

# 小丑魚的種苗生產



# 小丑魚的種苗生產



行政院農業委員會水產試驗所  
Fisheries Research Institute, COA

中華民國一〇二年十一月  
November 2013



## 序

小丑魚自從動畫電影「海底總動員」大賣後成為小朋友心中的最愛，同時也造就水族市場需求增加，根據FAO的統計資料顯示，近年來小丑魚在國際海水觀賞水族市場的交易量都排在前5名之列，可見小丑魚在於海水觀賞水族市場之重要性。

台灣四面環海，本島北從東北角沿東海岸南下到墾丁海域，離島包括綠島、蘭嶼、小琉球及澎湖群島等珊瑚礁海域，原本是小丑魚生活的天堂，但由於人為的不當捕撈及海洋生態的破壞，使小丑魚資源日趨減少。有鑑於此，本所自2002年開始投入人力進行小丑魚人工繁殖技術研發，包括種魚培育、配對、控制誘發全年產卵、胚胎發育及仔稚魚形態變化觀察、餌料生物運用及種苗培育等技術，截至目前為止已建立台灣周邊海域產5種及國外品種10種小丑魚之人工繁殖相關技術，並將研發成果實際運用於產業需求，規

劃設計全國首座「小丑魚種苗生產模廠」，期能經由人工大量繁養殖，以提供水族市場需求創造利基外，更能減少從海洋捕撈之數量，對小丑魚資源的保護具有正面意義。

本書將本所近10年來在小丑魚研究之成果集結成冊，以通俗淺顯的文字說明，還有生動活潑的相片，讓民眾認識小丑魚以及其繁養殖的技術，亦提供相關資訊給產業及漁民參考應用，期能對小丑魚資源保育做出貢獻。

行政院農業委員會水產試驗所

所長

郭慶老 謹識

中華民國一〇二年十一月

ANEMONEFISHES





# 目

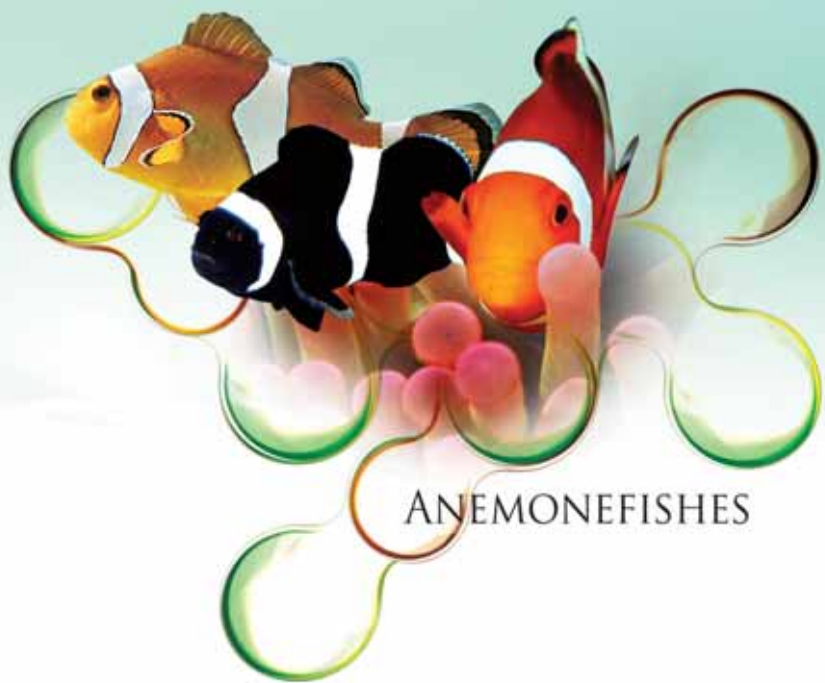
# 次

# Contents

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、前言 .....             | 1  |
| 二、生物學特徵 .....          | 3  |
| (一)分類 .....            | 3  |
| (二)形態特徵－台灣產五種小丑魚 ..... | 3  |
| (三)分布 .....            | 5  |
| (四)生態習性 .....          | 6  |
| 三、水源選擇及維生系統建置 .....    | 8  |
| (一)水源選擇 .....          | 8  |
| (二)維生系統建置 .....        | 8  |
| 四、種魚培育與管理 .....        | 12 |
| (一)種魚來源 .....          | 13 |
| (二)種魚挑選與配對 .....       | 14 |
| (三)產卵環境布置 .....        | 17 |
| (四)營養投餵 .....          | 20 |
| (五)水質管理 .....          | 22 |
| 五、產卵與護卵 .....          | 25 |
| (一)生殖行為與產卵觀察 .....     | 26 |
| (二)受精卵與胚胎發育 .....      | 29 |
| (三)種魚護卵行為 .....        | 34 |
| (四)仔魚孵化與收集 .....       | 37 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>六、種苗培育技術</b> .....       | 39 |
| (一)仔稚魚培育.....               | 40 |
| (二)仔稚魚形態變化.....             | 44 |
| <b>七、健康管理與病害防治</b> .....    | 46 |
| (一)病毒性疾病.....               | 47 |
| (二)細菌性疾病.....               | 48 |
| (三)寄生蟲性疾病.....              | 49 |
| <b>附錄 觀賞魚診療服務通訊地址</b> ..... | 54 |





ANEMONEFISHES

## 一、前言

小丑魚是全世界海水觀賞魚市場的主力魚種，台灣四面環海，原本是小丑魚的天堂，惟近年來因人為濫捕及環境污染的影響，海域生態遭到嚴重破壞，包括台灣東北角、南部墾丁海域、澎湖及東海岸珊瑚礁沿岸，小丑魚資源已經銳減，應積極加以保護。有鑑於此，本所乃積極進行小丑魚繁養殖技術的研發，包括種魚培育、配對、控制誘發全年產卵、胚胎發育及仔稚魚形態變化觀察、餌料生物運用及種苗培育等技術，以提供相關技術給產業界，發展觀賞魚相關事業。

目前政府在水產養殖產業的施政重點是以科技為後盾，整合相關研發單位成立水產種苗及觀賞魚研究團隊，發展水產種苗及觀賞魚類成為新的外銷主力產業，並推動水產種苗及觀賞魚類生產專區的設置，建構台灣成為亞太水產種苗中心為目標，相信在產官學研等相關單位的努力與配合下，將可開創海水觀賞魚類繁養殖之新型產業，創造另一個台灣水產養殖產業奇蹟。

維護全世界海洋生物資源，有效遏止人為破壞，以利水產資源永續發展，已成為當今國際社會很重要的議題。在這

趨勢下，各海域的野生海水觀賞魚類將被陸續禁止或有限制的捕撈、交易，例如歐盟等消費地區已蘊釀施行禁止販賣野生動物（含野生觀賞魚類）之法令，因此，開發重要海水觀賞魚類的人工繁殖技術必將激起全球競爭。台灣地理、天候環境很適宜繁衍水產生物，加上水產種苗產業以及相關的周邊產業已相當發達，極有機會創造另一個台灣水產養殖奇蹟，開創海水觀賞魚類繁養殖之新型產業。



公子小丑是海水觀賞魚市場的主力魚種

## 二、生物學特徵

### (一) 分類

小丑魚中名為海葵魚，屬雀鯛科 (Pomacentridae) 之海葵魚亞科 (Amphiprioninae)，本亞科可分成海葵魚屬 (*Amphiprion*) 及棘頰海葵魚屬 (*Premna*)，全世界海葵魚屬有 27 種，棘頰海葵魚屬有 1 種 (Daphne and Allen, 1997)，目前台灣記錄海葵魚屬僅有：公子小丑 (*Amphiprion ocellaris*, 眼斑海葵魚)、鞍背小丑 (*A. polymnus*, 鞍斑海葵魚)、咖啡小丑 (*A. perideraion*, 粉紅海葵魚)、紅小丑 (*A. frenatus*, 白條海葵魚) 及雙帶小丑 (*A. clarkii*, 克氏海葵魚) 等 1 屬 5 種。

### (二) 形態特徵－台灣產五種小丑魚

公子小丑：體色為黃到橘紅色，身上有三條寬的白斑，眼後的白斑呈半圓弧形，中間的白斑呈三角形，各鰭外緣有黑邊。母魚體形較大，雄魚較小，尤其是產卵後，雄魚照顧受精卵時間較長，攝食明顯較母魚不足，體形變的更加瘦小。

鞍背小丑：體色為紅棕到暗褐色，有二條醒目的白色寬帶，一條自頭部橫貫而下，另一條自身體中央開始才剛往下就轉彎而自背鰭上延伸，尾鰭上下緣皆為白色。雌魚第二白

斑明顯大於雄魚。

咖啡小丑：體色為粉紅色至黃褐色，頭後方有一條細窄的垂直白帶，眼上有一白色縱帶沿著背鰭到尾鰭。成熟雄魚之背鰭及臀鰭外緣有金黃色細紋。

紅小丑：體色為紅色到暗紅色，幼魚有 3 條白斑，隨成長而白斑會消失到僅剩眼後一條，成熟母魚體色較暗紅，雄魚則呈鮮紅色，鰭為橘紅色。

雙帶小丑：體色為黃褐到黑褐色，腹鰭呈黃色，尾鰭較蒼白，其他各鰭呈鮮黃色，二條白色橫帶將身體分為三部分，尾鰭基部又有一條白色橫帶。雄魚尾鰭上下緣呈鮮黃色，而雌魚尾鰭呈白色。



▲公子小丑



▲鞍背小丑



▲咖啡小丑



▲紅小丑



▲雙帶小丑

### (三) 分布

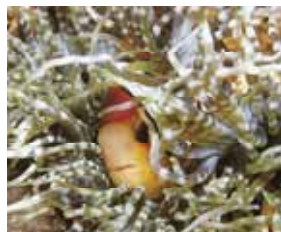
小丑魚的分布和海葵絕對脫離不了關係，雖然全世界海葵品種超過一千種，不過卻僅約 10 種海葵會與小丑魚共生。這 10 種海葵分布很廣，主要生長在太平洋及印度洋，特別是熱帶洋流經過的海域，北自日本，南到澳洲雪梨的珊瑚礁海域。但在大西洋則無這些品種的海葵，因此無小丑魚分布。



▲公主海葵



▲地毯海葵



▲串珠雙幅海葵



▲長鬚紫地毯海葵



▲夏威夷海葵



▲拳頭海葵



▲拿破崙地毯海葵



▲斑馬海葵



▲紫點海葵



▲綠地毯海葵

不同品種的小丑魚會棲息於不同的海域，但都必須水質清澈、光照充足且水深不超過 50 公尺以上，這個習性完全是小丑魚與海葵之共生關係所發展出來。在台灣小丑魚主要分布於東北部、東部、南部珊瑚礁海域，其他如綠島、蘭嶼、小琉球及澎湖等水流稍急之海域亦可發現其蹤跡。

#### (四) 生態習性

海葵藉著小丑魚的協助，移除身上的寄生物、壞死的組織以及其周圍的有機與無機廢物，而這些物質常是小丑魚重要的食物來源；另外，小丑魚也藉著海葵的保護，免於受到許多捕食者的攻擊。海葵在分類上屬於刺胞動物門，刺胞動物的一項重要特徵即觸手上擁有一種被稱為刺細胞的特化細胞，它是刺胞動物捕食和防衛的重要構造。當受到外來物的刺激時，刺囊內的刺絲會立即射出，此時刺囊中所含的毒液，也一併注入入侵者的組織中。

當海葵與小丑魚共生時，若其他小魚（食物）經過時，海葵刺囊仍會發射刺絲攻擊，這是刺胞動物捕食和防衛的重要構造，但其攻擊行為並未因與小丑魚共生而受到影響；此時小丑魚雖也會受到攻擊，卻絲毫未受傷害，顯然小丑魚的防衛機制是相當關鍵的因素。當小丑魚與海葵展開共生前要

經過一段時間的馴化，而馴化過程中小丑魚獲得「保護物質」，這些「保護物質」就是提供給小丑魚分子擬態 (molecular mimicry) 的機制，當小丑魚接近海葵時，讓海葵誤認為小丑魚是自身的一部分，而不會發射刺細胞加以攻擊。一株海葵家族中體型最大者為雌魚，在這家族中有一對具有生殖能力的雌雄魚與數尾無生殖能力的小魚組成，當失去雌魚時，會有依順位遞補變性之現象。親魚產卵前會選擇在海葵旁的礁岩平坦處清理一處產卵床，受精卵動物極頂端具有棉絮狀之黏性卵囊帶將受精卵黏附於產卵床上，受精卵呈橢圓形，親魚會輪流照顧受精卵，但主要的護卵工作由雄魚擔任，此行為會一直持續到受精卵孵化為止。仔魚在太陽下山後孵化，其孵化時間點具生態上之意義，因此時海葵的觸手已收縮，不會發射刺絲胞傷害剛孵化的仔魚，且夜間有害生物較少。

小丑魚為雜食偏肉食性，多以藻類、小型浮游生物、小型無脊椎動物或海葵壞死的組織為主食。



▲ 公子小丑與海葵共生



▲ 雙帶小丑有護卵行為

### 三、水源選擇及維生系統建置

#### (一) 水源選擇

小丑魚為喜愛水質乾淨及純海水養殖之魚種，繁殖場所之選擇以接近岩岸海域最佳，如花蓮、台東、屏東及澎湖等地，其他土質海域則因懸浮粒子太多，必需先以維生系統處理後再行使用。目前市售海水素，可以和淡水調配成一般海水，亦可取代天然海水使用。小丑魚水質條件之基本要求：

(1)溫度：一般養殖水溫可在  $18-32^{\circ}\text{C}$ ，最適繁殖水溫為  $26-28^{\circ}\text{C}$ ；(2)鹽度：正常海水鹽度為  $34-35\text{ psu}$ ，最適繁殖的鹽度為  $33-34\text{ psu}$ ，若是鹽度太低會影響海葵成長，導致小丑魚的產卵率及仔魚孵化率下降；(3)酸鹼值：海水 pH 值約  $8-9$ ，最適繁殖的 pH 值為  $8-8.5$ ；(4)溶氧：小丑魚和一般魚類相同，所需溶氧約在  $4\text{ ppm}$  以上；(5)污染物：水源選擇應避免有工業、礦業、家庭及畜牧業等廢水污染海域。

#### (二) 維生系統建置

水族箱就像是一個生態系統的縮影，水族箱相對於生態系統是小而且封閉的，同時生物密度較高，因此必須應用與之相稱的過濾裝置或過濾系統組合來處理水體，以除去其中

的有害物質。海洋生物被迫離開海洋，在捕撈及運輸過程受到驚嚇和傷害，最後進人工環境中，不僅生態環境失去了平衡，甚至和不合適的生物放在同一水族箱裏，如何去適應新環境，則必須仰賴生物本身高度適應能力及先進水族科技支援，其次是需要一個經驗豐富水族高手的管理。

小丑魚維生系統大致利用下列四項設備並聯，即可達到循環過濾之效果，相關設備如下說明：

### 1. 急速砂過濾器

採用石英砂作為濾材的過濾設備，可有效去除水中的懸浮物，並對水中的膠體、有機物、細菌等污染物有明顯的去除作用；石英砂過濾設備的主要特點是設備結構簡單、處理流量大、過濾效率高及操作維修方便等特點。

### 2. 蛋白質除沫器

海水水族箱長期養殖下常發生白濁的現象，主因是海水中游離蛋白質無法去除，此時須靠蛋白質除沫器來移除。蛋白質除沫器是利用水流高壓通過文氏管產生負壓吸氣，在槽體中產生大量泡沫，藉由泡沫的表面張力，吸附水中的蛋白質，再將泡沫和蛋白質一併濾除，以去除水中有毒之蛋白質化合物及有機物，減少水中的游離蛋白質，防止水質惡化。

### 3. 生物過濾槽

以大面積的生物濾材包括珊瑚砂或生物載體，培養硝化菌以便去除水中氨、亞硝酸鹽、硝酸鹽等，生物過濾槽可分為滴流式和沉浸式二種。魚類的排泄物和未吃過的食物會轉變為氨（俗稱阿摩尼亞），好氧的硝化細菌，能把氨轉變為亞硝酸鹽（ $\text{NO}_2$ ）；亞硝酸鹽雖然含較少的毒素，但仍對魚類有致命的毒害。亞硝酸鹽又被第二種硝化細菌轉變為幾乎是無毒的硝酸鹽（ $\text{NO}_3$ ），但如果突然或長期暴露在高濃度的硝酸鹽中對小丑魚是有害的。幸運地，硝酸鹽的濃度是可以靠換水來降低濃度，同時也會被厭氧性細菌作用變為氮氣而昇華。

### 4. 紫外線殺菌器

紫外線殺菌為一種有效的消毒水質方式，其利用光波在 253.7 nm 時，對細胞有極大的破壞力，因此被發展來當作殺菌功能，使用紫外線殺菌必須先將養殖用水以前置過濾設備處理後，再經紫外線殺菌，以提高殺菌效果。

種魚產卵區設置上述維生系統一組，包括種魚產卵水槽→急速砂過濾系統→蛋白除沫機→珊瑚石生物濾床→紫外線殺菌機→種魚產卵水槽，每日循環水量次數約為 36 次，每日換水率為 5—10%，種魚每日投餵 2 次，每次投餵 1 小時後以

虹吸管抽底，將殘餌抽除以免影響水質。



▲急速砂過濾器



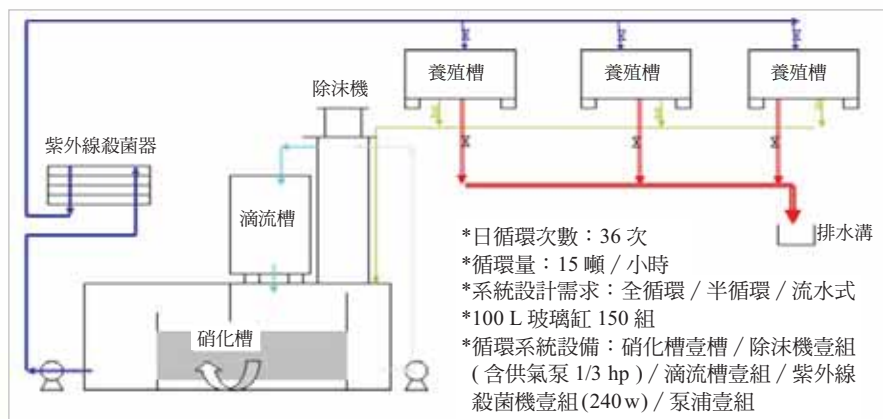
▲蛋白質除沫器



▲生物過濾槽



▲紫外線殺菌器



▲小丑魚種魚培育用之維生系統流程圖

## 四、種魚培育與管理

繁殖用種魚的取得脫離不了觀賞水族供應管道，但對於多數繁養殖者、溫室與大規模生產的繁殖場而言，在種魚取得方式上應更加謹慎，而臺灣業者偏好由繁殖場間的互相購買或交換，尋求特定種別的親種來源或直接於消費市場及透過網路購買，經持續培育作為繁殖使用之種魚。種魚除了具備繁殖培育子代的功能外，還肩負了子代遺傳特性或形質表現上的重要意義，因此在親種取得來源上，必須更為嚴苛的評估與選擇。自一般繁殖環境取得之種魚，或許親種已成熟並適應環境，且能迅速繁殖生產，但卻因為長時間人為培育而少有親緣管理，除造成種魚來源受到限制外，同時如畸形、遺傳相關之疾病或生理障礙皆會在累代下逐漸呈現。此外對於已長時間發展的水族品系，若在取得來源、遺傳形質與品系特徵上無法充分確定，而任意使用於繁殖生產，不但會造成遺傳表現上的混淆，甚至還會導致原本穩定品系特徵受到干擾與污染。而野生個體雖在遺傳特性與形質表現上具備多樣性，但若未能充分掌握產地型之特色並妥善區隔與維護，終將讓辛苦取得的個體在重覆繁殖後成為一般性商品，甚者

具有野生個體的寄生蟲或特定病原風險，加上初期對於飼養環境與管理模式難以適應，造成繁殖操作的相對威脅與危害。

### (一) 種魚來源

人工培育與野生採捕為目前觀賞水族消費市場中海水觀賞生物種魚的主要供應來源。究竟人工培育較具穩定品質？或是野生採捕個體別具市場話題與附加價值？往往存在著見仁見智的討論空間，不過顯而易見的是，隨著生物資源在供應數量上之日漸匱乏，運輸成本持續高漲，其次，涉及野生動物保育、動物福祉、生物多樣性與生態環保等課題，未來的海水觀賞魚種魚來源，應會朝向以人工培育供應為主。

市面上水族館所販售之海水觀賞魚絕大部分都是由東南亞國家進口，從漁民捕撈→蓄養→包裝→空運→大盤水族館→水族館→蓄養→家中水族箱，海水觀賞魚經過一連串的奔波、勞累、禁食、環境變化及疾病感染，交到我們手上幾乎已經奄奄一息，所以要如何去承接這些海水觀賞魚？事實上是一般民眾普遍的問號，也是一般民眾不敢養海水觀賞魚之重要原因之一。本所執行觀賞魚計畫之初也同樣面臨種魚取得困難問題，所以也尋求一些解決問題的方式，不過成效仍然有限，幾經思索最佳的解決方案，只有在人工繁殖種苗中

透過體色及外部特徵來篩選種魚，以提供繁養殖研究之需，除了可以提高種魚活存的機會，又可以減少對野生觀賞魚種魚的依賴，對維護海洋生物資源，有效遏止人為破壞，以利永續發展，並確保海洋生物資源生生不息會有莫大助益。

## (二) 種魚挑選與配對

在天然海域中一個小丑魚家族會與一棵海葵共同生活，小丑魚家族是由 1 對具有生殖能力的雌、雄魚與 0—4 尾無生殖能力的小魚所組成，雌性小丑魚為家族中體型最大者，第二者為雄魚，其餘小魚則無生殖能力，當雌魚失去或死亡時雄魚會有遞補變性的現象。從生殖腺組織學研究中發現海葵魚群聚中體型最大的個體具有成熟卵巢，而所有體型較小的個體，其生殖腺皆同時具有雌、雄生殖細胞，且在這些雌雄同體的生殖腺中可以見到不同發育期之精巢組織，但卵巢組織中之卵母細胞卻都尚處於早期發育階段之周邊核仁期 (peri-nucleolus stage)，當體長達到特定體長以上且為群聚中體型最大時，卵母細胞則開始發育成熟、精巢組織則消失退化。公子小丑卵巢的產卵類型是屬於分批非同步型，卵巢中含有各種不同發育時期的卵母細胞，這種類型魚類在一個延續較長的產卵時期中多次分批產卵。



▲人工繁殖之黑公子和公子小丑篩選後培育成種魚

雙帶及鞍背小丑等具有性別二原色 (sexually dichromatic)，因此配對時可根據斑紋或體色來進行配對，但公子小丑在配對時無法就斑紋或體色來分辨雌、雄魚，又不能浪費種魚將牠解剖來辨別雌雄，所以配對時應挑選體型大小差異較大之成魚進行配對才容易成功，若強行將不同族群之成熟雌雄魚放在一起配對，則可能產生其他族群入侵的錯覺，強勢的魚 (可能是雌魚) 會驅趕或攻擊弱勢的魚，受攻擊的一方會抖動

胸鰭或尾鰭並轉過側身向強勢的一方示弱，本研究進行配對時亦發生相同的情形，在公子小丑配對過程中，強勢的魚通常都會發動攻擊，會以嘴巴追咬弱勢魚的胸鰭、臀鰭或是尾鰭，受到攻擊的魚並不會反擊，僅會繼續示弱或躲到角落，在攻擊的過程中通常會造成弱勢者受傷，胸鰭或尾鰭破損，而導致細菌感染、滲透壓失調死亡，甚至於因追逐激烈而跳出水槽，在雙帶小丑也有類似的情形發生。所以小丑魚最佳的配對方式是大型魚（可能是雌魚）和體型較小之未成熟魚來配對，配對缸中放入一株巨大異輻海葵，可以穩定海葵魚的情緒，並減少攻擊的行為，更能提高配對的成功率。

小丑魚配對前需布置一組 5 尺左右生態配對缸，底部放置珊瑚礁及珊瑚砂，過濾設施包括圓桶過濾器、紫外線殺菌燈及蛋白質除沫器等，其它還有溫控設施及鹵素燈照明，放入海葵 5—8 顆左右，維生系統經一星期以上的運轉後放入 10—20 尾經檢疫完成之小丑魚，每天投餌 2 次，小丑魚在生態配對缸蓄養一段期間後會有配對之情形，若同一種海葵中有 2 尾魚有親密的互動，並會追趕其他魚的話，則可視為初步配對成功，可在夜間將膩在海葵中的 2 尾小丑魚利用手抄網捕撈，再移至產卵缸中培育。



▲雙帶小丑從尾部的顏色可分辨雌魚(上)與雄魚(下)



▲鞍背小丑可依大白斑(雌魚)和小白斑(雌雄魚)來分辨雌雄



▲雙帶小丑-配對缸中放入一株巨大異幅海葵可以穩定種魚情緒



▲公子小丑配對完成後會一起膩在海葵中躲藏

### (三) 產卵環境布置

藉由模擬小丑魚原生環境珊瑚礁海域，或是提供個體具隱密性的產卵環境，以誘使小丑魚配對並產卵繁殖，是小丑魚成功繁殖的關鍵，繁殖環境的布置與準備，除了妥善的水質管理、光照週期與盡量降低生物性與理化因子的侵擾外，

依據小丑魚生殖特性，提供適當的繁殖介質，則為環境布置上重要的操控管理。小丑魚產卵缸為一般水族箱，其材料可分為壓克力、強化玻璃及塑鋼，一體成型的壓克力缸雖然較貴，不過安全性較佳。水族箱大小選擇應視自家空間大小而定，選擇大小為 1.5—3 尺的水族箱，底部不放珊瑚砂採裸缸方式，可以多組並聯之方式設置，共同使用一組維生系統、蛋白質除沫器、紫外線殺菌燈、溫控系統及鹵素燈具，可自行設缸或是由水族業者協助組裝。水族市場不斷的有新產品問世，產品以實用、耐用及簡單為訴求，主要是希望民眾把養殖海水觀賞魚變簡單及容易，以提高民眾對海水缸養殖的興趣。

小丑魚布缸最重要的是海水來源，建議初學者可以使用人工合成的海水素，市售海水素種類繁多，以德國製造品質最為穩定，但本所使用國內廠商生產高品質海水素，其價格較低，同時也得到不錯之效果。利用海水素也可以製造出與天然海水幾乎一模一樣的人工海水，調配好的人工海水需靜置一段時間等待溶解，因為其中部分元素無法馬上溶解，可能會對海洋生物造成傷害，尤其對脆弱的軟體動物，因此務必等到完全溶解後，再將人工海水注入水族箱。

根據調查，小丑魚可以與 10 種海葵共生，但並非每種小丑魚都可以和上述海葵共生。在每個產卵缸中置入一株適合的海葵，其次準備產卵床，本所測試多種類產卵床包括空心磚、鵝卵石、陶製花盆及磁磚等，小丑魚在產卵床的挑選上並無明顯偏好，皆會在產卵床產卵，甚至於有時海葵移位到玻璃上，親魚也會將卵產在玻璃缸面上，讓卵得到海葵的保護。

產卵缸上部放置鹵素燈照明，水面光照度保持在 15,000—25,000 Lux 之間，水深 40—45 公分，每日照明 10 小時，水溫維持在 26—28℃，鹽度為 30—35 psu，平日交替以新鮮蝦肉、魷魚、魚肉及乾燥飼料等餵飼，可讓小丑魚自然配對並產卵。



▲多組並聯之小丑魚產卵缸設置



▲產卵缸中包括一個產卵床及一株適合的海葵

#### (四) 營養投餵

以往針對小丑魚種魚的培育，會大量使用新鮮生餌練製的軟性飼料，藉由蛋白質與脂肪之主成分，提供個體能量需求，同時賦予生殖腺在發育時所必需的營養組成。觀賞水族飼料製造商亦研發許多促進個體成熟之配合飼料，以因應消費市場繁殖特定魚種之需求，並藉由配方調整、特定成分添加與營養強化，提供特殊投餵對象或目的之需求。一般飼養的淡、海水觀賞水族生物，在生命週期中必然會循序漸進的完成仔稚魚、成長、成熟與繁衍後代等生活史，而促進成熟之飼料提供偏重能量獲取與生殖腺發育相關之養分，除配方飼料外，部分活餌與生餌則因具有比例極高的蛋白質與脂肪成分，也有相對較佳之誘引性與適口性，加上頻繁的投餵，因此在短時間內可見到種魚的配對與產卵表現，甚至可增加小丑魚繁殖頻率與產卵量。當然在小丑魚種魚已達生殖成熟的狀況下，穩定且充足的優質飼料及餌料供應，可在卵質優良與受精率佳的狀態下，明顯提升小丑魚仔稚苗的孵化與育成率。

本所初期研究公子小丑時發現，僅提供人工飼料投餵種魚，常導致仔魚育成率低，Turano (2000) 指出，以新鮮的蝦

肉、魷魚、魚肉交替投餵鞍背小丑，可獲得最佳卵質，因此多樣化的餌料有助提升卵質及仔稚魚育成率。公子小丑卵粒顏色為鮮橘黃色，但在不投餵生餌情況下，卵粒顏色會變為淡黃色，推測影響卵粒顏色為來自餌料中的還原蝦紅素，研究指出魚的卵巢及卵由於含有類胡蘿蔔素或類胡蘿蔔素蛋白質，因而有不同之色澤表現，不同種魚類其卵巢中類胡蘿蔔素含量在生殖細胞或其他細胞之變異相當大，它的存在決定於魚所吃之食物種類。因此建議小丑魚種魚投餵餌料應包括生餌練製之軟性飼料、石斑魚飼料及觀賞魚專用之優質揚色飼料。



▲小丑魚種魚投餵之軟性飼料(右下)、石斑魚飼料(左下)及觀賞魚專用揚色飼料(上)

▲紅小丑種魚經飼料多樣投餵後受精卵顏色變得更鮮紅

## (五) 水質管理

觀賞水族被視作水產養殖最精緻的一環，換句話說，觀賞水族中所使用的概念、技術與相關器材，多與水產養殖脫離不了關係，甚至在巧妙應用下具有互補的特殊價值；多數投身於觀賞水族領域之從業人員，少有水產養殖領域之專業素養，以致於在資訊傳遞或經驗累積的過程中，「養魚必先養水」的概念成為束諸高閣的口號，而失去了真正的價值意義。水質管理不僅只是操作與技術，甚至應該被解釋為「對水域環境狀態的仔細關注與長期監控，並與飼養生物緊密連結的狀態」之管理實務。而當環境狀態與飼養生物建構於穩定的水質條件下，來自環境中的緊迫 (stress)，相信自然會隨之消失，並在生物健康、活存與體色展現上，呈現出相對應的表現狀態。

小丑魚產卵缸最適合的水溫在 26—28℃ 左右，冬天時利用加溫器增加水溫，夏天時以冰水機來降低溫度；鹽度的最適範圍是 32—34 psu，平常應該使用鹽度計定時量測，鹽度可能會因水分蒸發而上升，所以可固定加入少量淡水以免鹽度變化過大。海水水族箱 pH 值應保持在 8.0—8.5 之間，水族箱中有許多因子會影響 pH 值，如有機物、殘餌、水溫、

二氧化碳及碳酸鹽等，碳酸鹽硬度過低則 pH 值會下降，過多的藻類或共生藻則會消耗二氧化碳，pH 值就會升高，通常養殖愈久 pH 值會慢慢降低，可利用定期換水來維持適當的 pH 值。小丑魚產卵缸應維持水中適當的硬度 KH 值，海水水族箱最適合的 KH 值在  $8 \pm 1$  左右。

水族箱架設初期因為硝化菌尚未建立完全，很容易導致氨濃度過高，讓魚類容易染病，因此初期最好定期加入硝化菌，讓過濾系統早日建立硝化細菌，降低氨的濃度。定期加入微量元素如銅、砷、碘等，對於缸中生物生長情形有很大幫助，尤其海洋生物長期飼養在密閉環境中，定期添加微量元素可促進魚類與無脊椎動物健康成長。水族箱中的生物會消耗海水中的元素及養分，並且產生一些有毒物質，長期下來水質會老化並對魚類造成影響，因此記得一定要定期換水，換水間隔時間越短，換水的量越少，則產卵缸水質會愈穩定，簡單說就是少量多換。

記錄種魚培育缸及配對期間之水質資料發現，培育期間平均水溫為  $27.25 \pm 1.51^{\circ}\text{C}$ ，月平均最高水溫在 7 月為  $29.49^{\circ}\text{C}$ ，最低水溫在 4 月為  $24.96^{\circ}\text{C}$ ，8、9 月因為有颱風侵襲的影響，所以平均水溫分別為  $27.63$  及  $26.30^{\circ}\text{C}$ 。養殖期間

平均鹽度為  $34.19 \pm 0.98$  psu，月平均最高鹽度在 7 月為 35.15 psu，最低鹽度發生在 9 月為 31.97 psu，7 月因高溫少雨所以鹽度上升，而 8—9 月因為有颱風侵襲的影響，所以平均鹽度下降為 32.83 及 31.97 psu，到 10 月以後台東地區雨量減少，鹽度又上升至 35 psu 左右。養殖期間平均 pH 值為  $8.27 \pm 0.07$ ，月平均 pH 值以 10 月的 8.35 最高，最低平均 pH 值是在 5 月的 8.18，7—9 月平均 pH 值最為穩定保持在 8.27—8.28。養殖期間平均溶氧量為  $6.60 \pm 0.56$  ppm，月平均溶氧量以 4 月之 7.39 ppm 最高，最低則是在 8 月的 5.97 ppm。



▲小丑魚種魚培育過程應定期檢測水質狀況

## 五、產卵與護卵

著名的「木蘭辭」中有一段令人朗朗上口的自然觀察描述：「雄兔腳撲朔，雌兔眼迷離，兩兔傍地走，安能辨我是雄雌？」，這說明了許多動物難以外觀分辨雄雌，在魚類世界中也有許多種類讓人們怎麼看也雌雄莫辨，我們姑且將這類的魚叫做「野兔型」魚類，這類魚的特色是雌雄體型約略相同；其次，雌雄魚外表有明顯不同體色或斑紋者，則將這類的魚叫做「孔雀型」魚類，本類魚的特色除了雄魚較雌魚豔麗外，雄魚的體型會比雌魚大一些；最後還有一類叫做「螳螂型」魚類，這類魚雌性體型比雄性大且雌性並沒有特別漂亮，體色和斑紋與雄性相似，那為何雌性要比雄性大型呢？重要原因之一為雌性體型較大可以產下的卵數較多，例如小丑魚在繁殖期中可以重複產卵多次，而且有固定配偶，產卵後由雌雄共同保護受精卵，因此雌性體型愈大產卵數當然愈多，那就可以延續更多的後代。

在海洋中小丑魚算是弱勢的一群，牠們體型較小，一不小心很容易就會被大型魚吃掉，不過小丑魚具有非常有力的靠山－海葵，小丑魚把海葵當成守護神，一旦小丑魚遇到危

險時，就一溜煙躲到海葵觸手中，藉此躲過敵人的追擊，因此小丑魚的活動範圍就會侷限在海葵附近，如此一來，很難得遇到異性，所以雌性體型愈大才能有更多產卵量，而且積極把握住難得的交配機會，以確保自己延續後代子孫的效益。

### (一) 生殖行為與產卵觀察

觀察公子小丑種魚產卵徵兆，發現雌魚腹部明顯膨脹，且雌雄魚生殖突起突出於體表，而雌性生殖突起明顯較雄魚粗大，突起前端呈圓鈍狀而雄魚則為細尖狀，同時種魚開始進行產卵床的清潔等行為。因此如同時觀察到種魚有清潔產卵床行為、雌魚腹部明顯膨大、生殖突起明顯突出，則可判定種魚即將產卵。



▲紅小丑雌魚生殖突起明顯且較雄魚粗大，突起前端呈圓鈍狀

觀察小丑魚第一次產卵，發現在產卵前 2—3 日，種魚會選擇有海葵附著的礁石為產卵床，雌、雄魚會積極以其口啄除產卵床上之藻類及沉積物，有時會用尾部清理小石頭，此種清潔行為越接近產卵時間會越頻繁，直至開始產卵才會停止，此時並可看到雌魚腹部明顯膨大且生殖突起明顯突出。而從第二次產卵以後，清潔產卵床行為在產卵前 2—3 小時才

會開始進行，這可能與產卵床已經固定有關。

每次產卵時刻約在上午 9:00 至下午 16:30 左右，大部分則集中在 10:30—13:30，剛開始產卵的半小時內，產卵動作較密集，雌魚以腹部磨擦產卵床，將伸長的輸卵管靠近產卵床，輕輕抖動胸鰭並搖動下半身，一邊往前移一邊旋轉，每次產卵數十粒，雄魚會做出和雌魚一樣的動作，接著排精於橘紅色卵粒上，有時雌雄亦會同時動作。約 1 個小時後雌魚產卵動作趨緩，產卵間隔時間延長為 0.5—1.5 分鐘，每次的產卵行為約持續 90 分鐘，雌、雄魚於產卵、排精空檔，會不斷地去驅趕靠近的魚進行護卵。



▲ 公子小丑繁殖行為：(A)雌、雄魚共同清潔產卵床；(B)雌魚產卵；(C)雄魚排精；(D)護卵

台灣產 5 種小丑魚中以雙帶小丑之產卵數最多，可達 2,000—4,500 粒，其次為紅小丑與鞍背小丑產卵數分別為 800—2,500 粒及 1,400—2,000 粒，而公子小丑與咖啡小丑產卵數分別為 300—1,000 粒及 300—700 粒，明顯較上述 3 種少。雙帶小丑親魚體型最大可達 15 公分以上，紅小丑與鞍背小丑體型相近，而公子小丑及咖啡小丑體型較小，所以不同魚種與親魚體型大小會影響產卵數。

小丑魚種魚會將受精卵產在海葵觸手最前端處，藉此保護受精卵的安全，並且藉由海葵觸碰受精卵使胚胎得到海葵保護的暗示，有時候海葵會離開產卵床，則會導致種魚產卵延遲的現象發生，所以最好趕快將海葵移回產卵床附近，否則產卵間隔將會延長而影響到產卵量。野生小丑魚會將受精卵產在平滑的珊瑚礁，而在人工環境下設置鵝卵石、空心磚及陶器小花盆給公子小丑做為產卵床，結果發現種魚對所提供之產卵床皆會接受，甚至不提供產卵床時，種魚也會選擇在有海葵旁的玻璃缸上產卵，可見種魚對產卵床並無特殊選擇性。雙帶小丑產卵床若使用磁磚則卵粒會有脫落的情況發生，可能是因磁磚表面較光滑，也較難清除前次產卵留下的痕跡，使得在孵化過程中產生次批卵黏著不佳之情況。



▲公子小丑不同之產卵床：(A)空心磚；(B)鵝卵石；(C)玻璃缸；(D)花盆

## (二) 受精卵與胚胎發育

台灣產 5 種小丑魚剛產出之卵粒顏色為橘紅色到鮮黃色，事實上它是反映卵黃之顏色所致，受精卵呈橢圓形、分離之沉性附著卵，受精卵長徑及短徑以雙帶小丑之 2.9—3.2 及 1.1—1.3 mm 最大，其次為紅小丑的 2.70 及 0.96 mm，最小的為咖啡小丑的 2.18 及 0.75 mm。小丑魚受精卵內有許多小油球，其直徑約 0.2 mm，偏動物極之頂端具有棉絮狀之附著絲，其功用在使卵粒黏附於產卵床上。



▲公子小丑剛產出之卵粒顏色為橘紅色到鮮黃色

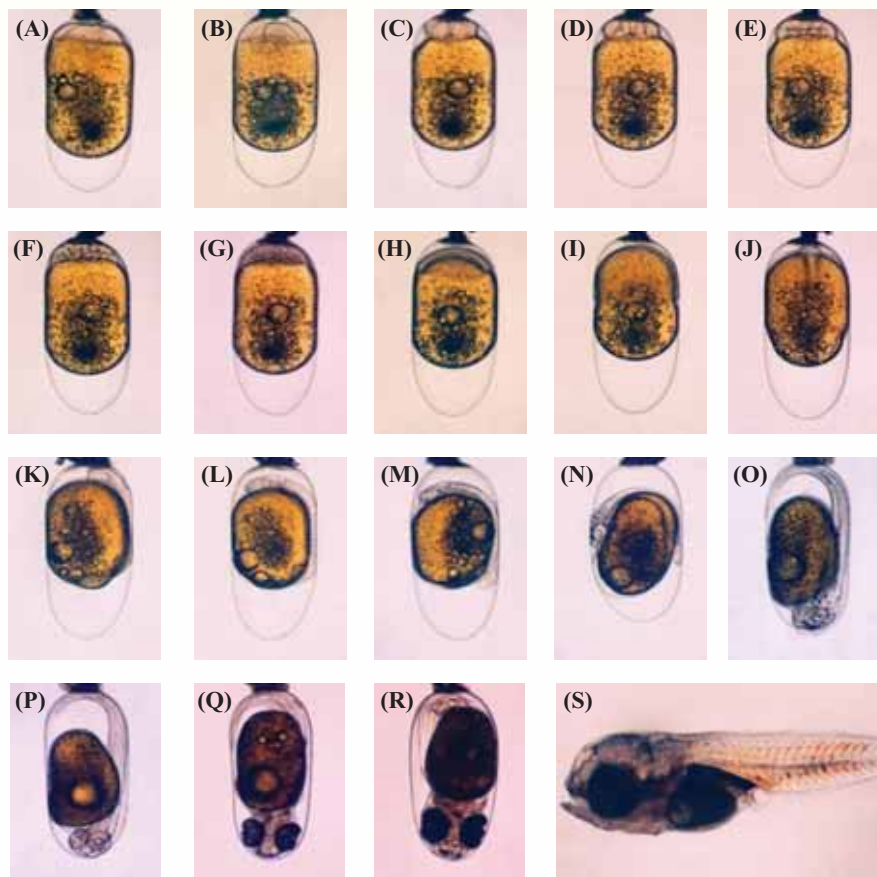
胚胎適應水溫範圍約為  $20-30^{\circ}\text{C}$ ，以公子小丑為例，受精卵之孵化水溫保持在  $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$  時，仔魚在產卵後約第 6 日孵化，若孵化水溫降至  $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$  時，則仔魚孵化時間為產卵後約第 7 日孵化，若孵化水溫降至  $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$  時，則仔魚孵化時間為產卵後約第 8-10 日以後才會孵化，可見溫度愈高胚胎孵化所需的時間愈短，故提高孵化水溫可以將孵化時間縮短，如此可以減少種魚護卵時間，縮短產卵間隔，增加其產

卵次數，其次也可以節省人力及成本支出，最重要的是並不影響仔魚之孵化率。

公子小丑受精卵胚胎發育過程

| 時間<br>(h:min) | 水溫<br>(°C) | 胚 胎 發 育                |
|---------------|------------|------------------------|
| 00:00         | 28.0       | 受精卵                    |
| 00:35         | 28.2       | 2 細胞期                  |
| 03:00         | 29.8       | 64 細胞期                 |
| 03:55         | 30.1       | 桑實期                    |
| 09:50         | 29.3       | 原腸期                    |
| 14:55         | 29.9       | 囊胚覆蓋卵黃 1/2             |
| 21:10         | 29.5       | 眼胞已形成；具 5 體節           |
| 25:20         | 29.5       | 耳胞形成                   |
| 27:25         | 30.0       | 眼胞內晶體形成，尾部也已形成並與卵黃囊分離  |
| 32:35         | 30.5       | 心臟搏動每分鐘 84-96 次        |
| 57:50         | 29.5       | 胚體眼睛色素沉著               |
| 66:10         | 30.0       | 胸鰭原基已形成                |
| 90:00         | 30.0       | 胚體眼上已積聚烏糞素             |
| 114:35        | 29.9       | 胸鰭鰭條出現                 |
| 146:40        | 30.0       | 孵化前 4 小時，鰓蓋偶而擺動        |
| 150:45        | 30.0       | 剛孵化的仔魚全長為 4.24-4.80 mm |

在不控制水溫之下，公子小丑受精卵之胚胎發育過程如表所示，水溫介於 28.0—30.5℃，鹽度介於 34—35 psu 下，受精後 35 分鐘胚胎發育為 2 細胞期；1 小時 5 分為 4 細胞期；1 小時 45 分為 8 細胞期；2 小時 10 分為 16 細胞期；2 小時 35 分為 32 細胞期；3 小時為 64 細胞期；3 小時 55 分為桑實期 (morula stage)；9 小時 50 分為原腸期 (gastrula stage)；14 小時 55 分後囊胚覆蓋卵黃二分之一；18 小時 30 分後囊胚覆蓋卵黃三分之二，且胚體出現；21 小時 10 分後眼胞已形成並具 5 體節；25 小時 20 分後耳胞形成；27 小時 25 分後眼胞內晶體形成，尾部也已形成並與卵黃囊分離；32 小時 35 分後已可見心臟搏動，心臟搏動每分鐘 84—96 次，胚體偶而痙攣般扭動；47 小時 55 分後胚體頭部移至卵的前端，卵黃及胚體上已出現色素胞，體液循環清晰可見；57 小時 50 分後胚體眼上已見色素沉著；66 小時 10 分後胸鰭原基已形成；90 小時後胚體眼上已積聚烏糞素而呈銀白色；146 小時 40 分暨孵化前 4 小時，鰓蓋偶而擺動；剛孵化之仔魚體長為  $0.435 \pm 0.014$  公分，仔魚的口器、消化道完整，卵黃囊已消失殆盡，需在孵化後 8 小時內提供餌料生物，因為仔魚很快就要攝食餌料生物，若未及時提供微藻及輪蟲，會導致仔魚大量死亡。



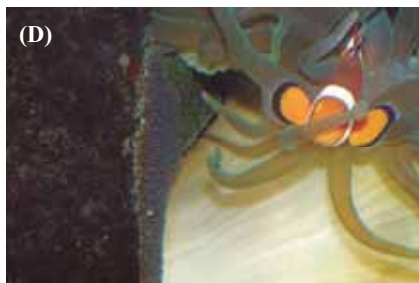
▲公子小丑胚胎發育過程：(A)2 細胞期；(B)4 細胞期；(C)8 細胞期；(D)16 細胞期；(E)32 細胞期；(F)64 細胞期；(G)桑實期；(H)原腸胚期；(I)囊胚覆蓋卵黃二分之一；(J)囊胚覆蓋卵黃三分之二、胚體出現；(K)眼胞已形成並具 5 體節；(L)耳胞形成；(M)眼胞內晶體形成、尾部已形成並與卵黃囊分離；(N)心臟開始搏動、胚體偶而痙攣般扭動；(O)胚體頭部移至卵的前端、卵黃及胚體上已出現色素胞；(P)胚體眼部已見色素沉著；(Q)胸鰭原基已形成；(R)：胚體眼部已積聚烏糞素；(S)孵化之仔魚

公子小丑胚胎發育過程受精卵顏色變化：第 1 天顏色為鮮橘黃色，在天然海域中發現其受精卵顏色會偏橘紅色，這與種魚所攝食的餌料種類有關；第 2 天顏色為黃色，此時脊索形成；第 3 天顏色變為褐黃色，此時胚體已經形成，卵黃及胚體上有色素細胞，所以受精卵外觀顏色變暗；第 4—5 天顏色變為黑褐色，此時胚體色素沉著眼部黑化；第 6—7 天顏色變為亮黑褐色，可觀察到胚體眼部閃亮的銀白色光澤，此時已經到了孵化之前兆；第 8 天顏色變為亮銀色，此時卵黃囊縮小且眼部積聚鳥糞素 (guanine) 而呈現出銀白色，心臟已可見色素沉著，尾部末端已延長至眼部，胚體已經發育完全，此時為孵化離床的徵兆，仔魚會在日落後 30 分鐘左右開始孵化，並破殼而出。

### (三) 種魚護卵行為

使用數位攝影機紅外線夜視功能觀察公子小丑、雙帶小丑及鞍背小丑之護卵行為，發現即使是在零照度的環境下，種魚以胸鰭煽動水流之行為仍會持續進行，一直至仔魚全部孵化，此舉甚為重要，因它能有效幫助仔魚孵化，否則會導致即將孵化的仔魚死亡。

根據本試驗研究發現，小丑魚種魚皆有護卵行為，種魚



▲ 公子小丑受精卵發育過程顏色變化 (A-H：第 1 天至第 8 天)

產卵結束後會親自照顧受精卵，其照顧受精卵的方式是以胸鰭煽動水流為主，主要目的是為了增加溶氧以及加速胚體代謝物之擴散，同時親魚也會以口啄除死卵，以免病菌漫延而影響孵化率。雖然台灣產 5 種小丑魚雌、雄種魚都會護卵，可是主要的護卵工作還是由雄魚擔任，而在護卵期間雌魚食量並不會減少，但雄魚會因護卵工作繁重，攝食量明顯減少，因此一對種魚中雄魚總是比較瘦小。越接近孵化日，雄魚每次以胸鰭煽動水流之時間會明顯增加，有時會一直待在卵床上護卵，每次時間會超過 3 分鐘，但雌魚則是護卵幾秒鐘就走掉了，即使是在零照度的環境下，雄魚以胸鰭煽動水流之行為仍持續至仔魚全部孵化為止。

根據觀察發現，孵化前期雄魚或雌魚每一次護卵的時間約為 5—20 秒，就會離開卵床，但是到了孵化後期，雄魚每一次以胸鰭煽動水流護卵的時間會延長 15—200 秒，所以每一次護卵的時間變得很長，甚至於雄魚會一直在卵床上護卵，有時雌魚看見雄魚不眠不休的在護卵，就會到卵床上以胸鰭煽動水流幾秒鐘，讓雄魚可以休息片刻，待雌魚離開，雄魚又會馬上回到卵床上繼續護卵，所以孵化後期雄魚平均每次護卵時間會變長。



▲鞍背小丑種魚護卵行為



▲玫瑰小丑種魚護卵行為

#### (四) 仔魚孵化與收集

觀察鞍背小丑受精卵之胚胎發育過程，在水溫  $26.5 - 27.5^{\circ}\text{C}$ ，鹽度  $33 - 35$  psu 下，經過  $7 - 8$  天即可孵化，剛孵化之仔魚全長為  $3.50 - 4.48$  mm。而咖啡小丑在水溫  $25.5 - 28^{\circ}\text{C}$ ，鹽度  $33 - 35$  psu 下，經過  $7 - 8$  天即可孵化，且孵化日之晚間應保持完全黑暗狀態。

根據研究發現，光照度對受精卵之孵化有絕對的影響，在有微光之非零照度環境下，受精卵是無法於預計孵化日之晚間順利孵化，甚至在走道上有逃生避難燈微光，亦會影響孵化，所以在預計孵化日，應避免有任何的光線，給予產卵缸零照度之環境，以免影響胚胎孵化。觀察發現，公子小丑的產卵缸周邊若有微弱燈光則仔魚不會全部孵化，或在孵化中開啟照明設備，則孵化會被中斷，如再熄燈，有時孵化會

繼續進行，但也曾發現尚未孵化之受精卵，會在第 2 天太陽下山後重新孵化。

海葵刺細胞雖然不會傷害受精卵，但會對剛孵化之仔魚造成傷害，根據觀察海葵在黑暗環境中觸手會收縮，因此仔魚在夜間孵化可以避免仔魚被海葵螫傷死亡。在天然海域中小丑魚產卵日大多集中在滿月之前後 6 天，滿月夜裡的微光讓種魚更容易護卵，還有剛孵化的魚苗具有趨光性，月光可以吸引魚苗向海面游去，也可以讓魚苗更均勻的分散到各處，同時其他的海洋魚類及軟體動物也會選擇在滿月產卵，動物性及植物性浮游生物滿月光下也會較為聚集海面，如此小丑魚仔魚就會有大量餌料可以攝食。

根據仔魚具趨光之習性，可以使用 LED 聚光燈將仔魚集中於水面附近，但聚光燈光度不宜太強，會導致仔魚過於分散無法有效聚集。仔魚聚集時間約 5—10 分鐘即可，利用塑膠軟管當成虹吸管，直接將仔魚移入育苗池或利用塑膠桶收集仔魚後再提到育苗池，產卵缸與育苗池之水溫及鹽度要特別注意，水質條件儘可能一致，以免仔魚因水質之差異而發生不適或抽筋，嚴重時會發生大量死亡之情形。

## 六、種苗培育技術

海水觀賞水族生物有超過 95% 之個體直接採捕自珊瑚礁海域，加上消費市場針對特定種別具有明顯偏好，因而導致如小丑魚、雀鯛、海馬、刺尾鯛、神仙魚、珊瑚蝦類及珊瑚等受到明顯的捕捉壓力。即便以人工培育為主的淡水觀賞魚供應市場中，分布於南美洲熱帶雨林的淡水江魴、大型油鯰與特定種別之吸甲鯰，因為別具外型特徵與商業市場之昂貴單價，也成為採捕對象。無視體型大小而悉數採捕的作業方式，在物種本身族群規模有限、生活史漫長或子代數量較少的狀態下，更顯現野生採捕對特定物種之傷害。人工培育雖自野外環境取得繁殖用種魚，但供作商業銷售之個體多為人工培育之種苗，因此可大幅降低野外採捕的壓力，並減緩對野生動物資源的不當利用，提供消費市場物美價廉的選擇。

目前政府在水產養殖產業的施政重點是以科技為後盾，整合相關研發單位成立水產種苗及觀賞魚研究團隊，發展水產種苗及觀賞魚類成為新的外銷主力產業，並推動水產種苗及觀賞魚類生產專區的設置，建構台灣成為亞太水產種苗中心為目標。21 世紀是生物科技的時代，台灣擁有的多樣生物

資源就是發展生物技術最大的後盾及基礎，開發高產值海洋觀賞性生物產品，並應用生物技術，才能在水產科技領域有所突破。台灣地理、天候環境很適宜繁衍水族，又水產種苗產業以及相關的周邊產業已相當發達，相信在產官學研等相關單位的努力與配合下，極有機會開創海水觀賞魚類繁養殖之新型產業，創造另一個台灣水產養殖業奇蹟。

### (一) 仔稚魚培育

小丑魚之受精卵為沉性附著卵，多數沉性卵從受精到孵出的時間較長，因此在孵出時，口、肛門都已開，運動力也較強；仔魚孵化後可以馬上投餵輪蟲，於 8 小時後鏡檢仔魚，已可見其腸道中有輪蟲存在，因此小丑魚仔魚孵化後 8 小時內，即可開始投餵初期餌料－輪蟲。早期國外報導曾描述鞍背小丑之生殖生態及育苗研究，並以海膽及貽貝受精卵為仔魚初期餌料生物，雖可成功培育仔魚但活存率很低；本所研究發現剛孵化之仔魚其口徑及口幅分別為 450－750  $\mu\text{m}$  與 450－500  $\mu\text{m}$ ，以 150 目的浮游生物網，篩選出體長 120－150  $\mu\text{m}$  可以通過 150 目浮游生物網之輪蟲，作為初期餌料生物，培育至 25 天仔魚活存率可高達 25%。故 150 目的浮游生物網篩選出之輪蟲適合做為小丑魚仔魚之初期餌料生物，而貽貝

及海膽受精卵卵徑分別約為 70 及 100  $\mu\text{m}$ ，其體型太小且懸浮性較差，並不適合當做小丑魚之初期餌料。



▲剛孵化的仔魚



▲孵化後 12 小時之透紅小丑卵黃已利用殆盡

仔魚育苗期間以 0.3 公噸圓形 FRP 水槽或是 1.8 公噸方形 FRP 水槽進行培育，結果活存率皆可以得到不錯之效果，仔魚體型較小並不需設置維生系統，培育初期水位控制

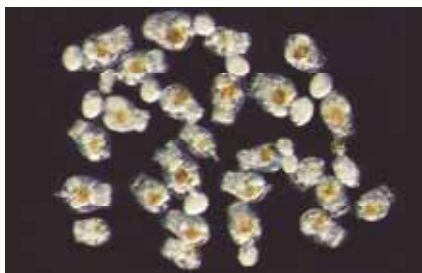


▲小丑魚仔魚培育初期應添加微藻以穩定水質

於 60 公分以下，輪蟲投餵密度建議為 5—10 隻/ml，研究發現飼育過程中添加微藻，則仔魚活存率與成長率均較無添加微藻為佳，故每日應視水色來添加微藻，透明度約保持在 30—60 公分，其次也必須添加淡水，以避免池水鹽度太高，鹽度約保持在 25—32 psu，3 天抽底一次，1 週後視水質情況可

少量換水。公子小丑仔魚攝食橈足類初期，每尾魚每日橈足類之攝食量大約需要 250 隻左右，若是每日橈足類之供應量少於 250 隻，雖不會導致活存率降低，卻會造成魚苗成長率不佳的結果。

仔魚初期游泳及攝食能力較差，可能導致種苗活存及成長低下的問題發生，在產業上為因應大量生產的需要，必須克服上述這些問題，以提高種苗之活存率及成長率。一般海水魚育苗過程中活存率的好壞與餌料生物之選擇及充足，水質條件惡化、營養需求不足、環境因子劇變、殘食行為的發生與病原微生物之感染都有很大的關係，尤其是整個餌料生物系列的之提供應該注意各個餌料生物的重疊使用，此育苗之方式在海水笛鯛、海鱸及石斑魚皆證明有正面的效果。公子小丑育苗過程發現，第 10 天開始可以兼投橈足類，亦即 10—15 天期間輪蟲及橈足類都要投放，如此才可以提高仔魚的育成率；孵化第 11 天體色開始出現為橘紅色，孵化第 13 天仔魚體側出現兩條白色橫帶；孵化第 16 天仔魚尾柄部出現第三條白色橫帶，此時可以完全投予橈足類。20 天後可以兼投微粒飼料，25 天左右可以完成投與微粒飼料，此時體長已達 1.5 公分以上，可移至稚魚區繼續養殖。



▲小丑魚仔魚培育初期餌料－海水輪蟲



▲小丑魚仔魚培育後期餌料－橈足類



▲小丑魚仔魚培育過程可視魚體大小選擇合適之微粒飼料

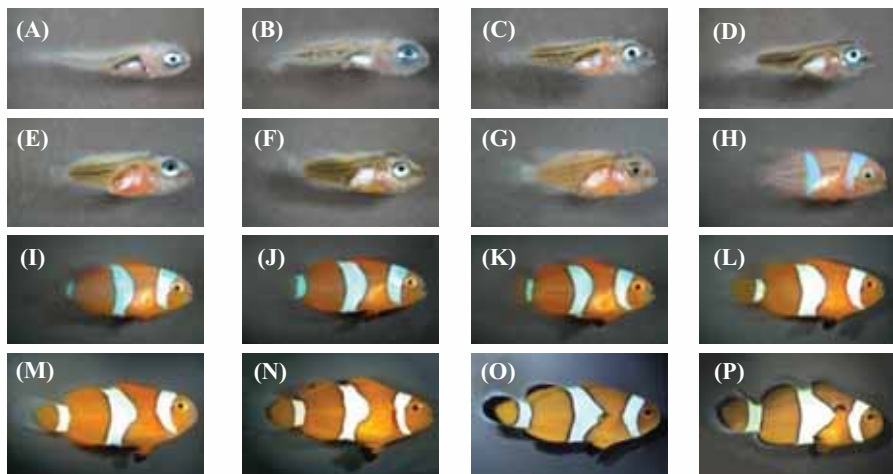
1.5 公分以上稚魚可移至 0.3 噸圓形 FRP 水槽進行流水式養殖，本區需設置維生系統，用水經循環過濾後再利用，流程包括稚魚培育水槽→蓄水槽→急速砂過濾系統→生物載體濾床→蛋白質除沫器→紫外線殺菌器→稚魚培育水槽，每日

循環次數約 8—10 次，每日添加新水 5% 左右，稚魚每日投餵微粒飼料 4—5 次，視魚體大小選擇合適之微粒飼料尺寸，微粒飼料種類包括海水觀賞魚專用增豔飼料及高蛋白之龍膽石斑稚魚飼料，小丑魚稚魚對浮料或沉料並不喜歡，而以半浮沉之飼料為嗜口性較佳。本區水質清澈不添加微藻，每次投餵 1 小時後將打氣石移出，待殘餌及排泄物沉殿後再以虹吸管抽底，順便可以達到更換池水之目的。

## (二) 仔稚魚形態變化

公子小丑仔稚魚形態變化過程：第 1 天仔魚口徑已達 530—670  $\mu\text{m}$ ；第 3 天仔魚全長 4.78 mm，胸鰭分化已具鰭條，尾鰭正開始要分化，其餘各鰭均成原鰭狀；第 5 天仔魚全長 5.28 mm，背鰭 IV+15，臀鰭 II+11，尾鰭軟條數為 16；第 7 天仔魚全長 6.13 mm，背鰭 X+15，臀鰭 II+12，尾鰭軟條數為 21 (分節 16、不分節 5)，至此仔魚背鰭及臀鰭之鰭式已與成魚一致；第 11 天仔魚全長 7.25 mm，體色開始轉變為橘紅色；第 13 天仔魚全長 8.34 mm，體側出現兩條白色橫帶；第 16 天仔魚全長 11.15 mm，尾柄部出現第三條白色橫帶；第 19 天仔魚，全長 13.58 mm，腹鰭開始轉變為黑色；第 26 天仔魚全長 16.02 mm，腹鰭完全轉變為黑色；第 45 天魚苗之

全長為 17.75—24.50 mm，已可以完全接受人工粒狀飼料；第 59 天仔魚全長 25.60 mm，尾鰭、臀鰭及從第二橫帶後之背鰭的透明部內側，完全轉變為黑色，胸鰭透明部內側，開始轉變為黑色；第 160 天仔魚全長 38.58 mm，胸鰭透明部內側，完全轉變為黑色第二橫帶前之背鰭外緣，已轉變為黑色，至此魚苗之體色斑紋，已與成魚一致。



▲公子小丑仔稚魚形態的改變過程：(A)剛孵化仔魚，全長 4.35 mm；(B)孵化第 1 日仔魚，全長 4.37 mm；(C)孵化第 3 日仔魚，全長 4.78 mm；(D)孵化第 5 日仔魚，全長 5.28 mm；(E)孵化第 7 日仔魚，全長 6.13 mm；(F)孵化第 9 日仔魚，全長 6.40 mm；(G)孵化第 11 日仔魚，全長 7.25 mm；(H)孵化第 13 日仔魚，全長 8.34 mm；(I)孵化第 16 日仔魚，全長 11.15 mm；(J)孵化第 19 日仔魚，全長 13.58 mm；(K)孵化第 23 日仔魚，全長 13.94 mm；(L)孵化第 26 日仔魚，全長 16.02 mm；(M)孵化第 36 日魚苗，全長 18.72 mm；(N)孵化第 44 日魚苗，全長 21.77 mm；(O)孵化第 59 日魚苗，全長 25.60 mm；(P)孵化第 160 日魚苗，全長 38.58 mm

## 七、健康管理與病害防治

海水觀賞魚因具有多樣性的種別與品系，提供水族市場不同的選擇，但由於水中環境中的物理、化學因子、生物特性與環境差異及飼養者的操作管理會有不同的狀況產生，常導致個體感染病原或死亡的情形發生，使觀賞魚產業陷入商品品質不佳狀態並失去商品價值。

小丑魚疾病發生的因素可探討於不良的環境狀態、病原體的存在及魚體健康條件等因素，如同時存在將導致生物體陷入罹病風險之中。魚隻正處於病原感染前期或疾病發生時難以察覺，因此「罹病」與「健康」的判定常使初次飼養的消費者出現界定不清，而錯失治療先機，使疫病爆發。因此健康管理與疾病防治是一體兩面之關係，如充分了解飼養環境中可能存在之病原種類、感染途徑及風險，主動進行環境管理或修正日常操作，不但可大幅降低病害感染的傳播，同時也降低小丑魚飼養過程中使用藥劑之頻度，以有效增加小丑魚之附加價值及降低飼養成本。茲將現場發現之疾病說明如下：

## (一) 病毒性疾病

### 1. 淋巴囊腫病 (Lymphocystis disease)

#### (1) 病徵

眾多品系混養的小丑魚中目前僅發現眼斑小丑魚及黑邊公子會感染淋巴囊腫病毒，發病的魚隻鰭部及吻端易出現似花椰菜狀囊胞性節結，此病症感染性高但致死率低，會影響魚體外觀及價值。

#### (2) 病原

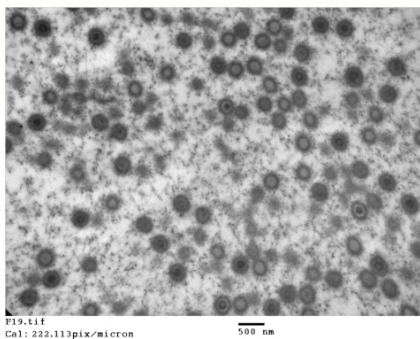
淋巴囊腫病病毒 (Lymphocystis disease virus) 屬虹彩病毒科 (Iridoviridae)，目前已知超過 25 種海水魚會感染本病，其發病過程緩慢，病毒主要在魚類結締組織之纖維芽母細胞細胞質內進行複製，造成細胞肥大甚至是原來的數百倍，外觀可見全身體表及鰭部有如菜花樣瘤樣物，傳染性極高。

#### (3) 處理對策

有幾個因素可能導致本病的發生，包括水質汙染、營養缺乏或缺氧造成的緊迫、人為管理不當及過度密飼等，雖然目前尚無有效藥物可以控制本病，然而由於其造成的死亡率不高，且可自然痊癒，透過加強魚隻檢疫、飼養管理並預防二次性細菌感染可減少損失。



▲公子小丑感染淋巴囊腫病病毒，體表可見菜花樣瘤狀物（黃色箭頭）



▲以穿透式電子顯微鏡觀察公子小丑之淋巴囊腫病病毒顆粒

## (二) 細菌性疾病

### 1. 弧菌症 (Vibriosis)

#### (1) 病徵

小丑魚細菌性疾病以弧菌較為常見，亦常伴隨其他疾病而成為繼發性感染，若為併發其他疾病的混合感染會加重其死亡率，病魚臨床上可見活動力降低，食慾減退，依其感染程度可在體表、鰭部造成充出血、脫鱗、糜爛及潰瘍等病灶，剖檢亦可見內臟充出血及脾臟腫大。

#### (2) 病原

弧菌為兼性厭氣性、適鹽性細菌，菌體形態呈弧狀或桿狀，屬海水中常在菌，對養殖魚類的感染多屬於伺機性且一

年四季皆會發生。弧菌種類繁多，常見侵害小丑魚的弧菌包括哈維氏弧菌 (*Vibrio harveyi*)、創傷性弧菌 (*V. vulnificus*)、溶藻弧菌 (*V. alginolyticus*) 與其他 *Vibrio* spp. 等。

### (3) 處理對策

可投餵有效抗生素，然而魚隻呈現厭食症狀時會影響治療效果，除注意水質環境及其他疾病混合感染外，用藥浴可增加治療效果。

## (三) 寄生蟲性疾病

### 1. 卵圓鞭毛蟲症 (Amyloodiniasis)

#### (1) 病徵

卵圓鞭毛蟲屬外部寄生蟲，寄生於體表、鰭部及鰓部等處，患重症之小丑魚肉眼可發現觀察罹病魚患部，出現多數大小如針尖般的小白點，重症病徵可發現體表潰爛、泛紅、脫鱗、分泌大量黏液及出現缺氧症狀，對外界的刺激反應遲鈍，觀察鰓部可見鰓絲變白、潰爛等。初期症狀不明顯，一旦發病即在短時間內發生大量死亡。

#### (2) 病原

海水性卵圓鞭毛蟲 (*Amyloodinium ocellatum*)。屬渦鞭毛蟲類的原生動物。顯微鏡觀察蟲體一端略呈透明凸起的梨形

狀，直徑約 20—75  $\mu\text{m}$ ，凸起一端具有根狀足絲可附著於寄生部位，肉眼觀察時蟲體約呈針尖般大小的粉狀白點。在小丑魚飼養過程中，好發於季節交換的時候，飼養過程中可增設控溫設備，即時注意水的潔淨可減少發生的機會。

### (3) 處理對策

發現罹病魚隻給予隔離藥浴處理，或於水族箱中優先改善水質後再投藥處理。短期穩定水質的方法，先排放 1/3—1/4 的水量，清潔底砂或更換濾棉及濾材充分清洗及曝曬。此蟲以福馬林及硫酸銅配合處理效果較好，換水後投放 25—35 ppm 福馬林，經 3—6 小時後，再投放 0.5—0.7 ppm 硫酸銅，藥浴過程中並注意加強供氧。

## 2. 車輪蟲症 (Trichodiniasis)

### (1) 病徵

寄生部位為體表及鰓絲等，常破壞鰓絲組織引發鰓分泌大量黏液，造成呼吸障礙，影響正常呼吸。此疾病常發生在小丑魚高密度蓄養池及水質惡變時，罹病魚隻在清晨及傍晚出現如呼吸急促、浮頭及集中進水口等缺氧症狀。蟲體寄生體表時，常導致鰭部潰爛潮紅、脫鱗等病徵。罹病初期症狀不明顯，嚴重時呼吸急促、攝食不佳及魚體呈現衰弱等。

## (2) 病原

車輪蟲 (*Trichodina* sp.) 為纖毛蟲屬的寄生性原蟲。在小丑魚飼養中多發生於水質不佳的小丑魚繁殖場，水族箱飼育過程中不常發生。車輪蟲症全年都有可能發生，主要流行季節在 5—10 月高水溫期，以池底堆積大量有機物及水質惡化之池塘較易遭受嚴重感染。

## (3) 處理對策

車輪蟲防治必需清潔池底有機物與改良或予以搬池，養殖池進行消毒和曝曬。處理方式可於池水換新或搬池後，利用 30 ppm 的福馬林或 0.3—0.5 ppm 的地特松藥浴，藥物浸泡的時間須超過 12 小時以上，可有效殺除蟲體。

## 3. 鐘形蟲症 (*Epistylis* sp. infestation)

### (1) 病徵

小丑魚的鐘形蟲症主要感染魚類受精卵及孵化初期之魚苗。在未受親魚照護之受精卵常發生鐘形蟲等原生動物感染受精卵表面，而影響魚苗孵化。在孵化數日的魚苗也可能經由投餵受感染的餌料生物而受到寄生。受感染的魚苗活存率普遍不高，建議可由親魚照護到孵化，或於預測當日孵化之受精卵取出孵化桶孵化，並確認所投餵之橈足類生物未受其

感染。

## (2) 病因

鐘形蟲屬於原生動物門纖毛蟲綱，可區分為蟲柄會收縮的 Epistyllidae 及蟲柄則不會收縮的 Vorticella，屬於共生蟲，會附著於橈足類外部，可透過食物或不良水質引起。

## (3) 處理對策

受精卵可以 1 ppm 甲基藍或投放 25 ppm 福馬林藥浴。如魚苗發生皮膚受損潰爛時，可施用 0.2 ppm 優碘或 1 ppm 四級胺類等藥劑藥浴。

# 4. 白點蟲症 (*Cryptocaryon irritans* infestation)

## (1) 病徵

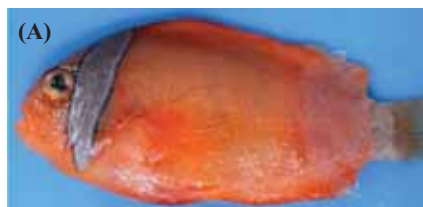
海水白點蟲 (*Ichthyophthirius marinus*) 常見於低水溫時期發生，本蟲在魚皮膚與鰓上皮層發育成熟即脫離魚體，沉至水底形成孢囊，在囊內快速分裂，產生 500—1,200 個仔蟲，分裂完成約經 18—20 小時。蟲體寄生部位之皮膚及鰓部可見密布白色小點，重度感染者蟲體會侵入表皮下組織，使表皮或鰓上皮異常增殖而肥厚，導致呼吸困難，滲透壓無法調節而死亡。本病臨床上需與卵圓鞭毛蟲症進行類症鑑別，由患部取下一小部分組織行壓片檢查，即可確診。

## (2) 病因

屬原生動物的纖毛蟲，寄生期蟲體形態呈球形或卵圓形，可因運動而形成各種形狀，大小約  $0.5-0.8 \times 0.4-0.6$  mm，體表有短纖毛，體之前後端形成許多子午線。有別於淡水白點蟲 (*Ichthyophthirius multifiliis*) 之大核呈馬蹄形，海水白點蟲則具有 4 個或 5-8 個念珠狀核。

## (3) 處理對策

此類疾病首重預防，同時必須注意平常之飼養管理，而一般重度感染病例之治療效果不彰，處理方法同卵圓鞭毛蟲。



▲紅小丑感染車輪蟲與卵圓鞭毛蟲：(A)病魚尾部脫鱗及爛尾；(B)鰓絲可見卵圓鞭毛蟲（黃色箭頭）與車輪蟲（紫色箭頭）



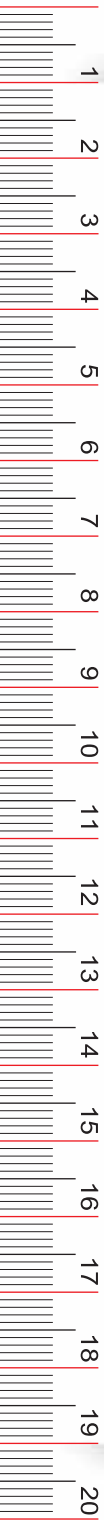
▲雙帶小丑感染海水白點蟲：(A)克氏雙帶小丑魚外觀；(B)海水白點蟲（黃色箭頭）侵入鰓絲上皮

## 附錄 觀賞魚診療服務通訊地址

| 機 關 名 稱                | 地 址                   | 電 話                  |
|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 國立臺灣大學獸醫專業學院北區魚病中心     | 臺北市大安區基隆路三段 153 號     | 02-27396828          |
| 臺北市動物保護處               | 臺北市吳興街 600 巷 109 號    | 02-87897158          |
| 新北市政府動物保護防疫處           | 臺北縣板橋市四川路一段 157 巷 2 號 | 02-29596353          |
| 桃園縣政府動物防疫所             | 桃園市縣府路 57 號           | 03-3326742           |
| 新竹縣家畜疾病防治所             | 新竹縣竹北市縣政五街 192 號      | 03-5519548           |
| 苗栗縣動物防疫所               | 苗栗市勝利里國福路 10 號        | 037-320049           |
| 國立中興大學獸醫學院中區魚病中心       | 臺中市南區國光路 250 號        | 04-22840894<br>轉 508 |
| 臺中市動物保護防疫處             | 臺中市南屯區萬和路一段 28-18 號   | 04-23869420          |
| 彰化縣動物防疫所               | 彰化市中央路 2 號            | 04-7620774           |
| 南投縣家畜疾病防治所             | 南投市民族路 499 號          | 049-2222542          |
| 雲林縣家畜疾病防治所             | 雲林縣斗六市雲林路二段 517 號     | 05-5322905           |
| 雲林縣動植物防疫所<br>附設臺西魚病檢驗站 | 雲林縣臺西鄉中央路 271 號       | 05-6984703           |
| 國立嘉義大學農學院<br>附設動物醫院    | 嘉義市新民路 580 號          | 05-2732918           |
| 嘉義縣水產動物疾病防治中心          | 嘉義縣義竹鄉新店村 2-6 號       | 05-3427922           |
| 嘉義縣家畜疾病防治所             | 嘉義縣太保市太保一路 1 號        | 05-3620025           |

|                                        |                             |                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 嘉義縣家畜疾病防治所<br>附設東石水產動物疾病<br>檢驗中心       | 嘉義縣東石鄉副瀨村新結莊<br>14-2 號      | 05-3734330           |
| 臺南市動物防疫保護處<br>新營辦公室                    | 臺南市新營區長榮路一段 501<br>號        | 06-6323039           |
| 臺南市動物防疫保護處<br>忠義辦公室                    | 臺南市忠義路一段 87 號               | 06-2130958           |
| 臺南市動物防疫保護處<br>水產及動物檢驗組北門<br>水產動物疾病檢驗中心 | 臺南市北門區保吉里 25 鄰海埔<br>1-186 號 | 06-7864793           |
| 七股檢驗站水產動物疾<br>病檢驗中心                    | 臺南市七股區三股村海埔 4 號             | 06-7880461<br>轉 228  |
| 高雄市動物保護處                               | 高雄市鳳山區忠義街 166 號             | 07-7462368           |
| 永安區漁會永安水產動<br>物疾病檢驗站                   | 高雄市永安區新港里新興路 124<br>號       | 07-6915512           |
| 屏東縣家畜疾病防治所                             | 屏東市豐田里民學路 58 巷 23 號         | 08-7224109           |
| 國立屏東大學獸醫學系<br>南區魚病中心                   | 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號            | 08-7703202<br>轉 5159 |
| 宜蘭縣動植物防疫所                              | 宜蘭縣五結鄉成興村利寶路 60<br>號        | 03-9602350           |
| 花蓮縣動植物防疫所                              | 花蓮市瑞美路 5 號                  | 03-8227431           |
| 臺東縣動物防疫所                               | 臺東市中興路二段 733 號              | 089-233720           |
| 澎湖縣家畜疾病防治所                             | 馬公市西文里 118-1 號              | 06-9212839           |
| 金門縣動植物防疫所                              | 金門縣金湖鎮裕民農莊 20 號             | 082-336625           |

# MEMO



20 horizontal lines for writing notes.



# MEMO



20  
19  
18  
17  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1

## ANEMONEFISHES

國家圖書館出版品預行編目資料

小丑魚的種苗生產 / 何源興等著.  
-- 基隆市：農委會水試所, 民 102.11  
面 ; 公分. --  
(水產試驗所技術手冊; 3)  
ISBN 978-986-03-8684-4 (平裝)  
1.養魚 2.魚產養殖 3.手冊  
438.667026 102022145



### 小丑魚的種苗培育

發行人：郭慶老  
策劃：劉富光  
總編輯：曾振德  
編輯委員：劉燈城、林金榮、葉信利  
陳紫嫻、陳文義  
著者：何源興、黃之暘、鄭明忠  
蔡明安、陳文義  
校稿：李佳芳、張錦宜  
編輯：李周陵  
出版者：行政院農業委員會水產試驗所

地址：基隆市中正區 20246 和一  
路 199 號  
電話：(02)24622101  
傳真：(02)24629388  
網址：<http://www.tfrin.gov.tw>  
信箱：[service@mail.tfrin.gov.tw](mailto:service@mail.tfrin.gov.tw)  
印刷：紙本館企業有限公司  
電話：(02)25322032  
出版日期：一〇二年十一月  
定價：新台幣 100 元整

展售處：

- |               |                                                                     |              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. 五南文化廣場台中總店 | 台中市中山路 6 號                                                          | (04)22260330 |
| 2. 國家書店       | 台北市松江路 209 號 1 樓                                                    | (02)25180207 |
|               | <a href="http://www.govbooks.com.tw">http://www.govbooks.com.tw</a> |              |

GPN 1010202431  
ISBN 978-986-03-8684-4

本書內容保留所有權，非經本所同意，不得重製、數位化或轉載。



ANEMONEFISHES

