

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

080307

是誰吃了爺爺的畢業證書？

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小六 陳薇亘 小六 李欣耘 小六 王韋盛	指導老師： 王雅麗
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：白蟻、咬痕、巢穴顆粒

摘要

爺爺的畢業證書被吃掉了，我們就一起偵查兇手到底是誰？我們觀察爺爺書房的環境和兇手留下的咬痕、巢穴顆粒；也在兒科中心外找到和爺爺書房相似的環境及類似的痕跡、兇手屍體的小動物。

爲了證明兇手跟兒科中心外圍的白蟻是相同的小動物，所以設計潮濕、陰暗、不通風、悶熱和白蟻喜歡吃什麼的實驗。

爲了進一步證明兇手是白蟻，我們還利用自製小書，放置在白蟻出沒的地方，觀察白蟻留下的痕跡，來比較爺爺家兇手的咬痕；也測定爺爺家的兇手巢穴顆粒和兒科中心白蟻巢穴顆粒的性質是否相同。

最後從立體顯微鏡下觀察爺爺家圖書兇手的屍體和白蟻身體的構造，也查閱、觀察、比對會啃食木材、書本的其他動物蛀蟲，終於證明了爺爺家的兇手是白蟻。

壹、研究動機：

爺爺要退休了，從櫥櫃中找出畢業證書，讓他嚇一跳，他的畢業證書幾乎全都被吃掉了，怎麼會這樣呢？是誰吃掉的？同時，爺爺放在書架上的書，也有一大半被兇手吃了，我覺得不可思議，一定要找出兇手，就請教老師，也和同學一起來偵察這個「偷吃鬼」的真實面紗。



貳、研究目的：

- 一、從兇手在爺爺的圖書中留下的痕跡和遺物，找出兇手吃掉書本和其他材料的方式和遺物的特別地方。
- 二、想從爺爺的書房中找到嫌疑兇手---白蟻，觀察牠的食性和排泄物，證明牠是真實兇手。
- 三、改善爺爺的書房環境，使兇手不再侵犯爺爺的圖書。



參、研究器材：

- 一、觀察方面：立體顯微鏡、22 倍放大鏡、培養皿。
- 二、實驗方面：白蟻、保鮮盒、塑膠盤、巢穴的顆粒、噴霧器、厚紙板、珍珠板、粉彩紙、不同的汁液（糖水、鹽水、醬油、泡泡水、自來水、醋、果汁、牛奶、口水、小蘇打水）、不同材料（合成板、奶瓶紙、巴沙木、保麗龍、空心板、珍珠板、影印紙、瓦楞紙、衛生紙、報紙）、保麗龍盒、冰塊、熱水、溫度計。
- 三、比較方面：pHmeter、石蕊試紙、廣用試紙、漏斗、漏斗架、濾紙、量筒、量杯、滴管、酒精、蒸餾水、熱水、水晶杯、玻棒、上皿天平。

被兇手吃的畢業證書

肆、研究問題：

- 一、吃掉爺爺畢業證書的兇手可能是誰？
- 二、從爺爺家的書房特色，提出兇手可能的習性。
 - (一)嫌疑犯---白蟻是不是喜歡在潮濕的地方？
 - (二)嫌疑犯---白蟻是不是喜歡陰暗的地方？
 - (三)嫌疑犯---白蟻是不是喜歡不通風的地方？
 - (四)嫌疑犯---白蟻喜歡住在哪一種材料下活動？
 - (五)嫌疑犯---白蟻是不是喜歡悶熱的地方？
 - (六)嫌疑犯---白蟻喜歡吃什麼食物？
- 三、從爺爺家的圖書和材料找出被兇手蟲蟲吃過的痕跡和實驗的比較。
 - (一)嫌疑犯---白蟻蟲蟲吃過的各種紙類留下的痕跡。
 - (二)嫌疑犯---白蟻蟲蟲吃過不同汁液的瓦楞紙後留下的痕跡。
- 四、爺爺家的兇手在書房留下的巢穴顆粒和兒科中心白蟻留下的巢穴顆粒做比較。
- 五、爺爺家圖書中的兇手遺體和兒科中心教室邊的白蟻相比較。

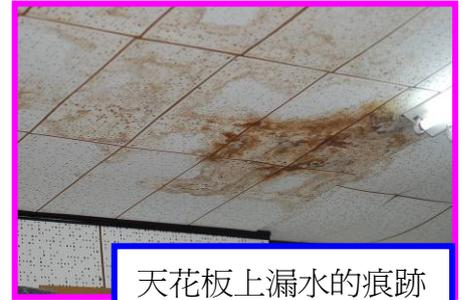
伍、研究過程：

一、活動一：吃掉爺爺畢業證書的兇手可能是誰？

(一) 走訪爺爺家的書房---找出兇手留下的痕跡和遺物。

1. 爺爺家的書房有哪些特色。

- (1) 潮濕---天花板上有多處漏水的痕跡
- (2) 陰暗---書房在整棟房子的中間，沒有窗戶。
白天爺爺上班不開燈，房間黑暗。
- (3) 溫暖---房屋的屋頂是鐵皮蓋的，夏天不吹冷氣，室溫高。
- (4) 不通風---房屋的四面沒有窗戶，只有開一道門，
所以不通風。
- (5) 保溫---房間的四面牆壁裝吸音板，
吸音板和牆壁之間可以保溫。
- (6) 書架---爺爺的書架上排滿了許多書，
書架緊靠著潮濕的牆壁。



天花板上漏水的痕跡



四面牆壁裝吸音板

2. 從爺爺家書房找到被兇手吃過的東西和遺留下來的排出物。

(1) 被兇手吃過的物品：

- ①. 圖書類：圖書、影印書。
- ②. 紙類：報紙、瓦楞紙。
- ③. 木頭類：木門框、書架。
- ④. 其他：保麗龍、吸音板。



(2) 兇手遺留下來的排出物：

- ①. 顆粒物質、片狀物質。
- ②. 乾掉的黃色汁液。

3. 從圖書中找到兇手的屍體。



(二)在兒科中心的一樓外圍找到類似兇手留下的痕跡。

1.大掃除時，發現一樓外圍的環境和爺爺家的書房環境相似。

- (1)潮濕---一樓旁邊有一條大水溝。
- (2)陰暗---有高樓和大樹擋住陽光，整天是陰暗的。
- (3)溫暖---一樓外圍堆疊著廢棄的木框和保麗龍板。
- (4)不通風---地勢低，周圍是圍牆、竹林和樹木擋住，不通風。



2.從一堆廢棄的木框下，找到和兇手屍體相似的小動物。



(三)上網找到的資料，兒科中心的蟲蟲可能是白蟻。

二、活動二：從爺爺家的書房特色，提出兇手可能的習性。

從觀察爺爺家的書房特色，我們討論後，懷疑蟲蟲兇手可能有下列的行為和習性。

(一)大膽的提出假設

爺爺家書房的特色	兇手可能的行為與習性
書房潮濕，每年 4—6 月吹西南風，帶著有鹽分的小水滴。	蟲蟲兇手可能喜歡潮濕的環境
兇手住在書房陰暗的地方	蟲蟲兇手可能喜歡陰暗的地方
書房在 4—9 月很悶熱	蟲蟲兇手可能喜歡在夏天悶熱時活動
書房的通風不良	蟲蟲兇手可能喜歡住在不通風的地方
兇手住在吸音板後面	蟲蟲兇手可能喜歡保溫的地方
兇手住在書本裡面	蟲蟲兇手可能喜歡吃書本
兇手吃過不同材質的東西	蟲蟲兇手可能喜歡吃這些東西

(二)小心的實驗

爲了要證實兇手蟲蟲和兒科中心教室外圍的白蟻是一樣的蟲蟲，所以我們就設計下面的實驗來試試看。

1.實驗 1：嫌疑犯---白蟻是不是喜歡在潮濕的地方？

(1) (方法 1)：白蟻會往哪邊走？

- ①. 目的：瞭解白蟻在潮濕的巢穴泥土或乾燥的巢穴泥土裡活動的情形。
- ②. 材料：塑膠盤 5 個（長：22.5cm，寬：17.4cm，高：3cm）、白蟻巢穴中的泥土、粉彩紙（深藍色）、厚紙板、雙面膠、塑膠匙、噴霧器、白蟻（100 隻）
- ③. 實驗裝置：



- ④. 變因方面：
 - a. 操縱變因：潮濕和乾燥的巢穴泥土。
 - b. 保持不變變因：
 - I. 相同的白蟻數量（每盤 20 隻，共 100 隻）。
 - II. 相同地方的巢穴泥土。
 - III. 觀察的時間相同（2 小時）。
 - IV. 白蟻在盤子中放的位置相同。
 - V. 實驗的地點相同（溫度、亮度、通風程度都一致）。
 - c. 應變變因：白蟻在盤子中的位置。（在潮濕的巢穴泥土，還是乾燥的巢穴泥土上）

⑤. 實驗方法：

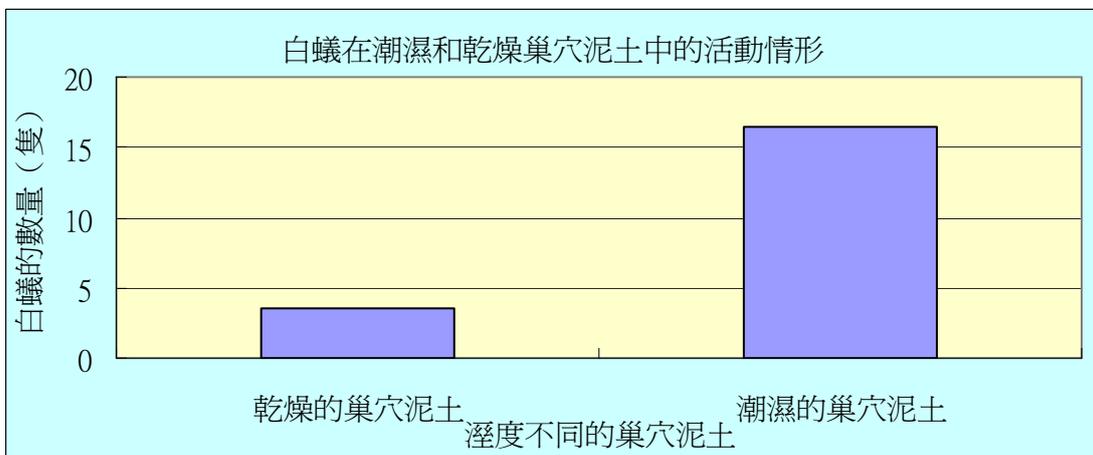
- 先將一半巢穴的泥土曬乾；另一半噴水。
- 將深色的紙貼在盤子中央（如裝置）。
- 分別把潮濕的巢穴泥土和乾燥的巢穴泥土放在深色紙的兩邊。
- 再分別將 20 隻白蟻放在深色的紙上，進行實驗，共 5 盤。
- 2 小時後觀察兩邊白蟻的數量。

⑥. 實驗結果：

單位：隻（白蟻數量）

盒子編號 白蟻數量 泥土的潮溼	1	2	3	4	5	合計	平均
乾燥的巢穴泥土	3	5	5	2	3	18	4
潮濕的巢穴泥土	17	15	15	18	17	82	16

⑦. 實驗比較 1：



⑧. 討論 1：

- 在乾燥的巢穴泥土上，白蟻爬行的數量較少，平均約 3~4 隻；而在潮濕的巢穴泥土上，白蟻爬行的數量較多，平均約 16~17 隻。
- 在潮濕的巢穴泥土和粉彩紙之間有兵蟻在徘徊，可能在做防衛的工作。



放入白蟻

(2) (方法 2)：白蟻在乾燥和潮濕的泥土中活動。

①. 目的：觀察白蟻在乾燥和潮濕的巢穴泥土中活動的情形。

②. 材料：噴霧器、保鮮盒（長：25cm，寬：14.2cm，高：8.5cm）、巢穴泥土、水晶杯、白蟻 200 隻。

③. 實驗裝置：



④. 變因方面：和（方法 1）相同。

⑤. 實驗方法：

a. 準備十個保鮮盒，其中五個分別放入一杯潮濕的巢穴泥土；另外五個分別放入一杯曬乾的巢穴泥土。

b. 在每個保鮮盒中，各放入 20 隻白蟻。

c. 觀察白蟻在盒子裡的活動情形。

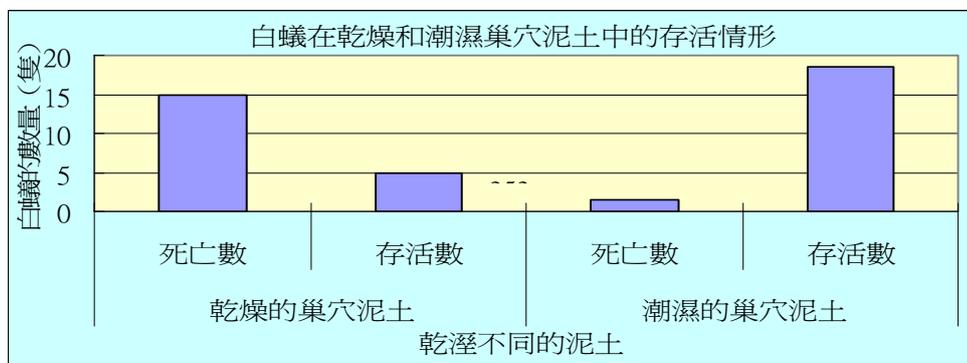
d. 18 小時後，觀察記錄白蟻的死亡數目。

⑥. 實驗結果：

單位：隻（白蟻數目）

不同溼度泥土	次數 存活 死亡數	1	2	3	4	5	合計	平均
		乾燥巢穴泥土	死亡數	15	14	13		
	存活數	5	6	7	4	3	25	5
潮濕巢穴泥土	死亡數	0	2	2	1	2	7	1
	存活數	20	18	18	19	18	93	19

⑦. 實驗比較 2：



⑧. 討論 2：

a. 白蟻在乾燥的巢穴泥土裡，一開始爬行很快，活動力旺盛，不停的爬行，經過 18 小時後，死亡的數目很多，平均每盆約死 15 隻。白蟻在潮濕的巢穴泥土裡，爬行緩慢，常在較大的土塊中繞來繞去，18 小時後死亡數目較少，平均每盒約死 1~2 隻。

b. 白蟻在乾燥的巢穴泥土中爬行時，有時會翻身六腳朝上；白蟻翻面時會用五隻腳掙扎搖動，另一隻後腳會支撐在盒子的底部，使身體傾斜，就會翻身過來。有時，白蟻會幫助翻身的同伴，靠近掙扎的白蟻，讓牠有依靠，就能使牠爬起來。

(3)我們的判斷：從實驗結果中，發現白蟻適合在潮濕的環境中，也符合爺爺書房的環境，所以判斷這些白蟻蟲蟲和爺爺家的蟲蟲可能是一樣的。

2.實驗 2：嫌疑犯---白蟻是不是喜歡陰暗的地方？

(1) (方法 1)：不同光線的照射

- ①. 目的：觀察白蟻是不是喜歡在陰暗的環境。
- ②. 材料：保鮮盒（長：20.4cm，寬：11.3cm，高：8.2cm）、黑紙、保鮮膜、水晶杯、上皿天平、巢穴的泥土、噴霧器、日光燈、絕緣膠帶、雙面膠、白蟻、厚紙板。
- ③. 實驗裝置：



④. 變因方面：

a. 操縱變因：亮度不同的環境（全暗、室內光、日光燈）。

b. 保持不變變因：

- I. 相同的白蟻數量（每盒 20 隻，各做 3 盒，三種情形共 9 盒，需 180 隻白蟻）。
- II. 同一種白蟻。
- III. 巢穴的泥土重量相同（250 公克）。
- IV. 盒內濕度相同（噴 3 下）。
- V. 巢穴泥土來源相同（爺爺家的白蟻巢穴）。
- VI. 盒內的空氣量相同（用保鮮膜包住）。
- VII. 實驗的時間相同（每次 1 小時）。
- VIII. 實驗的地點相同（通風程度都一致）。
- IX. 白蟻活動的空間相同（相同大小的保鮮盒）。

c. 應變變因：白蟻存活的數量。

⑤. 實驗方法：

- a. 利用上皿天平測量每盒 250 公克的巢穴泥土。
- b. 將全暗和日光燈的盒子外包上黑紙。
- c. 在每個盒子內均勻噴入 3 下霧狀水滴。
- d. 同一時間在 9 個盒子裡，各放 20 隻白蟻。
- e. 在 9 個盒子上蓋上保鮮膜，全暗的實驗盒子上四周用厚紙板包住。
- f. 三個放在日光燈下，另外三個放在自然的光線下，三個用厚紙片包住四周的盒子，也放在桌面上。
- g. 每 1 小時觀察一次白蟻活動的情形並計算白蟻存活的數量。

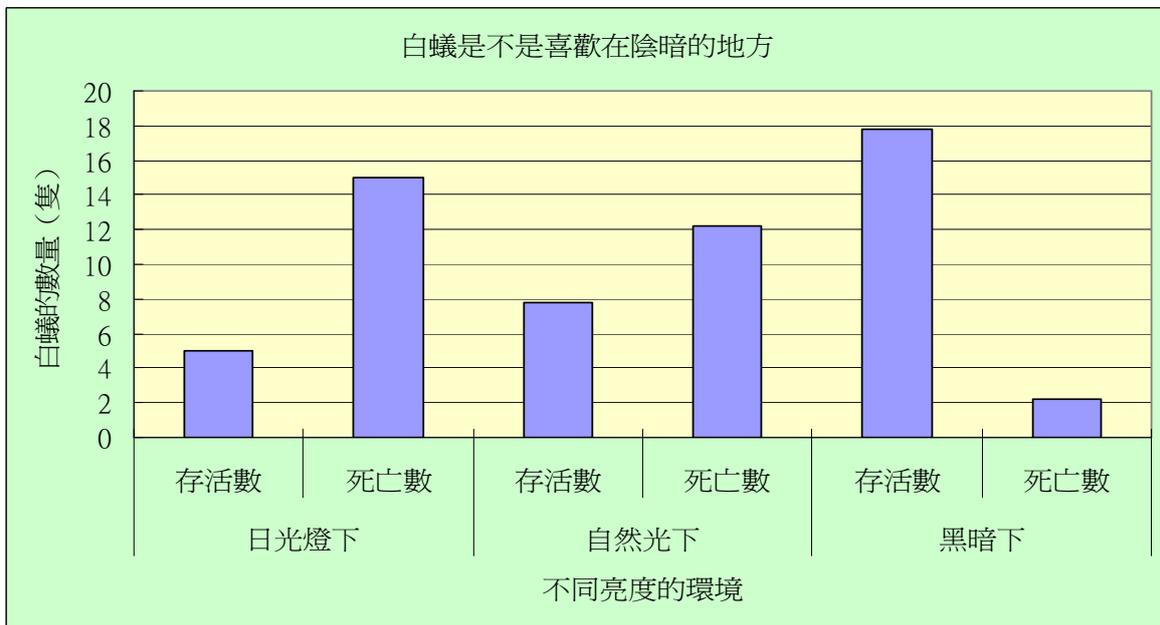


⑥. 實驗結果：

單位：隻（白蟻數目）

盒子 光線	次數	1	2	3	4	5	合計	平均
	存活 死亡數							
日光 燈下	存活數	6	4	4	5	6	25	5
	死亡數	14	16	16	15	14	75	15
自然 光下	存活數	8	10	12	8	11	49	10
	死亡數	12	10	8	12	9	51	11
黑暗 下	存活數	16	19	20	18	16	89	18
	死亡數	4	1	0	2	4	11	2

⑦. 實驗比較：

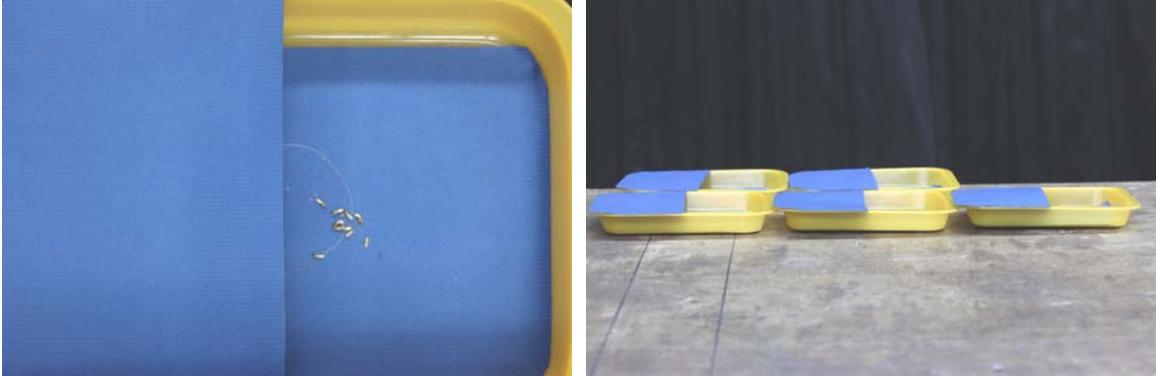


⑧. 討論：

- 白蟻在日光燈和自然光的盒子中，會鑽進土裡遮蔽光線，而在全暗的盒子中，白蟻都在土上爬行。
- 在三種環境中的白蟻，有時會聚在一起，或一起行動。
- 在三種環境中的白蟻，有時會鑽進泥土的細縫中；而在日光燈和自然光中，白蟻會躲在大石塊後方。
- 在自然光和日光燈中的白蟻，一開始會鑽進土裡，之後才會慢慢爬出土面，且過一段時間後，白蟻不常鑽進土裡，可能是習慣環境了。
- 白蟻在三種環境中，都是爬行在土塊和土塊之間，或是在凹槽的地方，可能是那邊較潮濕。
- 大部分的工蟻都會在土堆裡，而兵蟻則會在土面上，可能是在防衛家園。
- 自然光和日光燈中的白蟻，會沒有方向的一直爬，直到鑽進洞裡。

(2) (方法 2)：白蟻往哪邊走？

- ①. 目的：觀察白蟻會往陰暗或光亮的地方走。
- ②. 材料：白蟻、盤子（長：22.5cm，寬：17.4cm，高:3cm）、深色的紙、小容器、雙面膠。
- ③. 實驗裝置：



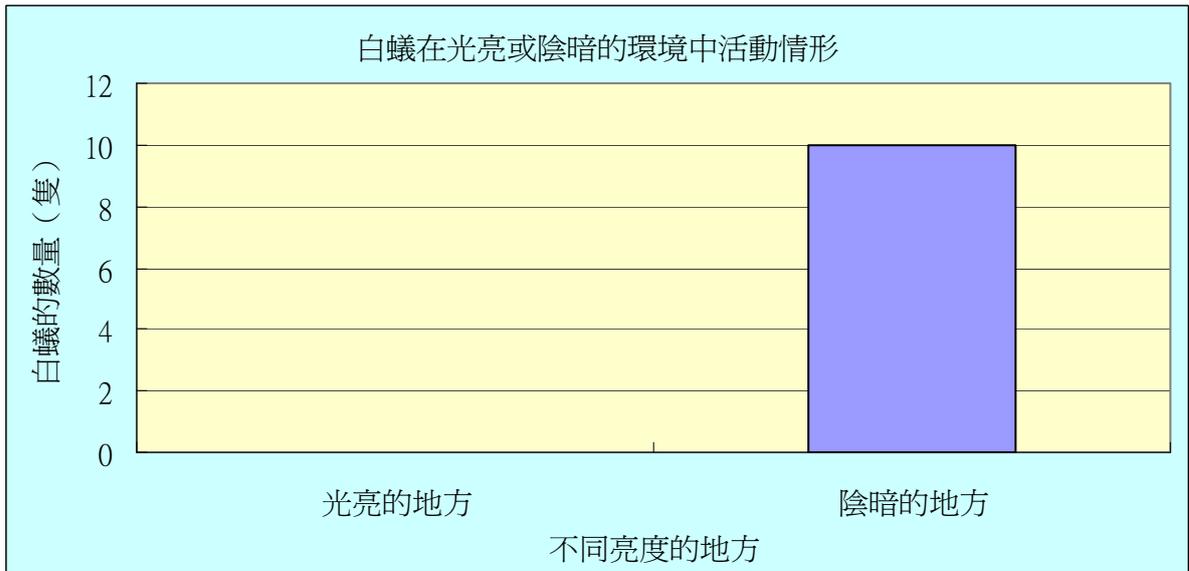
- ④. 變因方面：
 - a. 操縱變因：不同的亮度（盒子的一邊是陰暗，另一邊是光亮）
 - b. 保持不變變因：
 - I. 相同的地點（溫度、亮度、通風程度、濕度相同）。
 - II. 相同的盤子（同一種塑膠盤五盒）。
 - III. 白蟻的數量相同（每盒 10 隻，共 50 隻）。
 - IV. 同一種深色紙（藍色粉彩紙）。
 - V. 實驗時間相同（30 分鐘）。
 - c. 應變變因：觀察白蟻放在盤子中央後，會走向陰暗或光亮的地方。
- ⑤. 實驗方法：
 - a. 在五個盒子內部各黏上一張深色的紙。
 - b. 在五個盒子外黏上半張深色的紙。
 - c. 在盒子內部的圓中心各放 10 隻白蟻。
 - d. 觀察白蟻會爬向陰暗處或光亮處。
 - e. 30 分後觀察白蟻在光亮處或陰暗處的數量。

⑥. 實驗結果：

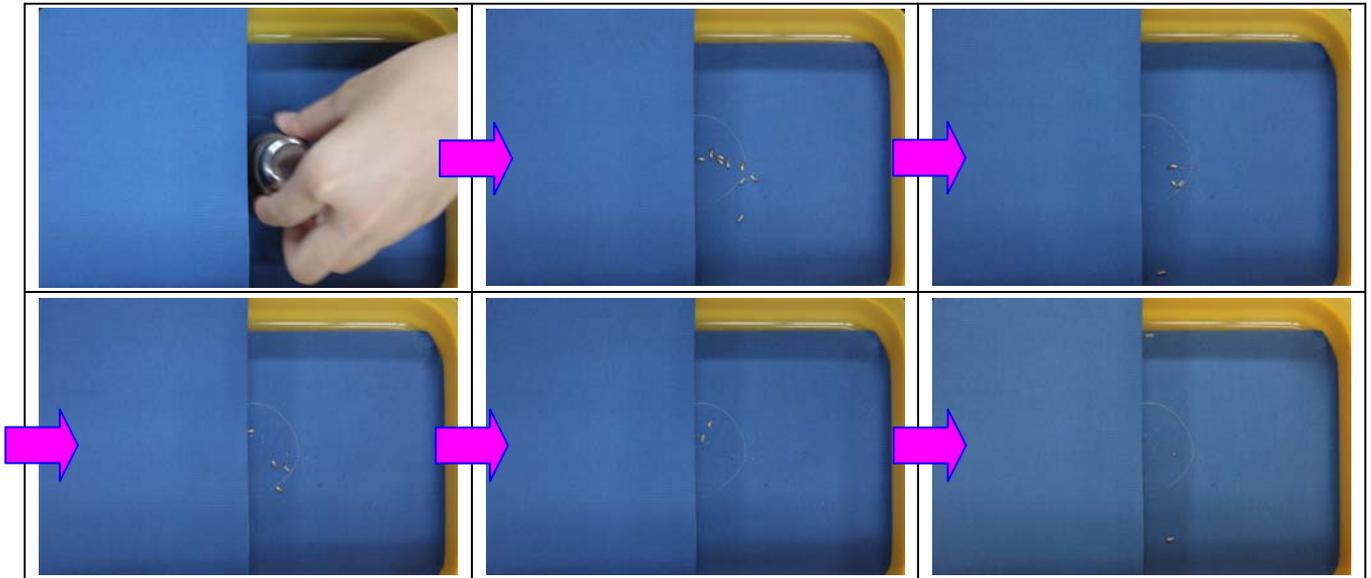
單位：隻（白蟻數目）

盒子編號	1	2	3	4	5	合計	平均
不同亮度							
光亮的地方	0	0	0	0	0	0	0
陰暗的地方	10	10	10	10	10	50	10

⑦. 實驗比較：



白蟻都往陰暗處移動



⑧. 討論：

- a. 兵蟻會在陰暗和光亮的交界處徘徊，可能是在做保衛的工作。
- b. 白蟻會爬到底紙下，可能那裡更陰暗，可是最後都黏在雙面膠上死亡。
- c. 一開始放入白蟻時，沒有全部的白蟻都在陰暗的地方，但過了 30 分鐘後，會行走的白蟻都爬到陰暗處。
- d. 白蟻在光亮的地方會沿著邊緣爬行，可能是盒子邊緣較陰暗，想爬進盒子下方。
- e. 白蟻的腳受傷後，身體會失去平衡，行走時就會原地轉圈。
- f. 白蟻在陰暗處會群聚在一起。

(3)我們的判斷：

白蟻喜歡陰暗的環境，所以爺爺家的書房較陰暗是白蟻蟲蟲喜歡住的地方。

3.實驗 3：嫌疑犯---白蟻是不是喜歡不通風的地方？

(1)目的：觀察白蟻是不是喜歡不通風的地方。

(2)材料：保鮮盒（長：25cm，寬：14.2cm，高：8.5cm）、白蟻、焊槍、電風扇、噴霧器、巢穴顆粒、砂紙、上皿天平、水晶杯、塑膠匙。

(3)實驗裝置：



(4)變因方面：

①. 操縱變因：環境的通風程度不同。

②. 保持不變變因：

a. 白蟻的數量相同（每盒 20 隻）

f. 風的強弱相同

b. 巢穴顆粒的量相同（100g）

g. 同一種電風扇

c. 噴的水量相同（噴 3 下）

h. 同一個地點（溫度、亮度、濕度相同）

d. 實驗時間相同

i. 同一種保鮮盒

e. 巢穴的泥土來源相同

③. 應變變因：觀察白蟻在保鮮盒內的運動情形，統計白蟻在 18 小時內的死亡數量。

(5)實驗方法：

①. 準備 9 個保鮮盒。

②. 將保鮮盒的蓋子鑽 8 個洞，也有前後各鑽 0、4、8 個洞（請老師幫我們鑽洞）。

③. 在盒子內各裝入 100g 的巢穴泥土，並利用噴霧器噴 3 下。

④. 在每個盒子內各放 20 隻的白蟻。

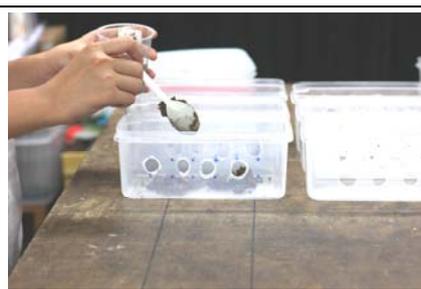
⑤. 把盒子分三組，分別放在桌面上，洞口朝向風扇，開始實驗。

⑥. 在 30 分鐘內仔細觀察白蟻活動情形。

⑦. 18 小時後，觀察白蟻的死亡數目。



裝入巢穴顆粒



裝入巢穴顆粒



噴水

(6)實驗結果

①. 結果 1：白蟻在盒子內活動情形

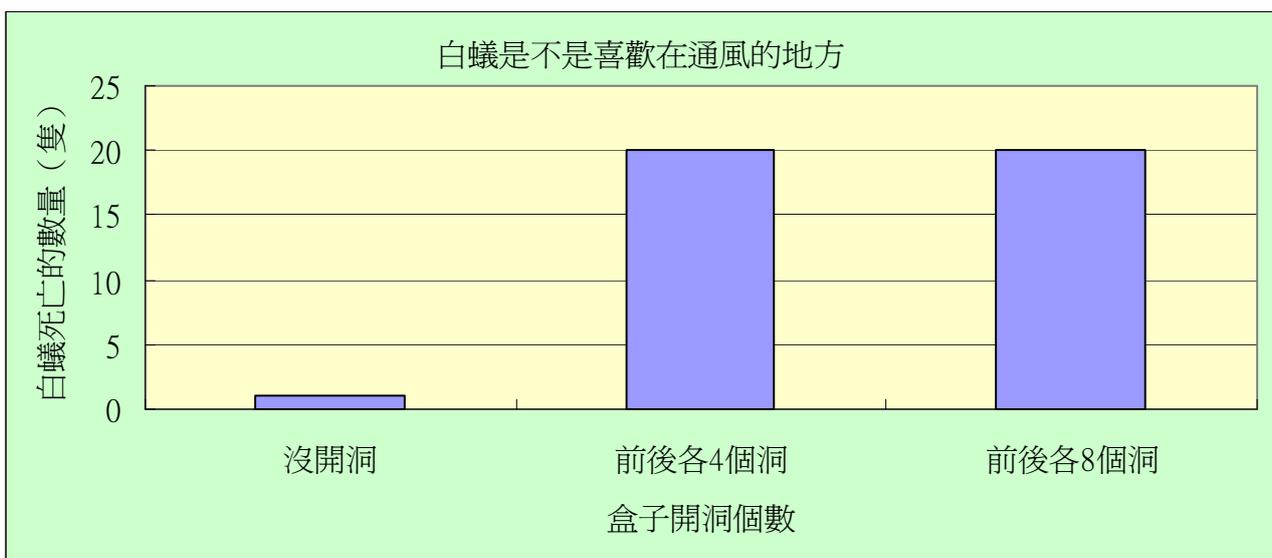
保鮮盒的洞洞數	沒開洞	前後各 4 個洞	前後各 8 個洞
白蟻的活動情形	<ul style="list-style-type: none"> ■ 所有的白蟻都在潮濕的巢穴泥土上爬行，但是有一隻一開始就活動力不足，所以走路緩慢。 ■ 30 分後，6 隻還在泥土上爬行，14 隻鑽進土裡。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 白蟻都順著風的方向行走。 ■ 白蟻都在風吹進來那一邊的角落爬行，而且走路速度慢。 ■ 風吹時，泥土的水份漸漸乾掉，而且盒壁上的水珠也被吹乾，白蟻會在泥塊上爬行。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 有四隻白蟻躲在沒有洞的角落。 ■ 白蟻都鑽進泥土中，躲避光和風。 ■ 走路速度比其他實驗慢。 ■ 白蟻在土塊和土塊之間爬行。 ■ 盒壁上沒有水珠，而且土中的水分是最乾的。

②. 結果 2：18 小時後白蟻死亡數目

單位：隻（白蟻數量）

保鮮盒的洞洞數		沒開洞	前後各 4 個洞	前後各 8 個洞
組別	1	1	20	20
	2	2	20	20
	3	0	20	20
合計		3	60	60
平均		1	20	20

(7)實驗比較



(8)討論：

- ① 在側面鑽洞盒子中的白蟻，會躲在土塊後和靠近風扇那邊的角落或是聚在一起來遮蔽風。
- ② 經過同一個時間後，盒內的濕度最乾燥是側面鑽 8 個洞的盒子，次乾燥的是側面鑽 4 個洞的盒子，最潮濕的是沒有鑽洞的盒子。
- ③ 有在側面鑽洞的盒子，靠近風扇的盒壁上，過了三個小時，水珠還未乾。
- ④ 隔天，風扇將有鑽洞的盒子內的土吹乾，使在土內的白蟻因為乾燥而死亡。
- ⑤ 沒有鑽洞的盒子中，白蟻都在土面上爬行，不受光線干擾，可能是盒子比較不透光。
- ⑥ 有鑽洞的盒子中，白蟻會因為風吹而爬行緩慢或容易翻身死亡。

(9)我們的判斷：

爺爺家書房的牆壁上釘吸音板，沒有窗戶；如果不開門，裡面是不通風的，所以在吸音板後面的地方和書架旁，也生長著許多白蟻蟲蟲。



4. 實驗 4：嫌疑犯---白蟻喜歡住在哪一種材料下活動。

- (1)目的：觀察白蟻喜歡住的地方材料是什麼，是否和爺爺的書房中被兇手吃掉的物品相同材質。
- (2)材料：白蟻、盤子（直徑：45cm）、奶瓶紙、深色的紙、泡棉膠、瓦楞紙、影印紙、衛生紙、巴沙木、報紙、保麗龍、螺帽、雙面膠。
- (3)實驗裝置：



(4)變因方面：

- ①. 操縱變因：不同的材料（瓦楞紙、影印紙、報紙、衛生紙、巴沙木、保麗龍）
- ②. 保持不變變因：
 - a. 白蟻的數量相同
 - b. 深色紙的材質相同
 - c. 實驗的時間相同
 - d. 相同的盤子
- ③. 應變變因：觀察白蟻會住在哪一種材料下和牠們在盤子內的活動情形。

(5)實驗方法：

- ①. 先在盤子內部利用泡棉膠和雙面膠黏上奶瓶紙及深色的紙。
- ②. 再用鉛筆在紙上平均劃分為六格。在中心畫一個小圓，是實驗時白蟻一開始的放置地點。
- ③. 將每一種材料剪成和盤子分格相同大小的形狀。
- ④. 把剪好的各種材料放置在盤子中的每一格，並用螺帽壓住。
- ⑤. 實驗開始，將 200 隻的白蟻，放在盤子中心的圓，觀察白蟻在盤中的情形。

(6)實驗結果

①. 結果 1：失敗的實驗

- a. 白蟻喜歡住在什麼材料下的實驗進行一天後，我們發現白蟻幾乎都死了，存活的白蟻則鑽到紙下被膠帶黏住，所以我們列出下列幾種死亡的原因：

- I. 盤子內部空氣太乾燥，不適合白蟻的生活環境。
- II. 不適應新的環境，沒有巢穴的泥土。

從以上的缺點中，我們改進了實驗的裝置：

- I. 把紙和盤子緊密固定，使白蟻不再鑽進紙下被雙面膠和泡棉膠黏住。
- II. 實驗時，把材料和盤子都噴水，保持潮濕。
- III. 放入一些巢穴的顆粒，有助於白蟻翻面時翻身，也和白蟻的生活環境相似。

②. 結果 2：

a.--2 個小時後，白蟻在不同材料下的數量

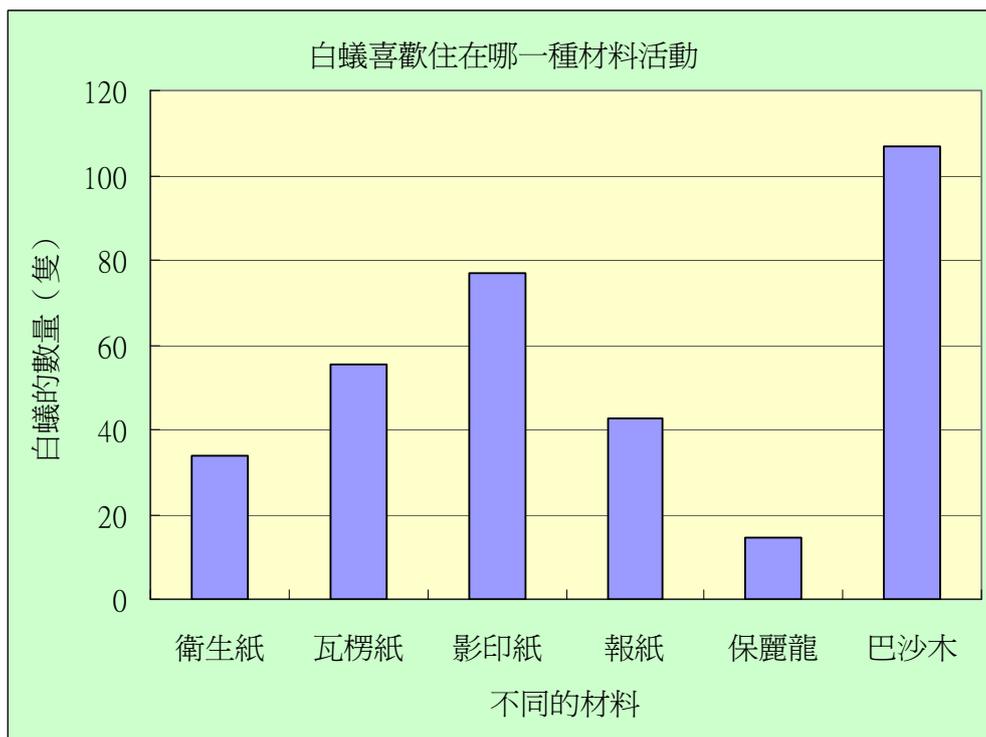
盤數 材料	一	二	三	四	五	合計	平均
衛生紙	58	23	10	57	21	169	34
瓦楞紙	34	54	64	62	62	276	55
影印紙	40	72	33	69	170	384	77
報紙	44	23	39	51	56	213	43
保麗龍	5	16	22	11	18	72	14
巴沙木	143	61	50	111	169	534	107

b.--24 小時後，白蟻在不同材料下的數量

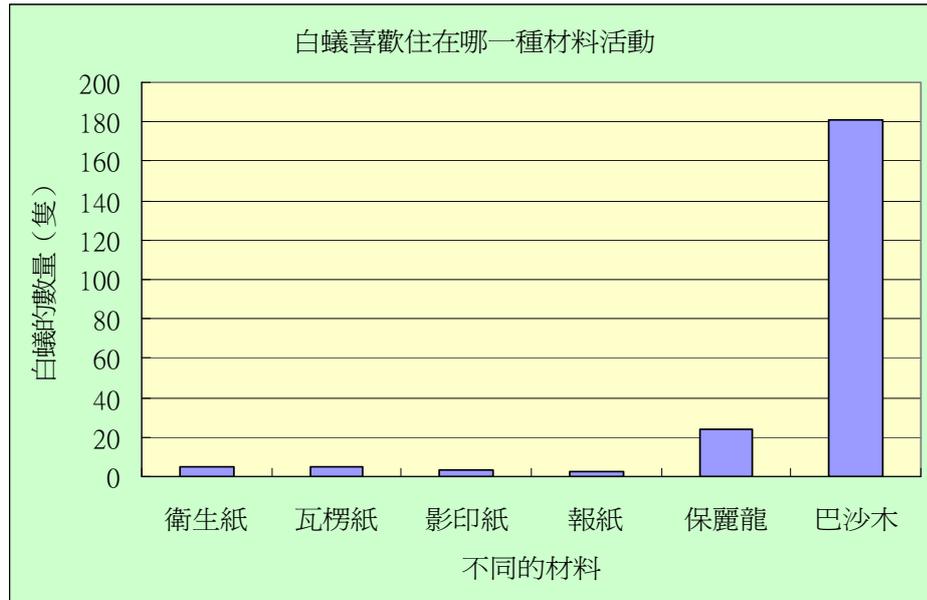
盤數 材料	一	二	三	四	五	合計	平均
衛生紙	3	20	0	0	1	24	5
瓦楞紙	9	9	1	3	4	26	5
影印紙	0	0	0	15	1	16	3
報紙	0	4	2	4	2	12	2
保麗龍	0	82	15	10	11	118	24
巴沙木	262	35	118	105	387	907	181

(7)實驗比較：

a.--2 個小時後，白蟻在不同材料下的數量



b.--24 小時後，白蟻在不同材料下的數量



(8)討論：

- ①. 白蟻會在材料和底盤之間，或是在材料和材料之間，不會在材料的最上端；可能是因為材料和底盤中間較潮濕又有巢穴顆粒，是白蟻喜歡的環境。
- ②. 一開始做實驗時，我們利用泡棉膠和雙面膠，將底板固定在盤子中，並將材料堆疊好放入盤中；過了一天後，發現白蟻都死亡了，有的被黏在泡棉膠和雙面膠上，有的死亡在平面，所以我們推測，可能是太乾燥且沒有巢穴顆粒，並在第二次做實驗時，利用透明膠帶封住紙和盤子之間的隙縫，防止白蟻被雙面膠和泡棉膠黏住，並噴上一些水和加入巢穴顆粒，結果實驗真的成功了。
- ③. 工蟻會在材料的夾層間，則兵蟻通常會在材料的四周，可能是兵蟻在防衛家園。
- ④. 白蟻會聚集在有巢穴顆粒的地方，可能是沒巢穴顆粒會翻面死亡。
- ⑤. 在材料和底盤間的白蟻數量較多，而在材料和材料之間的白蟻數量比較少，可能是因為底盤和材料之間環境較潮濕又有巢穴顆粒，是比較適合白蟻居住的環境。
- ⑥. 大部分的白蟻都會在巴沙木之間，其次是保麗龍和瓦楞紙，可以知道白蟻喜歡在木材下活動。



盤子裡放巢穴顆粒泥土



白蟻放置在中間

5.實驗 5：白蟻是不是喜歡悶熱的地方

(1)目的：

- ①. 從實驗中，瞭解白蟻適合在哪一種溫度下生活。
- ②. 從實驗盒的溫度和爺爺家書房的溫度相互比較，找到兇手蟲蟲喜歡的溫度。

(2)材料：保麗龍盒、保鮮盒（長：25cm，寬：14.2cm，高：8.5cm）、白蟻 90 隻、冰塊、熱水、溫度計、珍珠板、巢穴顆粒

(3)實驗裝置：準備三組裝置，分別為冰冷、常溫、悶熱



(4)實驗方法：

- ①. 準備兩個保麗龍盒，分別在裡面放入熱水、冰塊。
- ②. 在三個保鮮盒內各放入一塊珍珠板，以免溫度太高或太低。
- ③. 在保鮮盒內放入巢穴的顆粒碎屑及白蟻。
- ④. 把兩個保鮮盒分別放入兩個保麗龍盒裡，並把其他空間利用保麗龍塞住，另一個保鮮盒放置在常溫下。
- ⑤. 把保麗龍蓋中間鑽洞蓋上，插入溫度計。
- ⑥. 觀察白蟻的活動情形。

(5) 變因方面：

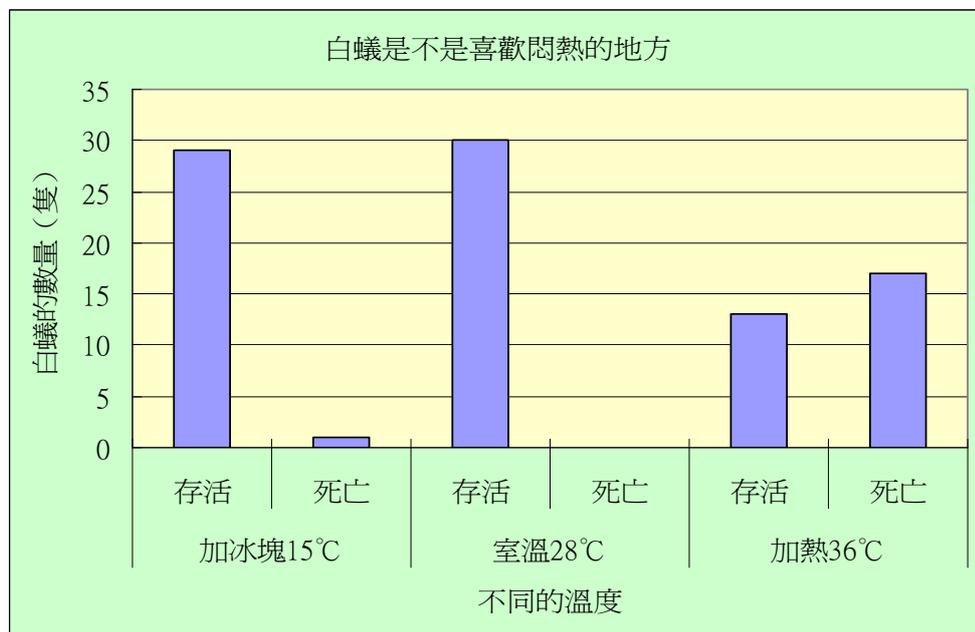
- ① 操縱變因：保鮮盒的溫度（分別為：15°C、28°C、36°C）
- ② 保持不變變因：
 - a. 同一種保鮮盒
 - b. 同厚度的珍珠板
 - c. 每次各放 10 隻白蟻
 - d. 觀察的時間相同為 2 小時
- ③ 應變變因：白蟻適合在哪種溫度下生活

(6)實驗結果：

單位：隻（白蟻數目）

實作次數		1	2	3	合計
保鮮盒外放置冰塊時的溫度（15°C）	存活	10	9	10	29
	死亡	0	1	0	1
只有放置保鮮盒時的溫度（28°C）	存活	10	10	10	30
	死亡	0	0	0	0
保鮮盒外放置熱水時的溫度（36°C）	存活	0	7	6	13
	死亡	10	3	4	17

(7)實驗比較：



(8)討論：

- ①. 在加熱的保鮮盒中白蟻在平面的地方，爬行較快，在顆粒上爬行較慢，可能是在平面的地方溫度較高，所以白蟻爬行的速度才會較快。
- ②. 在低溫的保鮮盒中的白蟻，爬行較慢也聚集在一起。
- ③. 在室溫的部分，一開始爬行較快，一段時間後，爬行速度會很緩慢，會爬行一下後，又停了幾秒鐘，才開始爬行。
- ④. 從這個實驗中，可以知道白蟻還沒適應時，爬行速度快。
- ⑤. 白蟻在室溫下的爬行速度比熱水和冰塊還環境慢。
- ⑥. 白蟻在室溫下的存活率較高，其次是冷的環境。在熱的環境中，白蟻的死亡率很高。

(9)我們的判斷：白蟻適合生活在室溫的地方，爺爺家是古老的二樓房子分隔，溫度控制良好，不會很熱，所以會招來許多白蟻。

(10) 我們請爺爺測量他的書房氣溫，結果大約是 30°C（五月份---白天）。

6.實驗 6：嫌疑犯—白蟻喜歡吃什麼食物。

(1)目的：從實驗中瞭解白蟻吃的食物是什麼？

(2)材料：合成板、奶瓶紙、巴沙木、保麗龍、空心板、珍珠板、影印紙、瓦楞紙

(3)實驗裝置：



(4)實驗方法：

- ①. 將各種材質剪成厚度一樣的板子（長：9cm，寬：9cm）。
- ②. 放置在一樓教室旁的堆木材後方，離巢穴較近。
- ③. 經過三星期後，開始觀察。
- ④. 把觀察結果記錄下來。

(5)變因方面：

- ① 操縱變因：不同食物（珍珠板、合成板、奶瓶紙、巴沙木、保麗龍、空心板、影印紙、瓦楞紙）
- ② 保持不變變因：
 - a. 放置位置相同
 - b. 食物的大小相同。
 - c. 放置時間相同（三星期）
 - d. 觀察時間相同。
- ③ 應變變因：白蟻啃食食物後留下的痕跡。

(6)實驗結果：

打√：表示白蟻的行為和啃食的材料

放置材料 觀察項目	珍珠板	合成木	奶瓶紙	巴沙木	保麗龍	空心板	影印紙	瓦楞紙
啃食	√			√			√	√
築巢		√	√	√	√	√	√	√
綠色汁液	√							



(7)討論：

- ①. 我們放的材料中，被啃食的有珍珠板、巴沙木、影印紙、瓦楞紙；被白蟻築巢的有合成木、奶瓶紙、巴沙木、保麗龍、空心板、影印紙、瓦楞紙，有的築巢形狀有些是片狀，有些是條狀。
- ②. 珍珠板除了被啃食外，上面有附著綠色汁液；有些材質如奶瓶紙、影印紙、瓦楞紙會被分解，變得軟軟的。
- ③. 在這個實驗中，不同的食物要經過一段時間後，才會啃食或者是築巢。
- ④. 白蟻築的巢，有些是片狀、有些是條狀，這些條狀的看起來好像是白蟻的行走路線。
- ⑤. 白蟻啃食這些食物時，都是從邊緣啃食，啃食的深度較淺，寬度較寬。

(8)我們的判斷：白蟻喜歡吃紙類和木頭的材質，也會在大部分的材質中築巢。爺爺家的書房到處是圖書、吸音板（甘蔗板）、保麗龍、木頭，所以是白蟻喜歡吃的食材。



(二)兒科中心外圍的白蟻蟲蟲吃掉的各種紙類。

1.實驗 1：嫌疑犯—白蟻蟲蟲吃過的各種紙類留下的痕跡。

- (1)目的：與爺爺家被白蟻吃過的圖書做比較。
- (2)材料：報紙、粉彩紙、瓦楞紙、影印紙、釘書機
- (3)實驗裝置： 
- (4)實驗方法：



- ①. 將各種紙類製作成書本，並放置在白蟻巢穴附近。
- ②. 過了三星期，觀察白蟻在書本上留下的痕跡。

(5)變因方面：

- ①. 操縱變因：不同的紙類。
- ②. 保持不變變因：
 - a. 相同的地點。
- ③. 應變變因：白蟻在不同紙類上留下的痕跡



(6)實驗結果：



(7)和前面分類表比較：

- ①. 被白蟻啃食的報紙屬於留下的痕跡是分層的一堆 → 沒有屍體的一堆 → 有汁液的一堆 → 不是黑色顆粒的一堆
- ②. 被白蟻啃食的影印紙屬於留下的痕跡不是分層的一堆 → 痕跡中沒有咬痕的一堆 → 痕跡中的殘留物不是片狀的一堆 → 痕跡中的殘留物不是黑色顆粒的一堆 → 痕跡中的殘留物不是黏稠狀的一堆
- ③. 被白蟻啃食的瓦楞紙屬於留下的痕跡是分層的一堆 → 沒有屍體的一堆 → 沒有汁液的一堆 → 不是黑色顆粒的一堆

(8)討論：

- ①. 我們發現書本上有黃色的痕跡而且釘書針生鏽了，可能是噴小水滴後的結果。
- ②. 我們還發現每本書都有不同的痕跡，例如：報紙上可能有一些分泌物，將它一張張黏住；粉彩紙上有黑色的污點和似咬痕形狀的液體痕跡；影印紙上有巢穴的顆粒附著，還參雜枯葉子；瓦楞紙上有液體乾掉的痕跡而且褪色了。
- ③. 白蟻會在書的頁面上築巢，有些巢穴像細沙，可能是正在築巢中還沒有築完巢。
- ④. 白蟻啃食書本時，都是從邊邊開始啃食，而且在三星期內啃食的量不會很多。
- ⑤. 每一種紙類都有被啃食，也有留下築巢和片狀物質的痕跡。

(9)我們的判斷：

- ①. 這些痕跡可能是白蟻留下來的，因為這些書所擺放的位置在白蟻巢穴旁，所以白蟻有可能經過這些書，也吃掉這些書。
- ②. 因為這些被吃掉的書留下的痕跡很像爺爺家的書被吃掉的痕跡，所以可以判斷爺爺家吃掉圖書的兇手是白蟻。

2.實驗 2：嫌疑犯—白蟻蟲蟲吃過不同汁液的瓦楞紙後留下的痕跡。

(1)目的：

- ①. 與爺爺家被白蟻咬過的書本做比較，證明爺爺家的書是白蟻吃的。
- ②. 觀察白蟻喜歡在什麼汁液的食物上留下痕跡。

(2)材料：瓦楞紙、糖水、鹽水、醬油、泡泡水、自來水、醋酸、果汁、牛奶、口水、小蘇打水、噴霧器、水晶杯、不鏽鋼筷、標籤。

(3)實驗裝置：參考版面或原始資料

(4)實驗方法：

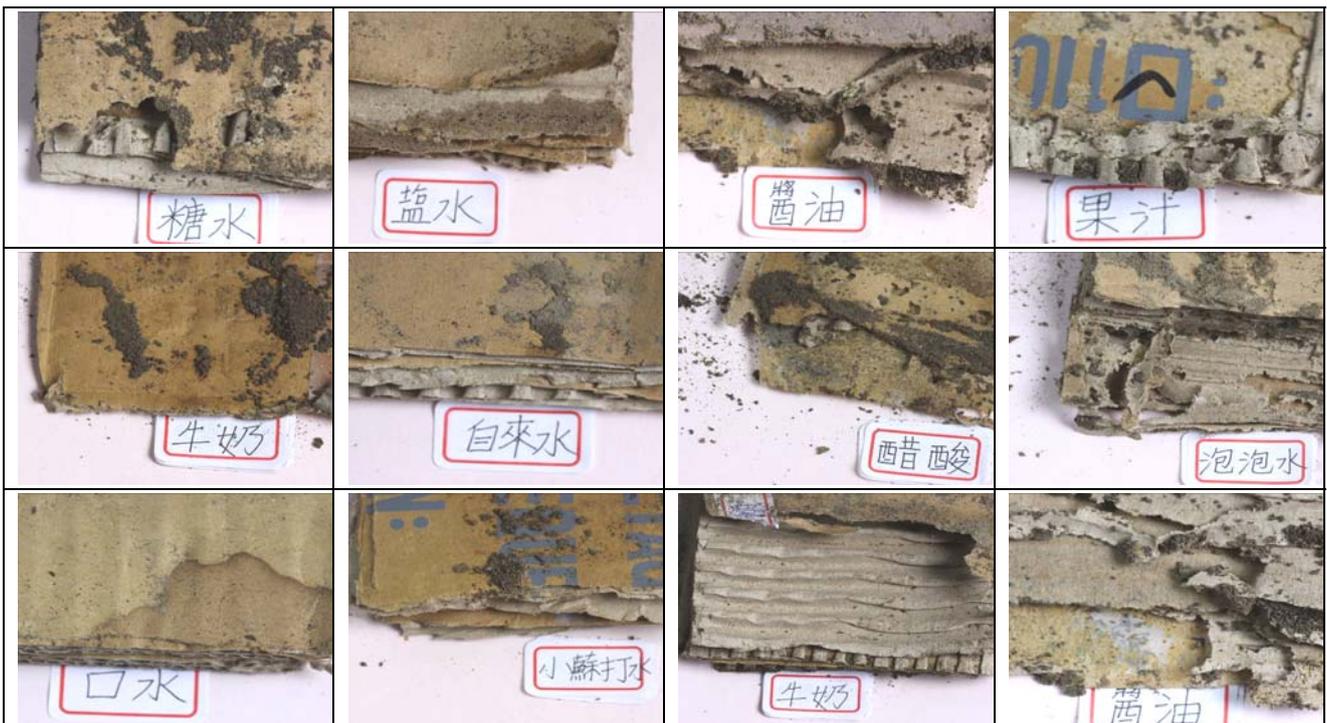
- ①. 製作不同的水溶液--2 平匙的原料（上面的材料）加 100 cc的水。
- ②. 利用噴霧器將各種水溶液，在兩張瓦楞紙之間噴 5 下，並貼上標籤標示。
- ③. 放置在白蟻巢穴附近。
- ④. 過了 20 天，進行觀察。

(5)變因方面：

- ①. 操縱變因：不同的汁液
- ②. 保持不變變因：
 - a.相同的瓦楞紙。
 - b.相同的地點。
 - c.相同的水量。
 - d.相同量的原料。
 - e.相同的時間。
- ③. 應變變因：白蟻在瓦楞紙上留下的痕跡。

(6)實驗結果：

不同汁液 啃食情形	糖水	鹽水	醬油	果汁	牛奶	自來水	醋酸	泡泡水	口水	小蘇打水
有啃食	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
沒啃食										



(7)討論：

- ①. 白蟻在咬過的地方，會留下和爺爺家的書本上相同的片狀物質。
- ②. 白蟻啃食瓦楞紙時，會從邊緣開始啃食，有的啃食深，有的啃食淺。
- ③. 白蟻在啃食瓦楞紙，都是在上層或中間的部分，下層的部分都沒被啃食。從這裡可以知道白蟻可能是從上層開始啃食。
- ④. 噴上小蘇打水和口水的瓦楞紙，咬的部分較少，而且表面上有汁液。

(8)最後的判斷：爺爺家的書本是白蟻吃的，因為在咬痕的地方也留下片狀物質。

四、活動四：爺爺家的兇手在書房留下的巢穴顆粒和兒科中心白蟻留下的巢穴顆粒做比較。

(一)目的：比較爺爺家的兇手留下的巢穴顆粒和兒科中心白蟻留下的巢穴顆粒。

(二)材料：上皿天平、巢穴顆粒、水晶杯、量筒、量杯、石蕊試紙、廣用試紙、pHmeter、鑷子、滴管、玻棒、蒸餾水、熱水、酒精、湯匙、濾紙、漏斗、漏斗架。

(三)實驗方法：

1.方法 1：比較外表

- (1)將樣品取下。
- (2)觀察樣品外表、形狀、顏色。
- (3)比較三種樣品。

2.方法 2：水溶液

- (1)將樣品取下。
- (2)加水、酒精、熱水變成水溶液。
- (3)將水溶液過濾。
- (4)測量 pH 值。

(四)變因方面

- 1.操縱變因：不同地方的巢穴顆粒
- 2.保持不變變因：
 - (1)巢穴顆粒相同
 - (2)同一種測量器
- 3.應變變因：不同的外形、和水溶液的 pH 值



(五)實驗結果：

1.外表比較

爺爺家白蟻的巢穴	兒科中心白蟻的巢穴	黑板樹上白蟻的巢穴
1.是由一片一片組合成的，一片中的顆粒細。 2.顏色大多為褐色，有深有淺。 3.成塊的巢穴，內部有白絲纏繞。 4.巢穴中含有一些雜質，例如：透明白色的物質、灰白色顆粒、透明塊狀物質等。 5.白蟻會將一些泥土做成條狀中空的巢穴。 6.白蟻的巢穴會附著在平面、凹槽處，也會築巢在有東西遮蓋的地方。	1.顆粒細，表面凹凸不平，顏色多為褐色。 2.內參雜木頭表皮、枯葉等。 3.有白色的絲，纏繞在內部。 4.白蟻會將一些砂土做成條狀中空的巢穴，牠們都會在裡面爬行。 5.白蟻會築巢在平面的牆壁上和牆壁與地面的連接處。 6.白蟻的巢穴都在廢棄木框後方和地底下。 7.組合不緊密，容易變成小顆粒或沙土。	1.顆粒較細，表面凹凸不平，顏色為褐色。 2.表面上有一個一個的小細洞。 3.有參雜樹皮，樹皮上也有巢穴。 4.白蟻將樹啃食成凹槽或者將樹啃食保留樹皮就會在樹上築巢。 5.組合的不緊密，一壓就容易變成細小顆粒、沙土。 6.白蟻會在樹上利用沙土做成條狀中空的巢穴。 7.雨天時，白蟻不會在泥沙築成的巢活動，會躲在樹幹裡。

2.水溶液（蟲蟲巢穴顆粒，做成的水溶液）

測定酸鹼值		爺爺家的兇手留下的巢穴顆粒	兒科中心白蟻的巢穴顆粒	黑板樹上白蟻的巢穴顆粒
蒸餾水	紅色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	藍色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	廣用試紙	pH7.0	pH7.0	pH7.0
	pHmete	pH7.2	pH7.7	pH7.0
酒精 95°	紅色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	藍色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	廣用試紙	pH6.0~7.0	pH6.0~7.0	pH6.0~7.0
	pHmete	pH6.4	pH7.0	pH6.6
熱水	紅色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	藍色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色
	廣用試紙	pH7.0	pH7.0	pH7.0
	pHmete	pH7.1	pH7.6	pH8.0

(六)討論：

- 1.爺爺家的白蟻巢穴較脆弱，兒科館的白蟻巢穴較硬。
- 2.加蒸餾水到巢穴顆粒中攪拌成爲水溶液，過濾後，爺爺家的水溶液顏色較深，其次是兒科中心的水溶液，黑板樹的水溶液過濾後，顏色最淺。
 - (1)加酒精的水溶液都是淺黃色。
 - (2)三個地方白蟻的巢穴顆粒水溶液無論加什麼溶液都是有相同性質。
 - (3)加入三種水溶液的顏色深度：熱水 > 蒸餾水 > 酒精。
- 3.不管那個地方的巢穴顆粒，加入了酒精後的性質都是微酸性。

(七)我們的判斷：陳爺爺家的兇手和兒科館白蟻的巢穴顆粒所測定的性質相似，所以爺爺家的兇手可能是白蟻。

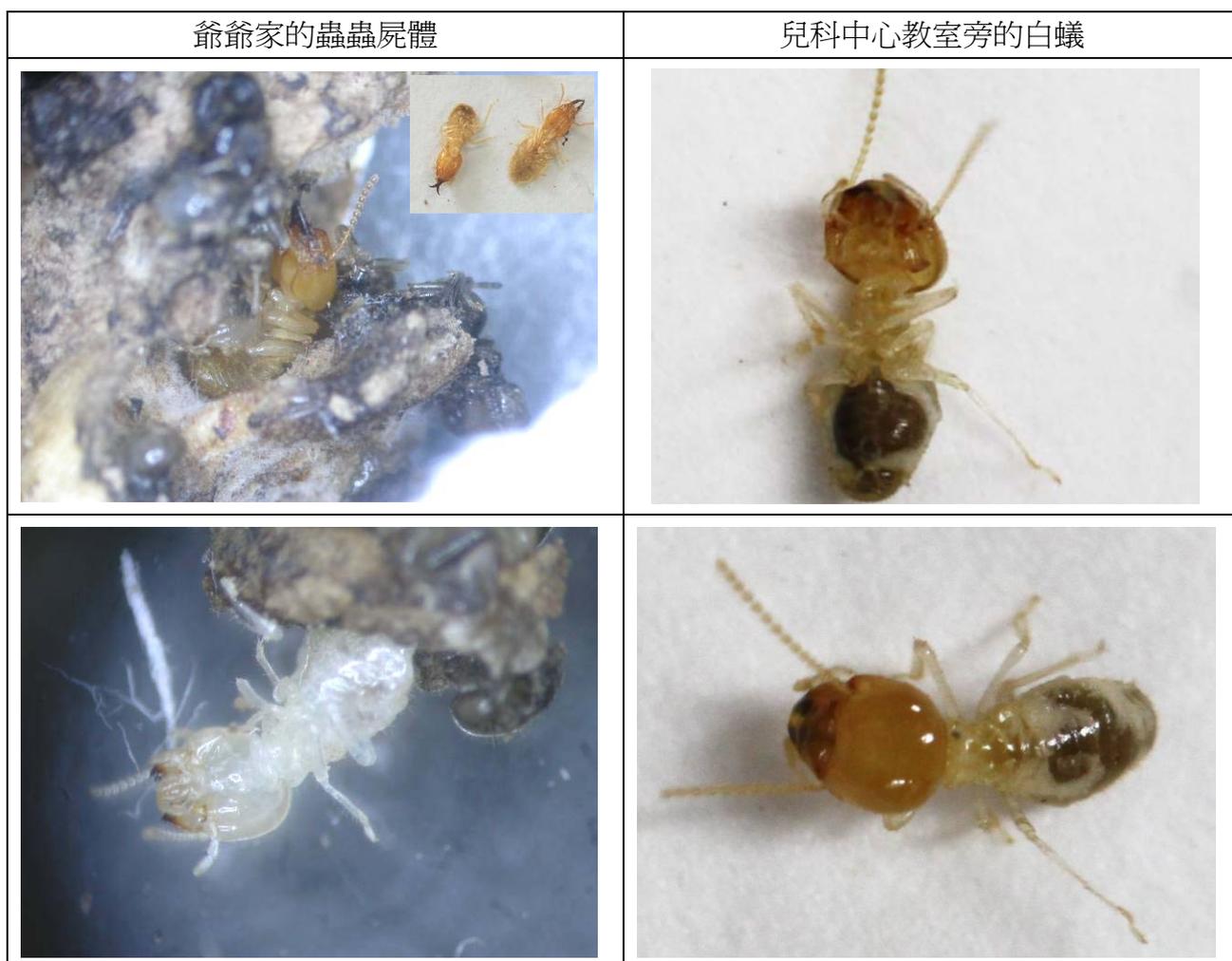
五、活動五：爺爺家圖書中的兇手遺體和兒科中心教室邊的白蟻相比較。

(一)目的：進一步去證明吃了爺爺家裡圖書的兇手和兒科中心的白蟻是相同的。

(二)材料：爺爺家蟲蟲的屍體和兒科中心的白蟻。

(三)實體顯微鏡下的觀察記錄。

爺爺家的蟲蟲屍體	兒科中心教室旁的白蟻
<ul style="list-style-type: none"> ■ 分成三部分，第一部分是頭部，第二部分是胸部，第三部分是腹部。 ■ 顎是黑色，前端尖的。 ■ 胸部到腹部共 12 節，最後一節，有小觸鬚。 ■ 有兩條觸鬚在顎的下方。 ■ 觸鬚有節約 10 節。 ■ 身長：0.5cm，頭：0.2cm，腹：0.3cm ■ 頭部好像有二對觸鬚，有毛，靠近外面的有 4 節，裡面的有二節。 ■ 腳在胸部的的位置。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 頭部上的觸鬚約 12 節，胸部有 5 節，後 3 節有腳。 ■ 第一對腳各有 4 節，第二對腳各有 3 節，第三對腳各有 3 節。 ■ 腹部有 7 節，黑色部分不均勻。 ■ 身長約 0.5cm，頭：0.23cm，胸和腹：0.27cm。胸部和腹部有褐色的毛，顎是黑色，靠近頭部的地方顏色較淺（褐色）。 ■ 胸部第一節的形狀似心形，而且是最大的一節。

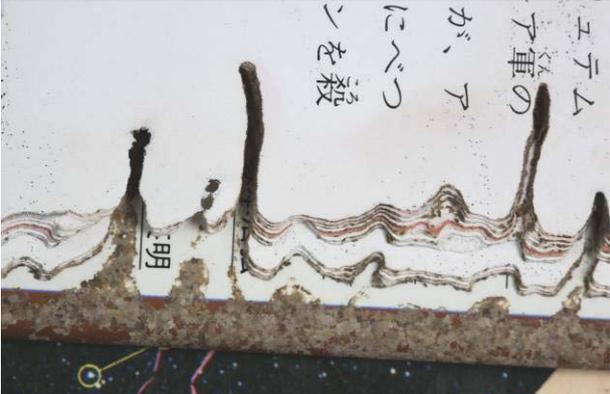


(四)從圖鑑或實物上找出的相似資料。

1.比較「白蟻」和「蛀蟲」在木頭上留下的痕跡。

白蟻	蛀蟲
<ol style="list-style-type: none"> 1. 咬痕的口徑：0.1~0.5cm，深度：1.5~6.0cm 2. 留下黑色的顆粒和褐色片狀物質。 3. 啃食後的形狀---條狀（順著纖維） 4. 啃食後不會留下木屑。 5. 咬痕呈現鋸齒狀，形狀不規則。 6. 啃食是圓弧形。 7. 白蟻會將中心啃食成中空，外表不會啃食。 8. 咬痕形狀不規則。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 咬痕的口徑：0.2cm~1.3cm。 2. 留下黑色片狀物質。 3. 啃食後的形狀呈現「圓形空洞」。 4. 咬痕呈現小鋸齒狀，形狀圓弧。 5. 蛀蟲啃食時會直接往中間移動。 6. 蛀蟲會留在洞中，並利用粉木屑填滿。 7. 蛀蟲是直接從表面往裡面啃食。 8. 啃食的路線是一條再分插。

2.從比較的資料中，驗證爺爺家的兇手不是蛀蟲。

白蟻的咬痕	蛀蟲的咬痕
	
	
	

陸、結論：

- 一、觀察教室外的白蟻，知道白蟻喜歡潮濕又陰暗的環境；也把教室外的白蟻和爺爺家的白蟻所留下的咬痕和巢穴顆粒做比較，發現兩者的特徵和性質相似，表示吃掉畢業證書的兇手是白蟻。
- 二、在「白蟻喜歡吃什麼食物」實驗中，發現白蟻喜歡爬到巴沙木、保麗龍和瓦楞紙的夾層中，也觀察到兵蟻都會在這三種材料周圍徘徊。
- 三、在乾燥的環境中，白蟻死亡後，因為環境中缺乏水分，身體萎縮而呈現捲曲狀。
- 四、在觀察白蟻時，發現有兩種長得不同的白蟻，一種是工蟻、一種是兵蟻。工蟻是在找尋食物，則兵蟻是在保護家園。
- 五、白蟻到了新環境後，會先四處爬行、探測環境，再爬到一個適合的地方。
- 六、當兵蟻遇到攻擊時，會用顎緊夾著對方，並從雙顎之間分泌出白色濃稠的汁液。

柒、給爺爺的建議：

- 一、書房加裝窗戶，可以讓陽光照射進來，而且通風可以更良好，白蟻就不會再來了。
- 二、把木製的書架換成鋁的材質，使白蟻不再侵犯爺爺的書籍。
- 三、將天花板打掉，換成鋁製的天花板；也將牆上的吸音板拆除。

捌、參考資料：

白蟻 維基百科

(<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%99%BD%E8%9F%BB>)

為何會有白蟻？

(<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305091010992>)

白蟻群飛

(<http://tw.myblog.yahoo.com/pco22272001-lee/article?mid=75&prev=79&next=53&l=f&fid=27>)

黑翅土白蟻

(<http://gaga.jes.mlc.edu.tw/9708bx/620.htm>)

當心白蟻悄悄落戶到你家

(<http://www.epochtimes.com/b5/8/7/27/n2205861p.htm>)

白蟻簡介

(<http://www.jongshing.com.tw/whiteant.htm>)

【評語】 080307

本論文針對畢業證書被啃食的問題，進行原兇的科學系探討，內容豐富亦具邏輯性，可惜白蟻的特性已有許多參考文獻記錄較少創新性。