

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：水位變化對蝌蚪生長及變態之影響

一、摘要：

地球暖化與極端氣候會形成不友善的環境，進而有可能影響生物的發育。我們利用蝌蚪做實驗，比較實驗組低水位 (1cm) 與對照組高水位 (6 cm) 的環境，是否會影響蝌蚪發育的速度。實驗組一開始的體長平均數為 23.33 mm，而對照組為 23.58 mm ($p = 0.56$)，兩者無差別。從 2022 年 2 月 12 日至 3 月 22 日之 39 天中，實驗組 (低水位) 增加體長平均值為 11.58 ± 2.23 ($n = 12$)，對照組 (高水位) 增加體長平均值為 14.75 ± 1.54 ($n = 12$)，實驗組與對照組之增加體長平均值具有明顯差異，且實驗組 (低水位) 增加之體長明顯少於對照組 (高水位) 增加之體長。顯示較低的水位會對蝌蚪的體長成長速度有負面的影響；另推測低水位 (1 cm) 壓力下，可能會讓蝌蚪提早長出前腳，縮短蝌蚪變態的時間，讓未發育良好的瘦弱蝌蚪被迫提早變態，減緩對水的依賴性，以免被曬乾或易於被天敵發現，機會提高個體的存活數量。

二、探究題目與動機

聽父母親說，在他們小時候，隨處可見各種青蛙及聽到蛙鳴，但現在即使在戶外，也不易見到他們的身影。城市化人為的開發、環境汙染(光害、噪音、水質汙染)及農藥的使用，破壞了他們的原生棲息地，讓他們的族群數目日漸減少。但另外一個新的隱憂，就是地球暖化以及極端氣候的影響，生物在生存上會面臨新的挑戰，降雨量的不均、不時的乾旱，對蝌蚪的成長，可能會造成那些影響呢？

唐小芬等針對浙江麗水中華大蟾蜍和黑眶蟾蜍蝌蚪對水位變化的表型回應研究發現，不同生活類型的兩生類蝌蚪對水位變化有不同的表型回應[1]。

三、探究目的與假設

本研究欲針對台灣常見物種拉都希氏赤蛙 (*Hylarana latouchii*) 之蝌蚪進行以下探究水位高低對蝌蚪生長及變態是否有影響。

四、探究方法與驗證步驟

[探究方法]

蒐集自土城山區翡翠湖[2]石縫中的蝌蚪卵，在孵化後 43 天時，約 Gosner stage 25 時[3] (圖一)，分成兩組，每組各 12 隻，實驗組為低水位 (模擬缺水環境)，對照組為高水位 (模擬正常水位環境)。自 2022 年 2 月 12 日(因考量連續假期，需要出遠門，以這日為起始日)至同年 3 月 22 日觀察紀錄蝌蚪兩組的體長。準備透明塑膠盒 (5.5 cm x 5.5 cm x 7 cm) 共 24 個，並於每個底部鑽孔 (直徑 2mm) 8 個 (圖二)，全部放置於同一個大塑膠箱(36 cm x 23.5 cm x 15 cm) (圖三)中，並將其中 12 個塑膠盒下方放置黑土及水蘚草墊高 5 cm (實驗組)，大塑膠箱加水至 6 cm，使實驗組水位為 1 cm，對照組水位為 6cm (圖四)，兩組皆在同一水質中以減少其他環境因子干擾。



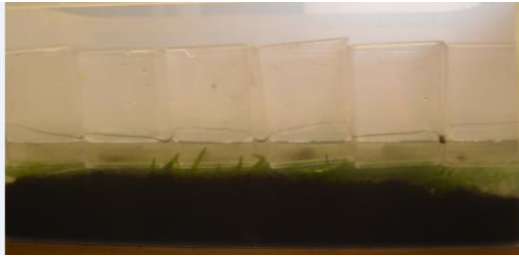
[圖一] Gosner stage 25 與 拉都希氏赤蛙蝌蚪對照圖



【圖二】將透明塑膠盒底部鑽孔



【圖三】24 個透明塑膠盒放置於大塑膠箱

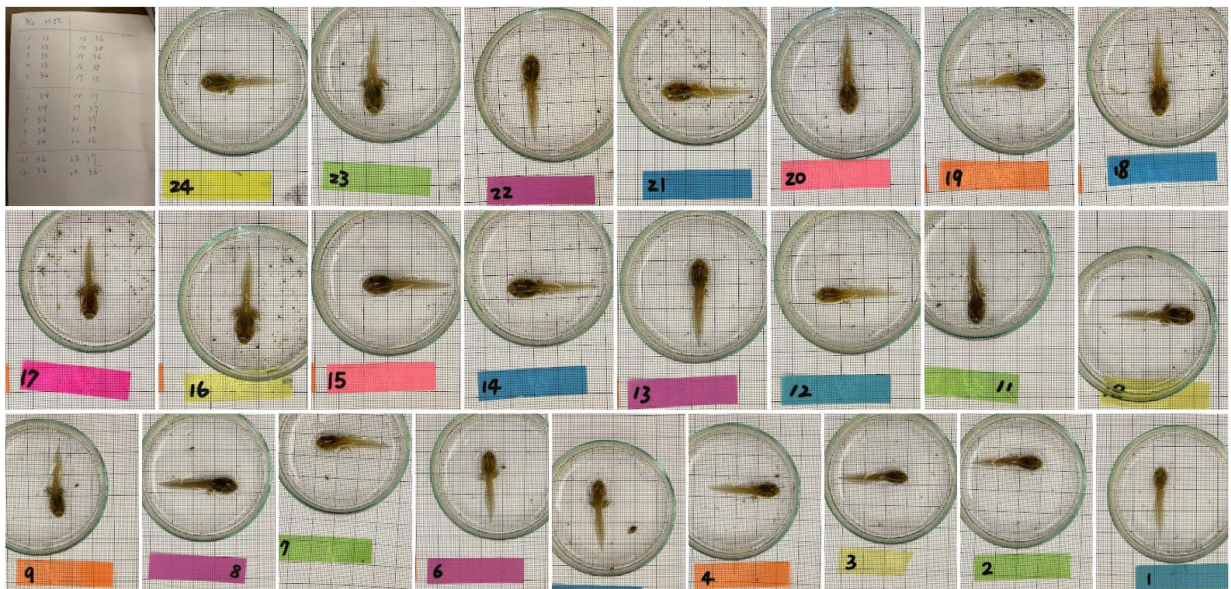


【圖四】實驗組水位為 1cm



對照組水位為 6cm

將 24 個透明塑膠盒放置於大塑膠箱內，並將水、黑土（提高實驗組水位使用）及水蘊草一併放入，每個塑膠盒內置放一隻蝌蚪，每兩日餵食一次水煮青菜，酌量給予每盒蝌蚪。每兩天取出蝌蚪並置於玻璃培養皿中，底下放置 1mm x 1mm 方格紙，並放置號碼紙來標示，拍照測量總體長（圖五）。



【圖五】蝌蚪測量照片(3 月 22 日)

[驗證步驟]

體長計算從 2022 年 2 月 12 日至同年 3 月 22 日，3 月 22 日後開始有蝌蚪陸續長出前腳，代表準備離水，尾巴開始縮短，體長計算會有誤差。

本實驗將每隻蝌蚪 3 月 22 日之體長減去 2 月 12 日之體長，檢視每隻蝌蚪於 39 天中增加之體長，並將對照組 (12 隻) 增加體長之平均值與實驗組 (12 隻) 增加體長隻平均值進行 t 檢定，檢視對照組與實驗組增加體長是否具有差異，即水位高低對拉都希氏蛙蝌蚪生長速度是否有影響。

五、結論與生活應用

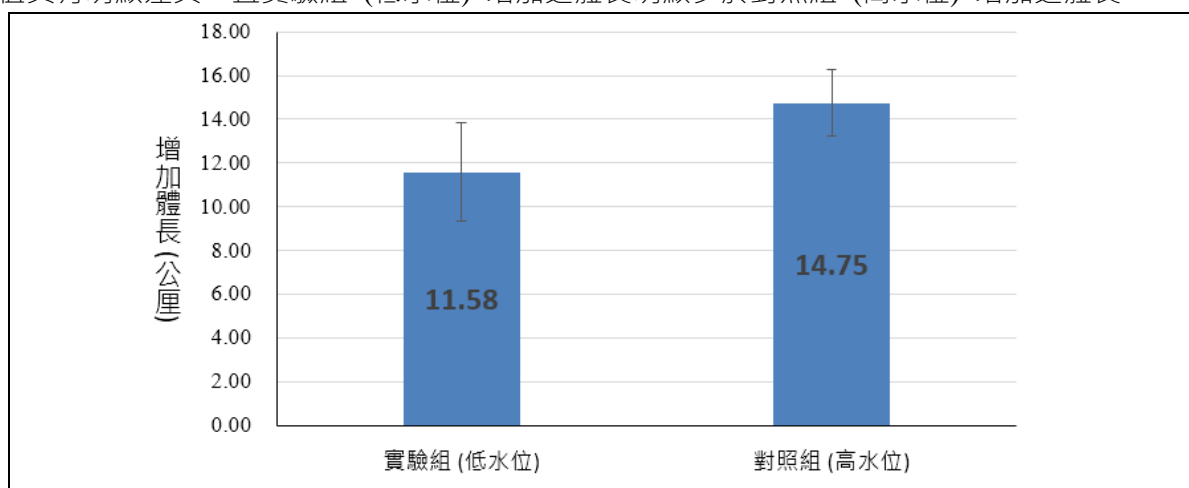
[實驗結果]

一、低水位對蝌蚪生長之影響

從蝌蚪的體長紀錄可見實驗組第 1 天的體長平均數為 23.33 mm，而對照組為 23.58 mm ($p = 0.56$)，兩者無差別，因此我們可以假設所有蝌蚪處於同一齡期。

從 2022 年 2 月 12 日至 3 月 22 日之 39 天中，實驗組 (低水位) 增加體長平均值為 11.58 ± 2.23 ($n = 12$)，對照組 (高水位) 增加體長平均值為 14.75 ± 1.54 ($n = 12$)。(圖六)

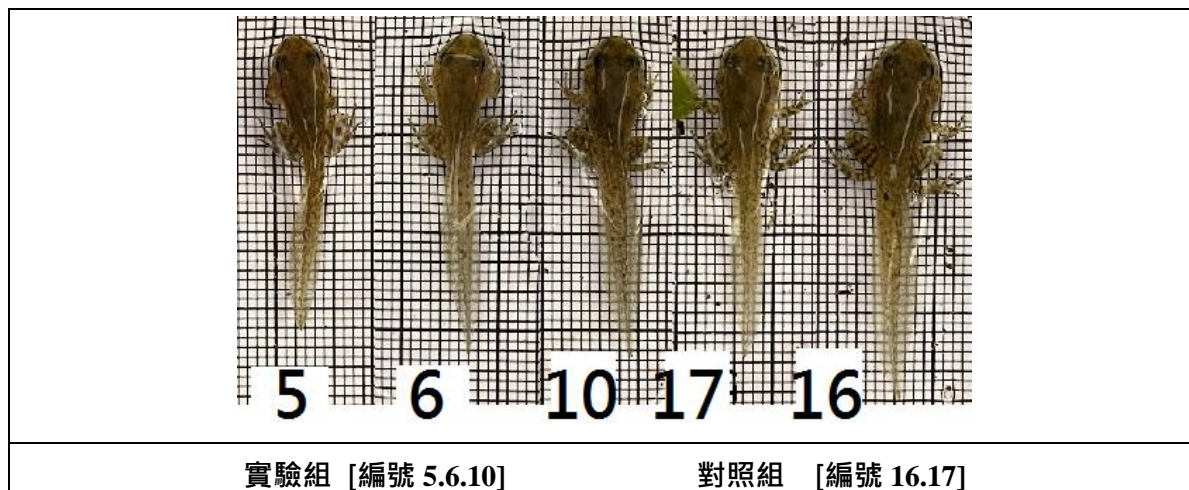
針對兩者平均值進行 t 檢定， $p = 0.000549347$ ，否決虛無假設，即實驗組與對照組之增加體長平均值具有明顯差異，且實驗組 (低水位) 增加之體長明顯少於對照組 (高水位) 增加之體長。



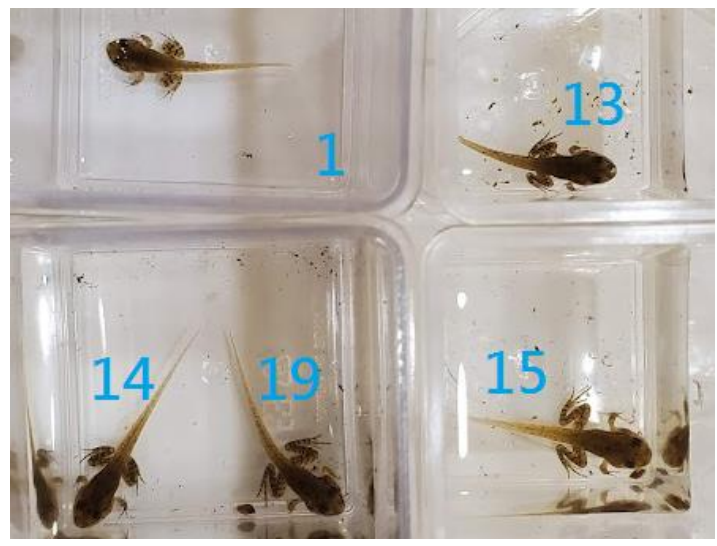
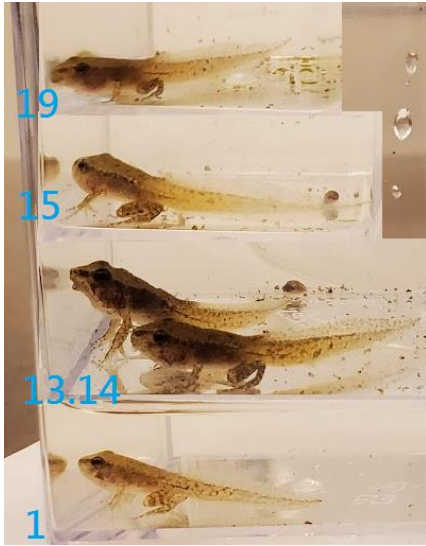
[圖六] 蝌蚪的增加體長平均值 ($n = 12$)

二、低水位對蝌蚪變態之影響

最早長出前腳的日期是 3 月 24 日，實驗組 3 隻長出前腳，對照組 2 隻長出前腳[圖七]。直至 4 月 1 日實驗組增加 6 隻長出前腳(共有 9 隻長出前腳)，對照組增加 3 隻長出前腳(共有 6 隻長出前腳)。可從[圖八]中觀察實驗組中的蝌蚪身型較苗條，腹部瘦小，身長較短。推測低水位 (1 cm) 壓力下，可能會讓蝌蚪提早長出前腳，縮短蝌蚪變態的時間，讓未發育良好的瘦弱蝌蚪被迫提早變態，減緩對水的依賴性，以免被曬乾或易於被天敵發現，機會提高個體的存活數量。



[圖七] 長出前腳的蝌蚪(3 月 24 日)



實驗組[編號 1]對照組[編號 13.14.15.19]

[圖八] 長出前腳的蝌蚪(4月9日)

【結論】

較低的水位會對蝌蚪的體長成長速度有負面的影響，較低的水位代表著環境不友善，會明顯抑制體長成長，進而有可能加速他們提早變態，成為體態較小的青蛙。我們找到兩個相似的論文，我們的實驗結果與林春富、楊育昌及吳和瑾團隊[4]結論一致，史丹吉氏小雨蛙與我們此次研究的蝌蚪，都是習慣於靜水區活動的蝌蚪，他們的微棲地與巨棲地部份相似[5]。與 Erica J 以及其團隊[6]的結論有些不一致，相似之處，他們發現低食物供給或低水位環境都會造成體態較小的木蛙(*wood frog, lithobates sylvaticus*)，不同之處，他們所研究的青蛙變態時間延長，這種青蛙體型較大，生活於北美所處緯度較高，成蛙耐寒且會冬眠，生存條件有所差異，而有不一樣的物種演化方式。

我們的結論也呼應達爾文的演化，不好的環境會導致發育較差的物種，若無法突變出適應環境的優勢，會在該環境中滅絕，久而久之，物種只會在它適合的環境中被發現。

【本實驗的限制性】

- 1.無法量化每隻蝌蚪實際進食的多寡，無法確定是否提供足量的食物。
- 2.成長速度的評估應該包含前後肢體成長較為客觀，但受限於器材能夠觀察的解析度不足，無法做肢體精確的紀錄。

【生活應用】

我們所採集是拉都希氏赤蛙蝌蚪廣泛分布於全台灣的平地和中低海拔山區，容易在靜水域附近或是積水處觀察到他們的身影，他們控制藻類大量孳生，能淨化水質的功能[7]，也是生態中很重要的平衡者。若在靜水域附近發現他們的身影過小或太多青蛙死亡時，可以多觀察附近的水源是否穩定，水質是否受到汙染，酸化的水域，已有研究顯示對拉都希氏赤蛙的胚胎及蝌蚪成長有負面影響[8]，赤蛙是環境好壞的觀察指標，同時也是有機農業的最佳代言者。

參考資料

- [1]唐小芬、樊曉麗、林植華、姚婷婷、李香、金晶、周存通(2015)。浙江麗水中華大蟾蜍和黑眶蟾蜍蝌蚪對水位變化的表型回應。生態學報, 35 (3): 911-918。
- [2]<https://goo.gl/maps/P9RT5Na4hx85SquUA>

- [3]Kenneth L. Gosner (1960). A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification. *Herpetologica*, 16(3), 183–190.
- [4] 林春富、楊育昌、吳和瑾。(2011)。溫度與缺水效應對史丹吉氏小雨蛙蝌蚪存活與發育之影響。台灣生物多樣性研究，13(3): 225-235。
- [5]楊胤勛。(2009)。賞蛙地圖，晨星出版社。
- [6]Crespi EJ, Warne RW. (2013). Environmental conditions experienced during the tadpole stage alter post-metamorphic glucocorticoid response to stress in an amphibian. *Integr Comp Biol*. 53(6): 989-1001.
- [7]楊懿如。(2018)。台灣的蛙類與環境之關係。有機及友善環境耕作研討會論文輯，p. 155-164。
- [8]楊育昌、陳俊宏(1996)酸性對陽明山拉都希氏赤蛙蝌蚪的影響。