

계절별 풍성류에 의한 동지나해의 해수 교체시간 산정 (The computation of the turn-over time by meteorologically- induced circulation on the East China Sea)

최 병 호* 서 경 석**

1. 서론

3차원 수치모형(Choi, 1989)을 이용하여 동지나해의 계절별 및 연평균의 풍성류 순환을 산정하였고, 이를 사용하여 동지나해의 분할된 여러 영역에서 수심별 해수 교체시간(turn-over time)을 계산하였다.

수치모형의 격자 해상도는 전에 발표된 위도상 1/5도, 경도상 1/4도(Choi, 1982) 및 위도상 1/15도, 경도상 1/12도(Choi, 1989)의 각기 두개의 모형을 이용하였고, 이들 두개의 모형에 의해 계산된 해수 교체시간이 비교되었다. 계절별 및 연평균의 산정된 풍성류의 순환형태는 표면에서는 바람응력에 직접 반응하는 반면, 바다의 일부 지역에서는 역류(return flow)가 발생하며 또한 겨울 기간내에는 강한 바람응력에 의한 풍성류가 산정되어 이에 의한 해수 교체시간도 이 기간내에 가장 빠르게 일어난다.

2. 해수 교체시간

해수 교체시간은 다음과 같이 정의된다. (Bolin et al., 1973)

$$t = M/F \dots\dots\dots (1)$$

여기서, M : Total mass of water in the sea area
F : Total flux of mass leaving per unit time

식 (1)은 어떤 영역에서 해수가 순간적으로 그곳을 떠나려는 평균시간으로, 수치모형에서 밀도가 균일하다고 가정하였으므로 질량은 체적으로 질량 flux는 체적 flux로 대치할 수 있다.

$$t = V/q \dots\dots\dots (2)$$

여기서, V : Total volume in the each sea area
q : Total volumetric flux through each sea area boundary

3. 결과 및 토의

그림 1 및 2와 같이 각기 2개의 체계를 이용하여 봄(3, 4, 5월), 여름(6, 7, 8월), 가을(9, 10, 11), 겨울(12, 1, 2월) 및 연평균의 풍성류를 산정하였

* 성균관대학교 토목공학과 (Dept. of Civil Eng. Sung Kyun Kwan University, Suwon, Korea)
** 한국원자력연구소 처분기술실 (Radwaste Disposal Tech., KAERI, Taejon, Korea)

다. 풍성류의 산정에 있어 바람응력 분포는 Han and Lee(1981)와 기압분포는 JMA(1968)의 자료를 이용하여 작성하였다.

산정된 풍성류의 형태는봄, 가을, 겨울, 연평균에 표면에서 남서방향의 순환형태를 나타내며, 여름에는 북동방향의 순환형태를 제시한다. 산정된 풍성류를 이용하여 분할된 각 영역에서 연평균에 대해 계산한 해수 교체시간을 표 1에 제시하였는데, 여기서 2D는 수심 평균유속을 이용하여 계산한 것이고 3D는 수주를 통한 유속방향의 변화를 고려하여 계산하였다.

표 1에서 영역 2,3,4,5의 해수 교체시간은 3D에 의한 값이 2D에 의해 계산한 값보다 적게 나오는데 이는 3D가 수주를 통한 유속방향의 변화를 고려했기 때문이다. 다만 영역 1에서 값이 2D가 더 적게 나오는데 이는 영역 1에서는 흐름의 유동이 한쪽의 경계면만을 통해 이루어지기 때문에 약간 비합리적인 값이 제시되고 있다. 따라서 해수 교체시간을 계산함에 있어 영역의 적절한 분할이 중요하다 생각된다. 그림 3,4는 2개의 격자체계에 의해 계산된 계절별 및 연평균의 해수 교체시간을 나타내고 있다. Daives(1982)는 북해에서 3차원 수치모형을 이용하여 풍성류의 산정 및 해수 교체시간을 계산하였는데 역시 2D보다 3D에서 해수 교체시간이 적게 계산됨을 제시하였다.

3. 결론

3차원 수치모형을 이용하여 동지나해의 계절별 및 연평균의 풍성류를 산정하였고, 이어 분할된 각 영역에서 해수 교체시간을 계산하였다. 계산된 해수 지체시간은 영역 1을 제외한 지역에서 2D 보다 3D에서 계산된 값이 적게 나오고 있으며, 또한 해수 교체시간은 분할된 영역의 풍성류 순환형태에 많은 영향을 받고 있다.

계산된 해수 교체시간은 1차적으로 분할된 각 영역에서 오염물의 이동시간을 예측할 수 있는데, 근년의 연안해역에서의 유류유출 및 연안에 위치한 방사성폐기물 처분장으로 부터의 방사성핵종의 방출등의 오염물의 이동역학을 연구하는데 있어 중요한 사항이라 생각된다.

표 1. Turn - over time(years) with meteorological forcing averaged over a year

Area	Coarse mesh		Fine mesh	
	2 D	3 D	2 D	3 D
1	8.5	11.1	7.8	9.4
2	3.6	1.9	2.9	1.8
3	2.8	2.3	2.8	2.3
4	1.6	1.4	1.6	1.4
5	1.6	1.2	2.0	1.2

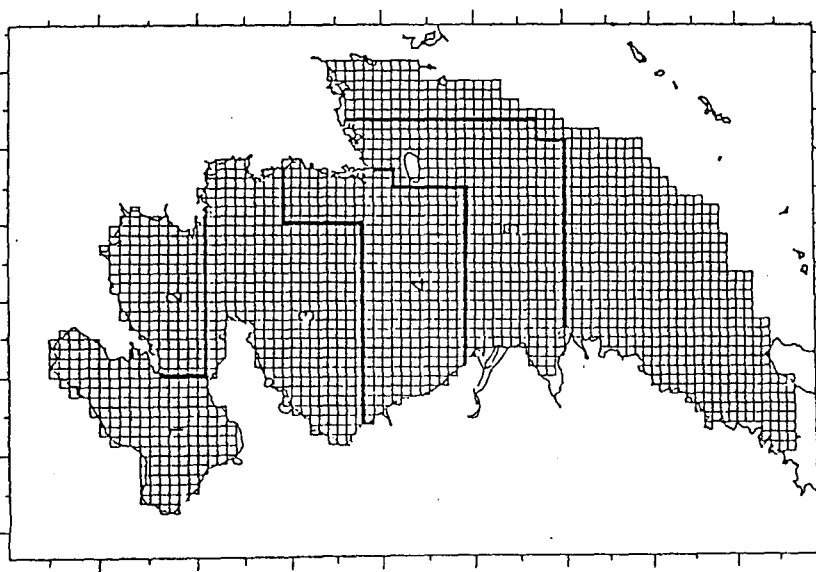


그림 1. Finite difference grid of the coarse mesh model
(1/5 x 1/4)

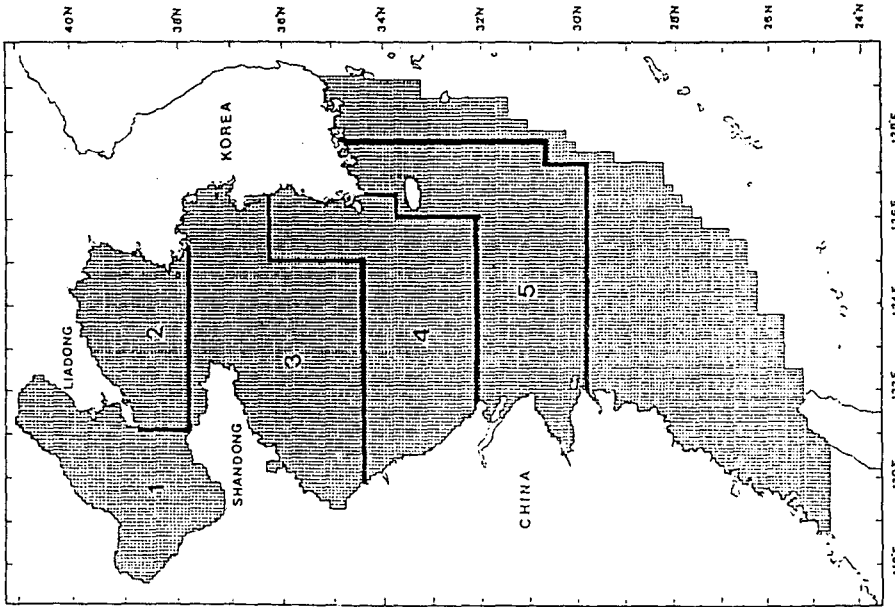


그림 2. Finite difference grid of the fine mesh model
(1/15 x 1/12)

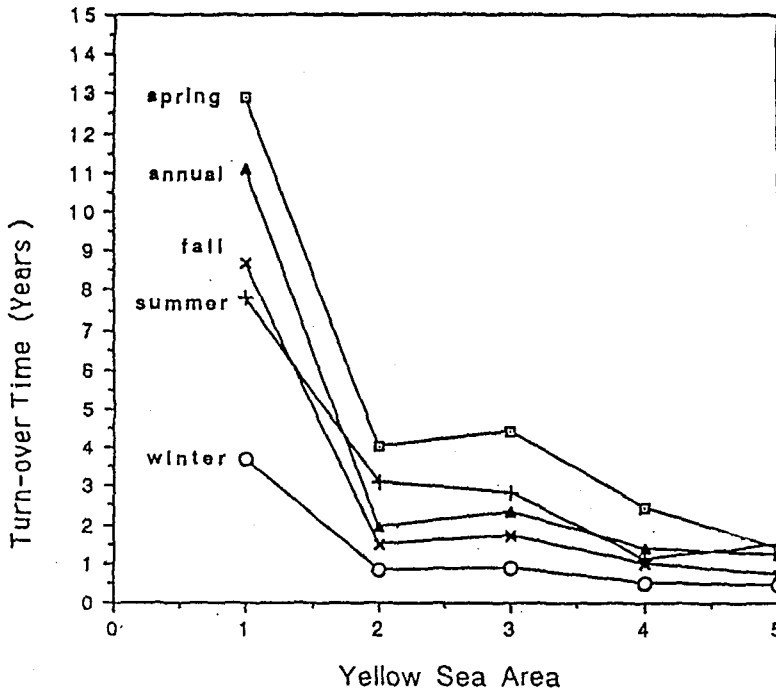


그림 3. Turn-over times for the total water depth(3D)
: coarse mesh model(1/5 x 1/4)

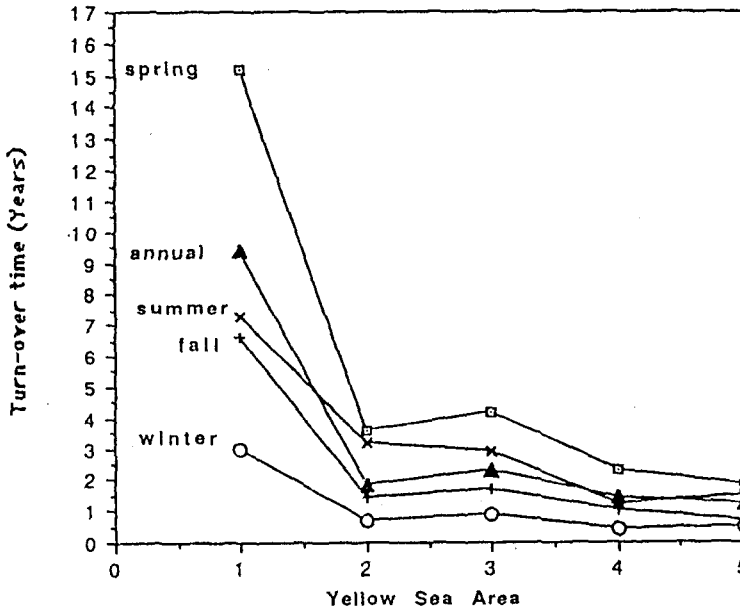


그림 4. Turn-over times for the total water depth(3D)
: fine mesh model(1/15 x 1/12)

참고 문헌

Bolin B., Rodhe H., 1973. A note on the concepts of age distribution and transit time in natural waters. *Tellus*, 25,58-62

Choi, B. H., 1982. Note on currents driven by a steady uniform wind stress on the Yellow Sea and the East China Sea. *La Mer* 20,65-74

Choi, B. H., 1989. A fine-grid three-dimensional M2 tidal model of the East China Sea. *Modeling Marine System*. Vol.1, CRC Press, Inc.

Davies, A.M., 1982. Meteorologically-induced circulation on the North-West European Continental Shelf : from a three-dimensional numerical model. *Oceanologica Acta*, Vol.5, No.3

Han, Y.J. and Lee, S.W., 1981. A new analysis of monthly mean wind stress over the global ocean. *Climatic Res. Inst., Oregon State Univ. Rep. No. 26*

Japan Meteorological Agency Technical Report No.61, 1968. Normal of monthly mean sea-level pressure for the north and south Hemispheres. *Forecasting Res. Lab., Mete. Res. Inst.*