

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物(生命科學)科

040712

法網“灰灰”疏而不漏-空氣污染對簷下姬鬼
蛛的結網影響

高雄市立新莊高級中學

作者姓名：

高二 陳詠傑 高二 曾小龍 高二 張浩翰
高二 邱健豪

指導老師：

羅婉慈 蘇懿生

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 生物科

組 別： 高中組

作品名稱： 法網“灰灰”疏而不漏?!

-空氣污染對簷下姬鬼蛛的結網影響

關 鍵 詞： 簷下姬鬼蛛、空氣污染、結網

編 號：

壹、摘要

本研究旨在探討空氣污染對簷下姬鬼蛛結網的影響。第一階段，就愛河上游菜金橋沿岸簷下姬鬼蛛族群進行生態調查，並測量其蜘蛛網的有效網面積、強韌度、pH值，並且與半屏山的簷下姬鬼蛛進行比較。研究發現，蜘蛛網的強韌度、pH值與空氣污染源的距離有正相關，但有效網面積與空氣污染源的距離則沒有顯著的相關。與半屏山的蜘蛛網比較，半屏山蛛網強韌度顯著的高於菜金橋沿岸，半屏山蜘蛛網的pH值也顯著的高於菜金橋沿岸，但是兩地的有效網面積則無顯著的差異。

由於野外的調查發現空氣污染與結網的相關性，第二階段的研究則在實驗室中，探討不同的廢氣濃度對簷下姬鬼蛛所造成的影響。實驗結果顯示，廢氣體積與 pH 值、強韌度呈現負相關，可見廢氣體積增加，確實會使簷下姬鬼蛛網 pH 值、強韌度降低，但對於有效網面卻無顯著影響。

貳、研究動機

一晚在回家途中行經車水馬龍、烏煙瘴氣的交流道附近，突然一陣閃耀的光芒映入我的眼簾，原來那是被路燈照得金光閃閃的蜘蛛網，那奇妙的景象引起我巨大的好奇心，去圖書館查閱圖鑑，原來這種生物是“簷下姬鬼蛛”。從高一基礎生物 3-4.5 「生物與環境間的交互作用」中提到環境因子會影響動物生理活動，以及 5-3.2 「廢棄物對生態系的污染」中提到工廠或汽機車排出的煙霧和廢氣，會造成地球生物歧異度的降低、生物鏈的破壞、生態平衡的破壞。在如此空氣污染嚴重的環境下，令我們不禁想去探討那具強烈生命力的生物—簷下姬鬼蛛。

參、研究目的

- 一、探討菜金橋與半屏山簷下姬鬼蛛的分佈狀況及結網情形(有效網面面積、強韌度、pH值)
- 二、探討簷下姬鬼蛛離開原棲息地(菜金橋)適應時間
- 三、探討不同體積廢氣環境下飼養簷下姬鬼蛛的結網情形

肆、實驗材料和器材

一、實驗材料

簷下姬鬼蛛

學名:*Neoscona nautica*

科名:金蛛科 Araneidae

二、實驗器材

生物恆溫箱、解剖顯微鏡、數位相機、廣用指示劑溶液、廣用指示劑比色表、飼養箱(33x23x21cm)、針筒(25c.c)、機車廢氣、鑷子、線香、打火機、迴紋針、直尺、培養皿、滴管。

伍、研究過程和方法

高雄愛河上游流經高雄榮總、文藻外語學院一帶，此河段舊名船仔頭港。菜金橋位於愛河上游與大中路交叉點，最靠近大中系統交流道，空氣污染非常嚴重。由於大中系統交道是此地區的主要污染源，因此越靠近菜金橋的愛河沿岸，污染就越嚴重。此外半屏山也有簷下姬鬼蛛，而且數量繁多、生長情況良好（陳，民 92），因此作兩地的生態環境比較。半屏山的簷下姬鬼蛛，取材於半屏山登山步道兩側樹林茂密處。

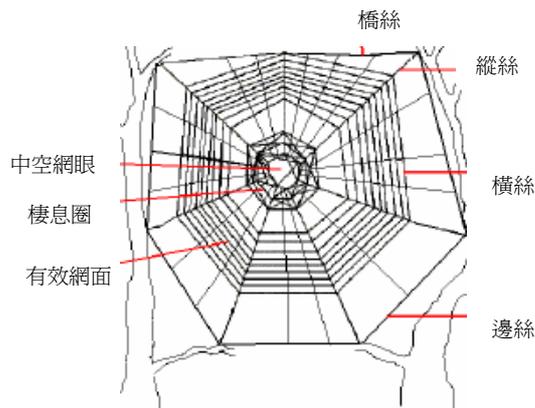
一、比較兩種自然環境下，簷下姬鬼蛛的分佈狀況及結網情形：

(一) 分別就菜金橋左岸、右岸距起測點開始 150m內，調查簷下姬鬼蛛的分佈情況，其中右岸的路燈數量較左岸來得密集。

(二) 比較菜金橋右岸、半屏山簷下姬鬼蛛網的有效網面面積、強韌度、pH值

1. 有效網面面積

(1) 有效網面為中央部份較為規律且緊密的網面，為其捕食區（如圖一）。



(圖一)簷下姬鬼蛛網面情形，有效網面如圖所示。取自(陳，民 92)

(2) 傍晚 17：00~20：00菜金橋沿岸簷下姬鬼蛛開始出來活動，自菜金橋起測點右岸起至下游約 150 公尺(空氣污染嚴重程度高而低)進行簷下姬鬼蛛網的有效網面積之測定。

(3) 分別以兩個時段(4：00am~8：00am、5：00pm~8：00pm)觀察半屏山簷下姬鬼蛛活動時間及結網情況，由山腳至山頂記錄簷下姬鬼蛛網的有效網面積。

(4) 自蛛網中心量取最大有效網面半徑，以圓面積計算方式測量有效網面面積。

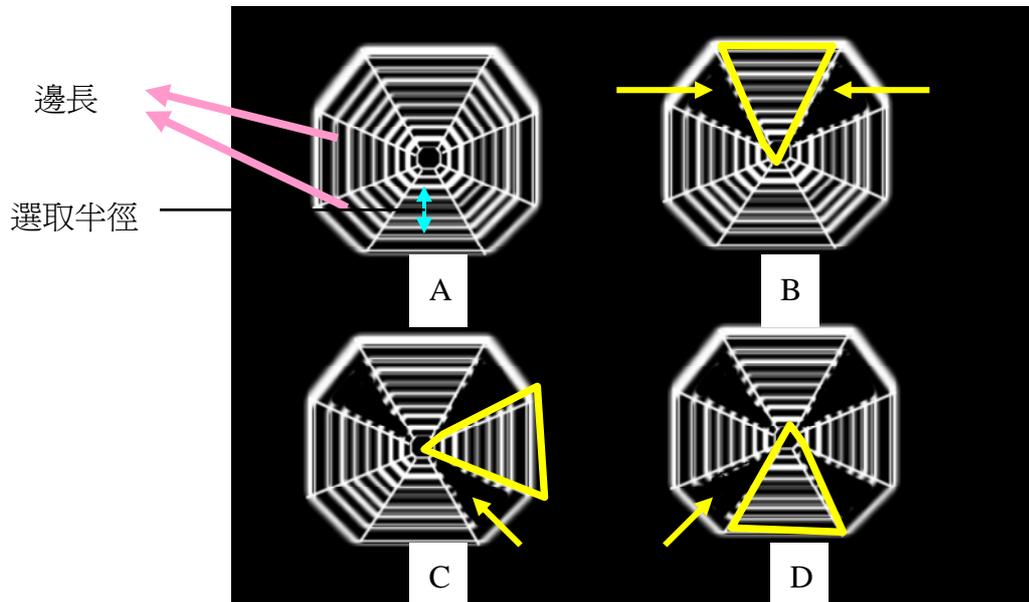
2. 強韌度的測定(如圖二、照片一~二所示)

(1) 將迴紋針自製成測蜘蛛網強韌度之工具。

(2) 選取適當網面半徑，使用線香分區燒斷網絲。

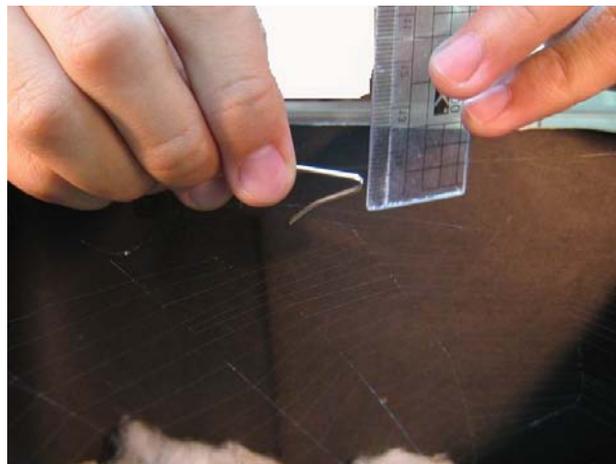
(3) 利用迴紋針勾住該圈上不同邊長的網絲垂直向上拉。

- (4) 當蜘蛛網絲斷裂時，測量迴紋針至水平網面的垂直距離，定義為『強韌度』，垂直距離越長，強韌度越大。
- (5) 針對同一隻蜘蛛，在相同半徑網面上重複三次強韌度的測量，並計算平均值。



(圖二)步驟 A~D 為蜘蛛網強韌度的測量過程。

- A.顯示為一正常結網結構，箭頭所指代表在同一半徑網面上的不同邊長。
- B.框取所選取的有效網面區域，使用線香燒斷周圍相連網絲，如箭頭所示。
- C.~D.重複步驟兩次，在相同半徑的有效網面上，測量強韌度。



(照片一)迴紋針勾住網面，垂直向上拉。



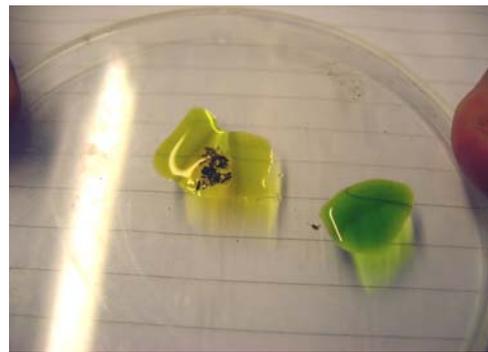
(照片二)蜘蛛網絲拉到垂直距離最大極限

3. pH 值測定

- (1)利用鑷子捆繞蜘蛛網絲，並於蜘蛛網絲上滴加廣用指示劑溶液。
- (2)蜘蛛絲充分混勻指示劑後，利用廣用指示劑比色表由同一位同學判別簷下姬鬼蛛網絲 pH 值。



(照片三)纏捆簷下姬鬼蛛網絲



(照片四)簷下姬鬼蛛網絲 pH 值測定

4. 兩地數據的統計比較

統整菜金橋右岸及半屏山簷下姬鬼蛛網的數據，以Excel、SPSS軟體進行迴歸分析、t- test，進而探討兩地因不同生態環境而對簷下姬鬼蛛結網所帶來的影響。

二、探討簷下姬鬼蛛離開原棲息地(菜金橋)的適應時間

從菜金橋抓簷下姬鬼蛛回實驗室飼養，試驗不同種昆蟲餵食，並置於事先調控好的恆溫箱，記錄簷下姬鬼蛛需要花多少時間，才開始適應該處空間、光線週期、食物種類，並開始正常結網。

- (一)取材來自菜金橋沿岸的簷下姬鬼蛛，挑選六隻大小相近(體長約 1cmx0.5cm)、性別相同(雌蛛)進行實驗室內的適應觀察。



(照片五)菜金橋兩岸實景



(照片六)菜金橋



(照片七)菜金橋的簷下姬鬼蛛

(二) 食物來源比較

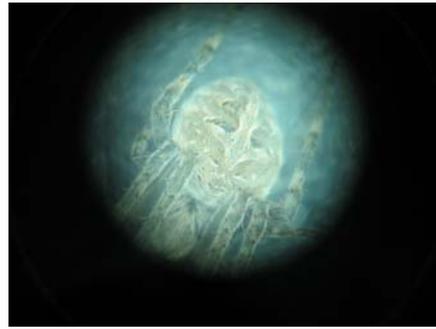
1. 校內草坪的蟋蟀、飛蛾及其他昆蟲類加以餵食。
2. 觀察何種類型的昆蟲較為簷下姬鬼蛛所接受。

(三) 學校實驗室內簷下姬鬼蛛飼養場所

1. 放至實驗室飼養箱(33x23x21cm)分六箱飼養。
2. 將六箱飼養箱放入恆溫箱內，為了方便實驗觀察，調整光照時間及黑暗時間並維持簷下姬鬼蛛原棲地的溼度及溫度。
3. 生物恆溫箱的光照週期調整為 20：00~6：00 照光，6：00~20：00 黑暗；將溼度調整為 70%，溫度調整為 25° C(資料取材於中央氣象局)。
4. 觀察並紀錄六隻簷下姬鬼蛛自菜金橋沿岸取樣回實驗室後，所需恢復規律結網的時間。
5. 拍照、紀錄，製作成圖表。



(照片八)實驗室內飼養箱



(照片九)顯微鏡下的簷下姬鬼蛛

三、不同體積廢氣環境下飼養簷下姬鬼蛛的結網情形：

鑒於生態調查發現空氣污染對簷下姬鬼蛛結網的影響，乃進一步在實驗室內模擬不同的機車廢氣體積，探究簷下姬鬼蛛結網的情況。

(一) 實驗室內簷下姬鬼蛛飼養場所

1. 使用六個大小相同的飼養箱，分別放入六隻大小相近的雌蛛。
2. 餵食(一個禮拜約 2~3 次)。
3. 放入恆溫箱內等到恢復其每日結網的規律性後，進行廢氣的灌輸。
4. 每日在觀察結束後，各箱依序灌入廢氣。

(二) 廢氣來源

1. 蒐集機車(車齡約八年，每年有固定作環保檢查)的排放氣體。
2. 用密封袋於排氣管裝入適量廢氣。
3. 用塑膠針筒分別抽取氣體灌入飼養箱內。

(三) 廢氣的灌入

1. 由一號至五號蜘蛛，依序灌入 25c.c.、50c.c.、75c.c.、100c.c.、125c.c.的機車排放氣體。
2. 六號蜘蛛作為對照組，不灌入機車排放氣體。

(四) 觀察結網情形

1. 有效網之觀察
 - (1) 於每次灌入廢氣後，隔天測量最大有效網面面積。
 - (2) 拍照、紀錄並繪製成圖表。
2. 強韌度之測定
 - (1) 於每次灌入廢氣後，隔天進行各飼養箱之簷下姬鬼蛛網強韌度之測定。
 - (2) 紀錄並繪製成圖表。
3. pH 值之測定

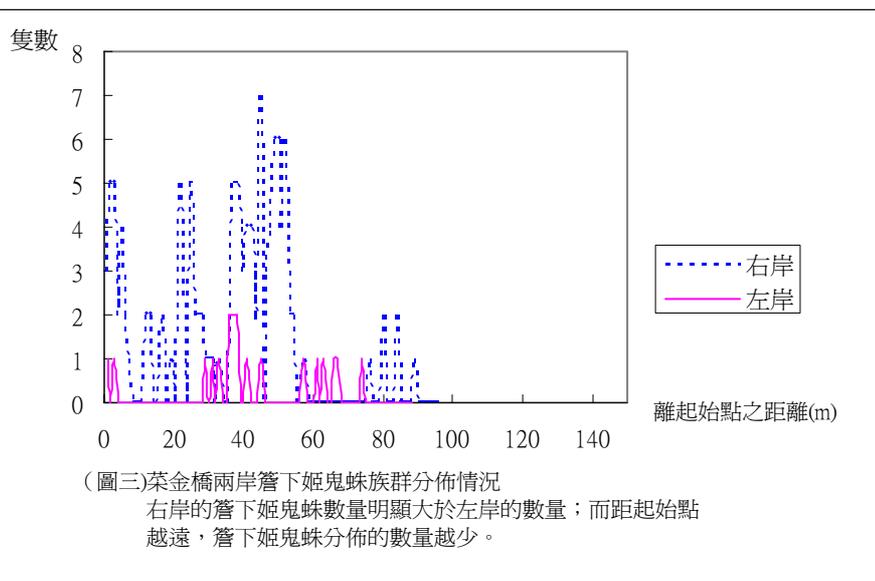
- (1) 於每次灌入廢氣後，隔天進行各箱簷下姬鬼蛛網 pH 值的測定。
- (2) 拍照、紀錄並繪製成圖表。

陸、研究結果

一、比較兩種自然環境下，簷下姬鬼蛛的分佈狀況及結網情形：

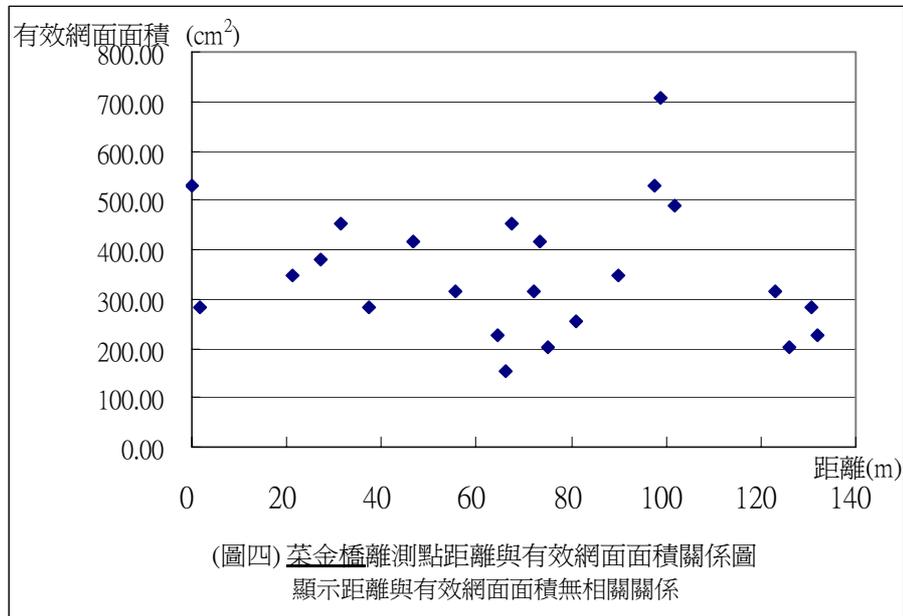
(一) 菜金橋簷下姬鬼蛛的族群分佈及調查

1. 右岸每隔 10 公尺左右會有一盞路燈，而左岸每隔 30 公尺左右會有一盞路燈。
2. 簷下姬鬼蛛集中的地方約在起始點至距起始點 60 公尺處範圍內。
3. 在菜金橋生長的簷下姬鬼蛛族群，其結網時間為下午六點至晚上八點，凌晨兩點至四點開始收網；白天時間簷下姬鬼蛛躲在沿岸欄杆角落，夜晚活動於燈源充裕處，進行結網及捕食，一般簷下姬鬼蛛之捕食網結於兩橫桿間與地面呈垂直狀態。

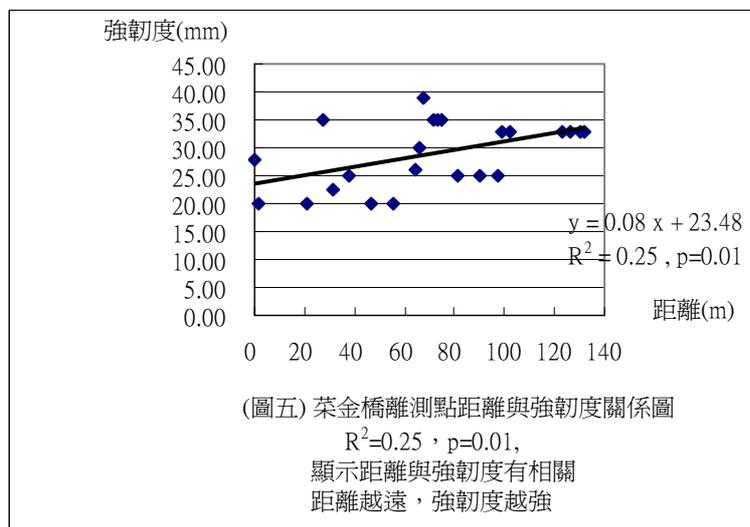


(二) 菜金橋右岸沿途蛛網有效網面面積、強韌度、pH值

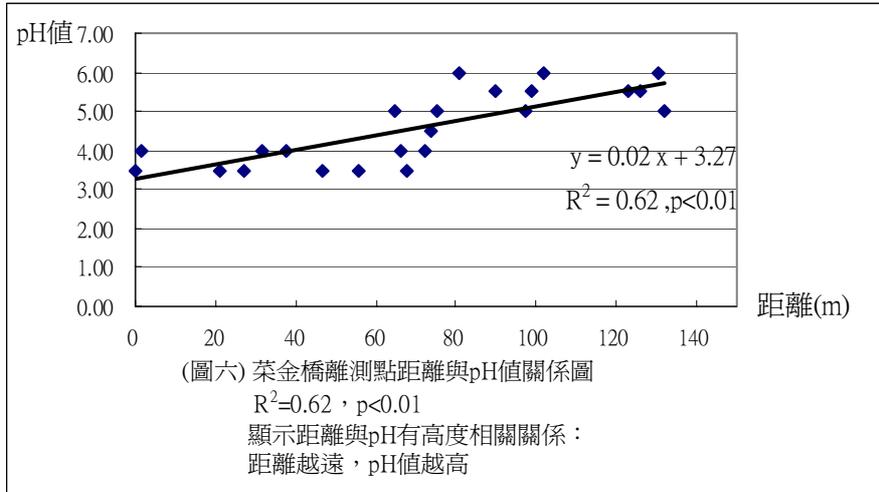
1. 蛛網有效網面面積與污染源的距離沒有顯著的相關（圖四）



2. 蛛網強韌度與污染源的距離有顯著的相關（圖五）



3. 蛛網 pH 值與污染源的距離有顯著的相關（圖六）



(表一) 菜金橋右岸與半屏山蜘蛛網的有效網面積、pH 值及強韌度的 t-test 比較結果

比較項目	地點	n	平均數	標準差	t 值	自由度	P
有效網面 面積(cm ²)	菜金橋	23	353.11	131.74	-1.01	27.00	0.32
	半屏山	6	418.93	180.31			
pH 值	菜金橋	23	4.59	0.93	-4.78**	15.50	0.00
	半屏山	6	5.92	0.49			
強韌度(mm)	菜金橋	23	28.85	5.96	-2.87**	27.00	0.01
	半屏山	6	36.67	5.89			

** P<0.01

(表二) 野外簷下姬鬼蛛網有效網面積、pH 值及強韌度之間的相關

		面積(cm ²)	pH 值	強韌度(mm)
面積(cm ²)	Pearson 相關 (r)			
	P			
	N			
pH 值	Pearson 相關 (r)	0.02		
	P	0.92		
	N	29		
強韌度(mm)	Pearson 相關 (r)	0.26	0.45*	
	P	0.17	0.01	
	N	29	29	

* P<0.05

(三) 菜金橋右岸與半屏山簷下姬鬼蛛網之有效網面面積、強韌度、pH值分析比較

菜金橋與半屏山兩地區蜘蛛網的有效網面積沒有顯著差異，而兩地的pH值與強韌度，則都有顯著的差異，且都是半屏山高於菜金橋(表一)。而蜘蛛網的pH值與強韌度有顯著的相關($r=0.45$, $P<0.05$)，但是有效網面積與pH值、強韌度都沒有顯著的相關(表二)。

二、探討簷下姬鬼蛛離開原棲息地(菜金橋)的適應時間：

(一) 食物來源比較

1. 分別以蟋蟀、飛蛾類、蚱蜢、他種小蜘蛛餵食，發現簷下姬鬼蛛較喜歡飛行類昆蟲，如蛾類。
2. 簷下姬鬼蛛進食時，先會攫取獵物，吐絲將其獵物包裹，再吸取獵物之體液，若獵物具外骨骼，將置於口器外。



(照片十)抓住獵物



(照片十一)吐絲束縛獵物



(照片十二)吸取獵物的體液

(二) 實驗室簷下姬鬼蛛的觀測

1. 2/28 日由菜金橋取樣回實驗室後，放入所準備之飼養箱中，每天紀錄簷下姬鬼蛛結網情況及結網半徑(表三)。
2. 發現其結網時間由原本的(5 : 00pm~8 : 00pm)改為(12 : 00pm~3 : 00pm)。
3. 前十天(2/28~3/9)六隻蜘蛛皆無結網，到了第十天(3/10)，在適應該飼養空間、光照週期、食物材料後，實驗室中一號蜘蛛始正常結網。

三、模擬在不同廢氣體積環境下，簷下姬鬼蛛結網情形

(一) 最大有效網面面積之測定(圖七)

顯示廢氣體積的多寡，和有效網面面積無絕對關係。

(二) 蛛網強韌度的測定(圖八~十一)

1. 顯示同一蜘蛛，在同一半徑的蜘蛛網網面上，隨著該圈蛛網的不同邊長，會有不同的強韌度。

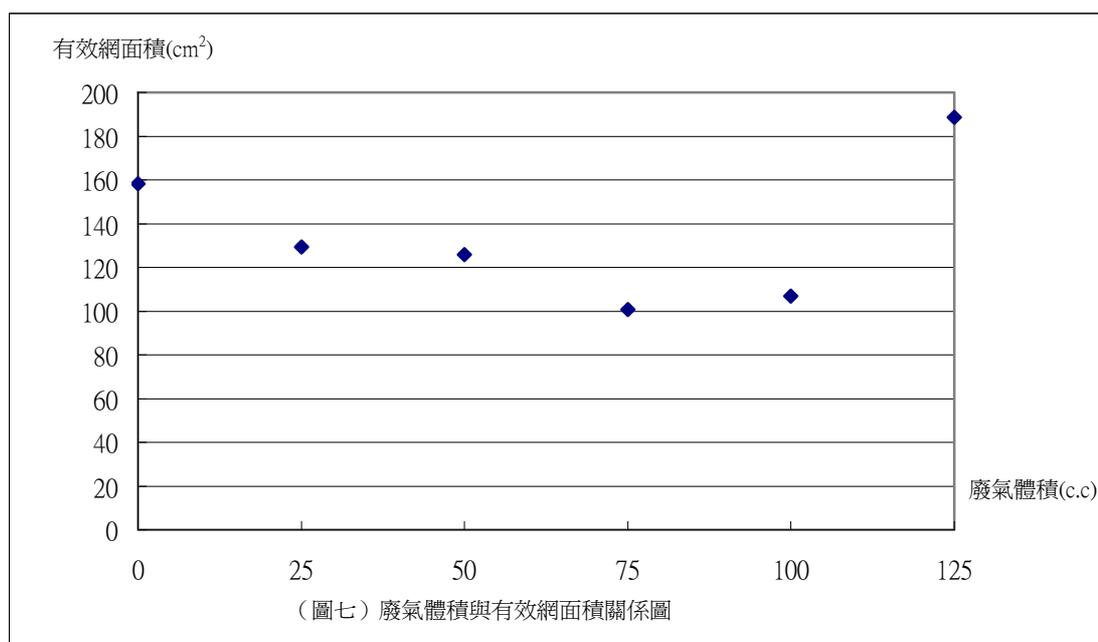
- 由 Excel 軟體估算出廢氣量與強韌度的線性關係，顯示廢氣量多寡與強韌度大小具有顯著負相關。

(三) 蛛網 pH 值的測定(圖十二)

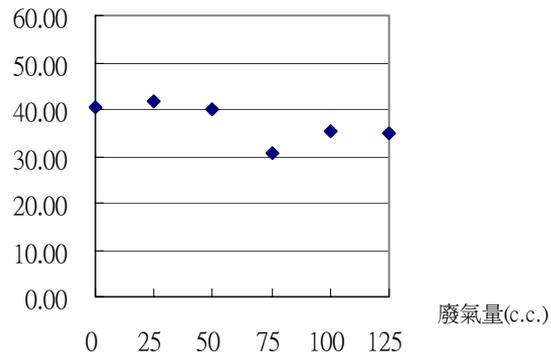
- 由 Excel 軟體估算出廢氣量與 pH 的線性關係，顯示廢氣量多寡與 pH 大小具有顯著負相關。

(表三)菜金橋簷下姬鬼蛛取樣回實驗室至適應環境之關係表格，其中 2/28~3/9 間，六隻蜘蛛皆無結網，並於 3/22 後，六隻蜘蛛皆正常結網。

有效網面半徑單位(cm)												
編號	一		二		三		四		五		六	
日期	結網	蛛網										
	情況	半徑										
3月10日	結網	9.00	未結網	0.00	未結網	0.00	結網	6.00	未結網	0.00	未結網	0.00
3月12日	結網	9.00	未結網	0.00	未結網	0.00	結網	6.00	不規則	0.00	不規則	0.00
3月14日	未結網	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	未結網	0.00
3月16日	未結網	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	未結網	0.00
3月18日	不規則	0.00	不規則	0.00	不規則	0.00	結網	3.00	不規則	0.00	結網	6.50
3月20日	不規則	0.00										
3月22日	結網	8.00	結網	7.50	結網	7.50	結網	9.00	結網	9.00	結網	6.50

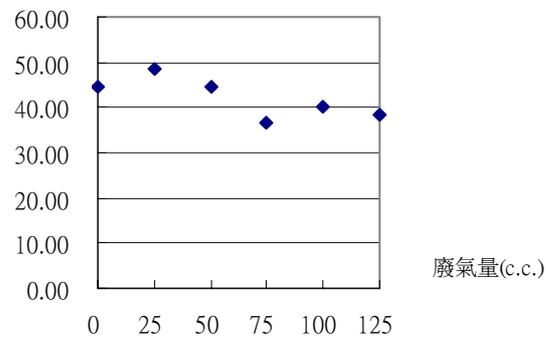


強韌度(mm)



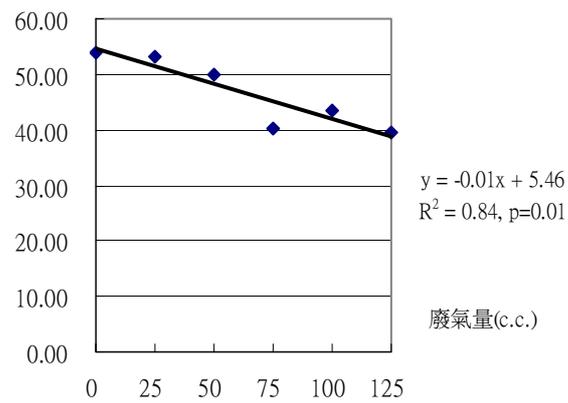
(圖八) 邊長約為2.0cm簷下姬鬼蛛網的強韌度

強韌度(mm)

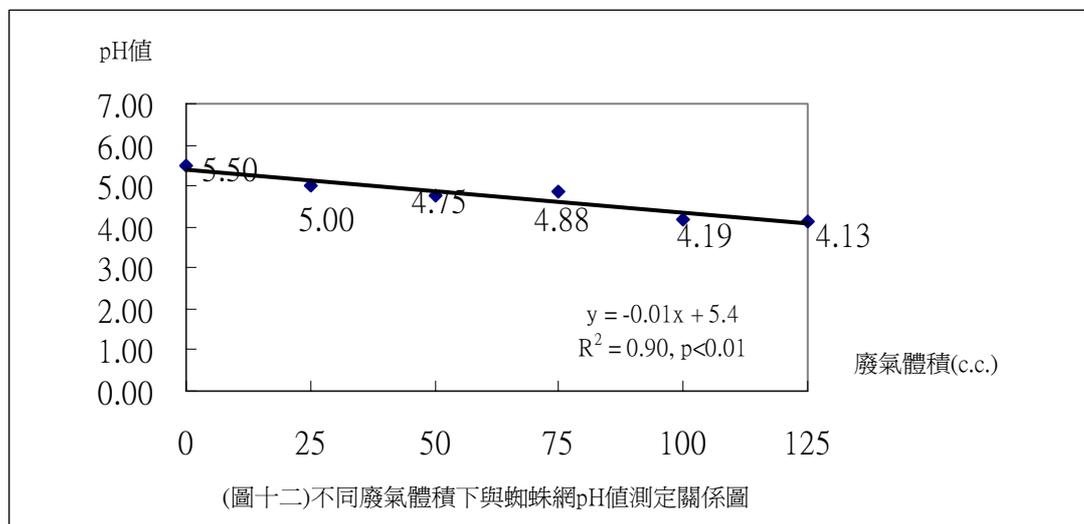
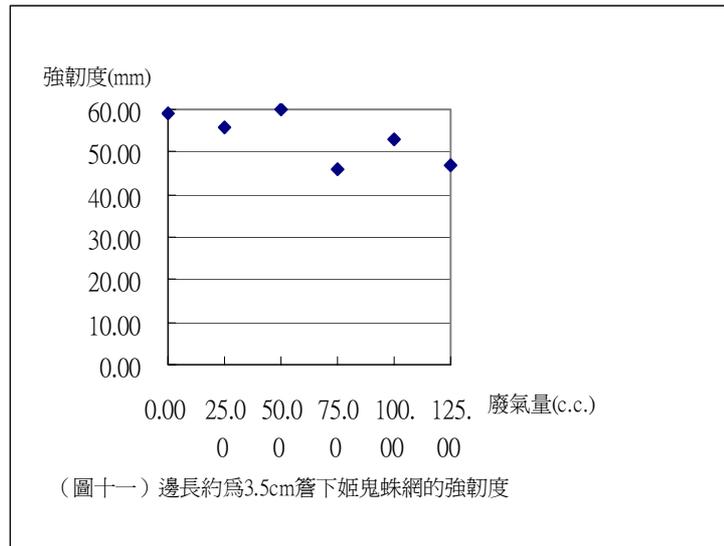


(圖九) 邊長約為2.5cm簷下姬鬼蛛網的強韌度

強韌度(mm)



(圖十) 邊長約為3.0cm簷下姬鬼蛛網的強韌度



柒、討論

一、菜金橋沿岸及半屏山的簷下姬鬼蛛分佈狀況及結網情形

1. 俄羅斯生物學家，對常在公路橋樑護欄上結網的蜘蛛進行研究，發現該處蜘蛛體內積聚大量汽車廢氣有毒成分，而影響蜘蛛結網能力和行爲(大公網訊，民93)。根據「高雄市環保署左營空品測站」的空氣品質測站資料：民國93年至民國94年三月止，總碳氫化合物濃度高達2.15ppm、懸浮微粒平均97.43($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，而菜金橋正位於鼎金交流道附近，交通非常繁忙，空氣污染嚴重，推測會影響當地蜘蛛網性質。
2. 就菜金橋左岸及右岸討論簷下姬鬼蛛族群分佈狀況，發現右岸簷下姬鬼蛛在實地廢氣濃度差異甚小的情況下時，隻數大於左岸，推測可能是由於燈光的關係，右岸燈光較為明亮且

數量較多，左岸僅具四盞路燈，由於昆蟲之向光性，較容易集中於燈源充足的右岸，而簷下姬鬼蛛正採此食物來源充裕的條件，因此大多分佈於右岸所以我們在比較菜金橋沿岸與半屏山簷下姬鬼蛛網性質的實驗中，是採自菜金橋右岸沿途的蛛網作為實驗材料。而大中系統交流附近的燈火通明，離菜金橋越近的地區越明亮，因此距離菜金橋60 公尺以上地區就很少有簷下姬鬼蛛分佈。

- 3.根據簷下姬鬼蛛網的大小視其結網地點寬敞程度而定（陳，民 92），在菜金橋及半屏山上測量簷下姬鬼蛛網有效面積，發現兩地簷下姬鬼蛛網的面積與其所生長的环境空氣品質並無顯著差異（表一、二），因而推測簷下姬鬼蛛網之有效面積可能與其生長的空間有關（適宜結網空間有適當的著力點），與廢氣濃度並無直接關係。
- 4.菜金橋由起測點至下游約 100 公尺左右，簷下姬鬼蛛網強韌度逐漸增加。再者半屏山上平均強韌度約為 36.67mm，菜金橋沿岸平均強韌度 28.85mm，推測空氣污染嚴重程度會影響簷下姬鬼蛛結網的強韌度。
- 5.菜金橋由起測點往下游約 100 公尺左右，簷下姬鬼蛛網pH值有上升趨勢。再者半屏山上平均pH約為 5.92，菜金橋沿岸平均pH為 4.59（起始點最靠近大馬路，其pH達 3.5）。顯示簷下姬鬼蛛在不同的空氣環境，以及會吃掉自己的網子以便回收蛋白質的生理條件影響下，簷下姬鬼蛛網的酸鹼度，會隨所在環境空氣污染程度而受影響。
- 6.兩地的 pH 值與強韌度有顯著的差異，且都是半屏山高於菜金橋（表一），顯示在空氣環境較好的環境，蛛網的 pH 值偏中性而強韌度較強。野外蜘蛛網的 pH 值與強韌度有顯著的相關（ $r=0.45$ ， $P<0.05$ ）（表二），因此由兩者性質將可作為判定該地空氣品質的指標之一。

二、自菜金橋沿岸抓回實驗室的簷下姬鬼蛛，其適應狀況

- 1.結網性蜘蛛的視力不佳，所以必須靠網的動靜來探知是否有獵物（陳，民 92），再加上在菜金橋觀察發現簷下姬鬼蛛偏愛攝食飛行性昆蟲，因此我們分別以蟋蟀、飛蛾類、蚱蜢、他種蜘蛛等校園常見小型節肢動物餵食，發現簷下姬鬼蛛偏愛飛蛾類。
- 2.蜘蛛結網時對光線十分敏感，只要有光干擾立即停止結網動作（陳，民 92），一開始由菜金橋沿岸抓回實驗室飼養，簷下姬鬼蛛沒有結網行為，改放入恆溫箱控制其生長環境條件，發現在實驗室飼養的簷下姬鬼蛛約過十天後，開始適應實驗室調整的光線週期，並正常結網（約中午十二點半至下午三點），顯示簷下姬鬼蛛，在改變生長條件後，仍可以適應不同的生長環境，並展現正常生理習性。
- 3.菜金橋沿岸的簷下姬鬼蛛，以母蛛分佈數量較多也較容易發現，因此我們從實地抓回實驗室飼養的蜘蛛全以母蛛為主。

三、在不同體積機車廢氣環境下，所生存的簷下姬鬼蛛

- 1.在實驗室飼養的六組簷下姬鬼蛛，其結網的有效網面面積與所灌入廢氣體積無絕對關係，符合在菜金橋及半屏山上的實地調查結果，有效網面面積與生長的空氣環境品質無絕對關係。
- 2.在實驗室飼養的六組簷下姬鬼蛛，依照所灌入氣體體積的多寡，擷取相同邊長的網絲測取強韌度，顯示廢氣體積較低的網絲具有較高的強韌度，符合在菜金橋及半屏山上的實地調查結果，生長的空氣環境品質會影響其結網的強韌度，此外由(圖八~十一)發現同一半徑有效網面邊長越長強韌度越強，推測與該蜘蛛網結構有關。
- 3.在實驗室飼養的六組簷下姬鬼蛛，所灌入廢氣體積越多，簷下姬鬼蛛網pH值越低，偏酸性；符合在菜金橋及半屏山上的實地調查結果，顯示生長的空氣環境品質的確會影響其結網的酸鹼值。

捌、結論

一、本研究主要發現

- 1.廢氣濃度與簷下姬鬼蛛網有效網面積無直接關係。
- 2.強韌度的測量
 - (1)半屏山上簷下姬鬼蛛網強韌度高於菜金橋沿岸。
 - (2)實驗室中飼養箱內廢氣體積越多，簷下姬鬼蛛網絲強韌度越低。
 - (3)因為簷下姬鬼蛛網不一定是呈同一平面的，因此修正實驗的方法：將要測定的簷下姬鬼蛛網兩側用線香燒斷，這樣便不會有扯起全部網的困擾。
3. pH 值的測量
 - (1)半屏山簷下姬鬼蛛網pH值高於菜金橋沿岸。
 - (2)實驗室中飼養箱內廢氣體積越多，簷下姬鬼蛛網絲 pH 值越低。
- 4.簷下姬鬼蛛結網極易受到光線的影響，因此將蜘蛛改放入可設定溫度、光照時間、溼度的恆溫箱內，隨即改善其結網問題。

二、未來展望

(一) 改進方法

- 1.希望能找到特定溶液直接溶解蜘蛛絲，可進一步使用 pH meter 來測出更準確的 pH 值，便能更進一步驗證我們的推測。
- 2.未來若從同一隻簷下姬鬼雌蛛所產的卵中取幼蛛開始培養，這樣便能降低不同親代所產生的幼蛛歧異度的影響。

3.未來能多增加幾個實驗測點，使實驗的數據更準確，來驗證我們的實驗結果。

(二) 應用

- 1.未來發展出一套生物檢測的方法，利用測量簷下姬鬼蛛網強韌度、測定 pH 值，來反推當地環境的空氣品質。
- 2.能做其他種蜘蛛的蜘蛛網測定，發展出類似簷下姬鬼蛛的生物檢測方法。

玖、參考資料

- 一、八木沼健夫(民 63 年)。原色日本蜘蛛類大圖鑑(127-129 頁)。保育社出版社
- 二、任淑仙(民 84)。無脊椎動物學(114-132 頁)。臺北市:淑馨。
- 三、朱耀沂(民 92)。蜘蛛博物學。臺北市:大樹文化。
- 四、李晏頡(民 85)。國立花蓮高級中學。美崙山結網性蜘蛛之初步研究。第 36 屆中小學科展花東區第三名。
- 五、林金盾、鄭湧涇(民 83)。絢麗多彩的生命(60-70 頁)。臺北市:銀禾。
- 六、陳乙仁、蔡佩娟(民 92)。高雄市立左營高級中學。半屏山之簷下姬鬼蛛的研究。美國第五十四屆國際科技展覽會動物學科第一名。
- 七、陳仁杰(民 91)。台灣蜘蛛觀察入門。高雄市:串門。
- 八、陳世煌(民 90)。台灣常見蜘蛛圖鑑(201-202 頁)。臺中縣:行政院農委會。
- 九、陳建勳、楊鈞豪、白鎮豪、石聿恆(民 90)。國立花蓮高級中學。中型銀腹蜘蛛的結網行為與生態適應的探討。第 41 屆全國科學展覽高中組生物科第二名。
- 十、楊冠政(民 92)。基礎生物(150-154)。龍騰文化出版社。
- 十一、N. A Campbell (民 88)譯者李家維等。Biology 生物學上冊(632-634 頁)。臺北市:偉明。
- 十二、Cecie Starr,Ralph Taggart (民 88)譯者丁澤民等。Biology 生物學下冊(664-666 頁)。臺北縣:藝軒。
- 十三、白美蜀(民 88 年)蘊藏殺機的婚禮。發現月刊，34。民 94 年 2 月 26 日，取自：
http://www.ytlee.org.tw/publish/find/menu_show.asp?period=34。
- 十四、汽車尾氣威脅蜘蛛生存(民 93 年 10 月 20 日)。大公網訊。民 94 年 2 月 26 日，取自：
<http://www.takungpao.com/news/2004-10-20/YM-319690.htm>。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高中組 生物(生命科學)科

040712

法網“灰灰”疏而不漏-空氣污染對簷下姬鬼蛛的結網影響

高雄市立新莊高級中學

評語：

1. 測量 pH 有更精確的方法。廣用指示劑一般只能得到粗略的數值，況且不可能測得小數以下二位
2. 若能改進一些小瑕疵，則可能具有環保應用的價值。