魚群の影を利用する検魚装置*

竹 内 能 忠

(函館高等水産學校)

On the Apparatus Detecting Fish-shoals by a Photo-cell.

Yositada TAKENOUTI

SYNOPSIS

An apparatus has been constructed which can detect fish-shoals by the fluctuating submarine illuminations when fish-shoals pass over the photometer dipped beneath water. The principle of the apparatus is as follows:

An audible frequency produced by an electric oscillator is led to the first grid of the vacuum-tube, though generally the current of this audible frequency is stopped by means of the negative potential of the third grid. But, when fish-shoals pass over the submarine photo-cell, the photo-current suddenly decreases and the potential of the third grid becomes positive. Therefore, the audible alternating current flows to the sixth grid (the plate) and rings the cone affixed to the case of apparatus. The capacity of the connecting condenser is so chosen as to select only the rapid change of photo-current, in order to distinguish between the slow decrease of submarine illuminations due to clouds and the rapid one due to fish shoals, the latter only being effective to the apparatus.

§1. 魚群の爲にその下方の水中の照度が減少することは容易に想像し得ることである。第1圖は木崎湖に於けるカハマス¹⁾の群が通過したときの水中照度の變化を記録したものである。可成急激な照度の變化が認められる。此に用ひた装置は、著者が曩に水中照度の測定に使用した光度計¹⁾の検流器の振れを廻轉する圓筒に捲き付けた印畫紙上に記録せしめた。水中の照度は魚群の影ばかりで無く、太陽の高度の變化或は雲の影響に依つても變化する。然し、此等の變化は2個の光電池と電位差計とを使用し、それ等の光電流を互に打消させることに依つて取り除くことが出来る。

第1圖 魚群の影の記録(木崎湖に於けるカハマス群に依る)寫眞の略中央の凸凹のある細線

然し、検流計を用ひることは動搖する船上では譬へ船舶用検流計を使用しても困難であるし、又電位差計を用ひると電壓の變化が小さく、眞空管に依つて此を増幅して過當な警報を發せしめることは現在の技術では不可能である。依つて、電位差計の使用を廢し且つ光電池に數ボルトの補助電壓を併用して眞空管に依つて増幅せしめ得るやうにする。此のやうにす

* 文部省科學研究費に依る。

1) TAKENOUTI, Y., 日本水産學會誌 5 (3), 149~154 頁, 昭和十一年。

ると、太陽の高度や雲の影響と魚群の影の影響とが共に光電流に効いて来る。此を區別する爲に魚群の影は急激に變化するが、太陽の高度の變化や雲の影響は割合に緩慢であることを利用する。即ち、光電流を I とすれば、 ΔI でなしに $(\Delta I/\Delta t)$ の大小を判別するやうに装置を組立てる。

§2. 試作された検魚装置に使用した光電池に 3000 オームの外部抵抗と 6 ボルトの補助電圧を用いたときの、電流と照度の關係は第 2 圖に示すやうである。

此に對して魚群の影の爲に起る水中照度の變化は次のやうにして見積まれる。

曩に著者は、幅 $2l$ の膜の爲に出来る水中の照度の變化が次の式に依つて與へられることを導いた²⁾。

$$L/I = ke^{-\gamma l} [e^{-\gamma(h-H)}(1 - e^{-\gamma D}) - \gamma D] / [1 + e^{-\gamma(h-H)}]$$

茲に、 I は膜の無い時の水中の照度、 L は膜の下での照度、 γ は光の消滅係數、 H は照度計の在る深さ、 D は照度計と膜との間の距離、 h は水中に方ける散光の状態に依る量で長さの元を持つ³⁾。 h は膜の形状等に依つて定まる量であるが、 l, D 等に依つても幾らか變化する。

消滅の係數 γ と透明度 T との間には $\gamma \approx 2.0/T$ の關係が略々成立する。又、 $l=1\text{m}$ 、 $D \approx 4\text{m}$ で $ke^{-\gamma l}$ は略々 1 に等しいことが判つて居るから、それを利用して深さが透明度と夫々等しい所、2, 3, 4 倍の所で膜と照度計の距離を變へて L/I を計算すると第 1 表のやうである。

魚群の影は膜の影よりも多少薄いと考へて、第 1 表に與へられる影響の半位と考へ、海の表面に於ける日光の強さとしては中庸の値を取つて 10000 ルクスとして、水中の照度、及び魚群が照度計の上を表面と照度計との間の距離の 10 分の 1 の所を通過したときの照度の變化及びその爲に起る光電流の變化を第 2 表に掲げる。第 2 表で判るやうに、光電流は強い照度の所では飽和の現象を現すから、照度計を深い所に沈めたとき、魚群の影は弱くなつても、光電流の變化はそれ程弱くならない。此は本装置に

第 2 圖 光電流 (補助電壓 6V) と照度との關係

第 1 表 水中に於ける影の強さ

照度計と膜との距離	照 度 計 の 深 さ H			
	T	2T	3T	4T
$D = H$	.424	.850	.970	.995
$0.5 H$	.372	.776	.935	.975
$0.3 H$	.279	.646	.807	.895
$0.1 H$	.127	.298	.442	.532

2) TAKENOUTI, Y., 日本水産學會誌 5 (4), 224~226; 昭和十一年。

3) 鉛直方向の光の強さを I , 水平方向の光の強さを J とし、 $\mu = J/I$ と置けば $h = (2/\gamma) \tanh^{-1} \mu$ で與へられる。

第 2 表

深 さ	T	$2T$	$3T$	$4T$
水 中 の 照 度	ルクス 1500	220	35	6
魚 群 の 影 の 強 さ	ルクス 655	80	10	1.5
魚群の影の爲の光電流の變化	mA. 0.03	0.03	0.004	0.0004

取つて非常に好都合なことである。

§3. 緩慢な照度の變化を取り除く爲に、光電池と第一の真空管の間に結合蓄電器を挿入する。此の蓄電器の容量は次のやうにして選定する。

光電池及び真空管の陰極と格子との間の抵抗は夫々の内部抵抗に依つて定まるから $3k\Omega$ 及び $500k\Omega$ となる。此を R_1 , R_2 で現す。光電流の變化は不規則であるが、此を正弦波の集合と考へることが出来る。此の時最も振幅の大きいのは光電流が變化する週期と略々等しい週期を持つ正弦波である。光電流が $i_0 \sin pt$ で與へられるやうに變化するとき、真空管の格子と陰極との間の電圧 V_2 は

$$V_2 = \{i_0 R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \sqrt{1 + [1/p(R_1 + R_2)C]^2}\} + V_{2,0}$$

で與へられる。茲に C は蓄電器の容量で、 $V_{2,0}$ は格子電圧である。此の式に於いて周波數に依つて變る部分は $p(R_1 + R_2)C$ が 1 に近いと p の増加に對して V_2 の増加が著るしい。此の dV_2/dp の大きい所が周期 1 サイクルになるやうに容量 C を定めると、 $0.5\mu F$ となる。

装置の結線圖は第 3 圖のやうである。發振裝置から來る可聽周波は第二真空管の第一格子に導かれる、然し此は平常は此の真空管の第三格子の負電壓の爲に止められて居るが、光電流が急に減少すると此の格子電圧が正となつて、陽極に可聽周波の電流が流れるやうになる。此は更に増幅されて擴聲器を鳴らし、或は警報燈を輝かせることになる、又繼電器を働

第 3 圖 檢魚裝置の配線圖

かせることも出来る。本装置の全形を第 4 圖に示す。

§ 4. 第 5 圖は、此の装置を用ひて魚群を検出した記録である。*a* は養殖池（長さ約 30 cm の鯉 30 尾程入れた水深 50 cm 程の池）に於ける記録、*b* は空中に於いて雲等の影響を調べたものである。各々の圖に於いて、下部は此の装置の警報燈に依つて幅の狭い細隙を照し、此の像を時計圓筒に捲き付けた印畫紙上に結ばせて警報燈の輝を記録したものであり、上部はロビツチの日照計に依る日照の記録である。此に依

第 4 圖 檢魚装置の外形

つて此の装置が雲の爲に起る照度の變化を取り除き、魚群の影を充分に検出し得ることが認められる。即ち、*a* 圖に於いては當日は快晴で日照には著るしい變化が認められないが、檢魚装置の記録には屢々警報燈が輝いたことが認められる*。此に反して、*b* 圖に於いては當日は雲が多くて日照は著るしい變化を示して居るが、警報燈は一度も輝かない（寫眞に現れた前後 2 本の黒線は、檢魚装置の電源を開閉するときの輝き）。

第 5 圖 檢魚装置の記録と日照の變化

a) 養魚池に於いて警報の發せられることを示す。

b) 空中に於いて日照の變化があつても警報の發せられないことを示す。

尙、魚群の遊泳層が深いときに、此の装置が何の程度の適中率を以つて魚群を検出し得るかは、他の方法で魚群の通過を知ることが出来ないから明で無い。洞爺湖に於いて、水深 10 m の所に光電池を沈めて、釣獲しながら檢魚装置を働かせた所に依ると、檢魚装置が警報燈を發する時は常に魚が釣れて居る時であり、魚の釣れない時には警報を發することは無い。（魚が釣れて警報の無いことは稀にあつた）。

此の檢魚装置は、従つて、定置網等に於いて魚群が罹網したか否かを檢知するのに或る程度役立つものと認められる。

此の研究に就いて、水産講習所教授田内森三郎博士より賜つた御指導に對して、又本装置の設計並びに組立に際して種々御忠言を賜つた、函館市、北斗無線電機製作所の竹内八郎・同吉男の兩氏に對して感謝の意を表す。

* 此等の内には、表面の波の爲に出來た光の縞の影響も含まれて居るが此は水深 10 m 以下に於いては存在しない。