

소리 자극에 대한 멸치의 반응

김 상 한*

Response of Anchovy to Artificial Sounds.

Sang-han KIM*

Abstract

When fisherman use the boat seine net to catch anchovy, a large noise (drum can, small drum and small gong) is used to scare the anchovy school along the wing nets, and into the bag net were they are caught.

We want to know how much of an effect these sounds have on forcing the anchovy school towards the bag net. The underwater sounds of anchovy, drum can, small drum and small gong were analyzed in the labroatory.

The behavioral responses to the playback sounds of anchovy feeding and sounds of artificial instruments were also investigated.

The feeding and artificial sounds of the samples were recorded by a tape recorder through a hydrophone in an anechoic aquarium.

The sound intensity level was measured by means of a sound level meter in an anechoic chamber.

The frequency and intensity of various sounds were analyzed with an analyzing system consisting of a $\frac{1}{3}$ octave filter set, a high speed level recorder, an amplifier and an oscilloscope.

The most successful recording was edited into a 9 to 10 second sound track and was repeated in a sequence of 9 to 10 second intervals.

The sequence was then reproduced into an anechoic aquarium through the underwater speaker.

The results of investigation are as follows;

1. The frequency of the feeding sound was 63~80Hz, and the pressure level produced was less than 32db.
2. The frequencies of the artificial sounds were 315~1,000Hz, and the pressure levels were 88~95 db in the air.
3. When a hydrophone was placed 70cm below the surface with artificial sounds (drum can, small drum and small gong) produced 1 meter above the surface, the pressure level decreased about 30db.
4. The feeding sound was ineffective in attracting the anchovy, because of interference from ambient noise.
5. The artificial sounds had such a small effect on the anchovy's that they could not be used in ocean fisheries.

*부산 수산대학, National Fisheries University of Busan.

序 言

魚類의 食餌音, 游泳音 또는 低周波의 純音を 水中에 放音하여 魚類를 誘集하는데 成功하였다는 報告는 最近에 많이 發表되고 있다. 반대로 天敵이 내는 소리, 人工的으로 내는 소리의 刺戟으로 魚類의 驅集效果를 내기 위한 연구는 稀少하다.

末廣(1960)은 고기를 목지한 장소에 쫓아 보내기 위해 대나무 장대로 水面을 두들겨서 고기를 그물속으로 쫓아 넣을 수 있다고 보고 했다. 또 實際 韓國의 權現網漁業에서 2隻의 網船이 曳網하여 曳網 終期가 되면 날개 부분에 있는 멸치를 자루쪽으로 후려넣기 위하여 漁艇에서 밧삼, 드림통, 북, 평과리 등을 두들긴다.

Table 1. Anchovy used for acoustic experiment

exp.	period	original habitat	body length	number	code of group	temp. in the tank	
Sept.	10~30	1976	Geojedo	5~7cm	1,300	A	20~21°C
Oct.	1~11	1978	Chungmu	7~9cm	1,000	B	19~20°C

저자는 본 실험에서 이것의 驅集效果를 測定하여 보다 効果의인 方法을 糾明하기 위하여 이들 소리의 音源에서 1m 떨어진 거리에서 指示騒音計로 音壓單位를 測定하면서 錄音하고 그 錄音된 소리를 水中擴聲器를 통하여 無響水槽속의 멸치에게 放音했으며, 이들 소리가 멸치를 驅集하는데 어느정도 有效한가를 알기 위하여 멸치의 反應을 調査하였다.

試料 및 方法

1. 試 料

본 실험에 사용한 시료는 멸치 약 2,300마리(Table 1)인데, 이들 멸치는 거제도과 머루도에서 定置網에 漁獲된 것이며, 어획후 1번 4.2m×8각형×깊이 6m의 畚養槽에서 15日 이상 培養된 것이다.

이들 멸치는 實驗前 釜山水産大學 海洋科學 研究所에 있는 圓型水槽(直徑 225cm×깊이 72cm)와 統營水産 專門學校의 水槽室에 있는 콘크리트 수조(490×65×60cm³)에 收容하여 飼養하였다.

2. 實驗裝置

1. 水中受波器와 水中擴聲器 : 수중수파기의 感度

는 약-103db이며, 수중확성기의 振動板은 水壓에도 잘 견디고 海水에 의한 化學的 變化에도 인정한 베 크라이트로 만들어진 것으로 직경은 9cm이고 요오크와 케이블의 연결 부분은 고성능 접착제로 수밀하였다.

ㄴ. 錄音器와 오실로스코프 : 녹음기(Sony model CF-1,600)에 녹음된 소리의 波形을 촬영할 때는 오실로스코프(KEC model KOS-501)와 카메라(Nicomat EL)를 사용하였다.

ㄷ. 指示騒音計 : 녹음된 소리나 녹음 할 때의 音壓單位 측정에는 指示騒音計(Brüel & Kjael model 2208)를 사용하였는데, 그 指示範圍는 32~130 db, 周波數範圍는 4Hz~10KHz 이다.

ㄹ. 周波數分析裝置 : 녹음된 소리의 주파수 분석에는 周波數分析裝置(EMIC model 62V2-R)를

사용하였으며, 周波數 측정범위는 22.4~22,400Hz 이며, 그 중심주파수는 31.5, 63, 125, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000, 16,000Hz 이다.

3. 實驗方法

ㄱ. 錄音 : 멸치가 배합사료를 먹을 때의 食餌音を 錄音 할 때는 外部의 雜音を 차단 시킨 실험실내에 있는 수조(500×100×100cm³)를 이용하였는데, 이것은 Fig. 1과 같이 나무폐기(4角柱 5×5×5cm³+角錐 5×5×13cm³)를 판자에 박아 수조의 내벽에 부착시켜 無響水槽가 되게 한 것이다. 식이음을 녹음 할 때는 水槽에 海水를 가득채운 후 멸치를 넣고 먹이에서 약 1m되는 거리에 수중수파기를 설치하여 녹음했다.

ㄴ. 編輯 및 放音 : 이와같이 錄音된 소리를 Maniwa(1975)의 방법에 따라 소리나는 시간이 9~10초, 휴지시간 9~10초로 되풀이 되도록, 또 소리나는 시간이 4~5초 휴지시간이 1분으로 되풀이 되도록 편집하였으며, 이들 소리는 수중확성기로서 水中放音하였다.

소리 자극에 대한 멸치의 반응

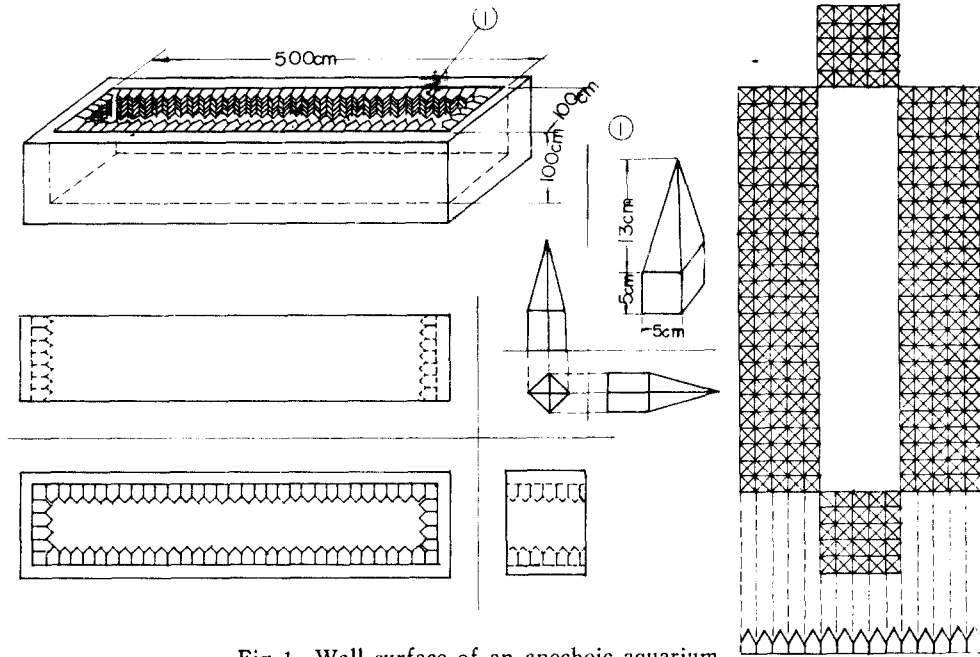


Fig. 1. Wall surface of an anechoic aquarium.

結果 및 考察

1. 錄音된 소리의 分析

ㄱ. 멸치의 食餌音: 활멸치가 배합사료를 먹을 때의 식이음을 水中受波器를 통하여 錄音한것을 오실

食餌音を 나타낸다.

멸치의 食餌音의 周波數分析記錄은 Fig. 3의 A와 같은데, 여기서 x 축은 周波數를, y 축은 소리의 세기를 나타낸다.

또 Fig. 4의 A는 멸치의 食餌音を 周波數分析記錄에서 얻은 周波數를 x 축으로 잡고, 指示騒音計에

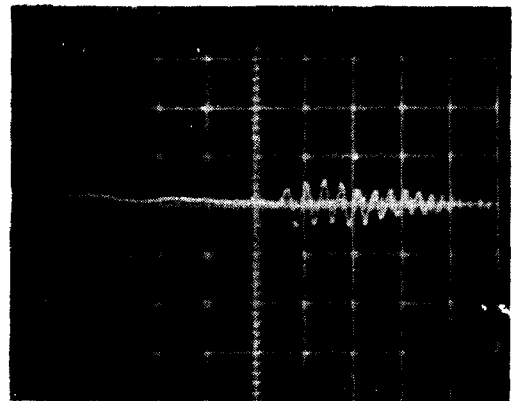
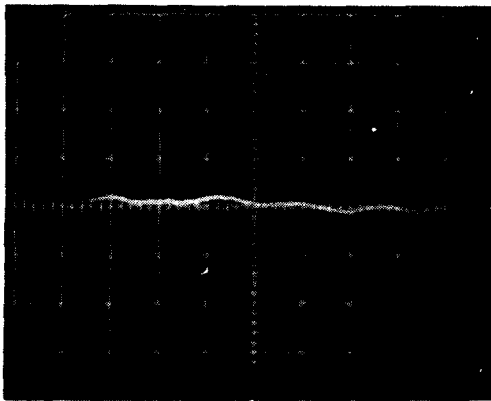


Fig. 2. Wave form of sound produced by anchovy.

Left: background noise in the tape recorder. Right: feeding sound of anchovy.

로스코프에 投射하여 時間을 x 축, 소리의 세기를 y 축으로 잡아 오실로스코프에 나타내면 Fig. 2와 같다. 여기서 왼편은 녹음테이프의 바탕의 잡음을 나타낸 것이고, 오른편은 멸치가 배합사료를 먹을때의

서 얻은 音壓準位를 y 축으로 잡아 나타낸 것이다.

ㄴ. 팽파리, 북, 드럼통등의 소리: 공기 중에서 팽파리, 북, 드럼통등을 두들기는 소리의 音壓準位를 측정한 값은 90, 95, 88db이다. 이들 소리를 水

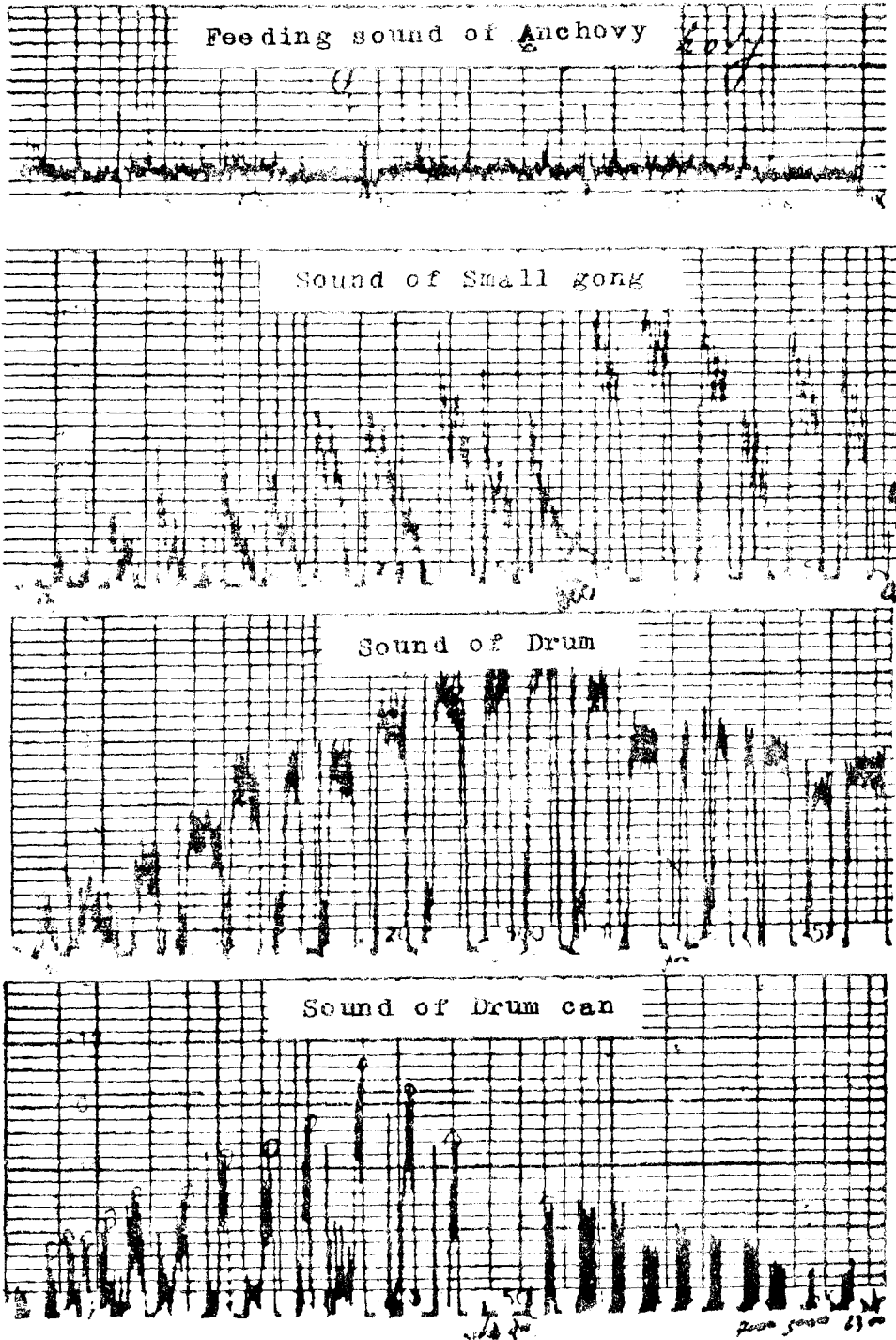


Fig. 3. Recording relationship between frequency and intensity of sound produced by anchovy and sound producing instruments.
A: feeding sound of anchovy, B: sound of small gong,
C: sound of drum, D: sound of drum can.

中에서 水中受波器를 통하여 録音하면 약 30db 감쇠 되어 수파되므로, 증폭기로 音壓을 높여서 수중에 방음한 소리를 녹음한것을 주파수 분석한 것은 Fig. 3의 B, C, D와 같다. 여기서 x 축은 $\frac{1}{3}$ octave band의 주파수를 나타내고 y 축은 소리의 세기를 나타낸다.

Fig. 4에서 音壓準位가 높은 두점의 주파수를 그

2. 放音된 소리에 對한 反應

1. 食餌音에 대한 反應 : 소리로 魚類를 誘集하는 연구로서는 橋本, 間庭(1964)등이 잉어의 食餌音을 水中에서 放音하므로써 잉어를 誘集하였고, Maniwa (1975)는 養魚槽에서 방어의 游泳音과 食餌音을 録音編輯하여 5~7분 동안은 식이음을 수중에 방음하

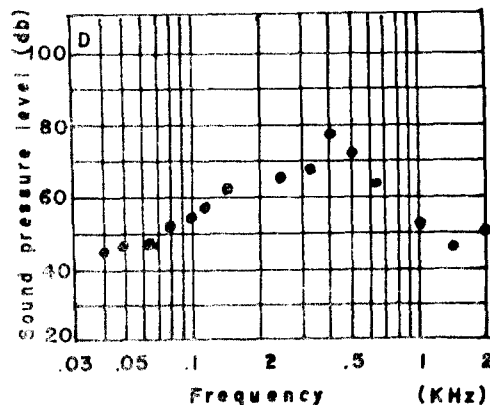
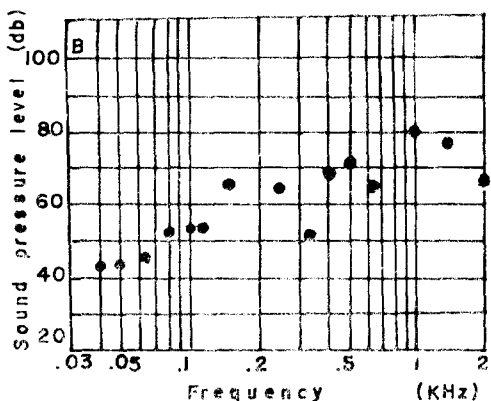
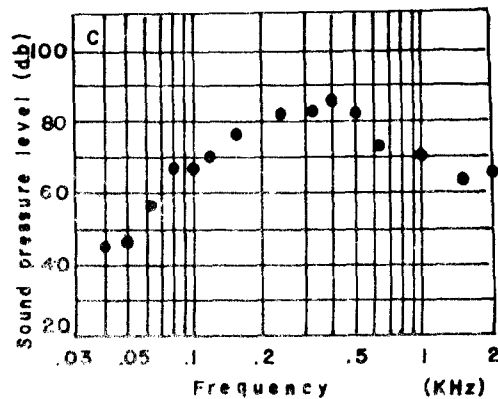
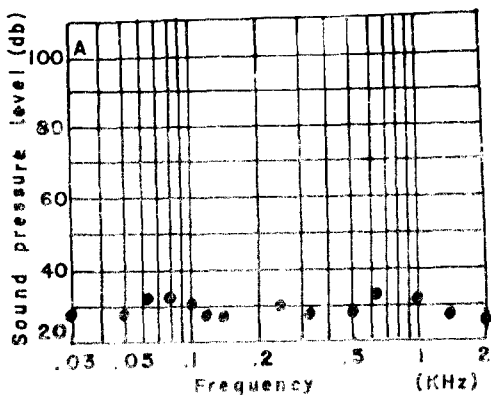


Fig. 4. Relationship between pressure level and frequency of sound produced by anchovy and sound producing instruments.

A: feeding sound of anchovy,
C: sound of drum,

B: sound of small gong,
D: sound of drum can.

發音體의 中心周波數로 잡으면 평과리소리의 周波數는 1,000~1,600Hz, 音壓準位는 78~80db이며(Fig. 4의 B), 북소리의 주파수는 315~400Hz, 음압준위는 84~86db이고(Fig. 4의 C), 드럼통의 주파수는 400~500Hz, 음압준위는 72~78db 이다(Fig. 4의 D).

고 5~7분간은 보내지 않은 간헐적인 방법으로 되풀이 하니 약 50~80m의 水深에 있던 방어가 수십 15m 층에 유집되었다고 하며, 食餌音을 보내지 않고 먹이만 달아 두었더니 유집현상이 일어나지 않았다고 보고했다. 또 Maniwa와 Hatakeyama(1975)등은 600Hz인 순음으로 오징어를 誘集하는데 성공하였다고 보고했고, Myrberg등(1975)은 저주파로써 상어

를유집하는 실험에서 10~20Hz에서는 40마리, 20~40Hz에서는 27마리, 40~80Hz에서는 38마리가 유집되었다고 보고했다.

Wenz(1962)에 의하면 특수한 人工音을 제외하면 해수층의 騒音은 약 40db의 音壓을 나타내며 周波數는 수 Hz에서 수 10KHz 이상의 超音波領域까지 분포하고 있다고 한다. 멸치의 食餌音의 中心周波數는 약 63~80 Hz 이고 음압준위는 32 db 이하이므로 바다의 環境騒音에 吸收되어 버릴 것이다. 실제로 본 실험에서 식이음에 대한 走音性을 조사한 바 아무런 반응이 없었다.

나. 쟁과리, 북, 드럼통의 소리에 대한 반응: 소리로서 驅集效果를 내기위한 연구로서 末廣(1960)는 고기를 목적인 장소에 쫓아 보내기 위해 대나무 장대로 수면을 두들겨서 고기를 그물에 쫓아 넣을 수 있다고 보고했고, 또, 한국의 權現網漁業에서는 2隻의 網船이 曳網하여 曳網終期가 되면 날개부분에 있는 멸치를 자루쪽으로 후려 넣기 위하여 어정으로서 뱃삼·드럼통등을 두들긴다. 이 실험은 이것의 효과를 측정하여 보다 효과적인 방법을 규명하기 위하여 쟁과리, 북, 드럼통을 두들길 때의 소리를 音源에서 1m 떨어진 거리에서 指示騒音計로 音壓準位를 측정하면서 녹음하고, 그 錄音된 소리를 水中擴聲器를 통하여 水中에서 放音했다.

다만 水中에 放音 할 때는 수중의 음압준위가 공기중의 음압준위와 같도록 하기 위하여 增幅器를 사용하여 音壓을 높였다

본 실험에서는 멸치가 어떤 소리에 驅集되는가를 보기 위하여 無響水槽속의 멸치에게 쟁과리, 북, 드럼통등을 치는 소리를 단속적으로 방음한 바, 방음하는 순간에 놀라서 도망가는 현상을 볼 수 없었으며, 다만 수중 확성기를 중심으로 하여 반경 약 30 cm까지의 범위 내로는 멸치가 접근하지 않았다. 이 현상은 視覺으로 인한것인지 音響적인 자극으로 인한것인지 분별하기 곤란하며 방음하는 순간에 아주 약하게나마 反應을 일으키는 것 같기는 하나 곧 本來의 상태로 回復되었다. 그러므로 실제 쟁과리, 북, 드럼통등을 두들겨서 내는 소리에 멸치가 驅集될 것 인지는 의문이며, 權現網에서 이런 소리에 驅集된다고 하는것은 소리 自体보다는 소리를 내기 위해 움직이고 있는 배의 그림자에 의한 視覺적인 刺戟으로 인하여 驅集되고 있는 것이 아닌가 추측된다.

要 約

실제 權現網에서는 曳網終期에 쟁과리, 북, 드럼

통등을 두들겨서 날개 그물에 있는 멸치군을 자루 그물로 몰아 넣고 있다. 이들 소리가 멸치를 驅集하는데 어느 程度 有效한가를 알기 위하여 이들 소리를 錄音放聲하여 멸치의 反應을 調査했다.

1. 멸치의 食餌音의 中心周波數는 63~80Hz, 音壓準位는 32 db 이하이다.

2. 쟁과리, 북, 드럼통등의 소리의 中心周波數는 각각 1,000~1,600Hz, 315~400Hz, 400~500Hz 이고, 공기중에서 측정된 最大音壓準位는 각각 90, 95, 88 db 이다.

3. 水面上 1m의 거리에서 쟁과리, 북, 드럼통등의 소리를 내고 水面下 70cm에서 水中受波器로 錄音하여 측정된 音壓準位는 30db 程度 감쇠되었다.

4. 멸치의 食餌音은 音壓準位가 낮기 때문에 이 소리로서 멸치를 誘集하는것은 거의 불가능하다고 보아진다.

5. 쟁과리, 북, 드럼통등의 소리를 水中擴聲器로 放音하여 멸치에게 音響적인 刺戟을 주어본 바, 極히 微弱한 反應은 있으나 實際漁業에 利用할 수 있는 程度로 効果的이라고는 보기 어렵다.

文 獻

- 橋本富素·間庭愛信(1964): 音響による魚群の誘致威嚇に關する研究. 漁船研究技報 19(3), 2.
- 金尚漢(1977): 방어의 소리와 음향에 대한 행동. 釜山水大研報 17(1,2), 17~25.
- Maniwa, Y. (1975): Attraction of bony fish, squid and crab by sound. Sound Reception in Fish, 271~283. Ed. A. Shuijf and A. D. Haw kins. Elsevier Scientific Publish. Co. Amsterdam, New York.
- Maniwa, Y. and T. Hatakeyama(1975): The effect of sound emission on the catch of squid. Ibid. 280~281.
- Myrberg, A., R. Gordon and A. P. Klimley(1975): Attraction of free ranging sharks by low frequency sound. Ibid. 205~228.
- Nelson, D. R. and Richard. D. Johnson (1975): Some recent observations on acoustic attraction of pacific reef sharks, Ibid. 229~239.
- 末廣恭雄(1960): 聽覺, 魚類學 195~197 岩波書店.
- 武富一·三次信補(1971): 水中音に對する魚, 群の反應—I, 純音反應. 東海區水産研報 67, 99~104.