

북태평양 고등어의 음향 산란강도 측정

강돈혁¹, 황두진², K. Swada³, T. Mukai⁴, 최석관⁵, K. Iida⁴, M. Furusawa⁶

¹여수대학교 수산과학연구소, ²여수대학교 수산공학과,
³일본수산공학연구소, ⁴북해도대학, ⁵국립수산과학원, ⁶동경수산대학교

서론

음향을 이용한 수산자원량 조사에서 음향 산란강도(acoustic target strength, TS)는 음향 자료를 자원량으로 변환시키는 과정 가운데 가장 중요한 요소 가운데 하나이다 (MacLennan & Simmonds, 1992). 따라서 각국은 대상 어류에 대한 산란강도 정보를 얻기 위해 수조 및 현장 관측 등 다양한 방법이 사용되고 있다.

우리나라 근해에 분포하는 상업 어종 가운데 동중국해, 중국 및 일본 연안에 걸쳐 계절적으로 회유하는 어종의 경우에는 자원량 분포 및 자원관리 측면에서 각국의 음향 정보의 공유가 필요하나 이에 대한 연구가 미비한 실정이다. 이러한 필요성에 의해 본 연구에서는 한·일 공동으로 여러 회유 어종 가운데 TAC 어종인 고등어(Chub mackerel, *Scomber japonicus*)를 대상으로 음향 산란강도 측정을 하였다. 이러한 음향 자료는 현장에서 관측한 음향 자료로부터 고등어에 대한 자원량 변환에 중요한 함수로 사용 가능할 것이다.

재료 및 방법

기존의 많은 연구가 죽은 개체를 실험하였으나 본 연구에서는 살아있는 상태의 고등어를 대상으로 실험을 시도하였다. 어체의 평균 길이는 20.9 cm, 평균 무게는 98 g으로 모두 일년생이었다. 실험을 위해 연안 정치망에서 잡힌 고등어를 여과해수로 이용하는 수조에 넣은 후 음향 관측을 실시하였다. 이때 고등어를 지름 2 m, 높이 5 m의 그물 망 속에 가두어 자유 유영을 시켰으며, 또한 관측 자료수의 증가를 위해 소형 낚시를 이용하여 매다는 방법을 이용하였다. 사용한 음향 센서는 38, 120 kHz (split beam)와 200 kHz (dual beam)였으며 각각의 자료에서 음향 산란강도 및 음축(acoustic axis)에 대한 자세 정보를 기록하였으며, 동시에 측면과 바닥에 수중 카메라를 설치하여 어체의 유영 특성을 관찰하였다. 모든 자료는 확률밀도함수로 어체의 안 정도를 알아보았으며, 산란강도는 개개 음향자료의 산란 단면적으로부터 계산하였다. 한편, 어체의 자세각에 대한 실험을 위해 실험 후 모든 개체를 급속 냉동시켰다.

결과 및 요약

살아있는 개체에 대한 실험 특성상 움직임을 인위적으로 조절하는 불가능하여 관측 자료의 개수에 많은 편차가 있었다. 따라서 일차적으로 관측 자료의 개수가 충분한 5개체에 대해 38 kHz 음향 자료만을 이용하였다. 개체수와 길이 분포가 한정적이기에 모든 길이에 대한 산란강도의 특성을 나타낼 수는 없으나 평균 및 최대 산란강도를 이용한 곡선에서 길이에 따른 산란강도 증가 양상을 보여 주고 있다(그림 1).

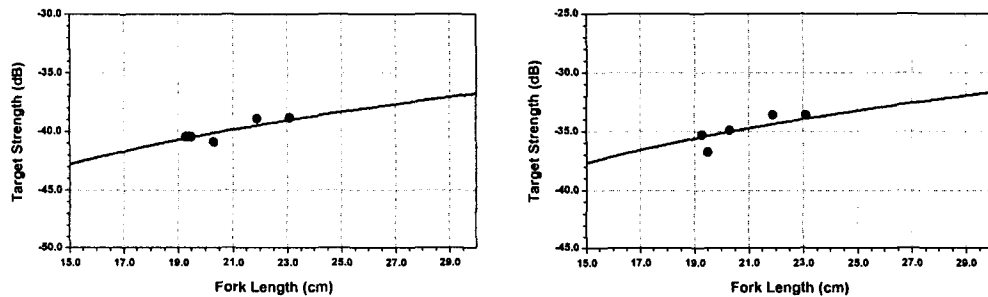


그림 1. 38 kHz에 대한 음향 산란강도 함수. (a) mean TS 이용, (b) Max TS 이용.

" $TS=20 \cdot \log(L) - b_{20}$ "의 표현식에서 b_{20} 의 값이 -66.29인 것은 북태평양 고등어의 경우 북동대서양에 서식하는 고등어($b_{20}=-84.9 \sim -88.9$, Edward *et al.*, 1984)와는 달리 체내에 부레를 가지고 있으며, 폐쇄성 부레(physoclistous fish)를 가지는 것으로 나타내고 있다. 따라서 유사한 어종일지라도 지역별 특성에 따라 자원량 변환을 위한 음향 산란강도 함수를 분리해야 함을 알 수 있다. 실험에 사용한 일년생 고등어의 fork length를 고려한 평균 산란강도는 -39.88 dB로 나타났다. 안정된 움직임에 의한 신호와 불규칙한 움직임에 의한 신호의 비율(γ)은 2.1~4.8로 낮은 값을 보이며 관측 기간동안 어류의 움직임이 상대적으로 활발했음을 나타내고 있으며, 산란강도를 산란길이(scattering length)로 변환한 후 계산한 확률밀도함수(PDF)는 Rayleigh 밀도 분포의 특성을 보여주고 있다(Medwin & Clay, 1998).

참고문헌

- Edward J.I., F. Armstrong, A.E. Magurran and T.J. Pitcher. 1984. Herring, mackerel and sprat target strength experiments with behavioural observation. Int. Coun. Explor. Sea CM 1984/B:34, pp. 21.
- MacLennan D.N. and E.J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman & Hall. Fish and Fisheries Series 5. pp. 325.
- Medwin H. and C.S. Clay. 1998. Fundamental of Acoustical Oceanography. Academic Press. pp. 712.