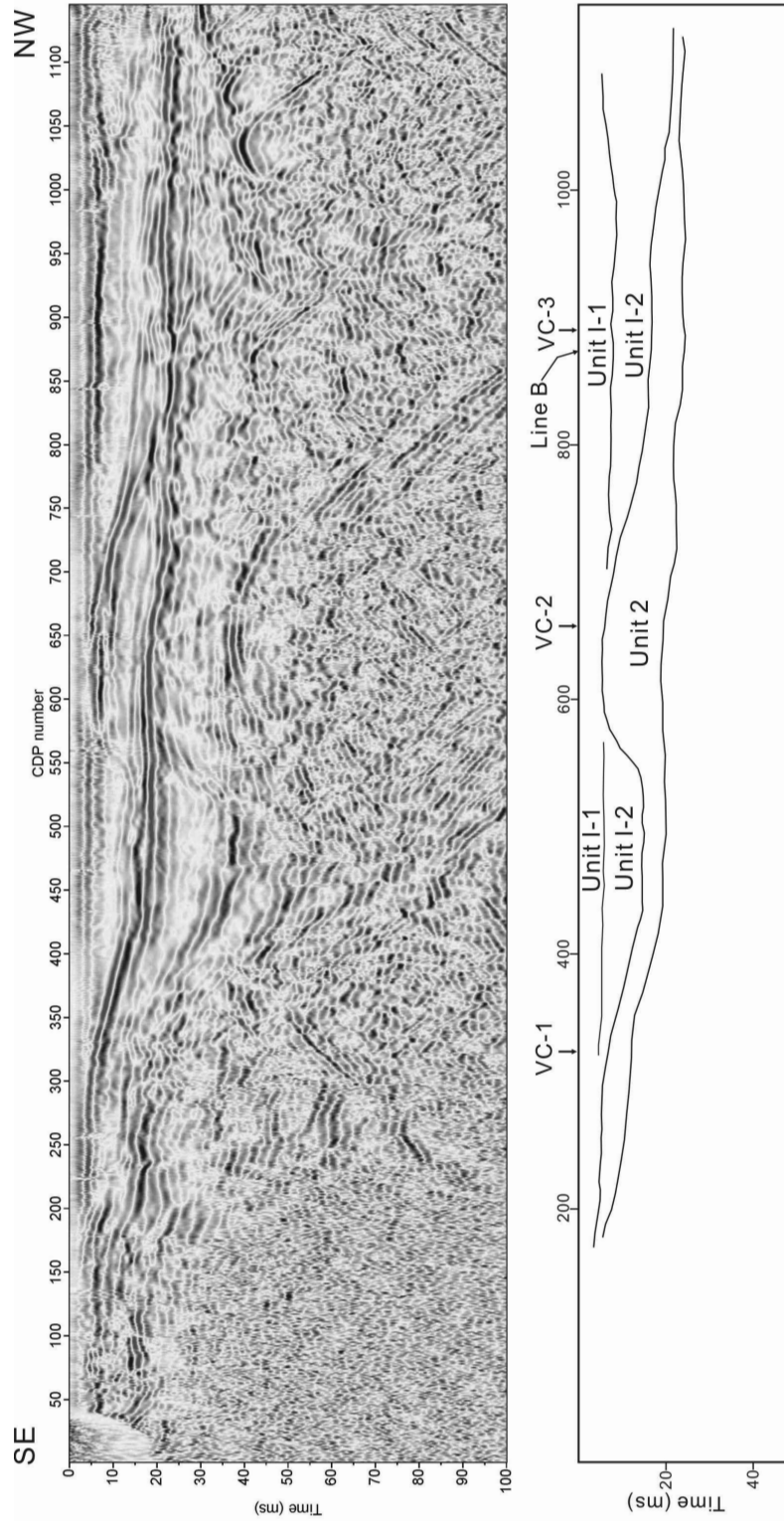


Fig. 10. Seismic profile of Line A and interpretation.

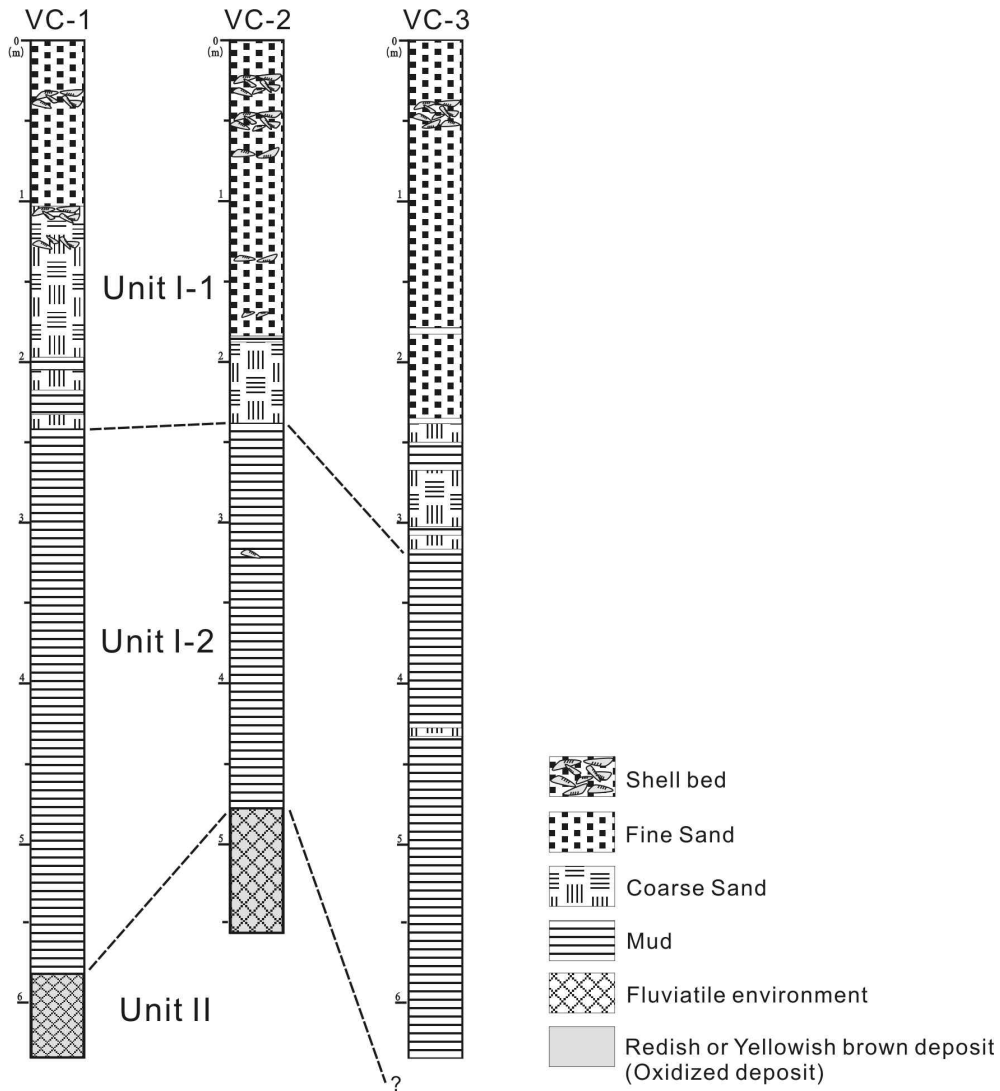


Fig. 11. Columnar sections of vibro-core sediments.

Unit II은 적색 또는 암갈색을 보이는 하성 퇴적물(모래, 자갈) 및 딱딱한 니질 퇴적물(조간대 퇴적물)로 이루어져 있다(Fig. 11). 적색 또는 암갈색을 보이는 퇴적물은 해수면이 낮았던 LGM (Last Glacial Maximum) 시기에 공기 중에 노출되어 산화되었음을 지시한다(Kim et al., 1999). 따라서 Unit II의 상부 경계면은 순차층서학(sequence stratigraphy)적으로 층 경계면(sequence boundary)에 해당된다. 조사지역인 민어포 조간대에서 현생(Holocene) 조간대 퇴적층은 약 6~15 m 두께를 보이며 바다쪽으로 두께가 두꺼워지는 경향을 갖는다.

상기의 탄성과 자료와 퇴적물 자료를 고려하면 본 과제에서 활용된 육상 탄성과 탐사 기법은 사질 조간대 지역에서 효율적인 지구물리 탐사기법으로 확인되었다. 이는 음원으로 사용된 슬레지 망치와 타격판이 사질 표층퇴적물과의 커플링이 매우

좋아서 가능한 것으로 사료된다. 따라서 향 후 본 과제에서 활용된 육상 탄성과탐사 기법으로 한반도 서해안에 분포하는 사질 조간대 퇴적층의 전체적인 특성과 두께를 파악하는데 매우 유용할 것이다. 또한 앞으로 육상 탄성과 탐사 기법을 니질 조간대 퇴적층에 활용 가능한지 확인하는 연구를 수행해야 하는 과제가 남아 있다.

제 7 장 결론

사질 조간대인 민어포 조간대에서 육상 탄성과 탐사 기법을 활용하여 약 900 m의 탄성과 자료를 획득하였다. 탐사의 음원으로 사용된 슬레지 망치와 타격관은 사질 표층 퇴적물과의 커플링이 매우 양호하여 높은 주파수의 탄성과를 발생시켰다. 조간대 표층과 바로 아래의 퇴적층에 물이 포화되어서 일반적인 육상 탄성과 탐사 사이에 나타나는 레일리파나 공기파와 같은 심각한 잡음이 매우 감소하여 신도 대 잡음 비가 높은 양질의 탄성과 자료를 획득하였다.

탄성과 자료에서 2개의 퇴적층 단위(Unit I 및 II)을 구분하였고 Unit I과 II의 경계면은 해수면이 낮았을 때 형성되었던 노출에 의한 퇴적구조가 나타나는 층서 경계면이다. Unit I과 II은 마지막 해수면 상승동안 퇴적된 홀로세 조간대 퇴적층이며 그 두께는 최대 15 m이다. Unit I은 Unit I-1과 I-2로 구분되며 Unit I-2은 니질 조간대 퇴적물로 구성되어 있으면 Unit I-1은 모래질 폭풍 퇴적물로 이루어져 있어서 상부로 조립화 경향을 보이고 있다. 탄성과 자료와 퇴적물 자료를 비교해 본 결과 육상 탄성과 탐사 기법은 서해안의 사질 조간대 퇴적층에 대한 전반적인 퇴적특성과 두께를 파악하는데 효율적이며 유용하였다.

제 8 장 참고문헌

- 한국해양연구소, 2000, 황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구: 인공 갯벌. p. 269.
- 홍종국, 김기영, 김한준, 1999, 조간대지역에서의 고해상 탄성과 탐사를 위한 파원 특성 분석. 지구물리, 2, 100-110.
- Choi, K.S., Dalrymple, R.W., Chun, S.S., Kim, S.P., 2004, Sedimentology of modern, inclined heterolithic stratification (IHS) in the macrotidal Han River Delta, Korea. Journal of Sedimentary Research, 74, 677-689.

- Choi, K.S., 2005, Pedogenesis of late Quaternary deposits, northern Kyonggi Bay, Korea: implications for relative sea-level change and regional stratigraphic correlation. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 220, 387-404.
- Chough, S.K., Lee, H.J., Yoon, S.H., 2000, *Marine Geology of Korea*. Elsevier, Amsterdam, p. 313.
- Chough, S.K., Lee, H.J., Chun, S.S., Shinn, Y.J., 2004, Depositional processes of late Quaternary sediments in the Yellow Sea. *Geosciences Journal*, 8, 211-264.
- Frey, R.W., Howard, J.D., Han, S.J., Park, B.K., 1989, Sediments and sedimentary sequences on a modern macro-tidal flat, Inchon, Korea. *Journal of Sedimentary Petrology*, 59, 28-44.
- Kim, Y.H., Lee, H.J., Chun, S.S., Han, S.J., Chough, S.K., 1999, Holocene transgressive stratigraphy of a macrotidal flat in the southwestern Yellow Sea: Gomso Bay, Korea. *Journal of Sedimentary Research*, 69, 328-337.
- Lim, D.I., Park, Y.A., 2003, Late Quaternary stratigraphy and evolution of a Korean tidal flat, Haenam Bay, southeastern Yellow Sea, Korea. *Marine Geology*, 193, 177-194.
- Park, Y.A., Choi, K.S., 2002, Late Quaternary stratigraphy of the muddy tidal deposits, west coast of Korea. In: *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function* (Ed. by T. Healy, Y. Wang, J.A. Healy). Elsevier, Amsterdam. 391-409.
- Jo, H.R., Lee, H.J., 2008, Bedform dynamics and sand transport pathways in the Garolim Bay tidal flat, west coast of Korea. *Geosciences Journal*, 12, 299-308.
- Steeple, D.W., 1997, *Near Surface Seismology - A Short Course*. University of Kansas.
- Yang, B.C., Dalrymple, R.W., Chun, S.S., 2005, Sedimentation on a wave-dominated, open-coast tidal flat, southwestern Korea: summer tidal flat - winter shoreface. *Sedimentology*, 52, 235-252.
- Yilmaz, O., 1987, *Seismic Data Processing*. Society of Exploration Geophysicists.