

# 音刺戟에 대한 魚類의 反應行動

金 東 守

麗水水產專門大學 漁業科  
(1985년 1월 10일 수리)

## The Response of Fishes to Sound Stimulus

Dong Soo Kim

Department of Fishing, Yeosu National Fisheries Junior College  
(Received January 10, 1985)

In order to obtain the fishing possibility by acoustic, the two fishes, *Lateolabrax japonicus*, *Mugil cephalus*, were bred in a water tank.

The feeding sounds from the fishes and the artificial sounds were recorded by a hydrophone and then the frequency and the sound pressure level of the sounds recorded were analyzed by the digital frequency analyzer.

These sounds were edited in two manners of which one is emitted for 10 seconds and paused for 10 seconds continuously and the other is emitted for 20 seconds and paused for 20 seconds also.

These edited sounds were emitted again into the tank and the response of fisher were observed.

*Lateolabrax japonicus* showed a positive response and *Mugil cephalus* responded a little positively to the emitted feeding sound. The fishes seemed to show a positive response only in emitting a moderate pressure level of feeding sound. *Lateolabrax japonicus* and *Mugil cephalus* showed negative response to the emitted artificial sound. It was most effective to increase the sound pressure level that the fishes went away from the sound source to the emitted artificial sound.

### 緒 論

魚群을 漁獲하는데 있어 그물의 使用을 完全히 없애거나 또는 簡素化시키는 漁撈方法이 講究된다고 하면 이는 漁業遂行에 있어 매우 획기적인 方法이라 할 수 있겠으며 漁獲能率向上, 漁業生産費의 節減等 여러 長點을 가져오는 일이라 하겠다.

따라서 매우 簡素化된 漁具로서 漁業을 遂行할려는 努力이 最近들어 빛, 전기, 소리등을 利用하여 매우 活潑히 進行되어 왔다. 이들중 소리는 빛이나 전기에 비해서 水中에서 에너지의 減衰가 적기 때문에 遠距離까지 쉽게 傳達되고 利用方法이 簡便하다는 理由等으로 해서 소리를 漁業에 利用하려고 하는 努力이 매우 活潑히 進行되고 있다.

魚類가 내는 소리의 周波數範圍 및 音壓準位에 관해서는 Uno and Konagaya (1960)에 의해서 송어, 백연어의 游泳音과 튀진음등에 대한 報告가 있었다.

魚群의 誘集에 관한 研究는 間庭 崑山(1970) 등은 방어의 游泳捕食音을 錄音하고 水中에 放聲하여 방어를 誘集하였으며 武富·三次(1971) 등은 純音을 水中에 放聲하여 전경이의 미약한 走音性을 調査하였다.

또한 未廣(1960)은 고기를 目的한 場所에 쫓아보내기 위하여 대나무 장대로 水面을 두들겨서 고기를 그물속으로 쫓아 넣을 수 있다고 報告했으며 金(1978)은 人工音을 利用하여 멸치의 驅集效果를 調査하였으나 漁業에 利用하기에는 效果的이 못된다고 報告하였다.

## 音刺戟에 대한 魚類의 反應行動

本 研究에서는 숭어 *Mugil Cephalus*, 농어 *Lateolabrax japonicus*를 잡을 때 뱃전을 두들기며 돌을 던지면서 고기를 잡는데 이때 이러한 音들이 고기에 어떤 反應行動을 일으키는 가를 調査하기 위하여 농어의 食餌音 및 배의 전진음과 뱃전을 두들긴음을 錄音하고 다시 이것을 水中에 放聲하여 숭어, 농어 등의 反應行動을 調査하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試魚 및 飼育

本 實驗에 使用된 供試魚는 숭어 *Mugil Cephalus*, 농어 *Lateolabrax japonicus* 등의 2種으로서 이들 供試魚는 實驗 實施前까지 循環濾過式飼育水槽(400 L×130 W×130 Hcm)에서 잡어와 새우를 먹이로 하여 飼育하였다.

Table 1. The fishes used in the experiment

Fishes	Body length (cm)
<i>Lateolabrax japonicus</i>	21~24
<i>Mugil cephalus</i>	18~25

### 2. 水槽 및 裝置

本 實驗에 사용된 水槽(Fig.1)는 FRP로 크기가 400 L×70 W×70 Hcm 되게 만들어 그 壁에 스티로폼 보드를 톱니형으로 잘라 붙였으며 水槽를 防音된 實驗室內에 設置하였다.

水槽의 水位는 항상 60 cm를 유지하였으며 水溫은 21~26°C였다.

食餌音 및 人工音을 放聲할 때는 水槽를 I, II, III, IV區의 4間으로 나누고 水中放聲器를 I區間의 中央에 設置하였다.

實驗에 使用된 機器는 錄音할 때는 水中聽音器(Brüel & Kjaer 8101, 感度: -184 dB re 1V/μPa) 증

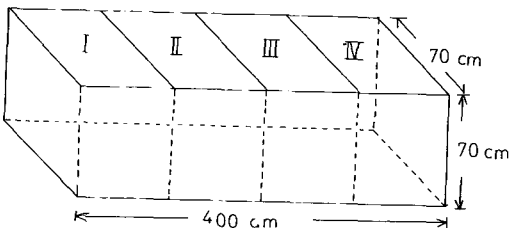


Fig. 1. Demension and section of the aquarium used in the experiment.

幅器(Brüel & Kjaer 2606, 周波數範圍: 2~20 KHz) 無增幅錄音器(Brüel & Kjaer 7003, 周波數範圍: 25~50 KHz)를 使用하였으며 周波數分析에는 디지털주파수분석기(Brüel & Kjaer 2131, 周波數範圍: 1.6~20 KHz)를 使用하였다.

### 3. 錄音 및 分析

人工音을 錄音할 때는 배의 전진시의 스크류음과 뱃전을 나무토막으로 두들겼을 때의 水中音을 水中聽音器로 受信하여 增幅器를 거쳐 無增幅錄音器로 錄音하였다.

食餌音은 錄音된 것을 使用하였으며 (金 1982) 錄音된 人工音은 디지털주파수분석기로 1/3 octave band를 使用하여 스펙트럼 分析을 하였다.

周波數에 의한 音源의 音壓準位  $L_s$ 는 測定音壓을  $L_o$ , 水中聽音器의 感度  $S_h$ , 增幅器의 利得  $G_r$ , 傳送損失  $L_t$ , 케이블손실  $L_c$ 라고 하면

$$L_s = L_o - (S_h + G_r - L_t - L_c)$$

로 表現되는데 本 實驗에서는 케이블손실  $L_c$ 와 전송손실  $L_t$ 는 水中聽音器의 受信感度  $S_h$ 에 포함되어 있으므로 별도로 계산하지 않았다.

周波數範圍는 音壓準位가 가장 높은 周波數를 中心周波數로 하고 中心周波數에서 -6 dB 되는 범위를 周波數帶域으로 정하였다 (Horton, 1957).

### 4. 放聲音에 대한 反應調査

供試魚를 實驗實施 하루전에 實驗水槽에 넣어 周圍環境에 適應시킨 후 錄音한 食餌音 및 人工音에서 音色이 명료한 부분을 골라 10초간 放聲, 10초간 休止, 20초간 放聲, 20초간 休止하도록 2가지 方法으로 편집하여 일반적으로 고기의 섭이시간이라고 간주되는 6~7시경, 18~19시경에 放聲하였다.

放聲音에 대한 反應行動을 調査하기 위하여 音壓을 0, 10, 20, 30 dB씩 增加시켜 10분간 放聲하면서 音壓의 變化에 따른 魚類의 反應行動을 調査하였다.

그것으로부터 고기가 가장 잘 反應한다고 생각되는 音壓의 食餌音 및 人工音을 放聲할 때의 反應行動을 調査하기 위하여 供試魚 10마리씩을 水槽의 全區間에 自由롭게 放置해 둔후 食餌音 및 人工音을 放聲하여 各區間別 分布率을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 人工音의 周波數 및 音壓準位

人工音의 周波數範圍 및 音壓準位를 測定한 結果는 Fig. 2 와 같다.

이것에 의하면 舶전을 두들긴 음의 周波數範圍는 300~400 Hz 이고 音壓準位는 117~123 dB 정도라고 볼 수 있으며, 배의 전진시의 스크류음의 周波數範圍는 400~2000 Hz 이고 音壓準位는 130~136 dB 정도라고 볼 수 있겠다.

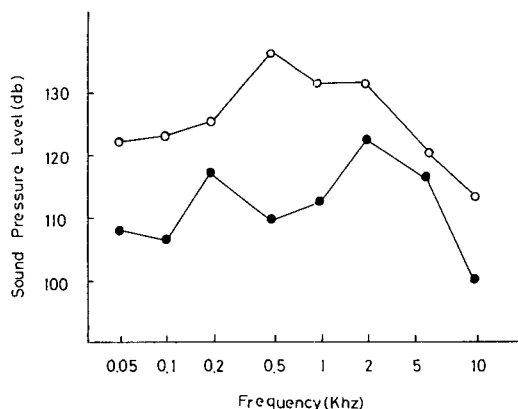


Fig. 2. Relation between frequency and sound pressure level of artificial sound.

○—○, sound of propella; ●—●, sound of ship's side

2. 放聲音에 대한 反應

1) 音壓의 增加에 따른 反應

승어, 농어의 供試魚에 대해 食餌音 및 人工音의 音壓을 점점 增加시켜 放聲했을 때의 反應을 調査한 結果는 Table 2와 같다.

① 放聲音을 10 초간 放聲, 10 초간 休止의 경우

食餌音을 放聲했을 때 농어는 0 dB에서는 反應이 없이 全區間을 自由롭게 游泳하고 10 dB에서는 反應을 보이기 始作하여 游泳速度가 빨라지고 I, II 區間에서 游泳하고 있으며 20 dB에서는 주로 I 區間에서 游泳하고 있었는데 그 游泳時間이 길어졌으며 30 dB에서는 빠른 速度로 I, II 區間을 지나 III, IV 區間으로 가서 游泳하고 있었다.

승어는 0, 10 dB에서는 反應을 보이지 않고 全區間을 自由롭게 游泳하고 20 dB에서는 反應을 보이기 始作하여 I, II 區間에서 游泳하다가 30 dB에서는 빠른 速度로 I, II 區間을 지나 III, IV 區間에서 游泳하고 있었다.

배의 전진시의 스크류음을 放聲했을 때 농어는 0 dB에서 反應을 보이기 始作하여 游泳速度가 빨라지며 I, II 區間에서 游泳時間이 짧으며 音壓이 增加함에 따라 주로 III, IV 區間에서 조용히 游泳하고 있었다.

승어도 농어와 같은 反應을 보여 주었으며 活動區間은 주로 III, IV 區間이었다.

舶전을 두들긴 음을 放聲했을 때는 농어는 10 dB에서 反應을 나타내기 시작하여 游泳速度가 빨라져서

Table 2. Response of fishes to the increased sound pressure level of record feeding sound and artificial sound

Method of emission	Kind of sound	Fish	Increased S. P. L.			
			0	10	20	30 (dB)
Emission for 10 sec and pausing for 10 sec	Feeding sound	L. J	0	+	++	-
		M. C	0	0	+	-
	Sound of propella	L. J	-	-	-	-
		M. C	-	-	-	-
	Sound of a ship's side	L. J	0	-	-	-
		M. C	0	-	-	-
Emission for 20 sec and pausing for 10 sec	Feeding sound	L. J	0	+	++	-
		M. C	0	0	+	-
	Sound of propella	L. J	-	-	-	-
		M. C	0	-	-	-
	Sound of ship's side	L. J	0	-	-	-
		M. G	0	-	-	-

0, swam around all section; +, swam around in 1st and 2nd section; ++, swam around in 1st section; -, swam around in 3rd and 4th section; L. J, *Lateolabrax japonicus*; M. C, *Mugil cephalus*.

I, II 區間을 지나 III, IV 區間으로 가서 活動하고 音壓을 점점 增加시켜 放聲함으로써 주로 III, IV 區間에서 조용히 游泳하고 있었다.

송어 역시 농어와 같은 反應을 보여 주었으며 活動區間은 주로 III, IV 區間이었다.

② 放聲音을 20 초간 放聲, 20 초간 休止의 경우

食餌音을 放聲했을 때 농어는 10 dB에서 反應을 보이기 始作하여 游泳速度가 빨라지며 20 dB에서는 I, II 區間에서의 游泳時間이 길어졌으며 30 dB에서는 I, II 區間을 빠른 速度로 통과하여 III, IV 區間으로 들어가서 活動하고 있었다.

송어는 0, 10 dB에서는 反應을 나타내지 않고 全區間을 자유롭게 游泳하고 20 dB에서 反應을 나타내어 I, II 區間에서 游泳하다가 30 dB에서는 III, IV 區間에서 活動하고 있었다.

배의 진진시의 스크류음을 방성했을 때 농어는 0 dB에서 反應을 보이기 시작하여 游泳速度가 빨라지고 放聲音의 音壓을 增加시켜 放聲하므로써 주로 III, IV 區間에서 조용히 游泳하고 있었다.

송어는 10 dB에서 反應을 보이기 시작하여 그후부터는 농어와 같은 行動을 나타내었으며 活動區間은 주로 III, IV 區間이 있다.

뱃전을 두들긴 음을 방성했을 때 농어와 송어는 0 dB에서는 反應을 보이지 않고 全區間을 游泳하고 10 dB에서 反應이 나타나 游泳速度가 빨라지면서 I, II 區間에는 나타나지 않고 III, IV 區間에서 活動하고 音壓을 增加시켜 放聲함에 따라 주로 III, IV 區間에서 游泳하고 있었다.

이상으로 부터 食餌音을 放聲했을 때 농어는 10 dB에서 反應을 나타내기 시작하고 20 dB에서 좋은 反應을 나타내어 양의 走音反應을 나타내었으며 송어는 20 dB에서 미약한 走音反應을 나타내고 있으며 音壓이 높으면 音源에서 멀어지는 경향을 나타내고 있는 것 같다.

人工音에 대해서는 10 dB에서 反應이 나타나기 시작하여 音源에서 멀어지기 시작하고 音壓이 增加함에 따라 音源에서 더욱 멀어지는 反應을 나타내었다.

따라서 고기가 音源에 모이는 反應을 일으키도록 하기 위해서는 일정 세기의 音壓을 가진 食餌音이 必要하며 音源에서 멀어지게 하는데도 일정 세기 이상의 音壓을 가진 人工音이 必要하다고 생각된다.

2) 食餌音에 대한 反應

本 實驗에 있어서 供試魚들이 食餌音에 대해 反應

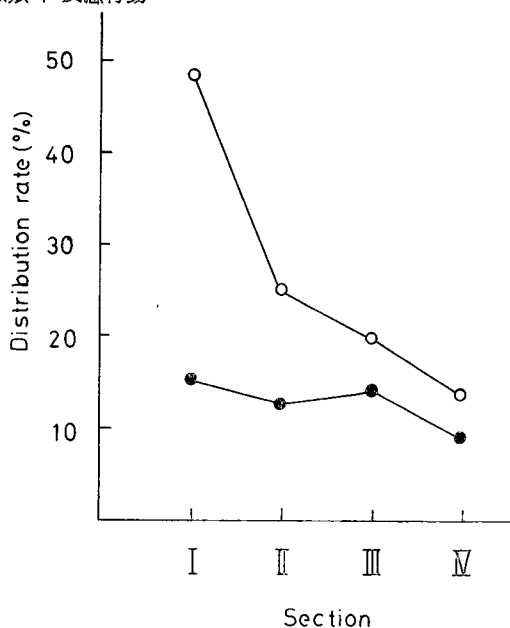


Fig. 3. Distribution of fishes in each section under emission of the feeding sound.

○—○, *L. japonicus*; ●—●, *M. cephalus*

을 잘 일으키는 音壓은 錄音된 食餌音을 20 dB 增加시킨 것을 放聲했을 때이다. 따라서 走音反應의 程度를 判定하기 위해서 音壓을 20 dB 增加시켜 放聲하였으며 그때의 區間別 分布率을 調査한 結果는 Fig. 3과 같다.

이것에서 농어는 音源에서 가장 가까운 I 區間에서 높은 分布率을 나타내고 II, III, IV 區間으로 갈수록 낮은 分布率을 나타내고 있으며 송어는 區間別 分布率이 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다.

따라서 농어는 양의 走音反應을 나타내고 있으나 송어는 미약한 反應을 나타내고 있는 것 같다.

3. 人工音에 대한 反應

錄音된 두 種類의 人工音을 放聲하여 고기의 反應을 調査한 結果는 Fig. 4, Fig. 5와 같다.

진진시의 스크류음을 放聲했을 때의 供試魚의 反應行動은 音源에서 가장 먼 IV 區間에 높은 分布率을 나타내고 있으며 I, II 區間에서는 낮은 分布率을 나타내고 있다.

뱃전을 두들긴 음을 放聲했을 때의 供試魚의 反應行動은 音源이 가까운 I 區間에는 分布率이 낮고 II, III, IV 區間으로 갈수록 높은 分布率을 나타내고 있다.

따라서 人工音에 대해 供試魚들은 音源에서 가까운 I, II 區間에는 分布率이 낮으며 音源에서 먼

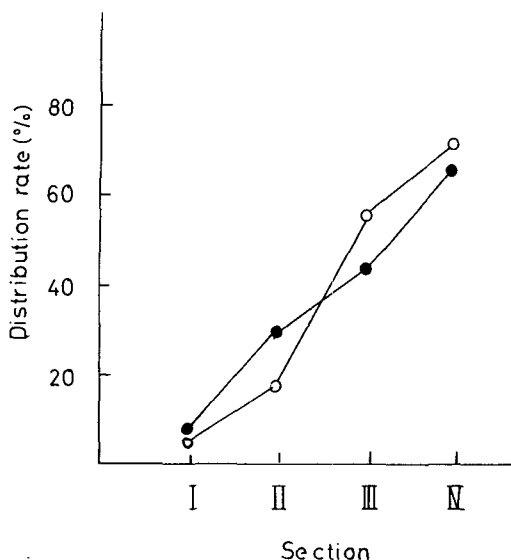


Fig. 4. Distribution of fishes in each section under emission of the sound of propella.

○—○, *L. japonicus*; ●—●, *M. cephalus*

Ⅲ, Ⅳ區間に 分布率が高い 나타내고 있어 人工音を 放聲하므로서 供試魚들은 부의 주음반응을 나타내어 音源에서 멀어져 가는 경향을 나타내고 있으므로 供試魚들의 漁獲時 이러한 音들을 使用하므로서 魚群 驅集이 가능하여 좋은 漁獲을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

### 要 約

食餌音 및 人工音에 대한 魚類의 反應行動을 調査하기 위하여 농어의 食餌音 및 人工音を 錄音하고 다시 이들을 水中에 放聲하여 농어와 숭어의 反應行動을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 食餌音에 대한 양의 주음반응은 농어는 강하게 나타내나 숭어는 미약한 反應을 나타내는 것 같다.
2. 食餌音에 대한 양의 주음반응을 일으키게 하는 데는 적정음압의 식이음을 방성하는 것이 效果的이었다.
3. 人工音에 대한 反應은 供試魚들은 부의 주음반응을 나타내었다.
4. 試魚들을 音源에서 멀어지게 하는 데는 放聲音

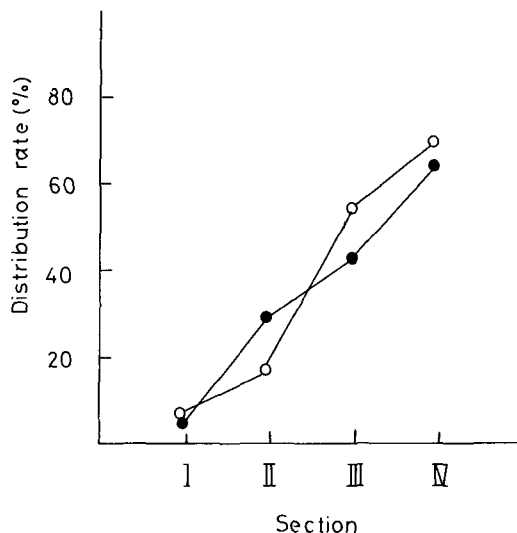


Fig. 5. Distribution of fishes in each section under emission of the sound of a ship's side.

○—○, *L. japonicus*; ●—●, *M. cephalus*

의 音壓을 增加시켜 放聲하는 것이 더욱 效果的이었다.

### 文 獻

- 武富 つ・三次信補. 1971. 水中音に對する魚群の反應 (I), 純音にするアジサバの反應. 東海區水研報 67, 99-104.
- Horton, J. W. 1957. Fundamentals of Sonar. 41-48. United States Naval Institute. Annapolis, Maryland.
- 金尚漢. 1978. 소리 자극에 대한 멸치의 반응, 韓國漁業技術學會誌 14(2), 57-62.
- 金東守. 1982. 魚類의 食餌音과 그에 對한 走音反應. 韓國漁業技術學會誌 18(2), 71-75.
- 末廣恭雄. 1960. 聽覺魚類學 195-197. 岩波書店.
- 間庭愛信・畠山良己. 1970. 音響による魚群の誘致に關する研究(Ⅲ). 漁船研究技報 24(2), 1-5.
- Uno, M. and T. Konagaya. 1960. Study on the swimming noise of the fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 26(1), 1069-1073.