

김동선, 권철휘\*, 조규대<sup>1</sup>

해양산업개발연구소,\*국립해양조사원,<sup>1</sup>부경대학교 해양학과

### 1. 서론

거의 매년 우리 나라 연안해역에서 푸른 바닷물이 갑자기 붉은색이나 황록색으로 변하는 적조 현상을 쉽게 관찰할 수 있다. 특히, 1995년도에는 남해·동해연안에서 유독종의 적조가 9~10월에 걸쳐서 장기간 발생하여 양식 어폐류의 대량폐사로 인하여 수산양식업계에 막대한 피해를 일으켰다.

우리나라의 적조연구는 박과 김(1967)에 의해 최초로 “진해만의 적조현상에 관한 연구”가 보고된 이래 지금까지 약 200 여편의 연구결과가 국내외적으로 보고되었다. 적조에 대한 연구로는 적조생물의 분류(유 등, 1976; 조, 1978), 적조 생물군집 및 변동기구의 연구(박 등, 1988), 유독적조 대책연구등의 연구(이 등, 1993; 김, 1994, 1995)등이 활발히 진행되어 왔다. 또한 물질순환(최, 1993)이나 생태계모델(김, 1994; 김 등, 1999)을 이용하여 연안역의 수질예측이라든지 영양염 부하량에 따른 식물플랑크톤의 농도를 예측하는 방법으로 적조연구에 접근하고 있는 실정이다. 그러나 아직까지 우점종인 적조생물의 생활사와 그 증식과정을 수식화하여 적조의 발생이나 예측에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 폐쇄된 내만인 남해안의 진동만에서 적조생물을 관측한 자료를 기초로 하여 적조생물의 생물학적·물리화학적 과정을 포함하는 수치모델을 이용하여 적조발생을 진단하고자 한다.

### 2. 재료 및 실험방법

본 연구는 1998년 9월 1일부터 9월 13일까지 진동만에서 채수한 해수에 의해 분류된 *Gymnodinium Sanguinium*에 의한 개체수 자료를 이용하여 적조발생을 재현하였다. 해수 유동 모델과 적조진단 모델에서의 계산은 동일한 영역에서 행하였다. 물리적인 과정으로써 2차원 조류모델을 이용하여 주변해역에서의 유동을 재현하였다. 적조생물인 *Gymnodinium Sanguinium*의 이류와 확산은 Euler-Lagrange method에 의해 계산하였으며, 생물학적 과정에서 사용된 변수들은 기본적으로 여러 논문과 문헌(양 등, 1999)등을 참조하여 구한 추정값을 사용하였다. 또한 관측기간 중에 발생한 *Gymnodinium Sanguinium*에 의한 적조생물 개체수를 수치계산에 의한 계산치로 잘 재현하기 위하여 적조생물의 증식과정의 변수들을 보정하였다. 특히, 본 적조모델에서는 적조생물내의 암모니아와 질산의 양을 추정한 후, 그 농도를 근거로 하여 개체수를 산출하였다(Yanagi *et al.*, 1995).

### 3. 결과 및 고찰

1998년 9월 8일부터 9월 13일까지 관측된 *Gymnodinium Sanguinium*의 개체수를 분석한 결과에서 성장속도는 약 1.90/day이며, 9월 1일부터 9월 8일까지 관측된

*Chaetoceros* spp.의 개체수에서는 성장속도가 약 1.41/day로 조사되었다. 이 자료를 근거로하여 적조모델에서의 생물학적인 변수등을 적용한 결과, 계산치가 관측치를 잘 재현하고 있는 것으로 나타났다. 두 종에서 나타나는 성장속도의 차이는 각각 종들의 상이한 증식결과에 기인한 것으로 판단된다.

본 연구 결과 중에서 적조생물의 성장속도나 질산과 암모니아의 흡수 속도 등의 차가 적조진단 모델의 결과에 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 따라서 앞으로 연구방향은 본 연구에서 구축된 적조발생 모델에서 유추된 증식과정에 관련하고 있는 변수들이 실험실과 자연상태에서는 어떠한 과정을 거치고 또한 계산된 변수값에 대한 검토가 수반되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- 김동선, 홍철훈, 조규대, 1999. 하계 진동만에서 영양염변동에 관한 생태계모델링, 수산학회 투고중.
- 김종구, 1994. 진해만 해역의 하계 부영양화 모델링. 부산수산대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-130.
- 김창훈, 1994. 유독 와편모조류 *Alexandrium* 속의 출현에 미치는 휴면포자의 발아율, 한국양식학회지, 제7권 4호, 251-262.
- 박주석, 김종두. 1967. 진해만의 적조현상에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 43, 63-79.
- 박주석, 김학균, 이삼근, 1988. 진해만의 적조현상과 원인생물의 천이, 국립수산진흥원 연구보고, 제41권, 1-26.
- 조창환, 1978. 진해만의 *Gonyaulax* 적조에 관하여, 한국수산학회지, 제11권 2호 11-114.
- 최우정, 1993. 진해만의 빈산소수괴 형성에 관한 시뮬레이션, 부산수산대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-97.
- 이삼근, 박주석, 김학균, 1993. 한국 남해 연안해역에서 출현하는 유독편모조류의 분류, 국립수산진흥원 연구보고, 제48권, 1-23.
- 유광일, 이종화, 1976. 마산만의 환경학적 연구(2) 식물플랑크톤의 년변화, 한국해양학회지, 11(1), 34-38.
- 양한섭, 김창훈, 강주찬, 김무상 공역. 1999. 적조의 과학. 경상대학교 출판부
- Kim, C.H., 1995, Paralytic shellfish toxin profiles of the dinoflagellate *Alexandrium* species isolated from bentic cysts in Jinhae Bay, Korea, J. Korean Fish. Soc. 28-3, 364-372.
- Yanagi. T., T.Yamamoto, Y. Koizumi, T.Ikeda, M. Kamizono and H. Tamori, 1995, A numerical simulation of red tide formation. J. Mar. Sys., 6: 269-285.