

作品名稱：朽木逢春 — 腐木內部微小生態的研究

高小組 生物科 第三名

縣市：台北縣

作者：朱芳儀、田紹柔

林瑜庭、田晏亭

校名：中和市興南國民小學

指導教師：吳毓儒、朱永德

關鍵詞：腐木、朽木、生態



朽木逢春—腐木內部微小生態的研究

壹、研究動機

有一次，在老師上課的講解下，我們發現到學校的枯木中，有不少的生物耶！像是榕樹、馬陸、白蟻與螞蟻等，顯得非常的熱鬧，形容這一棵枯木——「朽木又逢春」，一點也沒錯。

又有一次，我和媽媽一同去爬山，我發現一路上有許多的腐木，我看見許多生物在裡頭築巢，也有許多生物在腐木中活動，我拾起腐木一看，腐木內部的空間一條一條的，彼此交錯，顯得很複雜，看起來與未腐朽的木頭非常的不一樣，讓我對腐木的印象完全改變，沒想到一個小小的空間竟然可以生存那麼多的小生物，這也應證了大自然真是無奇不有的道理。於是我們幾位有意願的同學，就一起找資料，並做一番研究，希望藉由這次的研究，讓我們更了解腐木的生態。

貳、研究目的

- 一、發現腐木中小動物的種類。
- 二、了解腐木中小動物中的演替情形。
- 三、認識腐木的構造與裡面的特殊生態環境。
- 四、了解腐木在生態上的功能。

參、研究器材與設備

自製耐壓器材、明暗反應裝置、筆、紀錄紙、正方形木框、塑膠墊、鋸子、鐵鎚、塑膠箱、剪刀、膠帶、釘子、燒杯、觀察箱、標籤紙、烤箱、果汁機、試管、天秤、砝碼、捕蟲瓶、捕蟲網、石蕊試紙、水族箱、紙、葉子、枯木、紙漿、溫度計、手錶、盤子、塑膠繩、嗅瑞香草藍。

伍、研究過程或方法

問題一、哪些生物住在校園中的大枯樹裡面呢？

觀察一：

方法：

1. 準備器材：紀錄紙、筆。
2. 在校園裡找枯樹。
3. 看樹上有甚麼生物，紀錄生物的數量、枯樹種類、生物種類和生物特徵。

結果：

1. 在枯樹上最常看見螞蟻和白蟻。
2. 在大葉桉上的生物很多，有螞蟻、白蟻和馬陸等。
3. 學校的枯樹裡幾乎都有生物。

問題二、在腐木中可以發現了什麼生物呢？

觀察二：

方法：

1. 準備器材：紀錄紙、腐木、放大鏡與顯微鏡。
2. 把從腐木中找到的小動物，分別裝入不同的飼養箱中。
3. 利用放大鏡與顯微鏡，幫助觀察小動物的特徵，並畫下生物的構造圖。

結果：

1. 在腐木中我們可以發現許多不常見的生物，例如；蚰蜒、蠍、石蛎等。
2. 我們發現腐木內部可以躲藏許多小生物，在觀察中發現的生物共有 17 種。
3. 我們將生物分成幾大類
 - 昆蟲類（六足類）：食骸蟲、瓢蟲幼蟲、蟋蟀、蠍、白蟻、螞蟥、蝗蟲、螞蟻、石蛎。
 - 多足類（八足以上）：衣魚、蜘蛛、鼠婦、蚰蜒、蜈蚣、馬陸。
 - 無足類（沒有腳）：蚯蚓。
 - 軟體動物（腹足類）：蛞蝓。

問題三：腐木中的小動物的習性怎樣呢？_

觀察三：挖洞能力與承受壓力的觀察

方法：

1. 準備器材：6 個十元硬幣、棉線、盤子、枯木中的生物、塑膠片。
2. 將塑膠片圍成兩個圓筒，圓筒的直徑大約是 3 公分，其中一個圓筒在底下剪兩個一公分的洞，一個圓筒要比挖洞的圓筒小，沒有挖洞的圓筒要放在挖洞的圓筒內，就完成了我們的實驗器材。

結果：

1. 螞蟥可以承受 3 個 10 元(22.5.g)的壓力，螞蟻可以承受一個 10 元(7.8g)的壓力，馬陸、衣魚、白蟻連一個 10 元(7.8g)的壓力都不能承受(無法逃開)。
2. 螞蟥能承受的壓力比螞蟻、衣魚、馬陸、白蟻還要大，螞蟻能承受的壓力比馬陸、衣魚、白蟻還要大，在我們實驗裡白蟻、馬陸、衣魚連一個 10 元的壓力都無法承受。
3. 馬陸遇到壓力時，會把身體完成一個圓形，好像可以減少受傷的機會。

觀察四：活動能力的測試

方法：

1. 把生物放置格子的中心，用手錶計時五分鐘，把生物所經過的地方畫在記錄紙上，紀錄生物五分鐘行動的路程，然後再算出小動物的活動能力。

結果：

1. 我們發現各種的小動物活動的快慢不同，由快排到慢分別是瓢蟲的幼蟲、白蟻、衣魚、馬陸、蜘蛛、螞蟻、蛞蝓。
2. 小動物剛放置中間時，通常會有逃走的動作，馬上就一直繞著旁邊走。
3. 瓢蟲的幼蟲、衣魚、馬陸、蜘蛛歡彎彎曲曲的繞著邊緣走；白蟻喜歡在中心

點繞圓圈；螞蟻喜歡直走，然後停留在原地或到處摸索；而蛞蝓則是直走，慢慢的爬行。

實驗一：對枯木依賴習性

方法：

1. 準備器材：觀察箱、枯木、紀錄紙與枯木中的生物。
2. 把枯木放入觀察箱，一邊有，另一邊則沒有。
3. 每次觀察一小時，五分鐘記一次，看生物待在有枯木或無枯木。

結果：

1. 大多的生物都比較喜歡枯木。
2. 衣魚、馬陸、螞蟻、蛞蝓大都停留在有枯木的地方，只有蜘蛛織網在半空中，很少在枯木中停留許久。

實驗二：明暗反應的實驗

方法：

1. 準備透明壓克力板、木頭、木板、木條、燈座、燈泡與電線做一個觀察生物明暗的觀察箱，如圖三-4，以方便觀察。
2. 由於吊燈支撐在上方，由上往下照，使四方平均受光。
3. 用木頭交叉分成四格，再用兩個黑色書面紙剪成的三角形拼成不同的圖案，遮住光線，成為明與暗，看生物停在明與暗的時間長短。

結果：

1. 我們發現剛開始生物會不穩定的繞圈圈，漸漸的穩定下來。
2. 我們發現不同的圖形，生物停留的時間也會不同，可是只有蛞蝓一直在暗，一動也不動。
3. 根據我們觀察，在第一個圖形當中，蛞蝓、馬陸、蜘蛛、衣魚全都是待在暗較久，明較短。第二個圖形中，衣魚、馬陸、蜘蛛、蛞蝓都是待在暗比較久，在明亮較短。但鼠婦卻待在明較久，暗較短。

問題四、腐木的構造如何呢？

觀察五：腐木的觀察

方法：

1. 準備器材：紀錄紙、腐木、鋸子。
2. 把上山採集回來的腐木剖開。
3. 畫出枯木剖面圖，包括橫切面與縱切面，並和與沒有腐朽的木頭做比較。

結果：

1. 大部分的腐木若腐蝕越多，就有越多生物生存。
2. 香楠的外表看起來很粗糙，水金京外表看起來很光滑，好像沒有被蛀過，但還是有生物存在。

3. 竹子因為中空，腐朽的部位都在四周，白蟻會沿著內外部的表面築穴道，與一般腐木只在樹表築巢的行為不同。
4. 很多的腐木有小洞、空的穴孔與被蛀蝕的凹痕，但裡面不一定有生物存在。
5. 腐木裡面的巢穴與走道方向，通常都順著木頭纖維的方向腐朽，很少會有垂直的方向。
6. 我們試著把腐木被蛀蝕的程度分成四期：
 - (1) 前期：表面有黴菌、地衣、苔蘚或小動物（如鼠婦或小型蝗蟲）活動，但沒有腐朽的現象。
 - (2) 初期：腐木表面被蛀蝕，表面有白蟻築成的巢穴所形成的泥土覆蓋，但還沒有侵入內層，或是有其它的昆蟲蛀蝕的小洞。
 - (3) 中期：各種不同的生物居住腐木中，不論小動物種類、數量或木材的空間都增大。
 - (4) 末期：腐木的裡面幾乎都腐朽差不多了，可以發現的小動物種類與數量也很少見。

觀察六：腐木中的雜質與性質

方法：

1. 我們先把採集回來的枯木，用鋸子割成一個大約一個拳頭大的木頭。
2. 以石蕊試紙測試木頭的酸鹼性，觀察不同腐木中的雜質與材質構造。

結果：

1. 從沉澱分析觀察，我們發現幾乎 3/4 的木屑都在底部，1/4 的木屑則是在上面飄，這些大多屬於腐木較鬆散的表層或雜質。
2. 我們發現，水的顏色大都略微呈現黃褐色的。
3. 木頭的裡面有一些一塊一塊的泥土。
4. 從我們的觀察中發現木頭的汁液呈中性到弱酸性。
5. 腐木的溼度範圍介於 9%到 31%之間。

問題五：腐木中的環境如何適應生物呢？

觀察七：不同方位的溫度變化的觀察

方法：

1. 準備一個溫度計、手錶和紀錄紙三張。
2. 選擇學校一棵還沒傾倒的一棵枯木，然後請老師幫忙用電鋸在枯木上的不同方位鑽個幾個洞，洞的直徑大小比溫度計的直徑略大就可以。
3. 將溫度計插進腐木事先被鑽好的孔中，以三分鐘為時限，以測量不同方位的溫度。

結果：

1. 我們發現枯木中的溫度比戶外穩定，所以生物較能適應枯木中的溫度。
2. 不同方位的腐木，所測量到的溫度不同，照到太陽的部分，溫度較高。
3. 放置學校枯木溫度較高溫，生物因為受不了高溫，始終無法生存，野外枯木

比較陰冷，生物較喜愛陰冷的環境，而紛紛進入野外的枯木生活。也顯示出枯木中的生物都非常需要水分，也禁不起高熱的環境。

觀察八：不同深度的溫度變化觀察

方法：

1. 準備一個溫度計、手錶和紀錄紙三張。
2. 將溫度計插入我們事先鑽好的四種深度的洞。深度分別為表面、三公分、五公分與八公分等。
3. 將溫度計插進枯木，以三分鐘為時限開始測量溫度。

結果：

1. 我們發現枯木中的溫度比戶外穩定，所以生物較能適應枯木中的度。
2. 學校枯木溫度較高溫，生物因為受不了高溫而無法生存，野外枯木比較陰冷，生物較喜愛陰冷的環境，而紛紛進入野外的枯木生活。也顯示出枯木中的生物都非常需要水分，也禁不起熱。
3. 枯木中的深度也會影響它的溫度，現在我們先做了四種深度，有表面、三公分、五公分、八公分等，發現陰天時，因為沒太陽所以溫度都差不多，晴天時深度越淺溫度越高，表示越深的枯木溫度較固定。

問題六、腐木的大小會影響生物的族群數量嗎？

觀察九：

方法：

1. 將採集不同大小的腐木十塊。
2. 剖開觀察裡面小動物的種類與數量，看看是腐木較大的生物較多，還是腐木較小的生物較多。

結果：

1. 從觀察發現，通常比較大的腐木裡面的小動物數量較多，像白蟻都是一大群的住在一起，如果腐木的空間大就可以容量許多白蟻，有剩餘的空間還可以讓其他的生物住。
2. 比較小的腐木，如果被白蟻佔據，就沒有剩下的空間給其他生物居住，而且腐木的容量小，白蟻的數量也會比較少。
3. 種類、數量與腐木的大小有關係：較大的種類與數量都比較多。

問題七、不同的木頭，小動物的變化情形一樣嗎？

實驗三：不同地方的腐木有什麼影響呢？

觀察：

方法：

1. 將同一種枯木鋸成六小段，一段放在學校，其他五段分別放在野外不同的地點觀察。

2. 每隔兩個星期去觀察一次，並記錄它漸漸腐朽的情形。

結果：

1. 我們發現紫竹寺附近的儲水槽以及紫竹寺附近的後山都有大量的水分，因此白蟻、蜘蛛、粉蝨、鼠婦、螞蟻、黴菌等，都開始居住了。
2. 野外的枯木幾乎都有生物居住了，而學校的枯木只有黴菌寄生而已。
3. 生物較喜愛擁有大量水分的枯木，學校的枯木並沒有大量的水分，野外的枯木較多水分，生物也較多。
4. 枯木的分解可能要經過幾個月到幾年之久。

實驗四：不同樹種的腐木有什麼影響呢？

方法：

1. 準備器材：紀錄紙、腐木。
2. 先準備不同種類的腐木，寫上編號和名稱。
3. 放到山中的同一個地點。
4. 每隔兩個星期上山紀錄每一種腐木上的生物和數量。

結果：

1. 生物會因為腐木的種類的不同，數量和種類也會不同。
2. 腐木上最先出現黴菌，然後小動物會漸漸地入侵腐木，通常是白蟻或螞蟻，先把腐木的內部築出許多巢穴，然後其它如蜘蛛、蠻蝮、小型蛞蝓、衣魚等也逐漸出現，然後才是蚰蜒、蜈蚣與小蟋蟀等較大的動物，瓢蟲幼蟲較少出現。
3. 腐木中有動物種類的消長。

問題八、腐木中生物的食物網關係如何呢？

觀察十：

方法：

1. 準備器材：水族箱、腐木、腐木中的生物。
2. 把腐木放入水族箱後，再將腐木中的生物放入水族箱內，佈置好各種生物生存的環境，然後每天觀察並記錄一小時，再畫出腐木中生物的食物鏈的關係。
3. 爲了更清楚二種小動物間關係，我們把牠們飼養在一起觀察，例如蜘蛛與衣魚。

結果：1. 實驗的第一天蜘蛛就把衣魚吃了。

2. 在裡面的生物只會和自己同類的生物碰頭，只有衣魚會沿著水族箱的四周繞，隨意進入其他生物的區域。

3. 蜘蛛不怎麼活動，蜘蛛只有在很餓時才會開始活動尋找食物，而且都等其他生物進入他的區域，再吃牠，但如果蜘蛛吃飽時，任何生物經過都無所謂。

4. 衣魚吃紙，螞蟻、馬陸、蝗蟲幾乎都不進食。

問題九、腐木中的小動物會演替或消長嗎？

觀察十一：不同腐朽程度的腐木居住的生物

方法：

1. 準備器材：紀錄紙、枯木、生物。
2. 先採集各種腐朽時期的枯木：分成初期枯木、中期枯木與末期枯木。
3. 用鋸子或鐵鎚小心剖開枯木，找看看有什麼生物。
4. 依生物種類編號，並寫上數量。

結果：

1. 初期的枯木生物比較少，中期的枯木裡的生物最多。
2. 白蟻幾乎在初期、中期、末期都有。
3. 初期數量少，種類也比較少。中期開始有一些較大型生物住進去，末期是數量少種類多。
4. 在初期最早進入枯木裡的生物是白蟻，再來是螞蟻等一些小生物進入腐木中；中期最常出現也是白蟻、螞蟻，也有蛞蝓、蠼蠊、蚰蜒等，一些大型生物；末期只剩下白蟻、螞蟻等。
5. 在枯木裡最少出現蠼蠊和蟋蟀。

伍、討論與結論

一、腐木中小生物的取樣不容易，或者好不容易發現的小動物，在飼養過程中死掉了，常會影響著我們研究的進行，因此，有些實驗或觀察無法全部做到。例如：活動能力與明暗實驗的部分，我們只能挑選幾種小動物進行研究。

二、腐木的微生態環境，在一般的參考資料好像都沒有整體的說明，因此在進行這個研究之前，我們只能從個別的資料中，蒐集我們想要的內容。

三、腐木中族群的消長與腐朽的程度有關係，例如在初期並看不到蜈蚣或蟋蟀等較大型的小動物，可是到了中期就多了起來。至於腐朽程度則只是我們依照腐木的腐朽狀況，而自行分成不同的階段，主要是便於區分與說明（腐朽的程度分辨標準如觀察五的狀況）。

四、從研究發現與原因的探究，可以了解腐木的環境適合小動物的生存適應原因：

1. 溼度與雨水的調節：因為我們發現大乾燥的腐木，雖已腐朽大半，卻因為氣候大乾熱，造成許多小動物無法生存。
2. 提供食物：腐木本身就是大多小動物的食物或營養來源。
3. 躲避天敵：腐木中的天敵比腐木外的環境少，有利於生物的生存。
4. 幽暗的空間：大多待在腐木中的生物大多怕強光，腐木中黑暗的空間有利於小生物的習性。

五、不同的環境適合於不同習性的動物居住，而小動物對於枯木的適應行為有下列幾點：

1. 怕光：如白蟻等。
2. 喜潮濕：如鼠婦、蜈蚣與蚯蚓。
3. 挖洞、鑽洞與蛀蝕能力：如白蟻、蚯蚓與蟋蟀。

4. 承受壓力：如蟑螂。
5. 不同的活動能力：在黑暗的環境中，靠著觸角感覺、氣味的辨別或良好的視力來爬行。

六、 枯木的生態環境，綜合起來有幾項特點：

1. 比外面有較大的溼度：由於溼度較高，可以提供小動物生存必須的來源－水份。
2. 比外面穩定的溫度：穩定的溫度較適合小動物的生存，這從我們觀察七和觀察八可以發現。不過，如果腐木暴露在溫度過高或乾旱的環境中，仍會促使小動物死亡或遷移，改變環境的生態。
3. 非常黑暗的環境：促成許多夜行性動物與怕光的動物的生存。
4. 小小的生態系統：這裡面也有生產者、消費者與分解者的食物網構成的微小生態，只有極小型的動物才能居住。

七、 環境的改變，例如溼度的改變或腐木的溼度的改變，都將造成裡面的生物發生變化，從我們的觀察發現，腐木在太陽的高溫下內部的溫度也會提高很多，相對的使裡面的生物無法生存，所以腐木在陰涼或潮濕的地點中容易腐朽，而在乾燥與多陽的地方就不容易。

八、 從腐木的微小生態來探究自然界的食物網，或是生態環境與平衡觀念，對於生物間的彼此競爭與共存關係，我們知道腐木在自然界有很大的貢獻。

九、 腐木在環境中扮演著很多的功能，就像許多白蟻在腐木中活動，這表示腐木可以保護住在腐木中的生物。在大自然的環境中，腐木孕育了許多小生物，讓它們有地方繁殖下一代，延續大自然的生態。腐木在大自然環境中扮演的角色是生產者，提供一級消費者食物。

陸、參考資料

1. 郭震唐，78·4，蝸牛與蛞蝓，20—23 頁，台北市：圖文出版社。
2. 郭震唐，77·6，蜘蛛，台北市：圖文出版社
3. 關培生，1979，動物，105、107、113、115 頁，台北市：三通出版社
4. 張春容，83，動物趣味小百科 1 3，61 頁，台北市：夸父出版社
5. 李煥，78.4，中華兒童百科全書 12，4146 頁，台北市：台灣省政府教育廳
6. 張良深，68.9，自然科學叢書 6，台中市：圖文出版社
7. 王效岳，83.12，我要追蹤漂亮的昆蟲，36.51 頁，台北市：渡假出版有限公司
8. 楊平世，71.10，小小昆蟲採集家，16—43 頁，台中市：新將軍出版事業股份有限公司
9. 李煥，78.4，中華兒童百科全書，522 頁，台北市：台灣省政府教育廳
10. 廖啓東，73，小小昆蟲的世界，台南市：大眾書局
11. 李煥，78.4，中華兒童叢書 1，137 頁，台北市：台灣省政府教育廳

評語：

本研究以腐木為題，原創性高。趣味亦佳，其觀察記錄均符合科學研究的基本要求，以基本的學識做生態學的研究亦屬困難，更屬可貴，特予獎勵。

作者簡介

朱芳儀

我喜歡運動，例如打球溜冰游泳...我喜歡的顏色有紫色藍色和綠色，而我最喜歡一邊聽音樂又一邊看書，或是畫畫，或者是聽音樂又睡覺...當我無聊的時候，我喜歡打電動，我喜歡吃義大利麵也喜歡喝珍珠奶茶，如果要談興趣的話，最有趣的就是做科展和看書了，總之我覺得做科展最好玩。

我的名字叫呂紹柔，出生於 79 年 5 月 5 日金牛座。最喜歡睡覺，聽音樂、玩電腦等；最討厭穿雨衣，打蚊子。這一生最希望不用上課。

我的名字叫做林瑜庭，今年 11 歲，我對科展很感興趣、腳踏車、游泳、上網是我的專長，一對丹鳳眼，一張特大號的櫻桃嘴，以及有如水蜜桃般的臉蛋，這就是獨特的我，雖然我樣貌平平，可是別小看我，不管什麼事情，我總對我自己有信心，常有人說(有自信的女人最美麗)，所以我也不例外。

我的名字是田晏亭，我今年十二歲，我的性別是女生。我熱愛運動，我可是羽毛球的高手喔！我也愛打躲避球，但游泳我可就不行了。常常有人說我很成熟，但我可是比一般人愛玩喔！我也很會搞笑，是一塊純正的笑料，逗人笑就是我的專長。我的嗓門很大，說方便也行，說麻煩也對！