

再刊編號：11
Reprint No. 11

抽印自 農業工程研究中心 研究報告
Reprinted from
Report of
Agricultural Engineering Research Center
AERC-84-RR-11

11

養殖用水量之現況調查研究

徐玉標•江漢全•林承民

A Survey on the Water Requirements of Fish Culture Ponds in Taiwan

Yuh-Piau Hsu, Hann-Chyuan Ching and Chen-Ming Lin

農委會補助計畫編號：
73農建-4.1-產-130(7)

養殖用水量之現況調查研究

徐玉標·江漢全·林承民

A Survey on the Water Requirements of Fish Culture Ponds in Taiwan

Yuh-Piau Hsu*, Hann-Chyuan Ching* and Chen-Ming Lin**

In order to determine the water requirement per month per year of major culture species in Taiwan, 7 eel, 9 shrimp, 10 milkfish and 8 tilapia farms were studied for one year. Every three months, the amount of water pumped into the pond was timed and the total needs of the pond for the succeeding months was calculated. This was checked against the farmers' electric bill for the month. Results show that in terms of both water requirements/unit culture area and water requirements/total production, the need is greatest for eel ponds, followed by shrimp ponds, then milkfish ponds, with tilapia ponds requiring the least.

前 言

近二十年來，由於工業逐漸發展，經濟結構顯著改變，致使農村勞力集中城市，農村人力漸形缺乏，工資上漲，傳統的農業經營面臨多方面的挑戰。本省地處亞熱帶，四面環海且氣候溫和，頗適合養殖漁業之發展，在農業經營諸多困難下，養殖收益常較農作物為高，因此，隨著魚類養殖技術的進步，養殖魚塢的面積逐年擴增，魚類生產量值也增加迅速。

臺灣早期發展以農業為主，各河川之水權，早為農業及自來水事業所登記，除非興建水庫、開發地面水源，實難有餘水可供養殖漁業使用。養殖業者乃開井抽取地下水，由於欠缺規劃且未嚴格執行法令，超抽地下水之現象甚為普遍。專家指出⁽¹⁾，養殖用水產生的問題可歸納為四點：

1. 淡水水源缺乏。
2. 超抽地下水引起地盤下陷等問題。
3. 鹹水污染鄰區農田。
4. 漁民引取海水破壞排水門。

這些養殖用水衍生的問題，以有系統的規劃調配養殖用水為最重要的因應措施之一。基此，各類養殖用水量調查實為最基本的工作。

據臺灣省漁業局民國七十二年的統計⁽²⁾，除了淺海、水庫及其他水域養殖外，本省鹹水魚塢面積有 21,515 公頃、淡水魚塢 19,015 公頃，總計 40,530 公頃。見表一，養殖面積超過兩千公頃的養殖魚類有：虱目魚、吳郭魚、蝦類及鰻魚。四類合計養殖面積達 30,386 公頃，佔總魚塢養殖面積 75%。這四種調查魚類之主要生產地區分別為：吳郭魚在臺南縣及嘉義縣；鰻魚在彰化縣及屏東縣；虱目魚在臺南縣及高雄縣；蝦類則在屏東縣及雲林、嘉義、宜蘭等地。此可由表二中各縣市四種魚類生產量值得知。

本計劃之目的，即在調查瞭解本省這四類代表性養殖業之用水情形，以供養殖用水營運調配規劃及進一步改進養殖用排水管理研究之參考。

* 國立臺灣大學農業工程系 (Department of Agricultural Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan R. O. C.)

** 農業工程研究中心 (Agricultural Engineering Research Center, Chungli, Taiwan, R. O. C.)

表一 四種主要魚類之魚塭養殖面積

單位：公頃

調查魚類	鹹 水 魚 塭			淡 水 魚 塭			總 計		
	單 養	混 養	合 計	單 養	混 養	合 計	單 養	混 養	合 計
虱目魚	11,446.89	3,292.67	14,739.56	436.70	288.00	724.70	11,883.59	3,580.67	15,464.26
吳郭魚	10.00	389.15	399.15	644.74	7,704.98	8,349.72	654.74	8,094.13	8,748.87
蝦類	2,051.07	1,600.68	3,651.75	320.63	80.30	400.93	2,371.70	1,680.98	4,052.68
鰻	—	—	—	2,033.70	86.00	2,119.70	2,033.70	86.00	2,119.70
合計	13,507.96	5,282.50	18,790.46	3,435.77	8,159.28	11,595.05	16,943.73	13,441.78	30,385.51
其他	814.14	1,910.59	2,724.73	767.78	6,652.03	7,419.81	1,581.92	8,562.62	10,144.54
總計	14,322.10	7,193.09	21,515.19	4,203.55	14,811.31	19,014.86	18,525.65	22,004.40	40,530.05

表二 調查魚類72年度各縣市生產量值

單位：公頃

縣 市 別	魚 類 別	生產量值			
		吳郭魚	鰻魚	虱目魚	蝦類
高雄	市	490	2	891	914
臺北	縣	7	849	—	—
宜蘭	縣	1,123	1,935	2	823
桃園	縣	594	1,031	—	20
新竹	縣	594	35	—	—
苗栗	縣	191	110	11	—
臺中	縣	190	151	—	3
彰化	縣	2,444	10,800	40	108
南投	縣	177	1	—	—
雲林	縣	6,689	4,301	1,536	978
嘉義	縣	9,490	2,030	5,125	839
臺南	縣	21,847	642	11,102	54
高雄	縣	3,655	810	10,100	357
屏東	縣	1,470	7,650	1,190	5,890
臺東	縣	349	—	8	11
花蓮	縣	853	—	17	24
澎湖	縣	—	—	—	—
基隆	市	—	—	—	—
新竹	市	128	51	—	—
臺中	市	22	22	—	—
嘉義	市	50	—	—	—
臺南	市	3,001	4	6,966	63
總計	計	53,364	30,424	36,988	10,084

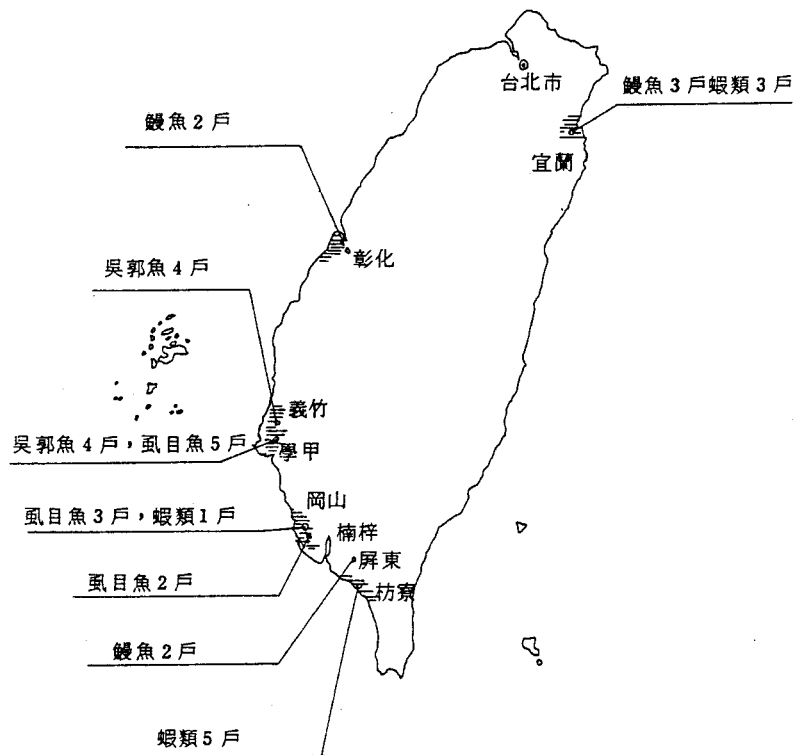
材 料 與 方 法

(一) 養殖戶之選擇與分佈

於 72 年 11 月 2 日邀請農發會（現改為農委會）、臺灣大學、省漁業局及水產試驗所諸位專家共八位在農業工程研究中心召開座談會，會中提供調查漁戶分佈地點，據以遴選養殖戶計 34 戶，調

表三 調查養殖漁戶各地點之戶數

地 類 別	區	屏東縣	宜蘭縣	鹿港王功	臺南縣市	高雄縣市	嘉義縣市	合 計
蝦 類		5	3			1		9
鰻 魚		2	3	2				7
虱 目 魚					5	5		10
吳 郭 魚					4		4	8



圖一 調查養殖戶位置圖

查養殖戶地點列如表三，並以圖一表示之。

(二) 調查方法

1. 養殖戶基本資料之建立

參考專家提供之意見，設計養殖戶用排水情形調查訪問表，內容包括養殖戶現場地形、養殖密度、一般用排水習慣、抽水設備、其他動力設備。於調查工作期間若有變更隨時記錄。

2. 每月調查工作

自 73 年元月至 73 年 12 月止，調查各養殖戶每月抽水時數、其他用電設備使用時數、養殖概況、收穫情形等，並原則上每戶每三個月測定一次抽水機流量。

3. 量水方法

養殖戶用水量之量測，採用下列方法：

① 容量測定法：

養殖戶有適當容器或建造物時使用之。測定某時間內所抽取水之容量而求流量。

②水平管流量測定法：

部分養殖戶之抽水管經水平管流出，若滿管，則可以直角量尺，量測流水射程，代入下列公式計算流量：

$$Q=3.173D^2X$$

式中 Q =流量 (CMS)
 D =管徑 (M)
 X =流水射程 (M)

若非滿管，則依對應有效面積因素公式校正之。

③設水尺測定：

其原理與容量測定法相同，於養殖池設置水尺，測定某時間內所抽取水在水尺標高的差距，進而與面積可算出抽取水量，則可求得流量。

④抽水機抽出水量計算法：

抽水設施，可以依其抽水機型式、馬力數及揚程而計算流量，其計算公式：

$$Q=\frac{75 \cdot H_p \cdot E_p \cdot E_a}{W \cdot H}$$

式中 Q =流量 (CMS)
 H_p =馬力數
 E_p =抽水機效率 (0.5~0.7)
 E_a =馬達效率 (0.6~0.8)
 W =水之重量 (1,000 kg)
 H =揚程 (包括實揚程及損失水頭)

4. 資料統計分析

由每月調查工作及量水得到的資料，比對漁戶基本資料統計，計算各養殖戶每月用水量。就所得資料儘可能採取兩種以上方法計算比照，若有衝突矛盾之處則查其原因。

少數養殖戶提供抽水時間資料不正確或魚池設備太複雜不易量水，則其用水量以統計同一地區每電度之抽水量資料計算之。

結果與討論

(一) 鰻魚養殖用水量

原定全省調查 10 戶，其中屏東 5 戶、鹿港 3 戶、宜蘭 2 戶，但由於研究期間，時有因地層下陷政府將管制地下水之報導，致合作養殖戶疑懼，不願合作。本計劃調查得有完整資料者計 7 戶，其中彰化縣 2 戶、宜蘭縣 3 戶、屏東縣 2 戶。

各鰻魚養殖戶的基本資料見表四，各養殖戶皆為流水式集約養殖，養殖密度在 150,000~285,000 尾/公頃之間，屏東地區較彰化，宜蘭地區通常密度較高。各地皆為全年養殖，養殖戶常依鰻魚的大小分池飼養，然後分批收穫。

養殖戶各月份每公頃用水量列如表五。據養殖戶表示，在夏季通常用水較冬季為多，但由表五各月份用水量數據則並無顯著差異，可能由於魚體大小、分池作業、降雨量、收穫清池作業等諸多因子皆會影響用水量，數種因素交替影響使其用水情形不能單純由季節變化顯出多寡。每公頃用水量以屏東地區的 A-9、A-10 兩戶，顯得特別高，為彰化、宜蘭地區兩倍以上，其原因推測與其養殖密度較高、氣溫較高、水質及用水管理習慣等有關，有待進一步研究。

表四 各鰻魚養殖戶基本資料

編號	地區	養殖面積 (公頃)	抽水設備	養殖密度 (尾數/公頃)	量水方法	水源
A-1	彰化、鹿港	2.0	25 HP+20 HP+15 HP	150,000	容量法	地下水
A-2	彰化、鹿港	2.1	10 HP×1+3 HP×2	250,000	容量法	地下水
A-4	宜蘭、壯圍	1.1	3 HP×4	150,000	抽水量計算法	圳水 地下水
A-5	宜蘭、壯圍	0.7	5 HP×1+1 HP×1	150,000	容量法	地下水
A-6	宜蘭、壯圍	0.41	2 HP×2	150,000	抽水量計算法	圳水 地下水
A-9	屏東、萬丹	0.8	5 HP×2	285,000	抽水量計算法	地下水
A-10	屏東、佳冬	0.2	5 HP×1	200,000	抽水量計算法	地下水

表五 鰻魚養殖每公頃各月份用水量

單位：噸

月份	A-1	A-2	A-4	A-5	A-6	A-9	A-10
一月	25,634	24,757	33,826	16,302	37,906	107,980	63,595
二月	25,072	22,514	33,264	19,316	51,194	99,075	63,640
三月	22,111	24,557	30,349	17,457	51,194	111,370	69,290
四月	24,840	28,215	29,205	20,507	17,724	118,123	67,055
五月	22,990	28,681	39,457	20,207	20,284	97,010	69,290
六月	27,868	33,825	43,810	26,673	34,287	89,436	67,055
七月	32,968	30,105	56,690	27,060	40,590	71,394	116,410
八月	36,810	42,739	37,170	30,481	35,431	71,660	116,410
九月	34,982	35,996	32,280	32,219	29,579	64,140	112,655
十月	37,442	31,016	42,650	40,524	36,751	62,775	116,410
十一月	36,549	26,529	37,370	32,098	32,670	91,125	81,235
十二月	33,860	25,400	41,160	28,801	39,165	89,463	81,235
總計	361,126	354,334	457,231	311,645	42,6775	1,073,551	1,024,280

表六為鰻魚養殖用水量與產量之關係。每公頃年用水量在 31~107 萬公噸之間，以屏東地區較高，原因推測已如前述；而每公頃年產量在 10~50 公噸之間，也是以屏東地區最高，其原因推測乃養殖密度較高及氣溫高成長較快之故。每生產 1 kg 的鰻魚所需使用水量在 16.78~30.48 m³ 之間，

表六 鰻魚養殖用水量與產量之關係

編號	養殖密度 (尾數/公頃)	養殖面積 (公頃)	全年總用水量 (噸)	淨產量 (公斤)	每公頃年用水量 (噸)	每公頃年產量 (公斤)	每公斤魚獲量 所使用水量 (噸)
A-1	150,000	2.0	722,246	30,000	361,123	15,000	24.07
A-2	250,000	2.1	744,103	36,000	354,335	17,143	20.67
A-4	150,000	1.1	502,960	16,500	457,236	15,000	30.48
A-5	150,000	0.7	218,149	13,000	311,641	18,571	16.78
A-6	150,000	0.41	174,977	8,000	426,773	19,512	21.87
A-9	285,000	0.8	858,841	29,556	1,073,551	36,945	29.06
A-10	200,000	0.2	204,856	10,000	1,024,280	50,000	20.49

各地區平均差距不大，據日本水產廳(1977)⁽⁴⁾的報告，日本養鰻每生產 1 kg 所使用水量為 11~81 m³ 之間，本研究調查在此範圍之內。

(二)蝦類養殖用水量

本省蝦類養殖歷史悠久，近年養殖尤其發達，養殖種類以草蝦為主，生產量佔 90%，砂蝦、斑節蝦及淡水長腳大蝦較少⁽⁴⁾。這四種蝦類除淡水長腳大蝦可在淡水或海鹹水中飼育外，其他三種均以鹹水魚塢養殖，一般以海水與淡水（大多抽用地下水）調整鹽分濃度飼養。

本調查全省計九戶，一戶為淡水長腳大蝦養殖，其餘八戶為草蝦養殖。以地區分，則屏東地區五戶，高雄縣一戶，宜蘭縣三戶。

表七所列為各蝦類養殖戶之基本資料，除高雄縣編號 B—6 的養殖戶為草蝦與烏魚混養外，其餘各戶皆為流水式集約單養，養殖密度在 189,000~300,000 尾/公頃之間，也是以屏東地區稍高。養殖期間則並非全年飼養，通常屏東地區可養 2~3 期，每期 4~5 個月；宜蘭地區只養 1 期，每期 5~7 個月。本計劃調查期間，即民國 73 年 5~9 月間，宜蘭地區發生嚴重草蝦病害，而在 8 月以後，屏東地區也流行草蝦病變，故調查地點中，B—8 及 B—5 有因草蝦罹病養殖失敗的事實，其間或停養清池，或改變其他魚類，其用水情形已不具代表性。

表七 各蝦類養殖戶基本資料

編號	地 區	養殖面積 (公頃)	抽 水 設 備	養殖密度 (尾數/公頃)	量水方法	蝦 類 別	水 源
B—1	屏東、枋寮	0.77	7.5 HP×1	200,000	水平管流量法	淡水長腳大蝦	地下水
B—2	"	0.565	10 HP×1	300,000	"	草 蝦	地下水及海水
B—3	"	0.8	10 HP×1+7.5 HP×1 5 HP×2+3 HP×2	250,000	"	"	"
B—4	"	0.45	5 HP×1	300,000	"	"	"
B—5	"	0.8	5 HP×1	250,000	"	"	"
B—6	高雄、岡山	3.27	5 HP×4	150,000	水尺測定法	"	地下水 (含鹽份)
B—7	宜蘭、壯圍	0.55	5 HP×2	218,000	容 量 法	"	"
B—8	"	0.5	4 HP×2	270,000	"	"	"
B—9	"	0.9	7 HP×5	189,000	"	"	"

養殖戶各月份每公頃用水量列如表八所示。此用水量乃淡水與海水之和，在養殖初期海水約佔 65%，至後期則海水、淡水各佔 50%⁽¹⁾。用水情形與草蝦個體的成長有關，隨著蝦體增長用水量增加，草蝦每公頃年用水量以屏東地區的 21~25 萬噸最多，宜蘭地區則因只養一期，年用水量在 6.3~8.1 萬噸左右，若將屏東地區年用水量折算為期用水量，則與宜蘭地區用水量接近。若以淡水及海水各佔 50% 來計算，則淡水（或海水）在屏東地區每公頃年用水量約為 10.5~12.5 萬噸，宜蘭地區年用水量約 3.15~4.05 萬噸之間。

表九為蝦類養殖用水量與產量之關係。每公頃年用水量與單位面積產量皆以屏東地區為最高，其原因主要為氣候條件適宜全年養殖且養殖密度較高所致。而生產 1 kg 蝦類所需使用水量在 6.83~24.83 噸之間，以宜蘭區養殖戶用水較多，顯示屏東與宜蘭兩地區養殖戶用水管理略有不同或屏東地區氣溫較高草蝦成長較快。見表十，以單期草蝦養殖來計算每公斤草蝦收穫量所需使用水量在 6.11~24.83 噸之間，與以全年用水量及產量資料計算得到相似結果。

表八 草蝦各月份每公頃用水量

單位：噸

月 份	B-1 ***	B-2	B-3	B-4	B-5 *	B-6 **	B-7	B-8 *	B-9
一 月	24,552	26,365	21,088	16,207	5,370	3,669	0	0	0
二 月	4,005	14,926	9,836	21,216	1,914	2,826	0	0	0
三 月	12,049	21,579	30,213	18,653	10,398	3,963	1,945	0	0
四 月	13,384	26,195	36,675	20,888	11,625	2,818	5,402	2,208	2,063
五 月	13,909	22,673	22,950	19,066	10,725	3,016	7,307	3,540	6,113
六 月	17,906	28,354	26,625	20,000	10,500	2,642	17,395	12,206	14,576
七 月	22,617	17,784	4,450	10,000	6,084	2,034	18,022	7,674	20,580
八 月	1,945	1,276	2,708	900	756	10,349	10,033	10,354	19,537
九 月	11,725	3,834	6,408	3,136	2,756	5,780	16,978	4,894	0
十 月	26,805	8,814	27,390	26,320	2,644	7,486	4,180	0	0
十一月	20,104	11,752	32,370	32,587	5,875	6,239	0	0	0
十二月	25,652	22,028	33,169	23,562	9,604	7,737	0	0	0
總 計	194,653	205,580	253,882	212,535	78,251	58,559	81,262	40,876	62,869

* 養殖期中有失敗記錄 ** 草蝦與烏魚混養(3~8月) *** 淡水長腳大蝦養殖

表九 蝦類養殖用水量與產量之關係

編 號	養殖密度 (尾數/公頃)	養殖面積 (公頃)	全年總用水量 (噸)	淨產量 (公斤)	每公頃 年用水量 (噸)	每公頃 年產量 (公斤)	每公斤漁獲量 所使用水量 (噸)
B-1	200,000	0.770	149,884	10,626	194,655	13,800	14.11
B-2	300,000	0.565	116,152	11,696	205,579	20,701	9.93
B-3	250,000	0.800	203,104	13,800	253,880	17,252	14.72
B-4	300,000	0.450	95,640	7,390	212,533	16,422	12.94
B-5	250,000	0.800	62,600	9,160	78,250	11,450	6.83
B-6	150,000	3.270	191,487	(4,570)	58,559	(1,398)	(41.90)
B-7	218,000	0.550	44,694	1,800	81,262	3,273	24.83
B-8	270,000	0.500	20,438	960	40,876	1,920	21.29
B-9	189,000	0.900	56,582	3,900	62,869	4,333	14.51

() 內之值只在3月~8月間養草蝦，其他時間不養草蝦。

表十 草蝦養殖單期用水量與產量之關係

編 號	養 殖 期 距	養 殖 方 式	每公頃單期 之用水量 (噸)	每公頃單期 之漁獲量 (公斤)	每公斤漁獲量 所使用水量 (噸)
B-4	73.1~73.4	集約單養	76,962	6,933	11.10
B-4	73.5~73.9	集約單養	53,102	4,000	13.28
B-5	73.4~73.8	集約單養	39,690	6,500	6.11
B-6	73.3~73.8	集約單養	24,822	1,398	17.76
B-7	73.4~73.9	集約單養	81,262	3,273	24.83
B-8	73.4~73.8	集約單養	32,530	1,920	16.93
B-9	73.4~73.8	集約單養	62,869	4,333	14.51

㊦虱目魚養殖用水量

臺灣虱目魚養殖面積計 15,464.5 公頃⁽²⁾，居全省之冠，漁獲量為 36,984 公噸僅次於吳郭魚⁽²⁾，本調查內之魚池構造皆為土質構造，池深在 1.5 米~3.5 米之間，養殖密度約 10,000~40,000 尾/公頃，為深水式淡水養殖。

本調查全省計 10 戶，其中臺南縣 5 戶、高雄縣 5 戶。表十一為所調查各虱目魚養殖戶之基本資料。臺南學甲地區 5 戶養殖戶除 C-9 養殖密度稍低為 15,000 尾/公頃外，其餘 4 戶在 30,000~40,000 尾/公頃，為高雄縣 5 戶養殖密度 10,000~15,000 尾/公頃之 2~4 倍。與鰻魚養殖同，也是全年都可養殖。

表十一 虱目魚養殖戶基本資料

編號	地區	養殖面積 (公頃)	抽水設備	養殖密度 (尾數/公頃)	量水方法	水源
C-1	高雄·岡山	4.2	5 HP×3	10,000	設水尺測定	地下水
C-2	高雄·岡山	4.3	5 HP×2+3 HP×2	12,000	設水尺測定	地下水
C-3	臺南·學甲	2.5	3 HP×1	30,000	抽水量計算	地下水
C-4	臺南·學甲	7.0	5 HP×1+3 HP×1	40,000	抽水量計算	地下水
C-5	臺南·學甲	16.0	5 HP×3+3 HP×4	40,000	抽水量計算	地下水
C-6	高雄·岡山	2.2	3 HP×2	15,000	設水尺測定	海水·地下水
C-7	高雄·楠梓	4.0	3 HP×6	15,000	抽水量計算	地下水
C-8	臺南·學甲	2.9	5 HP×1+3 HP×1	40,000	抽水量計算	地下水
C-9	臺南·學甲	4.0	5 HP×1+3 HP×2	15,000	抽水量計算	地下水
C-10	高雄·楠梓	3.2	3 HP×3	12,000	抽水量計算	地下水

虱目魚養殖各月份每公頃用水量列如表十二所示。每公頃年用水量在 2.4~5.8 萬噸之間，並不隨不同地區、不同養殖密度、不同季節呈現顯著差異之趨勢，由於缺乏比較資料及有關文獻，有待進行進一步研究。

表十二 虱目魚養殖各月份每公頃用水量

單位：噸

月·份	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
一月	1,048	2,302	—	—	—	3,955	5,652	—	—	1,098
二月	943	1,395	2,700	2,750	1,525	3,464	5,597	3,621	3,935	944
三月	3,445	1,786	3,426	3,342	1,850	1,485	5,569	3,588	3,686	4,683
四月	3,507	1,563	2,784	3,037	3,501	1,237	3,398	4,218	3,766	2,419
五月	3,753	1,563	3,542	3,113	2,305	1,134	3,881	3,728	3,874	2,872
六月	3,319	1,340	3,341	3,302	3,464	1,026	4,585	4,348	5,315	3,347
七月	4,092	1,098	3,850	3,768	3,740	777	5,065	4,961	5,508	3,825
八月	4,446	2,091	3,709	3,522	3,578	1,409	4,601	4,637	5,332	3,822
九月	3,865	3,229	3,748	3,250	3,977	1,732	5,541	4,480	5,132	4,300
十月	3,562	2,426	3,311	3,032	2,945	5,027	5,068	3,968	4,905	4,303
十一月	3,870	3,064	3,037	2,616	3,727	4,887	5,066	4,457	4,602	3,600
十二月	4,144	2,507	3,177	3,058	3,559	5,000	3,490	4,105	4,831	4,050
總計	39,994	24,364	36,627	34,790	34,171	31,133	57,513	46,111	50,886	39,263

表十三 虱目魚養殖用水量與產量之關係

編號	養殖密度 (尾數/公頃)	養殖面積 (公頃)	全年總用水量 (噸)	淨產量 (公斤)	每公頃 年用水量 (噸)	每公頃 年產量 (公斤)	每公斤漁獲量 所使用水量 (噸)
C-1	10,000	4.2	167,972	15,000	39,993	3,571	11.20
C-2	12,000	4.3	104,759	28,490	24,363	6,626	3.68
C-3	30,000	2.5	91,566	11,970	36,626	4,788	7.65
C-4	40,000	7.0	243,536	7,000	34,791	1,000	34.79
C-5	40,000	16.0	546,730	12,000	34,171	750	45.56
C-6	15,000	2.2	68,492	12,600	31,133	5,727	5.44
C-7	15,000	4.0	230,046	18,240	57,512	4,560	12.61
C-8	40,000	2.9	133,721	45,291	46,111	15,618	2.95
C-9	15,000	4.0	203,537	18,051	50,884	4,513	11.28
C-10	12,000	3.2	125,643	28,800	39,263	9,000	4.36

表十三為虱目魚養殖用水量與產量之關係。單位面積產量以 C-8 (C-4 及 C-5 兩戶資料缺乏) 為最高達 15,618 公斤/公頃，以 C-1 為最低，只有 3,571 公斤/公頃，是否因 C-8 之養殖密度為 C-1 之 4 倍則尚無法確知。每生產 1 kg 虱目魚所需使用水量在 2.95~12.61 m³ 之間，比鰻魚及蝦類少。

四) 吳郭魚養殖用水量

在所調查的吳郭魚養殖戶中，有採漁牧綜合經營，利用豬、鷄或鴨糞施肥養殖，亦有輔以人工飼料者，池深約 1.4~1.6 米，冬季常加深 0.4~0.5 米以保持水溫，密度在 12,000~25,000 尾/公頃之間，魚池皆為土質構造，止水式養殖，每年可養兩期，每期四個半月至五個半月，水源以地下水、溪水及雨水為主，冬季為保持水溫常抽取地下水。

全省計調查 8 戶，其中臺南縣 4 戶，嘉義縣 4 戶。表十四為所調查吳郭魚單養養殖戶之基本資料。

吳郭魚養殖各月份每公頃用水量調查結果列如表十五所示。每公頃年用水量在 2.1~3.1 萬噸之間，比前述三種養殖用水都少，各戶間差異也小。

表十六為吳郭魚養殖用水量與產量之關係。單位面積產量以 D-6 最高達 18,000 公斤/公頃，以 D-10 為最低只有 3,364 公斤/公頃，嘉義縣地區平均產量顯然高於臺南縣地區，但位於臺南縣的 D-2 產量也高達 13,740 公斤/公頃，故其原因有待研究查證。每生產 1 kg 吳郭魚所需使用水量只有 1.32~6.32 m³ 之間，比前述三種水產養殖為低。

建 議

1. 本調查限於人力與經費，調查養殖戶數不多，故數據之代表性降低，引用時有賴參考多方面資料，並注意其限制，如養殖密度範圍。
2. 調查內容不足以考慮養殖池之水力平衡，若養殖戶提供之抽水時間不太離譜，雖不正確亦難查覺，故各類用水實有待更詳細的調查。
3. 調查養殖戶所在地區雨量資料見表十七，降雨與養殖用水之關係就本文資料並不明顯，故應進行詳細水力平衡分析研究，才能進一步尋求降雨與養殖用水之關係。
4. 就水資源觀點，生產每公斤漁類所需使用水量之計算頗具意義，如本文調查鰻魚為 16.78~30.48 m³/kg，蝦類為 6.11~24.83 m³/kg (若以草蝦養殖計算，則淡水及海水各約 3.06~12.42 m³)

表十四 吳郭魚養殖戶基本資料

編號	地區	養殖面積 (公頃)	抽水設備	養殖密度 (尾數/公頃)	量水方法	水源
D-2	臺南·學甲	2.00	5 HP×1+2 HP×1	12,000	設水尺測定	地下水
D-4	臺南·學甲	1.50	3 HP×1	25,000	設水尺測定	地下水
D-5	嘉義·義竹	2.60	7.5 HP×1	20,000	抽水量計算	地下水
D-6	嘉義·義竹	0.60	八掌溪水	15,000	抽水量計算	八掌溪水
D-7	嘉義·義竹	2.70	5 HP×1	20,000	抽水量計算	地下水
D-8	嘉義·義竹	1.78		20,000	抽水量計算	地下水
D-9	臺南·學甲	2.43	3 HP×1	12,000	抽水量計算	地下水
D-10	臺南·學甲	2.90	5 HP×1+2 HP×1	13,000	抽水量計算	地下水

表十五 吳郭魚養殖各月份每公頃用水量

單位：噸

月份	D-2	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10
一月	—	—	2,205	1,080	2,155	1,824	1,877	1,617
二月	2,560	2,640	2,228	2,160	2,358	2,031	2,333	1,814
三月	2,759	1,991	2,342	2,160	2,496	1,945	2,349	1,721
四月	2,455	1,778	2,332	3,202	2,533	2,010	2,105	1,532
五月	2,546	1,824	2,237	2,183	2,260	2,046	2,185	1,630
六月	2,499	1,918	2,176	0	2,241	2,211	2,241	1,830
七月	3,190	2,115	2,299	4,320	1,986	2,626	2,442	2,027
八月	3,074	2,212	2,280	4,320	2,278	2,536	2,632	1,918
九月	2,707	2,048	2,720	1,080	3,403	2,902	2,070	1,866
十月	2,355	1,997	2,645	1,080	3,449	2,260	1,527	1,798
十一月	1,972	1,691	2,380	1,080	2,906	1,956	947	1,715
十二月	2,151	1,495	2,129	1,080	2,551	1,658	1,820	1,808
總計	28,268	21,709	27,973	23,745	30,661	26,005	24,528	21,276

表十六 吳郭魚養殖用水量與產量關係

編號	養殖密度 (尾數/公頃)	養殖面積 (公頃)	全年總用水量 (噸)	淨產量 (公斤)	每公頃 年用水量 (噸)	每公頃 年產量 (公斤)	每公斤漁獲量 所使用水量 (噸)
D-2	12,000	2.00	56,528	27,480	28,264	13,740	2.06
D-4	25,000	1.50	32,562	10,800	21,708	7,200	3.02
D-5	20,000	2.60	72,730	30,120	27,973	11,585	2.41
D-6	15,000	0.60	14,247	10,800	23,745	18,000	1.32
D-7	20,000	2.70	82,663	30,000	30,616	11,111	2.76
D-8	20,000	1.78	46,228	14,400	26,004	8,090	3.21
D-9	12,000	2.43	59,599	12,525	24,526	5,154	4.76
D-10	13,000	2.90	61,698	9,756	21,275	3,364	6.32

表十七 73年養殖調查地區雨量統計表

單位：mm

地 區	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	年 雨 量
宜 蘭	101.5 (260.8)	98.7 (212.0)	167.6 (164.5)	213.4 (82.5)	328.2 (130.4)	187.9 (177.4)	58.2 (155.6)	869.1 (137.0)	334.1 (608.5)	269.0 (713.5)	512.3 (425.7)	98.1 (290.7)	3,238.1 (3,358.6)
臺 中	10.5 (21.1)	21.9 (23.1)	60.6 (55.4)	262.1 (54.9)	311.6 (118.3)	288.3 (307.2)	188.0 (132.3)	359.1 (163.6)	29.2 (74.8)	7.5 (16.5)	2.2 (10.2)	6.8 (9.6)	1,547.8 (987.0)
嘉 義	6.4 (27.4)	4.2 (31.6)	29.1 (36.1)	282.5 (85.8)	245.6 (172.8)	331.0 (480.5)	224.9 (280.1)	158.5 (421.5)	65.4 (181.3)	20.0 (32.4)	0.2 (6.5)	11.3 (27.4)	1,379.1 (1,783.4)
臺 南	3.0 (21.2)	0.4 (22.8)	4.1 (41.3)	188.5 (66.6)	390.4 (158.9)	231.1 (402.5)	105.4 (443.9)	337.5 (409.5)	96.2 (155.9)	15.3 (31.8)	0.0 (15.1)	1.4 (15.5)	1,373.3 (1,785.0)
高 雄	1.0 (12.0)	0.0 (16.4)	3.0 (28.5)	138.4 (52.6)	336.6 (166.3)	264.7 (401.0)	319.2 (372.8)	400.9 (374.1)	136.3 (195.3)	28.4 (33.2)	0.0 (15.4)	0.0 (10.8)	1,628.5 (1,678.4)
屏 東	4.4 (18.5)	7.3 (13.5)	1.1 (30.5)	76.8 (64.3)	289.0 (232.3)	382.4 (437.9)	296.2 (554.4)	979.6 (599.7)	22.5 (345.9)	120.5 (159.2)	7.4 (30.1)	6.8 (12.0)	2,194.0 (2,498.3)

註：() 內為歷年降雨量之平均值

/kg) 虱目魚為 2.95~12.61 m³/kg, 吳郭魚為 1.32~6.32 m³/kg, 若能長期調查得更準確資料, 則對各地區養殖用水規劃當有助益, 或可配合漁業年報所載各縣市魚業生產量值, 如表二所示, 粗略推估各縣市養殖耗用水量, 以印證彰化、雲林、屏東地區地層下陷乃養殖用水引起之論點, 並據以作為各地區養殖用水規劃之基本資料。

摘 要

為瞭解臺灣主要養殖魚類各月份及全年用水量, 選擇鰻魚養殖戶 7 戶, 蝦類養殖戶 9 戶, 虱目魚養殖戶 10 戶及吳郭魚養殖戶 8 戶, 進行為期一年 (73 年 1 月~73 年 12 月) 的用水量調查。平均每戶每三個月測定一次抽水機流量, 配合漁民所提供的抽水時數, 求得各月份用水量。另依用電資料及用電設備核驗之。調查結果顯示, 不論是單位面積用水量或單位漁獲量之用水量, 均以鰻魚養殖為最多, 其餘依次為蝦類、虱目魚及吳郭魚養殖。重要資料及結果列表如下:

魚 類 別	調查戶養殖密度 (尾數/公頃)	水 源	每公頃年用水量 (噸)	每公斤漁獲量所使用水量 (噸)
鰻 魚	15萬~29萬	地 下 水 (部分圳水)	31萬~107萬	16.78~29.06
蝦 類	15萬~27萬	地下水及海水	4 萬~25萬 每期 (3 萬~8 萬)	6.83~24.83 每期 (6.11~24.83)
虱 目 魚	1 萬~4 萬	地 下 水	3 萬~5 萬	2.95~45.56
吳 郭 魚	1 萬~2.5萬	地 下 水 (部分圳水)	2 萬~3 萬	1.32~ 6.32

謝 詞

本文原編入農業工程研究中心研究報告 AERC-84-RR-11 研究期間承行政院農委會經費補助, 謹致由衷謝忱。執行時並經農委會林業處林工程師永德、漁業處陳松堅先生以及臺灣省漁業局侯股長英物之協助, 並提供寶貴之意見, 謹此致深切謝忱。

參 考 文 獻

1. 由漁民所提供之養殖經驗。
2. 臺灣省農林廳漁業局 (1984) 中華民國七十二年臺灣地區漁業年報 p. 140。
3. 林永德: (1984) 養殖用水問題。第二屆中日「水與農業」研討會論文集。p. 413~421。
4. 侯英物: (1978) 蝦類養殖。臺灣省漁業局編印。
5. 里見至弘: (1980) 養魚における用水利用の現状と問題點。自「淡水養魚と用水」, p. 20~29, 恒星社厚生閣刊, 東京, 日本。

附錄：水量調查示例

(一) 用水量之求得

以編號 A-2 之鰻魚養殖戶為例, 一月份以容量法測得抽水機流量資料為:

10 HP: 108.02 CMH

3 HP: 38.43 CMH

合 計 146.45 CMH

養殖戶提供一月份抽水時數為 355 小時, 故可求得其用水量為:

$$146.45 \text{ m}^3/\text{hr} \times 355 \text{ hr} = 51,989.75 \text{ m}^3$$

由於養殖面積為 2.1 公頃，故單位面積用水量為：

$$51,989.75 \text{ m}^3 + 2.1 \text{ ha} = 24,757 \text{ m}^3/\text{ha}$$

(二)核 驗

1. 根據調查資料：

- (1)一月份用電度 5,463 度。
- (2)使用抽水機：10 HP×1 臺，3 HP×1 臺，冷天每天使用 11~12 小時（熱天約為 14~15 小時）。
- (3)打氣機：2 HP×12 臺，每天使用約 8 小時。
- (4)井深 10 米。

2. 核驗抽水時數

抽水用電佔總用電估計：

$$\text{抽水機：}(10+3) \times 12 + 0.6 = 260.0$$

$$\text{打氣機：}(2 \text{ HP} \times 12) \times 0.7 \times 8 \text{ 小時} = 134.4$$

$$260.0 / (260.0 + 134.4) = 0.72$$

即估計總用電度之 72%用於抽水。則

$$\frac{5,463 \text{ (度)} \times 0.72 \times 0.85}{0.75 \times 13 \text{ (HP)}} = 342.9 \text{ (小時)}$$

與養殖戶所提供之一月份抽水時數 355 小時接近，故採用養殖戶之資料。

3. 核驗抽水機流量

依抽水機流量公式（詳見本文材料與方法中量水方法部分），則

$$\frac{75 \times 10 \text{ (HP)} \times 0.6 \times 0.7}{1000 \times 10} = 0.0315 \text{ CMS}$$

$$= 113.4 \text{ CMH}$$

$$\frac{75 \times 3 \text{ (HP)} \times 0.6 \times 0.7}{1000 \times 10} = 9.45 \times 10^{-3} \text{ CMS}$$

$$= 34.02 \text{ CMH}$$

得 10 HP 抽水機之流量為 113.4 CMH

3 HP 抽水機之流量為 34.02 CMH

與實測所得 10 HP 流量 108.02 CMH, 3 HP 流量 38.43 CMH 接近，故採用實測資料計算。