

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

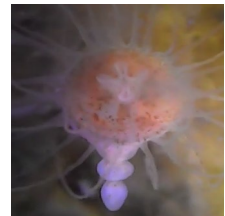
題目名稱：初探海洋生物·仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 水螅體

一、摘要：

仙后水母 (*Cassiopea spp.*)，又稱倒立水母，其特點是傘體朝下，並且體內含有共生性蟲黃藻。本篇研究主要了解倒立水母的水螅體在不同鹽度、溫度下的生存狀況。結果如下，
(一)、在鹽度 25‰ 的環境中，有別於其他鹽度的環境有較好的個體增長率。
(二)、放入加溫棒一天，使原本實驗缸水溫自 25°C 緩慢增加至 30°C 後取出，7 天後觀察水螅體數量或型態的變化。結果發現，經過前述溫度處理得實驗缸，水螅體個體數減少，分別為 35‰ 的 -12% 及 55‰ 的 -17%。型態變化上，並未觀察到有水母型態出現。

二、探究題目與動機

地球上海洋佔 71%，在這一望蔚藍的海水中比起海底深層的豐富礦產，更令我們感興趣的是海洋生物，在高一時就曾以探討倒立水母 (*Cassiopea spp.*) 水螅體養殖環境之可能性為題的一篇小論文，透過實際建立倒立水母水螅體生存的環境，進而引發我想要進一步研究及分析這個主題。



根據報導，高雄林園海洋濕地公園在 2016 年曾發生遭人傾倒工業廢水，上萬隻倒立水母在一夕之間消失，2020 年也曾發生過鄰近養殖業者流放死亡魚隻的事件，引起了當地生態保育人士的抗議，2021 年因為氣候變化及溼地公園工程進行的原因，導致了倒立水母數量陸續下降，嚴重影響了觀光人潮和生態的平衡。以上種種因素都讓我們迫切的想要知道倒立水母的水螅體到底最適合甚麼樣的生長環境？另外，目前國內針對倒立水母的水螅體相關研究很少，因此也希望藉由本研究建立一個開端，讓後續有興趣此議題的研究有所參酌。

三、探究目的與假設

- (一) 觀察畜養仙后水母，無意中獲得幼小水螅體，因此收集仙后水母生活史相關文獻，探討人工環境下如何穩定收穫水螅體、畜養條件、日常活動觀察、附著狀況、攝食情形、數量增生狀態、轉變成水母型的環境條件等建立基礎生物資料。
- (二) 探究：1. 水質鹽度變化對水螅體數量的影響。
2. 不同鹽度下，水溫變化對水螅體個體數量變化的影響。

四、探究方法與驗證步驟

- (一) 實驗生物：學校為促進學生觀察地區特色生物，110 學年度校內架設仙后水母水族養殖設備，嘗試人工繁養殖，並進行多元教學活動，老師藉由將實體生物帶入多元、自主學習課程開始，經由定期野外採樣、監測棲地與缸體水質條件、孵化餌料餵食的過程中，在學校蓄養水母缸周圍觀察到水螅體，所以對這生物有些許興趣，取出並分開飼養，想要更加了解牠，就以現有的水螅體進行實驗，觀察不同環境對牠造成的影響。



圖 1：上排為採集地點、中排為校內養殖系統、下排為仙后水母水螅體。

1. 水母生活史的兩個發育階段，包括附著生長水螅體世代和自由生活的水母體世代，在水螅體時期擁有無性生殖的方式，並以橫裂生殖產生橫裂體，進而成長為自由游動的碟狀體，再逐漸發展能進行有性生殖的水母體。
2. 過去研究指出，燈塔水母和倒立水母的水螅體都可以無性繁殖。燈塔水母特點是能從成年水母個體返回幼年水螅體，因能重複循環，所以又有「長生不老」之稱。此外，水母在飢餓、改變環境溫度、減少水中鹽度，會大幅增加細胞凋亡的比例，經歷四葉草狀與包囊階段變為水螅體，我們稱之為逆向變態。



圖 3、仙后水母生活史示意圖 (是否有橫裂體，仍待討論)

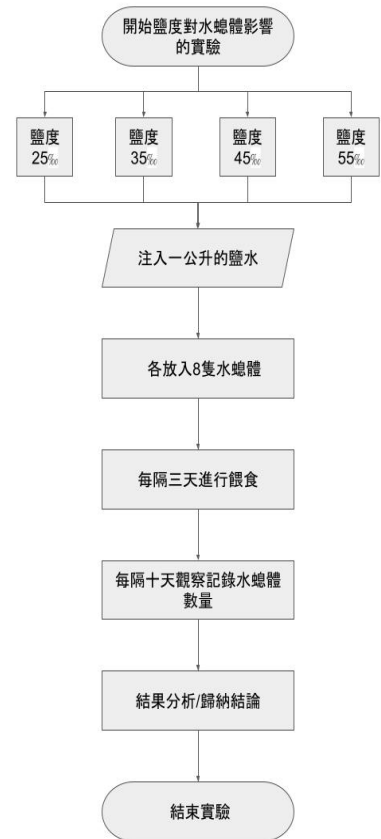


圖 2、水質鹽度變化對水螅體生長影響的實驗流程圖。

(二) 實驗設備及器材：玻璃缸、量杯、滴管、鹽度計、海

水素、LED 充電燈、滴管、鹽度計、補水器、手電筒、鹽度計、USB 顯微鏡、複式顯微鏡、解剖顯微鏡。

(三) 水質鹽度變化對水螅體數量的影響

1. 天然海水鹽度約為 35‰，因此本實驗以此為預設中間值，依照等比 10‰ 相繼設計實驗組，實驗流程如圖 2。
2. 取海水素 25、35、45、55 克溶於 1000 ml 的 RO 水，調出鹽度為 25‰、35‰、45‰、55‰ 海水，各放入相同的四面玻璃缸 (L×W×H=9×9×15 cm)，水量約 8 分滿，實驗過程中不另外打氣、水體不循環過濾、自然光照、室溫，2~3 日調整鹽度，避免水分蒸發的差異。
3. 在步驟 2 準備好的缸子中，分別放入 8 隻畜養的水螅體。隔 10 天後，觀察個體數量變化。

結果：(表 1，圖 4、5)

1. 根據表 1、圖 4，水螅體在鹽度 25‰ 時的繁殖力最高，35‰ 次之，然後隨著鹽度增高相繼遞減。
2. 另外也發現鹽度 25‰ 的水缸水面上，有漂浮出水螅體，有些水螅體甚至倒立往缸底方向進行生長。(圖 5)

討論：

1. 過去研究指出，仙后水母成體對鹽度的耐受範圍為 20‰~50‰，對溫度耐受範圍為 15°C~35°C，縱切二半可各自再生成個體，橫切後的傘體可和共生的蟲黃藻一起再生成新個體但口腕部則無法再生傘體。2. 根據本實驗結果，仙后水母的水螅體，在 25‰ 時，有最好的數量增加情形，適應溫度與成體結果相似，高雄林園海洋溼地公園，為鹽度變化劇烈的環境，夏季溫度較高、多雨、鹽度較低，冬季溫度較低、降雨量少、鹽度較高，根據歷年資料，海洋溼地公園仙后水母成體多量出現的時間，約為每年 10 月至隔年 5 月，然後逐漸消失。可能在夏季，以可適應低鹽度的水螅體型態，以無性世代穩定增加數量，沉降於紅樹林根部附著，等待冬季環境適當，再轉變為較適應高鹽度的水母型，完成有性世代。3. 在溼地公園中有機會看見大量倒立水母，但卻看不到水螅體蹤影，若要研究水螅體還是人工繁殖較為可行，穩定來源、容易取得、方便觀察。

表 1、鹽度變化對水螅體數量的影響。

鹽度(‰)\實驗天數	1	11	21
25	8	30	61
35	8	25	39
45	8	20	28
55	8	12	11

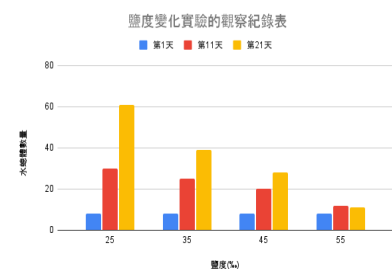


圖 4：鹽度變化對水螅體數量的影響。

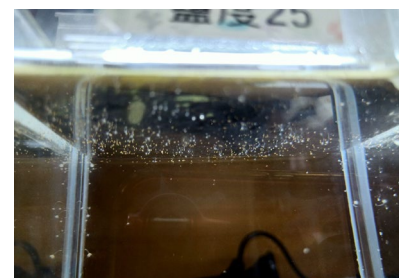


圖 5：漂浮在實驗缸表層水面的水螅體。

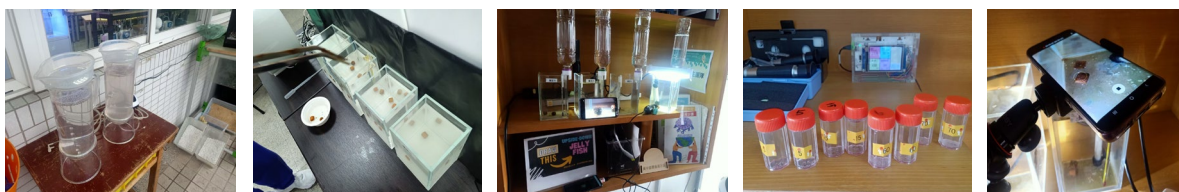


圖 6：左而右，餌料孵化設備，鹽度實驗缸、補水裝置、鹽度分析、拍照記錄。

(四) 不同鹽度下，水溫變化對水螅體個體數量變化的影響

1. 天然海水溫度約為 20-25°C，鹽度為 35‰，文獻指出水螅體變形為水母體的其一因素為水溫變化，因此本實驗以市售加溫棒可調的最高值 30°C，設計溫度刺激實驗組進行觀察，實驗流程如圖 7。
2. 準備如“水質鹽度變化對水螅體生長的影響”實驗的步驟 2 之 35‰、55‰ 得玻璃缸，放入適當數量水螅體。
3. 在準備好的 2 種鹽度的兩個水族缸內，各放入加溫棒，一天，使實驗缸水溫自 25°C 緩慢增至 30°C 後，取出。
4. 過 7 天後再次進行觀察，統計個體數量變化。

結果：(表 2，圖 8、9)

1. 根據表 2、圖 8，經過溫度處理得水族缸，水螅體個體數減少，分別為 35‰ 的-12% 及 55‰ 的-17%。
2. 實驗過程中，在鹽度 35‰ 玻璃缸的加溫棒上，有水螅體附著生長。(圖 9)

討論：

1. 在 35‰ 和 55‰ 兩種鹽度下，水溫自 25°C 緩慢增加至 30°C 處理 1 天，再經過 7 天後，觀察對水螅體個體數量的影響，結果在本實驗中沒有促進個體數量增加，反而減少。35‰ 的鹽度對水螅體而言，應為高鹽不易適應的狀態，所以 55‰ 的鹽度，相對減少比例更多，因此水螅體增長狀態不佳，未來實驗可以低鹽度開始再做嘗試。
2. 實驗期間，並未發現水螅體轉為水母型或碟狀體。但在定期餵養，記錄校內畜養水螅體期間，有觀察到小水母出現，參考文獻，應是溫度刺激造成，但準確刺激溫度、刺激持續時間、等待觀測時間等，仍不清楚，可做為日後修正實驗的方向。
3. 當水溫在幾分鐘短時間內急速驟增，可能使水螅體危機意識觸發，迫切想繁衍後代。

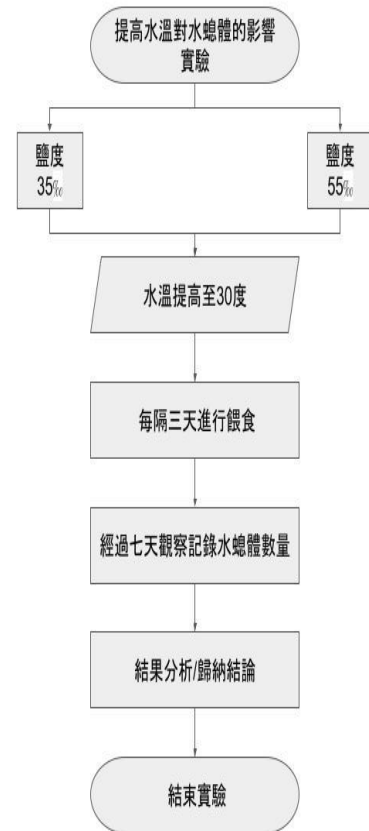


圖 7：水溫變化對水螅體的個體數量影響實驗流程圖。

表 2：不同鹽度下，水溫 25°C 緩慢增加至 30°C，水溫變化對水螅體數量的影響。

鹽度(‰)	實驗天數	1	7	增加
35	25	22	-12%	
55	12	10	-17%	

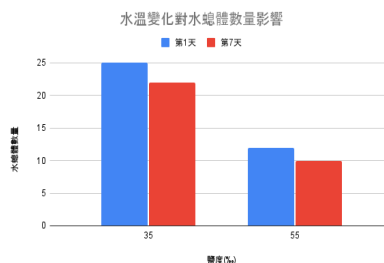


圖 8：不同鹽度下，水溫 25°C 緩慢增至 30°C，對水螅體數量的影響。



圖 9：不同鹽度，水溫 25°C 緩慢增加至 30°C，鹽度 35‰。加溫棒有水螅體附著。

(五) 探究延續：實驗結束後，持續關心實驗生物與反思。(圖 12)

整理書面報告同時，意外得到參觀桃園 X park 水母館的難得機會 (圖 11)，有機會一窺館內畜養之仙后水母與其他水母、後場維生系統布置與飼育條件建立、投餵餌料方式類型。經過幾個月的實作觀察後，對生物瞭解似乎更清楚些，也更明白生物保育，從瞭解生活史、居住環境開始，然後思考應該怎麼做。



圖 11、桃園 X park 水母館，上排館內畜養之仙后水母、水媳體、附著在板狀和缸體的水媳體、餌料生物。下排為仙后水母養殖系統、孵化餌料，其他水母。

五、結論與生活應用

本實驗結論如下，

- (一)、水媳體最適合的鹽度是 15‰~25‰，在鹽度 15‰ 以下，根據過去的實驗數據會造成生長緩慢與停止生長止步不前，而在 25‰~55‰ 雖有生長但隨鹽度升高成長速度並不明顯，55‰ 以上因為鹽度太高而導致萎縮死亡。
- (二)、在 35‰、55‰ 兩種鹽度下，實施溫度 25-30°C 刺激一天，隔 7 天后觀察，個體數量減少，且未有轉型成水母型的個體出現，但有少量水媳體幼體出現。當水溫在幾分鐘短時間內急速驟增，會使水媳體危機意識觸發，迫切想繁衍後代。

根據文獻資料，發現當水母數量眾多且高密度的出現時，我們稱之為水母大爆發，其一，產生的原因是過度捕撈，造成原本能與水母群競爭浮游生物的魚群大量消逝，無法抑制水母生長，過度捕撈也造成海洋居住空間多出，部分外來物種水母也可以運用這點造成水母大爆發。其二，與浮游生物相關，就是優養化，當工業廢水或農業的肥料流入，浮游植物大量生長，造成低氧的環境，魚類無法適應但水母卻可以適應存活。

報告也指出，水母原生長於熱帶海域，若地球暖化持續發生，水母有機會擴大棲息地到其他氣候帶的海域，此外海上廢棄物增多的話，提供給了水媳體附著的機會，並減少被天敵捕食。應可以由水媳體生活歷程的探究水母數量改變的可能原因，了解生物適應環境所發展出多方面的策略，窺探環境改變對此生物造成的影響。



圖 12、左而右，持續關心實驗生物並思考讓更多人認識它、新孕育的水媳體、雷雕作品的水母。

參考資料

1. 劉子堂、黃鈺維 (2022)。克隆的秘密---初探倒立水母水媳體。高雄市第 62 屆中小學科學展覽會 高中組 動物與醫學學科。
(本成果報告單為『高雄市第 62 屆中小學科學展覽會-高中組 動物與醫學學科』作品說明書的延伸，著重在生活議題的探討，提出科學提問、歸納問題、確立探究主題、尋找適當資源、設計實驗、分析結果、表達分享等過程)