

漁撈幫浦之實用化試驗 — I

利用虹吸管之水流分佈試驗及活魚吸取與幫浦對魚之影響

蘇 偉 成

Experiments on the practical use of Fish Pump--I
Compared to stream pattern of various siphon and
experiments on pumped living fish and autopsy of
pumped fish

SU WEI CHENG*

In order to confirm the effective range of the suction power in operating using a fish pump, it is important to understand stream patterns around the suction nozzle; And, for efficiently operating a fish farm, the fish transferred from pond to pond as often as possible. Therefore, the stream patterns compared experiments were carried out in a glass aquarium (77×35×45 cm) in which a vinyl hose (5 mm in inner diameter) was arranged as a siphon; And the living fish pumped tests were done from one pond to another by a fish pump of 5 in. in caliber.

The results obtained are summarized as follows:

1. In this experiment, the relation between average current velocity of siphon (V) and suction head (H) is shown as $V = a H^b$.
2. The results revealed that no remarkable changes occurred in the stream patterns around the suction nozzle regardless of the position of the suction nozzle or change of the suction head. Since the velocity of the stream straightly decreases with the increases of the distance from the suction nozzle, the fish should be concentrated around the suction nozzle as much as possible to efficiently pump them up.
3. In this test, the pumping capacity (C) or the average current (V) in the hose of 5 in. fish pump was increase in proportion to the increase of running revolution (R); Its relation is shown as follows:

$$C = 2.5 \times 10^{-3} R$$

$$V = 3.15 \times 10^{-3} R$$

4. After the *Sarotherodon mossambica* pumped through a water separator, the 41% of died fish was died from external injury in the running revolution at 700 and 750 r.p.m.. But, if the fish pumped from one pond to another directly, the mortality of external injury was decreased to 27% in running revolution at 750 r.p.m. and the *Sarotherodon mossambica* were voluminously died from internal bleeding.

5. The mortality was 1% in the running revolution at 620 r.p.m., but the suction force was decreased greatly.

前 言：

由於工商業的發達，致漁業生產勞動力的不足現象日趨嚴重，對於我國漁業不論是遠洋、近海、沿岸及養殖漁業，皆有莫大的影響。因之，漁業經營的機械省力化問題，為一刻不容緩的重要研究課題。

筆者為促進漁業合理化的經營，曾自行設計並製成一五吋口徑之陸上式漁撈幫浦 (Land type fish pump, 5 in. caliber) 並完成初步之基礎試驗 (蘇等, 1977)，為早日達成實用化而實施一系列之試驗，本篇乃為確知幫浦之有效吸魚範圍，利用虹吸管 (Siphon)，以觀測其吸入口之水流分佈情形。更為確定幫浦之活魚吸取效果及其對魚之影響，而實施活魚吸取試驗，並將其蓄養測定其死亡率，且就死魚加以解剖，俾瞭解其致死原因，用為設計改進之參考，以促其能早日應用於各漁業，用以解決目前經營之困難，並使我漁業有突破性的進展。

方法與材料：

1. 於小型玻璃水槽 (長77cm×寬35cm×深45cm)，利用虹吸管原理 (矢島等, 1964; 添田, 1963)，以透明塑膠管 (內徑5mm長150cm)，將吸入口置於水槽中央部，然後水槽注水，待水槽內之水完全靜止時，開始吸水，並於吸入口附近適當的滴下紅色染料 (Rhodamin-B) 之溶液，然後以照相機拍攝其流線之狀況。在落差 (Suction head) 保持一定 (65cm及100cm) 的情況下，吸入口分為向上 (Upward)、橫向 (Horizontal) 及向下 (Downward) 等，觀測其流線 (Stream pattern) 之變化，其裝置如圖1. 所示，且實驗中水位在變化極小的範圍內實施之。

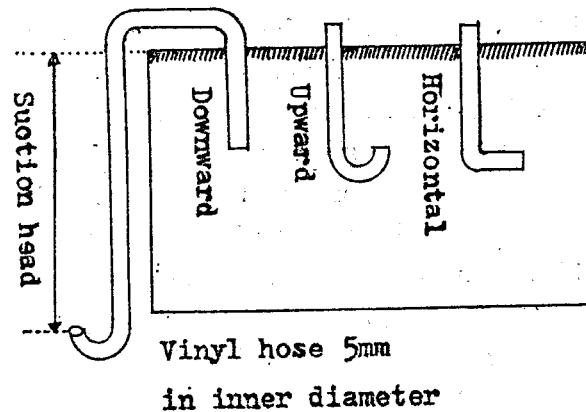


Fig. 1. Glass aquarium for this experiment.

2. 利用養魚池 (500×400×130cm) 並佈以尼龍網地，以縮小魚羣之活動範圍 (如圖2.)，內放入吳郭魚 (*Sarotherodon mossambica*，體長5cm~25cm)，以自行設計製成之5吋陸上式漁撈幫浦 (該幫浦由18HP之柴油引擎帶動)，經塑膠管及魚水分離器 (Water separator)，其連接構成如圖3.，在不同轉速下吸取活魚 (轉速之測定係以手上輕便轉速計測之，如圖4.)，並分別將吸上之魚置於魚池中加以蓄養觀察，且將已死之魚加以解剖 (如圖5.)，以瞭解幫浦對魚之影響及致死原因，並計算其活存率。另在同一轉速下，魚羣不經過魚水分離器而直接抽入另一魚池，以比較幫浦之效率。



Fig. 2. Pumping up living fish of *Sarotherodon mossambica* from pond.

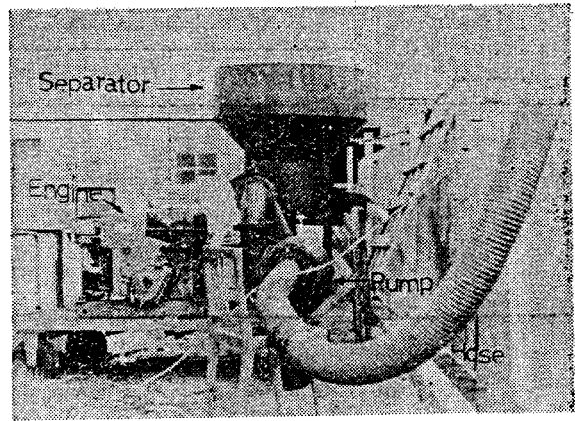


Fig. 3. Fish pump of 5 in. in caliber used in this experiment.



Fig. 4. Running revolution measured by hand tachometer.

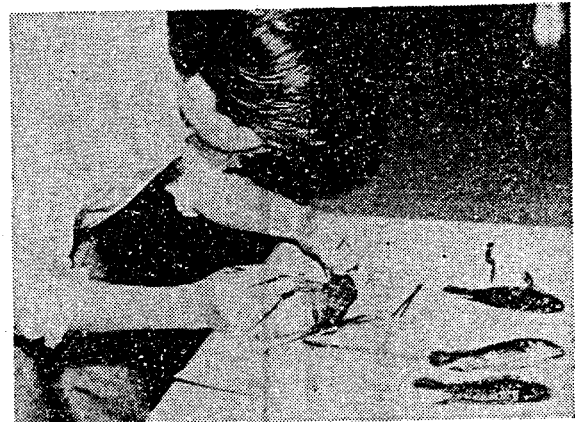


Fig. 5. Autopsy of pumped fish.

結果與討論

1. 水流分佈試驗：

首先為瞭解落差H與管內流速V的關係，於實驗水槽內利用虹吸管（內徑10mm及5mm，長150cm之透明塑膠管），變化各種落差，而測定其一定時間內之流量，然後換算為管內平均流速（王，1968；彭等，1976），得知落差H(cm)與流速V(cm/sec)，有 $V = aH^b$ 的關係，如圖6所示，且b大約等於0.6，而a則隨內徑之大小不同而迥異，此結果與三次等，（1963）；添田，（1963）之實驗結果不謀而合。

變化吸入口的方向，當水槽內的水完全靜止時，開始吸水，並適當滴下Rhodamin-B，於吸入口附近，則可見其流線的模樣，雖然落差改變，然其流線之形狀，流向吸入口且其方向亦約略相同，將其流線之分佈，經拍攝後之圖例，如圖7~9。因其為穩定流，由拍攝之照片將其主要之流線描

Table I. Ratios of the equipotential surface at various distances from the suction nozzle compared among different siphon.

Distance from the nozzle*	Nozzle position with h=65cm			Nozzle position with h=100cm	Average
	Upward	Horizontal	Downward	Horizontal	
0	1	1	1	1	1
1	6.8	7.8	7.8	10.2	8.2
2	38	46	40	64	47
3	117	112	108	149	122
4	231	219	207	256	228

*Indicated by taking the inner diameter of the siphon hose as unit.

h : Suction head

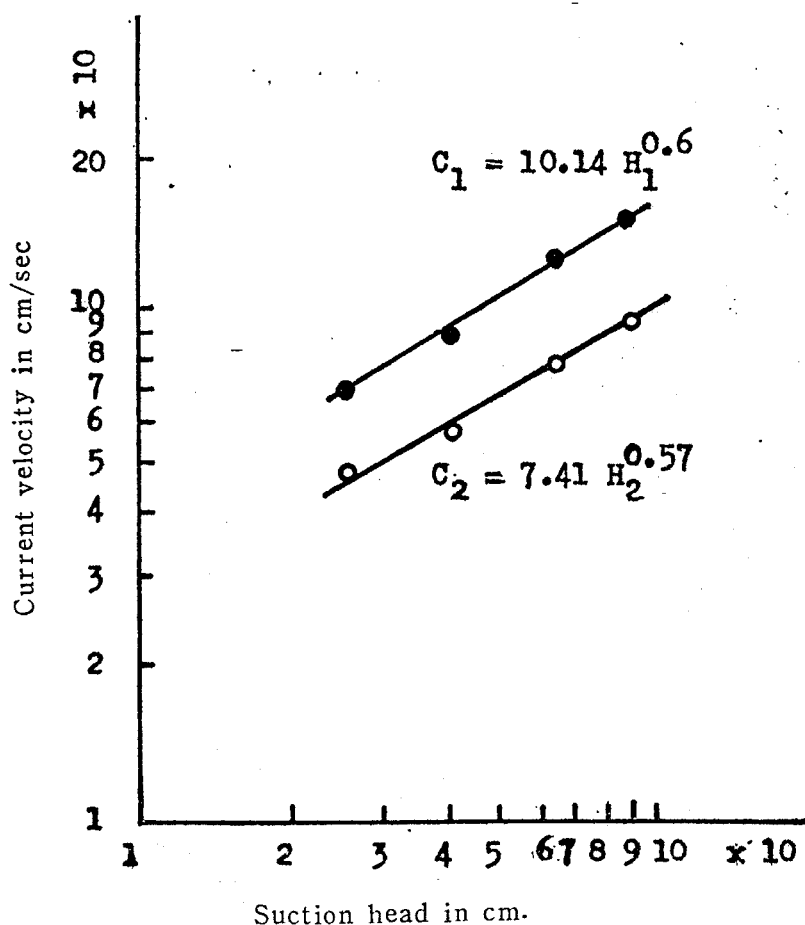


Fig. 6. Relation between suction head and current velocity in differently sized siphons.

● Siphon, 10mm. in diameter, and 250cm. in length.

○ Siphon, 5mm. in diameter, and 250cm. in length.

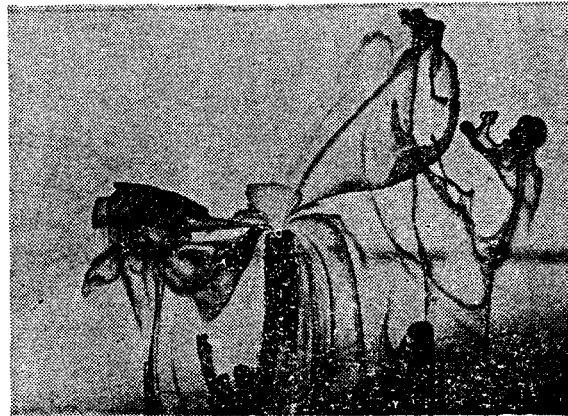


Fig. 7. Stream patterns around the suction nozzle held upward with the suction head kept at 65 cm.

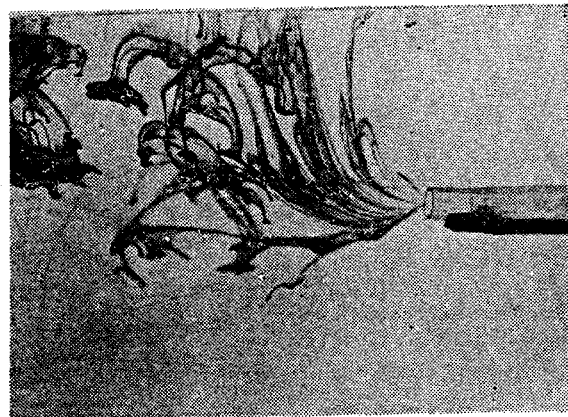


Fig. 8. Stream patterns around the suction nozzle held horizontally with the suction head kept at 65 cm.



Fig. 9. Stream patterns around the suction nozzle held downward with the suction head kept at 65 cm.

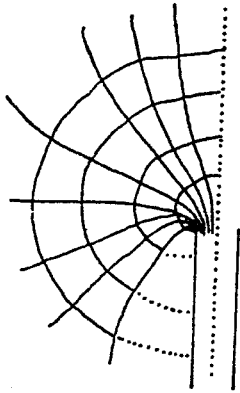


Fig. 10. Stream lines and equipotential surface around the suction nozzle held upward with the suction head kept at 65cm.

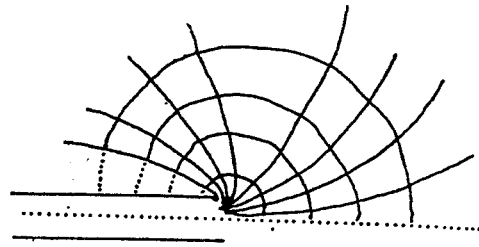


Fig. 11. Stream lines and equipotential surface around the suction nozzle held horizontally with the suction head kept at 65cm.

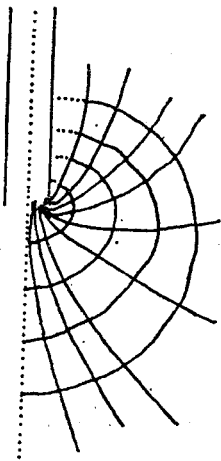


Fig. 12. Stream lines and equipotential surface around the suction nozzle held downward with the suction head kept at 65cm.

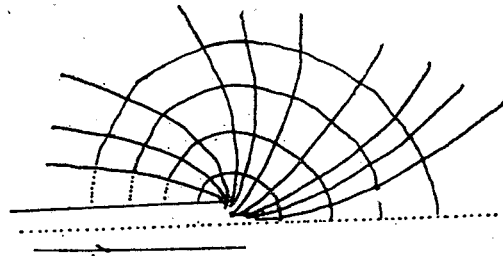


Fig. 13. Stream lines and equipotential surface around the suction nozzle held horizontally with the suction head kept at 100cm.

出，又以虹吸管之中心為軸，以其內徑為單位，描繪與主要流線成直角之線羣，其形狀近似圓形（如圖10~13）。因為吸入口為圓筒形，而向吸入口集中之流線，其等位面(Equipotential surface)乃以該管中心線為軸而成迴轉面，因其近似圓形，因之等位面乃以中心線為徑之球面，並求得其與吸入口斷面之比，如表I所示，且因同一時間通過各面之流量相等，所以通過各面之流速與各面積成逆比（因 $V = Q/4\pi r^2$ ，王，1968；彭等，1976），其速度比與各單位距離之關係如圖14，由圖顯示，流速比例隨距離之增加而成直線銳減，距離越遠減少越劇，此與矢島等(1964)之試驗結果相同，因之推定為擴大有效之吸魚範圍，則吸入之流速越大則越佳，如此則管徑較大其能率亦較優，由此確知，利用幫浦捕魚，必須利用各種集魚方法，使魚羣儘量接近於吸入口，則其效率方可發揮。

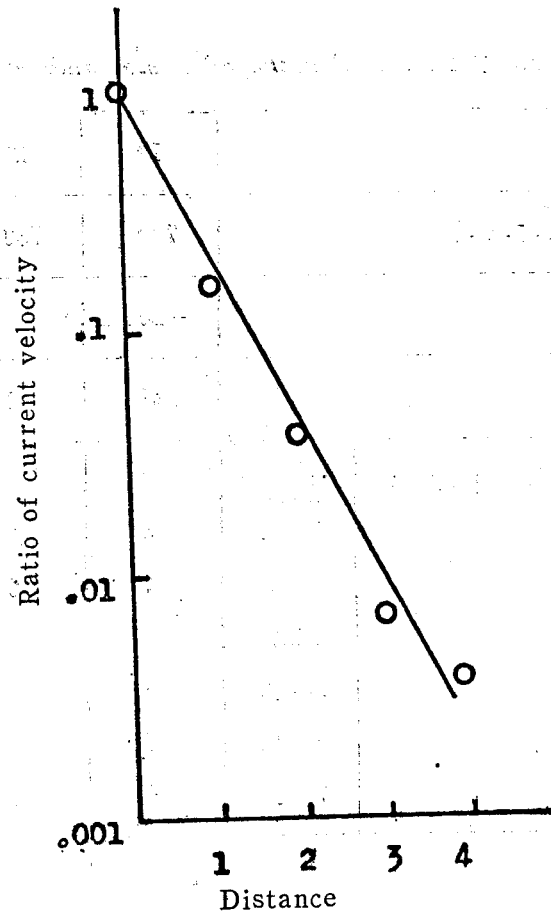


Fig.14. Relation between the stream velocity and the distance* from the suction nozzle when the velocity at the nozzle is regarded as unit.
 * Indicated by taking the inner diameter of the siphon hose as unit.

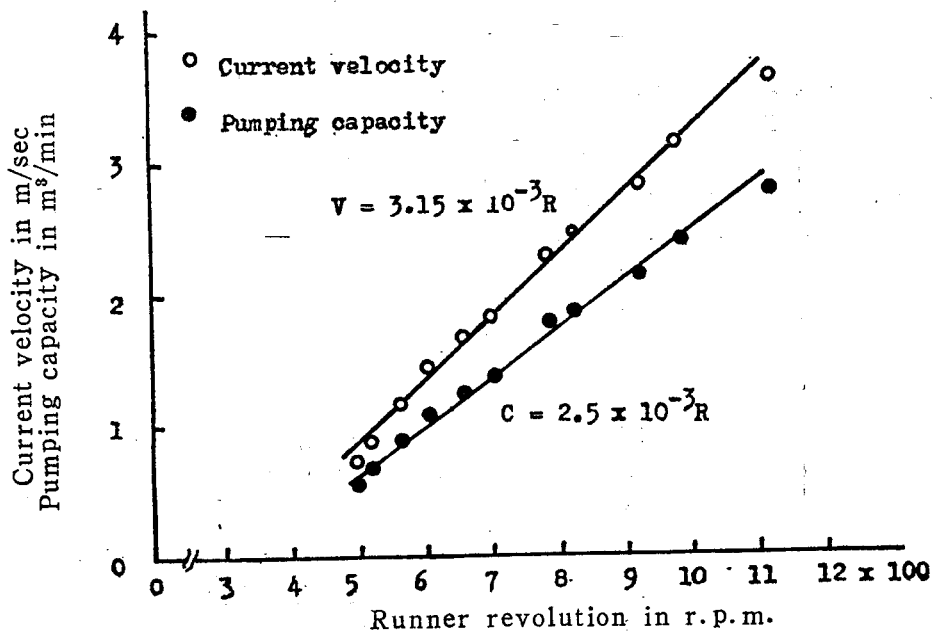


Fig.15. Relation between pumping capacity, current velocity and Running revolution.

Table II. Mortality rate of *Sarotherodon mossambica* in test.

Test number		1*	2*	3**	4**
Running revolution (r.p.m.)		700	750	620	750
Length of fish		6—20cm	6—20cm	5—20cm	8—25cm
Number of fish		241	261	71	623
Number of fish died with progress of time after pumped	within 1hr.	0	3	1	27
	6hrs.	4	19	0	4
	12hrs.	7	6	0	10
	1day	6	4	0	7
	2days	13	15	0	0
	3days	6	9	0	0
	7days	0	0	0	0
Total		36	56	1	48
Mortality rate (%)		14.9%	21.5%	1%	7.7%

* The fish were pumped through a water separator.
 ** The fish were pumped from one pond to another directly.

Table III. Possible causes of mortality of *Sarotherodon mossambica* as found in autopsy after pumped experiments.

Test number	Number of fish	Autopsy observation
1	12	Internal bleeding
	10	Breast bleeding
	1	Liver break
	13	External injury
2	22	Internal bleeding
	4	Breast bleeding
	30	External injury
3	1	External injury
4	26	Internal bleeding
	9	Breast bleeding
	13	External injury

2. 活魚吸取試驗及幫浦對魚之影響：

首先就該幫浦之揚量(C)，在各種不同轉速(R)下之管內平均流速(V)加以測定(試驗的進行在吸入管長為5m，排出管長6m，揚程1.5m的情況下實施)，其結果如圖15所示，其揚量與流速皆隨轉速之增高而直線增加，其關係得分別以 $C = 2.5 \times 10^{-3} R$ ， $V = 3.15 \times 10^{-3} R$ 表示之。

被試驗之對象魚，皆先行於魚池內蓄養一段時間，使魚羣趨於穩定且情況良好，吸取後並移入他池蓄養，以觀測其隨時間經過之死亡情形，並加以解剖以瞭解其致死原因，其死亡的經過及解剖之結果如表II及表III，由表中得知，當魚羣經幫浦吸取後，再經過魚水分離器時，大部份之死魚，係因外傷(External injury)而死(其外傷包括鱗片脫落、鰓蓋出血及表皮擦傷等)，而未經過魚水分離器，而直接抽入他池者，在轉速750r. p. m.，其大部份係因內臟出血(Internal bleeding)而致死，此係因轉速過快、壓力大，流速強而導至魚體之內傷(Internal injury)，然當轉速降為620r. p. m.時，則僅極少因外傷而死，其餘皆完好無恙，而活存率高達99%，然由於流速低，吸力小，其吸魚能力大減，因之在實際應用上亦得衡量其經濟效益，而採行適當之轉速(村山, 1963)另更由試驗中得知，在轉速於700及750r. p. m.下，魚羣吸取後經魚水分離器，其外傷而死者佔全死亡魚的41%，較吉牟等1964之試驗結果之30%為高，此純係因魚水分離器之使用所導至，另於750r. p. m.時，活魚吸取後，不經該分離器，則死亡魚因外傷致死者僅27%；且使用魚水分離器時，於700r. p. m.之轉速下其活存率為85%，而轉速為750r. p. m.時，則僅為78.5%，較不使用該分離器，而轉速在750r. p. m.時之92.3%，則減低甚多，足見該分離器在設計上，尚待改進，例如其中之濾網，應將其改用無結節網地(Knotless net)，以減少活魚因外傷而死，且吸入管及排出管絡若能以軟質之材料構成，且底閥內套以橡皮，如此皆可減少魚羣吸取後之死亡率。另若使用沈水式漁撈幫浦(Submersion type or underwater type fish pump)，則可不使用底閥，非但吸力大，並可減少損傷率，提高效率(Bardarson, 1971)。

摘 要

1. 虹吸管之落差H與管內流速V的關係，得以 $V = aH^b$ 表示之。
2. 由試驗顯示，不論虹吸管之方向如何，雖然落差改變，然其吸入口之水流分佈狀況則少有變化。且流速隨與吸入口距離的增加，而急激的降低，因之若欲以幫浦吸取活魚，則必須利用各種集魚方法，使魚羣儘量集中於吸入口，方能達到其效率。
3. 本試驗中，幫浦之揚量、管內之平均流速與轉子轉速的關係，得分別以下二式表示之：

$$C = 2.5 \times 10^{-3} R$$

$$V = 3.15 \times 10^{-3} R$$
4. 轉速在700r. p. m及750r. p. m.下，吳郭魚經幫浦吸取後，再經魚水分離器，其大部份因外傷而死，約佔死亡魚的41%，若不經該分離器，在轉速750r. p. m.時，而直接由魚池將活吳郭魚抽至另一池時，則因外傷致死之死亡率可降至27%，而大部份則因內出血致死。
5. 轉速降為620r. p. m.時，雖死亡率甚低，僅1%，然其吸力則減低甚巨。

謝 辭

本試驗得以順利完成，蒙恩師本所李所長燦然博士之指導，更蒙農復會漁業組副組長壯狄先生、黃平山先生之鼓勵及提供寶貴之意見及資料，特表衷心謝誠，又試驗進行中蒙本分所同仁鄭廣輝、盧再和等之協助及曾煥仁、湯弘吉之協助魚體解剖觀察，在此一併致謝。

參考文獻

1. 蘇偉成、鄭廣輝 (1977) : 漁撈幫浦實用化之初步試驗, 台灣省水產試驗所試驗報告, 第29號, 23—38.
2. 矢島信一・吉牟田長生・三次信輔・田原陽三・川田三郎 (1964) : フイツシュポンプ利用に関する研究—IV, 日本水産學會誌30 (6), 486—489.
3. 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.
4. 王石安 (1968) : 實際管路問題, 應用流體力學第6章第7節, 中華書局刊行, 191, 台北。
5. 彭源昌、劉威士、古希人、詹德隆、戚威 (1964) : 機械設計算例與詳圖, 科技圖書有限公司刊行, 73—100, 台北。
6. 三次信輔・田原陽三・矢島信一・吉牟田長生・川田三郎 (1963) : フイツシュポンプ利用に関する研究—II, 日本水産學會誌29 (9), 841—842.
7. 添田秀男 (1963) : Fish-pumpの實用化に関する研究—II, 日本海洋科學6, 131—142.
8. 村山敏三 (1963) : Fish Pump 利用にする漁業合理化に関する研究, 昭和36年度農林漁業試験研究費補助金にする研究報告, 11.
9. 吉牟田長生・田原陽三・三次信輔・矢島信一・川田三郎・添田秀男 (1964) : フイツシュポンプの利用に関する研究—V, 日本水産學會誌, 30 (12), 951—954.
10. Bardarson, H. R. (1975): 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.