

研究報告

花蓮地區3種海拔包籐矢竹林分之特性

陳財輝¹ 汪大雄^{2*} 歐書瑋³

【摘要】本研究針對花蓮地區馬太鞍、太巴壟及林田山3地不同海拔之包籐矢竹林分，進行不同海拔之生長特性調查分析。林田山試驗地(海拔高955 m)包籐矢竹林分密度為 27.0 ± 5.2 culm m^{-2} ，竹稈基徑平均 0.9 ± 0.3 cm，稈高平均 3.1 ± 1.1 m，地上部生物量乾重 40.0 ± 10.2 ton ha^{-1} ，地下部生物量乾重 52.5 ± 7.5 ton ha^{-1} ；馬太鞍試驗地(海拔高362 m)包籐矢竹林分密度為 16.7 ± 1.5 culm m^{-2} ，竹稈基徑平均 1.6 ± 0.3 cm，稈高平均 5.2 ± 1.0 m，地上部生物量乾重 69.8 ± 23.7 ton ha^{-1} ，地下部生物量乾重 105.2 ± 14.8 ton ha^{-1} ；太巴壟試驗地(海拔高150 m)包籐矢竹林分密度 32.7 ± 7.2 culm m^{-2} ，竹稈基徑平均 1.29 ± 0.3 cm，稈高平均 4.6 ± 0.9 m，地上部生物量乾重 84.8 ± 14.4 ton ha^{-1} ，地下部生物量乾重 48.6 ± 11.2 ton ha^{-1} 。本研究結果顯示，以馬太鞍地區生長表現較佳，其次為太巴壟地區，最差為林田山地區。而竹林出筍產期，則易受雨量及溫度影響。

【關鍵詞】包籐矢竹、生長、生物量

Research paper

Assessment of aboveground and belowground biomass of *Pseudosasa usawai* stand among different elevation sites in Hualien area

Tsai-Huei Chen¹ Dar-Hsiung Wang^{2*} Shu-Wei Ou³

【Abstract】This study investigated the growth of *Pseudosasa usawa* at Mataan (馬太鞍)、Tabalong (太巴壟) 及Lintiansan (林田山) in Hualien areas. Results showed that on the Lintiansan site with 955 m at the elevation, the culm density is 27.0 ± 5.2 culm m^{-2} with 0.9 ± 0.3 cm in culm diameter, 3.1 ± 1.1 m in culm height, 40.0 ± 10.2 ton ha^{-1} in biomass above ground, and 52.5 ± 7.5 ton ha^{-1} in biomass underground ; on the Mataan site with 362 m at the elevation, the culm density is 16.7 ± 1.5 culm m^{-2} with

-
1. 行政院農業委員會林業試驗所育林組研究員，100台北市南海路53號。
Senior Researcher, Division of Silviculture, Taiwan Forestry Research Institute, No.53 Nanhai Rd., Taipei City, 100, Taiwan.
 2. 行政院農業委員會林業試驗所森林經營組研究員，通訊作者，100台北市南海路53號。
Senior Researcher, Division of Forestry Management, Taiwan Forestry Research Institute, Corresponding Author, No.53 Nanhai Rd., Taipei City, 100, Taiwan. Email: dhwang@tfri.gov.tw
 3. 行政院農業委員會林業試驗所育林組研究助理，100台北市南海路53號。
Assistant, Division of Silviculture, Taiwan Forestry Research Institute, Corresponding Author, No.53 Nanhai Rd., Taipei City, 100, Taiwan.

1.6 ± 0.3 cm in culm diameter, 5.2 ± 1.0 m in culm height, 69.8 ± 23.7 ton ha⁻¹ in biomass above ground, and 105.2 ± 14.8 ton ha⁻¹ in biomass underground; on the Tabalong site with 150 m at the elevation, the culm density is 32.7 ± 7.2 culm m⁻² with 1.29 ± 0.3 cm in culm diameter, 4.6 ± 0.9 m in culm height, 84.8 ± 14.4 ton ha⁻¹ in biomass above ground, and 48.6 ± 11.2 ton ha⁻¹ in biomass underground. Comparison the performance of growth among three sites showed that the growth on Mataan area is the best, followed by growth on Tabalong area and by growth on Lintiensan area. The period of bamboo shoot production was influenced by the precipitation and temperature.

【Key words】 *Pseudosasa usawai*, Bamboo growth, Biomass.

一、前言

包籐矢竹 (*Pseudosasa usawai*) 為臺灣特有種，秆高1~5 m，徑0.2~1.5 cm，深綠色、秆直而表皮堅硬、籐表面光滑無毛，且秆籐宿存，所稱「包籐」乃是因為它的籐至成竹時都不脫落；包籐矢竹延伸拓展是靠地下走莖橫走，初為單秆散生，其後再由新竹秆柄來發筍，而形成側出合秆叢生。包籐矢竹主要分佈於臺灣北、中及東部低海拔山區，海拔分佈80~1,200 m之間 (林維治, 1961; McClure, 1966)，其中以花蓮縣光復鄉及陽明山國家公園一帶有較大分佈面積。過去包籐矢竹的研究多著重於植物生態學或植病學，如包籐矢竹簇葉病 (徐國士等, 1986; 施小玲, 1989)，以及針對包籐筍竹筍採集與其相關農業經濟活動等研究議題 (黃玉容, 1996)。

目前包籐矢竹的相關研究主要集中在陽明山地區，針對矢竹開花所引起的族群消長及筍竹筍產量減少等問題，但鮮少對於包籐矢竹的生長特性進行研究探討。竹類整體而言，生長快速，自出筍後，脫籐成秆，數十日內可高達數公尺，生長較快速之竹類，如孟宗竹、桂竹生長10日可達77 cm及143 cm，而中小型竹類，相對地生長較慢，10日僅生長約36 cm，如長枝竹、綠竹等 (林維治, 1958)。但不同地區具有不同氣候特徵，生育地的海拔高度亦影響微氣候之形成，縱使為相同竹種，亦會有不同的生長表現及特性。

包籐矢竹地下莖抓地力、散生蔓延迅速，達到快速覆蓋裸露崩塌地表，減少雨水直接沖

刷坡面，具有攔截雨水、水土保持及涵養水源等國土保安功能，且在火災過後，能快速恢復植生狀態 (王經文、陳財輝, 2010)，加上每年3~5月為筍竹筍盛產期。花蓮縣太巴壠地區，年約可生產24萬公斤的筍竹筍，價格介於120~200元/公斤，盛產期間可帶來兩千多萬之收益 (陳財輝等, 2011)，其經濟價值甚高，應多加推廣利用。

花蓮縣光復鄉山區具有包籐矢竹之群落，分別坐落於不同海拔高度，本研究為了解花蓮地區不同海拔高度之包籐矢竹生長特性，於花蓮光復鄉太巴壠、馬太鞍，及萬榮鄉林田山地區之包籐矢竹林分，設立樣區，進行生長、生物量調查及土壤調查，以比較包籐矢竹於不同海拔之生長差異，並探求氣象及土壤因子，對於包籐矢竹生長及竹筍產量之相關性，以作為未來包籐矢竹林經營管理之參考。

二、材料與方法

(一) 試驗地資料

本研究在2011年3月設立試驗地於花蓮光復鄉馬太鞍、太巴壠及萬榮鄉林田山事業區等三處 (圖1)。光復鄉太巴壠之矢竹林分別設立兩處試驗地 I 及 II (圖2A, B)，樣區海拔高皆約為150 m，皆為西向坡，坡度皆小於5°，僅存極少數地被植物，兩處樣區分別為李姓竹農 (I) 及石姓竹農 (II) 所有之私有竹林。

光復鄉馬太鞍試驗地 (圖2C)，樣區海拔高362 m，為北北東向坡，坡度27°，該林地之主要地被植物，為非洲鳳仙花 (*Impatiens*

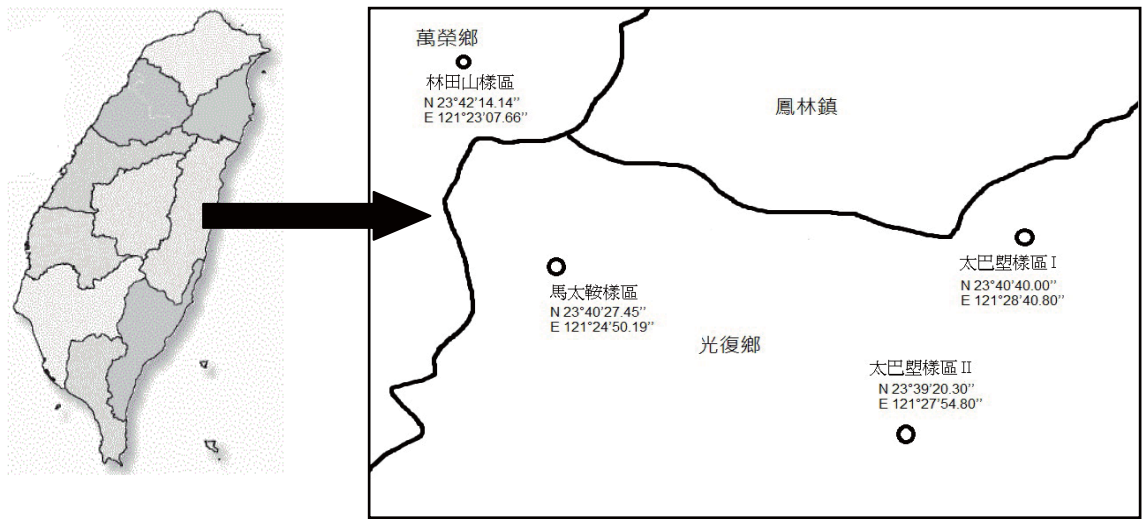


圖1. 花蓮地區包籜矢竹樣區位置略圖

Fig. 1. The relative position of different plots of *Pseudosasa usawai* in Hualien

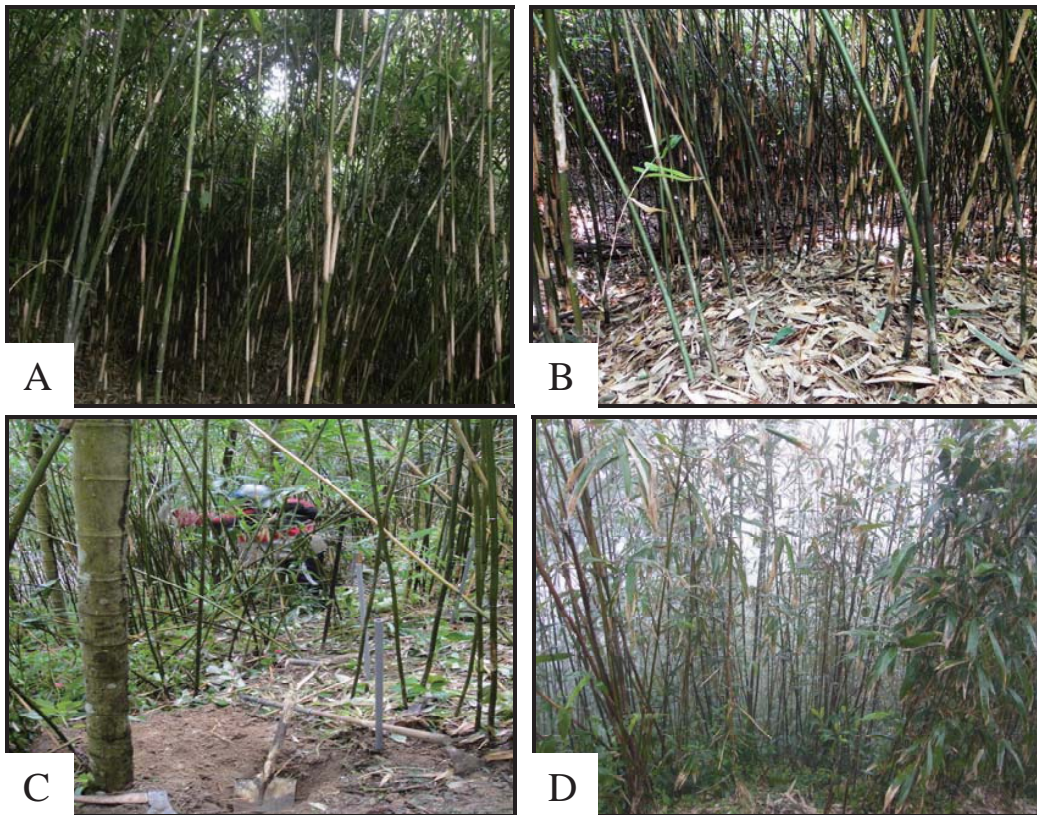


圖2. 花蓮不同海拔各樣區現況：(A) 太巴壟I、(B) 太巴壟II、(C) 馬太鞍、(D) 林田山

Fig. 2. The elevation position of different plots of *Pseudosasa usawai* in Hualien : (A) Tabalong I, (B) Tabalong II, (C) Mataian, (D) Lintiensan.

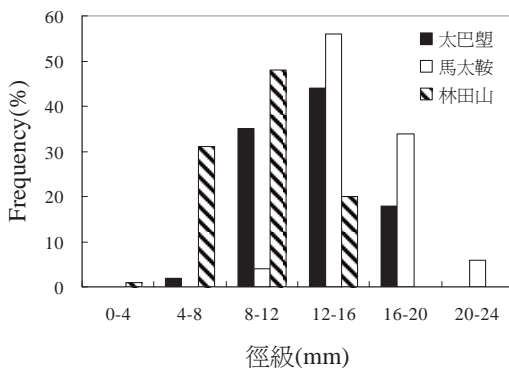
walleriana) 約占地表植物的75%，其餘的少數零星分布有檳榔 (*Areca catechu*)、水同木 (*Ficus fistulosa*)、小葉桑 (*Morus australis*)、大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum*)、肖楠 (*Calocedrus formosana*)、黃藤 (*Daemonorops margaritae*)、九芎 (*Lagerstroemia subcostata*)、野牡丹 (*Melastoma candidum*) 等，屬於曾姓竹農所有。

萬榮鄉林田山試驗地 (圖2D)，樣區海拔高955 m，北向坡，坡度31°，地被植物零散少數分布，如錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longinix*)、江某 (*Schefflera octophylla*)、狹瓣華八仙 (*Hydrangea angustipetala*)、青猴公 (*Ormosia formosana*)、山桂花 (*Maesa perlaria*)、山杏仁 (*Prunus phaeosticta*)、短尾葉石櫟 (*Lithocarpus harlandii*)、杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、三斗石櫟 (*Pasania hancei*)、白匏子 (*Mallotus paniculatus*)、牛乳榕 (*Ficus erecta*) 等。

(二) 每竹調查及生物量推估

各試驗地均設立3個1 × 1 m²樣區，各樣區劃設後進行每竹伐採及量測調查，調查項目包括株數、枯死率、新生竹株數、竹稈基部直徑、竹高、竹齡、地上部總鮮重及地下部總鮮重等，其中竹齡僅能區分為新生竹及2年以上，其判釋係以目視法辨別竹稈稈之新舊程度與竹稈顏色濃度差異。

地上部生物量的取樣，於樣區內伐倒全部



樣竹，量測其全株鮮重，並分別取300 ~ 500 g 的稈、葉及枝條樣本，再帶回實驗室以75°C烘乾至恆重，而後換算全株含水率及各部生物量乾重，推估每頃的矢竹林之地上部乾物重。

地下部生物量的取樣則是將樣區內地上部移除後，進行地下部仔細挖掘，並量測鮮重，帶部分樣本回實驗室進行75°C烘乾至恆重，藉以換算含水率，並計算每公頃地下部生物量乾重。

最後將野外調查數據進行統計分析 (SAS 9.2版)，計算各調查項目之平均值、標準差及最小顯著性差異水準等。

(三) 土壤及氣象基本資料收集

土壤基本性質調查及取樣方法，於試驗地中挖掘寬及深60 cm之土壤剖面，根據美國土壤調查手冊所載，定義土壤剖面層次 (horizon)，再依土色帖、斑紋、土性、土壤構造、粘著度、濕潤及根系分布等資料，綜合判定試驗地之土壤分類屬性 (Soil Survey Staff, 2003)。並蒐集中央氣象局2009~2011年花蓮地區1-6月的降雨量及氣溫數據資料 (中央氣象局, 2011)，將之統計後，探討近3年來降雨量及氣溫的變化與包籜矢竹發筍的趨勢關係。

三、結果與討論

(一) 包籜矢竹徑級及竹高分布

由圖3可知，太巴壠樣區之矢竹林，竹稈

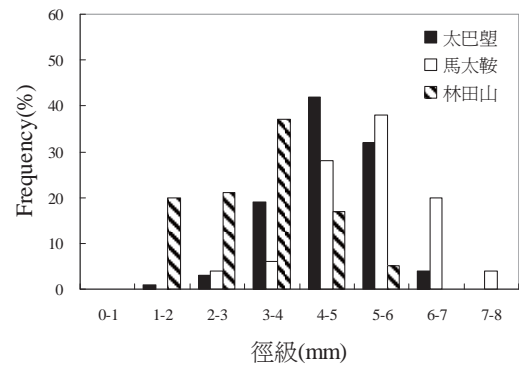


圖3. 花蓮地區包籜矢竹樣區之徑級與稈高之頻度分布圖

Fig. 3. The diameter and culm high level frequency of *Pseudosasa usawai* stands in Hualien

徑級多數分布在1.20 ~ 1.59 cm之間，佔總數44%，大致呈常態分布；馬太鞍樣區竹稈徑級也是多分布在1.20 ~ 1.59 cm之間，佔總數56%；林田山樣區竹稈徑級則是多分布在0.80 ~ 1.19 cm之間，佔總數48%，大致呈常態分布；由各海拔矢竹林之徑級分佈可知，低海拔太巴塑樣區之徑級結構分佈大於高海拔林田山樣區。傅木錦等 (2010) 於陽明山包籐矢林之生長調查結果顯示，於稜線生長的包籐矢竹之基徑生長小於生長於溪谷的包籐矢竹，其主要原因為受強風壓迫而造成此現象，而本試驗林田山樣區位於山肩稜線，同樣遭受因強風吹襲所造成的生長逆壓，進而產生相同結果。而若竹林密度過高，則會使竹材較為纖細，亦使新生竹之生長遭到抑制 (李久先，1983；高毓斌，1987)。

竹稈高之分佈情形，太巴塑樣區多在4.0 ~ 4.9 m，佔總數42%；馬太鞍樣區多在5.0 ~ 5.9 m，佔總數38%；林田山樣區多在3.0 ~ 3.9 m，佔總數37%。竹稈高同樣以林田山樣區為最低，顯示高海拔林田山地區所受之生長逆壓大於其他樣區。

(二) 不同海拔包籐矢竹之生長

本研究調查花蓮地區不同海拔之包籐矢竹林 (表1)，結果顯示馬太鞍樣區的竹林密度遠低於太巴塑及林田山樣區，且馬太鞍樣區在基徑與竹高也是優於太巴塑及林田山樣區，這與呂錦明 (2001) 所提出的論點相符合，包籐矢竹的立竹密度與生長有顯著相關。其他竹類亦有相似研究結果，林夏馨 (2004) 認為

茶稈竹 (*Pseudosasa amabilis*) 的生物量隨著立竹密度增加而增加，當立竹密度達到一定程度時 (11,250 ~ 12,750 culms ha⁻¹) 產量最高，而後隨著立竹密度的增加，產量反而下降。而缺苞箭竹 (*Fargesia denudate*) 的生長也有相似之情況，密度顯著影響缺苞箭竹地上部分生物量、地下部分生物量、地上部分淨增長率 (吳福忠等，2005a)。故竹類的族群密度為影響竹類生長表現的因素之一。

由表2可知，本試驗林田山樣區地上部生物量乾重 (40.0 ± 10.2 ton ha⁻¹) 累積低於中海拔馬太鞍樣區 (69.8 ± 23.7 ton ha⁻¹) 與太巴塑樣區 (84.8 ± 14.4 ton ha⁻¹)，且達統計上的差異顯著水準。原因為竹稈約佔地上部生物量80.4 ~ 82.8%，高海拔林田山樣區有強風的生長逆境，因此竹稈生物量遠小於太巴塑和馬太鞍樣區。

地下部生物量則是馬太鞍樣區 (105.2 ± 14.8 ton ha⁻¹) 顯著大於林田山 (52.5 ± 7.5 ton ha⁻¹) 和太巴塑樣區 (48.6 ± 11.2 ton ha⁻¹)，原因除了上述所說的立竹密度，推測可能與養分的累積和動態分配有關。吳福忠等 (2005b) 分析缺苞箭竹指出，地下部分 (鬚根和鞭根) 生物量所占比例隨著箭竹密度增加而減少，但地上部分 (葉、枝和竹稈) 則反之。

竹稈枯死率在太巴塑樣區遠小於馬太鞍與林田山樣區，原因可能是太巴塑樣區調查時間點是在產筍季之後，竹農已將部份枯死竹先行移除，導致枯死率較其他兩樣區小。而馬太鞍樣區與林田山樣區兩者枯死率相差不大，顯示

表1. 花蓮地區不同海拔包籐矢竹之生長

Table 1. The different elevation growth data of *Pseudosasa usawai* stands in Hualien

樣區	基徑 (cm)	竹高 (m)	密度 (culms m ⁻²)	枯死 (culms m ⁻²)	枯死率 (%)
太巴塑	1.29 ± 0.3	4.6 ± 0.9	32.7 ± 7.2	1.7 ± 2.0	4.5 ± 4.6
馬太鞍	1.55 ± 0.3	5.2 ± 1.0	16.7 ± 1.5	3.3 ± 1.5	20.7 ± 11.4
林田山	0.92 ± 0.3	3.1 ± 1.1	27.0 ± 5.2	5.3 ± 2.5	21.6 ± 14.7

表2. 花蓮地區包籜矢竹之地上部與地下部生物量乾重估算 (ton ha⁻¹)Table 2. The accumulation of biomass in culm of *Pseudosasa usawai* stands in Hualien (ton ha⁻¹)

樣區	葉	枝	稈	地上部	地下部	總重
太巴塢	9.5 ± 4.7 ^{a,1} (11.2) ²	7.2 ± 3.1 ^a (8.5)	68.2 ± 11.2 ^a (80.4)	84.8 ± 14.4 ^a (100)	48.6 ± 11.2 ^b (57.3)	133.4 ± 22.5 ^b (157.3)
馬太鞍	7.3 ± 2.7 ^a (10.5)	5.9 ± 2.2 ^a (8.5)	56.6 ± 19.0 ^a (81.1)	69.8 ± 23.7 ^a (100)	105.2 ± 14.8 ^a (150.8)	175.0 ± 10.8 ^a (250.8)
林田山	3.6 ± 0.4 ^a (9.0)	3.3 ± 0.3 ^a (8.2)	33.2 ± 9.7 ^b (82.8)	40.0 ± 10.2 ^b (100)	52.5 ± 7.5 ^b (131.1)	92.5 ± 17.2 ^c (231.1)

¹⁾ 使用最小顯著差異測驗法進行分析，英文字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)

Values in the same column with different letters are significantly different at 5% significant level by least significance difference test

²⁾ 括弧內值為各項調查資料與地上部乾重為100時之百分比值

枯死率於不同海拔之間並無明顯的相關性。

(三) 竹筍生產與雨量、溫度之相關

竹林的生長發育與竹筍生產皆與雨量有相當密切的關係，竹類生長需要相當多的水份(呂錦明，2001)。包籜矢竹通常在3月底至4月初開始密集發筍，但2011年卻延遲到4月底才開始發筍。依據中央氣象局的氣候統計資料，2009~2011年之1~6月累積雨量，如表3所示。2011年的1~2月累積雨量遠低於2009和2010年，但是2011年的3月累積雨量高達95.7 mm，高於2009年的92.8 mm和2010年的36.1 mm。比較近三年來的每日雨量，如圖4所示。在2011年的2~4月的每日雨量遠低於2009和2010年，雖然在2011年2~3月有數日的降雨量在35 mm以上，但降雨略顯集中，降雨頻度仍低於2009

及2010年，導致包籜矢竹在生長時無法獲得足夠的雨水，因此發筍生長延遲，至2011年4月底才開始大量發筍。

另外，2009~2011年1~6月的每月平均溫度，如表4所示。可以看出2009-2011年的一月皆會有寒流的影響，但在2009和2010年自2月起，月平均溫度就回暖到20 °C以上，但2011的寒流持續時間較往年更長，甚至到了3月只有17.8 °C，直到4月才回暖到21.5 °C，2011年包籜矢竹的發筍也可能受到溫度過低的影響而延遲。

(四) 土壤物理性質

花蓮地區土壤概況調查結果如表5，太巴塢樣區植生上層幾乎是以包籜矢竹(90%)為主，馬太鞍(50%)和林田山(50%)則夾雜零散的其他林木。樣區植生下層，太巴塢樣區僅存

表3. 花蓮地區2009~2011年1~12月累積雨量 (mm)

Table 3. The accumulated rainfall (mm) of January to December in 2009 to 2011 in Hualien

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	50.6	92.2	92.8	56.4	141.5	320.1	198.6	158.8	325.8	1032.6	38.1	28.1
2010	71.3	81.4	36.1	59	94.8	61.4	73.7	60.2	477.5	629.2	104.5	20.2
2011	18.1	57.8	95.7	64.2	180.4	83.8	45.5	375.0	148.0	487.0	517.5	126.5

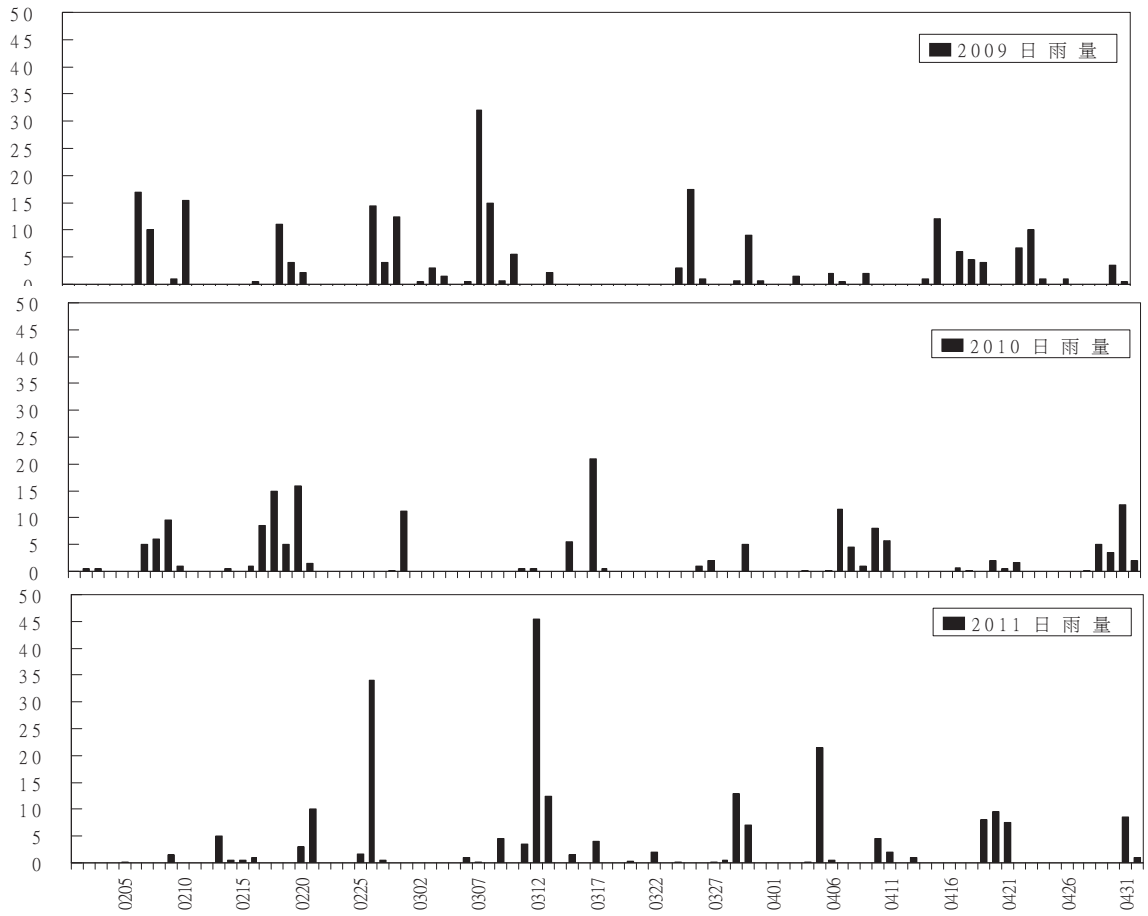


圖4. 花蓮地區2009~2011年的2~4月每日降雨量 (mm)

Fig. 4. The daily rainfall (mm) of February to April in 2009 to 2011 in Hualien

表4. 花蓮地區2009~2011年的1~6月溫度 (°C) 資料

Table 4. The Temperature (°C) data of January to June in 2009 to 2011 in Hualien

月	2009		2010		2011	
	月均溫	最高/最低	月均溫	最高/最低	月均溫	最高/最低
1	17.8	25.7/10.5	18.5	26.4/10.9	16.4	23.8/11.4
2	21.2	28.1/14.2	20.2	28.7/13.2	18.7	26.3/12.1
3	20.7	29.8/14.3	21.0	28.2/10.4	17.8	26.4/13.3
4	21.5	30.1/16.0	21.9	30.5/16.4	21.5	29.3/14.5
5	24.8	32.5/17.2	25.5	32.0/17.6	24.7	31.5/19.5
6	27.4	33.0/20.6	26.5	32.5/20.1	27.5	33.4/23.7

表5. 花蓮地區植生和土壤概況

Table 5. The vegetation and soil profile of Hualien

項目	太巴塢	馬太鞍	林田山
植生上層	90%包籐矢竹	50%包籐矢竹	50%包籐矢竹
植生下層	5%草本	75%非洲鳳仙花	75%草本、蕨類
成土母質	硬岩風化	運積物質	運積物質
母岩種類	砂岩	頁岩	頁岩
地表含石量 (%)	5	15	10

在些許草本植物 (5%)，馬太鞍樣區以非洲鳳仙花 (75%) 為主，林田山樣區則是以草本和蕨類占75%最多。各試驗地母岩種類，太巴塢為砂岩，馬太鞍及林田山為頁岩；地表含石量最高為馬太鞍 (15%)，其次為林田山 (10%) 及太巴塢 (5%)。土壤中含根量以馬太鞍及太巴塢較多，林田山樣區僅少量中根及細根。

根據土壤剖面特性調查 (表6)，綜合判定

花蓮地區土壤為弱育土 (Inceptisol)，因其土色於B層時有明顯之變化，為常見之明顯特徵，其由母質弱度化育生成之土壤，質地細於壤質細砂土，含有若干可風化性礦物，黏粒成份具有中至高能量之陽離子保持力。試驗地土壤質地多數屬於黏壤土，僅高海拔BC層屬於坊質黏壤土，假設其他環境條件類似，以中等質地如壤質土 (loamy soil) 對植物生長最有利。一

表6. 花蓮地區3種海拔土壤剖面特性

Table 6. The pedon of different elevation soil profile in Hualien

地點	層位 (cm)	土壤顏色	質地	結持力	含根量
太巴塢					
A1	0-13	暗灰棕 (10YR4/3-4)	黏壤土	易碎	少量中根、中量小根和細根
A2	13-38	暗黃棕 (10YR4/4)	黏壤土	易碎	中量中根、少量小根
B	38-76	棕褐 (10YR5/6)	黏壤土	易碎	中量中根、少量小根
馬太鞍					
A	0-19	暗灰棕 (10YR4/3)	黏壤土	極易碎	少量中根、中量小根
B	19-40	暗黃棕 (10YR4/4)	黏壤土	易碎	少量小根和細根
BC	40-55	暗黃棕 (10YR5/4)	黏壤土	易碎	少量細根
林田山					
A	0-13	深灰褐 (10YR4/2-3)	黏壤土	易碎	少量中根和小根、中量細根
B	13-40	暗黃棕 (10YR4/4)	黏壤土	易碎	少量中根、中量小根
BC	40-57	暗黃棕 (10YR4/4-3)	坊質黏壤土	極易碎	少量小根、中量細根

一般而言，底土中的黏粒含量增加至某一程度，可增進水分與養分的儲存，但質地太黏會導致排水不良，試驗地土壤質地屬於排水良好，且土壤結構中具有部分黏粒，有助於植生生長。

包籜矢竹一般生長在土壤稍厚且排水較差的峰間谷地，且以海拔800 m以上之潮濕坡面最適合其生長，試驗地土壤含水率及土壤密度如表7所示。低海拔試驗地土壤平均密度 1.57 g cm^{-3} ；中海拔試驗地土壤平均密度 1.62 g cm^{-3} ；高海拔試驗地土壤平均密度 0.95 g cm^{-3} ，本研究中、低海拔之土壤密度並無顯著差異，

高海拔之土壤密度為最低，一般而言，土壤密度介於 $1.0\sim 1.9 \text{ g cm}^{-3}$ ，低、中海拔均屬正常值，高海拔偏低。土壤密度越高，就表示孔隙數量較少，減低土壤通氣性及降低植物可吸收水分之有效性，並損害植物根系之發展，導致細根有分布不均勻的情況產生 (Harmand *et al.*, 2004)，若土壤密度過低，則孔隙過大導致毛細現象無法順利發生，阻礙土壤中物質流動交換，亦不利植物生長。竹類依靠地下經繁衍其族群，若土壤密度過高或偏低，將影響竹林之更新及生長。

表7. 不同海拔包籜矢竹林分之土壤含水率及密度

Table 7. The water content and soil density of *Pseudosasa usawai* in different elevation stand

地點	層位	含水率%	土壤密度 g cm^{-3}
太巴塢	A1	36.8 ± 0.1	1.61 ± 0.03
	A2	43.2 ± 7.4	1.43 ± 0.17
	B	32.0 ± 7.7	1.66 ± 0.29
馬太鞍	A	22.3 ± 8.0	1.52 ± 0.34
	B	23.8 ± 7.9	1.54 ± 0.19
	BC	23.1 ± 2.3	1.80 ± 0.11
林田山	A	64.0 ± 2.5	0.88 ± 0.12
	B	63.9 ± 1.5	1.06 ± 0.09
	BC	65.4 ± 10.5	0.92 ± 0.13

四、結論

本試驗針對花蓮地區包籜矢竹3種海拔之生長調查，竹林生長方面，以馬太鞍樣區為佳，竹高和竹稈基徑各為 $5.2 \pm 1.0 \text{ m}$ 和 $1.6 \pm 0.3 \text{ cm}$ ，馬太鞍樣區位於不易受強風吹襲的山腹地帶，且竹林密度最小，顯示除環境逆壓外，竹林密度之控制亦相當重要，相關研究也指出竹林密度與生長特性之表現有密切相關，故將竹林密度調整為最適範圍，才能達到最高的生產效益。地上部生物量以太巴塢樣區最多

($84.8 \pm 14.4 \text{ ton ha}^{-1}$)，地下部生物量以馬太鞍樣區最多 ($105.2 \pm 14.8 \text{ ton ha}^{-1}$)，而總生物量亦為馬太鞍試驗地最多 ($175.0 \pm 10.8 \text{ ton ha}^{-1}$)。綜觀而言，於花蓮地區3種不同海拔之包籜矢竹林，以馬太鞍地區之生長表現為佳。

不同海拔間所遭受的生長逆壓具有差異，以本研究而言，除竹林密度外，強風吹襲亦影響竹林的生長表現，雨量及溫度則影響出筍率及出筍量，雨量過度集中及寒流低溫，致使出筍期延後。

五、致謝

感謝中華造林事業協會呂錦明博士指導試驗架構及樣區劃設，以及感謝花蓮光豐農會推廣股股長羅志岳、羅敏涵先生等熱心協助聯繫竹農，還有林業試驗所育林組同仁林元祥、陳國章、蘇德忠、韓明綺、鍾欣芸、林忠本等人協助野外工作之調查及資料整理工作。

六、參考文獻

- 中央氣象局 (2011) 花蓮地區2009 ~ 2011 年之氣溫與雨量資料。http://www.cwb.gov.tw/V6/index.htm
- 王經文、陳財輝 (2010) 台灣原生矢竹類之生長特性與利用。環境綠化 52:61-72。
- 呂錦明 (2001) 竹林之培育及經營管理。行政院農業委員會林業試驗所林業研究叢刊第135號。
- 李久先 (1983) 桂竹林生長型式之研究。科學發展月刊11(9): 861-867。
- 林夏馨 (2004) 茶稈竹林分立竹密度試驗。福建林業科技31(3): 66-70。
- 林維治 (1958) 臺灣竹類生長之研究。臺灣省林業試驗所報告地54號。
- 林維治 (1961) 臺灣竹科植物分類之研究。臺灣省林業試驗所報告第69號。
- 吳福忠、王開運、楊萬勤、魯葉江 (2005a) 缺苞箭竹密度對其生物量分配格局的影響。應用生態學報16(6): 991-995。
- 吳福忠、魯葉江、楊萬勤、王開運、喬勻周、張春娜 (2005b) 缺苞箭竹密度對養分元素貯量、積累與分配動態的影響。生態學報 25(7): 1663-1669。
- 施小玲 (1989) 包籐矢竹簇葉病在陽明山國家公園內分佈及病態組織學研究。內政部營建署委託台大植病所研究報告，23頁。
- 徐國士、林則桐、陳慶福、高進義 (1986) 陽明山國家公園台灣矢竹生態之調查報告。內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告。
- 高毓斌 (1987) 桂竹之生長與培育。現代育林 2(2): 54-64。
- 陳財輝、鍾欣芸、汪大雄、王經文 (2011) 包籐矢竹之生長、生物量及竹筍生長。中華林學季刊 44(2): 183-192。
- 傅木錦、廖啓政、徐夢婷、吳佩瑜 (2010) 陽明山國家公園臺灣矢竹物候及採筍效應之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告。
- 黃玉容 (1996) 包籐箭竹筍野生採集與農業栽培活動的空間特性。師大地理研究報告 25:43-79。
- Harmand, J. M., C. F. Njiti, F. Bernhard-Reversat, and H. Puig. (2004) Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management* 188: 249-265.
- McClure, F. A. (1966) *The bamboos*. Smithsonian Institution Press. p. 28-32.
- Soil Survey Staff (2003) *Keys to soil taxonomy* (10th eds.), USDA/NRCS.