

混農林業的發展——兼談日本經驗

◎林業試驗所育林組・陳財輝 (thchen@tfri.gov.tw)

混農林業國際現況

混農林業(agroforestry)係為農業(agriculture)及林業(forestry)兩個名詞所合成，亦即在同一塊土地上不僅栽植林木，同時於林木間栽植短期農作物或是飼養家畜等農林(畜)複合性土地利用形態。

混農林業的必要性受到重視，主要是熱帶地區大面積森林快速被破壞所引起，這些熱帶林地域又大多為貧窮之開發中國家，以熱帶亞洲為例，許多國家在1950年後半以後相繼獨立，建國初期迫於經濟需求，大多積極伐採森林藉以獲取外匯，改善國家財力，森林乃大面積受到破壞。同時，這些國家由於人口急劇增加，為增加糧食生產，必須將森林地開發為農耕地，在經濟需求及糧食生產之雙重壓力下，森林難以繼續存在。隨著偏遠地區慣用的「山田燒墾」方式，以及人口增加所帶來燒墾面積擴大、土地利用輪流使用時間縮短、土壤養分條件來不及恢復而逐步劣化，不僅導致糧食生產效率降低、土壤受到侵蝕流出之劣化現象層出不窮，農業生產也難以持續。

為求解決熱帶林大量被破壞問題及農林業之永續生產目的，混農林業研究的重要受到國際重視，因此國際混農林業研究中心(International Centre for Research in Agroforestry, ICRAF)於1977年成立，並將總部設於肯亞首都奈洛比，其主要任務是「支持、計畫及協調世界性的農業和林業合併土地經營系統」，1978年在印尼舉辦之世界森林會議即

將混農林業列為焦點議題。ICRAF最初為提昇混農林業技術，增加開發中國家的土地生產力，舒緩糧食不足及貧困的威脅。首先收集全世界混農林業技術，並進行科學性分析歸納，2002年混農林業的多種形態名稱，供為新的土地利用方式解說示範之用，之後世界各國也重新檢視混農林業的重要性，除了參與開發中國家之國際協力援助之外，不僅熱帶地域，甚至林業先進之美國、加拿大、日本等國之混農林業也再度受到重視。ICRAF在2002年更名為世界混農林業中心(World Agroforestry Centre)，分別在東南亞、南亞、東非、南非、西非及中非、拉丁美洲等六地區，進行全球性混農林業的研究與推廣工作。

Taungya到里山

「混農林業發展的歷史」一文中指出，混農林業係因應需要的數量而產的。在各地域之社會條件，或是土壤及氣象等自然條件，依據住民的需求，栽植的作物種類及林木樹種各有不同，其組合模式極多。為採取木材、紙漿材、做為農作物直射日光之遮蔽樹、薪炭材、或是採取果實等不同目的，所栽植的樹種樣式極多；即使在農作物方面，香料、嗜好品、藥草、纖維材料等各式各樣，可見混農林業的多樣性，其組合的多元化及困難度極高。

混農林業在1920年代推崇Taungya系統，其係英國人早從1806年起，經歷百年的經驗，在緬甸指導柚木造林，最初開發出混農林業系統，亦即在柚木培育期間，於林床間



東京近郊的混農林業區域(董景生 攝)

栽植豆類及玉米等一年生農作物，林木培育期間之除草作業不僅可被農業取代，而且短期間會有農作物收入，最後亦可得到樹木伐採利益，為歷史上最早的混農林業範例。其他，在日本福井縣之柳杉林中過去曾大量栽培黃連之作法，可與Taungya系統相互輝映，目前中國大陸則在孟宗竹林中推廣種植黃精、竹蓐、薑黃等多種複合栽植模式，此種林業與農業的組合方式在世界各地不勝枚舉。

日本與台灣山村結構極為相似同，林業從事人口大多兼營農業，林業與農業具有相當密切關係。近2~30年來，日本的農業不僅大幅持續衰退，林業衰退現象亦不遑多讓，

農林業荒廢現象到處可見，農山村附近淺山丘陵之里山則維繫著林業與農業之共存關係，里山的保存近年來極為受到重視，其中日本最古老之混農林業代表－「木場作」，傳統的小規模農戶在有限的土地上植栽林木後，在幼木的行列間種植可短期收穫之豆類及薯類等作物方式，此種方式即為林業與農業兩者融合而成之土地利用方式。

此種在同一土地上栽培林木與農作物方式，大多為當地居民的智慧所產生者，在世界各地的例子極多，諸如：在熱帶美洲，在可可椰子及豆科林木下，嘗試種植咖啡及可可樹；在熱帶非洲，林木下種植薯類、玉

米、南瓜、豆類等，在樹林地內之高密度植栽，合理的利用太陽光之系統。

混農林的優點

農業的短期收穫方式，對土地經常造成掠奪式侵害，一旦土壤養分被掠奪殆盡，若無進行人為改善補救措施，土壤極易逐漸劣化。相對的，林業大多以長期收穫方式，不同樹種組成落葉養分自然回歸於林地，林地通常具有自我施肥等機能，而且不同林木根系深淺不一，土壤養分的吸收各自不同，樹種混合栽植地之土壤通常不會急劇劣化，而且林業之林木伐採收穫，基本上僅是砍伐樹幹而已，枝條及樹葉通常棄置於林地，此等有機物可被微生物分解，再度回歸於土壤中。

森林伐採後僅栽植農作物，雖然可立即得到農產物收入，但農地往往會過度使用，造成土壤養分條件逐步劣化；但森林伐採後僅從事林業造林，在樹木生育之相當長期間內往往皆無收入可言。當兩者組合複合實施的話，亦即從事混農林業，在同一土地上複合培育農作物與林木，長期間可得到較為安定之收入，而且樹木落葉分解之養分回歸到土壤中，也可供部份農作物吸取，保持永續性之循環使用，長期間土地地力條件可以得到保護。亦即混農林業係為林業與農業以適當手法共生，合理且有效

率的使用土地，保持農林生態系健全循環，讓人類可以與自然保持共生之實踐技術。

混農林業最主要的目的，並非為提昇短期的土地生產力，而是保持長期的土地生產力。農林作物多元性配置之混農林業，雖然短期收穫量可能會降低，但其可藉土壤長期性利用加以彌補改善。諸如：林地單純栽植玉米等農作物，或許可實施機械化整地栽植作業，但在林間同時栽培場合，機械即難以作業，不僅工作效率大為降低，而且假若林農栽植配置不當，農作物生長常被樹木遮陰，往往會導致農作物收穫量大為降低。但是，若在玉米之間栽植豆科樹種，因林木根瘤菌固定氮素作用，不僅玉米產量增加，而且土壤肥力也會增加，內村(1999)在哥斯大黎加曾進行大白菜間栽植豆科樹木，大白菜之生產量明顯增加。拉丁美洲之咖啡之栽植，一般皆與豆科之高大喬木複合栽植，藉以收到適度遮陰效果。



日本毗鄰森林的的埤塘與小規模農地(董景生 攝)

不只是農業

除了林業與農業之組合，混農林業尚有林業與畜產之組合，其稱為silvopastral system，在拉丁美洲極為常見。在拉丁美洲將樹木全部伐採作為牧場，在數公里範圍內設柵欄，柵欄之支柱腐爛後收集不易，因此，牧場周圍開始設立之時，大多以萌芽性強之豆科林木作為活支柱，不僅林木枝葉可供為牛隻之餌料，樹幹可做為柵欄主柱。家畜排泄物不僅可作為樹木生長所需之肥料，養分也可快速回歸到土壤中，而且繁茂之樹木也可提供家畜良好之庇蔭效果。

日本沖繩縣之牧場周圍常種植芭樂，做

為牛隻之庇蔭樹，僅在果實採收期才會圍繩網限制牛隻進入。另外，日本東北地方自古以來，軍隊用的馬匹多畜養於麻櫟或是橡樹底下，其與前述之silvopastral system一樣，為典型之畜木混合林。

林業與漁業的複合林業模式稱為Aqua，為典型的混農林業事例，其為在紅樹林樹種中養殖蝦子的模式，與「魚護林」一致，或是類似在河岸堤防上，栽植柳樹及櫻花等「河岸林」，其利用上層木之蔽陰，藉以誘集魚類聚集。

混農林業能否成功，最重要的是能否滿足地域住民的需求。以東南亞混農林業事例來看，不論種植柚木或是柳桉木等傢俱用林木，



日本九州の混農林畜牧地(董景生 攝)

到可收穫木材起碼花費50~60年以上長久時間，居民因應日常生活之經濟需要，常搭配種植木瓜及芒果等短期間能有經濟收入之果樹。即使不得已僅能種植林木，往往也以可短期收穫之低價值薪炭材，其主要當地住民大多經濟條件較差而急需要現金所致，混農林業的現實面必須予以重視，結合林業、農業、畜產、漁業、經濟面等不同領域思考，在維護生物多樣性及水土保持機能等公益功能下，發展最適合當地居民需要及人與自然之共生體系，混農林業的最佳模式建立極為必要。

日本新潟縣等地經驗

1.新潟縣村上市舊山北町

柳杉造林地燒墾整地及栽培櫻桃蘿蔔之例(東京財團，2008)：

(1)地域概況

新潟縣舊山北町位於山形縣之交界處，為日本海沿岸之山地分佈較多地域，在此種立地條件下，該町過去之農業、林業、漁業等3部門的生產額相距不大。但近年來伴隨著柳杉等國產材林業的顯著衰退，柳杉林伐採地再造林之際，常以燒墾整地、栽培櫻桃蘿蔔模式極為受到各界重視。



南投鳳凰山之銀杏與茶葉混合栽植(陳財輝 攝)

(2)柳杉造林及櫻桃蘿蔔栽培

本地方係屬較為偏遠之山區，傳統整地燒墾仍舊實施中，在柳杉造林作業中，燒墾作業可大幅降低苗木植栽及除草作業工時，提高後續撫育管理效能，而且櫻桃蘿蔔栽培為當地農家婦人們之主要現金收入來源。亦即，對林地地主有減輕造林作業的效益，櫻桃蘿蔔販賣收益則歸當地婦人們所有，因此每年8月上旬之燒墾作業，皆以婦人們為主，沿著等高線，從坡面上方開始引火往下方回燒。

(3)持續可能的傳統性農業

過去為獲取雜糧、穀類、豆類及薯類等短期性農業收穫，燒墾作業在世界各地偏遠山區坡面經常實施，一般短期農作物不僅採輪作方式，且土地大多保持較長之休養期間，等待地力自然恢復。日本山區等地之燒墾作業，除了需考慮防火林帶配置之外，對林火延燒習性也需充分瞭解，做到萬無一失



南投竹山肖楠與檳榔樹混合栽植(陳財輝 攝)

之林火的管理，燒墾絕非是粗放的農作業方式。而且所栽培的短期作物，最好為當地具多樣性高特色之鄉土品種，此種傳統性的土地利用不僅具有永續效能，且可提供安全、安心之地產食物，深具推廣應用價值。

2.複合性土地利用之林畜混合林

二次戰後大規模的林地轉用為農地、牧地及其他建地等用途，即使森林地也進行大規模的伐採及單一化人工造林等實質變化，農林業之生產與地域居民之生活關係日益淡薄。近年來，隨著農林業之嚴重衰退影響，日本的農地及森林地大多呈現荒廢放棄狀態，大面積單純化樹種景觀，對地域生態系帶來不良的影響。

為永續利用地域自然資源，最近廣為推行里山倡議，將世界各地重視之混農林業，或是農林複合式土地利用找出最適合的組合。此種複合性土地利用，大致可分為以下

之「垂直方向之複合性土地利用」及「水平方向之複合性土地利用」兩種。

(1)垂直方向之複合性土地利用(混農林業等)

以日本京都府丹後市之生質能源發電及農畜產業合作事業為例，係以栽植樹木或是保留自然生長之樹木，在樹林間飼養家畜及栽培農作物，在同一空間垂直方向複層利用土地之模式。其空間不僅可高密度利用，上部冠層樹木可提供下層樹

木遮陰及養分供給機能，可綜合性提高土地的生產力，其與熱帶地域常見之混農林業，以及歐洲西南角伊比利半島之森林畜牧混合模式極為相似。

有森林分佈地域，就有各種農林混合經營之可能性，隨著氣象及地形等自然條件不同，林冠構造之複雜度及各層構成樹種、農作物及家畜的內容會有很大的差異。在植物生產量大之熱帶地域，可能有較多的階層構造，若在溫帶地域或是乾燥地域則為比較單純之樹林-家畜-草地構造。

(2)水平方向之複合性土地利用(家庭農園、鑲嵌狀之土地利用)

以日本隱岐諸島西之島町的傳統肉用牛馬牧場為例，其係以農地及樹林地、草地等不同之土地利用鑲嵌狀配置，即使在同一塊土地利用中，也將多種動植物在不同成長階段分別加以組合，在水平方向之空間內複合性的土地利

用模式。森林的落葉及植被草類可供農業之堆肥利用，總體上可提高土地的生產力。此種鑲嵌狀之土地利用方式，日本之里山(都市近郊林)可做為代表，與印尼之家庭農園之水準及垂直方向之複合性土地利用也相去不遠。

展望台灣

日本混農林業研究會在JICA(Japan International Cooperation Agency)支持下，由京都大學名譽教授渡邊弘之發起成立，從2003年起，每年配合熱帶生態學會或是日本森林學會定期大會，定期進行混農林業研究發表工作，該研究會成員亦積極收集研究日本及世界各地之混

農林業範例。2004年6月在美國佛羅里達召開之第一屆國際混農林業研究會議中，日本代表廣泛介紹混農林業範例供各國參考。

台灣林下種植咖啡、山蘇、蔬菜、飼養家禽，或是林木與茶葉複合經營事例過去曾引起是否妥適之檢討？未來有關本土性混農林業事例等有必要收集，並以科學性方法分析研究各種混農林業模式之利弊得失，參考美、日、加等先進國家混農林業研究之最新作法，藉以建立適合本土農林複合經營之最佳模式，有效改善山村經濟、生物多樣性維持及發揮林地土壤保全等公益機能等目的。⊗



宜蘭南山闊葉林下混植山蘇(陳財輝 攝)