

생태계모델을 이용한 어장환경용량 산정

The estimation of carrying capacity for marine culture grounds using an eco-hydrodynamic model

조은일*, 박청길, 이석모
부산수산대학교 환경공학과

해양에 있어서 생물생산의 약 절반은 연안해역에서 이루어진다. 해양자원이 풍부한 우리나라는 예로부터 연안어업이 성행되어 왔다. 그러나 어패류 양식어장으로 이용되고 있는 연안어장은 생산력이 날로 저하되고 있다. 그 원인으로는 부영양화 현상으로 인한 적조발생, 장기적인 사용으로 인한 어장의 노화 그리고 그 수역의 환경조건하에서는 먹이생산량 즉 기초생산량은 한정되어 있는데 양식시설의 과다 설치로 인한 개체당 먹이량 공급의 저하 등을 들 수 있다. 이러한 문제점으로 인하여 연안어장의 수질 및 저질환경을 악화시키지 않고 보존하면서 연안어장의 생산성 향상 또는 지속적인 관리를 위한 효율적인 어장환경 관리방안이 요구되며, 연안 양식어장에서 어장환경용량에 대한 관심이 대두되고 있다. 여기서 어장환경용량이라는 것은 1) 어장의 최대생산량·최대수용력, 2) 어장을 유지하기 위한 환경조건, 3) 어장의 변화를 일으키는 오염물질부하의 한계라고 표현했다(日本水産資源保護協會, 1990).

연안의 굴양식어장의 환경용량을 산정하기 위한 기초적 연구는 많이 행해지고 있다. 현재까지 굴양식어장에 관한 연구는 굴의 배설물을 중심으로 어장노화에 관한 연구(楠木, 1970; 조·김, 1977; 楠木, 1977a; 楠木, 1977b; 楠木, 1978a; 楠木, 1978b), 굴양식장의 저질환경에 관한 연구(조·김, 1978; 趙 등, 1982; 趙·朴, 1983), 양식어장 적정밀도에 관한 연구(小笠原等, 1966; 柳·朴, 1981; 조·김, 1977; 趙, 1980), 양식장 환경조건과 생산성에 관한 연구(今井等, 1957), 굴양식장에 있어서 부착기당 종묘부착수와 굴성육과의 관계에 대해서 조사한 연구(谷田等, 1957), 저질의 유기물량과 양식밀도와의 관계를 연구한 것이 있고(조·김, 1977; 趙, 1980), 굴양식장에서의 기초생산력 및 먹이량 등에 관한 연구(木村·橋本, 1968; 裴·金, 1978; 西條等, 1978; 山口·柴田, 1979; 田中·佐野, 1980; Kaoru, 1981; 多多良, 1981; 李等, 1991) 등이 있다. 그리고 굴양식어장에서는 조류에 의해 굴의 먹이가 운반되고 양식시설을 통과할 때마다 먹이량이 감소가 되어 굴의 성육이 저하되는 것을 고려될 수 있는데, 이에 관한 연구로서 楠木 등(1974)의 연구가 있다. 그리고 李(1993)는 駕莫灣 양식굴의 생산과 관련된 제요인들에 대해 수산해양학적 측면에서 고찰하였다. 그러나 이러한 대부분의 연구들은 어떤 특정분야에 중점을 둔 연구로서 주로 양식장의 환경인자의 변화와 굴생산량과의 통계학적인 상관관계 규명에 치중하였으며, 이들 환경인자들의 복합적인 변화에 따른 양식생물의 생산량을 예측하는 연구는 매우 미비한 실정이다.

堀江(1990)은 연안역의 수질관리나 해양자원과 현황의 변동예측, 생물생산량 관리, 그리고 환경수용력의 파악, 매립, 적조 등에 관계되는 환경보전을 위한 수단으로 최근에는 수질·생태계 모델이 많이 이용된다고 하였고, 西村(1976)은 환경용량은 환경의 확산 및 자정능력에서 유래하므로 수식화를 통해 예측이 가능하다고 하였다. 또한 中田(1985)은 환경용량이 수질예측을 통해서 산정이 가능하며 수질예측에 있어서 수치모델은 유용한 수단이 되고 있

다고 하였다. 일차생산까지를 다룬 부영양화모델에는 물질순환모델과 생태계 모델로 크게 구별된다(堀江, 1990). 물질순환모델에서는 생물체와 무생물체를 일괄하여 무기물질과 유기물질로 나누고 이들 상호간의 물질 흐름을 취급하는 것으로 질소와 인 등 영양염류와 COD, 용존산소의 거동을 파악할 수 있는 모델이다. 그리고 생태계 모델은 유기물질을 더욱 세분화해서 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 무생물태 입자상 유기물(detritus)로 나누어 이들의 거동을 파악할 수 있는 모델이다. 물질순환모델을 이용한 연구로는 日本水産資源保護協會(1989), 藏本과 中田(1991) 그리고 崔(1993)가 빈산소 수괴에 관한 시뮬레이션을 행한 것이 있고, 생태계 모델을 이용한 연구로는 Reed 等(1982)과 Reed(1983)가 수산생물의 군집을 모델화한 후 Kishi 等(1991)과 Horiya 等(1991)이 연안 양식어장의 환경용량적 측면에서 생태계 모델을 적용하여 연안해역의 생산성 향상에 관련된 제 과정의 수단으로 이용된 것이 있다. 최근에는 金(1994)이 생태계 모델을 이용하여 영양염류 부하량에 따른 식물플랑크톤 농도를 예측하고 부영양화 억제를 위한 방안을 제시한 바 있고, 金(1995)이 생태계 모델을 이용하여 황해의 환경용량 즉 저층 용존산소 농도를 5ppm 이상을 유지하기 위한 오염물질 부하 한계량을 산정한 바 있다. 지금까지는 생태계 모델을 이용하여 환경변화에 따른 일차 생산자인 식물플랑크톤의 농도를 예측하는 단계까지 연구가 진행되었다.

따라서 본 연구는 식물플랑크톤을 먹이로 하는 굴의 생산량까지를 계산해서 연구대상 수역의 현 환경조건하에서 어장환경용량 중 어장의 최대 생산력 즉 굴의 최대 생산량을 산정하여 정량적인 어장관리방안을 마련하는 것이 연구목적이다. 연구대상지역은 굴양식어장으로 이용되고 있는 駕莫灣을 선정하였으며 대상생물은 식물플랑크톤 만을 먹이로 하는 굴을 선정하였다. 생태계 모델을 단순화하기 위하여 굴이 알에서 부화하여 어린 굴이 되고 이것이 성장해서 어미굴로 되는 전 생활사 단계를 취급하는 자연산 굴을 대상으로 하지 않고, 치패를 부착시켜 양식장에 옮겨와서 식물플랑크톤을 섭취하여 어미굴로 성장하는 단계만 취급하는 양식굴을 대상으로 하였다. 기존의 생태계 모델(일본통산성, 1986)을 이용하여 현 환경조건하에서 식물플랑크톤의 현존량과 식물플랑크톤의 단위 시간당 생산량 즉 기초생산력을 계산한다. 그리고 이로부터 식물플랑크톤 연간 생산량으로 계산한 후, 여기에 알굴로의 전환계수를 곱하여 알굴의 연간 생산량 즉 최대 생산량 또는 최대 수용량으로 하며, 현재 생산된 굴량과 비교하여 어장환경용량을 정량적으로 평가하고자 한다.