

수산음향을 이용한 살오징어 자원의 추정 가능성

강돈혁 · 이경훈* · 김종만

한국해양연구원 해양생물자원연구본부 · *부경대학교 수산과학대학

서론

살오징어(Japanese common squid, *Todarodes pacificus*)는 1990년 이후 연간 자원량이 크게 증가하여 북서태평양 해역에서 중요한 상업 어종으로 대두되고 있다(Sakurai *et al.*, 2000). 동중국해에서 일본 북해도 인근 해역까지의 광범위한 분포 특성과, 1년의 짧은 수명은 살오징어의 현존량 추정에 많은 어려움을 주고 있다. 현재 살오징어의 자원량은 대부분 어획량에 근거를 하고 있는 실정이다.

신속성과 반복성의 장점으로 1990년 이후 어류 자원 연구에 응용되고 있는 수산음향 조사 기법의 이용은 대상 어종의 음향산란 특성(target strength, TS)이 주어진다면 살오징어와 같이 분포 범위가 넓은 어종에 대한 자원량 조사에 많은 장점을 가질 수 있다(Kawabata, 2005). 따라서, 본 연구에서는 연근해 및 외양의 중요 어종인 살오징어 TS의 기본 자료를 이용하여 현장에서 취득한 음향 자료로부터 살오징어의 자원량 추정 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

살오징어의 음향 자료는 과학어군탐지기(EK60, Simrad)를 이용하여 2003년 6월에 동해 북동 해역(일본 북해도 남서 해역)에서 얻어진 자료의 일부이다. 사용한 음향 센서의 주파수는 38, 120 kHz로 현장 조사에 앞서 보정구를 이용하여 센서 보정을 실시하였다. 이 시기에 조사 지역은 오징어 어장에 형성되어 오징어 조업이 이루어지고 있었으며, 음향 조사와 더불어 채낚기를 이용하여 조사 지역에서 채집을 실시하였다. 이때 얻어진 외투장 길이 (ML , cm)-습중량(w , g) 관계식은 음향 자료로부터 오징어 밀도를 계산하는데 이용하였다. 한편, 자원량 계산에 적용되는 38, 120 kHz 음원에 대한 살오징어의 TS는 음향 수조에서 살아있는 상태로 측정된 자료를 이용하였다(Kang *et al.*, 2005). 수신된 모든 음향 신호 가운데 어류 및 동물플랑크톤 신호가 제거된 살오징어에 의한 음향 신호만을 분리하기 위하여 다중주파수를 이용한 평균 후방산란강도 차이를 적용하였다. 이를 위하여 수조 실험 자료와, finite fluid-filled cylinder 음향 모델로부터 38, 120 kHz의 TS 차이를 이용하였다. 모델 적용에 사용되는 살오징어의 밀도비는 습중량-체적 변동법으로, 음속비는 400 kHz의 송수신 센서를 이용하는 time-of flight 방법으로부터 측정하였다. 모든 음향 자료 처리는 후처리 시스템인 SonarData의 Echoview 프로그램에서 실시하였다.

결과 및 요약

수조내 음향 실험으로부터 동일한 외투장을 가진 살오징어의 120 kHz와 38 kHz에 대한 mean standardized TS(b_{20}) 차이는 1-3 dB로 측정되었다. 모델식에 적용하기 위한 밀도비는 1.029, 음속비는 1.04로 측정되었으며, 이러한 입력 변수를 이용한 음향 모델에서 주파수간 차이는 1-5 dB의 범위를 가지고 있었다. 이러한 주파수 차이는 어류와 동물플랑크톤의 차이와는 다른 범위로 음향 신호에서 이들 군집과 살오징어의 음향 신호는 분리가 가능함을 보여주고 있다. 그림 1은 사면 근처에서 수신한 38, 120 kHz의 음향 신호 가운데 오징어 어군을 분리하기 위하여 주파수 차이를 1-5 dB로 설정했을 때 생성되는 가상 에코그램을 원 에코그램과 겹친후 오버랩 되는 부분만을 추출하는 과정을 통하여, 살오징어 어군을 분리시킨 것이다. 에코그램에서 살오징어의 밀도 계산은 현장에서 측정한 외투장-습중량 함수($w=0.0057 \times ML^{3.44}$), 120 kHz TS 함수($TS=20 \log_{10} ML-73.5$), 외투장 길이 분포와 면적 후방산란계수(S_A , $m^2/mile^2$)를 이용하였으며, 이때 계산된 살오징어 밀도변환계수(g/m^2)는 약 $0.19S_A$ 였다. 그림 1에서 분리된 살오징어 신호만을 고려한 전 수층에서의 평균 S_A 는 약 $29.1 m^2/mile^2$ 이고, 평균 밀도는 약 $5.6 g/m^2$ 이었다. 따라서, 어군탐지기로 측정되는 다중 주파수의 S_A 값과 채집 자료로부터 살오징어 밀도 계산의 가능성을 보여주고 있다.

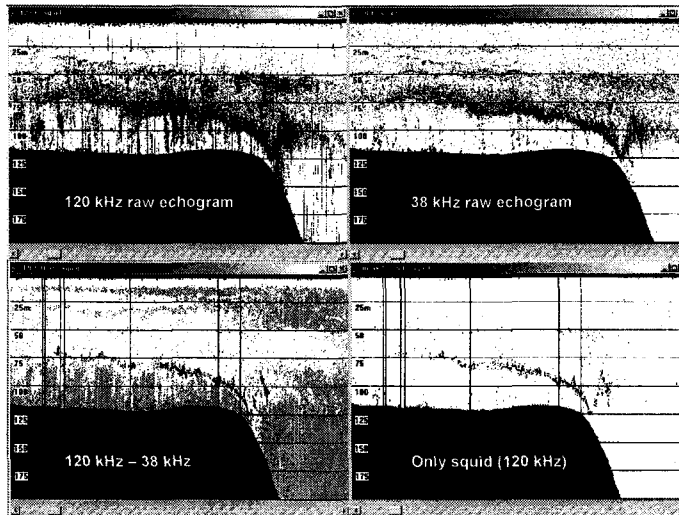


그림 1. 38, 120 kHz의 음향 신호로부터 분리된 오징어 신호

참고문헌

- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama. 2000. Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus*(*Cephalopoda: Ommastrephidae*) due to changing environmental condition. *ICES J. of Mar. Sci.*, 57:24-30.
- Kawabata, A. 2005. Target strength measurements of suspended live ommastrephid squid, *Todarodes pacificus*, and its application in density estimations. *Fish. Sci.*, 71:63-72.
- Kang, D.H., T. Mukai, K. Iida, D.J. Hwang and J.G. Myoung. 2005. Influence of tilt angle on the acoustic target strength of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*). *ICES J. of Mar. Sci.*, (In press).