

海水輪虫大量培養之二三試驗及其對蝦類幼生之飼育效果

林森榮 丁雲源

The Studies on Mass Production of Rotifer,
Brachionus plicatilis and Feeding for Shrimp Larvae

Sen-Rong Lin-Yun-Yuan Ting

This experiment was first done to find the optimal feeding amount of yeast powder for the culture of rotifer (*Brachionus plicatilis*) and the growth effect of other additament on rotifer. Then the cultured rotifer was fed to the larvae of *Penaeus japonicus* and *Penaeus monodon*.

1. At the beginning, if yeast fed over, [the reproduction of marine rotifer might be inhibited. After a latent period, the rotifer might get mass production again. According to Fig I, we got the following conclusion: At the first day the density was 7.35 individuals/ml and it was aptly fed with 2g in a liter, Then the second day fed with 3g, 4g was needed in the third day. It followed 5g in the fourth day, The feeding amount increased with the density. In accordance to the experiment, it would reach a density as high as 440 individuals/ml on the 6th day and could be collected as living feed. Further more, it was suggested the mixture of yeast and vit. E would do better in the promotion of reproduction than yeast used only.

2. *Skeletonema costatum*, the feed of later zoea and brine shrimp, the early feed of mysis of prawns, could be substituted by rotifer. The effect of frozen rotifer was better than live rotifer.

前 言

海水輪虫 *Brachionus plicatilis* 在水產種苗初期餌料擔任很重要的角色，諸如香魚⁽¹⁾、鯛魚⁽²⁾⁽³⁾、鰈魚⁽⁴⁾、烏魚⁽⁵⁾等之稚魚期、斑節蝦⁽⁶⁾及草蝦之眼幼虫期和糠蝦期⁽⁷⁾⁽⁸⁾、蠟⁽¹⁾之眼幼虫等均可使用輪虫加以培養，尤其近來豐年蝦卵的減產，售價日高之下，輪虫也將日愈被重視。

海水輪虫的培育技術開發已有多人加以探討⁽⁹⁾⁻⁽¹⁵⁾，輪虫依其纖毛攝取水中微細有機體而生活，所以一般培育餌料以 *Chlorella* sp. *Dunaliella* sp. *Chlamydomonas* sp. 酵母、細菌、養鰻飼料等之單一餌料或兩者相互配合，主要為選取容易培養，便宜方便且有效者，本省所產臺糖酵母粉據林⁽⁸⁾報告亦可得到很好效果（每ml約200隻左右），所以為進一步了解其適當投餌量及加入添加物是否有較佳效果，並將所培育之輪虫做為斑節蝦、草蝦幼苗之餌料，以觀察其餌料效果，而實施本試驗。

材料與方法

輪虫培育試驗均以水試所臺南分所室外長方形水泥池（4m×2m×1m）為主，水深保持15cm，約1噸水，試驗之水為海水加自來水沖淡，使其鹽度為18‰，各池並加以打氣，試驗期間為4月至7月，水溫不加以控制，隨自然而變，一般保持在25.0~30.5°C之間。

(一) 臺糖酵母粉投放量對輪虫飼育效果之試驗：

用六個水泥池各接種輪虫1.5ℓ，密度為4900隻/ml，酵母粉量依次每日各投放50g、100g、150g、200g、250g、300g，接種後每日計數輪虫密度。

(二) 臺糖酵母粉加各種添加物對輪虫飼育效果之試驗：

用五個水泥池各接種輪虫2ℓ，密度為2700隻/ml，各池除每日投放臺糖酵母粉250g外，並依次每日配合投放Methionine 25g、Vitamin E 2.5g、Methionine 25g加Vitamin E 1.25g、綜合Vitamin 7g、另一不投放添加物做為對照。

(三) 混加深水井之淡水培養輪虫之可能性試驗：

用二個水泥池，一個抽深水井水沖淡海水，另一使用自來水做比較，同樣配成鹽度18‰，然後接種輪虫4ℓ，密度8150隻/ml，並每天投飼臺糖酵母粉250g。

(四) 海水輪虫對斑節蝦幼苗培育效果之試驗：

1. 於室內使用5ℓ塑膠透明筒七個，各放入斑節蝦無節幼虫第四期(Nauplius 4)幼苗200尾，水量保持4ℓ，每天換水半量一次，並打氣，各筒投飼之餌料類別如表1，即使用活輪虫、冷凍乾燥輪虫(分粉末狀及細塊狀)、冷凍輪虫、豐年蝦等餌料，在Nauplius 4即投飼濃縮之矽藻(*Skeletonema* sp.)一次，但No.1活輪虫及No.3冷凍乾燥輪虫(粉末狀)則不加矽藻。投放量活輪虫及冷凍輪虫各為濕重0.5g，冷凍乾燥輪虫為0.2g，豐年蝦量，保持5隻/ml的密度。

Table 1 Feeding effect of rotifer on the larvae of *Penaeus japonicus* from stage Nauplius 4 to stage post larva.

Kinds of feed		live* rotifer	live rotifer	frozen* dried rotifer powder	frozen dried rotifer powder	frozen dried rotifer mass	frozen rotifer	artemia
No. of Nauplius 4		200	200	200	200	200	200	200
Survival rate %	Mysis 1	0	68.5	24.0	72.0	14.5	91.0	79.0
	Post larva	0	65.0	16.5	59.0	1.0	85.5	73.0

*With no *Skeletonema costatum*, the other fed once the concentrated *Skeletonema costatum* at the stage Nauplius 4

2. 於室內使用5ℓ塑膠透明筒六個，各放入斑節蝦眼幼虫第三期(Zoea 3)幼苗200尾，分兩組各投放冷凍輪虫及豐年蝦、前者每天投放濕重0.5g，後者維持每ml 10隻之密度。

(五) 海水輪虫對草蝦幼苗培育效果之試驗：

1. 在室內使用5ℓ塑膠透明筒三個，各放入草蝦眼幼虫第二期(Zoea 2)幼苗200尾，分別投放活輪虫、冷凍輪虫及*Nitzschia* sp.三種不同餌料。

2. 於室內使用5ℓ塑膠透明筒三個，各放入草蝦糠蝦期幼虫第一期(Mysis 1)幼苗200尾，分別投放冷凍輪虫、冷凍橈腳類及豐年蝦三種不同餌料，前兩者每天投放濕重1g，後者維持每ml 10隻之密度。

結 果

(一) 臺糖酵母粉投餌量對輪虫飼育效果：

試驗期間共12天，其鹽份隨蒸發、下雨而有變化，但各池之變化大致相同，約為16~23‰，飼育結果

如圖 1 所示，輪虫飼育密度隨投餌量之增加而增高，投飼300公克者，曾高達502隻/ml，250公克者為460隻/ml，200公克者364隻/ml，150公克者222隻/ml，100公克者144隻/ml，50公克者一直在39隻/ml以下徘徊，沒有高峯。各池pH變化如圖 2 所示，投餌量愈高，其pH值愈低，投飼300公克最低，pH值為7.7 (7.7~8.2)，50公克者最高為8.8 (8.3~8.8)。

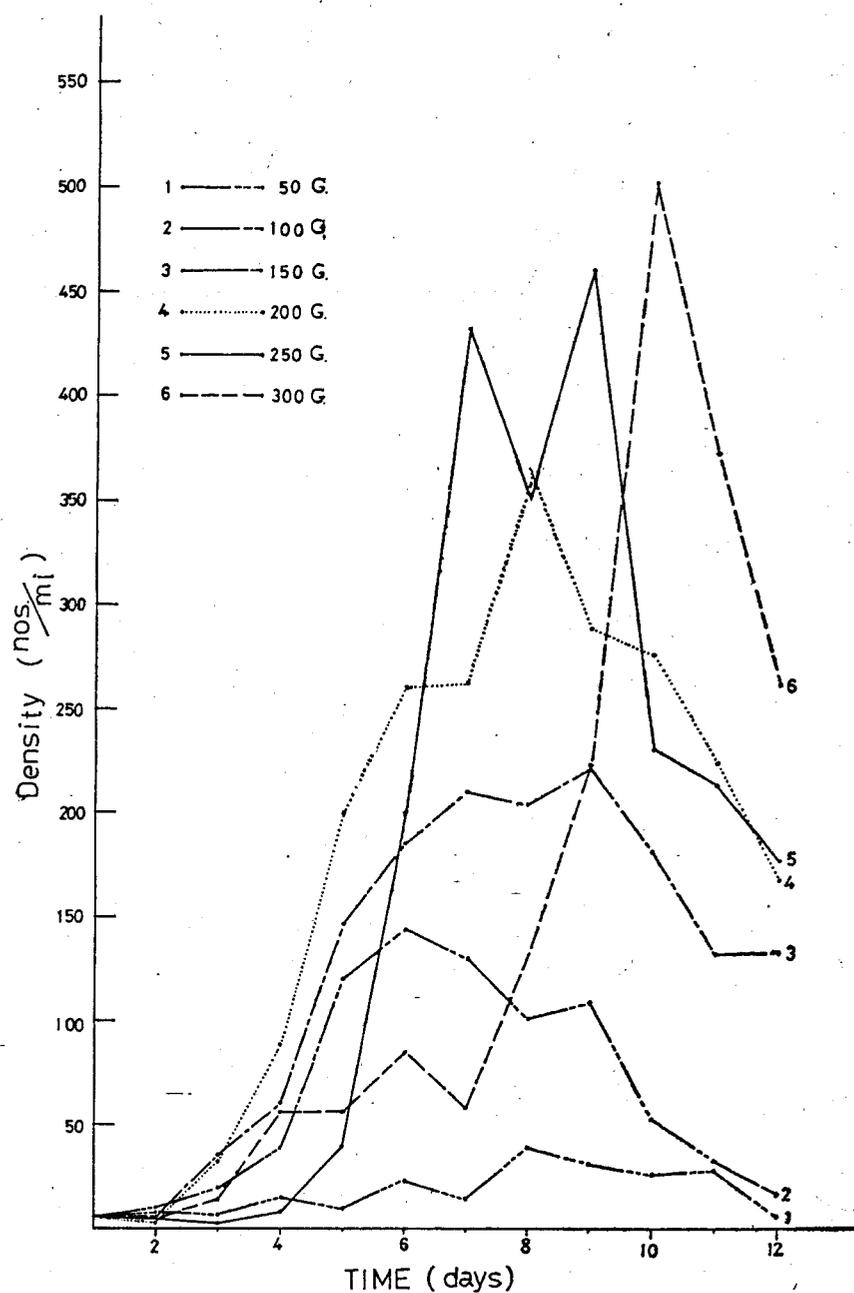


Fig.1 Growth of rotifer fed on different amount of yeast.

(二) 臺灣糖酵母粉加各種添加物對輪虫飼育效果：

試驗期間共12天，其塩份受雨量影響而有激烈之變化約為6~19%，但各池變化均相同，pH值為7.1~7.9，試驗結果如圖 3 所示，以添加維他命E效果最佳，密度達149隻/ml，綜合維他命次

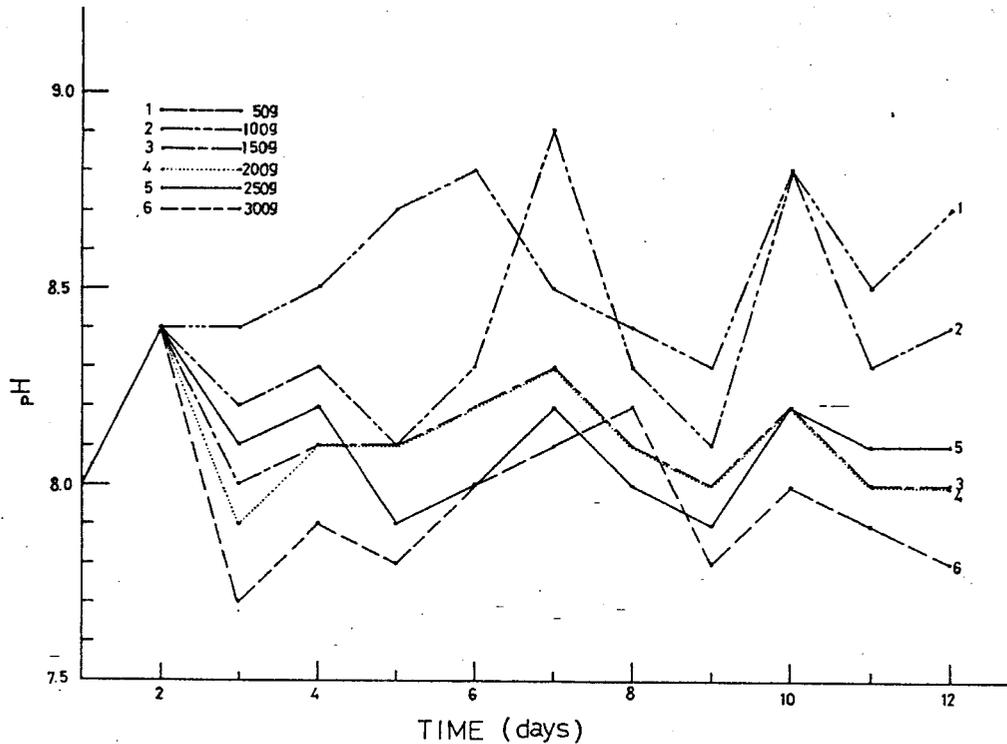


Fig. 2. pH variation of different feeding amount of Yeast.

之為106隻/ml，添加氨基酸 (Methionine) 與不添加者同為99隻/ml，添加氨基酸及維他命E者成績最差僅80隻/ml。

⇒深水井培養輪虫之可能性：

試驗期間共12天，塩份濃度為16~22%，水溫為26.2~30.8°C，pH值變化為7.9~8.7，試驗結果如圖4所示。利用自來水冲淡者其效果比地下水略好，最高密度達332隻/ml，地下水者只有224隻/ml。

⇒海水輪虫對斑節蝦幼苗培育效果：

1. 海水輪虫對於斑節蝦幼苗Nauplius 4~post larva 1之試驗，從3月25日起至4月5日止，試驗期間水溫為20.3~25.2°C。結果如表1所示，其中以冷凍輪虫效果最佳，至糠蝦期 (Mysis) 之活存率為91.0%，變為稚蝦期 (post larva) 亦達85.5%。其次為飼育豐年蝦無節幼虫者，糠蝦期為79.0%，稚蝦期為73.0%，再次為飼育活輪虫者，糠蝦期68.5%，稚蝦期65.0%。但早期不投飼矽藻 (*Skeletonema* sp.) 者，沒有發現變為Zoea 2。使用冷凍乾燥輪虫，經處理成粉末狀者，亦有很好的效果，糠蝦期為72.0%，稚蝦期59.0%，但早期不配合投飼矽藻者，糠蝦期為24.0%，稚蝦期為16.5%。冷凍乾燥不經處理，成塊狀投飼者，成績很差，變為稚蝦只有2尾，活存率僅1%。又飼育冷凍輪虫變為糠蝦期亦比其他來得快，在4月1日計數時發現飼育冷凍輪虫者變為糠蝦期有173尾，飼育活輪虫者有86尾，飼育豐年蝦無節幼虫者僅有5尾而已。

2. 由上之試驗得知斑節蝦幼苗，投飼冷凍輪虫與投飼豐年蝦無節幼虫一樣有很好的效果，而進行糠蝦期 (Mysis stage) 之比較試驗。從4月28日至5月3日止，其結果如表2所示。在糠蝦期之活存率非常接近，均在90%左右，在Mysis 3之活存率，利用t分布測定其差異極不顯著

($t_{p=0.05}^{df=6} = 2.447 > 0.241$)，而至稚蝦 (post larva)，飼育冷凍輪虫者之平均活存率為

77.8±8.1%，飼育豐年蝦無節幼虫者為89.8±6.0%，經利用 t 分布測定，在機率0.05時，沒有顯著之差異 ($t_{p=0.05}^{df=6}=2.447>2.069$)，而 0.1則有差異存在， ($t_{p=0.1}^{df=6}=1.943<2.069$) 所以利用冷凍輪虫飼育斑節蝦幼苗其效果並不比飼育豐年蝦無節幼虫者差異很多。

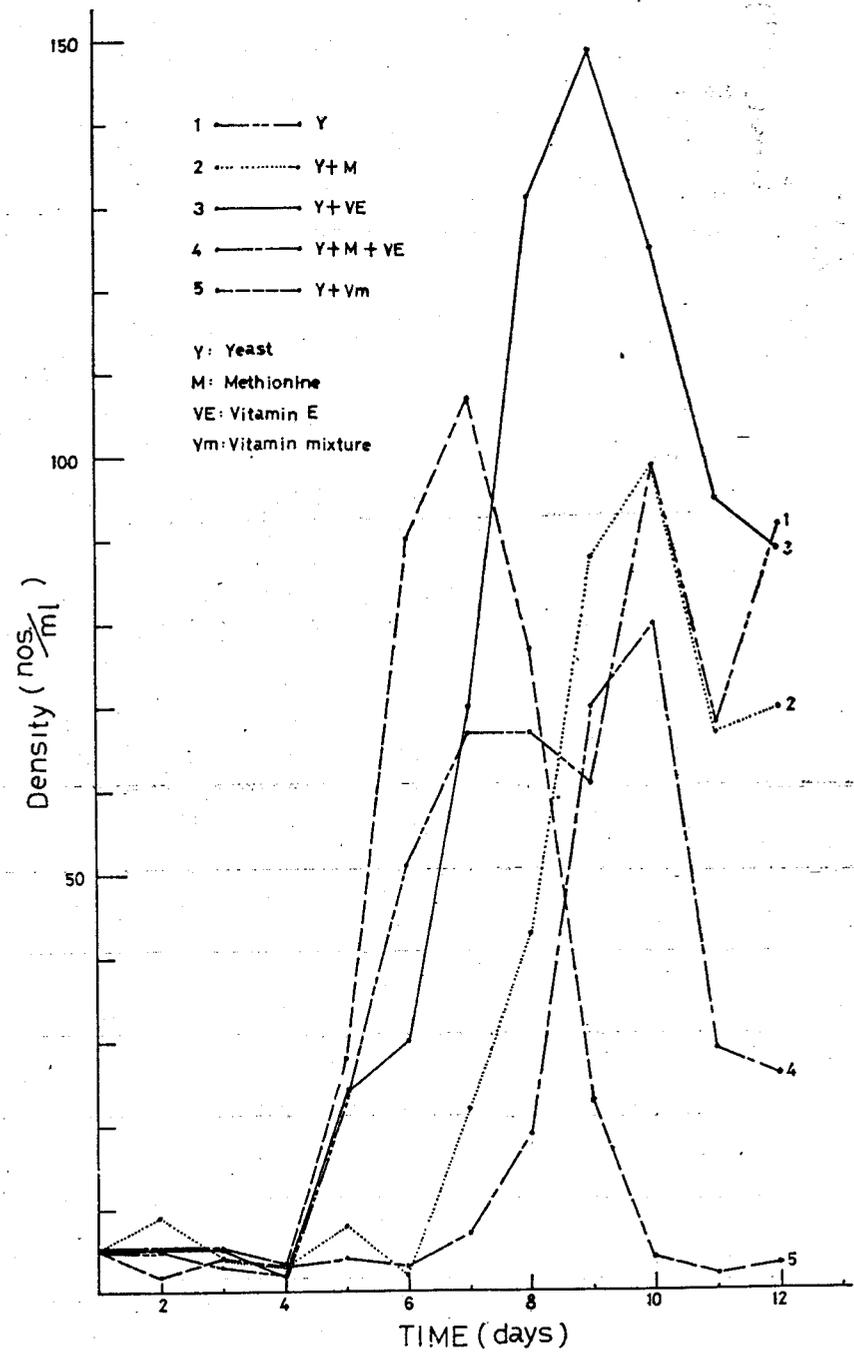


Fig.3 Growth of rotifer fed on yeast of different additives.

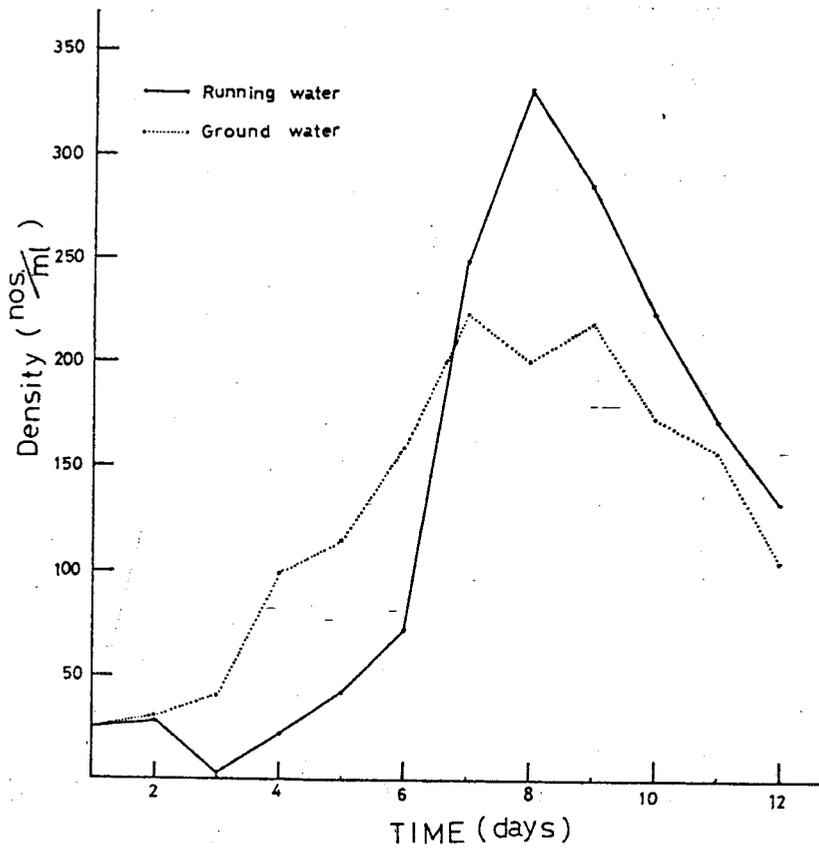


Fig.4 Growth of rotifer in running water and ground water.

Table 2 The comparison of the larvae from stage zoea 3 to post larva 1 of *Penaeus japonicus* fed with frozen rotifer and *Artemia*.

Kinds of feed		frozen rotifer	<i>Artemia</i>
No. of Zoea 3		200	200
Survival rate %	M.1	97.7±0.3	97.2±2.7
	M.2	95.0±2.8	96.2±3.6
	M.3	93.7±3.6	94.7±6.2
	M.3~P.1	88.5±6.1	91.0±5.3
	P.1~P.2	77.8±8.1	89.8±6.0

(5)海水輪虫對草蝦幼苗培育效果

1.使用活輪虫、冷凍輪虫、矽藻 (*Nitzschia* sp.) 飼育草蝦 Zoea 2 之結果如表3所示。在

Zoea期飼育矽藻者成績相當良好，活存率高達85.5%，其他飼育活輪虫及冷凍者分別為74.0%及72.5%。在變為Mysis期，飼以矽藻及活輪虫者，僅為23.0%，24.0%。而飼以冷凍輪虫者則達49.0%，成績相當良好。

Table 3 Feeding effect of different feeds on stage Zoea of *Penaeus monodon*.

Kinds of feed		live rotifer	frozen rotifer	<i>Nitzschia sp.</i>
No. of Zoea		200	200	200
Survival rate %	Z. 2	100	100	100
	Z. 3	72.5	74.0	85.5
	M. 1	24.0	49.0	23.0

2. 使用冷凍輪虫、豐年蝦無節幼虫、冷凍橈腳類飼育草蝦Mysis期，其結果如表4所示。在變為Mysis者，各種飼料其活存率均在67.5~71.0%，成績良好，但變為Mysis 3者，除豐年蝦無節幼虫有54.0%外，飼以其他者，活存率急速降低，冷凍輪虫為30.0%，冷凍橈腳類者為12.0%。而Mysis 3變為 post larva之活存率並無顯著之改變。

Table 4 Feeding effect of different feeds on stage Mysis of *Penaeus monodon*.

Kinds of feed		frozen rotifer	<i>Artemia</i>	frozen copepoda
No. of Eoea 3		200	200	200
Survival rate %	M.1	100	100	100
	M.2	71.0	67.5	69.0
	M.3	30.0	54.0	12.0
	P.1	24.5	53.5	10.0

討 論

生物都有其一定之攝餌量，所以投飼量應受其左右。投放量少，攝餌不足，不僅成長參差不齊，且其繁殖能力也差；如投放量過多，則由於殘餌的發生，反而產生有害因子，危害生物之生存。此次試驗，投放50公克者，一直在39隻/ml之密度下徘徊，而投放量較高者，其早期繁殖力較低，顯然受

到抑制，而後由於細菌繁生，殘餌抑制減低，輪虫得到充分營養而急速成長，所以早期的餌料不能投放過多，然後隨個體數的增加再行增加，依據此次試驗結果推算，每 10^6 隻，早期投餌量以臺糖酵母粉14公克左右為宜，然後投餌率逐日減少，至第10日約為0.6公克即可。古川⁽¹³⁾等曾計算一隻輪虫一天攝取酵母菌數，早期為 8.158×10^4 ，而後逐漸降低，最後為 1.242×10^4 平均為 3.830×10^4 。蔡等⁽¹⁴⁾曾指出輪虫最適當之pH值為6.8~7.8，本試驗除投300公克者，曾降至此標準外，其餘均高出此標準很多，尤以投50公克及100公克者為甚，此是否導致其密度不高之原因，有待進一步研究。

維他命E，關係生物體的性機能，酵母粉添加維他命E，有促進其繁生之效果，所以加入維他命E及綜合維他命均比不添加者密度高。Methionine 為魚類必須的氨基酸之一種，為生物體成長營養之一，此次酵母粉添加 Methionine及添加Methionine 與維他命E者其成績並不比不添加者高，此可能由於酵母粉本身已有足夠之Methionine，再行添加達 10%之多，可能造成所需之氨基酸不能平衡，產生抑制作用，此可由圖3看出，有加Methionine者其增值延至第六天才開始，而其他各種於第四天即行增值。此次試驗中正逢雨季，塩份濃度受影響，從18%降至11%，又由於水量增加，故早期密度均無法提高，經再行加入海水，維持原來之塩度，密度才行提高，因天氣不穩定，時有陰雨，無法達到最高密度。

海水輪虫為半淡鹹水性之生物，其適合繁殖之塩份濃度，據蔡等⁽¹⁴⁾報告是10~15%，尤以15%最適；伊藤則以10~12%為最適宜；林⁽⁸⁾則認為18%繁殖最適宜。本試驗均以塩度18%為基準加以培養，為降低海水塩度，一般均使用自來水，但因一般水產繁殖場均處於偏僻地方，自來水可能受到限制，乃探討可否利用井水代替，據試驗結果，利用井水者其最高密度雖然沒有像加自來水者之高，但亦曾達224隻/ml，此種差異可能由於水中之內含物不同所致，據靜岡縣水試場⁽¹⁶⁾，亦曾發現使用不同水質其增殖密度不同之現象。

斑節蝦眼幼虫 (Zoea) 之餌料以矽藻類為主，雖可用牡蠣受精卵，活酵母等以資補充，但完全取代則活存率將會顯著降低，本試驗以輪虫或冷凍乾燥粉末狀輪虫代替，前者完全失敗，後者也只有24%的活存率，此可能與剛變為眼幼虫期之活力有關。以後隨着成長，其攝餌力亦隨之增強，可攝食餌料種類為之增多，例如早期曾加投矽藻者，其變為糠蝦期者，就有68.5%，投放冷凍乾燥粉末狀輪虫者，也由24.0%提高為72.0%。又眼幼虫期飼料在此次試驗中以冷凍後之輪虫為最佳，此可能由於其沒有活力易被攝食所致，冷凍乾燥塊狀輪虫，則由於易沉澱不易被分散致攝食不良，所以成績最差。

斑節蝦糠蝦期之餌料一般以豐年蝦為主，但豐年蝦近來價格甚高，所以如何減少蝦苗成本為各方所重視，湯⁽⁷⁾曾使用螺旋藻代替部份豐年蝦得到良好之成績，本試驗以各種形態之輪虫餵食，其結果活輪虫及冷凍輪虫其成績並不差於投飼豐年蝦無節幼虫，均得到90%以上之成績，但投飼冷凍乾燥輪虫者其成績較差，尤以塊狀者為甚，活存率僅6.8%，可能因塊狀太大且易沉澱無法攝食之故。又冷凍輪虫與豐年蝦投飼糠蝦期，經詳細比較結果，早期糠蝦期，其成績並無差異，而後隨其蝦苗之成長投飼輪虫者，成績隨之不降，此可能成長後，較不易捕食小型之餌料所致。

草蝦之眼幼虫期，一般均投飼*Skeletonema costatum*，由於此矽藻連體而成細長狀，眼幼虫抱到一根即可慢慢享受，而另一種矽藻 *Nitzschia sp.*，單細胞個體細小，不易為後期眼幼虫所捕獲，所以早期活存率很高，而後期則降低。冷凍輪虫之飼育效果較活輪虫為佳，其結果與斑節蝦相同。

草蝦糠蝦期早期飼以冷凍輪虫或橈腳類，其成績均與飼以豐年蝦者並無差異，但變為Post larva，就有顯著差異，尤以冷凍橈腳類為劣，其原因也可能與斑節蝦一樣。

從以上之試驗可看出，蝦類之眼幼虫早期在此次試驗之飼料中，似乎沒有能取代目前所使用之矽藻類者，而後期即可使用冷凍輪虫代替之。糠蝦期之早期一樣可使用冷凍輪虫或活輪虫代替豐年蝦，但後期則在此次之試驗飼料並無法取代豐年蝦之地位。在目前豐年蝦缺貨及高價聲中，使用輪虫代替部份豐年蝦，將會使我們節省不少成本。

摘 要

本試驗爲了解培育輪虫之適當投餌量(臺糖酵母粉)及加入其他添加物是否有較佳之效果,並將所培養之輪虫做爲斑節蝦及草蝦幼苗之餌料,以觀察其飼育效果。

1.海水輪虫飼以臺糖酵母粉,如早期投餌過多,有抑制增殖現象,經一段潛伏後才能大量繁殖,依據圖1可看出在第一天密度爲7.35隻/ml,每升水量放2g爲適,然後第二天投放3g,第三天投4g,第四天投5g,隨着密度之增加其投餌量應隨之增加,依據此次試驗在第六天即可達440隻/ml,可供採集爲餌,又酵母粉中添加維他命E,則有促進其繁生之效果,其密度比不添加者來得高。

2.輪虫可取代蝦類眼幼虫後期之餌料—矽藻,及糠蝦期早期餌料—豐年蝦,尤以經冷凍者比活的輪虫效果爲佳。

參 考 文 獻

- 1.大島泰雄(1970) 水產養殖ハンドブック 水産社出版 216
- 2.岡本 亮(1969) マダイの稚魚飼育 日水誌 35(6) 563~566
- 3.笠原正五郎、平野花次郎、大島泰雄(1960) クロダイ人工孵化仔魚の飼育とその成長について 日水誌 26(2) 39—243
- 4.福永辰廣(1976) マコガレイの種苗生産とくに稚魚期末での水槽にする一貫飼育について栽培技術 5(2) 37—44
- 5.廖一久(1974) 1963年至1973年間臺灣烏魚人工繁殖試驗 水産養殖 2(2), 1~24
- 6.藤永元作、橘高二郎(1966) クルマユビ幼生の變態と餌料 日本プランクトン研究連絡會報 12 83~94
- 7.湯弘吉(1977) 高蛋白質螺旋藻飼養蝦幼虫之試驗 中國水産 290 2—7。
- 8.林森榮(1977) 海水輪虫大量培養中國水産 293. 2~4
- 9.江永棉、楊介英(1978) 不同餌料對海水輪虫(*Brachionus plicatilis*)生長之影響 中國水産 303, 2—6
- 10.古川一郎(1971) シオミズツボムシの高密度培養について 日水誌春季大會講演要旨 40
- 11.日野明德、平野禮次郎(1971) 輪虫類の大量培養と保存關する研究—Iシオミズツボムシの密度と耐久卵形との關係について 日水誌春季大會講演要旨 40
- 12.伊藤 隆(1960) 輪虫の海水培養と保存について Rep. Fac. Fish Mie pref. Univ. 3(3) 708-739
- 13.古川一郎、日高勝義(1973) フムシの大量生産に關する技術問題 Bull. plankton. Soc. Japan 20(1) 61—71
- 14.蔡碧心、湯弘吉、黃丁郎(1977) 輪虫之純粹培養及生長環境及其室外大量培養之研究 臺灣水産學會刊 5(2) 68—72
- 15.日本微生物研究所連續 フムシ發生裝置説明書。
- 16.靜岡縣水産試驗場(1968) アユ人工採苗試驗實施委託事業報告書 18—30