

# 濟州道 沿岸의 角網漁業에 있어서 水中音響에 의한 魚群의 誘集에 관한 研究

安長榮 · 徐斗玉 · 金三坤\*

濟州大學校, \*釜山水產大學校

(1995년 12월 9일 접수)

## A Study on the luring of fish shoals into the fyke net by the underwater sound emmition

Jang - Yong Ahn, Du - Ok Seo and Sam - Kon Kim\*

Cheju National University, \*National Fisheries University of Pusan

(Received December 9, 1995)

### Abstract

The authors carried out a field experiment to confirm the effect of underwater sound on the luring of fish schools in a setnet in the coast of Cheju Island. The effects of the acoustic emission on the luring of fish schools were observed using a manufactured underwater speaker in the setnet, and pure sound, of which frequency was 600Hz and the source level was 126dB, was emitted on and off at 5 minutes intervals in the setnet during the night of July 29 and July 31. So we had recorded behavior of fish schools by the telesounder with two channel and shape of the setnet by underwater video camera and analyzed them.

When the flood and ebb currents were around the setnet, the nets rised to the surface of water and it happened occasionally at the stand of tide. Therefore, it was in the state that fish schools feel constraint to enter into the setnet, and was required a new design of the setnet stand up to strong tidal current.

As the pure sound, of which frequency was 600Hz was emitted for the luring of fish schools in a setnet, the catch ammounts of fish, the young horce mackerel(*Trachurus japonicus*), was increased 4~6 times than not emitted.

### 緒 論

最近 水中音의 放聲에 의한 魚群의 行動制御에 관한 研究(Hashimoto etc., 1957; 徐등, 1989)가 成果를 거두면서 産業現場에서는 이의 應用이 活

潑이 進行되고 있다. 바다 牧場化나 가두리 養殖場에서의 自動給餌등에서와 같이, 魚類가 좋아하는 소리를 條件的으로 放聲하여 원하는 時間에 集魚하는 手段(昌山등, 1985; Okamoto, 1982)으로 使用되고 있는 것이 그 좋은 例이다. 濟州道 沿岸의

\* 이 논문은 1994년도 敎育부 학술연구조성비(해양·수산과학분야) 지원에 의해 연구되었음

定置網에도 이러한 條件的 放聲은 아니나, 魚類가 좋아하는 音을 放聲하여 魚類를 網內로 誘導하는 試驗을 實施, 評價하여 計劃的이고 管理的인 操業 形態로의 變化가 要求되고 있다.

그런데, 濟州道 沿岸에서 設置運營되고 있는 定置網은 沿岸의 海流 및 潮流가 강하고 水深이 깊은 海域特性 때문에 南海岸等地와 같이 大規模의 定置網으로 盛行하지 못하고 2 ha 전후의 小規模 角網이 大部分을 차지하고 있다. 角網은 그 漁具構造에서 魚捕部가 없는 대신에 밑판그물이 깔려 있어서 定置網 안으로 들어오는 모든 魚種을 漁獲對象으로 하는 特徵이 있어, 魚群을 定置網 안으로 誘導하는 일이 바로 漁獲의 效果를 向上시키는 일인 동시에 이 漁法의 중요한 課題(張 등, 1986)이기도 하다.

이 研究는 濟州道 沿岸에 分布되어 있는 定置網에서, 水中音響에 의한 魚類의 誘集效果에 관한 研究로서, 함덕定置網을 實驗漁場으로 택하여 漁場의 海洋學의 特性調査와 더불어 製作한 水中擴聲器로써 주파수 600Hz 正弦波純音을 放聲하면서, 網漁具의 狀態는 물론 放聲前後에 定置網으로 魚群이 出入網하는 狀態를 遠隔魚群探知機 및 水中비데오카메라로써 記錄하고 分析하였다. 또한 放聲時 誘集效果에 따른 漁獲量變動을 調査하기 위하여 放聲日을 中心으로 한 前後日의 漁獲量을 比較·分析하였다.

### 裝置 및 方法

水中擴聲器로써 音을 放聲하여 魚類의 誘集實驗을 行한 定置網漁場은 Fig. 1과 같이 濟州道 北濟州郡 朝天面 함덕리 세배여 지선 정단(함덕海水浴場 정북 約 500m 지점, 緯도 33° 32.8'N, 經도 126° 40.5'E)에 위치하는 漁場으로 그 漁具의 構造 및 規模는 Fig. 1과 같으며, 水中音放聲에 의한 魚類의 誘集效果實驗을 爲해 網入口등에 實驗機器를 裝置하였다.

定置網內에서의 放聲에 의한 誘集效果實驗을 爲해서 Fig. 1에서와 같이 音源準位가 126dB인 水中擴聲器(□)를 魚類의 出入網에 影響을 주지 않으면서 揚網操業에 支障이 되지 않는 원통그물의

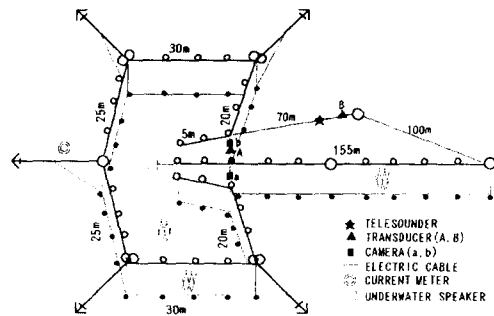


Fig. 1. The construction of a setnet and mounting positions of experimental instruments on it.

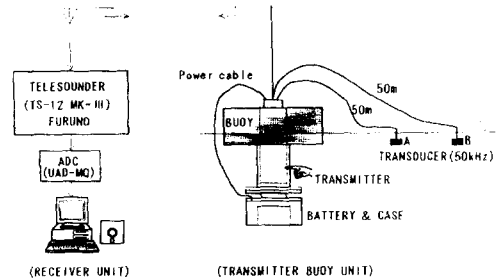


Fig. 2. The transmitting and receiving parts of the telesounder.

中央部에서 導網과 원통그물전개버팀줄의 연결로프에 매달아 水深 1.5m 층에 位置하도록 하였다.

그리고, 放聲時 魚群의 誘集등을 觀察하기 爲해 Fig. 2와 같은 遠隔魚群探知機의 電波送信 buoy unit(★)를 Fig. 1과 같이 網入口에서 約 50m 떨어진 곳에 設置해 두고, 그것에 부속된 送受波器(▲)는 設置臺를 利用하여, 1대는 定置網의 原통그물 入口通路인 A지점에서 導網方向이면서 上方으로 45° 傾斜지게 設置하였고, 다른 1대의 送受波器는 魚類가 定置網까지 接近하는 經路를 把握하기 爲하여 低質이 모래와 岩盤의 境界部分인 B지점에 設置하였다. 두 送受波器에 探知된 信號는 約 2 마일 떨어진 陸上受信局으로 보내져서 컴퓨터의 플로피디스크에 收錄한 후 研究室에서 再生·分析하였다. 그리고, 水中擴聲器 및 비데오카메라는 Fig. 3과 같이 각각 約 230m의 電線으로 로프에 固定시키면서 陸上까지 誘導하여 放聲하고 網入口의 狀態를 錄書하는데 使用하였다.

實驗은 7월 25일 觀測機器가 定置網에 設置하

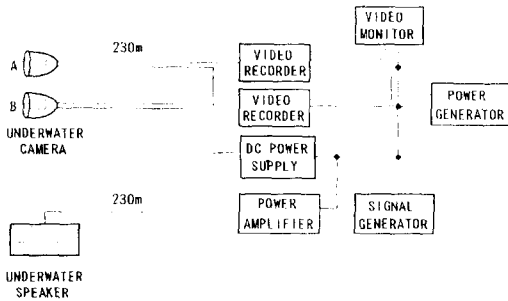


Fig. 3. Block diagram of underwater speaker for the sound emission and cameras to observe the behaviors of fishes.

면서 시작되었는데, 海流調査는 7월 26일부터 8월 7일까지, 600Hz 正弦波純音 放聲實驗은 7월 29일 17시부터 翌日 2시 30분까지 5분간 放聲하고 5분간 停止하는 方法으로 連續적으로 行하였다. 그리고 放聲效果에 따른 漁獲量의 增減을 比較하기 위하여 7월 30일은 實驗을 行하지 않았다가 7월 31일 22시부터 다시 같은 方法으로 8월 1일 새벽 3시까지 放聲實驗을 行하였다.

漁獲量의 比較에 使用된 資料는 放聲實驗을 實施하기 前後인 7월 27일부터 8월 4일까지의 漁獲量으로 하였으며, 그 외의 漁獲資料는 一日揚網回數 등 操業方法 差異로 比較對象에서 除外하였다.

## 結 果

### 1. 海水의 流動에 따른 定置網漁具의 浮上現象

實驗漁場周邊의 海水流動은 調查結果, 朝夕에 따라 右回轉하면서 꽤쇄되어 있는 沿岸方向인 東南方向으로 하루 약 2.5km 程度 進行하는 것으로 나타났는데, 이와 같은 海水의 流動은 定置網의 漁具形態를 일그러지게 하면서 浮上시키는 現象을 일러키어 入出網하는 魚群의 通路인 網口를 遮斷하는 結果를 招來하게 된다.

Fig. 4는 7월 11일 07시부터 12일 06시까지 하루동안 實驗漁場周邊의 海水流動方向(A)과 遠隔魚群探知機로 測定된 각 時間別 수면높이의 變化(B) 및 網漁具의 水深變化(C)를 나타낸다. 海水流動狀態는 高潮時에는 外海쪽인 北東流가 比較的

강하게 흐르고, 低潮時에는 內陸方向의 약한 南西流가 흐르고 있어서 停潮時에도 憩流狀態가 아님을 알 수 있다. 遠隔魚群探知機의 記錄에 의한 朝夕에 따른 水面의 높이변화는, 低潮時에 海底水深이 약 5.7m, 高潮時에 약 8.3m로서 약 2.6m이었다. 海水流動에 따른 그물의 狀態는 圓筒그물입구에 裝置하여 두었던 遠隔魚群探知機의 送受波器에 대한 記錄인 Fig. 4의 A와 같이 漲潮流 및 落潮流가 흐를 때는 그물이 海水流動方向으로 흐르면서 浮上하여 漁網이 送受波器가 設置되어 있는 수면쪽으로 올라와 網入口를 遮斷하고 있는 것을 알 수 있으며(Fig. 4의 C), 이 事實은 같은 장소에 設置되어 있던 水中비데오카메라로써도 確認이 可能하였다. 이런 狀態에서는 魚群이 到來하여도 入網할 수 없으며, 網入口쪽으로 接近하더라도 흐름에 의해 밀판그물이 浮上한 狀態이고 이로 인하여 魚群은 威脅을 받아 遊泳水深을 낮추어 결국 밀판그물 밑으로 魚群이 빠져나가는 現象이 일어날 것으로 생각된다. 흐름에 의한 網漁具의 浮上現象은, 停潮時에 현격히 줄어들어 低潮時에는 이 現象이 微弱하게 일어났는데, 送受波器의 設置位置上 南西流가 흐를 때 網漁具의 影響이 가장 적기 때문이다.

### 3. 定置網內에서의 放聲과 魚群出現

7월 26일 海上狀態가 平穩할 때 遠隔魚探知機의 送受波器를 設置하여둔 두 장소에서의 同時記錄은 Fig. 5과 같다.

Fig. 5에서 魚群의 出現에 관한 同時記錄狀態를 보면, 低質이 모래와 岩盤의 境界에 設置되어 있던 B 送受波器의 記錄에서 먼저 큰 魚群이 나타나고, 1분 20초후에 定置網의 入口에 設置하여둔 A 送受波器의 記錄에 魚群이 나타나 있다. 이들 두 魚群의 記錄은 그 모양이 비슷할 뿐만 아니라, 이 記錄의 記錄時間前後 약 20분간 以內에 뚜렷한 魚群이 나타나지 않았기 때문에 이 두 魚群은 같은 魚群으로 判斷되었다. 따라서, 이 魚群은 모래와 암반의 境界를 따라 遊泳하다가 導網附近에서 方向을 轉換하여 定置網으로 入網한 것으로 推測이 되었다. Fig. 6은 7월 29일 17시부터 5분간 放聲후 5분간 休止하는 方法으로 600Hz 正弦波純音を 放

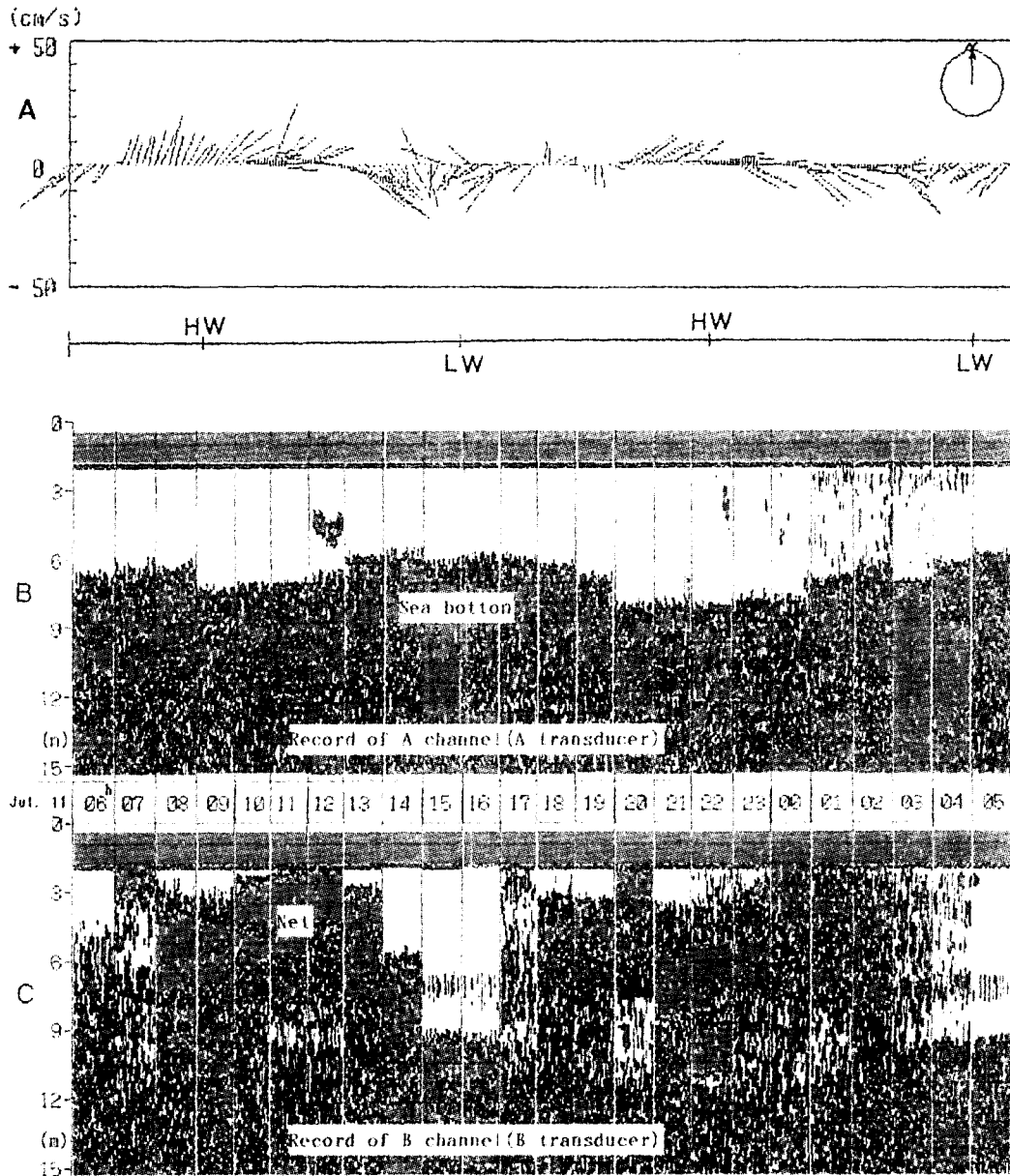


Fig. 4. Variations of current directions(A), sea levels(B) and depths of setnet(C).

聲했을 때의 A, B 送受波器의 記錄을 部分的으로 同時に 나타낸 것이다. 定置網의 入口에 設置하여 둔 A 送受波器의 記錄을 보면, 放聲時에 魚群이 水面 가까이로 浮上하여 入網하는 것을 알 수 있고, 潮流가 강하여 網漁具가 浮上하였을 때에도 魚群이 漁網 밑으로 통과하는 것을 볼 수 있다. 또한 B 送受波器의 記錄에서도 魚群이 군데군데 나타났

으나, 7월 30일 1시 30분부터의 記錄에는 一部 魚群이 外海쪽으로 逃亡하는 것도 볼 수 있다.

Fig. 7과 Fig. 8는 7월 31일에 上記와 같은 放聲方法으로 600Hz 正弦波純音を 放聲함에 있어서, 音의 放聲前과 放聲後의 1시간 동안 A 送受波器만 의 記錄을 나타낸 것이다. Fig. 7은 低潮 3시간 후 부터 4시간 후까지의 記錄으로 網漁具가 潮流로 인

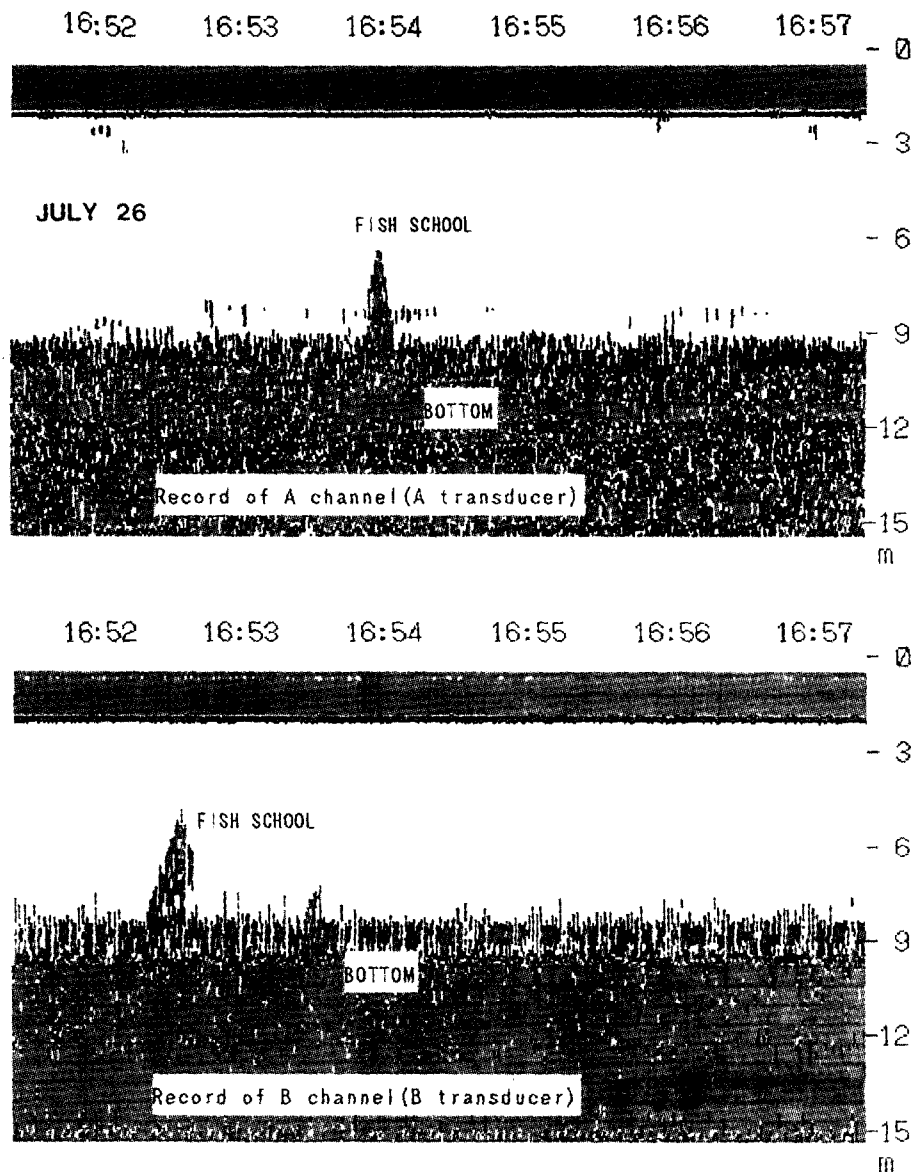


Fig. 5. A fish school appeared on the record, of which the B transducer of the telesounder equipped on a boundary of sand and rock, and the same fish school appeared on the record of the A transducer equipped on the mouth of setnet after 1 minute and 20 seconds.

해 浮上하여 있는 狀態이어서 漁網으로부터의 난 반사가 현저하게 보이며, 魚群으로 보이는 記錄은 거의 없는 狀態이다. 그러나, Fig. 8과 같이 放聲하기 시작한 후부터는 網漁具는 浮上되어 있는 狀態이지만 많은 魚群이 出現하여 그물밑으로 통과하고 있으며 放聲前보다는 현저하게 出現이 增加한

것을 보여준다. 中間部分에 띠모양의 강한 反射는, 潮流의 方向轉換으로 網漁具의 觀察을 위해 設置해 둔 水中비데오카메라 設置臺의 多重反射影響으로 思料되며, 이는 水中비데오카메라에서도 確認이 되었다.

濟州道 沿岸의 角網漁業에 있어서 水中音響에 의한 魚群의 誘集에 관한 研究

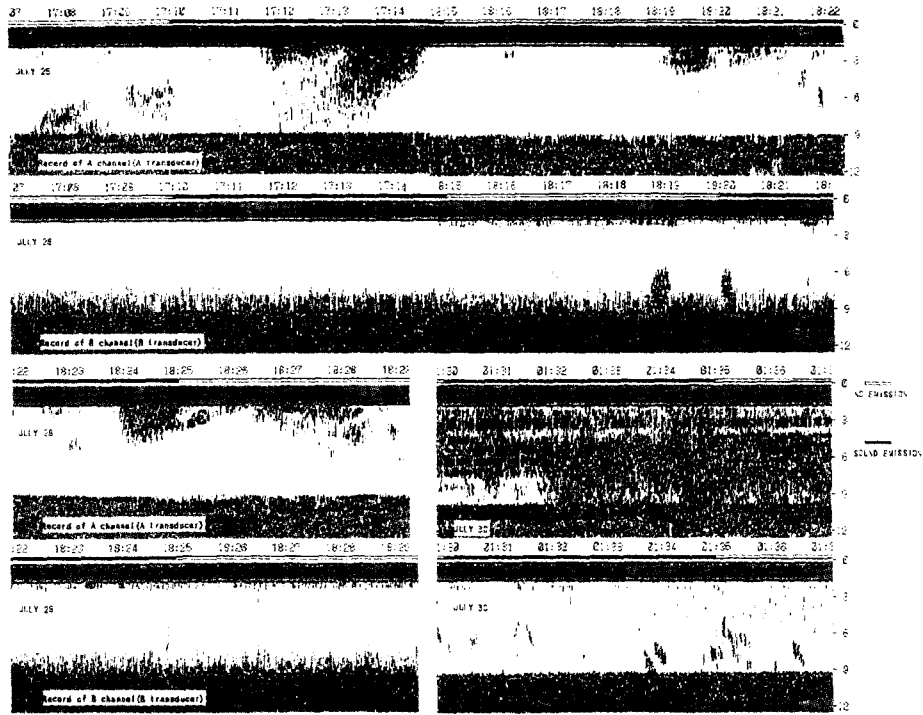


Fig. 6. fish schools to appear on the records of the A and B transducers of the telesounder when the sound, of which frequency was 600 Hz was emitted in the setnet.

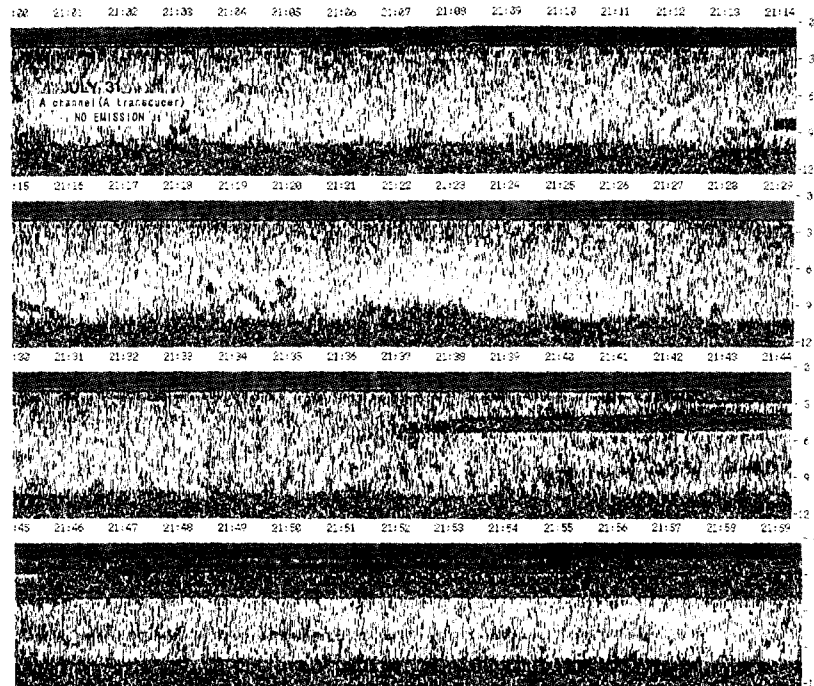


Fig. 7. The record of the A transducer of telesounder during 1 hour before emission of the sound, of which frequency was 600 Hz.

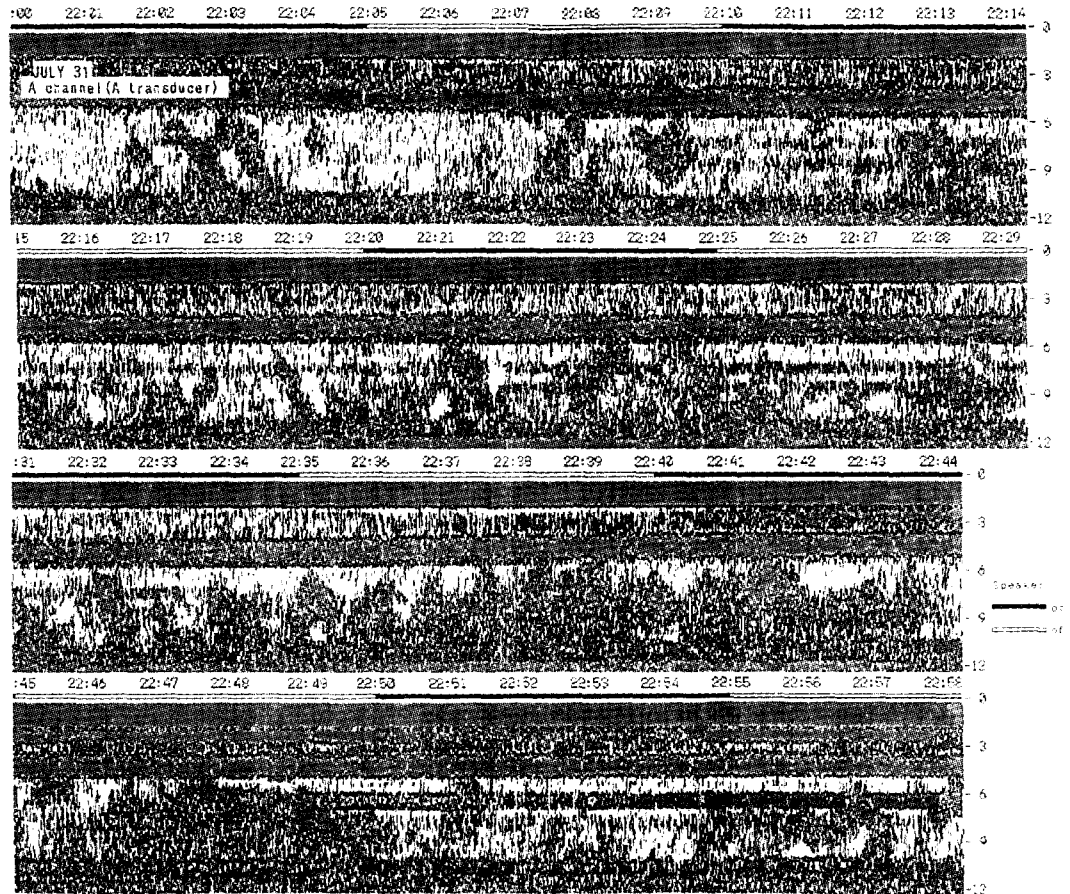


Fig. 8. The record of the A transducer of telesounder during 1 hour after emission of the sound, of which frequency was 600 Hz.

### 3. 放聲效果와 漁獲量 變化

水中擴聲器로써 600Hz 正弦波純音を 水中에 放聲하였을 때의 그 放聲效果는 記錄上으로도 間接的으로 알 수 있으나, 放聲終了直後の 揚網作業에 의한 漁獲量으로써 確認할 수 있다. Fig. 9는 放聲實驗의 實施日을 基準으로 3日前부터 3日後까지인 7월 27일부터 8월 4일까지의 漁獲量을 나타낸다. 總 漁獲量은 水中音을 放聲하지 않았을 때는 약 100kg前後에 불과하였으나, 放聲 實施日인 7월 30일과 8월 1일의 漁獲量은 420kg과 630kg으로 放聲을 實施하지 않은 平日보다 4~6배 增加하였다. 또 漁獲된 魚種을 보면, 放聲을 하지 않았을 때는 20cm이내의 未成熟 高등어들이 많이 漁獲되었

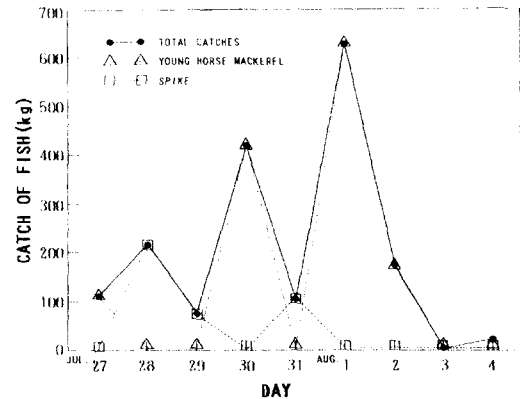


Fig. 9. Catch amounts and species of fishes from the setnet in the Hamdok-ri from July 27 to August 4.

으나 放聲直後에 揚網作業을 한 이틀동안은 모두 15~20cm의 未成熟 전갱이들만 漁獲되었다. 이 結果는 水中放聲이 魚群의 誘集에 效果的이었음을 나타내며, 특히 未成熟 전갱이들을 誘集하는 데는 600Hz의 正弦波純音이 有效하리라고 判斷되었다.

### 考 察

濟州道周邊에 散在하고 있는 定置網은 강한 潮流의 影響으로 大部分 小規模角網이 盛行하고 있는데, 거의 모든 定置網이 漲潮流 및 落潮流가 흐를 때에는 그물이 海水流動方向으로 흐르면서 浮上하여 魚群이 入網하지 못하고 있으며, 定置網業者들조차 停潮時에만 어류가 入網한다고 믿고 있다. 따라서, 이러한 現狀을 防止하기 위해서는 潮流에 의해 網漁具가 쉽게 일그러지지 않도록 漁具의 構成方法, 部分別 漁網의 比重, 浮沈子の 浮沈力등을 勘案한 새로운 漁具設計方法으로, 그물의 抵抗으로 인한 漁網의 浮上狀態를 줄여 魚群이 入網할 수 있는 時間을 늘리는 것이 漁獲量을 增加시키는 方案이 된다고 생각한다.

定置網내에서의 放聲實驗時 晝間에 實驗을 행하지 못한 理由는, 가까운 곳에 海水욕장이 있어서 모-티보-트, 모-티싸이클, 遊漁船등이 漁場의 가까운 곳까지 接近하여 높은 騷音을 일어키고 있어 放聲效果를 거둘 수 없었기 때문이며, 또 放聲實驗期間동안은 하루 1회 揚網을 하고 있어서 漁具構造上 放聲效果를 알 수 있는 時間이 揚網作業을 하기 直前인 夜間에 放聲하는 것이 좋다고 判斷되었기 때문이다. 600Hz의 正弦波 純音을 放聲한 것은 오징어의 誘集에 效果的이고 또 다른 많은 魚種들이 敏感하게 反應한다는 報告(間庭, 1976, 1984)에 의한 것이었으나, 定置網附近에까지 오징어의 資源이 없었던 關係로 오징어의 誘集에는 失敗하였다. 그러나, 두번의 放聲結果 長時間 放聲하여 威脅을 느꼈을 경우, 逃避할 時間이 충분히 있었음에도 未成熟된 전갱이가 많이 漁獲된 것은 이 魚種과 放聲周波數 600Hz와는 密接한 關係에 있을 것으로 믿어진다.

### 要 約

濟州道 沿岸定置網內에서 海水의 流動에 따른 定置網漁具의 浮上現狀을 研究하고, 또 漁場內에서 水中音響機器로 音을 放聲하였을 때 그 放聲音이 魚類를 誘集하는데 效果가 있는지를 研究하기 위하여, 함덕定置網을 實驗漁場으로 하여 漁場環境調査와 함께 7월 29일과 7월 31일 兩日間 夜間에 600Hz의 正弦波純音을 5분간 放聲하고 5분간 停止시키는 方法으로 魚群의 誘集性을 遠隔魚群 探知機 및 水中비디오카메라로써 記錄하여 分析하였으며, 또 放聲前後日의 漁獲量도 比較·分析하였다.

實驗定置網에서는 창조류 및 낙조류가 흐를 때, 그물이 海水流動方向으로 흐르면서 浮上하여 魚群이 入網하기 어려운 狀態가 持續되었으며, 정조시에도 이 現象이 나타났다. 따라서, 漁獲量을 늘리기 위해서는 魚群의 入網可能時間을 늘여야 하는데, 이를 위해서 그물의 流體抵抗을 줄이고 沈子の 무게를 調節하는등 潮流에 의해 網漁具가 쉽게 일그러지지 않도록 新漁具設計가 要望되어진다.

함덕定置網內에서 夜間에 水中擴聲器로 600 Hz의 正弦波純音을 放聲한 結果, 未成熟 전갱이가 平일에 비해 4~6배 많이 漁獲되었으며 記錄上으로도 差異가 있었다. 따라서, 未成熟 전갱이의 誘集에 600Hz의 正弦波純音이 效果的임을 알 수 있었다.

### 參考文獻

- Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa (1957): Noise of yellowtail when it comes into the setnet. Tech. Rep. Fishing Boat, 10, 69-78.
- 昌山 良己, 石井憲, 武富一 (1985): 베-링해における인실리카의 사케, 마스流網への羅網の防止に關する研究. 音響的 研究(第 1報), 水工研技報, 6, 267-288.
- 張 善德·尹 甲東·辛 亨鎰·李 珠熙·申 鉉玉 (1986): 音響集魚器의 集魚效果. 漁業技術, 22(4), 75-83.
- 間庭 愛信, 昌山 良己 (1976): 音響による魚群의 誘致 威赫に關する研究(5). 漁船研究技報 29, 147-162.
- 間庭 愛信 (1984): 海中의 生物鳴音의 例と 水中音に對す



- る反應の實驗と實用例. 月刊海洋科學, 16(5). 285 - 290.
- Maniwa, Y. and Y. Hatakeyama (1976) : Reserch on the luring and driving a way of fish schools by utilizing underwater acoustical equipment (5), *Ibid.*, 29, 147 - 162.
- Okamoto, M. (1982) : Studies on the community ecology of fishes near the experimental nursery of pagrus major using acoustic conditioning. *Bull. Jap. Soc. Sic. Fish*, 48(8). 1113 - 1119.
- 徐斗玉, 淺野謙, 小長谷庸夫 (1989) : 水中音에 대한 고등어 魚群의 反應. 漁業技術, 25(1). 12 - 17.