

# 혼돈행동이론에 의한 예망어업의 어획 시뮬레이션

김용해·김봉익·정연수  
경상대학교 해양산업연구소

## 서론

예망어구에 대한 어류의 반응행동은 혼돈행동이론(kim, 1996)에 의한 어획과정의 재현으로 어획정도, 어획선택성(이 등, 1992, 1994) 등 현장조업을 대체하거나 예측해 볼 수 있는 수단이 될 것이다. 여기서는 4가지 주요 예망어업에 대한 해당어종의 반응행동을 시뮬레이션하고 조업자료와의 비교·검토에 의하여 본 모델의 실용성을 확인하였다.

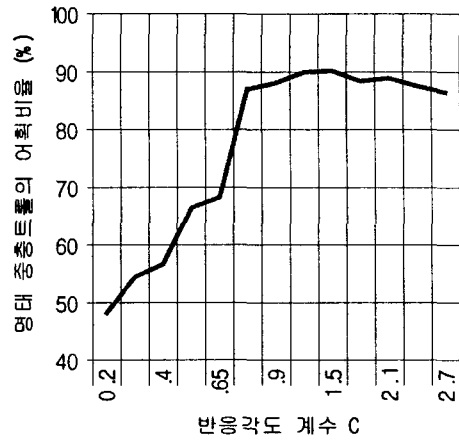
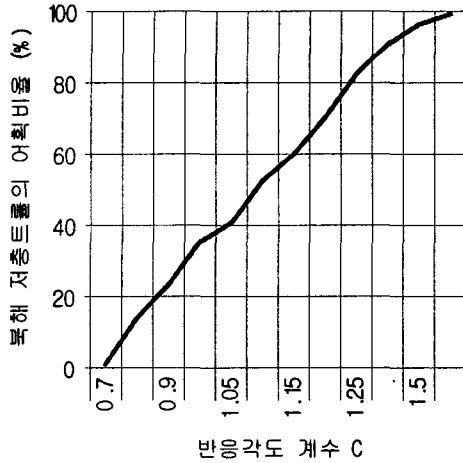
## 재료 및 방법

대상 주요 예망어업은 북해 소형 저층트롤(600마력, 어종: 해독), 북양 명태 중층트롤(3800마력), 근해 쌍끌이 기선저인망(1800마력, 참조기), 멀치 기선권현망(180마력)이다. 시뮬레이션에서는 1000m의 어류가 100초 동안 무작위로 발생되어 양 전개판사이에서부터 조우하여 0.5초단위로 어류가 반응하여 이동하는 각도의 범위  $A_F$ 는 자극계수  $M$ 에 따라서  $A_F=180 \exp(-CM)$  으로 나타낼 때  $C$ 의 값을 1~3까지 변화 시킬 때 어획미수, 도피부위 등을 조사하였다.

## 결과 및 요약

북해 Haddock 저층트롤과 북양 명태 중층트롤에서 반응각도 계수  $C$ 를 변화시키면서 시뮬레이션 했을 때 총 조우 어군개체수에 대한 어획비율은 <그림 1>과 같다. 북해 트롤에서는 Haddock을 주대상으로 반응각도계수 0.7에서부터 2.0까지 일 때 어획비율은 7%에서 100%까지 변화되었고, 북양 명태 중층트롤에서는 반응각도계수 0.2에서부터 2.4까지일 때 어획비율은 48%에서 90%까지, 근해 쌍끌이 기선저인망에서는 반응각도계수 0.3에서부터 1.5까지 일 때 20%에서 90%까지, 기선권현망에서는 반응각도계수 0.1에서부터 1.5까지일 때 80%에서 97%까지 변화되었다.

본 예망어업 시뮬레이션의 결과와 현장조업 결과 어획정도를 일치시키기 위해서 다음과 같이 접근하였다. 실제 조업결과나 시뮬레이션 결과의 예망시간당(t) 어획량(중량  $W_t$ )은 어획된 개체수( $N_c$ )의 체중( $w$ )의 합이고, 어획된 개체수는 어구에 조우한 전체 개체수( $N_t$ )에 위에서 시뮬레이션 결과 조사된 반응각도계수  $C$ 에 따른 어획 비율( $R_c$ )를 곱한 것과 같다.



<그림 1> 시뮬레이션에 의한 반응각도 계수 (C)의 변화에 따른 어획비율 변화.

$$N_c = N_t \times R_c, W = \sum_{N_c=1} w(N_c)$$

북해트롤의 경우 조업당 어획량은  $113 \pm 53\text{kg}$ , 최대 어획빈도는 조업당 90-120kg일 경우가 47%정도였으며, 북양명태 트롤의 경우는 시간당  $8.4 \pm 5.1\text{톤}$ , 최대빈도는 시간당 3-6톤일 경우가 28%정도, 근해쌍끌이 기선저인망은 조업당  $289 \pm 167\text{상자}$ , 최대 빈도는 조업당 200-300상자일 경우가 27%정도, 멸치기선권현망의 경우는 조업당  $1598 \pm 1449\text{발}$ , 최대 빈도는 조업당 500발미만일 경우가 26%정도를 차지하였다.

따라서 어구에 조우하는 전체 개체수( $N_t$ )와 반응각도계수 C는 현장 조업결과 어획 빈도 분포가 되도록 해당어업별로 감마분포나 지수함수분포를 사용하면 어획개체수를 제어할 수 있게되고 실제 조업결과에 가깝게 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있다. 일례로 북양 명태트롤의 시뮬레이션에서 반응각도계수 0.7, 명태 2000미 일 때 5분간 예인한 결과 어획비율이 0.8이었으므로, 시간당 어획량으로 환산하면 약 5.76톤으로 되어 북양 명태트롤의 조업결과의 최대 어획빈도인 6톤에 가깝게 나타났다.

## 참고문헌

- 김용해. 1996. Developing a model of fish behaviour to towed fishing gear. PhD thesis of University of Aberdeen. UK.  
 이주희. 김삼곤. 김진건. 1992,1994. 어업기술 28(4), 365-368, 어업기술 30(3), 161-188.