

後記

一個人的實驗：蟑螂的群體生活

人類因資源分配不平均而有社會階級的區別，其他生物呢？蟑螂的社會有階級嗎？

蟑螂又稱蜚蠊，中山女高學生胡琬穠利用美洲蜚蠊的群居性、神經構造簡單等優點，試圖探討社會行為與資源使用的關係。恰巧中山女高的美洲蜚蠊恰巧很多，以美洲蜚蠊作為模式生物，省去培育生物時間，可專心於思考實驗設計與結果分析，培養科學的經驗與素養，並質疑學者研究結論的合理性。

看逆境中的蟑螂生活

每組4隻蜚蠊關在培養皿中，下方加熱至攝氏50度，培養皿內擺了一個待在上面涼快些的小桌子。炙熱環境下，不管單獨或群體蜚蠊都想往桌子跑，以桌子是個社會資源，從中觀察單獨和群體蜚蠊對避難所的使用情形與相關性；另外統計團體生活中侵犯行為與資源分配（避難所）之關連性，結果比想像來得複雜許多。

胡琬穠同學於高二時主動找蔡仁圃老師做研究，從此開始「吃虧就是佔便宜，美洲蜚蠊社會互動行為與資源分配關係的探討」的實驗生活。通常高二已有升學的壓力，但胡同學熱愛實驗，勇者無懼，縱使偶而被爸媽叨唸也甘之如飴。一個人的實驗進展頗為順利，約5個月結果大致出爐，共28隻蟑螂參與（一組4隻共做7組，各組分2梯次進行），胡同學用Kmplayer軟體記錄每次4分鐘的畫面，放慢5倍做成20分鐘影片，再一隻隻紀錄小強的社會活動（踢+被踢+壓+被壓）、爬桌子、翻正反射等秒數和次數。胡同學承認這樣的片子並不特別好看，但她非常喜歡觀察、思考實驗設計與分析結果。結果發現，社會互動程度越大的蜚蠊越能得到資源，侵犯他人與被侵犯的次數越多的蜚蠊佔據桌子的時間越久；如果願意被其他小強壓在身上一起利用桌子，又可佔用更久的資源。前人的研究雖有實際數據，但個人主觀詮釋造成了結論的偏差。胡同學另補充說明，其實每隻蟑螂都有自己的個性，一些性喜孤僻、靜靜待在角落，一些生性活潑，喜歡動來動去，個體特質亦影響使用資源的表現。

一個人的實驗生活

受訪時，胡同學有著縮靦又誠摯的笑容，開心地介紹自己的實驗。過程當中只有上台報告，挑戰性比較高，不過後來把報告背得爛熟也就沒問題了。胡琬穠非常喜歡一個人待在實驗室的感覺，一進實驗室就很開心，她認真地詰問：「不開心怎麼做實驗？」過程中最刺激莫過於抓蟑螂，她認為當人靠近蟑螂，觸鬚激烈地動來動去相當有趣；最後蟑螂的社會行為也加入了「習慣胡同學」這個項目，她靠近蟑螂們也不會跑開。

胡琬穠認為，最開心莫過於完成整個實驗：「辛苦那麼久終於有成果，比得獎還來得開心。」這次實驗屬社會行為觀察，縱使利用同樣的蟑螂、同樣實驗步驟再做一次實驗，因個體特質影響，也會得出不同實驗數據；未來想做解剖相關的實驗，感覺比較「科學」。

3-3 生物

科學小論文



不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率

國立台南高級海事水產職業學校
黃毓惠、徐巍埕、杜愷峰、陳昱憲

不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率

A 作品特色或用途

一、為目前修習課程延伸性學習之實作成品：

我們修過餌料實習這門課程，配合餌料生物課本，老師教我們如何孵育豐年蝦，如何培養扁藻、等鞭金藻、螺旋藻……等藻類。這項實驗，是由許多課程所學習到的基礎，融合進行。如：藻類培養、餌料生物孵育、顯微鏡使用、顯微測量尺使用等多項課程所學習到的，配合「不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率」這個題目，進行實驗。我們的動機，是因為我們對豐年蝦的攝食產生了好奇心，促使我們想利用不同餌料生物，如：扁藻、等鞭金藻等。以及在大賣場的乳酸飲料，也讓我們更想加入這項實驗中探討，如果實驗結果，乳酸飲料是可當豐年蝦的餌料，也是一項新發現。

二、用豐年蝦當實驗探討對象的用途：

因豐年蝦是極好孵育的餌料生物，在修課程上，我們也曾經孵育過，也在顯微鏡下測量其體長，對於豐年蝦的認識，也因此其型態構造印象更為深刻。

三、用扁藻、等鞭金藻投餌用途：

因豐年蝦喜愛攝食藻類，豐年蝦生長於海水，扁藻和等鞭金藻也是以無硫海水培養出，科上也剛好有陪養扁藻、等鞭金藻的實驗藥品和器材，可以順利培養出投餵豐年蝦的扁藻和等鞭金藻。

四、用麵包酵母菌、乳酸飲料的用途：

麵包酵母菌是一種菌類，乳酸飲料中也含有「乳酸菌」豐年蝦也是喜歡攝食菌類，所以我們用麵包酵母菌、乳酸飲料投餵，探討豐年蝦喜歡攝食藻類還是菌類，進而探討是何種藻類？何種菌類？對豐年蝦的生長和存活率是最佳的。

五、乳酸飲料需稀釋的用途：

我乳酸飲料含的乳酸菌，我們怕其濃度太高，所以以100 c.c.的海水稀釋1 c.c.的乳酸飲料。

六、實作結果的特色及用途：

我們想藉由此實驗，去發現豐年蝦喜歡攝食何種餌料生物，以方便若有人培育豐年蝦時，可馬上得知投餵何種餌料生物對其生長和存活率是較好的，進而發現乳酸飲

料是否也可當餌食的物品，不只容易取得，也對豐年蝦的生長存活有幫助，解答我們對餌食何種餌料生物對豐年蝦的生長和存活率是較佳的疑問，也可以滿足想培育、認識豐年蝦的人。

B 作品製作要點說明

一、豐年蝦孵育時：

須以不透光方容器，陰暗處，配合打氣呈翻滾狀態24小時，才可孵化出豐年蝦無節幼蟲。再行分離殼、死卵，把豐年蝦無節幼蟲至新海水中，在分離的過程，需靜置久一點，待豐年蝦趨光成群和死卵沉至底部、殼浮載水面時，再用虹吸法吸出成群趨光的豐年蝦無節幼蟲。

二、扁藻和等鞭金藻調配時：

一定要要在無菌操作台中進行，以免混雜其他物質至調配的藻類中。

三、麵包酵母菌和乳酸飲料投餵完成時：

每日一定需要更新，才能確保投餵新鮮的菌。

四、計數豐年蝦時：

每1L算100隻豐年蝦是有點困難，但我們利用白色塑膠湯匙撈取一點豐年蝦計數，可以很方便的算取隻數，因為豐年蝦的無節幼蟲呈橘紅色，可以清楚用肉眼看見。

五、實驗時間不夠時：

因不同課程需要學習，每杯也需吸取豐年蝦測量其體長，所以我們利用冷凍保存的方式，將吸取的6隻豐年蝦放入塑膠袋中，冷凍保存，不只在解凍時也可完整測量體長，豐年蝦也不需用酒精稀釋，即可成為不動狀態，以方便測量。



豐年蝦

C 作品製作流程圖示

一、研究流程

我們取用扁藻(Tetraselmis)、等鞭金藻(Isochrysis)、麵包酵母菌(Saccharomyces, Cererisae)之不同餌料生物，和日常的乳酸飲料做為實驗的材料，再孵育數隻的豐年蝦，以每1 L的燒杯放入100隻豐年蝦，在溫度(Temperature)、鹽度(Salinity)條件一樣的情況下，分別吸取1 c.c不同的餌料生物飼育豐年蝦，每天以相同的量給餌，最後觀察豐年蝦的存活率，以及測量其豐年蝦的體長增長多少，來探討比較何種餌料生物對豐年的生長和存活率較佳。以下是整個實驗的程序及步驟。

二、培養扁藻（採取接種方式）

扁藻培養總過程：

- 開始操作無菌操作台之前，以酒精消毒雙手。
- 把鴨舌瓶、無硫海水、過磷酸鈣、硫酸銨、尿素放入儀器中。
- 在儀器中，把無硫海水緩緩倒入鴨舌瓶內至800 ml。
- 以塑膠吸管吸取過磷酸鈣、硫酸銨、尿素各1 L至鴨舌瓶中。
- 加入些許的扁藻藻種至鴨舌瓶中，先放置固定架上。
- 在過濾管口塞入些許的棉花，切勿填滿整個口。
- 將打氣管接上軟木塞的孔洞，蓋上鴨舌瓶。
- 配合日光燈照，靜置固定培養。

三、培養等鞭金藻（取用學校現有等鞭金藻的培養液）

等鞭金藻培養總過程：

- 大量培養海水，以沙慮槽過濾。
- 以10 ppm漂白水滅菌。
- 加10 ppm海波去氯。
- 打氣至隔天，加入尿素、過磷酸鈣、氯化鐵，依比例充分溶解。
- 再依藻種1：3或1：5比例接種。
- 5~7天及可進行採收。

四、調配麵包酵母菌

調配麵包酵母菌總過程：

- 倒入約20 ml的麵包酵母菌至離心管中保存。
- 打開離心管，秤0.1 g麵包酵母菌加入100 ml海水的125 ml錐形瓶中。
- 搖晃均勻即可。

五、不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率實驗

(一) 孵育豐年蝦總過程：

- 取乾淨之水桶1個。
- 加入海水至桶內約一半(6 L)左右。
- 倒入0.3 g/L些許的豐年蝦耐久卵。
- 配合打氣，打氣源頭接打氣管+打氣石。
- 約24小時即孵化完全。
- 拿出200目的浮游生物網，將豐年蝦的殼和豐年蝦小心些許的倒入浮游生物網，再放入新裝海水的燒杯靜置一段時間。
- 利用豐年蝦趨光性，將聚集成群的豐年蝦，利用虹吸法將趨光聚集的豐年蝦吸入另一個新裝海水的燒杯中，完成殼與豐年蝦分離動作。

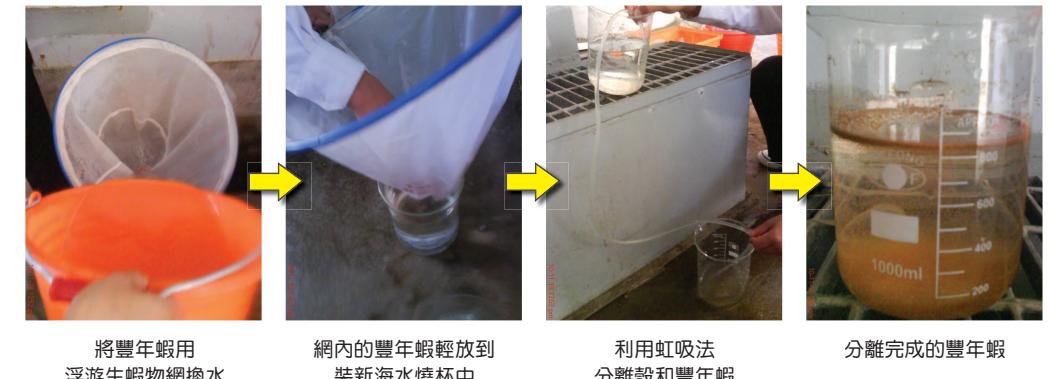


圖1 豐年蝦和殼分離的過程

(二) 不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率實驗總過程：

- 放置十個1L的燒杯，五個一組，分兩組實驗，採二重複進行實驗。
- 每一個1 L的燒杯裡放入100隻豐年蝦。
- 每一個燒杯再補足其水量到1000 ml。
- 拿出四個小錐形瓶，分別放入扁藻、等鞭金藻、麵包酵母菌不同餌料生物和稀釋過的乳酸飲料皆100 ml。
(備註：五杯之中，有一杯是對照組，是無餵食任何餌料生物；裝完不同餌料生物，需拿鋁箔紙封住上口。)
- 以pipette吸取扁藻0.1 c.c至250 ml的燒杯中，再吸取0.1 c.c的酒精（乙醇）混合，比例為0.1：0.1。
(備註：加入酒精（乙醇）是為了讓藻類停止運動，能順利觀察其藻量數。)
- 以顯微鏡配合血球計數計算1 c.c的扁藻和等鞭金藻約有多少數量。

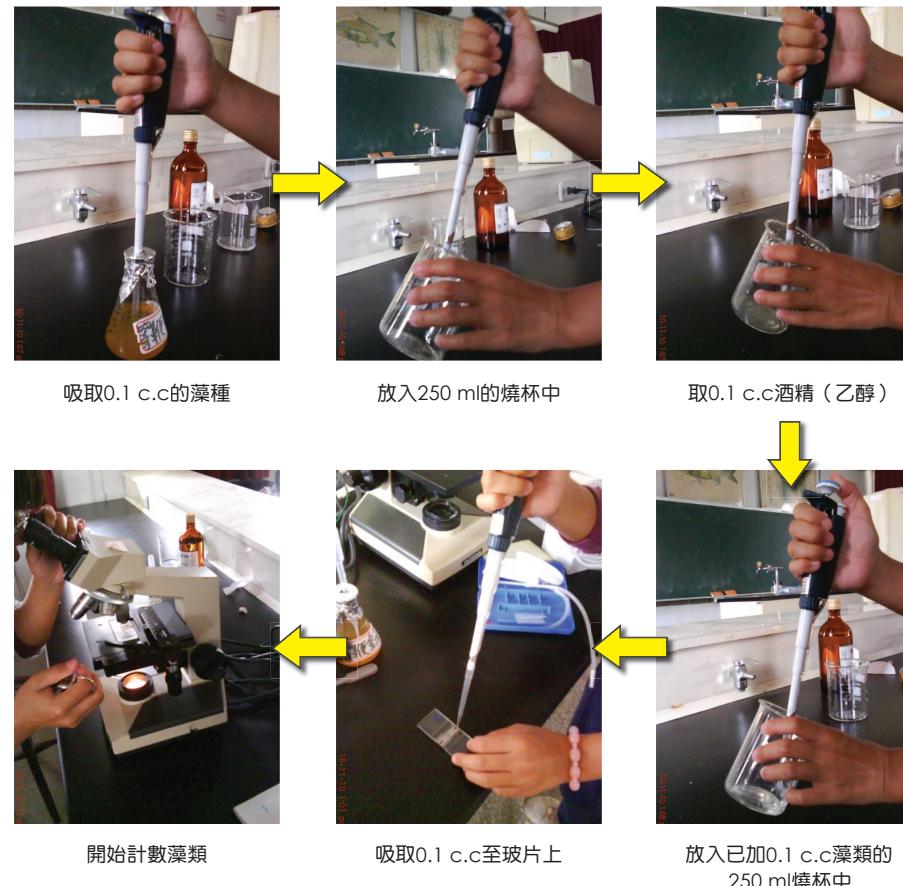


圖2 計數藻類的實驗過程
備註：以下每吸取不同液體，都需更換新的滴管。

7. 拿4支塑膠吸管分別插入四個不同餌料的錐形瓶中，各吸取0.1 c.c.餌食。
8. 放置固定的地點，溫度、鹽度條件一樣的情況下，每天固定餌食0.1 c.c. 的餌料量。
(備註：乳酸和麵包酵母菌都需每日更換，冷藏保存。)
9. 持續兩星期（十四天），最後實驗結束時，先計數每杯100隻豐年蝦，還剩下多少隻（存活率）。
10. 每一杯吸取6隻豐年蝦，測量其體長，利用顯微鏡配合顯微尺，測量每一杯抽取6隻豐年蝦的體長，再求其平均值。

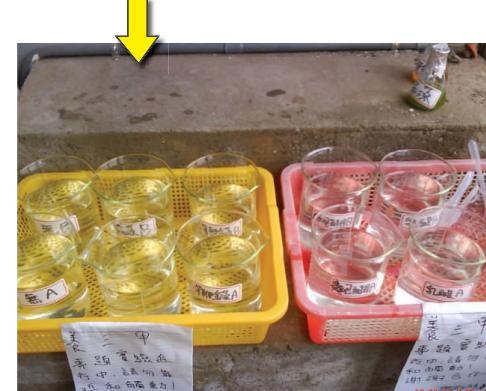
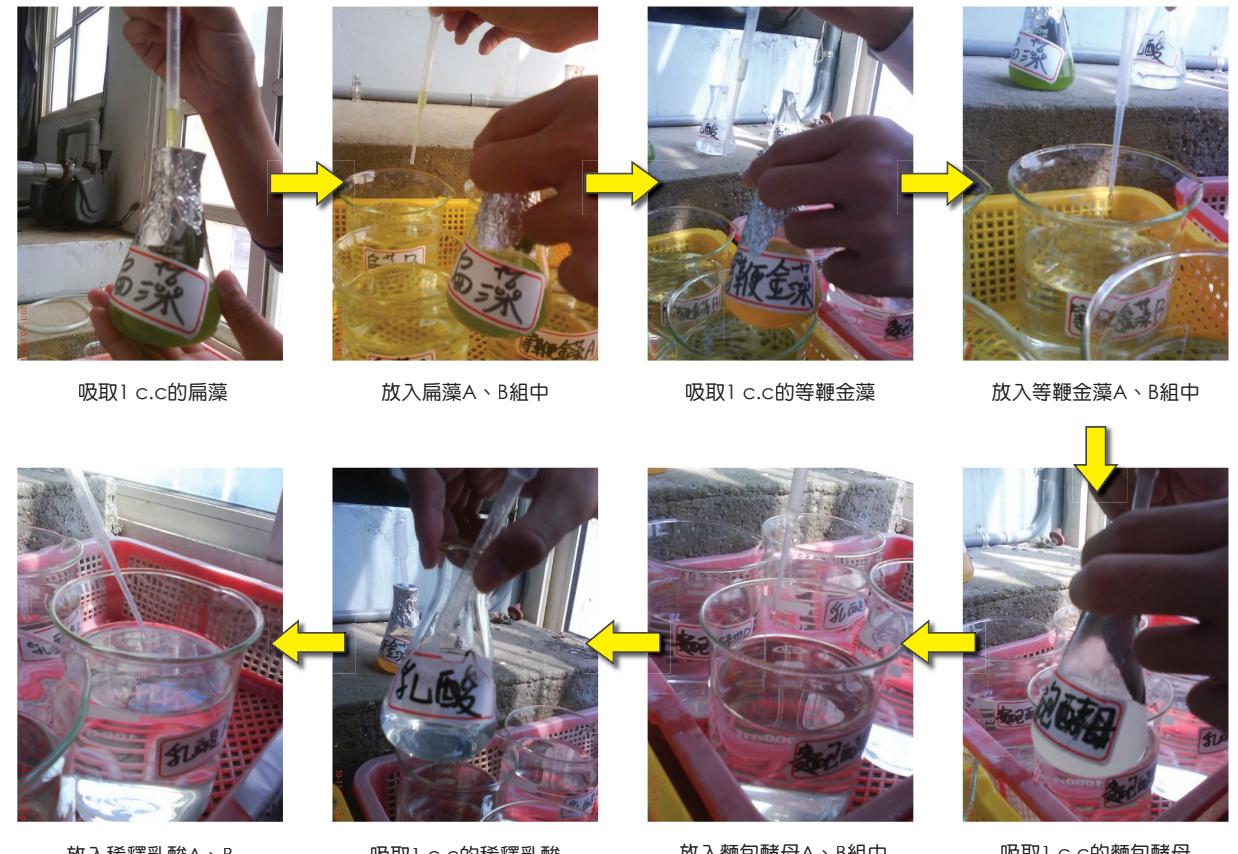


圖3 每日餌食的過程

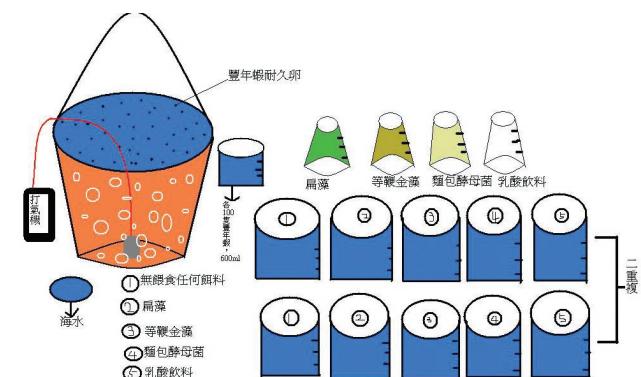


圖4 實驗構想簡略敘述流程

後記

豐年蝦也喝Qoo?

翻滾不敗 豐年蝦到底吃什麼

豐年蝦又叫鹹蟲子，魚苗蝦苗的主要食物來源，一種卵小得看不到的節肢動物。他們愛吃什麼到底關我們什麼事？臺南海事水產養殖科的學生黃毓惠、徐巍埕、杜愷峰、陳昱憲是這樣說的：「人類吃肉，但肉也是須靠人養成，如何養得肥美飽滿，人類也才能吃到肉。豐年蝦也是一樣，如何有良好的豐年蝦餵食魚類，也是必須培育。」研究團隊以關心食物鏈底層的務實心情，研究豐年蝦的攝食情形，並有了意想不到的發現。

首先，要先將豐年蝦孵化。豐年蝦是一愛翻滾的生物，如果沒在海水中打氣讓他們搖滾，他們絕不孵卵。遇到天氣不好，再怎麼翻滾，頂多生出個頭沒多久就嗚呼哀哉。卵孵化之後，得用虹吸法把殼和死卵分離，否則水質差，還是不免上天堂；經過同學們長期捶胸頓足、一孵再孵才熬成婆。

前人研究發現，豐年蝦是一種吃藻類也吃菌類的濾食動物，組員們先從這2類著手，拿5種東西來餵豐年蝦：一、沒餵，好殘忍；二、餵綠色扁藻；三、餵黃褐色等鞭金藻；四、餵麵包酵母菌；五、餵可愛乳酸飲料Qoo。

餵乳酸飲料Qoo？黃毓惠同學誠懇地說：「的確從沒人想過可以這樣做，但豐年蝦可以吃乳酸菌，市售乳酸飲料非常容易取得、乳酸菌也有一定的存活率，可能可以幫養殖的人找更易取得的餌料。」看似異想天開其實有根據。

從繁瑣細節邁向美好成果

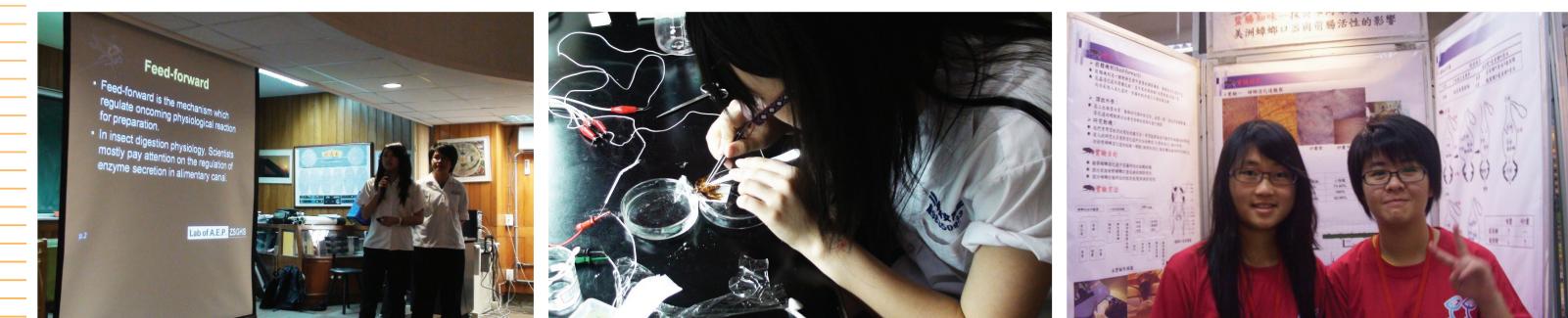
豐年蝦、餌料培育後，5組豐年蝦重複實作2次，每杯100隻蝦，每天餵0.1 c.c.餌料，連續觀察14天。過程當中，細節是王道。藻類餌料的培育不容易，調配好不同的培養液外、得使用無菌操作台、雙手消毒，否則其他生物魚目混珠影響準確度。餌料培養好後，需用超細pipette吸管從培養液吸出超小量，再把藻類用酒精灌醉不動，才操作血球計數器計算一隻隻藻類數量，吸管不能重複、格子盤不能碰，實驗中每1 c.c.的培養液中約有超過1000多隻的藻類，需要極大的耐心在顯微鏡下統計。粗枝大葉的男同學們常常望天哀嚎：「為什麼這麼麻煩！為什麼這麼麻煩！」但為了這個實驗，不得已個個變得輕手輕腳，一點一滴小心計較，好奇心真會殺死一隻貓。

豐年蝦很像小寶寶，孵化完成得馬上處理，他們可不管你是不是在上課、有沒有在午休、有沒有在考試。同學們每每為了豐年蝦重要時刻趕到現場，得跟老師們請假、還撐著升學的壓力；不過他們應變力強，忙碌時把豐年蝦全體冷凍以確保體長，等有空再處理，在老師不斷鼓勵下，總算讓實驗順利完成。

實驗結果Cute得不得了，被餵食扁藻的豐年蝦，體長大30 μm ，被餵食乳酸飲料的大約 20 μm ，生命力旺盛，被餵食等鞭金藻的約10 μm 。原來乳酸飲料也能培育豐年蝦。解答了自己的好奇心外，對想培育豐年蝦的人也有了便利的建議，真像他們自己說的：「一兼二顧。」

3-4 生物

科學小論文



探討美洲蟑螂(*Periplaneta americana*)消化道前腸肌肉的調節機制

臺北市立中山女子高級中學

何孟霓、李忻