

# 混農森林學最近的發展

文：高 清 / 國立台灣大學森林系教授

民國82年（1993年），筆者在華盛頓州立大學閱讀1977至1993年的「混農林業系統」（Agroforestry Systems）雜誌並作筆記。返國後，將這些筆記整理成十篇文章。筆者觀察1993年以前，即混農森林學發展初期的論文，很明顯的看出來，這門學問當時是處於探索與推廣的階段。最近看到Auclair與Dupraz（1999）合編的：「混農森林學與土地永續利用（Agroforestry for Sustainable Land-use）」一書。這書是從1999年「混農林業系統」雜誌中選出十六篇論文，編輯而成。閱畢Auclair與Dupraz編輯之「混農森林學與土地永續利用」所選刊的論文，得到兩個印象。

- (1)混農森林學這門學問最近已朝深度發展。
- (2)若干開發中國家研究人員已經不必先進國家人員指導；而有獨立工作的能力。茲自該書中，選出四篇論文介紹與讀者，以說明上述的現象。

## 最近主要的研究工作

(1)肯亞北部看天田行林蔭兩道農耕法時的養分循環（Lehmann et al 1999）若干位德國科學家肯亞北部Kakuma地區（34° 51'E 與3° 43'N）做研究。他們實施林蔭兩道農耕法（高清1999），以相思樹（*Acacia saligna*）為綠籬。中間栽植小米。相思樹綠籬寬4m。樹木之行距為1m。小米田的寬度為8m。

科學家們研究了雨水及逕流水的養分，以及小米收穫時所移出的生物量及淋溶水所含的養分。所謂養分在本文中指氮、磷、鉀、鈣、鎂。取樣的方法則有：使用張力計（tensiometer）及使用吸力杯（suction cup），

俾取得不同深度土層的土壤溶液。

結果發現在雨水中並不含有顯著數量的養分；但在逕流水中，則含有相當數量的養分，而以鈣與鎂的含量尤高。因收穫小米而導致農田若干養分之移出；其中以氮與鉀之損耗尤為嚴重。如將收穫後小米的葉部覆蓋土壤；即所謂葉部覆蓋法（mulch）；則可以減少因收穫而引起的土壤養分的損失。實施林蔭兩道農耕法之農田，其表土層（0~30cm）因淋溶而流失的養分比田地僅種植小米者嚴重；但在心土層（120cm），樹木則表現其抑制因淋溶而使養分不致流失的功能。

(2)用氮-15同位素，在不同土層深度探索實行林蔭兩道耕作法木之根系所形成的安全網（safet-net）本文是英國倫敦大學Rowe等多人（1999）的研究成果。

這研究想證明一項觀念：在進行林蔭兩道農耕法時，作為綠籬樹木根部的深度，如果是在作物根層次之下，則樹木與作物彼此不會互相爭奪養分；樹木的根部同時可以截留因淋溶而流失的養分，而促進養分的循環。這項研究工作是在蘇門答臘North Lampung地方進行的。當地有明顯的乾季與濕季，其年降雨量為2000~2500mm，其溫度自25°C至35°C不等。當地表土pH值是5.2，心土為4.8。心土土壤溶液中鋁含量高達106  $\mu$  mole l<sup>-1</sup>。表土氮含量為0.15%，心土為0.05%。該處實驗地原為一農地。在進行實驗前四年應用林蔭兩道耕作法之原則規劃整理。即以南洋櫻或盾柱木為綠籬樹木；綠籬彼此間留4m以為農地，用以種植花生。把20原子%15N之硫酸銨裝在塑膠管內，這塑膠管另裝有蔗糖，使管中溶液的碳氮比為8：1。把這批塑膠管埋在花生田中央適當深度處。

所謂適當深度處指把塑膠管分別埋入5cm、35cm及55cm深度。實驗前把塑膠管刺破。在塑膠管未刺破前，先採取花生與南洋櫻（或盾柱木）的葉；塑膠管刺破後，每隔兩星期再採各作物葉一次。在塑膠管下側之泥土於施肥後406天也要取樣。植物樣本或土壤樣本中氮-15含量以Europa 20/20質譜儀（mass spectrometer）測計；並輔以C/N分析儀分析，再根據所測得之數據計算氮素回收百分比（%N recovery）及自空氣中固定的氮在全氮中之百分比（%N from fixation）。結果發現：南洋櫻吸收N-15的量是21 Kg N ha<sup>-1</sup>，而盾柱木為42 Kg N ha<sup>-1</sup>。但南洋櫻可以自空氣中固定其含量44~58%的氮。

(3) 間植豆科植物對胡桃幼樹生長與其氮素含量的影響這篇研究報告是法國科學家們（Dupraz et al 1999），在法國地中海沿岸Castres及Notre-Dame de Londres兩地所做的實驗。即在各該地種植胡桃（*Juglans nigra*）幼樹行間間植苜蓿（*Medicago sativa*）或紅豆草（*Onobrychis sativa*）；而以法國牧場草（*Jestuca arundinacea*）為間植作物者或以胡桃樹間雜生當地雜草者為對照組。

在Castries試驗地，其處理組係在胡桃樹間間植苜蓿；而以間植法國牧場草之林地為對照組。結果發現這兩種草類對胡桃幼樹生長都具妨害作用。在Notre-Dame de Londres試驗地，是以在胡桃幼樹中種植紅豆草為處理組；以行間生長原生雜草為對照組；結果發現間作紅豆草者，草類對幼樹生長之妨害較大。在胡桃樹中，間作具固氮能力的植物，會使胡桃葉中含氮量增加。究竟胡桃幼樹中是否應該種植固氮豆科植物？參與研究工作的六位法國科學家認為應該看各該生長年份的降雨情形。降雨較多的年份，豆科草本植物不致與胡桃幼樹爭奪水份，彼此間不起競爭作用，反而能供應幼樹氮素，所以對幼樹之生長有利。達到早年，豆科草類與胡

桃幼樹競爭水份，在這種情況下，雖能供應幼樹氮元素，但或會妨害樹木的生長。

(4) 銀木麻黃防風林、溫度暨水份對紫苜蓿生長的影響這篇論文由突尼西亞科學家Benzanti（1999）獨立完成。在本文中使用的溫度-日（degree-day，簡稱dd）為計算單位。以銀木麻黃為防風林，在林中種植紫苜蓿。這批紫苜蓿灌溉良好時，其生長溫度分為適合生長（10至30℃）與不適合生長兩類。在研究水份使用效率時則分別為：水份供應充裕與缺水兩種處理。又研究防風林的效應，實驗地選在離防風林的距離為防風林樹高三倍距離處。結果發現：在當地六月，溫度適合紫苜蓿生長而水份供應充裕時，有防風林的農地比沒有防風林對照組的農地，其增加之產量為溫度效應。防風林對紫苜蓿之溫度效應經查為39 g m<sup>-2</sup> dd<sup>-1</sup>。

## 【參考文獻】

1. Auclair, D. & C. Dupraz (ed) 1999 Agroforestry for sustainable land-use Kluwer Academic Publishers Holland.
2. Benzanti, J. 1999 Temperature and water-use efficiency by lucerne sheltered by a tree windbreak in Junisia Agroforestry Systems 43:95-108.
3. Dupraz, C., V. Simorte, M. Dausat, G. Bentoni, A. Bernadac and P. Masson 1999 Growth and nitrogen status of young walnuts as affected by intercropped legumes in a Mediterranean climate Agroforestry System: 43:71-80.
4. Lehmann, J., D. Weigl, K. Drollmann, B. Huwe and W. Zech 1999 Nutrient cycling in an agroforestry system with runoff irrigation in North Kenya Agroforestry Systems: 49-70.
5. Rowe, E.C., K. Hairiah, K.E. Giller, M. Van Noordwijk and G. Cadisch 1999 Testing the safety-net role of hedgerow tree roots by 15N placement at different soil depths Agroforestry Systems 43:81-93.
6. 高濤 1999 林蔭雨道農耕法 台灣林業 25(4):60-62. 