

臺灣二〇〇三年國際科學展覽會

科 別：動物學科

作品名稱：新竹北埔冷泉蝦子之研究

學 校：新竹市立光華國民中學

作 者：陳威宇

作者簡介



我叫陳威宇，民國七十七年九月生，目前就讀於新竹市立光華國中數理資優班三年級。

媽媽說因為幼稚園的學費太貴了，而且我又長得比別的小朋友高壯，所以提早送進小學就讀。又因為唸的是屏東鄉下迷你小學(全校僅一百多人)，有很多機會親近大自然中的蟲魚鳥獸，進而產生對生物的研究興趣。

後來轉回新竹科學園區實驗中學國小部，並獲選進入資優資源班就讀。我曾得過學校的發明金牌獎，研究過「蟋蟀的挖洞習性與特徵」等專題，六年級的作品「校園裡的金花蟲」，得到新竹市科展國小組生物科第一名。進入國中仍繼續做專題研究，二年級時亦得到新竹市科展國中組生物科第一名。

我的志向是成為一位醫學研究人員，將基因方面的研究與電腦相關知識結合，創造新的理論，以造福人類。

新竹北埔冷泉蝦子之研究

中文摘要

陳威宇

因特殊的地理關係而形成奇特之新竹北埔冷泉，其水溫長年偏低且水質特殊。本研究報告主要在探討生長於冷泉中的蝦子其所屬物種、生命力、生態及新竹科學園區所排放的廢水對其生存之影響等議題。

為能獲得科學與客觀性的結果，我自己設計了實驗以及適當的實驗步驟來幫助我找到解答，這也讓我對問題有深入的瞭解。我發現這些黑殼沼蝦，螯足各節間有粗糙橙斑，可以耐 7°C 的低溫，靠嗅覺覓食，小蝦在前 4 週呈快速的成長，污水中的蝦子短期內一定死亡，從基部斷肢才能有再生能力等結果。

茲條列所探討的問題如下：

1. 探討北埔冷泉蝦的身體構造與其功能。
2. 了解北埔冷泉蝦和一般食用蝦身體構造的差異性。
3. 探討北埔冷泉蝦的生長環境與其行為之關係。
4. 探討北埔冷泉蝦的食性。
5. 探討北埔冷泉蝦的覓食行為。
6. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦存活率的差異性。
7. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦的耐溫能力。

8. 瞭解北埔冷泉蝦的雌、雄判定。
9. 探討北埔冷泉蝦交配與孵卵方式。
10. 探討北埔冷泉蝦小蝦的成長曲線。
11. 探討不同水質對北埔冷泉蝦的影響。
12. 探討北埔冷泉蝦斷肢後的再生現象。

經由這次的研究，讓我對北埔冷泉蝦子的身體構造、生長環境、覓食行為、耐溫能力、交配與孵卵、小蝦的成長、斷肢後的再生、甚至水質對蝦子生存之影響等等已能深入瞭解。除此之外之外，更重要的是從疑問的產生，實驗方法與步驟的構思、做實驗的過程，及獲得可信的結果，再再使我深刻體會到科學精神的真諦。

Abstract

Bei-Pu cold spring of Hsinchu was formed due to the unique geographical feature. This paper investigates the species, livability, ecology and affection of water quality of the wildlife shrimps that live in this special environment. I design my own experiments and suitable procedures to help me to get the scientific and objective results.

The research topics on Bei-Pu wildlife shrimps are listed below.

1. Body structure
2. Distinguish bred and this wildlife shrimp
3. Growth environments and its behavior
4. Foods
5. Hunting
6. Livability
7. Tolerance of low temperate
8. Male and female
9. Mating and incubating
10. Growth characteristics
11. Affection of water quality
12. Limbed and re-generation

These crayfishes can survive under 7°C. Hunting behavior is guided by olfaction other than vision. They grow rapidly in the first 4 weeks. Regeneration occurs only from the joint. Water quality is vital to them.

From this study, I understood the species, hunting, mating, incubating, growth, temperature tolerance and regeneration of this wildlife shrimps. Moreover, I deeply appreciate what real scientific essence is through defining the questions, designing the experiments, procedures and obtaining the results finally.

一、研究動機：

1999年921大地震的前幾晚，全家到新竹縣的名勝北埔冷泉玩。我在冰涼的水中，抓了幾隻蝦子，當時只覺得好玩就帶回家飼養，沒想到牠們不僅存活了一年多，而且前肢的螯弄斷後，仍有重新長出的再生能力，即使在冬天水溫很低的情況下，依然非常活躍。

國一下的生物課本中，有探討蝦子身體構造及環境對生物影響的章節，不禁讓我想起新竹北埔冷泉的蝦子。搜尋資料後得知，曾有人針對冷泉的水做研究，卻未有冷泉蝦子之探討，故心中起了些疑問，例如：牠們的身體真的特別強壯嗎？生命力真的很旺盛嗎？生態環境為何？以及幼蝦的生長過程等等。

另外，在報章雜誌上常刊登民眾抱怨新竹科學園區排放的廢水，污染客雅溪的事情，而且民眾和廠商常各執一詞。如果將這些健康的蝦子養在此排放水中，其結果會如何？可否知道溪水受汙染的程度？

於是我展開了一連串的實驗和觀察。

二、研究目的：

1. 探討北埔冷泉蝦的身體構造與其功能。
2. 了解北埔冷泉蝦和一般食用蝦身體構造的差異性。
3. 探討北埔冷泉蝦的生長環境與其行為之關係。
4. 探討北埔冷泉蝦的食性。
5. 探討北埔冷泉蝦的覓食行為。
6. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦存活率的差異性。
7. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦的耐溫能力。
8. 瞭解北埔冷泉蝦的雌、雄判定。
9. 探討北埔冷泉蝦交配與孵卵方式。
10. 探討北埔冷泉蝦小蝦的成長曲線。
11. 探討不同水質對北埔冷泉蝦的影響。
12. 探討北埔冷泉蝦斷肢後的再生現象。

三、研究器材：

北埔冷泉蝦、養殖蝦、捕蝦網、水族箱3個、幫浦及過濾器3個、溫度計1支、自製水流計1個、飼料、黑絲襪、照相機、手電筒、科學園區不同日期的排放水等。

四、研究方法：

1. 購買水族箱
2. 佈置蝦子生長環境

3. 分別放入北埔冷泉蝦與養殖蝦並飼養之
4. 設計並進行各種實驗與觀察
5. 詳細記錄、搜尋相關資料及分析
6. 撰寫報告

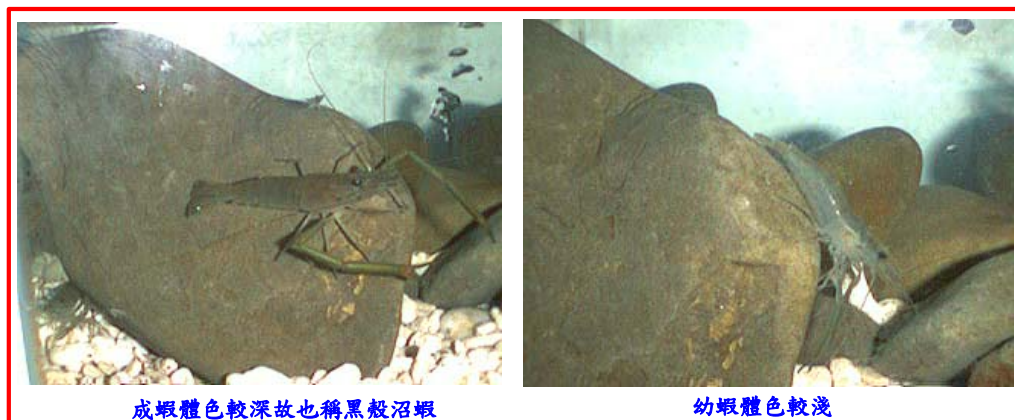
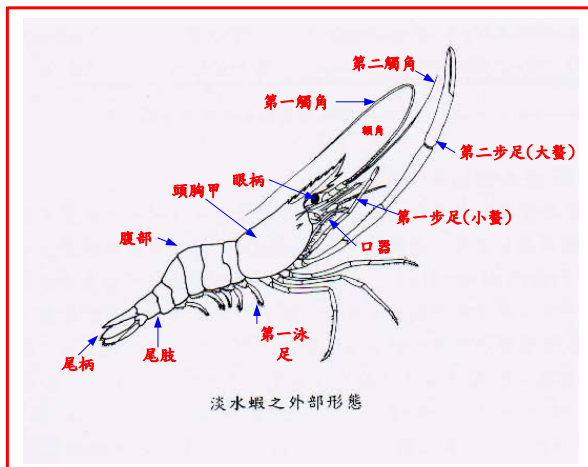
五、研究過程、結果與討論：

實驗一.北埔冷泉蝦的身體構造與其功能。

實驗方法：觀察蝦子的身體構造，並對照參考資料。

結果：

1. 蝦子身體分為頭胸部和腹部。
2. 有五對步足和五對泳足，步足長在頭胸部下面，泳足長在腹部。步足是在水底爬行用，泳足則是蝦子離開水底後，用來划水移動用，尾部為第六對泳足特化(因特殊需要變化而成)而成。當母蝦抱卵時，泳足需要不停的划動，以增加卵的氧氣。
3. 二對步足特化成螯足，第一對較小，為捕食用，會將食物塞入口器，而第二對(即大螯)遠較第一對為大，當有危險或其他侵入者時，則做為禦敵與攻擊之用。各個節間有橙斑且表面粗糙，是北埔冷泉蝦的重要特徵，尤其是大螯的開口處最明顯。





有橙色斑之特徵

有粗糙表面之特徵



特大的黑殼沼蝦

體長10 cm，連螯長有16 cm

討論：北埔冷泉蝦的最具特色處為附肢節間有橙斑且表面粗糙。

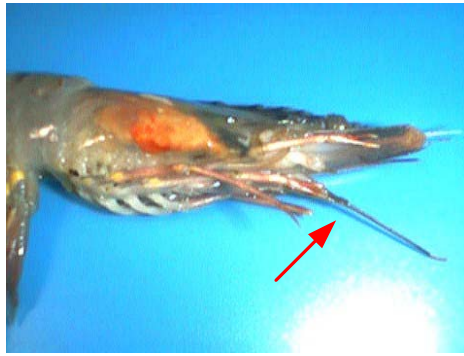
實驗二. 比較北埔冷泉蝦和一般食用蝦(草蝦)身體構造上的差異性。

實驗方法：把食用蝦(草蝦)和冷泉蝦各取一隻來比較。

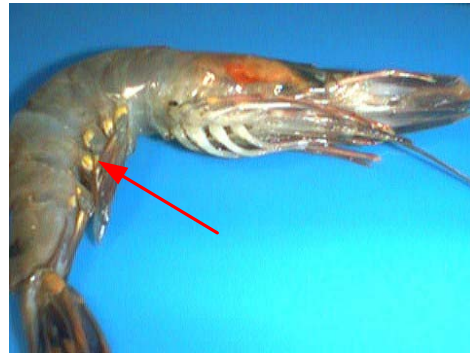
結果：

北埔冷泉蝦和一般食用蝦的身體外觀比較表

	食用蝦	北埔冷泉蝦
大螯	大螯短小，應是作為取食用，而非防衛用。	大螯粗壯，應為防衛用。
額角	額角長且突齒明顯。	額角短，突齒不明顯。
斑紋	附肢底端有黃藍色斑紋。	節間有橙斑且表面粗糙
腹部長度	腹部為頭胸部的 1.5 倍(食用價值高)。	腹部與頭胸部約等長。
腹部甲殼	腹部第一塊甲殼最大，還蓋住部分第二塊。	腹部第二塊甲殼最大，可蓋到前後兩塊。



食用蝦的大螯很短小



附肢基部有藍黃斑

討論：由外型上仔細觀察，即可從大螯型態、額角突齒、附肢斑紋、腹部長度、腹部甲殼形狀等，區分出北埔冷泉蝦及一般食用蝦。

實驗三. 北埔冷泉蝦的生長環境與其行為之關係。

實驗方法：首先要創造一個與天然相似的環境，以利蝦子生存。

1. 量測捕獲冷泉蝦的體長。
2. 將蝦置入水族箱中飼養。
3. 將水族箱內，利用於北埔冷泉取得附有青苔的石頭，模擬佈置成與天然環境相似的生態環境，內含洞穴可供冷泉蝦躲藏，並設計過濾及打氣系統，適合冷泉蝦生長。

結果：

1. 水族箱內的蝦子在還沒有佈置好養殖環境前，因沒有地方可以躲藏，而顯得非常**不安且好鬥**。
2. 佈置洞穴後，蝦子大都躲藏在其中，如有入侵者時，通常會用螯將對方趕走。由此觀察可知，蝦子是有**地域性**的，尤其是遇到危險時，更會驅逐同類以保護自己。(如圖片所示)



有入侵者會互相攻擊



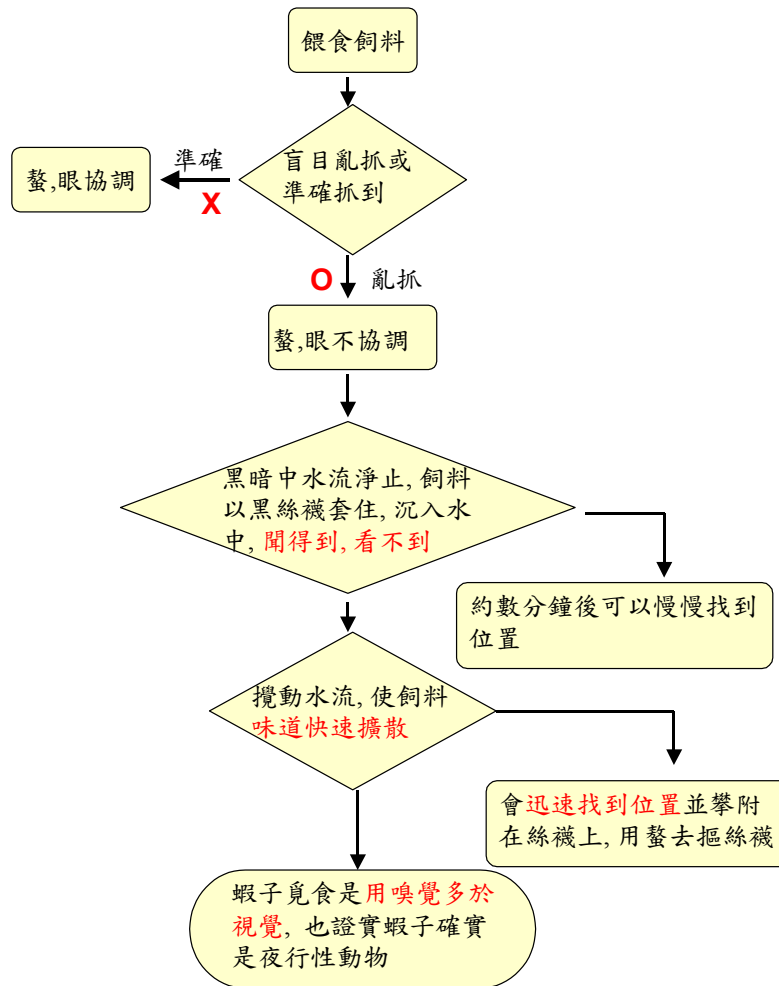
喜歡躲在石頭洞穴中

討論：北埔冷泉蝦在其生活環境中，表現出極具地域性的動物行為。

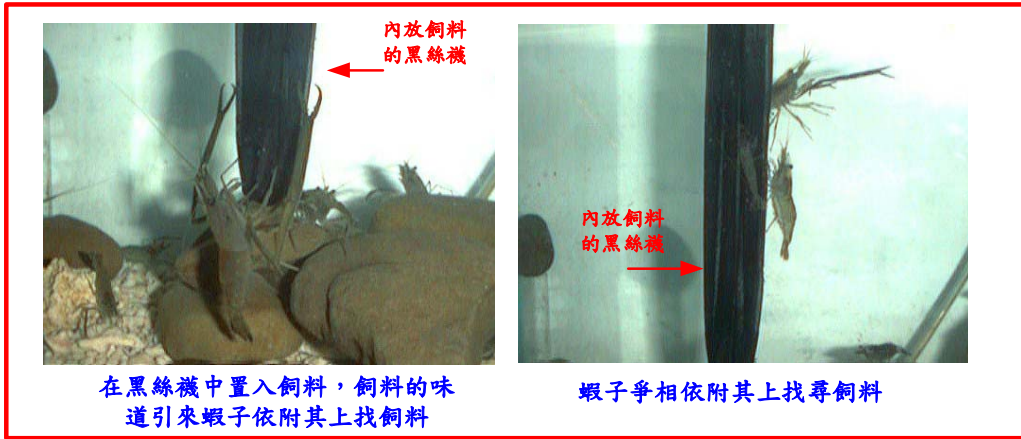
實驗四. 探討北埔冷泉蝦的食性。

實驗方法：1. 起初每天固定餵魚飼料。

北埔蝦子覓食是靠視覺還是嗅覺？



由下頁照片中可清楚看到，雖然飼料是放置在不透明的黑絲襪中，但是經由水流帶動，飼料味道傳開後，立即吸引蝦子爭相依附其上找尋飼料。



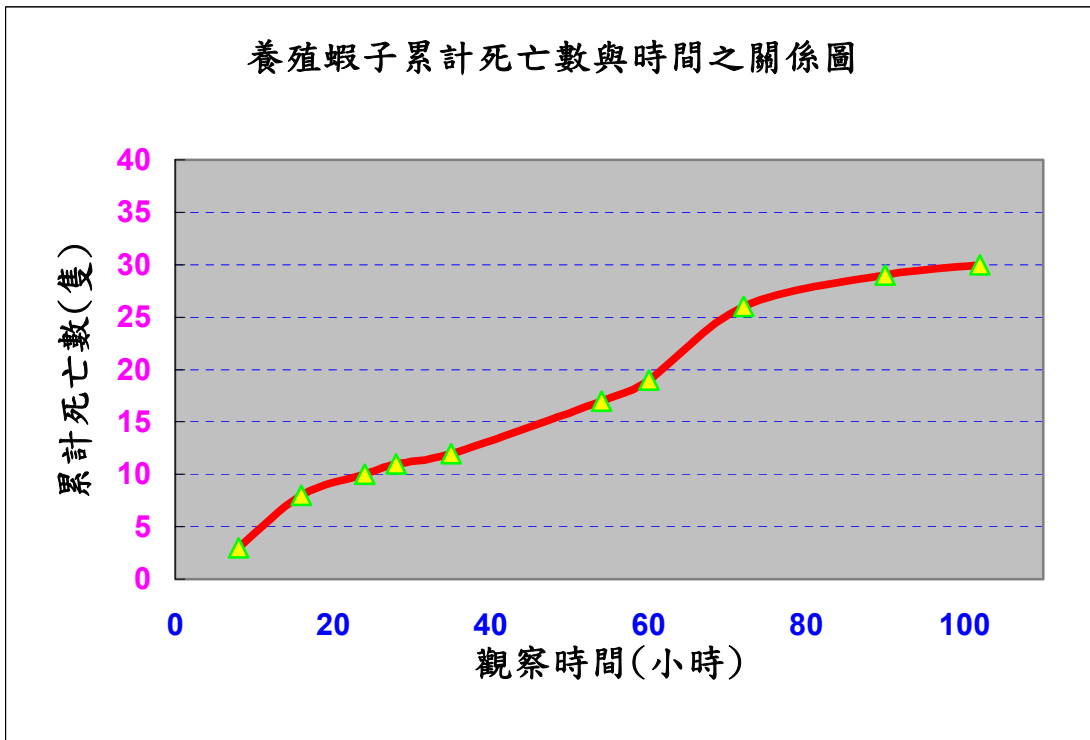
討論：北埔冷泉蝦的主要觸、嗅覺器官為2對觸角，覓食時，必須靠觸角的嗅覺協助，蟹才能準確覓得食物。觸覺能力強，正有力於其夜間活動覓食。

實驗六. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦存活率的差異性。

實驗方法：1. 從水族館買回數十隻養殖蝦。

2. 將養殖蝦與北埔冷泉蝦分別飼養在環境條件完全相同的兩個水族箱中，以比較其存活時間。

結果：1. 發現養殖蝦的存活率很低，推測其原因，可能是對環境適應能力較差，沒多久就相繼死亡。有些蝦子甚至會跳出水面，落於地面乾渴而死，這也可證明水質不佳時，會造成蝦子的大量死亡的原因。蝦子死亡後，身體轉變成紅色，且發出臭味，此乃蛋白質變性之故。從實驗得知，養殖蝦的死亡速度非常快，大約只存活四天，下圖是其累計死亡數與時間的關係。



2. 北埔冷泉蝦則歷經一個星期後，仍活蹦亂跳，由此可知其生命力及環境適應力遠強過一般養殖蝦。

討論：就生命力的強韌性而言，北埔冷泉蝦遠超過養殖蝦。

實驗七. 探討北埔冷泉蝦與養殖蝦的耐溫能力。

實驗方法：1. 將北埔冷泉蝦與養殖蝦飼養在同一水族箱中。

2. 分批放入冰塊，以逐步降低水族箱內水溫，比較在降溫過程中，觀察並紀錄兩種蝦子的活動能力的變化。

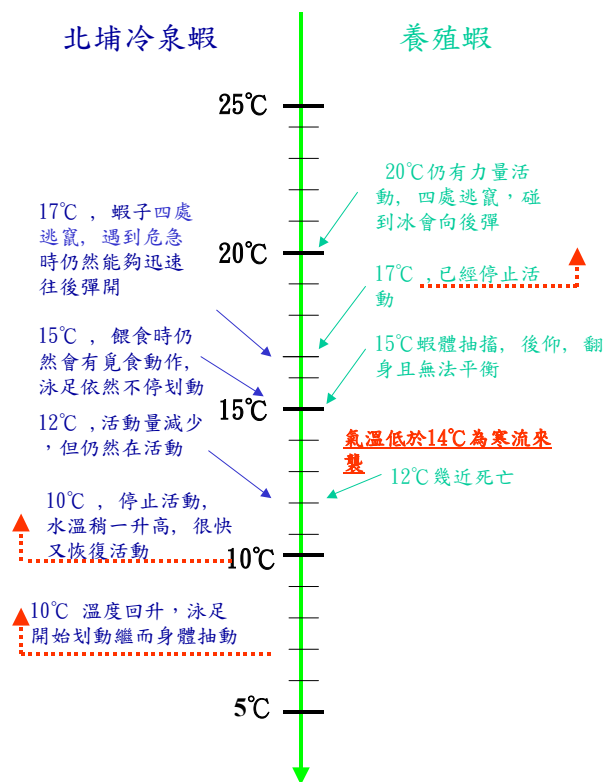
3. 當冰水隨室溫慢慢回升後，觀察並紀錄兩種蝦子的活動力回復情形。

結果：1. 在降溫過程中發現(如圖片所示)，兩種蝦子均會尋找溫度較高的地方躲藏，像是幫浦附近或是離冰塊較遠的地方。

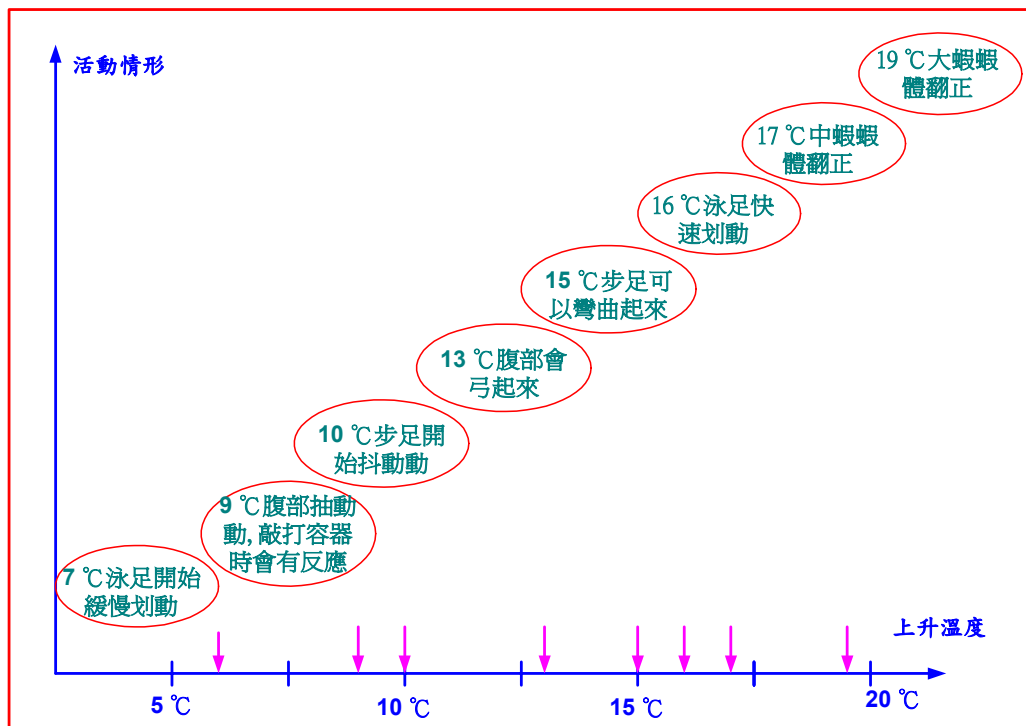
2. 溫度下降時，養殖蝦的活動量會很快降低，接著就停止活動了，溫度低於 17°C 時，養殖蝦全身開始抽動，不但無法控制游動方向，且身體無法平衡，最後身體會翻過來，腹面朝上。

3. 當水溫低於 14°C 時，或當寒流來襲，氣溫降低時，對北埔冷泉蝦而言，冷泉蝦活動力依然維持，牠可以耐到 10°C 以下，可見其耐寒能力相當強，體質非常強健。。下圖是溫度下降時，冷泉蝦和養殖蝦活動能力的比較。

溫度對蝦子活動的影響



4. 在水溫回升過程中，蝦子活動力的表現與降溫過程不同。因為北埔冷泉蝦子已適應了低溫，當溫度慢慢回升上來時，在 7°C 時蝦子的泳足即會先划動，接著身體開始抽動，如果敲動盛水容器，則蝦體會有抽動反應。溫度繼續再上升，步足就可以抖動，泳足更快速划動，小蝦子(冷泉蝦)率先翻過身來，最後大蝦子(冷泉蝦)才翻過身來。可能是因為大蝦較重，所需之翻身力量較大，故恢復時間較長。詳細情形請參考下圖。
5. 由此觀察中可以得知，即使水溫在 7°C 下，北埔冷泉蝦雖活動力降低卻都依然可以存活，等溫度回升時，依泳足、步足、身體之次序慢慢活動起來。



北埔冷泉蝦在水溫回暖時的活動情形



蝦子因為冷而翻過來



回溫的時候蝦子腹部抽動

討論：因長期生活在水溫較低的環境之關係，北埔冷泉蝦能耐製 10°C 以下的水溫。

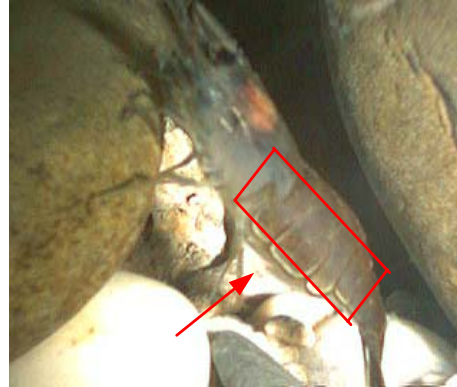
實驗八. 了解北埔冷泉蝦的雌、雄判定。

實驗方法：1. 自四月初至六月初，實際觀察水族箱之北埔冷泉蝦得知。

結果：1. 要分辨雌蝦與雄蝦最快的方法，就是觀察其是否抱卵，唯雌蝦不在繁殖期就沒有抱卵。而任何時間都可以用的判定雄雌方法，就是從蝦體做判斷，因雌蝦為要抱卵，故腹部凹陷，並用甲殼包住，形成一個抱卵空間。(如圖片所示)



雄蝦子不用抱卵故腹部沒有凹陷



雌蝦子在泳足上方有凹陷而卵即抱於此處，下方深色部分為卵

討論：北埔冷泉蝦微詞雄異體，雌蝦腹部在非抱卵期間，腹部凹陷，以甲殼包住。

實驗九. 探討北埔冷泉蝦的交配與孵卵方式。

實驗方法：1. 自四月初至六月初，實際觀察水族箱之北埔冷泉蝦得知。

結果：1. 北埔冷泉蝦的雌、雄蝦子交配時，雄蝦會用螯足圈住雌蝦，雌蝦稍微移動就會被壓制住，表現出「求偶」的行為。一段時日後，發現雌蝦腹部抱卵，初期卵的顏色是淺黃色、半透明狀，隨著時日的加深，最後變成深褐色。雌蝦抱卵時，泳足會不斷的划動，即使是靜止時，也是如此，推測原因，可能是要給卵充足的氧氣，或適宜的溫度，以助其順利孵化。

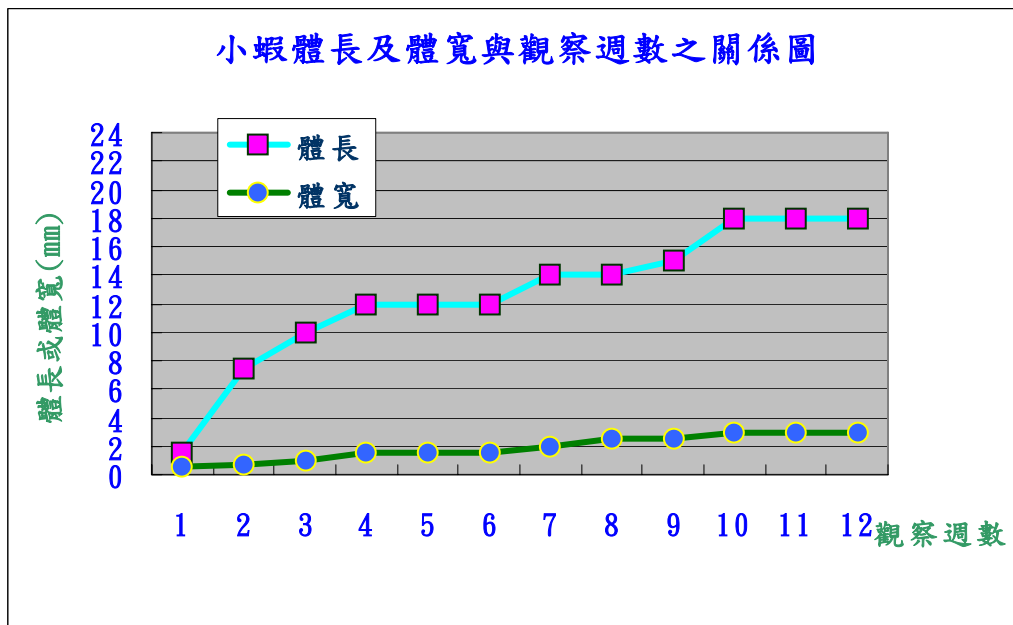
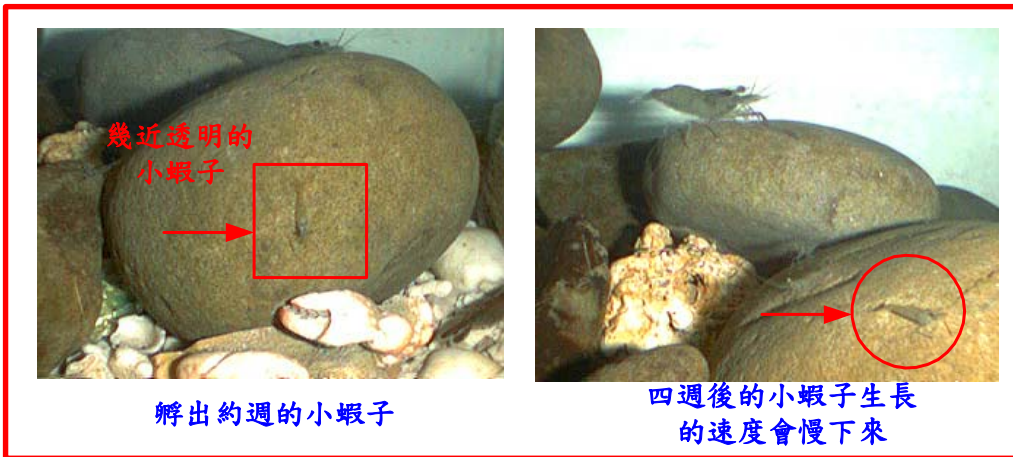
討論：由觀察得知，雌蝦的泳足間有游泳及攜卵孵卵的功能。

實驗十. 探討北埔冷泉小蝦的成長曲線。

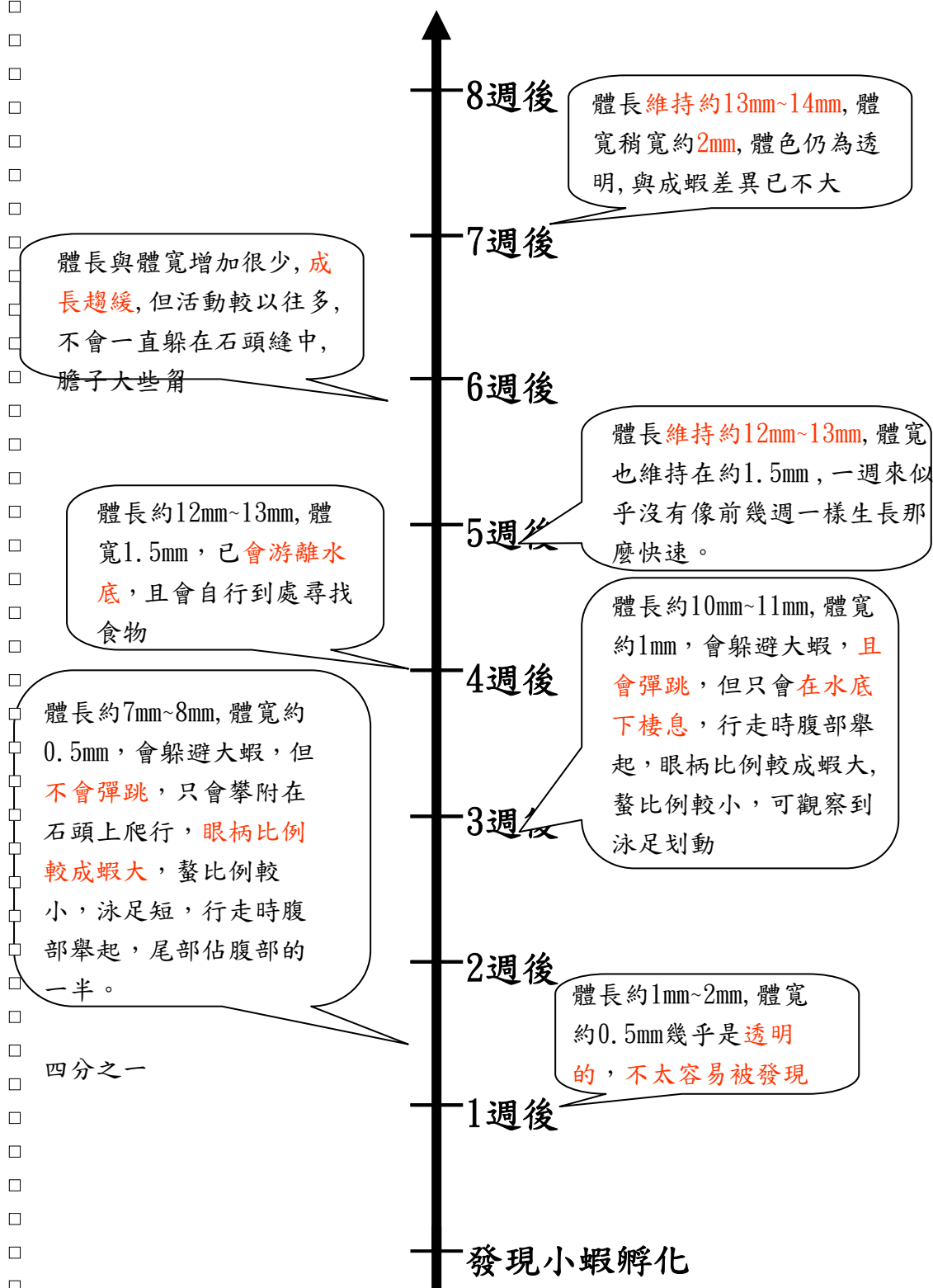
實驗方法：1. 剛孵出的小蝦並不容易察覺，主要原因不僅是蝦體很細小，而且身體又是透明的，所以在水中不易觀察到。當我發現牠們時，體長約 1~2 mm，在這之後，我開始觀察並記錄小蝦的成長情形。

結果：1. 從網路上找到的資料分析得知，北埔冷泉蝦屬陸封型的蝦子，也就是終其一生都活在溪水中，產卵時也不用回到溪海交界處。(降海型蝦子則不一定要回到海裡產卵，但幼苗需要降海才能完成變

- 態，再迴游到原棲地。)
- 依實際觀察得知，北埔冷泉蝦可在養殖箱中交配，並產下小蝦(如圖片所示)。每週記錄一次小蝦的體長與體寬。觀察十幾週的記錄如圖所示。小蝦剛開始只能棲息在水底並不會游到水面，且在前4週，小蝦呈快速的成長，4週後才會有能力離開水底。到第5、6週好像沒有長大，直到第7週又長大一些，第10週也有較明顯的成長。
 - 將實際量測結果，用「階梯狀曲線」近似之，得到小蝦體長的生長曲線(如紅色曲線)。由此可知其成長受限於外殼，所以一定要等脫殼後，體長才有增加的機會。



北埔蝦的生長情形



討論：由北埔冷泉蝦蝦的體長生長曲線圖中可發現第一~第四週、第七、第十週，生長速度較明顯。體寬變化較不明顯

實驗十一. 探討不同水質對北埔冷泉蝦的影響。

實驗方法：根據報紙記載，在新竹市南大路 634 巷內，有一科學園區的污水排放口，直接將廢水排入客雅溪的，於是請爸爸帶我去找，並且用塑膠桶及水杓將污水裝回家，再把蝦子放入採集到的污水中(仍然要放入打氣馬達)。排放口附近的味道很臭，而且還有不少的泡沫，由於排放口的污水成份可能時時刻刻不同，為避免產生誤差，所以每個禮拜都去取水做實驗，每次實驗間隔均為一個禮拜。



南大路634巷之排水口



在南大路634巷所拍攝之客雅溪



採樣取水



污水置入飼養箱

結果：1. 第一次採樣(90.06.23)

北埔冷泉蝦直接放入廢水 20 小時後，發現蝦子**全部死亡**，而且**死狀甚慘**，不僅附肢僵直、外殼脫落、身體縮小、頭胸部靠近口器部位潰爛，其外殼也不像在淨水中死亡的蝦子會變成紅色，倒像是被漂白過的顏色變淺。

而稀釋一倍、濃度減半的污水飼養箱中，蝦子存活時間稍長，但一週後，也相繼死亡。



在污水中死亡的蝦子，死狀甚慘，頭部潰爛且頭殼脫落



在污水中死亡的蝦子，附肢僵直，身體縮小，以致殼與身體分離，

2. 第二次採樣(90.07.01)

五天之後，在無稀釋的污水中，發現蝦子 2 隻死 1 隻，與第一次採樣的死狀相似。

而稀釋一倍、濃度減半的污水飼養箱中，蝦子在稍長時間後，未有死亡發生。

3. 第三次採樣(90.07.15)

10 小時後，在無稀釋的污水中，立刻發現蝦子 2 隻中死了 1 隻。

33 小時之後，稀釋一半的污水之內，發現一隻死亡，死狀跟第一次一樣，都是外殼脫落且四肢僵直。

4. 第四次採樣(90.07.21)

6 小時後，在無稀釋的污水中，蝦子死了一隻，且顏色變白，其他蝦子則沒有死亡。我把上一次實驗後未死的蝦子，再放入新的污水中，結果發現牠不久後就死了，推測可能是體內毒性累積已嚴重損害冷泉蝦的健康，以致再也無法承受新污水的毒。

5. 第五次採樣(91.07.28)

今天的水量較大，可能是最近幾天下雨的影響。因為下雨，所以污水可能被稀釋掉，蝦子完全沒有死亡。

6. 第六次採樣(90.08.04)

蝦子全部死亡。

為了能夠有效瞭解污水對北埔蝦的影響，我設計了一個評估方法，將蝦子死亡數目、幾天內死亡、分別給予一些分數，分數越高表示毒性越強，詳見下表。

	死亡二隻	死亡一隻
毒性指數	25 分	12.5 分

	一天內死亡	四天內死亡	七天內死亡	活過七天
毒性指數	25 分	12.5 分	6 分	0 分

下表是實驗的結果

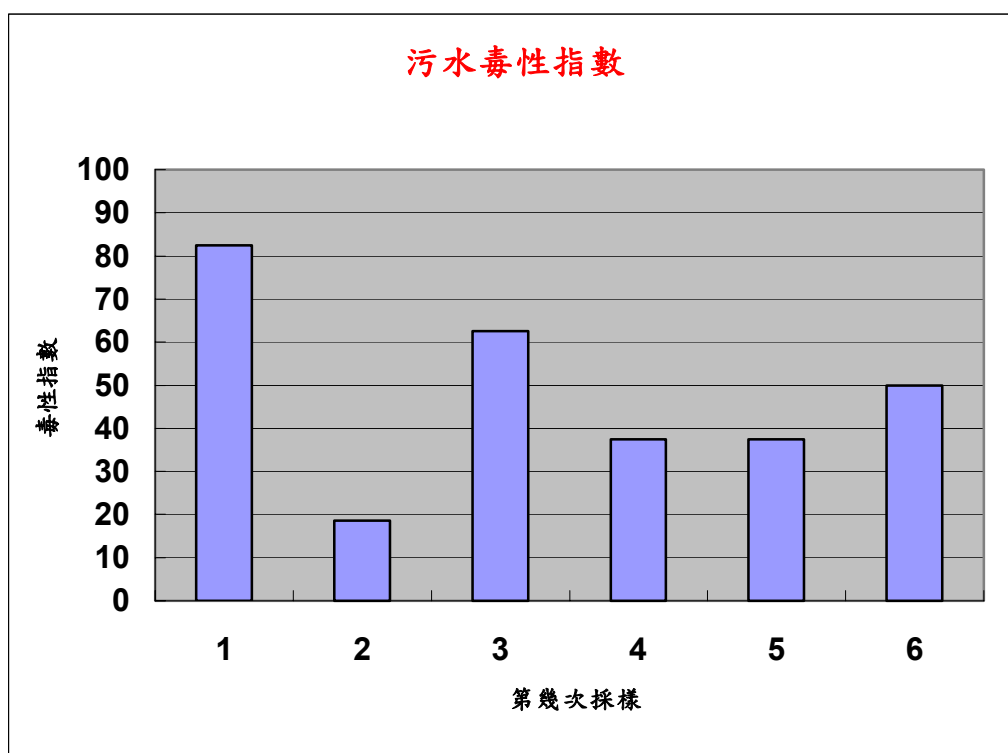
	不稀釋	稀釋(濃度減半)
第一次採樣	20 小時後 2 隻全死亡	84 小時後 2 隻全死亡
第二次採樣	一週後死亡 1 隻	全活著
第三次採樣	10 小時後死 1 隻	33 小時後死 1 隻
第四次採樣	6 小時死一隻	全活著
第五次採樣	全活著	18 小時後死 1 隻
第六次採樣	14 小時後全死	全活著

依實驗結果，以毒性指數計分

加權計算後所得的毒性指數表如下：

	稀釋與否	數目因素	天數因素	毒性指數 小計	毒性指數 合計
第一次	X	25	25	50	82.5
	O	25	12.5	32.5	
第二次	X	12.5	6	18.5	18.5
	O	0	0	0	
第三次	X	12.5	25	37.5	62.5
	O	12.5	12.5	25	
第四次	X	12.5	25	37.5	37.5
	O	0	0	0	
第五次	X	0	0	0	37.5
	O	12.5	25	37.5	
第六次	X	25	25	50	50.0
	O	0	0	0	

由上述之毒性指數分佈圖可知，並不是每次採樣的水，其毒性指數都一樣。依毒性指數分佈圖推論，在短時間內即對冷泉蝦產生致命影響者，表示此次所採園區排放水樣的水質受污染程度十分嚴重，而對冷泉蝦造成影響較小者，則表示本次所採園區排放水樣的水質受污染程度較輕微。事實上，從上述實驗也驗證了排放的廢水有時毒性很強有時毒性稍低，並無一定，而這與報紙上所報導的一致。蝦子在短時間內或許可以存活，但是時間稍長即全部死亡無一倖免，與冷泉蝦在水族箱中可以生存超過一年，真是天壤之別，我想這也是為什麼客雅溪不可能有蝦子存在的理由，可見工業發展對環境生態之影響有多麼的大。



討論：由北埔冷泉蝦因水污染而死亡的情形，可看出溪流生態遭破壞的嚴重性。

實驗十二. 探討北埔冷泉蝦的再生現象。

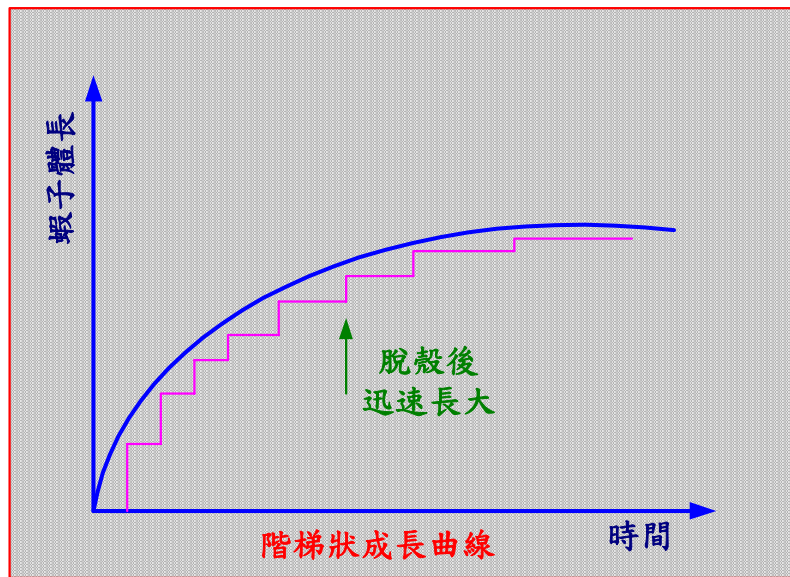
實驗 1

實驗方法：1. 把蝦子的大螯用鑷子拔下來，再把蝦子放入水族箱中觀察。

結果：1. 一段時間之後，蝦子的大螯會長出來，就像植物新長出來的芽一樣。

因為受到舊殼的影響，新螯無法直接伸出，蝦的新螯會彎曲在舊殼裡面，等脫殼的時候才會完全展開來，而且在未脫殼前因為新螯較小，故看不太出來，但是忽然發現牠所脫下來的殼時，牠的大螯幾乎是一夜間長出來的，因而會造成如圖片所示長短不一的大螯，從大螯斷掉到長出新螯約經過 28 天。蝦子的成長也是受限於外殼，等殼脫掉時，因新殼較柔軟，所以體內的組織可以透過大量吸

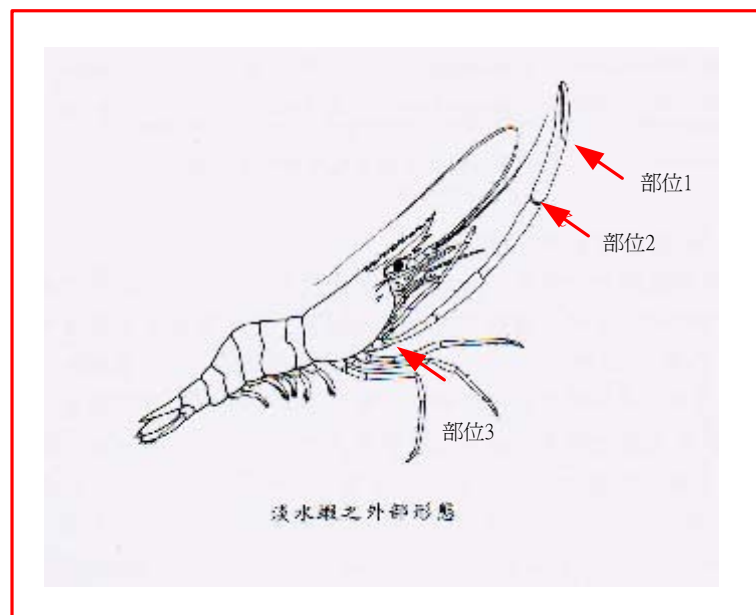
水而擴張到最大，同時也把未鈣化的新殼擴至最大，因此生長曲線是呈階梯狀的。(請參考 王克行/主編 蝦蟹類增養殖學)



實驗 2

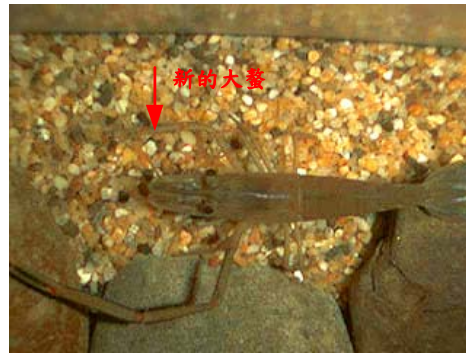
實驗方法：1. 取三隻北埔冷泉蝦，觀察其不同部位斷掉後的再生的情形。(見下圖)

結果：2. 用夾子夾住蝦子，原本想用剪刀(很鋒利的瑞士刀)瞬間剪斷大螯的不同部位，觀察不同部位(如圖之部位 1、2、3)的再生情形，但是因蝦子會劇烈掙扎，故蝦子通常會把整隻螯從基部(如圖之部位 3)脫落下來，以方便逃脫，逃走後即會有再生行為產生。若不是從基部脫落，而是從附肢中間其他部位剪斷(如圖之部位 2、3)，則蝦子很容易因感染而死亡。





脫殼時連大螯皆脫
才能長出新螯



長短不一之大螯

討論：冷泉蝦的再生作用，主要出現在附肢部位，此有助於在生活環境中逃避敵害。再生自附肢的斷裂從基部發生，若在附肢中間部位剪斷，往往因細菌感染而死亡。

六、結論：

1. 北埔冷泉蝦在動物界的分類地位是

動物界

節肢動物門

甲殼綱

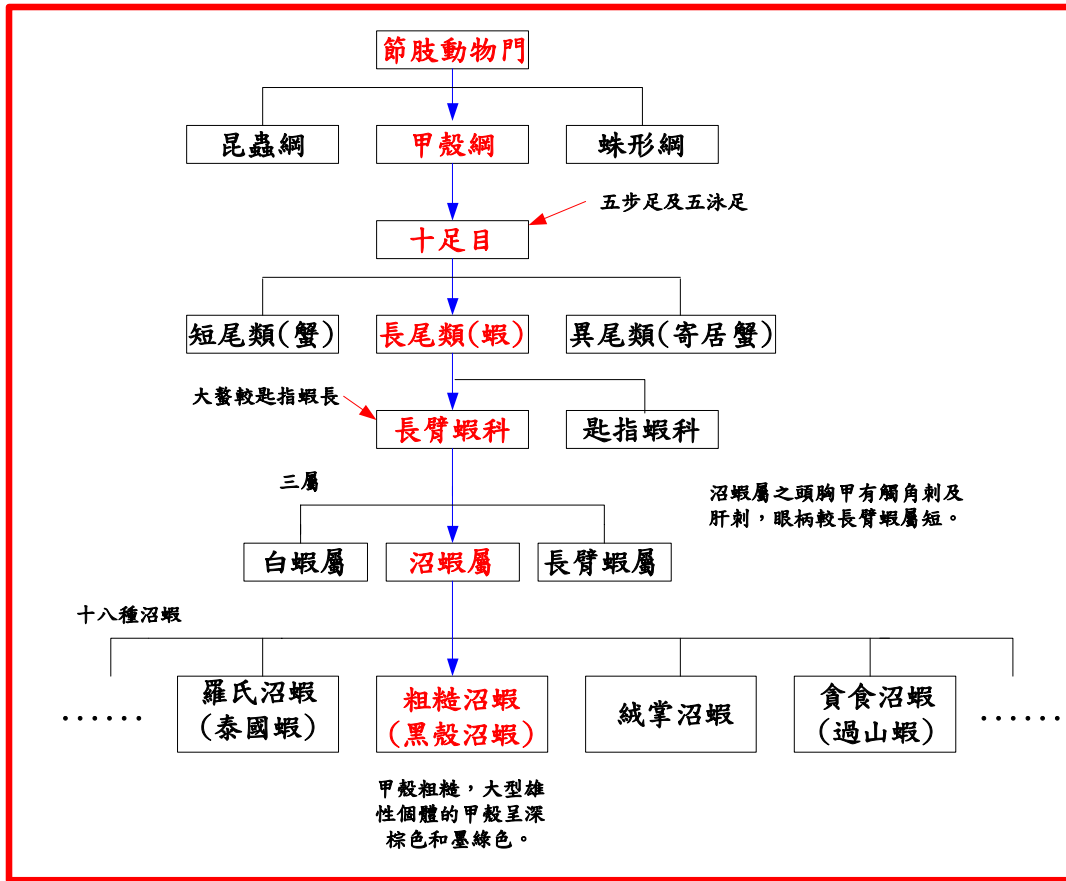
十足目

長臂蝦科

沼蝦屬

黑殼沼蝦

其特徵是，在各個節間有橙斑且表面粗糙。



北埔冷泉蝦子在生物學上之分類

- 冷泉蝦的第一、二對步足特化成螯足，第二對遠較第一對為大，可做為禦敵與攻擊之用，在各個節間有橙斑且表面粗糙是其重要的特徵。
- 北埔冷泉蝦的大螯不僅比養殖蝦的長且粗壯，而且是一般食用蝦的好幾倍長。食用蝦的附肢基部有黃藍色斑紋，而冷泉蝦則節間有橙斑且表面粗糙。冷泉蝦的腹部只比頭胸部長一點，但食用蝦的腹部卻是頭胸部的1.5倍。北埔冷泉蝦腹部第二塊甲殼呈梨形，是所有腹部甲殼中最大者，且覆蓋第一塊末端及第三塊前端，此乃沼蝦之一大特徵，但食用蝦最大的腹部甲殼，卻是第一塊且覆蓋部分第二塊。
 - 蝦子在沒有地方可以躲藏時，顯得非常不安且好鬥。若是有侵入者，通常會用螯將對方趕走，由此可知蝦子是有一些地域性的。
 - 北埔冷泉蝦是雜食性的，屍體、飼料、青苔皆吃，在生態系中是清除者也是消費者。
 - 在覓取飼料時不靠嗅覺無法準確的抓到食物，足見嗅覺對其覓食的重要性，此一特徵，也有助於其夜間覓食。
 - 養殖蝦存活率很低，而北埔冷泉蝦在相同環境下一隻也沒有死，繼續生存下去，這可證明北埔冷泉蝦環境適應力較佳。
 - 即使在7°C下北埔蝦子還可以存活，只是無法平衡而翻了過去，等溫度回升時，依泳足、步足、身體之次序慢慢活動起來。

8. 雌蝦為要抱卵，故腹部凹陷，並用甲殼包住，形成一個抱卵空間。北埔冷泉蝦的雌、雄蝦子交配時，雄蝦會用螯足圈住雌蝦，雌蝦稍微移動就會被壓制著，這是「求偶」的行為。初期卵的顏色是淺黃色、半透明狀，隨著時日的加深，最後變成深褐色。雌蝦抱卵時，泳足會不斷的划動，靜止時也是如此，要給卵充足的氧氣，或適宜的溫度，以助其順利孵化。把實際量測結果，用階梯狀曲線去近似小蝦的生長曲線，可以得知蝦子的成長因受限於外殼，一定要等殼脫掉後，體長才會增加。
9. 在污水中死亡的蝦子，其死狀甚慘，由外觀可看出附肢僵直、外殼脫落、身體縮小、靠近口器部位潰爛，外殼的顏色比一般死亡的蝦淺，像是被漂白過似的。在污水中的蝦子，不管是在稀釋還是未稀釋的污水中，經過兩週以上冷泉蝦都皆告死亡。
10. 蝦子的螯若因意外而斷掉，一段時間之後，蝦子的新螯會長出來，因為舊殼的影響，新螯無法直接伸出，所以蝦的新螯會彎曲在舊殼裡面，等脫殼的時候才會完全身展開來。新螯較短，因而會造成長短不一的大螯。從大螯斷掉到長出新螯約經過 28 天。蝦子的成長也是受限於外殼，等外殼脫掉時，因新殼較柔軟，所以體內的組織可以透過大量吸水而擴張到最大，同時也把未鈣化的新殼撐到最大，因此生長曲線是呈階梯狀的。
- 將以上結論整理如下表。

北埔冷泉蝦研究結論表

項目	描述
分類地位	1. 是節肢動物門、甲殼綱、十足目、長臂蝦科、沼蝦屬中之粗糙沼蝦，俗名黑殼沼蝦。
外觀特徵	1. 螯足在各節間有橙斑且表面粗糙，尤其是大螯的開口處最明顯。 2. 第二塊甲殼呈梨形，且覆蓋前後部分甲殼。 3. 成蝦具有棕黑色的保護色。 4. 雌蝦的腹部會凹進去，為抱卵之用。
與食用蝦比較	1. 額角較食用蝦短，但大螯較長很多。 2. 腹部與頭胸部比例較食用蝦小。
地域習性	3. 沒有洞穴躲藏時，顯得不安且好鬥。 4. 常會用螯將對方趕走，具有地域性。
食性	1. 雜食性的，死屍、飼料、青苔皆吃。
捕食習性	1. 用螯足來夾取食物。 2. 由實驗得知，用嗅覺多於視覺，故屬夜行性動物。
存活率	1. 相同環境下比養殖蝦高出甚多
抗寒特質	1. 抗寒性比養殖蝦高，12°C 低溫仍可活動，一般蝦子在 17°C 時即無法動彈。 2. 7°C 時才會無法平衡而翻了過去。 3. 溫度回升時，依泳足、步足、身體之次序慢慢活動起來。

<p>交配、繁殖與成長</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雄蝦用螯足壓制雌蝦，為求偶之行為。 2. 初期的卵為淡黃色，最後會變深褐色。 3. 泳足需要不停的划動，以增加卵的氧氣。 4. 出生的小蝦身體為透明，體長約 1~2mm。 5. 成長曲線和階梯狀曲線相符。 6. 前面 4 週，小蝦呈快速的成長。
<p>水質影響</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 毒性指數是「比較出來的數字」，會隨污水採樣時間不同而有高低，是一個很多變因的。 2. 放進污水中的蝦子兩週後最後都會死，這也可證明為何客雅溪很早就沒有蝦子了。 3. 污水毒性會因工廠的生產量而有所改變，需長期採樣與觀察。
<p>再生情形</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 蝦的新螯會彎曲在舊殼中，等到脫殼時就會長出來 2. 新螯剛長出時會較舊螯小。 3. 從基部斷肢才會再生。

七、展望；

新竹縣唯一的冷泉在北埔，故想藉由對此溪蝦之研究，來深入了解台灣本土物種，期能喚醒大家對鄉土的重視。

科技的發展帶來生活的進步，但是也常常對生態造成無法彌補的浩劫，像是挖砂石、建水庫、河川改道等等。近來科學園區的發展迅速，促使經濟發展達到顛峰，但廢水全部排到客雅溪去，造成溪水混濁，溪中的生物大量死亡，這對熱愛生物的我來說，看了實在痛心。因為許多專家都用河流裡的魚蝦或水生昆蟲數量，做為水質被污染程度的指標(環保署資料:水樣急獨性檢測方法—米蝦靜水式法)，所以想用蝦子測試園區廢水對溪中生物的影響，來喚醒大家的環保意識。

每次寒流來襲，養殖場的魚蝦因無法耐寒而損失慘重。這又讓我想到冷泉的水溫，平日就很低，近乎寒流來襲之溫度，如果用此冷泉蝦的優良基因來繁殖其它蝦子，是不是就會減少損失？如能找出環境對溪蝦的影響，再藉著交配和育種的方式改良蝦種，是否就能減少養殖業的損失？

八、心得與感想：

很高興有此機會，能針對一種生物作深入的研究，不過基於知識和器材的不足，無法繼續深究下去。

經過這次的研究，我對北埔冷泉蝦子的身體構造、生長環境、覓食行為、耐溫能力、交配與孵卵、小蝦的成長、斷肢後的再生、甚至客雅溪水

質對蝦子生存之影響等等已有初步的瞭解。當然在整個研究過程中可能仍有些資料不夠充分之處，例如水質的影響，如果可以把採樣時間再加長，甚至去研究蝦子的病理分析，則會更具參考價值。

這一次的科展讓我學到很多，包括對蝦子的認識、做實驗的方法...等，其中最重要的是毅力，沒有毅力的話，這個實驗就無法完成。因為蝦子多半是夜行性動物，要在天色全部暗下時才會出現，只能晚上去捕捉。晚上捕捉是很危險的，因北埔冷泉位置偏僻，附近人煙稀少，又怕有不良份子聚集飆車。還可能一個不小心跌倒，渾身浸在冰涼的冷水中，更嚴重的話，搞不好頭部撞到石頭，就昏死在那邊。而且北埔冷泉蝦相當很機警，只要是水面震動或是有東西接近，就立刻鑽入石縫，通常在河邊待了一、兩個小時，只有捉到十多隻，根本就不敷實驗所需，只好常常去，可是一趟來回要三、四個小時，每一次又不能停留太久。

這份研究報告的完成，是靠許多人的幫忙，有父母親無止境的精神支持，以及陳秀卿、郭素妙兩位老師的諮詢與建議，都成了我繼續努力的原動力，更感謝因實驗而死亡的眾多蝦子，因牠們的犧牲而成就了這份研究報告。

這個研究存有許多想做，卻沒有辦法進行的實驗，例如分析污水的成分、在污水中蝦子死亡的死因，還有更多構想中的計劃，像是解剖蝦子、研究溪中的生態、甚至改良物種等，都因能力不足而無法達成，我認為這些題材都值得繼續深究，希望將來能完成。

這個實驗耗損不少蝦子，前前後後不下一百隻，研究出的結果，希望能喚醒台灣人對土地河川的愛護，這樣牠們的死就值得了！



夜間拿手電筒捕捉實驗用的蝦子

九、參考資料：

1. 施志昫、游祥平著，《台灣的淡水蝦》，國立海洋生物博物館 民 87。
2. 環保署，水樣急獨性檢測方法—米蝦靜水式法。
3. 農委會魚業署網站。

