

## 천수만 저층 빈산소 발생에 대한 수치 모델 연구

최양호 · 노영재\* · 엄희문 · 길준우 · 정연태

한전 전력연구원, \*충남대학교 해양학과

## 서론

반 폐쇄성 내만 및 연안 해역은 육지 등으로부터 대량 유입되는 오염부하에 의한 부영양화에 쉽게 노출되어 있다. 이로 인한 심각한 문제는 적조 발생과 빈산소(또는 무산소) 수괴의 형성이다. 특히 용존산소는 수질의 주요 지표로 이용되는 환경변수로서, 해양생태계에 직접적인 영향을 주는 해양생물의 생명유지에 필수적인 요소이다(Diaz, 2001).

다양한 환경변수의 지배를 받고 있는 해양에서 빈산소 수괴를 정량적으로 예측하기 위해서는 대기-해수-저층간의 용존산소의 수치 해석뿐만 아니라 관측자료에 대한 시계열 분석을 통해 용존산소 변동 특성을 정확하게 파악해야 한다. 특히 천수만과 같이 반 폐쇄적이며 조수간만의 차가 큰 해역은 용존산소의 변동과 물리적인 에너지(해수 유동)의 관계에 대한 이해가 필요하다.

본 연구에서는 천수만 해역의 용존산소 자료에 대한 시계열 분석을 통하여 용존산소의 변동 특성과 해수유동과의 관계를 규명하고, 용존산소 수치모델을 적용하여 수괴 및 퇴적물에 의한 산소 소비가 저층의 빈산소 형성에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고, 빈산소 수괴의 예측 가능성을 제시하고자 하였다.

## 자료 및 방법

본 연구를 위하여 천수만 입구에 위치한 양식장 (보령화력발전소 앞)의 저층(해저 2m 수심)에 실시간 모니터링 시스템을 설치하고, 2001년 6월 ~ 2002년 6월까지 1년 동안 10분 간격으로 연속 관측하였으며, 같은 지점에서 조류 관측도 실시되었다. 빈산소 형성 과정을 모형화하기 위하여 자료 분석 결과를 바탕으로 용존산소 수치 균형 방정식을 수립하였다(Thomann and Mueller, 1987).

$$\begin{aligned} \frac{dC}{dt} = & \text{reaeration} + (\text{photosynthesis} - \text{respiration}) \\ & - \text{sediment oxygen demand} \\ & - \text{oxidation of CBOD} \pm \text{oxygen transport} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = \alpha(C_s - C) - \beta(C - C_d) - CBOD \quad (2)$$

상기의 수치 방정식을 바탕으로 수치 모델을 수행하였으며, 빈산소가 형성된 기간을 전후한 12일 동안(2001년 7월 18일 ~ 7월 29일)의 관측자료와 비교·검증하였다.

## 결과 및 요약

관측 자료의 분석 결과에 의하면, 월평균 용존산소 범위는 6.87 mg/L ~ 11.16 mg/L로 7월에 최저, 3월에 최고였으며, 연평균은 8.36 mg/L 였다. 용존산소의 단주기 변동은 반일주기의 성분이 탁월하였고, 변동폭은 0.5 ~ 7.0 mg/L로 조차에 따라 다르게 나타났으며, 특히 여름철(6, 7월) 대조기에 크게 나타났다. 조위와의 Coherency 분석 결과, 용존산소의 변동이 약 1 ~ 3.5 시간의 위상차를 가지고 반일주기의 조석과 유의함을 보였다. 2001년 7월 18일 ~ 29일에 강한 저층수의 주기적인 빈산소 및 무산소 현상이 관측되었다.

본 연구에서는 간단한 용존산소 수치 방정식을 이용하여 빈산소 형성 조건을 해석하고자 하였다. 대기로부터 공급되는 산소와 퇴적물 부유에 의한 산소 소비율을 간단하게 모수화 하였다. 수치 방정식 모델의 수치해를 통하여 빈산소 수괴가 관측된 기간(2001년 7월 18일 ~ 29일)의 용존산소의 단주기 변동과 빈산소 수괴 형성을 효과적으로 재현할 수 있었다. 산소 공급과 소비의 수치 분석에 의하면, 빈산소 농도는 산소 소비가 공급에 비해 상대적으로 큰 시기에 나타나는데, 산소 소비가 공급의 2배 이상이면서 3 mg/l/day 이상의 산소 소비가 이루어지면 용존산소 농도는 4 mg/l 이하로 낮아지고, 산소 소비가 4.5 mg/l/day 이상에서는 2 mg/l 이하의 용존산소 농도를 보였다.

## 참고문헌

- Diaz, R. J., 2001. Overview of Hypoxia around the world. *J. Environ. Quality*, 30(2), 275-281.
- Thomann, R. V. and J. A. Mueller, 1987. Principles of surface water quality modeling and control, Haper & Row, publishers, New York, 644 pp.