



## 教師指導學生專題製作與論文競賽補助 成果報告

### 一、申請補助計畫基本資料

申請教師	呂佩倫	核定經費	10,000
單位系所	生命科學系	經費執行 情況	<input checked="" type="checkbox"/> 已請購核銷完畢 <input type="checkbox"/> 尚未請購核銷 <input type="checkbox"/> 經費餘款_____
計畫執行 年度/學期	111 年度 第二 學期 112 年度 第一 學期	參賽期程	1. 112 年 1 月 16-17 日 2. 112 年 4 月 23 日 2.112 年 5 月 15-19 日 3.112 年 9 月 1-2 日 4. 112 年 月 12 日 11 日
參加競賽/學 術活動名稱	1. 2022 年第 33 屆動物行為暨生態國際研討會 2. 2023 台灣植物分類學會年會暨植物多樣性與系統分類研討會 3. 2023 國立台東大學理工學院理工週競賽 4. 台灣濕地學會年會暨第十四屆台灣濕地生態系研討會 5. 生科系專題成果發表	作品名稱	1. 臺東知本地區產長尾水青蛾 ( <i>Actias ningpoana ningtaiwana</i> ) 與臺灣長尾水青蛾 ( <i>Actias sinensis subaurea</i> ) 對於宿主植物楓香 ( <i>Liquidambar formosana</i> ) 的適應性差異 2. 臺東區域性氣候變化與森林碳收支關係 3. 長尾水青蛾 ( <i>Actias ningpoana ningtaiwana</i> ) 與臺灣長尾水青蛾 ( <i>Actias sinensis subaurea</i> ) 對於宿主植物楓香 ( <i>Liquidambar formosana</i> ) 的適應性差異 4. 東源泥炭濕地草澤植物的碳吸存研究 I 5. 台灣長尾水青蛾幼蟲早期發育過程中擁擠效應之專題研究
指導參賽學 生姓名	周昱達、謝立德、鄭惟元、連家誼、朱玉輝、林知樞、李孟祈、林睿彬、蔡承軒、姚冠廷、楊韜煜、蕭欽陽	班級	碩士班、生科四、生科三、生科二、
競賽性質	<input type="checkbox"/> 國際性 <input checked="" type="checkbox"/> 校際 <input checked="" type="checkbox"/> 校內(院級以上)	參賽地點	1. 東海大學(1/16-1/17) 2. 國立中興大學 (4/23) 3. 國立台東大學 (5/15-5/19) 4. 國立成功大學 (9/1-2) 5. 國立台東大學 (12/11)
系所主管 簽章		日期	
學院院長 簽章		日期	



## 一、參賽作品：(論文摘要或作品說明)

### 1. 2023 年第 34 屆動物行為暨生態國際研討會

#### 論文摘要

臺東知本地區產長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 與臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 對於宿主植物楓香 (*Liquidambar formosana*) 的適應性差異

周昱達<sup>1</sup>, 朱玉輝<sup>1</sup>, 林睿彬<sup>1</sup>, 蔡育珊<sup>1</sup>, 呂佩倫<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 國立臺東大學生命科學系(植物分子演化與生態系統實驗室)

#### 摘要

本實驗主要探討臺東知本地區產之長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 與臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 對於共同宿主楓香 (*Liquidambar formosana*) 的適應性差異:根據實驗對於長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾之統計結果,活率分別是 72.22% 和 80.00% ,而在成蟲前平均總發育天數、幼蟲期平均總發育天數、平均蛹期、各齡期平均發育天數(五齡除外),兩者均有顯著差異 (t-test,  $p < 0.005$ ),且長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在於發育上最明顯之差異是前者出現滯育的六齡個體,因此實驗結果顯示臺東知本地區產臺灣長尾水青蛾對於宿主植物楓香之適應性較長尾水青蛾佳。

**關鍵字:** 水青蛾 (Luna moth; *Actias* spp.)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、生長延遲和高死亡率假說、定向選擇 (Directional selection)、穩定選擇 (Stabilizing selection)



## 2. 2023 台灣植物分類學會年會暨植物多樣性與系統分類研討會

2023 台灣植物分類學會年會暨研討會

### 臺東區域性氣候變化與森林碳收支關係

蔡承軒<sup>1</sup>、呂佩倫<sup>1\*</sup>

1. 國立臺東大學生命科學系

森林生態系是陸域生態系當中主要的碳庫，透過監測枯落物量有助於瞭解森林生態系的碳收支動態，本研究假設特殊氣候干擾因子會造成森林枯落物量及分解速度增加並提高養分動態循環，於臺東縣內利嘉林道、知本林道、大武林班地、達仁鄉林班地、臺東大學保安林等地區，設置至少三年的長期實驗樣區，目的在於監測氣候變化和枯落物的凋落量、分解速率、土壤總碳儲存量之間的關係，比較氣候變化在不同森林類型對森林碳收支的影響程度。初步結果表明各樣區枯落物凋落量會受到氣候變化干擾，但枯落物凋落量差異並不顯著，其中大武林班地因以木麻黃為主要樹種，其繁殖率果實對枯落物量有較大影響，枯落物分解袋在各樣區皆有不同的分解速率，枯落物的總碳介於 37-55%，其碳含量會隨著不同林地而有所改變，土壤總碳介於 1-8%，表示林地土壤質地及枯落物之間有關聯性，總和上述初步結果，不同區域氣候變化對枯落物量、分解速率皆有影響，進而使森林中的土壤總碳含量有所差異。

關鍵字: 枯落物、碳收支、森林類型、區域性氣候變化



### 3. 2023 國立台東大學理工學院理工週競賽

論文摘要如下

國立臺東大學理工學院學生學習成果競賽

類 別：生物與應用科學 收件編號：

參賽作品名稱：探討長尾水青蛾 *Actias ningpoana ningtaiwana* 幼蟲期食草類型對於早期生活史的影響

關 鍵 詞：長尾水青蛾 *Actias ningpoana ningtaiwana*、寄主植物、生長表現 (最多5個)

#### 摘要

21 世紀持續飽受氣候變遷的全球性大影響，生物多樣性呈現逐年降低趨勢，生物適應演化的改變也逐漸受到關注，本研究主要以臺東地區所採集到的長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana* Brechlin, 2012) 為實驗對象，探討幼蟲期食草類型其生理生態的適應現象。長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 為分布廣泛的物種之一，推測與其食草的適應性有關連，食草一詞在許多文獻中稱之為寄主植物。長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 位於生態網底層，但目前科學界對於台灣分布的長尾水青蛾的基礎研究所知不多。本研究探討長尾水青蛾幼蟲取食不同寄主植物與潛在寄主植物在生活史的影響，測試的食草共十種 1. 楓香、2. 熱帶蘋果、3. 九芎、4. 烏白、5. 茄苳、6. 櫻花、7. 臺東火刺木、8. 大花紫薇、9. 土肉桂、10. 樟樹的適應性差異，根據實驗結果，通過食草長期分析可行性之測試之寄主植物有楓香、熱帶蘋果、九芎、烏白、茄苳、櫻花、臺東火刺木、大花紫薇，其中臺東火刺木、大花紫薇，無法使一齡幼蟲順利成長，長尾水青蛾幼蟲對於其他寄主植物之適應性從最佳到最差依序為楓香 > 熱帶蘋果 > 九芎 > 烏白 > 茄苳 > 櫻花，與平均幼蟲期發育天數從最長到最短為櫻花 > 茄苳 > 九芎 > 烏白 > 熱帶蘋果 > 楓香，兩者呈現負相關，本實驗中並未加入掠食性天敵但是在飼養過程中發育遲緩可能造成幼蟲體質衰弱進而影響對於外在不良因素之抗性，因此得知長尾水青蛾幼蟲期發育在本實驗中部分支持生長延遲和高死亡率假說。另外我們根據實驗結果在此研究中提出一個新的假說，以此描述長尾水青蛾對於食草資源的利用方式，稱之為「月底破產假說」，在終齡幼蟲長期分析中長尾水青蛾五齡幼蟲在適應程度方面從最佳到最差依序為樟樹 > 臺東火刺木 > 土肉桂，這些植物與大花紫薇同屬於暫時替代寄主，能在幼蟲發生急難狀況時予以緩衝使其能夠尋找適合之寄主，或是讓較成熟之幼蟲能夠羽化，因此推論長尾水青蛾可能會在較適合之寄主植物大爆發後，擴散至其他次之的寄主植物，並在這些寄主植物上維持一定之族群比例，待適合之寄主植物資源恢復再回到上面大量繁殖，呈現相互消長的循環，而暫時替代寄主則是提供緩衝，讓長尾水青蛾幼蟲能更在遇到寄主植物突然染病死亡，或是寄主植物遭到砍伐時，能夠提供暫時的食物來源，因此森林植物的物種多樣性是非常重要的，可以推論長尾水青蛾與各寄主間呈現複雜之網狀共演化關係。另外在農業與造林方針上，長尾水青蛾可能危害特定林木與薔薇科作物，為避免農損產生在農林業政策上可以參考本研究之數據。

**關鍵字:** *Actias ningpoana ningtaiwana*、寄主植物、食草轉換、生長延遲和高死亡率假說、昆蟲與植物的交互作用、月底破產假說。



4. 台灣濕地學會年會暨第十四屆台灣濕地生態系研討會

論文摘要

東源泥炭濕地草澤植物的碳吸存研究 I

Carbon sequestration of marsh plants in Dongyuan Peat Wetland

謝立德、呂佩倫\*

國立臺東大學生命科學系

\*通訊作者：peiluen@nttu.edu.tw

單子葉植物對於草澤溼地扮演重要的生態系角色，植物藉由行光合作用將大氣二氧化碳固定為生物量成長，當植物死亡時含有機碳的枯落物即為泥炭濕地的主要材料，本研究主軸在於調查泥炭濕地草澤植物的有機碳含量來了解東源濕地水上草原的年碳吸存。本研究預估研究時間為 2022 年 8 月到 2024 年 6 月，本次研討會資料收集至今年六月為止，每個月進行採樣與量測，以植被組成與地形將水上草原分為 5 區進行研究。本研究的生產量是以優勢物種植物李氏禾 (*Leersia hexandra*) 和野薑花 (*Hedychium coronarium*) 收割法來推算，並使用元素分析儀測量有機碳含量。1 區至 5 區的植被每月平均淨初級生產量分別為 17.99、22.59、56.38、26.8 及 31.47 g DW m<sup>-2</sup> month<sup>-1</sup>，目前預估東源泥炭濕地的年碳吸存量約 43.85 噸碳，為一個需要重點保護的碳吸存濕地。

關鍵詞：泥炭地、李氏禾 (*Leersia hexandra*)、野薑花 (*Hedychium coronarium*)、碳吸存、碳匯



## 5. 生科系成果展

### 論文摘要

#### 台灣長尾水青蛾幼蟲早期發育過程中擁擠效應之專題研究

周昱達、朱玉輝、林睿彬、呂佩倫\*

國立臺東大學生命科學系

\*通訊作者：peiluen@nttu.edu.tw

臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 屬於天蠶蛾科 (Saturniidae) 下的物種為 普遍分布臺灣中低海拔的大型蛾類，但有關本物種之生態基礎研究少之又少，且本實驗室在種源管理上發現高密度的集約管理容易大量死亡，推測擁擠可能是造成大量死亡的原因。本實驗主要探討臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 的擁擠實驗，根據實驗結果發現：當幼蟲面對擁擠逆境時，體重增加速度會與密度呈正相關，前期發育速度會加快，根據前人研究結果，推測在終齡時會呈現體重較小之現象，而導致成蟲較輕而影響繁殖潛力。我們額外做了一個室內與室外自然棲地存活率的比較實驗，了解台灣長尾水青蛾之生態資訊，我們發現：蛹對於外在環境的敏感度相對幼蟲更加敏感，並且對於生活史時間長度造成相對明顯的影響。台灣長尾水青蛾在野外環境對於幼蟲具有高強度的篩選能力，體質相對較弱之個體在發育初期就會被篩選掉，而室內個體在發育後期還是有可能造成死亡。

關鍵字: Density-dependent, *Actias sinensis subaurea*、Early Development, Nature History



## 二、參加之競賽活動：(請依據參加活動次數，附上相關活動簡章或海報、議程與參加證明等佐證資料)

1. 2023 年第 34 屆動物行為暨生態研討會海報如下

### 臺東知本地區產長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 與臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 對於宿主植物 楓香 (*Liquidambar formosana*) 的適應性差異

周運達、張玉輝、林春彬、蔡育琳、呂振倫  
國立臺東大學生命科學系植物分子演化與生物信息學實驗室

#### 摘要

本實驗主要探討臺東知本地區產之長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 與臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 對於共同宿主楓香 (*Liquidambar formosana*) 的適應性差異。根據實驗對於長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾之統計結果，兩者分別是 72.22% 與 80.00%，而在成蟲前平均總發育天數、成蟲前平均總發育天數、平均蛹期、各期平均發育天數(除蛹期外)、兩者均有顯著差異 ( $p < 0.005$ )。長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在發育上最明顯之差異是前者出現滯留的六齡幼體因此實驗結果顯示臺東知本地區產長尾水青蛾對於宿主植物楓香之適應性較長尾水青蛾佳。

#### 前言

長尾水青蛾 *Actias ningpoana ningtaiwana* 與臺灣長尾水青蛾 *Actias sinensis subaurea* 屬於大蠶蛾科 (Saturniidae) 下的物種為臺灣分布有臺灣中低海拔的大型蛾類。在幼期的長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾的幼蟲主要棲息於於那一身青白色幼蟲，之被稱為月神之蛾 *Luna moth*。

水青蛾 (*Emeraldia*, *Actias* spp.) 分布於北亞、印度、中國大陸、日本、東南亞及臺灣等地 (Barlow, 1982; Zhu and Wang, 1996)。在中國以種類極為豐富，其宿主植物範圍包含樟木科、蕁麻科、金縷梅科、樟科、十齒科及大戟科等科的植物 (Heppner et al., 1988; Wang, 1994; 臺灣產蛾類圖鑑, 2021)。臺灣長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 有明確記錄之食草為臺灣赤楊 *Cleome formosana*、楓香 (*Liquidambar formosana*)、樟科 (*Dryas* spp., *Cephaelis*)、樟科 (*Clavosium campylobotrys*)、茄科 (*Brachyotum javanicum*)、馬兜鈴 (*Sipanea sebiferum*)、白粉 (*Sipanea discolor*)、大馬 (*Loganostoma subaurea*)、雲南 (*Loganostoma indica*)、獨活根 (Elaeagnus serrata)、馬兜鈴 (*Cleome javanicum*) 等 (臺灣產蛾類圖鑑, 2021)。而臺灣長尾水青蛾 (*Actias sinensis subaurea*) 根據野外的蟲紀錄與實驗目前只有明確記錄一種食草為樟科 (*Dryas* spp.) (臺灣產蛾類圖鑑, 2021)。

植物遇到蟲害時有許多自我防禦之機制主要為物理障礙 (Mechanical barriers) 及化學防禦 (Chemical defense)。物理屏障包括物體之分支 (branch)、棘刺 (thorn)、葉刺 (spine)、上葉刺 (prickle)、上葉刺毛 (trichome) 及感刺體 (phytolith) 和揮發性油 (Rapid) 等。這些防禦機制能阻礙蟲害的消化過程，而植物化學防禦的主要是次級代謝物 (Secondary metabolites)，而次級代謝物又由幾類化合物組成：分別是萜類 (Terpenoids)、苯酚類 (Phenolics)、生物鹼 (Alkaloids) 等 (Tair et al., 2018)。而人們藉由觀察草食昆蟲與植物的交互作用提出了生長延遲和高死亡率假說 (Growth and high-mortality hypothesis)，也就是植物透過增加昆蟲的發育所需要之生長時間，讓昆蟲更容易在繁殖前遭受捕食，以此降低昆蟲的族群數量 (Feeny et al., 1985)。

本研究比較臺東知本地區產之長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在共同宿主楓香上生長之生活史與發育差異。並與中興大學「兩種水青蛾 (*Actias* spp.) 對等三植物化學防禦的取食情形」(Wang et al., 2005) 之結果進行比較，以對不同產地之長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾適應性是否對於同一宿主植物具有不同的適應性，並且檢視生長延遲和高死亡率假說是否與長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在發育上的生活史相符。

#### 結果

##### Table 1. Development times of *Actias ningpoana ningtaiwana* (mean ± SE)

Life Stage	Duration (Days)	Min. (Days)	Max. (Days)	Survival (%)	n
1st instar larval	5.69 ± 1.50	7	5	100	16
2nd instar larval	4.56 ± 0.81	7	4	100	16
3rd instar larval	5.31 ± 0.70	6	4	100	16
4th instar larval	6.00 ± 0.77	6	6	61.78	15
5th instar larval	6.29 ± 1.09	12	6	66.67	15
6th instar larval	14	-	-	100	1
Pupa	20.83 ± 1.26	25	19	100	17
Larval-Pupa	52.46 ± 2.63	57	47	72.22	15

##### Table 2. Development times of *Actias sinensis subaurea* (mean ± SE)

Life Stage	Duration (Days)	Min. (Days)	Max. (Days)	Survival (%)	n
1st instar larval	4.05 ± 0.82	4	3	100	20
2nd instar larval	3.2 ± 0.65	4	2	100	20
3rd instar larval	4.2 ± 0.90	5	3	100	20
4th instar larval	5.28 ± 1.15	6	4	95	19
5th instar larval	6.05 ± 1.87	10	7	100	19
Pupa	38.81 ± 0.91	48	15	84.21	16
Larval-Pupa	42.31 ± 3.88	56	38	80	16

##### Table 3. Performance of two *Actias* species on *Liquidambar formosana* foliage (mean ± SE)

Species	Survival (%)	Duration (Days)	Larval duration (Days)	Eclosion weight (μg)	Eclosion (Days)
<i>Actias ningpoana ningtaiwana</i>	72.22	55.54 ± 2.71	32.69 ± 2.67	3.98 ± 1.90	20.85 ± 1.25
<i>Actias sinensis subaurea</i>	80.00	42.31 ± 2.88	25.30 ± 1.74	3.42 ± 0.84	38.81 ± 0.91
F		6.048297668	4.257152572	2.089114624	9.559181229
df		20	22	30	21
p*		0.024495748	0.000321894	0.040242488	0.24118E-09

\*Significant difference (t-test, p < 0.05)

Fig. 1. Development times of two *Actias* species on *Liquidambar formosana* foliage

Fig. 2. Growth of weight in two *Actias* spp. on *Liquidambar formosana* foliage

Fig. 3. Growth of length in two *Actias* spp. on *Liquidambar formosana* foliage

#### 討論

- 根據表三、圖一之結果，知本地區產之長尾水青蛾在發育上的表現除了平均發育天數以外，在成蟲前平均總發育天數、成蟲前平均總發育天數、平均蛹期、各期平均發育天數(除蛹期外)、均有顯著差異 ( $p < 0.005$ )。根據統計結果臺灣長尾水青蛾除了存活率較高之外在發育時間上也明顯較短，另外長尾水青蛾則出現六齡之滯留個體因此可以推論臺灣長尾水青蛾對於楓香之適應性較強而長尾水青蛾則對臺灣長尾水青蛾在發育上的表現則更明顯支持生長延遲與高死亡率假說。
- 根據圖二、圖三之結果我們可以發現兩種水青蛾在楓香上的平均體長與體重分別在圖二與圖三左右明顯出現下降趨勢，這是因為兩種水青蛾分別在這兩階段天數較大量時間，只剩下較少的淨重與體長繼續成長導致。但是可以發現臺灣長尾水青蛾在體長與體重上明顯較長因此可以判斷臺灣長尾水青蛾更能適應楓香的情況。
- 綜合本實驗與過去文獻(Wang et al., 2001)之結果進行比較臺灣長尾水青蛾族群對於宿主植物的適應性較強之適應性(Directional selection)，而長尾水青蛾族群的適應性較強之適應性(Stabilizing selection)，並於不同小區之族群對於宿主植物的適應性是否具差異或是具有(Obolismata)仍有待進一步了解與調查。

#### 後續實驗以及未來展望

本實驗主要對長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在發育上的差異，然而根據上述臺灣的長尾水青蛾在宿主植物的適應性上是大於臺灣長尾水青蛾的因此未來會對於臺東知本地區產之長尾水青蛾的其他宿主植物適應性進行實驗並且嘗試尋找臺東知本地區產之長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾是否具適應性之外其他宿主植物外臺灣長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾族群對於當地之適應性本可能會轉向適應不同地區長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾共同宿主植物的適應性與不同地區的適應性進行研究與實驗。並結合分子 DNA 的相關實驗進一步比較不同產區之長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾是否具有適應性與適應性由上述實驗之數據推論臺灣的長尾水青蛾與臺灣長尾水青蛾在各地區的適應性與適應性之適應性進一步探討其與當地環境間的交互作用關係。





3. 2023 國立台東大學理工學院理工週競賽海報如下

太麻里長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 幼蟲期  
在不同宿主適應情況差異探討

摘要

本實驗主要探討太麻里產長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 取食九芎 (*Lagerstroemia subcordata*)、蘋果 (*Malus domestica*)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、大花紫萼 (*Lagerstroemia speciosa*)、杜梨 (*Elaeagnus sibirica*) 等不同宿主植物之生長狀況，藉由每日測量其體長、體重、齡數後統計其體長與體重之折線圖與各時期所需要之發育天數來判斷太麻里產長尾水青蛾對於不同宿主植物的適應程度，並對於長尾水青蛾是否對於陸地環境之林相差異對於食草植物有不同之適應現象提供初步數據。也對於長尾水青蛾人工繁殖商業化之可行性提供初步參考資料。

前言

長尾水青蛾 (*Actias ningpoana ningtaiwana*) 屬於大蠶蛾科 (Saturniidae) 下的一個物種。在中國報導為林業害蟲，此物種在臺灣廣泛分布於中低海拔山區，在中部低海拔森林害蟲，其寄主植物範圍包含樟科、繭栗科、金縷梅科、樟科、半蒴果科及大戟科等科 (Hsueh et al., 1988; Wina, 1994; 台灣昆蟲網, 2021)。在臺灣有明確記錄之寄主有台灣赤楊、楓香、繭栗、樟樹、娑羅雙、烏柏、白粉、九芎、紫萼、福壽螺、森林紅豆杉等 (台灣昆蟲網, 2021)。  
植物在受到昆蟲啃食時其營養成分與防禦機制，但這些昆蟲在幼蟲時期缺乏或無法利用時會增加對葉片的取食量進而導致營養的攝取不足又稱為限制作用 (Compensate) (Feeny, 1970; Slansky & Feeny, 1977; Agner, 1995; Lindroth et al., 1997; Williams et al., 1998; Williams, 1999)。但這樣的機制會造成植物葉片更大的傷害，使幼蟲生長延遲和死亡率增加 (Slow-growth and high-mortality hypothesis)，植物加強防禦進而增加昆蟲的取食時間，讓昆蟲更容易在植物上遭受捕食，以此降低昆蟲的族群數量 (Feeny et al., 1985)。  
本實驗測試太麻里產之長尾水青蛾對於不同寄主的適應性差異以了解太麻里長尾水青蛾在當地對於寄主適應性差異背後之生態意義和長尾水青蛾與植物的陸地化關係，並提供初步人工飼養資料，以用於日後進一步評估長尾水青蛾是否具有發展人工飼養進行陸地商業化加工產業之潛力。

實驗方法

一、供試蟲源

本實驗蟲源採集自太麻里太麻里山莊 (N 22°39'31.3896" E 120°57'54.9576") 之山谷區域之繭栗、採集後利用三角紙盒飼養長尾水青蛾幼蟲。並利用 (35°62'32.00") 的繭栗做為產卵場所俾便幼蟲自然產卵後將幼蟲移入白色塑膠瓶 (上標直徑 14.2 公分、下標直徑 10.5 公分、高 6.7 公分) 將其孵化成 1 齡幼蟲做為實驗材料。

二、食草植物選取與來源

本實驗之食草植物主要取自太麻里山莊內所種植之樹木，物種包含 (1) 繭栗科 (Rosaceae; Juss., 1789) 蘋果 (*Malus sp.*) (2) 千屈菜科 (Lythraceae; J.S. Hill, 1805) 大花紫萼 (*Lagerstroemia speciosa*)、九芎 (*Lagerstroemia subcordata*) (3) 繭栗科 (Asteraceae; Juss.) 楓香 (*Liquidambar formosana*) (4) 大戟科 (Elaeagnaceae; Juss. ex DC.) 杜梨 (*Elaeagnus sibirica*) 等 4 種 5 種植物，供試葉片在幼蟲初期和 2-3 齡時選用植株之嫩葉，將幼蟲移入 3 齡之塑膠盒中飼養成幼蟲，將試葉片主要裝回後觀察其生長並採集幼蟲為幼蟲實驗，為保持葉片新鮮程度每日更換新鮮之葉片對幼蟲進行餵食。

三、食草植物的適應性差異測試

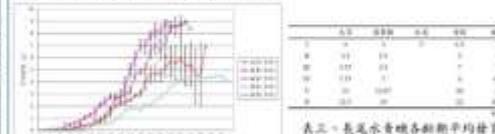
將孵化後之一齡幼蟲分別裝入白色塑膠瓶 (上標直徑 14.2 公分、下標直徑 10.5 公分、高 6.7 公分) 每 1 白色塑膠瓶做為一獨立實驗，並將白色塑膠瓶裝入一紙質實驗盒內，並接受自然光線，並分別飼養上述 4 種 5 種食草，實驗分配方式分別為 (1) 九芎 1 隻；繭栗 3 隻；楓香 2 隻；大花紫萼 2 隻；杜梨 1 隻；實驗期間每日測量每隻的蟲體長、體重並記錄其齡數；(1) 長度測量：1-2 齡時用游標尺測量蟲體長度並記錄；(2) 體重測量：3-5 齡時利用小數點後三位秤進行體重測量。重量測量：利用四位數電子秤後記錄 3 齡齡數時；每日換葉片與清理環境觀察是否有脫下之繭絲或交尾。最後對數據利用 excel 統計分析體長折線圖、體重折線圖、取得不同時期幼蟲的發育平均天數表。



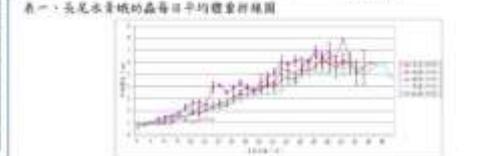
圖一、長尾水青蛾採集地環境 圖二、燈光透氣式布罩箱 圖三、長尾水青蛾繭絲 圖四、長尾水青蛾幼蟲體表

結果

- 1. 根據表一結果，長尾水青蛾的蟲體重量成長再取食蘋果最快，觀察期差異最大；九芎位居第二，大花紫萼位居第四；杜梨最慢且幾乎無明顯體重上升。
- 2. 根據表二結果長尾水青蛾在正常成長情況下體長增長差異不大，但體重增長之蟲則多，因此推測長尾水青蛾之蟲之食草量，但由於幼蟲的蟲齡成長到二齡後又活八天因此推測在野外可能成為其暫時性寄主。
- 3. 根據表三長尾水青蛾的蟲齡期在取食各寄主上以取食蘋果生長最快共需 57.67 日，取食次之需 52 日，九芎位居第三共需 57.5 日，大花紫萼最慢共需 60.5 日，而取食杜梨之蟲則無法順利完成的蟲生長史。



表一、長尾水青蛾的蟲每日平均體重折線圖



表二、長尾水青蛾每日平均體長折線圖

註：大花紫萼在表上延遲者中以雙線代換

討論

- 1. 根據實驗結果長尾水青蛾雖然在結果上的數發育速度與體重成長速度雖然較快，但唯一例外之蟲為引化不全之個體，而其他的個體則化不全死亡，推測結果之營養成分雖然能夠讓長尾水青蛾的蟲快速生長，但不利於的蟲化不全或成蛹所需要的蛋白質或纖維，而引化失敗。
- 2. 長尾水青蛾在的蟲之體長成長會隨著發育日數上升，但似乎與其寄主種類無太大差異，除非體食之植物葉片並非長尾水青蛾之寄主植物其最重生長環境，才會明顯其差異，因此推測長尾水青蛾的蟲發育日數與寄主關係性較低。
- 3. 在取食大花紫萼之試驗中，長尾水青蛾的蟲和繭栗平均發育日數最慢，為 60.5 天，而九芎的 57.5 天相差了 3 天，與蘋果的 51.67 天相差 8.83 天，與楓香的 52 天相差 8 天，因此推測長尾水青蛾的蟲在取食大花紫萼的測試中較明顯的顯示出生長延遲和高死亡率假說 (Slow-growth and high-mortality hypothesis)。
- 4. 取食九芎之長尾水青蛾的蟲成長情況與繭栗，有 2 個體再分別在二齡時死亡；有一個體因為形成繭而死亡之現象，另外有一有趣的現象，有一隻引化長尾水青蛾成蟲明顯交配，不知是否與引化九芎葉片有關。
- 5. 取食楓香之蟲不顯明顯在成長速度與成蟲狀態發覺於其他食草因此推測楓香為長尾水青蛾最佳之食草。



圖五、九芎幼的幼蟲 圖六、九芎幼的幼蟲 圖七、九芎幼的幼蟲 圖八、繭栗幼的幼蟲 圖九、繭栗幼的幼蟲 圖十、楓香幼的幼蟲 圖十一、楓香幼的幼蟲 圖十二、杜梨幼的幼蟲 圖十三、繭栗幼的幼蟲

後續實驗以及未來展望

本實驗於 2021 年 8 月 9 日採集之長尾水青蛾幼蟲所產下之蟲卵孵化之蟲進行測試，由於本次採集之幼蟲個體較老因此所產之蟲卵有限，幼蟲成功孵化數量較少，預計今年 6 月再度前往太麻里山莊進行採集並進行更廣泛之食草測試，預計測試的食草有 (1) 繭栗科 (Rosaceae; Juss., 1789) 櫻桃 (*Prunus salicina*), 台灣大刺木 (*Pyrausta haidamici*), 葉粉蛾 (*Lagerstroemia phoenicis*) (2) 繭栗科 (Rosaceae; Juss., 1789) 櫻桃 (*Prunus salicina*) (3) 繭栗科 (Rosaceae; Juss., 1789) 烏柏 (*Sapium sebiferum*)、繭栗 (*Bischofia javanica*) 並增加寄主測試食草種類之數量，期望每種食草至少 15 隻，另外也期望能夠對長尾水青蛾之蟲體成分進行分析，進一步評估其蟲是否具有更高的附加價值。此外也會進行長尾水青蛾水標本製作之測試，期望能夠發展長尾水青蛾商業化之可能性，並提供山莊繭栗另一項特色產業發展之可能，形成另外一項永續資源的產業。



4. 台灣濕地學會年會暨第十四屆台灣濕地生態系研討會

第十四屆台灣濕地生態系研討會議程  
【濕地與氣候變遷調適及減緩】

時間	9/1(星期五)	地點
9:00-9:20	報到	國立成功大學圖書館會議廳(B1)
9:20-9:40	研討會開幕典禮暨貴賓致詞	
<b>大會演講</b>		
9:40-10:30	主講者: 逢甲大學講座教授 魏國彥博士 主題: 「氣候治理下的濕地碳匯: 以台灣為例」	國立成功大學圖書館會議廳(B1)
10:30-10:45	合照及茶敘	
<b>特邀演講</b>		
10:45-11:20	<b>氣候重建</b> 特邀演講(一): 主講者: 國立成功大學生命科學系 陳一菁副教授 主題: 變遷中的氣候、景觀與社會	國立成功大學圖書館會議廳(B1)
	<b>社區參與協作</b> 特邀演講(二): 主講者: 蛙趣自然生態顧問有限公司 莊孟憲 負責人 主題: 推動社區為基礎的濕地保育行動: 以東源濕地公民參與經驗為例 特邀演講(三): 主講者: 台灣環境規劃協會 陳郁屏 秘書長 主題: 在充電衝突中催生的鹽田濕地保育行動: 將軍七股鹽田認養經驗分享	
12:20-13:45	午餐暨台灣濕地學會會員大會	國立成功大學水利系(2F)
	海報展示暨學生海報競賽	國立成功大學圖書館會議廳(B1)
<b>學生論文報告競賽</b>		
13:45-13:50	子題 1 濕地與氣候變遷	國立成功大學圖書館會議廳(B1)
	1. 澎湖鎮海灣海草碳匯之建立-謝乙嘉	
13:50-13:55	2. 使用生態系統服務衡量紅樹林做為以自然為本的解決方案之潛力-以關渡紅樹林為例-李沂帆	
子題 3 濕地科學評估與經營管理		
13:55-14:00	3. 量化桃園新屋溪口紅樹林碳匯能力-賴復源	
14:00-14:05	4. 七家灣溪塑膠微粒汗染檢測-鄭佳頤	
14:05-14:10	5. 不同農法對台灣中低海拔茶園溫室氣體排放之影響-鍾祐世	



14:10-14:15	6.	溫室花胡瓜在不同管理方式下減排增匯的可能性-杜庭茶	國立成功大學圖書館會議廳 (B1)
		子題 4 濕地生物多樣性	
14:15-14:20	7.	海蟻科物種體寄生吸蟲釋出變化與環境因子間的關係-呂明彌	
		子題 5 濕地生態系服務與以自然為本之解方	
14:20-14:25	8.	紅樹林濕地於因砂及固砂自然解方之潛力評估-王丰聖	
14:25-14:30	9.	東源泥炭濕地草澤植物的碳吸存研究-謝立德	
14:30-14:35	10.	應用生物碳濾料於複合式垂直流人工濕地處理乙醯胺酚廢水之研究-何京鴻	
		子題 8 國際濕地展望	
14:35-14:40	11.	桃園藻礁生態系統碳吸存能力評估-鍾浩宇	
14:40-14:45	12.	鹿耳門鸕鶿科生態保護區碳匯評估-吳蕙君	
14:45-15:10		茶敘	
<b>論文口頭發表</b>			
		子題 1 濕地與氣候變遷	
15:10-15:25	1.	北汕尾水鳥保護區周緣圳路水文資料收集調查研究-朱木壽	
		子題 3 濕地科學評估與經營管理	
15:25-15:40	2.	複合微生物減少水稻田溫室氣體排放-包尚弘	
15:40-15:55	3.	濕地界線劃分-美國的目的與方法，以及台灣於應用上的調整與方法-阮忠信	
15:55-16:10	4.	從有效保育地 OECM 照看雙連埤地區的社會實踐-盧道杰	
		子題 4 濕地生物多樣性	
16:10-16:25	5.	海岸侵蝕與沉降對紅樹林生態系及漁業資源的影響-以臺灣西南海岸為例-翁義聰	
16:25-16:40	6.	台中沙鹿南勢溪湧泉溪流水棲昆蟲之群聚動態-徐崇斌	
		子題 5 濕地生態系服務與以自然為本之解方	
16:40-16:55	7.	紅樹林碳收支-林箭任	
		子題 7 濕地傳播與教育	
16:55-17:10	8.	濕地的教育、傳承與永續-以華江夏令營為例-范義彬	
17:10-17:30		閉幕典禮暨學生論文競賽頒獎	



## 5. 生科系成果展



### 台灣長尾水青蛾幼蟲早期發育過程中擁擠效應之專題研究

謝星達、朱玉輝、林睿彬、呂佩瀾  
國立臺東大學生命科學系

#### 摘要

臺灣長尾水青蛾(*Actias sinensis subrosea*) 屬於天藍蛾科(Saturniidae) 下的物種為普遍分布臺灣中低海拔的大型蛾類。但有關於新種之生態基礎研究之不足，且本實驗在種源管理上發現高密度的養育管理容易大量死亡。推測擁擠可能是造成大量死亡的原因。

本實驗主要探討臺灣長尾水青蛾(*Actias sinensis subrosea*)的擁擠實驗。根據實驗結果發現當的蟲面對擁擠環境時，體重增加速度會與密度呈正相關。前期發育速度會加快，但隨前人研究結果，推測在終期時會呈現體重較小之現象。而導致成蟲較弱而影響繁殖能力。我們額外做了一個室內與室外自然環境地存活率的比較實驗。了解台灣長尾水青蛾之生態習性。我們發現：蛹對於外在環境的敏感度相對的蟲更加敏感；且對於生活史時間長度造成相對明顯的影響。台灣長尾水青蛾在野外環境對於的蟲具有高強度的篩選能力。體質相對較弱之個體在發育初期就會被篩選掉。而室內個體在發育後期還是有可能造成死亡。

**關鍵字** Density-dependent, *Actias sinensis subrosea* - Early Development, Nature History

#### 前言

臺灣長尾水青蛾(*Actias sinensis subrosea*) 屬於天藍蛾科(Saturniidae) 下的物種為普遍分布臺灣中低海拔的大型蛾類。在夏夜的森林之中，偶爾能夠觀察到燈光下如飛舞的月之林蛾Lydia moth，根據野外的蟲紀錄與的養育目前已有確切記載。一種青蛾(Wang et al., 2003；臺灣產蛾類圖鑑-2021)。屬於草食性的輪翅目昆蟲。然而有關本物種之生態基礎研究之不足，對於其在種源上的生長情況尚未有正式之研究數據。另外本實驗室在種源管理上發現高密度的養育管理容易大量死亡。根據前人研究，幼蟲的體積是影響其生活史的已知因素(Than et al., 2020)。密度高會導致幼蟲的死亡率增高且發育速度趨慢(Tiputhi & Singh, 1990；Than et al., 2020；Mocimoto, 2022)。亦或者導致幼蟲的發育成體量較輕的成蟲(Immura et al., 2000)。

本研究首先對於台灣長尾水青蛾室內以觀察的養育情況與野外自然採集的養育情況進行比較。並比照Morimoto, 2022)之對內麗(Aethes pernyi)之實驗進行推測之研究，以進一步了解台灣長尾水青蛾之生態習性。

#### 實驗方法

##### 一、試蟲的養育

本實驗之養育試蟲主要來自臺東大學本校區內所種植之觀賞植物，供試蟲採食之幼蟲於幼齡二齡時選擇體性之觀察，待幼蟲三齡之後移食草葉成幼蟲，供試蟲採食之葉片均從乾淨且無其他昆蟲之草葉，為保持葉片新鮮程度每日更換當日採集之葉片對的蟲進行飼養。

##### 二、室內飼養實驗

將孵化後之一齡幼蟲分別裝入白色塑膠袋(上標直徑 22.5 cm) 並套在約 10~15 片樹葉的觀賞植物上。每1白色塑膠袋做為一個實驗組，共20 實驗組。實驗期間每日紀錄幼蟲的數目與存活個數，並在每日換葉時清理環境時觀察是否有脫下之繭殼或是死亡以作為判斷斷數之標準。

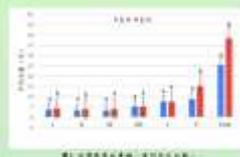
##### 三、野外採集實驗

將孵化後之一齡幼蟲分別裝入白色塑膠袋(上標直徑 4.2 公分，下標直徑 10.5 公分，高 6.7 公分) 每1 白色塑膠袋做為一個實驗組，共20 實驗組。並將白色塑膠袋裝入觀賞植物之葉片，盡量接受自然光線，環境溫度的需攝氏度，並分別標記於10~15 片觀賞樹葉。實驗期間每日紀錄幼蟲的數目與存活個數，並在每日換葉時清理環境時觀察是否有脫下之繭殼或是死亡以作為判斷斷數之標準。

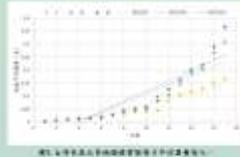
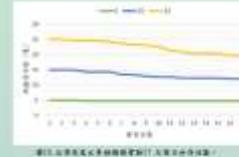
##### 四、擁擠實驗

將孵化後之一齡幼蟲分別以5、15、25 一組裝入透明塑膠袋中，實驗進行三重複。將透明塑膠袋裝入觀賞植物之葉片，盡量接受自然光線，實驗環境的需攝氏度，並分別標記於有50~60 片觀賞樹葉的枝條。實驗期間每日紀錄幼蟲的個體數目，與存活個數數目與更換新鮮葉片。

#### 結果





#### 討論

- 根據 圖5 統計的結果可發現室外的幼蟲的發育失敗率比室內的幼蟲。發育失敗主要是由擁擠影響，用獲得知識相對的蟲對於外在環境的敏感及更敏感。
- 根據 圖6 的結果顯示，幼蟲在相對接近野外環境存活率較低，因此可以得知野外環境條件對於水青蛾個體具有一定的篩選性，再度應得美國史密森尼的史丹說(Burwin, 1858)：並且從圖上可以發現的蟲在野外之後基本不再死亡。而室內的蟲之個體則是相對隨地地逐步死亡。更證明野外環境所帶來的選對的蟲的篩選程度是高的。
- 根據 圖9 結果顯示，在三組中 15隻組的趨勢最科學是最佳的；而5隻組則是最低的。這表明 15隻組的幼蟲成長速度是更佳的。也就是說，當密度越低，成長速度越慢；而密度越高，成長越慢。根據前人文獻推測，當幼蟲面對擁擠環境時，前期發育速度會加快，然而在發育的後期階段時則會呈現體重較小之現象，而導致成蟲較弱而影響繁殖能力(Imamura et al., 2000; Akey et al., 1978; Leather, 1988; Carroll & Aquirring, 1993)。
- 根據 圖10 之結果，可以看出25隻組和15隻組的幼蟲平均個體數有逐漸下降之趨勢。而5隻組的幼蟲則相對穩定存活，因此可以得知5隻組的幼蟲密度相對之下更利於幼蟲生存。並且的蟲應存在一個適合的體積密度，如若的蟲密度高於此密度則會導致幼蟲死亡到此密度為止。且會隨著的蟲之成長而有所改變。在的蟲發育到第 10 天後其體積密度大約降到約每隻 / 650 立方公分。
- 根據前人文獻認為的蟲在適當密度下應該呈現體重與體積增長之現象Morimoto, 2022)；然而數據本實驗之結果與前人由舊之結果呈現相反之情況。在那次文獻中前 17 天的幼蟲體重成長速度與密度呈現負相關，然而本實驗中則呈現正相關，然而在 17 天之後的實驗結果如何則無法比較。但推測本實驗之的蟲應該與過去文獻相同在前期快速成長後發育成較小之成體。
- 根據前人對養育器之研究(Morimoto, 2022)的蟲在第 17 天時幾乎全部死亡。而本研究則未出現此現象。可能是內種不同物種對擁擠敏感度不同導致的，但仍不排除是其他飼養的環境因素導致如此之結果。

#### 結論

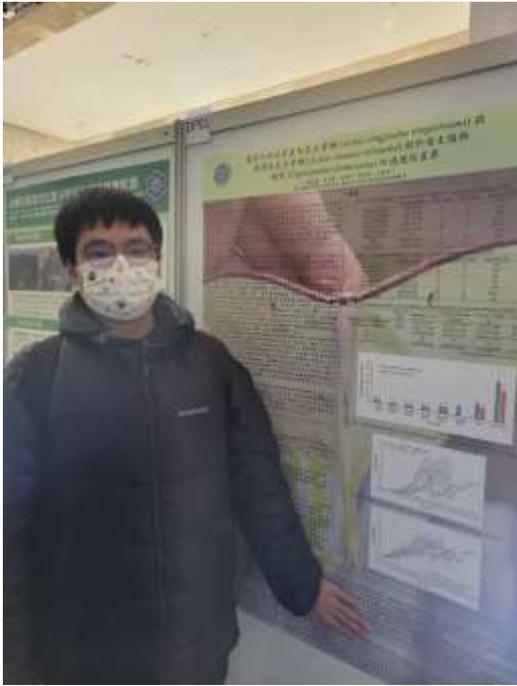
- 台灣長尾水青蛾蛹對於外在環境的敏感度相對的蟲更加敏感，且對於生活史時間長度造成相對明顯的影響。
- 野外環境對於的蟲具有高強度的篩選能力，體質相對較弱之個體在發育初期就會被篩選掉，以至於會導致篩選體質較好之個體。
- 當的蟲面對擁擠環境時，前期發育速度會加快，然而在終期時則會呈現體重較小之現象，而導致成蟲較弱而影響繁殖能力。
- 密度與體重增加速度呈正相關。



### 三、參賽準備與活動記錄

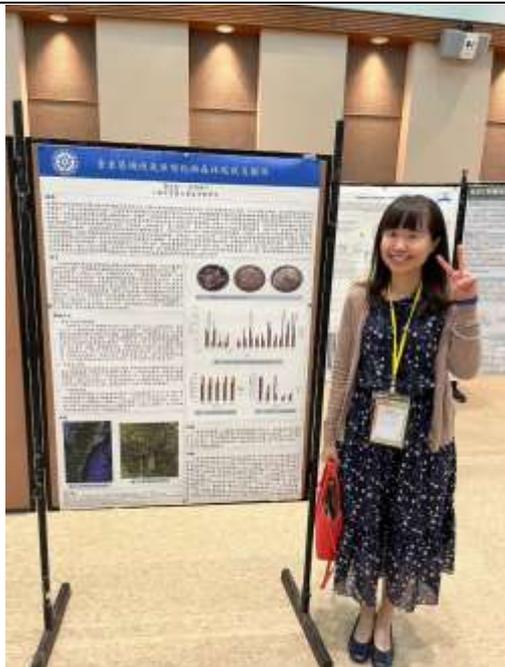
※請附文字說明與 4-6 張活動照片 (無照片則免附)

學生參加研討會發表的相關照片及簡要說明 (5-6 張)



第 34 屆動物行為暨生態國際研討會作者同學周昱達與壁報合照。

2023 理工週和作者同學們與壁報合照。



2023 台灣植物分類學會年會暨植物多樣性與系統分類研討會作者與壁報合影。

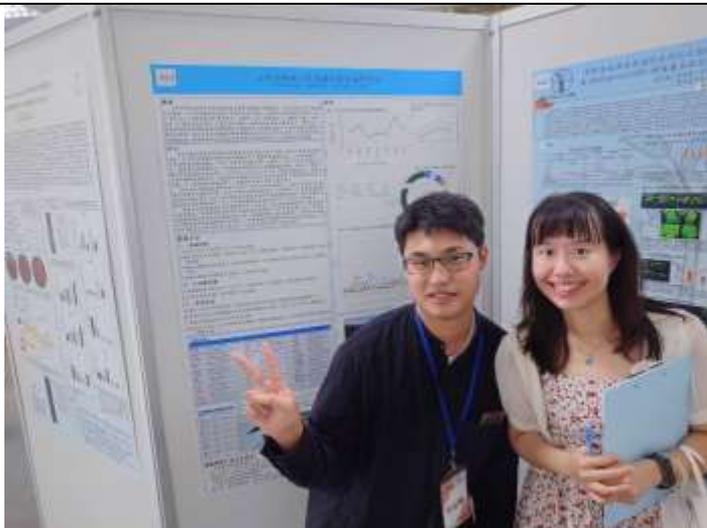
2023 台灣植物分類學會年會暨植物多樣性與系統分類研討會終生成就獎與大會專題演講人合影。



台灣濕地學會年會暨第十四屆台灣濕地生態系研討會理事長致詞。



台灣濕地學會年會暨第十四屆台灣濕地生態系研討會謝立德同學口頭論文發表。



生科系成果展林知樞同學們一起合照。



生科系成果展朱玉輝、林睿彬、周昱達等同學們一起合照。



#### 四、參加競賽成果 (參賽證明、得獎證明或學生心得)

##### 1. 2023 台灣濕地學會研討會學生心得

###### 1. 參與者:生科碩二 謝立德

這是我第一次參與研討會，第一次在近 200 多名老師和專業人士的面前介紹、報告我的論文內容與結果。我主要在研討會上分享了我們團隊在東源泥炭濕地的碳吸存研究成果，說實話，在一大群老師等級的人面前說話就已經夠緊張了，本次報告雖然試報了無數次了，但我覺得內容上還缺少了幾樣東西，所以只能很快的介紹完，草草收尾我覺得除了很可惜外，跟其他同學比起來也有些差距，又剛剛好安排順序時我又是偏後面的，在聽前面其他人報告時感到越來越緊張，雖然最後報告時整體還可接受，但還是在某些部分犯些忘詞等低級錯誤，不過總是要有這種下馬威第一次，如果還有下次一定能表現的更好。當然除了上台報告，我也聽了多種多樣其他老師們的分享，尤其是莊執行長分享的東源濕地保育與公民參與，內容上除了與我研究地點有關，我覺得公民參與是很重要的重點，每個需要被保護的濕地不可能全部位於荒郊野外荒無人煙，除了附近會住人，有可能正在被使用以外，可能在住民文化、利益上是為不可或缺的地方，就比如東源泥炭濕地，由於獨特景觀環境，濕地下埋藏著含大量有機碳的泥炭，如果在未來被人為釋放回大氣中可能會造成災害性影響，以純生態、濕地保育的角度上來保護的話，肯定不外乎”隔離”保護，但現實是周遭很久以前就已經有住人，除了是他們的私人土地外，更是在文化上有深遠價值，總不可能以國家徵收之類的搶來吧，而是應該以積極的態度與住民溝通，使他們能充分了解我們的目的與想法，以及這片土地的價值和重要性，並且決定權在於他們，能得到許可當然最好，但如果導入公民參與就不一樣了，輔導有意者成為導覽專員、實際教導保育和永續利用的方法與理念，使的區區許可能成為政府協會、住民、大自然三贏的成功。現在濕地保護的目的除了單純動物植物的保育，漸漸加入我以上有提到的碳循環問題，而這是會直接牽扯到全球地區乃至地球本身的問題，除了我以外的其他報告者也有很多即是圍繞此主題進行研究，而且我發現除了單純如我一樣進行某地區的碳調查，還有利用結合民生種植進行減排評估等似生態檢核的方法另我眼前一亮，在人為開發地農耕方面確實對碳循環有很大影響，在結合新農法下，是否可以改變未來種植的革新呢？

本次參與濕地研討會收穫剖多，除了增強報告的抗壓性(?)外，也聽到了老師們的分享，有的回歸過去調查幾百千年的變化、有的專注當下計算大自然與人類之間的碳流通、有的放眼未來提出新方法與材料，我重新認知到我這門學科的重要性，我也很高興能認識、看到老師同學們對大自然的熱情與努力，很高興能認知到有很多人在與我同行。



## 2. 2023 理工週競賽學生心得

從事長尾水青蛾的研究工作已經進入第三個年頭了，整個研究過程中從採集、飼養方式確立、管理模式確立等前期工作就花了近半年的時間，長尾水青蛾研究工作最難的部分是採集種源，長尾水青蛾的成蟲行蹤不定，很難在同一個地方一直很穩定的採集到，能看到的往往是零星的個體，加上採集到的成蟲當中幾乎全部都是雄的，雌蟲因為飛行能力與意願相對較差因此採集到的機率相對低很多，因此要進行本研究是非常不容易的，然而這個瓶頸突破之後，接踵而來的就是蟲怎麼養，人員如何安排，最令人頭痛的就是幼蟲傳染疾病的問題，水青蛾幼蟲期容易遭受真菌感染，導致死亡，因此我們想了很多方法克服，最重才將幼蟲的存活率拉到一定的比例，但是又遇到了種源基因狹窄化的問題，目前仍然難以突破，因此為了仍然充滿挑戰，期望在不久的將來能夠有更好的技術突破。

## 3. 生科系成果展競賽成績

