

漁具에서 發生되는 騒音

—트로울 漁具—

尹 甲 東*

UNDERWATER NOISE GENERATED BY FISHING GEAR

—Stern trawl net—

Gab Dong YOON*

The main purpose of the present study is to measure the sound spectra of the underwater noises generated by moving trawl net:

An underwater recording system was designed to detect underwater noise generated by moving trawl net. The acoustic analysis was made by a heterodyne analyzer (B & K 2010) and level recorder (B & K 2307).

The noises generated by the trawl net are appreciably higher (about 10dB) than the background noise in the presence of the fishing vessel. The frequency distribution of underwater noise was DC-6,300 Hz and predominant frequency range was 100-200 Hz, and maximum sound pressure level was 137 dB(re 1 μ Pa). Sound pressure level recorded at the ground rope was higher than that recorded at the head rope. The sound pressure level measured in the course of hawling was higher than that measured in the course of towing. When the net is being casted the sound pressure level showed the lowest value.

緒 論

水中音이 魚群의 行動과 밀접한 關係를 가졌다는 것이 점차 밝혀지고 있다. 특히 魚類의 走音性이나 背音性을 利用한 音響漁法에 관한 研究가 많이 進行되고 있다.

Hashimodo and Maniwa(1964, 1966)는 주로 담수어를 대상으로 유집효과에 대한 研究를 했으며, Maniwa and Hatakeyama(1975)는 인공음원으로 오징어를 誘集하는데 성공하였다고 한다.

魚類의 청각에 관한 研究는 Yoshino(1964)와 Kuroki(1958)등에 의하여 研究되었다.

Takemura and Mizue(1968), Uno and Konagaya(1960), Hashimoto and Maniwa(1963)와 Wenz(1962)등은 주로 魚類들이 내는 소리를 中心으로 海底騒音에 관한 音響 spectrum을 分析한 바 있고 Perro-

ne(1976), Bannister *et al.*(1978) Piggot(1964)등은 海洋狀態의 變動에 따르는 水中騒音을 分析한 바 있다.

또, Nishi *et al.*(1969), Haddle and Skudrzyk(1969) Skudrzyk and Haddle(1960) 등은 水中에서 끌려가는 物體에서 發生되는 騒音에 관하여 研究한 바 있다.

船舶의 騒音에 관해서는 Shibata(1966), Maniwa(1965), Erickson(1979) 등에 의하여 研究되었다.

그러나 이들은 대부분 水中聽音器와 船內 記錄器間에 有線에 의한 소극적인 方法을 使用하였기 때문에 水中에서 복잡한 運動을 하는 漁具에서 發生되는 騒音을 측정하는데 어려운 問題가 많았다.

本 研究에서는 漁具에 쉽게 부착할 수 있고 또 隨하는 時間에 自動적으로 作動될 수 있는 無線式 水中 錄音裝置를 製作하였으며, 이 裝置를 利用하여 投網, 曳網 및 揚網中인 트로울 어구에서 發生되는 水中騒音을 錄音하여 그 周波數와 音壓準位를 분석

*釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

하고 各 採業狀態마디의 독특한 騒音 spectrum을 求하여 水中音響學의 基礎資料 및 音響漁法에 利用할 수 있는 資料를 提示하고자 한다.

材料 및 方法

1) 水中騒音의 録音

採業中の 漁具에서 발생되는 水中騒音을 測定하기 위하여 漁具에 독립적으로 부착시킬 수 있는 무선식 녹음장치를 製作하여 이 裝置 속에 前置增幅器, 録音器, 타임스위치를 内裝하고 水中聽音器만이 水密裝置를 통하여 水中으로 나올 수 있도록 하였다.

水中騒音録音에 使用된 機器는 水中聽音器(B&K 8100), 前置增幅器(TS-6503) 및 録音器(Sony TC-1020)이며 타임스위치는 24時間 사이의 願하는 時間에 10분간씩 作動할 수 있도록 기억시켜 두었다. 電源 12V와 6V는 타임스위치를 통하여 前置增幅器와 録音器에 供給되도록 되어있다. 水中聽音器로 收波된 音은 前置增幅器를 통하여 録音器에 녹음되며 이때 녹음기는 타임스위치가 指示한 時間에 10分間씩 4회 作動할 수 있도록 되어있다.

海上實驗은 1979年 5月 7일부터 5月 19日까지 제주도 海협 (E126°32', N33°45'~E127°3', N33°50')에서 本學 實習船인 새바다호(2275 ton, 3800HP)의 트로울어구 採業中에 실시하였다.

트로울어구에서 發生되는 水中騒音이 漁具의 各 部分에 따라 어떻게 다른가를 알기 위하여 水中聽音器를 頭줄(head rope)중앙, 竿자루(cod end), 자루그물 등판(bating) 및 반줄(ground rope) 部分에 부착하여 水中騒音을 録音하였다. 또한 採業狀態(投網, 曳網, 揚網)에 따라 漁具에서 發生되는 水中騒音의 特性이 어떻게 변하는 가를 알아보기 위해서 録音器가 30分마다 10分間씩 作動되도록 타임스위치를 조작하였다. 이때 録音器가 처음 10分間

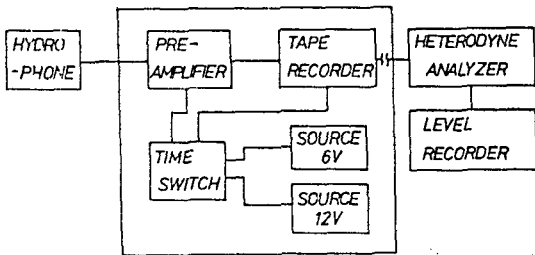


Fig. 1. Block diagram of underwater noise measurement system.

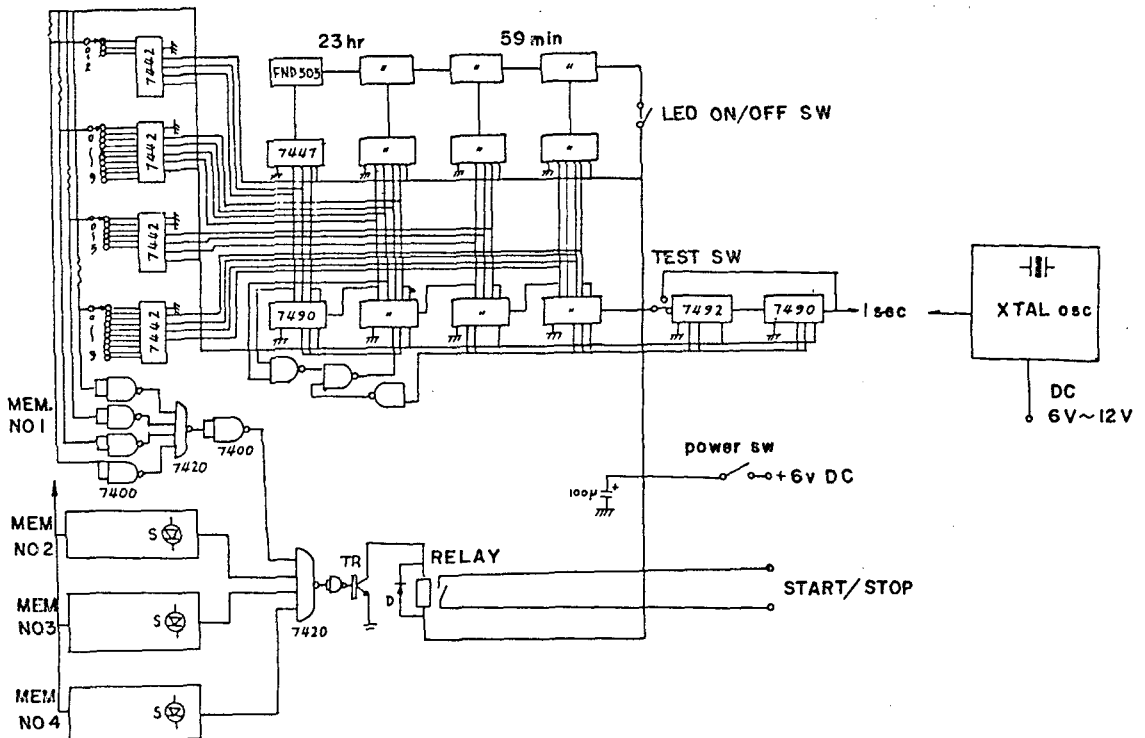


Fig. 2. Circuit of the time switch equipped with memories.

漁具에서 發生되는 騒音

은 漁具의 投網中에 作動되도록 하고 그 다음 10分 間은 曳網中으로 漁具가 전개되어 曳網中일 때, 그 다음 10分間도 역시 曳網中일 때, 그리고 마지막 10分 間은 揚網中일 때 作動되도록 하였다.

조영해역의 水深은 56 m에서 110 m 사이고 底質은

펄과 브레이머 파고는 1m 진후었다. 끌줄(warp)의 길이는 350 m, 전개판 뒷줄(O. B pendant) 15 m, 후 탕줄(hand rope) 100 m, 깃대줄(net pendant) 50 m, 날개그물, 30 m였다. 따라서 Fig. 3에서 보인 바와 같이 水中聽音器는 배에서 약 500 m 떨어진 位置

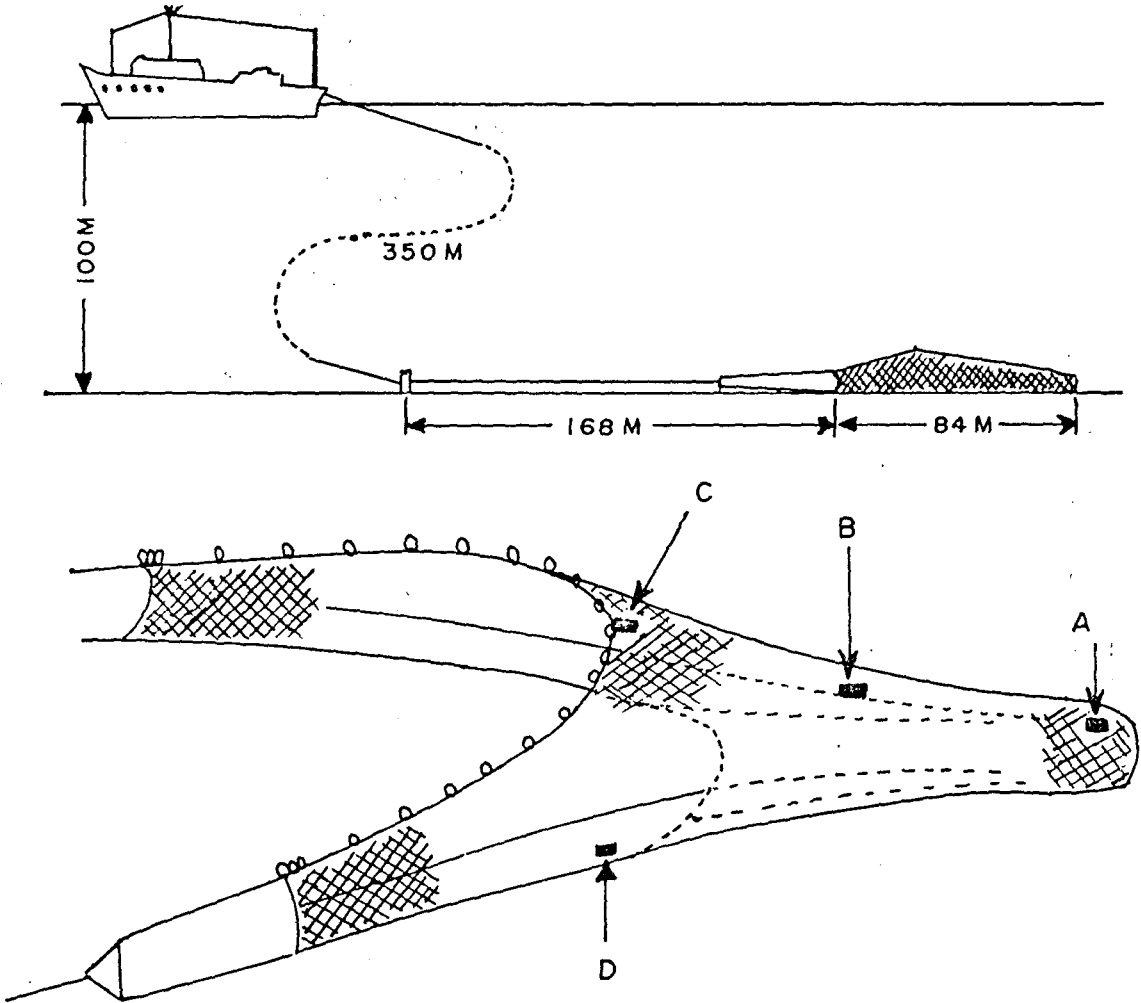


Fig. 3. Schematic drawing of the trawl net and locations of the hydrophone (A, B, C, D).

에서 그물과 함께 에인되고 있으며 曳網速度는 2m/sec였다.

2) 騒音分析

水中에서 녹음된 소음을 실험실에서 무중폭 녹음기로 必要한 부분만 편집하여 헤테로다인 주파수 분석기로 분석된 것을 準位記錄器에 의하여 각 주파수에 따른 音壓準位를 記錄하였다. 여기서 求한 結果를 절대음압(dB re μPa)으로 나타내기 위하여 各 계측기의 주파수 특성을 구하여 측정된 값에서 各 減하였다. 측정시의 녹음기 및 分析器의 録音再生과

정에 있어서 모든 條件이 항상 일정하게 유지되도록 충분히 유의하였다.

수중청음기의 수파감도는 $-205.7 \text{ dB re } 1 \text{ Volt}/\mu \text{ Pa}$ 이며 前置増幅器 및 녹음기의 주파수 특성 측정은 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 헤테로다인 주파수 분석기 내의 beat frequency oscillator에서 발진된 30 mV정현파 電壓을 주파수는 20 Hz에서 10 kHz 까지 변화시키면서 録音器 또는 진척증폭기의 入力 측에 供給함과 동시에 準位記錄器에 기록하고 다시 出力측에서 나오는 電壓을 헤테로다인 주파수 분석

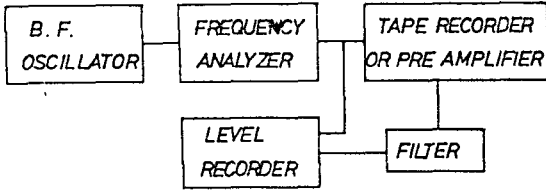


Fig. 4. Block diagram of calibration system for the tape-recorder and the pre-amplifier.

기로 分析하여 準位記錄器로 기록하고 그 양진압의 代數比, 즉

$$20 \log \frac{V_o}{V_i} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_i: \text{input voltage} \\ V_o: \text{output voltage} \end{array} \right.$$

式에 의하여 각 주파수 특성을 測定하였다.

本 實驗에 使用된 계측기들의 주파수 특성 측정결과 는 Table 1에 나타난 바와 같다.

수중청음기에서 측정된 음원의 절대음압준위를 나

Table 1. Frequency characteristics of acoustic instruments

Frequency Hz	Hydrophone (re 1V/ μ Pa)	Pre-amplifier (dB)	Tape-recorder (dB)	Total gain (dB)
80	-205.7	29.9	31	-144.8
100	-205.7	30	32	-143.7
125	-205.7	30	32.9	-142.8
160	-205.7	30	33	-142.7
200	-205.7	30	33	-142.7
250	-205.7	30	33	-142.7
315	-205.7	30	33	-142.7
400	-205.7	30	33	-142.7
500	-205.7	30	33	-142.7
630	-205.7	30	33	-142.7
800	-205.7	30	33	-142.7
1,000	-205.7	30	33	-142.7
1,250	-205.7	30	33	-142.7
1,600	-205.7	30	33	-142.7
2,000	-205.7	30	33	-142.7
2,500	-205.7	30	33	-143.7
3,150	-205.7	30	31.5	-144.2
4,000	-205.7	30	29.5	-146.2
5,000	-205.7	30	25	-150.7
6,300	-205.7	30	20	-155.7

타내는 기본식은 다음과 같다.

$$L_s = L_o - (K_h + A_p + A_r - L_t - L_c)$$

여기서

L_s : source level, L_o : obscred level

K_h : hydrophone sensitivity, A_p : pre-amplifier gain, A_r : recording gain L_t : tranmission loss. L_c : cable loss

()안은 使用한 계측기의 총이득을 나타낸 식이다. 본 實驗에서는 케이블손실과 전송손실은 수중청음기의 수파감도에 이미 포함되어 있으므로 별도로 계산할 필요가 없다.

結果 및 考察

本學實習船 새바다호가 水深 100m 저질필과 모래인 제주해협에서 操業中일 때 트로운 漁具에서 發生되는 水中騒音을 分析한 結果를 Fig. 5~16에 나타냈다. 이 spectrum은 헤테로다인 분석기로 31.6Hz 주파수폭으로 分析된 騒音을 準位記錄器에 의하여 기록된 것으로 竝측은 주파수를 대수눈금으로 나타냈고 竝측은 음압준위를 dB(re μ Pa)로 나타냈다.

Fig. 5는 수중청음기물 자루그물 중간인 등판

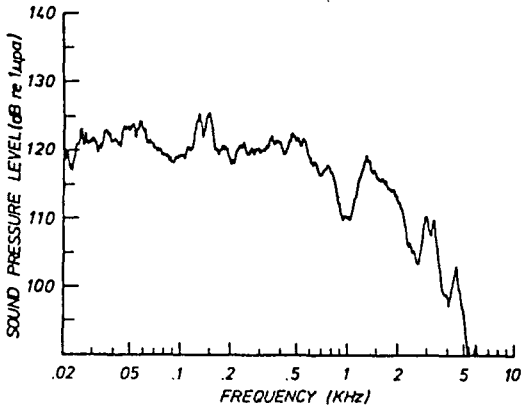


Fig. 5. Recorded sound spectrum of underwater noise at the baiting of the trawl net towed by SAEBADA-HO.

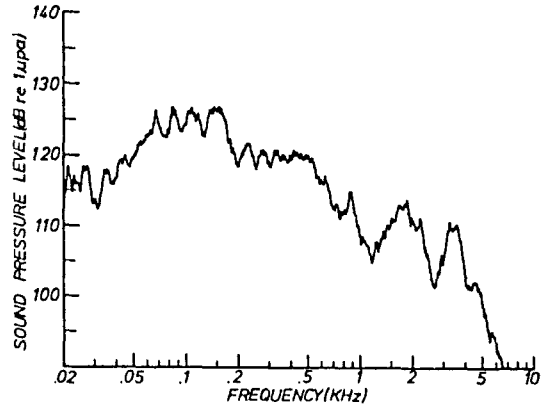


Fig. 6. Recorded sound spectrum of underwater noise at the cod end of the trawl net towed by SAEBADA-HO.

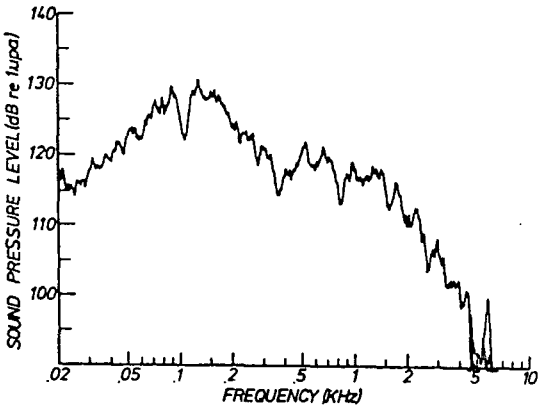


Fig. 7. Recorded sound spectrum of underwater noise at head rope of the trawl net towed by SAEBADA-HO.

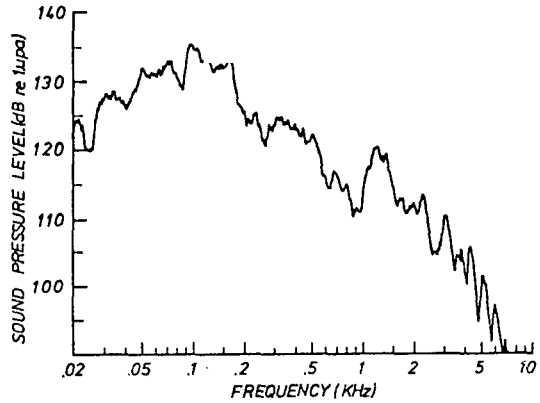


Fig. 8. Recorded sound spectrum of underwater noise at ground rope of the trawl net towed by SAEBADA-HO.

에 부착하여 曳網中인 트로울 漁具에서 發生되는 水中騒音의 음향 spectrum이며 주파수범위는 DC ~6300 Hz이고 우세한 주파수대는 100 Hz에서 200 Hz 사이이며 최대음압은 125dB이다.

Fig. 6은 끝자루(cod end)에 수중청음기를 부착했을 때 測定된 수중소음의 음향 spectrum이며 등판부에서와 비슷한 음향특성을 나타내고 있다.

Fig. 7은 수중청음기를 뜰줄 중앙에 부착했을 때의 水中騒音 spectrum이며 Fig. 8은 발출부근에 수중청음기를 부착했을 때의 水中騒音 spectrum으로서 주파수 범위는 DC~6300 Hz이고 우세한 주파수대는 80~200 Hz이며 최대음압은 132 dB이다. 세바다호의 조업중인 트롤

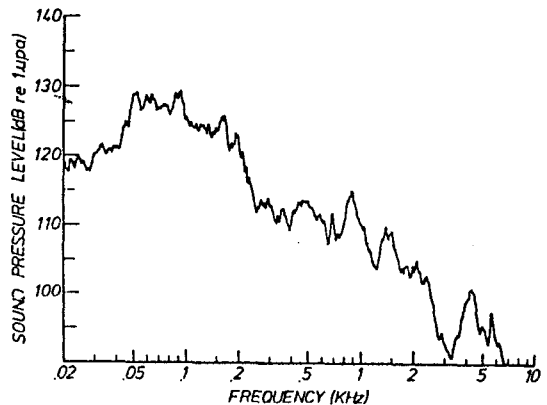


Fig. 9. Recorded sound spectrum of the underwater noise at the head rope of the trawl net in the process of casting.

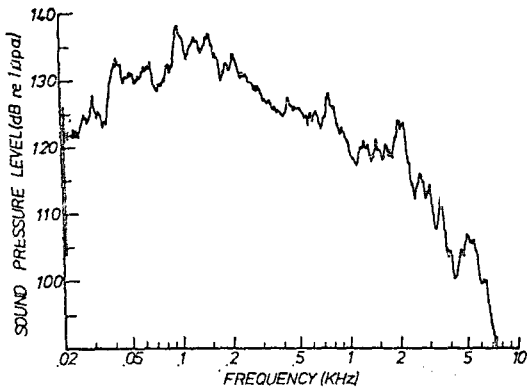


Fig. 10. Recorded sound spectrum of the underwater noise at the head rope of the trawl net in the process of hauling.

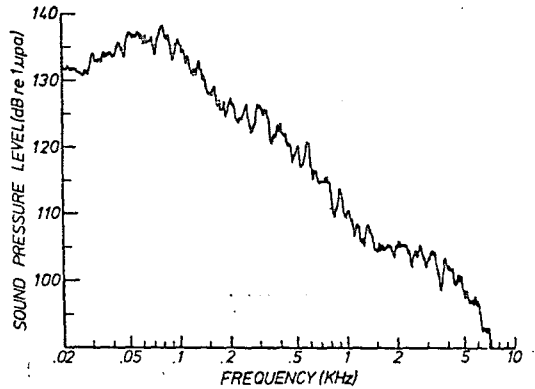


Fig. 11. Sound spectrum of the underwater noise generated by SAEBADA-HO in the condition of towing.

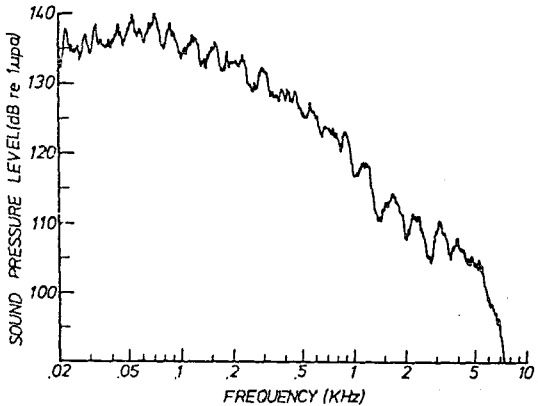


Fig. 12. Sound spectrum of the underwater noise generated by SAEBADA-HO in the condition of casting.

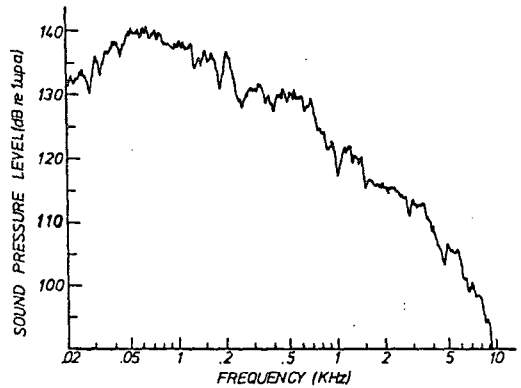


Fig. 13. Sound spectrum of the underwater noise generated by SAEBADA-HO in the condition of hauling.

어구에서 發生되는 수중소음은 받줄쪽으로 갈수록 음압이 높고, 자루그물쪽에서의 음압이 전반적으로 낮다.

Fig. 9는 수중청음기를 뜰줄 중앙에 달고 投網中일 때의 騒音spectrum을 나타낸 것이며 저주파쪽에서의 음압이 높고 Fig. 10은 揚網中일 때의 騒音spectrum을 나타낸 것으로 90 Hz~180 Hz쪽의 음압이 높다. 揚網中일 때의 最大音壓은 137 dB로 曳網(130 dB), 投網(128 dB)中일 때 보다 높다.

Fig. 11은 曳網中일 때, Fig. 12는 投網中일 때, Fig. 13은 揚網中일 때 새바다호 右舷中間에서 1m 떨어진 표층에서 측정된 船舶周圍의 騒音spectrum을 나타낸 것이고, 주파수범위는 投, 曳網中일 때는 DC~6300 Hz 이

며 揚網中일 때는 DC~8,000 Hz이다. 그리고 우세한 주파수대는 60 Hz 근처이다. 최대음압은 投, 揚網中일 때 140 dB(re 1μPa)이며 曳網中일 때 137 dB이다. 投網, 揚網, 曳網中일 때 트롤을漁具에서 發生되는 水中騒音의 음향spectrum은 曳網中일 때보다 揚網中일 때가 높으며 投網中일 때는 오히려 낮다.

Fig. 14는 선미에서 측정된 騒音spectrum을 나타낸 것으로 저주파쪽의 음압준위가 매우 높다. 이 현상은 스크류에 의한 와류때문인 것으로 생각된다.

Fig. 15은 操業狀態와 같은 조건(rpm 750, pitch 7.5°)으로 항해하고 있는 새바다호로부터 500 m 떨어진 位置에서 測定된 騒音 spectrum을 나타낸 것으

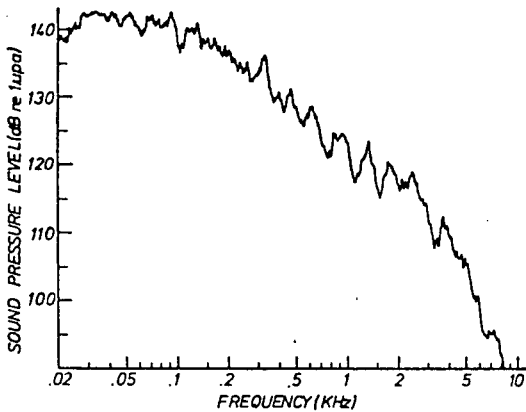


Fig. 14. Sound spectrum of the underwater noise at the stern of SAEBADA-HO in the condition of towing.

로 전반적으로 操業中인 漁具에서 측정된 騒音보다 10 dB 이상 音壓準位가 낮다. 그러므로 操業中인 漁具에서 측정된 音壓으로부터 감해주어야 할 音壓은 1 dB 이하 이다. 따라서 어선의 음압이 트롤 漁具에 미치는 효과는 극히 적을 것으로 생각된다.

操業中인 漁具에서 發生되는 水中騒音의 주된 音源을 찾아보기 위하여 曳網상태와 비슷한 소음원을 만들어 수조실에서 조용히 끌어 보았다. 직경 17 cm 의 보빈 2개를 9 mm 와이어로프에 끼워 콘크리트 수조에서 끌어본 騒音spectrum은 Fig. 16에서 나타낸 바와 같다. 이 spectrum과 Fig. 8의 spectrum 모양이 비슷한 것으로 보아 트롤 漁具에서 發生되는 水中騒音의 주된 음원은 ground rope와 해저와의 마찰 및 otter board와 해저와의 마찰등에서 發生하는 騒音

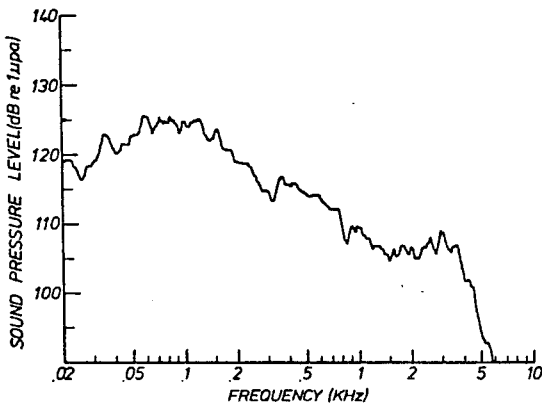


Fig. 16. Sound spectrum of underwater noise artificially generated by bobbin in the experimental tank.

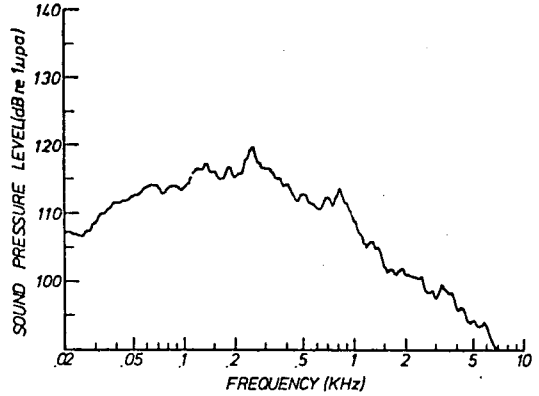


Fig. 15. Recorded sound spectrum of the underwater noise 500m away from SAEBADA-HO under the condition of trawling operation.

이라고 생각할 수 있다.

要 約

操業中の 漁船이나 漁具로부터 發生되는 水中騒音의 음향특성을 求하기 위하여 특별히 고안된 水中録音裝置를 이용하여 트롤어구의 水中騒音을 녹음분석한 결과는 다음과 같다.

1. 조업중인 트롤 漁具에서 測定數 騒音에는 漁船이 發하는 騒音의 영향은 극히 적다.
2. 소음의 주파수분포는 DC~6,300 Hz이고 그 중 우세한 주파수대는 100Hz~200 Hz이며 최대음압은 137 dB(re 1µPa)이었다.
3. 뜰줄부보다 발출부에서 음압준위가 높고 자루부분에서의 음압준위가 가장 낮았다.
4. 曳網中일 때보다 揚網中일 때가 음압준위가 높고 投網中の 音壓準位가 가장 낮았다.
5. 曳網中の 트롤 漁具에서 發生되는 水中騒音의 주된 音源은 漁具의 ground rope와 海底와의 마찰음 및 otter board와 海底와의 마찰음이라고 추정할 수 있다.

文 献

- Bannister, R. W., R. N. Denham, K. M. Guthrie, D. G. Browning and A. J. Perrone (1979) : Variability of low-frequency ambient sea noise. J. Acoust. Soc. Am. 65(5), 1156-1163.
- Erickson, G. J. (1979) : Some frequencies of underwater noise produced by fishing boats

- affecting albacore catch. *ibid.* 66(1), 296—299.
- Haddle, G. P. and E. J. Skudrzyk (1969) : The physics of flow noise. *ibid.* 46, 130—155.
- Hashimoto, T. and Y. Maniwa (1963) : Frequency analysis of marine sounds. *Mod. Fish. Gear Wor.* (II), Fishing News Ltd. 410—412.
- and —————(1964) : Research on the luring of fish shoals by utilizing underwater acoustical equipment-I. *Tech. Rep. Fish. Boat* 19(3), 1-12. (In Japanese)
- and —————(1966) : Research on the luring of fish shoals by utilizing underwater acoustical equipment-II. *ibid.* 20(3), 1-5. (In Japanese)
- Kuroki, T. (1958) : Fundamental studies on the relation between underwater sound and fish behaviour (II). *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 6, 89—94. (In Japanese)
- Maniwa, Y. (1965) : Studies in the underwater noise of fishing boats. *J. Fish. Boat Asso. Jap.* 140, 25—30. (In Japanese)
- and Y. Hatakeyama (1975) : Research on the luring and driving away of fish schools by utilizing underwater acoustical equipment (4), *Tech. Rep. Fish. Boat* 28, 1—22. (In Japanese)
- Nishi, R. Y., J. H. Stockhausen and E. Evensen (1970) : Measurement of noise on an underwater towed body. *J. Acoust. Soc. Am.* 48(3), 753—758.
- Perrone, A. J. (1970) : Ambient-noise-spectrum levels as a function of water depth. *ibid.* 48(1), 362—370.
- Piggott, C. L. (1964) : Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf. *ibid.* 36, 2151—2163.
- Shibata, K. (1966) : On the shipborne noise of purse seiners-I. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.* 21, 145—158. (In Japanese)
- Skudrzyk, E. J. and G. P. Haddle (1960) : Noise production in a turbulent boundary layer by smooth and rough surfaces. *J. Acoust. Soc. Am.* 32(1), 19—34.
- Takemura, A. and K. Mizue (1968) : Studies on the underwater sound-I: On the underwater sound of Genus *Alpheus Fabricius* in the coastal water of Japan. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.* 26, 37—48.
- Uno, M. and T. Konagaya (1960) : Studies on the swimming noise of the fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 26(11), 1069—1073.
- Wenz, G. M. (1962) : Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. *J. Acoust. Soc. Am.* 34(12), 1936—1956.
- Yoshino, S. (1964) : A study on the hearing of fishes in relation of the sound of their environment-I. Sound analysis of sea noise. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 30(3), 203—208. (In Japanese)