

# 臺灣林下經濟的 推動與發展

文圖 | 何政坤

( 林業試驗所育林組研究員兼組長退休 )

撰文 | 許原瑞

( 林業試驗所蓮華池研究中心研究員兼主任退休 )

林下經濟的推動，對於臺灣林業發展的過程是一項理念上的變革，也是對傳統林業工作同仁現場執行上的一大挑戰，牽動著林農生計、環境保育及現場管控行政作為等，不可不慎，必須有堅實的科學數據及完整的行政配套。

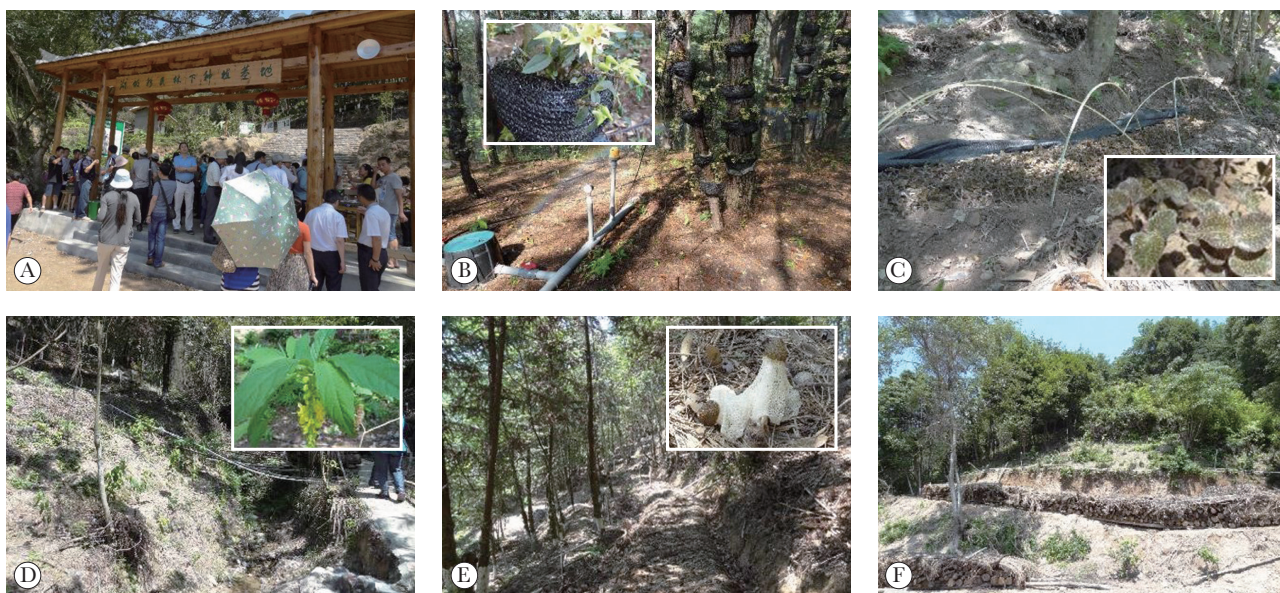
## 林下經濟起源

森林冠層下永續經營森林副產物主要法源來自林產物處分規則的森林副產物處分，中國稱之為林下經濟。美國及日本稱林下農作 (forest farming)，就是在森林樹冠層適當遮陰度的保護下，栽培高價值的特殊作物，如人參、香菇、觀賞蕨類等。中國從2007年開始推動林下經濟，建立示範區推廣 (圖1A)，利用樹幹栽培鐵

皮石斛 (圖1B)、在林下的林地鬆土整理苗床栽培中國金線連 (圖1C)、黃花遠志 (圖1D) 與竹蓀 (圖1E) 及利用林內孔隙地栽培段木香菇 (圖1F)。利用此種模式推廣10年後評估成效，估計提高農民收益30.5%。中國林下經濟的經營模式對林地採取鬆土中耕的農作集約管理，不適合在臺灣陡峭林地進行，需要加以調整。

## 林下經濟模式與策略

林下經濟發展模式有：林菌、林牧、林藥、林糧、林油、林果、林菜、林草、及綜合上述之複合模式。林下經濟發展以生態為基礎 (生態)，以經濟效益為目標 (生產)，林業發展向來靠政府補貼，林下經濟發展模式可產生自給型的社區特色



【圖1】中國林下經濟的樣態：A建立展示示範區，B樹幹栽培鐵皮石斛，C林下做苗床栽培中國金線蓮，D林下整地栽培黃花遠志，E林下做苗床栽培竹筴，F林間孔隙栽培接種段木香菇

產業或與產業結合的企業化經濟體系（生活），即農委會所推動的三生農（林）業政策。採取的策略依林業經營的過程，林分的生長變化、育林作業的施做進行調整林下作物的栽培：

一、依林相結構（從造林至成熟林/時間序列）選擇合適的作物：林木伐採或疏伐或修枝，依林地光照與空間選擇需強光的短期作物。隨林木成長林下光度減弱，調整為耐陰的森林作物。

二、依林地佈局（可經營面積/空間佈局）選擇林下經濟規模：依林農可經營的林分面積、林農可運用的勞力、林農間的合作採運加工能力等，成立林業合作社，創立有機生態品牌的地產地銷，或與企業結合的生產專區。

三、依生態環境評估（對生態效益影響）選擇發展體系：以不影響林木生長、不干擾林地（以中耕擾動林地）、不施化學肥料、不施農業方式經營。配合政府推動的有機農業促進法，經由有機認證團體認證森林產品，提高產品價值。

四、依林下經濟產業發展選擇適用技術體系（創新增值）：依據森林特色、傳統知識、民族作物等，結合生態旅遊、生態露營、森林食物、森林療癒等發展該區特有的森林體驗。

五、設計試驗提供科學數據（政策研擬依據）：建立生態觀察區，包括林木生長監測、地被植物多樣指標、水土流失監測、氣象監測等，提供數據供執行林下經濟在三生效益的參考與政策的推動。



[圖2] 臺灣的林下經濟：(A)香杉林下栽培臺灣山茶，(B)柳杉林下栽培段木香菇，(C)相思樹林下栽培咖啡，(D)泡桐林下栽培臺灣紅豆杉，(E)闊葉樹林下栽培愛玉，(F)柳杉林下栽培山葵

## 臺灣林下經濟緣起與現況

一、 林下經濟緣起：林下經濟的引用始於2015年屏東縣政府委託屏東科技大學羅凱安教授進行該區之林下經濟之形態調查，當時羅教授將屏東林農在林下栽培山蘇、咖啡、茶、芒果、辣椒、香蕉及養雞等都歸類於林下經濟的範疇。鑑於林下經濟栽培可能對森林生態的影響，羅教授提出林下經濟可行性建議應先建立林地地理資訊、實驗示範區、採取許可制、及建立技術標準與規範。

二、 臺灣林下經濟現況與啟動：臺灣林農很早就開始林下經濟的行為，如林下栽培臺灣山茶（圖2(A)）、段木香菇與木耳（圖2(B)）、咖啡（圖2(C)）、臺灣紅豆

杉（圖2(D)）、愛玉（圖2(E)）、山葵（圖2(F)）、山蘇、山蕨、金線連、與阿里山薊等，其中金線連、阿里山薊與臺灣紅豆杉都有產業契作。不過這些林下作物，在現有法規下，無法在林地經營生產。為了協助林農生活改善，又不影響生態下，在2015年10月農委會指示林務局與林試所合作進行「在不影響林木生長前提下，選擇國有人工造林地、租地造林地與原住民造林地」進行林下經濟的試驗論證。

## 林下經濟示範區的建立與監測方法

2016年6月林試所接受林務局委託在國有林地選擇3個示範區，在原住民部落區選擇2個示範區，開始進行林下經濟的可行性

試驗。試驗地首先進行林木與植被調查，對國有人工林地分成（1）已屆伐採期的林分：以不同大小塊狀面積皆伐與擇伐，調查林下光照強度與土壤環境，選擇需光度強的林下作物栽培。（2）生長階段的林分：調查不同林分鬱閉度下的光照強度，選擇具有經濟效益的耐陰性作物栽培，評估對森林生態的影響。由於各種育林作業及不同樹種下的林內光度不一，對選擇適合的林下作物生長影響頗大。我們以魚眼鏡頭照相技術調查各種不同林分的光合作用光量子通量密度（PPFD mole/m<sup>2</sup>/d）來作為林下作物選擇的依據。PPFD是依據該區域氣象局的全年日照為依據，以魚眼技術調查該林區整年全天光的空域範圍，測量平均一天內每平方公尺可接受植物行光合作用波長400至700 nm光譜範圍的光量子數，可作為適合栽植作物的選擇依據。這種監測日累積光合作用所需光粒子數目又稱日累積光量（daily light intergral，簡稱DLI），依據陳加忠教授指出：DLI在不同季節因光照強度與時數不同而有差異，如溫帶冬季的DLI值為2-5 mole/m<sup>2</sup>/d，在夏季則是25-30 mole/m<sup>2</sup>/d，魚眼所測定的PPFD則是，將全年每日的DLI均值。美國園藝界將觀賞植物分成四類：陰性植物為3-6 mole/m<sup>2</sup>/d如蕨類與蝴蝶蘭，中性植物為6-12 mole/m<sup>2</sup>/d如繡球花，喜光植物為12-18 mole/m<sup>2</sup>/d如康乃馨及多數的花壇植物，高光植物為>18 mole/m<sup>2</sup>/d如作為切花用的菊花與玫瑰花。在試驗區調查林下栽

培前後的林木生長，設立溫濕光度監測與沖蝕樁，調查栽植林下作物對土壤流失的影響，設立捕蟲器瞭解不同光度下昆蟲的活動，評估林下作物生長與經濟效益。

## 林下經濟副產物的選擇與推動

### 一、林下栽培森林副產物研擬推動方向

林下栽培森林副產物是否符合林業使用規範是林下經濟能推動的指導原則，2016年7月26日在農委會的圓桌會議就該議題訂出研擬的方向：

（一）在不擾動森林地被、不影響林木生長及友善環境前提下，林下經濟得以經營森林副產物方式試辦之。

（二）林務局應先明確定義林下經營森林副產物之行為是否為森林法所指「林業使用」，副產物植物是否應正面表列為林業使用應進行研議。

（三）籌組林下經濟推動小組，由林務局擔任召集人，農委會有關機關單位擔任小組成員，針對林下經濟可推行之經濟體系包含物種、栽植方式及適合栽植之土地區位等，極可能遭遇之衝突問題等進行研商。

（四）經推動小組獲致初步成果時，請主任委員做政策決定。

### 二、林下經濟推動小組的成立

林務局依據會議決議後，在2016年10月13日成立林下經濟推動小組，規劃參與單位之分工任務：林務局負責林下經濟推行

之統籌規劃，推行林下經濟所涉林地管制相關法規之解釋及研處。水土保持局負責檢視林下經濟之經營行為是否合於山坡地管制法規。農糧署負責協助林下經濟相關作物之產銷體系、輔導推廣及成本效益評估。林業試驗所負責林下經濟推行之技術體系研究及示範專區設立。農業試驗所及各地區農業改良場負責林下經濟相關作物之栽植技術推廣及改良。農委會法規會負責協助林下經濟推行所涉相關法規釐正。

## 林下栽培森林副產物法規的探討

經推動小組探討目前有關林下經營森林副產物的相關法規，探討是否能就現有法規找出可執行的方案：

一、人工經營之森林副產物非屬林業使用：森林副產物在林產物伐採查驗規則第2條及國有林林產物處分規則第3條雖有定義森林副產物為樹皮、樹脂、種實、落枝、樹葉、灌藤、竹筍、草類、菌類及其他主產物以外之林產物，但林務局以往函示森林副產物的經營，僅認以採取野生物為主，人工栽培者，非認屬林業使用。

二、法規定義之林業使用僅限造林與苗圃：依據森林法第6條第2項：「經編為林業用地之土地，不得供其他用途之使用。」除非經中央主管機關會同中央地政主管機關核准者。在「非都市土地使用管制規則」林業用地容許使用項目僅列「造林、苗圃」。農委會與林務局對「農作使用」或「林業使用」之區別，歷次函示

「造林樹種不得矮化、嫁接、淨耕、使用農藥等經營方式，得認屬林業使用。」因此縱使屬獎勵樹種經矮化，也不視為林業使用，例如紅豆杉、土肉桂、白千層等。

三、符合林下能間植農作之條件：林務局在2000年對林下農作函示條件為「所植林木符合林務局規定之樹種，且經完成造林、造林木已達3年生以上、成活率在70%以上者，不論是否間植一般農作物或果樹符合農業發展條例第3條第12款所稱森林之使用。」

## 林下經濟合法化之法規修訂方向

目前法規的規定都無法容許林下經濟的活動，要使林下經濟合法必須修法。修法的方向在短期朝向內政部主管之「非都市土地使用管制規則」相關林業用地容許項目「造林、苗圃」增列「森林副產物」一項之方向修正。在長期方面林務局主管修正森林法施行細則第5條為：「本法第六條第二項所稱其他之使用，指造林、苗圃、林業設施或於森林冠層下經營森林副產物以外之使用。前項所稱森林冠層下經營森林副產物之種類及經營方式如附表。」

對於規範森林副產物種類及經營方向，推動小組討論確認為林下栽植森林副產物需遵循四不：不影響森林生長、不干擾林地（維持森林植被、不中耕、不淨耕）、不施用除草（蟲）藥劑、不施用化學肥料的經營原則。同時確認符合此四項標準的

作物種類：干擾最低的林下培養段木香菇、林下養蜂、附著樹幹栽培的石斛類、接種松露的青剛櫟、培養箱栽培的金線連、低度干擾的臺灣山茶、紅豆杉、中度干擾的生產葉柄之綠莖山葵、淺根的阿里山薊等。待評估的山胡椒、咖啡與山蘇，此三者為原住民相當重要的森林產物，在林下經濟推動小組討論時，需強光的山胡椒不適在林下，咖啡與山蘇已成農作栽培，依據農作物施用農藥與肥料，屬農作使用。不過前二作物為原住民重要的山村經濟來源，因此我們也規劃試驗是否能符合林下經濟四不的經營規範。

## 林下的定義與測定

雖然擬增修條款將林下定為森林冠層下，但仍有界定與執行的困難，一般森林冠層下在林業經營上都以覆蓋度（鬱閉度）定義之。森林法對森林沒有明確的定義，林務局在森林調查時採用聯合國糧農組織（FAO）定義：「面積超過0.5公頃，樹高大於5公尺，樹冠覆蓋達10%」，此定義與美國、加拿大相同；中國與澳洲採用覆蓋度20%，巴西與日本採用覆蓋度30%。目前我國在改正租地造林時果樹與茶樹之林木覆蓋度採30%，檳榔採均勻混

表一：林下經濟不同示範區在不同疏伐度下的平均日累積光量之林分鬱閉度

示範區疏伐度 <sup>1)</sup>	信賢 <sup>3)</sup>	蓮華池 (15×20m)	六龜 (55×50m)	小關山	太麻里
樹種	針闊葉林	杉木林	柳杉林	疏伐林	闊葉林
林下作物	段木香菇、 石斛、金線連	臺灣山茶、 咖啡、山胡椒 (天然下種)	牛樟、接種松 露青剛櫟(上 木)、臺灣山 茶、咖啡、阿 里山薊、山胡 椒(天然下 種)	牛樟(上 木)、紅豆 杉同時栽 植，保留山 黃麻更新林	紅豆杉
0% (鬱閉度) <sup>2)</sup>	57%	97%	87%		67%
50% (鬱閉度)		79%	66%	59%	65%
75% (鬱閉度)		70%		52%	33%
100% (鬱閉度)		66%	41%	29%	27%

1) 疏伐度表示示範區人工林樣區內伐採林木的強度，0%表示未伐採、50%表示伐採林分一半株數、75%表示伐採75%林木、100%表示全部伐採。

2) 括弧內鬱閉度是以魚眼在樣區中心監測整個示範區全光空域林冠層的樹冠投影面積。

3) 不同示範區林相處理：信賢為20年生人工林，林木栽植距離為2×2m。蓮華池為70年生杉木林，以15×20m小區施以不同伐採強度。六龜為30年柳杉林，以50×50m為樣區。小關山面積5公頃，為臺灣二葉松強度擇伐後，選擇10×20m樣區測定鬱閉度。太麻里為衰敗的泡桐林下不同樣區的鬱閉度。

植600株方式。

因此林下經濟對覆蓋度的定義必須嚴謹且易於檢測，方便林下經濟執行時易於檢定是否符合林下經營的規範。目前覆蓋度的調查以取樣方式調查樹冠投影面積占調查面積的比例，方法上費時費工。目前利用魚眼鏡頭以180度在林地孔隙的中央可直接算出孔隙度與光合作用光子通量密度（PPFD mole/m<sup>2</sup>/d），不僅可得知覆蓋度與光照強度，由於相同覆蓋度下因樹種冠層枝葉層密度不同，林下光度也不同，適合栽培作物也不同，同時林木成長時覆蓋度也會變動。建立林下作物與PPFD的相關性，可指導林下經濟適合栽植的作物。

### 魚眼測定，經濟效益最大化

經過實作以魚眼監測不同疏伐產生的鬱閉度，栽培不同作物，作為林下栽培作物的指標（前頁表1）。一般林木疏伐多以相對光度或疏伐度表示，難以比較林下孔隙度的實際光照量，利用魚眼鏡頭配合鄰近的氣象站，可估算測定年均日累積光量（mol/m<sup>2</sup>/d）。信賢區未疏伐的信賢林相鬱閉度為57%，雖然林木行株距為2×2 m（圖3A、B），仍比蓮華池100%皆伐小區（15×20 m）的鬱閉度66%（圖3C、D）大，主要是該區周圍都是樹高約20 m圍繞，因此用疏伐度來衡量林下定義並不適合。

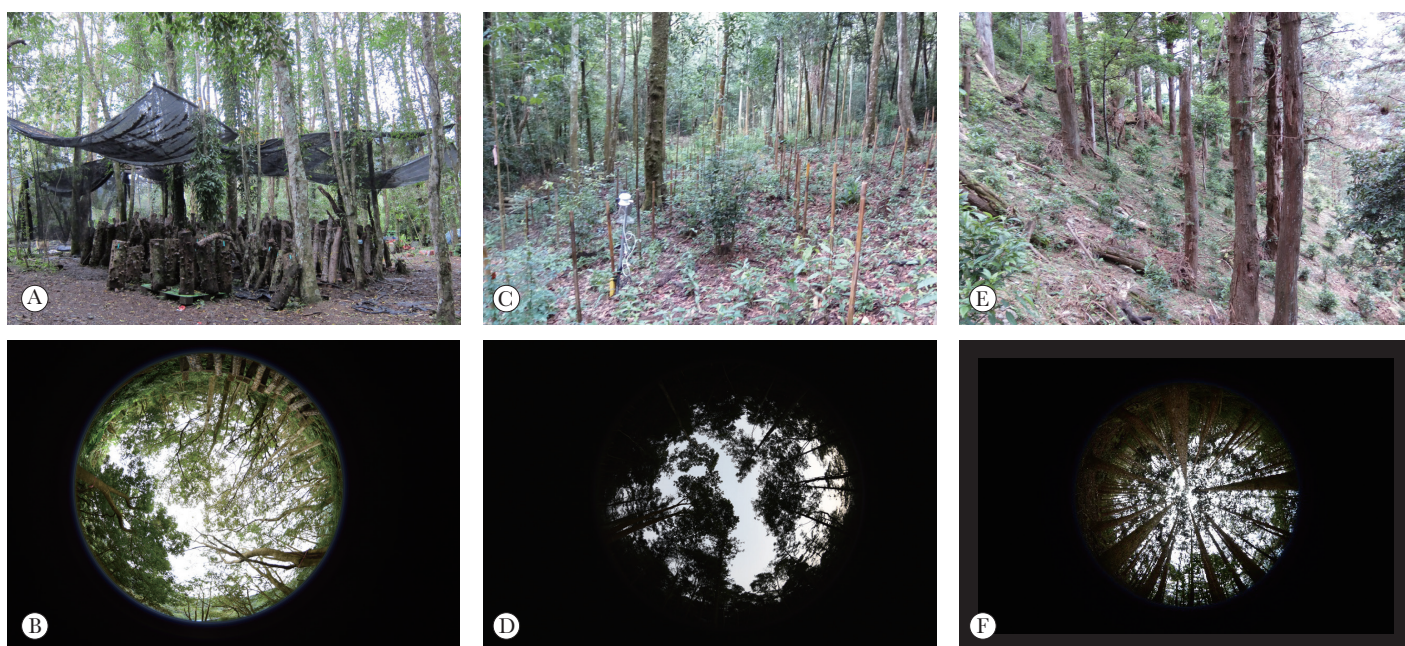
小關山疏伐臺灣二葉松區與太麻里衰敗泡桐林的鬱閉度最小27-29%，其次為六龜小面積皆伐（50×50m）鬱閉度41%（圖3E、F），蓮華池皆伐與六龜疏伐50%的鬱閉度都為66%。六龜未疏伐區的日光照量高於蓮華池未疏伐區的3.5倍，顯示柳杉林與杉木林的林相組成的林下光度差異頗大。另外太麻里栽植紅豆杉各光照區與小關山栽培區相當，因此紅豆杉在小關山栽培的枝葉產量應可預期與太麻里相當。爰在定義林內鬱閉度時，可利用魚眼量測的鬱閉度>30%作為林下最大可經營孔隙的定義。

### 森林冠層下永續經營 森林副產物的實施

2017年7月17日彙整可供推廣之森林冠層下經營森林副產物成熟技術體系4項（林下栽培段木香菇/木耳、山胡椒、金線連、與林下養蜂）送林務局採參。林務局在2018年2月13日送農委會審議，並經農委會在同年2月23日同意依下述辦法實施林下栽培森林副產物：

一、林下經濟具體內涵：在不破壞森林環境與組成、維持森林之樣貌及功能等原則下，於國、公、私有林業用地從事林下經營國有林林產物處分規則第3條第2款鎖定「森林副產物」之行為，擬歸屬為「林業使用」之一環，而為林業用地及森林管理所容許。

二、林下經濟之技術體系應以正面表



[圖3] 以魚眼鏡頭測量林分鬱閉度：A信賢林分栽培段木香菇木耳與B魚眼下的林分密度，C蓮華池杉木林疏伐50%林分栽植臺灣山茶與咖啡與D魚眼下的林分密度，E六龜柳杉林疏伐度50%栽植臺灣山茶、阿里山薊、與樹幹栽培櫻石斛及F魚眼下的林分密度

列為原則，由林農提出申請獲准後，始得進行：

(一) 基於森林副產物於林下經營之技術體系甚為廣泛多元、為能符合無礙國土保安及森林永續經營之原則，應以正面表列為原則、並由林農提出申請獲准後，始得進行。

(二) 在「維持森林植被」、「不施用除草(蟲)藥劑」、及「不使用化學肥料」等友善林業經營原則下，由林業試驗所擔任技術盤點窗口，定期盤點品項交由林務局簽陳農委會核定。

(三) 申請從事林下經濟案件之管理制度：建議內政部修正非都市土地使用管制規則第6條第3項附表一所列林業用地容許

使用項目「林業使用」項下，增列「林下經濟經營使用」之免經申請許可細目，並增訂「本目須經林業主管機關訂定林下經濟經營計畫審查作業要點核定後，始得為之」，以為管制。

### 法令的修正通過與實施

2019年4月18日林下經濟的法規正式以行政院農業委員會農林務字第1081740220號令訂定「林下經濟經營使用審查作業要點」，以林下經濟一詞易懂推行，未採用原擬定之「森林冠層下經營森林副產物」。法規的第一條開宗明義指出：「為確保並分享森林生態系之服務價

值，積極推動適地發展林下經濟政策，以振興山村經濟並提升林農營林意願。」法規第二條：「為從事森林冠層下經營森林副產物之行為，得依本要點申請核准從事林下經濟經營使用，其經營森林副產物並應符合林下經濟技術規範（如附表）所列之森林副產物。」法規明確規定林下經濟係在森林冠層下經營森林副產物之行為，並以正面表列森林副產物為申請核可的準則。第一階段核可的森林副產物栽培為林下栽培段木香菇或木耳、金線連與林下養蜂3種，2019年因應林農對林下栽培臺灣原生山茶與日治時期引種咖啡的需求，林試所進行一年的林下經濟可行性探討，並將作業可行性規範交由林務局修擬實際之執行規定。

## 林下作物的選擇與經濟效益

林下經濟主要是在林下栽培具有經濟價值的作物，必須有經濟的產出。分成大眾市場與地方市場，地方市場如產量供大於求，就需規劃大眾市場。屬於大眾市場的作物為臺灣紅豆杉與松露，兼具大眾與地方市場為臺灣山茶、咖啡、金線連、藥用石斛、山胡椒、阿里山薊等。1年生作物為金線連、綠莖山葵與段木木耳，2年生作物為紫莖山葵與阿里山薊，3年生作物為段木香菇，4~8年生作物為山胡椒，多年生作物為臺灣山茶、咖啡、臺灣紅豆杉、松露。在試驗過程中能符合林下生態經營的



四不原則下，以林下栽培段木香菇木耳、林下栽培金線連、及林下養蜂最易執行，作為初期推廣的目標作物。

山胡椒需光性強，在林木疏伐區可經天然更新形成山胡椒林，但受限於需在林木伐採造林區進行，暫緩推動。藥用石斛也具有潛力，但中南部地區常有半年乾旱，仍須觀察其生長與經濟效益。原生臺灣山茶與咖啡在民間廣泛栽培，也有符合生態栽培的技術，由於需大面積林下栽培，仍須評估對生態的衝擊。阿里山薊雖有產業契作，但因採收根莖，有干擾林地之虞，暫緩推廣。松露至少要8年才能看到是否成功，仍須視人工栽培成功的數據及採收對林地的干擾程度決定。紅豆杉有產業契作，經營方式類似臺灣山茶，雖年採收一次，對生態衝擊小，但要產生經濟效益，



[圖4] 林下經濟永續經營成果發表與推廣，拍攝樹田YouTube包括：

- Ⓐ 林下栽培段木香菇木耳
- Ⓑ 林下栽培金線連
- Ⓒ 林下養蜂。在局所舉辦林下經濟永續經營成果發表會中的南部六龜場
- Ⓓ 東部花蓮林區管理處
- Ⓔ 阿禮部落
- Ⓕ 土坂部落
- Ⓖ 阿里山林業生產合作社
- Ⓗ 教導林下栽培金線連講習

需大面積契作栽培非一般林農所能採行。山葵因無法在生態農法下不施農藥與化肥生長，不予推薦。

### 林下經濟核可副產物栽培的推動

為推動林下經濟核可栽培的林下栽培段木香菇木耳、林下養蜂、與林下栽培金線連，林試所與公視合作在2018年8月拍攝樹田中的林下栽培試驗（圖4ⒶⒷⒸ），迄今點閱人數為102,586，留言多屬正面。為讓林下經濟內涵週知林試所、局處同仁與鄰近林農，分別在北部信賢、中部蓮華池、南部六龜（圖4Ⓓ）、東部花蓮林區管理處（圖4Ⓔ）舉辦林下經濟永續經營成果發表會。在屏東阿禮部落（圖4Ⓕ）、臺東土坂部落（圖4Ⓖ）、與嘉義縣阿里山林業生產合作社（圖4Ⓗ）推廣林下栽培金線連技

術。阿禮部落與阿里山林業生產合作社經栽培金線連生長極佳，又自行擴大栽培規模，為生產當地原生種，積極找尋結實植株，規劃進一步學習組織培養，自行繁殖該社區土生金線連，發展當地特色金線連藥材，規劃作為生態旅遊活動及森林食療的食材。

為促進林下經濟的發展，結合政府推動有機促進法，在臺灣各區域均有認證機構。未來籌組的林下經濟技術團隊結合有機認證團體，輔導各區域山村建立林下栽培森林副產物的有機經營認證與協助機能性成分檢定，提高產品價值。協助成立林業合作社，以集中分散在各農戶的副產物，進行加工產銷，生產當地特色產品，吸引顧客與產業購買，才能使林下經濟永續經營森林副產物。🌱