

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

第二名

080301

水中忍者－研究日本沼蝦對棲地環境的適應

學校名稱：嘉義縣水上鄉水上國民小學

作者： 小六 蕭志浩	指導老師： 黃見同
---------------	--------------

關鍵詞：日本沼蝦、型態特徵、體色變化

摘 要

日本沼蝦為台灣淡水長臂蝦，是台灣西部中下游水域淡水蝦數量最多的族群。公、母蝦的分辨在全長 4cm、體重 1g 以上，可由頭胸甲和螯來判斷。公蝦形態特徵與體重的關係，以螯的成長速率最快，為明顯的第二性徵。

自製環保蝦籠是捕捉日本沼蝦的最佳用具，優點為捕捉數量多、成本低、環保和採集方便。日本沼蝦捕捉方法以狗飼料為誘餌，在夜間放置自製環保蝦籠於岸邊誘捕，效果最好。

日本沼蝦在水中體色多變猶如我最愛的日本忍者，隱藏於環境中不易被發現。體色變化實驗整理出四種變色模式，當較高水位、強光下變色最快、體色最深，這與棲地環境的適應相關。日本沼蝦的卵面積小，抱卵數為粗糙沼蝦的 7 倍多。生殖策略是以量取勝，來適應環境，提升競爭優勢。

壹、 研究動機

日本沼蝦是台灣西部中下游水域淡水蝦數量最多的族群，經濟價值高又受市場歡迎，是饕客們最喜愛的溪蝦。含有高蛋白、磷、鐵、鈣、鎂等重要營養成分，能預防高血壓及動脈硬化。

今年環保署公布河川水質檢測結果中，鄰近的北港溪污染最為嚴重，已影響了水中生物的存活。就在我擔心台灣河川生態死亡的同時，爸爸的朋友送來了許多日本沼蝦，沒想到附近的嘉南大圳能不受水污染，還有魚蝦存活。日本沼蝦在水中體色多變猶如我最愛的日本忍者，有的偏藍、有的偏綠、有的偏紅褐色，甚至有的為透明，透過體色的變！變！變！來隱藏自己的日本沼蝦，深深吸引了我。

與伯伯閒聊後，得知他是個抓蝦達人。我除了想親身體驗抓蝦樂趣外，還想了解最大族群的日本沼蝦，如何在複雜的嘉南大圳水域中適應環境。這與六下所學的自然與生活科技中『生物與環境』的單元相關，特別是生物對環境的適應。

貳、 研究目的

- 一、研究如何飼養觀察日本沼蝦。
- 二、日本沼蝦捕捉用具製作的研究。
- 三、探討日本沼蝦的生活習性（食性、活動時間）與棲地環境。
- 四、探討日本沼蝦在不同棲地中，公、母、幼蝦比例的關係。
- 五、研究日本沼蝦形態特徵與體重的關係。
- 六、研究日本沼蝦體色變化與環境的關係。
- 七、研究日本沼蝦的競爭優勢。

參、 研究設備及器材

解剖顯微鏡、電腦、數位相機、飼養箱、打氣馬達、過濾系統、購買蝦籠、自製蝦籠(硬水管、6公升空的礦泉水寶特瓶、黑色塑膠菱形網、水線、螺絲釘和電熱鐵)、撈網、蝦網、游標尺、測重儀、溫度計、水質檢驗包、pH 檢測計、氨值檢測劑、亞硝酸檢測劑、白色箱、黑色箱、色卡及燈泡(25 瓦和 5 瓦)。

肆、研究方法、結果與討論

本研究開始規劃於 2011 年 12 月，歷經收集與研讀相關文獻資料、擬定實驗計畫，經由野外棲地與飼養觀察，整理出研究規劃與流程圖如下：

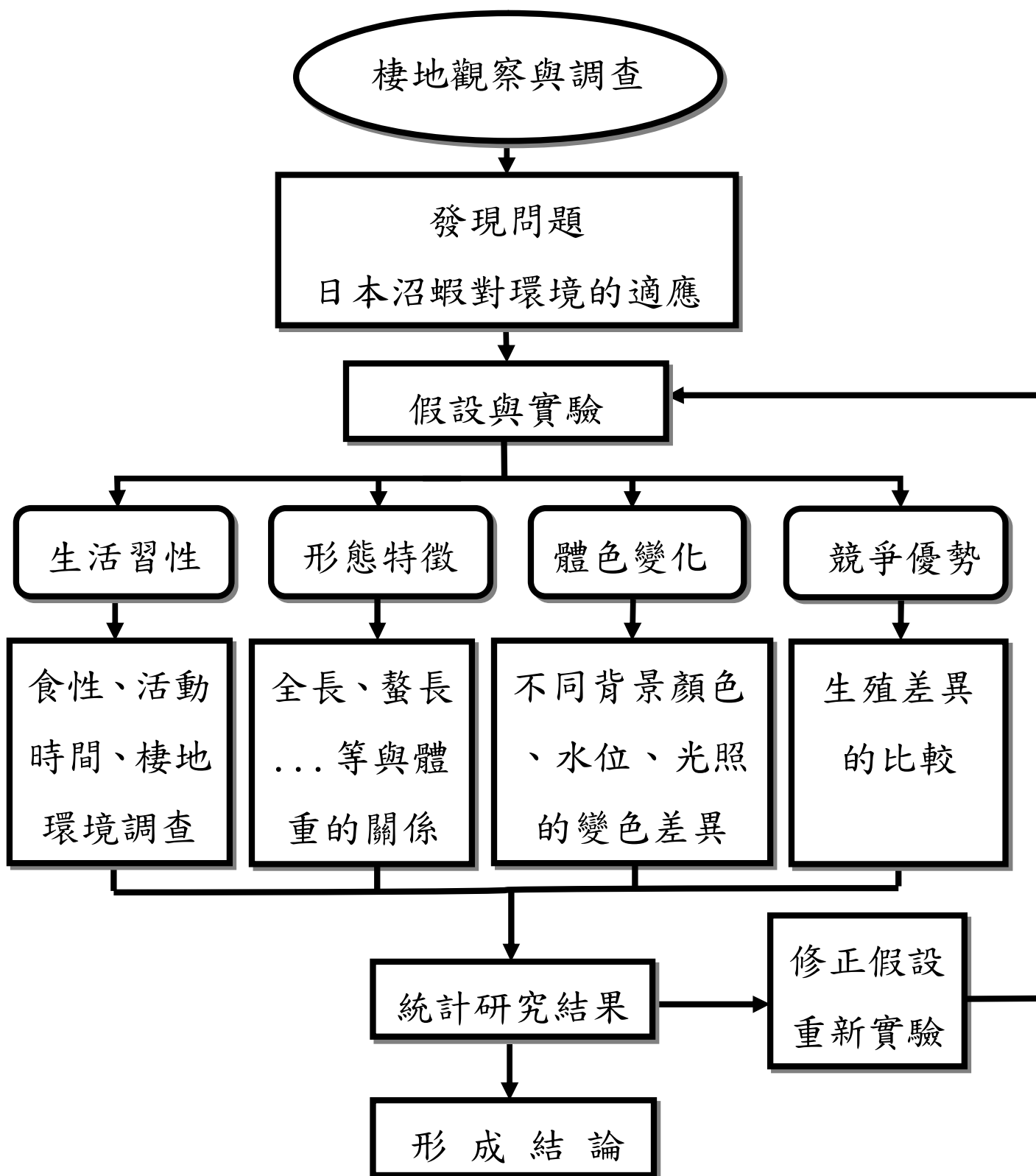


圖 1 研究規劃與流程圖

一、認識日本沼蝦：

- (一) 利用肉眼與解剖顯微鏡觀察日本沼蝦的外部型態構造。
- (二) 透過資料的搜集，初步瞭解日本沼蝦在生物學上的分類、構造、特徵、生活環境和習性等資料。

1、生物學上的分類：

日本沼蝦為台灣產淡水長臂蝦，學名為 *Macrobrachium nipponense*，屬於動物界、節肢動物門、軟甲綱、十足目、長臂蝦科、沼蝦屬。

2、構造：

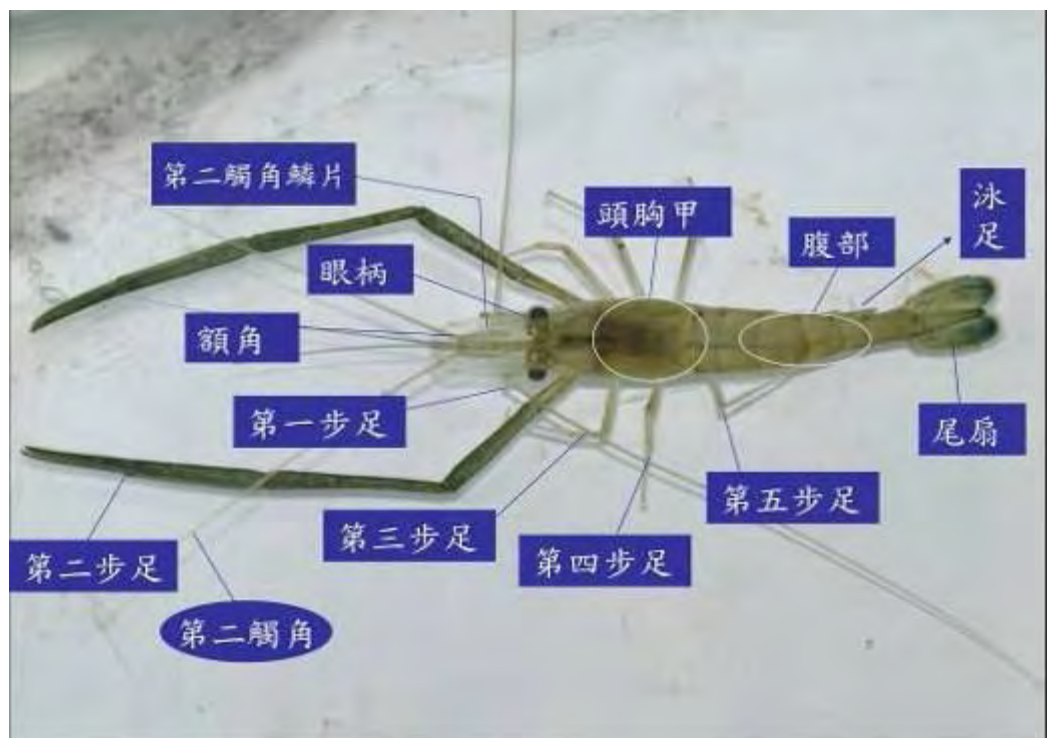


圖 2 日本沼蝦的構造圖示

3、特徵：

分類的方式參考施志昫等(1998)及林春吉(2009)之著作。

- (1) 頭胸甲具肝刺（沼蝦屬）（如圖 3）。
- (2) 螯(第二步足)的腕節長於長節、左右對稱，鉗部內緣密布細毛，無顆粒狀突起（如圖 4、5）。
- (3) 額角細長且平直，超過第二觸角鱗片末端，上緣無冠狀隆起，下緣有 2-3 個額齒(如圖 6)。



圖 3 頭胸甲具肝刺圖示



圖 4 腕節長於長節

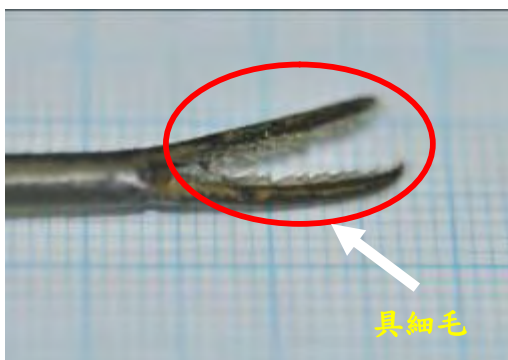


圖 5 螯鉗部內緣密布細毛

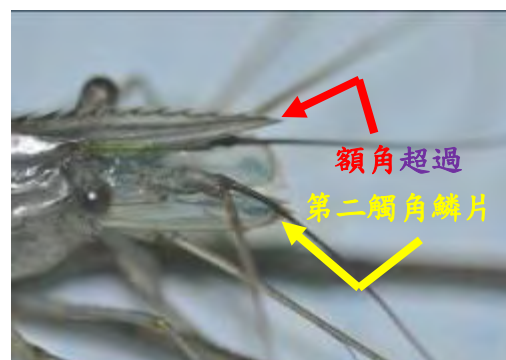


圖 6 額角細長且平直

4、生活環境：棲息於台灣河川、山谷、湖泊、水庫、池塘、河川中、下游或水草叢生的緩流中。

5、習性：

(1) 雜食性，主要食物為植物碎屑、浮游生物、腐爛菜類、飯粒。

(2) 具背光性，白天隱伏在暗處，夜間出來活動。生殖季節卻一反常態，白天會出來進行交配活動，還有投料時白天也會出來爭食。

(三) 飼養觀察：

1、飼養箱佈置：1 呎的水族箱，裝水八分滿，底部鋪大、小石頭、塑膠管和 水草，裝設過濾系統和打氣馬達。

2、觀察紀錄水溫、pH 值、DO 值、JTU 值、氨值、亞硝酸、體色和活動區域。



圖 7 飼養箱的佈置

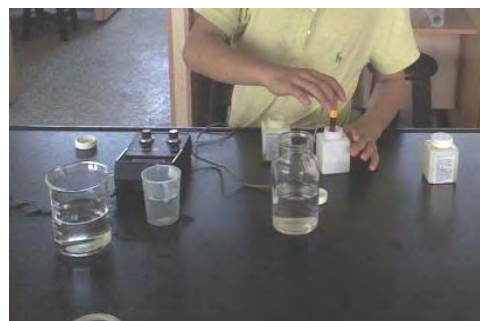


圖 8 pH 值檢測

3、觀察結果：

(1) 日本沼蝦喜歡躲藏在石縫、塑膠管和水草中。

(2) 不易存活：當脫殼時、互相攻擊和 pH 值為 8.72 以上，都較容易死亡。

(四) 日本沼蝦雌雄分辨：

1、頭胸甲：

(1) 雌蝦頭胸甲光滑；雄蝦頭胸甲粗糙且密布細小棘。

(2) 雌蝦頭胸甲可看到內部有黑色點點的卵；雄蝦則無。

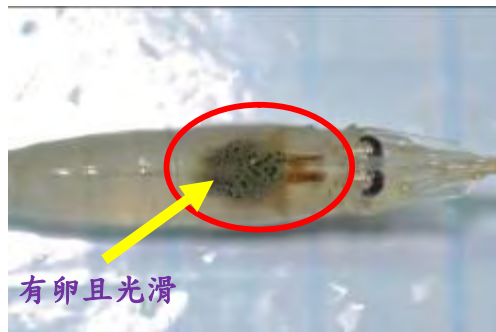


圖 9 雌蝦的頭胸甲



圖 10 雄蝦的頭胸甲

2、螯：雌蝦的螯細小；雄蝦的螯強大且長。



圖 11 雌蝦的螯



圖 12 雄蝦的螯

3、第二腹肢：雄蝦的第二腹肢內肢有一棒狀雄性腹肢；雌蝦則無。



圖 13 雄蝦的第二腹肢

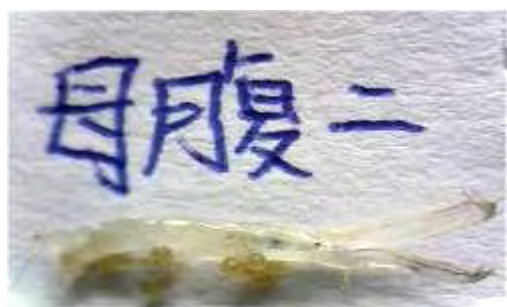


圖 14 雌蝦的第二腹肢

4、性器官：(陳柏成 2010)

雄蝦的第五步足內側有一對輸精管；雌蝦第三步足內側有生殖孔。



圖 15 雄蝦的輸精管



圖 16 雌蝦的生殖孔

二、日本沼蝦捕捉用具製作的研究：

- (一) 觀察：捉蝦達人第一次帶我到棲地時，當時是豐水期，所以水深、水流湍急，該如何捉日本沼蝦呢？
- (二) 參考文獻：調查蝦類的捕捉方法有長柄撈網、蝦網及蝦籠三種(賴弘智等 2008)。
- (三) 請教達人：捕捉的方法有徒手、長柄撈網、蝦網、蝦籠及蜈蚣網五種，因蜈蚣網較費力，抓蝦達人不建議使用，其他四種可在停水期時，親身體驗不同的抓蝦方法，而他最常使用蝦籠來捕捉。
- (四) 自製日本沼蝦捕捉用具（自製環保蝦籠）：

1、材料：口徑 16cm 的硬水管、6 公升透明的礦泉水寶特瓶、網目 4mm 和 3cm 的黑色塑膠菱形網、螺絲釘、電熱鐵和建築用的白色水線。

2、製作方法：

- (1) 取硬水管 8cm 長，切除 6 公升透明的礦泉水寶特瓶底部（如圖 17）。
- (2) 從網目 4mm 和 3cm 的黑色塑膠菱形網中，各取長 30cm、寬 60cm 的長方形網一件(如圖 18)。
- (3) 從網目 4mm 的黑色塑膠菱形網中，取上底 30cm、下底 12cm、高 20cm 的梯形網，做成錐形，交接處以水線縫合（如圖 19）。
- (4) 將錐形網以螺絲釘固定於硬水管內（如圖 20）。
- (5) 將網目 4mm 的長方形黑色塑膠網固定於硬水管外（如圖 21）。

(6) 套入寶特瓶後，將網目 3cm 的長方形黑色塑膠網固定於最外面，以增加硬度(如圖 22)。

(7) 以電熱鐵在寶特瓶上及瓶蓋穿洞，即完成自製環保蝦籠 (如圖 23、24)。

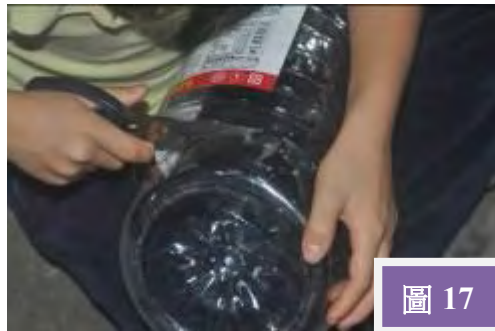


圖 17



圖 18

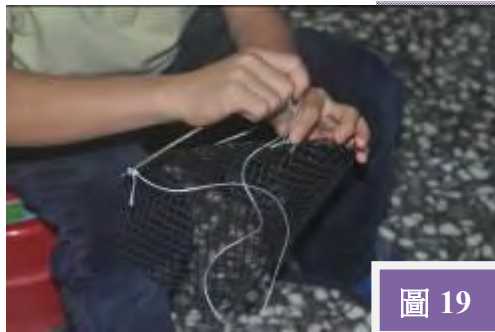


圖 19



圖 20



圖 21



圖 22



圖 23



圖 24

(五) 比較不同的調查捕捉工具，決定進行族群數量調查方法：

1、徒手：配合頭燈於夜間在淺水區進行，以目標式捕撈。

2、撈網(網目小)：

(1) 購買撈網，柄長 98cm，網徑 30cm，網深 26cm，網目 0.2×0.2 cm (如圖 25)。

(2) 於水草叢邊或石縫中捕撈，白天和晚上均適用。

3、蝦網（網目大）：

- (1) 購買蝦網，柄長 75cm，網徑 15cm，網深 17cm，網目 0.6×0.7 cm (如圖 26)。
- (2) 配合頭燈於夜間在淺水區進行，以目標式捕撈。

4、蝦籠：籠內先放入餌料，在黃昏時放入水中，隔天清晨收取。

- (1) 購買蝦籠：長 37cm，口徑 16cm，網目 1.2×0.4 cm (如圖 27)。
- (2) 自製蝦籠：長 55cm，口徑 16cm，網目 0.4×0.4 cm (如圖 28)。



圖 25



圖 26



圖 27



圖 28

(六) 實驗結果：

1、捕捉時間 10 分鐘，比較不同的捕捉方式，所捕捉的數量如下表所示：

表一 不同捕捉方式的捕捉數量（單位：隻）

捕捉方式 次數	徒 手	撈 網	蝦 網
第一次	1	5	3
第二次	0	4	4
第三次	2	6	3
平 均	1	5	3.33

說明：

- (1) 捕獲量：撈網 (5 隻) > 蝦網 (3 隻) > 徒手 (1 隻)。
- (2) 捕獲量與個人技巧的純熟度有關。

2、蝦籠捕捉法，放置夜間 12 小時，比較不同蝦籠的捕捉，其數量如下表所示：

表二 不同蝦籠的捕捉數量（單位：隻）

日期 \ 不同蝦籠	購買蝦籠	自製蝦籠
1/6	9	21
1/7	13	27
1/13	22	38
合計	44	86
平均	14.67	28.67

說明：

(1) 捕獲量：自製蝦籠 (28 隻) > 購買蝦籠 (14 隻)。

(2) 自製蝦籠的捕獲量為購買蝦籠的 2 倍。

3、捕捉工具優缺點的比較，如下表所示：

表三 捕捉工具的比較表

工具 \ 項目	水的深淺	使用時間	安全性	一次捕抓數量	是否下水	捕蝦種類
徒手	淺	晚上	危險	1 隻	是	不受限
撈網	淺	不受限	危險	多隻	是	不受限
蝦網	淺	晚上	危險	1 隻	是	大蝦
蝦籠	不受限	不受限	安全	最多隻	不受限	不受限

說明：

(1) 以徒手、撈網、蝦網捕捉日本沼蝦，需受時間、地形和水位高低等限制。

(2) 蝦籠的捕捉數量最多，可不用下水，安全性最高，是最佳的捕捉工具。

4、購買蝦籠與自製蝦籠的比較：

表四 購買蝦籠與自製蝦籠的比較

項目 \ 蝦籠	網目 (cm)	規格 (cm)	容量	成本 (元)	顏色	收蝦
購買	1.2 × 0.4	16 × 37	較小	95	白	兩段式
自製	0.4 × 0.4	16 × 55	較大	10	黑	打開瓶蓋

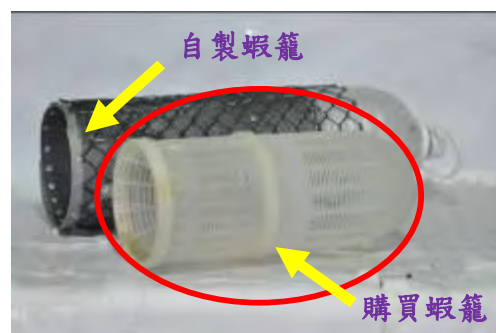


圖 29 蝦籠對照圖

說明：

自製環保蝦籠比購買蝦籠的網目小、容量大，捕捉數量為 2 倍(如表二)。以回收的硬水管及寶特瓶製作，成本低約為購買蝦籠的 1/10。收蝦時只要打開瓶蓋倒出，較為方便。捕捉數量多、環保、成本低和採集方便等優點，因此決定以自製環保蝦籠來進行族群數量的調查。

三、研究日本沼蝦的生活習性（食性、活動時間）與棲地環境：

（一）調查棲地選擇：

由達人的經驗推薦，離家近、安全且日本沼蝦多的地點，棲地環境多樣的
第一樣區（水草叢）（如圖 31）。因停水後，日本沼蝦會逆流而上，所以選擇靠閘門較近的水域，為第二樣區（水閘門）（如圖 32）。

因此以嘉南大圳大堀尾段為參考點，取兩個樣區，分別為：

- 1、第一樣區（水草叢）（如圖 31）：N23° 26.53'與 E120° 22.57'，海拔 20m。
- 2、第二樣區（水閘門）（如圖 32）：N23° 26.50'與 E120° 22.73'，海拔 21m。



圖 30 A 點為我家，B 點為第一樣區，C 點為第二樣區



圖 31 第一樣區（水草叢）



圖 32 第二樣區（水閘門）

(二) 探討日本沼蝦的食性選擇：

1、觀察：飼養在家中的日本沼蝦屬於底棲性生物，雜食性，喜食動物性飼料。
餵食食物為水藻、魚飼料、狗飼料和雞飼料等。

2、實驗方法：

(1) 將水藻、魚飼料、狗飼料和雞飼料分別放入各 2 個自製蝦籠內，每種餌料約 100ml。

(2) 將自製蝦籠放置於每隔 3 公尺的岸邊，放置時間為夜間 12 小時。

3、實驗結果：

表五 不同誘餌所捕捉日本沼蝦的數量（單位：隻）

週次 \ 餌料	水藻	魚飼料	狗飼料	雞飼料
第一週	3	10	53	9
第二週	11	16	33	14
第三週	3	3	46	29
合計	17	29	132	52
平均	5.67	9.67	44	17.33

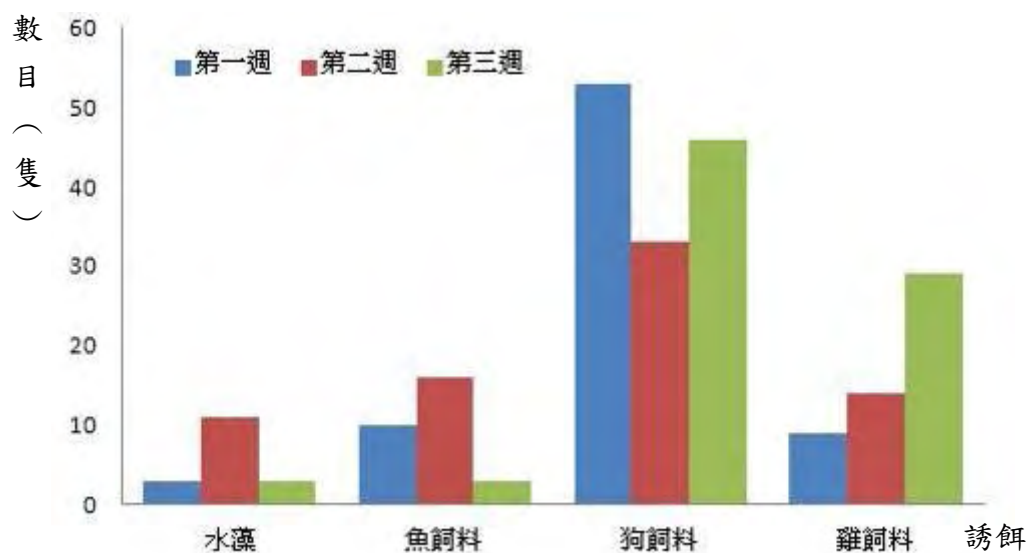


圖 33 不同誘餌下捕捉日本沼蝦的數量

說明：

(1) 捕獲量：狗飼料 (44 隻) > 雞飼料 (17 隻) > 魚飼料 (9 隻)
> 水藻 (5 隻)(如表五)。

(2) 日本沼蝦喜食葷食(狗飼料、雞飼料、魚飼料)大於素食(水藻)。

(三) 探討不同時間日本沼蝦的攝食行為：

- 1、觀察：日本沼蝦對食物的敏感度極高，飼養時發現一有食物出現時，不分白天或晚上都會前往攝食。
- 2、文獻探討：查詢資料表示具背光性，白天隱伏在暗處，夜間出來活動。生殖季節卻一反常態，白天會出來進行交配活動，還有投料時白天也會出來爭食。我想知道日本沼蝦是否在夜間覓食？
- 3、實驗方法：
 - (1) 將狗飼料放入各 4 個蝦籠內，分別於白天及晚上放置於棲地。
 - (2) 將自製蝦籠放置於每隔 3 公尺的岸邊，放置時間為 12 小時。
- 4、實驗結果：

表六 不同時間所捕捉日本沼蝦的數量（單位：隻）

天次 \ 時間	白 天	晚 上
第一天	6	33
第二天	3	72
第三天	24	239
第四天	4	56
合 計	37	400
平 均	9.25	100

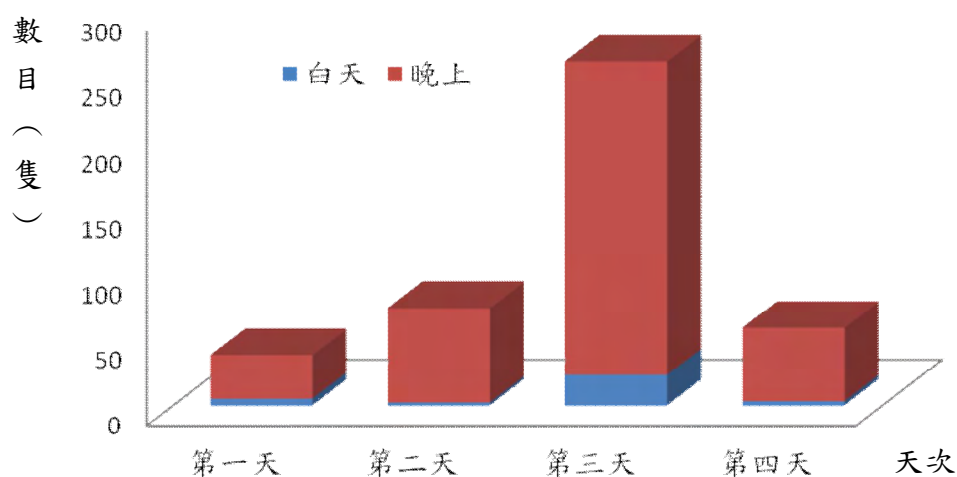


圖 34 不同時間下捕捉日本沼蝦的數量

說明：

- (1) 捕獲量：晚上 (100 隻) > 白天 (9 隻) (如表六)。
- (2) 日本沼蝦為夜間覓食的生物。

(四) 探討不同棲地環境日本沼蝦的覓食行為：

1、觀察：家中飼養發現日本沼蝦平常喜歡躲藏在石縫、水草和塑膠管內，餵食時，大部份的日本沼蝦會出來覓食，我想了解在不同棲地環境日本沼蝦覓食的行為？

2、實驗方法：

(1) 將自製蝦籠放置於四個不同棲地環境，分別為水草區、石礫區、岸邊和平滑水泥地各 2 個蝦籠，蝦籠內放入狗飼料，放置時間為晚上 12 小時。

(2) 在不同星期重複進行實驗一次，計算並比較不同棲息環境的組成差異。

3、實驗結果：

表七 不同環境所捕捉日本沼蝦的數量（單位：隻）

週次 \ 環境	水草	石礫	岸邊	水泥
第一週	7	13	31	9
第二週	51	25	141	46
第三週	44	16	64	28
合計	102	54	236	83
平均	34	18	78.67	27.67

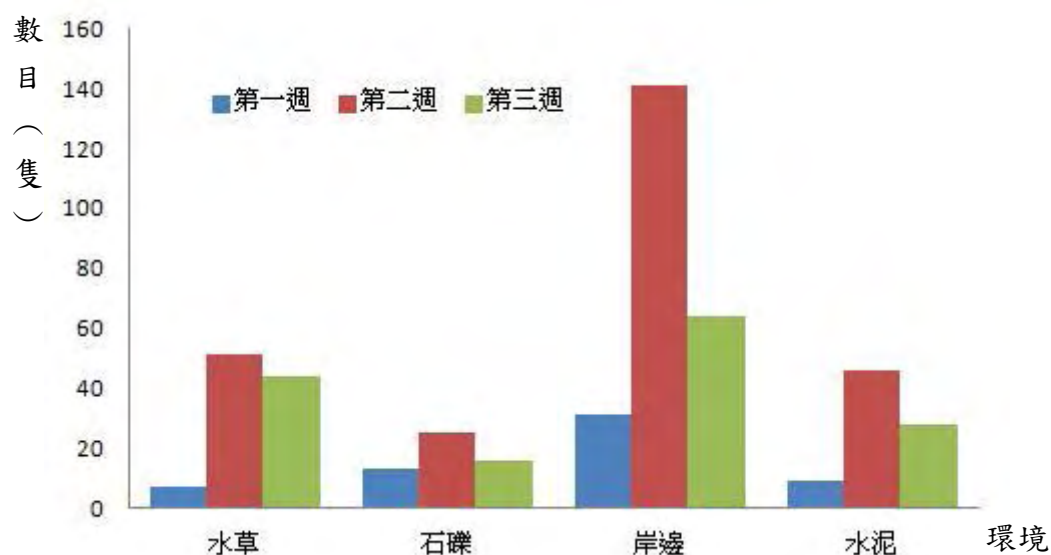


圖 35 不同環境下捕捉日本沼蝦的數量

說明：

(1) 捕獲量：岸邊 (78 隻) > 水草 (34 隻) > 水泥 (27 隻) > 石礫 (18 隻)。

(2) 日本沼蝦在岸邊覓食的數量最多，表示大多會出去覓食。

四、探討日本沼蝦在不同棲地中，公、母及幼蝦捕捉比例的關係：

(一) 實驗方法：

- 1、分別在不同星期重複進行實驗，在第一、二樣區用自製蝦籠採集，蝦籠內放入狗飼料，各放置於夜間 12 小時。
- 2、統計第一、二樣區公、母及幼蝦比例。

(二) 實驗結果：

表八 第一樣區公、母、幼蝦的捕捉數量(單位：隻)

週次	公	母	幼
第一週	34	130	23
第二週	17	76	6
第三週	6	18	26
合計	57	224	55
百分比	18%	70%	12%

表九 第二樣區公、母、幼蝦的捕捉數量(單位：隻)

週次	公	母	幼
第一週	25	109	37
第二週	43	117	39
第三週	41	157	50
合計	109	383	126
百分比	18%	62%	20%

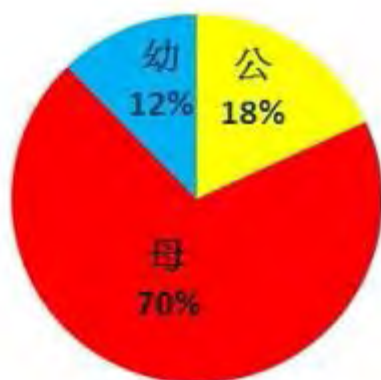


圖 36 第一樣區捕捉比例圖

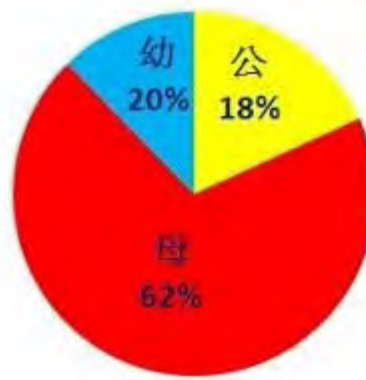


圖 37 第二樣區捕捉比例圖

說明：

三、四月份調查第一樣區和第二樣區的公、母及幼蝦捕捉比例中，皆以母蝦所佔的比例為最高，可能原因是自然界母蝦佔大多數或繁殖期所造成。

五、研究日本沼蝦形態特徵與體重的關係：

(一) 觀察與文獻探討：日本沼蝦的成長分為幼蝦與成蝦二期，因此個體差異在不同性別上容易區別，但是同一性別不同齡期則較難判斷，我想了解同一性別間的型態特徵與體重是否相關？

(二) 研究方法：

- 1、自製蝦籠採集，蝦籠放置於夜間 12 小時，收蝦籠時，帶回進行全長與體重的測量(共取樣 379 隻)。
- 2、用游標尺測量全長（額角至尾扇末端），電子磅秤測量體重，數位相機拍照紀錄。
- 3、利用電腦的生物影像處理分析軟體(Image J) 來計算照片中日本沼蝦的型態特徵，包括額角長、頭胸甲長、腹部長、尾扇長及螯長。測量方法如下：

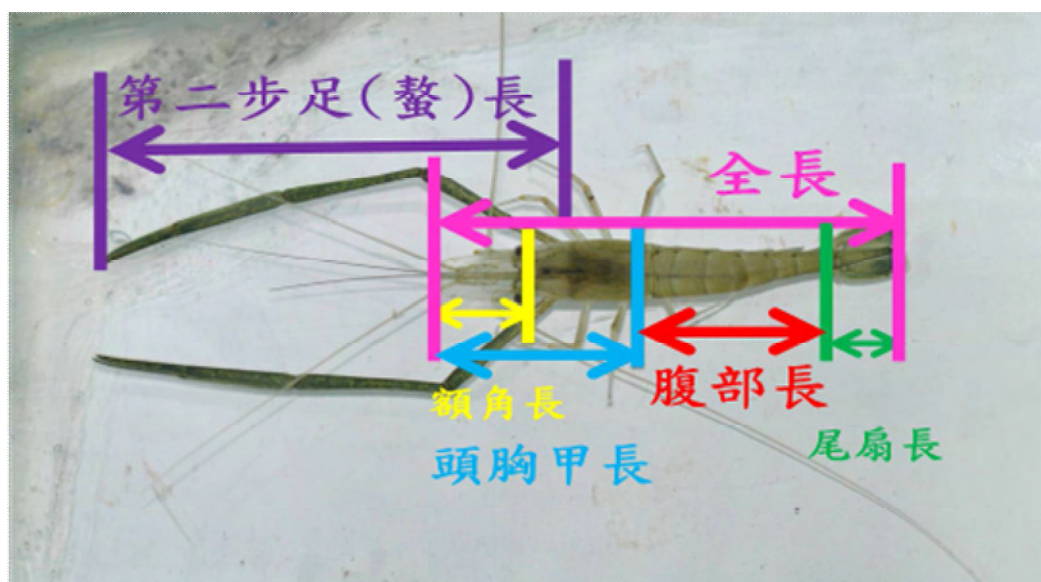


圖 38 日本沼蝦的型態特徵之測量



圖 39 用游標尺測量全長



圖 40 用電子磅秤測量體重

- 4、以 excel 軟體分析日本沼蝦的形態特徵與體重的關係。

(三) 研究結果：

1、公、母、母抱卵及幼蝦的全長分布：

表十 蝦的全長分布（單位：隻）

全長 (cm)	公蝦	母蝦	母抱卵	幼蝦
0.1~1.0	0	0	0	0
1.1~2.0	0	0	0	1
2.1~3.0	0	0	0	6
3.1~4.0	0	8	0	15
4.1~5.0	8	87	71	0
5.1~6.0	18	50	74	0
6.1~7.0	30	2	2	0
7.1~8.0	6	0	0	0
8.1~9.0	1	0	0	0
合計(樣本數)	63	147	147	22

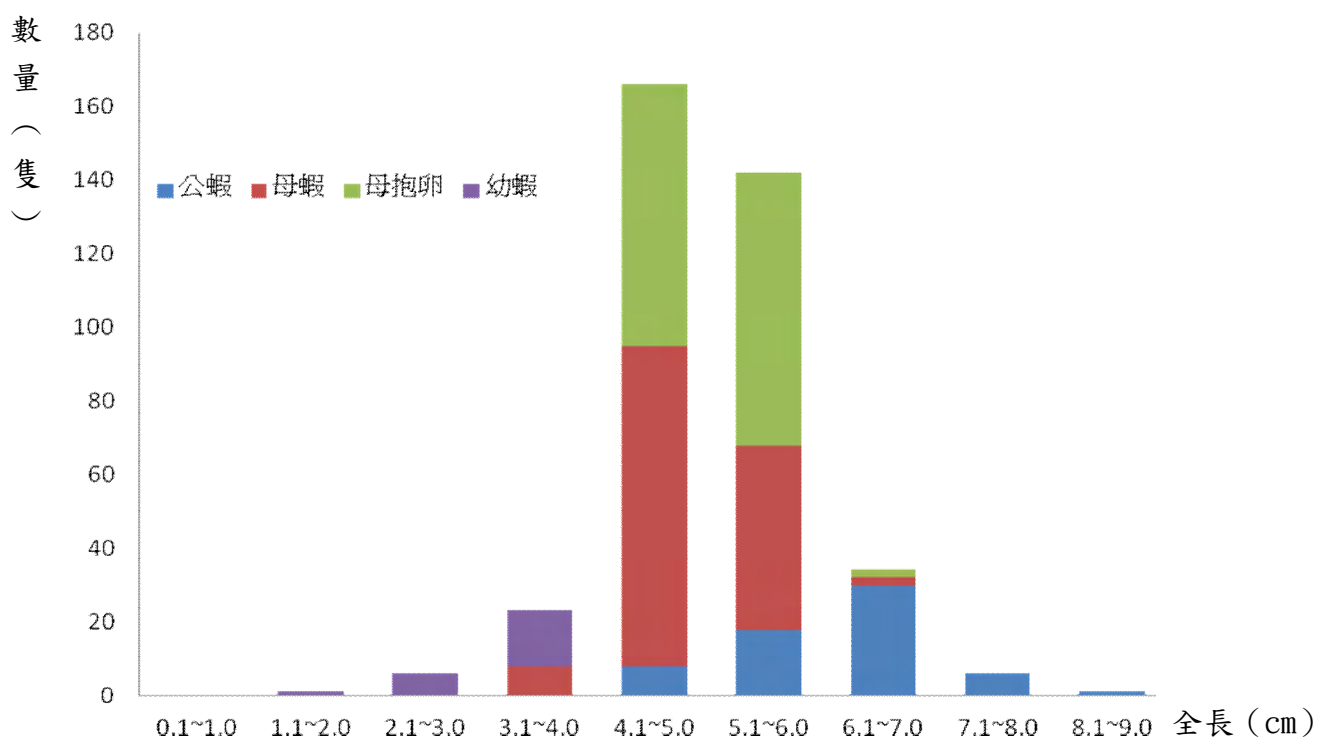


圖 41 日本沼蝦公、母、母抱卵及幼蝦的全長分布圖

說明：

- (1) 日本沼蝦全長 (0~9 cm) 的分布範圍：公蝦 (4~9 cm)；母蝦 (3~7 cm)；母蝦抱卵 (4~7 cm)；幼蝦 (0~4 cm)。
- (2) 全長 4 cm 以上的日本沼蝦能分辨出公、母。

2、公、母、母抱卵及幼蝦的體重分布：

表十一 蝦的體重分布（單位：隻）

體重 (g)	公蝦	母蝦	母抱卵	幼蝦
0.1~1.0	2	53	0	22
1.1~2.0	18	84	136	0
2.1~3.0	20	9	11	0
3.1~4.0	16	1	0	0
4.1~5.0	3	0	0	0
5.1~6.0	3	0	0	0
6.1~7.0	1	0	0	0
合計(樣本數)	63	147	147	22

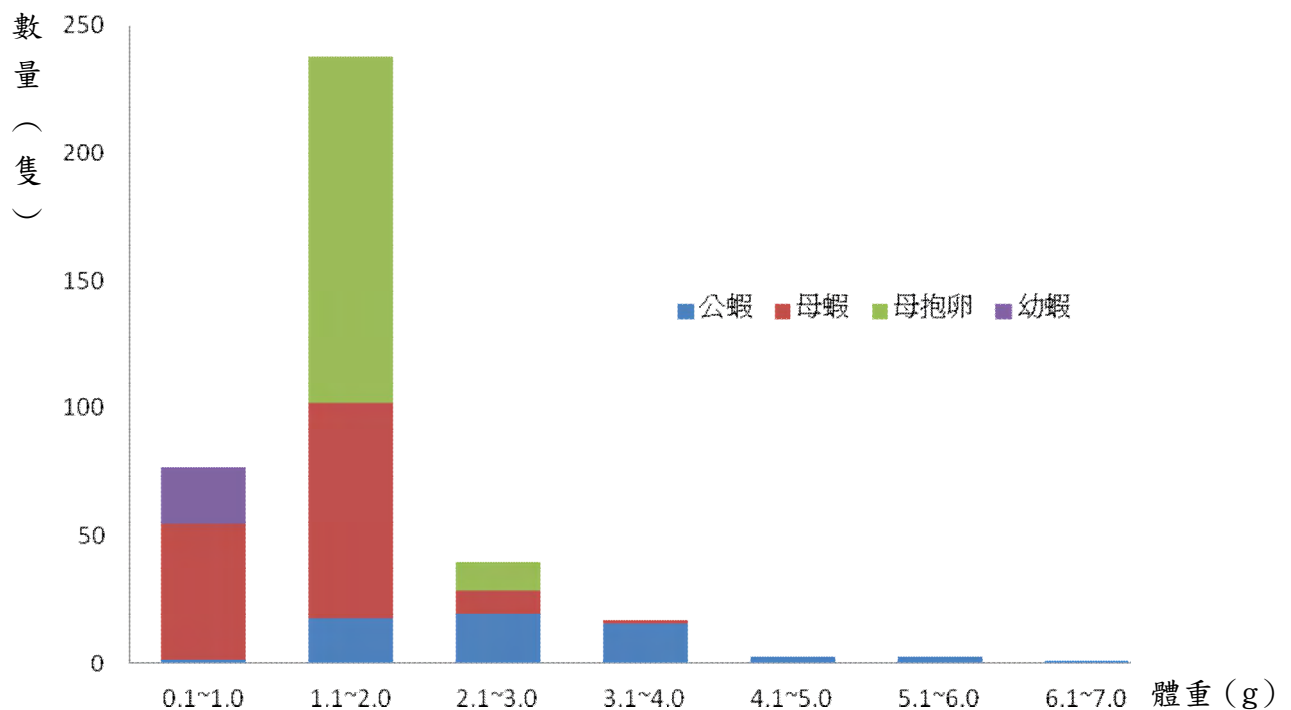


圖 42 日本沼蝦公、母、母抱卵及幼蝦的體重分布圖

說明：

- (1) 日本沼蝦體重 (0~7g) 的分布範圍：公蝦 (0~7g)；母蝦 (0~4g)；
母蝦抱卵 (1~3g)；幼蝦 (0~1g)。
- (2) 體重 1 g 以上的日本沼蝦能分辨出公、母。

3、公、母蝦的形態特徵：

表十二 公、母蝦的形態特徵比較表

公 蝦			母 蝦		
形態特徵	變 幅	平均值±標準差	形態特徵	變 幅	平均值±標準差
全 長 (mm)	40.85~81.05	61.24 ± 8.38	全 長 (mm)	35.22~60.78	50.14 ± 5.33
額角長 (mm)	12.16~23.90	17.28 ± 2.95	額角長 (mm)	8.19~18.18	13.15 ± 1.95
螯 長 (mm)	17.77~99.72	48.63 ± 18.97	螯 長 (mm)	11.88~47.36	24.75 ± 5.61
頭胸甲長 (mm)	16.59~42.66	27.92 ± 4.83	頭胸甲長 (mm)	14.84~28.88	21.49 ± 2.69
尾扇長 (mm)	7.35~14.33	10.74 ± 1.89	尾扇長 (mm)	6.62~11.78	9.02 ± 1.16
腹部長 (mm)	14.13~32.41	24.74 ± 3.55	腹部長 (mm)	12.36~28.41	20.91 ± 2.50
體 重 (g)	0.63~6.13	2.75 ± 1.15	體 重 (g)	0.41~3.10	1.46 ± 0.49

說明：

公、母蝦的形態特徵中，以螯長最具有明顯的差異。

4、公、母蝦的形態特徵與體重的關係：

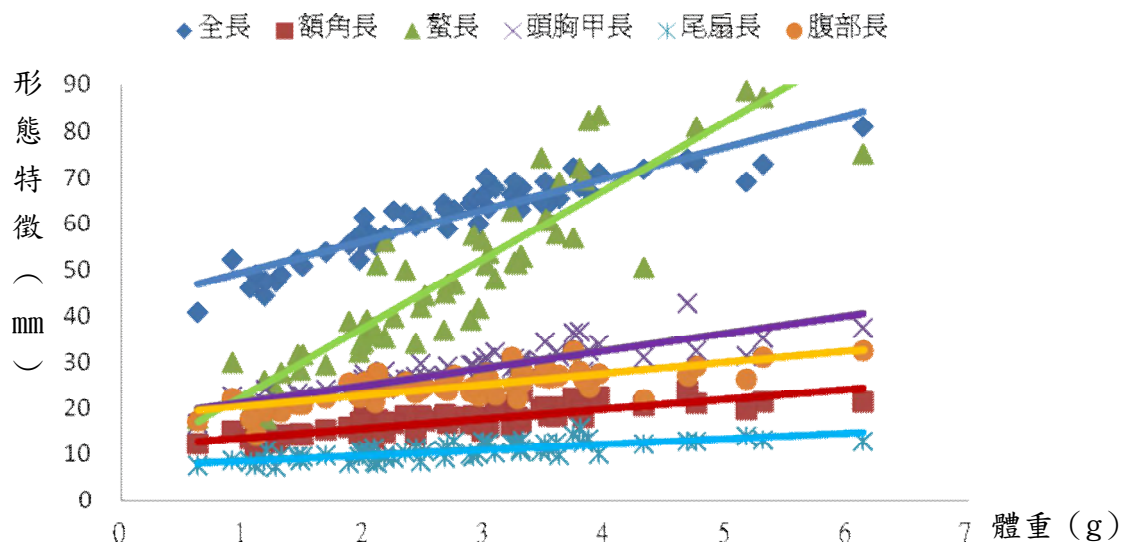


圖 43 日本沼蝦公蝦的形態特徵與體重之關係圖

說明：

公蝦形態特徵的長度與體重關係，以第二步足(螯)的成長速率遠遠超越其他部位，為公蝦的第二性徵。

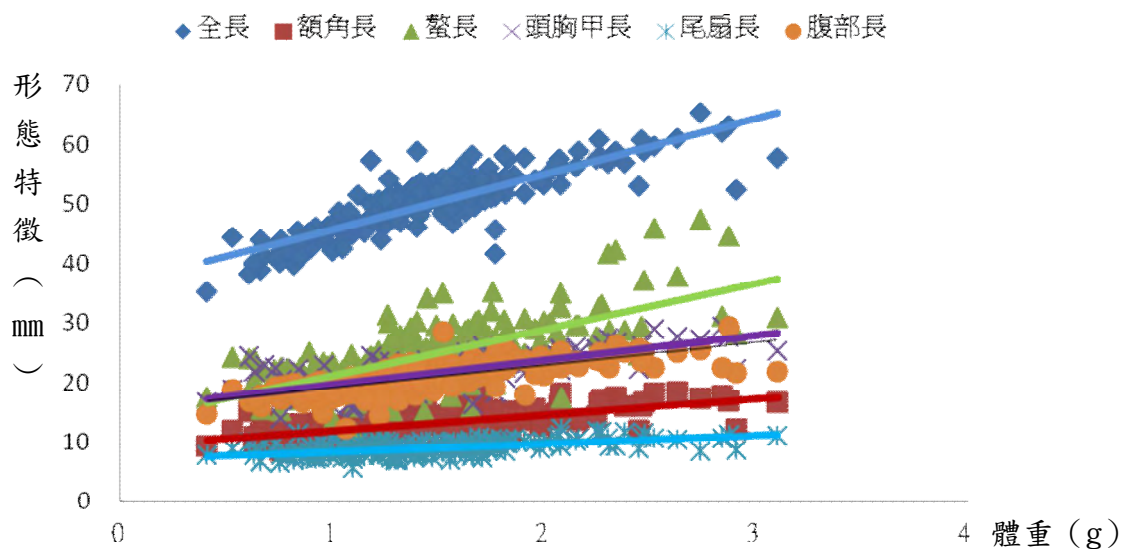


圖 44 日本沼蝦母蝦的形態特徵與體重之關係圖

說明：

母蝦形態特徵的長度與體重關係，顯示各形態特徵成長速率相近，不同於公蝦。

六、研究日本沼蝦體色變化與環境的關係：

(一) 觀察：家中水族箱飼養時發現，晚上蝦子體色呈現黑色與白天蝦子的體色有不同變化，在同一水族箱內同一時間不同位置的蝦子顏色分布也不同。我想了解不同背景顏色、水位高度和光照強度，是否會影響體色？並進一步找出日本沼蝦的變色模式。

(二) 文獻探討：

第 47 屆科展作品黑殼蝦的體色實驗中，體色受環境的影響。(黃擎等 2007)

(三) 實驗設計：

實驗一、研究日本沼蝦的變色模式(不同背景顏色)：

1、實驗方法：

- (1) 於棲地捕捉的日本沼蝦，帶回並挑選顏色較深的公、母蝦各 10 隻，分別放入四周貼白紙的白色箱內。
- (2) 每隔 30 分鐘觀察體色變化，對照色卡並記錄(涉川育由等 1994)，整理出四種變色模式。
- (3) 每種變色模式取深色的公、母蝦各 2 隻，分別放入黑、白箱內，做來回轉換顏色變化觀察實驗，共三次，來論證各個變色模式。
- (4) 每隔 30 分鐘對照色卡並記錄體色變化，整理出各個變色模式間的相關性。

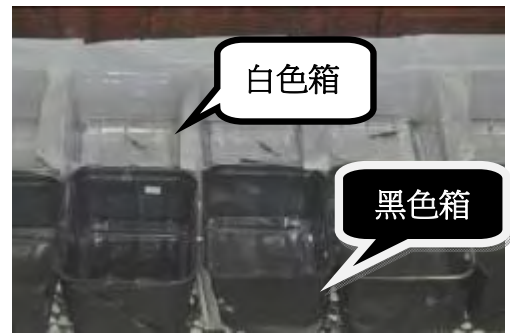


圖 45 每一隻分別放入一個白色箱

圖 46 黑、白箱來回轉換顏色變化實驗

2、結果：

- (1) 在白色箱的 20 隻公、母蝦全部變色，顏色全變淺。
- (2) 對照色卡，整理出四種變色模式如下：

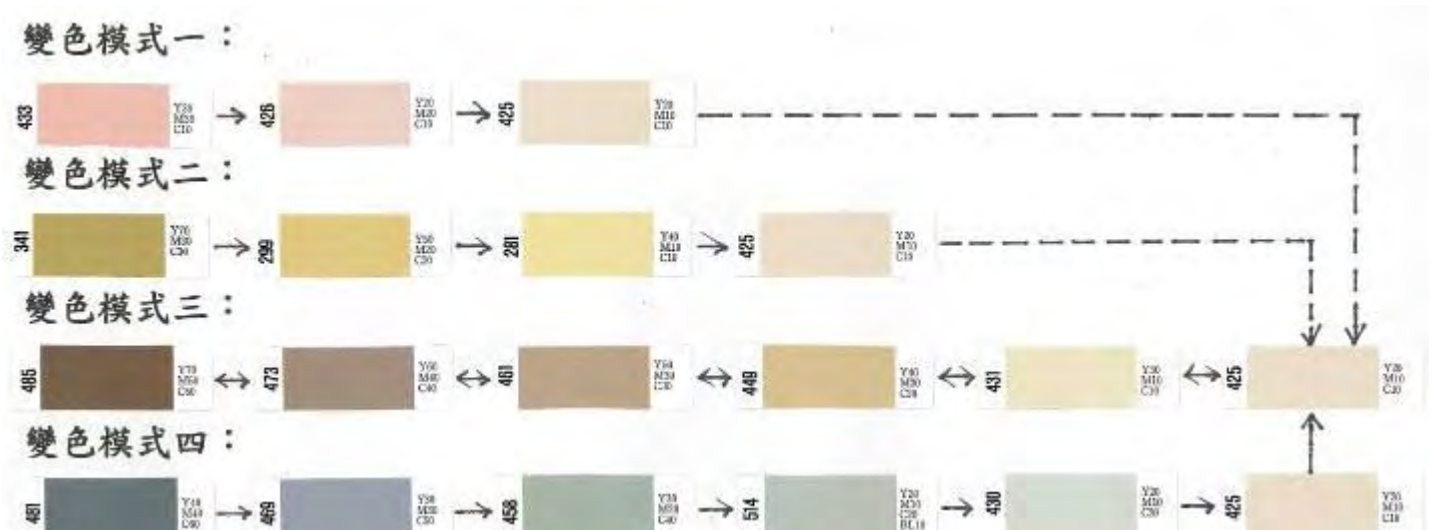


圖 47 四種變色模式

說明：

- ① 棲地環境多樣且複雜，體色變化多，整理出以上四種變色模式，變色比例如下：

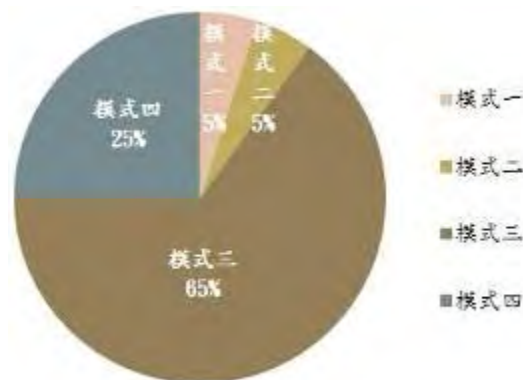


圖 48 四種變色模式的比例圖

- ② 三次的來回轉換實驗中，發現當放入白箱，顏色就變淺；轉換放入黑箱，顏色就變深，得知體色受背景的颜色所影響。
- ③ 第二次轉換實驗後，日本沼蝦的體色都會遵循模式三來變色，可能是實驗的颜色較為單一，與棲地環境多樣的顏色不同。因棲地環境複雜，為了適應環境，體色會隨著多樣的環境背景顏色而改變。

實驗二、不同的水位高度：

1、實驗方法：

- (1) 選取體色透明(色卡 No.425)的公蝦 8 隻為一組，實驗分成三組共 24 隻。
- (2) 水族箱四周貼黑色塑膠袋，三種水位高度為 5cm、15cm 和 25cm。
- (3) 每隔 10 分鐘觀察體色變化，對照色卡並記錄。

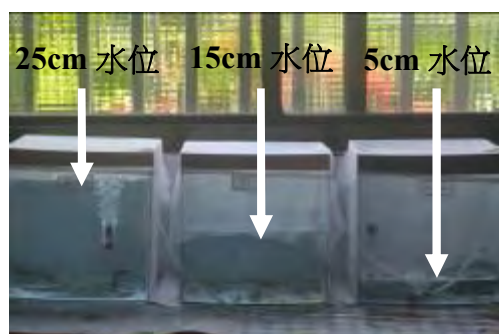


圖 49 三種不同的水位高度



圖 50 四周貼黑色塑膠袋

2、結果：

- (1) 將體色約略分為以下三種：透明、透明具斑點和咖啡色。



圖 51 透明(色卡 No.425) 圖 52 透明具斑點(色卡 No.449) 圖 53 咖啡色(色卡 No.473)

(2) 體色的比較：

表十三 不同水位高度的體色比較

分 鐘	25 cm 高水位	15 cm 中水位	5 cm 低水位
0	1(8)	1(8)	1(8)
40	1(7)2(1)	1(8)	1(8)
60	1(5)2(3)	1(7)2(1)	1(7)2(1)
70	1(2)2(6)	1(5)2(3)	1(7)2(1)
110	2(8)	1(5)2(3)	1(7)2(1)
120	2(7)3(1)	2(8)	2(8)
160	2(2)3(6)	2(8)	2(8)
180	2(1)3(7)	2(7)3(1)	2(8)
190	3(8)	2(7)3(1)	2(8)

1：透明(色卡 No.425)；2：透明具斑點(色卡 No.449)；3：咖啡色(色卡 No.473)。

() 內數字為隻數。

說明：

- ① 在三組黑色箱的公蝦全部變色，顏色全變深。
- ② 變色速率：高水位 (最快) > 中水位 > 低水位 (最慢)。
- ③ 變色深淺：高水位 (最深色) > 中水位 > 低水位(最淺色)。
- ④ 高水位變色最快，體色也最深，可能與水壓有關，得知體色受不同的水位高度所影響。

實驗三、不同的光照強度：

1、實驗方法：

- (1) 選取體色透明(色卡 No.425)的公蝦 8 隻為一組，實驗分成三組共 24 隻。
- (2) 水族箱四周貼黑色塑膠袋，三種光照強度為 25 瓦、5 瓦及不照光。
- (3) 每隔 10 分鐘觀察體色變化，對照色卡並記錄。

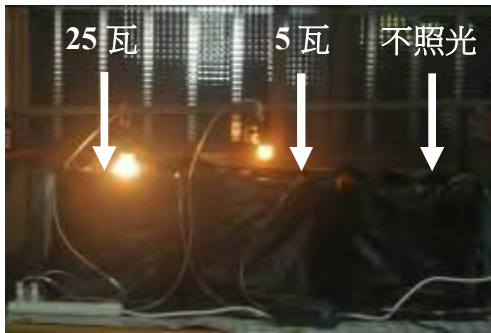


圖 54 三種不同的光照強度



圖 55 對照色卡

2、結果：

表十四 不同光照強度的體色比較

分 鐘	25 瓦 (強光)	5 瓦 (弱光)	不照光
0	1(8)	1(8)	1(8)
70	1(1)2(7)	1(8)	1(8)
150	2 (8)	2 (8)	1(8)
230	2 (1)3(7)	2 (8)	1(8)
240	2 (1)3(7)	2 (7)3(1)	2 (8)

1：透明(色卡 No.425)；2：透明具斑點(色卡 No.449)；3：咖啡色(色卡 No.473)。

() 內數字為隻數。

說明：

- (1) 在三組黑色箱的公蝦全部變色，顏色全變深。
- (2) 變色速率：強光 (最快) > 弱光 > 不照光 (最慢)。
- (3) 變色深淺：強光 (最深色) > 弱光 > 不照光 (最淺色)。
- (4) 強光的變色最快，體色也最深，得知體色受不同的光照強度所影響。
- (5) 日本沼蝦受強光刺激，會迅速變色。這可能與棲地捕捉時，白天的強光使蝦子變色快速、體色融入環境或躲藏，以致看不到蝦子，晚上才看到蝦子出來活動、覓食(如表六、表七) 的現象相關。

七、研究日本沼蝦的競爭優勢：

(一) 觀察：棲地捕捉的蝦種大多為日本沼蝦和粗糙沼蝦兩種，帶回飼養觀察發現粗糙沼蝦較為兇悍、攻擊力強，而日本沼蝦容易死亡，但為何日本沼蝦捕捉的數量最多，牠是如何在強敵下來適應環境，是否與生殖策略有關？

(二) 實驗方法：

- 1、取死亡日本沼蝦、粗糙沼蝦各 14 隻，測量全長、體重。
- 2、將卵拍照紀錄，利用電腦的生物影像處理分析軟體 (Image J)，計算出平均卵徑和卵面積。
- 3、統計並比較全長、體重、卵數、卵徑和卵面積，比較兩者的生殖差異。



圖 56 取下日本沼蝦的卵

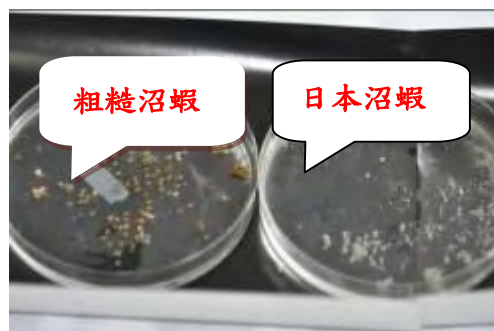


圖 57 日本沼蝦與粗糙沼蝦卵的比較

(三) 實驗結果：

- 1、日本沼蝦與粗糙沼蝦捕捉數量的比較：

表十五 日本沼蝦與粗糙沼蝦的捕捉數量比較表

週次	日本沼蝦	粗糙沼蝦
第一週	10	5
第二週	24	2
第三週	17	3
合計	51	10
百分比	84%	16%

說明：

- (1) 捕獲量：日本沼蝦 (84%) > 粗糙沼蝦 (16%)。
- (2) 日本沼蝦為數量最多的族群。

2、日本沼蝦與粗糙沼蝦卵的比較：



圖 58 日本沼蝦的卵



圖 59 粗糙沼蝦的卵

表十六 日本沼蝦與粗糙沼蝦卵的比較表

項 目	日本沼蝦	粗糙沼蝦
樣本數 (N)	14	14
平均卵數 (顆)	694.14 ± 291.43	98 ± 49.17
平均卵徑 (mm)	0.56 ± 0.02	1.72 ± 0.15
平均卵面積 (mm ²)	0.25 ± 0.03	1.99 ± 0.26

說明：

- (1) 日本沼蝦的卵數較多，約粗糙沼蝦的 7 倍多。
- (2) 粗糙沼蝦的卵面積較大，約日本沼蝦的 8 倍大。
- (3) 日本沼蝦的卵數多，可能是日本沼蝦容易死亡，所以以量取勝，來適應生存不易的環境，提升競爭優勢。

3、日本沼蝦全長、體重與卵數的關係：

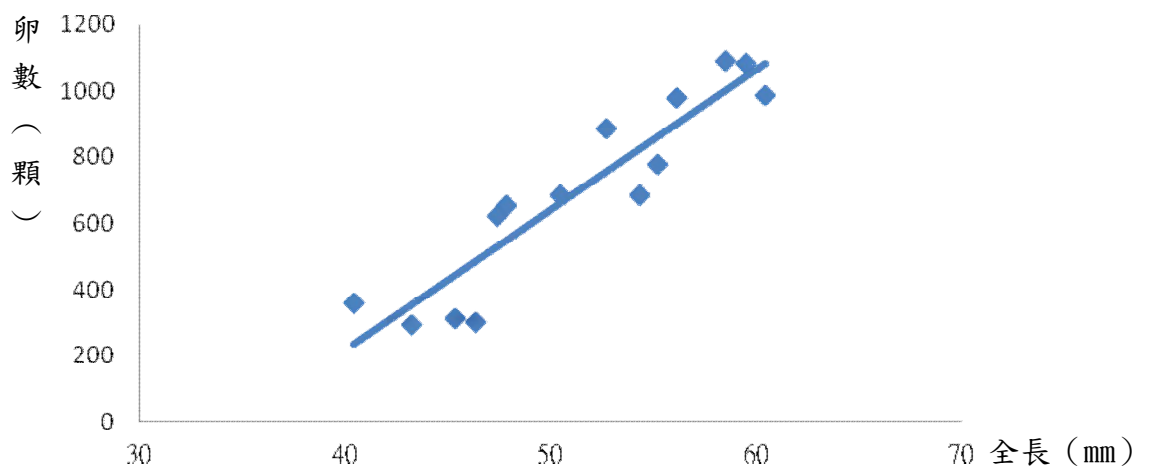


圖 60 日本沼蝦全長與卵數之關係圖

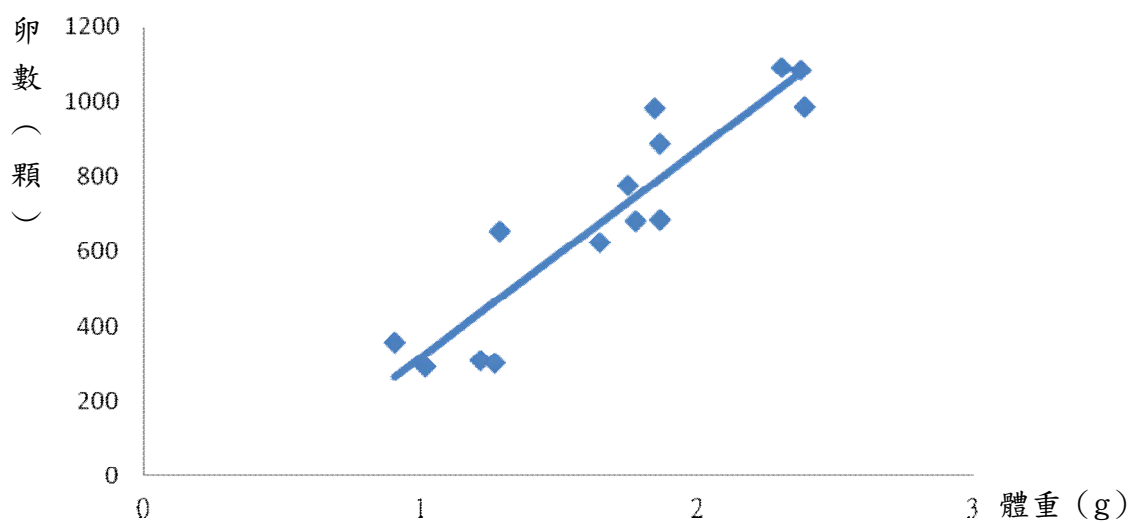


圖 61 日本沼蝦體重與卵數之關係圖

表十七 日本沼蝦的全長、體重與卵數表

編號	全長(mm)	體重(g)	卵數(顆)
1	45.35	1.22	311
2	47.41	1.65	623
3	50.47	1.78	683
4	55.21	1.75	778
5	56.17	1.85	981
6	52.73	1.87	887
7	58.50	2.31	1092
8	43.25	1.02	293
9	59.49	2.38	1085
10	60.48	2.39	987
11	54.37	1.87	684
12	46.36	1.27	302
13	47.90	1.29	653
14	40.46	0.91	359
平均	51.30	1.68	694.14

說明：

- (1) 日本沼蝦全長、體重與卵數皆呈現高度正相關，相關係數皆為 0.92。
- (2) 表示全長愈長、體重愈重，日本沼蝦抱卵數愈多。

伍、 結論

- 一、以頭胸甲具肝刺；螯的腕節長於長節、內緣密布細毛；額角細長且平直並超過第二觸角鱗片末端等特徵來分辨日本沼蝦(如圖 3、4、5、6)。
- 二、捕捉日本沼蝦最佳的用具是自製的環保蝦籠，它比購買蝦籠的網目小、容量大，捕捉數量為 2 倍(如表二)；成本低約為購買蝦籠的 1/10 (如表四)。它具有捕捉數量多、成本低、環保和採集方便等優點。
- 三、日本沼蝦的生活習性，在食性的選擇，最喜食狗飼料(如表五)；在夜間活動；在岸邊覓食(如表六、七)。所以日本沼蝦用狗飼料為誘餌，在夜間放置自製環保蝦籠於岸邊誘捕的捕獲量最高。此可提高日後相關研究捕捉效率，提供學術應用。
- 四、三、四月份在嘉南大圳第一樣區和第二樣區的調查，公、母及幼蝦捕捉數量比例，皆以母蝦所佔的比例為最高(如圖 36、37)。
- 五、日本沼蝦的形態特徵在全長 4cm、體重 1g 以上，可由頭胸甲和螯來分辦公、母(如圖 9、10、11、12、41、42)；全長 4cm、體重 1g 以下，必須透過顯微鏡觀察性器官(如圖 15、16)。公蝦形態特徵與體重的關係，以第二步足(螯)的成長速率最快，為明顯的第二性徵。而母蝦各形態特徵成長速率相近，不同於公蝦(如圖 43、44)。
- 六、日本沼蝦的變色模式，至棲地捕捉日本沼蝦，觀察其體色變化，整理出四種變色模式(如圖 47)，以模式三的變色比例最高(65%) (如圖 48)。再由來回轉換顏色變化觀察實驗，發現第二次轉換實驗後，日本沼蝦的體色都會遵循模式三來變色，可能是實驗的背景顏色較為單一，與棲地環境多樣的顏色不同。因棲地環境複雜，為了適應環境，體色會隨著多樣的環境背景顏色而改變。
- 七、日本沼蝦的體色變化實驗，在不同背景顏色下，放入白箱，體色變淺；放入黑箱，體色變深。在不同水位高度、光照強度下，以高水位(如表十三)、強光(如表十四)變色最快，體色最深。得知體色變化受不同背景顏色、水位高度、光照強度所影響。這可能與棲地捕捉時，白天的強光使蝦子變色快速、體色融入環境或躲藏，以致看不到蝦子，晚上才看到蝦子出來活動、覓食(如表六、表七) 的現象相關。
- 八、日本沼蝦的生殖策略，與數量多、個性兇悍、攻擊力強的粗糙沼蝦做比較，日本沼蝦的卵面積較小，但抱卵數為粗糙沼蝦的 7 倍多(如表十六)。這與日本沼蝦容易死亡，故採以量取勝的生殖策略，來適應生存不易的環境，提升競爭優勢。

陸、 參考文獻

- 1、林春吉(2009)。臺灣淡水魚蝦生態大圖鑑（下）。天下文化出版社。133~214 頁。
- 2、施志昫、游祥平(1998)。台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館。
- 3、何緒剛、龔世國、張訓蒲、胡秋元、劉軍、王紅輝、陶仁勇(2003)。武湖日本沼蝦繁殖生物學研究。應用生態學報。14(9)：1538~1542。
- 4、賴弘智、施志昫(2008)。水田與連通水域之水生動物相與生態環境探討。水田文化與科學研究成果發表會。台北。
- 5、吳世昌、湯弘吉(1990)。日本沼蝦生物學初步研究。台灣省水產試驗所試驗報告。48。121~126 頁。
- 6、黃擎、李政憲(2007)。黑殼蝦的體色。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 7、陳柏成(2010)。石門水庫集水區湳仔溝溪日本沼蝦之漁業生物學及復育放流之研究。博碩士論文。
- 8、涉川育由、高橋(1994)。可自由組合配色手冊。台灣日販股份有限公司。

【評語】 080301

1. 設計實驗探討日本沼蝦的食性與顏色變化，觀察記錄詳實，有創意。
2. 實驗可再加強定量比較及控制變因。
3. 作者發表時展現對科學研究的熱忱，值得贊許。