

변산반도 연근해 표층 퇴적물의 특성과 퇴적환경

오재경 · 최규홍
인하대학교 해양학과

Environment of Deposition and Characters of Surface Sediments in the Nearshore off Byun-San Peninsula, Korea

JAE-KYUNG OH AND KYUHONG CHOI
Department of Oceanography, Inha University, Incheon 402-751, Korea

한반도 서해 중부 변산반도 연근해 표층 퇴적물의 퇴적작용, 해저지형, 계절별 변화 등을 포함한 퇴적 환경을 연구하기 위해 여름 32 개, 겨울 29 개 표층 퇴적물을 채취하여 분석하였다. 지형적인 특성을 이해하기 위해 해도의 수심자료를 계수화했으며 음향측심기를 이용하여 동서방향을 따라 5 개 선상의 수심단면도를 얻었다. 표층 퇴적물의 퇴적상은 크게 모래(S), 사질니(sZ), 니질사(zS)로 나뉜다. 평균입도는 2.11~7.81 Φ 의 다양한 분포를 보인다. 전체적인 왜도값이 전반적으로 양의 분포를 보여 전형적인 조석 우세 환경을 알 수 있다. 연구지역 북서쪽의 6 개의 정점에서는 중사에 해당하고 분급도는 0.5~1.4 Φ 의 분포를 보이며 그 외의 지역은 하천과 외해로부터 유입된 세립질 퇴적물과의 혼합에 의해서 외해에서 연안으로 갈수록 니질사부터 점차 사질니까지 분포한다. 겨울철에 하천 기원의 퇴적물이 재부유 하여 남쪽으로 이동 퇴적되는 것이 불량한 분급의 원인이 될 수 있다. C-M 다이아그램에 의하면 퇴적 기작은 크게 밀집 이동(Mode A), 점이 부유와 지속적 부유의 혼합(Mode B), 그리고 지속적 부유(Mode C)로 각각 북서부의 사질, 중앙부의 니사질, 남부의 사니질 퇴적상과 밀접한 관계를 보인다. PCA 방법에 의한 통계분석에서도 유사한 결과가 나타났다. 결과적으로, 표층퇴적물의 퇴적상과 퇴적 기작은 밀접한 관계를 보이며 Type II 에서 III 의 퇴적상으로 갈수록 평균 입도는 세립해지고 분급이 점차 불량해지는 경향을 보인다.

To study the characters of surface sediment and to describe the seasonal depositional environment as a result of sedimentation process off Byun-San Peninsula, a total 61 samples of surface sediment (32 samples in summer; 29 samples in winter) were collected and analysed. A digitized depth data from sea chart and echosounding profiles along five trans-sections were helpful for understanding the morphological factors. The types classified by the characters of surface sediment are type I (sand, S), type II (silty sand, zS), and type III (sandy silt, sZ). Mean grain size varies from 2.11 to 7.81 Φ . The positive-skewness shows the typical tide-dominated environment. The sediment type of the northwestern stations is medium sand and the sorting value is 0.5~1.4 Φ of well/moderately sorted. Meanwhile, other stations are composed of muddy sands and sandy muds transported from rivers and offshore. These sediment types toward inshore change gradually from silty sand to sandy silt. According to the C/M diagram, there are three major transport modes of sediment: bed load (Mode A), graded suspension (Mode B), and suspension (Mode C), correlating with north-eastern sandy area, middle part of silty-sand area, and southern sandy-silt area, respectively. The result of Principal Component Analysis shows also similar pattern of sediment types. In result, sediment texture of type III tends to be finer and more poorly-sorted than that of type II and sediment facies are correlated with sedimentation process.

서 론

황해는 조석과 계절적으로 발생하는 폭풍 및 태풍 등 물리적인 조건이 매우 복잡한 전형적인 대륙연해이다(Zheng and Klemas, 1982; Park, 1986; Lee and Chough, 1989). 홀로세 시기에 발생한 해침에 의해 황해 중앙부에는 황하기원의 니질 퇴적물이 자리잡고 있으나, 황해 동부인 한반도 연근해에는 광대한 해침 사층

이 연안을 따라 조류기원 사퇴들과 함께 해저에 분포하고 있다(Lee and Chough, 1989).

황해 동쪽에서는 두 개의 특징적인 사질 퇴적층이 나타나고 있다(Lee et al., 1988). 하나는 약 36°N 이북에 거대하게 발달해 있고, 다른 하나는 약 36°N 이남의 연안에 니질사 또는 사질니로 나타난다. 36°N 이북에 거대하게 자리잡은 사질 퇴적물은 압록강 부근까지 확장되어 있으며, 분급이 매우 좋은 2~3 Φ 의 평균 입도를

연구지역 개관

보인다. 한국측 연안해역은 현재 주변 하천으로부터 비교적 적은 양의 니질 퇴적물을 받아들이기 때문에 퇴적층들은 니질사 또는 사질니가 주가 된다(해양연구소, 1995).

황해 남동부에는 금강, 만경강 및 동진강의 하천이 발달하여 이들이 퇴적물 공급을 주도하는 것으로 알려져 있다(Choi, 1993). 하천성 부유물질은 일반적으로 점토의 입도를 가지나, 금강하구 해저면의 퇴적물은 4~6 Φ 의 극세립 모래 내지 실트로 구성되어 있다. 회토류 원소 연구에 의하면, 그 농도가 금강에서 남쪽으로 멀어질수록 감소하는 경향을 보이는데, 이는 금강기원 퇴적물이 동계에는 강한 북서 계절풍에 의하여 주로 금강 이남으로 공급된다는 것을 보여주는 증거가 된다(Chough, 1984; Park et al., 1986). 반면 하계의 부유 퇴적물에 대한 연구는 비교적 부족하지만 정상상태 모델을 통한 연구, 인공위성 영상자료 처리를 통한 연구(Yoo, 1986; Ahn, 1989), 또한 물리해양학적 현장 자료를 이용한 연구 등의 방법을 통하여 황해 남동부 하천성 부유 퇴적물이 북서쪽으로 운반될 가능성을 제시하였다(Choi, 1993).

본 연구 지역은 황해 대륙붕과 조간대 사이에 발달되어 있는 연근해 퇴적 환경으로서 표층 퇴적물의 퇴적상의 변화가 심하며 지형적인 요인에 의한 퇴적상의 변화도 예상되는 지역이므로 본 연구는 여름과 겨울의 표층 퇴적물의 입도 분포의 특징과 지형의 특징, 수리적 특징을 통계적 방법으로 분석하여 연근해 퇴적 작용과 지형적인 요인에 의한 퇴적상의 변화 가능성을 파악하는데 목적을 두었다.

해안 지형 및 지질

연구지역은 한반도 서해 중부 내 대륙붕에 속하는 지역이며 동경 126°00'00"~126°30'00", 북위 35°20'00"~35°50'00" 사이에 위치한다(Fig. 1). 해안은 지형적으로 리이스식 해안이며 해안 주변에는 위도, 안마 군도, 고군산 군도 등 작은 섬들이 많이 산재한다. 수심은 연안에서 약 10 km 까지 10 m 미만의 비교적 얕은 수심 분포를 보이며, 연구지역의 북서쪽으로 갈수록 수심이 깊어지는 경향을 보인다(Fig. 1). 또한 연구 지역의 북부 지역은 새만금 간척사업으로 인해 인위적인 퇴적환경의 변화가 예상된다.

육상 지질은 북으로는 시대 미상의 육천층군이 위치하고 있으나 전체적으로는 쥬라기의 대보화강암류가 내륙으로 발달해 있으며 백악기의 중성 및 염기성의 경상 누층군이 변산반도에 자리잡고 있다(국립지질박물관연구소, 1973).

수리학적 특징

해양조사원(1989) 자료에 의하면 위도향을 기점으로 볼 때 조석은 반일 주조형이며 대조차는 5.4 m, 소조차는 2.5 m로서 평균조차가 4.0 m 이다(Fig. 2). 변산반도 부근 해역에서는 외해로부터 북동류하는 창조류는 격포항 남서해역에서 북류하고 그의 일부는 남동류하여 곰소항으로 유입하며 낙조류는 이와 반대로 흐르는 경향을 보인다. 대체로 창조류가 강하나 곰소항 부근에서 부

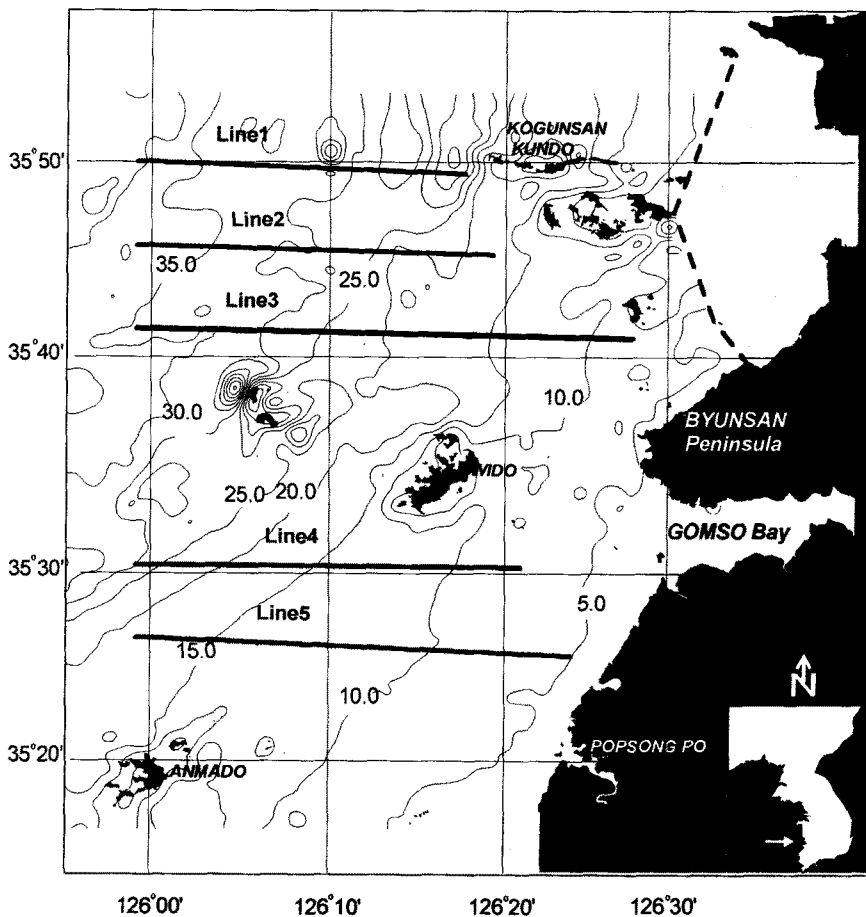


Fig. 1. The regional map showing the bathymetry and five E-W profiles for echosounding. The dashed line is Sae-mankeum jetty.

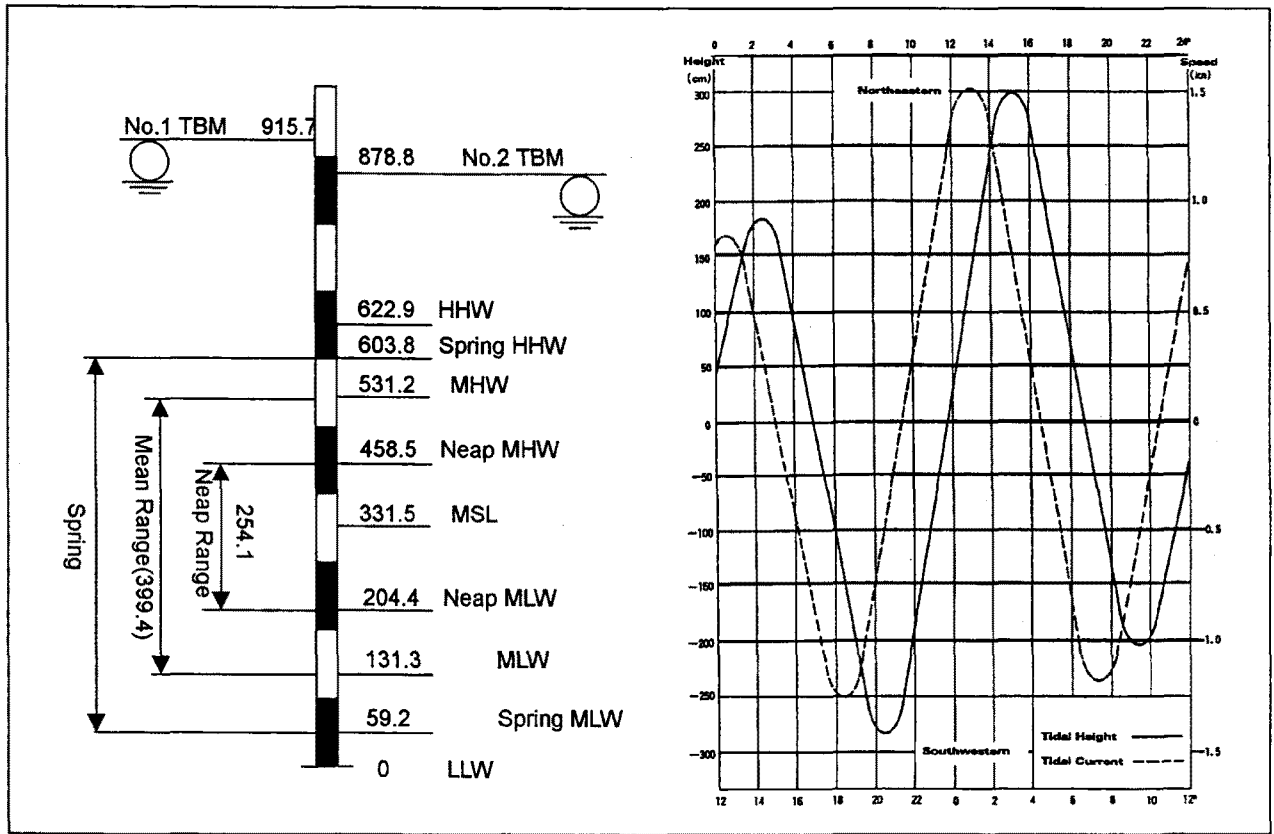


Fig. 2. Tidal range and tidal current speed at Wido harbor.

분적으로 낙조류가 강하게 나타나기도 한다. 최강 창조류는 평균 대조기때 0.9~2.3 knots 이며 낙조류는 0.8~3.4 knots 의 범위를 갖는다. 상왕등도와 위도 부근 해역의 경우 창조류는 강하게 북동류하고 위도의 동쪽과 서측에서는 북류하며, 낙조류는 이와 반대로 남서류하고 위도 남방에서는 서류하여 유속이 강해지는 특징을 보인다. 유속은 창조류가 낙조류보다 다소 강하게 흐르며 지속시간도 창조류가 약 1시간 길다. 범성포 앞 부근해역은 수심이 낮으므로 창조류는 연안에 접근하면서 그 세력이 점차 약화되어 북동류하고, 낙조류는 이와는 반대로 육지에서 멀어질수록 강하게 흐르며 남서류한다.

연구 지역은 얕은 수심으로 인해 기상변화와 밀접한 관계를 갖는다. 기상은 전형적인 몬순기후의 영향으로 여름과 겨울의 차이가 뚜렷하다(Choi, 1993). 특히 2월과 3월에는 평균풍속 5 knots 이상의 강한 북서 계절풍이 주기적으로 작용하여 해저퇴적물이 활발하게 재부유되어 남쪽으로 운반되는 것으로 알려져 있다(Park and Choi, 1989).

재료 및 방법

표층퇴적물의 시료채취는 1997년 8월 25일부터 28일까지, 그리고 1998년 2월 16일부터 18일까지 경도 0.5', 위도 07' 05" 간격의 격자구조로 여름 32 개, 겨울 29 개의 정점에서 시료 채취용 채니기를 이용하여 표층 퇴적물 시료를 채취하였다(Fig. 3). 겨울에는 음향측심기를 이용한 동서방향의 수심 단면도를 얻었으

며(Fig. 1), 해도의 수심자료를 계수화하여 전체적인 수심 분포를 얻었다.

채취된 시료 총 61 점에 대한 입도 분석은 순수한 퇴적물만을 얻기 위해 시료 15~50 g 을 취하여 100 ml 비이커에 담아 칩 전시킨 후 용해성 염분을 제거한후, 10% 의 염산과 30% 과산화수소를 첨가하여 50~90°C 에서 가열하여 시료의 탄산염과 유기물을 제거하였다. 전처리된 시료는 습식체질(wet sieving)을 통해 4 Φ 이상의 조립질 시료는 건조시킨 후 기계식 체질기(Ro-tap shaker)에 의한 체분석 방법을 이용하여 1 Φ 간격으로 분석하였으며, 4 Φ 이하의 세립질 시료는 X-선 자동입도분석기(Sedi-Graph-5100)를 이용하여 입도를 분석하였다.

분석된 입도 자료는 입도 누적확률분포 곡선상에 나타내고 Folk and Ward(1957)의 그래프 방법에 의해 퇴적물의 조직 변수를 나타내는 평균입도, 분급도, 왜도, 첨도를 구하였다. 퇴적 기작을 판단하기 위하여 C-M 도를 이용하였다. 오차를 최소화하기 위하여 일반적으로 사용하는 1 백분위수(percentile) 값 대신 5 백분위수 값을 사용하였다. 또한 PCA(Principal Component Analysis) 방법에 의한 통계 처리를 사용하였으며 퇴적 기작과 입도와 상관관계를 알기 위하여 Visher (1969)가 제시한 누적확률분포를 이용하여 대표적인 퇴적 기작을 보이는 세계의 정점에 대해 분석하였다(Fig. 12).

수심 측량은 주파수 208 KHz, 주사폭 10°의 음향측심기(Raytheon DE719D MK2)를 이용하여 측정하였고 위치측정은 모토라사의 ONCORE GPS를 이용하였다.

결과 및 토의

표층퇴적물 조직과 상관관계

평균 입도: 총 32 정점의 여름 표층퇴적물을 분석 처리한 결과 평균 입도의 범위가 2.22~7.81 Φ 로 대부분 니질과 모래의

혼합상으로 다양한 분포를 보인다. 대체로 남동 방향으로 점차 세립해져가는 양상을 보이며 연구지역의 북쪽에서 남쪽으로 갈수록, 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 세립해지는 경향을 보인다(Fig. 3). 하지만 새만금 방파제가 건설중인 근처 앞바다는 사질 퇴적물의 함량이 다소 높은 것으로 보아 인위적인 구조물에 의하여 조립화

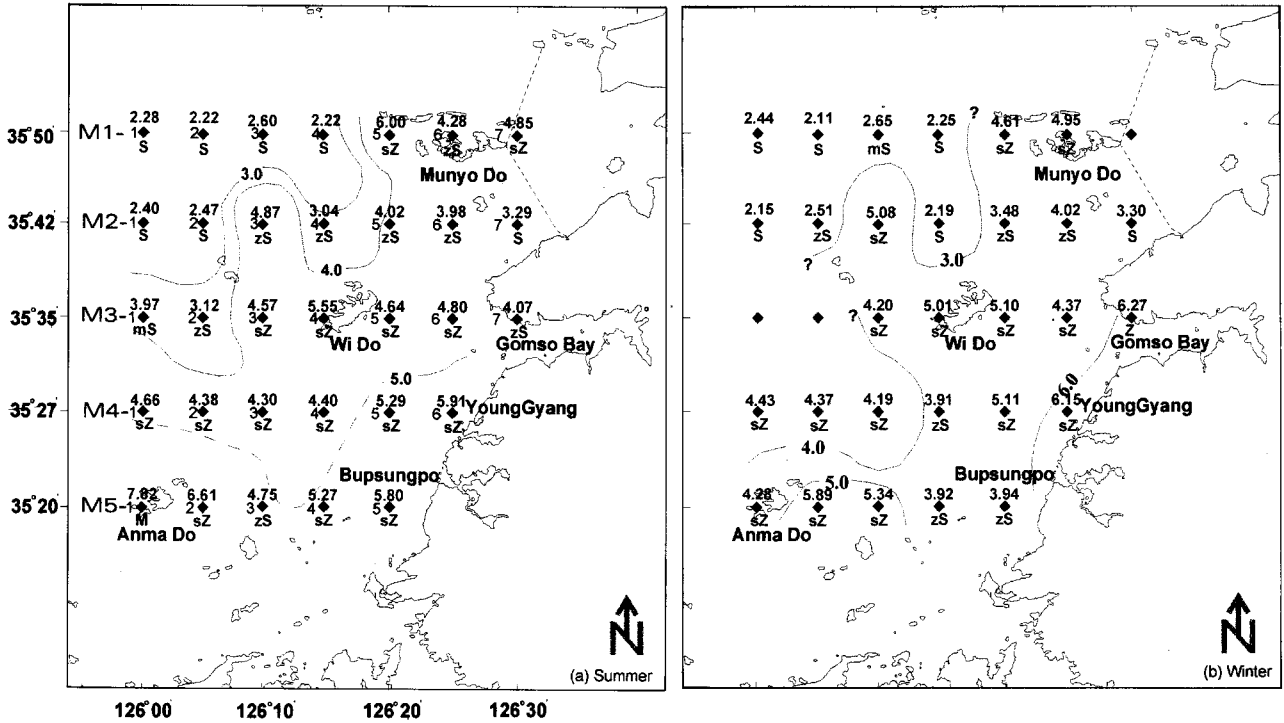


Fig. 3. The map showing the sampling sites and mean grain size (phi) and sediment type of surface sediments by Folk and Ward (1957) in (a) summer and (b) winter.

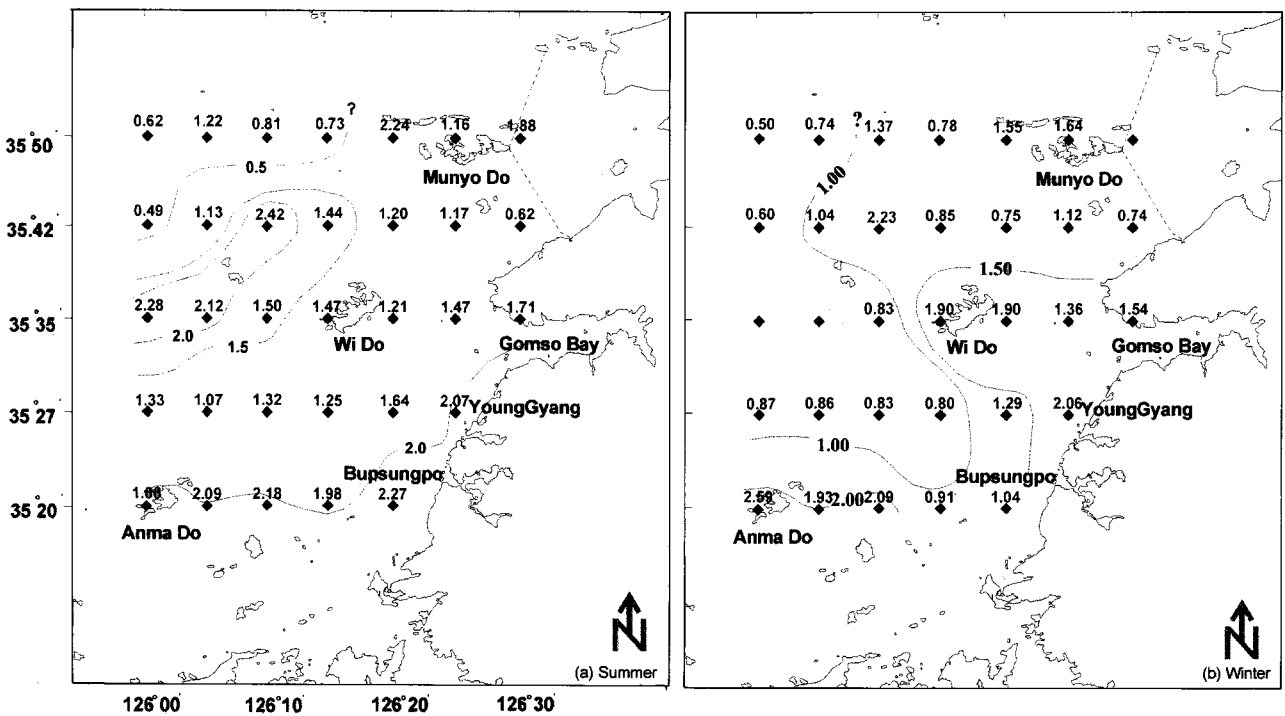


Fig. 4. The map showing the sorting values (phi) of surface sediments in (a) summer and (b) winter.

되어가는 것으로 사료된다. 해양연구소(1998)의 연구 결과를 보면 곱소만 남쪽에서부터 연안을 따라 범성포까지 넓게 차지하는 조건대 해역의 경우 평균 입도의 범위가 4.1~8.3 Φ 로 대부분 세립한 평균 입도를 보이는 니질 퇴적물로 구성되어 있다. 특히 범성포 입구쪽은 8.0 Φ 이상의 매우 세립한 평균 입도를 보이며 북쪽과 남쪽을 향하면서 점차적으로 조립해져 남쪽의 백수조건대 전면에서는 약 5.0 Φ 정도이고 북쪽 곱소만 입구쪽에서는 더 조립한 4.0 Φ 이하로 미세립사가 분포하고 있다.

반면 겨울에는 총 29 개의 표층퇴적물을 분석하였으며 2.11~6.27 Φ 의 평균입도 분포를 보인다. 대체로 겨울에 상대적으로 조립해지는 경향을 보이며 남동 방향으로 점차 세립해져 가는 형태를 보인다. 특히, 곱소만부터 남쪽으로 범성포까지 해안선과 평행하게 평균입도 6.0 Φ 이상의 세립질 퇴적물이 분포한다(Fig. 3).

분급도: 여름의 분급도는 매우 양호(well-sorted)에서 매우 불량(very poorly sorted) (0.5~2.3 Φ)로 매우 다양한 분포를 보이는데 특히 곱소만으로부터 남쪽으로 범성포까지의 연안지역의 분급도가 매우 높게 나타난다(Fig. 4). 또한 연구지역 북서부의 사질퇴적물이 분포하는 지역에는 분급도가 상대적으로 매우 양호하다.

겨울도 여름과 마찬가지로 매우 양호에서 매우 불량한 분급(0.5~2.6 Φ)의 분포를 보인다. 지역적인 분포를 살펴보면 섬 주변과 북쪽의 새만금 간척사업이 진행중인 지역을 제외하고는 겨울철에 더 양호한 값을 보이며 외해에서 연안으로 갈수록 점차 분급도가 불량해지는 경향을 보이고 있다(Fig. 4).

왜도: 전형적인 조석 우세 환경에서와 같이 대체로 양의 왜도 값의 분포를 보인다(Fig. 5). 여름에는 전체적인 왜도 값은 불규칙하게 분포하지만 Fig. 5(a)의 점선 안 부분은 다른 주변 지역에 비해 강한 양의 왜도를 보이고 있으며 이 지역은 만경강과 동

진강의 부유 퇴적물 유입에 의한 현상으로 사료된다.

겨울도 여름과 비슷한 양상을 나타내지만 여름에 상대적으로 강한 양의 왜도를 보인 지역은 0 에 가까운 왜도를 보임으로써 계절별 차이가 뚜렷이 나타난다(Fig. 5(b)). 이는 그 지역에서 상대적으로 파랑의 영향이 강해짐을 나타낸다. 분급도와 왜도의 계절별 차이가 많이 나타나는 이유는 지형과 겨울철 기후의 영향으로 사료되지만 더욱 더 자세한 연구가 필요하다.

첨도: 첨도는 일부 섬 주변을 제외하고는 계절적인 특징을 보이지 않는다. 대부분 0.9~1.5 사이의 중첨도(mesokurtic)에서 고첨도(leptokurtic)의 분포를 보인다

조직변수들의 상관관계: 퇴적물의 조직 표준치 간의 상관관계 중 평균 입도 대 분급도를 보면 연구지역 서북부 6 개의 정점(M1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2)의 경우 평균 입도는 중사(2.1~2.7 Φ)에 해당하며 분급도는 0.5~1.4 Φ 즉, 매우 양호에서 보통(moderately sorted)의 분포를 보인다. Sly *et al.*(1983)은 평균 입도 2.7 Φ 를 기준으로 조립질 퇴적물은 고에너지 지역에서 퇴적된 퇴적물이며 세립질 퇴적물은 저에너지 지역에서 퇴적된 퇴적물이라 제시한 바 있다. 이에 위에서 언급한 서북부 정점에서는 여름과 겨울 모두 비교적 높은 에너지에 의해 퇴적된 퇴적물임을 알 수 있다(Fig. 6(a)). 황해 동쪽에서 발달한 특징적인 모래퇴적층 중 약 36°N 이북에 거대하게 압록강 부근까지 확장되어 형성된 사질 퇴적층이 나타나는데(Lee and Chough, 1989), 연구지역 서북부에서 나타나는 사질 퇴적물은 분급이 매우 좋고 2~3 Φ 의 평균 입도를 보이는 것으로 보아 거대한 사질퇴적층의 남쪽 경계부로 사료된다. 계절과 평균 입도와는 상관 없이 대부분의 정점에서 양의 왜도를 나타낸다(Fig. 6(b)). 이는 대부분의 조석 우세환경에서 나타나는 결과와 일치한다. 분급이 불량해질수록 왜

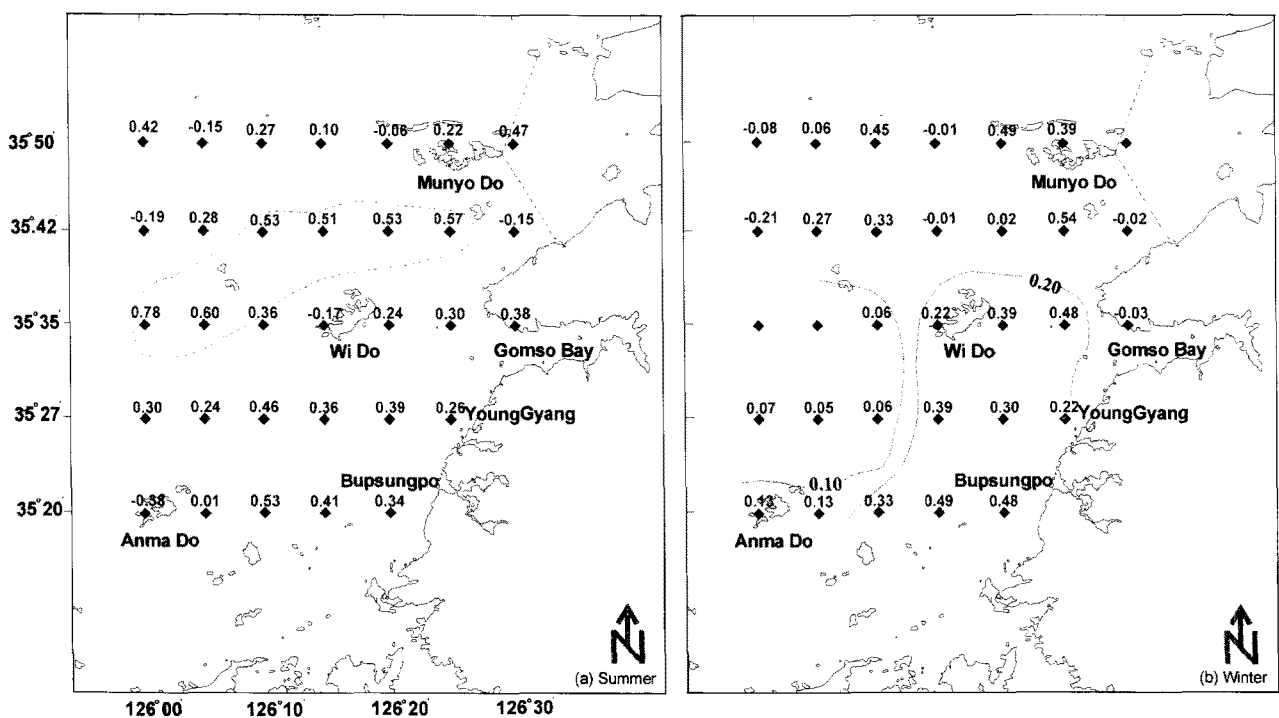


Fig. 5. The map showing the skewness values of surface sediments in (a) summer and (b) winter. Inner dotted line (a) indicates the strongly fine skewed area.

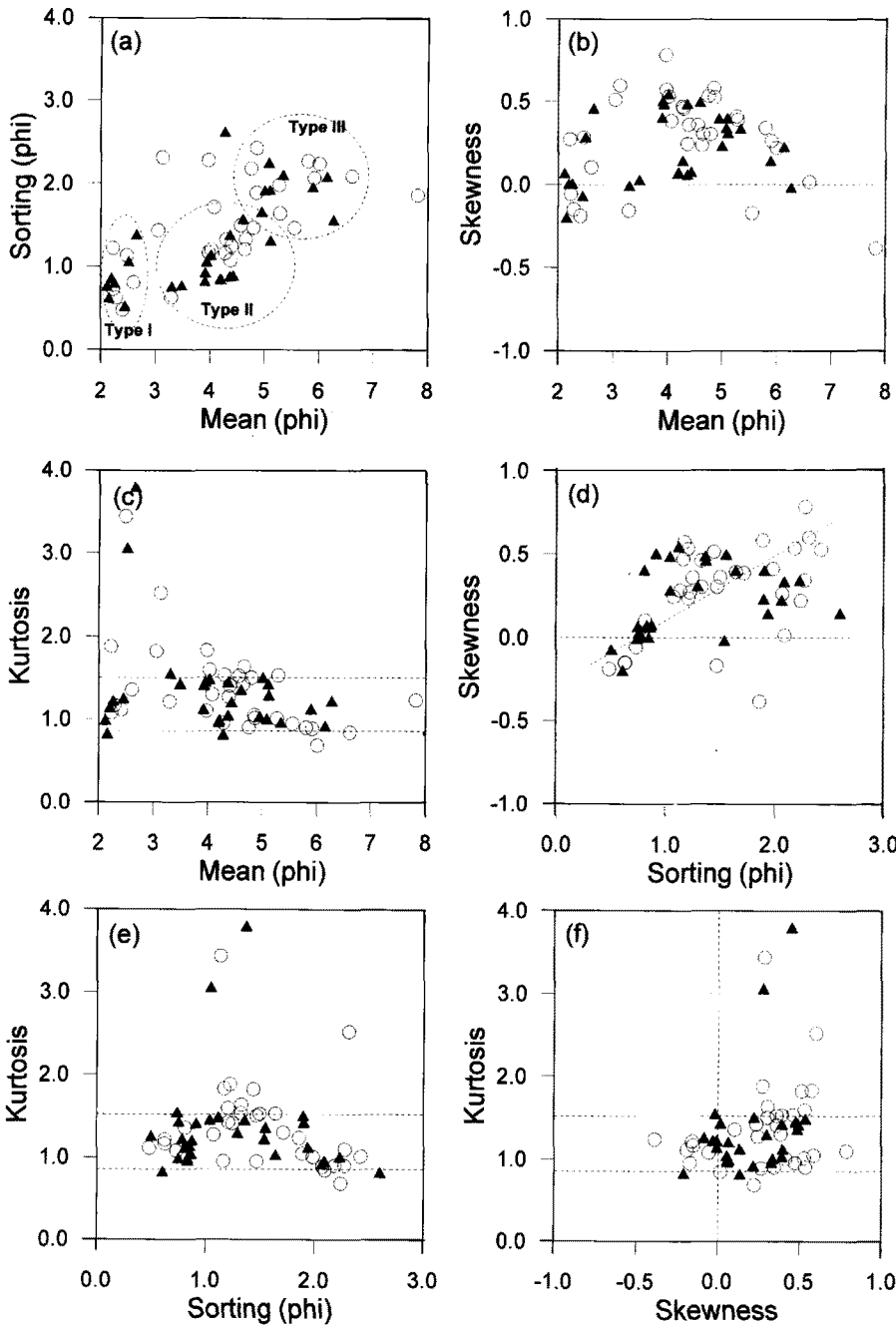


Fig. 6. Bivariate scatterplots of textural parameters, (a) Mean vs. Sorting, (b) Mean vs. skewness, (c) Mean vs. Kurtosis, (d) Sorting vs. Skewness, (e) Sorting vs. Kurtosis, (f) Skewness vs. Kurtosis. (○: summer, ▲: winter)

도는 증가하는 경향을 보인다(Fig. 6(d)). 세립질 퇴적물의 함량이 많아지는 정점으로 갈수록 분급이 점차 불량해지며 왜도도 증가하는 경향을 보이는 것으로 사료된다.

표층퇴적물의 퇴적상과 계절별 변화

퇴적상: 연구지역의 표층퇴적물은 지역적으로 모래, 니질사, 실트사, 사질 실트가 분포하며(Fig. 7) 퇴적물의 공급-운반-집적의 활동이 매우 활발하게 나타나는 퇴적환경이다(농림수산부, 1994) 표층퇴적물의 분포는 평균 입도에 따라 다음과 같이 크게 세가지 형태로 나뉜다(Fig. 7). 첫째, Type I 은 사질퇴적물로 평균 입도 2.77 Φ 의 분포를 보이며 이들은 연구 지역의 북서쪽에 주로 분

포한다(Fig. 8). 또한 이들 퇴적물은 분급도도 매우 양호한 값을 보인다(0.76 Φ). 둘째, Type II 는 실트사 또는 니질사로 평균 입도 3.78 Φ 퇴적물로 연구지역 중앙부에 주로 분포한다. 셋째, Type III 는 사질 실트, 실트 또는 니질 퇴적물로 주로 위도를 기준으로 남쪽지역에 분포한다. 이들은 평균 입도 5.13 Φ 의 값을 보인다.

Type I의 퇴적물은 Type II나 III과는 매우 다른 입도를 보이며 이는 Lee *et al.*(1988)이 제시한 바 있는 해침기저 사질층의 남쪽 경계부로 사료된다.

계절별 변화: 금강 하구의 퇴적작용은 공급-운반-집적의 기작이 계절적인 주기성을 띤다. 즉, 여름에는 공급과 집적, 겨울에는 채

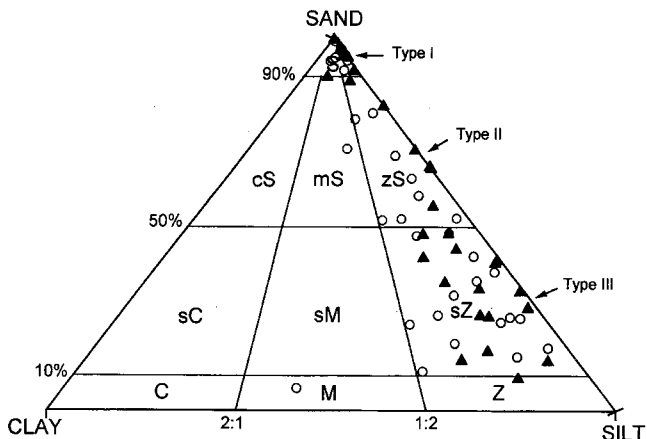


Fig. 7. Ternary diagram of the surface sediments. (○:summer, ▲: winter)

부유 및 재 이동의 현상이 남쪽으로 운반되는 반복작용이 진행된다(Choi, 1993). 사실 퇴적물이 분포하는 서북부 지역의 평균 입도는 여름과 겨울 모두 비슷한 분포를 보이지만 위도 남쪽의 대부분의 정점에서는 겨울에 평균 입도가 조립해 지는 경향을 보인다(Fig. 3). 반면 분급은 섬 주변을 제외하고는 전 지역에 걸쳐 여름보다 겨울에 더욱 양호한 분포를 보인다(Fig. 4). 왜도는 전체적으로 특별한 계절적 변화를 보이지 않지만 위도 서쪽의 M3-3, M4-1, M4-2, 그리고 M4-3 정점에서는 여름에 양의 왜도를 보이던 것이 겨울에 거의 0에 가까운 왜도를 보인다(Fig. 5). 이러한 현상에 대한 해석은 좀 더 세밀한 조사 후 가능하다고 본다. 그러나 전체적으로는 겨울의 강한 북서 계절풍의 영향으로부

터 발생한 표층퇴적물의 재부유에 의해 남쪽으로 이동되어 가는 양상과 일치한다. 그러나 더욱 자세한 이동 경로와 계절별 특징을 알기 위해서는 더욱 조밀한 지역의 퇴적물 조사와 수리 물리적인 자료의 획득이 필요할 것으로 사료된다.

표층퇴적물과 해저지형의 관계

연구지역의 수심은 동남에서 서북방향으로 서서히 깊어지는 지형(경사도: 0.04°)을 보이며 연구지역의 북에서 남으로 갈수록 점차 완만한 경사를 보인다(Fig. 9). 남쪽의 완만한 경사지역은 니질 함량이 많은 퇴적물이 분포하며 북쪽은 비교적 복잡한 지형을 보이고 있으며 대규모의 조석사주가 군데군데 분포한다(농림수산부, 1994). 북쪽 지역에서는 해저면이 불규칙하고 사질함량이 많이 분포하므로 해저면이 다소 불규칙한 형태로 나타난다(Fig. 9). 그러므로 표층퇴적물이 조립질 일수록 해저지형이 불규칙한 양상을 보이며 세립질 일수록 평탄한 지형을 보인다. 또한 연구지역의 세립질의 표층퇴적물은 수심의 변화가 적고 얇은 남쪽지역에 분포한다.

퇴적 기작과 퇴적상

퇴적물의 이동은 그 지역의 수리 물리적 요인이 지배한다. 이에 표층퇴적물의 이동과 퇴적 기작을 알아보기 위하여 Passaga(1957)의 C-M 도를 이용하였다(Fig. 10). 표층퇴적물의 퇴적 기작을 세밀히 살펴보면 크게 세가지의 형태로 구분할 수 있다. 첫째, Mode A는 밀집 이동이 퇴적 기작의 주요한 요소로 작용하는 것을 나타내고 특히 연구지역의 북서쪽의 사질 함량이 많은 지역의 퇴적 기작을 대표한다. 이러한 지역에서는 Type I

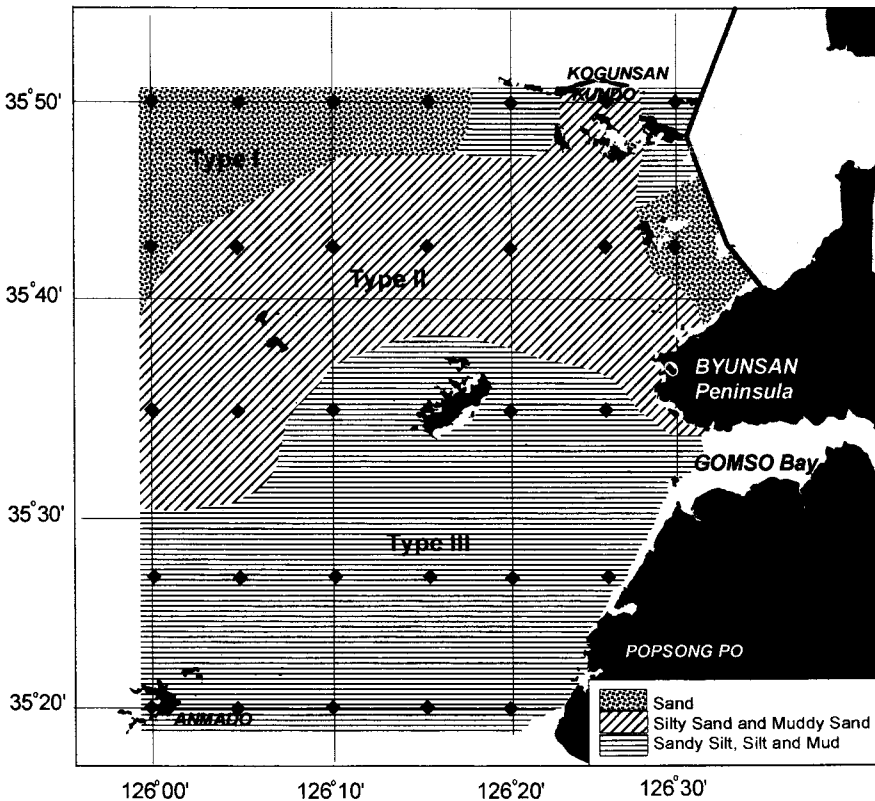


Fig. 8. Distribution map of surface sediment types classified according to the Folk (1968)'s ternary diagram. Sandy area is Type I, Silty sand and muddy sand area is Type II, and sandy silt, silt and mud area is Type III.

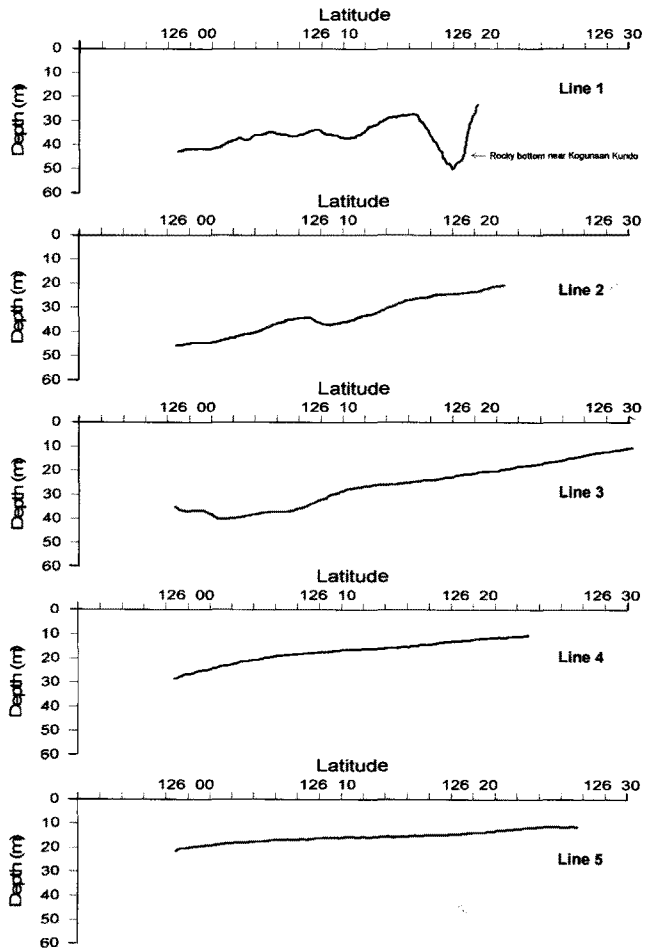


Fig. 9. Bathymetry profiles of E-W sections. Bottom topography of Line 1 and 2 show the rocky and sandy bottom and the others (Line 3,4,5) show gentle slopes.

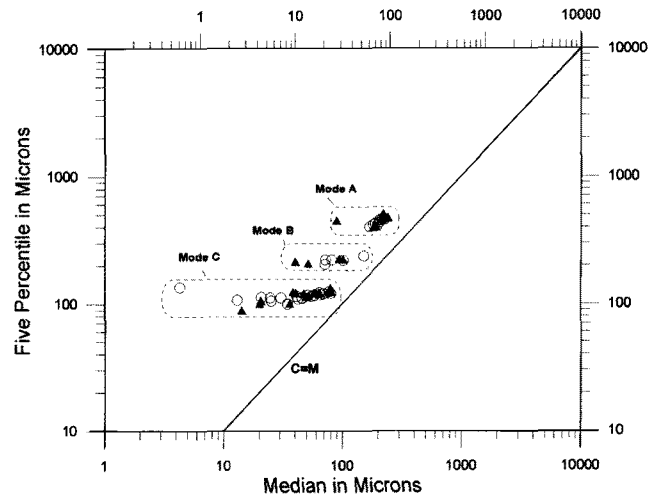


Fig. 10. C-M (five percentile vs. median) diagram showing three patterns of sediment transport mode. (○:summer, ▲: winter) i) Mode A indicates the bed loaded sediments, which are located in the north-western part (Type I) ii) Mode B indicates the transition from Mode A to C (Type II) iii) Mode C indicates the area of uniform suspension in Type III.

의 퇴적물이 우세하게 분포한다. 둘째, Mode B 는 점이 부유와 지속적 부유의 혼합형태가 퇴적 기작의 주요한 요소이며 연구지역의 중앙부에 해당한다. 이 지역은 니질 사의 Type II 퇴적물이 우세하게 분포한다. 셋째, Mode C 는 지속적 부유의 기작이 퇴적 기작의 주요한 요소이며 연구지역 남부의 사질 니가 주로 분포하는 Type III 퇴적물이 우세하게 분포한다. Fig. 6a 에서도 평균 입도가 증가함에 따라 분급도가 불량해지면서 크게 세개의 모드로 구분이 되는 것을 확인 할 수 있다.

통계적으로 PCA 방법을 이용하여 퇴적물의 분포를 구분하여

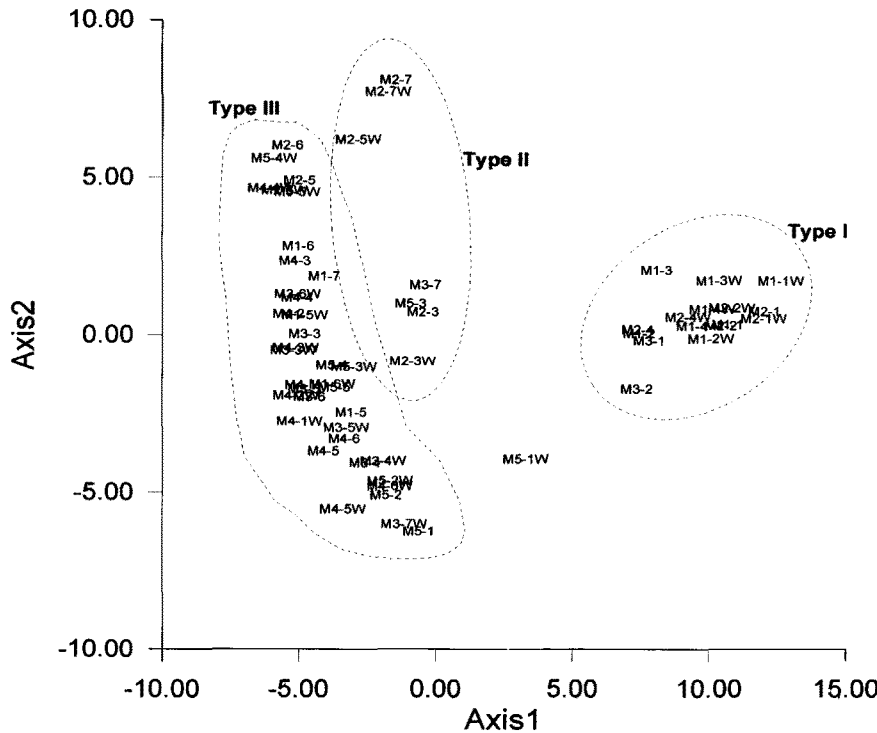


Fig. 11. Plotted stations by Principal Component Analysis axis1 and axis2 show three sediment types.

Table 1. Eigenvalue and percentage of each axis by PCA analysis

Season	Axis	Eigenvalue	Percent Total	Cumulative Percent
Summer	1	1094.174	68.66	68.66
	2	282.298	17.71	86.38
	3	126.445	7.93	94.31
	4	53.685	3.37	97.68
	5	27.677	1.74	99.42
Winter	1	1175.133	66.89	66.89
	2	370.549	21.09	87.98
	3	130.68	7.44	95.42
	4	58.133	3.31	98.73
	5	12.425	0.71	99.44

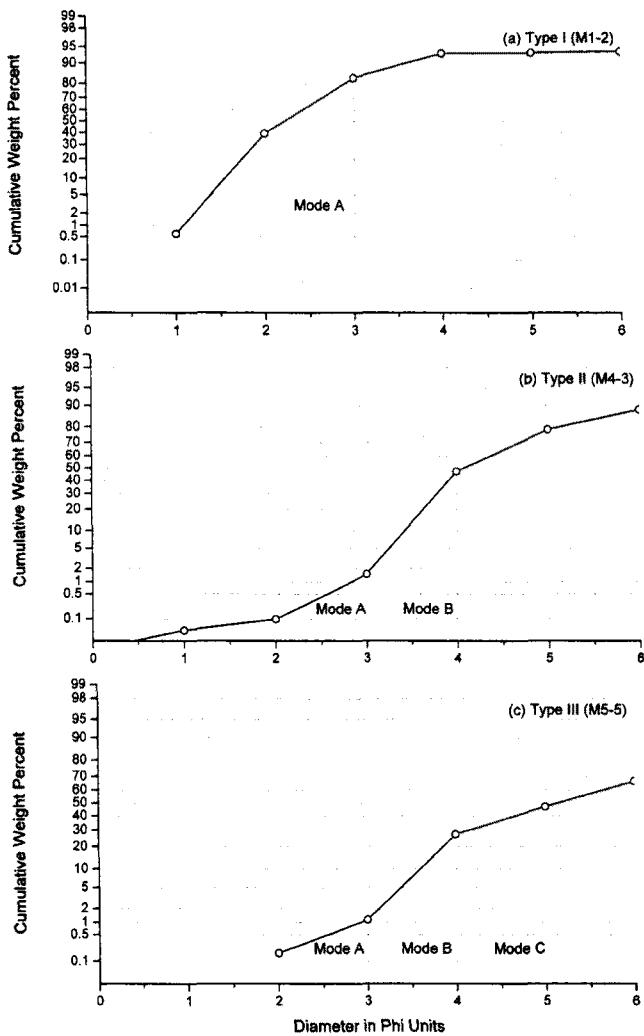


Fig. 12. Grain size distribution curve plotted on a probable scale. Each curve shows the (a) Type I (M1-2): Mode A is dominant, (b) Type II (M4-3): Mode B and C are dominant, and (c) Type III (M5-5): Mode C is dominant, respectively.

보았다(Fig. 11, Table 1). 축 1의 전체 퍼센트가 68.66% 이고 축 2는 17.71% 이므로 축 1과 2에 대한 분석을 한 결과 Type I 의 퇴적물은 확연히 구분이 되나 Type II 와 III 의 퇴적물은 점이적으로 변하는 퇴적물임을 알 수 있다. 그러므로 Type I 은

Mode A 의 퇴적 기작이 우세하며 나머지 두개의 지역과는 다른 환경에서 퇴적된 퇴적물임을 보인다.

사질 함량이 우세하게 분포하는(Type I) 정점 M1-2와 니질 사가 우세하게 분포하는(Type II) 정점 M4-3, 사질 니가 우세하게 분포하는(Type III) 정점 M5-5 를 대상으로 분석한 Visher (1969)에 의한 누적 확률 분포에서 알 수 있듯이 Type III 로 갈수록 상대적으로 Mode A 의 퇴적 기작의 비율이 적어지면서 Mode C의 퇴적 기작이 우세하게 나타나는 경향을 나타낸다(Fig. 12). Fig. 12에서 보듯이 Type I의 퇴적물인 정점 M1-2에서는 Mode A의 비율이 80% 이상이고 Type II의 퇴적물인 정점 M4-3은 Mode B의 비율이 약 50% 이고 약 40%는 Mode C가 영향을 주며 Type III의 퇴적물인 정점 M5-5는 Mode C의 비율이 약 70%에 달한다. 이러한 결과로 Type I에서 III으로 갈수록 Mode A(밀집이동)에 의한 이동이 줄어들고 Mode C(부유 이동)에 의한 영향이 증가함을 나타내며 또한 퇴적물의 퇴적상과 그 퇴적 기작은 매우 밀접한 관련이 있음을 보여준다.

결론

- 1) 계절별 입도 분포의 차이는 두드러지지 않으나 섬 주변과 새만금 방파제 주위를 제외하고는 겨울에 상대적으로 조립한 평균 입도를 보이며 양호한 분급도를 나타낸다. 겨울철 북서풍에 의한 파랑 에너지의 증가로 이러한 현상이 나타나는 것으로 사료된다.
- 2) 평균 입도와 분급도의 상관관계에서 볼 수 있듯이 연구지역 서북부 6 개의 정점(M1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2)의 평균 입도는 중사에 해당하며 분급도는 매우 양호 에서 보통의 분포를 보임으로써 암록강 부근까지 확장되어 있는 거대한 해침기저 사질 층의 남쪽 경계부로 사료된다. 그 이외의 지역은 연구지역 외부에서 유입된 부유 퇴적물이 퇴적되어 혼합된 니질사 또는 사질니가 분포하며 이로 인해 불량한 분급도의 원인이 된다.
- 3) 연구지역 표층퇴적물의 퇴적상은 크게 세가지 형태로 나뉘는데 연구지역 북서쪽의 사질퇴적물(Type I), 중앙부의 실트사 또는 니질사(Type II), 그리고 남쪽의 사질 실트 또는 실트가(Type III) 그것이다.
- 4) 표층퇴적물의 퇴적 기작도 퇴적상과 마찬가지로 세 가지의 형태로 구분된다. Mode A 는 Type I 퇴적물의 주된 퇴적 기작인 밀집 이동을 나타내고 Mode B 는 Type II 퇴적물의 주된 퇴적 기작인 점이 부유와 지속적 부유의 혼합형태이며 Mode C 는 Type III 퇴적물의 주된 퇴적 기작인 지속적 부유를 나타낸다. 누적 확률 분포 그래프에서는 결과적으로 Type I 에서 III 으로 갈수록 Mode C 의 부유 이동 비율이 점차 증가하고 Mode A 의 밀집 이동의 비율이 감소하는 양상을 보이며 또한 퇴적물의 퇴적상과 그 퇴적 기작은 매우 밀접한 관련이 있음을 보여준다.

사사

본 연구는 1997년도 교육부 학술 연구 조성비(기초과학 BSRI-97-5424)에 의하여 연구되었다. 본 연구를 위해서 현장 조사 및 자료처리 작업을 도와준 유규철, 금병철 대학원생께 감사드리는 바이다.

참고문헌

- 국립지질광물연구소, 1973. 지질도(광주).
- 농림수산부, 1994. 새만금 종합개발 사업 어업피해 보상 조사연구, pp. 4248
- 유홍룡, 한상준, 이회준, 원중선, 신동혁, 1995. 서해 중부 연안역의 퇴적현상 연구, BSPG00473-778-5, 한국해양연구소, pp. 93-99.
- 우한준, 1998. 해저층 퇴적물 이동 관측 및 예측 기술, BSPN-96338-00-1000-5, 한국해양연구소, pp. 54-93.
- 해양조사원, 1989. 조류도(군산항 부근), No. 14-32.
- Ahn, C.H., 1989. Distribution of tidal flats and suspended materials in Keum River estuary using LANDSAT data. M.S. thesis, Inha University, Incheon, 97 pp.
- Choi, J.Y., 1993. Seasonal variations of suspended matters in the Keum estuary and its adjacent coastal area. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **28**: 272-280.
- Chough, S.K., 1984. Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea. *Sediment Geol.*, **41**: 159-172.
- Lee, H.J. and S.K. Chough, 1989. Sediment distribution, dispersal and budget in the Yellow Sea. *Mar. Geol.*, **87**: 195-205.
- Lee, H.J., K.S. Jeong, S.J. Han and K.S. Bahk, 1988. Heavy minerals indicative of Holocene transgression in the south-eastern Yellow Sea. *Cont. Shelf Res.*, **8**: 255-266.
- Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Pet.*, **27**: 3-27.
- Park, Y.A. and J.Y. Choi, 1989. Mechanisms and distribution patterns of the fine-grained suspended materials off the southeast coast of Korea. *Acta Oceanogr. Taiwanica*, **24**: 52-64.
- Park, Y.A., S.C. Kim and J.H. Choi, 1986. The distribution and transportation of fine-grained sediments on the inner continental shelf off the Keum River estuary, Korea. *Cont. Shelf Res.*, **5**: 499-519.
- Park, Y.H., 1986. Water characteristics and movements of the Yellow Sea Warm Current in summer. *Prog. Oceanogr.*, **17**: 243-254.
- Passega, R., 1957. Texture as characteristic of clastic deposition. *Am. A.P.G.*, **41**: 1952-1984.
- Sly, P.G., R.L. Thomas and B.R. Pelletier, 1983. Interpretation of moment measures derived from water-lain sediments. *Sedimentology*, **30**: 219-233.
- Visher, G.S., 1969. Grain size distribution and depositional process. *J. Sed. Pet.*, **39**: 1074-1106.
- Yoo, H.R., 1986. Remotely sensed water turbidity pattern on the Korean side of the Yellow Sea. *Ocean Res.*, **8**: 49-55.
- Zheng, Q.A. and V. Klemas, 1982. Determination of winter temperature patterns, fronts, and surface currents in the Yellow Sea and East China Sea from satellite imagery. *Remote Sensing Environ.*, **12**: 201-208.

1998년 10월 28일 원고접수

1999년 2월 20일 수정본 채택