

漁撈幫浦實用化之初步試驗

蘇偉成·鄭廣輝

Preliminary experiments on the practical use of Fish-pump

Su Wei Cheng and Jane Goang Fei*

ABSTRACT

In view of the shortage of labor and unstable fishery yield, the authors have designed a fish pump of 5 inches in caliber for experiment and field application.

The preliminary results obtained are as follows:

1. In this experiment, the pumping capacity (C) or the current speed in the hose (V) was increased in proportion to the increase of the running revolution (R); Its relation is shown as follows:

$$C=2.25X10^{-3}R$$

$$V=2.98X10^{-3}R$$

2. The live fish (Crucian carp and grey mullet) were pumped up from one enclosure to another. The fish were kept alive, however, the fish mortality was below 10 per cent in the running revolution at 700-750 r.p.m. The mortality may be decreased if the running revolution is slower and its suitable revolution ranges from 500 r.p.m. to 600 r.p.m. .
3. Pumping up the fresh (dead) fish of round herring from one pond to another, the fish damage rate was greatly increased in the running revolution up to 800 r.p. m. . The suitable running revolution seems to be below 710 r.p.m. .
4. Pumping up round herring surrounded by the net was carried out in the field. In the pump operated at 780 r.p.m. , the fish damage rate was about 4.9 per cent. The pumping capacity was 100-150 Kg/min in the running revolution at 750 r.p.m. and 70-90Kg/min at 500 r.p.m.; therefore, we know for sure that the pump is a labor-saving device.

* 臺灣省水產試驗所澎湖分所

Penghu Branch, Taiwan Fisheries Research Institute.

一、前言

由於工商業的發達，致使漁業勞動力流向於二、三產業的傾向日趨嚴重，尤其需要較多人力的巾着網漁業更首當其衝，受到覆重打擊而造成漁船滯港（周等，1970），自揚網機（Power block）之引進試驗成功以後（劉等，1973），而使該漁業之經營復甦，然其於揚魚作業時仍是頗費時費力，例1975年澎湖單艘式巾着網（One boat purse seine）之作業試驗成功，曾一網捕獲14.5噸之臭肉鯷（Round herring, *Etrumeus micropus* (T.&S)），然則以抄網（Scoop net），將漁獲物由海上揚至船內則需費時10時以上（蘭等，1975），另澎湖至要經濟命脈之臭肉鯷及鎖管（Squid, *Doryteuthis sibogae*）等漁業每因作業之漁法費時費力，且漁獲物亦由抄網抄上時每易造成損傷，無法保持鮮度，影響魚價甚巨，形成覆重之損失，而漁撈幫浦（Fish pump）將為解決是項問題，且促使該漁業之經營達省力化及科學化之最佳副漁具，筆者有鑑於此乃設計製造一口徑5吋之漁撈幫浦，從事一系列之試驗研究，俾使該幫浦能實際應用於各漁業，本篇乃初步之試驗結果。

二、漁撈幫浦之構成

漁撈幫浦大體可分為固定式或稱陸上式（Fix installation type or land type）及沈水式或稱水中式（Submersion type or underwater type）兩者（Bardarson, 1971；添田等，1964），所謂固定式即幫浦者本體安置於陸上或船上，而另接一吸入管（Suction hose）投入被抽取處，而沈水式則本體整個投入海中吸取魚羣，本分所設計製造者係屬於前者，其構成如下所述：

1. 幫浦本體：

由鑄鐵鑄造而成，入水口及出水口均為5吋（125mm），其構造及外型同於一般之漩渦幫浦（Volute pump）如圖1所示，其最大之不同在於轉子（Runner），因漁撈幫浦不但要抽水，還得使魚能安然通過，因此轉子之構造為漁撈幫浦最主要之課題。該幫浦之內部有如螺殼，轉子本身無葉片（Bladeles）如圖2，當水及魚吸進時，因旋轉，魚與水由於離心力之作用而向斜上方排出（轉子自入水口視之為順鐘向旋轉）（川田，1961），因此其形狀與轉速必須配合，方不致切傷魚體。本幫浦全長87公分，寬43公分，高67公分，重167公斤，並使用本田（Honda）6.8馬力汽油引擎（Gasoline engine）帶動其轉速1000~4000 r.p.m. 經由皮帶動幫浦，其皮帶輪比為1：4，引擎與幫浦同固定一有活動輪底座上。

2. 吸揚蛇管：

為P.E.製，口徑5吋，可分為兩部份，一為吸入段（Suction part），一為排出段（Discharge part）。在船上作業為適應實際需要，配合漁獲物所在之深淺，於吸入段分為底閥（Foot valve）至中間閥（Middle valve）及中間閥至入水口兩截；中間閥內有止水閘（如圖3所示），因此只需於第一次起動前將該端注滿水即可，而底閥（如圖4）主要為防止網具及大型魚被吸入而影響幫浦之操作而設計。

3. 魚水分離器：

其分離原理有如篩子濾物，可分為立型（Upright type）及斜型（Decline type）如圖5、6所示，立型在陸上及海上均可使用，惟造價較高且佔空間；而斜型可按裝於船舷邊（本設計係活動式進港或不用時可收起），水直接排出船外，魚則由魚道導入艙中。

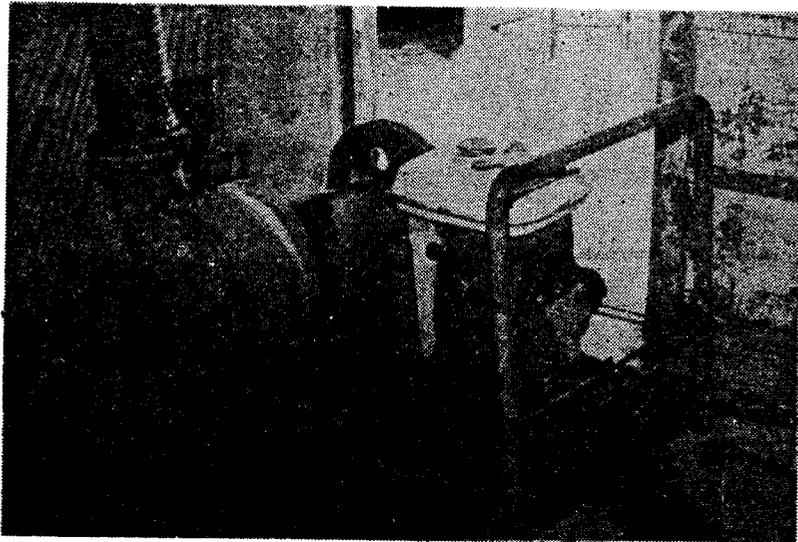


Fig. 1. A land type 5-inch fish pump used in this experiments.
A 6.8 Hp gasoline engine drove the pump.

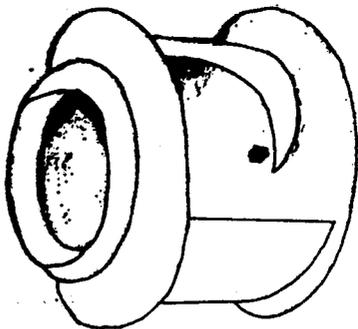


Fig. 2. Runner.

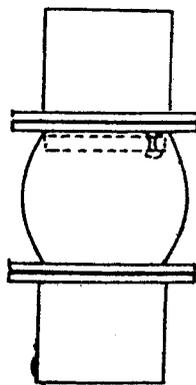


Fig. 3. Middle valve.

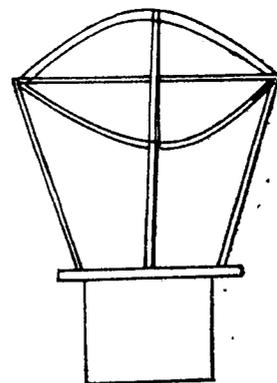


Fig. 4. Foot valve.

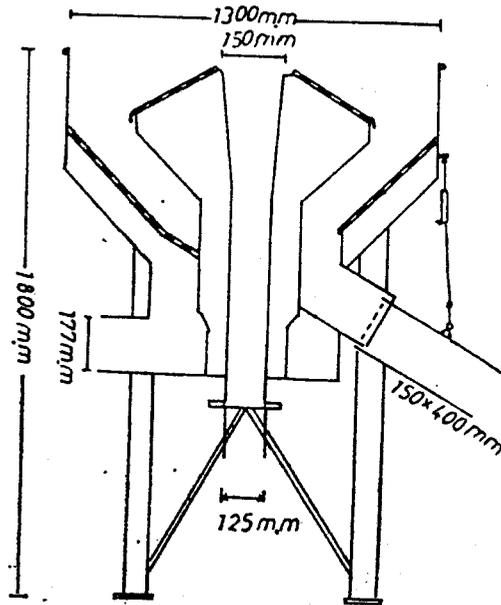


Fig. 5. Detail diagram of the upright type water separator.

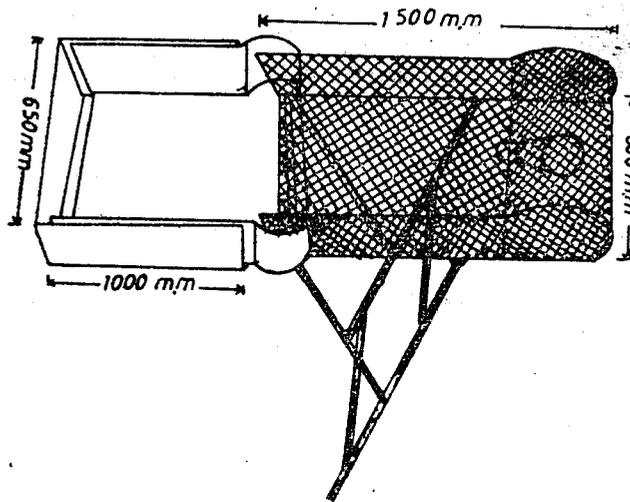


Fig. 6. Schematic diagram of the decline type water separator.

三、試驗方法

1. 首先在陸上池塘於一定容積內吸取鮮魚，並利用迴轉速測定計 (Tachometer, measured range from 0 to 10000 r.p.m.) 及馬錶 (Stop watch) 計測在各種不同轉速下幫浦揚量 (Pumping capacity)、管內流速、魚水比例及魚體損傷率，如圖 7、8、9 所示。

2. 利用本分所池塘以吳郭魚 (Crucian carp)、烏魚 (Grey mullet) 等為試驗對象，測定其經由漁撈幫浦吸取後之活存率，並分析其損傷情形及各轉速下幫浦揚量等，如圖10。

3. 將該幫浦按裝於民間漁船出海實際操作，並利用各種儀器測定其吸揚力、揚量、魚體損傷度、及其漁獲性能等。本次主要漁獲對象以臭肉鯿為主。

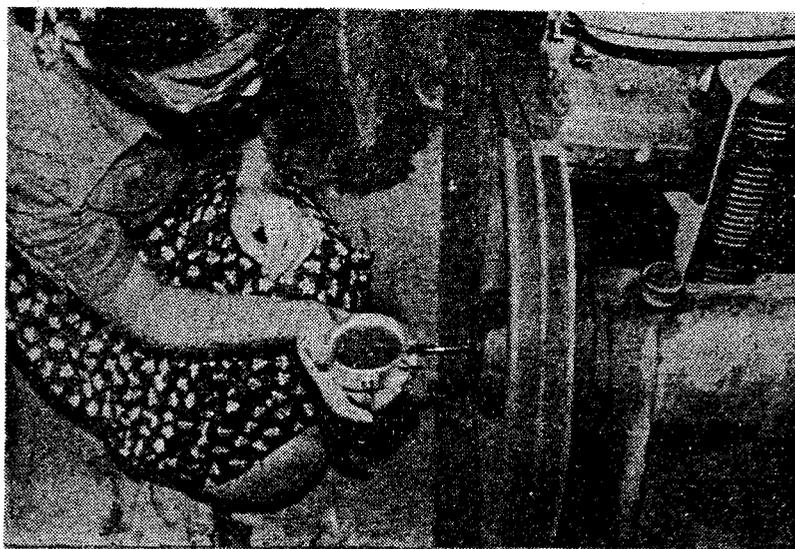


Fig. 7. Runner revolution measured by the hand tachometer.

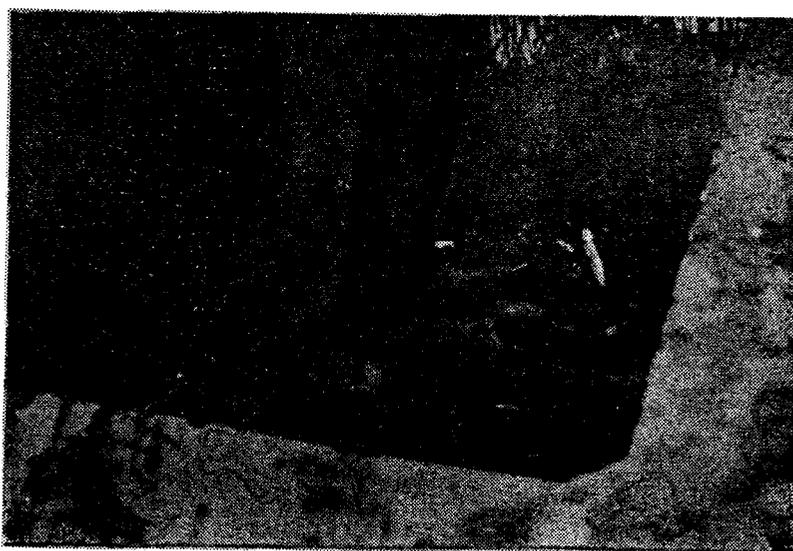


Fig. 8. Pumping up fresh (dead) fish from pond.



Fig. 9. Pumping capacity measured in various runner revolution.



Fig. 10. Pumping up living fish from pond.

四、試驗結果與討論

1. 揚量及管內流速：

本漁撈幫浦之揚程，經在吸水管 (Suction hose) 垂直高度 3 公尺，水平長度 18 公尺及揚水管 (Discharge hose) 8 公尺狀況下揚量並無顯著減低，足證該幫浦之吸揚力已足夠。更於吸水管長 5 公尺，揚水管長 5 公尺下，測量 300r.p.m.~1200r.p.m. 等不同轉速之幫浦揚量，得知其與轉速成正比增加，並得以 $C = 2.25 \times 10^{-3} R$ 表之，其中 C 表揚量，R 則為轉子之轉速 (如圖 11)；當轉速為 800r.p.m. 時揚量為 1850 l/min ，與添田等，1964 年所試驗者 (吸入口為 200mm，排出口為 150mm) 於 780~790r.p.m. 時揚量為 1500 l/min 較之，則毫無遜色。另根據流量方程式 $Q = V \pi d^2 / 4$ (王，1968) 可求得平均流速，經整理得知其隨轉速增加而直線增高，並得以 $V = 2.98 \times 10^{-3} R$ 表示，其中 V 表管內平均流速 (如圖 12 所示)。

2. 活魚試驗：

於本分所試驗池內以吳郭魚、烏魚等為對象實施活魚運搬之吸取試驗，其吸水管長 10 公尺，垂直高度 2.5 公尺，揚水管長公尺 5 公尺，轉速為 700~750r.p.m.，底閥係橫向固定池底，當魚游至閥口 25~30 公分時即無法逃脫而被吸進，如此在每分鐘約 5~30 尾之速率下吸取，並移送至另一試驗池繼續蓄養觀察。經試驗結果其活存率高達 90% 以上 (如表 I)，其中有 6 尾長達 50 公分之鰻魚，亦安然通過幫浦，並且立刻適應新環境；而死亡之魚大部份均為內臟出血，鰓邊出血，部份係因鱗片脫落而致死，顯然係因轉速較快、水壓高、流速強，導至魚體內傷；因之若速度降低，則其活存率更高，而以 500~600r.p.m. 較適宜。

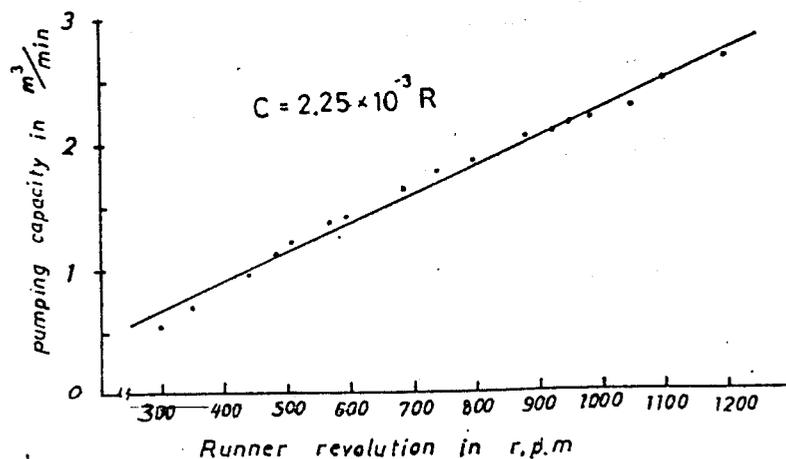


Fig. 11. Relationship between the pumping capacity and the runner revolution.

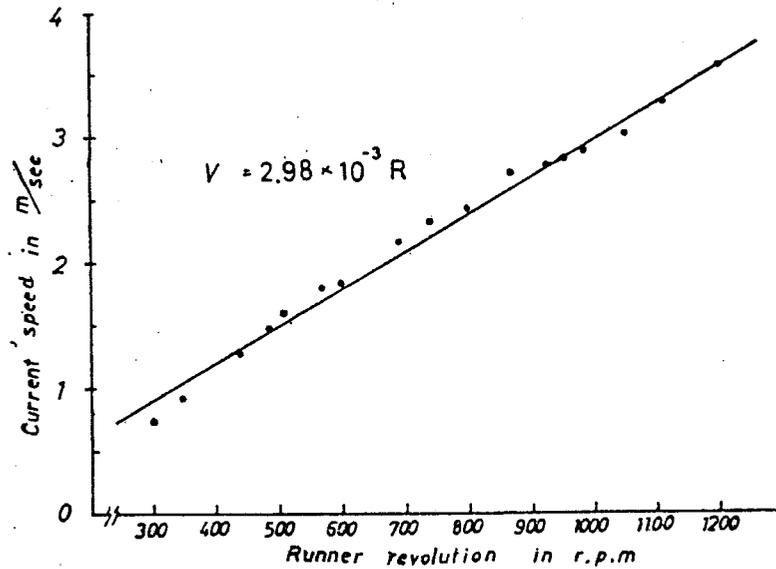


Fig. 12. Relationship between current speed in hose and the runner revolution.

3. 鮮魚試驗：

將冰藏之新鮮臭肉鱸，放入試驗池中，分別於不同之轉速下吸取，以測定其損傷率（如圖13）及魚水比例，其吸水管及揚水管長均為5公尺，其試驗結果如表II，由表得知魚佔水之比率約5~15%；轉速越慢，損傷率越小，然當轉速超過800r.p.m.則其損傷率劇增，顯示其適當之轉速在710r.p.m.以下，其損傷率7.6%，但損傷者係切斷或切傷，其魚體表面及內臟均完好無損，此試驗結果與添田等1964年之試驗不謀而合。



Fig. 13. Damage rate measured of the pumped fresh fish.

Tab II. Experimental result of fresh (dead) fish, round herring, pumped up by fish pump.

Runner revolution (r. p. m.)	Pumping capacity (fish + water) (m ³ /min)	Experimental result			Average body length (Cm)	Average body weight (g)	Average body height (Cm)	Remark
		Undamage number	Severed number	Hurted number				
445	1.04	431	10	5	14.3	26.4	2.7	Fresh fish
545	1.22	792	22	13	14.3	26.4	2.7	"
610	1.32	210	11	2	14.7	30.9	2.9	"
700	1.40	691	39	17	14.3	26.4	2.7	"
710	1.43	221	13	4	14.7	30.9	2.9	"
800	1.95	401	40	10	14.7	30.9	2.9	"
920	2.14	209	70	13	14.7	30.9	2.9	"
780	-	392	7	13	16.3	40.9	2.8	Field test

Tab. I. Experimental results of the various living fish pumped up by fish pump.

Body length (cm)	Crucian carp in numbers			Grey mullet in numbers			Japanese ell in numbers		
	Alive number	Dead number	Living rate (%)	Alive number	Dead number	Living rate (%)	Alive number	Dead number	Living rate (%)
0-10	337	10	95.7	-	-	-	-	-	-
10-15	133	7	95.0	14	2	87.5	-	-	-
15-20	101	7	93.5	21	2	91.3	-	-	-
20-25	25	3	89.3	33	4	89.2	6	1	85.7
25-30	-	-	-	11	-	100	2	-	100
30-60	-	-	-	2	1	66.7	8	-	100

4. 海上漁撈作業試驗：

該幫浦自本（65）年 8 月 10 日起至 9 月 15 日止，接裝於澎湖籍繪網（ Torch light netter ）漁船新聯福 3 號（16 噸 60 馬力），筆者並隨船從事海上實際作業試驗，同組尚有昇海勝及新聯財兩漁船，其主要漁獲對象為臭肉鯧。依鮮魚試驗結果，將轉速定在 600~800 r.p.m.，並將吸入管投入網內吸取魚羣如圖 14.15，測定其魚體損傷率，並於 780 r.p.m 下抽樣 412 尾淨重 16.85 公斤（如圖 16），其吸取所需時間 9 秒，而其中切斷 7 尾，切傷 13 尾，損傷率僅 4.9%，與鮮魚試驗，在轉速 800 r.p.m. 時，鮮魚之損傷率 12.2% 比較，則減低甚多，推斷其原因係在海上因魚羣大部份尚未死亡或未僵直之故。其被切斷，切傷及完整之魚體如圖 17.18.19 所示。

以往之作業當魚羣被包圍後，必須使用抄網將魚揚入船內（如圖 20），但漁獲超過 2000 公斤時，縱使身強力壯之年青船員亦感疲憊不堪，且若漁獲在 3000 公斤以上時或潮流較強，魚羣入網後下沉，捕魚部無法收緊，因此必需由漁民下海潛水協助以抄網將魚抄取，再由船上人員漸次拉起捕魚部。一般而言，漁獲 4000 公斤時，僅揚魚時間約需 2 小時，而使用幫浦作業僅需 40 分鐘；而漁獲 6000 公斤，約需 3 小時，而幫浦僅需 1 小時；若漁獲超過 10000 公斤時，一般常需 4~5 小時以上，然使用幫浦則僅 1 小時 40 分即可達成，亦即漁獲越多則其功效也越顯著，且僅需 1 人控制吸入管及底閥即可。該幫浦之揚魚量，當轉速在 750 r.p.m. 時，約為 100~150 kg/min；500 r.p.m. 時，約為 70~90 kg/min，非但可達省時省力之效，尚可提高漁獲鮮度，增加漁獲量。

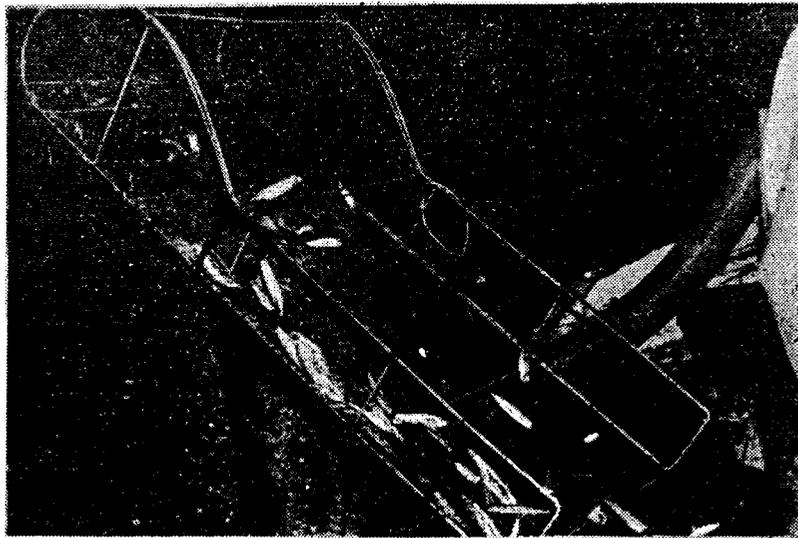


Fig.14. Pumping up the round herring through the water separator in the field.

漁撈幫浦的應用，早在1945年時美國緬因州 (Maine) 之波特蘭 (Portland) 即用為鯊 (Herring) 及鯷 (Sardine) 由船上運送至陸上的一種裝備 (Burgoon, 1959)，後來更實際應用旋網漁業 (Bobas, 1959; Bardarson, 1971)，更配合光的應用，全自動化利用漁撈幫浦直接將鎖管由海上漁獲 (渡瀨, 1971)；蘇俄則更應用集魚燈及脈動電流之配合漁撈幫浦作業 (Nokonorov, 1959 & 1963; 張, 1965)。今後吾們更應加強其實用化之試驗與研究，期能高度應用於各漁業，以促進其達機械省力化及合理化之經營，增進漁村經濟繁榮。

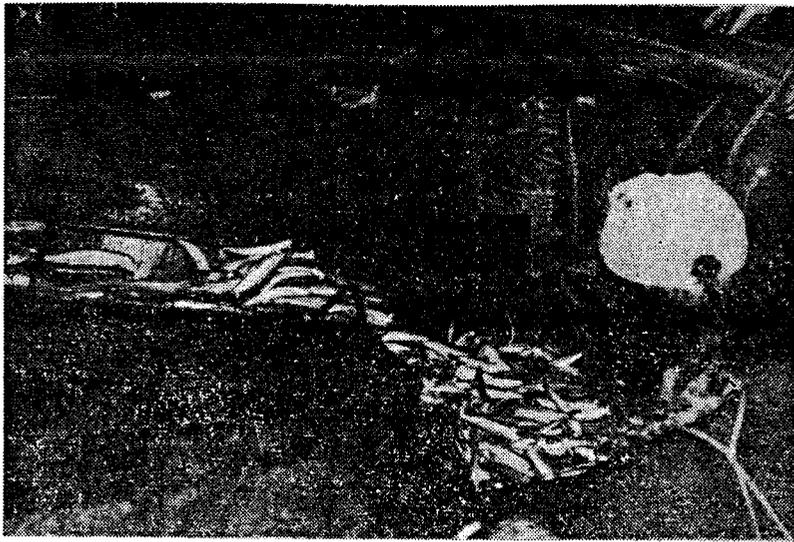


Fig. 15. Pumping up round herring through chuti to the hold in the field.



Fig. 16. Damaged rate measured in the field.

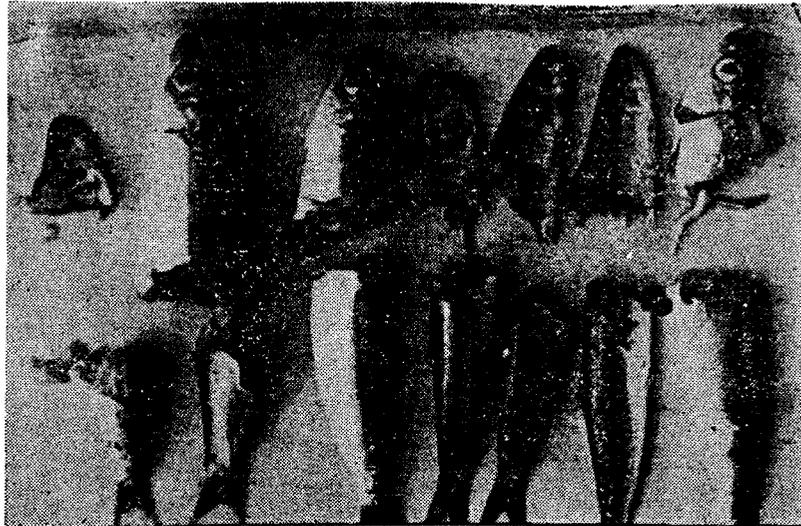


Fig. 17. Round herring through the fish pump severed by the runner.

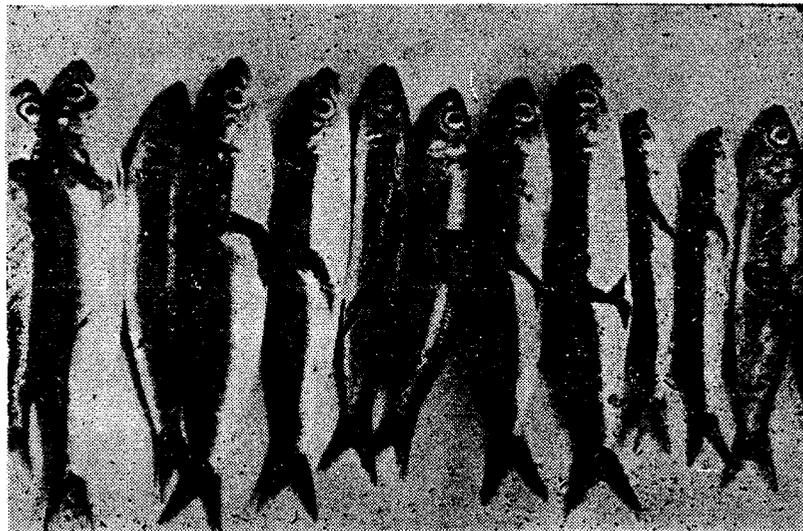


Fig.18. Round herring through the fish pump hurt by the runner.

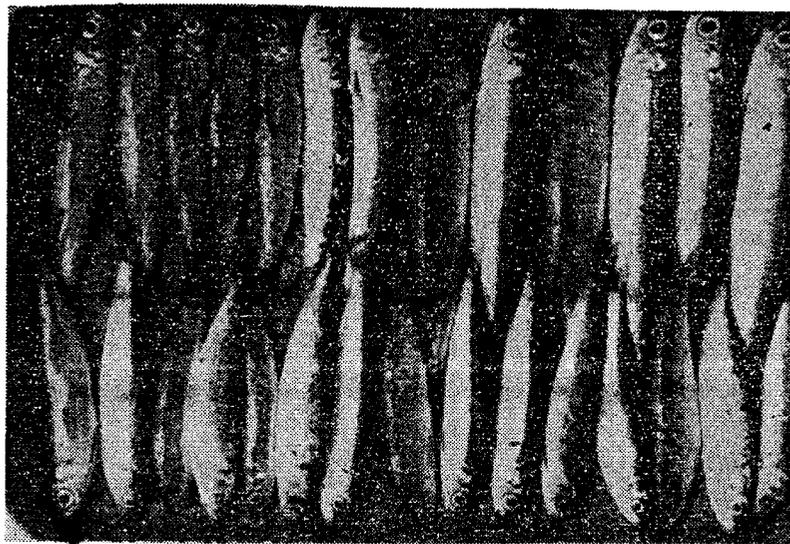


Fig. 19. Undamaged round herring after pumped by the fish pump.

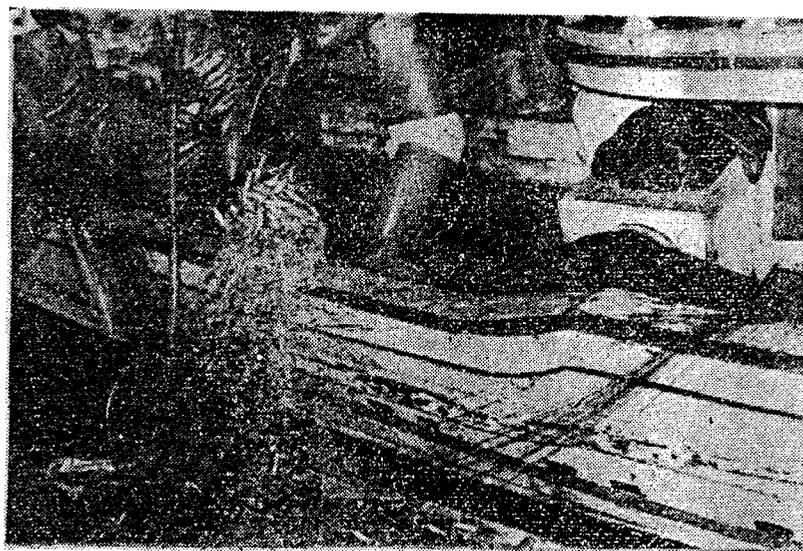


Fig. 20. Hauling the round herring by scoop net.

五、摘 要

1. 由試驗得知，該漁撈幫浦之揚量（C）及管內流速（V）隨轉速（R）之增高而直線增加，其關係得分別以下列二式表之：

$$C = 2.25 \times 10^{-3} R$$

$$V = 2.98 \times 10^{-3} R$$

2. 由活魚吸取之初步試驗得知，當轉速在 700~750r. p. m. 時，其活存率高達90%以上，若轉速降底，則其活存率將可更高，而以500~600r. p. m. 較為適宜。
3. 在鮮魚試驗中，當轉速超過800r. p. m. 時，則魚體損傷率劇增，並顯示其適當轉速應在710r. p. m. 以下。
4. 於海上實際操作，並以臭肉鯿為主要漁獲對象，在780r. p. m. 轉速下，測得魚體損傷率僅4.9%。其幫浦之揚魚量，轉速在 750r. p. m. 時，約為 100~150 kg/min；500r. p. m. 時，約為70~90kg/min。

六、謝 辭

本試驗得以順利完成，蒙鄧所長東山博士之督促，本所海洋漁業系主任李燦然博士之指導及核稿，更蒙農復會漁業組關組長壯狄先生、陳朝欽技正、黃平山先生之鼓勵及提供寶貴資料，特表衷心謝誠；試驗間另蒙本分所同仁張水源、陳水圳、盧再和等及聯福3號船長劉用先生與全體船員之鼎力協助，在次一併致謝。

七、參 考 文 獻

1. 周耀然、何權法（1970）。本省市着網具利用計測器之調查研究-I。59年海洋學報，省立海洋委院刊行 2。
2. 劉建隆、鄭廣輝、林瑤坤（1973）。澎湖縣鱒漁業機械化試驗及推廣成果報告。中國水產224，2—8。
3. 蘇偉成、鄭廣輝（1975）。澎湖單艘巾着網。中國水產276,19—24。
4. Bardarson, H. R. (1971). Deck equipment for purse seining. Modern Fishing Gear of the World 3, 286-287. Edited by H. Kristjonsson, published by Fishing News (Books) Ltd. London.
5. 添田秀男、三次信輔、田原陽三、川田二郎（1964）。フイツミ₁ポンプの利に関する研究—VI。日本水產學會誌31(3), 170。
6. 川田三郎（1961）。魚吸揚ポンプ，樂水1（618），8—12。
7. 王石安（1968）。實際管路問題，應用流體力學第6章第7節，191。
8. 添田秀男（1964）。Fish-pumpの實用化に関する研究—II。海洋科學6, 136-137。

9. Burgoon, D. W. (1959). The use of Fish-pumps in the U.S.A.. Modern Fishing Gear of the World 1, 414-416. Edited by H. Kristjonsson, published by Fishing News (Books)Ltd, London.
10. Bobas J. S. (1959). Menhaden purse seining. Modern Fishing Gear of the World 1, 398. Edited by H. Kristjonsson, published by Fishing News (Books) Ltd., London.
11. 渡瀬節雄(1971)。イカを吸あげるい—米國と日本の漁業における省カ化の相異，水産週報632, 16-18。
12. Nikonrov, I. v. (1959). The basic principles of fishing for the Caspian Kilkia by underwater light. Modern Fishing Gear of the World 1, 562-56. Edited by H. Kristjonsson, published by Fishing News (Books) Ltd., London.
13. Nikonorv, I. V. (1963). Pump fishing with light and electric current. Modern Fishing Gear of the World 2, 577-579. Arranged by the Technical Staff of Fishing News International and Fishing News, London.
14. 張林(1965)。電氣幫浦漁法，中國水產148, 6。
15. Dethloff, J. (1963). Problems of electro-fishing and their solution. Modern Fishing Gear of the World 2, 552-553. Arranged by the Technical Staff of Fishing News International and Fishing News, London.
16. 葉樹藩(1962)。直線迴歸及直線相關，試驗設計學第一部份生物統計學，145—172。
。
17. 添田秀男(1963)。Fish-pump の實用化に関する研究— I. 綜合海洋科學5, 13—31。
。