

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

080314

野溪一枝花

— 台灣馬口魚(*Candidia barbata*)行為初探

學校名稱：新北市林口區麗林國民小學

作者： 小四 鍾承典 小四 沈樂恩	指導老師： 鍾兆晉 李靜宜
-------------------------	---------------------

關鍵詞：台灣馬口魚、咬餌、選溫

野溪一枝花---台灣馬口魚 (*Candidia barbata*) 行為初探

摘要

台灣馬口魚是分佈於台灣西部溪流上游的常見特有種，牠是溪釣客熟悉的魚種，但針對台灣馬口魚的學術研究卻很有限。本研究主要探討台灣馬口魚在人為飼養環境下對溫度的選擇、群游行為、選餌行為以及咬餌高度，依魚的體型大小及性別的差異，進行深入的分析。研究結果顯示三年齡的大型馬口魚與一、二年齡的中小型馬口魚成魚在選溫、咬餌率及咬餌時間等方面，均有不同，且控制魚群的整體游動趨勢，顯示台灣馬口魚為了適應台灣溪流生態環境，已發展出特有的行為，值得進一步探索。

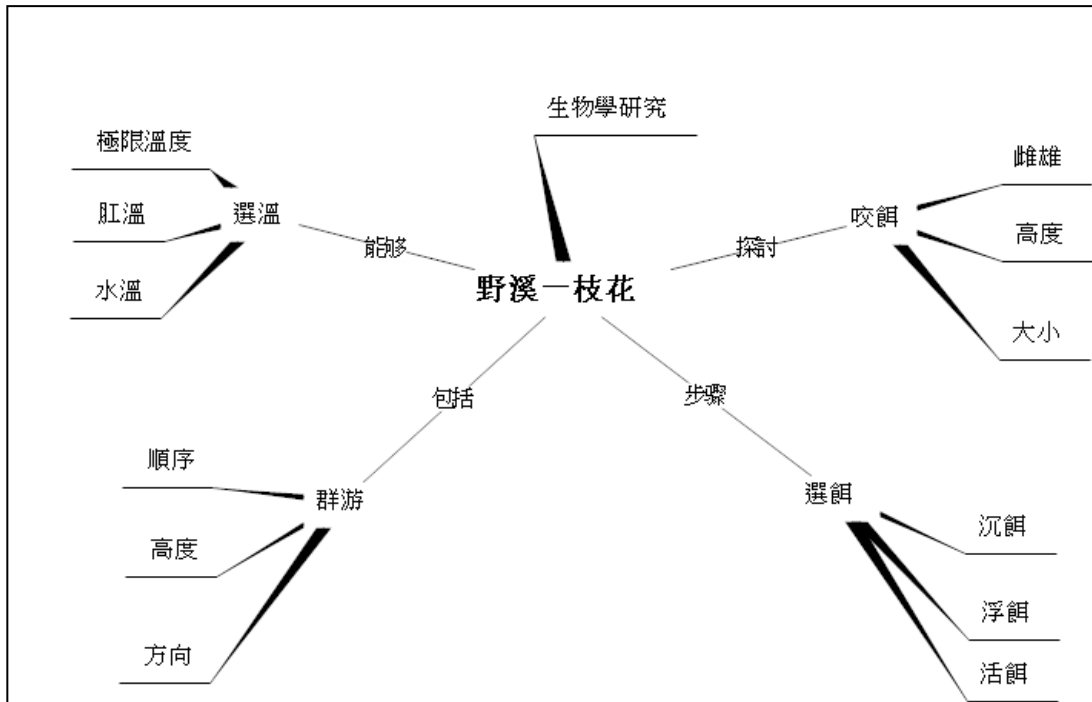
壹、 研究動機

我們在上自然課「水生生物」單元的時候，老師曾介紹有一些魚類是台灣溪流特有的魚類，像是：蓋斑鬥魚、高身鯛魚以及台灣馬口魚等，尤其是擁有美麗鱗片「追星」的台灣馬口魚更吸引我們。於是我們就查了一些相關的書籍，發現台灣馬口魚還有一個有趣的名字，叫做「一枝花」，這讓我們對這種魚類感到好奇，更因為台灣馬口魚，在早期台灣西部的溪流中，十分常見，但是近年來河川汙染嚴重，我們擔心連常見的台灣馬口魚都會有生存的危機。所以，我們決定研究台灣馬口魚，瞭解牠們的一些生活習性，包括：牠們喜歡獨自生活？或是群游？如果是群游，牠們群游的時候，是否有領隊？牠們如何掠食？多快或多遠可以發現食物？喜歡在什麼樣的水溫中生存及活動？並且，這些生活習性在大魚、小魚或雄魚、雌魚身上有無差別等等，以便能更進一步認識這種只有在台灣才有分佈的特殊魚類。

貳、 研究目的

為了更認識台灣馬口魚，我們透過野外的觀察及室內的人工養殖之近距離觀察及實驗設計，來了解台灣馬口魚下列的生活習性：

- 一、台灣馬口魚群體游動的習慣為何？
- 二、台灣馬口魚是否發展出固定的掠食行為模式？
- 三、人工養殖下，台灣馬口魚選餌的行為是什麼？
- 四、台灣馬口魚最喜好的水溫是多少？
- 五、上面四類行為中，在體型大小或性別差異間有無明顯分別？
- 六、日夜週期與台灣馬口魚掠食行為的關係如何？



圖一、台灣馬口魚(*C. barbata*)行為初探研究概念圖。

參、 研究設備及器材

- 一、台灣馬口魚相關書籍一批（詳如參考資料）。
- 二、釣魚用具（包括：12尺釣魚竿、魚線、魚鉤、水桶等）×2：採集。
- 三、水族箱（90cm×30cm×30cm）、照明裝置、濾水器、沉水馬達×2：飼養。
- 四、自製金屬底板之壓克力溝槽（71cm×8.5cm×18cm）×1：實驗。
- 五、筆記本×2：記錄。
- 六、溫度計（THERMOMETER TM-914C）×1：測量選溫槽水溫。
- 七、相機（CANNON SX 220 HS）×1：拍攝。
- 八、蠟燭一盒：選溫槽加熱使用。
- 九、玻璃瓶×1：盛裝冰塊。
- 十、冰塊（660g）×8包：冷卻。
- 十一、食鹽（約200-300公克）：選溫槽降溫使用，降低冰水溫度，延長結冰時間。
- 十二、油性筆（MARKING PEN ALCOHOL BASE No. 600）：記錄咬餌高度。
- 十三、75%酒精一瓶（約500c.c.）：浸置標本用。
- 十四、餌料三種（黑殼蝦、沉餌、浮餌）：實驗。
- 十五、高效能PSB除毒硝化菌（HID-L-303）：淨水用。
- 十六、全方位淨水硝化菌（HID-L-203）：淨水用。
- 十七、水質穩定劑（BW-015）：穩定水族箱水質用。

十八、水盆：換水用。

十九、刷子：刷魚缸。

二十、網子：撈排泄物。

二十一、水管：換水用。

二十二、量杯：撈蝦用。

二十三、碼表（CATIGA CT-500）×2：測量咬餌時間。

肆、研究過程或方式

一、採集

首先，我們分別於100年12月8日、101年2月5日、2月19日、2月29日、3月4日下午，到新北市林口區林口溪上游蘇厝溪五個點隨機釣台灣馬口魚，採樣樣區如圖二所示，共釣得28隻（採集記錄表如附錄一），分別為雄魚18隻、雌魚10隻，共存活26隻，分別為雄魚16隻、雌魚10隻。



圖二、台灣馬口魚(*C. barbata*)採樣地圖。（紅色框為採樣點）

二、行為觀察、實驗及記錄

（一）群游行為觀察：就釣得的台灣馬口魚，我們將牠們分別放置在二個大小、設備相同、均鋪有約2公分左右底砂的水族箱（90cm×30cm×30cm）中，進行飼養觀察，並記錄牠們的行為。每日觀察魚群游動的情形5次，每次兩分鐘，觀察台灣馬口魚在游動時，是否有特定的高度範圍（如圖三）。



圖三、台灣馬口魚(*C. barbata*)人工養殖情形。

- (二) 咬餌實驗：我們於水族箱上，自水族箱底部至水面標示公分刻度，並每天固定時間餵食，觀察並記錄牠們掠食的行為（掠食高度記錄表如附錄二）。
- (三) 選餌實驗：我們將食餌分成沉餌（蝦餌）、浮餌（溪魚用）和活餌（黑殼蝦），同時餵食水族箱內的台灣馬口魚，觀察並記錄不同大小、雌雄個體，對選餌之差異（選餌實驗記錄表如附錄三）以及測量馬口魚咬餌成功時所需要的時間。
- (四) 咬餌高度的實驗：
1. 準備活黑殼蝦若干隻、浮餌及沉餌共三種食餌。
 2. 每天投餌各數次，每次放入一種食餌後，觀察馬口魚咬餌成功時離缸底的高度位置。
 3. 重覆步驟 1-2 數天，每種食餌分別測驗多次，以計算平均值。
- (五) 咬餌時間的實驗：
1. 準備活黑殼蝦、浮餌、沉餌三種食餌。
 2. 每次放入一種食餌後，以碼表測量咬餌時間。
 3. 每種食餌分別測驗多次，以計算平均值。
- (六) 日夜週期與掠食行為之關係實驗：
1. 日夜週期 L:D=12:12
 2. 開燈時間為 7:00，觀察及紀錄開燈後之魚群最低高度；開燈後進行餵食，以碼表測量第一次咬餌時間。
 3. 關燈時間為 19:00，觀察及紀錄開燈後之魚群最低高度；關燈後二小時之後進行餵食；以碼表測量第一次咬餌時間。
- (七) 錄影觀察：以錄影機拍攝牠們的行為，然後於電腦上監看錄影的結果，再進行整理、分析及記錄。

三、選溫實驗

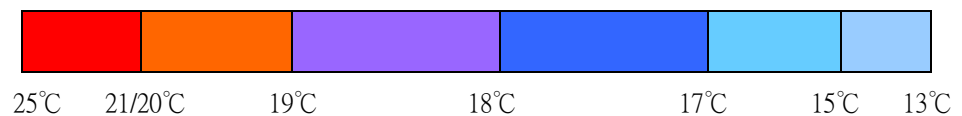
(一) 實驗工具製作

1. 首先，我們先製作一個底板為金屬板，長為71公分、寬為8.5公分、高為18公分的壓克力溝槽（如圖四）。



圖四、台灣馬口魚(*C. barbata*)選溫槽設置圖(A:冷源--冰塊加鹽;B:熱源--蠟燭)。

2. 我們先將壓克力溝槽注入約10公分高的水，並將壓克力溝槽金屬底板的一端置放於盛滿冰塊並加鹽的玻璃瓶中，進行冷卻；另一端則以蠟燭於金屬板的下方燃燒，進行加溫，讓溝槽中的水溫，形成如圖五所示之溫度梯度。
3. 校正：每一次做實驗前，都要使用TM-914C溫度計將選溫水槽的水溫校正成前一次一樣的溫度梯度。



圖五：台灣馬口魚(*C. barbata*)選溫實驗之溫度梯度示意圖。

(二) 進行實驗

1. 我們選取身長不一的台灣馬口魚12條，先以溫度計自其泄殖腔測量其體溫後，再分別放入上述壓克力溝槽中，觀察牠們各自在上述溫度梯度中所選取的水溫，並加以記錄（詳如附錄四、選溫實驗記錄表）。

2. 我們再選取身長相近的台灣馬口魚，雄魚10條，雌魚10條，於測量其體溫後，亦分別放入上述壓克力溝槽中，觀察牠們各自在上述溫度梯度中所選取的水溫，並加以記錄（詳如附錄四、選溫實驗記錄表）。

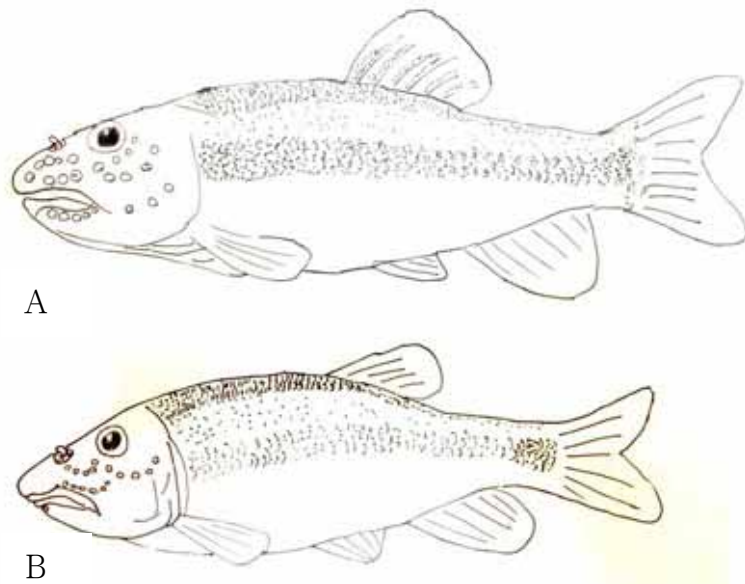
四、台灣馬口魚基本資料蒐集

尋找圖書館或書局有關台灣馬口魚的書，或者利用網路搜尋引擎查詢台灣馬口魚或其英文學名“*Candidia barbata*” 相關之文獻。

伍、 研究結果

一、 台灣馬口魚基本生物學

- (一) **分類**：台灣馬口魚 (*Candidia barbata*) 屬於動物界(Animalia)、輻鰭魚綱 (Actinopterygii)、鯉目 (Cypriniformes) 鯉科 (Cyprinidae)、縱紋鱮屬 (*Candidia*) 魚類，最早由Regan命名(Regan, 1908)。
- (二) **特徵**：背鰭3,7；臀鰭7,9；胸鰭1,13-14；腹鰭1,8；側線鱗54-57。身長約5cm-15cm，最大超過20公分。體延長而側扁，口裂末端具一對細小紅色短鬚。魚體灰褐色，腹部白，體側中央具有一明顯的黑色寬縱帶。成熟雄魚上頷較為前突，且略呈鉤狀，吻部有明顯而尖銳的追星，腹鰭與胸鰭為鮮紅色；雌魚體色較淡，無紅色鰭且無追星。台灣馬口魚在發情時，頭部下方及胸鰭會呈現鮮明紅色，還有比平常顯眼的藍黑色縱帶（圖六）。



圖六、台灣馬口魚(*C. barbata*)成魚形態 (A：雄魚；B：雌魚)。

- (三) **習性**：台灣馬口魚生活在高山森林溪流，屬初級淡水魚。棲息於河川中、上游水溫較低的水域。需氧量高，性貪食，屬雜食性，以藻類及小型底棲甲殼類為主食。有時成魚體型會因攝食，或因雌魚抱卵，而變得頗為肥胖。在食物充足的環境下，本種會顯得非常肥胖。清晨、黃昏為攝食巔峰期，冬天則躲至深水區。幼魚多於石塊水草間或淺灘處，成群聚集在溪流兩岸緩流處覓食；成魚則於深潭及河川中。
- (四) **分布**：台灣特有種，主要分佈於於台灣西部河川中、上游，目前因為放流的關係，在花東地區的少數溪流裡，例如台東卑南溪、金崙溪、大竹溪流域也可見魚群活躍，所以台灣馬口魚已算是分佈全島的魚種。一般而言，台灣馬口魚喜愛活躍於山區清澈低溫的溪流，經常與鮎魚、台灣石賓及粗首鱨混棲在一起。
- (五) **行為**：善跳躍，喜愛在淺灘低溫而清澈的水域，游泳能力強。前人的研究發現，體長較小的魚，需要更高的魚尾擺動頻率來維持穩定，而台灣馬口魚比尼羅口孵魚更適合高流速環境。若以臨界流速量測，台灣馬口魚的臨界流速介於0.39~0.74m/s之間，可以提供人類養殖及溪流生態工法的參考（虞淨卉和張文亮，2010）。
- (六) **俗名**：台灣鬚鱨、憨仔魚、一枝花、山鱧仔、台灣鬚、台灣縱紋鱨、馬口、午仔魚、番仔憨、沙鱧。
- (七) **寄生蟲**：纖毛蟲屬車輪蟲（*Trichodina* sp.）、福山魚怪（*Ichthyoxenus fushanensis*）。如台灣馬口魚被福山魚怪寄生，該被寄生之台灣馬口魚右側胸鰭基部會出現孔洞。
- (八) **樣區魚類多樣性分析**：調查樣區中的魚類，發現共有2科3種，其中台灣馬口魚與蝦虎為優勢種，占全體採樣之50.9%及47.3%。

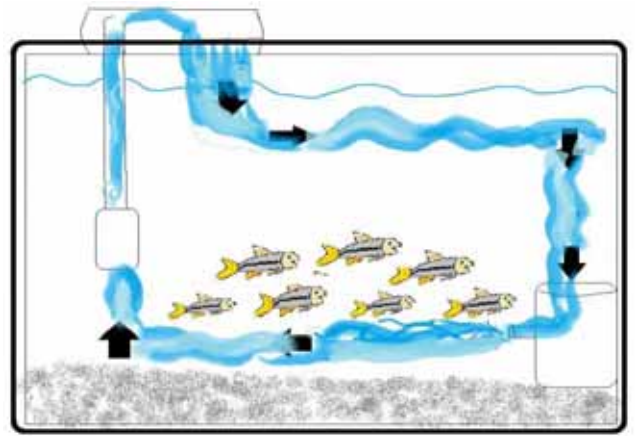
二、我們統計及整理觀察台灣馬口魚的記錄並進行實驗的結果，發現如下：

(一) 游動的習性

1. 台灣馬口魚通常在距離底砂頂部約2-3公分處游動（即約在水族箱底部往上約4-5公分處）。但在餵食時，會在距離底砂頂部約4-5公分處游動（即約在水族箱底部往上約6-7公分處）。
2. 台灣馬口魚喜歡群游，且以跟隨大隻的魚為原則，牠們會以群體中最大隻的魚為中心，在其身後或身邊游動，小魚有時雖會游到大魚前方，但一下子即會折返，跟在大魚後方（如圖七）。

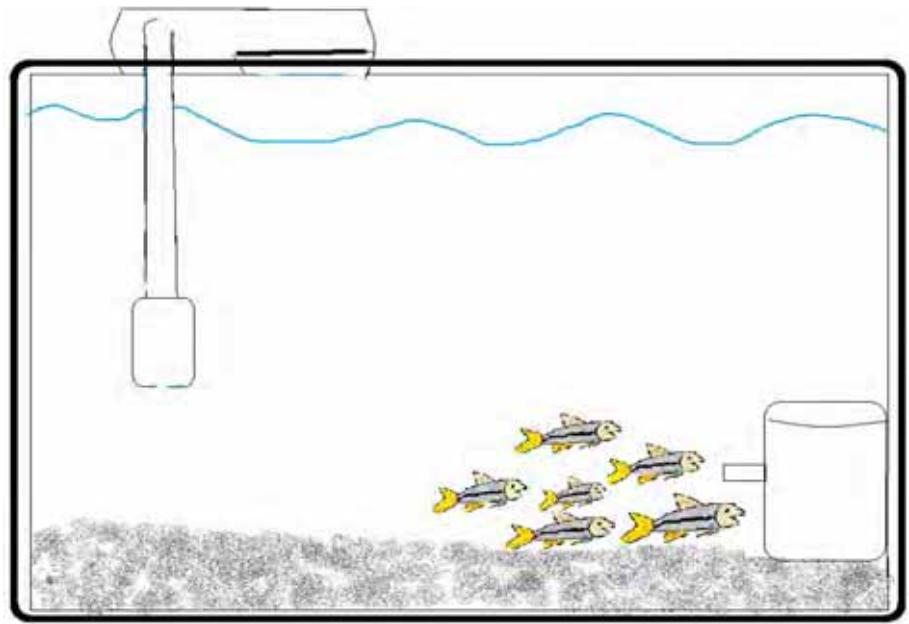


圖七、台灣馬口魚(*C. barbata*)群游照。



圖八、台灣馬口魚(*C. barbata*)大部分時間與水流方向相反游動之示意圖。

3. 有兩隻大隻的魚時，其中最大隻的魚喜歡躲在角落，通常是在濾水器下方的角落，且不太游動，而由次大隻的魚帶著小魚游。但一旦最大隻的魚有游動，所有的魚就會跟著一陣騷動。
4. 大部份時間，牠們都朝濾水器方向游（如圖八），游到水族箱最左方後，再折回，游至水族箱最右方沉水馬達處，再回頭，朝濾水器方向游動，且牠們時常採逆時針方向游（如圖九）。
5. 在天氣非常寒冷時，牠們會全部聚集在沉水馬達下方，且仍是以大魚為中心如圖八所示。
6. 台灣馬口魚的大魚會以尾巴撥底砂，使水族箱底砂形成大小不一的窟窿，詳如圖十所示。



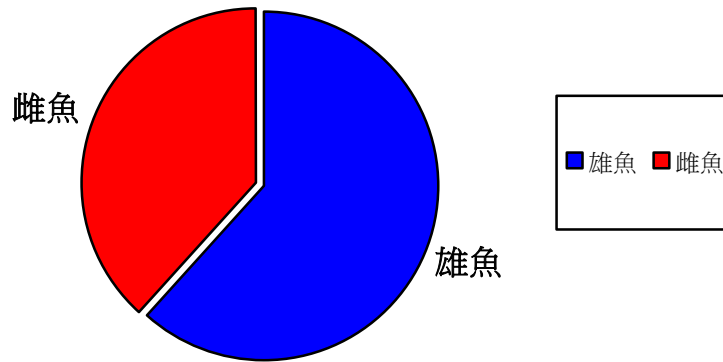
圖九、台灣馬口魚(*C. barbata*)遇寒流低溫時聚集魚缸角落示意圖。



圖十、台灣馬口魚(*C. barbata*)大型雄魚挖底砂之行為。(紅色部分)

7. 台灣馬口魚的鰭如不擺動時，會呈現倒退游的情形。
8. 從我們的觀察發現，雌魚特別喜歡在濾水器下方游動。

(二) 根據捕獲的馬口魚進行數量分析發現，雄魚占的比例較大，雌魚占的比例較小，而雌、雄成魚比約為 1:1.55，詳如圖十一。



圖十一、樣區內台灣馬口魚(*C. barbata*)成魚雌雄比例(紅色為雌魚，藍色為雄魚)。

(三) 掠食的行為模式

1. 咬餌：

- (1) 剛開始投食時，台灣馬口魚掠食的位置，約在距離水族箱底部10公分左右處，之後則漸漸的往水面上移動至大約距離水族箱底部約20-25公分處。
- (2) 每天剛開始投食時，牠們掠食的高度通常為前一天最後一次投食時，牠們掠食的高度，之後再漸次往水面上移動，有時甚至會衝出水面。
- (3) 牠們掠食的速度，亦會隨著投食的次數，而漸漸加快，最快甚至可達時速25-30公里。
- (4) 餵食沉餌時，大魚較不進行掠食，通常是中魚及小魚在搶食，最大隻的魚幾乎不進行掠食。
- (5) 牠們掠食時，會先將食物含在嘴裏，之後再吐出來吃，但是有時食物吐出來後，又會被其他的魚搶走。
- (6) 餵食時及剛餵食完後，牠們看到雜物或排泄物，都仍會進行搶食，之後發現不是食物，才又吐出來。
- (7) 掠食後，不論是否掠得食物，牠們均會立即折回水底，如未吃到食物，牠們才再次發動掠食。
- (8) 牠們發現食物時，有時會先回轉，再上衝，進行掠食（參圖十七）。

2. 選餌

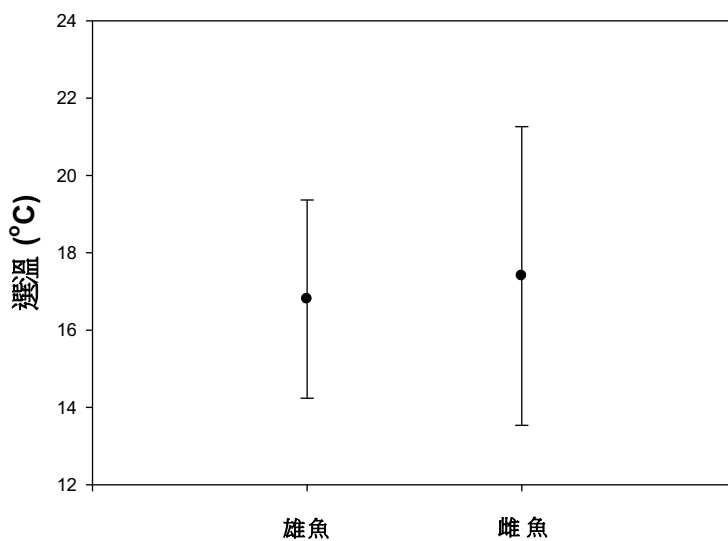
- (1) 在餵食半個月沉餌後，剛餵食活蝦時，牠們不吃活蝦，即使已碰到活蝦，

活蝦一移動，牠們並不追逐。慢慢的幾次餵食活蝦後，牠們即開始掠食活蝦。

(2) 以三種餌，即活蝦、沉餌、浮餌，同時進行投食時，牠們會選先沉下來的活蝦，其次是沉餌，再其次為浮餌。

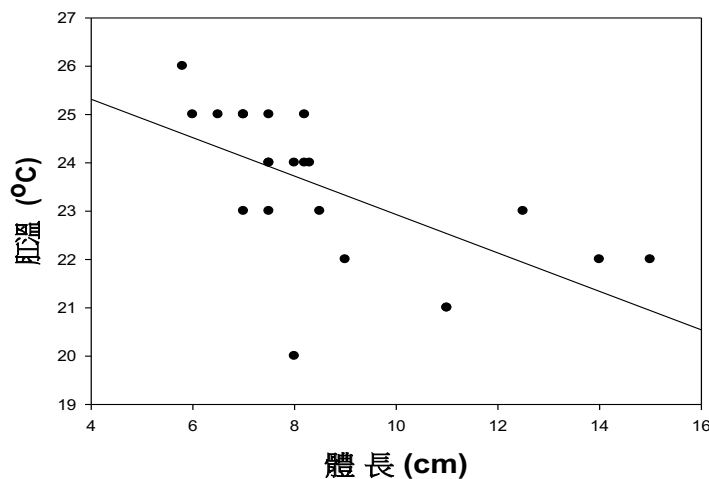
(3) 大魚及中魚較會選擇活蝦，而小魚則比較會選擇沉餌。至於浮餌，通常則是每天投食數次後，牠們才會開始注意到浮餌，而往上衝，去掠食浮餌。

(四) 根據選溫的實驗結果，我們發現雌、雄魚在選溫槽中平均選擇16-17°C，如圖十二，這和文獻中所提到台灣馬口魚習性是喜歡較涼的溫度水質相符合。



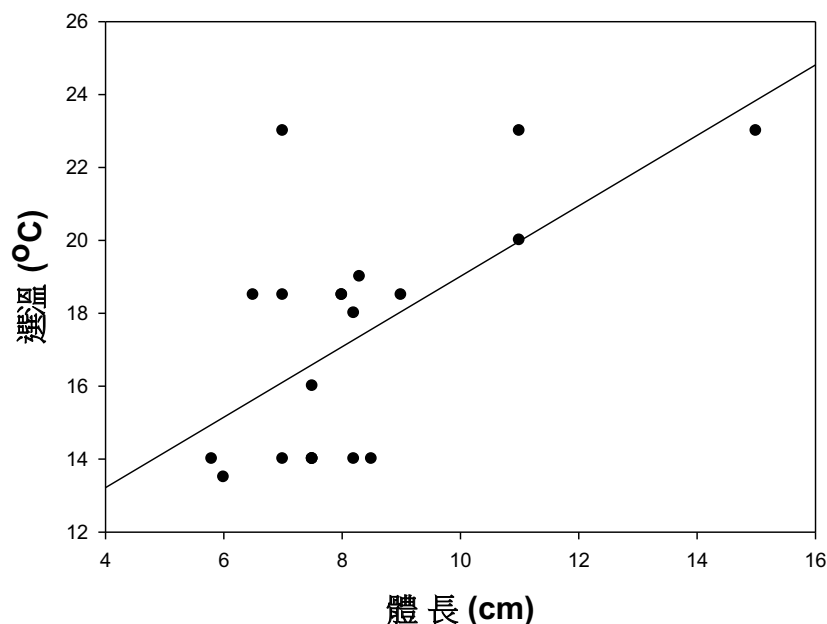
圖十二、不同性別之中型(7±1cm)台灣馬口魚(*C. barbata*)在 13-25°C 溫度梯度的水槽中選擇停棲的溫度分佈圖。(N=10)

(五) 我們進行選溫實驗時，會測量台灣馬口魚的肛溫，結果顯示越大的馬口魚肛溫越低，越小的馬口魚肛溫越高，如圖十三。



圖十三、台灣馬口魚(*C. barbata*) 成魚肛溫與體長的關係。(N=22)

(六) 根據選溫實驗的結果(圖十四), 大型馬口魚偏向選擇高溫, 小型的馬口魚偏向選擇低溫。我們認為可能是大魚體溫較小魚低, 所以大魚游向高溫的水域有助於大魚維持較佳的理想體溫, 而小魚游向較低溫的水域也是為了得到最好的適宜體溫。



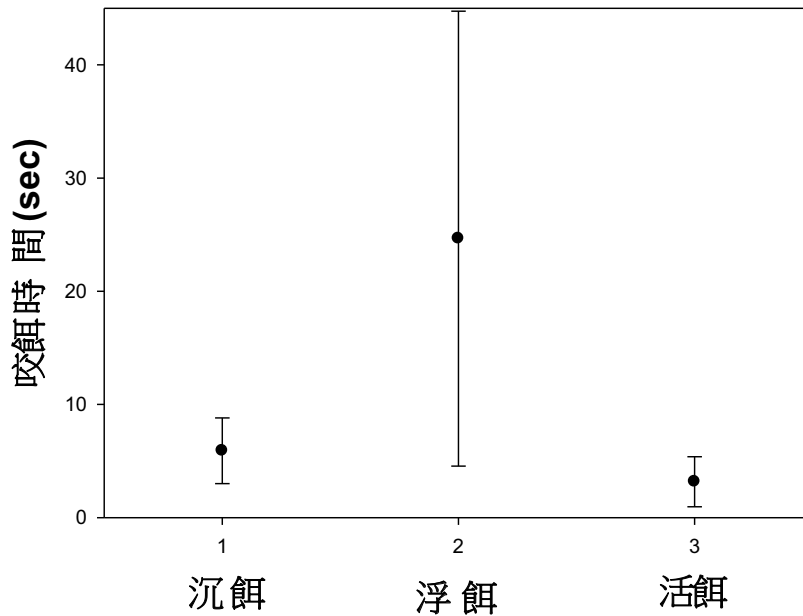
圖十四、不同體型大小的台灣馬口魚(*C. barbata*)選溫分佈圖。(N=20)

(七) 在實驗期間, 隨機取樣相同數量的雌雄魚, 測得之體溫並無顯著差異(表一), 我們推測這是因為台灣馬口魚和大多數的魚類一樣是屬於變溫動物, 所以養殖在同一魚缸中, 相同時間內所測得的雌雄魚體溫是大致相同的。

表一、相同水溫(20°C)養殖之台灣馬口魚(*C. barbata*)成魚雌雄魚體溫比較表。

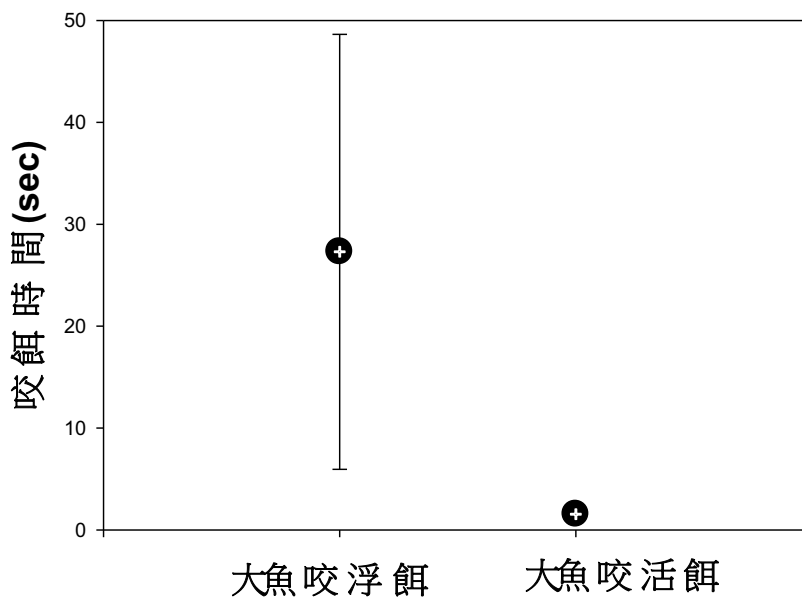
項目(°C)	雄魚	雌魚
平均體溫(°C)	24.40	24.20
體溫中位數(°C)	25.00	24.00
標準誤差	0.40	0.37
取樣數(N)	5.00	5.00
最高體溫(°C)	23.00	23.00
最低體溫(°C)	25.00	25.00

(八) 根據咬餌實驗，我們發現台灣馬口魚成魚對活餌的反應最快，沉餌次之，反應最慢的是浮餌，咬餌時間比較如下圖十五。



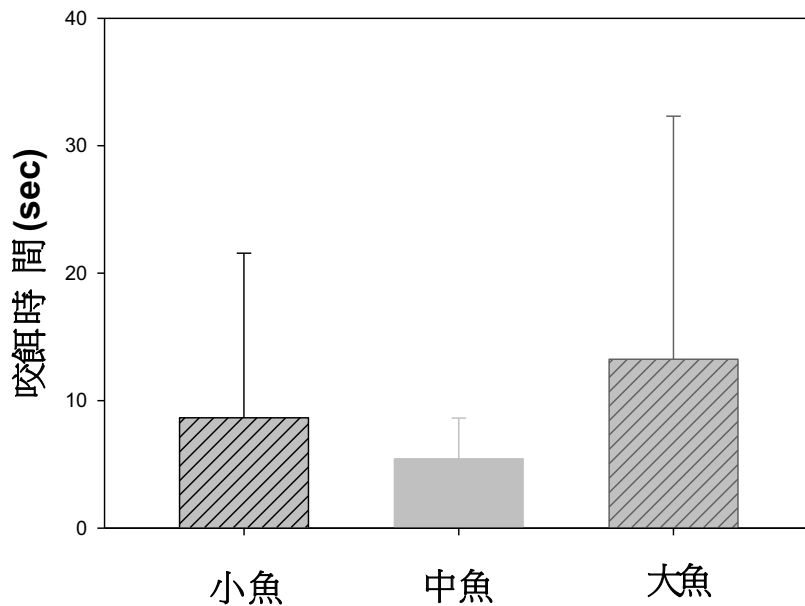
圖十五、台灣馬口魚(*C. barbata*)成魚對不同餌型之咬餌時間分布。(N=35)

(九) 再更仔細的分析咬餌實驗的結果(圖十六)，我們發現大魚咬餌的現象比較特別，尤其對活餌，所有大魚都有出現很精準且快速的咬餌反應。對於浮餌來說，大魚的咬餌行為呈現明顯的個體差異，例如編號 2 號的次大魚索倫，經常性的以最快的反應咬食浮餌。



圖十六、台灣馬口魚(*C. barbata*)大魚咬活餌與咬浮餌時間之比較。(N=25)

(十) 我們的實驗結果顯示，台灣馬口魚大魚咬餌比較謹慎，平均花費較長的時間，小魚次之，中型魚咬餌時間最短。(圖十七)



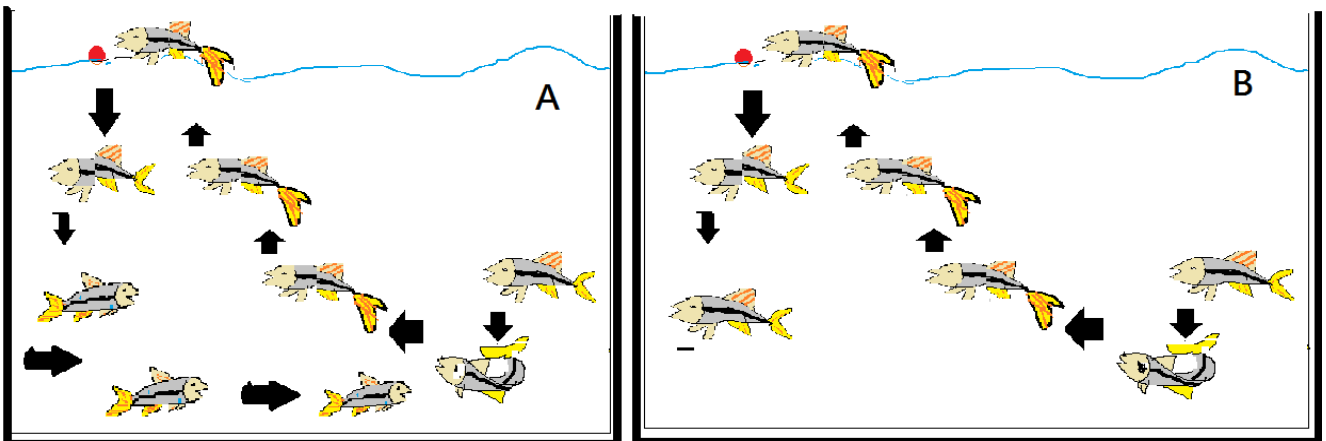
圖十七、台灣馬口魚(*C. barbata*)成魚不同體型大小的咬餌時間之比較(N=35)。

(十一) 我們發現，大魚對沉餌的咬餌率和中魚對浮餌的咬餌率都是0，而小魚則對活餌有較小的咬餌率。(表二)

表二、台灣馬口魚(*C. barbata*)咬餌率與咬餌時間之比較

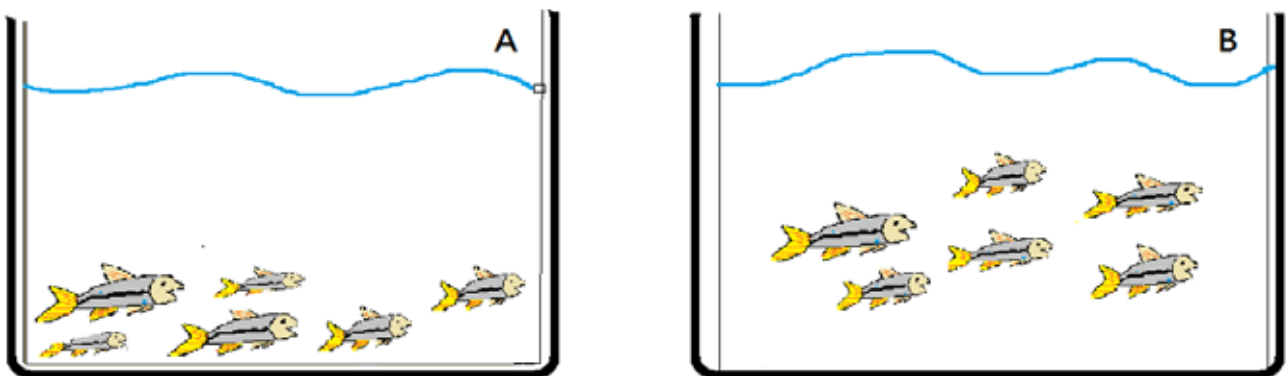
項目	沉餌	浮餌	活餌
大魚咬餌率(%)	0	50	50
中魚咬餌率(%)	60	0	30
小魚咬餌率(%)	40	30	20
咬餌失誤率(%)	0	20	0
平均咬餌時間(sec)	5.90	24.65	3.17
最長咬餌時間(sec)	11.81	54.75	8.22
最短咬餌時間(sec)	2.94	4.38	1.22

(十二) 我們也仔細追蹤了台灣馬口魚咬食浮餌的行為路徑，大部分咬食後都會回到原來的位置（如圖十八）。

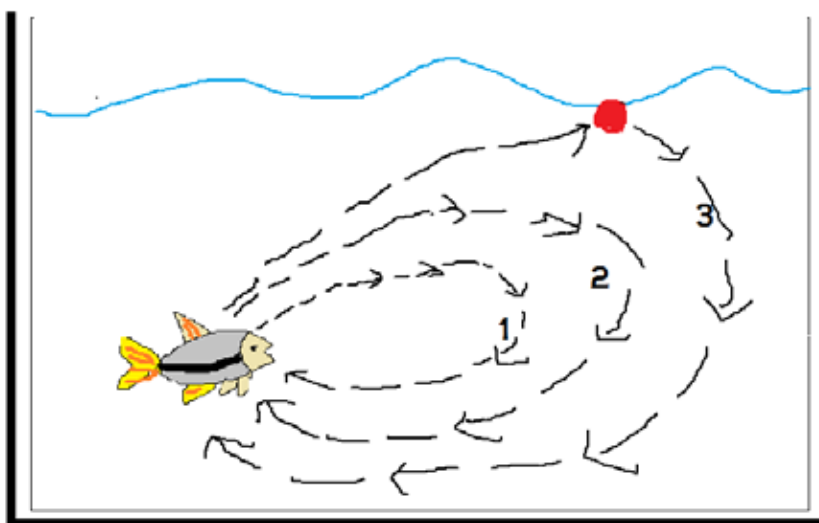


圖十八、台灣馬口魚(*C. barbata*)咬食浮餌游動路徑示意圖。(A：常見行為 B：罕見行為)

(十三) 我們在人工養殖過程中也發現飢餓程度會影響魚群洄游魚缸的高度，如圖十九所示。



圖十九、台灣馬口魚(*C. barbata*)每日連續餵食(A)與間隔兩日餵食(B)魚群分布示意圖。

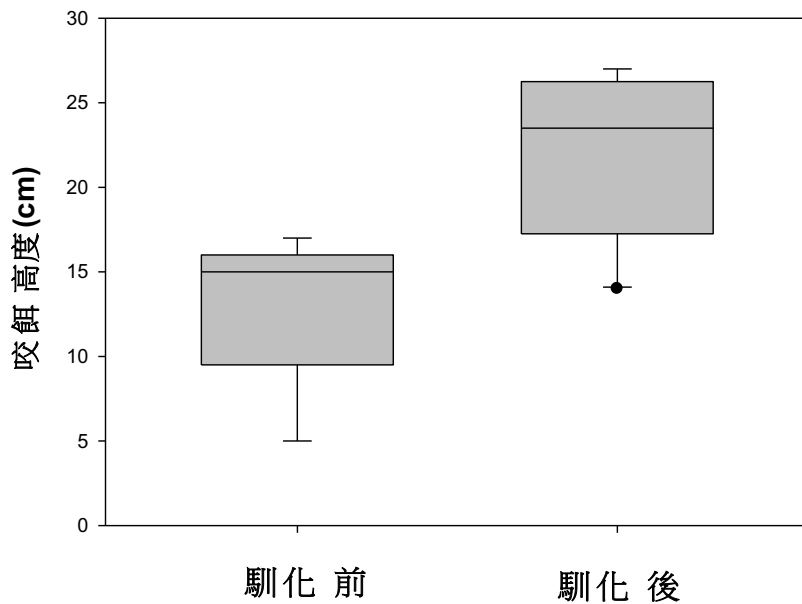


圖二十、台灣馬口魚(*C. barbata*)發現浮餌後咬餌流程示意圖。(1:指第一次近餌；

2:指第二次近餌；3:指第三次咬餌)

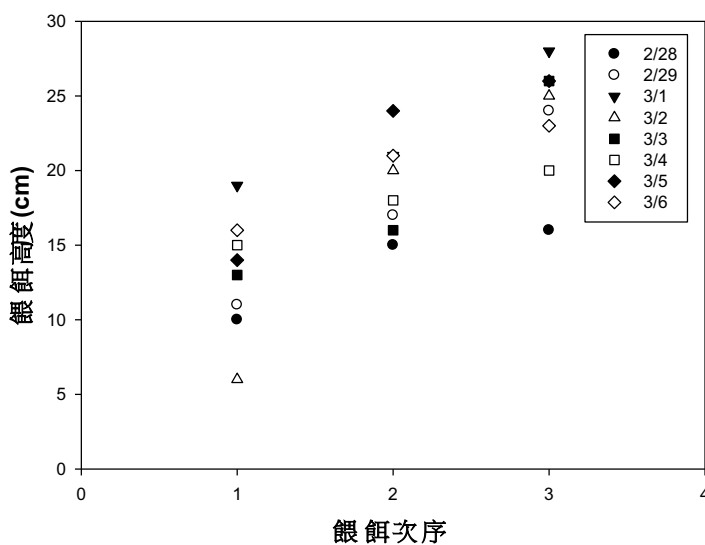
(十四) 從我們的觀察中發現，台灣馬口魚有利用反覆來回的動作，瞄準浮餌增加精確掠食的機率（如圖二十）。

(十五) 我們也發現馴化後的馬口魚，在魚缸中咬餌平均高度明顯的上升（如圖二十一）。



圖二十一、台灣馬口魚(*C. barbata*)馴化前後咬餌高度比較。

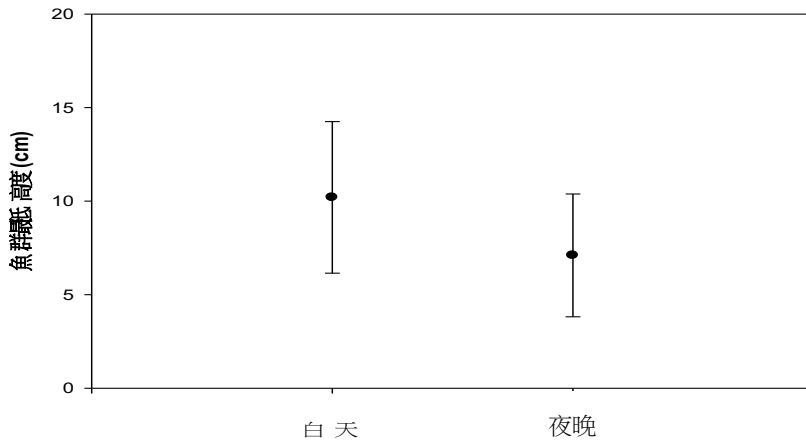
(十六) 在每日的餵食中，第一次餵食時，食餌都要沉降很低，才會被台灣馬口魚發現吞食，但是一但魚群發現開始有食餌，就會在越高的地方搶食沉餌，詳如圖二十二。



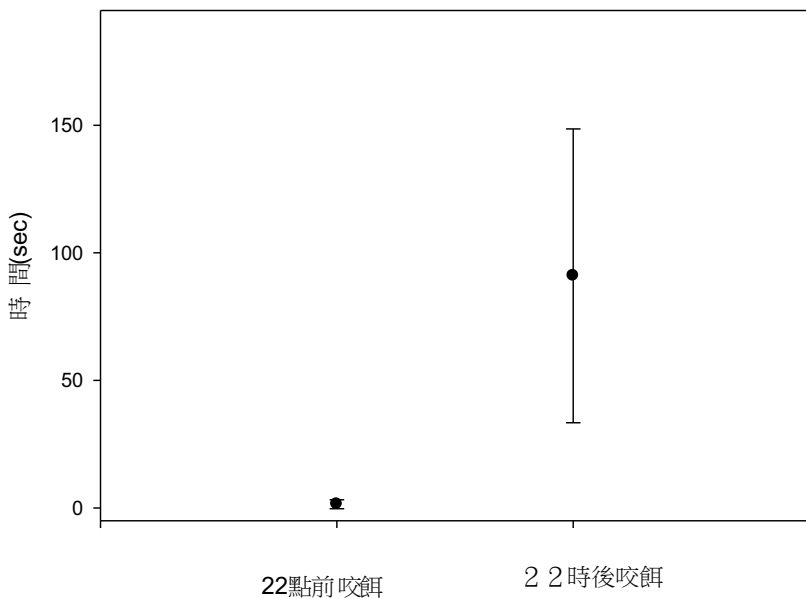
圖二十二、台灣馬口魚(*C. barbata*)餵沉餌時不同餵餌次序咬餌高度。

(十七) 在日夜週期與掠食行為之關係實驗中，我們發現在白天，台灣馬口魚游動的高度與晚上游動的高度，有明顯的差異，詳如圖二十三。

(十八) 在日夜週期與掠食行為之關係實驗中，我們發現在白天，台灣馬口魚最早咬餌的反應時間平均在 1 秒以內，晚上 11 點以後，最早咬餌的反應時間則延長至 30 秒以上，顯示日夜週期與掠食行為有明顯的關係。



圖二十三、台灣馬口魚(*C. barbata*)白天與夜晚魚群最低高度比較。



圖二十四、台灣馬口魚(*C. barbata*)不同時段餵食最快咬餌反應時間比較。

陸、討論

- 一、文獻僅記載台灣馬口魚喜歡在潭尾、潭邊的淺灘及水流緩慢處活動，並未記載其係在較接近河床、溪底處，或是較接近水面處游動，而我們觀察發現，台灣馬口魚喜歡在比較靠近水族箱的底砂處游動，除非是在掠食時，否則很少到接近水面處游動，且牠們即使因掠食而到接近水面處，不論是否掠得食物，牠們均會立即折回水底。我們推測，這應該是因為接近水面，對牠們來說，較易暴露在危險中，因此即便生活在淺灘，牠們還是會選在較靠近河床或溪流底部處來活動。
- 二、根據我們的觀察，台灣馬口魚喜歡群游，這跟文獻記載相符合，但文獻並未記載牠們群游的模式，而根據我們的觀察，牠們的群游，有一定的模式，牠們會跟隨最大的魚，以牠為中心，在牠身邊或身後游動。
- 三、根據我們的觀察，最大的魚通常會佔據在濾水器下方的角落，我們認為，這應該是因依文獻記載，台灣馬口魚需氧量高，而濾水器下方含氧量較高，因此最大的魚會選擇佔據在濾水器下方的角落。
- 四、另外，從我們觀察到最大的魚通常躲在角落的行為，也可以說明，為什麼我們在溪釣時，自水面往下看，通常只會看到小隻的台灣馬口魚，卻仍釣得到大魚的原因。在我們飼養台灣馬口魚過程中，所觀察到台灣馬口魚會朝濾水器方向游動，且常會採逆時針方向游動的原因，應該是因濾水器下方含氧量較高，且與水族箱內水流方向有關。
- 五、根據我們長時間的觀察，我們觀察到在天氣特別寒冷時，牠們會全部聚集在沉水馬達下方。因水族箱的水是在濾水器上方與空氣交換後，再往沉水馬達方向流，因此沉水馬達下方的水溫應該較高，我們認為這應該是牠們在天氣非常寒冷時，會選擇待在沉水馬達下方之原因，此也與文獻記載，台灣馬口魚於冬天時，會躲至深水區之習性相符。而牠們是變溫動物，牠們在氣溫低時，會全部聚集在一起，是否與取暖有關，則值得我們進一步觀察與研究。
- 六、根據文獻記載，台灣馬口魚在產卵時，雄、雌魚會頭上尾下約40度將砂礫掘起。但我們觀察發現，在產卵期，雖然雌魚尚未產卵，台灣馬口魚的成熟雄魚，卻已有撥砂行為，像鬥魚、棘魚等魚類的雄魚，會先行佈置巢穴，以待雌魚產卵。
- 七、從雌雄比調查中，我們推測可能的原因有三，其一有可能是因蘇厝溪裡面的台灣馬口魚群中，雄魚原本的數量就比較多，其二也有可能是因雄魚比雌魚貪吃，而容易上鉤。另外，因我們所捕獲的三年齡成魚都是雄魚，因此也有可能是因雌魚於產卵後就消失了。
- 八、從我們的選溫實驗中發現，雌、雄魚的選溫平均值沒有明顯差別，但是雌魚選擇停棲的溫度分佈範圍較雄魚廣，有較多的比例會在比較極端的溫度，我們推測有

可能是因雌魚在溫度的適應性上較雄魚佳，所以在實驗設定的溫差變化對雌魚的影響似乎較小。

九、我們知道，雖然魚是變溫動物，但從選溫實驗的肛溫測量中，我們發現台灣馬口魚的小魚體溫較高，而大魚體溫較低，我們推測有可能是因越小的台灣馬口魚，其代謝率比越大的台灣馬口魚高，而這一點也符合其他動物的例子。這也可說明為何在選溫實驗中，台灣馬口魚大魚偏向選擇高溫，小魚偏向選擇低溫之原因。

十、在選餌實驗中，我們認為，實驗所用的活餌是活蹦亂跳的黑殼蝦，因其掉入魚缸中後的沉降速度通常最快，因此也最容易被台灣馬口魚發現；沉餌沉降速度較慢，但是一掉到台灣馬口魚的視覺範圍內，也會迅速被咬食；而浮餌通常一直在水面上，比較不容易被底棲息性的台灣馬口魚發現，因此被咬食的次數很少，被發現及咬餌的時間也相對較長。

十一、在日夜週期與掠食行為之關係實驗中，我們發現在白天，台灣馬口魚游動的高度較高，晚上則較低，我們推測這是因為，白天要進行活動及覓食，所以其游動之高度較高，而晚上則要休息及躲避危險，所以其游動的高度較低。另外，因為於22:00至23:00間，台灣馬口魚魚群的游動高度會降到最低，所以我們推測台灣馬口魚約在這段時間內會進入睡眠狀態。

十二、另外，在日夜週期與掠食行為之關係實驗中，我們也發現在22:00前，台灣馬口魚的平均咬餌時間為少於1秒，在22:00後則超過100秒，我們推測這可能是因為在22:00後，台灣馬口魚已進入睡眠，因此會較慢發現食餌，所以其平均咬餌時間較22:00前長。我們也因此可推測，台灣馬口魚從睡眠狀態到被喚醒，所需時間應超過100秒。

十三、在我們的研究中，所有的台灣馬口魚右側胸鰭基部皆無孔洞，也就是沒有被福山魚怪寄生的情形，我們推論福山魚怪這種等足目寄生蟲還沒有分佈到林口溪流域。

柒、結論

我們得知台灣馬口魚游動的習性是魚群通常會待在靠近河床或溪流底部的地方游動，大魚則喜歡安靜的待在角落處。台灣馬口魚是以群游方式游動，且會跟隨大魚，以大魚為中心，在牠身旁或身後游動。成熟的雄魚在雌魚產卵期會有尾部撥砂之行為，以預備巢穴，供雌魚產卵，這種生殖行為和鬥魚、棘魚的雄魚類似。掠食的行為模式及喜好的水溫方面，我們發現台灣馬口魚咬餌、選餌及選溫的特殊性，也發現日夜週期與其掠食行為間之關係，這將有助於我們進行台灣馬口魚野外族群分布研究時更深入的探討，以便能以進一步保育此種台灣特有的魚類。

捌、參考文獻

- 一、汪靜明。1999。大甲溪水資環境教育。44 頁。
- 二、陳義雄、方力行。1999。台灣淡水及河口魚類誌。64 頁。
- 三、台灣省特有生物研究保育中心。1998。台東縣的河川魚類。55 頁。
- 四、台灣省特有生物研究保育中心。2000。生物大學問。136 頁。
- 五、台北縣自然生態保育生物中心。2001。台北縣淡水魚類資源。38 頁。
- 六、林春吉。2007。台灣淡水魚蝦生態大圖鑑(上)。天下文化。96 頁。
- 七、邵廣昭等。2008。魚類圖鑑。遠流。94 頁。
- 八、陶天麟。2006。台灣淡水魚圖鑑。人人。44 頁。
- 九、雅虎奇摩知識網 <http://tw.knowledge.search.yahoo.com>。
- 十、Chang, Yuan-Mou, Y.S. Lin and L.C. Chuang, 2006, Note on a new host of *Ichthyoxenus fushanensis*: An endemic species of Freshwater Fish, *Candidia barbatus*, in Taiwan. *Taiwania*, 51:68-70。
- 十一、Regan, C. T. 1908. Description of new fishes from Lake Candidius, Formosa, collected by Dr. A. Moltrechti. *Ann. Nat. Hist. Serf.* 2: 358-360.

玖、附錄

附錄一、台灣馬口魚(*C. barbata*)採集記錄表

編號	1.	2.	3.	4	5.
日期	2011 . 12 . 8	2012 . 2 . 5	2012. 2. 19	2012 . 2 . 29	2012 . 3 . 4
地點	蘇厝溪	蘇厝溪	蘇厝溪	蘇厝溪	蘇厝溪
數目	1	4	9	3	11
採集人					
附錄	編號 2 的魚有一隻因 跳出水面而死亡。		編號 3 的魚有一隻因魚鈎鈎太深 而死亡。		

附錄二、台灣馬口魚(*C. barbata*)掠食高度記錄表

日期	投食次數	掠食高度 (cm)	備註
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		

附錄四、台灣馬口魚(*C. barbata*)選溫實驗記錄表

	身長 (cm)	體溫 (°C)	雌、雄 (魚)	選擇水溫 (°C)	備註
編號 1					
編號 2					
編號 3					
編號 4					
編號 5					
編號 6					
編號 7					
編號 8					
編號 9					
編號 10					
編號 11					
編號 12					
編號 13					
編號 14					
編號 15					
編號 16					
編號 17					
編號 18					
編號 19					
編號 20					
編號 21					
編號 22					

附錄五、所飼養馬口魚的個別取名與辨識特徵對應表

實驗魚缸（一）

編號	取名	辨識特徵	性別	體型
1	米果	背鰭有一道紅色傷疤	♂	大魚
2	索倫	鰓蓋旁有黑痣	♂	次大魚
3	可可	體側縱帶較細，顏色較淡	♂	次大魚
4	紅藤	眼睛上的紅斑較大	♀	中魚
5	追追	經常追逐其他小魚	♂	中魚
6	圓尾	尾鰭較圓	♂	中魚
7	娃娃	體型較細長	♀	小魚
8	麗兒	縱帶顏色較深黑	♀	小魚

實驗魚缸（二）

編號	取名	辨識特徵	性別	體型
1	黑帶	縱帶顏色較深黑	♂	大魚
2	二花	縱帶顏色偏藍色	♂	次大魚
3	大肚子	肚子特別圓大	♀	中魚
4	紅鰭	腹鰭上有較大紅斑	♂	中魚
5	斷尾	尾鰭上有斷裂的情形	♂	中魚
6	紅點	頭部一側有紅點	♀	小魚
7	小斷	尾鰭上有斷裂的情形	♀	小魚
8	刀疤	嘴上有一道傷疤	♂	小魚

【評語】 080314

1. 研究者利用野外垂釣的材料，來進行室內觀察，來探討魚群之形成及相關行為。將室內、室外整合起來並比對課本的資訊，研究精神值得鼓勵。
2. 在觀察時間及樣本數方面還有待改善加強。