

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：外來種魚類對臺灣原生魚類的生物學影響：以吳郭魚與臺灣石鮒為例

一、摘要

本研究透過吳郭魚和臺灣石鮒的生長與行為實驗，得知吳郭魚對於臺灣石鮒的優勢原因。生長實驗結果得知，吳郭魚和臺灣石鮒短期內並不會有明顯的生長變化；在行為實驗發現吳郭魚發動的攻擊行為遠大於臺灣石鮒，且在攻擊的選擇上，明顯較傾向攻擊臺灣石鮒而非其他吳郭魚；本研究也藉由實驗結果推論吳郭魚的攻擊行為是本能而非饑餓所導致，且無論兩魚是否為饑餓狀態吳郭魚的攻擊模式皆相同。

二、探究題目與動機

吳郭魚原產於非洲，於民國三十五年由吳振輝先生與郭啟彰先生引入臺灣，民國四十年台灣省農林廳開始推廣吳郭魚稻田養殖。吳郭魚為雜食性，不論水中的小魚、小蝦、貝等皆會食用。

吳氏與郭氏所引進的品種為莫三鼻克吳郭魚(*Tilapia mossambica*)，生性不耐寒。民國五十五年，尼羅吳郭魚(*T. nilotica*)引入臺灣，後又於民國六十三年引入歐利亞吳郭魚(*T. aurea*)，並進行多次雜交實驗。因引進吳郭魚多年，種的純度令人懷疑，外部形態也很難分辨。(胡興華,1997)

引入巴西的尼羅吳郭魚被發現其攻擊行為跨越體型限制，對當地魚種珠母麗魚攻擊(Sanches et al.,2012)；引入美洲的尼羅吳郭魚則有被發現侵佔當地翻車魚的棲息地，不過其共同天敵大口黑鱸會偏好捕食吳郭魚，使翻車魚存活率較高(Martin et al.,2010)。

臺灣石鮒(*Tanakia himantegus*)為鯉科，分佈全全島河川中下游流域，喜愛於緩和溪流、池塘、水池、水庫、湖泊中棲息。(林春吉,2007)雜食性，以藻類和水生昆蟲為食。而吳郭魚則分佈於全島各地低海拔的河川及池沼中，表示兩者的棲地重疊，因此選定吳郭魚和臺灣石鮒作為本研究使用的物種。(陳義雄、方力行,1999)

對於同樣是臺灣的外來種魚類，有研究指出琵琶鼠魚被發現其對於臺灣鯉魚的生長產生負面影響(吳雅琪,2006)。然而國內對於吳郭魚的研究較注重在其經濟效益及化學研究，對其他本土魚種的影響之相關研究甚少，因此本實驗著重於探究吳郭魚對臺灣石鮒的生物學影響。

三、探究目的與假設

目的：探討吳郭魚對臺灣石鮒的生長優勢與互動關係

假設：

- 一、吳郭魚和臺灣石鮒在相同環境生存時，因吳郭魚具有生存優勢，故吳郭魚生長較快。
- 二、吳郭魚會比臺灣石鮒發動較多攻擊行為。
- 三、吳郭魚在攻擊上較偏好攻擊臺灣石鮒。
- 四、吳郭魚在饑餓狀態下發動的攻擊行為較多，且追擊次數會減少。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究方法

1. 試驗樣本來源

本研究選定苗栗縣頭份市雷公埤排水作為研究樣區。排水路因年久失修維護不足，每逢豪雨即因排水斷面不足，常導致洪水溢流而出釀成水患，造成人民生命財產之威脅。(經濟部水利署，2010)為了解決這個問題，2015年，由經濟部水利署補助苗縣政府展開了龍鳳排水治理工程，將雷公埤右支流的洪水分洪至土牛溪，以減少洪水對下游地區的影響。在該排水溝內先後捕捉到兩種魚類，經由海洋大學陳義雄教授鑑定確認為尼羅河口夫非鯽或吉利慈鯛的幼魚及臺灣石鮒幼魚。由於尼羅河口夫非鯽及吉利慈鯛較難分辨，加諸臺灣人將兩種魚類皆通稱為吳郭魚，因此後文皆稱其為吳郭魚。

2. 生長實驗

本實驗探討吳郭魚和臺灣石鮒共同生長的速度。從大缸中將兩隻體型相似的吳郭魚和臺灣石鮒各一隻置入 10x20x10 立方公分的隔離槽中，並在中間放入一隔板使兩隻魚的生存空間為 10x10x10 立方公分。

適應七日後打開隔板使兩隻魚於同一空間(10x20x10 隔離槽)生存，每日利用電子秤測量其體重，測量的方法為將一燒杯裝水後置於天秤上歸零，再將魚放入燒杯，使其免於跳動產生額外的力。本實驗餵食 0.005 公克/日的飼料，若該日無法測量則使用內插法計算。

3. 互動行為實驗

本實驗探討吳郭魚及臺灣石鮒的互動方向、吳郭魚是否較偏好攻擊臺灣石鮒，以及在有無餵食的狀態下吳郭魚的攻擊行為變化。

「攻擊行為」分為三種：(1) 0.5 秒內的碰撞，且魚被攻擊魚有閃躲：攻擊 (2) 超過 0.5 秒的追逐，且被追魚有逃離：追擊 (3) 頭對頭的碰撞：互鬥

除這三類，還發現一種互動行為，即一魚靠在另一魚身上，但另一魚沒有閃躲：碰觸。

當一魚向水箱內另外一隻魚發起衝撞之攻擊性行為，每次攻擊時距須超過一秒，若發生間隔少於一秒之連續攻擊，且發起攻擊之魚視線未離開被攻擊者，則將該攻擊與上一攻擊視為同一個攻擊行為。

(1) 吳郭魚與臺灣石鮒的互動方向

將一臺灣石鮒與另一體型相近的吳郭魚從大缸中放入隔離槽適應七日並不餵食飼料，適應期結束後打開隔板，並待二魚剛好在同一側後，關上隔板使二魚同處於 10x10x10 立方公分的小隔離區。為了避免人類干擾，於是將手機放在一玻璃板上使鏡頭可拍攝到二魚的活動範圍，紀錄 1 小時。前 15 分鐘視為適應期，後 45 分鐘分成三組 15 分鐘數據，分別紀錄二魚的互動行為。其中，攻擊行為中的互鬥為兩方各加一次。數據使用 Excel 對二魚的發動的平均攻擊次數進行 t 檢定，確認吳郭魚是否在行為上具生存優勢。

(2) 吳郭魚是否較偏好攻擊臺灣石鮒

以實驗(1)為對照組，並將實驗(1)中的石鮒改成另一隻吳郭魚，並紀錄兩隻吳郭魚的互動。本實驗的總攻擊次數與對照組的總攻擊次數進行 t 檢定，探討吳郭魚是否較偏好攻擊臺灣石鮒。

本實驗的數據在進行 t 檢定時，因觀測時無法區別兩魚，因此把紀錄到的攻擊與追擊次數 ÷ 2，而互鬥次數則維持，表示每隻魚的平均攻擊次數。

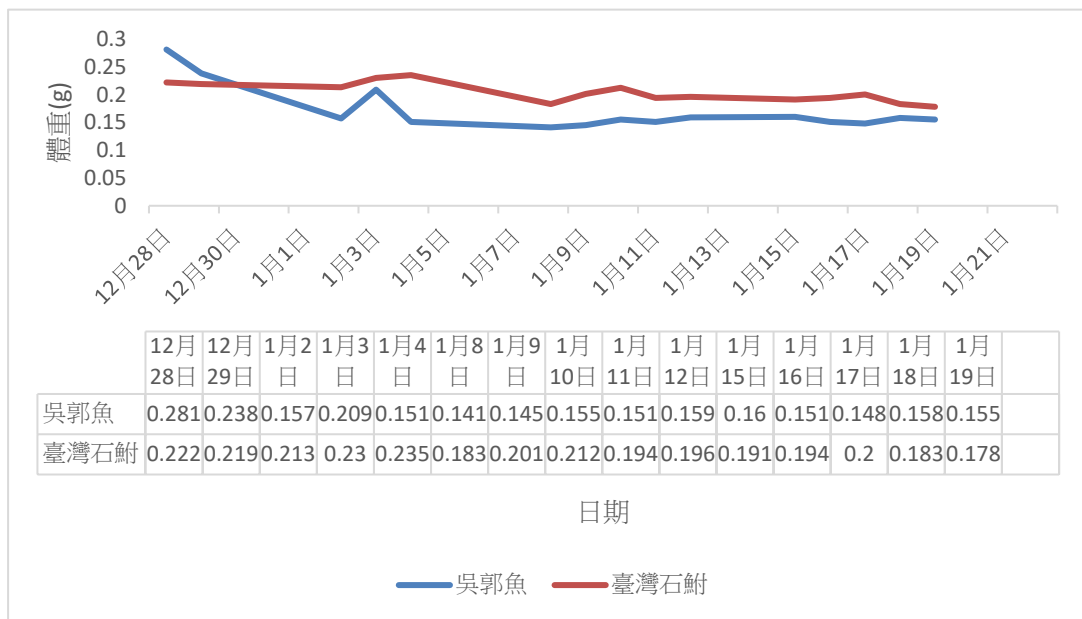
(3) 有無餵食的狀態下吳郭魚的攻擊行為變化

以實驗(1)為對照組，並將實驗(1)改成在兩隻魚解除隔離的前 24 小時內餵食，探討吳郭魚的攻擊行為是否會因為饑餓程度受到影響。使用 Excel 對實驗數據與對照組數據的不同行為模式進行 t 檢定。

(二) 研究結果與討論

1. 生長速度差異

每日測量吳郭魚與臺灣石鮒體重結果如圖一所示。



圖一 吳郭魚與臺灣石鮒體重變化圖

在本實驗中發現兩魚的體重除剛開始的吳郭魚體重有明顯的變化外，其他時間並沒有明顯變化。推測牠們沒有明顯變化的主因有兩個：一是觀察時間太短，使兩者無法觀察到完整的成長數據。二是兩魚體重本身就偏輕，即使有變化也難以觀察。

對於第一個問題的解法為拉長觀察時間蒐集更多數據，就可以觀察到較為明顯的變化。對於第二個問題，由於吳郭魚為幼魚，若改為成魚的重量較容易看出變化，只不過無法利用此與臺灣石鮒做比對，而是以其他較大型的淡水魚類作比對較適合。在本實驗的測量方法中，在魚放入裝水的燒杯之前，魚的身上無法避免有水殘留，這個對於大型魚隻的影響較小，然而測量小型魚隻就比較有可能造成影響，如一開始吳郭魚的偏高的數據即推測為是測量不夠精準導致的結果。

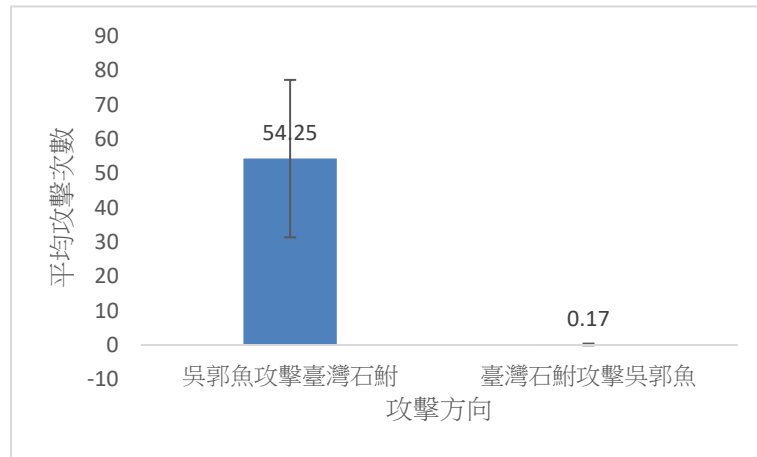
綜觀本實驗，並無法推論出哪類魚在生態中較有優勢，然而較可以確定的是兩類魚在短期內的生長並不會受到對方干擾。

2. 吳郭魚與臺灣石鮒的互動方向

攻擊次數的長條圖如圖二所示，t 檢定結果如表一所示。

表一 吳郭魚和臺灣石鮚平均發動的攻擊行為次數 t 檢定

	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
吳郭魚攻擊臺灣石鮚	54.25	1301.11	22	5.19	3.30E-05***	2.07
臺灣石鮚攻擊吳郭魚	0.17	0.15				



圖二 吳郭魚和臺灣石鮚平均發動的攻擊行為次數

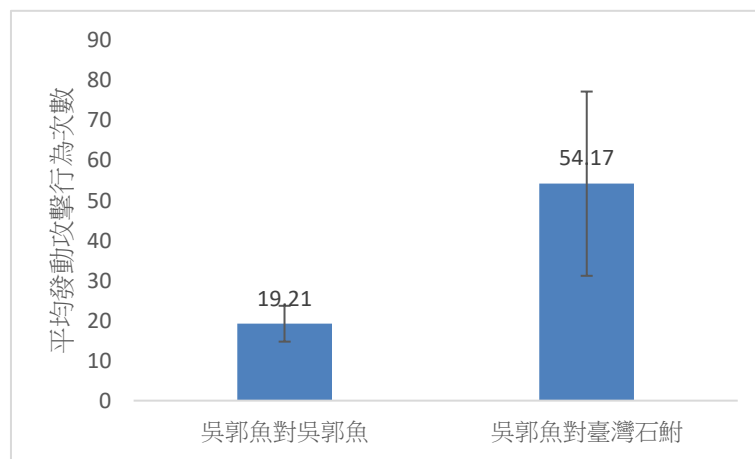
由 P-值<0.001 可得知，吳郭魚發動攻擊行為的次數對臺灣石鮚發動攻擊的次數已達極顯著，亦即吳郭魚發動的攻擊行為次數遠大於臺灣石鮚發動的攻擊行為次數。這表明吳郭魚比臺灣石鮚還要好鬥許多，也表示吳郭魚在競爭上有極大的優勢。

3. 吳郭魚是否較偏好攻擊臺灣石鮚

吳郭魚對另一吳郭魚或對臺灣石鮚的平均攻擊行為次數如圖三所示。t 檢定的結果如表二所示

表二 吳郭魚對另一吳郭魚或臺灣石鮚平均發動的攻擊行為次數 t 檢定

	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
吳郭魚對吳郭魚平均攻擊行為次數	19.21	49.52	22	-3.28	0.0034**	2.07
吳郭魚對臺灣石鮚攻擊行為次數	54.17	1310.70				



圖三 吳郭魚對另一吳郭魚或對臺灣石鮚的平均攻擊行為次數

由 P-值<0.01 可得知，吳郭魚對吳郭魚的平均攻擊行為次數對吳郭魚對臺灣石鮒的平均攻擊行為次數已達高顯著，表示吳郭魚較為偏好攻擊臺灣石鮒。因此可以推論，吳郭魚在攻擊上選擇臺灣石鮒為目標的可能較高，導致臺灣石鮒在競爭上會處於較弱勢地位。

另外在吳郭魚和吳郭魚的互動實驗中發現兩者有除攻擊行為外少數的「觸碰」，亦可推知吳郭魚對吳郭魚較不好鬥。

4. 有無餵食的狀態下吳郭魚的攻擊行為變化

有無餵食的攻擊與追擊次數如圖四所示，有無餵食對追擊與攻擊的次數、比值 t 檢定結果如表三~表六所示。

表三 吳郭魚在有餵食與沒餵食的攻擊次數 t 檢定

	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
有餵食	68.17	1695.97	22	1.72	0.099	2.07
沒餵食	43.08	852.08				

表四 吳郭魚在有餵食與沒餵食的追擊次數 t 檢定

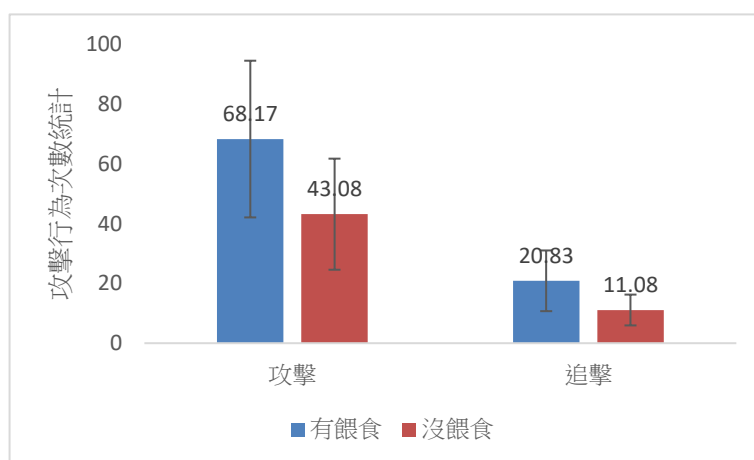
	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
有餵食	20.83	254.52	22	1.88	0.072	2.07
沒餵食	11.08	65.54				

表五 吳郭魚有餵食與沒有餵食的狀態下追擊與攻擊的比值 t 檢定

	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
有餵食	0.27	0.035	22	0.12	0.91	2.07
沒餵食	0.26	0.021				

表六 吳郭魚在有餵食與沒餵食的攻擊行為次數 t 檢定

	平均數	變異數	自由度	t 統計	P(T<=t) 雙尾	臨界值：雙尾
有餵食	89	2864.36	22	1.87	0.075	2.07
沒餵食	54.17	1310.70				



圖四 吳郭魚在有餵食與無餵食的攻擊與追擊次數

雖然依平均數有餵食的攻擊與追擊次數較多，然而經 t 檢定其雙尾 P-值未達顯著標準，因此推論兩魚的饑餓狀態對吳郭魚的攻擊行為的影響較少，吳郭魚的攻擊行為應屬本能行為而非饑餓所導致。

本實驗原本假設吳郭魚在饑餓時的攻擊行為較多，因為饑餓可能刺激吳郭魚發動攻擊；然而研究結果顯示有餵食者會發動較多次攻擊行為，這有可能是因為兩者未達顯著的誤差範圍。但若此現象為真，推論可能是因為吳郭魚的攻擊屬本能行為，因有攝食使其活動力較旺盛所導致。

另發現無論有無餵食，兩者攻擊與追擊的次數比值接近，所以推論得出有無餵食對於吳郭魚發動的攻擊模式影響極小。此亦違背原有假設，因為原本假設兩魚在有餵食狀態下因活動力較旺盛，因此長時間的追擊會變多，然而此假設為非。

五、結論與生活應用

一、透過實驗可得以下結論：

- (一) 吳郭魚和臺灣石鮒在一個月並不會有明顯的成長差異
- (二) 吳郭魚發動的攻擊行為次數遠大於臺灣石鮒發動的攻擊行為
- (三) 吳郭魚偏好攻擊臺灣石鮒大於攻擊其他吳郭魚
- (四) 吳郭魚與臺灣石鮒無論是否處於饑餓狀態，其攻擊的模式和次數並不會有明顯的差異，因此可推斷吳郭魚的攻擊行為是出自於本能而非饑餓

二、生活應用：

- (一) 藉由本研究結果可確認吳郭魚在臺灣的潛在攻擊行為與影響機制，進而做出更為有效的生物防制措施。
- (二) SDGS 第 15 項「保育及永續利用陸域生態系，確保生物多樣性並防止土地劣化」和本研究相關，對於內陸淡水生態系統的保育和外來種入侵的影響有更多的參考。

參考資料

- Martin CW, Valentine MM, Valentine JF (2010) *Competitive Interactions between Invasive Nile Tilapia and Native Fish: The Potential for Altered Trophic Exchange and Modification of Food Webs*.
- Sanches FHC, Miyai CA, Costa TM, Christofolletti RA, Volpato GL, et al.(2012) *Aggressiveness Overcomes Body-Size Effects in Fights Staged between Invasive and Native Fish Species with Overlapping Niches*.
- 林春吉. (2007). *臺灣淡水魚蝦生態大圖鑑*. 臺北市:天下遠見
- 吳雅琪. (2006). *外來種琵琶鼠魚生物學探討與可行去除法之建議研究*. 國立臺灣大學, 臺北市.
- 胡興華. (1997). *吳郭魚的傳奇(上)*. 漁業推廣月刊, 128, 36-42.
- 陳義雄,方力行. (1999). *海洋生物本土性教材(一)台灣淡水及河口魚類誌*. 屏東縣:國立海洋生物博物館籌備處.
- 經濟部水利署. (2010). *「易淹水地區水患治理計畫」苗栗縣管區域排水竹南頭份地區排水系統規劃報告*. 臺北市:經濟部.