

# 강화 동검도 동부 갯벌의 퇴적 특성 변화

우 한 준\* / 장 석\*\* / 권 수 재\*\*\*

## Changes in Sediment Characteristics in the Eastern Tidal Flat of Donggum Island in Ganghwa, west coast of Korea

Han Jun Woo\* / Seok Jang\*\* / Su Jae Kwon\*\*\*

**요약** : 강화 갯벌의 퇴적작용은 주변의 대규모 건설로 인하여 지난 20여년 동안 변화되어 왔다. 강화 갯벌 동부와 염하수로 하류에 위치한 동검 갯벌의 퇴적환경은 조류와 하구 순환의 변화에 의하여 영향을 받았다. 그 결과 동검 갯벌에 급격한 퇴적이 일어났다. 두 개의 코어 퇴적물 상부에 나타나는 실트-점토 호층 얽리 실트 퇴적상은 동검 갯벌에서 상대적으로 많은 퇴적이 있었음을 나타냈다. <sup>210</sup>Pb 분석에 의한 두 개 코어 시료의 퇴적률은 정점 3에서 3.25cm/year와 정점 5에서 3.47cm/year 였다. 그러나 2010년부터 2012년까지의 단기 퇴적률은 대부분 1cm/year 미만으로 상대적으로 낮은 비율의 퇴적을 나타내고 있었다. 결과적으로, 동검 갯벌의 퇴적물은 2000년대에 인공구조물 건설에 의하여 급격히 퇴적되었다. 현재 동검 갯벌의 고도 증가는 계절 변화를 가진 상대적으로 낮은 퇴적률을 보여 주고 있다.

**핵심용어** : 강화, 동검 갯벌, 퇴적상, 단기 퇴적률, 퇴적환경

**Abstract** : The sedimentary processes of the Ganghwa tidal flat has been changed over 20 years because of the large-scale construction projects. The sedimentary environment of the Donggum tidal flat, located in the eastern part of Ganghwa tidal flat and in the lower reaches of Yeomha channel, was affected by changes the tidal current regime and estuarine circulation. These resulted an occurrence of rapid deposition in the tidal flat. The silt-clay laminated silt facies in the upper parts of two core sediments suggested that deposition had been relatively high in the tidal flat. The sedimentation rates from the cores using <sup>210</sup>Pb analysis were 3.25cm/year(st. 3) and 3.47cm/year(st. 5). However the short-term sediment accumulation rates from 2010 to 2012 were mostly less than 1cm/year, indicated that the sediments deposited relatively low rates. As a result, the sediment in the Donggum tidal flat rapidly accumulated during 2000s due to constructions of man-made structures. Recently, the increase of elevation in the tidal flat resulted to show relatively low sedimentation rate with seasonal variations.

**Keywords** : Ganghwa, Donggum tidal flat, Facies, Short-term sedimentation, Sedimentary environment

### 1. 서 론

담수와 해수가 혼합되는 하구역에 형성되어 있는 하구 갯벌은 홍수나 태풍의 영향을 감소시키고, 강에서 유입되는 영양염의 축적으로 생물 생산성이 높으며, 동식물의 서식지 및 인간에게 심미적인

가치를 제공하고 있다(Mitsch and Gosselink 2000, Kent 2001). 우리나라는 1970년대 이후 산업화와 소득수준의 향상으로 위락지, 향만 및 산업단지 건설을 위한 하구역 개발로 하구 갯벌은 기능 변화 및 상실이 진행되고 있다(노백호와 이창희 2006). 하구둑이 건설되어 있는 낙동강,

+ Corresponding author : hjwoo@kiost.ac

\* 정회원 · 한국해양과학기술원 해양방위센터 책임연구원 · E-mail : hjwoo@kiost.ac

\*\* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양방위센터 선임기술원 · E-mail : sjang@kiost.ac

\*\*\* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양방위센터 책임기술원 · E-mail : kwonsj@kiost.ac

영산강, 금강 하구는 담수와 해수의 교환이 인위적인 구조물에 의하여 크게 제한을 받으면서 하구 갯벌의 기능이 변형되고 있으며, 새만금 방조제가 완공된 후 동진강과 만경강 하구 갯벌은 거의 기능이 상실된 상태이다. 섬진강과 영산강은 하구둑과 방조제들의 건설로 인하여 2000년대에 하구 습지는 하구 면적의 1% 미만을 차지하는 것으로 나타났다(노백호와 이창희 2006).

강화 남부 갯벌은 한강 하구역에 형성된 갯벌로 한강, 임진강, 예성강들로부터 유입된 퇴적물에 의하여 영향을 많이 받는다. 한강 하구역은 하구둑이 건설되지 않았고, 남북한 사이에 정치군사적 대치로 인하여 연안개발이 비교적 제한되어서 비교적 자연적인 하구 지형과 생태계를 유지 하였던 지역이다. 그러나 1990년대 이후 한강 하구역 주변은 대규모 개발 사업과 매립 등이 이루어져 강화 남부 갯벌은 지형 및 퇴적상 변화와 생태계 훼손이 진행되어 왔다(해양수산부 2003, Lee et al. 2011). 특히, 1992년 11월에 착공된 인천국제공항은 영종도와 용유도 사이 간석지를 매립하여 건설하였으며, 2001년 3월에 개항할 때 까지 주변에는 영종대교, 공항 고속도로 건설 등이 이루어졌다. 대규모 건설공사가 진행된 1997년에서 2000년 사이의 강화 남부 갯벌의 퇴적상은 동막리를 중심으로 동쪽의 펄 퇴적상이 선두리 중앙 갯벌까지 면적이 감소하고, 서쪽에 우세한 모래펄 퇴적상이 동쪽으로 확장되었다(우한준과 제종길 2002). 인천국제공항 개항 후 2003년 강화 남부 갯벌 퇴적상은 동쪽의 펄 퇴적상 면적이 상당히 축소되고 대부분이 모래펄 퇴적상이 우세한 환경으로 변화되었다(우한준 등 2004). 강화 남부 갯벌의 퇴적상 변화는 주변 인공구조물 건설에 따라 서쪽 지역의 유속 증가와 동쪽 지역의 유속 감소 및 조위 상승에 기인한 것으로 보이며(한국해양연구원 2001), 이러한 해수순환의 변화가 퇴적물의 퇴적현상 변화에 영향을 주었을 것으로 보인다.

강화 남부 갯벌의 동쪽에 위치한 동검도 주변 갯벌은 염하수로 하류에 위치하며, 강화 남부 갯벌로 이어지는 수로에 인접하고 있어 퇴적 작용은

한강에서 유입된 퇴적물의 영향을 상대적으로 많이 받는다. 이 지역은 최근에 건설된 주변 인공구조물의 영향에 의하여 유속 감소에 의한 퇴적물의 퇴적현상으로 지형적인 변화가 일어났다(Lee et al. 2011). 이 연구의 목적은 지난 20여년간 인공구조물 건설에 의하여 하구의 수리적인 변화가 생긴 강화 동부의 동검 갯벌 퇴적환경 변화를 파악하고자 한다. 퇴적환경 변화를 파악하기 위하여 동검도 동부 갯벌의 단기적인 퇴적율과 퇴적물 특성 변화를 조사하였다.

## 2. 연구지역 및 방법

강화 남부 갯벌은 대조차 환경이며, 평균조차는 5.72m 이며 대조차는 7.98m 이다. 강화 남부 갯벌의 동쪽에 위치한 동검도 동부 갯벌은 하구 갯벌로서 만 형태를 보이며 하부쪽은 여러 개의 소규모 수로가 한강에서 유입되는 염하수로와 강화도 남부 갯벌로 이어지는 동검수로로 연결된다(Fig. 1). 약 300-1500m 폭을 가진 염하수로의 최강유속은 썰물시 155.45cm/sec로 밀물시 126.12cm/sec 보다 상대적으로 강하며, 유향은 밀물시 북북서, 썰물시 남남동 방향이 우세하며, 썰물시 한강에서 상대적으로 많은 세립한 퇴적물이 유출되는 것으로 나타났다(우한준 등 2004). 동검 동부 갯벌은 염하수로에서 유출되는 부유퇴적물의 영향으로 펄 갯벌 형태를 보이며, 해안선에는 최근에 석축 제방이 건설되었으며, 제방을 따라 갈대군락이 좁고 길게 형성되어 있다.

동검 갯벌의 표층퇴적물 분포특성을 파악하기 위하여 2010년 7월 28-29일에 간조시 16 정점에서 표층 퇴적물을 채취하였다(Fig. 1a). 표층 퇴적물 시료는 약 5g 을 1000ml 비이커에 넣고 순수 쇠설성 퇴적입자만 남도록 10%의 묽은 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)와 24시간동안 반응시켜 유기물을 완전히 제거하고, 다시 1N 염산(HCl)을 첨가하여 패각편 등의 탄산염질 생물기원 물질을 제거하였다. 시약 처리된 시료는 4φ(0.0625mm)체를 통과하도록 습식 체질(wet sieving)하여 체에 남은 4φ

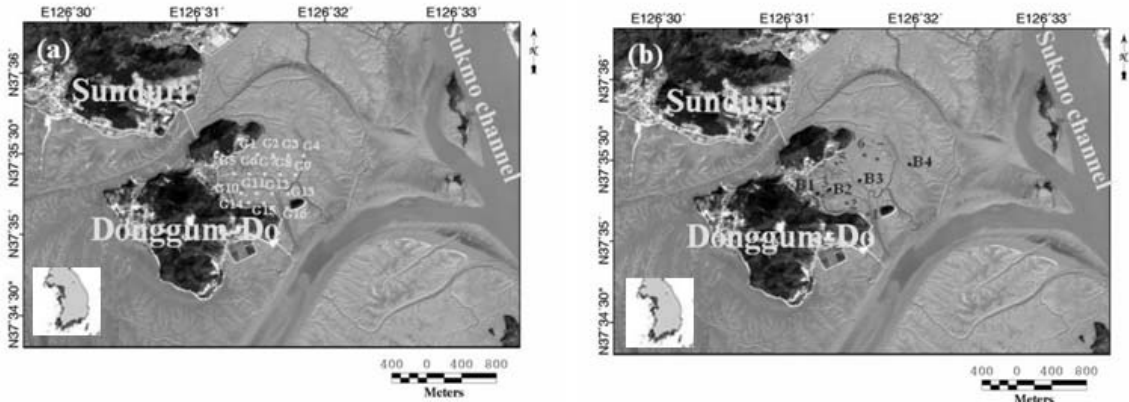


Fig. 1 Location map showing (a) sampling stations(G) of surface sediments and (b) 11 stations(1-7, B1-B4) for measurements of short-term sediment accumulation

이하의 조립질과 체를 통과한 4 $\phi$ 이상의 세립질 퇴적물로 분리하였다. 건조된 조립질 퇴적물은 0.5 $\phi$ 간격의 체가 단계별로 장착된 자동 로탭 진탕기(Ro-tap sieve shaker)에 넣어 15분간 체질하여 입도별로 무게를 구하였다. 세립질 퇴적물은 약 2g 을 50ml 비이커에 넣고 0.1% Calgon(분산제)을 300ml을 첨가하여 초음파분쇄기와 자기 진동기로 균질하게 분산시킨 후 X-선 입도분석기인 Sedigraph 5000D로 각 입도별 분포를 구하였다. 표층퇴적물의 입도별 무게 백분율은 그래픽 방법(Inclusive graphic method)에 의하여 퇴적상과 평균입도, 분급도 등의 통계변수들을 구하였다(Folk and Ward 1957).

퇴적물의 집적을 변화는 기준면으로서 약 20-30cm 깊이에 30cm X 30cm 크기의 스테인레스 판을 설치하였다. 2010년 2월에 설치된 정점(1-7)과 2006년 6월에 설치된 정점(B1-B4)들에서 갯벌 표층에서 스테인레스 판까지 깊이를 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하고, 주기적으로 반복 측정하여 퇴적물 단기 집적률 변화를 계산하였다(Fig. 1b).

동검 갯벌에서 갯벌의 퇴적층서와 퇴적작용의 변화를 파악하기 위해, 정점 3과 5에서 2010년 5월 3일에 Push core로 약 70cm의 주상 퇴적물을 채취하였다. 주상 퇴적물시료는 직경 7.5cm의

PVC 파이프에 채취하였다. 채취된 주상시료의 교란을 방지하고 운반을 위해 양 끝단을 스티로폼과 고무마개로 막은 후 절연 테이프로 완전히 밀봉하여 보관운반하였다. 실험실로 운반된 주상 퇴적물시료는 교란되지 않도록 보관하였으며, 시료 분석을 위하여 전기톱을 사용하여 수직방향으로 절개한 후 퇴적물의 색상, 생흔 및 퇴적구조, 입도 변화 등을 기재한 후, 사진 촬영을 하였다. 주상 퇴적물은 5cm 간격으로 채취하여 입도 분석을 통하여 특성을 파악하였다. 코어 시료의 퇴적률 파악을 위하여 기초과학기술연구원에  $^{210}\text{Pb}$  분석을 의뢰하였다. 각 코어의 퇴적률은 과잉 방사능 납( $^{210}\text{Pbex}$ ) 분석을 통하여 퇴적 속도를 구하였다(Kaufman et al. 1981).

### 3. 연구결과

동검도 동부 갯벌의 2010년 7월 표층 퇴적물의 퇴적상은 3개(silt, slightly gravelly sandy mud, clay)로 구성되어 있다(Table 1). 갯벌은 일반적으로 실트(silt) 퇴적물의 함량이 상대적으로 우세한 펄 갯벌의 형태를 나타내고 있었다. 예외적으로, 자갈이 약간 함유된 모래 펄 퇴적물인 정점 G14와 점토(clay) 함량이 약 99%인 정점 G15는 남부의 갈대 군락 근처에 있었다. 모래의

Table 1. Characteristics of surface sediments on Donggum tidal flat in July 2010.

Station No.	Composition (%)				Sediment Type by Folk	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		Mz( $\phi$ )	St.De.	Skew.	Kurt.
G1	0.00	1.13	69.26	29.61	Z	6.87	2.28	0.48	0.65
G2	0.00	0.71	75.63	23.66	Z	6.61	2.15	0.56	0.87
G3	0.00	1.11	79.75	19.14	Z	6.28	2.07	0.64	1.21
G4	0.00	3.14	74.68	22.18	Z	6.51	2.41	0.69	0.95
G5	0.00	0.54	69.81	29.65	Z	6.99	2.25	0.49	0.64
G6	0.00	2.05	70.48	27.47	Z	6.87	2.31	0.52	0.71
G7	0.00	0.69	69.77	29.54	Z	6.79	2.37	0.56	0.61
G8	0.00	3.05	69.21	27.74	Z	6.67	2.41	0.61	0.65
G9	0.00	1.51	71.29	27.20	Z	6.68	2.35	0.62	0.67
G10	0.00	0.59	72.55	26.86	Z	6.89	2.23	0.53	0.73
G11	0.00	1.28	68.69	30.03	Z	6.83	2.34	0.52	0.60
G12	0.00	1.89	71.06	27.05	Z	6.69	2.40	0.63	0.67
G13	0.00	1.92	73.09	24.99	Z	6.67	2.35	0.63	0.79
G14	0.29	2.01	63.51	34.19	(g)sM	7.47	2.29	0.44	0.66
G15	0.00	0.04	1.35	98.61	C	10.75	0.16	0.00	0.74
G16	0.00	1.63	74.74	23.63	Z	6.91	2.24	0.63	0.99

함량은 3% 이내로 상대적으로 작으며, G15 정점을 제외하고 실트의 함량이 60-80%를 차지하고 있다. 평균 입도는 G14(7.47 $\phi$ )와 G15(10.75 $\phi$ )를 제외하고 6-7 $\phi$ 의 분포를 나타냈다. 분급도는 G15 정점은 매우 좋으나, 다른 정점들은 매우 불량한 분급을 보였다.

동검 갯벌 정점 1-7에서 2010년 2월부터 2012년 2월까지 주기적으로 측정된 퇴적물 깊이는 2010년 2월 퇴적물 깊이를 기준으로 상대적인 집적률을 Fig. 2에 나타내었다. 2010년 2월부터 2010년 11월까지 9개월 동안은 모든 정점에서 침식이 우세하게 진행되었다. 봄(5월)은 겨울(2월)과 비교하여 정점 1은 퇴적되었으나, 다른 모든 정점들은 침식되었다. 여름(7월)은 봄(5월)과 비교하여 정점 7은 퇴적되었으나, 다른 모든 정점들은 침식되었다. 가을(11월)은 여름(7월)과 비교하여 정점 2는 퇴적되었으나, 다른 모든 정점들에서 침식되었다. 그러나 2011년 5월부터 2012년 2월까

지는 2011년 5월인 봄철과 2012년 2월인 겨울철에 모든 정점에서 퇴적되었고 2011년 12월에는 침식이 우세하여 계절적인 변화를 보였다. 2년 동안 집적률 측정 결과, 모든 정점에서 8.12mm에서 46.63mm 퇴적되었으며, 연평균 퇴적률은 최소 4.06mm/year(정점 4)에서 최대 23.32mm/year(정점 2)를 나타내었다(Fig. 2). 정점 1의 퇴적률(5.18mm/year)은 2011년 12월에 퇴적률 판이 유실되어 2010년 5월부터 2011년 5월까지 1년 동안의 퇴적률이다.

동검 갯벌(정점 3, 5)에서 약 60cm의 주상 퇴적물을 채취하여 퇴적물의 수직적인 특성을 분석하였다. 주상 퇴적물의 사진 촬영 결과, 상부 약 30cm까지는 산화된 층이 나타나며, 상대적으로 세립한 펄(mud)이 주로 퇴적되어 있었다. 정점 3 코어는 동검 갯벌 내부에 위치하고 있으며, 68cm 길이로 채취 되었다. 주상 퇴적물은 5cm 간격으로 14개의 시료를 채취하여 퇴적물 조성, 평균입도,

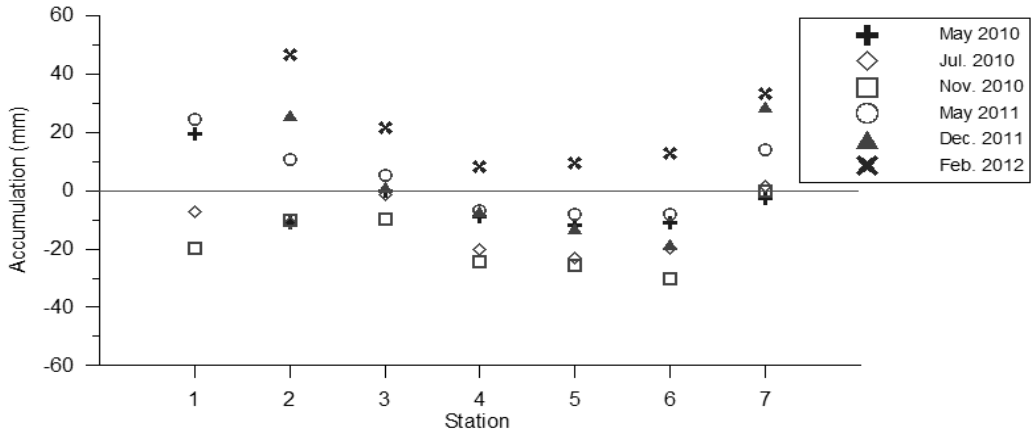


Fig. 2 Changes of sediment accumulation at station 1 to 7 from February 2010 to 2012

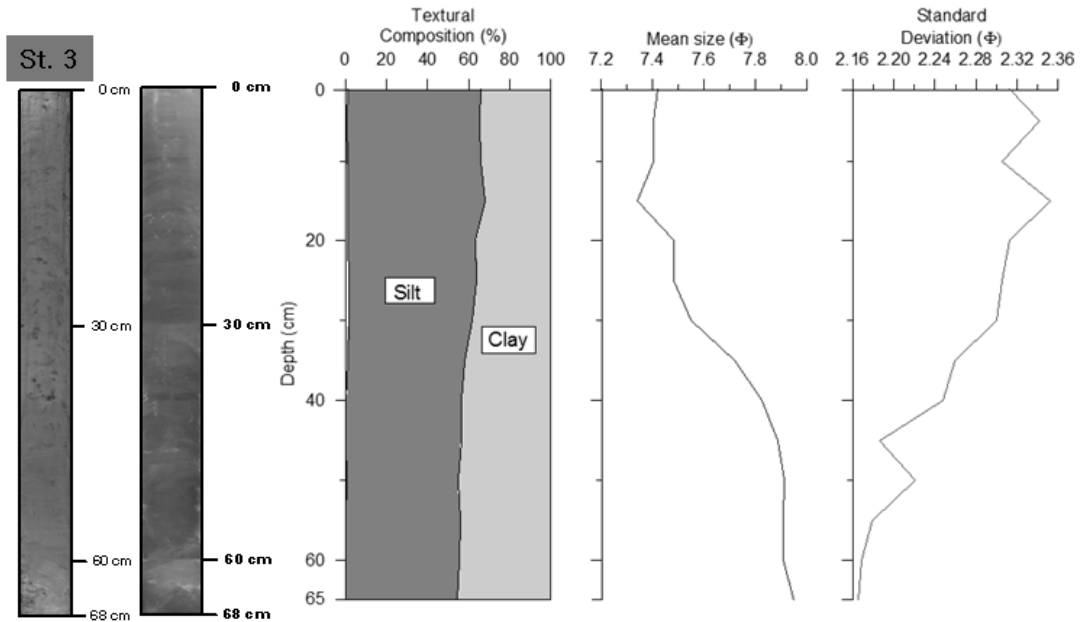


Fig. 3 Textural composition, X-radiograph, mean grain size and sorting of push core sediment at station 3

분급도 등의 퇴적학적 특성을 파악하였다(Fig. 3). 주상 퇴적물은 15cm 깊이에서는 실트 퇴적상이나, 다른 전 구간에서는 펄 퇴적물로 구성되어 있었으며, 분급도는 모두 매우 불량한 분급을 보였다. 퇴적물의 함량은 전체적으로 실트가 우세하였으며, 모래의 함량은 전체적으로 1% 내외이나 40-65cm 깊이에서는 0.5% 미만의 함량을 보였다. 평균입도는 7-8 $\phi$  범위로 세립한 펄 이었다. X-선 사진에

의하면 상부 15cm에서는 실트-점토 호층 엇리 구조가 나타나며, 15cm 하부에서는 생물에 의한 교란 구조가 있는 펄 퇴적층이 나타난다.

정점 5 코어는 동검 갯벌 북부에 위치하고 있으며, 63cm 길이로 채취 되었다. 주상 퇴적물은 5cm 간격으로 13개의 시료를 채취하여 퇴적물 조성, 평균입도, 분급도 등의 퇴적학적 특성을 파악하였다(Fig. 4). 주상 퇴적물은 대체로 펄 퇴적물로

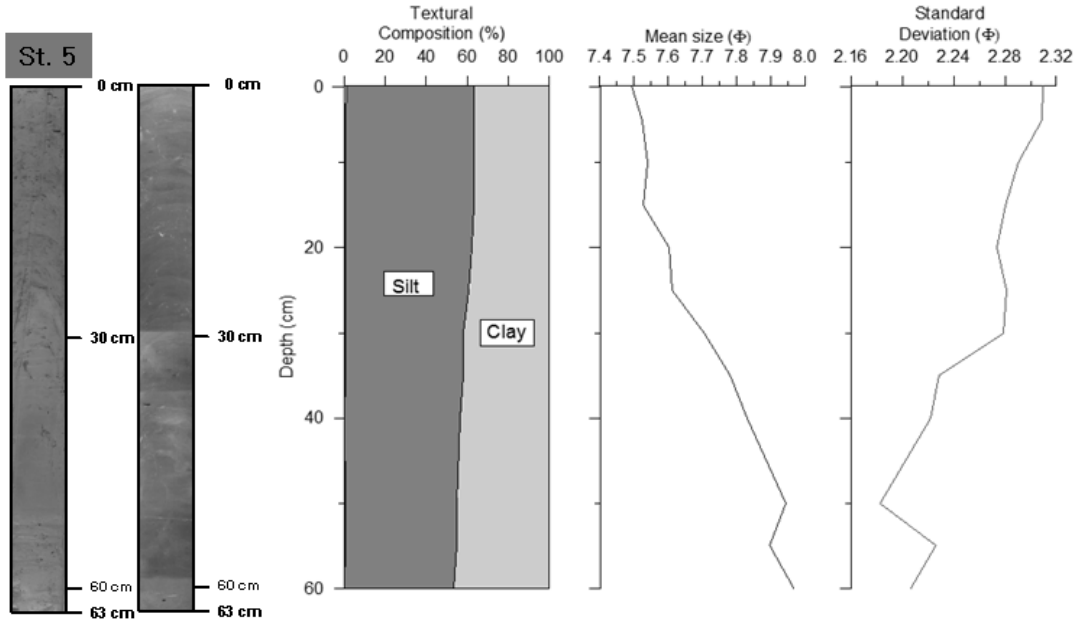


Fig. 4 Textural composition, X-radiograph, mean grain size and sorting of push core sediment at station 5

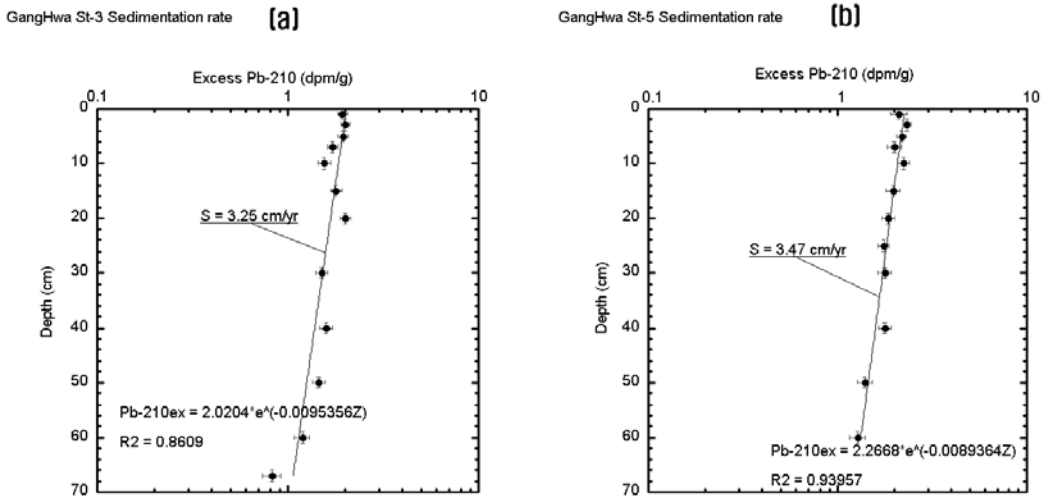


Fig. 5 Excess <sup>210</sup>Pb profile of push core sediments at station 3(a) and 5(b).  
S is sedimentation rate

구성되어 있으나 50cm 깊이에서는 자갈이 약간 함유된 모래 펄 퇴적상 이었다. 분급도는 전체적으로 매우 불량한 분급을 보였다. 퇴적물의 함량은 일반적으로 실트가 우세하였으며, 모래의 함량은 전체적으로 1% 내외의 함량을 보였다. 평균입

도는 45cm 깊이의 10.07φ를 제외하고, 7-8φ 범위로 세립한 펄 이었다. X-선 사진에 의하면 상부 약 30cm까지 실트-점토 호층 엽리 구조가 나타나며, 약 30cm 하부에서는 생물에 의한 교란 구조가 있는 펄 퇴적층이 나타난다.

과잉 방사능 납의 분포를 통해 추정된 퇴적물은 정점 3에서 어미 핵종인  $^{226}\text{Ra}$ 의 값을 뺀 과잉 방사능 납( $^{210}\text{Pbex}$ )을 통해 확인한 방사능(activity)은  $2.93 \pm 0.11 \sim 1.83 \pm 0.09 \text{dpm/g}$ 의 값을 보였다. 과잉 방사능 납의 분포를 통해 추정된 퇴적률은  $3.25 \text{cm/yr}$ 로 나타났다(Fig. 5a). 정점 5의 어미 핵종인  $^{226}\text{Ra}$ 의 값을 뺀 과잉 방사능 납( $^{210}\text{Pbex}$ )을 통해 확인한 방사능(activity)은  $3.11 \pm 0.21 \sim 2.27 \pm 0.12 \text{dpm/g}$ 의 값을 보였다. 과잉 방사능 납의 분포를 통해 추정된 퇴적률은  $3.47 \text{cm/yr}$ 로 나타났다(Fig. 5b).

#### 4. 논의 및 결론

강화도 동부의 염하수로 주변에는 1980년 이후 2000년 초만까지 김포매립지, 황산도, 인천국제공항, 영종대교, 초지대교 건설 등 대규모 건설이 진행되었다. 대규모 건설 사업에 의한 제방 축조는 염하수로의 직선화와 조류의 유속 변화를 야기하여 주변 갯벌의 퇴적 작용과 생태계 변화가 발생되었다(이창희 등 2003, Lee et al. 2011). 한국해양연구원(2007)의 인공구조물 건설에 따른 경기만의 해수 유동 변화에 관한 수치모델에 의하면, 신도와 염하수로 사이의 강화도 동부 갯벌은 유속이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 결과적으로 강화도 동부의 동검도 주변 갯벌은 1990년대 이후 상대적으로 급격한 퇴적물의 퇴적 현상이 있었을 것으로 추정되며, 갯벌의 고도와 퇴적물 성분 변화에 따라 생태계도 변화 되었을 것으로 보인다. 1997년부터 2000년까지 3년 동안 동검도 남부 갯벌의 퇴적물 집적률 관측 결과, 연평균 퇴적률은  $1.03 \sim 4.83 \text{cm/year}$ 가 퇴적되어 서해안의 다른 갯벌보다 높은 집적률을 보였다(우한준과 제종길 2002).

강화 동검 주변 갯벌은 해안선을 따라 갈대군락이 있으며 염하수와 동검수로가 교차하는 부근에 위치하고 있어 한강으로부터 유입되는 부유물질이 쌓여 펄 갯벌의 형태를 보이고 있다. 동검도 동부 갯벌은 2006년에는 갈대와 칠면초 군락

이 존재하였으나, 2009년 이후 칠면초 군락이 모두 사라진 것으로 파악되고 있다. 칠면초 군락의 소멸 원인으로 퇴적에 의한 고도 증가와 퇴적된 입자의 크기 변화로 수분의 부족(한국해양연구원 2010) 또는 퇴적물의 증가로 종자 발아가 불가능(Lee 2012)한 것으로 해석되었다. 칠면초 군락은 동검 동부 갯벌을 제외한 주변 지역에서는 군락의 면적이 증가하는 경향을 보이므로 연구지역의 퇴적환경은 주변과는 다른 특이성을 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

2007년과 2010년에 RTK-GPS를 이용한 해안선에서 염하수로까지 갯벌 내부 약 2km 조사선의 지형고도 측량에 의하면 수로들에 퇴적물이 집적되어 거의 없어지거나 깊이가 낮아졌으며, 평탄한 부분은 최대 약 50cm 정도 퇴적되어 지형고도가 높아진 것으로 나타났다(한국해양연구원 2010). 2010년 RTK-GPS 측량에 의한 집적률 관측을 위한 7정점의 조고는 정점 1은 335cm 이나 나머지 정점들은 401-433cm 이며 고도는 평균해수면 8.0-8.9m 였다. 정점 1을 제외한 동검 동부 갯벌의 고도는 강화 남단 갯벌의 연속노출시간 분석에 의하여 분리된 6개의 범위 중 노출범위 I 인 조고 360cm 이상 지역으로 15일 이상 연속 노출되는 지역에 해당된다(한국해양연구원 2008). 2006년에 갯벌 내부에 퇴적물 판이 설치된 정점 B1-B4(Fig. 1b)에서는 2006년에서 2007년 1년 동안  $2 \sim 7 \text{cm/year}$  퇴적되었으나(한국해양연구원 2008), 2010년에서 2011년 1년 동안은 갯벌의 내부 B1과 B2 정점들은  $1 \text{cm/year}$  내외 퇴적, 바깥쪽은  $-1 \text{cm/year}$  내외 침식되었다(Table 2). 정점 3과 5의 주상퇴적물 상부에서 나타나는 실트-점토 호층 엽리 구조는 갯벌환경에서 창조와 낙조시 퇴적되는 실트 엽리와 정조시 퇴적되는 점토 엽리가 교호하여 형성된 것으로 상대적으로 빠른 퇴적률에 의하여 실트-점토 호층 엽리가 저서생물에 의하여 교란 받지 않고 형성된 결과로 보여진다. 정점 3과 5의 주상퇴적물의 과잉 방사능 납의 분포를 통하여 추정된 평균 퇴적률  $3.3$ 과  $3.5 \text{cm/year}$  는 2000년대의 상대적으로 급격한

Table 2. Sediment depth(mm) from surface to plate on station(B1-B4) and sediment accumulation rates( $\Delta D_{06-07}$ ,  $\Delta D_{10-11}$ ) during 2006-2007(a)(KORDI, 2008) and 2010-2011(b).  $\Delta D_{06-10}$  indicates sediment accumulation from July 2006 to July 2010. Positive values indicate deposition and negative values indicate erosion.

(a)

Station	Jul. 2006 (mm)	Nov. 2006 (mm)	Feb. 2007 (mm)	Apr. 2007 (mm)	Jul. 2007 (mm)	$\Delta D_{06-07}$ (mm/year)
B1	116.90	118.0	135.10	133.20	136.70	19.80
B2	139.30	161.10	166.60	175.60	183.50	44.20
B3	131.00	162.80	175.80	181.30	183.50	52.50
B4	161.10	195.80	221.70	232.90	230.80	69.70

(b)

Station	May 2010 (mm)	Jul. 2010 (mm)	Nov. 2010 (mm)	May 2011 (mm)	$\Delta D_{10-11}$ (mm/year)	$\Delta D_{06-10}$ (mm/4 years)
B1	162.00	156.21	164.65	173.20	11.20	39.31
B2	233.80	229.48	222.02	234.23	0.43	90.18
B3	274.40	260.46	248.14	267.20	-7.20	129.46
B4	295.00	330.00	244.12	281.40	-13.60	168.90

퇴적물이 반영된 것으로 보인다. 식생변화와 지형 그리고 주상퇴적물 분석 결과들은 2000년대 초반부터 말까지 연구지역에는 상대적으로 많은 퇴적물이 퇴적된 것을 지시하고 있다.

동검도 동부 갯벌의 지형변화 파악을 위한 7 정점의 집적률 관측 결과 2010년에는 모든 정점에서 침식이 진행되었으나, 2011년에는 봄과 겨울철에 퇴적되는 계절적인 변화 양상을 보였다. 2010년 2월부터 2012년 2월까지 2년 동안 측정된 집적률은 남부해안선 근처인 정점 2(2.3cm/year)와 북쪽 방조제 근처인 정점 7(1.6cm/year)을 제외하고 모두 1cm/year 미만의 상대적으로 낮은 퇴적률을 보였다. 이러한 퇴적률은 과거 서해안의 남양만(Alexander et al. 1991), 함평만(류상욱 등 1999), 근소만(Woo et al. 2011)과 유사한 퇴적률을 보여 현재는 상부 갯벌로서 평형상태를 이루어 가고 있는 것으로 보여진다.

기존 연구와 본 연구 결과를 종합하면, 강화 동검 동부 갯벌은 최근의 강화도 주변의 대규모 개발에 의한 염하수로 부근의 유속 감소로 인하여 2000년대에 염하수로로부터 유출되는 상대적으로 많은 퇴적물이 퇴적되었다. 하구에서 유출되는 퇴적물은 수로에 상대적으로 많은 퇴적물을 퇴적시켜 수로의 깊이와 넓이를 축소시켰을 것으로 보이며 만 형태의 동검 동부 갯벌에도 많은 퇴적물이 퇴적되었을 것이다. 지형측량과 퇴적률 측정 정점 그리고 주상퇴적물 및 동위원소 결과들을 고려할 때, 갯벌의 내부 지역이 해안선에 가까운 지역보다는 상대적으로 많은 양의 퇴적물이 퇴적된 것으로 나타났다. 동검 갯벌의 이러한 퇴적작용에 의하여 고도가 점점 높아졌으며, 2009년에는 칠면초 군락이 소멸 되었고 해수에 잠기는 시간이 줄어들게 되었다. 현재는 15일 이상 연속 노출 되는 상부 갯벌에 도달하여 계절적인 지형변화를 보이며 상대적으로 낮은 퇴적률을 나타내고 있다.



## 감사의 글

이 연구는 한국해양연구원 기관고유사업인 “해양위성센터 운영 및 기능고도화 사업 (PE 98781)”의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 방사성 동위원소 분석 자문과 그림 수정에 도움을 주신 조진형 박사 및 강정원 박사에게 감사드립니다. 논문을 심사해 주시고 귀중한 의견을 주신 심사위원들에게 감사드립니다.

## 참고 문헌

- 노백호, 이창희. 2006. 지속가능한 하구역 관리방안 III-2 (하구의 가치). 한국환경정책·평가연구원. 170p.
- 류상욱, 유환수, 이종덕. 1999. 함평만 조간대의 표층퇴적물과 집적물의 계절변화. 바다 4(2): 127-135.
- 우한준, 박장준, 이연규, 제종길, 최재웅. 2004. 한국 서해 강화 갯벌의 퇴적물 특성. 한국습지학회지 6(1): 167-178.
- 우한준, 제종길. 2002. 강화 남부 갯벌의 퇴적환경 변화. Ocean and Polar Research 24(4): 331-343.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미. 2003. 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립 - 한강하구역을 중심으로. 한국환경정책·평가연구원. 235p.
- 한국해양연구원. 2001. 강화도 어업피해 및 경인 지역 공동보상관계 보상금 분담 조사용역(1차 중간보고서). 554p.
- 한국해양연구원. 2007. 강화도 피해보상 및 경인 지역 공동보상관계 보상금 분담 조사용역(어업피해조사 분야). BSPI29001-1931-3. 490p.
- 한국해양연구원. 2008. 하구역 관리 및 기능회복 기술개발 - 한강 하구역을 중심으로 한 관리 및 복원관련 요소기술개발-. BSPE98101-2028-7. 711p.
- 한국해양연구원. 2010. 갯벌기능성 회복을 위한 퇴적/물리/생태학적 핵심 환경요소 연구. BSPE98462-2253-5. 245p.
- 해양수산부. 2003. 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구(요약보고서). BSPM 221-00-1610-3. 87p.
- Alexander CR, Nittrouer CA, Demester DJ, Park YA, Park SC. 1991. Macrotidal mudflats of the southwestern Korean coast: a model for interpretation of intertidal deposits. Journal of Sedimentary Petrology 61: 805-824.
- Folk RL, Ward W. 1957. Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology 27: 3-26.
- Kaufman A, Li YH, Turekian KK. 1981. The removal rates of  $^{234}\text{Th}$  and  $^{228}\text{Th}$  from waters of the New York Bight. Earth and Planetary Science Letters 54: 385-392.
- Kent DM. 2001. Applied wetlands science and technology. 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Lee YK, Ryu JH, Choi JK, Soh JG, Eom JA, Won JS. 2011. A study of decadal sedimentation trend changes by waterline comparisons within the Ganghwa tidal flats initiated by human activities. Journal of Coastal Research 27(5): 857-869.
- Lee YK. 2012. A salt marsh monitoring method on tidal flats using optic and X-band SAR images in perspective of halophyte response to environmental change. Ph.D. dissertation, Yonsei University, Seoul, Korea. 170p.
- Mitsch WJ and Gossclink JG. 2000. Wetlands. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Woo, HJ, Cho, JH, Jang, S, Choi, JK. 2011. Changes in sediment characteristics in the semi-enclosed Geunso bay, west coast of

우한준 · 장석 · 권수재

Korea. 21st Biennial Conference of the  
Coastal and Estuarine Research Federation  
Abstract Volume. pp 233.

- 논문접수일 : 2012년 06월 29일
- 심사의뢰일 : 2012년 07월 05일
- 심사완료일 : 2012년 07월 18일