

技術援外—協助厄瓜多建構竹屋

◎財團法人國際合作發展基金會・賴進益 (b0931438166@yahoo.com.tw)

竹材變身「綠色鋼筋」

竹是地球上重要的天然資源，扮演著環境保護、維繫地球生態、淨化空氣、涵養水源、竹材利用及經濟收入的重要角色。

中南美洲熱帶竹材具有建材優勢，如南美刺竹、南洋麻竹等含水量高，脫水後較耐晒太陽，不像孟宗竹生長於溫寒帶，竹材乾了容易爆裂。因此熱帶竹材在中南美洲廣泛地被運用在竹屋牆面、建材腳柱、鷹架、農用支架及棚架等，素有「綠色鋼筋」之雅號。

中南美洲厄瓜多竹資源多為熱帶竹屬，盛產之南美刺竹Cana Guadua、布袋竹、熱帶麻竹Asper、條紋巨草竹及泰山竹等，是竹工藝、家具及農業資材，更是優良棚架建材竹種。目前厄國竹林面積根據官方統計估算最大宗之南美刺竹天然林約為25,000公頃，人工林約為5,000公頃，總共面積為30,000公頃。全國商業用竹林大約有8,000至15,000公頃。由於竹材用途廣泛，又因厄國地震災害頻傳，厄國總統葛瑞亞乃呼籲國人培養國土保護觀念，多利用河邊及山邊非農牧用途之林地種竹，發展竹材利用、涵養水源及水土保持。

竹產業技術援外

為配合厄國政府改善經濟提高民眾收入的政策目標，中華民國臺灣提供敦睦邦誼技術援外，財團法人國際合作發展基金會駐厄瓜多技術團自1978年在厄國南區沿海Guayas省開團以來，以輔導當地農漁業、稻作蔬果等多元化技術為目標，近6年來為響應厄國農部

政策，而開始規劃執行有關造林及竹藝計畫。原因在於「以竹造林」具有涵養水源、節能減碳、綠化環境等優點，此外竹子還是耐震、環保又經濟的建材，可多方面滿足建造成藝品、家具與住屋的需求。計畫內容主要是提供當地人民對建造竹藝、家具及竹屋等的技術訓練，以建立竹產業技術人力的基礎。

竹材選擇

駐厄瓜多技術團推廣竹材利用，從竹材選擇工作開始，選材原則：

- 一、竹齡以3年生以上砍取使用為佳，6年生以上竹子纖維開始老化品質也逐年下降。竹齡2年以下，7年以上不考慮。
- 二、就竹材外表而言，宜選擇表面無傷痕，且無龜裂者。
- 三、節間通直而勻稱，稈形雅緻，表面光滑者。
- 四、節上無枝、節間長、節隆起不高而呈平坦者。
- 五、竹材堅硬，富彈性，稈肉稍厚，抗彎及抗壓力強大且不易裂開者。

竹材防腐處理

竹材砍伐後接著利用工場進行下一步處理，工場設備需規劃齊全。建設水泥浸置槽，一般規格為1.5公尺(寬) × 1.5公尺(深) × 7公尺(長)，依需要增長或加寬或加深；清洗設施為高壓沖水機如洗車清汙泥用加壓水槍，將竹材表面汙垢沖洗掉；浸置化工材料為硼酸+硼砂+水，成份約2%，其目的為防蛀

蟲為害；竹材清洗後再放入水池浸置硼酸硼砂水可以讓池水較乾淨，延長化工材料使用時間，降低成本；因為厄瓜多禁止化工處理藥品蘇打等可製作毒品原料，雙氧水也貴，因此蒸煮設施很少使用。多數以冷水浸置處理，浸置前竹材需前後鑽孔通過各節，讓硼酸硼砂水通透，提高防蛀效果。乾燥設施需要興建乾燥窯，目前厄瓜多全年陽光普照，雨季期1至3月除外，重視自然乾燥，竹材浸置5天後排列在室外竹木架上站立曬乾(圖1)，為避免陽光炙熱竹材龜裂，約2至3天後反面向調整向著陽光，前後時間經2個月之後，移放於通風之儲藏室排列留縫隙風乾；或置於乾燥窯處理。雨季時因為缺少陽光遂以乾燥窯烘乾，期間約乾燥1周即可。乾燥後備用，大小規格分級出售，內外銷均有。外銷以祕魯、哥倫比亞、智利居多，歐美也有。未處理之竹材竹頭部直徑10公分以上 \times 6公尺長，每支約2美元，處理乾燥後竹材每支約8美元。

當地竹屋結構

中南美洲各國使用熱帶竹材，一般農舍



圖1 竹材浸硼砂處理後先曬太陽及陰乾(賴進益 攝)

及低收入住家以簡陋竹屋(圖2)居多，其中竹建材以竹管與竹展開片為主。竹屋結構含9根12公分 \times 12公分 \times 210公分木柱作為離地面之角柱，利用竹展開片與木角條材釘製4面竹牆，再與木片地板及鉛片屋頂組成一間4.8公尺(長) \times 4.8公尺(寬) \times 2.4公尺(牆高)及屋頂高3公尺之平價竹屋。

架構竹屋程序，首先將此9根木柱依距離約2.4公尺寬形成田字型9個端點挖洞埋於地面上，多放石頭隔離濕土層，如果能灌水泥固定會更好，可是貧困人家經濟困寒，少有花錢於此。第一空樓層以角柱固定後，鋪上面樓層木地板，架起4面牆以鐵釘固定，蓋鉛片屋頂，作木板樓梯，最後組裝門窗，於是竹屋架構像2層樓，但第1層中空。此類型竹屋2個木工師傅1天可以完成。多數平價竹屋沒上室外保護漆，使用年限約3至5年，如果上漆保養得宜，角柱堅固，有的人家蓋屋使用水泥柱，使用5年以上，年限更久。有天主教扶貧機構設立竹屋工廠(Hoger de Cristo，中譯：基督的家)，提供2年低利貸款，目前每棟總價約1千美元。



圖2 農舍及低收入戶竹屋住宅(賴進益 攝)



圖3 厄瓜多海邊旅館西式民宿(賴進益 攝)

商用休閒竹屋

此類竹屋及棚架多使用於觀光餐飲及旅館(圖3)，有粗曠自然美感，深具休閒效果。業者多購買防蛀處理後之竹材，竹牆面多有幾何形變化，外牆有的以水泥鋪面，上白色水泥漆，形成一面是竹展開片，另一面是水泥面之牆面，水泥牆面向外有防曬耐雨水強固效果。竹柱與竹展開板牆都以護木油上漆保護，呈現竹材自然紋理，色澤有原色、淡棕色、咖啡色，亮麗美觀。屋頂以自然材料棕櫚葉或巴拿馬草舖成，此高檔休閒竹屋多由建築師設計及竹工技師施工完成，規格及樣式多變化，在山間及海邊多可看到，賞心悅目，是自然環保建材完美利用。



圖4 竹建構4支柱及橫樑螺栓固定最普遍(賴進益 攝)

厄瓜多、哥倫比亞等國家將竹材建構使用於教堂、橋樑、候車站等公共空間很多。結構性牆柱多以4支柱為主(圖4)，離地面防水做水泥柱與水泥地面。架構竹樑以0.9、1.2或1.5公分螺栓螺母固定，橫向、縱向與屋頂樑向上結構發展多使用此法，部分結構受力不大的竹桿以竹釘或鐵釘固定。另為求美觀與結構固定方便，於竹管端面作錐形設計，竹管先鋸成收口錐狀再以鋼線纏繞，端面以鋼鑄造品與水泥固定於竹管內，配合鑄造品扣件結合水泥柱，作多種造型變化，形成以竹為特色之造型藝術建物，壯麗美觀引人注目，美好感覺令人讚嘆。

技術團援外成果

駐厄瓜多技術團造林及竹藝計畫於當地推廣竹材利用，研發「綠色鋼筋」耐震環保建材，自2008年起於示範推廣農場(EL ROSARIO)研發新型厄瓜多風格住家一樓、二樓竹屋及竹材備料加工場竹屋共3棟。2010年另研發竹材隱藏式之竹材鐵網水泥牆與樓板之二樓竹屋1棟，展示於示範農場竹產業中心。2012年5月臺灣蘭花產銷發展協會參加厄京植物園PétaloLocura國際花展，在我政府駐厄瓜多代表處之贊助下，筆者特別在植物園搭建一座具有臺灣農村建築特色之攤位竹屋(圖5)，展示我國參展花卉，獲得許多觀展民眾之美譽。我蘭協因而獲選「最佳外國展示攤位」、「最佳蘭花」及「最佳配種蘭花」三座大獎。

基本上，在厄瓜多推廣之新型竹屋技術上係改良自臺灣傳統農村的竹管厝，兼具美觀、堅固且耐震的優點，如此利用竹建材取代部分鋼筋，不僅可降低成本，且可抵禦



圖5 中式蘭花竹棚架呈現自然質樸美感(賴進益 攝)

強風，改善目前簡陋竹屋使用年限過低之缺點，非常適合在中南美洲國家推廣使用。

結語

財團法人國際合作發展基金會駐團造林及竹藝計畫近年來在厄國多處社區進行竹藝技職訓練及組織產銷班，教導學員們竹材處理技術，發展竹建材興建竹屋，建立其社區竹藝加工產業基礎，以發展竹建築、竹藝文化創意觀光產業為社區主要特色，成果展現豐碩，得到各界肯定，吸引國際組織相繼投入。

另為提高效益，以因應技術團轉型為專案計畫導向，成立援助中南美及加勒比海竹產業發展計畫。此援外計畫為符合馬總統提示的「執行要有效」的援外方針，計畫未來將在策略上更注重計畫導向及成本效益，實質協助輔導戶增加其所得，並依照明確之計畫期程、量化指標、分年目標及移轉標的等，使計畫如質、如期達成目標。◎