

十種省產闊葉樹材抗家白蟻之研究

林天書 尹華文

摘要

本研究之旨在探討10種闊葉樹材之抗蟻性, 及其與木材比重, 醇萃抽出之關係, 以台灣二葉松作對照材, 分木粉與木塊餵食家白蟻加以測試。木粉試驗之結果顯示, 白蟻死亡率與比重之相關不顯著($r^2 = 0.35$, $F = 4.87$, $P > 0.05$), 卻與醇萃抽出物呈極顯著相關($r = 0.77$, $F = 13.47$, $P < 0.01$)。木塊試驗之重量損失率與比重呈極顯著相關($r^2 = 0.66$, $F = 17.33$, $P < 0.01$), 與醇萃抽出物亦呈顯著相關($r^2 = 0.52$, $F = 9.89$, $P < 0.05$)。綜合言之, 本實驗的10種樹材中以紅椴樹最具抗蟻性, 白柏與白泡仔之抗蟻性最為低劣。

關鍵詞: 闊葉樹材、醇萃抽出、木材比重、白蟻死亡率。

林天書、尹華文。1992 十種省產闊葉樹材抗家白蟻之研究。林業試驗所研究報告季刊, 7(1): 101-108.

Termite Resistance of Ten Hardwood Species of Taiwan

Tien-Shu Lin and Hwa-Wen Yin

[Summary]

The purpose of this research is to investigate the termite resistance of ten native Taiwan hardwood species and its relationship with wood specific gravity and alcohol-benzene extractives. Wood meals and wood blocks of each species were fed to the termites. Taiwan red pine samples were served as controls. The results revealed that termite mortality was not significantly correlate with oven dry specific gravity ($r^2 = 0.35$, $F = 4.87$, $P > 0.05$) but showed significant correlation with alcohol-benzene extractives of the wood ($r^2 = 0.77$, $F = 13.47$, $P < 0.01$). Weight loss of wood blocks after termite feeding was significantly correlate with oven dry specific gravity of the wood ($r^2 = 0.66$, $F = 17.33$, $P < 0.01$) and alcohol-benzene extractive of the wood ($r^2 = 0.52$, $F = 9.89$, $P < 0.05$). In conclusion, *Cyclobalanopsis pachyloma* was the most termite resistant tree species among the 10 tested hardwood species, while *Sapium discolor* and *Mallotus paniculatus* were the least resistant species.

Key Words: hardwood, alcohol-benzene extractive, specific gravity, mortality.

Liu, Tien-shu and Hwa-wen Yin. 1992. Termite Resistance of Ten Hardwood Species of Taiwan. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 7(1): 101-108.

一、緒言

台灣地處熱帶及亞熱帶, 白蟻孳生容易, 吾
80年11月送審
81年1月通過

人日常生活, 深受白蟻為害之苦, 但因不直接
加害於人體, 故往往被人們所忽視, 而在不知不
覺中, 許多財物及森林資源常遭受重大損害, 就

美國而言，每年所受損害達4億美元(楊慶淵，1959)本省雖沒有正確數字的統計，其所受損害當亦不少，實值得我們警惕與重視。白蟻為害範圍頗廣，舉凡木製品、書籍、紙張，甚至地下電纜、房屋、廟宇、名勝古蹟以及廣大之森林均受其害(易希陶，1965，羅我，1977)。

白蟻種類繁多，分佈亦廣，一般而言，白蟻主要分佈熱帶及亞熱帶(黃仲華，1961)，也延伸至離赤道南北等溫線約10C之區域，各地區白蟻的族群隨當地的環境如溫度、濕度、土壤種類、土壤水與食物供給量等而變異。全世界的白蟻共分6科，約有2,200種，美國的白蟻根據統計共有43種，而台灣的白蟻，根據以往的調查報告，已發現的計有15種，其中以家白蟻、黑翅白蟻(姬白蟻)與莖胸白蟻造成的危害最為嚴重(張上銀，1989)。

木材對白蟻的抵抗性能，依樹種的不同而有很大的差異。日據時代金平(1913)曾就省產材進行抗蟻性試驗，結果顯示以台灣肖楠、綠樟、山杉等為最優，而以虎皮楠、江某等為最劣。大島(1914)則謂抗蟻性優良之樹木，其抽出物之含量均甚高，同時證實白蟻蝕害木材，最主要的是咬食木材中的纖維素。近年來王守範等(1987)則以省產主要針葉樹材作抗蟻性研究，並以保力定K-33等7種葯劑進行防治白蟻試驗，結果顯示以肖楠及

台灣扁柏之抗蟻性效能最強，葯劑則以K-33、可虱丹、難酚油等3種為最優。而王松永、張宗豫(1989)亦指出白蟻死亡率與木材化學性質關係密切，隨精油含量之增加而增大。又林天壽、尹華文(1991)曾探討台灣檫等11種闊葉樹材之抗蟻性，顯示以台灣檫、厚皮香、大頭茶等3種為抗蟻性優良之樹種。近年來日本方面屋我(1970，1977，1991)曾就沖繩產材進行相關試驗，結果以檫樹、羅漢松、水冬瓜等樹種抗蟻性最為良好。而南洋材中則以Apitong最具抗蟻性，且醇萃抽出物高達19% (威島與高村，1982)。姜夏等(1990)以高知縣產材中，測試以紅楠、黃柏等樹種為優良。本試驗為一基礎性之研究，欲對本省產主要闊葉樹材，做一系統之測定，以期明瞭抗蟻性之優劣，並尋求耐蟻性優良之樹種，以供造林及利用之參考。對抗蟻性優良且抽出物含量高之樹種，將於後續試驗中，進一步萃取其抽出物，進行防除白蟻試驗，以明瞭其抗蟻活性及防治之效能，作為開發安全性有機農藥之基礎。

二、材料與方法

(一)試驗材料

1. 供試樹種均採自本省所產蓮池分所，各試材之學名及胸徑，列述於下：

杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> (Lour) Poir	22cm
白袍仔	<i>Mallotus paniculatus</i> Mull-Arg	26cm
山黃麻	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume	30cm
台灣紅豆樹	<i>Ormosia formosana</i> Kanehira	30cm
小葉赤楠	<i>Syzygium baxifolium</i> Hook & Arn	28cm
白柏	<i>Sapium discolor</i> Muell-Arg	22cm
山杏仁	<i>Prunus phaeosticta</i> Maxim	30cm
黃杞(仁杞)	<i>Engelhardtia roxburghiana</i> Well	30cm
竹葉楠	<i>Neolitsea konishii</i> Kanehira & sasaki	26cm
紅絞織	<i>Cyclobalanopsis pachyloma</i> Schott	30cm
台灣二葉松(對照)	<i>Pinus taiwanensis</i> Hay.	25cm

2. 試材之製作：各試材砍伐後，鋸成每段1公尺之圓木，經1個多月氣乾後，再製成2×2×1cm之試塊，以供白蟻咬食及測定物理性質(比重)，同時凡試塊具節、蟲孔、割裂等缺點均捨棄不用，以減低試驗誤差，並經砂紙磨邊，使其平整光滑。並取同段之試材切片磨粉，以供白蟻咬食及測定化學性質(醇萃抽出)。

3. 供試白蟻，乃使用一般常用之家白蟻(*Coptotermes formosanus* Shiraki)進行試驗。

(二)試驗方法

1. 將玻璃培養皿(12×3cm)及建築用細沙，充分洗淨、風乾，再放入烘箱以105°C殺菌及曬乾3天。

2. 將木塊於試驗前後均置於烘箱中(60±2°C)，經24小時後測定其重量至恆重為止，並計算其重量損失率(姜夏泳等，1990)。

3. 木塊測試乃先在培養皿內加入細沙，並以適度之蒸餾水潤濕，再放入木塊，而木粉則以3g

測試並以蒸餾水調濕使用。

4. 各培養皿內放入工蟻45隻, 兵蟻5隻, 重複3次, 並將其移置於恆溫恆濕箱中(溫度 $26 \pm 2^\circ \text{C}$, 濕度 $80 \pm 5\%$)進行試驗。

5. 經餵食30天後, 將取出之試材用小刷子或紗布等仔細清除之, 並計算其白蟻存活數、死亡率及重量損失率。

6. 分別測定各試材之絕乾比重(Wo/Vo)及醇萃抽出物(依 Tappi T204 os-76)加以測定。

7. 外觀評估法: 各試材將其雜物或霉菌清理乾淨後, 以肉眼觀察其遭白蟻蛀蝕之面積大小, 將各試材先略分為「A未受害」、「B中庸」、「C嚴重」等三級, 再依蛀蝕之深度及被蛀處的多寡等情形, 各給予7~9分, 4~6分, 1~3分, 評分高者表示其抗蟻性優良, 受害程度低, 低者即表示其抗蟻性遜劣, 受害程度較大(王松永與張宗豫, 1989)。

8. 白蟻死亡率依Abbott公式計算(關崇智, 1979)。

$$\text{白蟻死亡率} = \frac{X-Y}{X} \times 100$$

X = 對照組供試白蟻存活數的百分比率

Y = 處理組供試白蟻存活數的百分比率

9. 木塊試驗之抗蟻性優劣, 一般以外觀評估及重量損失率二者加以評定, 前者較為主觀, 後者則以實測為基準。試驗結束後將木塊表面雜物或霉菌清理乾淨後, 觀察蛀蝕之情形, 發現紅椴、山杏仁等抗蟻性強的試塊, 在其表面僅有輕微的蛀蝕痕跡, 若以重置損失觀之, 其減少量至為有限, 因此在評定其抗蟻性時, 外觀評估亦有其必要。

三、結果

各種試材經製成木粉與木塊後, 分別測定其木材比重與醇萃抽出物含量, 放入玻璃培養皿內進行白蟻餵食試驗, 經30天後測定其白蟻死亡率、重量損失率及外觀評估, 測定結果列於表1。為推估其間之相關性, 乃以簡單直線迴歸及曲線迴歸加以測定, 並分別計算其 r^2 值及F值。

表1 各試材之白蟻死亡率、外觀評估、重量損失率與比重, 醇萃抽出測定結果

樹種	白蟻死亡率 (%)	外觀評估	重量損失率 (%)	比重 (Wo/Vo)	醇萃抽出物 (%)
台灣黃杞	100	6.50	4.66	0.66	5.91
紅椴	100	8.20	3.15	0.78	6.05
山杏仁	100	7.80	4.30	0.66	5.60
杜英	85.71	6.60	6.59	0.65	5.03
小葉赤楠	80.95	8.20	3.25	0.75	4.25
台灣紅豆樹	71.43	6.50	7.18	0.58	4.63
山黃麻	69.05	5.60	7.60	0.38	3.18
竹葉楠	52.38	7.10	5.18	0.59	3.15
白	33.33	4.50	8.15	0.46	2.98
白	16.66	3.20	8.91	0.45	2.86
台灣二葉松	0.00	3.10	8.95	0.53	3.13

(一) 木粉試驗

木粉試材經30天餵食後, 依白蟻死亡率之高低, 可將全體試材分成4組; A組為台灣黃杞、紅椴、山杏仁等3種試材, 死亡率為100%, B組為杜英與小葉赤楠, 其死亡率85.71與80.75%, C組包括有台灣紅豆樹、山黃麻、竹葉楠, 其死亡率52.38~71.43%, D組即白及白, 其死亡率

在33.33%以下。死亡率愈高者, 表示備材抗蟻性愈為良好, 愈低者其抗蟻性愈為低劣。同時亦以白蟻之存活數, 以判定其抗蟻之優劣; 木粉供白蟻餵食30天後, 台灣黃杞、紅椴、山杏仁等試材, 其存活數均為零, 顯示其抗蟻效能最高, 其次為杜英與小葉赤楠, 僅存6隻與7隻, 其抗蟻性亦佳, 再其次為台灣紅豆樹、山黃麻、竹葉楠等3

種，其存活數在12~20隻之間，可以說稍具有抗蟻性而已，而最無抗蟻性之試材為白栎、白匏仔及台灣二葉松，其存活數在28隻以上，用於對照材之台灣二葉松，其存活數則為42隻，為所有試材中存活率最高之樹種，顯示此種試材為白蟻所嗜食且無抗蟻成分存在，故普遍被採用白蟻試驗之對照材。試驗結束時，在計算其死亡數與存活數之合計，往往並不一致，其最主要原因為白蟻有同類互食之習性，據日本方面之研究，死亡率在20%左右時，互食率最高較島高村，1985)。

本試驗之比重測試結果可知台灣黃杞、紅椴

櫟、山杏仁為比重較高之一群，而白栎、白匏仔為較低之一群(表1及圖1)。經統計結果，白蟻死亡率與比重之相關係數 $r^2=0.35$ ， $F=4.87$ ， $P=0.054 > 0.05$ ，直線迴歸方程式： $A(\text{白蟻死亡率})=32.00+166.12B$ (圖1)，顯示在木粉狀態下，木材比重與抗蟻性未具顯著性。

由表1之數據計算及圖2，可知白蟻死亡率與醇萃抽出之相關係數 $r^2=0.77$ ， $F=13.47$ ， $P=0.0027 < 0.01$ ，又由迴歸方程式 $A=148.62+78.65C-6.22C^2$ ，顯示兩者之間呈極顯著之關係，亦即抽出物含量愈多，白蟻死亡率亦愈大。

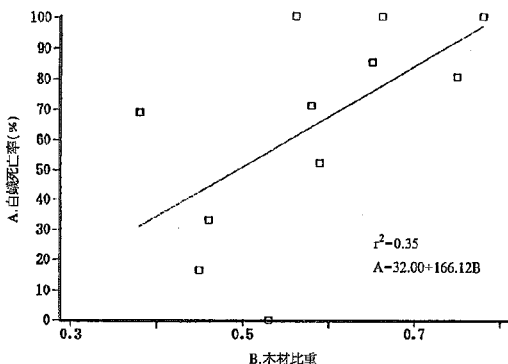


圖1. 白蟻死亡率與比重之關係

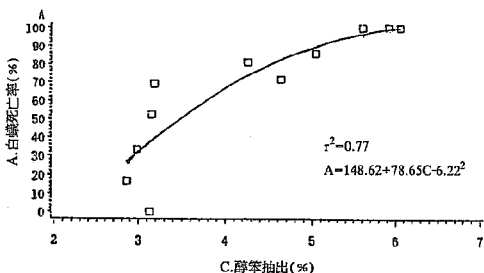


圖2. 白蟻死亡率與醇萃抽出物之關係

(二)木塊試驗

外觀評估其高低優劣順序由表1可知為：紅椏>小葉赤楠>山杏仁>竹葉楠>台灣黃杞>杜英>台灣紅豆樹>山黃麻>白栴|>白龜仔>台灣二葉松。

外觀評估與比重之關係如圖3所示，其直線迴

歸方程式 $D = 0.13 + 10.81D$, $r^2 = 0.53$, $F = 10.23$, $P = 0.1008 < 0.05$ ，顯示兩者之間顯著關係，其與醇萃抽出之關係，則以曲線迴歸方程式計算， $D = 8.13 + 5.86C + 0.524C^2$, $r^2 = 0.60$, $F = 6.10$, $P = 0.0246 < 0.05$ ，兩者之間亦呈顯著關係(圖4)。

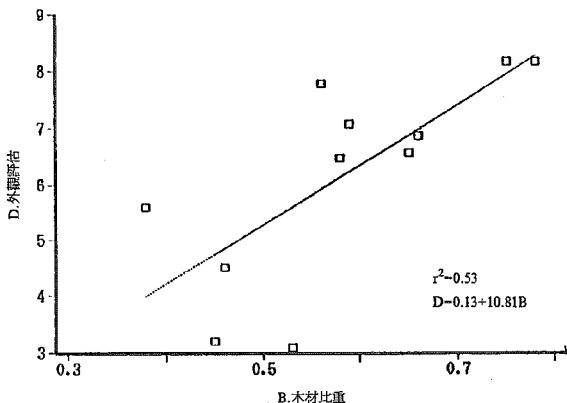


圖3. 外觀評估與比重之關係

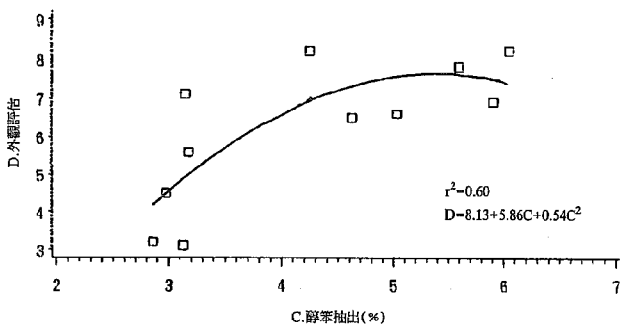


圖4. 外觀評估與苯醇抽出物之關係

由表1可知由重量損失率評估抗蟻性優劣與外觀評估者略有差異，如竹葉楠外觀評估為7.10，但重量損失達5.18%，其因乃是外觀評估以表面被蛀害情形來判斷，但重量損失率則以試驗前後之重量差異為基準，故若表面蛀害不嚴重，但卻深入蛀食內部者，就可能有上述現象。依表1所示，紅椴、小葉赤楠、山杏仁之重量損失率最小，分別為3.15%、3.25%、4.30%，顯示其抗蟻性最為良好，其次為台灣黃杞、竹葉楠、杜英與台

灣紅豆樹，其損失率在4.66~7.18%之間，而以白栢、白朥仔及台灣二葉松之抗蟻性最為低劣，其重量損失率高達8.15~8.96%。由圖5、6可知，重量損失率與比重之間呈極顯著之相關($r^2 = 0.66$ ， $F = 17.37$ ， $P = 0.0024 < 0.01$)，與醇萃抽出之間則為顯著相關($r^2 = 0.52$ ， $F = 9.89$ ， $P = 0.0118 < 0.05$)，顯示木塊試驗之重量損失率與比重及醇萃抽出均有相關，惟前者相關較大，後者較小。

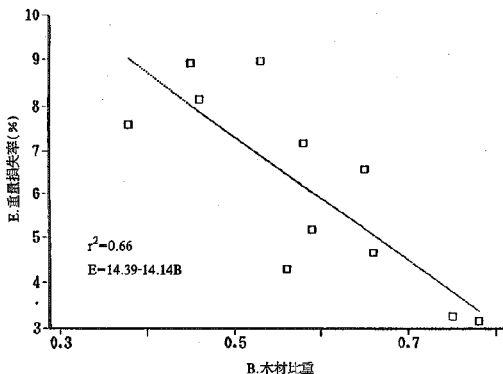


圖5. 重量損失率與比重之關係

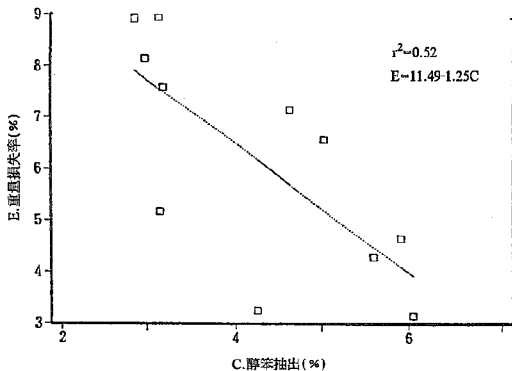


圖6. 重量損失率與醇萃抽出物之關係

四、討 論

影響木材之抗蟻性之因素極為複雜，就木材之性質而言，最主要者係木材之物理性質及化學性質，且為影響白蟻死亡與咬食之重要因素(鮫島與高村, 1982; 姜夏等, 1990)。測定木材之抗蟻性於室內進行時，一般分為木粉與木塊，前者係以木粉餵食白蟻後，調查白蟻死亡率。據以往國內之研究報告(王松永與張宗濤, 1989; 林天書與尹華文, 1991)，顯示死亡率與木材物理性質未具相關，與化學性質則呈顯著相關。而本試驗亦與上述結論頗為一致，白蟻死亡率與木材比重之關係未具相關($r^2 = 0.35$, $F = 4.87$)，與醇萃抽出則呈極顯著相關($r^2 = 0.77$, $F = 13.77$)，由此可見木粉試驗之白蟻死亡率受化學性質之影響較大，與物理性質之相關較小。當試材之醇萃抽出高，且比重也大，則此種木材之抗蟻性一定良好，如本試驗之紅椴椴，其比重(0.78)醇萃抽出(6.05%)皆為全體之冠，白蟻死亡率達100%，抗蟻性最為良好。又抽出物與比重均低時，則抗蟻性一定低劣，如白匏仔之抽出物為2.86%，比重為0.45均屬最低，白蟻死亡率僅16.66%。再當比重低而抽出物高或比重高而抽出物低，則前者之抗蟻性往往較後者為優，如台灣黃杞與小葉赤楠，前者之抽出物(5.91%)較後者(4.25%)高，比重則前者低(0.66)於後者(0.75)，但白蟻死亡率仍以台灣黃杞(100%)為高，而以小葉赤楠(80.95%)為低，據此故可推定，木粉試驗時白蟻死亡率，受醇萃抽出物之影響較大，受比重之關係較小。

木塊試驗主要為調查表面蛀害情形(外觀評估)及試驗前後之重量差異(重量損失率)，同樣亦受比重及抽出物之影響，但影響程度與木粉試驗部份略有差異。由表2可知重量損失率與比重關係較大，其中尤以小葉赤楠變化較大，其於木粉試驗時之抗蟻性均較台灣黃杞、山杏仁差，但在木塊試驗時其抗蟻性均較台灣黃杞及山杏仁為優，主要係因比重較高之關係。何以木粉試驗時抗蟻性低，而以木塊試驗時則反是？查木材比重大時，其硬度亦較大，而室內試驗時因時間較短，木塊未呈腐朽，仍然保持原有狀態，故不為白蟻所嗜食；而木材磨成粉末後，其硬度已有所改變，故較易被白蟻所嗜食，此係就比重大而抽出物不多之試材而言。倘抽出物多而比重稍低，則其情況又有所不同，如台灣黃杞的抽出物(5.91%)比小葉赤楠(4.25%)高，而比重較小葉赤楠輕，故在木粉試驗時抗蟻性較佳，但在木塊試驗時則較差

，蓋含有較多之抽出物試材，當磨成粉末且經調濕後，其殺蟻成分較易溶解，而木塊時其有毒成分釋放較為緩慢，故試材的不同形態，對試材的抗蟻性確實有所影響；木粉試驗時受化學性質(醇萃抽出)的影響大，而木塊則以物理性質(比重)的影響較大。

實施木材抗蟻性試驗或藥劑防治白蟻效能試驗時，均須備有健康活力之白蟻成虫，但白蟻種類很多，故須加以篩選、培育，不宜臨時捕捉或不顧其種類，即進行試驗。一般選用者均為家白蟻，乃取其對木材、家具、紙張等為害劇烈且採集與繁殖培養較易等關係，故日本木材保存協會規定：凡進行有關白蟻試驗時，應選用家白蟻(鮫島與高村, 1984)。亦有雖無此規定，但在往昔進行相關試驗時，亦均選用家白蟻。但在台灣除家白蟻對室內木製品為害甚烈外，姬白蟻(*Odontotermes formosanus Shiraki*)亦為農業方面的一大害虫(易希陶, 1965)，尤以柑橘、龍眼、梨仔、甘蔗、梅、李、柿及茶樹受害甚甚，故日後對姬白蟻之研究亦應加以重視。

五、結 論

省產台灣黃杞等10種闊葉樹材，使用家白蟻並以死亡率、重量損失率、外觀評估等為指標，並以木塊與木粉2種方式測試其天然抗蟻性質，結果分述於下：

(一)木塊試驗

1. 重量損失率以紅椴椴(3.15%)、小葉赤楠(3.25%)及山杏仁(4.30%)為最少，顯示該樹種深具抗蟻性，其次為台灣黃杞、竹葉楠、杜英及台灣紅豆樹，其損失率在4.66~7.18%。而以白栝(8.15%)、白匏仔(8.91%)之抗蟻性最為低劣。而外觀評估結果亦顯示以紅椴椴最為優良，以及白栝與白匏仔最為低劣。

2. 重量損失率與比重之間呈極顯著相關($r^2 = 0.66$, $F = 17.37^{**}$, $P < 0.01$)，與醇萃抽出則為顯著相關($r = 0.52$, $F = 9.89^*$, $P < 0.05$)。

(二)木粉試驗

1. 各試材之木粉供白蟻餵食30天後，其死亡率以紅椴椴、山杏仁、台灣黃杞等3種為最高(達100%)，為抗蟻性最為優良之樹種，其次為杜英與小葉赤楠(85.71%及80.75%)，顯示其抗蟻性亦佳，抗蟻性最低劣者為白栝及白匏仔，其死亡率均在33.33%以下。

2. 白蟻死亡率與比重之相關係數 $r^2 = 0.35$, F

=4.87 (P>0.05)，顯示其間不具相關性。與醇萃抽出之相關係數 $r^2 = 0.77$ ， $F = 13.77^{**}$ (P < 0.01)，顯示兩者之間有極顯著相關。

〔綜合言之，探討木材之天然抗蟻性之優劣性其理想參考指標，在木塊試驗為木材比重之高低，而木粉試驗則為醇萃抽出之多寡。〕

誌 謝

本研究之統計分析承中原大學資管系部主任孔屏指導及本所陳麗琴小姐協助，始得完成，特此致謝。

引用文獻

王守範、王振瀾、謝堂州、曲俊麟。1987。省產主要木材之抗蟻性與药剂防止白蟻效能之研究。林試所研究報告季刊，2(2)：117-128。
王松永、張宗豫。1989。八種木材及五種防腐劑抗蟻性的室內促進研究。林產工業，8(3)：13-31。
易希陶。1965。台灣之白蟻問題。台灣銀行季刊，6(4)：241-266。
林天書、王振瀾。1988。棟樹抽出物防除白蟻效能之研究。林試所研究報告季刊，3(4)：255-261。
林天書、尹華文。1991。台灣產等十一種闊葉樹

材抗家白蟻之研究。林試所研究報告季刊，6(1)：35-40。
黃仲華。1961。白蟻的形態。科學教育，8(8)：1-5。
張上鎮。1989。白蟻的生態、生活習性與防治驅除法。林產工業，8(2)：70-76。
楊慶瀾。1959。木材之頑敵—白蟻。台灣森林，4(10)：10-11。
羅崇智。1979。森林昆蟲學。黎明文化公司，216-224頁。
大島正滿。1914。木材耐蟻關スル試驗報告。白蟻調查報告，4：115-164。
金平亮三。1913。耐蟻性木材。大日本山林會報，365：17-25。
屋我嗣良。1970。沖繩產材の抗蟻性について(第一報)。日本木材學會誌，16(5)：213-218。
屋我嗣良。1977。沖繩產材の抗蟻性について(第四報)。日本木材學會誌，23(11)：594-600。
屋我嗣良。1991。沖繩產材の抗蟻性について(第十報)。日本木材學會誌，37(4)：358-362。
鮫島一彦、高村憲男。1982。南洋材のシロアリ試驗(1)。木材工業，37(1)：16-20。
鮫島一彦、高村憲男。1985。高知大學演習林報告，No.12，55-62。
姜夏泳、松島七月、鮫島一彦、高村憲男。1990。高知縣產廣葉樹材の耐蟻性試驗(第一報)。木材學會誌，36(1)：78-84。