

林蔭甬道農耕法

◎高清／台灣大學森林系教授

一、緒言

「林蔭甬道農耕法」(Alley cropping)是一種混農林系統(agroforestry system)，即在一年生農作物的兩側種植樹木。這些樹木必須選擇樹葉分解後對土壤具營養價值的樹種(王子定, 1974)，在一年生作物生長期間，作為綠籬之樹木必須修枝：俾不使其遮蔽農作物之光線，並不使樹木的根與農作物競爭養分與水分。在具坡度之土地，沿等高線種植綠籬可減少水土流失(Ehui 1993)。

二、甬道林蔭耕作法之研究方法

有關甬道林蔭耕作法(Alley cropping)之研究方法有二：

(一) 以基礎研究的方式探索

適用於甬道林蔭耕作法之樹種。

在進行林蔭甬道時，有注意及樹木的根系的分佈者。Fonsson(1988)等人以鐵刀木、桉(*Eucalyptus tereticornis*)、銀合歡或智利刺合歡(*Prosopis chilensis*)作為綠籬，內種玉米彼等研究其大部份小於2mm細根分佈的情形。結果得悉：上述樹種大部分小於2mm細根分佈在0-100cm土層中，而呈現上層細根多，下層細根少；即自上層至下層細根逐步減少之狀況，但另一種桉樹(*Eucalyptus camaldulensis*)的細根則平均分佈在0-100cm之土層中。這些作為綠籬樹木的根系的重量為玉米根系的兩倍；其對玉米的根系會

起競爭的作用。

進行林蔭甬道農作法時除注意樹木保持水土的功效外，亦當注意樹木經修枝(puning)及剪除樹梢(Cutbacks)時，其落地之枝葉經分解後，所能提供的養份。

Yamoah等(1986)進行實驗，彼等以黃槐、鐵刀木及南洋櫻(*Gliricidia sapium*)做為農作物之綠籬，結果發現修枝落於農地之枝條，經120天後分解：其中南洋櫻之枝葉分解後可供應玉米生長所需氮肥之71%，而黃槐修枝後落地之枝葉可供應玉米生長所需氮肥之77%。

又：用K8型巨型銀合歡做綠籬，綠籬之寬度為5米、長50米；用以保護牛豆(Cowpea)、麻與高粱等作

物，此等作物之寬約為 10 米。

Singh 等(1989)用塑膠板作為銀合歡與農作物根系之間隔；並測量光、風速、濕度與溫度等因子，結果發現，在距離銀合歡樹木帶 5 米處之作物，其產量為平均產量之百分之 30；塑膠板可以有有效的間隔銀合歡與農作物之根系，而使農作物之產量增加。

據另一項實驗得知：緊靠銀合歡綠籬之作物區，其光照僅為全日照之 30% 至 85%，但光照之影響較小，接近銀合歡綠籬處之農作物區產量較低乃因銀合歡根系干擾作物根系之故。

除此之外，樹蔭兩道農作法也會使若干微氣候因子改變，但這種改變不至影響作物之產量。

(二) 以田間栽植直接求取「兩道林蔭耕作法」之可行性：

根據肯亞的一份報告 (Fama & Getahun 1991) 在白相思樹 (*Acacia albida*) 林間種植玉米及菜豆，會使其樹高及胸高直徑增加百分之 140 及 24，即第一年生長較慢，

第二年比對照組樹高增加 9 公尺，胸高直徑增加 10 公分，但作物因被遮蔭而減產。

在坡度百分之 18 至 31 之山坡地種植旱生稻米及玉米，如以南洋櫻及非洲黃槐為生籬，可減少沖蝕並改善旱稻及玉米的產量 (Maclean et al 1992)。

在印度北部半乾旱地區行混農林經營，即行兩道林蔭耕作法，所用樹種計有：刺合歡 (*Prosopis cinerea*)、印度黃檀 (*Dalbergia sissoo*) 及相思樹 (*Acacia miltotica*)；其設計則有樹木與作物間不同的距離，計有 1、3、5 及 7 公尺以及不同的方位。

結果得知：綠籬如栽植不當則樹木會與小麥競爭水份而使水麥減產。

同時發現：

1. 就樹種而言，以印度黃檀及相思樹為綠籬最會使農作物減產；其中以相思樹最劣；竟使農作物減產至 60%。

2. 就距離而言，離樹木 3 公尺以內之作物會受影響；離樹木 7 公尺以外之作物不會受影響。

3. 樹木南方之小麥受影響，北方之小麥不受影響 (Puri & Bangariva 1992)。

Gichuru 與 Kang (1989) 兩氏利用奈及利亞合歡 (*Calliandra calothyrsus*) 作為玉米田之綠籬；玉米田寬 4 米；奈及利亞合歡之寬自 4.17 米至 5.15 米不等。當樹高到達 4.72 米而胸徑達 3.0 公分時，視兩修枝間隔的時間，可得木材每公頃 2 噸至 11 噸不等，如作為綠籬之奈及利亞合歡進行修枝而玉米田中施以氮肥，則玉米之產量可增加百分之 36 至 70。如樹木不予修枝，則即使在玉米田中施肥亦不能使玉米增產。

Fama 等人 (1991) 用巨型銀合歡作綠籬，中為玉米田；在樹木帶中，銀合歡之株距與行距為 2 公尺、4 公尺或 8 公尺，在綠籬中間種玉米，發現其雜草含量為對照組之百分之 10；而玉米產量則加百分之 24 至 76。

三、兩道林蔭耕作法應採用之樹種及所能得到的利益

作為兩道林蔭耕作法綠籬的樹種應具下列之條件即：速生樹種，多目標樹種

以及固氮樹種：例如：心葉山藤桿(*Alchornea condifolia*)，南洋櫻、銀合歡、拉丁美洲合歡(*calliandra calothyrsus*)，雨豆樹，石梓、相思樹、結亞木(*Prosopis*)等均為適當的綠籬樹種。

在農作物兩側種植數排樹木有下列優點：

1. 樹葉或嫩枝可充飼料：可充作綠籬之樹種有相思樹屬，大葉合歡、心葉山藤桿，尚比亞豆樹(*Baphia bequaertii*)、奈及利亞豆樹(*Baphia pubescens*)、羊蹄甲、樹豆(*Cajanus cajan*)，奈及利亞藤桐子(*Combretum nigricans*)，變色合歡(*Albizia versicolor*)，澳洲羊蹄甲(*Banhinia carronii*)，印度黃檀、三刺皂莢(*Gleditsia triacanthos*)、白結亞木(*Prosopis alba*)，茱萸結亞木(*Prosopis juliflora*)，阿根廷黑結亞木(*Prosopis nigra*)，阿根廷棗(*Zizyphus mistol*)，菩提樹、加納皂莢(*Gleditsia simplicifolia*)，維京島皂莢(*Gleditsia sepium*)，捕魚木屬(*Grewia* sp.)，印度結亞木(*Prosopis*

spicigera)，巴基斯坦棗(*Zizyphus mauritania*)，阿富汗棗(*Zizyphus mistol*)等。此等樹種樹葉之粗蛋白自百分之十至百分之十五，可充作家畜之飼料(Torres 1989)。

2. 薪炭材及用材：作為農耕地綠籬樹木之木材可充作薪炭材(Nair 1989)或充作用材。
3. 水土保持：兩道林蔭耕作法主要之優點在保持水土。茲將作為綠籬的樹木對土壤之價值敘述如次：
 - a. 樹木之枯枝落葉會增加土壤之有機質。
 - b. 使土壤中養分循環(Nutrient cycling)的效率增加。
 - c. 樹木因其有助於菌根菌(Myconrhizae)及磷酸溶解菌(Phosphate-solubilizing bacteria)之活動，致增加固氮作用。並且會促使植物不能吸收之磷化合物變成可溶解，植物可吸收之化合物。
 - d. 因樹木根系較能吸收土壤深層之養份，而農作物根群則吸收淺層土壤之養分，如此較能充分利用土壤養分。
 - e. 在農地兩側種植樹木有助於水土保持，而使整個生態系統趨於穩定。

- f. 森林對於農地甚至整個集水區的水文均有良好的影響作用(Nair 1989)。

四、等高綠籬栽植法

設於菲律賓之國際稻米研究所曾提倡等高綠籬栽植法(Contour bunding with hedgerows)。這方法可視為兩道林蔭栽植法的一種，即在築成梯田的農地，樹木與稻米相間種植。

該研究所發現：稻米種在菲律賓黃槐(*Cassia spectabilis*)之間可增加稻米的產量，將玉米與稻米栽植在南洋櫻中間亦可使農作物產量增加，但接近綠籬處的農作物則嚴重減產。這是因為黃槐與南洋櫻之主根橫向伸入農地20至35cm之土層中，並與農作物爭奪水份與養份的關係(Guiang 1993)。

五、結論

兩道林蔭農作法是把農作物種在兩排樹木的中間，等高綠籬栽植法是兩道林蔭農作法的一種，適合於坡度陡的農地，即把農地開成梯田，而使農作物與樹木沿等高線相間種植。這兩種農作系統均有助於農地之水土保持。■