

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

030308

蚊所未聞

學校名稱：高雄縣立鳳甲國民中學

作者： 國一 李健瑀 國一 傅子軒	指導老師： 陳朝聖 柯淑英
-------------------------	---------------------

關鍵詞：蚊子、趨性、驅蚊

壹、摘要：

白腹叢蚊 (*Armigeres subalbatus*) 於圓柱壓克力管的測試中，將測試物置於 IV 區，計算 30 分鐘後 I 區中白腹叢蚊的分布百分比為吸引率，IV 區中白腹叢蚊的分布百分比為逃避率，並以空管實驗的 35% 為基準點進行實驗，結果可發現對白腹叢蚊具吸引效果的測試項目，依序排列為：乾冰 > 橙光 > 中光度 (500 lux) > 高光度 (1300 lux) 下黑暗，對白腹叢蚊具排斥效果的測試項目，依序排列為防蚊液 > 橘皮 > 蚊香 > 超音波 > 驅蚊燈泡 > 電磁波 > 高溫 > 燃燒茶葉 > 氧氣。

貳、動機：

在跟同學、家人一起時，總是有些人很容易被蚊子叮，有些人比較不會。好奇的我們在詢問生物老師後，得知蚊子會依據許多牠所喜愛或討厭的東西而有趨近或遠離的行為，生物課又剛好教過動物行為中的趨性，我們覺得蚊子是不是會對某些氣體或顏色等，例如二氧化碳、氧氣、紫色...而有所選擇，甚至因此可以找出蚊子的負趨性，來防止蚊子的叮咬。所以我們決定要一探蚊子趨性的奧妙！

參、實驗器材與藥品：

白腹叢蚊 (若干隻)、特製壓克力管 (長度 2m，直徑 9cm)、燒杯、1000ml 錐型瓶、培養皿、酵母片、解剖顯微鏡、密封袋、碼表、數位相機、玻璃紙 (紫色、橙色)、吹風機 (牌子：達新牌 TS-1280)、溫度計、電蚊燈 (牌子：大同)、工業用電扇、電磁波測量器、光度計、60 瓦日光燈泡、驅蚊燈泡、超音波驅蚊器 (牌子：BYE BYE MOS)、乙醚、酒精、大理石、50% 鹽酸、3% 雙氧水、西洋梨、蚊香 (鱷魚牌)、防蚊液 (歐護牌)、乾燥橘皮、乾燥茶葉、乳酸飲料 (統一 AB)

肆、研究方法：

一、實驗蚊子的捕捉與培養：

於校園水溝中撈取含有孑孓積水（圖一），培養於錐型瓶中（圖二）；定時以酵母片餵食孑孓；待累積至蚊子定量後，以塑膠袋套取，丟入沾乙醚棉花，使之麻醉（圖三），再置於解剖顯微鏡下區分公母（雄蚊的觸鬚呈羽毛狀，母蚊則沒有，圖四），分置於收集瓶中；後期因乙醚麻醉常導致蚊子死亡，改以飼養瓶口相對，直接將蚊子趕入管中；實驗完則將蚊子以電蚊拍電昏，置入集屍瓶中。我們所採集的蚊子，經鑑定為白腹叢蚊（*Armigeres subalbatus*）



圖一：收集蚊子



圖二：利用錐型瓶培養孑孓



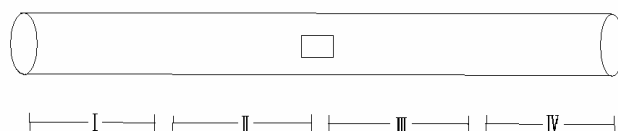
圖三：麻醉蚊子



(圖四：白腹叢蚊雌雄特徵辨認近照，左為母蚊，右為公蚊)

二、實驗管設計：

委託製作壓克力管（長度 2m，直徑 9cm），在中間開一小口，用透明玻璃紙蓋住，以控制蚊子進出；兩端開口，以罩子罩住，後來為實驗方便，改以 1000ml 燒杯罩住；並將管子分成四區（I、II、III、IV）。



圖五：實驗管設計

三、空管實驗：

先將實驗管置於實驗室中較對稱位置，去除雜物，再測量週遭電磁波，以求得相同環境指數；後置入定量蚊子，觀察在 30 分鐘內每隔 5 分鐘的分布，記錄四區中公母分佈的數量。後因光線影響，將燈光全暗，以手電筒觀察蚊子分布，數蚊者並盡量穿著暗色服裝，減少干擾。若在計算中有飛行蚊子，則不予計算。考慮蚊子活動高峰時間，因此實驗儘量於下午時段進行。

四、光線實驗：

〈一〉、燈泡測試：以 2 顆 60 瓦燈泡照射 III、IV 區，用黑紙包住 I、II 區，觀察蚊子分布。

〈二〉、驅蚊燈泡測試：以驅蚊燈泡照射 III、IV 區，用黑紙包住 I、II 區，觀察蚊子分布。

〈三〉、紫外光燈泡測試：以紫外燈滅蚊燈所發出的紫外光照射 III、IV 區，用黑紙包住 I、II 區，觀察蚊子分布。

〈四〉、紫色玻璃紙測試：以 2 顆 60 瓦燈泡照射 III、IV 區，再以紫色玻璃紙包覆，並用黑紙包住 I、II 區，觀察蚊子分布。

〈五〉、橙色玻璃紙測試：以 2 顆 60 瓦燈泡照射 III、IV 區，再以橙色玻璃紙包覆，並用黑紙包住 I、II 區，觀察蚊子分布。



圖六：紫外燈測試



圖七：紫色玻璃紙測試。



圖八：橙色玻璃紙測試

五、超音波實驗：

將超音波驅蚊器置於IV區，將波段開至最高（10段）；於黑暗中觀察蚊子的分布。

六、溫度實驗：

〈一〉. 高溫測試：用吹風機吹熱風入IV區，並於 I 及IV區各置入相同溫度計，隨時記錄溫度變化。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈二〉. 低溫測試：用燒杯盛冰塊於IV區，於 I 區放入相同燒杯，並於 I 及IV區各置入相同溫度計，隨時記錄溫度變化。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

七、電磁波實驗：

用吹風機製造電磁波，將吹風機開至最大段，置於IV區外，緊臨壓克力

管；並先以電磁波計記錄管內各區中段的電磁波量（I區 0 毫高斯、II區 0 毫高斯、III區 1 毫高斯、IV區中段 25 毫高斯、離電磁波最近的 50 毫高斯）。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。（圖七）



圖九：電磁波測試

八、空氣分子實驗：

〈一〉.二氧化碳測試：取燒杯內置大理石，滴入 5ml 濃鹽酸，置於IV區，再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量大理石。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈二〉.二氧化碳測試：取燒杯內置約 3 克乾冰，置於IV區，再於 I 區置入相同培養皿。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈三〉.氧氣測試：取培養皿內置西洋梨，滴入 35%雙氧水 5ml，置於IV區，再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量西洋梨。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

九、氣味分子實驗：

〈一〉.蚊香測試：取培養皿內置點燃蚊香，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量蚊香；後因蚊香於管中容易熄滅，故改以大燒杯於點燃蚊香上方盛接香煙 5 分鐘後，再罩入實驗管中。而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈二〉.防蚊液測試：取培養皿內置棉花，沾染防蚊液，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量棉花；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈三〉. 橘子皮測試：取培養皿內置點燃橘子皮，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量橘子皮；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈四〉. 茶葉測試：取培養皿內置點燃乾燥茶葉，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內置相同重量茶葉；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈五〉. 乳酸飲料測試：取培養皿內置乳酸飲料，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內不置任何東西；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

〈六〉. 乳酸測試：取培養皿內置 50% 乳酸，置於IV區；再於 I 區置入相同培養皿，內不置任何東西；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

十、人體排汗實驗：

尋找體重類似個體（40kg、50kg），一人作 20 分鐘運動至流汗，以毛巾擦拭，而後保存於封口袋內；置於IV區內，I 區則放入相同條件的毛巾；而後於黑暗中觀察蚊子的分布。

十一、「吸引率」與「逃避率」之定義：

若以 30 分鐘後 I 區中蚊子的分布百分比為「吸引率」，公式如下：

$$\text{吸引率(\%)} = \frac{\text{I 區中發現之蚊子數}}{\text{所有蚊子數}} \times 100\%$$

30 分鐘後IV區中蚊子的分布百分比為「逃避率」，公式如下：

$$\text{逃避率(\%)} = \frac{\text{IV 區中發現之蚊子數}}{\text{所有蚊子數}} \times 100\%$$

測試物置於IV區，可用以比較不同測試物質對蚊子的影響。

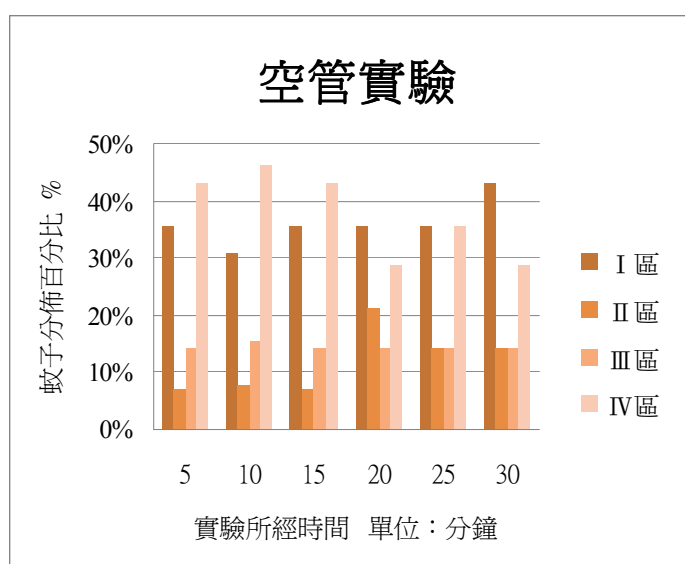
伍、結果：

一、空管實驗：

於黑暗中操作，管中不置放任何測試因子，可見蚊子族群（ $n=14$ ，♀/♂=7/7，IV為測試區， 22°C ，6：10PM，3月6號）分佈如圖，明顯集中分布於 I（43%）和 IV（28%）區，可見無環境因子影響下，蚊子仍舊趨向於兩側；但兩者差異不大，可見環境無明顯差異因子。

實驗一：空管測試分佈($n=14$ ，♀/♂=7/7，IV為測試區， 22°C ，PM6:10)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	
5分鐘	3	2	5	35.7%	1	0	1	7.1%	0	2	2	14.3%	3	3	6	42.9%	14
10分鐘	2	2	4	30.8%	1	0	1	7.7%	0	2	2	15.4%	3	3	6	46.2%	13
15分鐘	3	2	5	35.7%	1	0	1	7.1%	0	2	2	14.3%	3	3	6	42.9%	14
20分鐘	3	2	5	35.7%	1	2	3	21.4%	0	2	2	14.3%	3	1	4	28.6%	14
25分鐘	3	2	5	35.7%	1	1	2	14.3%	0	2	2	14.3%	3	2	5	35.7%	14
30分鐘	3	3	6	42.9%	1	1	2	14.3%	0	2	2	14.3%	3	1	4	28.6%	14



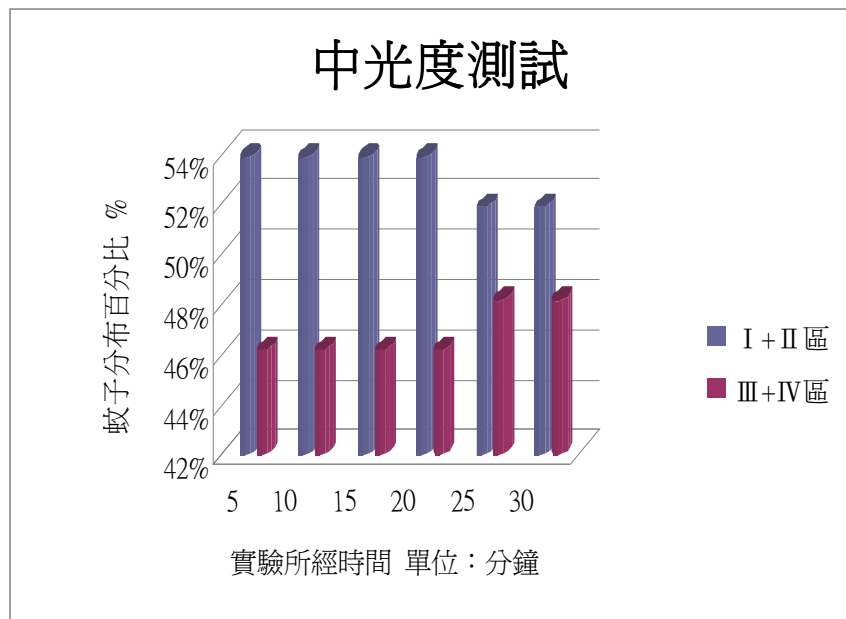
二、光線實驗：

〈一〉.燈泡測試：

中光度（500lux）下測試蚊子族群分佈（n=26，♀/♂=11/15，Ⅲ、Ⅳ為測試區，24℃，2：00PM，2月9號），ⅠⅡ區以黑紙包覆，因無法觀察計算，故分別以平均值和兩區總和作圖，如下圖所示；總體而言，黑暗中比例較高，但Ⅳ區則明顯有高達44%的吸引力。

實驗二：中光度測試分佈(n=26, 11/15, Ⅲ,Ⅳ為測試區, 24℃, PM2:00)

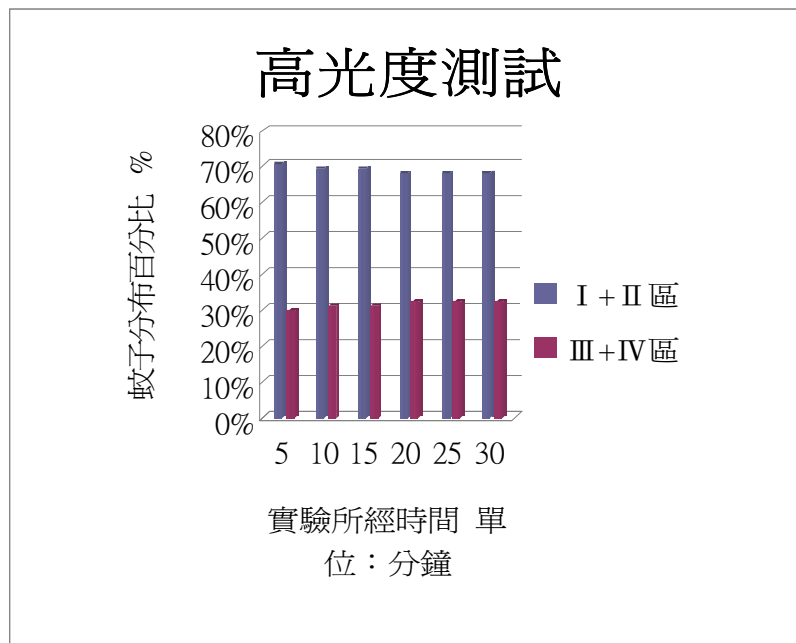
時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	6	8	14	53.8%	為遮光區				0	1	1	3.8%	5	6	11	42.3%	26
10分鐘	6	8	14	53.8%					0	1	1	3.8%	5	6	11	42.3%	26
15分鐘	6	8	14	53.8%					0	1	1	3.8%	5	6	11	42.3%	26
20分鐘	6	8	14	53.8%					0	1	1	3.8%	5	6	11	42.3%	26
25分鐘	6	8	14	51.9%					0	1	1	3.7%	5	7	12	44.4%	27
30分鐘	6	8	14	51.9%					0	1	1	3.7%	5	7	12	44.4%	27



高光度（1300lux）下測試蚊子族群分佈（n=26，♀/♂=11/15，Ⅲ、Ⅳ為測試區，24℃，3：10PM，3月9號），蚊子已出現厭光行爲，躲避於黑暗中比例中，比中光度下更高（70%>54%）；但與中光度相比，一樣Ⅳ區具有大量的吸引力（28%），但此吸引可能為兩側聚集的結果，而非光度的影響。

實驗三：高光度測試分佈(n=26, 11/15, Ⅲ,Ⅳ為測試區, 24℃, PM3:10)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	7	12	19	70.4%	為遮光區				0	1	1	3.7%	4	3	7	25.9%	27
10分鐘	7	11	18	69.2%					0	1	1	3.8%	4	3	7	26.9%	26
15分鐘	7	11	18	69.2%					0	1	1	3.8%	4	3	7	26.9%	26
20分鐘	7	10	17	68.0%					0	1	1	4.0%	4	3	7	28.0%	25
25分鐘	7	10	17	68.0%					0	1	1	4.0%	3	4	7	28.0%	25
30分鐘	7	10	17	68.0%					0	1	1	4.0%	3	4	7	28.0%	25

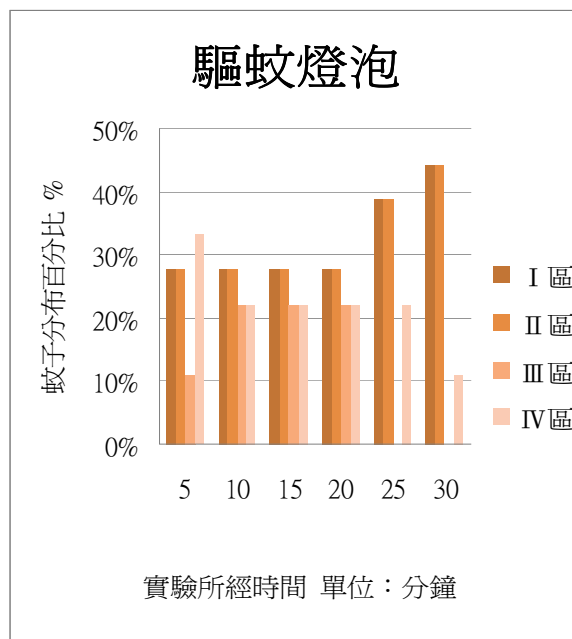


〈二〉.驅蚊燈泡測試：

用驅蚊燈泡照射，觀察蚊子族群分佈（n=9，♀/♂=2/7，I、II 區全黑，IV為測試區，23℃，9：30AM，2月4號），初期效果不明顯，但30分鐘後，大部分個體（88%）已躲至黑暗區，足見此燈泡具有驅蚊的效果，其逃避率平均為44%。

實驗四:驅蚊燈泡分佈(n=9, 2/7, I II 區全黑, IV為測試區, 23℃, AM:9:30)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	1	4	5	55.6%	為遮光區	0	1	1	11.1%	1	2	3	33.3%			9	
10分鐘	1	4	5	55.6%		0	2	2	22.2%	1	1	2	22.2%			9	
15分鐘	1	4	5	55.6%		0	2	2	22.2%	1	1	2	22.2%			9	
20分鐘	1	4	5	55.6%		0	2	2	22.2%	1	1	2	22.2%			9	
25分鐘	1	6	7	77.8%		0	0	0	0.0%	1	1	2	22.2%			9	
30分鐘	1	7	8	88.9%		0	0	0	0.0%	1	0	1	11.1%			9	

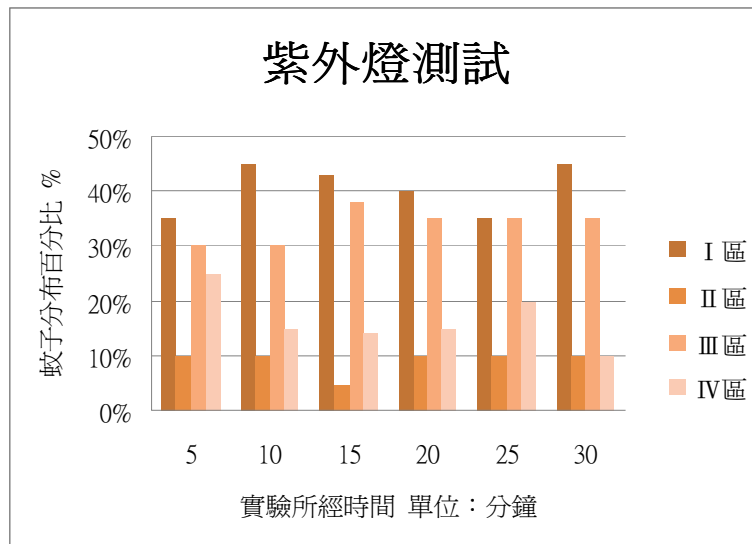


〈三〉.紫外燈泡測試：

用滅蚊燈所提供的紫外燈置放於IV區，I II區則未以黑紙包覆，觀察蚊子族群分佈（n=22，♀/♂=12/10，IV為測試區，24°C，4：10PM，2月4號），紫外燈可吸引公蚊，但卻可以對母蚊有逃避的效果。

實驗五:紫外燈測試分佈(n=22,12/10, IV為測試區, I、II未遮光,24°C,PM4:10)

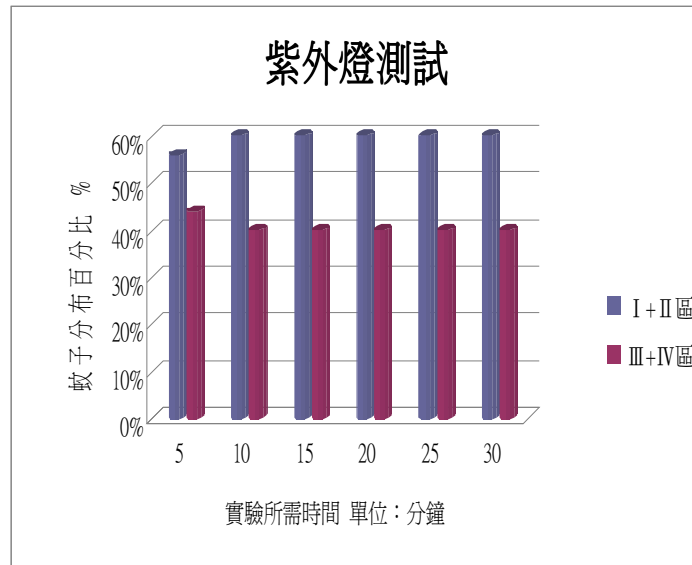
時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	3	4	7	35.0%	1	1	2	10.0%	4	2	6	30.0%	3	2	5	25.0%	20
10分鐘	5	4	9	45.0%	1	1	2	10.0%	5	1	6	30.0%	1	2	3	15.0%	20
15分鐘	5	4	9	42.9%	0	1	1	4.8%	6	2	8	38.1%	1	2	3	14.3%	21
20分鐘	4	4	8	40.0%	1	1	2	10.0%	5	2	7	35.0%	1	2	3	15.0%	20
25分鐘	4	3	7	35.0%	1	1	2	10.0%	5	2	7	35.0%	1	3	4	20.0%	20
30分鐘	5	4	9	45.0%	1	1	2	10.0%	6	1	7	35.0%	0	2	2	10.0%	20



再重覆紫外燈測試，改將 I II 區以黑紙包覆，觀察蚊子族群分佈 (n=25, ♀/♂=11/14, IV 為測試區, 24°C, 3:45PM, 2月4號), 與上個實驗相比, 紫外燈的吸引效果增加 (32% > 10%), 但 30 分鐘後, 蚊子對黑暗的選擇仍舊比紫外燈更具吸引力 (60% > 40%)。

實驗六：紫外燈測試分佈(n=25, 11/14, IV為測試區, I II全黑, 24°C, PM3:45)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	8	6	14	56.0%	為遮光區	0	2	2	8.0%	3	6	9	36.0%				25
10分鐘	8	7	15	60.0%		0	1	1	4.0%	3	6	9	36.0%				25
15分鐘	8	7	15	60.0%		0	1	1	4.0%	3	6	9	36.0%				25
20分鐘	8	7	15	60.0%		0	2	2	8.0%	3	5	8	32.0%				25
25分鐘	8	7	15	60.0%		0	2	2	8.0%	3	5	8	32.0%				25
30分鐘	8	7	15	60.0%		0	2	2	8.0%	3	5	8	32.0%				25

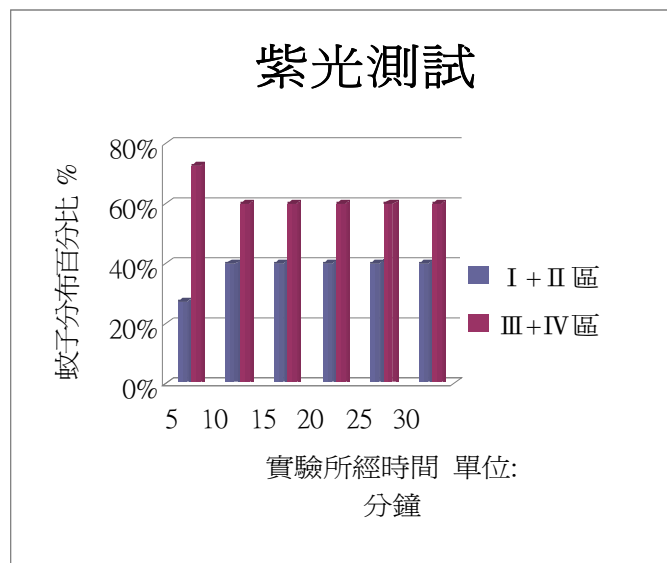


〈四〉. 紫色玻璃紙測試：

用紫色玻璃紙包覆實驗管，產生約 400~480nm 波長的光，測試蚊子族群的分佈 (n=10, ♀/♂=4/6, III IV 為測試區, 24°C, 2:10PM), 紫光對母蚊有吸引, 而對公蚊有排斥, 總體而言紫光對蚊子的吸引效果大於黑暗區 (60% > 40%)。

實驗七: 紫光測試分佈(n=10, 4/6, III IV 為測試區, 24°C, PM2:10)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	2	1	3	27.3%	為遮光區				0	1	1	9.1%	3	4	7	63.6%	11
10分鐘	1	3	4	40.0%					0	1	1	10.0%	3	2	5	50.0%	10
15分鐘	2	2	4	40.0%					1	0	1	10.0%	1	4	5	50.0%	10
20分鐘	1	3	4	40.0%					1	0	1	10.0%	2	3	5	50.0%	10
25分鐘	1	3	4	40.0%					1	1	2	20.0%	2	2	4	40.0%	10
30分鐘	1	3	4	40.0%					1	2	3	30.0%	2	1	3	30.0%	10

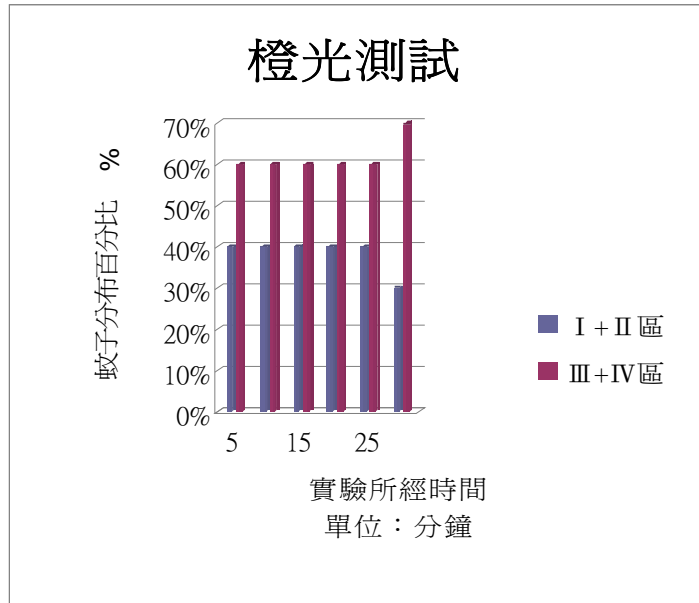


〈五〉. 橙光測試測試：

用橙色玻璃紙製造約 610~580nm 波長的光，蚊子族群的分佈 (n=10, ♀/♂=4/6, III IV 為測試區, 24°C, 2:50PM), 橙光對蚊子有明顯大於黑暗區的吸引力 (70% > 30%), 效果與紫光不相上下 (70% > 60%)。

實驗八: 橘光測試分佈(n=10, 4/6, III IV 為測試區, 24°C, PM2:50)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	2	2	4	40.0%	為遮光區				1	1	2	20.0%	1	3	4	40.0%	10
10分鐘	2	2	4	40.0%					1	2	3	30.0%	1	2	3	30.0%	10
15分鐘	2	2	4	40.0%					1	2	3	30.0%	1	2	3	30.0%	10
20分鐘	1	3	4	40.0%					1	1	2	20.0%	2	2	4	40.0%	10
25分鐘	2	2	4	40.0%					0	1	1	10.0%	2	3	5	50.0%	10
30分鐘	1	2	3	30.0%					1	1	2	20.0%	2	3	5	50.0%	10

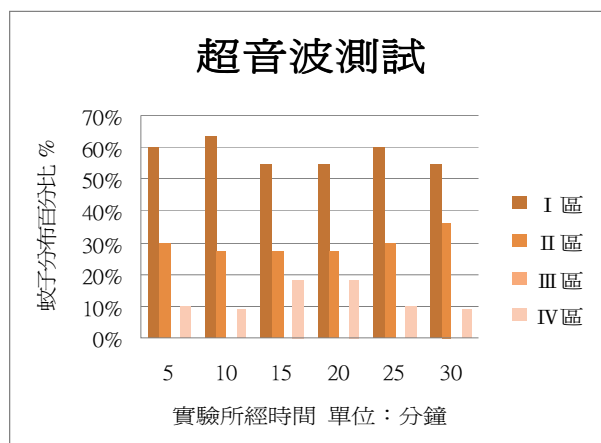


三、超音波實驗：

用超音波測試蚊子族群 (n=11, ♀/♂=4/7, IV為測試區, 24°C, 13:00PM, 2月4號), 如圖所示; 超音波對蚊子造成很大的驅逐性, 30分鐘後測試區只剩9%的族群。其逃避率為55%。但驅蚊器主要乃針對母蚊所做的設計, 所以對公蚊沒甚麼影響。若單以母蚊而言, 本實驗中僅有4隻母蚊, 於5分鐘後即躲至I區, 效果不錯。

實驗九: 超音波測試分佈(n=11, 4/7, IV為測試區, 24°C, PM13:00)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	4	2	6	60.0%	0	3	3	30.0%	0	0	0	0.0%	0	1	1	10.0%	10
10分鐘	4	3	7	63.6%	0	3	3	27.3%	0	0	0	0.0%	0	1	1	9.1%	11
15分鐘	4	2	6	54.5%	0	3	3	27.3%	0	0	0	0.0%	0	2	2	18.2%	11
20分鐘	4	2	6	54.5%	0	3	3	27.3%	0	0	0	0.0%	0	2	2	18.2%	11
25分鐘	4	2	6	60.0%	0	3	3	30.0%	0	0	0	0.0%	0	1	1	10.0%	10
30分鐘	4	2	6	54.5%	0	4	4	36.4%	0	0	0	0.0%	0	1	1	9.1%	11



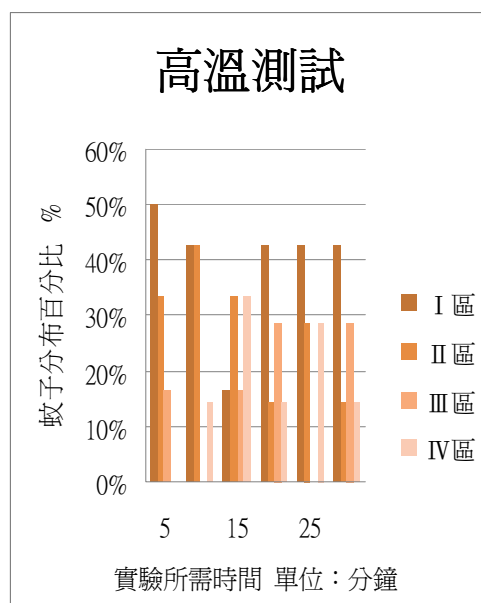
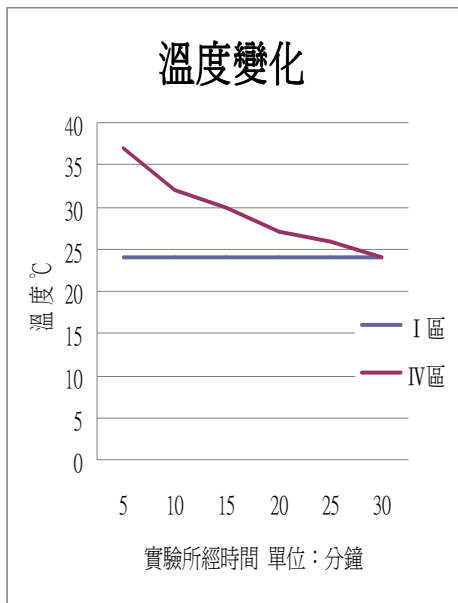
四、溫度實驗：

〈一〉.高溫實驗：

用吹風機製造高溫的空氣，測試對蚊子族群的影響分佈 (n=11, ♀/♂=4/7, IV為測試區, 24°C, 13:00PM, 2月6號), 溫度和結果如圖所示；一開始溫度很高時，蚊子都避開，隨著溫度下降至 30°C左右，蚊子慢慢往III IV區移動，由此可知 30°C以上的高溫對蚊子造成部份的驅離效果。

實驗十:溫度測試分佈(n=7, 5/2, I II區全黑, 24°C, PM13:00)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	3	0	3	50.0%	1	1	2	33.3%	1	0	1	17%	0	0	0	0.0%	6
10分鐘	2	1	3	42.9%	2	1	3	42.9%	0	0	0	0%	1	0	1	14.3%	7
15分鐘	1	0	1	16.7%	2	0	2	33.3%	0	1	1	17%	2	0	2	33.3%	6
20分鐘	2	1	3	42.9%	0	1	1	14.3%	2	0	2	29%	1	0	1	14.3%	7
25分鐘	2	1	3	42.9%	1	1	2	28.6%	0	0	0	0%	2	0	2	28.6%	7
30分鐘	2	1	3	42.9%	0	1	1	14.3%	2	0	2	29%	1	0	1	14.3%	7

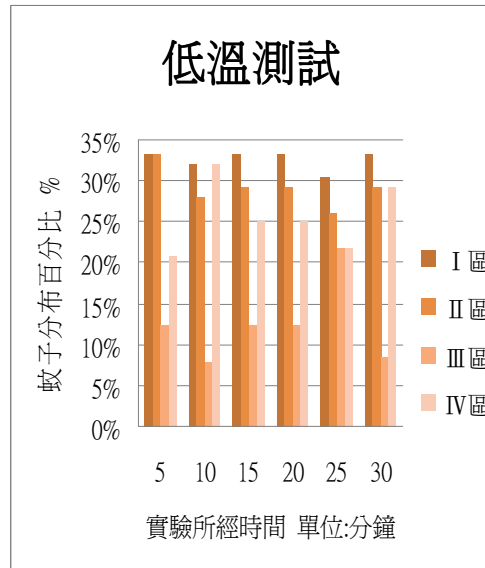
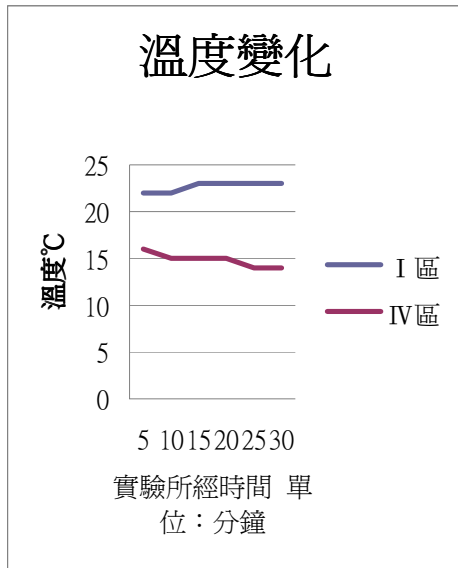


〈二〉.低溫實驗：

於冰塊所製造的低溫中，蚊子族群 (n=25, ♀/♂=11/14, IV為測試區, 24°C, 4:30PM) 的分布如下圖，由圖得知於兩側分布中，常溫仍佔有較大族群 (63% > 37%)，但差異不大，不如高溫明顯。

實驗十一：低溫測試分佈(n=25, ♀/♂=11/14, IV為測試區, 24°C, PM4:30)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	3	5	8	33.3%	4	4	8	33.3%	0	3	3	12.5%	1	4	5	20.8%	24
10分鐘	4	4	8	32.0%	4	3	7	28.0%	1	1	2	8.0%	1	7	8	32.0%	25
15分鐘	4	4	8	33.3%	4	3	7	29.2%	0	3	3	12.5%	1	5	6	25.0%	24
20分鐘	4	4	8	33.3%	4	3	7	29.2%	1	2	3	12.5%	1	5	6	25.0%	24
25分鐘	3	4	7	30.4%	4	2	6	26.1%	1	4	5	21.7%	1	4	5	21.7%	23
30分鐘	4	4	8	33.3%	4	3	7	29.2%	0	2	2	8.3%	1	6	7	29.2%	24

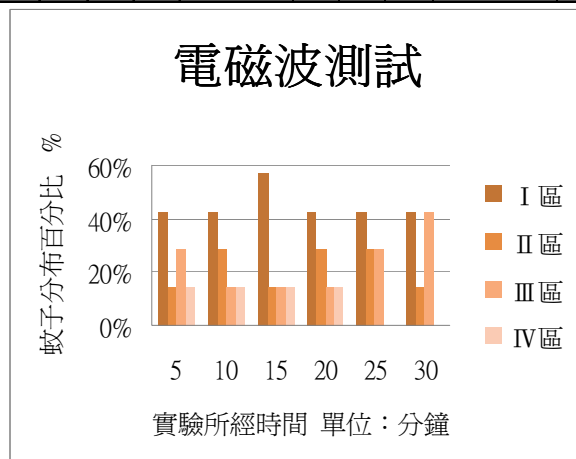


五、電磁波實驗：

由吹風機所製造的電磁波，經測量為 50 毫高斯，所造成蚊子族群 (n=7, ♀/♂=5/2, IV 為測試區, 2:20PM 2 月 6 號) 分布如下圖，於 20 分鐘後，無任何個體停留於 IV 區。其逃避率為 43%。

實驗十二：電磁波測試分佈(n=7, ♀/♂=5/2, IV為測試區, pm2:20)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	2	1	3	42.9%	1	0	1	14.3%	2	0	2	28.6%	1	0	1	14.3%	7
10分鐘	2	1	3	42.9%	1	1	2	28.6%	1	0	1	14.3%	1	0	1	14.3%	7
15分鐘	3	1	4	57.1%	0	1	1	14.3%	1	0	1	14.3%	1	0	1	14.3%	7
20分鐘	2	1	3	42.9%	1	1	2	28.6%	1	0	1	14.3%	1	0	1	14.3%	7
25分鐘	2	1	3	42.9%	1	1	2	28.6%	2	0	2	28.6%	0	0	0	0.0%	7
30分鐘	2	1	3	42.9%	0	1	1	14.3%	3	0	3	42.9%	0	0	0	0.0%	7



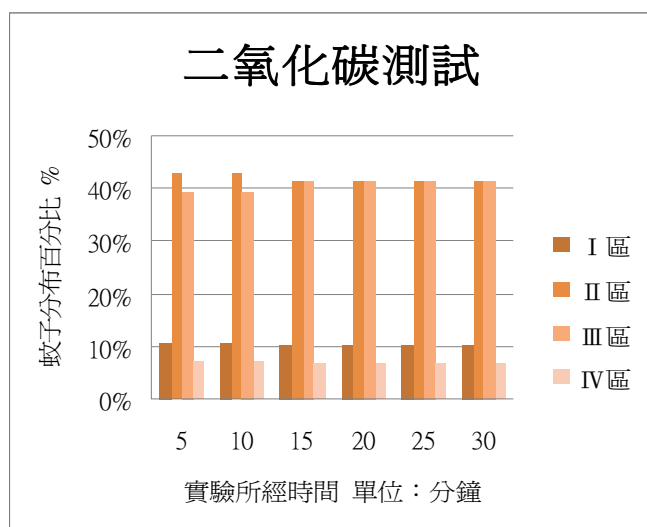
六、空氣分子實驗：

〈一〉、二氧化碳測試：

用鹽酸滴加大理石所產生的二氧化碳，測試蚊子族群分佈（n=29，8/21，IV為測試區，24°C，3：40PM，2月15號）如下圖，可看到蚊子分布呈兩極反應，並不趨近，也不逃離；改以乾冰所製造的二氧化碳測試蚊子族群分佈（n=11，♀/♂=10/1，IV為測試區，24°C，PM6：00，2月27號）如下圖，則呈現較明顯趨近效果，於30分鐘後可達55%。但乾冰造成的溫度下降，也有可能影響蚊子的分布。

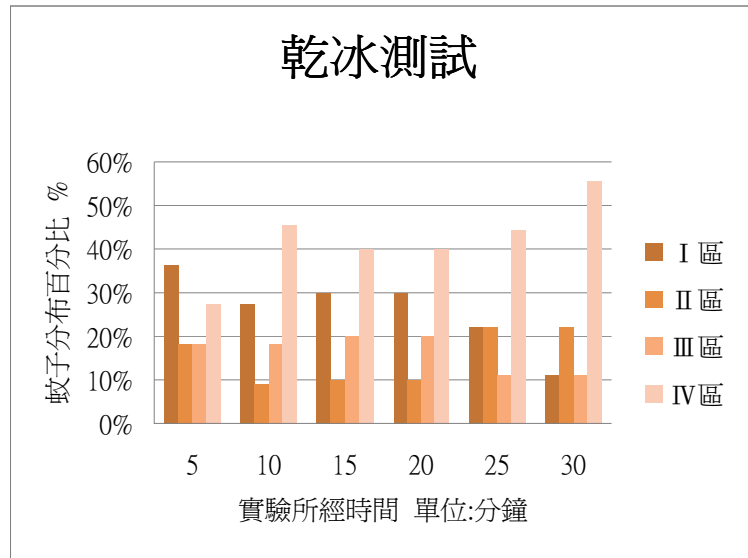
實驗十三：二氧化碳測試分佈(n=29, 8/21, IV為測試區, 24°C, PM3:40)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	1	2	3	10.7%	4	8	12	42.9%	4	7	11	39.3%	0	2	2	7.1%	28
10分鐘	1	2	3	10.7%	4	8	12	42.9%	3	8	11	39.3%	0	2	2	7.1%	28
15分鐘	1	2	3	10.3%	4	8	12	41.4%	3	9	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29
20分鐘	1	2	3	10.3%	4	8	12	41.4%	3	9	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29
25分鐘	1	2	3	10.3%	4	8	12	41.4%	3	9	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29
30分鐘	1	2	3	10.3%	4	8	12	41.4%	3	9	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29



實驗十四：乾冰測試分佈(n=11, ♀/♂=10/1, IV為測試區, 24°C, PM6:00)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	4	0	4	36.4%	1	1	2	18.2%	2	0	2	18.2%	3	0	3	27.3%	11
10分鐘	3	0	3	27.3%	0	1	1	9.1%	2	0	2	18.2%	5	0	5	45.5%	11
15分鐘	3	0	3	30.0%	0	1	1	10.0%	2	0	2	20.0%	4	0	4	40.0%	10
20分鐘	3	0	3	30.0%	0	1	1	10.0%	2	0	2	20.0%	4	0	4	40.0%	10
25分鐘	2	0	2	22.2%	1	1	2	22.2%	1	0	1	11.1%	4	0	4	44.4%	9
30分鐘	1	0	1	11.1%	1	1	2	22.2%	1	0	1	11.1%	5	0	5	55.6%	9

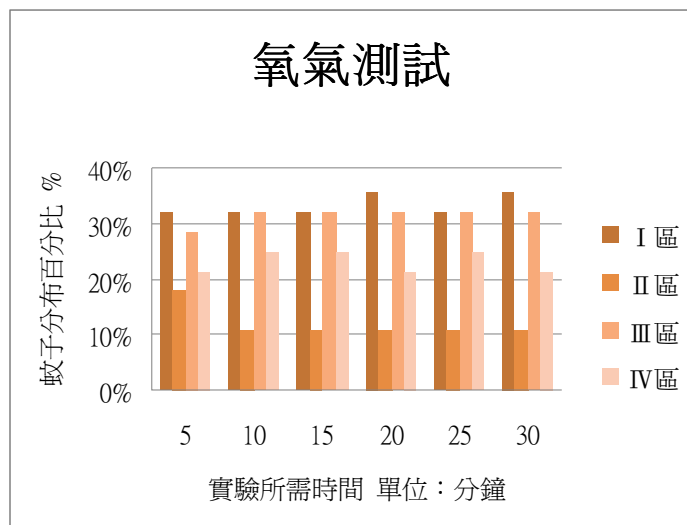


〈二〉、氧氣測試：

用雙氧水滴加組織所產生的氧氣，測試蚊子族群分佈 (n=28, 10/18, IV 為測試區, 24°C, 2:20PM, 2月15號)，如下圖，可知其分布並無明顯差異。

實驗十五：氧氣測試測試分佈(n=28,10/18, IV為測試區, 24°C, PM2:20)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	4	5	9	32.1%	1	4	5	17.9%	3	5	8	28.6%	2	4	6	21.4%	28
10分鐘	4	5	9	32.1%	1	2	3	10.7%	3	6	9	32.1%	2	5	7	25.0%	28
15分鐘	4	5	9	32.1%	1	2	3	10.7%	3	6	9	32.1%	2	5	7	25.0%	28
20分鐘	4	6	10	35.7%	1	2	3	10.7%	3	6	9	32.1%	2	4	6	21.4%	28
25分鐘	4	5	9	32.1%	1	2	3	10.7%	3	6	9	32.1%	2	5	7	25.0%	28
30分鐘	5	5	10	35.7%	1	2	3	10.7%	3	6	9	32.1%	1	5	6	21.4%	28



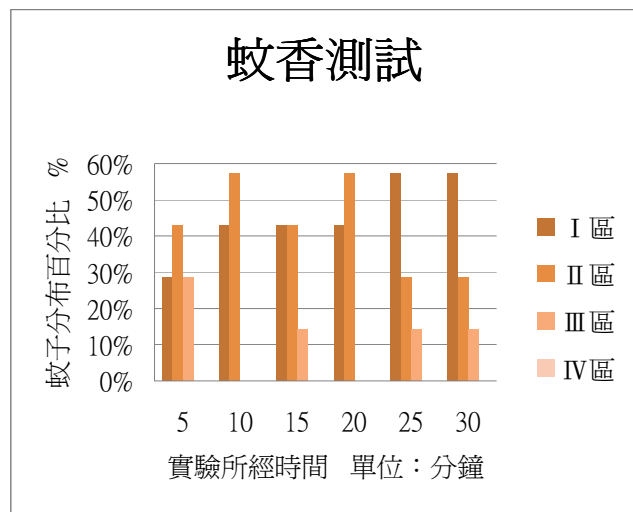
七、氣味分子實驗：

〈一〉、蚊香測試：

用燃燒的蚊香測試蚊子族群分布 (n=7, ♀/♂=5/2, IV 為測試區, 24°C, 3:10PM), 其分布如下圖, 蚊香對蚊子造成很明顯的驅離效果, 於 5 分鐘後, IV 區甚至已完全沒有蚊子分布; 其逃避率可達 57%。

實驗十六:蚊香測試分佈(n=7, 5/2, IV為測試區24°C, PM3:10)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	1	1	2	28.6%	2	1	3	42.9%	2	0	2	28.6%	0	0	0	0.0%	7
10分鐘	2	1	3	42.9%	3	1	4	57.1%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	7
15分鐘	2	1	3	42.9%	2	1	3	42.9%	1	0	1	14.3%	0	0	0	0.0%	7
20分鐘	2	1	3	42.9%	3	1	4	57.1%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	7
25分鐘	3	1	4	57.1%	1	1	2	28.6%	1	0	1	14.3%	0	0	0	0.0%	7
30分鐘	3	1	4	57.1%	1	1	2	28.6%	1	0	1	14.3%	0	0	0	0.0%	7

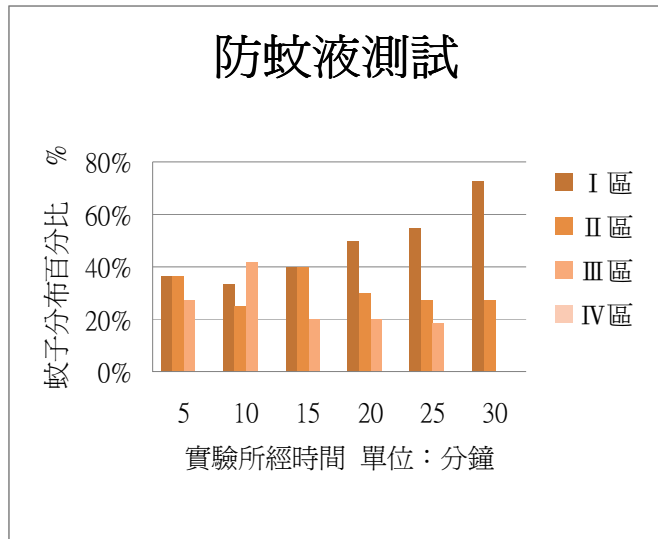


〈二〉、防蚊液測試：

用市售歐護品牌的防蚊液, 測試蚊子族群分布 (n=11, ♀/♂=7/4, IV 為測試區, 22°C, 7:00PM, 3月6號), 其分布如下圖, 公母蚊對防蚊液都有逃避的效果, 其逃避率可達 73%。

實驗十七:防蚊液測試分佈(n=11, ♀/♂=7/4, IV為測試區,22°C, PM7:00)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	3	1	4	36.4%	2	2	4	36.4%	0	3	3	27.3%	0	0	0	0.0%	11
10分鐘	3	1	4	33.3%	2	1	3	25.0%	1	4	5	41.7%	0	0	0	0.0%	12
15分鐘	3	1	4	40.0%	2	2	4	40.0%	0	2	2	20.0%	0	0	0	0.0%	10
20分鐘	3	2	5	50.0%	1	2	3	30.0%	0	2	2	20.0%	0	0	0	0.0%	10
25分鐘	3	3	6	54.5%	1	2	3	27.3%	0	2	2	18.2%	0	0	0	0.0%	11
30分鐘	6	2	8	72.7%	1	2	3	27.3%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	11

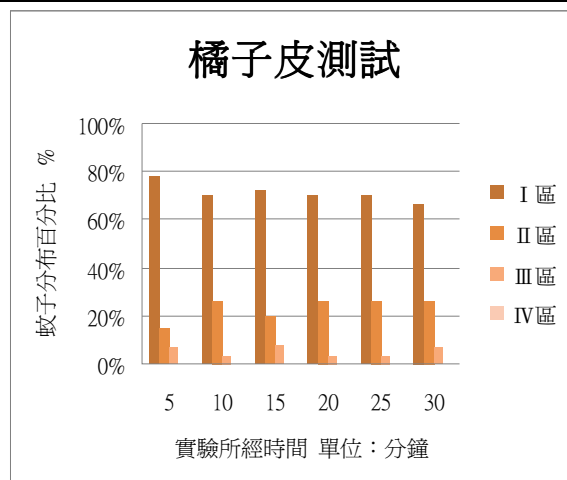


〈三〉、橘子皮測試：

利用燃燒的橘皮，測試蚊子族群分佈(n=25, ♀/♂=8 /19, IV為測試區, 24℃, 6:00PM), 其分布如下圖, 5 分鐘後即造成IV區無半個個體的分布, 顯示公母都有懼怕橘皮燃燒的氣味。

實驗十八：橘皮燃燒測試分佈(n=25, 8 /19, IV為測試區, 24℃, PM6:00)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	8	13	21	77.8%	0	4	4	14.8%	0	2	2	7.4%	0	0	0	0.0%	27
10分鐘	5	14	19	70.4%	3	4	7	25.9%	0	1	1	3.7%	0	0	0	0.0%	27
15分鐘	7	11	18	72.0%	1	4	5	20.0%	0	2	2	8.0%	0	0	0	0.0%	25
20分鐘	7	12	19	70.4%	1	6	7	25.9%	0	1	1	3.7%	0	0	0	0.0%	27
25分鐘	7	12	19	70.4%	1	6	7	25.9%	0	1	1	3.7%	0	0	0	0.0%	27
30分鐘	5	13	18	66.7%	2	5	7	25.9%	1	1	2	7.4%	0	0	0	0.0%	27

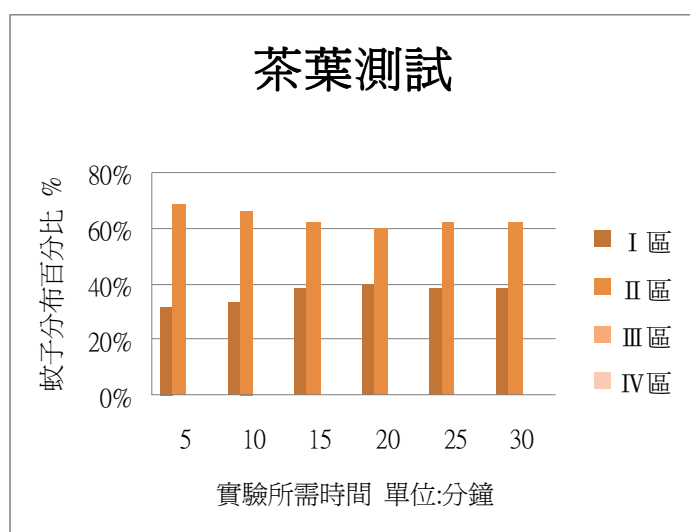


〈四〉、茶葉測試：

利用燃燒茶葉，測試蚊子族群分佈 (n=19, ♀/♂=7/12, IV為測試區, 24°C, 5:30PM), 其分布如下圖, 可看到 5 分鐘後 III IV 區沒有半隻分布, 公母蚊則對茶葉有 38% 的逃避率。

實驗十九：茶葉測試分佈(n=19, 7/12, IV為測試區, 24°C, PM5:30)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	
5分鐘	2	4	6	31.6%	5	8	13	68.4%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	19
10分鐘	2	5	7	33.3%	5	9	14	66.7%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	21
15分鐘	2	6	8	38.1%	5	8	13	61.9%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	21
20分鐘	2	6	8	40.0%	5	7	12	60.0%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	20
25分鐘	2	6	8	38.1%	5	8	13	61.9%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	21
30分鐘	2	6	8	38.1%	5	8	13	61.9%	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	21

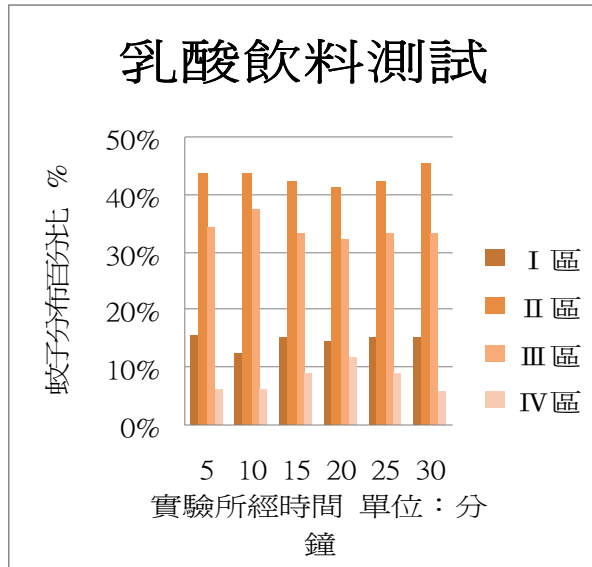


〈五〉. 乳酸飲料測試：

用市售乳酸飲料，測試蚊子族群分佈 (n=34, ♀/♂=12/22, IV為測驗區, 24°C, 4:15PM, 2月20號), 其分布如下圖, 無明顯差異。

實驗二十：乳酸飲料測試分佈(n=34, 12/22, IV為測試區, 24°C, PM4:15)

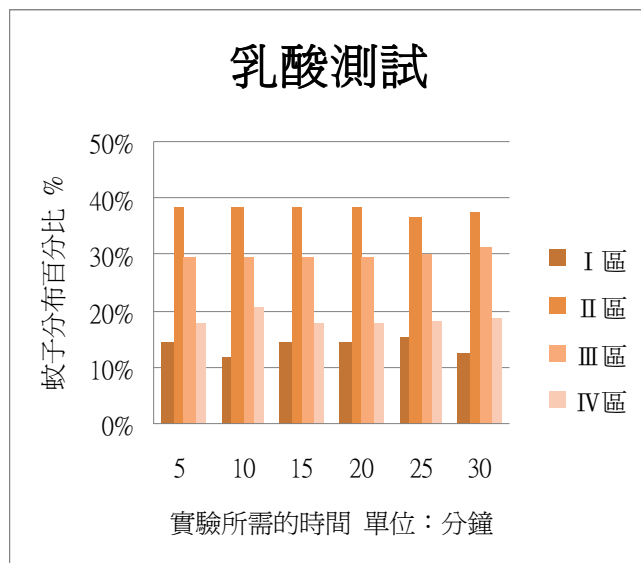
時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	母	公	全	分佈百分比	
5分鐘	2	3	5	15.6%	3	11	14	43.8%	6	5	11	34.4%	0	2	2	6.3%	32
10分鐘	2	2	4	12.5%	4	10	14	43.8%	6	6	12	37.5%	0	2	2	6.3%	32
15分鐘	2	3	5	15.2%	4	10	14	42.4%	6	5	11	33.3%	0	3	3	9.1%	33
20分鐘	2	3	5	14.7%	3	11	14	41.2%	6	5	11	32.4%	1	3	4	11.8%	34
25分鐘	2	3	5	15.2%	4	10	14	42.4%	6	5	11	33.3%	0	3	3	9.1%	33
30分鐘	2	3	5	15.2%	4	11	15	45.5%	6	5	11	33.3%	0	2	2	6.1%	33



改用 50% 乳酸測試，蚊子族群的分布 (n= 34, 12 /22, IV 為測試區, 24°C, 5 : 45PM, 2 月 20 號), 其分布如下圖, 仍無明顯的差別。

實驗二十一：50% 乳酸測試分佈 (n= 34, 12 /22, IV 為測試區, 24°C, PM5:45)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	1	4	5	14.7%	3	10	13	38.2%	4	6	10	29.4%	5	1	6	17.6%	34
10分鐘	1	3	4	11.8%	2	11	13	38.2%	4	6	10	29.4%	5	2	7	20.6%	34
15分鐘	1	4	5	14.7%	2	11	13	38.2%	3	7	10	29.4%	5	1	6	17.6%	34
20分鐘	1	4	5	14.7%	2	11	13	38.2%	3	7	10	29.4%	5	1	6	17.6%	34
25分鐘	1	4	5	15.2%	2	10	12	36.4%	2	8	10	30.3%	5	1	6	18.2%	33
30分鐘	1	3	4	12.5%	2	10	12	37.5%	2	8	10	31.3%	5	1	6	18.8%	32

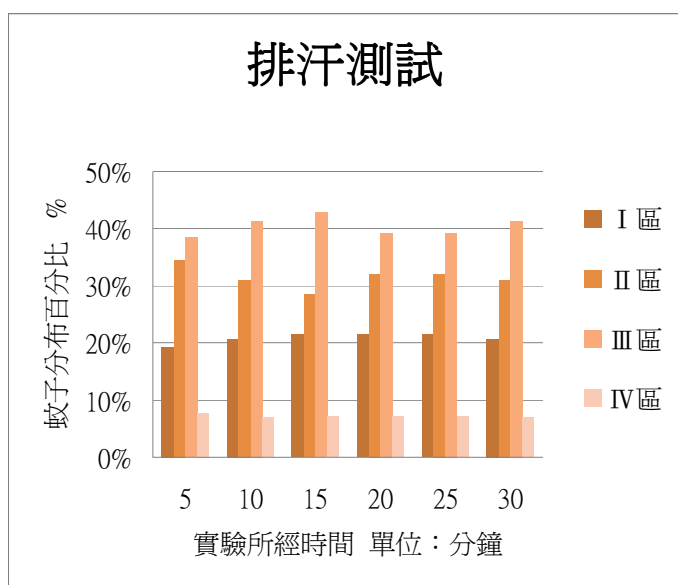


八、人體排汗實驗：

用毛巾沾染運動所排出的汗液，測試蚊子族群分布（n=29，♀/♂=8/21，IV 為測試區，24℃，4：50PM），其分布如下圖，對母蚊有 22% 的逃避率，但對公蚊沒有影響。

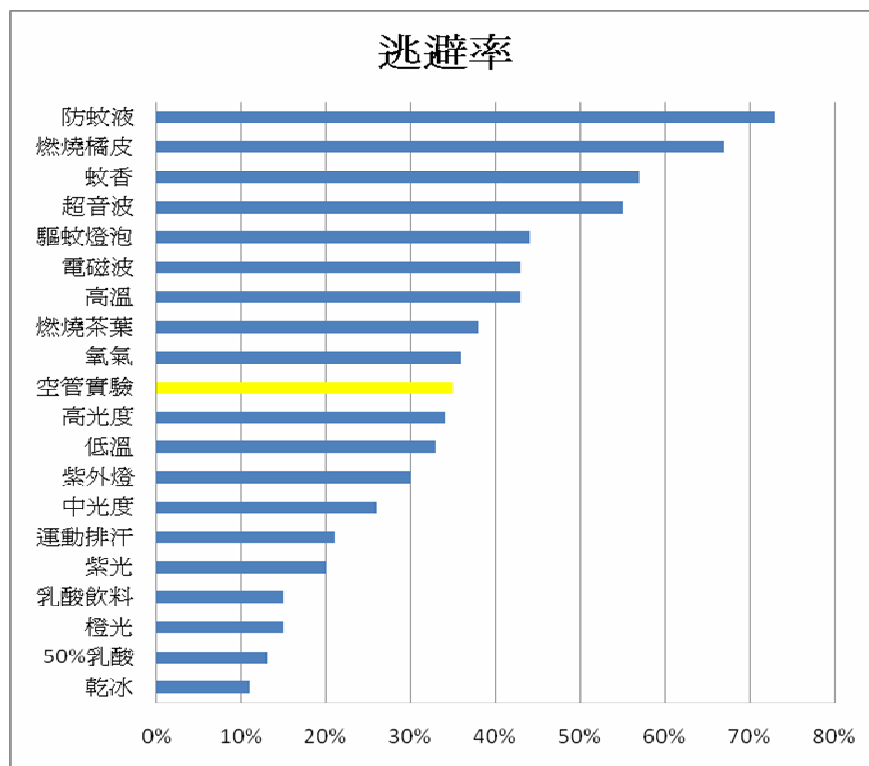
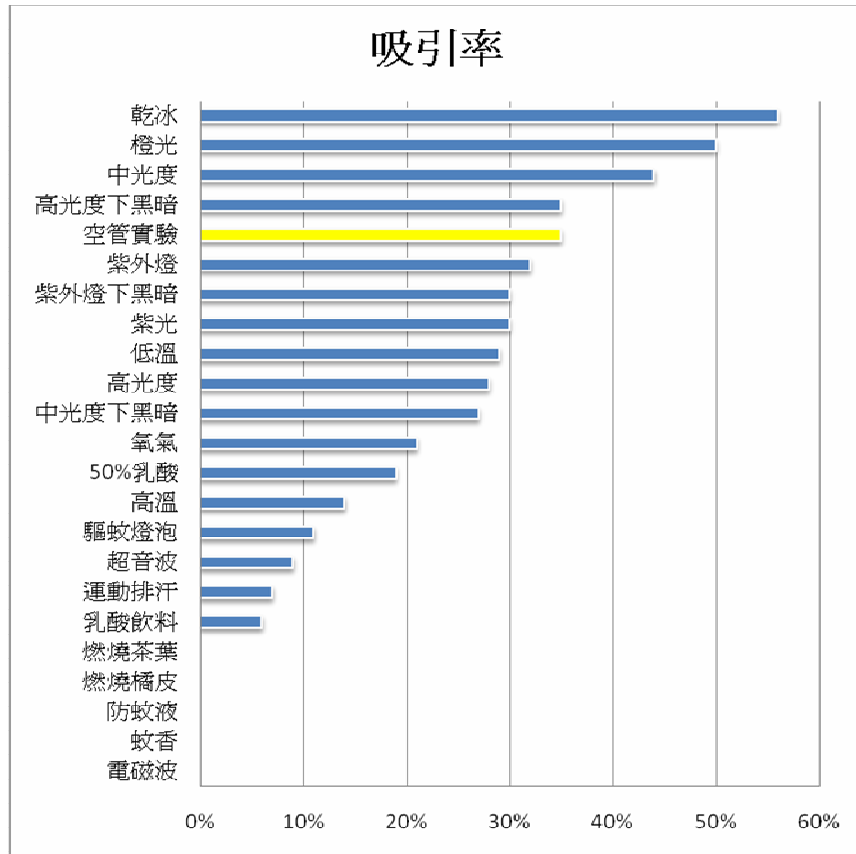
實驗二十二：排汗測試分佈(n=29,8/21，IV為測試區, 24℃, PM4:50)

時間	I				II				III				IV				總計
	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	母	公	全	分布百分比	
5分鐘	1	4	5	19.2%	2	7	9	34.6%	5	5	10	38.5%	0	2	2	7.7%	26
10分鐘	2	4	6	20.7%	2	7	9	31.0%	5	7	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29
15分鐘	2	4	6	21.4%	2	6	8	28.6%	5	7	12	42.9%	0	2	2	7.1%	28
20分鐘	2	4	6	21.4%	2	7	9	32.1%	4	7	11	39.3%	0	2	2	7.1%	28
25分鐘	2	4	6	21.4%	2	7	9	32.1%	4	7	11	39.3%	0	2	2	7.1%	28
30分鐘	2	4	6	20.7%	2	7	9	31.0%	5	7	12	41.4%	0	2	2	6.9%	29



九、「吸引率」與「逃避率」：

若以 30 分鐘後 I 區中蚊子的分布百分比為吸引率，IV 區中蚊子的分布百分比為逃避率，並以空管實驗的 35% 為基準點，分別做圖；對蚊子具吸引效果的測試項目，依序排列為：乾冰 > 橙光 > 中光度 > 高光度下黑暗；對蚊子具排斥效果的測試項目，依序排列為防蚊液 > 橘皮 > 蚊香 > 超音波 > 驅蚊燈泡 > 電磁波 > 高溫 > 燃燒茶葉 > 氧氣。



陸、討論：

- 一、我們所採集的蚊子樣本送中興大學昆蟲系，經杜武俊教授鑑定其為白腹叢蚊 (*Armigeres subalbtus*)，成蟲體長約 7.5 毫米，較熱帶家蚊大。主要特徵為口吻厚大，體尾端稍彎曲；胸背周緣部淡色；各腹節背面黑色，側面具三角形白色大斑紋，腹面各節前方具白色橫帶。腳腿節背面黑色，末端具白色斑。幼蟲呼吸管短，經常孳生於化糞池、尿桶、豬舍廢水等富含有機質的水中。成蟲日間亦可活動，但在傍晚為最高峰，飛行的速度不快。產卵期的雌蚊，有強烈的覓血和吸血慾望和行爲，吸血後二到三天即可產卵，夏天的傍晚，五、六點鐘常可見雌性的白腹叢蚊，貼地飛行盤旋，尋覓血源；雄蚊完成交配後的 10 到 20 天便告斃命，雌蚊的壽命由 30 天至數個月不等。一個季節下來，雌蚊在死亡之前，可以產下約三千個卵左右，如果環境良好，經過受精的蚊卵，差不多只要十天左右，便可以羽化成蚊了 (林；曾，2004)。白腹叢蚊除一般叮咬人類吸血，牠也會傳染人畜共通的「心絲蟲症」，是重要的衛生害蟲之一 (王，2006)。
- 二、白腹叢蚊對光線的反應，於維基百科皆敘述其趨向紫外線 (100~380nm)，避離紅外線 (780~3000nm)；而實驗的結果告訴我們：蚊子對於紫外線 (< 380nm, 32%)，紫光 (380~440nm, 30%) 和橙光 (610~617nm)，50% 皆呈現部份的吸引效果，而驅蚊燈泡反而呈現避離的結果。但若以黑暗而言，中光度下黑暗平均具有 27% 吸引力，高光度下黑暗平均具 35% 吸引力，紫外燈下黑暗亦有 30% 的吸引力；但扣除空管實驗下的兩側聚集效果 (平均值 35%)，只有橙光有明顯的吸引效果，對於驅蚊燈泡有明顯的避離。
- 三、驅蚊燈泡的原理，就是把昆蟲在夜間喜愛會集的 500nm 以下的光波長加以截斷，以致於當蚊蟲一旦進入光源照射範圍內，眼前會突然陷入一片黑暗，暫時失去視覺功能，藉此達到驅蚊效果。這種新型的驅蚊燈泡所發出的光線是有別於傳統的藍色冷光，是屬於黃中帶紅的暖色調，與實驗的橙光較為接近。但驅蚊燈泡具 44% 的驅離效果，橙光卻造成 70% 的吸引力。

四、根據維基百科全書的說法，蚊子會喜好人體產生的二氧化碳、乳酸或人體的排汗，並厭惡某些不正常的氣味；但實驗結果告訴我們，蚊子對乾冰的吸引力高達 55%；但對大理石和鹽酸所產生的二氧化碳則無反應，可能為其濃度影響；排汗影響不明顯，可能為汗液揮發度的影響；其對於 50% 乳酸或乳酸飲料則無明顯的吸引或避離效果；除此之外，蚊香，防蚊液，燃燒橘皮或燃燒茶葉皆具明顯的驅離效果，其影響力大小為防蚊液（73%）> 燃燒橘皮（67%）> 燃燒蚊香（57%）> 燃燒茶葉（38%）。

五、市售驅蚊器原理為：依據蚊蟲生活習性，蚊蟲只有母蚊需要吸食人畜血液，因為母蚊在交配後一星期內需要補充營養才能順利排卵生產，在此期間母蚊不能再與公蚊交配，否則會影響生產；易言之，母蚊懷孕後才會叮人吸血，此時最恐懼的就是公蚊的追逐交配。驅蚊器即為各種公蚊在飛翔追逐母蚊時所發出的頻率，母蚊在懷孕期間一聽到本驅蚊器所發出的公蚊頻率時，便會驚慌逃離本器，發聲範圍為模仿公蚊所發出的鳴叫聲；本實驗對公、母蚊可造成 55% 的逃避率，可能為其發出高頻率音波所致，因為連實驗同學者本身也不耐其高頻率聲音；若單以母蚊而言，也有 100% 的驅離效果。

六、由吸引率和逃避率得知，家中只要減少二氧化碳、橙光、中光（500lux）、高光（500lux）等環境因子的存在，就可以避免白腹叢蚊的大舉來襲。另外，如果家中如果有茶葉、乾燥橘皮或蚊香，也可以點燃，或是家裡裝幾顆驅蚊燈泡，如果有要去登山或出去玩，帶瓶防蚊液都可以達到驅蚊的效果。

柒、實驗心得：

我們知道蚊子的孳生是因蚊子會在環境的積水環境產卵，如窪地、死水塘、水溝、化糞池、樹洞、廢輪胎、花盆、瓶罐等等，要防止蚊子孳生只有徹底去除這些積水環境，但事實上又不太可能，所以蚊子在人類生活中揮之不去，唯有加強環境清理及使用驅蚊方法，才能降低牠們對我們所造成的騷擾。

在這次科展中，我們設計了一些環境因子，進行一系列的實驗，結果讓我們對白腹叢蚊的趨性有更深一步的了解和發現。以後就知道在家或出去能以什麼方式防止蚊子接近或是驅離蚊子。

目前我們的實驗對象是白腹叢蚊，未來針對蚊子趨性的研究，我們有兩方面可以再繼續深入探討：

- 一、不同種類的蚊子是否對同一物質會產生相同的趨性（吸引或逃避）？
- 二、在明顯產生趨性的物質中，是何種有效成分所造成？以及如何影響蚊子感官的作用？

蚊子在自然環境中是許多動物的食物，如雨燕、蝙蝠等，也是某些植物傳粉的媒介，要完全消滅牠們，對自然生態而言，也不是一件好事。我們期望藉由這個實驗，能找出更有效及環保的方法，將這些不太受人類歡迎的蚊子驅離我們的生活環境，來維護安寧與健康。

捌、參考資料：

- 一、王穎亭（2006）。心絲蟲症。中學生網站。2009年3月20日，取自 <http://www.shs.edu.tw/works/essay/2006/10/2006103119223250.pdf>
- 二、林義祥（無日期）。嘎嘎昆蟲網。2009年3月25日，取自：<http://gaga.jes.mlc.edu.tw/9505/49.htm>
- 三、蚊子（無日期）。維基百科。2009年3月15日，取自 <http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%9A%8A&variant=zh-tw#.E5.8F.82.E8.A7.81>
- 四、曾敦仁（2004）。搜蚊探秘----蚊的科學淺讀。2009年3月20日，取自：http://kellenjiang.myweb.hinet.net/word_001.htm

玖、誌謝：

感謝中興大學昆蟲系杜武俊教授協助蚊子種類鑑定。

感謝父母開車帶我們來做實驗。

感謝鳳新高中實驗室大方提供實驗空間及器材。

【評語】 030308

此研究利用圓柱壓克力管測試白腹叢蚊對不同測物的吸引效果。此研究主題較為傳統，雖然測試項目略有不同，但較無新穎性。不過此研究團隊相當認真，從子孓的收集做起，培養再做測試，應可學習許多做研究的經驗。