

Split beam echo sounder에 의한 갈치 활어의 음향반사강도 측정

이대재 · °황보영 · 정봉규 · 이원섭 · 이유원 · 이경훈
부경대학교

서론

갈치(*Trichiurus lepturus*)는 동중국해 및 황해의 난수역에 널리 서식, 분포하고 있는 어종으로서 우리나라에서는 2004년도에 근해 안강망, 대형쌍끌이 기선저인망, 근해연승, 대형트롤, 대형선망 등에 의해 $66,291^M/T$ 이 어획된 중요 어업자원중의 하나이다.

현재, 세계 각국에서는 자국의 영해에 대한 주요 어업생물자원의 과학적인 평가, 관리 및 보호를 위한 각종 연구조사가 활발하게 진행되고 있고, 우리나라에서도 국립수산물과학원을 중심으로 한반도 주변수역 및 기타 해역에 있어서 음향학적 조사와 저중층 트롤 조업에 의한 시험 조업이 매년 실시되고 있다. 2005년 현재, 우리나라에서는 어획량이 많고, 산업적 비중이 큰 고등어, 전갱이, 정어리 등 9개 어종에 대해 TAC 제도를 도입하여 실시하고 있으나, 최근에는 총어획량 및 인망당 어획량이 지속적으로 감소하고 있는 어종 중에서 친어량 및 가입량이 계속 저하하고 있는 갈치, 멸치, 오징어 등의 3개 어종을 추가 TAC 대상어종으로 지정하기 위하여 그 자원상태 등을 조사, 분석 중에 있다. 우리나라에서는 지금까지 갈치 자원에 대한 음향학적 연구가 수행된 바가 없어, 갈치 자원에 대한 TAC 제도의 효율적인 시행을 위해서는 무엇보다도 한반도 주변 수역에 서식하는 갈치 자원에 대한 음향반사강도의 측정 의존성에 대한 data bank의 구축 및 현장 적용을 위한 연구가 시급하게 요구되고 있다. 본 연구에서는 이를 위한 기초 연구로써 부산 용호만에서 split beam echo sounder를 이용하여 자유 유영상태에 있는 갈치의 음향반사강도를 측정하였다. 또한, 지금까지의 연구로부터 축적된 수조실험의 성과와 현장실험의 결과를 토대로 우리나라 주변 해역에서 어획된 갈치에 대한 음향반사강도의 측정 의존성에 대하여 분석, 고찰하였다.

재료 및 방법

자유유영상태의 갈치 활어에 대한 음향반사강도는 부산 용호만에서 2005년 8월 15일에 120 kHz의 split beam system을 이용하여 측정하였다. 실험에 사용한 120 kHz split beam 송수파기의 -3 dB에 대한 지향각은

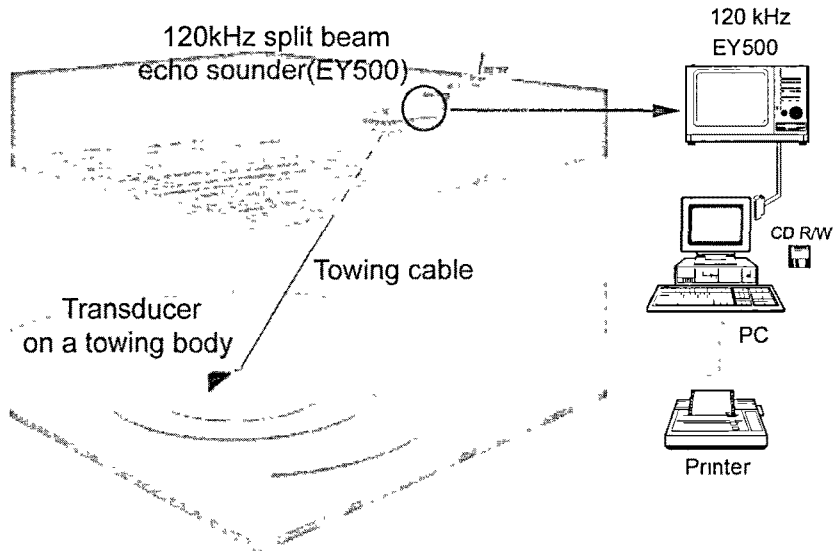


Fig. 1. Block diagram of split beam echo sounder system used in this study.

7°, 시스템의 교정은 직경 23.0 mm의 표준구 (銅球, TS=-40.4 dB)를 사용하여 행하였다.

부산 용호만에서 자유유영상태에 있는 갈치의 반사강도를 측정함과 동시에 낚시에 의해 어획된 갈치 중에서 무작위로 추출한 20마리의 갈치에 대한 체장범위는 45.2-53.6cm(평균체장 49.3cm), 체중범위는 40-70g(평균체중 51.6g)이었다. split beam system에 의한 현장실험은 Fig. 1에서와 같이 120 kHz의 송수파기를 예항체(Foil-100, Simrad)의 하부에 장착하고, 삼각형 균형추 3개를 예항체 상부의 전부에 고정시킨 후, 조사선(해운호, 6톤)의 우현 현측에서 예항체를 수심 약 5m의 깊이에 현수시켰다. 현장에서는 조사선의 속력을 약 4 knot로써 일정하게 유지하면서 예항체에 장착된 송수파기로부터 수신되는 어군 echo 신호를 실시간으로 수록하였다. 특히, 본 연구에서는 음향학적 조사결과와 실제의 어획 결과를 상호 연관시켜 정량적으로 분석하기 위해 조사 당시 다수의 낚시인이 갈치 낚시를 행하고 있던 Fig. 2의 낚시터 인근의 A(35° 7'55"55"N, 129° 7'26"55"E), B(35° 7'16"N, 129° 7'54"E), C(35° 5'31"N, 129° 6'51"E)의 관측지점에서 조사선의 엔진을 정지시킨 후, 표류하면서 echogram에 나타나는 갈치 영상을 관찰하면서 이들 갈치

산란신호를 실시간으로 수록하였다. 이 음향학적인 실험과 동시에 육지의 낚시꾼에 의해 어획된 갈치를 무작위로 수집하여 자유유영상태에 대한 갈치 음향반사강도의 체장 의존성을 추정하였다. 당시 낚시꾼에 의해 어획되는 갈치는 Fig. 3에서와 같이 낚시인들로부터 무작위로 추출 및 구입하여 실험실에서 전장, 체중을 측정하였다.

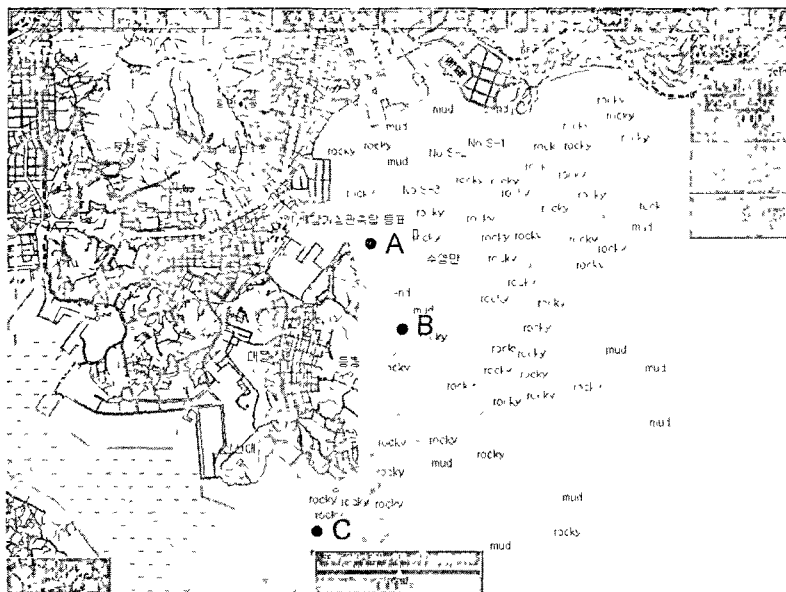


Fig. 2. Acoustic survey locations of largehead hairtail by a 120 kHz split beam echo sounder.

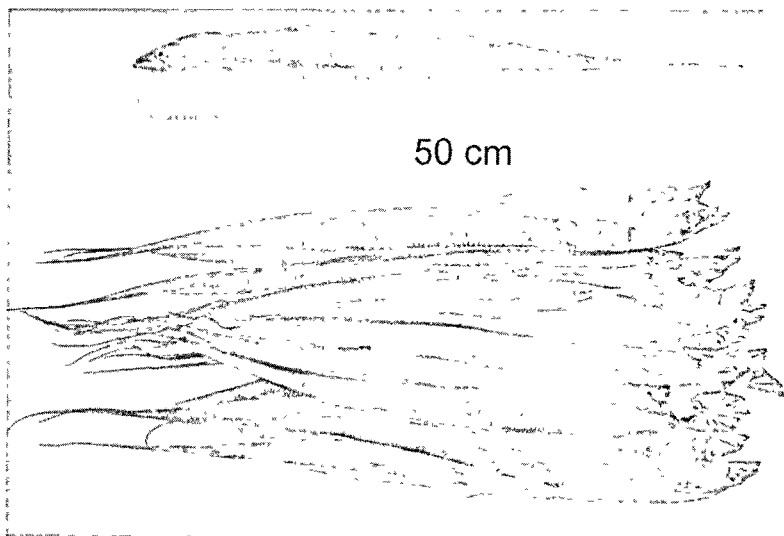


Fig. 3. Largehead hairtails caught on the fishhook in a location($35^{\circ} 7' 55'' N$, $129^{\circ} 7' 26'' E$) of acoustic survey.

현장실험에서 수집된 음향학적 정보는 후일 split beam system에 대한 TS 전용해석 software (EP500, Simrad)를 이용하여 갈치의 유영행동 변화에 기인하는 음향반사강도를 측정하고, 이들 순간적인 반사강도의 빈도분포로부터 평균반사강도를 산출하여 음향반사강도의 체장 의존성을 분석하였다.

결과 및 요약

1) 120kHz의 split beam echo sounder를 이용하여 부산 용호만에서 음향학적으로 샘플링된 총 118마리의 갈치에 대한 평균반사강도는 -50.62 dB이었고, 당해 해역에서 낚시에 의해 어획된 갈치의 평균체장 49.28 cm과의 관계로부터 체장변환계수 b_{20} 을 추정한 결과, $b_{20} = -84.48$ dB이었다.

2) 부산 용호만에서 자유유영상태에 대한 갈치의 반사강도 측정치 (●)를 실험수조에서 갈치의 선어를 대상으로 측정된 반사강도의 측정치와 중첩시켜 나타낸 결과, 자유유영 갈치(평균체장 49.3 cm)에 대한 반사강도 측정치(-50.62 dB)는 선어를 대상으로 유도된 회귀직선에 의한 예측치(-44.8 dB)와 큰 차이를 나타내었다.

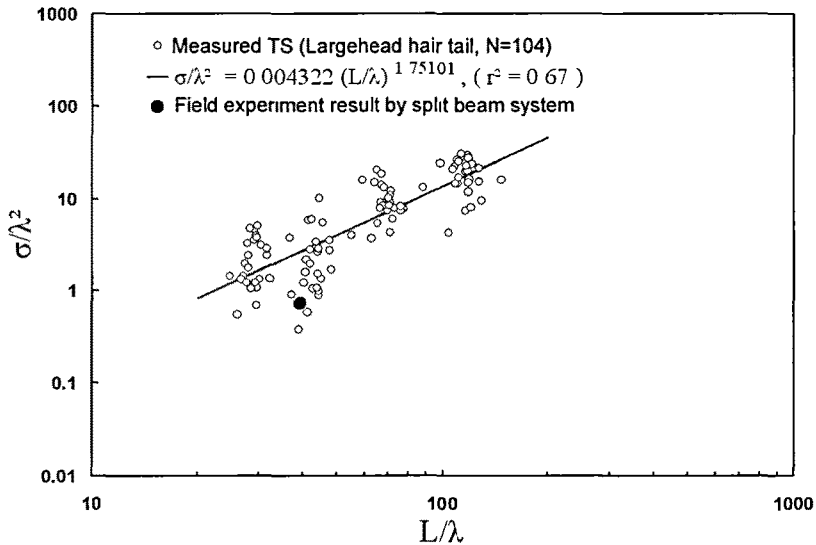


Fig. 4. Length dependence of target strength for largehead hairtail derived from laboratory experiment by single beam system and field experiment by split beam system, respectively. The backscattering cross section(σ) is normalized to the square of wavelength(λ) and plotted against the fish length (L) to wavelength ratio.