

台灣二〇〇五年國際科學展覽會

科 別：動物學

作品名稱：安德遜繩虎生活史、行爲能力及棲息地之研究

得獎獎項：大會獎第三名

美國正選代表:參加美國第 56 屆國際科技展覽會

學 校：國立高雄師範大學附屬高級中學

作 者：劉文豪

評語與建議事項：

安德遜繩虎發展出一套特定的行爲模式與生活習性，作者呈現仔細的觀察與描述，並探討噴灑藥物對其生活習性的影響。建議選擇其中某些觀察做更深入的研究。

作者簡介

我是一個高二生，喜歡接觸有關生物新奇的東西。平時雖然課業壓力很大，但仍用課餘時間研究蠅虎的行爲能力。在目前市面有關介紹蜘蛛的書籍相當少，查閱資料相當困難。此外由於長期在壽山調查蠅虎分布的關係，意外發現了2種未紀錄的蠅虎，但因為研究資源及人才短缺，故遲遲無法鑑定。希望自己有天能創立台灣蜘蛛種類的資料庫。



摘要

安德遜蠅虎的卵期和幼蛛期共約需 22~26 天，需經歷 6 齡（6 次脫皮）而成年，每齡需要時間為 23~32 天，從卵期到成蛛約 3~4 個月左右，成蛛約可再活 3~5 個月，為不完全變態。安德遜蠅虎喜歡在食物充足和陰暗的草叢和牆壁底層活動，能適應的溫度範圍在 15~33°C 之間。安德遜蠅虎的行為項目目前已知 14 種，其中 4 種與捕食行為有關（例如：頭胸部升降、潛行、撲擊、迂迴），3 種與爭鬥行為有關（例如：Z 形舞蹈 1、前足斜舉、奔逃）；5 種與求偶行為有關（例如：觸肢擺動、前足斜舉、繞行、Z 形舞蹈 2、交尾）。但牠不獵捕比自己體型過大的獵物，主要以小型蠅類或彈尾蟲為食，其捕食獵物主要靠視覺或感覺毛，中前眼最遠可看到超過 12cm 距離的東西，跳躍力最遠可跳出 15cm 的距離。對於蠅虎的分佈區域就觀察提出【蠅虎集中發散推論】：一區域內的各種蠅虎，必有其集中地。各種蠅虎由其集中地向外發散、擴張形成發散地，並與其他種蠅虎勢力範圍重合，形成多種蠅虎共存的共存區。

Abstract

Hasarius adansoni's egg development and postembryonic development require 22~26 days. It takes 6 stadiums to become adults. Every stadium needs 23~32 days. The adults can live to about 3~5 months. There are 3~4 months from egg development to adult. *Hasarius adansoni* like to move in grass and at the bottom of wall where there is plenty of food and no light. The scope of temperature is 15°C to 33°C. There are 14 elements of behaviors known for *Hasarius adansoni*, including 4 predatory elements (such as Raise and lowered cephalothorax、Stalk、Leap and bit、Detour), 3 agonistic behavior elements (such as Zigzag dance 1、First leg erect、Suddenly run and leap), and 5 courtship behavior elements (such as Palp waving、First leg erect、Circular detour、Zigzag dance 2、Copulation). But they don't catch captures which are bigger than themselves; their main captures are little flies and *Homidia* sp. Relying on their vision and sensation hair, *Hasarius adansoni's* Anterior Median eyes can identify for up to 12cm; long jump can for up to 12cm. **The inference of jumping spider's distribution** could be that different species of jumping spiders in an area are sure to have their respective center habitats. They spread from the center habitats to disseminated areas. Then they overlap with those of their species and form a shared section of multiple species.

一. 研究動機

在台灣幾乎隨時都可以看見蜘蛛，而蜘蛛中的蠅虎更是深居在台灣在住家環境中，無所不在，他能吃蟑螂、蒼蠅等人們不太喜歡的昆蟲，牠應該算是益蟲。但是人們卻常常遺忘了它們的好，當發現了這類蜘蛛在地板爬動時，第一個反應往往就是一腳將它們踩死，然後狠狠地輾碎，直至幾乎不留下一絲痕跡，完全把它們帶給人類的好處就這樣給抹殺掉了。在高一基礎生物課程中第一章所提及，所有生物皆是大環境中的一份子，彼此靠著食性關係，串起複雜而又緊密的食物網而得以相互依存。本土物種安德遜蠅虎的掠食以及各項行爲的研究資料並不多，因而誘發我想進一步了解他們的特性，開啓了一條研究之路。

二. 研究目的

- (一) 安德遜蠅虎相關文獻與資料收集分析
- (二) 安德遜蠅虎生活史之觀察
- (三) 安德遜蠅虎之行爲及能力研究
 - 1. 安德遜蠅虎趨光性與否的實驗
 - 2. 安德遜蠅虎溫度適應的實驗
 - 3. 安德遜蠅虎對獵物體型大小反應的實驗
 - 4. 安德遜蠅虎視覺感應範圍的實驗（中前眼）
 - 5. 安德遜蠅虎跳躍能力的實驗
 - 6. 安德遜蠅虎面對同類時反應的實驗
 - 7. 安德遜蠅虎及其他蠅虎對環境用藥百滅靈抗藥性的實驗

三. 研究設備器材

- (一) 捕捉與飼養用器材：吸管、透明杯、溫度計、保鮮膜、鑷子、底片盒
- (二) 餵食蠅虎用食物：果蠅、彈尾蟲、蛾蚋、小蟑螂、蚊子
- (三) 攝影與觀察器材：數位相機、解剖顯微鏡、複式顯微鏡、放大鏡
- (四) 實驗材料(安德遜蠅虎)及其介紹：
 - 1. 名稱： 安德遜蠅虎（別名:花蛤沙蛛）
 - 2. 學名： *Hasarius adansoni*
 - 3. 分類地位： 動物界>節肢動物門>蛛形綱>新蛛亞目>蠅虎科>蛤沙蛛屬
 - 4. 特徵： 蠅虎這類蜘蛛擁有超強的跳躍能力，因此又有跳蛛一名。雄蛛的頭上和腹部都是黑色的，在腹部上方有一個月牙型的白色橫帶和一對白斑（雌的較淡），膝節和脛節也有明顯的白毛；而雌蛛全身都是深淺相間的褐色，胸部有白毛。當行走在垂直的表面上時，會以一條安全絲線（稱爲生命線）懸吊著以防掉落。
 - 5. 體長(頭胸至腹部長): 雄蛛 6~7mm，雌蛛約 8mm。
 - 6. 分布： 在陽光普照的牆壁上、野外地面上及灌木中都可看見。

- 7.生活史： 安德遜蠅虎的生活史大致和一般蜘蛛一樣，以下是各階段介紹：
- * 卵期：母蠅虎一次約生 10 ~ 20 顆卵，剛生出來的卵為透明色，日後會慢慢轉黃。
 - * 幼蛛期：剛生出的小蠅虎，脫 1 次皮即成長為若蛛。
 - * 若蛛期：此時破囊而出，雄蠅虎需 4 齡、雌蠅虎 5 齡達性成熟，需三個月左右達性成熟。
 - * 成蛛期：約為 5 ~ 8 mm，雌蠅虎較大，成蛛約可活 3~5 個月。母蠅虎一生約可生育 3 ~4 躑。
- 8.求偶：在成年後，雄蠅虎雄首先會織出一片幾公厘的三角網，再從腹部的性線分泌一滴精液掛在網上，然後把這滴精液像鋼筆吸墨汁一般，把它吸入觸肢裡。當活動時遇到母蠅虎的話，就會跳起其特殊的交配舞。如果母蠅虎覺得看的上眼的話也會跳起舞來回應牠。蠅虎科的蜘蛛交配時公蠅虎會將頭朝向母蠅虎的腹部末端，並斜斜的趴在雌蛛的腹背，將觸鬚插入雌蛛的外雌器完成交配。
- 9.身體構造： ※就異於一般蜘蛛的身體結構來說：
- * 頭胸部： 背甲：安德遜蠅虎背甲為方形。
 - * 眼：成四、二、二，三列。又尤以中間一對前眼特別巨大，類似舊式的車前燈。蠅虎科蜘蛛有著無脊椎動物中最好的視力，前中眼有如望遠鏡，視野雖小卻可聚焦有極佳的解析力，並有分辨色彩的能力。眼內網膜可移動以改變視野，協助前中眼判斷獵物的距離。另外其他 3 對次眼可偵測物體的運動及方位，範圍可以達 360 度之廣。
 - * 紡織器：安德遜蠅虎不結網。
- 10.食性：肉食，以小型蠅類或彈尾蟲為食。
- 11.天敵：以壁虎、寄生蜂或是其他蜘蛛為主。
- 12.其他：當捕食時，安德遜蠅虎先以側眼偵得較遠距離獵物的移動，便逐步走近，並轉動頭胸部使中前眼看清獵物，偷偷潛進，再予撲殺。安德遜蠅虎遇到敵人時會揮舞著自己的觸鬚成八字型恐嚇敵人。

四. 研究過程或方法

(以下實驗皆根據安德遜蠅虎特性和能力做為主題，為了配合實驗簡便性，將蠅虎分為實驗組和觀察組。實驗組是由野外捕捉蠅虎，再將蠅虎置於迷你模擬環境中，有實驗時再取出，並不命名；而觀察組則為將個別蠅虎單獨飼養，單純只做觀察，命名方式係以英文字母及數字代替：第一個字母代表雌雄性狀，f 為雌性 m 為雄性，則第二個字母以數字代表個體，依數字依序命名，未成年的小蠅虎因花紋尚不明顯而無法準確判別其雌雄，故僅以小寫英文字母命名)

(一) 安德遜蠅虎的生活史觀察

- 1.就安德遜蠅虎日常生活所表現的獵捕、求偶、生殖等行為觀察。
- 2.參考圖片 1 ~ 10

(二) 安德遜蠅虎之行為觀察與實驗

1. 安德遜蠅虎趨光性與否的實驗（參考圖片 11 ~ 12）

(1) 在昏暗的環境中進行，取一特製容器（即一紙杯子左右各用吸管在底部連接一個紙杯子，四周用黑膠布貼上，減少由半透明紙杯子透出的光線干擾）。

(2) 先將蠅虎放入中間杯中，三個杯子皆用保鮮膜封住，以避免其逃跑。

(3) 再將燈泡啟動照射左杯，即左杯為亮，右杯和中間那杯為暗（但光線會由連接吸管透至中間杯）。觀察蠅虎會移動到那一杯。

(4) 本實驗取對照組（無加光線，5 公 5 母十組，每隔五分鐘觀察一次，共觀察 30 分鐘）、實驗組（有加光線，5 公 5 母十組，不間斷觀察，共觀察 30 分鐘），十組皆使用不同隻蠅虎，每次實驗兩組。

2. 安德遜蠅虎溫度適應的實驗（參考圖片 13）

(1) 以特製容器（某一透明罐內裝滿水，內部的水用外接導管來升降溫度）來控制蠅虎週邊環境溫度。

(2) 將蠅虎置於試管放入水中，約以 1 小時從室溫降低到零度，再從零度上升到三十五度（每 1 分鐘下降或上升一度），觀測其活動反應。

(3) 本以實驗觀察對象 5 公、5 母。

3. 安德遜蠅虎對獵物體型大小反應的實驗（參考圖片 14 ~ 15）

(1) 取一觀察箱底面為長 8 cm、寬 7 cm 的透明塑膠箱，中間有一分隔板可自由抽離。

(2) 將不同體型的食物（種類如下表）置於觀察箱右邊，將安德遜蠅虎置於左邊，之後將分隔板抽掉，觀察蠅虎對食物的接受度與捕食行為。

果蠅	長 2 mm
蟑螂（長鬚帶蠟）	長 3 mm ~ 2 cm
麵包蟲（幼蟲）	長 3 ~ 4cm
蛾蚋	長 3 ~ 4mm
螞蟻（黑頭慌蟻工蟻）	長 2 mm
彈尾蟲	長 1 ~ 2 mm
椿象（紅長椿象）	長 5 mm ~ 2 cm

(3) 觀察對象(如下表):

成年蠅虎 5 隻	5 ~ 7 mm
四齡小蠅虎 5 隻	3 ~ 4 mm

(4) 每次實驗 10 分鐘，若無反應，則放棄此次實驗。

(5) 將安德遜蠅虎餓上一禮拜。並將有翅膀的獵物除去其翅膀，使其只能爬動。

(6) 奶油塗抹於實驗用的觀察箱壁可縮減其活動範圍，增加其接觸獵物的機會。

4. 安德遜蠅虎視覺感應範圍的實驗（中前眼）（參考圖片 16）

(1) 預先讓公蠅虎餓 1 禮拜左右（本實驗使用公蠅虎是因為公蠅虎遇到異性所產生的行為較為明顯強烈，且讓蠅虎保持饑餓可提高公蠅虎的動視性）

(2) 將公蠅虎丟入一塗滿奶油杯中 10 分鐘，使其腳毛沾染上奶油而不易於垂直爬行（以便固定使其於平面爬動，較易發現母蠅虎）。

(3) 將公蠅虎關在 2cm x 2cm x 2cm 的小透明玻璃盒子（由蓋玻片製成）。

(4) 再將小塑膠盒置放於一大白色紙盒內（控制背景環境顏色），小塑膠盒固定於紙盒中央不動，將裝有母蠅虎的瓶子移動到距離透明塑膠盒約 1 cm 讓公蠅虎發覺，之後再以 U 字型的移動方式移動透明塑膠盒。此時公蠅虎若有繼續觀察母蠅虎的話，公蠅虎也會將頭胸部轉動朝向母蠅虎。再將瓶子向後移並重複以上行為，測出其所能看到的最遠距離。

(5) 重複進行以上步驟 20 次，以測出其最遠能看到的距離為數據。

(6) 實驗取 10 隻公蠅虎。

5. 安德遜蠅虎跳躍能力的實驗（參考圖片 17 ~ 19）

(1) 取一小光碟片，將光碟片置於平面紙上。將水滴均勻抹上光碟中間透明環成一水環。

(2) 將安德遜蠅虎置於光碟圓環孔中，因四周有水阻礙，故安德遜蠅虎不能用跑的方式逃離光碟圓環，只能使用跳躍的方式，觀察其跳躍逃出光碟圓環的距離。

(3) 由於蠅虎跳躍時速度太快，且跳躍後有可能立即離開測量點，不利於肉眼直接觀測，故採用攝影機錄製跳躍過程的方式以利重複觀看，確定跳躍距離。

(4) 進行以上步驟 10 次，測出其最遠能跳躍的距離為數據。

(5) 實驗使用 10 隻蠅虎（5 公 5 母，八隻腳皆健全者）。

6. 安德遜蠅虎面對同類時反應的實驗（參考圖片 20 ~ 26）

(1) 取一觀察箱同為第 3 實驗所用。

(2) 將成年公、母蠅虎和未成年蠅虎交叉放置於實驗箱的左、右邊，之後將中間分隔板抽掉。

(3) 公對公：（取 5 隻公蠅虎，每次實驗將兩隻蠅虎置入觀察箱中，交叉實驗）、

母對母：（取 5 隻母蠅虎，每次實驗將兩隻蠅虎置入觀察箱中，交叉實驗）、

小對小：（取 4 隻三齡小蠅虎，每次實驗將兩隻蠅虎置入觀察箱中，交叉實驗）、

公對母：（取 10 隻蠅虎，5 母 5 公，每次實驗將 1 公 1 母蠅虎置入觀察箱中，交叉實驗）、

公對小：（取 8 隻蠅虎，4 小（兩隻有出現成年色彩，兩隻未出現成年色彩）4 公，每次實驗將一公一小蠅虎置入觀察箱中，小蠅虎被吃掉則不添補，交叉實驗）和

母對小：（取 8 隻蠅虎，4 小（兩隻有出現成年色彩，兩隻未出現成年色彩）4 母，每次實驗將 1 小 1 母蠅虎置入觀察箱中，小蠅虎被吃掉則不添補，交叉實驗）。

(4) 觀察對象(如下表):

成年公蠅虎	5 ~ 7 mm
成年母蠅虎	6 ~ 7 mm

四齡小蠅虎	3 ~ 4 mm
-------	----------

(5)每次實驗 10 分鐘，若無反應，則放棄此次實驗。

(6)奶油塗抹於實驗用的觀察箱壁可縮減其活動範圍，增加其接觸同類的機會。

7. 安德遜蠅虎及其他蠅虎對環境用藥百滅靈抗藥性的實驗（參考圖片 27 ~ 28）

(1)先將安德遜蠅虎及其他種蠅虎置於零下 5°C 環境中 5 分鐘，令其進入假死狀態。再將其八隻腳固定在台上，腹部朝上。

(2)等蠅虎醒來後以小型注射器將藥劑滴於蠅虎書肺下方，每隻蠅虎以相同 0.1 毫升劑量處理。藥劑處理後將蠅虎置於紙杯中觀察，並供給食物和水，紀錄其活動及死亡情形。

(3)每種蠅虎取 6 隻（公母不限），使用藥劑濃度為 1%、0.1%、0.01%。

五. 研究結果

（根據所收集有關蜘蛛的書籍和網路資料歸納整理並佐以自我的實驗觀察分析出安德遜蠅虎的特點。）

(一)環境：安德遜蠅虎雖然分布於全台灣各地，但由於蠅虎科種類蜘蛛遷移能力強，所以也較為分散、不集中。但在高雄市三民區某國小網球場旁草叢及牆壁（長約 40 公尺，寬 2 公尺，但安德遜蠅虎大多只聚集中間長 15 公尺處的草叢）卻有集中大量安德遜蠅虎，故我這組是以此區域做為採集地點。此地主要以兩種草本植物為主，分別為較外側的含羞草及較內側靠牆的蟛蜞菊。由於蟛蜞菊會提供蚊蟲一個遮蔽處（此處就在水溝蚊子產卵處附近），所以依蟛蜞菊的長度可分幾個不同時期：

1.長草時期：此時約在民國 91 年底，蟛蜞菊的長度相當長，遮蔽了牆壁使得蚊蟲大量聚集牆上，而安德遜蠅虎也經常於牆上活動。這時安德遜蠅虎已為蠅虎優勢種，但仍可發現尚有其他種蠅虎活動，但較少。

2.短草時期：民國 92 年 11 月時，此時蟛蜞菊已被學校剪除（經過一段時間後還是會長出），以及將水溝加絲網隔絕蚊子進入產卵，使得蚊蟲也較少棲息於牆上。而安德遜蠅虎雖仍常於牆上活動，卻已極難發現其他品種的蠅虎。此時安德遜蠅虎數量有銳減的情形，族群開始慢慢向外遷移。

3.堆石塊、沙土時期：民國 93 年 4 月時，此區域左邊被堆了 7、8 袋大石塊。經過日曬風雨淋後，袋子慢慢破開，石頭也都露出來，行成一特別的石塊遮蔽區。由於遮蔽區較為陰濕，所以吸引不少喜好潮濕的腐植質動物進入棲息地，而安德遜蠅虎也放棄於牆上活動而進入遮蔽區中活動，安德遜蠅虎數量也有回升的情形。但潮濕的情形只有夏季雨量較多時才有，到了秋季越來越乾燥，食物的數量也越來越少。而到 10 月時這裡被推上了建築用沙土。沙土的潮濕暫時穩定了食物數量來源，此區域安德遜蠅虎數量也繼續回升中。直到 11 月時沙土乾燥才下降，再加以溫度下降，安德遜蠅虎數量開始下降。

(二)生活史及行為能力：

1.生活史：

* 卵期：母蠅虎一次約生 10~20 顆卵，數目會依產卵的次數減少，若是母蠅虎最後一胎，數目可能少於 10 顆。剛生出來的卵為透明色，日後會慢慢轉黃。

* 幼蛛期：從卵孵化後，再經數日分裂成兩部份(頭胸部和腹部)，慢慢的身體的型態出現，且色素也慢慢出現，此時已有些伸展動作，但還不可進行移動，脫 1 次皮即成長為若蛛。一般約 30°C 時，幼蛛期和卵期共約需 22~26 天。

* 若蛛期：此時從卵囊而出，會和同類聚集一段時間，等到身體裡的卵黃耗盡，就會集體進行空飄，二齡後就無空飄行爲。需經歷 6 次脫皮而成年，每次脫皮間隔時間為 23~32 天。一齡時已有捕食能力，可看到約 4 cm 距離的獵物，而此時體長只有 2 mm 的長度。這時以會對同樣一齡的同類進行捕食，但如同【不可思議的昆蟲世界】所述的剛出生的小螳螂一樣，只僅於極少數個體，機率比任何一齡期都來的低。此階段的小安德遜蠅虎爲了在短時間之內成長，必須隨時都在飽食狀態，要不然脫皮所需的時間會拉大，甚至死亡。

* 成蛛期：約為 5~8 mm，雌蠅虎較大，成蛛約可活 3~5 個月，雌蛛壽命較雄蛛長。成年後成年雌蠅虎書肺下有明顯的生殖孔；而成年公蠅虎則有膨大的肢鬚。母蠅虎一生約可生育 3~4 窩卵。公安德遜蠅虎大多空腹移動，且活動力和移動距離較雌蛛長。

* 產卵和育幼：飼養的母安德遜蠅虎產卵時也會找一個安全的地方，產卵前會先織一卵囊，再將卵產到卵囊內，自己進入卵囊中保護未孵化的卵。產卵後從卵囊跑出 10~20 隻小蠅虎，體型約為 1~2mm，母蠅虎會在小蠅虎出去前 3、4 天前先行出去，且遠離卵囊。如果小蠅虎出來時遇到母蠅虎的話，會被母蠅虎吃掉。一旦遇上了有能力打開卵囊的的敵人(如：孔蛛)或環境有重大改變時，母安德遜蠅虎就會棄巢而逃，但會視母安德遜蠅虎的驚嚇度或卵囊破壞情形來決定母安德遜蠅虎是否還回卵囊。另外有時會出現母安德遜蠅虎在育幼期間還出來捕食的情形，但機率極低。

* 求偶交配：蠅虎科種類的蜘蛛都是以視覺方式來尋找發現異姓，不過有些品種的母蠅虎會在其所經過的地方遺留帶有費洛蒙的絲線。這種絲線可吸引公蠅虎前往去進行交配，但就安德遜蠅虎並無發現有此種行爲。而當安德遜蠅虎求偶時，如果雄蠅虎先看到母蠅虎的話，會將前一對腳伸出張開，進行一段有點機械式的移動(有點像螃蟹的移動)。就觀察有母安德遜蠅虎捕食公蠅虎的紀錄，但機率較小。不過也有公安德遜蠅虎捕食母蠅虎的情形，機率比母蠅虎捕食公蠅虎還小，一般同類互相捕食的條件取決於體型大小及飢餓度。

2. 表現行爲：(就一般觀察組所觀察到的 14 種行爲做一敘述，參考林明杰助教所著【安德遜蠅虎的生活史及求偶行爲之研究】)

* 觸肢擺動(Palp waving)：雖然有時安德遜蠅虎的觸肢會收收攏於前額下，但大部分的時候都會揮舞擺動。一般活動越多時，擺動速度也越快。

* 梳洗(Blooming)：一般蠅虎常見清理身體的動作，分爲以下幾種方式

(1) 以觸肢同步或交錯摩擦前額部，主要以眼區爲摩擦焦點。

(2) 當步足末端沾染上污染物(水、奶油)時，會將末端放入口中舔舐。

* 頭胸部升降(Raise and lowered cephalothorax)：由於蠅虎的視力極佳，可對獵物進行 3D

空間獵殺。但由於中前眼視覺範圍狹小，因此經常必須隨著獵物轉動頭胸部。當目視獵物時，身體靜止不動，面額面對獵物隨著獵物移動而將頭胸部上仰或下俯。

* 潛行(Stalk)：當蠅虎確認獵物後，會將身體伏低，緩慢接近獵物。

* 撲擊(Leap and bit)：當蠅虎用潛行接近獵物到達一定距離後，隨即將身體伏低，靜滯一會後，跳向獵物，以螯肢咬住獵物。

* 迂迴(Detour)：當獵物體型較大時，不會直接自獵物前方攻擊，而是繞至獵物的腹方或後方。迂迴時，頭胸部隨時朝向獵物以注意獵物動向。但跟其他蠅虎比較起來，安德遜蠅虎此類行為較少。

* 刺擊(Probe)：為一種防禦行為。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。另為有可能是試探獵物的動作。

* 奔逃(Suddenly run and leap)：當蠅虎受到干擾，會出現急速奔跑並跳躍的行動方式，通常無方向性。發生的情形有以下幾種方式

(1)遇到天敵攻擊或人為碰觸。

(2)捕食時獵物突然靠近蠅虎。

(3)雄蠅虎在爭鬥時，較劣勢的一方（體型較小者）會奔逃。

(4)雄蛛於求偶繞行時，雌蛛突然移動位置時，雄蠅虎會奔逃。

* 前足斜舉(First leg erect)：若雄蠅虎與雌蠅虎正面相遇時，雄蠅虎會將第一對步足向前約 45 度角上舉。同時並將其觸肢往身體橫向收攏，不擺動。

* 繞行(Circular detour)：雄蠅虎做前足斜舉的展示行為後，會以約四分之一圓周的路徑由雌蠅虎的正前方，逐漸往雌蠅虎的腹部側方靠近。

* Z 形舞蹈 1(Zigzag dance 1)：當兩隻雄蠅虎正面相遇時，雙方會將前足斜舉，並以 Z 字型的移動方式向對方前進，較劣勢的一方（體型較小者）會奔逃。一般是以步足大小來做決勝的條件。

* Z 形舞蹈 2(Zigzag dance 2)：有時雄蠅虎並非從正面與雌蠅虎相遇，而是在雌蠅虎後方進行。此時雄蠅虎會進行前足斜舉，並以 Z 字型的移動方式向雌蠅虎前進。但此過程由於雌蠅虎往往無法察覺雄蠅虎的存在，故常造成雄蠅虎觸碰雌蠅虎時，會引起雌蠅虎逃跑。不過有時公蠅虎會強行伏上雌蠅虎的背上（可能是體型較大），不讓雌蠅虎逃開。

* 交尾(Copulation)：交尾時，雄蠅虎伏在雌蠅虎的背上，以第一對步足將雌蠅虎的腹部由側面翻上，將觸肢插入雌蠅虎的外雌器中。

* 瀕死(Verge of death)：當蠅虎瀕臨死亡時，活動力降低，步足微縮，於原地保持不動，並不結窩入內休息，約數日後死亡。

3.絲疣的功能：

* 曳絲：剛從卵囊出來的一齡安德遜蠅虎，會爬上高處隨風飄曳，這也是蠅虎科向外擴散的主要移動方式，一般二齡後就不會。

* 生命線：安德遜蠅虎由於經常垂直移動，需要一條安全絲線保障不會掉落。常見於生活環境的牆上。

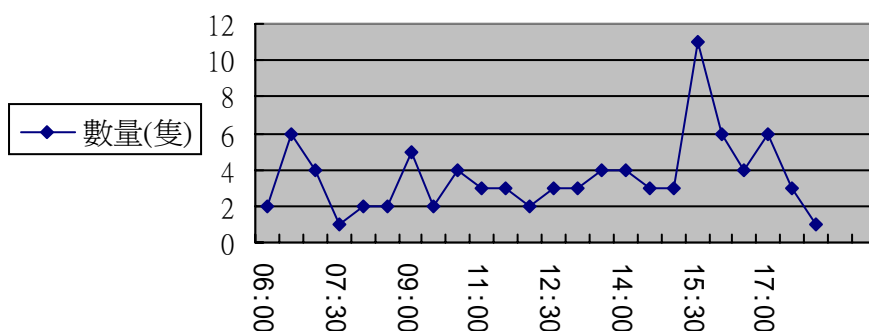
* 精網：公安德遜蠅虎才會織的絲，用於協助膨大的肢鬚來儲存精液。

* 窩：安德遜蠅虎平時會在角落處及枯葉結一個紡錘狀的窩（左右各有一個開口，內部空心）來當遮蔽處，不過無固定駐留，只是單純的想把自己隱藏起來，並無任何防禦能力（從一個小觀察中發現小安德遜蠅虎為了逃避成年母蠅虎而躲入窩中，但母蠅虎卻很輕易的毀掉那個窩，把小蠅虎吃掉）。一有危險或是風吹草動，便會棄窩。當安德遜蠅虎脫皮時，會找一個安全的地點結窩，之後便在窩裡脫皮。

* 卵囊：如同窩一般，但內部構造有一絲膜將其分為兩層（下層為卵，上層為母蠅虎），且無開口。卵囊比窩還來的緻密，所以具有一定的防力（安德遜蠅虎的環境中常有蟻類出沒，而蟻類會攻擊還未有移動能力的卵及幼蛛，緻密的卵囊就可提供保護）。

4.活動時刻：在冬天我們觀察安德遜蠅虎出沒時間通常在陽光照射溫暖時，但此一時段一過蠅虎就鮮少出現。

安德遜蠅虎於夏天活動時刻表



從觀察民國 93 年 4 月 25 日星期六安德遜蠅虎在上午六點到下午六點在採集地的牆上(約十五公尺長)的活動狀態發現安德遜蠅虎在每一時刻都有活動的跡象，且安德遜蠅虎往往在夏天容易發現其出沒的痕跡（殘留的生命線），到了冬天後就極難發現其出沒的痕跡。不過由於是在高雄市進行觀測，溫度可能較為溫暖，所以安德遜蠅虎不論是在夏季還是冬季白天任何時刻都會出來活動。

5.捕食：安德遜蠅虎在捕食和跳躍的時候，會先用中前眼來測量獵物或目的地的距離，再將第一對前腳微微高舉，跳向目標。當安德遜蠅虎捕捉獵物時，如果獵物太大的話，會用步足抱住獵物，避免其脫逃，且會將被捕殺的獵物拖往其認為安全的地方。

(三)其他：

1.捕捉與飼養：捕捉蠅虎時，等待蠅虎爬上牆壁時，使用手先抵住蠅虎的下方（避免蠅虎發覺有危險而往下跳），再一股作氣將整個杯子對著安德遜蠅虎的位置合上牆壁，移動杯子讓蠅虎主動進入杯中。使用飼育的杯子以透明杯在杯頂加一導管，導管塞入棉花可保持潮濕。平時是以自己飼養培育的果蠅（使用鳳梨皮餵養，一個罐子約可培育出 2~3 世代，約可使用 1 個禮拜），餵食時使用導管連接，約 1 天餵食一次數隻。有時也捕捉蛾蚋或小蟑螂，補充其他食物營養。另外剛出生的一齡小蠅虎連果蠅都無法捕食，故以更小的彈尾蟲餵食。

2.特殊行爲：

* 從一個有趣的觀察中得知若把安德遜蠅虎放入一個充滿了果蠅的罐子中，**會對眼前的獵物進行大屠殺，即攻擊 > 致命 > 拋棄不食用 > 尋找新目標**，此一循環，一直到最後一隻獵物斃命（除了最後一隻果蠅外，前面所獵捕的果蠅都不吃）。

* 安德遜蠅虎對活著但不動的獵物（如：蛾蚋）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。

3. 文獻差異：

(以下這裡觀察到有一些與文獻不太一樣的地方)

* 一般種類的蜘蛛在性成熟後，就會停止捕食而去尋找雌蛛；但安德遜蠅虎雄蛛性成熟後仍會繼續捕食。

* 在【可以在桌上養的小動物】一書中，所提到的日本某種蠅虎會向比自己體型大的獵物攻擊，但安德遜蠅虎卻不會向自己體型大的獵物攻擊。例如安德遜蠅虎嗜食蟑螂，但只捕食比自己體型小或相等的蟑螂，比自己體型大的蟑螂就一概不補食。

安德遜蠅虎行為實驗結果

實驗說明:(以下實驗的蠅虎皆不將其命名，全由迷你模擬環境捕捉提供)

1. 安德遜蠅虎趨光性與否的實驗

	有光	無光
M1 ~ M5	M1：15分1秒、M2：1分32秒、 M3：25秒、M4：1分13秒、 M5：3分56秒 出現在左邊杯中 平均：265.4秒	一直停在中間杯中，幾乎無任何移動
F1 ~ F5	F1：4分55秒、F2：9分37秒、 F3：3分19秒、F4：3分27秒、 F5：1分46秒 出現在左邊杯中 平均：276.8秒	一直停在中間杯中，幾乎無任何移動

2. 安德遜蠅虎溫度適應的實驗

	使溫度降低(23°C~0°C)	使溫度升高(0°C~35°C)
--	-----------------	-----------------

M1 ~ M5	將溫度降於約在 15°C 時五隻蠅虎活動力皆開始下降，並移動到瓶管較高處。在 5 ~ 7°C 時無攀爬能力，掉落管底不動，腹部向上，腳微縮呈假死狀態。	五隻公蠅虎約在 15°C ~ 18°C 時開始有些微動作，17 ~ 20°C 時皆開始上下爬動，到了約 33 ~ 35°C 時皆因為了躲避底部高溫而爬到了最頂端。
F1 ~ F5	將溫度降於約在 15°C 時五隻蠅虎活動力皆開始下降，並移動到瓶管較高處。在 6 ~ 7°C 時掉落管底不動，腹部向上，腳微縮呈假死狀態。	五隻母蠅虎約在 16°C ~ 19°C 時開始有些微動作，皆在大約 18 ~ 21°C 時會將身體翻正，但到了 22°C 時皆在瓶底運動，到了約 33 ~ 34°C 時皆因為了躲避底部高溫爬到最頂端。

3. 安德遜蠅虎對獵物體型大小反應的實驗

	果蠅	蛾蚋	蟑螂	麵包蟲	螞蟻	椿象
成年蠅虎	捕殺	有時攻擊 有時不攻擊	只捕食比自己體型稍大或小的蟑螂	不捕食	不捕食	不捕食
四齡小蠅虎	捕殺	有時攻擊 有時不攻擊	只捕食比自己體型稍大或小的蟑螂	不捕食	不捕食	不捕食

4. 安德遜蠅虎視覺感應範圍的實驗（中前眼）

	所觀測到的最遠距離		
M1	11.5 cm	M6	9.5 cm
M2	9.5 cm	M7	10 cm
M3	7.5 cm	M8	8 cm
M4	8.5 cm	M9	10 cm
M5	12 cm	M10	9 cm

5. 安德遜蠅虎跳躍能力的實驗

	可跳的最遠距離		
M1	約 15 cm	F1	約 11 cm
M2	約 12.5 cm	F2	約 12 cm
M3	約 11.5 cm	F3	約 10.5 cm

M4	約 12 cm	F4	約 11 cm
M5	約 13 cm	F5	約 12 cm

6. 安德遜蠅虎面對同類時反應的實驗

(1) 公蠅虎面對公蠅虎時的反應

體型相等	打鬥後，較小的一方逃跑。
體型不相等	較小的一方先行逃跑。

(2) 母蠅虎面對母蠅虎時的反應

彼此相互保持距離觀察對方，並不有互動關係。

(3) 小蠅虎面對小蠅虎時的反應

彼此相互保持距離觀察對方，並不有互動關係。

(4) 公蠅虎面對母蠅虎時的反應

公蠅虎進行求偶的交配舞，但母蠅虎並不理會。

(5) 母蠅虎面對小蠅虎時的反應

小蠅虎有成年花紋	不捕殺小蠅虎。
小蠅虎無成年花紋	捕殺小蠅虎。

(6) 公蠅虎面對小蠅虎時的反應

小蠅虎有成年花紋	不捕殺小蠅虎。
小蠅虎無成年花紋	捕殺小蠅虎。

7. 安德遜蠅虎及其他蠅虎對環境用藥百滅靈抗藥性的實驗

安 德 遜 蠅 虎	1%	0.1%	0.01%
	身體有抽蓄現象，最久 498 秒後不動，全數死亡。	身體有抽蓄現象，最久 13 小時後不動，全數死亡。	無抽蓄現象，經過 3 天後仍活著。

金	1%	0.1%	0.01%
---	----	------	-------

蠅虎	身體有抽蓄現象，最久 5 分 12 秒後不動，全數死亡。	身體有抽蓄現象，最久 8 小時後不動，全數死亡。	無抽蓄現象，經過 3 天後仍活著。
----	------------------------------	--------------------------	-------------------

褐條斑蠅虎	1%	0.1%	0.01%
	身體有抽蓄現象，最久 7 分 36 秒後不動，全數死亡。	身體有抽蓄現象，最久 16 小時後不動，全數死亡。	無抽蓄現象，經過 3 天後仍活著。

六.討論

(一) 安德遜蠅虎生活史和行爲的觀察

※就文獻和觀察中提出幾點疑問來討論※

1.環境：約在三年前高雄市三民區某國小網球場的草叢中尚有其他種蠅虎活動，但數量較少。而今日卻極難發現其他品種的蠅虎，此地幾乎由安德遜蠅虎獨霸，這種情形對於蠅虎的分布來說是不正常的(通常會有數種蠅虎聚集，蠅虎科的種類就跟大多數的蜘蛛一樣，同種每個個體都是獨行俠，除交配上必須接觸外，其他情形也沒有特別的互動情形，應為環境分布中的隨機分布，而不是集中分布)，通常我們在野外中發現蠅虎的分布都是好幾種聚集一地，且同種在一區域的數目通常較低。且並不只有某國小的安德遜蠅虎這樣，在某大學校園的金蠅虎(台灣未紀錄，為外來種)也有大量集中的分布情形。由於某大學校園廣泛種植鐵刀木及黑板樹，這些樹種相當合適金蠅虎覓食(金蠅虎會捕食樹上黑頭慌蟻的幼蟲)、產卵及遮蔽。且金蠅虎成年後還可利用浮絲四處遷移，故分布更廣，擴及整座某大學校園及外圍道路。不同蠅虎科的蜘蛛會垂直分布，例如金蠅虎、白鬚扁蠅虎、褐條斑蠅虎會以較高處如樹上為捕食、產卵及遮蔽的地點；而安德遜蠅虎、粗腳條斑蠅虎則是以較低處，如草叢、地板牆縫為活動空間。但蠅虎的遷移性很強，故在不同垂直地點都可發現同一種蠅虎。至於是否有可能安德遜蠅虎在互相捕食上勝過其他種的蠅虎呢？根據推斷較無此可能性。在三年前我曾在此地捕捉過大量的安德遜蠅虎，之後有段時間很少再看到安德遜蠅虎。另外跟其他品種蠅虎的體型比較起來，安德遜蠅虎顯的較為嬌小，也較容易被其他品種蠅虎捕食。所以推估有幾種可能性：

(1)參考【可以在桌上養的小動物】一書中所提到不同種蠅虎間互相競爭的內容，推斷有可能是溫度升高的影響，其他品種的蠅虎可能已移往其他較不炎熱的地方，而安德遜蠅虎卻獨留在此地吧。但我在高雄地區的蠅虎種類調查中發現，一些炎熱的地區也有其他種蠅虎出沒，故此種情形也較無可能性。

(2)而另一種可能是根據詢問所知學校方面會似乎會定期噴灑殺蟲劑(百滅靈)，安德遜蠅虎可能比其他蠅虎擁有強的抗藥性。台灣大學教授徐爾烈指出百滅靈這種殺蟲劑由於遭到濫

用（目前高雄市所使用的百滅寧濃度為 7% ），目前已對蚊子毫無影響，所以推斷可能**百滅靈不僅沒有除去安德遜蠅虎的食物來源（蚊子），卻反而除去了安德遜蠅虎的競爭對手。**

(3)安德遜蠅虎先來此地，佔盡了大部份資源，所以先來先贏。

換個角度想或許安德遜蠅虎大量集中一地是正常的，就如同某大學的金蠅虎，為優勢種一樣。可能多種蠅虎聚集的地方，只是為發散的過度區（因為蠅虎科有很強的遷移能力），而聚集而來的各種蠅虎科都會有自己的集中地區（為單一一種優勢蠅虎大量聚集一地，繁殖並向外擴散）。故從集中地遷移出去的各種蠅虎會行成其發散地區的重疊地帶，此重疊地帶就是我們一般在野外常看到的各種蠅虎聚集的共存區域。某國小的安德遜蠅虎和某大學的金蠅虎所生活的環境都是屬於在都市環境中的嵌塊體（由於建築和道路切割，且複雜度較高原生植物被種類較少的園藝植物所取代），對於蠅虎族群的複雜度必會下降。但對於某些適合在嵌塊體生存的蠅虎，反而會有較大的族群。

另外從石塊及沙土堆積可看出安德遜蠅虎由牆壁活動轉為在石堆中活動的情形，從中可知由於學校將薊菊剪短除去了安德遜蠅虎的食物來源蚊子，但堆上的石塊卻無意之間提供了食物來源。由此可知**安德遜蠅虎的活動分布範圍，完全為食物取向**。而由於食物充裕，使得蠅虎的動視性大大降低，故對於同類的容忍性也較高，故產生集中性。

2. 安德遜蠅虎對活著但不動的獵物並不採取攻擊，卻有時會對死掉的獵物發動攻擊。這可解釋為如果剛好附近有氣流時(會造成獵物有些微的移動)，且剛好又遇到母蠅虎或小蠅虎時(這兩者需營養較大)，由於動視性較大，獵物稍微有點振動就會捕捉，造成人們以為安德遜蠅虎會撿食死獵物的印象。故**安德遜蠅虎對活著但不動的獵物並不採取攻擊，卻會對死掉但被刻意移動的獵物發動攻擊**。這似乎可表示安德遜蠅虎主要感應獵物的神經不是嗅覺，而是**視覺或感覺毛**。另外從觀察得知安德遜蠅虎會不斷捕殺眼前的獵物，除最後一隻被捕殺的獵物外，前面被捕殺的都不食用。【在蜘蛛博物】一書中有提到同為遊獵蜘蛛高腳蜘蛛也會有此舉動（會不斷的捕殺蟑螂，且只吃最後一隻蟑螂），而高腳蜘蛛和安德遜蠅虎皆為視力極佳的遊獵型蜘蛛，故也可推測安德遜蠅虎捕食主要是靠視覺或感覺毛而非嗅覺。

3.一般種類的蜘蛛在性成熟後，就會停止捕食而去尋找雌蛛，但安德遜蠅虎雄蛛性成熟後仍會繼續捕食。推斷是因為公安德遜蠅虎為遊獵型蜘蛛，經常移動，且居無定所，遇到雌性的機率較不常移動的結網蛛大，故並不需要像結網蛛一到要交配時就必須放棄捕食而去尋找雌蛛。

4.根據觀察公蠅虎的一些特殊行為，步足特別粗大是為跟同性打鬥和向異性跳交配舞而用的。

5.當小安德遜蠅虎從卵囊出來時遇到生育牠母蠅虎的話，會被母蠅虎吃掉。這就如同雄負子蟲把剛從牠背上孵化的子女吃掉一般，是因為對眼前會動的東西反射性的攻擊（“動視性”影響，即為對眼前一切會動的事物皆為食物），而不得不攻擊吧。

(二)安德遜蠅虎趨光性與否的實驗

這項實驗是根據觀察蠅虎在白天陽光強烈的時候出沒而做的。蠅虎的獵物（蚊子、蒼蠅）

在白天會長時間的停留在牆壁上，但蠅虎只在白天陽光照在牆上才會爬上牆壁的較高處；一旦沒有陽光的話，蠅虎就只會在牆壁較低處或草叢中活動，而到了晚上就幾乎發現不到蠅虎，但在有光線處卻可發現有蠅虎活動。所以就以上而論測試其是否有趨光性。先以有光線的實驗組來說，大部分的蠅虎很快就移動到有光線的那一杯（除M1 外），並就一直停留在此杯活動；而沒有光線的比較組中發現蠅虎卻一點動都沒有動，即使有動也只移動一小部分。綜合以上情形，推斷出安德遜蠅虎有趨向光源處的行為。但趨向光源處不代表有趨光性，可由M1 在中間杯待了 15 分之久得知。由於安德遜蠅虎為遊獵蜘蛛，因此重要的協助獵捕的感官神經為視覺。且可能如同人類一般，**蠅虎科種類的蜘蛛為了進化到可看到色彩而放棄了夜視能力，眼部構造就可能無法如同貓科動物一般，擁有的視覺可以明暗皆能看的清楚。所以當光線微弱或沒有時，蠅虎視力就會變得不佳，活動力就減少；反之，當光線增強時，蠅虎視覺也跟著變好**，這時獵捕機制就會啟動去搜索獵物，這也就是為什麼蠅虎會趨向光線充足的地方了。

(三)安德遜蠅虎溫度適應的實驗

這項實驗是根據觀察蠅虎在冬天較少出沒而做的，探究蠅虎是否在冬天有無類似冬眠的行為，順便觀察蠅虎在各溫度時的反應。從實驗結果知道約在 15 度時蠅虎的活動力開始下降，直到約 5 度以下時呈假死；而溫度升往 17 度以上時便可開始活動。其中我們發現在 15 度下和 35 度上蠅虎都會移到試管較高處（此處有小部分露出水面，這可表示此處的溫度高於或低於水溫），這表示**15 ~ 35 度內是安德遜蠅虎所最適應的溫度範圍**，而低於 15 度或高於 35 度時則無法忍受。安德遜蠅虎遍佈全台灣，而北部溫度最低才只到 14 度而已，故安德遜蠅虎在台灣並無冬眠的現象，只是單純溫度下降而活動力減低或是冬季並非安德遜蠅虎大多已長成成年體的季節（安德遜蠅虎的幼體相當小，不易發覺）。本實驗由於器材不精良故只能將溫度降到 0 度，而溫度只升到 35 度是因為一般蜘蛛無法忍受超過 40 度的溫度（三年前我所做過類似的實驗，安德遜蠅虎並不能忍受超過 45°C 以上的溫度），為了避免虐待動物，故只測到 35 度。

(四)安德遜蠅虎對獵物體型大小反應的實驗

這項實驗是探討以遊獵為主的安德遜蠅虎當面對各式獵物時的反應。安德遜蠅虎對食物相當挑剔，所以我們為了尋找合適蠅虎的食物相當傷腦經。不過從尋找食物中發現安德遜蠅虎並不吃比自己體型過大的食物，故從這實驗探究安德遜蠅虎不同於結網蜘蛛的捕食方式，是否對於獵物的體型大小有無特別問題。從實驗中可得知**安德遜蠅虎並不吃比自己體型大獵物，而只吃和自己體型稍大（約 1.5 倍內）或是小的獵物**，且觀察他種『白鬚扁蠅虎』、『褐條斑蠅虎』、『金蠅虎』也不會捕食自己體型過大獵物。不過在 " 可以在桌上養的小動物 " 一書中提到日本某種蠅虎卻會獵捕比自己體型還大獵物(麵包蟲)，並且查詢本土有一種名為『寬胸蠅虎』的蠅虎可捕食比自己體型大好幾倍的獵物。一般來推論蠅虎為遊獵型的蜘蛛，捕捉獵物時必須近身和獵物肉搏，故應該會是像安德遜蠅虎一樣，不會挑選比自己體型大的獵物

下手，但爲什麼其他某幾種蠅虎會攻擊比自己體型還大獵物呢，這就不得而知了，或許是因爲擁有比安德遜蠅虎更長的毒牙吧，或如寬胸蠅虎擁有巨大的第一對步足。此以上之外，還發現安德遜蠅虎並不吃比自己小或相等的螞蟻，推斷這有兩個可能性：

1.是因爲螞蟻在獵物中算是不好獵捕且較難吃，而安德遜蠅虎可辨識獵物的形狀和色彩，故不捕食螞蟻。

2.可能是螞蟻太小了，蠅虎無法捕食。但比螞蟻小的果蠅、彈尾蟲或剛生出的小蠅虎還是會被捕食，且和螞蟻體型相等的小蠅虎也不會捕食螞蟻。故第 1 種推論較有可能。

至於不捕食椿象，可能是因爲椿象會分泌臭味，這就表示**安德遜蠅虎在捕食的過程中，會仰賴嗅覺**，但主要還是以視覺和感覺毛爲主。

(五)安德遜蠅虎視覺感應範圍的實驗（中前眼）

這項實驗是探究蠅虎有如望遠鏡一般的中前眼所能看到的最遠距離。蠅虎中前眼的視野相當狹小，且並不能移動眼球，故必須以移動頭胸部來對準獵物。綜合實驗結果所測得最遠的距離是 12 cm，由此可得知安德遜蠅虎的中前眼擁有相當好的望遠功能。不過東海大學研究人員指出安德遜蠅虎的中前眼視力要視獵物（目標物）的移動能力和大小而異，可能還可看到更遠。故推測中前眼的視力應可看到遠於 12 cm 的地方。

(六)安德遜蠅虎跳躍能力的實驗

這個實驗的前身原本是利用刺激性液體（咖啡、辣椒汁、大蒜汁等）抹上光碟片上，再將蠅虎置於光碟片孔中，原推測安德遜蠅虎會因爲四周有刺激性液體而以跳躍的方式逃脫，而不是以跑的方式逃跑。第一次進行實驗時蠅虎是以跳躍的方式逃跑，但接下來就都只用跑的方式逃跑，推測應是液體蒸發變少，這也就表示刺激性液體並不能影響蠅虎，這也或許是因爲**安德遜蠅虎嗅覺不好**的原因，影響蠅虎的應是四周有液體在阻礙，故以目前實驗方法來設計。這項實驗是探究跳躍力極佳的安德遜蠅虎所能跳出的最遠距離，平時爲了準確捕捉獵物和快速逃離危險，其超強的跳躍能力是必備的。安德遜蠅虎真正進行捕殺獵物的跳躍只有數公分，但其最遠跳躍力卻有 15 公分之遠，推斷應是安德遜蠅虎有太多天敵了（壁虎、寄生蜂等），其多餘的跳躍力是爲了逃命用。由實驗過程中得知，不論公或母的成年蠅虎，其跳躍距離都在約 6cm~12cm 不等，但公蠅虎活動力較強，有時可跳出 15 cm 的長距離。

(七)安德遜蠅虎面對同類時反應的實驗

這項實驗是探究視力極佳的安德遜蠅虎當面對同類時所觸發的反應，如雄性競爭。也探討著同類間相互的捕食的問題。從結果可知道其中公安德遜蠅虎的爭鬥中，較小的一方會迅速逃離現場，這樣對於較大的公蠅虎是否有暫時的領域性呢（由於安德遜蠅虎爲遊獵型蜘蛛，經常四處移動，居無定所）？這種情形如果是出現在上面所提到的集中地的話，由於集中地提供安德遜蠅虎較多資源，所以活動力較差的母安德遜蠅虎就會聚集於此。所以體型較大的公安德遜蠅虎將較小的一方趕出此地後，就可以佔有此地的交配權了。而安德遜公蠅虎之間

的爭鬥只有虛張身勢的情形，比起其他種蠅虎採用身體碰撞對方，或許在演化上採用較和平的方式來對待同類。而當成年雌安德遜蠅虎面對成年雌安德遜蠅虎時則比較會採觀察、不影響對方的方式來面對。當成年安德遜蠅虎遇到未成年安德遜蠅虎時，會採捕食的方式，不過卻對同樣小而擁有成年蠅虎花紋的未成年安德遜蠅虎卻不捕食。由這項結果可得知安德遜蠅虎藉由身上花紋來辨識同類，且或許安德遜蠅虎並不是我們想像中交配完後吃掉公蠅虎或殘殺自己的同類，而是只是將眼前辨識不出是自己同類的獵物吃掉而已，且又當空腹時，此時肉食動物的 " 動視性 " 會被強力的發揮，不管眼前是同種還是不同種，一樣撲過去，殺之為快，因此造成人們錯誤的觀念。**一般只要在飽食狀態下，安德遜蠅虎就不會捕食有成年花紋的同類。**

(八)安德遜蠅虎及其他蠅虎對環境用藥百滅寧抗藥性的實驗

這項實驗是根據觀察安德遜蠅虎在此地環境中為何獨霸此地，會造成此種現象可能與高雄市衛生局噴灑百滅寧有關。使用百滅寧點滴蠅虎後，會造成蠅虎身體麻痺，不動並不代表已死亡（電擊後仍會顫抖）。根據實驗中發現，安德遜蠅虎並無比褐條班蠅虎有較高的百滅寧抗藥性，這就可知百滅寧不是引響安德遜蠅虎在此地單一化的原因。在先前的討論中有提到安德遜蠅虎會隨獵物移動，即當環境資源缺乏或出現不利於生存的因子時，會從集中地向發散地擴散。但假如食物資源恢復，安德遜蠅虎又會從發散地遷移回集中地。這樣或許可推論雖然衛生局在此集中地噴灑百滅寧，會造成安德遜蠅虎死亡以及遷移，但百滅寧屬於菊精的一種，可被環境代謝掉。而當環境恢復成原來面貌時，安德遜蠅虎又會因此地資源豐富而再度遷移回來。所以推導的情形為此地 40 公尺長的草叢為安德遜蠅虎的集中地，而整座國小是安德遜蠅虎的發散地，其他同垂直分布蠅虎要取代安德遜蠅虎的集中地地位則必須先取得所有的發散地。但發散地不具良好環境優點，故其他蠅虎無法在發散地大量繁殖，因此也無法進駐集中地。**故安德遜蠅虎應是先到此地佔領吧。**

七.結論

根據觀察和各項實驗結果推出以下結論：

- 1.生活史：一般約 30℃ 時，幼蛛期和卵期共約需 22~26 天，需經歷 6 次脫皮而成年，每次脫皮間隔時間為 23~32 天，從卵期到成蛛約 2~3 個月左右，成蛛約可再活 3~5 個月，為不完全變態。
- 2.安德遜蠅虎的行為項目目前已知 14 種，其中 4 種與捕食行為有關；3 種與爭鬥行為有關；5 種與求偶行為有關。
- 3.安德遜蠅虎生活在陰暗和食物充足的草叢和牆壁底層。安德遜蠅虎為遊獵型蜘蛛，並不結網，但結窩，無固定住處。
- 4.安德遜蠅虎在夏天常出沒，幾乎在白天每一時刻都會出現活動，為日行性動物；但到了冬天則較少活動，只活躍於陽光較大這段時間中。

5. 安德遜蠅虎較能適應的溫度在 15 ~ 33 度之間，15 度以下活動力減退，7 度下假死。
6. 安德遜蠅虎不獵捕比自己體型過大的獵物，且不捕食螞蟻、椿象，一般只要在飽食狀態下，安德遜蠅虎也不會捕食有成年花紋的同類。
7. 安德遜蠅虎捕食獵物時主要是靠視覺或感覺毛，且由於動視性的強烈驅使和嗅覺不發達，安德遜蠅虎會殺光其所能感覺範圍內的獵物，但卻只吃最後一隻被殺死的獵物。
8. 安德遜蠅虎的中前眼最遠可看到超過 12 cm 距離的東西；且不論公或母的成年蠅虎，其跳躍距離都在約 6cm~12cm 不等，但公蠅虎活動力較強，有時可跳出 15 cm 的長距離。
9. 環境分布：根據討論推出以下推論
蠅虎集中發散推論：一區域內的各種蠅虎，必有其集中地。各種蠅虎由其集中地向外發散、擴張行成發散地，並與其他種蠅虎勢力範圍重合，形成多種蠅虎共存的共存區。
集中地：一區域中的環境極度適合單一一種蠅虎生存，使其於此大量集中、繁殖，並四處發散。通常此區較小，環境資源都較為相同，且資源也通常只符合一種蠅虎，或此地有些因素不利於其他種蠅虎生存，如高雄市某國小的安德遜蠅虎和某大學的金蠅虎。
發散地：當蠅虎從集中地擴散出去所經過的區域稱為發散地。由於蠅虎發散的主要方式靠風，所以在較不合適蠅虎生存的地方也可看到蠅虎，如：寬胸蠅虎較常於山區發現，但在平地有時也可發現。而當蠅虎找到合適其的環境時，便會在此地大量集中、繁殖，使此一區域成為集中地。
共存區：為多種蠅虎共存的區域。此範圍比集中地還大上許多，故在平常環境中多為此型。此區環境資源較為豐富、多樣化，資源較能符合多種蠅虎，如壽山、蓮池潭。
10. 引響此國小安德遜蠅虎單一化的原因是為安德遜蠅虎應是先到此地佔領；而大量集中的原因則是安德遜蠅虎對同類容忍度高及食物充足。

八. 參考資料或其它

- 矢島稔 著、宋碧華 譯—不可思議的昆蟲世界—初版—台北市—大樹文化—P98—1999 年
- 李文貴 著—自然觀察圖鑑 1 蜘蛛—初版—台北市—親親文化—P8 ~ 25、P54 ~ 59—2002 年
- 朱耀沂 著—蜘蛛博物學—初版—台北市—大樹文化—P86 ~ 90、P282 ~ 284、P318—2003 年
- 陳世煌 著—台灣常見蜘蛛圖鑑—初版—台北市—行政院農業委員會—P14 ~ 37—2001 年
- 張學文 著—生物族群與聚落—初版—台北市—台灣書店—P3 ~ 5—1999 年
- 林明杰 著—安德遜蠅虎的生活史及求偶行為之研究

圖片集



(圖片 1) 採集地點



(圖片 2) 安德遜蠅虎活動之草叢和牆壁



(圖片 3) 被堆上的石塊



(圖片 4) 飼養的果蠅



(圖片 5) 安德遜蠅虎所脫的皮，可清楚看出其花紋，且只有頭胸部及步足脫皮，無腹部 (圖片 6) 迷你模擬環境中的安德遜蠅虎



(圖片 7) 某大學的金蠅虎

(圖片 8) 剛出來的一齡小蠅虎會聚集一段時間，並不互相捕食



(圖片 9) Z 型舞蹈 2



(圖片 10) 安德遜蠅虎的交配行爲



(圖片 11) 安德遜蠅虎趨光線實驗
器材內部



(圖片 12) 安德遜蠅虎趨光線實驗
器材外部



(圖片 13) 安德遜蠅虎溫度適應
實驗器材



(圖片 14) 安德遜蠅虎並不捕食椿象



(圖片 15) 安德遜蠅虎並不捕食
比自己大的麵包蟲



(圖片 16) 安德遜蠅虎視覺距離
的實驗



(圖片 17) 安德遜蠅虎跳躍能力 (圖片 18) 使用試管來捕捉控制安德遜蠅虎的實驗



(圖片 19) 成年安德遜蠅虎至少可跳出 (圖片 20) 公安德遜蠅虎會對同性挑釁 6~12 公分的距離



(圖片 21) 母安德遜蠅虎對同性不感興趣



(圖片 22) 公安德遜蠅虎會對異性跳交配舞



(圖片 23) 公安德遜蠅虎吃掉同種未成年小蠅虎



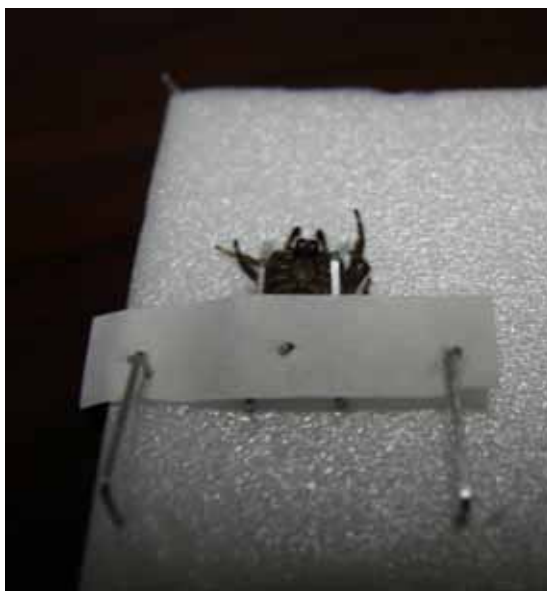
(圖片 24) 母安德遜蠅虎吃掉同未成年小蠅虎



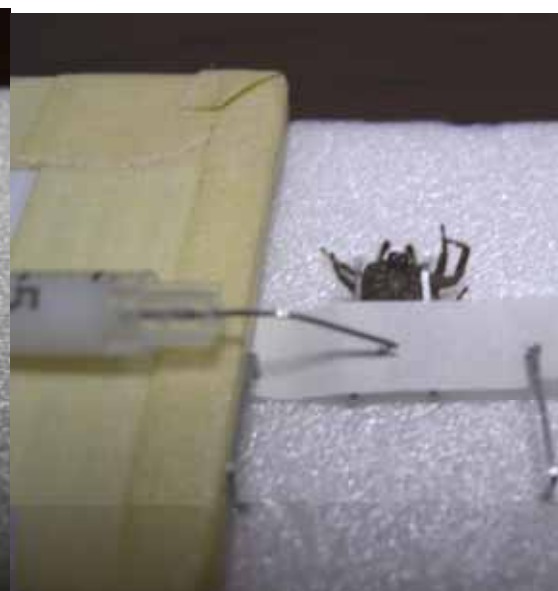
(圖片 25) 母安德遜蠅虎並捕食
已有成年花紋的小蠅虎



(圖片 26) 公安德遜蠅虎並捕食
已有成年花紋的小蠅虎



(圖片 27) 將蠅虎固定於板上



(圖片 28) 使用注射器點滴

附錄圖片 (NEW)



公安德遜蠅虎 (10 倍)



母安德遜蠅虎(10 倍)



公安德遜蠅虎的背甲 (40 倍)



安德遜蠅虎的底面(20 倍)



安德遜蠅虎擁有巨大的中前眼(20 倍) 安德遜蠅虎的其他附眼（感光用）(80 倍)



安德遜蠅虎的絲囊(有兩對)(40 倍) 安德遜蠅虎的毒牙(80 倍)



安德遜蠅虎的腳上有許多感覺毛
，在底部則有爪狀的毛(40 倍)



安德遜蠅虎的腳底有兩隻爪
(20 倍)

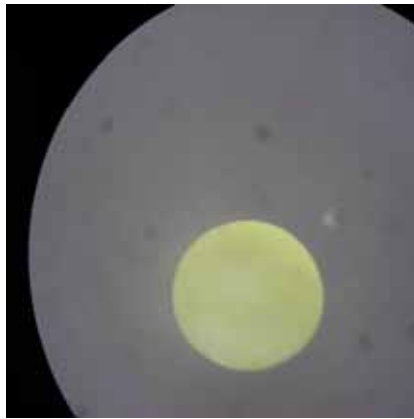


母安德遜蠅虎育幼情形



其棲息地充滿了熱帶家蚊

生活史



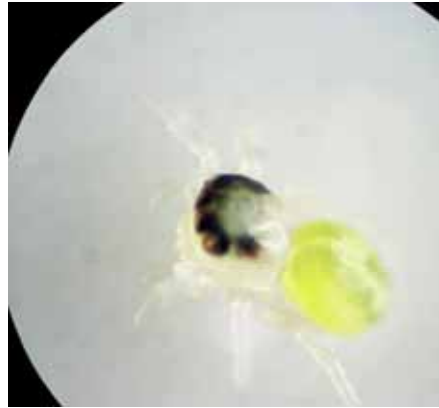
卵期 (60倍)



交配



成蛛期



幼蛛期 (60倍)



一齡幼蛛



四齡幼蛛



Contents

1. Abstract	.....	1
2. Introduction	.....	2
3. Materials and Methods	.....	3
4. Results and Discussion	.....	6
5. Conclusions	.....	12
6. Acknowledgements	.....	12
7. References	.....	13

Movement Behaviors of Jumping Spider *Harsarius adansoni* is Elicited by Visual but not Olfactory Signals

WEN-HAO LIU

The Affiliated Senior High School of National Kaohsiung Normal University

Abstract

Jumping spiders of family Salticidae may use visual and/or olfactory signals for conspecifics/prey recognitions, and it is well known that the spiders have bright body coloration and this trait varies greatly between species. The jumping spider *Harsarius adansoni* found in southern Taiwan was used as the experimental material, and its movement behaviors toward conspecifics or preys were studied. The general movement patterns of *H. adansoni* in terms of agonistic, courtship, and hunting behaviors were first established. I hypothesize that visual and/or olfactory signal can induce jumping spiders to perform agonistic, courtship and attack behavioural patterns.

I subsequently manipulated the body coloration patterns by painting and examined whether such treatments would affect the movement patterns. When a male *H. adansoni* encountered another male decorated with changed coloration patterns, the intensity of its agonistic behavior (zigzag dance 1) decreased; while encountered a female decorated differently, the intensity of its courtship behavior (such as first leg erection) decreased also. Moreover, I separated the opposite sex pairs by barriers that allows (1) visual, (2) smell, and (3) both visual and smell contact. I found that courtship behavior could happen only if visual contact is allowed. These results demonstrated that jumping spiders recognize conspecifics of the same or different sex by visual but not olfactory signals.

Introduction

Jumping spiders (family Salticidae) are well known for their beautiful coloration patterns (Fig. 1). Since jumping spiders have good visual ability, I have been interested in addressing the question whether their pronounced coloration patterns play an important role in their conspecific recognition. Since other species of jumping spiders utilize olfactory signal as a basis for social interaction, here I determined whether olfactory or visual signal is used as a preferential cue for their social communication. Changing the body movement and body coloration patterns of *Hasarius adansoni* disabled their conspecific recognition, indicating the vital role of visual signal. As a contrast, blocking olfactory signal did not affect social interactions between *H. adansoni*. Thus, visual signals are determining factors directing the social behavior of jumping spiders.



Fig. 1. Body coloration patterns of various jumping spiders (Photos were taken by the author)

Materials and Methods

Spiders

H. adansoni were collected from the wild, fed with fruit flies (*Drosophila* sp.) and kept individually in plastic cages. Adult spiders were used for all experiments (N = 15).

H. adansoni is very common around the world, and they like to move in grass and at the bottom of wall where there is gloomy and plenty of food. So we can see they on the wall easily, especially after raining. *H. adansoni*'s egg development and postembryonic development require 22~26 days. There are 6 stadiums from spiderling to adult. Every stadium needs 23~32 days. The adults can live to 2~3 months. There are 2~3 months from egg development to adult. Fig. 2 shows the life cycle of *H. adansoni*.

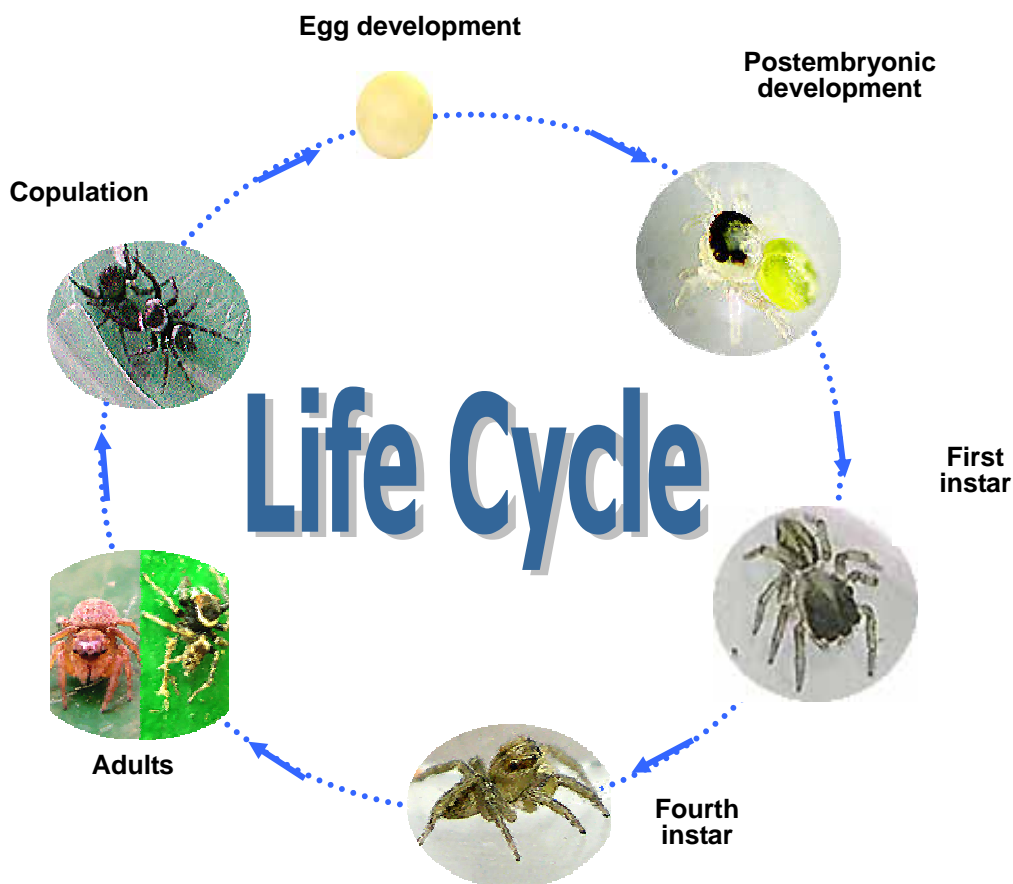


Fig. 2. The life cycle of *H. adansoni*

Classification of Behavioral Elements

Spiders of the same or opposite sex (Fig. 3) were designated as either “subjects” or “targets”. The behavioral elements of the subjects in response to his/her targets (labeled as “subject” → “target”) were recorded with a video camera and classified as described by Lin (1996).

Behavioral Patterns

Behavioral patterns, including hunting, antagonism and courtship, with sequential displays of behavioral elements were analyzed and recorded.

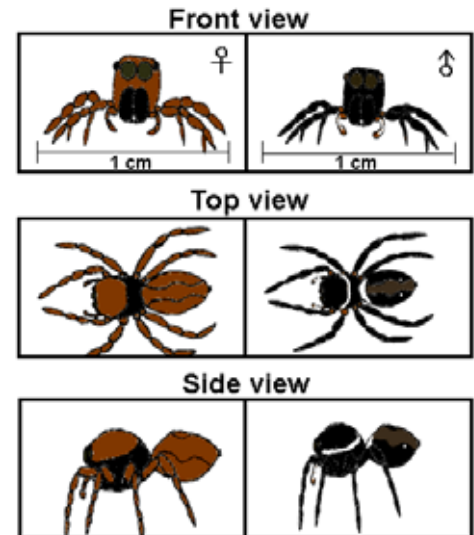


Fig. 3. Male and female *H. adansoni* in Taiwan

Measuring the Visual Range and Assessing the Involvement of Body Movements

Targets were gradually moved away from subjects and their responses were recorded to determine the visual range of *H. adansoni* (Fig. 4A). In addition, responses of the subjects toward the targets that were immobilized or allowed to move freely were compared.

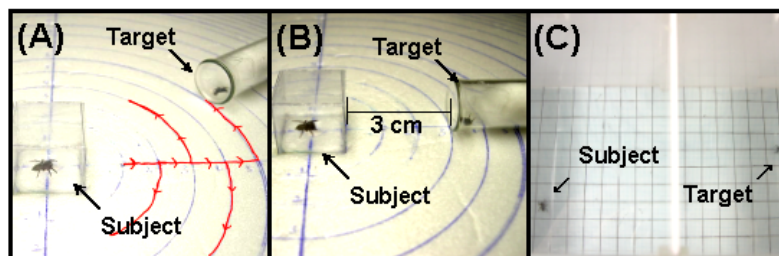


Fig. 4. Designation of subject and target for behavioral classification

Assessing the Role of Olfactory Signals

Subjects were placed in the following types of cages, and then the responses to the targets were compared (Fig. 4B): perforated transparent cage (visual + olfactory signals) (Fig. 5A), sealed transparent cage (visual signal only) (Fig. 5B), and opaque perforated cage (olfactory signal only) (Fig. 5C).

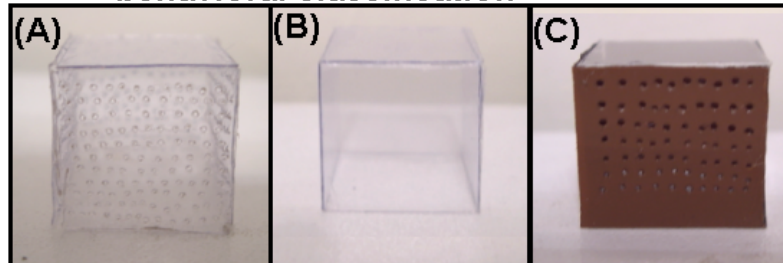


Fig. 5. Observer cages used in assessing the role of olfactory signals

Manipulating the Body Coloration

The body coloration patterns of targets were altered by applying black or white paints. The responses of subjects toward these targets under the following situations were compared (Fig. 4C): male or female → male target painted as another species () (Fig. 6A), → female target painted as a male () (Fig. 6B), → female target painted as another species () (Fig. 6C), and → real male or female (/) as controls.

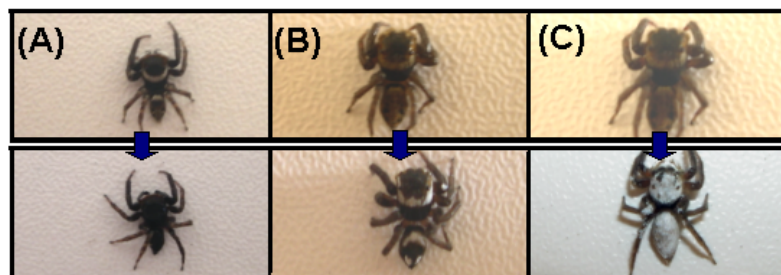


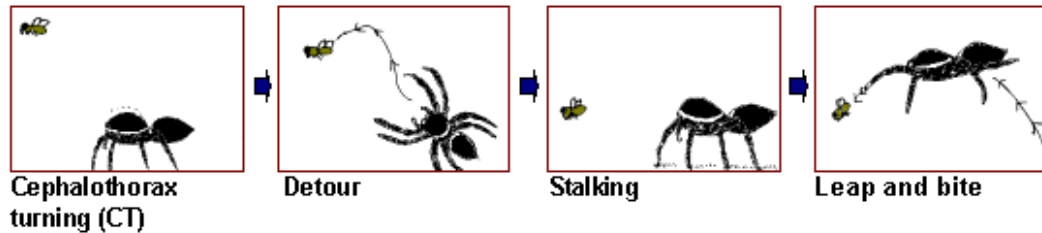
Fig. 6. Changing color patterns of targets

Results and Discussion

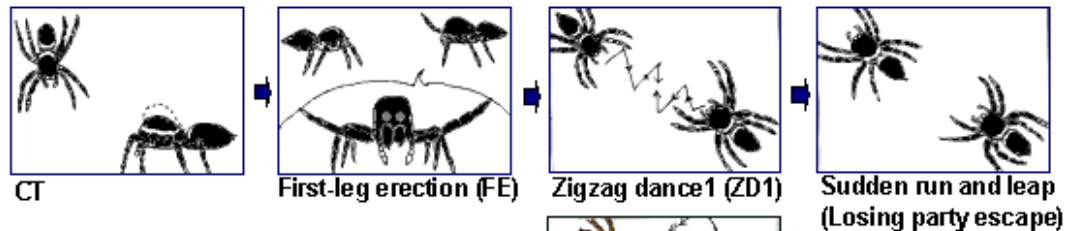
Behavioral Elements and Patterns of Jumping Spider *H. adansoni* in Taiwan

A total of 10 different behavioral elements were recorded. Behavioral patterns of hunting, antagonism, and courtship were then characterized by the sequential displays of these elements as illustrated in Fig. 7.

(A) Hunting behavioral elements



(B) Antagonistic behavioral elements



(C) Courtship behavioral elements

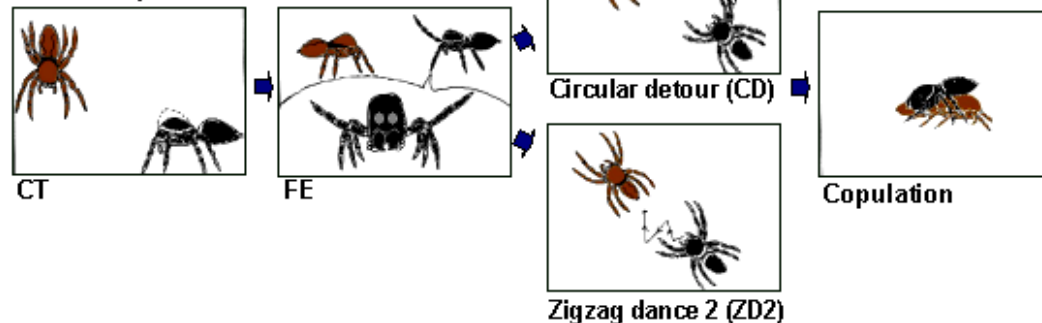


Fig. 7. Hunting, agonistic and courtship behaviors of *H. adansoni*

1. Cephalothorax turning: The spider sits still while visualizing the target. The spider faces the target and raises or lowers the cephalothorax following the movements of the target.
2. Stalking: The spider lowers the body and approaches the prey slowly.
3. Detour: When the spider encounters a large prey, it will not attack the prey head on but will move to the back of the prey and then attack.
4. Leap and bite: When the spider is near the prey, it lowers the body, then jumps to the prey and bites the prey with its chelicera.
5. First leg erection: The male spider raises its first pair of walking legs to 45

degrees when it encounters a female or a male.

6. Zigzag dance 1: When a male spider encounters another male, both will raise the first pair of walking legs and approach each other in a zigzag way. The loser will run away from the winner.
7. Suddenly run and leap: When the spider is disturbed it will run and leap away. Usually it is difficult to predict the direction of such movement.
8. Circular detour: After the male spider has performed first leg erecting, it will move from the front of the female to her side following a circular path.
9. Zigzag dance 2: While the male spider is approaching the female from the back, the male will erect his front legs and move toward the female in a zigzag way.
10. Copulation: During copulation the male sits on the back of female, uses its first leg to turn the abdomen of the female, and then inserts his palps into the female's epigynum.

It was noted that all behavioral responses started with cephalothorax turning (CT), and that zigzag dance (ZD) 1 and 2 are the respective typical elements in antagonistic and courtship behaviors. On the other hand, the display of circular detour (CD) or ZD2 depended on whether the male was approaching his mate in the front or from behind.

Sex affects Sensivity in Visual Response

The visual range was further measured by gradually moving the target away from the subject. Interestingly, the farthest distance for female subjects responsive to female targets was only 3.0 cm, as a contrast to 13.5 cm responsive to the opposite sex (the farthest distance in all groups) (Table 1). This result could be due to that when a female encounters another female, she quickly loses interest in her target. On the other hand, male subjects could be more responsive to their targets independent of sex.

Table 1. Farthest responding distances of *H. adansoni* with different situations

Subject \ Target	Female	Male
Female	3.0 cm	12.0 cm
Male	13.5 cm	12.5 cm

Body Movement Is Needed in Conspecifics Recognition

When body movements of targets were constrained, the responses of the subjects were significantly reduced (Fig. 8). These results suggested that body movement is required for visual response. Therefore, both coloration patterns and movement patterns are required for conspecific recognition.

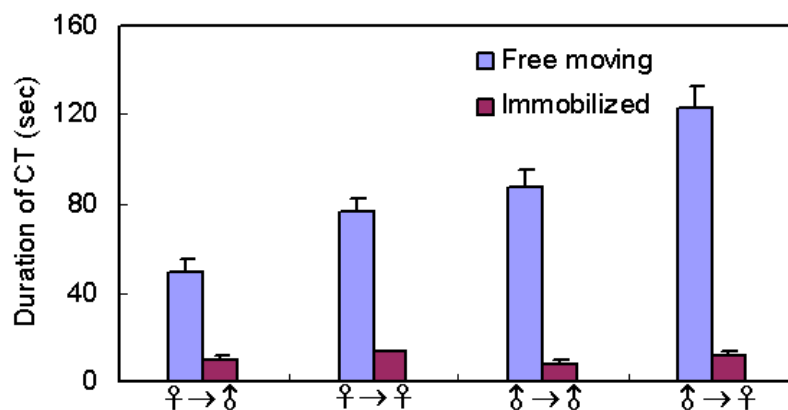


Fig. 8. Duration of CT performed by subjects in response to various targets

Visual and Olfactory Signals for Recognition

To distinguish the contribution of olfactory and visual signals to conspecific recognition, I blocked vision by keeping spiders in opaque cage without blocking olfactory signal to observe conspecific response. It turned out blocking vision completely abolished the response (Fig. 9). By contrast, the male subjects responded strongly to their targets as long as visual signal was present in a sealed transparent cage, where olfactory signal was blocked, as illustrated in Fig. 4A and B.

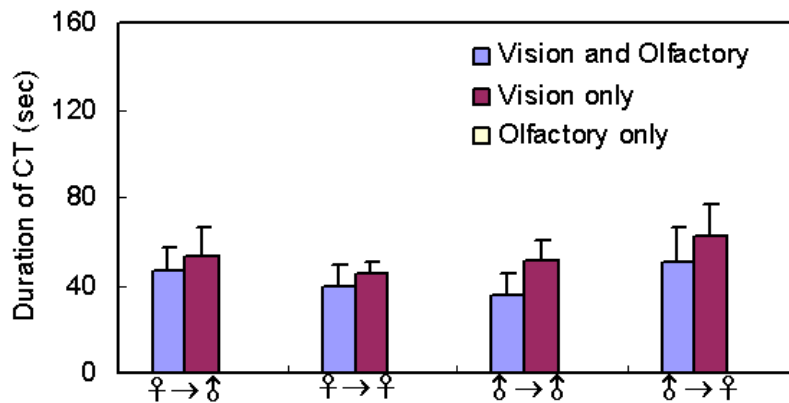


Fig. 9. Duration of CT performed by subjects in response to various targets with vision/olfactory signals manipulated

Changes in Body Coloration Patterns Significantly Altered Responses of Subjects

To evaluate the importance of coloration patterns in recognition response, I changed the coloration patterns of the spiders to mimic those of other species and tested the effect of this change. The duration of CT varied significantly when female spiders were interacting with male of original patterns, male painted as another species, female of original patterns, female decorated with male patterns, or female painted as another species. As compared to high levels of responses between female and male with original patterns, a low level of response was observed when a female encountered a male decorated as another species (Fig. 10A-1).

Low responsiveness between females of original patterns was consistently observed. However, decoration of a female target with male patterns significantly increased the recognition response of a female. When a female encountered a female decorated as another species, the subject displayed a responsive behavior pertaining a threat response, i.e. elevated the degree of CT (although not as high as while interacting with a real male) (Fig. 10A-2).

A male subject usually exhibited a typical antagonistic behavioral pattern (CT + ZD1) when encountering another male (Fig. 10B-1). However, no such pattern was observed when a male encountered a male painted as another species.

A male subject often displayed CD and ZD2 when encountering a real female. By changing the patterns of a female target to a male one, ZD2 behavior was reduced significantly while CD behavior remained unchanged (Fig. 10B-2). Thus, the visual response pattern of a male is highly dependent on the sex-specific coloration. Moreover, when a male encountered a female that was painted as another species, he usually only performed CT, and in certain cases he even killed the decorated female target (conspecific killing behavior of male toward female is hardly seen in *H. adansonii*).

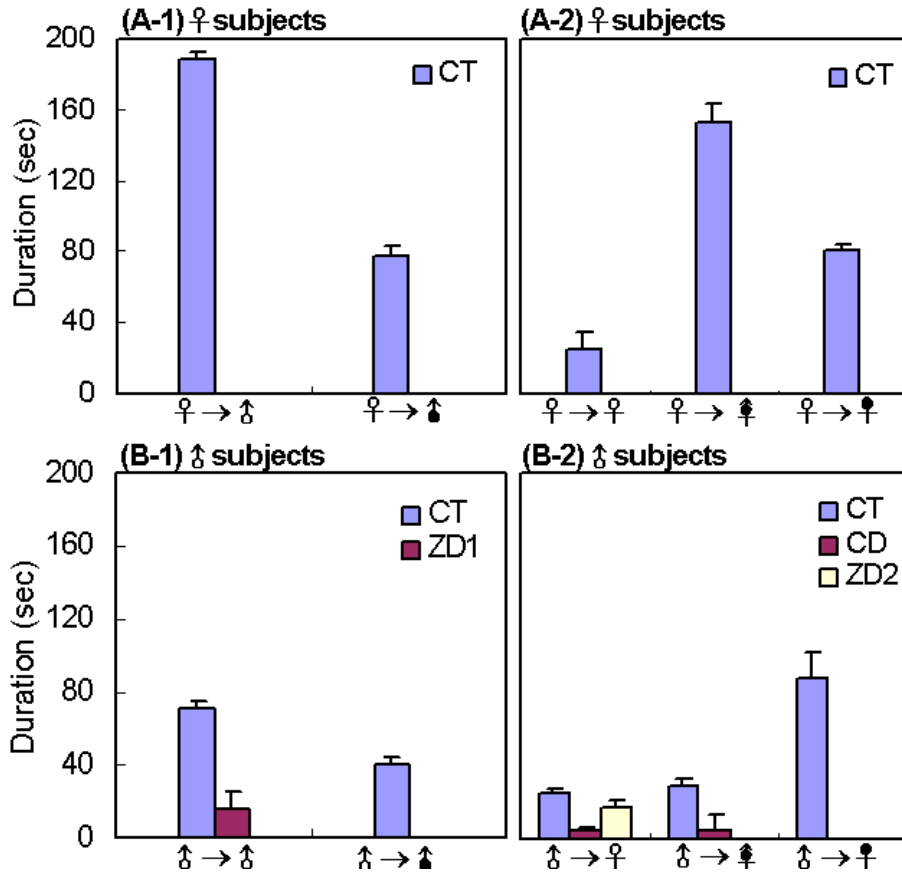


Fig. 10. Responses of subject target subjecting to various pattern manipulations

♂ : Male target painted as other species; ♀ : Female target painted as a male; ♂ : Female target painted as other species.

Conclusions

1. *H. adansoni* uses visual signal rather than olfactory signal to distinguish conspecifics.
2. *H. adansoni* distinguishes conspecifics by body coloration patterns.
3. Coloration patterns in concert with body movement serve as effective communication signals in *H. adansoni*.

Acknowledgments

Luckily, in the experiment life, I got much help from many people, if without them; I could not keep up to now! First, I would thank the professors who helped me in the experiment: Professor Tso (Tunghai University), teaching me a lot of acknowledge about jumping spiders and many skills about experiments. Professor Lai (National Tsing Hua University) and Professor Zhang (National Taiwan University) teaching me how to write a good English study. Professor Yang (National Sun Yat-Sen University), discussing with us and offered some opinion.

In addition, I also thanked my teachers (also parents), they always were around with me, solving problems together; I thanked my school in the laboratory, supporting me and provided me an individual laboratory.

Finally, I would thank my family and friends, they supported me, so, I could keep up to now. Put on my thankfulness, if without them, the experiment would not finish!

References

- Foelix, R. E. (1996) *Biology of Spiders*, Second Edition, New York, Oxford University Press, 82-93.
- Lin, M. C. (1996) A study of life cycle and courtship of *Hasarius adansoni*, Master thesis, Tunghai University, Taiwan.
- Tso, I. M., Ku, C. S., Tai, P. L., Kuo, C. H. & Yang, E. C. (2002) Color-associated foraging success and population genetic structure and in a sit and wait predator *Nephila maculata* (Araneae: Tetragnathidae), *Animal Behaviour*, 63: 175-182.
- Tso, I. M., Lin, C. W. & Yang, E. C. (2004) Colorful orb-weaving spiders and web decorations through a bee's eyes, *Journal of Experimental Biology*, 207: 2631-2637.