

不同人造光源及光週期對小型觀賞魚 (脂鯉科) 生長及生殖之影響

蕭玉晨

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

前言

過去光週期被視為調控生物生理因素之一，近年來由於動物福利也被詳加考量，然而不同的光源對魚類的光生物學則是近年來才逐漸受到關注。在水產養殖過程中如何透過光源的調控輔助提升生物繁養殖的產能也是未來研究方向之一。以淡水觀賞魚而言，相較於經濟物種，觀賞魚養殖空間規模較小，若能妥適應用光源及光週期在室內養殖空間中調控其生殖週期，可有效應用於未來繁殖量產之規劃。近年來陸續有文獻發表，包括利用不同色譜光源對於南美絲尾脂鯉 (*Nematobrycon palmeri*，俗稱帝王燈) 的生長、活存率、性別比例的影響及利用光週期試驗寶蓮燈 (*Cheirodon interruptus*) 的卵巢發育等報告，可作為未來發展試驗小型脂鯉科繁殖試驗之參考。

魚類的光生理學簡述

自然環境中可見光範圍介於 400—700 nm，在水體中被吸收的順序由波長最長的紅光最先消失，隨著水層深度加深，依序是橘、黃、藍、青，水層至 100 m 以下的深度僅剩短波長之藍光及紫光可以維持穿透。在這樣

的條件下，不同魚種對不同的色光感受度亦有所差異，其中又牽涉到視網膜中主要兩群感光細胞構成：感受光亮明暗的桿狀細胞 (rods) 與感受顏色的錐狀細胞 (cones)。例如嚴宏洋教授於 2018 年提到，利用顯微分光光譜儀測試 5 種不同棲息水域的魚類視網膜分離出來的桿狀細胞及椎狀細胞發現，在清澈水域中的馬口魚 (*Candidia barbata*) 及粗首鱨 (*Opsariichthys pachycephalus*) 可以感受到紅、綠、藍、紫全光譜，反之虱目魚 (*Chanos chanos*) 在仔魚時可以感受到紅、綠、藍、紫光，而在成長到稚魚期時卻不再對紫光敏感，也出現藍位移的生理現象，這種敏感度的變化可能與牠們成長過程中食性改變及逐漸移往較深水層有關；而分布於外海的川紋笛鯛 (*Lutjanus sebae*)，生長棲息環境深度都在 10 m 以下，對紅光不敏感，主要感光範圍介於綠光與藍光之間，顯見生長環境及習性造成不同魚種先天光敏感度差異。

然而在養殖過程中給予不同光源對生物亦有不同的生理反應，過去研究指出，長波長之紅光照射下會抑制鯽魚 (*Carassius auratus*)、斑馬魚 (*Danio rerio*)、歐洲海鱸 (*Dicentrarchus labrax*) 及克氏海葵魚 (*Amphiprion clarkii*) 的成長速率，同時也會降低斑馬魚的繁殖能力；另外在鯉魚

(*Cyprinus carpio*)、吳郭魚 (包括尼羅種 *Oreochromis niloticus*、莫三比克與賀諾奴雜交種 the hybrid *O. mossambicus* × *O. hornorum*) 經紅光照射反而提高了成長，同時刺激吳郭魚攝食繁殖，並刺激藍刻齒雀鯛 (*Chrysiptera cyanea*) 的卵巢發育。黃光促進虹鱔 (*Oncorhynchus mykiss*) 胚胎及魚苗成長。綠光暴露條件下導致珍珠德州麗魚 (*Herichthys carpintis*) 生長抑制，且發現稻田魚 (*Oryzias latipes*) 胚胎孵化後，使用 550–600 nm 的綠光照射 3 個月，會誘導雌性轉雄 (Hayasaka et al., 2019)，同時也會造成斑馬魚的高畸形率，但同樣光照條件反而會促進錦鯉、虹鱔、牙鯁 (*Paralichthys olivaceus*) 及東方魮 (*Takifugu rubripes*) 的成長。而在短波長的藍光條件下可增強錦鯉、珍珠德州麗魚及克氏海葵魚的成長，但反而會造成吳郭魚壓力，抑制生長。

不同人造光源及光週期對小型觀賞魚 (脂鯉科) 之試驗研究

前面簡述不同魚種在光源條件下對生理生殖之影響，而 Garcia 及 Marin (2020) 考量未來觀賞魚市場發展，嘗試用不同的光源暴露試驗對小型脂鯉科帝王燈魚的影響，試驗中設計使用白光、紅光、綠光、藍光 4 種條件 (圖 1)，以光照條件 12 L(light) : 12 D(dark) 維持飼養 12 週，記錄其形質、生存率、生長速率及性別比。

試驗後結果顯示，魚隻攝食及活動力均正常，在 4 種光源下成長速率顯然沒有差異 (圖 2)，綠光組存活率較其他 3 個顏色低。在



圖 1 試驗設置環境

(圖片來源: <http://www.bioflux.com.ro/aac1>)



圖 2 不同光源照射帝王燈雌雄比例

(圖片來源: <http://www.bioflux.com.ro/aac1>)

成長方面，4 種光源並不會對帝王燈產生負面影響，然而在經綠光暴露的條件下與對照組相同，雌雄比例未顯現任何差異；但在藍光及紅光持續暴露 12 週的條件下，雌魚與雄魚的比例為 3 : 1，與綠光組及對照組之數據 1 : 1 相比，雌魚分化明顯增加。

除不同波長的光源外，其他文獻也提及利用小型脂鯉科寶蓮燈魚試驗不同的光週期養殖 (Garcia et al., 2019)，藉由不同的光週期條件檢測對寶蓮燈的各項生理生殖參數 (表 1)，分別設定 12 L : 12 D 對照組、24 L 全亮組、24 D 全暗組、並參照種魚來源阿根廷當地原生環境設置一組由冬季到春季的漸進式光週期，4 種不同光週期條件下飼養 45 天。

表 1 不同光週期對寶蓮燈生殖腺內卵母細胞之變化 (資料來源：Garcia et al., 2019)

	前卵黃生成期				卵黃生成期			
	卵 徑 (μm)	標準差 SD	樣本數	百分比 (%)	卵 徑 (μm)	標準差 SD	樣本數	百分比 (%)
試 驗 前	0.07	0.01	1,587	98.3	0.25	0.09	28	1.7
漸 進 組	0.11	0.04	6,014	74.6	0.44	0.09	2,047	25.4
12 L : 12 D	0.10	0.02	8,386	97.0	0.41	0.09	180	2.1
24 L 全亮組	0.08	0.02	10,782	99.7	0.23	0.07	36	0.3
24 D 全暗組	0.11	0.04	5,495	86.4	0.41	0.09	862	13.6

試驗結果顯示，12 L : 12 D 對照組經 45 天養殖後與起始 GSI 並無差異，但 24 L 全亮組的 GSI 有被抑制的趨勢，反而 24 D 全暗組有微幅上升，但以漸進組 (progressive) 的 GSI 最高；同樣結果在寶蓮燈生殖腺組織切片中亦呈現相同趨勢。在 24 L 全亮組中卵巢組織小而緻密，其中成熟的卵母細胞僅有 0.3%，主要停留在前卵黃生成期的階段；對照組中卵母細胞直徑增加，但整體發育並不明顯，成熟的卵母細胞佔比約 2%；24 D 全暗組的生殖腺中，參差著成熟與未成熟的卵母細胞，前者佔比約 13.6%；成熟度最高者為漸進組，GSI 與檢測雌性素表現量也是 4 組最高，成熟的卵母細胞佔比約 25.4%。與生殖參數相反的是這 4 種光週期處理期間存活率並無顯著差異，長日照的全亮組在成長率方面最佳。

即使在試驗中顯示寶蓮燈對不同光週期有不同的生殖敏感度，但這種生理特性與先前提及不同波長光源同樣依據不同物種而有所差異，例如羅漢魚 (*Pseudorasbora parva*) 在全暗養殖環境中會造成卵巢發育延遲的現象 (Zhu et al., 2014)，但在寶蓮燈魚中反而是全亮組條件才會對卵巢發育產生抑制。另

外，在試驗中顯示，漸進式改變光週期組別的卵巢成熟度最佳，GSI 也最高，此一現象過去多見於溫帶魚種，例如大西洋鱈 (*Gadus morhua*)、虹鱔、條紋婢鱗 (*Latris lineata*) 等均有相關報導。

結語

過去在傳統養殖中亦有利用不同光照時間調整生物生理週期的相關文獻，然而在不同魚種中有明顯差異，綜合過去文獻顯見漸進式加強光照時間及長期藍光與紅色光源暴露下，可有效調控小型脂鯉科觀賞魚之生理週期，影響其雌雄性別比例及誘導生殖成熟，透過光源的調控輔助提升生物繁養殖的產能也是未來研究方向之一。未來執行此類小型觀賞魚之繁養殖試驗光生理學應可作為觀賞魚試驗之試驗參數，可將不同光源、不同光週期納入試驗條件中，並進一步合併光週期與其他水文因子調控促進其發育成熟的可能性，若能結合應用光源及光週期於養殖過程中調控其生殖週期，可有效應用於觀賞魚未來繁殖量產之規劃，在未來進行小型觀賞魚繁養殖甚至規劃穩定量產中作為參考。