

SA-1 소너를 이용한 자원량 조사에 대하여

이 유 원
부경대학교

서 언

수산자원의 현존량을 추정함에 있어, 계량어군탐지기(이하, 계량어탐 이라 한다)를 이용한 음향자원량 조사는 넓은 수역을 단시간에 조사 가능한 효율적인 방법으로서 확립되어 있다. 한편, 최근에 멸치, 꽁치 등의 표층어종의 자원량 조사의 필요성이 높아지고 있지만, 계량어탐은 수직 빔을 이용하므로, 표층의 탐지범위가 좁고, 어군의 선체도피행동이나 표층 데드존이 존재한다. 그 때문에, 표층을 광범위하게 탐지 가능한 소너를 이용한 자원량 추정법의 개발이 요구되고 있다.

소너를 이용한 어군량의 추정법으로는, 소너 화면상에 나타난 어군의 계수, 어군면적의 측정, 어군체적의 측정 및 에코적분법을 생각할 수 있다. 어군계수법은 소너 이외의 특별한 장치가 필요하지 않기 때문에 측정이 용이하지만, 어군의 크기가 다를 경우, 오차가 크게 된다. 그것에 비해, 어군의 면적측정 및 체적측정법은, 어군량에 비례하는 값을 얻는 것이 가능하지만, 어군의 면적·체적측정시에 관측자에 의한 개인차가 생긴다고 하는 결점이 있다. 그래서 본 연구에서는 자동화가 용이하고, 어군의 분포상태의 여부에 관계없이 어군량을 측정할 수 있는 에코적분법을 이용한 정량화법에 대하여 어군계수법이나 면적측정법 등의 정량화법과 비교하여 소너를 이용한 어군량 추정법에 대하여 고찰하였다.

소너 화상을 이용한 어군량의 추정

조사는 北海道大学 水産学部 연구조사선 Ushio-maru를 사용하여 행했다. 사용된 소너는 조사선에 장착된 반원형 스캐닝 소너(KCH-1827, Kaijo Co.)로, 송신주파수는 164kHz, 송신 빔 폭은 180° × 8° , 수신 빔폭은 8° × 8° 이다. 소너 빔은 선수방향을 향하여 부각을 10° , 탐지범위를 400m로 하고, TVG는 10logR, 펄스폭을 15ms로 설정했다. 항주 중 소너 화면에는, 에코 전압에 따라 16색으로 구분된 어군이 PPI표시된다. 이것을 비디오 스캔 컨버터 유니트(XVGA-1V, Micomsoft Co.)를 통하여 NTSC비디오 신호로 전환 후, 비디오 테이프레코더로 녹화하고, 해석에 이용하였다.

비디오테이프에 수록된 소너 영상은, 다기능 범용 화상해석 소프트웨어(Cosmos32, Library Inc. Co.)를 이용하여 8비트 흑백화상으로 컴퓨터에 읽어 들여, 1프레임/초의 정지화상으로 변환했다. 이들 정지화면은 화상상에 표시되어 있는 컬러바를 이용하여 색과 휘도값이 리니어가 되도록 캘리브레이션을 행하고, 6단계의 흑백화상으로 변환했다. 그 후, 시간축 화상생성 소프트웨어(Time-im32, Library Inc. Co.)를 이용하여 소

너 화상상의 자선위치를 중심으로 한 좌우 각각 40° 방향의 방사선상을 통과하는 어군을 목시로 계수하고, 어군의 수(N_F)를 얻었다.

계수한 어군에 대하여, 어군의 기하학적 중심위치가 40° 방사선상을 통과할 때의 어군의 방위방향의 길이(CW') 및 거리방향의 길이(LW')를 측정하고, (1)(2)식에 나타낸 것과 같이 방위분해능과 거리분해능으로 기인하는 오차를 보정했다.³⁻⁵⁾

$$CW = CW' - \Delta CW = CW' - \left(2R \tan \frac{\phi}{2} \right) \quad (1)$$

$$LW = LW' - \Delta LW = LW' - \left(\frac{cr}{2} \right) \quad (2)$$

이렇게 하여 보정한 어군의 방위방향의 길이와 거리방향의 길이를 이용하여, 각 어군의 면적(S_F)을 타원에 근사시켜 구했다.^{1,2)} 어군면적(S_F)은, 계수한 어군의 규모를 나타내는 지표이고, 계수법에 비하여 어군의 유무만이 아니고, 어군의 규모를 정량화하는 것이 가능하다.

가중치 어군면적(Sw_F)은 어군면적을 측정했을 때의 어군 내의 픽셀 휘도의 평균치(w)와 어군면적(S_F)과의 곱으로 나타낼 수 있다. 가중치 어군면적(Sw_F)은 어군의 규모와 어군 내의 에코 강도를 고려하고 있기 때문에, 어군 내의 상대밀도도 나타내는 지표이다.

시간축 화상 생성 소프트웨어를 이용하여 소너 화상상의 자선위치를 중심으로한 좌우 각각 40° 방향의 방사선상의 픽셀 휘도(V)를 구하고, 각 픽셀의 휘도를 2승하고, 방사거리 30~300m까지 적분한 것을 에코에너지(E)로 간주했다.

$$E \propto \int V^2 dV \quad (3)$$

여기서, E 는 계량어탐의 에코적분치에 상당한 값으로 생각할 수 있다.

이렇게 구한 좌우 각각 40° 방향의 방사선상의 픽셀 휘도의 2승 적분치를 이용한 어군량 지표와, 어군의 수, 어군면적 및 가중치 어군면적을 이용한 어군량 지표를 비교하기 위하여, 각 어군량 지표에 대하여, 조사거리 0.5NM마다의 값을 각 지표의 합계로 기준화(%)하여 상관을 조사했다. 이 때, 각 지표의 값이 0으로 되는 구간은 해석으로부터 제외시켰다.

그 결과는 다음과 같다. 자선을 중심으로한 우현 40° 방향의 선상의 픽셀 휘도(V)를 이용하여 작성한 에코그램을 Fig. 1에 나타낸다. 그림의 세로축은 자선의 진행방향의 항로거리, 가로

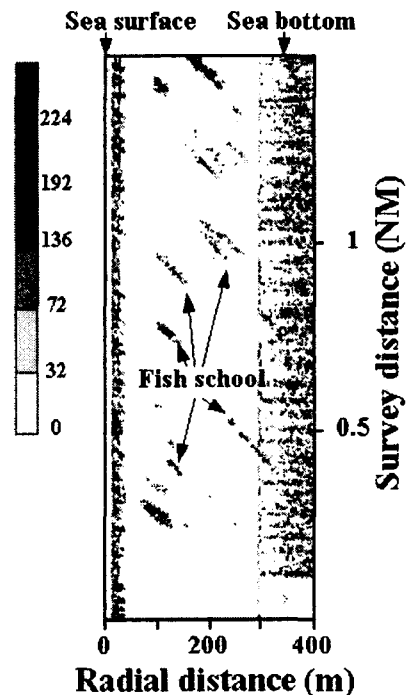


Fig. 1. Echogram produced by pixel luminance values of scanning sonar images.

측은 자선으로부터 400m까지의 방사 거리를 나타냈다. 그림을 보면, 어군 및 해저가 재현되어 있는 것을 확인할 수 있다. 에코그램상의 어군형상이 왼쪽 위로 올라가 있는 것은, 어군과 자선과의 상대거리가 근접중에 있는 것을 나타낸다. 이 에코그램을 바탕으로, 해면 및 해저반사의 영향을 포함하지 않는 방사거리 30~300m의 픽셀 휘도의 2승 적분치를 에코에너지(E)로 하고, 어군량의 지표로 했다.

한편, 이 값과 비교하기 위하여 이용한 어군량 지표는, 목시로 계수한 어군의 수, 어군의 규모를 나타내는 어군면적, 어군에코의 강도를 고려한 어군면적인 가중치 어군면적이었다. 어군량 지표의 비교에서, 소너 화상으로부터 얻어진 데이터만을 사용하였으므로, 어군량 지표의 절대값을 파악하는 것은 불가능하고, 각 지표의 상대적인 비교를 행했다. 비교한 어군량 지표는, 소너 화상의 자선을 중심으로 하는 좌우 40° 방향의 방사선상의 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)와 그 외의 3개의 지표이다. 각 어군량 지표에 대하여, 조사거리 0.5NM마다의 값을 각 지표의 합계로 기준화하여 비교한 것을 Fig. 2에 나타낸다. 그림의 세로축은 어군의 수(N_F), 어군면적(S_F), 가중치 어군면적(Sw_F)의 기준화한 값을 나타내고, 가로축은 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)를 기준화한 값을 나타냈다. 그림 중에, 점선은 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)와 어군의 수(N_F)와의 회귀직선을 나타내고, 실선은 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)와 어군면적(S_F) 및 가중치 어군면적(Sw_F)과의 회귀직선을 나타낸다. 그림을 보면, 어군면적의 지표는, 양현 모두 가중치 어군면적(Sw_F)의 지표와 거의 같은 값을 나타내는 것을 알 수 있다. 또, 각 지표간의 관계에서, 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)와 각 지표간에는 일정한 관계가 있음을 알 수 있었다.

어군량 지표간의 비교는 Misund와 Niwa등에 의하여 행해졌는데, 어군량과 어군면적사이에는 일정한 관계가 있음을 보고했다.^{1,2,6,7)} 본 실험에서의 어군면적(S_F)과 픽셀 휘도의 2승 적분치(E)와의 관계는, 북해의 청어와 스프라트 어군을 대상으로 구한 어군면적(S_F)과 면적후방산란계수(S_A)와의 관계와 비슷한 상관관계가 얻어져, 휘도를 이

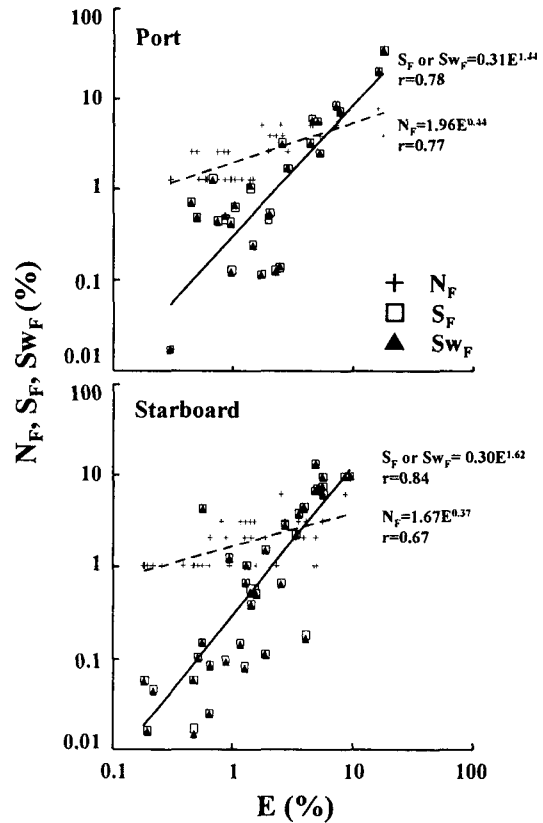


Fig. 2. Relationships between the quantified luminance value (E) and school count (N_F), school area (S_F) and weighted school area (Sw_F).

용한 정량화법은 어군량을 바르게 정량화 했다고 할 수 있다.

본 실험에서는, 소너 화상을 컴퓨터에 읽어 들여, 화상의 휘도를 2승 적분하여 어군량을 정량화 했다. 휘도를 이용하는 것으로부터, 소너 화상상의 어군영상을 정량화하고, 그것을 이용하여 작성한 에코그램으로부터 어군과 해저를 분명하게 식별하는 것이 가능하며, 화상을 이용한 어군량의 정량화에 있어서 휘도는 유용한 정보이다. 또, 휘도를 2승 적분하여 얻어진 어군량 정보는 고기의 분포상태에 관계없이 측정이 가능하고, 어군량을 정량화하는 방법으로서 유망하다고 생각되어진다.

결 론

소너를 이용한 어군량 추정법으로서, 어군의 계수법, 어군면적측정법, 어군체적측정법 및 에코적분법을 들어, 실제 해상실험에서 얻은 데이터 해석을 통하여 이하의 결론을 얻었다.

1. 소너 화상으로부터 계수법에 의하여 얻어진 어군의 수는, 에코적분법에 의한 픽셀 휘동의 2승 적분치에 비례하였다. 그러나, 어군의 계수법은 어군의 규모에 관계하지 않고 어군을 계수하기 때문에, 오차가 클 것으로 생각되어진다.

2. 소너 화상으로부터 면적측정법으로 계측된 어군면적은, 에코적분법에 의한 픽셀 휘동의 2승 적분치에 비례하고, 유의한 상관을 나타내었으므로, 어군량 지표로서 유용가능하다고 생각되어진다.

3. 소너 화상의 휘도를 2승 적분하여 얻어진 어군량 정보는 고기의 분포상태에 관계없이 측정이 가능하여 어군량을 정량화하는 방법으로서 유용하다고 생각되어진다.

금후, 계량 소너의 개발에 있어서, 각 정량법의 특징을 살린 하이브리드 방식을 검토할 필요가 있다.

참고문헌

- 1) Misund, O. A., Aglen, A., Beltestad, A. K. and Dalen, J. (1992). Relationships between the geometric dimensions and biomass of schools. *ICES J. Mar. Sci.*, **49**, 305-315.
- 2) Misund, O. A. (1993). Abundance estimation of fish schools based on a relationship between school area and school biomass. *Aquat. Living Resour.*, **6**, 235-241.
- 3) Forbes, S. T. and Nakken, O. (1972). Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal, Part 2: The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation. *FAO Man. Fish. Sci.*, **5**, 100-133.
- 4) Johannesson, K. A. and Losse, G. F. (1977). Methodology of acoustic estimations of fish abundance in some UNDP/FAO resource survey project. *Rapp. P. - v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, **170**, 296-318.
- 5) MacLennan, D. N. and Simmonds, E. J. (1992). Fisheries Acoustics. CHAPMAN & HALL, p325.
- 6) Misund, O. A., Aglen, A. and Frønæs, E. (1995). Mapping the shape, size, and density of fish schools by echo integration and a high-resolution sonar. *ICES J. Mar. Sci.*, **52**, 11-20.
- 7) 丹羽洋智 (1999). 群れは雁行形態をどのように維持するか. 第9回数理生物学シンポジウム. p9.