

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080315

越洋的喜訊—青斑蝶標放之分析研究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉隘門國民小學

作者： 小五 鄭 翔 小五 邱霽尹	指導老師： 許自由
-------------------------	--------------

關鍵詞：青斑蝶、標放、澎湖

摘要

2015 年，澎湖西嶼西堡壘再捕獲日本標放的青斑蝶(*Parantica sita niponica*)共 23 筆，占該年台灣再捕獲數的 85%，與 2013 年再捕獲 7 筆，總數占台灣歷年再捕獲記錄的 6 成，可見澎湖西嶼西堡壘絕對是研究東亞島弧青斑蝶移動的重要據點之一；同時由再捕獲記錄得知澎湖青斑蝶廣泛來自日本各地區；青斑蝶飛行能力超過 2500km；每日移動距離可超過 350km；野外壽命可超過百日；台日間越洋移動與季節的高空氣流有極大的關係。研究以標識再捕法(MRR)進行青斑蝶標放，目前尚未有再捕獲資料；由資料得知越洋青斑蝶雌蝶比率超過 2 成，雌蝶前翅長度平均 58.1 mm，顯示越洋行為對青斑蝶性別具有篩選效果。

壹、研究動機

2013 年 10 月 25 日，澎湖人陳旅在網路上公布一張標記有日本字的青斑蝶照片，台北市立大學陳建志教授獲得相關資訊後，便立即與日本聯繫，確定再捕獲紀錄，並透過網路連絡陳旅，開啟澎湖青斑蝶標放的研究。同年又在西堡壘再捕獲 6 隻日本標記的青斑蝶，再捕獲紀錄總數達到 7 筆，而台灣自 1997 年開始即與日本鱗翅學會合作青斑蝶的標放工作(陳建志，2014)，截至 2013 年之前的再捕獲紀錄僅有 14 筆，故在西堡壘的再捕獲紀錄證明澎湖西嶼是亞洲東岸青斑蝶族群冬季往南擴散的重要據點，凸顯了澎湖在此項研究的重要性。

隔年，西嶼西堡壘可能因林木受到破壞，蝴蝶飛舞盛況不在，也無回收紀錄。2015 年 10 月 18 日，原本投入這項調查工作的老師發現蝶影重現後，便積極進行相關標放工作，並隨時跟我們分享所得，同時詢問我們是否對青斑蝶的標放有所興趣，因此我們便加入抓蝴蝶、刺青的工作，探索青斑蝶生態之祕，與一窺青斑蝶跨海之謎！

貳、研究目的

一、透過文獻探討青斑蝶的生態與特徵。

- 二、透過文獻了解青斑蝶「標識再捕法(MRR)」的研究方法，並實際進行標放工作。
- 三、分析 2015 年在澎湖西嶼西堡壘捕獲標記的青斑蝶各項資料。
- 四、分析歷年澎湖再捕獲日本標記青斑蝶的各項資料。
- 五、探討青斑蝶未來研究的方向與可能性。

參、研究設備及器材

- 一、標放工具：捕蝶網、紀錄表、記錄板夾、油性簽字筆、識別證掛帶、數位相機、手機等。
- 二、分析工具：電腦 1 組(含網路、Microsoft Excel 軟體)



肆、研究方法、結果、討論

一、青斑蝶的生態

(一)研究方法：

- 1.以文獻分析方式，了解青斑蝶的各項資訊。
- 2.了解青斑蝶的分類位置與各亞種間的區域分布情形。
- 3.了解青斑蝶的身體構造與特徵。
- 4.了解青斑蝶的生活史。

5.分辨台灣地區青斑蝶與相似種類蝴蝶的區別。

6.了解目前青斑蝶擴散的研究現況。

(二)研究結果：

1.青斑蝶的分類上是屬於：動物界(Animalia)／節肢動物門(Arthropoda)／昆蟲綱(Insecta)／鱗翅目(Lepidoptera)／蛺蝶科(Nymphalidae)／斑蝶亞科(Danainae)／青斑蝶屬(*Parantica*)

學名：*Parantica sita niponica*

英文：The Chestnut Tiger

中文名：青斑蝶、大青斑蝶、大絹斑蝶、淡青斑蝶、雲斑蝶、淺黃斑蝶、大透翅斑蝶

2.青斑蝶的分布北起日本北海道南部、朝鮮半島南部，往東分佈臺灣、中國浙江、江西、廣東、海南島、四川、雲南、西藏，向西包括不丹、錫金、尼泊爾、北印度、喀什米爾，向南包括中南半島及菲律賓之巴拉望島(唐錦淇，民 101)。

3. *Parantica sita* 可分為幾個亞種，分別是 *P. sita niponica*、*P. sita sita*、*P. sita melanosticta*、*P. sita oblita*、*P. sita ethologa*，分布如圖 4.1.1 所示，台灣地區的青斑蝶族群則屬於 *P. sita niponica*，是青斑蝶中分佈緯度最高的亞種，分布在台灣、琉球、日本、韓國等地。

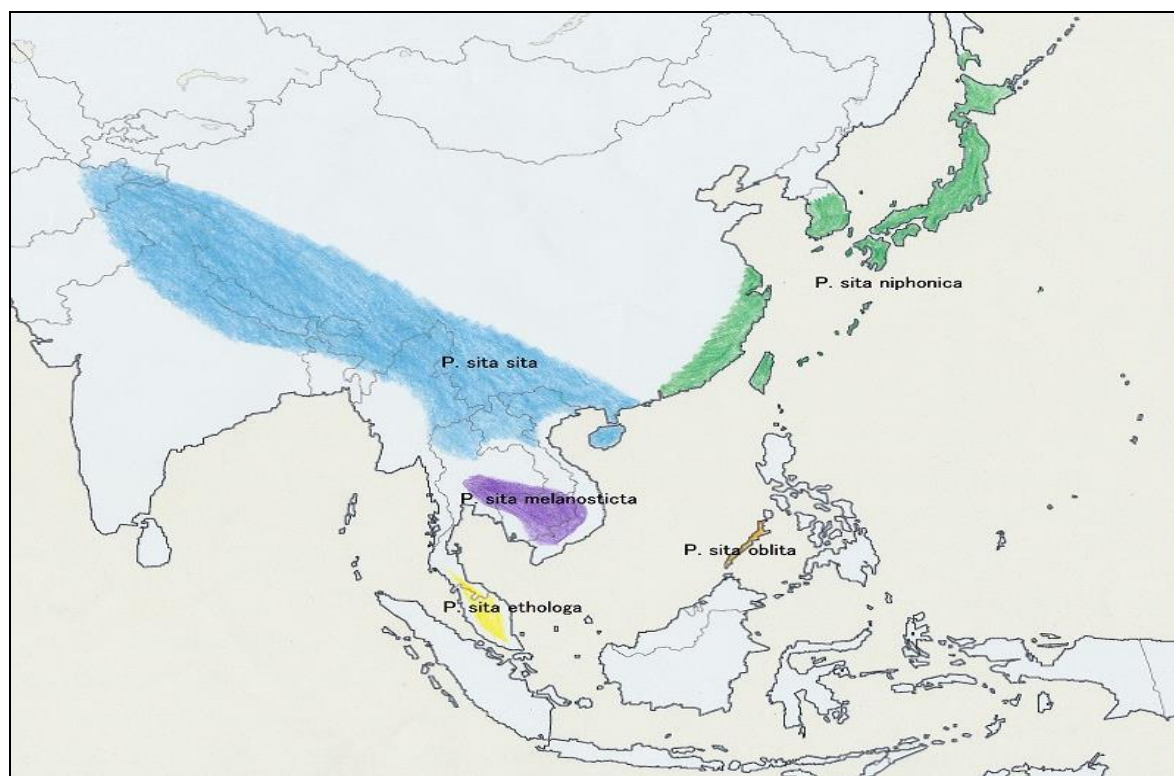


圖 4.1.1 *Parantica sita* 亞種分布圖

(地圖來源：2015 澎湖西嶼青斑蝶棲地經營管理研習營研習手冊)

4.青斑蝶是昆蟲，身體構造可分為頭、胸、腹三部分，如圖 4.1.2 所示，根據佐藤英治(2007) 描述如下：

- (1)頭部有觸角、複眼、口器等構造，觸角有兩根，由許多節組成，先端稱為「鞭節」，是用來感受氣味的構造；複眼由小眼組成，由於雄蝶多以視覺尋找雌蝶，故小眼數量較多，複眼也較雌蝶稍大；相當於嘴巴的口器，是由左右一對類似吸管的管狀結構嵌合而成。
- (2)身體白色斑點的部分是胸部，可分為前胸、中胸、後胸三部分，其上各有一對腳，前腳已退化得很小，貼於前胸上。背側中央有四張翅膀，前翅為於中胸上，後翅則位於後胸上。青斑蝶翅膀很薄，非常具有彈性，不會輕易破損；白色部分鱗粉很少，飛行時有透光的感覺；前翅長約 5~6cm；雄性青斑蝶在後翅有一黑色的「性標」，具有發香鱗粉以吸引雌蝶。
- (3)腹部有消化器官和生殖器官，側面則有稱為氣門的呼吸孔洞。

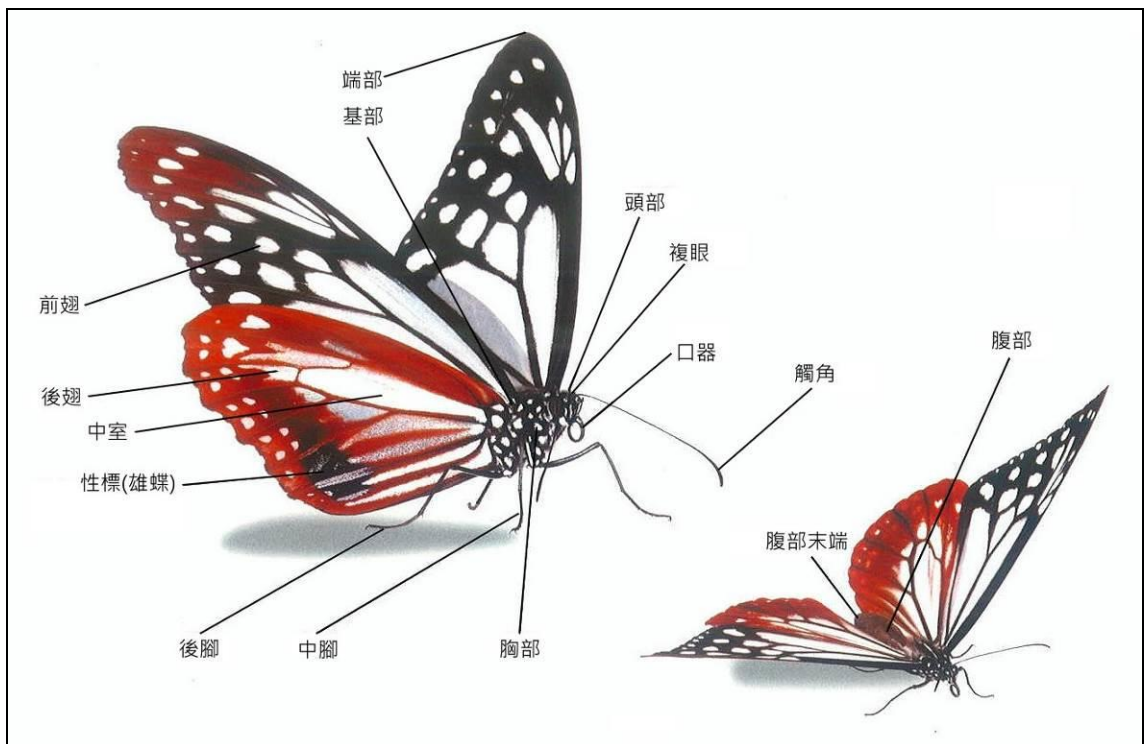


圖 4.1.2 青斑蝶身體構造圖

(底圖來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 18。)

5.青斑蝶的生活史可以從繁殖開始，但蝴蝶的繁殖並非單一型態，繁殖次數可以一年一到數次都有，若是越冬行為，有的以蛹，有的以卵或幼蟲，但青斑蝶則無特定型態，

連移動過程中也可以進行繁殖，依據佐藤英治(2007)的描述，可分為幾個過程：

- (1)覓食：雄蝶吸取含有植物鹼植物的花蜜或汁液，以形成性費洛蒙，再從腹部末端伸出「毛筆器」的發香構造，如照片 4.1.1 所示，摩擦後翅性標部位，將所食植物鹼經體內轉變成性費洛蒙，這就是所謂的「上味道」。



照片 4.1.1 青斑蝶毛筆器構造

(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 27。)

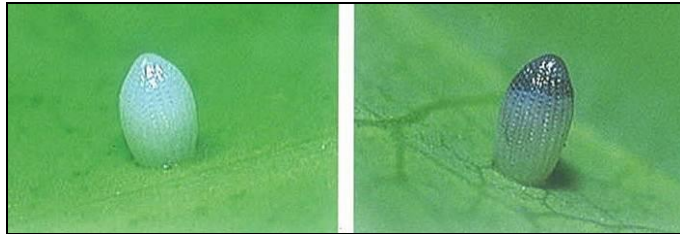
- (2)求愛：一般蝴蝶的雄蝶尋找交尾伴侶的方式可分為「到處飛行尋找」和「埋伏等待」兩類型，青斑蝶則屬於後者，雄蝶在林子吊掛棲息，或在同一處轉圈飛行，一遇到有青斑蝶飛過則立即湊過去，但若發現是雄蝶便立即折回原處，若是雌蝶則繼續追，進入求愛的行為模式。
- (3)交尾：青斑蝶雄蝶在追逐雌蝶過程中會將毛筆器伸出，讓雌蝶聞費洛蒙的氣味，但這並不常見。一般而言，準備好要交尾的雌蝶會先停在葉子上，雄蝶也停在一側，兩蝶再以腹部末端交合，進行交尾，如照片 4.1.2 所示，時間可長達數小時，偶爾會見到連結飛行的情形。



照片 4.1.2 青斑蝶交尾情形

(4)產卵：青斑蝶雌蝶到了可以產卵階段，便會尋找牛蒡菜、歐蔓、毬蘭等食草植物，將卵產在葉背。

(5)卵：青斑蝶的卵長約 1.5mm，寬約 1mm，形狀像砲彈，表面白色，具有網紋，如照片 4.1.3 所示。



照片 4.1.3 青斑蝶的卵，右圖是即將孵化的蝶卵
(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 30。)

(6)孵化：青斑蝶卵的孵化會受氣溫等因素的影響，一般來說大概在產下後一週左右就能孵化。

(7)幼蟲期：一齡幼蟲呈現淡灰色，體長約 3mm，在一齡期中身體就會出現斑點，到二齡前就能長到 5mm 左右，二齡時除繼續長大外，身體前後端會長出兩對稱的「肉角」小突起。一、二齡幼蟲進食，會先食草的葉背啃一圈圓形咬痕，如照片 4.1.4 所示，讓牛蒡菜汁液流出，再由圓圈內部進食。三齡幼蟲，肉角開始明顯，頭部白色也出現斑點了，此時進食以經可從葉緣開始吃了。四齡幼蟲，肉角變修長，體色變鮮豔，在四、五齡期的食慾非常旺盛，但大概到孵化後 20 天左右就不再進食，轉而尋找化蛹的場所。幼蟲期的各種型態如照片 4.1.5 所示。



照片 4.1.4 青斑蝶一、二齡幼蟲進食的咬痕
(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 32。)



一齡幼蟲



二齡幼蟲



三齡幼蟲



四齡幼蟲



五齡幼蟲



成蛹階段的五齡幼蟲

照片 4.1.5 青斑蝶的幼蟲期型態

(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 35。)

(8)蛹期：當終齡幼蟲體色轉變成帶有透明感的綠色、體長明顯變短，就是化蛹的徵兆。當幼蟲選擇好化蛹位置時，會吐絲做一個固定身體的小圓塊絲座，當絲座做好後便會置換身體前後位置，將腹部末端固定在絲座上，準備化蛹。蛹的型態如照片 4.1.6 所示。



照片 4.1.6 青斑蝶蛹的型態

(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 37。)

(9)羽化：青斑蝶在化蛹約 20 天後會羽化成蝶。當隱約可見翅膀模樣、顏色轉濃，便是即將羽化的徵兆，蝶蛹到羽化前則會完全變黑。羽化開始時，會先在蝶頭與蛹殼間形成一層空氣層，在蛹背裂開後，蝶頭隨即出現，然後蝶腳抓住蛹殼，腹部隨之脫出，整隻蝴蝶倒吊蛹殼上，接著圓胖的蝶腹逐漸變纖細，皺巴巴的翅膀開始撐開，約 1 小時可以完全展開，在經數小時等待翅膀乾燥後，羽化便能完成。

6.青斑蝶對溫度十分敏感，一般認為青斑蝶偏好在 20°C 上下的氣溫活動，所以青斑蝶一天的活動也跟隨溫度變化而改變。為於氣溫較高的地區，日出前後便出現訪花的行為，而溫度偏低的地區則需要到 10 點左右才看到陽光下的青斑蝶開始暖身；接近中午時刻，氣溫變高，日照處蝴蝶變少，紛紛往日蔭處移動；午後的時間則出現在涼爽的樹林間，常可發現求偶的盤旋飛舞；當氣溫再隨時間下降，下午 3 點左右有機會再看到青斑蝶訪花覓食的機會，但也有些青斑蝶就直接在樹林間過夜。同樣的情形也出現在大尺度的時間上，青斑蝶也會隨季節變熱，族群往高山上移動的現象，都是受到氣溫影響的結果(佐藤英治，2007)。

7.青斑蝶對於菊科植物的花蜜特別喜好，所以很容易在種植紅鳳菜的菜園或澤蘭盛開的山坡地，看到青斑蝶正在吸食花蜜。以陳建志(民 97b)在陽明山進行青斑蝶與蜜源植物關係的研究，發現青斑蝶會造訪菊科的大花咸豐草、臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、臺灣山菊，杜英科的錫蘭橄欖，唇形花科的黃花鼠尾草及蓼科的火炭母草等 7 種蜜源植物，也顯示菊科是青斑蝶的主要蜜源植物。

8.外型上容易與青斑蝶混淆的蝴蝶有二，一是小青斑蝶(*Parantica swinhoei*)，另一是斑鳳蝶(*Chilasa agestor matsumurae*)，辨識方式如下(張永仁，民 94；佐藤英治，2007)：

(1)青斑蝶與小青斑蝶的辨識方法：

青斑蝶在體型上比小青斑蝶略大，但若以體形來看，在飛行時並不容易分辨，倒是因為小青斑蝶底色較深、後翅中室較小，飛行時感較暗色；若能從飛行時的背部觀察，小青斑蝶具有明顯橙色腹部，與青斑蝶的褐色不同；另外，抓住觀察則可發現青斑蝶的後翅中室較大、有一條不明顯褐色細線紋，小青斑蝶則無，而中室後的兩塊白斑，青斑蝶呈現缺角，小青斑蝶則無缺角。兩者比較如照片 4.1.7 所示。

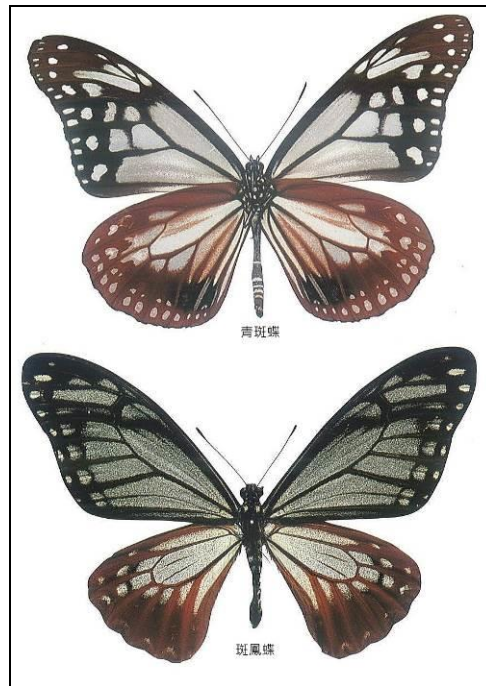


照片 4.1.7 青斑蝶與小青斑蝶的辨識，左：青斑蝶、右：小青斑蝶

(照片來源：陳建志(2008)。陽明山國家公園青斑蝶與蜜源植物交互作用關係探討，頁 61。)

(2)青斑蝶與斑鳳蝶的辨識方法：

斑鳳蝶無毒，其擬態青斑蝶，不僅外型上十分相近，就連飛行也模仿青斑蝶的輕柔優雅，所以飛行不容易分辨，但斑鳳蝶的斑紋是灰白色，並不透明，可做為分辨的依據。形態比較如照片 4.1.8 所示。



照片 4.1.8 青斑蝶與斑鳳蝶比較

(照片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 44。)

9.在日本境內青斑蝶會隨季節而移動，春天的時候會從西南群島往北移動；在夏季時，青斑蝶則聚集在高原上；秋天開始，青斑蝶則往中部、四國地區移動；晚秋時，則回到溫暖的西南各島。移動情形如圖 4.1.3 所示。

(三)研究討論：

- 1.澎湖並沒有青斑蝶的食草植物，即沒有台灣牛蒡菜、歐蔓、毬蘭等植物，所以在澎湖並沒有青斑蝶的繁殖紀錄。
- 2.澎湖西嶼西堡壘早期是軍事營區，植栽有榕樹，是目前澎湖少見的榕樹林，地形上又位處避風處，林下十分空曠，故成為冬季來自日本青斑蝶休息之處，當澎湖冬天無風，中午氣溫升高時，就可看見林下青斑蝶飛舞與吊掛休息的盛況。

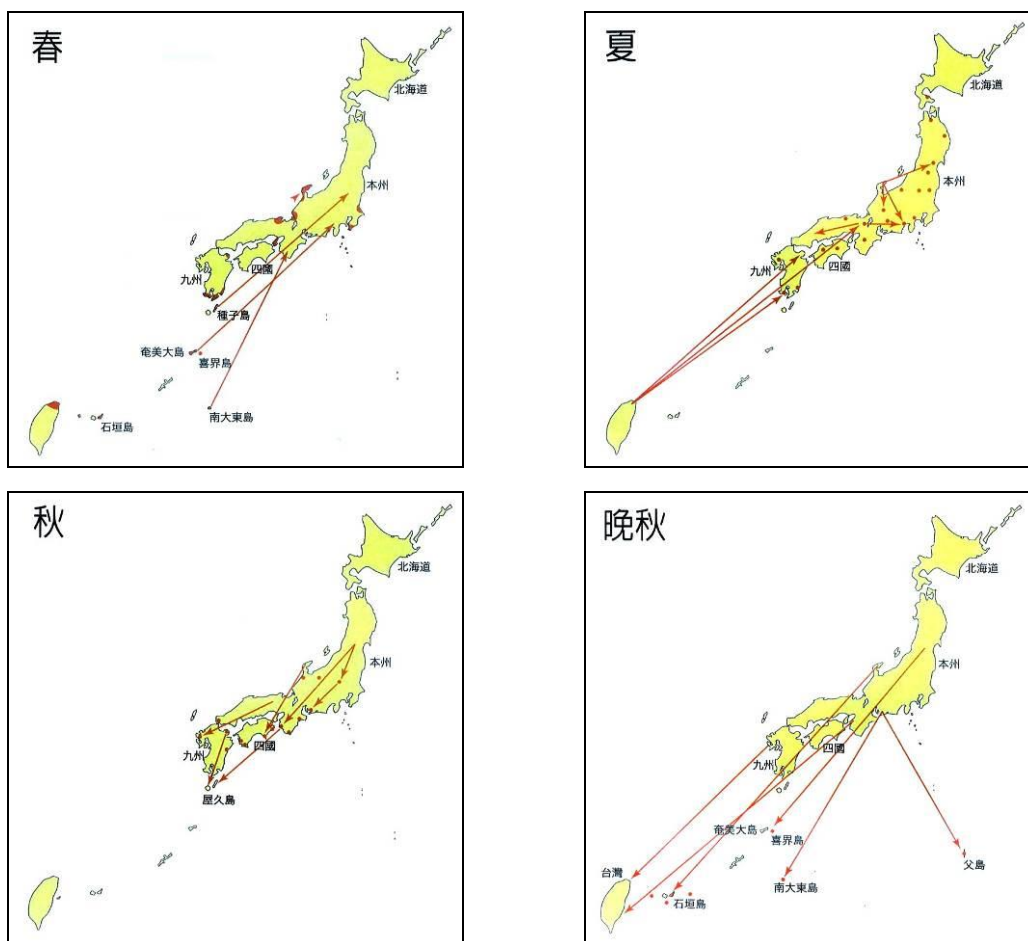


圖 4.1.3 青斑蝶在日本隨季節移動圖

(圖片來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 50、56、62、66。)

3. 澎湖植物相單調，冬季更沒有如夏季陽明山的蜜源植物，故隨東北季風來到澎湖的青斑蝶，主要的蜜源植物就只剩下在澎湖冬季仍然開花的植物，如大花咸豐草、馬纓丹等，其中又以大花咸豐草所提供的蜜量較多，但由於澎湖冬天容易受到鹽害影響，一次的鹽水煙就可能讓大花咸豐草大量枯萎，影響青斑蝶的覓食甚鉅。
4. 澎湖青斑蝶在辨識上並沒有什麼問題，因為在澎湖並未有小青斑蝶、斑鳳蝶的紀錄，所以並不會有誤認的情形。
5. 根據青斑蝶再捕獲的資料顯示，日本青斑蝶南下是隨東北季風的氣流、是單向的移動，或許是因為承載量的壓力，或是因為棲地選擇，為提升適存機會而離開原來的棲地，是一種擴散(Dispersal)的行為，不同於一般生物週期性、重複性往返棲地間的行為模式，故不能稱為遷徙(Migration)。

二、標識再捕法(MRR, Mark-Release-Recapture)

(一)研究方法：

- 1.準備紀錄工具、捕蝶網，並先在紀錄表寫上標放當天的地點、日期、天氣狀況、時間、標放者等資料。
- 2.利用捕蝶網捕捉青斑蝶。
- 3.在青斑蝶後翅中室利用油性筆寫上標放訊息，左後翅中室標記地點代碼、日期，右後翅中室標記標放者代碼、標放編號(陳建志，民 97a)。
- 4.在紀錄表中紀錄步驟 3 所標放青斑蝶的後翅標號，並紀錄個體的性別與受精孔狀態、新鮮度、翅膀的破損狀況與前翅長度等資料。
- 5.對標放的青斑蝶利用數位相機或手機拍照，紀錄影像，做為日後若有再捕獲澎湖標放青斑蝶時的對比。
- 6.將 2015 年在澎湖所標放的紙本紀錄，以 Microsoft Excel 軟體數位化各項資料，並以標放數量、雌雄個體比例、新鮮度、破損情形、前翅長度等因素進行統計分析。
- 7.透過為青斑蝶研究、交流所成立的臉書社團—「青斑蝶刺青會社」，了解是否有澎湖標放而再捕獲的資訊。

(二)研究結果：

- 1.西嶼西堡壘 2015 年的青斑蝶標放，首筆記錄開始於 10 月 18 日，直到 12 月 20 日止，這段期間內以 1~2 天進行一次標放工作，結果製成如圖 4.2.1，其中在 11 月 7 日出現最大值，該日標放總數達 126 筆。

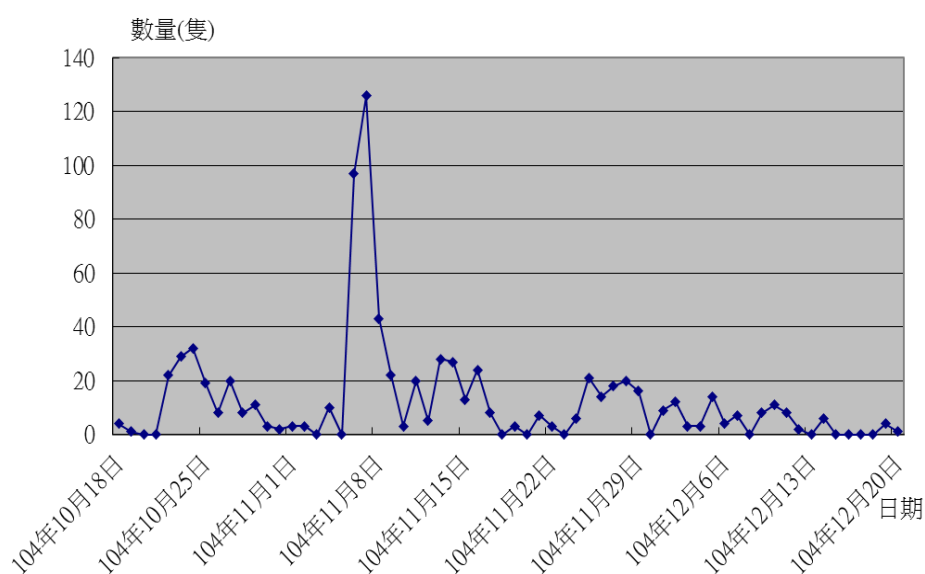


圖 4.2.1 澎湖西嶼西堡壘 2015 年青斑蝶標放數量統計圖

2.在 2015 年所標放的紀錄中，標放總數為 773 隻，其中雌性為 171 隻，約占總數 22%，如圖 4.2.2 所示。

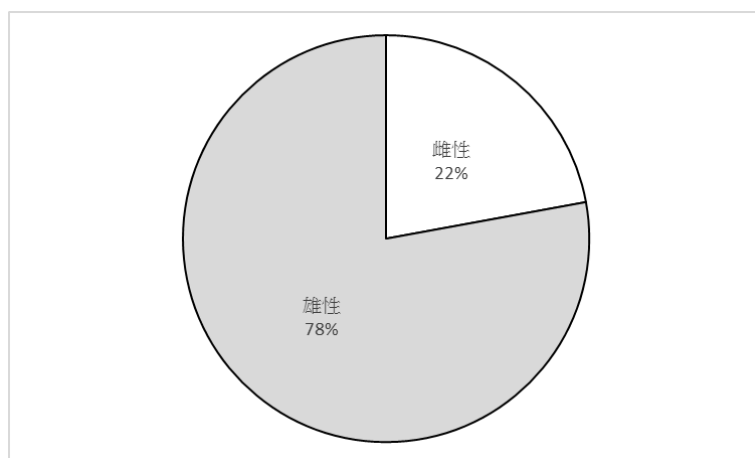


圖 4.2.2 澎湖西嶼西堡壘 2015 年青斑蝶標放個體性別比例圖

5.在 2015 年越洋的青斑蝶個體上，其前翅長度主要分布在 55~57mm 之間，呈現常態分布，如圖 4.2.3 所示。若以性別進行分析，則雄性個體前翅的平均長度是 54.6mm，雌性個體前翅的平均長度則高達 58.1mm，符合雌性個體較大的原則。

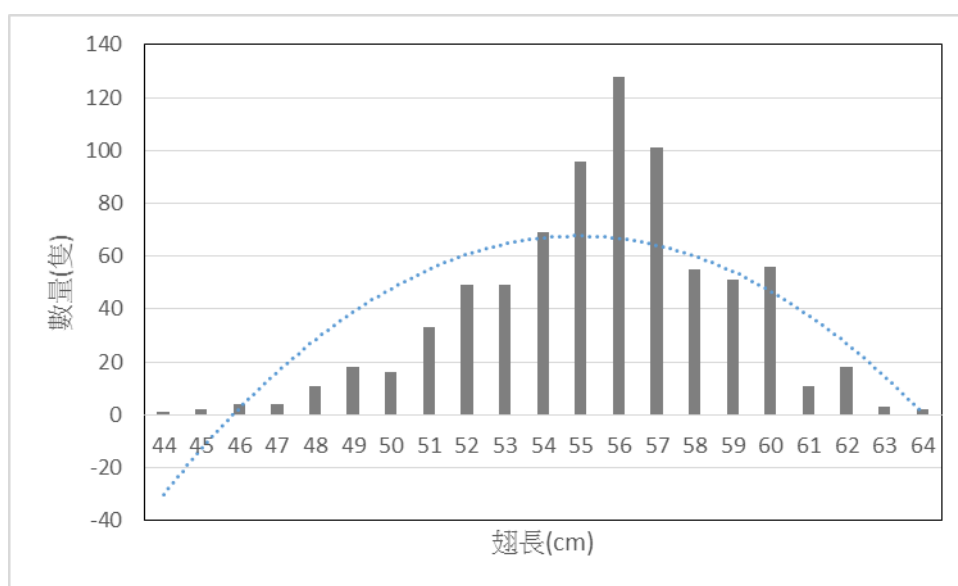


圖 4.2.3 澎湖西嶼西堡壘標放青斑蝶個體翅長的統計分布圖

4.在青斑蝶越洋的飛行中，會受到外力攻擊、自我碰撞、老化等因素，而造成翅的破損，圖 4.2.4 為翅有無受損的比例圖，圖 4.2.5 則是翅受損位置的比較圖。但研究發現在歷經千里飛行後，竟然仍有 40%青斑蝶的翅膀是毫無損傷，十分不可思議；而受損部分則呈現前翅左右、後翅左右受損比例對稱的情形，且後翅受損高於前翅。

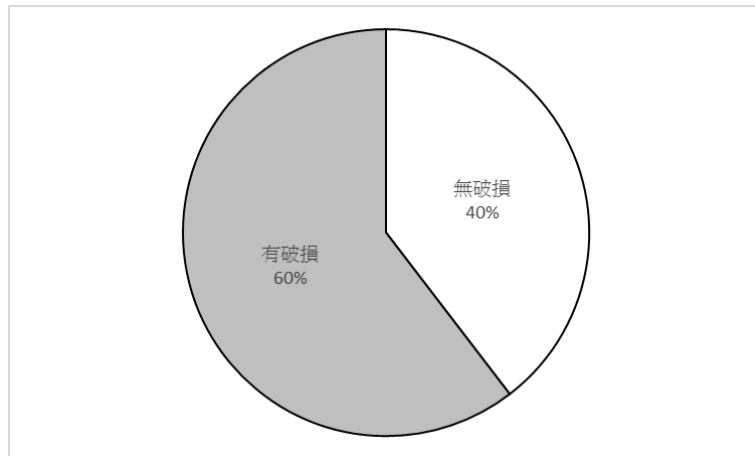


圖 4.2.4 澎湖西嶼西堡壘 2015 年青斑蝶標放個體翅受損比例圖

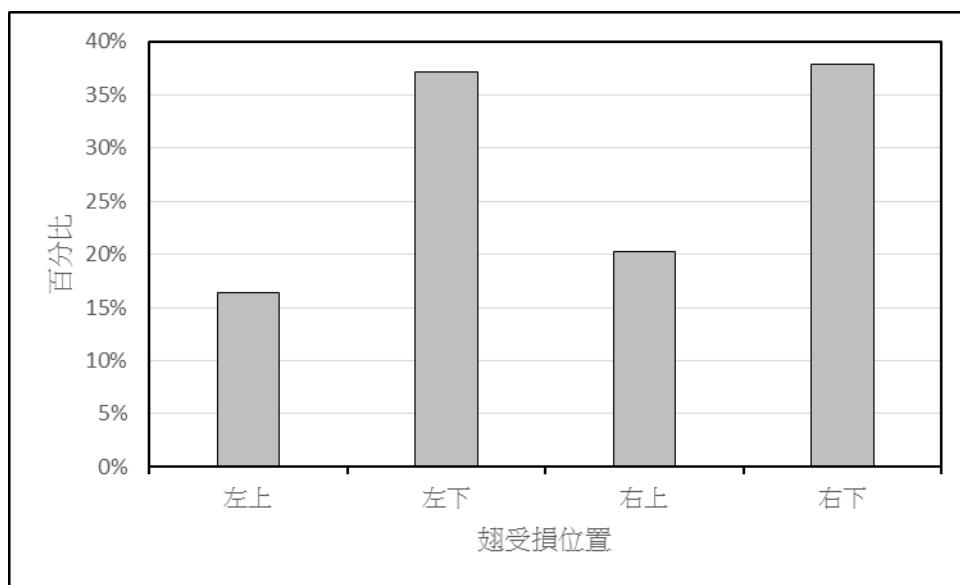


圖 4.2.5 澎湖西嶼西堡壘 2015 年青斑蝶標放個體翅受損部分之比較圖

3. 在 2015 年西堡壘標放的青斑蝶中，新鮮的個體最多，共 378 隻，占約半數，其結果如圖 4.2.6 所示，其狀況似乎與翅膀受損較少有所關連，新鮮個體多，受損個體就少。

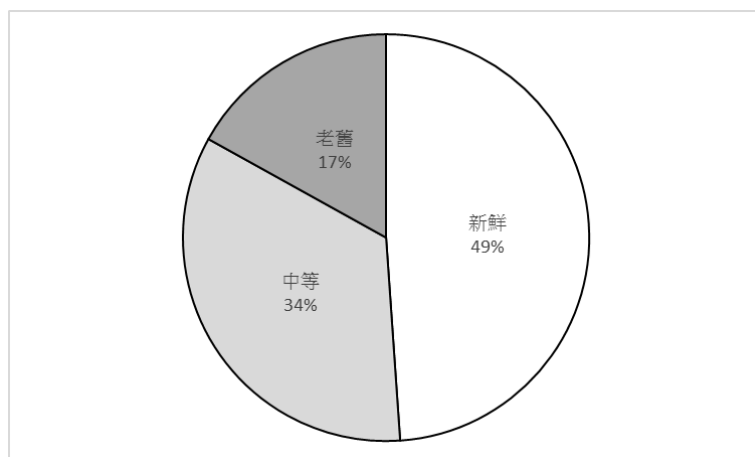


圖 4.2.6 澎湖西嶼西堡壘 2015 年青斑蝶標放個體新鮮度比較圖

6.截至目前為止，臉書—「青斑蝶刺青會社」社團並未有在澎湖西嶼西堡壘標放，而在其他地區再捕獲的任何相關訊息。

(三)研究討論：

1.以青斑蝶的標記方式而言，在日本進行標放時，大多標記一側，通常以油性簽字筆標記在左翅的前後翅，若有再捕獲時，則標記在另一側，但也有兩邊同時標記者，但數量較少，照片 4.2.1 便是日本標準的標記方式，第一標記者書寫在左翅，再捕獲者紀錄在右翅。但這樣標記方式，使得青斑蝶停棲時，有一個方向是無法發現該蝶是否被標記過，所以在台灣的「亞洲島弧青斑蝶標放研究室」便因應此點，將標記資訊全部書寫在兩邊後翅的中室上，就算青斑蝶停棲時，也不用擔心後翅會覆蓋前翅的問題，而且從左右角度都能觀察該青斑蝶是否已經被標記過，是標放方式的改良，不過若面對大量的標記，其對標記速度則會有些許的影響。



照片 4.2.1 日本標記青斑蝶的標準方式

2.在澎湖西嶼西堡壘 2015 年的標放數量，最大值出現在 11/6、11/7 兩天，分別是 97 隻、126 隻，兩天標放數量約占總數的三成。查閱氣象資料，在此之前日本連續吹起強烈的東北季風，應該是協助青斑蝶越洋飛行的重要助力，而到達澎湖時，是逢天氣好轉，風力減弱，推想青斑蝶應該因此在此停歇，並進行覓食，待體力恢復再繼續南行，這可從標記後的青斑蝶，在隔天僅有少數個體還停留在西堡壘，大部分青斑蝶皆已離開得到證實。

3.根據青斑蝶研究者李信德在台灣陽明山國家公園進行的研究，其 2000~2008 年的標放資料顯示，以青斑蝶原生地點進行標放時，捕捉到青斑蝶的雌性個體約在 6%左右，2005 年雌蝶比例最高，也僅有 8.4%。但 2015 年，在澎湖西嶼西堡壘所捕捉到的雌蝶

比例卻高達 22%；2013 年，陳建志教授的研究團隊在此處總共捕捉 268 隻青斑蝶，其中 82 隻雌蝶，比例更高達 30.6%。明顯的，越洋的行為對青斑蝶的性別是具有高度篩選效果的。推測其原因有二：一是雌蝶肩負較高的遺傳責任，在交配後必須尋找適合幼蟲成長的環境，故對族群對外擴散必須較雄蝶積極，也就是說雌蝶有較強對外擴散的動機，因而在原生環境外會發現更高的雌蝶比例；另一則是青斑蝶會藉氣流飛行，而較大的翅膀面積有助於青斑蝶的滑行，而雌蝶翅膀比雄蝶大，較容易進行越洋飛行，因此長距離的越洋行為便產生性別上的篩選效果。

- 4.一般來說，青斑蝶前翅長約在 5~6 公分之間，2015 年在澎湖所標放的青斑蝶中，前翅長度以 55~57mm 最多，符合一般大小。若以性別分之，標放的雄蝶前翅平均大小是 54.6mm，雌蝶則是 58.1mm，在對比李信德 2001~2008 年的資料顯示，其雄蝶前翅平均大小是 53.8mm，雌蝶則是 55.8mm。觀此數據，雄蝶方面平均差異不到 1mm，但雌蝶方面則有 2.3mm 的差異，不可謂不大，與越洋篩選應該有很大的關聯。
- 5.青斑蝶在越洋飛行過程中，會因時間、外力因素造成損傷。在 2015 年的研究中發現，澎湖所捕獲的青斑蝶卻有近 5 成比例屬於新鮮的個體，十分特別；在翅的損傷方面，也有 4 成是屬於無破損的狀態；受損的部位則以後翅最明顯，推測應該受到後方攻擊與飛行時後翅撞擊林木有關；前翅左右、後翅左右的受損情形差不多。
- 6.澎湖標放出去的青斑蝶，至今並未發現有再捕獲的訊息，故在澎湖標放的青斑蝶飛往何處，至今並未有相關訊息。同時，由於澎湖已臨近青斑蝶(*Parantica sita niponica*)這個亞種的南界，離開澎湖島之後，是否還有下一個停棲點？還是結束於茫茫大海之中？但若從香港曾經有回收的紀錄，或許澎湖的下一站是在香港、是在中國廣東，這都還須進一步研究，以解青斑蝶渡海之謎！

三、澎湖 2015 年再捕獲之日本標放青斑蝶

(一)研究方法：

- 1.利用捕蝶網捕捉青斑蝶。
- 2.發現青斑蝶翅上若有日本標記符號，則先利用數位相機拍照紀錄，再紀錄翅上的標記資訊，如標放地點、日期、標放者代碼、標放編號等。
- 3.再捕獲之青斑蝶則轉交「亞洲島弧青斑蝶標放研究室」，做為研究之用。

4.分析 2015 年澎湖西嶼西堡壘再捕獲資料，配合台日青斑蝶移動地圖，呈現青斑蝶在日本與台灣、澎湖的空間關係。

(二)研究結果：

1.在澎湖西嶼西堡壘，2015 年再捕獲日本標放的青斑蝶共有 23 筆，占台灣回收紀錄的 85%，分別是長野県 4 筆；愛知県 2 筆；京都府 3 筆；愛媛県、高知県各 2 筆；福島県、山梨県、滋賀県、兵庫県、山口県、徳島県、愛媛県、長崎県、大分県、鹿児島県各 1 筆。詳細資料如表 4.3.1 所示。

表 4.3.1 澎湖西嶼西堡壘 2015 年再捕獲日本標放青斑蝶資料總表

		標記資料						移動訊息	
編號	再捕日	標識記號	性別	標放日	標識地	標識地座標	標放者	天數	距離 (km)
1	10/23	オオハラ 10.5 ヒノトク 13	♀	10/5	徳島縣	34° 00'08"N 134°35'18"E	大原	18	1868
2	10/26	ハズ 10/20 hw1	♀	10/20	愛知県	34° 48'51"N 137°08'40"E	鷲塚廣晴	6	2102
3	10/28	バイオ 2638 ナガサキ B 10.14	♂	10/14	長崎県	32°33'04"N 129°46'34"E	伊藤雅男	14	1420
4	11/1	OHN 9/28 リョウ 242	♂	9/28	京都市	34°56'24"N 135°38'58"E	永井涼也	34	2008
5	11/4	タカノス 8/22 SN 13	♂	8/22	高知県	33°10'25"N 132°49'24"E	三崎三郎	74	1753.7
6	11/6	ハズ 10.17 YOH 64	♂	10/17	愛知県	34°48'55"N 137°10'03"E	大谷容子	20	2111
7	11/6	NP 9.19 JET 1903	♂	9/19	長野県	36°35'21"N 137°50'48"E	Masuzawa	48	2278
8	11/7	YWA 2296 M 10.10	♂	10/10	兵庫県	34°48'02"N 135°20'41"E	渡辺康之	28	1981
9	11/7	XX 2880 水 10/3	♂	10/3	京都市	35°02'44"N 135°37'29"E	金田忍	35	2013
10	11/7	TAF 6015 RPT 10/19	♂	10/19	山口県	33°57'04"N 130°56'25"E	福村拓己	19	1630
11	11/7	シ SY98 BV 8/27	♂	8/27	滋賀県	35°09'49"N 135°54'08"E	吉本佐代子	72	2043
12	11/8	TAF 3040 KJ 9/4	♂	9/4	大分県	33°05'30"N 131°14'31"E	福村拓己	65	1570
13	11/8	Fuji 8.12 JET 592	♂	8/12	山梨県	35°26'34"N 138°42'30"E	Masuzawa	88	2271
14	11/9	W196 10/12 オオヒラ	♂	10/12	愛媛県	33°12'28"N 132°33'36"E	若山勇太	28	1664.1
15	11/9	SRS 5719 NP 9/21	♂	9/21	長野県	36°26'59"N 137°50'28"E	栗田昌裕	49	2276
16	11/11	KKV 8/15 TMS 3589	♂	8/15	長野県	35°56'56"N 138°38'56"E	島田武志	88	2298
17	11/11	水 10/2 XX 2371	♂	10/2	京都市	35°02'44"N 135°37'29"E	金田忍	40	2013
18	11/13	タカノス 8/14 FRV 282	♂	8/14	高知県	33°47'05"N 133°16'30"E	本山八司	91	1753.7
19	11/13	KK 001 OCT10 KISHIKO	♂	10/10	三重県	34°51'00"N 136°36'16"E	河野勝行	34	2074.3
20	11/14	SRS 2613 デコ 8/18	♂	8/18	福島県	37°42'59.2"N 140°07'35.7"E	栗田昌裕	88	2513
21	11/14	KKV 8/4 TMS 593	♂	8/4	長野県	35°56'56"N 138°38'56"E	島田武志	102	2298
22	11/28	YAKU 11/16 11/17 YK-1280	♂	11/16	鹿児島県	30°16'29"N 130°32'02"E	久保田義則	12	1304
23	12/5	AwJ 10.24 シ TY1142	♂	10/24	兵庫県	34°14'38"N 134°46'18"E	吉本	42	1898

- 2.在 2015 年，台灣各地再捕獲青斑蝶資料共有 27 筆，分別是長野縣 5 筆；愛知縣 4 筆；京都府 3 筆；愛媛縣、高知縣各 2 筆；福島縣、山梨縣、滋賀縣、大阪府、兵庫縣、山口縣、德島縣、愛媛縣、長崎縣、大分縣、鹿兒島縣各 1 筆，這表示飛抵台灣的青斑蝶是來自日本各地，並非局限於一處標放的青斑蝶。
- 3.由日本網站(<http://www.peco28.com>)所製作之地圖，如圖 4.3.1 所示，其清楚標示 2015 年日本和台灣之間青斑蝶移動空間關係，其中還特別標示澎湖回收 23 例，以及青斑蝶標放回收最遠的紀錄等。

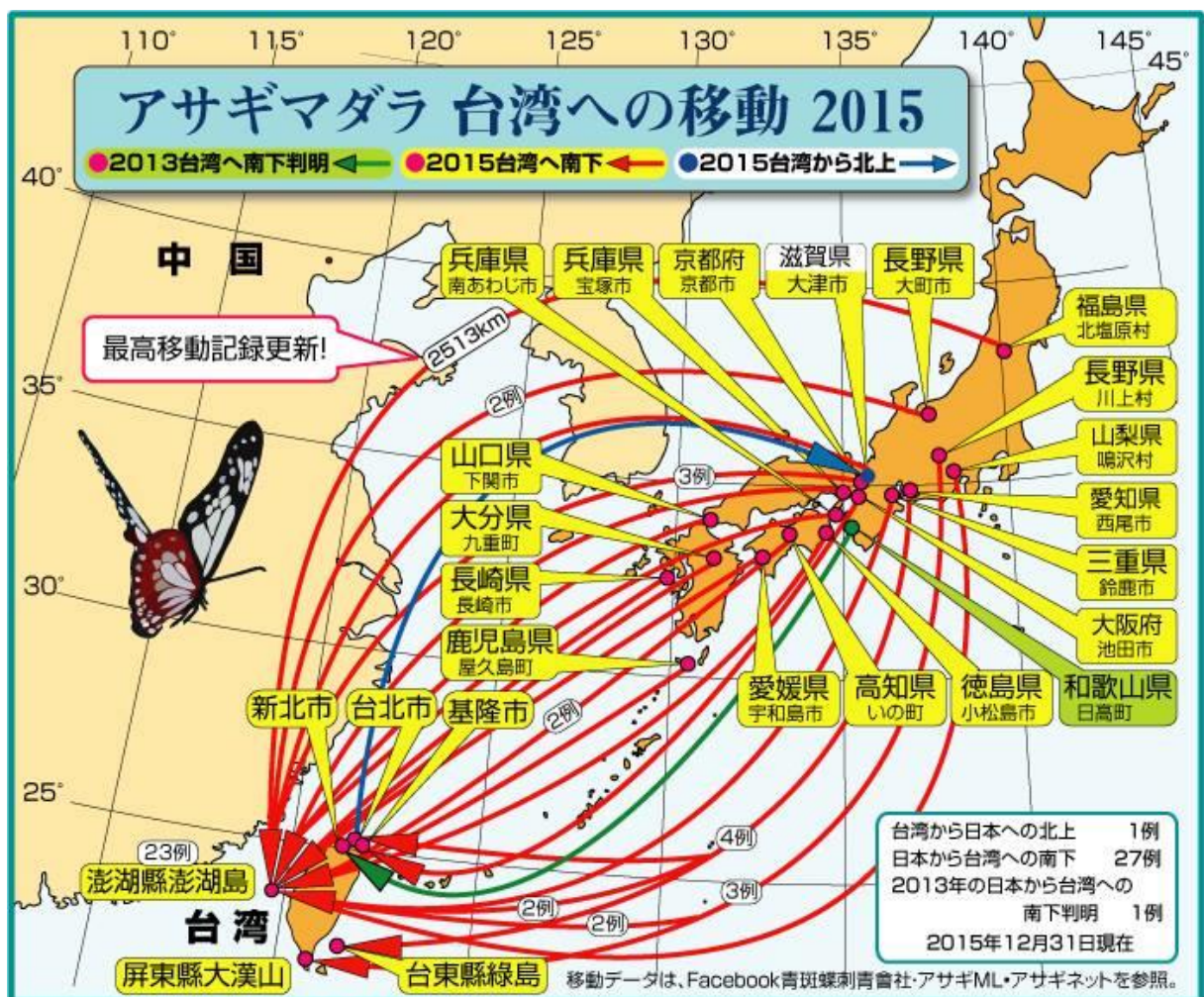


圖 4.3.1 日本與台灣 2015 年青斑蝶再捕獲之空間分布圖

(地圖來源：<http://www.peco28.com>)

4.特別紀錄：

- (1)飛行最遠紀錄：在日本福島縣耶麻郡北塩原村桧原荒砂沢山所標放的青斑蝶，標記號「SRS 2613 デコ 8/18」是目前青斑蝶回收紀錄中飛行最遠的記錄，達到 2513km，該蝶如照片 4.3.1 所示。



照片 4.3.1 青斑蝶飛行最遠紀錄的「SRS 2613 デコ 8/18」

(2)飛行最快紀錄：在日本愛知縣西尾市三ヶ根山鹿川下山道所標放的青斑蝶，標記號「ハズ 10/20 hw1」該蝶在 10 月 20 日標放，在 10 月 26 日於澎湖西嶼西堡壘再捕獲，移動距離 2102km，移動日數 6 日，平均 1 天飛行超過 350km，是目前飛行最快的青斑蝶，如照片 4.3.2 所示。



照片 4.3.2 青斑蝶飛行最快紀錄的「ハズ 10/20 hw1」

(三)研究討論：

1.依據臉書社團—「青斑蝶刺青會社」資訊，部分在台灣再捕獲的青斑蝶，其實並非實質捕獲，而是透過相機記錄，也就是說只要有影像紀錄，甚至是正確的目擊紀錄，都可以做為再捕獲的紀錄，進而協助了解青斑蝶渡海之謎。而在澎湖實質再捕獲的青斑蝶，則全數交由台北市立大學的東亞島弧青斑蝶標放研究室進行相關研究。

2.根據再捕獲的資料，發現來到澎湖的青斑蝶可以說是來自日本各地，並沒有侷限於一處，是普遍飛抵澎湖。由回收記錄來看，最北來自福島，飛行距離也最遠，高達 2513km，是目前已知青斑蝶飛行最遠的記錄；最南則是鹿兒島縣。由於琉球群島也是日本標放青斑蝶的重要之處，但截至目前並未有來自琉球的回收記錄，推測有可能是受到中央山脈的阻隔，季風不易穿越，使得青斑蝶無法藉由季風協助抵達澎湖，但以青斑蝶飛行能力應可跨越中央山脈，故還需後續的研究證實之。

3.青斑蝶是屬於相當長命的蝶類，一般蝴蝶羽化後，可能 2~3 週便結束其生命週期。但依據文獻，曾有再捕獲六個月前標放的資料，而在 2015 年的再捕獲資料，由島田武志在長野縣標放的「KKV 8/4 TMS 593」的青斑蝶，在經歷 102 天、2300 公里的越洋飛行後，在澎湖被捕獲，可見越洋飛行的青斑蝶壽命至少可以超過 100 天以上。同時在標放過程中，也發現數隻標放的青斑蝶，在 1 個月後仍未離開澎湖西嶼西堡壘，可見其壽命之長，如照片 4.3.3。



照片 4.3.2 標放後仍停留西堡壘超過 1 個月的青斑蝶

1. 「siyu 10/26 chou 048」，10.26 標放，11.29 在西堡壘發現正在吸食大花咸豐草花蜜
2. 「Siyu 1106 amps 65」，11.06 標放，12.11 發現停棲在東堡壘的榕樹上

4.根據文獻，青斑蝶越洋飛行與氣流有極大的關係。以飛行最快的「ハズ 10/20 hw1」為例子，該蝶在 10 月 20 日進行標放，6 天後，即 10 月 26 日便在西堡壘被捕獲，我們根據氣象資料發現，這短日數而長距離飛行的青斑蝶，在當時高空確實存在吹往台灣方向的強烈氣流，如圖 4.3.3 所示，所以我們相信青斑蝶是可以利用氣流協助越洋飛行。

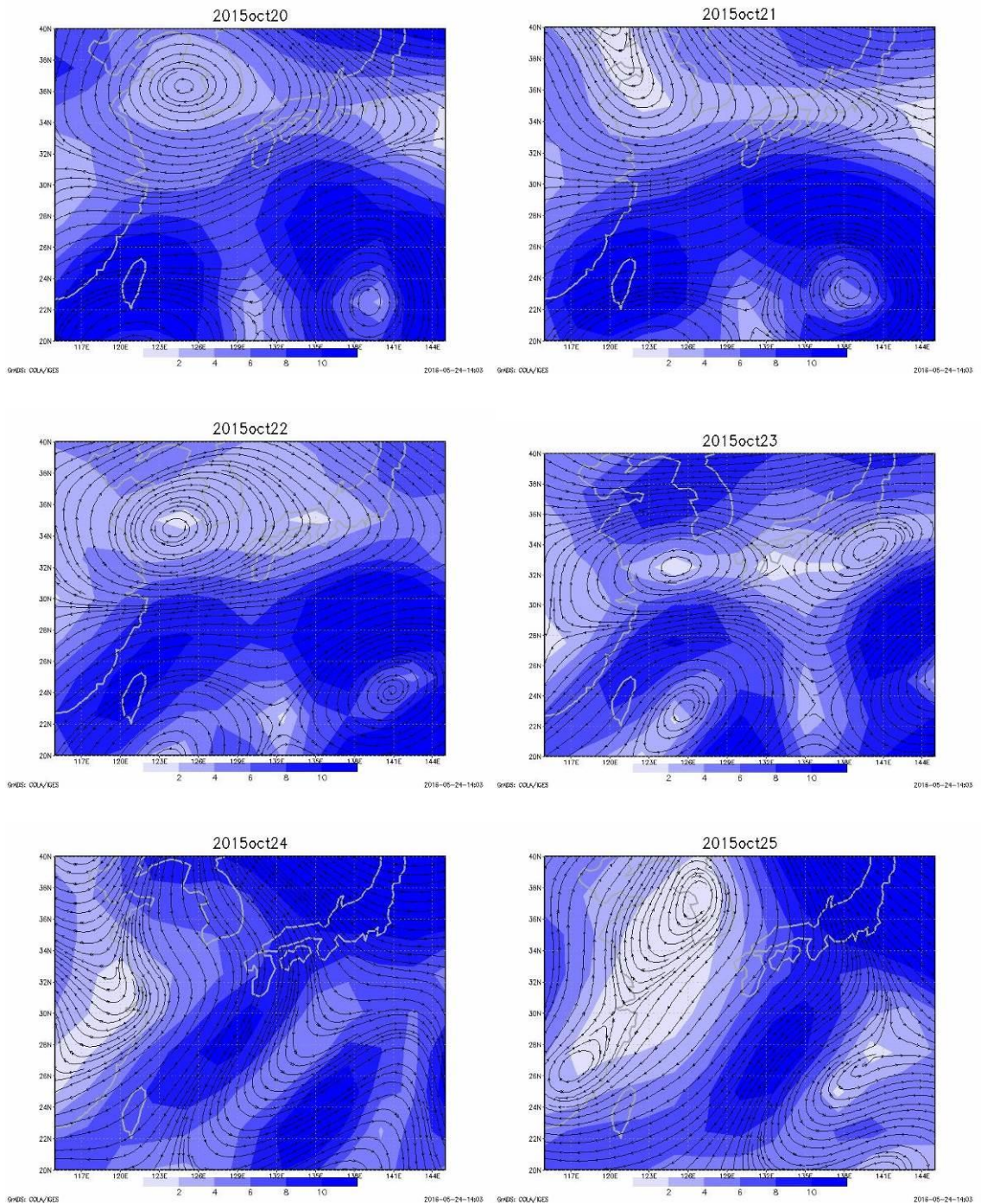


圖 4.3.2 在 2015.10.20~26 間，高空存在由日本吹往台灣方向的強烈氣流
 (亞洲島弧青斑蝶標放研究室提供)

四、歷年台灣與日本之間再捕獲青斑蝶資料分析

(一)研究方法：

- 1.統整歷年台灣與日本之間再捕獲青斑蝶資料。
- 2.統計日本飛台灣、台灣飛日本的再捕獲數量，分析季節、風向與數量的關係。
- 3.分析澎湖再捕獲數量與台灣再捕獲總數的關係。

4.分析未來澎湖西嶼西堡壘的未來研究。

(二)研究結果：

1.台灣從2000年開始記錄到青斑蝶回收的資料,近20年來青斑蝶回收數量趨勢如圖4.4.1所示,其中第一次大量回收紀錄於2013年,總數為9筆,澎湖回收7筆(78%);第二次則是2015年,總數更高達27筆,澎湖更占23筆(85%)。很明顯的,澎湖西嶼西堡壘這個據點,在東亞島弧青斑蝶移動的路線上,具有一定的重要地位。

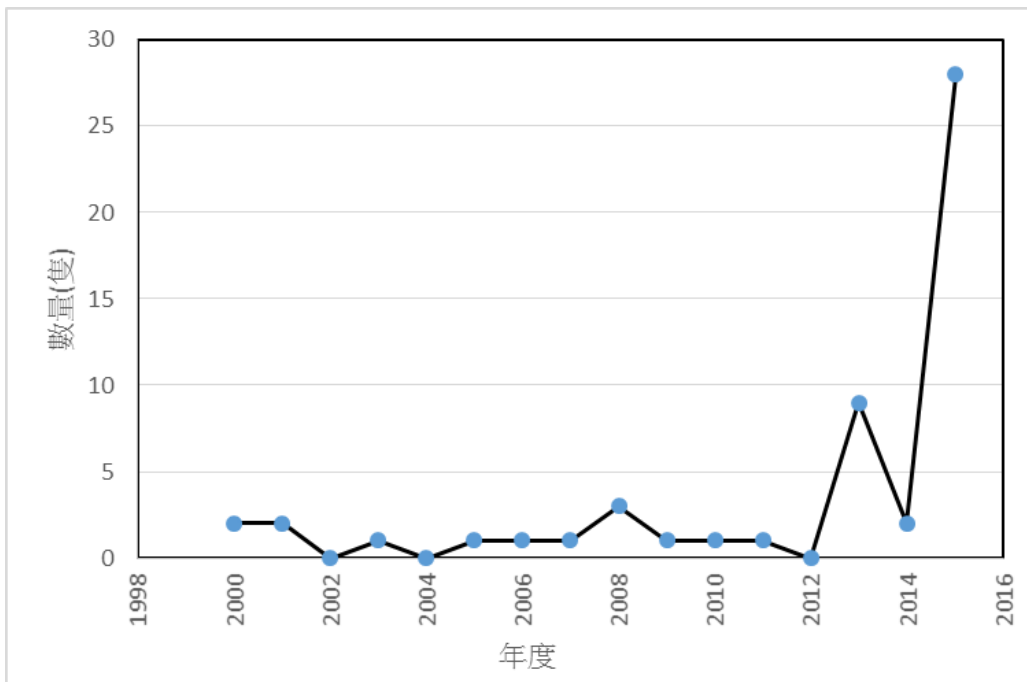


圖 4.4.1 歷年青斑蝶回收數量趨勢圖

2.青斑蝶可在台灣與日本間越洋飛行。歷年台灣青斑蝶再捕獲資料總共 53 筆,其中春夏在台灣標記北上到日本回收的有 5 筆,而夏秋日本標記南下台灣回收的有 48 筆,比例如圖 4.4.2 所示。南下比例,即由日本飛往台灣的比例十倍於北上的情形,究其緣由,東北季風明顯比西南氣流強上許多,帶來的青斑蝶數量自然較多。當然,日本境內的青斑蝶總量大,同時日本境內有許多人都投入青斑蝶的標放工作,使得被標記的蝶量高,自然再捕獲的機率也相對提高。

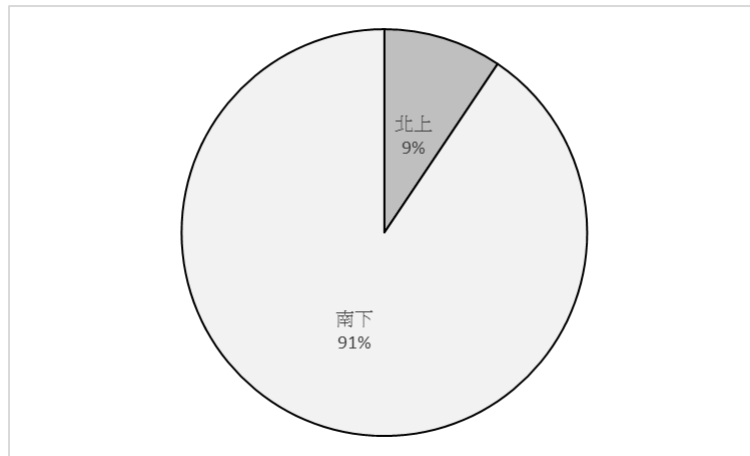


圖 4.4.2 台灣與日本間南下與北上再捕獲青斑蝶歷年總比例圖

3.從 1997 年開始，台灣便與日本學者合作進行青斑蝶的標放工作，但台灣從 2000 年開始才有青斑蝶再捕獲記錄，歷年來總共回收 53 筆資料。澎湖自 2013 年開始有再捕獲的青斑蝶，2013 年回收 7 筆，2015 年高達 23 筆，總共回收 30 筆，而歷年台灣其他地區再捕獲筆數則僅有 18 筆，光是澎湖西嶼西堡壘在 2013 與 2015 兩年回收的記錄就超過歷年總數的 6 成，其結果如圖 4.4.3 所示。

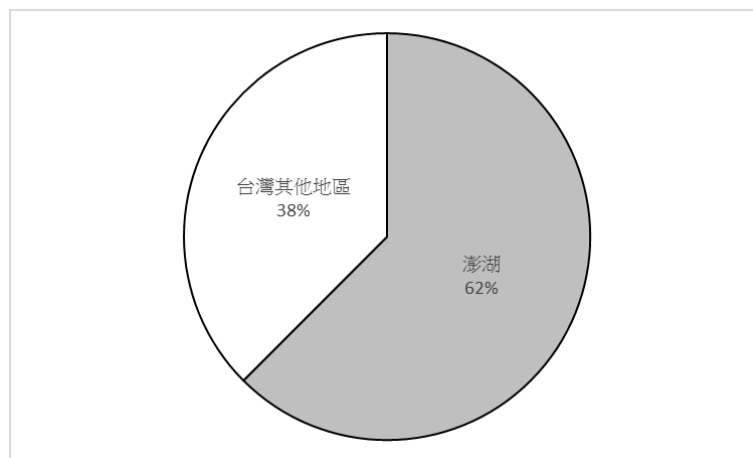


圖 4.4.3 澎湖與台灣其他地區再捕獲日本標記青斑蝶的歷年總比例圖

4.澎湖西堡壘位於西嶼南端，再往南即是大海，有幾十公尺高的海崖，其與東堡壘有一通道相連，是早期防禦體系的一環。西堡壘榕樹林茂盛，林下空間寬敞，十分適合青斑蝶的棲息與活動；東西堡壘間的通道北方為銀合歡林，具有遮蔽效果，成為東西堡壘間的蝶道；鄰近東堡壘則是一片造林區，林區內有一小谷地，也是青斑蝶休息的地方；東堡壘林木不若西堡壘，遮蔽效果並不好，但在天氣良好的時後，也是青斑蝶活動之處，其空間分配如圖 4.4.4 所示。



圖 4.4.4 澎湖西嶼西堡壘空間配置圖

(三)研究討論：

- 1.從 2000 年，台灣才有青斑蝶的回收記錄，十多年來，青斑蝶再捕獲的數量十分限，截至 2015 年止，全台灣總共有 53 筆資料，而且是在發現澎湖西嶼西堡壘後才有大量青斑蝶再捕獲的記錄，因而對青斑蝶越洋飛行有更大的機會去了解，也彰顯澎湖西嶼西堡壘這個位置對東亞島弧青斑蝶移動研究的重要性。
- 2.從台灣回收日本標放的青斑蝶，與在日本回收台灣標放的青斑蝶，分析其回收數量與季節風向，其實可以十分確定青斑蝶的越洋飛行跟季節風是有絕對的關係，所以才會呈現春夏在日本回收台灣標放的青斑蝶；反過來，在秋冬的季節則是在台灣回收來自日本標放的青斑蝶，而季風的強度似乎也代表帶來青斑蝶的數量，風強蝶多，而且飛行速度極快。
- 3.持續在西堡壘進行青斑蝶的觀察、標放工作是未來研究方向，但由於青斑蝶受溫度影響甚鉅，地域性的微氣候一定也會影響青斑蝶的作息，未來可以將東西堡壘進行微地形的分區，觀察青斑蝶在微地形、在時間、在溫度方面的生態情形，除可以了解具觀氣象對青斑蝶的影響外，也能進一步了解青斑蝶與微氣候間的關聯。

伍、結論

- 一、澎湖沒有青斑蝶的食草植物，所以澎湖並沒有野外青斑蝶的繁殖紀錄，故冬季、夏季發現的青斑蝶皆屬外來，而造訪澎湖的青斑蝶，其蜜源主要為大花咸豐草與馬纓丹。
- 二、澎湖西嶼西堡壘的青斑蝶是由日本南下，是跟隨東北季風氣流而來，是單一方向的移動，是青斑蝶的擴散(dispersal)行為，而非一般生物進行週期性、重複性往返棲地間的遷徙(Migration)行為。
- 三、臺灣目前青斑蝶的標記方法，採取「亞洲島弧青斑蝶標放研究室」研究團隊的標記方法，即在後翅左右中室書寫地點代碼、日期、放者代碼、標放編號等明碼，除可在第一時間就能了解再捕獲訊息外，還具有考慮青斑蝶停棲的觀察優點，可算是標記方式的改良。
- 四、澎湖西嶼西堡壘在 2013、2015 年分別回收 7、23 筆日本標放的青斑蝶，占歷年台灣回收總數 6 成以上，可見西堡壘絕對是研究東亞島弧青斑蝶越洋行為的重要據點之一。
- 五、截至目前為止，在澎湖標放的青斑蝶並未有再捕獲的訊息，雖然我們已知台灣鄰近此類青斑蝶亞種分布的南界，若有再捕獲的訊息，將擴展我們對此青斑蝶亞種的進一步認識，以及澎湖在青斑蝶移動路線中所扮演的角色。
- 六、分析 2015 年在澎湖西嶼西堡壘再捕獲的青斑蝶資料，了解抵達澎湖的青斑蝶是廣泛來自日本各地，北起福島縣，南到鹿兒島縣，並非侷限單一地區，也證實了日本和台灣之間青斑蝶是同一族群的論點。
- 七、分析 2015 年澎湖再捕獲的青斑蝶資料，「SRS 2613 デコ 8/18」可知青斑蝶有能力飛越 2500 公里之遙，野外壽命可以超過百日以上；由「ハズ 10/20 hw1」可知青斑蝶有每日移動距離可以超過 350 公里，這與日本吹向台灣的高空氣流有絕對的相關，而對於青斑蝶這小小生命而言，著實不可思議。
- 八、陽明山青斑蝶原生地點進行標放時，捕捉到青斑蝶的雌性個體約在 6% 左右，最高不超過 1 成，但 2013、2015 年在澎湖西嶼西堡壘標記的青斑蝶資料，發現雌蝶比

率卻高達 30%、22%，顯見長距離的越洋行為會對青斑蝶在性別上產生篩選的效果。推測其原因，可能是雌蝶肩負較高的遺傳責任，必須尋找適合幼蟲成長的環境，故對外擴散必須較雄蝶積極，使得在非原生環境會發現更高的雌蝶比例；另一可能是青斑蝶因會藉氣流飛行，較大的翅膀面積則有助於青斑蝶的滑行，而雌蝶翅膀比雄蝶大，較容易進行越洋飛行，因而產生篩選效果。

九、分析 2015 年在澎湖的青斑蝶標放資料，其前翅長度以 55~57mm 最多，符合一般對青斑蝶大小的認知。但若以性別分之，澎湖標放的雄蝶前翅平均大小是 54.6mm，雌蝶則是 58.1mm，比對研究人員在陽明山國家公園內於 2001~2008 年標放資料，雄蝶前翅平均大小是 53.8mm，雌蝶則是 55.8mm，在雄蝶方面差異不大，但雌蝶方面平均差異達到 2.3mm，不可謂不大，符合青斑蝶越洋篩選的論點。

十、歷年台灣青斑蝶再捕獲資料總共 53 筆，其中春夏在台灣標記北上到日本再捕獲有 5 筆，夏秋日本標記南下台灣再捕獲有 48 筆，即由日本南下台灣的比例是北上的 10 倍左右，很明顯是冬季東北季風氣流較強，帶來日本的青斑蝶數量自然多，而日本境內有許多人投入青斑蝶的標放，使得被標記的蝶量高，再捕獲機率也相對提高。

陸、參考資料

唐錦淇(民101)。青斑蝶生物學與生殖發育之研究(未出版之碩士論文)。台北市立大學，臺北市。

張永仁(民 94)。蝴蝶 100：台灣常見 100 種蝴蝶野外觀察與生活史全紀錄。台北市：遠流。

陳建志(2014 年 1 月)。謎樣的越冬飛行：澎湖西嶼鄉西堡壘青斑蝶棲地踏查。大自然季刊，122，44-51。

陳建志(民 103 年 11 月)。亞洲東岸青斑蝶標放。「2015 澎湖西嶼青斑蝶棲地經營管理研習營」專題，澎湖縣青年活動中心。

陳建志(民97)。玉山國家公園蝴蝶資源清查與移動性斑蝶標放。玉山國家公園管理處委託研究報告，未出版。

陳建志(民97)。陽明山國家公園青斑蝶與蜜源植物交互作用關係探討。陽明山國家公園管理處
委託研究報告，未出版。

佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎。初版。臺中市：晨星。

ついつい企画(2015年12月31日)。2015年に日本国内で標識され、海外で再捕獲されたアサギ
マダラの情報です。取自<http://www.peco28.com/butterfly/idou2015>

【評語】 080315

研究分析澎湖西嶼西堡壘於 2015 年捕獲日本標放的青斑蝶 23 筆，推論澎湖為研究東亞島弧青斑蝶重要據點。

唯報告內容多為引用他人研究，學生參與研究的程度比較不足。