

振興臺灣新林業，區塊鏈展現林業新價值

◎林務局臺東林區管理處·魏瑞廷 (weijuiting@gmail.com)

前言

聯合國森林論壇曾提及「適度的營林和增加林農收入，是達成全球森林生態永續目標的關鍵方法」。以臺灣來看，依林務局第4次森林資源調查結果顯示，森林覆蓋面積為219.7萬公頃，占全臺面積約60.7%，其木材自給率卻不到1%，每年進口600 m³的木材中，約有3成恐為非法盜伐，因此避免助長盜伐，妥善的利用臺灣現有人工林是必要的，除一方面提高木材自給率外，一方面亦可提振日漸蕭條的臺灣林業，為人工林找出永續經營的新方向。爰此，林務局為振新林業，提振林農收益，近期除積極發展國產材市場外，亦將林下經濟視為「森林冠層下經營森林副產物」，用意是期望長期經營林業的農民，可以有短期作物收穫，以取得額外的收入來源，因此在竹材、木材等主產物之外，以小規模、不超限利用為前提下，可利用森林環境經營森林副產物，但仍須遵守森林永續經營原則，以達農民與森林的共生平衡關係。

林業經營必須達到環境、經濟、社會的平衡，若偏廢其中之一，可能無法達到永續精神，因此如何提升林業市場與林產價值是當前要務，過去臺灣林業長期都以生態系經營及環境保護原則，較少考量社會與經濟層面。自「里山倡議」這個新思維提出後，開始重視山村經濟之振興，且在永續經營管理策略中，解決農村貧困與開發的問題是刻不容緩。

隨著世界經濟和社會的發展，林業因其所擁有的生態系服務無可替代，因此林業在

各地產業結構中的地位不降反升，且正當全球都在討論區塊鏈(Blockchain)這項被譽為「下一個網路」的新科技時，臺灣早已將區塊鏈技術應用於農業上，且利用區塊鏈不可竄改的特性，提高產業鏈的透明度，開創農業新產值。在中國、西班牙、俄羅斯都已將林業導入區塊鏈中，這股區塊鏈風潮勢必將席捲全球各產業，而臺灣林業能否藉由區塊鏈振新林業發展，再展林業新價值？令人期待。

何謂區塊鏈

區塊鏈稱為「分散式帳本技術」(Distributed Ledger Technology)，最常讓人聯想到就是比特幣、以太幣等虛擬貨幣，但它的真正貢獻絕對不僅限於只有「幣」的功能與作用，有可能改變所有人類的交易行為；這項嶄新的技術經過巧妙設定與安排，能成為各產業的得力助手。談到區塊鏈技術，一定會標榜「去中心化」、「不可竄改」、「智能合約」、「資產不可重複性」等四大特性，加上它是一套開放技術，人人皆可用。因此區塊鏈不只運用於金融交易上，在食品安全、產品溯源、司法存證、打擊假藥等，甚至到旅宿管理上也相當管用，一個簡單記帳方式的改變，重新建立人類間的信賴與信任關係，一場全新的產業革命，即將從區塊鏈科技開始。

一、去中心化

交易訊息讓每個人知道，每個人都是一個區塊。傳統的物聯網由於是中央集權模式，所以的確存在著不安全。對於任何大型

物聯網基礎建設的單點遭駭，都會對這些裝置功能帶來負面影響。

二、不可竄改

區塊鏈中的每一筆資料一旦寫入就無法再改動，只要資料被驗證完就永久的寫入該區塊中，其中的技術是透過 Hashcash 演算法，透過一對一的函數來確保資料不會輕易被竄改，這種函數很容易可以被驗證但卻非常難以破解，無法輕易回推出原本的數值，資料也就不能被竄改，每個區塊得出的值也會被放進下一個區塊中，讓區塊鏈之間的資料也都被正確的保障。

三、智能合約

區塊鏈中一種制訂合約時所使用的特殊協議，主要用於提供驗證及執行智能合約內所訂定的條件。智能合約中內含了程式碼函式，亦能與其他合約進行互動、做決策、儲存資料及傳送以太幣等功能。比較特別的是，這些交易具有可追蹤、難以竄改與不可逆轉的特性，使智能合約能在沒有第三方的情況下，仍能進行安全的交易。此外，智能合約由創建者定義、由區塊鏈網路執行所建構而成，其當中與合約條款相關的所有訊息，全都是按照合約當中所設定的操作自動執行(例如刷卡點數轉成里程)。

四、資產不可重複交易

有多資產花多少錢，可確認資產，並檢查之前交易，讓全世界為每一筆交易作見證，此特性常使用於金融業上。



圖1 池上禾穀坊與奧丁丁集團合作，產出的區塊鏈稻米履歷(具時間軸)。

區塊鏈的發展現況

一、在農業方面

近期臺灣農業已將區塊鏈導入稻米產業，藉由農民的自主性將栽種過程及利用IoT(物聯網)裝置，將田區環境因子即時共同寫入區塊鏈中，忠實呈現稻田栽種現況，最終產出具時間序列的產銷履歷，讓民眾清楚瞭解。此外，IoT裝置所蒐集的資訊(圖1)，可作為次回選擇栽種時間、品種與資材等的參考依據，同時微氣候資料的蒐集也能作為天然災害預警使用，供農民提早做好防災準備，減少農業損失。

二、在林業方面

(一) 在西班牙農業、漁業和食品部計劃用區塊鏈技術來發展林業。西班牙將成立名為ChainWood的營運組織，透過在工業物流中實施區塊鏈技術，來提高西班牙木材供應的可追溯性和效率。

(二) 中國杭州也以振興山村經濟微目標，利用區塊鏈技術扶植發展當地林業產業，把以畝為單位的林權精確計算以樹為單位的樹權進行銷售。同時，打通區塊鏈林木電商，以樹為媒介，吸引全國遊客來旅遊，從而助推當地特色農產品銷售。

(三) 俄羅斯政府除了引進林業的數位管理系統，同時還將計劃要運用區塊鏈技術，來進行林業管理，並在原木交易時，藉由區塊鏈驗證機制，杜絕非法木材的交易。

三、在環境議題方面

菲律賓環保人士正在尋求利用區塊鏈技術來拯救國內的海洋和河流，在水下安裝物聯網(IoT)設備，以便檢測水質、潮汐水位和其他相關數據，並對治理過程全程實時監控。IoT設備會將收集到的全部資訊進行處理，藉此全面了解每個區域的塑料廢物和垃圾都來自哪裡？並且判斷他們的移動軌跡，這對解決威脅河流環境的塑料、垃圾等方面的問題有著非常大的幫助。

四、在食安方面

在美國知名零售商沃爾瑪(Walmart)及關係品牌Sam's Club要求部分供應商的產品使用區塊鏈追溯來源。過去沃爾瑪曾經進行過一項實驗，使用傳統方式追蹤農產品的來源，而卻足足花了七天才找到農產品來自那個農場，然使用區塊鏈履歷的產品只需要2.2秒鐘，就能溯源。此外食品溯源一直是農牧業供應的待解議題，區塊鏈目前在農業溯源上的應用，同時也改善供應鏈食安以及年產值達數百億美元的廣大棕櫚油產業。



圖2 微氣象站(IoT)蒐集現場環境資料。

五、在教育方面

麻省理工學院(MIT)於2017年起，開啟數位文憑的先例。利用區塊鏈技術建立起一套學位檢驗系統，除了可記錄學生的學業成績、獎懲紀錄等，並確保學歷的真實性之外，也可杜絕「假學歷」，從根本改變。此外，藉由區塊鏈文憑，學生的修課紀錄、出勤狀況、成績、學術論文提交，甚至是學費繳交的狀況，都可因區塊鏈不可竄改、透明等特性，而能被反覆驗證。

六、在司法證據保存方面

臺灣調查局為因應數位時代來臨，無論任何案件，司法皆仰賴數位證據釐清真相，過去紙本卷證傳遞時程較久，且不易保存，更不易辨識真偽，經常為了確認其真實性，不論出庭說明鑑定流程、作法，或錄影重現鑑定結果，極耗費司法人力與時間成本。在2019年調查局研發出「司法鑑定證據力－區塊鏈存證」，結合「雜湊值－保全數位證據證據力」與區塊鏈特性，確保鑑定結果的證據能力，有效解決鑑定報告紙本遺失及電子文書真偽難辨的問題，大幅降低司法程序成本，推進數位國家發展方向。為完備數位證據證物鏈藍圖，調查局正開發「雲端取證證



圖3 微氣象站以無線傳送回雲端，利用太陽能提供電力。



圖4 土壤感測器放置於監測點。

據力「區塊鏈存證」應用，屆時於雲端取證工具下載資料時，程式將自動將資料雜湊值寫入區塊鏈，有效保障雲端證據之真實完整，提升司法之公正性。另調查局亦運用智能合約開發「鑑定報告上鏈系統」及「鑑定報告驗證APP」，將鑑定數位指紋記載於以太坊區塊鏈上，讓院、檢及辯護人皆可便利地使用手機APP掃描查詢，驗證鑑定報告、來源證物及結果電子檔也不會被竄改。

區塊鏈技術在林業領域的應用

一、物聯網監測資訊結合區塊鏈技術，掌握即時現況

應用在苗圃管理上，當物聯網所蒐集的數據，包含土壤特性、微氣候資料、用肥用藥紀錄、溫濕度、光照度等生產環境參數，配合苗木生長情形，將能建立最佳栽培方案(圖3、4)。結合區塊鏈技術其數據真實有效不可偽造、無法竄改的特性，將能有效強化大數據資料分析的價值。此外，苗圃苗木的進出時，利用區塊鏈透明不可竄改特性即時登載，能確實控管苗木進出的數量；同時在年度結束時，藉由數據的登載得到哪些樹種是具有發展潛力，哪些樹種屬滯銷型的，藉此找出苗木滯銷原因，在翌次培育苗木

時，該樹種培育數量則能酌量減少，避免培育過多無價值之苗木，而造成經費的浪費。

二、大數據分析結合區塊鏈技術，節省成本與資源

物聯網若能與區塊鏈結合，將使這些監控設備進行自我管理和維護，每一個監控設備都是一個分帳式帳本，省去了雲端數據中心的高昂設備與維護費用，而且結合物聯網監控設備即時監測的數據，也能提高區塊鏈技術的可信度。

三、區塊鏈導入國產材及林下經濟產物溯源提升產值

(一)國產材溯源履歷

現行國產材自給率不到1%，因此提升國產材的價值，應該不是以出口為導向，而是思考如何提升國產材的利用與其價值，或許導入區塊鏈是一個契機，藉由區塊鏈不可竄改的特性，「凡走過必留下痕跡」，應用於記錄國產材產銷與置作木藝品的過程，藉此產出國產材區塊鏈履歷，忠實呈現木材的產地，樹種特性及利用價值，同時在加工製成藝品的過程逐一記載，除可避免非法木材冒充國產材，同時也能讓消費者瞭解，其實國內木材製作的木藝品也是非常有質感的，例如過去在購買吉他都只

會聯想到西班牙吉他，但其實國內也有以相思樹所製作的吉他，其無論質感、音效都不輸給西班牙吉他，且是一把國產吉他，相信消費者會非常願意購買。此外，重要是讓消費者瞭解國產材伐採後所留下的空間是否有繼續栽種新的林木，讓其永續循環生生不息，即能成為消費者最想要且最符合實際的履歷，等於支持國產材生產的產品，除藉由產品碼能瞭解所有生產資訊外，在區塊鏈內呈現的訊息會讓消費者感覺好像買了一個森林生態教育課程，特別是買的這個東西還是具有永續生產的，藉此提生國產材價值，也可以要求業者伐採後需進行更新，讓木材資源「森森不息，永續利用」。

(二) 區塊鏈透明記載伐木過程

以區塊鏈履歷的概念，將其導入國產材伐木過程，盡可能詳細記載每個步驟與環節，將現場伐採狀況即時呈現於區塊鏈時間軸上，當執行作業過程出現瑕疵與問題時，決策者可以縮小範圍，立即鎖定問題發生點，即時做適當的處理，亦可避免類似臺東安朔部落事件發生，藉由自我檢核的方式，杜絕類似情事發生。此外，相關伐採及各種應注意之資訊亦可藉由區塊鏈的永久保存，做為日後伐採國產材技術傳承參考的依據。

(三) 區塊鏈搭配木材DNA檢測，杜絕非法木材，打擊山老鼠

區塊鏈公開且不可竄改的特性，符合司法證據保存的需要，數位化的來臨，貴重木材內可辨識的DNA指紋基因型，若能建置存檔，未來在打擊不法木材時，即能仰賴數位證據釐清真相，可縮短為驗證木材來源真

實性的時間，節省司法人力與時間成本的耗費。藉由區塊鏈存證，可避免被竄改這個問題，非常具有證據力。未來面臨不法木材擁有者所提出購買證明(發票或買賣證明)後，就不會再出現因證據力不足而束手無策。倘現行牛樟木採取區塊鏈DNA基因型的存證方式，將可解決存放各林管處已久之結案牛樟木標售問題，杜絕利用標售單據當成合法護身符，以合法掩護非法的問題產生。

(四) 區塊鏈提升林下經濟品項之特有與獨特性

目前正式列為林下經濟的品項為「林下養蜂」、「段木香菇」、「金線蓮」等3項，為提升林下經濟品項的獨特與在地性，可透過區塊鏈的不可竄改與IoT即時環境因子的方式忠實呈現，讓消費者清楚瞭解所購買的林下經濟品項來源與生成方式，避免非林下經濟產物魚目混珠，而扼殺消費者的信任，影響林下經濟之整體產值。

綜上，目前奧丁丁區塊鏈溯源系統(OwlChain)，從2017年推出，經過近三年開發與商轉後，OwlChain已升級成為平臺模式，採用開放式區塊鏈串接履歷紀錄，讓每位生產參與者各自開發的系統都能成為節點，將自家專屬格式的履歷資料，統一串接到追蹤平臺，完整追蹤整條產品供應鏈。現在則已突破產業限制，成功應用至醫療、物流、汽車等多元產業，未來國產材與林下經濟品項導入區塊鏈，將能透過其特性解決林業遭遇的各項痛點，讓區塊鏈將林業帶向下一個新的里程碑。

四、應用區塊鏈技術簡化林業金融服務

要申請貸款時，通常需要提供相關的



圖5 林下經濟-養蜂(左：近照)，林下養蜂-秀產業(右：遠照)。

信用資料，這就需要依靠銀行、保險或徵信機構所記錄的相關資料數據進行審查。但因為其中存在著資料不完整、數據不準確等問題，所以導致林農貸款核發困難。而如能透過區塊鏈自動記錄大數據資料，未來申請貸款時不再需要依賴中介機構提供信用證明，貸款機構可以透過調取區塊鏈的相關資料數據即可進行核貸評估，例如每一公頃，某樹種可產多少材積，可販售多少錢，以此做為依據，評估借貸款項，以利核發。

五、應用區塊鏈技術簡化林業保險審核

將區塊鏈技術與林業保險結合(此類似農業保險)，林業保險需要評估的相關資料，如樹種種類、面積、材積產量、交易行情等資訊透過區塊鏈技術進行整合，將能提高林業保險核定的效率與精準度。同時會極大的簡化林業保險流程。另外，將智慧合約概念用到林業保險領域，一旦檢測到林業災害，就會自動啟動賠付流程，提高賠付效率。

六、應用區塊鏈技術進行供應鏈管理

區塊鏈主要係採用分散式帳本方式，詳細記載從生產到供應中所涉及的資訊，只要上傳區塊鏈(以池上禾穀坊為例，利用奧丁丁區

塊鏈應用服務Owting Blockchain Services簡稱OBS，作為平臺)，各資料就會被永久性、去中心化地記錄，降低供應鏈管理的困難度。

結論

近期行政院農業委員會在新農業政策下，對於臺灣林業的發展，提出「永續山村」、「里山倡議」兩項重要的施政主軸，且國際間不斷重申提升依賴森林生活者的生計，振興山村經濟已成為首要處理的議題。

區塊鏈因具有不可竄改及透明化的特性，可防止非法弊端的發生，許多國家已開始利用此趨勢，應用在森林主產物(國產材，杜絕非法木材)或副產物(林下經濟的品項)的溯源上，藉由透明的產銷過程，讓消費者看懂買回去的商品是用哪一種樹木製成或林下蜂蜜是如何生成？並瞭解產地等環境狀況，以提升整體產品的產值。此外，藉由各項大數據的蒐集，透過智慧科技的方式，預防在林業經營管理上可能遭遇的問題，並針對問題迅速解決，減少不必要的損失。目前區塊鏈在各產業的應用中，確實解決許多產業的痛點，未來臺灣林業是否運用區塊鏈展現新價值，找尋林業新契機，以全球趨勢來看勢在必行，此舉將會帶領臺灣林業邁向下一個新世代。⊗