

## 六龜地區臺灣杉人工林之生長

林照松 洪富文

### 摘 要

就六龜地區選擇7、8、10、15、17及18年生的臺灣杉人工林各三個0.05公頃的試區進行調查，每個試區分別測得樹高(HT)、胸徑(DBH)、枝下高(LH)及枯枝高(DH)的值，經由計算求得樹冠長(LC)、樹冠比(RC)、枝下比(HR)、枝下形狀比(SR)、形狀比(S)及材積值。再利用迴歸模式來分析胸徑、林齡與其他性態值間的關係。

結果顯示出胸徑與樹高、樹冠長、樹冠比及材積間具有高度正相關；胸徑與枝下比、枝下形狀比及形狀比間則有高度的負相關。枝下形狀比為林木生長活力的良好指標。

在六龜地區，臺灣杉人工林在栽植密度為2000株/ha，於17年生時，其材積可達220 m<sup>3</sup>/ha，然而從樹冠長、枝下比、胸高斷面積及材積增加的情形來判斷人工林的發展，10年生可進行非商業性疏伐，15~18年生之間則可結合打枝作業來施行商業性疏伐。

關鍵詞：林分密度控制、枯死枝下高、人工修枝。

林照松、洪富文. 1991. 六龜地區臺灣杉人工林之生長. 林業試驗所研究季刊. 6(3):229-248.

### The Growth of *Taiwania cryptomerioides* at Lu-Kuei Area

Chao-song Lin and Fu-wen Horng

#### [Summary]

At Lu-kuei area, three 0.05 ha temporary plots in each *Taiwania Cryptomerioides* with age of 7, 8, 10, 15, 17 and 18-year-old, respectively, were selected. For every tree in each plot, tree height, DBH, clear-length, attached dead branch length were measured, and crown-length, live-crown ratio, clear-length ratio, clear-length to diameter ratio, stem height to diameter ratio, tree volume, were calculated. For the plot, basal area, and volume per hectare were estimated. Relationship of DBH, age and the other attributes, were analyzed with regression models.

As the results indicated, high positive exponential relation is existed between DBH and HT, crown-length, live-crown ratio and tree volumes for each age studied, and high negative exponential relation is existed between DBH and clear-length ratio. Clear-length to diameter ratio can be a good indicator for tree growth vigor. At Lu-Kuei area, *Taiwania* plantations with initial plenty density of 2000/ha, can reach a volume of 220m<sup>3</sup>/ha. However, judge from the trend of crown length, clear-length,

1991年1月送審

1991年5月通過

clear-length ratio, basal area and volume increment with plantation development, non-commercial thinning can be started at age of 10 years, and commercial thinning in combination with pruning can be started between ages of 15~18 years.

**Key Words** : stand density control, attached dead brank length, artificial green pruning.

**Lin Chao-song and Fu-wen Horng.** 1991. The Growth of *Taiwania cryptomerioides* at Lu-Kuei Area. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 6(3):229-248.

### 一、緒 言

臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata), 又名亞杉, 英文名Taiwania, 為本省特產之優良樹種, 樹幹通直, 胸徑可達3公尺, 樹高可達60公尺, 為常綠大喬木。其在天然林中生長亦非常快速, 雖屬過熟之老齡木, 其幹材仍甚圓整無瑕疵, 故其幹材之利用率甚高, 木理通直, 施工容易, 對白蟻之抵抗力不亞於檜木, 而對於海港蝕材蟲之抵抗力特強, 因此木材用途甚廣, 而為本省甚有經濟價值之樹種。

林業試驗所六龜分所, 早在二十餘年前, 即進行小面積之栽植, 並自民國六十一年起, 逐年進行臺灣杉之造林; 及至今日, 六龜分所已有近1300ha的臺灣杉造林地, 唯至今並無較完整之生長資料, 可供分析此一歷經近20年之造林、撫育計劃之(包括何時進行打枝、疏伐等)參據。因此本研究係歷年之臺灣杉人工林, 提出六龜地區臺灣杉人工林生長過程中有關胸徑、樹高、枝下高、枝枝高、樹冠長...等與樹齡之相互關係, 並探討林分結構及樹冠發展和樹幹生長間之關係, 以提供吾人研究疏伐撫育、修枝方式、修枝高度等處理之參考。

### 二、前人研究

#### (一)臺灣杉人工林生長及撫育之研究:

本省對臺灣杉的研究, 除了形態及育種、造林方面較多外, 其它方面之試驗仍不普遍。而在生長收穫方面, 洪良斌(1974)曾調查光復前試植成功之臺灣杉林分, 發現同一地區臺灣杉的生長皆較同齡的柳杉為佳, 且在調查六龜分所第3林區之34年生臺灣杉造林木, 發現該林分未實施疏伐撫育, 立木度甚大, 其中除少數優勢木生長較正

常者外, 大多數淪為被壓木及中庸木, 其生長均甚惡劣, 林內被壓而死之枯立木比比皆是, 因此建議實施中度疏代, 藉以促進其生長及開花結實, 另據林維治(1975)之研究臺灣杉之栽植距離以密植(1.5m×2.0m及1.5m×1.5m)較為適宜, 其10年生時單位面積之立木材積可較疏植(2.5m×3.0m及3.0m×3.0m)增加2.24~2.72倍。另據劉宣誠等(1984)在研究臺灣杉造林木生長與材質時指出, 臺灣杉之材性大致於幼年期已趨於穩定, 且其比重已與成熟材相近, 足可供加工利用之需, 建議選擇適當的生育地, 大面積集中培育材質均勻且強度較佳之幹材, 必可縮短臺灣杉之輪伐期, 羅卓振南(1988)指出臺灣杉若未行修枝, 於林冠鬱閉後, 冠層下方之部分側枝即相繼乾枯, 枯枝殘存4~5年後仍未能自動脫落, 致成死節, 影響材質生長甚大, 他認為人工修枝之施行確實必要, 且以側枝自然枯死前為宜。

#### (二)樹冠發展和樹幹生長之關係:

林分密度控制(stand density control)和人工修枝(artificial green pruning)為生物學上的原理和觀念, 而其對於林分中單木生長的影響或可歸因於樹冠構造或樹冠發展與樹幹生長間之關係。例如生產無節良材(knot-free timber)之人工修枝理論, 必須瞭解經由天然修枝而產生的枝下高和人工修枝高度間之基本有關訊息, 而這些訊息可說明林分密度和各生育階段, 樹冠發展和樹幹生長間之關係與趨勢, 更進一步而言, 這對各種不同林型之基礎研究, 如木材質與量之預測, 培育抵抗氣象危害森林之撫育技術等, 意義重大。

在日本, 有關同齡林、立木密度和生長之研究已非常進步, 其結果被應用於林分密度控制之撫育技術上, 然而有關樹冠構造和樹幹生長間之關係、分析不同生育階段、不同林分間之關係, 迄未建立。針對上述研究的不足, 藤森(1984)研

究在不同生育階段與林分密度下樹冠長、枝下高、限定直徑高(height at a definite diameter of the stem)之關係，並建立枝下高、樹冠長模式，供修枝作業理論參考。

三、材料與方法

(一)供試材料：

1.供試林地概況：

本研究之臺灣杉造林地係位於林業試驗所六龜分所轄內之試驗林。該試驗林位於臺灣南部，高雄縣茂林鄉境內，為荖濃溪以東，中央山脈西側之狹長地帶，位於北緯22°51'2"至23°00'3"及東經120°39'59"至120°45'2"之間。

本研究所選定之樣區，位於第3林區、第12林區及第13林區，海拔高約1100~1600m，其地質岩層屬中生代上部粘板岩層，土壤呈酸性，腐植質厚，為粘質壤土(劉宣誠，1984)。根據樣區附近鳳崗山氣象測候站(1986~1988)資料顯示，試驗地之年平均溫度為18.7℃，年雨量為2062mm，且多集中於5~9月，有明顯的乾溼季。

2.林分概況：

本試驗林分原屬天然闊葉樹林地，經歷年伐採後，於民國六十一年起陸續建造臺灣杉人工林，至今各齡級之林分皆有，具有人工林永續經營之雛型，各齡級之林木生長良好，立木度均勻，惟均著生濃密的側枝，部分林木梢端有分叉幹之生長。

(二)研究方法：

1.樣區設置及樣木調查：

本研究於78年底選取7、8、10、15、17及18年生等6個林齡之臺灣杉人工林為調查目標，每個林齡取3個樣區，每個樣區之大小是為0.05ha，總調查面積為(0.05ha × 3plot × 6ages)0.9ha。由於造林時栽植密度之不同，而有2000株/ha(2m × 2.5m)及2500株/ha(2.5m × 2.5m)等二種，其中除了18年生為2500株/ha外，其餘皆為2000株/ha，因此本研究主要是以2000株/ha者為調查對象，而將2500株/ha的18年生列為參考，以期明瞭不同栽植密度對林木生長之影響。

於上述18個樣區調查全部林木之胸徑(DBH)、樹高(HT)、生活枝下高(clear-length, LH)及枯死枝下高(attached dead branch-length, DH)及株數，並由上述資料求取下列性態值：

項	目	代 號	定 義
樹冠長	crown-length	LC	LC = HT-LH
樹冠比	live-crown ratio	RC	RC = LC/HT
枝下比	clear-length ratio	HR	HR = LH/HT
枝下形狀比	clear-length to diameter ratio	SR	SR = LH/DBH
形狀比	stem height to diameter ratio	S	S = HT/DBH
胸高斷面積	basal area	Basal	Basal = DBH <sup>2</sup> × 0.79
材積	volume	Volume	Volume = Basal × HT × f *

\* 形數f = 1.1501 - 0.0792A + 0.029A<sup>2</sup> - 0.00003A<sup>3</sup>，A = 林齡(劉宣誠等，1984)

2.尋求各項生長間之相關性及其最適迴歸方程式

(1)依林齡為單位，測試各項性態值和林木胸徑間之相關性，進行F一檢定，如有顯著，則進一步探討迴歸關係，所設定模式為： $y = ax^b$ ，y：性態值，x：胸徑，a、b：常數。

(2)測試各項性態值與林齡間之相關性，並繪製鬚盒圖，以明瞭性態值之變異程度，再進一步探討彼此間之迴歸關係。

(3)由樣區調查資料來推算每公頃的胸高斷面積及材積值。

四、結果與討論

(一)臺灣杉人工林供試林分之各項調查結果分析

1.樣本的胸徑級分佈：

胸高直徑階之株數分佈情形如表1所示，其相

對頻度分佈情形如圖1所示。在各林齡之林分中，除了被壓木外，其樹高生長、胸徑生長等之頻度 (frequency)，大都趨近常態分佈(normal distrib-

ution)，一般而言，胸徑隨林齡增加而增加且變異數也增加。

表1. 樣本按胸徑級之分布.

年齡	各 直 徑 階 株 數																		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	合計
7	4	17	32	45	58	52	24	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	234
8	-	2	21	14	33	35	31	25	29	11	7	2	-	-	-	-	-	-	210
10	-	1	5	11	24	39	55	63	35	5	1	1	-	-	-	-	-	-	240
15	-	-	4	6	4	9	22	21	43	29	20	19	14	11	3	4	3	1	213
17	-	-	1	3	4	8	20	18	27	37	31	27	15	8	6	-	1	-	206
18	-	-	-	2	6	14	17	32	32	48	52	43	34	25	6	3	-	-	314
合計	4	20	63	81	29	157	169	161	166	130	111	92	63	44	15	7	4	1	1417

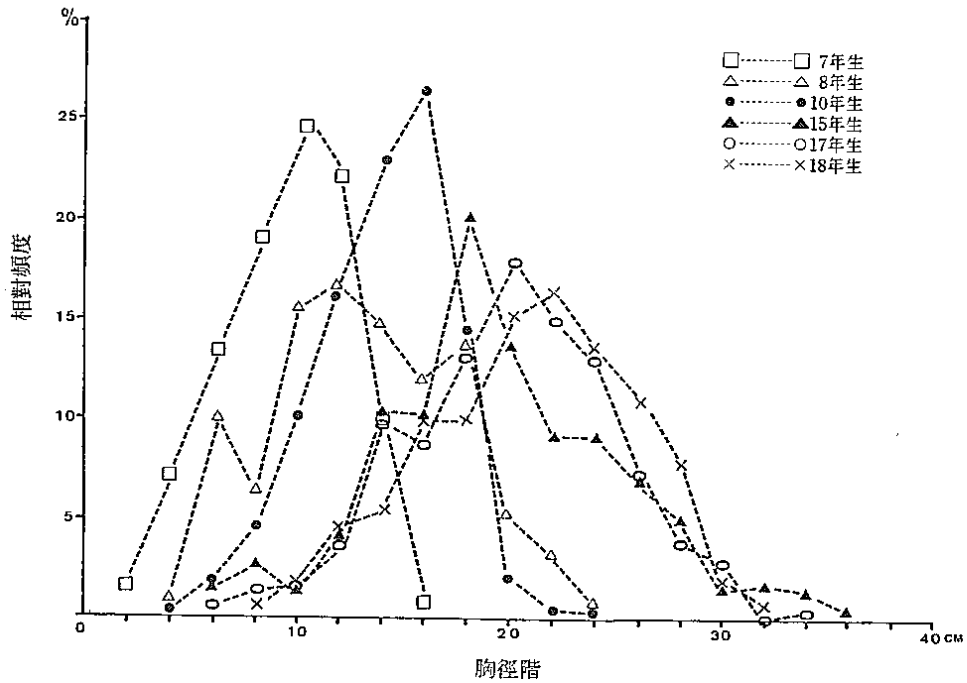


圖1. 台灣杉供試林分樣本依胸徑階之相對頻度圖

## 2. 胸徑與各項性態值之關係：

雖然各林齡之自由度皆不相等，但都為大樣本(大於120)，因其差異不大，可以視為無差異，因此本研究即以此前提下，計算其相關係數值；不同林齡林分下，胸徑與各項性態值之相關係數

如表2所示，樹冠比與枝下比對胸徑之相關程度較低，各為0.3~0.6及-0.3~-0.6間，其他各項與胸徑皆是高相關，其中材積與胸徑關係高達0.96以上。

表2. 胸徑與各項性態值之相關係數表.\*

變	數	／	齡級	7年	8年	10年	15年	17年	18年
自	由	度	df	233	209	239	212	205	313
樹		高	HT	0.767	0.809	0.856	0.768	0.665	0.534
樹		冠	LC	0.759	0.797	0.826	0.762	0.665	0.524
樹		冠	RC	0.315	0.557	0.611	0.545	0.499	0.447
枝		下	HR	-0.305	-0.596	-0.495	-0.491	-0.492	-0.468
枝	下	形	SR	-0.786	-0.794	-0.687	-0.770	-0.718	-0.748
形		狀	S	-0.888	-0.684	-0.603	-0.883	-0.800	-0.644
材		積	V	0.991	0.986	0.988	0.991	0.983	0.963

\* 相關係數均達0.05顯著水準。

## (1) 樹高與胸徑之關係：

不同林齡下，樹高與胸徑之迴歸方程式如圖2所示，相關係數隨著林齡增加而增加，至10年生時為最大值，主要原因是幼齡時，光線充足，樹高對胸徑之相對生長率隨林齡之增加而增加，而相關係數在15年生時即開始急速下降，至18年生時，一直維持在0.5左右，顯示此時林分逐漸鬱閉，林木生長空間受限，林木互相競爭的影響，遂形成優勢木及被壓木，林木間的生長差異大；從林木分散度的變化而言，r值由7年生的0.767上昇至10年生的0.856，然後下降，亦表現競爭造成的現象。由以上的現象，可以提供做為第一次撫育疏伐時間的參考，亦即當二者的相關係數開始降低時，則可考慮進行下層疏伐，以增加林木之生長空間。

圖2(f)的圖點分布比較零亂，其r值亦為最小，主要原因係栽植密度的關係；由於18年生的臺灣杉，栽植距離為2m×2m，與其他齡級的2.5m×2m相比較，其生長空間較小，因此林分鬱閉時間提早來臨，亦即林木競爭較快，因此如為較高密度栽植之造林木，其第一次撫育疏伐似可提早實施之。

## (2) 樹冠長、樹冠比與胸徑之關係：

樹冠長(LC)乃為樹高減去生活枝下高的長度。樹冠長為林木生活力之指標，當樹冠長逐漸變

小時，也可說林木生長邁入衰退期，因此林木之樹冠長與胸徑之關係，亦為探討林木生長活力之重要參據。

由圖3所示，樹冠長與胸徑成正相關，而其相關係數r值，則隨林齡的增加而有先增後減的趨勢，10年生時最大，18年時最小，此種情形與樹高一胸徑曲線相似。

樹冠比為樹冠長和樹高的比值，亦即樹冠長佔林木總樹高之比率，在栽植密度一定之人工林中，樹冠比有其上限值及下限值，低於下限值則林木有可能淪於死亡，小林正吾(1978)指出，當樹冠比達0.16時，林木(日本落羽松)將淪於死亡，而此時林木樹高為限界樹高。由圖3及圖4，樹冠長、樹冠比有隨胸徑增大，而有較大值的傾向，因此可判斷出胸徑愈大具有較佳之生長活力；而就年齡階而言(圖9、10)，則樹冠長變化不明顯，平均維持在5~8公尺間，此正說明臺灣杉人工林至18年生止，尚在繼續生長而毫無林分老化之現象，而林分之樹冠比在10年生後，均值由0.9下降至0.5左右，此時則需考慮是否實施疏伐，降低林木密度，以提高林木之生長活力。據李久先(1987)研究紅檜人工林生長時建議，若為顯及林木形質而修枝，樹冠比值於0.400為可行範圍，最低亦以0.300為限，以避免低於下限值而使林木可能淪於死亡。

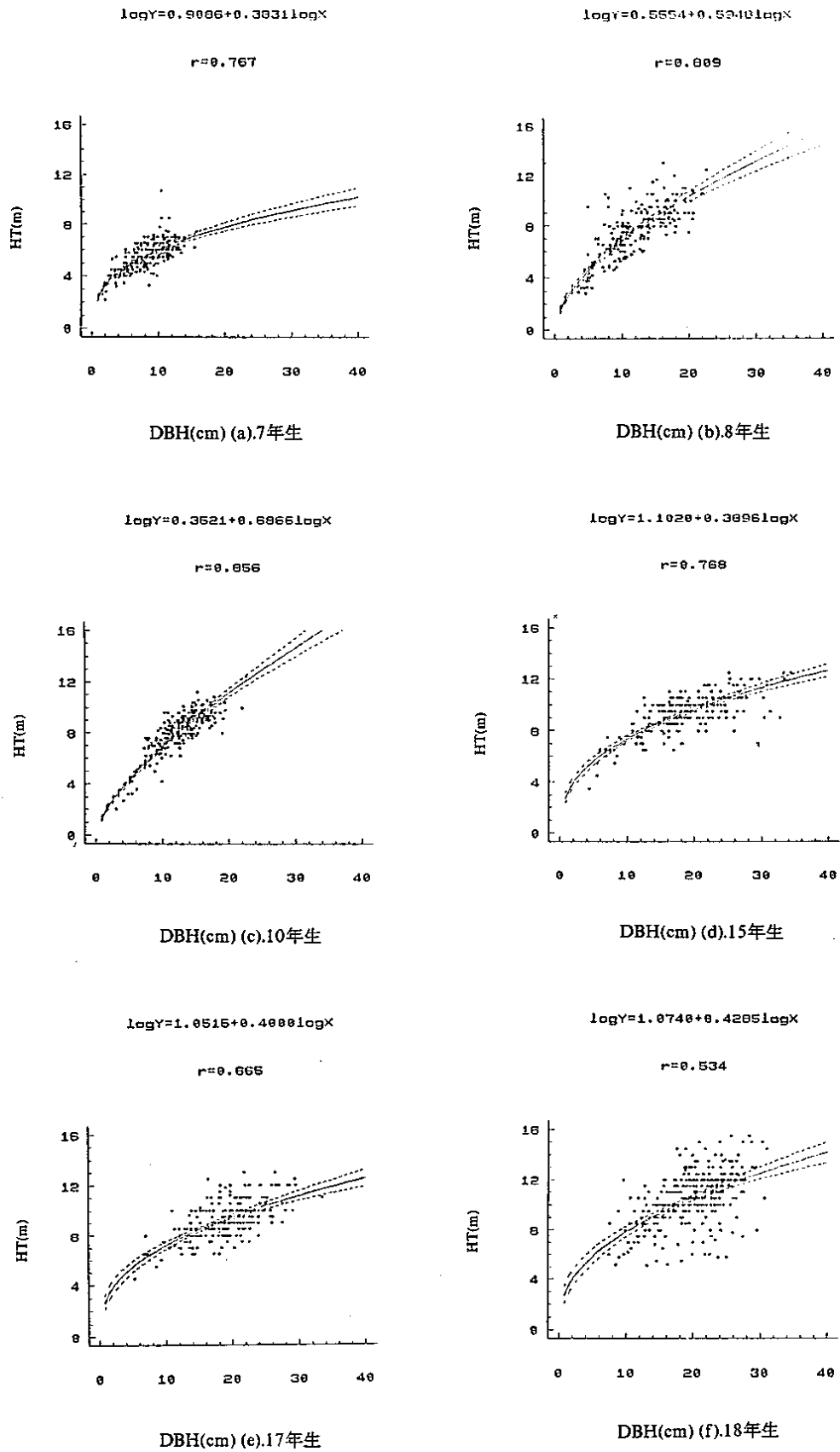


圖2. 不同齡級之胸徑—樹高迴歸式

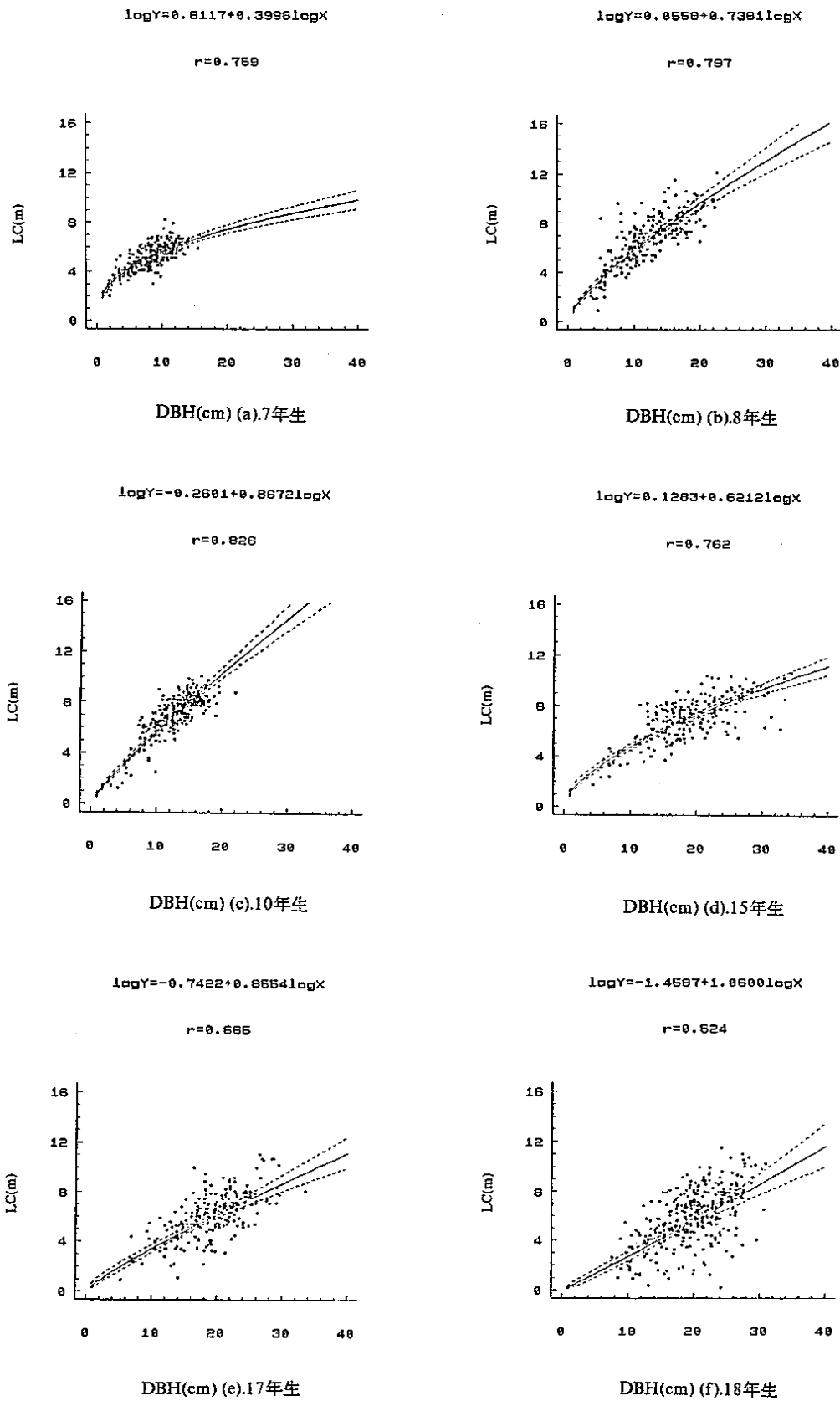


圖3. 不同齡級之胸徑—樹冠長迴歸式

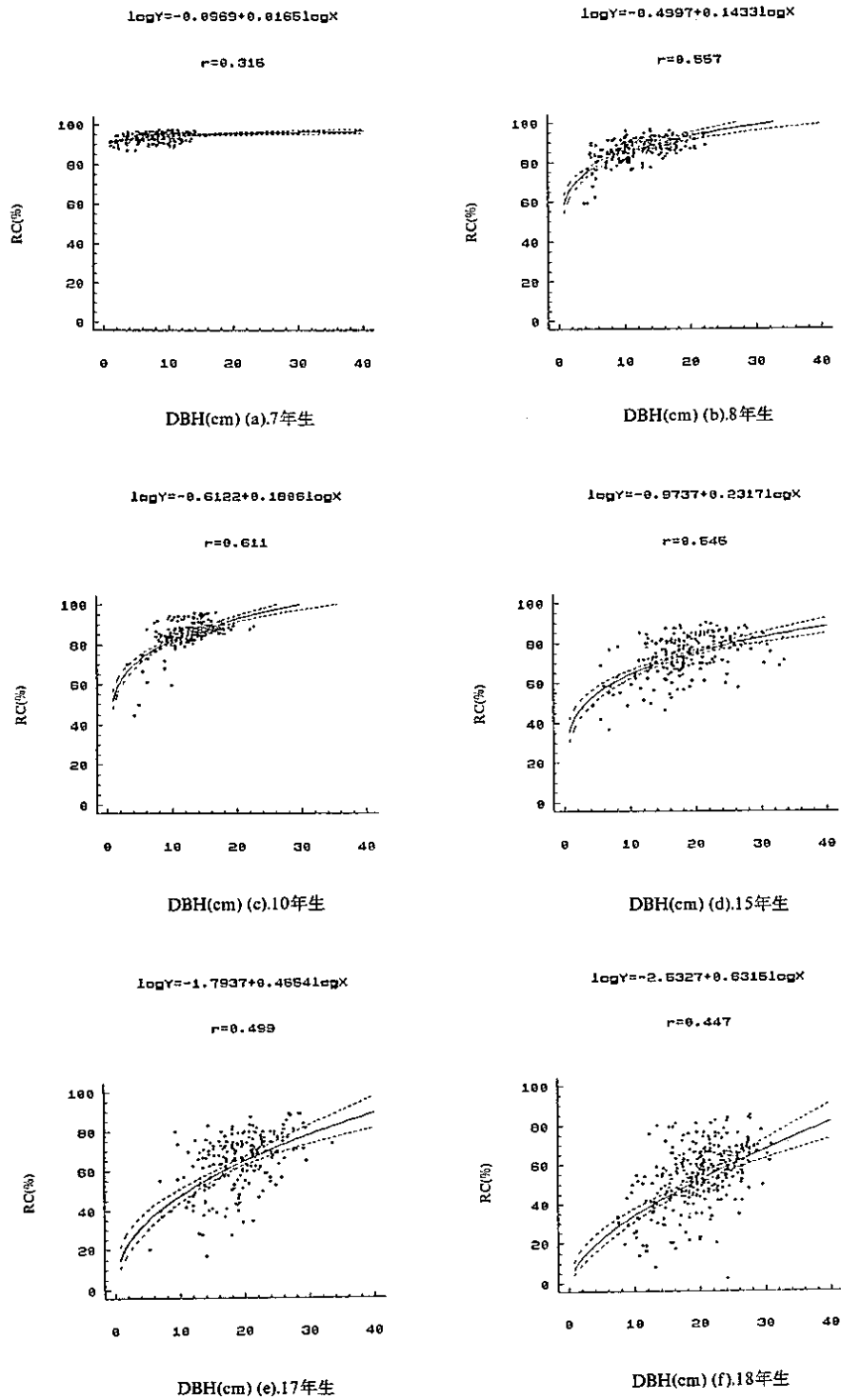


圖4. 不同齡級之胸徑—樹冠比迴歸式



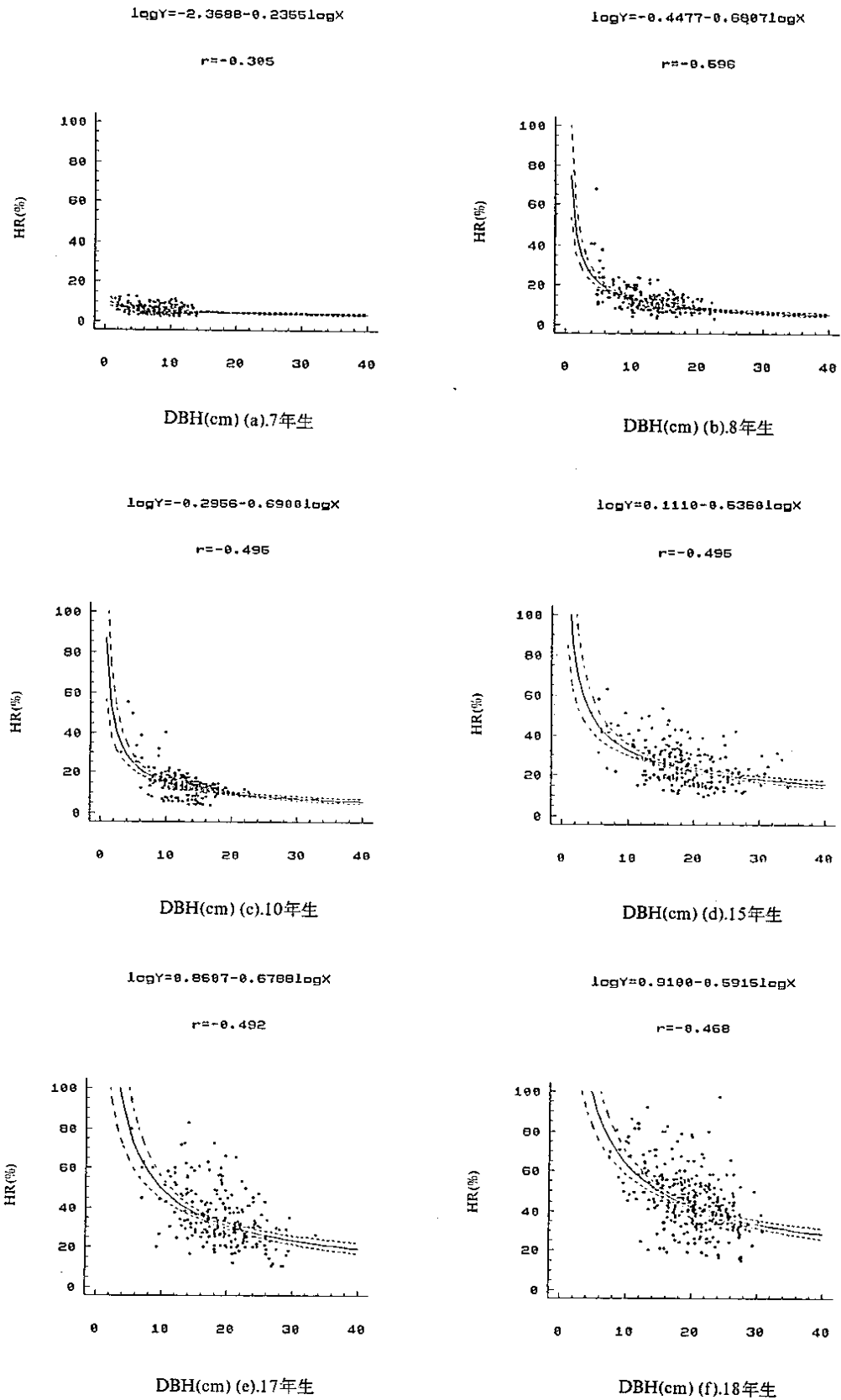


圖5. 不同齡級之胸徑一枝下比迴歸式

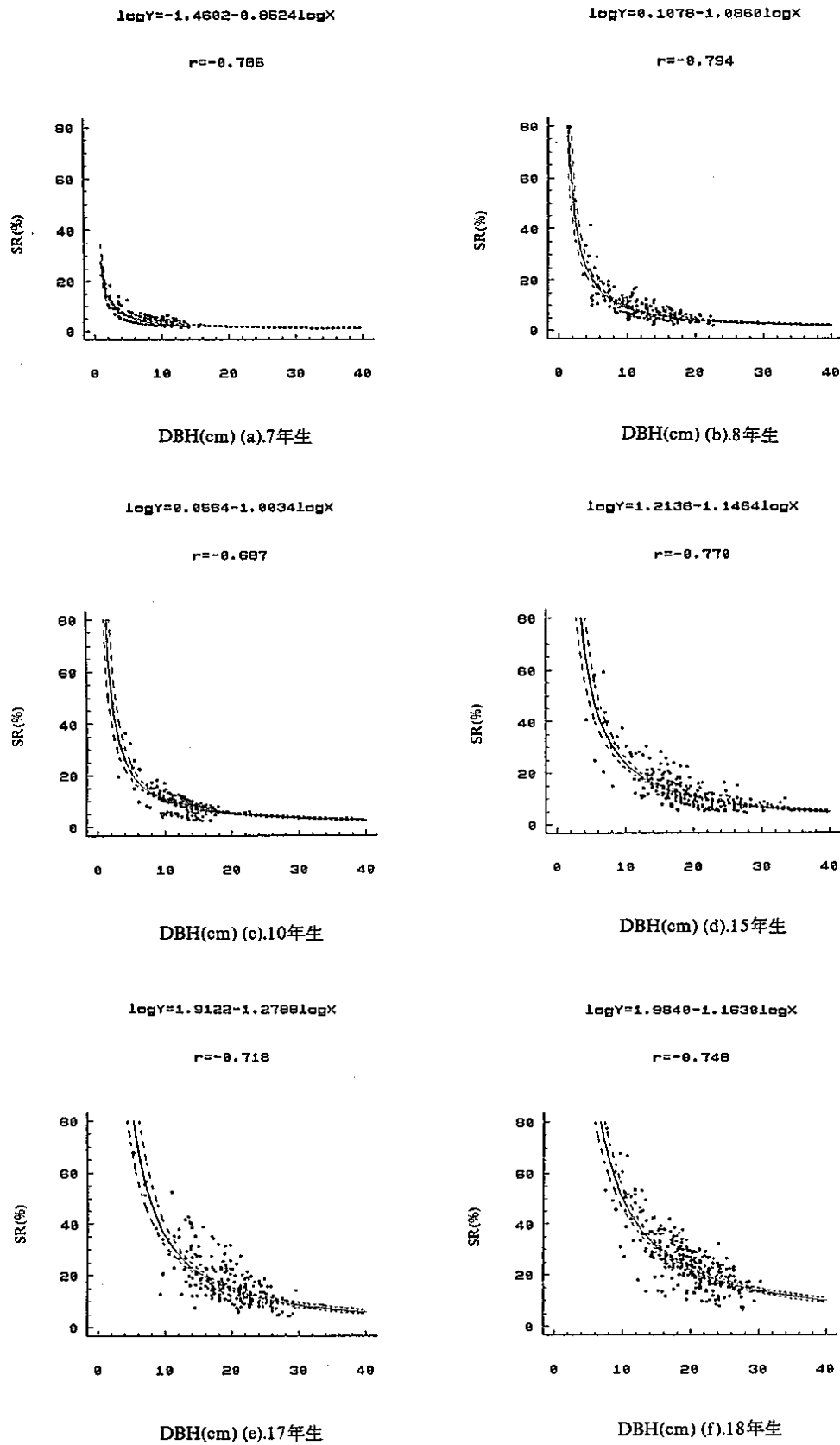


圖6. 不同齡級之胸徑一枝下形狀比迴歸式

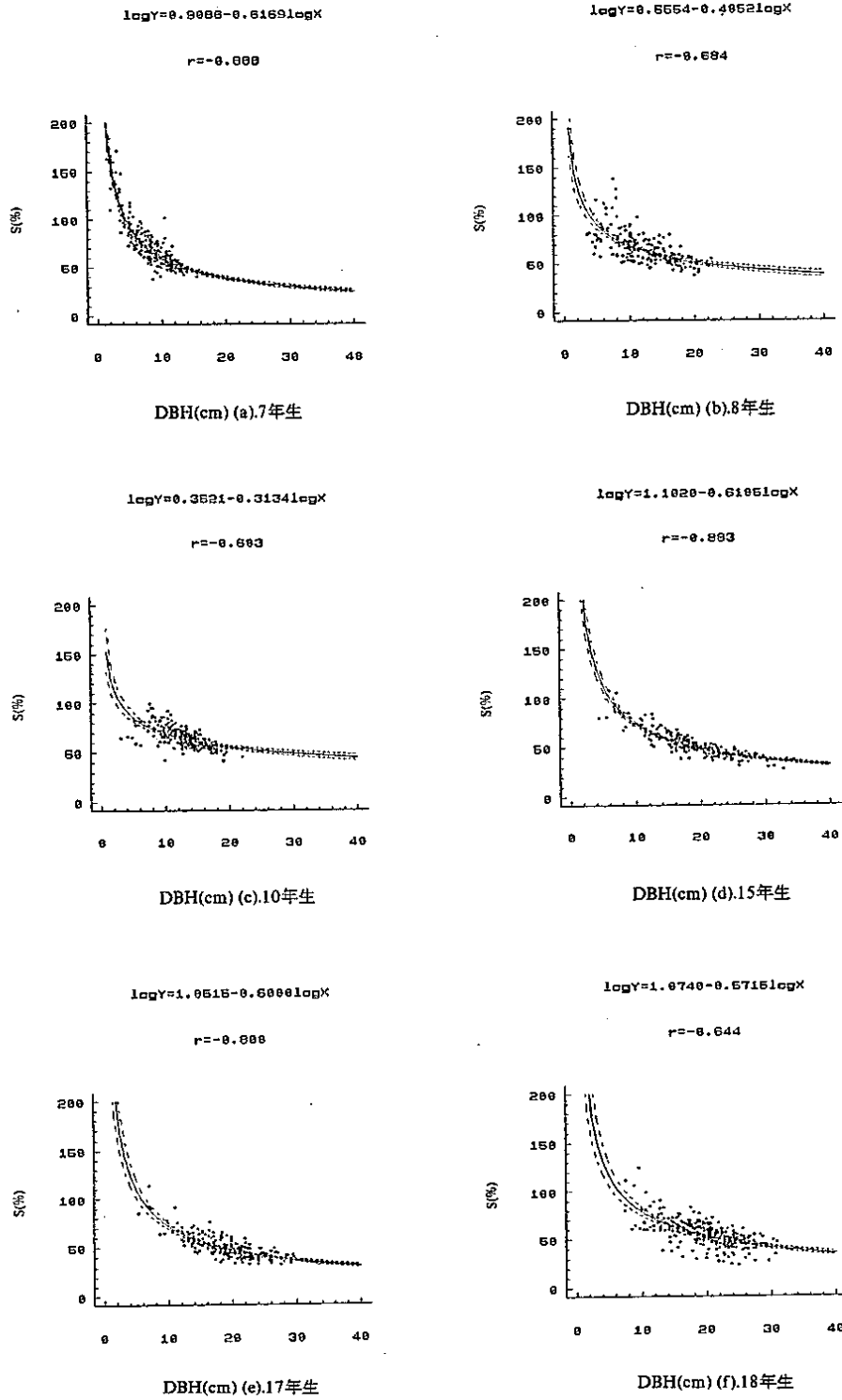


圖7. 不同齡級之胸徑—形狀比迴歸式

(3)枝下比、枝下形狀比及形狀比與胸徑之關係：

枝下比(HR)為生活枝下高與樹高之比值，枝下形狀比(SR)為生活枝下高與胸徑之比值，而形狀比(S)則為樹高與胸徑之比值，後者用以表示樹幹的形狀，其意義和相對幹形類似，為表示林木生長活力之較為便利的方法之一(松田正宏，1984)。由圖5、圖6、圖7視之，此三項值與胸徑皆為負相關之迴歸關係，其中以枝下形狀比及形狀比與胸徑之相關性較高，然而就年齡階而言(圖9、10)，則枝下比、枝下形狀比為正相關，而形狀比負相關，這種現象主要是因林分鬱閉後，林木之相對高生長較之相對胸徑生長減緩，此有助於形成較圓滿之幹材，而隨年齡階之增加，林木之生活枝下高(LH)亦受林分鬱閉之影響，有漸次變高的傾向，此時枝下形狀比亦隨之增大表示幹材材積佔立木材積之比率仍在繼續增加。由前述三項性態值與胸徑、年齡之關係，雖都可表示出林木生長活力之情形，然而因林分鬱閉後，樹高之測計較為困難，而位於樹冠最下層之生枝，即枝下高較容易測定且可正確而迅速的求取。

(4)單株材積與胸徑之關係：

單株材積與胸徑之間，具有高度的正相關(圖8)，本研究以不同齡級求出單株材積—胸徑之材積式有6個，此對於地區性之同齡人工林之材積求取非常方便；以往單木材積之求取，必須調查胸徑、樹高，再乘以形數值，才可求得，唯林分鬱閉後，樹高之測計困難度加大，且不易準確求得，如此求出之材積則不甚可靠，如吾人能善加利用胸徑—材積式，則祇需調查胸徑，即可求出材積，此對於小面積林分材積估測，堪稱十分簡便，唯使用時需先查明林齡，以免因年齡差異而誤用材積式。

(二)臺灣杉人工林各性態值與林齡之關係：

本研究以鬚盒圖(Box-and-Whisker Plot)來表示各性態值之變異程度，鬚盒圖是以圖形顯示摘要統計量(Summary Statistics)之一種有效方法，其允許吾人檢視偏離鬚盒本體之點(outlier)並注意不對稱表現(asymmetric behavior)，因為此種圖形把資料分成等頻度之四個區域。

1.不同林齡下各性態值之變異程度：

(1)胸徑、樹高(圖9(a)(b))皆有隨林齡增加而增大的趨勢，亦即林齡愈大，其平均胸徑、樹高值也愈大，但其林齡間之變異程度則無明顯的不同。

(2)生活枝下高(LH)、枯枝高(DH)與胸徑間雖不具任何相關性，然而與林齡則有高度的正相關(圖9(c)(d))，此乃因林分逐漸鬱閉後，由橫向及上方進入之光線漸減，下枝成長所需的光源不足，致使下枝漸往上枯萎，此結果與松田正宏(1984)所得結果相等。而在淨枯枝高(LDH)方面，亦呈相似之情形，淨枯枝高係每一單木之生活枝下高(LH)與枯死枝下高(DH)的相減之值；其中尤以18年生部分，因初栽時密度較大，致使其淨枯枝高值(圖9(e))大為提高，因此林分密度亦為影響淨枯枝高的重要因素之一。臺灣杉側枝枯死後，並不容易自然脫落，如讓其自然存在時，則對於爾後之生長，易產生有死節的劣等材(羅卓振南等，1988)，此對於長伐期之臺灣杉而言，是最不願見到的，如能在淨枯枝高逐漸擴大時，先行打枝作業，此舉不僅可輕易的將枯枝清除，也將可產生高價值的無節材，符合森林經理的經濟性原則。

(3)不同林齡之樹冠長(LC)(圖9、(f))並無明顯之差異，亦即樹冠長對鬱閉林分之林木，常保持一定的長度，然而樹冠比(RC)(圖9(g))卻隨林齡有漸減的情形，且齡級間之變異程度有逐年擴大的現象，此種情形與林分鬱閉後林木生長競爭有關，競爭愈大則樹冠比之變異愈大。

(4)枝下比(HR)、枝下形狀比(SR)有隨林齡而增大(圖9.1(h)(i))，此種現象表示幹材佔立木之比率逐年提高，亦可指出林木是在成長階段，尚未邁入成熟期，而林齡間之變異程度也逐年加劇，此亦與林分密度有關，在此不再贅述。

(5)胸高斷面積、單株材積(圖9.1(k)(l))有隨齡級而增大其變異程度，此乃因林分鬱閉後，林分內優勢木與被壓木漸次形成，而加大其變異性。

2.各性態值與林齡之迴歸關係：

為了避免不同之栽植距離對於性態值產生差異，因此將18年生的臺灣杉資料予以剔除，以提高統計之正確性。從圖10(a)~(l)顯示，除了樹冠長以外，其餘的性態值皆與林齡有極大之迴歸關係，其中除了樹冠比及形狀比為負迴歸關係外，其餘皆為正迴歸關係。

(三)不同林齡每公頃的胸高斷面積、材積之推算

各齡級之平均每公頃的胸高斷面積及材積值(表3)，隨林齡之增加而其差異有加大之趨勢，與林齡之迴歸(圖11)則具有極高的正相關；由樣區調查來推算每公頃之斷面積、材積時，可發現同齡間各樣區之株數、單株斷面積及單株材積有稍

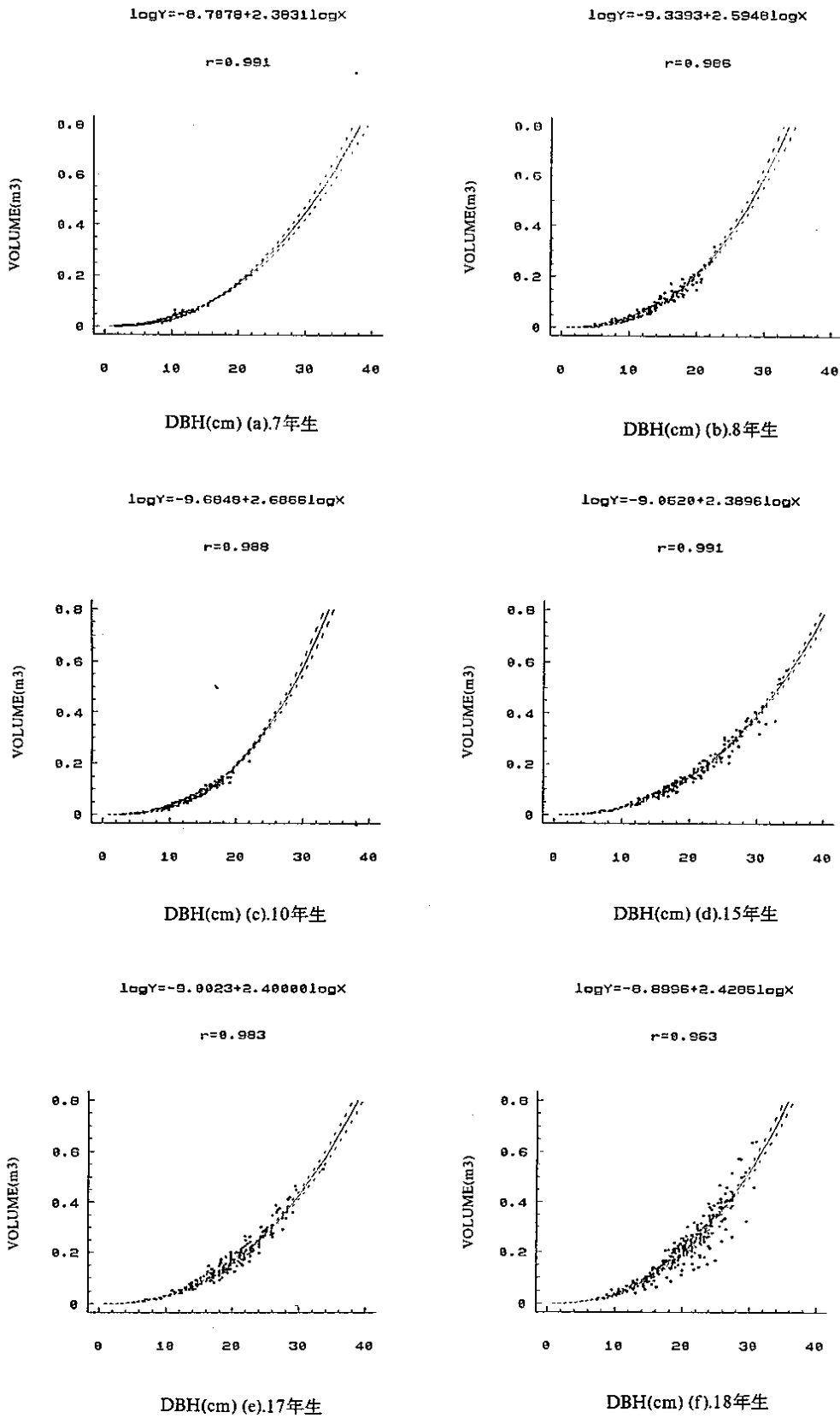


圖8. 不同齡級之胸徑—材積迴歸式

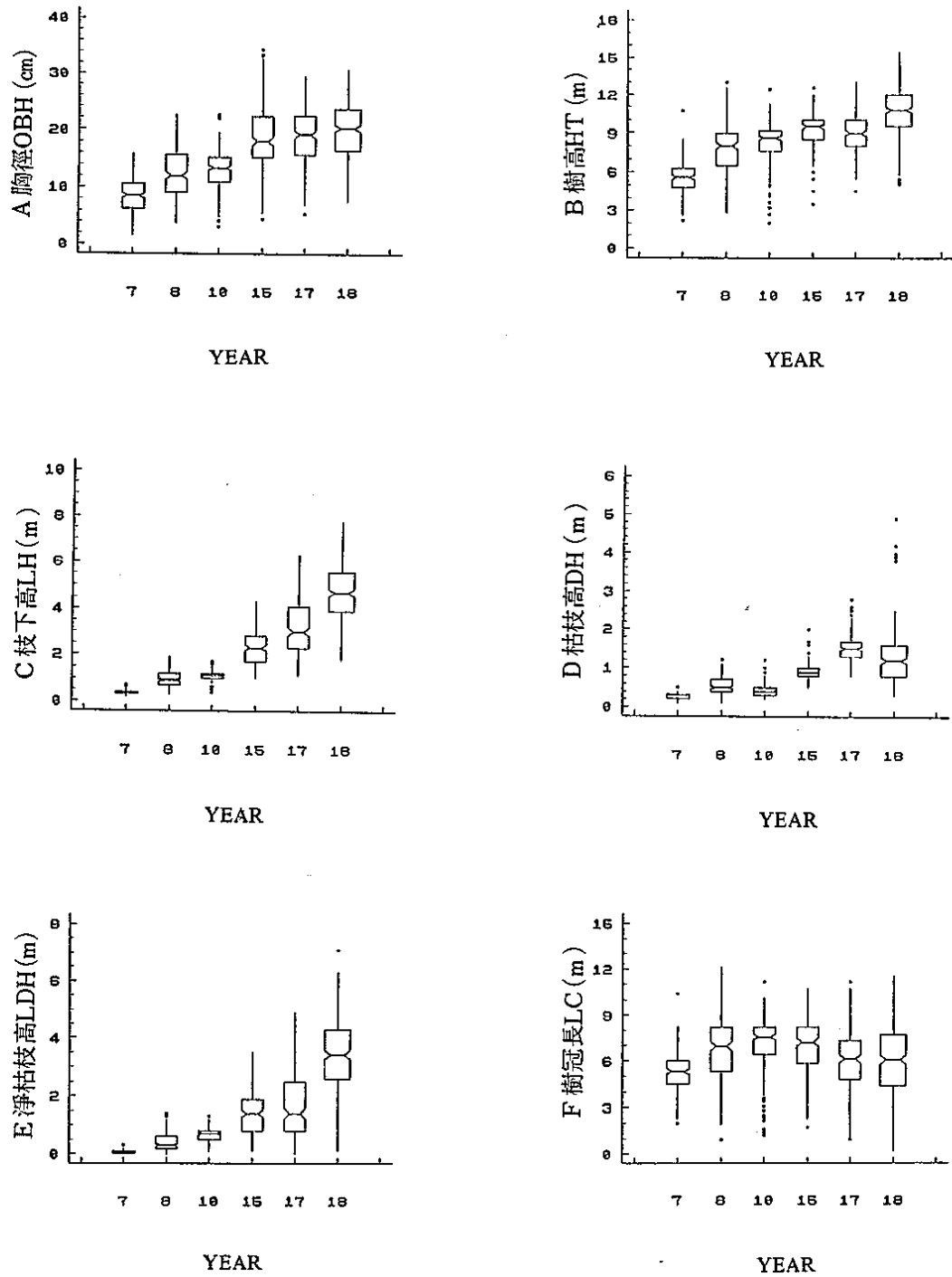


圖9. 各項性態值與樹齡關係之聚盒圖

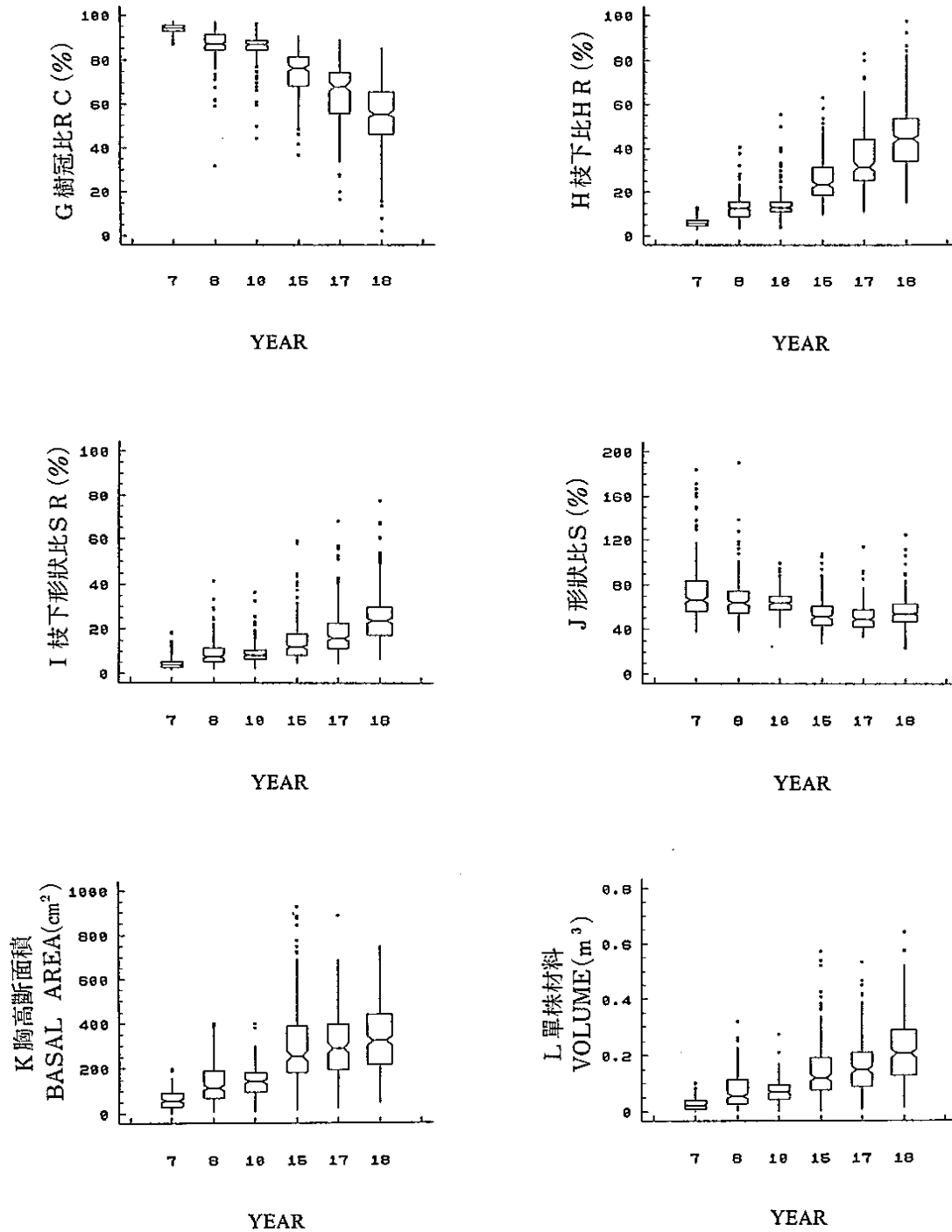


圖9-1. 各項性態值與樹齡關係之鬚盒圖

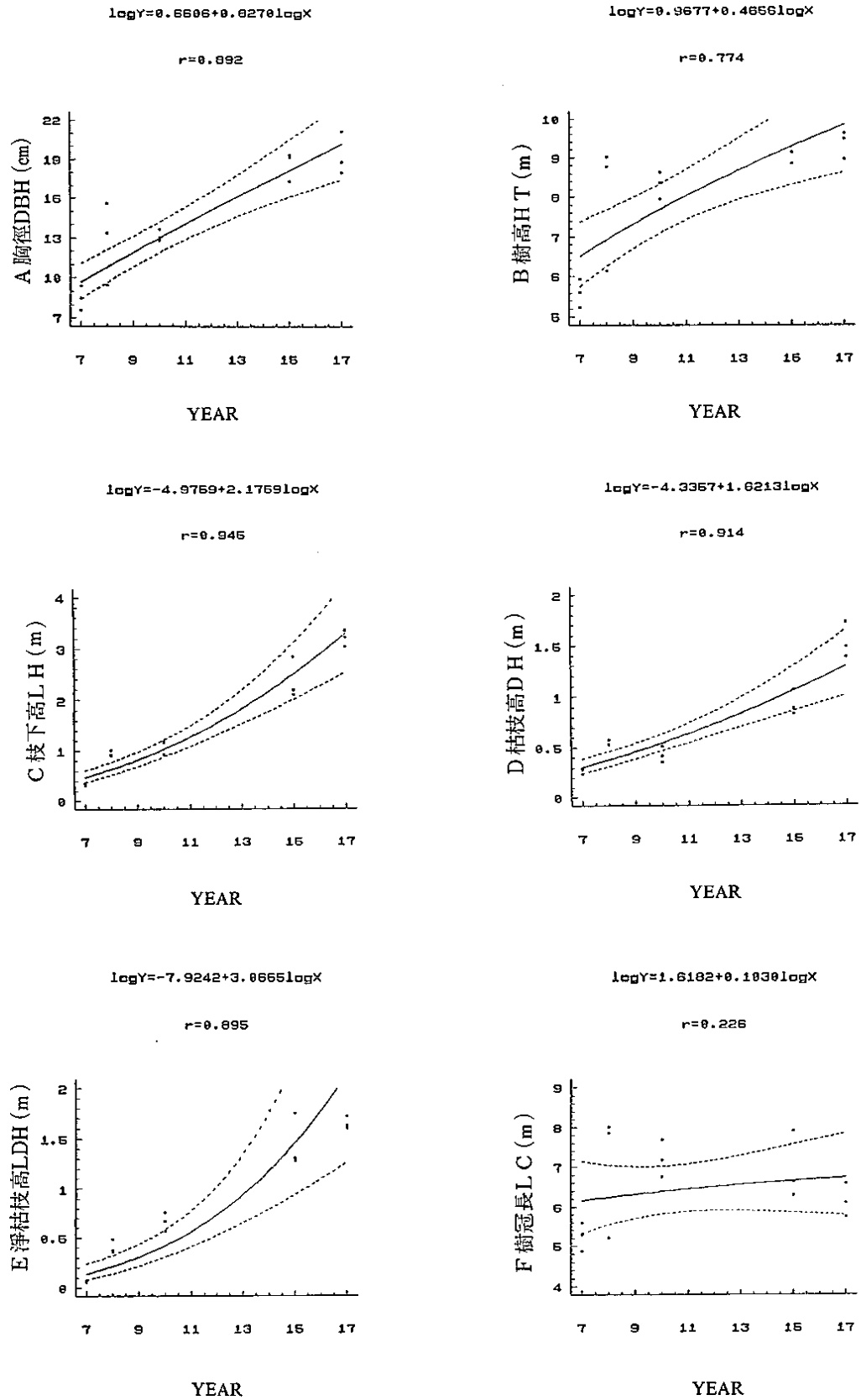


圖10. 各項平均性態值與林齡之迴歸關係式



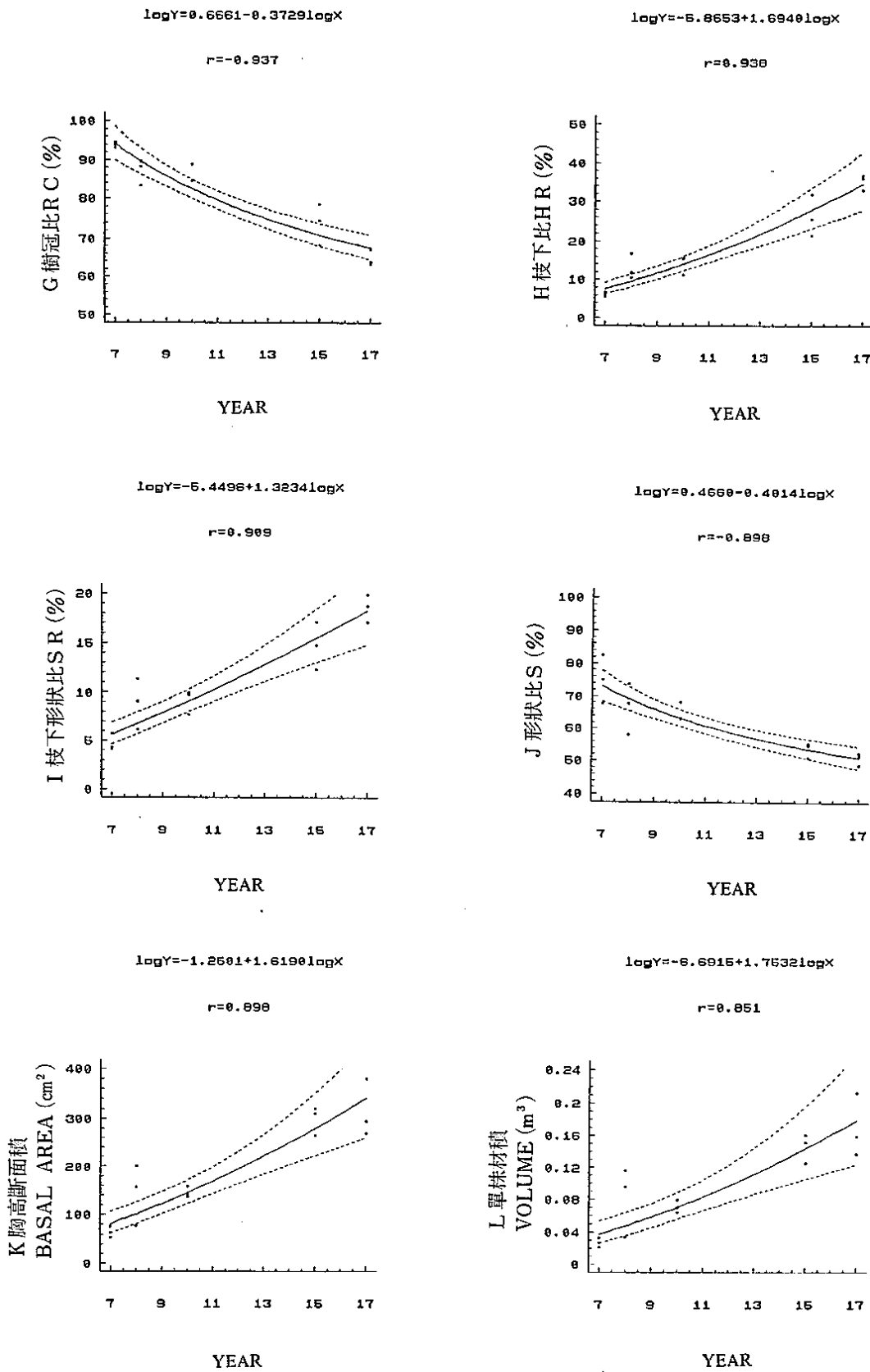


圖10-1. 各項平均性態值與樹齡之迴歸關係式

許的差異，但經過推算為全林分之值時，樣區間之差異除了7年生及8年生時極為顯著外，其餘並不顯著，此乃因樣區設置時，為顧及林分的均衡性，在生長差異甚大的7年生及8年生林分內，選擇性的設置樣區，以求得全林分之代表性所致。

每公頃之斷面積、材積值隨林齡增加而加大，而在17年生到18年生之間，則有突然放大之現象，這是因為18年生臺灣杉造林時，栽植距離為2m×2m，比17年生(2.5m×2m)栽植時密度，則

每公頃多出500株，且18年生之林木為六龜分所第一次大規模之臺灣杉造林，補植次數較多，因此成活株數也較多，是故雖17年生、18年生單株斷面積、材積生長方面差異不大，唯經推算為每公頃斷面積、材積時，則有明顯之增加，如以18年生來估算全林分斷面積、材積，實有高估之議，假設能以經迴歸後之關係式(圖11)來推算，則較不會產生過大值。

##### 五、結論與建議

表3. 由各樣區推算每公頃之胸高斷面積、材積。

齡級	試區	株數	cm <sup>2</sup> /株 (平均單株斷面積)	cm <sup>3</sup> /株 (平均單株材積)	株/公頃	斷面積 m <sup>2</sup> /公頃	材積 m <sup>3</sup> /公頃
7 年 生	plot I	69	75.75	0.0332	1380	10.45	45.816
	plot II	74	52.64	0.0207	1480	7.79	30.636
	plot III	91	63.48	0.0262	1820	11.55	47.684
	平均	78	63.67	0.0265	1560	9.93	41.340
8 年 生	plot I	55	201.11	0.1160	1100	22.12	127.600
	plot II	64	157.47	0.0963	1280	20.16	123.264
	plot III	91	77.74	0.0339	1820	14.15	61.698
	平均	70	134.35	0.0774	1400	18.81	104.160
10 年 生	plot I	64	158.33	0.0795	1280	20.27	101.760
	plot II	87	140.49	0.0699	1740	24.45	121.626
	plot III	89	136.87	0.0639	1780	24.36	113.742
	平均	80	143.90	0.0702	1600	23.02	112.320
15 年 生	plot I	60	320.39	0.1508	1200	38.45	180.960
	plot II	72	310.48	0.1600	1440	44.71	230.400
	plot III	81	265.34	0.1252	1620	42.99	202.824
	平均	71	296.11	0.1442	1420	42.05	204.764
17 年 生	plot I	52	380.58	0.2115	1040	39.58	219.960
	plot II	73	294.74	0.1575	1460	43.03	229.950
	plot III	81	269.04	0.1363	1620	43.58	220.806
	平均	68.7	306.30	0.1628	1373	42.06	223.524
18*	plot I	94	342.10	0.2279	1880	64.31	428.452
	plot II	109	311.64	0.2186	2180	67.94	476.548
	plot III	111	339.70	0.2048	2220	75.41	454.656
	平均	104.7	330.68	0.2165	2093	69.21	453.135

\* 18年生之初栽距離為2m×2m，與其他齡級不同，因此祇列為參考對照。

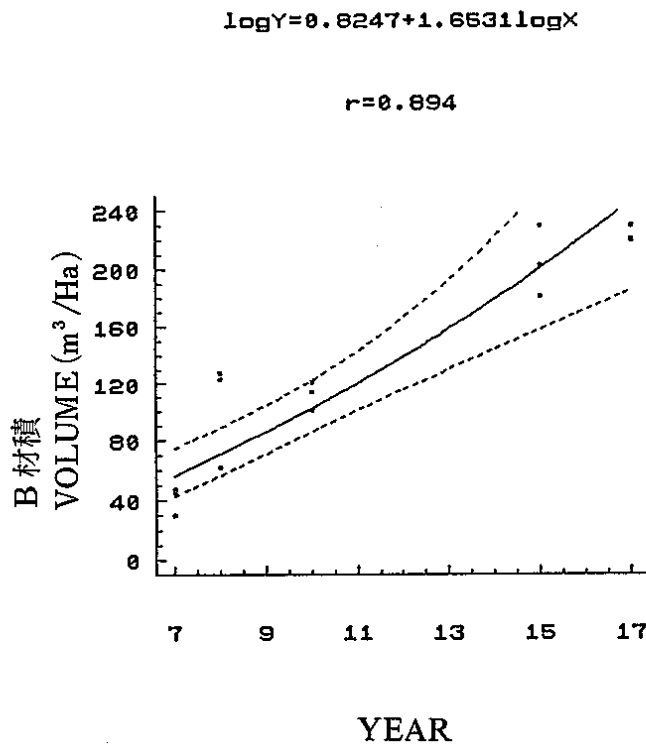
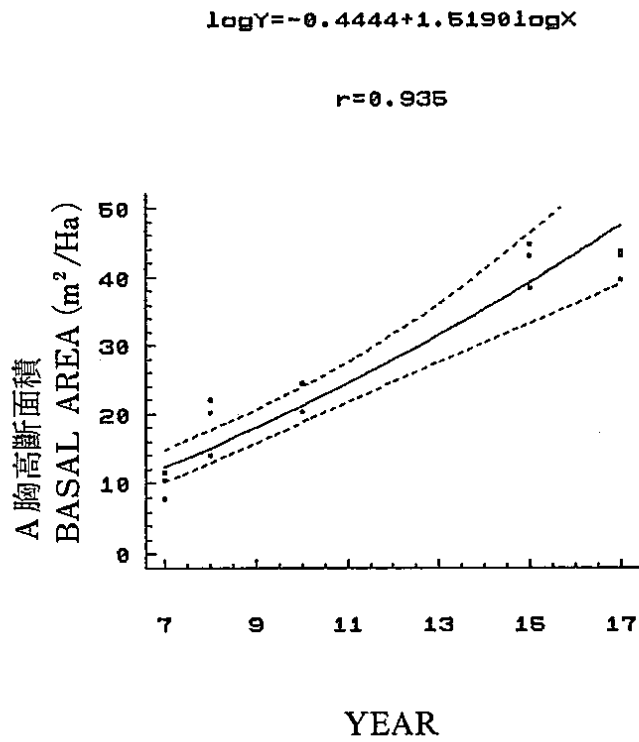


圖11. 每公頃胸高斷面積、材積與林齡之迴歸式

本研究以林試所六龜分所為範圍，調查臺灣杉人工林幼齡林(7~18年生)之生長狀況，並設置調查樣區，分析林木生長、林分結構變化等。由以上的結果與討論可得一些結論：

(一)臺灣杉人工林調查的各項性態值，除了生活枝下高(LH)、枯死枝下高(DH)外，其餘和胸徑間均有顯著的相關關係，其中枝下比(HR)、枝下形狀比(SR)及形狀比(S)為負相關，餘為正相關；各性態值中，以單木材積和胸徑間之相關係數最高，達0.96以上，而生活枝下高及枯死枝下高則和胸徑間無線性關係。

(二)淨枯枝高(LDH)雖與胸徑大小無線性關係，但與林齡成正相關，如能在淨枯枝高逐漸擴大時，考慮進行打枝作業，不僅可輕易的將枯枝消除，也可產生高價值的無節材。

(三)林木的樹冠長(LC)、樹冠比(RC)有隨胸徑增加而增大的趨勢，此現象表示胸徑愈大，則林木的生長活力愈佳，然而樹冠比有隨林齡而遞減之現象。

(四)枝下形狀比可取代形狀比做為林木生長活力之指標，唯其表示之方式，則有待進一步研究。

(五)地區性人工林材積調查時，利用胸徑—材積式，能迅速簡便的求得所要的材積。

(六)依各林齡的樹冠比、枝下比、胸高斷面積、單株材積隨林齡的變化趨勢，六龜地區的10年生臺灣杉可進行非商業性之間伐作業，於15~18年可進行商業疏伐並配合修枝之進行，以期能產生高價之主伐木。

引用文獻

李久先、陳朝圳. 1985. 大雪山地區紅檜幼齡人工林之疏伐—疏伐對直徑分布之影響. 中華林學季刊. 18(1): 19—29.

林維治. 1975. 臺灣杉栽植距離試驗. 中華林學季刊. 8(4): 18—27.

洪良斌. 1974. 臺灣杉人工林分生長之研究.

林試所研究報告第236號.

陳朝圳. 1985. 大雪山地區紅檜人工幼齡林生長模式之研究. 中興大學森林研究所碩士論文.

詹益順. 1987. 紅檜人工幼齡林修枝作業之基礎研究. 中興大學森林研究所碩士論文.

劉宣誠、林國銓、唐讓雷. 1984. 六龜地區臺灣杉造林木之生長與材質之研究. 林試所研究報告第408號.

羅卓振南、鍾旭和、陳燕章. 1988. 修枝對臺灣杉幼林生長及節癒合之效應. 林試所研究報告季刊.3(4): 241—253.

小林正吾. 1978. カラマツ人工林の林分生長モデルに關する研究. 北海道林業試驗場報告第15號: 10—58.

白石則彥. 1985. 同齡單純林における直徑分布の解析とその生長預測への應用(I)歪度變化の動向とそのメカニズム. 日林誌. 67: 133—141.

松田正弘. 1984. 枝下形狀比の雪害對策への應用. 日林誌. 58: 433—440.

梶原幹弘. 1975. スギ同齡林における樹冠の形態と量に關する研究(I)樹冠形. 日林誌. 57: 425—431.

梶原幹弘. 1976. スギ同齡林における樹冠の形態と量に關する研究(II)林分内への樹冠の形態. 日林誌. 58: 97—103.

諫本信義. 1983. ヒノキ人工林の生長と形狀に關する研究. 大分林試研報第10號.

藤森隆郎. 1984. 枝打作業の問題. 林業技術. 442: 28—32.

藤森隆郎. 1977. 枝打ちとその考え方. 林業技術解説57號.

Fujimori T., Kanazawa Y., Kiyono Y., Kamo Y. and Imori I. 1984. Crown development and stem growth in relation to stand density in even-aged pure stands (I). Stand structure of young *Cryptomeria japonica* J. Jap. For. Soc. 66: 132-140.