

## 한국 서해 남양만 조수 퇴적분지의 제 4기 퇴적층서와 부정합

박용안 · 최진용\* · 임동일 · 최강원\*\* · 이영길\*\*\*

서울대학교 해양학과

\*군산대학교 해양학과

\*\*서울대학교 해양연구소

\*\*\*경북대학교 지질학과

## Unconformity and Stratigraphy of late Quaternary Tidal Deposits, Namyang Bay, West Coast of Korea

Yong Ahn Park, Jin Yong Choi\*, Dhong Ihl Lim, Kang Won Choi\*\* and Young Gil Lee\*\*\*

*Dept. of Oceanography, Seoul National University, Seoul 151-742 Korea*

*\*Dept. of Oceanography, Kunsan National University, Kunsan, Korea*

*\*\*Research Institute of Oceanography, Seoul National University, Seoul 151-742 Korea*

*\*\*\*Dept. of Geology, Kyungpook National University, Taegu, Korea*

한국 서해 남양만 조수분지의 기반지층에서부터 현세 조간대 지층에 이르는 전체적인 층서와 층서 단위 구분의 기초가 되는 부정합을 규명하기 위해 만조선에서부터 간조선 및 조하대에 이르는 단면에 따라 8개의 진동시추가 실시되었고 진동시추의 수직적 층서 단위 퇴적물질의 퇴적상 (조직, 구조 및 광물 조성) 을 분석하였다. 또한 중요 층서 위치에서 발견된 유기물 (토탄과 패각) 의 <sup>14</sup>C 연령이 측정되었다.

남양만 조수분지의 퇴적체는 기저 부정합 (basal unconformity) 에서부터 집적되는 층서단위 (간월도층→용두리 멤버→현세 조수퇴적층(조하대 및 조간대층)) 로 이루어진 퇴적층서와 부정합적 시간차를 달리하는 층서적 경계 (부정합) 를 나타낸다.

현세 후기에 해당되는 현세 조수퇴적층은 퇴적상에 의하여 상부층과 하부층으로 나누어지며, 상부와 하부에 함유된 쇄설사립자 광물조성은 서로 다른것으로 밝혀졌다. 하부층은 해륙석의 사립자를 비교적 다량으로 함유하며 광물조성의 높음 성숙도를 나타내는 것이 특징이다. 상부층은 해륙석 사립자를 거의 함유하지 않으며 비교적 낮은 값의 성숙도를 나타낸다. 결론적으로 하부층의 사립 퇴적물은 서해 (황해) 대륙붕의 퇴적물 조성상 성숙도에 유사하다고 해석되는 동시에 이 하부층의 사립 퇴적물 근원은 서해 대륙붕 퇴적물에 있으며, 현세 후기 해수면 상승과정에 따른 남양만 조수분지내의 초기 퇴적과정에서 운반·퇴적된 것으로 해석된다.

To study stratigraphy of tidal basin deposits, related unconformity and source of late Holocene tidal sediments in Namyang Bay, west coast of Korea, total 8 vibracore sediments have been analyzed.

The uppermost stratigraphic sequence of the late Holocene Namyang intertidal deposit overlies three different stratigraphic sequences (1) oxidized reddish brown muddy deposit (Yongduri Member), (2) oxidized yellow deposit (Kanweoldo Formation) and (3) the pre-Cambrian gneiss complex unconformably. Accordingly, three unconformities between those different sequences are recognized.

The Namyang tidal deposits (late Holocene) with several meter thickness are mostly coarsening upward sequence suggesting transgressive phase during a continuous rise of sea level. The tidal deposit vibracored down to 4.5 m in depth contains clastic glauconite sands (2% in average) from 2.5 m to the vibracore bottom. These glauconite sands are considered to be transported to the site of Namyang Bay tidal sedimentation from offshore continental shelf of the Yellow Sea along the course of late Holocene sea-level rise.

## 서 론

한반도 서해 연안해역은 전형적인 리아형 해안으로서 크고 작은 만과 해빈, 염하구 및 조수해역등 다양한 연안 해양환경을 가진다. 일반적으로 서해 연안 해역은 평균 조차 4 m (최대 9 m) 이상에 달하는 대조차 환경 (macro-tidal environment) 으로서 연안 해저 지형의 조건에 따라 넓은 조간대가 특징적으로 발달하고 있다. 이와 같은 조간대 해역은 수심이 얕고, 매우 평탄하며, 접근이 용이하여 인위적 개발의 직접적인 대상이 되고 있다. 우리나라는 오래전부터 방조제를 건설함으로써 상당한 규모의 간척지를 개발하고 있다. 최근에도 임해공단 조성, 대단위 폐기물 처리장 건설, 공항 및 항만건설 등 연안해역 개발 산업의 대상지역으로서 조간대 해역이 매립되고 있으며, 이에따른 대자연의 조수연안 환경 (tidal environment) 이 파괴되고 연안해양생태계의 변화가 가속되는 현상은 매우 우려되는 문제이다. 또한 조간대 해역의 연약한 해성층의 인위적 매립은 공사과정 도중, 또는 공사 이후 지반침하 현상이나 침출수 누출 등의 여러가지 지반안정성의 문제점을 야기시킨다. 이와 같은 문제의 해결은 토목공사의 대상지역인 조간대 퇴적층 (퇴적체) 자체에 대한 기본적인 해양퇴적학적 지식, 특히 퇴적분지의 층서에 대한 지식을 필요로 한다. 지금까지 서해 조간대 퇴적층에 대한 많은 연구들이 수행되어 왔으나, 서해 조수 퇴적분지의 층서를 규명한 연구는 부족한 상황이다. 따라서 서해 연안의 조수퇴적층의 전반적인 퇴적층서를 규명하고 대비하는 연구는 매우 필요하다고 사료된다.

해양 퇴적학적으로 연안해역의 퇴적체는 해수면 변화에 예민하게 반응하며, 과거 해수면 변화의 역사적 기록을 반영한다. 지난 제 4기 동안 전세계적으로 여러번의 해수면 변동이 있었으며, 이러한 해수면 변화의 결과 연안 퇴적분지에서는 제 4기의 퇴적층들이 층서적 위치를 달리하면서 발달한다. 남해와 서해의 연안역에서 탄성파 연구에 의하면 현세 퇴적층 (Holocene deposits) 의 하부에는 음향 반사면이 광역적으로 존재하며 이 면의 하부층은 선현세 (pre-Holocene deposits) 퇴적층으로 해석되고 있다 (송과조, 1978; Kang and Chough, 1982; 홍, 1991; 최, 1994). 이러한 선현세 퇴적층은 서해 연안해역의 천수만과 곰소만 조간대에서 고화된 황색의 산화대층의 형태로 발견된 바 있으며, 상위의 현세 조간대 퇴

적층과 부정합적 관계를 가진다 (김, 1988; 장, 1995). 김과 박 (1988) 의 간월도층 명명이라 여러 곳의 서해 조간대 퇴적체에서 비교적 빈번히 발견되는 소위 산화대층은 전반적인 서해 연안 퇴적체의 층서를 이해하고 설정하는데 매우 중요한 건층 (key bed) 으로 대두된다. 이러한 관점에서 본 연구의 서해 남양만 조간대의 층서와 부정합적 연구는 한반도 서해 연안 해역의 제 4기 후기 퇴적층의 층서를 설정·규명하는데 또 하나의 연구 결과로 해석되는 기본자료가 되리라 생각된다.

그런데 퇴적층서와 함께 사립퇴적물의 광물성분에 관한 연구는 퇴적체의 퇴적역사를 해석하는데 있어서 또하나의 중요한 요소가 된다. 지금까지 한반도 대륙붕 사립 퇴적물에 관한 광물성분, 특히 지시적 광물성분 (예: 해록석, 중광물 등) 에 관한 연구와 해석이 있었을뿐이고 조간대 퇴적물의 사립성분에 관한 지시적 광물조성의 연구는 미흡한 편이다.

본 연구의 목적은 서해 남양만 조수 퇴적체의 퇴적물 조직, 퇴적구조, 광물조성 및 연대측정의 연구 결과에 의하여 남양만 조수 퇴적분지의 전체적인 층서 즉, 기저 부정합 (basal unconformity) 에서부터 상위의 신기 부정합까지의 조수퇴적분지 발달과정을 밝히는데 있다.

## 연구지역

남양만 조간대는 폭 5 km, 길이 10 km의 규모로서 한국 서해안의 여러 조간대 중에서 전형적인 니질 조간대 (muddy tidal flats) 이다. 연구지역은 최대 수심이 9 m에 달하는 주 조류로 (main tidal channel) 의 남쪽에 위치하고 있다 (Fig. 1).

남양만의 조수환경 (tidal environment) 은 평균조차가 573 cm인 반일 주조형 (semi-diurnal) 의 낙조류 우세 환경이다 (Wells et al., 1990). 주 조류로에서의 유속은 약 60~80 cm/sec 이며, 조간대 표면에서는 10~40 cm/sec 로 낮게 나타났다. 남양만 조간대는 동계에는 강한 북서 계절풍에 의한 침식작용이 우세하며, 여름철에는 퇴적작용이 활발하게 나타나는 계절적 기상조건의 변화에 따라 동력학적 (hydrodynamic) 으로 활발한 환경이다 (Wells et al., 1990).

남양만 조간대의 표층퇴적상은 만조선 근처에 니질 (mud) 퇴적상이 분포하며, 간조선 방향으로 가면

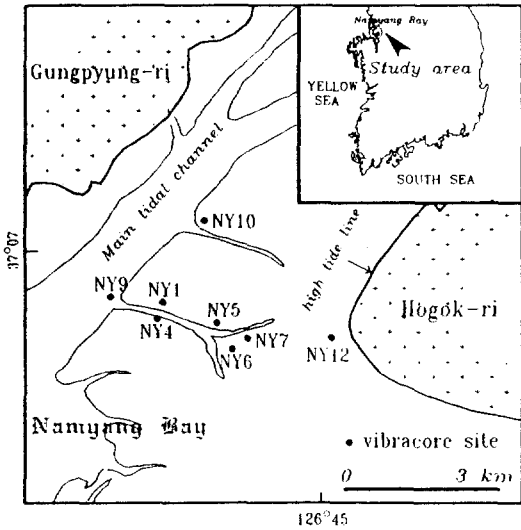


Fig. 1. Map showing of the study area and vibracore sites.

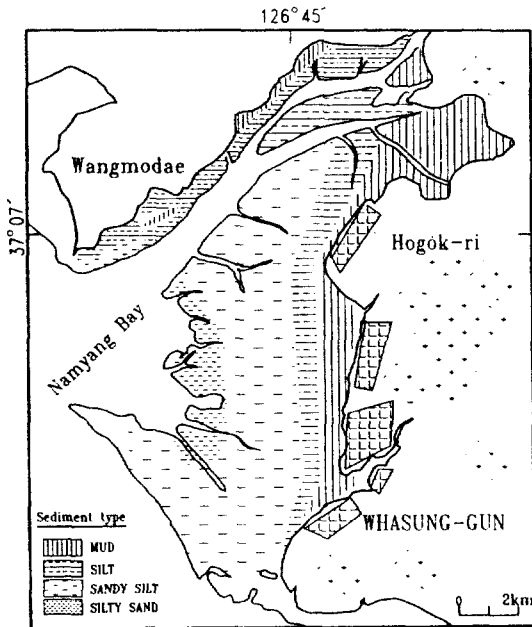


Fig. 2. Four major sediment types of the surfacial tidal sediments in the Namyang Bay. Modified after Kim (1989) and Yu (1994).

서 조합화하여 실트 (silt) 와 혼합퇴적상 (sandy silt and silty sand) 이 넓게 발달하고 있다 (Fig. 2).

Alexander et. al., (1991) 의 연구에 의하면 남양만

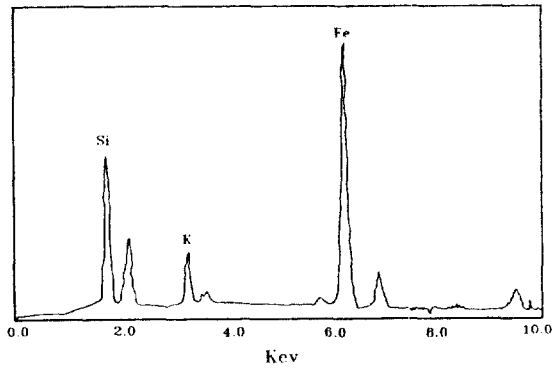


Fig. 3. Glauconite sand grains from the tidal deposit of Namyang Bay and EDX data of glauconite.

조수퇴적체는 바다쪽으로 전진하는 (prograding) 퇴적작용을 나타내며, 남 동위원소 ( $^{210}\text{Pb}$ ) 분석에 의한 퇴적율은 전반적으로 2.0~8.6 mm/yr 의 범위이며 지역적으로 20 mm/yr 이상의 높은 값을 나타낸다.

남양만 주변의 육상지질은 제 4기 충적층과 선캠브리아기의 경기 편마암 콤플렉스와 부천층군에 해당하는 변성 퇴적암류로 구성된다. 또한 남양만의 외해쪽에 위치한 여러 섬의 지질은 선캠브리아기의 변성암류와 백악기의 석영반암으로 구성되어있다 (Lee, 1987).

### 연구방법

총 8개의 진동주상시추 (vibracoring) 시료를 만조선에서 간조선에 이르는 횡단축선과 주조류로에서 채취 분석하였다 (Fig. 1).

주상시추시료에서 10 cm 간격으로 총 300개의 분석시료를 채취하여 Ingram (1971) 의 표준입도분석 방법에 따라 입도분석을 실시하였다. 세립사 계층의 퇴적물 입자 (3 phi) 는 쌍안 실체현미경 하에서 중요

Table 1. Mineral composition of sand grains from vibracore sediments (NY9 and 10)

(unit in %, except for maturity)								
Core	Qz.	Ir-Qz.	Felds.	R-f	Foram.	Pellet	Glau.	Maturity
NY-9	49.7	1.5	25.7	18.2	1.1	2.6	1.2	4.9
NY-10	32	1.7	26.1	30.2	3.2	6.7	0.1	2
Average	40.9	1.6	25.9	24.2	2.2	4.6	0.7	3.5

Qz=Quartz, Ir-Qz=Iron-stained Quartz, R-f=Rock fragment, Felds.=Feldspar, Foram=Foraminifera, Glau.=Glauconite, Maturity index=(Qz+Felds)/R-f

Table 2. Mineral composition differences between the upper and lower part of late Holocene tidal deposit (modern deposit) and shelf sediment (Yellow Sea).

(Unit in %, except for maturity)							
Area	Maturity	Ir-Qz	R-f	Glau.	Foram.	pellet	
Tidal deposit upper part	2.5	2.2	26.5	0.2	2.5	5.1	
lower part	6.6	0.4	13.8	1.9	0.5	2.2	
Continental shelf sediments of Yellow sea**	>5	rare	10	4	-	-	

\*Maturity=(Quartz+Feldspar)/Rock fragment. \*\*Niino and Emery, 1961; Zhu and Wang, 1988

광물별로 함량 (%) 분석되었다. 또한 각 주상시추로부터 7 cm × 30 cm × 1 cm 크기의 얇은 슬랩을 제작한 후, 연 X선 사진촬영 (Model HITEC type HP-100 S) 을 통해 퇴적구조를 분석하였다.

퇴적물의 연대측정은 주상시추에서 현지성 패각 (oyster) 과 탄화된 식물 (peat) 을 채취하여 탄소동위원소 (C<sup>14</sup>) 분석법을 이용하였다. 연대측정은 New Zealand, Lower Hutt 의 Institute of Geological and Nuclear Science에 의뢰하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 주상시추 사립 퇴적물의 광물성분

사질층 (20% 이상의 사립퇴적물 함량) 이 비교적 우세한 주상시추 NY-9와 NY-10에서 10 cm 간격으로 채취된 사립 퇴적물 (3phi 입자) 의 광물성분을 분석한 결과 전체적으로 석영 (평균 40.9%), 장석 (평균 25.9%), 암편 (평균 24.2%) 이 우세하였다. 한편 산화철로 피복된 석영 (iron-stained quartz) 이 평균 1.6%, 유공층이 평균 2.2%, 펠렛 (faecal pellet) 이 평균 4.6% 및 해록석 (glauconite; Fig. 3) 이 평균 0.7% 임이 특징이다 (Table 1). 또한 퇴적물의 성숙도 { (석영+장석)/암편 } 는 3.5의 평균값을 나타낸다. 특히 NY-9 에서의 각각의 광물조성의 수직적 함량분포는 물질운반의 운동성을 지시할 수 있는 것으로 해석되는 바 약 250 cm의 시추 깊이에서 뚜렷한 광물성분

의 함량변화를 나타내는 연구결과는 매우 중요한 퇴적과정의 의미를 제시한다 (Fig. 4). 그림 4와 표-2에 제시되는 바와같이 철산화물로 피복된 석영의 함량은 상부층에서는 평균 2.7%로 높은 반면, 하부층에서는 평균 0.4%로 낮다. 해록석은 상부층에서 거의 분포하지 않으나, 하부층에서는 깊이에 따라 증가하여 평균 2%의 높은 함량 (최대 3.5%) 인 것으로 규명되었다. 또한 퇴적물 성숙도 지수는 상부층 (0-250 cm) 에서 3.0 내외의 값이나, 하부층 (250-540 cm) 에서는 깊이에 따라 뚜렷이 증가하며, 평균 6.6으로 높다 (Table 2).

이와 같은 수직적인 광물조성의 함량분포 특성에 관한 연구결과는 남양만 조수 퇴적체가 약 250 cm의 시추 깊이를 기준으로 하여 상부층과 하부층으로 구분될 수 있다는 사실을 제시하며, 이러한 사실은 남양만 조간대 퇴적층의 상부층과 하부층이 각각 서로 다른 퇴적물 공급의 근원과 퇴적과정을 의미하는 것으로 해석된다. 이와 관련하여 특히 하부층의 경우는 표-2와 같이 높은 함량의 해록석과 성숙된 퇴적물 조직을 나타낼 뿐만 아니라, 서해 내대륙붕에 분포하는 표층 퇴적물의 광물조성과 매우 유사하다는데 주목할만한 가치가 있다. 서해 내대륙붕의 표층 퇴적물은 지난 빙하기 이후 현세 초기의 해침기간 (early Holocene transgression) 동안의 잔류퇴적물 또는 혼합퇴적물 (palimpsest sediment) 로 해석되고 있다 (Lee et al., 1988; 최, 1994). 해록석은 대륙붕에서 자생적으

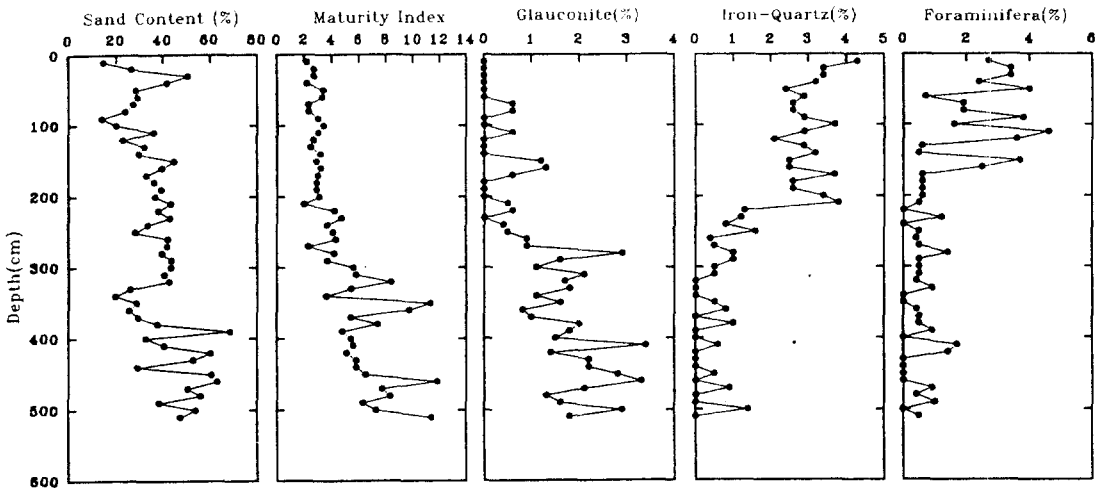


Fig. 4. Vertical variation of total sand content, maturity index, and content of glauconite, iron-quartz and foraminifera from vibracore sediments (NY-9).

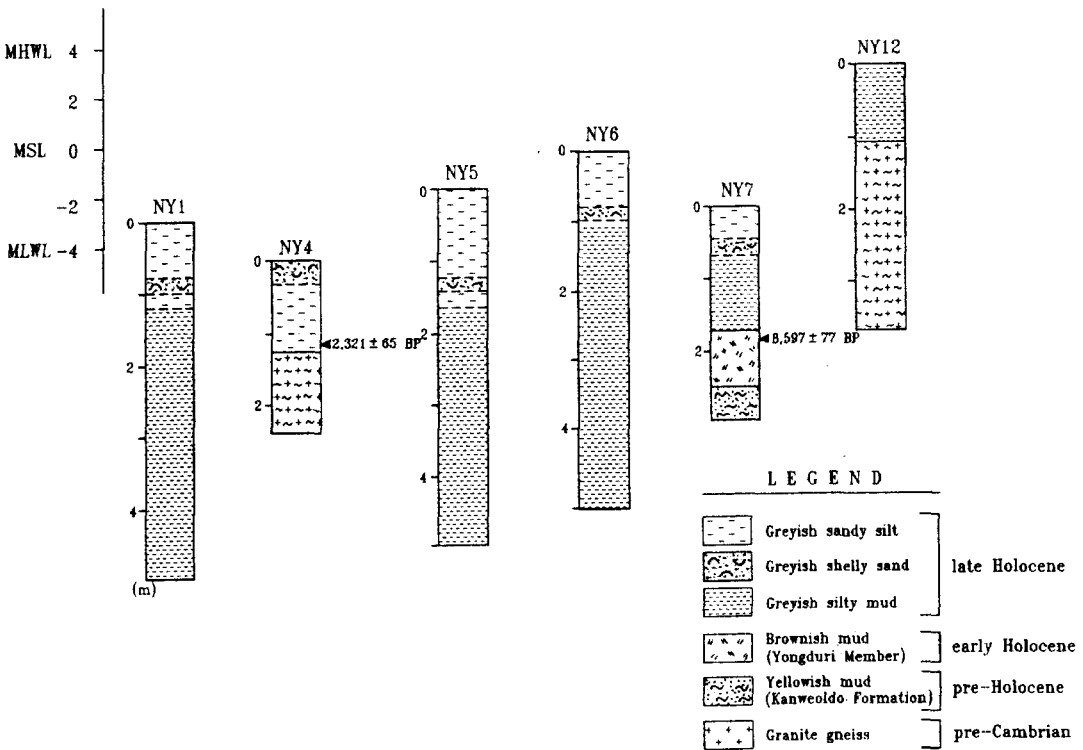


Fig. 5. Six-vibracores descriptions across the tidal flat (Core sites are shown in Figure 1). Note: vertical scale of core is true value and relative horizontal scale of each core location is not true scale.

로 생성되는 자생광물인 바, 본 연구의 조수퇴적층에서 해륙석이 높은 함량으로 발견되는 사실은 서해

대륙붕으로부터의 쇄설물질 공급운동성을 설명하는 것으로 해석되고 현세 후기 (late Holocene) 에 이르

는 황해의 해수면 상승과정의 해침 운반작용의 결과인 것으로 해석된다. 따라서 남양만 조간대의 하부 퇴적층은 천해 대륙붕 (황해) 기원 퇴적물의 공급을 우세하게 받은 것으로 설명된다.

**2. 남양만 조간대 퇴적층의 층서와 부정합**

남양만 조간대 퇴적층의 층서는 만조선에서 간조선에 이르는 6개의 주상시추 (vibracoring) 의 연구결과 (Fig. 5) 에 기초하여 해석되었다. 본 연구에서 밝혀진 3개의 부정합과 부정합적 층서의 각 지층을 최고기층에서 신기지층의 순으로 설명하면 다음과 같다.

본 연구해역의 조수 퇴적분지의 기반 (basement)

은 선캠브리아의 원생대에 속하는 부천층군의 지층이며 우리나라 경기만일대와 경기도 내륙의 넓은 지역에 노출하고 있는 화강편마암층이다 (Fig. 6-unit A). 이러한 화강편마암층과 부정합적 관계를 가지고 그 상위에는 간월도층과 대비되는 산화대층 (consolidated yellowish orange, 10 YR 6/6) 이 발달한다 (Fig. 6-unit B). 이 지층은 황색 또는 황갈색을 띠는 매우 단단한 니질의 퇴적층으로 위스콘신 빙하기 후기 (late Wisconsin) 동안 대기에 노출되므로써 생성되는 동토구조 (cryozenic structure) 를 나타낸다. 이러한 고화된 산화대층 (간월도층) 은 천수만과 곰소만 등의 한국 서해 연안해역의 현세 조간대 퇴적

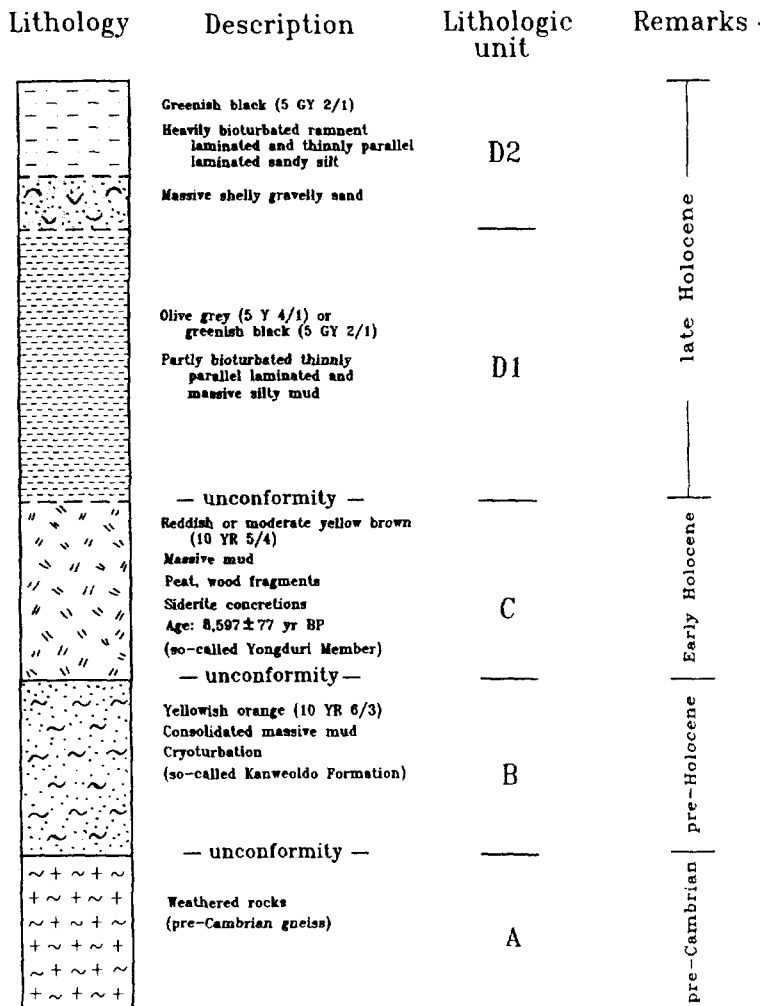


Fig. 6. Description of a representative vertical stratigraphy and unconformities in the tidal basin investigated.

층과 부정합 관계를 이루며 그 하위에 분포하고 있다 (김, 1989; 장, 1955). 이 간월도 퇴적층은 김과 박 (1989) 에 의해 명명된 지층으로서 약 30,000 yr B.P. 내외의 아간빙기 (Interstadial) 에 해당하는 상부조간대의 니질 퇴적층 (탄화된 식물의  $^{14}C$ : 연령 16,  $300 \pm 130$  y BP) 이며, 그 당시 만조선 부근의 상부 니질 조간대를 지시하는 게구멍 (crab burrow) 의 흔적 화석이 존재함이 특징이다. 본 연구 해역인 남양만 조수분지에서 발견된 이 산화대층은 간월도층에 대비되는 것으로 최대 빙하 발달시기 LGM (last glacial maximum) 에 해당하는 약 15,000 yr B.P.에 이르

기까지 한냉 건조한 기후의 대기에 노출되었던 선현세 퇴적층 (pre-Holocene deposits) 으로 해석된다. 이 선현세 산화대층 (간월도층) 상위에 부정합적으로 놓이는 지층은 적갈색의 니질세립층이다 (Fig. 6-unit C). 이 지층은 본 연구에서 잠정적으로 용두리층 (Youngduri Member) 으로 명명할 것을 제안한다. 용두리층은 적색에서 적갈색 (reddish or moderate yellowish brown, 10 YR 5/4) 을 나타내며 많은 양의 식물파편들을 함유하고, 물리적 퇴적구조와 생흔구조가 없는 고화되지않은 괴상의 니질퇴적층 (massive mud deposits) 이다. 그림 7에 제시된 바와 같이 이 퇴적층에서 특징적으로 발견되는 능철석 (siderite;  $FeCO_3$ ) 은 일반적으로 습지 (bog) 와 소택지 (swamp) 에서 자생적으로 형성되는 비해성 퇴적물의 좋은 지시자로 해석된다 (Berner, R. A. 1971). 이 용두리층의 상부에서 채취된 토탄 (peat) 의 연령은  $8,597 \pm 77$  yr BP 이며, 이는 초기 현세 (early Holocene) 의 말기에 해당한다. 그러므로 용두리층은 초기 현세 이전의 해수면과 어느 정도의 거리를 가진 그 당시의 해안선 근방의 육지에 발달한 습지 퇴적물로 해석된다.

위에 설명된 용두리층을 부정합적으로 피복하는 지층은 남양만의 조간대층이며 남양만 조수분지에서 최상위의 신기 지층이다 (Fig. 6-unit D1과 D2). 이 조간대층은  $2,321 \pm 65$  yr BP의 탄소-14 연령을 나타



Fig. 7. Siderite grains from the reddish brown sediments (Yongduri Member).

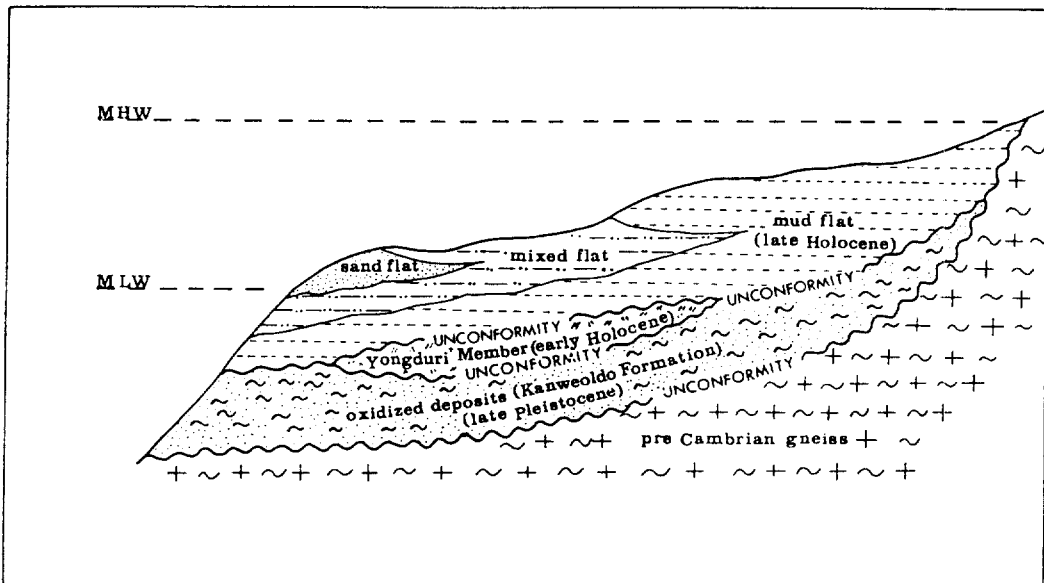


Fig. 8. Diagram suggesting a model of stratigraphic cross section of the Namyang Bay tidal basin.

내는 현세 후기 (late Holocene) 의 지층이며 서해안의 대부분의 현세 조간대 (갯벌) 층과 같은 것이다. 이 조간대층은 상부층 (Fig. 6-unit D2) 과 하부층 (Fig. 6-unit D1) 으로 구분되는 바 상부층은 평균 약 100 cm의 두께를 가지며 암록회색 (dark greenish black, 5 GY 4/1) 의 모래질 실트 (sandy silt) 내지 실트질 모래 (silty sand) 층의 혼합퇴적층으로 자갈과 패각을 함유한다. 이 상부층의 주된 퇴적구조는 평행엽층리 (parallel lamination) 이며 심한 생물교란구조가 부분적으로 관찰된다. 하부층은 상부층의 혼합퇴적상과 구분되는 녹회색 (greenish gray, 5 G 6/1) 의 니질층 (mud sediments) 으로 평균 300 cm (110~400 cm) 의 두께를 가진다. 하부층은 상부층과 다르게 뚜렷한 퇴적구조가 빈약한 피상의 퇴적층이며, 부분적으로 조수 퇴적구조의 하나인 렌즈형 세립사층 (fine sand lenticular bedding) 을 나타낸다. 또한 이 층의 최하부에서는 식물파편이 비교적 흔하게 발견된다. 요약하여 설명하면 상부층과 하부층으로 구분가능한 남양만 현세 조간대층은 층서적으로 최상위의 지층이며 상향 조립화 (coarsening upward) 의 수직적 퇴적상을 나타내며, 이는 해수면 상승에 따른 퇴적과정을 의미한다.

결론적으로 본 연구의 중요 내용은 남양만 조수분지 (tidal basin) 의 지층을 이루는 지층에서부터 현세 후기의 현세 조간대층에 이르는 전체적인 지층층서단위의 층서구분과 3 개의 부정합을 규명한 것이며, 또한 최상위 현세 조간대층 하부의 쇄설물질은 현세 후기의 초기의 해수면 상승에 따른 해침 퇴적과정에서 해륙석을 비롯한 사립자 및 니질입자가 황해 대륙붕으로부터 공급 운반된 것으로 해석된다. 남양만의 조수퇴적체와 그 하위의 층서적 단위지층 및 부정합 상호간의 시간-공간적 순차적 발달과정을 의미하는 모델을 제시하면 그림-8 과 같다.

남양만의 조수퇴적층은 현세 후기 (약 2,320 yr BP) 에 해당하며, 용두리층 (약 8,600 yr BP) 을 부정합적으로 피복하는 최상위의 현세지층이다. 용두리층 (본 연구에서 규명된 육상의 호수·습지 지층) 은 산화대층 (간월도층과 대비) 을 부정합적으로 피복하며 이 산화대층은 남양만의 기반지질을 이루는 최하위 층서적 단위지층인 선캄브리아의 변성퇴적암인 화강암질 편마암을 부정합적으로 피복하는 것으로 규명하였다. 남양만의 현세 조수퇴적체의 하부층은 현세 후기의 해수면 상승과정의 해침운반에 의한

황해 대륙붕으로부터의 쇄설 퇴적물로 구성되며 전형적인 현세 해침층서 (Holocene transgressive sequence) 를 나타낸다.

## 사 사

본 연구는 일차적으로 무거운 진동 시추기를 조간대 (갯벌) 해역의 적정 지점까지 운반하고 간조 시간 내에 빠른 속도로 시추작업을 끝내야 하는 어려운 야외조사 과정과 이차적으로 최장 6 m 길이의 알루미늄 파이프 시추자료를 실내에서 처리하고 분석하는 실내 연구과정의 의하여 이루어지는 것인데, 필자들은 이러한 야외관측과 실내실험에 많은 노력을 기울인 서울대학교 해양학과 대학원 (석 박사과정) 학생과 군산대학교 해양학과 대학원 (석사과정) 학생 모두에게 우선적으로 감사하는 바이다. 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (과제번호: 92-27-00-02) 로서 수행된 것이며, 이 연구의 성공적 수행은 한국과학재단의 연구비 지원에 의하여 가능하였으므로 이에 심심한 감사를 드린다. 또한, 본 연구 수행중에 의견 교환과 토의에 참여하고 새로운 생각의 요점을 제기한 이희일 박사, 장진호 박사 및 연세대학교 지질학과 문희수 교수에게 심심한 감사를 드린다. 필자들은 이 논문 초고를 좀 더 가다듬고 수정토록 자세하게 심사하여 주신 심사위원에게 매우 감사함을 표하는 바이다.

## 참고문헌

- 김여상, 1988. 한국 서해 천수만 사장포해안의 조간대층의 퇴적환경과 진화. 박사학위논문, 서울대학교, 169pp
- 김여상, 박용안, 1988. 한국 서해 천수만 북동부에 발달한 제 4기 현세 조간대층 하위의 퇴적층의 간월도층 연구. 한국 제 4기학회지 2: 13-24
- 김백운, 1989. 한국서해 남양만 조간대 퇴적층의 퇴적구조. 석사학위논문, 서울대학교, 96pp
- 송무영, 조규장, 1978. 탄성과 탐사로본 거제도-남해도간의 해저 지층구조. 한국해양학회지 13: 1-8
- 유미란, 1994. 경기도 화성군 남양만 북서부 현세 조간대 퇴적층의 퇴적상과 퇴적구조. 석사학위논문, 서울대학교, 100pp
- 장진호, 1995. 한국 서해 곰소만 조간대 퇴적작용. 박사학위논문, 서울대학교, 191pp
- 최경식, 1994. 한국 서해 만경강-동진강 연근해역 해저 퇴적층의 퇴적학적 연구. 석사학위논문, 서울대학교, 183pp
- 홍영구, 1991. 한국남해 내대륙붕 퇴적물의 제 4기 탄성



- 과 층서연구. 석사학위논문, 충남대학교, 78pp
- Alexander, L. R., C. A. Nittrouer, P. J. Demaster and Y. A. Park, 1991, Macrotidal mudflats of the southwestern Korean coast: a model for interpretation of intertidal deposits. *J. Sed. Petrol.*, **61**: 805-824
- Berner, R. A., 1971. Principles of chemical sedimentology, McGraw-Hill, New York, 199-200.
- Ingram, R. L., 1971. Sieve analysis: In., Carver, R. E (ed). Procedures in sedimentary petrology, Willey-Interscience, 49-67
- Kang, H. J and Chough, S. K., 1982, Gamagyang Bay, southern coast of Korea: sedimentation on a tide-dominated rocky embayment. *Marine geology*, **48**: 197-214.
- Lee, D. S., eds., 1987. Geology of Korea. Seoul, Geological Society of Korea. 514.
- Lee, H. J., K. S. Jeong, S. J. Han and K. S. Bahk, 1988. Heavy minerals indicative of Holocene transgression in the southeastern Yellow Sea. *Continental Shelf Res.*, **8**: 255-266
- Niino, H. K. O. Emery, 1961. Sediments of the shallow portions of East China Sea and South China Sea. *Geol. Soc. Am. Bull.* **72**: 731-762.
- Wells, J. T., C. E. Adams, Y. A. Park and E. W. Frankenburg, 1990. Morphology, sedimentology and tidal channel processes on a high-tide range mud flats, west coast of Korea. *Marine Geology*, **95**: 113-130
- Zhu, E. and Q. Wang, 1988. Sedimentation of the north shelf of the East China Sea. *Marine Geology*, **87**: 123-136

---

Accepted August 22, 1995