

臺灣樺等十一種闊葉樹材抗家白蟻之研究

林天書 尹華文

摘 要

本研究係以臺灣樺等11種闊葉樹材進行抗蟻性試驗，用臺灣二葉松作為對照材，木粉與木塊兩部份餵食之。木粉試驗之結果顯示木材比重、木材硬度與家白蟻死亡率未有相關($p>0.05$)，但是木材醇萃抽出物則與家白蟻死亡率顯著相關($r=0.67$, $p<0.05$)。就木塊試驗而言，木材之比重、硬度與木材之咬食程度呈反比例之關係。綜合而言，前者趨向試材之化學性質，而後者則為物理性質。結果顯示：臺灣樺、大頭茶與厚皮香3種最具抗蟻性，其次為烏來羅、瑞芳楠、山埔姜、大葉楠，而以單刺楸、香桂、狗骨仔、白雞油為最弱。

關鍵詞：闊葉樹材，抗蟻性，醇萃抽出物，木材比重，木材硬度。

林天書、尹華文 1991. 臺灣樺等十一種闊葉樹材抗家白蟻之研究. 林業試驗所研究報告季刊, 6(1):35-40

Termite Resistance of Eleven Hardwood Species of Taiwan

Tien-Shu Lin and Hwa-Wen Yin

[Summary]

Taiwan zelkova (*Zelkova formosana*) and ten other native hardwood species of Taiwan were studied for their termite resistance properties. Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis* Hay.) samples were used as controls for comparison. Wood meals and wood blocks of each species were used as feed for the termites. The results of wood meals test indicate that wood specific gravity and hardness have no apparent correlation with termite mortalities ($P > 0.05$). Wood extractive content, however, has significant correlation with termite mortalities ($r = 0.67$, $P < 0.05$). As for the wood blocks test, the results indicate that wood specific gravity and hardness have inverse relationship with degrees of termite ingestion. In summation, the former indicates chemical resistance, and the latter physical deterrence, to termite invasion. *Zelkova formosana*, *Gordonia axilaris* and *Ternstroemia gymnanthera* were found to be most resistant to termite; *Pasania uraiana*, *Machilus zuihoensis*, *Vitex quinata*, and *Machilus kusanoi* ranked next; whereas *Castanopsis stipitata*, *Cinnamomum randaiensis*, *Diplospora dubia* and *Aphananthe aspera* were least resistant.

Key words: hardwood, termite resistance, alcohol benzene extractive, wood specific gravity, wood hardness.

1990年10月送審
1991年1月通過

Tien-Shu Lin and Hwa-Wen Yin 1991. Termite Resistance of Eleven Hardwood Species of Taiwan. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 6(1):35-40

一、精 言

白蟻種類繁多，分佈亦廣，一般而言，白蟻主要分佈於熱帶、亞熱帶或溫帶，也延伸至離赤道南北等溫線約10℃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，而臺灣的白蟻，根據以往的調查報告，已發現的計有15種，其中以家白蟻、黑翅土白蟻與黃胸散白蟻所造成的危害最為嚴重(張上鎮，1989；黃仲華，1961)。

臺灣氣候屬於亞熱帶海島型，高溫多濕，此種環境極適合白蟻的生長與繁殖，因此未經保護處理的木質材料很容易受白蟻的啃食而遭破壞。本省的住宅以及有關的建築物，經常可發現屋樑、壁板、地板、天花板、門窗、衣櫥、書櫃等均受到白蟻破壞，不但造成財物上的損失，也使人們不堪其擾。白蟻的食物主要為含有纖維素之物質，除了木材外，牠們還吃紙張、草、穀粒、殘幹、皮革、羊毛等，但只消化其中的纖維素而排出其他成分(王松永及張宗豫，1989)，由於纖維素是白蟻最主要的食物來源，故一切的木質材料在適宜生存的溫濕度環境下，都有被白蟻啃食破壞的可能。

白蟻對木材雖具有威脅，但並非每種木材均受白蟻的破壞，有的木材不但不被破壞，反而可以利用其成分殺滅牠，此種原因主要為木材本身具有之天然抗蟻性不同使然。故凡研究白蟻為害或防治，莫不對各種木材之抗蟻性先加以研究探討，而後再進行其他有關試驗。木材對白蟻之抵抗性能，依樹種之不同而具有很大的差異，為明瞭此種天然之抗蟻性，本省於日據時代即有金平亮三(1913)及大島正壽(1914)等曾作有關試驗，歷我謝良(1970)曾對沖繩產材，姜夏泳等(1990)曾對高知縣產材等進行其抗蟻性之研究。林業界及社會各界之所以欲明瞭其抗蟻性，主要為尋求各種木材在自然狀況下被白蟻為害之狀況及其合理之利用方式，則一方面可明瞭各種木材固有的抗蟻性優劣，另一方面則針對抗蟻性優良的樹種，使用溶劑或其他方法萃取其抽出物，以作為殺蟻藥劑之用。同時亦可作為造林樹種選擇之參考

，進而與新的木材保存法之開發亦有很密切之關係。本試驗係就本省主要闊葉樹材，作一有系統之研究，首先就本所蘆華池產臺灣檉等11種闊葉樹材並以不具抗蟻性之臺灣二葉松作為對照材進行試驗，今將結果整理刊出，以供各界應用參考。

二、材料與方法

(一)試驗材料

1. 試驗之進行自1989年10月至1990年6月止。供試樹種之學名及其胸徑，列述於下：

臺灣檉	<i>Zelkova formosana</i> Hay. 30 (cm)
瑞芳楠	<i>Machilus zuihoensis</i> Hay. 26
大葉楠	<i>Machilus kusanoi</i> Hay. 26
烏來楠	<i>Pasania uraiana</i> (Hay) Schott 28
單刺楠	<i>Castanopsis stipitata</i> (Hay) 20
	kanehira et Hatusa
白雞油	<i>Aphanthe aspera</i> (B1) Planch 22
大頭茶	<i>Gordonia axilaris</i> Dieter 20
香 桂	<i>Cinnamomum randiense</i> Hay. 20
厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> Spegue 22
山埔姜	<i>Vitex quinata</i> F.N. Will 26
狗骨仔	<i>Diplospora dubia</i> (Lindl) Masam 6
	-12
臺灣二葉松(對照)	<i>Pinus taiwanensis</i> Hay. 20

2. 試材之製作：各樹種砍伐後，鋸成每段1公尺之圓木，經1個多月氣乾，製成2×2×1cm之小試塊，以供白蟻吸食及物理性質(比重與硬度)測定，為了減低試驗誤差，所製成之試塊中，凡具蟲孔、割裂等缺點均捨棄之，並經砂紙磨邊，使其平整光滑。並取同段之試材切片磨粉，以供白蟻吸食試驗及化學性質(醇萃抽出)測定。

3. 供試白蟻：本試驗所使用之白蟻採自台大森林系林產館附近，經比對(黃仲華，1961)，確定為家白蟻(*Coptotermes formosanus* Shiraki)。

(二)試驗方法

試材經製成木塊與木粉後，於試驗前後均置入恆溫恆濕室(溫度20±2℃，濕度65±5%)，經調濕至恆濕後，再進行試驗，其步驟如下：

1. 採用直徑12cm、高3cm之培養皿，洗淨、風乾，所使用之細沙為一般建築用細沙，經充分洗淨後風乾，將培養皿及細沙分別放入烘箱內，以105℃殺菌及絕乾3天。

2. 取出培養皿及細沙，經冷卻後，每個培養皿內各放入細沙，並放入適度之蒸餾水調濕。

3. 將已調濕及稱重後之木塊與木粉放入培養皿內。

4. 每個培養皿內各放入白蟻50隻，其中工蟻45隻，兵蟻5隻。將培養皿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，取出試材並用小刷子或紗布等仔細清除乾淨，再放入恆溫恆濕室中調濕至恆重後，計算其重量損失率，白蟻存活率及死亡數。

6. 木材之物理性質與化學性質，皆與木材之抗蟻性有關，故亦測定各種試材之比重(氣乾比重 W_a/V_a)及硬度(萬能強度試驗機一勃令式硬度 Kg/mm)，至於化學性質方面，僅就醇萃抽出物(依TAPPI T204 OS-76)加以測定。

7. 白蟻死亡率依Abbott公式計算。

8. 外觀評分法：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之多寡等情形，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。

9. 各試材於試驗前後均於恆溫恆濕中調濕稱重，並計算試驗後之重量損失率。

10. 統計相關係數時，顯著水平為 $p=0.05$ 。

三、結果與討論

(一)木粉試驗

以木粉餵食白蟻之結果如表1。

各種試材之木粉直接供白蟻嗜食30天後，臺灣檫、厚皮香、大頭茶等3種試材其存活數均為零，顯示其天然抗蟻性為最高。其次為烏來櫟及瑞芳楠，僅存5隻與6隻，顯示其抗蟻性亦佳，僅較臺灣檫等稍為遜色而已。再其次為山埔姜、大葉楠、單刺櫟等3種試材，其存活數在11-20隻之間，可以說稍具抗蟻而已。至於25隻以上白蟻存活數之試材，則有香桂、狗骨仔、白雞油及臺灣二葉松，這些樹材可說均無抗蟻性。用於對照材之臺灣二葉松，其存活數為41隻，為所有試材中存活率最高之樹種，顯示此種試料為白蟻所嗜食且無毒性。事實上，在林木中並非只有松樹為白蟻最為喜食，尚有比松樹更甚者，如日本高知縣產闊葉樹材中，即曾發現有胡桃科楓楊屬等樹種之白蟻存活率高達83%，此一肢作為對照材用之赤松(存活率76%)還高(姜夏泳等，1990)，可見比松樹材更為白蟻所嗜吃之木材亦有存在，惟本次試驗中未發現有此現象。

白蟻死亡率測定結果如表1所示，為進一步簡易明瞭起見，以死亡率為基準(鮫島一彥，1985)，將全體試材分成3個族群，A群為臺灣檫、厚皮香、大頭茶等3種試材，死亡率為100%，B群包括有烏來櫟、瑞芳楠、山埔姜、大葉楠，其死亡率為60.97-87.70%，C群即有單刺櫟、香桂、狗骨仔、白雞油、臺灣二葉松等，其死亡率均在60.97%以下。

表 1 台灣檫等11種闊葉樹材木粉飼育家白蟻後之死亡率

Table 1. Mortality rates of termites fed with wood meals of 11 hardwood species.

測 試 項 目	種											
	台	厚	大	烏	瑞	山	大	單	香	狗	白	台
	潤	皮	頭	來	芳	埔	葉	刺	桂	骨	雞	潤
	檫	香	茶	櫟	楠	姜	楠	櫟	桂	仔	油	二葉松
白蟻死亡率%	100	100	100	87.80	85.36	73.17	60.97	51.22	39.02	24.39	12.20	0.00
比 重	0.93	0.81	0.78	0.70	0.65	0.58	0.56	0.66	0.58	0.86	0.62	0.63
硬 度 Kg/mm	5.13	4.65	4.32	3.86	3.84	3.46	3.35	3.63	3.20	5.10	3.57	3.56
醇 萃 抽 出 %	7.82	6.13	4.84	4.17	4.15	3.32	3.69	3.26	3.91	3.19	3.54	3.27

大多數之白蟻試驗，其死亡數與存活數之合計，往往並不一致，有的只找到其中的一半或一部分而已，其原因除試材顏色與白蟻不易辨別外，最主要為白蟻有同類互食之習性，即每當白蟻死亡時立刻會被同類所食，其互食率之高低與試材之抗蟻性有密切之關係，抗蟻性強之樹種，互食率低，反之抗蟻性弱之樹種，互食率即高。總之，若抗蟻力非常強時，放入之白蟻將全體受影響，數天之內即全部死亡，所以沒有互食之事情發生。據日本方面之研究，死亡率在20%左右時，互食率最高(飯島一彥及高村憲男，1988)。

木材之抗蟻性質，其因素極為複雜，木材固有的物理性質及化學成分，為阻礙食害之重要因素(姜夏泳等，1990)，因此首先對比重與白蟻死亡數之關係作一探討。由表1可知，臺灣檉、厚皮香、大頭茶其比重分別為0.93、0.81、0.78為全體試材中最高者，其死亡率為100%，亦為全體之冠，而其他試材之比重均在0.56-0.70之間，死亡率亦呈現不規則之關係，尤其狗骨仔之比重雖為0.86，白蟻之死亡率僅24.39%。總計算死亡率與試材比重(表1)之相關係數 $r = -0.40$ ($n = 12$, $p > 0.05$)顯示兩者之間未有相關性。就死亡率與硬度之關係而言(表1)。其相關係數 $r = -0.37$ ($n = 12$, $p > 0.05$)，亦顯示兩者之間未有相關性。

從已有之試驗報告所示，不管是室內或室外，木材之化學性質與抗蟻性有很密切而重要的關係。木材之化學性質與白蟻試驗較具關係的有精油含量，有機溶劑抽出物，抗蟻成分等(王守範等

，1987；王松永及張宗豫，1989；林天書及王振瀾，1988)。精油含量以針葉樹較為普遍，而闊葉樹則僅有少數樹種含量較豐外，一般闊葉樹含量均甚微，故本試驗未測精油含量，僅就醇萃抽出物加以測定，從表1之數據計算醇萃抽出物與家白蟻死亡率之相關係數 $r = 0.67$ ($n = 12$, $p > 0.05$)，可知醇萃抽出物之含量與白蟻死亡率有顯著相關。

(二)木塊試驗

木塊試驗結果，發現一些抗蟻強之木材，如臺灣檉、大頭茶等的試塊，以肉眼觀察時，可在其表面發現有輕微的蛀蝕痕跡，如同沙磨過一般，但是以重量損失來看，其減少量至為有限，因此在分析結果時，除了以重量損失率等判斷其抗蟻性外，外觀的評估亦是必要的項目，表2詳列11種闊葉樹材在家白蟻取食之後之外觀評估及重量損失率。

由重量損失率知其抗蟻性之優劣順序與外觀評估略有差異，原因是後者以肉眼其表面蝕害情形來決定抗蟻性，故若蛀害面積不大，但卻深入內部者，就可能有外觀評分高，重量損失率大之情形出現。依表2所示，臺灣檉、大頭茶、狗骨仔之重量損失率最少，分別為2.35%、2.64%及2.82%，顯示其抗蟻性最為優良，其次為烏來檉與大葉楠，其損失率在3.46%—5.34%之間，再其次為香桂與單刺楠，其重量損失率分別為6.56%及7.38%，而以白蟻油、臺灣二葉松之抗蟻性最為低劣，其重量損失率高達8.10%及8.62%。

表2 台灣檉等11種樹材之理化性、測試家蟻後之外觀評分暨重量損失率。

Table 2. Physical and chemical properties of sample woods in relations to external appearance rating and weight loss after termite feeding.

測 試 項 目	樹 種											
	台 灣 檉	大 頭 茶	狗 骨 仔	厚 皮 香	烏 來 檉	瑞 芳 楠	山 堇 菜	大 葉 楠	香 桂	單 刺 楠	白 蟻 油	台 灣 二 葉 松
比 重	0.93	0.76	0.86	0.81	0.70	0.65	0.58	0.56	0.58	0.66	0.62	0.63
硬 度 (Kg/mm)	5.13	4.32	5.10	4.65	3.86	3.64	3.46	3.35	3.20	3.63	3.57	3.56
醇 萃 抽 出 (%)	7.82	4.84	3.19	6.13	4.17	4.15	3.32	3.69	3.91	3.26	3.54	3.27
外 觀 評 分	8.60	8.30	7.60	7.30	7.90	4.80	6.00	5.70	6.50	4.10	3.60	3.20
重 量 損 失 率 (%)	2.35	2.84	2.82	3.83	3.46	4.27	4.70	5.34	6.56	7.38	8.10	8.62

經計算外觀評分重量損失率與比重之相關係數，分別為 $r = 0.68$ 、 -0.70 ($P < 0.05$)，顯示比重與外觀評分、重量損失率有顯著相關。此外，外觀

評分、重量損失率與硬度之相關係數分別為 $r = 0.66$ 、 -0.73 ($P < 0.05$)，亦顯示其間有顯著相關。Bultman(1977)研究非洲材之抗蟻性，其於室內

試驗時, 發現抗蟻性與比重、硬度殊具相關, 當試材之比重達0.83時, 則未見白蟻咬食之痕跡, 但當比重降至0.59時即被咬食得較嚴重。就醇萃抽出物而言, 亦顯著相關($r=0.61$ 、 -0.57), 惟其相關性較比重、硬度為低。一般而言, 比重與硬度成正比, 由表2可知臺灣檉之比重0.93、硬度5.13, 二者均為全部試材之冠, 同時其抗蟻性亦為最優, 而白蠟油為最低, 其被咬食之情形亦最為嚴重。

由表2可知重量損失率與硬度等物理性質較具關係, 其中尤以狗骨仔試材變化最大, 其於木粉試驗中抗蟻性甚劣(倒數第三), 而於木塊試驗中卻為第三, 查狗骨仔為良好之剝印材, 材質細緻堅硬, 比重0.86, 硬度5.10, 均高居全體試材之第二, 故不為白蟻所嗜食, 所以在木塊試驗中, 其抗蟻性至為良好, 但在木粉試驗時其抗蟻性又甚低, 可能是因木材經磨粉後, 其硬度之特性已有所改變所致。另厚皮香在木粉試驗時, 其抗蟻性亦甚為良好, 但在木塊試驗時其抗蟻性卻降低不少, 原因是厚皮香含有較多之抽出物或殺蟻成分, 當磨成木粉時, 經調濕後, 其毒素較易溶解或釋放出來, 而以木塊形狀出現時, 其有毒成分釋放較為緩慢。總而言之, 白蟻咬食木材, 除了要具有適當的環境條件外, 時間亦是重要因素; 室內試驗因時間較短, 抗蟻性和木材物理性質如比重及硬度等關係較大; 而野外試驗則因時間較長須要綜合各種性質來考慮。此外試材的狀態似乎對於抗蟻性也有影響: 木塊的抗蟻性較偏向物理性質(表2)木粉則趨向於化學性質(表1)。

四、結 論

(一)各種木粉供白蟻餵食30天後, 其死亡率以臺灣檉、厚皮香、大頭茶等3種為最高, 死亡率達100%, 為抗蟻性強烈之樹種。其次為烏來櫟、瑞芳楠、山埔姜、大葉楠4種, 死亡率達60.97—87.80%, 均為稍具有抗蟻性之樹種。再其次為單刺櫟、香桂、狗骨仔、白蠟油以及對照材之臺灣二葉松, 其死亡率均在60.97%以下, 可以說完全沒有抗蟻性, 且為白蟻所嗜食。

(二)11種木材比重與家白蟻死亡率之相關係數 $r=0.40$ ($p>0.05$), 木材硬度與家白蟻死亡率之相關係數 $r=0.37$ ($p>0.05$), 顯示比重、硬度與死亡率未有相關。

(三)11種木材醇萃抽出物與家白蟻死亡率之相關係數 $r=0.67$ ($p<0.05$), 顯示醇萃抽出物與家白

蟻死亡率有顯著相關。

(四)木塊試驗之外觀評分測定結果: 臺灣檉>大頭茶>烏來櫟>狗骨仔>厚皮香>香桂>山埔姜>大葉楠>瑞芳楠>單刺櫟>白蠟油>臺灣二葉松。

(五)重量損失率以臺灣檉、大頭茶、狗骨仔、厚皮香為最少, 抗蟻性最為良好, 其次為烏來櫟、瑞芳楠、山埔姜、大葉楠, 再其次為香桂、單刺櫟、白蠟油、臺灣二葉松等。

(六)木粉試驗較偏向於化學性質(醇萃抽出)之影響, 木塊試驗則偏向物理性質(比重、硬度)。本次試驗之木粉與木塊之抗蟻性之優劣順序, 雖部分樹種略有出入, 但兩者皆顯示臺灣檉、大頭茶、厚皮香等3種確實為抗蟻性優良之樹種, 不但比重、硬度高, 且醇萃抽出物之含量亦高, 值得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除白蟻之效能。

引用文獻

- 王守範、王振瀾、謝堂州、曲俊麒 1987. 省產主要木材之抗白蟻性與藥劑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.
- 林天書、王振瀾 1988. 檳榔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.
- 黃仲華 1961. 白蟻的形態. 科學教育8(8): 1-5.
- 張上鎮 1989. 白蟻之生態、生活習性與防治驅除法. 林產工業8(2): 70-76.
- 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, 366: 1-6.
- 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 1970. 沖繩產材の抗蟻性について(第二報). 日本木材學會誌21(2): 113-119.
- 鮫島一彦、高村憲男 1985. 高知大學演習林報告No.12, 55-62.
- 姜夏詠、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). 日本木材學會誌36(1): 78-84.
- Bultman, J. D., R. H. Beal and F. F. K. Amping. 1977. Natural resistance of

some tropical African woods to *Cop-* 29(6):46-51.
totermes formosanus Shirak. For. Prod. J.