

計畫編號：Po108BM

屏東林管處轄區竹林資源永續經營與 收穫作業技術改進之研究

結案報告

委辦機關：屏東林區管理處

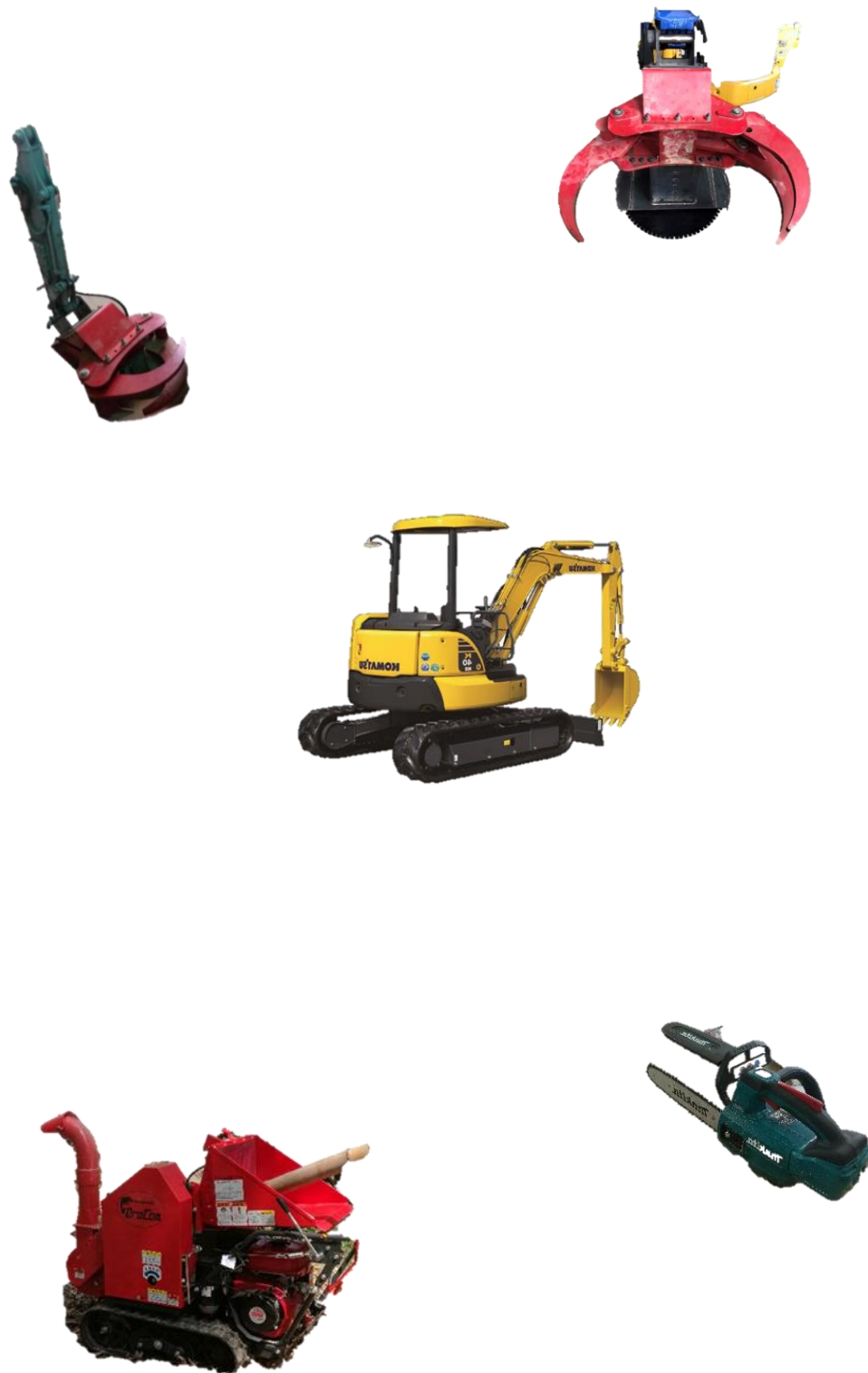
執行機關：國立屏東科技大學

計畫主持人：羅凱安 副教授

研究助理：葉政翰

中華民國109年9月20日

屏東林管處轄區竹林資源永續經營與收穫作業技術改進之研究 (2020) 國立屏東科技大學



目 錄

圖目錄	IV
表目錄	VI
壹、計畫緣起與目標	1
貳、文獻回顧	3
一、竹的生長特性與使用竹材的優點	3
二、臺灣竹的分類及分布	4
(一) 竹的分類	4
(二) 竹的分布與數量	4
(三) 蔴竹的生長特性	6
三、環境保育下的木竹收穫方式	7
(一) 減少衝擊的採伐法	7
(二) 最佳管理作業	8
(三) 芬蘭森林法	9
四、木竹收穫作業成本	11
五、私有林合作經營的優勢	13
參、工作項目與研究方法	19
一、屏東林區竹林經營與竹農現況之調查與訪問	19
二、竹材加工製造之產業鏈調查與訪問	19
三、選擇並規劃屏東林區竹林生產區	19
四、開發竹林較適作業與採伐技術	19
五、辦理租地造林人或竹農合作經營說明會	21
六、竹林採伐作業技術作業準則、規劃及申請流程	21
七、竹林採伐作業成本收益分析	22
八、竹林經營培訓課程規劃與實作訓練	22
九、本研究工作項及流程規劃	23

肆、計畫執行成果.....	24
一、屏東林區竹林經營與竹農現況之調查與訪問	24
(一) 受訪竹林承租人基本資料.....	24
(二) 受訪竹林承租戶基本資料.....	24
(三) 受訪竹林承租地基本資料.....	25
(四) 受訪竹林經營現況	26
(五) 受訪竹林承租人經營能力.....	26
(六) 受訪竹林經營意向與目標.....	26
(七) 受訪竹林生產與收益	27
(八) 政策輔導需求	28
二、竹材加工製造之產業鏈調查與訪問	28
(一) 臺灣竹產業分類與營業現況.....	28
(二) 竹材相關受訪企業之現況與問題.....	29
三、選擇並規劃屏東林區竹林生產區.....	32
(一) 臺灣竹林分布與竹林生產區考量理由	32
(二) 屏東林區竹林生產區發展策略.....	34
四、開發竹林較適作業與採伐技術.....	34
(一) 試驗較佳竹林收穫強度.....	35
(二) 開發竹林採伐技術	40
(三) 收穫機具之研發改良	43
(四) 伐竹機具綜合建議	47
五、辦理租地造林人或竹農合作經營說明會	54
(一) 旗山工作站林業合作社說明會	54
(二) 旗山工作站林業合作社動員會	55
(三) 有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人會議.....	55
(四) 高樹鄉公所林業合作社動員會	56
(五) 有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人會議....	57
(六) 竹林合作經營工作坊	57

(七) 主管機關高雄市農業局現地訪視永茂	58
(八) 臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技術實作研習暨永茂 第一次籌備會	59
(九) 永茂第二次籌備會	60
(十) 大武山林業生產合作社籌備會	61
(十一)永茂創立大會	62
六、 竹林採伐作業技術作業準則、規劃及申請流程	63
(一) 伐採示範地	63
(二) 竹林採伐作業規劃	64
(三) 竹林採伐申請流程記實	66
(四) 叢生竹林採伐作業準則與程序(草案)	74
七、 竹林採伐作業成本收益分析	79
(一) 薊竹伐採收穫重要產品與工項及單價	79
(二) 薊竹林經營與收穫之現況、短期及中期損益模擬分析	81
八、 竹林經營培訓課程規劃與實作訓練	84
(一) 規劃竹林經營之相關培訓課程	85
(二) 培訓竹林經營技術操作的實作人才	86
伍、 結論與建議	94
一、 結論	94
二、 建議	96
陸、 參考文獻	98
附錄 1 評選簡報審查意見及回應	100
附錄 2 期初報告審查意見及回應	103
附錄 3 期中報告審查意見及回應	107
附錄 4 期末簡報審查意見及回應	113
附錄 5 竹農經營調查問卷	120
附錄 6 竹材加工製造之產業鏈調查問卷	125

圖目錄

圖 1 第四次森林資源調查竹類分布圖(林務局，2015).....	5
圖 2 合作社成立流程圖	18
圖 3 國立屏東科技大學提供試驗之荊竹林空照圖	20
圖 4 元宇生技公司所開發採竹機具原型.....	21
圖 5 本計畫工作項目之Gannt圖時程規劃	23
圖 6 臺灣南部主要優勢樹種分布圖(林務局，2015).....	33
圖 7 國立屏東科技大學荊竹林實驗區採伐強度試驗規劃.....	35
圖 8 元宇夾具與Yanmar 17挖掘機伐竹照片	40
圖 9 Yanmar 30 挖掘機搭配普通鏟斗.....	41
圖10 PC120挖掘機及一般業界伐竹隊伍.....	42
圖11 元宇生物科技公司所開發的伐竹夾具與本研究進行試驗.....	43
圖12 Komatsu PC40加元宇夾具砍伐試驗	43
圖13 Komatsu PC40加第二代夾具砍伐試驗.....	44
圖14 Yanmar 30 挖掘機搭配大陸購置之夾具砍伐試驗.....	45
圖15 臻禾提供之鍊鋸(分長、短柄)進行修枝及造材試驗	46
圖16 破碎機在竹林處理竹枝梢廢材.....	46
圖17 Yanmar 27(Vio17)挖掘機規格說明	50
圖18 Yanmar30(Vio30)挖掘機規格說明	51
圖19 Komatsu PC40挖掘機規格說明	52
圖20 Komatsu PC120挖掘機規格說明	53
圖21 108年11月12日林業合作社說明會.....	54
圖22 109年1月20日林業合作社動員會.....	55
圖23 109年1月20日有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人會議	56
圖24 109年2月12日高樹林業合作社動員會	56
圖25 109年2月12日有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人會議	57
圖26 109年3月10日竹林合作經營工作坊.....	58
圖27 109年5月7日主管機關高雄市農業局現地訪視永茂林業生產合作社發起人	59
圖28 109年5月26、29日收穫技術實作研習暨永茂發起人第一次籌備會	60
圖29 109年6月11日永茂林業生產合作社發起人第二次籌備會會議	61

圖30 109年6月19日、7月28日有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人籌備會議.....	61
圖31 109年8月7日有限責任高雄市永茂林業生產合作社創立大會	62
圖32 本研究伐採作業示範區位置	63
圖33 採伐作業區塊規劃圖	64
圖34 實驗區竹叢分布圖	65
圖35 採伐申請之相關文件	68
圖36 簡易水保申請之相關文件	72
圖37 竹林採伐申請流程	73
圖38 竹林經營培訓課程公告文件	90
圖39 竹林經營培訓課程109年05月26日照片	91
圖40 竹林經營培訓課程109年05月29日照片	93

表目錄

表 1 臺灣森林採伐與收穫相關法規.....	10
表 2 臺灣地區常見營林收穫損益之案例分析	11
表 3 林業合作組織型態比較	14
表 4 Results of logistic regression on sampling owners' willingness to participate in forest cooperatives	15
表 5 合作社法重要法條	17
表 6 受訪竹林承租人基本資料	24
表 7 受訪竹林承租戶基本資料	25
表 8 受訪竹林承租地基本資料	25
表 9 受訪竹林經營現況	26
表 10 受訪竹林經營現況	26
表 11 受訪竹林經營意向與目標	27
表 12 受訪竹林生產與收益	27
表 13 對竹林經營政策輔導需求	28
表 14 臺灣竹產業分類與營業類型家數與比率	29
表 15 受訪竹產業廠商基本資料	30
表 16 各縣市別竹林面積及竹材桿數.....	32
表 17 蔴竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹高度之比較.....	36
表 18 蔴竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹胸徑之比較.....	36
表 19 蔴竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹鮮重之比較.....	37
表 20 蔴竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹乾重之比較.....	37
表 21 蔴竹不同伐採強度伐採7個月後幼竹、成竹及老竹數量之差異	38
表 22 本次研究應用之挖掘機主要參數表	49
表 23 國立屏東科技大學蔴竹林之區塊、叢數及支數普查.....	65
表 24 國立屏東科技大學蔴竹林採伐統計表	66
表 25 蔴竹林採運試做重要產品與工項單價	80
表 26 不同蔴竹林經營、收穫之現況及短、中期損益模擬分析	83

壹、計畫緣起與目標

臺灣竹林資源豐富約 25 萬 7 千餘公頃(單桿狀竹林 46,928 公頃、叢生狀竹林 85,644 公頃、竹闊混淆林 123,995 公頃)，占森林覆蓋面積 11%(邱立文等，2015)。依臺灣植物誌紀錄，臺灣地區竹類共有 15 屬、40 種、3 變種及 10 栽培種，其中 6 種較具經濟價值的竹類分屬單桿散生型(桂竹、孟宗竹)及合軸叢生型(綠竹、麻竹、蔴竹、長枝竹)，竹材有彈性、輕量的特性，過去各有其用途及輝煌歷史，但近 30 年來因為人力老化、工資及作業成本高，許多竹材加工產業鏈已外移或消失。

由竹子的生長特性來看，國際上因為竹林生長快，竹材成熟期短，固碳能力比木材還強，被視是相當良好的綠色環保材料，國際進出口貿易總額由 2000 年的 5.18 千萬增加至 2015 年為 1.36 億。出口國的部份，中國持續為主要出口國，而南亞、東南亞、中南美地區國家近年也積極投入竹材料的生產及出口。進口的部分，2006 年以前，日本、美國、香港為主要進口地區、西歐的進口量也持續增加；2006 年後，美國、義大利、荷蘭為主要進口國；2013 年後，印度則逐漸成為最主要進口國，其次為美國、荷蘭。可以發現竹子的生產以及現代性的利用，在越來越多地區開始受到關注。

根據林試所(2017)排除保護區和環境敏感區，考量可及性，以 GIS 地理資訊系統，排除溪流兩岸 50 公尺內、坡度超過 35 度、距離林道或作業道 1,000 公尺以上，選出四大竹區中，南部以高雄市內門區、臺南市龍崎區為主，以及鄰近的高雄杉林區、田寮區、臺南市關廟區、左鎮區，有 8,431 公頃，但目前仍放任未經營尚未有產銷規劃，因不經營而造成竹林劣化情形。這些可用綠色環保材料資源未合理利用，反而由碳足跡大的外國進口，是相當可惜又不環保的作法。

由於目前在屏東已有相關竹製品廠商投資設廠，正在籌劃新技術之竹材加工，然而卻苦於沒有可用之竹材原料來源，若能以需求導向的規劃方式，重建竹林產銷生產鏈，除可引導竹林恢復永續經營，可增加國產木竹材自給率之政策目標外，對提升鄉村竹農收入及產值，留住林業經營人力，將具有相當重要之貢獻。

惟竹林經營若以過去之作業及經營方式，已不能滿足當前環保及經濟

上之要求與社會之期待，竹林資源若要朝向永續經營，勢必需要以符合新的竹林經營規劃及標準，開發更有效率的作業機具以及作業技術，降低原料成本，方可解決目前經營上之困境。

因此本計畫之目標如下：

- 一、 整合高屏地區國(公)有林之租地造林人或私有林竹農，在考量環保、法規要求及作業經濟可行性下，規劃竹林永續生產區，輔導竹林經營生產以及加工、製造等產業鏈之連結。
- 二、 開發規劃區竹林較適作業方式(留存方式與密度)與採伐技術(地形、道路、集材作業機具與方法)。
- 三、 規劃竹林經營之相關培訓課程，培訓竹林經營技術操作的實作人才。

貳、文獻回顧

一、竹的生長特性與使用竹材的優點

竹類(bamboo)屬於單子葉植物之禾木科，單子葉植物不具形成層，故無年輪，同時不論竹種為何，或是竹體大小，竹類均於發筍後 3 個月內完成生長(所謂完成生長是指展枝開葉)，其後不再長高，直徑也不再增大，所以竹林的年生長量係以每年萌發之新竹來估算，和一般林木之每年長高增大，並以直徑與樹高所計算出來的材積來評估者有很大的不同。由此，吾人也可推知萌發新竹之原點--地下莖的重要性(呂錦明，2011)。

竹類的生長，主要分成「叢生型」及「散生型」兩大類，叢生型竹種多分佈在熱帶地區；散生型竹種則多分佈在溫帶地區，台灣得天獨厚，兼具叢生型及散生型兩大類。竹類在生長季節裡，平均只需要 5~11 週即長大成材，爾後無論直徑和高度就不再增長，它的生長速度，比生長最快速的樹木(如銀合歡、桉樹、楊樹等樹種，最快一年約 2~3 m)快約 100~150 倍，竹林之生長與更新，遠較林木所需的時間短(黃裕星，2011)。

林試所曾研究國內主要竹子的碳吸存能力，一根五年生的桂竹，可固定 6.2 kg 二氧化碳，每年每公頃固定 22.32 ton 二氧化碳（以每公頃栽培 1 萬 8 千支計算），一根五年生的孟宗竹可固定 29.6 kg 二氧化碳，每年每公頃固定 47.36 ton 二氧化碳（以每公頃栽培 8 千支計算）。一般林木每年每公頃二氧化碳吸附能力是 7.45 到 14.9 ton，相較之下，竹子固碳能力比木材還強，加工製成品也有固碳功能，所以全球致力改善氣候暖化的政府，對於竹林經營管理都有所著墨。

竹與藤(rattan)是令人驚奇的資源，具有消除貧困和自然資源挑戰的獨特潛力。國際竹藤聯盟(International Network for Bamboo and Rattan, INBAR)是一個多邊發展組織，利用竹、藤促進環境可持續發展。竹材更具備生長快速、繁殖力強、生育期短、更新容易等許多優點，因此為提供此生物性資源之極佳來源(許玲瑛、李文昭，2011)。

一般竹稈生命週期大致不超過 10 年，前述竹材成熟時若不使用，竹材過熟即會在林地自然腐敗。竹林若在 4~5 年內無擇伐利用，不僅竹林呈現老竹充斥之荒廢狀態，大幅降低竹林的生態防災機能，同時造成可再生性生物資源的浪費(黃裕星，2011)。以臺灣地狹人稠的土地環境，如欲在有

限的土地上大量且迅速提升森林中二氧化碳吸收之淨值，則應利用更高效率之碳吸存樹種造林：竹類植物，進而達到在有限的空間裡，強化碳減量之效率(邱祈榮，2011)。

臺灣的竹林資源堪稱豐富，其特用林產品的經濟價值潛力發展不亞於一般林木。未來，國際性林產品及森林認證若全面實施，林產品的原料材輸入成本勢必增加；為填補林產品的使用量，國內竹材原料利用之新技術開發應未雨綢繆、提早準備(黃裕星，2011)。若能實施以竹代木政策，合理利用竹材資源，可取代部份木材的需用量，間接提高我國木材的自給率。相較於其他木材資源，竹材收縮膨脹率小，靜力彎曲強度、彈性係數、順紋抗張強度及順紋抗壓強度較多數材種為高，應用於生活中之用途極廣，具有穩定的生長量，可廣為人們利用的重要綠色環保天然資源(王瀛生、吳孟玲，2010)。

二、臺灣竹的分類及分布

(一) 竹的分類

竹林之分類主要是看竹子之地下莖(rhizome)是為直立型或匍匐型(或兩種型都有)，匍匐型地下莖會橫向蔓延於地下，又俗稱竹鞭，此外又是以地下莖或是莖脛之延伸分成橫走莖或走出莖(呂錦明，2001)。

由於臺灣位處北迴歸線和中央山脈之故，使得臺灣同時具有溫帶產之單稈散生型(monopodial)竹類及熱帶產之叢生型(sympodial)竹類。臺灣之竹子就地下莖之類型有主張分成3大類者(陳嶸，1987)和分成4大類者(竹內叔雄，1932；林維治，1976；溫太輝，1993)。依據臺灣目前普遍採用之林維治(1976)之分法，臺灣竹子可分成四類，依序為地下莖合軸叢生(如麻竹 *Dendrocaryum latiflorus*)、橫走莖側出單稈散生(如孟宗竹 *Phyllostachys pubescens*)、橫走莖側出合稈叢生(如包籜矢竹 *Pseudosasa usawai*)和走出莖合稈叢生(如梨果竹屬 *Melocanna* spp.)。

(二) 竹的分布與數量

依林務局根據林務局(2015)第四次森林資源調查報告，臺灣地區共有12.4億支竹子，儲存CO₂1,463萬公噸。單稈散生型竹類面積約46,928 ha，北部地區包括桃園市、新竹縣及苗栗縣主要為桂竹林。叢生狀竹類則有85,644 ha 主要在南部地區包括臺南及高雄市，主要為麻竹及蔴竹

(*Bambusa stenostachya*)。

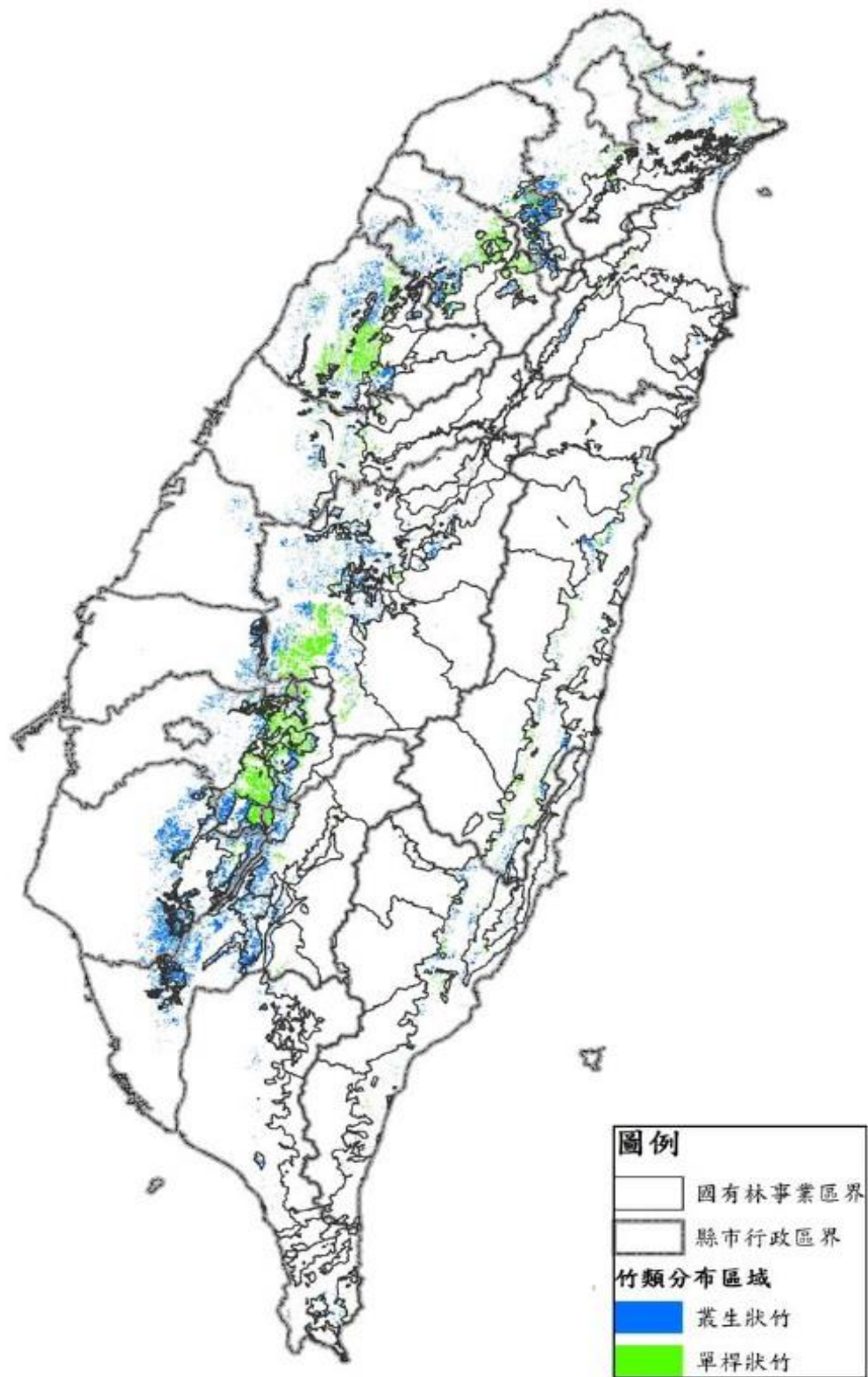


圖 1 第四次森林資源調查竹類分布圖(林務局，2015)

(三) 蔴竹的生長特性

蔴竹性耐旱、耐貧瘠，於惡劣之地形環境亦能生長，主要生長在臺灣海拔 0~500 m 之區與泥岩地區，以臺灣南部(臺南、高雄)分布較多。蔴竹竹稈可供建築材料，竹材攪碎後為紙漿製材，且可於泥岩地區立地生長，因此早期蔴竹為臺灣南部主要之經濟與造林樹種之一。而今竹製品多可為塑膠製品所取代，且蔴竹竹材採收不易，逐漸失去經濟價值；除部分仍供作木材與紙漿材料之用，目前多數蔴竹林已失去人為管理，成為荒廢竹林地(林信輝、翁書敏，2011)。

蔴竹為地下莖合軸叢生型，竹叢之間距約 10~15 m，其地下莖連接於稈之基部，屬於直立型地下莖。蔴竹根系之範圍隨地下莖的拓展向外分布，根量多且分布於覆蓋層與母岩之間，能提供邊坡穩定的能力。蔴竹根系於泥岩地區生長情形形態變化不大，根系生長範圍隨時間增大，深度可達 1~3 m，大都分布於 0~100 cm，表層(0~10 cm)為細密網狀根系，接近地表面之鬚根較細。

但因叢生的特性，蔴竹立地生長後就不會改變其生長，且具高鬱閉度及排他之特性，易造成純林化與單一化之現象。由於蔴竹母竹主要根系密度較高區域在 1~2 m 左右，蔴竹為鬚根系植物，根群無法產生樁柱作用，而蔴竹林各叢間距離甚大，竹叢間無根群部分土體缺乏拱壁作用支撐，易受降雨逕流侵蝕產生沖蝕溝；降雨沖刷致蔴竹坡面裸露，持續的降雨將淘刷蔴竹底下之土壤，導致蔴竹林根系露出而整體滑落現象。而崩塌、滑落至坡面下方之蔴竹叢，因竹叢根域土壤不易流失，常見崩滑後，繼續於坡面下方生長與擴張。

新筍萌發時會由母竹根部向外擴張，接近母竹根部處為彎曲狀，當竹叢新筍不斷萌發生長，蔴竹根部會呈現嚴重彎曲變形，而老化母竹根系鬚根較少且分布深度淺，缺乏抗沖蝕固土之功能。蔴竹竹稈高莖根淺，又竹材採收不易較少人為利用，若遇強風吹襲易導致竹枝攔腰折斷，倒伏於道路周邊除影響交通外，若於道路排水系統將會影響其排水效益，造成二次災害問題。

蔴竹之枯枝落葉常覆滿林下，於乾旱季節時，風搖之磨擦與人為之星火，易導致竹林中之火災。火災對於森林植被之組成及構造具有一定之影響力，係為生態系中的一巨大擾動(disturbance)，森林植被若受火災侵害，往往難以控制其影響範圍，且對水源涵養與水土保持有所影響。蔴竹之排他性高，林下少有其他物種入侵，蔴竹火災時火勢易於竹頭處迅速蔓延，造成大規模火災；一旦發生火災，火燒通常可持續延燒長達 4~5 天；且火燒後林相無法快速恢復，雨季時缺乏冠層減低雨滴衝擊力及截流降雨量，加快林下沖蝕溝之產生。

荊竹林因近來缺乏管理，多為荒廢之竹林，竹林若未加以疏伐，老化的竹根與地下莖於土壤中形成空隙使水分無法停留，相較於一般森林土壤水源涵養能力低荊竹因其具有對地表的覆蓋保護、土體的握裹固結及土壤化育等功能，荊竹林之林相單純且因竹葉不易腐化會大面積覆蓋於土壤表面，導致水分不易滲入至土壤。由於排他性而缺乏地被遮蔽保護，水分容易流失，於涵蓄水源、調節水量、延遲洪峰等作用上遠不及原生林。而地下莖老化將使竹林整體生產力下降，因此竹林進行疏伐時通常會將其一併挖掘出。

陳財輝(2011)亦曾於臺南市左鎮區泥岩地區調查老化荊竹林之更新情形，發現其竹叢面積越大其每叢密度越低，枯死比例越高，且胸徑及竹高亦隨竹叢面積之增加而增加。竹叢與林地面積之比例平均為 37.1%，較麻竹高，在竹稈密度可達 24,533 culm ha⁻¹。在生物量調查部分，平均竹稈生物量為 208.0 ton ha⁻¹，竹枝為 17.5 ton ha⁻¹，竹葉為 18.3 ton ha⁻¹，地上部總量為 243.8 ton ha⁻¹，其地上部生物量之累積較其他竹種高。荊竹林地下部之平均生物量為 318.7 ton ha⁻¹，總計荊竹之地上部及地下部總生物累積量為 562.5 ton ha⁻¹。

三、環境保育下的木竹收穫方式

雖然伐木可能是造成森林喪失和退化的主要原因，但改良的採伐做法和森林理營可用於促進永續木材採伐和長期生態系統健康。常見三種改良永續性採伐技術，包括熱帶地區的減少衝擊的採伐法(Reduced impact logging, RIL)、美國的最佳管理作業(Best Management Practices, BMPs)，以及芬蘭的森林法和相關的木材採伐標準。伐木保護措施必須考慮到木材採伐帶來的廣泛的生態系統影響，例如土壤壓實、侵蝕、水體沈積、保留木的傷害，以及林道和滑道周圍的許多衝擊(如侵蝕、非法活動的增加、增入外來入侵種風險等) (Yale school of Forestry & environmental studies, 2019)。

(一) 減少衝擊的採伐法(RIL)

國際熱帶木材組織(International Tropical Timber Organization, ITTO)提出減少衝擊的採伐法(Reduced impact logging, RIL)：要密集規劃和細心控制木材採伐作業的實施，以盡量減少對森林林分和土壤的環境影響。熱帶森林與溫帶森林不同，伐木會影響可持續性和森林更新。儘管熱帶森林有顯著較高的單位面積的生

物量，但可銷售到市場木材的數量通常低於溫帶森林，因此，每公頃收穫的木材數量相對較少，導致伐木道路和用於進入和搬運原木的作業道的干擾更大。此外，熱帶森林更有可能有人居住，當地人依靠森林資源維持生計(ITTO, 2019)。

它涉及許多實際措施，例如：

- (1) 收穫前森林調查和樹木位置的圖示。
- (2) 收穫前規劃道路、滑道和集材，以盡量減少土壤擾動，並以適當方式保護通過的溪流和水路。
- (3) 收穫前在有大量藤類纏繞樹冠的地區進行藤蔓切割。
- (4) 根據環境友善設計原則建造道路，集材和滑道。
- (5) 使用適當的砍伐和造材技術，例如定向砍伐，伐倒口儘量接近地面以避免浪費，以最大回收有用木材的方式將樹幹最佳橫切成圓木，並減少圓木損失。
- (6) 在計畫的滑道路徑上以絞盤集材，確保拖拉機始終保持在路徑上。
- (7) 在可行的地點，使用索道吊掛圓木以保護土壤和保留植被。
- (8) 進行收穫後評估，向資源管理者和伐木工作人員提供反饋，並評估 RIL 指南的應用程度。

(二) 最佳管理作業(BMPs)

最佳管理作業(Best Management Practices, BMPs)為美國為減輕林業或其他活動造成流域內的土壤侵蝕的負面衝擊。根據 1972 年頒布的「潔淨水法案(Clean Water Act)」，目標是限制進入水道的污染物和沈積物，其中林業和伐木作業是非點源污染(nonpoint source pollution)。根據該法案，各州被授權為林業作業制定和發展自願或規範最佳管理作業。BMPs 是一系列預防措施，從嚴格的規範績效標準到被動的自願標準，因此，最佳(Best)的真正含意是，在伐採時找出衝擊最小的作業方法。BMPs 涉及木材採伐過程的所有方面，以整個流域來看，包括：濱水帶、通過溪流、伐木道路、濕地管理以及更新造林。木材採伐的總體最佳經營實踐通常指導管理者和規劃者，「使用最適合地形、土壤類型和季節的伐採系統，儘量減少土壤干擾和道路密度，並在經濟上實現造林目標」，並特別強調道路規劃和措施，以盡量減少對河岸地區、水體和土壤的影響(Texas Forestry Association and Texas A&M Forest Service, 2014)。

(三) 芬蘭森林法

雖然芬蘭森林法(Finland's Forest Act)最近的更新是在 2014 年，惟自 1996 年起的「森林法」是北溫帶地區朝向永續林業和木材採伐的國家層級的一個範例。雖然芬蘭的大部分林地(64%)是私人擁有的，通常為小規模，平均持有面積為 36 公頃。1996 年芬蘭的森林法要求將重點放在生物多樣性保護、多目標森林利用和永續經濟報酬上。這也意味著大多數伐木和森林管理活動都發生在私有林地，森林經營計劃、森林使用宣言、推廣服務和森林所有者的經濟激勵措施是芬蘭激勵永續林業實踐方法的重要組成部分。

一般而言，芬蘭的森林法規定了與美國國家定義的 BMP 類似的「最佳作業」。森林法要求伐木活動需要提供足夠的林分再新和生長潛力，但如果無法天然更新，可以新植林分。森林法案還要求伐木活動避免損壞保留的樹木、土壤和敏感的棲息地，如水體、沙質土壤和懸崖，以及茂盛的草本植物豐富的森林區塊。森林經營計畫確保了這些做法的應用，詳細介紹了森林狀況、地圖、擬議的收穫活動、操作說明和土地所有者的建議。雖然森林經營計畫不是必要的，但經濟激勵措施鼓勵可以為有經營計畫的土地所有者提供森林活動資金。

另一方面，「森林使用聲明」對土地所有者是強制性的，必須在任何伐木活動前至少 10 天提交給芬蘭森林中心（國家資助的組織）。森林使用聲明包含諸如砍伐的地點位置、伐木關鍵特徵、木材採伐的目的和方法、更新造林的考慮或方法以及重要的已知棲息地等。然後，芬蘭森林中心利用森林使用申報中提供的信息，來評估木材採伐和其他森林經營活動的品質和實施情況。

前述三種改良永續性採伐技術各有所長可資吾人參考應用，美國 BMPs 以整個流域系統來全盤考量，儘量採用木材採伐過程中各個方面最少衝擊的方法；芬蘭森林法則以事先預防及政策引導：森林經營計劃、森林使用宣言、推廣服務和森林所有者的經濟激勵措施，來確保伐採品質朝向永續；ITTO 之 RIL 除了在地區上與本區較為相似(其餘二種方法係來自溫帶之技術)，其較實務地提供操作指南，由現場技術人員彈性運用，並將結果再回饋給操作指南。

臺灣除了經濟因素以及輿論的壓力之外，主要是由於目前社會對木材收穫或林木砍伐的影響相當緊張且負面，林主在營林生產上，需面對許多森林領域以外重要的相關法規，其均對林木之伐採有嚴格的限制與規範(如表 1)，例如：原住民族保留地禁伐補償、環境影響評估法之皆伐面積上限、林業勞工安全、伐採限制、水保與作業道路申請、林業設施規範等。森林所有人或承包業者，在森林

採伐與收穫作業前，需瞭解相關法令規定。

表 1 臺灣森林採伐與收穫相關法規

法規名稱	主要規範事項
森林法	森林主要法規
森林法施行細則	森林主要法規
林產物伐採查驗規則	森林主要法規
國有林林產物處分規則	森林主要法規
國有人工林疏伐作業規範	森林主要作業規定
行政院農業委員會辦理國有林林產物處分作業要點	森林主要作業規定
國有林事業區出租造林地管理要點	租地主間伐申請及分收規定
公私有林經營及輔導作業規範	公、私有林經營管理輔導及補助措施
台灣木材標章使用管理規範	國產材相關驗證標章之申請及使用
臺灣林產品生產追溯管理作業規範	追溯條碼之申請、審查、發放及管理
森林登記規則	林地及竹木登記
原住民族依生活慣俗採取森林產物規則	國有林及公有林內原住民族依生活慣俗採取森林產物
原住民保留地禁伐補償及造林回饋條例	原住民保留地禁伐補償與造林獎勵
開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準	皆伐面積上限
職業安全衛生法	勞工安全
重體力勞動作業勞工保護措施標準	勞工安全
林場安全衛生設施規則	伐採作業之安全規定
保安林經營準則	伐採限制
森林遊樂區設置管理辦法	伐採限制
文化資產保存法	伐採限制
野生動物保育法	伐採限制
風景特定區管理規則	伐採許可
水土保持法	山坡地範圍、開挖申請、水保規範
水土保持法施行細則	山坡地範圍、開挖申請、水保規範
水土保持計畫審核監督辦法	作業道路、開挖申請、水保設施及計畫

四、木竹收穫作業成本

由於竹林收穫作業成本研究甚少，過早的或外國的研究也難以援用，參考羅凱安(2018)所調查之臺灣地區的營林損益現況案例(杉木 20 年生每公頃可皆伐出原木材積 210m³、柳杉 40 年生每公頃可皆伐出原木材積 300m³)加以分析(表 2)，其為方便二案例係假定皆位於山村方便作業之處。

表 2 臺灣地區常見營林收穫損益之案例分析

項目	杉木 20 年生 210m ³ /ha			柳杉 40 年生 300m ³ /ha		
	單價(m ³)	金額	原木收入=100	單價(m ³)	金額	原木收入=100
a)原木收入(至工廠)	6,480	1,360,800	100.0	3,960	1,188,000	100.0
b)生產成本=c+d+e	2,880	604,800	44.4	2,880	864,000	72.7
c)伐木造材	900	189,000	13.9	900	270,000	22.7
d)集材機械	1,080	226,800	16.7	1,080	324,000	27.3
e)運材	900	189,000	13.9	900	270,000	22.7
f)立木價金	1,620	340,200	25.0	720	216,000	18.2
g)承包損益=a-b-f	1,980	415,800	30.6	360	108,000	9.1
h)自營損益=a-b	3,600	756,000	55.6	1,080	324,000	27.3

目前杉木因為可作為文化建築裝修用材，原木平均材價運至製材工廠為 6,480 元/m³，若 20 年間造林補貼等於造林撫育支出，20 年生以立木賣給原木商，森林所有者可得 34 萬，即每公頃每年有 1.7 萬元收益；若是有經驗可以自行雇工或發包進行伐木、造材、集材及運材，可另得承包利益 42 萬共有 76 萬，即每公頃每年有 3.8 萬元收益，惟常見情形為承包利益 42 萬為原木商所獲取，因為林主缺乏林木採伐申請、技術及銷售管道。若以杉木原木售價為 100，採伐生產成本為 44.4%，森林所有者收入(立木價金)為 25.0%，承包原木商 30.6%。

柳杉因為用途有限且日本有原木進口，目前柳杉原木平均材價運至製材工廠為 3,960 元/m³，若 40 年間造林補貼一樣等於造林撫育支出，40 年生以立木賣給原木商，森林所有者可得 21 萬，即每公頃每年僅有 1 萬元收益；若是有經驗可以自行雇工或發包進行伐木、造材、集材及運材，可另得承包利益 11 萬共有 32 萬，即每公頃每年有 1.6 萬元收益；常見情形為承包利益 11 萬為原木商所獲取，因為林主缺乏林木採伐申請、技術及銷售管道。若以柳杉原木售價為 100，採伐生產成本為 72.7%，森林所有者收入(立木價金)為 18.2%，承包原木商 9.1%。

柳材以目前的材價(約 4,000 元/m³)來看，原木承包商只有 9.1%的利潤並不

吸引人，故目前常不易銷售。然由於在市場上森林所有人一般比原木商位於劣勢，若一定要採伐，在作業條件不佳情形下，甚至有另外支付費用給原木商的情形。原木商除了握有市場通路之外，主要獲利的優勢仍是採伐經驗及技術，以及承擔天候及作業的風險。

以上實例可推知，在林業經營收穫成本中以採伐生產成本最主要，過去租地造林時期有利可圖之原因在於工資低、有技術性的勞動力、作業的與持續性與規模、沒有嚴苛的環保要求，所以採伐收穫成本不高，加上當時匯率低進口材昂貴，可保障國產材價。反之當前由於臺灣匯率較高，進口外材反而便宜，故國產材價也受到壓抑，而 1990 年之後經營收穫成本的持續高度成長，造成多數租地造林屆伐期因無法獲利而不收穫，最後放棄了經營。

湯適謙(2014)於苗栗地區應用輕型集材機及小型怪手集材機(swing yarder)於桂竹林間伐作業，分別採用人工作業及機械作業進行比較，所得結果：在作業效率方面以 3 人一組之日工作量則分別為人工作業 45 m 為 1,061 支/日最高，人工作業 45-90 m 為 631 支/日最低，機械作業為 1,023 支/日 次之。平均人工作業成本 75,516 元/公頃，機械作業成本為 67,113 元/公頃，整體而言機械作業之成本較人工作業之成本低。在機械能源效率部分，能源效率為 0.11 噸/升(柴油)。另外砍伐作業與林地坡度具有正相關；集材作業與集運距離為正相關，可分別進行回歸分析。

卓志隆(2015)在研究對環境友善之森林收穫作業與技術開發發現，疏伐作業之每人日平均(柳杉)伐木造材標準作業量為 11.037 m^3 ；集材整堆為 2.352 m^3 ；每人日平均可生產 1.839 m^3 原木。採用定張式架線集材與怪手配合絞盤集材，伐木造材採用鏈鋸，林道兩側進行原木整堆使用抓鉤式怪手，二者單位材積生產費用分別為 2,765 元及 2,020 元。合計每生產出 1 m^3 原木時整堆於林道旁之 CO_2 排放量為 18.37 kg。在約相同的作業深度規劃下，採怪手直線集材及關聯作業之 CO_2 排放量為架空索集材的 1.2 倍。

五、私有林合作經營的優勢

林業生產的特性在於時空的合理配置，臺灣私有林業最主要的問題在於規模不足，較需要林業合作的推廣。臺灣早期亦有林業合作社之存在，但也隨著工業產品興起，使得林業合作社傳統林產品逐漸沒落。合作的意義，簡單的說，是指與他人一起工作(working together)之意，英文則稱為 co-operation)。每個國家的林業合作組織的型式各不相同，如日本的森林組合、芬蘭或瑞典的森林經營協會(Forest Management Association)，參考補充 Kittredge(2005)的說法，合作組織可有 6 種合作內容：

1. 勞力合作(labor cooperation)
2. 技術合作(technique cooperation)
3. 資訊合作(information cooperation)
4. 設備合作(equipment cooperation)
5. 財務合作(financial cooperation)
6. 管理合作(management cooperation)

而臺灣林業合作組織的型態可能有以下 4 種方式，茲將合作社、協會、公司以及合夥組織在執行方式、功能、依據法令、成立要件、組織方式及股權轉讓整理於表 3，方便瞭解其相異之處。

表 3 林業合作組織型態比較

比較型態	合作社	協會	(有限)公司	合夥
執行方式	一人一票為權利獲得的基礎，採用社員認購社股。	林主協會作為民間團體，有一套獨立的營運機制，內部形成了法人治理結構，林主協會的領導由選舉產生，不需要政府任命；內部建立了章程和制度。	由兩個或以上個體持有公司股票份額的企業組織形式。而股份是企業組織所有權憑證。股份公司通過公開、非公開的方式發行股票，通過經營、投資、財務融資等方式創造利潤回報股東。	採用個人投資單位比例而成的權利與責任分攤方式。
主要功能	把生產過程中一部份工作，如購買、利用、加工或運銷等，交由合作社代為處理，節省成本，改進生產品質；為輔助角色。	可分鬆散型(由協會輔助林主管理森林、技術培訓、代理木材銷售)及緊密型(從育種、加工、銷售等，協會託管林主的森林)，林主皆可委託協會來完成，為一個經濟實體。	一般企業的經營模式是以資本結合，投入之股權多寡為權利計算基礎，集合眾人的力量和資本，來創造共同的利益。	主要由出資個體協商或依出資額大小決定執行。
主要法令	合作社法	人民團體法	公司法	民法
成立條件	7 人以上	30 人以上	股東人數 1 人以上	2 人以上
組織方式	非營利組織-社團法人	非營利組織-社團法人	營利組織-法人資格	營利組織-非法人資格
股份轉讓	非經合作社同意不得轉讓	無	可轉讓	為個人所有

Lo (2013)曾調查全臺具有林業生產潛力北中南東的四個地區(共 17 個鄉鎮，北區(北埔鄉、橫山鄉、尖石鄉(原)、五峰鄉(原))、中區(鹿谷鄉、竹山鎮、仁愛鄉(原)、埔里鎮)、南區(高樹鄉、杉林區、內門區、春日鄉(原)、來義鄉(原))、東區(瑞穗鄉、鳳林鄉、萬榮鄉(原)、卓溪鄉(原))，共訪問 154 家戶，研究私有林戶對於參與林業合作意願的相關問題，結果顯示有 68.8%林主自認不具營林知識與能力，認為森林之功能以水土保持(79.9%)、水源涵養(51.9%)以及改善溫室效應(50.6%)為主，對於木材生產比重只有 31%。有 62.3%願意參與合作經營計劃，其中有 60.42%希望以合作社型式成立，59%認為成立範圍以鄉鎮尺度最宜，對

未來政府推行合作經營之措施，則以財政補助(63.3%)、合作組織輔導(54.7%)、提供銷售管道資訊(54.7%)較被林主認為可行。

其中主要影響林業合作意願的因素為：年輕的林主、本身缺乏森林經營相關知識與技能者、林業用地、政府的政策支持(成本分攤、行銷及輔導)。由此研究結果可知，合作經營可以協助臺灣私有林第 2 或第 3 代林主在營林知識技能不足，以產業鏈的互補合作，彼此分享勞力與技術，以集體行動獲得政策支持，降低其在機械設備採購、友善環境或永續經營驗證費用的各項成本，開拓產品行銷管道及通路。

表 4 Results of logistic regression on sampling owners' willingness to participate in forest cooperatives (Lo, 2013)

factor	Explanatory variables	Coefficient (B_k)	Standard error (Se_k)	Wald Chi-square	P-value	Odds ratio Exp(B)
X ₁ Forest owner management capacity	X ₁₁ Young forest owner	.705	.338	4.363	.037	2.025
	X ₁₂ Knowledge and skills of forest management	-.784	.345	5.164	.023	.456
X ₂ Objectives of forest management	X ₂₁ Weight of wood production	.005	.005	1.283	.257	1.006
	X ₂₂ Recreational development	-.104	.185	.316	.574	.901
X ₃ Conditions of forestland	X ₃₁ Area	.240	.353	.461	.497	1.271
	X ₃₂ Zoning	.807	.355	5.161	.023	2.241
X ₄ Supportive resources	X ₄₁ Production cost reduction	.293	.138	4.514	.034	1.340
	X ₄₂ Marketing	.374	.114	10.784	.001	1.453
	X ₄₃ Subsidy and education	1.020	.190	28.894	.000	2.774
	Constant	-2.752	.579	22.611	.000	.064

Number of observations = 296; Nagelkerke R^2 =0.526; Hosmer-Lemeshow P = 0.076; Predictive accuracy of classification= 84.5%

截至 2018 年全國共有合作社 3,830 社，合作農場 198 場，其中農業合作社有 1,139 社，社員人數有 15.3 萬人(合作社事業統計年報，2019)。臺灣之林業合作社發展其實早自 1948 年即開始成立，羅紹麟(1980)老師當時的調查仍有 13 社，大約成立在 1950-60 年代，當時許多社員加入是義務性的(60.6%)，在其分析經營管理後發覺有二極化現象，即規模大者越能生存，小型者漸有面臨解散之危機，亦提出林業合作社可以藉由擴展產銷的一貫化來增加利益，且建議在政策法令

上需要對林業合作社有實質上的輔導，否則令其自生自滅最後將危害社會。

經收集臺灣仍有登記之林業合作社有：基隆市、新北市、金墩村林業、竹山鎮瑞竹、竹山鎮德興、竹山鎮大鞍、竹山鎮頂林、竹山青竹、南投市鳳鳴、仁愛鄉良久、臺南烏山等 11 個，上述除了青竹及烏山外，並未聽聞有積極之經營。不過，近 10 多年來在林務局及各大學的輔導下，新的林業合作社陸續成立，主要是政策上有增加了一些誘因，期盼新的林業合作社能在提升國產木竹材生產及推廣有更多的著力，合理利用森林促進保育，分享經營利益給林主，以及發揮其社會責任，包括：

1. 新竹永泰林業生產合作社(2012)、
2. 南投永隆林業生產合作社(2013)、
3. 新竹縣品彥林業合作社(2014)、
4. 屏東永在林業生產合作社(2014)、
5. 新竹尖峰竹萃液生產合作社(2016)
6. 宜蘭蘭陽林業生產合作社(2017)、
7. 花蓮水璉林業運銷合作社(2017)、
8. 臺中市林業生產合作社(2018)、
9. 嘉義阿里山林業生產合作社(2019)、
10. 高雄永富林業生產合作社(2019)、
11. 高雄永茂林業生產合作社(2020)等共 11 家。

合作社的成立是依個人自願性、平等原則下所成立之組織，其籌組有一定的流程，茲將合作社由籌組到成立，相關重要條文整理如表 5，並將成立流程歸納為以下 9 個重要步驟(如圖 2)。一般而言，合作社之成立大約需要 0.5~1.5 年時間籌備。

表 5 合作社法重要法條

合作社法		
章則	條別	重要事項
第一章、通則	第 1 條	依平等原則，在互助組織基礎上，以共同經營方法謀社員經濟利益與生活改善，社員人數及股金總額均可變動。
	第 2 條	合作社為法人
	第 2-1 條	主管機關：在縣(市)為縣(市)政府。
	第 3 條	種類及業務為生產合作社：經營各種生產、加工及製造之全部或一部分業務。
	第 3-1 條	生產合作社社員應限於生產者，並不得經營非社員產品。
	第 4 條	合作社之責任為有限責任。
	第 7 條	免徵所得稅及營業稅
第二章、設立	第 8 條	合作社非有七人以上，不得設立。
	第 10-1 條	合作社設立後，應於六個月內開始經營業務
第三章、社員社股及盈餘	第 11 條	社員資格應具備"年滿二十歲"或"未滿二十歲而有行為能力者"之一條件。
	第 16 條	社股金額每股至少新臺幣六元，至多新臺幣一百五十元，在同一社內，必須一律。
	第 17 條	社員認購社股，每人至少一股，至多不得超過股金總額百分之二十；其第一次所繳股款，不得少於所認股款四分之一。
	第 23 條	合作社盈餘，除彌補累積損失及付息外，應提百分之十以上為公積金，百分之五以上為公益金，百分之十為理事、事務員及技術員酬勞金。
第四章、理事監事及其他職員	第 32 條	合作社設理事至少三人，監事至少三人，由社員大會就社員中選任之。
	第 33 條	理事任期一年至三年，監事任期一年，均得連任。
	第 39 條	監事職權：1.監察合作社財務狀況 2.監查理事執行業務狀況 3.監察第 35、36 條所規定之書類 4.有合作契約時，僅代表合作社出席。
第五章、會議	第 45 條	會議種類：1. 社員大會，每年至少召集一次。2.社務會，每三個月至少召集一次。3. 理事會，每月至少召集一次。4.監事會，每月至少召集一次。
	第 49 條	社員大會開會時，每一社員僅有一表決權。



圖 2 合作社成立流程圖

參、工作項目與研究方法

依據本計畫之採購需求分別有以下幾項工作內容：

一、屏東林區竹林經營與竹農現況之調查與訪問

擬先由屏東林區承租人資料瞭解目前竹林經營之現況(分布及數量)，選擇區內竹林分布較多之鄉鎮中，進行有代表性竹農之深度調查訪問($n>30$)，以瞭解目前竹林經營上之困難(訪問問卷設計如附錄 5)。在訪問過程中，並一方面介紹輔導竹農參與林業合作組織，並後續在辦理租地造林人或竹農說明會，介紹討論解答疑問來逐步推廣。

二、竹材加工製造之產業鏈調查與訪問

由於林產品的產業鏈比一般農作物長，有各種利用竹原料的加工利用方式，加上臺灣竹材伐採已停滯多年，相關產業之調查對象(母體)已不完全瞭解或缺乏其基本資料，故將以滾雪球的調查方式收集區內利用竹資源相關事業的分布、規模、附加價值、合理價格下願採購之國產竹材需求量(訪問問卷設計如附錄 6)。而滾雪球的調查方式意指藉由調查一個樣本之後，再介紹相關樣本，如同滾雪球方式，逐漸向外擴張調查對象。

三、選擇並規劃屏東林區竹林生產區

利用產業鏈調查來評估國產竹材之需求量，配合竹林經營分布及數量之現況資料，考量交通、作業可行性及可利用數量，分析適合竹林產業鏈的生產區區位，規劃出合適竹林生產區。

四、開發竹林較適作業(留存方式與密度、新生竹復舊調查)與採伐技術(地形、道路、集材作業機具與方法)

擬先在國立屏東科技大學校園內選取 2 ha 蔴竹林進行先驅試驗，進行以下幾件項目：

- (一) 留存方式與密度：比較三種留存率處理：100%(對照組)、50%、0%，各有 3 個重複，分析對次年新竹萌發之差異。

(二) 就現地地形試驗可行的作業規範以及相關機具配合收穫方法：預計租用小型(3-4 噸)可在竹叢間作業之挖掘機進行機具伐採，本校試驗地涵蓋各種地形，有平緩亦有陡坡，可在過程中觀察記錄其在各種地形下之作業效率，以及對環境之衝擊。在考量環保、法規及作業經濟可行性，研發出竹林較適作業運作方法與程序之作業方案。



圖 3 國立屏東科技大學提供試驗之蔴竹林空照圖

(三) 收穫機具之研發改良：與協力廠商(元宇生物科技公司、油機機械、臻禾農機、兆森木業公司等)合作，以租用挖掘機為基礎，改良收穫機具來測試改善伐採作業效率，降低收穫成本的可行性。



圖 4 元宇生技公司所開發採竹機具原型

除了學校實驗區之經驗，將再另外選擇一示範作業區作驗證，以選擇林主所有之竹林提出申請採伐，並將相關作業規劃流程，同時也作為培訓課程之用。

五、辦理租地造林人或竹農合作經營說明會

會選擇在竹林分布較多且訪問調查結果中竹農有參與意願較高之地區，來辦理說明會，向竹農說明竹林合作經營的方式、當前竹林經營的政策輔導協助，增進竹農經營信心。

六、竹林採伐作業技術作業準則、規劃及申請流程

(一) 竹林採伐作業規劃

由本次伐採竹林之經驗，將作業流程分類為合適之獨立工作項目單元，再分別將各項重要工作項目擬定出標準化的工作規範，作為異常事件發生的檢核點和品質管控的依據，亦即竹林伐採作業之「標準作業程序」(Standard Operating Procedure, SOP)，也會作為未來教育訓練之教材。

(二) 竹林採伐申請流程規劃

由於國產木竹材之伐採件數已相當少，許多縣市承辦也甚少受理辦理，因為伐採自申請至完成在許多法規上有具體的要求及文件，透過本次伐採竹林之經驗，將目前竹林採伐申請流程作一整理，並提出可行之流程規劃建議，作

為未來法規及行政命令之修正依據。

七、竹林採伐作業成本收益分析

收益方面以竹材原料之市價調查或廠商訪談之資料來估算；成本方面依前述之作業工作項目單元或廠商訪談之經驗資料來進行分析，將其中勞動力、投資設備及機械、物料及管理費用之支出加以記錄，再進行成本收益比較分析。

八、竹林經營培訓課程規劃與實作訓練

(一) 規劃竹林經營之相關培訓課程

培訓課程對象初期預計是以林務局或縣市鄉鎮之公務人員或學生、竹農、合作社員或竹林企業等有興趣竹林經營之個人或團體。以本次計畫執行完成試驗及實際作業程序之申請的實務經驗為基礎，將聘請相關師資及技術人員，至少規劃全天(理論課程 3 小時、實作課程 3 小時以上)相關課程。

(二) 培訓竹林經營技術操作的實作人才(工作坊或座談會型式)

利用上述規劃好之課程，以工作坊方式(全天)，進行竹林收穫作業之培訓，並將學員意見回饋至培訓課程之修正。

九、本研究工作項及流程規劃

本計畫自 108 年 6 月起至 109 年 9 月，計畫中各項目之安排如以下甘特圖 (Gantt chart) 所示。

項次	工作項目	108 年							109 年								
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	文獻收集與回顧	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	期初報告(工作內容與進度)		■														
3	期初報告回應與修改			■	■	■											
4	竹林地資料彙整分析		■	■	■												
5	竹林主調查訪問				■	■	■										
6	竹產業鏈現況調查				■	■	■	■									
7	規劃竹林永續生產區方案				■	■	■	■	■								
8	輔導竹農參與林業合作組織			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
9	辦理租地造林人或竹農說明會						■		■								
10	竹林較適作業試驗(留存密度、作業方法)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
11	伐採作業示範區地點選定						■	■									
12	申請採伐作業相關流程規劃							■	■	■							
13	規劃竹林採伐作業技術方案							■	■	■							
14	伐採作業示範區作業								■	■	■	■					
15	期中報告								■								
16	期中報告回應與修改									■	■	■					
17	竹林採伐作業成本收益分析								■	■	■	■	■				
18	竹林採伐作業規劃手冊								■	■	■	■	■	■			
19	竹林採伐作業課程規劃										■	■	■	■			
20	竹林採伐作業教育訓練											■	■	■	■		
21	期末報告															■	
22	期末報告回應與修改															■	■
23	成果報告																■

圖 5 本計畫工作項目之 Gannt 圖時程規劃

肆、計畫執行成果

一、屏東林區竹林經營與竹農現況之調查與訪問

因過去對承租人及竹林經營的現況已有大致上的掌握，因此本次調查的樣本規模不大，主要提供研究者對屏東處轄區承租竹林的基礎認識。屏東林管處轄區以旗山及六龜站所轄面積較多，且竹林多集中在內門、杉林、甲仙、旗山、那瑪夏等區。按屏東林管處提供的承租人名單，以內門、旗山地區的承租人為調查對象，實際訪問 150 人，最後訪問成功得到有效問卷 33 份，分析如下：

(一) 受訪竹林承租人基本資料

此次受訪者大都居於高雄市，以男性佔多數。平均年紀 67 歲，超過 70 歲者佔 39%。60%為中等教育程度以上，以高中職居多。多數(64%)有從事竹林經營以外工作者。此顯示竹林經營者已老化，竹林經營只是部分的事業。

表 6 受訪竹林承租人基本資料

- | |
|---|
| 1. 受訪者居住縣市：高雄市(85%)、屏東縣(15%) |
| 2. 性別：男 82%、女 18% |
| 3. 年紀：平均 67，<50(3%)、50-60(18%)、60-70(40%)、70-80(18%)、>80(21%) |
| 4. 教育程度：國小(10%)、國中(27%)、高中職(36%)、大專以上(27%) |
| 5. 除了經營竹地外，您是否還從事其他工作：無(36%)、有(64%) |

(二) 受訪竹林承租戶基本資料

受訪承租戶合住人口以 3~5 人較多，已無法依賴農林業為生，且竹林經營對家計影響甚少。

表 7 受訪竹林承租戶基本資料

1. 目前和您合住人口數(實際現住人數)：1 人(6%)、2 人(28%)、3~5 人(41%)、>5 人(25%)
2. 合住人口成人數：1 人(6%)、2 人(28%)、3~5 人(41%)、>5 人(25%)
3. 從事農業人數：0 人(26%)、1 人(29%)、2 人(35%)、>3 人(10%)
4. 目前家庭主要經濟來源：農業(包含林業)以外所得：每月固定家庭所得：平均 5 萬元(n=7)
5. 竹林對家庭收入影響：(1~5 給分，1 甚少影響，5 影響最大)：1(66%)、2(12%)、3(18%)、4(4%)、5(0%)

(三) 受訪竹林承租地基本資料

此次問卷調查並非逢機而是盡量選取大面積之承租戶為主，在訪問過程中也發覺承租面積越大，承租人越熱心回答。受訪租地平均每筆面積為 29 ha，其中竹林面積平均為 13.5 ha，竹種以蔴竹及麻竹占多數(93%)，竹林主要危害以野生動物為害(15%)較常見。有 6 成林主自認為林地的自然條件不錯，在自然條件的缺點中，以缺水源及坡度陡為主。林地的交通尚可，有一半的承租人 30 分鐘內可到達，有一半的承租人有聯外道路。

表 8 受訪竹林承租地基本資料

1. 租地面積(ha)：平均 29。<20(67%)、20-30(9%)、30-40(3%)、40-50(9%)、>50(12%)
2. 竹林面積(ha)：平均 13.5。<10(70%)、10-20(3%)、20-30(3%)、30-40(9%)、40-50(6%)、>50(3%)
3. 由來：自行承租(46%)、繼承(36%)、購自他人(18%)
4. 竹種類：蔴竹(40%)、麻竹(32%)、長枝竹(2%)、綠竹(2%)、蔴竹+麻竹(24%)
5. 竹林缺點(複選)：無(82%)、野生動物為害(15%)、病蟲害(6%)、發生火災(3%)、地力退化(3%)、與其他樹種競爭(3%)
6. 自然條件：良(58%)、中(36%)、差(6%)。缺點(複選)：缺水源(21%)、坡度(21%)、土壤質地(12%)、其他(12%)
7. 交通狀況：到林地所需時間(分鐘)：<10(12%)、10-30(40%)、30-60(33%)、>60(15%) 距車道(km)：0(52%)、0-1(27%)、>2(21%)

(四) 受訪竹林經營現況

大部分(67%)已半放棄到無經營狀態。少有外僱用勞力，多為經營者自己處理。

表 9 受訪竹林經營現況

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. 經營努力程度：認真(9%)、普通(24%)、半放棄(21%)、無(46%)2. 家戶勞力使用(人日)：0 人(13%)、1 人(60%)、>2 人(27%)3. 平均投入費用(肥料、農藥、設備，元/年)：27,5004. 僱用家戶以外勞力：無(88%)、有(12%)。平均雇用(人日/年)：12.25(n=4)。當地農業工作平均工資(元/日)：1,500(n=7) |
|---|

(五) 受訪竹林承租人經營能力

雖是承租人自行經營(91%)為主，也充分瞭解竹林之現況，但經營者自認為在經營竹林的知識、技術與能力上不足者佔 67%，顯示本計畫中對林主竹林經營能力培力的迫切需要性。

表 10 受訪竹林經營現況

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 竹林目前是您在管理：自行管理(91%)、委託他人(9%)2. 對租地竹林現況有瞭解：了解租地(100%)、不了解(0%)3. 經營竹林的知識、技術與能力：能力足夠(33%)、能力不足(67%)。 |
|--|

(六) 受訪竹林經營意向與目標

承租人保有竹林地之目的以保有承租地使用權最多(88%)，或是當成家戶之財產。對竹林經營功能認知上，以水土保持(79%)、環境景觀(55%)、固定二氧化碳減少溫室效應(42%)較高。雖然認為竹林更新砍伐對竹林功能影響不大(73%)，但由於目前的經營無法獲利，故經營意願並不高，意願高者僅佔 3%。

表 11 受訪竹林經營意向與目標

1. 保有竹林地之目的(複選)：保有承租地使用權(88%)、家戶財產(45%)、有竹材、竹筍可收入或利用(24%)、投保農民保險(15%)、等政府放領(6%)
2. 竹林經營功能認知(可複選)：沒有(15%)、水土保持(79%)、環境景觀(55%)、固定二氧化碳減少溫室效應(42%)、休閒遊憩(33%)、水源涵養、水質淨化(27%)、農業生產保護(27%)、竹、竹筍生產(21%)、野生動物棲息(18%)、林下經濟(6%)
3. 對竹林更新砍伐的竹林功能影響(可複選)：沒有(73%)、水土保持(24%)、環境景觀(15%)、水源涵養、水質淨化(9%)、農業生產保護(9%)、竹、竹筍生產(9%)、固定二氧化碳減少溫室效應(9%)、野生動物棲息(3%)、休閒遊憩(3%)、林下經濟(3%)
4. 竹林經營意願高低(1~5 給分，1 最低，5 最高)：1(55%)、2(30%)、3(12%)、4(3%)、5(0%)

(七) 受訪竹林生產與收益

近 5 年內無竹材伐採計畫者佔 94%，不願生產的原因有：無銷路(76%)、砍伐成本高(76%)、價格不好(70%)。經營者認為最適採伐期以 5 年較多，伐後主要為改種樹種與待發新竹，最佳採伐率為區塊皆伐(100%)。

表 12 受訪竹林生產與收益

1. 您的竹林是否需要伐採：要(50%)、不要(50%) 需要，理由是：改植其他樹種(22%)、道路拓寬(3%) 不需要，放任生長即可，理由是：不能獲利(9%)、竹子數量不多(6%)、環境保育考量(6%)
2. 近 5 年內是否有竹材伐採計畫：否(94%)、是(6%)
3. 不願生產的原因(可複選)：沒有銷路(76%)、砍伐成本高(76%)、價格不好(70%)、法規限制(27%)、怕危害環境(15%)
4. 產品銷售：未銷售至市場，家戶或親友利用(85%)、銷售至市場(15%)
5. 銷售管道(複選)：自售(84%)、果菜市場(16%)、伐木竹商(0%)
6. 最適伐期：1 年(36%)、2 年(7%)、5 年(57%)
7. 竹林最佳採伐率(%)：100(46%)、80(8%)、70(15%)、60(8%)、<50(23%)
8. 伐除後利用：改植造林樹種(55%)、待發新竹(45%)

(八) 政策輔導需求

承租人當前對經營竹林需要政府的協助項目主要有：竹林經營法規的協助與法令捆綁(52%)、提供當地竹林勞動力(30%)、竹林經營技術(30%)、提供更多元竹林下副產物經營(27%)、共同規劃整修作業道路(24%)、合作經營擴大規模(21%)等，絕大部分恰是本計畫所涵蓋思考協助他們解決的問題。

表 13 對竹林經營政策輔導需求

您認為私人經營竹林需要政府那方面的協助：
1. 降低成本方面：協助提供當地竹林勞動力(30%)、共同規劃作業道路(24%)、合作經營擴大規模(21%)、補助機械化作業(18%)、補助設備採購(9%)
2. 提升收益方面：提供更多元竹林下副產物經營(27%)、研發竹新產品(18%)、協助產銷減少中間商剝削(6%)
3. 教育訓練方面：竹林、法規的協助(52%)、竹林經營技術(30%)
4. 其他具體建議：人力不足，雇工不易、林道修復、快回收租地、應放寬法令、提高造林補助 推動碳排放權交易、政策及法規資訊不夠及時、也缺乏溝通與協商的管道

二、 竹材加工製造之產業鏈調查與訪問

(一) 臺灣竹產業分類與營業現況

由於臺灣竹產業在 80 年代許多業者積極西進大陸浙江、福建一帶，回銷之竹產品對臺灣竹產業打擊頗大。目前臺灣竹材加工製造業的情況，根據本校木材科學設計系林曉洪老師協助提供的資料，共收集全臺以竹原料進行加工較具規模之廠商 69 家，根據其分類與營業類型，整理分析如表 14，可分為六大類，依其家數比率多寡分別為：生活用品 18 家(27.5%)、家具(桌椅、竹簾、竹蓆)17 家(26.1%)、建材、製材 11 家(15.9%)、工藝品 10 家(14.5%)、其他(醋液、碳、奈米、紙) 10 家(14.5)、食品 7 家(10.1%)。

表 14 臺灣竹產業分類與營業類型家數與比率

竹產業分類	收集家數	家數比率	營業類型
生活用品	18	27.5%	竹耙、竹牙籤、飯匙、湯匙、煎匙、覘板、竹筷、肉串、竹果叉、竹卷、壽司卷、皿子、夜燈、竹籃、竹簍等
家具(桌椅、竹簾、竹蓆)	17	26.1%	竹蓆、竹窗簾、旋轉座墊、汽車座墊、寢具、竹籐墊子等
建材、製材	11	15.9%	竹柱、竹材、香竹加工、扇片、木竹防腐製品、竹刀、竹地板、竹皮、竹條、竹絲、竹片、棧板、竹地板、竹大板加工等
工藝品	10	14.5%	竹藝品、竹木編織品、竹製劍、竹片、竹骨雨傘、竹骨布燈、燈籠等
其他(醋液、碳、奈米、紙)	10	14.5%	活性炭、竹炭(竹炭片、竹炭粒、竹炭棒、竹炭粉、竹炭加工(竹炭花生、竹炭床組、竹炭護具、竹炭衣服、竹炭襪)、再生活性炭、其他化學材料、吸附材、濾材、竹紙、奈米竹炭乾燥劑、竹炭乾燥棒、竹子液、植物精油萃取液、竹醋液等
食品	7	10.1%	麻竹筍茸，麻竹脆筍，鳳尾筍乾，麻竹筍乾絲、竹筍罐頭（桂竹、石竹筍）、乾筍絲、酸煮竹筍、真空綠竹筍等
合計	69	108.7%	其中有 6 家跨 2 大類

(二) 竹材相關受訪企業之現況與問題

南部竹產加工相關產業仍在經營的企業已不多，本次擴大調查全臺電訪 98 家竹材相關企業，亦是多為停業狀態，或經營者年老不接受訪問，最後共得到有效問卷 33 份。調查企業之基本資料詳如表 15，可看出竹產加工業之分布主要以桃竹苗、竹山嘉義、臺南高雄三處居多，應屬於原料產地導向的加工模式。成立時間以 60 年代居多，近 10 年大型竹加工廠投資不多。2/3 為小規模(資本額<300 萬)經營，小規模者主要是零售商或是原竹、粗加工業為主，大規模者主要以製材、地板、防腐、竹片、竹筷為主。

竹材主要銷售產品種類涵蓋與表 14 相似，所調查之國產竹材主要產品主要有：竹桿及粗加工、竹炭及竹醋液、竹編與竹籠及竹籃、竹簾及竹捲、竹家具等 5 項。竹材來源約有一半的廠商有使用國產竹材，原料種類以孟宗竹、桂竹較多，長枝竹、蔴竹較少。以南部常見之蔴竹及長枝竹用途來看，依據林俊成等(2017)的分析，蔴竹主要用在農用及魚塭擋風牆為大宗，每年約需 10 萬支，使用重量約 420 公噸，換算為原竹需 667 公噸。長枝竹用於蚵架，每年約需 20 萬支，使用重量約 1,920 公噸，換算為原竹需 2,133 公噸(以利用率 90%估算)。可以看出二竹種主要產地在臺南及高雄地區，產業利用上仍以傳統使用為主，目前沒有更

具創新或高附加價值之利用型式的廠商。

受訪廠商回答使用國產竹材的原因主要是，運輸成本低、品質好，尤其是日本顧客喜愛臺灣竹材。但是不採用的原因則有：

1. 竹林老化造成問題
2. 竹材易被其他材料取代
3. 國產竹材市場日益縮小
4. 供貨不穩、備貨太久
5. 國產竹材成本高(作業不易、人力不足)
6. 竹林生產及加工廢棄物處理困難
7. 政府未支持竹產業發展、法規限制

可看出竹產業在原料需求、產業發展目前大都經營困難，故無法與進口商品競爭，還有擔心伐採作業衝擊、污染排放之環保要求，急需政府輔導及協助。情形與如林裕仁、潘薇如(2016)在臺南之竹產業調查困境：缺乏青年投入，產業傳承中斷、人力成本過高與行政程序費時、削價競爭激烈，利潤微薄是相似的。

表 15 受訪竹產業廠商基本資料

No	受訪公司	地點	成立年代 (民國)	員工數	資本額 (萬元)	主要產品及 年產量	最有競爭之 特色產品	使用國產 竹材比率
1	恆俐木業	宜蘭縣 冬山鄉	75	15	1,600	製材	無	無
2	光興竹行	宜蘭縣 宜蘭市	68	3	1	加工	竹編、竹 籠、竹籃	100%
3	義興竹木行	桃園市 楊梅區	55	2	1	木材、竹材	木板	無
4	益材木業有 限公司	桃園市 楊梅區	81	42	8,000	合板、箱板 材、包裝材 料之進口銷 售、防腐處 理	進口加工	國產很少
5	三鈴竹材加 工廠	苗栗縣 頭份市	63	10	3	竹竿、竹炭	人工作業	100%
6	炎煌竹店	臺中市 豐原區	49	1	1	孟宗竹桂竹	中盤	進口竹受 季節影響 使用不多
7	賢發木藝廠	臺中市 神岡區	105	10	3	合板、木地 板	無	不知道
8	東瑞實業	彰化縣 田中	72	2	600	餐具、園藝 用具	無	量少採購 方便
9	興農竹材行	彰化縣 田尾鄉	68	10	2	竹桿	竹桿加工	100%
10	合成竹器工 藝社	彰化縣 二水鄉	52	1	3	竹簾、竹捲	毛筆、捲竹 蓆	100%

No	受訪公司	地點	成立年代 (民國)	員工數	資本額 (萬元)	主要產品及 年產量	最有競爭之 特色產品	使用國產 竹材比率
11	光遠企業有限公司	南投縣竹山鎮	36	4	300	燈籠，1 萬/年	燈籠	100%
12	竹育股份有限公司	南投縣竹山鎮	53	30	2,000	竹片	竹劍、竹蓆、竹簾原料	100%
13	雙鳳竹器工藝社	南投縣竹山鎮	62	2	1	目前已不生	竹製器具	過去皆用國產
14	賢山企業有限公司	南投縣竹山鎮	65	5	1,000	竹筷	包裝	無
15	泉源竹木廠	南投縣竹山鎮	69	不便透露	3	木製家具配件、竹積層材	木棒、木球	很少
16	華山竹木行	南投縣竹山鎮	69	10	1	農材 竹桿	竹桿加工	100%
17	有限責任南投縣竹山鎮青竹生產合作社	南投縣竹山鎮	88	8	60	竹炭、竹醋、竹苗、竹材	竹炭窯燒製與竹醋液生產	無
18	冠宇竹木材加工廠	南投縣竹山鎮	92	3	600	防腐加工，電桿、木桿	ECQ 防腐	無
19	大自然竹木業有限公司	南投縣竹山鎮	95	10	300	製材、竹架子	無	80%
20	竹泰貿易行	南投縣竹山鎮	99	5	10	家具、餐具	進口加工	無
21	坤發實業有限公司	嘉義縣民雄鄉	75	3	500	竹筷、竹插、竹架子	無	100%
22	大埔竹炭坪林窯	嘉義縣大埔鄉	107	10	1	竹炭竹醋液	竹醋液	100%
23	大埔孟崇竹炭生產合作社	嘉義縣大埔鄉	92	3	30	竹炭 竹醋液	竹炭 竹醋液	100%
24	信二竹店	臺南市北區	-4	2	1	竹製家具	傳統手工	100%
25	魏連發竹材店	臺南市東區	62	5	1	長枝竹	生產	100%
26	年億竹行	臺南市安南區	80	3	1	加工生產	加工	100%
27	上益工藝社工廠	臺南市下營區	82	10	5	木製工藝品	無	無
28	三新商業股份有限公司	臺南市後壁區	65	40	500	敬神紙・包裝紙 3,000 ton/年	紙張嵩度(Bulk)高	無
29	玉山竹行	高雄市前鎮區	60	1	4	竹桿	生產批發	100% 運輸快
30	岱輝興業有限公司	高雄市鳥松區	87	不便透露	2,800	木質地板、木質家具	地板耐磨	很少
31	杭發實業有限公司	高雄大寮區	84	18	500	家具、合板	家具二次加工	無
32	兆森有限公司	屏東縣屏東市	107	5	50	竹製家具	小徑木拼板、自動加工技術	90%
33	東寧竹行	屏東縣九如鄉	92	2	1	農業或園藝用竹桿	無	100%

三、 選擇並規劃屏東林區竹林生產區

(一) 臺灣竹林分布與竹林生產區考量理由

根據第四次森林資源調查報告(2015)，南部竹林面積：嘉義縣 25,971 ha、台南市 23,307 ha、高雄市 23,584 ha、屏東縣 1,518 ha 合計 74,380 ha(如表 16、圖 6)。

表 16 各縣市別竹林面積及竹材桿數

縣市	竹林面積(公頃)	竹材桿數(支)
嘉義縣	25,971	224,014,087
南投縣	23,952	206,596,225
高雄市	23,584	203,425,614
台南市	23,307	201,037,969
苗栗縣	18,123	156,324,919
新竹縣	15,758	135,923,894
新北市	11,562	99,726,916
桃園縣	9,495	81,898,025
花蓮縣	7,813	67,391,016
台北市	4,892	42,198,746
雲林縣	4,778	41,213,554
台中市	4,359	37,597,591
台東縣	3,808	32,849,369
宜蘭縣	2,203	19,001,260
屏東縣	1,518	13,095,539
彰化縣	1,125	9,707,394
基隆市	713	6,150,966
新竹市	255	2,200,839
嘉義市	113	978,409
總計	183,330	1,581,332,332

資料來源：林務局第四次森林資源調查報告(2015)

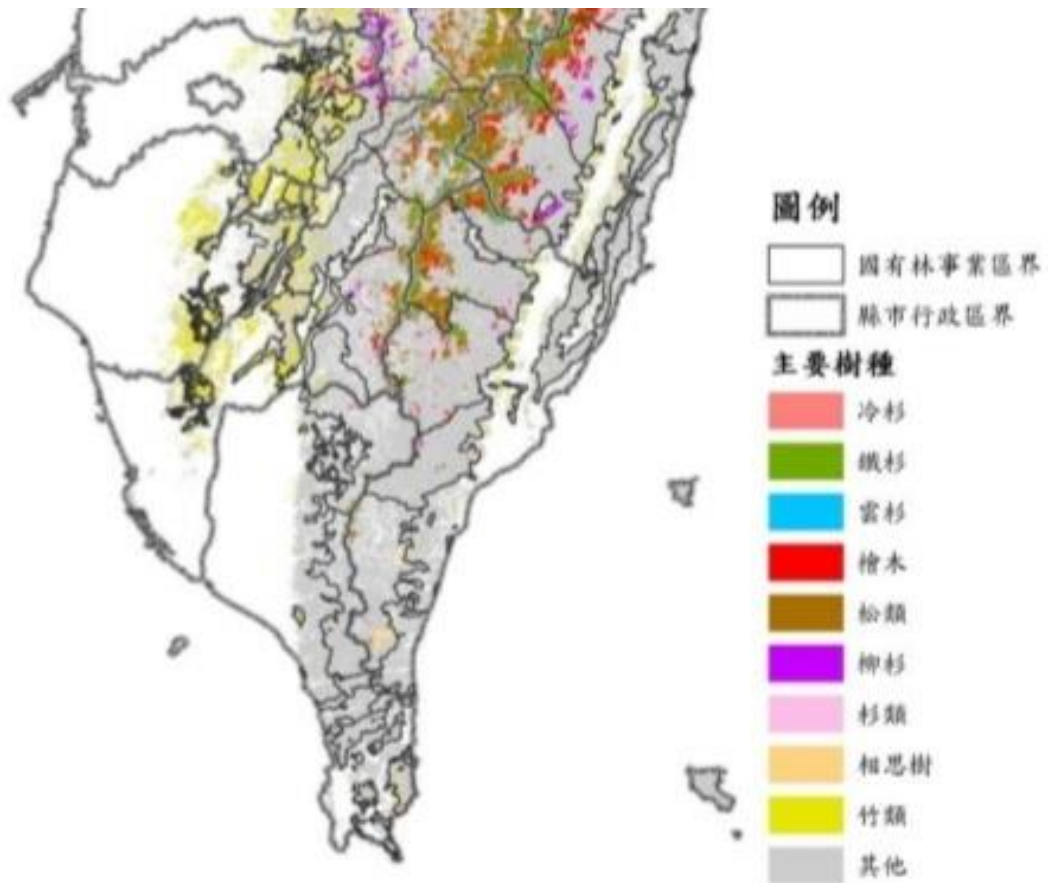


圖 6 臺灣南部主要優勢樹種分布圖(林務局，2015)

屏東林管處轄內竹林多分布在旗山、內門、田寮、六龜、衫林、甲仙、關廟、那瑪夏、高樹等區。基於原料獲取方便，減少原料運輸成本，成品運輸、市場位置等因素，故建議選擇旗山區為竹材及竹產品生產區，有幾項考量理由：

1. 此範圍是竹林集中地區，涵蓋台南市、高雄市、屏東縣，竹林面積約有 48,400 ha。如圖 6 森林主要優勢樹種分布圖(林務局，2015)。
2. 南臺灣目前僅在內門、關廟尚有零星的伐竹作業，伐竹技術人員雖年歲已高，但尚能傳承，即伐竹技術有保障。
3. 公路交通方便：以旗山工作站為中心，到最遠的那瑪夏區最北邊界直線距離是 65 公里、到高雄港的路程是 52 公里。交通網有台 20、台 22、台 27 甲、台 29、國 10 等，到高雄、台南、屏東都方便。
4. 工廠土地取得：臺灣土地取得皆不易，再加上大眾環保意識，須妥善選址。
5. 市場：以台灣內銷為主要市場，國 10 為銷售運輸主線，直接面對高雄市與台南市，輻射臺灣全島。如需開闢國際市場，則有高雄港可出口。

(二) 屏東林區竹林生產區發展策略

生產區的規劃除了生產竹林之外，尚包括伐竹作業班、竹材集貨場及初步加工廠，這些項目可以委由將來竹合作社或私企業來投資及協助處理，以竹合作社作為窗口從事訂單生產及販售，平時就進行社員或委託者的竹林管理及撫育。然由於竹產業式微多年，欲發展屏東林區竹林生產區有幾個問題需要加以思考準備：

1. 竹林資源調查、規劃與整備：整理高屏地區可用竹林資源、蓄積、使用權及交通條件，估計竹產業發展可經濟利用限度。
2. 竹產業輔導啟動政策：雖然林務局已於去(2019)年推動林業多元的補助方案，對於森林經營計畫、竹林撫育、伐採、機械設備及產銷驗證制度提供誘因，然由於政策制度設計以團體經營計畫為前提，且竹林因多年未經營而劣化，欲吸引林主重新投入啟動經營，需要更多政策輔導鼓勵。
3. 竹材應用需求擴大：由於消費者視竹製品為舊有傳統產品之印象，除了竹炭外許多竹產品需要有高附加價值的開發，故對竹產品消費者印象的改變，以及新利用型式的開發，來擴大竹的利用需求。比如能鼓勵蔴竹竹漿廠、木顆粒、集成材廠的投資，才能全面擴大竹材需求。
4. 社會接受的竹林經營作業：由於目前法規及輿論對於森林伐採、作業道開設以及竹廢料處理多有疑慮及限制，影響作業成本與規模，未來應發展竹林經營標準並配合第三方驗證，讓更多消費者瞭解國產竹材對環境的效益。
5. 竹林產業人力培養：政策振興及鼓勵竹產業發展、投資與新產品開發，營造竹產業經營利潤，吸引更多人才投入，提升經營效率與水準。

四、開發竹林較適作業(留存方式與密度、新生竹復舊調查)與採伐技術(地形、道路、集材作業機具與方法)

考慮到以下因素於國立屏東科技大學校園內進行先驅試驗而做此實驗：

1. 校園內有 30 幾公頃蔴竹林，選擇其中 3.6 ha 蔴竹林作為樣區，除交通便利、機具管理較安全，竹種與地形富變化與未來推廣地區相似，有利實驗操作。
2. 國立屏東科技大學蔴竹林亦久未經營，枯竹多，影響採伐作業以及新竹的生長，與目前多數公、私有及租地造林之竹林情形相同。蔴竹成熟期

4~7 年，傳統上都是 6~8 年採伐一次。採伐後空間開闊，陽光充足，有利新竹生長。

3. 試驗目的主要評估不同採伐強度，對新竹生長形質的影響。

(一) 試驗較佳竹林收穫強度

留存方式與密度：比較三種採伐強度：100%、50%、0%(對照組)，分析對次年留存立竹之生長量、新竹萌發之差異。

1. 按不同採伐強度規劃作業區塊，如圖 7 國立屏東科技大學實驗區採伐強度試驗規劃。

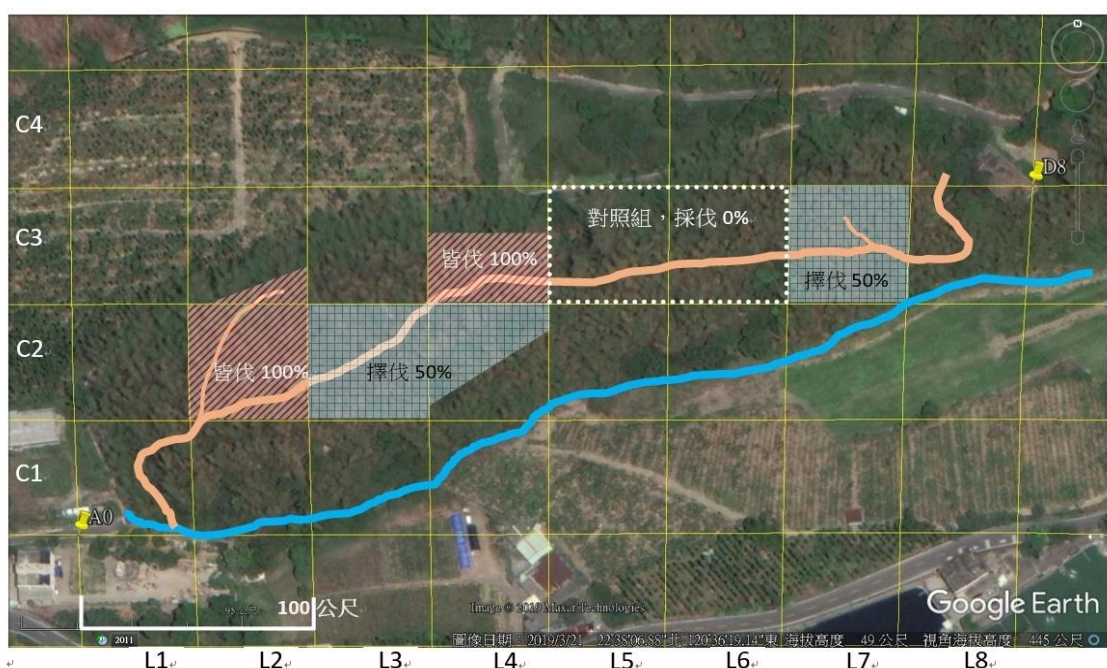


圖 7 國立屏東科技大學薊竹林實驗區採伐強度試驗規劃

2. 於 2019 年 12 月 6 日~31 日進行三種伐採率區內之立竹採樣測量胸徑 (cm)、高度(m)、桿、枝、葉之鮮重(kg)及含水率(%)。

3. 於 2020 年 07 月 20 日至 9 月 20 日進行三種伐採率區內之立竹採樣測量胸徑(cm)、高度(m)、桿、枝、葉之鮮重(kg)及含水率(%), 以及新竹萌發之差異。

4. 對竹高度之影響

由表 17 可知，由於去(2019)年 12 月時量測算是基線，三種不同伐採率間並沒有差異，但經過 7 個月後，三種不同伐採率以 100%最低，平均值 2.7 m，主要因為是皆伐，僅能測量當年新萌發幼竹。而由三種不同伐採率的前、後比較亦可得知，以伐採率 100%對竹高度有顯著負面的影響，平均顯著減少了 12.2 m，然可以看出伐採率 50%並不會影響。

表 17 薊竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹高度之比較

伐採前	樣竹數	平均值 (m)	平均值標準誤 (SE)	不同伐採率 ANOVA 檢定 p 值	伐採前後均值 差(m)	伐採前後 t 檢 定 p 值
伐採 100%	4	14.9	1.76	0.7869	-12.213	0.0065
伐採 50%	4	13.5	1.55		-0.230	0.9000
伐採 0%	4	14.5	0.90		-1.998	0.1470
伐採後						
伐採 100%	12	2.70	0.34	0.0000		
伐採 50%	8	13.2	0.79			
伐採 0%	8	12.5	0.86			

5. 對竹胸徑之影響

而由表 18 可知，胸徑於去(2019)年 12 月時量測三種不同伐採率間並沒有差異，但經過 7 個月後，三者已有顯著差異，以皆伐者較差。由三種不同伐採率的前、後比較亦可得知，以伐採率 100%對竹胸徑有負面的影響，平均顯著減少了 3.2 cm，主因皆伐 7 個月後所測量僅有幼竹；然伐採率 50%、0%均無顯著影響。

表 18 薊竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹胸徑之比較

伐採前	樣竹數	平均值 (cm)	平均值標準誤 (SE)	不同伐採率 ANOVA 檢定 p 值	伐採前後均值 差(cm)	伐採前後 t 檢 定 p 值
伐採 100%	4	9.1	0.75	0.3236	-3.209	0.0253
伐採 50%	4	7.2	1.08		-0.325	0.7913
伐採 0%	4	8.0	0.58		-1.188	0.1308
伐採後						
伐採 100%	12	5.9	0.17	0.0186		
伐採 50%	8	6.9	0.40			
伐採 0%	8	6.8	0.31			

6. 對竹鮮重之影響

另外由表 19 可知，在去(2019)年 12 月時量測時三種不同伐採率間竹鮮重並沒有差異，但經過 7 個月後，三種不同伐採率以 50%最好，平均比對照組(伐採率 0%)高出將近 8.5 倍。而由三種不同伐採率的前、後比較亦可得知，以伐採率 100%對竹鮮重有負面的影響，平均顯著減少了 31 kg，然伐採率 50%反而平均顯著增加了 24 kg。

表 19 薊竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹鮮重之比較

伐採前	樣竹數	平均值 (kg)	平均值標準誤 (SE)	不同伐採率 ANOVA 檢定 p 值	伐採前後均值 差(kg)	伐採前後 t 檢 定 p 值
伐採 100%	4	37.7	9.66	0.5434	-31.442	0.0475
伐採 50%	4	26.6	7.12		24.406	0.0324
伐採 0%	4	29.9	2.31		-2.989	0.3206
伐採後						
伐採 100%	12	6.3	0.56	0.0000		
伐採 50%	8	51.0	4.29			
伐採 0%	8	26.9	1.43			

7. 對竹乾重之影響

表 20 薊竹伐採前、後及不同伐採強度在樣竹乾重之比較

伐採前	樣竹數	平均值 (kg)	平均值標準誤 (SE)	不同伐採率 ANOVA 檢定 p 值	伐採前後均值 差(kg)	伐採前後 t 檢 定 p 值
伐採 100%	4	21.7	5.10	0.4227	-18.172	0.0378
伐採 50%	4	14.7	3.86		14.308	0.0205
伐採 0%	4	16.3	1.41		-1.284	0.5215
伐採後						
伐採 100%	12	3.6	0.30	0.0000		
伐採 50%	8	29.0	2.47			
伐採 0%	8	15.1	1.30			

竹經絕乾後與鮮重可求出含水率，12 月乾季調查的竹含水率約 50%，7~9 月雨季調查的竹則為 63%。竹乾重的比較與竹鮮重相同，由表 20 可知，在去(2019)年 12 月時量測三種不同伐採率間竹乾重並沒有差異，但經

過 7 個月後，三種不同伐採率以 100%最差，以 50%最好，亦是比對照組(伐採率 0%)高出將近 8~9 倍。而由三種不同伐採率的前、後比較亦可得知，以伐採率 100%對竹乾重有負面的影響，平均減少了 18kg，然伐採率 50%反而平均顯著增加了 14 kg 的乾重。

8. 對新竹萌發數目之影響

不同伐採強度是否會影響新竹萌發數目？由不同伐採強度在伐採 7 個月後之幼竹、成竹及老竹數量上的差異可知(如表 21)，在 100%採伐率之幼竹只有增加 25.5%，但是 50%卻能有 55.6%的增加率，與 0%採伐率(63.6%)相當接近，可見 50%的採伐率實驗竹林者仍能維持全部保留(0%採伐率)竹林之新竹萌發生長潛能水準。

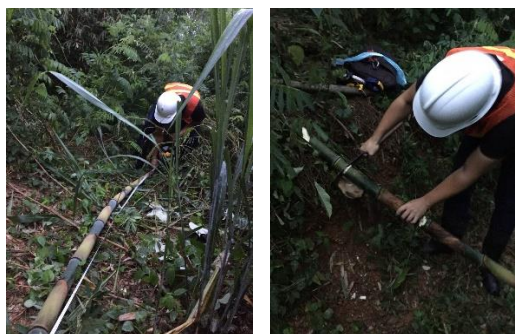
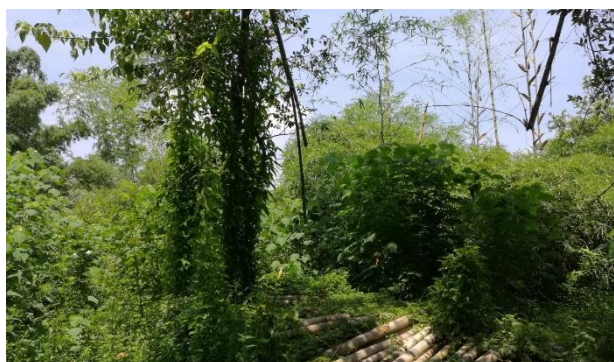
表 21 荊竹不同伐採強度伐採 7 個月後幼竹、成竹及老竹數量之差異

採伐率	Block	幼竹				成竹				老竹			
		伐前	伐後	差異	%	伐前	伐後	差異	%	伐前	伐後	差異	%
100%	L2C2	110	138	28	25.5	305	0	-305	-100.0	52	0	-52	-100.0
50%	L3C2	99	154	55	55.6	270	263	-7	-2.6	48	51	3	6.3
0%	L5C3	77	126	49	63.6	230	250	20	8.7	35	38	3	8.6

說明：按照民間使用經驗，幼、成、老之定義如下：幼竹：3 年內、成竹：4 - 7 年、老竹：超過 7 年因枯、折不能利用者。

綜合以上數據之分析，依本次三種不同採伐強度對竹林後續生長的影響，無論在量與質(表 17-21)的觀測數據，初步得知採伐強度 50%的伐後生長較好，也突顯傳統上荊竹林採皆伐方法之問題需要改進。惟研究觀測時間僅 7 個月，仍待持續觀測方能定論，若一旦能有足夠結果確認，對未來竹林經營將有較好的改進方式，即以不採皆伐的方式來進行，也較符合水保要求。茲再將不同採伐強度目前(2020 年 9 月)空拍及現場照片引證如次頁，100%的伐後生長顯然竹林桿變小、竹高變矮。

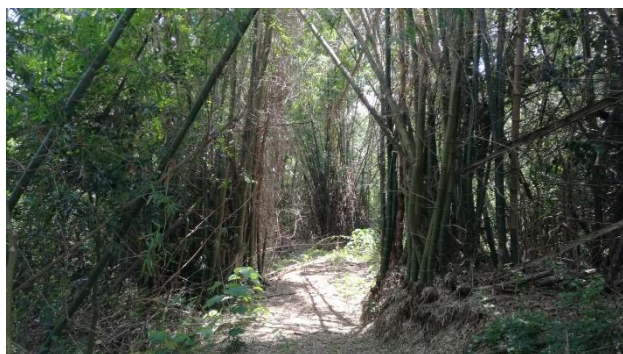
採伐強度 100%



採伐強度 50%



採伐強度 0%



(二) 開發竹林採伐技術

目前南部伐薪竹技術人員缺乏，願意承接人工伐竹工作的人稀少，故機械替代人工是必然的趨勢。由於研究經費有限，目前本研究是以低成本的方式進行了3種機具伐竹作業，模式如下：

- A. 元宇(元宇生物科技公司)夾具搭配 Yanmar 17(vio 17)挖掘機。
- B. 普通 Yanmar 30(vio 30-6)挖掘機搭配普通鏟斗。
- C. PC120 挖掘機，一般業界伐竹隊伍。

A. 元宇夾具搭配 Yanmar 17 挖掘機



圖 8 元宇夾具與 Yanmar 17 挖掘機伐竹照片

組合如圖 8 所示，其使用經驗如下：

- 1. 優點：作業道 2.5m 寬以內即可通行。符合簡易水保要求。
- 2. 缺點：無旋轉功能，要夾竹須多花時間去對準。
- 3. 產能：機具搭配 2 名鏈鋸手，平均伐竹數量約 50 株/天。
- 4. 原因：
 - (1) 元宇的伐竹夾具安裝在 Yanmar 17 挖掘機上，因挖掘機動力偏小，無法發揮最大效能。
 - (2) 竹林 20 多年未經營，枯竹、藤蔓雜錯，嚴重影響伐竹效能。
 - (3) 此夾具無法刮除薪竹的側枝，須人工去枝，因帶刺，難作業。
 - (4) 作業道年久失修，須同步修整，影響伐竹效能。

B. Yanmar 30 挖掘機搭配普通鏟斗



圖 9 Yanmar 30 挖掘機搭配普通鏟斗

Yanmar 30 挖掘機搭配普通鏟斗如圖 9，其特點如下：

1. 優點：該履帶寬 1.9m，作業道 2.5m 寬以內即可通行。符合簡易水保要求。
2. 缺點：只能當協助機具，非伐竹主力機具。
3. 產能：機具搭配 2 名鏈鋸手，平均伐竹數量約 39 株/天。
4. 原因：
 - (1) 竹林 20 多年未經營，枯竹、藤蔓雜錯，嚴重影響伐竹效能。
 - (2) 此夾具無法刮除薊竹的側枝，須人工去枝，因帶刺，難作業。
 - (3) 作業道年久失修，須同步修整，影響伐竹效能。

C. PC120 挖掘機



圖 10 PC120 挖掘機及一般業界伐竹隊伍

PC120 挖掘機及一般業界伐竹隊伍(如圖 10)，其特色如下：

1. 優點：專業承包團隊，具伐竹技能與經驗；機具大適用在平坦或既有道路可及地區。
2. 缺點：
 - (1) 該履帶寬 2.25m，作業道須超過 3m 寬才可通行並安全作業，此將無法符合簡易水保要求。
 - (2) 採用捆吊伐竹方式(目前伐竹包商皆用此方式)，惟枯竹雜多時，作業非常困難，且對竹頭破壞較大。
3. 產能：機具搭配 2 名鏈鋸手，平均伐竹數量約 63 株/天。該承包商僅作業 2 天，伐竹 125 株，即作業困難而虧錢退場。
4. 檢討原因：竹林 20 多年未經營，枯竹、藤蔓雜錯，嚴重影響伐竹效能。唯有持續經營竹林，保持簡潔林相，方能改善伐竹效率。

因此，經本研究實做上述機具之經驗，叢狀竹林作業適當的挖掘機應同 Yanmar 30-50 等級，即重量 3~5 噸之間之大小。

(三) 收穫機具之研發改良

協力廠商元宇生物科技公司，開發一個簡單、堅固、耐用、易維修的夾具，與國立屏東科技大學合作將其安裝在小型挖掘機上，進行清雜、伐竹、集材等作業。此夾具照片如圖 11：



圖 11 元宇生物科技公司所開發的伐竹夾具與本研究進行試驗

1. 此伐竹夾具安裝在 Yanmar (vio 17) 挖掘機上，於國立屏東科技大學校園內之 3.6ha 蔴竹林進行實地操作，惟發現因挖掘機動力偏小，無法發揮最大效能。
2. 於 2020 年 05 月 27-29 日，將此夾具裝於 Komatsu PC40 挖掘機，在內門東勢埔竹林測試，效果不佳。



圖 12 Komatsu PC40 加元宇夾具砍伐試驗

3. 開發第二代夾具：與油機公司合作，由前代之夾具加以改良，油機公司對元宇公司的夾具下方，新增連結一個圓盤鋸結構，期望藉此能加快伐竹速率。2020 年 07 月 16 日，聯合油機公司、元宇公司、臻禾公司，

在國立屏東科技大學竹林進行改良伐竹機頭測試，但仍未達預期效果，目前持續進行改進中。



圖 13 Komatsu PC40 加第二代夾具砍伐試驗

4. 兆森公司由大陸購置之夾具：2020 年 06 月 06 日測試，個別單竹測試夾斷尚可，惟在竹叢操作時操作難度高，操作不慎將造成連接器斷裂，此部分亦需重新思考改進。



圖 14 Yanmar 30 挖掘機搭配大陸購置之夾具砍伐試驗

5. 在竹材修枝及造材機械化方面：臻禾公司亦提供長柄鍊鋸供試驗。惟加長的手柄，力距變大，操作員難以持久操作，且與傳統砍刀相比，成本高，效率不高，故目前還不推薦使用。



圖 15 臻禾提供之鍊鋸(分長、短柄)進行修枝及造材試驗

6. 在竹廢材處理方面，試用了自走式切片機(Karui DraCom, 臻禾公司代理)。此切片機能於林道上自走，切片速度尚可，可於林地內將頭尾廢竹切片腐朽變肥料，值得使用，惟操作時噪音相當尖銳，操作員需戴耳罩或耳塞。



格式	KDC-1301B (帶鼓風機)	
總長度	1790毫米	
全屏寬度	770毫米	
總高	1200毫米	
重量	410公斤	
類型	風冷四衝程發動機	
引擎輸出	9.5千瓦 (13PS)	
汽油	無鉛汽油	
啟動方式	反沖啟動器+電池馬達	
供應方式	微電腦控制進紙	
粉碎方式	4把削片刀	
壓碎直徑 (最大)	135毫米* 1	
排屑方式	離心釋放法	沒有
安全裝置	緊急停止按鈕	
擺動方式	側離合器	
安全裝置	防止擠傷	

圖 16 破碎機在竹林處理竹枝梢廢材

(四) 伐竹機具綜合建議

茲將前述未來可參與伐竹機具之種類，總結歸納示意如下表：

表 22 伐竹機具種類表

項次	作業別	可使用機械	說明
1	林地調查		空拍機
2	伐前準備		挖掘機作業道整平、清雜
3	採伐	 	鍊鋸，挖掘機、伐竹夾具

項次	作業別	可使用機械	說明
4	集材		自走式集材機
5	裝車	 	自走式集材機、 貨車
6	廢材處理		切片機進行破碎

項次	作業別	可使用機械	說明
7	臨時堆場		持續經營之蔴竹林，林相整齊易作業。

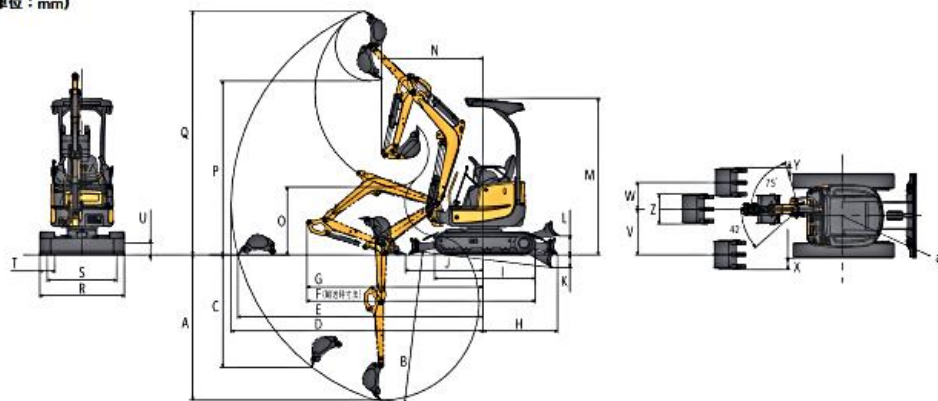
茲將本次研究所用到的挖掘機重要參數擇要整理如下表，供未來改進之參考：

表 23 本次研究應用之挖掘機主要參數表

技術參數	Vio 17	Vio 30-6	PC40-MR3	PC 120
生產廠家	Yanmar	Yanmar	Komatsu	Komatsu
引擎型號	3TNV70-XBV	3TNV88-ESBV	EDM-4D88E	3260 cc
功率 ps/rpm	13.7/2200	25.2/2200	39.0/2400	93.0/2200
總重量 Kg	1640	2980	2920	12100
全長 mm	2640	3530	5160	7590
全幅 mm	1280	1550	1960	2500
全高 mm	2370	2500	2550	2875
最小迴旋半徑 mm	1520	2050	2270	2450

● 外形寸法図 (単位: mm)

ViO17



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N [スイング時]	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	e
ViO17 可変脚仕様	2200	2310	1850	3810	3710	3460	2665	1120	1525	1285	205	260	2370	1520 (1290)	1025	2630	3690	1280/950	1050/720	230	175	690	400	180/345	85/250	450	640

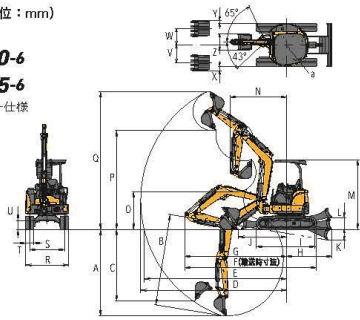
● 主要諸元

商品名称		ViO17	
仕様		キャノピー	
シュー形式		ゴム	鉄
質量	機械質量	(kg)	1640
	機体質量	(kg)	1300
エンジン	名称	立形水冷3気筒ディーゼル	
	形式	STNV70-XBV	
バケット	定格出力 (NET)/ 回転数	(kW/min ⁻¹ [PS/rpm])	10.1/2200 [13.7/2200]
	容量	(m ³)	0.05
作業範囲	標準バケット幅 (サイドカッター含む)	(mm)	450
	最大掘削深さ	(mm)	2200
性能	最大垂直掘削深さ	(mm)	1850
	最大掘削高さ	(mm)	3690
性能	最大ダンプ高さ	(mm)	2630
	床面最大掘削半径	(mm)	3710
性能	フロント最小旋回半径 < スイング時 >	(mm)	1520 < 1290 >
	後端旋回半径	(mm)	640
性能	ブームスイング角度 (左/右)	(度)	42/75
	最大掘削力 (バケット)	(kN [kgf])	15.2 [1550]
性能	走行速度 (高/低)	(km/h)	4.3/2.1
	旋回速度	(min ⁻¹ [rpm])	9.5 [9.5]
油圧装置	接地圧	(kPa [kgf/cm ²])	28.1 [0.29]
	油圧ポンプ流量	(L/min)	17.6x2 (可変) + 13.2x1 (ギヤ) + 7.9x1 (ギヤ)
足まわり	セット圧力 (メインリリーフ)	(MPa [kgf/cm ²])	20.6 [210]x2 + 16.7 [170]x1
	シュー幅	(mm)	230
ブレード	最低地上高	(mm)	175
	幅 < 縮小時 > x 高さ	(mm)	1280 < 950 > x 235
燃料タンク	掘削 (上/下)	(mm)	260/205
	容量	(L)	20.0
輸送寸法	全長	(mm)	3460
	全幅 < 縮小時 >	(mm)	1280 < 950 >
輸送寸法	全高	(mm)	2370

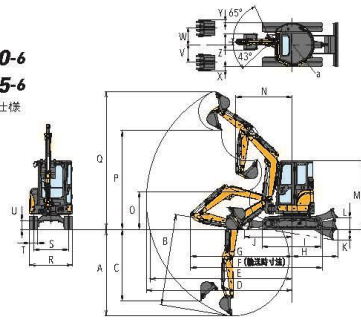
圖 17 Yanmar 27(Vio17)挖掘機規格說明

● 外形寸法図 (単位: mm)

**Vio30-6
Vio35-6**
キャノピー仕様



**Vio30-6
Vio35-6**
キャビン仕様



数値はキャノピー仕様。[] 内はキャビン仕様です。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N(スイング時)	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	a
Vio30-6 標準仕様	2820	2950	2290	4870	4730	4470	3390	1480	2160	1640	325	375	2500[2460]	2050(1840)	1230	3160	4550	1550	1250	300	320	640	590	135	85	540	775
Vio30-6 クイックヒッチ仕様	2970	3110	2160	5020	4890	4520	3440			1820				2200(1980)	1110	3010	4710										
Vio35-6 標準仕様	3100	3290	2560	5230	5110	4730	3650	1630	2160	1710	370	425	2510[2470]	2020(1810)	1360	3560	4960	1550	1250	300	320	640	590	160	110	590	795
Vio35-6 クイックヒッチ仕様	3250	3440	2410	5390	5270	4770	3690			1880				2170(1950)	1240	3410	5110										

● 主要諸元

商品名称 仕様	Vio30-6				Vio35-6									
	標準		クイックヒッチ		標準		クイックヒッチ							
質量	キャノピー		キャビン		キャノピー		キャビン							
機械質量	ゴムクローラー		(kg)		2980		3150							
鉄クローラー	(kg)		3090		3250		3130							
機体質量	ゴムクローラー		(kg)		2180		2350							
鉄クローラー	(kg)		2280		2450		2280							
エンジン 形式	立形水冷 3 気筒直噴ディーゼル													
名称	3TNV88-ESBV													
定格出力 (NET)/ 回転数	(kW/min) ¹ [PS/rpm]													
バケット 容量	(m ³)													
標準バケット幅(サイドカッター含む)	(mm)													
作業範囲 最大掘削深さ	(mm)													
最大垂直掘削深さ	(mm)													
最大掘削高さ	(mm)													
最大ダンプ高さ	(mm)													
床面最大掘削半径	(mm)													
フロント最小旋回半径<スイング時>	(mm)													
リヤ旋回半径	(mm)													
ブームスイング角度(左/右)	[度]													
性能 最大掘削力 (バケット)	(kN [kgf])													
走行速度 (高/低)	(km/h)													
旋回速度	(min ⁻¹ [rpm])													
接地圧	ゴムクローラー (kPa [kgf/cm ²])													
鉄クローラー	(kPa [kgf/cm ²])													
油圧装置 油圧ポンプ流量	(L/min)													
セツト圧力(メインリリーフ)	(MPa [kgf/cm ²])													
足まわり シュエ幅	(mm)													
最低地上高	(mm)													
ブレード 幅×高さ	(mm)													
掘削(上/下)	(mm)													
燃料タンク 容量	(L)													
輸送時寸法 全長	(mm)													
全幅	(mm)													
全高	(mm)													

●単位は国際単位系による SI 単位表示。[] 内は従来の単位表示を併記したものです。●仕様は改良などにより、予告なく変更することがあります。●商品の色は印刷の関係上、実物と異なる場合があります。●掲載写真はカタログ用にボーズをつけて撮影したものです。運転席から離れる場合はバケットを必ず接地してください。●機体質量 3 トン未満の建設機械の運転には「車両系建設機械の運転業務に係る特別教育」の受講が必要です。尚、オプション装着等で機体質量が 3 トンを超える場合があります。その場合は「車両系建設機械運転技能講習修了証」が必要ですので最寄の営業所へお問い合わせください。●機体質量 3 トン以上の建設機械の運転には「車両系建設機械運転技能講習修了証」の取得が必要です。●車両系建設機械に解体用作業機 (ブレーカー、鉄骨切断機、コンクリート圧砕機、解体用つかみ機) 等、アタッチメントを取り付ける場合は、労働安全衛生法及び関係法令の規制対象となります。詳しくは最寄の営業所へお問い合わせください。

ヤンマー (建機株式会社)

●北日本営業部 (〒983-0025)宮城県仙台市宮城野区瀬田南1-1-10 TEL.(022)269-7201
●関東営業部 (〒982-0025)埼玉県上尾市上尾下998-1 TEL.(048)778-4878
●中部営業部 (〒497-0060)愛知県海部郡東江町中野1丁目33番地 TEL.(0567)95-6365
●西部営業部 (〒757-0060)大阪府東大阪市南井田本通1-7-90 TEL.(06)6789-1121
●九州営業部 (〒812-0857)福岡県福岡市博多区西月隈1丁目5-6 TEL.(082)441-0828
●ヤンマー沖縄株式会社 (〒901-2223)沖縄県星野町市大山7-11-12 TEL.(098)898-3111
●ヤンマー建設営業企画部 (〒833-0066)福岡県筑後市大字3丁目17-11 TEL.(0942)70-8993

yanmar.com



この印刷物は植物油インクを使用しています。

⚠ 安全に関するご注意

- ご使用の際は、取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。
- 無理な運転は商品の寿命を縮め、故障・事故の原因となることがあります。
- 故障・事故を未然に防止するため、定期点検は必ずおこなってください。
- 保証書は、ご購入の取扱店にて、必ずお受け取りください。

このカタログの仕様は、改良などにより、予告なく変更することがあります。

商品についてのご意見、ご質問は下記へ

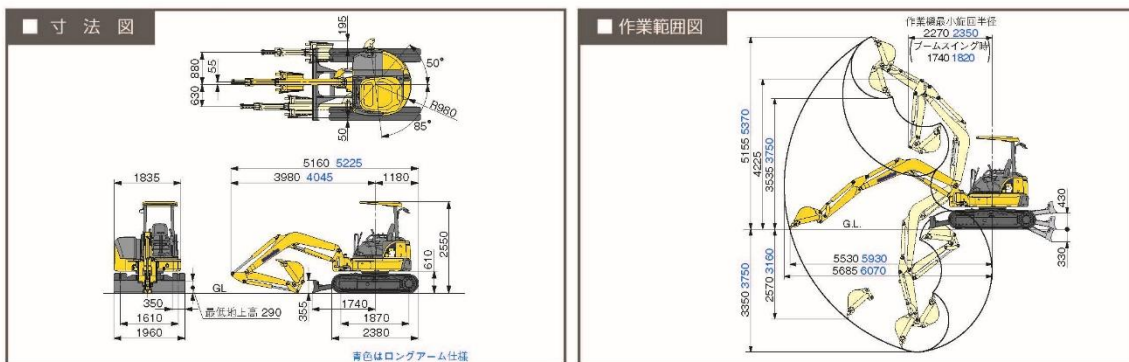
- ※1 2 柱キャノピーはオプション、4 柱キャノピーは標準装備となります。
- ※2 4 柱キャノピー仕様はブームライトとキャノピーライトとなります。
- ※3 ドレン配管付き。クレーン仕様との併用はできません。
- ※4 アーム下面の補強は、標準アームと比べ、厚板を使用しています。
- ※5 +150kg、後端半径+75mm

2020年3月作成 031D0-J01270 ③

圖 18 Yanmar30(Vio30)挖掘機規格説明

ミニ油圧ショベル

PC40MR



仕様

仕様	単位	PC40MR-3<x仕様>	
		キャノピ	キャビン
機械質量	kg	3915<4150>	4035<4270>
定格出力 ネット(JIS D0006-1)	kW/min-1 [PS/rpm]	28.5/2400[39/2400]	
総行程容量(総排気量)	L[cc]	2.189[2189]	
バケット容量(新JIS)	m ³	0.14	
バケット幅(サイドカッタ含)	mm	535(600)	
ブレード	mm	1960×355	
寸法		キャノピ	キャビン
全長(輸送時)	mm	5160	
全幅	mm	1960	
全高(輸送時)	mm	2550	
後端旋回半径	mm	980<1060>	
作業範囲		キャノピ	キャビン
最大掘削高さ	mm	5155	
最大ダンプ高さ	mm	3535	
最大掘削深さ	mm	3350	
最大垂直掘削深さ	mm	2570	
最大掘削半径	mm	5685	
最大床面掘削半径	mm	5530	
作業機最小旋回半径(スイング時)	mm	2270(1740)	
容量		キャノピ	キャビン
燃料タンク容量 (JIS軽油)	L	65	
環境対策			
排ガス対策指定状況		排ガス三次対応	

単位は国際単位系によるSI単位表示。[]内の非SI単位は参考値です。

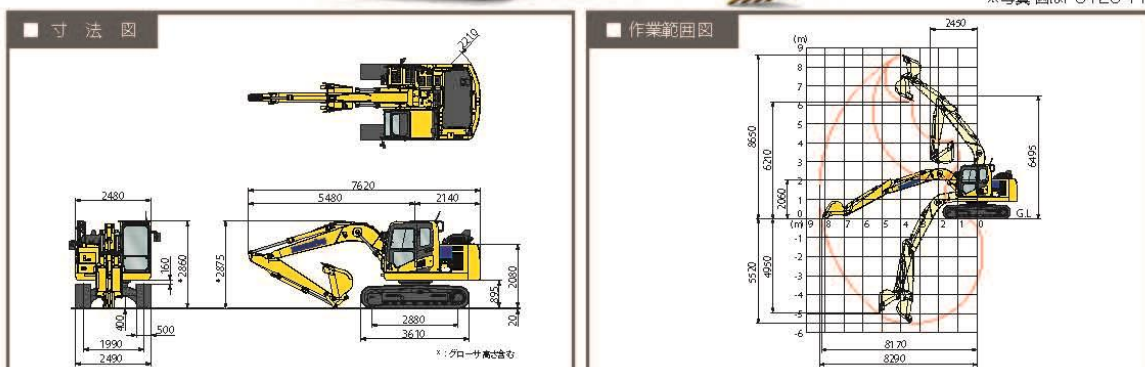
図 19 Komatsu PC40 挖掘機規格説明

油圧ショベル

PC120



※写真図はPC120-11



仕様

仕様	単位	PC120	
		PC120-8	PC120-11
機械質量	kg	12100	12400
定格出力 ネット(JIS D0006-1)	kW/min-1 [PS/rpm]	68.4/2200[93/2200]	72.5/2050[98.6/2050]
総行程容量(総排気量)	L[cc]	3.26[3260]	
バケット容量(新JIS/旧JIS)	m³	0.5/0.45	
バケット幅(サイドカッタ含)	mm	859(979)	860(980)
寸法			
全長(輸送時)	mm	7590	7620
全幅	mm	2500	2490
全高(輸送時)	mm	2875	
後端旋回半径	mm	2190	2210
作業範囲			
最大掘削高さ	mm	8650	
最大ダンプ高さ	mm	6210	
最大掘削深さ	mm	5520	
最大垂直掘削深さ	mm	4950	
最大掘削半径	mm	8290	
最大床面掘削半径	mm	8170	
作業機最小旋回半径	mm	2450	
容量			
燃料タンク容量 (JIS軽油)	L	247	250
AdBlue®(補給量)	L	—	13.0
環境対策			
排ガス対策指定状況		排ガス三次対応	排ガス四次対応

単位は国際単位系によるSI単位表示。[]内の非SI単位は参考値です。

図 20 Komatsu PC120 挖掘機規格説明

五、辦理租地造林人或竹農合作經營說明會

輔導農民參與林業合作組織，輔導對象為林班承租人、竹農或竹類產銷相關產業人員。邀請專家學者或相關部門及已成立的林業合作社主事者到場分享經驗，目前已舉辦以下 11 場以上相關竹農輔導會議，重要者如下：

(一) 旗山工作站林業合作社說明會

第一場說明會邀請屏東縣永在林業生產合作社林家鼎經理、高雄市永富林業生產合作社魏鳳盟理事主席到場說明林業合作的優點，並請屏東林區管理處廖國棟技正說明目前林業永續多元輔導方案的內容，以及元宇生技李耀武董事長說明由印尼回臺灣屏東農科投資竹材加工的歷程，旗山工作站柯登耀主任也協助參與，鼓勵林主參與竹林合作經營，並交換意見。

No.	日期	地點	會議名稱
1	108 年 11 月 12 日	旗山工作站	林業合作社說明會



竹林合作經營說明會簽到表

主辦機關：農委會林務局屏東林管處
承辦機關：國立屏東科技大學
參加對象：林班承租人、竹農或竹類產銷相關產業人員
推廣與經驗交流：永在林業生產合作社林家鼎 副總經理、
永富林業生產合作社魏鳳盟 理事長
時間：中華民國 108 年 11 月 12 日(週二)
地點：屏東林管處旗山工作站(823 高雄市旗山區永福路 47 號)

姓名	單位	備註
方淑雅	北林	第 5
王連福		第 3
李嘉治	永富	第 2
李明達		3
郭瑞美	永富	第 4
江特忠	永富	第 30
林淑舒		第 3
魏而珍		
李耀武	元宇	第 6
李榮親	元宇	第 6

竹林合作經營說明會簽到表

主辦機關：農委會林務局屏東林管處
承辦機關：國立屏東科技大學
參加對象：林班承租人、竹農或竹類產銷相關產業人員
推廣與經驗交流：永在林業生產合作社林家鼎 副總經理、
永富林業生產合作社魏鳳盟 理事長
時間：中華民國 108 年 11 月 12 日(週二)
地點：屏東林管處旗山工作站(823 高雄市旗山區永福路 47 號)

姓名	單位	備註
陳啟訓	永富	第 1 林班
張文章		第 1 林班
陳天宗		
盧新德		105 林班
白瑞		64 林班
劉政吉		62 林班
林結用	林班王	4 林班
林榮裕		
楊志群		
郭順成		第 3

圖 21 108 年 11 月 12 日林業合作社說明會

(二) 旗山工作站林業合作社動員會

有了第一場說明會的經驗與瞭解，第二次動員會主要針對高雄市旗山區及其周遭區域來準備籌組成立林業合作社，邀請屏東林區管理處、有限責任南投縣青竹生產林業合作社陳靖賦總經理及中華造林事業協會(有限責任屏東縣永在林業生產合作社)林家鼎貴賓一同參與，提供林業合作社發展的寶貴經驗作為參考。高雄市永富林業生產合作社魏鳳盟理事主席、元宇生技李耀武董事長也均到場說明，鼓勵林主參與竹林合作經營，並交換意見。

[illegible]

圖 22 109 年 1 月 20 日林業合作社動員會

(三) 有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人會議

經過前場次說明會的動員，在獲得 8 位竹林主的同意之下，我們邀請他們協助作為竹林合作經營合作社的發起人，因此續召開之合作社發起人會議。會中初步討論未來合作經營計畫，章程草案及為合作社命名。

No.	日期	地點	會議名稱
3	109 年 1 月 20 日	旗山工作站	有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人會議




圖 23 109 年 1 月 20 日有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人會議

(四) 高樹鄉公所林業合作社動員會

第四場說明會主要是受屏北地區的林主的邀請，他們目前也有組合作社之需求，早在去(2019)年即以座談會的方式至三地門青葉村跟林主說明，因此並不陌生，加上屏北高樹有是平地造林的重要地區。因此本場動員會主要針對屏東縣屏東地區及其周遭區域來準備籌組成立林業合作社，邀請屏東林區管理處、屏東縣政府、林試所陳財輝研究員及中華造林事業協會(有限責任屏東縣永在林業生產合作社)林家鼎經理一同參與，提供竹林經營、林業合作社發展的寶貴經驗作為參考。屏東林區管理處廖國棟技正、屏東縣農業局林業暨自然保育科張學農科長、羅唯尹技士也全程參加，鼓勵林主參與竹林合作經營，並交換意見。

No.	日期	地點	會議名稱
4	109 年 2 月 12 日	高樹鄉公所	林業合作社動員會




圖 24 109 年 2 月 12 日高樹林業合作社動員會

(五) 有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人會議

因此以屏北為基地的林主在高樹鄉的動員會之後，也開始有意進行林業合作社之籌組，並以有限責任屏東縣大武山林業生產合作社為名，進行發起人的會議，討論合作計畫及章程草案。

No.	日期	地點	會議名稱
5	109 年 2 月 12 日	高樹鄉公所	有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人會議
			
			

圖 25 109 年 2 月 12 日有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人會議

(六) 竹林合作經營工作坊

同一時間培力二個林業合作社的發起人，並分組參與討論，得到初步幾點結論：

1. 由國際趨勢可知竹材是未來的環保材料，但臺灣竹林 30 年未經營，並非是林主們想要的結果。臺灣既有不同竹種的地區可以好好盤點及整備：
 - (1) 臺灣竹林單稈散生型竹類面積約 46,928 ha，北部地區包括桃園市、新竹縣及苗栗縣主要為桂竹林(*Phyllostachys bambusoides*)。
 - (2) 叢生狀竹類則有 85,644 ha 主要在南部地區包括臺南及高雄市，主要為麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)及蔴竹(*Bambusa stenostachya*)。
2. 在林主分享過程中，每一位種樹的林主，私下都有他自己的故事。但現實上，林農卻是農林漁牧中最弱勢，政府最忽視的一群，成立合作組織可以幫忙他們，說出他們的心聲。

3. 林務局 2019 年起推動林業永續多元輔導方案，對林業合作、經營計畫、造林撫育、作業機具購買、林產品產銷追溯驗證都有輔導及補助，具有實質引導效果，而林主的合作經營是首要的第一步。
4. 林業經營需要在保守中提出創新的作法才有成功的機會：因為林業經營及收穫不像過去可以隨意妄為，其牽涉許多法規及行政規定，經營者需熟悉其運作；而林業基本上屬傳統產業，沒有創新加值是沒有機會的。

No.	日期	地點	會議名稱
6	109 年 3 月 10 日	國立屏東科技大學森林系 RE304	高雄市(永茂)及屏東縣(大武山)竹林合作經營工作坊






圖 26 109 年 3 月 10 日竹林合作經營工作坊

(七) 主管機關高雄市農業局現地訪視永茂

主管機關(高雄市農業局農民組織科、植物防疫及生態保育科)來現地訪視永茂，申請籌備隨後同意通過。

No.	日期	地點	會議名稱
7	109 年 5 月 7 日	甲仙區好好甲仙餐廳	主管機關高雄市農業局現地訪視
			
			

圖 27 109 年 5 月 7 日主管機關高雄市農業局現地訪視永茂林業生產合作社發起人

(八) 臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技術實作研習暨永茂第一次籌備會

除辦理了蔴竹更新作業的 5/26、5/29 二日研習課程，共同時辦理永茂第一次籌備會。研習內容豐富，主要涵蓋竹子的種類、栽培、高價利用、積層材製造、伐採規劃、租地採運許可證申請、簡易水土保持申請，以及現場人工、機械伐採實務。第一次籌備即討論章程草案及未來方向。

No.	日期	地點	會議名稱
8	109 年 5 月 26、29 日	屏東科技大學圖書館拚創教室 旗山工作站、內門竹林	臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技術實作研習暨有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人第一次籌備會會議



圖 28 109 年 5 月 26、29 日收穫技術實作研習暨永茂發起人第一次籌備會

(九) 永茂第二次籌備會

經逐條討論章程及計畫書內容外，會議共識如下：

1. 初步以竹林經營、竹產品為主要業務，預計成立規模 300 公頃，資本額 300 萬，社員 25 人。
2. 章程草案逐條討論，計畫書及財務規劃確定。
3. 成立大會預定於今年 8 月 7 日高雄市隆重登場。
4. 經理人聘請底定。
5. 感謝屏東林區管理處的輔導。

No.	日期	地點	會議名稱
9	109 年 6 月 11 日	高雄市陳發起人店面	有限責任高雄市永茂林業生產合作社發起人第二次籌備會會議
			

圖 29 109 年 6 月 11 日永茂林業生產合作社發起人第二次籌備會會議

(十) 大武山林業生產合作社籌備會

在屏東縣政府社會處社會行政科的輔導下，已舉辦了第一次籌備會及第二次籌備會，但因發起人理念不同，至今僅有 6 名發起人，仍需再邀請一名發起人，故仍在籌備中。

No.	日期	地點	會議名稱
10	109 年 6 月 19 日 109 年 7 月 28 日	屏東市公園路 11 號(屏東林業小站) 屏東縣萬丹鄉成功街二段 111 號	有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人第一次、第二次籌備會會議
			

圖 30 109 年 6 月 19 日、7 月 28 日有限責任屏東縣大武山林業生產合作社發起人籌備會議

(十一) 永茂創立大會

永茂順利在 109 年 08 月 07 日高雄市林皇宮飯店召開創立會，26 位社員，林地共約 250 公頃。第一任理事主席為林昶廷先生、監事主席為郭瑞美小姐，期待有效帶動活化林地利用，提升竹林生產力，達成永續經營之目標。

No.	日期	地點	會議名稱
11	109 年 8 月 7 日	高雄市林皇宮飯店 3 樓	有限責任高雄市永茂林業生產合作社創立大會暨第一屆理、監事、理事主席、監事主席選舉
			
			
			

圖 31 109 年 8 月 7 日有限責任高雄市永茂林業生產合作社創立大會

六、竹林採伐作業技術作業準則、規劃及申請流程

(一) 伐採示範地

除了實驗區之經驗，有另外選擇一示範作業區加以驗證，選擇林主所有之竹林提出申請採伐作業，並將相關作業規劃流程，作為未來課程培訓之用。

1. 伐採作業示範區地點選定：

最初從 3 個初選林班挑選，因其中 2 個林主(旗山事業區第 043 林班林○廷、旗山事業區第 106 林班顏○和)未有採伐計畫，而內門區東勢埔段 1113 號(山坡地保育區之林業用地 4.9 ha)正好今年申請採伐，且經協商同意，可做為伐竹示範地。此示範地之衛星圖如圖 32 本研究伐採作業示範區位置。

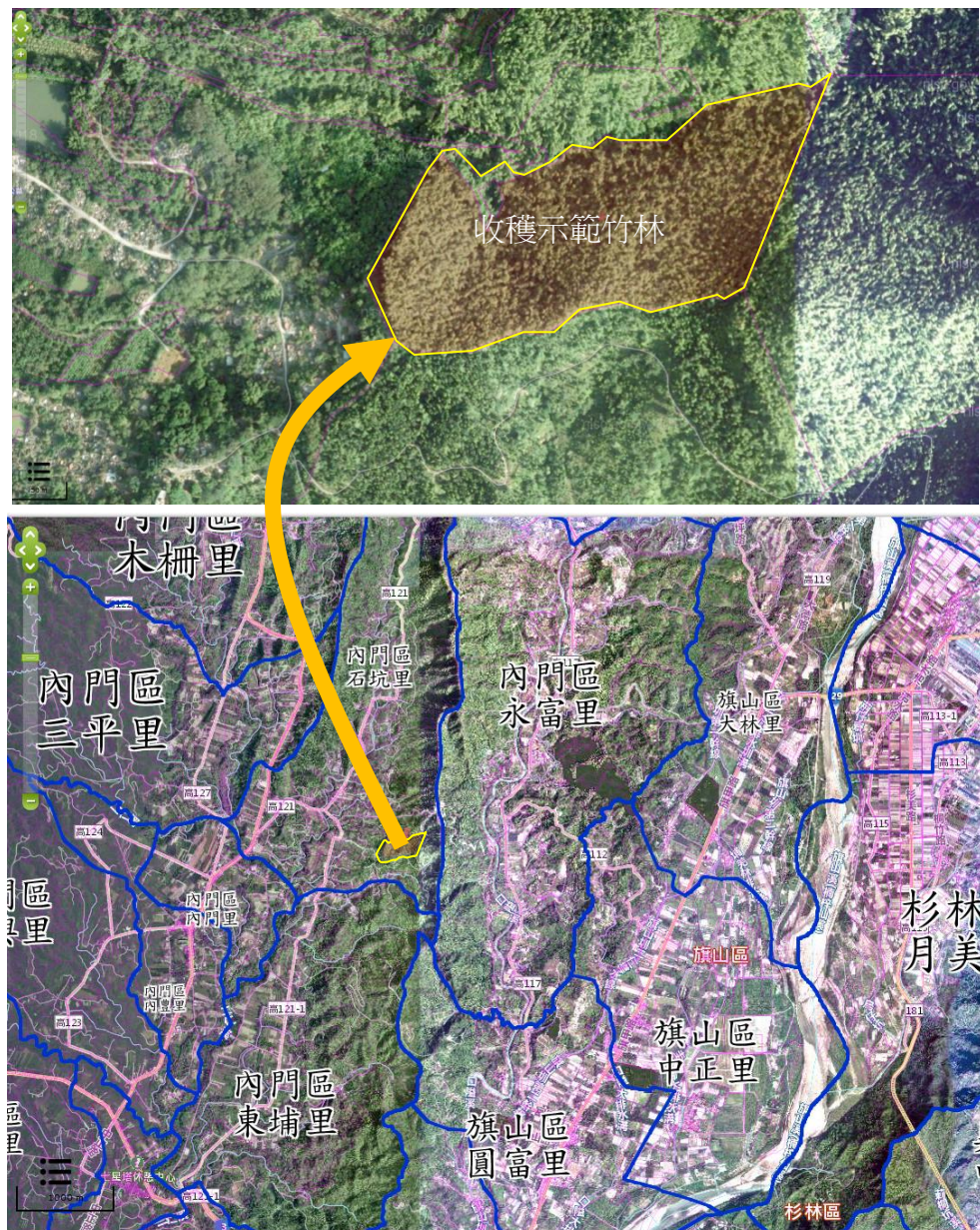


圖 32 本研究伐採作業示範區位置

2. 協助林班主採運申請。採運、簡易水保申請流程，詳述於後文。
3. 採運申請進度順利，故未啟動預備方案(在國立屏東科技大學校區內已申請的竹林進行教育訓練示範地)。

(二) 竹林採伐作業規劃

本次參考森林管理委員會森林經營(FSC/FM)的採伐作業規定，而採用網格定位方式。此方式便於採伐管理，且可追溯林木來源。但須投入大量的前期作業，進行佈點、調查。

1. 單次採伐以區塊或列狀方式規劃，申請面積宜小於 2 公頃，以符合簡易水保要求。
2. 以適當大小(如 50*50 m)做一個採伐作業區塊，每個區塊為 0.25 ha，繪製竹林網格。竹林現場用 GPS 移動站打點，所有點，需用界樁或標籤帶明顯標誌。

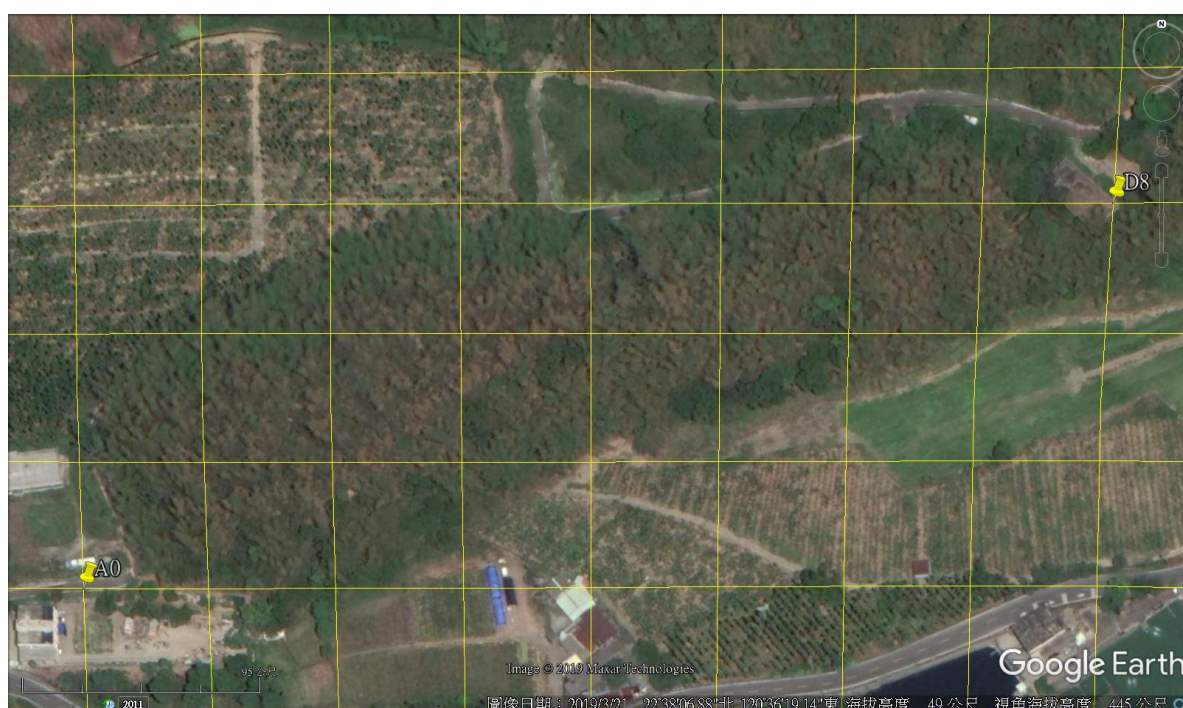


圖 33 採伐作業區塊規劃圖(底圖來源：Google 地圖)

3. 將同一網格內的竹叢編號，如 L2C2-15，即 L2 列與 C2 行的交叉格內第 15 號竹叢。

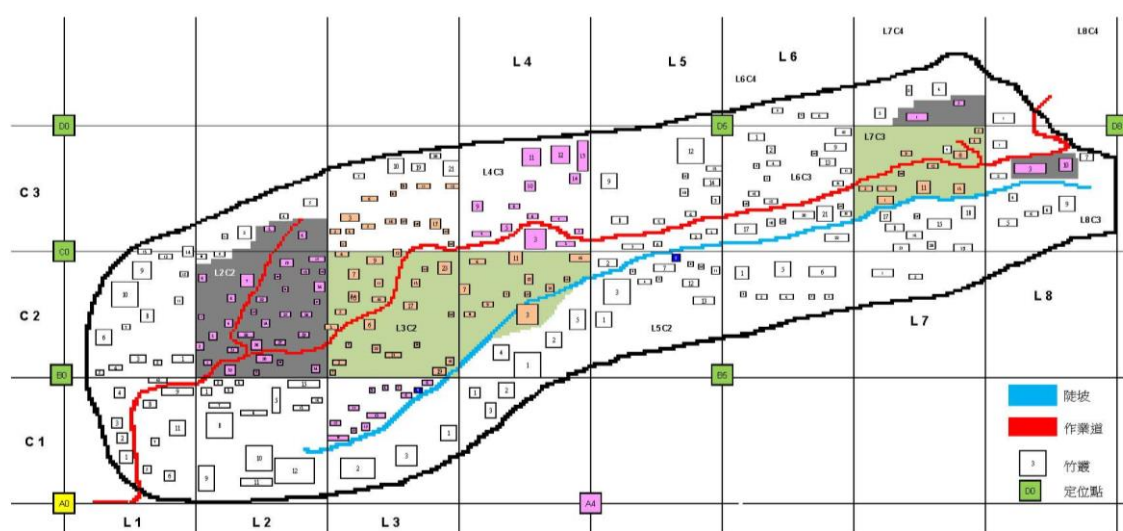
4. 竹林調查，叢數、支數、新老竹之比例等，如表 23。

表 24 國立屏東科技大學荊竹林之區塊、叢數及支數普查

項目	區塊數	叢數	竹叢基部面積(m ²)	支數(Pcs)			
				幼竹	成竹	老竹	合計
合計	21	269	4,079	1,457	3,628	595	5,680

說明：按照民間使用經驗，幼、成、老之定義如下：幼竹：3 年內、成竹：4 - 7 年、老竹：超過 7 年因枯、折不能利用者。

5. 作業道、防火帶、集材點等，修復或增開的設計。可以舊有作業道為主，注意在作業道適合距離作橫向排水之設計。如須新開作業道，路寬 2.5 m 內、挖填方 2,000 m³ 內，可申請簡易水保；如超過，須做水土保持計畫。
6. 避開陡坡(<30°)、流水經過、有水土流失風險、保育動植物之棲息或生長區域。陂坡區若要伐採可以人工及小型機具方式進行。
7. 繪製竹叢分布圖，如圖 34：竹叢分布圖。



說明：請對照圖 7 國立屏東科技大學荊竹林實驗區採伐強度試驗規劃

圖 34 實驗區竹叢分布圖

8. 依先驅試驗之較佳採伐率(100%、50%、0%)來進行，目前是以 50% 看來比較合適，未來持續增加試驗樣本數驗證。
9. 採伐機具的整備、作業人員的招集與任務分配。

10. 申請採伐許可、簡易水保。取得採伐許可、簡易水保許可後，方可進行採伐作業。
11. 機械清雜，可配合作業道、防火線之開設進行整理。
12. 機械採伐。
13. 人工造材、定長。
14. 機械+人工集材。
15. 機械+人工裝車。
16. 每日記錄採伐數量，並進行統計，如表 24。

表 25 國立屏東科技大學荊竹林採伐統計表

No.	採伐 區塊數	叢數	竹叢基 部面積 (m ²)	支數(Pcs)				採伐支數		
				幼竹	成竹	老竹	合計	株數	段數	長竹
合計	8	106	1,282	486	1,386	231	2,103	1,228	3,951	380

註：因實驗設計之採伐強度不同，採伐株數小於樣區內株數。

(三) 竹林採伐申請流程記實

以下分為：1.採運申請、2.簡易水保申請、3.流程圖等三項來說明：

1. 以內門東勢埔段 1113 林地為例，採運申請過程如下：

- (1) 109 年 01 月 13 日由林班主(即林班承租人) 向旗山工作站遞交「租地造林主伐申請書」。經旗山工作站承辦人員審核採伐申請書，發回修改錯誤處(109 年 1 月 14 日至 109 年 2 月 3 日，其中有春節假日)。
- (2) 109 年 1 月 22 日屏東林管處向林務局申請將此林班增加納入 109 年度全國採伐計畫。
- (3) 109 年 2 月 06 日旗山工作站承辦人員邀約申請人到現場勘查，設置界木、繪製採伐位置圖。因申請 2 個林班的採伐，將於 109 年 3 月 9 日進行第 2 個林班的現場勘查。
- (4) 109 年 2 月 13 日旗山工作站出圖「竹林採伐位置圖」。**【有此圖方可進行簡易水保申請】**。
- (5) 109 年 2 月 14 日林務局同意納入 109 年度全國採伐計畫書(第 2 期)的公告。
- (6) 109 年 02 月 20 日底隨即向高雄市農業局申請簡易水保計畫，遭退

- (7) 109 年 03 月 25 日繳納林產物政府分收價金，
- (8) 109 年 04 月 01 日林務局核發採運許可，
- (9) 109 年 04 月 07 日農業局轉發水利局，
- (10) 109 年 04 月 14 日水利局派員現場會勘(公文是訂 109 年 4 月 23 日)
- (11) 109 年 04 月 15 日水利局退回申請，因未涉及開挖整地，屬免簡易水保申請。
- (12) 109 年 04 月 28 日進場伐竹開工，但已進入梅雨期。
- (13) 109 年 06 月 10 日申請採運展期。
- (14) 109 年 06 月 19 日屏東林管處同意展期至 109 年 07 月 26 日。
- (15) 109 年 07 月 27 日採運完工報驗
- (16) 109 年 08 月 13 日採伐跡地檢查。
- (17) 109 年 08 月 21 日發文告知跡地檢查合格，採運完工。但還須按復育計畫造林。

組地造林主伐申請書			
採伐申請人	李春開		
地 址	永春縣內山內里內埔山坑		
造林地點	永春縣內山內里內埔山坑	申請造林地點	永春縣內山內里內埔山坑
造林面積	0.5735 公頃	造林樹種	刺楸
採伐面積	0.9815 公頃	造林樹齡	8年
採伐樹種	刺楸	採伐樹齡	8年
採伐數量	33 90株	採伐材種	
採伐時間	永春縣內山內里內埔山坑	採伐方式	皆伐
批准			
縣森林管理處 縣山工作站			
申請人 李春開			
申請人： 李春開		[印章]	
住址：			
電話：09-850798/07-6671-46			
中華民國一〇九年一月十三日			

[illegible]



圖 35 採伐申請之相關文件

2. 簡易水保申請流程記實：

(1) 簡易水保申請前置作業：準備以下文件：

- A. 簡易水土保持申報書(6 份)
- B. 土地權屬：國有森林用地出租造林契約書(6 份)
- C. 承租人身份證影本(6 份)
- D. 土地登記第二類謄本(6 份)
- E. 竹林採伐位置圖(6 份)，此可視為簡易水保計畫之範圍。

(2) 2020 年 02 月 24 日向高雄市農業局遞交簡易水保申請文件。

(3) 2020 年 03 月 05 日農業局退件，須檢採運許可方得申請簡易水保。

- (4) 2020 年 4 月 01 日林務局核發採運許可
- (5) 2020 年 4 月 07 日農業局覆審申請文件無誤後，轉交水利局水保科
- (6) 2020 年 4 月 14 日水利局派員現場會勘(公文是訂 109 年 4 月 23 日)
- (7) 2020 年 4 月 15 日水利局退回申請，因未涉及開挖整地，屬免簡易水保申請。
- (8) 水利局核定後，發文給農業局，副本給申請人。
- (9) 農業局覆核後，發文給申請人。即完成免簡易水保申請。

說明：水保科會驗之三種可能結果：

- A. 通過，即可開工。
- B. 如未涉及開挖整地而退回，即完成免簡易水保，可開工。
- C. 如不符簡易水保規定，須修改作業方案或進行環境影響評估。

申報日期：109 年 2 月 20 日

受理機關	高雄市政府農業局			
計畫名稱	內門鄉東勢埤段 1113 號役作			
容積 種類	於此地段或各標區內從事本法第三條第一項各款行為，且挖方及填方加於應和或堆積土石方分別未滿二千立方公尺，適用水土保持計畫管理辦法第三條規定之修築及順作（備註二）： 一、從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路；路基寬度未滿四公尺，且長度未滿五百公尺者。 ■二、從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之整地作業；未滿二公頃者。 三、修築堤防、路堤以外之其他道路；路基寬度未滿四公尺，且長度未滿五百公尺者。 四、改善或修築既有道路者；拓宽路底及雙邊路之路基總面積未滿二千平方公尺。 五、開發堆積地；堆積地及其他開挖整地面積未滿五千平方公尺。 六、挖填高度在六公尺以下，層積厚度超過四公尺之農產生產設施或林業經營設施；連同堆積及其他開挖整地面積合計未滿一公頃。 逐案核照者，前開建築面積以其異於該地面積核計。 七、堆積土石。 八、採取土石；土石方未滿三立方公尺者。 九、設置公園、墳墓、運動場地、原住民。 十、其他挖挖地；開挖整地面積未滿一千平方公尺。 十一、其他法令規定，得以符合水土保持申報書代替者。			
	姓名或名稱	卓清順		(印章)
	國民身分證統一編號 或 營利事業統一編號	S102703046	電話	李清順：07 6671073 (謝勝人：警政處 0937 383 864)
	住居所或營業所	高雄 縣(市) 內門 鄉(鎮、市、區) 西豐村 (里) 內埔 路(街) 巷 128 號		
	計畫面積	1.76	公頃	使用權編號
	土地坐落	高雄(市) 內門鄉(鎮、市、區) 東勢埤 段 小段 1113 地號等 筆 (事業區 姓組 小鄉)		
	土地權屬	中華民國 (國有/森林用地、租約編號：610082211J0143)		
	申請開發基地內土地無違規開發情形？	☐ 是 ☐ 否	水土保持計畫審議監督辦法第十條第一項第六款及第七款	
	申請開發基地內土地無應於特水水土保持？	☐ 是 ☐ 否	水土保持法第九條第二項及水土保持計畫監督監督辦法第十一條第四款	
	申請開發基地內土地無應於國家公園範圍內？	☐ 是 ☐ 否	水土保持法第十四條	
檢核 事項	申請開發基地內土地無應於國家公園範圍內？	☐ 是 ☐ 否	山坡地保育利用條例第三十二條之一	
	農業整地作業 修建其他道路或 修築農路	長度	公尺	路路寬度
	改善或維護既有道路	路基總面積	平方公尺	上下邊坡 挖、填方總合
	開發整地用途	建築面積	平方公尺	其他開挖 整地面積
	堆積土石			立方公尺
	採取土石			立方公尺
	設置公園、墳墓、運動 場地、原住民生活居住 設施等原住民族傳統 本法律第十四條規定 取礦物或其他挖挖地	開挖整地面 積	平方公尺	挖、填方總合
				立方公尺
				立方公尺
				立方公尺

农村宅基地归化宅农民 生产设施及林果设施 之补偿安置费使用 情况调查统计表	建构筑物幢数	幢	建构筑物面积	平方米			合计	平方米
	建构筑物面积	平方米	其他附属 空地面积	平方米	合计	平方米		
统计、填方说明 审核结果	☐ 不予受理	☐ 不予核定	价款或 注册事项	(盖章)				
核定日期及就	年 月 日		字第 号					

備註：一、應擬具簡易水土保持申報書一式六份（及抄件若干份），內容包括下列書圖、文件：

(一) 實施地地土地位置圖、水土保持設施平面配置圖(包含攔阻土石方區域、排水系統、擋土構造物、上方處理等)、臨時防災設施配置圖、構造物示意圖及實施水土保持處理項目及數量明細表(如下表)。

[illegible]

(二) 修建或改善道路之平面配置圖、各路段改善內容、數量等。

(三) 主管機關視需要，要求提供其他必要之相關書圖、文件。

二、同一案件如同時涉及多項「開發種類」者，請逐一勾選，惟各項「開發規模」均應符合水土保持計畫審核監督辦法第三條第一項各款規定；「開發種類」如符合前條第一項第二款規定，無山坡地保育利用條例第三十二條之一所稱之「開發」者，請勾選「否」。

注意事項：本案土地合法使用權，由目的事業主管機關（單位）負責檢視。

內門區 東勢埔段 編號：6100S2211J0143
舊編號：622041810090

國有森林用地出租造林契約書



承租(或代表)人：卓清開 

承租所在：高雄市內門區東勢埔段(11130000、
11140000) 地號

承租面積：11.575500 公頃

經營別：☒經濟林 ☐保安林

中華民國 年 月 日 屏政字第 號 函
中華民國 年 月 日 屏林字第 號 函

108.07.25 1086311374

中華民國國民身分證

姓名 卓 開

出生 民國 年 月 日

性別 男

住址 民國 年 月 日 (臨時) 遷居

又 卓
配 偶
出生地 臺灣省高雄縣
住址
0484646405

土地登記第二類冊本（地號全部）
內門區東勢埔段 1113-0000地號

列印時間：民國109年02月18日08時40分 頁次：1

旗山地政事務所 主任 沈光洋 本署依相關規定授權承辦人員核發
旗山地籍字第00194號 為印人員：鄭信鈺
資料登錄機關：高雄市政府地政局旗山地政事務所 驗本核身機關：高雄市政府地政局旗山地政事務所

***** 土地標示部 *****

登記日期：民國84年11月15日 登記原因：更正圖定
前 一 冊：*****285.00平方公尺
使用分區：山坡地保育區 使用地類別：林業用地
民國109年01月 公告土地現值：*****230元/平方公尺
地上建物建號：共0棟
其他登記事項：（空白）

本冊本未申請列印地上建物建築，詳細地上建物建築以登記機關登記為主

***** 土地所有權部 *****

（0001）登記次序：0001
登記日期：民國87年06月10日 登記原因：第一次登記
原土地所有權：民國87年04月22日
所有權人：中華民國
統一編號：000000158
住 址：（空白）
管 理 者：行政院農業委員會林務局
統一編號：0326302
住 址：台北市中正區杭州南路一段2號
權利範圍：全部 *****[分之1]*****
權狀字號：*****（空白）字第*****號
當期申報地價：109年01月*****\$5.0元/平方公尺
前次移轉現值金額：*****10.0元/平方公尺
前次移轉現值日期：全部 *****[分之1]*****
097年10月
前次取得權利範圍：全部 *****[分之1]*****
其他登記事項：（空白）

申注意：一、本冊本之塗寫及利用，申請人應注意塗寫個人資料保護法第5條、第19條、第20條及第29條規定辦理。
二、前次移轉現值資料，於課徵土地增值稅時，仍應以稅捐稽徵機關核實者為依據。

高雄市政府地政局旗山地政事務所

竹林伐採位置圖 一

位置：內門區 影像來源：航照

1:1,000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



伐採面積：1.9 公頃
其他：略

圖例：伐採區域
(例)

發文方式：郵寄 檔 號：
保存年限：

高雄市政府農業局 函

地址：83001高雄市民權區光復路2段132號
承辦單位：植物防疫及生態保育科
承辦人：余淑美
電話：07-7995678#6159
傳真：07-7467774
電子信箱：cyktp218kcg.gov.tw

83344
高雄市內門區東勢埔段128號

受文者：卓清開君
發文日期：中華民國109年3月5日
發文字號：高市農植字第10930479100號
送別：普通件
留單及解單條件或保留期限：
附件：

主旨：檢選台端申請辦理伐竹所需農業整地之「簡易水土保持申報書（內門區東勢埔段1113號）」1式0份，請檢附行政院農業委員會屏東林區管理處所開立之國有林產物採運許可證再送，俾利本局函轉本府水利局辦理，請查照。

說明：依據台端109年2月20日簡易水土保持申報書辦理。

正本：卓清開君
副本：本局植物防疫及生態保育科

局長吳芳銘

本案依分層負責規定授權業務主管判發

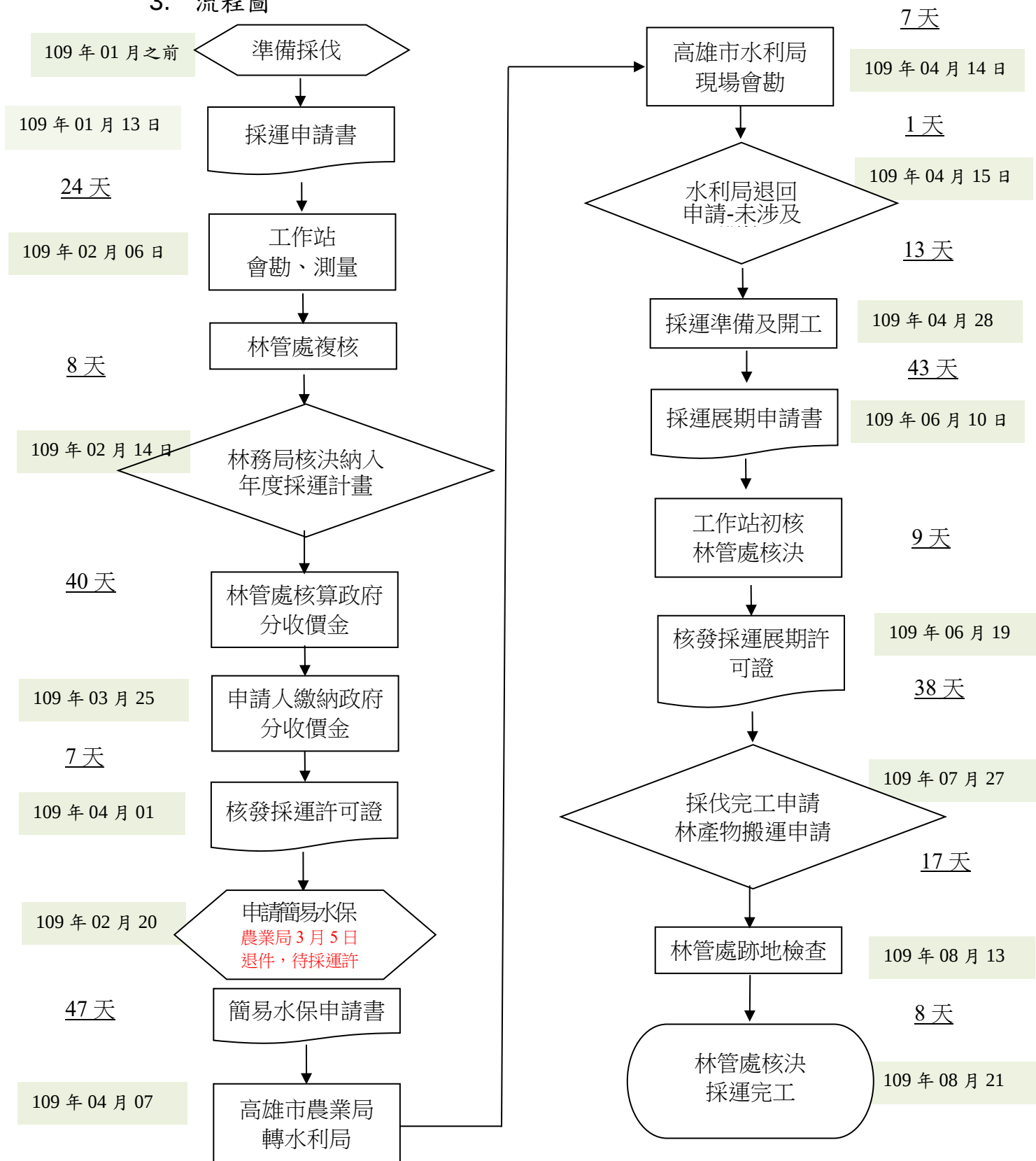
第1頁 共1頁

國有林產物採運許可證（109）屏林國王木（類）字第007號			
茲許可 卓清開 君			
依照下列各項規定採運			
採伐地點	高雄市內門區東勢埔段1113-1114地號		
採伐方法及面積	皆伐、1.76公頃		
採伐樹種	採伐株數	處分材積	運出利用材積
箭竹	2880	2880	2880
合計	2880	2880	2880
以下空白			
採運起訖日期	自民國109年6月27日至109年7月26日止 計1個月		
查驗放行指定地點	現場土場。		
林產物政府分收價金	新臺幣貳仟柒佰貳拾貳元整。		
備註	請確依據國有林產物處分規則、林產物伐採查驗規則、水土保持法等相關規定辦理。		
此給採運申請人 卓清開 存執 逾期作廢 不得作為買賣之證明			
發證機關：行政院農業委員會林務局屏東林區管理處			
中華民國 109 年 6 月 17 日			

第四聯：交申請人收執隨車備查

處長張偉顥

3. 流程圖



說明：109年01月13日提出採運申請，109年08月21日採運完工，共221天。此採運作業因有本研究協助，得以快速完成。

圖 37 竹林採伐申請流程

(四) 叢生竹林採伐作業準則與程序(草案)

由本次研究的伐採經驗以及向行政機關申請伐採過程，並參考 FSC FM 的標準要求，初步研擬叢生竹林採伐作業準則與程序(草案)如下：

1.目的

建立租地造林者(竹林所有人)竹林經營者於屏東林區管理處生產竹材作業之完整機制，確保所生產之竹材皆符合國家法規及 FSC FM 標準之要求，並提供完善作業規範以降低工安事件發生率及維持林產品之最高品質，降低對自然環境與社區之影響，達到永續森林經營管理之目的。

2.範圍

屏東林區管理處轄內租地造林之所有竹林生產作業，包括竹林地之伐採申請、伐採、集材及運輸作業。

3.權責

(1) 竹林所有人

- A. 確定預定伐採之區域、面積及竹支數，並向當地林務局工作站提出伐採申請。
- B. 協助林務局工作站之林地調查與界木標定或打印等相關作業。
- C. 向林務局繳納林產物政府分收價金。
- D. 辦理伐採外包作業，並與承包單位簽訂符合 FSC 標準要求及國家法規之契約書。
- E. 依林業主管機關核發之「國有林地出租造林採運許可證」，依法進行伐採作業。
- F. 若有涉及開挖整地水土保持事項需申請，需備妥林產物採運許可向主管機關(縣市政府)申請簡易水保計畫。
- G. 監管伐採後原木的運送及儲存。
- H. 於伐採作業前後，進行林地之環境評估調查及社會評估調查。

(2) 林務局(為租地造林伐採申請主管機關)

- A. 林管處當地工作站接受承租人提出伐採申請後，工作站承辦人員邀約申請人到現場勘查，設置界木、繪製採伐位置圖。
- B. 林管處向林務局申請將此林班增加納入年度全國採伐計畫。
- C. 工作站出圖「竹林採伐位置圖」予伐採申請人，若有簡易水保

申請亦需要此圖。

- D. 計算林產物政府分收價金，請承租人繳納後，由林管處核發國有林產物採運許可證。
- E. 若採運期限內未能完成，承租人提出展期申請，工作站層報林管處准否。
- F. 承租人完成採運完工向工作站提出報驗，由林管處派員進行採伐跡地檢查。完成後發文告知跡地檢查結果，並要求須按復育計畫造林，若完成則採運完工。

(3) 縣市政府(為公私有林伐採申請主管機關。另伐採過程若有涉及開挖整地水土保持事項亦需向縣市政府水保單位申請，且簡易水保之申請面積宜小於 2 公頃)

- A. 需備妥林產物採運許可向縣市政府申請簡易水保計畫。
- B. 水土保持相關科室派員現場會勘，提出建議及結論。
- C. 承租人申報開工，水土保持相關科室派員施工檢查。
- D. 若水保工事在期限未能完成，承租人提出展期申請，由縣市政府准否。
- E. 承租人完工後申報完工，縣市政府相關科室派員實施完工檢查。完工合格者予以結案備查，不合格則改正追蹤至結案。

4.程序內容

(1) 伐採申請

- A. 依送林管處核准之森林經營計畫書，或由承租人或委託合作社、林業技師或學術單位，調查林地內達伐期及可進行收穫之區域、面積及支數，並將調查資料作為伐採申請之基礎資料，依規定向林地主管機關提出申請。
- B. 向竹林所在地工作站提出伐採申請
 - a. 填寫國有林租地造林主伐申請書，向工作站申請伐採許可，並檢附契約書、竹林伐採位置圖、復舊造林計畫書(若是疏(間)伐申請不需復舊造林計畫書)。
 - b. 會同工作站至林班地內標記欲伐採之竹林及計算竹林價金。
 - c. 需開闢作業道時，應填寫切結書並檢附簡易水土保持申請

書。

d. 於開工前向主管機關提出國有林產物採取開工報告書申請開工。

C. 於伐採作業前後，進行林地之環境評估調查及社會評估調查。

a. 承租人或委託合作社、林業技師或學術單位，應用自製環境影響評估調查表於伐採預定區域進行環境評估，瞭解該作業區域之環境狀態。

b. 承租人或委託合作社、林業技師或學術單位，以自製社會影響評估調查表對林地作業區域周邊社區代表或居民代表進行訪談，告知其作業時間及作業方式，並瞭解森林經營作業可能對該社區或居民所造成之衝擊。

c. 對外包之森林作業工人進行訪談，瞭解外包商是否依契約給於工人應有之福利及進行森林作業之安全教育。

d. 以評估結果作為森林作業方式之依據，確保伐採作業過程中降低對環境及社會所造成之負面衝擊。

(2) 伐木作業

A. 伐木設備及安全裝備

a. 伐木作業所採用之設備包括「鏈鋸」、「手鋸」及「板斧」，必要時採用重機械「挖掘機」及「伐木夾具」協助伐木作業。

b. 伐木作業進行時，現地工作人員須配戴「安全帽」、「手套」、「安全鞋」、「工作服」、「工作褲」。

c. 重機械操作人員可視情況戴「防蟲帽」，佩帶「手持無線電」或「耳罩」；鏈鋸操作人員須再佩帶「面罩」、「耳罩」及穿著「防割褲」。

B. 採伐之目標竹叢

a. 主伐作業為許可伐採區域內之林木(依環境影響評估法皆伐面積需小於 5 ha)。

b. 間伐作業為會同主管單位進行每木調查時，於樹幹上打印(標記)之竹叢。

c. 嚴禁採伐未作記號或伐採區域外之林木。

C. 作業道、防火帶、集材點等之修復或增開的設計

- a. 可以舊有作業道為主，注意在作業道適合距離作橫向排水之設計。如須新開作業道，路寬 2.5 m 內、挖填方 2,000 m³ 內，可申請簡易水保；如超過，須做水土保持計畫。
- b. 重機具避開陡坡(<30°)、流水經過、有水土流失風險、保育動植物之棲息或生長區域。陡坡區若要伐採可以人工及小型機具方式進行。

D. 伐採、造材

- a. 清雜：可配合作業道、防火線之開設進行整理，用機械清理竹林基部枝條及雜物，以便於伐採。採人力伐採時竹叢基部枝條可用長柄(3.5 m)刈刀，與枝條呈 45 度角由下向下拉去枝；採機械伐採時，可用機械挖斗或夾具清雜。
- b. 伐竹：採人力伐採時，於距地面 30 cm 之竹基部鋸切引導角(竹倒的那一面)，先由上往下斜切(45 度角)至竹直徑約 2/3~3/4 深度，再由第一切口對面，由上往下斜切(45 度角)與第一切口接齊；採機械伐採則可直接截斷後拉出。
- c. 拉出及去枝造材：叢狀竹伐倒後常與其他立竹枝條交錯，採機械伐採可直接以夾具拉出，採人力伐採時可以人力、長柄刈刀或電動絞盤輔助拉出伐竹。一旦拉出伐竹即可將竹桿基部切齊，用刀或鏈鋸進行進行去枝，並於等距處(視運材車輛車斗尺寸與買方需求而定)截斷(可就地裁切所需長度之細竹竿作為粗估量尺)，完成造材作業。
- d. 堆放及竹破碎：將造材好的竹桿集合堆放成堆，而將無商業用途之未成熟、過彎或竹梢及枝條等統一整齊放置空曠地或是堆疊於造林整地之行距間(草間帶)作為天然有機質肥料；或是可搭配破碎機及太空包作為竹屑出售。

(3) 集材、運輸作業

A. 集材、運輸設備及安全裝備

- a. 集材時依現地狀況使用「挖掘機」或架設「索道」及「集材機」。
- b. 運輸時使用「貨車」將林木運送至儲存場所。

- c. 集材作業進行時，現地工作人員須穿著「安全鞋」、「工作服」、「工作褲」及配戴「安全帽」、「手套」。
- d. 使用鏈鋸者需額外配帶「面罩」、「耳罩」及「防割褲」。
- e. 竹材運輸人員須穿著「安全鞋」、「工作服」及「工作褲」，於作業現場時則需配戴「安全帽」。
- f. 重機械操作人員可視情況戴「防蟲帽」，佩帶「手持無線電」或「耳罩」。

B. 集材作業

- a. 在集材作業進行前，先行檢視伐倒竹的長度，若有過長者，則就地以鏈鋸裁切成適宜長度，以利集材作業進行。
- b. 在確定集材區域後，工作人員依現地情況規劃最佳集材路線，將其他生立竹叢及地被破壞降至最低。
- c. 若需架設索道，需對作為集材柱進行保護，避免樹皮、樹幹受到鋼索損害，降低經濟價值。
- d. 必要時，需對集材道進行保護，避免造成林地的水土流失。
- e. 在不須架設索道或無法架設索道之地區，採用怪手等機械進行集材作業。
- f. 集材過程中，應避免搬運或拖行中的竹木與其他生立木發生碰撞而降低木竹品質。
- g. 將集中之竹材利用人力或重機具夾具分別整齊堆放於臨時集材場，完成集材作業，等待運輸。
- h. 承租人或委託合作社依 FSC 之林產物監管程序、林產物出入庫控管程序、竹木入庫紀錄中詳細記載資訊。

C. 林產物放行及運輸作業。

- a. 承租人或委託合作社於集材至一定數量後，需告知承包商林產物放行運出時間，並提早三個工作日填寫國有林產物放行查驗申請單及用印申請單完成後，向所在地林務局工作站申請國有林產物放行。
- b. 伐木承包商須將林產物(竹材、木屑太空包等)裁切堆疊好並放置於預定土場內，讓所在地林務局工作站人員進行放行打印查驗。

c. 打印完畢後將採運許可證背面給工作站人員登載紀錄查驗日期、樹種、材種、支數、材積、放行印號碼、查驗人員簽章、放行完後即可進行出售、運材作業。

d. 伐木承包商將核可已打印放行之木材於三個工作天運出林地，並由承租人或委託合作社於竹木出庫紀錄中詳細填寫。

(4) 伐木跡地檢查

申請伐採作業完成後，填寫伐木跡地檢查申請書及蓋用印申請單向所在地林務局工作站申請伐木跡地檢查，林管處將派人員前往造林地進行伐木跡地檢查，並確認有打印之界木是否存在。

5.紀錄保存期限

本程序所產生的紀錄至少保存 5 年以上。

七、 竹林採伐作業成本收益分析

由於產業外移、經濟轉型，農村勞力銳少、環保重視等因素，竹林採伐作業已不多見，人才及設備稀少，故本研究各項作業皆須重新投入，成本非常高。加上目前蔴竹的市場有限，尚找不到大量的買家或銷售通路，收益幾乎為 0。僅有元宇生物科技公司少量試用，需在裝車出貨前挑選，成熟且良好通直的蔴竹竹材，且竹肉厚度需大於 8mm，目前已提供數量為 695 段(長度 2.5m)。

(一) 蔴竹伐採收穫重要產品與工項及單價

本研究僅以國立屏東科技大學竹林個案進行採運試做，針對已發生的費用，核算竹林採運成本。由於竹林已近 30 年未經營，林相雜亂，枯竹、藤蔓繁多，作業道損毀，作業困難，成本昂貴，可以代表最真實經營的困難環境。故以此試作所得數據，再配合業者的訪談經驗，並推測短期(改善期，5 年後)及中期(正常經營，10 年後)的竹林採運成本收益。

首先，彙集目前蔴竹伐採收穫上重要產品與工項之資料並計算其單價如下：

表 26 荊竹林採運試做重要產品與工項單價

工項類別	金額	作業量	平均單價	單位	說明
收入					
竹桿(到廠價)			120	元/支	集成材廠收購
竹屑(到廠價)			5	元/kg	FSC 竹顆粒用
竹屑(到廠價)			3	元/kg	堆肥、生質炭用
工資水準					
一般工資			1,600	元/日	高屏地區
專業人力			2,500	元/日	高屏地區
面積變動成本					
竹林伐採調查	43,059	3.665 ha 29 工	7.9 1,264 11,749	工/ha m ² /工 元/ha	每公頃工數 每工效率 每公頃單價
作業道整理	24,250	480 m	50.5 131 6,617	元/m m/ha 元/ha	大型機具整理、新開 原有竹林作業道。
防火線整理	11,000	400 m	3,001	元/ha	大型機具整理、新開 原有防火線。 27.5 元/ 公尺*105.3 公尺/公頃
水保植生處理	4,290	0.1 ha	11,705	元/ha	撒百慕達草籽。
撫育管理費			10,000		以 6 工/年估算
產量變動成本					
人力伐竹作業日數		9 日 26 工			雇工作業，2 人為一 組，含造材
人力伐竹竹數		346 支	38.4 13.3	支/日 支/工	人力伐竹作業效率
人力伐竹人工成本	39,529		114.2	元/支	108 年 12 月 2 日至 10 日，按件計酬，50 元/ 支。工人所得過少而 改計日工。
人力伐竹餐費	2,260		6.5	元/支	
人力伐竹油料費	302		0.9	元/支	
人力伐竹耗材費	1,080		3.1	元/支	
機械伐竹作業天數		18 日 59 工			雇工作業，1 人機具 +2 鍊鋸手為一組(含造 材)
機械伐竹竹數		757 支	42.1 12.8	支/日 支/工	機械伐竹作業效率
機械伐竹人工成本	113,500		149.9	元/支	
機械伐竹餐費	4,442		5.9	元/支	

工項類別	金額	作業量	平均單價	單位	說明
機械伐竹油料費	7,835		10.4	元/支	
機械伐竹耗材費	642		0.8	元/支	
機械伐竹維修費	12,995		17.2	元/支	
機械伐竹租金	36,000		47.6	元/支	Yanmar 30 月租金 5 萬，工作 25 日/月，實際作業 18 日。(5 萬/25)*18=3.6 萬
外包機械伐竹作業日數		3 日 9 工			外包廠商作業，僅做 3 天，廠商虧錢撤出。
外包機械伐竹竹數		125 支	41.7 13.9	支/日 支/工	外包機械伐竹作業效率
外包機械伐竹費用	7,875		63.0	元/支	
上車及運費(竹段)	17,420	695 段	25	元/段	每段 2.5 公尺。 非專業運輸，費用多耗於準備工作。
上車及運費(竹桿)	4,500	300 支	15.0	元/支	10.5 ton 卡車短距運輸 4500 元，300 支/車
上車及運費(竹屑) 長距	11,000	6,500 kg	1.7	元/kg	10.5 頓卡車裝載 6.5 噸
短距	4,500	6,500 kg	0.7	元/kg	

(二) 蔴竹林經營與收穫之現況、短期及中期損益模擬分析

在收入方面，目前蔴竹之利用目前比較好的是以原竹竹桿為主，運送到廠約 120 元/支；而較差之利用是打成竹屑，運送到廠約 3,000 元/噸，但若有 FSC 驗證則可以賣到 5,000 元/噸。

本次試驗共嘗試三種主要伐竹模式：人力、機械、外包機械，原本預期工作效率是外包機械>機械>人力，但事實上是三者沒有顯著的差異，人力伐竹是 13.3 支/工，機械是 12.8 支/工、外包機械是 13.9 支/工。可看出即使是有伐竹經驗的外包團隊亦沒有顯著的工作效率，其主要的原因是本校蔴竹林地形環境多變且多年未整理所導致，大部分人力花費在竹叢清雜與整理，可用之竹不多，工作效率難以提升。

根據葉銘哲等 (2016) 以台南市山坡地(不含國有林事業區)為範圍，整合林務局第四次全國森林資源調查及水土保持局山坡地利用調查成果，再經自行現地調查與航攝影像補充判釋，設置 94 處樣區進行林分密度與結構調查，結果顯示蔴竹林平均密度為 5,700 桿/ha。因此，由於前述的狀況可知，目前南部蔴竹林

的現況並不能代表其經營之潛力，若經過更新改良之後，生產效率也會改善，故需將上述本研究獲得之經營實況資料與未來相關條件綜合加以推估，才能更合理評估蔴竹經營收穫之損益。

吾人可由表 25 來看，首先，將蔴竹林設定成三種模擬狀況，1.現況：如同本校竹林荒廢多年的情形，每公頃株數僅有 1,500 支。2.短期：經過 1 次採伐再撫育管理 5 年，每公頃株數可有 3,000 支。3.中期：經過 2 次採伐及 10 年的撫育管理，每公頃株數可達 5,000 支。有三種可能的販賣產品：竹桿、一般竹屑、FSC 竹屑，代表最不同的收穫收益。設定有二種伐採收穫方式：人力及機械，人力作業效率在中期可增加 1 倍，機械作業效率則在中期可改善 4 倍。

由表 26 可知，若以現況之竹林來看，無論經營何種產品、何種作業方式，都是虧損，即使經過 5 年短期的收穫及撫育改善，仍然未能獲利，其主要的原因在於伐採作業的成本太高(總成本的 64~78%)，未來惟有擴大經營面積以機械化的作業方式才能降低成本。面積變動成本與產品變動成本兩者以產品變動成本較具影響，因其包含了人力、物料、租金，份額是面積變動成本的 3~4 倍，也是為何要用機械取代人力的原因。

另外，也可知在伐竹作業效率上，若未來 1 組人力(2 人)伐竹作業效率不能提升至 60 支/日以上，1 個機組(3 人)伐竹作業效率不能增加至 160 支/日以上，似乎是很難獲利的。

由此觀點來看，蔴竹林的確是不易經營的，故有改植其他樹種之建議，蔴竹改植與否可由二個方面來看：一、若評估有更好的樹種是可以改植，惟林主常見改植經濟性樹種，通常是外來樹種，與林務局所要求的鄉土樹種方向不符；二、改植需要整地，其牽涉高改良成本及水保計畫之申請，造成改植其他樹種之難度增加。因此既然如此，由於南部蔴竹資源面積多，應以朝向好好利用它為主。

表 27 不同蔴竹林經營、收穫之現況及短、中期損益模擬分析

分類	項目	現況(0 年)		短期(5 年)		中期(10 年)	
基本經營狀況設定	每公頃株數(支/ha)	1,500		3,000		5,000	
	移出利用率(%)	65		75		85	
	移出數(支)	975		2,250		4,250	
	平均竹氣乾重(kg)	18.5		18.5		18.5	
	移出竹重(公斤)	18,038		41,625		78,625	
	伐期齡(年)	5.0		5.0		5.0	
販竹收入	到廠價-竹桿(元/支)	120.0	117,000	270,000		510,000	
	到廠價-一般竹屑(元/kg)	3.0	54,113	124,875		235,875	
	到廠價-FSC 竹屑(元/kg)	5.0	90,188	208,125		393,125	
伐採成本 (面積變動)	竹林調查費(元/ha)	10,000	10,000	10,000		10,000	
	開設作業道費(元/ha)	10,000	10,000	10,000		10,000	
	水土保持維護(元/ha)	12,000	12,000	12,000		12,000	
	撫育管理費(元/ha) ¹	10,000	-	50,000		50,000	
	竹林地整理成本小計	32,000	32,000	82,000		82,000	
機械伐採成本 (產量變動)	作業效率(支/日) ²	42		84		168	
	租金(元/支)	47.6	46,410	29.8	66,938	11.9	50,575
	人力費(元/支) ³	155.8	151,905	97.4	219,094	39.0	165,538
	物料費(元/支) ³	28.4	27,690	17.8	39,938	7.1	30,175
	機械成本小計	231.8	226,005	144.9	325,969	58	246,288
人力伐採成本 (產量變動)	作業效率(支/日)	38		57		76	
	人力費(元/支) ³	121	117,683	90.5	203,681	60.4	256,488
	物料費(元/支) ³	4	3,900	3.0	6,750	2.0	8,500
	成本小計	124.7	121,583	93.5	210,431	62.4	264,988
運輸成本	竹桿上車及運費(元/支) ⁴	15.0	14,625	15.0	33,750	15.0	63,750
	竹屑上車及運費(元/kg) ⁵	1.7	30,525	1.2	49,630	0.7	54,433
經營竹桿損益	人力伐竹 (元/年)	-10,242		-11,236		19,853	
	機械伐竹 (元/年)	-31,126		-34,344		23,593	
經營竹屑損益	人力伐竹年 (元/年)	-25,999		-43,437		-33,109	
	機械伐竹年(元/年)	-46,884		-66,545		-29,369	
經營 FSC 竹屑損益	人力伐竹年(元/年)	-18,784		-26,787		-1,659	
	機械伐竹年(元/年)	-39,669		-49,895		2,081	

說明：

1. 撫育管理費每年需 6 工為 10,000 元，5 年為 50,000 元。
2. 作業效率(支/日)預估人力作業短期可提升 0.5 倍，中期可增加 1 倍；機械作業短期可提升 2 倍，中期可提升 4 倍。
3. 人力費=薪資+餐費、物料費=油料+耗材+維修
4. 竹桿上車及運費：10.5 噸卡車短距運輸 4500 元/車次，裝載 300 支/車次。
5. 竹屑上車及運費：現況為 10.5 噸卡車長距運輸 11,000 元，裝載 6.5 噸/車次；中期可鄰近設廠成為短距運輸。

最後，由表 26 亦可知，以目前之作業技術(機具或人力)，欲能達成「作業經濟可行性」有幾個未來輔導可行的政策切入點：

1. 鼓勵竹林撫育整理或改植經濟樹種：充份整理竹林(比如修復林道、清雜除枯)，方能降低成本。目前有造林、撫育、森林經營方案補助，但由於初期無利益，需額外加碼竹林撫育起動支持計畫支持(包括竹林作業道規劃整修、10 年以上未伐竹林清雜撫育)。
2. 開發高效的伐竹機具：可以本研究所研發的伐竹機具，作為日後改善基礎。目前僅有機具補助，但無機具開發或租賃費用補助。
3. 專業人員養成：管理人才與工班人員的訓練有斷層，急需要政府培養。
4. 薊竹高附加價值利用開發：除新產品開發外，有環境認證的經營方式亦可增加產品價值。新產品開發屬商業活動可以 SBIR 方式進行產官學合作，而目前有國產竹材及產銷履歷、FSC 等認證補助，以及木材生產補助，但缺少竹材生產及市場銷售之輔導與補助。
5. 其他可能收益來源：法規鬆綁、利用竹林下經營竹林遊憩、療癒、竹產物加工、林下經濟等。

八、竹林經營培訓課程規劃與實作訓練

(一) 規劃竹林經營之相關培訓課程

所規劃課程有二天，如下所示，日期訂於中華民國 109 年 5 月 12 日(週二)及 15 日(週五)。

1. 地點：元宇生物科技有限公司(屏東農業科學園區)

時間	內容	主持人
08:30-0900	報到及開訓典禮	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
09:10-10:00	叢狀竹林經營管理	林業試驗所 陳財輝 研究員
10:10-11:00	竹產品開發及產業發展	工研院 黃盈賓 博士
11:00-12:00	竹屑廢料循環經濟	國立屏東科技大學木設系 龍暉 副教授
12:00-13:30	午餐	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理
13:30-14:20	竹產業發展與合作經營	南投縣青竹林業合作社 陳靖賦 總經理
14:30-15:00	元宇生物科技有限公司介紹	元宇生物科技有限公司 李耀武 董事長
15:10-16:20	元宇生物科技有限公司廠區參觀	元宇生物科技有限公司 李耀武 董事長
16:30-17:00	意見交流	元宇生物科技有限公司 李耀武 董事長 國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
17:00	本日結束	

2. 第二天 地點：旗山工作站(或國立屏東科技大學森林系)

時間	內容	主持人
09:10-10:00	作業前調查 採伐區域規劃	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
10:10-11:00	竹林採伐申請流程介紹	屏東林區管理處 廖國棟 技正
11:00-12:00	簡易水保申請流程介紹	水保技師，待定
12:00-13:30	午餐並移動至示範林地 (內門鄉東勢埔段 1113 號 或屏東科技大學薊竹實驗 林)	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理
13:30-16:30	伐竹作業方式、機具介紹 安全作業規範 伐竹機具操作 集材及裝車	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理 伐竹業者 林男信 先生
16:30-17:00	意見交流	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授 國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理 伐竹業者 林男信 先生
17:00	結訓	

備註：

1. 本計畫之伐竹機具及人員，需提早一週到現場整理並預作業。
2. 本活動安全第一，須投保團體意外險或其他險種。
3. 人員可自行移動至林班，或雇車運送。所雇車輛最好是四輪傳動的小巴士(如得利卡 7 人座)。
4. 採伐許可及簡易水保批准日期、天氣預報等因素，皆會影響本活動。活動日期可提前或延後，或改成第二方案：於國立屏東科技大學竹林現場示範。

(二) 培訓竹林經營技術操作的實作人才

將以上述所規劃之課程，針對林班承租地人、竹農或竹類產銷相關產業人員、南部林業合作社成員、屏東林管處有意參加者、國立屏東科技大學等，有意參加的老師及學生，透過公文系統、網路社群公告辦理招生，於 109 年 5 月 26 日及 29 日分別舉辦培訓課程，如下：

檔 號：1112/2
保存年限：10

國立屏東科技大學 函（稿）

機關地址：91201屏東縣內埔鄉老埤村學府路
1號
傳 真：08-7740134
聯 絡 人：羅凱安 08-7703202#7145
電子郵件：lkapd@mail.npust.edu.tw

受文者：如行文單位

發文日期：
發文字號：屏科大森
速別：最速件
密等及解密條件或保密期限：
附件：臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技術實作研習簡章.pdf

主旨：本校森林系羅凱安副教授訂於109年5月26(星期二)、
29日(星期五)舉辦「臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技
術實作研習」，請惠予周知派員參加，請查照。

說明：

- 一、本計畫係為推動林務局屏東林區管理處「屏東林管處轄區
竹林資源永續經營與收穫作業技術改進之研究(計畫編
號：Po108BM)」計畫案辦理。
- 二、研習內容請詳閱附件簡章。為保障參與者充足空間區隔，
本次參加人數約20人，敬請派員指導並協助邀請有興趣之
竹林經營者參加。
- 三、本研習採電話報名，活動聯絡人：本校森林系助理謝皓軒
先生，連絡電話：08-7703202分機7531，0986-321-541；
本校森林系助理陳姿靜小姐：08-7740534。

正本：行政院農業委員會林務局、嘉義縣政府、臺南市政府、屏東縣政府、臺東縣政
府、澎湖縣政府、行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處、行政院農業委員
會林務局屏東林區管理處、行政院農業委員會林務局臺東林區管理處、行政院
農業委員會林業試驗所、國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處、國立
中興大學、國立嘉義大學、國立宜蘭大學、中國文化大學

副本：本校森林系、本校木材科學與設計系
會辦單位：

決行層級：一層決行

校長 戴 ○ ○



臺灣南部竹林資源經營利用與收穫技術實作研習

- 一、 研習目的：竹材是國際上認可的友善環境生物材料，竹可作為多種方式之利用，高屏地區竹林資源豐富，但近30年來由於生產鏈外移，許多竹林未適當經營及收穫。因此，為鼓勵第2~3代竹林經營者重新認識及重視竹林資源經營利用，以及推廣竹林機械化伐採收穫技術的可行性，特舉辦二日之研習活動，為振興臺灣竹林經營傳承技術、培育人才。
- 二、 主辦機關：本培訓課程係林務局屏東林區管理處委託國立屏東科技大學森林系辦理，計畫名稱：「屏東林管處轄區竹林資源永續經營與收穫作業技術改進之研究(計畫編號：Po108BM)」。
- 三、 時間/地點：本研習分成二天於四個場地現地研習，鑑於防疫需要，需規劃適當場地、空間辦理並限制參加人數，派遣多人乘坐密閉交通工具接駁仍有風險，故交通方式需評估能自行處理前往各場地，請予見諒。

(一) 日期：109 年 5 月 26 日(週二)

地點：<上午> 國立屏東科技大學 玉崗圖書館 B1 拼創教室
<下午> 屏東農業生物科技園區 元宇生技股份有限公司-屏東縣長治鄉園南路 7 號

(二) 日期：109 年 5 月 29 日(週五)

地點：<上午> 屏東林區管理處旗山工作站(高雄市旗山區永福街 47 號)
<下午> 高雄市內門區東勢埔段 1113 號示範林地(高 121 道路)
位置經緯度 22°57'03.1"N 120°28'26.9"E、
google map 座標 (22.9508480, 120.4741410)

- 四、 培訓對象：因於防疫期間，受場地及機具限制，名額限定僅20人，以電話報名並通知是否錄取，以下身份者優先參加：

- (一) 竹林經營者(國有租地造林人、竹農、南部林業合作社成員)。
- (二) 林務局作業(造林生產業務)承辦人。
- (三) 南部各縣市主管機關業務承辦人員。
- (四) 大學及研究機構人員(教師、研究人員及學生)。
- (五) 竹材加工產銷人員。

- 五、 報名方式：一律採電話報名，報名專線：08-7740534、08-7703202#7531或#7534，謝先生或陳小姐。

六、培訓課程內容

(一) 日期：109 年 5 月 26 日(週二)

地點：<上午> 國立屏東科技大學 玉崗圖書館 B1 拼創教室

<下午> 屏東農業生物科技園區

元宇生技股份有限公司 (屏東縣長治鄉園南路 7 號)

時間	內容	主持人/主講者
08:30-09:00	報到	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
09:00-09:10	開訓、來賓致詞、大合照	國立屏東科技大學 戴昌賢 校長 屏東林區管理處 張偉顥 處長
09:10-10:00	臺灣經濟竹種培育與經營管理	林業試驗所 呂錦明 研究員(退休)
10:10-11:00	蔴竹的收穫與利用	林業試驗所 陳財輝 研究員(退休)
11:10-12:00	竹材的高附加價值開發利用	工業技術研究院 黃盈賓 研究員
12:00-13:00	午餐	
13:10-14:00	竹屑廢料循環經濟	國立屏東科技大學 木材科學與設計系 龍曄 副教授
14:10-15:00	移動前往屏東農業生物科技園區 元宇生技股份有限公司	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理
15:10-16:20	元宇生技股份有限公司介紹與 實地參觀	元宇生技股份有限公司 李耀武 董事長
16:30-17:00	意見交流	元宇生技股份有限公司 李耀武 董事長 國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
17:00	本日結束	

(二) 日期：109 年 5 月 29 日(週五)

地點：<上午> 屏東林區管理處旗山工作站(高雄市旗山區永福街 47 號)

<下午> 高雄市內門區東勢埔段 1113 號示範林地(高 121 道路)

位置經緯度 22°57'03.1"N 120°28'26.9"E、

google map 座標 (22.9508480, 120.4741410)

時間	內容	主持人/主講者
08:30-09:00	報到	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
09:10-10:00	蒴竹伐採作業前調查與規劃	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
10:10-11:00	竹林採伐許可申請流程介紹	屏東林區管理處旗山站 邱建仁 技士
11:00-12:00	簡易水保申請流程介紹及現場 注意事項	大域工程顧問有限公司 張瑞仁 水保技師
12:00-13:00	午餐	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理
13:10-13:30	移動至示範林地	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理
13:30-16:00	蒴竹伐採作業介紹與實地演練 1. 基地介紹與學員安全規範 2. 蒴竹伐採作業介紹 3. 伐竹作業機具介紹與作業安全 規範 4. 伐竹作業機具現場演練	國立屏東科技大學森林系 葉政翰 研究助理 油機機械有限公司 王俊偉 所長 伐竹業者 林男信 先生
16:00-17:00	意見交流	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授
17:00	結訓、大合照、賦歸	國立屏東科技大學森林系 羅凱安 副教授

圖 38 竹林經營培訓課程公告文件

109 年 05 月 26 日照片：



圖 39 竹林經營培訓課程 109 年 05 月 26 日照片

109 年 05 月 29 日照片：





圖 40 竹林經營培訓課程 109 年 05 月 29 日照片

伍、結論與建議

一、結論

竹的利用相當廣泛與多元，也是絕對值得投資的綠色環保產業，臺灣竹產業振興雖經常被提及，但事實上整個產業鏈因沉寂 20 餘年，已逐漸消失當中，目前卻又沒有利基的利用方式出現，需政府、企業、學術及民間通力合作，才能渡過艱辛的產業鏈重建起步過程。經過本計畫對高屏地區竹林經營、產業鏈整體調查與執行竹林收穫的經驗，獲得以下幾點結論：

- (一) 在高屏地區國(公)有林之租地造林人或私有林竹農之調查顯示，竹林經營者已老化，竹林經營只是部分的事業，已無法依賴農林業為生，且竹林經營對家計影響甚少。保有竹林地之目的以保有承租地使用權最多(88%)，或是當成家戶之財產。竹林大部分(67%)已半放棄到無經營狀態，經營意願並不高，意願高者僅佔 3%。近 5 年內無竹材伐採計畫者佔 94%，不願生產的原因有：無銷路(76%)、砍伐成本高(76%)、價格不好(70%)。
- (二) 在竹產業面調查：竹之利用上仍以傳統使用為主，目前少有更具創新或高附加價值之利用型式的廠商。可分為：1.生活用品、2.家具(桌椅、竹簾、竹蓆)、3.建材與製材、4.工藝品、5.其他(醋液、竹炭、奈米、紙)、6.食品(筍加工廠)等六大類。本次受訪之竹產業多屬於原料產地導向的加工模式，成立時間以 60 年代居多，近 10 年大型竹加工廠投資不多。2/3 為小規模(資本額<300 萬)經營，小規模者主要是零售商或是原竹、粗加工業為主，大規模者主要以製材、地板、防腐、竹片、竹篾為主。
- (三) 竹產業不願採用國產竹材的原因有：1.臺灣竹林老化造成問題、2.竹材易被其他材料取代、3.國產竹材市場日益縮小、4.供貨不穩、備貨太久、5.國產竹材成本高(作業不易、人力不足)、6.竹林生產及加工廢棄物處理困難、7.政府未支持竹產業發展、法規限制。
- (四) 在高屏竹林生產區的規劃上，基於原料獲取方便，減少原料運輸成本，成品運輸、市場位置、人力技術、工廠土地取得等因素，建議選擇旗山區為竹材及竹產品生產區，除了生產竹林之外，尚包括伐竹作業班、竹材集貨場及初步加工廠，這些項目可以委由將來竹合作社或私企業來投資及協助處理，以竹合作社作為窗口從事訂單生產及販售，平時也可就進行社員或委託者的竹林管理及撫育。

- (五) 本次三種不同採伐強度對竹林後續生長的影響，無論在量與質的觀測數據，初步得知採伐強度 50%的伐後生長較好，也突顯傳統上蔴竹林採皆伐方法之問題需要改進。惟此推論之結果觀測時間僅 7 個月，仍待持續觀測方能定論，若一旦能有足夠結果確認，對未來竹林經營將有較好的改進方式，即以間伐的方式來進行，也可符合水保要求。
- (六) 在竹林收穫的方法上，森林所有人或承包業者，在森林採伐與收穫作業前，需瞭解相關法令規定，首要是提早向林務局申請採運許可，若有水保需求才可向縣市政府申請水土保持許可。在收穫計畫上，以整個流域系統來全盤考量以及事先預防的方式進行，建議以竹桿出售的產品收穫季節盡量在 11 月~3 月的乾季，採用重量 3~5 噸之間大小之輕型機械(挖掘機)提高作業效率，疏伐強度可用 50%留存率來進行。本研究已制訂「叢生竹林採伐作業準則與程序(草案)」，提供現場技術人員彈性運用，並建議回饋累積經驗修正草案。
- (七) 由於竹林經營者自認為在經營竹林的知識、技術與能力上不足者佔 67%，顯示本計畫中對林主竹林經營能力培力的迫切必要性。本研究將以上述收穫要求相關內容及作業流程規劃入二天的研習課程之中，選擇內門區東勢埔段 1113 號為伐竹示範地，透過公文系統、網路社群公告辦理招生，於 109 年 5 月 26 日及 29 日分別舉辦培訓課程，受到很多竹林主、竹廠商的及其他研發管理單位之迴響。
- (八) 輔導農民參與林業合作組織之成果方面，已舉辦 11 場以上相關竹農輔導會議，高雄市永茂林業生產合作社順利的在 109 年 8 月 7 日於高雄市林皇宮飯店召開創立會，目前有 26 位社員，林地共約 250 公頃。屏東縣大武山林業生產合作社，在屏東縣政府社會處社會行政科的同意籌組下，已舉辦了第一次籌備會及第二次籌備會，但發起人數不足，且發起人理念待進一步溝通，故仍在籌備中
- (九) 將蔴竹林經營設定成三種模擬狀況，若以現況荒廢退化之竹林來看，無論經營何種產品、何種作業方式，都是虧損，即使經過 5 年短期的收穫及撫育改善，仍然未能獲利，其主要的原因在於伐採作業的成本太高(總成本的 64~78%)，未來獲利要獲利需要：1.擴大合作經營面積並以機械化的作業方式降低成本，在伐竹作業效率上，若未來 1 組人力(2 人)伐竹作業效率要能提升至 60 支/日以上，1 個機械小組(3 人) 伐竹作業效率至少要能至 160 支/日以上才能獲利。2.開發高價值竹材利用，

確保竹材到廠單價 5 元/kg 以上。3.竹林有良好的撫育管理與經營改善。

二、建議

本研究認為高屏地區擁有豐富的竹林資源，可以藉由合作化、計畫化、機械化、在地化及創新化等五項策略來達成活絡竹林之經營與產業，並有以下建議：

- (一) 進行竹林資源調查、規劃與整備：整理高屏地區可用竹林資源、蓄積、使用權及交通條件，估計竹產業發展可經濟利用之限度。
- (二) 增訂竹產業輔導啟動政策：雖然林務局已於去(2019)年推動林業多元的補助方案，對於森林經營計畫、竹林撫育、伐採、機械設備及產銷驗證制度提供誘因，然由於政策制度設計以團體經營計畫為前提，且竹林因多年未經營而劣化，欲吸引林主重新投入啟動經營，需要更多政策輔導鼓勵。
- (三) 持續溝通社會接受的竹林經營作業：由於目前法規及輿論對於森林伐採、作業道開設以及竹廢料處理多有疑慮及限制，影響作業成本與規模，未來應發展竹林經營標準並配合第三方驗證，讓更多消費者瞭解國產竹材對環境的效益。由本計畫中發現，另外還有皆伐作業面積面積上限、採運期限、開放登記下年度採伐申請、作業道路修復限制放寬、林產物查驗放行等規定，可以再與不同權益關係人討論如何簡化
- (四) 有關於伐採流程簡化或縮短流程的建議有：1.鼓勵有計畫之合作經營，由林業合作社協助經營計畫審查，核准通過之竹林經營計畫的施業不用承租人個別重複申請，由合作社將年度伐採案統一請工作站會勘測量、出圖，林管處只管控其開、完工。2.伐採案若有水土保持事項可協調主管機關併案審查，便民及增加時效。3.由於竹材單價不高、量體大，竹材放行查驗可以影像分析存檔、抽樣查驗來取代，節省人力及時效。4.建議舉辦林地經營法規研討會，由林務局主辦，邀請農業局、水利局、學校、林業從業者或公司、合作社等參加。
- (五) 推廣深化竹材應用需求：由於消費者視竹製品為舊有傳統產品之印象，除了竹炭外許多竹產品需要有高附加價值的開發，故對竹產品消費者印象的改變，以及新利用型式的開發，來擴大竹的利用需求。比如能鼓勵蔴竹竹漿廠、燃料顆粒、集成材廠、飼料添加物的投資，才能全面擴大竹材需求。
- (六) 對後續伐竹設備研發之建議：本計畫所用的伐竹機頭，仍需再改進，而

未來勢必以機械取代人力，當前伐竹機械仍屬起步階段，須由政府帶頭。伐竹機具可朝以下四大類進行產官學業合作研發：1.伐竹機具、2.集材(竹)設備(或可含去側枝功能)、3.切片機、4.剖竹機。

- (七) 培養竹林產業後繼專業人材與人力：政策振興及鼓勵竹產業發展、投資與新產品開發，營造竹產業經營利潤，吸引更多人才投入，提升經營效率與水準。

陸、參考文獻

- 王瀛生、吳孟玲 (2010) 台灣竹材替代木質材料展現竹之美。林業研究專訊 17 (4):54-60。
- 合作社事業統計年報 (2019) 中華民國合作事業協會編印。
- 呂錦明 (2011) 材林之培育及經營管理。行政院農業委員會林業試驗所出版，204 頁。
- 卓志隆 (2015) 對環境友善之森林收穫作業與技術開發(3/3)。農委會林務局科技計畫。
- 林俊成、陳溢宏、林裕仁 (2017) 竹材加工業之國內原竹需求與流向分析。林業研究專訊 24(4):62-64。
- 林信輝、翁書敏 (2011) 桂/蔴竹林生育特性與環境保育問題。林業研究專訊 18 (1):23-29。
- 林務局 (2015) 第四次森林資源調查報告。
- 林裕仁、潘薇如 (2016) 臺南地區竹加工業概況。林業研究專訊 23(5):70-73。
- 林維治 (1976) 台灣竹亞科植物之分類(續)。臺灣省林業試驗所試驗報告第 271 號。
- 邱立文、黃群修、吳俊奇、謝小恬 (2015) 第 4 次全國森林資源調查成果概要。臺灣林業 41(4):3-13。
- 邱祈榮 (2011) 竹林面積知多少？林業研究專訊 18 (1):16-18。
- 許玲瑛、李文昭 (2011) 六種臺灣常見竹材之型態特徵及熱解產物。林業研究專訊 18 (1):37-42。
- 陳財輝 (2011) 泥岩地區老化蔴竹林之更新調查。林業試驗所 100 年度自辦科技計畫。
- 陳嶸 (1987) 竹的種類及栽培利用。中國林業出版社。
- 湯適謙 (2014) 木、竹材採運技術提昇與小型機械應用之研發。林業試驗所 103 年度自辦科技計畫。
- 黃裕星 (2011) 臺灣竹類資源調查、利用及新技術開發。林業研究專訊 18 (1):1-2。
- 溫太輝(主編)(1993) 中國竹類彩色圖鑑。淑馨出版社。

- 葉銘哲、鍾智昕、林謙佑、林奐宇 (2016) 台南市山坡地竹林資源調查與土地管理之研究。台灣林業科學 31(3):257-69。
- 羅紹麟 (1980) 台灣林業合作經營組織之研究。中華林學季刊 13(3):1-24。
- 羅凱安 (2018) 私有林經營與產業振興對策研究(2/2)。行政院農業委員會林務局 106 年科技計畫(106 農科-11.6.3-務-e1)成果報告書，140 頁。
- 竹內叔雄 (1932) 竹の研究。養賢堂。
- 陳合進、葉政翰、朱雅梵(2014) 森林管理委員會 (FSC) 驗證的天然林森林收穫流程：前置作業林產工業；33 卷 1 期 (2014 / 03 / 01)，P53 – 60。
- ITTO (2019) Reduced impact logging.
https://www.itto.int/sustainable_forest_management/logging/。
- Kittredge, D. B. (2005) The cooperation of private forest owners on scales larger than one individual property: International examples and potential application in the United States. Forest Policy and Economics 7(4):671-688.
- Lo, K.-A. (2013) Private forest owners' willingness to participate in cooperative management in Taiwan. IUFRO 3.08 & 6.08 Joint Conference- Future Directions of Small-scale and Community-based forestry. Fukuoka, Japan.
- Texas Forestry Association and Texas A&M Forest Service (2014) Texas forestry best management practices. 112pp.
- Yale school of Forestry & environmental studies (2019) Logging Conservation Practices. <https://globalforestatlas.yale.edu/forest-use-logging/logging/logging-conservation-practices>

附錄 1 評選簡報審查意見及回應

	委員意見或建議	回應
一	夏委員滄琪	
1	荊竹因採收不易，逐漸失去經濟價值而成為荒廢竹林地，若在 4-5 年內擇伐利用將可提升再生資源之利用，間接提升國產材利用，可利用收縮膨脹率小、靜力彎曲強度、彈性係數、順紋抗張及抗壓強度多於木材等之特性。	謝謝委員建議。臺灣竹林資源豐富，由竹子的生長特性來看，國際上因為竹林生長快，竹材成熟期短，固碳能力比木材還強，又有如委員所言之優良特性，被視是相當良好的綠色環保材料，值得重視及進行研究。
2	朝竹材攪碎後製漿造紙原料(信仰紙)或奈米纖維素之利用方向研究。	謝謝委員建議。此造紙領域非我團隊專業，故可能會與其他林產加工老師討論此一利用方式，目前構想是將竹材依不同部位分別利用，希望一支竹子能有更好的附加價值。不過，本年度仍先專注於竹材生產機械化成本降低及合作經營等契約要求事項上。
3	第 13 頁表 4 應改為表 3。	謝謝委員指正，已更正。
二	黃委員裕星	
1	主題別僅鎖定在荊竹，除荊竹外可增加長枝竹或麻竹等採伐利用研究。	謝謝委員建議。荊竹、長枝竹或麻竹皆屬合軸叢生之竹種，因荊竹採伐難度較高，今年度先以荊竹作業為主，若荊竹採伐作業沒有問題，將來也會選擇可以配合的適合地點進行這些相關竹種之採伐。
2	竹材採發後可改栽植相思木或其他樹種，採竹木混生之方式營林。	謝謝委員建議。因竹的生長快速，除非將根株整叢挖除，否則不易間植其他樹種。為單純化本次試驗之比較，並未改植其他樹種之規劃。不過會將此方案設計於竹農問卷，訪問林農之改植意向。
3	何謂滾雪球方式蒐集資訊，請補充說明。	研究時對於調查對象之母體不完全瞭解或缺乏其基本資料時採用之，意指藉由調查樣本之後，由樣本再

	委員意見或建議	回應
		介紹相關樣本，如同滾雪球方式，逐漸向外擴張調查對象。
4	先以竹農訪談為基準，在決定何種留存率等方式進行比較。	謝謝委員建議，會在竹農問卷加入此問題。
5	授課訓練課程、技術移轉對象應更明確。	謝謝委員建議，培訓課程初期預計是以林務局或縣市鄉鎮之公務人員或學生為主，未來希望可轉移給竹農、合作社或竹林企業等有興趣竹林經營之個人或團體。
三	羅委員紹麟	
1	蔴竹之需求量與供給量之多寡必須先了解，可增加麻竹之項目。	謝謝委員建議。根據屏東處提供的資料，整個屏東林區之蔴竹分布常見常與一般樹種混植，因此，供給量之估計以面積推估會有很大的問題；另一方面蔴竹需求量由於多年來幾乎很少採伐的個案，且保留紀錄，加上不同竹材間有很高的替代性，因此也不易推估。所以，會藉由本次之竹林加工業者調查先作初步的瞭解，並將其他相關竹種之目前需求與最適利用問題設計在問卷中。
2	公私有林之林農皆為小農居多，宜考量伐、造、集、採與集運等各階段之成本分析，必須儘量以機械替代人工現場造材，以降低成本提高效率或增加森林副產物之採集以增加林農之收入。	謝謝委員建議與肯定。
3	「伐採最適」，應改為「伐採較適」。	謝謝委員建議，已加以修改。
4	需考量伐採界限因素，作業區應於兩邊各為多少，始能達到環保及經濟效益最高之條件下作業。	謝謝委員建議，此部分會考量機械作業之安全作業坡度外，也會特別考量經濟及環保之相關問題。不過，竹林機械化伐採是期待具有經濟

	委員意見或建議	回應
		性，但卻有改善遞延的現象，需以一段期間來評估，而非單一次伐採來判定。意即雖然在第一年竹林整理期的經濟性不佳，將來整理過後，新生出更好品質的壯竹。
四	柯委員登耀 是否考量火災問題納入計畫內；開發小規模之作業方式，讓小而美之林主說明會提升林農信心。	謝謝委員建議，會納入本研究考量。
五	張委員智強 計畫應加入長枝竹及麻竹等為研究對象。	謝謝委員建議。如前所述，蔴竹、長枝竹或麻竹皆屬合軸叢生之竹種，因蔴竹採伐難度較高，今年度以蔴竹作業為主，若蔴竹採伐作業沒有問題，將來也會選擇可以配合的適合地點進行這些相關竹種之採伐。

附錄 2 期初報告審查意見及回應

	委員意見或建議	回應
一	黃裕星委員	
1	本期初報告未將審查會中，各委員之意見列表回覆，無法瞭解審查意見是否納入計畫中，建議補充並展現於期初報告中。	謝謝委員建議，評選簡報之審查意見及回應已補充於本修正期初報告之附錄 3。
2	報告書 P8 第 2-5 行之文字無法理解究竟要表達什麼？	謝謝委員指正，已修改如下： 荊竹林因近來缺乏管理，多為荒廢之竹林：(1)竹林若未加以疏伐，老化的竹根與地下莖於土壤中形成空隙使水分無法停留。(2)荊竹林之林相單純且因竹葉不易腐化會大面積覆蓋於土壤表面，導致水分不易滲入至土壤。(3)由於排他性而缺乏地被遮蔽保護，水分容易流失。荊竹林於涵蓄水源、調節水量、延遲洪峰等作用上遠不及原生林。
3	P.9(二)最佳管理實踐(BMPs)，在本文中翻譯成最佳經營實踐，建議統一稱為「最佳經營實務」，並提供參考文獻。	謝謝委員建議，參考國家教育研究院詞彙翻譯，將 Best Management Practices 修正翻譯為「最佳管理作業」。其為一種「非點源污染(nonpoint source pollution)防治方法」，通常是針對可能發生或已發生之污染的狀況採取管制、削減或處理的措施，即以控制污染源頭、減少污染物傳輸進入河川及處理逕流三種控制方式來進行。另在適當處會增加參考文獻。
4	芬蘭森林法(P.9)(三)，報告中引用 1996 年法案，但芬蘭已於 2014 全面修正森林法律，建議更新，並提供參考文獻。	謝謝委員指正，芬蘭森林法最近修正在 2014 年，本文主要是陳述芬蘭自 1996 年起就將環境友善的作法在森林法訂定要求。
5	P.8 倒數第二行提及「提取原木的滑道」，經查文獻，所謂「滑道」是 Skid Trail 的翻譯；實務上 Skid trail 是提供 Skidder (集材	謝謝委員建議，已修正。

	委員意見或建議	回應
	機，拖曳集材機)拖運原木至儲木場之作業道，請修正翻譯名詞，避免混淆。	
6	P.24, 28，問卷設計之前言均稱我們是國立屏東科技大學的「學生」，但署名者均為羅凱安教授，建請修正。	謝謝委員建議，署名羅凱安及電話是因為提供受訪對象對方便於查證取信，以及對訪問員在前言所闡述「個資安全」負責。
二	羅紹麟委員	
	本報告從竹林生長特性、市場結構、生產方式及成本分析出發，配合產銷合作社之概念為內容作為分析。全文架構完整且考慮周詳。惟有 2 點建議請參酌：	謝謝委員建議。
1	環境保育與竹林收穫之三種方式中，何種最適合於台灣之情況？另有其他類型？	由於臺灣森林經營採伐已停滯多年，文獻回顧是參考其他國家的作法，而竹林經營是否有較佳的方式，是將於本研究中所探討及提議，此部分結果將在期末報告中呈現。
2	台灣近 30 年來鮮少伐木集材試驗，故資料較缺引用受限。而針對竹材收穫也只有桂竹(單軸生長)，對叢生竹材收穫是否有類似報告可作參據，如無，則如何補救或新設計試驗。是否在未來有必要？	謝謝委員建議，臺灣竹林超過 25 萬公頃，但過去有關叢生竹林伐採相關報告並不多。有必要找出更有效更能創利的經營方式，妥善利用台灣現有的竹林。由於蔴竹屬陽性植物，成林速度快，故今年度係先以 3 種疏伐度(0%、50%及 100%)來進行試驗比較。
三	夏委員滄琪	
1	問卷：附錄 1 及附錄 2 內容建議酌予修正及調整，日期應為 2019 年；學生宜改為訪問員，文字錯誤或疏漏之處請參見檢還之紙本，斟酌修正之。	謝謝委員建議，二份問卷內容均已作相當程度之修正。
2	預定工作項目中另選一示範作業區加以驗證，其確切地點是否已規劃完成？竹林經營之培訓	謝謝委員建議。示範作業區是在 10 月林主調查以及 11 月竹農說明會結束之後才挑選，目前尚未決定。

	委員意見或建議	回應
	課程之參訓對象是否與實作人才培訓(工作坊或座談會)相同？是否包括竹農、製造業者、公私機構及學術界？	如前所述，培訓課程包括理論及實作，初期預計是以林務局或縣市鄉鎮之公務人員或學生為主，未來希望可轉移給竹農、合作社或竹林企業等有興趣竹林經營之個人或團體。
四	翁委員儷芯	
1	本計畫工作項目建議製成流程圖示意。	謝謝委員建議，由於本研究係首次發展邊做邊修，故未有較完整成熟之工作流程，惟各項工作項目之排程可參考 p.24 圖 5 之甘特(Gantt)圖。
2	建議本計畫針對竹林資源經營與收穫相關法令規定進行收集整理，以為計畫培訓課程及後續竹林產業發展運用。	謝謝委員建議，會再期中報告中呈現。
3	請補上評選會議委員詢答及回覆。	謝謝委員建議，已補上如附錄 3。
五	張委員智強	
1	本處已提供所轄竹林承租人相關資料，請適當安排竹林經營後續之研究計畫期程並注意執行進度。	謝謝林管處及相關課室的協助，研究也會加強進度的管控。
2	竹林經營伐採試驗研究，所需採伐申請須注意規範及程序流程並將流程於下次第一次報告時列入報告內容。	謝謝委員 1 建議，竹林採伐申請會注意規範及程序，流程也會在期中報告中呈現。
六	柯委員登耀	
1	p.11 木竹收穫成本可否提供竹林收穫損益之案例分析供本處參考。	謝謝委員建議，近年來竹林收穫的成本收益研究不多，會盡量收集在期中報告中呈現。
2	p.18 竹林加工製造之產業鏈調查與訪問，將以滾雪球方式收集，建議說明此方式之執行方法。	謝謝委員提問，滾雪球調查法，係研究時對於調查對象之母體不完全瞭解或缺乏其基本資料時採用之方法，意指藉由調查樣本之後，由樣本再介紹相關樣本，如同滾雪球方式，逐漸向外擴張調

	委員意見或建議	回應
		查對象。
3	p.24.壹.1.建議修改成 請問您經營竹林面積多大。	謝謝委員建議，問卷已修正如附錄1(p.28)。
4	p.25.貳.三.5.建議加入投保農民保險選項。	謝謝委員建議，問卷已修正如附錄1(p.28)。
5	p.29.四.1.建議加入成功案例原因。	謝謝委員建議，問卷已修正如附錄2(p.33)。

附錄 3 期中報告審查意見及回應

	委員意見或建議	回應
一	夏委員滄琪	
1	針對竹林經營與竹農現況調查計 33 份有效問卷之竹林承租人基本資料高中職佔 36%，大專以上佔 27%，建議敘述為”60%為中等教育程度以上”，取代原”教育程度不高”之定位。	謝謝委員指正，並已修正如期末報告 24 頁。
2	表 8(P.24)題號 3(總合為 99%)、題號 4(總和 97%，刺竹須修正為荊竹)，題號 7(總和 99%)，總和未達 100%建議調整。	謝謝委員指正，並已修正如期末報告 25 頁。
3	表 14(P.28)中之營業額單位未標明(年/萬)，建議補列。	謝謝委員指正，表 15(P.30)已修改。
4	受訪 15 家竹林產品公司調查問卷是否因填答者職務高低而影響回答及看法之呈現？如表 15(P.29)、表 16(P.30)皆有答非所問之狀況，如表 15(No.1、3、4、5、13)及表 16(No. 3、5、7、12、13)，避免淪為無用問卷，建議仍應嘗試專人電訪方式，就答案為”無”、”不知道”者之受訪公司再次誘導式詢答，以免影響對竹產業看法之偏離正題！	謝謝委員指正，表 15(P.30)已修改。
5	圖、表排版誤植部分請更正，如 P.31(1)更正為圖 6，P.32 頁(一)1 更正為圖 7，P.33 更甚為圖 7，P.38 更正為圖 12，P.39 更正為圖 13，P.40 更正為圖 14，P.41 更正為圖 15 及圖 16，P.44 更正為表 18 及圖 19. P.45 16. 更正為表 19，(表 179 更正為表 19)。	謝謝委員指正，會再核對。
6	竹林經營培訓課程規劃兩天，課	謝謝委員提醒，因有持續追蹤公文核

	委員意見或建議	回應
	程內容相當充實，建議仍應盡量追蹤公文核准流程，始能達於內門區原規劃之伐竹示範地進行伐採作業實地演練基地，並可多宣導宜鼓勵林農踴躍參加。	准流程並記錄，且會廣召林農、機關及相關人員參加，培訓課程參與情形良好。 當時曾受疫情影響不明，尚有一些疑慮存在，也有現場培訓示範課程可能因應遞延變理日期或是變更以教學影片的方式進行作為備案的準備。
二	黃委員裕星	
1	本案對台灣南部地區竹林經營之改善具指標性意義。研究過程中對大林主之訪談調查，以及竹產業之訪談調查，資料均極寶貴，建議詳加整理分析寫成報告，以供後續參考。	感謝委員鼓勵。將會仔細整理資料、撰寫報告。
2	林務局目前積極推動林業永續多元輔導方案等政策，本案可與之相鏈結，竹農老化、竹林亦老化，應以合作社組織化方式克服經營之困難。竹材利用之市場若能確保，經營利基才能促進生產誘因。如林農無利可圖，政府之輔導必徒勞無功。	委員所言極是，市場需求面是竹產業發展很關鍵的因素。目前除屏東農科生技園區元宇生技公司已投資設置竹積層材加工廠外，本研究也進行產業調查，瞭解產業市場端的問題，提供未來產業政策輔導建議。此外，本計畫也將所收穫之竹材提供合作廠商兆森木業、本校木材科學與設計系龍暉老師進行國產竹材的應用及竹屑生質能源及竹炭的利用開發，並與林曉洪老師共同指導學生從事竹葉黃酮之實務專題之研究。 由於本研究計畫已有初步成果，惟僅第一年，林務局若有心願持續支持本計畫，未來 2-3 年內本校可進一步延伸至竹加工產業之輔導，以竟計畫及輔導之成效。
3	有關採伐規範及申請流程，於研究過程中如發現問題建議提出改善方案，以供管理機關參考修法	謝謝委員建議。本研究進行有關採伐規範及申請流程中，的確發現一上不同政府部門間在法令解讀及行政程序

	委員意見或建議	回應
		上有不同看法，本研究會記錄並提供改善方案，找出問題癥結，提出修法建議。
4	本計畫與農科園區進駐業者合作，應屬正確方式。民間業者對產業前景較敏感，亦較務實，尤其機械化之發展應加強合作	謝謝委員認同。本計畫雖然以國有林竹林為研究對象，但本研究認為與私有產業合作，才能從產業的角色思考所面臨問題，提供最關鍵及迫切的協助。本次合作廠商除可協助竹材銷售通路外，尚借其技術及資金進行新採運機械之研發，目前保持良好合作關係，是相當好的一種產學合作模式。
三	羅委員紹麟	
	從整個報告看，似乎都已進入實質狀況，基礎資料介紹收集甚詳，且點出分析上之困難與克服焦點。茲有數點僅供參考：	
1	三種採伐系統分別出自三個不同國家或地區，擬問何種是你進行的最理想方式，若不趁早決定是否會影響期末結果？前次已提過目的方法論總要搭配，至少每種系統是依何種標準制訂的？（容積、長度、總量）	三種改良永續性採伐技術各有所長可資吾人參考應用，美國 BMPs 以整個流域系統來全盤考量，儘量採用木材採伐過程中各個方面最少衝擊的方法；芬蘭森林法則以事先預防及政策引導：森林經營計劃、森林使用宣言、推廣服務和森林所有者的經濟激勵措施，來確保伐採品質朝向永續；ITTO 之 RIL 則較實務地提供操作指南，由現場技術人員彈性運用，並將結果再回饋給操作指南。建議是臺灣可制訂自己的竹經營與收穫標準。
2	對農作態度、偏好、無奈、收支、材價皆可提供最直接資料，至少比全國主計處統計資料，有更具體的效果，也符合樣戶數少反映當前的區域性的實狀。	感謝委員肯定。
3	對採伐機之改良試驗非常有意	謝謝委員建議。將補增設備(挖掘機及

	委員意見或建議	回應
	義，林業經營之致命傷除法令外，幾乎都是成本高、危險性高，與木材之分圓木段分段造材可以比喻，再說蔴竹形狀最複雜的個體，要克服此困難非有動力機械不可。也需靠大家合作是須要智慧，本計畫中已正準備中（特殊設計），馬力數？	夾具)的專業規格描述，如動力及機械參數。
4	P.21 收穫成本中分析「成本收益」至少比「成本效益」具體。	感謝委員肯定。
5	其他 P.32 於本校校園內，請改為屏東科技大學。 P. 34, P. 35, 鍊鋸所是否為鏈鋸？ P. 12, 45M 人工作業代表何意？ Yamar 是何國產品？ P. 45 表 179：竹叢面積，冠、基？ 幼、成、老之定義（年齡）	謝謝委員指正，已修改如 34 頁。 謝謝委員指正，已修改。 謝謝委員指正，為立方公尺(m³)，已修改。 謝謝委員指正，英文正確為 Yanmar，其為日本品牌-野馬控股株式會社(ヤンマーホールディングス株式会社，Yanmar Holdings Co., Ltd.)。1912 年設立，創辦人山岡孫吉，總部於日本大阪府大阪市。 2001 年在臺灣註冊為日商野馬柴油機工程股份有限公司(高雄市)。1929 年曾進軍中國市場，商業名稱「洋馬牌」，二戰後重返兩岸三地，中國大陸跟香港仍譯「洋馬」，臺灣則採「野馬」但坊間慣用「Yanmar」。 竹叢面積為竹叢之基部面積。已修改表 18 及 19 為竹叢基部面積。 按照民間業者使用經驗，將幼、成、老竹之定義如下(表 18)：幼竹：3 年內未成熟者；成竹：4-7 年；老竹：7 年以上因枯、折不能利用者。
6	結論中	感謝委員肯定。

	委員意見或建議	回應
	五項策略 合作化、計畫化、機械化、在地化、創新化，非常有創意的。	
7	完成輔導林業合作社耗費許多精力，但有收穫，如永茂、大武山等，帶給未來私人林業之新希望。	感謝委員鼓勵。
四	張委員智強	
1	竹林地申請伐採作業，係屬林業經營之一環並無須申請水土保持計畫申請。	謝謝委員之提問。竹林收穫是否符合水土保持法第 12 條第 1 項第 1 款：「水土保持義務人於山坡地或森林區內從事下列行為，應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定，如屬依法應進行環境影響評估者，並應檢附環境影響評估審查結果一併送核：一、從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路或整坡作業。」，本研究看法是若以單純人工收穫而言，其非屬修築農路或整坡作業，故無需申請水保計畫；但若以動力機械收穫作業而言，則視收穫機械大小，則有可能因施作林內作業道或因機械迴轉作業必須的基地整理尺度大小，有機會被主管機關視為需要事先擬具水保計畫。 由於根據同法條第 3 項：「第一項各款行為，屬中央主管機關指定之種類，且其規模未達中央主管機關所定者，其水土保持計畫得以簡易水土保持申報書代替之；其種類及規模，由中央主管機關定之。」故本研究之小型機械示範，為免去認定爭議，故事先提出簡易水保計畫。

	委員意見或建議	回應
		且根據同法條第 2 項規定：「前項水土保持計畫未經主管機關核定前，各目的事業主管機關不得逕行核發開發或利用之許可。」因此，本計畫在申請作業流程上，係先取得林務局之竹林採運許可後，再送水保計畫至高雄市政府核定。
2	蔴竹林老化是否應提供轉型機會之建議。	蔴竹林的確是不易經營的，蔴竹改植與否可由二個方面來看：一、若評估有更好的樹種是可以改植，惟林主常見改植經濟性樹種，通常是外來樹種，與林務局所要求的鄉土樹種方向不符；二、改植需要整地，其牽涉高改良成本及水保計畫之申請，造成改植其他樹種之難度增加。因此既然如此，由於南部蔴竹資源面積多，應以朝向好好利用它為主。
3	配合林務局林業永續、多元輔導方案之推動，對於研究計畫之成本收益進行分析比較，提供林農輔導之參考。	此部分已於期末報告 70-73 頁說明。
4	期能透過本研究計畫制執行，檢討簡化竹林申請伐採流程，並提供本機關之參考。	如前所述，本研究進行有關採伐規範及申請流程中，的確發現一上不同政府部門間在法令解讀及行政程序上有不同看法，本研究會記錄並提供改善方案，找出問題癥結，提出簡化及修法建議。
5	本案伐竹機具一再加強改良，以適應整叢生長之蔴竹特性。	在竹加工產業鏈斷鏈的前提下，竹林收穫機械改良是很耗費時間及經費的。目前與合作廠商所用夾具為 2 迴路，目前已著手與油機公司挖掘機廠商合作，嘗試設計 3 迴路加鋸及適用的夾具。

附錄 4 期末簡報審查意見及回應

	委員意見或建議	回應
一	羅委員紹麟	
1	本竹材計畫基本資料收集完整，雖早期資料略缺資料建置頗為辛苦，卻有相當代價。	感謝委員肯定。
2	調查樣點當中全屬租地造林戶(平均 29ha、竹林 13.5ha)，故回答幾乎屬大戶，其經營困難仍在，「無銷路」:76%，「砍伐成本」:76%，「價格低」:70%，故回答已體無完膚，另加上「法令綑綁」:52%，未來倘有後續計畫建議增加私有林。	因本次研究計畫源自於林管處，研究對象以國有林為主，加上租地造林之持有面積及經營方式，比較有機會鼓勵合作經營，故本次係針對租地造林者進行調查。 感謝委員建議，日後如有延續計畫，將會考慮列入私有林調查。
3	三種作業法中以 ITTO 的 RIL 較實務，近熱帶區域算是合理。	感謝委員寶貴經驗提醒。
4	P.38 三種伐採強度，蔴竹數目固然有異，此總結果對經營有何影響？可能再補述較有意義。報告中 50% 最佳(標準為何？)	依本次三種不同採伐強度對竹林後續生長的影響，無論在量與質(表 17-21)的觀測數據，初步得知採伐強度 50% 的伐後生長較好，也突顯傳統上蔴竹林採皆伐方法之問題需要改進。惟研究觀測時間僅 7 個月，仍待持續觀測方能定論，若一旦能有足夠結果確認，對未來竹林經營將有較好的改進方式，即以不採皆伐的方式來進行。
5	伐採技術上之瓶頸多，伐採或容易改進，但去除側枝更難，使用人力不可避免，使用人力更是難題，因此今後如何配合才算理想，建議未來是否分段進行即伐、拖、去枝，有否考慮到用 Chipper 機(P.43 之照片比較)。	研究過程中曾試用切片機在竹林作業，將在成果報告補充切片機試用內容。 未來勢必以機械取代人力，但也離不開人力搭配。所以建議可研發之伐竹專用機具，大致上以下四大類進行搭配:1.伐竹機具、2.集材(竹)設備(1 可含去側枝功能)、3.切片機、4.剖竹機。
6	成立林業合作社及 11 場次輔導會議成果豐碩。	謝謝委員的肯定。

	委員意見或建議	回應
7	表 18 中得知，面積變動成本/產品變動成本，何者較有實質意義，人力、機械、外包三者效率無差，比較之下必有強項是甚麼(即優點、缺點)，竹桿損益全正值，其他產品全部負值。	面積變動成本/產品變動成本兩者以產品變動成本較具影響，因其包含了人力、物料、租金，份額是面積變動成本的 3~4 倍，也是為何要用機械取代人力的原因。 人力、機械、外包三者的優、缺點於成果報告 P.40~42 有分別加以說明。目前竹桿產品的單價是比其他產品較高，若竹林經營上軌道，是可以獲利。
8	表格中編號與文字中編號不同：P.12,45m、P.21 挖掘機(夾機)?、P.29 表 6(誤 14)、P.36 表 9(誤 17)、P.37 表 11(誤 19)、P.38 表 13(誤 21)、P.61 表 15(誤 23)、P.62 坡度 $> 30^{\circ}$ 、竹產加工調查 98 個僅 34 個有效樣本，訪問竹農 150 戶有效戶數 33 個?最主要原因?	感謝委員指正，將於成果報告中修正。 臺灣竹產業已衰退，故很多企業或個人多為停業狀態，相同的竹林經營者也是因年老不願接受訪問等，以致有效問卷不多。我們都希望他們能受訪，但是絕對尊重受訪者之受訪意願。
二	黃委員裕星	
1	P.25 依據竹林、竹農現況調查結果(表 8)，本區竹林主要為蔴竹及麻竹，合計達 96%。惟本計畫實際探討之對象以蔴竹為主，故規劃屏東林區「竹林生產區」時，是否已考慮其他竹種，宜進一步釐清。	本次研究主題為竹收穫技術，因考慮到蔴竹是叢生竹類中最困難採運的，只要能有效經營蔴竹林，其他叢生竹類(如麻竹、長枝竹、綠竹)的經營皆可參照。
2	P.36~38 屏科大蔴竹林實驗區之伐採強度分為 100%、50%、0%三種，其結果(表 9~13)有關伐採 100%伐採率在伐採前、伐採後之比較數據有部分矛盾之處，建議再核對。	伐採強度試驗因時間較短，故加入期末報告的時間較倉促，此部分資料已於期末報告後至現場再次比對實際結果，已將資料修正如成果報告表 21(P.38)，並加入現地及空拍照片(P.39)佐證說明。
3	報告書 P.22 提及，將目前竹林採伐申請流程整理並提出可行之流程規劃建議；P.60 又提及，參考	感謝委員意見。竹林採伐申請流程及符合 FSC 作業規劃之建議草案已補充於成果報告(P.74~79)。

	委員意見或建議	回應
	FSC/FM 之採伐作業規定進行作業規劃及管理。惟結論中並未明確提出申請流程及作業規畫之改進意見，是否可補強？	
4	本計畫限於試驗地之限制，蔴竹林相及地形都屬較低劣，作業困難林地，未來規劃竹林生產區時，可考慮林地分級作業方式，以林相、地形較容易機械化作業之地區，列為優先規劃生產之區位，以利永續經營作業之起步。	試驗地選擇是希望有各種地形以便發現問題。 林管處或合作社的竹林地有好有差，以目前作業機具效能來看當然是以可作商業利用(可獲利之區位)為主，隨著作業機具及技術的改良，再擴及至有利之區位。
5	P.72~73 FSC 竹屑如何產生？竹林並進行認證。	這僅是假設的條件，未來若有明確的 FSC 竹屑的下游市場需求，可事前評估考量進行竹林 FSC FM 驗證的之可行性。
三	夏委員滄琪	
1	本計畫執行成果初步符合計畫目標，尤以培訓研習訓練課程獲致成果甚佳，惟由計畫執行期末報告結論中可知，仍有多項工作仍應持續努力克服諸多困難及政策面之鼓勵及輔導，方可使本地之竹林經營有足夠誘因(尤其是利潤)吸引更多竹農投入後續之竹林經營事業。	感謝委員肯定及鼓勵。
2	期末報告結論中可知，未來仍需加強溝通林業組織輔導相關事宜，及進一步研發伐採機具提升功能及效率，以符合實際之需求。另應結合學術界及產業界研究開拓竹材之產品研發，並提升其附加價值，方可謂竹林經營創造利多之前景。	感謝委員建議。
3	期末報告中之排版及圖表順序錯植甚多，敬請修正調整。(頁 IV 遺漏圖 36 竹林伐採申請流程.....69、	感謝委員逐條斧正，將於成果報告版修正。 林曉洪教授所提供之資料，來自於林

	委員意見或建議	回應
	頁 V 除表 1 正確外，漏列表 2 由表 2~26 皆須往前依序遞補更正、表 4 英文(p.15)應更正為中文:表 4 林業合作社中願意參與合作計畫之林農抽樣調查之邏輯回歸分析結果、更正後之表 6, 7,8 建議於中文後加註-1, -2, -3 表 9,10 建議加註-1,-2 以利清楚區隔、p.26 表 2 應更正為表 10、p.27 表 3 應更正為表 11，表 4 應更正為表 12、p.28 表 5 應更正為表 13，表 6 應更正為表 14，本頁提及林曉洪教授之文獻建議納入參考文獻中，並註明調查之年度、p.29 表 6 應更正為表 14、p.30 表 7 應更正為表 15、p.32 表 8 應更正為表 16、p.36 表 9 應更正為表 17，表 10 應更正為表 18、p.37 表 11 應更正為表 19、p.38 表 12 應更正為表 20，表 13 應更正為表 21、p.45 表 14 應更正為表 22、p.50 圖 21 應更正為圖 20、p.52 圖 221 應更正為圖 21、p.53 圖 23 應更正為圖 22，圖 24 應更正為圖 23、p.54 圖 25 應更正為圖 24，圖 26 應更正為圖 25、p.56 圖 27 應更正為圖 26，圖 28 應更正為圖 27、p.58 圖 29 應更正為圖 28，圖 30 應更正為圖 29、p.59 圖 31 應更正為圖 30、p.60 圖 32 應更正為圖 31、p.61 圖 33 應更正為圖 32，表 15 應更正為表 23、p.62 圖 34 應更正為圖 33，表 16 應更正為表 24(更正大學之學字)、p.64 圖 35 應更正為圖 34、p.68 圖 36 應更正為圖 35、p.69 圖 37 應更	試所之內部資料，並未出版，故無列入參考文獻。

	委員意見或建議	回應
	正為圖 36、p.70 表 17 應更正為表 25、p.73 表 18 應更正為表 26、p.80 圖 39 應更正為圖 38、p.82 圖 40 應更正為圖 39)。	
四	張委員智強	
1	本計畫對於竹農生產意願不高...，竹產業規模小，多項原因不願生產...，法令限制，竹林經營知識、技術及能力不足、經營虧損等，是台灣竹林產業沒落之實際情形，報告內均有予以討論分析，惟如何振興產業，在建議事項部分亦有各項建議，以合作社而言，成立後未上軌道前，若無持續輔導及相關困境之問題未能處理解決，未來之經營成效將難以預期。	感謝委員建議。 如委員所言，目前本計畫輔導成立的高雄市永茂林業合作社，創立之初確實需林管處及學術單位持續協力輔導與支持。
2	收穫機具之研發改善，在結論及建議事項未呈現，另收穫技術如何改進，建議補充。	補充於成果報告結果四、開發竹林較適作業與採伐技術下之(三)收穫機具之研發改良中 (P43-48)。
3	水土保持之法規限制與森林法規伐採申請之競合之處，對於不同縣市政府對於水保申報標準之認定不同，是林農多年來遭遇之困難，或可請示上級單位明確釋疑，以為林農解惑。	感謝委員建議。 為統一服務民眾之做法，建議舉辦林木收穫法規座談會，由林務局主辦，邀請農業局、水利局、學校、林業從業者或公司、合作社等參加。此座談會之前，需由林務局、農業局、水利局等單位，先就相關法規加以研討。
四	柯委員登耀	
1	P.28(八)政府輔導需求所提竹林經營法規的協助與法令鬆綁，除須提早向林務局申請伐採以向縣市政府水土保持許可之申請外，是否還有其他法規需協助或鬆綁，以利竹林經營？	由本計畫中發現，另外還有皆伐作業面積面積上限、採運期限、開放登記下年度採伐申請、作業道路修復限制放寬、林產物查驗放行等規定，可以再好好討論如何簡化。

	委員意見或建議	回應
2	P.72 本計畫試驗地伐採，人力伐竹是 13.3 支/工，機械是 12.8 支/工，外包機械是 13.9 支/工，但未來 1 組人力伐竹作業效率不能提升至 60 支/日以上，1 個機組伐竹作業效率不能增加至 160 支/日以上，似乎是很難獲利，是否有可提升伐竹作業效率方式？	提升伐竹作業效率方式： 1. 竹林需持續經營，特別有助於人工採運。30 年未經營的竹林，採運難度大，成本高昂。 2. 開發高效的伐竹機具。本研究所研發的伐竹機具，仍待後續改進。 3. 專業人員養成，管理人才與工班人員的訓練。
五	林委員湘玲	
1	本案計畫目標之一，在考量環保、法規要求及作業經濟可行性下，規劃竹林永續生產區，從蔴竹林的研究結果來看(表 18)，十年尚無法達成作業經濟可行性，建議評估以目前之作業技術(機具或人力)，能達成「作業經濟可行性」之經營面積、規模及年期，以利委託機關規劃未來輔導政策可行的切入點；另建議補充在經營期間，其他可能收益來源，以增加竹林經營之收入。	以目前之作業技術(機具或人力)，能達成「作業經濟可行性」有幾個委託機關規劃未來輔導可行的政策切入點： 1. 鼓勵竹林撫育整理或改植經濟樹種：充份整理竹林(比如修復林道、清雜除枯)，方能降低成本。目前有造林、撫育、森林經營方案補助，但由於初期無利益，需額外加碼竹林撫育起動支持計畫支持(包括竹林作業道規劃整修、10 年以上未伐竹林清雜撫育)。 2. 開發高效的伐竹機具：可以本研究所研發的伐竹機具，作為日後改善基礎。目前僅有機具補助，但無機具開發或租賃費用補助。 3. 專業人員養成：管理人才與工班人員的訓練有斷層，急需要政府培養。 4. 蔴竹高附加價值利用開發：除新產品開發外，有環境認證的經營方式亦可增加產品價值。新產品開發屬商業活動可以 SBIR 方式進行產官學合作，而目前有國產竹材及產銷履歷、FSC 等認證補助，以及木材

	委員意見或建議	回應
		生產補助，但缺少竹材生產及市場銷售之輔導與補助。 5. 其他可能收益來源：法規鬆綁、利用竹林下經營竹林遊憩、竹產物加工、林下經濟等。
2	依實際操作情況，從申請至核准需 8 個月的行政作業期，建議提出伐採流程可簡化或縮短流程的規劃，尤其就涉及其他機關權責之部分，補充實務面遭遇之狀況，並請就口頭回復內容，補充於書面報告。	本研究所用的採運實例是 109 年 01 月 13 日開始申請採運。至 109 年 08 月 10 日屏東林管處完工驗收合格止，共 210 天(約 7 個月)。 有關於伐採流程簡化或縮短流程的建議部分如下： 1. 鼓勵有計畫之合作經營，由林業合作社協助經營計畫審查，核准通過之竹林經營計畫的施業不用承租人個別重複申請，由合作社將年度伐採案統一請工作站會勘測量、出圖，林管處只管控其開、完工。 2. 伐採案若有水土保持事項可協調主管機關併案審查，便民及增加時效。 3. 由於竹材單價不高、量體大，竹材放行查驗可以影像分析存檔、抽樣查驗來取代，節省人力及時效。

附錄 5 竹農經營調查問卷

屏東林區竹林經營者調查問卷

親愛的受訪者您好，

我們是屏東科技大學的學生，受林務局屏東林區管理處委託，想要瞭解 您對竹林經營及收穫的意見與看法，希望您在百忙之中，撥空接受我們的訪問，您的意見非常重要，將提供給政府未來政策執行與改進的參考，而您個人的資料絕不對外公開，請您放心回答，謝謝您！

國立屏東科技大學森林政策與經濟研究室 羅凱安 博士 敬上
08-7703202*7531

日期：2019 年____月____日

訪問員：_____

答題說明：以下問題，請您填答或勾選(☑)認為最適當的意見。若選項中無適當選項，請將答案直接告訴訪問員。全部問卷共 4 頁，訪問時間約 20~30 分鐘。

1. 請問這些竹林目前是您在管理嗎？ ☐是 ☐否：委託 _____管理
☐其他：_____
2. 因為本問卷受訪者需對租地竹林現況有瞭解，請問您是否瞭解：☐是 ☐否(請求租地造林人協助，由瞭解之人協助回答)。

壹、確認部分

您的竹林基本資料(面積計算至 0.1ha)：

A	序號		1	2	3
B	縣市				
C	鄉鎮區				
D	林班				
E	租地面積(公頃)				
F	竹種類① 蔴竹② 蔴竹③ 孟宗竹④ 長枝竹 ⑤ 桂竹⑥ 其他請寫出				
G	竹林面積(公頃)				
H	由來	① 自行承租 ② 繼承 ③ 購買他人權利 ④ 其他：			
I	自然條件	① 良			
		② 中	缺點(複選)： A. 土壤質地 B. 土層淺 C. 海拔高 D. 缺水源		
		③ 差	E. 方位 F. 氣候 G. 坡度 H. 其他：		
J	交通狀況	與住家距離(公里)			
		所需時間____(分鐘)			
		距車道____(公里)			
K	保有竹林 地之目的 (複選)	① 有竹材、竹筍可收入或利用			
		② 保有承租地使用權			
		③ 休閒運動處			
		④ 投保農民保險			
		⑤ 等政府放領			
		⑥ 家戶財產			
		⑦ 其他			

貳、經營者基本資料(以下資料將保密處理，請放心回答)

一	受訪者(★回答者需對租地現況瞭解之人)			
1	姓名：	☐ 男 ☐ 女	____歲	電話：
2	住址	縣(市) 巷	區(鄉鎮) 弄	里(村) 路(鄰) 號
3	教育程度： ☐ 自修 ☐ 國小 ☐ 國中 ☐ 高中(職) ☐ 大專及以上			
4	除了經營竹地外，您是否還從事其他工作： ☐ 無 ☐ 有，其為：_____。			

二	受訪者家戶
1	目前和您合住人口數(實際現住人數)共____人。 其中成人(18歲以上)____人，從事農業____人
2	目前家庭主要經濟來源： ☐ 農業(包含林業) ☐ 薪資(固定工作) ☐ 工資(非固定工作) ☐ 投資報酬 ☐ 其他：
3	農業(包含林業)以外所得：每月固定家庭所得：____萬元
4	上述竹林對家庭收入影響：____(1~5 給分，1 甚少影響，5 影響最大)。

參、竹林經營現況(★以前述全部竹林的概況來回答)

一	對您的竹林來說，目前在經營管理上最常面對的問題為何？											
二	竹林經營投入	1.經營努力程度：☐認真 ☐普通 ☐半放棄 ☐無 2.施用肥料：☐無 ☐有： ☐有機肥 ☐化學肥 ☐有機、化學肥交互使用(花費_____元/年) 3.施用農藥：☐無 ☐有，花費_____元/年 4.是否有使用基因改造生物及產品 ☐有 ☐無 ☐不知道 5.家戶勞力使用：_____人·天/年(1 年全年=360 天) 6.僱用家戶以外勞力：_____人·天/年 7.當地農業工作平均工資：_____元/天 8.竹林改良設備投資：☐無 ☐有： <table border="1"> <thead> <tr> <th>竹林設備或改良投資項目</th> <th>金額</th> <th>年代</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		竹林設備或改良投資項目	金額	年代						
竹林設備或改良投資項目	金額	年代										
三	竹林生產收益	9.產品銷售：☐未銷售至市場，家戶或親友利用 ☐市場，竹材產量：_____ (支或 kg)/年，年收入：_____ 元/年。 竹筍產量：_____ (kg)/年，年收入：_____ 元/年。 10.銷售管道(複選)：☐伐木竹商 ☐果菜市場 ☐其他：										
四	經營意願與能力	11.竹林經營意願高低？ 最低 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐最高 12.您覺得您有經營竹林的知識、技術與能力嗎(可複選)? ☐是 ☐否(可複選)：☐知識不足 ☐技術不足 ☐經驗不足 ☐財力不足 ☐資訊不足 ☐勞力不足 ☐其他：										

肆、竹林經營功能與意向

一	您覺得您所經營的竹林明顯具有那些功能(複選)：	☐ 竹、竹筍生產 ☐ 水土保持 ☐ 農業生產保護 ☐ 環境景觀美化 ☐ 休閒遊憩	☐ 副產品(如蜂蜜、香菇等) ☐ 水源涵養、水質淨化 ☐ 野生動物棲息 ☐ 固定二氧化碳減少溫室效應 ☐ 其他：
二	您覺得您所經營的竹林明顯具有那些缺點(複選)：	☐ 發生火災 ☐ 病蟲害 ☐ 與其他樹種競爭	☐ 野生動物為害 ☐ 地力退化 ☐ 其他：

三	現階段臺灣的竹林大都因為利不及費未伐採更新，請問在不考慮是否賺錢的條件下，您認為在合理的竹林經營上，您的竹林是否需要伐採？ ☐不需要，放任生長即可，理由是： ☐需要，理由是： 若以目前支數為 100%，最好的竹林伐採率大概一次砍掉多少： _____ %。 幾年砍 1 次？_____ 年。 竹子伐除後是：☐等萌發新竹 ☐改植其他樹種：_____ ☐其他：											
四	若您的竹林因要更新竹材而砍伐，您覺得前述的竹林功能有那些會受到比較嚴重的影響(可複選)：	☐都不會 <table border="0"> <tr> <td>☐竹、竹筍生產</td> <td>☐副產品(如蜂蜜、香菇等)</td> </tr> <tr> <td>☐水土保持</td> <td>☐水源涵養、水質淨化</td> </tr> <tr> <td>☐農業生產保護</td> <td>☐野生動物棲息</td> </tr> <tr> <td>☐環境景觀美化</td> <td>☐固定二氧化碳減少溫室效應</td> </tr> <tr> <td>☐休閒遊憩</td> <td>☐其他</td> </tr> </table>	☐ 竹、竹筍生產	☐ 副產品(如蜂蜜、香菇等)	☐ 水土保持	☐ 水源涵養、水質淨化	☐ 農業生產保護	☐ 野生動物棲息	☐ 環境景觀美化	☐ 固定二氧化碳減少溫室效應	☐ 休閒遊憩	☐ 其他
☐ 竹、竹筍生產	☐ 副產品(如蜂蜜、香菇等)											
☐ 水土保持	☐ 水源涵養、水質淨化											
☐ 農業生產保護	☐ 野生動物棲息											
☐ 環境景觀美化	☐ 固定二氧化碳減少溫室效應											
☐ 休閒遊憩	☐ 其他											

伍、產品銷售管道與政策輔導需求

一	近 5 年內是否有竹材伐採計畫：	☐有：竹種是：_____，作什麼利用：_____ ☐無：不願生產的原因(可複選)： ☐竹未達伐期 ☐沒有銷路 ☐價格不好 ☐砍伐成本高 ☐法規限制 ☐怕危害環境 ☐其他：_____
二	您認為私人經營竹林需要政府那方面的協助(複選)：	降低成本方面： ☐合作經營擴大規模 ☐補助機械化作業 ☐共同規劃作業道路 ☐補助設備採購 ☐協助提供當地竹林勞動力 提升收益方面： ☐研發竹新產品 ☐協助產銷減少中間商剝削 ☐提供更多元竹林下副產物經營 教育訓練方面： ☐竹林經營計畫、法規的協助 ☐竹林經營技術 ☐其他 其他具體建議：

謝謝您接受訪談，給我們寶貴的意見!

附錄 6 竹材加工製造之產業鏈調查問卷

臺灣竹林加工製造業者訪談問卷

親愛的受訪者您好，

我們是**屏東科技大學**的學生，受林務局屏東林區管理處委託，想要瞭解 您對竹林收穫加工製造的**意見與看法**，希望您在百忙之中，撥空接受我們的訪問， 您的意見非常重要，將提供給政府未來政策執行與改進的參考，而您**個人及公司的資料絕不對外公開**，請 您放心回答，謝謝您！

國立屏東科技大學森林政策與經濟研究室 羅凱安 博士 敬上
08-7703202*7531

一、基本資料

1. 受訪公司(機構)：_____，成立年代(民國)：_____年
規模(員工)：_____人，資本：_____萬元，營業額：_____萬元/年
連絡電話：_____
地址：_____
2. 受訪者姓名：_____，單位：_____，職稱：_____
在本公司年資(機構)：_____年_____月。

二、主要產品與客戶

1. 貴公司主要產品？及年生產量？
2. 貴公司的最有競爭之特色產品或加工技術？
3. 貴公司產品之銷售管道及最終使用者？
4. 貴公司對未來竹產業之展望？

三、產品使用之竹材原料來源

- 1.請問貴公司之竹材半成品或原料供應商？竹材原料產地來自何處？
- 2.貴公司半成品或原料之年採購數量、價格？需要什麼要求及規格？
- 3.就您所知孟宗竹、蔴竹、麻竹、長枝竹目前在市場上之需求情形及最適用途、規格及價格？
- 4.目前公司使用國產竹材比率？國產與進口竹材之優缺點？

四、竹材產業問題與建議

- 1.您認為在高屏地區竹材產業有哪些困難？
- 2.您認為政府應推動哪些措施來協助高屏地區的竹材產業？
- 3.臺灣或國外其他地區是否有推動竹產業之成功案例及原因？

謝謝您接受訪談，給我們寶貴的意見!