

## 반폐쇄된 무안만에서 부유물질의 계절적 변동 및 운반양상

류상옥<sup>1</sup> · 김주용<sup>1</sup> · 유환수<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 지구환경과학부, 500-757 광주광역시 북구 용봉동 300

### Seasonal Variation and Transport Pattern of Suspended Matters in semiclosed Muan Bay, Southwestern Coast of Korea

Sang-Ock Ryu<sup>1</sup> · Joo-Young Kim<sup>1</sup> · Hoan-Su You<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Earth Systems and Environmental Sciences, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

**Abstract:** To understand the variation and transport pattern of suspended matters, salinity, tidal current, and suspended matters in semiclosed Muan Bay have been monitored during winter and summer. The suspended matters show considerably seasonal variations with low concentration and homogeneity in the water column during winter season, but with high concentration and layering during summer season. Particularly, during summer season, the freshwater and the suspended matters influxed by the gate operation of the Youngsan River sea-dike are transported northward in accordance with the weakness of South Korean Coastal Current. In addition, at the west bay-mouth of the bay, the residual suspended matters would flow into the inner-bay by relaxed flood currents after the construction of sea-dike and sea-walls in the Mokpo coastal zone. But, in the south bay-mouth, those matters outflow through the bay-mouth, resulting from tidal ebb dominance and asymmetry in the west bay-mouth. The residual suspended matter flux is much higher in the south bay-mouth ( $-0.0955 \text{ kg/m} \cdot \text{sec}$ ) than that of west bay-mouth ( $0.0078 \text{ kg/m} \cdot \text{sec}$ ). Accordingly, The Muan Bay is interpreted as erosion-dominated environments, and the erosion somewhat progresses in the intertidal flat of the bay.

**Key words:** Muan Bay, Suspended matters, Residual flux, Erosion-dominated, Ebb-dominance

**요약:** 반폐쇄된 무안만에서 동계와 하계 동안 부유물질의 변동 및 이동양상을 규명하기 위해 염분과 조류, 부유물질의 특성이 조사되었다. 무안만에서 부유물질 함량은 계절적으로 크게 변하여 동계에 낮고 수직적으로 균질한 반면, 하계에 높고 수직적으로 성층화되는 경향을 보였다. 특히, 하계에는 영산강하구언의 갑문조작에 따라 유입되는 담수와 부유물질이 남쪽을 따라 흐르던 연안류가 약화되면서 북측으로 확산되는 경향을 보였다. 또한, 부유물질의 잔여이동은 서측 만입구에서는 하구언과 방조제 건설에 따라 창조류의 지속시간이 길어지면서 계절에 무관하게 만 내로 유입되는 경향을 보인 반면, 남측 만입구에서는 낙조우세와 서측 만입구에서 조석의 비대칭 현상에 의해 만 외부로 유출되는 경향을 보인다. 부유물질의 잔여이동량은 서측 만입구에서  $0.0078 \text{ kg/m} \cdot \text{sec}$ , 남측 만입구에서  $-0.0955 \text{ kg/m} \cdot \text{sec}$ 로 무안만이 전반적으로 침식되는 경향을 보였으며, 이와 같은 침식현상은 만 내의 조간대를 중심으로 진행된 것으로 여겨진다.

**주요어:** 무안만, 부유물질, 잔여이동량, 침식우세, 낙조우세

## 서론

한국의 서해는 마지막 최대 빙하기(LGM) 이후 해수면상승에 의해 침강된 리아스식 해안으로 해안선이 매우 복잡하게 전개되어 크고 작은 만들(bays)이 잘 발달되어 있다. 특히 서해 남부에 위치한 만들은 대부분 만

입구가 대단히 좁고 외해와 열린 형태를 보이지 않고 보호섬의 형태로 많은 섬들에 의해 둘러싸여 있다. 따라서 이곳에서의 퇴적작용은 섬과 만 내에 발달한 조류로의 형태와 만입구 방향, 담수의 유입 등의 지형적 특징과 계절풍의 영향에 따른 파랑, 조류 등에 의해 좌우되는 경향을 보인다(류 등, 1999).

연구지역인 무안만은 북동측에 무안반도가 위치하고, 남서측으로는 압해도가 위치하여 남측과 서측에 좁은 만입구를 갖는 반폐쇄된 해역이다(Fig. 1). 또한, 서측과 남측 만입구에는 장을도와 늘도, 달리도 등의 섬이 보호섬의 형태로 만입구를 가로막고 있고, 남측으로는 목포구(Mokpogu)를 통해 영산강과 영암만, 해남만이 연결되어 있다. 그러나 1973년부터 시작된 영산강유역 개발사업에 따라 농경지 개발 및 임해공단 조성을 위한 사업이 지속적으로 추진되어 영산강에는 하구언이 건설되었고 영암만과 해남만에는 영암방조제와 금호방조제가 각각 건설되어 간척과 매립에 따른 수류의 변형으로 조량(tidal transport)과 조류속의 감소 및 조위상승 등의 해황변화가 초래되었으며(최, 1984; 정, 1992), 이에 따라 퇴적물의 운반양상에 심각한 변화가 초래되는 것으로 예측되고 있다(Kang, 1999). 일반적으로 하구와

같은 대부분의 연안역에서는 천해조에 의해 발생하는 조석의 비대칭현상과 해저마찰력의 영향에 따라 창조시 최대유속이 낙조시 최대유속보다 빠른 창조우세 현상을 보인다. 그러나 영산강과 연결되는 목포 연안역은 복잡한 해저지형과 산재된 수많은 섬, 넓은 조간대 등에 따라 낙조시 최대유속이 창조시 최대유속보다 강한 낙조우세현상을 보인다(Kang, 1999). 이와 같은 낙조우세 현상은 영산강하구언과 영암방조제, 금호방조제가 건설된 이후 더욱 심화되었고(Kang, 1999), 이에 따라 부유퇴적물의 운반양상에 큰 변화가 나타날 것으로 예측된다.

따라서 본 연구에서는 영산강하구언 및 영암·금호방조제 건설에 따라 해황 변화가 예측되는 무안만을 대상으로 동계와 하계 동안 염분과 조류, 부유물질의 계절적 변화와 이동양상을 규명하고, 더 나아가 인위적인 지형변화가 퇴적작용에 미치는 영향을 고찰하는데 그 목적을 두고 있다.

### 지역개관

무안만은 최대폭 약 8km, 최대길이 약 21km로, 해저지형은 크게 주조류로(main tidal channel)와 조간대(intertidal flat) 역으로 구분할 수 있다. 주조류로는 만의 중심부를 따라 남북 방향과 동서 방향으로 발달되어 있으며 수심은 서측 만입구에서 약 16m, 남측 만입구에서 약 27m로 남측 만입구에서 가장 깊고, 서측과 남측 만입구에서 동측과 북측으로 가면서 점진적으로 얕아지는 경향을 보인다(Fig. 1). 조간대역은 주조류의 가장자리를 따라 분포하나 남북 방향의 주조류 측면에서 잘 발달되는 경향을 보이며, 만의 북측과 동측 일부에는 제방이 건설되어 있다(Fig. 1).

조석은 반일주조로 일조부동을 나타내며, 서측 만입구에서 소조차는 206.8cm, 대조차는 395.4cm, 평균조차는 301.0cm인 반면, 남측 만입구에 근접한 목포항에서 소조차는 181.8cm, 대조차는 356.2cm, 평균조차는 269.0cm이다(국립지리원, 1982).

### 연구방법

해수 내의 부유물질 함량 및 이동에 관한 변화를 살펴보기 위하여 동계(1999년 2월) 및 하계(1999년 7월)

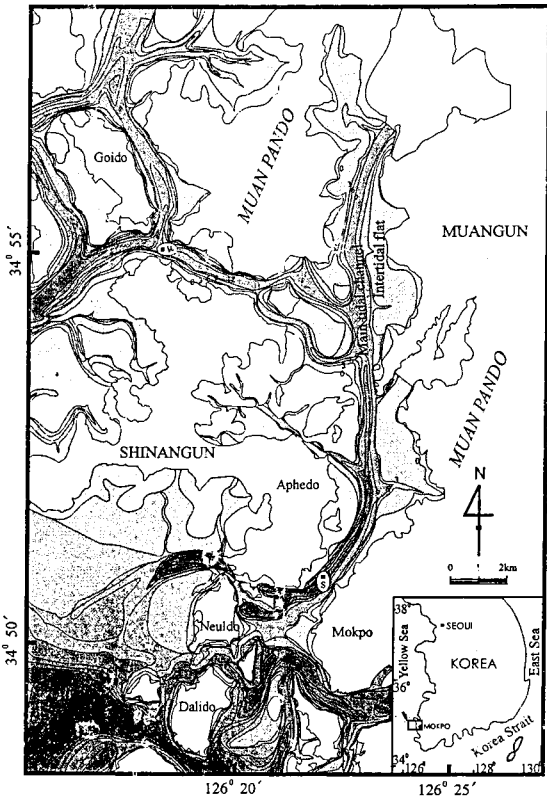


Fig. 1. Location map of Muan Bay(inset) showing bathymetry and anchor stations(W, S). Bathymetry(relative to mean sea level) is from National Geography Institute(1982). Note that the main tidal channel is narrow, but intertidal flat is wide.

의 대조기에 만의 남측(정점 S) 및 서측(정점 W) 만입구에서 정선관측을 실시하였다(Fig. 1). 정선관측은 13시간 동안 상층, 중층, 하층에서 30분 간격으로 반복하여 진행되었으며, 조류의 방향에 따라 조사선이 유동하는 것을 방지하기 위해 조사선의 선수와 선미에 달을 내려 고정하였다. 조류의 유속 및 유향, 염분은 해류계(RCM-7, Norway)를 이용하여 관측하였으며, 부유물질을 조사하기 위한 해수 시료는 반돈(van Dom) 채수기를 사용하여 채수하였다. 부유물질의 함량은 미리 건조시켜 무게를 측정할 여과지에 채수 시료 1000ml를 진공펌프를 이용하여 여과시킨 후 이를 건조기에서 110℃로 건조시켜 무게를 측정하여 mg/l 단위로 표시하였다. 이때 여과지는 공극경이 0.45 $\mu$ m이고 직경이 4.7cm인 Whatman Glass Microfiber Filter(GF/C)를 사용하였으며 무게는 정밀저울을 이용하여 0.1mg까지 측정하였다. 부유물질의 이동량은 조류의 유속 및 지속시간, 그리고 부유물질의 농도를 이용하여 구하였다. 매 30분간 유속(cm/sec)과 농도(mg/l)를 곱해서 초당 폭 1m, 수심 1m의 단면을 통과한 양(kg/m<sup>2</sup>·sec)을 1조석 주기(12.5시간)에 대해 적분하고 이 값을 다시 12.5시간으로 나누어 후 각 층에 해당하는 수심을 곱해줌으로써 초당 1m의 폭을 통과한 양으로 잔여이동량(residual flux; Qs)을 구하였다(Buller and McManus, 1979).

$$(Q_s) = 1/T \int CVdt$$

여기서 C와 V는 각각 주어진 시간과 주어진 수심에서의 부유물질의 농도와 조류의 세기이다.

## 결 과

### 염분

동계와 하계 동안 무안만의 만입구에서 관측된 염분의 수직적 변화양상이 Fig. 2와 Fig. 3에 도시되었다. 남측 만입구의 경우, 관측된 전 수층에 대해 동계에는 평균 32.4%, 하계에는 평균 29.5%로 동계에 높게 나타났다(Fig. 2). 염분의 수직적 변화는 동계 동안 표층에서 평균 32.3%(31.8~32.5% 범위), 중층에서 평균 32.4%(32.2~32.5% 범위), 저층에서 평균 32.5%(32.2~32.5% 범위)로 수층이나 조석에 무관하게 전체적으로 매우 균질한 분포 양상을 보였다. 그러나 하계에는 표층에서 평균 29.3%(28.5~30.0% 범위), 중층에서 평균 29.6%

(28.8~30.5% 범위), 저층에서 평균 29.7%(28.8~30.5% 범위)로 표층에서 저층으로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며, 창조시 뚜렷하게 나타났다. 서측 만입구에서는 관측된 전 수층에 대해 동계에는 평균 32.7%, 하계에는 평균 29.9%로 동계에 높게 나타났다(Fig. 3). 염분의 수직적 변화는 동계 동안 표층, 중층, 저층에서 동일하게 평균 32.7%(32.5~32.9% 범위)로 수층이나 조석에 무관하게 전체적으로 매우 균질한 분포 양상을 보였다. 그러나 하계에는 표층에서 평균 29.4%(28.9~30.3% 범위), 중층에서 평균 30.0%(29.1~30.8% 범위), 저층에서 평균 30.1%(29.1~30.8% 범위)로 표층에서 저층으로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며, 창조시 비교적 뚜렷하게 나타났다.

### 조류

만입구에서 관측된 조류의 유향은 남측 만입구에서 창조시 북 방향, 낙조시 남 방향, 서측 만입구에서 창조시 남동 방향, 낙조시 남서 방향으로 만입구의 방향과 일치되어 나타났다(Fig. 4). 조석에 따른 조류의 최강유속은 남측 만입구의 경우, 대조기에 가까운 하계에 관측되었는데 창조시 표층에서 104cm/sec, 중층에서 102cm/sec, 저층에서 84cm/sec로, 낙조시 표층에서 174cm/sec, 중층에서 160cm/sec, 저층에서 101cm/sec로 표층에서 저층으로 가면서 최강유속이 감소하는 경향을 보였으며, 낙조시 최강유속이 창조시 최강유속보다 강한 낙조우세현상을 나타냈다(Fig. 2). 또한, 조류의 지속시간은 창조시 약 7시간, 낙조시 약 5시간 30분 정도로 창조류의 지속시간이 긴 비대칭 현상을 보였다(Fig. 2). 서측 만입구에서 관측된 조류의 최강유속은 동계와 하계 동안 비슷하게 나타났다. 동계의 경우, 창조시 표층에서 65cm/sec, 중층에서 59cm/sec, 저층에서 55cm/sec로, 낙조시 표층에서 76cm/sec, 중층에서 68cm/sec, 저층에서 46cm/sec로 표층에서 저층으로 가면서 최강유속이 감소하는 경향을 보였으며, 낙조시 최강유속이 창조시 최강유속보다 강한 낙조우세현상을 나타냈다(Fig. 3). 또한, 조류의 지속시간은 창조시 약 8시간 30분, 낙조시 약 4시간 이내로 창조류의 지속시간이 매우 긴 비대칭 현상을 보였다(Fig. 3).

### 부유물질 함량

부유물질 함량은 남측 만입구의 경우, 관측된 전 수

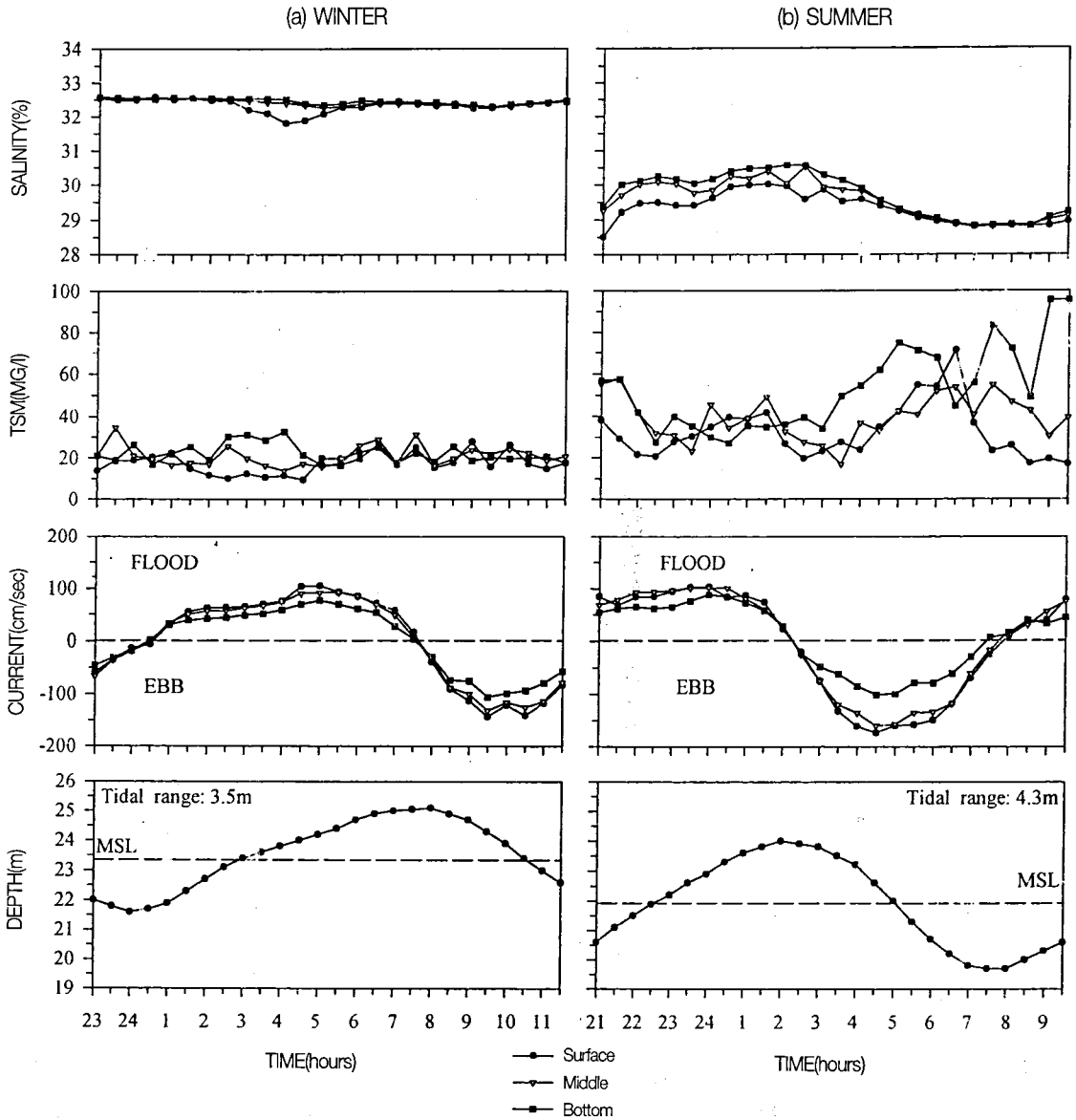


Fig. 2. Time-series of hydrodynamic measurements from anchor station S(see Fig. 1 for location) during winter(a) and summer(b).

층에 대해 동계에는 평균 20.2mg/l, 하계에는 41.4 mg/l로 하계에 높게 나타났다(Fig. 2). 동계에는 표층수에서 평균 17.5mg/l(9.4~27.8mg/l 범위), 중층수에서 평균 21.0mg/l(13.8~34.6mg/l 범위), 저층수에서 평균 22.1mg/l(9.4~27.8mg/l 범위)로 표층에서 저층으로 갈수록 다소 증가하나 전체적으로 매우 균질한 함량 변화를 보였다(Fig. 2). 그러나 하계에는 표층수에서 평균 32.2mg/l(17.0~70.9mg/l 범위), 중층수에서 평균

39.4mg/l(16.8~57.9mg/l 범위), 저층수에서 평균 52.7mg/l(27.0~95.5mg/l 범위)로 표층에서 저층으로 갈수록 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으며, 동계에 비해 수층 간의 함량 편차가 매우 크게 나타났다(Fig. 2). 이와 같은 현상은 동계와 하계 모두 낙조에서 창조로 바뀌는 정조(slack time) 직후에 크게 나타났다. 서측 만 입구에서는 동계에 평균 25.6mg/l, 하계에 36.5mg/l로 하계에 높게 나타났다(Fig. 3). 동계에는 표층수에서 평

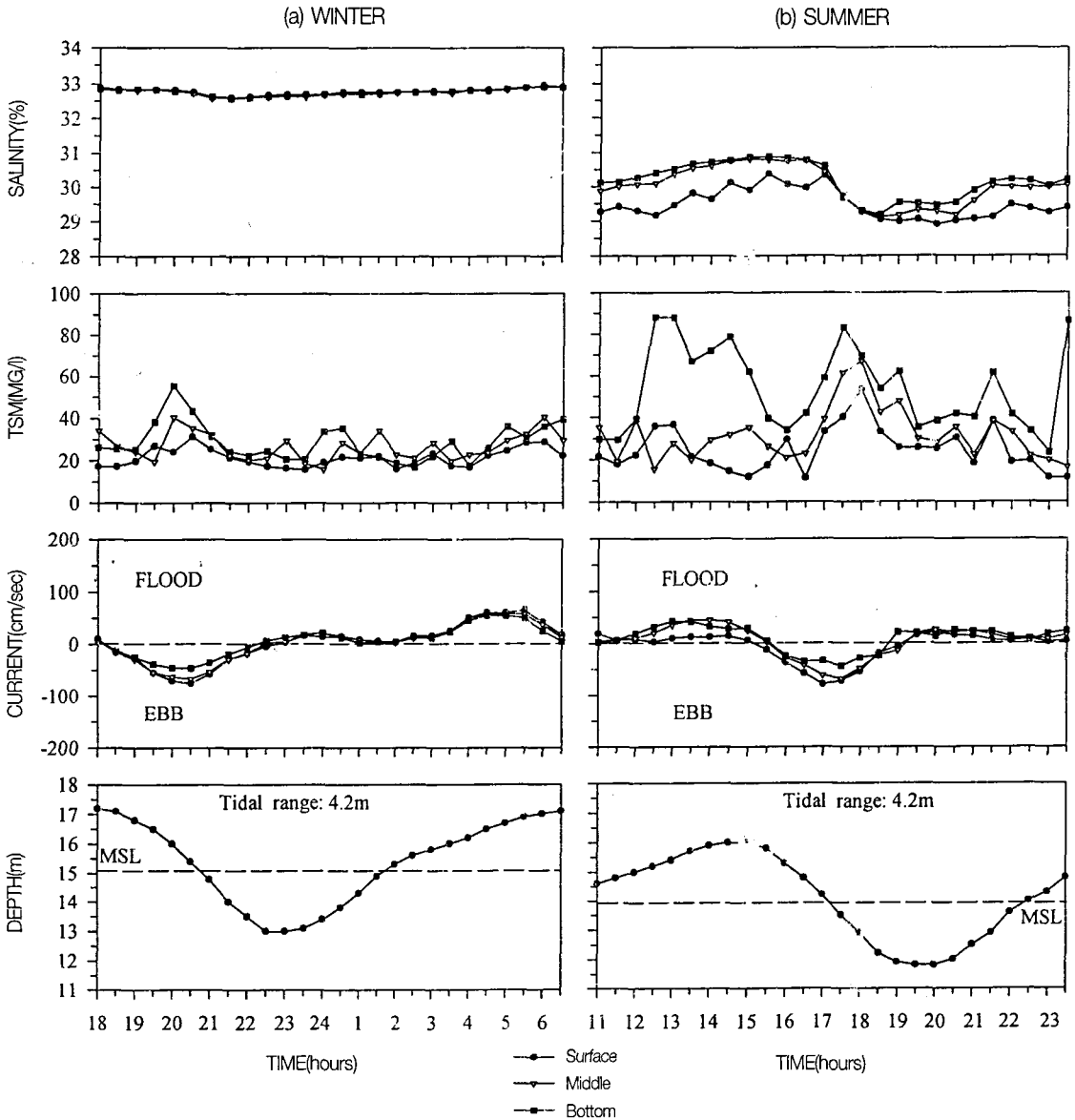


Fig. 3. Time-series of hydrodynamic measurements from anchor station W(see Fig. 1 for location) during winter(a) and summer(b).

균 21.4mg/l(15.8~31.4mg/l 범위), 중층수에서 평균 26.8mg/l(15.8~40.5mg/l 범위), 저층수에서 평균 28.7mg/l(16.8~55.3mg/l 범위)로 표층에서 저층으로 갈수록 다소 증가하나 전체적으로 균질한 함량 변화를 보였다(Fig. 3). 그러나 하계에는 표층수에서 평균 24.7mg/l(11.3~53.4mg/l 범위), 중층수에서 평균 31.8mg/l(15.5~66.9mg/l 범위), 저층수에서 평균 53.0mg/l(23.4~88.2mg/l 범위)로 표층에서 저층으로 갈

수록 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으며, 동계에 비해 수층간의 함량 편차가 매우 크게 나타났다(Fig. 3).

부유물질 이동양상

Fig. 5와 Fig. 6은 동계와 하계의 1조석 주기 동안 정선관측 자료를 이용하여 남측과 서측 만입구에서 폭 1m의 수심에 대한 부유물질 이동양상을 나타낸 것이다. 부유물질의 잔여이동량은 남측 만입구에서

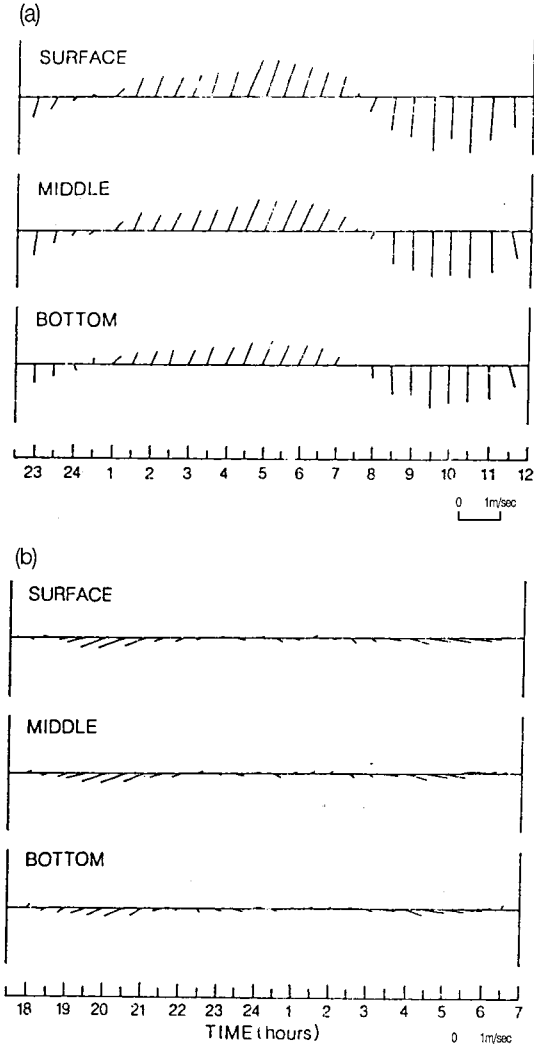


Fig. 4. Time-series of observed tidal currents in the bay-mouth of Muan Bay during winter. (a) anchor station S, (b) anchor station W. See Fig. 1 for location.

-0.0955kg/m · sec, 서측 만입구에서 0.0078kg/m · sec로 -0.0877kg/m · sec의 잔여이동량을 나타내 무안만이 전체적으로 침식되는 환경임을 시사하였다. 남측 만입구에서는 동계 동안 -0.0025kg/m · sec, 하계에는 -0.0930kg/m · sec로 동계와 하계 모두 만 외부로 유출되는 경향을 보였으며, 동계보다는 하계에 더욱 뚜렷한 양상을 나타냈다(Fig. 5). 동계의 경우, 표층수에서 -0.0059kg/m · sec, 중층수에서 -0.0040kg/m · sec, 저층수에서 0.0074kg/m · sec로 잔여이동량은 저층수에서 최대를 나타냈으며, 이동방향은 표층수와 중층수에서는

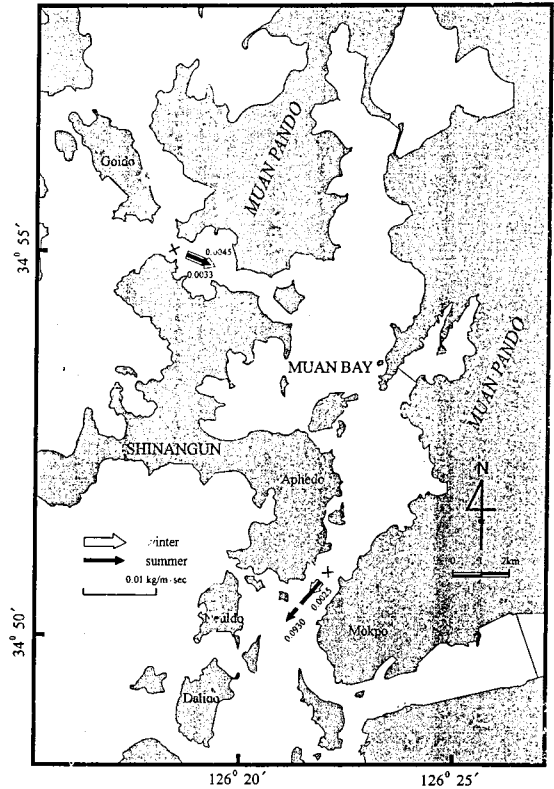


Fig. 5. Vector diagram showing net flux of TSM for one tidal cycle during winter and summer. Note that all calculations for both anchor station S and W data indicate a suspension plume characterized by west bay-mouth incoming and south bay-mouth outgoing.

만의 외부로 유출되는 경향을 보인 반면, 저층수에서는 만 내부로 유입되는 경향을 보였다(Fig. 6). 하계에는 표층수에서 -0.0628kg/m · sec, 중층수에서 -0.0138kg/m · sec, 저층수에서 -0.0164 kg/m · sec로 잔여이동량은 표층수에서 최대를 나타냈으며, 이동방향은 전 수층에서 만의 외부로 유출되는 경향을 보였다(Fig. 6). 한편 서측 만입구에서는 동계 동안 0.0045kg/m · sec, 하계에는 0.0033kg/m · sec로 동계와 하계 모두 만 내부로 유입되는 경향을 보였으며, 하계보다는 동계에 잔여이동량이 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 5). 동계의 경우, 표층수에서 -0.0002kg/m · sec, 중층수에서 0.0020kg/m · sec, 저층수에서 0.0033kg/m · sec로 잔여이동량은 저층수에서 최대를 나타냈으며, 표층수로 갈수록 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). 하계에는 표층수에서 -0.0134kg/m · sec, 중층수에서 -0.0049kg/m · sec,

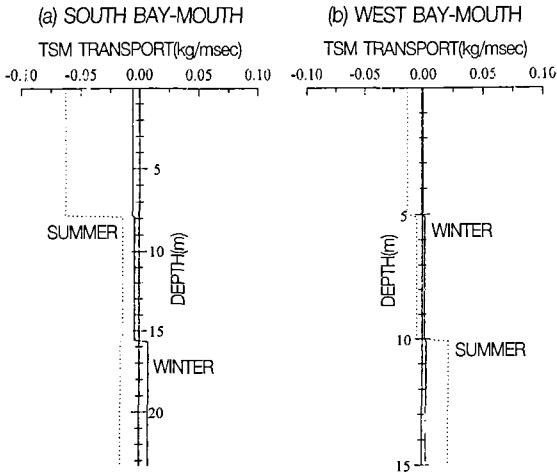


Fig. 6. Vertical transport patterns of TSM for one tidal cycle during winter and summer. (a) Anchor station S, (b) Anchor station W. See Fig. 1 for location.

저층수에서 0.0216kg/m · sec로 잔여이동량은 저층수에서 최대를 나타냈으며, 이동방향은 표층수와 중층수에서는 만 외부로 유출되는 경향을 보인 반면 저층수에서는 만 내부로 유입되는 경향을 보였다(Fig. 6).

### 고찰

동계와 하계 동안 무안만에서 염분 및 부유물질의 변동은 뚜렷하게 나타난다(Fig. 2, Fig. 3). 염분은 남측과 서측 만입구에서 관측된 전 수층에 걸쳐 동계에 높고 하계에 낮으며, 서측보다는 남측 만입구에서 전체적으로 낮다. 동계에는 수층이나 조석에 무관하게 일정한 염분을 보이는데 반해 하계에는 전 수층에 걸쳐 감소하나 표층에서 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2, Fig. 3). 한편, 부유물질의 함량은 남측과 서측 만입구에서 하계에 높고 동계에 낮았다. 특히, 동계에는 남측과 서측 만입구 모두 수층에 무관하게 일정한 함량 분포를 보이나 하계에는 표층에서 저층으로 갈수록 뚜렷하게 증가하는 경향을 보인다(Fig. 2, Fig. 3). 동계 동안 염분과 부유물질의 수직적 균질화 현상은 강한 북서계절풍의 영향에 의해 파랑과 해류가 강화되면서 해수의 활발한 수직적 혼합이 이루어져 염분의 수직적 층분이 완전히 파괴되고, 표면마찰력이 해저에 직접 전달되면서 해저마찰력은 크게 증가되고(Kang and Choi, 1984) 해저 퇴적물이 활발하게 재부유되어 상부수괴로 쉽게 확산

되기 때문이다(Park and Choi, 1989). 반면, 하계 동안의 성층화 현상은 지역적으로 강한 조석작용에 의해 해저퇴적물이 재부유 되지만, 수괴가 뚜렷한 층상을 이루어 저층에서 재부유된 부유물질의 상부확산이 억제되기 때문에 생각된다(Park and Choi, 1989). 또한 동계 동안 염분의 증가와 부유물질의 감소는 강한 북서계절풍의 영향에 의해 해수의 활발한 수직적 혼합이 이루어져 해저퇴적물이 활발하게 재부유되지만 보호섬의 형태로 존재한 많은 섬과 서측 또는 남측 방향의 만입구를 갖는 무안만의 반폐쇄된 지형적 특징에 의해 부유물질의 원활한 공급이 차단되기 때문이다(류 등, 1999). 실제로 동계 동안 관측된 부유물질 함량에 관한 자료를 살펴보면, 북서방향의 만입구를 갖는 인근의 함평만 만입구에서는 평균 200mg/l 이상(류 등, 1998)을, 외해와 열린 대호방조제 인근에서는 평균 100mg/l 이상을(Lee et al., 1999) 나타내 전체적으로 높은 함량을 보였다. 그러나 무안만과 유사한 지형적 특징을 갖는 인근의 탄도만 만입구에서는 동계 동안 평균 34mg/l로 대단히 낮은 함량을 보였다(류 등, 1999). 이와 같은 현상은 지형적 특징이 부유물질의 운반양상에 중요한 영향을 미치고 있음을 시사하는 것이다. 반면, 하계 동안 염분의 감소와 부유물질의 증가는 빈번한 영산강하구인 방류에 따라 유입되는 담수와 부유물질이 남쪽을 향해 흐르던 연안류가 약화되면서 저염 수괴가 북측으로 확산되고 부유물질이 이동되기 때문으로 생각된다. 실제로 하계 동안 인근해역에서 관측된 본 연구자의 조사 결과에 의하면, 탄도만의 만입구에서는 염분의 농도는 평균 31.8‰로 다소 낮았으나, 더욱 북측에 위치하는 함평만의 만입구에서는 평균 32.5‰로 동계 동안의 염분 농도와 큰 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 현상은 영산강하구언을 통해 유입되는 담수의 영향이 동계 동안 간헐적인 방류와 서해안을 따라 흐르는 연안류에 의해 목포구의 북측으로 확장되지 않고 남쪽을 향하는데 반해, 하계 동안은 빈번한 방류와 남쪽을 향해 흐르던 연안류가 약화되면서 목포구의 북측으로 확장되나 그 범위는 탄도만 인근해역에 한정되는 것으로 여겨진다.

한편, 부유물질의 잔여이동 방향은 계절에 무관하게 남측 만입구에서는 만 외부로 유출되는 경향을 보인 반면, 서측 만입구에서는 만 내부로 유입되는 상반된 경향을 보였다(Fig. 5). 이와 같은 현상은 영산강하구언과 영암 · 금호방조제 건설로 인해 서측 만입구에서 창조

류의 지속시간이 길어지면서(Kang, 1999) 서측 만입구를 통해 창조시 유입되는 부유물질이 낙조시 서측 만입구를 통해 유출되는 양보다 크게 증가하여 계절에 무관하게 서측 만입구에서는 만 내로 유입되는 경향을 보인 반면, 남측 만입구에서는 낙조우세환경과 서측 만입구에서 조석의 비대칭 현상에 의해 만 외부로 유출되기 때문에 여겨진다. 또한 부유물질의 잔여이동량은 남측 만입구에서  $-0.0955\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ , 서측 만입구에서  $0.0078\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ 로 남측 만입구를 통해 유출되는 잔여이동량이 서측 만입구를 통해 유입되는 잔여이동량에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 이는 무안만이 전반적으로 침식되는 환경임을 시사하며, 무안만의 부유물질 이동이 동서 방향보다는 남북 방향의 주조류로 따라 활발하게 진행됨을 의미하는 것이다. 한편, 수층간에 있어서 부유물질의 잔여이동량은 저층수에서 전체적으로 높았으며, 중층수보다는 표층수에서 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였다(Fig. 6). 이는 부유물질의 농도 분포가 재부유(resuspension) 및 조립질퇴적물 침전(settling)효과로 인해 표층수보다는 저층수에서 일반적으로 높기 때문이다(Harlet and Klum, 1973; Drake, 1976). 그러나 표층수에서 잔여이동량의 뚜렷한 증가는 폭이 좁은 주조류로의 인근지역이 조간대로 구성되어 있어 조간대로부터 침식된 세립질퇴적물이 수괴의 상층을 따라 이동하기 때문이며, 이와 같은 현상은 무안만의 침식우세현상이 조간대를 중심으로 진행됨을 시사하는 것이다.

## 결론

무안만에서 부유물질 함량은 계절적으로 크게 변하여 동계에 낮고 수직적으로 균질한 반면, 하계에 높고 수직적으로 성층화되는 경향을 보였다. 이와 같은 현상은 동계 동안 강한 북서계절풍에 의해 해수의 활발한 수직적 혼합이 이루어져 해저퇴적물이 활발하게 재부유되지만, 반폐쇄된 서해 남부의 지형적 특징과 만입구의 방향에 따라 원활한 부유물질의 공급이 차단되기 때문이다. 그러나 하계에는 영산강하구언의 빈번한 방류에 따라 유입되는 담수와 부유물질이 남쪽을 따라 흐르던 연안류가 약화되면서 저염 수괴가 북측으로 확산되고 부유물질이 이동되기 때문으로 생각된다.

한편, 부유물질의 잔여이동은 서측 만입구에서는 영산강하구언과 영암·금호방조제 건설로 인해 서측 만

입구에서 창조류의 지속시간이 길어지면서 계절에 무관하게 만 내로 유입되는 경향을 보인 반면, 남측 만입구에서는 낙조우세환경과 서측 만입구에서 조석의 비대칭 현상에 의해 만 외부로 유출되는 경향을 보인다. 또한 부유물질의 잔여이동량은 서측 만입구에서  $0.0078\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ , 남측 만입구에서  $-0.0955\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ 로 남측 만입구에서 상대적으로 크게 나타났는데, 이는 무안만이 전반적으로 침식되는 환경임을 시사하는 것이다. 한편, 수층 간에 있어서 부유물질의 잔여이동량은 저층수에서 전체적으로 높았으며, 중층수보다는 표층수에서 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 부유물질의 농도 분포가 재부유 및 조립질퇴적물 침전효과로 인해 표층수보다는 저층수에서 일반적으로 높기 때문이다. 그러나 표층수에서 잔여이동량의 뚜렷한 증가는 폭이 좁은 주조류로의 인근지역이 조간대로 구성되어 있어 조간대로부터 침식된 세립질퇴적물이 수괴의 상층을 따라 이동하기 때문이며, 이와 같은 현상은 무안만의 침식우세현상이 조간대를 중심으로 진행됨을 시사하는 것이다.

## 사사

이 논문은 1998년 한국학술진흥재단 과학기술기초중점연구지원(기초과학연구) 과제 연구비 지원에 의하여 수행된 것입니다. 열악한 근무환경에도 불구하고 틈틈히 짬을 내어 본 연구에 도움을 준 무안군청 수산과장님을 비롯한 수산과 직원들과 전남217호 선장님을 비롯한 선원들, 그리고 야외조사에 도움을 준 전남대학교 해양학과 김민지, 김희진, 김태원, 이선규 학생에게 고마움을 전합니다. 또한 본 논문을 위해 유익한 의견을 주신 윤정수, 김여상 교수님께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 국립지리원, 1982, 연안해역 기본도(고이, 압해).
- 류상욱, 유환수, 김민지, 문병찬, 1998, 한국 서해 남부 함평만의 퇴적환경. 한국지구과학회지, 19, 343-353.
- 류상욱, 유환수, 김주용, 이인곤, 김민지, 1999, 한국 서남부 탄도만의 표층퇴적물 분포와 동계 동안 부유물질의 운반양상. 한국지구과학회지, 20, 486-496.
- 정명선, 1992, 목포 연안역 개발에 따른 연안수역 변화에 관한 연구. 한국해양대학교 박사학위논문, 124 p.



- 최병호, 1984, 영산강 하구의 방조제 건설에 따른 조위 변화. 대한토목학회논문집, 4, 113-124.
- Buller, A.T. and McManus, J., 1979, Sediment sampling and analysis. In: Estuarine hydrography and sedimentation, Cambridge Univ. Press: 87-130.
- Drake, D.E., 1976, Suspended sediment transport and mud deposition on continental shelves: In Stanley, D.J. and Swift, D.J.P.(eds), shelf sediment transport and management, Ch.11.
- Harlett, J.C. and Kulm, L.D., 1973, Suspended sediment transport on the northern Oregon continental shelf. Geol. Soc. Am. Bull., 87, 3815-3826.
- Kang, J.H., 1999, Changes in tidal characteristics as a result of the construction of sea-dike/sea-walls in the Mokpo coastal zone in Korea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 48, 429-438.
- Kang, S.W. and Choi, J.K., 1984, Surface waves and bottom shear stress in the Yellow Sea. Jour. Oceanol. Soc. Korea, 19, 118-124.
- Lee, H.J., Chu, Y.S. and Park, Y.A., 1999, Sedimentary processes of fine-grained material and the effect of seawall construction in the Daeho macrotidal flat-nearshore area, northern west coast of Korea. Marine Geology, 157, 171-184.
- Park, Y.A. and Choi, J.Y., 1989, Mechanisms and distribution patterns of the fine-grained suspended materials off the southwest coast of Korea. Acta Oceanographica Taiwanica, 24, 52-64.

---

1999년 12월 22일 원고 접수

2000년 3월 25일 원고 채택