

한반도 대륙붕 퇴적물의 분포와 조직특성

최진용¹ · 박용안²

¹군산대학교 해양학과

²서울대학교 해양학과

Distributions and Textural Characters of the Bottom Sediments on the Continental Shelves, Korea

JIN YONG CHOI¹ AND YONG AHN PARK²

¹Department of Oceanography, Kunsan National University

²Department of Oceanography, Seoul National University

한반도 주변해역 대륙붕의 표층퇴적물 연구 결과 대륙붕 퇴적물은 크게 니질퇴적상과 사질퇴적상으로 대표되는 전형적인 쌍빈도 입도특성을 나타낸다.

외대륙붕지역에 넓게 분포하는 사질 및 역질퇴적물은 지난 빙하기 해수면 하강 당시 집적된 잔류 퇴적물로 해석되며, 내대륙붕 해저에 분포하는 세립한 니질퇴적물은 현재의 퇴적환경에서 공급, 운반, 집적된 현생퇴적물로 해석된다. 이들 세립물질은 강한 조석전선 및 연안전선에 의하여 외양쪽 확산이 크게 제한되며, 한반도 연안을 따라 서해로부터 남해를 거쳐 동쪽방향으로 운반되는 것으로 해석된다. 그러나 동해의 후포분지에 분포하는 암회색의 니질퇴적물은 잔류성 퇴적물로 여겨진다. 중간대륙붕 지역에는 현생의 세립물질이 사립의 잔류퇴적물과 혼합된 혼합성퇴적물이 분포한다. 또한 잔류퇴적물의 일부는 현재의 해양환경조건에서 지속적으로 재동된 Palimpsest 퇴적물로 해석된다.

The distributions of bottom sediments and the depositional processes on the continental shelves of Korean Seas are interpreted. Generally the continental shelf sediments can be classified into the sand-facies and mud-facies, showing the typical bimodal size distributions. Most of the sandy and gravelly sediments on the outer shelf floor are interpreted as "relict" sediments that were deposited during the last glacial times when the sea level was lower than the present. On the other hand, the muddy sediments on the inner shelf area are interpreted as "recent" sediments that are deposited under the present environmental conditions. It is understood that most of the fine materials cannot escape the inner shelf area due to the strong tidal and coastal fronts, and are transported eastward from the West Sea along the southern coast of Korean Peninsula. The dark-colored muddy sediments in the Hupo Basin of the East Sea are, however, considered to be "relict" sediments. In the mid-shelf area fine materials are mixed with the relict coarse sediments, and some of the relict sediments are continuously reworked under the present environmental conditions forming the "palimpsest" sediments.

서론

한반도 대륙붕 표층퇴적물의 조직특성과 퇴적상의 분포양상을 분석하여 퇴적기작 및 퇴적환경을 해석하였다. 지금까지 한반도 대륙붕의 퇴적물분포에

관한 연구는 해역별로 여건에 따른 한정된 범위 내에서 실시되었으며, 한반도 대륙붕 전체를 대상으로 하는 연구는 비교적 적은 편이다. Niino와 Emery(1961)는 황해와 동지나해 대륙붕 퇴적물의 분포를 최초로 보고하였지만, 한반도에 근접한 해

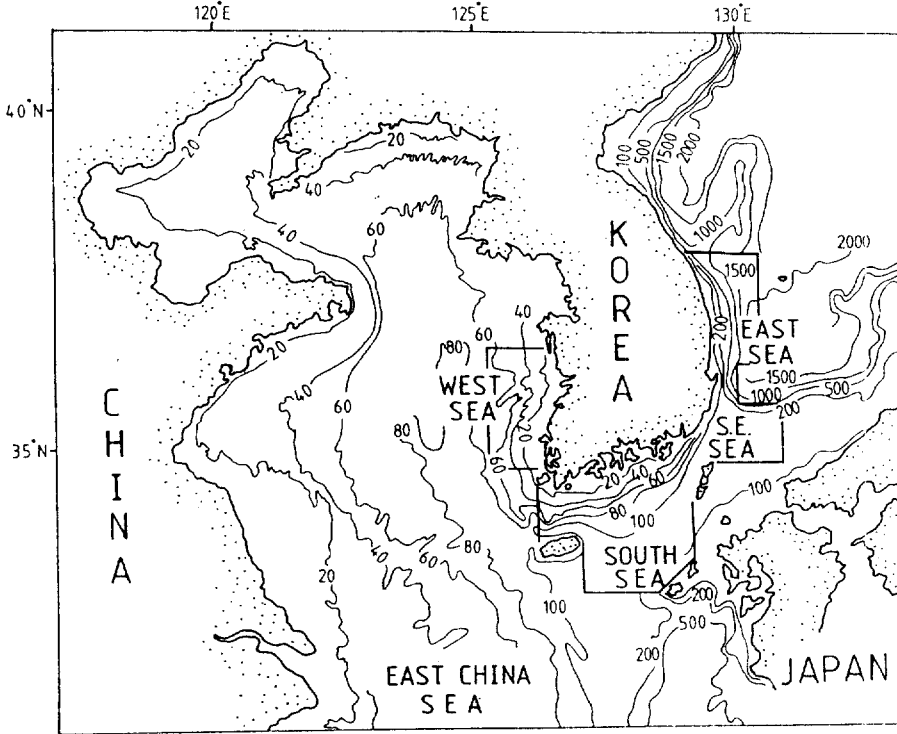


Fig. 1. General bathymetry on the Korean Seas (Depth in Meter). Solid rectangles represent the study area.

역의 내용을 상세히 포함하지 않았다. 한편 1970년대부터 한국자원연구소와 한국해양연구소에서 한반도 주변해역의 퇴적물 분포를 연차적으로 조사하여 발표하고 있다(Jeong et al., 1984, Lee and Chough, 1989, Suk, 1989, Kong and Kim, 1991). 그러나 이들의 연구는 주로 서해와 남해에 한정되었으며, 동해해역의 경우는 몇편의 기초적인 연구보고를 제외하면 집중적인 연구가 부족한 상태이다(Lee et al., 1989).

본 논문은 1980년부터 약 10년동안 서울대학교 해양학과에서 수행한 한반도 대륙붕 퇴적물의 분포와 조직특성에 관한 일련의 연속적인 탐사결과를 종합한 것이다.

한반도 주변해역은 지리적 및 지형적 관점에서 크게 서해, 남해, 동해로 구분되며, 남동해로 세분되는 해역이 설정되었다(Fig. 1). 한반도의 서해는 황해의 남동부에 위치하며, 평균수심이 60 m 이내인 천해해역이다. 해저지형은 비교적 평탄하여 지형적 기복이 크지 않으며, 수심 30 m보다 깊은 해역에는

북동-남서 방향으로 배열된 조석기원의 사주가 특징적으로 분포한다(Off, 1963, Klein et al., 1982). 서해에는 최대 조차가 9 m 이상인 조석작용이 우세하며, 창조 및 낙조류의 유속은 2 knot에 달한다. 서해에 분포하는 쇄설성 퇴적물은 중국대륙과 한반도로부터 공급된다. 전자의 경우는 양자강과 황하강이 각각 연간 0.48×10^9 ton과 1.12×10^9 ton에 달하는 퇴적물을 공급하며, 후자의 경우는 압록강, 대동강, 한강, 금강, 영산강 등으로부터 약 10×10^6 ton에 달하는 퇴적물이 공급되고 있다(Schubel et al., 1984).

남해는 수심이 150 m보다 얕은 대륙붕 해역으로서 서쪽과 남쪽으로 각각 황해와 동지나해를 인접하며, 동쪽으로는 대한해협과 연결된다. 남해서부의 해저지형은 비교적 완만하며 동-서방향의 등심선이 해안선에 평행한 반면, 남해동부는 등심선이 북동-남서방향으로 굴곡되고 해저경사도 비교적 급하게 나타난다. 특징적으로 제주해협과 대한해협에는 깊은 해곡이 존재하며, 그 최대수심은 각각 140 m와

230 m로 나타났다(Park and Choi, 1986). 남해에는 연간 약 5.0×10^6 ton에 달하는 퇴적물이 섬진강과 낙동강을 통해 공급되며(Kim, M.S. et al., 1986, Park and Chu, 1991), 전반적으로 남해의 연안수와 외양의 대마난류수 사이에는 강한 연안전선이 형성된다.

남동해는 한반도와 일본 사이에 위치하는 대한해협(Korea Strait)의 일부로서, 해저지형은 한반도와 대마도 사이에 존재하는 대한해협 해곡(Korean Trough)을 제외하고는 평균 수심이 120 m인 평탄하고 넓은 대륙붕을 이룬다(Park et al., 1987). 남동해 대륙붕은 북쪽으로는 수심 약 130~150 m에 위치하는 대륙붕단(Shelf Break)을 지나 동해의 울릉분지로 연결되며, 남쪽으로는 동지나해의 대륙사면으로 이어진다. 남동해역에는 최소한 4종류의 수괴 즉, 한국연안수, 대마난류수, 북한난류수, 동해고유수가 존재하며(Kim and Kim, 1983). 특징적으로 감포해역에서는 국지적인 용승작용이 보고되고 있다(Byun and Seung, 1984).

동해는 좁은 폭의 대륙붕이 특징이고, 수심이 깊은 해저지형으로 급경사의 대륙사면과 울릉분지가 있다. 동해의 대륙붕은 위도 37°N인 죽변외역을 기준으로 북부와 남부로 구분된다. 북부대륙붕은 폭이 좁고(평균 20 km 미만) 급경사(최대 4°)인 반면(Song, 1986), 남부대륙붕은 지형의 기복이 뚜렷한 특징을 지닌다. 특히 죽변과 영덕사이의 외대륙붕에는 후포뱅크로 명명된 돌출부가 있다(Lee, 1987). 후포뱅크는 길이가 100 km, 폭이 15 km이며, 약 100 m 정도의 높이를 지닌다. 후포뱅크의 육지쪽에는 최대수심이 230 m에 달하는 좁고 긴 해저분지(후포분지)가 존재한다(Park et al., 1990). 동해안의 소규모 하천들은 매우 적은 양의 퇴적물을 공급하며, 동해의 조석은 평균조차가 1 m 미만으로 조석의 영향은 미약하지만, 파랑 및 해일의 영향은 우세하다.

자료 및 방법

1981년부터 1988년까지 한반도 주변해역의 총 약 500여개 정점에서 약 1,000여개의 해저 퇴적물을 Van Veen형 채집기로 채취하였다(Choi, 1990). 대부분의 정점은 대륙붕에 속하지만, 일부는 동해의

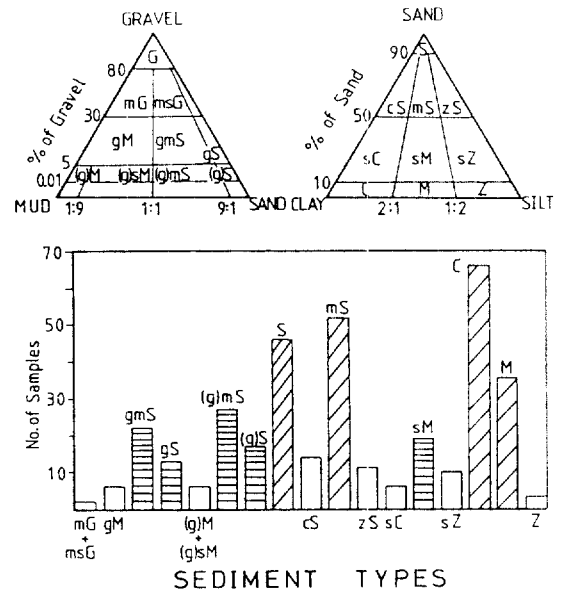


Fig. 2. Classification and the occurrence of sediment types according to the Folk (1968).

대륙사면과 깊은 울릉분지에 해당하였다. 퇴적물의 입도분석은 표준입도분석방법을 따라 사질부는 건식체질 방법으로, 니질부는 피펫방법으로 분석하였다(Folk, 1968). 입도분석 과정의 상세한 내용 및 총괄적인 자료는 Choi (1990)에 보고되어 있다.

결 과

1. 퇴적상의 분포

한반도 주변해역 해저퇴적물은 Folk의 삼각도표 방법에 따라 총 19개의 퇴적상으로 구분되었다(Fig. 2). 각 퇴적상의 출현빈도는 “사질(S)”, “니사질(mS)”, “니질(M)” 및 “점토질(C)” 퇴적상이 우세하며, “역사질(gS+(g)S)”, “역니사질(gmS+(gm)S)”, 및 사니질(sM)” 퇴적상 등이 부차적으로 나타난다.

해저퇴적물 퇴적상의 전반적인 분포가 Fig. 3에 도시되었다. 서해에서 “사질(S)” 퇴적상은 수심 약 50 m보다 깊은 외양역에 분포하며, 연안쪽으로 보다 세립한 “니사질(mS)”, “실트성 사질(zS)” 및 “사질성 실트질(sZ)” 퇴적상으로 변이한다(Fig. 3A). 특히 목포외역의 남부연안역에는 가장 세립한 “니질(M)”과 “실트질(Z)” 퇴적상이 분포하였다. 남해에서는 세립한 “니질(M)” 및 “점토질(C)” 퇴적상이 내해

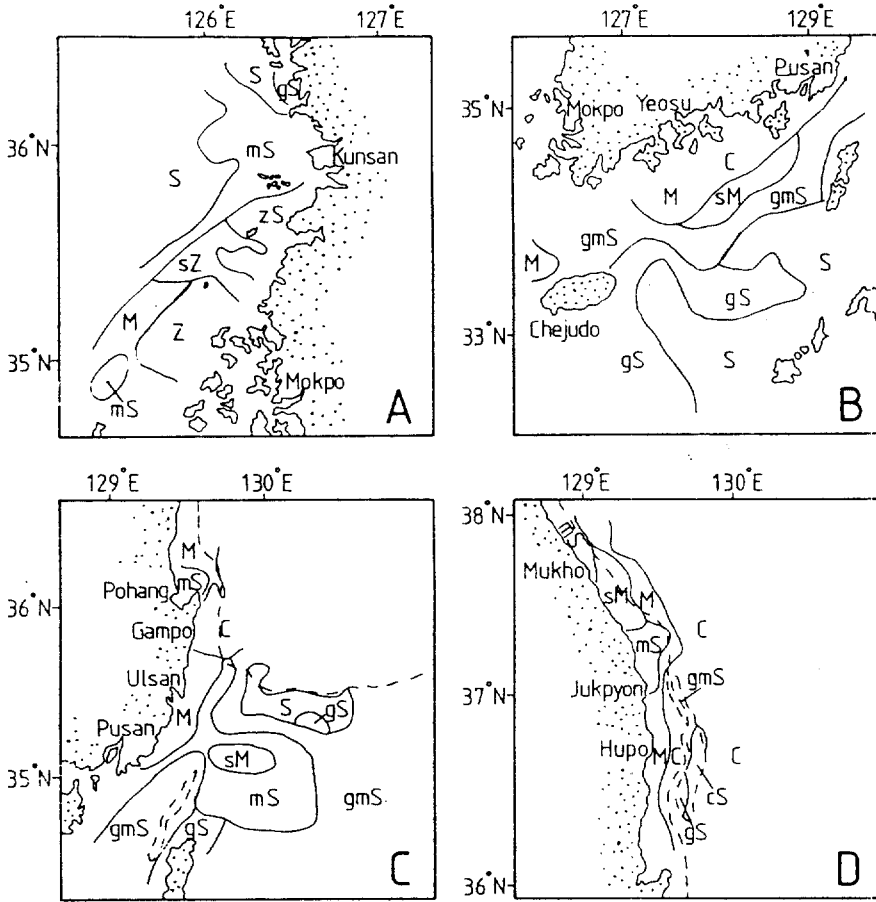


Fig. 3. Distribution of sediment types (Dashed lines: 200 m depth). A: West Sea, B: South Sea, C: Southeast Sea, D: East Sea.

륙붕에 분포하며, 역질입자를 포함한 “역사질(gS)” 및 “역니사질(gmS)” 퇴적상이 제주도과 대마도 사이의 중간대륙붕(mid-shelf) 지역에 대상으로 분포한다(Fig. 3B). 보다 먼바다쪽으로 수심 100 m보다 깊은 외대륙붕에는 “사질(S)” 퇴적상이 넓게 분포한다. 남동해에서도 세립한 “니질(M)” 및 “점토질(C)” 퇴적상은 내대륙붕에 분포한다(Fig. 3C). “역니사질(gmS)” 퇴적상은 대한해협 해곡에 분포하며, 외대륙붕지역에도 넓게 분포한다. “사질(S)” 퇴적상은 북동부 외대륙붕의 수심 약 130~150 m인 봉단 지역을 따라 특징적으로 분포한다. 전반적으로 내대륙붕 세립퇴적상과 외대륙붕 조립퇴적상의 분포가 뚜렷이 구분되지만, 사질과 니질이 혼합된 “사니질(sM)” 및 “니사질(mS)” 퇴적상이 대마도 북동부의

중간대륙붕 지역에 독립적으로 분포한다. 동해의 퇴적물 분포는 기복이 심한 해저지형의 영향으로 매우 복잡하게 나타난다(Fig. 3D). 깊은 울릉분지와 대륙사면에는 세립한 “니질(M)” 또는 “점토질(C)” 퇴적상이 분포한다. 대륙붕의 퇴적물은 북부대륙붕과 남부대륙붕에서 서로 다른 분포양상을 보인다. 북부대륙붕에는 사질과 니질이 혼합된 “니사질(mS)” 및 “사니질(sM)” 퇴적상이 모자이크형으로 복잡하게 분포한다. 남부대륙붕에서는 지형적 돌출부인 후포뱅크의 정상부에는 조립한 “역니사질(gmS)”, “점토성 사질(cS)” 및 “역사질(gS)” 퇴적상이 분포한다. 지형적 곡부인 후포분지에는 극세립 퇴적물인 “점토질(C)” 퇴적상이 분포하고, 후포분지의 육지쪽 대륙붕에서도 “니질(M)” 퇴적상이 분포

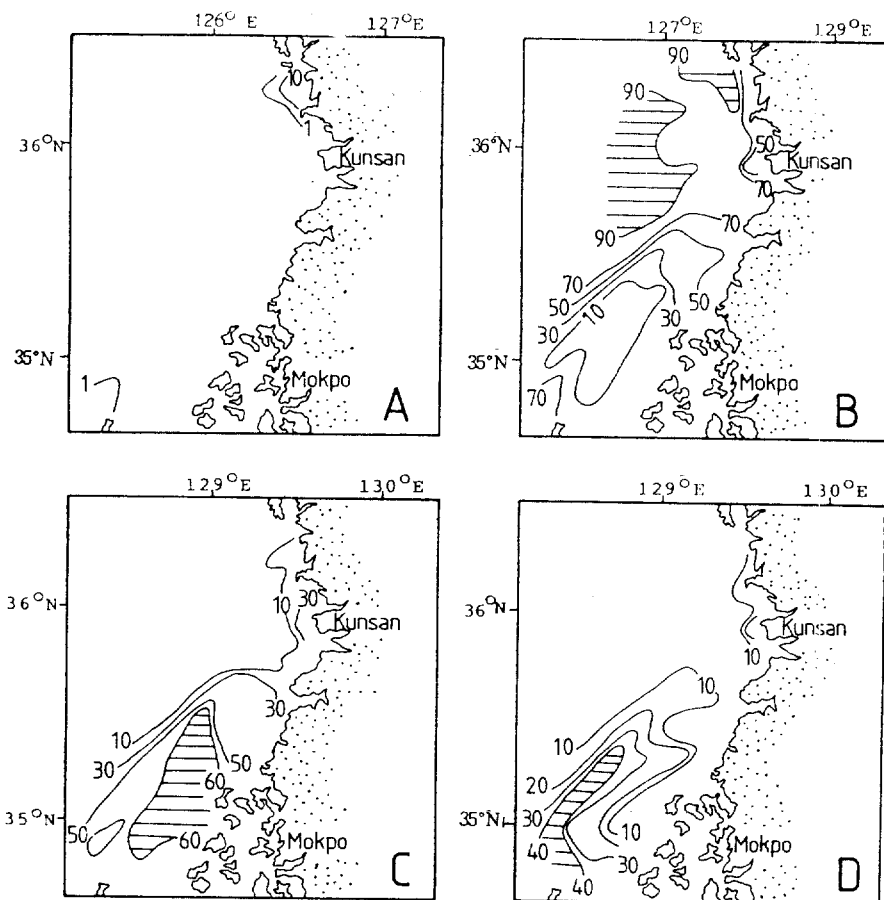


Fig. 4. Distributions of size fractions on the West Sea A: gravel. B: sand. C: silt. D: clay.

하여 북부대륙붕의 사질성 퇴적상과 뚜렷이 대비되었다.

2. 역질, 사질, 실트질 및 점토질의 함량분포

퇴적물 입도분포를 역질, 사질, 실트질 및 점토질 계층으로 구분하였고, 각 계층의 지역적 분포양상이 Fig. 4~Fig. 7에 제시되었다. 서해에서 역질입자는 천수만 입구에 10% 가량 분포하는 것을 제외하고는, 대부분의 퇴적물이 역질을 포함하지 않았다(Fig. 4A). 사질은 외양역에서 90% 이상이었고, 남쪽과 연안 쪽으로 함량이 감소하였다(Fig. 4B). 특히 수심 약 30~50 m의 지역에서 크게 감소하여, 목포 외역의 남부연안역에서는 사질함량이 10% 미만으로 낮게 나타났다. 실트질은 사질의 분포와 반대적인 대비 관계로 나타나, 남부연안역에서 60% 이상으로 우

세하지만, 바다쪽으로 크게 감소하여 외양역에서는 10% 미만으로 나타났다(Fig. 4C). 점토질은 남부지역의 수심 약 30~50 m의 해저에서 최대 40% 이상을 기록하였으며, 북동-남서 방향의 대분포를 나타냈다(Fig. 4D). 이 지역은 연안의 나질퇴적상과 외양의 사질퇴적상의 중간경계부에 해당하며(Fig. 3 A), 사질 및 실트질 함량이 크게 변화하는 위치와 일치하였다. 점토질은 육지쪽과 바다쪽으로 모두 감소하여, 수심 50 m 보다 더 깊은 외양역과 수심 20 m보다 얕은 연안역에서 10% 미만으로 나타났다.

남해에서 역질은 제주해협과 대한해협, 그리고 제주도 남동부의 중간대륙붕에서 5% 이상으로 높은 반면, 대부분의 내대륙붕과 일부의 외대륙붕에서는 1% 미만으로 낮게 나타났다(Fig. 5A). 사질은 내대륙붕에서 50% 미만이었으며, 특히 여수 외역에서는

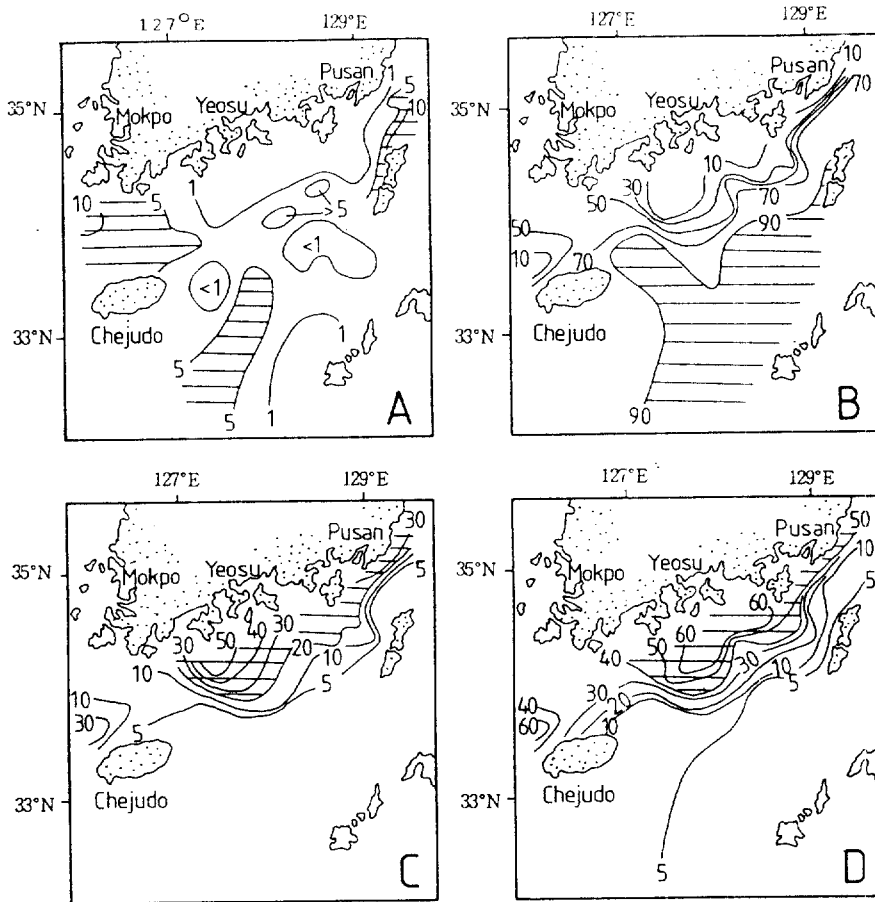


Fig. 5. Distributions of size fractions on the South Sea A: gravel, B: sand, C: silt, D: clay.

10% 미만으로 가장 낮게 나타났다(Fig. 5B). 그러나 사질함량은 바다쪽으로 증가하여 수심 100 m보다 더 깊은 외대륙붕에서는 90% 이상으로 높게 나타났다. 실트질은 사질과 달리 내대륙붕에서는 20% 이상으로 높았으며, 특히 목포와 여수 사이의 남해 서부 해저에서 최대 50% 이상으로 나타났다(Fig. 5 C). 실트질 함량은 먼바다쪽으로 크게 감소하여 외대륙붕에서는 5% 미만으로 낮게 나타났다. 점토질도 실트질 계층과 같이 내대륙에서 40% 이상으로 높았으며, 먼바다쪽으로 감소하여 수심 100 m 보다 깊은 외대륙붕에서 10% 미만(대체로 5% 미만)으로 낮게 나타났다(Fig. 5D).

남동해역 퇴적물의 분포양상은 남해의 경우와 근본적으로 유사하였다. 역질은 대한해협 해곡에서 5% 이상으로 높았으며, 해곡의 축을 따라 북동방향으로

대상분포를 나타냈다(Fig. 6A). 북동부 대륙붕 봉단에서도 5% 이상 분포한 반면, 내대륙붕과 대부분의 외대륙붕에서는 1% 미만으로 매우 낮게 나타났다. 사질은 내대륙붕에서 10% 미만으로 낮았으며, 수심 약 70~120 m의 해저를 기준으로 바다쪽으로 크게 증가하여 대부분의 외대륙붕에서 70% 이상이었고, 특히 북동부의 대륙봉단에서는 최대 90% 이상을 기록하였다(Fig. 6B). 특이하게 대마도 북동부의 중간대륙붕에는 사질함량이 50% 미만인 퇴적물이 독립적을 분포하였다. 실트질은 내대륙붕에서 30% 이상이었으며, 외대륙붕에서는 대체로 20% 미만이었다(Fig. 6C). 대한해협 해곡과 북동부의 대륙봉단에서는 5% 미만의 최소값을 나타냈다. 점토질은 내대륙붕에서 50% 이상이었으며, 특히 감포 외역의 대륙붕과 대륙사면에서는 60% 이상으로 높게 나타

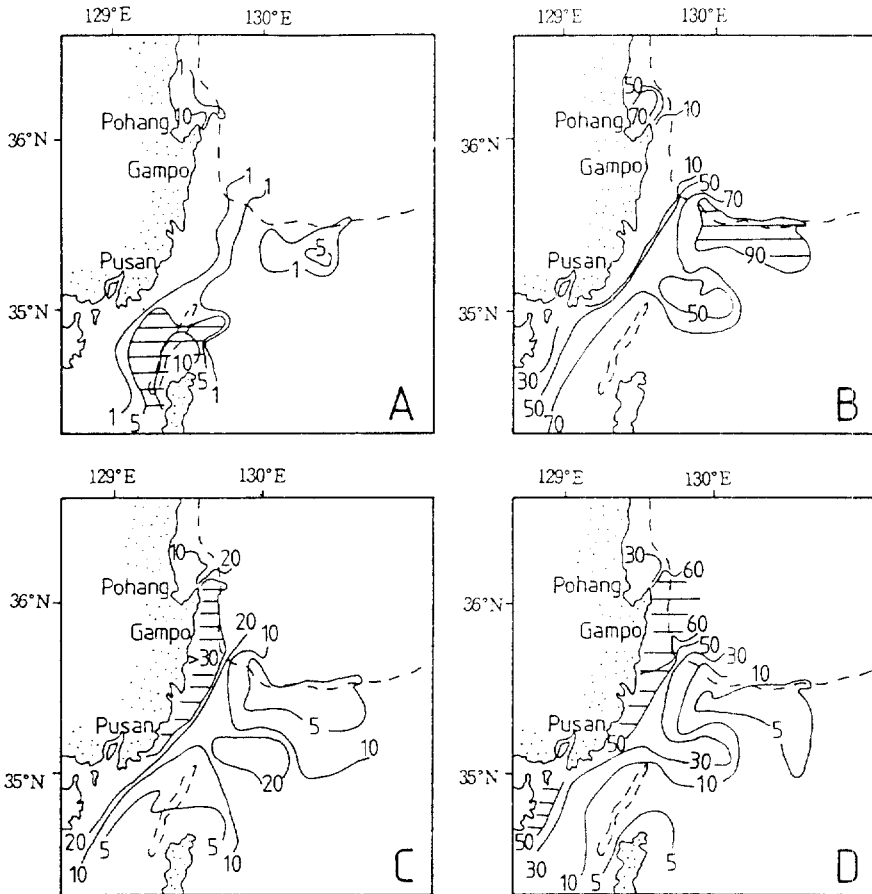


Fig. 6. Distributions of size fractions on the Southeast Sea A: gravel, B: sand, C: silt, D: clay.

났다(Fig. 6D). 외대륙붕에서 점토질 함량은 대체로 10% 미만으로 낮았지만, 대마도 북동부에서는 점토질 함량이 30% 이상인 퇴적물이 내대륙붕으로부터 먼바다쪽으로 뚜렷이 확장되는 분포양상을 나타냈다.

동해해역에서 역질은 죽변이북의 북부대륙붕과 후포뱅크의 정상부에 산발적으로 분포하지만, 나머지 대부분의 해저에서는 거의 분포하지 않았다(Fig. 7A). 사질은 전반적으로 북부대륙붕에서 30% 이상으로 높았으며, 특히 죽변 및 묵호외역에서는 90% 이상을 기록하였다(Fig. 7B). 남부대륙붕에서는 지형적 돌출부인 후포뱅크의 정상부에서 50% 이상인 반면, 지형적 저지대인 후포분지를 포함한 대부분의 남부대륙붕과 대륙사면 그리고 깊은 울릉분지에서는 10% 미만으로 매우 낮게 나타났다. 실트질은 사질이

우세한 후포뱅크의 정상부에서 10% 미만으로 가장 낮았으며, 죽변 및 묵호 외역의 북부대륙붕과 후포분지 및 울릉분지에서도 30% 미만으로 나타났다(Fig. 7C). 이와반면에 후포분지의 육지쪽 남부 대륙붕과 죽변-묵호 사이의 북부대륙붕에서 실트질은 30% 이상이었으며, 특히 묵호 외역의 상부 대륙사면에서 50% 이상으로 가장 높았다. 점토질은 후포분지와 울릉분지에서 70% 이상으로 가장 높았으며, 남부대륙붕과 대륙사면에서 50~70% 이상으로 비교적 높게 나타났다(Fig. 7D). 그러나 지형적 돌출부인 후포뱅크의 정상부와 북부대륙붕에서는 점토질 함량이 30% 미만으로 낮게 나타났다.

3. 사질/니질과 실트질/점토질 비율의 분포

앞에서 기술된 역질, 사질, 실트질 및 점토질의

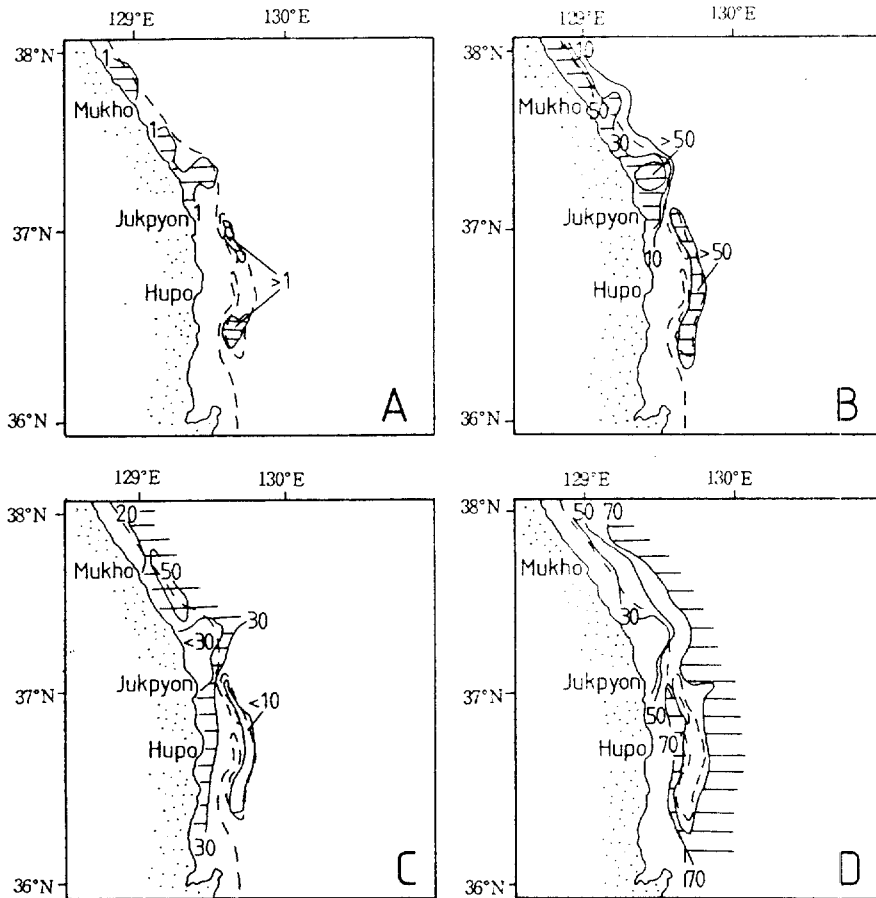


Fig. 7. Distributions of size fractions on the East Sea A: gravel, B: sand, C: silt, D: clay.

함량분포는 한반도 주변 대륙붕 퇴적물의 전반적인 분포양상을 제시하고 있다. 그러나 백분율 단위로 표현되는 개개 퇴적물 입도계층의 함량은 총계가 100%로 맞춰져야 하므로, 한 계층의 함량이 증가하는 경우 필수적으로 나머지 다른 계층의 함량들은 감소하게 된다. 이러한 결과는 때때로 해석상의 오류를 유발하며, 많은 경우 이러한 효과를 제거하기 위하여 개개 입도계층 함량의 상대적 비율을 이용하고 있다. 본 연구에서는 사질/니질 (실트질+점토질) 및 실트질/점토질의 비율을 계산하였고, 지역적 분포양상을 해석하였다.

서해에서 사질/니질의 비율은 외양에서 10.0 이상으로 사질이 크게 우세한 반면, 남부연안역의 퇴적물은 0.1 미만으로 니질이 우세하였다(Fig. 8A). 남해에서는 비율이 10.0 이상인 사질퇴적물이 수십

100 m보다 깊은 외대륙붕에 넓게 분포하였고, 비율이 1.0 미만인 니질퇴적물은 내대륙붕에 분포하였으며 여수외역에서는 0.1 미만으로 낮게 나타났다 (Fig. 8B). 남동해역에서도 내대륙붕에서는 비율이 대체로 1.0 미만인 반면, 대한해협 해곡과 북동부 대륙붕단에서는 10.0 이상으로 높게 나타났다(Fig. 8 C). 전반적으로 남동해역 외대륙붕에서 사질/니질 비율은 1.0~5.0의 범위에 해당하여, 남해 외대륙붕의 사질퇴적물보다 뚜렷이 낮게 나타났다. 동해에서는 사질/니질 비율이 다른 해역에 비하여 전반적으로 낮게 나타났다(Fig. 8D). 지형적 돌출부인 후포뱅크의 정상부와 측면 및 묵호 외역의 북부대륙붕에서 1.0 이상인 반면, 지형적 저지대인 후포분지, 대륙사면 및 울릉분지, 그리고 남부대륙붕에서 0.1 이하로 낮게 나타났다.

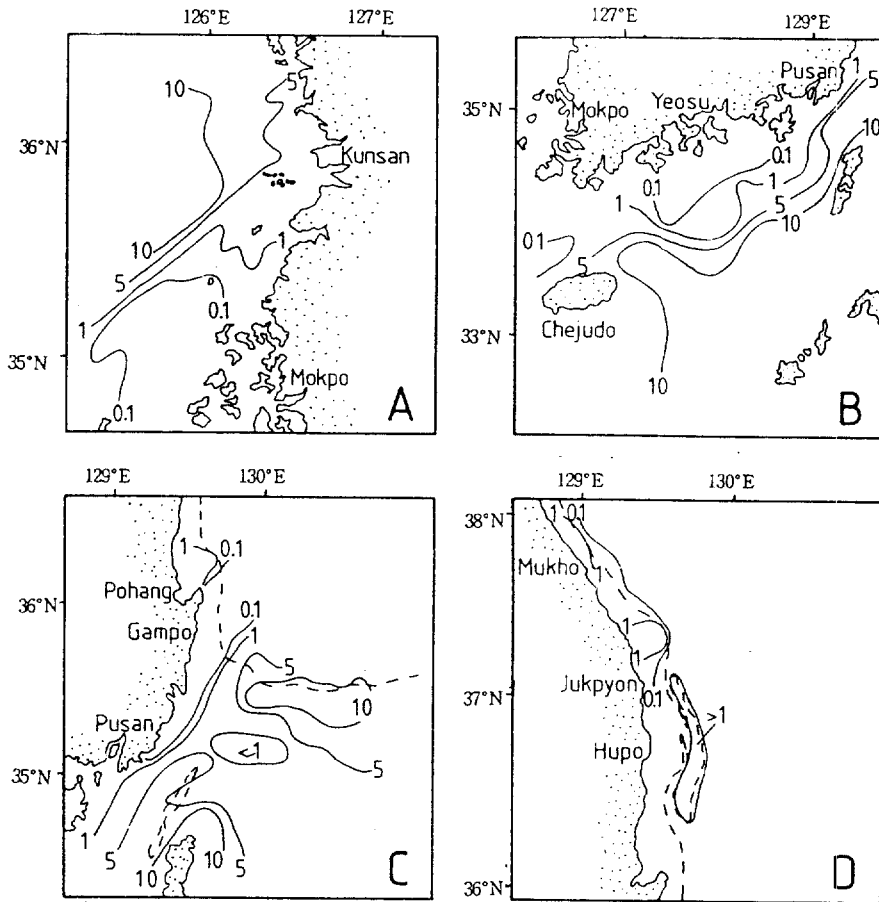


Fig. 8. Distribution of sand/mud ratio A: West Sea. B: South Sea. C: Southeast Sea. D: East Sea.

실트질/점토질 함량비율은 서해의 연안역에서 2.0 이상으로서 실트질이 우세한 니질퇴적물의 성격을 제시하고 있다(Fig. 9A). 남해에서는 전반적으로 실트질/점토질 비율이 서해에 비하여 뚜렷이 낮게 나타났다(Fig. 9B). 내대륙붕 니질퇴적물에서 실트질/점토질 비율은 남해서부에서 1.0 이상이었으며, 점차 동쪽으로 비율이 감소하여 여수외역에서 0.5~1.0의 범위였고 남해동부에서는 0.5 미만으로 낮아졌다. 남동해역에서도 내대륙붕 니질퇴적물의 실트질/점토질 비율은 부산과 감포 사이에서 0.5 이상인 반면, 북부의 감포외역 대륙붕과 대륙사면에서 0.5 미만으로 낮게 나타났다(Fig. 9C). 동해에서는 묵호외역의 북부대륙붕에서 2.0 이상으로 나타나 실트질이 점토질보다 우세하였다(Fig. 9D). 실트질/점토질 비율은 지형적 굴곡에 무관하게 남쪽과 바다쪽으로 점

진적으로 감소하였다. 이에 따라 남부대륙붕과 북부의 대륙사면에서는 0.5~1.0의 범위를 보였으며, 먼 바다쪽의 후포분지, 후포뱅크 및 울릉분지에서는 0.5 미만으로 낮게 나타났다.

토 론

본 연구결과에 의한 한반도 주변 대륙붕 퇴적물은 크게 니질퇴적물과 사질퇴적물로 뚜렷이 구분되었다. “니질”, “실트질” 및 “점토질” 퇴적상으로 분류되는 세립퇴적물은 한반도 주변의 내대륙붕에 분포하여 전형적인 “연안 니질퇴적대(Nearshore Mud Belt)”를 이루며(Park, 1983), 인접 육지로부터 공급되는 세립물질이 활발하게 집적된 “현생퇴적물”로 해석된다. 이와 반면에 외대륙붕의 사질퇴적물은

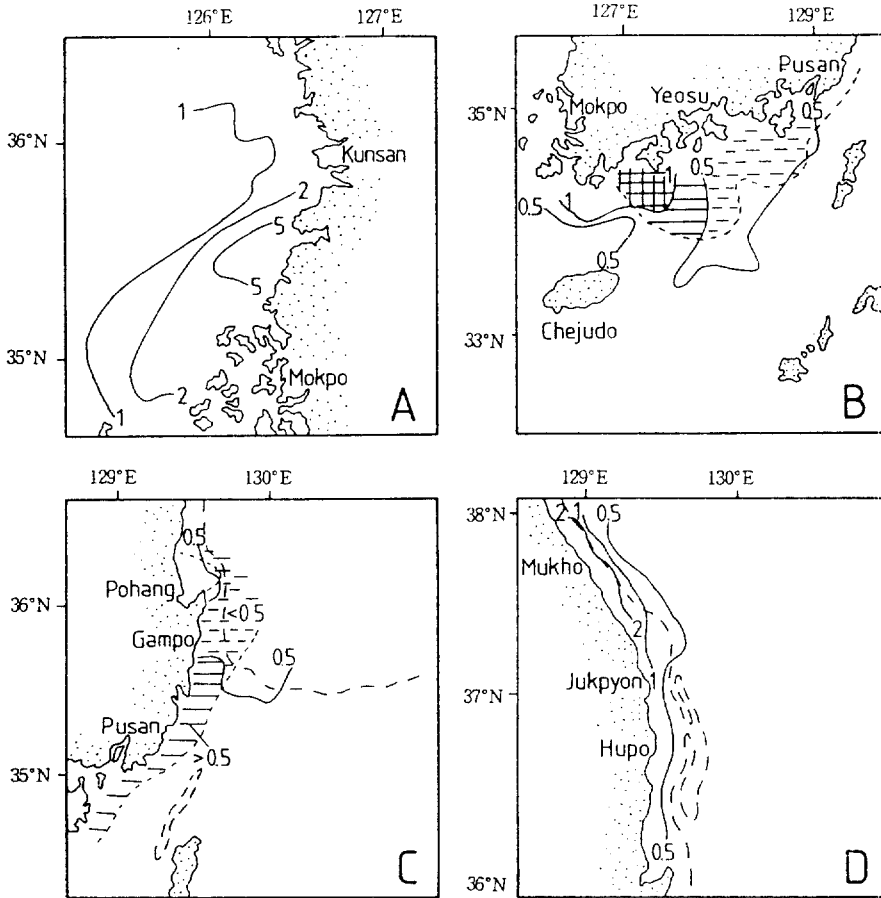


Fig. 9. Distribution of silt/clay ratio A: West Sea, B: South Sea, C: Southeast Sea, D: East Sea. (dashed lines in B and C represent sand/mud=1.0).

내대륙붕의 니질퇴적상과 뚜렷한 분포의 경계를 이루며, 지난 빙하기 해수면이 낮았을 당시 집적된 “잔류퇴적물”로 해석된다(Park, 1985).

전반적으로 한반도 주변해역에서의 현세(Holocene) 대륙붕 퇴적작용은 현생의 세립퇴적물이 내대륙붕에 우세하게 집적되며, 점차 바다쪽으로 전진하여 외대륙붕의 사립질 잔류퇴적물을 피복하는 양상으로 해석되고 있다(Park and Choi, 1986). 이와같은 현생퇴적물의 집적과 바다쪽 전진양상은 첫째 인접육지로부터의 퇴적물 공급, 둘째 지역적 수괴분포에 따른 연안전선의 존재, 셋째 조석 및 파랑 등의 해양환경조건들에 의해 조절된다. 서해에서 퇴적물 분포양상은 수심 약 30~50 m의 지역에서 연안역 니질퇴적상과 외양역 사질퇴적상으로 뚜렷이

구분된다(Fig. 3A, Fig. 4). 이 퇴적상의 경계역은 연안역과 외양역 사이에 존재하는 강한 조석전선의 위치와 일치하며(Lie, 1989), 연안 혼탁수괴의 바다쪽 경계와도 일치하고 있다(Yoo, 1986). 이 경계역에서 점토질 함량은 최대로 나타나며(Fig. 4D) 현생의 세립퇴적물이 활발하게 집적되는 지역으로 해석된다. 남해와 남동해에서(Fig. 3B, Fig. 3C) 내대륙붕 니질퇴적상과 외대륙붕 사질퇴적상은 뚜렷이 구분되며, 이들 퇴적상의 경계도 역시 한반도 연안수괴와 외양의 대마난류수 사이에 존재하는 연안전선의 영향으로 세립물질의 바다쪽 운반이 제한받기 때문에 형성되는 것으로 해석된다. 한편 니질퇴적상과 사질퇴적상 경계의 위치는 지역적으로 커다란 차이를 보여, 서해에서는 수심 약 30~50 m의 천해역에서

나타난 반면, 남해와 남동해역에서는 각각 수심 약 50~70 m의 해역과 수심 약 70~120 m의 깊은 해역에서 뚜렷이 형성되었다. 이러한 경계역의 위치는 지역적 해저지형의 분포, 수괴전선 및 연안해류의 특성 등의 요인에 의해 결정되는 것으로 여겨진다. 한편 동해에서는(Fig. 3D, Fig. 7) 퇴적상의 분포양상이 해저지형의 영향으로 매우 복잡하였으며, 내대륙붕과 외대륙붕 사이의 퇴적상의 경계가 뚜렷하지 않았다.

퇴적상 경계역의 위치뿐만 아니라, 퇴적상 경계역에서 사질/니질 비율의 변화율은 지역적으로 상이하게 나타났다(Fig. 8). 서해에서 사질/니질 비율은 연안역에서 0.1 이하인 반면, 외양역에서 10.0 이상으로서 매우 크게 변화였다. 남해에서도 사질/니질 비율은 내대륙붕에서 0.1 이하였으며, 먼 바다쪽으로 증가하여 외대륙붕에서는 10.0 이상으로 나타났다. 그러나 퇴적상 경계역에서 변화율은 서해에 비하여 다소 완만하게 나타났다. 남동해에서는 사질/니질 비율이 내대륙붕에서 0.1 이하였지만, 대부분의 외대륙붕에서는 비율이 1.0~5.0의 범위에 속하였다. 이러한 수치는 서해와 남해의 외양역 사질퇴적물이 10.0 이상인 비율을 보이는 것에 비하여 크게 낮은 값이며, 이에 따라 퇴적상의 경계역에서 사질/니질 비율의 변화율도 뚜렷이 감소하였다. 이와같이 사질/니질 성분비와 그 변화율이 해역에 따라 다르게 나타나는 것은 현생 세립물질의 공급, 운반 및 집적의 기작이 지역적으로 다르기 때문으로 해석된다. 서해에서는 대부분의 세립물질이 주로 남부연안지역을 따라 운반되고 집적되며, 강한 조석전선의 영향으로 세립물질의 외양쪽 확산이 크게 제한받는 것으로 해석된다. 남해에서도 세립물질은 주로 내대륙붕에 우세하게 집적되며, 외양쪽 확산은 비교적 제한되는 것으로 해석된다. 그러나 서해해역과 비교하면 일부의 현생 세립물질이 외양쪽으로 점진적으로 확산되는 것으로 여겨진다. 남동해역에서도 대부분의 현생 세립물질은 내대륙붕을 따라 운반되고 집적되는 것으로 해석된다. 그러나 외대륙붕에서 전반적인 사질/니질의 비율 및 퇴적상 경계역에서의 변화율이 뚜렷이 낮은 것을 고려하면, 상당량의 세립물질이 외해쪽으로 공급되어 집적되는 것으로 해석된다. 특히 대마도 북동부에는 사질함량이 낮고 실트질 및 점토질 함량이 높은 퇴적물이 독립적으로

분포하여(Fig. 6), 세립물질이 활발하게 집적되는 것으로 여겨진다.

이와같은 세립물질의 운반 및 집적양상은 니질퇴적물의 실트질/점토질 비율에서 보다 명확하게 제시되고 있다(Fig. 9). 내대륙붕의 니질퇴적대에서 실트질/점토질 비율은 서해에서 2.0 이상으로 실트질이 우세한 반면, 남해와 남동해에서는 대체로 1.0 이하로서 점토질이 우세하였다. 특히 남해에서 실트질/점토질 비율은 남해서부에서 1.0 이상인 반면, 동쪽방향으로 점차 감소하여 남해동부에서는 0.5 미만으로 나타났다(Fig. 9B). 이와같은 점진적인 방향성 변화경향은 퇴적물 입도분포의 최빈값(Mode) 변화경향과 일치하며(Kong and Kim, 1991), 또한 점토광물의 광물결정도가 서해로부터 동쪽방향으로 감소하는 전반적인 변화경향과도 잘 일치한다(Choi, 1992). 실트질/점토질 비율이 서해로부터 동쪽방향으로 감소하는 변화경향은 지역적 환경조건에 따른 선택적 또는 차등적 운반 및 집적작용으로 해석된다. Wells(1988)는 세립한 부유물질이 한반도 연안해류(Korean Coastal Current)를 따라 서해로부터 동쪽방향으로 운반될 가능성을 제시하였는 바, 이러한 운반과정 중 상대적으로 조립한 실트질은 서해해역에 우세하게 집적되며, 점토질을 계속 부유상태로 동쪽방향으로 운반되는 것으로 해석된다. 특히 이러한 운반현상은 몬순 기후의 영향으로 강한 북서계절풍이 수반되는 동계에 우세하게 나타나는 것으로 해석된다(Park and Choi, 1989).

동해에서 퇴적물의 분포는 서해, 남해 및 남동해 대륙붕의 전반적인 퇴적물 분포양상과는 달리, 해저지형의 기복과 관련되어 복잡하게 나타났다(Fig. 7). 조립퇴적물은 묵호와 죽변외역의 북부대륙붕과 후포뱅크의 정상부에 분포하였고, 세립퇴적물은 지형적 저지인 후포분지와 대륙사면 및 울릉분지, 그리고 남부대륙붕에 분포하였다. 전반적으로 동해의 퇴적물 분포양상은 복잡하지만, 실트질/점토질 비율은 해저지형의 굴곡과 무관하게 북부대륙붕에서 높았으며 바다쪽 및 남쪽 방향으로 점진적으로 감소하였다(Fig. 9D). 실트질/점토질 비율은 북부대륙붕에서 2.0 이상으로서 서해 연안역 실트질 퇴적물의 성분비와 대비되었으며, 후포분지와 남부대륙붕에서도 1.0 이상으로 나타나 남해와 남동해 내대륙붕의 니질퇴적물이 1.0 이하의 낮은 값을 보이는 것과

뚜렷이 구분되었다. 따라서 동해 대륙붕의 실트질 퇴적물은 서해로부터 한반도 연안을 따라 동쪽방향으로 운반되고 집적되는 현생 세립퇴적물의 집적작용과는 직접적으로 관련되지 않은 것으로 여겨진다. 이에 대해 Lee et al. (1989) 등은 동해대륙붕의 실트질 성분이 동해의 북쪽으로부터 기원하였을 가능성을 토의한 바 있다. 또한 동해 남부대륙붕의 니질퇴적상과 후포분지내의 점토질 퇴적상(Fig. 3D)은 지난 빙하기때 집적된 잔류퇴적물의 일종으로 여겨진다. 빙하기의 해수면 하강 당시 후포분지는 바다쪽의 후포뱅크에 의해 동해로부터 고립된 만 혹은 라군(Lagoon) 환경으로서 직접적인 동해의 강한 해양에너지로부터 보호되는 저에너지 퇴적환경이었을 것으로 여겨진다. 이에 따라 후포분지에는 세립물질이 우세하게 집적되었을 것으로 추정된다. 본 연구의 입도분석 자료만으로는 후포분지내의 니질퇴적물을 "잔류"퇴적물로 정의할 수는 없었으나, 후포분지의 니질퇴적물이 검은색을 띠고 점착성이 강하며 유기물 함량이 매우 높아 한반도 내대륙붕에 분포하는 "현생"의 니질퇴적물과 뚜렷이 구분되는 "잔류"성 퇴적물일 가능성을 시사하고 있다(Lee et al., 1989). 이 후포분지의 세립퇴적물에 대한 절대연령측정 및 미고생물학적 연구가 필요한 바이다.

한반도 주변해역 외대륙붕에 넓게 분포하는 사질 및 역질퇴적물은 지난 빙하기의 해수면 하강시에 집적된 전형적인 "잔류"퇴적물로 해석된다. 이들 외대륙붕 사질퇴적물은 절대연령이 약 15,000 yrs B. P. 내외로 측정된 천해성 연체동물의 잔해를 포함하며(Park et al., 1987, Park et al., 1989), 사질 및 역질 입자의 원마도가 양호하고, 철산화물로 피복된 석영입자들이 특징적으로 나타나 전형적인 잔류퇴적물의 성격을 대표하고 있다(Choi, 1990). 그러나 외대륙붕에 분포하는 사질퇴적물의 일부는 현재의 해양환경에서 조석, 파랑 및 해류에 의하여 충분히 재동된 "Palimpsest" 퇴적물에 속하는 것으로 해석된다. 특히 서해의 수심 30 m보다 깊은 외양역에는 북동-남서 방향의조석기원 사주가 발달하는 바(Off, 1963, Klein et al., 1982), 이는 퇴적물의 재동 가능성을 강하게 시사한다(Chough, 1984). 또한 남해 중부 및 남해동부해역의 수심 약 70~90 m 해저에는 해안선의 준평행한 동-서, 또는 북동-남서방향의 사주가 분포하고 있다(Kim, S.W. et al., 1986a, 1986b,

Choi, 1990). 이러한 사주들이 "잔류" 기원적 연안 사주인지 "현생"의 퇴적기원인지는 확실하지 않으나, 사주들의 배열상태와 지역적 해양조건들을 종합하여 해석하면 잔류퇴적물의 재동 가능성을 배제할 수 없다. 또한 일부의 외대륙붕 사질퇴적물에는 현생의 세립물질이 활발하게 혼합되는 것으로 여겨진다. 특히 남동해역에서(Fig. 3C) 대마도 북동부의 중간 대륙붕지역에 독립적으로 분포하는 "니질사" 및 "사질니" 퇴적상은 현생의 세립물질과 사질의 잔류퇴적물이 혼합된 전형적인 혼합성 퇴적물로 해석된다.

결 론

한반도 주변 대륙붕의 표층퇴적물은 다음과 같이 요약된다. 외대륙붕의 조립한 사질퇴적물은 일부 역질퇴적물로 포함하며, 지난 빙하기의 해수면 하강 당시 집적된 "잔류"퇴적물로 해석된다. 이와 반면에 내대륙붕의 세립퇴적물은 현재의 퇴적환경 조건에서 공급, 운반 및 집적된 "현생" 퇴적물로 해석된다. 이들 세립물질들은 서해로부터 남해를 거쳐 동쪽방향으로 운반되는 것으로 해석된다. 그러나 동해의 후포분지에 분포하는 암회색의 니질퇴적물은 한반도 내대륙붕에 분포하는 현생의 니질퇴적물과 뚜렷이 구분되며, 지난 빙하기에 집적된 "잔류"성 퇴적물로 해석된다.

전반적으로 한반도 주변 대륙붕 퇴적물은 내대륙붕의 "현생"퇴적물과 외대륙붕의 "잔류"퇴적물로 뚜렷이 양분되지만, 중간대륙붕(mid-shelf)에는 사질과 니질의 두 퇴적상이 서로 혼합되는 혼합성 퇴적물이 분포하며, 일부는 현재 해양환경에서 재동되는 "Palimpsest" 퇴적물로 해석된다.

참고문헌

- Byun, S. K. and Y. H. Seung. 1984. Description of current structure and coastal upwelling in the southeast Japan Sea-summer 1981 and spring 1982. In: Ocean hydrodynamics of the Japan and East China Sea edited by T. Ichiye, 83-93.
- Choi, J. Y. 1990. Depositional environments of the coarse-grained sediments on the continental shelf of Korean Seas. Ph.D. thesis, Seoul National University, 331pp.
- Choi, J. Y. 1992. The clay minerals of the surface sedi-

- ments on the Korean Seas. *J. Natural. Sci. Res., Kunsan National Univ.*, **6**: 131-145.
- Chough, S. K., 1984. Late Cenozoic sedimentation in the southeastern Yellow Sea. In: *Proc. Korea-U.S. Seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea*, edited by Y. A. Park, O. H. Pilkey and S. W. Kim, 49-52.
- Folk, R. L., 1968. *Petrology of sedimentary rocks*. Hamphill's Pub., 170pp.
- Jeong, K. S., S. J. Han and B. C. Suk, 1984. A sedimentological study in the southeastern Yellow Sea. In: *Proc. Korea-U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea*, edited by Y. A. Park, O. H. Pilkey and S. W. Kim, 96-116.
- Kim, C. H. and K. Kim, 1983. Characteristics and origin of the cold water mass along the east coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **18**: 73-83.
- Kim, M. S., K. S. Chu and O. S. Kim, 1986. Investigation of some influence of the Nakdong River water on marine environment in the estuarine area using Landsat imagery. *Rept. Korea Min. Sci. Tech.*, 93-147.
- Kim, S. W., C. S. Kim, Y. O. Lee, Y. S. Kong, C. W. Lee, G. H. Min, Y. S. Park and K. L. Choe, 1986a. Marine geological study on the continental shelf off southern Korea. *KIER Rept.*, KR-86-20, 7-50.
- Kim, S. W., G. H. Min, C. W. Lee, K. L. Choe, Y. S. Kong, Y. O. Lee and Y. S. Park, 1986b. Marine geological study on the continental shelf off southern Korea. *KIER Rept.*, KR-86-2-20, 7-66.
- 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.
- Kong, Y. S. and S. W. Kim, 1991. Size characteristics of the Korean shelf sediments. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **26**: 38-46.
- Lee, C. B., Y. A. Park, J. Y. Choi and G. B. Kim, 1989. Surface sediments of the continental shelf and slope off the southeastern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **24**: 39-51.
- Lee, C. S., 1987. Characteristics of the clastic sediments on the continental shelf off the eastern coasts (Buk-yung-Gampo) of Korea. M. S. thesis, Seoul National University, 65pp.
- Lee, H. J. and S. K. Chough, 1989. Sediment distribution, dispersal and budget in the Yellow Sea. *Mar. Geol.*, **87**: 195-205.
- Lie, H. J., 1989. Tidal fronts in the southeastern Hwanghae (Yellow Sea). *Cont. Shelf Res.*, **9**: 527-546.
- Niino, H. and K. O. Emery, 1961. Sediments of shallow portions of East China Sea and South China Sea. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **72**: 731-762.
- Off, T., 1963. Rhythmic linear sand bodies caused by tidal currents. *Am. Asso. Petrol. Geol.*, **47**: 324-341.
- Park, S. C. and K. S. Chu, 1991. Dispersal patterns of river-derived fine-grained sediments on the inner shelf of Korea Strait. In: *Oceanography of Asian marginal seas*, edited by K. Takano. Elsevier Oceanography Series, **54**: 231-240.
- Park, Y. A., 1983. The nature of Holocene sedimentation and sedimentary facies of the continental shelves of Korea. In: *Proc. 1983 Summer conference for domestic and foreign scholars of science and technology*: KOSEF, 72-80.
- Park, Y. A., 1985. Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the southeast coast of Korea—a further evidence of relict sediments. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **20**: 55-61.
- Park, Y. A. and J. Y. Choi, 1986. Factor analysis of the continental shelf sediments off the southeast coast of Korea and its implication to the depositional environments. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **21**: 34-45.
- Park, Y. A. and J. Y. Choi, 1989. Mechanisms and distribution patterns of the fine-grained suspended materials off the southwest coast of Korea. *Acta Oceanographica Taiwanica*, **24**: 52-64.
- Park, Y. A., K. R. Kim, S. C. Park and S. Y. Bak, 1987. Characteristics of the bottom sediments from the continental shelf of the Korea Strait and some geochemical aspects of the shelf fine-grained sediments. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **22**: 43-56.
- Park, Y. A., C. S. Lee, C. B. Lee and H. J. Kang, 1990. Distribution and characteristic of surface sediments on the continental shelf off the eastern coast of Korea. *Korean J. Quat. Res.*, **4**: 15-26.
- Park, Y. A., C. B. Lee, Y. G. Cho, J. Y. Choi and S. Y. Bak, 1989. The Holocene marine sediment distribution on the continental shelf of the Korea South Sea and the early Holocene sea level standing evidence. *Korean J. Quat. Res.*, **3**: 1-16.
- Schubel, J. R., H. T. Shen and M. J. Park, 1984. A comparison of some characteristic sedimentation processes of estuaries entering the Yellow Sea. In: *Proc. Korea-U.S. seminar and workshop on marine geology and physical processes of the Yellow Sea*, edited by Y. A. Park, O. H. Pilkey and S. W. Kim, 286-308.
- Song, Y. I., 1986. Origin of the shelf break in the central part of the eastern margin of the Korean Peninsula. M. S. thesis, Seoul National University, 51pp.
- Suk, B. C., 1989. Quaternary sedimentation processes, structures and sea level change history in the East China Sea, the Yellow Sea, and the Korea-Tsushima Strait regions. Dr. Sci. thesis, University of Tokyo.
- Wells, J. T., 1988. Distribution of suspended sediment in the Korea Strait and southeastern Yellow Sea: onset of winter monsoons. *Mar. Geol.*, **83**: 273-284.
- Yoo, H. R., 1986. Remotely sensed water turbidity pattern on the Korean side of the Yellow Sea. *Ocean Res.*, **8**: 49-55.