

# 水平魚群探知に関する研究 (第 III 報)\*

一般魚探機による読みの誤差について

黒木 敏郎・中馬三千雄

Studies on the Horizontal Finding of Fish School. (III)

About Errors of "Reading" on the  
Records of General Fish Finder.

Toshirō KUROKI, Michio CHUMAN

## 序

水産資源調査研究の具体的な方法として、従来の漁獲物の質や量より推算する仕方や標識放流と再捕結果とから検討する仕方の他に、最近魚探記録による資源推量の方法が採り上げられ始めた<sup>1)2)</sup>。この方法によれば、局地的ではあるけれども「時間の流れ」と「空間の移り」と「群態の変化」との三者を緊密に連繫せしめつつ水産資源究明に寄与し得る筈である。その取扱いも統計的処理にとどまらず、直接的量的処理へ発展すべきものと信ずる。

本論では、従来の垂直魚探であると我々の試作した水平魚探であるとの如何を問わず、記録より実態形を推計する際に生ずる誤差がどの程度のものであるかに関して理論的な考察展開を試みようとするものである。蓋し、魚探による資源の量的調査研究は先ずその立体形の確実なる把握より出発するものと信ぜられるからである。空間的な魚群立体形を測定し得たとしても、次にその空間内に保有される魚の尾数を算定するには魚探記録の濃さと魚の密度とを相関づける研究が行われねばならない<sup>3)</sup>。更に水平垂直両方向の移動速度を知り、魚探に掛る魚群の確率的な処理即ち標本抽出の検討がなされて行かれねば正確な資源量推定には到達し得ない訳であるが、此等後段の処理方法の研究に関しては別の機会に論ずる事とする。

## 進航方向の誤差

魚群探知機の送波部分(振動子)の形状如何によつては超音波発射の立体角は色々の値をとる。所謂指向角なるものも発射音量の減衰率をいくらにとるかで違つた指示になるが、ここでは例えば1/2減衰での指向角 $\theta$ をとり、魚群などの対象物がこの角内に入る辺では1/2減衰面が近似的に円錐(又は楕円錐)面をなして、これから内側では記録が明瞭にしるされ始めるものとする。第1図は対象物を厚い平板として模式的に書いたものであつて、諸数値を次のように採る事とする.\*\*

\* 日本水産学会九州支部大会(延岡)講演, 28.9.22.

\*\* 従来の垂直向魚探での表示であるが、発射方向を船の左右水平方向に採つた時にはこの表示を適宜修正する必要がある。

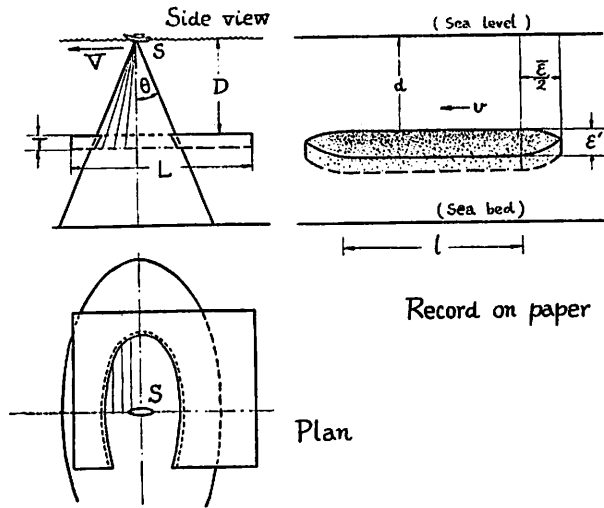


Fig. 1 Illustration of error calculation.

- $\theta$  : 船の進航方向 (鉛直面) での超音波指向半角. [°]
- D : 魚群の上縁の実水深. (m)
- L : 魚群の進行方向での実長. (m)
- l : // // 記録紙上での長さ. (cm)
- V : 魚群と船との相対速度の進航方向成分. (m/min)
- v : 記録紙の送り出し速度. (cm/min)

今、進航方向の水平誤差を  $\bar{\epsilon}$  とすれば、魚群の前縁が錐面へ突入してより発射中心線に到達するまでと、群後縁が同中心線から錐面を出るまでとの両側で記録誤差が生ずる故に

$$\bar{\epsilon} = \frac{2D \tan \theta}{L}$$

然るに  $\frac{L}{V} = \frac{l}{v}$  であるから、 $L = \frac{V \cdot l}{v}$  として上式に代入すれば

$$\bar{\epsilon} = \frac{2 \cdot v \cdot D \cdot \tan \theta}{l \cdot V} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

即ち、魚群位置が深い程・指向角が大きい程・記録紙送り出し速度が大きい程・魚群が短い程・群と船との相対速度が小さい程、夫々に従つて誤差  $\bar{\epsilon}$  は大きくなる事を知る。極端な場合相対速度 0 なる場合  $\bar{\epsilon}$  は無限大となる。小群でも常に船の真下に在る魚群は見掛け上非常に大きく記録されるという訳である。

例えば、魚群上縁水深  $D=100$  m, 相対速度  $V=8$  ノット ( $\approx 247$  m/min), 記録紙送り出し速度  $v=1$  cm/min とすれば、第1表のようになり、指向角  $20^\circ$  の場合魚群実長約 130 m のものでは殆ど 60% 近い誤差を生じ記録には 200 m の魚群として認められることになる。これらの誤差は常に正の側 (見積り過大) へ出るから実長推定には常に短縮する方へ修正せねばならない。

Table 1. Errors in horizontal reading. (%)

l cm	$\theta$		10°	20°	25°	30°	40°
	L	m					
0.5	129		28.7	59.0	76.6	93.7	130
1	247		14.3	29.5	37.8	46.8	65
2	494		7.1	14.7	18.9	23.4	32.5
5	1235		2.9	5.9	7.6	9.4	13
10	2470		1.4	2.9	3.8	4.7	6.5

進航方向に直角な方向での誤差

垂直式魚探では深さ方向の誤差・水平式魚探では群の中方向の誤差

水深が大となれば 発射音波の等音面は太棒状に閉ちるのであるが、ここでは簡単のために魚群が円錐（又は楕円錐）形等音面の深さの辺で記録に掛るものとする。第1図より判るように、この方向での絶対誤差  $\epsilon'$  は

$$\epsilon' = \frac{D/\cos \theta - D}{D} = \sec \theta - 1 \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

となつて指向角で誤差は決まってくる。

今魚群の厚み（水平魚探では巾）を  $T_m$  とし、 $T = kD$  と置けば誤差量  $E$  は  $E = \epsilon' D$  であるから  $\textcircled{2}$  より

$$E = (\sec \theta - 1) \frac{T}{k},$$

厚み方向の全誤差を  $\epsilon$  とすれば  $\epsilon = E/T$  で与えられるから前式と組合せて考えると

$$\epsilon = \frac{\sec \theta - 1}{k} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

即ち群の厚みの小なる程又指向角の大きい程厚み方向の全誤差は大となる。前と同様に  $D = 100 \text{ m}$  として、厚みを 10~100 m 範囲に変えた時の誤差を示せば第2表のようになる。例えば指向角 25° の場合には 10 m 厚みの魚群は 100% の誤差で 20 m にも厚く記録されることになる。

Table 2. Errors in vertical reading. (%)

T	$\theta$		10°	20°	25°	30°	40°
	$\epsilon'$	k					
			1.6	6.2	10.0	15.2	30.4
10	0.1		16	62	100	152	304
20	0.2		8	31	50	76	152
50	0.5		3	12	20	30	61
100	1.0		1.6	6.2	10	15.2	30.4

結 び

以上の誤差を最も端的に示すために、海中に想定された任意の直交二直線を次の条件

$$\frac{D}{d} = \frac{L}{l} = \frac{V}{v}$$

で記録した場合の模式図を第2図として掲げた。但し  $d$  (m) は記録紙上での群の深さの実長である。

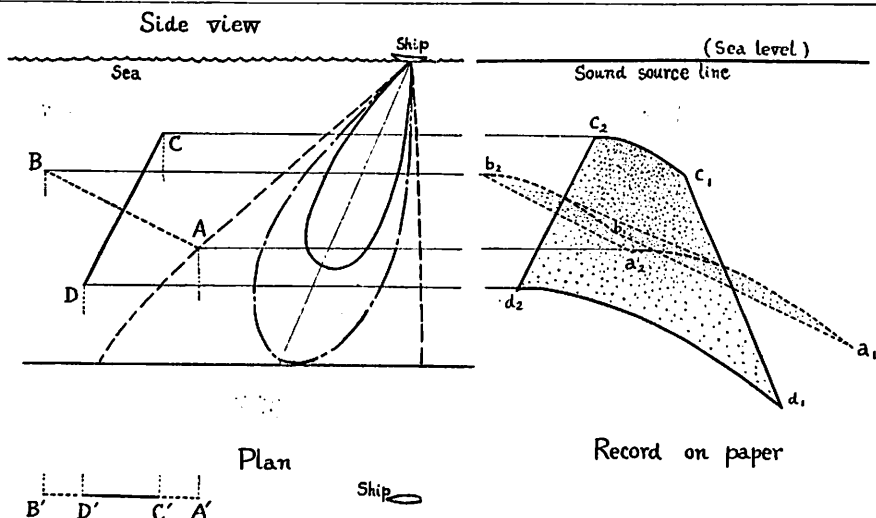


Fig. 2 Illustration of large error.

このように、巾や厚みのない直線が太く広く記録される点、特に垂直に近い棒がピラミッド型に記録されることあるべきを戒心すべき点など、思わざる誤差の大きさに驚かざるを得ない。

一方、指向角  $\theta$  は超音波の振動数や振動子の形状などによって定まるのであつて、それ程小さくは採り得ない。即ち振動数(周波数)を高くとれば  $\theta$  を鋭く(小さく)なし得る替りに減衰率がひどくなつて大距離の探知が出来なくなる。そこで S/N (純音対雑音の比)を向上する工夫が必要となる。S/N が高ければ減衰がひどくても探知距離を大に保ち得るので高い周波数を用い  $\theta$  を小さくする事が可能となり誤差も低く抑えられる事になる。この意味で、水平魚探用として案出した我々の制禦利得回路<sup>3)</sup>は、高振動数を採用しつつ遠距離探知の可能な方途を打開した点、重要な意義をもつに至るものであると信ぜられる。

### Résumé

In the case according to the conical surface of equi-decibel front of supersonic wave, there are large errors of record in the echo-sounding fish-finder.

Generally, the errors of records of fish-finder are given as follows:

$$\text{[Horizontal error]}; \bar{\epsilon} = \frac{2 \cdot v \cdot D \cdot \tan \theta}{l \cdot V} \times 100 \%$$

$$\text{[Vertical absolute error]}; \epsilon' = \sec \theta - 1,$$

when the thickness of fish-school T is given as  $T = kD$ ,

$$\text{[Vertical error]}; \epsilon = \frac{\sec \theta - 1}{k} \times 100 \%,$$

where

$\theta$ : Directive angle of equi-decibel surface of sound.

$D^m$ : Distance between fish-school and ship.

$L^m$ : Length of fish-school.

$l^m$ : Length of fish-school shape, read on the recording paper.

$v^{m/min}$ : Sending speed of recording paper.

$V^{m/min}$ : Relative speed of ship to fish-school.

### 文 献

- 1) 横田, 北川, 浅見: 日本水産学会誌 19巻4号 (1953).
- 2) 黒木, 中馬: 鹿大水産学部紀要 3巻1号 (1953).  
漁場探測調査報告書, p.P. 70~72, 潜水探測委員会発行 (科研, 1953)
- 3) 中馬: 鹿大水産学部紀要 3巻1号 (1953).