

Ceratium furca 적조발생에 관한 수치실험

°권철휘 · 김동선* · 조규대**

부경대학교 해양산업공학과 · *해양과학공동연구소

**부경대학교 해양학과

서론

1990년대 이후에 발생하는 적조의 특징으로는 장기화, 광역화, 고밀도 및 유독화 추세로 진행되고 있으며, 어장환경과 수산생물에 막대한 피해를 일으키므로서 심각한 사회·경제적인 문제를 야기시키고 있다(국립수산진흥원, 1997). 이러한 피해를 막기 위해서 연안 이용도가 높은 일본에서는 막대한 수산피해를 일으키는 적조의 발생기구 구명과 방제기술의 개발을 위하여 연구를 진행하고 있다. 국내의 경우에는 전국 연안역에서 발생하는 고밀도 유해성 적조로 인한 막대한 수산자원의 피해를 사전에 예방하기 위하여 1980년대 이후부터 적조연구를 수행하고 있으며, 적조생물의 분류, 적조 생물군집 및 변동기구의 연구, 유독적조 대책연구는 활발히 진행되어오고 있지만, 적조의 발생, 번성, 소멸등을 진단하고 예보하는 연구는 미비한 실정이다(양 등, 1999). 본 연구의 대상 적조생물인 *Ceratium furca*는 1990년대부터 거의 매년 진해만 인근에서 적조를 유발하고 있으며(환경처, 1991), 본 연구의 관측기간동안에도 진해만과 인근해역에서 적조를 발생시킨 적조생물이다(국립수산진흥원, 1995, 1996). 본 연구의 목적은 신뢰성 있는 적조예보모델을 구축하기 위하여 필요한 항목등에 관한 연구를 바탕으로 폐쇄된 내만인 남해안의 진동만에서 해수유동의 물리화학적 과정과 적조생물의 생물학적인 과정을 결합한 수치모델을 이용하여 *Ceratium furca* 적조발생 현상을 재현하는 것이다.

자료 및 방법

연구해역에서의 조류관측은 진동만의 중앙에 위치한 지점에서 Anderra 자기유속계로 1998년 9월 1일부터 9월 15일까지 15일간 연속관측하였다(해양산업개발연구소, 1998). 연구대상 적조생물인 *Ceratium furca*에 대한 개체수 관측은 진동만의 5개 지점에서 1998년 5월 9일부터 7월 21일까지 매주 관측하였다. 관측개체수의 증가와 감소 현상을 반복하였기 때문에 2개의 관측자료구간으로 나누었다. 관측한 적조생물의 개체수와 해수중의 암모니아농도, 해수 중의 질산농도, 적조생물의 증식속도 등은 연구해역의 특성을 반영하는 현장자료로서 적조발생의 수치실험에 변수로 적용하였다.

해수유동의 물리적인 과정에서는 2차원 조류모델(Flather and Heaps, 1975)을 이용하여 주변해역에서의 해황을 재현하였으며, 해수유동모델과 적조진단모델에서 계산영역은 동일하게 두었다. 적조의 집적과 이류를 재현하기 위한 이류와 확산은 Euler-Lagrange method에 의해 계산하였다. 생물학적인 과정은 Michaelis-Menten 식을 변형하여 증식과정과 증식속도, 적조생물 세포내의 질소농도 등의 과정으로 나누어 계산하였고, 주간과 야간으로 구분하여 적조생물의 증식과정을 재현하였다(Yanagi et al., 1995). 수치실험에서 사용된 일부 변수들은 여러 문헌 등을 참조하여 구한 경험값을 사용하였으며, 일부의 변수들은 관측자료를 기초로하여 연구대상해역의 특성을 반영할 수 있는 변수로 사용하였다.

결과 및 요약

해수유동모델의 결과를 검증하기 위해서 진동만 중앙의 한 지점에서 관측한 유향·유속자료와 수치실험을 수행한 후 관측지점에 해당하는 격자에서의 유향·유속 자료를 비교하였다. 유동모델의 계산결과 얻어진 조류의 유향과 유속은 관측치를 비교적 잘 재현하였다. 개체수 관측결과를 이용하여 *Ceratium furca*의 성장속도를 분석한 결과, 첫 번째 관측에서 성장속도는 약 1.26/일로 조사되었으며, 두 번째 관측에서는 약 1.18/일로 조사되었다. 두 종에서 나타나는 성장속도의 차이는 각각의 생식결과의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 적조발생의 수치실험 결과는 관측을 비교적 유사하게 재현하는 것으로 조사되었다. 적조발생시기에 나타나는 적조생물의 급격한 개체수 증가 현상에 영향을 미치는 생물학적인 요인으로는 적조생물의 증식속도, 사망률 및 해수 중 질산과 암모니아의 흡수속도인 것으로 조사되었으며, 물리화학적 요인으로는 복잡한 연안지형의 영향을 받은 조류의 이류 및 집적 등의 영향도 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 국립수산진흥원, 1995. 남해안 적조발생현황.
 국립수산진흥원, 1996. 남해안 적조발생현황.
 국립수산진흥원, 1997. 한국 연안의 적조.
 양한섭, 김창훈, 강주찬, 김무상, 1999. 적조의 과학, 경상대학교 출판부, 320-330.
 해양산업개발연구소, 1999. 한국연안에서의 적조발생 예보 및 억제기작 확립에 관한 연구.
 환경처, 1991. 진해만 일원 오염실태 조사보고서.
 Flather, R. A. and N. S. Heaps, 1975. Tidal computations for Morecambe Bay, *Geophys. J. Royal Astronom. Soc.*, 42 : 489-517.
 Yanagi, T., T. Yamamoto, Y. Koizumi, T. Ikeda, M. Kamizono and H. Tamori, 1995. A numerical simulation of red tide formation, *J. Marine Systems*, 6 : 269-285.