

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080308

池面上的拉花-探討南方圓鼓甲 (*Dineutus australis*) 的習性及動物行為

學校名稱：臺南市善化區小新國民小學

作者： 小六 張昀蓁 小六 張祐綺 小六 吳盼漪 小六 陳泳宏	指導老師： 鄭東益 陳奕萍
---	---------------------

關鍵詞：南方圓鼓甲、感官、游泳模式

摘要

南方圓豉甲屬於完全變態類的水中昆蟲，為肉食性，主要是靠嗅覺來找到獵物，視覺與振動的感官並不明顯。雄蟲前足跗節特化呈牙刷形吸盤，藉由吸盤的特性使交配順利進行。游泳模式有：(1)直線略帶 S 型衝刺。(2)點動前進。(3)繞圈旋轉(順時針及逆時針都有)。(4)展翅及繞圈旋轉。豉甲蟲發現(嗅覺偵測到)食物時，會啟動繞圈模式，透過繞圈產生漣漪，其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動，因此水面的波紋很多，擾動了微環境的氣流，使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味，進而群策找到食物，是互相合作的覓食策略。豉甲蟲與水黽會互相競爭食餌但會驅離水黽。豉甲主要是在水面上巡遊覓食，而仰泳椿、溪蝦的生活區位是在水面下，因此覓食區域不重疊，所以互不影響。

壹、研究動機

在教室的飼養箱裡，養著一種很像西瓜籽的水生昆蟲，牠的外型圓圓長長的很可愛，而且會在水面上轉圈產生漂亮的漣漪，就像咖啡上的拉花一樣美，我們查了這個水生昆蟲的名字，才知道牠的名字叫做「豉甲蟲」。之前自然課中學到一些水生昆蟲的知識(南一版四上第二單元-水中生物、四下第二單元-昆蟲世界及五下第三單元-動物的生活)再加上我們的好奇心和積極研究的心，因此展開了探討豉甲蟲的研究。

貳、研究目的與架構

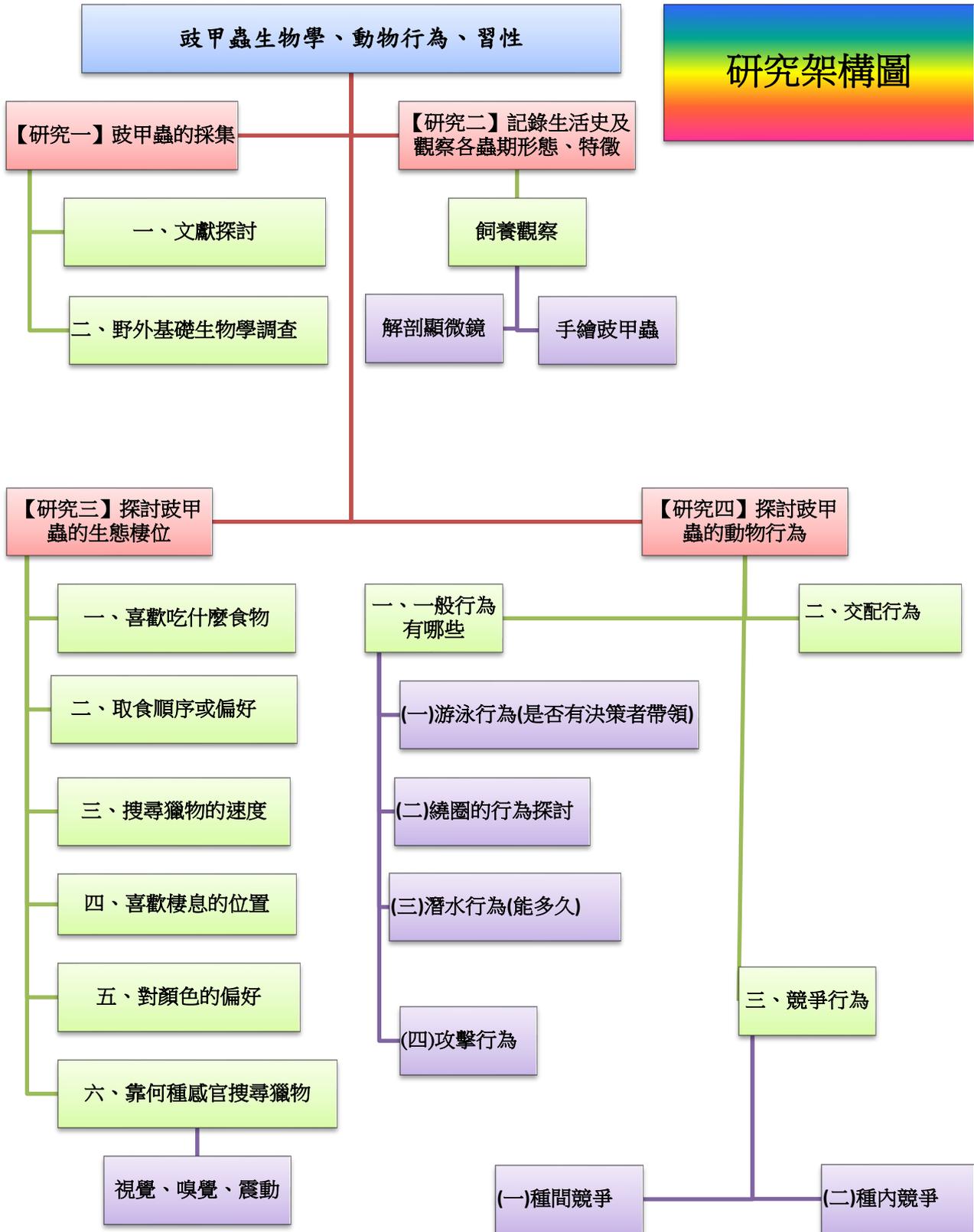
研究目的

- (一)豉甲蟲的採集與文獻探討。
- (二)記錄及觀察豉甲蟲的形態、特徵。
- (三)探討豉甲蟲的生態棲位(Ecological Niche)。
- (四)探討豉甲蟲的動物行為(Animal Behavior)。

研究進度

研究步驟	109 年					110 年			
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
文獻蒐集									
田野調查									
實驗設計與進行									
資料整理與統計									
撰寫作品說明書									

研究架構



參、研究設備與器材

豉甲蟲的採集	十尺水棲昆蟲網、昆蟲箱 2 個。
形態、特徵觀察	培養皿、圖畫紙、解剖顯微鏡 20&40 倍率、鑷子 2 支、放大鏡、電子式游標卡尺、數位相機、筆記本。
生態棲位相關實驗	動物屍體(魚、昆蟲…)、玻璃缸(60cm×25cm×35cm)1 個、硬塑膠昆蟲箱(28cm×18.6cm×16.9cm)5 個、塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)二個、數位相機、DV 攝影機、碼錶 2 個、筆記本。
動物行為相關實驗	影像追蹤分析軟體 Tracker、手提電腦、肥皂網、赤紅蟲、魚屍體、節拍器、棉線、迴紋針、大型水桶(50 公升)

肆、研究過程、方法、結果及討論

【研究一】南方圓豉甲(本研究報告簡稱豉甲)的採集與文獻探討

一、文獻探討與物種鑑定：

(一)方法:搜尋網路上的資料及昆蟲相關書籍進行閱讀與整理並諮詢某國立大學教授。

(二)結果:在臺灣物種名錄網站、張永仁的昆蟲圖鑑有記載但未有正式的研究紀錄，歸結資料

如下表 1-1:

表 1-1 南方圓豉甲分類地位

分類地位如下: Kingdom Animalia 動物界 Phylum Arthropoda 節肢動物門 Class Insecta 昆蟲綱 Order Coleoptera 鞘翅目 Family Gyrinidae 豉甲科 Genus <i>Dineutus</i> 圓豉甲屬 <i>Dineutus australis</i> Fabricius, 1775 南方圓豉甲	 <p>圖 1 南方圓豉甲(♂)的前足特化為吸盤狀</p>
<p>世界已知 800 多種，台灣豉甲科現有的紀錄有 2 屬 6 種，其中 <i>Dineutus</i> 屬的有 3 種。由於牠體型小，像黃豆瓣，故俗名叫「豉豆蟲」，身體顏色大多為黑色，成蟲多在水面漂游，雄蟲前足跗節前五節皆特化為吸盤狀、後足為槳狀的游泳足，其為完全變態類昆蟲，生活史為卵→幼蟲→蛹→成蟲。常群集浮於安靜水塘或湖的水面池塘、沼澤等水域，捕食落在水面的昆蟲和其他生物。除台灣外，亦分佈於全球各地。由於外型狀似潛艇，且水面上上下各有兩顆眼睛，所以可以朝仿生科技學發展。</p>	

二、野外實察：

(一)調查方法:

1、捕捉地點：到鄉野田間的埤塘進行採集。

2、捕捉方式：1.蝦籠式誘餌陷阱法(bait trap)：將蝦籠用尼龍繩及竹筷子固定於岸邊，籠內放置餌料(小魚乾或魚屍體)，並在蝦籠內放入保麗龍塊使其能漂浮於水面上，以便誘捕到水生昆蟲不致於窒息死亡。約十公尺放置一個蝦籠，共設 3 個陷阱，約一週後收籠。

2.目標確認掃網法:在有豉甲蟲的埤塘上，鎖定目標後，利用長十尺的昆蟲網，掃網，捕捉。

		
到野外埤塘採集	蝦籠式誘餌陷阱法	樣區之一處
		
樣區之二處	樣區之三處	到野外棲地準備掃網
		
掃網法	蝦籠內放保利龍部分浮於水面上	蝦籠誘集法樣區之二
		
利用蝦籠誘集法採集到澤蛙	埤塘上的豉甲群聚在一起	掃網法採集到的豉甲蟲

圖 2 野外調查情形。

(二)結果：採集到的水生動物總數如下表 1-2

時間:109.10 ~110. 3

物種 隻次	南方圓 豉甲	澤蛙	仰泳 椿	水蠶	溪蝦
總計(隻)	62	3	30	13	5

註：.野調的日期及捕獲的物種、隻數詳見實驗日誌。

(三)討論：1.我們用蝦籠式誘餌陷阱法來採集，發現都沒有誘集到豉甲蟲，推論豉甲蟲可能無法在水裡面(蝦籠內的食餌是在水裡內)藉由氣味找到食物。

2.棲息地的特徵:周遭都是水生植物，岸邊也是泥巴地，因此能適合水生甲蟲產卵而且幼蟲也能上陸挖蛹室化蛹。

【研究二】記錄及觀察南方圓豉甲的形態、特徵

一、飼養觀察：

(一)方法：以昆蟲箱、水箱等容器長時間飼養、觀察、測量並拍照、錄影。

1、餵食赤紅蟲、珠文錦魚屍體、蟋蟀屍體。

2、量測野外捕撈的成蟲體長與體寬並比較雄蟲與雌蟲是否有差異。



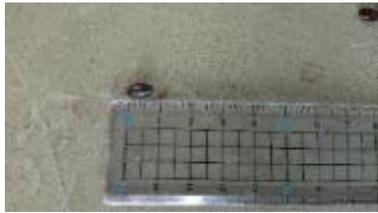
		
量測成蟲體長	量測成蟲體寬	自然死亡的豉甲做成標本

圖 3 飼養觀察。

2、觀察成蟲、各部位構造及功能：描繪的部位包括全身背部、全身腹部、觸角、大顎鬚、下唇鬚、口器、前足、中足、後足及呼吸板、氣孔等主要分類特徵。

(二)結果：如下表 2-1 豉甲身體各部位形態特徵。

1、量測成蟲的體長、體寬，共測雄蟲 19 隻;雌蟲 21 隻。

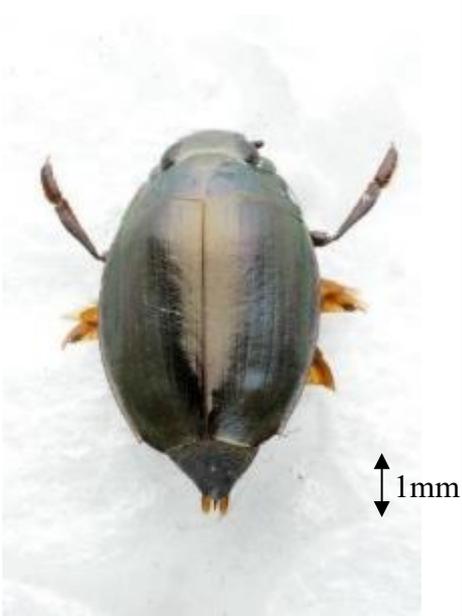
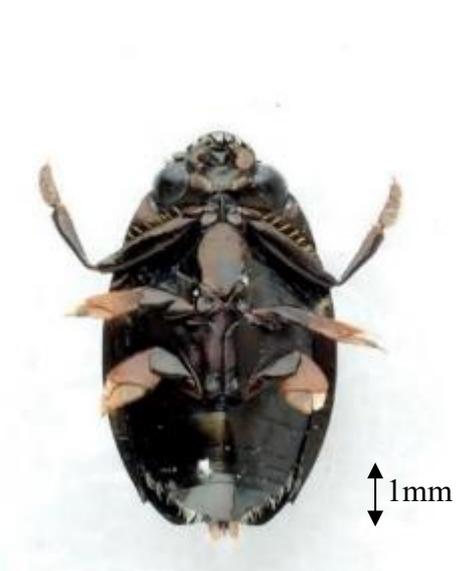
單位(mm)	雄蟲(♂)	雌蟲(♀)
體長平均	8.2	7.8
體寬平均	4.2	4.0

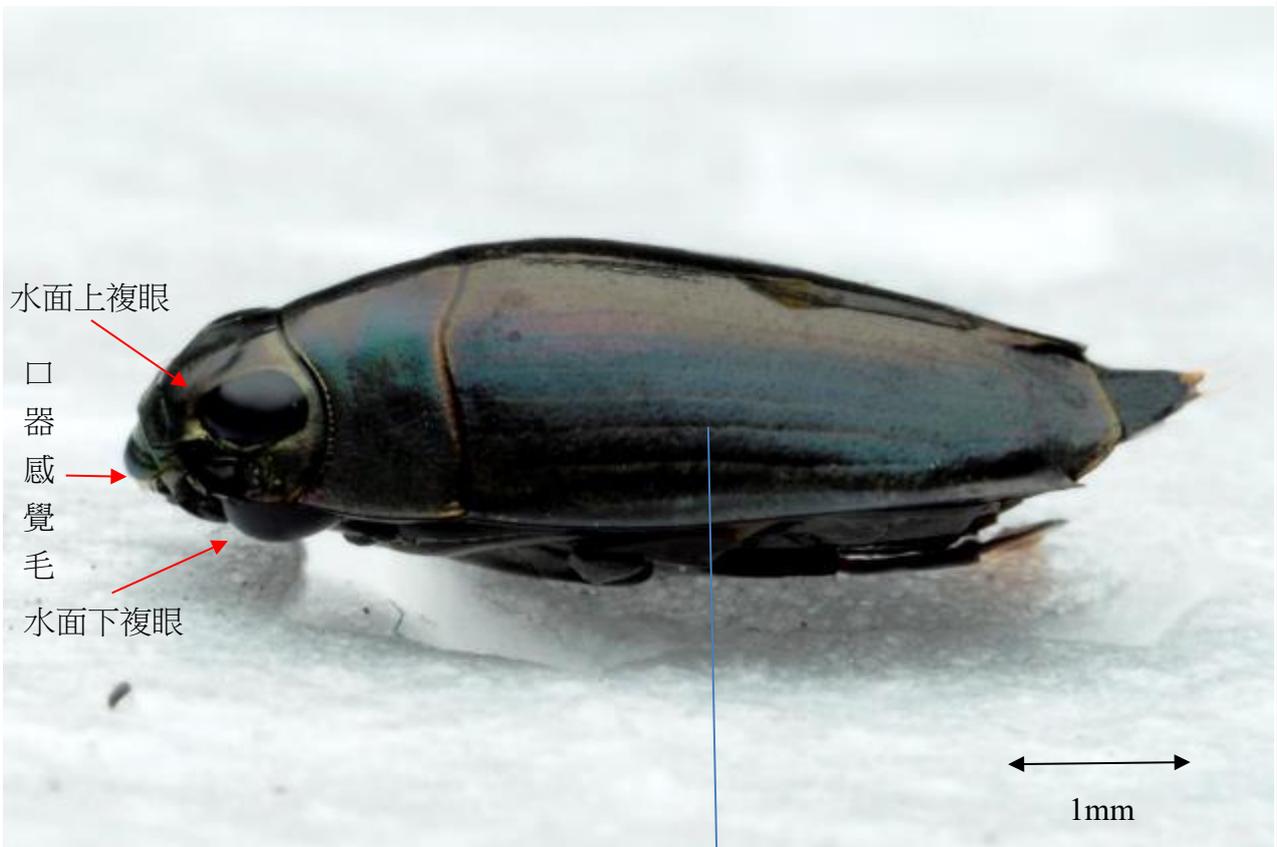
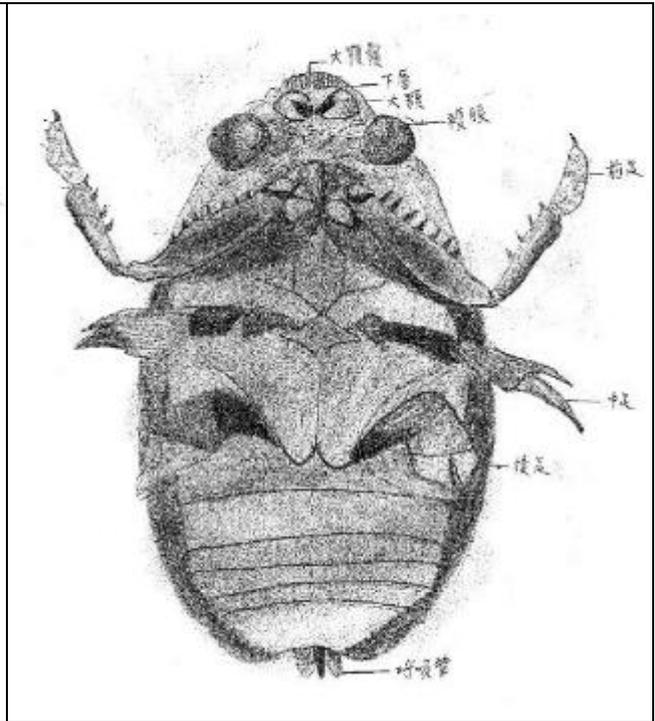
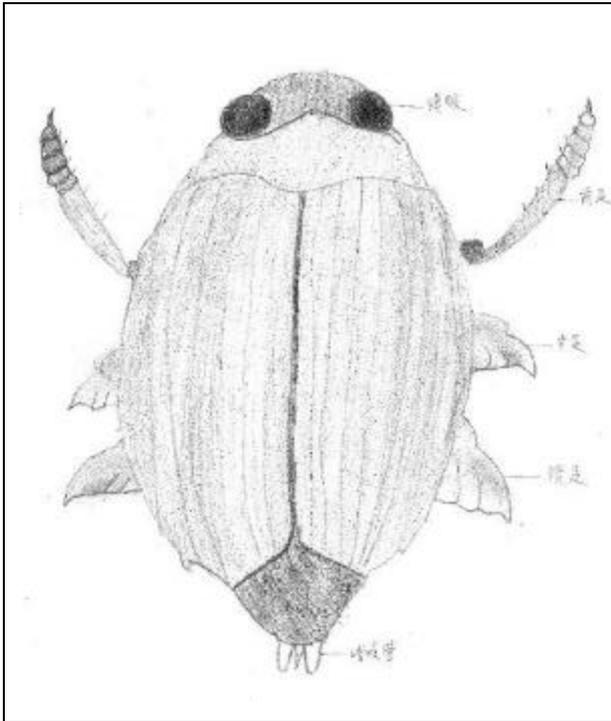
表 2-3:雄雌蟲體長、體寬比較表

- 註：1、體長為頭部尖端至腹部尾端。
 2、體寬為身體最寬處(腹部第一節)。
 3、從野外捕捉的成蟲隨機抽樣雄 19 隻、雌 21 隻。
 4、平均長度為四捨五入取至小數第一位。

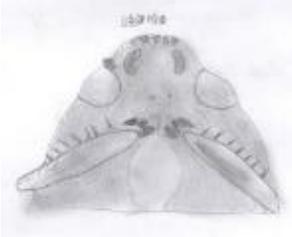
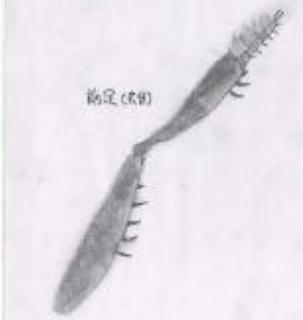
※雄蟲與雌蟲大小相當。

3.成蟲各部位構造及功能：將形態觀察的描述、手繪圖及攝影照片整理如下表 2-2：

	
南方圓豉甲全身背面	南方圓豉甲全身腹面



南方圓豉甲側面照:從圖中可看出翅鞘上有很多點刻縱線，頭部複眼分開，有兩對複眼，分別在水面上及水面下，身體扁平，呈流線型，具有蠟質的鞘翅。

部位	描述	手繪圖	照片
頭部(背面)	背面的頭部能明顯看出兩隻複眼但無單眼、有一對觸角、一對小顎鬚、一對下唇鬚(從腹面延伸出來)		
頭部(腹面)	有咀嚼式口器(大顎、小顎、下唇)、觸角、小顎鬚、下唇鬚等構造。		
觸角	(1)是棒狀觸角，有一節是很明顯的棒狀，從口器上方，從兩個複眼邊緣長出。 (2)顏色為黑褐色。		
前足(雄)捕捉足	腿節、脛節為較明顯的黑褐色，跗節呈淡褐色。 跗節有 5 節，特化呈牙刷形吸盤。 吸盤的功能在於交配時能吸附住雌蟲的背面以順利交配。		
前足(雌)捕捉足	基節、轉節、腿節呈黑褐色，跗節呈紅褐色，跗節也是 5 節，脛節末有剛毛。		
中足游泳足	基、轉、腿節呈黑褐色，脛節、跗節呈黃褐色，特化成漿狀;其跗節末端為刷毛狀。		

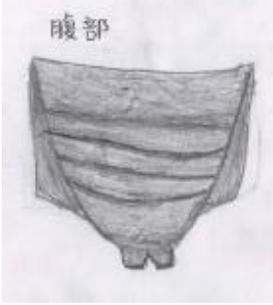
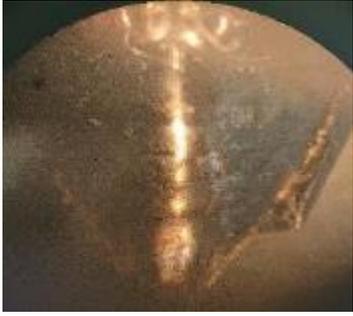
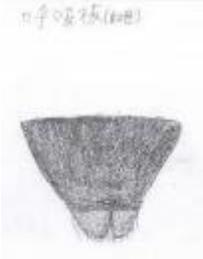
後足游泳足	基、轉、腿節呈黑褐色，脛節、跗節呈黃褐色，其跗節為5節，特化成扇片狀其游泳時，後足會展開以利推動水而幫助滑行。		
腹部	腹部共5節;腹部第一節為最寬處。 豉甲游至水面上呼吸換氣時是利用呼吸板頂破水的表面，再將氣體儲放在外翅內腹甲上，在腹部尾端攜帶空氣泡，即為 腹甲式呼吸法 。		
呼吸管(雄)	呼吸板內存於腹部最末節，在豉甲游到水面換氣時才會伸出;共有兩根，雌雄皆有。(中間那根為交尾器，雄蟲才有)		
呼吸管(雌)	呼吸板內存於腹部最末節，在豉甲游到水面換氣時才會伸出;共有兩根，雌雄皆有。(雌蟲無交尾器)		
氣孔	將剛死去的成蟲前翅剪開後，發現在前胸背板下緣左右兩側有明顯的氣孔。(右圖為右側的氣孔)		

圖 4 各部位形態構造。

【研究三】探討南方圓豉甲的生態棲位

一、豉甲喜歡吃什麼食物?

(一) 方法：分別餵食不同的食物: 觀察成蟲是否會吃食?

1. 活體類: 水蠶、福壽螺、麵包蟲、仰泳蝽、黑殼蝦、溪蝦、孑孓(家蚊)、絲蚯蚓。
2. 屍體類: 赤紅蟲、蛾、蒼蠅、魚屍體、蚊子、蟋蟀、蝗蟲…等。
3. 植物類: 空心菜、茭白筍。

		
餵食魚屍體、蟋蟀、溪蝦	餵食赤紅蟲	餵食孑孓(家蚊)
		
群食魚屍體	餵食蚊子屍體	吃食蚊子屍體中
		
餵食臺灣大蝗蟲	餵食紅后負蝗蟲	餵食燈蛾
		
餵食絲蚯蚓	餵食空心菜	餵食茭白筍



圖 5 食性實驗圖。

(二) 結果：

表 3-1 成蟲對於不同食材的進食結果表

會進食的類別	部分進食類別	不會進食的類別
赤紅蟲、蚊子屍體	孑孓、魚屍體、蟋蟀、蝗蟲、蒼蠅、蛾、麵包蟲	植物類全部不吃食、水蠶、福壽螺、麵包蟲、仰泳蝽、黑殼蝦、溪蝦

討論：1.實驗過程中發現豉甲蟲是屬於肉食性昆蟲，不吃植物，但並非所有的動物都進食，像福壽螺、水蠶、仰泳蝽、黑殼蝦、溪蝦…等都不會進食，但孑孓、魚屍體、蟋蟀、蝗蟲、蒼蠅、麵包蟲是部分進食，即有吃但沒有吃完。2.具有獨食但也有群食的習性。3. 豉甲蟲能將赤紅蟲、蚊子屍體整隻全部吃完。4.綜合上述推論其原因，可能豉甲蟲的大顎只能咬食較軟的動物，如赤紅蟲及蚊子屍體，一些動物性屍體的某些部位比較硬，豉甲蟲便咬不動或其感官(視覺)無法辨視其確切位置而捉不到，因此就沒有進食。5.實驗中發現會吃孑孓，但吃食量不多，我們推測可能是誤打誤撞不小心捕捉到的。6.既然是肉食性昆蟲，有取食順序嗎?於是我們設計底下的實驗。

二、「取食順序或偏好」

(一)方法：1.分別將四種豉甲蟲會吃食的動物(魚屍體、蟋蟀、燈蛾、麵包蟲)放入塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)。

2.觀察 20 隻豉甲蟲會先取食哪一種動物。

3.依取食順序食物給予 10 分、7 分、4 分、1 分，共實驗 5 次，每次實驗時間為 30 分鐘，30 分鐘一到，實驗即結束沒有吃食則以 0 分計。

4.統計分數最多者。



圖 6 取食順序。

(二)、結果:如下表 3-2

表 3-2 豉甲蟲取食偏好分數表

食物物種	魚屍體	蟋蟀	燈蛾	麵包蟲
第一次實驗	4	10	7	1
第二次實驗	0	7	10	0
第三次實驗	0	0	10	0
第四次實驗	0	10	7	0
第五次實驗	4	10	10	0
分數總計	8	37	44	1
取食偏好順序	3	2	1	4

註:超過實驗時間仍未有豉甲蟲靠近捕食所得的分數為 0 分。

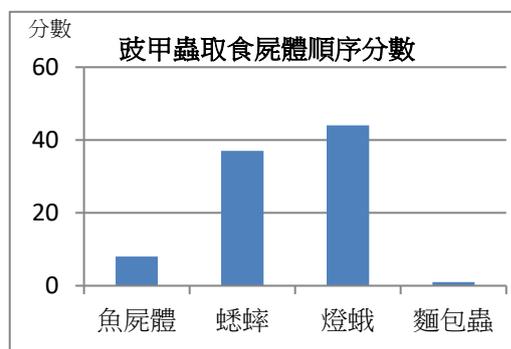


圖 7 豉甲蟲取食屍體順序分數統計圖

(三)、討論:

1. 實驗結果發現豉甲比較喜歡燈蛾 > 蟋蟀 > 魚屍體 > 麵包蟲。
2. 推論燈蛾的外骨骼相對其它動物軟，也因此大部分能吃完。
3. 魚屍體與麵包蟲幾乎沒進食，魚屍體部分的鰭有被吃食，其餘肉皆完好，推測可能豉甲蟲的大顎無法咬破其組織。
4. 未來可嘗試加入蚊子屍體，觀察其取食順序。

三、豉甲搜尋食物的時間

※想法:我們發現豉甲進食時，能將赤紅蟲全部吃完，而且容易取得，因此我們想利用赤紅蟲來測試豉甲蟲的搜尋能力?

(一)方法： 1. 在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)內加水 3 公分高，再利用隔板(距離赤紅蟲 10cm)將赤紅蟲及豉甲蟲分開。2.讓豉甲蟲靜置休息靜置 1 分鐘後才將隔板抽出。3.計時豉甲蟲抓到赤紅蟲的時間。4.成功後，換別隻豉甲蟲實驗。5.重復實驗五次。6.再分別計時 20cm 組、30cm 組。

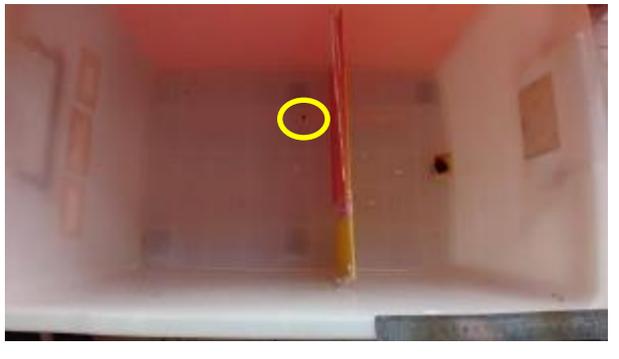
	
<p>搜尋食物(10 公分組)</p>	<p>隔板抽出後，豉甲蟲最後搜尋到赤紅蟲吃食</p>
	
<p>搜尋食物(20 公分組)</p>	<p>豉甲蟲最後搜尋到赤紅蟲吃食(20 公分組)</p>
	
<p>搜尋食物(30 公分組)</p>	<p>豉甲蟲最後搜尋到赤紅蟲吃食(30 公分組)</p>

圖 8 搜尋食物實驗圖

(二)結果：表 3-3 為豉甲搜尋食物的時間。

隔板與赤紅蟲的距離	10 公分	20 公分	30 公分
第一次所花時間	3 分 10 秒	6 分 15 秒	7 分 53 秒
第二次所花時間	5 分 56 秒	5 分 23 秒	8 分 26 秒
第三次所花時間	1 分 51 秒	6 分 36 秒	9 分 45 秒
第四次所花時間	2 分 45 秒	7 分 45 秒	9 分 17 秒
第五次所花時間	3 分 32 秒	5 分 59 秒	8 分 31 秒
平均所花時間約秒	206.8 秒	383.6 秒	526.4 秒
平均所花時間約分秒	3 分 27 秒	6 分 24 秒	8 分 46 秒

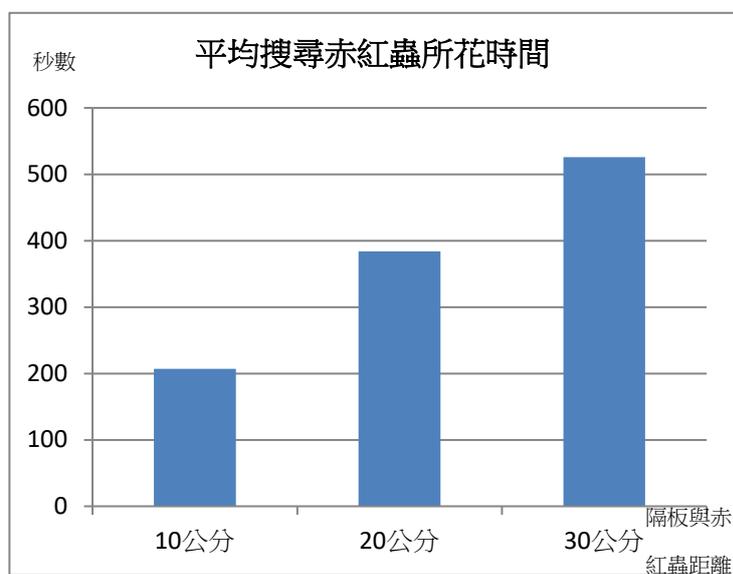


圖 9 搜尋赤紅蟲時間統計圖

(三)討論:

- 1.結果顯示食物與豉甲蟲距離愈遠，豉甲蟲搜尋到食物所花的時間相對較多，可能與食物所散發出來的味道濃度梯度有關，但我們是在室內以赤紅蟲來做實驗，且赤紅蟲是放在介於水與空氣的浮板上，因此氣味散發可透過空氣及水的傳播，如此，反應應該較快。
- 2.實驗過程中，我們也發現當豉甲蟲已經很接近赤紅蟲了(不到 1 公分)，牠還是在附近打轉，無法直接趨前找到赤紅蟲，我們推論其視覺定位可能不靈敏，很可能是透過嗅覺找到食物，這在之後的感官實驗，我們會再設計求證。

四、 豉甲喜歡棲息的位置(陰影或明亮)?

※想法:我們想知道豉甲蟲喜歡陰影處嗎?

(一)方法：1. 將塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)分成兩半，一半黏黑色塑膠袋，另一半沒黏，放入 20 隻豉甲蟲。

2.每日紀錄兩次，共紀錄六次，統計分析其結果。

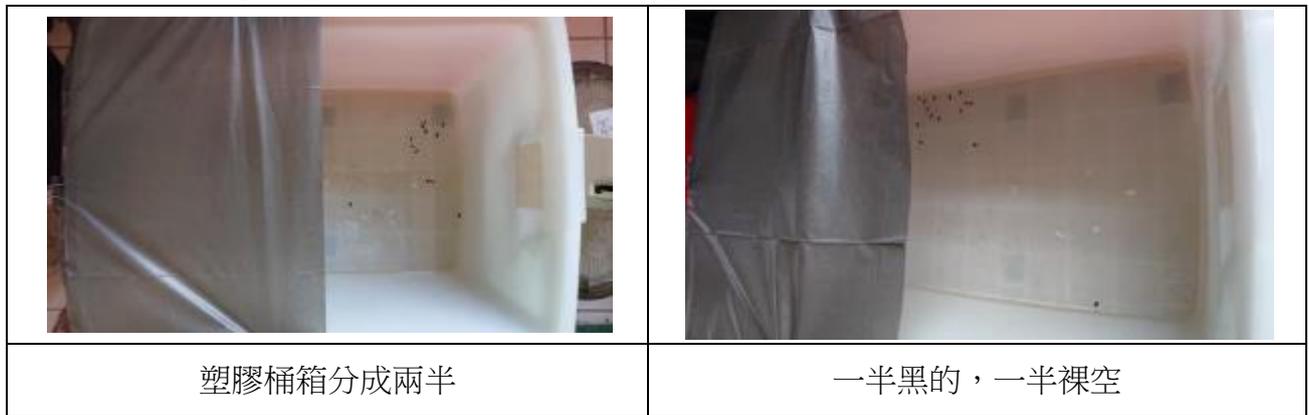


圖 10 棲息位置實驗裝置圖

(二)結果: 如下表 3-4 表 3-4 棲息暗與明亮的隻次統計表

隻次	陰影處	明亮處
第一次紀錄	8	12
第二次紀錄	14	6
第三次紀錄	18	2
第四次紀錄	9	11
第五次紀錄	10	10
第六次紀錄	9	11
總計	68	52
平均隻次	11.33	8.67

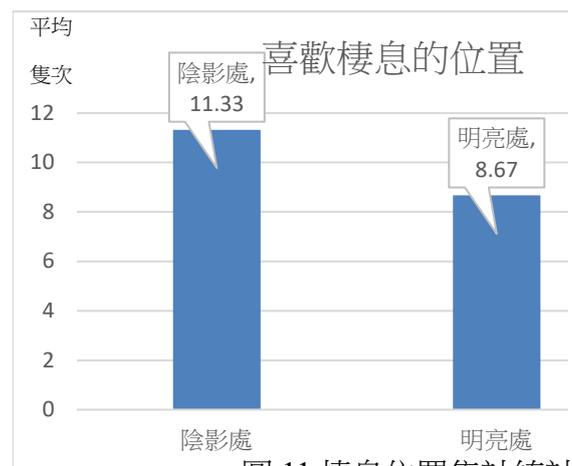


圖 11 棲息位置隻次統計圖

(三) 討論:實驗結果顯示，豉甲偏好陰影處，與我們到野外採集時觀察的情況相似，推論豉

甲體色較暗，在陰暗處比較不會被天敵攻擊(在棲息地有發現翠鳥在岸邊樹枝上)。

五、 豉甲對顏色的偏好?

※想法:部分昆蟲對某些顏色有趨性，豉甲蟲是否對顏色也有偏好呢?

(一)方法：1.準備四種玻璃紙，分別是紅、藍、黃、綠色，將玻璃紙黏在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)上的一半位置，另一半不黏，當作對照組，隨機取十隻豉甲蟲放入，水位高 5cm。2.每種顏色觀察記錄四次，統計分析其結果。 3.在非紀錄時段投入食餌，餵食。

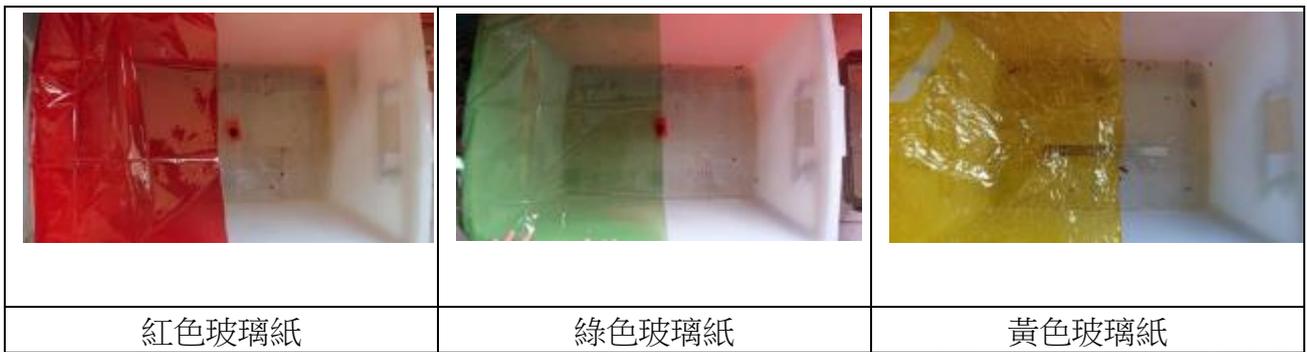


圖 12 顏色偏好實驗裝置圖

(二)結果: 如下表 3-5 表 3-5 顏色偏好隻次統計表

顏色	白色 vs 紅色		白色 vs 藍色		白色 vs 綠色		白色 vs 黃色	
第一次記錄	3	7	8	2	5	5	3	7
第二次記錄	1	9	5	5	5	5	5	5
第三次記錄	5	5	8	2	6	4	3	7
第四次記錄	8	2	6	4	5	5	6	4
總計	17	23	27	13	21	19	17	23
以白色為 基準量	1	1.35	1	0.48	1	0.90	1	1.35

(四) 討論：結果顯示，各種顏色與白色相比的話，數值沒有顯著差異，豉甲蟲沒有偏好何種色系，跟某些昆蟲對某種顏色有所偏好沒有關聯，例如某些喜歡拜訪花朵且危害花器的薊馬類偏好藍色，蜜蜂最喜歡黃色的花，其次是白色，原因是在自然界中黃色和白色往往都代表有蜜源，但豉甲蟲沒有特別偏好何種色系，因此推論視覺可能不是最直接找尋食餌的重要器官。

六、豉甲蟲靠何種感官搜尋獵物呢?

※想法:平日飼養觀察時，餌料很明顯地在豉甲蟲身旁，為什麼豉甲蟲游過來游過去，卻無法精準地游到餌料位置，而是在餌料位置旁繞圈轉動著，好像在找東西，最後才找到食物呢?使我們感覺到牠的四顆複眼是不是「大近視眼」呢?於是我們設計底下實驗來驗證豉甲是靠嗅覺來找到獵物還是靠視覺或震動。

※視覺實驗:

(一)方法 1：1.在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)內隨機放入 20 隻豉甲蟲。2.將平時餵食的赤紅蟲放入兩層透明夾鏈袋，確保赤紅蟲的味道不會擴散出來，若看得見，也因透明袋而能搜尋到，使其可以「看見」獵物而「聞」不到。3.紀錄從將夾鏈袋放入水中而豉甲蟲攀附住食餌所經過的搜尋時間。若有成功，則間隔五分鐘後再做下次實驗。



圖 13 視覺實驗裝置圖

※嗅覺實驗:

方法 2：

- 1.如上述步驟，但將透明夾鏈袋改成用有色紗網兩層包住，放入赤紅蟲使其味道能傳遞出來但豉甲蟲卻「看不見」獵物。
- 2.紀錄從將有色紗網兩層放入水中而豉甲蟲攀附住食餌所經過的搜尋時間。若有成功，則間隔五分鐘後再做下次實驗。

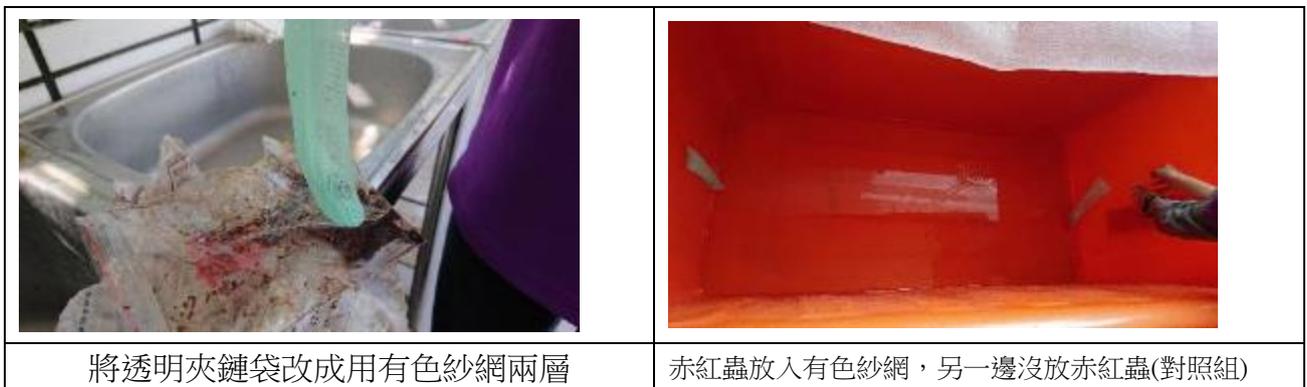


圖 14 嗅覺實驗裝置圖

※振動實驗:

- 方法 3：1.在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)內注入約 5 cm 的水深。將節拍器、綿線與支撐棒及迴紋針組成振源裝置，模擬陸生昆蟲掉落於水面上產生的波動，放至塑膠桶箱的右邊。
- 2.選擇 20 隻進行測試，測試其對振動反應。
 3. 每次測試時間為 10 分鐘，每次間隔休息時間 2 分鐘。若趨進振源則視為對振動有反應，振動頻率為每分鐘 120 赫茲。
 - 4.由原本一個迴紋針再改成用二個迴紋針、三個迴紋針來實驗(即改變產生的波動反應)。



圖 15 振動實驗裝置圖

(二)結果 1、2 與 3:由實驗結果得知，視覺實驗組及振動實驗組無攀附住夾鏈袋，都在水面上游動或停止休息。而嗅覺實驗組(赤紅蟲)共十次試驗其平均時間約為 1 分 42 秒。

表 3-6 嗅覺實驗搜尋到赤紅蟲時間統計表

第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
1 分 7 秒	1 分 14 秒	2 分 13 秒	1 分 27 秒	1 分 13 秒
第六次	第七次	第八次	第九次	第十次
1 分 21 秒	2 分 8 秒	2 分 15 秒	1 分 58 秒	2 分 5 秒

※十次實驗平均時間約為 1 分 42 秒。

(三)討論 1、2 與 3:只有在嗅覺實驗組豉甲蟲才有攀附住目標餌料，過程中發現豉甲蟲一直在繞圈，推論利用觸角在搜尋氣味，而視覺實驗組中的豉甲蟲皆游來游去或停靠某一點而沒有找到食餌;模擬陸生昆蟲掉落水面上的振動也無法吸引豉甲蟲前來覓食，調快節拍頻率到 160、180、200 赫茲以及改變用二個、三個迴紋針(目的改變水波振幅)也是一樣，從結果中很明顯的驗證出豉甲蟲成蟲主要是靠嗅覺來找到獵物，視覺與振動的感官並不明顯。但演化後的結果，豉甲蟲頭部的下方，即水面下方也有兩顆複眼，這兩顆複眼有作用嗎?於是我們設計底下的實驗來驗證水面下的複眼是否有作用。

※頭部下方複眼感官實驗:

(一)方法：1. 在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)內注入約 5 cm的水深。2.利用綿線綁住鏢帽及模擬赤紅蟲的塑膠瓦楞板，在水面下方拖曳，以不驚擾水面的速度(約 1cm/sec)的速度移動。3. 同樣的裝置以(約 2cm/sec、約 3cm/sec)的速度移動。4.觀察是否豉甲蟲會被水面下方的物品移動而游泳模式有所改變。5.全程用 DV 攝影機拍攝紀錄。

圖 16 頭部下方複眼實驗裝置圖



(二)結果:不管是哪種速度(約 1cm/sec、約 2cm/sec、約 3cm/sec)的移動，豉甲蟲的運動模式皆無動於衷，包含平時飼養時也有將黑殼蝦、仰泳椿、水蠶、螺…等當餌料放在同一飼養箱，但皆無捕食成功紀錄，而且平時觀察豉甲蟲在捕食時，邊搜尋會邊張開前足，像鬼抓人的模樣，有時明明赤紅蟲就在眼前(水面下)，但仍無法精確的定位抓住，還得繞來繞去，可見其視力真的不好，因此我們推論豉甲蟲的頭上及頭下的複眼其敏銳性很低，不會像一些網路資料所說的，能利用複眼來捕食獵物，更精確的說，應該是利用觸角或口器上方的感覺毛偵測空氣中食餌所擴散出來的氣味，再慢慢搜尋逼近進而找到獵物吃食。



※有趨黑習性嗎:

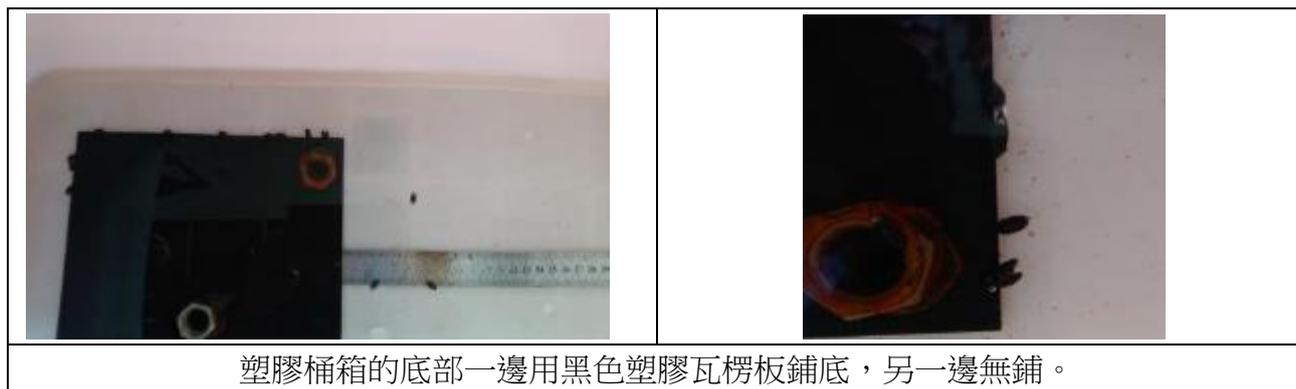
圖 17 邊搜尋會邊張開前足捕捉圖

※想法:我們想知道豉甲蟲有趨黑性嗎?

(一)方法: 1. 在塑膠桶箱(70cm×45cm×13cm)的底部分兩邊，一邊用膠帶黏住黑色塑膠瓦楞板，一邊沒有黏，加水 3 公分高。

2.在桶內放入 20 隻豉甲蟲，從上午 8:00 開始實驗，於中午 1 點、下午 4 點記

錄，每日紀錄 2 次，共紀錄 10 次，統計分析其結果。



塑膠桶箱的底部一邊用黑色塑膠瓦楞板鋪底，另一邊無鋪。

(二)結果: 如下表 3-7 表 3-7 趨黑習性隻次統計表

圖 18 趨黑實驗裝置圖

次數	黑	白
第一次	9	11
第二次	10	10
第三次	10	10
第四次	9	11
第五次	11	9
第六次	10	10
第七次	9	11
第八次	8	12
第九次	12	8
第十次	11	9
平均	9.9	10.1

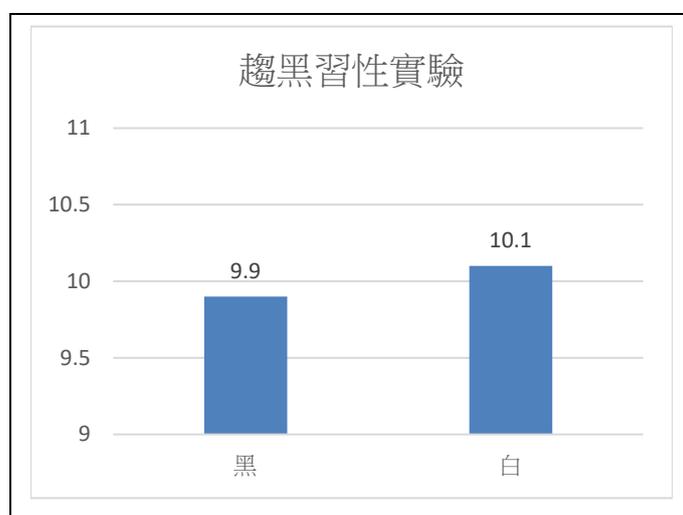


圖 19 趨黑實驗統計長條圖

※從實驗結果得知，跗甲蟲無特別偏好黑色或白色，與顏色偏好實驗結果相同，對顏色無偏好。

【研究四】探討南方圓跗甲的動物行為

一、一般行為有哪些?

※想法: 我們發現跗甲蟲的游泳模式有很多種，想探究其背後原因是什麼?

(一)、游泳行為:1 方法:利用 DV 錄影機觀察紀錄跗甲蟲不同狀態下(有食物時、受驚擾時、平常狀態時)游泳的動態模式。



利用 DV 錄影機觀察紀錄跗甲蟲游泳時的動態模式

有食物狀態下觀察其游泳模式

圖 20 游泳行為實驗裝置圖

2.結果:1.在無任何刺激變因下，豉甲蟲幾乎靜止不動，且有群聚趨性。2.在受到擾動時，豉甲蟲會到處亂竄，其最快速度可達 0.43m/s，其中有些豉甲蟲會有繞圈行為(同一隻中有順時針也有逆時針繞圈)。3.在有食物的狀態下，豉甲蟲會有點動的游泳模式及繞圈的游泳模式。4.因此同樣都有繞圈模式，我們想藉由 Tracker 軟體來分析是否繞圈模式的游速會不一樣。

(二)、繞圈的行為探討(是否有決策者帶領):

1 方法: (1).利用 DV 錄影機觀察紀錄豉甲蟲游泳時的動態模式。(2).將影片載入 Tracker 軟體。(3).利用軟體分析計算各種狀態下的游泳模式之平均速率及向心加速度。



圖 20 游泳繞圈行為實驗裝置圖

2.結果 1:受到驚擾時繞圈游泳的十次最快速度(m/s)如下表 4-1

0.275	0.296	0.303	0.290	0.247
0.354	0.324	0.261	0.305	0.266

※受到驚擾時繞圈游泳的平均速度為 0.292 m/s 即 29.2cm/s

結果 2: 受到驚擾時繞圈游泳的十次向心加速度(m/s²) 如下表 4-2

7.24	5.73	7.06	7.41	6.05
7.07	8.06	6.58	5.38	5.28

※受到驚擾時繞圈游泳的平均向心加速度為 6.58 m/s²

結果 3:有食物時繞圈游泳的十次最快速度(m/s) 如下表 4-3

0.275	0.299	0.235	0.430	0.438
0.245	0.479	0.447	0.217	0.396

※有食物時繞圈游泳的平均速度為 0.346m/s 即 34.6 cm/s

結果 4: 有食物時繞圈游泳的十次向心加速度(m/s²) 如下表 4-4

5.741	3.975	10.22	10.05	5.409
10.21	9.899	5.218	8.983	6.783

※有食物時繞圈游泳的平均向心加速度為 7.648m/s²

結果 5: 受到驚擾時直線略帶 S 型衝刺的十次最快速度(m/s) 如下表 4-5

0.197	0.221	0.131	0.340	0.213
0.216	0.339	0.431	0.329	0.343

※受到驚擾時直線略帶 S 型衝刺的平均速度為 0.276 m/s 即 27.6 cm/s

※討論:1. 豉甲蟲的游泳模式有:(1)直線略帶 S 型衝刺。(2)點動前進。(3)繞圈旋轉(順時針及逆時針都有)。(4)展翅及繞圈旋轉。

2. 我們發現當無任何刺激源干擾下, 豉甲蟲幾乎靜止或以點動的方式在游泳; 在受到外在干擾因素下會有直線略帶 S 型衝刺游泳, 甚至潛入水中, 以及部分會有繞圈游泳行為; 在有食物的因素下, 豉甲蟲也會有點動的方式在游泳以及部分會有繞圈游泳行為, 而且觀察到當有繞圈游泳行為時, 在食物遠邊會有部分的豉甲蟲也游過來靠近食物, 也有多隻繞圈游泳的情況, 產生很明顯的水面波紋, 我們推論當有某一隻豉甲蟲發現(嗅覺偵測到)食物時, 會啟動繞圈模式, 透過繞圈產生漣漪, 其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動, 因此水面的波紋很多, 擾動了微環境的氣流, 使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味, 進而群策找到食物, 是互相合作的覓食策略。(我們有錄到影片, 比賽會場時再播給評審看)

3. 根據 Tracker 軟體分析結果, 豉甲蟲繞圈是在進行非等速率的圓周運動, 其向心力來自於中、後泳足的擺動, 繞圈運動結束, 向心力突然消失, 豉甲蟲因慣性作用而往圓週運動的切線方向游出。

4. 我們發現豉甲繞圈游泳有時甚至會張開翅鞘, 利用膜翅振動, 產生動力, 加速旋轉, 我們推論目的在於要傳遞更強大的溝通訊息給同伴知道這裡有食物, 就像科學家已發現蜜蜂舞蹈, 成功覓食的蜜蜂可以與群體的其他成員分享有關產生花蜜和花粉的花、水源, 以及新的巢址位置的方向和距離的訊號。

5. 因此有繞圈行為的豉甲蟲, 我們認為即是決策者, 能夠傳遞訊號給其它同伴知道這裡有食物。

6. 有食物時繞圈游泳的平均速度為 0.346m/s > 受到驚擾時繞圈游泳的平均速度為 0.292 m/s ; 有食物時繞圈游泳的平均向心加速度為 7.648m/s² > 受到驚擾時繞圈游泳的平均向心加速度為 6.58 m/s² , 由實驗結果得知, 當豉甲蟲發現食物與受到驚擾時, 會有繞圈的行為發生, 而且有食物的繞圈速度會比受到驚擾的快, 推論當豉甲蟲發現食物時, 會急於告知同伴, 利用加速繞圈的模式使食物味道更快速的擴散, 因此轉圈的速度較快。



圖 21 游泳繞圈行為紀錄

(三)、潛水換氣行為：在一般狀況下，豉甲能在水中待多久才會上來呼吸呢？

1 方法：隨機選取豉甲三隻，每隻實驗三次，每次潛水時間定義為在水面上換氣到下一次再到水面呼吸的時間。



圖 22 潛水換氣行為紀錄

2.結果: 如下表 4-6

豉甲蟲隻次	A 隻	B 隻	C 隻
第一次	8 分 20 秒	7 分 16 秒	9 分 28 秒
第二次	7 分 29 秒	8 分 56 秒	7 分 54 秒
第三次	8 分 40 秒	9 分 28 秒	8 分 10 秒

※平均潛水時間約:8 分 24 秒

2.結果分析與討論: 豉甲蟲的鞘翅和腹部間都儲存著空氣, 空氣中的氧氣通過氣管供給體內的組織運用。鞘翅下面和腹部之間的空隙中, 形成一個氣泡。當豉甲蟲潛到水中的深處時, 就帶著部分空氣, 彷彿是帶著一個「氧氣筒」。當這個「氧氣筒」裡的氧氣耗盡時, 豉甲蟲就會停在水底, 從鞘翅下面擠出一個氣泡, 這個氣泡越變越大(如圖 22), 黏附在腹部的末端, 這是豉甲蟲用來進行呼吸的一個「氧氣筒」。在這個氣泡裡, 氧氣已經被消耗得很稀薄。不過, 由於在水中溶解的氧氣很多, 由於水中氧氣的壓力較強, 水中的氧氣就會滲入氣泡裡面。豉甲蟲的氣管與氣泡中的空氣是相通的, 滲入氣泡的氧氣就會不斷地流向氣管, 供豉甲蟲呼吸之用。當豉甲蟲需要游泳的時候, 它就會把氣泡縮回去, 而當它停止的時候, 它就又會重新擠出一個氣泡。直到氣泡內溶氧太低, 會再上來換氣, 但大部分的時候豉甲蟲都飄浮在水面上。

(四)、攻擊行為:

1 方法:平時在飼養紀錄時觀察豉甲蟲的行為模式。

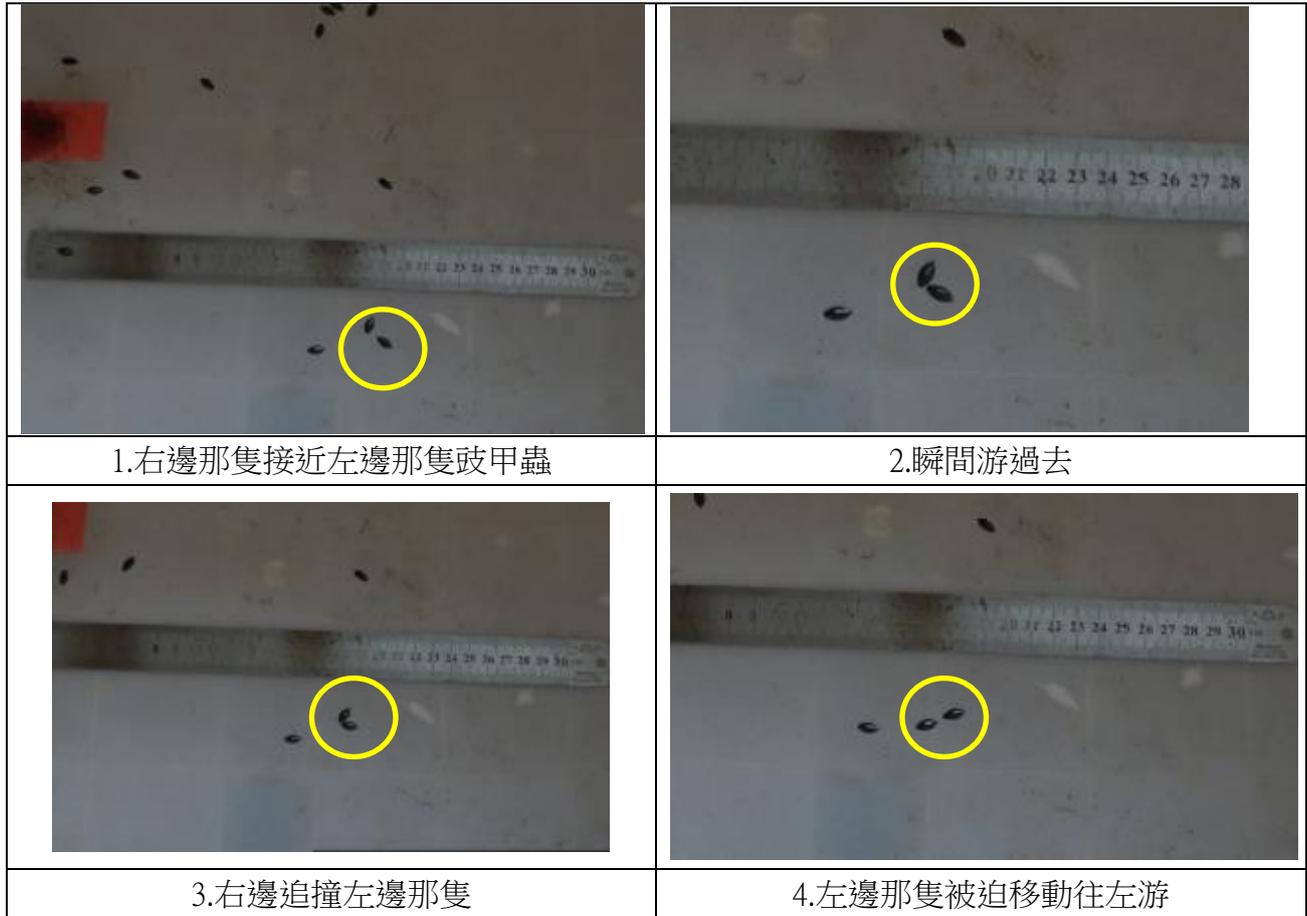
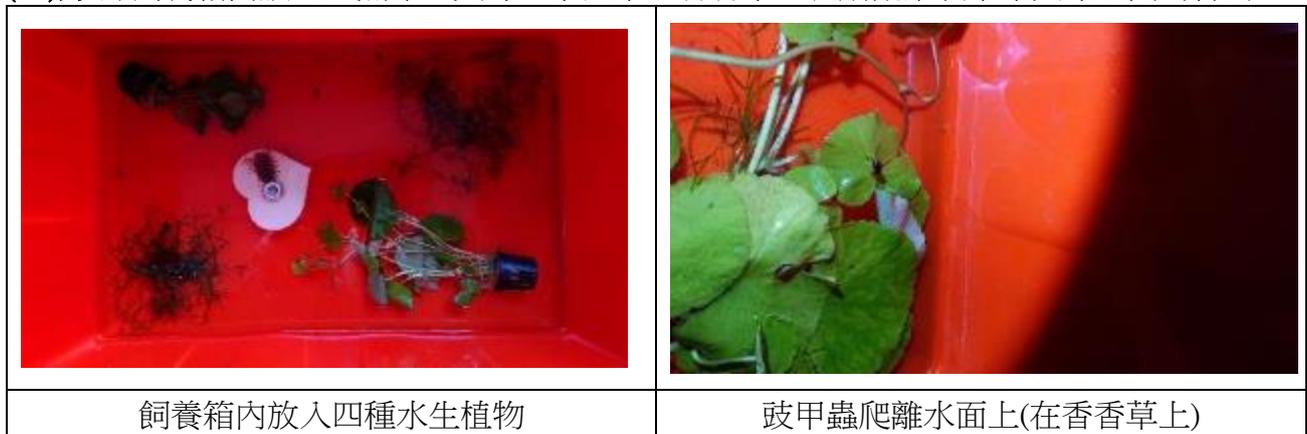


圖 23 攻擊行為紀錄圖

2.結果分析與討論:平時飼養觀察時偶有發現攻擊行為發生，採集起來雄雌都有此行為，我們推論可能為了食物而有衝突，但次數不多，而且不會窮追不捨，是點動攻擊模式，有點像驅趕，並不致於使同伴死亡。

二、交配行為

(一)方法:飼養箱內放入金魚藻、莫絲、水蘊草、香香草，長期觀察豉甲雄與雌之間的行為。



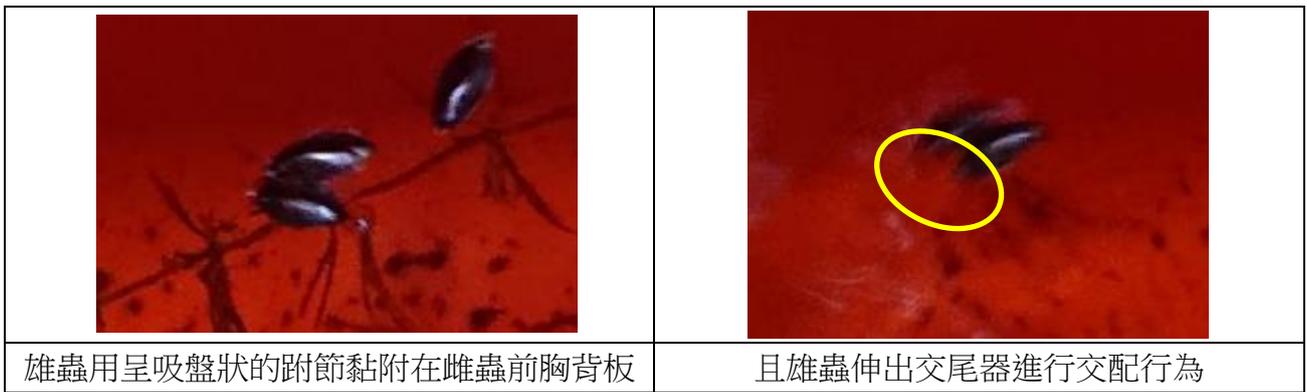


圖 24 交配行為紀錄圖

結果:我們有觀察到雄蟲用前足特化的跗節呈吸盤狀黏附在雌蟲的背上，且雄蟲伸出交尾器進行交配行為，交尾一次約 10 秒左右。

三、競爭行為

(一)種間競爭

(1)方法:餵食食餌時，觀察豉甲蟲與原棲地水生動物(水黽、仰泳椿、溪蝦、水蠶)間的互動關係。



圖 24 種間競爭行為紀錄圖

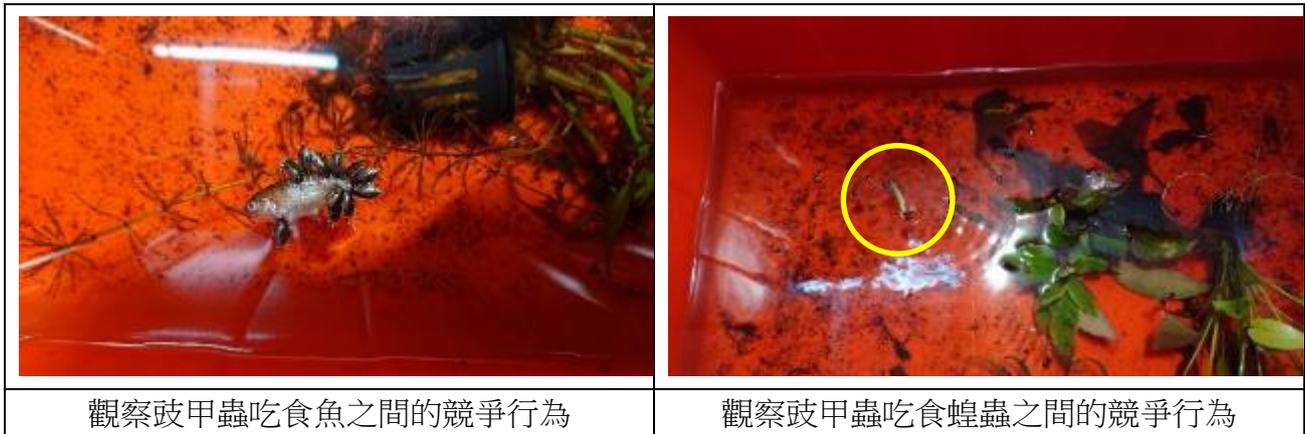
(2)結果一:我們發現同樣是在水面上生存的水生昆蟲，豉甲蟲與水黽會互相競爭食餌，但豉甲蟲是比水黽強勢的，豉甲蟲會驅離水黽，而且水黽會怕豉甲蟲，在飼養容器裡，水黽會棲息到水生植物上面躲避豉甲蟲，但水黽發現食餌時也會跳到水面上攫取食餌，但如果豉甲蟲過來，水黽又會被驅離。

結果二、三:觀察與仰泳椿、溪蝦、水蠶共域的結果，發現豉甲蟲與仰泳椿、溪蝦、水蠶之間互不干擾，我們推論豉甲蟲主要是在水面上巡游覓食，而仰泳椿、溪蝦、水蠶的生活區位是在水面下，因此覓食區域不重疊，所以互不影響。

(二)種內競爭

(1)方法:餵食食餌時，觀察豉甲蟲之間的互動。

圖 25 種內競爭行為紀錄圖



(2)結果: 我們發現當豉甲蟲吃食大型食餌(魚屍體、蝗蟲)時，能相安無事，但如果是吃食小型食餌(赤紅蟲)則競爭較為激烈，例如會互相搶食，但不致於追搶。

伍、結論

- 一、分類地位為動物界/節肢動物門/昆蟲綱/鞘翅目/豉甲科/圓豉甲屬的南方圓豉甲。雄雌的明顯差異在雄蟲前足跗節特化呈牙刷形吸盤。
- 二、南方圓豉甲為肉食性，大顎只能咬食較軟的動物，主要是靠嗅覺來搜尋食物。
- 三、豉甲比較喜歡燈蛾 > 蟋蟀 > 魚屍體 > 麵包蟲。
- 四、豉甲偏好陰影處，推論可能在陰暗處比較不會被天敵攻擊。
- 五、豉甲蟲沒有特別偏好何種色系，因此推論視覺可能不是最直接找尋食餌的重要器官。
- 六、豉甲蟲成蟲主要是靠嗅覺來找到獵物，視覺與振動的感官並不明顯。
- 七、豉甲蟲的頭上及頭下的複眼其敏銳性很低，主要是利用觸角或口器上方的感覺毛偵測空氣中食餌所擴散出來的氣味，再慢慢搜尋逼近進而找到獵物吃食。
- 八、豉甲蟲的游泳模式有:(1)直線略帶 S 型衝刺。(2)點動前進。(3)繞圈旋轉(順時針及逆時針都有)。(4)展翅及繞圈旋轉。
- 九、在受到擾動時，豉甲蟲會到處亂竄，其最快速度可達 27.6 cm/s。
- 十、當有某一隻豉甲蟲發現(嗅覺偵測到)食物時，會啟動繞圈模式，透過繞圈產生漣漪，其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動，因此水面的波紋很多，擾動了微環境的氣流，使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味，進而群策找到食物，是互相合作的覓食策略。

- 十一、偶有發現攻擊行為發生，雄雌都有此行為。
- 十二、雄蟲用前足特化的附節呈吸盤狀黏附在雌蟲的背上，且雄蟲伸出交尾器進行交配行為。
- 十三、豉甲蟲與水黽會互相競爭食餌但豉甲蟲比水黽強勢的，會驅離水黽。豉甲蟲主要是在水面上巡遊覓食，而仰泳椿、溪蝦的生活區位是在水面下，因此覓食區域不重疊，所以互不影響。
- 十四、豉甲蟲吃食大型食餌(魚屍體、蝗蟲)時，能相安無事，但如果是吃食小型食餌(赤紅蟲)則競爭較為激烈，會互相搶食。

「南方圓豉甲」為很特殊的水生甲蟲，例如，會啟動繞圈模式，透過繞圈產生漣漪，其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動繞圈，因此水面的波紋很多，而擾動了微環境的氣流，使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味，進而群策找到食物，是互相合作的覓食策略，但相關的研究非常少，因此大部分的人對其了解有限，藉由本次的研究能讓大家對牠們有更多的認識，建議可當作鄉土教材。

陸、參考文獻

- 書籍資料:
- 一、廖智安(2014)。昆蟲，就該這樣養!(水棲篇)。台中市。晨星出版社。
 - 二、金南吉、崔達秀(2012)。圖解昆蟲的世界。臺北市。貓頭鷹出版社。
 - 三、黃仕傑(2012)。昆蟲臉書。臺北市。天下文化出版社。
 - 四、張永仁(1998)。昆蟲圖鑑。臺北市。遠流出版社。

網路資料:

- 一、臺灣物種名錄-南方圓豉甲。民 109 年 8 月 31 日，取自 https://taibnet.sinica.edu.tw/chi/taibnet_species_detail.php?name_code=333609
- 二、陽明山國家公園水棲肉食甲蟲相及分類學研究。民 110 年 2 月 1 日，取自 <http://eip.ymsnp.gov.tw/UD/library/A0043%E9%99%BD%E6%98%8E%E5%B1%B1%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E5%85%AC%E5%9C%92%E6%B0%B4%E6%A3%B2%E8%82%89%E9%A3%9F%E7%94%B2%E8%9F%B2%E7%9B%B8%E5%8F%8A%E5%88%86%E9%A1%9E%E5%AD%B8%E7%A0%94%E7%A9%B6.pdf>

柒、未來研究的方向

未來需更進一步了解南方圓豉甲的生殖行為，例如是否有偏好在何種水生植物產卵，以及各齡期的時間及完整的生活史。

附錄照片



野外棲息地豉甲蟲游泳繞圈行為產生的漣漪波紋



野外近距離拍攝豉甲蟲靜止水面照



野外遠距離拍攝豉甲蟲群靜止水面照



野外採集到的豉甲蟲之一



野外採集到的豉甲蟲之二



野外採集到的仰泳椿



豉甲蟲雄蟲能利用前足特化的吸盤爬離水面



轉圈產生漂亮的漣漪，就像咖啡上的拉花一樣美



學生觀察豉甲蟲各部位型態紀錄圖



豉甲蟲群食蟋蟀



豉甲蟲與水蠶共域實驗相安無事

【評語】 080308

此作品對南方圓豉甲進行生態與行為的探討。其中對豉甲的換氣行為、捕食行為及棲地偏好有很詳細的觀察，並用操作型實驗驗證，取食偏好等實驗進行五次，具有意義的 n 值，值得鼓勵。

然而，操作型實驗的試驗條件應該更謹慎為佳，例如顏色偏好的實驗用玻璃紙造成環境的顏色差異是不恰當的，應該要有更嚴謹的光環境及對顏色、亮度等條件進行控制才可避免實驗條件的錯誤而得到錯誤的結論。指導老師應可找尋適當的資源及正確的資訊來設計。但整體而言，此研究作品相當不錯。

研究所假設豉甲蟲的食物須以自然界中豉甲蟲可能的獵物為考量，例如麵包蟲就不適合。此外，由於獵物的假設不適當，後續對於豉甲蟲只靠嗅覺覓食的推論是相當不恰當的。

豉甲蟲在水面上繞圈形成漣漪的行為是有趣的現象，此行為的意義與目的為何，應該有更嚴謹的實驗來佐證才能提出合理的解釋。

作品簡報

池面上的拉花—探討南方圓鼓甲(*Dineutus australis*)的習性與動物行為

國小組

生物科



✓前言:

在教室的飼養箱裡，養著一種很像西瓜籽的水生昆蟲，牠的外型圓圓長長的很可愛，而且會在水面上轉圈產生漂亮的漣漪，就像咖啡上的拉花一樣美，我們查了這個水生昆蟲的名字，才知道牠的名字叫做「豉甲蟲」。國內對於豉甲蟲未有正式的研究紀錄，僅有昆蟲圖鑑的簡略型態說明，我們對於豉甲蟲充滿了好奇心和積極研究的心，因此展開了探討豉甲蟲的研究。

✓研究目的

- (一)豉甲蟲的採集與文獻探討。
- (二)記錄及觀察豉甲蟲的形態、特徵。
- (三)探討豉甲蟲的生態棲位(Ecological Niche)。
- (四)探討豉甲蟲的動物行為(Animal Behavior)。



野外近距離拍攝豉甲蟲靜止水面照



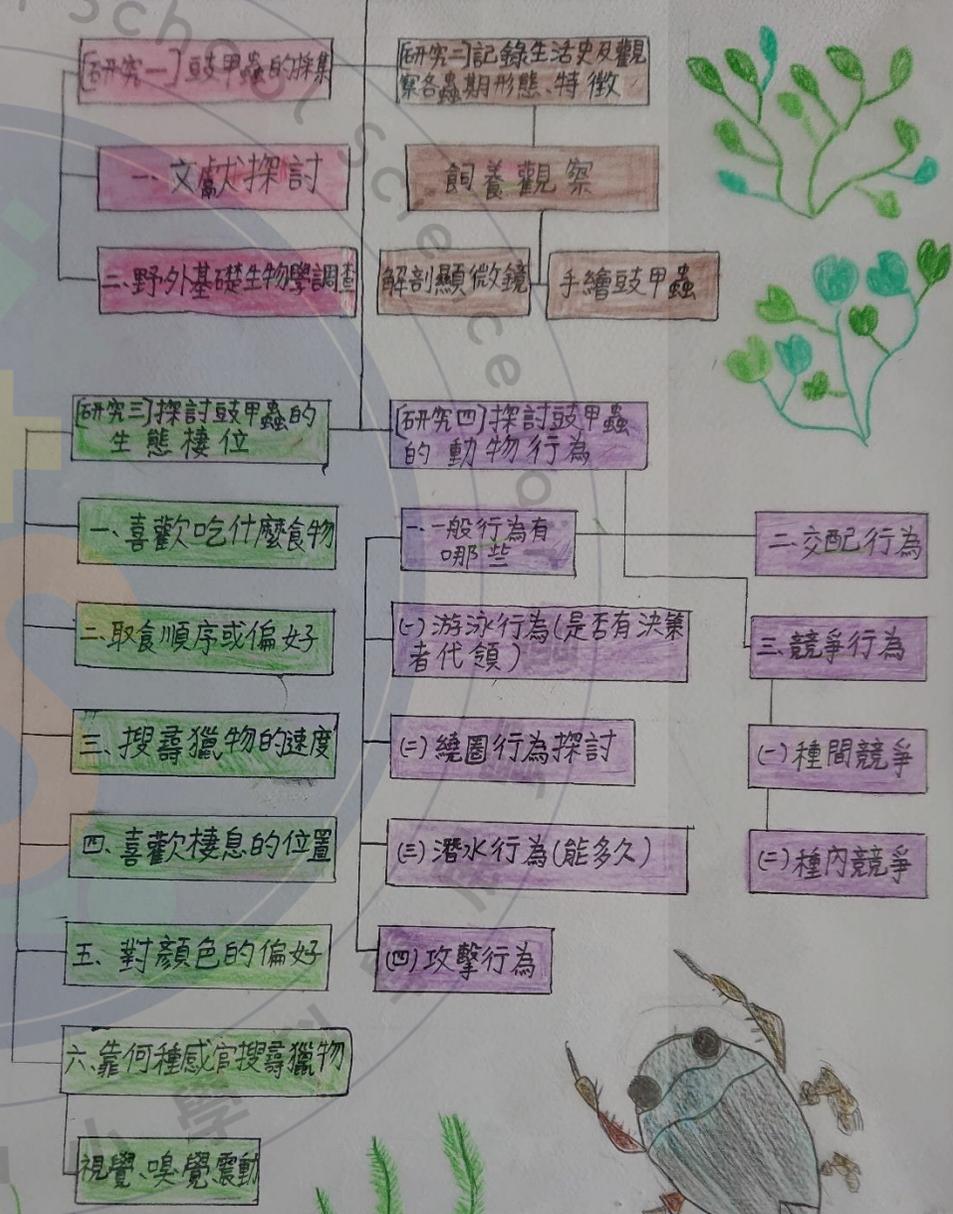
野外遠距離拍攝豉甲蟲群靜止水面照

✓研究問題

對於豉甲蟲的游泳行為很感興趣，很想知道其游泳行為模式，尤其是轉圈的行為，想探討不同的游泳行為模式的背後原因是什麼，會因為食物的關係或受到干擾而影響游泳行為嗎？

研究架構圖

豉甲蟲生物學、動物行為、習性



研究進度

研究步驟	109年					110年			
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
文獻蒐集	█	█	█	█	█	█	█	█	█
田野調查	█	█	█	█	█	█	█	█	█
實驗設計與進行		█	█	█	█	█	█	█	█
資料整理與統計				█	█	█	█	█	█
撰寫作品說明書						█	█	█	█



野外採集的豉甲蟲



✓研究過程、方法、結果及討論

【研究一】南方圓豉甲(本研究報告簡稱豉甲)的採集與文獻探討

分類地位如下:

Kingdom Animalia 動物界

Phylum Arthropoda 節肢動物門

Class Insecta 昆蟲綱

Order Coleoptera 鞘翅目

Family Gyrinidae 豉甲科

Genus *Dineutus* 圓豉甲屬

Dineutus australis Fabricius, 1775 南方圓豉甲



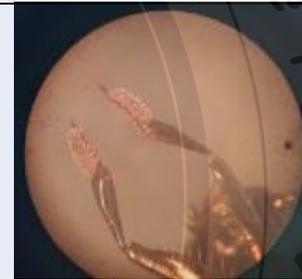
掃網法



蝦籠內放保利龍部分浮於水面上



蝦籠誘集法樣區之二



南方圓豉甲(♂)的前足特化為吸盤狀

【研究二】記錄及觀察南方圓豉甲的形態、特徵

南方圓豉甲側面照:從圖中可看出翅鞘上有很多點刻縱線，頭部複眼分開，有兩對複眼，分別在水面上及水面下，身體扁平，呈流線型，具有蠟質的鞘翅。



【研究三】探討南方圓豉甲的生態棲位

一、豉甲喜歡吃什麼食物?

屬於肉食性昆蟲，不吃植物，豉甲蟲的大顎只能咬食較軟的動物，如赤紅蟲及蚊子屍體，一些動物性屍體的某些部位比較硬，豉甲蟲便咬不動或其感官(視覺)無法辨視其確切位置而捉不到，因此就沒有進食。

二、「取食順序或偏好」

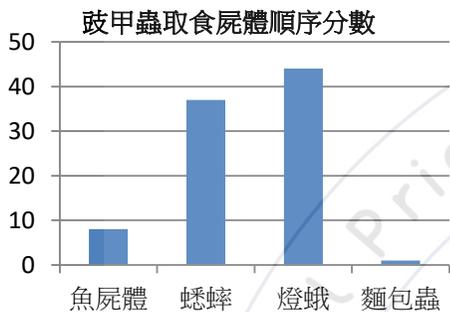


圖 6 取食順序。

三、豉甲搜尋食物的時間

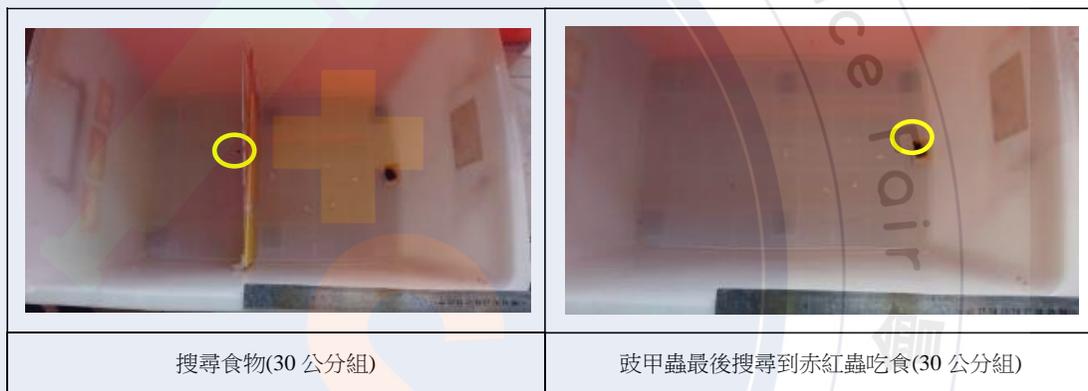
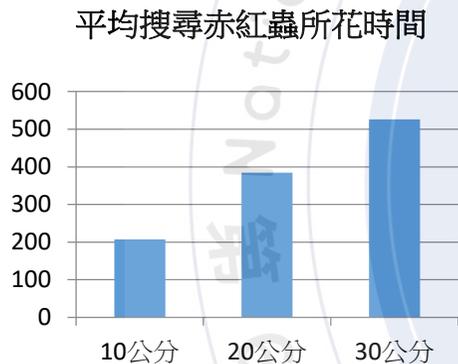


圖8搜尋食物實驗圖

四、豉甲喜歡棲息的位置(陰影或明亮)

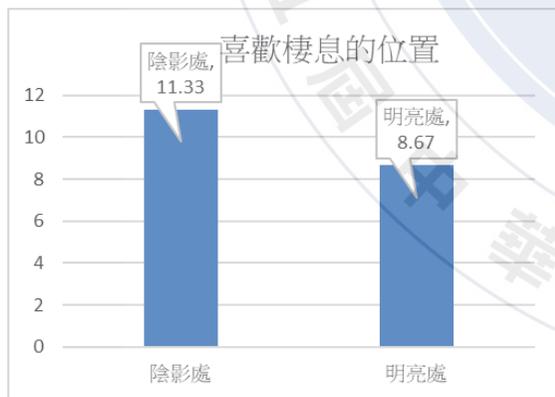


圖 10 棲息位置實驗裝置圖

五、豉甲對顏色的偏好

顏色	白色vs紅色		白色vs藍色		白色vs綠色		白色vs黃色	
第一次記錄	3	7	8	2	5	5	3	7
第二次記錄	1	9	5	5	5	5	5	5
第三次記錄	5	5	8	2	6	4	3	7
第四次記錄	8	2	6	4	5	5	6	4
總計	17	23	27	13	21	19	17	23
以白色為基準量	1	1.35	1	0.48	1	0.90	1	1.35



紅色玻璃紙

綠色玻璃紙

黃色玻璃紙

圖 12 顏色偏好實驗裝置圖

六、豉甲蟲靠何種感官搜尋獵物呢?

※視覺實驗:



視覺實驗裝置



赤紅蟲放入兩個透明夾鏈袋

圖 13 視覺實驗裝置圖

※振動實驗:

※嗅覺實驗:



振動實驗裝置



利用 DV 攝影振動實驗過程

圖 15 振動實驗裝置圖



將透明夾鏈袋改成為有色紗網兩層



赤紅蟲放入有色紗網，另一邊沒放赤紅蟲(對照組)

驗證出豉甲蟲成蟲主要是靠嗅覺來找到獵物，視覺與振動的感官並不明顯。

※頭部下方複眼感官實驗:

- 推論豉甲蟲的頭上及頭下的複眼其敏銳性很低，不會像一些網路資料所說的，能利用複眼來捕食獵物，更精確的說，應該是利用觸角或



頭部下方複眼實驗裝置(箭頭表示物品移動方向)



頭部下方複眼實驗裝置底板移動過程

口器上方的感覺毛偵測空氣中食餌所擴散出來的氣味，再慢慢搜尋逼近進而找到獵物吃食。

【研究四】探討南方圓豉甲的動物行為

一、一般行為有哪些?

無任何刺激變因	幾乎靜止不動，且有群聚趨性
受到擾動時	到處亂竄
有食物的狀態	會有點動的游泳模式及繞圈的游泳模式



利用 DV 錄影機觀察紀錄豉甲蟲游泳時的動態模式



有食物狀態下觀察其游泳模式

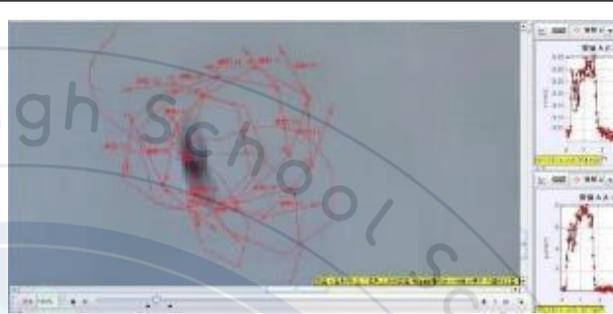
(二)、繞圈的行為探討(是否有決策者帶領):

- 1方法: (1).利用DV錄影機觀察紀錄豉甲蟲游泳時的動態模式。
- (2).將影片載入Tracker軟體。
- (3).利用軟體分析計算各種狀態下的游泳模式之平均速率及向心加速度。

圖20游泳繞圈行為實驗裝置圖



利用 DV 錄影機觀察紀錄豉甲蟲游泳時的動態模式



利用 Tracker 軟體分析其游速

受到驚擾時繞圈游泳的平均速度	29.2 cm/s
受到驚擾時繞圈游泳的平均向心加速度	6.58 m/s ²
有食物時繞圈游泳的平均速度	34.6 cm/s
有食物時繞圈游泳的平均向心加速度	7.64 m/s ²
受到驚擾時直線略帶S型衝刺的平均速度	27.6 cm/s

※討論:1.豉甲蟲的游泳模式有:

- (1)直線略帶S型衝刺。
- (2)點動前進。
- (3)繞圈旋轉(順時針及逆時針都有)。
- (4)展翅及繞圈旋轉。

由實驗結果得知，當豉甲蟲發現食物與受到驚擾時，會有繞圈的行為發生，而且有食物的繞圈速度會比受到驚擾的快，推論當豉甲蟲發現食物時，會急於告知同伴，利用加速繞圈的模式使食物味道更快速的擴散，因此轉圈的速度較快。



有某一隻豉甲蟲發現(嗅覺偵測到)食物時，會啟動繞圈模式，透過繞圈產生漣漪，其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動，因此水面的波紋很多，擾動了微環境的氣流，使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味，進而群策找到食物，是互相合作的覓食策略。



1.準備繞圈



2.開始繞圈



3.繞圈中，產生漣漪



4.繞圈後產生很明顯的水面波紋



決策者繞圈後，引發更多隻同伴注意

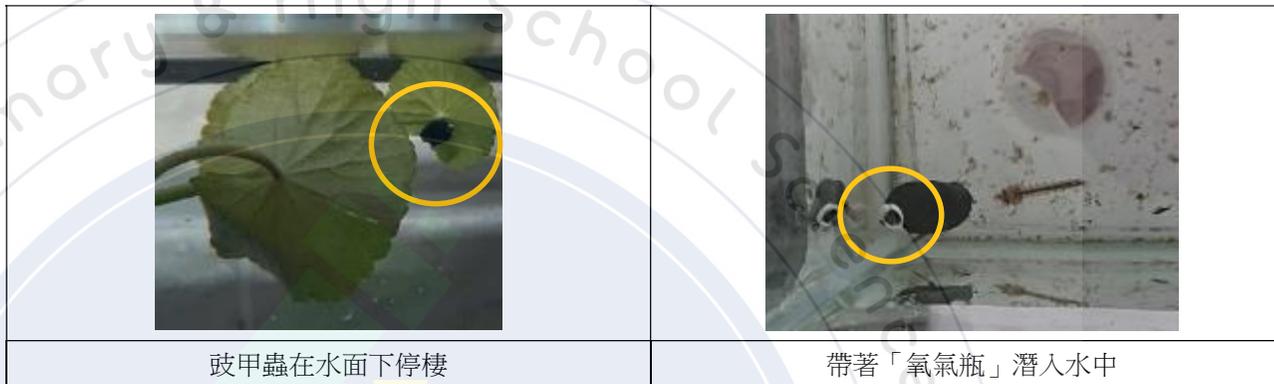


其他受影響的豉甲蟲也跟繞圈產生波紋訊號

我們發現豉甲繞圈游泳有時甚至會張開翅鞘，利用膜翅振動，產生動力，加速旋轉，我們推論目的在於要傳遞更強大的溝通訊息給同伴知道這裡有食物。



(三)、潛水換氣行為:平均潛水時間約:8分24秒

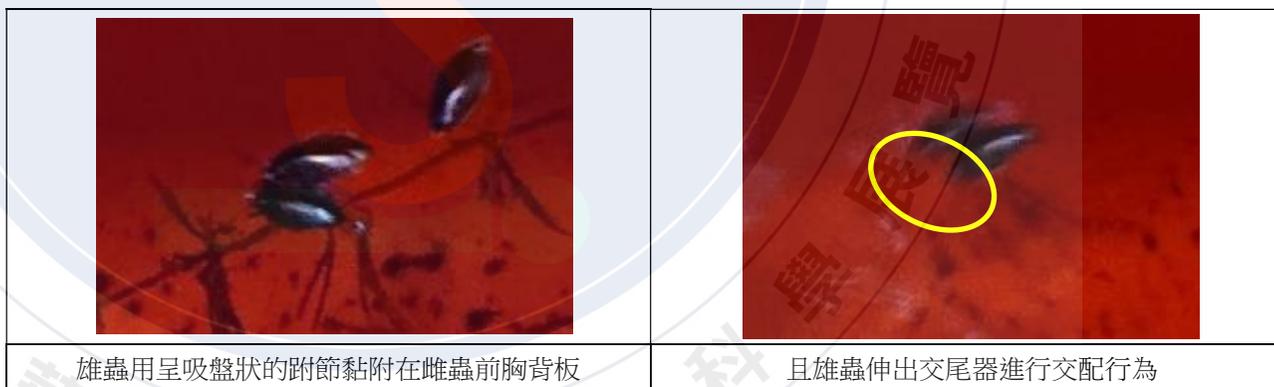


(四)、攻擊行為: 是點動攻擊模式，有點像驅趕，並不致於使同伴死亡。

二、交配行為: 我們有觀察到雄蟲用前足特化的跗節呈吸盤狀黏附在雌蟲的背上，且雄蟲伸出交尾器進行交配行為，交尾一次約10秒左右。



南方圓鼓甲(♂)的前足特化為吸盤狀



• 結論:

- 一、分類地位為動物界/節肢動物門/昆蟲綱/鞘翅目/豉甲科/圓豉甲屬的南方圓豉甲。雄雌的明顯差異在雄蟲前足跗節特化呈牙刷形吸盤。
- 二、南方圓豉甲為肉食性，大顎只能咬食較軟的動物，主要是靠嗅覺來搜尋食物。
- 三、豉甲比較喜歡燈蛾 > 蟋蟀 > 魚屍體 > 麵包蟲。
- 四、豉甲偏好陰影處，推論可能在陰暗處比較不會被天敵攻擊。
- 五、豉甲蟲沒有特別偏好何種色系，因此推論視覺可能不是最直接找尋食餌的重要器官。
- 六、豉甲蟲成蟲主要是靠嗅覺來找到獵物，視覺與振動的感官並不明顯。
- 七、豉甲蟲的頭上及頭下的複眼其敏銳性很低，主要是利用觸角或口器上方的感覺毛偵測空氣中食餌所擴散出來的氣味，再慢慢搜尋逼近進而找到獵物吃食。
- 八、豉甲蟲的游泳模式有：**(1)**直線略帶S型衝刺。**(2)**點動前進。**(3)**繞圈旋轉(順時針及逆時針都有)。**(4)**展翅及繞圈旋轉。
- 九、在受到擾動時，豉甲蟲會到處亂竄，其最快速度可達27.6 cm/s。
- 十、當有某一隻豉甲蟲發現(嗅覺偵測到)食物時，會啟動繞圈模式，透過繞圈產生漣漪，其它豉甲蟲偵測到水面波紋後又被啟動，因此水面的波紋很多，擾動了微環境的氣流，使得更多豉甲蟲嗅到食物的氣味，進而群策找到食物，是互相合作的覓食策略。

- 十一、偶有發現攻擊行為發生，雄雌都有此行為。
- 十二、雄蟲用前足特化的跗節呈吸盤狀黏附在雌蟲的背上，且雄蟲伸出交尾器進行交配行為。
- 十三、豉甲蟲與水黽會互相競爭食餌但豉甲蟲比水黽強勢的，會驅離水黽。豉甲蟲主要是在水面上巡游覓食，而仰泳椿、溪蝦的生活區位是在水面下，因此覓食區域不重疊，所以互不影響。
- 十四、豉甲蟲吃食大型食餌(魚屍體、蝗蟲)時，能相安無事，但如果是吃食小型食餌(赤紅蟲)則競爭較為激烈，會互相搶食。

陸、參考文獻

書籍資料:

- 一廖智安(2014)。昆蟲，就該這樣養!(水棲篇)。台中市。晨星出版社。
- 二金南吉、崔達秀(2012)。圖解昆蟲的世界。臺北市。貓頭鷹出版社。
- 三黃仕傑(2012)。昆蟲臉書。臺北市。天下文化出版社。
- 四張永仁(1998)。昆蟲圖鑑。臺北市。遠流出版社。

網路資料:

- 一、臺灣物種名錄-南方圓豉甲。民109年8月31日，取自
https://taibnet.sinica.edu.tw/chi/taibnet_species_detail.php?name_code=333609
- 二、陽明山國家公園水棲肉食甲蟲相及分類學研究。民110年2月1日，取自
<http://eip.ymsnp.gov.tw/UD/library/A0043%E9%99%BD%E6%98%8E%E5%B1%B1%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E5%85%AC%E5%9C%92%E6%B0%B4%E6%A3%B2%E8%82%89%E9%A3%9F%E7%94%B2%E8%9F%B2%E7%9B%B8%E5%8F%8A%E5%88%86%E9%A1%9E%E5%AD%B8%E7%A0%94%E7%A9%B6.pdf>