魚群探知機の記録から魚群の游泳速度を 測定する一つの試み (予報)

川 田 三 郎・田 原 陽 三・吉 牟 田 長 生

(東海区水産研究所)

An Attempt for Determining the Swimming Speed of Fish Schools by the Fish Finder (Preliminary Report)

Saburo KAWADA, Yoza TAWARA and Chosei YOSHIMUTA

The swimming speed of fish schools passing through the entrance of a set net has been calculated on the basis the recorded figures on a linear system fish finder. The methods used for the calculation are as follows.

When the transmitting and receiving oscillators are fixed slantingly downwards to the entrance of a set net (Fig. 1), the recorded figure of fish schools passing through the entrance of the net may be estimated in a line as indicated figure 2. If we set the angle of inclination of recorded figure "ab" towards the axis of time "T" is represented by " α ", the approximate swimming speed "S" of fish schools will be formulated as

$$S \doteq (v/h) \tan \alpha \sec \gamma$$

where S : swimming speed of fish schools,
 v : conveying velocity of recording paper,
 h : reduced scale of recorded figures,
 α : the angle of inclination of recorded figure toward the axis "T",
 γ : the angle of inclination formed by the projecting direction of ultrasonic-wave and water surface.

As the result of field test which was carried out at night applying the above method to a set net commercially operated for horse-mackerel. The swimming speed of the fish schools horizontally swimming in and out of the net has been estimated to range from 0.05 to 0.55 m/sec (Table 1 and Fig. 5).

緒言: 魚群探知機を用いて魚群の游泳速度を測定することは魚群探知機の性能や魚群の游泳状態の差異等のため正確を期することは容易ではない。しかし現用の魚群探知機でも或る条件下の魚群の游泳速度ならば比較的正確に且つ簡単に魚群像から測定が可能である。ここには定置網の羽口を通過する魚群の游泳速度を測定したのでその結果を報告する。

測定の方法: 今 Fig. 1 に示すように定置網の羽口に固定された送波器から超音波が羽口の前斜下向きに投射され魚群は羽口の前または後方に向つて水平に一定速度で移動する場合を考える。

(1) 直線式魚群探知機について:

Fig. 1.

Fig. 1 に示すように水面と超音波投射方向とのなす角を γ とし魚群が超音波束を通過するときの記録が始める点 A と、消える点 B との送受波器からの距離をそれぞれ H_A m, H_B m とする。

魚群が超音波束を D m の水深で水平に S m/sec で通過するとき任意の点 O に於ける超音波投射角を γ_0 とし t 秒後の点 P に於ける投射角を γ_t とし、そのときの送受波器からの距離を H m とすれば (Fig. 1 参照)。

$$H^2 = D^2 + (D \cot \gamma_t - St)^2$$

これを t で微分すれば

$$\begin{aligned} \frac{dH}{dt} &= -S \frac{(D \cot \gamma_t - St)}{H} \\ &= -S \frac{\sqrt{H^2 - D^2}}{H} \\ &= -S \sqrt{1 - \left(\frac{D}{H}\right)^2} \\ &= -S \cos \gamma_t \end{aligned}$$

従つて

$$S = -\frac{dH}{dt} \sec \gamma_t$$

γ_t は A では γ_A で B では γ_B であるから

$$\gamma_A < \gamma_t < \gamma_B$$

で $\left|\frac{dH}{dt}\right|$ は A から B にゆくに従つて漸減し、記録は Fig. 2 のように曲がり $\widehat{ab}$ となる。

$\widehat{ab}$ の時間の軸 T に対する傾きを α ($< cab$) とすると魚群探知機の紙送り速度が v mm/sec, 記録紙の寸法が h mm/m に縮尺されていると

$$\tan \alpha = \frac{h(H_A - H_B)}{v(t_B - t_A)}$$

だから

$$\left|\frac{dH}{dt}\right|_a > \frac{v}{h} \tan \alpha > \left|\frac{dH}{dt}\right|_b$$

従つて S の近似計算には

$$S \approx \frac{v}{h} \tan \alpha \sec \gamma$$

を用いる。

(2) 円弧式魚探機について: 前述のようにして記録をとつた場合円弧式では Fig. 3 のように記録さ

Fig. 2. Estimated line of fish schools to be recorded on the linear system finder when entering in the net.

Fig. 3. Estimated line of fish schools to be recorded on the rotary system finder when entering in the net.

れる。

$$\overline{ac} = v(t_B - t_A)$$

$$\widehat{cb} = h(H_A - H_B)$$

だから

$$\frac{H_A - H_B}{t_B - t_A} = \frac{v}{h} \cdot \frac{\widehat{cb}}{\overline{ac}}$$

従つて円弧式では S の近似計算には

$$S \doteq \frac{v}{h} \cdot \frac{\widehat{cb}}{\overline{ac}} \sec \gamma$$

を用いる。

測定の結果: 1953 年 11 月 6, 7 日相模湾岩漁場に於いて定置網の羽口 (33 k) を通過するアジ小魚群について日本無線 K.K. の NMD-210 型魚群探知機 (50 KC, 直線式, 乾式) 送受渡器を定置網の羽口中央に $\gamma = 30^\circ$, 水深 1 m に保つて 測定した結果は Table 1 に示す通りで入網魚群及び出網魚群別に級間隔を 0.05 m/sec としそれぞれの記録の頻度をとると Fig. 5 のようになった。

定置網の羽口を通過する魚群の游泳速度は Fig. 5 に示された如くで入網魚群では 0.10 ~ 0.55 m/sec の範囲で平均游泳速度は 0.271 m/sec, 出網魚群では 0.05 ~ 0.35 m/sec の範囲で平均游泳速度は 0.203 m/sec

Table 1. Obtained values by calculation in experiment.

Time	α	S m/sec	Time	α	S m/sec	Time	α	S m/sec	Time	α	S m/sec
h m			h m			h m			h m		
18.10	-41°	-.27		43°	.29		37°	.24		-40°	-.26
	49°	.36		50°	.37		40°	.26		-37°	-.24
	35°	.22	19.50	35°	.22		-37°	-.24		-45°	-.31
	44°	.30		45°	.31	21.20	40°	.26		-41°	-.26
	42°	.23		-25°	-.15		39°	.26		-31°	-.19
	-27°	-.16		50°	.37		33°	.21		-35°	-.22
18.20	30°	.19	20.00	60°	.54	21.30	30°	.20	23.00	—	—
	29°	.18		45°	.31		37°	.24	23.10	—	—
18.30	36°	.23		44°	.30	21.40	40°	.26	23.20	—	—
	29°	.18		45°	.31		36°	.23	23.30	-33°	-.21
	48°	.34		35°	.22		38°	.25	23.40	30°	.19
	41°	.27	20.10	50°	.37	21.50	43°	.29		-24°	-.14
	32°	.20		48°	.34		45°	.31		-30°	-.19
18.40	50°	.37		30°	.19		40°	.26	23.50	—	—
	-30°	-.19		48°	.34		38°	.25	00.00	23°	.13
	40°	.26	20.20	46°	.32		47°	.33	00.10	—	—
	-23°	-.13		49°	.36	22.00	25°	.15	00.20	—	—
18.50	46°	.32		38°	.23		37°	.48	00.30	—	—
	41°	.27	20.30	—	—		40°	.26	00.40	—	—
	42°	.28	20.40	25°	.15		-25°	-.15	00.50	—	—
	40°	.26		-15°	-.09		-29°	-.18	01.00	—	—
	42°	.28		-15°	-.09	22.10	-30°	-.19	01.10	42°	.28
	34°	.21	20.50	—	—		-37°	-.24	01.20	—	—
19.00	50°	.37	21.00	-45°	-.31	22.20	-29°	-.18	01.30	45°	.31
19.10	—	—		45°	.31		-26°	-.16	01.40	—	—
19.20	38°	.25		40°	.26	22.30	-45°	-.31	01.50	—	—
19.30	40°	.26		42°	.28		-34°	-.21	02.00	—	—
	50°	.37		35°	.22		-48°	-.34	02.10	-25°	-.15
	43°	.29		-30°	-.19	22.40	-40°	-.26		-25°	-.15
	53°	.41	21.10	-20°	-.12		-30°	-.19			
	51°	.38		-20°	-.12		-40°	-.26			
19.40	-37°	-.24		43°	.29	22.50	-37°	-.24			

Note: Negative numerals show the values based on the figure of fish leaving the set net.

Fig. 4. Fish schools recorded on the linear system finder when entering in the net.

Fig. 5. Frequency distribution of swimming speed of fish schools.

を得た。以上の結果は前述の如く魚群が羽口を前方より後方へ又後方より前方へ水平に游泳したものと仮定して得た結果である。尚今後魚群の行動及び魚群がこれらの仮定を満足しなかつた場合の測定方法についても研究する心算である。

本稿を終るに当り有益なる御助言と御校閲を賜わつた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士、東海区水産研究所源生一太郎所長、高山重嶺技官及び栗田晋技官に深謝の意を表わす。またこの実験と資料取纏に協力された本研究所漁具漁法部員に対して感謝の意を表わす。

尚本研究費の一部は農林省応用研究費に依つた。