

# 技術援外—協助厄瓜多之Santa Elena省 北部Olon地區竹林資源調查

- ◎林業試驗所六龜研究中心·周富三 (fschou@tfri.gov.tw)
- ◎林業試驗所育林組·陳財輝
- ◎國立臺灣大學森林環境暨資源學系·邱祈榮
- ◎財團法人國際合作發展基金會駐厄瓜多農業技術團·賴進益

## 協助發展他國竹產業

依據我國與中南美及加勒比海地區所簽署協助發展該地區竹產業計畫，國際合作發展基金會(國合會)提供協助厄瓜多(Ecuador) (以下簡稱厄國) Santa Elena省(以下簡稱S省)調查該省竹產業市場規模，其中包括竹林資源調查。為瞭解該省北部山區南美刺竹林之竹材可利用數量及分布範圍，國合會於102年10月18日至28日派遣專家前往厄國與S省合作調查，調查與分析結果作為竹林資源管理規劃與決策使用，以提高竹材資源經營效率，並作為S省政府發展竹產業之基礎。筆者有幸奉派參與此次調查任務，乃將參與調查之心得撰文分享。

## 任務目標與工作範圍

本次任務主要是協助厄國S省政府辦理竹林資源調查人員訓練，並完成竹林資源調查分析報告。工作範圍包括：一、協助厄國S省政府辦理竹林資源調查說明會；二、訓練厄國S省政府調查人員熟悉調查工作及進行部分樣區統計工作；三、透過厄國S省政府完成所有樣區之統計資料，並完成竹林資源調查分析報告，包括預估可利用之竹材概況及產量分析、主要利用區域、運送方式建議及混生竹林經營管理方式。

## Olon地區竹林資源分布與概況

S省位於厄國西部沿海，面積約3,760平

方公里，地勢東北高、西南低臨太平洋(圖1)。東北部為面積約85,000公頃的Cordillera Chongon Colonche林區，範圍包括Guayas、Manabi、S省份，其中S省占53,000公頃。

S省的南美刺竹林主要分布於北部Olon山區的溪谷，面積約1,337.8公頃，大部分海拔高度都在500公尺以下，僅有少數分布在Cordillera Chongon Colonche林區內。南美刺竹(*Guadua angustifolia* Kunth)為大型竹種，從形態可區分為brava (西語)和mansa (西語)兩種，brava竹稈高度20~25公尺，節間長可達30公分，節環處具有1長枝條，枝條上著生1~4公分的彎曲尖刺，僅分布在Olon河及Ayampe河的潮濕谷地(圖2)，介於兩河之間的Blanco河，屬於乾燥的地區則無竹林；mansa的竹稈高度15~20



圖1 Santa Elena省的地理位置及主要竹林分布圖



圖2 南美刺竹(brava)的形態及生長狀態(周富三 攝)

公尺，節間長約25公分，節環處不具有長枝條，廣泛分布於潮濕的谷地至上坡面(圖3)。

## 竹林資源調查與評估

### 一、調查人員訓練

調查人員幾乎都是由Olon社區的居民所組

成，筆者先以簡報的方式向所有調查人員及資料彙整者說明調查的流程，讓他們有初步的概念，接著到竹林現場做實際的竹林調查示範。

首先，教導他們如何設置樣區，本計畫採取分層取樣法，使用衛星影像圖來判識竹林的分布位置，依據竹林面積大小來分層，竹林面積小於1公頃者，在其範圍內設置1個



圖3 南美刺竹(mansa)的形態及生長狀態(周富三 攝)

20 × 25公尺的樣區；竹林面積大於1公頃者，若屬於均質(竹子密度沒有明顯差異)的竹林，在其範圍內設置1個樣區；若竹子密度具有明顯差異的竹林，則在其範圍內設置3個不同竹子密度(高、中、低)的樣區。

再者，教導他們如何從竹稈的特徵研判竹齡，本計畫將竹稈年齡分為3級：第1級(等待

級)為1至3年生(保留)、第2級(砍伐級)為4至6年生(利用)、第3級(老化級)為7年生以上(去除)。

最後，示範正確使用胸徑尺來量測竹稈及樹木的胸高直徑，特別提醒調查人員胸徑尺有兩種刻度，紅色的是圓周長，黑色的是直徑長，所以量胸高直徑時必須看黑色的刻度。

調查人員的學習態度佳，野外調查認

真且具團隊精神，每一個調查步驟都相當確實，樣區的選擇與設置皆符合本計畫調查手冊的規定，竹齡的研判相當精準，每個學員都學會正確使用胸徑尺，部份學員學會將資料建檔與基本的資料統計，呈現一個很好的竹林資源調查團隊。

## 二、結果評估

在調查期間共設置了112個20 × 25公尺樣區，資料初步統計的結果如表1所示

### (一) 竹材積的計算

因為竹稈通常為中空，一般竹材積計算均以外徑材積減掉內徑體積來計算。外稈材積計算公式為： $(\text{首末平均外徑平方} - \text{首末平均內徑平方}) / 40,000 * \pi * L$  (單位為立方公尺)，竹稈內外徑如圖4所示，首末徑單位為公分、竹高單位為公尺。在調查期間共選取4至5年生22枝竹稈，個別測量其竹材積量，作為評估竹材積的基本資料。brava竹材積分布為

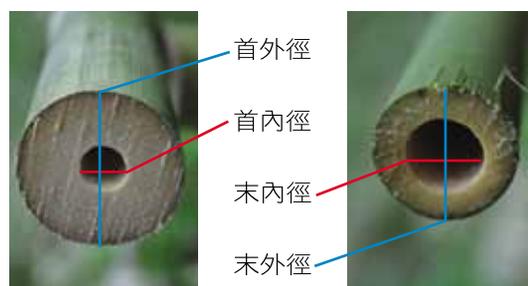


圖4 竹稈內外徑示意圖(周富三 攝)

0.05~0.157間，mansa竹材積個別差異較大，分布0.004~0.087間。

### (二) 本計畫製造竹集層材每年需要的竹材用量推估

竹積層材計畫生產量900平方公尺/月 × 12月 = 10,800平方公尺。

以2支南美刺竹可製作1平方公尺的竹集層材來估算，每年大約需21,600支南美刺竹。而平均每年可提供本計畫的竹稈1,363,123稈 ÷ 3年 = 454,374稈/年，所以S省Olon地區的竹

表1 竹林資源評估表

	竹齡級			合計
	I (1~3年)	II (4~6年)	III (7年以上)	
竹稈數	6,336	5,706	2,077	14,155
平均竹稈數/公頃	1,131	1,019	371	2,528
估計Olon地區的竹稈數	1,513,625	1,363,123	496,180	3,381,528
竹材積(立方公尺)	497	447	160	1,104
平均竹材積/公頃	89	80	29	197
估計Olon地區的竹材積(立方公尺)	118,701	106,832	38,163	263,695

其中第II級可利用的竹稈數：1019稈/公頃 × 1337.8公頃(Olon地區的竹林面積) = 1,363,123稈

材產量足夠供應本計畫使用，因此本計畫未來3年所需的竹材相當充足。

## 調查結果與建議

- 一、根據竹材產量統計結果顯示，S省北部Olon地區預估可利用之竹材資源相當豐富，本計畫每年所需要的竹材供應量不虞匱乏，然而一個產業的產值決定於產量與品質，當產量足夠時，若能提高產品的品質，使產品的單價提高，相對產值也會提升。
- 二、由於S省的竹林的資源相當豐富，第2級(砍伐級)為4至6年生多達1,363,123桿，因此本計畫執行初期，建議選擇小卡車可以到達的大面積竹林作為主要利用區域，不必伐採偏遠山區竹林，以減少運送的成本。AAA
- 三、目前Olon地區的居民仍然使用傳統的伐竹及運竹方式(圖5)，使用砍刀把竹子伐倒，將3~6枝竹桿捆綁成束，以馬、驢、騾將竹桿拉至小卡車可到達的山區集竹場，為了減少竹桿與路面的摩擦力，當地居民會在路面挖橫溝，然後再用小卡車將竹桿運送下山。本計畫未來需大量的竹桿材，不能再使用傳統的伐竹及運竹方式，建議使用小型的鏈鋸，以提高伐竹的效率；建立高效率的運竹道路系統，若未來有需要利用分布在偏遠山區的竹子，建議仍採用傳統的駝運方式，但要在路面上每3公尺的間隔鋪設1竹桿，減少竹桿與地面的摩擦力，提高駝運的效率，並在駝運動物的背上覆蓋厚墊，以減少竹桿與動物身體摩擦而導致

動物受傷；選擇平坦開闊的地點設置山區與平地集竹場，以小卡車將山區集竹場的竹桿運到平地集竹場，最後以大卡車沿著省道將所有平地集竹場的竹桿運至竹加工廠。

- 四、為了達到永續利用竹材的目標，必須對竹林採取經營管理的措施，建議伐除老化的竹桿，讓利用級與等待級的竹桿有較多的生長空間。評估每年幼竹桿更新補充的數量，建議設置20個50 × 50公尺的永久樣區，調查每年每公頃可以補充幼竹桿的數量，決定每年每單位面積可以伐採的竹桿數量，讓竹材取之不盡用之不竭，以達到永續經營的目標。

## 結語

科學家認為竹子是被人類利用最廣泛的植物，厄國的竹林資源相當豐富，本合作計畫是想透過農技團來協助厄國S省政府開發利用竹林資源，以機械化來生產品質好價格高的竹集層材，跳脫傳統手工竹編產業，使用竹集層材建造高級的竹屋及家具，破除住竹屋就是貧窮人的觀念，期盼本計畫執行完畢後，Olon地區可以成為厄國竹產業發展的成功範例，將此成功的範例複製到厄國其他的省份，提高鄉村居民的經濟收入，改善當地居民的生活品質，縮短城鄉差距。⊕



當地居民使用砍刀伐竹



馬運竹下山



山區集竹場



路面挖橫溝



小卡車運竹至平地集竹場



運竹受傷的馬

圖5 Olon地區的居民使用傳統的伐竹及運竹方式(周富三 攝)