

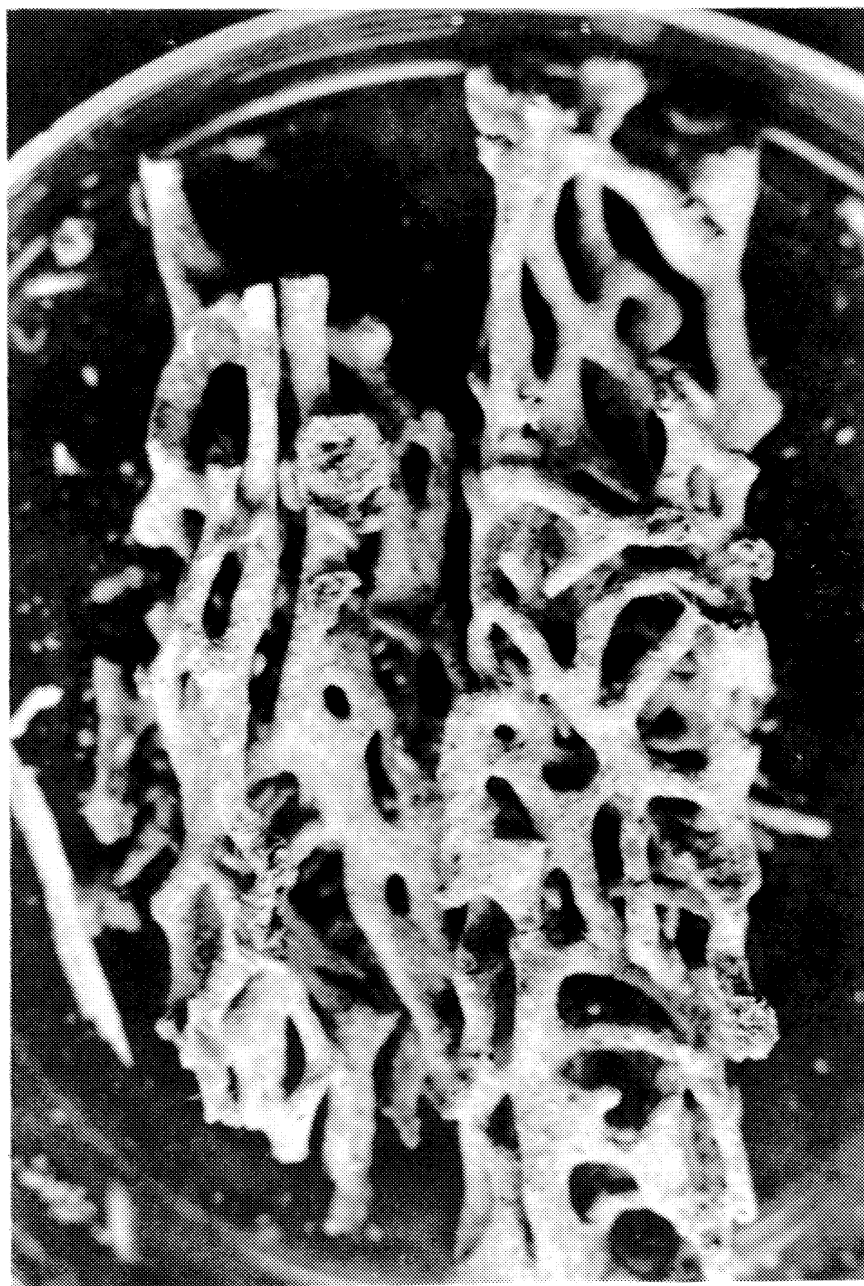
木材頑敵——白蟻生態研究

高中組生物第三名

省立台南女子高級中學

製作學生：葉靖英 吳慧珠

指導老師：邱 豐 美



白蟻自建的摩天大樓

一、研究動機：

發現學校走廊的木柱已呈空心，但表面是完好的。於是好奇地敲開一看，果然看到無數的白白胖胖的小昆蟲進進出出於他們的摩天樓（見圖一）。我們請教老師才知道這是木材的大敵——白蟻！牠們到底從何而來？如何傷害木材？爲何不損及表面？以什麼爲主食？如何砌造牠們的摩天樓？讓我們來揭發這個謎！

二、實驗材料與儀器：

家白蟻、建築用木材（六種）、各種食品、土、木板、葡萄糖、鹽、氫氧化鈉、醋酸、濃硫酸、濃鹽酸、酒精、甲醛液、甲苯、丙酮、樟腦、強力膠、肥皂粉、紙、尺、載玻片、培養皿、燒杯、毛筆、色筆、黑紙、解剖針、鑷子、燈泡、溫度計、電爐、冰箱、曝光表、天平、砝碼、解剖顯微鏡、2000倍顯微鏡。

三、實驗步驟：

(一) ①觀察白蟻的外形構造及分類上的地位。

②量白蟻的身長體重，並計算兵蟻、工蟻的數目。

(二)測定濕度與白蟻生活之關係：

①以乾燥食物如麵包、蛋糕、肉、餅、蛋、鹽、蔬菜、紙、木材等飼餵之。

②在定溫箱烘乾後的土壤，分別配製不同濕度的土壤，並加入木屑做飼料，各放100隻白蟻與乾燥食物（如(二)之①所述）做對照實驗。

③置白蟻於陽光下曝曬。

④置白蟻於水中以觀察其反應。

⑤解剖白蟻的消化道，以測知濕度與食物性質。

(三)測定光對白蟻活動之影響：

①比較同溫下不同照明度（0~520 lux）白蟻之活動情形。

②比較同一條件下，不同色光之活動情形。

③比較同一照明度下，不同溫度之活動情形。

④比較兵蟻與工蟻在同一條件下之活動情形。

(四)測定溫度對白蟻活動之影響：

①計算在 $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 之不同溫度下觸角擺動次數。

- ⊖測出白蟻之活動溫度，休眠及致死溫度範圍。
- (五)測定白蟻在 $5^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 間各斜坡上升之速度。
- (六)家白蟻最喜歡的木材為何？測其趨向之最遠距離。
- (七)家白蟻之趨化性實驗，以上述實驗材料中之各種化學藥品，各以濾紙沾之，再分別試探10隻白蟻，視其反應。
- (八)對光、水、電極、接觸物及地心引力之反應。

四、實驗結果與數據：

(一)本實驗所採集之品種為家白蟻 (*Coptotermes formosanus Shiraki*)

(一)其分類階級及形態構造如下：

節肢動物門 (Phylum Arthropoda)

昆蟲綱 (Class Insecta)

等翅目 (Order Isoptera)

中生白蟻科 (Family mesotermitidae)

白蟻屬 (Genus coptotermes)

⊖白蟻每隻平均體重為 0.0021403 克

兵蟻身長 4.5~6.5 公厘； 兵蟻總數 (%) $\frac{895}{1000} = 89.5\%$

工蟻身長 3~5.5 公厘； 工蟻總數 (%) $\frac{105}{1000} = 10.5\%$

兵蟻工蟻之比例為 9 : 1 ; 但兵蟻的死亡率高。

氣孔10對 { 胸部 2 對
腹部 8 對

(二)濕度與白蟻生活之關係：

⊖在乾燥食物除了木材、紙、蔬菜、等食物中極少數能活一天外餘者皆死。

⊖ 100隻白蟻在不同濕度下存活情形 (20天平均值)：

濕度(%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
白蟻 存活隻數	7	19	24	26	31	36	40	44	43	38

濕度(%)	15	16	17	18	19	20	25	30	35	40
白 蟻 存活隻數	36	33	30	24	20	16	10	9	7	5

③白蟻在陽光下曝曬之反應：

致 死 時 間	3 小 時
原 體 重	0.0021403 克
喪 失 體 重	0.0001403 克
失 重	0.08 %

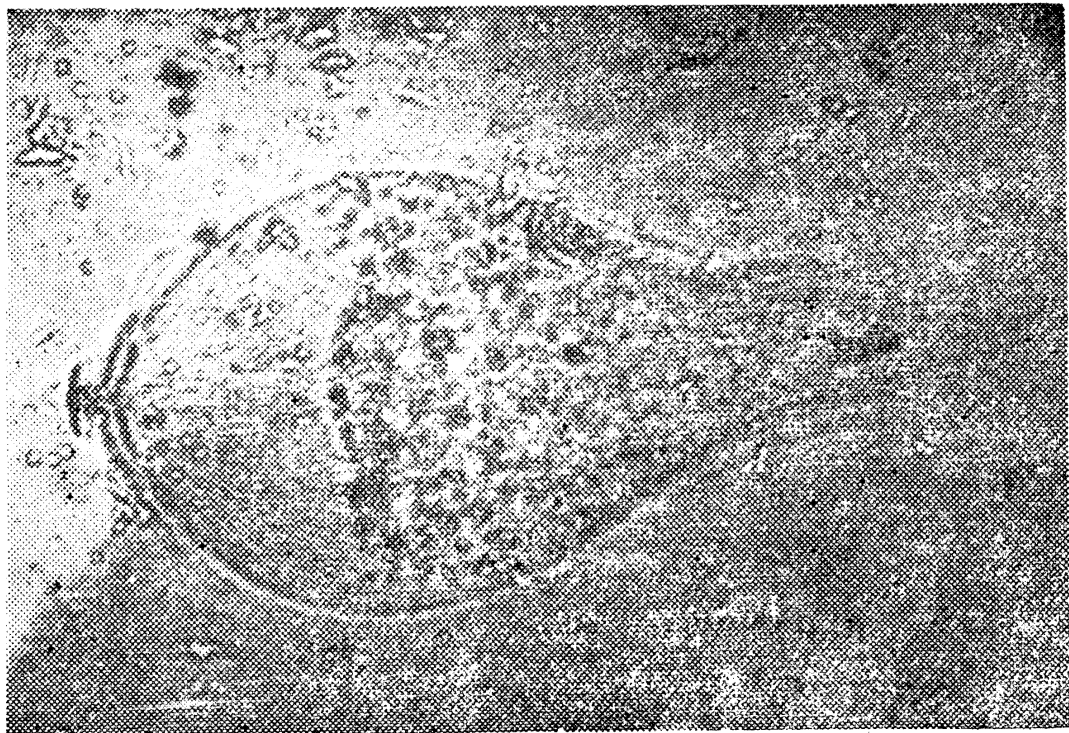
④白蟻在水中存活情形：

	生 存 時 間	尾 部 蹺 出 水 面 角 度
兵 蟻	64 小 時	40 度
工 蟻	71.5 小 時	50 度

⑤下兩圖爲白蟻消化道內之共生原生動物纖毛蟲綱 (Class ciliata)



(放大 200倍)



(放大800倍)

白蟻消化道內含有共生的原生動物，（如上兩圖）藉其幫助分解纖維素，故白蟻必需生活於適當之水分環境，並以木材為主食。

(三)光對白蟻活動之影響：

⊖同溫下不同照明度之活動速度：

溫度 °C	照明度 lux	0	110	170	200	240	300	400	450	520
	平均速度 cm/分									
18		33	55	65	70	85	58	41	36	30
22		36	65	70	75	86	62	55	42	36
24		53.3	75	77.4	84.7	88	66.9	66.3	65	64.3

⊖ 26°C 室溫下照明度 80 lux，不同色光下，白蟻之活動情形：

色 光	紅	黃	綠	白	紫	藍
平均速度 cm/分	91.6	94.5	102	107.2	129.4	132.6

⊖ 照明度 520 lux 在不同溫度下之活動情形：

溫度°C	22	25	29	34
平均速度 cm/分	36	38	45	55.6

⊖ 同一條件下兵蟻與工蟻之運動速度之比較：

溫度 °C	17		18				19
照明度 lux	0	280	30	140	320	380	200
兵蟻速度	29.5	10.1	19	8.7	6.5	29.3	17.3
工蟻速度	33.3	51.3	36.6	47.5	51.3	55.7	48

溫度 °C	20		21		22		
照明度 lux	15	60	170	280	90	110	240
兵蟻速度	28.6	6.6	20	20.6	49.1	36.3	65
工蟻速度	50	51.7	60.7	61.3	56	65	88

(四) 溫度對白蟻活動之影響：

⊖ 0°C ~ 50°C 不同溫度下觸角擺動次數：

溫度 °C	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50
觸角擺動 次數 / 分	5.1	9	14.4	16.3	21.5	21.7	25	29.7	20.2	17.0

⊖ 白蟻致死與休眠之溫度範圍 (實驗隻數 5)

溫度 °C	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	35
活動時間	1分	1分 12秒	1分 30秒	1分	2分	11分	16分	18分 21秒
存活隻數	0	0	0	1	0	0	3	5

溫度 °C	40	45	46	47	48	49	50	51
活動時間	2分 20秒	22.5 秒	18.9 秒	12.7 秒	10.7 秒	9.8 秒	1分	7.2 秒
存活隻數	5	4	4	4	3	3	0	0

溫度 °C	52	53	54	55	56	57.5	58
活動時間	6.9 秒	6.3 秒	5 秒	4.1 秒	2.4 秒	1.7 秒	1 秒
存活隻數	0	0	0	0	0	0	0

(五) 斜度 $5^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 間各種不同坡度上昇之速度：

上昇坡度	5	10	15	20	25	30	35	40	45
每分鐘上昇 速度cm/分	85	78	74	66	60	50	39	36	35

上昇坡度	50	55	60	65	70	75	80	85	90
每分鐘上昇 速度cm/分	33	32	31	30	28	28	27	25	24

(六) 白蟻對各種木材之趨向：

木材種類	梅木	冷杉	紅松	亞杉	柳安	檜木
最遠距離cm	8.5	7	6	5	4	3
趨向次序	1	2	3	4	5	6

(七)白蟻對各種化學藥品之趨向：

藥名	品稱	NaCl 結晶	C ₆ H ₁₂ O ₆ 結晶	NaOH 結晶	CH ₃ COOH (濃)	H ₂ SO ₄ (濃)
趨性		+	+	+	-	-

藥名	品稱	HCl (濃)	乙醚	酒精 95%	甲苯	丙酮
趨性		-	+	-	-	-

藥名	品稱	甘油	福馬林 (甲醛液)	強力膠	非肥皂	
趨性		+	-	-	-	

(八)白蟻對光、水、電極、接觸物及地心吸力各刺激之反應：

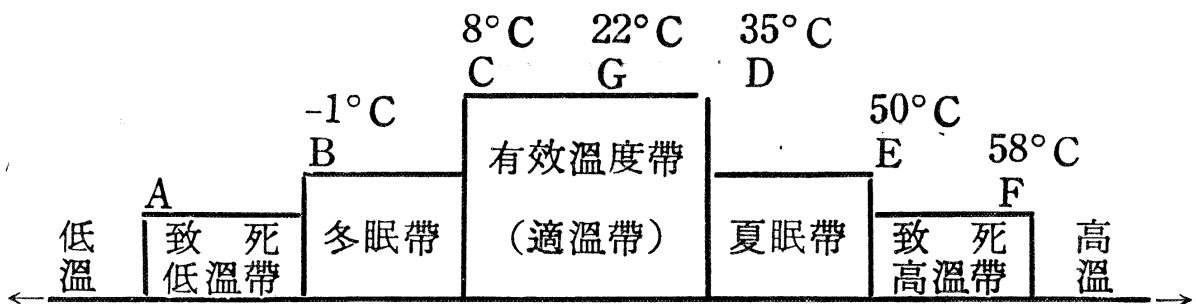
刺激項目	强光	弱光	水	正極	負極	接觸物	地心引力
趨性	-	+	+	兵 + 工 -	兵 + 工 -	+	+

六、結論：

(一)家白蟻為一羣棲昆蟲，由數千個體組成一有組織之社會。可分為蟻王、蟻后、兵蟻、工蟻。蟻王、蟻后於5~7月自土中飛出尋找情侶交配後，又重入土中組成新羣體。本實驗僅找到兵蟻、工蟻，兵蟻為數較多，約為工蟻之9倍，但死亡率較高，運動速度較慢。兵蟻前頭中央線有一額孔，分泌乳白色酸性(pH 6.8)膠黏液，遇敵害或刺激時，則大量分泌以禦敵。此構造乃發生於中央單眼。此分泌物可融蝕水泥、石灰，繼以

傷害木材（藉一對銳利的大顎）

- (二)白蟻之食物以木質纖維為主，而其本身却無消化酶，乃靠其後腸之共生原生動物纖毛蟲來分解之。這就是為何白蟻不生活於乾燥環境之故。必需生活於適當水份之環境下，較適當之溫度範圍為10%~14%。
- (三)白蟻較喜歡之木材為梅木，較不易受傷害者為紅檜，故紅檜為最好之建築材料。運動速度與坡度呈反比，且能適應各種坡度，故可在木材內建築精美曲折的摩天樓。
- (四)照明度低時，其活動自如，方向不拘，200 lux~280 lux 之間活動範圍擴大，速度加快，尤以 240 lux 最快，320 lux 以後則避光，呈不安狀態。藍光（短波光）下刺激大，行動反常，速度加快；紅光下如暗室，較能適應。故白蟻家在黑暗的泥土裏，上木材來找食物，只傷害木材內部，不損及表面，再返土裏喝水，故截斷木材與泥土間的通路，斷其水源即可防木蛀。
- (五)最低致死溫度因設備限制尚難測出。



- 〔註〕A：最低致死溫度 B：臨界致死溫度
C：發育臨界底溫 D：發育臨界高溫
E：臨界致死高溫 F：最高致死高溫
G：最適溫度

- (六)白蟻對強烈刺激性之化學藥品呈負趨性對鹽、糖、NaOH、乙醚、甘油等正趨性！趨濕性；兵蟻對正負極均呈正趨性，工蟻呈負趨性。對強光呈負趨性，對暗或弱光呈負趨性。
- (七)因設備儀器之不全，要測出木材之硬度、酸、鹼度與受白蟻危害程度，無法測定，待以後繼續研究之。