

生物科

科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：從昆蟲的趨光性談起

關鍵詞：昆蟲、趨光性、生物多樣性

編號：030304

學校名稱：

台北縣立鶯歌國民中學

作者姓名：

呂家瑋、葉宇揚

指導老師：

陳英輔



## 摘要

在夜間的野外觀察中發現到許多昆蟲具有顯著的趨光性，於是興起了我們一探究竟的動機。

什麼顏色的燈光最能誘集昆蟲趨光而來？不同亮度的光源，對昆蟲的趨光行為有何影響？不同的天候會改變牠們的趨光行為嗎？人類濫墾森林，改種其他自以為較有經濟價值的農作物後，單一的植物林相，是否會改變自然界的「生物多樣性」呢？此外，山區郊野，四處可見的路燈，是否也會造成自然生態部分環節的失序？最後昆蟲趨光的特性是否能善加利用？這些問題，都是我們在本次研究中急欲尋找的答案。

## 壹、研究動機

父親是一個生態喜好者，常帶著我們上山下海，從事野外觀察與攝影的工作。因此，從小在父親的影響下，我們對大自然就充滿了好奇與興趣，為了解兩棲類——青蛙的生活習性，我們經常和父親在夜間到山區去拍攝青蛙的生態照片。多年來在追蹤拍攝之餘，我們意外發現，郊外、山野上的路燈下，總是吸引了大批的昆蟲與飛蛾(照片 1)，當然這些昆蟲與飛蛾又引來了不少的青蛙與蟾蜍。此外不同顏色的路燈，所吸引的昆蟲數目與種類似乎也有所不同(照片 2)，為此我們很想了解那一種顏色的燈光對昆蟲的趨光性有最佳的效果？另外，不同強度的光源，對昆蟲的誘集是否也有差異性？遍布山野上，隨處可見的路燈，對自然生態又可能產生那些影響？最後，我們更將深入追蹤，了解利

用昆蟲趨光的特性是否能對人類的植物病蟲防治有所貢獻？這些都是我們急欲尋找的答案，這些研究的範圍，又正是我們「自然與生活科技」課程第二章「動物體內的資訊網」「動物察覺外界變化的敏銳感覺」此單元相銜接，於是我們在老師及父親的指導下，展開這場昆蟲探索之旅。

## 貳、研究目的

- 1、那一種顏色的燈光對誘集昆蟲的趨光性有最佳的效果？
- 2、不同亮度的光源，對誘集昆蟲的效果有何影響？
- 3、不同的天候（風速、氣溫、濕度）對昆蟲的趨光性有何影響？
- 4、比較在不同的森林植物林相中，昆蟲趨光的差異性？
- 5、根據前述的實際調查，將具有趨光性的昆蟲加以分類統計？
- 6、了解昆蟲受燈光誘集後會有那些行為習性反應？
- 7、能不能利用昆蟲趨光效果較差的其他顏色光來達到驅走昆蟲的目的？
- 8、山區郊野的路燈所產生的昆蟲趨光性，對週遭的自然生態有何影響？

## 參、研究設備器材

發電機、各色水銀燈泡 1 2 粒，不同瓦數燈泡 6 粒，大型白色布幅二幅、延長線及插座、捕蟲網、昆蟲圖鑑、昆蟲箱、照相機、筆記本、風速計、溫度計、濕度計。（照片 3、4）

## 肆、研究過程及方式

**問題研究一：**那一種顏色的燈光對誘集昆蟲的趨光性有最佳的效果？

**方法：**選定五處附近沒有任何人為光源的森林邊緣，將事先預備好的發

電機，連接上紅、橙、黃、綠、藍、紫、白等不同顏色（光波）的 200W 燈泡各一盞，再將燈泡等距懸掛在二幅大型的白布前二小時以後（照片 5、6），再統計不同顏色的燈光，誘集昆蟲趨光而來的數目。

## 結果：

誘集昆蟲 地點	燈光別	白色燈	紅色燈	橙色燈	黃色燈	綠色燈	藍色燈	紫色燈
1		193	12	1	57	6	17	28
2		263	15	3	69	7	29	17
3		148	1	0	39	2	1	11
4		367	6	3	87	6	26	24
5		176	7	4	48	3	14	13
平均		229	8	2	60	5	20	19

**說明：**1、從五處分別不同的地點實際的以各色燈泡誘集昆蟲後，我們發現到以白色水銀燈所發出的白色光，昆蟲的趨光效果最佳，且趨光而來的昆蟲數，遠遠高於其他顏色的燈光（照片 7、8）。

2、讓昆蟲趨光排名第二的是黃色燈，而橙色燈與綠色燈光下，昆蟲趨光而來的數量最少（照片 9、10）。

## 問題研究二：不同強度的光源誘集昆蟲的效果有何差別？

**方法：**同樣選定五處不同地點的林緣，再將光度分別為 800W、600W、400W、200W、及 100W 等五種不同亮度的白色燈泡，等距

點亮在一幅白色布幔前，再依據昆蟲的趨光數目做成下列統計：

昆蟲 數目 次別 燈泡 別	8 0 0 W	6 0 0 W	4 0 0 W	2 0 0 W	1 0 0 W
1	3 7 5	1 8 9	1 0 6	5 4	2 1
2	4 9 8	2 1 0	6 1	3 0	1 7
3	2 7 5	1 9 3	4 2	2 7	1 5
4	5 4 8	2 7 6	3 9	2 6	7
5	3 1 4	1 2 2	7 8	1 9	1 0
平均數	4 0 2	1 9 8	6 5	3 1	1 4

## 結果：

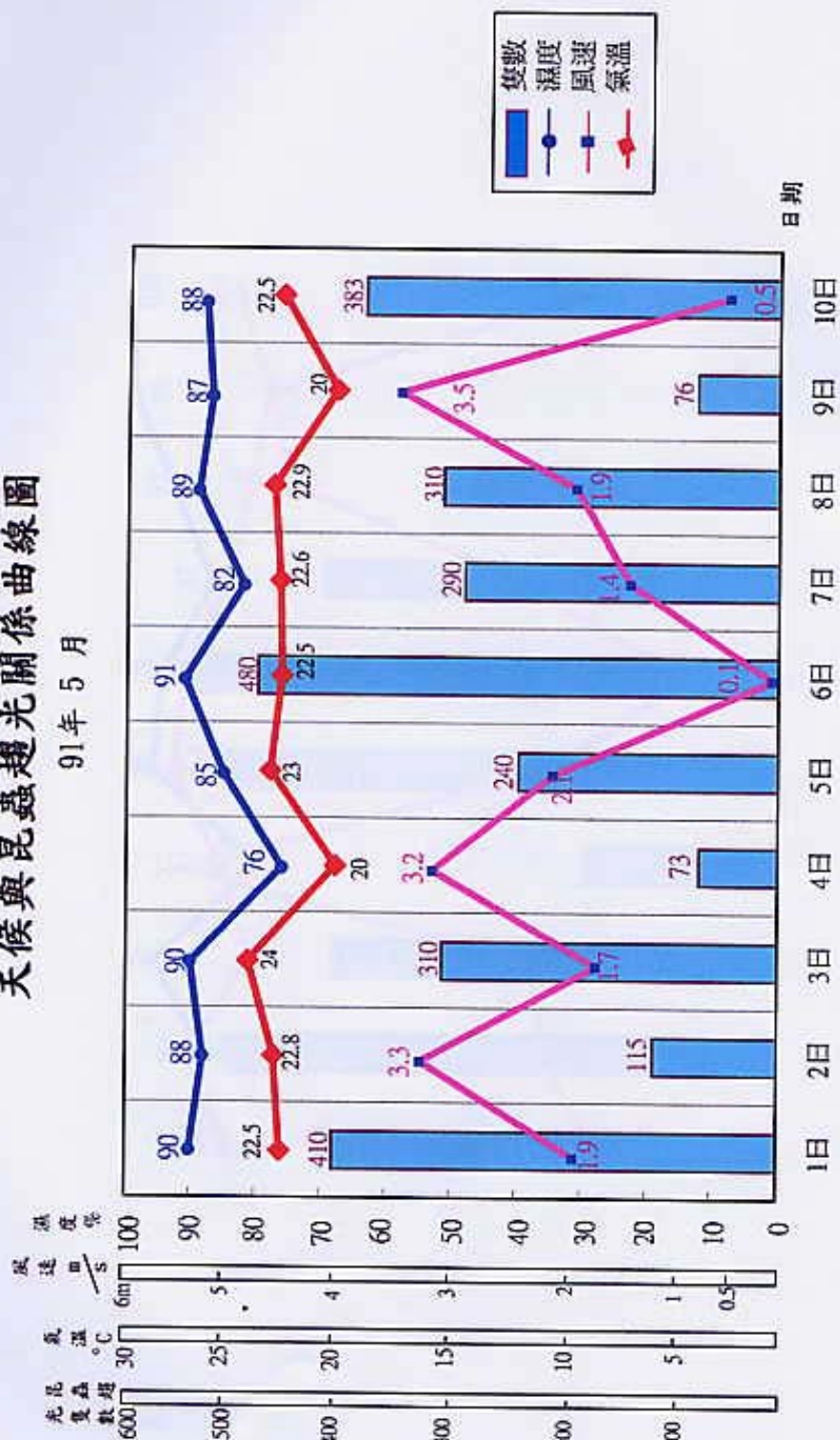
- 1、從實驗中得知，在亮度愈強的燈光下，趨光而來的昆蟲數目就愈多，我們分別在五處不同的地點實驗，結果均得到相同的證實，由此可見燈光的強度對誘集昆蟲具有決定性的影響(照片 11、12、13、14)
- 2、我們嘗試調整燈泡的位置，一小時後再統計昆蟲的趨光數目，所得到的結果也完全相同。

**問題研究三：**不同的天候與氣象條件下（風速、氣溫、濕度）對昆蟲的趨光性有何影響？

**方法：**選定三個不同的月份（五月、七月、十月）以連續十天的時間，在不同的氣象條件下(照片 15)，在相同的地點、相同的光度，來實驗昆蟲的趨光性，並將實測統計結果，繪成以下曲線統計圖表：

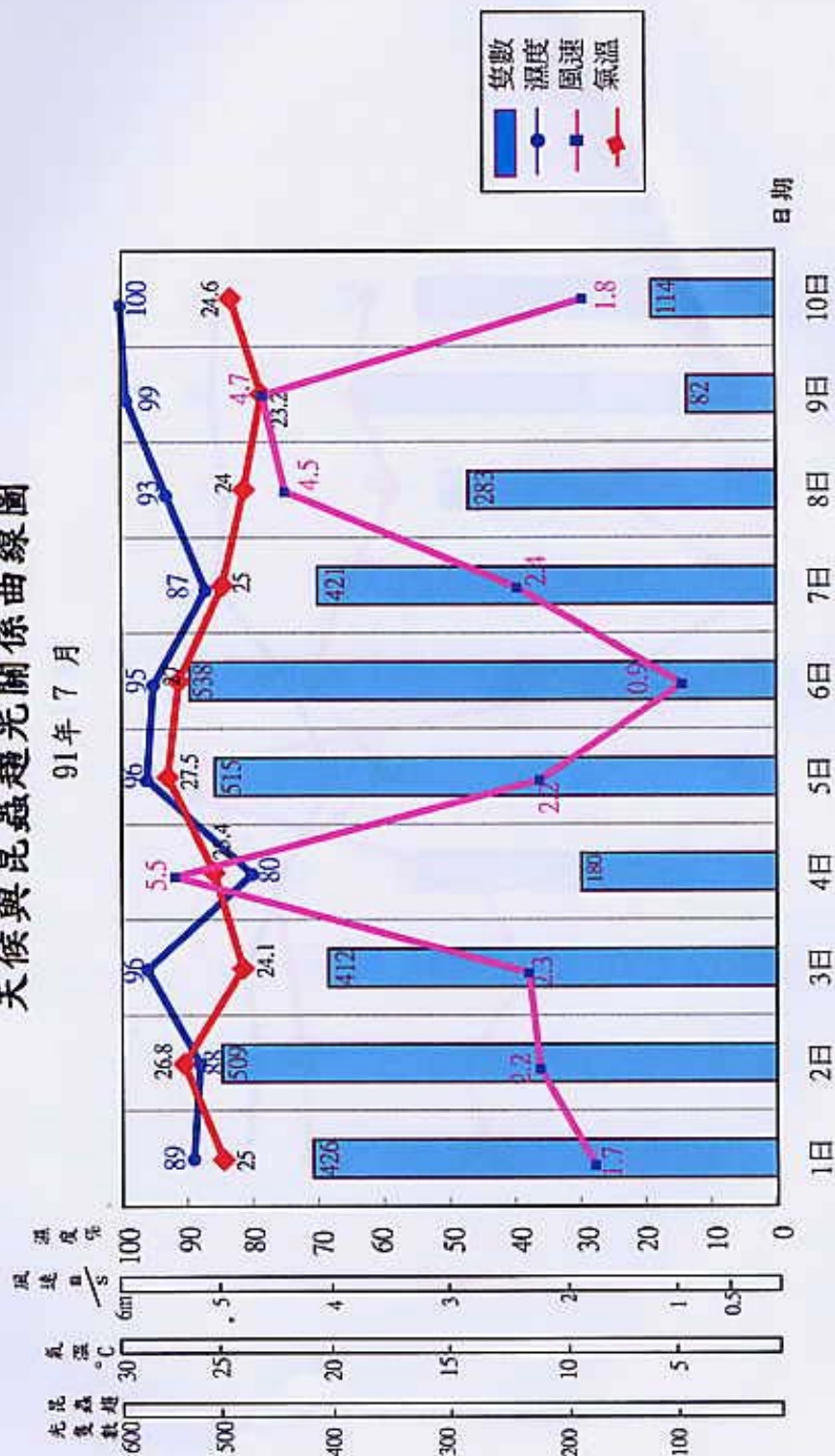
# 天候與昆蟲趨光關係曲線圖

91年 5 月



# 天候與昆蟲趨光關係曲線圖

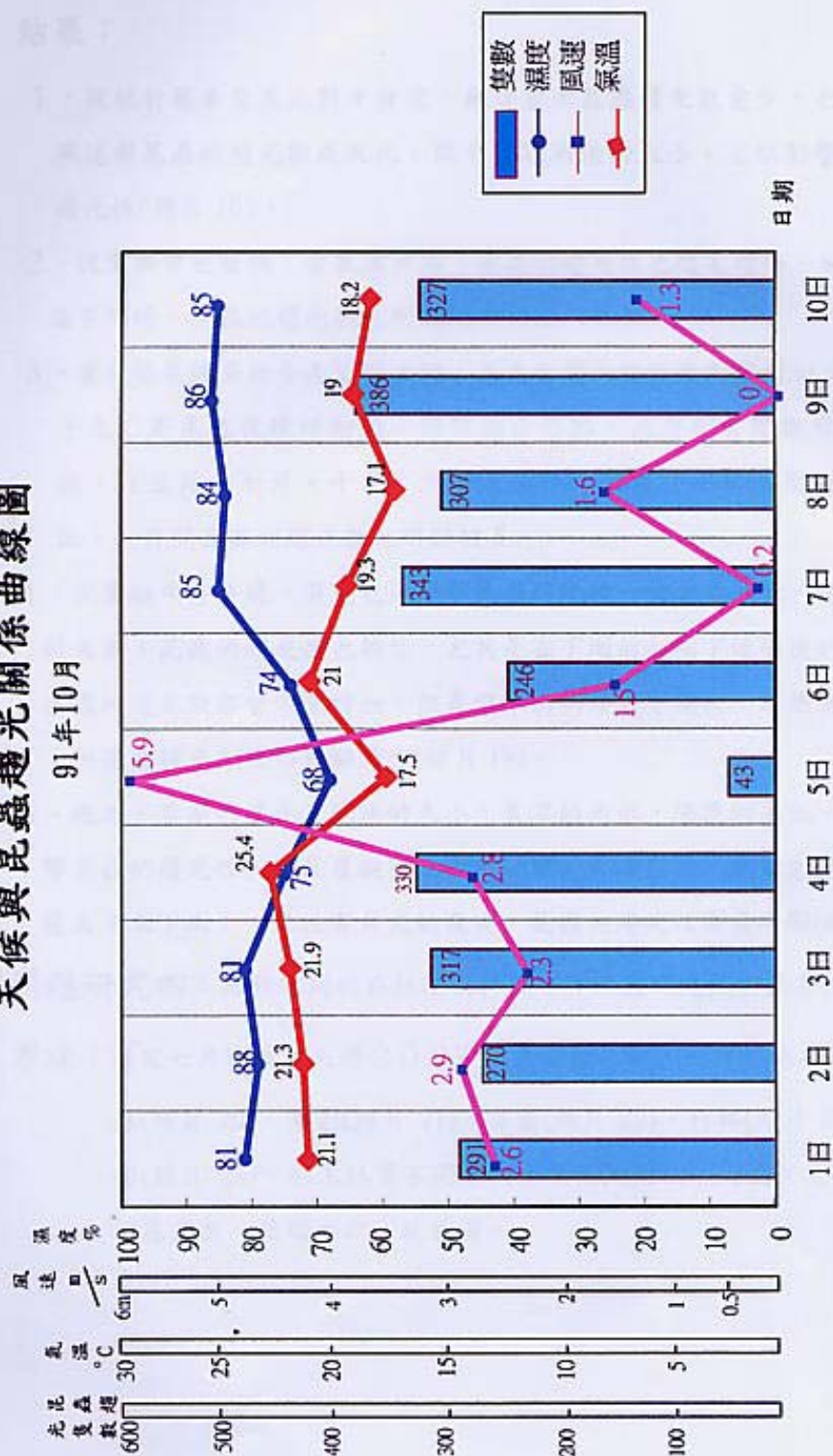
91年 7 月





# 天候與昆蟲趨光關係曲線圖

91年10月



## 結果：

- 1、從統計圖表交叉比對中發現，風速愈大昆蟲趨光數愈少，也就是說風速與昆蟲的趨光數成反比。換句話說風速的大小，足以影響昆蟲的趨光性(照片 16)。
- 2、從實驗中也發現：當氣溫升高，昆蟲的趨光性也隨之增加，反之當氣溫下降時，昆蟲的趨光數也明顯減少(照片 17)。
- 3、當夜晚氣溫高於十九 以上時，昆蟲的趨光數就會明顯增加，所以十九 是昆蟲夜晚活動的一個明顯分界點。此外從實際觀察中亦發現，在五月、七月、十月，三個月份中，七月的平均溫度較高，因此，七月間昆蟲的趨光數也明顯較多。
- 4、從實驗中亦發現，濕度也是影響昆蟲趨光的一個重要因素，濕度較大的天氣，昆蟲的趨光性也較佳，尤其是在下雨前和剛下過雨後的天氣，昆蟲的趨光數都會明顯增加。但是唯一的例外是下雨天，雖然濕度極大，但昆蟲趨光數反而明顯減少(照片 18)。
- 5、總之，季節的變化、風速的大小、氣溫的高低、濕度的高低，都會影響昆蟲的趨光性，從反覆觀察比較中發現，氣溫愈高、風速愈低、濕度愈大（未下雨），且沒有月光的夜晚，昆蟲的趨光效果最明顯(照片 19)。

## 問題研究四：比較不同的森林植物林相中，昆蟲趨光性的差異性？

**方法：**選定七月連續五天將 2 0 0 W 白色燈泡三顆，同時點亮在原始闊葉林(照片 20)、果園(照片 21)、茶園(照片 22)、竹林(照片 23)、檳榔

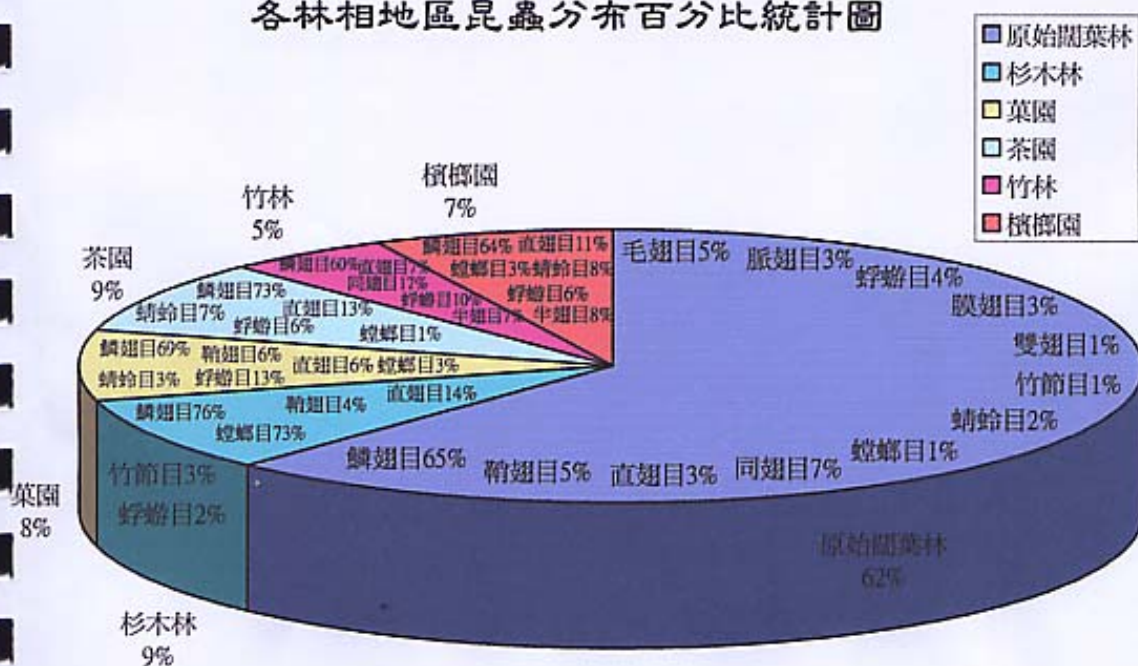
園(照片 24)、杉木林等不同植物生態區，兩個小時後，清點燈光下的昆蟲數，並做成以下統計圖。

日期：7月13日~7月17日

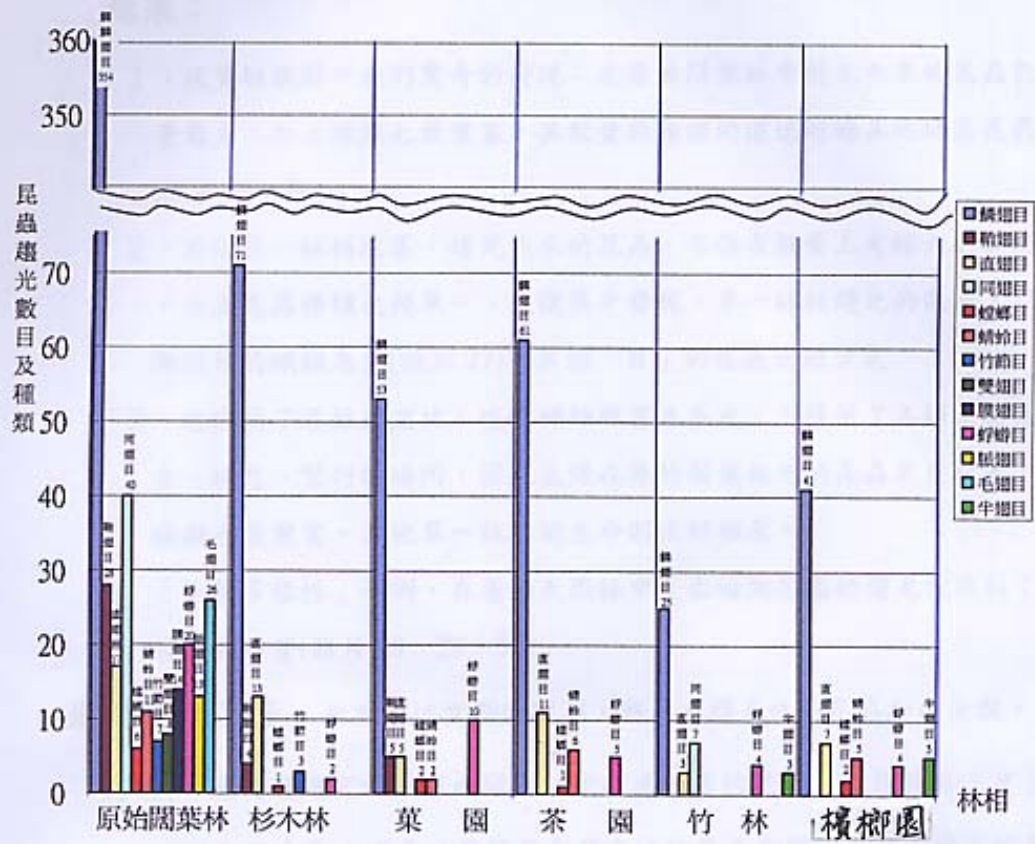
時間：晚間 20:00~22:00

昆蟲數 日期 生態別	原始闊葉林	杉木林	果園	茶園	竹林	檳榔園
第一天	437	75	63	77	31	42
第二天	605	101	74	110	22	87
第三天	584	92	91	63	38	43
第四天	677	113	54	96	75	91
第五天	416	87	103	73	43	58
平均	544	94	77	84	42	64

各林相地區昆蟲分布百分比統計圖



不同林相地區昆蟲趨光數目及種類統計長條圖



## 結果：

- 1、從實驗觀察中我們驚奇的發現：在原始闊葉林中趨光而來的昆蟲數量最多，而且種類也最豐富，其數量與種類均遠遠超過其他地區昆蟲(照片 25、26)。
- 2、其他單一林相地區，趨光而來的昆蟲，不但在數量上有極大的差別，而且昆蟲種類也較單一，從觀察中發現，單一林相趨光的昆蟲，以鱗翅目的蛾類為主(照片 27)，其餘「目」的昆蟲則較少見
- 3、這證明了原始天然林，植物種類豐富且多元，它提供了各類生物覓食、棲息、繁衍的場所，因此生活在原始闊葉林中的昆蟲數量最多，種類也最豐富，其他單一林相的生命則正好相反。  
  
「生物多樣性」一詞，在原始天然林中，由檢測昆蟲的趨光性得到了最好的證實(照片 28、29、30)。

**問題研究五：**根據前述實際的觀測，將具有趨光性的昆蟲加以分類。

**方法：**將問題研究四，原始闊葉林中趨光而來的昆蟲，依昆蟲各「目」加以分類，以充分應證具有趨光性的昆蟲有那些目？同時了解各目昆蟲占趨光昆蟲總數的百分比。



趨光 昆蟲數 日期別	鱗翅目 (蛾)	鱗翅目 (蝶)	鞘翅目	直翅目	同翅目	螳螂目	蜻蛉目	竹節蟲目	雙翅目	膜翅目	蜉蝣目	脈翅目	毛翅目	半翅目	總計
第一天	236	6	37	15	33	4	15	6	7	15	27	13	5	18	437
第二天	434	3	29	18	21	6	9	8	3	13	18	9	3	31	605
第三天	392	1	33	27	19	2	13	3	14	7	21	18	11	23	584
第四天	463	4	32	19	37	13	7	11	6	32	13	11	3	26	677
第五天	265	3	12	6	18	5	12	7	9	6	22	12	7	28	416
合計	1790	17	145	85	128	30	56	35	39	73	101	65	29	126	2719
百分比	67 %	0.6 %	5 %	3 %	4.7 %	1.1 %	2 %	1.3 %	1.4 %	2.7 %	3.7 %	2.4 %	1.1 %	4.6 %	100 %

## 結果：

- 1、統計觀察中，鱗翅目（蛾）類，幾乎占有趨光性昆蟲的大半，其族群最大，飛行能力也較佳，因此在白色布幔前，幾乎所見均是以蛾類為最多，但同為鱗翅目的蝶科，除少量蛇目蝶、蔭蝶偶有趨光現象外，其餘蝶科均極少見(照片 31、32)。
- 2、同一「目」的昆蟲，並非全數均有趨光的現象，例如鞘翅目只有鍬形蟲、獨角仙、金龜子、吉丁蟲、天牛等科有趨光現象(照片 33、34)，其餘則無。又如直翅目的螞蚱、蟋蟀和部份蝗蟲有趨光現象(照片 35、36)，其餘科則無趨光現象。
- 3、原始闊葉林中，具趨光性的昆蟲目，即達十四種以上，佔所有昆蟲三十一目中的近五成，因此，如何善加利用昆蟲的趨光性，以了解昆蟲、保護

昆蟲、防治昆蟲，將是研究生物學的重要課題。

### **問題研究六：**了解昆蟲受燈光誘集後會有那些行為或生態習性反應？

**方法：**實際觀察在白色布幔前的各類昆蟲，在不驚擾的情形下，仔細紀錄其各項行為反應，並做成以下紀錄。

### **結果：**

- 1、我們觀察到多種昆蟲會充分利用趨光而來，同類大批群集的時刻，  
，完成求偶和交配的行為。鱗翅目的蛾類趨光的效果最明顯，聚集的數量也最多，因此在燈光下常見彼此追逐，進而完成終身大事(照片 37、38)。
- 2、其餘會充分利用趨光而來完成求偶、交配的昆蟲，我們觀察到尚有鞘翅目的鍬形蟲、獨角仙，同為鞘翅目的天牛、金龜子、吉丁蟲等，以及直翅目的螞蚱、蟋蟀、竹節蟲目的竹節蟲等各類昆蟲(照片 39、40)。
- 3、屬於肉食性的昆蟲則會利用趨光性而來的機會，趁機捕食其他類昆蟲(照片 41、42)，例如：螳螂，鞘翅目的虎甲蟲等，當然牠們也不會忘了在飽餐一頓之後，也趁機完成牠們的終身大事。
- 4，有部分的鱗翅目蛾類，也會在趨光而來的過程中，在路燈附近的牆壁或樹葉上產下大量的卵，完成傳宗接代的使命。

### **問題研究七：**能不能利用昆蟲趨光效果較差的其他顏色光來達到驅走昆蟲的目的？

**方法：**1、在森林邊緣架起白色布幔，並點亮白色燈，先行誘集各類昆蟲聚集(照片 43)。



- 2、一個小時以後分別清點在每一盞白色燈光下,昆蟲聚集的總數(照片 44)。
- 3、接著撤除白色燈,改點紅、橙、綠、紫四色燈(照片 45),然後每隔半小時檢視、統計一次,在四種顏色燈光下,昆蟲聚集數目的變化,並做成以下統計圖表：

昆蟲變化時間 原有昆蟲數	紅色燈	橙色燈	綠色燈	紫色燈
	2 1 4 隻	2 3 1 隻	2 1 7 隻	2 2 3 隻
半小時	2 0 9	2 1 5	1 9 8	2 1 7
一小時	1 9 4	1 6 3	1 7 0	2 0 1
九十分鐘	1 7 1	1 2 7	1 1 7	1 8 3
二小時	1 5 0	6 8	5 4	1 6 3
一五〇分鐘	1 3 5	4 1	3 9	1 4 2
三小時	1 2 3	3 6	2 9	1 2 0
二一〇分鐘	1 1 9	3 0	2 3	1 0 8
四小時	1 1 4	1 3	1 1	1 0 1

- 結果：**1、從實驗中我們觀察到由白色燈改換成紅、橙、綠、紫四色燈後的前半小時,受誘集的昆蟲數幾乎沒有太大變化。
- 2、然而九十分鐘後,昆蟲飛離的數目就起了明顯的變化：在紅色及紫色的燈光下所誘集昆蟲數有微量的減少,在橙色及綠色燈光下則有明顯大幅度減少情形,減少的幅度在第一百二十分

鐘時，甚至達到百分之七十五以上（照片 46、47）。

- 3、經過四個小時的實驗，我們發現到橙色與綠色光，的確有驅走昆蟲的作用，紅色與紫色光效果則明顯較差，驅趕昆蟲數只呈小幅度的減少(照片 48)。

**問題研究八：**山區、郊野的路燈，對昆蟲所產生的趨光性，會為週遭的自然生態產生那些影響？

**方法：**選擇在僻靜的山區郊野處，裝設 2 0 0 W 的燈泡五盞，連續二十天在夜間八時至十二時予以點亮(照片 49)，然後觀察週遭自然生態的變化。



## 結果：

- 1、在強烈燈光的吸引下，當夜即引來大批各類昆蟲的趨光聚集(照片 50)。
- 2、因為大批昆蟲的聚集，在第二天的夜晚，即引來蝙蝠八隻在燈光下不定時飛行捕食昆蟲。
- 3、由於昆蟲趨光的聚集，部分昆蟲會停棲在地面草叢上，因此第三天開始我們即發現蟾蜍在昆蟲吸引下，開始在燈光下聚集。伺機捕食昆蟲，最多時曾達到八隻之多(照片 51)。
- 4、因為蟾蜍的大量聚集，因此在二十天的觀察期間，我們曾經三度發現無毒蛇 - 臭青母，爬行在燈光外緣處，伺機捕食蟾蜍，更令我們意外的是在第十二天的夜間十一時十五分，我們發現貓頭鷹 - 領角鴞停棲在路燈外緣處，不久之後俯衝而下捕抓臭青母，遺憾的是我們來不及以照相機攝影留下影像。
- 5、由於路燈都設置在路邊，常可見昆蟲跌落在路邊地面上，伺機捕食昆蟲的蟾蜍、青蛙，以及捕食青蛙的蛇類，時常見到被壓死在馬路上，是我們在觀察中覺得很難過的一件事情（照片 52、53）。
- 6、大批停棲在路燈旁草叢、樹葉上的昆蟲，會同時產下許多卵粒，因此，我們也觀察到孵化的幼蟲，若為食草，則蟲害啃食的情形將比其他地方嚴重許多(照片 54、55、56)。
- 7、路燈的設置，引來了昆蟲的聚集，連帶週邊的生態環境也起了改變，自然生態的生命環節，原本就是環環相扣，一件看似微不足道的昆蟲聚

集小事，但所引起的生態環節問題，卻可能極其鉅大而深遠。

## 伍、研究結果

- 1、從實地觀察研究中，我們發現白色光源的燈光或白色太陽燈光讓昆蟲的趨光效果最佳(照片 57)，不管我們如何改變實驗的地區或實驗的時間都得到相同的結論，從實驗中也同時發現橙色燈光和綠色燈光，各類昆蟲少有聚集(照片 58)，這些現象很值得我們繼續深入探究。
- 2、白色燈光亮度越強，昆蟲趨光效果愈佳(照片 59)，我們在不同地點；不同的時間測試，都得到相同的結論。至於燈光亮度是否有最高上限，則非我們本次研究範圍。
- 3、不同的天候和氣象條件，對昆蟲趨光會產生決定性影響，風速小、氣溫高、濕度大的天氣，昆蟲的趨光性會顯著增加，即使下雨和月亮的圓缺都會改變昆蟲的趨光行為。
- 4、以相同的條件在不同的植物林相中，測試昆蟲的趨光性，結果會有極大差異，在林相豐富的原始闊葉林中，昆蟲趨光的數量較多，且種類也豐富，在林相較單一的地區則數量少，種類也相對少很多，由此即可證明原始山林才是昆蟲最佳的棲息地，「生物多樣性」一詞也在此得到了證明(照片 60)。
- 5、具有趨光性的昆蟲以鱗翅目的蛾類最為顯著，幾乎佔所有趨光性昆蟲 $\frac{2}{3}$ 以上(照片 61、62)，但同為鱗翅目的蝴蝶，則少見有趨光的習性。許多同屬一目的昆蟲，也都有前述這些現象。
- 6、趨光而來的昆蟲，會充分利用同類大量聚集的機會，進行求偶和交配的行

為，尤其是鱗翅目的蛾類及部分鞘翅目、直翅目、半翅目的昆蟲。同樣地，肉食性的昆蟲也會伺機進行捕食和交配的行為(照片 63、64)，因此山區路燈下就好像一處定期的夜間聚會所一般。

7、我們嘗試以橙色燈與綠色燈來進行趨趕昆蟲的測試，結果獲得了很顯著的效果，其他顏色燈光則效果較不明顯。因此，我們建議在大量使用農藥的地區，可嘗試以燈光來達到驅蟲的目的。

8、由於昆蟲每夜定期的在路燈下週遭聚集，於是在山林旁的路燈週圍會形成一處小型的生態食物鏈，有生產者、消費者。昆蟲在此求偶、交配產卵、孵化，部分昆蟲則在此覓食，進而又帶動另一類生命的遷移和捕食，自然生態真是環環相扣。

## 陸、結論

1、白色的燈光對昆蟲的趨光性最佳，橙色與綠色燈光則適得其反，如何善加利用昆蟲此項特性，以誘捕或驅趕有害昆蟲，減少農藥使用，並增加農作物的收成，將是生物界的一項重要課題。

2、農藥生產單位如果要利用燈光來誘捕昆蟲，可以選擇較好的氣象條件，也就是氣溫高、風速小、濕度大的天氣來進行。除了可以提高昆蟲趨光性，同使也能減少能源（電力）的消耗。

3、天然的原始山林，植物林相豐富，提供了各類昆蟲棲息、繁衍、覓食的空間，因此昆蟲數量最多，種類也最豐富，「生物多樣性」的觀點，在此次研究中得到了證實。

4、山林、郊野間四處所設置的路燈，對有趨光性的昆蟲產生了極大的聚集作用，久而久之，在路燈的週遭產生了一個另類的生命食物鏈，也在不經意間改變了一個自然界的環節，一盞路燈的影響尚且如此，一千盞、一萬盞呢？地球上隨處可見的路燈，何止幾十億盞？它對整個自然生態的影響如何？恐怕不是短時間就能獲得解答，但我們不禁要說：牽一髮動全身。人對大自然的作為豈能不慎思而後行呢？

### 柒、參考書籍：

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1、 昆蟲圖鑑   | 遠流出版社     |
| 2、 昆蟲入門   | 遠流出版社     |
| 3、 台灣博物季刊 | 國立自然科學博物館 |
| 4、 科學月刊   | 國立科學博物館   |
| 5、 台灣常見昆蟲 | 渡假出版社     |



【照片 1】在路燈下趨光而來的昆蟲與飛蛾



【照片 2】在白色水銀燈下所聚集的不同種類昆蟲



【照片 3】本次實驗用的風速計



【照片 4】實驗用精密度極佳的溫度計與濕度計





【照片 5】以不同顏色燈泡懸掛在大型白布前誘集昆蟲



【照片 6】以各色燈泡誘集昆蟲實驗的情形



【照片 7】白色水銀燈泡下大量趨光而來的昆蟲



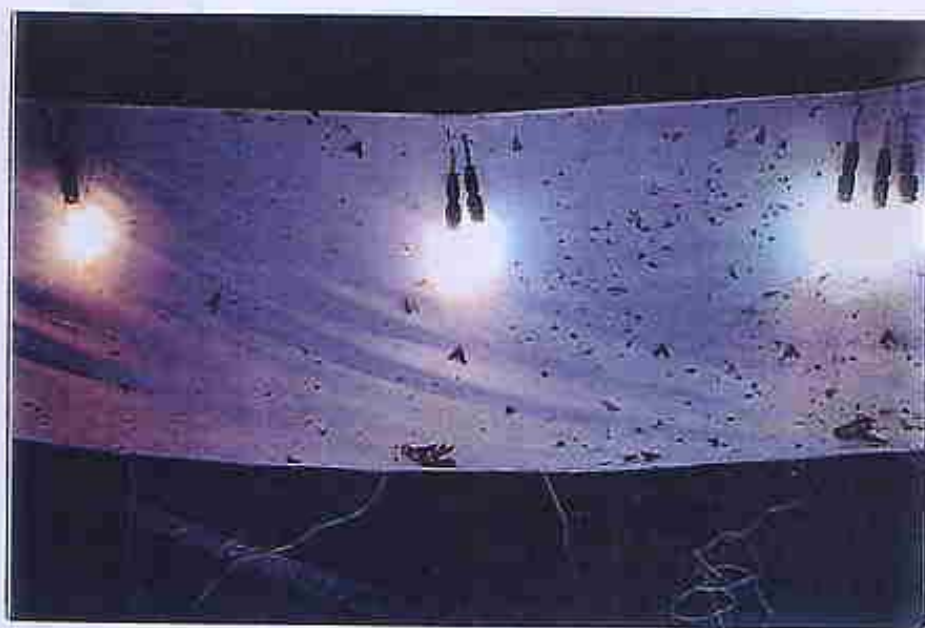
【照片 8】黃色燈光下受趨光聚集的昆蟲



【照片 9】受橙色燈光誘集而來的昆蟲數量極少



【照片 10】在綠色燈光下趨光而來的昆蟲極為稀少



【照片 11】同為白色水銀燈亮度不同，昆蟲趨光反應也有極大差異



【照片 12】亮度越大，趨光聚集的昆蟲數量就越多





【照片 13】在 600W 燈光下昆蟲趨光數顯然少於 800W



【照片 14】在相對較暗燈光下,昆蟲趨光數明顯最少



【照片 15】在不同的天候下，實測昆蟲趨光性



【照片 16】風速增大，昆蟲的趨光數明顯減少



【照片 17】氣溫的高低對昆蟲的趨光性有明顯的影響



【照片 18】下雨天，會減低昆蟲趨光性



【照片 19】氣溫高、濕度大，風速小是昆蟲趨光最佳天候



【照片 20】在低海拔天然林中測試昆蟲趨光情形





【照片 21】在果園內測試情形



【照片 22】在茶園內測試情形



【照片 23】在竹林內測試情形



【照片 24】實際在檳榔園內測試情形



【照片 25】在原始闊葉林內，趨光而來的昆蟲數量及種類均最多



【照片 26】在天然森林內大量趨光聚集的昆蟲





【照片 27】在單一林相地區，昆蟲趨光而來的種類及數量均較少



【照片 28】原始闊葉林中，昆蟲趨光數極多



【照片 29】檳榔園內昆蟲物種數量較少且較單一



【照片 30】茶園內趨光昆蟲以鱗翅目為主要



【照片 31】在所有趨光昆蟲中鱗翅目的蛾類最多



【照片 32】大量趨光而來的鱗翅目昆蟲



【照片 33】趨光聚集而來的鞘翅目昆蟲

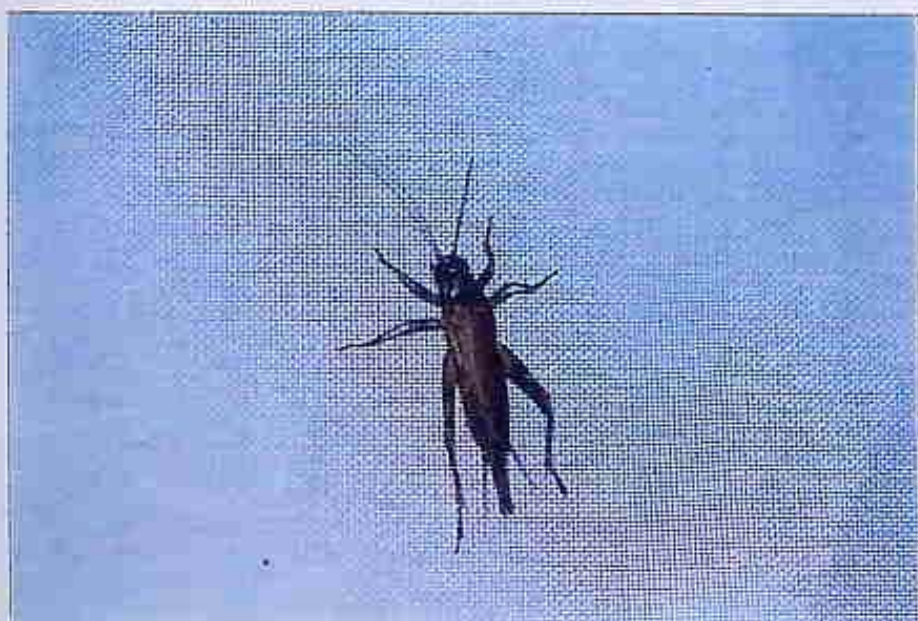


【照片 34】趨光而來的天牛





【照片 35】趨光而來的螽斯



【照片 36】趨光而來的直翅目昆蟲





【照片 37】趨光而來的皇蛾在燈光下交配



【照片 38】在燈光下交配的昆蟲



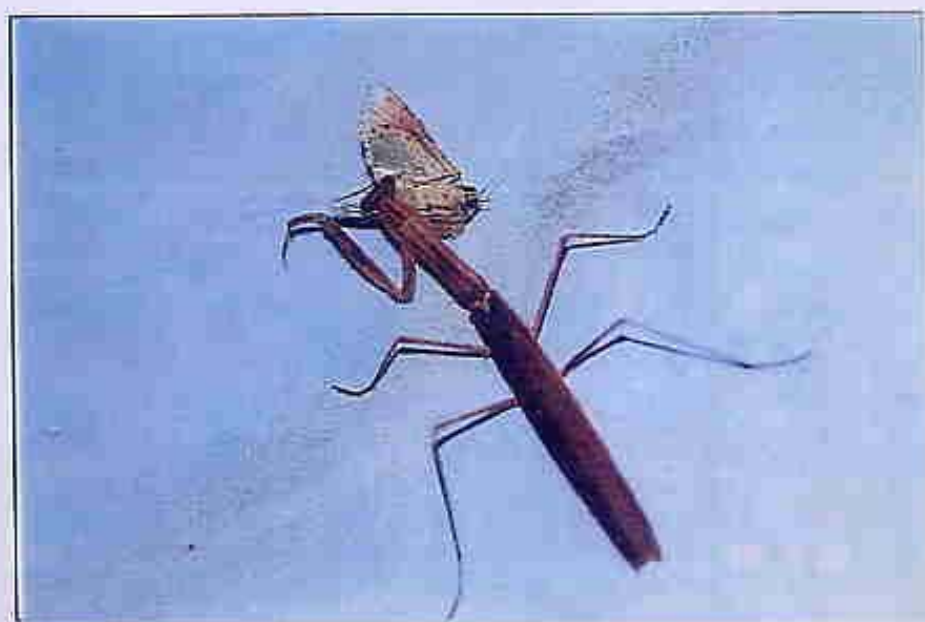
【照片 39】在燈光下交配的微燈蛾



【照片 40】在燈光下交配的竹節蟲



【照片 41】在燈光下捕食飛蛾的螳螂



【照片 42】趁機捕食飛蛾的螳螂

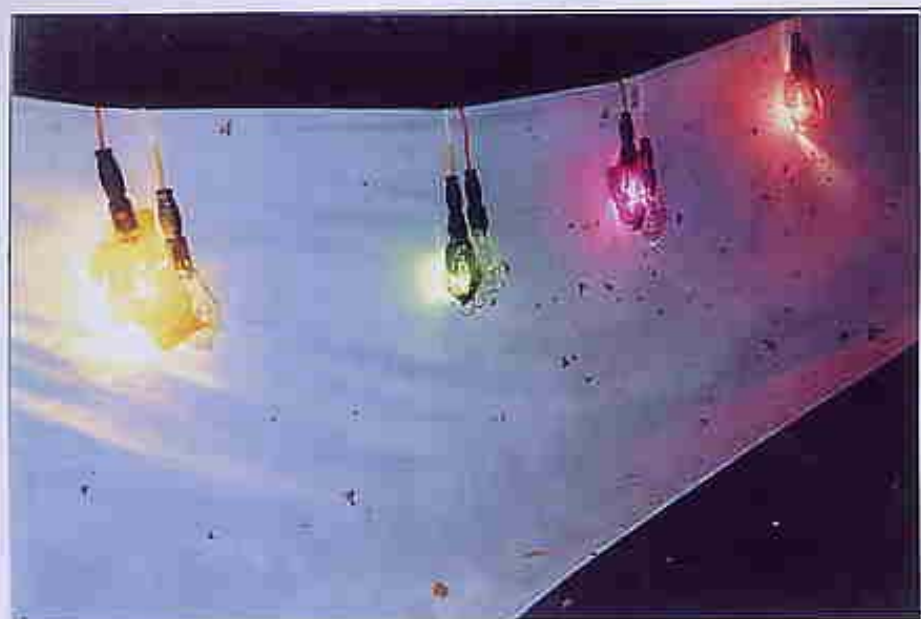


【照片 43】以白色燈光誘集昆蟲



【照片 44】清點趨光而來的昆蟲數目





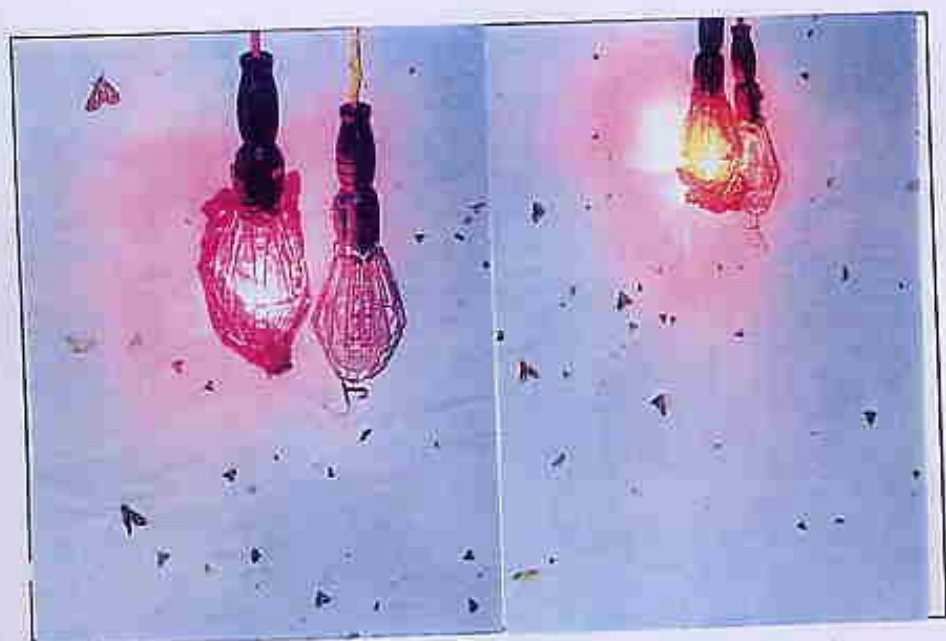
【照片 45】熄滅白色燈，改點紅、橙、綠、紫色燈



【照片 46】九十分鐘後，橙色燈光下昆蟲明顯減少



【照片 47】九十分鐘後，綠色燈光下昆蟲聚集明顯減少



【照片 48】紅、紫色燈光下昆蟲減少情形



【照片 49】長期在山區點亮白色水銀燈，並觀察週遭生態變化



【照片 50】在白色水銀燈下大量聚集的昆蟲





【照片 51】在燈光下同機捕食昆蟲的蟾蜍



【照片 52】為捕食青蛙爬上馬路，慘被壓死的蛇





【照片 53】在路燈下捕食昆蟲的蟾蜍青蛙，常遭到壓死的命運



【照片 54】路燈下，飛蛾幼蟲成群啃食植物



【照片 55】路燈下遭毛蟲啃食的植物



【照片 56】燈光下的植物，病蟲害比率較高



【照片 57】白色光源昆蟲趨光效果最佳



【照片 58】橙色燈與綠色燈，昆蟲趨光效果最差





【照片 59】在燈光亮度愈大，昆蟲趨光效果愈佳



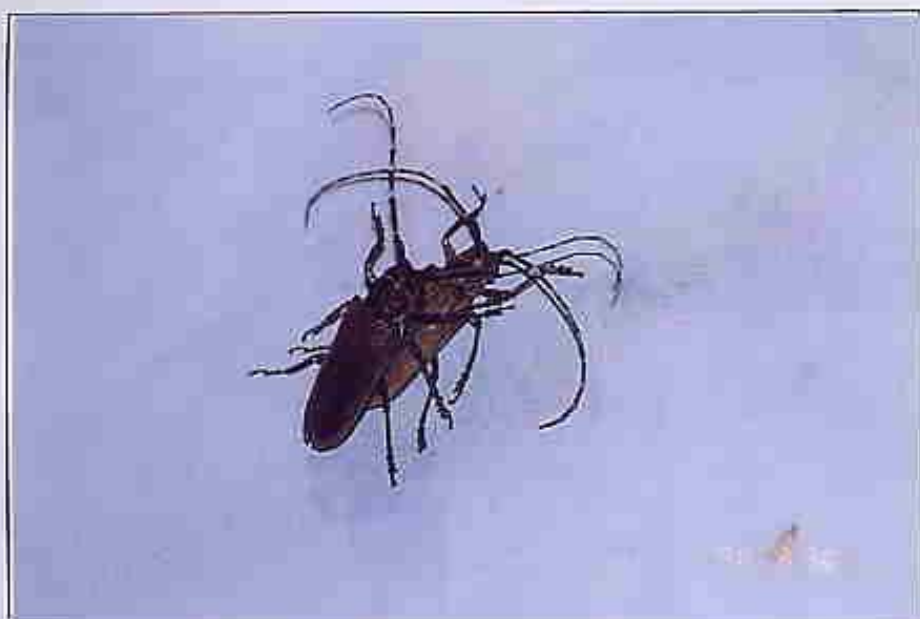
【照片 60】在原始天然林中，昆蟲趨光的種類及數量最多，  
充分驗證了「生物多樣性」



【照片 61】鱗翅目蛾類擁有最強烈的趨光性



【照片 62】在燈光下聚集的鱗翅目昆蟲



【照片 63】在燈光下交配的天牛



【照片 64】在白色燈光下活動擇偶各類昆蟲

## 評語

- 1.變因控制應嚴謹(光照部分)。
- 2.標本製作的注意(展翅)。
- 3.分類詳盡，對本身研究有了解。
- 4.表達可再平易近人。
- 5.樣區多樣，可供比較。
- 6.除了野外實驗外可再純化一些因素，再至實驗室中驗證。