

農委會漁業特刊第三十六號

COA Fisheries Series No.36

循環式養蝦實例示範手冊



行政院農業委員會 編印

中華民國八十一年六月

001323

序 言

台灣水資源有限，養殖漁業一直沒得到政府分配水源，所以一直抽取其他產業餘水來做為養殖用水，但近來這些餘水受工業、都市、農業廢水的影響，無法取用後，只得轉而抽取地下水養殖。由於養殖區域都在下游地帶，這些區域的地下水無法獲得補充，原因是工業、都市在山腳下大量抽取地下水以致水源無法到達下游地帶，而在日以繼月的抽取下，終於造成地層下陷、地層水鹹化的嚴重問題。在政府還未能妥善分配水源下，學者專家專注循環用水以節省水源，我們考慮使用生物互利原則來善用水資源，以達到增產的目的，即將養蝦池因投放飼料，造成水質優養化的水，供給虱目魚塢底藻或龍鬚菜吸收，而豐富的有機物質碎體則給文蛤、西刀舌攝食，然後清淨水再回養蝦池使用，達到節約用水的目的，而且有副加的效益。

循環用水是我們今後必走的道路，而使用過濾循環一般均佔用空間，在台灣高昂地價實難進行，所以使用生物而又有副收入的方法，值得我們一試，所以在資料尚未完整之時，仍將第一年資料立刻加以整理提供參考。

本編草蝦與文蛤養殖管理由水試所台西分所負責，草蝦與虱目魚由水試所台南分所負責，而草蝦與龍鬚菜、草蝦與西刀舌分由漁民何國明，林獻策熱心提供魚池做試驗與測定，特此表示感謝。

本編有關水質檢驗、藻類相、動物浮游生物、微生物、

底質分由中研院植物所，台大海研所、動物系，東吳大學微生物系，中興大學土壤系，水試所台西分所、台南分所負責，工作人員辛苦特此表示謝意。

丁雲源 謹識

農業委員會漁業特刊

循環式養蝦實例示範手冊

編輯：丁雲源、郭世榮、石聖龍

工作人員：丁雲源、吳俊宗、吳純衡、宋宏紅、辛阿燕
林秀枝、林雅雄、高事宜、陳立夫、陳弘成
郭世榮、張文炳、張明輝、黃玉霜、黃建發
黃哲崇、楊秋忠、趙維良、蕭澤民

(以姓名筆劃順序)

本編輯印刷費由農委會

81農建-6·3-漁-20(8)預算支付

(2) 藻類

表1-4 草蝦與文蛤循環池之主要優勢藻類

Taxa	草蝦		文蛤	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
<i>Synechocystis</i> sp.1	*	*	*	*
<i>Synechocystis</i> sp.2	*	*		
<i>Phormidium angustissium</i> W.et G.S.West	*	*	*	
<i>Phormidium tenue</i> (meneghini) Gom.		*		
<i>Oocystis parva</i> W.et W.S.West	*			
<i>Nodularia</i> sp.		*		
<i>Nitzschia longissima</i> (Breb.) Rallfs.			*	
<i>Cyclotella operculata</i> (Ag.) Kz.				*
<i>Chroomonas acuta</i>				*

*：主要優勢藻類出現之池塘

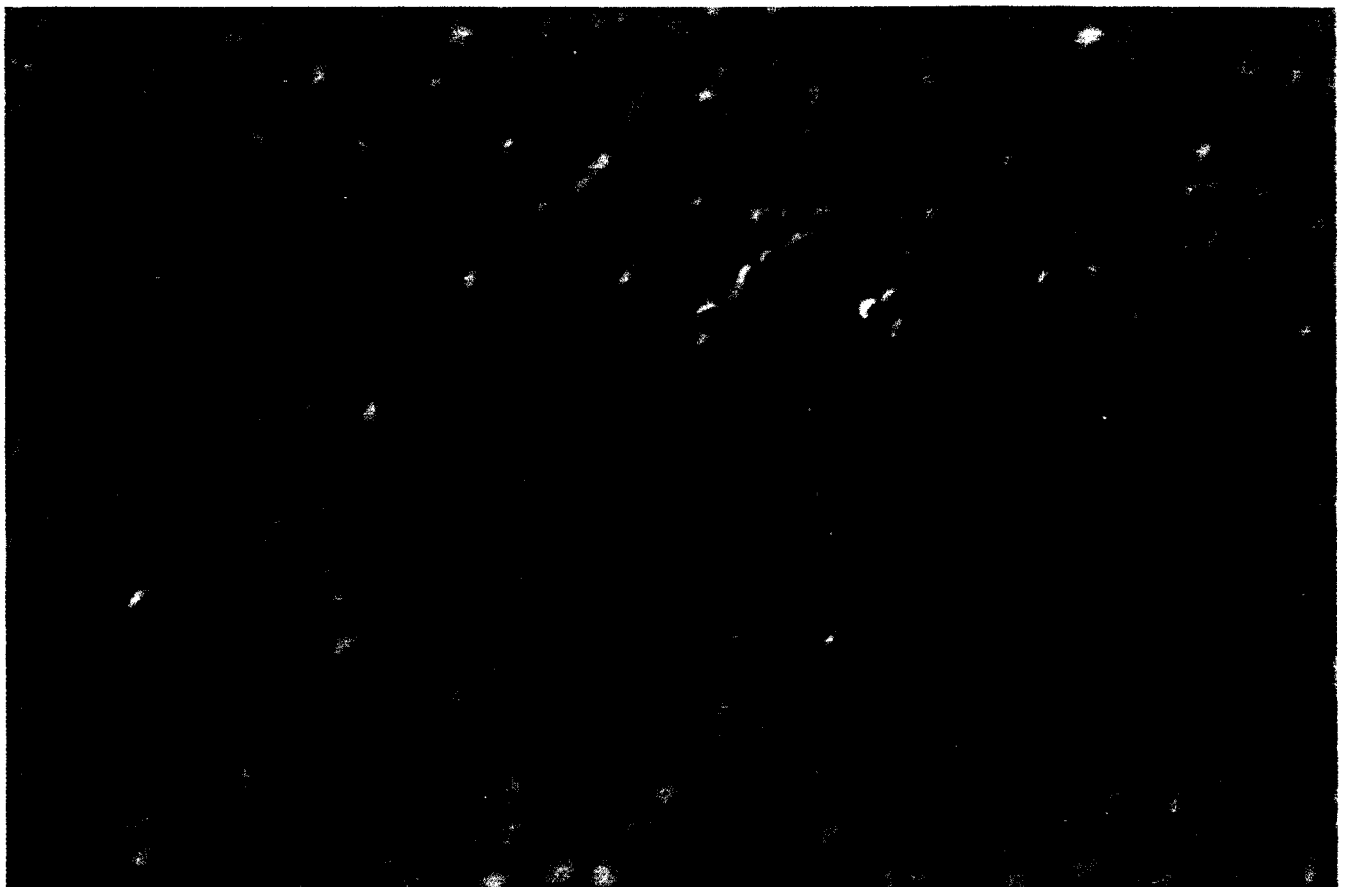


圖1-7 *Synechocystis* sp. 1



圖1-8 *Phormidium angustissimum* W. et G.S. West



圖1-9 *Phormidium tenue* (meneghini) Gom.

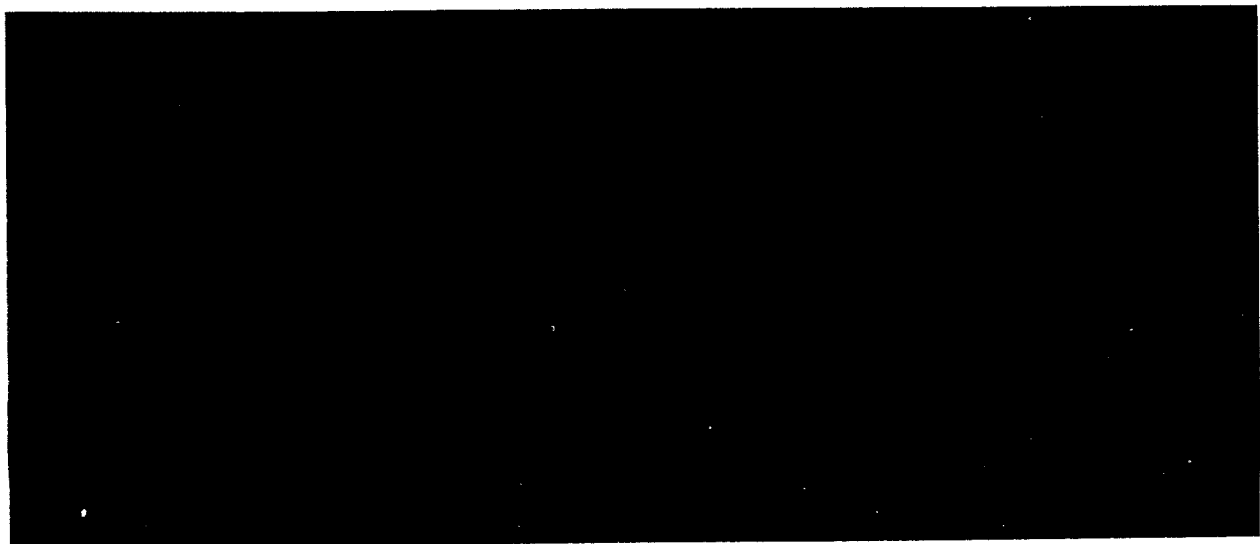


圖1-10 *Oocystis parva* W. et W.S. West



圖1-11 *Nodularia* sp.



圖1-12 *Nitzschia longissima* (Breb.) Ralfs.

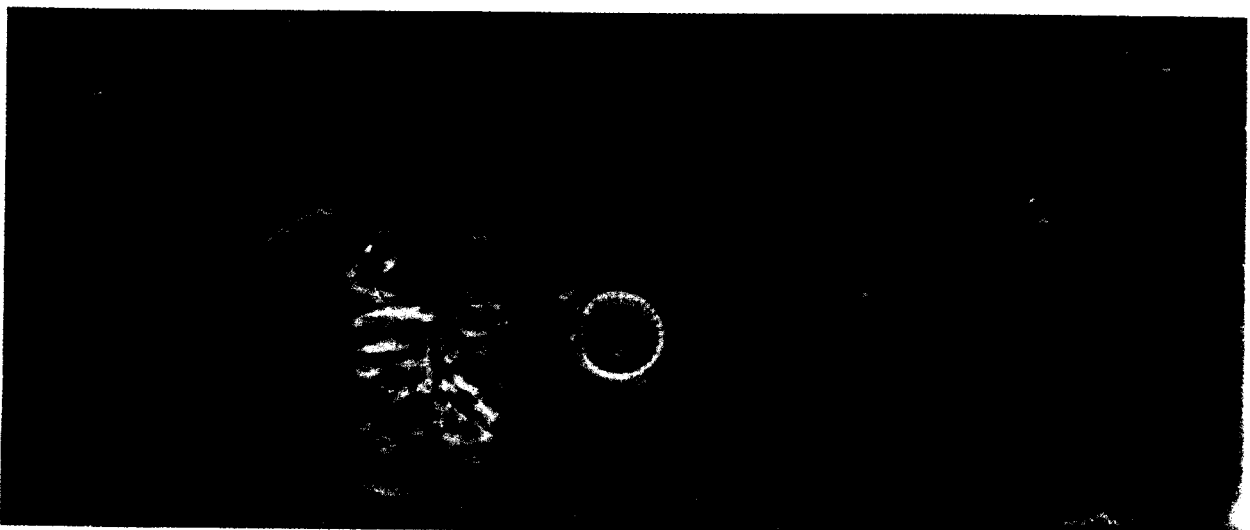


圖1-13 *Cyclotella operculata* (Ag.) Kz.

(3) 浮游動物

表1-5 草蝦池與文蛤池浮游動物相之比較

Taxa	草蝦		文蛤	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
Protozoa				
<i>Vorticella</i> sp.	*△	*☆	*△	
Rotifera				
<i>Brachionus plicatillis</i>	*	*☆	*	*△
<i>Rotaria</i> sp.	*	*		
Annelida				
Polychaeta			*	*
Copepoda				
Calanoida				
<i>Acartia bifilosa</i>	*		*	
<i>Schmackeria dubia</i>	*	*		
Cyclopoida				
<i>Oithona brevicornis</i>	*	*	*	*△
<i>Oithona</i> sp.	*△	*△	*	*
Harpacticoida				
<i>Cletocamptus deitersi</i>	*	*	*	
Copepodid	*△	*△	*△	*△
Nauplius	*☆	*☆	*☆	*☆
<i>Balanus nauplius</i>	*		*	*
Mollusca			*	

*：出現率在50%以上；☆：最優勢種，佔60%以上；△：優勢種，佔10%以上

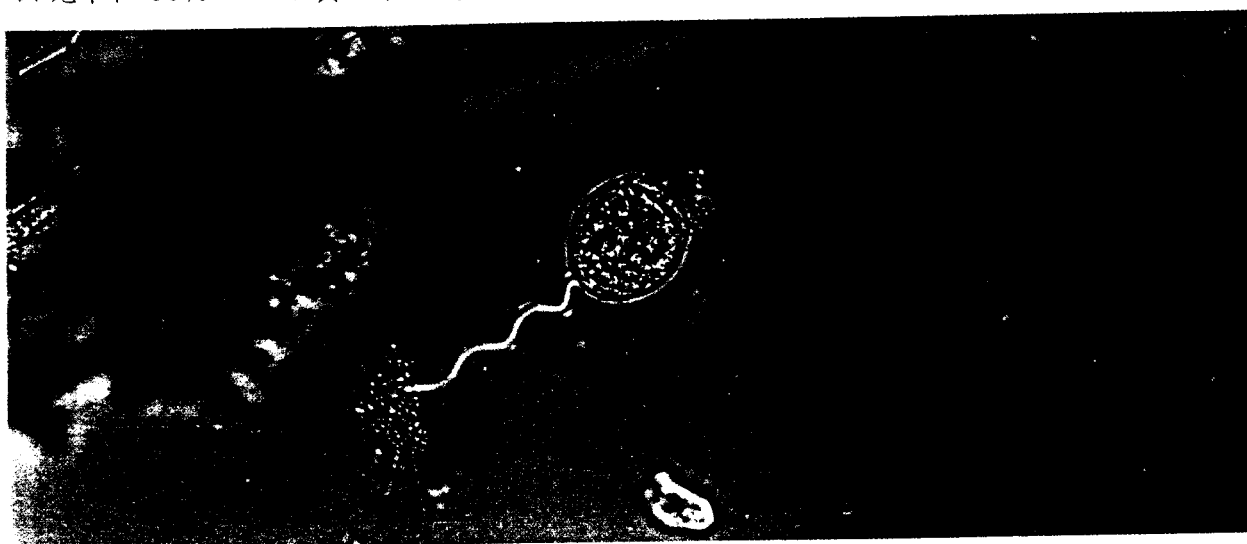


圖1-14 養蝦池中最常見的吊鐘蟲 (*Vorticella* sp.)

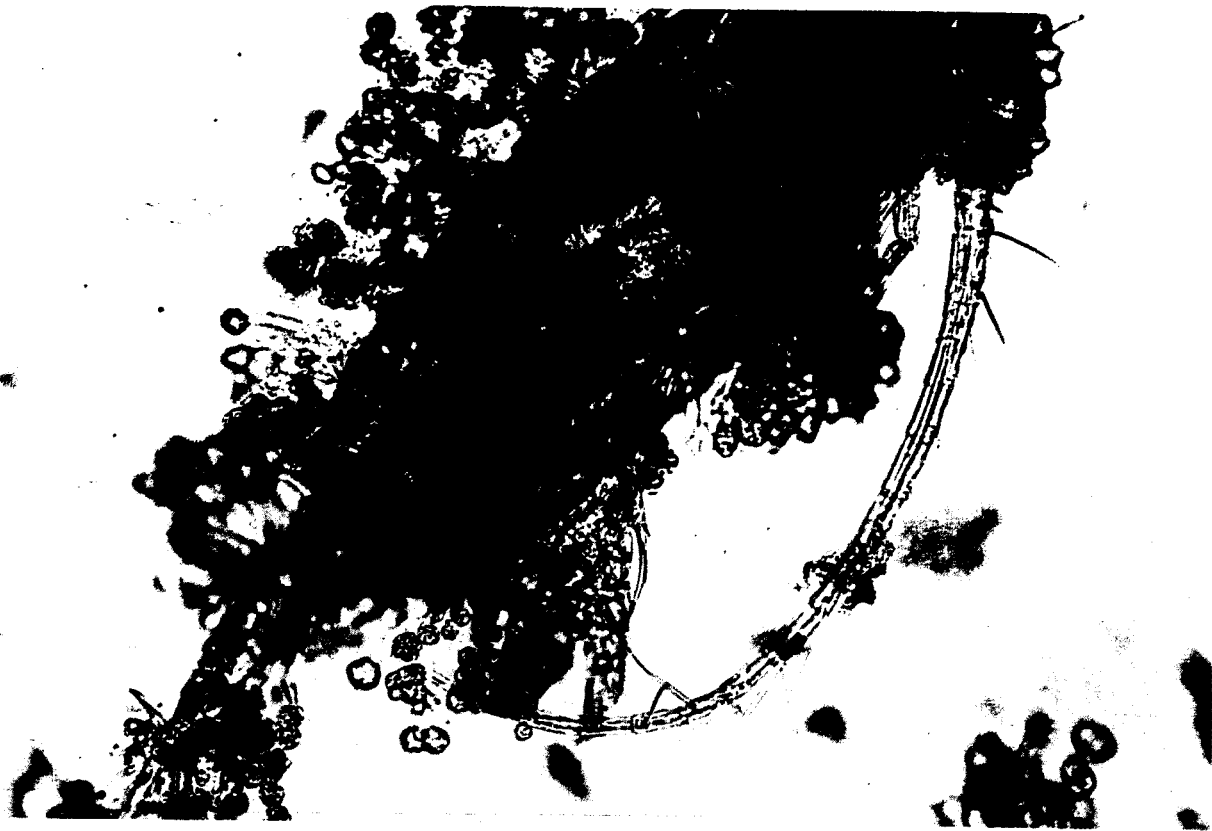


圖1-15 吊鐘蟲喜附生在甲殼類整個身上

(4) 微生物

表1-6 草蝦池與文蛤池總生菌數之比較

測定日期	草蝦(CFU/ml)		文蛤(CFU/ml)	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
80年8月27日	5.3×10^4	1.8×10^4	2.0×10^3	2.0×10^4
80年9月10日	6.0×10^3	1.1×10^3	1.5×10^3	1.2×10^3
80年9月24日	2.7×10^3	7.2×10^3	9.1×10^2	5.0×10^2
80年10月8日	2.5×10^3	1.3×10^4	2.6×10^3	1.0×10^4
80年10月22日	1.0×10^3	5.7×10^4	6.8×10^2	8.3×10^2
80年11月5日	3.8×10^3	3.3×10^4	5.3×10^3	1.3×10^3
80年11月19日	7.6×10^3	3.2×10^4	1.2×10^4	1.6×10^3
80年12月3日	5.6×10^3	4.6×10^4	1.5×10^3	1.2×10^4

(5) 底質

表1-7 草蝦池與文蛤池底泥之比較

測定日期、項目	草蝦		文蛤	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
80年8月27日酸鹼值	7.4	7.5	7.8	7.4
氧化還原電位(mV)	-210	-220	-240	-230
80年9月10日酸鹼值	7.4	7.2	7.4	7.6
氧化還原電位(mV)	-540	-550	-430	-658
80年9月24日酸鹼值	7.6	7.6	7.6	7.6
氧化還原電位(mV)	-250	-164	-220	-218
80年10月8日酸鹼值	7.8	8.1	7.4	7.7
氧化還原電位(mV)	-140	-120	-210	-181
80年10月22日酸鹼值	8.0	8.3	7.6	7.6
氧化還原電位(mV)	-240	-41	-203	-153
80年11月5日酸鹼值	7.9	7.5	7.6	7.6
氧化還原電位(mV)	-165	-217	-240	-192
80年11月19日酸鹼值	8.6	8.4	8.0	8.0
氧化還原電位(mV)	-216	-226	-140	-130
80年12月3日酸鹼值	7.9	8.4	8.0	7.7
氧化還原電位(mV)	-178	-75	-142	-200

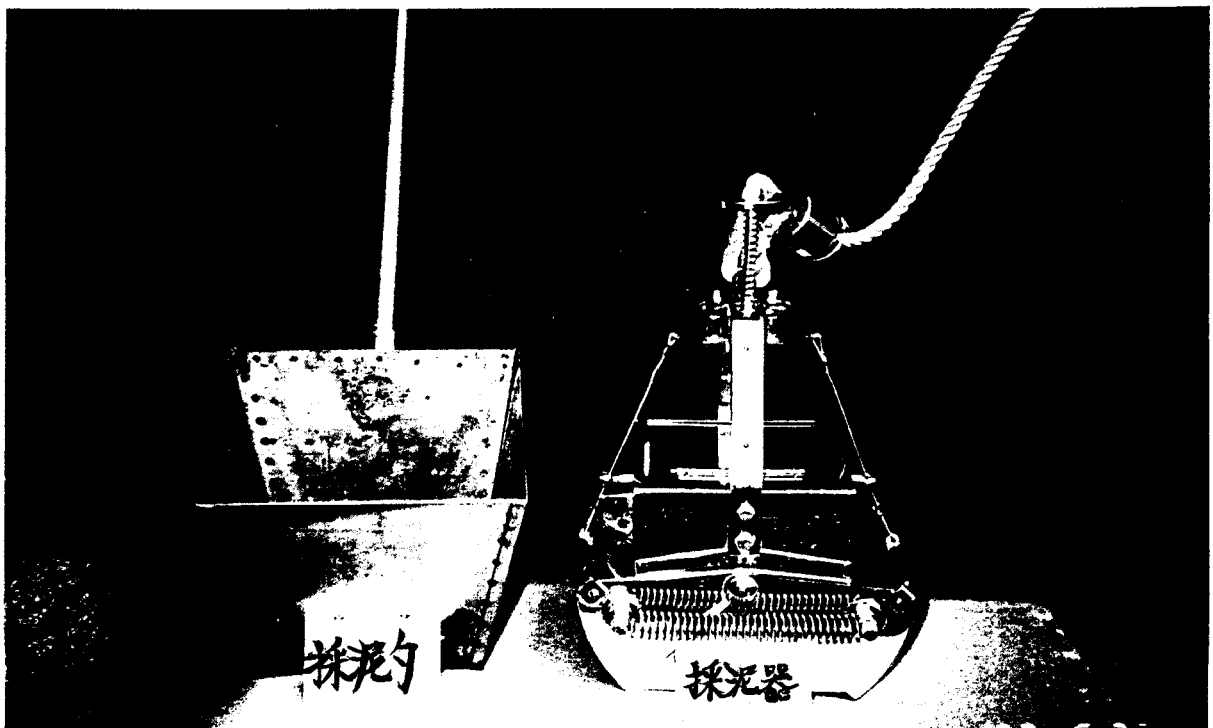


圖1-16 採集底泥使用的器材

6. 總結及建議

混養之好處是利用生態平衡之原理可充分利用資源，節省餌料成本，且水質可較佳。但由於文蛤的養殖池透明度要70公分以上文蛤才能正常攝食，而一般養蝦池由於投放飼料之故藻類濃度偏高，文蛤無法生存，所以混養池中草蝦為低密度粗放式養殖，經濟效益較差，且在水質管理上要兼顧兩者，所以管理上限制較多。

單養的好處則是草蝦可高密度經濟效益高，但由於長期投放飼料，水中營養鹽過多，在一般狀況下大部份營養鹽會為藻類所吸收或為底土所吸附，故水質仍適合草蝦生存，但是一旦環境變化太快，則生態平衡被破壞，造成水質變化及蝦病發生。

草蝦及文蛤養殖用水循環時文蛤可獲得藻類為食物來源，且促進養蝦池藻類新陳代謝，等於將養蝦池中之含氮廢物轉化為文蛤之蛋白質，而不再積存於養蝦池中。另外養蝦池可獲得乾淨的海水更換，這在養蝦之末期時特別重要。

使用養殖用水循環較過濾循環用水方便，因為硬體設備費用較低，只要抽水馬達、定時器及埋設連通管。且以目前池塘管理技術即可管理，不需另外學習複雜的管理技巧，故較易為養殖戶接受。但缺點是必需騰出部份池塘養殖文蛤等貝類，改進方法則為改換濾食較大之西刀舌或提高文蛤養殖密度以減少土地成本之支出。

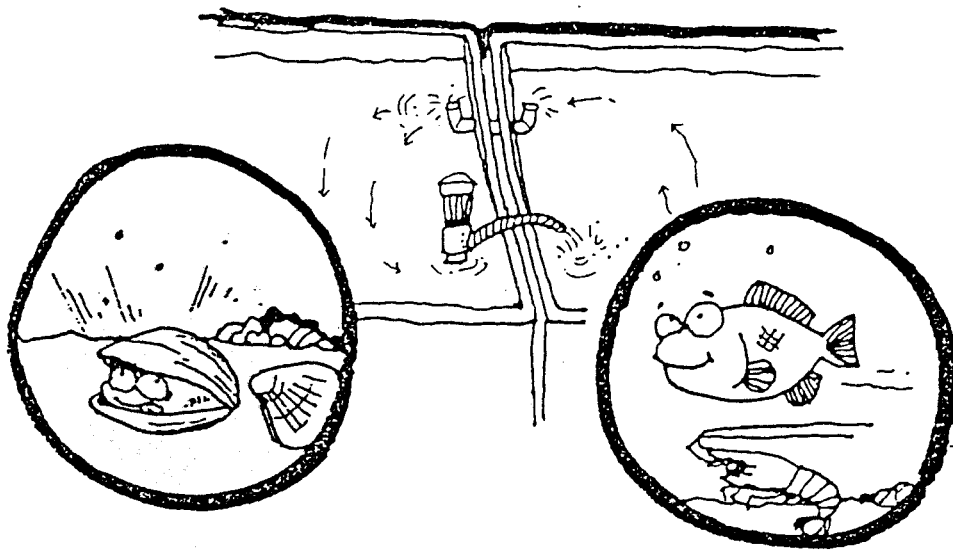
從本試驗中發現，雖然循環水水質並不較未循環水佳，但循環水水質則較穩定。至於養殖成果方面，循環池的草蝦活存率遠高於非循環池者，而且循環池文蛤的成長及肥滿度亦較佳。

在藻類方面，草蝦池和文蛤池循環可使蝦池藻數量明顯下降，顯示草蝦池優養化程度獲得改善，而文蛤池藻數量升高，有助文蛤生長。

在浮游動物方面，由草蝦池浮游動物種類組成及族群豐度量的變化情形來看，循環池比非循環池較為穩定，變化也較不激烈。在文蛤池中，循環池與非循環池的差異性則較不明顯。

在微生物方面，草蝦池和文蛤池的總生菌數在 $5.0 \times 10^2 \sim 5.7 \times 10^4$ 之間，並沒有隨季節改變而有明顯變化。而養殖池衛生菌的測數結果，均顯示出循環池的衛生菌數較非循環池者為低。

在底質方面，草蝦池和文蛤池底泥 pH 約在 7.4 - 8.6 之間，氧化還原電位在 -130 ~ -658mV 之間，變化甚大。從底泥丙酮萃取液以 400nm 波長偵測有機質的吸光值，發現有蝦死亡的蝦池底泥中常出現有較多的分析物質，尤其出現的物質含量較多時，常與養蝦不良有密切關係。



文蛤池

魚蝦池

1. 固定獲得藻類為食物
2. 文蛤排出的含氮化物可送至蝦池作為藻類用之肥料

1. 促進藻類新陳代謝，進而降低水中含氮化合物含量。
2. 池水穩定，不易倒藻。
3. 獲得不含病菌之清潔海水。

總合效益

1. 減少養殖用海水之需求量
2. 提高魚蝦活存率
3. 增加文蛤成長速度

圖1-17 草蝦池與文蛤池循環，兩蒙其利

草蝦單養

優點：

1. 可高密度養殖
2. 池塘管理上限制少

缺點：

1. 水質不穩定
2. 易得病

文蛤單養

優點：

池塘管理限制少

缺點：

餌料濃度不好控制

草蝦與文蛤混養

- 優點：
1. 草蝦成長快
 2. 充分利用天然餌料

- 缺點：
1. 草蝦養殖密度低
 2. 池塘管理限制多

草蝦與文蛤循環用水

優點：

1. 可高密度養殖草蝦
2. 池塘管理限制少
3. 水質穩定，活存率高
4. 文蛤可充分獲得天然餌料

缺點：需騰出部份池塘
養殖單位面積利潤稍
差之貝類

圖1-18 單養、混養及循環水養殖的優缺點

二、草蝦池與虱目魚池用水循環

養殖場：台灣省水產試驗所台南分所

地址：台南縣七股鄉三股村海埔4號 Tel：(06) 7880461

1. 前言：

水產試驗所台南分所位於台南縣七股鄉三股村海埔地，全海水水源充沛、水質尚可。佔地72公頃，主要放養虱目魚、蝦類、石斑、黑鯛、九孔……等魚介貝類，並從事水產繁殖、養殖科技的研發與推廣。

2. 養殖池平面配置圖

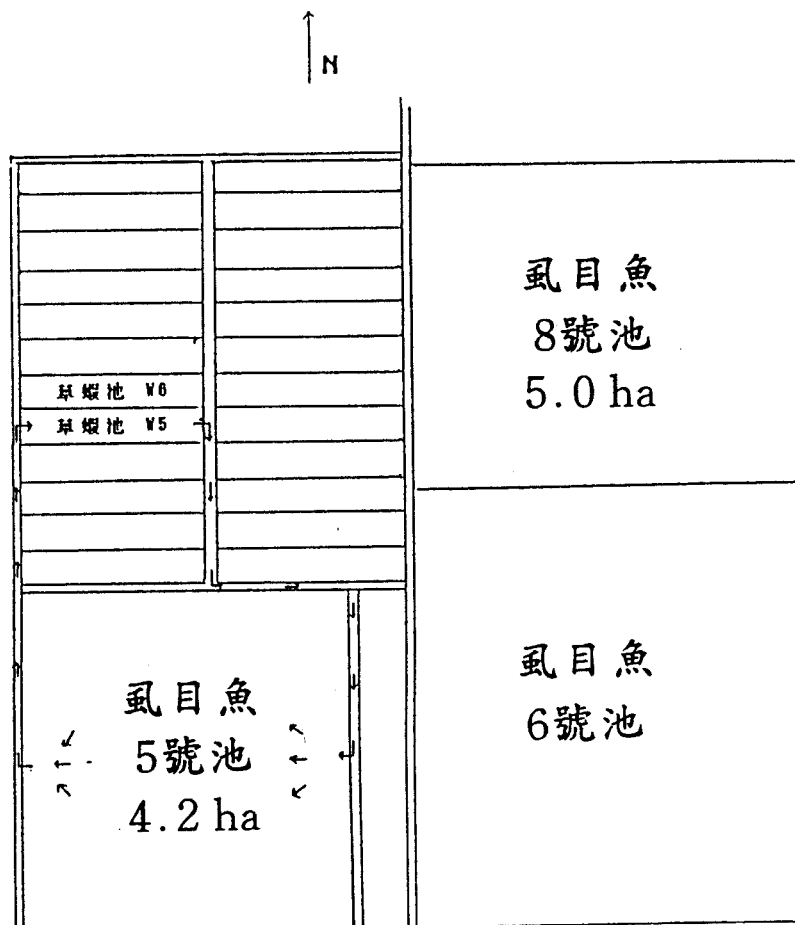


圖2-1 草蝦池與虱目魚池循環配置圖 (台南分所)

3. 循環原理及方式

傳統式虱目魚養殖，虱目魚的食物是底藻，而底藻的生長必須有豐富的營養鹽和日光，養蝦池不斷投放飼料下，池水肥沃，是供應底藻營養鹽的好來源，而虱目魚池清淨水是供應養蝦池良好的水源。但值得注意的是，虱目魚池剛開始養殖時的高鹽分水不能使用。

本試驗係以台南分所西5號草蝦池與5號虱目魚池做用水循環，西6號草蝦池做為西5號草蝦池的對照池（非循環池），8號虱目魚池做為5號虱目魚池的對照池。自民國80年9月開始循環，每週一次，草蝦池換水量為30-40公分。

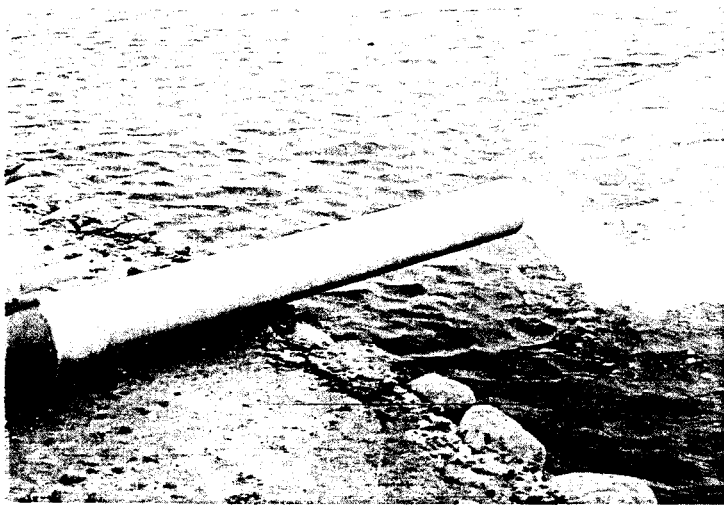


圖2-2 台南分所西5號
草蝦池及注水管



圖2-3 台南分所5號
虱目魚池

4. 養殖成果

(1) 草蝦

表2-1 草蝦池養殖記錄

池 塘 別	養 殖 期 間	放養量 (尾)	生產量 (台斤)	蝦子大小 (尾/斤)	活存率 (%)
草蝦循環池	80.4.15-80.11.1	61,500	1,206	21	41.2
草蝦非循環池	80.4.15-80.10.28	61,500	1,087	22	38.9

(2) 虱目魚

表2-2 虱目魚池養殖記錄

池 塘 別	放 養 日 期	放 養 量 (尾)	收 成 日 期	收 成 量 (公 斤)
虱目魚循環池	80.4.11	3,500(5寸苗)	—	—
虱目魚非循環池	80.4.11	6,000(5寸苗)	80.8.15	5,610
		4,000(3寸苗)	80.10.24	3,180

註：虱目魚循環池於7月13日發生泛池，死亡2,107台斤



圖2-4 檢視草蝦成長情形

(本圖片由水試所台南分所葉信利提供)

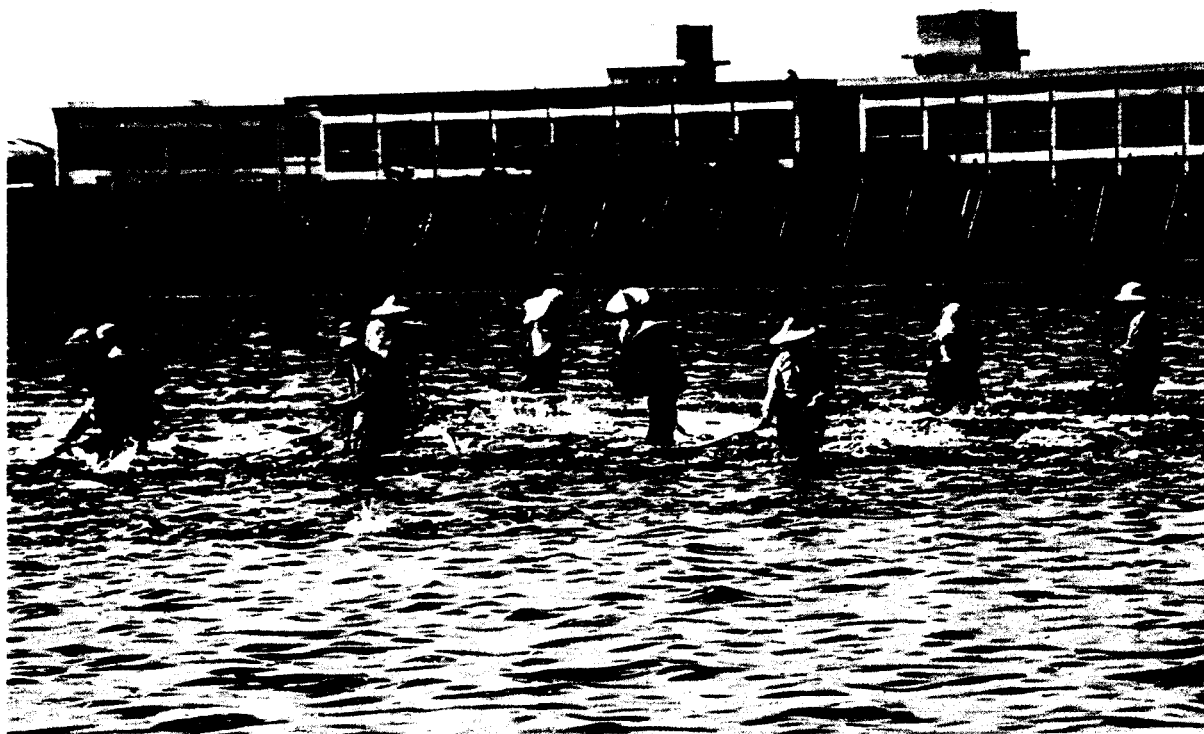


圖2-5 虱目魚收成(一)

(本圖片由水試所台南分所葉信利提供)



圖2-6 虱目魚收成(二)

(本圖片由水試所台南分所葉信利提供)

5. 池水檢驗

(1) 水質

表2-3 草蝦池與虱目魚池水質之比較

池 塘 別	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	溶氧 (mg/l)	銨氮 (mg/l)	亞硝酸氮 (mg/l)	鹽度 (‰)
草蝦循環池	26.1	22	8.29	8.26	0.33	0.002	32
草蝦非循環池	26.0	21	8.40	8.39	0.55	0.002	33
虱目魚循環池	27.1	>30	9.29	7.85	0.27	0.0043	36
虱目魚非循環池	26.4	>30	9.09	5.01	0.89	0.0033	37

註：以上數據為4次檢驗之平均值



圖2-7 養殖池水質測定

(2) 藻類

表2-4 草蝦與虱目魚循環池之主要優勢藻類

Taxa	草蝦		虱目魚	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
<i>Synechocystis</i> sp.1	*	*	*	*
<i>Synechocystis</i> sp.2	*	*	*	*
<i>Phormidium angustissium</i> W.et G.S.West	*	*		
<i>Phormidium tenue</i> (meneghini) Gom.	*	*		
<i>Anabaenopsis</i> sp.6	*			
<i>Microcystis firma</i> (Berb.et Leno.) Sch.			*	*
<i>Synechococcus</i> sp.			*	
<i>Carteria</i> sp.1				*

*：主要優勢藻類出現之池塘



圖2-8 *Anabaenopsis* sp. 6

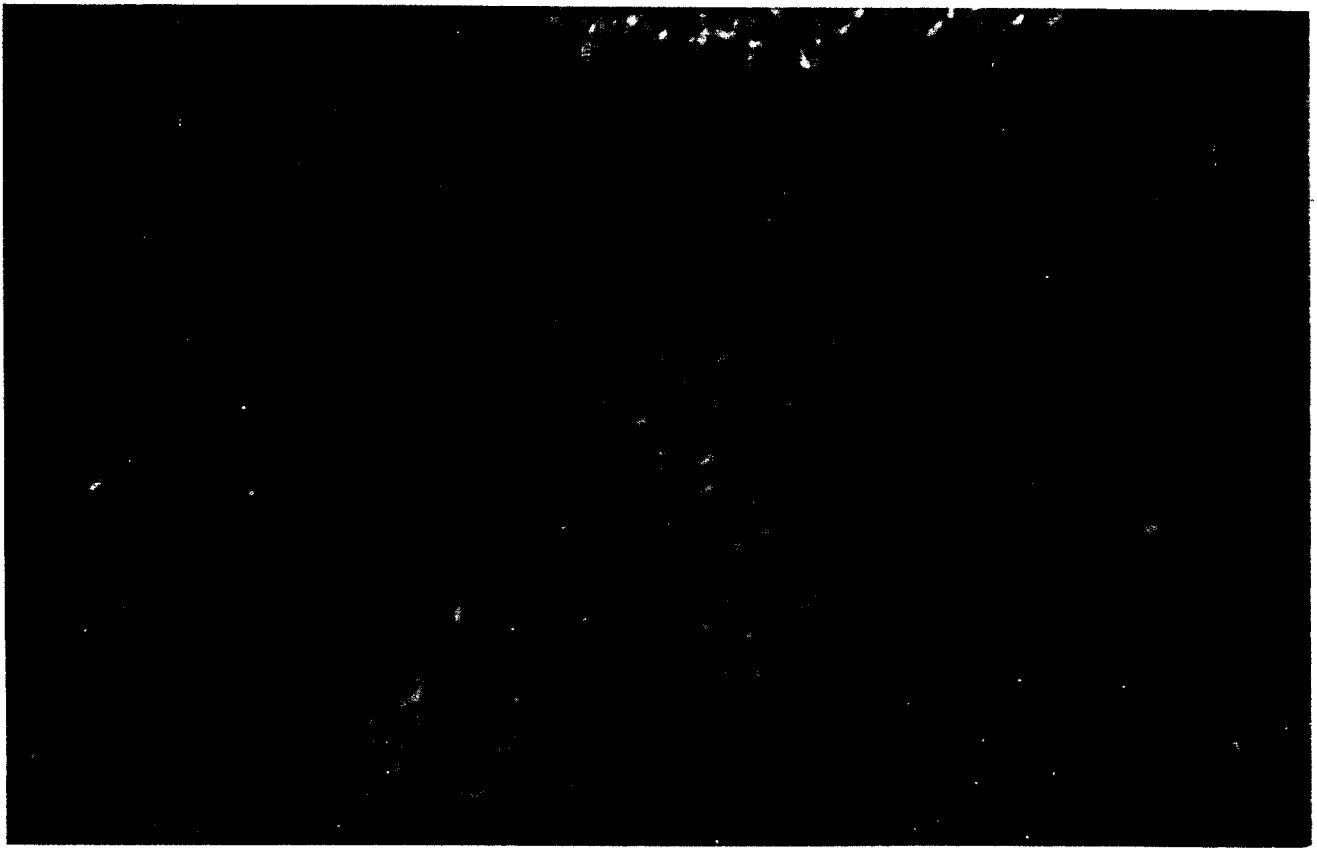


圖2-9 *Microcystis firma* (Berb. et Leno.) Sch.

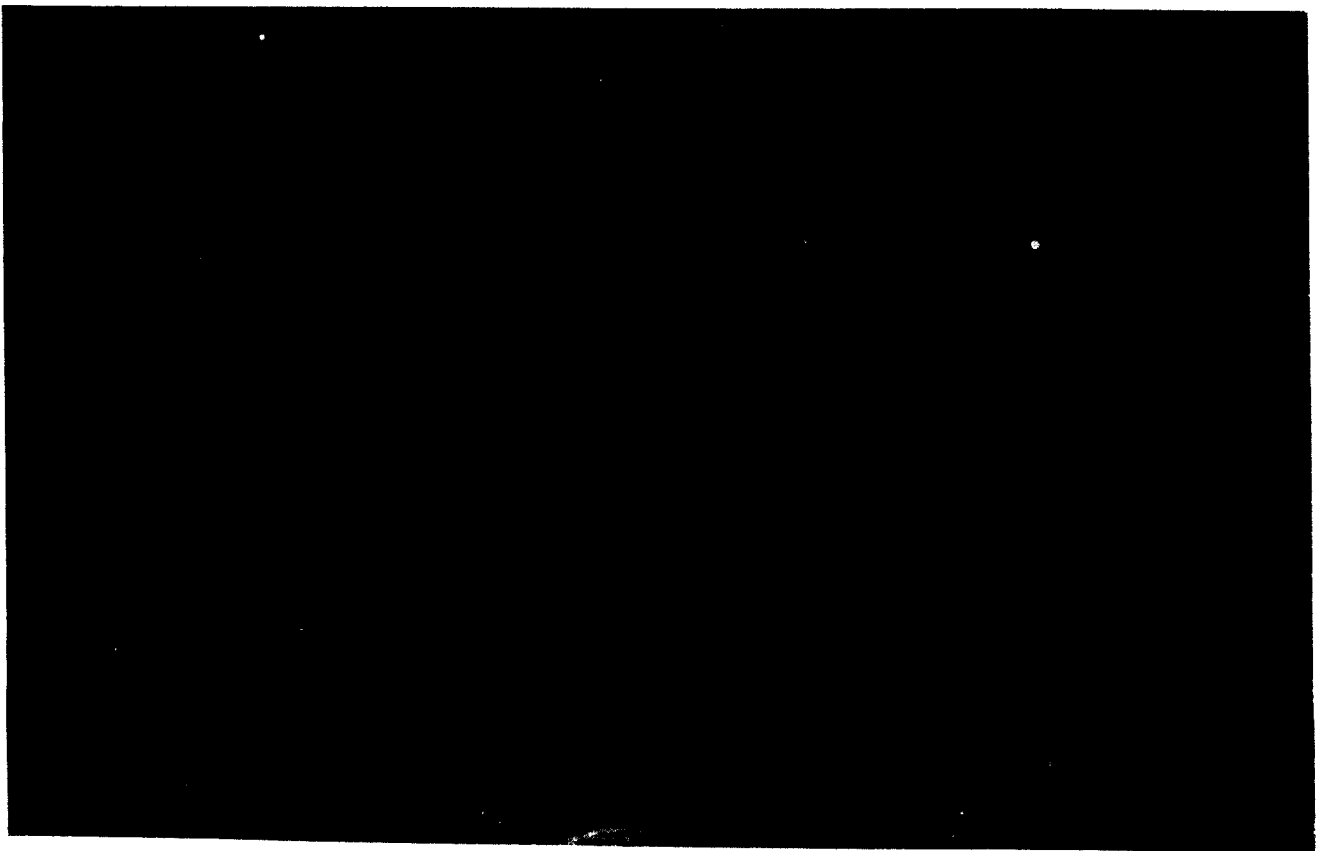


圖2-10 *Carteria* sp. 1

(3) 浮游動物

表2-5 草蝦池與虱目魚池浮游動物相之比較

Taxa	草蝦		虱目魚	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
Protozoa				
<i>Carchesium</i> sp.		*	*	*
<i>Trachelius</i> sp.			*△	*△
<i>Vorticella</i> sp.	*☆	*☆	*☆	*△
Rotifera				
<i>Brachionus plicatilis</i>	*	*	*☆	*☆
<i>Cephalodella</i> sp.			*△	
<i>Eecane papuana</i>			*△	*△
<i>Lacane tenuiseta</i>			*	
<i>Lacane</i> sp.				
<i>Rotaria</i> sp.			*△	
Annelida				
Polychaeta	*	*		
Copepoda				
Calanoida				
<i>Schmackeria dubia</i>	*△	*		
Cyclopoida				
<i>Oithona brevicornis</i>	*	*		
<i>Oithona</i> sp.	*	*		△
Harpacticoida				
<i>Cletocamptus deitersi</i>	*	*△		
Copepodid	*	*		
Nauplius	*△	*☆	△	△
Ostracoda				
<i>Balanus nauplius</i>	*	*		

*：出現率在50%以上；☆：最優勢種，佔60%以上；△：優勢種，佔10%以上



圖 2 - 11 台南養蝦池中常見的猛水蚤種類
(*Cleto-camptus deitersi*)

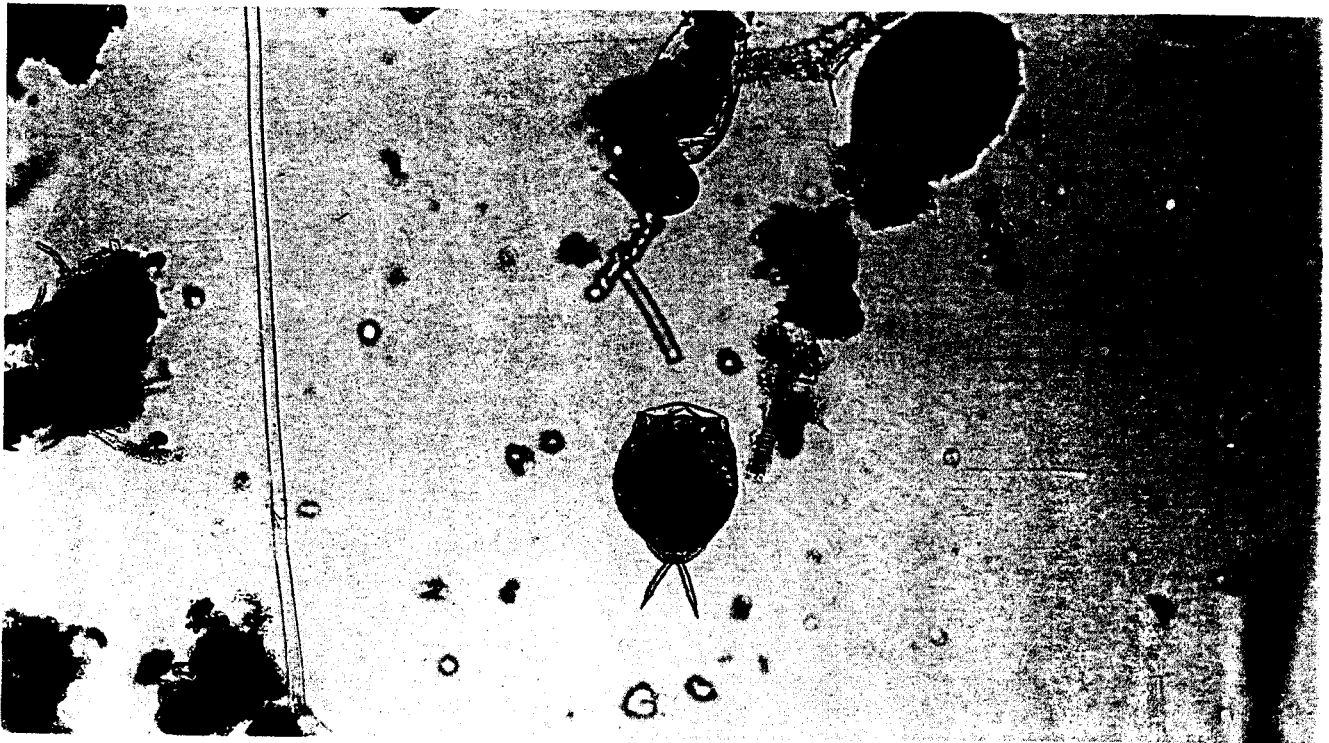


圖 2 - 12 台南虱目魚養殖池中常見的四頂腔輪蟲
(*Lecane tenuiseta*)

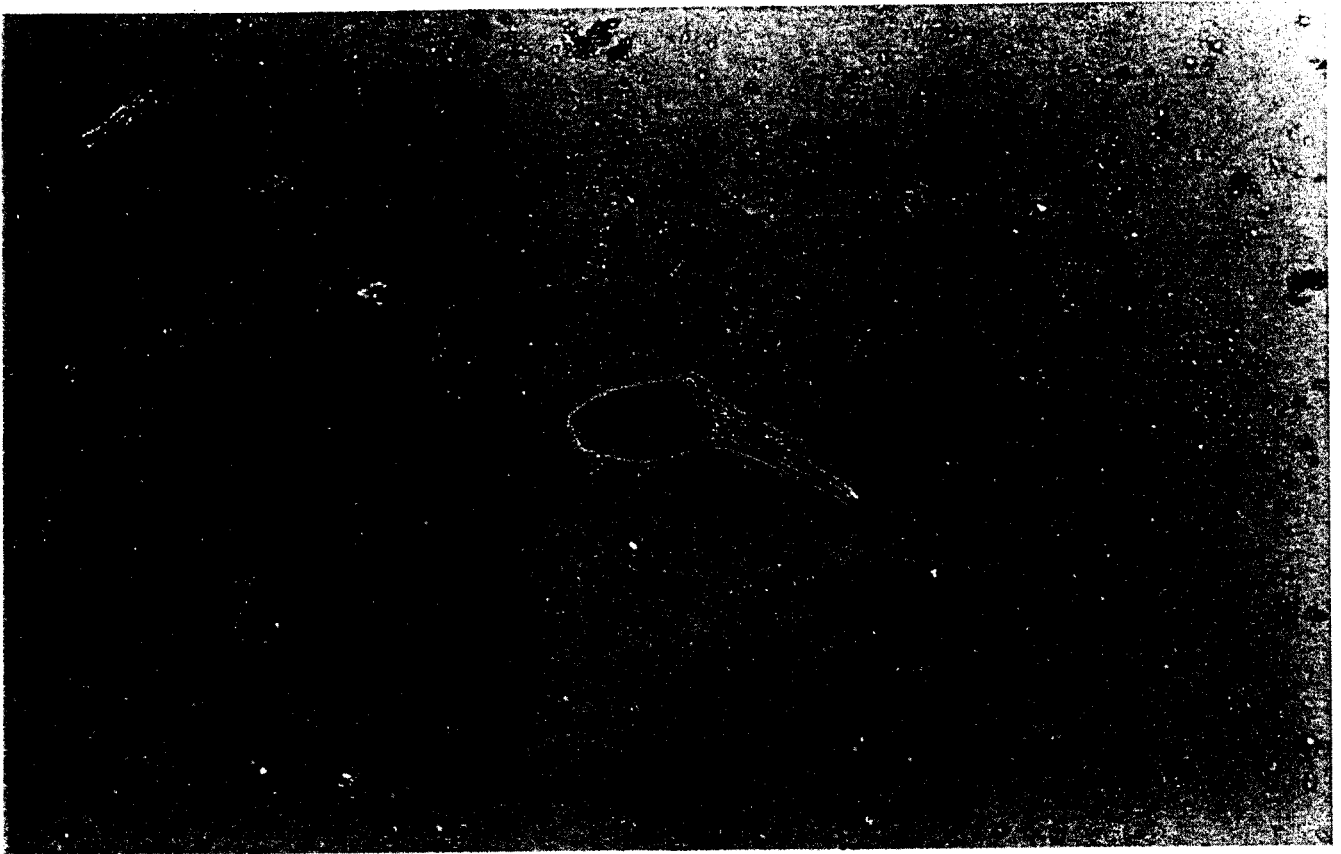


圖2-13 台南養蝦池中的輪蟲 (*Rotaria* sp.)

(4) 微生物

表2-6 草蝦池與虱目魚池總生菌數之比較

測定日期	草蝦(CFU/ml)		虱目魚(CFU/ml)	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
80年8月27日	5.4×10^4	7.3×10^3	1.0×10^4	1.2×10^4
80年9月10日	3.8×10^3	3.0×10^3	5.4×10^4	4.1×10^4
80年9月24日	1.3×10^4	3.8×10^3	7.9×10^3	1.8×10^4
80年10月8日	5.0×10^3	2.6×10^4	1.3×10^4	5.7×10^4
80年10月22日	8.8×10^3	6.4×10^3	3.4×10^4	2.4×10^4
80年11月5日	3.4×10^3	2.2×10^3	1.2×10^4	
80年11月19日	#	#	#	#

#：曬池

(5)底質

表2-7 草蝦池與虱目魚池底泥之比較

測定日期、項目	草蝦		虱目魚	
	循環池	非循環池	循環池	非循環池
80年8月27日酸鹼值	7.7	6.6	7.6	7.8
氧化還原電位(mV)	-182	-182	-252	-310
80年9月10日酸鹼值	7.5	7.4	7.4	7.5
氧化還原電位(mV)	-646	-571	-656	-647
80年9月24日酸鹼值	7.1	8.1	8.5	8.0
氧化還原電位(mV)	-320	-270	-386	-379
80年10月8日酸鹼值	7.2	7.7	7.7	8.3
氧化還原電位(mV)	-263	-250	-404	-410
80年10月22日酸鹼值	7.4	7.7	8.2	7.9
氧化還原電位(mV)	-325	-186	-380	-426
80年11月5日酸鹼值	7.6	8.1	7.9	
氧化還原電位(mV)	-235	-220	-243	
80年11月19日酸鹼值	7.7	7.8	8.3	8.5
氧化還原電位(mV)	-217	-381	-396	-362

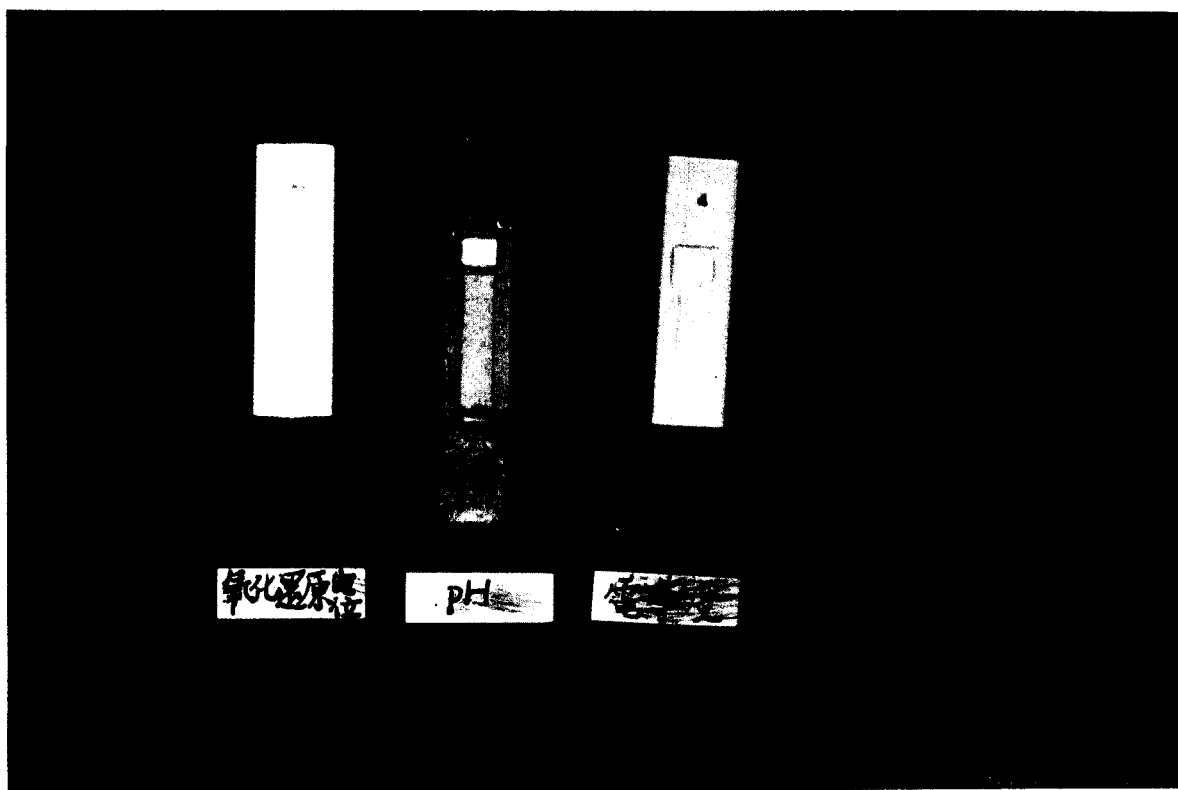


圖2-14 養殖池現場測定底泥用的攜帶式儀器

6. 總結及建議

一般草蝦池到養殖中期以後，水質會逐漸變“肥”，水中的銨氮和亞硝酸氮也有逐漸增加的趨勢，放養密度較高的池子，其增加則更爲明顯，而淺坪式虱目魚池含有豐富的底藻，可吸收水中的營養鹽，因此把草蝦池和虱目魚池做用水循環，把較肥的草蝦池水排到虱目魚池，讓底藻吸收、淨化，再把淨化後的虱目魚池水排回草蝦池，如此循環下去，對草蝦和虱目魚成長應該都有幫助。

以台南分所的草蝦池和虱目魚池試驗結果，發現草蝦循環池收成的蝦子爲21尾/斤，非循環池收成的蝦子爲22尾/斤，循環池收成1,206台斤，非循環池收成1,087台斤；循環池活存率41.2%，非循環池活存率38.9%。由此可知，草蝦循環池不論在收成時蝦子大小，產量和活存率方面均略勝於非循環池者，只是差距不大。

在水質方面，如以草蝦循環池和非循環池做比較，可發現草蝦循環池的銨氮（平均0.33 mg/l）比非循環池者（平均0.55 mg/l）低，但虱目魚池的pH和鹽度有時會偏高，使用時應加注意。

在藻類方面，循環池的數量雖然較高，但藻群落的種數目較多，分佈頻率也較平均，因此種歧異度值較高。若以較高的種歧異度值代表較佳的養殖環境品質來看，循環水對水質的品質及穩定性自有正面的效應。

在浮游動物方面，不論草蝦池或虱目魚池在循環池與非循環池的差異性均不很明顯。在種類組成上，虱目魚池以輪蟲類爲主，而草蝦池則以橈腳類來得優勢。原生動物中的吊鐘蟲（*Vorticella* sp.）在草蝦池中要遠高於虱目魚池中者。

此外，整個浮游動物的族群豐度量在草蝦池中也顯示出比虱目魚中來得豐富許多。

在微生物方面，草蝦池和虱目魚池的總生菌數約在 $2.2 \times 10^3 \sim 5.7 \times 10^4$ 之間，並沒有隨季節改變而有明顯變化；而衛生菌的測數結果，均顯示循環池中測數的數目，較非循環池者為低。

在底質方面，草蝦循環池底泥的 pH 分佈在 7.1~7.7 之間，較草蝦非循環池者（pH 6.6~8.1）變化小；而在氧化還原電位方面不論草蝦池或虱目魚池（均包括循環池與非循環池）變化均甚大。

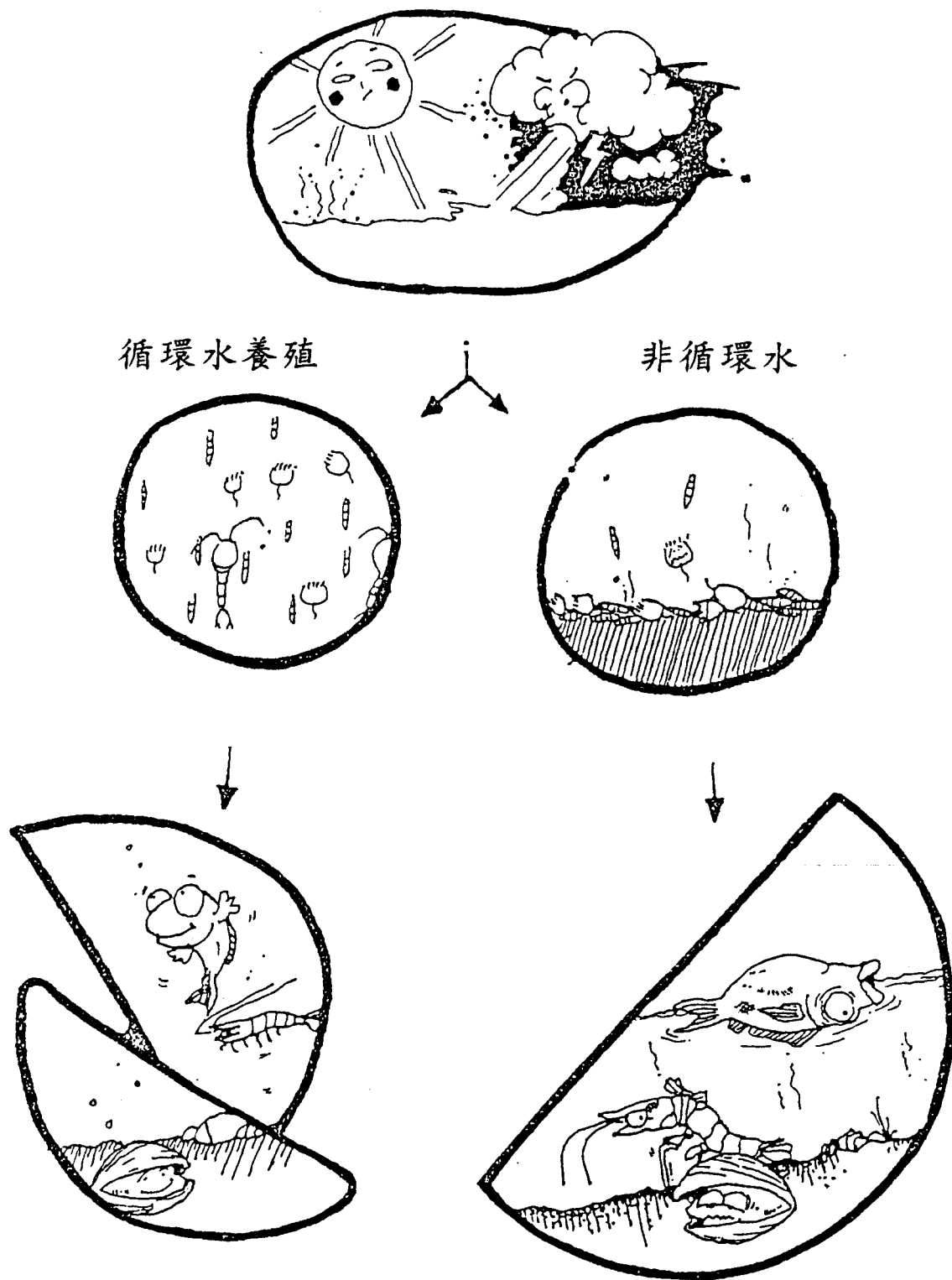


圖2-15 有循環的養殖池的藻類有經常性的新陳代謝，遭遇天氣變化時藻類較穩定，連帶著水質也較穩定

三、草蝦池與龍鬚菜池用水循環

養殖場：台南市何國明先生養殖池

地址：台南市安南區 Tel：(06) 2584468

1. 前言

何先生的養殖場位於台南市安南區，北鄰嘉南大圳大排，總面積20公頃，其中16公頃放養龍鬚菜，4公頃放養草蝦。

2. 養殖池平面配置圖

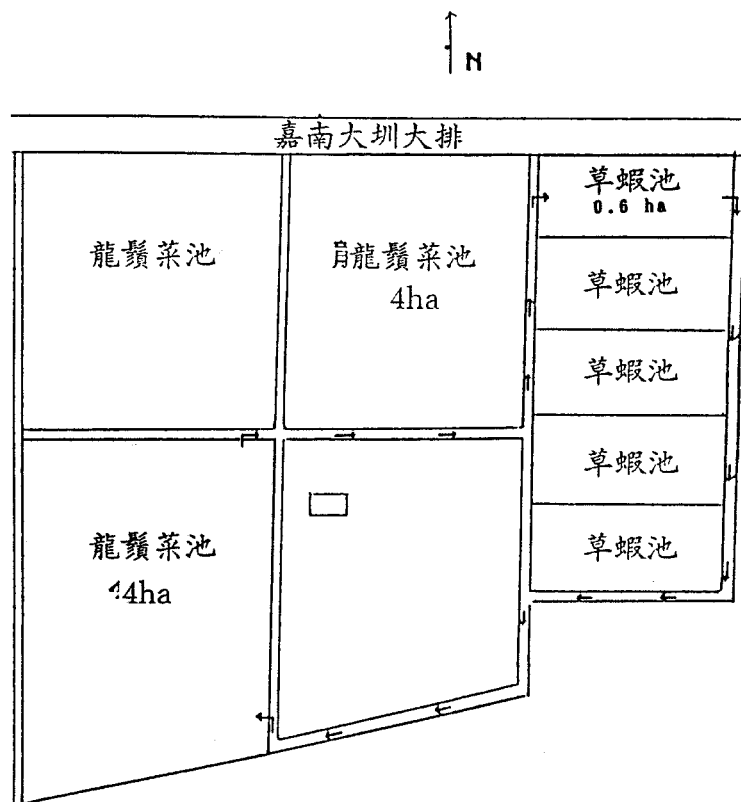


圖3-1 草蝦池與龍鬚菜池循環配置圖 (台南 何國明)

3. 循環原理及方式

龍鬚菜的成長必須有豐富的營養鹽，而養蝦池在不斷投放飼料下，水質肥沃，是供應龍鬚菜營養鹽很好的來源；同樣地，肥沃的水源經龍鬚菜吸收後成為清淨水再注入養蝦池，可使蝦在良好環境下成長加速。但如綠藻太濃，可能不適合直接注入龍鬚菜池，而以先經沉澱池處理後再注入較佳。

本試驗係以台南市何國明先生草蝦池與龍鬚菜池做用水循環。即利用抽水機將草蝦池的肥水抽至龍鬚菜池，再把龍鬚菜池淨化過的清淨水注回草蝦池，使形成一個循環狀態。自民國80年9月開始循環，每週循環1次，換水量約30公分。

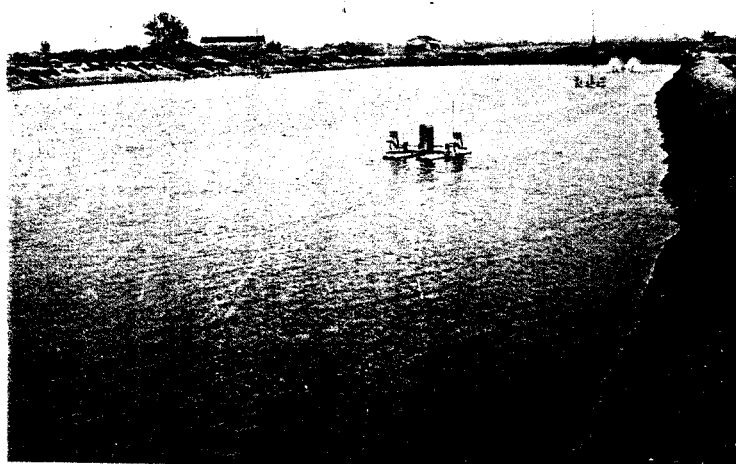


圖3-2 何國明先生
草蝦池



圖3-3 何國明先生
龍鬚菜池

4. 養殖成果

(1) 草蝦

表3-1 草蝦池養殖記錄

池塘別	養殖期間	放養量(尾)	收成量(公斤)	收成時蝦子大小(公克)	活存率(%)
何國明草蝦池	80.8.4—80.12.29	250,000	1,860	10.53	70.68

(2) 龍鬚菜

龍鬚菜全年放養，視生長情形每隔30—40天採收1次，每次採收每公頃池塘至少留下5,000公斤。

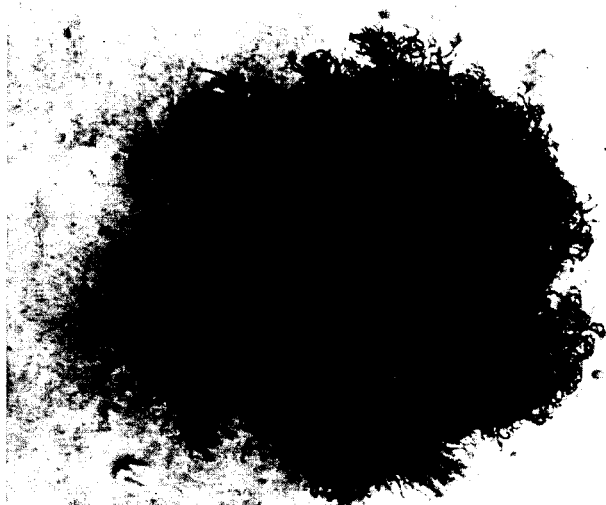


圖3-4 何國明養殖池中的龍鬚菜（菊花心種）



圖3-5 池邊晒龍鬚菜

5. 池水檢驗

(1) 水質

表3-2 草蝦池與龍鬚菜池水質之比較

池 塘 別	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	溶氧 (mg/l)	銨氮 (mg/l)	亞硝酸氮 (mg/l)	鹽度 (‰)
草蝦循環池	22.6	25	8.46	7.89	1.23	0.0017	22
龍鬚菜循環池	21.6	23	8.82	6.97	0.35	0.0015	27

註：以上數據為3次檢驗之平均值表3-3 草蝦與龍鬚菜循環池之主要優勢藻類



圖3-6 龍鬚菜池上的夕陽餘暉

(2) 藻類

表3-3 草蝦與龍鬚菜循環池之主要優勢藻類

Taxa	草蝦循環池	龍鬚菜循環池
<i>Synechocystis</i> sp.1	*	*
<i>Synechocystis</i> sp.2	*	*
<i>Synechocystis</i> sp.3	*	*
<i>Oocystis parva</i> W.et W.S.West	*	

*：主要優勢藻類出現之池塘

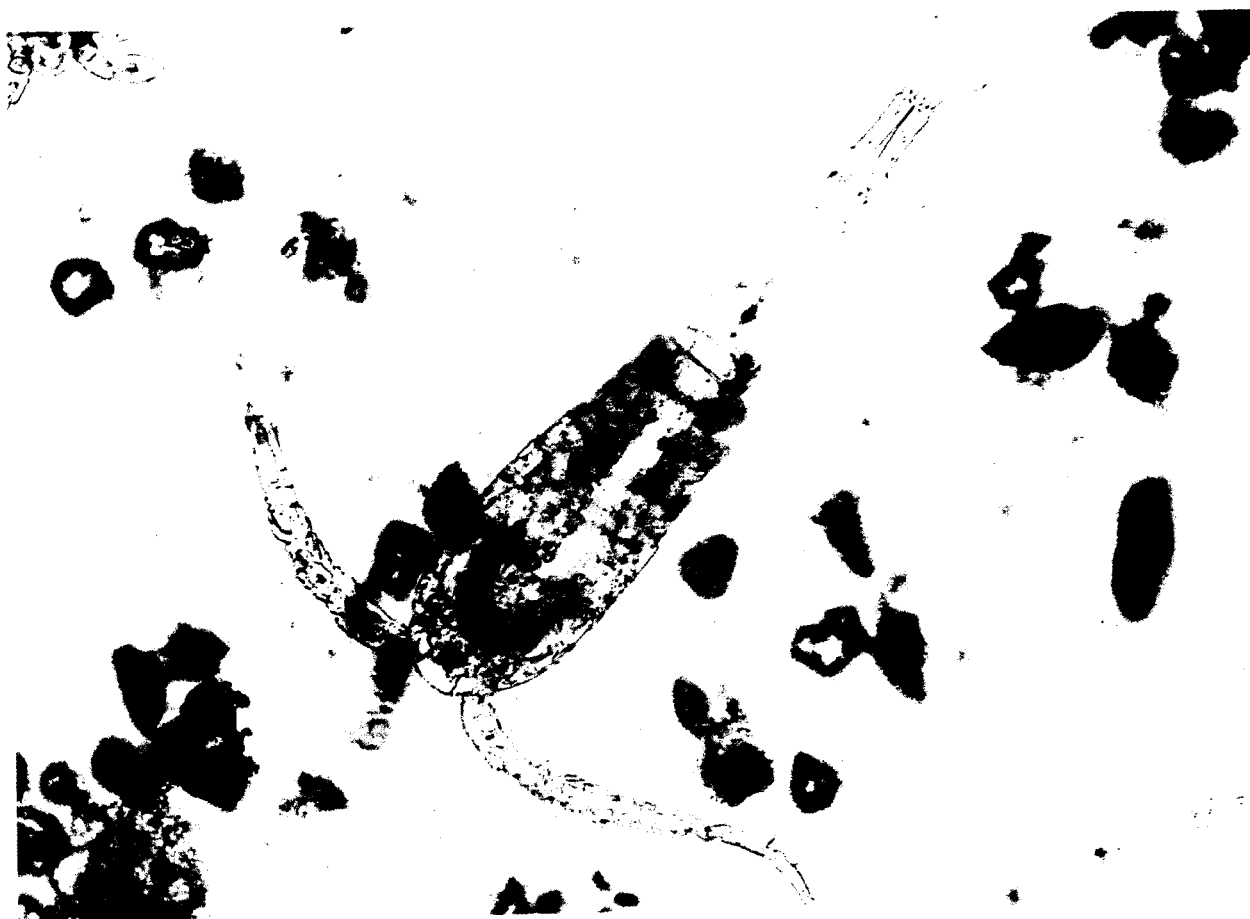


圖3-8 台南市安南區龍鬚菜池中所見到的短角異劍水蚤
(*Apocyclops royi*)

(4) 微生物

表3-5 草蝦池與龍鬚菜池總生菌數之比較

測定日期	草蝦循環池(CFU/ml)	龍鬚菜循環池(CFU/ml)
80年9月11日	3.2×10^3	1.5×10^4
80年10月9日	5.1×10^4	5.7×10^4
80年11月6日	*	3.7×10^4
80年12月4日	3.2×10^5	1.4×10^4

*：未檢測

表3-6 草蝦池與龍鬚菜池衛生菌數之比較

測定日期、項目	草蝦循環池	龍鬚菜循環池
80年9月11日大腸菌羣	0.1	0.1
糞生大腸菌	10	—
糞生鏈球菌	0.2	0.1
80年10月9日大腸菌羣	1	—
糞生大腸菌	1	3
糞生鏈球菌	1.6	1.7
80年11月6日大腸菌羣	*	350
糞生大腸菌	*	0.4
糞生鏈球菌	*	3290
80年12月4日大腸菌羣	—	—
糞生大腸菌	—	10
糞生鏈球菌	1	0.6

註：—：未測得

*：未檢測

(5)底質

表3-7 草蝦池與龍鬚菜池底泥之比較

測定日期、項目	草蝦循環池	龍鬚菜循環池
80年9月10日酸鹼值	7.3	8.1
氧化還原電位(mV)	-197	-270
80年10月8日酸鹼值	7.9	8.3
氧化還原電位(mV)	-150	-350
80年11月5日酸鹼值	7.6	8.2
氧化還原電位(mV)	—	—
80年12月3日酸鹼值	7.6	8.4
氧化還原電位(mV)	-186	-383
80年12月24日酸鹼值	8.1	8.3
氧化還原電位(mV)	-311	-466

6. 總結及建議

龍鬚菜 (*Gracilaria* sp.) 屬於紅藻類，是本省最主要的養殖藻類。養殖地區分佈在彰化縣以南的台灣西部沿海地區，其中以台南市的產量最多。在養殖型態上，有龍鬚菜單養和龍鬚菜與虱目魚、蟳蟹類，蝦類混養等方式。由於龍鬚菜可吸收水中的營養鹽，因此草蝦池和龍鬚菜池做用水循環，也是一個可行的模式。

民國80年夏季因逢旱災，草蝦池整地後延到8月4日才放養蝦苗，至12月29日寒流來襲前一天收成。因養殖期間大部份已屬秋季，水溫較低，至收成時蝦子大小僅達57尾/斤，活存率為70.68%。

在草蝦池水質方面，水色大致保持綠色，水溫在10月9日即已降到23.9℃，透明度有逐漸降低的趨勢。池水的pH在11月6日降到7.53，而且當天的銨氮也升高到2.75 mg/l，顯示水質惡化情形嚴重。據調查，可能是11月6日前幾天水溫回升，草蝦攝食量增加，投餌太多所造成。經告知養殖戶加強用水循環並減少投飼，12月4日測定時銨氮已經恢復正常。

另從草蝦池和龍鬚菜池水質的比較中，也可得知龍鬚菜池的平均銨氮 (0.35 mg/l) 也比草蝦池者 (1.23 mg/l) 低很多，因此草蝦池和龍鬚菜池進行用水循環，對降低草蝦池的銨氮應該有所幫助。

在藻類方面，龍鬚菜池藻種甚為單純，以藍綠藻佔絕對優勢，超過99%，優勢種為 *Synechocystis*。和龍鬚菜池循環的蝦池，優勢藻種也和龍鬚菜池相同。不過，蝦池中尚出現有很多其他藻類，因此歧異度值要高些。

在浮游動物方面，因沒有比較組（即非循環組）故無法分析。但若就台南分所草蝦循環池做為標準時，則顯示出本草蝦循環池的種類優勢度比較低，此意味著本草蝦循環池仍較為穩定。

在微生物方面，草蝦池和龍鬚菜池的總生菌數，從80年9月至12月間均無明顯的變化。但在衛生菌部份，11月6日龍鬚菜池的大腸菌群及糞生鏈球菌均急劇上升，顯示水質惡化情形嚴重。

在底質方面，草蝦池底泥 pH 在 7.3~8.1 之間，龍鬚菜池底泥 pH 在 8.1~8.4 之間，顯示龍鬚菜池底泥 pH 較草蝦池者高。但龍鬚菜池的氧化還原電位（-270~-466mV）比草蝦池（-150~-311mV）低。

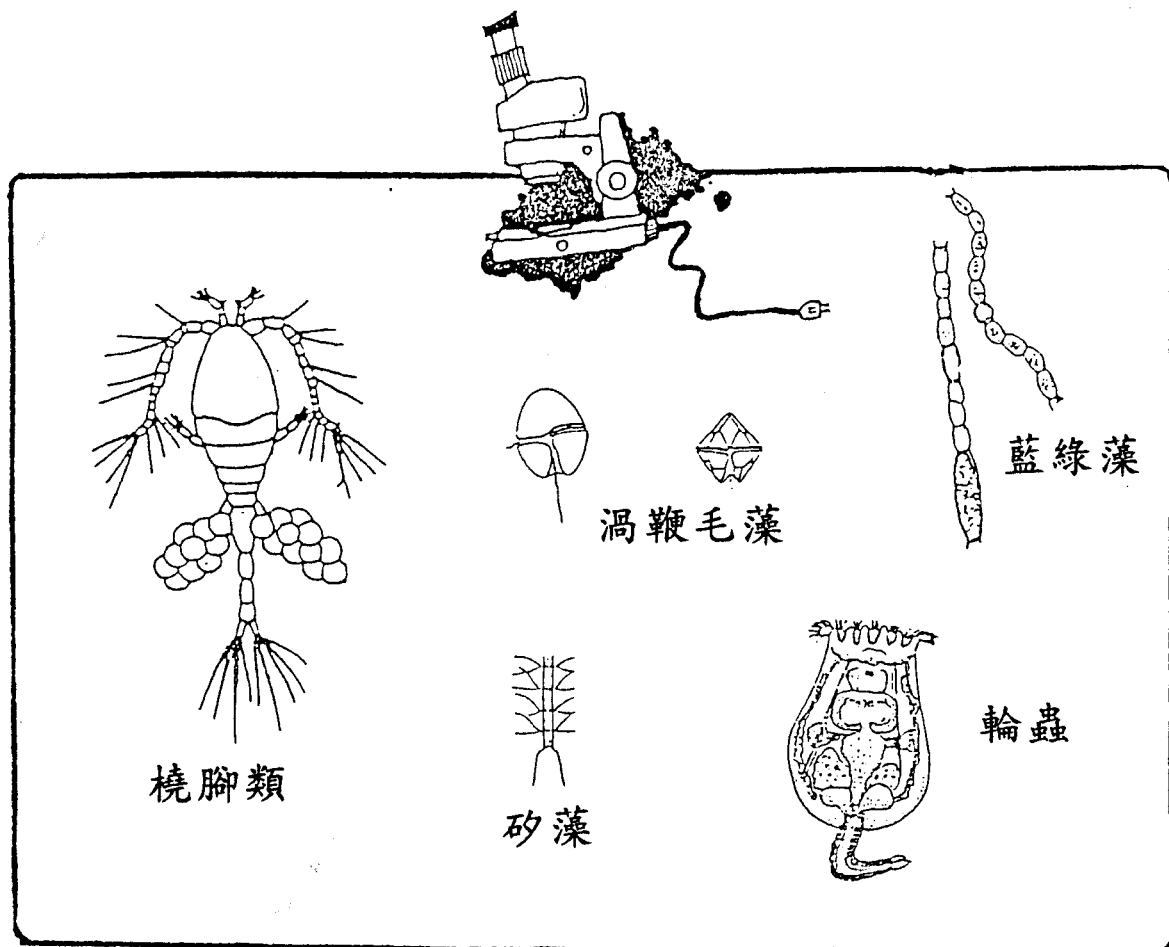


圖3-9 顯微鏡下常見的浮游生物

四、草蝦池與西刀舌池用水循環

養殖場：台南縣林獻策先生養殖池

池址：台南縣北門鄉海埔 Tel：(06) 7864881

1. 前言

林先生的養殖場位於台南縣北門鄉海埔地，土地面積3.7公頃，共有4個池塘，主要放養西刀舌、草蝦、虱目魚和豆仔魚等。因地屬砂質，適合西刀舌生長。

2. 養殖池平面配置圖

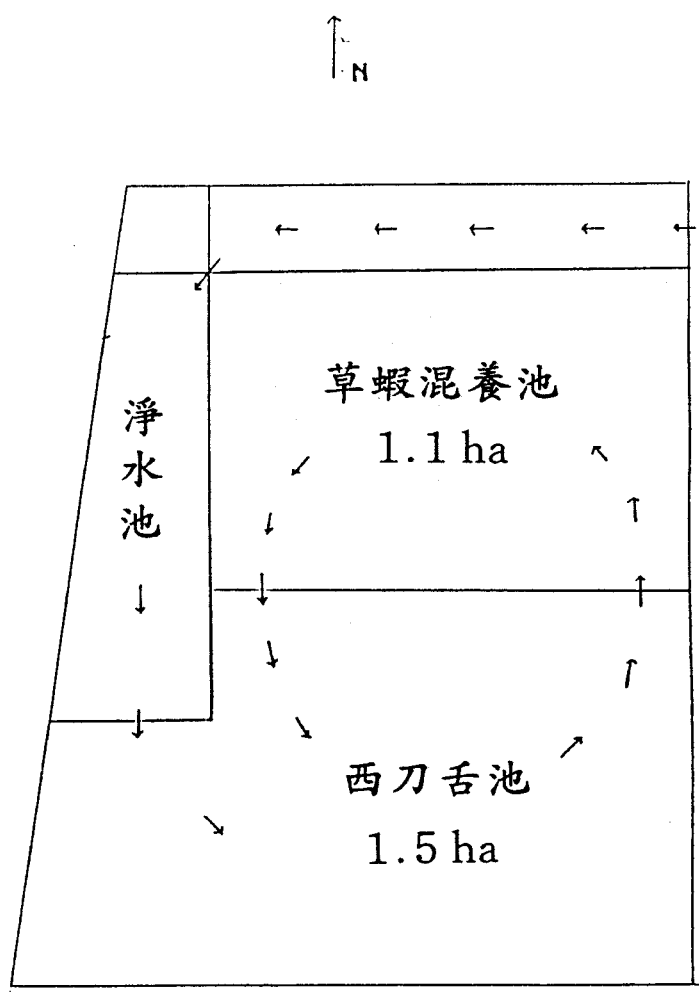


圖4-1 草蝦池與西刀舌池循環配置圖 (北門 林獻策)

3. 循環原理及方式

西刀舌與文蛤一樣，均可濾食水中有機物質，而且攝食量大文蛤1倍左右，所以養蝦池面積應大於西刀舌池，不然浮游生物不足供應西刀舌攝食，會造成西刀舌成長不良。

本試驗以台南縣北門鄉林獻策先生的草蝦混養池與西刀舌池做用水循環。即利用抽水機將草蝦池的肥水抽至西刀舌池，同時把西刀舌池的清淨水抽至草蝦池，使形成一個循環狀態。民國80年8月以前即已開始循環，每隔7、8天循環1次，每次換水量約6-7公分。

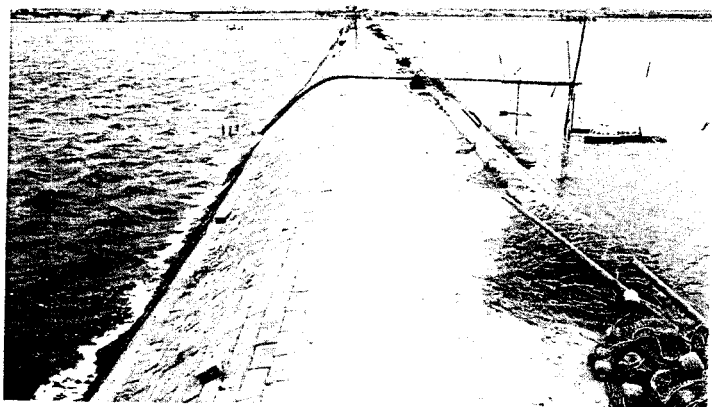


圖4-2 把草蝦池的肥水抽至西刀舌池

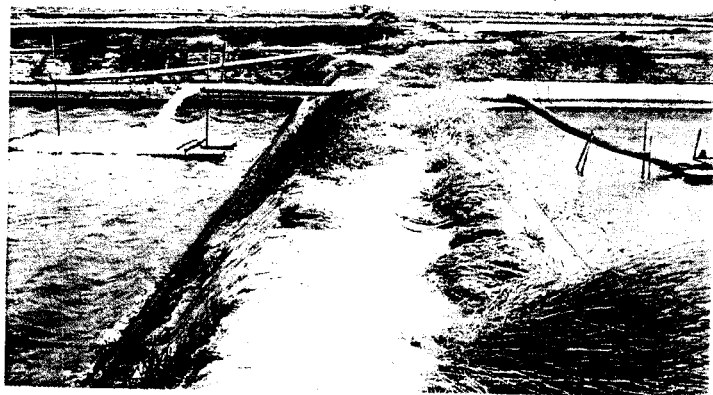


圖4-3 把西刀舌池的清淨水抽至草蝦池

4. 養養殖成果

(1) 草蝦混養池

① 草蝦

表4-1 草蝦養殖記錄

池塘別	放養日期	放養量(尾)	收成日期	收成量 (台斤)	收成時蝦子 大小(尾/斤)	活存率(%)
林獻策草蝦混養池	1. 80.3.3	200,000	80.7.14	300	32	12.53
	2. 80.4.17	100,000	80.12.25	700	40	

② 虱目魚

表4-2 虱目魚養殖記錄

池 塘 別	放 養 期 間	放 養 量 (尾)	收 成 日 期	收 成 量 (公 斤)
林獻策草蝦混養池	80.4.4—80.8.24	14,000	80.8.24	7,000

註：12月25日清池，池底尚有1,000餘尾

③ 豆仔魚

表4-3 豆仔魚養殖記錄

池 塘 別	放養期間	放養量(尾)	收成日期	收成量(台斤)	大小(尾/斤)
林獻策草蝦混養池	80.2.28—80.12.25	20,000	80.12.25	640	8

(2) 西刀舌池

表4-4 西刀舌養殖記錄

池 塘 別	放養期間	放養量(台斤)	收成日期	收成量(台斤)
林獻策草蝦混養池	79年4—5月	24,000	80.12.25—81年5月	20,000

001323

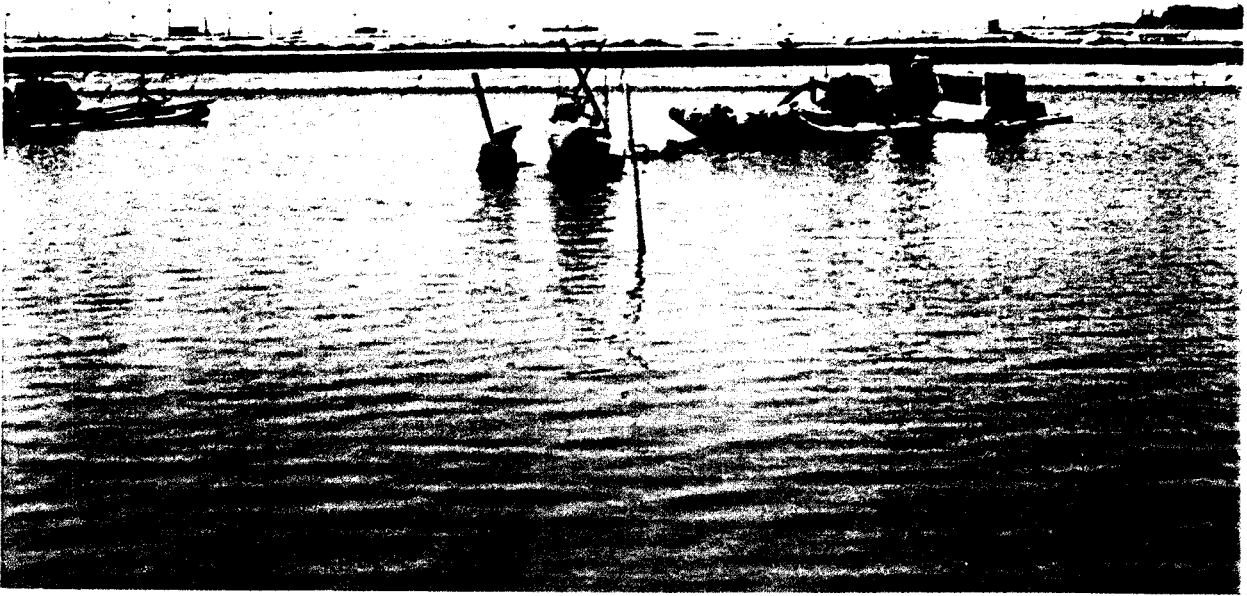


圖4-4 西刀舌收成情景



圖4-5 尖嘴型西刀舌 (*Sanguinolaria rostrata*)

5. 池水檢驗

(1) 水質

表4-5 草蝦池與西刀舌池水質之比較

池 塘 別	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	溶氧 (mg/l)	銨氮 (mg/l)	亞硝酸氮 (mg/l)	鹽度 (‰)
草蝦循環池	27.3	21	8.57	11.15	0.30	0.0037	23
西刀舌循環池	27.1	>30	8.56	7.49	0.90	0.0668	18

註：以上數據為6次檢驗之平均值



圖4-6 養殖池採樣



圖4-7 養殖池現場測定
水質、底泥

(2)藻類

表4-6 草蝦與西刀舌循環池之主要優勢藻類

Taxa	草蝦循環池	西刀舌循環池
<i>Synechocystis</i> sp.1	*	*
<i>Oscillatoria subtilissima</i> Kutz.	*	
<i>Anabaenopsis</i> sp.6	*	
<i>Phormidium angustissium</i> W.et G.S.West	*	
<i>Synechocystis</i> sp.2	*	*
<i>Microcystis firma</i> (Berb. et Leno.) Sch.		*

*：主要優勢藻類出現之池塘

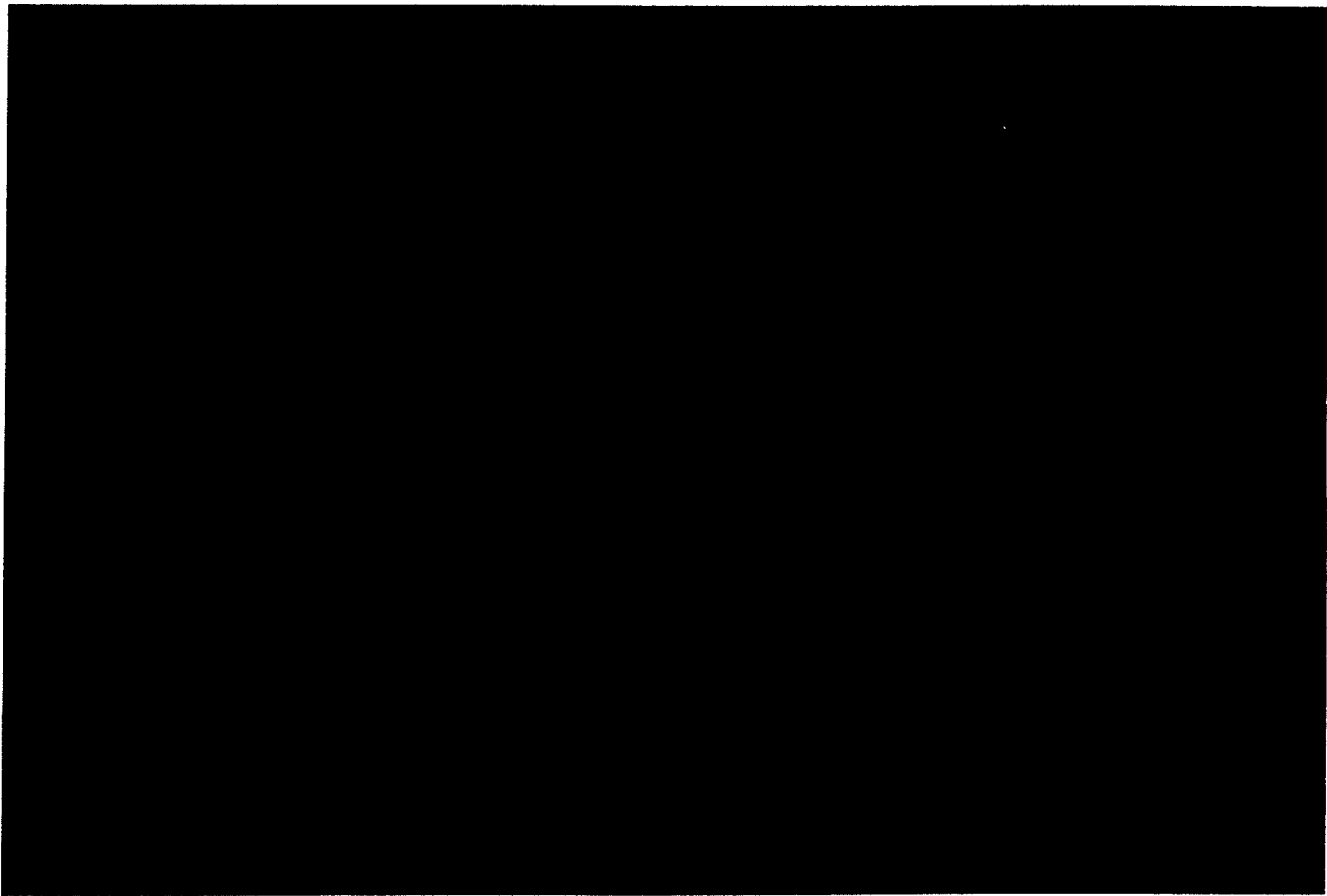


圖4-8 *Oscillatoria subtilissima* Kutz.

(3) 浮游動物

表4-7 草蝦池與西刀舌池浮游動物相之比較

Taxa	草蝦循環池	西刀舌循環池
Protozoa		
<i>Caricium</i> sp.	*	
<i>Vorticella</i> sp.	△	☆
Rotifera		
<i>Brachionus plicatilis</i>		☆
<i>Rotaria</i> sp.		
Amphibia		
Polydora		☆
Copepoda		
Calanoida		
<i>Sinocalanus tuba</i>		
Cyclopoida		
<i>Oithona brevicornis</i>	△	
<i>Oithona</i> sp.		
Copepodid		
Nauplius	☆	☆
<i>Balanus nauplius</i>		

*：出現率在50%以上；☆：最優勢種，佔60%以上；△：優勢種，佔10%以上。

(4) 微生物

表4-8 草蝦池與西刀舌池總生菌數之比較

測定日期	草蝦循環池(CFU/ml)	西刀舌循環池(CFU/ml)
80年9月11日	1.8×10^4	2.9×10^3
80年10月9日	1.1×10^4	5.8×10^4
80年11月6日	2.9×10^4	7.7×10^4
80年12月4日	3.3×10^4	1.2×10^5

表4-9 草蝦池與西刀舌池衛生菌數之比較

測定日期、項目	草蝦循環池	西刀舌循環池
80年9月11日大腸菌羣	—	0.3
糞生大腸菌	—	—
糞生鏈球菌	0.2	—
80年10月9日大腸菌羣	1	0.3
糞生大腸菌	—	0.3
糞生鏈球菌	0.2	80
80年11月6日大腸菌羣	110	80
糞生大腸菌	—	—
糞生鏈球菌	50	90
80年12月4日大腸菌羣	20	—
糞生大腸菌	1	1.4
糞生鏈球菌	1	20

註：—：未測得

(5)底質

表4-10 草蝦池與西刀舌池底泥之比較

測定日期、項目	草蝦循環池	西刀舌循環池
80年9月10日酸鹼值	7.9	7.9
氧化還原電位(mV)	-270	-251
80年10月8日酸鹼值	8.2	7.9
氧化還原電位(mV)	-310	-270
80年11月5日酸鹼值	8.0	8.3
氧化還原電位(mV)	-	-
80年12月3日酸鹼值	7.6	8.3
氧化還原電位(mV)	-386	-353
80年12月24日酸鹼值	8.5	8.7
氧化還原電位(mV)	-218	-215



圖4-9 清除西刀舌池中的絲藻

6. 總結及建議

西刀舌是一種濾食植物性浮游生物很強的紫貝類。本省較有經濟價值的紫貝主要有兩種：

一種是富士紫貝 *Sanguinolaria rostrata* (Solander)，俗稱尖嘴型。

另一種紫貝是 *Soletellina diplos* (LINNE)，俗稱闊嘴型。本試驗的西刀舌池是養殖富士紫貝的西刀舌池。

在西刀舌池的水質方面，由於西刀舌對植物性浮游生物的濾食性很強，因此一般池水的透明度均很高。池水的 pH 保持在 8.33 - 8.86 之間，變動不大。溶氧的變化則比較顯著，分佈在 5.38 - 11.51 mg/l 之間。銨氮 9 月份開始快速增加，10 月 9 日高達 2.78 mg/l，11 月下降。亞硝酸氮也在 9 月份上升，10 月份達到最高，與銨氮情形一致。磷分佈在 0.36 - 0.72 mg/l 之間；鐵分佈在 0.03 - 0.13 mg/l 之間；矽酸鹽分佈在 1.75 - 3.75 mg/l 之間，均屬正常的濃度範圍。總鹼度呈逐漸增加的趨勢。池水氧化還原電位在 20 - 51 mV 之間。鹽度從 8 月的 11 ppt 逐漸增加到 10 月 9 日的 24 ppt，然後再下降到 12 月 4 日的 15 ppt。

如把草蝦池和西刀舌池的水質做比較，可發現草蝦池的透明度平均 21 cm，藻類濃度很高，而西刀舌池透明度很高，因此把這兩種池塘做用水循環的話，對兩者應該都有好處。在 pH 方面，兩池池水相差不大。在溶氧方面，草蝦池的溶氧平均較高，可能是草蝦池藻類濃度較高，光合作用較旺盛之故。在銨氮方面，草蝦池因 6 月份曾經泛池，蝦子活存率較低，銨氮含量平均僅 0.3 mg/l 而已，西刀舌池放養已長達 1 年多，放養密度又高，銨氮也較高。亞硝酸氮也有類

似的情形。在磷方面，草蝦池磷的含量從0.75 mg/l 逐漸降低到0.04 mg/l，可能是被池中大量的藻類所利用消耗之故；而西刀舌池因藻類少，故磷的減少也較不顯著。在鹽度方面，草蝦池平均23ppt 較西刀舌池平均18ppt 略高。

整體而言，西刀舌池的水質並不見得比草蝦池好，但西刀舌強力濾食植物性浮游生物的特性，正可改善草蝦池養殖中期以後水質過肥的現象。因此，今後如能在西刀舌的放養密度或面積比例上加以調整則草蝦池和西刀舌池的用水循環將更為完善。

在藻類方面，西刀舌池的藻類數量平均比和它循環的蝦池低，藻種數目也較少，而且藻種的分佈頻率也較不平均，因此種歧異度比蝦池低。從蝦池與西刀舌池的藻相來看，蝦池的藻群落歧異度值明顯地較高（略高於其他的試驗蝦池），因此與西刀舌池循環的蝦池水質顯然會獲得改善。

在浮游動物方面，草蝦池與西刀舌池之間的種類相及族群豐度出現量仍有所差別。草蝦池浮游動物族群的高密度期在9月初，西刀舌池則在12月初。由於該草蝦池的種類優勢度比較比台南分所的草蝦非循環地低，顯示與西刀舌池循環的草蝦池仍較台南分所者穩定。

在微生物方面，草蝦池的總生菌數約在 $1.1 \times 10^4 \sim 3.3 \times 10^4$ CFU/ml 之間，而西刀舌池的總生菌數則從9月份 2.9×10^3 CFU/ml 逐漸上升到12月份的 1.2×10^5 CFU/ml。草蝦池和西刀舌池的衛生菌均以11月份的測數最高。

在底質方面，草蝦池和西刀舌池底泥 pH 分佈在7.6 - 8.7 之間；氧化還原電位分佈在 -215 ~ -386mV 之間。

五、附錄

1. 簡易水質監測

(蕭澤民 提供)

(1) 鹽度測定：最便宜的可用比重計換算，或一隻四仟至五仟左右的曲光式鹽度計皆極方便。

(2) 酸鹼值，pH：各種生生物各有其適合成長之酸鹼值，海水魚蝦通常在7.5-9.5間，但由於適應的關係，各池塘最適合pH值並不一定，倒是pH值的變動要注意。一般在光合作用旺盛時之pH值最高而在黎明最低，勿使藻類光合作用過強，使得pH值日夜間變化太大易導致疾病發生。

pH值測定法，目前以使用1支約1,500元左右之pH測定筆較方便，但使用壽命僅半年至一年。使用前需用標準液較正，不用時應泡於清水或氯化鉀飽和液中。

(3) 透明度：透明度可用來評估藻類濃度，一般是以1塊30公分之圓盤分成四區分別塗上黑白兩色，再固定於有長度刻劃之繩子或桿子上，沈入水中直至分不清黑白界限時稱為透明度。

(4) 氨及亞硝酸測定：氨和亞硝酸濃度過高時會妨礙魚蝦呼吸。通常以坊間可購得簡易比色組合較方便。

(5) 溶氧D.O.：溶氧測定可用滴定法測定但極不方便，使用D.O.電極力測定則每台需萬元以上。

(6) 顯微鏡檢查浮游生物：觀察浮游生物可用肉眼或顯微鏡。肉眼觀察時用500cc之燒杯或透明玻璃杯撈起池水可估計浮游動物之量。肉眼見之輪虫為橢圓形而垂直於水面做螺旋形運動，橈腳類則體型較大而行跳躍運動。

顯微鏡下觀察可見藍綠藻、矽藻、渦鞭藻、原生動物及綠藻。一般而言藍綠藻、渦鞭藻及原生動物出現佔絕大多數時表示水質較差。

2. 養殖池底泥管理

(楊秋忠 提供)

養殖池中包括水體及底泥，在連續多年的養殖之後，池底就堆積大量的生物排泄物、飼料殘渣、污泥等有機物，這些有機物即成爲底棲生物及微生物的生存場所，在分解有機底泥時，許多微生物會放出惡臭或有毒物質，將直接或間接影響到生產的魚類品質。

養殖環境的良否受水中有機物的影響，而這些水中有機物則來自水體及底泥的生物或有機質，例如魚類的泥土味，經發現是由放線菌及藍綠藻所分泌釋出引起的問題。而微生物的族群起落則受水質及底泥特性所影響，水質受沈泥堆積物的影響甚大，尤其水量少或氣候特殊時影響更大，底泥與水體間的可溶性物質也有平衡互相交換的現象，因爲底泥扮演吸附及去吸附的現象。

經底泥分析結果顯示一般蝦池所測試之底泥 pH 爲 7.6 至 8.5 之間爲多，底泥氧化還原電位之變化甚大，從 0 至 -361 mV，電導度的變化常在 100 至 150 \times 100 mS 間。底泥之丙酮萃取液以 400 nm 波長可供偵測有機質之吸光值是較佳指標，底泥有機質含量在 0.3 至 3.49 % 之間，底泥正離子交換能力及含氮量均與有機質含量有關。底泥之丙酮萃取液，經分析結果顯示不同養蝦池內之有機物質有差異，有蝦死亡之養殖池的底泥常出現有較多之分析物質，尤其出現的物質含量較多時，常與養蝦不良有密切相關。

養殖池底泥的管理重點是儘速減少有機物含量及避免過度還原狀態，尤其在氧化還原電位甚低下，有機物會促進產生有毒物質，值得特別重視。底泥之晒坪使用石灰質材，有助分解有機物及改善底泥微生物相，勿亂用不明之藥物。