

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物科

佳作

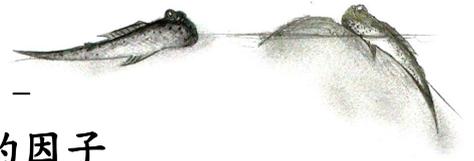
030303

我糊塗，但我不愛「風狂」 -探討影響彈塗魚離  
水上岸行為的因子

學校名稱：雲林縣立建國國民中學

作者：  國一 曾郁文  國一 王釋穎  國一 陳義璋	指導老師：  程培榮  邱碧施
---	-----------------------------

關鍵詞：彈塗魚 (Periophthalmus modestus)、  
微棲地 (Microhabitat)、  
離水上岸行為 (Clinging behavior)



# 我糊塗，但我不愛「風狂」 - 探討影響彈塗魚離水上岸行為的因子

## 摘要

本研究探討影響彈塗魚(*Periophthalmus modestus* Cantor, 1842)離水上岸的因子及其棲地選擇情況。在定點觀察及穿越線調查中皆發現，彈塗魚在冬季東北季風強烈時不容易被觀測到，經實驗設計及野外持續追蹤後發現，彈塗魚在風速較強的情況下，仍然會離水上岸活動，但往返水陸的頻率較高，顯示風速是影響彈塗魚離水上岸頻率及時間主要的原因之一。在微棲地的選擇方面，彈塗魚會選擇空間異質性較高的棲地類型活動，亦即並非單調的泥灘地。日照長短及風速會影響彈塗魚的離水上岸行為，進而影響其攝食行為及生長 (圖 1)。

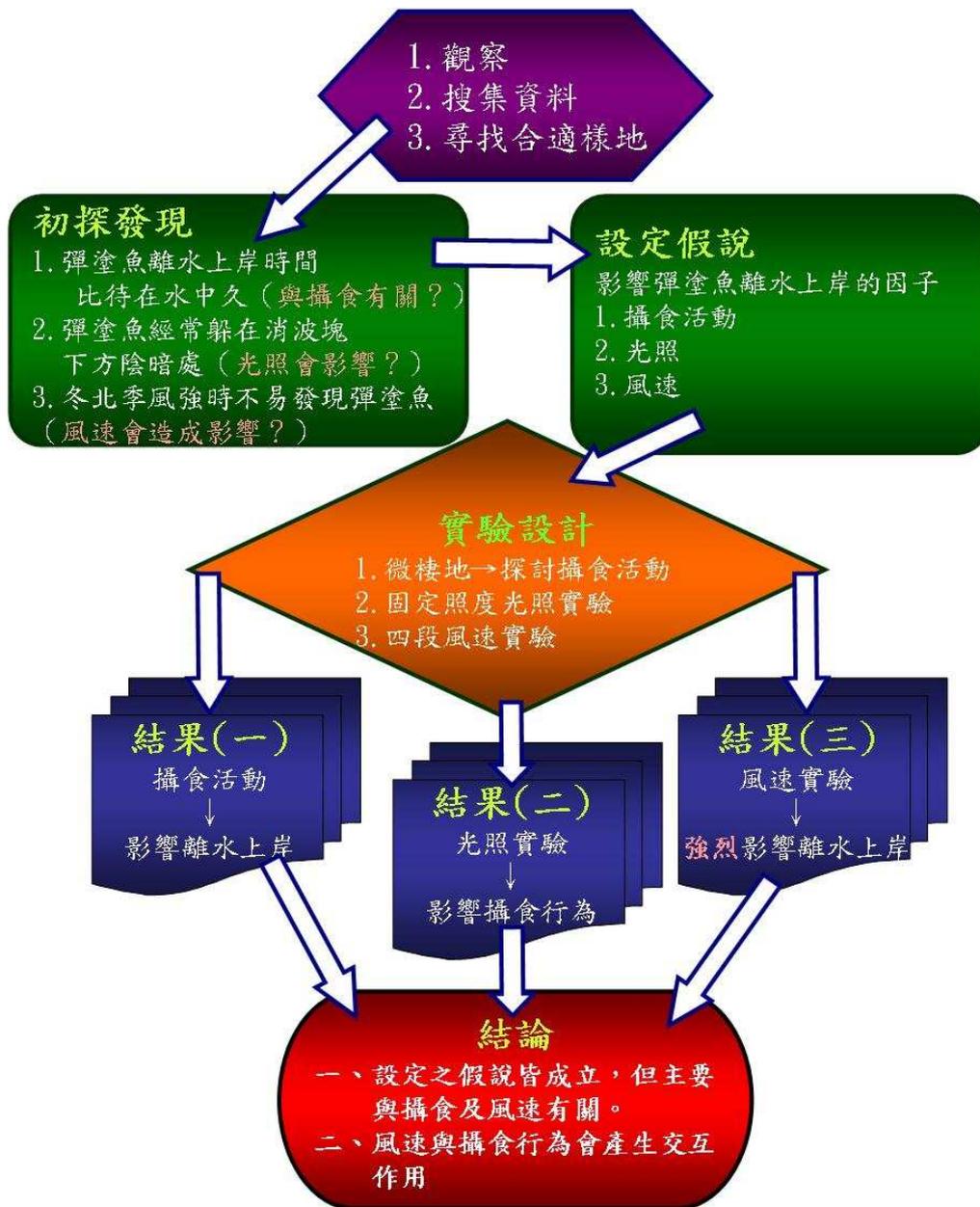
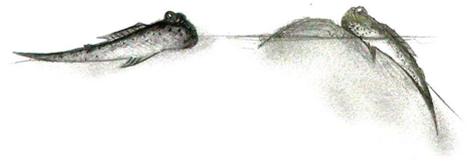


圖 1 研究流程圖



## 壹、研究動機

上課時，老師以青蛙和山椒魚為例，說明「兩生類利用肺和皮膚進行氣體交換」。我們家就住在離海邊不遠處，那裡有很多的彈塗魚，我們認為大多在泥灘地上活動的彈塗魚也是一種兩生類，然而老師卻告訴我們，彈塗魚是不折不扣的魚類，引發我們探討彈塗魚離水上岸的原因。為什麼彈塗魚可以上岸這麼久？什麼原因讓彈塗魚上岸，使得「緣木求魚」變得可能？如果牠們也能藉由皮膚呼吸，那麼氣候條件是否也會影響牠們登陸的情況？一連串的問題，等著我們一步步的解開。

## 貳、研究目的

依據我們多年來在海邊奔走的觀察經驗，加上指導老師建議我們規畫穿越線調查及定點深入觀察發現，彈塗魚大量於泥灘地活動的頻率似乎有跡可尋。牠們有許多時間都停留在岸上，對以鰓做為氣體交換器官的魚類而言，上岸難道不是一種致命的吸引力？究竟彈塗魚能持續待在陸上多久呢？有哪些因子會影響彈塗魚離水上岸行為？針對這些問題，我們經歸納後做了以下的假設：

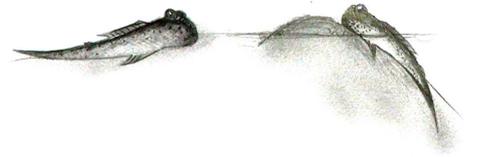
- 一、彈塗魚離水上岸活動的時間遠大於留在水中的時間。
- 二、攝食模式可能是造成彈塗魚離水上岸的原因之一。
- 三、長時間的日照，會影響彈塗魚於離水上岸活動的頻率、時間及餌食利用情況。
- 四、風速大小可能會影響彈塗魚體表水分的維持，因此在風大的情況下，彈塗魚返回水中的頻率會增高。

## 參、研究設備及器材

渦流循環扇、鹽度計、風速計、溫度計、照度計、電子天秤、游標尺、雙筒望遠鏡、數位相機、2呎及4呎魚缸、手抄網、採集箱、皮尺、方形普力桶、魚飼料、打氣幫浦、揚水馬達、虹吸管、培養皿、省電燈泡組、海水素、塑膠網布、噴漆、紀錄紙筆。

## 肆、研究過程或方法

本實驗研究期間為2009年9月19日至2010年4月17日。同時進行野外觀察及採集，採集到的彈塗魚則用以設計能在實驗室中觀察及操作的實驗，研究方式如下：



## 一、實驗設計前之初探

### (一) 搜尋相關物種資料

依據蘇珊慧(1998)的碩士論文和行政院農業委員會特有生物研究保育中心(1999)的出版品，顯示彈塗魚的學名為 *Periophthalmus cantonensis*，然而在中央研究院生物多樣性研究中心之「台灣魚類資料庫」(2010)卻顯示，我們一般俗稱的彈塗魚即指彈塗魚，其學名為 *Periophthalmus modestus*，而 *P. cantonensis* 則是 *P. modestus* 的同種異名，因此我們搜尋相關物種資料，以此 2 個學名為關鍵詞，不過我們也會尋找同屬不同種之彈塗魚相關資料。

### (二) 尋找合適之樣區

我們選擇在雲林縣口湖鄉台子村鄰近牛桃灣溪出海口之海域(圖 2，圖片來源：Google Earth)，該區在海水高潮線會淹覆防波堤邊緣大部份的消波塊(圖 3)，退潮至最低線則會有大片裸露出的泥灘地(圖 4)，由於此地區隱蔽處少，較容易捕獲彈塗魚，故我們選定此樣區進行監測及採集。

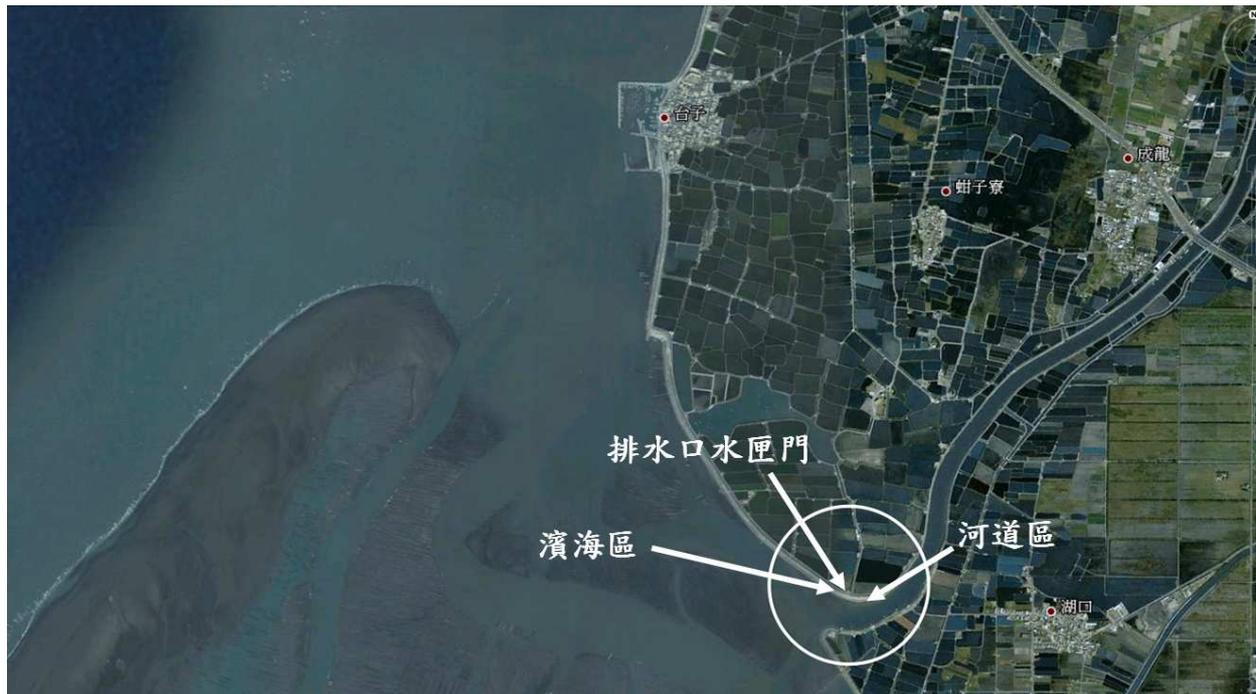


圖 2 圈選區為觀察及採集之樣區



圖 3 調查之樣區漲潮時之情況。



圖 4 調查之樣區退潮時之情況。

### (三)進行定點觀察

樣區有一連通養殖溝渠的排水口水匣門，以此為界選定 6 個地點，做為定點觀察，排水口以東屬牛桃灣溪河道區，排水口以西屬濱海區(圖 2)。兩區各設 3 個點，分別為消波塊底部與石頭混合區域 (E01、W01)、距離消波塊區較近的泥灘地(E02、W02)及離消波塊較遠，潮池較多的區域(E03、W03)。消波塊底部石頭混合區及距離消波塊區較近的泥灘地可直接用肉眼觀察，離消波塊較遠處有潮池的區域，則需使用雙筒望遠鏡觀察。

### (四)採集

我們在退潮的時至樣區，以手抄網進行採集，採集到的彈塗魚置於採集箱，再放進方形普力桶或整理箱(圖 5)，之後將彈塗魚攜回實驗室，暫時養在 2 呎水族箱中(圖 6)。



圖 5 捕獲之彈塗魚暫置於整理箱中



圖 6 攜回實驗室之彈塗魚養在 2 呎缸中

## 二、實驗設計

### (一)飼養環境評估與監控

我們於 2009/11/7 首先捕獲 22 隻彈塗魚。為了避免彈塗魚會水土不服，我們帶回該區域的海水和底泥(圖 7)，養殖彈塗魚的水質鹽度控制在千分之 25~27.5 之間，溫度則保持於室溫。一開始我們以鰻粉團來餵食彈塗魚，之後改投以顆粒型飼料，彈塗魚的攝食



情況良好。經過 4 週的觀察，我們發現大部分養在水族箱中的彈塗魚會離水上岸，不是待在石頭上，就是攀附在玻璃壁上(圖 8)。



圖 7 飼養彈塗魚的海水和底泥都從樣地帶回來



圖 8 大部分時間彈塗魚離水上岸

## (二)移缸與微棲地模擬

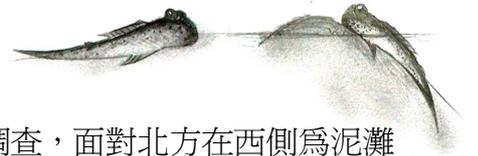
為了使養殖環境更類似野外，我們將空間擴大到 4 呎水族箱(圖 9)，並營造異質性棲地，觀察彈塗魚的微棲地選擇情況及利用模式。水族箱劃分成 8 個區域，其中第 1 區都是石頭，第 3 區有部分石頭，其餘的都是水深超過 5~8 公分不等的區域，足以讓整隻彈塗魚沒入。後來發現水族箱邊緣的帆布會翹起而突出水面，彈塗魚會在這類翹起的帆布上停留，另外有一些彈塗魚也會攀附在玻璃壁上，因此我們把翹起的帆布規畫成第 9 區(圖 10)，而玻璃壁則列為第 10 區。我們分別在早上到校尚未餵食時，先進行觀察，記錄完後投入餌料，待中午再記錄 1 次彈塗魚的微棲地選擇情況。



圖 9 用於進行微棲地選擇觀察的 4 呎水族箱



圖 10 置於 4 呎水族箱的帆布邊緣會翹起，一開始用磚片固定，後來將帆布列為一區



### (三) 穿越線設置

我們在濱海區規畫一條長 100 公尺的路線進行穿越線調查，面對北方在西側為泥灘區，漲潮時海水會完全淹沒此區域，東側為消波塊區(圖 11、圖 12)，穿越線之起點旁為一水匣門，水匣門東側接近牛挑灣溪出海口，故以西側的環境較接近海洋，因此我們選擇在此區域調查數量及進行觀察。



圖 11 劃定穿越線，左手邊為泥灘區，右手邊為消波塊區。

### (四) 以光照為變因實驗

設置 2 個 2 呎水族箱，裡頭分別放入磚塊和磚片，磚塊有 2 公分露出水面，方便彈塗魚上岸(圖 13)，每一水族箱，分別置入等數量的大(體長超過 6 公分)、中(體長介於 4~6 公分之間)、小體型(體長在 4 公分以下)彈塗魚，為避免體型太小的彈塗魚無法「登陸」，我們放入磚片並將其擺設成類似魚梯的裝置。在實驗組方面，光照度控制在 500~600Lux 之間，此照度比野外 3 月份 16:00 的一般照度略低，對照組的光照則是配合日夜韻律。我們經常留意 2 缸的溫度及彼此在溫度上的差異，以避免在較長時間的光照下使得水溫上升，彈塗魚會變成「烤彈塗」。



圖 13 日照變因，左邊為固定光照之實驗組，右邊則為配合日夜韻律之對照組

### (五)以風速為變因實驗

在定點觀察和穿越線調查的過程中，我們發現在冬天東北季風強烈吹襲的情況下，並不容易觀察到彈塗魚。究竟是因為溫度低的緣故，還是因為風的關係？

為了測試彈塗魚在風吹的情況下是否對其待在陸地的時間及離水上岸的頻率有影響，我們在魚缸上加裝一台渦流循環扇，此風扇的構造會造成螺旋風柱效果，使風吹到水族箱的各個角落。透過循環扇本身的功能，我們把風速設定成大(5.8 m/s)、中(5.2 m/s)、小(4.3 m/s)、無風(0 m/s)及一全程無風的對照組，紀錄在不同風速下彈塗魚的離水上岸情況。我們用風速計來測定風速，風速計與循環扇的距離為水族箱頂部到水面之距離。我們同時也比較在投餌時吹風是否會對彈塗魚的攝食行為造成影響。

彈塗魚的離水上岸情況分成 5 級：A.完全離水；B.部分尾鰭沒入水中；C.尾鰭至胸鰭之間沒入水中；D.胸鰭之後沒入水中；E.完全沒入水中(圖 14)。配合時間進行紀錄，例如若完全離開水中在陸地停留 30 秒，則紀錄為 A30，之後分析其頻率與時間所代表的意義。

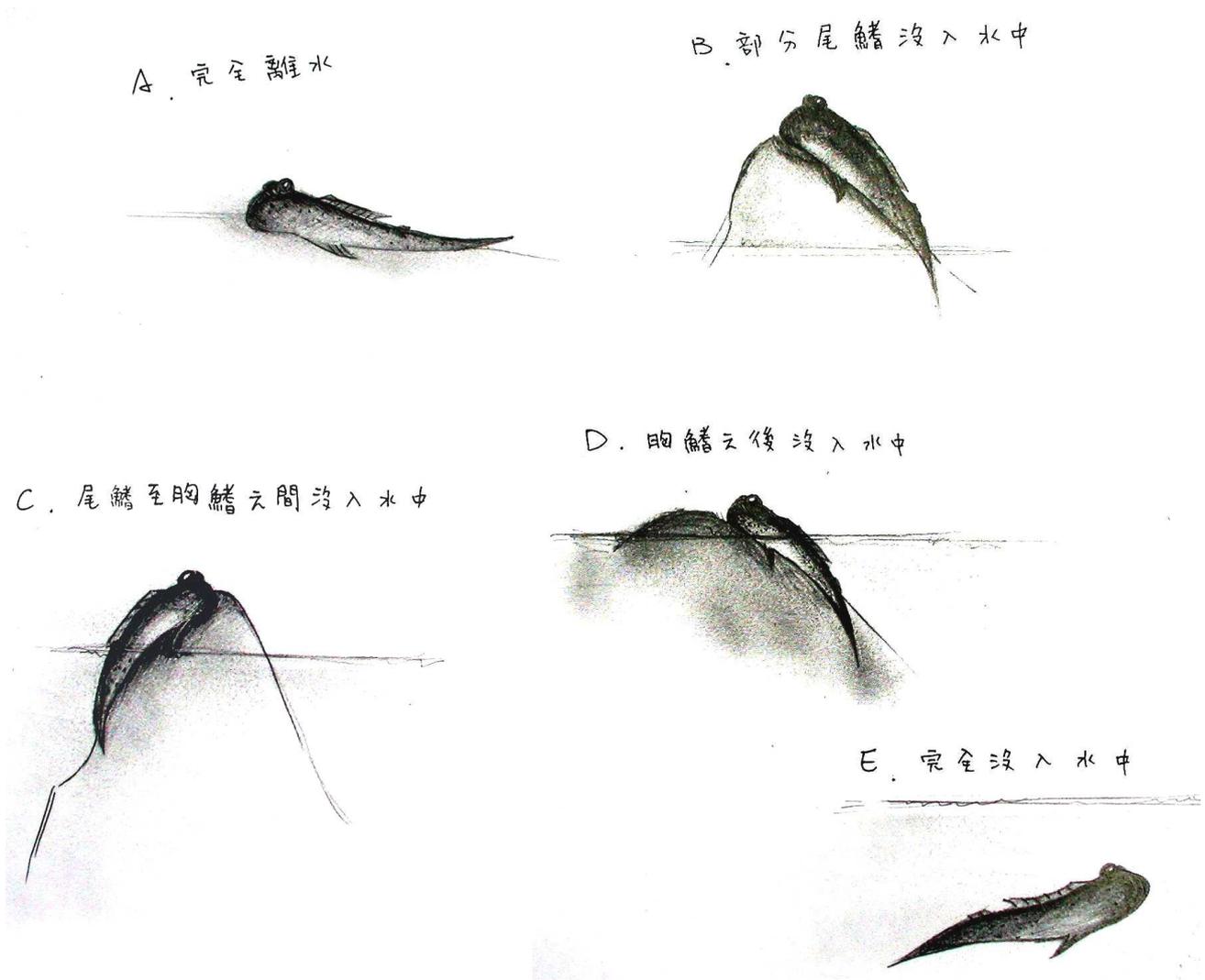
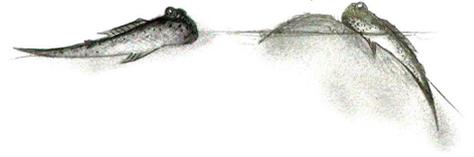


圖 14 彈塗魚離水上岸等級示意圖

## 伍、研究結果



### 一、物種資料

在野外實驗樣地所觀察的彈塗魚種類主要為俗稱「花跳」的大彈塗魚(*Boleophthalmus pectinirostris*)和俗稱「泥猴」的彈塗魚(*Periophthalmus cantonensis*)，大彈塗魚和彈塗魚的棲地利用情況有部分重疊，但生活型態不大相同。大彈塗魚大都成群在泥灘地中活動，警覺性高，故不易捕獲。彈塗魚則經常在消波塊及其周遭的泥灘地活動，可直接觀察，也較易捕捉，故選擇彈塗魚做為實驗物種。

彈塗魚分類上屬於脊索動物門、輻鰭魚綱、鱸形目、蝦虎魚科、彈塗魚屬，身體上部呈現青藍色至灰黑色，肉質化的胸鰭可支持身體，腹鰭則特化成合併的吸盤狀，故可攀爬在石頭或消波塊上。由於此物種並非經濟魚種，相關養殖方面的資料甚少。不過西部濱海地區的某些泥灘地環境較差，卻仍有彈塗魚活動，故我們推測牠們對水質的要求可能不高，易於馴化飼養。

### 二、彈塗魚微棲地之選擇情況

圖 15 顯示在彈塗魚的微棲地選擇上，若轉化為同一個時間，則有 34% 的彈塗魚棲息在第 1 區，此區幾乎全為石頭所構成(圖 16)，第 9 區代表在帆布上，佔 9%，第 10 區第表在玻璃壁上，佔 7%，表示有超過半數的彈塗魚大部分時間都是離水上岸的。但我們也發現了幾個特別的情況：

- (一) 養在沒有底泥的水族箱中之彈塗魚，不似此區仍有為數不少的彈塗魚會沒入水中活動，幾乎不是在待在石頭上，就是貼在玻璃壁上(圖 17、圖 18)，表示在有泥灘地的底質，彈塗魚較會沉入水中，待在底部。
- (二) 小體型的彈塗魚較容易死亡(死了 2 隻)，顯示體型小(也有可能是年紀小)，對環境的要求較為嚴苛。
- (三) 若在餵食時，此水族箱中的彈塗魚，會上岸取食，也會在水中游動，攝取在水上載浮載沉的魚飼料。

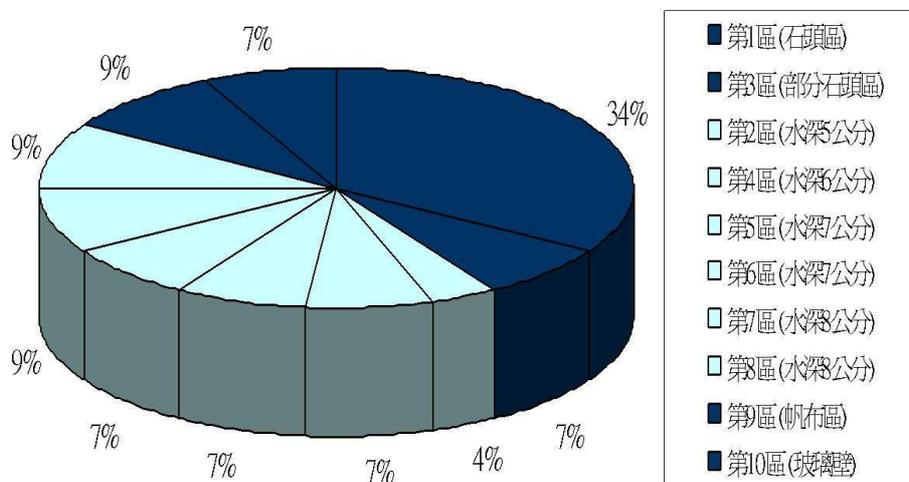


圖 15 彈塗魚的微棲地選擇情況



圖 16 彈塗魚的微棲地選擇情況



圖 17 光照實驗中的對照組沒有底泥，彈塗魚都上岸了

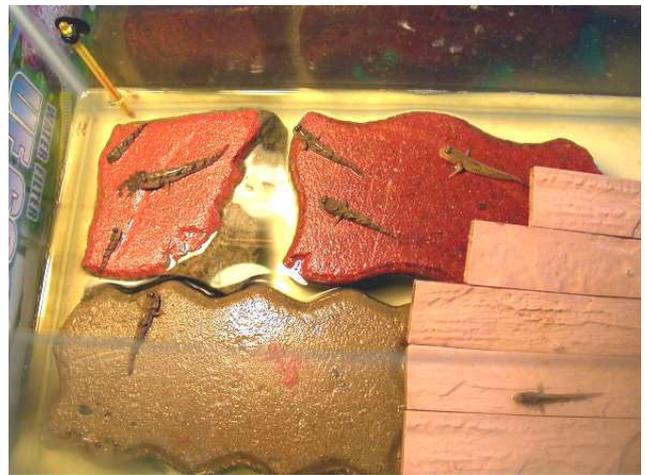


圖 18 光照實驗中的實驗組也沒有底泥，彈塗魚亦都上岸了

### 三、定點觀察與穿越線調查

藉由定點觀察與穿越線調查結果顯示，退潮時的確較容易發現彈塗魚，配合實驗室微棲地的觀察結果推測，漲潮時大部分彈塗魚並不是潛入水中，即使是也不太可能長時間待在水中，而是躲在石縫中或石頭底下，或攀附在離水面較近的消波塊上(表 1、圖 19)。在進行調查時也發現，鳥類可能是彈塗魚潛在的天敵，但在觀察的過程中，未親眼看過鳥類捕食彈塗魚。冬天低溫又風大時，所調查到的彈塗魚數量寥寥無幾。此外，同樣是



在泥灘地上，在剛退潮的時候，比較容易觀察到彈塗魚，大約經過 2 個小時，因為泥灘變的乾燥，不適合彈塗魚活動，故不易觀察到牠們。

表 1 定點觀察時之一般常見情況

區域	觀測點	觀測結果	
		漲潮時	退潮時
河道區 (代號E)	E01	海水淹沒，無法調查	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮偶見彈塗魚</b>
	E02	<b>幾乎調查不到</b>	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮幾乎調查不到彈塗魚</b>
	E03	海水淹沒，無法調查	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮偶見彈塗魚</b>
濱海區 (代號W)	W01	海水淹沒，無法調查	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮時仍有一定數量</b>
	W02	<b>消波塊上偶見彈塗魚</b>	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮幾乎調查不到彈塗魚</b>
	W03	海水淹沒，無法調查	剛退潮時彈塗魚數量頗多， <b>乾潮時仍有一定數量</b>



圖 19 彈塗魚大多躲在石縫中或石頭底下

#### 四、持續光照對彈塗魚攝食情況的影響

我們每日早上 7 點分別在實驗組和對照組投入 0.5 公克的飼料，紀錄其攝食情況，每節下課觀察，看哪一缸的彈塗魚最快把飼料吃完。**表 2** 列出彈塗魚的攝食情況，顯示配合日夜韻律的對照組幾乎都比固定照度光照的實驗組先吃完。

我們以彈塗魚的體重做為監測其成長及餌食利用的效率，由體重變化曲線圖(圖 20、圖 21)來看，2 組的成長情況相似，不過大體型(標示藍色曲線)的體重變化大，偶有體重降低的情況，中等體型(標示粉紅色曲線)成長情況最佳。

雖然 2 組曲線呈現的趨勢相似，但若依體重的成長情況來比較，則以照光配合日夜韻律的對照組有較佳的成長表現。因此組(對照組)在四週體重平均增加了 8.59%，固定光照的實驗組則僅有 4.32%。

表 2 彈塗魚的攝食情況

攝食情況	第二節前吃完	第三節前吃完	中午前吃完	中午前未吃完
實驗組	1	1	0	13
對照組	5	3	5	2

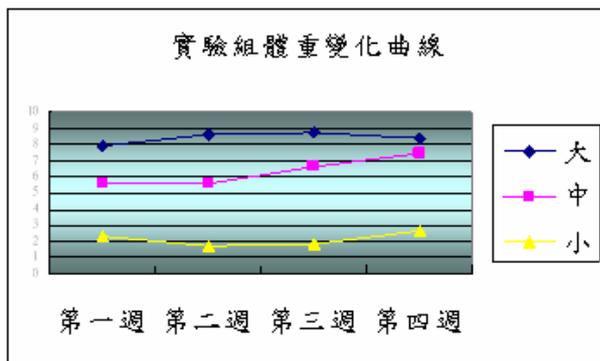


圖 20 實驗組體重變化曲線

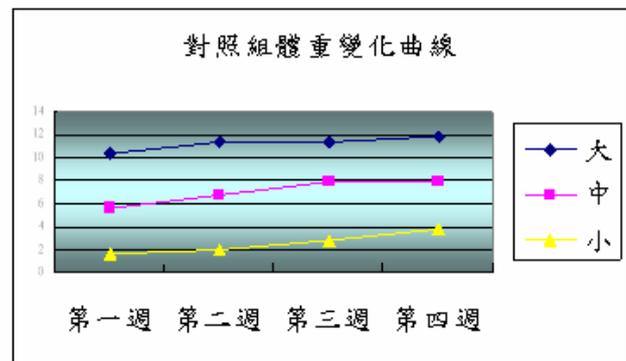


圖 21 對照組體重變化曲線

## 五、風對彈塗魚離水上岸的影響

我們將風速與彈塗魚離水上岸行為所整理出的 10 個圖並排討論(圖 21)，因為就單一個圖而言比較不易看出其中的差異，至於各別的圖請參考附件 1。在沒有投餌但有風(風速>4.8m/s)的情況下，彈塗魚完全沒入水中且超過 2 分鐘(圖示代號 E120)有較高的比例。在監測中發現，只要風扇一打開，彈塗魚就會立即沒入水中，待一陣子才又離水上岸，而且完全離水上岸的時間時間大都不長，值得討論的是，其行為為「尾鰭至胸鰭之間」時間超過 2 分鐘(圖示代號 C120)也有相相高的比例，顯示彈塗魚即使在有風的情況下，也仍有離水上岸的「傾向」，但會選擇身體部分沒入水中來應變。

「無風」與「對照組」的結果理論上應該相同，但結果和我們預期的有些許不同。在無風的情況下，實驗組和對照組的 E10 都有很高的比例，E10 代表完全沒入水中 10 秒鐘以內，表示即使環境中沒有風，彈塗魚還是會完全沒入水中，只是時間極短就又立即「返回」陸地。特別的是，實驗組「無風」代表的是「風停了」，牠們會上岸來透透氣，所以 A120(表示「完全離水」)的情況比「總是沒有風」的對照組來得高。

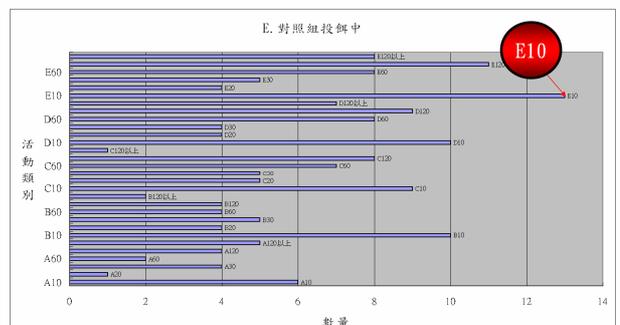
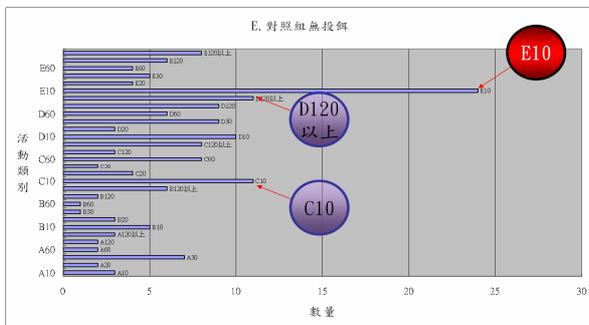
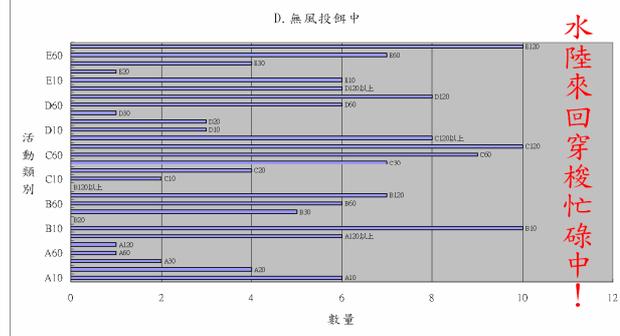
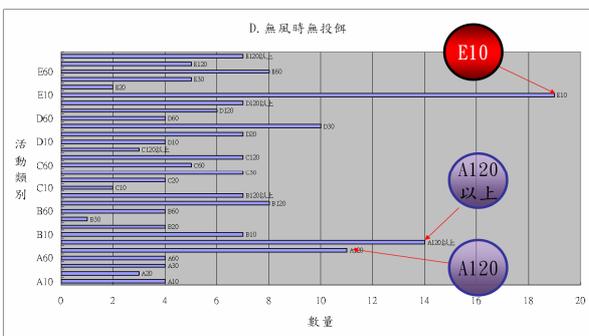
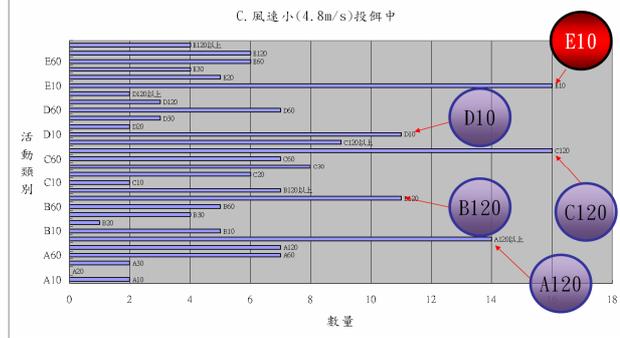
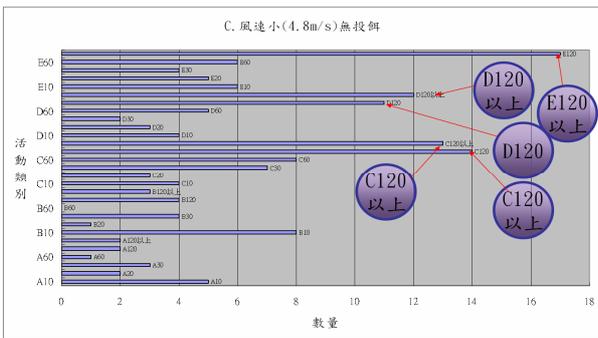
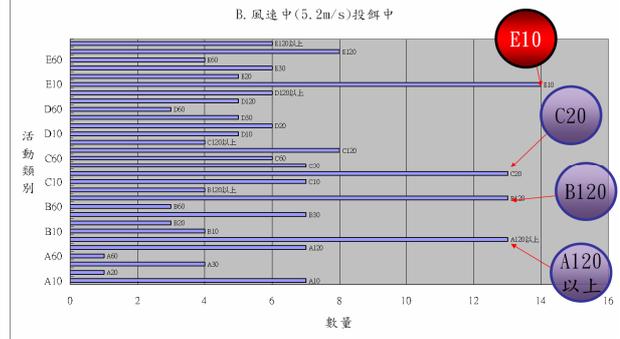
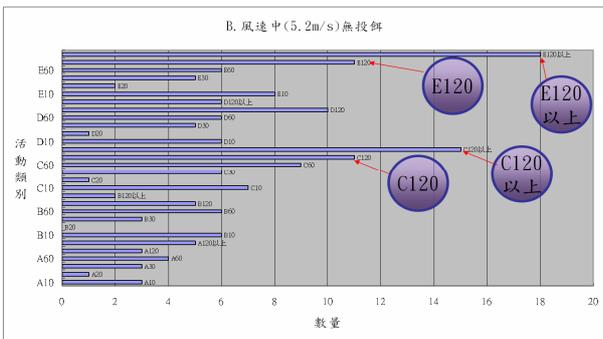
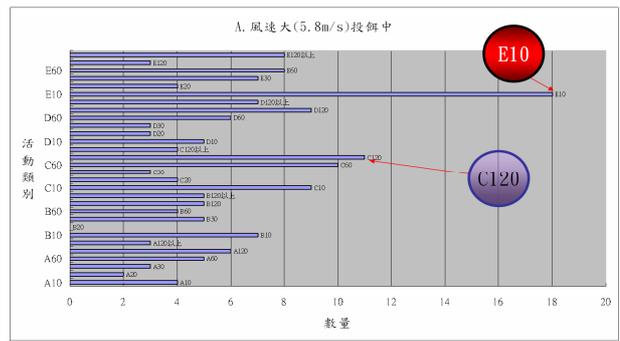
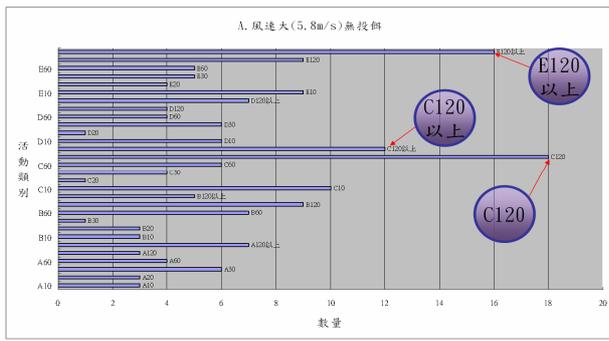


圖 22 風速與彈塗魚離水上岸之活動情況(左側為無投餌，右側為投餌中)；

A. 風速大；B、風速中；C、風速小；D、無風；E、對照組

我糊塗，但我不愛「風狂」 - 探討影響彈塗魚離水上岸行為的因子



投餌時情況和未投餌也不太相同，投餌時彈塗魚離水上岸的時間比較久，各種活動情況的變化也比較大，顯示攝食時，彈塗魚的行為表現比較活躍，雖然他們會離水上岸比較久，但一定時間也會讓自己完全沒入水中，只是時間非常短暫，可以說是一進到水中又會立即離水上岸，也就是說，在攝食的時候，就算有風，彈塗魚還是會不斷地離水上岸，並且在陸上待比較久的時間。不過體型大的彈塗魚較能夠忍受風吹的時間，體型小的彈塗魚即使離水上岸，通常也會讓部分尾鰭沒入水中。

## 六、其他重要的發現

### (一)體色變化

在飼養彈塗魚的過程中，到了 2 月，我們發現有些彈塗魚的體色會變淡，變成了橙色或粉紅色(圖 23A~C)，Gun Wook Baeck 等人(2008)研究指出，雄性彈塗魚在性成熟後會有體色轉變的情況，應該就是這個原因，不過我們在野外很少發現體色轉變的彈塗魚，可能是因為牠們都躲在洞內忙著繁殖，因為我們是用飼養的，才有機會看到。

### (二)追逐光點

在偶然的機會，我們用雷射筆指示及討論彈塗魚體色的變化，發現彈塗魚會追逐光點，我們一直都是給彈塗魚餵食飼料，沒發現彈塗魚是會「捕食」的，行政院農業委員會特有生物研究保育中心 (1999)的資料指出，彈塗魚會捕食昆蟲，這也許也可再次說明「捕食」是吸引牠們離水上岸的原因之一。

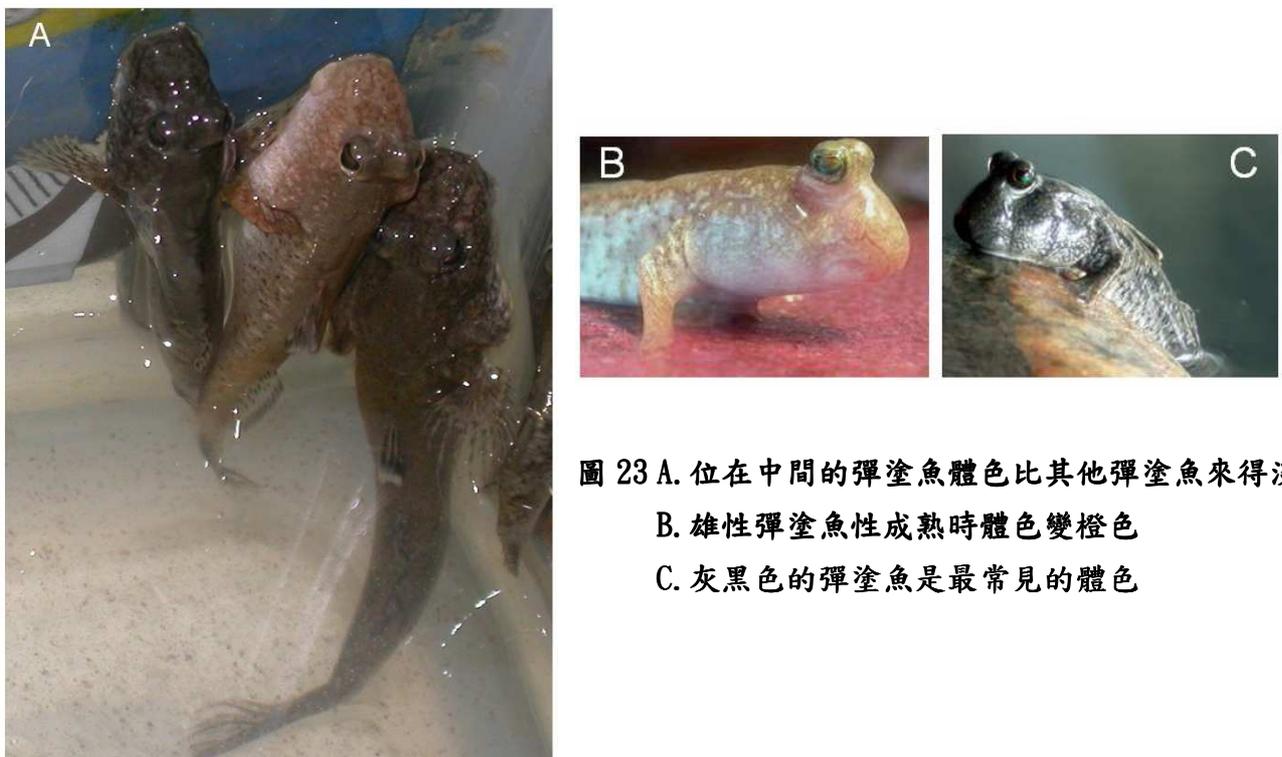
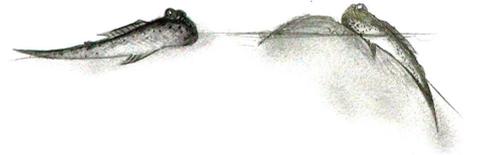


圖 23 A. 位在中間的彈塗魚體色比其他彈塗魚來得淡  
B. 雄性彈塗魚性成熟時體色變橙色  
C. 灰黑色的彈塗魚是最常見的體色



## 陸、討論

### 一、永遠的彈塗魚(*Periophthalmus modestus* Cantor, 1842)

彈塗魚是東亞至東南亞的濱海地區常見的泥灘地生物，然而在尋找資料的過程中發現，有關 *Periophthalmus cantonensis* 的資料較少，發表的期間也都比較早。而 *Periophthalmus modestus* 的相關研究就相對較多，除了根據「台灣魚類資料庫」(2010)的觀點，我們也寫信請教日本 Nagasaki 大學的 Takita 教授，他是我們所列參考文獻作者之一，Takita 教授也表示，現今已沒有蝦虎魚分類學家(gobiid taxonomist)使用 *P. cantonensis* 則這個名稱，因此我們的研究報告亦不再沿用 *P. cantonensis* 而採用 *P. modestus*。

### 二、空間異質性高有利於彈塗魚生存

在彈塗魚對微棲地的選擇情況中發現，若環境中的空間異質性較高，將有利於彈塗魚生存，紅樹林或其他耐鹽植物族群是孕育彈塗魚的大本營。在雲林縣的濱海地區不似南台灣和北台灣各有其原生的紅樹林族群，但是仍然有為數不少的彈塗魚，顯示**植被相對彈塗魚而言並不是必要的條件，反倒是棲地的異質性是否多樣，才能決定這是不是一個適合彈塗魚生存的環境。**彈塗魚生活的環境除了要有水，也要陸地，牠們在泥灘地中追捕獵物、彼此示威較勁、追求異性、掘洞繁衍。

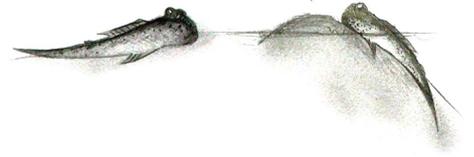
雲林縣的西濱地區是典型的泥灘地形，數條河水在此累積豐富的有機物質，使得泥灘地裡生機無限。潮水在退去之後廣大的潮間帶造就了彈塗魚的天堂，加上岸邊的石頭、消坡塊提供彈塗魚在滿潮時仍可離水上岸的環境，故可讓彈塗魚維持在一定數量。

### 三、彈塗魚離水上岸的時間遠高於在水面下活動的時間

由穿越線調查、微棲地實驗設計觀察及光照對彈塗魚攝食情況的影響都可發現，**彈塗魚大多數的時間會離水上岸活動**，但要記錄在一般的狀況下彈塗魚水陸往返的頻率並不容易，因彈塗魚一躍入水中有可能馬上又跳到岸上，也可能在水中一待就超高 20 分鐘。另外在陸上的彈塗魚，超過 40 分鐘仍未返回水中的比比皆是。不過我們也發現，有些彈塗魚並不是完全離開水的，**牠們會把一部分尾部泡在水中。**在以風速做為變因的實驗中發現，在提供餌料的時候，**即有有風，彈塗魚還是會花比較多的時間待在陸地上。**

### 四、有關日照長短，天然的最好

在長時間日照的控制中，彈塗魚的攝食情況與成長狀況都比正常光照韻律的對照組來得差，顯示彈塗魚固然喜愛在陽光下從事攝食或求偶等其他行爲，並不表示牠們喜歡一整天都曬太陽。這或可說明為什麼在樣地所觀察到的彈塗魚，有不少情況是在石縫中或石頭底下調查到。不過在實驗室中，溫度對彈塗魚離水上岸的時間似乎沒有影響，但實驗室的溫度不會低於 18°C，無法反映真實野外情況。但野外觀察發現，溫度可能會影響彈塗魚離



水上岸的頻率及時間，不過是否與風速有交互作用仍未知。

## 五、風對彈塗魚的離水上岸的頻率有一定程度的影響

彈塗魚不但具有可保存水分的腮腔以提供鰓絲進行氣體交換，牠們濕潤的皮膚也有呼吸的功能，Ghaffar 等人(2006)研究一種普遍分佈在馬來半島(Peninsular Malaysia)兩棲性彈塗魚(amphibious mudskipper)稱為 *Periophthalmus chrysospilos*，這種魚和我們研究的彈塗魚為同一屬。研究指出，*P. chrysospilos* 的皮膚有許多的黏液細胞(mucus cells)，這種細胞會分泌黏液使體表濕潤，牠們的體表並具有很密集的微脊(microridges)，這是一種顯微構造，可以增加「保濕」功能。因此我們推測，當風不斷吹拂，導致黏液細胞分泌黏液的速度不及水分蒸發的速度時，彈塗魚就不能待在陸地上太久，或者說，也許**牠們大部分的時間仍然待在陸地上，但卻須常常跳回水中滋潤一下肌膚再離水上岸。**

我們從中央氣象局的網站調閱西濱地區的風速資料，發現在東北季風盛行的時候，風速(最大瞬間風超過 10m/s)遠遠超過我們實驗室所設計的最大風速。實驗中發現，風對彈塗魚離水上岸的頻率及時間有一定程度的影響，然而加入攝食的因子後發現，**攝食仍然是造成彈塗魚離水上岸的主要原因之一。**

此外，在以「風」做為環境因子的實驗中發現，實驗組中的「無風」代表的是「風停了」，所以彈塗魚的表現才會與「總是沒有風」的對照組不同，在我們野外觀察中發現，當海風變的和緩，不用 10 分鐘的時間，彈塗魚又會漸漸出現在泥灘地上活動。因此實驗室中的這個結果，和我們在野外所觀察到的情況吻合。

## 柒、結論

綜合我們的研究結果，回顧我們原先的假設，可以做出以下三點結論：

- 一、彈塗魚離水上岸活動的時間確實遠多於留在水中的時間。
- 二、攝食模式可能是造成彈塗魚離水上岸的原因之一，日照的長短會影響彈塗魚的餌食利用情況，但並不會影響其離水上岸頻率。
- 三、風速大小會影響彈塗魚體表水分的維持，因此在風大的情況下，彈塗魚返回水中的頻率會增高，間接影響餌食利用情況。但整體而言，待在陸地上的時間還是比較長。換句話說，牠們只是回到水中的次數比較多而已。

可見，喜歡在泥灘地中活動的彈塗魚可以說是生性就是愛「糊土」，因為泥灘地的水總是混著泥土，但因強風會導致牠們體表水分快速散失，因此牠們並不喜歡「風狂」。



## 捌、參考資料及其他

### 【學位論文】

蘇珊慧(1998)。漲潮期間彈塗魚離水上岸行為之探討。東海大學生物學系碩士論文。未出版，台中縣。

### 【政府出版品】

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 (1999)。大肚溪口野生動物保護區生態導覽。彰化縣。劉靜榆。

### 【期刊文章】

Gianluca Polgar and Md. Zain Khaironizam.(2008). First record of *Periophthalmus walailakae* (Gobiidae: Oxudercinae) from Peninsular Malaysia. *Cybium*. 32(4) : 349-351.

Gun Wook Baeck. Toru Takita and YangHoYoon.(2008).Life style of Korean mudskipper *Periophthalmus magnuspinnatus* With reference to a congeneric species *Periophthalmus modestus*. *Ichthyol Res*. 55:43 - 52.

Mazlan Abd. Ghaffar, Masitah Amzal and Mahani Mansor-Clyde.(2006) Fine structure of gills and skins of the amphibious mudskipper, *Periophthalmus chrysospilos* Bleeker, 1852, and a non-amphibious goby, *Favonigobius reichei* (Bleeker, 1853). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 36(2):127-133

Yuko Ikebe and Tadashi Oishi.(1997). Relationships between Environmental Factors and Diel and Annual Changes of the Behaviors during Low Tides in *Periophthalmus modestus*. *Zoological Science* 14(1):49-55.

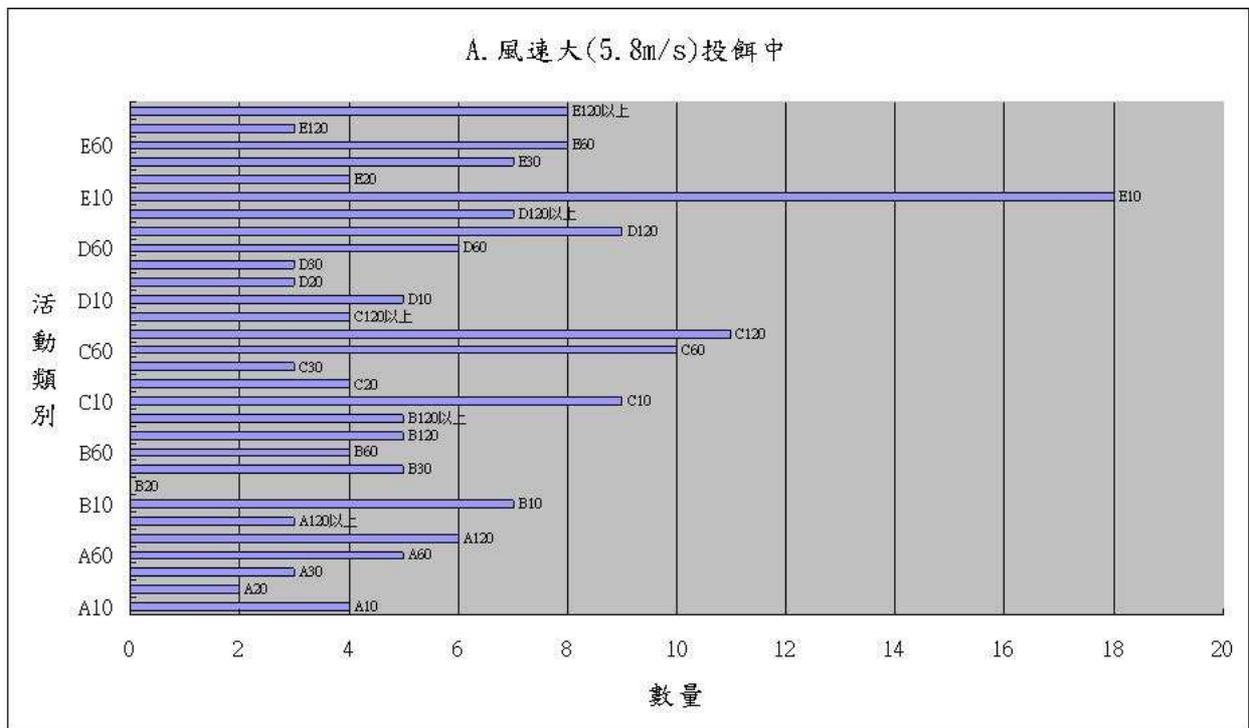
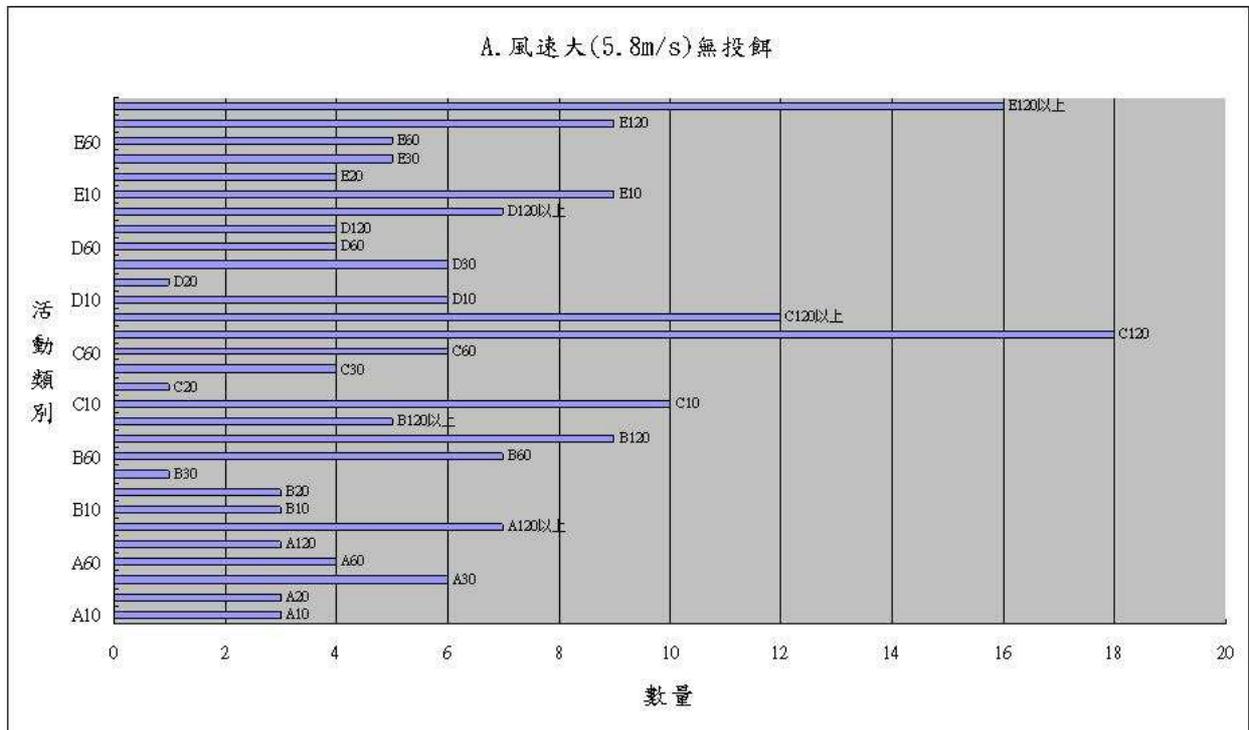
### 【網路資源】

中央氣象局。(2010)。取自：<http://www.cwb.gov.tw/>

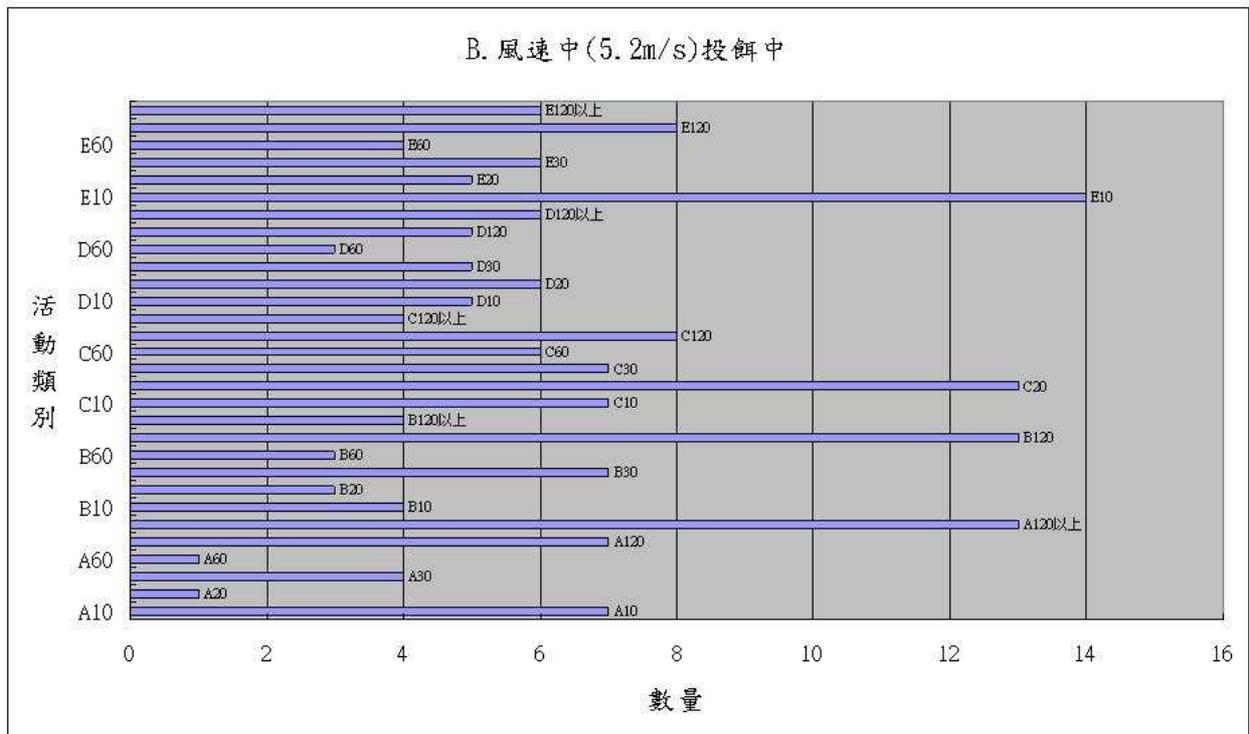
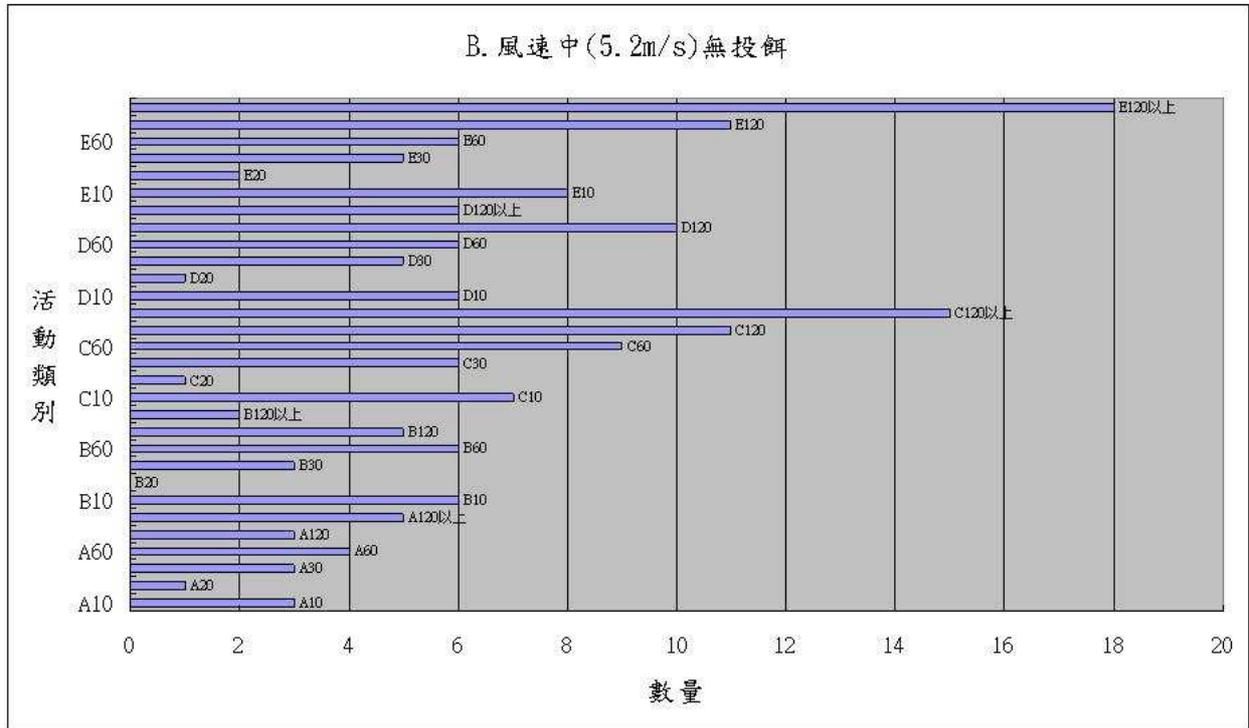
台灣魚類資料庫。(2010)。取自：<http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/species.php?id=381821>

國立海洋生物博物館生物典藏與數位資訊網(2010)。取自：<http://diginet.nmmba.gov.tw>

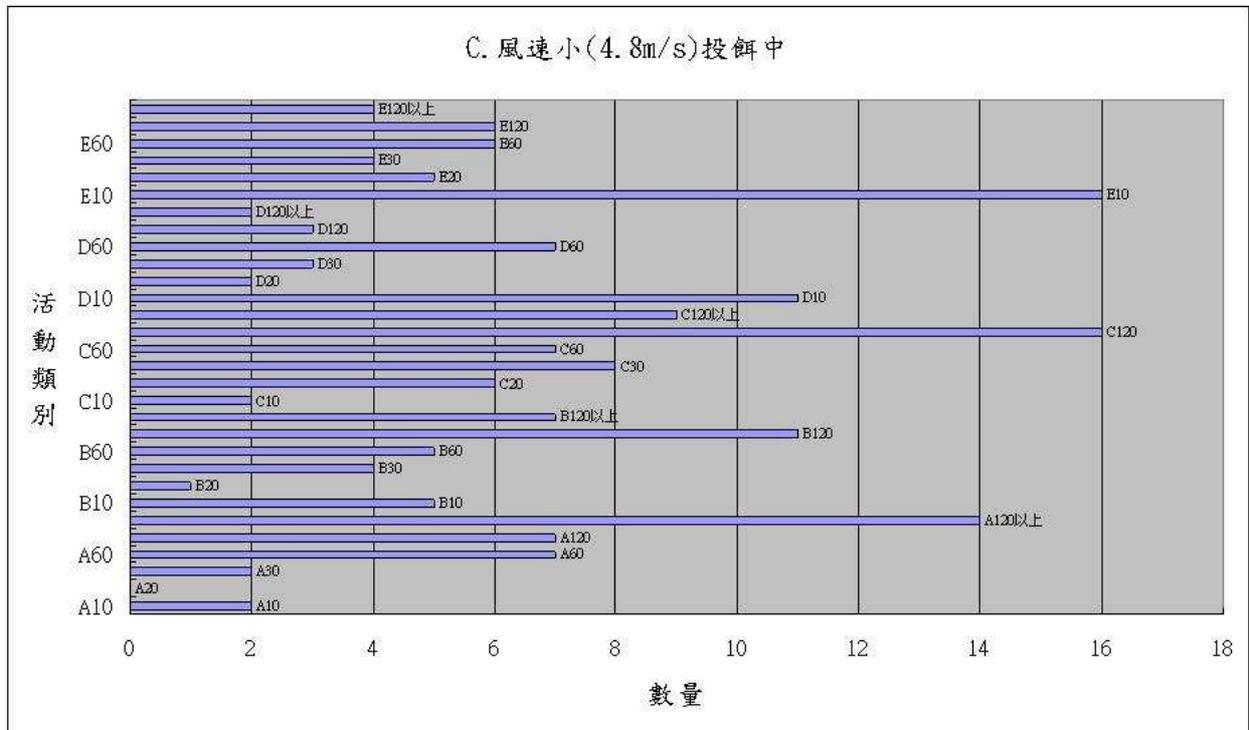
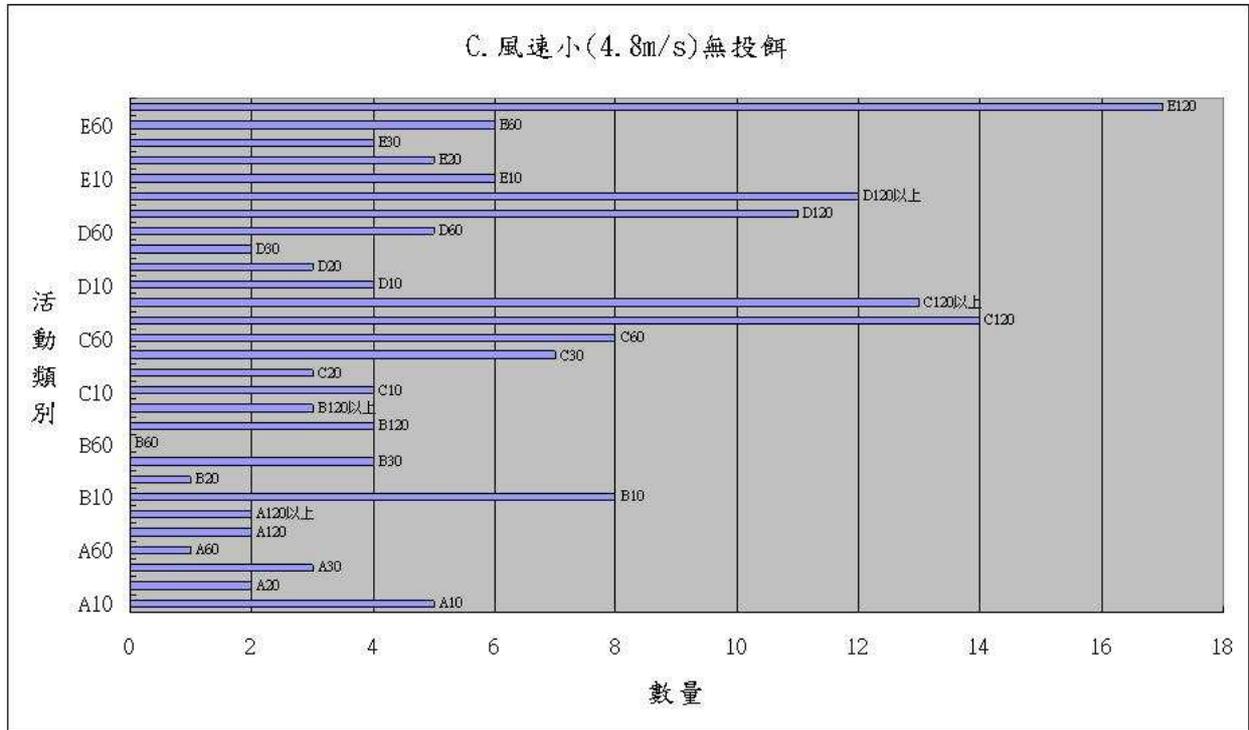
# 附件 1 風速與彈塗魚離水上岸活動



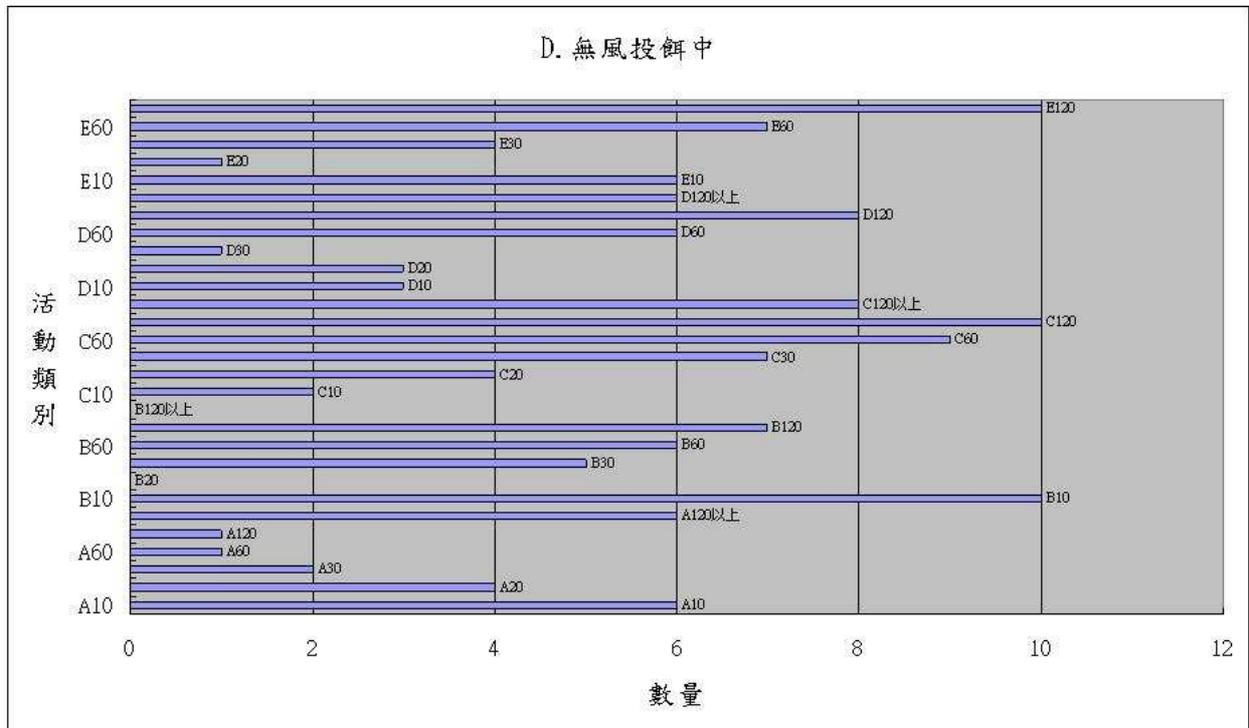
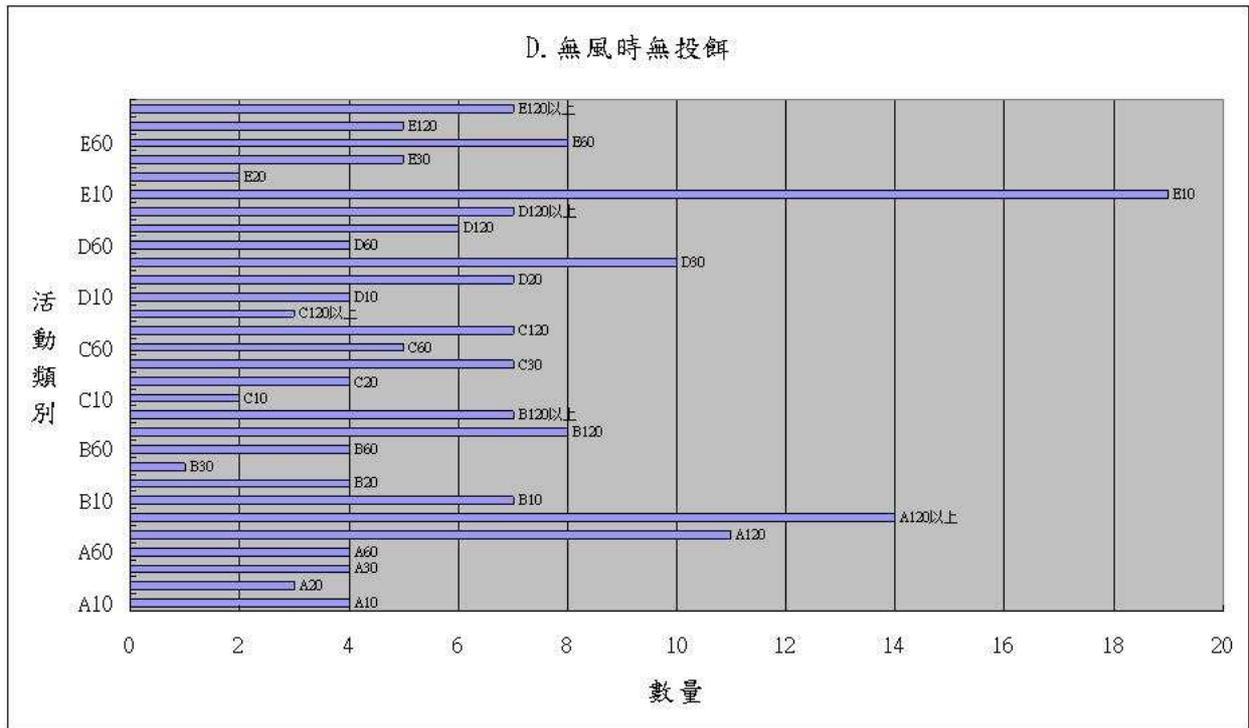
附件 1(續) 風速與彈塗魚離水上岸活動



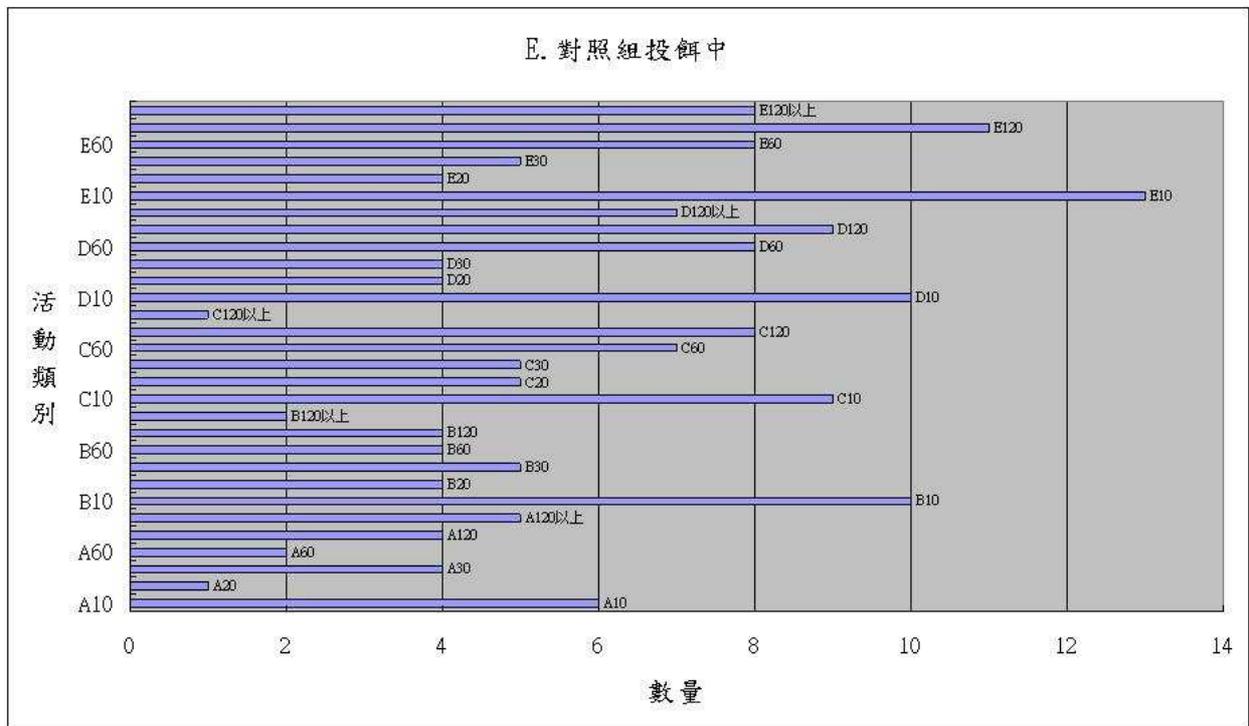
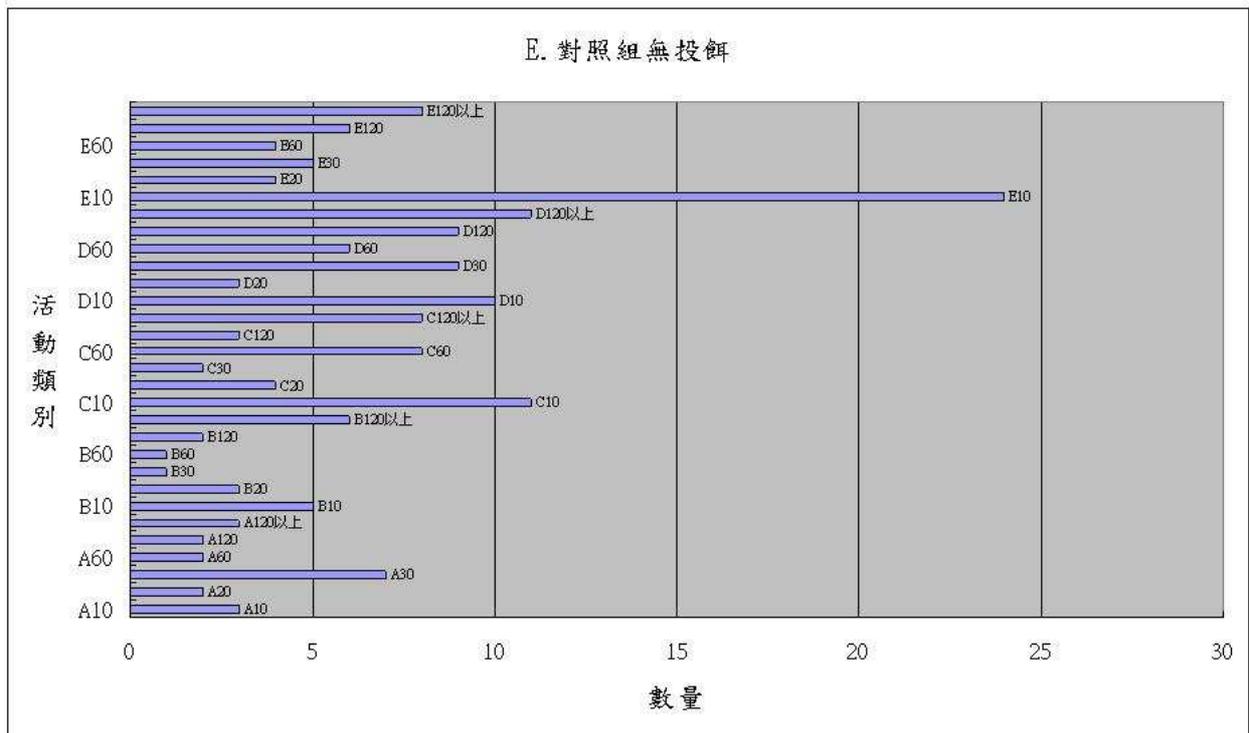
附件 1(續) 風速與彈塗魚離水上岸活動



附件 1(續) 風速與彈塗魚離水上岸活動



附件 1(續) 風速與彈塗魚離水上岸活動



附件 2 實驗活動紀錄相關照片



↑彈塗魚離水上岸仍把尾鰭泡在水中



↑在樣區實驗至太陽下山



↑彈塗魚的潛在天敵一鳥類(此為赤足鵝)



↑實驗室中的最大風速



↑測彈塗魚體重



↑穿越線第 70 公尺段

## **【評語】 030303**

本作品觀察彈塗魚離水上岸行為的影響因子，結果發現主要為風速決定彈塗魚的離水行為，同時推測風為影響魚的皮膚的潤濕度所致。因此本作品有不錯觀察生物行為的科學性研究，但仍須進一步證實其觀察所得之結論。