

## 多的是你不知道的事——微觀下的宏觀世界



同為頭頂毛，人蟲功能大不同

學生姓名:李韋曄

指導老師:劉曉倩

## 壹、 研究動機

人類長在頭上的頭髮，對人類本體大多只有保護、禦寒、散熱等功能，但是同樣長在昆蟲頭上的兩根觸角，卻是個能夠幫助他們感知許多外在環境變化的重要器官，那究竟這兩樣皆生長於生物頭部細長的構造，究竟內部有什麼差異，讓他們的功能天差地遠呢？

## 貳、 實驗目的

利用複式顯微鏡將人類頭髮及昆蟲觸角影像放大，以了解他們在更大放大倍率下細部的構造，並比較他們細節構造的差異。

## 參、 實驗器材與試藥

1. 複式顯微鏡（40X~1500X）
2. 解剖顯微鏡（20X~60X）
3. 載玻片&蓋玻片
4. 亞甲藍液
5. 昆蟲標本（台灣大蝗酒精標本、捕蚊燈內的蚊子）
6. 人類頭髮



圖一：複式顯微鏡



圖二：亞甲藍液



圖三：解剖顯微鏡

## 肆、 研究過程

- 一、從自己頭上以及昆蟲標本身上取得人類頭髮以及昆蟲觸角樣本
- 二、先以肉眼觀察事先取得的樣本，再將樣本放在載玻片上並滴入少許水，並蓋上蓋玻片，製作水埋玻片標本
- 三、將玻片標本放置於複式顯微鏡底下，以 100X、250X、1500X 的倍率下觀察這些樣本
- 四、將較大的樣本（蝗蟲觸角）放到解剖顯微鏡底下以 20X、60X 觀察
- 五、觀察結束後，將原有樣本以衛生紙稍微吸除水分，再加入亞甲藍液染色，最後放到顯微鏡底下觀察有無細胞染色及細胞型態
- 六、觀察結束後，開始查詢人類頭髮、昆蟲觸角相關資料，了解這些構造的基本型態及構造，並比對觀察結果

## 伍、 觀察結果與討論

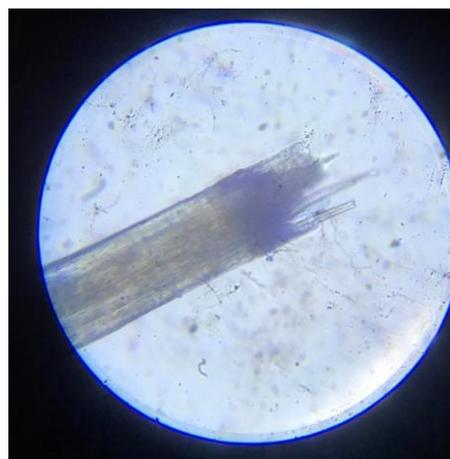
### 一：人類頭髮的外觀及顯微影像



圖四：手機拍攝的人類頭髮外觀



圖五：複式顯微鏡下 250X 的頭髮（有染色）

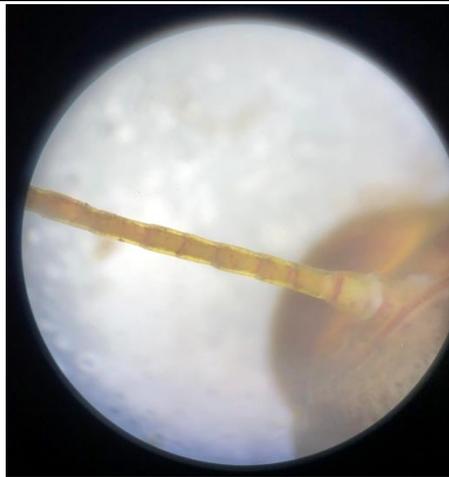


圖六：複式顯微鏡下 1500X 的頭髮（有染色）

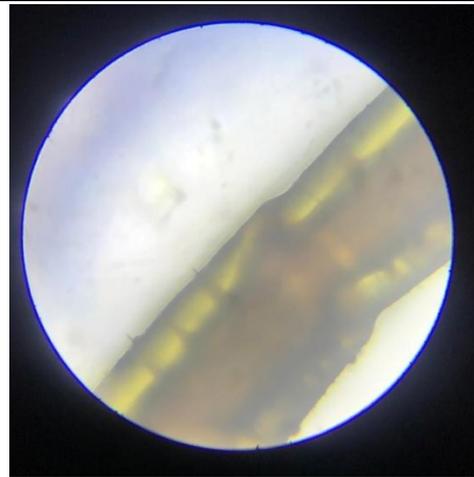
## 二：台灣大蝗觸角外觀及顯微影像



圖七：手機拍攝的蝗蟲觸角外觀

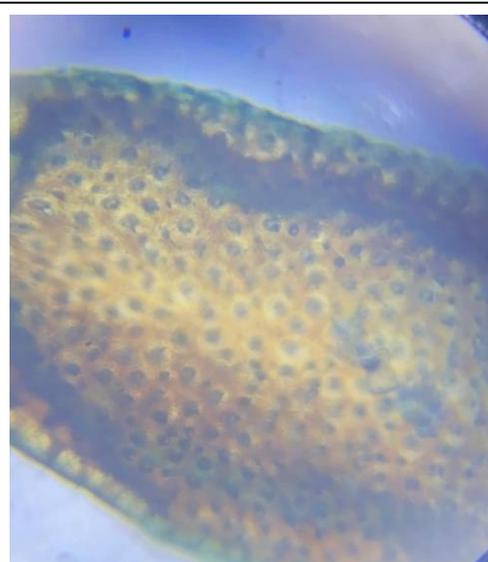


圖八：解剖顯微鏡 60X 下的蝗蟲觸角

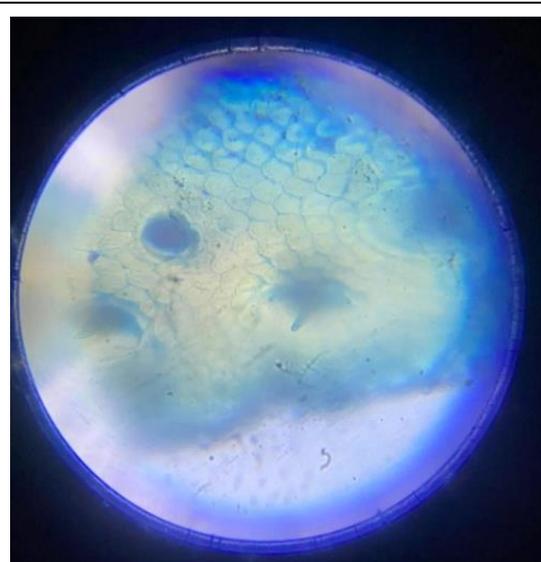


圖九：複式顯微鏡下 250X 的蝗蟲觸角

## 三：台灣大蝗觸角縱切觀察結果（表面）

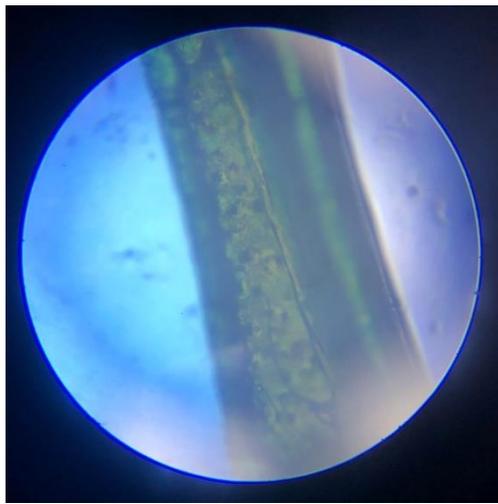


圖十：複式顯微鏡 250X 蝗蟲觸角表面  
（有染色）

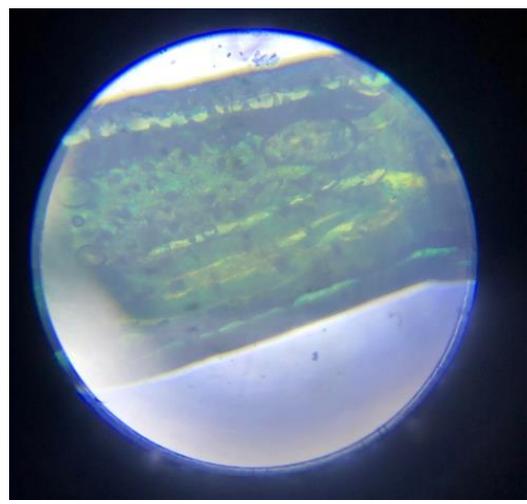


圖十一：複式顯微鏡 1500X 蝗蟲觸角表面  
（有染色）

#### 四：台灣大蝗觸角縱切觀察結果（內部）



圖十二：250X 蝗蟲觸角縱切內部  
（有染色）（未經壓扁處理）



圖十三：250X 蝗蟲觸角縱切內部  
（有染色）（有經壓扁處理）

#### 五：蚊子觸角顯微影像



圖十四：複式顯微鏡 250X 下的蚊子觸角  
（有染色）



圖十五：複式顯微鏡下 1500X 的蚊子觸角  
（有染色）

由上述圖片，我們可以發現人類頭髮及昆蟲觸角有以下幾個方面的差別

1. 外觀:人類頭髮為一條持續延伸的黑色線條（圖四），而昆蟲觸角則明顯呈現出分節的樣貌（圖七、圖八、圖九、圖十四、圖十五）
2. 顯微鏡下表面的影像:人類頭髮表面沒有明顯凹凸起伏（圖五、圖六），而昆蟲觸角則是有許多毛狀突起（圖十、圖十一、圖十四、圖十五），其中蝗蟲觸角表面可看見許多一格一格緊密排列的構造（圖十、圖十一），不過蚊子觸角則沒有明顯看到（圖十四、圖十五）
3. 顯微鏡下的細部構造:人類頭髮在斷口處，可看見內部是由一絲絲的黑

色纖維構成，經亞甲藍染色沒有看到任何細胞（圖五、圖六），而蝗蟲觸角表面則可以發現在觸角上的毛之下可清楚看到被染色的細胞（圖十、圖十一），而內部則可以看到許多密集的黃褐色細胞，以及會有幾個條狀的組織通過（圖十二、圖十三），不過蚊子則沒有明顯看見染色的細胞，但從圖片中可隱約看見有幾根較為透明的組織通過（圖十五）

表一：人類頭髮、蝗蟲觸角及蚊子觸角的觀察結果比對

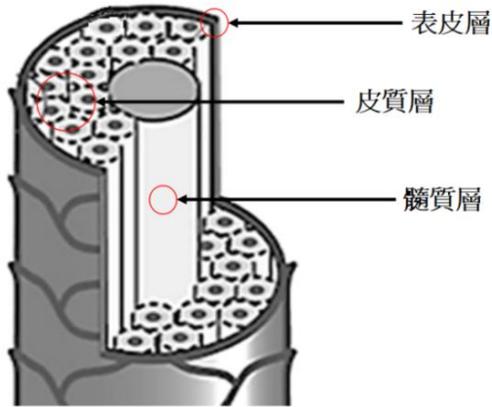
	人類頭髮	蝗蟲觸角	蚊子觸角
外觀 (肉眼觀察)	一條黑線（圖四）	明顯分節（圖七）	布滿細毛的鬚鬚 (樣本體積太小，手機難以拍攝，故此部分無對應照片)
表面構造 (顯微鏡觀察)	沒有特別明顯構造、紋路 (圖五、圖六)	表面有許多小格子緊密排列，且外側有一些小毛突起 (圖十、圖十一)	外側可以很明顯觀察到大量細毛凸出 (圖十四、圖十五)
內部構造 (顯微鏡觀察)	可以看到許多黑色細細的纖維 (圖六)	能看見許多細胞以及有些直條狀的組織通過 (圖十二、圖十三)	由於太小無法看到明顯的構造，只可隱約看到有幾根透明條狀通過（圖十五）
亞甲藍 染色結果	沒有明顯觀察到染色過的細胞	可以觀察到許多被染色的細胞	沒有觀察到明顯被染色的細胞

觀察結束後，藉由查詢資料及翻閱書籍（資料來源請參閱壹拾、參考資料），進一步了解人類頭髮及昆蟲觸角相關資訊，將查到的資料與觀察結果進行比對，並整理出以下表格

表二：人類頭髮構造的觀察結果比對

構造名稱	型態、組成與功能	觀察結果比對 (圖四、圖五、圖六、圖十六)
表皮層	位於頭髮表面，顏色透明，由許多鱗片狀角質堆疊而成，能夠保護頭髮內部	有觀察到透明的表層，但沒有明顯看到鱗片狀的結構
皮質層	由許多蛋白纖維纏繞而成，易與水結合，含有決定髮色的色素	在斷口處有觀察到許多黑色纖維

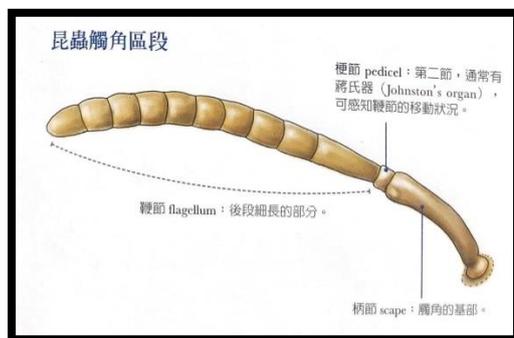
髓質層	毛髮的中心部位，硬度較高	斷口處有觀察到許多黑色纖維，但無法從中分辨出哪一根可能為髓質層
-----	--------------	---------------------------------



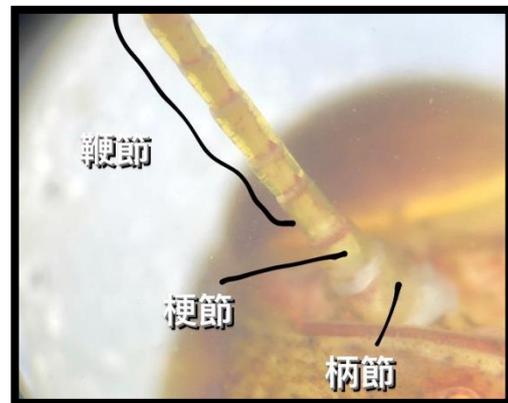
圖十六：頭髮構造示意圖（圖片來源：<https://reurl.cc/8WYpN4>）

表三：昆蟲觸角外部分節構造觀察結果比對

名稱	型態、組成與功能	觀察結果比對 (圖七、圖八、圖九、圖十七、圖十八)
柄節	觸角的第一節，是觸角的基部，與頭部觸角窩連接，有肌肉附著幫助觸角移動	連接頭部的部位有個較為粗短的一節
梗節	觸角的第二節，有特殊構造（蔣氏器）可以感知鞭節的移動狀況	柄節上方的一節，和其餘鞭節外型相似
鞭節	觸角剩下延伸出去的許多分節，是負責感覺功能最主要的部位	除前兩節外剩下的節數，分成許多小節直到末端



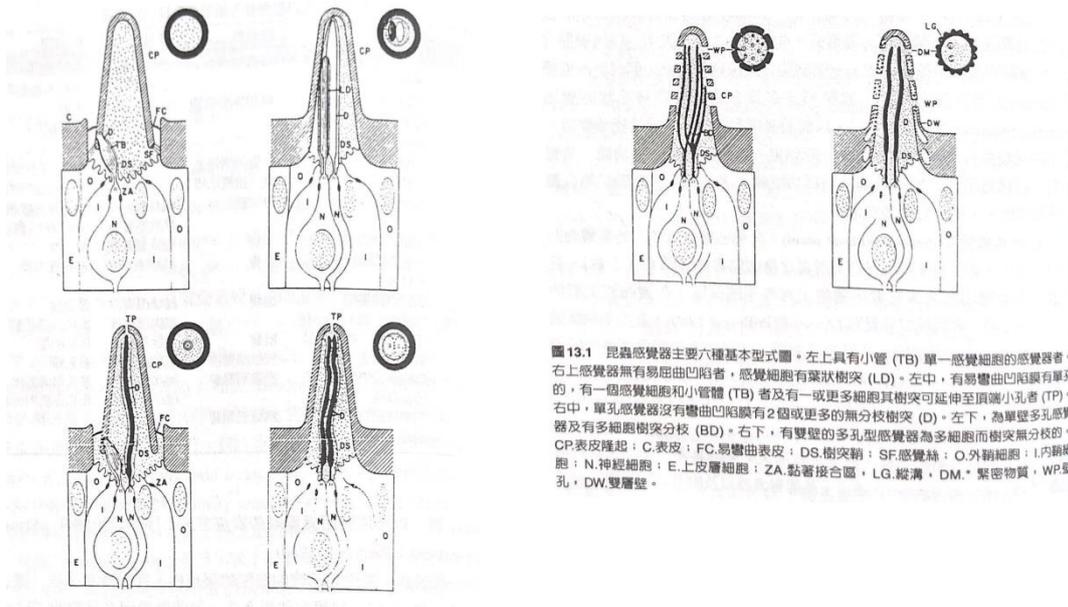
圖十七：昆蟲觸角分節示意圖  
(圖片來源:《圖解昆蟲學》)



圖十八：蝗蟲觸角分節

表四：昆蟲觸角細部構造觀察結果比對

構造名稱	型態、組成與功能	觀察結果比對
感覺器	通常為細毛的型態，毛下連接著感覺神經元，雖然在顯微鏡下都長著相似的細毛狀，但其實每一根毛更細部的構造仍然有天壤之別，能夠分別感受到機械、化學等各式各樣的外在訊息（圖十九）	在觸角表皮可以看見細毛突起，其中蝗蟲觸角經染色後可看見細毛的下面有很明顯為染色的細胞，應為感覺器下方的毛元細胞、感覺神經元等負責運作的相關細胞（圖十、圖十一、圖十四、圖十五）
神經	通過觸角內部，負責將觸角所接受到的訊息傳遞至昆蟲的腦	可觀察到有條狀組織通過觸角內部，但無法確認哪個即為神經（圖十二、圖十三）



圖十九：常見感覺器形式示意圖

（圖片來源：《昆蟲系統解剖學》）

## 陸、 結論

昆蟲的觸角上面包含了許多身負重任的細胞（例如表面細毛&內部細胞）、神經及其他微小的構造，能夠負責接收環境中各種訊息、並傳遞到腦；而人類的頭髮則只是由角質層包覆著許多蛋白纖維組成，無法觀察到任何可能有感覺功能的細胞，故這兩種同樣生長在生物頭部細長的構造，昆蟲的能夠感受很多外在的訊息，而人類的頭髮則幾乎沒有任何感覺。本次實驗確實有觀

察到昆蟲觸角表面的細毛及內部細胞、組織；而人類頭髮則沒有相關構造，因此驗證以上理論。

## 柒、 問題

一、蚊子的觸角和蝗蟲的觸角同樣為昆蟲身體的構造，且均有相同的功能，但為什麼在顯微鏡底下，蚊子觸角卻沒有像蝗蟲觸角一樣觀察到被亞甲藍染色的細胞呢？

關於這個問題我推測了兩個可能導致的原因：

1. 由於蚊子的樣本是從捕蚊燈內取得的，在被取出觀察時可能已經死亡多時，身體內水分已全部乾掉，導致細胞早已脫水乾枯，故難以觀察到細胞
2. 由於蚊子觸角本身就非常細小，而組成的構造相對於蝗蟲觸角更加細微，故在我們的放大倍率下難以觀察

## 捌、 實驗遇到的困難

### 1. 器材&技術問題

這次實驗中主要使用的顯微鏡是複式顯微鏡，要觀察在玻片上的標本主要需要依靠位於下方的光源，故觀察樣本需要透光度較高，觀察的影像才會明亮清楚，而本次觀察的蝗蟲觸角由於體積較大、厚度較厚，因此觀察時透光不太均勻，影像常常會有因太暗而不清楚的狀況，且因本種單眼複式顯微鏡通常適合觀察平面樣本，而像蝗蟲觸角這樣較為立體的則在觀察中難以對焦，因此觀察前還需要加以壓扁，這個動作雖然能讓蝗蟲觸角樣本更加明亮清楚以及對焦更加容易，但經過這樣擠壓的動作很有可能導致觸角內的一些構造移動位置、變形等可能影響觀察結果的破壞。

### 2. 資料來源有限

這次的觀察主題與昆蟲學密切相關，但是網路上與昆蟲學相關的中文資料數量微乎其微，而礙於英文能力有限，我也難以查詢並解讀原文撰寫的昆蟲解剖相關資料，所以許多昆蟲觸角相關資訊只能依靠我所取得少許的書籍及資料獲得，若有我擁有的資料未提及或不清楚的部分則真的難以去深入了解，造成我觀察出的影像有些組織有無法分辨的狀況。

## 玖、心得與反思

這次的報告以微觀世界為主題，而喜愛生命科學的我在國中時便有了一台複式顯微鏡，到現在為止仍然經常使用這台儀器來觀察許多物體在幾百倍放大之下的樣貌，而我在這學期的自主學習計畫剛好要花費心思在昆蟲學這方面鑽研，為此我早已準備好三隻台灣大蝗的酒精標本，於是我決定在新學期開始前的寒假，藉由這個報告先行推進我的自主學習計畫；在解剖出昆蟲許多器官之後，我先粗略的了解這些構造的型態與功能，最後看到昆蟲頭上兩根觸角的時候，心理萌生了一些疑惑，為什麼同樣長在生物頭頂上的毛，昆蟲的觸角可以用來感知世界，而人類的頭髮卻無法利用來接受任何感覺呢？於是我就開始了深入了解並觀察昆蟲觸角與人類頭髮的歷程，由於這次是我第一次解剖生物構造，在技術上明顯不熟練，再加上本身沒有專門處理生物解剖相關工具，大部分器具都是家中隨手可得的，例如美工刀，因此在處理觸角縱切樣本時難以精準剖半，經常切歪，導致樣本難以觀察，經過多次嘗試後才成功得到能夠在顯微鏡下清楚成像的樣本。觀察結束後，我決定去練習製作表格來呈現實驗結果，不同以往冗長的文字敘述，表格能夠用更少的字數，更清晰的比較出不同構造的差異，讓人能更快速理解我所想表達的實驗結果。經過以上的觀察、資料的查詢，以及彙整結果製作表格，在種種的努力下，最後終於完成了這項任務，除了要感謝曉倩老師對我們報告的領導與指引，我也要感謝我們生物科的鄭乃彧老師，在我資料來源不足的情況下，願意為我解釋我在書中不清楚，或是我幾乎查詢不到的知識，擴充了我對昆蟲身體的認知，也幫助我更加順利的完成這份報告。

## 壹拾、參考資料

- (1) 盧耽 (2008)。圖解昆蟲學。商周出版。
- (2) 關崇智 (2004)。昆蟲系統解剖學。國立編譯館主編、合記圖書出版社發行。
- (3) 娜普菀股份有限公司。你對頭髮真的徹底了解嗎？毛髮的構造&毛髮存在的意義。  
<https://reurl.cc/8WYpN4>
- (4) 維基百科。頭髮。  
<https://reurl.cc/NpORd5>
- (5) 嘎嘎昆蟲網。昆蟲的觸角。  
<https://reurl.cc/e6gmbj>
- (6) 中文百科知識。附肢節。  
<https://reurl.cc/mG2vQW>