

遠隔魚群探知機の試作 및 그 應用에 관한 研究 - II

- 囊張網 入網魚群의 遠隔觀測 -

李元羽 · 辛亨鎰* · 李昊在* · 申鉉玉*

群山大學校, *釜山水產大學校

(1994년 10월 22일 접수)

Studies on the Trial Manufacture of Telesounder and its Application - II

- Remote Observations of Fishes Entering in the Gape Nets with Wings -

Won - Woo LEE, Hyeong - Il SHIN*, Dae - Jae LEE* and Hyeon - Ok SHIN*

Kusan National University

*National Fisheries University of Pusan

(Received October 22, 1994)

In order to telemeter the behavior and distribution of fishes, the telesounder was manufactured and it was examined to verify its performance and effects in the gape nets with wings located around Gokunsan islands, Yellow Sea, on August 8, 18~19 and September 8~9, 1994. The behavior of fish entering the net was observed with the buoy station at sea which was installed at the entrance of the gape nets with wing and its echo signal was transmitted remotely to the base station on ship at distance of about 1 km away from the buoy station at sea.

The fishes caught by the gape nets with wings were 12 species and Anchovy(*Engraulis japonica*), Beka squid(*Loligo beka*), Herring(*Harengula zunasi*) was 95% of total catches.

The images of color display monitor at the base station on ship were very well coincident with the records of fish finder from the buoy station located at sea.

When the current velocity was less than 0.6 kt and slight fluctuation, the fishes entered into the gape net were much more in comparison with over 1.0 kt and heavy fluctuation, and then the average swimming depth was about 4 m.

The catches per one hauling was about 10~30 kg and when the current velocity was too weak and the current direction did not coincident with the direction of net or the current velocity was too strong, the catches was a few.

It is concluded that telesounder system is very useful for investigating the distribution and the swimming behavior of fishes entering in the gape nets with wings.

緒 論

최근 연안 어장의 바다 목장화에 대한 관심이 점차 고조됨에 따라 조업의 능력을 높이고 어장을 효율적으로 관리하기 위해 해상에서 탐지한 魚群의 情報를 육상으로 원격 전송하여 어군의 動態 및 分布 등을 연속적으로 관측하려는 원격정보 수집 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다^{1~7)}. 이러한 원격측정 시스템에서는 주로 전파를 이용하여 어군과 해양환경에 대한 정보를 수집하고 있다.

서해 연안에서는 古群山 群島를 중심으로 1960년대부터 멸치를 주 대상으로 하는 囊張網漁業이 성행되어 왔으나, 최근 어업인구의 감소로 인하여 어로작업의 省力化가 절실히 요구되고 있다.

이곳 낭장망어업의 省力化에 대해서는 李^{8~10)}, 劉¹¹⁾ 등이 낭장망에 대한 멸치의 漁獲量 變動과 그 管理方案 등에 대해 연구한 바 있고, 또 金^{12~13)}은 낭장망에 어획되는 멸치의 생태 등에 대해 연구한 바 있다.

멸치와 같이 부패성이 강한 어류는 선도 유지를 위해 魚群의 入網狀態를 신속하게 파악하여 揚網하는 것이 매우 중요하다.

본 논문은 고군산 군도 주변에서 행하고 있는 낭

장망어업의 어획성능을 향상시키기 위해 前報¹⁴⁾의 遠隔魚群探知機를 이용하여 낭장망에 입망되는 어군의 정보를 어구의 부설위치로부터 약 1 km 떨어진 선상 수신국에 원격전송하여 어군의 入網狀態와 그 時間別 變動 등에 대해 分析·檢討하였다.

實驗裝置 및 方法

1. 實驗裝置

본 연구에서는 試驗製作한 원격어군탐지기를 이용하여 실험을 행하였다. 그 측정시스템은 해상에 설치하는 海上移動局과 선상에 설치하는 船上固定局으로 構成하였으며, 실험장치의 諸元은 Table 1과 같다.

해상이동국은 어군탐지기, 송신인터페이스, 무선송신기 등으로 구성되어 있으며, 선상고정국은 무선수신기, 수신인터페이스, 트리거/신호 분리기, 컬러 모니터 등으로 구성되어 있다.

海上移動局의 어군탐지기의 작동주파수는 192 kHz이고, 어군에 의한 반사신호는 연속적으로 기록지에 기록하였다. 해상이동국에서는 어군반사신호와 발진선의 同期信號를 합성하여 송신 인터페이스에 입력하고, 이 신호를 5 kHz의

Table 1. Specifications of the experimental equipments

Equipments	Specifications
Fish finder (Lowrance, X-16)	Frequency : 192 kHz Beam width : 8°
Interface (Marine, VI)	Audio/video interface
Transceiver (Vatel, CB-7000)	FM frequency : 29.4 MHz
Trigger/signal separator (American Pioneer, FISHSCOPE I)	15" × 12" × 5.3"
Color display monitor (American Pioneer, Model 310)	10", 256 × 240 pixels
Current meter (Toho Dentan, CM2)	speed : 0~3.0 m/sec
GPS	direction : 0~360°
(Trimble, NavGraphic II)	Accuracy : 25 m RMS

주파수로 FM변조하여 무선송신기에 의해 송신하였으며, 船上固定局의 무선수신기에 수신된 魚探信號는 수신 인터페이스에 入力, 檢波하여 어탐 수신부의 트리거/신호분리기에서 同期信號 및 어군의 반사신호를 분리한 다음, 컬러 모니터에 입력하여 映像으로 표시하였다.

2. 實驗方法

2.1. 실험방법

實驗은 고군산군도 야미도 연안에서 1994年 8月 8日, 18~19日과 9月 8~9日에 실시하였으며, 실험해역의 어구 부설 위치(35° 51.277' N, 126° 28.329' E)는 Fig.1과 같다.

실험기간 동안의 海象은 파고 0~2 m, 수온 25.8~27.5°C, 기온 25.0~28.5°C였으며, 9월 8~9일 15시 30분 이후에는 3~4 m의 파도와 강풍으로 인해 실험을 행하지 못하였다.

해상이동국은 buoy를 제작하여 해상에 설치하였으나, 실험해역의 강한 潮流와 風浪으로 인해 사용하지 못하였다. 따라서, 본 실험에서는 소형

어선(약 0.5톤)을 낭장망 입구에서 약 10 m 부근에 고정시켜 해상이동국으로 사용하였다. 또한 선상고정국은 群山大學校 實習觀測船 5海林號(30톤)를 사용하였으며 해상이동국과의 거리는 약 1km였다.

古群山群島 隣近海域의 낭장망어업은 멸치를

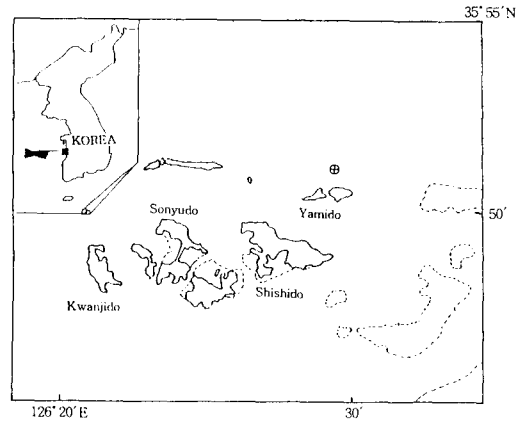


Fig. 1. The position(⊕) of the gape nets with wings in fishing ground.

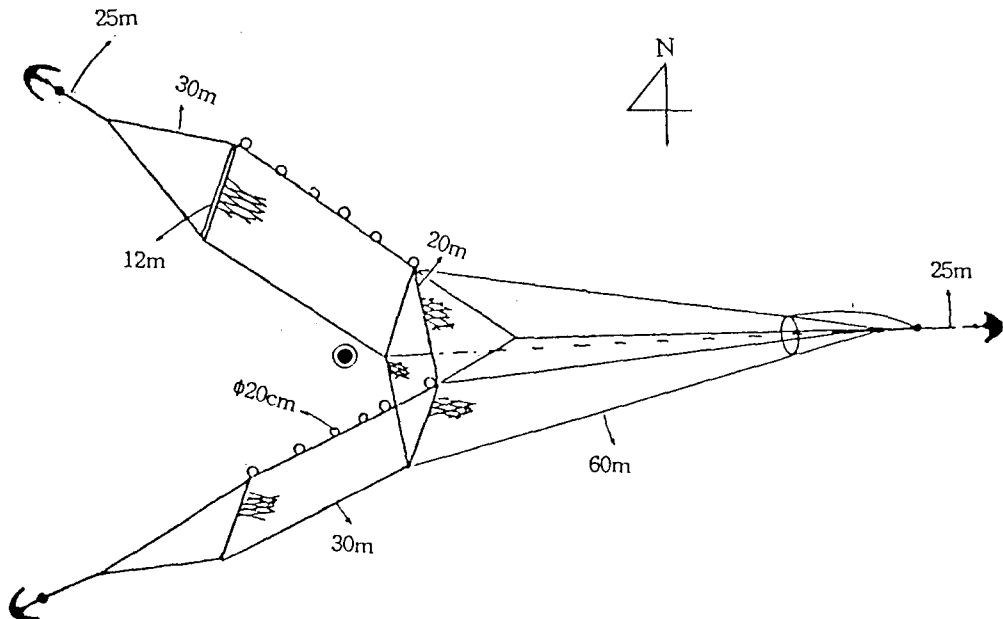


Fig. 2. The construction of the gape nets with wings used for the experiment and the position(●) of the buoy station at sea.

주대상으로 하고, 그 어기는 통상 5月 초순에 시작하여 10月末에 끝나며 성어기는 7~10月이다. 이 도서주변은 夏季에 금강, 동진강 등에서 유입되는 陸水量의 증가로 浮游生物이 많이 발생하고, 주변의 수심이 10~20 m 내외이며 潮汐干滿의 차가 커서 조류가 빠르고, 그 流向이 거의 일정하여 魴장망어업의 좋은 어장이 되고 있다.

실험에 사용한 魴장망은 Fig.2와 같이 그물입구의 방향이 270°, 끝자루의 방향이 90°로 향하도록 부설하였으며, 조류가 부설방향과 반대방향으로 흐를 때 그물이 엉키는 것을 방지하기 위하여 자루그물 끝에 닻을 놓아 끝부분을 고정시켰다. 그리고 어구의 數設水深은 干潮時 8 m, 滿潮時 12 m였다.

조업은 밀물시를 이용하여 행하였으며, 揚網은 밀물 후 어군의 入網狀態에 따라 1日 2~5회 하였다. 자루그물 끝에 연결된 닻줄을 늦추어 놓고 돌음줄을 당겨 자루그물만 양망하여 어획물을 처리한 후 投網하였다. 그리고 조류가 없는 小潮時에는 撤網한 후 조류가 다시 강해지는 때에 부설하였다.

魴장망어업은 강한 조류를 이용하여 조업이 이루어지므로 유향, 유속 및 수온 등을 30분 간격으로 측정하였으며, 어획물은 어종 및 어체의 크기별로 샘플링하여 포르마린 10% 용액에 고정한 후 全長, 體長 및 體重 등을 測定하였다.

2.2. 魚群量의 推定

魴장망에 入網하는 魚群의 量은 원격어군탐지기에 의한 어군기록을 해석하여 추정하였다.

원격어군탐지기에 기록되는 魚群層의 높이를 h , 그 상단과 하단의 斷面積을 각각 S_u , S_d 라 하면, 어군층의 공간 체적 V_u 는 다음과 같이 나타낼 수 있다¹⁵⁾.

$$V_u = \frac{1}{3}h(S_u + S_d + \sqrt{S_u \cdot S_d}) \quad (1)$$

또한, 어군기록층의 상단 반경을 R_u , 하단 반경을 R_d 라 할 때, 그 상단 및 하단의 단면적은

$$S_u = \frac{\pi}{4}R_u^2, \quad S_d = \frac{\pi}{4}R_d^2$$

으로 각각 표시할 수 있다.

따라서, 어군의 공간체적은

$$V_u = \frac{h}{12} \cdot \pi(R_u^2 + R_d^2 + R_u \cdot R_d) \quad (2)$$

가 된다.

한편, 어군탐지기의 기록지에 표시되는 魚體數를 N 이라 하면, 單位體積當에 분포하는 어군밀도 E (fish/m³)는

$$E = \frac{N}{V_u} = \frac{12N}{\pi h(R_u^2 + R_d^2 + R_u \cdot R_d)} \quad (3)$$

어군의 실제 이동거리를 D 라 할 때, 全體 水量을 V_i 라 하면

$$V_i = (R_u + R_d) \cdot h \cdot D \quad (m^3) \quad (4)$$

이므로, 全體 魚群量 T (kg)는

$$T = E \cdot V_i \quad (5)$$

이 된다.

結果 및 考察

1. 漁獲魚種

실험기간 중 魴장망에 어획된 어획물의 종류와 全長, 體長 및 體重은 Table 2와 같다. 劉¹¹⁾의 조사에서는 고군산군도의 魴장망에 어획된 어획물은 54科 85種으로 분류하고 있으나, 본 연구에서는 魚類 8종, 頭足類 3종, 갑각류 1종에 불과하였다.

본실험의 魴장망 조업에 의해 어획된 멸치는 대부분 체장 2.5 cm, 체중 0.01 g 이하의 稚魚였다. 金¹²⁾은 漁期初인 5月부터 終漁期인 10月까지 대멸(6~12 cm), 중멸(4~6 cm), 소멸(4 cm 이하)의 順으로 나타나며, 소멸은 봄멸치(5~6월)의 發生群으로 추정하고 있으므로 치어군은 봄멸치의 발생군으로 판단된다.

Table 2. Mean total length, mean body length and mean weight of the fishes caught by the gape nets with wings

Species	TL(mm)	BL(mm)	BW(g)
Anchovy(<i>Engraulis japonica</i>)	29	25	0.01
	44	38	0.5
Herring(<i>Harengula zunasi</i>)	60	48	1.8
	65	55	2.3
Sandlance(<i>Ammodytes personatus</i>)	108	92	5.2
	80	71	2.8
Needle fish(<i>Hemiramphus sajori</i>)	130	121	1.6
Japanese spanish mackerel(<i>Scomberomorus niphonius</i>)	215	180	51.9
Harvest fish(<i>Pampus argenteus</i>)	145	105	44.0
Hair tail(<i>Trichiurus lepturus</i>)	206	203	4.2
	220	215	4.5
Yellow corvenia(<i>Pseudosciaena manchurica</i>)	183	155	64.1
Beka squid(<i>Loligo beka</i>)	30		2.3
	110		7.0
Common octopus(<i>Octopus dofleini</i>)	150		0.3
Cuttle fish(<i>Sepia esculenta</i>)	750		50.0
Midium shrimp(<i>Metapenaeus joyneri</i>)	80		3.1
	70		1.9

Table 3. Catches and fish species by the gape nets with wing and its composition ratio

Date	Catches (kg)	Species	Composition ratio(%)
Aug. 8	30	Herring	85
		Anchovy	10
		others	5
Aug. 18	45	Beka squid	80
		Anchovy	10
		others	10
Aug. 19	30	Anchovy	85
		Herring	10
		others	5
Sep. 8	15	Herring	90
		Anchovy	5
		others	5
Sep. 9	10	Anchovy	95
		others	5

본 실험에서 어획된 어획량과 魚種 및 그 組成比는 Table 3과 같다.

Table 3에서 밴댕이(*Harengula zunasi*), 멸치(*Engraulis japonica*), 꼴뚜기(*Loligo beka*)가 전 어획량의 약 95% 이상을 차지하였고, 나머지는 대부분 稚魚로서 어획량은 극히 적었다.

조업은 8월 8일 및 9월 8~9일에는 각각 1회씩, 8월 18~19일에는 각각 2회씩 조업하였으며, 1회 조업당 어획량은 10~30 kg이었다. 이와같이 멸치 성어기인 8~9월에 어획이 적었던 것은 조업기간중에 수온의 분포가 25.8~27.5°C로서 멸치의 적수온인 약 13~23°C¹⁶⁾에 비하여 매우 높았기 때문이라 생각된다.

2. 海上移動局과 船上固定局의 探知魚群의 比較

Fig.3의 (A)는 8월 19일 10시 40분과 11시에 해상이동국에서 탐지한 어군 반사신호를 기록지상에 기록한 것이고, (B)는 그것을 원격으로 전송하여 선상고정국에서 수신하고 그 신호를 컬러 모니터에 표시한 것이다.

Fig.3에서 (A)의 기록간격이 (B)보다 좁은 것

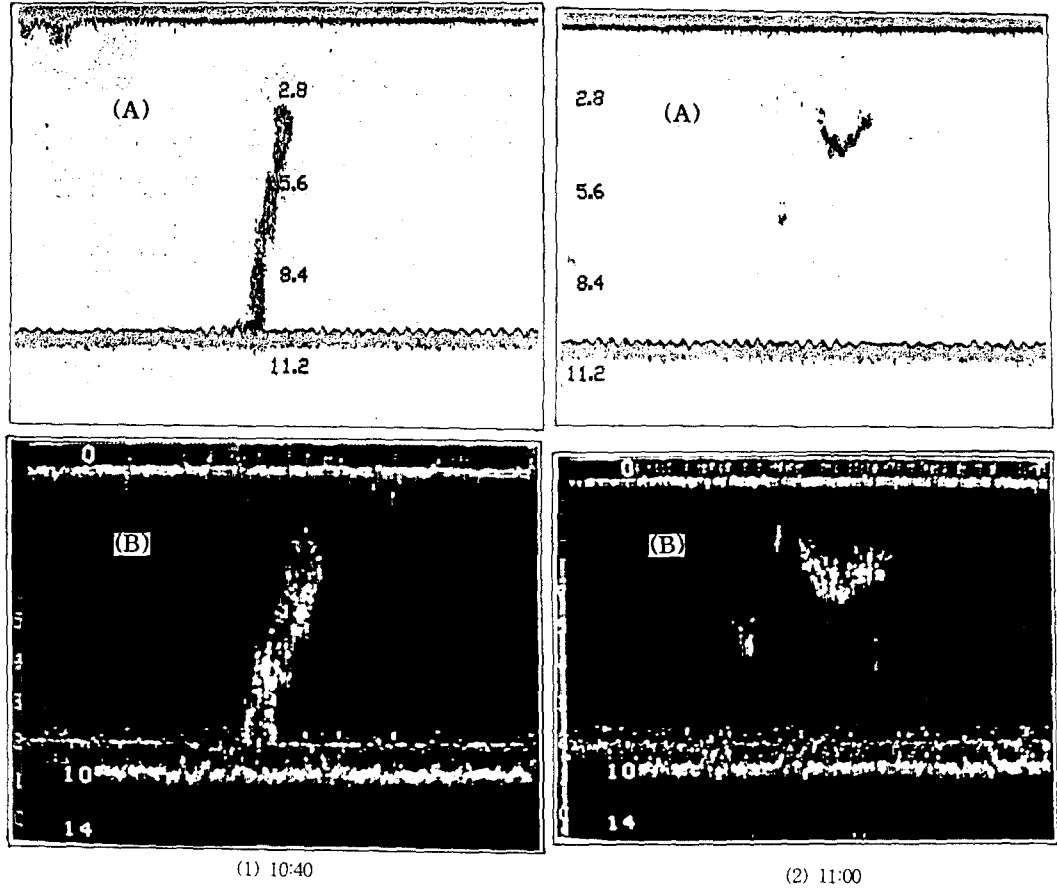


Fig. 3. Comparison between the fish finder record(A) at the buoy station and the color echogram(B) at the base station on land(19th August, 1994).

은 해상이동국의 어군탐지기 기록지 이동속도가 선상고정국 컬러 모니터의 어탐기록화면 이동속도보다 느렸기 때문이며, (A)와 (B)에서 해상이동국에서 수신한 어탐기록과 선상고정국의 어탐기록이 매우 잘 일치하였다.

3. 入網魚群의 時間別 變動과 潮流

조업 날짜별 및 시간별 遠隔魚群探知機의 송수파기 直下를 통과하는 어군의 어탐기록을 해석하여 推定한 魚群量과 그 당시의 高潮時와 流速變化는 Fig.4와 같다.

Fig.4에서 8월 8일의 고조시는 15시 47분이었고, 유속이 약 0.6 kt이하로서 유속변화가 작은 13시 50분 이후에 입망어군이 많았다. 8월 18일

의 조업에서는 고조시가 19일의 1시 31분이었고, 유속이 0.5 kt이하인 22시 30분까지 입망어군이 많았다. 8월 19일에는 고조시가 13시 42분으로 유속이 약 0.1 kt인 9시경과 유속변화가 거의 없는 10시 50분경에 입망되는 어군이 많았다. 또한 9월 8일의 고조시는 16시 44분이었고, 유속은 1 kt이상으로서 어군의 입망은 대체적으로 적은 편이었으나 유속의 변화가 작은 13시 40분경에는 많았다. 9월 9일에는 고조시가 17시 25분이고 유속은 0.5 kt이상이었으며, 어군의 입망은 매우 적었으나, 유속변화가 작은 15시 10분경에는 많았다.

따라서, 입망어군은 유속이 0.6 kt 이하로서 유속변화가 작을 때에 많았으며, 유속이 0.6 kt 이상

일 때는 적었음을 알 수 있었다.

4. 入網魚群의 遊泳層

조업 날짜별 및 시간별로 원격어군탐지기의 송수파기 직하를 통과하는 어군의 평균수심과 그 당시의 고조시 및 유속변화는 Fig.5와 같다.

Fig.5에서 8월 8일에는 유속이 점차 느려짐에 따라 유영층은 얕아졌으며, 8월 18일의 유속변화율은 0.3 kt/h로서 큰 편이었으나 유영층 변동은 그다지 크지 않았으며, 그 평균깊이는 약 3.5 m였다. 8월 19일에는 유속이 빨라짐에 따라 유영층은 깊어졌으며, 9월 8일에는 유속이 약 1 kt 이상으로 매우 빨랐으나 유영층에 대한 변동은 크지 않았으며, 그 평균깊이는 약 4 m였다. 한편, 9월 9일에는 유속변화율이 0.4 kt/h로서 상당히 컸으나 유영층

의 변동은 크지 않았으며, 그 평균깊이는 약 4 m였다. 즉, 유속이 1 kt이하일 경우에는 유속이 느릴 때 유영층이 얕아지는 경향을 나타낸 반면, 빠를 때에는 깊어지는 경향을 보였다. 한편, 유속이 1 kt이상일 경우와 유속의 변화가 큰 경우에는 유영층의 변동이 적었고 그 평균깊이는 약 4 m였다.

5. 流向流速과 漁獲量과의 關係

조업 날짜별 조업시간과 1회 조업당 어획량, 유속 및 유향은 Table 4와 같다.

Table 4에서 8월 8일에는 유속 1.0 kt 이하였고, 어구의 부설방향(어구 입구 방향 270°, 어포부 방향 90°)과 유향이 거의 일치하였으며 어획량은 30 kg으로 가장 많았다. 8월 18일에는 1차 조업시 유속은 0.5 kt 이하였고 어구의 부설방향과

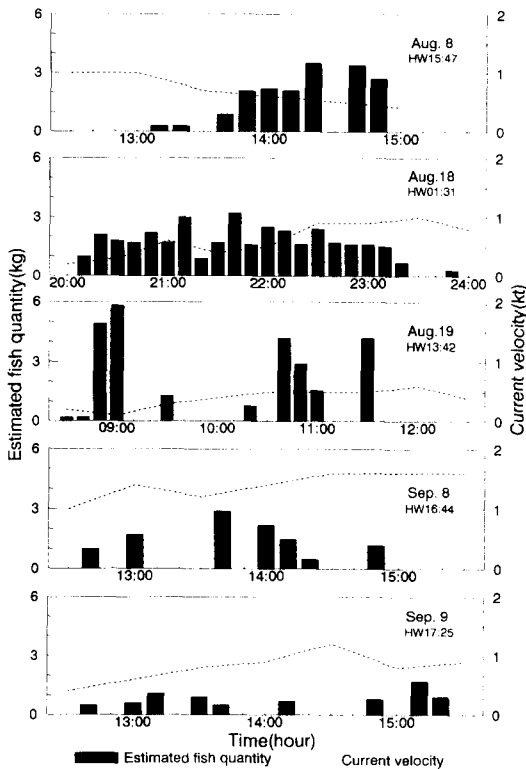


Fig. 4. Estimated fish quantity by the telesounder and current velocity in fishing ground.

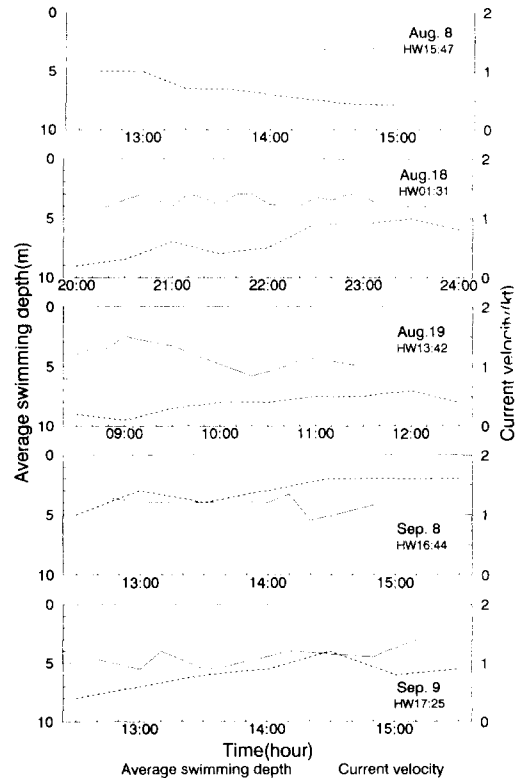


Fig. 5. Average swimming depth of fish and current velocity in fishing ground.

Table 4. Catches by the gape nets with wing, current velocity and direction

Date	Observed time (h : m)	Catches (kg)	Current velocity(kt)	Current direction(°)
Aug. 8	13 : 00~15 : 00	30	0.4~1.0	79~89
Aug. 18	20 : 00~22 : 00	20	0.2~0.5	50~78
	22 : 00~24 : 20	25	0.5~1.0	78~85
Aug. 19	08 : 00~10 : 30	10	0.1~0.4	190~30
	10 : 30~12 : 30	20	0.4~0.6	70~80
Sep. 8	12 : 30~15 : 00	15	1.0~1.6	80~95
Sep. 9	12 : 30~15 : 30	10	0.4~1.2	89~90

유향이 일치하지 않았으며 어획량은 2차 조업시보다 적은 20 kg이었다. 2차 조업시 유속은 0.5~1.0 kt로서 유향은 어구부설방향과 거의 비슷하였으며 어획량은 약 25 kg이었다. 8월 19일 1차 조업시에는 유속이 0.4 kt이하로서 약하였고 유향과 어구 부설방향과는 일치하지 않았으며 어획량은 2차 조업시 20 kg의 절반에 불과하였다. 그리고 9월 8일과 9일에는 유속이 0.4~1.6 kt로 매우 강하였고 유향과 어구 부설방향은 거의 일치하였으나 어획량은 적었다.

따라서, 유속이 약하고 유향과 어구부설 방향이 일치하지 않거나 유속이 너무 강하여도 어획이 좋지 않았음을 알 수 있었다.

要 約

해상에서 魚群의 行動과 分布狀態를 탐지하여 그 情報를 원격으로 傳送하기 위한 遠隔魚群探知機를 試驗製作하고, 이들을 이용하여 서해의 古群山群島 연안에서 1994년 8월 8일, 18~19일 및 9월 8~9일에 囊張網에 입망하는 어군의 유영층과 그 어획변동 등을 조사하고, 원격어군탐지기의 實用性을 평가하여 分析, 考察한 결과는 다음과 같다.

1. 어획어종은 12種이었으며, 멸치(*Engraulis japonica*), 꼴뚜기(*Loligo beka*), 밴댕이(*Harengula zunasi*) 등이 전 어획량의 95% 이상을 차

지하였다.

2. 해상이동국에서 탐지한 어군탐지기의 기록과 그것을 원격으로 전송한 선상고정국의 어군기록은 매우 잘 일치하였다.

3. 멸치는 유속이 0.6 kt 이하로서 유속변화가 적은 경우에 어획이 많았으며, 유속이 0.6 kt 이상인 때에는 적어지는 경향을 나타내었다.

4. 어군의 유영층은 유속이 1 kt 이하에서 알아지는 경향이 있었으며, 유속이 1 kt 이상이고 유속변화가 커지면 유영층에 큰 변동이 없으며, 이때 평균깊이는 약 4 m였다.

5. 1회 조업당 어획량은 10~30 kg이었으며, 流向과 魚具의 數設方向이 일치하지 않거나 유속이 너무 강해지면 어획이 적음을 알 수 있었다.

이상의 결과와 같이 본 연구에서 시험제작한 원격어군탐지기는 낭장망어업에서 어군의 행동과 분포에 관한 漁業情報를 파악하는데 有效하게 사용할 수 있음이 확인되었다.

參考文獻

- 1) Hashimoto, T., M. Nishimura and Y. Maniwa(1959) : Detection of fish by sonobuoy. Tech. Rep. of Fishing Boat, Vol.13, 95-102.
- 2) Hashimoto, T. and Y. Maniwa(1961) : Experiment on the underwater telemet-

- er. Ibid., Vol.15, 119 - 124.
- 3) Konagaya, T.(1980) : A trial method to telemetry of the setnet fishing ground. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46(8), 919 - 923.
 - 4) Nishimura, M.(1961) : Frequency characteristics of sea noise and fish sound. Tech. Rep. of Fishing Boat, Vol.15, 111 - 118.
 - 5) Cox, C.S, B.P. Johnson, H. Sandstrom and J.H. Jones(1965) : A taut wire mooring for deep temperature recordings, Ocean Sci. & Eng. Conference, 990 - 998.
 - 6) Hashimoto, T. and Y. Maniwa(1964) : The trial production of telesounder (wireless remote fish finding equipment) and its tests on the sea. Tech. Rep. of Fishing Boat, Vol.19(4), 1 - 7.
 - 7) 申鉉玉·辛亨鎰(1987) : 水中騒音의 遠隔測定. 韓國漁業技術學會誌 23(1), 11 - 17.
 - 8) 李吉來(1978) : 古群山群島의 멸치낭장망 漁業의 現況과 問題點, 群山水專 研報 12(2), 85 - 89.
 - 9) 李吉來(1979) : 古群山群島의 멸치낭장망 漁業의 漁獲量에 關하여. 群山水大研報 13(1), 33 - 38.
 - 10) 李吉來(1981) : 낭장망어업의 合理的인 運營方案에 關한 研究. 群山水大研報 15(1), 47 - 59.
 - 11) 劉奉錫·李吉來(1984) : 낭장망어업에 混獲되는 出現種에 關한 基礎的 研究. 群山水大研報 18(1), 81 - 91.
 - 12) 金容董(1982) : 古群山島産 멸치의 資源生物學的 研究 - I. 群山水大研報 16(3), 35 - 39.
 - 13) 金容董(1983) : 古群山島産 멸치의 資源生物學的 研究 - II. 群山水大研報 17(3), 51 - 54.
 - 14) 李元羽·辛亨鎰·李昊在·申鉉玉(1994) : 遠隔魚群探知機의 試作 및 그 應用에 關한 研究 - I. 韓國漁業技術學會誌 30(3), 135 - 141.
 - 15) Yudanov, K. I(1971) : Interpretation of echograms of hydroacoustic fish finding instruments, 79 - 81.
 - 16) 李秉錡·朴丞源·金鎮乾(1989) : 沿近海漁業 概論. 太和出版社, 148.