

專題

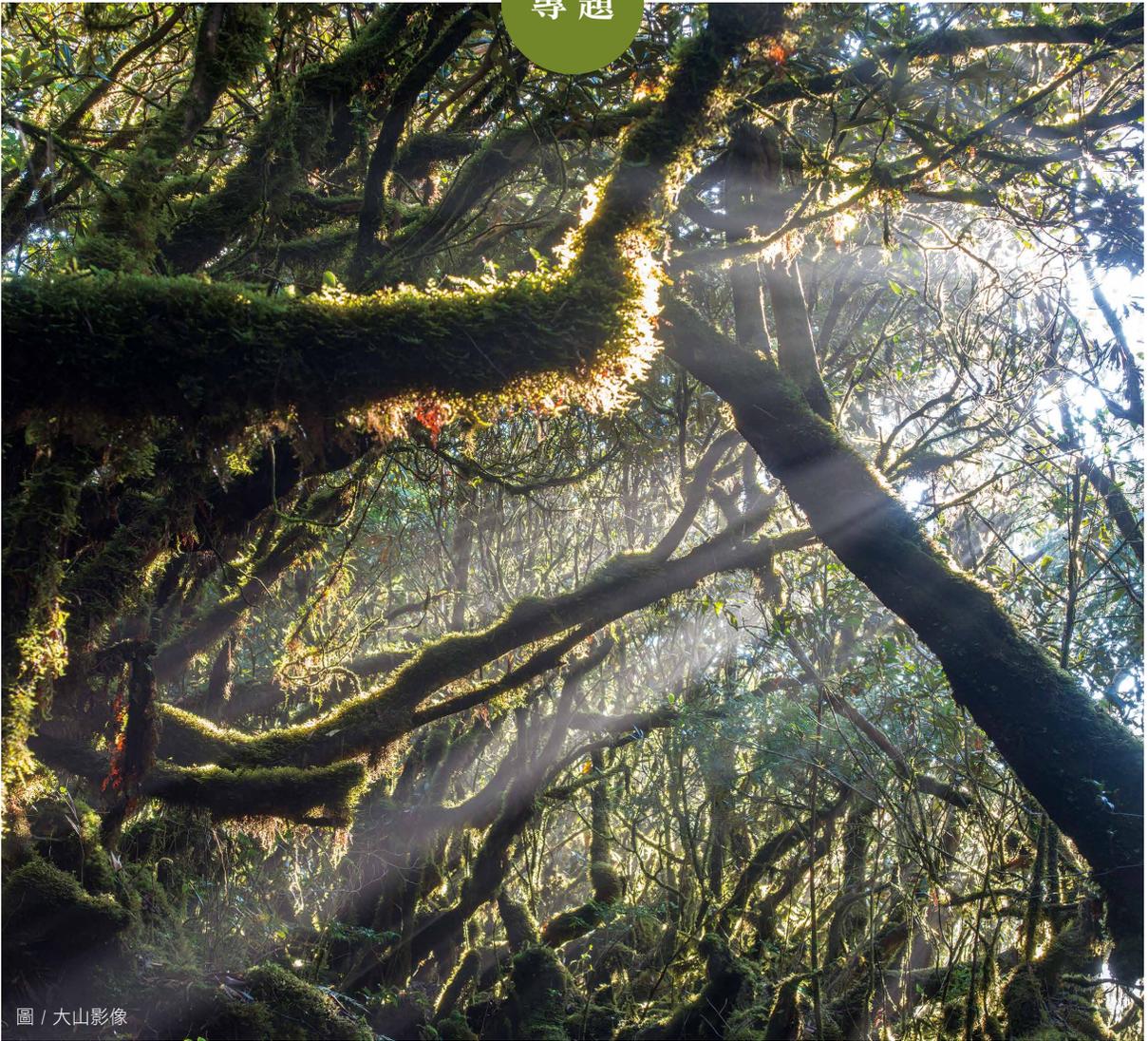


圖 / 大山影像

林下經濟 青出於藍

文、圖 | 郭礎嘉 | 嘉義大學生物資源學系博士後研究員
 朱恩良 | 行政院農業委員會特有生物研究保育中心植物組研究助理（通訊作者）
 傅元陽 | 花蓮青陽蝴蝶農場負責人
 葉美青 | 花蓮青陽蝴蝶農場執行長

林下經濟是臺灣林業發展的新面向，藉由林地的生態環境，在林下開展複合式產業經營，除了林木生長之外，同時發展生產森林副產物、旅遊、環境教育或森林療癒等等附加價值，希冀能提高林農收益並兼顧生態環境，發揮森林永續經營與經濟的綜合效益。

林下經濟是臺灣林業發展的新面向，藉由林地的生態環境，在林冠下開展複合式產業經營，除了林木生長之外，同時發展生產森林副產物、旅遊、環境教育或森林療癒等等副價值，希冀能提高林農收益並兼顧生態環境，發揮森林永續經營與經濟的綜合效益。對農作維生的林農而言，相較於需要栽植森林副產物，然而，要選出適合作為林下經濟的物種並不容易，必須具備耐陰性、對林木影響較低、耗費地力小且具經濟價值等等條件，目前林務局僅表列林下養蜂、金線連、段木香菇及木耳等4項可經營之森林副產物，其他合適物種與經營方式，仍在持續試驗中。其中，在藍染文化中佔有重要地位的植物—山藍（*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze），也是具有發展林下經濟潛力的候選物種之一。

山藍又稱馬藍、山菁、大菁、南板藍根，為爵床科多年生草本植物，分布於中國、印度、孟加拉等地，是重要的傳統染料植物之一。藍染文化歷史悠久，早在先秦時代的書籍中即有以植物作為藍染原料的紀錄；如《大戴禮記·夏小正》：「五月啟灌藍蓼。」以及《禮記·月令》：「令民毋艾藍以染。」在《荀子》勸學篇中：「青，取之於藍而青於藍。」更是以藍靛製作過程勉勵弟子應當勤奮向學，以超越老師為目標。而明代《天工開物》彰施第三卷，藍澱一節中述明：凡藍五種，皆可為澱。茶藍即菘藍，插根活。蓼藍、馬藍、吳藍等皆撒子生……凡造澱，葉與莖多者入窖，少者入桶與缸。水浸七日，其汁自來。每水漿一石下石灰五升，攪衝數十下，澱信即結。水性定時，澱澄於底。

文中不僅記述到山藍可用於藍染，也詳述其種植、培育、收成時期，以及後續製作藍靛的方法，顯見山藍在藍染文化中的源遠流長。

山藍並非臺灣的原生植物，最早於嘉慶年間（約1796年）隨著漢民移入臺灣，在文山堡一帶（現今臺北市公館以南，包括文山、新店、深坑、石碇、坪林、雙溪等區）淺山區大量栽植。因環境適宜山藍生長，且製作藍靛的獲利不錯，因此到了咸豐年間（約1851-1861）大量栽植。全盛時期，僅文山堡一地，每年就有1,400萬斤的藍泥產量，在1880年間甚至是當時臺灣輸出品總量的第三位，輸出金額的最大宗。爾後隨著臺灣茶葉的價格飆漲，農民紛紛將山藍園改植為茶園，加上20世紀初歐洲發明人工合成染料，對藍靛的需求量逐漸下降，臺灣藍染產業也就隨之沒落。

近年，紡織品工業的高度汙染以及部分化學染料具備致癌性，使人們對科技過度發展的重新反思。加上傳統文化資產受到重視，傳統的藍染工藝結合嶄新流行設計元素，以文創之姿再次興起，也使得山藍再次成為經濟作物。此外，山藍除了提煉染劑之外，其植株可加工後成為中藥材—「青黛」，具有抗發炎的藥效，臨床研究顯示山藍成分具有治療流行性乙型腦炎、玫瑰糠疹以及流行性出血結膜炎等等效果，更增添山藍的經濟價值。爰此，本研究與青陽農場合作，一同試驗山藍於林下栽植的可行性；我們在不同環境下栽植山藍，量測其生長勢與產量，評估山藍是否為合適的林下經濟作物，同時了解山藍對林下生物多樣性的助益及對林農以短補長的經濟助益之可行性示範種植。

研究過程

研究材料研與究地點

山藍為爵床科馬藍屬植物，為多年生草本，植株可達50-100公分，莖基部會有木質化現象。山藍偏好中低海拔潮濕、半遮蔭的環境，

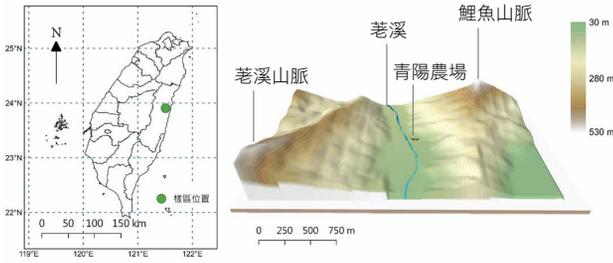


圖1、研究區域位置與地形。(地形資料來自於內政部20公尺網格數值地形模型資料)

能耐寒，怕高溫、乾旱或淹水，在臺灣歸化後分布於北部與中部低海拔山區，常見於溪流旁林蔭下。山藍的葉子是製作「藍靛」的主要原料，此外，山藍木質化的莖部至根部又稱為南板藍根，是重要的中藥材。本研究之試驗地點為花蓮縣壽豐鄉的青陽農場，青陽農場位於荖溪沖積而成的河谷平原上，占地約6公頃；緊鄰荖溪，東側為鯉魚山（海拔601m），西側為荖溪山（海拔742m），農場的 average 海拔高度約為100m（圖1）。依據2010-2018年鯉魚潭氣象站（於研究區域北方3km處）資料統計（圖2），該區域年均溫為14.3°C，平均年降雨量為2235.3mm，5-11月為特濕期，其餘月份屬於相對潮濕期，氣候十分適合偏好潮濕溫暖的山藍。

研究方法

本研究於青陽農場分別選擇開闊地、林蔭下以及溪流岸3種生育地環境，分別開闢500m²的試驗地（圖3），每塊試驗地皆栽植1,500株山藍。由於山藍屬於陰性植物，因此開闊試驗地上以黑網遮光，避免陽光直射，對植株造成傷害。在實驗過程中，皆以粗放方式養護。在不同試驗地中，分別在設置3個3×3m的子樣區，每個子樣區中均勻種植100株山藍，並從中選取5株山藍作為監測樣株，持續量測其株高、覆蓋長度、覆蓋寬度、單葉片長度、單葉

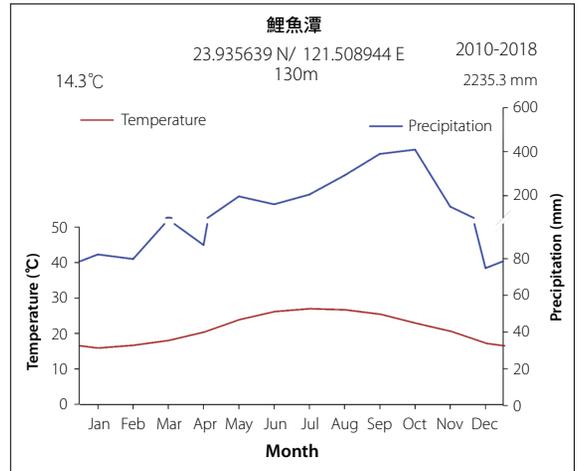


圖2、研究區域之生態氣候。



圖3、試驗地位置。(底圖為google衛星圖)

片寬度等變數。最後分析時，再以覆蓋長、寬計算覆蓋面積，以葉片長、寬計算其葉面積。

實驗時間從2018年3月開始至2018年10月。在研究期間，於6月時進行一次採收。在採收時各樣區另外設置1塊3×3m的對照樣區，對照樣區不進行採收，以了解山藍的完整生長情形。其他樣區僅採收葉面積較大、葉片較厚且葉面呈暗綠色之葉片，其餘植株繼續生長，並於10月30日時，將3塊試驗地的馬蘭完全採收。採收後的馬蘭製作成藍靛以後，再比較各試驗地的成果。此外，為比較3種生育地的土壤條件，在種植前進行土壤採樣，並委託花蓮農業改良場進行土壤肥力檢測，以了解土壤特性。

結果與討論

土壤肥力

依據農改場之檢測與建議，3塊試驗地的土壤有效磷含量極高，宜酌減磷肥施放用量，或使用溶磷菌等微生物肥料增加磷肥有效性，否則可能發生鋅與鐵等微量元素缺乏情形。另外土壤鈣、鎂含量極高，單次期作內無須再施用鈣、鎂肥。開闢試驗地的土壤有機質含量偏高，可酌減有機質肥料用量，以免養份難以釋出的可能。此外，土壤有效鉀含量偏低，可酌增鉀肥施用量。溪流試驗地之土壤偏鹼性，需注意微量元素缺乏情形。林下試驗地的土壤偏鹼性且土壤鉀含量偏低，應注意鉀肥與微量元素補充；土壤有機質含量偏低，宜酌增低氮磷鉀的有機質肥或與綠肥輪作；土壤有效磷含量偏高，可酌減磷肥施放用量。三塊試驗地的檢測結果顯示暫不需要額外施肥，顯示試驗地的土壤養分充足。

撫育與生長情形

本研究於2017年12月6日開始，進行整理苗床、扦插，到2018年3月7日進行初植。在5-7月間亦因氣候乾旱溫度上升，唯恐連續炎熱氣候致使山藍枯萎，故使用人工澆水（開闢地2次、溪流地0、林下1次）。又因開闢地植栽接近黑網覆蓋邊緣部分，乾化現象較嚴重，山藍色素呈現較差，故於3月29日增加黑網遮光率，致使山藍逐漸正常化成長，然色素成長有待時間茁壯。

山藍生長過程中開闢地雜草如：大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*) 及紫花藿香蓀 (*Ageratum houstonianum*) 等成長迅速，因此於雜草高於山藍時，進行除草（開闢地2次、溪流0、林下1次）。林下除草則是因為藤

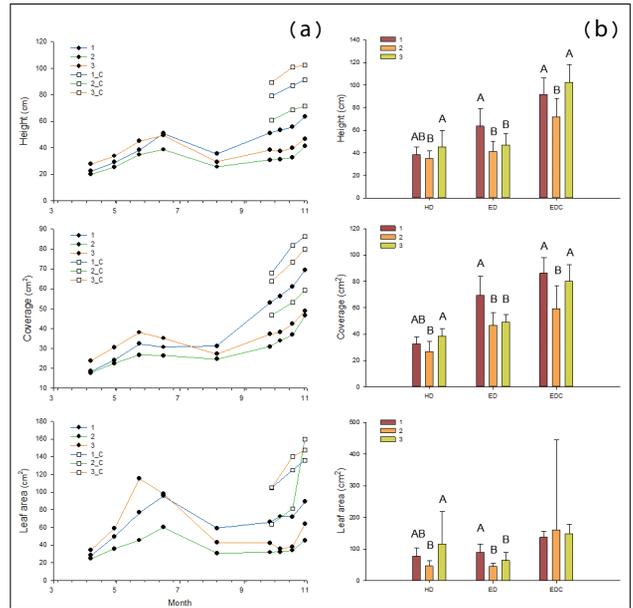


圖4、試驗期間3座試驗地（1：開闢地，2：溪流地，3：林蔭下；c代表對照組）馬藍之平均高生長、平均覆蓋面積以及平均葉面積比較（a）；以及第一次採收前（523，HD）、完全採收前（1030，ED）、完全採收前的對照樣區（EDC）3種情況下之高生長、覆蓋面積以及葉面積之比較（b）；大寫字母表示多重比較法分組結果，多重比較使用。

蔓纏繞山藍，故進行1次的除蔓工作。

在6月第一次收成前，可見3個試驗地的植株生長性狀逐漸產生差異（圖4a）。山藍適合生長於林蔭下，自4月份第一次調查到6月份第一次採收前，林下試驗地的平均植株高、平均覆蓋面積以及平均葉面積皆高於其他兩座試驗地。直到第一次採收時（圖4b），林下試驗地的植株高、覆蓋面積與葉面積顯著高於溪流試驗地（ $p < 0.05$ ），而與開闢試驗地沒有顯著差異。6月採收後，植株高度與覆蓋面積略有下降。在採收後，由於6-7月連續高溫，7月上旬更因瑪莉亞颱風，花東地區發生40°C高溫的焚風，致使試驗地的山藍生長不良，8月測量時，植株高度、覆蓋面積以及葉面積皆下降。爾後8-10月經過採收的植株逐漸恢復，11月採收前量測，開闢試驗地的平均植株高度、覆蓋面積以及葉面積顯著高於另外兩塊試

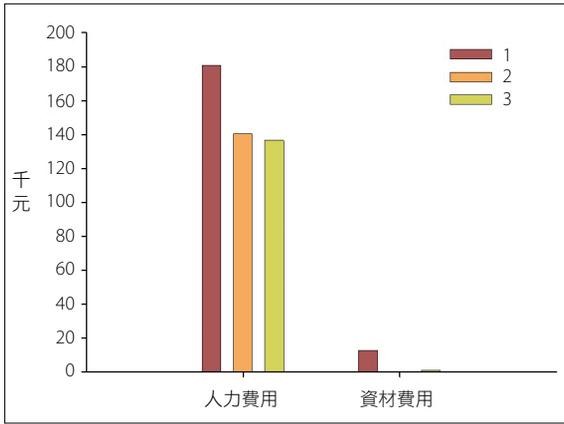


圖5、3座試驗地從栽植至收成製靛總人力與資材費用（1：開闊地，2：溪流地，3：林蔭下）。

驗地 ($p < 0.05$)。另外，比較未受採收干擾的對照樣區（圖4），開闊試驗地的植株高度與覆蓋面積與林下試驗地無顯著差異，而兩者之植株高度與覆蓋面積皆顯著高於溪流試驗地 ($p < 0.05$)。

綜合比較3座試驗地的生長情形，在試驗中期沒有採收干擾的情況下，開闊試驗地與林下試驗地的生長情形相似，而溪流試驗地的生長情形較差。植株在6月第一次採收後，開闊試驗地恢復狀況最好，而林下試驗地與溪流試驗地結果相似。

山藍產量與綜合評估

第一次各試驗地的採收成果，在開闊試驗地總計採收32公斤山藍，製靛後取得3.2公斤的藍靛；溪流試驗地共採收21公斤山藍，製靛後取得1.7公斤的藍靛；林下試驗地共採收35公斤山藍，製靛後取得3.7公斤的藍靛。第一次採收並製成藍靛的比例，開闊地為10.0%，溪流地為8.1%，林下為10.6%，顯示林下試驗地的收成量與品質最佳。比較總收成成果，開闊試驗地採收155公斤山藍，去除枝條後得到123.1公斤原料，製靛後取得11.2公斤的藍靛；溪流

試驗地共採收34.7公斤山藍，去除枝條後得到28.0公斤原料，製靛後取得2.4公斤的藍靛；林下試驗地共採收122.8公斤山藍，去除枝條後得到98.7公斤原料，製靛後取得9.7公斤的藍靛。製成藍靛的比例，開闊地為9.1%，溪流地為8.6%，林下為9.5%。雖然開闊試驗地收穫較大量的山藍，但是以藍靛製成率而言，仍是林下試驗地的品質最佳。

比較3座試驗地的投入成本（圖5），開闊試驗地所花費資金最多，其次是溪流試驗地，開銷最低的是林下試驗地。開闊試驗地因清理地上雜草及移除深根植株，雖為平地然因所需費時，加上因陽光直射，不適合山藍生長環境，故需架設黑網，從園區採竹到架設網架及覆網，所投入的人力及資材的費用均比兩個樣區多，在人力及投入資材的總額比例上，就佔了41.8%。溪流試驗地並未使用到任何資材，故在資材費用最低。然而在期初環境整理部分，因地勢地形較不規則及陡峭，故在整地、種植及採收須花費較多人力工時，花費費用佔總額的29.7%。林下試驗地本為次生林，強勢銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 及各種攀附性植物穿梭林間，為使增加種植面積及移除外來入侵物種，只能用人力逐步處理。其間又因爬藤植物成長會纏繞山藍植株，故在試驗期間進行除蔓。資材投入乃是因為氣候炎熱，進行了一次澆水行動所分擔的資材費。在人力及投入資材的總額佔了28.5%，為3座試驗地所投入人力及資材總數最少者。

以投入成本、生長情況以及最後收穫三者綜合評估，林下試驗地可以得到高品質的山藍，縱使在受到干擾後生長勢受到影響，仍有良好的收成量與藍靛製成率。開闊試驗地雖然有最大的收穫量，然而需要投入的人力成本較高，也需要耗費資材，營造環境，因此並非最佳選

擇。溪流試驗地的整體表現最差，除了地形因素導致採收上人力成本增加之外，然因溪流地的立地基質多為礫石，營養質容易流失，可能對山藍成長及色素的生成有影響，最後的收穫量與藍靛製成率是3座試驗地表現最差的，不宜繼續投入生產。

總體經濟效益評估與附加價值

整體而言，本研究共投入47萬多的成本，年度收入23公斤之藍靛。若以市價每公斤800-1,200元來計算，收入金額約為1萬8千至2萬7千之間，益本比僅3.9-5.8%。然而本次研究為試驗性質，在開闢試驗地初始時期就必須投入大量資金，爾後營運維護所需之人力成本將會降低許多。此外，在第一次採收後，植株仍在恢復期即遇到焚風傷害，對植株生長傷害甚劇。若將第一期採收提前至春季，讓植株恢復期提前，降低受到熱害的機率，或可提高第二期採收的產量。依據國外研究，營運成熟的山藍田能達到年可二穫的產量，屆時即可增加收益。

除了藍靛的收益之外，本試驗期間辦理了一次體驗活動與一場環境教育。除了讓學員瞭解藍染文化的歷史脈絡外，也透過採收山藍、製成藍靛到手工染布等等課程，讓學員體驗藍染文化的魅力。另外，本試驗採用粗放方式經營，整地、除草、除蔓都以人工方式進行，並未在試驗地內施用農藥、肥料或除草劑，因此對試驗地生態的影響降到最低。甚至在剷除大片銀合歡後，林下試驗地首次於本年度4月有黑翅晦螢 (*Abscondita cerata*)、6月有黃肩脈翅螢 (*Curtos mundula*) 及9月的臺灣窗螢 (*Pyrocoelia analis*) 開始出現在林間或在林緣穿梭；11月以後夜間山窗螢 (*P. prartexta*) 及雙色垂鬚螢 (*Stenocladus bicoloripes*) 幼蟲發出明亮螢光，顯示林下生態環境獲得改善。

在剷除外來種並採用生態友善方式經營林地，不僅提升生態品質，若螢火蟲族群可以穩定成長，也能成為生態旅遊的亮點之一。

結論

山藍久為漢人之生活產業，取自山林用於生活。臺灣的藍染產業曾盛極一時，然因科技發達、現代化的變遷以及外來染料的引入，致使傳統產業快速沒落；而當整體環境遭受棲地破壞、工業化污染、自然資源耗竭、外來物種入侵等等因素影響，也致使人們開始醒思，鼓吹以友善環境，善待大地的操作方式，做為自然環境永續應用的準則；於是山藍的種植，又激起了人們古老的生活記憶，近十幾年來，許多有心人士，默默地想將山藍的傳統產業找回來，因此坊間開始有諸多的染房辦理山藍DIY活動；但真正能從種植到自製藍靛並染出各式各樣的服飾和生活用品者卻不多。所以山藍的興起，應是再一次讓許多熱愛藝術或已沒落的農村經濟，重新閃現一道明亮的曙光。

本計畫將來的延伸發展，應以實作與應用雙向推廣發展，透過種植技能的養成、藍染提煉技術的傳承到創意發揮的整合，培養出更多熱愛生態及臺灣藍染的民眾，從正視生態、生活、生產三生一體永續經營的概念推動，以達三贏的境界。🌱