

投稿類別：自然科學類

小論文篇名：球背象鼻蟲鞘翅斑紋的光晶效應

作者：

黃博祥。宜昌國中。八年級。

曾家騏。宜昌國中。八年級。

葉瑞珊。宜昌國中。八年級。

鄭羽軒。宜昌國中。八年級。

指導老師：

曾元科老師

林素葉老師

球背象鼻蟲鞘翅的光晶效應探究

壹、前言

一、研究動機與目的



圖 1.大圓斑球背象鼻蟲

生物地理學之父－華萊士（Alfred Russel Wallace:1823-1913）在 1854 年到 1862 年間，從新加坡到新幾內亞採集並研究生物，出版了《熱帶自然與評論》（Tropical Nature and Other Essays）一書。書中提及生物地理線的概念（後稱華萊士線（Wallace Line），將熱帶地區與非熱帶地區的生物種

類做了區隔。同時，也記錄了他在菲律賓群島採集發現一類的球背象鼻蟲背甲具有非常亮麗的金屬光澤斑紋。華萊士非常讚歎這些昆蟲的美麗勝過全世界其他物種。經過大約 50 年後，日籍博物學者鹿野忠雄發現臺灣的蘭嶼與綠島也有華萊士記錄的球背象鼻蟲，因此將華萊士線向北調至臺灣的蘭嶼。由此可知，臺灣蘭嶼與綠島所產的球背象鼻蟲在生物地理學的重要性，實在不容忽視。

球背象鼻蟲是一群翅鞘癒合、翅膀退化而無法飛行的鞘翅目甲蟲，除了臺灣蘭嶼及綠島生產之外，也分佈在菲律賓、印尼、新幾內亞等島嶼。由於牠喪失了飛行能力，照道理來說應該會引來眾多的天敵攻擊，甚至有滅絕的危機。但事實不然，牠雖然的翅鞘癒合無法飛行，卻能夠演化出腹板堅硬如石的特點，讓球背象鼻蟲形成非常好的保護殼，就算天敵掠食，也無法順利取得食物，不被捕食。

近幾年有些學者開始探討，球背象鼻蟲身上的斑紋是否是一種警戒色，用來提醒掠食者能夠在野外快速辨識牠就是球背象鼻蟲，牠不好吃，讓掠食者避免浪費精力在追捕球背象鼻蟲的身上，以降低被捕食的機率。本研究將用來觀察並探討球背象鼻蟲背板斑紋的排列與光晶特性，以對球背象鼻蟲有所了解。

依照以上的動機，我們的研究目的有以下兩項：

目的一：探討球背象鼻蟲的身體構造，了解球背象鼻蟲的形態特徵。

目的二：瞭解球背象鼻蟲鞘翅斑紋的構造，並分析斑紋顏色變化的原因。

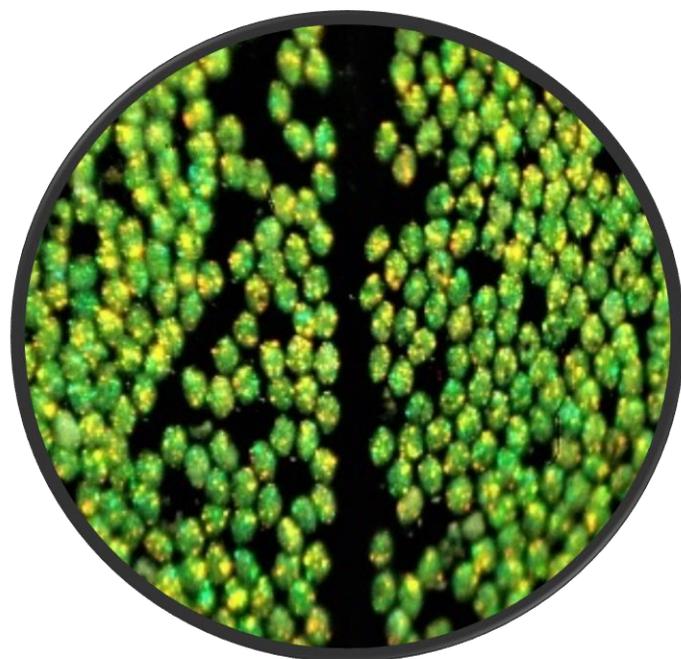


圖 2.大圓斑球背象鼻蟲斑紋的顯微攝影

二、研究架構

為了達成上述目的，我們的研究步驟與架構如下：

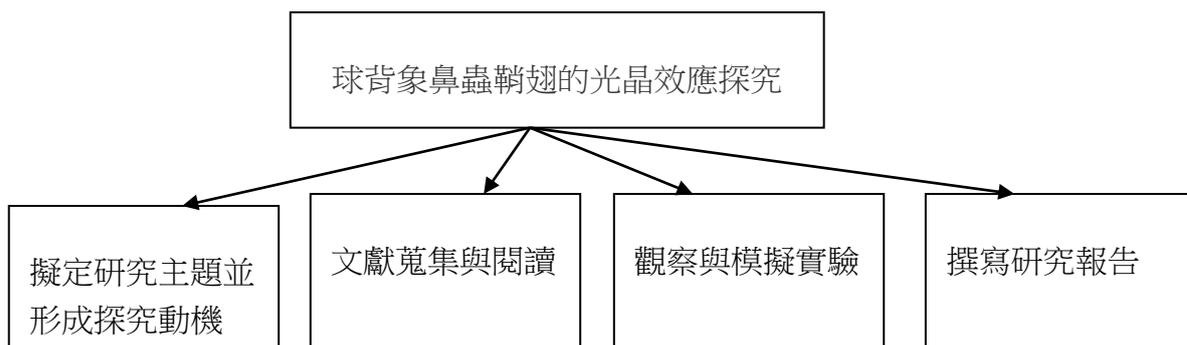


圖 3、球背象鼻蟲鞘翅的光晶效應研究架構圖

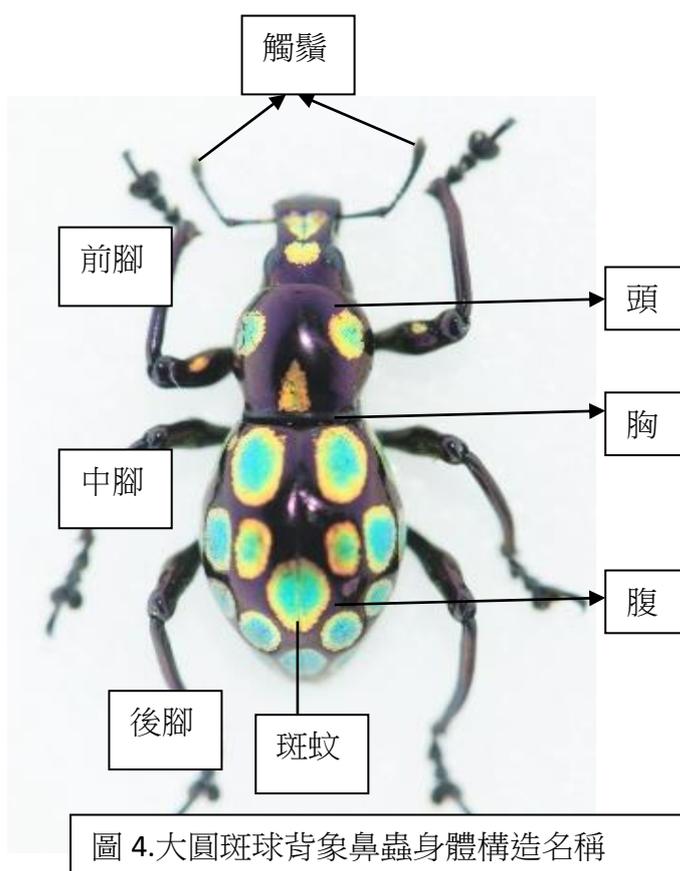
貳●正文

一、球背象鼻蟲的身體形態構造

球背象鼻蟲屬於完全變態的昆蟲，一生會歷經卵、幼蟲、蛹及成蟲等四個階段。跟一班的昆蟲一樣，擁有頭、胸、腹等三個主要身體構造。頭部前緣有一對觸鬚及複眼，並有用於取食樹葉的口器。

前中後胸兩側各自有一對腳，分別為前腳、中腳與後腳。由於鞘翅已經癒合，因此跟一班昆蟲不一樣的是，牠們的兩雙翅膀已經愈化成堅固的鞘翅，用以抵禦天敵的攻擊。

鞘翅上有各種不一樣大小以及色澤的斑紋，這些斑紋在目視的條件下看起來好像是平面的構造，但在光學顯微鏡下，卻呈現不一樣的物理構造及光澤，關於這點，本研究將在後續的實驗中進行驗證



大圓斑球背象鼻蟲小檔案

學名：*Pachyrhynchus kotoensis*。分類：昆蟲綱 鞘翅目 象鼻蟲科 球背象鼻蟲屬
分布：僅分布在綠島跟蘭嶼。食性：植食性，主要取食火筒樹。習性：球背象鼻蟲的翅鞘癒合，不具飛行能力，且非常堅硬。多數種類的身上的斑紋都非常鮮艷。常於葉片背光面活動，遇到其他動物靠近會先走開，或裝死掉落逃離。

二、臺灣蘭嶼慮到的球背象鼻蟲種類介紹

由於球背象鼻蟲喜歡居住在熱帶地區，因此臺灣本島並無牠們生存的蹤跡。牠們的生活範圍主要是在蘭嶼及綠島兩個離島。已知的種類有 6 種。

依照牠們的族群數量排列，最多的為蘭嶼銹紋象鼻蟲 (*Metapocyrtus immeritus* Bohemann)、小圓斑球背象鼻蟲 (*Pachurrhynchus tobafolius* Kano)、大圓斑球背象鼻蟲 (*P. sarcitis kotoensis* Kano)、條紋球背象鼻蟲 (*P. sonani* Kano)、斷紋球背象鼻蟲 (*P. yamianus* Kano) 以及白點球背象鼻蟲 (*P. insularis* Kano)。



圖 5. 蘭嶼綠島產球背象鼻蟲。照片取自嘎嘎昆蟲網: <http://gaga.biodiv.tw/9701bx/in94.htm>

台灣、蘭嶼與綠島最常見的蜥蜴種類之一是斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis*)，我們在蘭許多文獻指出，在野外觀察球背象鼻蟲的過程中，經常會發現斯文豪氏攀木蜥蜴與球背象鼻蟲同時出現，由於斯文豪氏攀蜥是以捕食昆蟲為主的掠食者，但對球背象鼻蟲卻未採取攻擊，這是否是因為球背象鼻蟲身上的斑紋提供了警戒的功能，警告攀木蜥蜴：「我不好吃」呢？球背象鼻蟲鞘翅上的斑紋究竟長怎樣呢？為了探究這個問題，了解球背象鼻蟲鞘翅的斑紋是否具有光晶效應，於是我們進行了以下的實驗。

三、球背象鼻蟲鞘翅斑紋的光晶效應實驗

(一)研究工具、設備與材料：

- 1.標準色卡(40 色)
- 2.解剖顯微鏡
- 3.單眼數位相機
- 4.單眼數位相機轉接環(連接顯微鏡)
- 5.球背象鼻蟲乾燥標本
- 6.解剖標本用剪刀與鑷子組

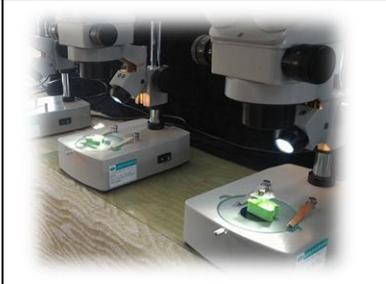
| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 單眼相機轉接環 | 單眼相機接顯微鏡 T 環 | 單眼相機 |
|  |  |  |
| 解剖組 | 生物顯微鏡 | 標準色卡 |
|  |  |  |
| 手提電腦 | 球背象鼻蟲標本 | 單眼相機 |

圖 6.本實驗所使用的設備與器材

實驗 3-1：使用顯微鏡觀察球背象鼻蟲，哪種倍率最適合用來觀察球背象鼻蟲的鞘翅斑紋呢？

研究方法：實驗法

研究步驟：

步驟一：在顯微鏡目鏡裝上轉接環，連接數位相機。

步驟二：將象鼻蟲固定在顯微鏡平台上。

步驟三：固定光源強度為 1/2 圈，分別調整倍率為 6.5、45 及 90 倍大。

步驟四：攝影、觀察與記錄結果。

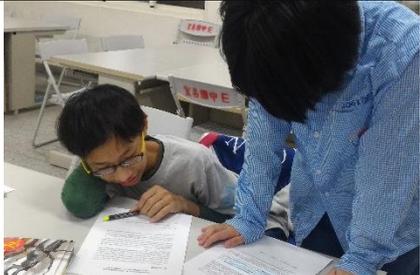
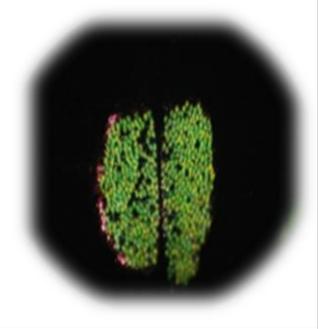
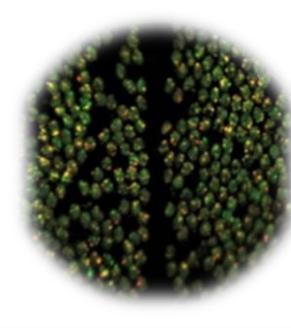
| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  | |
| 討論研究進度-1 | 討論研究進度-2 | 討論研究進度-3 | |
|  |  |  |  |
| 觀察顯微鏡 | 6.5 倍的觀察結果 | 45 倍的觀察結果 | 90 倍的觀察結果 |

圖 7.實驗過程照片

研究結果：我們發現，6*5 倍的倍率可觀察到球背象鼻蟲整隻全景。45 倍可以看到背板一顆完整的班紋。90 倍可看到背板一顆完整班紋的晶體結構。由於我們的研究目的，在觀察球背象鼻蟲班紋上的晶體結構是否會因光源強度的改變而改變顏色，從中探討球背象鼻蟲變色的機制。後續研究，我們將採用 90 倍的倍率來觀察球背象鼻蟲的背板班紋。

| | 6.5 倍 | 45 倍 | 90 倍 |
|-----|--|----------------|--------------------|
| 1 號 | 可觀察到球背象鼻蟲全景。 | 可看到背板上一顆完整的班紋。 | 可看到背板一顆完整班紋的六角形結構。 |
| 2 號 | 可觀察到球背象鼻蟲全景。 | 可看到背板上一顆完整的班紋。 | 可看到背板一顆完整班紋的六角形結構。 |
| 3 號 | 可觀察到球背象鼻蟲全景。 | 可看到背板上一顆完整的班紋。 | 可看到背板一顆完整班紋的六角形結構。 |
| 4 號 | 可觀察到球背象鼻蟲全景。 | 可看到背板上一顆完整的班紋。 | 可看到背板一顆完整班紋的六角形結構。 |
| 5 號 | 可觀察到球背象鼻蟲全景。 | 可看到背板上一顆完整的班紋。 | 可看到背板一顆完整班紋的六角形結構。 |
| 說明 | 1. 每一種倍率觀察五隻球背象鼻蟲。 2. 不同倍率，有不同的功能。6.5 倍，可以看到整隻(完整的)的球背象鼻蟲。45 倍可以看到完整的一顆背板班紋構造。90 倍，可以看到球背象鼻蟲背板班紋的晶體構造與形狀。 3. 我們研究主要目的，在觀察球背象鼻蟲班紋上的晶體結構是否會因光源強度的改變而改變顏色，從中探討球背象鼻蟲變色的機制。後續研究，我們將採用 90 倍的倍率來觀察球背象鼻蟲的背板班紋。 | | |

實驗 3-2：不同光源強度條件下，球背象鼻蟲鞘翅斑紋色彩是否會改變？

研究方法：實驗法

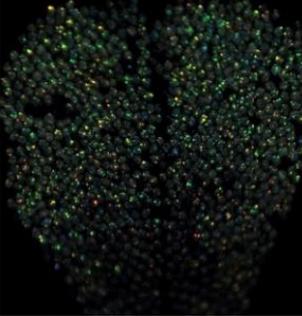
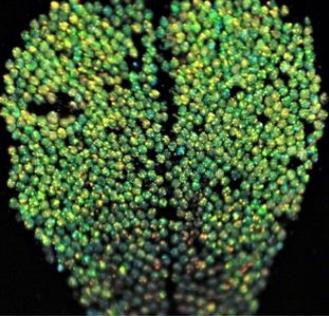
研究步驟：

步驟一：在顯微鏡目鏡裝上轉接環，連接數位相機。

步驟二：將象鼻蟲固定在顯微鏡平台上。

步驟三：固定倍率為 90 倍，並分別調整光源強度為 1/3 圈、2/3 圈及 3/3 圈。

步驟四：觀察、攝影記錄結果。

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <p>球背象鼻蟲標本</p> | <p>弱光(1/3 圈)的觀察結果(紅黃藍綠橘)</p> | <p>中強光(2/3 圈)的觀察結果(紅、黃、藍、綠、橘、金色、咖啡色)</p> | <p>強光(3/3 圈)的觀察結果(紅黃綠橘)</p> |

研究結果：我們還沒開始觀察以前，還以為球背象鼻蟲身上的斑紋是一塊一塊平平的構造，透過解剖顯微鏡觀察之後，才發現原來它是由一粒一粒圓形的立體構造形成的，真是讓我們大開眼界。

此外，我們發現，不同的光源強度投射在鞘翅斑紋，光線太強或太弱，都無法獲得最清晰的影像。在使用 90 倍的顯微鏡觀察後發現，鞘翅的斑紋顏色會出現變化，其中，弱光斑紋的顏色比較不明顯，但仍可判斷是由紅、藍、黃、綠、橘的圓點構成。中度光源，除了出現紅黃藍綠等四種顏色之外，也有金色和咖啡色出現，強光顏色反而不明顯，僅剩下紅、黃、綠、橘等四色。因此我們發現，不同光源強度投射在球背象鼻蟲斑紋鞘翅上，會使得斑紋顏色改變，它的效果，是以中度光源最佳，可以出現六種以上的顏色。

| | 弱光(1/3 圈) | | 中度光(2/3 圈) | | 強光(3/3 圈) | |
|-----|--|-----------|------------|-----------------|-----------|---------|
| | 數量 | 顏色類型 | 數量 | 顏色類型 | 數量 | 顏色類型 |
| 1 號 | 5 種 | 紅、藍、黃、綠、橘 | 7 種 | 紅、藍、黃、綠、橘、金色、咖啡 | 4 種 | 紅、黃、綠、橘 |
| 2 號 | 5 種 | 紅、藍、黃、綠、橘 | 7 種 | 紅、藍、黃、綠、橘、金色、咖啡 | 4 種 | 紅、黃、綠、橘 |
| 3 號 | 5 種 | 紅、藍、黃、綠、橘 | 7 種 | 紅、藍、黃、綠、橘、金色、咖啡 | 4 種 | 紅、黃、綠、橘 |
| 4 號 | 5 種 | 紅、藍、黃、綠、橘 | 7 種 | 紅、藍、黃、綠、橘、金色、咖啡 | 4 種 | 紅、黃、綠、橘 |
| 5 號 | 5 種 | 紅、藍、黃、綠、橘 | 7 種 | 紅、藍、黃、綠、橘、金色、咖啡 | 4 種 | 紅、黃、綠、橘 |
| 說明 | 1.每一種光源強度觀察五隻球背象鼻蟲。 2.不同的光源強度投射在鞘翅斑紋，光線太強或太弱，都無法獲得最清晰的影像。 3.使用 90 倍的顯微鏡觀察後發現，鞘翅的斑紋顏色會出現變化，其中，弱光斑紋的顏色比較不明顯，但仍可判斷是由紅、藍、黃、綠、橘的圓點構成。 4.中度光源，除了出現紅黃藍綠等四種顏色之外，也有金色和咖啡色出現。 5.強光顏色反而不明顯，僅剩下紅、黃、綠、橘等四色。 | | | | | |

討論一：球背象鼻蟲鞘翅斑紋構造的型態討論

從肉眼來看，球背象鼻蟲鞘翅的斑紋是平面的，但透過解剖顯微鏡放大 90 倍的功能來觀察球背象鼻蟲的鞘翅斑紋，竟然可以發現它是由許多六角形的晶體結構整齊排列所形成，這跟我們平時的經驗不同。從這個發現，除了讓我們學習到球背象鼻蟲鞘翅的斑紋構造的知識之外，也讓我們體驗到科學工具的重要性，要不是透過解剖顯微鏡的放大功能，我們也沒辦法這樣細微的觀察球背象鼻蟲的鞘翅斑紋，我們真要好好感謝學校以及老師幫我們準備這麼棒的器材以及課程，我們一定會更加認真學習的。

討論二：球背象鼻蟲鞘翅斑紋在不同強度光源照射下所形成的顏色變化原因探討

我們研究發現，不同的光源強度，會造成球背象鼻蟲斑紋鞘翅的顏色改變。特別是使用中度光源時，觀察到的顏色可以達到紅、藍、黃、綠、橘、金色及咖啡等七種色。老師為我們說明，原來球背象鼻蟲鞘翅斑紋屬於光子晶體結構，這幾乎達奈米等級的微小顆粒結構，能夠將投射在斑紋上面的光線分解出不同波長的光，使得顏色隨之改變。這種情形也跟大美藍蝶翅膀的顏色變換原理一樣，也跟我們吹泡泡的原理一樣，是由光子晶體構造所形成的光學現象，這真是讓我們大開眼界啊。

參、結論

(一)研究結論：經過我們的研究，我們提出以下三點結論：

結論一：不同的顯微鏡倍率，能觀察不同的球背象鼻蟲效果。其中，6*5 倍的倍率可觀察到球背象鼻蟲整隻全景。45 倍可以看到背板一顆完整的斑紋。90 倍可看到背板一顆完整斑紋的晶體結構。

結論二：不同的光源強度投射在球背象鼻蟲的鞘翅斑紋上，會造成斑紋晶體上的顏色改變，但以中度光源強度(2/3 圈)的效果最好，光線太強或太弱，都無法獲得最清晰的影像。

結論三：中度光源強度可以觀察到紅、黃、藍、綠、橘、金和咖啡色，效果最好。

(二)研究建議

由於我們的研究尚未完成，因此我們要為自己的研究提出後續進行的建議：

建議一：繼續做完「不同光源角度」的實驗，並採集蝴蝶翅膀實驗觀察，以做為比對實驗，多方面驗證光晶效應的科學原理。

建議二：生活中有許多甲蟲鞘翅都有顏色變化的現象，例如金龜子與彩虹鍬形蟲，我們也可以多進行這方面的研究，用顯微鏡觀察牠們的鞘翅，看看是不是也能看到牠們鞘翅上的斑紋構造。

肆、參考文獻

林大利(2013)。馬來群島的啟示：華萊士從生物分布發現什麼?臺灣博物季刊，32 卷，第 4 期，pp.72-79。

楊維晟(2008)。探尋甲蟲之旅-蘭嶼與綠島。文章出自於甲蟲放大鏡，pp.182-185。臺北市，天下文化出版社。