

109學年度國立基隆高級中學

學生自主學習成果紀錄表

110年07月16日

申請學生資料	姓名		班號	編號(由學校填寫)
	劉庭睿		109班 16 號	
自主學習地點	☒ 實驗教室 ☐ 圖書館 ☐ 專科教室 ☐ 電腦教室 ☐ 多功能資源室 ☐ 烹飪教室 ☐ 其他			
自主學習主題	海洋環境污染對豐年蝦孵化率之影響		☒ 實驗教室 ☐ 圖書館 ☐ 專科教室 ☐ 電腦教室 ☐ 多功能資源室 ☐ 其他：_____	
自訂學習目標	1. 理解環境無染的影響 2. 理解水中的各個成分對水中生物的影響			
自主學習成果說明	在整個過程中，我學會了測定水質並藉由豐年蝦在只有一個操縱變因下的孵化率來得知水中各項物質的多寡對水中生物的影響。最後再透過差詢相關資料來確認透過自己實驗的結果得出的結論是否正確。最後得出了水中的硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、碳酸鹽和pH值是影響豐年蝦孵化率的主要因素。			
自主學習 圖片及說明	圖片一			
	說明：實驗設計瓶，在五個瓶子中，僅有當次實驗的一種成分濃度不同。			

自主學習
圖片及說明

圖片二



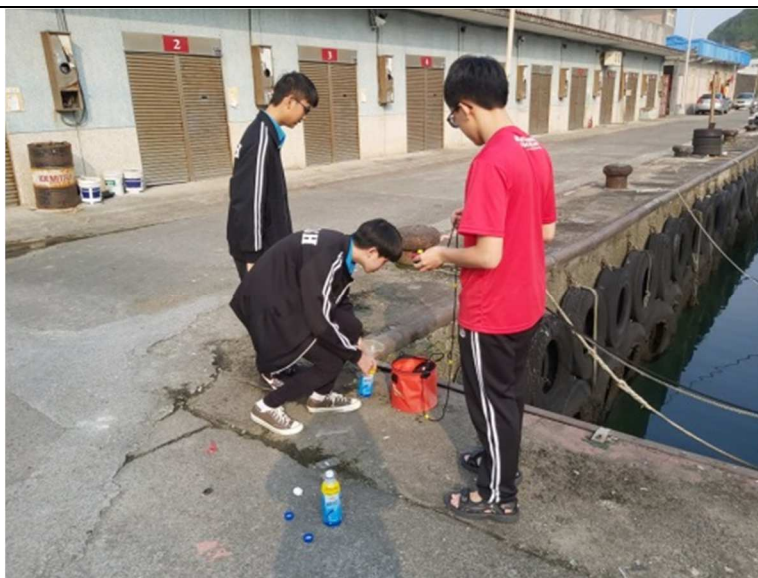
說明:調配實驗的水溶液，並測定是否調配錯誤。

圖片三



說明:在學校進行實驗

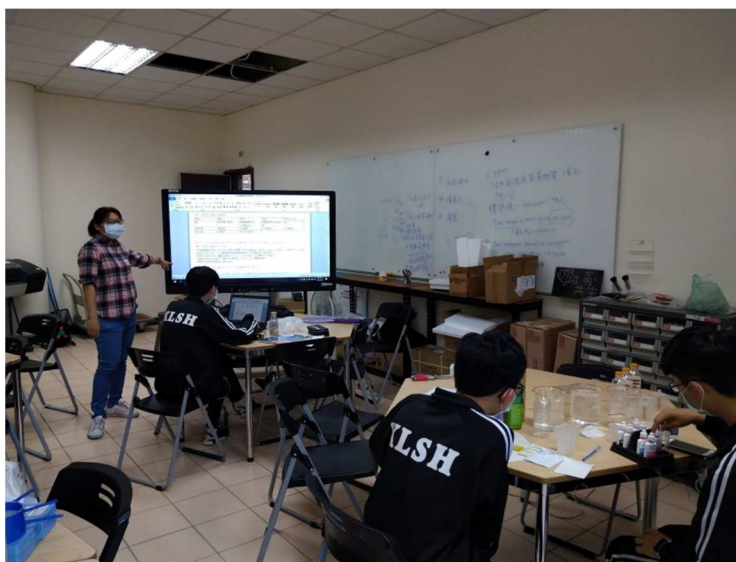
圖片四



說明:到港邊進行水樣採取

自主學習
圖片及說明

圖片五



說明：與老師進行討論

圖片六



說明：到田寮河進行水樣採取

圖片七



說明：獲得北一區科展佳作

自主學習 學習目標 達成情形	在這個學期的自主學習下來，我確實的學到了環境汙染帶來的影響和我們息息相關，也學到了如何測定水質並且讓我的觀察能力更加精進，甚至能精準的判斷哪些物質對水中生物的影響，及在哪個數值下最適合水中生物。
自主學習 歷程省思	這次的自主學習對我來說十分不容易，從最一開始到最後拿這個主題去比科展比賽都很辛苦，但也讓我學到更多比原本計畫中的技能，像是表達能力、書面報告和簡報的製作，這些都是我額外學到且非常重要的技能。隨然最後的成績不是很突出，但在學習的層面上，我獲益良多。
學生自評	☐優 ☒良 ☐中 ☐可 ☐差
指導老師建議	☒優良 ☐尚可 ☐待努力
指導老師評語	對高一學生而言，自主學習是非常新的嘗試，庭睿從一開始有想法，到最後能夠實行，花了不少功夫，相信在這個過程當中，學到許多解決問題的方法，相信他可以將此精神在其他事物上面。 指導老師簽章 <u>蔡仲元</u>

國立基隆高級中學109學年度第2學期彈性學習時間

自主學習晤談及指導紀錄表

指導學生資料	班級109 座號16	學號:911145	姓名:劉庭睿
自主學習主題	海洋環境污染對豐年蝦孵化率之影響		
自主學習實施地點	☐ 教室 ☐ 圖書館 ☐ 數位學習中心 ☐ 電腦教室 ☒ 實驗室		
自主學習動機與內容	近來環境污染日益嚴重，我們想要藉由環境汙染探討其對生態系的影響。		
序號	日期	諮詢及指導內容摘要紀錄	指導教師簽名
1	03/02	準備材料及規劃進度	教師兼設備組長 蔡仲元
2	03/16	實驗磷酸鹽對食物鏈底層生物所帶來的影響	教師兼設備組長 蔡仲元
3	03/30	整理數據及探討造成實驗結果的原因	教師兼設備組長 蔡仲元
4	04/20	實驗家用清潔劑及優養化水對食物鏈底層生物所帶來的影響	教師兼設備組長 蔡仲元
5	05/04	整理數據及探討造成實驗結果的原因	教師兼設備組長 蔡仲元
6	05/18	實驗各地區海水中的物質多寡對食物鏈底層生物所帶來的影響	教師兼設備組長 蔡仲元
7	06/01	整理數據及探討造成實驗結果的原因	教師兼設備組長 蔡仲元
8	06/15	成果報告製作	教師兼設備組長 蔡仲元
9	06/29	成果報告製作	教師兼設備組長 蔡仲元

圖書館核章



中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：環境學科

組 別：高級中等學校組

作品名稱：「孵蝦密？」海洋環境污染對豐年蝦孵化率之影響

關鍵詞：豐年蝦、營養鹽、孵化率

編號：

摘要

本研究以食物鏈底層的豐年蝦為研究對象，探討相同溫度及鹽度但磷酸鹽濃度不同的環境下，對於豐年蝦孵化率的影響。並以清潔劑模擬家庭廢水及優氧化對於其孵化率的影響。本研究並實際到戶外採集基隆不同地點的海水樣本，檢驗其各項數值後，拿採集到不同地點的海水樣本來檢驗豐年蝦之孵化率並探討影響孵化率的因素。研究結果顯示（1）在人為控制的條件下，磷酸鹽不會影響豐年蝦的孵化率；（2）在家庭廢水和優養化水比較下，得知清潔劑的孵化率較低，其可能為 pH 值所造成；（3）不同採集地點的海水，其硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、碳酸鹽和 pH 值會影響到豐年蝦的孵化率；（4）相同的鹽度、溫度及 pH 值的狀況下，豐年蝦的孵化率可以反映出該水域有無造成污染。豐年蝦來作為測定水質的參考指標之用。

壹、研究動機

記得我們有一次去參觀潮境工作站介紹了豐年蝦的生活史及在養殖上是重要的食物來源，這讓我們對豐年蝦有了認識及興趣；上網查資料發現豐年蝦是一種浮游生物，為食物鏈的底層，其孵化速度也很快，常作為魚苗飼料之用。而豐年蝦對於海洋環境污染特別敏感，隨著近年海洋的生態圈被破壞得越來越嚴重，不肖業者會直接排放廢水，污染水源，之前甚至看過清潔劑的泡泡直接排到海邊，清潔劑中的磷常會造成水質優養化。因此我們決定使用豐年蝦來作為測定水質的參考指標，進而探討水中各項物質及人類排放的廢水所帶來的影響。

貳、研究目的

- 一、測量不同濃度的磷酸鹽對於豐年蝦的孵化率是否有影響？
- 二、檢測優養化的水和清潔劑污水是否對於豐年蝦的孵化率有影響？
- 三、採集不同地區的海水比較孵化率的多寡。
- 四、評估豐年蝦是否可以作為水質污染的指標。

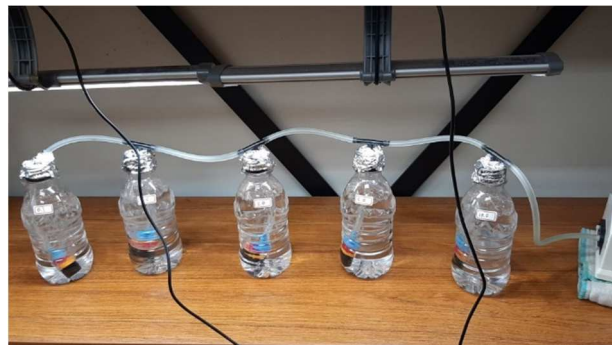
參、研究設備及器材

表一：研究器材

燒杯	量杯	滴管	玻棒	MET-WD5000 多參數水質檢測儀 測量範圍： Ph：6.2~10.0 亞硝酸鹽： 0.002~0.4mg/L 氨氮：0.1~6.0 mg/L 磷酸鹽：0.01~1.5 mg/L 溶解氧：0.5~10 mg/L
鹽	乾燥豐年蝦卵	R.O.逆滲透水	打氣幫浦	
鋁箔紙	寶特瓶	磷酸鹽標準液 (1000mg/L)	篩網 (80、100、200 目)	
放大鏡	培養皿	海水水樣	加溫器	
磷酸鹽濃度 檢測試劑	試管	不同品牌清潔劑	大塑膠盆	



圖一：水質檢測試劑



圖二：實驗設計瓶

MET-WD5000



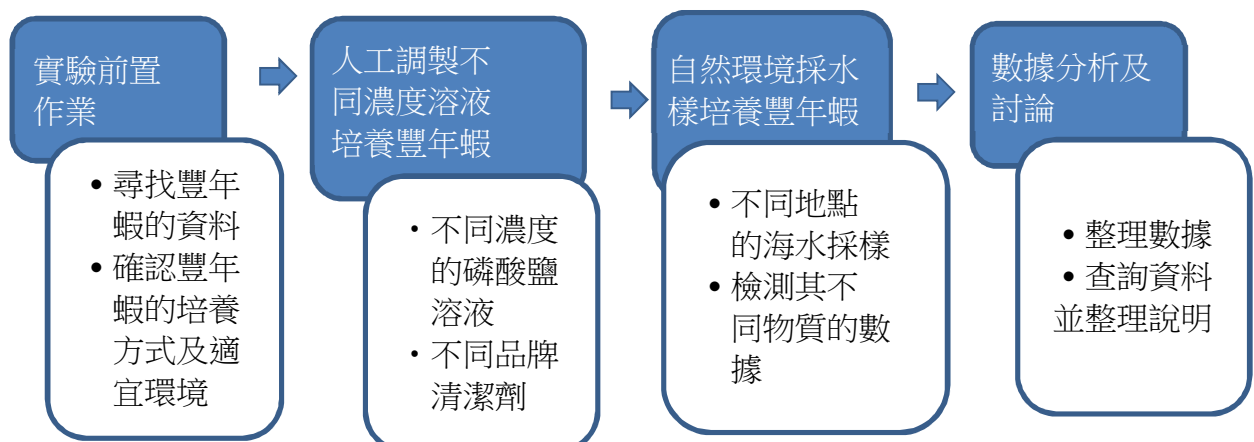
五大參數

水產養殖水質檢測器

PH值、氨氮、亞硝酸鹽、溶解氧、磷酸鹽

圖三：水質檢測儀器

肆、研究過程或方法



一、實驗前置作業

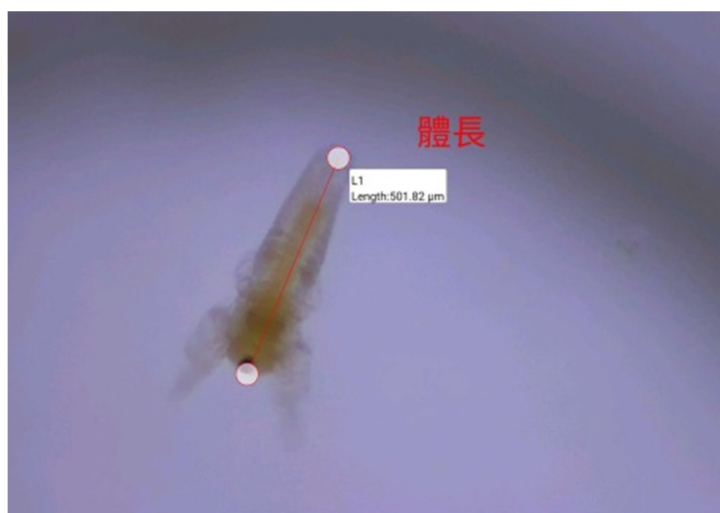
(一) 豐年蝦的介紹

豐年蝦為動物界、節肢動物門、甲殼綱、鰓足亞綱、無甲目、豐年蟲科，又叫豐年蟲仙女蝦、鹵蟲或鹽水蝦，廣泛分布於陸地上的鹽田或鹽湖中，營養價值高，在 1 億年間似乎沒有太大變化，都很小隻。

孵化 24~36 小時後，豐年蝦的無節幼體可以很容易地從囊腫中覓食魚類和甲殼類幼蟲。一齡幼蟲（剛孵出的幼體，體內有大量卵黃儲備）；二齡幼蟲（初次蛻皮後的幼體，具有消化道功能），易於操作，營養豐富，體積小，適合活體或乾燥後餵魚和甲殼類幼蟲。

豐年蝦有兩種分別為卵生及卵胎生：

卵生繁殖，常見的豐年蝦卵屬於冬卵，也叫做休眠卵；當豐年蝦的生存環境在鹽度 100 ppm 以上以及溶氧量低的環境時，會誘導卵生行為，豐年蝦會產出直徑約 200 ~ 280 微米的休眠卵。食物可以餵養樂多、優酪乳、鰻魚粉、牛奶、豆漿、藻水或濃縮藻水。



圖四：培養的豐年蝦在顯微鏡底下的樣貌，體長約 500 μ m。

(二) 計算豐年蝦孵化率的方法

1. 放入豐年蝦卵，各放入 20、50、100 顆(檢查 3 次,以確保實驗數據之準確)
2. 裝進寶特瓶中並確保完全進去，沒有黏在杯壁上。
3. 配濃度(1000 毫升的水加 30 克的鹽)調為 30‰
4. 將配好的水分別加入豐年蝦卵。
5. 過 36 小時後就可以數蝦子了。

6.因為 20 顆和 50 顆的孵化率其實差不多，但 100 顆數起來反而不易，因此選擇了 50 顆。

表二：豐年蝦計算孵化率之法

卵數	孵化數	孵化率
20	18	90%
50	44	88%
100	79	79%

二、調配溶液培養

(一)調配磷酸鹽溶液

- 1.將磷酸鹽標準液分別以 R.O.滲透水稀釋分別至 10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppm、0.1ppm 及只含 R.O.逆滲透水的水溶液，並以磷酸鹽濃度檢測試劑檢測各水溶液濃度是否檢測錯誤。
- 2.將各水溶液分別加入鹽配至濃度為 30‰的水溶液，並以鹽度計加以確認。
- 3.將配好的溶液分別倒入六個相同的寶特瓶，並各加入 50 顆豐年蝦卵(蝦卵數目越多，誤差值反而越大，故採用 50 顆)。
- 4.將打氣幫浦的出氣管分別放入裝有溶液的保特瓶，並用鋁箔紙封住瓶口。
- 5.將寶特瓶放入裝有水的大塑膠盆隔水加熱維持 25~28℃，並等候 36 小時孵化。
- 6.以濾網反覆過濾出蝦殼及蝦幼蟲。
- 7.將過濾出的蝦殼及蝦幼蟲放入裝有少量水的培養皿。
- 8.計算孵出來的豐年蝦數量(可用放大鏡輔助)。

(二)調製清潔劑

- 1.數豐年蝦，並裝進寶特瓶中。
- 2.調配清潔劑溶液至千分之一，將打氣幫浦的出氣管分別放入裝有溶液的保特瓶，並用鋁箔紙封住瓶口(確保打氣時氣泡不會跑出來以免蝦子隨氣泡跑出)。
- 3.放入加溫棒(可以確保豐年蝦的孵化)，溫度維持 25~28℃，並等候 36 小時孵化。
- 4.以濾網反覆過濾出蝦殼及蝦幼蟲。
- 5.將過濾出的蝦殼及蝦幼蟲放入裝有少量水的培養皿。
- 6.計算孵出來的豐年蝦數量(可用放大鏡輔助)。

(三)清潔劑種類

我們選擇家庭中常用的清潔劑，比較接近一般家庭汙水排放的狀態，下表為家中三種不同的清潔劑，以及我們特別在校園內有優養化現象的水池採了水樣。

表三：清潔劑及優養化水的個數值含量

清潔劑品名	內容物	PH 值	磷酸鹽 濃度	氨氮 濃度	亞硝酸 鹽濃度
柔情地板清潔劑	環保型飛離子界面活性劑	7.01	0.54	4.02	0.098
耀水高效除油 乳化劑	氫氧化鈉,界面活性劑,滲透劑	9.95	0.17	1.02	0.022
魔術靈浴室清 潔劑	界面活性劑,去汙溶劑,檸檬酸	6.20	0.01	0.42	0.002
優養化水	學校優養化的水池	7.65	0.09	0.42	0.004

三、自然環境採水樣

(一)採樣地點

我們前往學校附近，採集 6 個不同地區海水，地點分別是：大武崙沙灘、外木山漁港、小艇碼頭、八斗子漁港、潮境公園、田寮河。



圖五：採集海水樣本的地點，圖上以紅色圓點標示。

		
大武崙沙灘	外木山漁港	小艇碼頭
		
八斗子漁港	潮境公園	田寮河

圖六：採樣地點照片

1.大武崙沙灘

這裡的山海景色不但非常優美、空曠無遮蔭。大武崙海岸在這裡形成一個彎月狀的海灣，海灣最內側有一塊白色沙灘，是大小朋友一起遊玩的絕佳地點。大武崙可能的污染物有：油汙、人工垃圾、工廠惡意排放的污水等。

2.外木山漁港(火力發電廠旁)

這裡的水質很清晰，可以清楚看到魚兒在水裡游來游去。而「外木山漁港」昔稱木山澳仔，位於基隆協和火力發電廠旁，是一處背山臨海、視野開闊的天然灣澳。外木山可能的污染物有油汙、人為垃圾。

3.小艇碼頭

海水俯視清澈見底，像是一個小型濕地，可以看到鳥在吃東西、長相奇怪的魚在海面上漂浮，旁邊還有獨木舟可以直接下水，也因此，可以看到海洋大學常常在這裡做實驗。小艇碼頭因為沒有對外開放，所以幾乎沒有甚麼污染物質。

4.八斗子漁港

八斗子漁港是臺灣北部的一級漁港，因此有很多的漁船在此停靠，所以進行海水採樣時，也會聞到濃郁的重油味。

5.潮境公園

是潮間帶保護區，有非常多的生物在此定居，自民國 105 年起，列為資源保育區，禁止任何採補行為。

6.田寮河

為臺灣第一條人工運河，由於在基隆市區的關係因此家庭廢水也是直接排放在這條河，因此磷酸鹽，亞硝酸鹽，硝酸鹽，氨的濃度都偏高。

採集回來的海水，我們加以標示後，以水質檢測儀進行磷酸酸鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、pH、氨、鈣、KH、鹽度等值的檢測(如下表四)。

表四：檢測海水的磷酸酸鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、pH、氨、鈣、KH、鹽度

地點	pH	鹽度 ‰	亞硝酸 鹽 (ppm)	磷酸鹽 (ppm)	氨 ppm	硝酸鹽 (ppm)	碳酸鹽 (ppm)	鈣離子 (ppm)	氨氮 (ppm)
田寮河	7.4	25	0.25	0.5	2.0	80	107.4	220	4.52
小艇碼頭	8.2	20	0	0.25	1.0	10	125.3	280	0.65
外木山漁 港	8.2	26	0	0.25	1.0	10	125.3	420	0.79
八斗子漁 港	8.4	25	0	0.25	0.5	5	161.1	360	0.48
潮境公園	8	30	0	0.25	1.0	5	143.2	320	0.65
大武崙沙 灘	7.8	30	0	0.25	0.5	10	143.2	380	0.76

(二)豐年蝦培養

- 1.數豐年蝦，並裝進寶特瓶中。
- 2.調配海水溶液,將打氣幫浦的出氣管分別放入裝有溶液的保特瓶，並用鋁箔紙封住瓶口(確保打氣時氣泡不會跑出來以免蝦子隨氣泡跑出)。
- 3.放入加溫棒(可以增加豐年蝦的孵化率)，溫度維持 25~28℃，並等候 36 小時孵化。
- 4.將過濾出的蝦殼及蝦幼蟲放入裝有少量水的培養皿。
- 5.計算孵出來的豐年蝦數量(可用放大鏡輔助)。

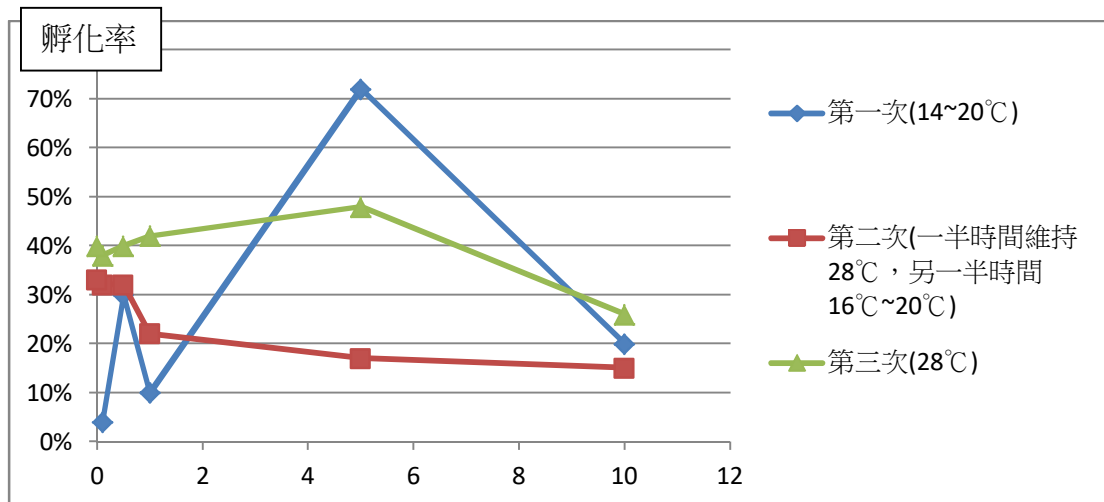
伍、研究結果與討論

一、調製溶液之培養結果

以不同磷酸鹽濃度的水溶液測量豐年蝦的孵化率。第一次實驗是在 10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppm 及 0.1ppm 的磷酸鹽溶液，鹽度 30‰的條件下進行，孵化隻數分別為 10 隻、36 隻、5 隻、15 隻和 2 隻。在孵化的 36 小時的過程中，並無使用加熱棒，溫度變化在 14~20℃ 之間。第二次實驗則在相同的五種濃度下，分別孵出 8 隻、9 隻、11 隻、16 隻、16 隻及 17 隻，鹽度一樣是 30‰，溫度則有一半時間控溫 28℃。第三次實驗則全程控溫 28℃，鹽度 30‰，分別孵出 13 隻、24 隻、21 隻、20 隻及 19 隻。下圖七顯示了三次實驗在不同濃度的磷酸鹽中的孵化率。同一次實驗中，不同濃度的磷酸鹽對於孵化率的影響並不顯著，可推測不同的磷酸鹽濃度對豐年蝦的孵化率無明顯影響。

實驗後再檢測各個溶液的磷酸鹽濃度，發現數值幾乎沒有改變，因此我們覺得豐年蝦孵化後也不會影響磷酸鹽的濃度。經過實驗得知磷酸鹽濃度對豐年蝦的孵化率無明顯關係後，觀察三次實驗，因溫度不同，影響了孵化率，溫度能讓整體的孵化率有所提升。

雖然磷酸鹽是被視為造成優養化的兇手，當這類的化學物質排放到水中時，水草、藻類會獲得養分而大量繁殖，再因光合作用及呼吸作用造成水體溶氧量太低，呈缺氧狀態。因此磷酸鹽的濃度多寡，會影響水的優養化及水中生物是否會因為缺氧而死亡，但我們的實驗室使用無藻類的 R.O. 逆滲透水，且有放入打氣幫浦打氣，故在人為控制的環境下，磷酸鹽的濃度不會直接影響到豐年蝦的孵化率，溫度才是影響孵化率的主要原因。



圖七：調配磷酸鹽濃度之培養結果

表五：不同磷酸鹽濃度之豐年蝦孵化率結果

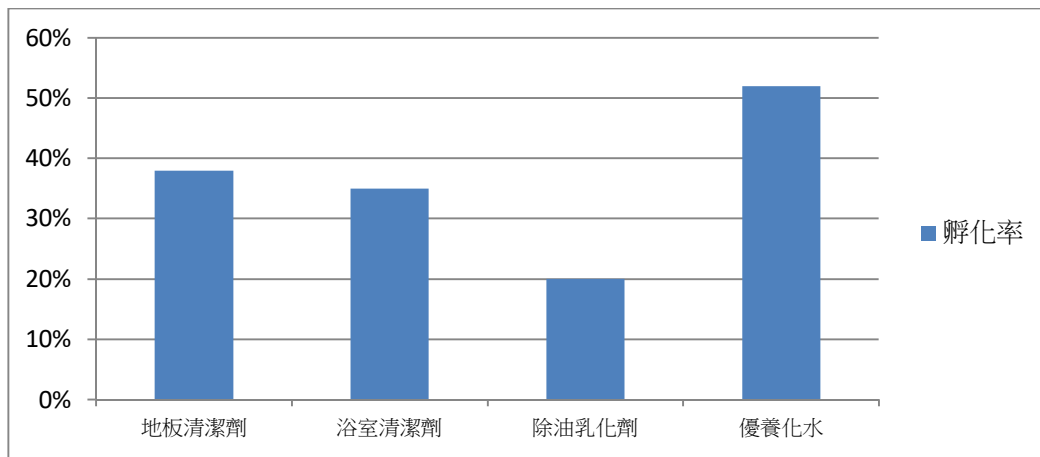
磷酸鹽濃度(ppm)	第一次	第二次	第三次
10	20%	15%	26%
5	72%	17%	48%
1	10%	22%	42%
0.5	30%	32%	40%
0.1	4%	32%	38%
0		33%	40%
溫度	14~20°C	一半時間維持 28°C， 另一半時間 16°C~20°C	28°C

二、清潔劑之培養結果

由清潔劑及優氧化之溶液培養豐年蝦後，孵化結果如下圖八，其中，優養化的水所培養的豐年蝦孵化率最高，50 顆卵共孵出 26 隻，孵化率 52%；清潔劑分別從不同的三家廠牌取得，分別為地板清潔劑、浴室清潔劑、除由乳化劑，孵化率分別為 38%、35%、20%。可以發現清潔劑會使豐年蝦的孵化率稍微降低許。而優養化水相較之下孵化率高。若比較這幾種溶液的 pH 值(如表三)，可以發現 pH 值過高會使孵化率降低。一般豐年蝦適合孵化的 pH 值約為 7.5-8.5 之間。

另外我們還觀察到含有清潔劑的水溶液所孵出來的豐年蝦數量雖然無明顯降低，但能發現孵出來的豐年蝦活動力明顯下降(泳足擺動幅度小，甚至有些只能稍微靠泳足移動身體)，破殼後卻沒成功孵化的比例也變多。

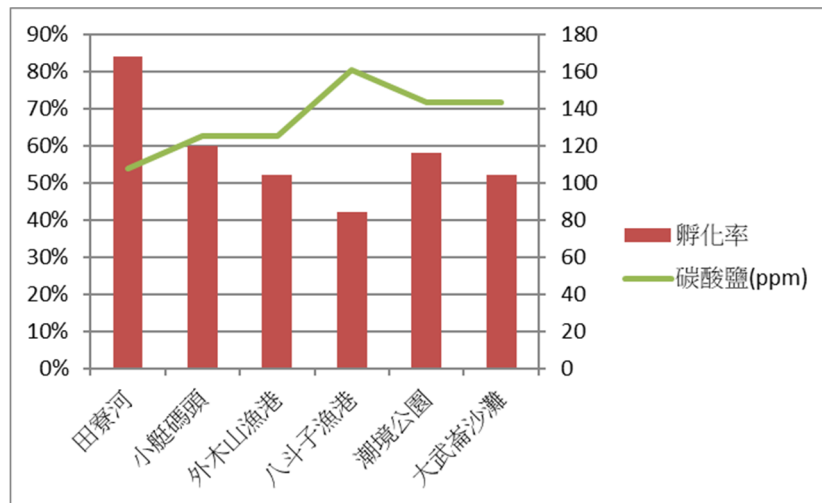
優養化之所以會造成生物死亡的主因是藻類把大部分的氧氣都消耗殆盡，造成水中的其他生物缺氧死亡。而我們實驗中因為有放入打氣幫浦，使得上述情況不會發生，故孵化率不會受影響，甚至藻水成了豐年蝦孵出來之後的食物來源。



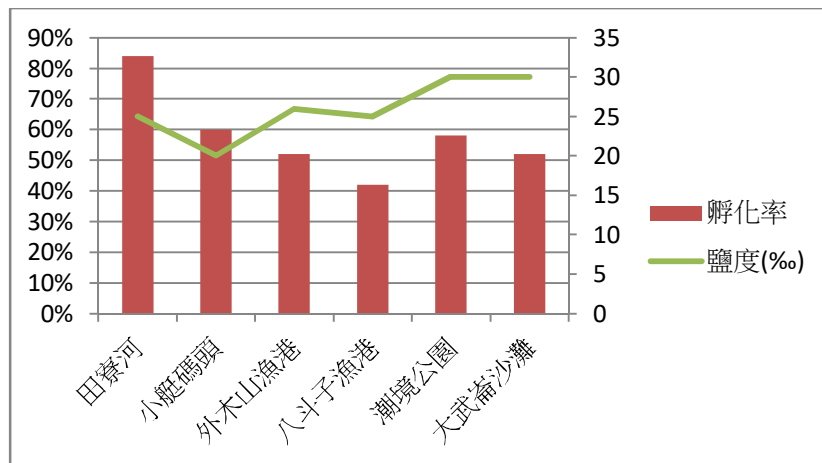
圖八：優養化水及清潔劑溶液之培養結果

三、環境中採水之培養結果與討論

下圖為不同地點海水的豐年蝦孵化率與不同營養鹽濃度的比較。我們從潮境公園、八斗子漁港、小艇碼頭、田寮河、外木山漁港、大武壠沙灘分別取水樣，放入豐年蝦卵後進行培養。圖九為碳酸鹽濃度跟孵化率的關係，發現碳酸鹽濃度跟孵化率成反比，碳酸鹽濃度越高，孵化率越低。圖十為鹽度與豐年蝦孵化率的關係；豐年蝦卵的孵化環境，鹽度約為 5~90‰，但是以 25‰最佳。

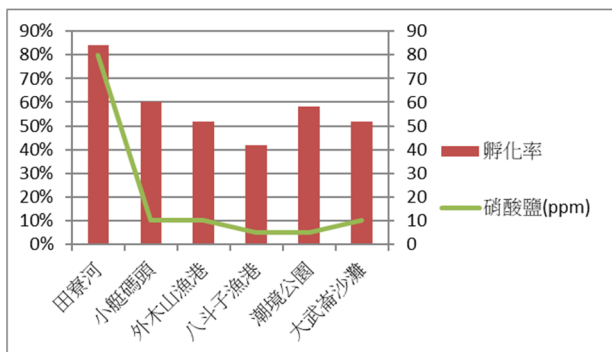


圖九：碳酸鹽濃度跟孵化率成反比

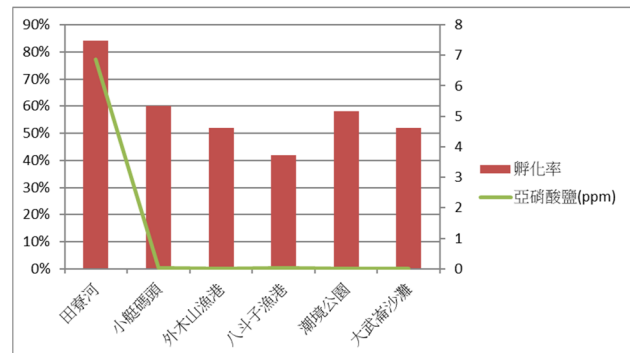


圖十：鹽度與豐年蝦孵化率的關係

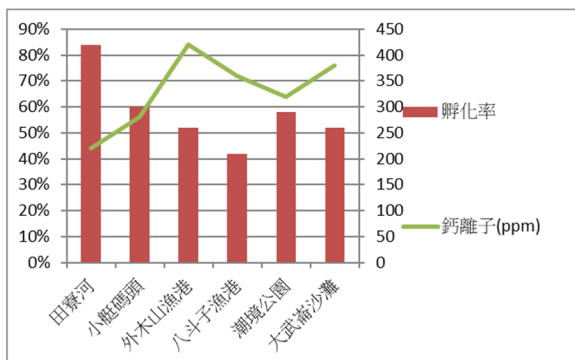
田寮河的亞硝酸鹽的濃度最高。我們查資料發現當氮素進入水中經由腐敗菌分解轉變成氨，再氧化就會變成亞硝酸。故亞硝酸存在於大量污染的水中，是屬於非常不穩定的物質，時常因為化學反應而大量消耗水中的氧，造成水中因缺氧狀態魚類窒息死亡。而田寮河有許多家庭廢水排放所以亞硝酸鹽的濃度較高、但因田寮河環境偏酸性，亞硝酸鹽和氨氮的毒性會降低，且因為實驗培養實，有打氧氣進去，所以孵化率不受影響反而最高(如下圖十一)。豐年蝦的孵化條件為 pH 值 7.5-8.5 之間，但田寮河的 pH 值約 6.8 左右，孵化率也是很高。



圖十一：硝酸鹽與孵化率的關係

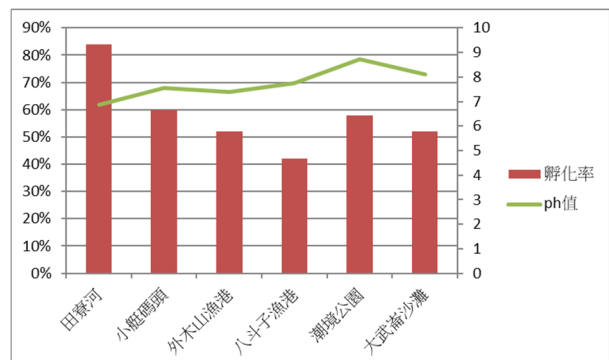


圖十二：亞硝酸鹽與孵化率的關係



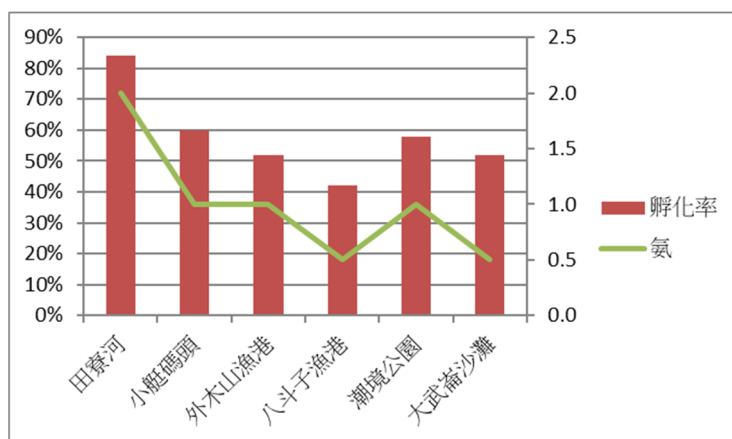
圖十三：鈣離子濃度與孵化率的關係。

鈣離子濃度與孵化率沒有顯著關係



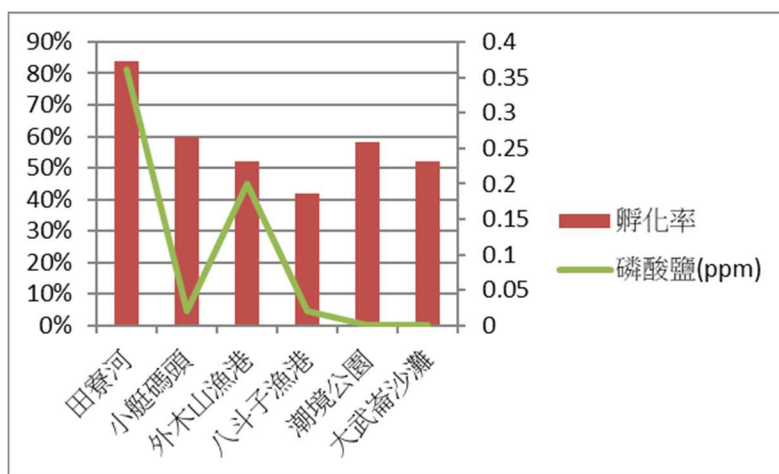
圖十四：pH 值與孵化率的關係

另外我們測量了氨氮的濃度與孵化率的關係，發現氨氮濃度與孵化率呈正相關。田寮河的氨氮濃度最高，孵化率有 84%，而氨氮濃度最低的是八斗子漁港，孵化率只有 42%。根據資料顯示，氨氮對水生物的危害有急性和慢性兩種。慢性氨氮中毒危害會造成生物攝食降低，生長速度減慢，組織損傷，降低氧在組織間的輸送。魚類對水中氨氮比較敏感，當氨氮含量高時會導致魚類死亡。急性氨氮中毒影響：水生物表現為興奮、在水中失去平衡、嚴重者甚至死亡。因此氨氮濃度也是養殖水生生物時，一個很重要的測量指標。而我們採集田寮河水樣的地點，可以目視有許多白色異體排出，猜測可能是汙染源。不過氨氮的毒素會因為 pH 值下減而減少，田寮河 pH 值較低，或許是因為這樣的原因，田寮河的孵化率不減反升。



圖十五：氨氮濃度與孵化率的關係

最後觀察磷酸鹽對孵化率的影響，結果顯示沒有太大相關性，如下圖十六。採樣的水中，仍以田寮河的磷酸鹽濃度最高，推測來源應為家庭污水排放。



圖十六：磷酸鹽與孵化率的關係

由以上實驗，可以推測氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽和碳酸鹽可能會影響豐年蝦的孵化率；豐年蝦的適宜孵化 pH 值環境為 7.5-8.5，但是在某些條件下，偏酸的水質也是可以讓豐年蝦孵化。而田寮河的孵化率雖明顯較高，但活動力低的豐年蝦特別多，因此也懷疑受汙染的水會

影響生物的活動力。

柒、結論

- 一、在人為控制的條件下，磷酸鹽濃度對豐年蝦的孵化率影響不大。
- 二、在家庭廢水和優養化水比較下，得知清潔劑的孵化率較低，其可能為 pH 值所造成。
- 三、不同採集地點的海水，其硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、碳酸鹽和 pH 值會影響到豐年蝦的孵化率。
- 四、相同的鹽度、溫度及 pH 值的狀況下，豐年蝦的孵化率可以反映出該水域有無造成污染，豐年蝦可來作為測定水質的參考指標之用。

捌、參考資料及其他

1. 鹵蟲屬。取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B1%90%E5%B9%B4%E8%9D%A6>。
2. 孵化豐年蝦經驗談。取自 <http://punk.twku.net/index.php?topic=120.0>。
3. 餌料生物：豐年蝦。取自 <http://www.miobuffer.com.tw/fnm/198905/23.htm>。
4. 豐年蝦。取自 http://mis.im.tku.edu.tw/~ed_jiang18c/aqu/aqu_shy.htm。
5. 豐年蝦孵化裝置。取自 <http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=12666&ctNode=40&mp=1>。
6. 張明毅、朱元南、方煒，2003。以田口方法進行豐年蝦孵化條件最佳化初探。
7. 詹益豪，2003。超音波誘發豐年蝦卵活化及助長之研究。國立中山大學機械 與機電工程學系碩士論文。
8. 九十二年度農機與生機論文發表會論文摘要集，147-148。
9. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書。豐年蝦不可承受之「重」-以豐年蝦作為生物急毒性檢測重金屬之研究。
10. 中山高中第 51 屆中小學科學展覽會生物科展作品說明書-鎮爆任務。
11. 2009 年台灣周邊海域營養鹽之分布特徵。科技研究。