



Title	漁業機械に関する研究 II : 自動いか釣機械について 1)釣針の運動
Author(s)	五十嵐, 脩蔵; IGARASHI, Shūzō; 見上, 隆克 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 18(4), 357-364
Issue Date	1968-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23334
Type	departmental bulletin paper
File Information	18(4)_P357-364.pdf



漁業機械に関する研究 II

自動いか釣機械について

1) 釣針の運動

五十嵐脩蔵*・見上 隆克*・小林喜一郎*

Studies on Fishing Gear II

An automatic squid angling machine

1) Motion of the fish-hook

Shūzō IGARASHI, Takayoshi MIKAMI and Kiichirō KOBAYASHI

Abstract

Although it is about forty years since the first automatic squid angling machine appeared, it is only recently coming into wide use in Japan. Research on its utility and improvement have been done by some fisheries experimental stations and by some manufacturers.

The authors also tried to do research on it. In order to get some basic data necessary for planning a more efficient one, they first studied the motion of the fish-hook when being hauled in by the hauling drum, and observed the sinking action of a spindle-shaped leaden sinker fixed to the lowermost hook.

The results of the experiment may be summarized as follows:

1) Assuming that drag force of a fish-hook is proportional to its hauling velocity, drag coefficient (k) of a fish-hook in water is about 0.1 at Reynolds number $< 1.4 \times 10^5$.

2) The repeated up and down motion of the fish-hook when being hauled in (this is called "Shakuri" in Japanese) does not occur when the hauling drum alone is used.

3) To avoid the tangling of adjacent fish lines when they are being lowered into the water, the spherical sinker is more suitable than the spindle-shaped one which tends to move staggeringly in water.

ま え が き

1930年頃に出現した自動いか釣機¹⁾が、各地に急激に普及したのはここ数年のことであり、そのメーカーは数社におよんでいる。漁法の面でも改良が行なわれ、魚群の探索には魚群探知機が使用されている現在、各地水産試験場などにおいても、自動いか釣機の実用化調査や改良試験が行なわれている²⁾が、さらに能率良い自動いか釣機の設計に必要な基礎資料を得るため、釣針の運動について実験を行ない、釣針の運動と捲き上げドラムの形状との関係について考察し、二三の知見を得たのでここに報告する。

本研究にあたり二種の自動いか釣機を貸与いただいた北海道立函館水産試験場、実験の便宜を与えられ、かつ有益な助言をいただいた福島高等学校阿部準三教諭、福島町阿部司氏、ならびにやまきん丸乗組員諸氏に深甚なる謝意を表する。

* 北海道大学水産学部漁業機械学教室

1. 実験方法および結果

現用の自動いか釣機の概略図は Fig. 1 に示すごとくである。すなわち釣糸は下端に長紡錘型錘がつけられ、上方には一定間隔をおいて釣針が約 30 本取り付けられており、ガイドローラー、緩振りローラーを介して巻き上げドラムに導かれている。巻き上げドラムは各機械メーカーによってそれぞれ特徴のあるクラッチ機構を内蔵している伝動機に、直結かまたはチェーンを介して接続されている。伝動機の駆動は機械式、電動式または油圧式がある。

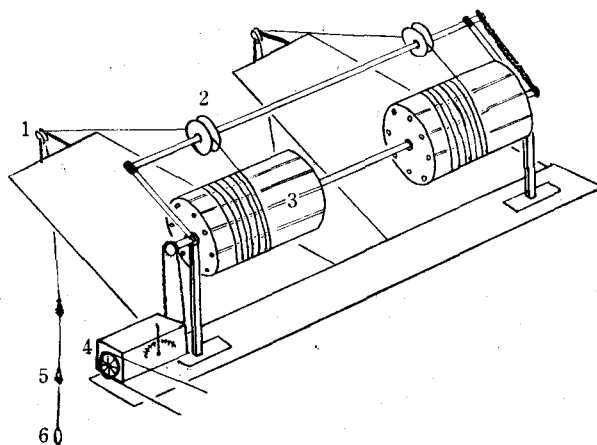


Fig. 1. Diagram of automatic squid angling machine.

- 1; First guide roller
- 2; Second guide roller to avoid tangling of fishing lines on hauling drum
- 3; Hauling drum
- 4; Gear box
- 5; Fish-hook
- 6; Sinker

巻き上げドラムは一般には、8本の丸棒(直径 20~30mm)が正八角形の頂点にくるよう、両端が円板(直径 300~400mm)に固着されている。そして、いわゆるしゃくりを釣針に与えるためと考えられる Fig. 2 に示すごとく特殊な形状をしたドラムや、ドラムの取り付け位置を偏心させたもの、あるいは機械的にドラムの一回転中における速度を変えるものなど、種々の考案がなされている。

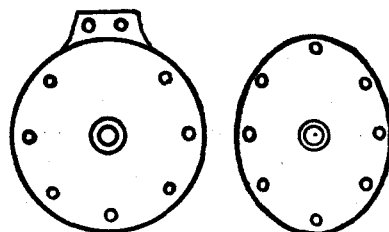


Fig. 2. Special hauling drum

実験 1. 釣針の抵抗係数の測定

しゃくりの状態は、定性的には釣針の余り大きくない上下運動と思考されるが、これを考察する前提として、釣針の水中における抵抗係数を求めるために次の実験を行なった。

実験装置の概略は Fig. 3 のごとくである。直径約 50mm, 長さ約 350mm のメスシリンダーを用い

て、暗室中にて釣針を自由落下させ、カコストロボ MT-1A、閃光周波数7サイクル、10サイクルによりバルブ撮影を行なった。その結果、閃光回数に応じて数個の釣針が撮影され、この釣針間隔と閃光周波数とにより平均落下速度を決定した。ストロボ閃光周波数はシンクロスコープにより較正し7サイクル、10サイクルはそれぞれ7.7サイクル、9.5サイクルとした。Fig. 4 に測定の一例を示してある。釣針は水中にて落下する場合、Fig. 4 に見られるように、最初鉛直におかれていたものが、落下にともないその姿勢を変えるが、問題を簡単にするため姿勢は変化しないものとし、かつ釣針1本について解析した。

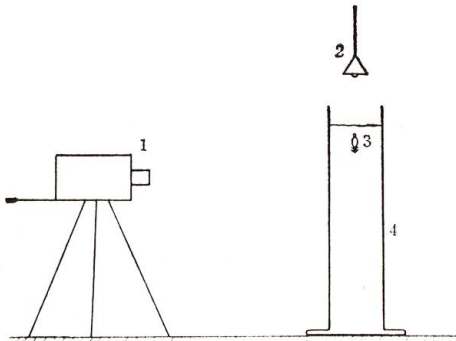


Fig. 3. Diagram of the apparatus for measuring the descending velocity of a fish-hook

- 1; Camera 2; Stroboscope lamp
3; Fish-hook 4; Measuring cylinder

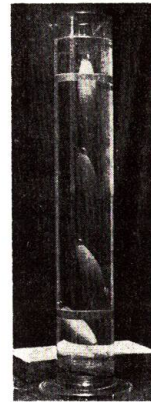


Fig. 4. An example of measurement of descending velocity of a fish-hook

今、釣針が水中において速度に比例する抵抗を受けるものとし、下向きに正を採れば、良く知られている落体の運動方程式は

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = w - k \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

- m : いか釣針の質量
 w : いか釣針の水中重量
 k : いか釣針の抵抗係数

これより

$$\frac{dx}{dt} = \frac{w}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m} t} \right) \quad (2)$$

が求められるので、(2)式に写真より測定した平均落下速度および平均落下時間を代入して k を求めると、 $k \approx 0.1$ であった。

実験 2. 釣針の放体運動における上昇距離の測定

水中において、ある初速度を釣針に与え、鉛直上方に放り上げた場合の計算による上昇距離を確かめるため、次の実験を行なった。Fig. 5 のごとく、直径 60mm、長さ 2M のガラス管に水を満たし、この管の中を自由に釣針が上下移動できるようにした。釣針をある初速度で放り上げる方法として、Fig. 5 のように十分伸ばしきった絹糸の一端に釣針を取り付けてガラス管の中に入れ、他端には錘として鋼球を取り付け、種々の初速度を得るため適当な高さから鋼球を自由落下せしめた。糸の方向変換には滑車は用いず、フリクションの適当なものとして、ガラス棒を用いた。また鋼球は略真球で、床に達した時緩衝が起らぬよう鋼板を床に置き、その上に硬質塩化ビニール製筒を立てて、着

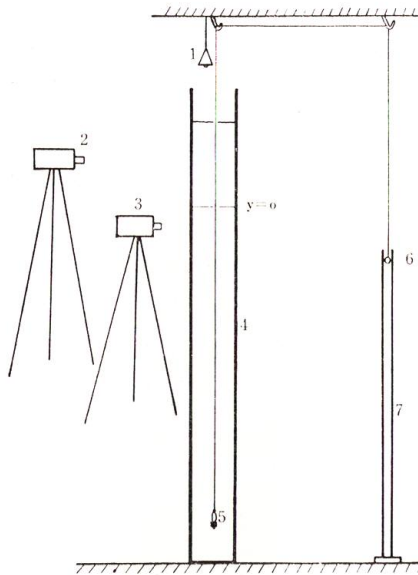


Fig. 5. Diagram of the apparatus for measuring the ascending distance of a fish-hook

- 1; Stroboscope lamp
- 2; Camera for ascending distance
- 3; Camera for ascending velocity
- 4; Vertical glass cylinder
- 5; Fish-hook
- 6; Sinker
- 7; Guide pipe

床時に鋼球の速度が一時に零になるように、また着床点より鋼球が移動せぬようにした。鋼球が床の上にある時の釣針位置を $y=0$ とし、鋼球をある高さより落下させて釣針を上昇せしめ、 $y=0$ に達するまでは 10 サイクルでストロボを閃光させ、通過後ただちに 50 サイクルに閃光周波数を切り替えて、 $y=0$ 近辺の速度と上昇距離 y を、2 台のカメラによって同時撮影した。Fig. 6 はその測定の一例である。この結果が Fig. 7 で横軸には初速度、縦軸には上昇距離をそれぞれとってあり、曲線は $k=0.1$ を用いて計算した値で、実験値はこの曲線とかなり良く一致している。これより、 $Re < 1.4 \times 10^5$ で、 $k=0.1$ として良い。なお、上昇距離の計算は良く知られている放物運動の方程式より導いた次式によった。すなわち、上向きに正をとれば

$$y = \frac{m}{k} \left(-\frac{w}{k} \ln \frac{w}{k v_0 + w} + v_0 \right) \quad (3)$$

- y : 釣針の上昇距離
- v_0 : 釣針の初速度

実験 3. 錘の落下状態

自動いか釣機械を用いた機械巻きでも人力で行なう手巻きでも、一連のいか釣針の下端には紡錘型の重量 900gr 前後の錘がつけてあ

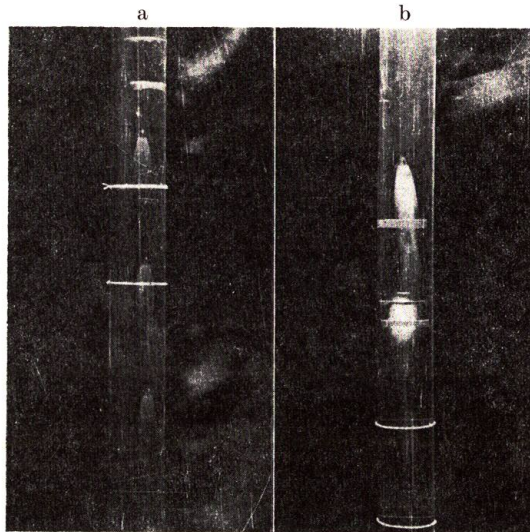


Fig. 6-a. An example of the measurement of the ascending velocity of a fish-hook

Fig. 6-b. An example of the measurement of the ascending distance of a fish-hook

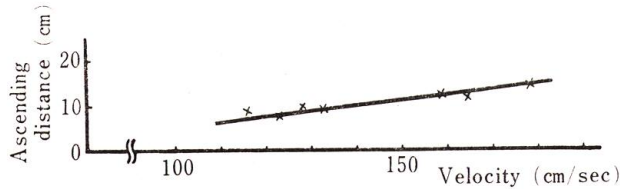


Fig. 7. Relation between the ascending distance and the initial velocity of the fish-hook
—; Calculative value ×; Experimental value

る。聞き取り調査および操業船の实地調査においては、隣合わせになったドラムの針のからまりが問題になっている。この原因を見きわめるために、長紡錘型錘のみ当学部縦型円形水槽(直径 2M 300, 高さ 4M 900)を用い、紡錘型錘を水槽の中心から自由落下させた。この時の錘の沈降状態の一例が Fig. 8 で、夜間カコストロボ 10 サイクルの閃光周波数にてバルブ撮影したものである。カメラは上方に固定、レンズは広角 28mm, F 3.5。距離調節は 1~5m の範囲で、錘が水槽の底に達する時間内で適宜調節した。また比較のため球型錘についても実験した。

考 察

捲き上げドラムに間欠運動(ドラムを瞬時に止め、しばらくしてから再び捲き上げる)をさせた際に生ずる釣針の運動は、釣針を鉛直上方に、ある初速度で放り上げた場合に類似していると思われる。したがって、今一般に用いられている八角形ドラムによる釣針の速度線図を求め、これと釣針を放り上げた際の運動とを比較し、釣針の運動を解析してみよう。

捲き上げドラムおよび各ローラーは Fig. 9 のごとく配置している。問題を簡単にするため、綾振りローラーは非常に小さいと仮定する。八角形の一辺が綾振りローラーと八角形の頂点を結ぶ直線 l_1 の延長上に来た時の釣針の位置を原点 p_0 とし、この位置からドラムが回転して点 p_1 に釣針が来たとするれば

$$\overline{p_0 p_1} = x = l_2 - l_1 = \sqrt{r^2 + l^2 - 2rl \cos(\theta + \alpha)} - \sqrt{r^2 + l^2 - 2rl \cos \alpha} \quad (4)$$

l : ローラーよりドラムの中心までの長さ

l_1 : ローラーと八角形の頂点とを結ぶ長さ

l_2 : 釣針が点 p_1 にある時のローラーより八角形の頂点までの長さ

r : ドラムの中心より八角形頂点までの長さ

α : 釣針の原点における l と r のなす角

θ : 釣針の点 p_1 における α からの回転角

ゆえに、糸の捲き上げ速度は、 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ をドラムの角速度とすれば

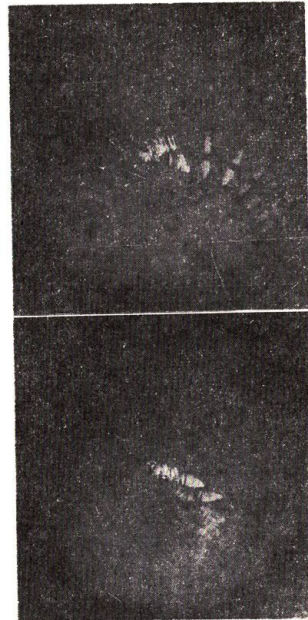


Fig. 8. An example of the sinking state of the spindle-shaped leaden sinker

$$\frac{dx}{dt} = \frac{rl\omega \sin(\theta + \alpha)}{\sqrt{r^2 + l^2 - 2rl \cos(\theta + \alpha)}} \quad (5)$$

で表わされる。ただし α は

$$\sin(67.5^\circ - \alpha) = 0.92 r/l \quad (6)$$

(5), (6) 式に, あるメーカーのドラムの寸法, 回転数などを代入して釣糸の巻き上げ速度線図を描くと, おおよそ Fig. 10 のごとくなる。横軸は角 α からのドラムの回転角および時間, 縦軸は巻き上げ速度および最大速度で放り上げられた際の釣針速度とこの時の $y=0$ からの釣針位置である。

同様に, 次に一枚の板を用いた巻き上げドラムについて解析してみよう。Fig. 11 のごとくに

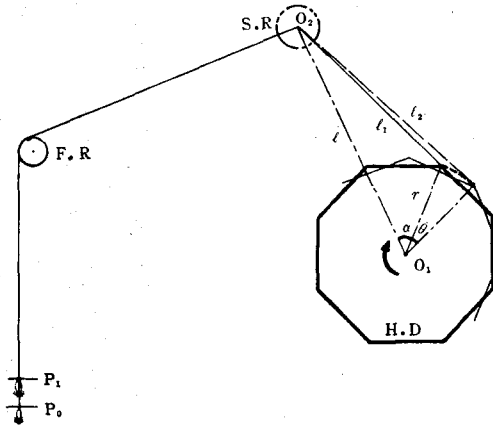


Fig. 9. Diagram of octagonal hauling drum

- P_0 ; Initial position of a fish-hook at initial angle α
- P_1 ; Position of a fish-hook at angle θ
- H.D.; Hauling drum F.R.; First guide roller
- S.R.; Second guide roller l ; Length O_1O_2
- l_1 ; Length from O_2 to H.D at initial angle α
- l_2 ; Length from O_2 to H.D at angle θ
- α ; Initial angle r ; Radius of rotation

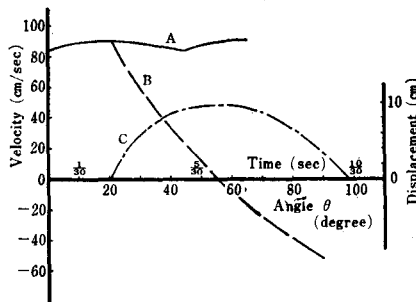


Fig. 10. Velocity time curve of a fish-hook when using the octagonal hauling drum

- A; Hauling velocity of a fish-hook
- B; Velocity of a fish-hook projected at maximum velocity of A
- C; Displacement of a fish-hook in the case of B

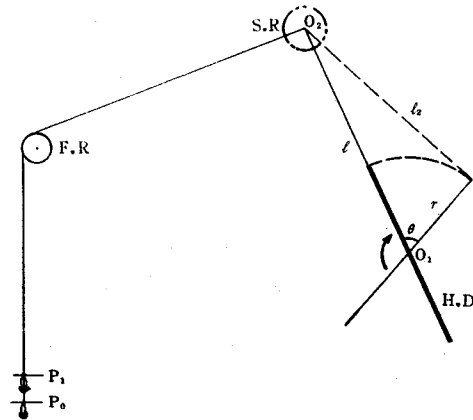


Fig. 11. Diagram of flat board hauling drum

- P_0 ; Initial position of a fish-hook
- P_1 ; Position of fish-hook at angle θ
- H.D; Hauling drum F.R; First guide roller
- S.R; Second guide roller l ; Length $\overline{O_1O_2}$
- l_2 ; Length from O_2 to H.D at angle θ
- r ; Radius of rotation

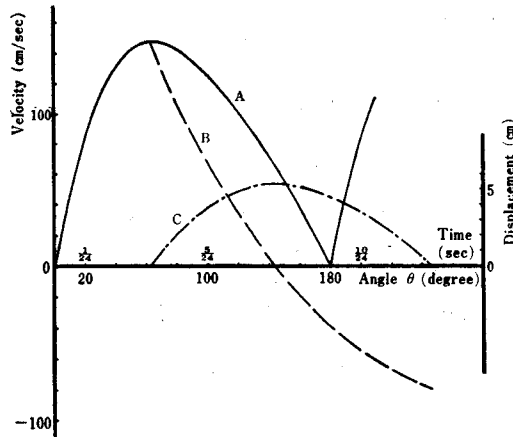


Fig. 12. Velocity time curve of a fish-hook when using the flat board hauling drum

- A; Hauling velocity of a fish-hook
- B; Velocity of a fish-hook projected at maximum velocity of A
- C; Displacement of a fish-hook in the case of B

配置させ、板の長さは一般に用いられているドラムの径と同じにし、また捲き上げ速度を同じくするために、板の回転数を上げて得られたものが Fig. 12 である。最大速度で釣針を放り上げた場合、(3)式を用いて計算した釣針の速度変化は Fig. 10, Fig. 12 とも、図中破線で表わし、釣針の $y=0$ からの位置を一点鎖線で表わした。Fig. 12 から分るように、速度変化が最も大きく、かつ釣糸の捲き上げ速度が零になることのある、一枚の板を捲き上げドラムとして用いた場合でも、最大速度で放り上げられた際の釣針速度は常に釣糸の速度より小さいので、当然のことながら釣針は釣糸と等しい

速度で巻き上げ、いわゆるしゃくりの状態は生じない。またドラムの回転速度を機械的に徐々に落す方式も同様である。

巻き上げドラムを逆回転させずまたガイドローラーなどを上下運動させることなしに、釣針にしゃくりの状態を出現させるためには、巻き上げ速度が最大の時に瞬時にドラムの回転を止め、釣針を放り上げることとし、釣針の速度が正(上方に正をとる)から零になり、その後負になって落下し元の位置に戻るまでの時間、ドラムの回転を止めて置き、しかる後に再び巻き上げドラムを回転させて巻き上げるようにすればその状態を出現することは可能であろう。例えば Fig. 10 における最大速度でドラムを急停止させて釣針を放り上げると(現象的にはどこから放り上げたかは分らぬが)、釣針はある点で停止した後、約 10cm 落下する。しかしてドラムの停止時間は約 0.4sec 必要である。

しかしながらしゃくりの状態を巻き上げ中に常に繰り返すことが必要かどうか疑問である。すなわちいかか釣針につき始める時に 3~4 回しゃくりの状態を入れ、後一様に巻き上げる方が望ましいとも言われている。いずれにしても機構的には可能であろう。

次に錘についての考察を行なうと、隣合わせの釣糸のからまりの原因は潮の流れ、風による船体の移動などがあげられるが、紡錘型錘もその原因の一つと思考される。すなわち Fig. 8 に示されているごとく、錘を自由落下させると鉛直には落下せず、木の葉返しのような状態で落下し、5M 水槽の底に達するまでに壁にぶつかってしまう。もし釣針を落下させる時にはいかかかからないとすれば(現用の自動いか釣機の多くは、釣針を水中に落下させるにはその自重によっている。)、落下する際には左右に振らずに鉛直に落下する方が望ましい。錘は紡錘型より球型錘の方が鉛直に落下するので良好な結果が得られる。

本研究は自動いか釣機について、主としてそのしゃくりを機構学的立場から行なったものであるが、適切な釣針の上下速度、しゃくりの必要性の有無については、いかの習性の面から検討されなければならぬ。いかの生理生態に関する研究は種々行なわれている³⁾が、捕食速度、漁具に対する反応や光に対する反応などについての研究が更に進めば、より良い機械の設計が可能であると思される。

要 約

- 1) 水中におけるいか釣針の抵抗係数を求め、レーノルズ数 $< 1.4 \times 10^6$ において $k=0.1$ を得た。
- 2) しゃくりの状態を釣針のあまり大きくない上下運動と考へて、現用の巻き上げドラムの形状と釣針の運動を検討すれば、しゃくりは生じないと考えられる。
- 3) 釣針を水中に落下させる際に、釣糸がからみ合わないようにするためには、錘は左右の振れの少ない球型が適している。

文 献

- 1) 村山敏三 (1931). 水産機械 第一輯漁撈用機械. 443p. 東京; 社団法人日本水産会.
- 2) 例えば 志村俊夫・土屋 保 (1962). 日本海沖合いか釣漁業試験. 昭和 37 年度新潟県水産試験場事業報告書, 75-111.
渡辺 一 (1965). 日本海沖合域におけるスルメイカ釣漁業試験調査. 昭和 38 年度秋田県水産試験場事業報告書, 86-106.
——— (1966). 日本海スルメイカ一本釣漁業試験. 昭和 39 年度同上, 112-117.
射場 藩 (1964). 自動いか釣機の実用化調査について. 14p. 北海道水産部振興計画課.
- 3) 新谷久男 (1967). スルメイカの資源. 水産研究叢書 16. 58p. 東京; 日本水産資源保護協会.