Bull. Mar. Environ. Res. Inst.
Cheju Nat. Univ., 26: 15-20, 2002

제주대 해양과환경연구논문집, 26: 15-20, 2002

제주도 연안 초망 어선의 소음에 관한 연구

박 성 욱*·서 익 조·오 승 훈·김 병 엽·이 창 헌·서 두 옥
*국립수산과학원, 제주대학교 해양산업공학부

A study on the noise of a anchovy scoop nets vessel in the coastal area of Jeju Island

Seong-Wook Park*, Yik-Jo Seo, Seung-Hun Oh, Byoung-Youb Kim,
Chang-Heon Lee and Du-Ok Seo
*National Fisheries Research and Development Institute. Kangwon-Do. 210-861. Korea.
Division of Marine Production Engineering. Cheju National University. Jeju-Do. 690-756. Korea.

In order to obtain a basic data for alluring a school of fish, anchovy with emitting underwater sound, an experiment for measuring noise level was carried out on no-load operation of a engine. noise level was measured at the depths of four meters and ten meters and analyzed. Then, the revolution per minute of the ship used at this field experiment was 800 including 1000. The results were followed.

1. On 800 rpm, noise levels on board were 90, 93, 106, 107 and 101 dB in the order of bow, deck, stern, funnel and engine room. In addition, 93, 95, 110, 109 and 103 dB on 1000 rpm, respectively.

2. On 800 rpm, underwater noise levels of the depth of four meters at the bow were 92, 95, 102, 97, 94 and 92 dB at the frequencies of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 Hz, respectively and those of the depth of ten meters were 87, 88, 99, 96, 94 and 93 dB.

Underwater noise levels of the depth of four meters outside the engine room were 94, 91, 100, 96, 94 and 92 dB at the frequencies of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 Hz, respectively and those of the depth of ten meters were 93, 92, 99, 95, 93 and 91 dB.

Underwater noise levels of the depth of four meters at the stern were 98, 94, 100, 97, 94 and 92 dB at the frequencies of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 Hz, respectively and those of the depth of ten meters were 92, 93, 99, 96, 93 and 92 dB.

3. On 1000 rpm, underwater noise levels of the depth of four meters at the bow were 86, 91, 98, 95, 93 and 92 dB at the frequencies of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 Hz, respectively and those of the depth of ten meters were 88, 87, 99, 96, 94 and 92 dB.

Underwater noise levels of the depth of four meters at the stern were 88, 88, 99, 96, 93 and 92 dB at the frequencies of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 Hz, respectively and those of the depth of ten meters were 88, 86, 99, 96, 94 and 92 dB.

Key words : noise level, anchovy scoop nets vessel.

서 론

제주도 연안 해역에서 멸치를 어획하고 있는 초망 어선은 야간에 선상집어등으로 멸치어군을 표층까지 집어하고 있다. 그러나 멸치어군이 수심 5 m까지 유집되나 그 이상 더 표층으로 부상하지 않으면 정선하여 기관을 공회전시켜 수중음을 발생시켜서 부상시키고 있다. 어법에 있어서 어군을 어획하기 위해 어업에 이용되어 온 것으로 빛이 가장 오랫동안 사용되어 왔고, 지금도 대다수 어종의 어획을 위한 유집에 있어서 빛이 많이 사용되고 있으며 음 자극도 수중 생물의 행동 제어에 이용되고 있지만 빛을 이용한 집어 만큼의 큰 주목을 얻지는 못하고 있다. 그러나 수중에서의 정보 전달 방법의 하나인 음파의 파장은 공기 중에서보다 약 4.4배 길고, 임피던스는 공기의 약 3.7×10^3배이므로 해수 자체가 음파를 전송하기 쉬운 매질이어서 수중에서의 정보 전달 신호로서는 음파가 다른 매체보다 그 이용 범위가 넓다는 장점을 갖고 있어 전달 범위나 속도, 사용 가능시간 등을 고려하면 빛 보다도 효과적인 제어 수단이 될 수도 있으며, 이와 관련하여 오 등(1991) 및 양 등(1992)의 소형 어선의 소음에 관한 연구, 紫田(1966)의 수중음에 대한 정어리 어군의 반응, Maniwa et al.(1975)의 오징어 어군이 어선의 스크류 음에 대한 반응 등의 연구와 함께 이 등(1997, 2001)의 어류의 수중음에 대한 청각 특성 등 수중음을 이용한 어군의 어획 노력이 진행되어 왔다.

이 연구는 제주도 연안에서 이루어지는 초망 어업에서 수중음을 이용하여 멸치어군을 유효하게 집어하기 위한 기초 자료를 얻기 위한 것으로 어선의 주기관을 공회전시켰을 때의 선상 소음과 어군이 유집되어 투망되는 지점의 수중 소음을 측정 조사하였다.

재료 및 방법

제주도 연안에서 조업하는 초망어선 신일호(6.02톤, 320마력, L12.25 x B3.18 x D1.07 m, FRP선)을 이용하여 1999년 10월 27일 파고 0.5 m, 제주항 연안에서 선상 소음과 수중 소음의 음압 준위를 측정하였다.

선상 소음은 전진시 기관의 회전수 800 rpm과 후진시 회전수 1,000 rpm으로 구분하여 측정하였으며, 측정 위치는 선수(B), 갑판(D), 기관실 내(E), 연돌 위(F), 선미(S)의 5개 선내 위치로 구분하여 각 위치의 중심 밑바닥에서 수직 방향으로 높이 1 m, 측면 1 m의 위치에 소음계(RION NA-20)를 두고 A보정으로 20초 동안에 제일 높은 음압 준위를 측정값으로 하고 이와 같은 방법으로 20회 반복 측정하여 이중 가장 높은 값을 해당 위치에서의 음압 준위로 하였으며, 수중 소음은 선상 소음과 같은 날짜 및 기관 회전수로 하고, 측정 위치는 선수, 기관실 옆, 선미의 3개 선외 위치로 구분하였고, 선상 집어등으로 멸치 어군을 유집하여 수심 4 m까지 부상하면 초망어구를 투망하기 때문에 각 위치의 선외로 2 m에서 수심 10 m까지 2 m마다 수중 청음기(B&K, 8140)를 이동하면서 선내에서 전치 증폭기(B&K, 2624), 녹음기(Sony, TC-D5M)로 녹음하였다(양, 1992). 또 녹음된 수중 소음을 실험실에서 재생하여 주파수 분석기(B&K, 3473)를 이용하여 주파수 50Hz - 2,000 Hz 사이로 분석하였으며, 음압 준위 1 μ Pa을 기준으로 하였다.

결과 및 고찰

어선의 선내 측정 위치에서 주기관의 회전수별 소음의 음압준위는 Fig. 1과 같으며, 기관의 회전수 800rpm에서 선수(B), 갑판(D), 선미(S), 연돌 위(F),

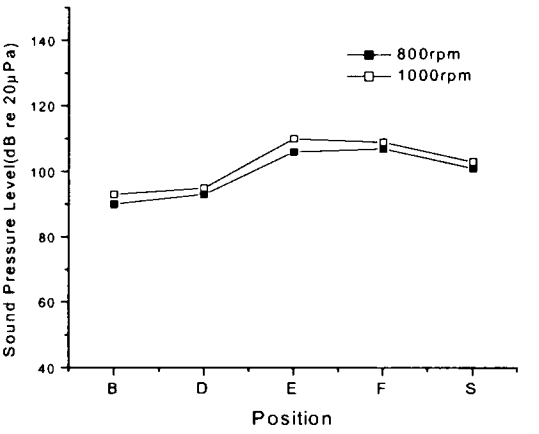


Fig. 1. Inboard noise level of the check points in the anchovy scoop nets vessel.
(B : Bow D : Deck E : Engine room F : Funnel S : Stern)

기관실 내 (E)의 음압은 각각 90. 93. 106. 107. 101 dB 이었으며, 기관 회전수 1.000 rpm에서 B. D. S. F. E 위치의 음압은 각각 93. 95. 110. 109. 103 dB로 나타나 회전수가 높을수록 소음이 컸고, 멸치 어군을 유집하며 어구를 투·양망하는 선수와 갑판의 음압 준위는 대략 90 - 95 dB의 범위였다.

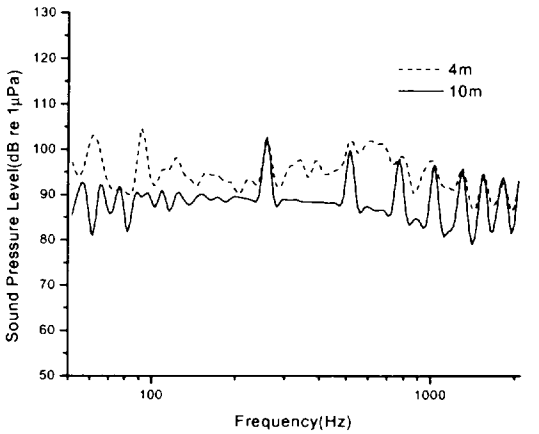
어선의 주기관을 각각의 회전수로 공회전시켰을 때 수중 소음의 주파수별 음압 준위를 멸치 어군이 유집되는 지점인 수심 4 m와 10 m층으로 나누어 비교하였다.

회전수를 800 rpm으로 할 경우 선수, 중앙, 선미의 각 측정 지점에서 수심에 따른 소음 준위를 나타낸 결과 Fig. 2의 (a)와 같이 선수에서는 수심 4 m인 경우 음압이 각각 92. 95. 102. 97. 94. 92 dB 이었으며, 수심 10 m 층인 경우 음압이 각각 87. 88. 99. 96. 94. 93 dB이었고, 선체 중앙을 나타내는 (b)에서는 수심 4 m인 경우 음압이 각각 94. 91. 100. 96. 94. 92 dB. 수심 10 m인 경우 음압이 각각 93. 92. 99. 95. 93. 91 dB이었다. (c)의 선미에서는 수심 4 m인 경우 음압이 각각 98. 94. 100. 97. 94. 92 dB이었으며, 수심 10 m인 경우 음압이 가각 92. 93. 99. 96. 93. 92 dB로 나타나 선체 중앙에서는 수심에 따른 소음 준위의 차이를 크게 보이지 않았으나, 선미, 선수의 순으로 각 층별 소음 준위 차이가 나타났다.

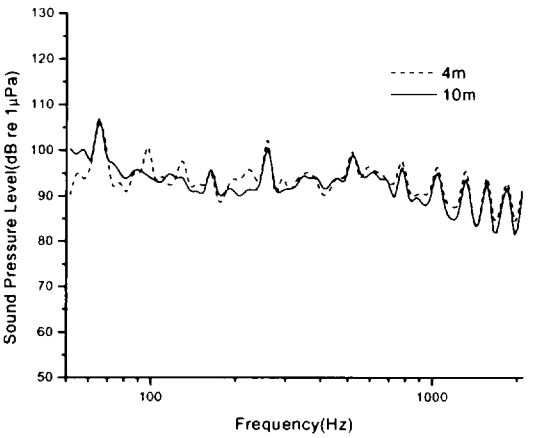
또한 Fig. 3의 (a)와 같이 회전수 800 rpm의 경우 수심 4 m에서 측정한 각각의 소음 준위는 소음 측정 위치에 관계없이 비슷한 준위를 나타내었으나, 수심 10 m인 (b)에서는 선미와 중앙이 비슷한 준위를 나타낸 반면 선수는 낮은 소음 준위를 보이고 있었다.

후진시 사용하는 회전수 1000 rpm으로 할 경우 선수, 선미의 각 측정 지점에서 수심에 따른 소음 준위를 Fig. 4와 같이 나타낸 결과 선수인 (a)에서는 수심 4 m인 경우 음압이 각각 86. 91. 98. 95. 93. 92 dB로 나타났고, 수심 10 m인 경우 음압이 각각 88. 87. 99. 96. 94. 92 dB로 나타났으며, (b)인 선미에서는 수심 4 m인 경우 음압이 각각 88. 88. 99. 96. 93. 92 dB. 10 m인 경우 음압이 각각 88. 86. 99. 96. 94. 92 dB로 나타났다.

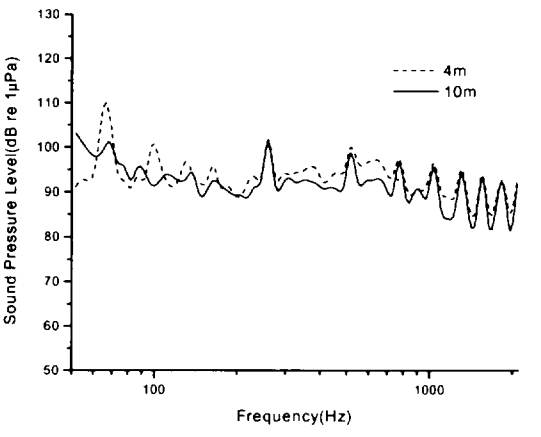
이때 발생하는 소음 준위는 선수, 선미의 측정 장소 모두 수심이 깊을수록 소음 준위가 적게 나타났으나, 이들 소음 준위를 Fig. 5와 같이 같은 수층별로 비교



a) Bow in underwater

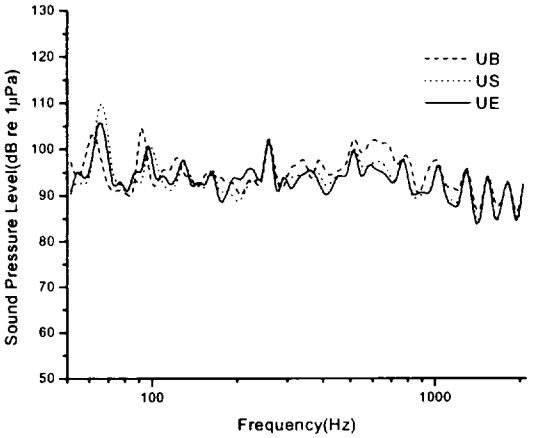


b) Engine room out side in underwater

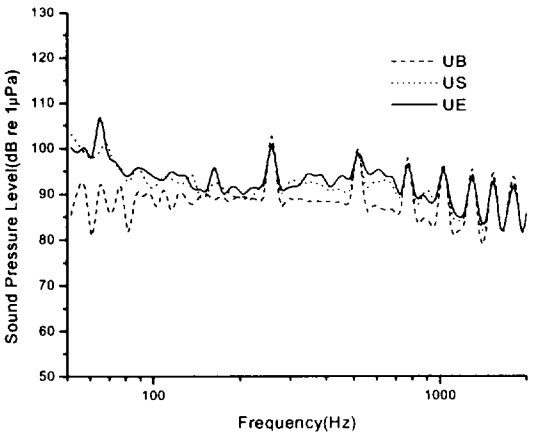


c) Stern in underwater

Fig. 2. The spectrum of underwater noise on operating the engine with 800 rpm.

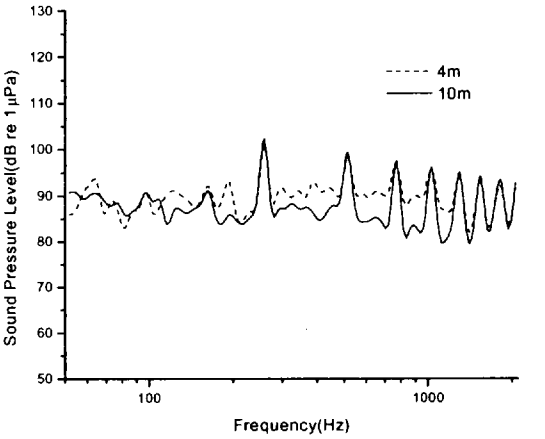


(a) the depth of 4 m

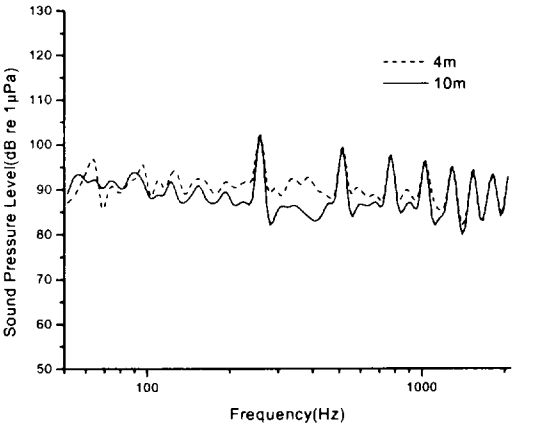


(b) the depth of 10 m

Fig. 3. Comparison of underwater noises on operating the engine with 800 rpm. (UB : Bow in underwater UE : Engine room out side in underwater US : Stern in underwater)



(a) Bow in underwater



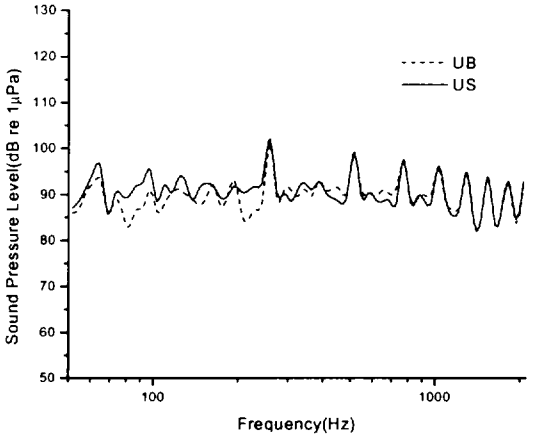
(b) Stern in underwater

Fig. 4. The spectrum of underwater noise on operating the engine with 1000 rpm.

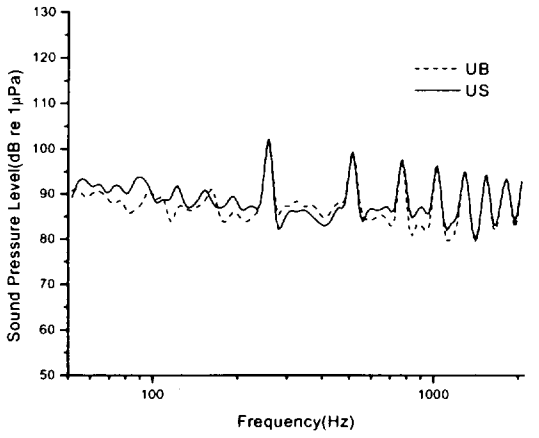
한 결과 전반적으로 비슷한 소음 준위를 나타내고 있었다. Fig. 3과 같은 800 rpm 발생시에 나타나는 선수와 선미 사이 소음준위 차이는 보이지 않았으나, 이상의 결과 1000 rpm의 경우 같은 수층에서의 음압분포가 비슷하게 나타남에도 불구하고 800 rpm의 Fig. 8(b)의 경우 음압 분포가 다소 다르게 나타난 것은 측정시에 다른 환경적 요소가 포함된 것으로 판단된다.

음향을 이용한 어군의 유집을 위한 기초 자료를 얻기 위하여 멸치 어군이 유집되어 어구가 투망되는 지점(수심 4 m)에서의 소음 준위를 구한 결과 800 rpm인 경우 주파수 100 - 500 Hz에서는 약 음압 92 - 102 dB 범위에 있었으며, 1000 rpm시에도 대략 음압 90 - 100 dB 사이에 분포하고 있었다.

멸치를 어획하는 주 어구인 초망 어업은 우리나라 남해안과 제주도 연안에서 행해지는 고유 어법으로서, 이러한 초망 어업은 큰 챗대 1개와 작은 챗대 1개는 반 기계적으로, 콧대 1개와 그물 작업은 인력으로 조작되고 있는데, 멸치 어군의 집어는 집어등을 선수 전방에 설치하여 2-3노트의 속력으로 항해하면서 멸치 어군을 표층으로 부상시킨다. 이때 집어등만으로 멸치어군이 표층으로 부상하지 않으면 쇠파이프로 어선의 외판을 두드리거나 또는 기관 회전수를



(a) the depth of 4 m



(b) the depth of 10 m

Fig. 5. Comparison of underwater noises on operating the engine with 1000 rpm.
(UB : Bow in underwater US : Stern in underwater)

빠르게 하여 공회전시키면서 수중 소음을 발생시켜 멸치 어군을 표층으로 유집시킨다.

어류는 파랑, 강우, 지각변동 등 자연 발생적인 수중 소음과 항공기, 선박등의 인위적인 수중 소음이 동시에 존재하는 환경에 서식하므로, 어류의 서식지에 분포하는 이러한 주변 환경 잡음의 영향을 받아서 섭이 행동 등의 생물학적 의미를 갖는 중요한 음 정보를 취할 때 장애가 된다. 즉, 주변 환경 잡음의 영향을 받아서 작은 소리가 들리기 어렵게 되어, 청각 문턱치가 증가하는 마스킹 현상이 발생하는 데, 해상에서는 주로 바람이 배경 잡음을 발생시켜 마스킹이 일어나고, 이 때 어류는 약한 생물학적 음 정보를 감지하기 어려워진다. 일반적으로 어류의 청각 능력은 음압의 강도와 마스킹 현상에 따라 달라질 수 있는데, 어류는 청각 문턱치와 배경 잡음의 스펙트럼레벨과의 차 즉, 청각 임계비가 거의 음압 15 - 25 dB 이상이면 잡음과 구별하여 감지하는 것이 가능하다고 한다(Hatakeyama, 1989).

따라서 멸치 어군을 부상시키기 위한 소음 발생을 감안할 경우 대략 음압 120 dB이상의 신호음 방성이 요구되어진다. 이와함께 수중음향을 이용하여 멸치 어군을 유집하기 위해서는 멸치의 청각 능력을 조사할 필요가 있으며, 그에 따라 어선에서 발생되는 소음 이상의 음을 방성함으로써 멸치어군에 대한 음향 어법을 이룰 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

제주도 연안에서 이루어지는 초망 어업에서 수중음을 이용하여 멸치 어군을 유효하게 집어하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 어선의 주기관을 공회전시켰을 때의 선상과 어군이 유집되어 투망되는 수심 4 m 지점과 함께 수심 10 m층의 수중 소음을 측정 조사하였다. 이때 사용한 선박의 공회전은 전진시의 800 rpm과 후진시의 1000 rpm으로 그 결과는 다음과 같다.

1. 기관의 회전수 800 rpm에서 선수(B), 갑판(D), 선미(S), 연돌 위(F), 기관실 내(E)의 소음 준위는 각각 90, 93, 106, 107, 101 dB 이었으며, 기관 회전수 1,000 rpm에서의 소음 준위는 각각 93, 95, 110, 109, 103 dB이었다.
2. 회전수를 800 rpm으로 할 경우 100, 300, 500, 1000, 1500, 2000 Hz에서 선수의 소음 준위는 4 m인 경우 각각 92, 95, 102, 97, 94, 92 dB 이었으며, 수심 10 m인 경우 87, 88, 99, 96, 94, 93 dB이었고, 선체 중앙에서는 4 m인 경우 94, 91, 100, 96, 94, 92 dB, 10 m인 경우 93, 92, 99, 95, 93, 91 dB이었다. 선미에서는 4 m인 경우 98, 94, 100, 97, 94, 92 dB이었으며, 10 m인 경우 92, 93, 99, 96, 93, 92 dB로 나타났다.
3. 후진시 사용하는 회전수 1000 rpm으로 할 경우 100, 300, 500, 1000, 1500, 2000 Hz에서 선수 소음 준위는 4 m인 경우 각각 86, 91, 98, 95, 93, 92 dB

로 나타났고, 10 m인 경우 88, 87, 99, 96, 94, 92 dB로 나타났으며, 선미에서는 4 m인 경우 88, 88, 99, 96, 93, 92 dB, 10 m인 경우 88, 86, 99, 96, 94, 92 dB로 나타났다.

참고 문헌

양용수 · 정공흔 · 서두옥. 1992. 소형어선의 소음에 관한 연구. 한국어업기술학회지. 28(4): 412-417.

오만홍 · 양용수 · 서두옥. 1991. 제주도 연안에 있어서 갈치 채낚이 어선의 수중소음. 제주대학교 해양연구소 연구보고. 15: 15-20.

이창헌 · 김병엽 · 정용진 · 서두옥. 1997. 수중가청음에 대한 잿방어 어군의 유집. 한국어업기술학회지. 33(4): 285-289.

이창헌 · 서두옥. 2001. 수중가청음에 의한 볼락의 청각 능력. 한국수산학회지. 34(2): 151-155.

柴田惠司. 1966. 旋網 漁船の騷音について一Ⅰ. 長崎大學水產學部研究報告 21: 145-158.

Hatakeyama. Y. 1989. Masking effect on the hearing of red sea bream. *Pagrus major*. by ambient noise. Int. J. Aq. Fish. Tecnol., 1: 271-277.

Maniwa. Y and Y. Hatakeyama. 1975. Research on the luring and driving a way of fish schools by utilizing underwater acoustical equipment (4). Tech. Rep. Fishing Boat 28 (64): 1-22.