

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030308

臺北市立萬芳高級中學

指導老師姓名

汪鳳儀

作者姓名

孫德偉

獨角仙的發生與觀察

壹、研究動機

從很多昆蟲書籍得知，獨角仙有著碩大的犄角、如盔甲般的硬殼，走起路來威風凜凜，遇到強敵時更會用強而有力的犄角護著母蟲，跟其他甲蟲奮戰，使我對臺灣昆蟲界的巨無霸產生極大的興趣，非常好奇一隻小小的「雞母蟲」是如何蛻變成威風凜凜的鐵甲武士？

貳、研究目的

- 一、自行飼育，探討生活史中，各階段的變化過程及行為
- 二、藉由野外觀察，探討獨角仙的生活型態

參、研究設備

- 一、飼育盒、收納盒、大中小型昆蟲飼養箱、噴霧器
- 二、昆蟲專用腐植土，綠海棉
- 三、飼育品：昆蟲專用果凍、蘋果、鳳梨、香蕉等水果
- 四、攝影器材：普通及數位相機、攝影機

肆、研究過程及結果

(一) 詳細閱讀昆蟲書籍了解獨角仙型態、構造特徵及分類依據

1 獨角仙之分類

學名：*Allomyrina dichotoma*

中文名：獨角仙

分類地位：昆蟲綱 鞘翅目 金龜子科 獨角仙亞科 獨角仙

2 獨角仙的小檔案

體色：深褐色至紅褐色

體長：雄蟲 35mm~85mm(含犄角) 雌蟲 30mm~50mm

習性：成蟲出現於 5~8 月，生活於低、中海拔山區，夜晚具趨光性，幼蟲生活在腐植土中，吃腐植土為生，成蟲生活在林間枯葉堆下面、流有樹液的光臘樹、欖樹、枹樹或柞樹上，以舔食樹液為生。

3 獨角仙生活史：卵 幼蟲 蛹 成蟲，屬於完全變態性昆蟲

4 獨角仙的身體：

成蟲：獨角仙的身體外面有一層如盔甲般的外骨格，扮演著骨架的功能，(成分是為幾丁質)。身體分成頭、胸、腹部三部分，體色深褐色至紅褐色，頭部有兩隻觸角、口器、複眼，有嗅覺的功能。口器上佈滿像牙刷一樣的鬚鬚，用來吸取樹木及水果的汁液。三對腳，每隻腳的前端有鉤爪，可緊緊鉤住樹木。翅膀分為前翅和後翅各一對，身體兩側共有 9 對氣門，是獨角仙的呼吸器官。腹部有「」字型橫紋。腹部柔軟有氣門、交尾器及消化器官，獨角仙的消化器官有前腸、中腸、後腸、馬氏管及肛門。雄蟲頭部前方有鹿角狀之長犄角，前胸背板有中央突起之小犄角，雄蟲含犄角體長約 35~85mm，雌性體形較小，體長約 30mm~50mm，雌蟲頭部前額部分有些微的突出。

獨角仙成蟲照片 1(圖片為自行飼育的獨角仙第三代成蟲)



獨角仙成蟲照片 2(圖片為自行飼育的獨角仙第二代成蟲標本)



幼蟲：幼蟲的身體包括頭部、胸部和腹部，頭部有大顎和觸角，胸部有六隻腳，腹部尾段有肛門，胸部和腹部 9 對氣門。

獨角仙幼蟲照片 (圖片為自行飼育的獨角仙第四代三齡幼蟲)



(二) 飼育箱的製備：

以大型昆蟲專用飼育箱飼育，飼育箱中放入腐植土稍為壓實至 8cm，再倒入腐植土維持約 15cm 的高度，腐植土保持適當的濕度，腐植土表面放一些木片及木塊，以利攀爬及躲藏。..

(三) 自行飼育：

自 1999 年 7 月至今共約五年時間，持續自行飼育獨角仙，以便觀察獨角仙的發生，共歷經五代，現在正進行第五代觀察中，此飼育與觀察記錄，記錄至第五代成蟲之觀察。

1999/7 月~2000/6 月 第一代

- 1999 年 7 月 18 日參加台大昆蟲營時購入一對獨角仙成蟲，母蟲及公蟲都是深褐色個體，公蟲 75mm(含犄角)，母蟲 40mm，
- 過程：(第一代)

8/2	發現白白的 8 顆橢圓形的卵	8/17	6 隻一齡幼蟲孵出	9/4	幼蟲蛻皮變為二齡幼蟲
10/21	只有 2 隻蛻皮變為三齡幼蟲	4/20	2 隻變為終齡幼蟲	4/28	已建蛹室進入前蛹階段
5/14	2 隻前蛹蛻皮化蛹	6/3	一隻蛹羽化(公蛹 74mm)	6/8	一隻母蛹羽化失敗

3 結果：

(1) 幼蟲受到驚嚇時，會用堅硬而尖銳的大顎攻擊對方，而且會不斷的排便。

- (2) 幼蟲沒有眼睛，但可以感光，幼蟲是靠頭上觸角及長滿全身的毛去感覺。
- (3) 成蟲會用後腿摩擦腹節發聲，每當夜晚固定時間(大約 11 點)活動力會增強。
- (4) 雄獨角仙有時會強迫雌獨角仙交尾，如果雌獨角仙不聽，雄獨角仙就會用牠的犄角頂雌獨角仙。
- (5) 雌雄獨角仙的叫聲不同(後腿摩擦腹節發聲)，雄蟲發出較低沈的『嘶嘶』聲，母蟲則發出較尖銳的聲音。

2000/6 月~2001/7 月 第二代

- 1 第一代只飼育出一隻公獨角仙，2000 年 6 月 3 日購入一隻母蟲以便繼續觀察，公蟲 72mm，母蟲 34mm.，同樣以大型飼育箱飼育，並以毛巾遮住。
- 2 交尾過程：
飼育箱內的一對獨角仙馬上進行交尾，交尾時公蟲會趴在母蟲身上，6 隻腳緊緊的捉住母蟲，會用口器上的短毛及觸角不斷撫摸碰觸母蟲頭及胸部，若母蟲配合公蟲就會將交尾器伸入母蟲，交尾時公蟲會不斷地抖動身體並發出類似「嗚嗚」的聲響(後腿摩擦腹節發聲)，交尾行為進行約 30 分鐘至 1 小時，交尾工作約進行 4 天。
- 3 過程：2000 年 6 月至 2000 年 10 月第二代

6/18	發現白白的 8 顆像米粒般橢圓形的卵 (3mm x 1.5mm)	6/30	觀察到第一隻幼蟲	7/5	24 顆卵 B,C,D 飼育箱內飼育
7/8	8 隻一齡幼蟲放入 A 飼育箱內飼育	7/20	B,C,D 飼育箱內卵全數孵出	7/28	A 飼育箱幼蟲蛻變為二齡幼蟲
8/10	B,C,D 飼育箱內幼蟲蛻變為二齡幼蟲	9/21	A 飼育箱內幼蟲蛻變為三齡幼蟲	10/5	B,C,D 飼育箱幼蟲蛻變三齡幼蟲

2001 年 3 月至 2001 年 7 月

3/2	幼蟲身體已發黃，進入終齡幼蟲期	4/4	A 飼育箱內兩隻終齡幼蟲建蛹室	4/9	A 飼育箱一隻前蛹化蛹(公蛹)
4/14	A,B,C,D 飼育箱內前蛹已化蛹	5/1	A 飼育箱內第一個蛹羽化(公蟲 A 紅褐色)體長 71mm	5/3	A 飼育箱內另一隻蛹羽化(公蟲 B 深褐色)體長 72mm
5/8	A,B,C,D 飼育箱內蛹陸續羽化	5/13	公蟲 A,B 已開始進食	5/17	1 A,B,C,D 飼育箱內蛹全數羽化 2 : 8 隻 體長：55~65mm : 13 隻 體長：36~40mm 3 體色：紅褐色\黑褐色 4 所有新成蟲開始進食
5/18	公蟲 A 及公蟲 B 分別放入不同飼育箱內跟母蟲一起飼育(E, F 飼育箱)	6/3	E 飼育箱內發現卵 15 顆	6/5	F 飼育箱內發現卵 26 顆
7/12	E 飼育箱內的母蟲死亡	7/18	F 飼育箱內的母蟲死亡	7/27	F 飼育箱內公蟲 B 死亡
8/3	E 飼育箱內公蟲 A 死亡				

*公蟲體長均含犄角

照片記錄：成蟲飼育



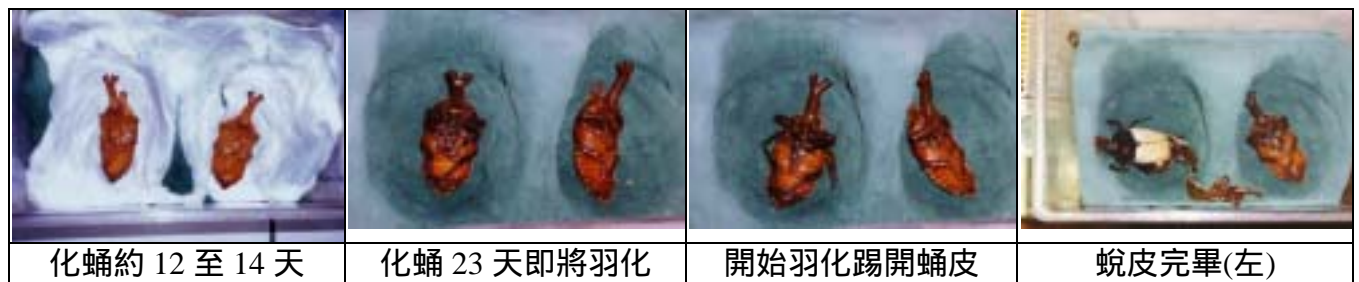
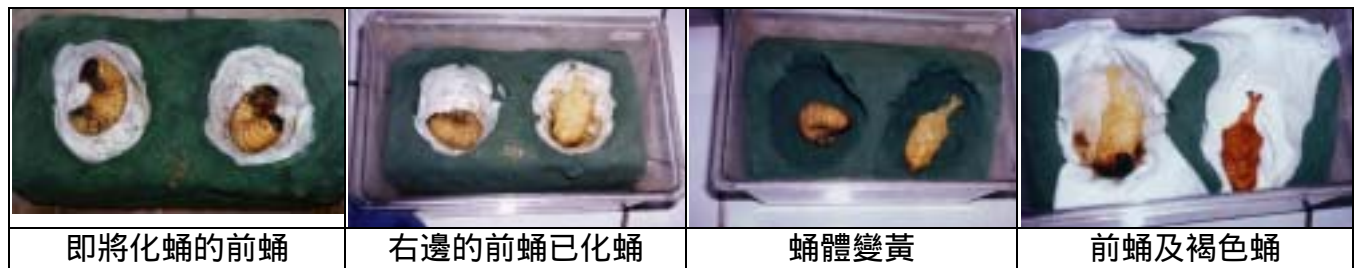
照片記錄：獨角仙卵

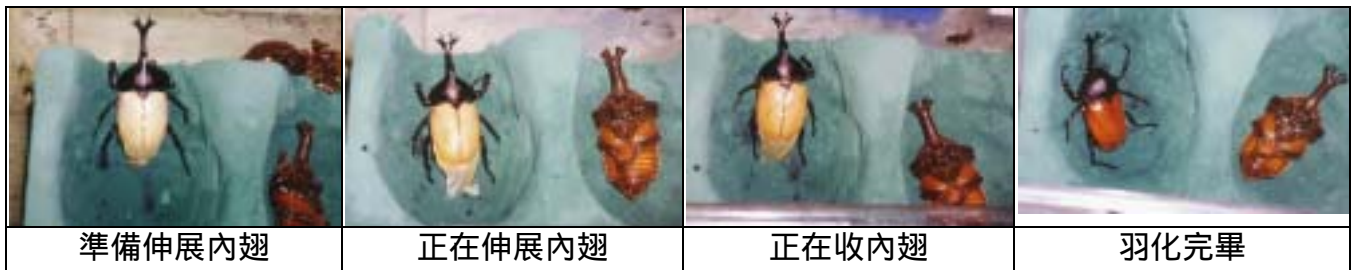


照片記錄：獨角仙幼蟲



照片記錄：前蛹至羽化(人工蛹室內的第二代幼蟲)





4 結果

- (1) 母蟲交配後會多次產卵，產卵後不會馬上死亡。
- (2) 在鬆散的腐植土中母蟲不會產卵，要壓實後才會產卵，母蟲產卵後會把卵用腐植土堅實的包裹。
- (3) 幼蟲的糞便是橢圓形的顆粒，三齡幼蟲大便顆粒約 1cm。
- (4) 幼蟲會利用自己的糞便建蛹室，終齡幼蟲會不斷蠕動身體，把周圍的腐植土擠壓出橢圓形有點傾斜的直立式蛹室，把自己的糞便塗抹到蛹壁上，建造出深度約 7cm，寬度約 4cm 很堅固的蛹室。
- (5) 前蛹即將化蛹前，尾部末段排出黑色較濃的液體，身體會不斷蠕動。
- (6) 前蛹化蛹時，會從頭部先裂開，慢慢脫掉外皮，剛開始公蟲頭角稍稍突出，再慢慢伸展伸直。
- (7) 幼蟲尾部末端肛門開口是橫的，像中文“一”字型的。
- (8) 幼蟲可以數十隻養在一起，牠們不會互相攻擊，羽化至成蟲共需蛻皮四次。
- (9) 羽化時，先蠕動前腳及中腳，用力踢開蛹皮，接著轉動身體，六隻腳貼著蛹室的壁面，用力蠕動腹部，完成進一步蛻皮，自踢破蛹皮到羽化完成約需 2 天時間。
- (10) 剛蛻皮羽化的獨角仙頭部、胸部及六隻腳都已經是深褐色，頭部及胸部硬硬的。
- (11) 羽化後約 12 天獨角仙會進食。成蟲的生命期，人工飼育下母蟲約 2 個月，公蟲約 3 個月，公蟲的生命期比母蟲長。

2001/7 月~2002/5 月 第三代

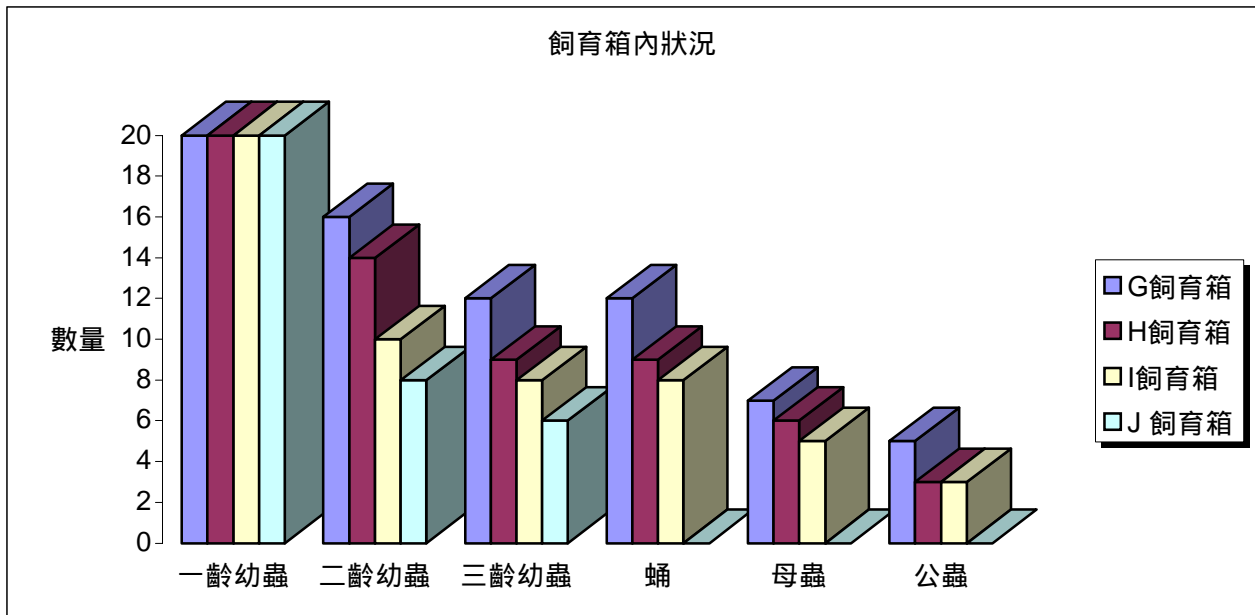
- 1 以自行飼育的成蟲，分三組飼育，每一組各放三隻公蟲及三隻母蟲。
- 2 過程

放入飼育箱內的三隻公蟲為了爭奪母蟲，取得交配權，會常常發生爭奪戰，最後由大型公蟲獲勝，馬上跟母蟲進行交配，約一個月後倒土檢查，三個飼育箱腐植土內發現 80 多隻一齡幼蟲，幼蟲分四個飼育箱飼育，每個飼育箱分別放入 20 隻一齡幼蟲，四個飼育箱分別以不同食材，分成四組飼育，結果如下：

2001/7~2002/5 第三代

飼育箱		G	H	I	J
食材		濕腐植土	濕腐植土+乾腐植土 (比率 1 : 1)	乾式腐植土	乾腐植土+木屑 (比率 1 : 1)
一齡幼蟲 (隻) 01/7/12		20	20	20	20
二齡幼蟲 (隻) 01/7/28		16	14	10	8
三齡幼蟲 (隻) 01/9/3		12	9	8	6
化蛹 (個) 02/4/27		12	9	8	X
母蟲 (隻) 02/5/15~5/16		7	6	5	X
公蟲 (隻) 02/5/16~5/20		5	3	3	X
體色	母蟲	深褐色	深褐色	紅褐色	X
	公蟲	深褐色	深褐色及紅褐色	紅褐色	X
體長	母蟲	38mm 至 40mm	35mm 至 38mm	35mm 至 38mm	X
	公蟲	55mm 至 68mm	50mm 至 65mm	45mm 至 55m	X

3 G、H、I、J 飼育箱飼育狀況統計圖

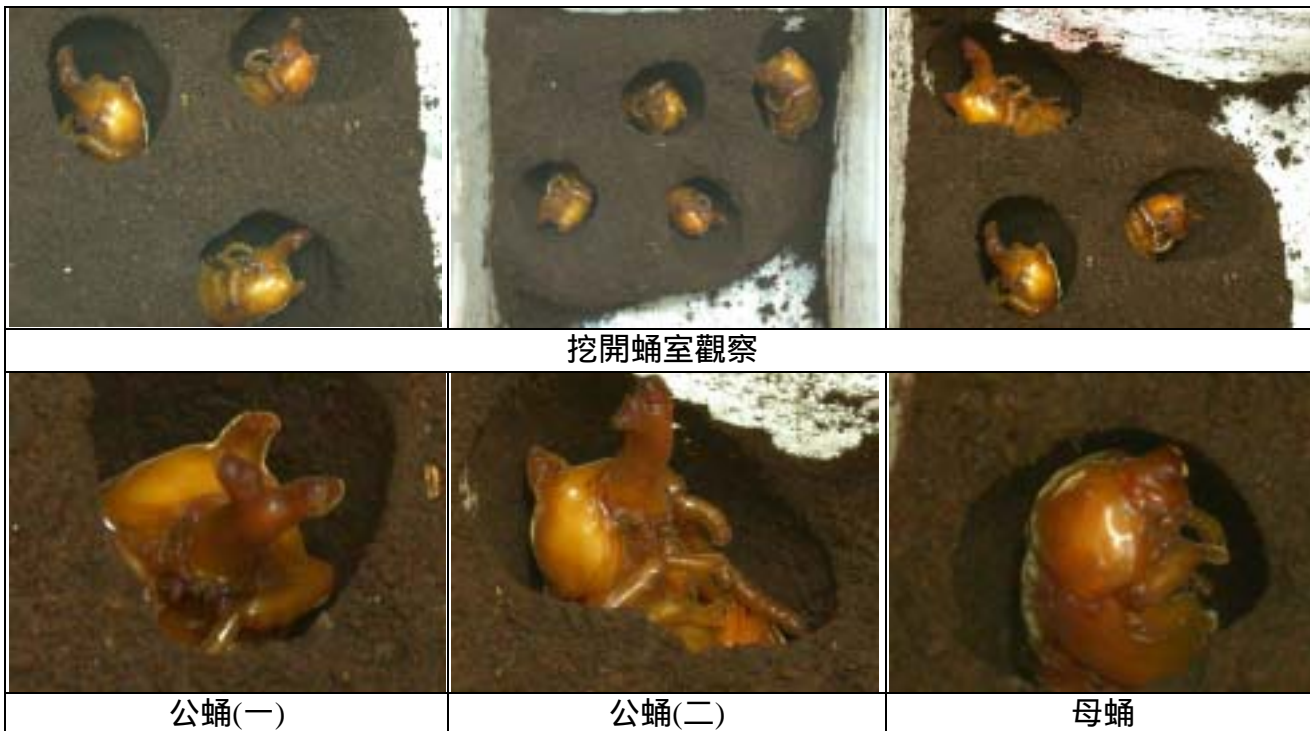


4 結果

- (1) 由觀察發現，同一生長環境中，雖有多隻雄蟲，但只有體型較大、較強的一隻雄蟲，得以和雌蟲交配、繁殖。
- (2) 累代飼育，近親交配的結果，體型變小，常會羽化出畸形個體。
- (3) 幼蟲喜歡較濕的環境，但飼育環境不可太濕或太乾。
- (4) 幼蟲的食材以較濕的腐植土為佳，餵食太乾的腐植土會造成幼蟲無法完全消化，

- 食材會卡在肛門，造成幼蟲死亡，一般木屑飼育會造成幼蟲死亡。
- (5) 幼蟲羽化後的成體體型大小，跟飼育環境及食材種類有很大關係。
- (6) 公蛹蛹期比母蛹長，約 20 至 26 天，越大型的公蛹蛹期越長。(:16~18 天)

天然蛹室內的蛹(第三代記錄照片)



移出蛹室的蛹(第三代獨角仙記錄照片)



天然蛹室內即將羽化的蛹(記錄照片)



自蛹室內羽化



羽化約 12 天的獨角仙第三代雄蟲



羽化約 12 天的獨角仙第三代成蟲



2002/6 月至 2003 年 7 月 第四代

- 1 分成三組飼育，三組飼育箱親代來源不同
- 2 飼育結果

飼育箱	K 飼育箱	L 飼育箱	M 飼育箱
公母蟲	累代飼育個體 (2002 年)	野外採集個體公蟲 × 累代個體母蟲(2002 年)	野外採集個體公母蟲
卵	15	17	5
一齡幼蟲	10	14	3
二齡幼蟲	8	10	3
三齡幼蟲	7	8	3
化蛹	3	6	3
成蟲	: 2 隻(52mm) : 1 隻(40 mm)	: 2 隻(50~63mm) : 3 隻(36~40 mm)	: 1 隻 65mm : 2 隻 38、40 mm

3 結果

- (1) 累代飼育至第四代，母蟲產卵數變少。
- (2) 累代飼育至第四代，三齡幼蟲死亡率約百分之五十。
- (3) 野外採集母蟲產卵數少，幼蟲卻全數羽化。
- (4) M 飼育箱內的公蟲羽化失敗，前翅未能合起，內翅無法收回，羽化三天後死亡，羽化失敗的成蟲，無法存活。

2003 年 7 月至 2004 年 6 月 第五代

- 1 分成二組飼育
- 2 飼育結果

飼育箱	N 飼育箱	O 飼育箱
公母蟲	累代飼育個體 (第三代 K 箱)	野外採集個體公蟲 × 第三代 L 箱雌蟲
卵	8 顆	10 顆
一齡幼蟲	8 隻	8 隻
二齡幼蟲	8 隻	8 隻
三齡幼蟲	6 隻	6 隻
化蛹	X	3 隻
成蟲	X	: 2 隻 50mm : 1 隻 40mm

3 結果

- (1) 累代飼育至第五代，母蟲產卵數明顯減少，與前四代比較，三齡幼蟲體型明顯變小，三齡期幼蟲全部死亡。
- (2) 累代飼育至第四、第五代，公蟲體型明顯變小，母蟲體型無明顯變化。
- (3) 野外採集個體公蟲配累代個體母蟲所飼育出的公母蟲交配後，母蟲產卵數明顯減少，三齡期幼蟲死亡率百分之五十。
- (4) 蛹的體長比羽化後成蟲之體長大，約 61mm 的蛹，羽化後成蟲體長約 50mm。

4 人工蛹室內蛹至羽化(第五代)



羽化過程之一(第五代)



羽化過程之二(第五代)



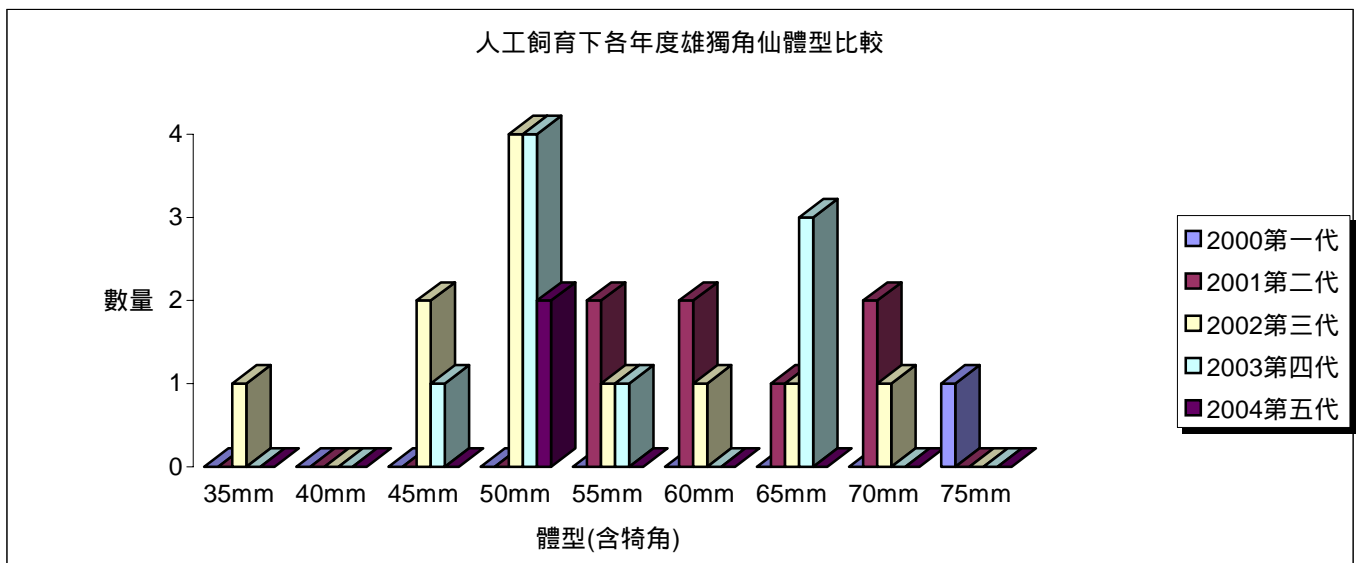
蛹及成蟲的體長(第五代)



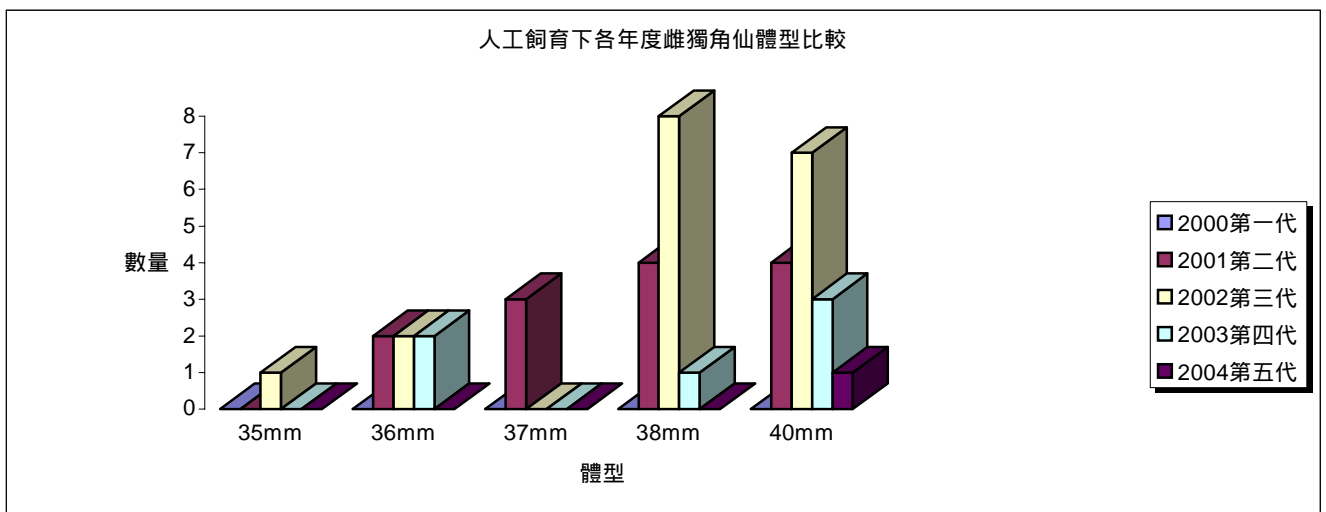
第五代成蟲



2000 年至 2004 年人工飼育下獨角仙雄蟲體型比較



2000 年至 2004 年人工飼育下獨角仙雌蟲體型比較



(三) 野外觀察

在木柵、烏來、陽明山、三芝、苗栗、南投、阿里山、大雪山等地進行觀察



1 2001/6~2003/6：至木柵山區進行野外觀察

(1) 2001/6/23：日間在山區雜木林中一棵青剛櫟樹樹幹上，發現正在吸食樹液的公母獨角仙，夜間進行觀察時在山區路燈下，觀察到很多隻因趨光而來的獨角仙，共觀察到約 12 隻獨角仙。

(2) 2002/6/22：只觀察到 1 隻母蟲，夜間只觀察到 3 隻獨角仙。

(3) 2003/6/21：日間及夜間觀察均未觀察到任何獨角仙。

2 2001/4/28：淡水三芝山區農家進行野外觀察，在農田水溝旁鬆軟的腐植土堆中，共觀察約 20 多隻 3 齡幼蟲，帶回其中 5 隻進行飼育觀察。

3 2001/6~2004/6 至台北縣烏來鄉信賢村及福山村進行野外觀察

(1) 2001/6/16：夜間觀察，在路燈下觀察到 8 隻獨角仙。

(2) 2002/6/15：日間觀察，在山區雜木林中觀察到 2 隻獨角仙。

(3) 2002/6/15：烏來福山村夜間只觀察到 5 隻獨角仙。

(4) 2003/6/20：烏來福山夜間只觀察到 3 隻獨角仙。

(5) 2004/6/12：至烏來福山夜間只觀察到 2 隻獨角仙。

4 2001/6~2002/6：至苗栗縣山區進行觀察

(1) 2001/6/22：南庄山區進行日間觀察，在山區的青剛櫟樹及臺灣欒樹樹幹上，發現一整群正在吸食樹液的獨角仙，有的正在飛翔，可聽到獨角仙振翅的聲音，同日在南庄栗田莊附近，夜間觀察到數十隻獨角仙，最特別的是在夜間觀察時在路燈旁的樹叢中觀察到 1 隻很小的小型公獨角仙約 38mm。

(2) 2002/6/21：苗栗縣大湖鄉璃黎坪進行夜間觀察，在屋簷的燈光下發現數 10 隻因趨光而來的獨角仙，其中觀察到 1 隻大型母獨角仙體長約 60mm。

5 2001/8/6：在南投縣清境農場海拔 1832 公尺的山區枯木堆上，觀察到 1 隻大型雄獨角仙(約 80mm)。

6 2002/6/28：阿里山山公田村(海拔約 1100)公尺日間及夜間觀察，看到非常多的獨角仙，觀察時發現，公母獨角仙的體型都很大，公獨角仙(約 75~85mm)。

7 2001~2003：多次至陽明山日間觀察時，都沒觀察到獨角仙。

8 2004/5/21、22：大雪山森林遊樂區(海拔 2300 公尺)日夜間觀察，都沒觀察到獨角仙，可能因海拔高度關係，氣溫較低，成蟲羽化的季節較晚。

自行飼育獨角仙體型大小



野外採集雄獨角仙體型大小之比較



獨角仙蛹室與鍬形蟲蛹室比較



伍、結論

- 1 獨角仙在台灣屬夏季常見性的昆蟲，全島都均有分佈，生活於低、中海拔山區(100~1800m) 在高海拔山區(海拔 2300 公尺)進行觀察時，沒有觀察到獨角仙。
- 2 獨角仙喜歡歡聚集在青剛櫟樹、臺灣欖樹、光臘樹樹幹上吸食樹液。
- 3 獨角仙屬夜行性昆蟲，夜間具趨光性。
- 4 在進行野外觀察時發現，一般雄獨角仙體長含犄角約 55 至 75mm，不過也可觀察到含犄角約 40mm 的小型個體及含犄角約 85mm 的大型個體，獨角仙體型笨重無法長時間飛行。
- 5 獨角仙只要給予適當的環境及食材，在人工飼育下很容易繁殖。
- 6 餵食濕腐植土的幼蟲較會羽化較大型個體，餵食乾腐植土的幼蟲較會羽化出中、小型

個體，餵食木屑容易造成幼蟲死亡。

- 7 成蟲可餵食蘋果、香蕉、鳳梨等水果，成蟲喜歡較濕的環境，躲藏在腐葉及腐植土下。
- 8 幼蟲建的蛹室是有點傾斜的直立式蛹室，鍬形蟲幼蟲的蛹室橫式蛹室。
- 9 飼育中的獨角仙可進行累代飼育，近親也會交配，一樣會生下下一代，不過進行累代飼育至第四代時，會發現生的卵數會越來越少，羽化出的成蟲，體型會越來越小，並出現畸形個體，至第五代時，幼蟲死亡率極高，成功羽化的極少數成蟲體型變得很小。
- 10 人工飼育的個體可以跟野外採集的個體交配，並順利產下下一代(卵)。
- 11 生活史：卵至一齡幼蟲約 12~14 天，一齡幼蟲至二齡幼蟲約 16~20 天，二齡幼蟲至三齡幼蟲約 35~40 天，三齡幼蟲至終齡幼蟲約 6 個月，終齡幼蟲至前蛹約 21 天，前蛹至化蛹約 16~18 天，蛹至羽化約 16~26 天。
- 12 人工飼育下的幼蟲生活週期跟野外幼蟲生活週期相同，都會在 5 至 6 月羽化成成蟲，觀察期間發現人工飼育下的成蟲個體生命期約一個半月至三個月，野外個體因無法記錄其羽化日期，很難推算生命期，觀察野外採集個體結果，生命期約一個月至一個半月。
- 13 人工飼育個體食物充裕生命週期較長。
- 14 常年進行野外觀察發現台北近郊木柵、烏來等地獨角仙族群，因人為捕捉及棲地破壞等因素，數量正逐年減少中，想要在野外觀察到可愛的獨角仙，我們必須做好棲地保護，讓獨角仙永遠的生活在美麗的山林間。

陸、討論

- 1 昆蟲書籍裡記載雄獨角仙生命期較短，進行野外觀察及飼育時發現雄獨角仙生命期較雌獨角仙長，同一季羽化的成蟲，最後死亡的都是公蟲。
- 2 相關昆蟲書籍記載雌獨角仙產卵後會立即或不久死亡，進行飼育觀察時發現母蟲不會產卵後馬上死亡，母蟲生命期約一個半月至兩個月，母蟲羽化後約 14 天就可交配，交配後約 10 天開始產卵，母蟲不會一次產完所有的卵，進行飼育時可同時看到一齡幼蟲及剛產的卵。
- 3 昆蟲書籍記載獨角仙只出現在低、中海拔，無法生存於高海拔，在進行野外觀察時，在海拔 2000 公尺以上的高山，都沒觀察到獨角仙，在海拔 1100 公尺的阿里山公田村及海拔 1832 公尺的南投縣清境農場附近山區，都觀察到獨角仙。
- 4 進行觀察飼育時發現同一親代所生的幼蟲，羽化後體型大小並不一定相同，在進行飼育觀察時發現給予充分食材的幼蟲，都能羽化出大型雄獨角仙，顯示環境也會影響基因表現的情況。
- 5 觀察飼育時發現，雄獨角仙體型之大小會受到不同食材及累代基因影響，累代飼育的結果，體型變的越來越小；母蟲則不會受到食材、累代基因影響，累代飼育至第五代母蟲體型大小無明顯變化，體長始終保持在 35mm 至 40mm 之間；不同食材飼育出的母蟲體型大小無明顯變化，到底原因為何，尚待進一步的研究。
- 6 飼育觀察時，以累代飼育的獨角仙跟野外採集的獨角仙配對飼育，觀察發現母蟲產卵數變少，幼蟲在三齡期死亡率高，成功羽化的雄獨角仙體型明顯變小，這是因為累代飼育獨角仙的後代基因同質性高，本身較弱易帶細菌，難以適應山區中的生活，也可能無法應付疾病和氣候變遷帶來的威脅。
- 7 在北中南部山區的觀察時發現，北中南部山區的獨角仙外觀上並無差異，體型上生活在中海拔地區的雄角仙體型較大。

柒、參考資料

1. 昆蟲入門：作者張永仁 遠流出版社 1998
2. 昆蟲圖鑑：作者張永仁 遠流出版社 1998
3. 獨角仙：作者日高敏隆 天嘉圖書股份有限公司 1997
4. 獨角仙：作者邱承宗 紅蕃茄文化事業有限公司 1999
5. 沉醉兜鍪：作者賴廷奇 晨星出版社 2001
6. 偉偉蟲蟲館：<http://163.20.132.55/t001/>(本實驗作者自己架設相關獨角仙網站)

評語

030308 國中組生物科 第三名

獨角仙的發生與觀察

1. 長期研究潛力甚佳，觀察仔細入微。
2. 野外樣品需增加。