

## 남해 Sand ridge 퇴적물의 퇴적상과 물리적 특성

천희정 · 서영교 · 김대철\* · 김정창\*\* · Jock Keene\*\*\*

부경대학교 응용지질학과, \*부경대학교 탐사공학과, \*\*부경대학교 실습과, \*\*\*시드니대학교 지질 및 지구물리학과

## Physical Properties and Facies of the Sand Ridge Sediment, South Sea of Korea

Hee-Jeong CHON, Yong-Kyo SEO, Dae-Choul KIM\*, Jeng-Chang KIM\*\* and Jock KEENE\*\*\*

*Department of Applied Geology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

*\*Department of Exploration engineering, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

*\*\*Department of Shipboard Training, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

*\*\*\*Division of Geology and Geophysics, School of Geoscience, University of Sydney, N.S.W.2006, Australia*

Sand ridges in the South Sea of Korea have been investigated to reveal the surface morphology and vertical variation in sediment physical property. Both field and laboratory methods such as high resolution subbottom profiling, side scan sonar, and physical property and sediment textural study on cored sediments were employed. Asymmetric sand waves are found on the ridge. No prominent difference in the sediment was recorded throughout the ridge area. Sediment sorting is generally poor due to interbedded mud. Average compressional wave velocity is 1753 m/sec for the sand dominated core section. Most of cores show two prominent facies: facies A and B. Facies A is defined as modern mud sediment and B is dominated by relict sand. Facies B is characterized by gravel, sand, and shell fragment. It is suggested that the Facies B was developed in transgressive environment by tide and sporadic high energy events.

**Key words:** sand ridge, physical property, transgressive environment

### 서 론

대륙붕에 쌓이는 퇴적물들은 주로 해저 지형, 퇴적물의 공극율, 기후, 해수면의 상승속도 등과 밀접한 관계를 가진다 (Mckinney and Friedman, 1970). 이러한 대륙붕 퇴적물은 쇄설성 퇴적물, 생물기원 퇴적물, 잔류성 퇴적물, 자생기원 퇴적물, 화산기원 퇴적물, 잔류 (relict) 퇴적물 등으로 분류된다. 이중 전세계 대륙붕의 약 70%를 차지하고 있는 잔류 퇴적물은 환경이 바뀐 뒤에도 이동되지 않고 퇴적되어 있는 퇴적물로서 남해안의 경우 대략 수심 70m를 경계로 분포하고 있다 (Emery, 1968; Kim et al., 1992). 이 퇴적물의 일반적인 특징은 (1) 사립퇴적층이 봉단근처인 외대륙붕에 위치하고 있고, (2) 균일한 조직 성질에 분급이 양호하며, (3) 점토 함유량이 5% 미만이며, (4) 마모되고 생물교란 흔적이 많은 암회색의 연안 서식성 패류 껍데기가 풍부히 함유되어 있는 것이다.

이러한 잔류 퇴적물의 한 형태인 sand ridge는 일반적으로 해수면의 상승으로 해빈이 후퇴하면서 해안선과 분리되어 대륙붕에 존재하고 (Min, 1991), 10m이상의

기복과 수 km의 간격을 가지며 해안선에 평행한 형태로 배열되어 있다 (Swift et al., 1972).

본 연구의 목적은 해저정밀탐사자료를 이용하여 남해 육지도 남쪽에 분포하는 sand ridge의 형태와 평면구조 (seabed) 파악, ridge 주변 위치에 따른 물리적 성질과 음파전달속도의 수평 및 수직적 변화, 퇴적물의 퇴적상 특히 transgressive sand sheet 퇴적상을 밝히는 것이다.

### 연구지역 및 방법

연구지역은 남해동부 육지도 남동쪽에 위치하고 있으며, 주 연구대상인 sand ridge들은 주로 수심 70~95m 지역에 발달해 있다. 수심은 대체로 남동방향으로 깊어 지는데 황해나 동지나해에서의 일반적인 해수순환양상을 보면 대마 해류가 연구해역의 남동부에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다 (Cho, 1985; Kim et al., 1986).

제 4기 후기에 발달된 이러한 sand ridge들은 공통적으로 현재의 해안선과 거의 평행하게 발달하는 특징이다 (Min, 1991; Off, 1963; Klein et al., 1982). 해빈의 후퇴로 분리된 본 연구지역의 sand ridge들은 강한 조류에 의해 형태가 변형된 것으로 알려져 있다 (Min, 1987). 발달방향은 주로 동북동 - 서남서이며, 수심이 95m 이상인 곳에서는 존재하지 않는다 (Fig. 1).

\*Present address: Division of Geology and Geophysics, School of Geoscience, University of Sydney, N.S.W.2006, Australia

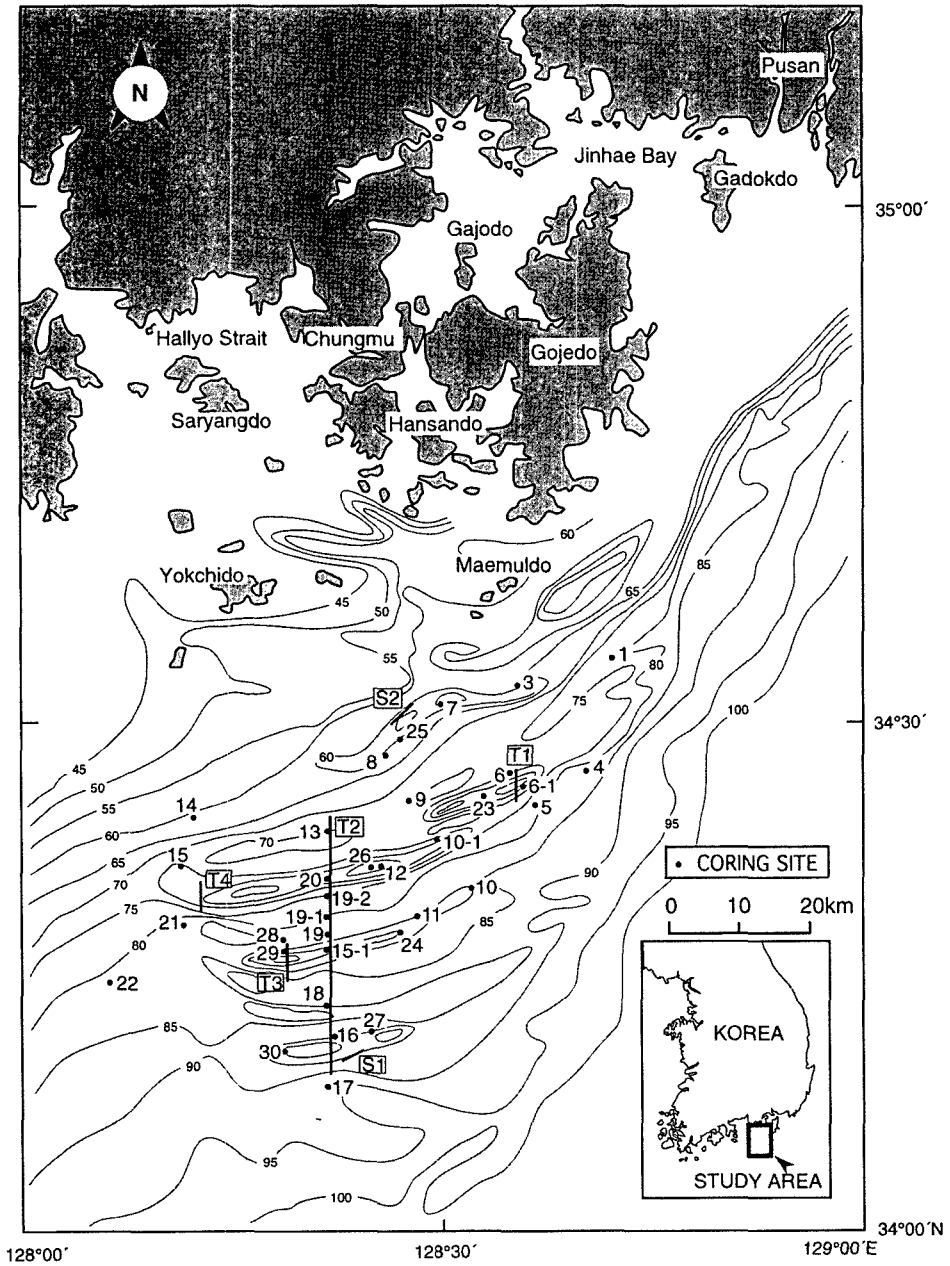


Fig. 1. Sampling sites map of the study area. Track-lines (T1, T2, T3, T4, S1 and S2) of the high resolution subbottom profiling and side scan sonar are illustrated. Contours in meters.

시료채취는 부경대학교 탐사선인 탐양호를 이용하였고, 각 정점의 위치는 GPS (Global Positioning System) 를 사용하여 결정하였다 (Fig. 1). 정밀해저탐사를 위하여 Chirp Acoustic Profiler (Model CAP 6000A)와 Side Scan Sonar (Model 3050E Widescan)를 사용하였다.

총 34개의 코어가 채취되었으며, 채취된 주상시료들의 길이는 45~288 cm였다. 채취한 코어에 대하여 먼저

육안으로 관찰이 가능한 퇴적구조 변화와 색등을 기재한 후, 음파전달속도와 물리적 특성 (입자 밀도, 습윤 전밀도, 공극율, 함수율) 측정 및 입도 분석을 수행하였다. 각 코어의 시료 채취 간격은 조직, 조성, 퇴적구조의 변화에 따라 조절하여 10 cm 혹은 20 cm로 하였다.

퇴적물의 입도는 시료 30~40 g을 취해 탄산염과 유기물을 제거한 후 증류수로 3~4회 세척한 후 4φ

(0.0625 mm) 체로 습식체질을 하였다. 4φ이상의 조립질 부분은 건조시켜 로탭 요동기 (Ro-tap seive shaker)를 사용하여 1φ간격으로 입도별 중량 백분율을 구했다 (Galehouse, 1971). 세립질 부분은 확산제인 2%의 칼콘 (Sodium Hexametaphosphate, NaPO<sub>3</sub>)을 50cc를 가하였다. 확산을 시킨 후에는 시료 50cc씩을 피펫으로 취하여 Stock의 법칙을 이용한 자동입도 분석기 (Micromertics Sedigraph 5100)로 분석하였다. 조직 표준치는 일괄적인 전산처리를 위해 모멘트 방법을 사용하여 산정하였다 (Folk and Ward, 1957; Folk, 1968). 물리적 성질은 수동방식의 밀도측정기 (Micromertics Multivolume Pycnometer 1305)를 이용하여 부피를 측정한 후 계산공식에 따라 입자밀도, 습윤전밀도, 공극율, 함수율을 측정하였다. 음파전달속도는 사질 퇴적물에서도 측정이 가능하도록 고안된 자동속도측정기 (Sediment Sound Velocimeter)를 이용하여 측정하였다.

결 과

정밀해저탐사

연구지역내의 ridge들의 형태적 특징을 Chirp Acoustic Profiler를 이용하여 탐사한 결과 대부분 높이가 약 10~20 m정도이며, 육지쪽으로는 완경사를 이루고 외해쪽으로 급경사를 주로 이루고 있는 비대칭형태인 것으로

밝혀졌다 (Figs. 2, 3, 4). Figure 5는 Side Scan Sonar 탐사 결과를 (a) Landward 와 (b) Seaward지역으로 구분하여 나타낸 것이다. 경사부분에 sand wave 형태의 이미지가 나타나고 있음을 볼 수 있다. 탐사지역별 명칭구분은 바로 다음 절에 정의하였다.

Sand ridge의 위치에 따른 시추코어의 특징, 물리적 특성, 음파전달속도

Sand ridge 주변 퇴적물의 지형에 따른 물리적 성질 변화를 세밀하게 조사하기 위해서 ridge를 편의상 6개 부분으로 구분하였다. Top은 ridge의 정상, Flank는 ridge의 등성이 부분, Trough는 ridge가 남북으로 존재하면서 해안선과 평행한 형태로 발달한 골짜기, Low는 ridge 정상부와 비슷한 위치에 수심이 약간 더 깊은 지역, Landward는 ridge의 정상부를 기준으로 하여 육지쪽 지역, Seaward는 Landward와 반대방향의 외해쪽 지역으로 정의하였다 (Fig. 6). 이중 각 위치의 대표되는 코어를 골라 주상시료의 특징을 기재하고, 물리적 성질과 음파 전달속도를 측정하였다. 채취된 코어의 퇴적상을 Facies A, Facies B로 구분하였다. Facies A는 니질 퇴적물층이 주를 이루고, Facies B는 주로 중세립사로 이루어져 있으며 패각편과 자갈을 포함하면서 상향세립해지는 경향을 띠는 퇴적상으로 정의하였다. 본문에서 정밀해저탐사 결과와 함께 관련지어 나타낸 코어들에서는 Facies A가

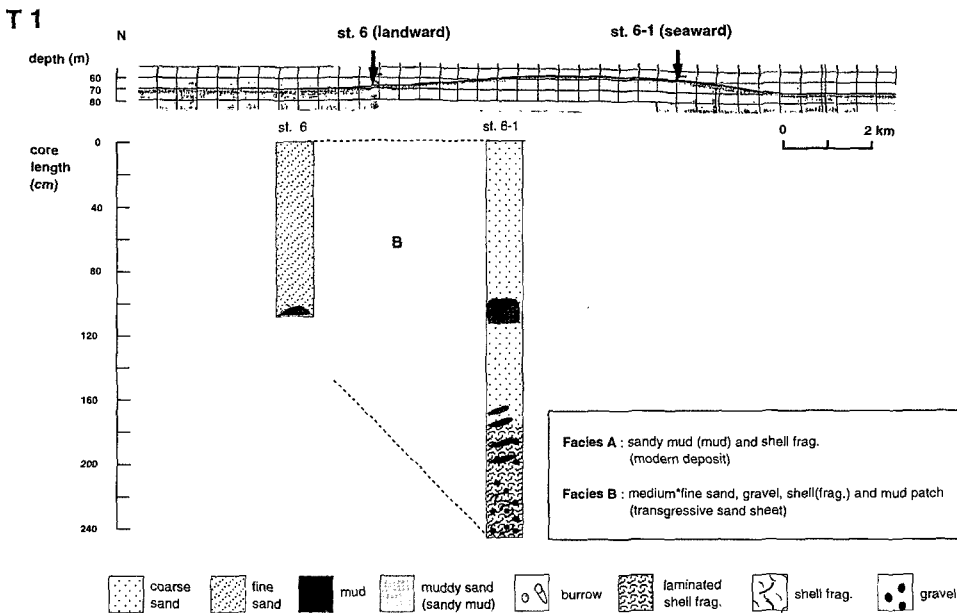


Fig. 2. Chirp Acoustic Profile of T1 track and core description of St. 6-1. The track-line is indicated in Figure 1.

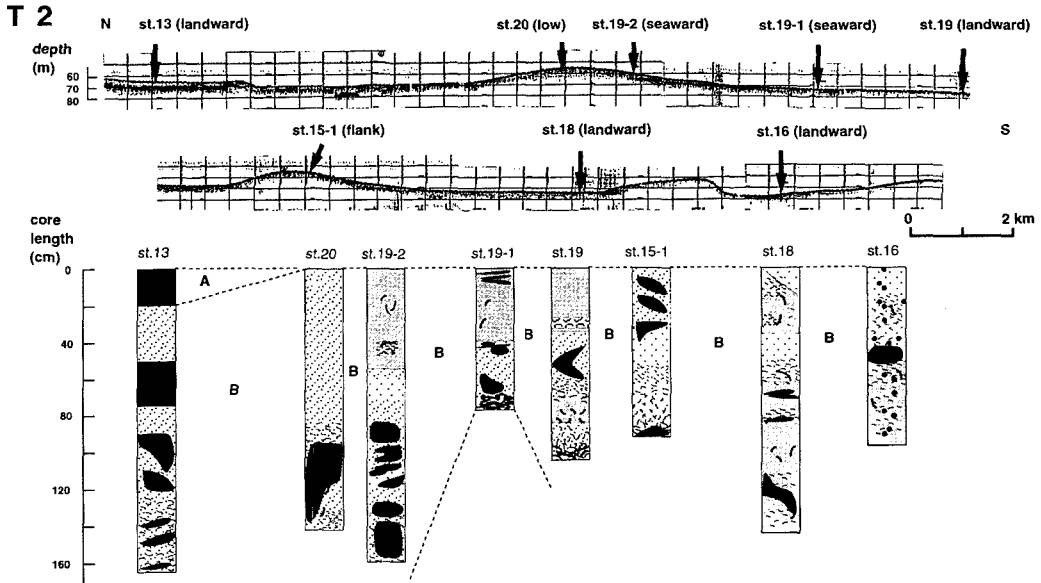


Fig. 3. Chirp Acoustic Profile of T2 track and core description of eight sites. Cor description patterns are the same as in Figure 2.

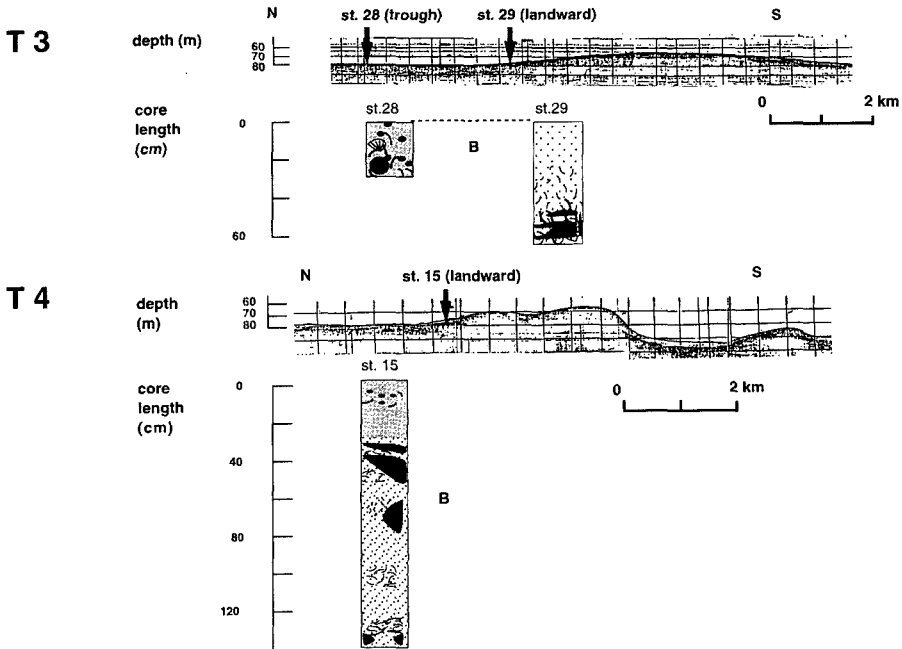
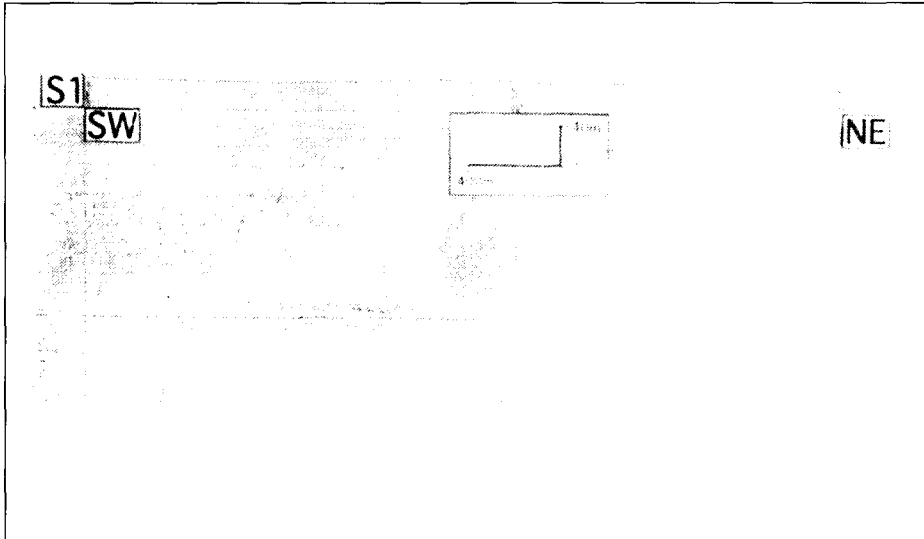


Fig. 4. Chirp Acoustic Profile of T3 and T4 tracks and core description. Core description patterns are the same as in Figure 2.

뚜렷이 나타나지 않고 있다. 이것은 본 논문 지역이 남해 mud belt의 가장자리에 위치하고 있으며, Facies A는 미고결 니질로써 재동작용과 같은 주변 환경에 영향을 받기 때문에 코어에서 뚜렷이 나타나지 않는 것으로 사료된다.

Top (st. 26) : 수심은 60 m이고, 시료의 총 길이는 60 cm로 대부분 조립사로 구성되어 있다 (Fig. 7). 코어 깊이 0~52 cm까지는 조립의 사질이 분포하고, 깊이 52~60 cm사이에서는 니질이 우세하다. 시료의 색깔은 조직의 차이와 유사하게 상부의 사질은 olive gray (5 Y 4/1)

(a)



(b)

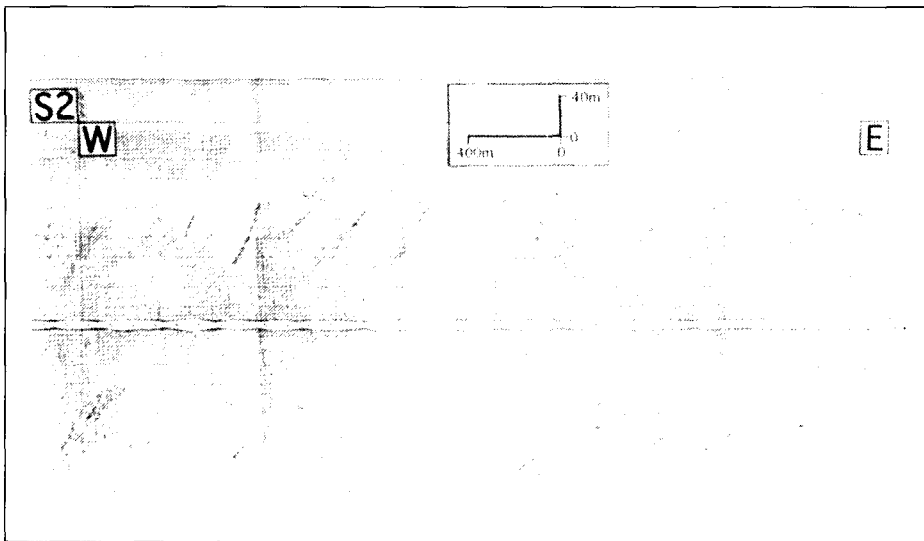


Fig. 5. Side Scan Sonar image on (a) Landward (S1) and (b) Seaward (S2) area.

이고, 하부의 니질은 dark greenish gray (5 GY 4/1)를 띤다. 하부에 분포하는 패각편들은 상향세립하는 경향을 띠며, 전체적으로 평균입도는 2.0  $\phi$ 의 중립사이며, Facies B에 해당된다.

분급도는 0.4~1.3  $\phi$ 로 moderately well sorted에서 poorly sorted이다. 사질의 함량이 90% 이상이어서 입자밀도의 수직적인 변화가 거의 없고 (약 2.6 g/cm<sup>3</sup>), 습윤 전밀도도 2.0 g/cm<sup>3</sup>로 표층을 제외하고는 거의 변화가 없다. 함수율과 공극율은 각각 15~26%, 32~50%이다.

음파전달속도는 조립질 사질로 측정이 불가능하였다 (Fig. 7).

Flank (st. 7) : 수심은 53 m이고 채취한 코어 길이는 288 m이었다. 전체적으로 균질한 사질이 분포하고, 색깔은 light olive gray (5 Y 5/2)이다. 평균 입도는 2.0  $\phi$ 로 중립사이고, 분급도도 수직적인 변화없이 1.0  $\phi$  (moderately sorted) 정도로 거의 일정하다 (Fig. 8). 퇴적상은 중세립사로 Facies B에 포함된다. 입자밀도는 Top지역보다 약간 높게 나타나고 (2.6~2.8 g/cm<sup>3</sup>), 습윤 전밀도는

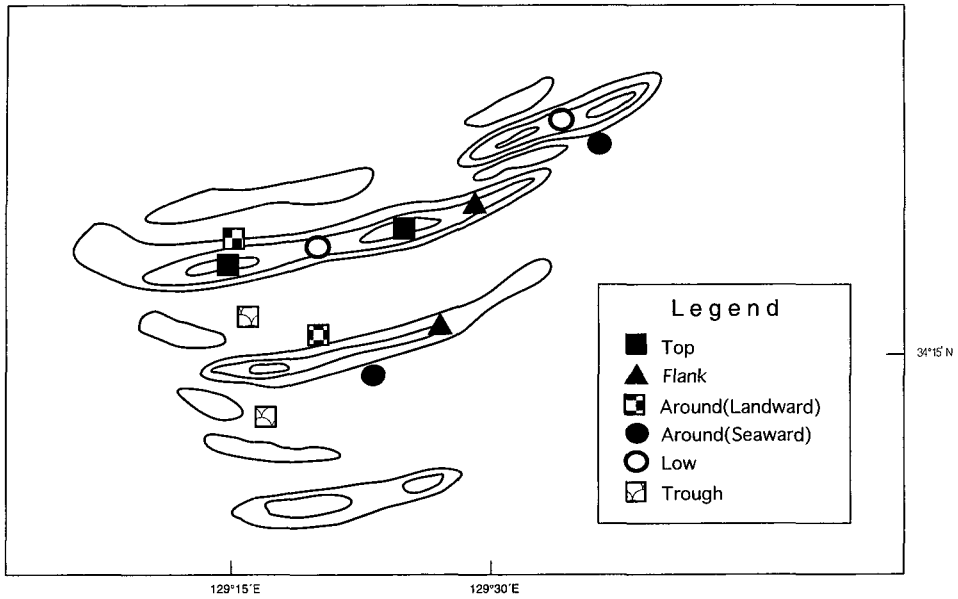


Fig. 6. Distribution and locality definition of sand ridge in the study area.

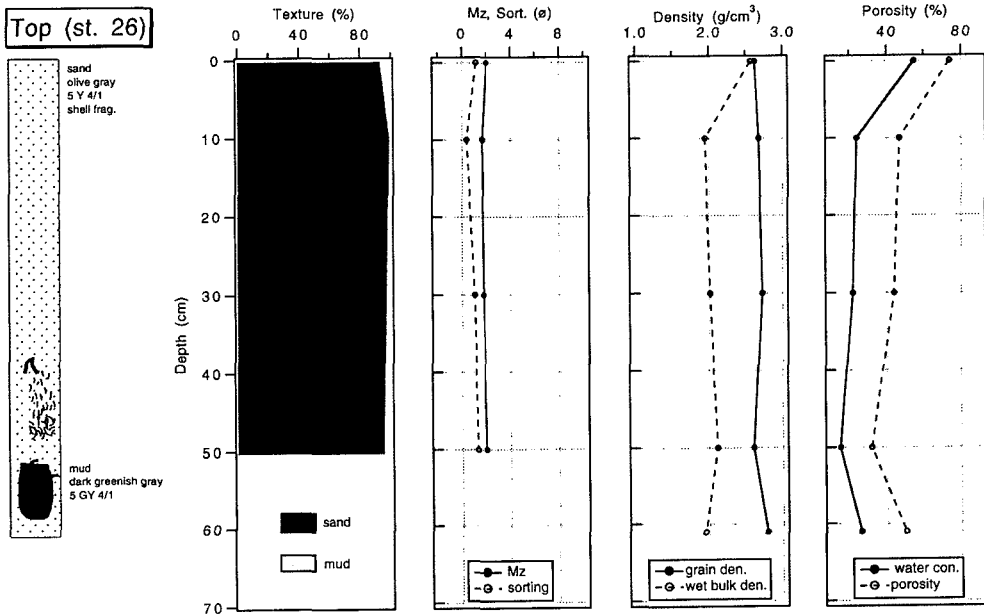


Fig. 7. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 26. Core description patterns are the same as in Figure 2.

약 2.0 g/cm<sup>3</sup>으로 수직적인 변화 없이 거의 일정하다. 함수율과 공극율은 약 20%와 약 40%로 Top지역과 거의 유사하게 나타난다. 음파전달속도는 평균 1754 m/sec이다 (Fig. 8).

Trough (st. 19-1) : 코어 길이는 74 cm이고, 수심은 약 76 m이다. 내부 구조는 비교적 다양하다. 코어 기체를

살펴보면 코어 깊이 0~35 cm까지는 사질과 니질이 혼합되며, 생물교란의 흔적으로 보이는 공동이 흩어져 있다 (Fig. 9). 퇴적층 깊이 36~74 cm사이에서는 상향세립하는 사질의 조직분포를 보인다. 40 cm와 45 cm에 균질한 니질이 분포하고, 60~65 cm에서는 함수율이 낮은 니질이 분포한다. 깊이 70~74 cm에서는 최대 4 cm정도의

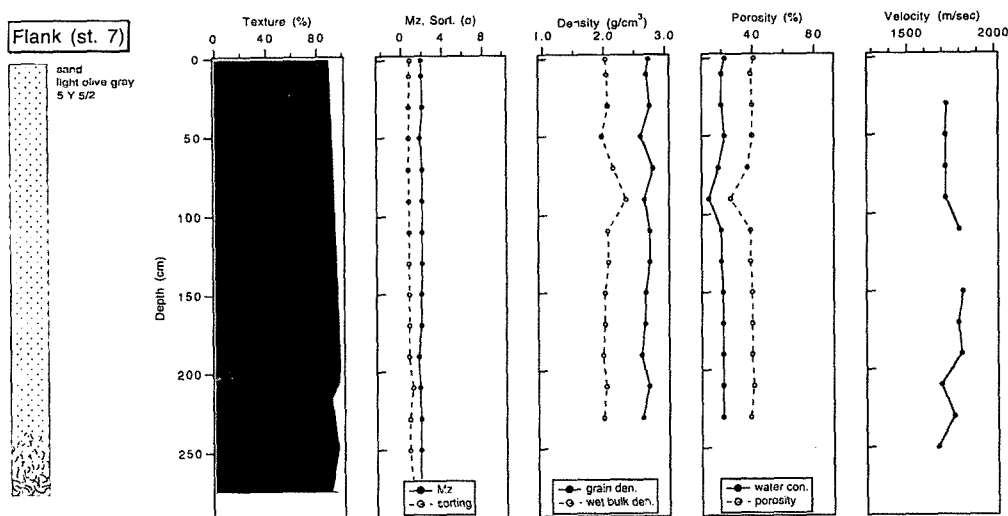


Fig. 8. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 7. Core description patterns are the same as in Figure 2.

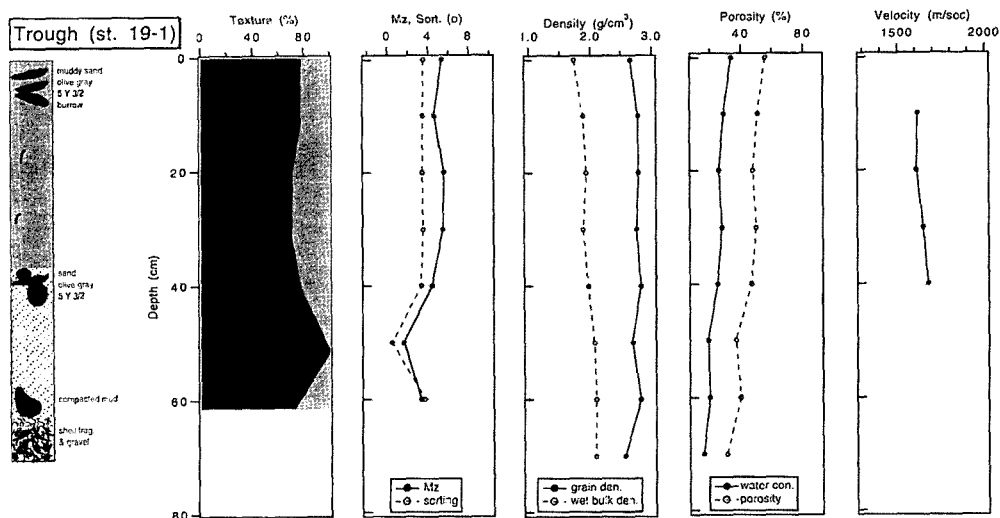


Fig. 9. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 19-1. Core description patterns are the same as in Figure 2.

크기의 패각편이 나타나며, 원마도가 좋은 자갈 (0.5~1 cm)도 분포한다. 이것은 중세립사에서 미세립사로 상향 세립하고 패각편들이 상향세립하며, 자갈이 분포하는 Facies B의 특징과 유사하다. 평균입도는 4.0~5.0  $\phi$ 이고, 분급도는 사질이 거의 100%인 50 cm부근에서만 moderately well sorted이고 나머지는 extremely poorly sorted이다. 입자밀도는 2.5~2.7 g/cm<sup>3</sup>의 범위에 분포하고, 습윤전밀도는 Top이나 Flank지역보다는 약간 낮게 나타난다 (1.7~2.0 g/cm<sup>3</sup>).

함수율과 공극율은 각각 34~16%, 56~31%로 하부로

갈수록 감소하는 뚜렷한 경향을 보이는데, 이는 모래의 함량이 증가하는 조직의 변화양상과 연계된다. 음파전달 속도는 1600~1680 m/sec로서 하부로 갈수록 약간 증가하는 양상을 보이며 이 역시 사질함량 변화와 관계가 있다. 이 지역은 전체적으로 사질 함량이 90% 이상인 Top과 Flank에 해당하는 지역의 정점들에 비해 모래함량이 낮고 그 결과 공극율과 음파전달속도가 비교적 낮게 나타난다 (Fig. 9).

Low (st. 20) : 채취한 코어의 길이는 141 cm이고, 수심이 58 m이다. 0~100 cm까지의 코어 깊이에서는 olive

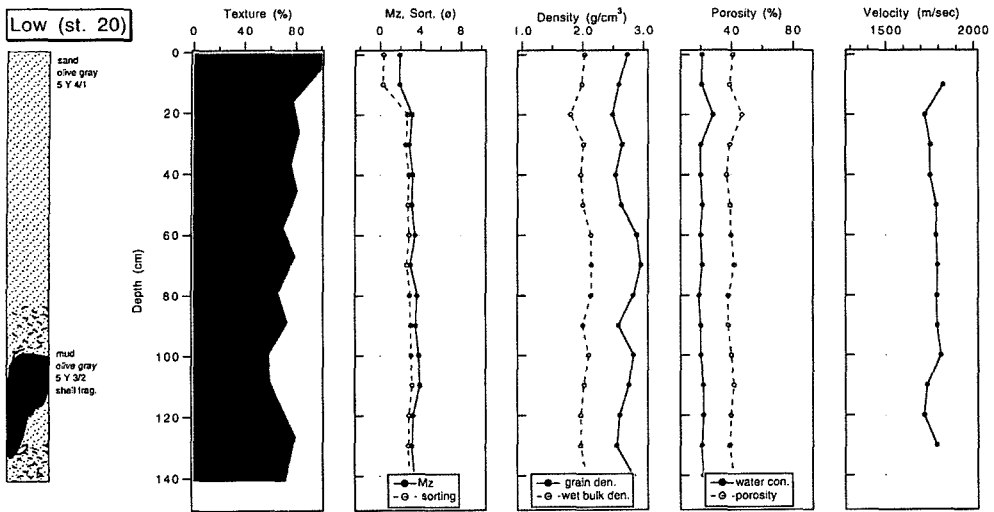


Fig. 10. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 20. Core description patterns are the same as in Figure 2.

gray (5 Y 4/1)의 함수율이 낮은 균질의 사질이 분포하고, 100~135 cm사이에서는 니사질 (muddy sand)이 분포하며 하부로 갈수록 패각편 (최대 3 cm)이 증가한다. 코어 깊이 135~141 cm에서는 100 cm에서의 상태와 비슷한 조직의 사질이 나타난다 (Fig. 10). 평균입도는 상부가 2.0  $\phi$ 의 중립사이고, 하부에서는 3.4  $\phi$ 인 세립사로 비슷한 위치의 Top지역보다는 세립사가 우세함을 알 수 있다. 분급도는 조직 분포 양상과 거의 유사하게 표층에서 10 cm까지 poorly sorted하고 그 하부에서는 very poorly sorted로 Top지역보다 분급도가 약간 불량하게 나타난다.

입자밀도의 변화는 비교적 커서 2.5~2.9 g/cm<sup>3</sup>의 범위를 가지고, 그에 반해 습윤전밀도는 평균 2.0 g/cm<sup>3</sup>로 변화가 거의 없다. 함수율과 공극율은 각각 20%, 40%로 깊이에 따른 변화가 거의 없다. 음파전달속도는 표층을 제외하고 1731~1813 m/sec로 수직적으로 약간 증가하다가 100 cm이하에서 니질층이 나타나면서 감소하는 경향이 나타난다 (Fig. 10).

Landward (st. 14) : 이 정점은 실제로 sand ridge가 주로 분포하고 있는 지역과는 약간 떨어져 있으며, 수심은 57 m이고, 채취한 시료 길이는 223 cm이다. 전체적으로 dusky yellow green (5 GY 5/2)색을 띤다. 퇴적층 0~150 cm에서는 주로 균질한 니질이며, 150~160 cm에서는 함수율이 높은 세립사의 양이 증가하며, 생물교란의 흔적도 보인다. 하부인 150~223 cm사이에서는 세립의 사질이 분포하고, 상향세립하는 패각편이 분포

하고 있다. 전체적으로 니질이 우세하게 나타나며, 이는 Facies A로 정의된 퇴적상에 해당된다. 평균입도는 8.0~2.0  $\phi$ 로 하부로 갈수록 조립해지는 경향을 보이지만, 분급도는 very poorly sorted에서 poorly sorted로 평균입도와는 달리 변화가 크지 않다. 입자밀도는 2.5~2.9 g/cm<sup>3</sup>으로 증가하고, 습윤전밀도도 1.4~1.9 g/cm<sup>3</sup>으로 지속적인 증가 양상을 보인다. 함수율은 55%에서 20%로 감소하고, 공극율은 78%에서 42%로 감소한다. 음파전달속도는 1482~1748 m/sec로 하부로 갈수록 증가하는 경향을 띤다. 이는 조직의 뚜렷한 변화양상을 반영하는 것이다 (Fig. 11).

Seaward (st. 19-2) : 본 지역의 수심은 68 m이고, 시료 길이는 160 cm로 전체적으로 사질과 니질이 협재하는 복잡한 구조를 가진다. 하부에는 패각 (최대 7 cm)이 분포하는데, 110~118 cm깊이에서는 Facies B의 특징인 층상구조가 나타난다. 평균입도는 니질이 우세한 층에서는 4  $\phi$ 이고, 사질 우세층에서는 2  $\phi$ 로 나타났다. 분급도는 니질의 함량이 높은 깊이에서는 3.0  $\phi$ 인 very poorly sorted이고, 사질의 함량이 높은 부분에서는 0.5  $\phi$ 인 well sorted로 부근에 위치한 Trough지역과 유사하다.

입자밀도는 2.5~2.9 g/cm<sup>3</sup>사이에서 분포하고, 습윤전밀도는 평균 2.0 g/cm<sup>3</sup>이다. 함수율과 공극율은 각각 약 20%, 30~50%에 해당한다. 음파전달속도는 니질층에서는 평균 1539 m/sec, 사질층에서는 평균 1705 m/sec로 큰 차이를 보인다 (Fig. 12).



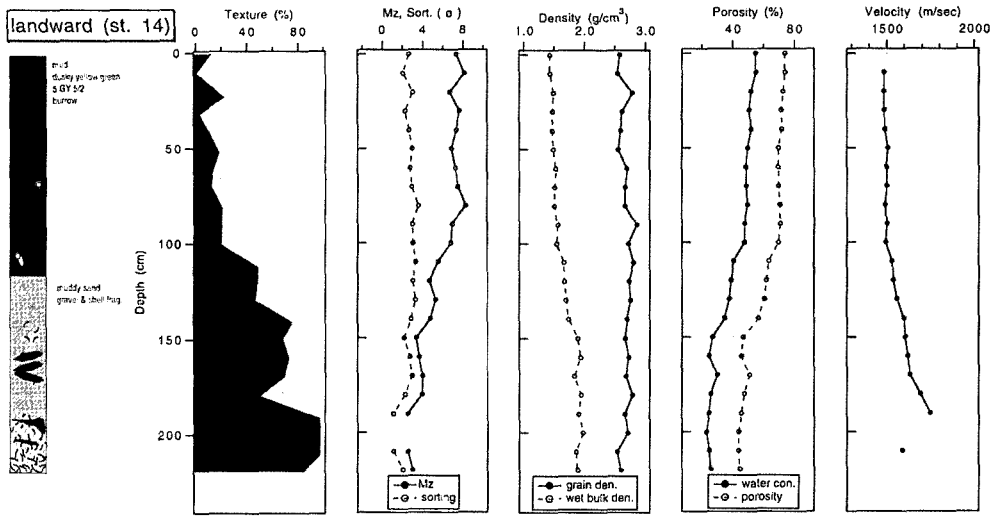


Fig. 11. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 14. Core description patterns are the same as in Figure 2.

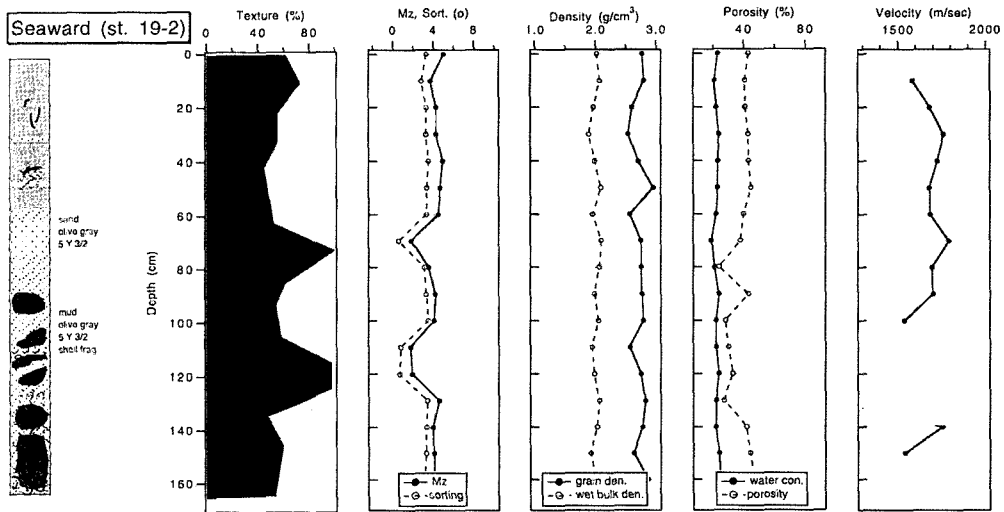


Fig. 12. Core description, profiles of textural parameters, and physical properties for St. 19-2. Core description patterns are the same as in Figure 2.

고찰

연구지역내의 sand ridge들의 높이는 10~20 m정도이고 비대칭형이며 등수심선과 거의 평행하게 발달해 있다. 이 ridge들은 균집을 이루고, 조류의 방향과 거의 평행하게 발달하며, 형태는 비대칭형인 tidal sand ridge의 일반적인 특징과 거의 일치하고 있다 (Yang, 1989; Yang and Sun, 1988). 또한 ridge의 경사지역에 sand wave 형태가 나타나는 것으로 보아 현재 연구지역내 분포하는 ridge들은 다소 활동적인 것으로 사료된다.

대부분의 코어 시료에서 사질함량 80% 이상의 조적분포를 보였고, 자갈과 다량의 패각편도 협재한다. 이는 상부로 세립화하는 특징, 특히 최하부에 큰 패각과 자갈이 분포하면서 상향세립하는 사질이 분포하는 잔류퇴적물 퇴적상 특징 (Min, 1994)과 유사하다 (Figs. 2, 3, 4). 이와 비슷한 퇴적상이 일본 북동쪽 Sendai 대륙붕과 사면에도 나타나는 것으로 보고되어 있으며 (Saito et al., 1989), 이는 Swift et al. (1971) 및 Swift (1976)가 제시한 대륙붕 지역에서 해수면이 상승하는 동안 형성된 판상형의 transgressive sand sheet 또는 surficial sand sheet 퇴적

상과도 유사하다 (Swift et al., 1972). 또한 코어내 사질 퇴적층내에 분포하는 mud patch는 해침동안 강한 폭풍이나 특히 조류의 영향으로 재동 (reworking)되면서 형성된 것으로 알려져 있다 (Min, 1991). 따라서 본 연구지역의 대부분에 분포하고 있는 사질 퇴적상은 transgressive sand sheet 퇴적상의 일부로 사료된다. 입도분석과 물리적 성질 측정 결과 일부 코어의 표층을 제외하고는 평균입도는 거의 2.0~4.0  $\phi$ 로 중세립사이며, 지형에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 분급도는 사질함량이 높은 경우 (80% 이상) 0~1.0  $\phi$ 로 well sorted - moderately sorted이고, 낮을 경우 (80% 이하)는 3.0~4.0  $\phi$ 로 very poorly sorted이다. 일반적으로 잔류퇴적물일 경우에는 0.5  $\phi$ 이하의 well sorted의 분포를 보이는데, 본 연구결과에서 분급도가 다소 불량하게 나타나는 이유는 퇴적당시 강한 에너지 환경에 노출되었거나 조류의 영향에 의해 재동되어 퇴적된 palimpsest이기 때문으로 생각된다.

입자밀도와 평균 습윤전밀도는 각각 2.6~2.9 g/cm<sup>3</sup>, 2.0 g/cm<sup>3</sup>으로 나타났다. 습윤전밀도의 경우 니질의 남해 내대륙붕 지역에서는 1.4~1.6 g/cm<sup>3</sup>으로 본 연구지역보다 많이 낮지만 (Kim et al., 1992; Sung, 1994), 사질 퇴적물이 우세한 동남해역의 사질퇴적물은 평균 1.9 g/cm<sup>3</sup>으로 연구지역 (평균 2.0 g/cm<sup>3</sup>)과 유사하다 (Kim et al.,

1996; Seo, 1997). 이는 조직의 유사성때문으로 사료된다. 공극율과 함수율은 각각 15~30%, 30~75%로 나타난다. 음파전달속도는 약간 분산되어 있지만, 전체적으로 사질이 우세한 지역은 1550~1850 m/sec의 범위에 해당하는데, 이는 니질이 우세한 남해 내대륙붕의 평균속도 1528 m/sec (Sung, 1994)와는 차이가 많으나, 사질 퇴적물이 우세한 동남해역의 평균속도 1707 m/sec와는 유사하다 (Kim et al., 1996; Seo, 1997).

입도분포와 물성분석의 결과 연구지역의 sand ridge 퇴적물은 주변 위치별 입도와 물성에 있어 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 그리고, 남해 내대륙붕과는 물리적 성질이나 속도에 있어 차이가 있으나, 동남해역과는 유사함을 알 수 있었다. 이것은 해수면이 상승하면서 형성된 사질의 퇴적층이 넓은 지역에 걸쳐 판의 형태로 퇴적되어 있고, 남해 내대륙붕에는 현생 니질 퇴적물이 피복되어 있는 조직의 차이때문이다.

평균값을 중심으로한 분산정도를 나타내는 분급도는 퇴적에너지와 세립질 퇴적물 함량과의 함수이다. 일반적으로 평균입도가 감소할수록 분급도는 불량해지는데 (Folk and Ward, 1957), 본 연구지역에서도 전체적으로 입도가 세립해질수록 분급도가 불량해지는 것을 볼 수 있다 (Fig. 13). 평균입도는 2  $\phi$ 와 4  $\phi$ 에서 빈도수가 높게 나타난다. 2  $\phi$ 의 경우 1  $\phi$ 이하로 moderately sorted를

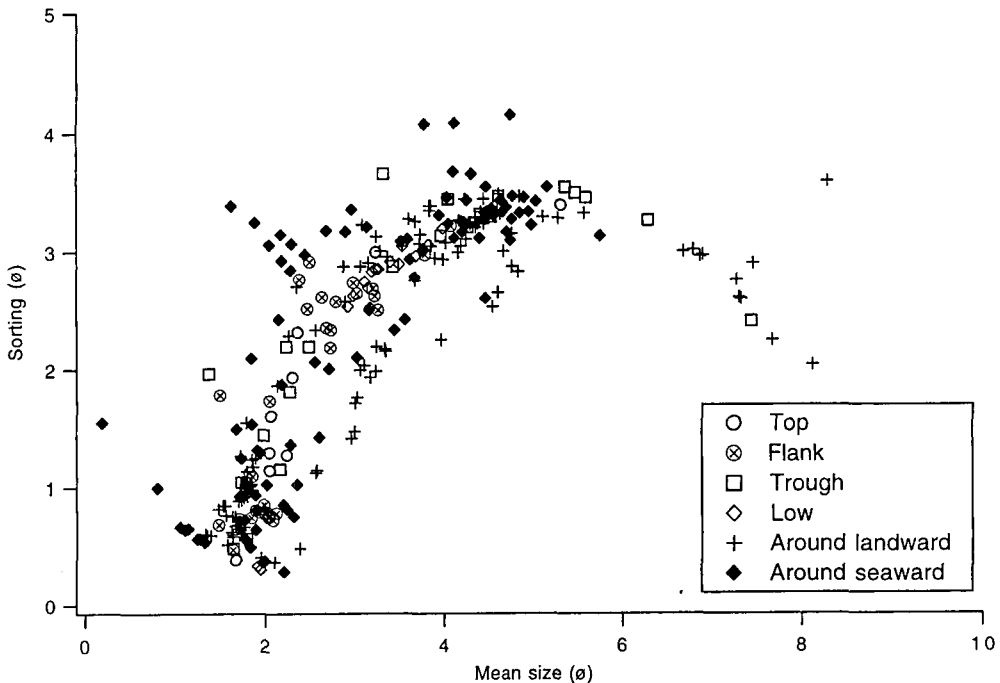


Fig. 13. Mean grain size (phi) versus sorting (phi) for the core sediments.

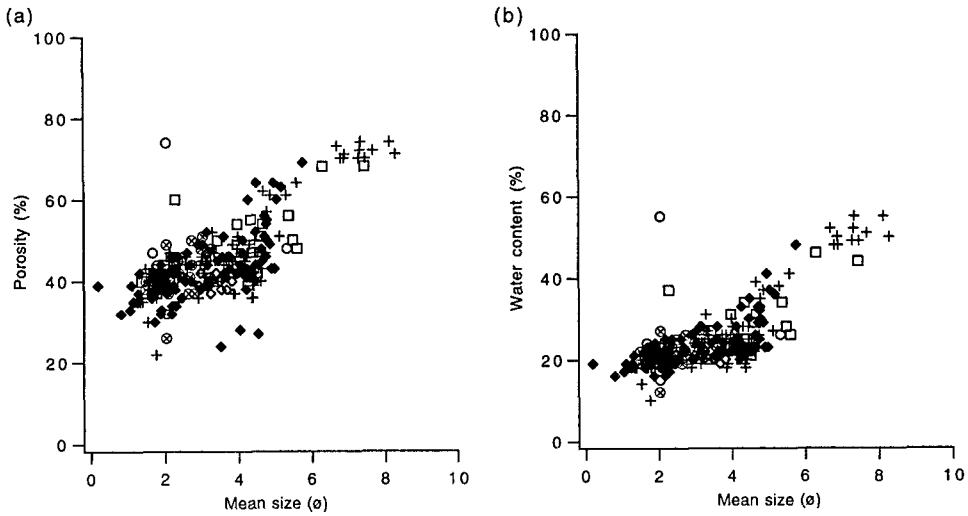


Fig. 14. Mean grain size ( $\phi$ ) versus (a) porosity (%) and (b) water content (%) for the core sediments. Symbols are the same as in Figure 13.

나타내고, 4  $\phi$ 의 경우는 3  $\phi$ 이상으로 very poorly sorted로 분포한다. 이는 퇴적층의 변화, 즉 짧은 주기의 환경 변화 또는 에너지의 변화가 있었던 것으로 생각할 수 있다 (Fig. 13). 일반적으로 입도가 감소할수록 공극율이 증가하지만, 세립질 퇴적물의 경우는 점토의 함량에 따라 공극율이 크게 차이가 난다 (Grim, 1962; Meade, 1964). 본 연구지역 퇴적물의 경우도 평균입도가 감소함에 따라 공극율도 증가하는 일반적인 경향을 따른다 (Fig. 14). 함수율도 공극율과 마찬가지로 입도의 함수로 양의 상관관계를 보인다. 특히 니질이 우세하게 나타나는 Landward의 경우 뚜렷한 변화양상을 보인다. 그러나, 전반적으로 위치에 따른 차이는 거의 없다.

음파전달속도는 입도와 공극율에 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Hardin and Richart, 1963). 평균입도와 음파전달속도의 상관관계를 살펴보면 다소 분산이 되어 있지만, 전반적으로 입도가 감소할수록 음파전달속도가 감소하는 것을 볼 수 있다 (Fig. 15). 본 ridge 퇴적물의 평균 입도중 가장 우세하게 나타나는 2.0~4.0  $\phi$ 의 세립사에 해당하는 음파전달속도는 1700~1800 m/sec로서 동남해역 사질 퇴적물의 결과와 유사하다 (Seo, 1997).

해양퇴적물의 경우 일반적으로 공극율(함수율)이 증가할수록 속도는 감소하는 경향을 띤다 (Anderson, 1974). 본 연구지역의 퇴적물은 대부분 공극율 40~50%와 음파전달속도 1700~1800 m/sec의 범위에 해당되는데 (Fig. 16 a), 이는 사질 함량이 80% 이상으로

퇴적물의 조직 구성이 비교적 단순하기 때문이다. 공극율과 함수율은 양의 관계로 함수율과 음파전달속도간의 상관관계에 있어 공극율과의 상관관계와 유사하다 (Fig. 16 b). 각 물성간 상관관계의 위치별 차이는 없는 것으로 나타났다.

## 요 약

1. 연구지역내 sand ridge들은 10~20 m 높이의 비대칭형태이며, 등수심선과 평행하게 발달해 있고, sand ridge의 경사진 부분에서는 지역에 따라 sand wave 형태의 이미지가 나타나는 것으로 보아 현재 다소 활동성이 있는 것으로 보인다.
2. Ridge 주변 위치별 입도, 물리적 성질, 음파전달속도 값은 차이가 크지 않았는데, 이것은 본 연구지역의 주 퇴적상인 사질의 퇴적층이 판의 형태로 넓게 분포하고 있기 때문이다.
3. 코어 하부에는 해수면이 상승하면서 생성된 transgressive sand sheet 퇴적상의 특징을 지시하는 40~200 cm 두께의 자갈, 패각편, 조립사가 혼재된 퇴적상이 나타난다. 이들 사질의 분급이 양호하지 않은 이유는 해수면이 상승하면서 조류나 고에너지 환경에서 재동 (reworking)되어 퇴적된 palimpsest와 관련된 것으로 사료된다.

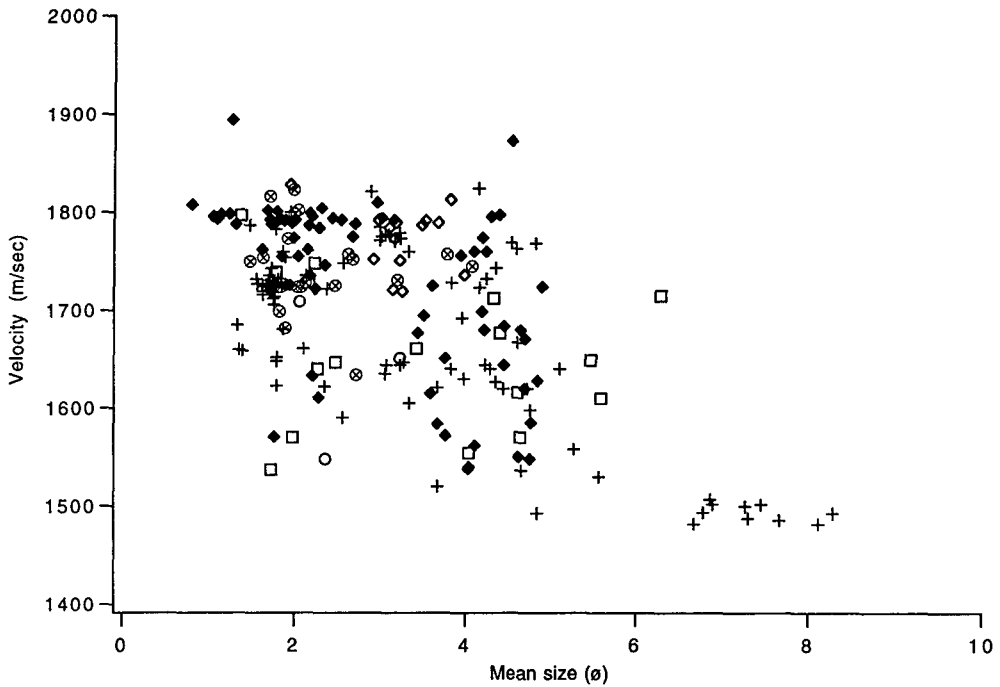


Fig. 15. Mean grain size ( $\phi$ ) versus velocity (m/sec) for the core sediments. Symbols are the same as in Figure 13.

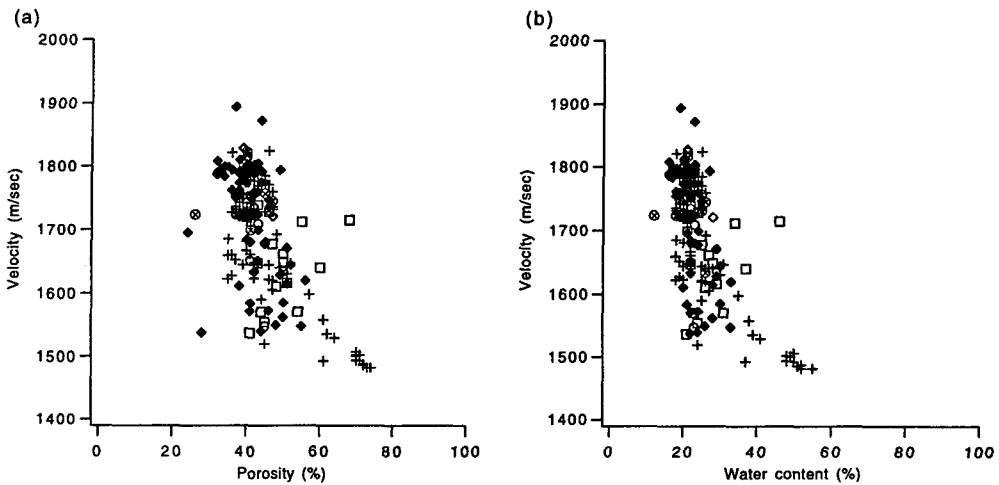


Fig. 16. Velocity (m/sec) versus (a) porosity (%) and water content (%) for the core sediments. Symbols are the same as in Figure 13.

사 사

참 고 문 헌

야외조사과정에서 많은 도움을 주신 여러 교수님들과 탐양호 승무원, 그리고 부경대학교 퇴적물 음향학 실험실원들에게 감사드립니다. 이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 대학교수 해외파견 연구지원에 의하여 연구되었습니다.

Anderson, R. S., 1974. Statistical correlation of physical properties and sound velocity in sediment. In: Physics of sound in marine sediment, 481~517.  
 Galehouse, J. S., 1971. Sedimentation Analysis. In Procedures in Sedimentary Petrology. Ed. By Carver, R. E. Wiley-Interscience.

- Cho, W. H., 1985. A Study on Sedimentary Structure and Compressional Wave Velocity of Marine Sedimentary Layers Around the Southern Coast of Yeosu, Korea. Pusan National University. 76pp. (in Korean)
- Emery, K. O., 1968. Relict sediments on continental shelves of the world: Bull. AAPG, 52, 445~464.
- Folk, R. L., 1968. Petrology of Sedimentary Rocks. Ham-pill's Austin, Texas.
- Folk, R. L. and W. C. Ward, 1957. A study in the significance of grain-size parameters. J. Sed. Pet., 27, 3~27.
- Grim, R. E., 1962. Applied clay mineralogy. 422, McGraw-Hill, New York.
- Hardin, B. O. and R. E. Jr. Richart, 1963. Elastic wave velocities in granular soils. J. Soil Mech. Found. Div. Amer. Soc. Civil Eng., 89 (SM-1), 33~65.
- Kim, D. C., Y. A. Park, C. B. Lee, H. J. Kang and J. H. Choi, 1992. Sedimentation and Physical Properties of Inner Shelf Sediment, South Sea of Korea. J. Geol. Soc. Kor., 28 (6), 604~614.
- Kim, G. Y., D. C. Kim, S. C. Park, D. G. Yoo, J. H. Choi and J. C. Kim, 1996. Physical Properties of Sandy Sediment in the Southeastern Coast of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 29 (5), 663~676. (in Korean)
- Kim, S. W., C. S. Kim, Y. O. Lee, Y. S. Kong, C. W. Lee, G. H. Min, Y. S. Park, and Choe, K. L., 1986. Marine Geological Study on the Continental Shelf Off Southern Korea. Korea Institute of Energy and Resources, 20, 9~49. (in Korean)
- Klein, G. DeV., Y. A. Park, J. H. Chang and C. S. Kim, 1982. Sedimentology of a subtidal, tide-dominated sand body in the Yellow Sea, southwest Korea. Mar. Geol., 50, 221~240.
- McKinney, T. F. and G. M. Friedman, 1970. Continental shelf sediments of Long Island, New York. J. Sed. Pet., 40, 213~248.
- Meade, R. H., 1964. Removal of water and rearrangement of particles during the compaction of clayey sediment. Review, U.S. Geol. Surv. Prof. Rap., 497-B, 23.
- Min, G. H., 1987. Quaternary Sediments of the Western Cheju Strait. Ms. thesis in Pusan National University. 90pp. (in Korean)
- Min, G. H., 1991. Holocene Transgressive Sediments and Sedimentary Processes in the South Sea, Korea. Special Publication of the Korean Sedimentology Research Group, 1~21. (in Korean)
- Min, G. H., 1994. Seismic Stratigraphy and Depositional History of Pliocene-Holocene Deposits in the Southeastern Shelf, Korean Peninsula. Ph. D. thesis in Seoul National University. 196pp. (in Korean)
- Off, T., 1963. Rhythmic linear sand bodies caused by tidal currents. Bull. AAPG, 47, 339~341.
- Saito Y., A. Nishimura and E. Matsumoto, 1989. Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope off Sendai, Northeast Japan. Mar. Geol., 89: 245~258.
- Seo, Y. K., 1997. Acoustic and Physical Properties of Sediment in the Korea Strait. Ms. thesis in Pukyong National University. 77pp. (in Korean)
- Sung, J. Y., 1994. Sedimentary environment and Geoaoustic Modeling of the Shelf Sediment, South Sea of Korea. Ms. thesis in National Fisheries University of Pusan. 114pp. (in Korean)
- Swift, D. J. P., 1976. Coastal sedimentation. In: D. J. Stanley and D. J. P. Swift (Editors), Marine Sediment Transport and Environmental Management. Wiley, New York, 255~310.
- Swift, D. J. P., J. W. Kofoed, F. P. Saulsbury and P. Sears, 1972. Holocene evolution of the shelf surface, central and southern Atlantic shelf of North America. In Swift, D. J. P., Duane, D. B. and Pillkey, O. H. eds., Shelf sediment transport: process and pattern. Stroudsburg, Pa. : Dowden, Hutchinson and Ross, 499~574.
- Swift, D. J. P., D. J. Stanley and J. R. Curray, 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. J. Geol., 79, 322~349.
- Yang, C. S., 1989. Active, moribund and buried tidal sand ridges in the East China Sea and the Southern Yellow Sea. Mar. Geol., 88, 97~116.
- Yang, C. S., and J. S. Sun, 1988. Tidal sand ridges on the East China Sea shelf. In: P. L. de Boer, A. van Gelder and S. D. Nio (editor), tide-influenced sedimentary environments and facies. Kluwer, Dordrecht, 23~38.

---

1997년 12월 12일 접수

1998년 8월 20일 수리