

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：仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 生活史

一、摘要

仙后水母 (*Cassiopea spp.*) (倒立水母) 是具共生藻的刺絲胞生物，在林園倒立水母大量繁生的 12 月至翌年 2 月，採集濕地公園及附近西溪魚塢的水母水螅體，放入布置好的水缸，進行生活史轉型過程觀察。捕撈的新鮮水螅體，大約 3 天內發生轉型，即開始攝影紀錄轉型過程變化，並做外觀大小初步比較。

觀察期間，參考有關常見如海月水母 (*Aurelia aurita*) 等的生活史，或諮詢在地社團老師，或請教領域相關教授，逐步確認倒立水母生活史轉型各階段。結果如後，其一，生活史分成受精卵、浮浪幼體 (planula)、水螅體 (polyp)、橫裂體 (strobila)、層疊體、碟狀體 (ephyra)、水母體的 7 種型態循環，其中仙后水母為單盤橫裂體 (monodisc strobila)，與海月水母的多盤橫裂體 (polydisc strobila)，明顯不同；其二，水螅體亦可行出芽 (budding)、走莖 (stolon) 和類浮浪幼體組織分裂 (planuloid)，三種無性生殖方式；其三，公園水母水螅體較大且偏橘紅，西溪魚塢水母水螅體較小且偏白偏透明，此外，肉眼可辨識出水母體指狀突出物型態有不同，可能與營養和環境有關；其四，飼養期間有水母傘體與觸手分離，同步紀錄組織再生恢復順序，脫落傘體約 2 週可修復完成產生完整新觸手。

希望依此探究，建立倒立水母生活史圖像，讓更多人認識這個生物。

二、探究題目與動機

仙后水母是鄰近學校濕地公園特色生物，多彩體色表現，吸引居民和遊客目光。小組從 2021~2023 年，探究仙后水母體色變化的科學實驗至今，在光質對體色表現的影響上，有了初步結果，但實驗過程也發現，水母體顏色表現或許在幼體某個階段就介入，在轉型前已發生影響，因此瞭解詳細生活史各階段是必要的。

我們想知道「倒立水母是否如同海月水母，有相同生長歷程？」。另一方面，假期至屏東國立海洋生物博物館參訪，展示牆上有著關於水母生活史介紹 (圖 1)，與小組觀察不相同，更激發我們以顯微鏡搭配電子目鏡，試圖描述出水螅體轉型至水母體的清楚變化。

目前倒立水母生命週期，特別在水螅體至水母體階段，並無針對該生物的詳細描述，仍有許多發生階段、經歷過程和發生原因不清楚，本研究希望藉由在水缸的觀察，蹲點連續監測，團隊分工拍攝轉型發生前後 120 小時，希望得到明確圖像，解碼了解這個生物生態的另一塊拼圖。



圖 1、水母生活史 (資料來源，屏東海洋生物博物館)

三、探究目的與假設

目的

- (一)、瞭解仙后水母生活史，有性與無性生殖階段。
- (二)、觀察仙后水母水螅體到水母體轉型變化。
- (三)、不同採集點倒立水母及水螅體外型比較。
- (四)、仙后水母組織再生修復順序。

假設

- (一)、仙后水母也有與海月水母相同的生長歷程。
- (二)、不同採集點的仙后水母與其水螅體外型，是否有差異。

四、探究方法與驗證步驟

(一)、研究架構 (圖 2)

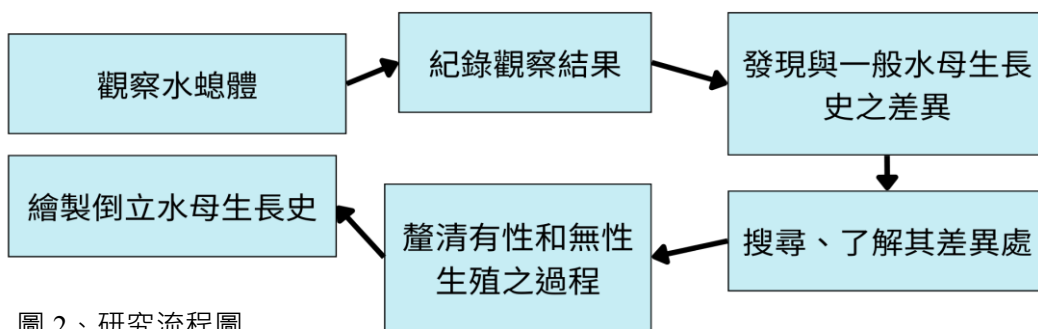


圖 2、研究流程圖

(二)、研究設備及器材

1、樣本來源：海洋濕地公園 (圖 3)、西溪魚塢採集 (圖 4)。

2、影像設備 (圖 5)：複式顯微鏡 (Nikon)、解剖顯微鏡 (Motic)、電子目鏡 (Motic)、相機 (sonyα6400) 及鏡頭 (FE 90mm F2.8 G Macro OSS)、USB 顯微鏡頭 (SNAP)、攝影棚、筆電。

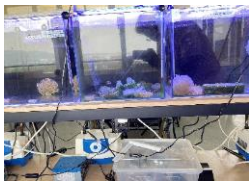


圖 3、左->右，校內海水缸、濕地公園採集。

圖 4、左->右，西溪魚塢採集。



圖 5、左->右，複式顯微鏡、解剖顯微鏡、拍照並做相片分析、相機、USB 顯微鏡頭。

3、飼養缸布置及拍攝過程

撈取有水螅體附著的石塊或藻類，放入準備好的水缸，水缸架設市售 LED 海水藍燈，以小精靈接打氣幫浦過濾循環水，觀察期間不餵食，室溫約 25~27°C，鹽度 35‰。

因為水螅體脆弱，換水時必須非常小心，先在原缸水位做記號，將附有水螅體石頭及 1/3 原缸內海水先移至另一容器，清洗原缸內缸壁附著藻類、生物膜及缸底生物體代謝物等，將石頭及原 1/3 海水放回原缸，補新海水至原記號線。

為了捕捉水螅體轉型瞬間，必須 24 小時架設攝影機，等待機會，徹夜拍照，中途發生沒電、過熱等情況，為了得到清楚影像，也使用不同拍攝工具，如：數位相機、USB 顯微鏡、手機，分析得到圖片，並與領域相關教授討論 (圖 6)，完成此次紀錄。

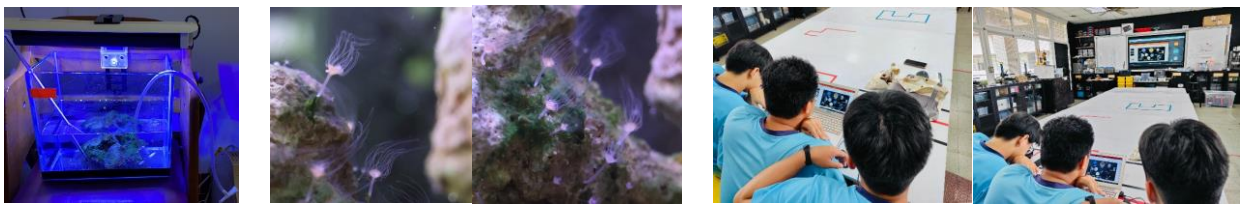


圖 6、左 -> 右，飼養缸、水缸內水螅體、與教授線上討論。

(三)、仙后水母生活史

倒立水母生活史，依序為受精卵、浮浪幼體、水螅體、橫裂體、層疊體、碟狀體、水母體的 7 種型態循環。以下針對水螅體型態、概略生活史、有性與無性交替的生命週期、無性生殖方式、完整生活史全貌說明。

1、水螅體 (polyp) (圖 7): 外型分為柄 (stalk)、萼 (calyx)、觸手 (tentacle) 及口 (mouth opening)，中央口形狀似四葉草，萼邊緣長出觸手以捕捉浮游生物攝食。

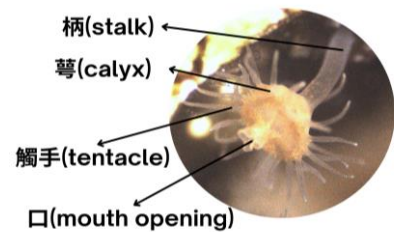


圖 7、仙后水母水螅體

2、各種水螅體型態：其中橫裂體是指水螅體到層疊體之間的變化過程，比較仙后水母與海月水母橫裂體階段，仙后水母為單盤橫裂體 (monodisc strobila)，與海月水母的多盤橫裂體 (polydisc strobila) (圖 8) 不同。

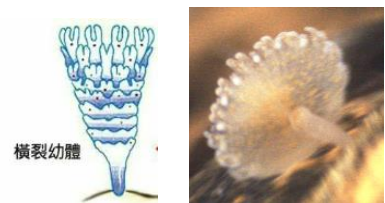


圖 8、海月水母多盤橫裂體 (左)、倒立水母單盤橫裂體 (右)。

3、仙后水母概略生活史 (圖 9): 受精卵→浮浪幼體→水螅體→層疊體→碟狀體→水母體的型態循環。

4、有性與無性交替 (圖 10)

倒立水母無法以外型區別雌雄，雄性將精子釋放到水中，由雌性個體獲取攝入，在口內部完成體外受精與初步發育後，釋放回水中。受精卵形成具有纖毛的浮浪幼體 (圖 11)，在水中漂流，沉降後，發育成水螅體。水螅體中央有如四葉草形呈十字狀的口，周圍長出觸手方便攝食。

水螅體階段可行類浮浪幼體組織分裂、出芽生殖及走莖的三種無性方式，產生更多水螅

體，或轉型為水母體，轉型過程如後，

- 水螅體經適當刺激，口突出更為顯著，下方萼持續變大成鉢狀，3天
- 一段時間後萼周圍觸手漸漸變短，而鉢狀物開始抽動，鉢狀物邊緣由平滑弧型轉變為深鋸齒裂口狀邊緣的層疊體，
- 層疊體抽動明顯且頻率加快，像劇烈拍打翅膀的小蝴蝶，2天
- 直至層疊體下方產生縊縮現象，然後脫離，形成碟狀體，口的各十字端呈兩分叉，
- 留在附著物的柄，不腐爛消失，可持續分裂，生長新水螅體或層疊體。
- 隨水漂流的碟狀體經約 48 小時之後，成長為大小約 0.5 公分水母體型態，發育出 8 支觸手。轉型過程約 7 天完成。

根據文獻，水螅體較能適應環境溫度、鹽度的劇烈變化，沉降後，以無性生殖方式，維持個體數量，蟄伏等待環境穩定，轉型成水母體後，大量出現，進入下一循環。

在飼養途中，發現在水螅體萼邊緣長出小球狀物體。查詢後確認，小球狀物體是類浮浪幼體（蟲）組織分裂（planuloid），可以兩顆或以上堆疊成串，與走莖（stolen）及出芽（budding）同為無性生殖方式（圖 12）。

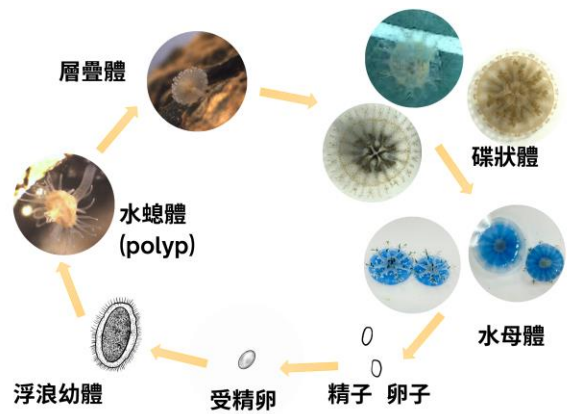


圖 9、仙后水母概略生活史。

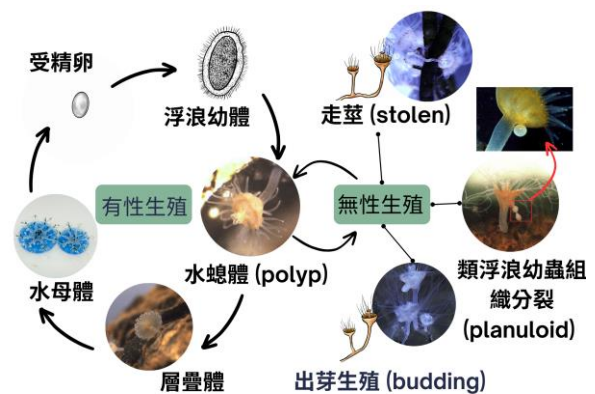


圖 10、有性與無性生殖交替的生命週期。

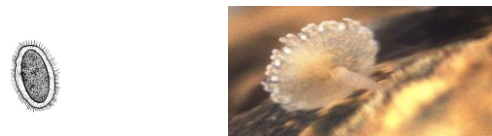


圖 11、左->右，浮浪幼體、層疊體。

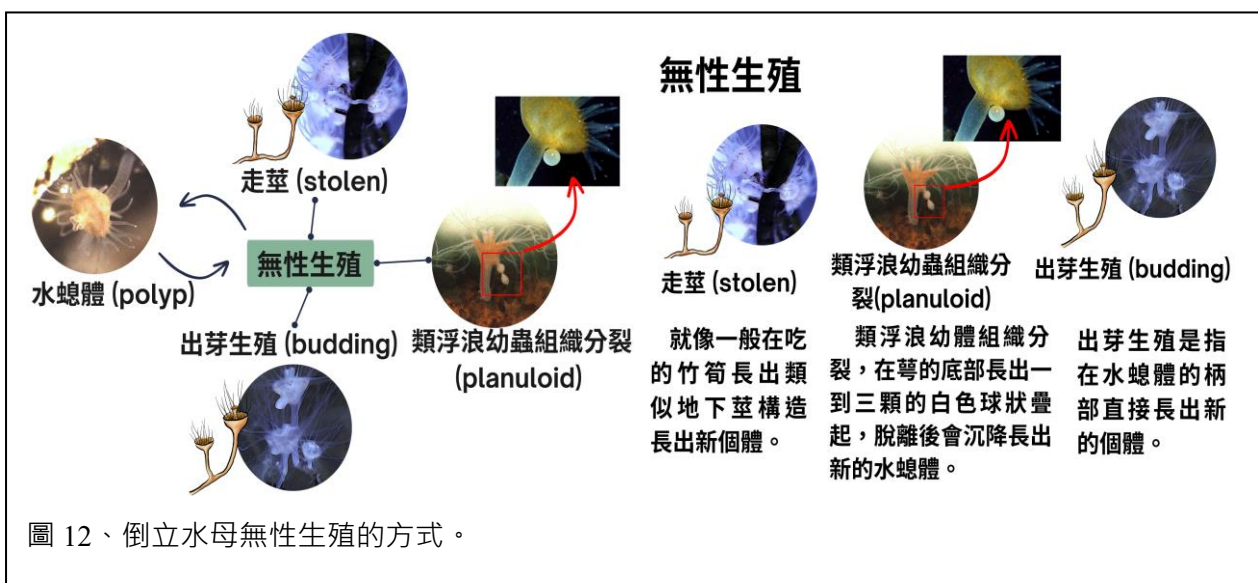


圖 12、倒立水母無性生殖的方式。

5、倒立水母完整生活史全貌 (圖 13)

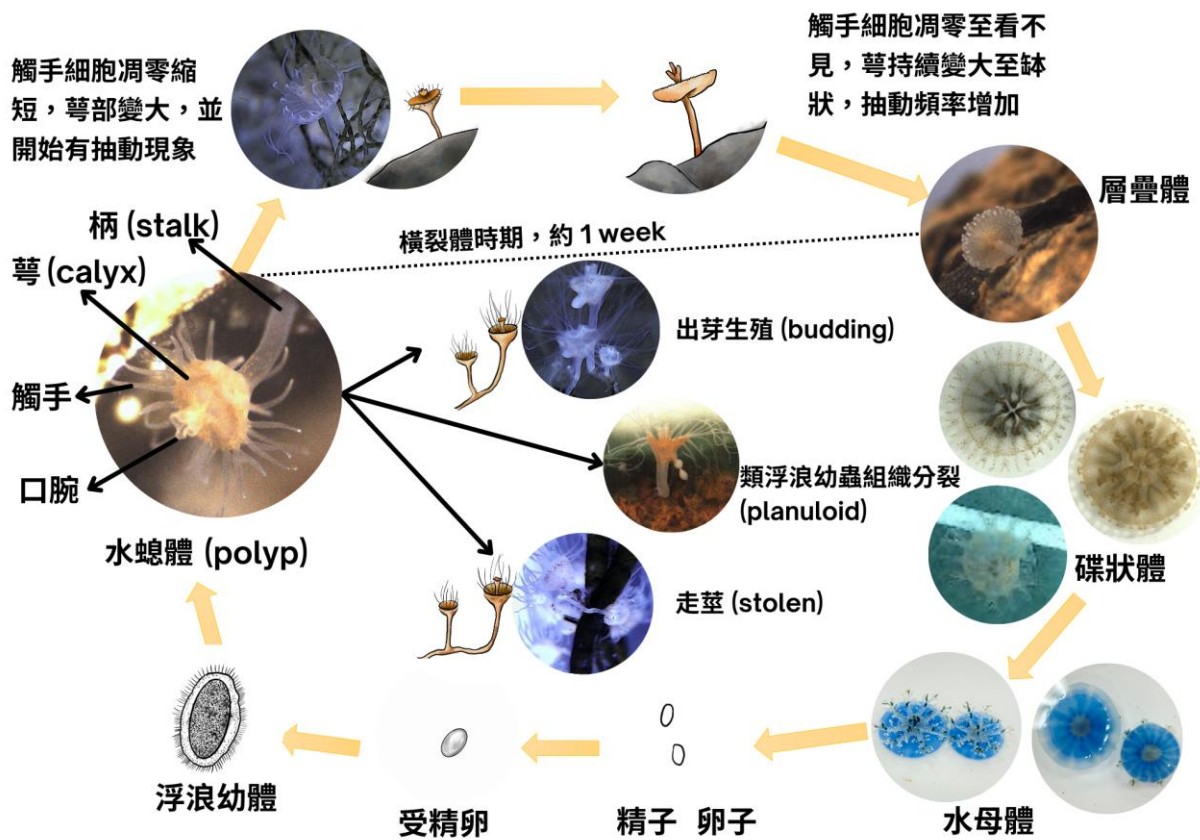


圖 13、倒立水母生活史全貌。

(四)、不同採集地點的仙后水母體與水螅體比較 (圖 14)

比較濕地公園、西溪魚塢水母體與水螅體型態，公園水母水螅體較大且偏橘紅色、水母體指狀突出物在腹面隨意分布、觸手絨毛較細小；西溪魚塢水母水螅體較小且偏白偏透明、水母體指狀突出物數條集中腹面中央、觸手絨毛較粗大，營養來源和環境變化可能造成影響。參考文獻提到，指狀突出物在飼養過程中會逐漸消失至不明顯，可能是儲存養分的構造，環境發生改變時，細胞自噬或凋亡，以供應生物體本身需要。

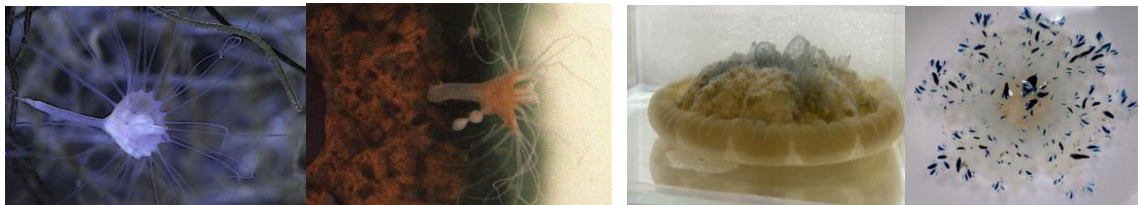


圖 14、左->右，西溪魚塢水母及公園水母水螅體、西溪魚塢及公園水母水母體。

(五)、仙后水母組織修復再生順序 (圖 15)

飼養過程中，有水母發生傘體與觸手上下完全自割分離，在循環水缸各自漂流的傘體和觸手持續收縮 12 週以上，參考文獻，仙后水母具有再生成完整個體的能力。

追蹤修復順序，分離的傘體中央圓形裂口，5~7 天內癒合形成白色半透明組織、10 天

後生長出白而透明的細小觸手、12 天後觸手顏色漸深至肉眼明顯可見，漸漸修復成原先大小個體，應是傘體刺絲胞持續掠食及組織共生藻，提供養分來源。

分離的 8 支觸手雖持續收縮，投餵豐年蝦無節幼蟲後，原先與傘體連接位置，也呈攝食後橘紅色狀態，但並未再生傘體成為水母體。所以我們認為，修復關鍵應在傘體。

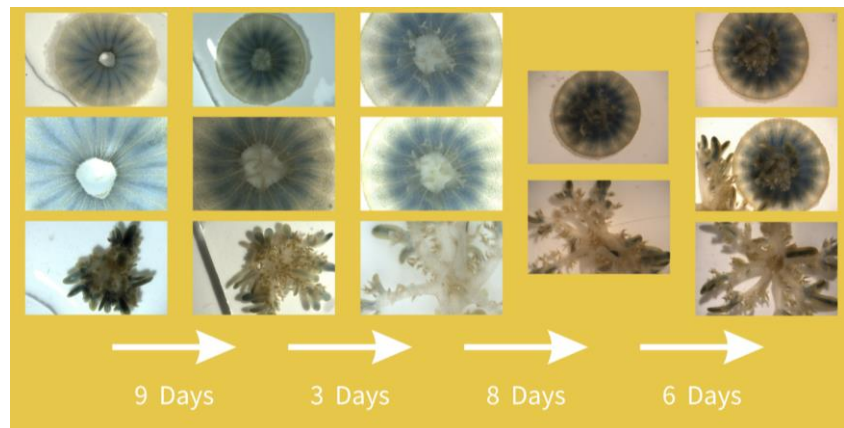


圖 15、再生復原圖。

五、結論與生活應用

結論：仙后水母生活史分成受精卵、浮浪幼體、水螅體、橫裂體、層疊體、碟狀體、水母體的 7 種型態循環，不同於常見海月水母的多盤橫裂體，倒立水母為單盤橫裂體；水螅體階段可行出芽、走莖和類浮浪幼體組織分裂三種無性生殖，繁衍出更多的水螅體。此外，傘體和口腕上下分離的倒立水母，僅傘體可再生完整大小觸手的個體，約需 2 週時間，因此再生關鍵在傘體。另一方面，濕地公園和西溪魚塢的倒立水母有外型上的不同，但環境和營養來源也會造成外觀差異，仍需做染色體定序，才能判斷是否不同種。

生活應用：透過此次觀察，釐清倒立水母的生長歷程，希望建立仙后水母基礎生態調查，對於溼地公園水母生態維護，公園環境修繕上，提供參考，也希望豐富居民交流空間，並能協助後續的其它觀察，繼續剖悉倒立水母的秘密。

參考資料

01. 顏伯丞、陳昀圻、趙羿威 (2019)。海洋濕地的倒立舞者~仙后水母對環境之耐受性與趨性探討。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科。
02. 李沁瑜、蘇映云、李昀臻 (2022)。高雄市第 62 屆中小學科學展覽會。國中組 生物科：『再見』共生藻！- 感染異源共生藻，對不同體色仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 的評估。
03. 劉子堂、黃鈺維 (2022)。高雄市第 62 屆中小學科學展覽會。高中組 動物與醫學學科。克隆的秘密 - 初探仙后水母水螅體。
04. 黃冠誠、王俊程 (2023)。高雄市第 63 屆中小學科學展覽會。高級中等學校組 動物與醫學學科 (含微生物、生物化學、分子生物)：右邊的秘密-單色光、紅光與混合光對仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 生長評估；褐色仙后水母和美麗海葵 (*Aiptasia pulchella*) 的白化模式比較。
07. 信傳媒編輯部 (2021)。只要沒有意外、不老不死 活著就是水母生存的意義。
08. 楊旺祥 (2021)。水母生活史。

