

## 북부 동중국해 생태계의 NEMURO 모델에 의한 저차생태계 분석

이종희 · 장창익

부경대학교 해양생산관리학과

### 서론

영양염 - 식물플랑크톤 - 동물플랑크톤 (NPZ; Nutrients - Phytoplankton - Zooplankton) model은 해양에서 플랑크톤 등 저차영양단계 생물들의 역학을 잘 표현할 수 있는 유용한 도구이다. NPZ 모델의 하나로 북태평양 해역을 대상으로 개발된 NEMURO 모델은 저차영양단계에 직접적인 영향을 미치는 물리적 요인인 태양복사에너지와 수온 등을 사용하여, 영양염의 계절적 변동현상과 영양염을 이용하여 광합성하는 식물플랑크톤과 이들을 먹이로 하는 동물플랑크톤의 변동 메커니즘을 유추하는 데에 사용된다. 본 연구에서는 북부 동중국해의 해양환경 자료를 사용하여 저차생태계 상호작용을 NEMURO 모델을 통하여 분석하였다.

### 자료 및 방법

본 연구에서 NEMURO model에 사용된 자료는 모델 내의 기본 입력값과 이전 논문의 자료이다 (Kishi *et al.*, 2001; Ito *et al.*, 2004; Megrey *et al.*, 2005; Rose *et al.*, 2005). 수온과 클로로필 a는 계절별 (2, 5, 8, 11월)로 측정되는 국립수산과학원의 해양환경조사자료를 사용하였다. 정점은 남해도 남안의 대두리도 동방에 위치한 정점 05이며, 자료의 기간은 2002년 2월부터 2005년 8월까지이다 (국립수산과학원 홈페이지 자료). 태양복사에너지 값은 Ito *et al.*(2004)의 한국 남해안을 포함하는 지역의 자료를 사용하였다.

비선형 최소자승법을 사용하여 수온과 태양복사에너지 자료를 각각의 정현 (sinusoid) 함수식으로 나타내었다. 이것은 NEMURO 모델 내의 입력 자료가 일일 자료가 필요한 데에 따른 것이며, 이에 따라 추정되는 식·동물플랑크톤의 생체량 및 영양염 역시 일일 단위로 추정하였다.

### 결과 및 요약

연구 정점의 2002년부터 2005년까지의 시간에 따른 영양염과 식·동물플랑크톤의

변동을 NEMURO 모델을 사용하여 추정하였다. 추정 결과는 계절 변동은 강하고, 경년변동은 약하게 나타났다.

먼저 식물플랑크톤이 직접 이용하는 세 가지 영양염 중 질산염과 암모니아의 농도는 3월부터 10월 사이 급격한 증가와 감소를 보였으며, 6월에 가장 높았다. 규산염의 농도는 5월부터 10월 사이에 급격한 증가와 감소를 보이며, 6월에 가장 높은 농도를 보였다. 플랑크톤에 의한 이차적인 부산물인 영양염의 농도 중 용존 무기질소와 입자형 무기질소는 8월에 가장 높은 농도를 나타내었으며, 입자형 유기규소인 Opal은 7월에 가장 농도가 높았다.

식물플랑크톤의 생체량 변동은 일년에 두 번의 대발생을 하였다. 소형 식물플랑크톤은 3월과 8월에, 대형 식물플랑크톤은 3월과 7월에 대발생을 하였으며, 각각 8월과 7월에 가장 높았다. 식물플랑크톤의 가장 낮은 생체량은 소형의 경우 6월, 대형은 10월에 나타났다.

소형 동물플랑크톤의 경우 뚜렷한 최대값을 나타내지 않았으며, 10월이 다른 달에 비하여 상대적으로 조금 높았다. 대형과 포식형 동물플랑크톤은 8월에 최대값을 보였으며, 가장 낮은 생체량을 보인 시기는 달랐다. 대형 동물플랑크톤의 경우는 10월에, 포식형 동물플랑크톤의 경우는 1월에 최소값을 나타냈다. 평균 동물플랑크톤의 생체량은 포식형 > 대형 > 소형의 순이었다.

이러한 NEMURO 모델의 연구 결과는 중·상위 생태계 모델(예: Ecopath)과 결합시켜서 계절별 변이도를 분석하는데 입력자료로 활용 가능할 것으로 보인다.

## 참고문헌

국립수산과학원. 해양환경조사자료.

[http://www.nfrdi.re.kr/home/tech/environment/enviro\\_01.php](http://www.nfrdi.re.kr/home/tech/environment/enviro_01.php)

- Ito, S. I., M. J. Kishi, Y. Kurita, Y. Oozeki, Y. Yamanaka, B. A. Megrey and F. E. Werner. 2004. Initial design for a fish bioenergetics model of Pacific saury coupled to a lower trophic ecosystem model. *Fish. Oceanogr.* 13 (Suppl. 1), 111-124.
- Kishi, M. J., H. Motono, M. Kashiwai and A. Tsuda. 2001. An ecological-physical coupled model with ontogenetic vertical migration of zooplankton in the northwestern Pacific. *J. Oceanogr.* 57: 499-507.
- Megrey B. A., Rose, K. A., Klumb, R., Hay, D., Werner, F. E., Smith, L., 2005. A bioenergetics population dynamics model of Pacific herring (*Clupea pallasii*) coupled to NEMURO: Dynamics, description, validation and sensitivity analysis. *Ecological Modelling*.
- Rose, K. A., B. A. Megrey, F. Werner and D. M. Ware. 2005. Calibration of the NEMURO nutrient-phytoplankton-zooplankton food web model to a coastal ecosystem : Evaluation of an automated calibration approach. *Ecological modelling*.