

한국 서해 경기만 반월 조간대(상부조간대) 퇴적층의 제4기 후기 층서와 부정합

박용안 · 임동일 · 김수정

서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부

Late Quaternary Stratigraphy and Unconformity of the Banweol Tidal-Flat Deposits(upper tidal flat) and Unconformity, Kyunggi Bay, West Coast of Korea

Yong-Ahn Park, Dhong-Il Lim and Su-Jeong Kim

*School of the Earth and Environmental Science, College of Natural Sciences,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea*

요 약

한국 서해 경기만 반월조간대 퇴적층(체)의 제 4기 후기 층서가 상부조간대(upper tidal flat)의 퇴적층에서 실시된 심부시추(기반암까지 시추)의 자료에 근거하여 설정되었다. 즉, 선캠브리아 변성퇴적암의 기반암위에 선현세 하성-충적층(빙하기의 낮은 해수면 시기)인 Unit II의 층서퇴적단위가 부정합적으로 놓이고 Unit II는 현세 중기-후기(middle-late Holocene)의 상부조간대층(체)인 Unit I에 의하여 부정합적으로 피복된다. 이러한 제 4기 후기 층서는 해양퇴적학으로 분석된 자료에 의하여 설정되었으며, 또한 고기후-고해수면 변동의 고환경적 요건으로 해석되었다.

ABSTRACT

The late Quaternary stratigraphy and basal unconformity (nonconformity) of the intertidal deposits (upper tidal flat) in the Banweol tidal basin in the Kyunggi Bay, west coast of Korea has been investigated and established. The Unit I (middle to late Holocene upper intertidal deposit) and Unit II (pre-Holocene fluvial to alluvial deposit) in descending order are classified and interpreted. The basement rocks of the Banweol tidal basin is dominantly preCambrian metamorphic rocks on which Unit II is overlying unconformably. In short, the late Quaternary stratigraphy and unconformity of the Banweol tidal flat deposits are established and interpreted in terms of sedimentology and sea-level fluctuation history during late Quaternary.

본 연구는 서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부 BK21의 연구비지원(1999~2000년도)에 의하여 수행되었음.

서론

제 4기 후기 (late Quaternary) 동안 한반도는 세계의 여러 지역과 마찬가지로 간빙하기와 빙하기의 기후변동과 그에 따른 기후의 변화를 크게 받았다고 연구 발표되었다 (Park, 1992; Park and Yi, 1995). 약 130,000 yr BP ~ 80,000 yr BP 동안의 Eemian 간빙하기때의 해수면은 현재의 해수면보다 약 4~5m 더 높은 위치에 상승하였다고 보고되었고, 그후 Wisconsin 빙하기의 시작과 함께 해수면은 계속 하강하여 약 15,000 yr BP ~ 18,000 yr BP 동안에는 해수면이 약 135~142m까지 하강한 최대 빙하발달시기 (Last Glacial Maximum: LGM)를 기록하고 있다 (Chappell and Shackleton, 1986; Chappell et al., 1996). LGM 이후 해수면은 지속적으로 상승하여 현재 후기 (late Holocene: 약 3000 yr BP)에 이르러 해수면은 거의 현 해수면의 위치에 가깝게 상승하였다 (박, 1967; 장, 1995).

한반도 서해, 남해 및 동해 연안의 퇴적층(체)의 발달과 소멸(침식)은 제 4기의 빙하기 - 간빙하기의 기후변동과 그에 따른 해수면 변동과 밀접하게 관련되어 있다고 보고되었다 (박, 2000). 즉, 높은 해수면 시기(sea-level highstand) 동안은 비교적 두꺼운 퇴적층(체)이 형성되며, 상대적으로 낮은 해수면(sea-level lowstand) 동안에는 이미 오래된 퇴적층이 대기에 노출되어 침식과 풍화작용을 받는 것으로 해석되고 있다. 층서학적으로 이와 같은 퇴적작용의 중단과 대변화의 증거적 기록을 부정합(unconformity)이라고 해석한다. 이러한 제 4기의 기후변동과 해수면 변화에 의하여 형성된 제 4기 층서(Quaternary stratigraphy)를 연구하여 한반도 연근해역 퇴적층(체)와 대륙붕 퇴적체(층)의 제 4기 층서를 설정하고 해석하려는 연구는 거의 전무하였다고 볼 수 있으나, 1993년 경부터 서해안 여러 곳의 조수 퇴적분지에서 수행된 기반암까지 시추한 제 4기 층서학적 연구는 중요한 학문적 가치와 역사적 의미를 갖는다 (박 등,

1997; Park, 1998; 박 등, 1999; 박 등a, 2000; 최 등, 2000; 박 등b, Lim, 2001). 이러한 연구는 최대 약 20 m에 달하는 현세 조간대 퇴적층 (Holocene tidal-flat deposits)이 Eemian 간빙하기에 형성된 고 조수 퇴적층(late Pleistocene paleo-tidal deposits)을 직접 부정합적으로 피복하고 있음이 밝혀졌다 (김과 박, 1992; 박 등, 1995; 박 등, 1997; Park, 1998; Lim, 2001). 이 두 개의 해성 (marine) 퇴적층(체)은 부정합적 층서경계를 나타내고 있다 (Park et al., 2001). 그런데 위에 설명된 바와 같은 층서는 평균만조선(MHWL)에서 중부조간대(middle flat 또는 mixed flat) 방향으로 시추할 경우 설정될 수 있다. 이 사실은 조간대 퇴적체(층)의 제 4기 후기 층서연구결과의 하나로서 밝혀진 것이다 (박 등, 1995, 1997). 더구나 LGM때 노출되고 산화되어 풍화된 증거로서의 선현세 고 조수퇴적층 상부의 고토양(paleosol)의 발견은 매우 중요한 제 4기 후기의 층서퇴적학적인 학술적 가치를 갖는 것으로 인정된다. 사실상 이러한 고토양과 부정합은 황해 퇴적분지 전반의 고기후와 고환경 복원에 좋은 증거를 함유하고 있다 (Park, 1998; Lim, 2001). 그러나 서해안의 조수 퇴적분지의 평균만조선 상위부분에서는 위에 설명된 선현세 고 해성층이 존재하지 않으며 LGM 때 발달한 육성층과 노출된 기반암이 현세 조간대 층에 의하여 부정합적으로 피복된다 (박 등, 1995). 그런데 경기만 반월 조간대에서 실시된 탄성과 탐사자료는 현세 조수 퇴적층(Unit I) 하위에 강한 반사계면이 존재하는 것으로 해석하였다 (Kim et al., 2000). 그러나 이 반사계면이 부정합으로 해석되었을 뿐 이것에 층서적인 해석과 하위 퇴적층에 대한 층서퇴적학적 특성에 따른 연구가 미흡하였다.

연구 지역은 한국 서해안의 경기만 남동부에 위치한 반월 조간대환경으로 평균조차가 5 m에 이르는 대조차 환경 (macro-tidal environment)이며, 최대 3 km에 달하는 주조류로(main tidal channel)를 중심으로 수지형 조류 세곡(dendritic tidal gullies)들이 분명하게 관찰된다. 전형적인

조간대 폭은 최대 5 km에 달한다. 퇴적상은 대체적으로 만조선에서 주조류 방향으로 가면서 니질에서 사질퇴적물로 변하여 조립한 퇴적물이 우세하게 분포하는 것으로 보고된다. 그런데 이 연구지역은 1994년 방조제 축조 (시화담수호 건설)로 인하여 자연적인 원래의 조간대 환경은 파괴되어 조간대적 자연모습은 소멸되고 있으며 인공적인 매립에 의하여 옛 조간대(갯벌)의 대부분은 대기에 노출되어 있다.

본 연구의 목적과 대상이 되는 조간대퇴적층(체)의 제 4기 층서설정은 기반암에 이르는 심부 시추자료가 획득되고, 그 자료가 층서퇴적학적으로 해석되므로서 가능한 특징적인 제 4기학적 연구이다.

연구 방법

기반암까지의 조간대퇴적층(체)의 전체적인 수직층서를 연구하기 위하여 기존의 탄성파탐사 자료를 참고하여 심부시추를 위한 두 지점을 선정하였으며, 평균 20 m에 달하는 연속적 시추시료를 채취하고 분석하였다(Fig. 1). 주상 시추 시료는 1

m 간격으로 회수되었으며, 유압시추가 불가능한 사질 퇴적물은 표준관입타격방법으로 (0.5m간격) 시료를 획득하였다.

채취된 주상시료들은 실험실에서 절개되었으며, 절개 즉시 육안 관찰에 의한 퇴적물의 색상과 퇴적구조들이 기재되었다. 또한 퇴적물의 조직, 함수율 그리고 지화학 분석을 위하여 20~30cm 간격으로 부시료가 채취되었으며, 동일 지점들에서 Hand Vane (Model, Gilson model no. HM-504)을 이용하여 전단응력 (shear strength) 값을 측정하였다. 퇴적물의 입자 조직은 Ingram (1971)의 방법에 따라 전처리된 퇴적물들을 조립질과 세립질 퇴적물 계층으로 분리한 후 조립질은 표준체로, 세립질은 피펫방법으로 분석하였다. 퇴적물의 조직 표준치는 그래픽 방법으로 계산하였다. 퇴적물의 내부 구조는 미리 제작된 슬랩(1cm×7cm×30cm)을 연 X-선 사진 촬영기 (Model, HITEX type HP-1000)을 사용하여 촬영한 후 사진 분석을 통해 해석되었다. 함수율은 습윤시료와 건조시료의 무게 차이로서 퇴적물내의 포함된 수분량을 구하고, 건조중량에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

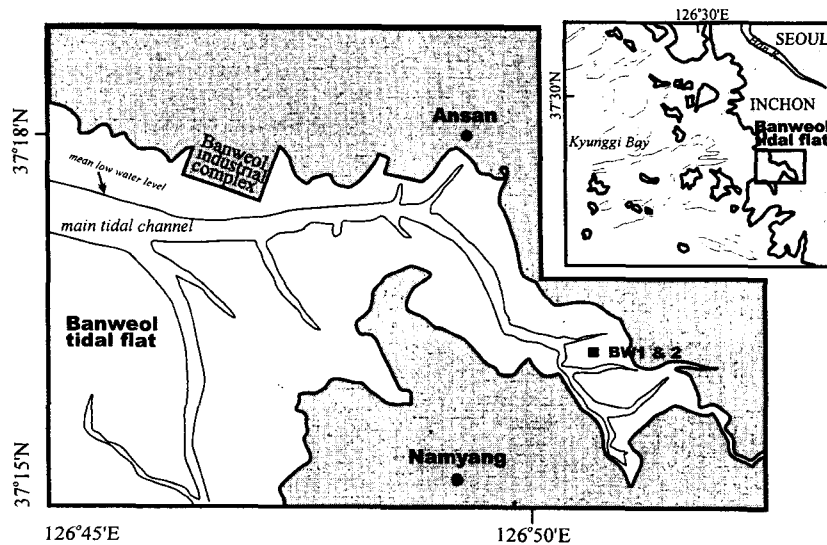


Fig. 1. Index map showing the study area and deep-drilling core sites (solid square BW 1 and 2)

사질 퇴적물의 광물성분은 입도 분석된 중립사 계층의 사립입자를 대상으로 쌍안현미경하에서 시료당 약 500개의 입자를 감정하여, 상대 함량을 계산하였다. 쇄설성 퇴적입자의 shape factor에 근거한 roundness, sphericity, elongation의 정성적 특성은 고성능 쌍안실체현미경(Nicon SMZ-U)에서 관찰된 화상분석 프로그램 BM-Plus를 통하여 이루어졌다. 구형도는 Riley(1953)의 'Projection Sphericity(Ψ_r)'로 계산하기 위해 최대 반지름과 최소 반지름의 수치를 이용하였으며, 신장도는 Folk(1965)의 Elongation Index로 계산하기 위해 최소 크기와 최소 크기의 수치를 이용하였다. 그러나 원마도는 이미지 분석에 의한 수치만으로 직접 측정(Direct measurement)하기에 어려움이 많으므로 Powers의 six roundness classes을 이용한 육안 관찰(visual description)을 하여 원마도의 여섯 등급은 입자 가장자리의 패인 곳의 수에 따라 분류하였다. 퇴적물의 주원소 성분 및 함량은 X-선 형광분석기(XRF; Shimadzu XRF-1700)를 이용하여 분석하였다. 이와 함께 퇴적물의 LOI (loss of ignition) 값은 분말화 된 퇴적물 시료를 950°C의 온도에서 30분 정도 태운 후 그 손실량을 백분율로 계산하여 구하였다.

결 과

심부시추 코아의 층서 단위와 퇴적물의 퇴적학적 특성

경기만 반월 조간대의 평균 만조선(MHWL)근역의 상부조간대 퇴적층(upper tidal flat deposit)의 제 4기후기(late Quaternary)층서는 현세 조간대 환경의 니질퇴적물(muddy sediments)이 우세한 층서퇴적단위 Unit I 과 선현세 비해성기원의 Unit II (조립질 역사질:sand and sandy gravelly sediments)로 구성된다. 즉, 부정합적 경계에 의하여 상위의 니질 퇴적물층 (Unit I)과 하위의 조립질의 역사질 퇴적물층(Unit II)로 구분되는 2개의 층서퇴적 단위로 구성된다 (Fig. 2).

층서퇴적단위 Unit I은 두께가 최대 10m에 달

하며, 올리브회색 (olive gray, 5Y 4/1) 또는 진한 녹회색 (dark greenish gray, 5GY 4/1)의 니질 퇴적물로 구성된다 (Fig. 3a and 3b). 퇴적물의 평균 입도(mean grain size)는 전반적으로 실트와 점토로 혼합된 7~8 phi 범위이며 (Fig. 4), 모래의 함량은 대부분의 깊이에서 10% 미만이며 퇴적물의 분급도는 3 phi 내외로 불량한 것으로 해석된다. 광범위한 생물교란 (bioturbation)에 의해 일차적 퇴적구조들은 대부분 파괴되었거나 분명하지 않은 피상으로 잔류 엽층리구조가 풍부하게 관찰된다 (Fig. 3b). 실트질과 점토질 입자의 연속적인 교호에 의한 엽층리구조가 부분적으로 발달하며, 각각의 엽리들은 2mm 이하로 얇으며, 수평적으로 평행하지만 대부분 생물교란에 의해 굴곡되어 있거나, 불연속적이다. 함수율은 40~60% (평균 46%) 범위이며, 전단응력(shear strength)은 $0.7 \sim 1.5 \times 10^{-1} \text{kg/cm}^2$ (평균 $0.9 \times 10^{-1} \text{kg/cm}^2$)의 범위이다 (Fig. 4). Unit I의 하부는 Unit II의 조립 퇴적물과 혼합되어 상부층에 비하여 상대적으로 조립한 사질 퇴적물로 구성된다.

퇴적단위 Unit II는 Unit I 퇴적층 하위에서 비교적 두껍게 발달하며, 조립한 사질 퇴적물과 사질역 또는 역 퇴적물로 구성되는 것이 특징이다. 최대 약 10 m의 두께를 가지며, 상위의 Unit I 과 뚜렷한 암상 경계를 나타낸다. 산화철로 피복된 쇄설모래 입자는 전체적인 퇴적물의 색상을 옅은 황색에서 짙은 황색을 나타내게 한다 (Fig. 3c). 수직적으로 입도의 변화가 크며, 상향 세립화 특성을 보인다. 자갈과 모래의 함량은 각각 10~50%와 30~90%이며 이토(mud)의 함량은 전체적으로 10% 이하로 낮다 (Fig. 4). 평균 입도는 -4 phi에서 2 phi 범위이며, 전체적으로 0 phi의 조립사로 구성된다. 분급도는 1~2 phi 범위로 상부의 Unit I 퇴적물보다 상대적으로 좋은 분급을 보인다. 함수율은 약 20% 내외로 상위의 Unit I 퇴적물보다 낮으며, 깊이에 따라 큰 변화를 보이지 않는다. 조립의 사질 입자 (1 phi) 들은 주로 석영과 장석 입자들로 구성되나, 조립 또는 자갈들은 암편의 함량이 우세하다. 석영은 60%에서 75% (평균

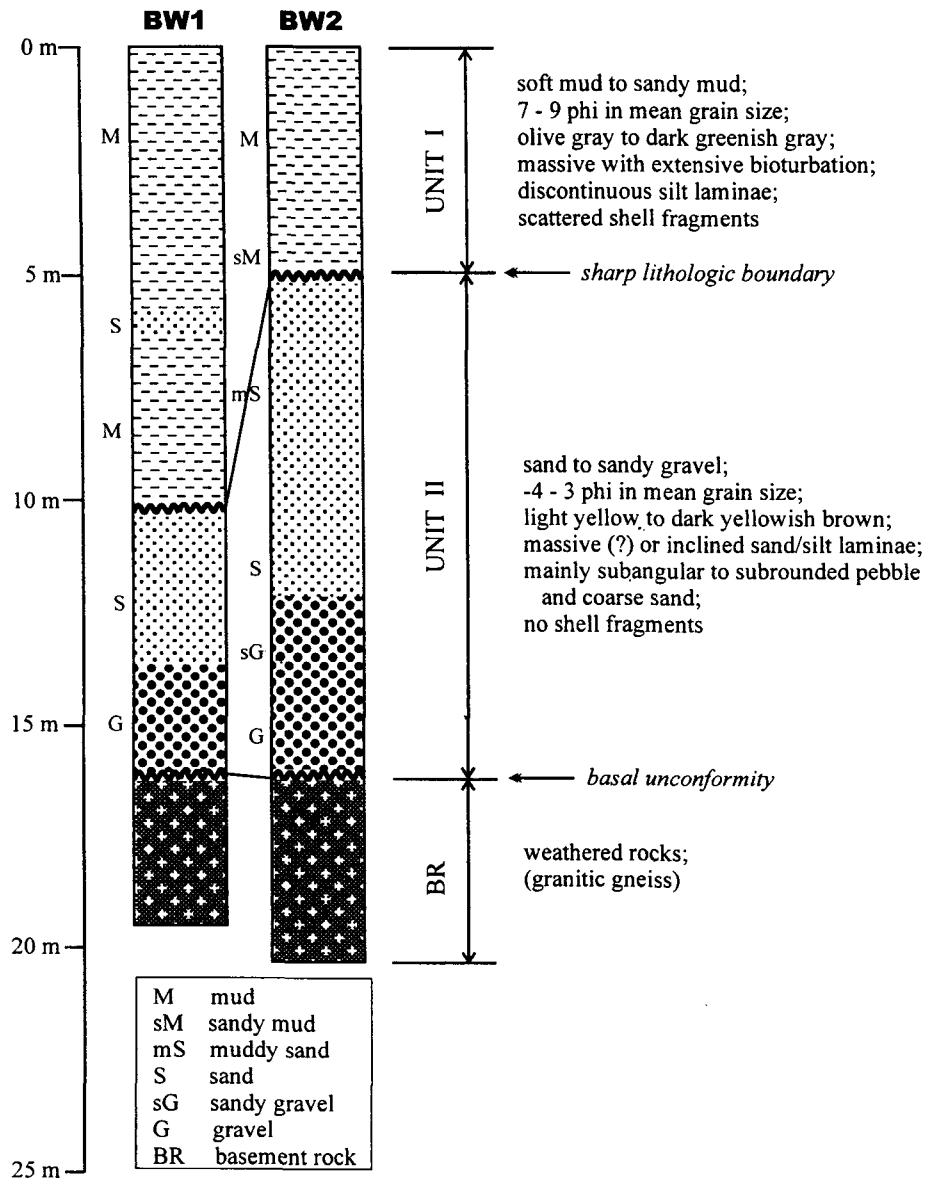


Fig. 2. The columnar section diagram showing the late Quaternary stratigraphy and two major unconformities of the Banweol intertidal flat deposits(upper tidal flat). Note that Unit I is middle to late Holocene and Unit II pre-Holocene(alluvio-fluvial sediments during glacial time), respectively.

함량 72%)의 범위로 깊이에 따라 일정한 값을 나타내며, 석영 입자중 철산화물로 완전히 피복되어 붉게 나타나는 석영의 함량이 45% 이상으로 높게

나타난다. 패각이나 생물 잔유물들은 발견되지 않는다. 최대 2~3cm의 크기의 역들이 부분적으로 산재하며, 이들은 아각상(subangular)의 원마도

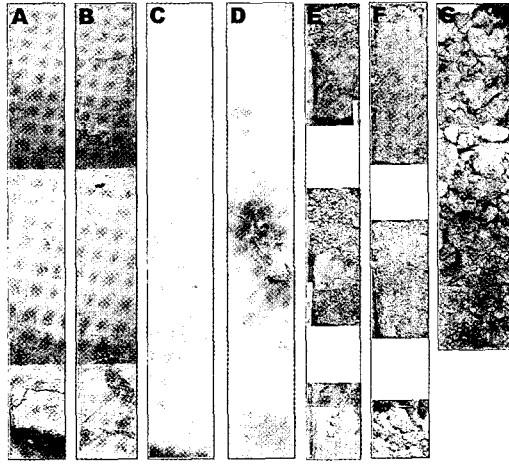


Fig. 3. Photographs showing core sediments (from upper part to lower part), which indicate sedimentary texture and structure. Note the lower part of the core sediments is gravels and coarse sands.

를 나타낸다. 이러한 역의 크기는 최하부의 기반암으로 갈수록 커져 직경이 약 10cm에 달하며, 다소 좋은 구형도와 원마도를 갖는다.

쇄설성 사질 입자의 조직 특성: 구형도(sphericity), 원마도(roundness) 및 신장도(elongation)

쇄설 퇴적 입자의 조직 성질의 여러 요인 중에서 쇄설 입자의 모양 (shape)은 물리적 동력 조건의 영향을 해석하는데 중요한 요소가 되는 바, 본 연구에서는 Unit II의 사질 퇴적물을 대상으로 구형도(sphericity), 원마도(roundness) 및 입자의 신장도(elongation)를 분석하였다. Unit II 사질 입자의 구형도 측정값은 대부분 0.4~0.7 범위이며, 전체 80%를 차지한다 (Fig. 5). 깊이에 따라 큰 차이를 보이지 않으며, 0.6에서 최빈값을 나타내는 단일모드를 보인다. 전체의 평균값은 0.55로 Unit II의 사질 퇴적물들은 전반적으로 구형(equant, spheroids)에 가까운 입자형태를 갖는다. 원마도는 약간 둥근형(subrounded)에서 50% 이상으로 최빈값을 보이며, 다음으로 약간 각진형(subangular)이 20%로 우세하다 (Fig. 5). 각진형(angular)과 둥근형(rounded)은 각각 10% 미만으로 낮다. 따라서 전체적으로 Unit II 퇴적물은 약간 각진형에서 둥근 형태가 우세한 사질 입자

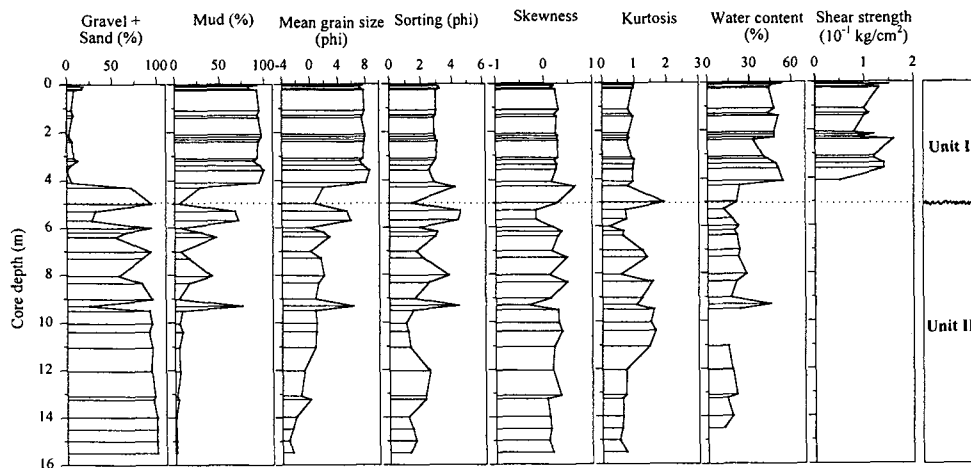


Fig. 4. Diagram showing textural parameters and geotechnical factors analysed from Unit I and Unit II. Characteristic differences of these analysed data between Unit I and Unit II will be noted.

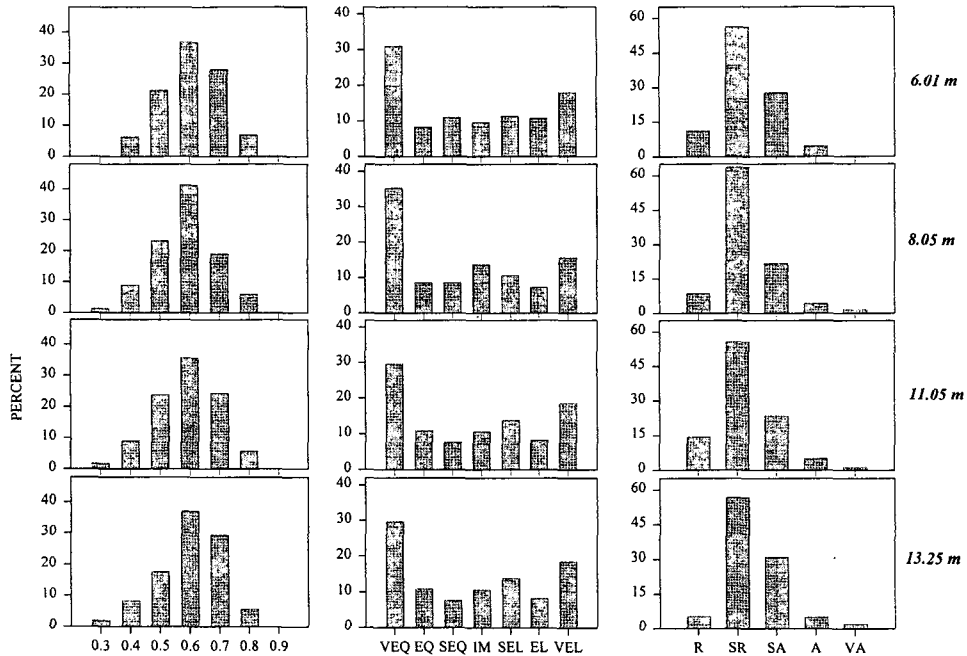


Fig. 5. Diagram showing shape character of quartz-sand grains from Unit II (pre-Holocene land sediments).

들로 구성된다. 입자의 신장도는 원형(very equant)이 30%로 우세하며, 나머지들은 원형(equant)에서 긴 형태(very elongate)의 입자들이 균등하게 분포한다 (Fig. 5). 이러한 쇄설성 사질 입자들의 좋은 구형도와 부드러운 원마도 그리고 원형의 형태 등은 Unit II의 사질 퇴적물이 매우 큰 수력학적 에너지 하에서 퇴적되었음을 시사한다.

심부시추 퇴적물의 지화학적 특성

심부시추 지점(BW2)의 퇴적물의 지화학적 성분 분석에는 10개의 주성분 원소를 분석하였다. Fig. 6에 제시된 바와 같이 주성분 원소들의 수직적인 함량변화는 층서퇴적단위의 설정과 일치하여 Unit I과 Unit II로 뚜렷이 구분된다. Unit II에서는 총 SiO₂의 함량이 60~90% (평균 76%)의 범위이나, Unit I에서는 평균 66%이며, Unit II에서는 90%로 크게 증가하여 뚜렷이 구분된다. Al₂O₃의 함량은 4~16%의 넓은 범위를 보이나,

Unit I에서는 15%로 높은 반면, Unit II에서는 6% 미만으로 낮다. 이는 SiO₂의 함량변화와 정반대의 경향성을 보인다. Fe₂O₃, MgO, Na₂O 및 CaO는 각각 0.3~6%, 0.2~2.5%, 0.4~2.8% 및 0.1~1.0%의 큰 함량 변화를 갖는다. 이 원소들은 SiO₂와는 정반대의 경향성을 보이나, Al₂O₃와는 유사한 경향성을 보이는 바, Unit I 퇴적물에서는 그 함량이 높으며, Unit II 퇴적물에서는 크게 감소하여 낮은 함량을 보인다 (Fig. 6). LOI 값 (loss of ignition)이 Unit I에서는 평균 6%로 높으나 Unit II에서는 2% 미만으로 낮다. 이렇게 모든 주성분 원소들이 Unit I과 Unit II 퇴적물에서 큰 함량 차이를 나타내나, 각각의 퇴적단위 내에서는 함량 변화를 보이지 않는다. 퇴적단위 Unit I과 Unit II 퇴적물에서의 이러한 주성분 원소들의 함량 차이는 심부시추 퇴적물의 조직 특성에 의한 것으로 해석된다. 일반적으로 퇴적물의 입자 크기와 원소들의 함량은 좋은 상관관계를 보이는 바,

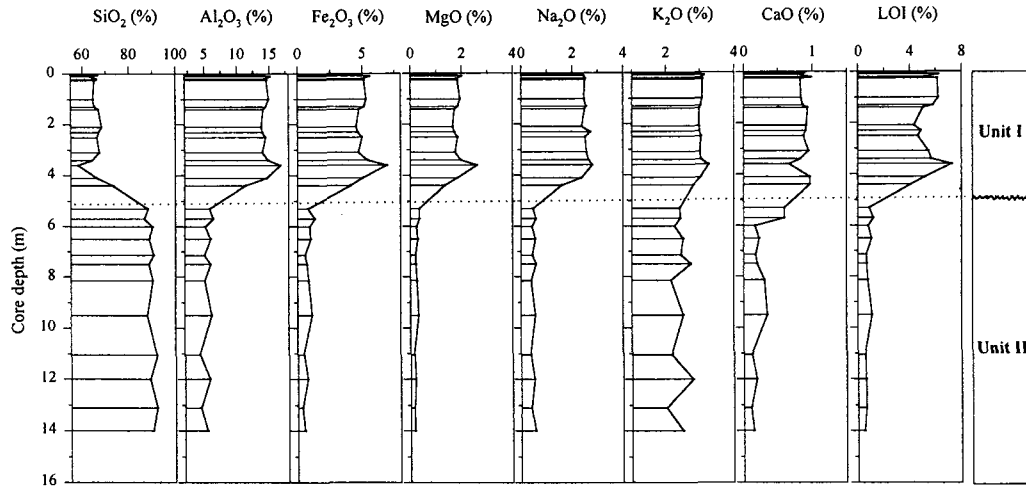


Fig. 6. Diagram showing chemical compositions of Unit I and Unit II sediments. Note essential differences of major chemical compositions between Unit I and Unit II sediments.

입자가 세립할수록 원소들의 함량은 증가한다 (Cho et al., 1999). 사실상, 심부시추 BW2에서 Unit I은 평균 입도가 7~8 phi의 니질 퇴적물인 반면, Unit II 퇴적물은 -4~2 phi 범위의 조립한 사질 퇴적물로 구성된다. 또한 퇴적단위 Unit II 내에서 성분 원소들의 함량변화 적은 원인은 퇴적기간 동안 사질 퇴적물의 근원지가 크게 변화하지 않았음을 제시해준다.

토의 및 결론

경기만 반월 조간대 퇴적분지의 상부조간대퇴적체(MHWL 근역의 조간대층)층서의 최상위층인 Unit I은 일차적 퇴적구조가 파괴된 잔류 엽층리 구조를 나타내며, 그 두께가 최대 11 m에 이르는 두꺼운 퇴적층이며, 이는 조수 퇴적작용의 오랜 기간 반복되는 퇴적과정을 반영한다. 이러한 퇴적상은 만조 (high tide) 때에 수반되는 정조 수층 (slack water column) 또는 조류의 유속이 낮은 조건에서 뜬짐의 세립 퇴적물 (이토)의 퇴적작용에 의하여 형성된다 (Reineck and Singh, 1980). 즉, 조류 유속이 매우 낮은 조건하에서 부유 퇴적

물이 뜬짐 이동에서 실트가 퇴적되고, 정조시와 그 전후의 시간동안 세립한 점토 입자들이 퇴적되어 엽층리 구조를 형성하는 것으로 해석된다. 이러한 Unit I의 조수 퇴적층은 해수면의 상승이 현재와 비슷한 약 3000 yr BP (현재 후기:late Holocene)에 이르러 퇴적체의 정체성을 갖추었다고 해석된다. 일반적으로 한국 서해 조간대 퇴적층은 상향조립화 경향을 나타내며, 이는 해수면 상승속도가 퇴적물보다 큰 경우에 나타나는 전형적인 해침층서 (transgressive sequence)를 반영한다 (Park et al., 1998; Kim et al., 1999).

Unit I에 의하여 부정합적으로 뚜렷하게 피복되는 Unit II는 진한 황색을 띠며, 역과 사질의 함량이 90% 이상으로 우세하다. 평균 입도는 0 phi 내외이며, 3~5cm 크기의 자갈을 함유하기도 한다. 자갈들은 대부분 화강암편으로 구성되어 있으며, 아각원마도(subangular)에서 좋은 원마도(rounded)를 나타낸다. 전체적으로 하부에서 상부로 갈수록 세립해지며, 최하부 기반암과의 경계면에는 약 10 cm에 이르는 역질의 자갈들이 분포하며 이들은 매우 좋은 구형도와 원마도를 보인다. 생물학의 잔해나 폐각편들은 전혀 발견되지 않는다. 매우

큰 입도 특성을 고려할 때 정상적인 조류의 유속에 의해 이 퇴적물이 운반되기 어려운 바, 이 퇴적층은 육상에서 발달한 하천 퇴적물로 해석된다. 특히 Unit II 퇴적물중 사질 입자의 조직과 형태는 이러한 해석을 뒷받침해준다. 더욱이 서해 대륙붕의 잔류퇴적물, 사구 퇴적물 및 해변 퇴적물과 뚜렷이 구분된다 (Fig. 7). 쇄설성 퇴적물의 형태 특

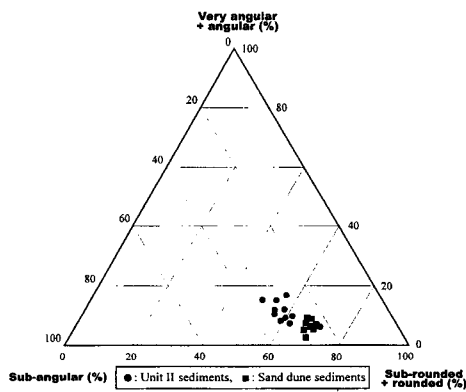


Fig. 7. Triangle diagram showing roundness of quartz sands from Unit II core sediments and dune sands from the eastern coastal zone, Korea.

성중 원마도는 퇴적물 개개 입자의 모서리의 날카로운 정도 (sharpness of edge)를 측정하는 것으로 퇴적환경을 해석하는데 중요한 의미를 반영한다. 일반적으로 사구 퇴적물은 유수 작용에 의해 퇴적된 퇴적물 보다 더 양호한 원마도(roundness)를 갖는다. 즉, 입자와 입자사이의 완충작용을 하는 유수에 의한 퇴적물과 달리 바람에 의한 사구 퇴적물은 직접적인 입자들의 마찰로 인하여 상대적으로 좋은 원마도를 나타낸다. Fig. 7에 제시된 것처럼 연구지역의 Unit II 퇴적물이 동해의 사구에 비하여 원마도가 낮고, 서해의 대륙붕 퇴적물보다는 높은 원마도를 나타낸다. 이러한 결과들은 Unit II 퇴적물이 다소 강한 유수 작용에 의한 하천 퇴적물임을 제시한다. 결론적으로 생물 파편의 부재, 역사질의 조립한 퇴적물 조직, 쇄설성 입자의 형태 특성 그리고 층서 위치 등을 고려할 때 퇴적단위 Unit II는 현세 해침이전 최대빙하기 (LGM) 동안 퇴적된 육상의 하천 퇴적물로 해석된다. 이러한 결과에 근거할 때 지난 최대빙하기동안 경기만은 넓은 하천환경의 퇴적층(체)이 발달했음을 제시한다.

심부시추가 실시된 연구지역에서 Kim et al (2000)에 의해 얻어진 탄성과 자료에 의하면 반월

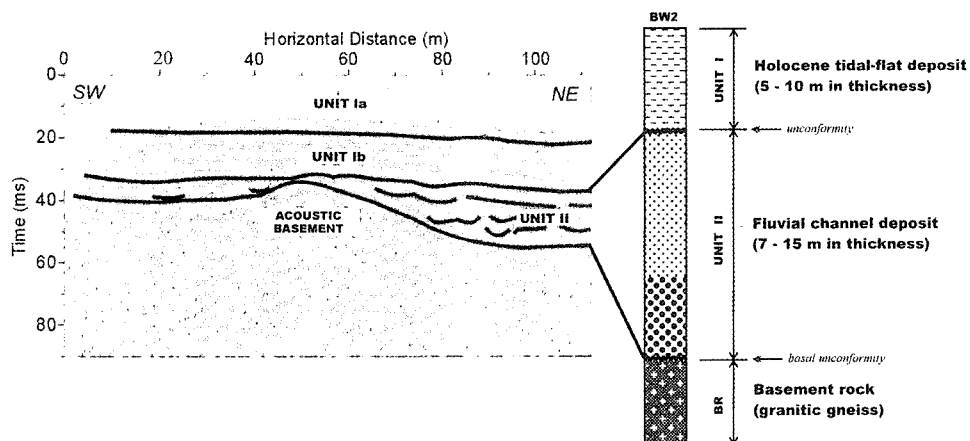


Fig. 8. Diagram showing seismic survey data and correlated interpretation of deep-drilled core sediments (Unit I and Unit II) and basement rocks.

조간대 퇴적층은 강한 반사 계면 (reflector)를 기준으로 상부와 하부의 2개 퇴적층으로 세분된다. 하부 퇴적층은 불연속적이고 "hummocky"한 내부 반사면들을 보인다 (Kim et al., 2000). 아마도 이러한 내부 반사면의 특성은 이들이 복잡한 "channel-fill sediment"임을 제시해준다. 이러한 결과는 본 연구에서 밝혀진 2개의 심부주상시추 시료의 퇴적층서와 잘 일치한다. 결론적으로 그림 8에 제시된 것처럼 반월조간대의 상부조간대퇴적층(체)는 뚜렷한 퇴적암상 경계면(부정합)과 이것의 강한 탄성과 계면에 의해 구분되는 상위의 현세 조간대 퇴적층 (Unit I)과 하위의 육성 퇴적층 (Unit II)의 층서로서 설정된다. 즉, 상부조간대층(upper tidal flat)의 제 4기 후기 층서는 현세후기의 조간대층(체)이 부정합적으로 선캠브리아 기반암, 중생대 기반암 또는 제4기 육성층 혹은 해성층을 피복한다는 결론이다.

사 사

반월지역에서의 심부시추를 성공적으로 달성한 동아건설탄트(주)의 최병훈 부장께 감사드립니다.

참고문헌

- 김여상, 박수철. 1992. 한국 서해안 근흥만의 조간대 퇴적층 연구: 층서 및 형성과정. 한국지구과학회지 13, 41-52.
- 박용안, 최진용, 임동일, 최강원, 이영길. 1995. 한국 서해 남양만 조수 퇴적분지의 제4기 층서와 부정합. 한국해양학회지 30, 332-341.
- 박용안, 임동일, 최진용, 이영길. 1997. 한국 서남해 함평만 조간대 퇴적층의 제 4기 층서 연구. 한국해양학회지 (바다) 2, 138-150.
- 임동일, 박용안. 1994. 서해 경기만 반월 조간대 퇴적물의 망간과 구리의 함량 특성. 한국 제4기학회지 8, 1-8.
- 장진호. 1995. 한국 서해 곶소만 조간대 퇴적작용. 박사학위논문, 서울대학교, 191p.
- Chappell, J. and Shackleton, N. J. 1986. Oxygen isotope and sea levels. *Nature*, 324, 137-140.
- Chappell, J., Omura, A., Esat, T., McCulloch, M., Pandolfi, J., Ota, Y. and Pillans, B. 1996. Reconciliation of late Quaternary sea levels derived from coral terraces at Huon Peninsula with deep sea oxygen isotope records. *Earth Planet Science Letter*, 141, 227-236.
- Cho Y. G., Lee, C. B. and Choi, M. S. 1999. Geochemistry of surface sediments off the southern and western coasts of Korea. *Marine Geology*, 159, 111-129.
- Ingram, R. L. 1971. Sieve analysis. In: Procedures in sedimentary Petrology (Carver R.E., ed). *Wiley-Inter Science*. 49-67.
- Kim, K. Y., Hong, J. K., Kim, H. J. and Choi, D. L. 2000. A high resolution seismic study on a tidal-flat environment near Ansan, Korea. In: Tidalites 2000 (Abstract), *International Conference on Tidal Sedimentology*. Seoul, Korea, 188p.
- Kim, Y. H., Lee, H. J., Chough, S. K., Chun, S. S. and Han, S. J. 1999. Holocene transgressive stratigraphy of a macrotidal flat in the southeastern Yellow Sea: Gomsu Bay, Korea. *J. Sedimentary Research*, 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, Korea, 310p.
- Park, Y. A. 1992. The changes of sea-level and climate during the late Pleistocene and Holocene in the Yellow Sea Region. *Korean Journal of Quaternary Research*, 6, 13-20.
- Park, Y. A., Choi, J. Y., Lim, D. I. and Hwang, N. S. 1999. Mineral compositions and textural off Taean Peninsula, west coast of Korea. *The Korean Journal of Quaternary Research*, 13, 99-106.

- Park, Y. A., Lim, D. I., Khim, B. K., Choi, J. Y. and Doh, S. J. 1998. Stratigraphy and subaerial exposure of late Quaternary tidal deposits in Haenam Bay, Korea (south-eastern Yellow Sea). *Estuarine Coastal Shelf Science*, 47, 523-533.
- Park, Y. A. and Yi, H. I. 1995. Late Quaternary climatic changes and sea-level history along the Korean coasts. In *Holocene cycles: Climate, Sea levels and sedimentation* (Charles, W. and Finkl, J., eds). 163-168.
- Reineck, H. E. and Singh, I. B. 1980. *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, New York. 549pp.

(Accepted: December 15, 2000)