

作品名稱：情人湖畔的網主 — 人面蜘蛛

國中組 生物科 第二名

縣市：基隆市

作者： 趙贊新

校名：基隆市立銘傳國民中學

指導教師： 林怡瑩、陳俊成

關鍵詞：人面蜘蛛、蜘蛛



情人湖畔的網主-----人面蜘蛛

小小諸葛亮 獨坐中軍帳
佈下八卦陣 捉住飛來將

一、研究動機

作者：趙贊新

有一次爸爸帶全家到情人湖郊遊，用完餐後，妹妹和我在湖邊山坡樹林中玩躲貓貓，正玩的起勁，忽然從陰暗的樹叢中傳來妹妹的驚叫聲，連忙跑去一探究竟。天啊！我也被眼前諾大的蜘蛛給嚇壞了，而且附近不只這一隻，這到底是什麼蜘蛛？這一嚇竟引發我對牠的好奇心，在獲得父母首肯後，決定投入人面蜘蛛的研究工作。



二、研究目的

蜘蛛的網細緻、誘惑、致命，是陷阱也是藝術品。牠們高吊在八卦網中放毒、突擊、捕獵運用自如。絲線可以捆綁獵物、保護卵粒、作為路標，甚至能使絲線飄浮於空中並藉以飛行，到底蜘蛛所結的網有何神奇之處？其絲對人類有何價值？以下就是我想探討的：

- (一) 蜘蛛絲的拉力實驗
- (二) 黏性絲黏性試驗
- (三) 蜘蛛為何不被自己的網黏住
- (四) 蜘蛛的感覺器官：1、視力 2、聽力 3、嗅覺 4、觸覺
- (五) 蜘蛛行為觀察：1、結網觀察 2、食性觀察 3、避敵行為觀察 4、蜘蛛淨身方法的觀察 5、交配行為
- (六) 孵化誕生 (七) 人面蜘蛛野外生態觀察



三、研究設備器材(略)

四、研究過程或方式

(一) 蜘蛛簡述

蜘蛛是節肢動物門，蜘蛛綱，蜘蛛目；本研究對象主要為人面蜘蛛(*Nephila maculata*)，蜘蛛皮膚堅硬用以保護軀體，體表具毛、刺、突起。

(二) 蜘蛛絲簡介

蜘蛛絲是一種蛋白質，由蜘蛛尾部紡絲器排出，在排出前為液體，遇空氣後馬上凝固成為絲狀物。蜘蛛絲主要有兩種如下：

1. 黏性絲
2. 無黏性絲

(三) 採集蜘蛛絲

1. 手動採集
2. 以自製抽絲機抽取

(四) 不黏性絲黏性實驗

測試蜘蛛絲從活體拉出時所需起碼外力、不黏性絲所能承受之拉力、伸長量及其虎克區彈性率等。

實驗說明(略)：

(五) 黏性絲張力試驗

1. 使用人面蜘蛛約 1 m^2 大的網試驗，以小塑膠針葉作為被黏物，將其觸碰黏絲，然後拉離。
2. 做 10 次取平均值。

(六) 蜘蛛為何不被自己的網黏住？

1. 製造蜘蛛獵食及避敵行為，以攝影機拍攝蜘蛛所有步伐。
2. 慢慢放映，觀察並計算其腳踏到黏絲及放射絲之步數。

(七) 蜘蛛的感覺器官

- 1、視力試驗(略)
- 2、聽力試驗(略)
- 3、嗅覺試驗(略)
- 4、觸覺試驗—用腳看的動物

- (1) 當獵物入網，蜘蛛只將腳尖指向並撥動振源方向的放射絲，使網抖動，偵測反射回來的波動，連續幾次後，馬上衝向獵物。
- (2) 當獵物掙扎時，蜘蛛馬上往獵物方向衝，直至非常靠近獵物時停住（那時獵物正停止掙扎），蜘蛛腳會沒頭緒的勾，像在找東西，待獵物再度掙扎，才咬住獵物。
- (3) 蜘蛛會以腳撐網，將網拉緊，使網能有效的傳遞振動。

(八) 行為觀察

1、結網觀察

觀察結網過程、網形、結構大小及所費時間、網住獵物及捕獵方式、蜘蛛網空間維度、網絲強度、結網及補網習性。

2、食性觀察

觀察蜘蛛纏繞獵物、消化後殘渣處理及分享獵物。

3、避敵行為觀察

4、蜘蛛會洗澡

蜘蛛每過一段時間，會有用腳擦身體（不是會在水裏泡澡）的動作，我把牠稱作「乾洗」。

(九) 孵化誕生

為觀察蜘蛛如何產卵，如何保護卵及孵化過程。

(十) 野外生態觀察

情人湖為丘陵環圍而成之小水窪，有典型的小樹林，人面蜘蛛就依著人行道上的小樹結網，僅以較多人面蜘蛛棲息的西南面山坡約 2500 m^2 範圍作生態調查；共標定了 36 隻人面蜘蛛進行本實驗。

觀察並統計項目計有：

- (1) 體長 (2) 放射絲數 (3) 有效網面積 (4) 與地夾角 (5) 面向 (6) 寄生蜘蛛
- (7) 共網數 (8) 獵物數 (9) 與同類最近距離

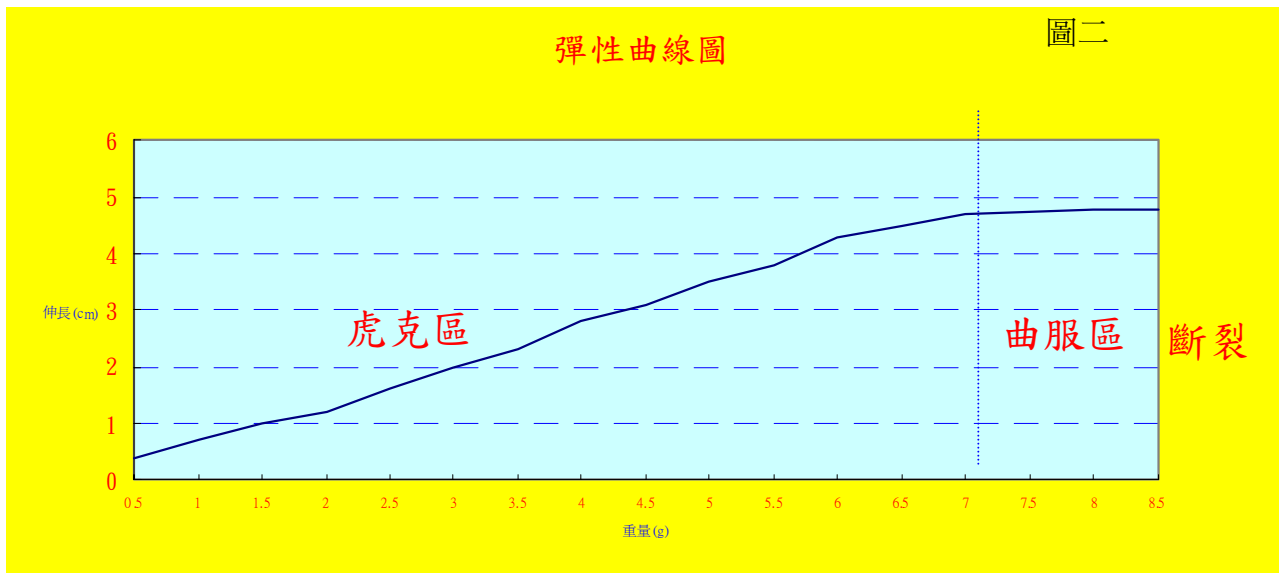
五、研究結果

(一) 指路絲的拉力實驗

1. 活體抽絲所需起碼外力

| 編號 | 體長 | 測量次數 | | | | | 平均重量 |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | |
| 25 | 2.4 | 2.125 | 2.375 | 2.25 | 2.625 | 2 | 2.275 |
| 22 | 3.8 | 3.625 | 3.65 | 3.6 | 3.65 | 3.625 | 3.63 |
| 26 | 4.1 | 4.125 | 3.75 | 4.125 | 4 | 3.875 | 3.975 |
| 15 | 4.5 | 4.125 | 4.375 | 3.875 | 3.75 | 4.625 | 4.15 |

2. 將指路絲所受拉力取平均值繪製曲線圖，如圖二



蜘蛛絲承受拉力區間分為

- (1) 虎克區，在本區蛛蜘蛛絲的伸長長度，隨著砝碼重量增加，成規律性遞增。其平均彈性率約為 0.62cm/g。
- (2) 屈服區，蜘蛛絲載重在本區時，雖然重量增加，但其長度並不增加，或增加微小，因此彈性曲線保持平行狀態，屈服區佔全部彈性曲線的 12%。
- (3) 斷裂區，當載重超過本區，蜘蛛絲馬上斷裂。由斷裂區知蜘蛛絲最大拉伸率約為 40% (10cm 蜘蛛絲至少可拉長至 14cm)。其最大載重約為 8g。

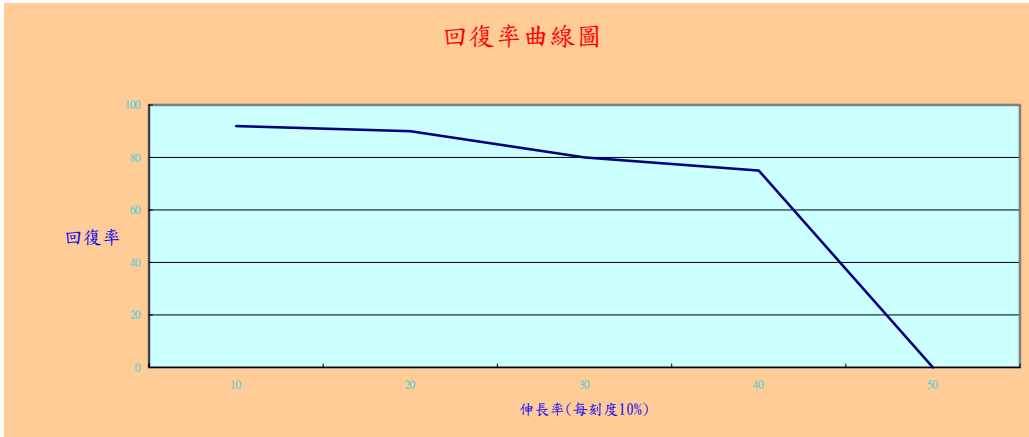
人面蜘蛛絲是非常富韌性的，觀察網外圍的邊緣絲，每根平均有 5 根的指路絲組成，因此一根邊緣絲約可承受拉力為 40gw，而每個梯形網外圍平均有 8 根邊緣絲承載整個網重，依據力學原理，總載重應有 160gw，一隻成蛛體重平均約為 5gw，所以一張人面蜘蛛網至少可以承載蜘蛛體重的 32 倍，難怪牠在風雨中，仍能在網

中屹立不搖。

2. 回復率

任何彈性物均有彈性疲乏情形，本試驗以蜘蛛絲經過拉伸之後，所能回復百分比來作比較，其回復率平均圖如三

表二



| 伸長率% | 回復率% |
|------|------|
| 10 | 92 |
| 20 | 90 |
| 30 | 80 |
| 40 | 75 |
| 50 | 0 |

從上圖及右表知，蜘蛛回復率隨拉伸長度而遞減，即拉伸越長其回復情形越差，直至拉伸超過 50%時斷裂而無法回復。

(二) 化學藥品浸泡後變化記錄如下：(略)

1. 濃硫酸時，約經過二十分鐘，即被溶解，可見蜘蛛絲是經不起強酸腐蝕的。
2. 弱酸及強鹼處理也會有稍微減弱的情形。
3. 浸泡非極性物質像醇類或醚類則未有明顯的變化。
4. 泡水有明顯的變化。
5. 浸泡雙氧水顏色變微黃，因蜘蛛絲被氧化，使強度有減弱。

(三) 黏性試驗

黏性變化統計表(略)

蜘蛛絲所以會失去黏，是因為在大氣中氧化，太陽曝曬或雨水沖刷使黏性流失，其次因黏性有極強的靜電，像超強的吸塵器，將四週灰塵吸入，而致失去黏性。

(四) 蜘蛛為何不被自己的網黏住

為腳踏黏絲與放射絲統計表(略)

1. 蜘蛛原則上會踏在放射絲上，在捕獵時因較從容，因此踏在基絲上百分比比較多(占 89%)，其餘踏在黏絲上；當受驚嚇時，踏在黏絲上比例會增高(平均 33%)。有趣的是，其日夜間的百分比大致是一樣的；可見蜘蛛踏網並不是靠視力。
2. 蜘蛛不被自己網絆住，確是靠牠知道放射絲位置(曾將蜘蛛置於別人的網上，牠馬上被黏絲絆住)，活動時能踏在不具黏性的放射絲上。至於牠偶而也會踏在黏絲上，為何不被黏住？其實黏絲仍會黏住腳勾，但蜘蛛會用腳輕輕撥動，黏絲被腳拉伸某一長度後會自動彈回原位。

(四) 蜘蛛的感覺器官(略)

1 視力試驗

(1) 一般而言，蜘蛛的眼只能分辨明暗，無法看清物體影像，由蜘蛛對色紙反應知，只有深色物體非常接近時才有反應。

(2) 以手觸摸試驗用手在人面蜘蛛眼前晃動，都無動靜；將手直接觸摸眼球，也只將身體向後傾而已。

2 聽力試驗

在野外常發現人面蜘蛛就織網在人行道旁樹上，絲毫不畏懼行人及遊客吵鬧，因蜘蛛對聲音反應並不靈敏。

3 嗅覺試驗

將試驗結果記錄(略)

蜘蛛僅對某種物質的氣味才有反應(如對人及動物或某些化學藥品等的氣味)。

4 觸覺試驗

(1) 手在蜘蛛眼前晃動，牠都無反應，將手觸網，牠馬上離網逃離。

(2) 隔絕視線法(略) (3) 隔絕振動法(略) (4) 自製簡易傳振(聲)器(略)

(5) 振動式捕蚊器(略) (6) 自製電子振動器(略)

(五) 行爲觀察

1、蜘蛛結網觀察

為梯形網，網面積非常大從 500cm^2 到 10000cm^2 不等，結網時身體與放射絲呈平行狀，像螃蟹一樣橫行而結網，每一次結的網一直使用，直到破損後才再結另一網，通常不會在同一地點結網。

2、食性觀察(略)

3、避敵行爲觀察

(1) 旁逃 (2) 垂絲 (3) 急速墜落 (4) 裝死 (5) 斷肢

4、交配行爲(略)

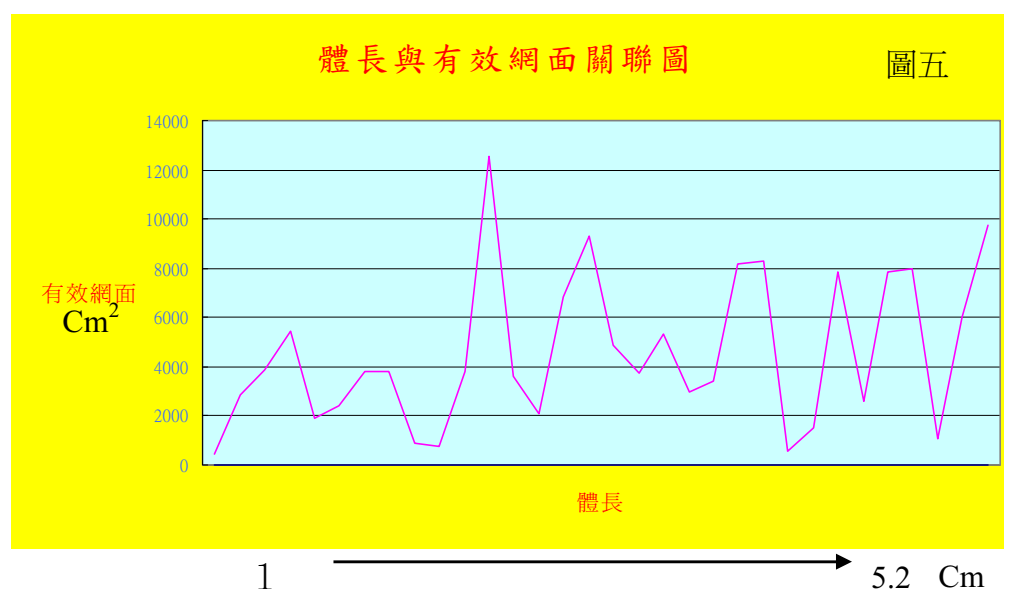
(六) 孵化誕生(略)

(七) 人面蜘蛛野外生態觀察(略)

1. 體長與有效網面積之關聯

積之關聯

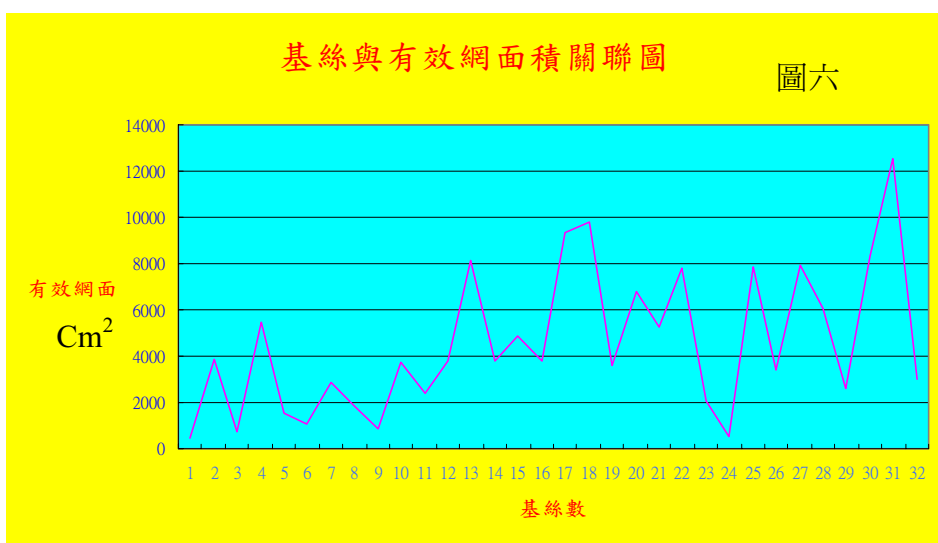
從曲線圖看，呈現完全離散，因此體長與有效網面積似無關聯，表示成熟的大蜘蛛不見得就會結大網，蜘蛛結網大小仍須視其結網地點寬敞程度及



受其它因素影響。

2. 基絲數與有效面積關係

從曲線圖中看出，基絲數與網面積有些關聯，即基絲數越多則網面積有越大趨勢。

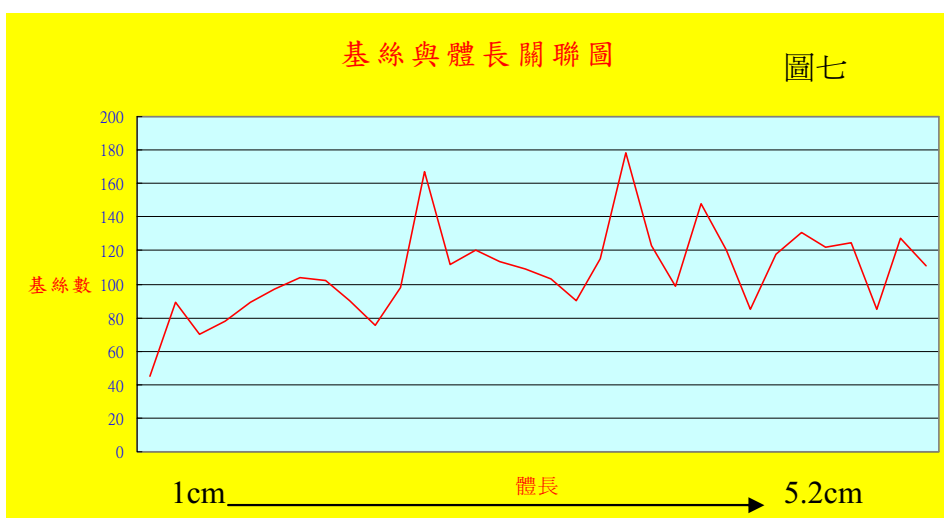


45

178 根

3. 基絲與體長關係

從曲線圖尚難看出基絲數與體長有明顯關聯。



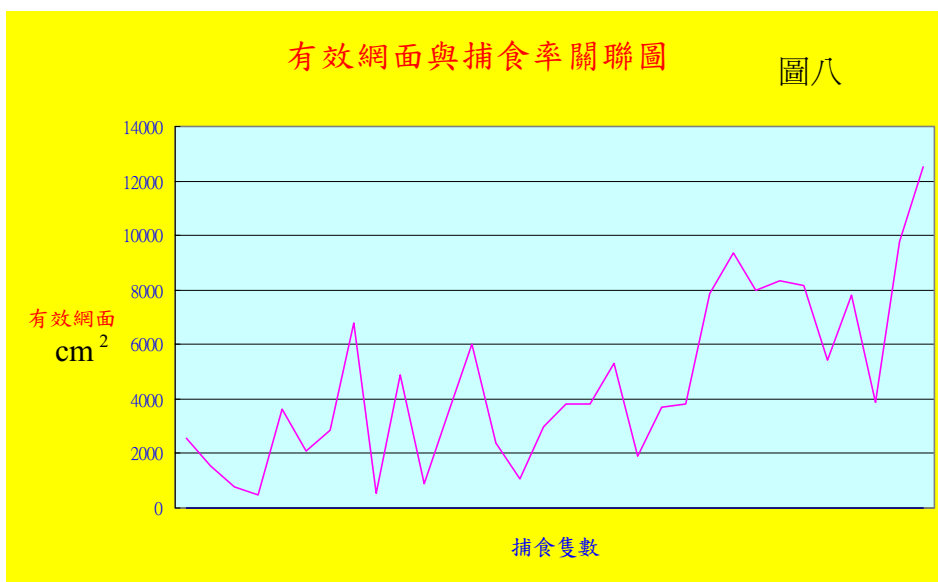
1cm

體長

5.2cm

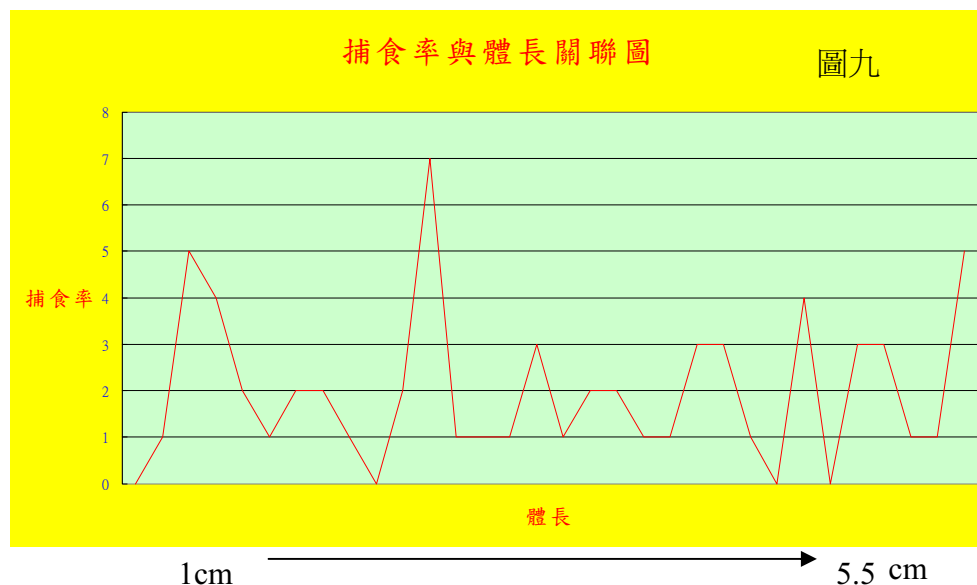
4. 有效網面與捕食率關係

從曲線圖可看出，有效網與捕食率有明顯的正關係，即當有效網面積增加時，其捕食率明顯增加。



5. 體長與捕食率關係

從體長與捕食關聯圖上看，其二者的線性關係離散，所以很難斷定其真正關聯，因蜘蛛織網並不因體長大小而織同比率網，而相對捕食是與網面大小正相關，因此體長並不保證蜘蛛捕食率會增加。



6. 與地面夾角關係

人面蜘蛛織網與地面均會呈某一角度，約在 60 度到 85 度之間，一方面便利蜘蛛活動，另一方面提昇蛛網捕食率，因不管與地垂直或平行均不利蜘蛛在網中行動，若角度過小會使網的攔截面積變小，減損捕食效率。

7. 蜘蛛所掛面

人面蜘蛛習慣身掛向地面，曾將蜘蛛抓至向天空面，隨即自行翻面，可見蜘蛛僅會在向地網面棲身。原因是蜘蛛在網上是以腳勾掛的方式行動，棲身向地顯然較方便，尤其當捕獵物時，蜘蛛總會將其拖至網中央，若其身處向地面，只要全身離網，藉由指路絲即可像坐電梯一樣直拉而上至。

8. 蜘蛛共網及與同類網距

人面蜘蛛從不會共網，且同類間有一定網距，曾飼養兩隻人面蜘蛛，一段時間後發現，兩個網只有幾根邊緣絲相連

9. 地域性

在兩個網相連處放置一隻蝗蟲，兩隻蜘蛛均偵測到蝗蟲，且同時衝到蝗蟲處，開始打鬥，直到其中一隻死亡為止，可知人面蜘蛛的地域性很強。

10. 互利共生

人面蜘蛛網非常巨大，夜間常黏著大量的蠓蟻小蛾等，這些小動物人面蜘蛛是不吃的，可說是蜘蛛網上的垃圾；但這些小動物卻是寄居蜘蛛的食物。它們攝食的結果正是為人面蜘蛛清潔大網；於是兩者就建立了一種長期的互利關係。

六、討論

1. 蜘蛛絲從體內排出是非自主性的，須藉由外力拉出，而不是蜘蛛意識性自己吐出，由自製抽絲機，可直接從活體蜘蛛抽絲。
2. 蜘蛛絲是一種蛋白質，相當富彈性與韌性，在其虎克區範圍內，每克重量的砝碼，可將蜘蛛絲拉長 0.62cm，雖單絲非常纖細，但每條指路絲可承受 8gw，可拉伸長度的 45%，

換算一面蜘蛛網可承受約蜘蛛本身體重的 32 倍。

3. 蜘蛛絲也會彈性疲乏，拉伸一定長度後，就無法再回復。
4. 黏性絲經過一段時間後會失去彈性，因此蜘蛛需結新網。
5. 蜘蛛不被自己的網絆住，因網內有無黏性絲；萬一牠踏到黏性絲，也可藉由腳勾勾離。
6. 蜘蛛每隔一段時間會以腳擦身，雖然沒有用水，但推測那是牠淨身的方法。
7. 蜘蛛的感覺器官
8. 蜘蛛的感覺器官以步足末端腳勾最靈敏(觸覺)，蜘蛛避敵及狩獵幾乎全靠牠的腳勾。其他三種感覺器官(嗅、視、聽覺)均不靈敏，在無精密儀器下，尚無法進一步測試這三種感覺器官的靈敏度及彼此間之優劣程度。
9. 蜘蛛不是強悍的動物，應付外來攻擊時，只有逃命的分，因此牠有各種避敵行為如：躲進葉捲、旁逃、垂絲、急速墜落、裝死、斷肢等。
10. 經野外生態調查知，人面蜘蛛的有效網面積與體長無正向關係，與捕食率有正向關係。
11. 人面蜘蛛是領域性極強的動物，甚致同類都會自相獵食。因此人面蜘蛛無法像家蠶一樣大量飼養在一起。
12. 人面蜘蛛的放射絲數越多網面積有越大的趨勢，但放射絲數與體長無明顯關係。

七、結論

蜘蛛給人的印象是可怕，危險及巨毒的動物，事實上，蜘蛛很少會咬人，蜘蛛毒液對大多數溫血動物來說，毒性極小。因此牠並不如我們想像的可怕；相反的，牠會捕抓為害農作物的蛀蟲及蚱蜢，也捕食傳播疾病的蚊蠅等，是對人類極有益的益蟲。尤其牠的絲，纖細而富有彈性，若未來藉由生物科技而能容易取得，或藉由生化學予以合成，將是人類的一大福音。

八、參考資料及其他

環華百科全書 環華出版事業第 13 冊 P410~~418

光復自然科學寶庫 光復書局

評語：

- 1.研究基隆情人湖之人面蜘蛛：主題明確具鄉土性。
- 2.主題研究目的（項目）富含解決問題的創意性；思考邏輯頗周全。
- 3.探討項目含蓋生態觀察，生理、行爲、與本動物的特性—蜘蛛絲的物理性質，具學術性也具完整性。
- 4.作者科學精神與態度值得鼓勵，能持續一年，自己架設照相錄影及將影像利用電腦技術保存，有利 Data 分析研究。
- 5.表達能力強，圖像說明生動清晰。

作者簡介

我叫趙贊新，從小每逢假日，爸爸就帶我們全家坐火車沿途下車旅遊，且常全家去國外旅行，因此我培養了喜愛大自然，觀賞風景並畫畫能力，尤其啓發我對周遭環境觀察研究的興趣；爸爸數理很好，常出有趣的問題考我，帶我到圖書館查資料，參觀各項科展，培養我研究的能力。