

## 반폐쇄된 만내 부유퇴적물 유·출입과 표층퇴적물 조성 변화 -남해 여자만 봄철-

최정민<sup>1,\*</sup> · 우한준<sup>2</sup> · 이연규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 해양기술학부, 550-749, 전라남도 여주시 둔덕동 산 96-1

<sup>2</sup>한국해양연구원 해저환경연구사업단, 425-600, 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29호

## Suspended Sediments Influx and Variation of Surface Sediments Composition in Semi-enclosed Bay -Spring Season in Yeoja Bay, South Coast of Korea-

Jeong-Min Choi<sup>1,\*</sup>, Han-Jun Woo<sup>2</sup> and Yeon-Gyu Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Marine Technology, Chonnam National University, San 96-1, Dundeok-Dong, Yeosu 550-749, Korea

<sup>2</sup>Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

### 요 약

여자만 내의 봄철 퇴적물 공급원을 파악하기 위하여 만 입구(서수도: M-1, 조발수도: M-2)와 하천 유입구(별교천: M-3, 동천, 이사천: M-4)에서 부유퇴적물의 유·출입량 변화를 관측하고, 만 내 표층 퇴적물 조성과의 상관성을 비교 검토하였다. 여자만에서 2조석 주기동안 단위 폭 당 부유퇴적물은 M-1(서수도)정점을 통하여 133.88 kg·m<sup>-1</sup>이 유입되고, M-2(조발수도)정점을 통하여 146.43 kg·m<sup>-1</sup>이 유출되며, M-3(별교천)정점을 통하여 23.25 kg·m<sup>-1</sup>, M-4(동·이사천)정점을 통하여 4,312.31 kg·m<sup>-1</sup>이 유입된다. 여자만 내의 봄철 부유퇴적물 유입은 만 입구에서는 거의 없으며 북쪽의 동·이사천에서 주로 유입되고 있음을 알 수 있었다. 그리고 만 내의 표층퇴적물 조성이 건기 때 보다 우기때가 더욱 조립하게 나타나는 것은 만내 퇴적물 주 공급원인 동·이사천에서 우기시 실트질 퇴적물이 다량 유입되는 것에 기인하는 것으로 생각된다.

**Abstract** – Mooring survey for measurement of tidal current and suspended sediments was carried out at 4 inlets of Yeoja Bay in April, 2000 in order to understand the source of sediment supply. Net suspended sediment transport load during 2 tidal cycles through the M-1(West Inlet) was 133.88 kg·m<sup>-1</sup> toward the Yeoja Bay, whereas the flux through the M-2(Jabal Inlet) was outward the Bay with the amount of 146.43 kg·m<sup>-1</sup>. The influx through the M-3 and 4(Bulgyo and Dong-Isa Stream) was 23.25 kg·m<sup>-1</sup> and 4,312.31 kg·m<sup>-1</sup> toward the Yeoja Bay, respectively. Influx of suspended sediment on Yeoja Bay mainly occurred in the Dong-Isa Stream. In the wet season the composition of surface was coarser-grained than dry season, possibly due to the influx of silty sediment from Dong-Isa Stream in the wet season.

**Keywords:** suspended sediments(부유퇴적물), Yeoja Bay(여자만), Net suspended sediment transport load(부유퇴적물 총 이동량)

### 1. 서 론

한반도 남해안은 중조차 환경으로, 크고 작은 반도와 여러 섬들에 의해 형성된 다양한 형태의 반폐쇄성 내만들이 있다. 내만들은 만 입구가 주로 남쪽이나 동쪽으로 열려있는 형태이며, 중·대조

차 환경인 서해안의 여러 만들에 비해서 조석·파랑 및 겨울철 몬순계절풍의 영향이 상대적으로 작고, 저 에너지환경인 것으로 알려져 있다(최[1997a], 이[1983], 박 등[1984], Park and Lee [1996], 이 등[1995], 류[2003]). 퇴적물은 주로 니질의 세립질 퇴적물로 구성되며, 조류로 및 하천 등이 활발한 서해안과는 다른 퇴적양상을 보인다(류 등[1999a, b], Lee[1988], 장과 최[1998], 장 [1995], Lee et al.[1999], 류 등[2000], Lee and Kim[1987]).

\*Corresponding author: haema@chonnam.ac.kr

여자만은 크기에 비해 만 입구가 상대적으로 매우 좁으며, 큰 하천의 유입이 없는 전형적인 반 폐쇄성 내만이다. 표층 퇴적물은 주로 실트질 점토로 구성되어 있으며, 만의 북측에서 유입되는 동천 이사천의 담수 영향이 만의 중앙부까지 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.*[2000]). 그리고 만 내의 조간대 퇴적물을 조사한 결과(최[2005]), 만 북측 조간대에서는 퇴적, 서측 조간대는 침식현상 그리고 동측 조간대는 미미한 퇴적양상을 보이는 것으로 알려져 있다. 이러한 조간대의 침·퇴적현상은 만내 퇴적물의 이동이 현재 진행되고 있음을 뜻하는 것으로서 만 내의 퇴적물 공급원 및 해수유동 등과 매우 밀접한 관련성을 가지는 것으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 여자만내 퇴적물 공급원을 파악하기 위하여 남측의 만 입구 및 북측의 하천 유입구에서 부유퇴적물의 유·출입량 변화를 관측하고 만 내 표층 퇴적물 조성과의 상관성을 비교 검토 하였다.

## 2. 연구지역

한반도 남해 중앙부에 위치한 여자만은 동쪽에 여수반도와 고돌산반도, 서쪽으로 고흥반도로 둘러 싸여 있으며, 만 입구는 폭이 약 7.4 km로써 좁게 형성되어 있으며, 만 내부로 향하여 점차 넓어지고, 최대 폭은 약 21.6 km에 달하며, 평균수심은 약 5.4 m인 전형적인 반폐쇄성 천혜이다(이[1983]). 만 내에는 북동쪽에서 동천과 이사천, 북서쪽에서 별교천 등 소하천이 유입된다(Fig. 1).

만 입구에는 낭도와 조발도 등의 크고 작은 섬들이 20개 이상 산재하고 있으며, 좌측에 위치한 서수도는 최대수심 약 30 m, 우측의 조발수도는 최대수심 약 40 m로써, 매우 협소한 폭과 급경사를 이루고 있으며, 내만과 연한 외해와의 유통이 원활하지 못하다(유 등[1993], 임 등[1991]). 서수도와 조발수도는 주 조류로서 북서-남동방향으로 발달하여 만 내부로 향하고 있으며, 만 서측의 진지도와 만 중앙부의 여자도 북부 해역까지 수심 약 5 m를 이루며 방사상으로 발달하고 있다.

## 3. 연구방법

### 3.1 표층퇴적물 조사

여자만의 표층퇴적물 입도조성 및 분포를 조사하기 위하여 2002년 4월, 총 73개 정점에서 체나기를 이용하여 표층퇴적물을 채취하였다(Fig. 1). Ingram(1971)의 분석법에 따라 10%의 과산화수소수( $H_2O_2$ )로 유기물을 제거하였고, 0.1N의 염산(HCl)을 사용하여 탄산염을 제거하였다. 그리고 4 $\phi$  체를 이용한 습식체질에 의해 조립질 시료와 세립질 시료를 분리하였다. 4 $\phi$  이상의 조립질 시료는 진탕기로 입도 등급별로 무게 백분율을 구하였다. 세립질 시료는 Sedigraph 5100으로 분석하여 입도의 무게백분율을 구하였다. 조립질과 세립질 퇴적물은 입도 등급별 무게백분율을 이용하여 모멘트방법에 따라 퇴적물의 평균입도 등의 통계학적 변수 값을 구하였다(Carver[1971]).

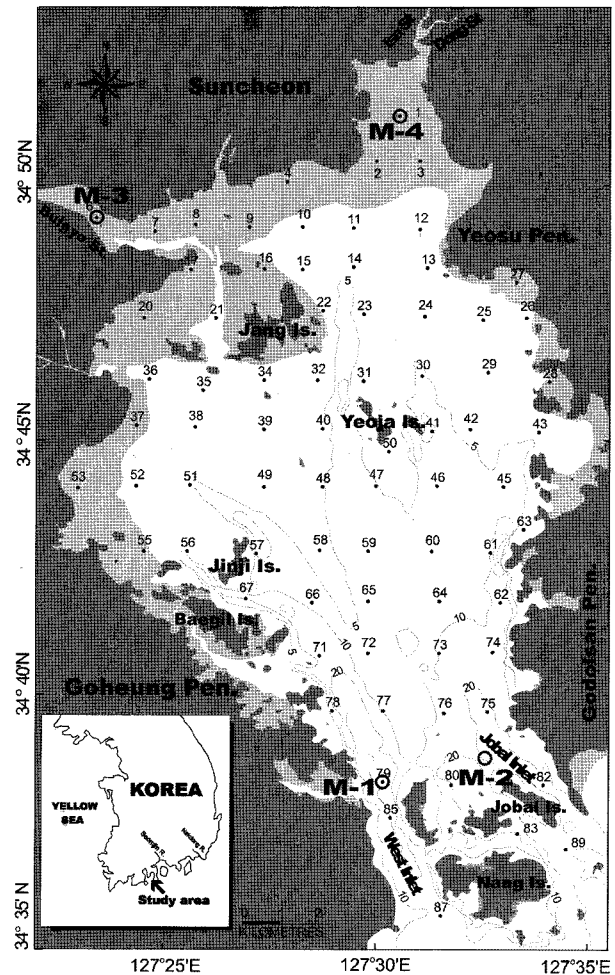


Fig. 1. Map showing sediment sampling sites(·) and mooring stations(○) in the study area.

### 3.2 조류 및 부유퇴적물 유·출입량 측정

만 내의 조류 및 부유퇴적물 유·출입량을 측정하기 위해 2000년 5월 3~4일과 6~7일(대조기)에 만 입구 정점 서수도(M-1: 34°38'30"N, 127°30'18"E)와 조발수도(M-2: 34°39'30"N, 127°32'24"E) 및 하천유입구 정점 별교천(M-3: 34°49'18"N, 127°23'03"E)과 동·이사천(M-4: 34°51'33"N, 127°30'33"E)에서 2조석주기 동안 정선 관측을 실시하였다(Fig. 1). 관측계기로는 유속계(Valeport 105, Valeport CO. LTD, U.K.)와 전자 유속계(ACM-200PC)를 이용하여 유향 및 유속관측을 실시하였으며, 동 시간에 층별 부유퇴적물을 조사하기 위하여 채수펌프를 이용하여 각 수층에서 채수 하였다. 부유퇴적물 농도는 미리 건조시켜 무게를 정량한 여과지에 해수시료 500 ml를 진공펌프를 사용하여 여과시킨 후 이를 건조기에서 110°C로 건조시켜 무게를 정량하여  $mg \cdot l^{-1}$  단위로 표시하였다. 여과지는 Whatman Glass Filter(GF/C)를 사용하였으며 무게는 정밀저울을 이용하여 0.1 mg까지 측정하였다.

정선관측시 전 수층에서 측정된 유향, 유속 그리고 부유퇴적물 양을 이용하여 만 입구와 만내로 유입되는 하천에서 2조석 주기

동안 단위 폭 당 부유퇴적물의 총 이동량은 다음과 같은 식에 의해서 계산하였다(Gao *et al.*[1990]).

$$f_s = (1/T) \int_T CV \cos \alpha dt$$

$$= (1/25) \left[ \sum_{i=2}^{25} C_i V_i \cos \alpha_i + (1/2)(C_1 V_1 \cos \alpha_1 + C_{26} V_{26} \cos \alpha_{26}) \right] \quad (1)$$

여기서  $f_s$ (퇴적물 순유동량)는 각 층에서의 Net sediment flux(kg·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>),  $C$ 는 부유퇴적물 농도(kg·m<sup>-3</sup>),  $V$ 는 유속(m·s<sup>-1</sup>),  $T$ 는 관측시간(time span: 25시간 동안 1시간 간격으로 관측을 실시하여 총 대표 시간치는 25), 그리고 각각의 아래첨자는 시계열자료를 나타낸다.

2조석 주기 동안 단위 폭 당 퇴적물 총 이동량(Net Suspended Sediment Transport Load:  $Q_s$ , 10<sup>3</sup> kg·m<sup>-1</sup>)은 다음 식에 의해 계산되었다.

$$Q_s = (Q_1^2 + Q_2^2)^{1/2} \quad (2)$$

$Q_1$ 과  $Q_2$ 는  $Q_s$  중에서 각각 동서 방향과 남북 방향의 성분을 말한다.

$$Q_1 = \int_T \int_H CV \sin \alpha \, dh dt$$

$$= \left[ \sum_{i=2}^{25} H_i \langle C_i V_i \sin \alpha_i \rangle + (1/2)(H_1 \langle C_1 V_1 \sin \alpha_1 \rangle + H_{26} \langle C_{26} V_{26} \sin \alpha_{26} \rangle) \right] \times 25 \times 3600 \quad (3)$$

$$Q_2 = \int_T \int_H CV \cos \alpha \, dh dt$$

$$= \left[ \sum_{i=2}^{25} H_i \langle C_i V_i \cos \alpha_i \rangle + (1/2)(H_1 \langle C_1 V_1 \cos \alpha_1 \rangle + H_{26} \langle C_{26} V_{26} \cos \alpha_{26} \rangle) \right] \times 25 \times 3600 \quad (4)$$

여기서  $\alpha$ 는 진복에 대한 유향,  $H$ 는 수심, 그리고  $\langle \rangle$ 는 수심평균값을 의미한다.

즉, 수심 평균은 다음과 같이 정의된다.

$$\langle C_i V_i \sin \alpha_i \rangle = (1/H) \left[ \sum_{j=2}^{n-1} D_j (C_{i,j} V_{i,j} \sin \alpha_{i,j} + C_{i,j+1} V_{i,j+1} \sin \alpha_{i,j+1}) + 0.5 \times C_{i,1} V_{i,1} \sin \alpha_{i,1} + 1.5 \times C_{i,n} V_{i,n} \sin \alpha_{i,n} \right] \quad (5)$$

그리고

$$\langle C_i V_i \cos \alpha_i \rangle = (1/H) \left[ \sum_{j=2}^{n-1} D_j (C_{i,j} V_{i,j} \cos \alpha_{i,j} + C_{i,j+1} V_{i,j+1} \cos \alpha_{i,j+1}) + 0.5 \times C_{i,1} V_{i,1} \cos \alpha_{i,1} + 1.5 \times C_{i,n} V_{i,n} \cos \alpha_{i,n} \right] \quad (6)$$

여기서  $D_j$ 는 수직관측지점에 인접한 수층간의 수심차이며,  $n$ 은 관측된 수층의 전체수이다. 계수 0.5는 표층 수면 아래 0.5 m에서, 1.5는 해저면 상부 1.5 m에서 채수 한 것을 의미한다.  $Q_s$ 의

최종적인 방향은  $Q_1$ 과  $Q_2$ 로부터 결정된다.  $Q_s$ 와  $f_s$ 간의 상호관계는 다음과 같다.

$$Q_s \sin \theta = T \int_H f_s dh \quad (7)$$

위 식에서는  $\theta$ 는  $Q_s$ 방향과 관측정점이 위치한 만 입구 측선 방향간의 각도이다.

## 4. 결 과

### 4.1 표층퇴적물 입도 조성 및 분포

여자만 표층 퇴적물의 평균 입도는 8.46 $\phi$ 로써, 실트(평균: 42.32%)와 점토(평균: 52.21%)의 세립질 퇴적물로 구성되어 있다. 퇴적상은 실트질 점토(SiC: silty clay), 점토질 실트(CSi: clayey silt), 점토(C: clay), 모래(S: sand), 및 실트 점토질 모래(SiCS: silty clayey sand)의 5개 퇴적상으로 구성되며, 실트질 점토 퇴적상이 가장 두드러지게 나타났다 (Appendix 1).

### 4.2 조류 및 부유퇴적물 변화에 따른 유·출입량 변화

#### 4.2.1 정점 M-1

정점 M-1은 만 입구의 북북서-남남동 방향으로 발달한 서수도로써, 유속은 표층에서 0.00~113.00 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 52.20 cm·sec<sup>-1</sup>, 중층에서 5.00~83.70 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 45.88 cm·sec<sup>-1</sup> 그리고 저층에서 0.80~77.80 cm·sec<sup>-1</sup>이며 평균 30.59 cm·sec<sup>-1</sup>로써 표층에서 가장 빠르게 나타났다. 창조류 일 때 유향은 북-북북서-북북동 방향, 낙조류 일 때 남-남남동 방향이 우세하게 관측됐다. 창조류에서 낙조류로 전환시 시계방향으로, 낙조류에서 창조류로 전환시 반시계 방향으로 전환되었으며, 창조 우세형으로 나타났다. 시간에 따른 유속변화는 창조시 05시 30분, 낙조시 13시 30분을 전후로 최강유속이 나타났다(Fig. 2: M-1).

부유퇴적물 함량은 표층에서 7.80~45.60 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 24.43 mg·l<sup>-1</sup>, 중층에서는 12.20~48.00 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 27.42 mg·l<sup>-1</sup>, 저층에서는 15.80~68.20 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 35.59 mg·l<sup>-1</sup>의 농도로 관찰되었다. 층간 부유퇴적물 농도관계는 저층으로, 저조에서 고조로 향하여 부유퇴적물이 증가하는 경향으로 나타났다(Fig. 3: M-1).

#### 4.2.2 정점 M-2

정점 M-2는 만 입구 북북서-남남동 방향으로 발달한 조발수로써, 유속은 표층에서 0.00~100.60 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 47.91 cm·sec<sup>-1</sup>, 중층에서 0.90~83.70 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 43.39 cm·sec<sup>-1</sup> 그리고 저층에서 0.40~77.80 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 27.68 cm·sec<sup>-1</sup>로 표층에서 가장 빠르게 나타났다. 창조류 일 때 유향은 표층과 중층에서 북서쪽, 저층에서는 북쪽으로의 흐름이, 낙조류 일 때 유향은 전 수층에서 모두 남동방향으로 흐름이 우세하게 나타났다.

창조류에서 낙조류로 전환시 시계방향으로, 낙조류에서 창조류로 전환시 반시계 방향으로 전환되었으며, 표층과 중층에서는 낙조우세, 저층에서는 창조우세의 형태로 나타났다. 시간에 따른 유

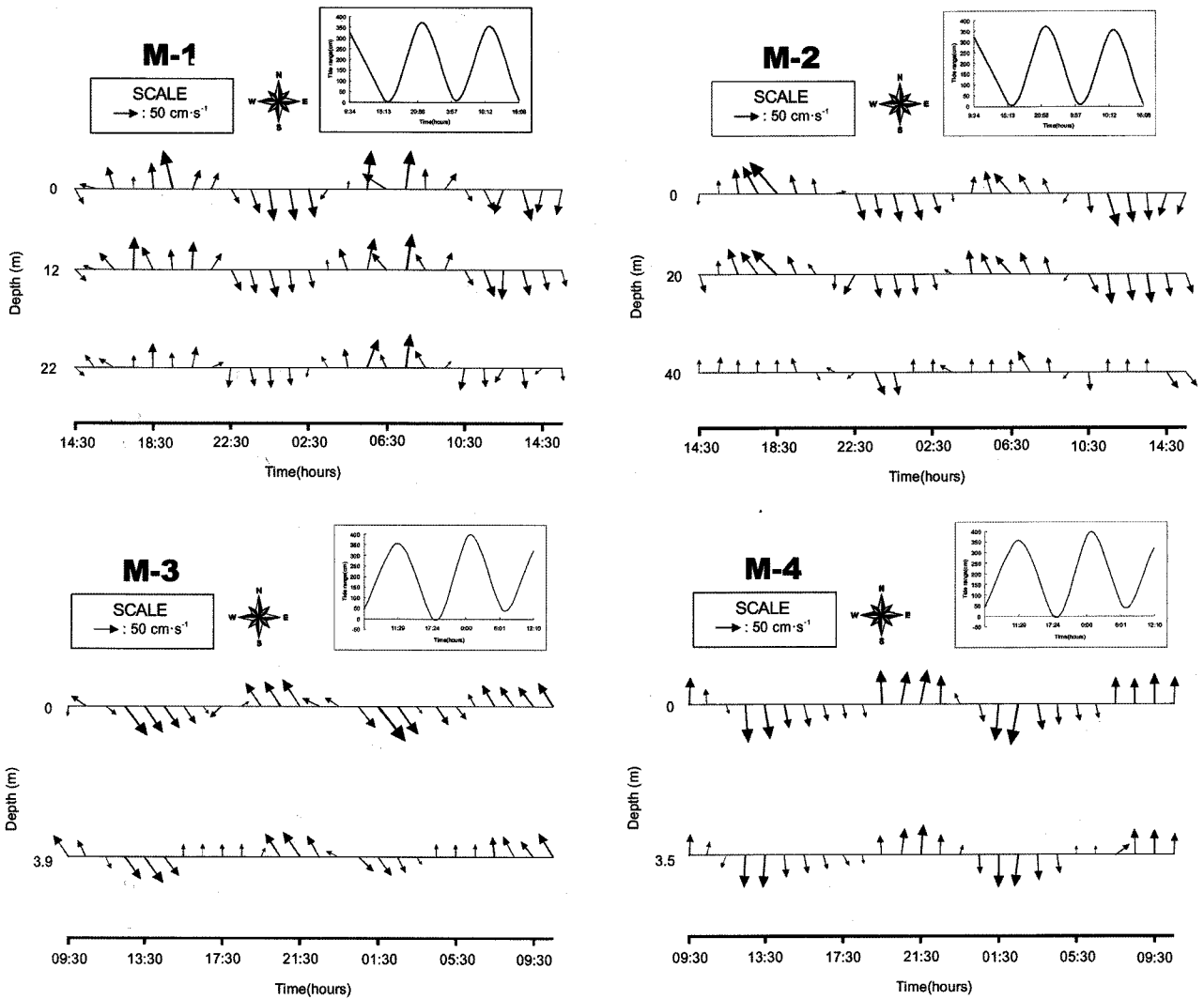


Fig. 2. Tidal current speed and direction for 2 tidal cycles at stations M-1, M-2, M-3 and M-4.

속변화는 창조시 18시 30분, 낙조시 13시 30분을 전후로 최강유속이 나타났다(Fig. 2: M-2).

부유퇴적물 함량은 표층에서 15.40~74.00 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 35.12 mg·l<sup>-1</sup>, 중층에서 16.40~67.80 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 38.77 mg·l<sup>-1</sup>, 저층에서는 15.70~471.40 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 39.30 mg·l<sup>-1</sup>의 농도로 관찰되었다. 층간 부유퇴적물 농도관계는 저층으로 향하여 부유퇴적물 함량이 증가하는 경향을 보이며, 정조때 부유퇴적물이 증가하는 경향으로 나타났다(Fig. 3: M-2).

4.2.3 정점 M-3

정점 M-3은 만의 북서쪽에서 북서-남동으로 발달한 벌교천 입구역으로써, 유속은 표층에서 0.00~108.40 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 42.11 cm·sec<sup>-1</sup>, 저층에서 0.00~70.20 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 46.95 cm·sec<sup>-1</sup>로 저층에서 높게 나타났다. 표·저층 모두 창조류 때 유향은 북서쪽, 낙조류때 남동쪽 흐름이 우세하게 나타났다. 창조류에서 낙조류로 전환시 시계방향으로, 낙조류에서 창조류로 전환시 반시계 방

향으로 전환되며, 조류의 세기는 표층에서는 낙조, 저층에서는 창조 우세형으로 나타났다. 시간에 따른 유속변화량은 창조시 22시30분, 낙조시 01시 30을 전후로 최강유속이 나타났다(Fig. 2: M-3).

부유퇴적물 함량은 표층에서 75.60~226.40 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 135.97 mg·l<sup>-1</sup>, 저층에서는 52.00~237.20 mg·l<sup>-1</sup>로 평균 129.61 mg·l<sup>-1</sup>로써 저층보다 표층의 농도가 높게 나타났다. 부유물 농도는 만 입구 해역보다 높게 나타났으며, 조석과는 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다(Fig. 3: M-3).

4.2.4 정점 M-4

정점 M-4는 만의 북동쪽에서 남-북으로 발달한 동천과 이사천의 입구역으로써, 유속은 표층에서 0.40~98.70cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 46.95 cm·sec<sup>-1</sup>, 저층에서 0.00~76.20 cm·sec<sup>-1</sup>로써 평균 34.37 cm·sec<sup>-1</sup>로 표층에서 높게 나타났다. 표·저층 모두 창조류 때 유향은 북쪽, 낙조류 때 남쪽 흐름이 우세하게 나타났다. 창조류에서 낙조류로 전환시 시계방향으로, 낙조류에서 창조류로 전환시

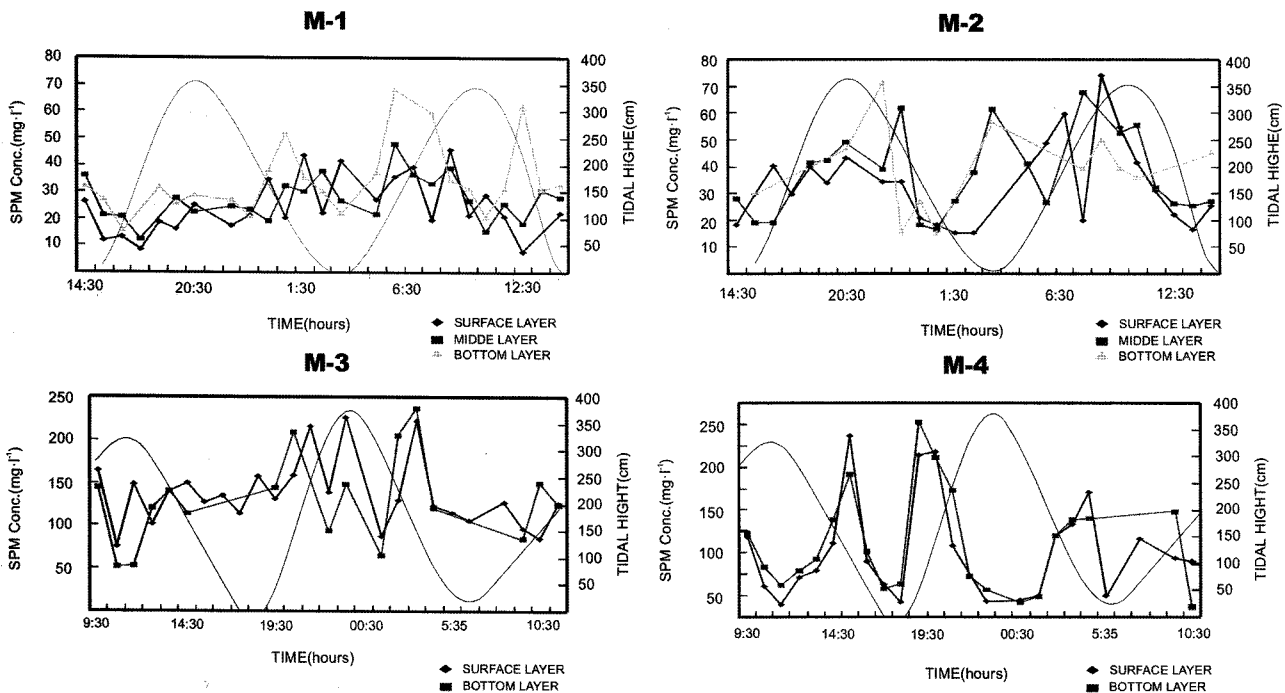


Fig. 3. Variations in suspended sediment concentration ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) during 2 tidal cycles at Inlet and Stream area (diamond: surface layer, quad-angle: middle layer, triangle: bottom layer, solid curve: tidal curve).

반시계 방향으로 전환되며, 표·저층 모두 낙조우세의 형태로 나타났다. 시간에 따른 유속변화량은 창조시 22시 30분, 낙조시 02시 30분을 전후로 최강유속이 나타났다(Fig. 2: M-4).

부유퇴적물 함량은 표층에서  $57.60\sim 848.80 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 로 평균  $311.90 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , 저층에서는  $45.60\sim 907.60 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 로 평균  $342.47 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 의 농도로 나타났다. 층간 부유퇴적물 농도관계는 저층에서 높은 농도로써, 조석과의 관계는 저조시에 부유퇴적물 농도가 증가하는 경향으로, 하구의 수심이 낮아지면서 부유퇴적물 농도가 높게 나타났다(Fig. 3: M-4).

#### 4.4 부유퇴적물 이동량

부유퇴적물의 이동양상은 한 정점에서 관측된 유속의 잔차류와 밀접한 관련성을 가지고 있는 것으로서, 부유퇴적물 농도의 시계열 변화가 크더라도 일차적으로 잔차류의 분포에 따라 좌우된다(Nichols[1977]). 각 정점에서 수층별로 계산된 잔차류는 만 내부로 향하는 흐름을 양(+)의 값, 그리고 만 외부로의 흐름을 음(-)의 값으로 표시하였다. 부유퇴적물의 순 유동량(net suspended sediment flux,  $f_s$ )과 총 이동량( $Q_s$ )은 다음과 같다.

만 입구 서수도(M-1)에서 잔차류( $R_s$ )의 수층별 분포는 표층에서  $0.76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 중층에서  $3.75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $4.73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 전 수층에서 만 내부로 유입되는 것으로 나타났다. 잔차류는 수심이 깊어지면서 증가하여 저층에서 가장 큰 값을 나타내었다. 부유퇴적물의 순유동량( $f_s$ )은 표층에서  $0.50\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 중층에서  $0.94\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $3.21\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 계산되었고, 전 수층에서 만 내부로 유입되며, 저층으로 향하여 값이 증가하였다(Fig. 4: M-1).

만 입구 조발수도(M-2)에서 잔차류의 수층별 분포는 표층에서  $-4.86 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 중층에서  $-3.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $-1.58 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 전 수층에서 만 외부로 유출된다. 부유퇴적물의 순유동량은 표층에서  $1.16\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 중층에서  $-1.49\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $-0.36\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났고, 표층에서는 만 내부로 유입, 중층과 저층에서는 만 외부로 유출되는 값으로 나타났다(Fig. 4: M-2).

하천 유입구 해역인 별교천(M-3)에서 잔차류의 수층별 분포는 표층에서  $0.02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 만 내부로 유입되며, 저층에서  $0.00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 부유퇴적물의 순유동량은 표층에서  $2.11\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $0.55\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 계산되었으며, 표층과 저층에서 모두 만 내부로 유입되는 경향으로 나타났다(Fig. 4: M-3).

동천과 이사천 유입구(M-4)에서 잔차류의 수층별 분포는 표층에서  $2.72 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $1.28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 전 수층에서 만 내부로 유입되는 형태로써, 별교천보다 동천과 이사천에서 더 큰 값으로 만 내부로 유입되었다. 순유동량은 표층에서  $12.83\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 저층에서  $4.96\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 계산되었으며, 표층과 저층에서 모두 만 내부로 유입되는 경향으로 나타났다(Fig. 4: M-4).

순 유동량을 조석 곡선과 비교해 보면(Fig. 5) 4개 정점에서 창조 때 증가, 정조 때 감소, 낙조 때 다시 증가하는 경향으로 나타났으며, 관측정점을 통하여 2조석 주기 동안 단위 폭 당 총 이동량은 M-1에서  $133.88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ 이 북동방향( $24^\circ$ )으로 유입, M-2에서  $146.43 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ 이 남동방향( $111^\circ$ )으로 유출, M-3에서  $23.25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ 이 남동방향( $129^\circ$ )으로 유입, M-4에서  $4,312.31 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ 이 남쪽( $177^\circ$ )으로 유입된다.

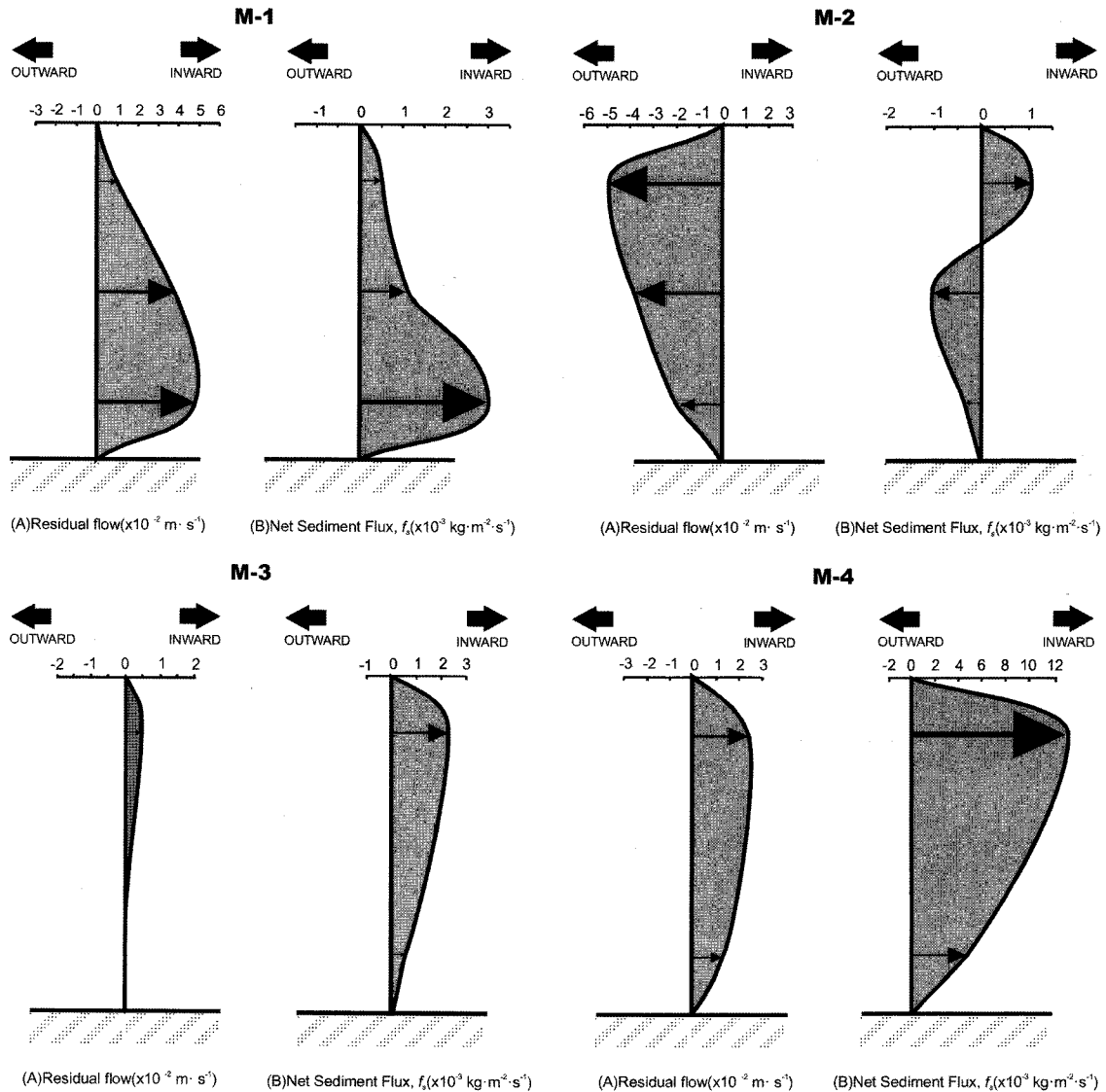


Fig. 4. Calculated residual flow(A) and net sediment flux(B) throughout water column for 2 cycle at station M-1, M-2, M-3 and M-4.

## 5. 고 찰

여자만의 봄철 만 입구의 서수도 평균유속은  $42.89 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ , 조발수도는  $39.66 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ 로써 서수도의 흐름이 조발수도에 비해 빠른 것으로 나타났다. 그러나 부유퇴적물 농도는 만 입구 서수도에서 평균  $29.15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , 조발수도에서  $37.73 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 로써 조발수도가 서수도에 비해 농도가 높게 나타났다. 만 입구에서 부유물 농도 평균은  $33.44 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 로써 인근 광양만  $23.18 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (최[1997a])과 득량만  $5\sim 30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (공과 이[1994])보다 다소 높게 나타나고 있다. 그러나 서해안의 함평만  $40.8\sim 207.8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (해양수산부[1999])보다는 낮은 농도를 보인다. 하천유입구인 벌교천과 동·이사천의 유속은 각각  $44.53 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ ,  $40.66 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ 로써 만 입구와 비슷한 유속을 보인다. 부유물 농도는 벌교천이  $132.79 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , 동·이사천  $327.19 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 로써 금강 하구역( $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  이상: 최[1993])보다 높게 나타났다.

여자만내의 부유퇴적물 유·출입구 4개 정점에 대한 잔차류, 부유퇴적물 순 이동량 및 총 이동량을 보면 Table 1과 같다. 여자만 입구 서수도(M-1)에서 잔차류는 수심이 깊어지면서 증가하여 저층에서 가장 큰 값으로 만내부로 유입되는 흐름으로 나타났고, 조발수도(M-2)에서 잔차류는 수심이 깊어지면서 감소하여 저층에서 가장 작은 값으로 외해로 유출되는 흐름을 나타냈다. 즉 서수도에서는 관측 정점을 통하여 만 내부로 유입이 우세하고, 조발수도에서는 외해로 유출되는 흐름이 우세하며, 만 내부와 외해와의 물질순환이 이루어지게 하고 있는 것으로 보인다. 만 입구에서 이러한 비대칭적 흐름 순환 양상은 함평만(추 등[2000])과 중국의 Xiangshan만(Gao *et al.*[1990])에서도 보고된 바 있다. 2조석 주기 동안 단위 폭 당 부유물 총 이동량은 서수도가  $133.88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ , 조발수도가  $146.43 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ 로써 거의 비슷한 이동량을 보이고 있다. 서수도의 저층은 다소 점토를 함유한 사질의 조립질 퇴적물로 구

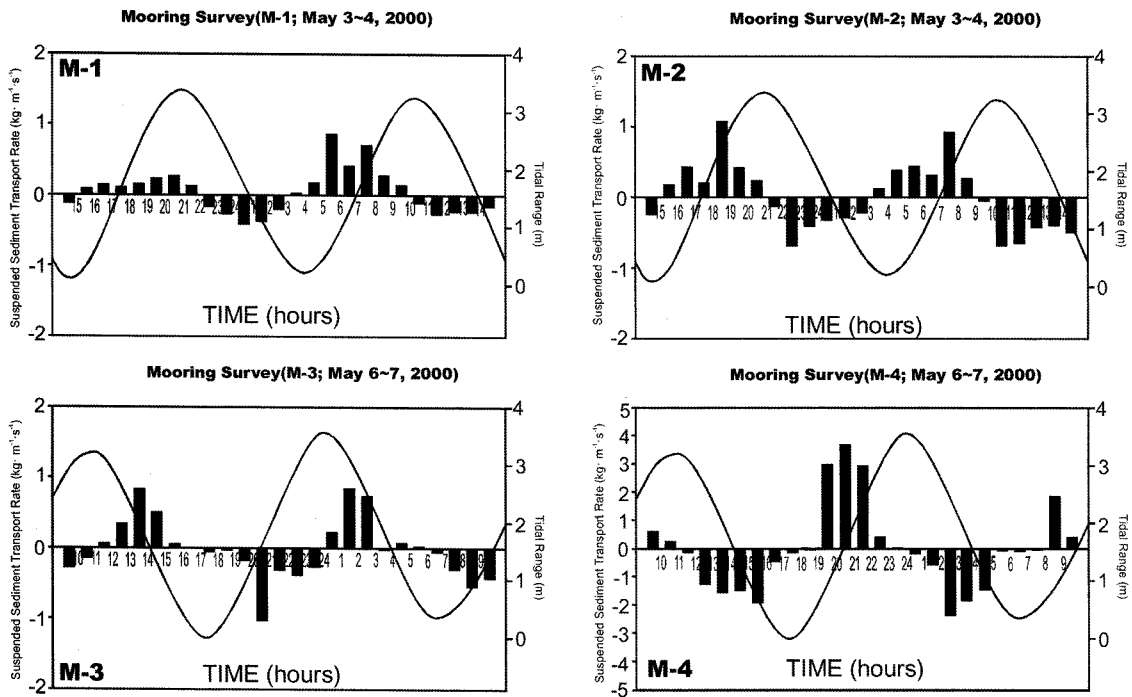


Fig. 5. Variation of net transport during the 2 tidal cycles at M-1 and M-2(positive value; influx, negative value; outflow), M-3 and M-4(positive value; outflow, negative value; influx).

Table 1. Residual flow, suspended sediment flux and suspended sediment transport load during the 2 tidal cycle

St.	layer	$R_r$	$f_s$	net sediment transport	
		( $m \cdot sec^{-1}$ )	( $\times 10^{-3} kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ )	$Q_s(kg \cdot m^{-1})$	Dir.(deg.)
M-1	Surface	0.76	0.50	133.88	24
	Middle	3.75	0.94		
	Bottom	4.73	3.21		
M-2	Surface	-4.86	1.16	146.43	111
	Middle	-3.07	-1.49		
	Bottom	-1.58	-0.36		
M-3	Surface	0.02	2.11	23.25	129
	Bottom	0.00	0.55		
M-4	Surface	2.72	12.83	4,312.31	177
	Bottom	1.28	4.96		

Note:  $R_r$  denotes residual flow,  $f_s$  net suspended sediment flux and  $Q_s$  net suspended sediment transport load.

성되어 있어 관측시 저층으로부터의 부유퇴적물의 영향은 다소 받았을 것으로 생각되나, 대부분 외해로부터 유입되어 온 것으로 생각된다. 조발수도의 저층은 실트질점토의 세립질로써 부유물 총 이동량에 다소 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 그러나 외해로부터 유입되는 이동량과 만내에서 유출되는 이동량은 거의 비슷한 것으로써, 5월 건기시 여자만의 만 입구에서 부유물 이동량의 변화는 거의 없는 것으로 생각된다.

조발수도(M-2)에서는 2조석 주기동안 조사 정점을 통하여 전 수층에서 만 외부로의 흐름이 우세한 유속구조를 보이나, 부유퇴적물의 순 이동량은 표층에서는 만 내부로의 유입, 중층과 저층에

서는 외부로의 유출되는 현상이 나타났다. 표층에서 잔차류와 순 퇴적물 유동방향이 달리되는 현상은 표층의 창조류시 부유물량이 낙조시 부유물량 보다 큰 것(Fig. 3: M-2)에 기인하는 것으로 생각된다. 이와 같이 계산된 잔차류의 분포특성으로 부유퇴적물 이동양상을 유추할 수 있으나, 조류유속 뿐만 아니라 부유퇴적물 농도변화를 고려하여 식에 의해 계산된 각 수층에서 시간 평균된 부유퇴적물의 이동양상은 잔차류의 분포특성과 완전히 일치되지 않는 것으로 알려져 있다(Nichols[1977]).

별교천 입구(M-3)에서 2조석주기 동안 단위 폭 당 부유물 총 이동량은  $23.25 kg \cdot m^{-1}$ 로서 여자만에서는 가장 낮은 이동량을 보이고 있다. 이는 얕은 수심으로 흐름이 매우 미약하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 동·이사천(M-4)은 높은 부유물 농도( $327.19 mg \cdot l^{-1}$ )에 기인하여 여자만 내에서 가장 높은 부유물 총 이동량 ( $4,312.31 kg \cdot m^{-1}$ )을 보이고 있다.

이상과 같이 여자만내의 5월 부유퇴적물 총 이동량 변화를 보면 Fig. 6과 같다. 만 입구의 M-1정점을 통하여  $133.88 kg \cdot m^{-1}$  유입되고, M-2정점을 통하여  $146.43 kg \cdot m^{-1}$  유출된다. 그리고 M-3정점을 통하여  $23.25 kg \cdot m^{-1}$ 이 유입되고, M-4정점을 통하여  $4,312.31 kg \cdot m^{-1}$  유입된다. 즉 여자만 내에 분포하는 퇴적물은 외해로부터 유입되는 것은 거의 없으며, 주로 동·이사천 으로부터 유입되고 있음을 알 수 있다.

여자만의 퇴적물 분포를 보면 점토질실트 퇴적상(Clayey Silt facies)이 일부 분포하나 전반적으로 실트질점토 퇴적상(Silty Clayey facies)으로 구성되어 있음을 알 수 있다(Fig. 7). 본 조사시 표층 퇴적물 시료는 4월에 채취한 것으로서, 여자만 지역에서 4월은 동,

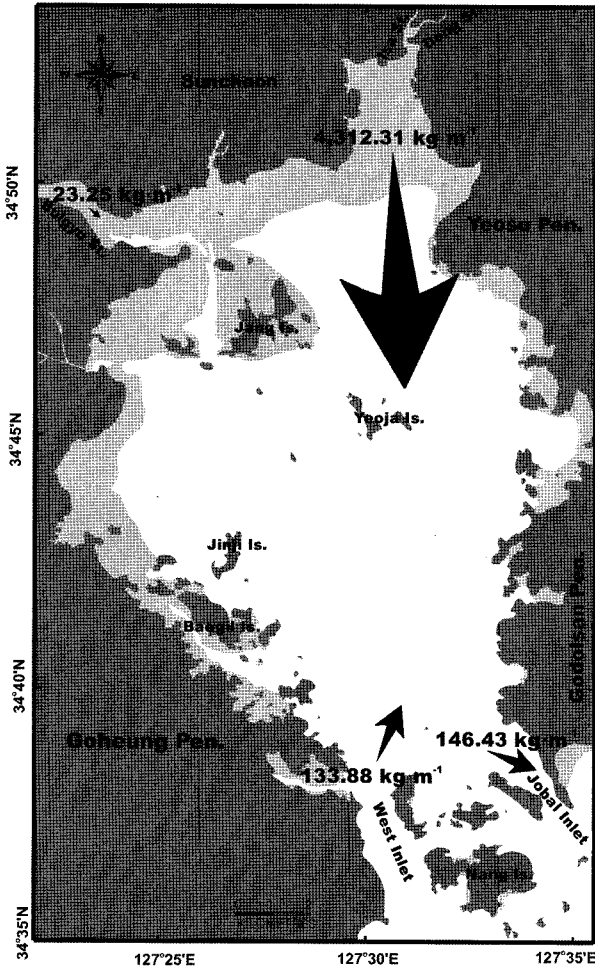


Fig. 6. Calculated suspended sediment flux in Yeosu Bay.

춘계의 건기가 끝나고 우기로 접어드는 시기(Table 2)로써 표층퇴적물은 주로 건기에 공급되어 형성된 것으로 생각된다. 우기시(최 [1997], 8월) 표층퇴적물의 조성과의 비교(Fig. 7)하면, 우기때는 점토질 실트 퇴적상, 건기때는 실트질 점토 퇴적상으로써 우기때 표층퇴적물 조성이 더욱 조립한 것으로 나타났다. 이는 담수의 영향이 만 중앙부까지 미치는 것으로 알려진(Lee et. al. [2000]) 동·이사천으로부터 우기시 실트질 퇴적물이 다량 유

입되는 것에 기인하는 것으로 생각된다.

Lee et al.(2000)에 의하면, 여자만의 해수유동은 서수도로 부터 오른쪽으로 흐르는 clock-wise방향으로 알려져 있다. 이들 흐름으로부터 여자만의 봄철 부유퇴적물 이동은 창조시 만 내 북서방향으로 유동하며 서측해역 퇴적층을 부유 및 일부 운반시키며, 북진한 해수는 북측의 벌교천 및 동·이사천 으로부터 유입한 담수와 조우하게 되며, 정조 후 해수는 낙조류로써 동·이사천에서 유입된 담수와 함께 남측의 만 입구로 향하여 유동하는 것으로 생각된다. 낙조류와 편승된 동·이사천 담수는 하천퇴적물을 여지도 남단까지 영향을 미치며, 건기보다 우기시에 실트질이 다량 포함하게 되어 건·우기시 여자만 내 표층퇴적물 조성차이를 유발하는 것으로 생각된다.

### 6. 결 론

여자만에서 대조기 2조석주기 동안 만 입구에서 이동된 단위 폭 당 부유퇴적물 총 이동량은 서수도(M-1)는 133.88 kg·m<sup>-1</sup>이 북동방향(24°)으로 만 내로 유입하고, 조발수도(M-2)는 146.43 kg·m<sup>-1</sup>이 남동방향(111°)으로 외해로 유출된다. 만 입구에서 부유퇴적물의 유·출입 변동량은 거의 미비한 것으로서, 변동이 거의 없는 것으로 생각된다. 하천 유입구에서는, 벌교천(M-3)으로부터 23.25 kg·m<sup>-1</sup>이 남동방향(129°)으로 만 내로 유입되고, 동·이사천(M-4)으로부터는 4,312.31 kg·m<sup>-1</sup>이 남측방향(177°)으로 만 내로 유입된다. 벌교천으로부터 유입되는 부유퇴적물량은 소량으로서 주로 동·이사천에서 유입되고 있다. 즉 봄철 여자만내 퇴적물은 만 입구에서 외해로 유·출입량의 변동은 거의 없으며, 주로 북측 하천에서 유입되며, 주로 동·이사천에서 유입되는 것으로 생각된다.

봄철(4월) 여자만 퇴적물의 조성은 실트질 점토(SiC: silty clay), 점토질 실트(CSi: clayey silt), 점토(C: clay), 모래(S: sand), 실트질 점토질 모래(SiCS: silty clayey sand)의 5개 퇴적상으로 구성된다. 주 퇴적상은 실트질 점토 퇴적상(silty clay facies)으로 나타났다. 우기(8월)때의 점토질 실트(CSi, clayey slit) 퇴적물보다 세립해 지는 경향으로 나타났으며, 이는 주 퇴적물 공급원인 동·이사천에서 우기때 상대적으로 조립한 실트질 퇴적물이 다량 유입되는 것에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 2. Precipitation data of Yeosu area during 2000-2004 year(from Annual Climatological Report of Korea Metrological Administration) (unit: mm)

Year \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2000	21.8	0.7	37.5	47.2	73.6	167.0	246.3	342.7	230.1	27.6	40.0	3.2
2001	31.1	66.3	10.6	46.8	47.3	393.5	122.2	123.1	51.9	81.9	15.3	33.3
2002	36.9	12.5	112.5	202.6	144.2	85.0	413.2	451.2	90.1	34.8	4.9	22.4
2003	20.0	43.6	49.2	208.6	239.9	261.5	561.5	344.0	349.1	10.8	55.7	32.5
2004	0.4	75.8	61.6	149.1	194.3	181.2	118.5	416.9	139.3	1.6	54.0	40.8
Average	22.04	39.78	54.28	130.86	139.86	217.64	292.34	335.58	172.10	31.34	33.98	26.44



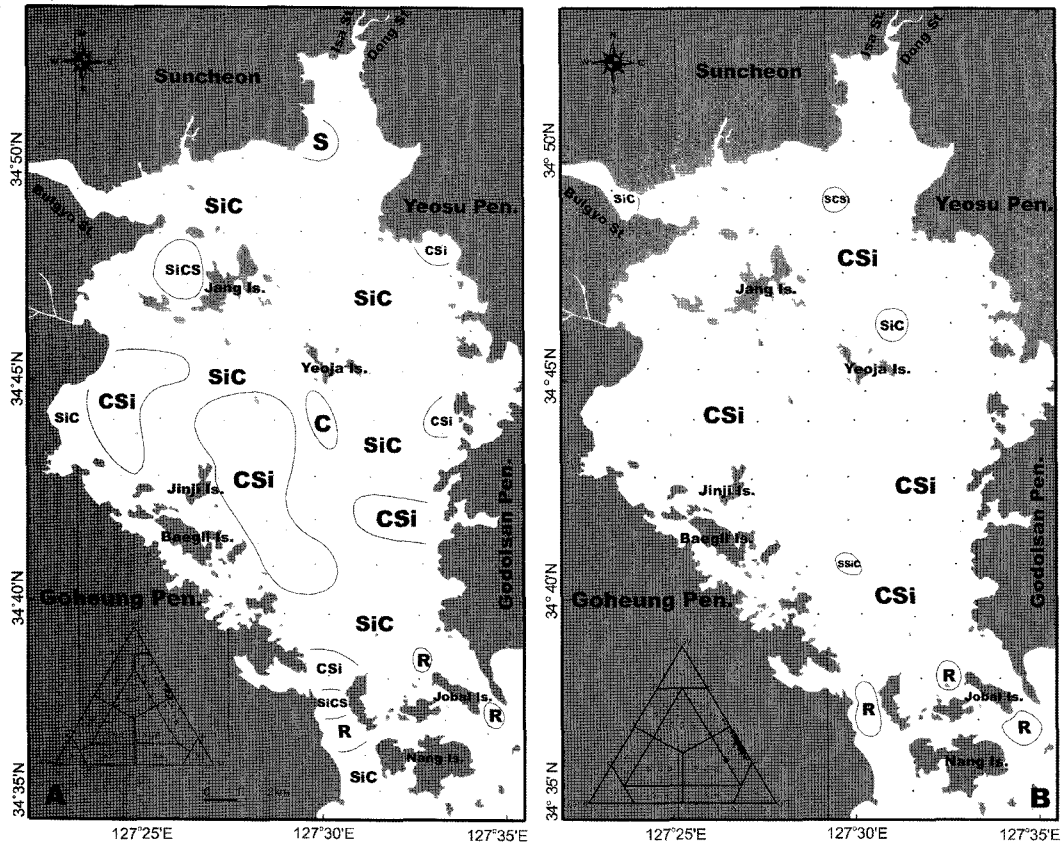


Fig. 7. Comparison map of the surface sediment facies in wet and dry seasons. A: this study(dry season) B: Choi, 1997(wet season). Note: C: clay, SiC: silty clay, SSiC: sandy silty clay, SCSi: sandy clayey silt, CSi: clayey silt, SiCS: silty clayey sand, S: sand, R: Rocky bottom.

사 사

본 연구를 위하여 현장조사와 실내분석에 도움을 준 전남대학교 해양기술학부 지질해양학 실험실원에게 감사드리며, 본 연구는 여수대학교 2005년 교내학술연구과제 연구비의 지원을 받았음.

참고문헌

[1] 공영세, 이병걸, 1994. 득량만의 퇴적물 및 부유물 특성. 한국해양학회지, 29(3), 269-277.  
 [2] 류상욱, 유환수, 김주용, 이인근, 김민지, 1999a. 한국 서남부 탄도만의 표층퇴적물 분포와 동계 동안 부유퇴적물의 운반양상. 한국지구과학회지, 20(5), 486-496.  
 [3] 류상욱, 유환수, 이종덕, 1999b. 함평만 조간대의 표층퇴적물과 집적물의 계절변화. 한국해양학회지, 바다, 4(2), 127-135.  
 [4] 류상욱, 김주용, 유환수, 2000. 반폐쇄된 무안만에서 부유퇴적물의 계절적 변동 및 운반양상. 한국지구과학회지, 21(2), 128-136.  
 [5] 류상욱, 2003. 한반도 서해안과 남해안의 반폐쇄된 만에서 조간대 퇴적물의 계절변화에 관한 비교연구: 서해안의 함평만과 남해안의 광양만. 한국지구과학회지, 24(6), 578-591.  
 [6] 박용안, 이창복, 최진혁, 1984. 광양만의 퇴적환경에 관한 연

구. 한국해양학회지, 19(1), 82-88.  
 [7] 유재영, 김성, 이은경, 1993. 여자만에서 장마에 의한 담수유입이 어란 및 치어의 출현량에 미치는 영향. 한국해양연구원, 15(1), 37-42.  
 [8] 이규형, 김동수, 1984. 여름철 여자만의 해양구조. 여수수전 연구보고, 5, 19-23.  
 [9] 이명철, 1983. 여자만의 해수교환. 어업기술학회지, 19(1), 33-38.  
 [10] 이연규, 황진연, 정규귀, 1995. 가막만 표층퇴적물 특성 및 점토광물. 한국 지구과학회지, 16(6), 477-488.  
 [11] 이진환, 윤수미, 2000. 여자만 수질과 식물플랑크톤 군집. 한국조류학회지, 15(2), 89-98.  
 [12] 임현식, 세종길, 최진우, 이계학, 1991. 여자만에서의 여름철 저서동물의 분포. 한국해양연구소, 13(2), 31-46.  
 [13] 장진호, 1995. 한국 서해안 곰소만 조간대의 퇴적작용. 서울대학교 박사학위 논문, 192pp.  
 [14] 장진호, 최진용, 1998. 조간대 퇴적물의 계절적 집적양상과 보존; 한국서해안의 곰소만. 한국해양학회지 바다, 3(3), 149-157.  
 [15] 최정민, 1997a. 광양만과 여수해만의 퇴적환경. 여수수산대학교 대학원 석사학위논문, 66pp.  
 [16] 최정민, 이연규, 우한준, 2005. 한국 남해안 여자만 조간대 퇴적물의 시공간적 변화. 한국지구과학회지, 26(3), 253-267.

- [17] 최진용, 1993, 금강하구 및 인근해역에서 부유퇴적물의 계절 절 변동에 관한 연구. 한국해양학회지, 28(4), 272-280.
- [18] 최형식, 1997. 여자만 표층퇴적물 분포특성과 저서성유공충 군집. 여수수산대학교 대학원 석사학위논문, 61pp.
- [19] 추용식, 이희준, 박은순, 이연규, 정갑식, 2000. 만 입구에서 부유퇴적물 거동과 플럭스: 한반도 서해 남부 함평만의 여름철 특성. 한국해양학회지 바다, 5(2), 105-118.
- [20] 해양수산부, 1999. 갯벌생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구. 875pp.
- [21] Carver, R.E., 1971. Procedures in sedimentary petrology. Wiley-Interscience, 653pp.
- [22] Gao, S., Q.C., Xie and Y.J. Feng, 1990. Fine-grained sediment transport and sorting by tidal exchange in Xiangshan Bay, Zhejiang, China. Est., Coast. and Shelf Sci., 31, 397-409.
- [23] Ingram, R.L., 1971. Sieve analysis: In Carver, R.E.(ed.). Process in Sedimentary Petrology. Willey-Inter Science, 49-67.
- [24] Lee C.B and Kim T.I., 1987. Formation and Evolution of Turbidity Maximum in the Keum Estuary, West Coast of Korea. Jour. Oceanal. Soc. Korea, 22. p. 105-118.
- [25] Lee, C.H., 1988. Sedimentological study of intertidal deposits in the Komso Bay, West Coast of Korea. M.S. thesis, Seoul Nat. Univ., Seoul. 55pp.
- [26] Lee, H.J., Chu, Y.S., and Park, Y.A., 1999. Sedimentary process 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.
- [27] Lee, Y.G, Chu, Y.S., Jung, K.K., Woo, H.J. and Lee, H.J., 2000. Depositional Processes of Fine-Grained Sediments and Foraminiferal Imprint of Estuarine Circulation by Summer Floods in Yoja Bay, Southern Coast of Korea. Jour. Oceanal. Soc. Korea, 35, 109-123.
- [28] Nichols, M.M., 1977. Response and recovery of an estuary following a river flood. Jour. Sed. Pet., 47, 1171-1186.
- [29] Park, S.C. and Lee, K.W., 1996. Modern Sedimentary Environment of Jinhae Bay, SE Korea. Jour. Soc. Oce., 31(2), 43-54.

---

2006년 6월 12일 원고접수

2007년 2월 6일 수정본 채택

Appendix 1. Texture parameter of surface sediments in the Yeolja Bay.

Sample No	Composition(%)				Sediment Type by Folk	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ(Phi)	St.De.	Skew.	Kurt.
yj-1	0.00	3.80	36.88	59.32	S.Si.C	8.96	2.67	-0.50	1.99
yj-2	0.00	82.09	5.60	12.32	S	9.29	2.25	-0.41	2.02
yj-4	0.00	1.07	37.28	61.66	Si.C	9.19	2.48	-0.45	1.77
yj-7	0.22	11.58	28.90	59.30	Si.C	8.71	3.09	-0.81	2.73
yj-8	0.00	0.79	35.02	64.19	Si.C	9.34	2.69	-0.63	1.72
yj-10	0.00	0.72	42.45	56.83	Si.C	8.89	2.53	-0.24	1.53
yj-11	0.00	0.88	37.37	61.75	Si.C	9.19	2.52	-0.44	1.67
yj-12	0.00	2.90	29.36	67.74	Si.C	9.40	2.47	-0.82	2.77
yj-13	0.00	0.77	35.78	63.46	Si.C	9.29	2.36	-0.44	1.74
yj-14	0.00	1.76	40.42	57.83	Si.C	8.93	2.57	-0.37	1.85
yj-15	0.00	7.28	36.17	56.55	Si.C	8.66	2.86	-0.58	2.40
yj-16	0.00	0.42	36.76	62.82	Si.C	9.33	2.48	-0.51	1.68
yj-17	0.00	7.66	34.77	57.58	Si.C	8.78	2.93	-0.54	2.00
yj-21	0.00	50.71	18.02	31.27	Si.C.S	5.98	3.72	0.45	1.62
yj-22	0.00	1.51	40.73	57.76	Si.C	8.96	2.56	-0.35	1.77
yj-23	0.00	1.63	44.85	53.52	Si.C	8.66	2.66	-0.18	1.56
yj-24	0.00	1.67	36.90	61.43	Si.C	9.12	2.57	-0.51	1.95
yj-25	0.00	1.58	24.73	73.69	Si.C	9.91	2.52	-1.15	2.71
yj-26	0.00	2.11	24.52	73.37	Si.C	8.85	2.02	-0.79	3.39
yj-27	0.00	2.67	51.87	45.46	C.Si	8.25	2.69	0.06	1.58
yj-28	0.00	0.70	49.40	49.90	Si.C	8.53	2.56	0.00	1.49
yj-29	0.00	0.06	45.51	53.89	Si.C	8.69	2.34	-0.02	1.62
yj-30	0.00	0.55	41.51	57.95	Si.C	8.80	2.36	-0.15	1.66
yj-31	0.00	2.62	42.21	55.16	Si.C	8.73	2.66	-0.26	1.65
yj-32	0.00	0.72	36.17	63.11	Si.C	9.25	2.58	-0.52	1.69
yj-34	0.00	1.30	45.34	53.36	Si.C	8.64	2.55	-0.13	1.63
yj-35	0.00	5.42	45.48	49.10	Si.C	8.31	2.96	-0.14	1.51
yj-36	0.00	1.86	46.60	51.54	Si.C	8.74	2.81	-0.04	1.54
yj-37	0.00	2.99	51.56	45.45	C.Si	8.39	2.85	0.13	1.61
yj-38	0.00	6.16	48.91	44.93	C.Si	8.15	3.00	0.09	1.63
yj-39	0.00	3.99	41.39	54.63	Si.C	8.66	2.88	-0.31	1.59
yj-40	0.00	2.12	43.63	54.25	Si.C	8.62	2.40	-0.11	1.84
yj-41	0.00	0.83	42.02	57.16	Si.C	8.82	2.38	-0.16	1.67
yj-42	0.00	0.77	43.58	55.64	Si.C	8.74	2.37	-0.10	1.68
yj-43	0.00	4.00	43.35	52.66	Si.C	8.55	2.73	-0.22	1.69
yj-45	0.00	0.65	58.52	40.84	C.Si	7.90	2.49	0.32	1.72
yj-46	0.00	3.14	42.73	54.12	Si.C	8.41	2.44	-0.15	2.11
yj-47	0.00	0.77	17.81	81.42	C	8.57	1.42	0.56	6.32
yj-48	0.00	1.78	49.89	48.32	C.Si	8.28	2.47	-0.04	2.18
yj-49	0.00	12.05	55.97	31.97	C.Si	6.86	2.85	0.39	2.04
yj-50	0.00	3.19	43.18	53.63	Si.C	8.66	2.73	-0.34	1.95
yj-51	0.00	1.96	43.98	54.06	Si.C	8.54	2.44	-0.10	1.81
yj-52	0.00	2.03	70.72	27.25	C.Si	7.53	2.09	0.63	2.82
yj-53	0.00	0.42	46.22	53.36	Si.C	8.74	2.63	-0.13	1.37
yj-55	0.00	2.33	53.99	43.68	C.Si	8.14	2.67	0.14	1.57
yj-56	0.00	0.63	32.62	66.75	Si.C	9.36	2.46	-0.60	1.85

Appendix 1. Continued.

Sample No	Composition(%)				Sediment Type by Folk	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ(Phi)	St.De.	Skew.	Kurt.
yj-57	0.00	5.56	49.99	44.45	C.Si	7.89	2.67	0.09	1.79
yj-58	0.00	8.61	48.86	42.53	C.Si	7.73	2.99	0.13	1.51
yj-59	0.00	1.10	46.31	52.59	Si.C	8.58	2.62	-0.10	1.49
yj-60	0.00	3.61	42.82	53.57	Si.C	8.50	2.68	-0.19	1.66
yj-61	0.00	3.31	42.49	54.21	Si.C	8.64	2.83	-0.11	1.62
yj-62	0.00	2.41	51.97	45.62	C.Si	8.08	2.51	0.14	1.76
yj-64	0.00	9.69	48.10	42.21	C.Si	7.74	3.02	0.20	1.71
yj-65	0.00	2.92	44.04	53.05	Si.C	8.61	2.79	-0.22	1.50
yj-66	0.00	4.11	48.09	47.80	C.Si	8.16	2.63	0.00	1.77
yj-67	0.00	0.65	43.95	55.40	Si.C	8.75	2.61	-0.19	1.47
yj-69	0.00	3.19	46.65	50.16	Si.C	8.34	2.53	-0.06	1.82
yj-71	0.00	2.41	49.93	47.66	C.Si	8.14	2.55	0.05	1.80
yj-72	0.00	13.30	63.27	23.43	C.Si	6.91	2.32	0.39	2.70
yj-73	0.00	4.38	46.08	49.54	Si.C	8.22	2.59	-0.03	1.73
yj-74	0.00	4.18	47.08	48.73	Si.C	8.09	2.51	0.00	1.85
yj-75	0.00	2.56	42.22	55.22	Si.C	8.62	2.56	-0.09	1.98
yj-76	0.00	6.07	47.01	46.92	C.Si	8.06	2.68	-0.07	1.94
yj-77	0.00	3.56	43.41	53.03	Si.C	8.52	2.70	-0.07	1.82
yj-78	0.00	1.53	44.52	53.96	Si.C	8.48	2.26	-0.02	2.19
yj-79	0.00	8.17	47.94	43.89	C.Si	7.89	2.78	-0.12	2.15
yj-80	0.00	4.46	44.71	50.83	Si.C	8.29	2.60	-0.15	1.99
yj-81	0.00	3.88	46.18	49.95	Si.C	8.26	2.62	-0.06	1.76
yj-82	0.03	5.35	32.33	62.28	Si.C	8.88	2.99	-1.00	3.46
yj-85	17.71	21.73	31.62	28.94	Si.C.S	4.86	4.76	-0.04	1.56
yj-86	0.00	0.77	45.76	53.47	Si.C	8.66	2.25	0.01	1.87
yj-87	0.00	1.44	46.71	51.85	Si.C	8.56	2.36	-0.01	1.79
yj-89	0.76	5.04	36.36	57.84	Si.C	7.53	2.30	-2.00	7.49
MIN	0.00	0.06	5.60	12.32		4.86	1.42	-2.00	1.37
MAX	17.71	82.09	70.72	81.42		9.91	4.76	0.63	7.49
AVG	0.26	5.21	42.32	52.21		8.46	2.62	-0.19	2.01