

桂竹之林分構造及生物量— 桶頭一桂竹林分之例

呂錦明 陳財輝

摘 要

對竹山桶頭之桂竹林分實施樣區調查, 依各胸徑階選取樣竹, 並以層別刈取法測定樣竹各項生長形質, 再以相對生長式估算林分生物量。由林分樣區調查結果顯示: 該桂竹林分密度每公頃在1萬株左右, 而1、2年生新竹比例過少、各齡階立竹平均胸徑隨竹齡之由老至幼而漸小, 同時, 地下莖各齡級生物量之分布, 亦呈隨年齡減輕逐年變少之趨勢, 林分之構造並非理想狀態, 均在顯示本試區林分之生產力正逐漸衰退。桂竹樣竹之生產構造圖中, 葉量與枝量在各樹高層內, 大致呈對稱分布, 稈、枝、葉量皆隨胸徑階增大而有增大之傾向。僅以樣竹之胸徑為自變數, 即可滿足林分生物量估算的要求, 而樣竹各齡級莖部、枝部與胸徑間相對生長關係式之斜率不具分離性, 各齡級立竹可使用共同迴歸式, 葉部在各齡級間則呈分離現象, 因此林分葉量估算時, 應使用各齡級個別之迴歸式。由各迴歸式所估算桂竹林分釋量(乾重)為15.64~24.16 ton/ha, 枝量為5.41~8.13 ton/ha, 葉量為0.95~1.38 ton/ha, 釋量: 枝量: 葉量之比為72: 24: 4。本試區林分葉量並不高, 是否與林分之生產力低落有關, 尚有待進一步探討。

桂竹林分地下部生物量經估算結果約為12.59 ton/ha, 其中地下莖部分為10.47 ton/ha, 佔地下部生物量之83.16%, 稈基部為2.12 ton/ha, 佔16.84%。

關鍵詞: 桂竹, 林分構造, 生物量。

呂錦明、陳財輝 1992. 桂竹之林分構造及生物量—桶頭一桂竹林分之例。林業試驗所研究報告季刊, 7(1): 1-13.

The Structure and Biomass of Makino Bamboo (*Phyllostachys makinoi*) Stand —An Example from Tung-Tou Area

Chin-ming La and Tsair-huei Chen

[Summary]

Sampling plots were set to investigate the growth parameters of makino bamboo (*Phyllostachys makinoi* Hay.) stands on Tung-Tou area. Sample trees were selected from different DBH classes using the stratified clip method, and then use the allometric method, to estimate the stand biomass.

The results show that, the stand density is about 10,000 culms/ha, and new culms of 1 to 2-year-old is relatively too few in whole stand; mean DBH of the culms in each age class reducing from old to young, and the biomass of rhizome of each age classes also decreased year by year. These results indicate that the productivity of the stand is declining.

Growth organ of makino bamboo—branches and leaves distributed symmetrically.
79年12月送審
81年1月通過

cally on each height level, dry matter of clumps, branches and leaves increase with DBH class. The stand biomass of clumps ranging from 15.64 ton/ha to 24.16 ton/ha, branches is about 5.41 to 8.13 ton/ha and leaves ranging form 0.95 to 1.38 ton/ha. Stand biomass of the rhizosphere of makino bamboo is about 12.59 ton/ha, the rhizome is 10.47 ton/ha and rhizocauls is 2.12 ton/ha.

Key Words : Makino bamboo, Stand structure, Biomass.

Lü, Chin-ming and Tsair-huei Chen. 1992. The Structure and Biomass of Makino Bamboo (*Phyllostachys makinoi*) Stand—An Example from Tung-Tou Area. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 7(1) : 1-13.

一、緒 言

竹類主要以地下莖繁殖，稈不具形成層，在發筍後數個月之內，即完成竹稈的生長，之後不再繼續肥大生長，此種以地下莖貯存養分，供地上竹稈快速地完成生長之特徵，與一般林木的生育形式不同，較類似於草本植物。但竹類亦為多年生之灌木或喬木，稈多為直立且為木質化，其株冠部構成大型的植物，在生態上歸類為林木(沼田, 1962)，因此沼田、岩瀨(1975)認為竹類既不為草本植物，亦不為木本植物，而係界於草本及木本植物兩者中間之獨特性狀的植物。

桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata.) 屬於禾本科(Gramineae)、竹亞科(Bambusoideae)之孟宗竹屬(*Phyllostachys*)，為本省固有種，地下莖呈橫走匍匐，單稈散生型，在本省中部(南投、嘉義)及北部(新竹、苗栗)分布較多(林維治, 1961)。據林維治等(1962)之調查，本省桂竹栽培面積達39,542ha，其蓄積量在本省主要竹種中最多。據林務局(1988)之統計，本省竹材販賣業所銷售的竹材，75及76年均以桂竹所占比率最高，分別約達經濟竹種合計之69及66%。又據林務局(1979)調查，在不同竹材種類中，以竹材加工業所耗用之桂竹最多，高達62%，而其桂竹之主要用途，則以竹製材、竹器及編織業等較多。由此可知，桂竹資源在本省占有很重要的地位。

桂竹純林在竹山地區雖已有300多年之栽植歷史(李久先, 1983)，但近年來由於癩瘧病之危害，致使竹林日漸衰敗，林分生產力極為低落，為達成此類桂竹林分的更新及改良栽培，了解其林分特殊的生態特性是一種方式。而生物量調查技術係藉生態系內各部位生物量結構之分析，進而闡釋其生產機能及生態特性，且藉著生態系內不同林分生物量之比較，可探討其有效的栽培改良技術(佐藤, 1973)。

竹林之林分構成，與其他樹種所構成林分之

最大不同點，是在：縱使其為人工林，於成林之後，即成為由不同齡級立竹構成之異齡林，故其生物量之推算方式，亦應有別於一般人工林之推算方式。本研究即為探討桂竹現存林分之生長特性，及生物量之估算方式，期能解析桂竹獨特之林分構造，並以生物量調查結果，解析桂竹林分生長與衰的機制，並探討如何以適當的育林措施，改善現存林分的生產結構，供日後改良桂竹林分生產力之依據。

二、材料與方法

本試驗地設置於南投縣竹山鎮楠頭社區之山坡地，其坡向為北—北北東，海拔高為300~350m，坡度為25~35度，主要地被植物為竹葉草(*Oplismenus compositus* (L.) Beauv.)、姑婆芋(*Alocasia macrorrhiza*)、長葉芋麻(*Boehmeria zollingeriana*)，其他尚有蕨類植物、羅麻藤(*Paederia scandens*)、桑樹(*Morus alba*)、天南星(*Arisaema* spp.)等。

為便於進行後續之林相改良試驗，在試驗林分中設置5m×6m=30m²之樣區32個，排列為4組，每組8個。這樣區設置後，即將各樣區內立竹予以編號，按不同竹齡各噴以不同顏色之噴漆標示，調查各立竹之胸圍。最後根據樣區每木調查結果，將胸圍換算成胸徑值，依1~5年生各個齡級，由不同胸徑階各選取11株樣竹，合計55株樣竹。

上述樣竹經選定後，隨後進行桂竹地上部現存量調查，此係以層別刈取法(stratified clip technique)測定地上部單位樹高層內之稈、枝、葉部等器官之鮮重，亦即將樣竹自地面予以砍伐後，量取竹高，每隔1m鋸為一段，每段稈、枝、葉各部分開，隨即秤取各段稈、枝、葉部鮮重，另外再取小樣品以供測定稈、枝、葉部之含水率，此小樣品帶回實驗室後，立即放入烘箱，烘乾

至恆重為止，樣竹各部位之乾重即以此樣品之乾鮮比換算而得。

生物量之估算，即依據樣竹各器官重量對胸徑之相對生長關係式，計算各樣區林分各器官之鮮、乾重，再換算為單位面積(ha)之生物量。相對生長式之迴歸分析，係採用BMDP統計軟體之PIR程式(Dixon, 1981)，並以共變數分析檢定不同齡級相對生長式之斜率、截距之均質性(Stephenie, 1985)。而桂竹林分胸徑之頻度分布係以BMDP統計軟體之PID程式，計算其胸徑分布曲線之歪度、峰度是否顯著(葉樹濤, 1962)。

至於地下部生物量則包括地下莖及立竹之根基(rhizocauls)部份。其供為估算之材料，乃自每組8小區中，經隨機選定地下莖更新處理之2小區，4組共8小區，面積為 $30\text{m}^2 \times 8 = 240\text{m}^2$ 。方法係將各小區內土壤挖開，至全區地下莖完全露出為止，繪製立竹位置及地下莖分布、走向圖後，將地下莖全部挖起，除去附着土壤後，再將地下莖與根基分開處理。地下莖部份，依其：(-)

包被地下莖之籜片存在與否及其新鮮度，(二)地下莖之顏色：由鮮黃、橙黃、橙色、橙紅、紅褐、褐色、深褐以至黑褐、黑色等之變化，以及(三)地下莖上節芽之飽滿度與顏色等情況，把地下莖分為1~8年生以及9年生以上(包括老朽地下莖)歸為1級，共9個齡級，分別按小區採取鮮重，並依例稱取小樣品，以其乾鮮比計算各齡級地下莖之乾重。根基部分則以不同大小之根基，分別取大、中、小及老根基之樣品各3個，以其乾鮮比之平均值乘以各小區根基數(亦即為立竹數)，另加老根基乾鮮比乘以各小區已砍伐老根基之數所得老根基合為根基生物量，合計地下莖及根基之全部乾重，按面積之比率換算成該林分每公頃之地下部生物量。

三、結果與討論

各區調查之結果，本試驗林分之組成及生長狀況如表1所示。

表1. 調查桂竹林之組成

項 目	齡 級 (年 生)					合 計	平 均
	1	2	3	4	5		
林分密度(株/ha)	698	956	4,469	2,531	1,615	10,271	-
株數百分比(%)	6.8	9.3	43.5	24.7	15.7	100	-
平均胸徑(cm)	3.03	3.59	3.94	4.20	4.53	-	4.00
底面積(m ² /ha)	0.59	1.01	5.58	3.58	2.65	13.41	-

由表1可知，本試驗地桂竹林分之平均密度，每公頃在1萬株左右，各齡級株數比例，以3年生為最多，而1、2年生之新竹合計僅為16%。江濤(1971)調查本省桂竹每公頃之年齡組成，1、2年生合計占60%，兩相比較，顯可見本試區新生竹過少。立竹平均胸徑隨年齡愈小而漸減，此與當地業者觀察近年來桂竹之徑徑愈來愈小之結果一致(林務局, 1977)。在竹林施業中，各齡級之株數比例均勻，是為保護竹林之永續、最大收穫的基礎，因此年齡構成為評價竹林施業狀態的重要基準(李久先, 1977)。

桂竹林分立竹胸徑之歪度為左偏斜(skew to the left)，其分布曲線的高峰在右，偏斜在左。而峰度則為常態分布(圖1a)。立竹各齡級之胸徑頻度分布，1、2年生為右偏，而3、4、5年生則為左偏，但皆不顯著(圖1b)。

桂竹林分雖為異齡林，惟因胸徑自成竹後即不再增大，故名齡級或全林分各胸徑級之株數分布，仍相當接近常態(李久先, 1977; 1983)。一般在竹林之發育過程中，當林分未達鬱閉或立竹密度尚未達於過密狀態，個體之生長應屬連續，即呈常態分布，隨著林分密度之增加，林木個體

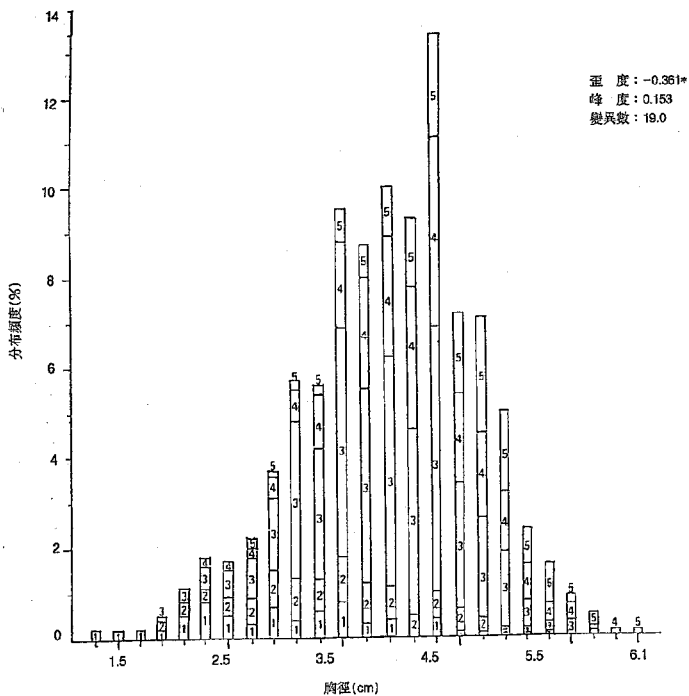


圖1a. 桂竹胸高直徑之頻度分布(格內之數字表示竹齡)

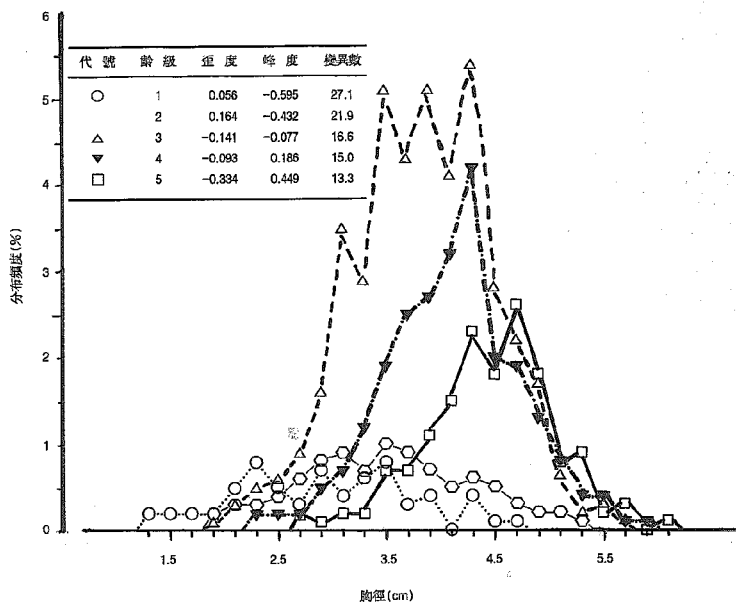


圖1b. 桂竹各齡級胸高直徑之頻度分布

間之競爭因而增強，立竹胸徑平均將隨密度之增加而變小(呂錦明等, 1982)，遂而逐漸改變其分布樣式。如前所述，本試區桂竹林分胸徑分布，在各齡級雖為常態分布，但全林分合計時則為左偏分布，此或與本林分各齡級胸徑平均由老至幼逐漸變小，以及幼齡級立竹株數偏少，易言之，林分內各齡階之構成並非均勻，因而改變林分胸

徑之分布樣式。渡邊(1987)指出，竹林之經營，必須伐除生理活動力弱之高齡竹或枯死竹，以維持竹林於適當密度並誘導林分胸徑之頻度分布朝向正規分布型。

本林分依各胸徑階所選取樣竹，在各齡階之生長狀況，如表2所示。

表2. 桂竹樣竹之生長狀況

項 目	齡 級 (年 生)				
	1	2	3	4	5
胸徑(cm)	$\frac{3.04}{1.37 \sim 4.65}$	$\frac{3.70}{1.94 \sim 5.47}$	$\frac{3.43}{1.91 \sim 5.60}$	$\frac{4.25}{2.48 \sim 5.98}$	$\frac{4.43}{2.80 \sim 6.11}$
竹高(m)	$\frac{8.31}{4.26 \sim 11.50}$	$\frac{8.79}{5.90 \sim 11.30}$	$\frac{9.05}{6.40 \sim 12.10}$	$\frac{9.75}{6.90 \sim 13.00}$	$\frac{9.79}{3.60 \sim 12.70}$
乾重(克/株)					
程	$\frac{1,203}{180 \sim 3,018}$	$\frac{1,854}{366 \sim 4,542}$	$\frac{1,906}{333 \sim 4,466}$	$\frac{2,193}{431 \sim 5,250}$	$\frac{2,669}{588 \sim 5,036}$
枝	$\frac{308}{57 \sim 627}$	$\frac{685}{105 \sim 1,597}$	$\frac{853}{251 \sim 1,955}$	$\frac{997}{160 \sim 2,448}$	$\frac{957}{138 \sim 1,959}$
葉	$\frac{100}{3 \sim 212}$	$\frac{142}{40 \sim 328}$	$\frac{91}{30 \sim 170}$	$\frac{120}{20 \sim 276}$	$\frac{151}{6 \sim 318}$

* 橫線上方數值為平均值，橫線下方數值為其變域。

表2顯示，在不同齡階，樣竹各部位單株平均之生長形質，除了葉部以外，幾呈一致的變化，亦即胸徑、竹高、稈量、枝量、皆隨年齡愈輕而漸小，而葉部呈不穩定之狀態。根稈層別刈取法所測的資料，繪成不同胸徑階樣竹各部位平均乾重之生產構造圖，如圖2表示。

就各胸徑階樣竹間，非同化器官之稈量、枝量 and 同化器官之葉量而言；圖2顯示，樣竹稈量之垂直分布，是由上而下逐漸增加，而且胸徑愈大，其增加的幅度愈大。樣竹之枝量與葉量在各樹高層之分布，大致呈左右對稱性，而枝、葉量在各胸徑階之主要分布，1.5~2.5cm時在2~6m高度範圍內；2.5~3.5cm時在3~8m；3.5~4.5cm時在5~10m；4.5~5.5cm時在6~11m；5.5~6.5cm時在7~12m之間，顯示枝葉量在各樹高層分布，隨胸徑階增大而有向上分布之傾向。

依田(1971)根據草本群落之生產構造圖予以歸類，葉形為針狀葉之禾本科草類在一般密度情形下，其生產構造圖之特性為：葉部生物量集中於底層，非同化器官之稈、莖部亦於基部特別多，中層以上突然減少，稱此型構造圖為針葉型；而其他闊葉草類則葉部生物量之分布多出現於中、上層，非同化器官生物量則由基部向上逐漸減少，此類構造圖稱闊葉型。孟宗竹之葉量生產，雖因單株個體大小而異，但大致屬於闊葉型，此為竹類本身之生長特性(呂錦明等, 1982)，本試區桂竹林分底層均無葉量分布，而葉量大部份集中於竹林之中、上層，故林分生產構造圖亦類似於闊葉型。

桂竹各部位對胸徑及各部位對胸徑平方乘竹高之相對生長關係式，如表3及圖3、4、5所示。

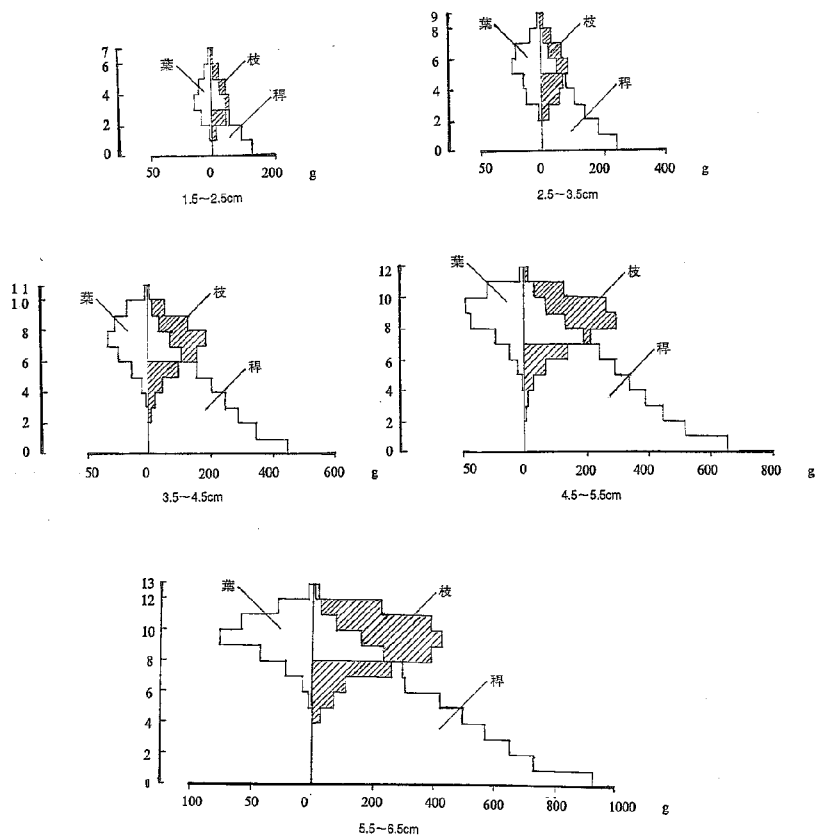


圖2. 桂竹不同胸徑階級竹之生產構造圖

表3. 桂竹各部位對胸徑及對胸徑平方乘竹高之相對生長關係式*

項目	齡級	1.胸 徑(cm)			2.胸徑 ² ×竹高(cm ² ×m)		
		a	b	r ²	a	b	r ²
稈乾重 (克)	合 計	74.131	2.310	0.978	24.946	0.855	0.978
	1年生	84.528	2.227	0.984	30.409	0.804	0.985
	2年生	57.148	2.490	0.962	17.298	0.929	0.986
	3年生	84.333	2.188	0.968	24.266	0.854	0.995
	4年生	60.117	2.456	0.985	17.022	0.930	0.985
	5年生	69.663	2.367	0.974	50.350	0.733	0.966
枝乾重 (克)	合 計	32.885	2.128	0.722	11.695	0.794	0.735
	1年生	30.690	1.920	0.800	12.560	0.696	0.807
	2年生	58.884	1.687	0.573	25.061	0.639	0.605
	3年生	70.307	1.722	0.805	27.353	0.664	0.793
	4年生	26.546	2.331	0.713	8.110	0.980	0.710
	5年生	11.535	2.811	0.680	6.486	0.907	0.732
葉乾重 (克)	合 計	7.943	1.891	0.572	2.754	0.735	0.631
	1年生	4.664	2.575	0.809	1.472	0.932	0.894
	2年生	11.429	1.851	0.696	4.285	0.710	0.744
	3年生	21.184	1.046	0.683	11.940	0.403	0.672
	4年生	2.547	2.574	0.734	0.703	0.968	0.724
	5年生	1.225	3.271	0.547	0.313	1.112	0.654

* 相對生長關係式為：

$$1. Y = a \cdot D^b$$

$$2. Y = a \cdot (D^2 H)^b$$

a 為截距, b 為斜率, r² 為決定係數

桂竹各齡級各部位與胸徑間的相對生長關係式, 其稈部之斜率極為相近, 枝部在各齡級間的斜率變異較大, 而葉部之變異較枝部更為明顯。若增加竹高為自變數時, 亦即以胸徑與胸徑平方乘竹高為自變數兩者來比較, 不論稈、枝、葉部各齡級, 其決定係數增加極少。在野外調查時, 胸徑可直接精確量取, 而樹高變數較易發生人為誤差, 以孟宗竹單株各部位生物量之關係式而言, 在導入樹高為迴歸模式之自變數後, 並未提高關係式之決定係數, 故其綜合預測式僅以胸徑為自變數即已足夠(劉宣誠、高毓斌, 1987)。基本上, 一般用於森林生物量生產量生產調查技術,

亦可用於孟宗竹、惟需考慮竹齡之效應(高毓斌, 1980; 王子定, 1980)。表3所示各部位對胸徑間的相對生長關係式之斜率, 分別經共變數分析之結果(表4)顯示: 不同齡階稈部及枝部對胸徑之斜率均數產生之迴歸皆極顯著, 而斜率間變異均不顯著, 且其經使用迴歸係數相同之同質性測驗各樣本訂正均值亦皆不顯著, 故稈部、枝部可用各齡級合算之共同迴歸式。而不同齡階葉部對胸徑之斜率均數產生之迴歸極顯著, 但斜率間變異顯著, 同時樣本間訂正均質亦顯著, 故葉部在各齡階具有分離性, 不能使用共同迴歸式。

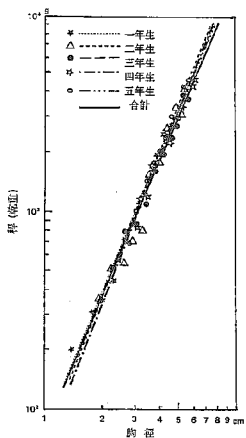


圖3. 桂竹不同齡級立竹胸徑與
幹部乾重之相對生長關係

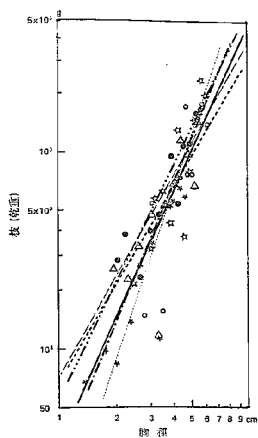


圖4. 桂竹不同齡級立竹胸徑與
枝部乾重之相對生長關係
(圖例同圖3)

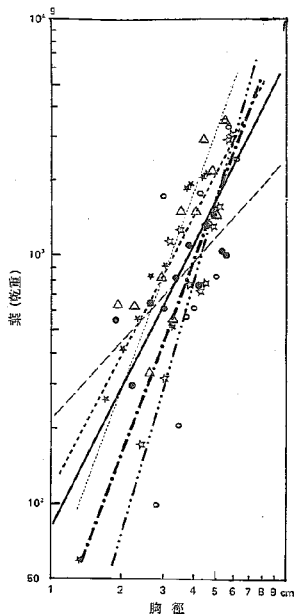


圖5 桂竹不同齡級立竹胸徑與
葉部乾重之相對生長關係
(圖例同圖3)

表4. 變異數分析表檢定迴歸係數及訂正均值

部 位	變 異 來 源	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值	
程	斜率均數產生的迴歸	1	5.6088	5.6088	2003.1	**
	斜率間變異	4	0.0162	0.040	1.43	N.S
	勻和殘差	45	0.1253	0.028		
	樣本間訂正均值	4	0.0094	0.0024	0.82	N.S
	樣本內變異	49	0.1415	0.0029		
枝	斜率均數產生的迴歸	1	4.1263	4.1263	108.3	**
	斜率間變異	4	0.1421	0.0355	0.93	N.S
	勻和殘差	45	1.7137	0.0381		
	樣本間訂正均值	4	0.3277	0.0819	2.16	N.S
	樣本內變異	49	1.8558	0.0379		
葉	斜率均數產生的迴歸	1	4.7986	4.7986	85.3	**
	斜率間變異	4	0.5573	0.1393	2.85	*
	勻和殘差	45	2.1999	0.0489		
	樣本間訂正均值	4	0.6059	0.1515	2.89	*
	樣本內變異	49	2.7573	0.0563		

** : 極顯著差異

* : 顯著差異

N.S : 不具顯著差異

表5. 桂竹林分地上部現存量乾重(由胸徑值推估)

單位: ton/ha

試 區	程	枝	葉	地上部合計
1	17.95	6.13	1.11	25.19
2	19.85	6.79	1.15	27.79
3	19.54	6.69	1.17	27.40
4	24.16	8.13	1.28	33.57
5	23.83	8.07	1.38	33.28
6	18.52	6.31	1.04	25.87
7	18.49	6.35	1.11	25.95
8	15.64	5.41	0.95	22.00
平 均	19.75	6.74	1.15	27.64
百 分 比	71.5	24.4	4.1	100

由表5可知, 本試區林分生物量依迴歸估算法, 就林分平均乾重而言: 稈部為19.75 ton/ha; 枝部為6.74 ton/ha; 葉部為1.15 ton/ha, 稈: 枝: 葉為72: 24: 4。本試區桂竹行光合作用之葉部

生物量, 或孟宗竹葉量乾重(2.8~5.7 ton/ha)為少(佔5~8%)。(呂錦明、劉哲政, 1982)。

桂竹林分地下部生物量推算之結果, 如表6所示。

表6. 桂竹林樣區地下部生物量(乾重)

單位: ton/ha

樣區	地 下 莖 齡 級									地下莖 合 計	稈 基 合 計	樣 區 地下部 合 計
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8			
I-1	0.11	0.13	0.40	0.30	1.36	1.74	2.21	2.40	0.47	9.14	1.91	11.05
I-3	0.34	0.51	0.87	0.93	1.35	1.95	2.29	3.22	0.24	11.70	2.57	14.27
II-2	0.28	0.54	0.74	1.42	1.59	2.07	3.01	1.91	0.30	11.85	1.65	13.51
II-4	0.59	1.07	2.03	1.65	3.03	2.51	2.33	1.08	0.21	14.50	2.11	16.61
III-3	0.49	1.09	1.91	2.10	1.66	1.55	1.09	0.27	0.04	10.22	2.31	12.53
III-5	0.41	0.38	0.93	0.75	1.74	2.06	1.42	1.06	0.04	8.79	2.51	11.30
IV-2	0.23	0.52	1.00	1.36	1.74	1.85	1.55	1.49	0.77	10.52	2.44	12.96
IV-6	0.07	0.23	0.79	1.20	0.96	1.49	1.55	0.63	0.11	7.03	1.45	8.48
合 計	2.52	4.47	8.67	9.71	13.47	15.22	15.46	12.06	2.18	83.76	16.95	100.71
%*	3.01	5.34	10.35	11.59	16.08	18.17	18.46	14.40	2.60	100.00	16.83	**
平 均	0.32	0.56	1.21	1.21	1.66	1.90	1.93	1.51	0.27	10.47	2.12	12.59

* 各齡級地下莖百分率為各齡級地下莖乾重佔地下莖合計之百分率

** 稈基之百分率為稈基乾重佔地下部合計之百分率

各樣區內地下莖生物量在各齡級之分布, 大致呈依齡級之增加而增多之趨勢, 亦即: 愈幼齡之地下莖愈少, 此與地上部1、2年生立竹偏少或為相同的傾向。可知桂竹林分在自然狀態下, 地下莖之發育更新與其地上部新竹之萌發同屬連續, 而絕非每年穩定, 其趨勢與孟宗竹林分之情形相似(呂錦明、劉哲政, 1982)。各齡級地下莖生物量在各樣區之分布情形變異甚大, 然由8個樣區全部之合計值或樣區之平均值視之, 其趨勢則甚為明顯。而其間頗值重視者, 是為6、7、8等老齡級之合計值偏高, 而3年生以下3個幼齡級之地下莖則不但偏低, 而且逐年減少。根據上田(1963)之研究, 孟宗竹及剛竹(*Phyllostachys bambusoides*)之地下莖, 均以2~6年生者最具生產潛力, 同為孟宗竹屬之桂竹或許類似。因此, 如果此一現象持續下去, 數年之後, 此林分內具有生產潛力之壯齡地下莖的數量將會逐年減少, 嚴重影響林分生產力之維持。

本研究所調查之桂竹林分, 以其立竹之胸徑生長依齡級之遞減而逐年變小; 各齡級株數的結構不合理, 尤其以1、2年生新竹之支數比率偏低(表1); 以及幼齡級地下莖生物量逐年減少等情形加以綜合, 似在暗示其生產力正值下降期。此亦即說明: 散生型竹類在自然放置狀態下, 雖亦以無性繁殖之特性, 每年分出地下莖, 以為更新之手段, 惟其量之多寡並非穩定。蓋散生型竹類之地下莖, 除當年新生者及老化(約9年以上)地下莖無生產能力外, 2年生~8年生地下莖均有可能萌發新竹, 而老齡地下莖所萌發者通常較小、量少, 所以, 當其齡級分布若老齡者偏高時, 就會影響到由其所萌發新竹之質與量, 亦即新生竹變小、量少, 殊影響林分年收穫量。又由於散生型竹類之生產完全依靠地下莖上節芽之發育、萌發為新竹或發育、伸展成為新的地下莖系統以致之, 其幼齡級地下莖偏少, 表示地下莖的更新情況不良, 也就是地下莖本身生產力的衰退。因此僅

視地上部新竹之更新狀態以判定此類林分之生產力並非足夠，更應重視地下莖之發育狀態、齡級結構，並應將以人工促進地下莖更新之處理，例如：挖掘地下莖(呂錦明、劉哲政，1984)或切斷地下莖(橋本、渡邊，1963)等加入於林分管理作業之中，方能保證其地上部生產量之穩定。

根據表6之資料推算，本研究調查之桂竹林分地下部生物量，可推算為12.59 ton/ha，其中地下莖部份為10.47 ton/ha，稈基部份為2.12 ton/ha，各佔地下部生物量之83.16%及16.84%，至於地下部生物量佔全林分生物量之百分率則約為30.78%。本桂竹林分雖因稈徑普遍較小，以致林分生物量較之孟宗竹者顯然較低，但其地上部、地下部各佔全生物量之百分率則相類似(呂錦明、劉哲政，1982)。惟本研究僅係竹山地區一個林分之例，故仍須以其他不同生長條件之林分加以研究，以明桂竹林分結構及其生產力的關係。

四、結論與建議

根據上述分析的結果與討論，可得下面幾點結論：

(一)本試區桂竹林分密度，每公頃為1萬株左右，1、2年生之新生竹比例僅為16%而顯然偏低，立竹平均胸徑明顯地隨年齡愈輕而漸小，且3年生以下幼齡地下莖的生物量也顯然偏低，大致而言，本試區桂竹林分之構造，無論其為地上部或地下部，均呈老多幼少之趨向，地上部的生長，則呈老幼小，似在暗示其生產力正在降低。

(二)本桂竹林分之胸徑分布曲線，在各齡級內為常態分布，但在全林分則為左偏分布，此或係顯示，本桂竹林分各齡階間之構成並非均勻，因而改變其分布樣式。

(三)桂竹各胸徑階層量之垂直分布，由上而下逐漸增加，樣竹之枝量與葉量在各樹高層內，大致呈對稱分布，稈、枝、葉量皆隨胸徑階層增大而有增大的傾向。

四桂竹樣竹之稈、枝及葉等各部對胸徑之相對生長式，即可滿足林分生物量估算的要求。樣竹各齡級稈、枝部與胸徑關係式之斜率不具分離性，而葉在各齡級間呈分離之現象，因此本試驗桂竹林分生物量，在稈、枝部各用其共同迴歸式，在葉部則需分別以各齡級之迴歸式，估算樣區內不同齡級立竹之現存量。

(五)本桂竹林分地上部稈量乾重在15.64~24.16 ton/ha；枝量在5.41~8.13 ton/ha；葉量0.95~

1.38 ton/ha，稈量：枝量：葉量為72：24：4。本試區林分生產力低落是否由於林分葉量不高所致，尚有待進一步探討。

(六)桂竹林分之地下部生物量，經推算結果為12.59 ton/ha，其中1、2年生幼齡地下莖之生物量各僅佔3.01%及5.32%而顯示偏低，但因散生型竹類之地上部物量均須靠地下莖上節芽之發育萌芽或竹始能得之，故以人工促進地下莖更新之作業，應予加入於竹林經營之作業體系中方屬合理。

引用文獻

王子定. 1980. 孟宗竹地上部生物量之積聚與分布—淨初生產量測定模式之導出. 台大實驗林研究報告, No.125.

江濤. 1971. 台灣之竹類資源及其經營. 中華林學季刊, 4(4): 77-107.

李久先. 1983. 桂竹生長型式之研究. 科學發展月刊, 11(9): 861-867.

呂錦明、劉哲政、林文鎮. 1982. 孟宗竹林更新及改良栽培試驗(1)—孟宗竹單株立竹之生長特性. 林試所報告, No.367.

呂錦明、劉哲政. 1982. 孟宗竹林更新及改良栽培試驗(2)—林分構成與生長特性之研究. 林試所報告, No.376.

呂錦明、劉哲政. 1984. 孟宗竹林更新及改良栽培試驗(3)—更新及栽培處理之效果. 林試所報告, No.438.

林維治. 1961. 台灣竹科植物分類之研究. 林試所報告, No.69.

林維治、康佐榮、黃松根、江濤. 1962. 台灣主要竹林資源之調查. 林試所合作報告, 第4號.

林務局. 1979. 台灣區竹材消費與加工運銷調查報告書.

林務局. 1988. 台灣林業統計.

高毓斌. 1980. 孟宗竹林之地上部生物量、淨生產量及氮積聚. 台灣大學碩士論文, 台北.

劉宜誠、高毓斌. 1988. 孟宗竹與銀合歡人工林生物量之綜合關係式. 林業試驗所研究報告季刊, 3(1): 393-406.

李久先. 1977. 桂竹林施業上之研究. 東大博士論文, 345頁.

上田弘一郎. 1963. 有用竹と筍——栽培の新技術. 博友社, 東京, 314頁.

依田恭二. 1971. 森林の生態學. 築地書局, 東

- 京, 47-51頁。
- 佐藤大七郎. 1973. 陸上植物群落の物質生産Ia
— 森林. 共立出版社。
- 沼田 眞. 1962. 竹林の生態學. 日本生態學會
誌, 12(1): 32-40.
- 沼田 眞、岩瀬 徹. 1975. 圖説日本の植生。
朝倉書店, 東京。
- 渡邊政俊. 1987. 生態的立場からみた竹林施業
に関する基礎的研究。九大博士論文。
- 橋本英二、渡邊政俊. 1963. 目黒式タケノコ栽
培竹林における地下莖の生育について。富士
竹類植物園報告・No.7, 49-59頁。
- Dixon, W. J. 1981. BMDP Statistical
software. Univ. of California Press. 726p.
- Stephenie, P. Joyner. 1985. SAS User's
Guide: Statics, Version 5 Edition. Cary, Nc,
SAS Institute Inc. USA. 956p.