中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生物科

佳作

080311

虛擬實鏡～安德遜蠅虎撲食模式

學校名稱：新北市私立及人國民小學

作者：	指導老師：
小五 劉又慈 小五 許家昀 小五 陳紹恩	張政義 黃仲佑

關鍵詞：蠅虎、虎蛛、撲食

摘　　要

安德遜蠅虎（Hasarius adansoni）撲食行為與一般蜘蛛與眾不同，引起我們研究的好奇心。我們以（1）文獻探討法（2）田野調查法（3）飼養箱觀測法（4）捕捉法（5）攀緣線觀測法（6）色光控制觀測法（7）限定空間鏡像觀測法（8）數位虛擬觀測法研究蠅虎。我們發現：（一）校園中有四種蠅虎（二）它會壓縮身體穿過細縫，多毛，怕水，有頭、胸、腹。（三）它喜歡深色物體，會躲在暗處；不在潮濕處織網，會織在陰暗、避風雨的地方（四）它有三種成功撲食模式（五）色光會影響它的撲食行為（六）它會撲食虛擬化獵物（七）它在限定空間的鏡像中撲食會受影響（八）它的撲食模式會受數位虛擬情境影響。安德遜蠅虎撲食行為研究很有趣，我們希望能繼續這種科學研究。

壹、研究動機

我們有時在教室、花園、走廊或廁所，會看到身體有褐、黑、白色的蜘蛛，它有時不動、有時卻以很快速度撲食，這種特別的行動方式，讓我們很好奇。我們請教老師並上網查詢資料，在蜘蛛圖鑑網站，發現了相同的蜘蛛，它是「安德遜蠅虎」；為了想更了解這種生物，我們便開始在校園裡尋找它的蹤跡，探索它的撲食行為特徵。

貳、研究目的

一、認識安德遜蠅虎的身體構造及生活習性。
二、探討安德遜蠅虎撲食行為特徵及模式。
三、了解外界環境改變是否影響安德遜蠅虎撲食行為。

參、研究問題

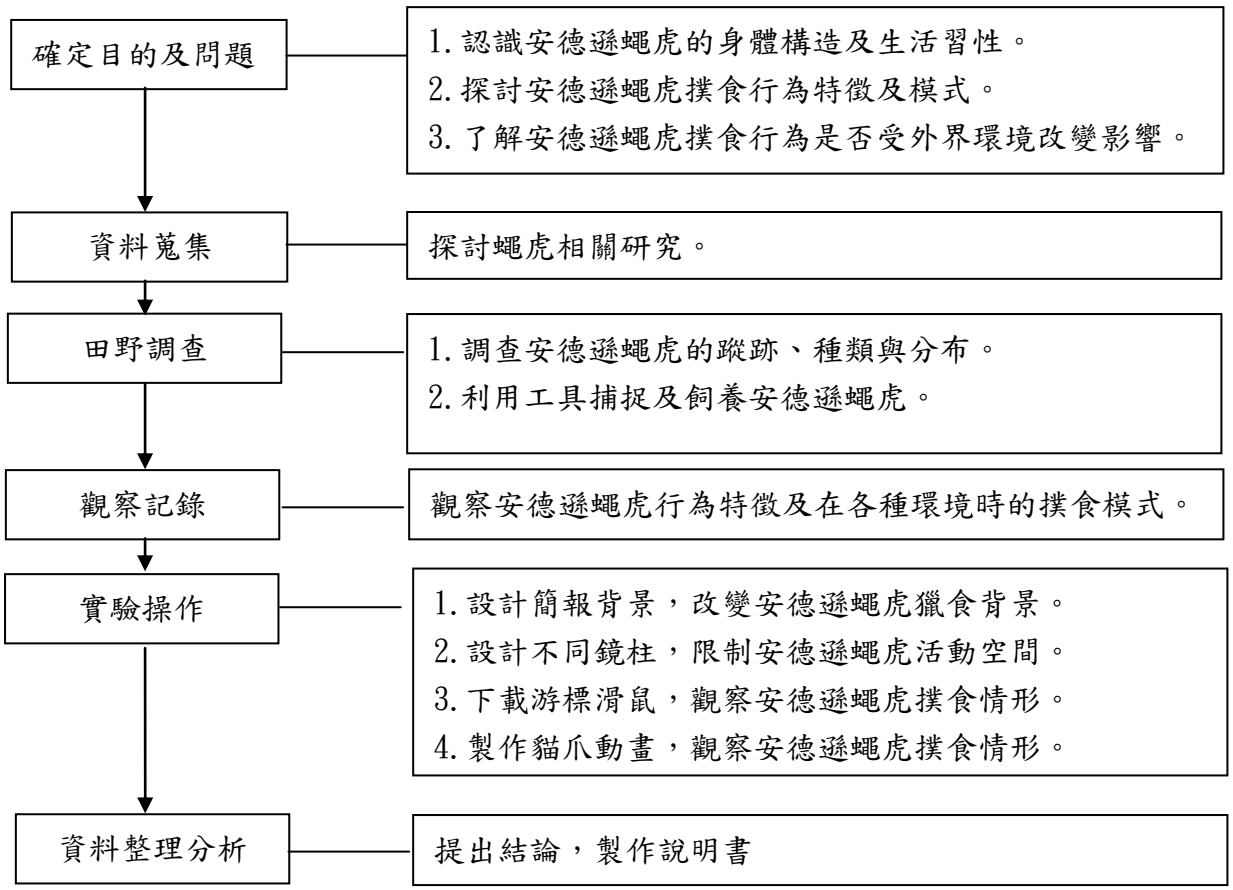
一、安德遜蠅虎生活在哪裡？
二、安德遜蠅虎身體構造、行為、食性、能力有什麼特徵？
三、色光是否影響安德遜蠅虎的撲食？
四、獵物虛擬化是否影響安德遜蠅虎的撲食？
五、限定空間是否影響安德遜蠅虎的撲食？
六、數位虛擬情境是否影響安德遜蠅虎的撲食？

肆、研究設備及器材

一、數位顯微鏡 QX5、照相機、印表機、電腦。
二、鉛筆、橡皮擦、尺、原子筆、立可帶、筆記本、橡皮筋、雙面膠、木板、A4 白紙、訂書機、透明膠帶、竹籤、鐵絲、剪刀、許多瓶子、飼養盒(瓶)、隨身碟、塑膠袋、厚紙板、西卡紙、鑷子、滴管、報紙、放大鏡、小鏡子、美工刀、紗網、毛筆、大桶子。

伍、研究流程與設計

一、研究流程



陸、文獻討論

一、安德遜蠅虎簡介

安德遜蠅虎（Hasarius adansoni）普遍分布於平地至低海拔山區，常見於住家或戶外牆角、樹幹、枯葉活動，擅於捕捉小昆蟲，白天可見，遇到騷擾會以跳躍方式逃離。蠅虎科全球約 4000~5000 種，為蜘蛛最大一科（維基百科，2015）。我們發現蠅虎科的特徵明顯，但分類困難。體長最大 15mm，大多種類在 5mm 以下（劉文豪，2005）。我們也發現許多種類雌雄個體在體色及斑紋上有極大差異，容易誤認為不同種；蠅虎的判別不易，許多蠅虎的腹背花紋是多變的（維基百科，2015），並不一定就長成圖鑑中的那樣。

二、安德遜蠅虎外型特徵

雌蛛體長 6-10mm，頭胸背板灰黃褐色，眼域區域黑色至黑褐色，腹背灰褐色密布褐色的縱帶，縱帶兩邊顏色較暗並有數枚點狀斑，雄株體型較小，頭胸部眼域黑色，其後緣及腹基部有白色月形斑紋，近腹端也有 2 枚白斑，腹甲上緣都有明顯的白色月型斑紋，觸肢有白毛，就可以和雌蛛斑紋長得有些微相像的褐條斑蠅虎分別（維基百科，2015），不過，當這白色斑紋不清楚時（例如幼株），就有些困難了。

三、生態習性

安德遜蠅虎廣泛分布於臺灣各地之低海拔山區和平原，尤其常在住家內外的牆壁上徘徊覓食，偶而也會出現在葉面上（蔡素娟等，2015）。經過我們調察，安德遜蠅虎分布廣泛，的確是住家內外，常見的動物。

四、安德遜蠅虎的撲食行為

安德遜蠅虎有無脊椎動物中最好的視力，其前中眼有如望遠鏡，視野雖小但可聚焦有好的解像力。其它側眼可感受四面八方光影的變化，並協助前中眼判斷獵物的距離（藍鼎勝、宋炎宗，2015）。而我們發現蠅虎捕食時，常常會先以側眼偵測較遠距離移動的獵物，並逐漸走近，並轉動頭胸部使主眼看清獵物，偷偷潛近，再予撲殺。蠅虎的腳雖短，卻可運用後腳良好的跳躍能力，瞬間撲殺獵物，有些種類可跳達體長 20 倍的距離（劉文豪，2005）。我們研究發現蠅虎的步足毛束，使蠅虎可在垂直的光滑表面行走自如，良好的視力與跳躍力使蠅虎有由垂直的表面跳殺飛近的昆蟲，撲食能力很強。

柒、研究方法及過程

一、研究方法：

我們以（1）文獻探討法（2）田野調查法（3）飼養箱觀測法（4）捕捉法（5）攀緣線觀測法（6）色光控制觀測法（7）限定空間鏡像觀測法（8）數位虛擬觀測法研究蠅虎，各種研究方法說明如下：

實驗方法	說　　明
文獻探討法	1.利用午休、課餘時間收集蠅虎相關資料。 2.利用網路探討蠅虎相關研究。 3.固定每周一、二、四午休時間，共同討論。
田野調查法	1.在校時間利用午休時間調查、紀錄蠅虎種類及分布情形。 2.利用假日進行野外調查、紀錄校外蠅虎種類及分布。 3.準備器材：相機、尺、紀錄表、放大鏡。
飼養箱觀測法	利用飼養箱飼養蠅虎,控制活動範圍來觀察蠅虎的活動情形。 1.飼養箱：四種。 2.每天午休，餵食、觀察、記錄蠅虎活動情形。
捕捉法	1.拿起杯子和紙片。 2.發現安德遜蠅虎後，用杯子蓋住。 3.用紙片輕輕把安德遜蠅虎拿起，放入透明觀察盒裡。
攀緣線觀測法	1.我們以 12 種不同材質的線固定架設在透明圓桶型塑膠容器上(37cm×25.3cm×14.7cm)。 2.我們以毛筆將蠅虎放在不同材質的線上，觀察紀錄他行動的方式。
色光控制觀測法	1.我們以 Microsoft office 的 power point，做色光變化控制，設計：(1) 45 種規則固定色光背景（2）不規則色譜圖色光背景（3）外紅組、內紅組及兩種播放次序。 2.用 Panasonic-DMC-FZ18 型相機以錄影模式，每 15 分鐘更換一種顏色觀察。
限定空間鏡像觀測法	1.我們做（1）三角鏡柱（2）四角鏡柱（3）五角鏡柱（4）六角鏡柱（5）八角鏡柱。 2.步驟如下：(1) 打開簡報檔（2）放上鏡子 角柱模型（3）放入蠅虎、蝶蠅（4）蓋上蓋子（5）改色光變背景。
數位虛擬觀測法	1.我們以 scratch（貓爪）軟體做為觀測操作介面。 2.以蒼蠅、蝶蠅游標圖案做為虛擬獵物，分（1）垂直（2）水平（3）右上至左下（4）左上至右下（5）暫停在中央（6）中央旋轉（7）不定向等 7 種方法測試。

二、研究過程

問題一、安德遜蠅虎生活在哪裡？

【研究 1】

方法：

1.我們在校園內、外調查安德遜蠅虎的蹤跡。

2.我們把學校紫光樓分成三個調查區，進行調查。

表 1-1 校園內、外調查

調查地點	校園	巷道	
照片			

3.調查地點共 32 處，有：(1) 紫光樓 1 樓 1 區 (2) 紫光樓 1 樓 2 區 (3) 紫光樓 1 樓 3 區 (4) 紫光樓 1 樓廁所 (5) 紫光樓 2 樓 1 區 (6) 紫光樓 2 樓 2 區 (7) 紫光樓 2 樓 3 區 (8) 紫光樓 2 樓廁所 (9) 紫光樓 3 樓 1 區 (10) 紫光樓 3 樓 2 區 (11) 紫光樓 3 樓 3 區 (12) 紫光樓 3 樓廁所 (13) 紫光樓 4 樓 1 區 (14) 紫光樓 4 樓 2 區 (15) 紫光樓 4 樓 3 區 (16) 紫光樓 4 樓廁所 (17) 紫光樓 5 樓 1 區 (18) 紫光樓 5 樓 2 區 (19) 紫光樓 5 樓 3 區 (20) 紫光樓 5 樓廁所 (21) 舊大樓 1 樓 (22) 舊大樓 2 樓 (23) 舊大樓 3 樓 (24) 祕密花園 (25) 幼兒園 (26) 內操場 (27) 外操場 (28) 家接區 (29) 美勞教室 (30) 學務處 (31) 學校外牆 (32) 社區街道。

4.我們以 (1) 肉眼 (2) 放大鏡等二種方法，自 102 年 10 月至 104 年 3 月持續觀察記錄。

表 1-2　調查區域與結果

調查區域

調查結果

地點	紫 1-1	紫 1-2	紫 1-3	紫廁 1	紫 2-1	紫 2-2	紫 2-3	紫廁 2
結網數	4	4	6	1	19	9	10	0
個數	1	1	0	0	0	0	1	0

地點	紫 3-1	紫 3-2	紫 3-3	紫廁 3	紫 4-1	紫 4-2	紫 4-3	紫廁 4
結網數	9	31	8	0	25	8	6	0
個數	0	0	0	0	0	0	0	0

地點	紫 5-1	紫 5-2	紫 5-3	紫廁 5	舊 1	舊 2	舊 3	祕密花園
結網數	2	9	2	2	4	2	2	1
個數	0	0	0	0	0	0	0	1

地點	幼兒園	內操場	外操場	家接區	美勞教室	學務處	學校外牆	社區街道
結網數	0	0	0	1	0	0	0	0
個數	0	0	0	0	0	0	0	1

結果：

1.我們發現 165 個結網點，以紫光樓 3 樓 2 區 31 個最多，操場區沒有發現結網點。

2.我們在紫光樓、祕密花園、社區街道發現 5 隻蠅虎（表 1-2）；蠅虎似乎出現在人少的地方。

3.經過我們長時間觀察，發現調查區域內有：安德遜蠅虎（Hasarius adansoni）、雌雙帶扁蠅虎（Menemerus bivittatus）、多彩紐蛛若蛛（Telamonia festiva）、雄白鬚扁蠅虎（Menemerus fulvus）四種蠅虎，說明如表（表 1-4）。

4.雄安德遜蠅虎外部較黑色，身上有眉月形狀的白色圖案；雌的比較接近咖啡色，身上

有黑色花紋（如表 1-3）。

表 1-3　雄、雌安德遜蠅虎比較

名稱	Hasarius adansoni 安德遜蠅虎（雌）	Hasarius adansoni 安德遜蠅虎（雄）
圖片		
發現地點	自然教室（正面）	教室大樓植栽區（正面）
特徵	安德遜蠅虎(雌蛛)是褐色，有黑色斑紋在頭部和腹部。	安德遜蠅虎(雄蛛)是黑色有白色月牙形斑紋。

表 1-4　發現蠅虎比較

名稱	Menemerus bivittatus 雙帶烏蠅虎(雌)	Telamonia festiva 多彩紐蛛(若蛛)	Menemerus fulvus 白鬚烏蠅虎(雄)
圖片			
發現地點	辦公室窗戶（正面）	教室大樓植栽區	紫光樓牆柱
特色	雙帶烏蠅虎是土黃色，身體兩旁有黑色斑紋，少見。	多彩紐蛛透明且有淡黃和綠色斑點，體長 9mm，樓息五節芒。	白鬚烏蠅虎是白色有黑色斑紋，體長 7-10mm 本屬 2 種。

問題二、安德遜蠅虎身體構造、行為、食性、能力有什麼特徵？

【研究 2】安德遜蠅虎身體的構造

方法：

1.我們運用數位顯微鏡QX5、雙向觀察筒、放大鏡觀察、記錄安德遜蠅虎身體構造。

2.數位顯微鏡QX5操作步驟如下：（1）安裝dtgttai biue軟體，插入連接線，到電腦主機（2）進入視窗（3）調整倍數（4）調整電子顯微鏡焦距（5）拍攝（6）存檔。

QX5 數位顯微鏡

3.我們以尺及飼養盒刻度（單位：0.5cm），量測安德遜蠅虎身體大小。

表2-1　安德遜蠅虎身體的構造分析

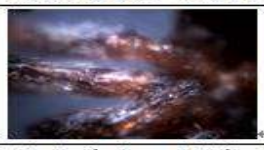
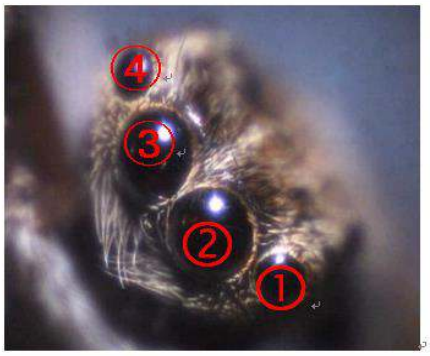
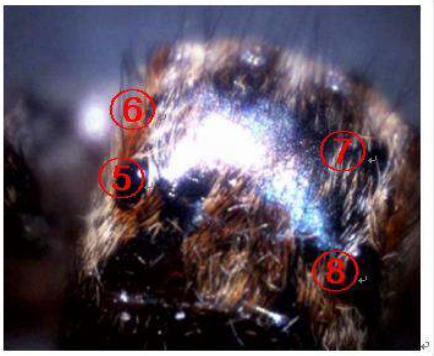
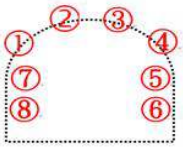
名稱	雌蛛（上視）（10X）	雌蛛（底面）（10X）	頭（60X）	眼（8個、60X）
照片				
名稱	胸（底面）	胸腹連接處（底面）	腹（上視）	腹（底面）
照片				
名稱	足（4對、60X）	足鈎（100X）	足鈎（60X）	足上肢（60X）
照片				
名稱	足剛毛（60X）	足曲折（100X）	足與足連接（60X）	足分佈（60X）
照片				
名稱	觸肢（1對、原倍）	絲疣（上視 60X）	絲疣（底面 60X）	絲疣（側視 60X）
照片				

表2-2　安德遜蠅虎眼部的構造及功能分析

照片			 虎蛛眼睛位置分布圖
編號	①安德遜蠅虎的第 1 眼(可用眼) ②安德遜蠅虎的第 2 眼(可用眼) ③安德遜蠅虎的第 3 眼(可用眼) ④安德遜蠅虎的第 4 眼(可用眼)	⑤安德遜蠅虎的第 5 眼(退化眼) ⑥安德遜蠅虎的第 6 眼(退化眼) ⑦安德遜蠅虎的第 7 眼(退化眼) ⑧安德遜蠅虎的第 8 眼(退化眼)	可用眼分布在前端，退化眼分布在頭頂。
數量	可用眼：2 對（4 隻眼）。	退化眼：2 對（4 隻眼）。	共 8 隻眼。
說明	我們觀察安德遜蠅虎獵食時，發現安德遜蠅虎會先在獵物身邊繞圈，我們認為是安德遜蠅虎的視力有問題，上網查詢後，了解安德遜蠅虎正前方的眼睛還能使用，但在頭上方的眼睛卻已經退化，所以在安德遜蠅虎獵食時，要一直調整自己的角度才能準確獵食。		

結果：

1.安德遜蠅虎可以壓縮身體穿過細縫，主要的構造如表2-1。

2.安德遜蠅虎身體多毛，各部結構、功能說明如下（表2-2）：

（1）頭：四方形，正上方有4個已經退化的眼睛。

（2）眼睛：有八顆，正前方有四顆（可用眼）、側邊有兩顆（退化眼）、頭正上方有兩顆（退化眼）。

（3）胸部、腹部連接處：頭部、胸部、腹部連接處，呈現些許的橙色；似一個平台，八隻腳都長在那。

（4）腹部：有絲疣，提供曳絲、生命線、窩巢所需；末端有類似一根管子的東西，可能是交配器或產卵器。

（5）足部：安德遜蠅虎的腳全部都有細微的毛，有勾，4對各分3節，可以幫助它們梳洗、攀爬在牆壁上；前端有一對觸肢，同步或交錯在頭前眼區不斷擺動、摩擦，活動越多時，觸肢擺動、摩擦速度也越快；當蠅虎感受到有異物入侵時，則蠅虎會將身體維持一般姿態，將第一對步足筆直向前方推刺（刺擊），我們認為是一種防禦行為。

（6）體長：約在 0.2 cm（若蛛）~1cm 之間（成蛛）。

表 2-3　安德遜蠅虎體長比較

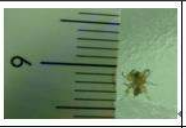
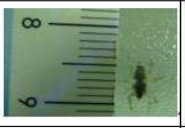
種類	若蛛	若蛛	若蛛	若蛛	成蛛	
照片						
長度	0.2cm	0.3cm	0.4cm	0.5cm	1cm	飼養盒

表 2-4　安德遜蠅虎生殖分析

說明	生殖觀察	母蛛	卵巢	母蛛與幼蛛	幼蛛	
照片						

3.安德遜蠅虎成長過程可以分（1）卵期（2）幼蛛期-幼蛛期和卵期共約需 22~26 天（3）若蛛期-23~32 天（4）成蛛期：成蛛約可活 3～5 個月。蠅虎都把卵產在網子裡，卵是淡粉色的，一次能生產 40 至 55 個卵。

4.安德遜蠅虎不能碰水，碰水立即死亡；死亡時，會全身縮捲。

【研究三】安德遜蠅虎的行為與食性

方法：

1.我們準備蚊子、果蠅、蒼蠅、蝶蠅、蛾、蟑螂、毛蟲、椿象、蜂蜜、奶精等 10 種誘餌。

2.分別把 10 種誘餌放入飼養箱中，以放大鏡觀察並記錄安德遜蠅虎的行為及食性。

3.我們將蠅虎撲食過程錄影，以「威力導演」軟體分析蠅虎撲食速度。

表 3-1　安德遜蠅虎食餌喜好程度分析

食餌	蚊子	果蠅	蒼蠅	蝶蠅	蛾	蟑螂	毛蟲	椿象	蜜蜂	奶精
喜好程度	+	+++	+++	+++	—	—	+	———	—	—
符號意義	「+」喜好，「—」不喜好									

結果：

1.行為：

（1）安德遜蠅虎喜歡深色物體，會躲在暗處；不在潮濕的地方織網生活，會把網子織在陰暗、避風、避雨的地方。

（2）安德遜蠅虎一般很少織網捕捉獵物，但會先織網築巢，做為獵食的基地（飼養箱或盒中之上、下、側邊），我們稱他為網巢。網巢有兩個孔，一出一進，發現蠅虎進出有順序，左進右出。

（3）蠅虎結網網型與功能不同，我們把蠅虎結的網分成三種：a.巢網 b.吊掛網 c.生命網線。巢網提供休息之用；吊掛網不用在捕食，有儲存獵物功能；生命網線主要是快速垂降移動、逃生時使用。

（4）我們發現織網不只有保暖的功用，還有保護它自己的功能，當們把瓶子上下不停的轉時，可以發現安德遜營虎會用一條絲吊在半空中，邊吐邊收絲，看起來像是在飛，那是為了保護它不會掉下去，而所織的一條絲，我們稱為「生命線」；蠅虎在危險時會用生命線以垂吊的方式著陸，也會把生命線收回。

（5）蠅虎結網需要小於 180 度的角度；會在飼養盒上、中、下端結網；上、下端結的網大都是巢網，中間結的網大都是吊掛網。

表 3-2　蠅虎網型分析

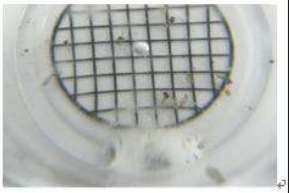
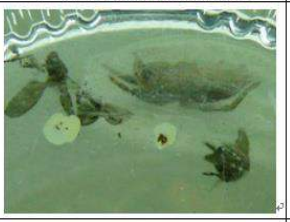
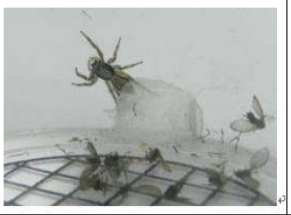
說明	飼養箱上準備結網	開始結網	剛開始的網	完成網巢
巢網照片				
說明	網巢側面	網巢底部	在飼養盒底側結網	在飼養盒側邊結網
巢網照片				
說明	飼養箱中結吊掛網		生命線網	失敗側邊結網
吊掛網生命線照片				

表 3-3　蠅虎進網路徑

說明	蠅虎撲食前會進網先查看，並繞網口一圈才進網內，穿出網後會再繞網一圈查看。
圖示	 代表顯示方向

表 3-4　蠅虎結網功能

說明	吊掛並儲存獵物		休息	生命線
照片				
說明	取食後在網巢休息	在網巢中準備覓食	走出網巢準備覓食	以生命線下降
照片				
說明	接近獵物	覓食棄置獵物	以絲將獵物吊起	儲存獵物
照片				

（6）當安德遜蠅虎發現獵物後，會先盯著獵物觀察（鎖定），然後緩慢移動（潛行）至獵物附近，才會跳躍撲擊（撲擊）；或是當獵物在罐底時，它會爬至垂直高處（迂迴、繞行）、獵物上方，再往下跳躍撲擊，跳躍時絲疣會吐絲（曳絲），若未至罐底時獵物已逃離，則會立則轉身，利用前兩對步足拉著絲回到剛剛起跳之處（歸位）。通常要撲擊 5~10 次左右，費時約 1~8 分鐘不等；捕捉到獵物後，會在垂直容器壁上進食。每次約花上 1 個小時左右才能將與自己體型大小相似的蒼蠅食畢，吸食的時間和獵物的大小有關。它只吸取獵物體液，食畢後就直接棄置，也會將獵物吊掛儲存，然後停在容器壁上或進入網巢中休息，暫時不會有其他活動。

（7）安德遜蠅虎對活著但不動的獵物（如：蝶蠅）並不採取攻擊，卻有時會對死掉的獵物發動攻擊，但並不是絕對每次都會攻擊，通常只是經過而不攻擊。

（8）安德遜蠅虎撲食有時成功，有時不成功；成功模式有三種，情形如下：

a.成功撲食

（a）鎖定→潛行→撲擊

（b）鎖定→迂迴→潛行→撲擊

（c）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→歸位→迂迴→潛行→撲擊

b.不成功撲食

（a）鎖定→刺擊→不撲擊

（b）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→奔逃→（曳絲）

（c）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→歸位→迂迴→潛行→撲擊→奔逃

表 3-5 「鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→歸位→迂迴→潛行→撲擊」成功模式

說明	1.鎖定目標：蒼蠅。 2.迂迴方式：獵物（蒼蠅）出現→發現獵物→鎖定獵物→接近獵物→獵物逃逸→被獵物追逐→蠅虎逃逸→蠅虎準備躲藏→準備進網躲藏→進網躲藏→進網隱藏→蠅虎再次出現→再次接近獵物→撲食獵物。 3.潛行方式：頭胸部升降。 4.歸位方式：曳絲。 4.撲擊結果：成功。

圖示

代表撲食過程圖片顯示次序

（9）安德遜蠅虎在撲食時，移動和跳越速度非常快，撲食時速度約在 1/30 秒之間。

（10）目前我們發現它行走的速度比跳躍慢，跳躍的高度可以到達 **2**cm；逃生時，大多用跳躍方式逃離。

（11）安德遜蠅虎看到鏡子中的自己會跳上、跳下移動。

圖 3-1　撲食速度分析圖

2.食性：

（1）安德遜蠅虎喜歡獵捕動態中的蒼蠅、蝶蠅，若獵物的體型大於它 2~3 倍以上，它就

不會去捕捉，反而會逃走（奔逃）；不喜歡捕食蟑螂、椿象，也不喜歡黏稠的蜂蜜、糖漿、奶精，有刺激性的酒精，容易被蜂蜜、糖漿黏住死亡。

（2）安德遜蠅虎遇到同類時，較大隻的會吃掉小隻的。

（3）安德遜蠅虎的排泄物是黃、白色的。

（4）研究中發現蠅虎喜歡獵捕蝶蠅，為了研究便利性，我們以蝶蠅做為研究用獵物。

【研究四】安德遜蠅虎攀爬能力

方法：

1.我們準備不同材質的線：(1)毛根線(2)粗鐵絲(3)細鐵絲(4)粗吸管(5)細吸管(6)塑膠管(7)釣魚線(8)毛線(9)細紗網(10)粗紗網(11)竹子（12）膠帶各25cm，用膠帶固定架設在透明圓桶型塑膠容器上(37cm×25.3cm×14.7cm)。

2.我們以毛筆將安德遜蠅虎放在不同材質的線上，觀察紀錄他行動的方式。

表 4-1　安德遜蠅虎攀爬能力　　單位：cm

物品	毛根線	粗鐵絲	細鐵絲	粗吸管	細吸管	塑膠管
長	29	36	36.5	29.7	29.1	35
寬	0.7	0.4	0.1	1	0.4	0.9
高	0.7	0.4	0.1	1	0.4	0.9
物品	釣魚線	毛線	細紗網	粗紗網	竹子	膠帶
長	30.5	32.5	30	35	7.7	44.4
寬	0.1	0.6	26	25.6	29.5	1.8
高	0.1	0.6	26	37	0.3	3.9

結果：

1.發現它用足鉤，能在毛根線、粗鐵絲、細紗網、粗紗網、毛線、竹子上行走。

2.它在細、滑的材質上較不會行走，如：細鐵絲、吸管、塑膠管、釣魚線、膠帶。

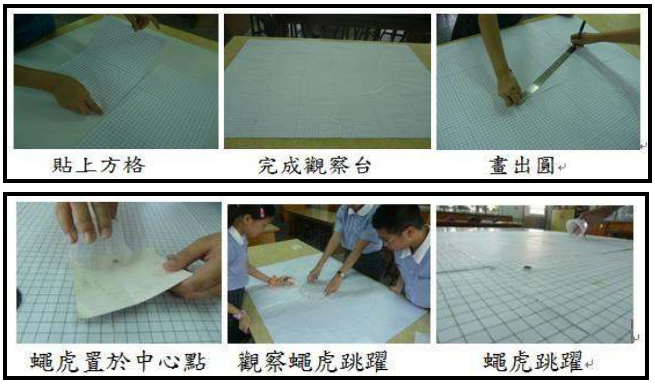
【研究五】安德遜蠅虎的移動方式和跳躍行為

方法：

1.以 12 張 21×15 格紙（每格 1cm）在硬紙板上製作移動觀察台；觀察台以鐵尺為軸，畫出直徑 60 公分的圓，做為觀察範圍。

2.將蠅虎置於移動觀察台中心點，用 Panasonic-DMC-FZ18 型相機以錄影模式觀察蠅虎跳躍方式。

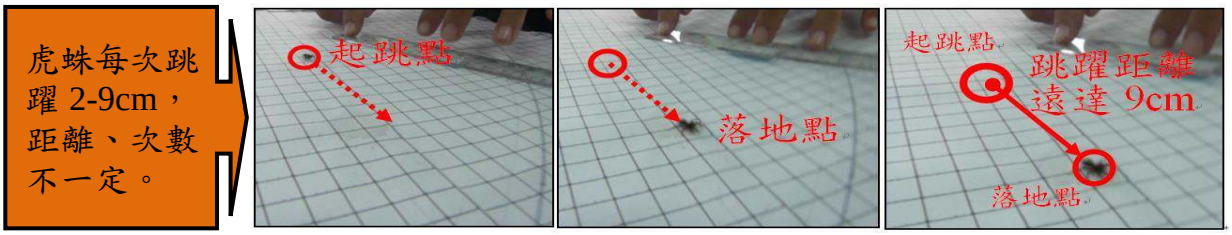
表 5-1　移動觀察台製作與操作過程



結果：

1.我們發現安德遜蠅虎除了接近獵物緩慢爬行外，常用跳躍方式行動；依我們的觀察，它們跳躍的瞬間，速度非常驚人；尤其獵食時，常使用跳躍技巧，撲食小昆蟲，十分特別。

2.蠅虎每次跳躍距離在 2~9cm 間；速度約在 0.2~0.3 秒之間，視跳躍距離而不同，說明如下：



問題三、色光是否影響安德遜蠅虎的撲食？

【研究六】

方法一：

1.我們以 Microsoft office 的 power point，做色光變化控制，設計：

（1）紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫為主的 45 種規則固定色光背景。

（2）不規則色譜圖固定色光背景。

2.將 ASUS-19 吋螢幕橫放，打開 power point，把安德遜蠅虎、蝶蠅放在螢幕中心，以透明塑膠盒蓋住。

方法二：

1.組合紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫色，做出圓型、方型、三角型、六邊型、變化型 1、變化型 2 等六種圖形組合 power point。

2.組合圖形再分（1）外紅組-紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫（2）內紅組-紫、靛、藍、綠、黃、紅；外、內紅組播放次序再分（1）由內而外（2）由外而內，兩種播放次序。

3.用 Panasonic-DMC-FZ18 型相機以錄影模式，每 1 秒鐘更換一種顏色觀察。

4.觀察記錄蠅虎撲食情形。

表 6-1　規則固定色光背景與操作

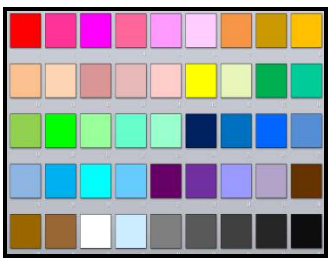
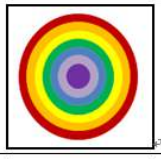
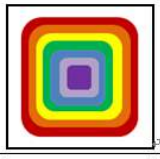
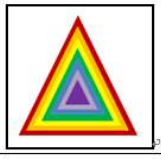
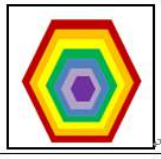
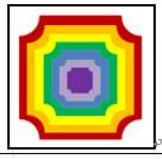
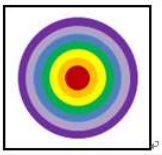
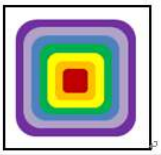
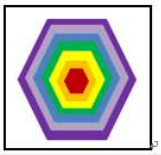
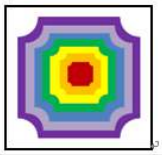
說明	錄影觀察	變換顏色	規則固定色光背景
照片			

表 6-2　不規則固定色光背景

不規則色譜圖色光背景	

表 6-3　外、內紅組圖

種　類	圓型	方型	三角型	六邊型	變化型 1	變化型 2
外紅組						
內紅組						

結果：

1.發現規則固定色光背景中，蠅虎在綠、藍、靛、紫為主的色光中會撲食。

2.蠅虎在不規則色譜圖色光背景中不會撲食。

3.蠅虎在外、內紅組，由內而外、由外而內，兩種播放次序中蠅虎都不會撲食。

問題四、獵物虛擬化是否影響安德遜蠅虎的撲食？

【研究七】

方法：

1.我們以（1）白色箭頭游標（2）23 種靜態昆蟲游標（蒼蠅-2 種、蝶蠅、蜜蜂、蜻蜓-2 種、蝴蝶幼蟲、蚊子、蜈蚣、螞蟻、螢火蟲-2 種、蟑螂、毛蟲、甲蟲-8 種、瓢蟲）（3）5 種動態昆蟲游標（蒼蠅-2 種、蝴蝶-2 種、天牛）代替蝶蠅，做為虛擬獵物。

2.用研究六的方法，觀察記錄蠅虎撲食情形，步驟如下：（1）打開簡報檔（2）放上透明塑膠盒（3）放入蠅虎（4）蓋上蓋子（5）設定虛擬昆蟲（6）改變色光背景（7）移動假餌。

表 7-1　虛擬獵物表

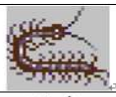
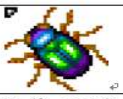
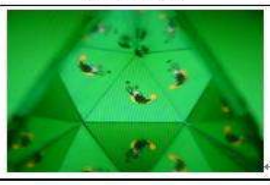
種類	蒼蠅	蒼蠅	蝶蠅	蜜蜂	蜻蜓	蜻蜓	蝴蝶幼蟲
照片							
種類	蚊子	蜈蚣	螞蟻	螢火蟲	螢火蟲	蟑螂	毛蟲
照片							
種類	甲蟲	甲蟲	甲蟲	甲蟲	甲蟲	甲蟲	甲蟲
照片							
種類	甲蟲	瓢蟲	動態蒼蠅	動態螞蟻	動態蝴蝶	動態蝴蝶	動態天牛
照片							

表 7-2　虛擬獵物撲食測試

名稱	螢幕操作介面	操作方法	蒼蠅	蚊子
照片				
名稱	蜜蜂	螢火蟲	甲蟲	瓢蟲
照片				

結果：

1.發現蠅虎對於蒼蠅、蝶蠅的動、靜態游標圖案較有興趣，偶而會獵食游標圖案。

2.蠅虎有時會、有時不會獵食游標圖案，我們認為和它的撲食經驗有關。

3.游標圖案是平面的，當它靠近後游標圖案在下方，所以蠅虎似乎不會發現游標圖案在腳下，因此靠近後失去撲食目標，有時會爬回高處。我們認為這和它眼睛的結構有關。

4.蠅虎會試圖捕食，但靠近後，發現沒有後，就回到原位；有時試圖捕食，但沒有成功獵食，一直在附近迴繞。

問題五、限定空間是否影響安德遜蠅虎的撲食？

【研究八】

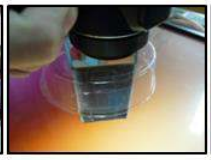
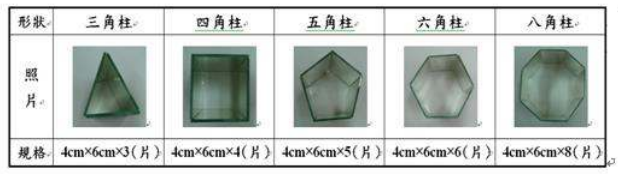
方法：

1.我們以 4.5cm×5.5cm 的鏡子做成（1）三角柱（2）四角柱（3）五角柱（4）六角柱（5）八角柱，將蠅虎放入觀察。

2.在不同鏡柱中，觀察蠅虎獵食、逃走、留在高處、靠近獵物、迂迴、刺擊、觀察鏡像、跳躍行為。

3.用研究六的方法，設定紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫色為色光背景，觀察記錄蠅虎撲食情形，步驟如下：（1）打開簡報檔（2）放上鏡子角柱模型（3）放入蠅虎、蝶蠅（4）蓋上蓋子（5）改色光變背景。

表 8-1　限定空間鏡柱模型與觀察操作

觀察方法			鏡子角柱模型
			
架設錄影相機	開啟錄影	錄影檢視	

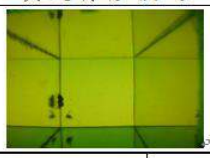
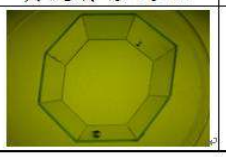
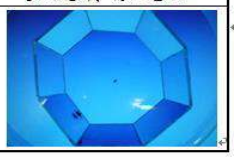
形狀	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	八角柱
照片					
規格	4cm×6cm×3(片)	4cm×6cm×4(片)	4cm×6cm×5(片)	4cm×6cm×6(片)	4cm×6cm×8(片)

表 8-2　限定空間安德遜蠅虎行為分析

結果 / 行為 / 背景	獵食	逃走	留在高處	靠近獵物	迂迴	刺擊	觀察鏡像	跳躍
白光	無	無	△□	△	△	無	△	△□
紅光	無	無	無	無	⬠	無	無	無
橙光	無	無	無	□	無	無	無	□
黃光	□	無	⬠	無	□⬠	無	無	□
綠光	⬠	無	□⬠	無	無	無	無	無
藍光	□	無	□	□⬠	□	無	無	□
說明	1. △表示三角柱　□表示四角柱　⬠表示五角柱　⬡表示六角柱　⯃表示八角柱 2.有鏡柱符號代表出現行為，無則在放置原處靜止不動。							

表 8-3　限定空間安德遜蠅虎撲食分析

顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫
三角形	○	○●	●	●●	●●	●	●
四角形	○	○	●	●●	●●	●	●
五角形	○	○	●	●●	●●	●	●
六角形	○	○	○	●●	●●	●	●
八角形	○	○	○	●●	●●	●	●
備　註	○不吃　○●有時吃有時不吃　●會吃　●●很快吃						

不同鏡柱觀察結果					
	名稱	白光背景撲食	紅光背景移動	綠光背景潛行	藍光背景撲食
	三角鏡柱				
	名稱	紅光背景接近	橙光背景移動	黃光背景接近	藍光背景撲食
	四角鏡柱				
	名稱	紅光背景移動	綠光背景潛行	藍光背景鎖定	
	五角鏡柱				
	名稱	白光背景迂迴	藍光背景移動	黃光背景迂迴	藍光背景遠離
	六、八角鏡柱				

結果：

1.蠅虎在鏡柱中會出現獵食、留在高處、靠近獵物、迂迴、觀察鏡像、跳躍行為；沒有逃走、刺擊行為；四角鏡柱行為較多。蠅虎在鏡柱中不會隨意動作，觀察環境的時間居多。

2.蠅虎在鏡柱中黃、綠、藍、靛、紫色的色光背景中會撲食。

3.蠅虎在色光背景中撲食模式有二種：(1) 直接直線撲食 (2) 迂迴路徑撲食。

4.蠅虎在鏡柱中，因空間（變小)、背景（色光）受到影響，會先靜止觀察，不會急著撲食；在三、四、五角鏡柱中，蠅虎較快撲食，在六、八角鏡柱中，蠅虎較慢、甚至不會撲食。

5.蠅虎在鏡柱中，多會注視鏡中自己的影像；有時會爬到鏡子上方角落，沒有想要獵食。

6.色光背景會有光的干涉現象，我們認為這會讓蠅虎只觀察色光變化而不撲食。

7.我們進一步分析，認為：

(1) 由觀察結果可以知道，鏡柱的確會影響蠅虎撲食。在三、四、五角鏡柱中，鏡子數目較少，活動空間較小、直接反射自己影像較多，直接撲食機率較高；六、八角鏡柱鏡子數目較多，活動空間較大、直接反射自己影像較少，形成迂迴路徑的撲食型態。

(2) 不同的色光背景會造成不同的撲食模式；在暗色系蠅虎較會直接撲食，較亮色系會注視鏡中自己的影像，不會撲食或採迂迴路徑撲食。

問題六、數位虛擬情境否影響安德遜蠅虎的撲食？

【研究九】

方法：

1.我們以 scratch（貓爪）軟體做為操作介面，操作說明如下。

2.以蒼蠅、蝶蠅游標圖案做為虛擬獵物，分 (1) 垂直 (2) 水平 (3) 右上至左下 (4) 左上至右下 (5) 暫停在中央 (6) 中央旋轉 (7) 不定向等 7 種方法測試。

表 9-1　scratch（貓爪）介面操作說明

scratch（貓爪）操作介面	說　明
	1.螢幕顯示區代碼： ①類型選擇區 ②動作選擇區 ③動作數值板 ④動畫顯示板 ⑤角色操作板 2.scratch（貓爪）操作步驟： （1）設定角色 （2）設定動作 （3）調整背景

表 9-2　數位虛擬獵物移動方向

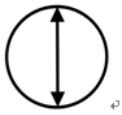
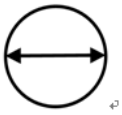
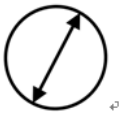
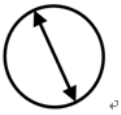
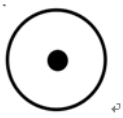
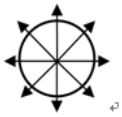
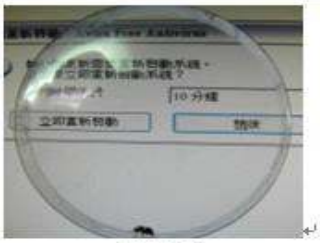
移動方向	垂直	水平	右上至左下	左上至右下	暫停在中央	中央旋轉	不定向
圖示							
數值	X:-20；-24 Y:120；-121	X:-122；81 Y:0；-1	X:-78；68 Y:97；-77	Y:97 Y:-77	X:-1 Y:-11	X:-1 旋轉 Y:-11 360°	X:隨機 Y:隨機

表 9-2　虛擬情境中的蠅虎

貓爪操作及觀察		虛擬情境中的蠅虎
		
貓爪操作	調整數值	

結果：我們發現

1.蠅虎在側邊時，是看不到下面螢幕有物體移動。

2.蠅虎會試圖靠近 2D 蒼蠅但靠近後，沒發覺自己下方有物體在動，所以又離開了。

3.蠅虎在獵食時，會到高處，我們推測是因角度關係，高處使它容易看見下方移動或靜止的物體，方便獵食。

捌、討論

一、安德遜蠅虎

（一）大家常聽到的蠅虎、虎蠅、跳蛛、虎蛛等耳熟能詳的生物，他是同一種蜘蛛，而我們研究的是其中的安德遜蠅虎（Hasarius adansoni），是種普遍卻神祕的一種蜘蛛，安德遜蠅虎不結網捕食，他的撲食式捕食型態更是與一般蜘蛛與眾不同，非常有趣。

（二）安德遜蠅虎全身都是毛，應該有些許防水作用；但研究中卻發現它遇到水馬上死掉，這種現象值得再研究。

二、蝶蠅

蛾蚋（Psychodidae，蛾蚋科蛾蚋屬）俗稱「蝶蠅」，是居家環境中很常見的雙翅目小飛蟲，在台灣裏則可分為白斑蛾蚋及星斑蛾蚋兩種。

（一） 外觀特徵：體長約 3mm 外形酷似蛾類；體色灰黑色；全身及翅膀外圍滿布細毛，容易攜帶病菌，有污染食物，有散播大腸桿菌疾病的可能性。

（二）生態習性：蛾蚋的幼蟲主要棲息於臭水溝、污水池、化糞池或水槽 U 型排水管積水中，因此成蟲常在廁所、廚房或屋外水溝牆角附近活動。

由於蠅虎喜歡撲食蝶蠅，我們認為可以用蠅虎防治蝶蠅，降低散播疾病的可能性。

說明	蝶蠅外型		蝶蠅幼蟲
照片			

蝶蠅幼蟲資料來源： http://blog.xuite.net/fair242468/twblog/127457657

玖、結論

一、安德遜蠅虎的身體構造及生活習性

（一）雄安德遜蠅虎外部較黑色，身上有眉月形狀的白色圖案；雌的比較接近咖啡色，身上有黑色花紋。

（二）發現調查區域內有：安德遜蠅虎（Hasarius adansoni）、雌雙帶扁蠅虎（Menemerus bivittatus）、多彩紐蛛若蛛（Telamonia festiva）、雄白鬚扁蠅虎（Menemerus fulvus）四種蠅虎。

（三）身體構造：

1.安德遜蠅虎可以壓縮身體穿過細縫，身體多毛，怕水，有頭、胸、腹。

（1）頭：四方形，正上方有4個已經退化的眼睛。

（2）眼睛：有八顆，正前方有四顆（可用眼）、側邊有兩顆（退化眼）、頭正上方有兩顆（退化眼）。

（3）胸部、腹部連接處：頭部、胸部、腹部連接處，呈現些許的橙色；似一個平台，八隻腳都長在那。

（4）腹部：有絲疣，提供曳絲、生命線、窩巢所需；末端有類似一根管子的東西，可能是交配器或產卵器。

（5）足部：安德遜蠅虎的腳全部都有細微的毛，有勾，4對各分3節，可以幫助它們梳洗、攀爬在牆壁上；前端觸肢，同步或交錯在頭前眼區不斷擺動、摩擦，活動越多時，觸肢擺動、摩擦速度也越快；當蠅虎感受到有異物入侵時，則蠅虎會將身體維持一般姿態，將第一對步足筆直向前方推刺（刺擊），我們認為是一種防禦行為。蠅虎每次跳躍距離在2~9cm間；速度約在0.2~0.3秒之間，視跳躍距離而不同。

（6）體長：約在0.2 cm（若蛛）~1cm之間（成蛛）。

3.安德遜蠅虎成長過程可以分（1）卵期（2）幼蛛期-幼蛛期和卵期共約需 22~26 天（3）若蛛期-23~32 天（4）成蛛期：成蛛約可活 3～5 個月。蠅虎都把卵產在網子裡，卵是淡粉色的，一次能生產 40 至 55 個卵。

（四）生活習性

1.安德遜蠅虎喜歡深色物體，會躲在暗處；不在潮濕的地方織網生活，會把網子織在陰暗、避風、避雨的地方。

2.安德遜蠅虎一般很少織網捕捉獵物，但會先織網築巢。網巢有兩個孔，一出一進，發現蠅虎進出有順序，左進右出。

3.蠅虎結網網型與功能不同，可分成三種：a.巢網 b.吊掛網 c.生命網線。巢網提供休息之用；吊掛網不用在捕食，有儲存獵物功能；生命網線主要是快速垂降移動、逃生時使用；結網角度需要小於 180 度。

4.我們發現織網不只有保暖的功用，還有保護它自己的功能，安德遜營虎會用一條絲吊在半空中，邊吐邊收絲，看起來像是在飛，那是為了保護它不會掉下去，而所織的一條絲，我們稱為「生命線」；危險時會用生命線以垂吊的方式著陸，也會把生命線收回。

5.安德遜蠅虎喜歡獵捕動態中的蒼蠅、蝶蠅，若獵物的體型大於它 2~3 倍以上，它就不會去捕捉，反而會逃走（奔逃）；不喜歡捕食蟑螂、椿象、蜂蜜、奶精，也不喜歡黏稠的蜂蜜、糖漿，有刺激性的酒精，容易被蜂蜜、糖漿黏住死亡。

6.安德遜蠅虎遇到同類時，較大隻的會吃掉小隻的。

7.安德遜蠅虎的排泄物是黃、白色的。

二、安德遜蠅虎撲食行為特徵及模式

（一）當安德遜蠅虎發現獵物後，安德遜蠅虎對活著但不動的獵物（如：蝶蠅）並不採取攻擊，卻有時會對死掉的獵物發動攻擊，但並不是絕對每次都會攻擊，通常只是經過而不攻擊。

（二）安德遜蠅虎撲食有時成功，有時不成功，撲食時速度約在 1/30 秒之間。；成功模式有三，情形如下：

1.成功撲食

（1）鎖定→潛行→撲擊

（2）鎖定→迂迴→潛行→撲擊

（3）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→歸位→迂迴→潛行→撲擊

2 不成功撲食

（1）鎖定→刺擊→不撲擊

（2）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→奔逃→（曳絲）

（3）鎖定→迂迴→潛行→撲擊不成功→歸位→迂迴→潛行→撲擊→奔逃

三、色光會影響安德遜蠅虎的撲食；蠅虎喜換黑暗，因此在規則固定綠、藍、靛、紫色光背景中會撲食。

四、虛擬化獵物會影響安德遜蠅虎的撲食

（一）發現蠅虎對於蒼蠅、蝶蠅的動、靜態游標圖案較有興趣，會試圖捕食。

（二）蠅虎有時會、有時不會獵食游標圖案，我們認為和它的撲食經驗有關。

（三）游標圖案是平面的，當它靠近後游標圖案在下方，所以蠅虎似乎不會發現游標圖案在腳下，因此靠近後失去撲食目標，有時會爬回高處。我們認為這和它眼睛的結構有關。

五、限定空間會影響安德遜蠅虎的撲食

（一）蠅虎在鏡柱中會出現獵食、留在高處、靠近獵物、迂迴、觀察鏡像、跳躍行為；沒有逃走、刺擊行為；蠅虎在鏡柱中不會隨意動作，多在觀察色光環境變化。

（二）蠅虎在鏡柱中黃、綠、藍、靛、紫色的色光背景中會撲食；色光背景的干涉現象，會讓蠅虎只觀察色光變化而不撲食，我們認為這會讓蠅虎只觀察色光變化而不撲食。

（三）蠅虎在色光背景中撲食模式有二種：（1）直接直線撲食（2）迂迴路徑撲食。

（四）蠅虎在鏡柱中，因空間（變小）、背景（色光）受到影響，會先靜止觀察，不會急著撲食；在三、四、五角鏡柱中，蠅虎較快撲食，在六、八角鏡柱中，蠅虎較慢、甚至不會撲食。

（五）我們分析認為：

1.由觀察結果可以知道，鏡柱的確會影響蠅虎撲食。在三、四、五角鏡柱中，鏡子數目較少，活動空間較小、直接反射自己影像較多，直接撲食機率較高；六、八角鏡柱鏡子數目較多，活動空間較大、直接反射自己影像較少，形成迂迴路徑的撲食型態。

2.不同的色光背景會造成不同的撲食模式；在暗色系蠅虎較會直接撲食，較亮色系會注視鏡中自己的影像，不會撲食或採迂迴路徑撲食。

六、數位虛擬情境會影響安德遜蠅虎的撲食

（一）蠅虎因視覺的關係，在數位虛擬情境側邊時，看不到下面螢幕有物體移動。

（二）蠅虎在獵食時，會到高處，我們推測是因角度關係使它容易看見下方移動或靜止的物體，方便獵食。

拾、參考文獻

1.維基百科（2015）。蠅虎科主頁。【on line】http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A0%85%E8%99%8E%E7%A7%91.2015/02/02.

2.劉文豪（2005）。安德遜繩虎生活史、行為能力及棲息地之研究。【on line】http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2005/pdf/050013-08.pdf。台北：國立台灣科學教育館。

3.藍鼎勝、宋炎宗（2015）。狩獵高手—蜘蛛。【on line】http://www.shs.edu.tw/works/essay/2008/03/2008033112410317.pdf。屏東：內埔農工。

4.蔡素娟等（2015）。柴山生物誌~蠅虎。【on line】http://www.google.com.tw/url?url= http://www.csps.kh.edu.tw/admin1/608model/%25E8%2580%2581%25E5%25B8%25AB%25E5%2589%25B5%25E4%25BD%259C%2520%25E8%25A0%2585%25E8%2599%258E.ppt&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=LPD4VI6QBsfq8AX2oYK4Cg&ved=0CC8QFjAF&usg=AFQjCNGRD5Va_aC6Ri_8699VYGDo0ZTvvA.

【評語】080311

本件針對捕食昆蟲”為主”的安德遜蠅虎進行捕食行為的觀察，對安德遜蠅虎的捕食模式觀察詳盡而合理，如果能針對模擬的環境能”再加以改進”，善用安德遜蠅虎的特殊而良好的機能加以設計則能使作品更有創”見”的發現。