

OF6 연안역에 대한 내분비계 장애물질의 환경동태 예측

김동명*, 白石 寬明, 中杉 修身

일본국립환경연구소 화학물질 환경리스크 연구센터

1. 서 론

해양생태계로 유입되는 화학물질의 총합적인 평가 및 관리를 위해서는 동 화합물의 해양환경중의 거동 및 운명, 생태계에의 영향, 관리방안에 따른 화학물질의 변화 예측 및 리스크 평가 등을 행할 필요가 있다. 이를 위하여는 화학물질에 대한 생태계 모델이 유용한 수단이 될 수 있다.

현재 화학물질에 관한 모델로는 다환경매체의 화학물질 운명예측에 관한 멀티미디어 모델 계통의 Fugacity model(Cahill *et al.*; 2003), CALTOX, MNSEM2 (Environment Agency, Japan; 1993) 등과 연안역에 적용된 Dynamic Pseudo Two-Dimensional Link-Node Model(Seligman *et al.*; 1987), 비보존계 Box Model 등이 있으나, 이러한 모델의 경우는 수심에 따른 유해물질의 거동해석이나, 수평적 분포특성 파악 등에 한계를 가지고 있다. 그리고, 최근 적용되기 시작한 3차원 모델의 경우도 용존화학물질과 입자상 유기물질간의 흡탈착 만을 고려하고 있어 리스크 평가에 필요한 해양생물이나 수산물 내에 축적되는 화학물질에 대한 고려는 없었다.

본 연구에서는 여러 화학물질에 적용할 수 있으며, 지역특성, 존재 데이터 상황, 대상 수산물의 특성을 고려하여 여러 상태함수 및 프로세스의 추가와 삭제가 가능한 모델을 개발하여 동경만을 대상으로 그 적용성을 검토하였다.

2. 모델의 구성

본 연구에 적용된 모델은 내만의 유동장을 계산하는 해양유체역학모델 부분과 화학물질의 분포, 운명, 생태계에의 영향 등을 시뮬레이션 할 수 있는 생태계모델 부분의 두개의 주 부분으로 구성되어있다.

생태계 모델의 입력자료로 사용되는 물리량을 계산하기 위한 해양유체역학모델의 경우는 이미 많은 수의 모델들이 개발, 적용되어져 오고 있다. 본 연구에서는 Princeton Ocean Model(POM)을 내만에 적용될 수 있도록 수정하여 사용하였다.

본 연구에서 개발된 생태계모델의 경우는 3차원 grid모델로서, layer 형태뿐만 아니라 level 형태의 해양유체역학모델과도 연결할 수 있도록 디자인되어 POM뿐만 아니라 다른 해수유동모델과도 연결 가능하도록 하였다.

내만으로 유입되는 화학물질 부하는 하천으로부터의 부하, 항구로부터의 부하, 항해중인 선박에 의한 부하, 유역으로부터의 부하, 강우에 의한 부하, 대기입자로부터의 부하 등을 시공간적으로 고려할 수 있도록 하였다. 내만으로 유입된 화학물질은 이류, 확산되면서 화학적, 생물학적 과정을 거치게 되는데 본 모델에서는 유기입자에 대한 흡착과 탈

착, 생물에 대한 섭취와 농축 및 분비, 대기로의 휘발, 저질로의 침천 및 용출, 생분해, 광분해, 가수분해, 산화 등을 고려하였다.

본 모델에서 상태함수는 용존화학물질, 입자상 유기물질 내의 화학물질, 플랑크톤 체내의 화학물질, 어류 체내의 화학물질, 저서생물 체내의 화학물질, 저질 입자상 유기물질 내의 화학물질, 저질 간극수 내의 화학물질 등을 고려하였다.

각 상태함수와 프로세스는 필요에 따라 추가와 삭제가 가능하도록 하였다. 예로 양식 생물에 관한 영향을 시뮬레이션 할 필요가 있는 경우 굴 등의 양식생물의 추가가 가능하다.

3. 적용성 검토

개발된 모델을 동경만에 적용하여 그 적용성을 검토하였다. 대상물질은 Bisphenol A 로 하였으며, 대상해역은 수평방향으로는 각 1km, 수직방향으로는 10층으로 구분하였다. 유입부하는 하천과 하수처리장으로부터의 유입을 고려하였다. 먼저 수정된 POM을 사용하여 동경만의 유동을 재현하였으며, 본 연구에서 개발된 생태계모델을 사용하여 용존 Bisphenol A, 입자상 유기물 내의 Bisphenol A, 식물플랑크톤 체내의 Bisphenol A의 분포를 시뮬레이션 하였다. 민감도 분석을 행하여 어떠한 인자가 Bisphenol A의 농도 분포에 영향을 미치는지를 평가하였으며, 시뮬레이션 결과를 이용하여 동경만에 대한 Bisphenol A 물질수지를 산정 하였다.

참 고 문 헌

- Cahill, T.M., Cousins, I., Mackay, D. 2003. General Fugacity-Based Model to Predict the Environmental Fate of Multiple Chemical Species. Environ. Toxicol. Chem. 22: 483-493.
- Environment Agency, Japan (1993) Comparisons of Global Environmental Fate Models - Applicability of Global Models to Japanese Environment -, Prepared to OECD Phase 1 SIDS Initial Assessment Meeting
- Seligman, P. F., C. M. Adema and P. M. Stang. 1987. Monitoring and prediction of tributyltin in the Elizabeth River and Hampton Roads, Virginia. Oceans '87, 1357-1363.