

# 鍬形蟲知多少？—數種構造及行爲的研究

## 國中學生組生物科第一名

台北縣江翠國民中學

作者：陳文憲、彭鏡蓉

李慶輝

指導教師：朱清雅

### 一、研究動機

在昆蟲世界中，鍬形蟲是最為奇特雄偉的昆蟲，形像就似一部裝甲車，其頭部長著一雙十分有力的大夾子，令人看了甚至還會懼怕他。

小時候爬山時無意間在山區裏發現此種昆蟲，看到他的形體與動作感到十分有趣，於是便將鍬形蟲帶回家飼養，由於在觀玩之中培養了濃厚的興趣，而想要進一步了解他的生態，便在小學二年級著手研究，至今已有八年了，在此次科展中就將這多年來新發現的一些資料加以整理，並以科學化的設計作各種探討與實驗。

### 二、研究目的

1. 認識鍬形蟲之構造。
2. 了解鍬形蟲生活習性。
3. 認識鍬形蟲生活史。
4. 分辨鍬形蟲的種類。
5. 認識鍬形蟲胸、腹、腿、觸角在顯微鏡下的形態。
6. 比較鍬形蟲各部位感覺毛的觸覺反應。
7. 探討鍬形蟲腿節基部絨毛的功能。
8. 比較鍬形蟲受到各種色光的刺激之後，觸角所表現的反應。
9. 探討鍬形蟲嗅覺的部位。
10. 比較鍬形蟲對於各種蔬果的選擇性。

### 三、實驗器材及設備

器材：

顯微鏡

棉花棒

柳丁

梨子

蕃石榴

糖酒調配的引誘液（糖、酒、水 = 6 : 3 : 1）

設備：Y型走道

牙籤

各色玻璃紙

小黃瓜

棗

各色粉筆

鳳梨

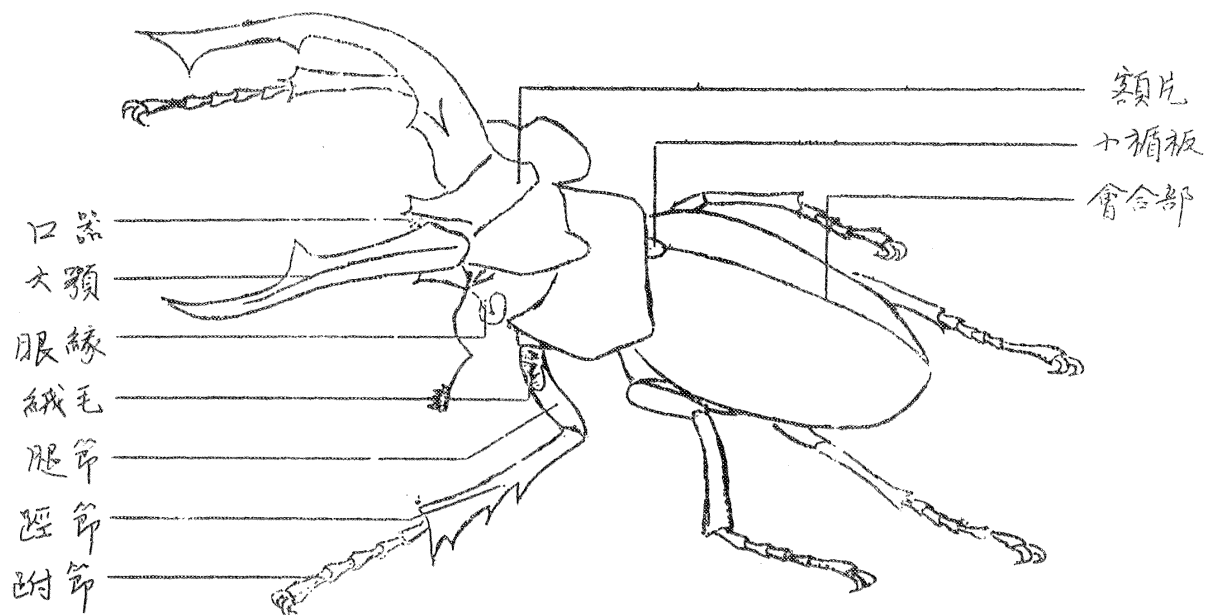
冬瓜

葡萄

色光試驗器

### 四、研究過程及結果

觀察 I : 鍬形蟲的構造：



大顎：用來打鬥或吃東西時將其咬碎，以便吸取汁液。

額片：可為鍬形蟲辨別種類的特徵。

口器：用來吸取汁液的

眼緣：可為鍬形蟲辨別種類的特徵。

脚：用於行動，又分為腿節、脛節、附節、轉節。

前脚腿節基部的絨毛：用於清除觸角的污垢。

小循板：用於固定翅鞘。

會合部：是由一邊凸一凹構成，所以翅鞘合起時能剛好吻合。

體長：包括頭、胸、腹及大顎之共長。

**觀察Ⅱ**：鍬形蟲的生活習性：

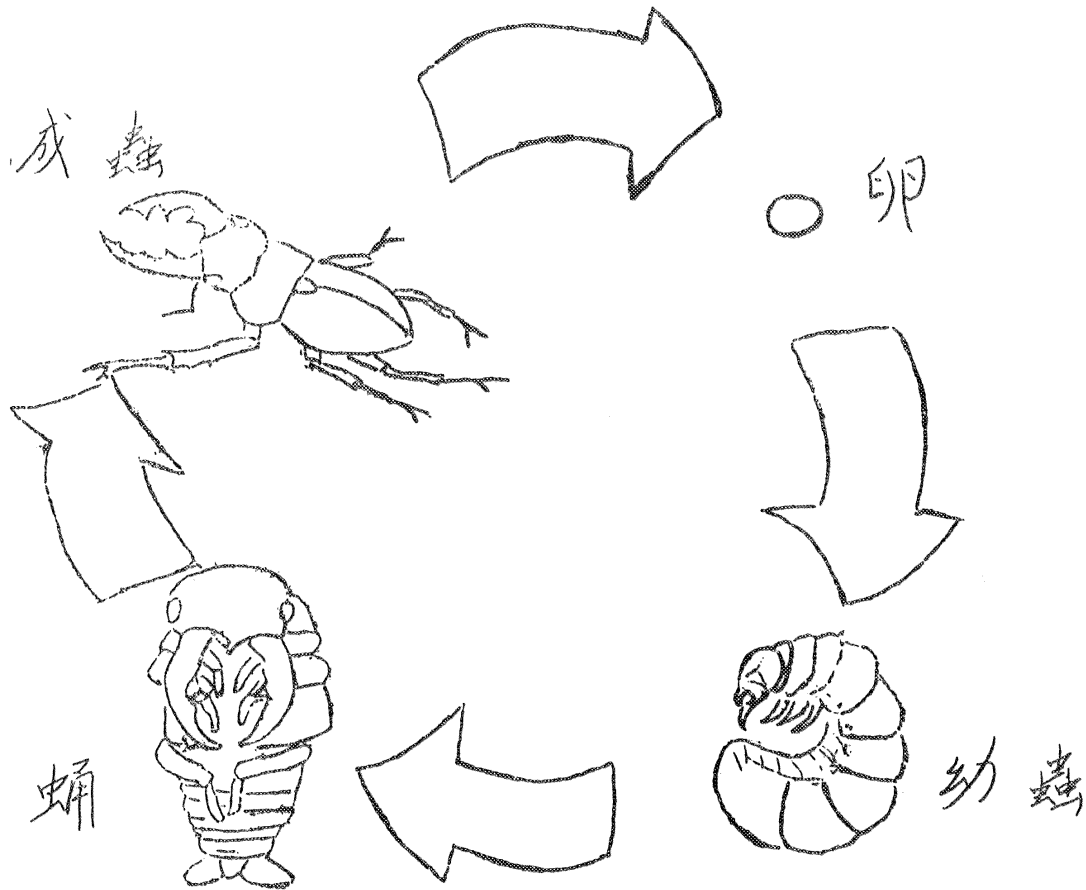
1. 鍬形蟲常棲息在櫟樹的樹幹上或石縫及樹根下，它是早上躲著等到傍晚才出來找食物吃，它的主食以水果和樹汁為主，在晚上它時常會飛到路燈底下，因為它對於光有向光性。
2. 鍬形蟲如果在暗處的地方，突然的用燈光照射它時，它的觸角會極迅速的抖動，因為它受到驚嚇，如果人們用手去觸碰它的頭部時，它會立刻的把頭翹起來，張開它的大顎，做出嚇人的動作。
3. 鍬形蟲在飛行以前，它會用前脚去擦拭它的觸角，然後把腹部挺起，使空氣吸入體內，然後再飛去。在飛行時它常把頭朝下，因為它的頭部較重，為了求飛行時的平衡，所以才如此飛行。
4. 鍬形蟲在吸食水果時，若水果太大塊，它會用大顎先把水果咬碎，然後再吸食，它們也常在路燈旁的大樹上，晚上時交配。
5. 艷魔鍬形蟲當它從樹上掉下來時，必須經過約二層樓的高度，才能把翅鞘打開，因為它的翅鞘非常難打開，它也是一種很聰明的昆蟲，當它在一片疏鬆的沙質上，不小心把身體翻倒時，此時它會用一邊的爪子先把土擻去，使得一邊的沙土較低，於是它就把身子朝低一翻，再用脚一撐於是整個身子就翻了過來。
6. 鍬形蟲的排泄物是液體混濁狀，排泄時先將尾部舉起，然後由肛門向外直線射出。

**觀察Ⅲ**：鍬形蟲的生活史

1. 卵→雌蟲將卵產於枯木之中，卵本身會吸收水份而與日增大，由 2 mm 增至 3 mm，而由卵成為幼蟲需二至三星期左右方能

孵化。

2. 幼蟲→幼蟲為生活史中時間最長的部份，歷時約二至三年，而其幼蟲可分為三齡，到三齡幼蟲時就等待成蛹，在幼蟲要變蛹之前，尾部會變黃變皺且體內會分泌體液使蛹體與幼蟲表皮隔開，只要蛹體吸入空氣把身體一撐，幼蟲的表皮就裂開，使蛹體露出，蛹體只要在左右晃動就能使幼蟲表皮完全脫下。
3. 蛹→在剛變成蛹時蛹皮的顏色會由白變黃，且頭部朝下，而其身上的顏色會隨時間而與日俱深，而蛹期約二至三星期。
4. 成蟲→成蟲由蛹脫出後頭部會由朝下轉而挺起，翅鞘由白色變為褐或黑，過了一天後便由枯木中爬出，到處覓食樹汁，其壽命約一年至五年，但是有的却只有幾個月壽命。



鍬形蟲的生活史

#### **觀察 IV**: 鍬形蟲的種類

鍬形蟲全世界已有記錄者有九百餘種，大多分佈在東南亞，本省位於東南亞北側，所以此等昆蟲亦多約有三十一種，分屬於六亞科十一屬。

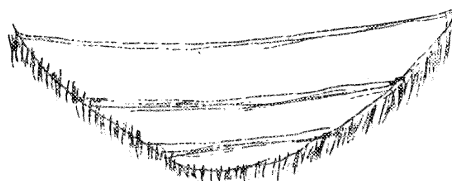
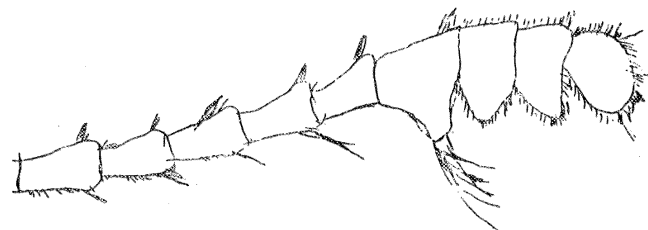
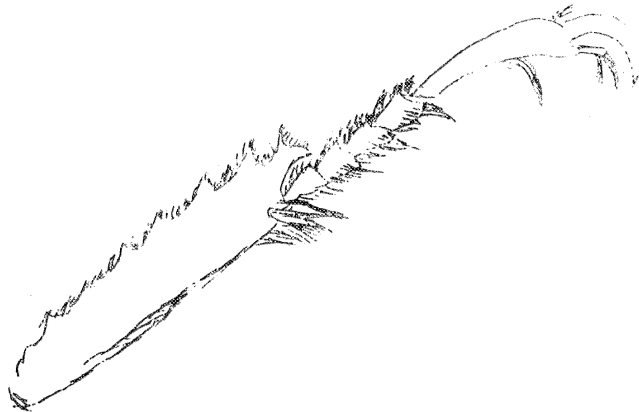
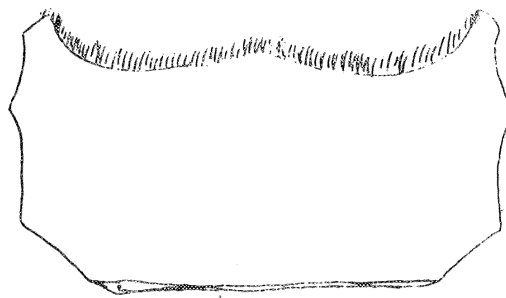
1. 深山鍬形蟲亞科：觸角先端葉狀部由四節組成，額片垂直突出，雌、雄眼緣突起均不完整。翅鞘平滑。
2. 齒鍬形蟲亞科：觸角葉狀部由三節組成，前胸側緣具鋸齒多小齒。
3. 圓鍬形蟲亞科：觸角葉狀部由三節組成，各節葉寬大，額片小，眼緣突起完整，眼分為上下兩部。中、後足脛節上均無刺，大顎發達形狀變異甚大，此亞科又分：
  - (1) 鬼艷鍬形蟲屬。
  - (2) 圓鍬形蟲屬。
4. 鋸鍬形蟲亞科：前胸側緣無鋸齒狀小齒，眼緣突起不完整，額片小，觸角先端葉狀部由三節組成，此亞科又分為：
  - (1) 鋸鍬形蟲屬。
  - (2) 赤鍬形蟲屬。
  - (3) 細赤鍬形蟲屬。
5. 鍬形蟲亞科：前胸側緣無鋸齒狀小齒，眼緣突起不完整。額片短寬，或缺無。又分為：
  - (1) 薄顎鍬形蟲屬。
  - (2) 扁鍬形蟲屬。
  - (3) 大鍬形蟲屬。
  - (4) 銹鍬形蟲屬。
  - (5) 姬扁鍬形蟲屬。
  - (6) 愛格斯鍬形蟲屬。
6. 矮鍬形蟲亞科：觸角葉狀部由三節組成，前胸側緣無鋸齒狀小齒，眼緣突起完整分上、下兩部份，小顎具齒雌雄相似：又分為：
  - (1) 角葫蘆鍬形蟲屬。

(2) 葫蘆鏃形蟲屬。

(3) 矮鏃形蟲屬。

**觀察 V**：鏃形蟲胸、足、觸角及腹部在顯微鏡下的放大圖。

1. 在顯微鏡下，我們可觀察到鏃形蟲的胸部前緣具有感覺毛。
2. 鏃形蟲足部在顯微鏡下，可看到腿節脛節及跗節分布著感覺毛，其中以脛節及跗節為最多。
3. 鏃形蟲的觸角共分爲十節，觸角四周皆有感覺毛，每節各有一根較長的感覺毛。



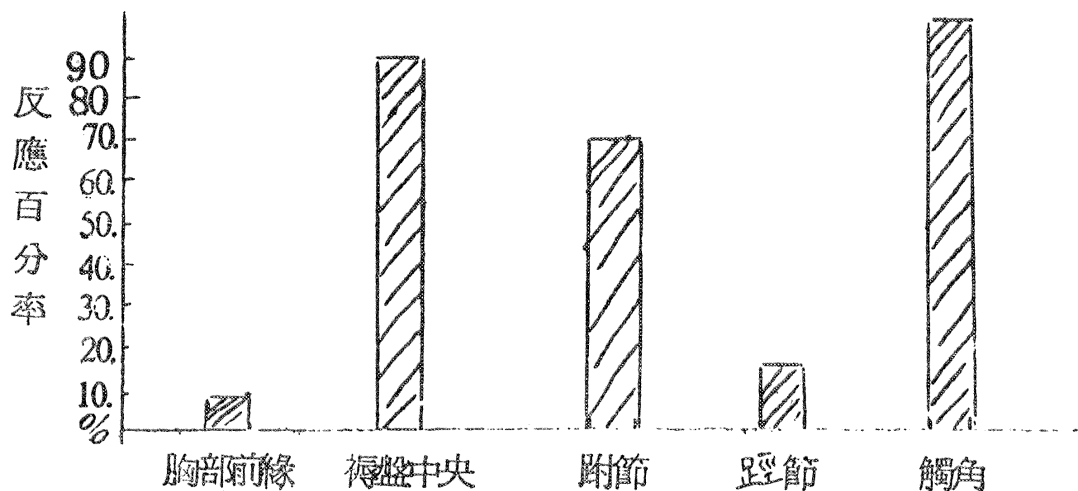
**實驗 VI**：測驗鍬形蟲身體各部位感覺毛的觸覺反應。

步驟 1：用牙籤尖端碰觸鍬形蟲各部位的感覺毛。

步驟 2：將其反應次數記錄下來，另取十隻同種的鍬形蟲重覆實驗，求其反應的平均值。

步驟 3：因鍬形蟲種類不同，感覺毛之多寡也不同，故以紅圓翅鍬形蟲、扁鍬形蟲及深山鍬形蟲三種各十隻，同種同組，共三組重覆實驗。

步驟 4：求各反應次數的總平均值。



結果：身體各部位感覺毛，其觸覺反應大小是觸角 > 禱盤中央 > 跗節 > 脛節 > 胸部前緣。

**實驗 VII**：探討鍬形蟲腿節基部絨毛的功能。

步驟 1：將粉筆磨成粉。

步驟 2：用棉籤沾上粉筆灰，依次塗抹在鍬形蟲的觸角上。

步驟 3：依次試驗紅、白、黃、藍等粉筆灰，仔細觀察它的觸角及腿部的動作及記錄下來。

觸角沾粉筆灰，在絨毛擦拭的數據：

沾粉筆灰 次數	粉筆灰顏色			
	紅	白	黃	藍
5次	5	5	5	5
10次	10	10	10	10
20次	20	20	20	20
擦 拭 率	100 %	100 %	100 %	100 %

結果：由以上之擦拭率皆為 100% 來看，鍬形蟲腿節基部上的絨毛有清除觸角污垢的功能。

**實驗 VIII**：比較鍬形蟲，受到不同色光的刺激，觸角所表現的反應。

步驟 1：在暗處放置色光試驗器，依次以各色的玻璃紙覆蓋在色光試驗器上，進行實驗。

步驟 2：將鍬形蟲放置在試驗器內，然後再突然的把燈迅速的打開，觀察在 120 秒內，鍬形蟲觸角在各種色光下的反應次數。

步驟 3：依次試驗黃、紅、綠及普通光加以比較並記錄。

步驟 4：以紅圓翅鍬形蟲和扁鍬形蟲及鬼艷鍬形蟲各十隻，同種同組共分三組重覆實驗。

鍬形蟲受到色光的刺激，觸角表現出的反應數據。

鍬形蟲 種類	色 光			
	黃 光	紅 光	綠 光	普通光
紅圓翅鍬形蟲	28	31	7	56
扁 鍬 形 蟲	27	34	8	54
鬼艷鍬形蟲	28	33	10	52
平 均 值	276	326	8.3	54



(註：每種鍬形蟲取十隻，在 120 秒內試驗)

結果：在燈光打開時，鍬形蟲的觸角會急速的抖數，這就是它對於光線的反應行爲此種反應大小順序是普通光>紅光>黃光>綠光。

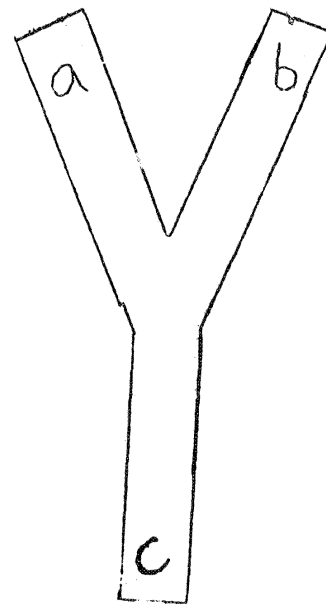
**實驗 X**：鍬形蟲的嗅覺部位在何處？

設計(一)：以健康的鍬形蟲，置於 Y 型走道中，做氣味辨別的實驗。

步驟 1：在 Y 型走道中，a 處放置糖酒引誘液，b 處不放置任何東西。

步驟 2：將健康的鍬形蟲擺置於 Y 型走道的 c 處，任其選擇 a、b 方向。

步驟 3：將引誘液放置於 b 處，a 處不放東西，任其選擇，此步驟是爲了避免鍬形蟲方向習慣性。



結果：健康的鍬形蟲嗅覺很靈敏。

設計(二)：剪去鍬形蟲的觸角，置於 Y 型走道中，做氣味辨別的實驗。

步驟：重覆設計(一)中之三步驟。

結果：剪去觸角之鍬形蟲辨別能力甚差。

設計(三)：用黑色油漆塗在鍬形蟲的複眼上，並用有色的膠帶綑住鍬形蟲的軀體，只露出觸角及腿部，將它放在 Y 型走道內，做氣味辨別之實驗。

步驟：重覆設計(一)之三部驟。

結果：鍬形蟲的觸角對辨別氣味的能力很強。

◎合計(一)(二)(三)得：鍬形蟲做嗅覺辨別實驗之總百分率：

十

組別	有無引誘液 實驗數據	
	有引誘液	無物體
健康之鍬形蟲	98.4 %	1.6 %
剪去觸角之鍬形蟲	50.8 %	49.2 %
只露出觸角及腿部鍬形蟲	97.5 %	2.5 %

健康鍬形蟲辨別氣味的能力和只用觸角互相比較幾乎相等。而剪去觸角的鍬形蟲辨別氣味能力很差，可見鍬形蟲嗅覺主要在觸角部位。

**實驗 X**：鍬形蟲對於各種蔬果的選擇性。

步驟 1：將各種水果擺置於鍬形蟲的四周，讓鍬形蟲自由選擇吸食。

步驟 2：當鍬形蟲肯定選擇其中一物之後，將該水果移開，繼續任其選擇。

步驟 3：比較出各種蔬果的選擇次序。

蔬果	鳳梨	柳丁	蕃石榴	冬瓜	水梨	棗	葡萄	小黃瓜
次序	1	4	6	8	3	5	2	7

註：以上次序數為多次重覆實驗之平均值的大小次序。

結果：鳳梨 > 葡萄 > 水梨 > 柳丁 > 棗 > 蕃石榴 > 小黃瓜 > 冬瓜。

## 五、討 論

1. 鍬形蟲的觸角若是沾到灰塵，而有影響到感覺時，它會用腿節

- 基部的絨毛去擦拭，若沒有影響到它的感覺時就不去擦拭嗎？  
是的！只有在影響它的感覺時，它才會去擦拭。
2. 鍬形蟲的觸角功能可判別物體的遠近，它的複眼功能則是判斷物體的平面。
  3. 鍬形蟲沒內骨骼，是由幾丁質所構成的外殼來代替骨骼，它有保護作用。
  4. 鍬形蟲無論看到什麼昆蟲或動物，只要有侵犯的行爲，它就會不顧一切的攻擊對方，除母鍬形蟲例外，這一點有別於大多數昆蟲懼怕比本身大的蟲而不敢攻擊。
  5. 鍬形蟲的顎都是公的較長，母的很小但很鋒利。因此公的顎是用來咬樹皮、水果、打鬥，而母的在產卵時用顎在枯木上挖洞再鑽進去產卵。
  6. 鍬形蟲只有在幼蟲時生長，而且幼蟲生長的快、慢和大小大多決定於後天的生活環境。成蟲後就不生長了。
  7. 台灣的鍬形蟲在五、六、七月最多，有些成蟲可過冬，但不易採集。
  8. 鍬形蟲吸食汁液時是先將兩根絨毛管狀口器伸出，再利用毛細現象使汁液上升入口。這兩根口器不是連在一起的，可獨自伸縮。
  9. 一般說來，公的鍬形蟲會尊敬、保護母的鍬形蟲，但在空間很小的情形下也會將母的咬傷。
  10. 橘背鍬形蟲往往在死時翅鞘呈黑色，過了幾天又變回原來的橘色，因為他的翅鞘如果含水份太多容易變黑，一旦乾燥又變回原來的顏色。
  11. 每一種鍬形蟲都十分扁平，因為如此所以較容易潛入樹縫或爬在樹上因扁平而漆黑與樹木形成一體，達到擬態的保護作用。
  12. 如果蛹破了蛹的體液會流出，然後凝固，就似人類之血小板，蛹的體液本為透明，當遇空氣凝固時會變成黑色。但如果流過多，會來不及凝固，就會死去。
  13. 鍬形蟲的小循板與大顎的大小和體長有關係，一般來說，身體

越大，小循板與大顎就越大。

## 六、結 論

1. 鍬形蟲腿節基部，有一塊金黃色的絨布狀的構造，此種構造在鞘翅目中，唯有鍬形蟲較為發達，也最為明顯，其功能是清除觸角上的污垢。
2. 鍬形蟲身體各部位的感覺毛，其觸覺反應，以觸角的感覺毛反應最好，其次是足部的感覺毛，而胸腹部的感覺毛，觸覺反應最差。
3. 鍬形蟲的觸角在各種色光的情況下，所表現的反應皆不同，其中以在普通光的情況下，反應最激烈。
4. 鍬形蟲嗅覺部位主要在觸角。
5. 鍬形蟲偏愛酸甜有酒味的食物。
6. 鍬形蟲的生活史在昆蟲中屬完全變態。而其幼蟲期，時間特別長，約二~三年占生活史的二分之一到四分之三之間。

## 七、發展研究

1. 鍬形蟲之外骨骼，關節連接處非常吻合，具有機械原理，是否可運用其原理來製作機械或國防工業。
2. 鍬形蟲的幼蟲在剛化蛹時，如將其體液抽出，則該蛹便不能形成鍬形蟲，而蛹却只會凝固，為何抽出體液的蛹不能形成鍬形蟲呢？原因何在？
3. 鍬形蟲的幼蟲期很長，是否可以研究出使其幼蟲提早變蛹；縮短幼蟲期的方法？

## 八、參考資料

- |               |       |
|---------------|-------|
| 1. 臺灣產鍬形蟲之研究  | 楊仲圖   |
| 2. 獨角仙與鍬形蟲的秘密 | 大眾書局  |
| 3. 鍬形蟲        | 地球出版社 |
| 4. 世界の甲蟲      | 黑沢良彦  |

## 5. クワズタムツ、かブトムツ 安富和男

評語：對銼形蟲的生態和生理有慎密的觀察。設計試驗分析感覺器官的功能尤為特出。

銼形蟲科(Chalcididae)の科名は、この科の雄の頭部が、鋸歯状の突起を有するからである。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

張新勳、著

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。

張新勳、著

張新勳、著

この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。この科の雄は、雌の腹部に産卵する。