

예망어구에서 발생하는 수중음에 관한 연구*

윤 갑 등**

(1975年 3月 15日 接受)

THE SEA NOISE OF THE MOVING TRAWL NET

Gab Dong YOON*

The sea noise of moving trawl net was recorded by an underwater tape recorder which was set wireless, and was analyzed by a sound level meter and an octave-band analyzer.

The frequency distribution of sea noise of the moving otter trawl net ranged from DC to 5000 Hz, and the dominant frequency zone ranged from 500 Hz to 700 Hz, and the maximum sound pressure is about 22 dB at the otter trawl net. The main sound source of the sea noise from the moving trawl net was found to be sea noise due to the resistance of the ground rope against the sea bottom.

서 언

해저 음향장치를 이용하여 어군을 유치하거나 그물 속으로 끌어올 수 있는 효과¹⁾에 대한 연구가 최근에 많은 관심 속에서 실시되고 있다.

Hasimodo와 Maniwa^{2,3)} 등은 주로 담수어(잉어)를 대상으로 유집효과를 연구했으며, Richard⁴⁾는 북합성으로 상어나 도미물 대상으로 유집효과에 대하여 연구한 바 있다.

어류의 청각에 관한 연구는 Kuroki⁵⁾와 Moulton⁶⁾, Tavolga⁷⁾ 및 Wodinsky^{8,9)}에 의하여 연구되고 있다. Yoshino¹⁰⁾와 Walkinshaw¹¹⁾ 및 Wenz¹²⁾ 등은 주로 어류들이 내는 소리를 중심으로 해저 소음에 관한 음향 spectrum을 분석한 바 있다^{13,14)}. 또 어선의 구조가 나무에서 금속으로 바뀔에 따라 천선의 소음이 목선의 것보다 어획능률을 저하시키고 있다고 생각되어 어선의 소음에 관해 Skudrzyk¹⁵⁾, Janssen¹⁶⁾ 및 Shibata¹⁷⁾ 등

에 의해서 연구되고 있다¹⁸⁾.

그러나 이들은 대부분 제래식 hydrophone과 선내 기록기간의 유선에 의한 정보 수집방법을 사용하기 때문에 복잡한 운동을 나타내는 이동 중의 어구와 같은 음원으로 부터 연속적으로 정보를 수집하는 경우에는 유수지렁이라든지 cable 손실등의 복잡한 분

제가 많다.

본 연구는 새로운 방법으로 이동 물체에 간단히 부착시킬 수 있도록 방수된 수중 녹음장치를 제작하여 조립중인 지인망 어구에서 발생하는 소음을 녹음 분석하여 음향 어법에 관한 물리적 기초 자료를 얻으려고 했다.

재료 및 방법

수중소음장치의 제작 및 수중음 녹음

녹음장치를 수중에 독립적으로 넣을 수 있도록 Fig. 1과 같이 12 mm 철판으로 원통형 탱크를 고안 하였다.

이 탱크속에 pre-amp, tape-recorder 및 time switch를 내장하고 hydrophone 만이 수밀장치를 통하여 수중으로 나올 수 있도록 하였다.

수중음 녹음에 사용된 기기는 Sony CF-1700 (20~6000 Hz, ± 4 dB), hydrophone TS-6503A (200~6000 Hz, ± 2 dB), pre-amp, TS-6503 (100~7000Hz, ± 1 dB) 이며 time switch는 이마미 완전히 전개되어 예망되고 있을때 작동할 수 있도록 2시간 사이의 임의의 시간에 마칠 수 있도록 고안 되었다. 전원 12V와 6V는 pre-amp, 및 tape-recorder에 공급되도록 되어있다.

**부산수산대학, National Fisheries University of Busan

*This research was supported by the research grant of 1974 from the Ministry of Education, Republic of Korea

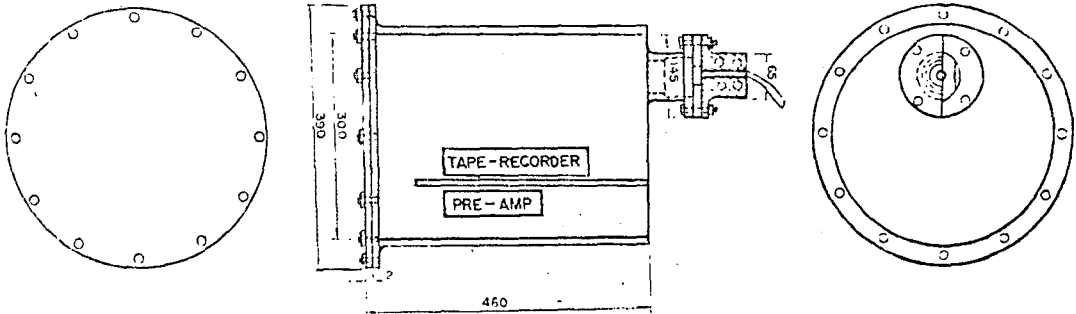


Fig 1. Arrangement of underwater tape-recorder.

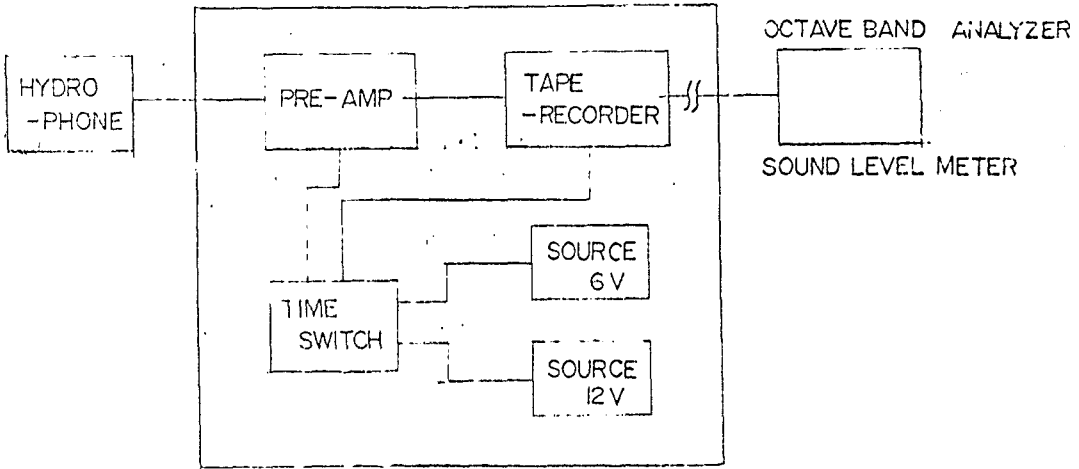


Fig 2. Block diagram of underwater noise recording system.

hydrophone으로 수파된 음은 pre-amp를 통하여 tape-recorder에 연속적으로 녹음되고 tape의 용량은 45분으로 다 녹음되면 자동적으로 정지 되도록 되어 있다.

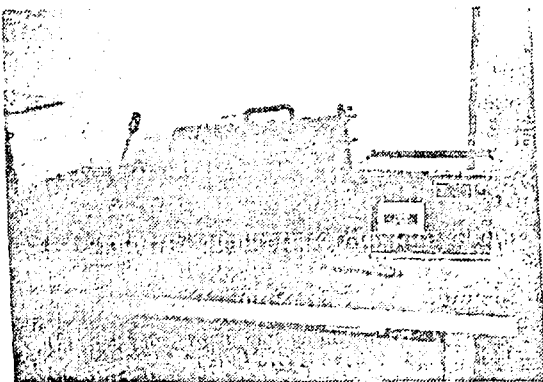


Fig 3. View of underwater tape-recorder.

해상 실험은 1974년 12월 20일 부산 앞바다에서 저인망어선 영진호(78ton)로 실시하였다. 이때의 수심

은 50 m에서 100 m였고 저질은 퓌, 어선과 tape-recorder의 거리는 약 300 m로 하였으며, hydrophone은 부자축 중앙에 수평으로 부착 시키고 tank의 유수 저항에 의한 소음을 덜기 위해서 tank는 hydrophone의 뒤쪽에 오도록 장치 하였다. 또 tank의 무게에 의한 망고의 침강을 막기 위해 tank의 수중 무게 만큼의 부력을 가진 부자를 달았다.

hydrophone이 망지등과의 접촉을 피할 수 있도록 brass frame을 장치 하였다. 조입중의 예망속도는 3.5k/t로 하였다.

소음분석 및 주파수 특성

녹음된 소음은 sound level meter (SM5844, 35~1300dB, 30~8000Hz)와 octave band analyzer (22~22,400Hz)에 의하여 주파수 분포 및 음압의 분석을 하였다. 여기서 구한 진폭을 전대음압으로 표시하기 위하여 각 계측기의 주파수 특성에 관하여 각종의 측정을 하였다. 물론 이 측정기의 tape-recorder 및 분석

기의 녹음 재생의 과정에 있어서의 제 조건이 항상 일정하게 유지 되도록 충분히 유의 하였다. hydrophone 등의 주파감도는 dB/1volt rel μ bar로 표시되고 pre-amp. 및 tape-recorder의 주파수 특성 측정은 Fig. 4와

같이 하여 oscillator (model-k107)에 의하여 정현파 (sine wave)를 발진하고 특성 측정기의 입력을 synchronous (SS-5003)에 의하여 주파수 전압을 기록하고 다시 출력측에서 전압을 읽어 양전압의 대수비 측

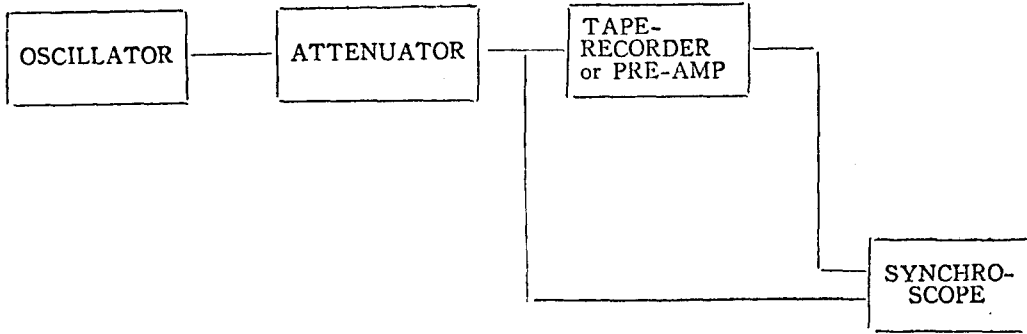


Fig 4. Block diagram for calibration of tape-recorder or pre-amplifier.

$$20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2}$$

V_1 : input voltage
 V_2 : output voltage

식에 의하여 각 주파수 특성을 측정했다.

sound level meter의 특성 측정은 순음을 직접 입력해서 이 값에서 먼저 구해진 tape-recorder 이득을 감하여 sound level meter의 이득으로 하였다. 그러면 hydrophone에서 sound level meter까지의 종합 이득 계산 및 여기에서 절대음압 표시의 수중소음 level 을 구하는 기본식은 다음과 같다.

Source level = observed level - (hydrophone sensitivity + preamp. gain - cable loss + recording gain + sound level meter gain - transmission loss)

()안이 사용 계측기의 종합이득 계산식이다.

본 실험에서 cable 손실은 cable 길이가 짧기 (2 m) 때문에 무시 할 수 있고, transmission 손실은 이미 sound level meter 이득을 구할때 포함되어 있으므로 별도로 계산할 필요가 없다.

결과 및 고찰

수중 녹음장치를 제작하여 수압시험을 해 본 결과 그 내압(耐壓)은 20 kg/cm^2 로 수중 200 m 심지에서까지도 실험이 가능하다는 것을 알았다.

본시험에 사용한 기구의 주파수 특성 측정결과는 Table 1과 Fig. 5에 나타내었다.

Table 1. Frequency characteristics of acoustic instruments (Unit: dB)

Freq. (Hz)	Hydro- phone	Pre-amp	Tape- recorder	Octave band analyzer	Total
200	-106.0	25.3	56.5	35.4	11.2
300	-106.0	25.4	56.7	37.2	13.3
500	-165.0	25.4	56.7	36.2	13.3
700	-104.5	25.6	57.2	38.7	14.0
1,000	-104.0	25.2	57.3	36.6	15.1
2,000	-104.0	24.7	58.4	35.5	14.6
3,000	-104.0	24.8	59.8	31.1	11.7
4,000	-104.0	24.7	56.5	31.4	8.6
5,000	-105.5	24.7	52.0	26.9	-1.9
6,000	-106.0	24.6	49.2	27.7	-4.5

실제 해양실험에서 녹음된 트로울선(영진호 78ton)의 소음을 분석한 결과는 Fig. 6과 같으며 이 spectrum은 주파수 100 Hz마다 음압을 계측하여 자기구의 보정치를 가감하여 만든 것이다. 이 Fig.에 의하면 주파수 범위는 DC~5000 Hz 사이이고, 절대 음압은

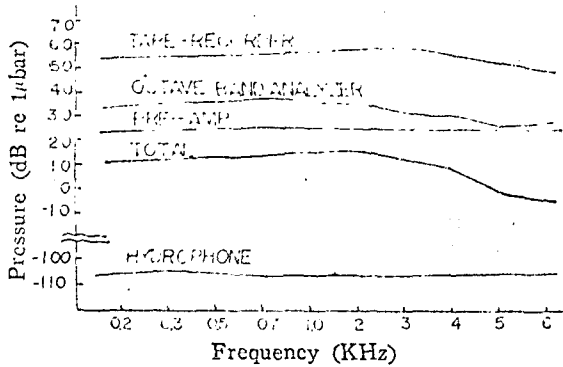


Fig. 5. Frequency characteristics of acoustic instrument.

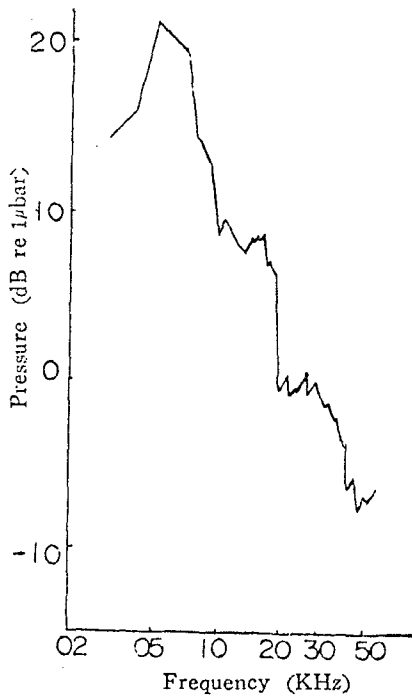


Fig. 6. Sound spectrum of sea noise at moving trawl net of Yeong Jin Ho (depth 50 m).

피대 22dB이다. 이 trawl net의 해중소음은 pulse 상태이고 우세한 주파수는 500~700Hz이다.

Fig. 7은 수심 100m 지점 핀 수중에서의 trawl 소음 분석 spectrum이며 주파수 분포 및 절대음압은 수심 50m의 것과 큰 차가 없으나 저주파 부분의 음압이 조금 낮고 고주파 부분의 음압이 조금 높은 경향을 나타내는 것은 수압의 영향이 아닌가 생각된다. 예망중 소 어구에서 발생하는 수중소음의 주된 음원은 추진기가 발하는 소음과 예인에 의한 망의 groundrope와

해저와의 마찰음 및 otter board와 해저와의 마찰음이라고 생각된다. 이 소음의 가장 우세한 음원을 추적하기 위해 콘크리트 수조에서 예망상태의 어구가 발생하는 것이라고 생각되는 여러가지 음을 제작하여 녹음 분석하였다. Fig. 8은 직경 10mm의 샤프 4개를 연결하여 가는 실로 조종하여 잡아당길 때의 소음 spectrum이다. Fig. 8과 Fig. 6을 비교하면 Fig. 8의 음압 level의 가장 높은 주파수 16KHz로는 Fig. 6의 500 Hz~700 Hz에서 spectrum의 형태가 비슷하다는 것을 알 수 있다.

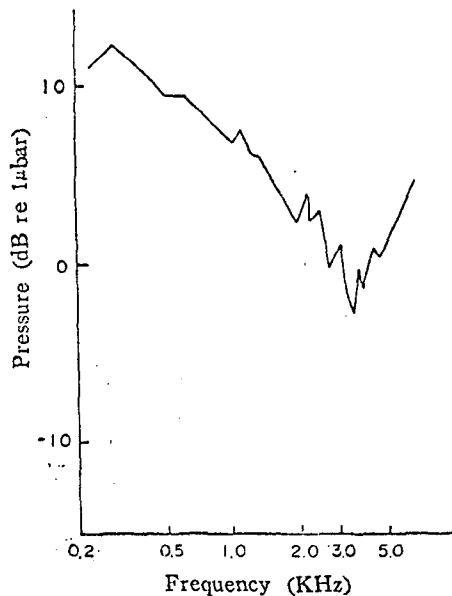


Fig. 7. Sound spectrum of sea noise at the moving trawl net of Yeong Jin Ho (depth 100 m).

따라서 예망중의 트로울 어구에서 발생하는 주된 음원은 어구의 ground rope와 otter board가 해저와의 마찰에 의하여 발하는 소음이라고 생각된다. 앞으로 여러 종류의 예망어구에 대하여 수중소음을 녹음 분석하여 각 어구들에 대한 spectrum을 만들고, 또 저질에 따른 소음 등을 분석하여 비교 연구하면 음향어법에 이용할 수 있는 재미있는 진과를 얻을 것이며 진선과 복선 사이의 소음차가 어획고에 미치는 효과 등을 연구하면 앞으로 어선 어구 개량에 좋은 참고자료가 되지 않을까 생각된다.



Fig. 8. Sound spectrum of sea noise at moving shackles in water tank.

요 약

복잡하게 운동하고있는 예망어구에서 발생하는 여러 가지 소음들을 분석 녹음하기 위해 수중 녹음장치를 제작하여 실제 소형 트로울망의 수중소음을 녹음 하였으며, 본 수중 녹음장치는 이동하고 있는 어구에서 발생하는 수중소음을 녹음하는데는 편리하고 효과적이었고 spectrum의 분석 결과는 다음과 같다.

① 예인중인 트로울망의 수중소음의 주된 음원은 어구의 받침과 해저와의 마찰에 의한 소음이라는 것을 알았다.

② 이동중인 트로울망의 수중소음의 주파수 분포는 DC~5000 Hz이고 그중 우세한 주파수는 약 500~700 Hz였다.

③ 트로울망의 절대음압의 최대는 50 m 수심에서는 약 22 dB이었다.

- 1) Freytag, C. (1963): Bio-acoustical detection of fish possibilities and future aspects. MFGW(II), Fishing News Ltd., 400-405.
- 2) Hashimoto, T. and Y. Maniwa(1964): Research on the lurning of fish shoals by utilizing underwater acoustical equipment-I. Tech. Rep. of Fish. Boat. 19 (3), 2-12 (In Japanese).
- 3) ----- and ----- . (1965) : ibid-II, 20(3), 1-5.
- 4) Richard, J. D. (1968) : Fish attraction with pulsed. Low-frequency sound. Jour. Fish. Res. Board of Canada. 25(7), 1441-1452
- 5) Kuroki, T. (1957) : Biophysical studies on the auditory characteristic of fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23(7&8), 400-404 (In Japanese).
- 6) Moulton, J. M. (1963): Acoustic behaviour of fishes. In R. G. Busnel, ed, Acoustic behavior of animals. Elsevier Publ. Co. Amsterdam, 655-687.
- 7) Tavalga, W. N. (1965) : Review of marine bio-acoustics, state of the art. Tech. Rep. : Navtrdevcen 1212-1; 1-100.
- 8) ----- and J. WODINSKY. (1963) : Auditory capacities in fishes. Pure tone thresholds in nine species of teleosts. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 126, 177-240.
- 9) -----and ----- . (1965): Auditory capacities of fishes. Threshold variability in the blue-striped grunt, *Haemulon sciurus*. Anim. Behavior, 13, 301-311.
- 10) Yoshino, S. (1964) : Sound analysis of sea noise. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 30(3), 203-208 (In Japanese).
- 11) Walkinshaw. H. M. (1960): Low-frequency spectrum of deep ocean ambient noise. J. Acoust. Soc. Amer., 32, 1497 (abstract).
- 12) Wenz, G. M. (1962): Acoustic noise in the ocean-spectra and source. Jour. Acoust. Soc. Amer., 34, 1936-1956.
- 13) Takemura, A. and K. Mizue. (1968) :

- Studies on the underwater sound-I. Bull. Fac. Fish., Nagasaki, Univ., 26, 37—47.
- 14) Takemura, A. (1969) : Studies on the underwater sound—Ⅱ. Bull. Fac. Fish., Nagasaki, Univ., 28, 31—41 (In Japanese).
- 15) Skudrzyk, E. J. and G. P. Handdle(1961) : Underwater acoustics. p. 255.
- 16) Janssn, J. H. (1961) : *ibid.* p. 321.
- 17) Shibata, K. (1966) : On the shipborne noise of purse seners—Ⅰ. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 21, 145—158(In Japanese).
- 18) Shiskova, E. V. (1964) : Fish reaction to sound and noise spectra of a trawler. FAO World Fish. Abstr., 15(4), 7-8.