

## 제주도 연안정치망에서의 어장환경특성과 그에 따른 망어구의 형상 및 어군출현빈도

이창현 · 안장영

제주대학교 어업학과

### Environmental characteristic of the fishing ground, and net streaming and appearance frequency of fish school according to it in set net at the coast of Cheju

Chang-Heon Lee and Jang-Young Ahn

*Department of fishery, Cheju National University, Chejudo 690-756 Korea*

To obtain fundermental data on the determination of hauling time of the set net, and on the times that fish schools were easy to enter the set net at the coast of Cheju Island, Evironmental characteristics on ambient noise and fishing noise at hauling of the set net as well as current properties in spring tide(26-27. July) and neap tide(2-3. August) were measured around the set net ground. In addition, Appearance frequency of fish school and the stability of the streaming away related to the current property were investigated.

At the set net ground, the highest speed of the current in spring tide was 50.1cm/sec in flood time and 31cm/sec in ebb. The highest speed of the current in neap tide was 29.9cm/sec in flood time and 19.4cm/sec in ebb. Underwater sound pressure level of ambient noise was a range of 55-60dB(re 1 $\mu$ Pa) at 500Hz-3KHz of frequency and sound pressure level peak at hauling of the set net is 75dB at 200-500Hz of frequency.

Appearance frequency of fish school according to the current property tended to increase before and after 1 hour of time when the current direction changed suddenly and its speed was slow relatively. We supposed that fish schools entered the set net at stand of the tide.

Key word : hauling time, school appearance frequency, net streaming

### 結 論

海中에서의 소음은 海風, 波浪, 降雨 등 自然現象에 의한 自然騒音, 魚類의 生殖音, 信號音, 食餌音, 遊泳音 등 生物이 내는 發生音, 그리고 船舶航行 등에 의한 人工的 騒音등이 常存하고 있어서 恒常 이들 騒音은 주변 해역의 해양생물 및 어류에 대하여 음향 자극으로서 작용한다. 따라서 이 자극은 어류의 생리적 자극과 함께 유영행동, 생태 등에

영향을 미치며 어업에 있어서 어류의 어획 및 서식 환경에 중요한 문제가 될 수 있다. 따라서 특히, 연안에 설치되어 회유성 어종 및 정착성 어종을 어획하는 정치망 어구에 있어서는 그 주변 해역의 해류의 영향과 함께 주변환경소음 등의 영향을 많이 받기 때문에 음향을 이용한 어군의 유집 등에 있어서는 어장주변의 해류 특성에 따른 어군의 행동양상 뿐만 아니라 소음의 특성도 명확히 하여 줄 필요가 있다.

또한, 정치망에서는 주변환경변화에 따라 어군 출현이 그 양상을 달리 할 수 있으나, 어민들에게는 어군의 출현시기, 해수유동에 따른 망어구의 형상유지여부 및 어군의 입망 혹은 출망은 대단한 관심사이며 어획량의 변화요인으로 생각을 하고 있다. 그리고, 이러한 사항은 양망시간의 결정에도 대단히 중요하지만 실질적인 소득과도 직접적인 관련이 있다.

이에 관한 연구도 활발하여, 공사현장소음이 어류의 회유 행동에 미치는 영향(小長谷, 1980), 제주연안의 수중소음의 분포(서 등, 1986), 魚類가 내는 위력음, 生殖音, 信號音, 食餌音 등의 周波數範圍, 水中音의 純音 周波數에 대한 魚類의 反應(장, 1986; 서, 1989), 魚群의 水中可聽音波에 대한 應答解析(Hashimoto, 1957) 등 다양한 研究가 報告되고 있으나 어장환경변화에 따른 어구형상 혹은 어군과의 관계에 대한 연구는 대단히 적은 편이다.

이 연구는 제주도 연안에 분포되어 있는 정치망 어장에서 어군의 입출망 가능시간을 예측하고 양망시간의 결정에 필요한 기초자료를 제공함으로써 어민의 소득증대에 일조하기 위하여, 어장환경의 변화요인이 되는 수중환경소음과 어장주변의 해수유동특성을 조사하고, 이들이 망어구에 미치는 영향 및 어장환경에 따른 어군의 출현양상 등을 검토·분석하였다.

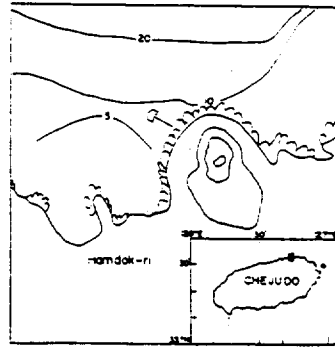
## 裝置 및 方法

### 정치망어장의 주변환경 특성 측정

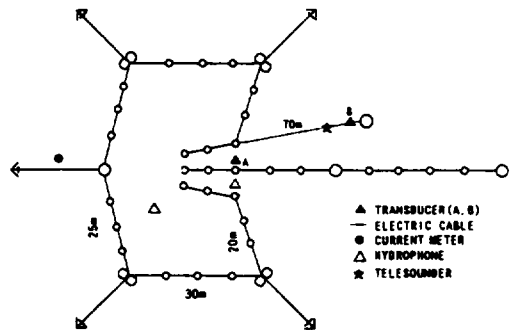
실험에 사용된 定置網漁場은 Fig. 1(A)와 같이 濟州道 북제주군 조천면 함덕리 세배여 지선 정단(함덕海水浴場 정북 약 500m 지점)에 위치하는 漁場으로 그 漁具의 構造 및 規模는 Fig. 1(B)와 같으며, 濟州道 周邊에 散在하고 있는 대부분의 定置網과 비슷한 全面積 2ha정도의 小型 5角網이었다.

어장의 주변환경 특성을 측정하기 위하여, 定置網漁場內에서의 周圍環境騒音測定은 無動力船으로 원통그물의 중앙 부분에 들어가 Fig. 1(B)의 지점에 드리워진 水中聽音器(△)를 Fig. 2와 같이 구성하여 수중 소음을 증폭한 후 錄音器(TC-5M)로 약 5분간 녹음시켜 A/D 변환기를 이용하여

컴퓨터에서 특성을 분석하였으며, 양망시의 소음 측정은 양망시에 정치망어구의 입구에 수중청음기를 설치하여 주위환경소음 측정과 같은 방법으로 하였다.



(A)



(B)

Fig. 1. The locations(A) and the construction (B) mounted with instruments of a set net around the Hamdok port.

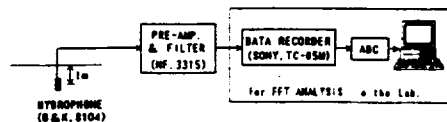


Fig. 2. Block diagram for the recording and spectrum analysis of the underwater sounds.

정치망내에서 錄音된 각 音은 실험실에서 Fig. 2와 같이 再生하면서 컴퓨터의 소프트웨어에 의한 방법으로 FFT分析을 행하였으며, 스펙트럼 레벨의 계산은 (1),(2)식을 이용하여 행하였다.

제주도 연안정치망에서의 어장환경특성과 그에 따른 망어구의 형성 및 어군출현빈도

$$BL = RI - Sr - Gr \quad (1)$$

$$SPL = BL - 10 \cdot \log W \quad (2)$$

단, SPL : 스펙트럼레벨

BL : 帶域레벨

RI : 受信音壓레벨

Sr : 水中聽音器의 受信感度

Gr : 受信機의 利得

W : 周波數帶域

정치망 어장의 환경특성중 海水流動特性을 把握하기 위하여 Fig. 1(B)와 같이 定置網漁具의 원통그물 外海쪽에 Inter Ocean 135형 海流計(●)를 水深 3m층이 되도록 Buoy에 매달아 설치하였으며, 소조기와 대조기 기간까지의 어장 주변 해류 특성을 조사하기 위해 7월 26일 부터 8월 7일까지 13일간 연속 관측을 실시하였다.

정치망어장 내에서의 어군 출현 빈도와 어구의 나부김 현상 파악

해류의 유동에 따른 어군의 출현 빈도 및 망어구의 나부김 현상을 파악하기 위하여 Fig. 3과 같은 원격어군탐지기(TS-12 MK-III, FURUNO)의 송신 buoy를 Fig. 1(B)와 같이 망어구에서 약 50m 떨어진 지점에 설치하여 두고 그것에 부착된 송수파기 2대를 이용하여, 어구의 망어구 주변에서 그물속으로 입·출망하는 어류를 파악할 수 있도록 A지점에 직하 45°각도로 1대, 또 정치망의 길그물 주변에 접근하는 어류를 파악하기 위하여 저질이 모래와 암반의 경계부분인 B지점에 1대를 각각 설치하였다.

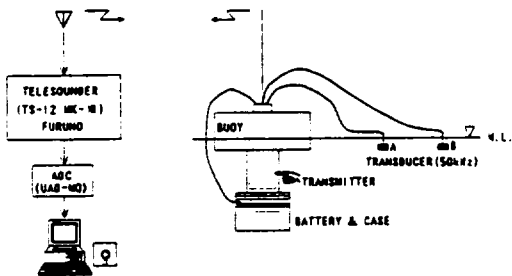


Fig. 3. The transmitting and receiving parts of the tele-sounder.

설치한 두 송수파기에 탐지된 신호는 약 2마일 떨어진 육상 수신국으로 보내어져 컴퓨터의 플로피 디스크에 수록한 후 실험실에서 재생·분석하

였다. 실험은 어장의 해류 특성 측정기간 중 7월 31일 오후 5시 30분부터 익일 8시 10분까지로, 오후 양망 작업이 이루어진 후 익일 오전 양망이 이루어지기 전까지의 시간동안 측정하였다.

원격어군탐지기에 의하여 수신된 신호는 1분 단위로 기록한 후, 1분 동안 출현한 전체 어군을 1회 출현 횟수로 하여 Fig. 1(B)의 각각 A, B지점으로 나누어 분석하였다. 이 때 어군의 출현 빈도는 A지점 출현 어군만을 이용하였고, 연속 관측한 어장의 해류 유동 특성과 관련시켜 어장내의 해류의 유향·유속에 따른 어군 출현관계를 시간대별로 조사하였다. B지점에서의 어군 출현은 그 규모가 A지점에 출현하는 어군에 비하여 군집성이 미약하고, A지점 출현 어류와 같은 특징이 없으며, 연안의 정착성 어류의 출현일 것으로 판단되어 분석에서 제외하였다. 정치망 어구의 나부김 현상에 관한 분석은 어군 출현빈도의 분석에 사용된 해류 특성과 같은 시간대별 수신신호 기록을 각각 비교하면서 행하였다.

結果 및 고찰

定置網漁場內에서의 水中環境騒音

定置網漁場內에서의 망어구 양망시의 수중소음과 水中環境騒音, 그리고 기기내부소음을 스펙트럼分析한 結果는 Fig. 4와 같다.

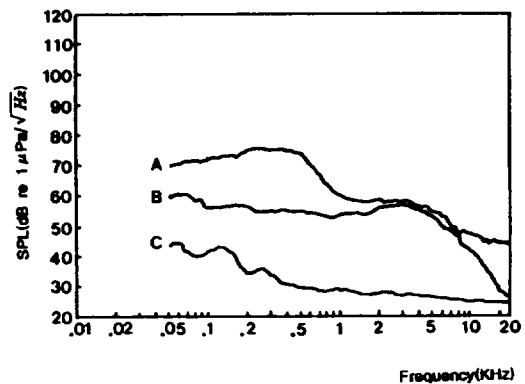


Fig. 4. Spectra of noise at hauling of set net (A), ambient noise(B) and inner noise of machine(C).

Fig. 4에서 수중환경소음 레벨은 약 500Hz-3 KHz까지 약 50-60dB이었으나 3KHz보다 주파수가 높을수록 스펙트럼 레벨이 -12dB/oct의 감소율로 급격히 감소하고 있었고, 양망시의 수중소음은 1KHz이내의 범위에서 수중환경 소음보다 약 15dB정도 높은 75dB을 나타내고 있었다. 이것은 양망시의 소음이 수중환경소음 보다는 양망시에 그물에서 떨어지는 물소리와 그물이 선박의 견현에 마찰되면서 일어나는 소리가 합성되어서 높게 나타난 것으로 판단되고, 0.5KHz-1KHz사이에서는 환경소음과 같이 -12dB/oct로 감소하고 있었다. 10KHz-20KHz 사이에서 양망시의 소음레벨이 환경소음레벨보다 높게 나타난 것은 양망시에 어장주변을 통과하는 레저용 선박의 고속 엔진의 선박 영향 때문이라고 판단된다.

定置網漁場 주변의 해류 특성

정치망의 해류관측점(●)에서 1995년 7월 27일 16시부터 28일 17시까지의大潮期(A)와 8월 2일 16시부터 3일 17시까지의小潮期(B)에 실시된 해류의 정치측정 결과를 나타내면 Fig. 5와 같다.

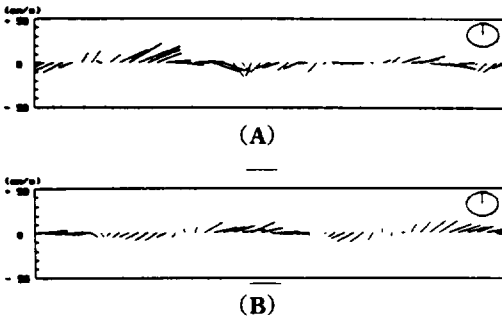


Fig. 5. Time series of observed velocities of spring tide(A) and neap tide(B) around the set net.

Fig. 5에서 潮期의 창조시 때는 강한 북동류가 주로 출현하며 최강流速은 轉流 3시간 후에 나타났는데, 이때의 流向流速은 각각 68°, 50.1cm/sec 이었다. 낙조시는 轉流되기 시작해서 처음에는 남동방향으로 흐르다가 남류가 되며 다음 轉流 직전에는 남서류가 된다. 최강 流向과流速은 각각 103.9°, 31cm/sec였으며, 남북 방향의 성분보다 동서 방향의 성분이 강하게 나타났다. 小潮期의 흐름의 양상은 大潮期와 거의 동일하게 나타나고 있

으며, 창조시는 북동류가 낙조시는 남류가 나타나지만 流速은 大潮期 보다 약해져서 창조시의 최강류의 流速과 流向은 29.9cm/sec, 83.1°이고, 낙조시의 최강류의 流速과 流向은 19.4 cm/sec, 246.9°다. 또한 大潮期 때와 마찬가지로 동서 방향의 성분이 남북 방향의 성분보다 강하게 나타나고 있었으며 그 progressive vector graph(Fig. 6)에서 海水가 朝夕에 맞추어 右回轉하면서 패쇄되어 있는 沿岸方向인 東南方向으로 하루 약 2.5km 程度 進行하는 것으로 추정되었다.

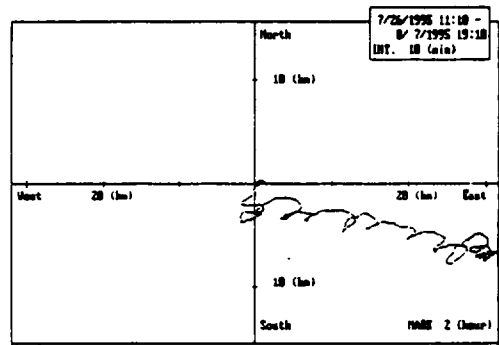


Fig. 6. Progressive vector graph of current observed around the set net.

정치망어장내의 해류 특성과 어군 출현 빈도

해류 측정기간 중 7월 31일 오후 5시 30분부터 익일 8시 10분까지 원격어군탐지기에 의해 기록된 어군 출현 빈도와 어장내의 반일주조의 유향·유속과의 관계는 Fig. 7에 나타내었다. 유향과 어군 출현빈도(Fig. 7, A)와의 관계에서는 유향이 일정하게 유지되는 20시 30분 경까지는 어군 출현빈도에 큰 변화가 없었으나, 유향의 방향이 크게 바뀌는 전류시(X-Y)의 약 1시간을 전후하여 어장 주변에 어군이 출현하는 경향이 높게 나타났으며, 유향 변화가 지속되는 05시 30분 경까지 어군의 출현빈도가 다소 높게 나타난 후, 유향이 일정방향으로 유지되면서 출현빈도도 감소하고 있었다. 유속과 어군의 출현빈도와의 관계(Fig. 7, B)에서는 유속이 빨라지다가 상대적으로 느려지는 시점에서 어군의 출현빈도가 높게 나타나고 있었으며, 특히 유향이 전류할 때 나타나는 아주 느린 유속에서 어군 출현빈도가 높았다. 분석자료의 측정기간이 짧아 단정하기에는 어려움이 있지만 결과적

으로 유향이 크게 전환되면서 유속이 느려지는 시점에 어군 출현빈도가 높을 가능성이 있을 것으로 판단되었다.

### 정치망어장내의 해류특성과 어구의 나부김 현상

정치망어장 내에서의 해류특성에 따른 어구의 나부김을 추측할 수 있는 결과를 Fig. 8에 나타내었다. 이것은 Fig. 7의 시간대별 상황과 일치시켜 나타낸 것으로, Fig. 7(B)에서 유속이 가장 빠른 21시 10분 경에 유향이 서남류인 A에서는 해류가 a의 방향으로 진행하므로 망어구의 입구에 설치된 진동자에 물체의 움직임이 없어 그물형상이 찌그러짐이 없는 것으로 나타나고 있었다. 그러나 21시 40분 경에 유향이 북동류로 바뀐 B에서는 해류가 b와 같이 진행하고 있어 길그물에 의해 망어구가 막히고 있는 상태를 나타내었고, Fig. 7(B)에서 유속이 최대로 작은 22시 40분 경에 유향이 북동류인 C에서도 B와 비슷하게 해류가 c와 같이 진행하고 있어 길그물에 의해 망어구가 막히고 있었으며, D, E, F, G의 상태에서도 유속이 느린 시각이 있었음에도 불구하고 망어구를 막는 길그물의 수중 위치가 다소 차이가 있을 뿐 모두 유향이 북동류인 관계로 길그물에 의해 망어구가 막히고 있었다. 따라서 유향이 서남류인 A에서도 비록 진동자에 의해 그물형상이 나타나지는 않았지만 a의 방향으로 그물형상이 찌그러져 있음을 추측할 수 있다. 04시 10분 경에 해류의 방향이 남동류인 H에서는 해류가 h와 같은 방향으로 진행하고 있어 길그물에 의한 어구의 망어구 장애영향은 없으나 진동자에 반사되고 있는 내용으로 보아 길그물과 달리 몸그물이 전체적으로 어구 입구쪽으로 찌그러지는 상태로 나타나고 있다고 판단되었다. 06시 경에 해류가 남서류로 바뀐 I에서는 i와 같은 방향으로 진행하기 때문에 진동자에 그물에 의한 영향은 나타나지 않고 있었으나 유속을 고려하였을 때 그물형상은 찌그러져 있다고 판단되었다. 이상에서 해류의 지속적인 유향·유속의 변화로 인하여 정치망 어구의 완전한 형성은 짧은 시간에 이루어질 것으로 판단되었다. 이와 함께 어류의 입망 가능 시각은 21시 30분 경인 B에서와 같이 흐름이 바뀌면서 유속도 거의 없어져 그물 형상이 완전하게 퍼지는 정조시에 이루어질 것으로 판단되며 이

시기에 양망이 이루어진다면 보다 효과적인 어획이 기대된다.

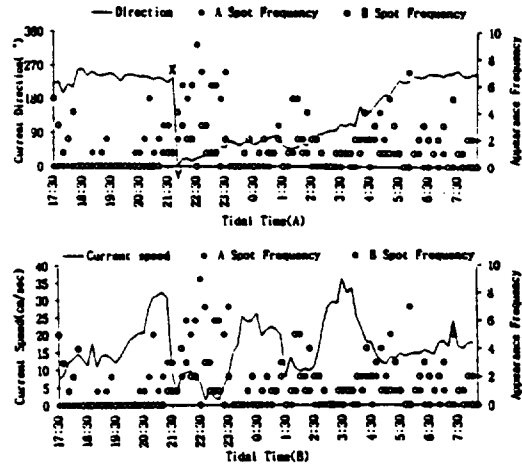


Fig. 7. Relation between the appearance frequency of fish school and current direction(A), speed(B) at the set net.

따라서 어군의 유집을 위한 수중음의 방성 시기 선택 또는 어류의 양망 시기 선택에 있어서 해류의 유향·유속과 어군 출현빈도, 어구의 형상 유지 등의 관계를 보다 명확히 연구할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

## 要 約

濟州道 沿岸定置網에서 어군의 입출망 가능 시간, 어획시간 결정 등에 관한 기초 자료를 제공할 목적으로 정치망어장내의 주변환경특성 측정 그리고 7월 26-27일의大潮期와 8월 2-3일의小潮期의 해류 특성 및 그에 따른 어군의 출현빈도와 어구의 나부김 현상 관계를 조사하였다.

정치망 어장에서의 해류는 大潮期와 小潮期의 밀물과 썰물 때의 최강流速이 각각 50.1cm/sec 와 31cm/sec, 29.9cm/sec 와 19.4cm/sec 이었고, 정치망 주변에서의 수중 소음은 55dB~60dB(re 1 μPa), 양망시의 수중 소음은 75dB(re 1 μPa)이었다. 정치망 어장에서 어군의 출현 빈도는 유향이 크게 바뀌고 유속이 느려지는 시점을 중심으로 1 시간 전후하여 증가하는 경향이 있었으며, 어구의 형상을 고려한 최적의 어군 입망 가능 시각은 해수 유동이 거의 없는 정조시일 것으로 추측된다.

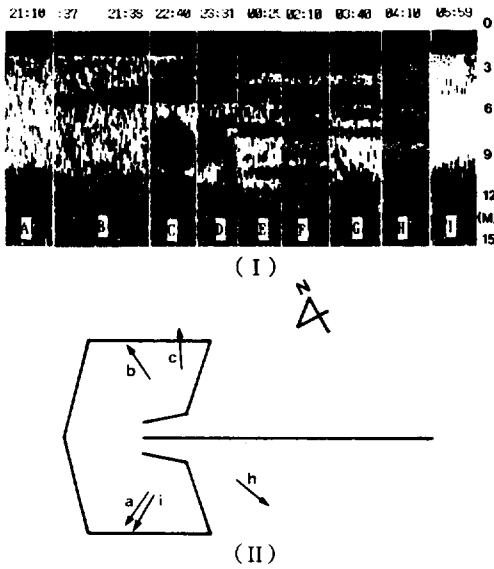


Fig. 8. The feature(I) of the A transducer record of telesounder during about 9 hours(from 21:30 to 06:00) and the current direction(II).

## 參 考 文 獻

- 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.
- 小長谷庸夫, 1980. 琵琶湖の音環境および工事音の魚類に對する影響. Bull. Jap. Soc. Sic. Fish, 46(2), 129~132.
- 鄭龍晋, 邊昌翊, 徐斗玉, 1986. 濟州島 沿岸의 水中騒音-I. 濟州大 海資研報, 10, 29~38.
- 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.
- Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa, 1957. Noise of yellowtail when it comes into the set net. Tech. Rep. Fishing Boat, 10, 69~78.