

## 어류 체장의 자동 식별을 위한 어종별, 체장별 및 주파수별 음향 반사 강도의 데이터 뱅크 구축 -II

- 어종별 음향 반사 강도의 주파수 및 체장 의존성 -

。 이대재 · 신형일 · 이유원 · 강희영

부경대학교

### 서론

현재, 세계 각국에서는 자국의 영해에 대한 어업 생물 자원의 과학적인 평가, 관리 및 보호를 위한 각종의 연구 조사가 활발하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 국립수산과학원을 중심으로 한반도 주변수역, 인도양, 북태평양 및 기타 해역에 있어 split beam 방식 계량어군탐지기에 의한 음향학적 조사와 저·중층 트롤 조업에 의한 시험 조사가 매년 실시되고 있다. 그러나, 대상 어류의 체장 조성을 평가를 위한 음향학적 연구는 아직까지 수행되고 있지 않고 있는 바, TAC 제도를 시행하고 있는 우리나라로서는 한반도 주변 수역에 서식하는 어종별, 체장별, 사용 주파수별 어류의 체장 추정에 필요한 음향 반사 강도의 data bank 구축 및 현장 적용을 위한 연구가 시급하게 요구되고 있다. 본 연구에서는 대형음향수조에서 선어 및 활어 상태로 구입한 연근해산 어류를 대상으로 현수법에 의해 어종별, 체장별, 주파수별에 대한 음향반사강도를 측정하였다. 또한, 이들 정보를 토대로 한반도 주변해역에 서식하는 주요 어종의 체장식별을 위해 향후 보급될 체장어군탐지기에 적용할 음향반사강도의 체장 의존성에 대한 data bank를 구축하고자 하였다.

### 재료 및 방법

어류의 음향반사강도는 대형실험수조(L5m×W6m×H5m)에서 50, 75, 120, 200 kHz의 4 주파수에 대하여 현수법에 의해 측정하였다. 실험장치는 수중에 현수시킨 어류의 자세각(tilt angle)를 0.3°~0.4° 간격으로 정밀하게 제어하기 위한 어류위치제어장치(step motor 및 servo motor 구동제어장치), 어류 자세 변화에 따른 echo 신호를 측정하기 위한 어군탐지장치, 어류 echo 신호를 정량적으로 처리 및 수록을 위한 신호처리장치, 어류의 반사강도의 산출 및 도식화, 측정 시스템의 제어 및 관리를 위한 프로그램 등으로서 구성하였다. 실험어류는 활어 도소매시장을 통해 어종별, 체장별로 활어 또는 선어 상태로써 공급받아 사용하였다.

실험은 어류의 자세를 변화시키면서 반사강도를 측정 후, 그 자세각에 대한 평균화처리를 수행하였는데, 어체의 자세각( $\theta$ )에 대한 평균후방산란단면적( $\langle \sigma \rangle$ )와

평균반사강도  $\langle TS \rangle$ 는  $\langle \sigma \rangle = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sigma(\theta) f(\theta) d\theta$ ,  $\langle TS \rangle = 10 \log\left(\frac{\langle \sigma \rangle}{4\pi}\right)$ 에 의해

구하였다. 또한, 어류의 반사강도가 체장( $L$ )의 2승에 비례한다는 가정하에서  $\langle TS \rangle = 20 \log L + b_{20}$ 의 회귀직선식으로부터 체장변환계수  $b_{20}$ 을 산출하였다.

### 결과 및 고찰

1) 고등어, 전갱이 부세, 병어, 말쥐치, 삼치 등 연근해산 6개 어종에 대한 총 127 마리의 개체를 대상으로 음향반사강도의 체장 의존성을 검토한 결과, 50, 75, 120, 200 kHz의 주파수에 대하여 음향반사강도는 각각 체장의 2.51, 2.94, 2.23, 2.29승에 비례하였고, 그 체장변환계수는 각각 -77.37, -88.16, -71.14, -78.91 dB이었다. 이 값은 각 주파수에 대하여 음향반사강도를 체장의 2승에 근사시킨 체장변환계수 -68.35, -72.17, -66.12, -73.20 dB과 큰 차이를 나타내었다.

2) 50, 75, 120, 200 kHz에 대하여 6개 어종 총 127 마리의 개체를 대상으로  $\sigma/\lambda^2$  과  $L/\lambda$ 의 관계를 추정한 결과,  $\sigma/\lambda^2 = 0.0189 (L/\lambda)^{1.7458}$ 의 회귀직선식을 얻었다. 여기서,  $\sigma$ 는 어류의 음향산란단면적( $m^2$ ),  $\lambda$ 는 사용 주파수의 파장( $m$ ),  $L$ 는 어류의 체장( $m$ )이다. 이 실험식은 향후 보다 정량적으로 현장 검증될 예정이다.

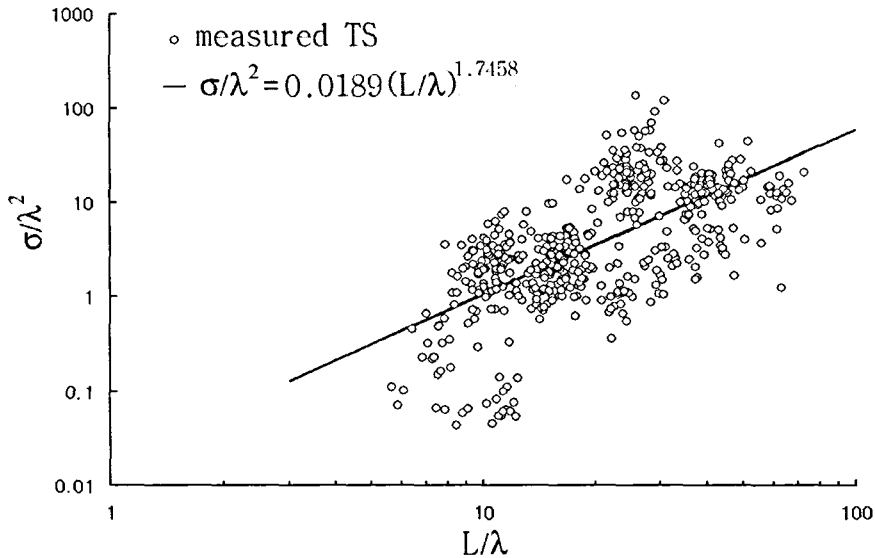


Fig. 1. Relationship between  $L/\lambda$  and  $\sigma/\lambda^2$  for six fish species of ch mackerel, Japanese horse mackerel, large yellow croaker, silve pomfret, spotted mackerel and black scrapper at 50, 75, 120 and 20 kHz. The solid line is the values from regression equation for t relation between tilt averaged target strength( $\sigma/\lambda^2$ ) and fi length( $L/\lambda$ ). The  $\sigma$ ,  $L$  and  $\lambda$  is the backscattering cros section, folk length of fish and wavelength, respectively.