

如何突破 *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) 的繁殖率——Juvenile

國小教師組生物第一名

臺南縣六甲國民小學

作者：陳金鈞等五人

一、研究動機：

(一)蝦類素為人類視作佳餚。邇來由於生活水準的提高，蝦類日漸供不應求。而天然蝦的捕獲量又日趨減少，所以，更使蝦類養殖受到重視，且成爲一種新興企業。

(二)根據專家分析結果，大都認爲「淡水長腳大蝦」——學名 *Macrobrachium rosenbergii* (de HAAN)，日本俗名鬼長手蝦——的養殖最有前途。因它具有下列特點：

1. 大型的淡水蝦 (最大 B.L. 60 cm B.W. 1.5 kg)
2. 生長迅速的熱帶蝦類 (約 5 月 ~ 10 月即可收穫)
3. 肉味鮮美可口 (介乎龍蝦和紅蟳之間)
4. 雜食性，飼養易，成本低 (養殖設備、管理均簡易)
5. 成蝦養殖，育成率極高 (可達 80% 以上)
6. 養殖期間幾乎無病害。(極少)
7. 具有經濟上價值。(目前市價約 \$ 300 - 400 元 / 1 kg)

(三)它有如此多的優點，且早經林紹文博士于 1970 年自東南亞引進本省試養 (註：林氏早先爲聯合國糧農組織水產專家，率先於東南亞研究推廣此蝦養殖)，並先後於省水產試驗所東港分所和台南分所進行多年繁殖試驗，獲得初步成功。(從孵化到稚蝦可放養者，其活存率約 30% 左右)。可惜其稚蝦 (Juvenile stage 已達可放養者) 的活存率及繁殖量距大量推廣民

間養殖的目標仍遠。吾等平日對水產繁殖、養殖且有深厚研究興趣，今見這種深具潛力的養蝦事業，多年來均停滯不進，到底癥結何在？乃集資着手進行實驗研究。

二、研究目的：

根據已知文獻資料，瞭解本省目前所從事的繁殖工作，其優劣點所在？再探討克服此缺失之準則，根據最佳飼育情況（rearing condition）以設計一套最佳的控制飼育法（Controlled breeding）從而達到理想的繁殖率（已達 Juvenile stage 可放養者）和繁殖量，以利將來民間的大量推廣，祈對本省淡水長腳大蝦的養殖事業，作一較完整之初步研究。

三、研究內容：（※註一詳細的實驗過程，請參閱試驗和記錄簿）

經參閱國內外的各種文獻資料，並作基礎實驗後，發現欲突破稚蝦（Juvenile 已達可放養者）的活存率，使能大量推廣養殖，其有待研究的問題則有下列數端：

(一) 養蝦若想成為完全自給自足的企業，首為能在人為的飼育環境裏，培育健全的母蝦。

（※註：本次研究只限於對種蝦的飼育及環境探討。有關自 Juvenile stage 到成蝦的飼育，本省尚未有完全成功的先例）

（※註：本問題的研討包含實驗(一)(二)——（結果見（表一）（表二）（圖一）（圖二））

(二) 如何做好蝦苗期（Larval-life 即自孵化到 Juvenile 可放養者）的環境因子控制。包含(1)水質條件—W. T (0℃) cl(%) D.O. (cc. / l). PH 值，(2)照明量 (lux)，(3)水中生物量的控制。

（※註：本問題的研討包含實驗(三)(四)——結果見（表三～五）（圖三～五））

(三) 如何做好食物因子的控制，以求最高的轉換效能（Conversion efficiency）即得到最高的餌料效率和增肉係數。

（※註：本問題的研討包含實驗(五)——結果見（表六））

(四) 體長選擇的必要性和最佳時機的探討。

(※註：本問題的研討包含實驗(六)一結果見(圖六))

◎本研究即以上述問題為中心，以不同的因子條件設計做實驗比較，探討最佳飼育情況，以設計一套最佳的控制飼育法，當然必須顧到合乎經濟的生產成本 (Production Cost) 以利將來的大量推廣。

實 驗 一

如何在控制飼育下，增高種♀蝦的產卵量 (指孵化的 Zoea 數) 和縮短孵化週期。

(一)方法—根據各種文獻資料設計三種控制環境 (略)

(二)期間—233天 (自 1975. 3. 8 ~ 1975. 10. 23)

(三)結果—如 (表一)

(表一) 孵化週期、孵化數和環境因子及食物因子的關係

記錄項目 組別	孵 化 日 期						孵 化 次 數	平 均 孵 化 週 期	推 算 年 中 孵 化 次 數	每 第 一 次
	第一 次	第二 次	第三 次	第四 次	第五 次	第六 次				
A 組	17 3	23 4	31 5	10 7	19 8	27 9	6次	38.8 天	8-9	70600
B 組	26 3	8 5	25 6	11 8	26 3		5次	46天	6-7	59800
C 組	12 3	24 5	10 8				3次	75天	3-4	47000

次 孵 化 數					每 次 平 均 孵 卵 數	Zoea 數測估法 1 充分攪動含 Noes 之水。 2 以吸管每次吸取 1 cc。 3 在池各角落共吸 10 次在放大鏡下計數平均再推估。
第二 次	第三 次	第四 次	第五 次	第六 次		
71900	73800	72900	71800	67200	71366	
66300	64500	64000	61200		63160	
51800	47900				48900	

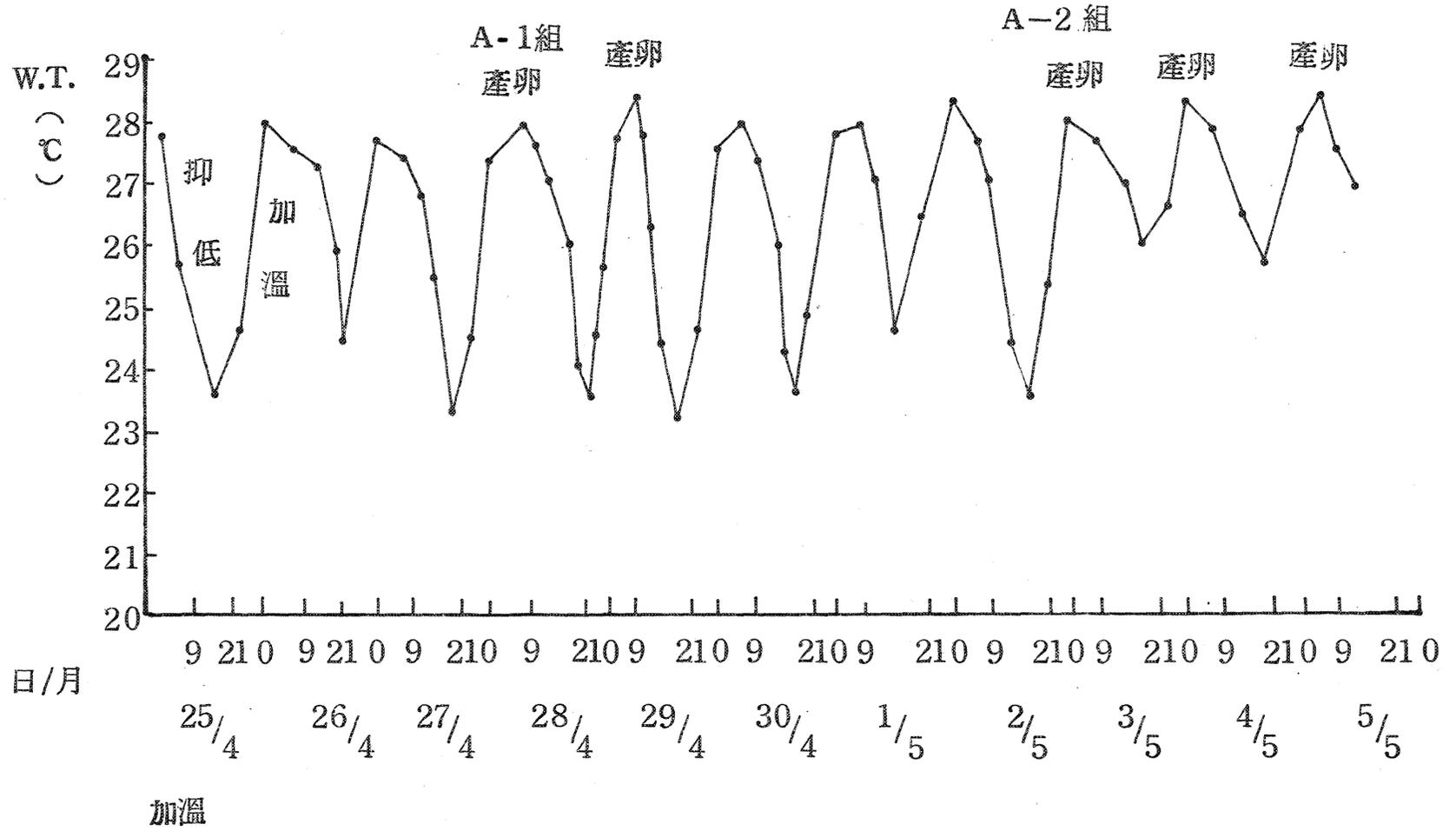
(四) 討論及分析：

- (1) 由本實驗可知♀種蝦的平均產卵週期為54.3天。可推知母蝦有反覆脫殼 (Spawning-molt) 的生態狀況，因此適時的交配環境安排是必須的。
- (2) 有適當的控制環境 (水質條件—W.T. $28.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, PH 值 7.0 — 8.0 D.O. 飽和d 為含 30% 海水—照明度 4000 lux) 與合乎需求量的自然餌料，則一年可孵卵 8 ~ 9 次 (一般約 6 次) 。
- (3) 由本實驗可知較高水溫可縮短孵化所需日數。經再實驗 (見表(二))，更可證明孵化週期的長短和水溫成反比，但仍以 28.5°C 最適當， 30°C 以上則種♀蝦成昏迷 (腹朝上) 不攝食而死亡。

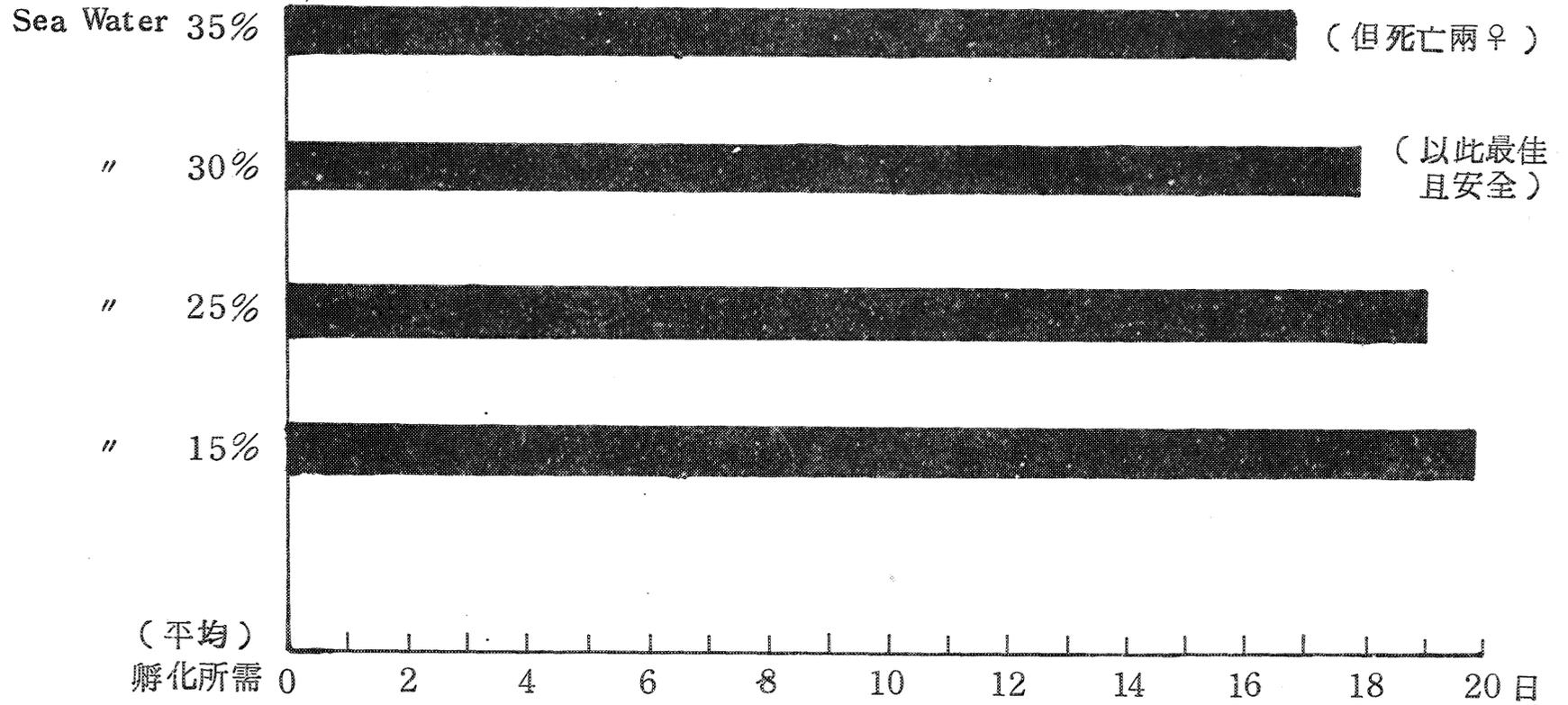
表(二) 水溫和孵化週期關係表

種蝦 ♀	B.L. (cm)	B.W. (g)	W.T. (°C)			抱卵日數	孵化Zoea尾數
			平均	AM	PM		
1號	14.2	8.1	28.5	26.6	29.5	17	49000
2號	12.9	7.8	26.5	25.9	28.1	20	35000
3號	15.6	9.5	28.7	27.4	30	16	66000
4號	11.3	5.0	25.3	22.5	28.1	25	22000
5號	14.1	8.0	28.2	27.9	28.5	17	54000
6號	10.4	12.4	27.6	26.6	28.6	19	67000
7號	13.2	6.3	26.1	25.2	27.0	21	32000
8號	12.0	6.0	26.0	25.7	26.3	23	20000
9號	15.7	10.2	27.8	26.2	29.4	18	68000
10號	10.8	4.8	28.6	27.8	30.4	17	20000

(圖一) 水溫高低抑住及產卵關係圖



(圖二) 鹽分濃度和孵化週期長短關係圖



(四)由本實驗可知鹽分乃增高產卵頻率的因素之一。經再實驗(二)(同飼育條件下，不同濃度鹽分，和孵化週期的關係實驗)一(詳如圖(二))一可證明以含海水 30% 最恰當，更高鹽分雖可縮短孵化週期，但 35% 以上即常出現倦怠死亡。

(五)比較 A、B、C 三組飼料實驗發現

1 飼料的成分，動物性含量高(70%)者，易被接受，且生長較佳，有幫助增高產卵量和縮短孵卵週期之效。

2 經觀察攝餌情形，發現本地附近土產之鴨母螺(俗名)和沙喇(俗名)(產於烏山頭水庫。非常被歡迎，且幾乎無此二種殘餌。(且似有促進♀蝦產卵量和孵化頻率之效，現仍試驗中)。

實 驗 二

水溫高低抑住可促進孵化速度嗎？其方法如何？

(一)動機：由於在實驗(一)的 A 組和 B 組實驗中，自動控溫器發生故障各二次、三次，引起水溫突降，經修復回昇，致懷疑有縮短孵卵間隔之功效。

(二)方法：設計四組不同抑住回昇試驗(略)

(三)結果：(詳如最有效的圖(一))

自孵化後的第廿三日起，種♀蝦管理池，如每隔半天故意抑低水溫 4~6℃，後再回昇到所定恒溫 28.5℃，則平均可縮短 2~4 天。

實 驗 三

在台灣南部何處河口可取得最佳鹹淡水？

(一)實驗與理由：

根據文獻上的生態記載，母蝦會游至含鹽分的河口產卵、孵卵，其孵卵後的 Zoea 期亦大部在此營浮游生活，故擬取河口之鹹淡水，以求接近自然情況。

(二)方法：

於大潮日分取四條河口之水，經處理後，另泡製人工海水，各

飼養 1000 尾 Zoea (共五組) 以比較其生長結果。

(三) 結果：

(詳如表三) 以 D 處 (下淡水溪口) 最佳。

(四) 分析與討論：

經水質分析，結果如表(四)。發現各河川有不同程度的污染，故有不同生長狀況和不同的斃死率(如圖四)。故以本實驗場到下淡水溪口取水每噸運費 600 元，仍甚值得。

實 驗 四

根據最佳環境因子所設計的，改良型「關閉式止水型系統」

(一) 設計依據：

根據已知文獻，各專家學者珍貴經驗，以及吾等長期印證實驗，所得知的最佳環境因子如下：

1 水質條件：

W.T. — $28.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

cl — $5.85\% - 6.81\%$ (即含 Sea Water 28 — 32%)

(註此適於 Zoea stage 至 P 6st Larvel 生長)

(Juvenije Stage) 必須在 6 ~ 8 時內逐換成淡水

Do 飽和最好。(最低 5 cc / l)

PH 值 — 7.0 ~ 8.0 (最高 8.2)。

2 照明度：4000 lux ~ 5000 lux (水中 1500 ~ 3000 lux)

(二) 設計目標：

根據已知最佳環境因子，設計一種系統，以便能長久維持最佳的生長情況 (Optimun growing condition)。同時具有高度的生物負荷量和自動性。以省時、省力、省錢且有良好效果)。

(三) 構造：(詳圖三) 簡介要點如下：

) 仍 20°C 以上。

**水溫自動
控制系統**

(構造) 在每池四周及中間，安於 6 隻加熱管，連接自動控溫器。(以平均加熱)

(原理) 水溫低於 28.5°C 時即加溫，超過電流即中斷，保持恒溫 28.5°C ± 0.5°C

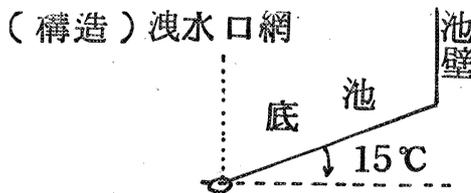
4. 打氣系統 (構造) 7.5 HP 空氣壓縮機 5 部，通氣管、噴氣軟管分布各池四周(氣泡石接於管口)，備用氧氣筒。

(原理) 分布四周，可充分打氣保持溶氧量，不足時可加添氧氣。

5. 控光系統 (構造) 頂壁的波浪塑膠板和塑膠網。

(原理) 可調適當光度，並防斜射強光。

6. 傾斜 15°C 的池底



(原理) (1) 自動洩污。(2) 因進入 Juvenile 後營底棲生活且喜獨佔地盤，故使底面積增大，以免互噬。

(四) 水質觀察結果：(例：詳如圖五) 各項水質因子皆極穩定，實為突破稚蝦繁殖率的最成功要件之一。

(五) 在三種系統中的飼育成果比較實驗結果：(詳如表五) 在此系統中，可得最高活存率達 82.02%。

實驗五

從 Zoea 到 Juvenile 用什麼餌料可得最佳轉換效能。

(一) 設備一(略)

(二) 方法：在關閉式止水型系統中的十口種苗池中，分五組各飼養 Zoe 1000 尾，並各給予下列餌料

組別 餌料及投餌法	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
飼料	豐年蝦卵之 Nauplius	(一)同A組 (二)補助飼料G-1 號	(一)同A組 (二)補助飼料G-2 (三)顆粒狀有機物H-1	(一)純人工飼料P-1 (二)浮游生物	(一)純人工飼料P-1
投餌法	(略)	(略)	(略)	(略)	(略)

- 註：1 補助飼料 G-1 為雞蛋+克寧奶粉+水（蒸煮篩成細粒）。
 2 補助飼料 G-2 為雞蛋+克寧奶粉+綜合維生素+酵母粉+其他。
 3 顆粒狀有機物 H-1 為（本地土產）沙蜆肉+鴨母螺+鰱母卵+其他（絞碎）
 4 人工飼料 P-1 動物性與植物性比例為 7：3（固粒型）。
 5 浮游生物—水蚤、輪蟲等。

(三)結果：如表六。

(四)討論與分析：

- 1 在 A 組中可發現僅用豐年蝦飼料，則到 Postlarvel 以後，發育遲緩，且死亡率高（詳見實驗記錄）可見純用此餌，養份極缺。
- 2 在 B 組中用 G-1 飼料，顯著比 A 組發育好，且活存率高。
- 3 在 C 組中所加用之 G-2 飼料，有加綜合維生素等，特別間投 H-1 號顆粒有機物，故成長特速，平均約八天蛻皮一次，活存率高，殘餌最少，其餌料轉換效能最高，可見為最成功餌料。
- 4 在 D 組中，可見純人工飼料 P-1 號，殘餌很多，其未能投合此蝦嗜好。
- 5 在 E 組中，間投浮游生物互調節人工飼料的枯燥而促進發育。

實驗六 體型選別的必要性和最佳時機

(一)方法：(摘要)於六口種苗池中(二口一組)各飼育 Zoea 1000 尾。

A 組：不做選別。

B 組：孵化後第廿五天，只做一次選別。

C 組：卵孵化後第廿五天起每隔三天做一次選別，直至完全變成 Juvenile。

(二)結果：見(圖六)幼蝦活存率比較圖。以 C 組活存率最高，A 組最低。

(三)討論：1. 可見選別在繁殖工作上是一必備的過程。

2. 因蝦有互相殘食習慣，特別剛蛻皮成稚蝦最易被未變之幼苗抱食。

3. 根據觀察統計，同一槽之幼苗變稚蝦(約廿三天至四八天)平均約需卅天。故須廿五天起每隔三天做一選別，以免損失。

4. 由種蝦到成蝦的養殖，最好亦須每月一次。

總結論和展望

(一)本次研究最大的收穫是改良型關閉式止水型系統的實驗成功，因為它具有繁殖蝦類所必備的優良條件：

1. 水質穩定，勿慮突變，使蝦苗能安定成長。

2. 內陸亦能作繁殖，因為海水經淨化乃可使用。

3. 可防疾病敵害侵入。

4. 自動控制，省却許多成本。

5. 打破季節孵化(Seasonal breeding)經年可得種苗(本實驗場在冬季仍可繼續繁殖幼苗即可證明)。

(二)上述系統的成功加上母蝦可在控制飼育下增高產卵量和縮短其孵化週期；優良河口水的發現；以及它們食餌的嗜好性和需要性，逐漸明朗化，故吾等自 1976. 5 到現在的十一次稚苗培育中，每次的

存率高達 58% 以上（最高一次 82.6%）。

(三) 展望：欲使此蝦的養殖企業確立和普遍化，目前剩下最重要的問題，是如何尋找一種本地所產的自然餌料（經濟和方便）而有良好的餌料效率。我們目前所試用的鴨母螺和沙蜆肉，為其非常偏愛，但其效率仍在實驗統計中，有一天可能成為一項令人喜悅的發現，另外使用此餌時水質控制乃有點問題待克服。

最後吾人衷心感謝幾年來時刻給我們指導的專家、學者。

(表三) 幼苗在各河口水中共生長優劣比較表

組別	項目	日期										運費 (海水) \$ 1噸	備註	
		17日 3月	15日 3月	21日 3月	23日 3月	25日 3月	27日 3月	29日 3月	31日 3月	2日 4月	4日 4月			
A組	Zoea 尾數	1000	NR	916	NR	880	NR	812	NR	796	NR			(1)(2) 尾數計算法：由槽中四角落各取5cc。 (3) B.W. B.L. 亦同前法。 水以其平均值推估。
	平均 B.L.	2.7mm	3.0	3.7	4.3	4.9	5.5	6.2	7.1	7.3	7.6	450		
	平均 B.W.	NR	NR	1.4mg	NR	3.7	NR	4.9	NR	NR	7.0			
B組	Zoea 尾數	1000	NR	854	NR	800	NR	716	NR	640	NR			
	平均 B.L.	2.6mm	2.9	3.6	4.2	5.0	5.7	6.4	7.3	7.5	7.8	500		
	平均 B.W.	NR	NR	1.5mg	NR	3.8	NR	5.4	NR	NR	7.2			
C組	Zoea 尾數	1000	NR	810	NR	725	NR	648	NR	490	NR			
	平均 B.L.	2.6mm	2.9	3.6	4.1	4.9	5.4	5.8	6.4	7.0	7.2	400		
	平均 B.W.	NR	NR	1.4mg	NR	3.5	NR	4.4	NR	NR	6.2			
D組	Zoea 尾數	1000	NR	984	NR	966	NR	924	NR	898	NR			
	平均 B.L.	3.2mm	4.0	4.8	5.6	6.4	6.8	7.8	8.2	8.5	8.6	600		
	平均 B.W.	NR	NR	1.2mg	NR	4.2	NR	6.3	NR	NR	8			
E組	Zoea 尾數	1000	NR	810	NR	782	NR	724	NR	628	NR	成本		
	平均 B.L.	2.8mm	3.1	3.4	4.1	5.3	5.6	6.0	6.7	7.1	7.5	150		
	平均 B.W.	NR	NR	1.4mg	NR	3.5	NR	4.7	NR	NR	7			
Stage		Zoea 5-6	" 7	" 7-8	" 8-9	" 9-10	" 10	" 10-11	Postlael 11-Postlael	" "	" "			
孵化後日數		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26			
經試個體數		50	60	40	50	50	55	52	75	60	70			

(表四) 各河口水質分析表

溪 別	水質分析		水 色	比 重	污 染 度	PH值(平均值) (運費)	
	7.00 AM	4.00 PM					
A組(曾文溪)	4.13 ~ 6.07		茶 褐 色	13.8	次 嚴 重	8.21	\$ 450 / IT
B組(竹子口溪)	4.87 ~ 6.15		褐	14.2	中 等	7.82	500 / IT
C組(急水溪)	2.87 ~ 4.89		濃 褐	14.5	嚴 重	8.38	400 / IT
D組(下淡水溪)	5.04 ~ 6.92		微 褐 綠	13.1	輕 微	7.68	600 / IT
E組(人工海水)	3.98 ~ 6.12		微 褐	13.0		7.80	150 / IT

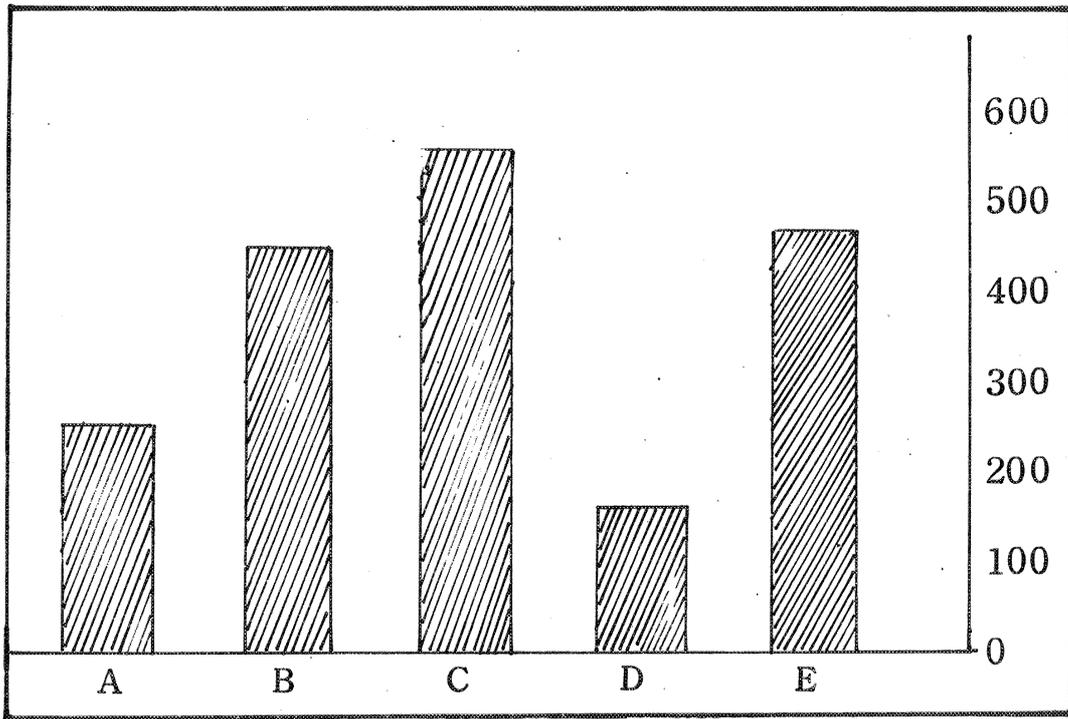
(表五) 在三種系統中的成長比較表(幼苗)

日期	經過日數	Stage	關閉式止水型系統				開鎖式循環系統				開放型系統			
			mm	mg		%	mm	mg		%	mm	mg		%
			平均體長	平均體重	尚存尾數	活存率	平均體長	平均體重	尚存尾數	活存率	平均體長	平均體重	尚存尾數	活存率
9 16	0	1	1.9	NR	10000	/	1.7	NR	10000	/	1.6	NR	10000	/
" 18	2	2	2.3	NR	NR	/	2.0	NR	NR	/	1.8	NR	NR	/
" 20	4	2~3	2.7	NR	NR	/	2.2	NR	NR	/	2.0	NR	NR	/
" 22	6	4	3.2	NR	NR	/	2.6	NR	NR	/	2.3	NR	NR	/
" 24	8	5	3.6	NR	9990	/	2.8	NR	9250	/	2.5	NR	7200	/
" 26	10	6~7	4.3	0.6	NR	/	3.1	0.3	NR	/	2.9	0.1	NR	/
" 28	12	7~8	5.8	1.5	NR	/	3.8	0.9	NR	/	3.4	0.6	NR	/
" 30	14	8	6.6	2.4	9987	/	4.7	1.4	9160	/	4.1	0.9	5500	/
10 1	16	8~10	7.4	4.8	NR	/	5.8	2.9	NR	/	4.6	1.5	NR	/
" 3	18	10	7.6	4.9	NR	/	6.5	3.7	NR	/	4.9	1.9	NR	/
" 5	20	10~11	8.2	5.9	9924	/	7.1	4.2	8900	/	5.3	2.7	4900	/
" 7	22	11~P	8.8	7.3	NR	/	7.8	6.5	NR	/	5.5	3.8	NR	/
" 9	24	11~P	9.0	7.5	NR	/	8.0	6.9	NR	/	5.8	4.6	NR	/
" 11	26	11~P	9.2	7.8	9801	/	8.0	7.0	7800	/	6.1	5.5	4000	/
" 13	28	12~P	9.4	8.1	NR	/	8.4	7.2	NR	/	6.4	5.9	NR	/
" 15	30	P	9.6	10.6	NR	/	8.8	8.6	NR	/	6.8	6.6	NR	/
" 20	35	P	10.4	16.2	9653	/	9.2	11.9	6500	/	7.2	8.1	3600	/
" 25	40	P	12.2	22.5	9420	/	9.5	18.7	5200	/	8.0	12.2	2700	/
11 2	48	P	13.9	30.3	9045	/	10.1	25.2	4800	/	9.2	17.4	2100	/
" 4	50	P-J	15.8	34.8	8023	/	12.2	30.9	4200	/	10.1	22.7	1900	/
" 6	52	P-J	20.7	38.7	8202	8202%	16.5	32.2	4000	40%	14.3	29.5	1450	14.5%

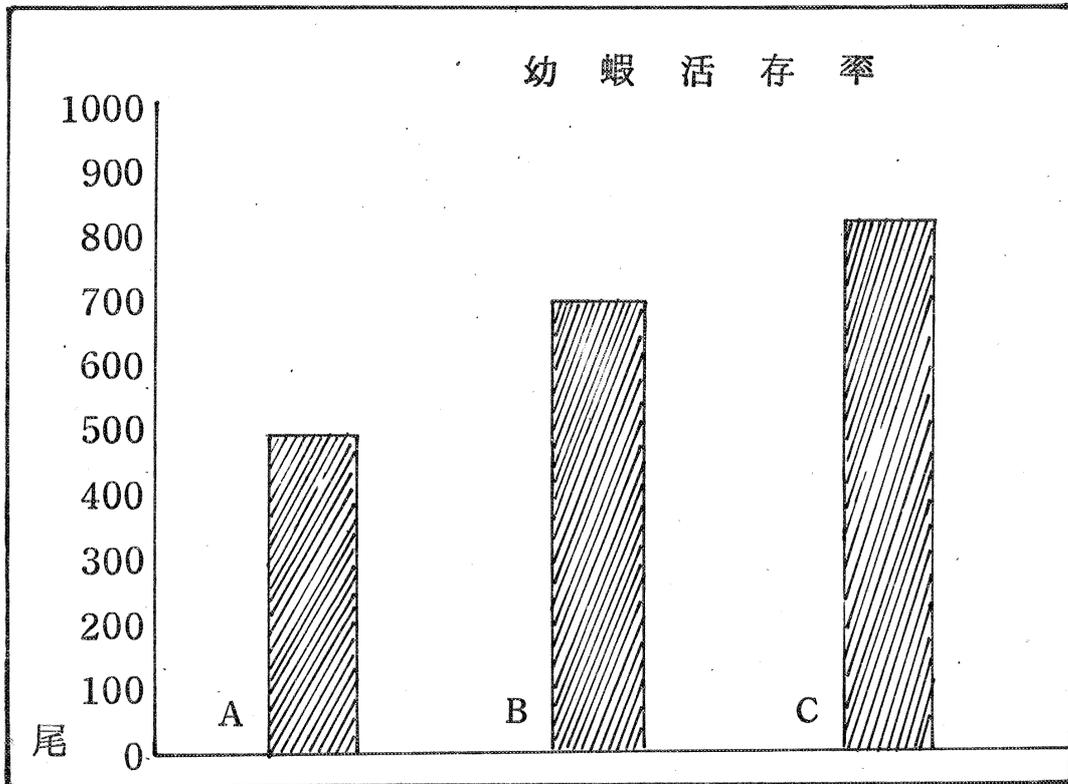
(表六) 餌料轉換效能比較表

		A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
Zoea 初 期	平均 B.L. (mm)	1.90	1.85	1.85	2.00	1.95
	平均 B.W. (mg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Juvenile Stage	平均 B.L. (mm)	12.14	12.74	15.20	11.32	12.50
	平均 B.W. (mg)	21.50	28.20	32.60	27.20	27.00
總 增 B. W. (mg)		63,850.00	106,470.00	188,290.00	91,970.00	80,850.00
總 給 餌 量 (mg)		220,321.00	291,727.80	416,120.90	260,275.10	49,826.50
增 肉 係 數		3.40	2.74	2.21	2.83	3.09
餌 料 效 率 (%)		28.91	36.49	45.25	35.34	32.36
平 均 增 重 倍 率		430.00	564.00	652.00	544.00	540.00
活 存 率		30 %	38 %	58 %	34 %	32 %
備 註		試養日期：65. 5. 12~ 7. 1 (共設 50 天 Zoea → Juvenile) 各組 10000 尾。				

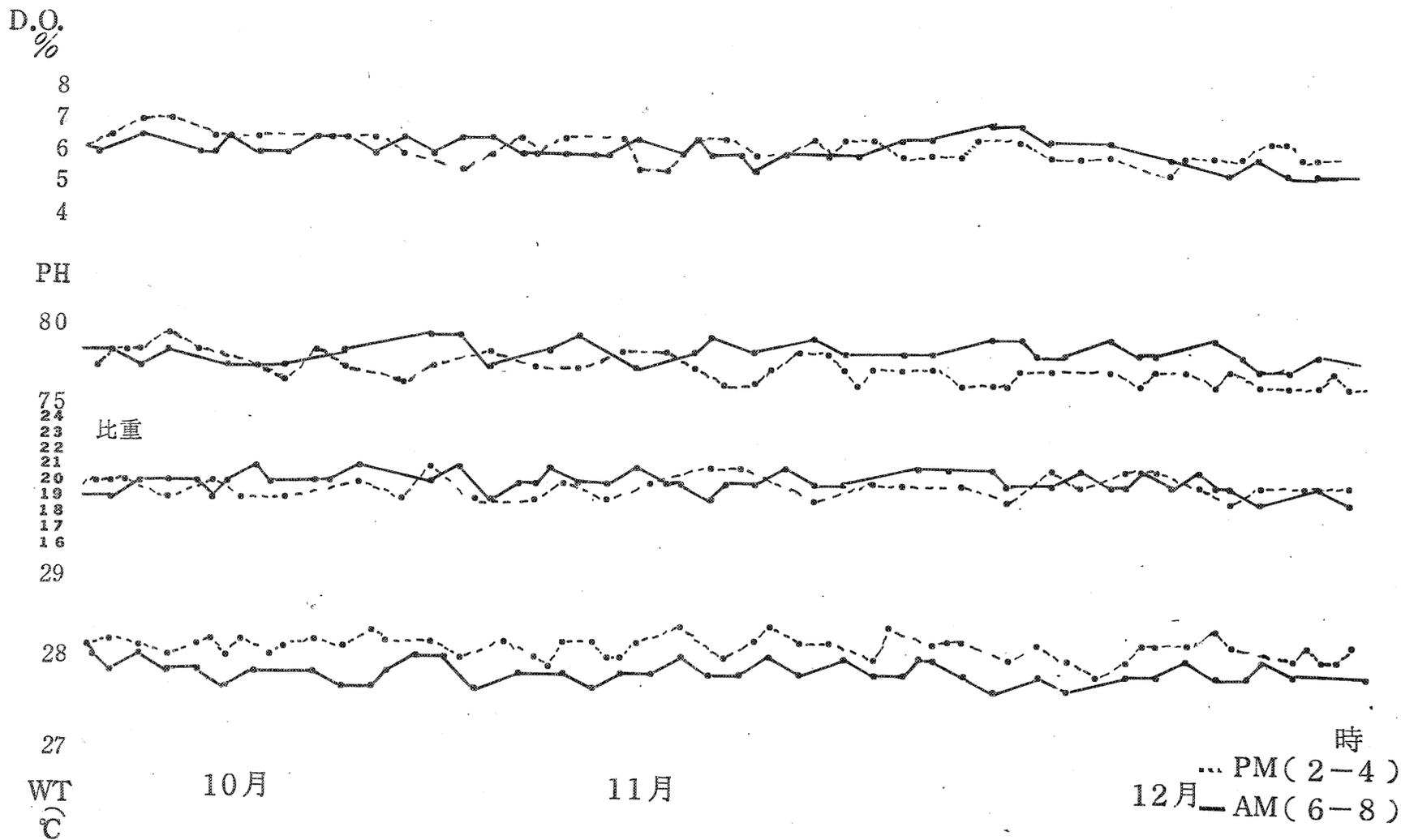
(圖四) 各種河口水質和幼苗活存率的關係圖



(圖六) 體型選別和幼蝦活存率關係圖



(圖五) 關閉式止水型系統的水質觀測圖



—150—