

水中騒音의 遠隔測定

申 鉉 玉 · 辛 亨 鎰

釜山水産大學
(1987년 1월 31일 접수)

Telemetering of the Underwater Noise

Hyeon-ok SHIN and Hyeong-Il SHIN

National Fisheries University of Pusan

(Received January 31, 1987)

This paper describes an availability of the telemeter device made as a trial to measure the underwater noise, and the results of the test.

This telemeter device adopts FM-FM system, and its main carrier wave is 146.2 MHz. The transmission power is about 1 W, and the available distance of transmission is 2.5 km. The timer built in the telemeter device controls transmission time and pause time automatically by the R-C time-constant. The former is 30-32 seconds and the latter is 10-12 seconds.

The underwater noise in the set net fishing ground and at the breeding tank was measured, and recorded simultaneously on land and at sea with the telemeter device.

When the input voltages of the transmitter is 100-300 mV, the value of telemetering ambient noise and bio-acoustic underwater noise well agreed with that of the direct measurement. And the telemetered underwater noise decreases in proportion to the distance between the transmitter and receiver.

緒 論

沿岸에서 漁場環境을 分析하는 데에는 物理學的, 化學的, 生物學的 要素를 考慮할 必要가 있으며, 이들은 長期的이고 連續的으로 測定하는 것이 바람직하나 지금까지는 대부분 直接 船中에서 觀測을 行함으로써 經濟的 負擔이 컸으며, 또한 氣象條件에 많은 制約을 받게 되어 長期的이고 連續的인 測定이 不可能하였다.

한편, 電波의 媒體를 이용한 海上浮標用 遠隔測定 시스템은 타이머로 時間設定을 할 수 있어, 陸上에서 每日 일정한 시간마다 海洋環境에 대한 資料를 安全하고 効率的으로 얻을 수 있게 되었다.

이에 관한 研究로는 Hashimoto *et al*^{1,2,4,5,6,8)}, Nishimura^{3,10)}, Hamuro and Kawamura⁷⁾, Maniwa⁹⁾ 등의 Sonobuoy, Telcousnder 및 水中 Telemeter 에 관한 研究, Sato *et al*¹¹⁾, Konagaya¹²⁾ 등의 海洋環境

의 遠隔測定에 관한 研究 등이 있다. 그러나 우리나라에서는 아직 이에 대한 研究가 전혀 되어 있지 않다.

本 研究에서는 遠隔測定에 관한 基礎資料를 提供하기 위하여 遠隔測定裝置를 製作하여 定置網周邊의 水中環境騒音과 蓄養場의 水中生物騒音을 陸上과 海上에서 同時에 測定하고, 遠隔測定値와 直接測定値에 대한 周波數特性과 音壓準位를 比較, 分析하여 그 効用性에 관하여 檢討하였다.

資料 및 方法

1. 實驗海域

水中騒音의 遠隔測定海域은 Fig. 1과 같으며, 거제도 도장포 定置網漁場의 蓄養場에서 海中生物騒音 및 周邊騒音을 遠隔測定하였고, 거제도 凌浦의 定置網漁場에서 送受信機間의 距離를 變化시켜 그 때의

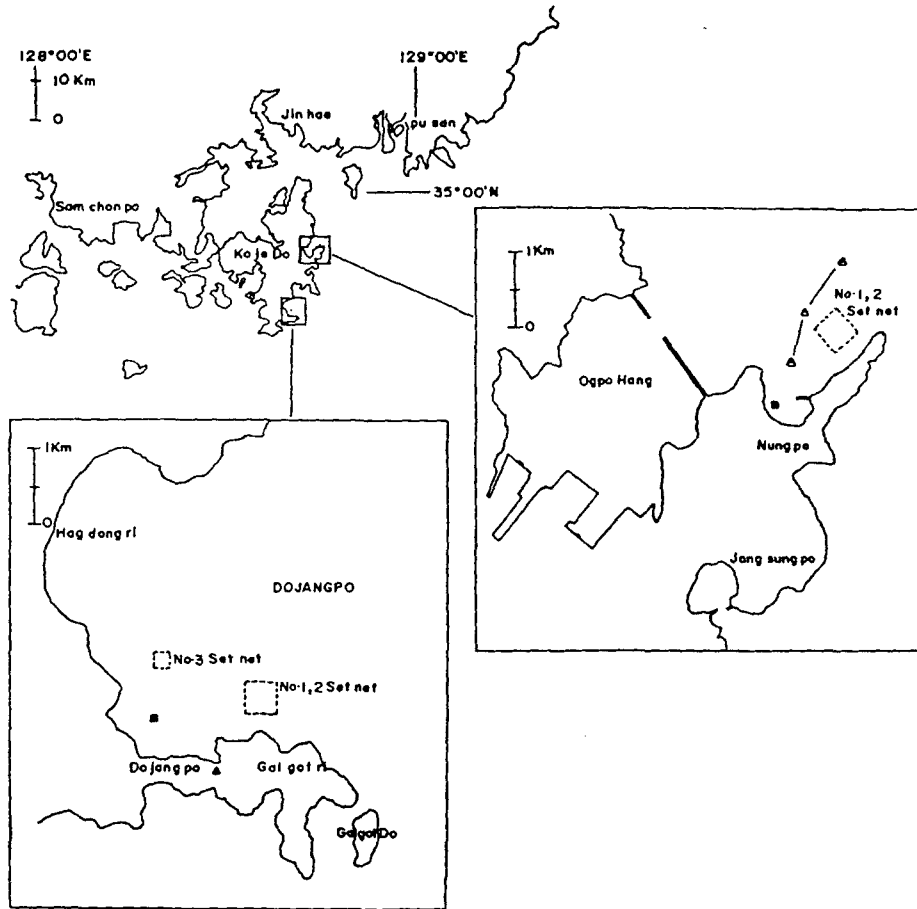


Fig. 1. Maps showing the location of observation.

■ : Transmitted position ▲ : Received on land △ : Received at see

養場의 周邊騒音을 遠隔測定하였다. 測定當時의 風浪階級은 0~1 이었고, 水深은 15~20 m, 流速은 0.2 m/sec 以內였다.

2. 遠隔測定裝置

遠隔測定裝置의 回路系統圖는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 送信은 音壓準位計로 測定한 미약한 水中騒音의 信號를 低周波增幅器에서 增幅한 信號波와 發振器에서 發진된 ft/9 搬送波를 變調器에서 周波數變調를 행하여 被變調波로 變換시켰다.

이 被變調波를 第1, 2 遲倍器에서 채택하여 146.2 MHz의 送信周波數(ft)를 만들고 이것을 動振增幅器와 電力增幅器로 增幅시켜 안테나에서 送信을 하였다. 또한, 發진코일과 출력용 트랜지스터의 과열을 방지하기 위하여 R.C 時定數로 送信時間과 休止時間을 調整할 수 있는 타이머를 부착시켜 30秒間 송신하고 11秒間은 휴지되도록 하였다.

受信은 수신안테나로 수신한 146.2 MHz의 미약한 信號를 高周波增幅器로 증폭한 周波數와 第1局部發振器에서 發진된 周波數를 混合器에서 10.7 MHz의 中間周波數로 바꾸고 이 信號를 帶域濾波器로 여과하여 第1中間周波增幅器에서 증폭하였다.

증폭된 信號와 第2局部發振器에서 發진된 10.245 MHz를 第2混合器로 混合시켜 455 KHz의 제2중간 주파수로 만들었다. 이 信號를 다시 增幅, 檢波하고 自動雜音抑壓回路에서 雜音을 제거하여 低周波增幅器로 증폭한 다음 錄音器에 보내었다.

3. 水中騒音測定裝置

水中騒音測定裝置는 Fig. 3과 같이 送信部는 水中聽音器, 音壓準位計, 錄音器 및 送信機로 構成하였고, 受信部는 受信機와 錄音器로 구성하였으며, 實驗에 사용한 機器의 種類 및 諸元은 Table 1에, 錄音器 및 送受信機의 總合周波數特性은 Fig. 4에 나타내었다.

水中聽音의 遠隔測定

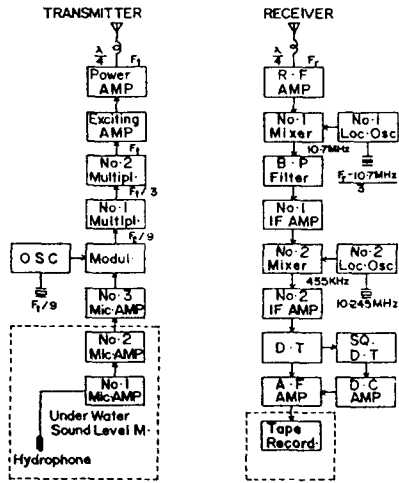


Fig. 2. Block diagram of the circuits for the transmitter and receiver of the telemetering system.

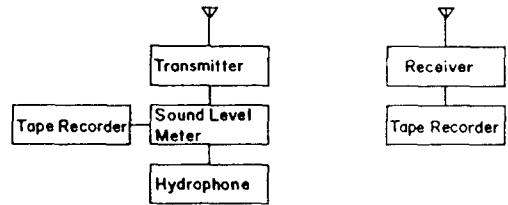


Fig. 3. Block diagram of the telemetering system.

4. 測定 및 分析方法

送信部는 Fig. 1의 蓄養場의 작업대 위에, 受信部는 작업대로부터 1 km 정도 떨어진 漁場幕에 설치하였으며, 送信部의 水中聽音器는 蓄養槽(가로 10 m × 세로 10 m × 그물길이 8 m, 그물코의 크기 10 m/m)의 中央部에 수면으로부터 깊이 2 m의 위치에 내려서 水中生物聽音을 측정하였고, 周邊聽音은 蓄養場의 附近에서 같은 방법으로 측정하였다.

거리에 따른 遠隔測定値와 直接測定値의 比較는

Table 1. Specifications of equipments used for telemetering and analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (OKI, ST-1001)	<ul style="list-style-type: none"> Frequency range : 10 Hz-50 KHz ($\pm 5dB$) Receiving sensitivity : $-180 dB (0dB = 1 V/\mu pa \text{ pre-amp gain included})$
Underwater sound level meter (OKI, SW-1007)	<ul style="list-style-type: none"> Voltage amplifier mode Variable gain range : $80 dB (10 dB \times 7 + 1 dB \times 10)$ Frequency range : $7 Hz - 90 KHz (\pm 3dB)$ Filter : HPF...10, 100 Hz, 1 KHz LPF...10 KHz
Tape recorder (SONY, TC-60A DAEWOO, RCS-822 W)	<ul style="list-style-type: none"> Frequency range : Fig. 4 Gain : SONY...40 dB, DAEWOO...40 dB S/N : SONY...50 dB, DAEWOO...30 dB
Transmitter and receiver	<ul style="list-style-type: none"> Transmitting and receiving frequency : 146.2 MHz Transmitting mode : FM mode Receiving mode : Double super-heterodyne mode Total gain : 15 dB Frequency range : Fig. 4. S/N : 20 dB Input voltage : 30 mV-2 V Available distance : 2.5 km Power supply : DC 12 V battery
Timer	<ul style="list-style-type: none"> Operating time : 32-35 sec. Pause time : 10-12 sec. Time control : R.C time-constant control
Frequency analyzer (B & K, 2131)	<ul style="list-style-type: none"> Frequency range : 1.6 Hz-20 KHz 1 octave or 1/3 octave band-width (Hz) Averaging time : 1/32 sec. -128 sec.

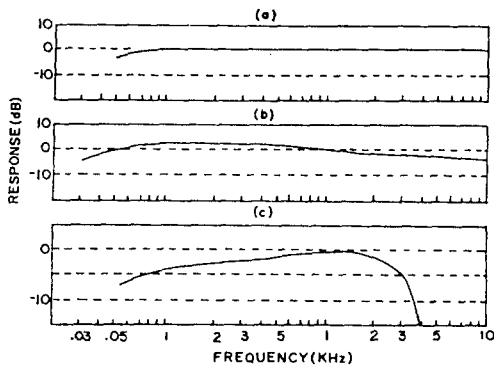


Fig. 4. Frequency characteristics.
 (a) Tape recorder(SONY, TC-60A)
 (b) Tape recorder(DAEWOO, RCS-822W)
 (c) Transmitter and receiver

측양장의 작업대 위에 送信部를 설치하고, 受信部는 3톤 정도의 소형 木船에 싣고 送受信機間의 距離를 變化시키면서 동시에 측정하였다. 측정지점의 위치는 停船狀態에서 六分儀를 이용하여 三物標狹角法으로 구하였다.

水中騒音의 分析은 錄音器로부터 周波數分析器에 入力되는 信號를 1/3 octave 帶域을 통과시켜 128秒間 線型平均한 후 스펙트럼레벨로 나타내었다. 그리고 水中聽音器에 대한 音壓單位는 다음 式과 같이 나타낼 수 있다.^{15, 18)}

$$P = A - (V_h + 10 \log \Delta f + G)$$

但, P; 實在의 音壓單位(dB re 1 μ pa)

A; 周波數分析器上的 測定值(dB re 1 μ pa)

V_h; 水中聽音器의 受波感度(-170 dB re 1V/ μ pa)

Δf ; 1/3 octave 帶域幅(Hz)

G; (音壓單位計 + 錄音器 + 送受信機)의 總合利得(125dB)

結果 및 考察

1. 遠隔測定裝置의 送信入力信號電壓과 周波數特性

沿岸에서 측정한 水中環境騒音을 錄音器로 再生하여 送信機의 入力端에 供給되도록 하고, 送受信機間의 距離를 1m로 하여 送信入力信號電壓을 10mV~3V로 變化시켰을 때의 遠隔測定值과 直接測定值를 스펙트럼分析한 結果는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에서 入力信號電壓이 10mV와 30mV인 경우,

100 Hz 미만과 2 KHz 이상의 周波數帶에서는 遠隔測定值과 直接測定值가 일치하지 않았으나, 50 mV 이상에서는 2 KHz 이상의 周波數帶를 除外하고는 거의 일치하였다. 그래서 本 遠隔測定裝置의 入力信號電壓에 따른 有用한 周波數範圍는 50 Hz~2 KHz 임을 알 수 있었다. 또한, 50 Hz~2 KHz 周波數範圍에서 遠隔測定值과 直接測定值 사이의 相關關係를 검토하기 위하여 周波數別 相關係數를 구한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2에서 入力信號電壓이 50 mV 이상일 때는 상관係數가 0.9 이상으로 相關性이 아주 높은 것을 알 수 있었다.

따라서, 本 測定裝置를 利用할 수 있는 有効入力信號電壓은 50 mV에서 3 V임을 알 수 있었다.

2. 距離에 따른 遠隔測定值와 直接測定值의 比較

遠隔測定裝置의 送受信機間의 距離를 600, 1200, 2000 m로 각각 變化시키면서 방파제 측조를 위한 埋立工事場의 水中環境騒音을 동시에 측정하여 스펙트럼 분석한 結果는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 工事音의 音壓單位는 대개 送受信機間의 距離에 比例하여 감소하는 傾向을 나타내었으며, 이와 같은 原因은 電波의 傳播減衰損失 때문으로 생각된다. 그리고, 50 Hz에서 2 KHz 사이에서는 遠隔測定值과 直接測定值가 거의 一致하는데 비하여 2 KHz 以上에서는 일치하지 않았다. 이러한 原因은 送受信機의 總合周波數特性과 白色雜音의 發生 때문이라 생각된다.

따라서, 精密한 遠隔測定을 하기 위해서는 距離의 變化에 따른 傳播減衰損失과 送受信機의 總合周波數特性에 대한 補正을 행하고 白色雜音을 최소로 줄일 수 있도록 製作하여야 함을 알 수 있었다.

3. 水中生物騒音에 대한

遠隔測定值와 直接測定值의 比較

本 實驗用 遠隔測定裝置를 이용하여 측정한 水中環境騒音은 送受信機間의 距離가 2.5 km 이고 送信部의 入力信號電壓을 50 mV~3 V로 하면 直接測定하는 것과 같은 效果를 얻을 수 있었으므로 水中生物騒音에 대해서도 確證實驗을 행하였다.

Fig. 7은 體長이 10 cm 이고 약 1,500마리 정도인 방어(*Seriola quinqueradiata*)의 蓄養槽內에서의 游泳音과 食餌音을 直接·遠隔測定한 結果이다.

水中騒音의 遠隔測定

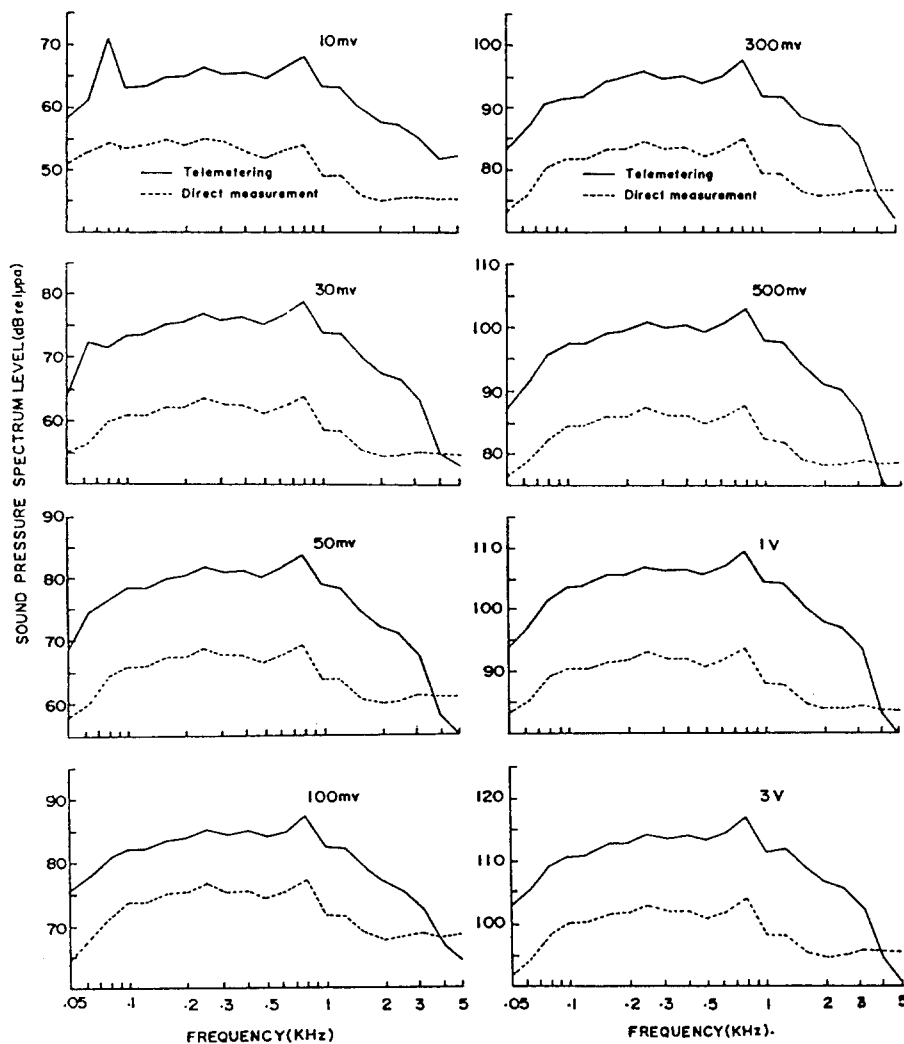


Fig. 5. Comparison of the frequency characteristics between the telemetering and the direct measurement in accordance with the input voltages.

Table 2. Comparison of the coefficient between the telemetering and the direct measurement by the input voltages

Input voltage	Coefficient(50 Hz~2 KHz)
10 mV	0.69
30 mV	0.89
50 mV	0.96
100 mV	0.97
300 mV	0.97
500 mV	0.96
1 V	0.93
3 V	0.93

Fig. 7(a)는 蓄養槽内の 방어가 쉼을 形成하여 조용하게 유영하는 상태의 游泳音을, Fig. 7(b)는 定置網内에서 漁獲된 雜魚를 갈아서 먹이로 주었을 때의 食餌音을 録音하여 각각 스펙트럼分析한 결과를 나타낸 것이다.

食餌音의 音壓單位는 游泳音보다 2배로 높았으며 水中環境騒音과 같이 50 Hz~2 KHz 에서는 遠隔測定値와 直接測定値가 거의 일치하였고, 2 KHz 이상의 周波數帶에서는 일치하지 않았다.

따라서, 送受信機間의 距離에 따른 傳播損失을 補正하고, 보다 넓은 周波數範圍까지 送受信機의 總合 周波數特性을 좋도록 하면 水溫, 鹽分, 流速 등의 海

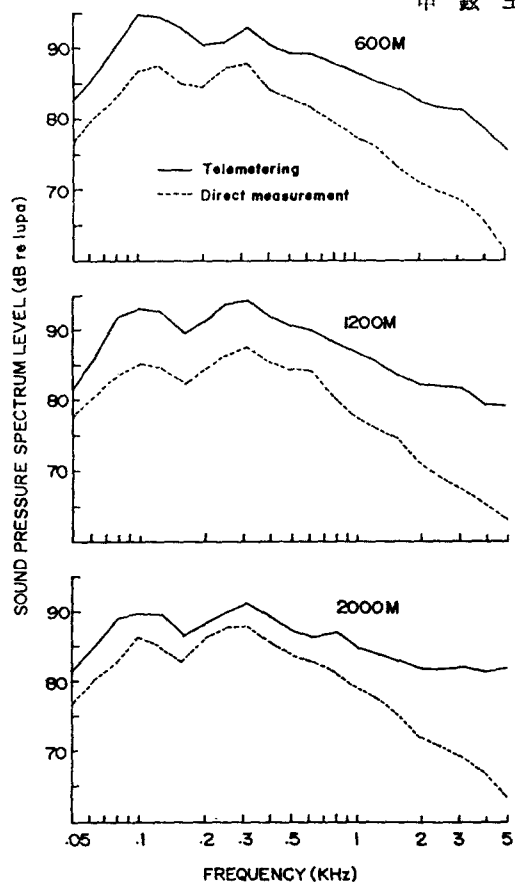


Fig. 6. Comparison of the telemetering and the direct measurement in accordance with the distance.

洋環境要素들에 대해서도 遠隔測定이 可能함을 알 수 있었다.

要 約

遠隔測定裝置를 製作하여 그 性能을 調査하고, 定置網周邊의 水中環境騒音과 蓄養槽內의 水中生物騒音を 각각 直接·遠隔測定을 동시에 行하여 그 周波數特性을 比較 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 遠隔測定裝置의 送信機의 入力信號電壓을 100~300 mV로 하였을 때 水中環境騒音의 遠隔測定値와 直接測定値는 50 Hz~2 KHz의 周波數範圍에서 相關係數가 0.97로 가장 잘 일치하였다.

2. 遠隔測定한 水中環境騒音의 音壓單位는 送受信機間의 距離에 比例하여 減少하였다.

3. 蓄養槽內의 水中生物騒音を 遠隔測定하여 스펙

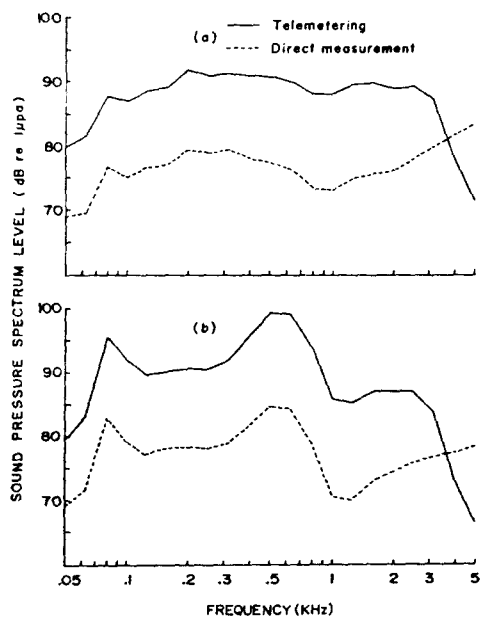


Fig. 7. Spectrum levels for the swimming sound (a) and the feeding sound (b) of the *Seriola quinqueradiata*.

트럼分析한 결과 50 Hz~2 KHz의 周波數範圍에서는 遠隔測定値와 直接測定値가 잘 일치하였으며, 2 KHz 이상에서는 일치하지 않았다.

따라서, 遠隔測定裝置의 送受信機의 總合周波數特性을 높이면 여러가지 海洋環境要素의 遠隔測定과 遠隔魚群探知機의 製作도 可能함을 알 수 있었다.

文 獻

1. Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa (1957): Noise of Yellowtail it comes into the set net. Tech. Rep. of Fishing Boat, Vol.10, 69-78.
2. Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa (1959): Detection of fish by sonobuoy. *Ibid.*, Vol.13, 95-102.
3. Nishimura, M. (1961): Frequency characteristics of sea noise and fish sound. *Ibid.*, Vol.15, 111-118.
4. Hashimoto, T. and Y. Maniwa (1964): The trial production of telesounder(wireless remote fish finding equipment) and its tests on the sea.

水中騒音の遠隔測定

- Ibid.*, 19(4), 1-7.
5. Hashimoto, T., Y. Maniwa and M. Nishimura (1957) : Study on simplified record type sonar and its field test. *Ibid.*, Vol.10, 95-100.
 6. Hashimoto, T. and Y. Maniwa (1961) : Experiment on the underwater telemeter. *Ibid.*, Vol.15, 119-124.
 7. Hamuro, C. and H. Kawamura(1964) : Underwater telemeters for purse seine. *Ibid.*, 18(6), 1-5.
 8. Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa(1964) : Study on the underwater television combined with echo-sounder. *Ibid.*, 18(9), 1-14.
 9. Maniwa, Y. (1969) : Development of underwater communication system of diver. *Ibid.*, 23(1), 1-7.
 10. Nishimura, M. (1966) : Study on the application of underwater television. *Ibid.*, 20(4), 1-18.
 11. Sato, O., K. Nishimoto and K. Yamamoto (1974) : The telemeter device built as trial to measure the condition of the coastal sea. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 24(4), 179-191.
 12. Konagaya, T.(1980) : A trial method to telemetry of the setnet fishing ground. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46(8), 919-923.
 13. Uno, M. and T. Konagaya(1960) : Studies on the swimming noise of the fish. *Ibid.*, 26(11), 1069-1073.
 14. Wenz, G. M. (1962) : Acoustic ambient noise in the ocean : Spectra and sources. J. Acoust. Soc. Am., 34(12), 1956-1963.
 15. Ha, K.L. and G.D. Yoon(1983) : The underwater ambient noise at Young-il Bay. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 16(3), 197-201.
 16. Kim, D.S. and G.D. Yoon(1982) : The spectrum of feeding sound and the response of sea bass File fish and Swell fish. *Ibid.*, 18(2), 71-75.
 17. 竹村暘(1984) : 水族の發生音, 月刊 海洋科學, 16(5), 291-296.
 18. 畠山良己(1984) : 水中音の測定・分析, 同誌, 16(5), 264-271.
 19. 電波科學社(1972) : 無線工學用語辭典, 電波科學社, 서울, p.518-550.
 20. 鄭文基(1977) : 韓國魚圖譜, 一志社, 서울, p.385-386.