

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## 巨竹竹桿之生長應力與相關解剖特性的探討(1/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2313-B-002-091-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學生命科學系

計畫主持人：黃玲瓏

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 5 月 31 日

木本植物因生長而相對應的在枝幹之表面與內部產生的應力可謂為生長應力(growth stress)，此應力呈現的方式常因植物種類、年齡與生長環境之不同而有所差別 (Archer 1986, Bamber 1987)，其為木本植物為適應環境所具備之不可或缺的生理機能。針、擴葉樹向內形成次生木質部的同時，枝幹表面會發生異方向性生長應力分布，此一應力經累積，則於其內部為達成力學平衡，而產生特定形式的殘留應力 (residual stress) 分布 (Boyd 1972; Yamamoto *et al.* 1991; Guitard *et al.* 1999)，此應力卻在砍伐樹木及木材加工時造成困擾，為尋求減輕生長應力之方法，實有必要就其發生機制加以探討。針、擴葉樹枝幹生長應力的產生受到解剖特徵所影響，其發生機制主要有木質素膨潤假說、纖維素張力假說與統一假說，然而，此等假說是否能適用於木本單子葉植物則待進一步驗證。

木本單子葉植物大部分不具形成層所增生的次級維管束組織，就籐桿與椰子樹樹幹生長應力的分布顯示其確與針、擴葉材之應力分布有所差別且更為複雜。竹子的木本竹桿生長相當快速，生長中或成熟竹桿應具有生長應力以對應外界環境的刺激。初步測量巨竹高挺、空心而具彈性的竹桿確可得其生長應力，此應力形成與相關性質實有深入探究之必要。本計劃分兩年進行，第一年針對巨竹出筍後，竹桿生長過程中外部形態與各部位解剖特性及相關物理性質加以探討。第二年測試巨竹幼年竹材及成熟竹材，其不同竹桿部位表層及內部生長應力之性質差異與分布，並就應力測量部位之竹材解剖特性加以觀測，以了解其應力的發生與解剖特性之相互關係。

茲將本年度已完成的工作項目與成果簡述如下：

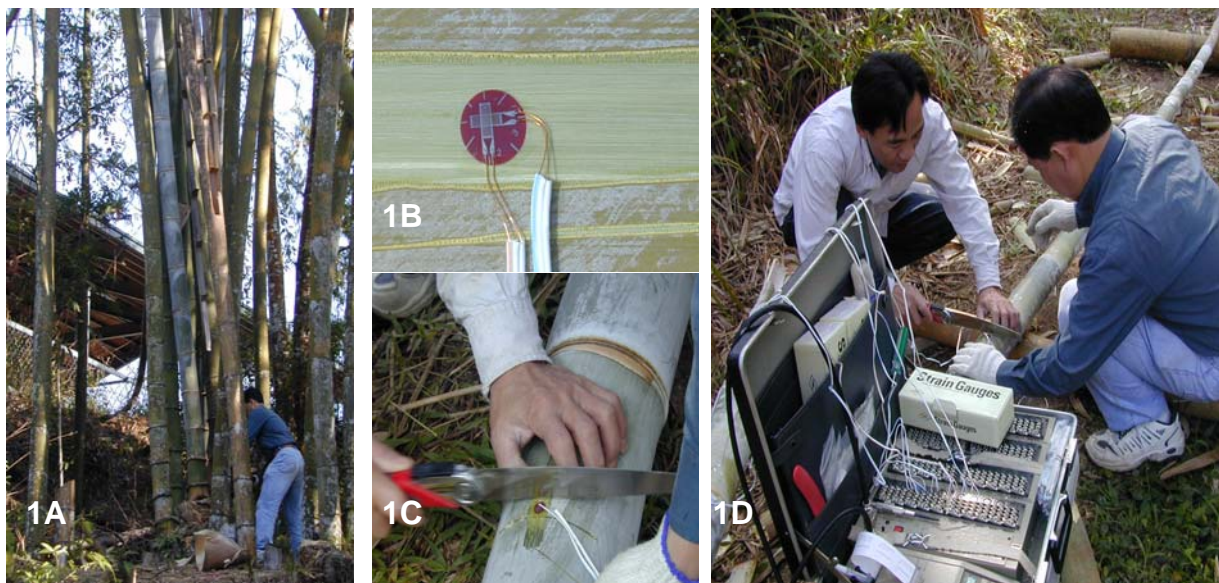
巨竹(*Dendrocalamus giganteus*)為麻竹屬，合軸叢生型的竹子，高挺粗狀的竹桿是其一大特徵，其桿高20至30公尺，直徑則達20至30公分，是世界上最巨大的竹子。林業試驗所蓮華池分所巨竹落葉期為四至六月，而七至八月時開始發筍。在出筍時，竹桿的桿徑已大約固定，而竹桿高度之生長則為出筍後約3個月即達到，其後竹桿的生長則為竹材之組織與細胞的分化與成熟。竹桿的生長相較於其他木本單子葉植物枝幹的生長更為快速，一年生幼年竹桿的外表較為粉綠而無花紋，且往往仍可見葉鞘脫落的痕跡，發育至二、三年生竹桿的外表稍深綠且偶有些斑紋，而通常發育至四、五年生即可謂為成熟的竹桿，其表面常附著多量的灰黑斑紋 (圖 1A)。當年生竹桿四季生長之變化：當竹桿高度固定時，分四期，亦即三個月 (秋季)、六個月 (冬季)、九個月 (春季)、以及十二個月 (夏季) 選定之各三株竹桿，由竹桿基部伐倒，量測竹桿高度與節數，每一節的長度、直徑與肉厚，並保留竹桿第6、10、15、20、25、30、40、與45或50節之完整以測量其縱與橫向之生長應力 (圖 1B-D)，並分別量測其單位體積鮮重、乾重、含水率與比重。

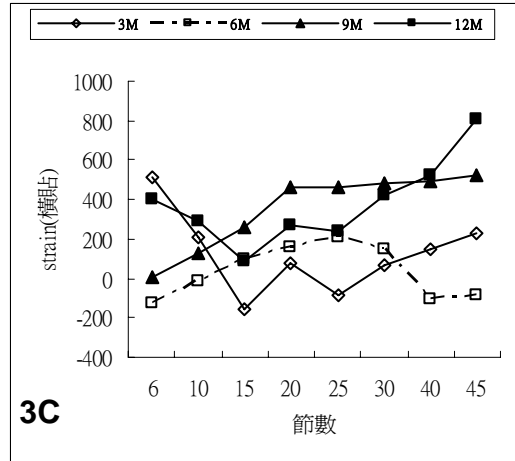
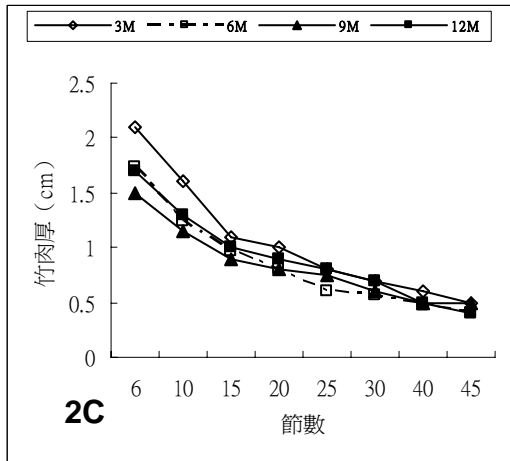
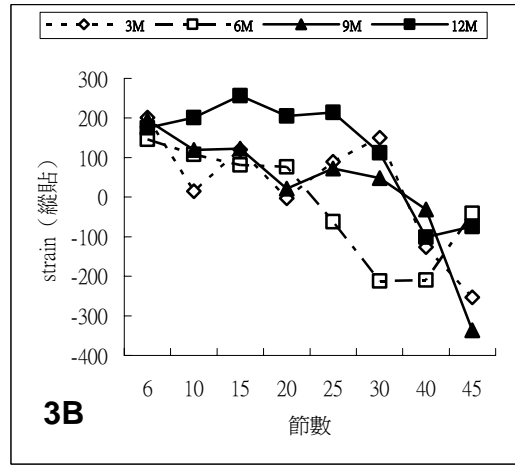
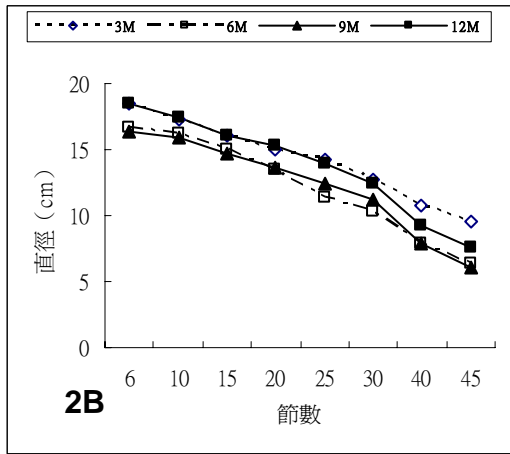
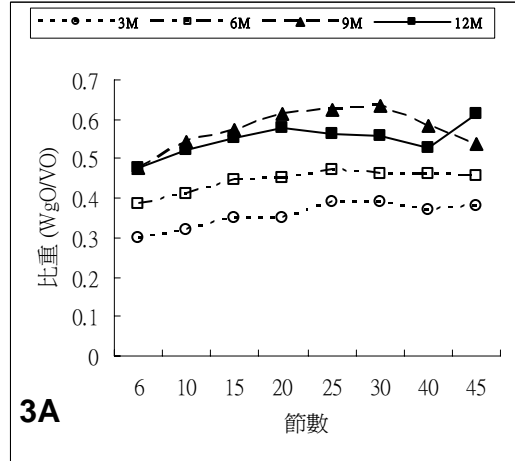
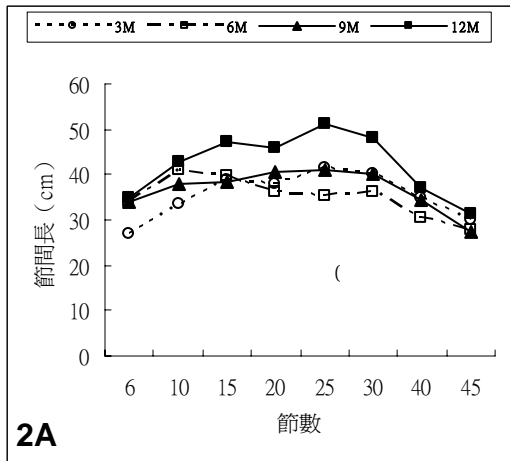
當年生竹桿四季生長之變化，就各節之節間長度的變化可知 (圖 2A)，

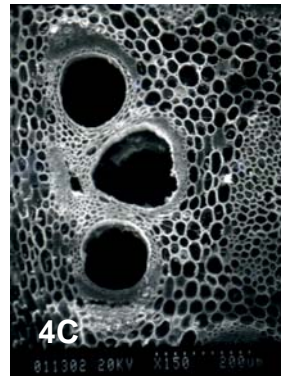
其部分的節間長度仍可能延長生長，然是否為個體差異則仍待進一步驗證，而就各結束的長度而言，則可明顯得知其較為基部與頂部之節的長度較短，而較中間的結束則普遍較長，且常在約20節處稍短些此可能與巨竹，此部份常呈現稍微彎曲有關。而就各節之節間直徑的變化而言，其均呈現節數越多者（即越末端者）其直徑越小，亦即直徑與節數呈遞減的趨勢（圖 2B），此就竹肉後而言亦有類似的趨勢（圖 2C）。

就當年四季生長之竹桿各節比重的變化（圖 3A），3個月者各節的比重約為 $0.36\pm 0.03$ ，6個月者各節的比重約為 $0.44\pm 0.04$ ，9個月者各節的比重約為 $0.55\pm 0.04$ ，12個月即一年生者各節的比重則亦約為 $0.55\pm 0.04$ ，由此結果可知其比重再3至9個月之生長時期變化較大亦即此時期竹桿內細胞物質的累積相當明顯。而比較同一竹桿的不同節數之比重可知，在較基部的節數其比重較小，或因基部節數所含薄壁細胞之基本組織所佔比率較大所致。測量竹青表面縱與衡的應變（strain）變化可知（圖 3B, C），在當年出筍之高挺、空心而具彈性的竹桿其表面即均可明顯測得表面生長應變，以對應外界環境的刺激。比較同一竹桿的不同節數之生長應變可知，其基部節數的生長應變均為正值，亦即表現出壓縮應變，而在較末端則轉呈現負值，亦即表現出引張應變的趨勢，但在橫向應變則較不規律。

巨竹竹桿的維管束分散於空心的基本組織中（圖5A, 6A, 7A），就竹青、竹肉與竹簧之維管束形態各有所不同（圖 4A-C），竹青之微管束較小而分布較密，竹肉的維管束較大纖維束範圍亦較大，而竹簧的維管束則較小其纖維束不明顯；而比較一年生竹桿四季的生長，就3個月與6個月的維管束與纖維束之組織成分染色可知，其隨著竹桿四季的發育與竹節的次序有關，基本上，較基部（即節數較小）的節數其木質化的程度越明顯（圖 5B-D, 6B-D, 7B-D），就不同節數其細胞壁之層數而言（圖 8A-CD），可明確得知其層數隨生長而遞增，而與節數之關係則隨節數之增加而遞減。

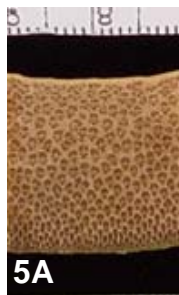






4A: Outer  
4B: Middle  
4C: Inner

12 months



10<sup>th</sup> Node



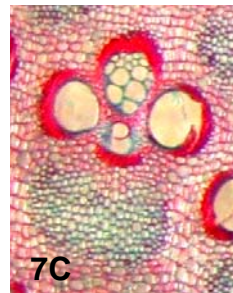
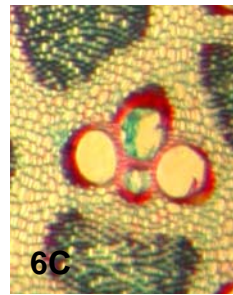
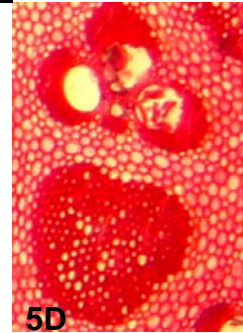
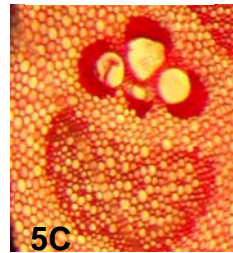
30<sup>th</sup> Node



50<sup>th</sup> Node

6 months

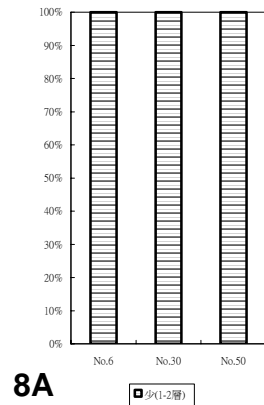
9 months



巨竹3-6個月 cell wall layers

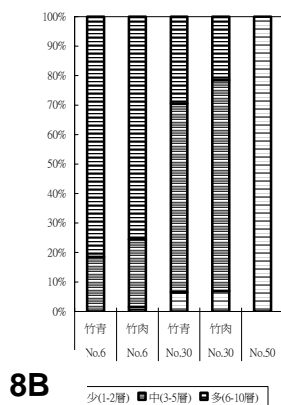
巨竹9個月(C4) cell wall layers

巨竹12個月(C7) cell wall layers



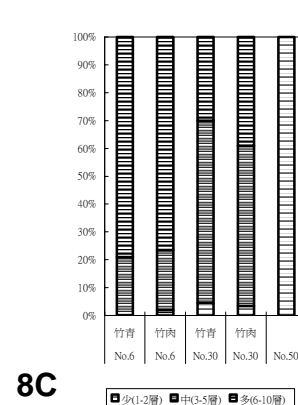
8A

少(1-2層)



8B

少(1-2層) 中(3-5層) 多(6-10層)



8C

少(1-2層) 中(3-5層) 多(6-10層)