

投稿類別：海事類

篇名：

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵  
次數下的增殖率比較

作者：

曾奕燕。國立基隆海事高職。養三

指導老師：

趙文榮老師

# 簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較

## 壹●前言：

餌料生物是種苗繁殖時重要的飼料來源，主要包括微藻、輪蟲和豐年蝦，每種魚苗從剛出生就要學習如何攝食餌料生物，而餌料生物又富含許多營養尤其是高度不飽和脂肪酸 EPA 和 DHA，是我們人工無法培育出來的，因此餌料生物在養殖界當中扮演一個很重要的角色，目前養殖業者常用的初期動物性餌料生物 - 輪蟲 (*Brachionus*)，是生產高經濟價值魚類不可或缺的餌料，因其體型較小(約在 130~320  $\mu\text{m}$ )，相對的緩慢運動速度，而且生產容易、營養適當之故(註一)。每天以人工的方式來定期飼養魚苗是件很麻煩又耗費人力的事，而且很容易因為養殖條件控制不當，而導致餌料生物養殖系統的崩潰，動物性餌料生物的增殖通常又比較無法預測，可能也會使得後續魚苗的養殖出現問題，所以往往造成養殖業者的困擾，當然藉由這個實驗也可以方便我們以後不需要那麼麻煩假日都需回來學校依三餐來餵食魚、蝦苗等；本實驗目的是要來探討如何製做一個較簡易且穩定性又較高的自動化投餵系統，以便做到水產魚苗計劃性生產的目標。

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率  
比較

貳●正文：

一、 實驗目的

- (一) 學習組裝簡易的自動控制模式
- (二) 比較不同投餵次數下對輪蟲的增殖情形
- (三) 建立動植物性餌料生物生產流程
- (四) 擴展大規模魚苗的生產模式
- (五) 節省養殖生產成本及精減人工勞力

二、 實驗材料

表一. 實驗設備:

	品名	型號
光學顯微鏡	Olympus	CH20
解剖顯微鏡	Euromex	雙眼 0.7~45 倍
震盪培養器	Wisdom	OS54
血球計數器	Reichert	Bright-Line
微量吸管( micro pipette)	Seorex	ACURA 825
電磁閥	Orifice KDS	GC2 0-120 PSI
計數器	Hope	NO.8-004
定時器	PRO-WATT	Tu-A/59. AC 110v
空氣過濾膜	Millipore	25mm 0.45 $\mu$ m
三角瓶	1000 cc. 2000 cc	
浮游生物網	400 目/cm <sup>2</sup> . 100 目/cm <sup>2</sup>	
微量吸管尖(Micro pipette tip)		

表二. 扁藻之 Walne 培養液配方(註二):

貯備液 I		貯備液 II		貯備液 III	
NaNO <sub>3</sub>	100.0 g	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	4.4g	維生素 B <sub>12</sub>	10mg
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	20.0g	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	2.0g	維生素 B <sub>1</sub>	200mg
Na <sub>2</sub> EDTA	45.0g	( NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> . 4H <sub>2</sub> O	0.9g	蒸餾水	100ml
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	33.6g	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	2.0g		
MnC <sub>12</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0.36g	加蒸餾水到	100ml		
FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	1.30g				
貯備液 II	1ml				
蒸餾水	1000ml				

\* 培養液 1 公升添加貯備液 I 1 cc , 貯備液 III 0.1 cc

### 三、實驗步驟:

- (一) 本實驗的簡易性自動化投餵系統原理，是透過定時器的設定通電時間以啓動用電磁閥去控制扁藻的藻液流量，電流通到電磁閥的線圈帶動電磁閥體開關，藻液就會流過，不通電閥體就會關閉，而藻液就關閉，定時器也可設定一天啓動次數，每次的間隔時間長短(圖.26)。
- (二) 本實驗所要比較增殖的餌料生物為動物性餌料生物—壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)，在培養之前須先將 Walne 營養鹽之培養液(表二)配製出來以備培養周氏扁藻(*Tetraselmis chui*)，使扁藻大量增殖再利用虹吸法投餵給輪蟲吃。
- (三) 材料準備好之後(表一)，首先將 5 公升保特瓶的瓶蓋利用電鑽鑽四個洞(圖.6)，分別裝上四條打氣管，一條用來連接至打氣機裝上空氣過濾膜(圖.8)，使扁藻攪拌打氣用；另三條分別連接到實驗三角瓶(1 次/天、2 次/天及 3 次/天) 每次投餵量為 35 cc。
- (四) 把塑膠管剪出四條適當的長度(圖.7)，並裝置好電磁閥，取在塑膠打氣管之中間位置，從桶子經過電磁閥再經過毛細管(圖.10)並拉長至下方震盪培養器的三角瓶中(圖.9)，將每瓶的流量穩定好之後並依每瓶的滴流量標示好，插入塑膠打氣管時要輕彈一下以免造成氣栓。
- (五) 因輪蟲密度太高及雜質太多所以需先過濾，準備兩支浮游生物網 100 目及 400 目(圖.12)，將兩支浮游生物網重疊在一起 100 目在上 400 目在下，再倒入輪蟲原液下去並需先在浮游生物網裡取一個凹洞以方便集中輪蟲(圖.13)。
- (六) 之後再把過濾完的輪蟲利用微量吸管(micro pipette)吸取 1 cc 再拿到光學顯微鏡(Olympus)下計算其每cc的數量(圖.14)。
- (七) 每瓶的三角瓶中各取 300ml 的輪蟲(經海水稀釋後使海水輪蟲有 80 隻/cc)，並在每個三角瓶外黏貼一個專屬的微量吸管，避免計算輪蟲數量時會有誤差及三角瓶口外還要覆蓋一片鋁箔紙，避免會有異物污染(圖.16)。
- (八) 把定時器調整好為早上八點(1 次/天)，早上八點及下午四點(2 次/天)，早上八點、下午四點及晚上十二點(3 次/天)(圖.17)。
- (九) 並以七天為一實驗週期，且要每天固定時間用解剖顯微鏡(Euromex)計算輪蟲增值量，每組採樣 3 次計算再取其平均值，做為生物統計的基本資料。
- (十) 實驗前後必須以光學顯微鏡 (Olympus CH20) 及血球細胞計數器鏡檢扁藻的細胞密度(圖 24.)。
- (十一) 最後再把整個組裝安置好，把電磁閥的插頭插在定時器上，再把定時器插在一般插座上，即可開始進行自動投餵的實驗簡易自動化投餵系統配置的整體設計如圖 26 顯示。。
- (十二) 將電磁閥及定時器安裝上去後分別將三個定時器的時間調整為：第一組：早上八點(1 次/天)，第二組：早上八點及下午四點(2 次/天)，第三組：早上八點、下午四點及晚上十二點，設定好之後即可開啓電源，藻類將會按照設定時間由塑膠管產生虹吸現象經過電磁閥流入三角瓶中，進行投餵。

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較



圖 1.首先將五公升的塑膠桶子洗乾淨，並搖動桶子使各角落能洗到。

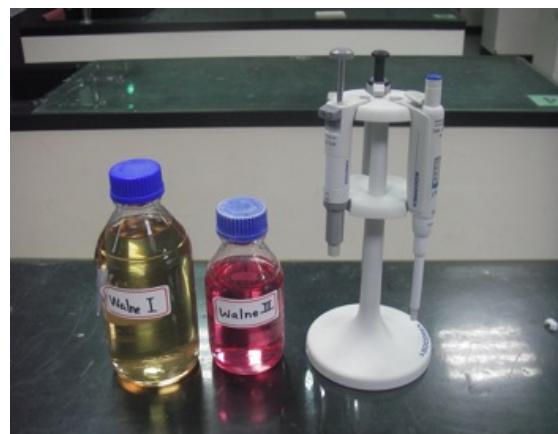


圖 2. 準備 walne 營養鹽 I、III 還有微量吸管( micro pipette)。



圖 3. 裝入三分滿的海水，並用微量吸管吸取 5 cc 的 walne 營養鹽 I 至塑膠桶內。



圖 4. 然後再吸取 0.5 cc 的 walne 營養鹽 III 至塑膠桶內。



圖 5.之後再倒入扁藻原液至八分滿為止。



圖 6.在桶蓋上利用電鑽鑽四個洞。

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較



圖 7. 將塑膠吸管剪取適當的長度給每瓶三角瓶用。



圖 8. 在打氣用的塑膠管上裝一個空氣過濾膜，防止空氣中雜質污染。



圖 9. 裝置好電磁閥並把每條塑膠管依其投餵量放入每個瓶三角瓶中。

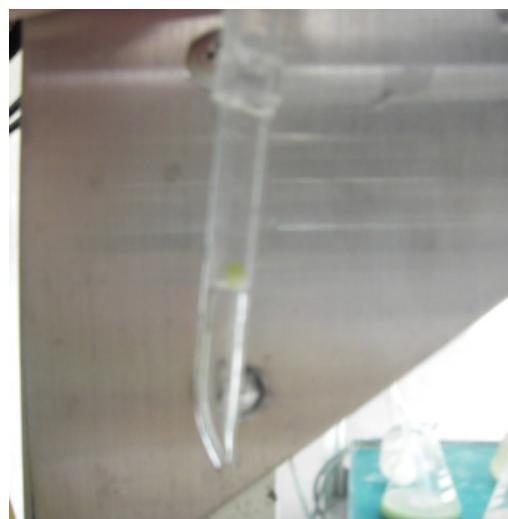


圖 10. 每瓶三角瓶內的吸管最底端需裝上一個微細管以控制餌料投餵量。

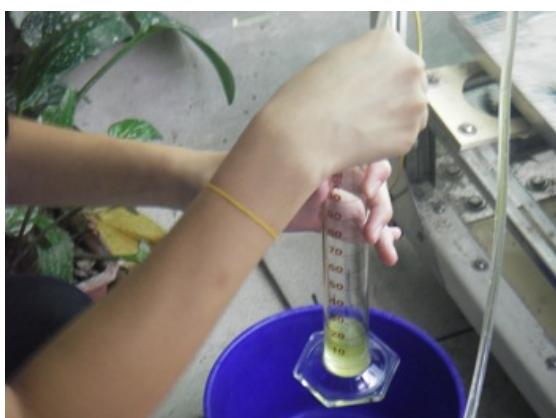


圖 11. 並利用微細管的滴流量測試好穩定性，使其保持流量固定。



圖 12. 準備兩支浮游生物網， $100 \text{ 目}/\text{cm}^2$ .  $400 \text{ 目}/\text{cm}^2$ .

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較



圖 13. 將兩支浮游生物網重疊在一起，並在網內取一個凹洞集中輪蟲。



圖 14. 把過濾完後的輪蟲放至解剖顯微鏡下(Euromex)，觀察其密度是否太高。



圖 15. 再把過濾完的輪蟲分配好倒入三角瓶裡，每瓶裝 300ml。

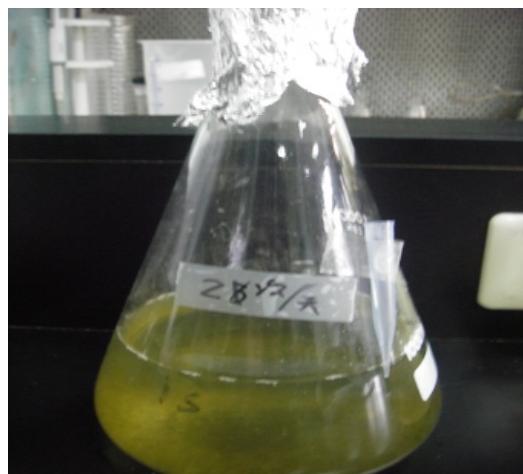


圖 16. 標示好每瓶的投餵次數，且放置震盪器上震盪以保持流動。



圖 17. 調整好定時器之時間後，並依每個不同投餵次數標以區分。

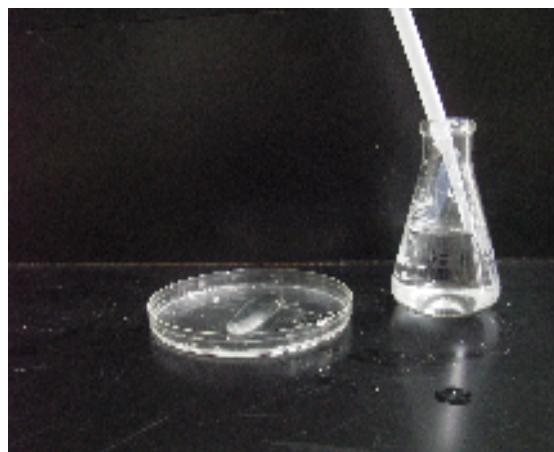


圖 18. 每天定時計算輪蟲時，吸取至培養皿中在吸取一些福馬林進行固定。

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較

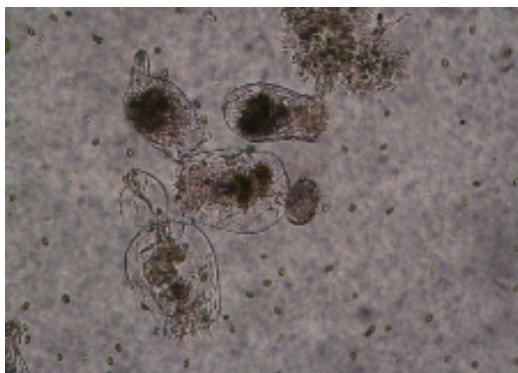


圖 19. 從解剖顯微鏡下(Euromex)觀察，部分輪蟲已不動了以方便計算。



圖 20. 再利用計算器計算其數量，並持續七天的計算。



圖 21. 將福馬林及扁藻混合後再計算最後一天扁藻的密度。



圖 22. 準備好血球計數器。



圖 23. 在蓋上蓋玻片並把扁藻注射進血球計數器裡使之均勻擴散分佈。

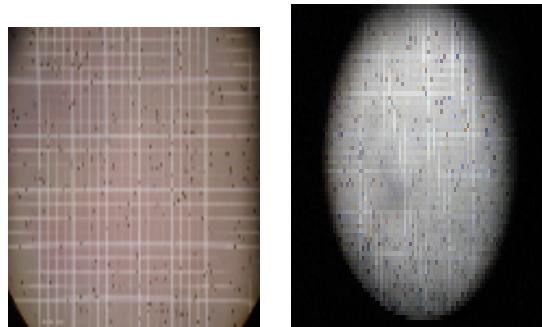


圖 24. 扁藻密度已顯得不像起始濃度那麼多了(右為一開始，左為最後一天)。

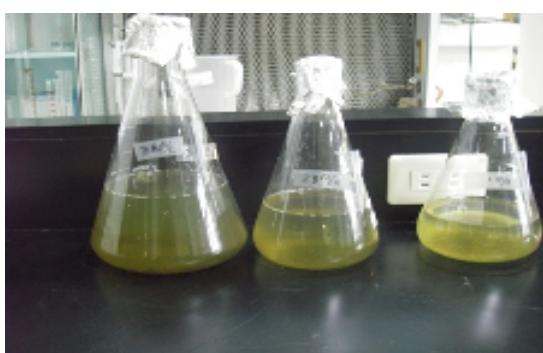


圖 25. 三角瓶內的顏色也變的不濃了。

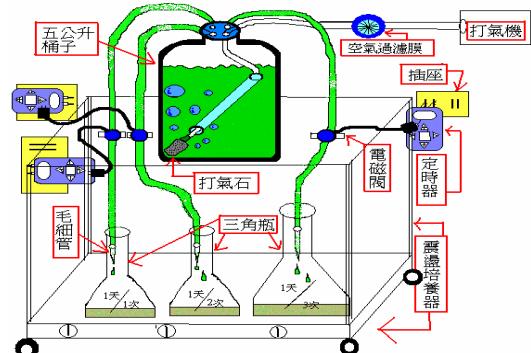
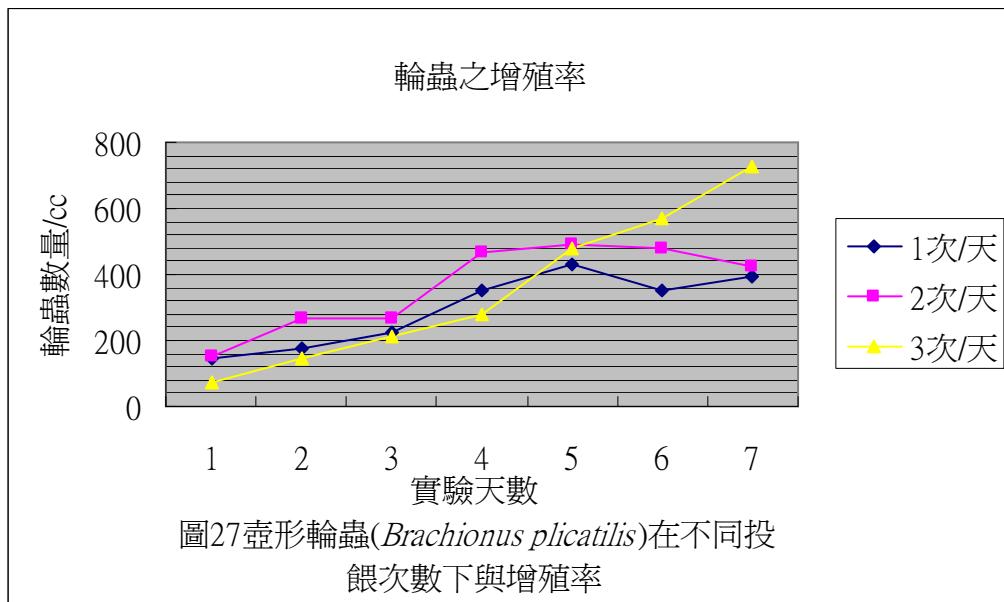


圖 26. 簡易自動化投餵系統配置圖

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較

參●結論：

一、實驗結果的趨勢：



表三. 壺形輪蟲一週內的採樣計數之增殖率及平均值

	1 次/天				2 次/天				3 次/天			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
11/8	142	150	144	145	154	154	154	154	76	64.	76	72
11/9	176.	172.	178	175	256.	276.	272	268	142	150.	144	145
11/10	109.	120.	106	223	151	145.	140	264	112	106.	104	268
11/11	338	350	36	350	462	486	446	464	258	298	280	278
11/12	426	444.	416	428	464.	492	510	488	460	468	416	481
11/13	354	350	360	354	466	464	500	476	586	560	570	572
11/14	392	372	416	393	430	424	428	427	686	784	708	726

表四. 壺形輪蟲在不同投餵次數下的有性生殖卵及孤雌生殖卵、母蟲數/cc

11/14	1 次/天				2 次/天				3 次/天			
重覆組 生殖方式	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
孤雌生殖卵數/cc	11	10	10	10	55	55	55	55	33	27	27	29
有性生殖卵數/cc	.0	0	0	0	.0	.0	0	0	2	2	2	2
母蟲數/cc	362	366	370	366	552	482	510	514	1356	1164	1312	1277

簡易的餌料生物自動化投餵系統應用在壺形輪蟲(*Brachionus plicatilis*)不同投餵次數下的增殖率比較

表五. 採用傳統投餵及簡易自動化投餵系統之成本分析。

	總共費用	成本
傳統投餵法	交通來回費用:(39+12)×2 + 早午餐費用: (50×2) =202 元×7 天=1414	1414 元
自動投餵法	定時器費用: \$270×3 個=810 電磁閥費用: \$180×3 個=540	1350 元

- (一) 由圖 27 得知輪蟲在三種投餵次數下增殖率以 3 次/天在第五天後的增殖率明顯增加(726 隻/cc)比 2 次/天(427 隻/cc)及 1 次/天(393 隻/cc)多。
- (二) 由表三及圖 27 顯示 3 次/天的投餵促使輪蟲增殖率在前四天增殖率不顯著，到了第五天後暴發性繁殖增殖率顯著的比其他兩組好，可能因為剛開始瓶子較大水量有較好的稀釋作用，到了第 5 天後，因投餵次數較多而引起暴發性繁殖。
- (三) 由圖 27 顯示出 1 次/天及 2 次/天輪蟲的增殖率在第 4 天就維持在一個平穩點上(約 428~488 隻/cc)不再增加，可能是輪蟲密度在 1000 cc 三角瓶中的最大的增殖密度，除非增加投餵次數或增大培養瓶容量，否則增殖率會維持在一定的密度以下。
- (四) 由表四顯示 2 次/天比 1 次/天及 3 次/天的孤雌生殖卵數還要多，表示其密度適當生活環境較優良，而 3 次/天的投餵卻出現有性生殖卵，表示其個體密度提高促使有性生殖卵發生，生活環境可能變為較惡劣，但是以母蟲數/cc 來說仍是 3 次/天較多。
- (五) 由表五顯示，採用傳統投餵及簡易自動化投餵系統之成本分析得知，採用傳統投餵法必需天天來回學校進行投餵，主要花費是交通費及投入的時間；而採用自動投餵法雖然購買實驗器材首次花費較高，但整體成本還是比傳統投餵法便宜，且更節省人工與時間，並可定時定量投餵，值得推廣。
- (六) 如果增加投餵次數如 6 次/天輪蟲增殖率會不會有倍數成長則有待進一步研究。

二、實驗過程需注意事項及遭遇：

- (一) 本實驗當中，最重要的事就是要先把投餵量穩定好，才能接下去的記算每次的增殖數，這樣才能比較出不同投餵量的增殖數據。
- (二) 在扁藻培養瓶的第四個孔蓋上的塑膠細管底端要裝一個打氣石，以免扁藻沒有氧氣就無法進行實驗了。
- (三) 在扁藻培養瓶塑膠管的頂端則要裝一個空氣過濾膜，避免空氣中的雜質跑進扁藻藻類桶裡，造成汙染。
- (四) 每瓶三角瓶的瓶口上要覆蓋一片鋁箔紙，避免異物汙染，且每瓶三角瓶外也需黏附一支專屬的微量吸管，避免汙染及數據誤算。
- (五) 因為扁藻會進行光合作用，有時利用虹吸法時，塑膠細管裡常會有氣栓所以要常常輕彈塑膠細管，避免會有氣栓防止水流的現象。

- (六) 實驗中，使用 Walne 培養液，培養液的用量要依其配方比例添加，應適量。
- (七) 在進行吸取輪蟲時，需先將三角瓶均勻的搖動再吸取輪蟲，使其採樣平均及避免吸取到死亡的輪蟲，每次進行吸取時位置最好一致於三角瓶中央。

### 三、未來展望：

- (一) 培養輪蟲時，也可以添加滋養液，如 DHA 蛋白質熊克或者是超級熊克，以強化輪蟲，在大量繁殖可使輪蟲營養更高，再經採收供給魚苗食用，使魚苗可長得更快更營養更健康。
- (二) 可結合電腦來做資料分析，現在正在開發自動化計數的功能，係使用顯微鏡來配合 CCD 及影像擷取卡來進行輪蟲影像的擷取，再由程式進行輪蟲影像的辨識與判斷，進而進行輪蟲的計數，其能即時地了解輪蟲的養殖情形。
- (三) 應用自動化給餌系統設計也可衍生到魚苗自動投餵上如圖 28，可節省投餵勞力、生產成本，並促使本來勞力密集及水產養殖業也能步入自動化生產的行業進而提升水產養殖業的企業化形象(註三)。

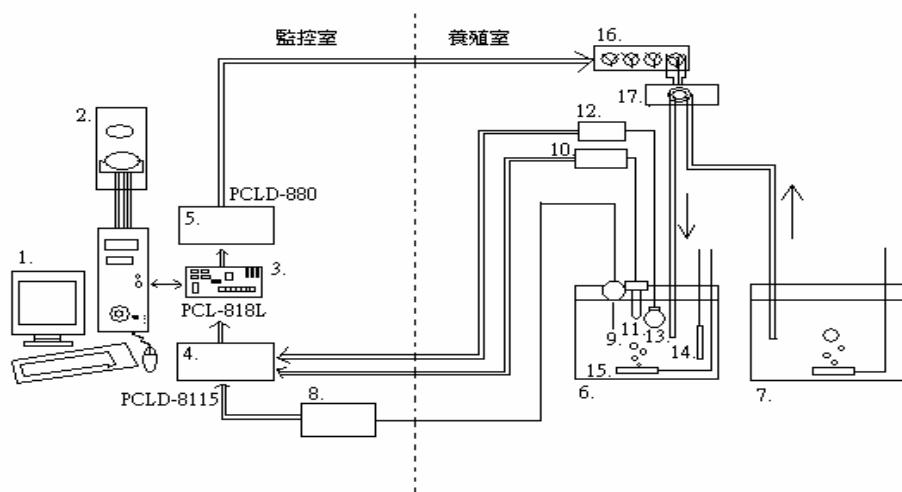


圖 28：魚苗自動投餵給餌系統(註三)

- |                |               |               |
|----------------|---------------|---------------|
| (1.) 監控電腦      | (2.) 不斷電系統    | (3.) PCL-818L |
| (4.) PCLD-8115 | (5.) PCLD-880 | (6.) 輪蟲養殖槽    |
| (7.) 微藻養殖槽     | (8.) 電源供應器    | (9.) 白金電阻體    |
| (10.) pH 值感測器  | (11.) pH 電極   | (12.) 溶氧感測器   |
| (13.) 溶氧電極     | (14.) 加熱器     | (15.) 打氣      |
| (16.) 電源       | (17.) 蠕動馬達    |               |

### 肆●引註資料：

- 一、趙文榮、曾金成、陶申秋(2002)。餌料生物學台北市。格致圖書有限公司。
- 二、蘇惠美(1999)。餌料生物之培養與利用。基隆市：臺灣省水產試驗所。
- 三、周瑞仁(1999)。餌料生物暨水產種苗生產自動化專輯。基隆市：臺灣省水產試驗所。