

人工配合飼料飼育草蝦試驗

陳世欽 · 劉熾揚

Feeding Experiment of Grass Prawn with Artificial Diets

Shih-Chin Chen * and Chi-Yang Liu *

ABSTRACT

In Taiwan, the grass prawn, *P. monodon*, is considered one of the most suitable and important penaid species for commercial culture. The culture area of prawn has been expanded in recent years, since the mass production of the fry succeeded in 1968, but the culture method are still in extensive polyculture system at present. There are some technical problems to be overcome before attempts can be made to culture the prawn in a large scale and intensive system. Considerable time was spent on the problem of food and nutrition of prawn, the conclusion is that no completely satisfactory, cost-effective feed for prawn has yet been developed.

In this experiment, two kinds of artificial feed, standard feed and cost down feed, and their combination with trash fish were given to study their feed efficiency. The effect of different percentage of diet given A.B.C on the growth rate and survival of prawn were also studied. The results obtained are summarized as follows:

1. Percentage of diet given is one of the factors that affect the growth of prawn, insufficient food inhibit the growth, while the grow decreased if fed too much, the more food given is wasted and also contaminated the water.
2. There is no significant difference between growth rate of percentage diet given A and B, as to the efficiency of food conversion, the feeding percentage B is benefit in economic aspect. The proper feeding method is A in early stage of the prawn, and feeding with B in grow-out stage.

3. Of the two kinds of artificial feed used in the experiment, the standard feed produced better growth than cost down feed, but feed combined with trash fish result in excellent growth than any one feed used singly.
4. The food efficiency of artificial feed with higher content of protein should not be better than the lower one of different protein source. It is evident that the fish meal is not the best raw material of artificial feed for prawn culture.
5. The survival of prawn is much lower and mass mortality occur occasionally in the case of fed with trash fish only, the survival and efficiency would be increased when the trash fish was given combined with artificial feed. The proper ratio is one to one.
6. Prawns produced with standard feed are a satisfactory product, but better and more effective feeds are a clear requirement for improvement of prawn culture economics.

前 言

草蝦是目前本省最重要的經濟養殖蝦類。根據記載本省養蝦已有一百多年的歷史，然而養殖方法一向以粗放式養殖，亦即與虱目魚或龍鬚菜混養為主，生產極為有限，主要是因為天然蝦苗的供應受自然環境的限制，無法大量且穩定提供養殖漁民的需要。自民國五十七年水產試驗所東港分所及台南分所先後完成了多種海產蝦類的人工繁殖試驗，確立了大量生產蝦苗的技術，並一再研究改進推廣以來，民間蝦苗繁殖場紛紛設立，養蝦面積也不斷增加，使本省養蝦事業呈現一片欣欣向榮的景象。而根據調查發現近幾年來養蝦業者成功的例子不少，然養殖失敗者亦不乏其人，顯示本省養蝦事業極具發展前途，但尚有許多問題尚待解決，除了在養殖技術上及管理方面有待改進之外，飼料將是草蝦養殖走向企業化大規模經營，首要解決的問題。一般所使用之飼料，量的供應不安定，且價格逐年增加，是養蝦業者很久以來未能解決的懸案，如何生產價廉而安定的人工飼料，一直是大家所努力的目標。

台南分所自民國六十二年開始即與日本農產株式會社及台農產業公司共同實施草蝦人工配合飼料開發試驗，從事草蝦營養條件之分析、草蝦嗜好性的研究、引誘劑及特殊粘結劑之開發（奈良，1975），經過幾年不斷的試驗與改進，在本年度的養殖試驗中，終於有了顯著的成果，這是本省水產養殖一個重大突破，也是本省草蝦養殖一大福音。

材 料 與 方 法

本試驗使用之草蝦為體重在0.48~0.79g 之間的蝦苗，係台灣省水產試驗所台南分所自行人工繁殖培育而成，在室外水泥池蓄養一段時間，且為同一母蝦所生殖，皆為活力良好之健康個體。

利用本分所試驗用室外水泥池十口，每口面積為 8M² (4M×2M)，池底鋪設 3 cm 之砂層，池水保持 1M 深左右，池中以二條塑膠軟管接打氣石予以充份打氣。本試驗於一九七六年七月十六日正式開始，每口池放養上述蓄養之草苗二百尾，即每平方公尺25尾（一甲地相當於 250,000尾），試驗至十一月十六日結止為期共 122天，每日上下午測定水溫兩次，並於下午五時投餵，視水質變化情形，每週更換池水2~3次。每月清理各試驗池一次，測定草蝦平均體長及體重（20尾平均值），並記錄其活存個體數。

本試驗之餌料係日本株式會社及台榮產業公司提供之人工配合飼料兩種，一為標準飼料（Standard feed），一為CD飼料（Cost down feed），分粉狀及粒狀，粉狀飼料是養殖初期，粒狀係在養殖後期投餵，其成分如Table 1所示，試驗內容及投餵方法示如Table 2。試驗池第1、2、3號分別以不同的投餌率A、B、C 投餵標準飼料，投餌率係隨蝦體重而改變，其投餌方法如Table 3。第4、5號池以標準飼料與生餌配合投餵，其比例為2：1及1：1。第6號池單獨投予 CD 飼料，7、8號池以CD飼料配合生餌以2：1及1：1 之比例投給，第9及10號池完全以生餌投餵做為對照試驗。以上4至10號池之投餌率均與1號池相同，按Table 3之A法投餵。

Table 1. Percent composition of artificial feed.

Composition	Standard feed		Cost down feed	
	Powdery	Pellet	Powdery	Pellet
Crude protein	55.38	55.49	60.21	59.78
Crude fat	7.10	6.76	5.69	5.34
Crude fiber	1.34	1.41	0.16	0.25
Ash	15.26	15.18	15.94	16.07
Water	5.10	5.00	5.70	5.70
Vitamin A	8428 IU	8943 IU	10787 IU	11018 IU
Vitamin B ₂	10.09mg	27.30mg	11.46mg	10.69mg
Vitamin E	13.81mg	15.99mg	13.08mg	10.90mg
Vitamin D ₁	1.80mg	1.65mg	1.84mg	1.99mg
Vitamin C	135.0mg	138.0mg	131.4mg	136.8mg

Table 2. The kind and ratio of feed given in each pond of the experiment.

Pond no.	Percentage of diet given	Artificial feed given	Ratio
1	A*	Standard feed	1
2	B	Standard feed	1
3	C	Standard feed	1
4	A	Standard feed and trash fish	2:1
5	A	Standard feed and trash fish	1:1
6	A	Cost down feed	1
7	A	Cost down feed and trash fish	2:1
8	A	Cost down feed and trash fish	1:1
9	A	Trash fish	1
10	A	Trash fish	1

*Percentage of diet given as shown in table 3.

Table 3. Percentage of the diet given related to the range of body weight and body length

Range of body weight (g)	Range of body length (cm)	Percentage of diet given		
		A	B	C
0.2- 1.0	2.5- 4.5	20-17	14-12	} 7-6
1.0- 2.0	4.5- 5.5	17-14	12-10	
2.0- 3.0	5.5- 6.3	14-12	10-9	
3.0- 5.0	6.3- 7.2	12-10	9-8	} 6-5
5.0- 7.0	7.2- 8.2	10-9	8-7	
7.0-13.0	8.2- 9.8	9-8	7-6	} 5-4
13.0-20.0	9.8-11.0	8-7	6-5	
20.0-30.0	11.0-12.5	7-5	5-4	} 4-3
>30.0	>12.5	5-4	4-3	

*Percentage of diet given is based on dry weight of feed.

人工配合飼料與生餌（狗母爲主）混合投飼，其不同比例係以淨重計算，倘若以乾物換算其配合比例，則爲配合飼料 2 與生餌 0.25 及配合飼料 1 與生餌 0.25。生餌係以狗母魚去除頭部及內臟後切成塊投飼，投於試驗池四周。

本試驗中各項資料，係以下述方法計算取得：

$$\text{平均一日攝餌率} = \frac{\text{攝餌量}}{\frac{\text{日數}}{2} (\text{試驗開始時之體重} + \text{試驗終了時之體重})}$$

$$\text{平均一日增重率} = \frac{\text{試驗終了時之體重} - \text{試驗開始時之體重}}{\frac{\text{日數}}{2} (\text{試驗開始時之體重} + \text{試驗終了時之體重})}$$

$$\text{飼料係數} = \frac{\text{給餌總重量}}{\text{收穫時總重量} - \text{放養時總重量}}$$

$$\text{飼料效率} = \frac{\text{增肉總重量}}{\text{給餌總重量}} \times 100\%$$

$$\text{肥滿度} = \frac{\text{平均體重}}{\text{平均體長}} \times 100\%$$

$$\text{增重倍率} = \frac{\text{增重總量}}{\text{試驗開始時之體重}}$$

結 果

本試驗自七月十六日開始爲期 122 天，分別於第 33、63 及 92 天作中間測定，其結果顯示於 Table 4、5 及 6。而自試驗開始至第 92 天及至試驗終了之結果則示於 Table 7、8 及 9，試驗其間池水鹽度約在 23.3—38.8‰，上午水溫在 16.5—31°C，下午水溫在 14.6—33.8°C 之間，其變化情形如 Fig. 1 所示。

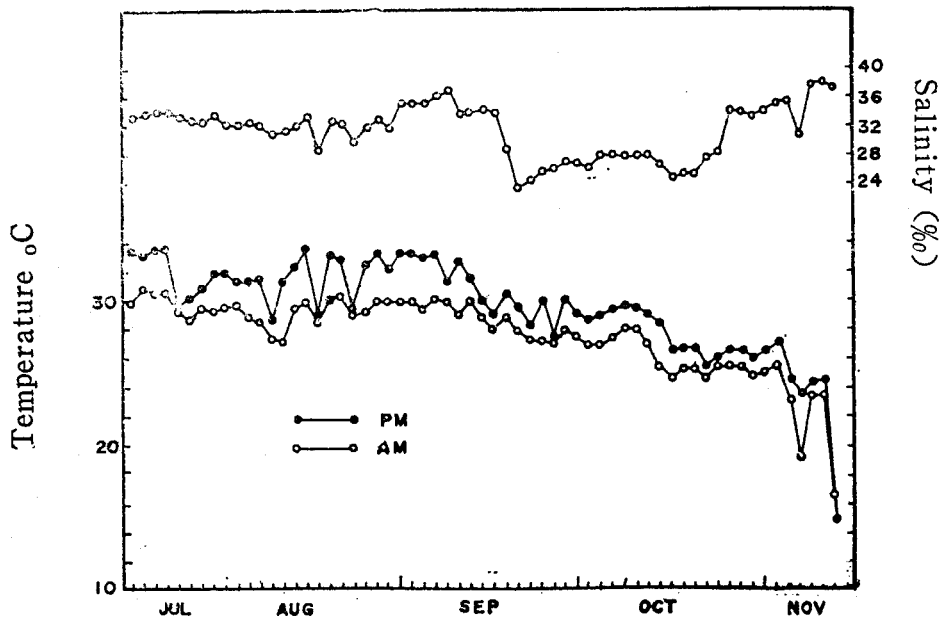


Fig. 1. Fluctuation of water temperature and salinity in outdoor experimental tank from July 17 through November 14, 1976.

(1)投餌率變化與草蝦成長之關係：

投餌率變化試驗係以第1—3號池，依Table 3投餌率表，改變其投餌率 A·B·C，投給標準飼料，每月測定池蝦成長。各池蝦體長體重成長情形如 Fig. 2 所示。飼

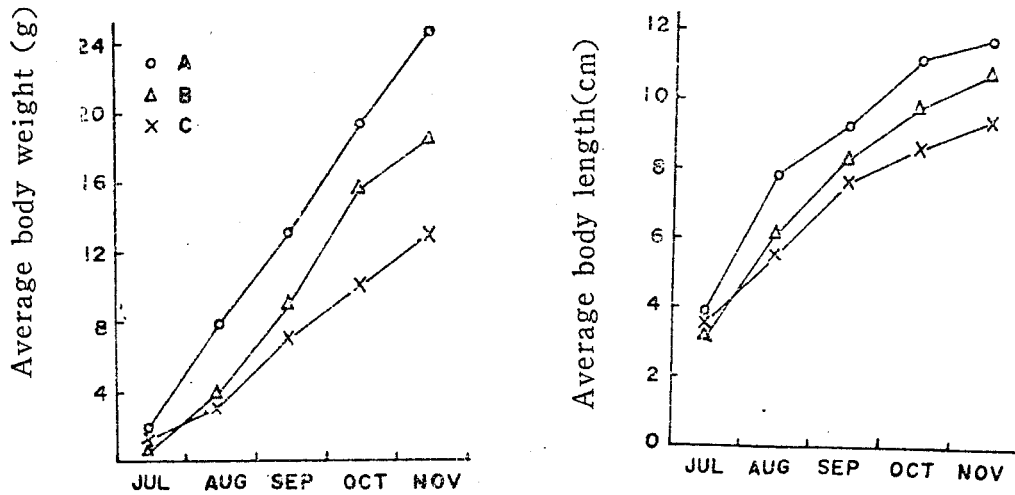


Fig 2. Increase in body weight and body length of the prawn under different percentage of diet given.

育至第33天，即第一次測定時，第1號池與第2、3號池之體重已有顯著的差別，1號池平均體重達6.89g，第2、3號池僅有2.91及2.65g。三池之增重率各為8.72，6.06及3.84，可見草蝦之初期成長係隨投餌率之增加而增加。第二次測定結果，B組之增重倍率為2.80，C組為2.40，均大於A組1.71，三組之成長率均有減慢的趨勢，而B組至第63天之累積增重率略超過A組（如Fig. 3），飼育至92天，即第三次測定

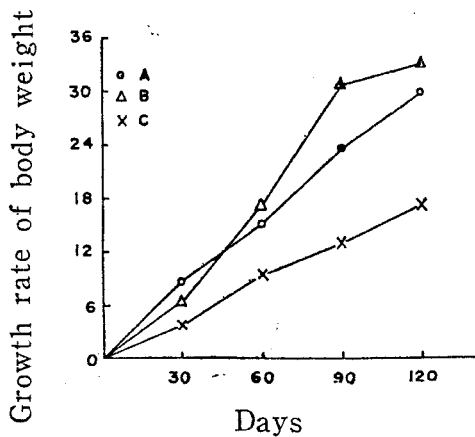


Fig 3. Comparison of growth rate of body weight under different amount of food given.

時，A組體重達18.64g，B組為14.78g，C組僅達9.06g，增重率以B組1.81為最高，其次為A組1.58，C組1.42最低。第四次測定時則以C組之增重率1.33為最高，然其體重僅達12.04g。不同組別月間增重率之變化似與開始時的體重有關。至試驗終了以A組之體重23.66g最大，而全期之增重率以B組33.2較A組29.9為高（Table 9），由Fig. 2及Table 10可知試驗終了時，不同投餌率之間平均體長體重均有顯著的差異，而體重之差別尤大於體長之差異。

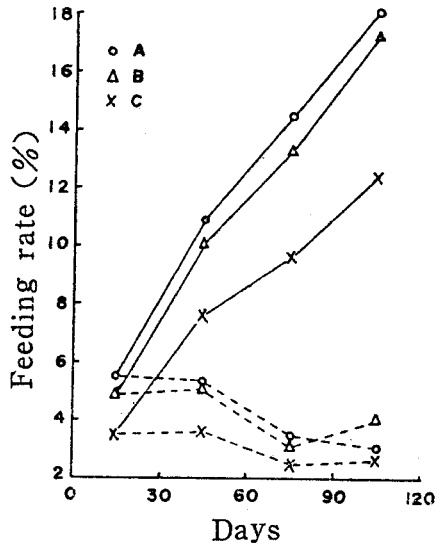


Fig 4. Fluctuation of daily feeding rate (dash line) and accumulative feeding rate (Solid line) under different treatments.

Fig. 4 為不同投餌率之各池累積攝餌率變化情形，由Fig. 4 可知各組中投餌率較高者，其累積攝餌率也較高，A 組與B 組則十分相近，圖中顯示日間攝餌率隨成長逐漸降低，但B 組在第九十二天以後却有增加的現象。

從Table 11各處理間增重率及增肉係數之變方分析測驗結果可知各組間並無明顯差異存在，三者之全期增重率以B 較高，增肉係數則以C池 1.88較低，A、B池分別為2.62及2.58。C池增肉係數低可能係投餌不足所致。

在不同投餌率之下，草蝦之日間增重與日間攝餌率亦無顯著的直線關係(如Fig. 5)，換言之，日間攝餌率較高者，其日間增重率不見得較高。草蝦之增重率顯然隨其體重之增加而呈指數遞減(如Fig. 6)，草蝦增重率與體重之關係，依投餌率之不同其關係式如下，式中y為增重率，x為體重，r為相關係數。

$$\begin{aligned}
 \text{A. } & y = 4.4477x^{-0.5139} & , & \quad r = 0.968 \\
 \text{B. } & y = 3.4928x^{-0.6793} & , & \quad r = 0.794 \\
 \text{C. } & y = 3.3707x^{-0.5261} & , & \quad r = 0.945
 \end{aligned}$$

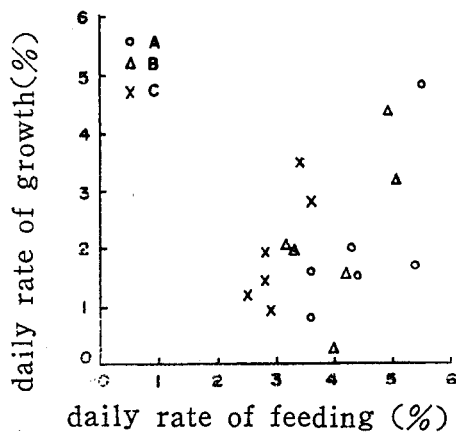


Fig 5. Relationship between mean daily rate of feeding and mean daily rate of growth.

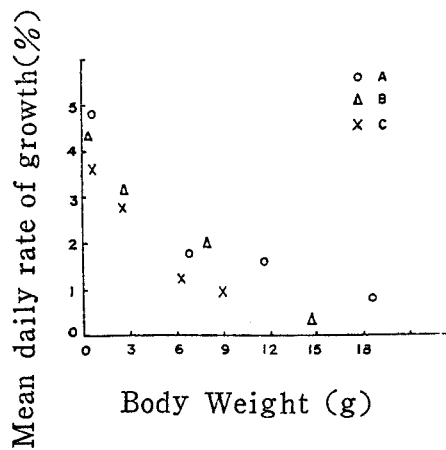


Fig 6. Relationship between the mean daily rate of growth and body weight of prawn under different percentage of diet given.

Table 4. The results of experiment after raising for 33 days.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt. (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth (g)	Conversion coefficient	mean daily rate of growth	mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	0.79	6.89	1213.7	1384.6	8.72	1.14	4.81	5.51	198
2.	0.48	2.91	482.4	549.8	6.06	1.14	4.34	4.97	198
3.	0.69	2.65	391.2	370.4	3.84	0.96	3.56	3.42	198
4.	0.68	5.71	982.8	979.0	8.40	1.00	4.77	4.84	191
5.	0.64	6.41	1143.1	1150.9	10.02	1.01	4.96	5.04	196
6.	0.51	3.20	533.4	595.0	6.27	1.12	4.39	4.94	196
7.	0.51	3.83	664	700.0	7.51	1.05	4.64	4.90	200
8.	0.47	3.98	686.0	807.2	8.47	1.18	4.78	5.73	191
9.	0.52	4.25	730.1	776.7	8.17	1.06	4.74	5.12	192
10.	0.51	4.10	696.7	872.6	8.04	1.25	4.72	6.06	188

Table 5. The results of experiment during the period of 33-63th day.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt. (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth	Conversion coefficient	Mean daily rate of growth	Mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	6.89	11.81	961.8	2958.8	1.71	3.08	1.75	5.41	193
2.	2.91	8.16	1027.7	1630.8	2.80	1.59	3.16	5.06	193
3.	2.65	6.36	731.5	969.5	2.40	1.33	2.75	3.64	197
4.	5.71	12.84	1359.3	3478.7	2.25	2.56	2.56	6.57	190
5.	6.41	14.20	1475.4	3408.5	2.22	2.31	2.52	5.86	185
6.	3.20	7.70	869.3	1912.4	2.41	2.20	2.75	6.08	191
7.	3.83	8.58	916.9	2128.6	2.24	2.32	2.55	6.01	186
8.	3.93	9.27	971.4	2902.5	2.33	2.99	2.66	8.09	176
9.	4.25	9.14	886.3	1978.0	2.15	2.23	2.43	5.57	170
10.	4.10	9.88	1013.9	2252.5	2.41	2.22	2.76	6.13	173

Table 6. The results of experiment during the period of 63-92th day.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth	Conversion coefficient	Mean daily rate of growth	Mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	11.81	18.64	1311.5	3029.0	1.58	2.31	1.55	3.58	191
2.	8.16	14.78	1267.4	2090.0	1.81	1.65	1.99	3.29	190
3.	6.36	9.06	528.1	1100.0	1.42	2.08	1.21	2.52	194
4.	12.84	17.89	957.4	4059.0	1.39	4.24	1.13	4.81	189
5.	14.20	21.09	1266.2	3237.5	1.49	2.56	1.35	3.48	180
6.	7.70	11.52	724.8	2574.0	1.50	3.55	1.37	4.88	188
7.	8.58	14.20	1037.2	2799.5	1.66	2.70	1.70	4.60	183
8.	9.27	15.16	1026.6	2725.0	1.64	2.65	1.66	4.42	173
9.	9.14	13.93	800.2	2100.0	1.52	2.62	1.43	3.77	164
10.	9.88	14.79	864.0	2362.5	1.50	2.73	1.37	3.73	167

Table 7. The results of experiment during the period of 92-122 day.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt. (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth	Conversion coefficient	Mean daily rate of growth	Mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	18.64	23.66	918.4	4155.0	1.27	4.52	0.79	3.60	175
2.	14.78	17.63	214.5	3440.0	1.08	8.23	0.25	4.01	183
3.	9.06	12.04	575.1	1750.0	1.33	3.04	0.94	2.87	192
4.	17.89	24.70	1278.6	3750.0	1.24	2.93	1.07	3.13	187
5.	21.09	26.18	899.8	3640.0	1.39	4.05	0.72	2.91	174
6.	11.52	16.10	837.3	3720.0	1.23	4.44	1.09	4.84	185
7.	14.20	17.40	583.6	3862.5	1.22	6.62	0.68	4.48	181
8.	15.16	18.47	568.5	3513.8	1.20	6.18	0.66	4.07	170
9.	13.93	16.65	404.0	2751.3	1.03	6.81	0.59	4.08	133

*Pond No. 10. was abandoned because all the prawn died on October 26 due to water contamination.

Table 8. The results of experiment after raising for 92 days.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt. (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth	Conversion coefficient	Mean daily rate of growth	Mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	0.79	18.64	3487.0	7372.4	23.6	2.11	2.00	4.31	191
2.	0.48	14.78	2775.0	4270.6	30.8	1.54	2.04	3.20	190
3.	0.69	9.06	1650.8	2443.5	13.1	1.48	1.87	2.80	194
4.	0.68	17.89	3299.5	8516.8	26.3	2.58	2.02	5.26	189
5.	0.64	21.09	3884.7	7796.8	33.0	2.01	2.05	4.32	180
6.	0.51	11.52	2127.5	5081.4	22.6	2.39	1.99	4.87	188
7.	0.51	14.20	2618.1	5621.3	27.8	2.15	2.02	4.53	183
8.	0.47	15.16	2684.0	6434.7	32.3	2.40	2.04	5.15	173
9.	0.52	13.93	2416.6	4854.7	26.8	2.01	2.02	4.42	164
10.	0.51	14.79	2574.6	5487.6	29.0	2.13	2.03	4.64	167

Table 9. The results of experiment after raising for 122 days.

Pond no.	Initial mean body wt. (g)	Final mean body wt. (g)	Total weight increased (g)	Total amount consumed (g)	Rate of growth	Conversion coefficient	Mean daily rate of growth	Mean daily rate of feeding	No. of Survival
1.	0.79	23.66	4405.4	11527.4	29.9	2.62	1.53	4.40	175
2.	0.48	17.63	2992.0	7710.6	33.2	2.58	1.54	4.20	183
3.	0.69	12.04	2225.9	4193.5	17.4	1.88	1.46	2.81	192
4.	0.68	24.70	4578.1	12266.8	36.3	2.68	1.55	4.23	187
5.	0.64	26.18	4784.5	11436.8	40.9	2.39	1.56	4.00	174
6.	0.51	16.01	2964.8	8801.4	31.4	2.97	1.54	4.71	185
7.	0.51	17.40	3201.7	9483.8	34.1	2.96	1.55	4.78	181
8.	0.47	18.47	3232.5	9948.5	39.3	3.06	1.56	5.04	170
9.	0.52	16.65	2820.6	7606.0	32.0	2.70	1.54	5.38	133

Fig. 7 為草蝦之肥滿度與體長之關係，草蝦之肥滿度隨體長體重之增加，試驗終了不同投餌率間草蝦之肥滿度有顯著的差異，A組之肥滿度在170—219%之間，平均199.8%，B組在144.-192.3%之間，平均165%，C組104.3—150%，平均122%。

綜合以上從草蝦的成長來看，在放養初期以投餌率A投飼較佳，而就全期之增重倍率及飼料效率而言，則以投餌率B較為有利，經濟效益較高。

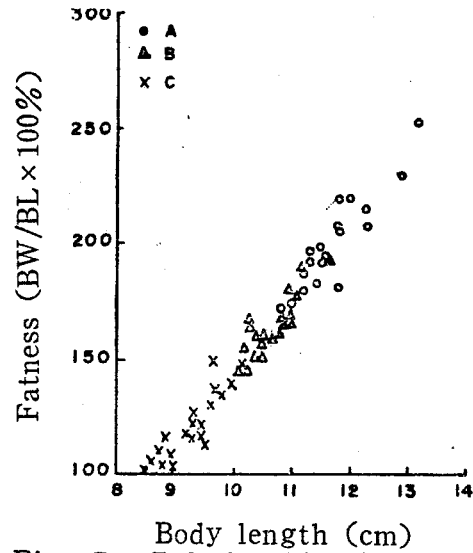


Fig 7. Relationship between fatness and body length of the prawn after raising for 120 days.

Table 10 Analysis of variance of average body weight and body length after raising for 122 days under different percentage of diet given,

a. body weight

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	2	294.599	147.299	117.277**
Within treatment	9	11.309	1.256	highly-sig.
Total	11	305.908		

b. body length

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	2	11.142	5.671	99.48**
Within treatment	9	0.505	0.056	highly-sig.
Total	11	11.647		

$$F. 0.5(2,9) = 4.26$$

$$F. 0.1(2,9) = 8.02$$

Table 11. Analysis of variance of growth rate and conversion coefficient under different percentage of diet given.

a. rate of growth

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	2	2.354	1.177	0.184
Within treatment	9	57.559	0.395	non-sig.
Total	11	59.913		

b. Conversion coefficient

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	2	3.554	1.777	0.371
Within treatment	9	43.088	4.788	non-sig.
Total	11	46.642		

$F_{0.05}(2, 9) = 4.26$

$F_{0.01}(2, 9) = 8.26$

(2)相異飼料與草蝦成長之關係

本項試驗在探討以標準飼料、C D 飼料及生餌三種不同飼料之單項投飼或配合應用，在同一投餌率下飼育草蝦的效果。草蝦在幾種不同處理下之成長情形如 Fig . 8 所示，第一次測定時以第一號池體重最大為 6.98g，其次為 5 號池 6.41g 及 4 號池 5.71g，三池均為投飼標準飼料者。至試驗終了時即飼育 122 天後，以 5 號池（人工配合飼料 1 與生餌 1）成長最迅速，平均體重達 26.18g，較 4 號池（人工配合飼料 2 與生餌 1）或單項投飼之 1 號池之成長快，後者平均體重可達 23.66g，另

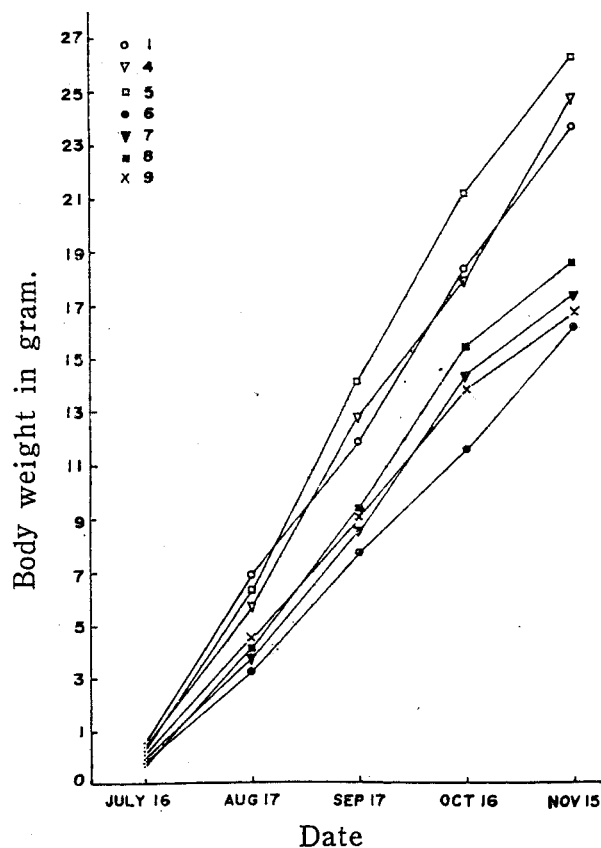


Fig. 8. Increase in body weight of grass prawn under different treatments.

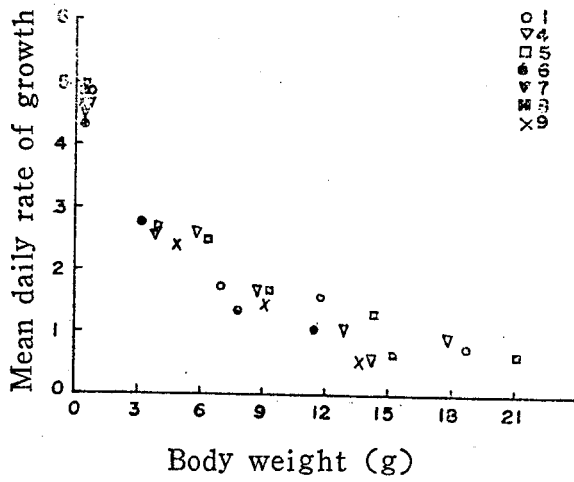


Fig 9. Relationship between the mean daily rate of growth and body weight of prawn under different treatments.

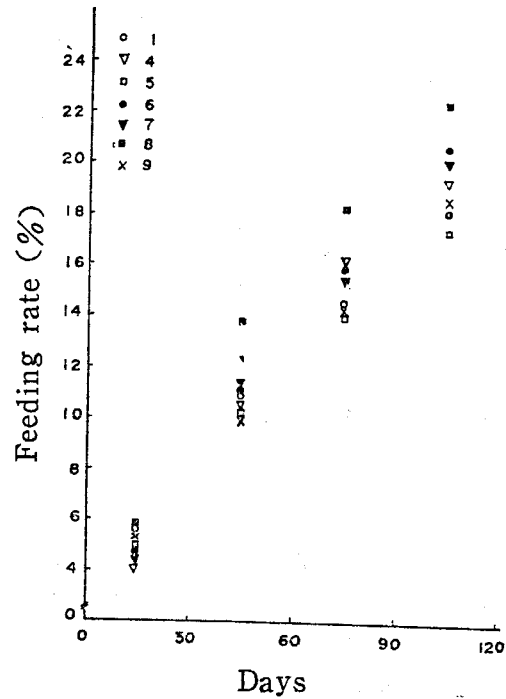


Fig 11. Fluctuation of accumulative mean daily feeding rate under different treatments.

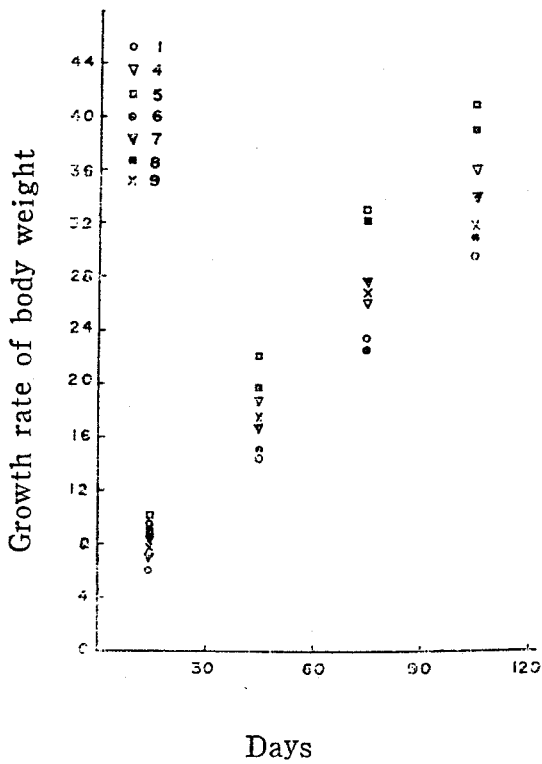


Fig. 10. Accumulative growth rate of body weight under different treatments.

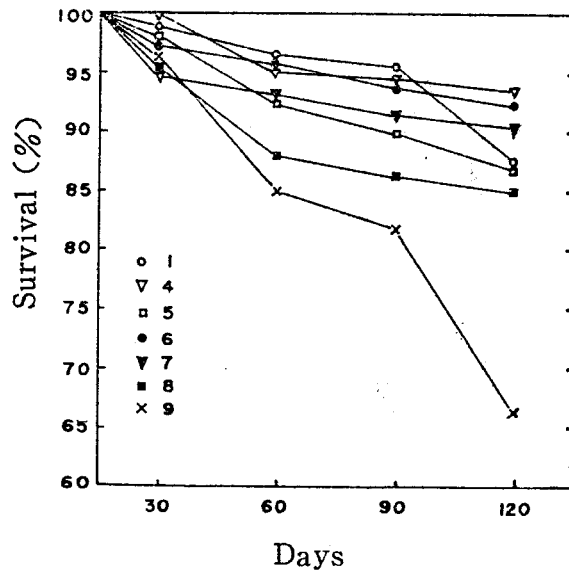


Fig 12. Survival rate of the prawn under different treatments during the period of experiment.

以投飼 CD 飼料之第6—8號池而言，飼育結果仍以人工飼料 1 與生餌 1 配合投飼之 8 號池成長最快，平均體重 18.47g，較第 7 號池（人工飼料 2 與生餌 1）或單一投飼之 6 號池為佳，而投以生餌（狗母）之第 9—10 號池，草蝦之成長較人工飼料單項或與生餌混合投飼者為緩慢。以草蝦之成長度而言，各飼育結果依次為：No. 5，No. 4，No. 1，No. 8，No. 7，No. 9，No. 6，標準飼料之投飼效果較 CD 飼料或生餌為佳。Table 12 顯示各處理平均體重有顯著性差異，顯然與餌料效率有關。

試驗期間是以每日投餌方式給餌，各池之投餌量隨體重之增加而增加，投餌率則隨體重之增加而減少，試驗初期由於池蝦較小，其增體重與投餌量成正比，但在飼育末期蝦之增重略為緩慢，增重率降低，各池蝦每月之增重倍率與平均體重之關係如 Fig 9 所示，由 Fig 9 可知草蝦之增重倍率係隨平均體重之增加而減低，且各處理間每月之體重倍率遞減之情形也不同，初期一個月之增重率以 5 號池 10.02 為最佳，第 6 號池最差為 6.27，各池平均為 8.22，飼育至第二個月平均增重倍率為 2.20，以 6 號池 1.41 最高，1 號池 1.71 最低，第三個月之增重率為 1.5，第四個月為 1.20—1.39 之間，以增重倍率而言，各處理對草蝦之飼育效果，依次為 No. 5，No. 8，No. 4，No. 7，No. 9，No. 6，No. 1 (Fig 10)。

在飼育過程中，池蝦之肥滿度隨體重之增加而直線增加，初期稚蝦之肥滿度為 52—87%（體重 3.2—6.8g），至第 63 天時池蝦肥滿度達 95—144%，試驗終了時則在 160—224% 之間，平均以 5 號池 204% 為高，略超過 1 號池，以 6 號池 139.8% 為最低。肥滿度的差異，表示各不同處理之間，因餌料的不同，不僅影響草蝦成長，甚至影響蝦肉的品質，通常肉質較結實者其肥滿度較高，肉質鬆軟者肥滿度則較低。

由 Table 13 可知在同一投餌率下，不同餌料飼育之間的平均增肉係數及日間攝餌率並無顯著差異，在短期間內草蝦之增重似與日間攝餌率成正比，但由全期飼育結果來看，其增重率與累積攝餌並不成直線關係。各處理間之攝餌率在試驗期間每月均略有變動 (Fig 11)，最終累積攝餌率依次為 No. 8，No. 6，No. 7，No. 4，No. 9，No. 1，No.，以 CD 飼料之攝餌率較高，標準飼料之攝餌率較低。而依轉換效率之大小則依序為 No. 5，No. 1，No. 4，No. 9，No. 7，No. 6，No. 8，其順序與累積攝餌率成相反關係。全期各池飼料轉換效率在 32.7—53% 之間，平均 35%，初期轉換效率在 80 以上，後期在 14—30% 之間，各種飼料之轉換率均隨成長而降低。

本試驗期間池蝦每月之活存率如 Fig 12，除了在末期投放下雜魚者因水質容易變壞，活存率稍低外，其他各池之活存率均在 85% 以上。

Table 12. Analysis of variance of average body weight of prawn after raising for 122 days under different treatments.

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	6	332.767	55.461	23.93**
Within treatment	21	38.923	1.853	highly-sig.
Total	27	371.690		

$$F_{0.05}(6, 21) = 2.57$$

$$F_{0.01}(6, 21) = 3.81$$

Table 13. Analysis of variance of mean daily growth rate and Conversion coefficient after raising for 122 days under different treatments.

a. mean daily growth

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	6	0.1297	0.0216	0.007
Within treatment	21	63.4637	3.0221	non-sig.
Total	27	63.5935		

b. Conversion coefficient

Source of variation	d. f.	SS	MS	F
Among treatments	6	0.0958	0.0164	0.066
Within treatment	21	5.2165	0.2484	non-sig.
Total	27	5.3150		

討 論

餌料在蝦類養殖成本上佔開銷最大的項目，對蝦類養殖的成敗具有決定性的影響作用。飼料是目前養蝦最重要的問題之一，如何投餌以達到最大經濟效益是值得研究的課題。有關投餌的技術，李及廖（1972, 1974, 1976）先後對紅蝦、草蝦、及斑節蝦的投餌方法有深入的探討，發現不同小的蝦類給予不同時間的絕食，可減少餌料人力，又可提高餌料轉換效率並達最高之成長率。本試驗係以每日投餌方法研究不同投餌率對草蝦成長之影響，以及人工飼料與生餌之配合應用以獲得最大之成長率。此次試驗之人工飼料，係根據過去試驗結果，針對草蝦對蛋白質、脂肪、纖維質、維他命、氨基酸之需求量及餌料引誘劑、黏着劑之開發與池蝦之嗜食性，所配合研製而成，其溶失率低。其中標準飼料是以甲殼類（蝦粉）為主要蛋白源，蛋白質含量為55.38—55.49%，cost down 飼料則以魚粉為蛋白源，含量為59.78-60.21%（見Table 1）。

由Fig 2 及 Fig 3 不同投餌率的結果，可知以標準飼料而言，投餌率A之生長情形最佳，平均體重最大，但全期增重倍率以投餌率B較高。再從每月增重率的變化來看，投餌率A之草蝦僅在初期成長較快，後期之成長較投餌率B為緩，雖然A組之投餌率較高，因試驗期間，特別是在後期常有殘餌現象而酌減其投餌率，因此A組之投餌率實際上已低於Table 3 所列A區之範圍。由此顯示A B二組平均體重的差異，可能是在試驗開始時蝦苗體型略有所不同所致，A組之蝦苗略大，而C組成長較差顯然是投餌不足所造成的結果。根據李（1971）體重在1.4—1.8g之草蝦，以蛋白質18.31%之人工飼料飼育，其維持攝餌量為4.2%。本試驗C組初期攝餌率為3.42%，其增重率為3.56%可見蛋白質含量較高之飼料，其所需維持攝餌率也較低，一般來說，日間增重率是隨投餌率之減少而降低。A B二種投餌率就增重率而言，雖相差不大，但B組飼料轉換效率高，在經濟觀點上投餌率B較為有利。為使草蝦能快速成長且合乎經濟原則，適當的投餌方法，在養殖初期（體重在7g以下）以投餌率A投飼，後期以投餌率B投飼，並視水質環境因子略予增減。

蛋白質是蝦類成長所不可缺的物質，亦是人工配合飼料最主要的成份。草蝦對飼料中蛋白質含量的消化吸收率隨蛋白質含量之增加而增加（李，1970），但含量過高時，其成長率及飼料轉換效率反而較差（李，1971），他指出最佳人工餌料蛋白質含量，在40—50%之間，從本試驗二種人工飼料單項投飼的結果，顯示餌料標準飼料之草蝦其成長較C D飼料良好轉換效率也較高，然前者蛋白質含量為55%，較後者60%為低說明了蛋白質含量較高的飼料，其效果未必較好，草蝦對飼料中蛋白質之消化吸收能力顯然與飼料之蛋白源有關，本次試驗證明了魚粉並非草蝦飼料最好之蛋白源，以魚粉為蛋白源之飼料其成長較使用新鮮魚肉者略差。廖（1968）在斑節蝦攝餌研究中，以不同餌料飼育結果，斑節蝦攝餌量以青蝦(甲殼類)最多，其餌料效率亦較魚肉為高。由Table 9 可知單項投飼結果，以生餌之攝餌率最高，標準飼料攝餌率最低，此與餌料轉效率相反，可見草蝦吃得多，不表示長得快，成長的良否主要決定於草蝦對飼料中蛋白的消化吸收能力。

不論使用那一種人工飼料，若與生餌配合投飼則草蝦之成長有顯著的效果，其增重率較單一投飼者為佳，而配合比例以 1 : 1 較 2 : 1 之結果良好，且生餌與標準飼料配合，較之與 C D 飼料配合者成長較快。可能是草蝦能自生期中攝取某種未知的成長因子 (growth factor)，抑或草蝦對長期食用人工飼料，其嗜好性減退，有待進一步研究。

本次試驗中各池蝦之活存率如 Fig12 及 Table 9，其中 9 號池使用生餌死亡率較高外，其餘各池活存率都很高，蝦類在養殖中死亡原因有(1)水質不佳(2)餌料不足(3)營養不平衡(4)蝦脫殼被殘食(李，1972)。從各池的投餌情形來看，草蝦因餌料不足或營養不平衡造成死亡的可能性較少，就投餌率最低的第 3 號池而言，其活存率高達 96%。試驗中雖然 2—3 天換水一次，但使用之餌料不當，引起水質變惡，是草蝦死亡率較高的主要原因，由 10 號池投放生餌造成不慎全部斃死的現象判斷，生餌不新鮮或投量不當，引起水質、底質惡化很可能是養蝦發生大量死亡的主要因素之一。餌料的適當投放，並相互配合使用，不僅降低死亡率，又可提高飼料效率。

人工配合飼料在使用上具有投飼方便、儲存運送容易、水質易管理，活存率高等優點，食用良好的人工飼料，蝦成長快、體色較暗、肉質結實。本試驗之人工飼料雖略有成果，但因製作方法特殊，致成本略高，如何改進降低成本提高飼料效率，有待更進一步研究，以造福漁民。

摘 要

本試驗在研究不同投餌率 A B C 對草蝦成長的影響，並探討兩種人工配合飼料單項投飼，及其與生餌配合投飼對草蝦成長之飼料效果，其結果簡要如下：

1. 投餌率是影響草蝦成長的因素之一，投餌不足草蝦成長受到抑制，但投餌過高成長緩慢，且造成餌料的浪費，並污染水質。
2. A B 兩種投餌率，就增重率來看，雖然相差不大，但 B 組之餌料轉換效率來得高，以經濟觀點 B 投餌率較為有利。理想的投餌方法是草蝦在 7 g 以下投餌率 A，7 g 以上則以投餌率 B 投飼，可節省餌料提高轉換效率。
3. 本試驗僅採用標準飼料及 C D 飼料二種人工飼料，其中以標準飼料對草蝦飼料價值較高，但二種飼料與生餌配合投飼，均比單一投飼更能加速成長。
4. 蛋白質含量較高之人工飼料，其效率不見得較高，草蝦的人工配合飼料其效果因蛋白源不同而異，試驗結果顯示魚粉並非草蝦飼料最佳蛋白源。
5. 草蝦投飼下雜魚，容易引起水質變惡，影響活存率，甚至造成大量死亡，若能配合人工餌料一起投放，則可促進草蝦生長，提高活存率，其配合比例以 1 : 1 較佳。
6. 綜觀本試驗結果，標準飼料飼料草蝦成長良好，惟因成本略高，如何開發更低廉而效的配合飼料，尚待今後研究改進。

謝 辭

本試驗承農復會漁業組闕組長壯狄，袁技正柏偉、水產試驗所鄧所長、養殖系于主任之鼓勵，以及日本農產株式會社奈良盈男先生之協助、台榮公司陳春結、賴奇傑君、本分所黃茂春、柯瑞峯君之合作，謹此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 廖一久 (1969) : 斑節蝦攝餌之研究 (摘要)、中國水產197,17—18。
2. 李棟樑、廖一久 (1970) : 斑節蝦、草蝦、熊蝦、砂蝦混養比較試驗。中國水產208, 5—8。
3. 李棟樑 (1970) : 斑節蝦、草蝦、熊蝦、砂蝦對一些餌料蛋白質消化吸收率研究，中國水產208, 2—4。
4. 丁雲源 (1970) : 草蝦對餌料中蛋白質消化吸收率研究，水試報告 Vol.16, 119—126。
5. 李棟樑 (1971) : 草蝦對餌料中蛋白質含量之利用能力與成長之關係。水產養殖 1 (4), 1—3。
6. 廖一久、李正森 (1972) : 規則性絕食紅蝦攝餌量及其成長之影響，台灣水產1(1), 99—120。
7. 李正森、廖一久 (1974) : 規則性絕食對草蝦攝餌量及其成長之影響，台灣水產3 (2), 93—110。
8. 奈良盈男 (1975) : 草蝦嗜好性試驗結果報告。
9. 李正森、廖一久 (1976) : 規則性絕食對斑節蝦攝餌量及其成長之影響。台灣水產4(2), 11—20。