



■ 公開

□ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：100901e603

行政院農業委員會林務局109年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 氣候變遷下高易危生態系調適、監測與保育
之研究-以台灣水青岡與槲櫟森林的昆蟲為例
(2/4) (第2年/全程4年)

(英文名稱) Study on adjustment, monitoring, and
conservation of fragile and endangered
ecosystems under climate changes: cases
on insect fauna associated with *Fagus
hayatae* and *Quercus aliena* (2/4)

計畫編號： 109農科-10.9.1-務-e6(3)

全程計畫期間：自 108年1月1日 至 111年12月31日

本年計畫期間：自 109年1月1日 至 109年12月31日

計畫主持人： 徐堉峰

研究人員： 王立豪、黃智偉、陳光耀、林育綺、林容諄、陳璋臨

執行機關： 國立臺灣師範大學



1091660



一、執行成果中文摘要：

依據我國目前氣候變遷相關計畫之研究成果，認為臺灣降水強度與頻率有逐漸增加趨勢，且趨於兩極化，即雨季越濕、乾季越乾。極端氣象事件之發生頻率與強度將與日俱增，使本島山區自然環境在氣候變遷與極端事件衝擊下益形脆弱。

植食性昆蟲的多樣性能夠反映森林生態系的優劣程度，在全球氣候變遷與極端氣候的威脅之下，進行冰河孑遺物種的研究與相關保育措施的擬定顯得刻不容緩。本研究擬藉由進行台灣水青岡樣區的昆蟲調查，建立各個樣區的昆蟲相資料，進而探討各個台灣水青岡的現生地是否可能由於持續暖化造成的氣候異常或是人為開發的影響，導致物種滅絕或是棲地消失的危機。此外並針對新竹地區槲櫟植群的昆蟲進行研究與監測，建立物種資料，並監測境外復育區的植株蟲害情形。本計畫將持續於北部地區台灣水青岡森林與新竹地區槲櫟植群進行昆蟲相調查和監測，增進對冰河孑遺物種的了解，並研究、測試個別指標物種的監測方法，最後建立監測流程。以期針對此等珍貴孑遺森林生態系進行更完善的生物多樣性保育。

本年度目前已完成台灣水青岡各樣區的採樣，以及槲櫟原生地與復育區的調查，並針對資料進行分析與討論。

二、執行成果英文摘要：

Recent projects on climate changes all demonstrate rainfall in Taiwan has increased considerably in terms of intensity and frequency, with a tendency of wetter wet season and drier dry season. The occasions of extreme weather have occurred in higher frequency with increased strength, making natural environments of Taiwan more and more vulnerable under the deteriorated climate. It is urgent to evaluate forest health under the threat of extreme weather. As phytophagous insects may serve as indicators for forest health, we will continue to investigate insects associated with Taiwan beech *Fagus hayatae*, to understand if extinctions and diversity of these beech-associated insects are subject to climate changes or anthropogenic developments. We also will continue to perform survey on phytophagous insects associated with *Quercus aliena*. Moreover, we expect to establish monitoring scheme for insect species candidate to serve as indicator species for the health of both forest communities. The results of the study may allow us to achieve better understanding of the biodiversity of these plant communities, and to establish effective conservation for these vulnerable ecosystems.

三、計畫目的：





全球氣候變遷及氣候的極端化的衝擊除了生物多樣性的流失之外，最大的影響可能是稀有、特有及脆弱的生物族群及生態體系結構受到破壞(IPCC, 2007; Joyce *et al.*, 2014)。先進國家已展開許多研究，企圖瞭解物種、族群、動植物社會等對氣候變遷的敏感程度、脆弱度、及反應能力；此外，為了避免特稀有物種及其棲地的滅絕消失，亦已依據現有知識基礎及風險程度，針對評估屬氣候變遷影響之高風險物種及族群，擬定適宜之保育策略，並進行保育工作的實質推動(Staudinger *et al.*, 2012)。

我國目前氣候變遷相關計畫之研究成果，顯示極端氣象事件之發生頻率與強度將與日俱增，使本島山區自然環境在氣候變遷與極端事件衝擊下益形脆弱(許晃雄等, 2011)。為減緩氣候變遷對於生物多樣性之衝擊，研究建議應根據暴露度、敏感度及調適能力，先依照物種或地區的狀況評估其脆弱度，再針對所產生的衝擊程度與脆弱度進行政策、社會或法令上的調適以減緩、降低或預先防止災害的產生，並永續的維持整個社會或生態系(童慶斌, 2012)。

根據邱祈榮(2013)及林務局2013至2015年「因應氣候變遷之生物多樣性脆弱度評估與風險管理研究」計畫成果，已初步瞭解全臺灣維管束植物在長期氣候變遷影響下可能的殘存分布地點，亦初步提出風險較高且應積極保育之物種與族群；小尺度方面，則已針對臺灣水青岡及南仁山植群等案例地點，對於生物社會以至物種層級可能遭受氣候變遷之衝擊與影響部分，完成初步的研究與評估。

生物的棲息環境除了受到大尺度氣候影響以外，由於局部地形或區域的微氣候條件差異，使得某些小尺度地點可能出現暖化趨勢較緩的現象，例如陡峻山區的谷地、冷涼的迎風地點或高原的冷袋(cold-air drainage)地形等，生物在這些地點有較高的機會躲避暖化威脅、降低滅絕風險(Skov and Svenning, 2004)。此現象與第四紀冰河時期古生物學研究提出之「生物避難所(refugia)」概念極為相近，因此，科學界將暖化架構下的潛在冷涼棲地稱為「間冰期避難所(interglacial refugia)」或「微避難所(micro refugia)」(Rull, 2009, 2010; Stewart, *et al.*, 2010; Ashcroft *et al.*, 2012; Tzedakis *et al.*, 2013; Kimura *et al.*, 2014; Shimokawabe *et al.*, 2015)。美國學者 Lee Hannah 及澳洲學者 Gunnar Keppel 分別於2014及2015年更進一步指出，暖化趨勢下的生物微避難所可再細分為「微避難所(micro refugia)」、「堅守點(holdouts)」及「遷徙跳石(steppingstones)」。Hannah與Keppel認為，微避難所面積與規模相對為大，這些地點在暖化情境下仍可維持較為長久的冷涼微氣候，避難物種有機會在此處靜待下一次地球冷期循環的來臨。在保育機關(構)資源有限的條件下，堅守點與遷徙跳石地區應該受到更密切的保護，保護的作法則包含現生族群保護、協助就地繁衍、減低物種競爭或遷地保存等。

「因應氣候變遷之生物多樣性脆弱度評估與風險管理研究」計畫係以「殘存地點」作為基礎概念，殘存族群多蝸居於較小地理尺度之局部棲地內，此一棲地環境多具備地形複雜、微環境偏於冷涼、生物競爭作用較不明顯等特性，類似於生物地理學所稱之「避難所」，亦與Kepple等人所提之研究概念有極高相似之處。

國際研究認為，保育策略必須依據已知生態系及物種所暴露之風險程度進行擬定





，再根據應受保護對象之特性，選擇就地保護、廊道規劃、協助遷徙及遷地保育等不同對策(Dawson et al., 2011)。2015年Keppel等人以澳洲塔斯馬尼亞(Tasmania)為案例，提出一系列研究架構，進行氣候變遷下微避難所之尺度與位置判定、避難容納量(capacity)分析，最終達成各避難所風險程度與保育優先次序評估之目標。該團隊認為，避難所之容納量由環境穩定度、微氣候異質性、棲地面積與可到達性等因子共同決定。

本計畫認為，Keppel及Hannah等人發展之研究架構與「殘存地點」概念頗為近似，且澳洲團隊已完成氣候變遷下的微避難所之案例研究，證實該架構具有實務應用性。台灣相關研究方面，於「因應氣候變遷之生物多樣性脆弱度評估與風險管理研究」計畫完成架構建立，推動適合臺灣氣候環境之本土性分析與評估，並且持續推動相關研究如「因應氣候變遷生物多樣性回復力之研究」，經由各時期的氣候情境變遷比較，找出可能遭受衝擊的生態系與地點，綜合不同氣候變遷情境的預測結果，針對易受氣候變遷衝擊的森林類型，找出未來可能的避難所或遷徙廊道位置，以及可行的保育措施建議。此外，本計畫依據「國家因應氣候變遷行動綱領」(行政院106年2月23日院臺環字第 1060003687號函核定)持續發展對稀有的生態系與物種發展指標性的評估與監測方式，以小區域的現地資訊，充實氣候監測上模式的不足。

根據Michael and Elsa(2001)指出許多當前的生物多樣性回復措施存有缺漏，對目標生物基礎資料的了解不夠完全，包括物種多樣性與物種分布情形、生態過程、以及目前環境對當地生態系的威脅程度及生物面對環境的衝擊調適方式等等。因此，針對高易危生態系進行監測與保育之研究，就先前研究篩選之台灣水青岡指標物種與容易對台灣水青岡、槲櫟造成危害的雜食性害蟲進行監測與研究，再針對這些目標生物的數量變化與偏好棲息的環境、雜食物種好發季節與危害程度等訊息詳加了解，以補充大尺度氣候變遷監測模式之不足。本細部計畫負責之部分為持續進行各個台灣水青岡森林樣區、新竹槲櫟樣區及其境外復育區的昆蟲物種調查與監測，持續建立台灣水青岡林與槲櫟森林的昆蟲物種清單，發展這些敏感區域的保育平台，將所獲得的成果整合到所轄之林區管理處；落實對高易危生態系及脆弱物種的保育與經營管理。

四、重要工作項目及實施方法：

1. 重要工作項目為：

- (1)持續調查鱗翅目昆蟲多樣性之研究，建立各研究樣區的昆蟲相資料。
- (2)依序建立各個樣區指標昆蟲物種的監測方法，以小區域的現地動態資訊，提供為氣候監測模式上選擇的判斷。
- (3)記錄嫩葉時期的雜食性昆蟲發生情形，以及數量是否爆發，對稀有物種或生態系造成影響。
- (4)針對境外復育區的槲櫟蟲害情形進行監測。
- (5)試驗各個指標物種的監測方法，最後建立監測流程。





具體工作如下：

1. 於各個台灣水青岡森林樣區進行昆蟲相調查，並進行新竹地區榲欖植群樣區與境外復育區的調查。
2. 監測夸父矽灰蝶與專食性裳蛾、水青岡舟蛾等專食性昆蟲種類於各個樣區的差異與變化情形。
3. 記錄嫩葉時期的雜食性昆蟲發生情形。
4. 台灣水青岡的開芽物候、族群內開芽率的同步性對於專食性物種的存續可能具有關鍵性的影響，因此在進行春季昆蟲調查的同時，將同時估算記錄各次調查開芽情形。
2. 研究方法：主要研究對象為直接取食與利用台灣水青岡與榲欖的昆蟲，以鱗翅目昆蟲為主進行物種調查。採集取食、棲息於各部位的昆蟲，包括：
 1. 幼嫩葉片：觀察採集並記錄取食的成蟲與幼蟲，幼蟲帶回飼養以確定種類。（可能多為一年一世代之種類，需細心照顧）
 2. 花序：開花季節採集、觀察花序，若有幼蟲取食則帶回飼養，以確定種類。
 3. 果實、種子：若遇有結實情形則觀察記錄是否有昆蟲利用，利用昆蟲種類及利用情形。
 4. 老熟葉片：觀察採集並記錄取食的成蟲與幼蟲，幼蟲帶回飼養以確定種類。（幼蟲有可能為雜食性，必須想辦法釐清）
 5. 樹皮、樹枝、倒木：觀察是否有昆蟲利用棲息，並記錄種類。
3. 採樣方法：參考臺灣野生動物調查昆蟲資源調查手冊（楊平世等，1996），擬定採樣方法如下。
 1. 寄主植物翻察法：檢視翻察葉片、花序、果實，搜尋可能棲息的昆蟲幼蟲或是成蟲。
 2. 樹冠採樣：利用高枝剪隨機剪取樹冠枝條，以找尋卵粒及幼蟲。
 3. 定量標準：各樣區隨機選取10棵樹，每棵樹的取樣數量為10個長度30公分的枝條。
 4. 夜間燈光誘集：主要目的為調查各個台灣水青岡樣區專食性裳蛾族群量的差異，於成蟲活動季節進行。
4. 採樣頻度：分別於植物開花展葉期與葉片成熟期進行採樣，至少1至2次。棲息於樹皮與倒木、樹枝的昆蟲種類，於研究採樣期間若有遭遇則觀察記錄種類與利用方式。
5. 幼蟲飼養記錄：將帶回室內飼養的幼蟲分別拍照、編號，依照採集日期將幼蟲飼養記錄歸檔整理，累積物種資料以便後人進行相關研究。
6. 成蟲標本：飼養所得之成蟲，統一整理、鑑定，鑑定參照井上寬等(1982)；施禮正(2008)；張保信(1989a)；張保信(1989b)；張保信(1990a)；張保信(1990b)；張保信(1991)；傅建明、左漢榮(2002)；傅建明、左漢榮(2004)；矢田脩(2007)；岸田泰則(2011a)；岸田泰則(2011b)；岸田泰則(2013a)；岸田泰則(2013b)；日本産の蛾のWEB図鑑(2003)。

五、結果與討論：

本年度持續進行台灣水青岡與榲欖的鱗翅目昆蟲調查，台灣水青岡的調查以昆蟲相較豐富的區域為主，分別為銅山、北插天山、烏嘴山等地區。榲欖的調查樣區分別為新豐坑子口靶場附近的原生地以及三個復育區，分別為明新科大旁邊的林班地



1091660



、位於楊梅太平靶場附近的雜木林、竹北市婦幼館北側的國際環境教育園區(婦幼公園)等地。

(一)以台灣水青岡為食的鱗翅目昆蟲調查：

研究團隊自三月初開始前往各個樣區進行春季調查，目前共計進行12次調查，採獲以台灣水青岡為食的鱗翅目昆蟲幼蟲14科36種115隻次，其中銅山採獲12科24種62隻次、北插天山6科9種24隻次、鳥嘴山9科15種29隻次，各樣區採樣情形比較如圖5.1。今年銅山地區採獲水青岡蛀實捲蛾幼蟲14隻，北插天山與鳥嘴山同步進行果實採樣，然而並無所獲。

本年度持續進行台灣水青岡與槲櫟的鱗翅目昆蟲調查，台灣水青岡的調查以昆蟲相較豐富的區域為主，分別為銅山、北插天山、鳥嘴山等地區。槲櫟的調查樣區分別為新豐坑子口靶場附近的原生育地以及三個復育區，分別為明新科大旁邊的林班地、位於楊梅太平靶場附近的雜木林、竹北市婦幼館北側的國際環境教育園區(婦幼公園)等地。

比較2016-2020年的資料發現春季嫩葉期調查到鱗翅目昆蟲數量有變少的趨勢，銅山樣區的變化較北插天山及鳥嘴山明顯(圖5.2)。春季為台灣水青岡開始萌芽的時期，許多昆蟲也在此時結束休眠，開始取食利用台灣水青岡的嫩芽與葉片，這段期間也是台灣水青岡昆蟲採樣的重要時期。嫩葉富含昆蟲生長發育所需的養分，短時間內從芽體生長抽長到葉片質地的變化也提供昆蟲眾多的生態棲位，此等特性供養許多配合植物物候而特化的專食性種類，因此嫩葉相較於成熟葉片而言提供了更多昆蟲種類取食和利用。春季台灣水青岡森林昆蟲數量減少的現象可能對森林生態系造成影響，研究團隊將持續監測觀察後續發展與變化。

本年度春季調查共發現7種新記錄種類，包含刺蛾科1種、夜蛾科1種、捲蛾科1種、裳蛾科3種、螟蛾科1種。其中螟蛾科Pyralidae sp.9為專食性種類，裳蛾科的雪黃毒蛾(*Euproctis sericea*)是以狹葉櫟、森氏櫟等多種殼斗科植物為食的狹食性種類，其餘5種為廣食性種類。本年度採獲之鱗翅目昆蟲名錄整理如表5.2。

本年度記錄春季各樣區之台灣水青岡即時開芽情形如表5.3。調查發現銅山、鳥嘴山與北插天山樣區的林底層玉山箭竹持續有枯亡的情形，並發現有林下有當年生的實生苗。銅山與鳥嘴山樣區的當年生幼苗主要散生在稜線附近，而北插天山樣區的小苗則主要在海拔1500m左右的中坡平坦處，散生於母樹附近，稜線附近的玉山箭竹變得稀疏且持續有開花的現象，是否有幼苗生長尚待進一步的觀查。以上訊息提供給水青岡植群研究團隊參考。

後續的調查持續注意台灣水青岡小苗的生長情形，然而時至夏天再次前往觀察，台灣水青岡的小苗似乎死亡而不復見。

本年度觀察到銅山地區的樹梢開花情形明顯，鳥嘴山與北插天山樣區部分植株也有開花，持續觀察果實的發育情形發現六月初果實已經膨大，研究團隊隨後進行種子採樣以觀察蛀實捲蛾利用的情形(表5.4)，水青岡蛀實小捲蛾的採樣研究必須配合台灣水青岡的結果豐年，本年度共採獲14隻捲蛾幼蟲進行飼養，目前可能已經在果實內部化蛹，等待來年羽化。先前的採樣資料分別為2010年與2014年，去年雖然有採





取銅山地區台灣水青岡的果實，然而並未發現蛀實捲蛾利用。由於台灣水青岡數年才遇得到結果期的豐年，蛀實捲蛾的資料獲得不易，後續將持續採取果實樣本以進行蛀實捲蛾的研究。

(二) 檫櫟植群樣區與境外復育區昆蟲調查：

檫櫟與台灣水青岡同為冰河孑遺植物，臺灣水青岡生育地位於較高海拔，插天山自然保留區為其存續設下了阻隔人為干擾的屏障，然而檫櫟目前的原生育地面積狹小，雖然位於軍事管制區內可阻隔多數人為干擾，然而位處低海拔丘陵，周圍伴生樹種競爭激烈，在全球暖化持續的情況下族群恐難長久維持。因此境外復育區的設置為必要的保育措施之一。復育區的檫櫟個體的生長狀況、是否遭受昆蟲危害必須受到後續的觀察與監測。

目前研究團隊除了新豐的檫櫟原生育地之外，尚有三處檫櫟復育區的調查監測樣區；分別為明新科技大學旁邊的林班地、桃園楊梅區的太平靶場附近，以及新竹婦幼公園。

本年度自二月中旬前往檫櫟原生育地與境外復育區進行採樣，目前已完成全年規劃之調查，共記錄以檫櫟為食鱗翅目昆蟲幼蟲9科22種89隻次，各樣區種數比較如圖5.3。其中新豐(原生育地)記錄5科6種27隻次、太平靶場6科14種24隻次、婦幼公園4科5種14隻次、明新科大4科6種24隻次。詳細調查資料與名錄如表5.5。

本年度檫櫟鱗翅目昆蟲調查目前共發現3種新記錄種類，其中尺蠖科2種、刺蛾科1種，均為雜食性物種。

太平靶場的檫櫟調查到的鱗翅目昆蟲種數最多，有14種鱗翅目昆蟲利用，然而大多為雜食性種類。今年春季嫩葉期蟲害情形較少，但是青黃枯葉蛾的危害不可輕忽，青黃枯葉蛾的危害主要為原生育地與明新科大兩處，危害情形和去年同期相比較不嚴重，然而青黃枯葉蛾的熟齡幼蟲食量很大且會取食成熟葉片，因此還是不可忽視。

此外，新豐的檫櫟原生育地今年持續發現鞘蛾科(Coleophoridae)的記錄，鞘蛾科的蛾類在臺灣資料甚少，目前僅有幾筆記錄，推估該種為寡食性的種類，以殼斗科植物為食，詳細分類資料尚待確認。婦幼公園種植的檫櫟由於位在市區，為全日照的環境，鱗翅目昆蟲明顯較少，然而葉片有許多鞘翅目昆蟲危害造成的網狀食痕，雖無立即影響造成植物死亡，建議仍須加以觀察留意。

(三) 建立台灣水青岡指標昆蟲監測方法—兩種專食性裳蛾：

本年度另一目標在於測試並建立指標昆蟲—兩種專食性裳蛾的監測方法，日前兩種專食性裳蛾的研究論文投稿已被國際期刊(Annals of the Entomological Society of America)接受，經過小幅修改即可刊出。

本計畫目前已經完成該蛾類生育地—銅山、北插天山與鳥嘴山等三處監測樣點的選定與樣樹標定(圖5.3)，並依據以往多年調查累積的調查與試驗資料，擬定具體監測項目與方法如下：

1. 成蟲監測：





於八月初的成蟲發生期進行監測，首要目標在於記錄專食性裳蛾的族群變化。該種蛾類夜間具有趨光性，建議從八月初至九月中，採用夜間燈光誘集法進行調查。調查時間介於晚上七點至十二點，起霧的夜晚尤佳，以每小時為單位記錄趨光而至誘集布幕的成蟲數量，並統計總數量以進行比較。

建議調查工具之規格與明細如下：

1. 燈具採用電壓12V功率8W、T5規格、長度30公分的黑燈管，或是採用電壓12V功率15-35W之HID燈管，燈具與線路必須做好防水措施以防浸水損壞。
2. 誘集布幕長2公尺、寬1.5公尺，底部距地面約50公分，布幕四個角必須以繩索固定牢靠以避免強風干擾。
3. 電源採用可供電壓12V的行動電源(網路購買)，內含容量3400mA之18650動力鋰電池6-8顆，並準備多組電池以供替換。

****監測流程與注意事項:成蝶****

- (1) 分別在各樣區選定視野良好無遮蔽之開闊處做為燈光誘集樣點。
- (2) 於八月初至九月中旬，挑選農曆的月朔前後一周至選定之樣點進行夜間燈光誘集。
- (3) 調查時間介於晚上七點至十二點，起霧的夜晚調查效果較好。
- (4) 以每小時為單位，記錄趨光至誘集布幕之成蟲數量。
- (5) 累積年度資料，比較年間之差異與變化。

2. 幼生期監測：

成蟲產卵在台灣青岡的樹皮隱蔽處，與夸父槿灰蝶相同，冬天會以越冬卵的形式等待春季到來，配合台灣水青岡的生長期而孵化。卵的顏色與樹皮類似，在野外不易觀察，因此在野外僅能進行幼蟲的調查。幼生期的監測配合水青岡的嫩葉期，每年大約從三月開始，採用寄主植物翻查法進行調查，翻找台灣水青岡嫩芽與嫩葉進行調查作業，記錄調查數量。台灣水青岡生長緩慢，因此進行調查時應避免採用採剪法大量剪取枝葉而造成植物傷害。

****監測流程與重點:幼生期****

- (1) 在各個台灣水青岡分布地區選定樣樹。
- (2) 於三月至五月，以寄主植物翻查法調查幼蟲生長概況與利用情形，並注意是否有天敵或是寄生的狀況。
- (3) 記錄調查期間之幼蟲數量與寄生率、死亡率。
- (4) 比較各年度調查之變化情形。

六、結論：

(一) 今年春季台灣水青岡吐芽時間與去年接近，各植株的發育期與去年相比同樣呈現不同步的現象，同一時間有些植株已嫩葉平展，有些則嫩芽剛萌發，這兩年嫩葉期的鱗翅目幼蟲與往年相比種類與數量較少。目前發現台灣水青岡嫩葉期的鱗翅目昆蟲數量與環境的水氣似乎有關，往年台灣水青岡萌芽期大多適逢山區多雨的時節，雲霧繚繞、水氣豐沛為此時山區常態；然而這兩年春季調查期間各樣區環境呈現





較為乾燥，這對於鱗翅目昆蟲發育可能有不利的影響。

(二) 灰褐波冬尺蛾的近源種(*Operophtera* nr. *brunnea*)數量變化明顯，該種雖為雜食性物種，但是一年僅有一代，幼蟲早春出現，在銅山地區以早春的植物嫩葉如山毛櫸和石楠為食。2016年與2017年計量調查發現數量極多，為優勢物種。2018年開始調查數量下降，直至2020年春季調查數量仍少。冬尺蛾幼蟲數量減少期間適逢台灣水青岡結實率增加，兩者之變化有無關聯尚待進一步觀察與釐清。近幾年的調查發現冬尺蛾族群數量的年間波動變化明顯，可考慮列為指標物種。

(三) 研究觀察到本年度銅山地區的樹梢開花情形明顯，鳥嘴山與北插天山樣區部分植株也有開花，六月初調查時發現果實已經膨大，共計採取2789顆種子觀察蛀實捲蛾利用情形，本年度共採獲14隻捲蛾幼蟲進行飼養，目前可能已經在果實內部化蛹，等待來年羽化。蛀實捲蛾的資料獲得不易，未來將持續採取果實樣本以進行蛀實捲蛾的研究。

(四) 本年度春季調查發現銅山、鳥嘴山與北插天山樣區的林底層玉山箭竹持續枯亡，並發現有林下有當年生的實生苗。銅山與鳥嘴山樣區的當年生幼苗主要散生在稜線附近，而北插天山樣區的小苗則主要在海拔1500m左右的中坡平坦處，散生於母樹附近，然而夏天再次前往觀察，臺灣水青岡的小苗似乎死亡而不復見。

(五) 本計畫持續針對檫櫟原生地(新豐)與復育區(太平靶場、明新科大、新竹婦幼公園)的鱗翅目昆蟲相進行監測，今年春季嫩葉期蟲害情形較少，青黃枯葉蛾的危害主要為原生地與明新科大兩處，危害情形和去年同期相比較不嚴重，然而青黃枯葉蛾的熟齡幼蟲食量很大且會取食成熟葉片，因此還是不可忽視。

(六) 氣候變遷與極端氣候對於台灣水青岡與檫櫟族群造成存續上的壓力，為了將研究採樣對植物生長的影響減至最低，應避免大量的採剪枝葉造成植物傷害。因此本研究的昆蟲幼蟲採樣將持續以寄主植物翻查法代替採剪法來進行調查，往後若有相關研究進行也建議採用此方法。

(七) 未來工作事項:

1. 持續進行台灣水青岡與檫櫟的鱗翅目昆蟲調查，並特別注意雜食性物種的危害情況。
2. 試驗各個指標物種的監測方法與監測流程，本年度主要對象為兩種以水青岡為食的專食性裳蛾，明年將開始測試並建立沈氏夙舟蛾與太平山跨舟蛾的監測方法與流程。

七、參考文獻：

- 矢田脩 (2007) 新訂原色昆蟲大圖鑑I。460pp。
- 岸田泰則 (2011) 日本產蛾類標準圖鑑I。352pp。
- 岸田泰則 (2011) 日本產蛾類標準圖鑑II。416pp。
- 岸田泰則、廣渡俊哉、那須義次 (2013) 日本產蛾類標準圖鑑III。359pp。
- 岸田泰則、坂卷祥孝、那須義次、廣渡俊哉 (2013) 日本產蛾類標準圖鑑IV。552pp。





- 唐立正 (2000) 插天山自然保留區昆蟲相調查研究 (II)。農委會林務局新竹林區管理處。
- 徐堉峰、羅尹廷 (2001) 夸父綠小灰蝶之生態學研究 (一)。行政院農業委員會林務局新竹林區管理處。
- 徐堉峰、黃嘉龍 (2002) 夸父綠小灰蝶之生態學研究 (二)。行政院農業委員會林務局新竹林區管理處。
- 張保信 (1989a) 臺灣蛾類圖說 (一)。臺灣省立博物館。
- 張保信 (1989b) 臺灣蛾類圖說 (二)。臺灣省立博物館。
- 張保信 (1990a) 臺灣蛾類圖說 (三)。臺灣省立博物館。
- 張保信 (1990b) 臺灣蛾類圖說 (四)。臺灣省立博物館。
- 張保信 (1991) 臺灣蛾類圖說 (五)。臺灣省立博物館。
- 陳子英 (2009) 臺灣水青岡林生物多樣性調查及保育機制之研究 (1/3)。行政院農業委員會林務局。117頁。
- 陳子英 (2010) 臺灣水青岡林生物多樣性調查及保育機制之研究 (2/3)。行政院農業委員會林務局。132頁。
- 陳子英 (2011) 臺灣水青岡林生物多樣性調查及保育機制之研究 (3/3)。行政院農業委員會林務局。214頁。
- 陳子英、謝長富、毛俊傑、賴玉菁、林世宗、胡哲明、徐堉峰、楊正釧、林哲榮、孔祥璿、陳品邑、邱宗儀、巫智斌 (2011) 冰河子遺的夏綠林-臺灣水青岡。行政院農業委員會林務局。271頁。
- 傅建明、左漢榮 (2002) 鞍馬山的蛾 (1)。台中縣鄉土自然研究會。
- 傅建明、左漢榮 (2004) 鞍馬山的蛾 (2)。台中縣鄉土自然研究會。
- 楊平世、吳文哲、洪淑彬 (1996) 臺灣野生動物調查昆蟲資源調查手冊。行政院農業委員會。227頁。
- 羅尹廷 (2001) 夸父綠小灰蝶之生態學初探。碩士論文。國立臺灣師範大學生物學系。72頁。
- 施禮正 (2008) 臺灣蛾訊 MOTHS of Taiwan。2019年1月16日，取自：<http://mothtaiwan.blogspot.com>
- Krauss J., I. Steffan-Dewenter and T. Tscharntke (2003) Local species immigration, extinction, and turnover of butterflies in relation to habitat area and habitat isolation. *Oecologia* 137:591-602.
- MacArthur, R.H. and E.O. Wilson (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press.
- MacArthur, R.H. and E.O. Wilson (1963) An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- Michael J. Novacek and Elsa E. Cleland (2001). The current biodiversity extinction event: Scenarios for mitigation and recovery. *PNAS* 98: 5466-5470
- NHM (2019) *Hosts: a Database of the World's Lepidopteran Hostplants*.





- <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/search/index.dsml>; accessed: Jan. 16. 2019.)
- Opler, P. A (1974a) Biology, Ecology, and Host Specificity of Microlepidoptera Associated with *Quercus agrifolia* (Fagaceae). University of California Publications in Entomology 75:1-83, plates 1-7.
- Opler, P.A. (1974b) Oaks as Evolutionary Islands for Leafmining Insects. American Scientist 62:67-73.
- Opler P.A. and D.R. Davis(1981) The leafmining moths of the genus *Cameraria* associated with Fagaceae in California (Lepidoptera, Gracillariidae). Smithsonian contributions to Zoology 333: 58.
- Rey, J. R., McCoy, Earl D. and D.R. Strong (1981) Herbivore Pests, Habitat Islands, and the Species-Area Relation. Am. Nat. 1981. Vol. 117, pp. 611-622.
- Robinson, G.S., P.R. Ackery, I.J. Kitching, G.W. Beccaloni and L.M. Hernández (2001) Hostplants of the moth and butterfly caterpillars of the Oriental region. Natural History Museum in association with Southdene Sdn Bhd. 744 pp.
- Robinson, G.S., P.R. Ackery, I.J. Kitching, G.W. Beccaloni and L.M. Hernández (2002) Hostplants of the moth and butterfly caterpillars of America north of Mexico. Memoirs of the American Entomological Institute 69: 1-824.
- Roger, L. H. Dennis. (1993). *Butterflies and Climate Change*. Manchester University Press, Manchester, U.K. 302 pp.
- Sørensen, T. (1948) A Method of Establishing Groups of Equal Amplitudes in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content and Its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter, 5, 1-34.
- Wilson, E.O. (1988) The current state of biological diversity. In: Wilson, E.O. & F.M. Peter (eds.) Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C. Pp. 3-18
- 日本産の蛾のWEB図鑑An Identification Guide of Japanese Moths Compiled by Everyone (AIGJMCE) (2003). Retrieved 1. 16, 2019, from the World Wide Web: http://www.jpmoth.org/Noctuidae/Catocalinae/Catocala_nubila.html



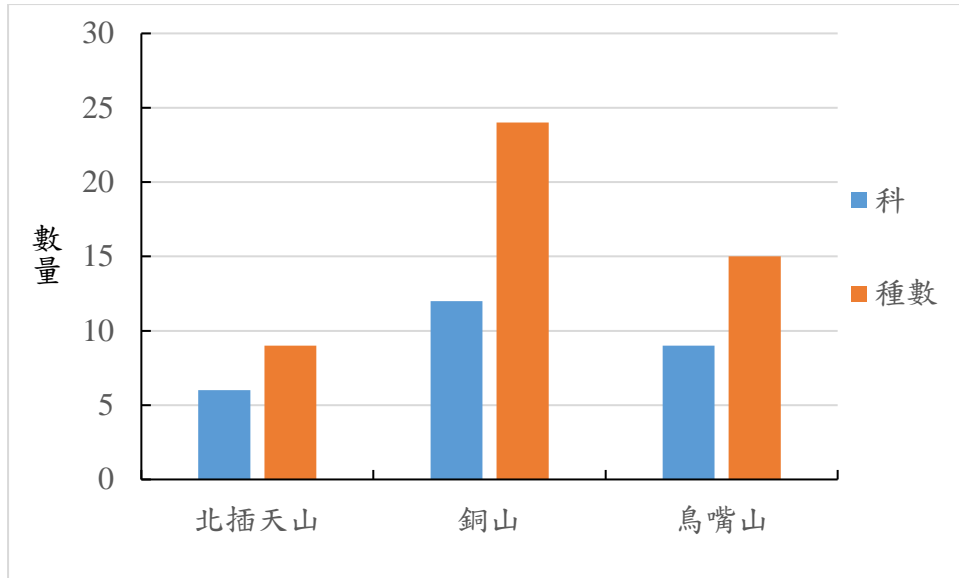


圖 5.1 2020 年台灣水青岡各樣區採獲鳞翅目昆蟲種數比較。

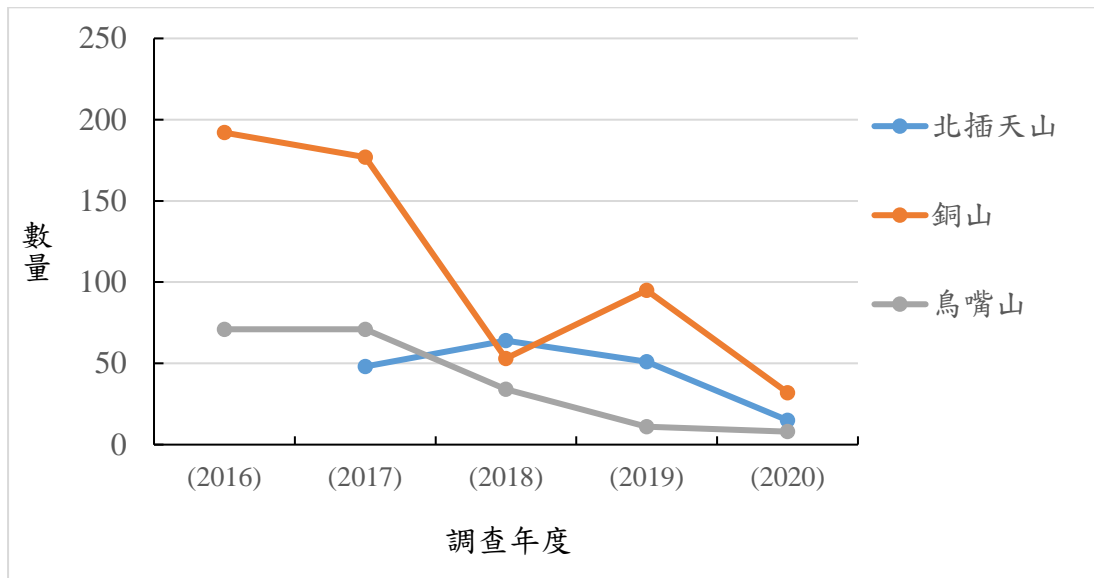


圖 5.2 2016-2020 年台灣水青岡各樣區鳞翅目昆蟲數量之比較(春季嫩葉期)。

表 5.2 2020 年台灣水青岡鳞翅目昆蟲名錄。

科別	種類	地點/數量			食性	新增種類
		北插	銅山	烏嘴山		
尺蛾科 Geometridae	Geometridae sp.1		6		廣	
	<i>Operophtera nr. brunnea</i>				廣	
	Geometridae sp.13		1		廣	
	Geometridae sp.16		1			
	Geometridae sp.19			1	廣	
	Geometridae sp.2		4	1	專	
	Geometridae sp.24			1	廣	
	Geometridae sp.27		1		廣	





科別	種類	地點/數量			食性	新增 種類
		北插	銅山	鳥嘴山		
	Geometridae sp.7		1		專	
舟蛾科 Notodontidae	<i>Pheosiopsis seni</i> 沈氏夙舟蛾	3	1	1	專	
	<i>Syntypistis taipingshanensis</i> 太平山胯舟蛾	3	1		專	
折角蛾科 Lecithoceridae	Lecithoceridae sp.1		2		專	
刺蛾科 Limacodidae	Limacodidae sp.4		1		廣	●
夜蛾科 Noctuidae	Noctuidae sp.2		2		專	
	Noctuidae sp.21			1	廣	●
	Noctuidae sp.7		1		專	
捲蛾科 Tortricidae	Tortricidae sp.11	3	7	1	專	
	Tortricidae sp.12	1	1		廣	
	Tortricidae sp.13	3			專	●
	Tortricidae sp.2		1		專	
	Tortricidae sp.6			1	廣	
	<i>Pseudopammene nr. fagivora</i> 水青岡蛙食小捲蛾		14		專	
細蛾科 Gracillariidae	<i>Caloptilia</i> sp.			2	專	
	<i>Phyllonorycyer</i> sp.	5	3	10	專	
斑蛾科 Zygaenidae	Zygaenidae sp.2		1		狹	
微蛾科 Nepticulidae	Nepticulidae sp.1			2	專	
裳蛾科 Erebidae	<i>Calliteara taiwana</i> 臺灣麗毒蛾		1		狹	
	Hepatica sp.	3		1	專	
	<i>Euproctis sericea</i> 雪黃毒蛾		1		狹	●
	Lymantriinae sp.1	1			廣	
	Lymantriinae sp.10			1	廣	●
	Lymantriinae sp.8			2	廣	
	Lymantriinae sp.9		1		廣	●
瘤蛾科 Nolidae	<i>Tyana falcate</i> 綠角翅瘤蛾		1		狹	
蓑蛾科 Psychidae	Psychidae sp.2		1	2	專	
螟蛾科 Pyalidae	Pyalidae sp.9			2	廣	●
織蛾科 Oecophoridae	Oecophoridae sp.2	2	8		廣	

表 5.3 2020 年台灣水青岡春季開芽期物候記錄。



1091660



樣區	調查日期	開芽情形(2020)
銅山	0309	開芽 2-3 成，個體開芽程度差異大，有些已平展，有些剛開芽。樹梢開花情形明顯。
	0326	開芽約 5 成。個體差異大，部分葉片平展、部分剛開芽。有些植株上層開花，中下層剛展嫩葉。蟲少。林下有小苗。
北插天山	0324	開芽 4 成，有些植株葉片已平展，部分植株上層開花，地被箭竹開花死亡，中坡大樹附近平坦處發現小苗，蟲少。
	0417	嫩葉平展，部分已硬化。蟲少。
鳥嘴山	0317	開芽約 4 成。個體開芽程度差異大，有些葉已平展，有些芽尚未抽出。上層樹梢有開花。林下發現 14 棵當年生小苗。
	0330	嫩葉已平展，尚未硬化，蟲少。





表 5.4 2020 年水青岡蛀實小捲蛾採樣結果。

地點	銅山	北插天山
編號	20G12	20G15
採樣日期	2020.7.16	2020.7.31
果實數量	1181	1608
捲蛾數量	14	0
備註	共有 19 個果實有食痕	果實都很完整

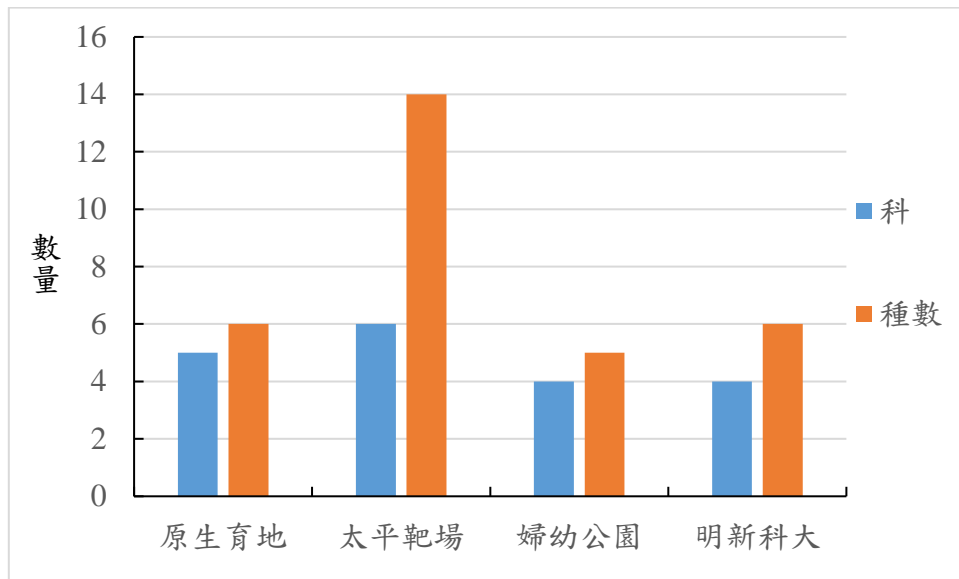


圖 5.3 2020 年櫟櫟原生育地與復育區採獲之鱗翅目昆蟲種數比較。

表 5.5 2020 年櫟櫟原生育地及復育區鱗翅目昆蟲名錄。

科別	種類	地點				新增種類
		原生育地	太平靶場	婦幼公園	明新科大	
尺蛾科 Geometridae	<i>Ectropis</i> sp.	1				
	Geometridae sp.3		1			●
	Geometridae sp.4			3		●
	<i>Cusiala boarmioides</i> 白波緣尺蛾		1			
	<i>Cleora alienaria</i> 汗褐鋸尺蛾		2		8	
	<i>Hyposidra talaca talaca</i> 突角黯鈎尺蛾		4	2	6	
灰蝶科 Lycaenidae	<i>Acytolepis puspa myla</i> 靛色琉灰蝶		2			
刺蛾科 Limacodidae	<i>Trichogyia</i> nr. <i>concava</i>		1	1		●
	<i>Nagodopsis shirakiana</i> 鳥糞刺蛾		2			





科別	種類	地點				新增種類
		原生 育地	太平 靶場	婦幼 公園	明新 科大	
枯葉蛾科 Lasiocampidae	<i>Trabala vishnou guttata</i> 青黃枯葉蛾	3			5	
捲蛾科 Tortricidae	Tortricidae sp.Q1		2			
	Tortricidae sp.Q2		1			
	Tortricidae sp.Q3		3			
細蛾科 Gracillariidae	<i>Acrocercops unistriata</i>	18				
裳蛾科 Erebidae	<i>Spilarctia subcarnea</i> 人紋污燈蛾				1	
	<i>Euproctis taiwana</i> 台灣黃毒蛾				1	
	<i>Euproctis inornata</i> 白斑黃毒蛾		1			
	<i>Olene mendosa</i> 基斑毒蛾	1		1		
	<i>Olene dudgeon</i> 褐斑毒蛾		1			
蓑蛾科 Psychidae	Psychidae sp.1	3	2	7	3	
	Psychidae sp.2		1			
鞘蛾科 Coleophoridae	Coleophoridae sp.1	1				

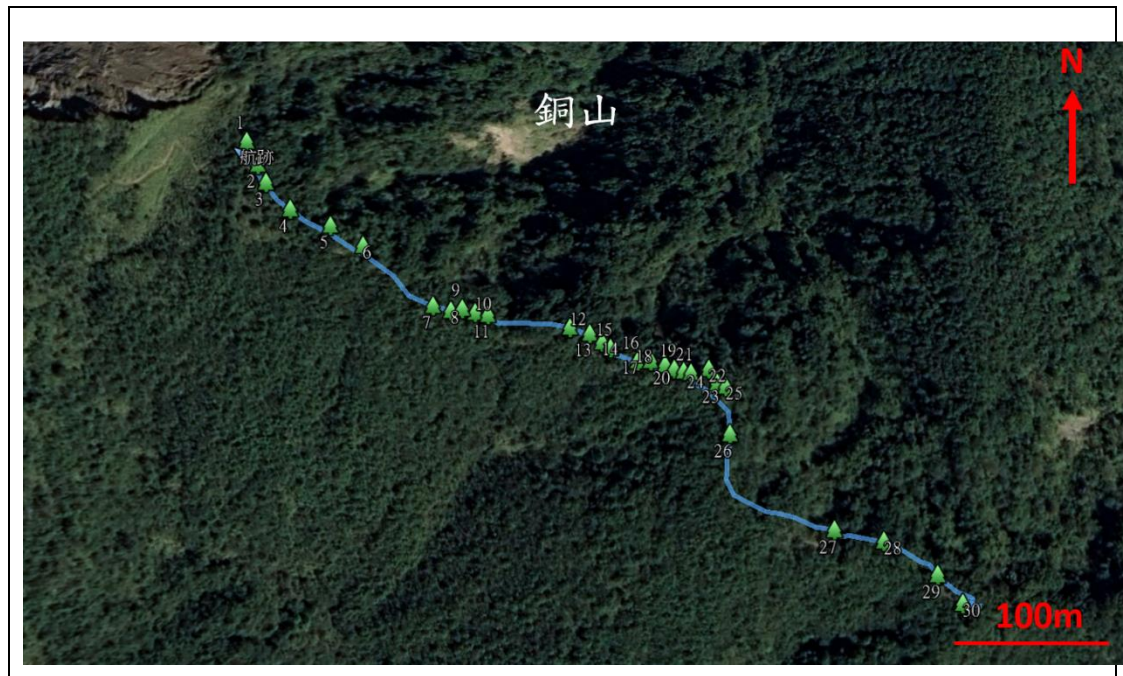




圖 5.3 兩種專食性裳蛾監測樣線與樣點設置圖



圖 5.3(續) 兩種專食性裳蛾監測樣線與樣點設置圖

