

# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會作品說明書

## 變身之謎—吳郭魚體色與行為研究



科 別：生物科

組 別：國小組

關 鍵 詞：體色變化、口孵、育幼

編 號：

中 華 民 國 1 0 9 年 0 3 月 2 4 日

## 壹、摘要

本研究旨在探討人工飼養的吳郭魚，體色變化與環境的關聯性。觀察過程中，發現吳郭魚接收到某些外來刺激，如同類追逐和攻擊、人為干擾；生理的反應，如生病、繁殖期、育幼期等不同因素影響下，體色與斑紋變化，確實會呈現高度的規律性。同時，深入觀察吳郭魚的游動方式、睡眠狀態、挖洞築巢、交配、產卵、含卵等行為模式，幫助我們了解吳郭魚身體構造與解釋行為背後呈現的意義。

## 貳、研究動機

每次到自然教室時，我們最喜歡做的事就是坐在魚缸前，安靜的觀賞魚。這些原本生長在灌溉溝渠的吳郭魚，已經被人工飼養有三、四年以上，因為四上水生生物介紹的就是吳郭魚，所以我們對這缸魚並不陌生，都覺得魚慢慢長大了，魚缸變小了。最早魚缸內有七隻魚，有一次同學看到魚缸內的魚，便開玩笑地說，魚缸裡怎麼住了兩個美國人(體色銀白)、三個黑人(體色銀黑)、兩個黃種人(體色銀黃)?聽完他的敘述，我們才注意到魚的體色不同。接下來，我們經常都會好奇地觀看，卻又發現魚的體色和斑紋經常發生變化，大家感到十分不解，於是引發我們研究吳郭魚體色變化的興趣。查閱相關文獻後，關於魚體色變化的研究不多，多半只有簡單的陳述，缺少實體觀察與紀錄，因此我們決定從觀察記錄著手，深入探究其中的奧秘。接著不可思議的是：魚陸續出現了挖洞築巢、交配、產卵、孵卵...等行為，讓我們對吳郭魚的行為、習性更加的好奇了。所以，我們想要瞭解為何吳郭魚的體色和斑紋會改變?並且深入探討魚的體色變化和哪些行為之間有什麼關聯性，希望解開我們心中的謎團。

## 參、研究目的

- 一、認識吳郭魚的身體構造與功能
- 二、研究吳郭魚體色產生變化的意義
- 三、研究吳郭魚的生殖行為

## 肆、研究器材與設備

吳郭魚、魚缸。

## 伍、研究方法、結果與討論

## 一、【研究一：認識吳郭魚的身體構造與功能】

### (一)魚種

#### 1.文獻探討

我們查閱了行政院農委會漁業署網站，找到了「吳郭魚的傳奇」(胡興華，1987)一文，得知吳郭魚來自非洲，1946年時由吳振輝及郭啟彰先生從新加坡引進到臺灣，又稱作黑鯽仔或南洋鯽仔，為了紀念兩位先生的貢獻，特以吳和郭的姓氏來命名，成為今日吳郭魚名稱的由來。因為吳郭魚對環境的適應力和疫病的抗力都很強，雜食又容易飼養，現在不但是臺灣主要的淡水養殖魚類之一，也是具有經濟價值的魚種。國內養殖歷史最悠久的是莫三比克吳郭魚(學名：*Oreochromis mossambicus*) (圖 1)，陸續又引進其他品種，經雜交而培育了許多品系，目前台灣吳郭魚的種類還有福壽魚 (*Oreochromis aureus*) (圖 2)、紅色吳郭魚 (*Oreochromis* spp.) (圖 3)、尼羅吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*) (圖 4)、吉利種 (*Tilapia zillii*) (圖 5)、單雄性吳郭魚 (mono-sex-fish) (圖 6)、歐利亞種 (*Oreochromis aureus*) (圖 7)、賀諾魯種(圖 8) (*Oreochromis hornorum*)、黑邊種 (*Tilapia rendalli*) (圖 9)等。此外，有文獻指出目前臺灣的野塘、湖泊等水域，多為莫三鼻克和尼羅種不斷雜交的後代，所以要區辨魚種很困難，可以從尾巴來區分魚種最簡易。因此，我們根據現有吳郭魚的品系，從體型、體色、條紋、尾巴等特徵，與我們飼養的吳郭魚做比較。



圖 1.莫三比克吳郭魚



圖 2.福壽魚



圖 3.紅色吳郭魚



圖 4.尼羅吳郭魚

圖 5.吉利種吳郭魚

圖 6.單性吳郭魚



圖 7. 歐利亞種吳郭魚



圖 8. 賀諾魯種吳郭魚

圖 9.黑邊吳郭魚

(以上圖 1-8 取自蔡添財攝影圖片；圖 9 取自外文網站 <http://malawicichlids.com/mw10003.htm>)

## 2.本研究樣本的觀察結果

	
<p><b>銀老大</b></p> <p>全身呈銀白色，從 108/10 開始出現深黑色斑塊，體型與體色較近似歐利亞種吳郭魚。</p>	<p><b>銀老二</b></p> <p>體色銀白偏黃，出現縱紋時，近似歐利亞種吳郭魚。</p>
	
<p><b>銀老三</b></p> <p>體色銀白偏黃，出現縱紋時，近似歐利亞種吳郭魚。</p>	<p><b>銀老四</b></p> <p>全身呈銀白色，出現縱紋時，近似歐利亞種吳郭魚。</p>

	
<p><b>黑老大</b> 體色灰黑，體型體色深近似福壽魚。</p>	<p><b>黑老二</b> 體色灰銀，縱紋明顯，體型體色近似歐利亞種吳郭魚。</p>
	
<p><b>黑老三</b> 體色灰黑，體型體色深近似福壽魚。</p>	

### 3.討論

由於吳郭魚引進臺灣歷經數十年的品種改良，原始的品種已不多見。目前野外溪流、河川、灌溉埤塘的吳郭魚也多是雜交後的魚種。而且，環境、光線、食物、水質等因素，均會影響吳郭魚的生長，出現身體特徵的差異。經過人工飼養在魚缸內的吳郭魚，在體型、體色、斑紋、尾鰭等特徵，受到活動空間、食物種類…等限制，較不易區分確認魚的品種。

### (二)飼養觀察

#### 1.方法

數年前，一位自然老師從灌溉溝渠釣了吳郭魚，飼養在自然教室的魚缸中。記得三下時，水生生物這個單元中介紹了吳郭魚，我們經常在魚缸前觀察魚的身體構造，欣賞魚兒游動時的美妙姿態。五年級動物行為中，介紹了魚的特殊育幼行為，讓人印象深刻。去年暑假期間，我們無意間發現吳郭魚的體色出現變化，於是利用早上、中午、下午的下課時間，進行餵養、清理打撈魚大便，進行長期觀察、紀錄並拍照、錄影。



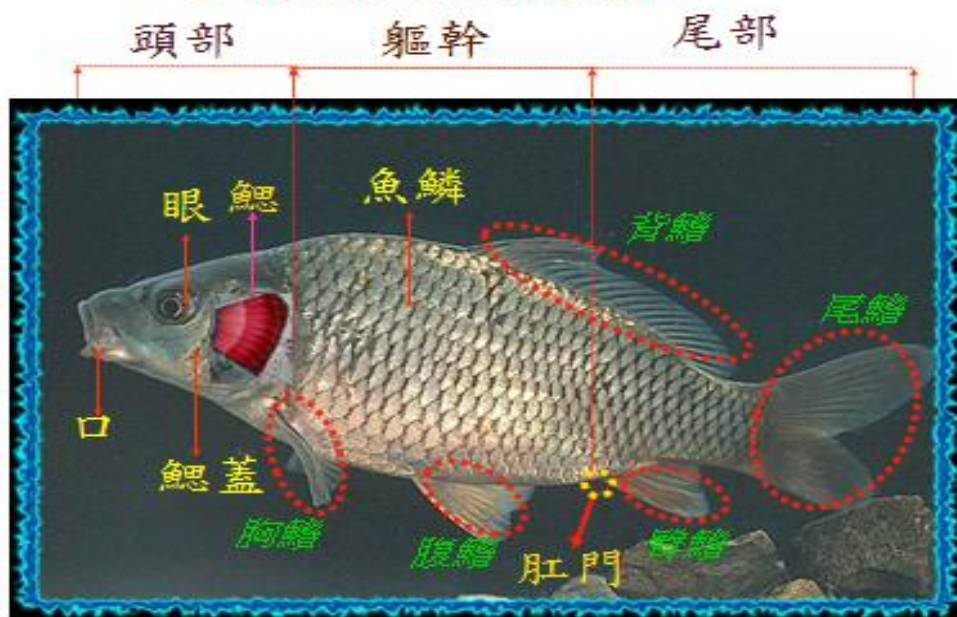
飼養觀察區 78x30x45cm<sup>3</sup> 的水族箱，裝置過濾系統，底層鋪貝殼砂。

## 2.結果

### (1)吳郭魚的身體構造

為了幫助我們進一步認識吳郭魚，於是參閱翰林自然與生活科技四上第二單元水生生物，先了解吳郭魚的身體構造與功能。

### 吳郭魚的身體構造



本圖片取自翰林自然與生活科技四上第二單元水生生物




### (2)魚身體構造各部位功能

口	主要功用是覓食、呼吸，呼吸時主要在鳃進行，口為協助角色
鳃蓋	覆蓋在鳃的外部，配合口的開合幫助水流經鳃。

魚鰓	分上下兩半部，下半部紅色鰓絲，主要作用是呼吸。上半部淡黃或白色的鰓耙，負責過濾食物。
魚鱗	鱗片交錯排列，使水從魚身順暢滑過，具有保護作用。
背鰭	位於背部，收合與運動方式相關。
尾鰭	位於尾部，藉由擺動尾鰭產生前進的推力。
胸鰭	成對出現，前後擺動。
腹鰭	成對出現，位於腹部下方兩側。
臀鰭	位於肛門與尾鰭之間。

### 3.發現與討論

#### (1)吳郭魚魚鰭的功能與行為的關連性為何?




靜止時	<p>背鰭張開，保持直立，胸鰭擺動速度較慢。</p> 
休息	<p>背鰭張開，胸鰭平貼於身體兩側，腹鰭立起固定於沙子上。</p> 
受驚嚇靜止	<p>背鰭收、尾鰭、胸鰭、腹鰭、臀鰭都收縮，靜止在缸底不動。</p> 

快速游動	<p>吳郭魚追逐同類或逃離時，背鰭、腹鰭、臀鰭同時收縮貼近身軀，消除水中阻力，由胸鰭(前後擺動)與尾鰭(左右擺動)加速前進。</p> 
------	---







### 觀察發現

魚主要靠左右擺動讓身體前進，鰭除了幫助游泳，不同部位的魚鰭，功能也不一樣。如胸鰭負責變換方向(前進、倒退、左、右)和煞車；背鰭、臀鰭維持平衡並減少阻力。因為魚游動時間較多，不容易發現魚鰭的運動方式和行為的相關性，仔細觀察魚鰭的不同型態，就比較容易了解魚的行為密碼。

### (2)吳郭魚口有覓食和呼吸的功用，是否還有其他功能?

攻擊	<p>特定的吳郭魚(銀老大)經常出現<b>攻擊與追逐</b>的行為，並以口啄其他同類，被啄的魚隻鱗片掉落、表皮受傷紅腫或魚鰭破損。餵吳郭魚吃飼料時，魚隻張開口吞食狀，其實吳郭魚是用啄食方式來進食，嘴裡上下排都有摸起來細碎銳利的牙齒，足以啄傷同伴。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>尾鰭被啄缺角</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>被攻擊魚鱗剝落</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>胸鰭受傷出血</p> </div> </div>
----	--



挖洞築巢	<p>吳郭魚在繁殖季節，<b>性成熟的雄魚挖洞築巢</b>，以嘴啣沙築出穴型坑洞吸引雌魚產卵，為了鏟起沙子，嘴形變成扁平長形狀。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>改變嘴形鏟起沙子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>啣沙再吐沙</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>(圖上下/銀老大)</p> <p>築出一大(右)一小(左)的巢</p> </div>
育幼	<p>吳郭魚屬於口孵魚種，<b>雌魚利用口部孵卵</b>。口孵期間，魚上脣皺褶薄膜撐開，下顎向外隆起有如囊袋(育兒袋)，增加空間把卵粒和小魚保護在內，照料小魚直到可以自行生活。從撐開的口部上唇(薄膜)下顎(囊袋)，可以清晰看見卵粒在口內隨著呼吸不停滾動。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>改變嘴形吸取魚卵</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>未孵卵期</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>孵卵期有卵粒</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">上下唇外觀改變 (圖左中右/ 銀老大)</p>
發現	<p>吳郭魚的口部除了覓食、呼吸功能以外，在繁殖期間，雄魚口中的牙齒是利器，用來爭奪地盤、驅逐同類；又可以改變嘴型成為挖洞築巢的工具。而雌魚的口部上下都有皺褶，口孵期足以容納數量龐大的卵粒、養育小魚。所以吳郭魚的口具有多重的功能。</p> <p>疑問：1/26 前，本研究中的銀老大究竟是雄魚或雌魚？</p>

## 二、【研究二：研究吳郭魚的生殖行為】

### (一)吳郭魚的生殖行為

#### 1.文獻探討

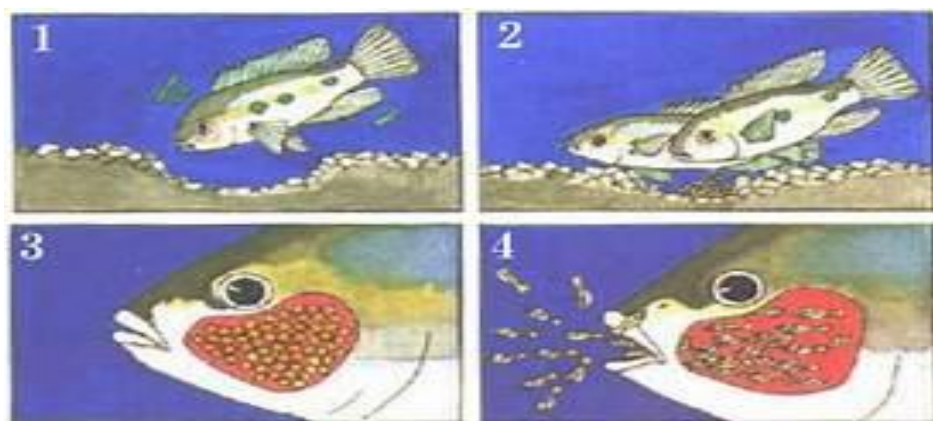
文獻對雌雄魚生殖行為之描述整理在下表中：

作者	論 述
張素容 陳榮華	<p>口孵非鯽屬，如尼羅吳郭魚（<i>O. nilotica</i>），由雄親魚負責挖洞築巢與護巢，在僅數小時的求偶行為後，雌親魚產卵於巢中，並由雌親魚吸起卵粒含於口中，利用口腔內不停地吸水活動使魚卵在口腔內滾動孵化。之後，雌親魚離巢，並孵育魚苗直到具游泳能力為止，初具游泳能力的魚苗在剛開始的一段時間內，仍會游至雌親魚口中尋求庇護。</p> <p>帶齒非鯽屬，如聖彼得魚（<i>S. galilaeus</i>），也有口孵行為，求偶時間較長，約數小時到數天。雌雄親魚皆會護巢，通常由<b>雄魚負責口孵</b>工作，但也有某些種類由雙親共同擔任，並照顧魚苗至自口中釋出。</p> <p>非鯽屬，如吉利吳郭魚（<i>T. zilli</i>），求偶行為可長達數天，所產的卵會連成絲，而每個卵外絨毛膜外也覆有許多黏絲，以便黏著在適合的基質，附著後的卵被放入乾淨的巢中，雌雄親魚皆會護卵，並以魚鰭旋轉附近的水以持續地為卵換氣。</p> <p>出處：<a href="https://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0074/t3.html">https://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0074/t3.html</a></p>
余淳銘	<p>雄魚在繁殖季節會先負責挖洞築巢以求雌魚的青睞，求偶行為成功後，雌魚會先將產卵於雄魚挖好的育兒巢中，之後雌魚會將卵粒含於口中，保護魚卵直到口腔內的小魚孵化。雌魚也會持續保護魚苗，當小魚遇危險時到會游進雌魚口中以獲得保護，也因此小魚的存活機率很高，屬於優勢物種。此系列影像素材記錄南勢溪野生吳郭魚雄魚於繁殖期間築巢的行為。一圈圈的坑洞都是雄魚在繁殖期間愛的表現。</p> <p>出處：<a href="https://etoe.tc.edu.tw/index/vrs/did/34229">https://etoe.tc.edu.tw/index/vrs/did/34229</a></p>
大湖野生慈	雄魚建築巢穴，其形狀依種類而異，雄魚挖築巢後，雌魚產卵於內與精子

<p>鯛繁殖與築巢行為之探究</p>	<p>完成受精作用。 出處：<a href="https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/081549.pdf">https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/081549.pdf</a></p>
<p>認識吳郭魚</p>	<p>成熟雄魚在繁殖期會在池底作窩.....，遇到其他雄魚貨魚類，即予以驅逐，成為自己的地盤，遇到中意的雄魚則予以引導進入新居。…雌魚會將全部受精卵含入口中，完成交配(台灣鯛協會，2019)。</p>
<p>咱ㄟ吳郭魚 - 台南市立復興國中輔導室</p>	<p>成熟的雄魚發情時體色變得很鮮豔，而且會在池邊淺水區單獨挖窩。挖窩時，雄魚先用尾鰭掃除泥土，然後頭垂直向下，大口大口地將泥砂含入口中，向四周噴出。這個窩淺淺的就像一個圓盤，直徑約 30~40 公分，深約 10~20 公分。 出處：<a href="http://office.fhjh.tn.edu.tw:8080/2015evn/%E4%BA%8C/(%E4%B8%80)/3/%E5%92%B1%E3%84%9F%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A.pdf">http://office.fhjh.tn.edu.tw:8080/2015evn/%E4%BA%8C/(%E4%B8%80)/3/%E5%92%B1%E3%84%9F%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A.pdf</a></p>
<p>吳郭魚</p>	<p>吳郭魚的繁殖力很強，只要水溫在 20 度以上，就適合吳郭魚產卵，吳郭魚是熱帶魚種，所以水溫太低是難以繁殖的，冬天吳郭魚繁殖力比較弱，產卵期大約在每年 3 月到 11 月之間，4 月到 9 月的溫度是盛產期，在自然的環境下，雄的吳郭魚會在河床底製造出一個窩，準備等待雌魚進入窩中繁殖，雄魚與雌魚在窩中交配後，雌魚開始產卵，而雄魚會開始排精，吳郭魚為口腔孵化魚種（mouth breeder）雌魚會將受精卵含入口中孵化，大約需 10 天左右的时间，孵化出來的幼魚就可以離開雌魚，自由生存。吳郭魚每年約可繁殖 4~7 次。 出處： <a href="http://www.twsnap.com/info.php?tid=%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A">http://www.twsnap.com/info.php?tid=%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A</a></p>

## 2.討論

- (1)多數文獻指出吳郭魚主要是由雄魚主導交配，挖洞築巢、驅逐雄魚與建立領域，進而邀請雌魚產卵受精，雌魚以口孵方式保護卵直到小魚孵出。



(2)也有少數文獻描述雄魚與雌魚共同負責口孵育幼的工作。1/16 第一次的交配過程中，由銀老大主導，從驅逐同類、挖洞築巢，並且邀請黑老二進行交配儀式，之後再由銀老大負責口孵的育幼行為，很符合文獻對吳郭魚雄魚的繁殖行為表現。因此，銀老大應該是雄魚，黑老二是雌魚。



1/16 銀老大挖洞築巢

邀請黑老二交配

銀老大口孵

## (二)飼養觀察

### 1.方法

觀察吳郭魚行為特徵進行假設與論證，並攝影紀錄吳郭魚交配過程。

#### ◎探究吳郭魚生殖行為和魚的雌雄之謎

##### (1)假設→銀老大是雄魚、黑老二與銀老四是雌魚

銀老大體型最大，具攻擊性，常追逐與啄傷其他魚隻，文獻上指出魚的攻擊行為出現在：雄魚為爭奪雌魚而互相攻擊同類，或者和同種或異種爭取食物、保護魚卵或幼魚(雌魚此時並不差於雄魚)、保護地盤(驅逐對象不限定為同種)(維基百科，2020)。還有，銀老大出現啣沙、挖洞築巢的行為與文獻描述吳郭魚雄魚，會在繁殖期間啣沙、挖洞築巢的行為模式無異。因此，我們認為銀老大是雄魚。黑老二、銀老四體型比較嬌小，所以我們認為牠們是雌魚。

## (2)觀察求證→銀老大是雌魚、黑老二與銀老四是雄魚

發現銀老大分別於 1/16、 1/31、 2/16、 3/10 孵卵四次。其中 1/31 在與黑老二、銀老四隔離時，挖洞築巢並孵卵；又在 2/16、 3/10 清楚拍攝銀老大產卵的畫面，由此證明銀老大是雌魚。至於黑老二與銀老四都曾接受銀老大邀請至巢裡，尾鰭、背鰭呈現婚姻色。最關鍵的是 2/16 銀老大與銀老四交配後第十天，發現帶有卵黃囊的幼魚從銀老大口中掉落，證明銀老四是雄魚。

## 2.觀察結果

(1)吳郭魚交配時由雌魚主導，出現挖洞築巢、驅逐附近的魚隻，邀請雄魚交配後，進行口孵的育幼行為。

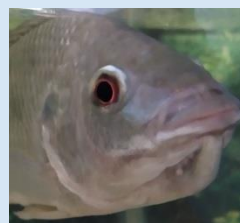
1/16 中午，第一次發現銀老大開始啣沙、挖洞築巢時，我們查閱文獻資料，提到雄魚會負責挖洞築巢和護巢，然後邀請雌魚來到築好的巢進行交配。銀老大築了兩個巢並且邀請黑老二來到其中一個巢裡，兩隻魚開始互相環繞，可惜的是當時並沒有完整的拍攝到銀老大和黑老二交配的過程，下午四點多時，我們觀察發現銀老大的嘴部快速開合，下顎的地方有突出像囊袋的形狀，有許多乳白色顆粒狀的物體，在銀老大口中不停翻滾。我們才充分瞭解吳郭魚是透過口孵來育幼的行為，雌魚會將受精卵含在口中直到小魚孵化。這時候我們充滿了許多的疑問，假設文獻上記載是由雄魚來負責啣沙挖洞築巢，邀請雌魚來交配，那麼為何銀老大又會有孵卵行為，難道銀老大是少數會孵卵的雄魚?這是我們第一次對於魚的雄雌感到不解和困惑的地方。1/26 銀老大開始有進食動作時，同時發現銀老大下顎的囊袋消失，口中已無卵，第一次的交配沒有孵出小魚。



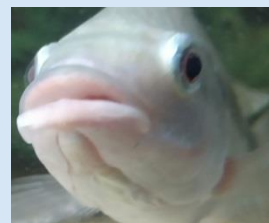
銀老大挖洞築巢



邀請黑老二交配



口孵/囊袋出現



囊袋消失

之後，銀老大又開始追逐黑老二和銀老四，其中黑老二被啄，腹部脫鱗紅腫，胸鰭出血受傷，我們非常擔心黑老二，就用隔板隔開銀老大，讓黑老二和銀老四共處。1/30，銀老大開始啣沙、挖洞，隔天銀老大囊袋出現，口中孵卵，開始第二次的育幼行為。然

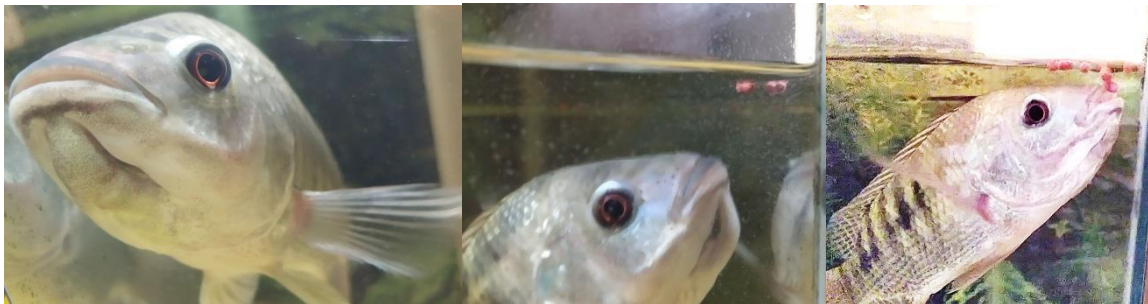
而，銀老大並無與其他魚交配，直到第十天左右，銀老大開始進食，沒有任何小魚孵出。隔離期間，黑老二自癒能力良好，傷勢復原的很快，黑老二和銀老四也有追逐的情形，卻不會讓彼此受到傷害。(如圖)



黑老二被銀老大啄傷

恢復狀況良好

黑老二與銀老四



銀老大孵卵

看見食物

張口進食

2/16 銀老大又開始啣沙築巢，我們決定把中間的隔板拿開，銀老大邊築巢邊追逐攻擊黑老二和銀老四，黑老二和銀老四躲在魚缸的角落，黑老二體色變深，出現斑紋，銀老四也出現斑紋。銀老大快速在魚缸底部築起兩個巢，隨後游到了魚缸角落，邀請銀老四，兩隻魚開始互相環繞，輕輕的碰觸彼此的腹部，銀老四負責清理巢底，啣沙再吐沙，分別拍攝到兩次銀老大產卵部位與產卵的畫面(如影片所示)，全程歷時三十分鐘。

銀老大與銀老四交配過程影片 <https://youtu.be/o13a7TIRTHc>



銀老大咬黑老二尾鰭

銀老大大挖洞



銀老大和銀老四交配 銀老大生殖孔 卵粒

黑老二與銀老四尾鰭背鰭邊緣明顯出現婚姻色(如圖所示)



2/25 口孵期第十天，銀老大進食後，從口中掉落帶有卵黃囊的幼魚，撈起時已死亡。



3/10 銀老大挖洞築巢、驅逐同類，黑老大、銀老二未接受銀老大邀請，銀老大在巢中產卵、吸卵進行口孵，3/20 囊袋消失，開始進食。

銀老大與交配對象，產卵、含卵影片：<https://youtu.be/Apk1F94kRw0>



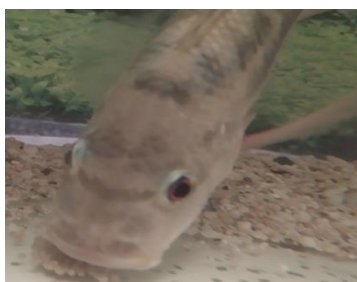
銀老大築巢



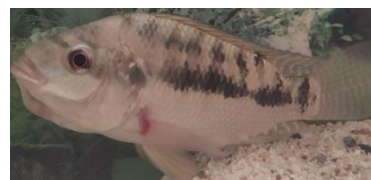
黑老二與銀老四被驅逐



產卵



吸卵粒



口 孵

### 3.發現與討論

#### (1)吳郭魚繁殖時有哪些行為?

就文獻與觀察紀錄比較吳郭魚繁殖的行為，分析如下表:

吳郭魚性別	雄	雌
名稱	黑老大、銀老四	銀老大
文獻資料	主導地位，地域性強、驅逐、挖洞築巢	被邀約進行交配、口孵
觀察結果	被邀約進行交配	主導地位，地域性強、驅逐、挖洞築巢。
文獻與觀察結果的差異處	雄、雌二者的角色在文獻與我們的觀察正好相反。	

我們的觀察，由於銀老大體型較其他魚大，在交配過程中展現出如雄魚般，護地域驅逐同類的行為，還有保護卵採口孵的育幼妙招。然而，文獻中並無提及雌魚挖洞築巢的行為，原因為何，很值得深入研究與探討。

## (2)吳郭魚產卵的次數，結果如何：

### ①相關資料

次數	溫度	資料來源
一年4~7次	25° C 以上	台灣鯛協會，2019
一年8次	28° C~32° C	出處： <a href="http://www.blp.ks.edu.tw/subject91/%A7d%B3%A2%B3%BD.htm">http://www.blp.ks.edu.tw/subject91/%A7d%B3%A2%B3%BD.htm</a>
一年3~4次	20° C ~30° C	養魚世界雜誌社，20105月號

去年十二月，我們在魚缸中裝設加溫棒，溫度設定在 25° C。吳郭魚第一次產卵為 1/16，最近一次是 3/10，總計四次。

### ②我們的觀察

銀老大連續產卵四次，加上四次口孵期，每次約十天，從相關資料得知，吳郭魚的產卵次數為 3 到 8 次。如此看來，銀老大產卵的次數偏多，且過於密集，長期的孵幼，導致雌魚的消瘦與停滯生長，極可能對雌魚的健康和幼魚的孵化造成不良的影響。

次數	日期	對象	口孵期	結果	推測原因
第 1 次	109/1/16	銀老大 黑老二	1/16~1/26	無小魚孵出	受精失敗



第 2 次	109/2/2	銀老大	2/02~2/11	無小魚孵出	無受精
第 3 次	109/2/16	銀老大 銀老四	2/16~2/25	受精成功，孵出 的小魚未存活	□ 孵期太長 雌魚不耐飢餓
第 4 次	109/3/10	銀老大	3/10~3/20	無小魚孵出	無受精

## 二、【研究三：吳郭魚體色產生變化的原因與意義】

### (一)文獻探討

#### 1.資料

胡興華(1997)指出吳郭魚體色因為種類不同略有差異，一般呈黑灰色、銀灰色、藍灰色，在水中常隨著棲息的環境略微變色做為保護。有些品種的吳郭魚，成熟的雄魚色澤鮮艷，特別在魚鰭邊緣呈現鮮紅色，稱為婚姻色。另外，也有文獻指出魚體生病時，體色變深，食慾和活動力降低，躲在角落。

#### 2.分析

體色	體色變化
黑灰色、銀灰色、藍灰色	環境因素、繁殖期、生病

#### 3.討論

吳郭魚體色、紋路改變的情形與哪些因素相關?是受到環境(心理)的影響，或者是生理上的反應機制? 在沒有找到具體做法前，我們思考是否先透過觀察與記錄的過程中，慢慢找出一些線索。









### (二)飼養觀察

#### 1.方法

我們從去年的八月份開始進行每日的觀察，初步討論先查詢吳郭魚體色的相關文獻，另一方面聽從老師的建議，每個人先認養吳郭魚，根據魚體的特徵，分別命名為銀老大、銀老二、銀老三、銀老四、黑老大、黑老二和黑老三，每個人都要寫觀察筆記。另外還要記錄餵

食時間，觀察魚的活動情形，拿網子將缸底的魚大便打撈丟棄，避免水的惡質化，影響魚的健康。每周再進行一次小組討論，交換彼此的觀察心得。除了觀察記錄的資料外，再加上照片和攝影的紀錄，去分析和探討吳郭魚體色與斑紋出現變化的前後因素為何。

## 2.結果

<p>銀老大</p> 	
<p>銀白</p>	<p>出現斑塊</p>
	
<p>驚嚇(撈便)</p>	<p>口孵期斑紋明顯，額、口部有橫紋</p>
<p>黑老二</p> 	
<p>灰黑</p>	<p>被銀老大追逐後</p>
	
<p>驚嚇(撈便)</p>	<p>婚姻色</p>

銀老四



銀白



驚嚇(撈便)



被銀老大追逐後



婚姻色

黑老大



銀灰



驚嚇(撈便)



消瘦



被銀老大追逐後

銀老三



銀白(微黃)



驚嚇(撈便)



消瘦



被銀老大追逐後

黑老三



銀灰



驚嚇(撈便)



消瘦



被銀老大追逐後

銀老三



銀白(微黃)



驚嚇(撈便)

	
消瘦	被銀老大追逐後

### 3.發現與討論

(1)吳郭魚的體色變化，會出現在某些特定的情況。

名稱	體色條紋變化	備註
老大	銀白、斑紋淺少、斑紋深、口部條紋	產卵
黑老二	銀白、斑紋、灰黑、深黑、婚姻色	
銀老四	銀白、斑點、斑紋、灰黑、婚姻色	
黑老大	銀灰、斑紋、灰黑、深黑	2019/11/29 死亡
銀老二	銀白、斑紋、灰黑、深黑	2019/12/07 死亡
黑老三	銀灰、斑紋、灰黑、深黑	2020/01/03 死亡
銀老三	銀白、斑紋、灰黑、深黑	2020/01/08 死亡

根據觀察紀錄和拍攝的照片、影片，觀察吳郭魚體色變化的現象，我們整理資料後，找出幾個共通點，可分為心理的反應：同類追逐和攻擊造成的恐懼、人工撈便引起魚兒驚嚇；生理的反應：生病、繁殖期、育幼期等兩大部分。

心理反應：恐懼

觀察發現：銀老大體型最大，經常追逐同類。

名稱

體色變化

條紋變化

銀老二	銀白→灰黑→深黑	點狀斑→八條深縱紋、二條橫紋
銀老三	銀白(微黃)→灰黑→深黑	淡縱紋→七條深縱紋
銀老四	銀白→淺灰黑	點狀斑→九條深縱紋
黑老大	銀灰→灰黑→深黑	淡縱紋→八條深縱紋
黑老二	銀白→灰黑→深黑	淡縱紋→九條深縱紋
黑老三	銀灰→灰黑→深黑	淡縱紋→九條深縱紋

心理反應：驚嚇		
主要因素：每日早晚以中小型網勺打撈魚大便。		
名稱	體色變化	條紋變化
銀老大	無	斑紋變淡
銀老二	銀白→灰	出現點狀斑
銀老三	銀白(微黃)→灰黑	無
銀老四	銀白→淺灰黑	出現點狀斑
黑老大	銀灰→灰黑	出現淡縱紋
黑老二	銀白→灰黑	出現淡縱紋
黑老三	銀灰→灰黑	出現淡縱紋

生理反應：生病		
推測原因：銀老大追逐、攻擊、受傷，致魚隻衰弱死亡。		
名稱	體色	症狀
黑老大	灰黑、深黑	消瘦、胸鰭出血、尾鰭缺損 蜷縮在角落、黑眼圈
銀老二	灰白	鱗片有黑色絲網狀物、尾鰭裂損 停在缸底、黑眼圈
黑老三	灰黑、深黑	消瘦、胸鰭出血、尾鰭裂損 蜷縮在角落、黑眼圈

銀老三	灰黑	消瘦、胸鰭出血、尾鰭裂損 蜷縮在角落、黑眼圈
-----	----	---------------------------

生理反應：生殖/育幼			
主要對象：銀老大/黑老二/銀老四			
名稱	體 色 變 化		行 為
	生 殖	育 幼	
銀老大	銀白有光澤/斑紋深黑	灰白無光澤/縱紋橫紋明顯 額部有明顯橫紋、下顎灰黑	109/1/16 與黑老二交配
銀老大	銀白有光澤/斑紋深黑	灰白無光澤/縱紋橫紋明顯 額部有明顯橫紋、下顎灰黑	109/2/2 自行產卵
銀老大	銀白有光澤/斑紋深黑	灰白無光澤/縱紋橫紋明顯 額部有明顯橫紋、下顎灰黑	109/2/16 與銀老四交配
銀老大	銀白有光澤/斑紋深黑	灰白無光澤/縱紋橫紋明顯 額部有明顯橫紋、下顎灰黑	109/3/11 自行產卵
黑老二	銀白、尾鰭與背鰭、臀鰭 邊緣有紅色光澤		109/1/16 與銀老大交配
銀老四	銀白、尾鰭與背鰭、臀鰭 邊緣有紅色光澤		109/2/16 與銀老大交配

## (2)吳郭魚體色、紋路變化代表的意義

觀察發現吳郭魚的體色、條紋變化，在心理部分，是對外在環境的刺激，如同類驅逐形成的恐懼；人為的干擾形成的驚嚇，魚接收到訊息所做出的反應。動物經常會形成保護色來避開危險，或者融入所處的環境中不被發現。而進入繁殖期的吳郭魚，希望以外表來吸引異性，因此，雄魚在體色上顯得鮮豔；辛苦的雌魚須負起孵幼的任務，體色條紋偏灰黑明顯，似乎在警告其他魚不要靠近牠。吳郭魚攻擊力強，有保護地域的習性，尤其在繁殖期間更加明顯，我們也發現，隨著魚兒漸形成長，魚缸的空間不足可能造成壓迫，導致大魚(銀老大)必須驅趕、攻擊其他同類，期間分別有四隻魚陸續死亡，與大魚的壓迫有直接的相關性，現在以隔板區隔大魚後，兩隻魚都不會再受攻擊。

## 陸、結論

- 一、了解魚鰭的功能，進而觀察魚鰭的運動方式和行為的相關性，幫助我們更容易解讀魚兒的行動密碼。
- 二、吳郭魚的口部除了覓食、呼吸功能以外，在繁殖期間，雄魚口中的牙齒是利器，用來爭奪地盤、驅逐同類；又可以改變嘴型成為挖洞築巢的工具。而雌魚的口部上下都有皺褶，足以容納數量龐大的卵粒、孵育小魚。想不到吳郭魚的口具有這麼多的功能，還在繁殖後代時發揮最重要的功用，真是讚嘆造物者的精心設計，。
- 三、吳郭魚的繁殖行為中，雌、雄魚的任務不相同，而且缺一不可。我們觀察到交配的過程，雌魚特殊的育幼行為，最令人敬佩的是我們的雌魚，一手包辦了築巢、邀請、孵卵的工作，真是吳郭魚界的女強人啊。
- 四、經由觀察吳郭魚的體色變化，找出其行為意義的相關性，讓我們明白即使只是一隻魚，牠也是有感覺和反應，改變體色經常是為了保護自己。這也提醒我們善用觀察力，去感知和留意每個細微的變化，可以領略更多的奧秘。
- 五、雖然吳郭魚是外來種，但是看完許多文獻才了解吳郭魚對台灣的貢獻，牠不只是餐桌上的美味佳餚，還為我們帶來龐大的經濟效益，更要感謝數十年來努力改良吳郭魚品種的研究人員和養殖漁民，他們的辛苦付出創造了吳郭魚的傳奇，讓我們在研究吳郭魚的專題時，也感到驕傲無比呢。

## 柒、參考資料

- 胡興華(1987)。吳郭魚的傳奇上。農委會漁業署出版品，漁業推廣第 128 期，p36-42，台北市。
- 蔡添財(1987)。台灣鯛協會。取自：[http://www.taiwantilapia.org/chinese/t2a01\\_03.html](http://www.taiwantilapia.org/chinese/t2a01_03.html)
- 無作者(2020)。吳郭魚。取自 <http://www.blp.ks.edu.tw/subject91/%A7d%B3%A2%B3%BD.htm>
- 翰林自然與生活科技四上第二單元水生生物(2019)。翰林出版事業股份有限公司。張素容、陳榮華 (2012)。水試所電子報第 74 期。取自：<https://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0074/t3.html>
- 余淳銘(2015)。數位教學資源網。取自：<https://etoe.tc.edu.tw/index/vrs/did/34229>。
- 無作者(2020)大湖野生慈鯛繁殖與築巢行為之探究。健康跟著走。取自 <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/081549.pdf>
- 陳俊宏、徐楷斌、吳嘉增等(2013)。復興國中環境教育網。咱ㄟ吳郭魚。[http://office.fhjh.tn.edu.tw:8080/2015evn/%E4%BA%8C/\(%E4%B8%80\)/3/%E5%92%B1%E3%84%9F%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A.pdf](http://office.fhjh.tn.edu.tw:8080/2015evn/%E4%BA%8C/(%E4%B8%80)/3/%E5%92%B1%E3%84%9F%E5%90%B3%E9%83%AD%E9%AD%9A.pdf)



無作者 (2020)。認識吳郭魚。台灣鯛協會。取自：[http://www.taiwantilapia.org/chinese/t2a01\\_03.html](http://www.taiwantilapia.org/chinese/t2a01_03.html)