

생태계모형을 이용한 황해의 환경용량 산정

김광수*·박청길

목포해양대학교, 해상운송시스템학부*, 부산수산대학교, 환경공학과

황해의 환경용량을 산정하기 위하여 먼저 황해 전역에 걸쳐서 수질조사를 행한 후, 3차원 유동모형을 이용하여 해수유동을 재현한 다음 생태계 모델을 통하여 하계의 용존산소 농도 분포를 재현하고 황해로 유입하는 하천의 오염부하량을 단계적으로 증가시키면서 저층에서 빈산소수괴 형성과 같은 환경 악화 현상이 어느 정도의 오염부하량에서 나타나는지를 정량적으로 검토, 예측하였다. 이러한 현장조사와 수질 시뮬레이션을 행한 결과를 이용하여 황해가 오염부하를 받아들일 수 있는 수용력을 산정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 1993년 6월 및 1994년 6~7월에 행한 황해의 수질조사 결과, 하계의 용존산소 농도 범위는 표층에서 5.49~10.80mg/l, 중층에서 4.09~9.68mg/l, 저층에서 3.74~9.60mg/l 였고, 특히 양자강 하구 부근 해역에서 표·중·저층의 전수층에서 3.74~5.49mg/l의 농도를 보여 가장 낮은 값을 보였다. 그 외의 수역에서는 전수층을 통하여 5.0mg/l mg 이상의 농도를 나타내었다. 그리고 황해의 중앙부 저층에서는 10℃ 이하의 냉수괴가 존재하였으며 저층의 용존산소 농도는 7.38mg/l 이상으로 대체로 높은 값을 보였다. 또한 부영양도를 평가한 결과, 황해는 전반적으로 적조 발생 가능성이 높은 해역으로 나타났으며 특히 양자강 하구의 주변 해역은 적조가 발생할 가능성이 극히 높은 것으로 평가되었다.

2) M_2 분조를 이용한 3차원 해수유동모형의 시뮬레이션 결과, 황해의 계산된 등조위 및 등조시선은 기존의 발표된 자료와 비교하여 유사한 형태를 보였으며, 계산된 조류타원도는 황해 및 동중국해의 11개 관측 지점에서 관측한 조류타원도와 비교하여 방향과 유속이 유사하게 나타나서 황해의 조석류는 잘 재현되었다. 한편 잔차류는 황해 중앙부의 표층과 중층에서 반시계방향의 환류를 형성하였으나 저층에서는 뚜렷한 환류가 나타나지 않았다.

3) 잔차류의 시뮬레이션 결과, 한반도의 남서단과 중국대륙을 연결하는 34° - 25' N의 위도선을 통해서 황해의 외해와 내해로 유출입하는 잔차류 수송량은 $3.66 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{tidal cycle}$, 체류시간은 약 5.8년으로 산정되었다. 또한 한반도 남서단과 제주도 서단 그리고 양자강 하구 남부를 연결하는 황해의 남동 경계선을 통하여 황해의 외해와 내해로 유출입하는 잔차류 수송량은 $13.09 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{tidal cycle}$, 체류시간은 약 2.3년으로 산정되었다.

4) 생태계모형을 이용한 황해의 수질 시뮬레이션에서 나타난 용존산소 농도의 계산치는 26개 정점의 실측치와 비교한 결과, 실측치와 계산치의 평균 상대오차는 표층에서 14.9%, 중층에서 24.6%, 저층에서 21.0%로서 용존산소의 재현은 양호한 것으로 나타났다.

5) 황해로 유입하는 14개 주요 하천의 오염부하량을 조사하여 현재의 부하량을 파악한 다음, 단계적으로 부하량을 증가시키면서 생태계 모델을 시뮬레이션한 결과, 오염부하량이 증가함에 따라 각 하구 부근의 수역에서는 용존산소가 점점 더 뚜렷하게 감소하였고 또한 용존산소 농도가 저하된 수역의 범위가 점차 황해 중앙부로 확장되었으며, 각 하천의 오염부하량을 모두 일률적으로 현재의 수준보다 7~10배 증가시킨 결과, 특히 양자강 하구에서 동쪽으로 약 60km 떨어진 해역의 저층에서부터 용존산소가 5.0mg/l 이하로 감소되었고 그 범위가 황해의 중앙부로 확장되는 것으로 나타났다. 따라서 한국의 해역 환경 기준 3급수의 용존산소 농도 5mg/l 를 기준으로 볼 때, 하계에 황해가 오염부하를 수용할 수 있는 능력, 즉 황해의 환경용량은 조사된 현재의 양자강 오염부하량의 7~10배인 것으로 산정되었다.