

## 光陽灣의 海水 交換

崔秉昊\*, 金東喆\*\*, 高診錫\*\*

### 1. 緒 論

본 연구에서는 前回の 南海島海域潮汐數值模型(崔 等, 1995)을 확장하여 가막양이 포함되도록 조석수치모형을 수립하였다. 개체 식별 가능한 다수의 입자가 M<sub>2</sub> 조석 주기 동안 이동되도록 수치실험을 행하였고 여수해만 입구와 노량수도 및 창선해협과 대방수도를 경계로 교환량을 평가하고 광양만 및 진주만의 해수 교환률을 산정하였다. 95년 7월의 씨프린스호 사고에 이어 7월 17일 호남정유의 호남 사파이어호의 누출유 사고는 18일 밤부터 여수시 돌산대교를 거쳐 청정해역인 가막양으로까지 확산되었는바 본 고에서는 광양만 일대의 오염물질 확산거동을 수치적으로 연구하기 위한 초기단계의 과업을 수행하였다.

### 2. 光陽灣의 海水 交換

#### 2-1. Lagrangian 模型

前回の 南海島海域潮汐數值模型(崔 等, 1995)의 250m 격자 체계를 가막양까지 포함시켜 M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub> 분조에 대해 시물레이션이 이루어졌고 이 해역의 平均潮汐狀況을 대표하는 M<sub>2</sub> 분조의 산정결과로부터 粒子의 drift를 산정하여 해수교환성을 평가하는 수치실험을 실시하였다. M<sub>2</sub> 조석모형의 Euler조류장에서 Lagrange적인 입자추적을하여 보존성 물질의 이동 경로 및 체류 특성을 파악코자 하였는바 標識 粒子의 궤적은 4階의 Runge-Kutta기법을 이용하였으며 입자의 속도는 bicubic interpolation기법에 의하였다(Hofmann等, 1991).

$$k_1 = \Delta t \times u(t, x_m)$$

$$k_2 = \Delta t \times u(t + \Delta t/2, x_m + k_1/2)$$

$$k_3 = \Delta t \times u(t + \Delta t/2, x_m + k_2/2)$$

$$k_4 = \Delta t \times u(t + \Delta t/2, x_m + k_3)$$

$$x_{m+1} = x_m + k_1/6 + k_2/3 + k_3/3 + k_4/6$$

여기서  $x_{m+1}$ 은 입자의 현재위치,  $x_m$ 은 입자의 과거 위치이며 입자의 속도성분은 다음과 같이 계산된다.

$$A(x_f, y_f) = \sum_{i=1,4} \sum_{j=1,4} A(x_i, y_j) \left\{ \frac{\left[ \prod_{k=1,4}^{k \neq i} (x_f - x_k) \cdot \prod_{l=1,4}^{l \neq j} (y_f - y_l) \right]}{\left[ \prod_{k=1,4}^{k \neq i} (x_i - x_k) \cdot \prod_{l=1,4}^{l \neq j} (y_j - y_l) \right]} \right\}$$

\* 成均館大學校 工科大學 土木工學科

\*\* 成均館大學校 - 韓國海洋研究所 學研 博士課程, (株)世一綜合技術公社 附設 港灣 및 海岸開發 技術研究所

## 2-2. 海水 交換率

해수의 용적에 의해 교환율은 다음과 같이 정의하였다. (Imasato et al., 1980)

$$E_v = V(t) / V(t_m)$$

여기서  $V(t)$ 는 한 조석주기에 의해 축으로 빠져나가는 내만수의 체적이며  $V(t_m)$ 은 내만수의 체적이다.

금회 연구에서 해수 교환을 산정은 그림 3에서 영역 I 은 광양만 해역으로 남측으로 여수해협에서 평산포로 가로지르도록 설정하였고 동측으로는 노량 해협을 가로지르도록 설정하였다. 영역 II는 진주만 해역으로 영역 I의 동측 경계를 서측 경계로서 설정하고 동측으로는 삼천포항~수유도, 수유도에서 창선도, 창선해협을 가로지르도록 설정하였다(그림 1).  $V(t)$ 는 설정된 영역을 기준으로  $u, v$  성분이 영역 외측 방향으로 양의 값을 가질 때 경계 부의 해당적자의 체적에 이 유속 성분을 곱하여 한조석 주기에 대해 산정 하였으며  $E_v$ 는 한조석 주기 후에 계산 되는  $V(t)$ 와  $V(t_m)$ 의 백분율로 표시하였다(표 1).

표 1. 각 영역에서의 해수 교환량과 교환율

	영역 I (광양만 해역)	영역 II (진주만 해역)
$V(t_m)$	2.7E+9 $m^3$	1.7E+9 $m^3$
$V(t)$ (1 조석주기)	0.60E+9 $m^3$	0.54E+9 $m^3$
$E_v$ (1 조석 주기)	22.7 %	32.0 %
$V(t)$ (2 조석주기)	1.2E+9 $m^3$	1.1E+9 $m^3$
$E_v$ (2 조석 주기)	45.5 %	64.3 %

## 3. 結 論

본 연구에서는 여러 분조의 조화로써 실시간 해수교환특성 산정 및 입자추적에 앞서 반일주 조성이 지배적인 광양만, 진주만 및 가막양에 대해 대표분조인  $M_2$  분조에 의한 광양만과 진주만의 해수교환량 및 해수교환율을 산정해 본 바 평균중조시 광양만은 1 조석주기당 22.7%, 진주만은 32%의 해수교환율을 보여 광양만은 4.5주기, 진주만은 3.5주기가 해역별 해수를 교환시킬 수 있음을 알 수 있다. 95년 7월 씨프란스호 사고에 이어 7월 17일 호남정유의 사파이어호의 누출유 사고에 대한 정성적인 확산형태를 파악한 바로는 광양만 해역에서 오염원 방류시는 내만에 비해 왕복성 흐름이 지배적인 여수해만으로 왕복성 이동특성을 보이고, 오동도 전면을 지나가는 오염원 입자는 일부가 여수해협을 지나 가막양으로 유입될 수 있음을 결과들에서 알 수 있다. 따라서 최근 빈번하고 있는 유류 유출 사고에 대해 방재구역 설정을 예측할 수 있는 모니터링 시스템을 구축하기 위해서는 최소 8개 분조( $M_2, S_2, K_1, O_1, N_2, K_2, P_1, Q_1$ )가 고려된 실시간 조석 수치모형과 oil spill의 확산특성 및 바람장에 의한 효과 등을 고려한 모형 수립이 필수적일 것으로 판단된다.

## 參考文獻

- Choi, B.H. 1980. A tidal of the Yellow Sea and Eastern China Sea. Korea Ocean Research and Development Institute(KORDI), Report No. 80-02.
- Choi, B.H. 1980. Tidal Computation for Incheon Bay. Journal of the Oceanology Society of Korea, 15(2), pp 112-122
- E.E. Hofmann, K.S. Hedström, J.R. Moisan, D.B. Haidvogel and D.L. Mackas, 1991. Use of Simualtes Drifter Tracks to Investigate General Transport Patterns and REsidence Times in the Coastal Transition Zone. J. Geophys. Res, 96, 15, 041-15, 052
- Flather. R.A. and Heaps, N.S., 1975. Tidal Computations for Morecombe Bay. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society. 42: pp 489-517
- H. Hukuda, J.H. Yoon and T. Yamagata, 1994. Tidal Simulation of Ariake Bay - A Tideland Model, J. Oceanogr. Soc. Japan, 36, 151-162.

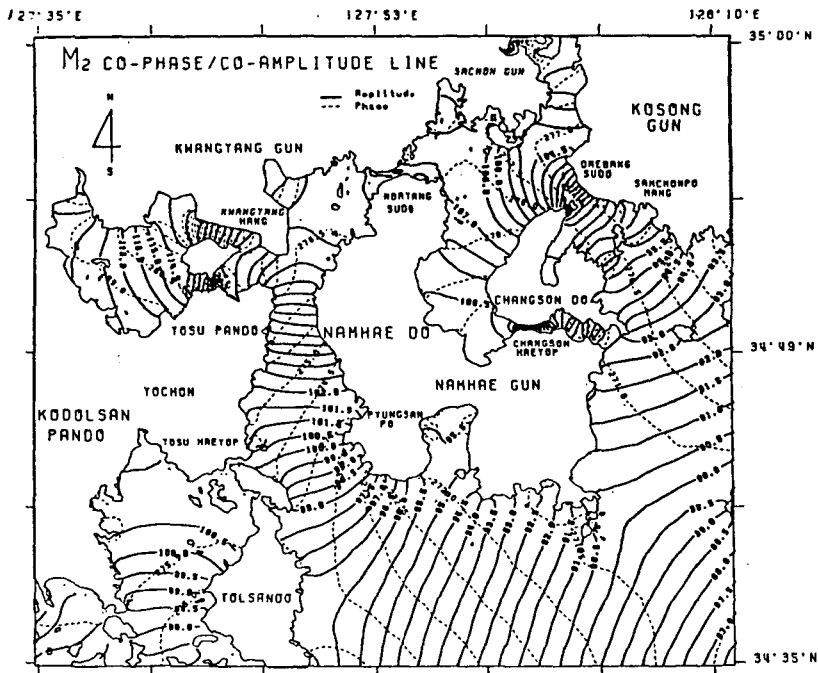


그림 1. 남해도 해역의 조석도( $M_2$  분조)

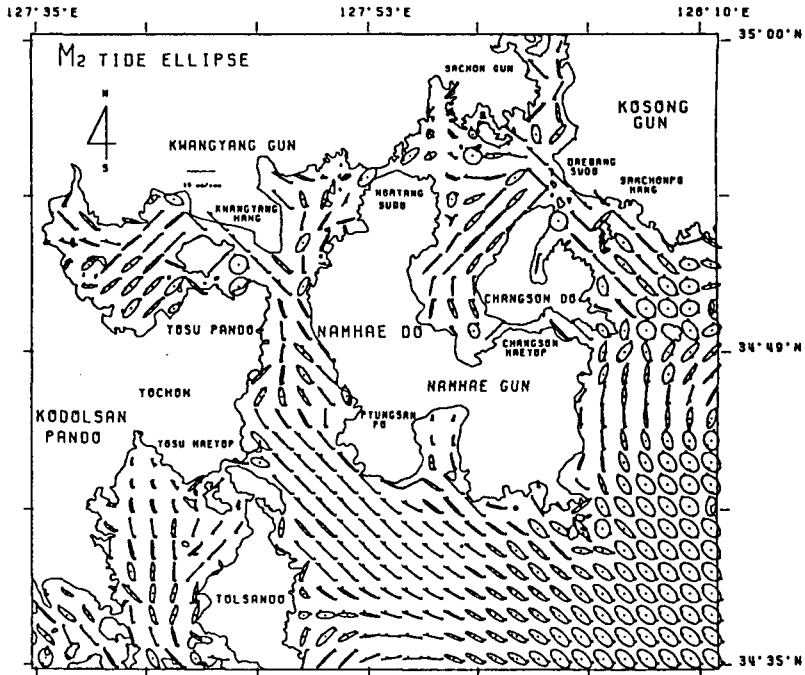


그림 2. 남해도 해역의 조류 타원도( $M_2$  분조)

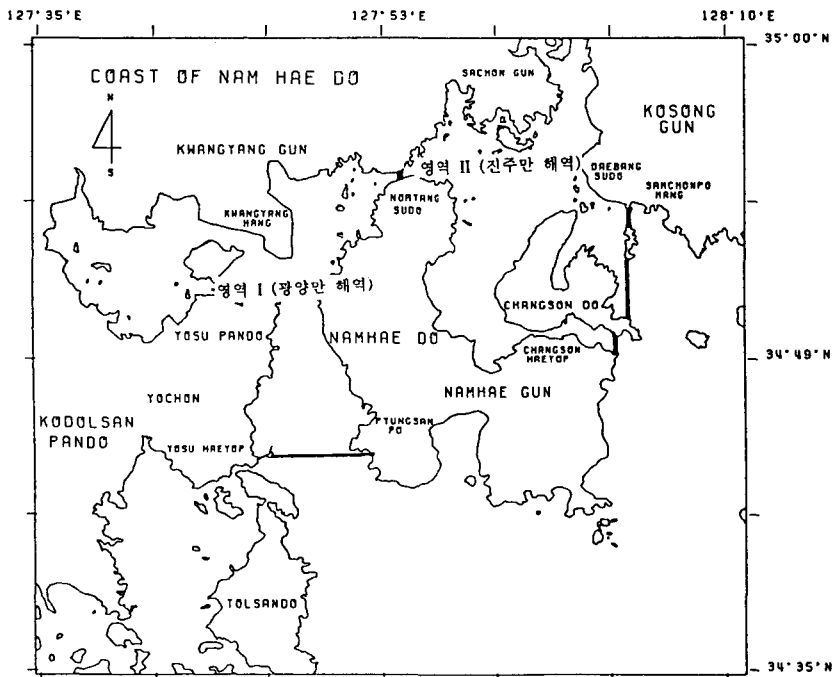


그림 3. 해수 교환량 및 교환율 산정 영역그림

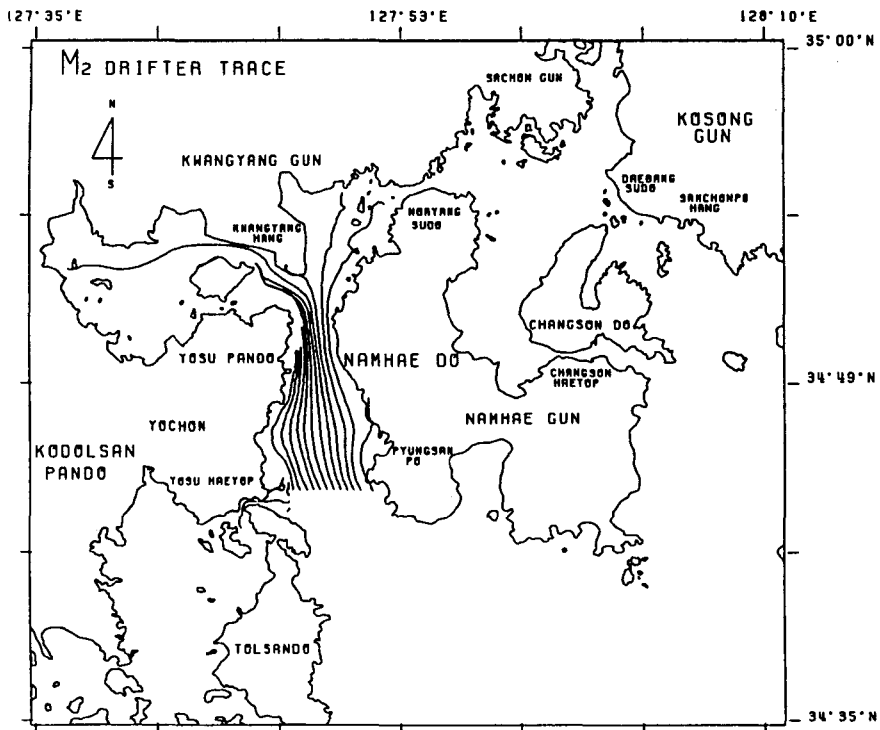


그림 4. M<sub>2</sub>분조에 의한 입자이동 주경로도

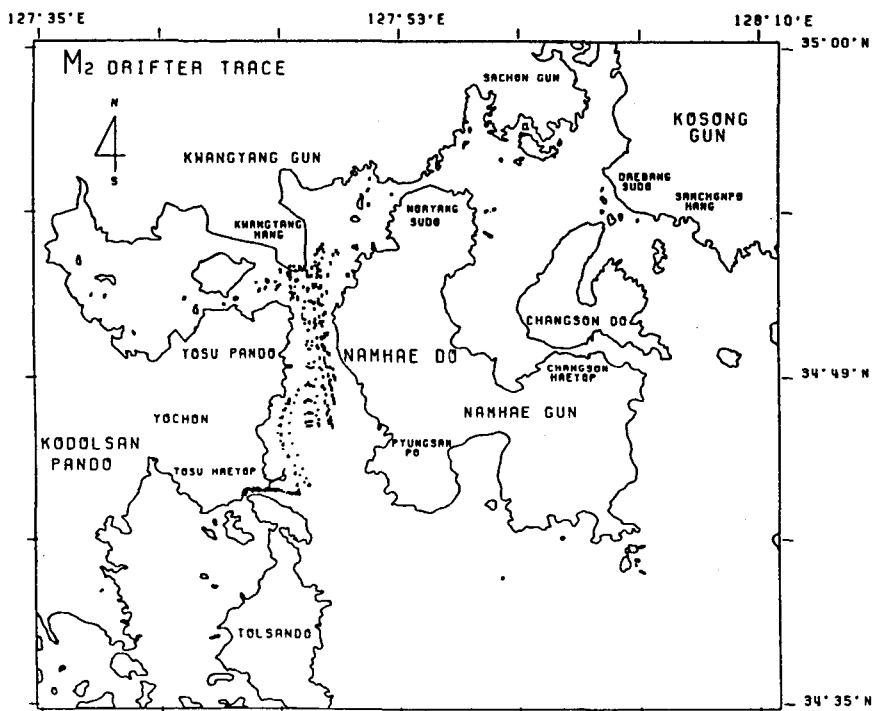


그림 5. M<sub>2</sub>분조에 의한 입자추적도(평양슬러그처리장 전면부 방출시)