

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

(鄉土)教材獎

080320

流動蝶口－從澎湖再捕獲青斑蝶分析其冬季擴  
散的族群變化

學校名稱：澎湖縣湖西鄉隘門國民小學

作者：	指導老師：
小六 許閔棣	許自由
小六 邱鉉尹	洪曉蓓
小六 鄭子堯	
小六 李宜臻	
小六 林昕誼	
小六 李嘉誠	

關鍵詞：青斑蝶、族群推估、澎湖

## 摘要

研究以再捕獲青斑蝶進行族群大小推估，發現 2018 年澎湖西嶼西堡壘青斑蝶族群極大值在 800~900 隻之間，極大值日期 11/7，與標放情形相符；澎湖青斑蝶族群大小受遷入與遷出影響，研究發現同一天標放的青斑蝶其再捕獲率隨日期降低，而同一天再捕獲率則以最接近日最高，顯示兩種可能：一是抵澎青斑蝶立即遷出，使越早標記的數量變少，另一則是青斑蝶的快速遷入，使族群迅速變大而沖淡原本標記的比率，綜觀 2018 年冬季澎湖青斑蝶族群變化，由原本遷入量 >> 遷出量而急速膨脹，11/7 達到極大值，而後轉為遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速降低；若配合標放總數推估，西嶼西堡壘和湖西林投步道兩地同時間青斑蝶停留極大值約 1000 隻，而整個冬季的族群大小則約 6000 隻。

## 壹、研究動機

本校於 2015 年開始投入青斑蝶標放研究，探討日本青斑蝶越洋之謎，了解到澎湖是青斑蝶族群冬季在亞洲東岸島弧往南擴散的重要據點，也是擴散的中繼站，並發現除了「西嶼西堡壘」外，尚有「湖西林投步道」的第二個中繼棲息地，也了解到青斑蝶在澎湖會有類似在日本聚集南岸擴散的行為，而有澎湖青斑蝶標放極大值發生在 11 月初的情形，2018 年我們繼續青斑蝶標放工作，除累積基礎生態資料外，我們想進一步透過再捕獲的資料，推估由日本越洋抵澎的青斑蝶族群大小與族群變化的情形。

## 貳、研究目的

- 一、文獻探討青斑蝶的特徵、生態、擴散行為與澎湖青斑蝶研究的現況。
- 二、以「標識再捕法」(MRR, Mark-Release-Recapture)為研究方法，進行青斑蝶之標放工作，進行 2018 年青斑蝶各項生態資料之分析，並比對歷年資料之異同與新發現。
- 三、以再捕獲青斑蝶的數量推估 2018 年澎湖「西嶼西堡壘」、「湖西林投步道」青斑蝶的族群大小。

## 參、研究設備及器材

### 一、標放工具：

捕蝶網、紀錄表、溫溼度計、記錄板夾、  
油性簽字筆、原子筆、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、青斑蝶生態與澎湖青斑蝶研究的現況

(一)文獻分析：探討青斑蝶的特徵、生態、擴散行為與澎湖青斑蝶研究的現況。

(二)研究結果與討論：

#### 1.青斑蝶的生態位置與分佈：

青斑蝶（徐堉峰，2013；詹家龍，2008）在分類上屬於動物界(Animalia)／節肢動物門(Arthropoda)／昆蟲綱(Insecta)／鱗翅目(Lepidoptera)／蛺蝶科(Nymphalidae)／絹斑蝶屬(*Parantica*)／青斑蝶(*Parantica sita*)。英文名稱為 The Chestnut Tiger，青斑蝶、大青斑蝶、大絹斑蝶等則是常聽到的中文名稱，其可分為幾個亞種，分別是 *P. sita nipponica*、*P. sita sita*、*P. sita melanosticta*、*P. sita oblita*、*P. sita ethologa*，其分佈圖如圖 1 所示（陳建志等，2016），而在台灣地區的青斑蝶族群屬於 *P. sita nipponica*，是青斑蝶分佈緯度最高的亞種，主要分布在台灣、琉球、日本、韓國等地。

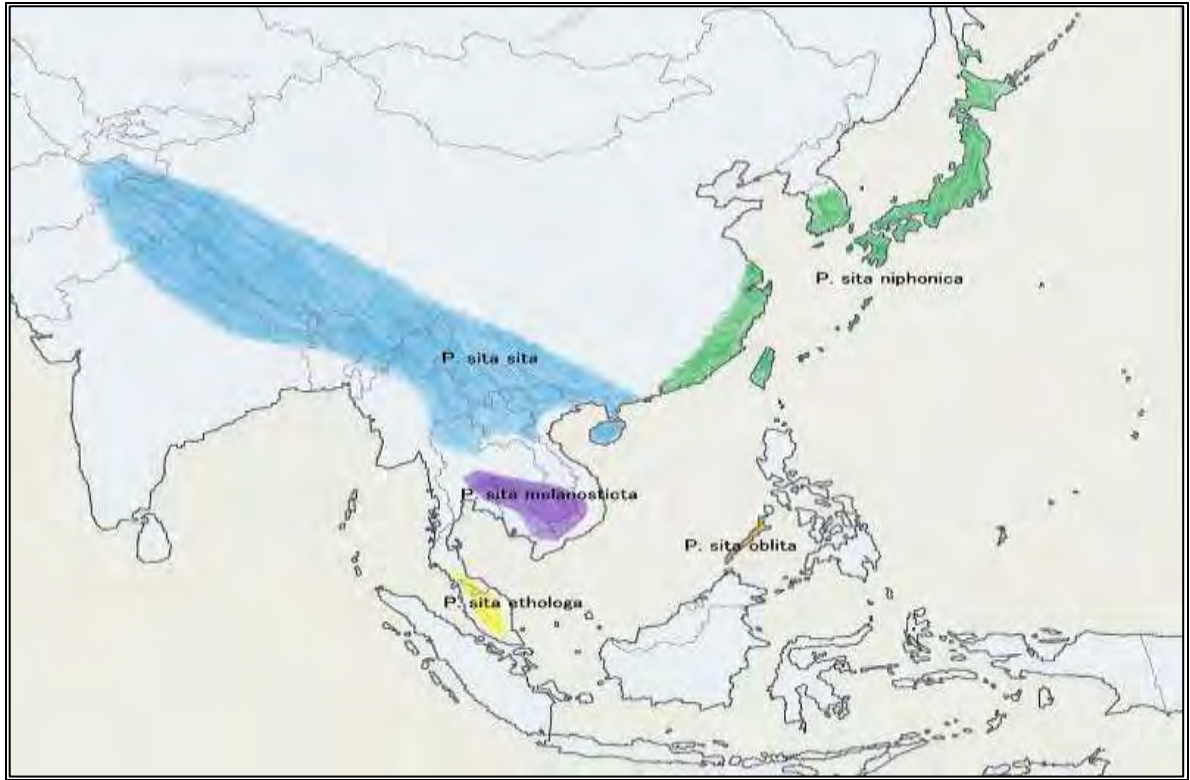


圖 1 *Parantica sita* 亞種分佈圖

(地圖來源：2016 亞洲東岸青斑蝶標放國際研討會研習手冊)

## 2. 青斑蝶的構造與生態：

- (1)構造：青斑蝶為昆蟲的一種，身體分為頭、胸、腹三部分，有兩對翅膀，其身體構造如圖 2 所示（佐藤英治，2007）。
- (2)外觀：青斑蝶頭、胸、足呈黑褐色，胸部有白色斑點，雄蝶腹側灰色有白環，雌蝶復側白色；前腳退化得很小，緊貼於前胸；前後翅分別位於中後胸上，翅薄極具彈性，翅面具半透明淡青白色斑紋，前翅長約在 48~62mm 之間，雄蝶後翅臀區附近有一明顯黑色的「性標」，雌蝶則無（徐堉峰，2013；佐藤英治，2007）。
- (3)生態：青斑蝶為多世代性物種，喜好棲息於海岸林、常綠闊葉林，成蝶飛行緩慢，好訪花；對溫度敏感，在高氣溫地區，日出前後便有訪花行為，在中午氣溫高時便會往林蔭處移動，故午後林下常可發現求偶的盤旋飛舞，當氣溫隨時間下降，在下午 3 點左右有機會再度看到青斑蝶訪花覓食；青斑蝶對於大花咸豐草、臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、臺灣山菊等菊科植物的花蜜特別喜好，台灣牛蒡菜、歐蔓、毬蘭等植物為其幼蟲的寄主植物，其中在台灣又特別偏好台灣牛蒡菜（徐堉峰，2013；陳建志，2008；佐藤英治，2007）。

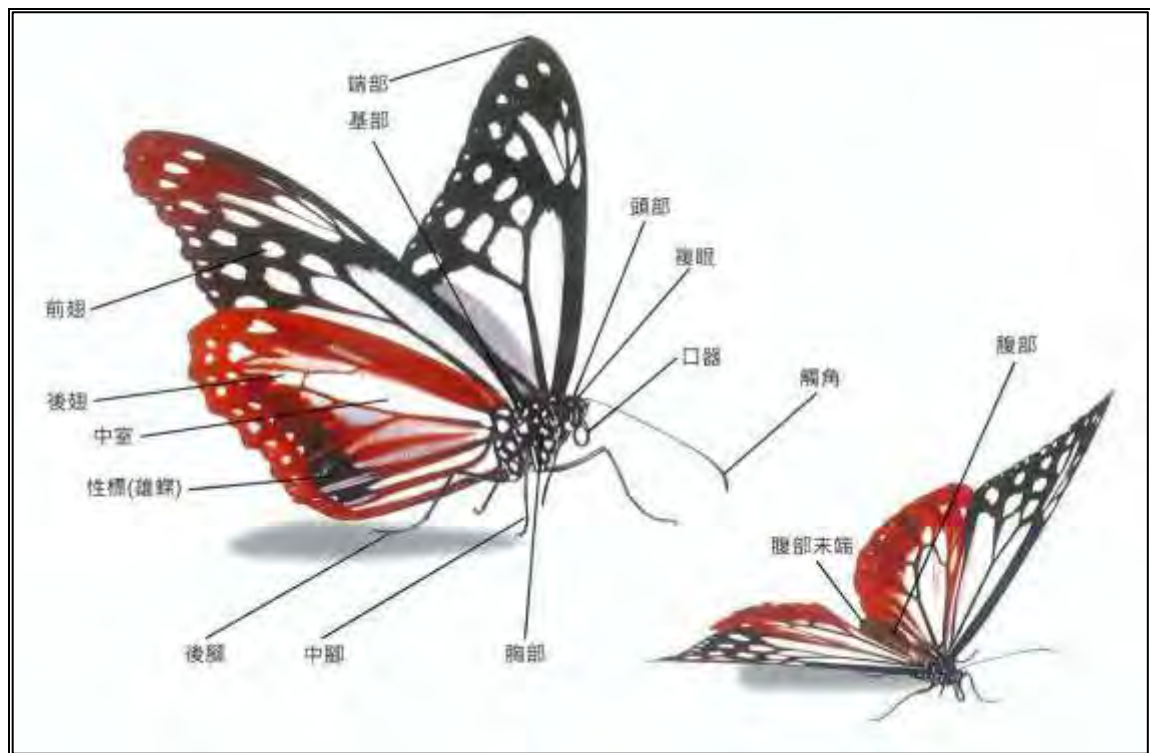


圖 2 青斑蝶身體構造圖

(底圖來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 18。)

#### 4.青斑蝶的擴散行為：

在日本境內青斑蝶會隨季節移動，春天從西南群島往北移動，夏季青斑蝶則聚集在高原上，初秋時開始往日本的中部、四國地區移動，晚秋時則回到溫暖的日本西南各島（佐藤英志，2007）；而青斑蝶在日本與台灣間的移動，根據 20 年來青斑蝶再捕獲資料顯示，日本青斑蝶南下是隨東北季風氣流的單向移動，或許是因為承載量的壓力，或是因為棲地選擇，為提升其適存機會而離開原來的棲息地，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遷徙(Migration)行為（陳建志，2018）。

#### 5.澎湖青斑蝶研究的現況：

2013 年，澎湖人陳旅在澎湖西嶼西堡壘發現翅膀標記有日本字的青斑蝶，開啟澎湖青斑蝶的調查研究工作，截至本研究在 2018 年前的研究結果，歷年來有如下的發現：

(1)台日自 1997 年開始合作青斑蝶標放，截至 2017 年為止，除澎湖以外的台灣地區總共再捕獲 18 筆日本南下資料，但 2013 年在澎湖便記錄到 7 筆日本標放的青斑蝶，是當年之前最高的回收紀錄，接著 2015 年再記錄 23 筆、2017 年則有 2 筆，總計澎湖再捕獲 32 隻日本標放的青斑蝶，占整個台灣地區再捕獲數量的 6 成，確認澎湖是亞洲東岸島弧冬季青斑蝶往南擴散的重要據點。

- (2)澎湖野外並無台灣牛蒡菜、歐蔓、毬蘭等青斑蝶幼蟲的寄主植物，故在澎湖野外並無青斑蝶的繁殖紀錄，目前澎湖冬季所見青斑蝶族群皆為外地遷入；同時，青斑蝶雖對菊科植物花蜜有特別的喜好，但澎湖因為季節與植物相的因素，除野外無澤蘭、山菊等青斑蝶喜好的蜜源植物外，冬季時也僅有大花咸豐草和馬纓丹有較大規模的開花，所以冬季越洋抵澎的青斑蝶便以大花咸豐草和馬纓丹為其主要蜜源。
- (3)澎湖在 2013 年發現西嶼西堡壘有大量青斑蝶後，當年總共標放 300 隻左右的青斑蝶，但隨後的 2014 年整個冬季則僅有零星記錄，幾乎不見青斑蝶蹤跡，但 2015 年又爆大量，標放數量超過 700 隻，而 2016、2017 年又回到約百隻的標放量，這種現象表示青斑蝶越洋抵澎是一種依靠東北季風風力與風向的無規律擴散行為。
- (4)從 2016、2017 年澎湖標放的青斑蝶，同時又在原地再捕獲的資料顯示，僅約 2 成標放的青斑蝶在一星期後仍可再被發現，亦即青斑蝶在澎湖僅做短暫停留後便再度離開；同時，在 2016 年 1 月 5 日的高雄大崗山發現 1 隻由澎湖所標放的青斑蝶，除確認此一移動路線外，同時也確認澎湖是亞洲東岸島弧青斑蝶冬季往南擴散的「中繼站」地位。
- (5)澎湖冬季越洋而來的青斑蝶，在澎湖主要棲息地點為「西嶼西堡壘」，同時在 2017 年的研究則再發現「湖西林投步道」為青斑蝶第二處棲息地，若依標放數量判斷，其族群低於西嶼西堡壘的 2 成，但這兩處棲息地皆具有「林木遮風」、「南面臨海」的共同特徵，與青斑蝶喜好海岸林、常綠闊葉林相符，這些境外遷入的青斑蝶在此停留一段時間後便再繼續往南出海擴散。
- (6)澎湖在 2013、2015、2016、2017 年標放青斑蝶的雌蝶比例約在 2~4 成之間，相較陽明山標放原生青斑蝶的 1 成雌蝶比例為高，同時不論其性別，其前翅長也有較長的情形，推論越洋行為對性別、前翅長度具有篩選效果，但標放資料也顯示新舊蝶比例變動大、無規律，亦即青斑蝶的新舊並不影響其越洋的能力。
- (7)從 2013~2017 年標放資料顯示每年 11 月上、中旬是澎湖青斑蝶標放的極大期，與日本境內 10 月下旬青斑蝶集結在四國、九州地區具有高度相關性，在這段時間內，若有東北季風的風向與風力配合，在日本南部集結的青斑蝶則可大量擴散至澎湖。
- (8)從在澎湖再捕獲日本標放的青斑蝶，發現其廣泛來自日本本土各地，但因風向因素，目前尚未有再捕獲日本琉球地區的紀錄，其中青斑蝶飛行最遠的直線距離是 2513km，來自福島地區，飛行最快速度平均每日可以超過 350km，壽命最長的超過百日，但少於日本琉球長達半年的再捕獲紀錄。

(9)在 2013、2015、2016、2017 年澎湖標放的青斑蝶，發現翅的損壞具有後翅高於前翅，比例約達 2 倍的情形，同時翅的受損呈左右對稱，亦可見部分個體後翅的受損呈現左右完全疊合的情形，推論應是受到鳥類襲擊的結果，而在總破損率方面則約有 3 成青斑蝶的翅膀是毫無破損的。

(10)在 2017 年的研究發現，冬季越洋抵澎的青斑蝶會在澎湖群島內進行跨島飛行，其由東邊的「湖西林投步道」飛向西邊的「西嶼西堡壘」，直線距離 15km，而澎湖西南方的花嶼雖曾紀錄過青斑蝶，但各個離島截至目前為止，則皆尚未發現有較多青斑蝶停留的訊息。

## 二、2018 年澎湖青斑蝶標放資料分析、比較與新發現

(一)以「標識再捕法」(MRR, Mark-Release-Recapture)為研究方法，分析 2018 年越洋抵澎的青斑蝶各項生態資料，並比較與歷年研究結果之異同和新發現。

(二)研究方法與步驟：

- 1.填寫青斑蝶標放工作的基本資料，即紀錄表上的地點、日期、時間、天氣、標放者資料。
- 2.以油性筆進行青斑蝶標放工作，在青斑蝶的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、標放編號等 4 項資料（陳建志，2008）。
- 3.記錄青斑蝶標放的各項生態資料，包含上述的標記編號與性別、新鮮度、翅的破損、前翅長、標記時刻與氣溫、生態行為、再捕資料等，並在完成各項紀錄後拍照釋放。
- 4.調查頻率為 9 月份開始進行前置調查工作，每週利用星期六或星期日調查一次；發現青斑蝶後開始進行標放工作，原則上以星期三、六、日的頻度進行標放，直到未出現青斑蝶後 2 週結束調查工作。
- 5.調查地點以西嶼西堡壘、湖西林投步道兩處為主，但他處發現亦紀錄之，若情況允許則亦進行標放工作。
- 6.以 Microsoft Excel 將原紙本記錄表資料數位化。
- 7.進行 2018 年各項資料的統計與分析，並比較與歷年研究結果之異同和新發現

(三)研究結果與討論：

- 1.自 2013 年起澎湖開始進行青斑蝶的標放工作，歷年的標放數統計如圖 3 所示，在 2018 年的標放數量創新高，達到 1061 隻，但從圖中可見每年標放數量的落差極大，這說明澎湖冬季青斑蝶族群是隨東北季風的風向、風力而定，是標準的擴散行為。

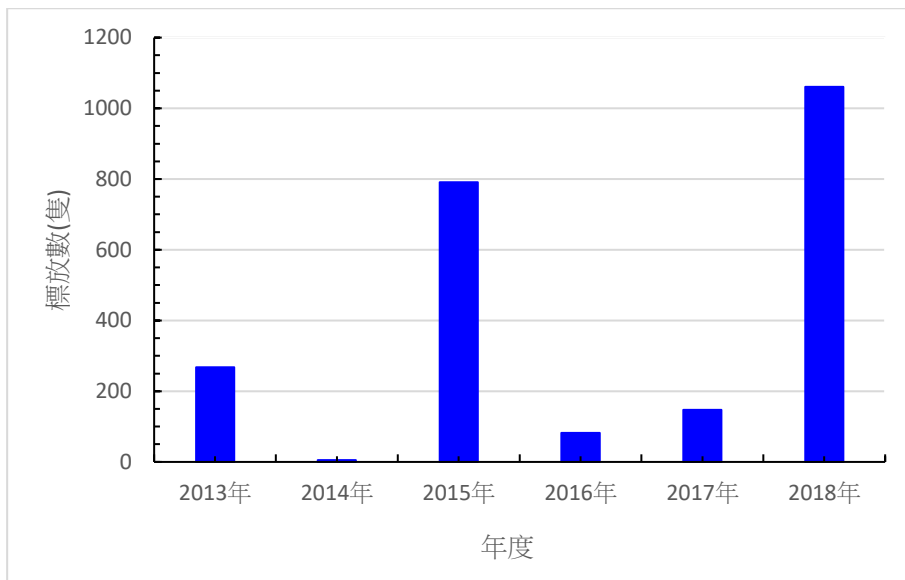


圖 3 澎湖 2013~2018 年青斑蝶標放數量統計圖

2.將 2015~2018 年澎湖冬季青斑蝶標放數量與日期製成圖 4 之統計圖，可發現歷年越洋抵澎青斑蝶標放最大值約落在 11 月初，與日本 10 月底會有大量青斑蝶集結在日本南方的四國、九州有密切關聯，待東北季風的風向、風力恰當時，便能大批擴散至澎湖。

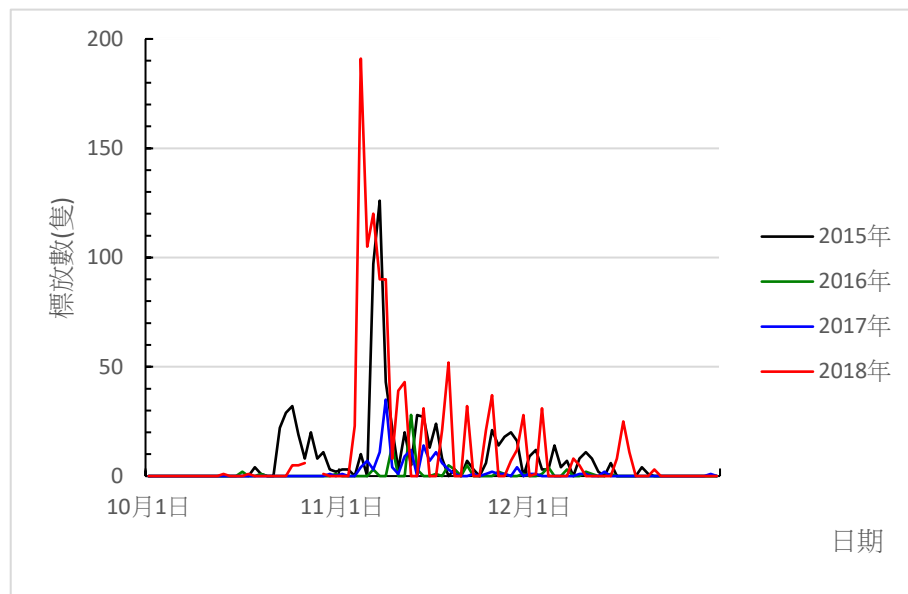


圖 4 澎湖 2015~2018 年青斑蝶標放數與日期分析圖

3.根據 2018 年標放資料，並與 2015~2017 年資料製成青斑蝶個體前翅長度比較表，如表 1 所示，顯示雌性個體前翅平均長度較雄性大，符合雌性個體較大的原則；再比較李信德於 2001~2008 年在陽明山的統計資料，澎湖冬季因東北季風擴散而來的青斑蝶，其雄蝶前翅長度略高於其平均值的 53.8mm，雌蝶則比平均值的 55.8mm 為大，約大在 1.4~3.5mm 之間，符合越洋行為具有篩選雌蝶大小的推論。



表 1 澎湖 2015~2018 年標放青斑蝶個體翅長比較表

	2015 年(N=773)		2016 年(N=82)		2017 年(N=145)		2018 年(N=1059)	
	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶
前翅長度 (mm)	54.6	58.1	55.4	59.3	54.8	57.8	54.4	57.2

4.歷年在澎湖標放的青斑蝶資料顯示雌蝶比率約在 2~4 成之間，2018 年的比率為 28%，與越洋青斑蝶高雌蝶比率的一致性相符；2018 年統計資料顯示，約 23%青斑蝶的翅膀是沒有損傷的，而受損部分則呈現左右對稱，且後翅受損(56%、58%)高於前翅(27%)的情形，與歷年結果比較一樣具有一致性；但青斑蝶新鮮度不足 2 成(17%)，為歷年最低的紀錄，而就新鮮度項目而言，其是歷年變異性較大的因子，其意味青斑蝶個體的老化程度並不會影響其越洋的能力。

5.全台灣地區在 2018 年總共新紀錄 21 筆來自日本的青斑蝶再捕獲資料，其中 19 筆紀錄來自澎湖，自 2013 年澎湖開始參與青斑蝶標放工作，截至 2018 年為止總共累積 51 筆紀錄，占全台灣地區總數 76 筆的 67%，其中包含 5 筆由台灣北上日本的紀錄，若僅計算 2013 年以後的再捕獲資料，則高達 82%是在澎湖再捕獲的，可見澎湖地區對於青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧擴散的重要性，其再捕獲數量的比較如圖 5 所示，可見澎湖地位之重要性。

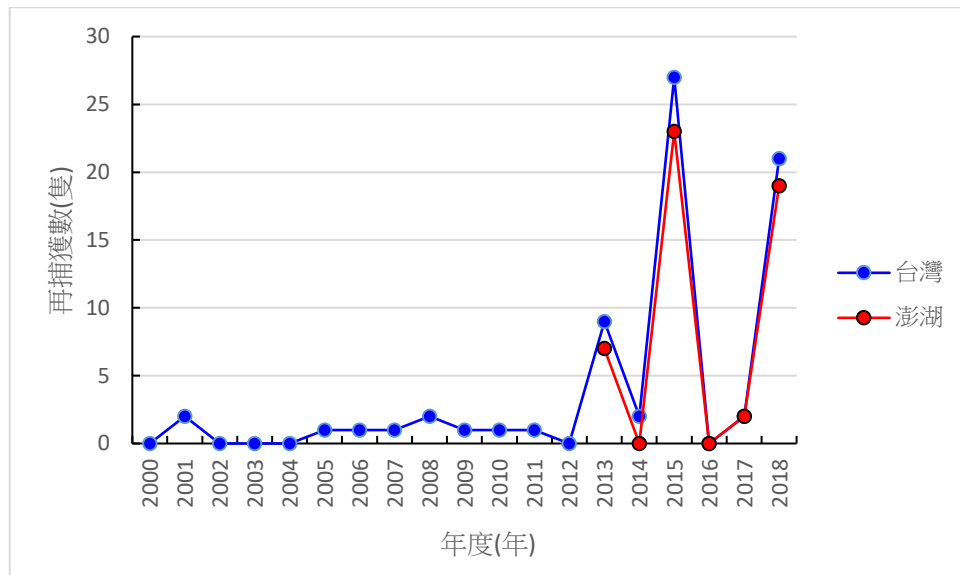


圖 5 澎湖與台灣歷年青斑蝶再捕獲數量比較圖

7.標記符號「Xiyu 11/5 AM280」的青斑蝶，見照片 1，其在 11/5 標放後，首先於 11/18 在西嶼王屋營區再捕獲，紀錄資料後放飛，接著在 25 天後的 11/30 又在湖西林投步

道被李信德所捕獲，其由西向東飛行約 15km，見圖 6，其與 2017 年第 1 筆澎湖群島內跨島再捕獲青斑蝶，即標記符號「Huxi11/16 AM81」青斑蝶剛好做反向的飛行，同時 2018 年冬季亦在澎湖多處地方有目擊青斑蝶的回報資料，如白坑、青螺、龍門、隘門、鼎灣、東衛林區、池東等地，可見對具有越洋能力的青斑蝶而言，只要在天候狀況允許下，即未有強烈東北季風吹襲下，整個澎湖都可以是牠的活動範圍，不論是為覓食，還是求偶等生態行為。



照片 1 澎湖島內 2018 年跨島再捕獲的青斑蝶前後照



圖 6 澎湖島內 2018 年跨島再捕獲的青斑蝶飛行資訊圖

8.在例行調查過程中，2018 年的 6/9 於西嶼西堡壘發現青斑蝶，研究完成 7 隻青斑蝶的標放工作，並於隔天繼續進行調查，但僅再捕獲 1 隻 6/9 標放的青斑蝶，並未再發現新蝶，這是歷年調查首次在夏季期間發現青斑蝶，但與冬季青斑蝶一樣，這些青斑蝶在短暫停留便立即離開此處，由於夏季並無強烈東北季風可以帶來日本的青斑蝶，推估是當時的氣候變化帶來台灣地區的青斑蝶，但這仍需未來繼續研究。

### 三、澎湖冬季青斑蝶族群的大小與變化

(一)以「標識再捕法」(MRR, Mark-Release-Recapture)為研究方法，紀錄標放、再捕獲數量，推估越洋抵澎青斑蝶的族群數量大小與變化情形。

(二)研究方法與步驟：

- 1.進行青斑蝶標放工作，方法如研究二。
- 2.進行青斑蝶標放時，針對再捕獲青斑蝶紀錄再捕日期與編號。
- 3.以 Microsoft Excel 將原紙本記錄表資料數位化，做為後續統計與分析之用。
- 4.推估「西嶼西堡壘」之青斑蝶族群數量大小，推估公式為→  
$$N : M = n : m$$
，即  $N = M \times \frac{n}{m}$ ，其中 N 為青斑蝶族群推估總數量、M 為青斑蝶標放數、n 為青斑蝶當日再捕獲總數、m 為青斑蝶當日再捕獲總數中的已標記青斑蝶數量。
- 5.用前 1 天、2 天、3 天的標放數，採累計數目與每日單獨計數方式進行青斑蝶族群大小之推估。
- 6.分析探討推估青斑蝶族群大小的各種影響因素，並嘗試找出此青斑蝶大量遷入、遷出開放系統中的計算因子，以推估越洋抵澎的青斑蝶族群大小。
- 7.以「西嶼西堡壘」、「湖西林投步道」標放總數比例推估「湖西林投步道」之青斑蝶族群數量大小。
- 8.以標放總數推估整個冬季由日本越洋抵澎的青斑蝶族群總數量。

(三)研究結果與討論：

- 1.澎湖 2018 年在地再捕獲的青斑蝶總數有 494 隻，以停留週數進行統計，其結果如圖 7 所示，顯示再捕獲的青斑蝶中，有超過 7 成的比例是標放後 1 週內所再捕獲，僅有不到 5% 比例是停留超過 3 週的，即大部分青斑蝶僅會在澎湖做短暫停留，便立即遷出澎湖，繼續隨東北季風擴散，故對日本越洋而來的青斑蝶而言，澎湖僅只是擴散的中繼站。

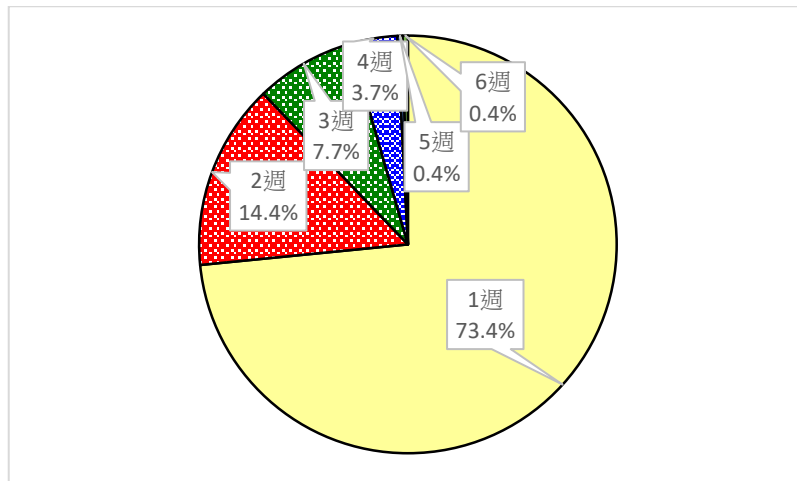


圖 7 澎湖 2018 年青斑蝶停留時間比例圖

- 一般以「標識再捕法」推估生物族群大小，若族群屬於封閉群族或穩定族群則較為容易操作，即族群的出生率+遷入率=死亡率+遷出率，但越洋抵澎的青斑蝶具有流動性，因澎湖野外未有青斑蝶繁殖紀錄，固可視出生率為 0，而澎湖是青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧擴散的一個中繼站，其僅會做短暫的停留，在此時間內死亡情形應屬有限，故亦可視死亡率為 0，所以青斑蝶族群大小便由越洋抵澎的遷入與何時離開澎湖的遷出所決定。
- 研究進行群群最大量推估時，為避免標放數量少而產生統計誤差，故選擇「西嶼西堡壘」每日標放量超過 50 隻的天數進行推估，故以青斑蝶標放量最大的 11/4~11/8 這段日期進行推估，這也是往年青斑蝶群族發生量最大的期間。研究將這段日期的青斑蝶標放數、再捕獲前第 1 天、2 天、3 天青斑蝶數量與再捕獲率製成表 2，可得知青斑蝶再捕獲情形會隨日期而減少，即捕獲前第 1 天的比率會多於前第 2 天，以此類推，此表示兩種可能，一是原標記的青斑蝶已經離開，即遷出澎湖，另一則是有更多的青斑蝶遷入，沖淡原有標記的比例，使每一天的比例變成不同。

表 2 西嶼西堡壘 11/4~11/8 青斑蝶再捕獲率比較表

日期	標記數 (隻)	再捕獲數(隻)/再捕獲率(%)					
		前第 1 天		前第 2 天		前第 3 天	
11/3	19						
11/4	162	10	N				
11/5	91	33	20.4%	2	N		
11/6	93	23	25.3%	29	17.9%	2	N
11/7	90	12	12.9%	13	14.3%	20	12.3%
11/8	66	15	16.7%	9	9.7%	8	8.8%
平均			18.8%		14.0%		10.6%

4.利用 11/3~11/8 期間每日青斑蝶的標記數與再捕獲數，分別累計前 1 天、2 天、3 天的再捕獲數目，或每日單獨計數的方式進行「西嶼西堡壘」青斑蝶族群大小推估，可獲得表 3、表 4 之結果，發現推估的青斑蝶族群大小極大值落於 11/7，兩種推估方式皆顯示族群量在 800~900 隻之間，也表示青斑蝶在此之前的遷入量 >> 遷出量，到 11/7 達到族群極大值，而後轉變為遷入量 < 遷出量，族群逐漸變小。

表 3 以累計各日再捕獲數推估青斑蝶族群大小統計表

日期	標記數 (隻)	累計各日再捕獲數(隻)			族群總數(隻)			
		前 1 天	前 2 天	前 3 天	前 1 天	前 2 天	前 3 天	平均
11/3	19							
11/4	162	10			327			327
11/5	91	33	35		609	652		630
11/6	93	23	52	54	459	705	740	635
11/7	90	12	25	45	791	846	1038	892
11/8	66	15	24	32	486	686	839	670

表 4 以每日單獨計數再捕獲數推估青斑蝶族群大小統計表

日期	標記數 (隻)	每日單獨計數再捕獲數(隻)			族群總數(隻)			
		前第 1 天	前第 2 天	前第 3 天	前第 1 天	前第 2 天	前第 3 天	平均
11/3	19							
11/4	162	10			327			327
11/5	91	33	2		609	884		746
11/6	93	23	29	2	459	682	903	681
11/7	90	12	13	20	791	721	891	801
11/8	66	15	9	8	486	775	842	701

5.若以 10/15~12/31 的再捕獲數，以累計標記前 1 天、2 天、3 天、1 週的方式進行青斑蝶族群大小的推估，可製成圖 8 之統計圖，可發現越洋抵澎的青斑蝶族群最大值出現於 11 月初，與標放數量統計相符。由統計圖亦可得知，在 11 月初，有大量青斑蝶越洋遷入澎湖，在遷入量 >> 遷出量的情形下，族群迅速成長，在 11/7 達到最高峰，然後青斑蝶在短暫停留後便離開澎湖，而在未有大量青斑蝶遷入澎湖的情形下，此時遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速變小，在 12 月底時已相當不容易見到青斑蝶了。

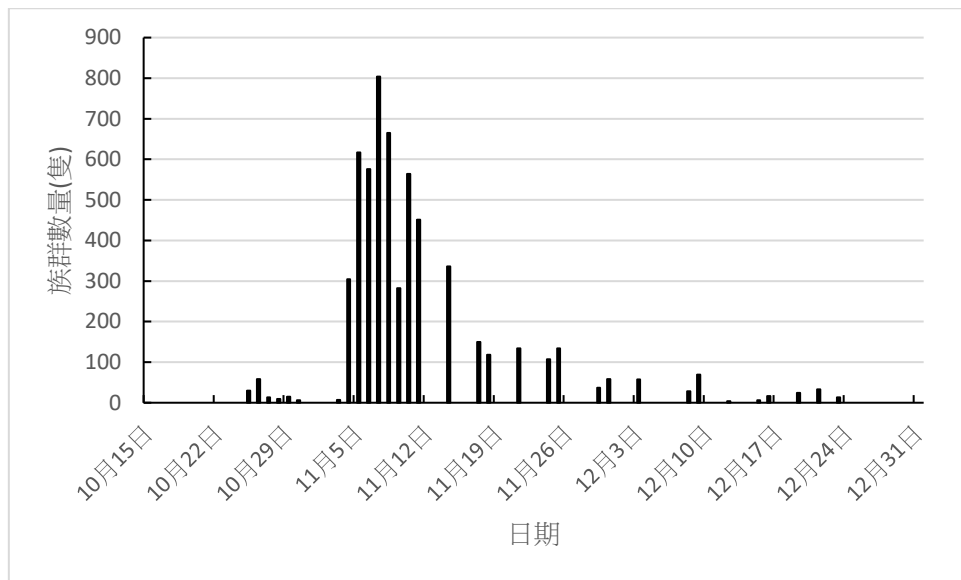


圖 8 澎湖 2018 年冬季青斑蝶族群大小變化圖

6. 由於「湖西林投步道」的總再捕獲數僅 27 筆，若以上述方式進行族群數量推估，其誤差必大，故以總標放數的比例進行推估，2018 年冬季西嶼西堡壘標放總數為 907 隻，湖西林投步道標放總數為 154 隻，若以 11/7 累計各日再捕獲數推估，其最大值約為 135 隻，若以每日單獨計數再捕獲數推估，則約為 150 隻。
7. 由於青斑蝶標放數量與族群大小具有高度關聯性，若以 11/4~11/8 這段標放最大值期間的標放數量與推估的族群數量做比較，族群總數量約為標放總數量的 6 倍，若再以此進行 2018 年整個冬季越洋抵澎的青斑蝶總數推估，由於標放數量為 1061 隻，故 2018 年冬季由日本遷入澎湖的青斑蝶族群總數約在 6000 隻左右，但其相關因子是否能簡單以 6 倍做為計算基準，未來則可進一步再研究。

## 伍、結論

- 一、2018 年 6 月首次在非冬季時期發現西嶼西堡壘有小群青斑蝶存在，但在短暫停留後便再度離開，但因夏季並無東北季風可以帶來日本的青斑蝶，故推論應該是當時台灣地區劇烈的氣候變化，將台灣地區的青斑蝶帶至此處。
- 二、2018 年是自 2013 年澎湖進行青斑蝶標放以來，標放數量最多的一年，標放總數達到 1068 隻，同時再捕獲日本標放青斑蝶有 19 隻，其中包含湖西林投步道的 3 筆回收記錄，澎湖目前總共累計 51 筆再捕獲日本標放青斑蝶的資料，占全台灣地區的 67%，證明澎湖是青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧往南擴散的重要據點。

- 三、繼 2017 年發現澎湖地區島內青斑蝶跨島飛行紀錄後，2018 年則再記錄另 1 筆由西嶼西堡壘往湖西步道反向飛行的紀錄，即青斑蝶會在澎湖地區進行西東向的跨島飛行，其表示若無強烈東北季風的干擾下，冬季越洋抵澎的青斑蝶雖僅在澎湖做短暫停留，但在此時間內仍可在澎湖島內因覓食、求偶等因素自由飛行。
- 四、對比 2018 年與歷年青斑蝶標放資料，其標放極大值日期、前翅長度、前後翅受損比例、受損對稱性、雌蝶比率等各項標放資料皆與往年相類似，顯示其具有的規律性，同時亦表示越洋行為對性別與前翅大小具有篩選性，而新蝶比率變異性大則表示青斑蝶不因老舊而影響其越洋的飛行能力。
- 五、以澎湖標放且原地再捕獲青斑蝶資料進行族群大小的推估，發現 2018 年冬季西嶼西堡壘青斑蝶族群數量極大值落於 800~900 隻之間，極大值日期則為 11/7，與標放數值的極大值日期相符合。
- 六、由再捕獲數量發現同一天標放的青斑蝶其再捕獲率隨日期降低，而同一天再捕獲率則以最接近日為最高，顯示兩種可能：一是抵澎青斑蝶立即遷出，使越早標記的數量變少，另一則是青斑蝶的快速遷入，使族群迅速變大而沖淡原本標記的比率。
- 七、在 2018 年冬季的澎湖青斑蝶族群變化，由原本遷入量 >> 遷出量而急速膨脹，11/7 達到極大值，而後轉為遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速降低，在 12 月底時幾乎已無青斑蝶續留澎湖，與青斑蝶標放數量的變化程度相符合。
- 八、以青斑蝶總標放數量的比例推估湖西林投步道青斑蝶數量，其最大值約落於 135~150 隻之間，故西嶼西堡壘與湖西林投步道兩地同時間越洋抵澎的青斑蝶族群極大值應該在 1000 隻左右，若再加上澎湖其它未知之處，其在澎湖的族群應該更大。
- 九、由於青斑蝶標放數量與族群大小具有高度關聯性，若以標放數量最多的 11/4~11/8 日期進行族群總數的推估，則族群總數量約為標放總數量的 6 倍，故 2018 年冬季越洋抵澎的青斑蝶族群總數量約為 6000 隻。

## 陸、參考資料

- 佐藤英治 (2007)。青斑蝶遷徙之謎 (初版)。臺中市：晨星。
- 徐堉峰 (2013)。台灣蝴蝶圖鑑：蛺蝶 (初版)。臺中市：晨星。
- 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。陽明山國家公園管理處委託研究報告，未出版。
- 陳建志(2018年11月)。亞洲東岸島弧青斑蝶的標放。「2018 澎湖西嶼西堡壘青斑蝶標放研習」，澎湖縣隘門國小。
- 陳建志等(2016年6月)。從澎湖標放探討亞洲島弧青斑蝶移動。「亞洲東岸青斑蝶標放國際研討會」專題，臺北市立大學。
- 黃銘義、張永達(2019.03.13)。如何估算族群大小。科學Online／高瞻自然科學教學資源平台 <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/>。
- 詹家龍 (2008)。紫斑蝶 (初版) 臺中市：晨星。



## 【評語】 080320

此作品以「標識再捕法」進行青斑蝶之標放工作，進行 2018 年青斑蝶的生態資料分析。另以再捕獲青斑蝶的數量推估 2018 年澎湖「西嶼西堡壘」、「湖西林投步道」青斑蝶的族群大小。有詳實的研究紀錄，值得鼓勵。然而，青斑蝶標放為大尺度的觀察研究，除了針對數量的統計分析外，應增加過境澎湖的青斑蝶行為觀察並與相關氣候資料相比較，藉此探究遷徙的可能因素。此研究工作在數據分析上相當重要，對於標記樣本數如何合理呈現真實族群需要更加謹慎探討。建議口頭報告時，每位參與的學生都要報告，以利了解參與情況。

# 摘要

研究以再捕獲青斑蝶進行族群大小推估，發現 2018 年澎湖西嶼西堡壘青斑蝶族群極大值在 800 ~ 900 隻之間，極大值日期 11/7，與標放情形相符；澎湖青斑蝶族群大小受遷入與遷出影響，研究發現同一天標放的青斑蝶其再捕獲率隨日期降低，而同一天再捕獲率則以最接近日最高，顯示兩種可能：一是抵澎青斑蝶立即遷出，使越早標記的數量變少，另一則是青斑蝶的快速遷入，使族群迅速變大而沖淡原本標記的比率，綜觀 2018 年冬季澎湖青斑蝶族群變化，由原本遷入量 >> 遷出量而急速膨脹，11/7 達到極大值，而後轉為遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速降低；若配合標放總數推估，西嶼西堡壘和湖西林投步道兩地同時間青斑蝶停留極大值約 1000 隻，而整個冬季的族群大小則約 6000 隻。

## 壹、研究動機

本校於 2015 年開始投入青斑蝶標放研究，探討日本青斑蝶越洋之謎，了解到澎湖是青斑蝶族群冬季在亞洲東岸島弧往南擴散的重要據點，也是擴散的中繼站，並發現除了「西嶼西堡壘」外，尚有「湖西林投步道」的第二個中繼棲息地，也了解到青斑蝶在澎湖會有類似在日本聚集南岸擴散的行為，進而有澎湖青斑蝶標放極大值發生在 11 月初的情形，2018 年我們繼續青斑蝶標放工作，除累積基礎生態資料外，我們想進一步透過再捕獲的資料，推估由日本越洋抵澎的青斑蝶族群大小與族群變化的情形。

## 貳、研究目的

- 一、文獻探討青斑蝶的特徵、生態、擴散行為與澎湖青斑蝶研究的現況。
- 二、以「標識再捕法」(MRR, Mark-Release-Recapture)為研究方法進行青斑蝶之標放，分析 2018 年青斑蝶各項生態資料，並與歷年資料比對異同之處與新發現。
- 三、以澎湖在地標放再捕獲青斑蝶的數量推估 2018 年澎湖「西嶼西堡壘」、「湖西林投步道」青斑蝶的族群大小與變化。

## 參、研究設備及器材

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



## 肆、研究方法、結果與討論

### 一、青斑蝶生態與澎湖青斑蝶研究的現況

- (一)文獻分析：探討青斑蝶的特徵、生態、擴散行為與澎湖青斑蝶研究的現況。
- (二)研究結果與討論：

#### 1.青斑蝶的生態：

本研究之青斑蝶是分佈在台灣、琉球、日本、韓國等地的 *Parantica sita nipponica*，是青斑蝶分佈緯度最高的亞種，其構造如圖 1 所示，頭胸足呈黑褐色，胸部有白色斑點，雄蝶腹側灰色有白環，雌蝶腹側白色；前腳退化緊貼於前胸；翅薄具彈性，翅面具半透明淡青白色斑紋，前翅長約在 48~62mm 之間，雄蝶後翅臀區附近有一明顯黑色的「性標」；青斑蝶為多世代性物種，喜好棲息於海岸林、常綠闊葉林，成蝶飛行緩慢，對溫度敏感，對大花咸豐草、臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、臺灣山菊等菊科植物的花蜜有特別喜好；台灣牛爛菜、歐蔓、毬蘭等植物為其幼蟲的寄主植物（徐培峰，2013；陳建志，2008；佐藤英治，2007）。

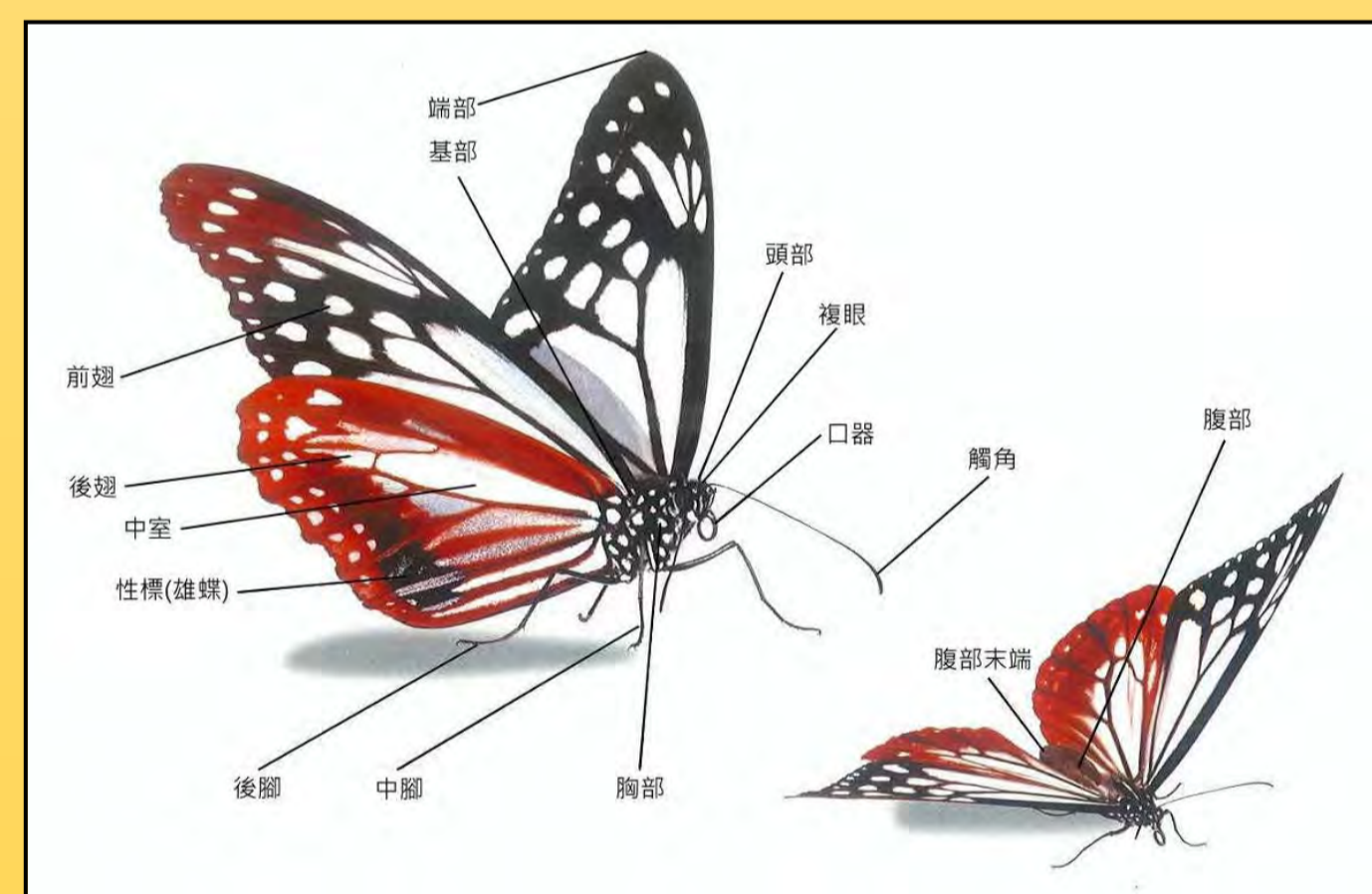


圖 1 青斑蝶身體構造圖  
(底圖來源：佐藤英治(2007)。青斑蝶遷徙之謎，頁 18。)

#### 2.青斑蝶的擴散行為：

日本境內青斑蝶會隨季節移動，春天從西南群島往北移動，夏季則聚集在高原上，初秋往日本的中部、四國地區移動，晚秋則回到溫暖的日本西南各島（佐藤英志，2007）；青斑蝶在日本與台灣間的移動，根據 20 年的再捕獲資料顯示，日本青斑蝶南下是隨東北季風氣流的單向移動，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遷徙(Migration)行為（陳建志，2018）。

#### 3.澎湖青斑蝶研究的現況：

- (1)台灣與日本自 1997 年開始合作青斑蝶標放，截至 2017 年為止，除澎湖以外的台灣地區總共再捕獲 18 筆日本南下的資料，但 2013 年在澎湖便記錄到 7 筆日本標放的青斑蝶，是 2013 年之前最高的回收紀錄，接著 2015 年再記錄 23 筆、2017 年有 2 筆，總計澎湖已再捕獲 32 隻日本標放的青斑蝶，占整個台灣地區再捕獲量的六成，正可確認澎湖是青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧往南擴散的重要據點。
- (2)澎湖野外無台灣牛爛菜、歐蔓、毬蘭等青斑蝶幼蟲的寄主植物，故在澎湖野外並無青斑蝶的繁殖紀錄，目前澎湖冬季所見青斑蝶族群皆為外地遷入；又澎湖因為季節與植物相的因素，除野外無澤蘭、山菊等青斑蝶喜好的蜜源植物外，冬季時也僅有大花咸豐草和馬纓丹有較大規模的開花，所以冬季越洋抵澎的青斑蝶便以大花咸豐草和馬纓丹為其主要蜜源。
- (3)澎湖在 2013 年發現西嶼西堡壘有大量青斑蝶，2014 年卻僅有零星記錄，但 2015 年又爆大量，而 2016、2017 年又回到約百隻的標放量，這種現象正足以顯示青斑蝶越洋抵澎是一種依靠東北季風風力與風向的無規律擴散行為。
- (4)由澎湖標放的青斑蝶又在原地再捕獲的資料顯示，僅約 2 成標放的青斑蝶在一星期後仍可再被發現，亦即青斑蝶在澎湖僅做短暫停留後便再度離開，因此澎湖是青斑蝶冬季往南擴散的「中繼站」。
- (5)在澎湖標放青斑蝶的雌蝶比例約在 2 ~ 4 成之間，前翅長也較長，推論越洋行為對青斑蝶的性別、前翅長度具有篩選效果。
- (6)每年 11 月上、中旬是澎湖青斑蝶標放的極大期，與日本境內 10 月下旬青斑蝶集結在四國、九州地區具有高度相關性。

(7)冬季越洋抵澎的青斑蝶主要棲息地為「西嶼西堡壘」，2017年則再發現「湖西林投步道」為其第二處棲息地，若依標放數量判斷，其族群約低於西嶼西堡壘的2成，綜觀兩處棲息地皆具有「林木遮風」、「南面臨海」的共同特徵，與青斑蝶喜好海岸林、常綠闊葉林相符。

(9)澎湖標放的青斑蝶，翅的損壞具有後翅高於前翅，比例約達2倍的情形，同時翅的受損呈左右對稱，總破損率方面則約有3成青斑蝶的翅膀是毫無破損的。

(8)在澎湖再捕獲日本標放的青斑蝶是廣泛來自日本本土各地，但可能因風向、台灣地形阻隔的因素，目前尚未有再捕獲日本琉球地區標放的青斑蝶紀錄，其中再捕獲紀錄中，飛行最遠的直線距離是2513km，來自福島地區，飛行最快速度則平均每日可超過350km。

(10)冬季越洋抵澎的青斑蝶會在澎湖群島內進行跨島飛行，飛行方向由東向西，但2017年為止尚無南北向島嶼間的跨島飛行紀錄。

## 二、2018年澎湖青斑蝶標放資料分析、比較與新發現

(一)以「標識再捕法」(MRR, Mark-Release-Recapture)為研究方法，分析2018年越洋抵澎的青斑蝶各項生態資料，並比較與歷年研究結果之異同和新發現。

(二)研究方法與步驟：

- 1.填寫青斑蝶標放工作的基本資料，即紀錄表上的地點、日期、時間、天氣、標放者資料。
- 2.以油性筆進行青斑蝶標放工作，在青斑蝶的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、標放編號等4項資料(陳建志, 2008)。
- 3.記錄青斑蝶標放的各項生態資料，包含上述的標記編號與性別、新鮮度、翅的破損、前翅長、標記時刻與氣溫、生態行為、再捕資料等，並在完成各項紀錄後拍照釋放。
- 4.以Microsoft Excel將紙本記錄表資料數位化，再進行2018年各項資料的統計與分析，並比較與歷年研究結果之異同和新發現。

(三)研究結果與討論：

1.自2013年起澎湖開始進行青斑蝶的標放工作，歷年的標放數量統計如圖2所示，2018年標放數量創新高，達到1061隻，從統計圖中可見每年標放數量的落差極大，正說明澎湖冬季青斑蝶越洋抵澎是隨東北季風風向、風力而定的擴散行為。

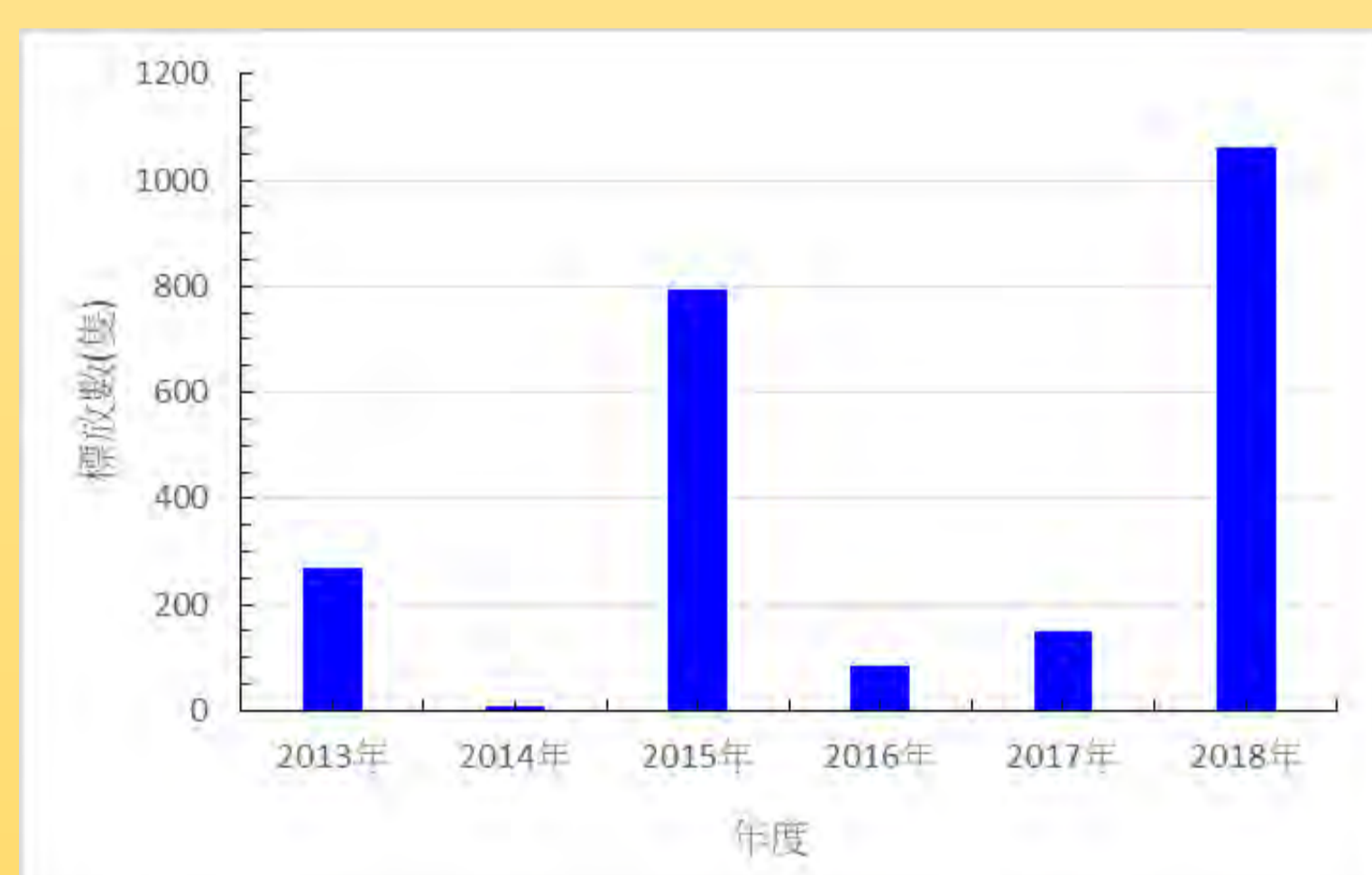


圖2 澎湖歷年青斑蝶標放數量統計圖

2.將2015~2018年澎湖冬季青斑蝶標放數量與日期製成圖3之統計圖，可發現歷年越洋抵澎青斑蝶標放量最大值落於11月初，與日本10月底大量青斑蝶集結在日本南方的四國、九州有密切關聯，只待東北季風的風向、風力恰當時，便能大量擴散至澎湖。

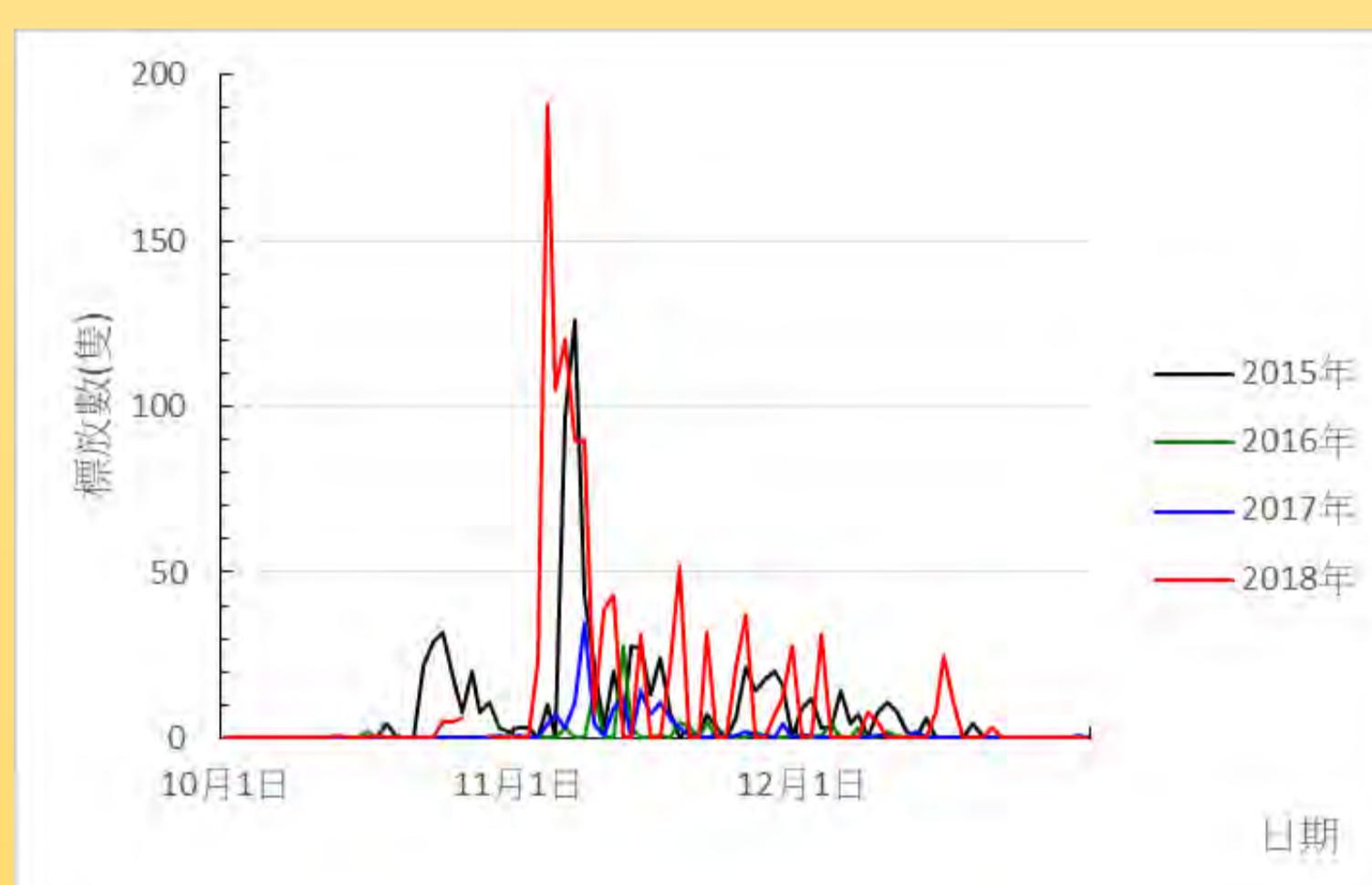


圖3 澎湖2015~2018年青斑蝶標放數與日期分析圖

3.依據2015~2018年資料，表1為澎湖標放青斑蝶個體前翅長度統計表，其較李信德於2001~2008年間在陽明山標放的個體為大，雄蝶略高於平均值的53.8mm，雌蝶則較平均值的55.8mm大約1.4~3.5mm，其符合青斑蝶越洋行為具有篩選雌蝶大小的推論。

表1 澎湖2015~2018年標放青斑蝶個體翅長比較表

	2015年 (N=773)		2016年 (N=82)		2017年 (N=145)		2018年 (N=1059)	
	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶	雄蝶	雌蝶
前翅長度 (mm)	54.6	58.1	55.4	59.32	54.8	57.8	54.4	57.2

4.包含2018年的歷年澎湖標放的青斑蝶資料顯示：雌蝶比率約在2~4成之間，與推論越洋青斑蝶具有高雌蝶比率相符；青斑蝶翅的損傷則呈現左右對稱，且後翅受損高於前翅；青斑蝶新鮮度變異大，表示個體老化程度並不會影響其越洋的能力。

5.澎湖2018年再捕獲19筆日本標放的青斑蝶，自2013年起至2018年為止總共累積51筆紀錄，占全台灣地區總數76筆的67%，若僅計算2013年以後的再捕獲資料，則高達82%是在澎湖所再捕獲的，可見澎湖地區對於青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧擴散的重要性，其再捕獲數量的比較如圖4所示。

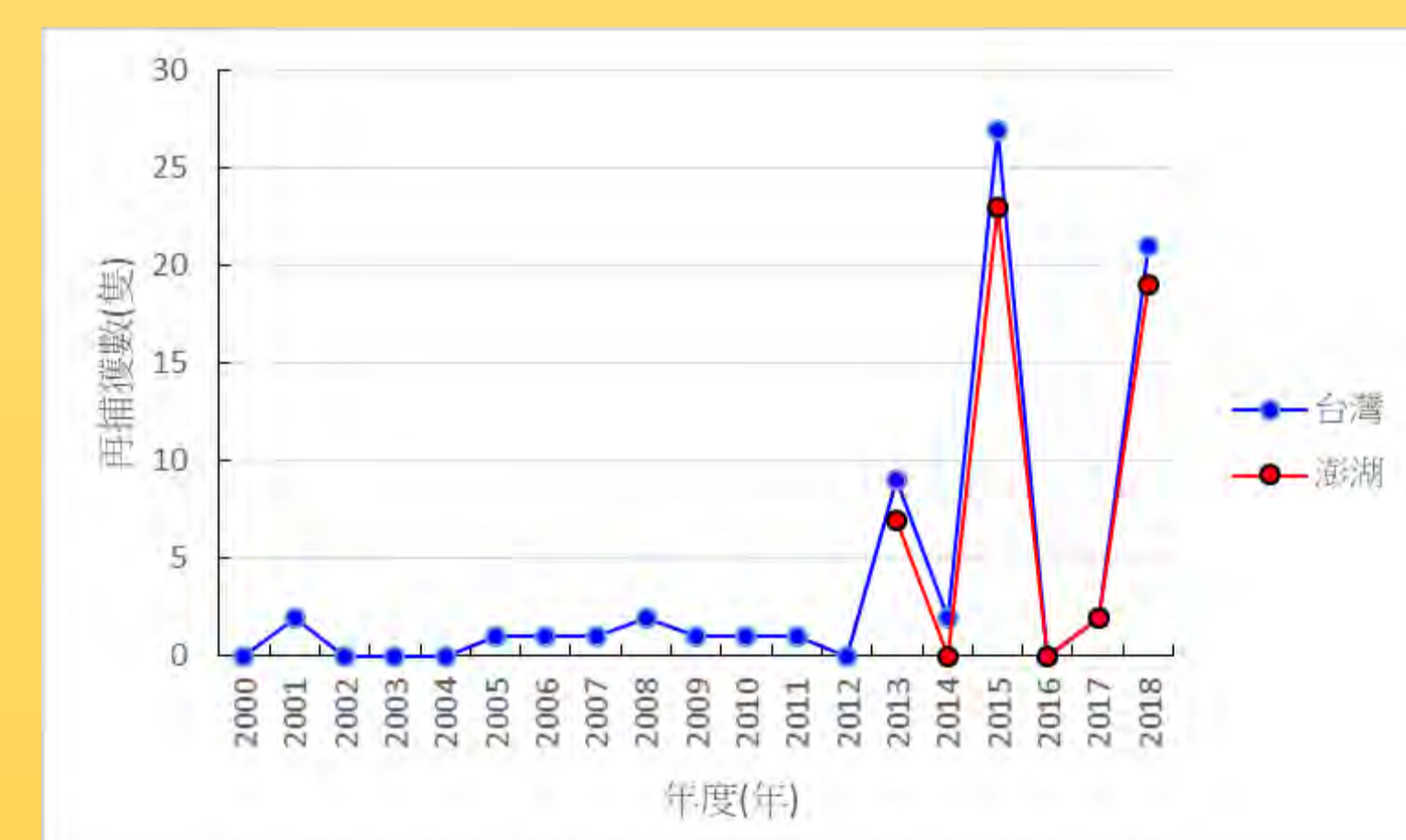


圖4 澎湖與台灣歷年青斑蝶再捕獲數量比較

6.標記符號「Xiyu 11/5 AM280」的青斑蝶，在11/5標放後，先於11/18在西嶼王屋營區再捕獲，紀錄資料後放飛，25天後的11/30又在湖西林投步道被李信德所捕獲，其由西向東飛行約15km，飛行圖見圖5，與2017年標記符號「Huxi11/16 AM81」的第1筆澎湖群島內跨島再捕獲青斑蝶做反向的飛行，但目前尚無南北向島嶼間的跨島飛行紀錄。



圖5 澎湖再捕獲的青斑蝶島內跨島飛行資訊圖  
(底圖來源：Google Map)

7.在2018年的6/9於西嶼西堡壘發現青斑蝶，研究完成7隻青斑蝶的標放工作，是歷年調查首次於夏季發現青斑蝶，但與冬季族群一樣，青斑蝶在短暫停留便立即離開，由於此時無強烈東北季風可以帶來日本的青斑蝶，推估為當時劇烈氣候變化帶來台灣地區的青斑蝶，但仍需未來繼續研究證實。

## 三、澎湖冬季青斑蝶族群的大小與變化

(一)以「標識再捕法」(MRR)為研究方法，紀錄標放、再捕獲數量，推估越洋抵澎青斑蝶的族群數量大小與變化情形。

(二)研究方法與步驟：

- 1.進行青斑蝶標放時，針對在澎湖標放且原地再捕獲之青斑蝶紀錄其再捕日期與編號，並將紀錄數位化後進行統計與分析。
- 2.推估「西嶼西堡壘」之青斑蝶族群數量大小，推估公式為  $N : M = n : m$   
其中N為青斑蝶族群推估總數量、M為青斑蝶標放數、n為青斑蝶當日再捕獲總數、m為青斑蝶當日再捕獲總數中的已標記青斑蝶數量。
- 3.選擇標放數超過50隻的天數，以前1天、2天、3天的標放數，採累計數目與每日單獨計數方式進行青斑蝶族群大小之推估。
- 4.探討與分析影響青斑蝶族群大小的各種因素，並嘗試找出青斑蝶大量遷入、遷出開放系統中的計算因子，以推估越洋抵澎的青斑蝶族群大小。
- 5.以「西嶼西堡壘」、「湖西林投步道」標放總數比例推估「湖西林投步道」之青斑蝶族群數量大小。
- 6.以標放總數推估整個冬季由日本越洋抵澎的青斑蝶族群總數量。

### (三)研究結果與討論：

1.澎湖 2018 年在地再捕獲的青斑蝶總數計 494 隻，以停留週數之統計結果如圖 6 所示，其顯示超過 7 成比例是在標放後 1 週內所再捕獲，而僅有不足 5% 停留超過 3 週，即大部分青斑蝶在短暫停留後便遷出澎湖，隨東北季風擴散，故對日本越洋而來的青斑蝶而言，澎湖僅只是擴散的中繼站。

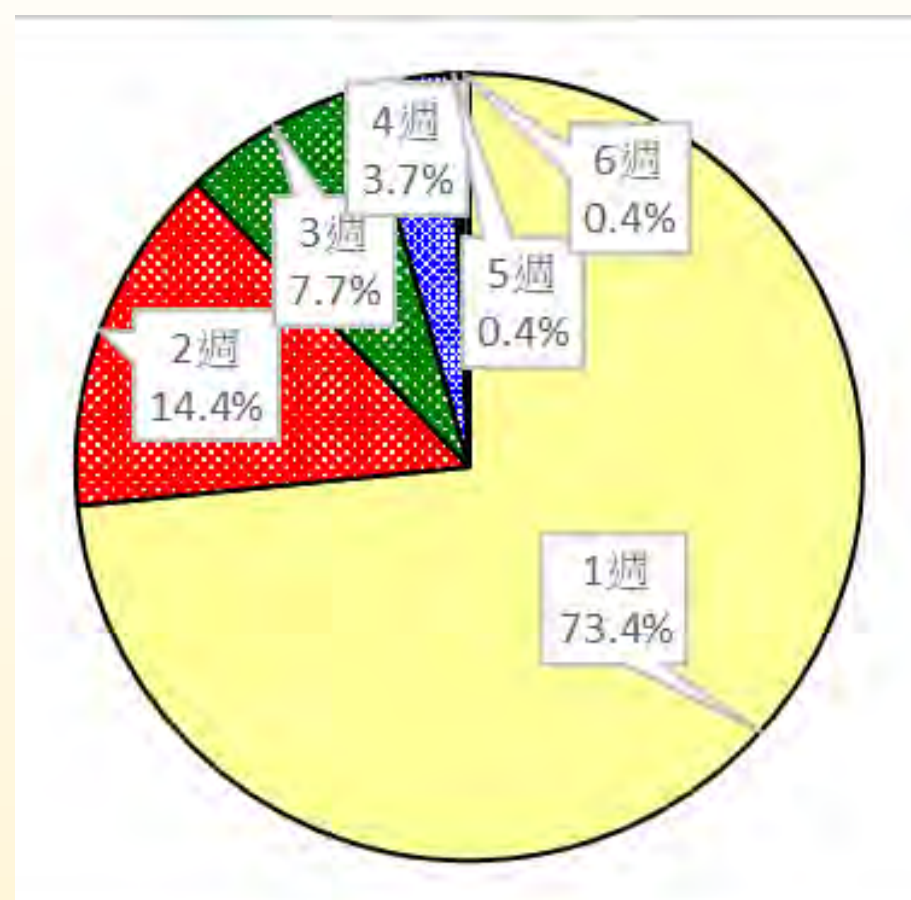


圖 6 澎湖 2018 年青斑蝶停留時間比例圖

3.研究為避免標放數量過少而產生統計誤差，故選擇「西嶼西堡壘」每日標放量超過 50 隻的天數進行推估，故以標放量最多的 11/4~11/8 期間進行推估，這也是往年青斑蝶族群發生量最大的期間。研究將此段日期的青斑蝶標放數、再捕獲前第 1 天、2 天、3 天青斑蝶數量與再捕獲率製成表 2，可得知青斑蝶再捕獲情形會隨日期而減少，即捕獲前第 1 天的比率會多於前第 2 天，以此類推，此表示兩種可能：一是抵澎青斑蝶立即遷出，使越早標記的數量變少，另一則是青斑蝶的快速遷入，使族群迅速變大而沖淡原本標記的比率。

4.利用 11/3 ~ 11/8 期間每日青斑蝶的標記數與再捕獲數 分別累計前 1 天、2 天、3 天的再捕獲數量，或以每日單獨計數的方式進行「西嶼西堡壘」青斑蝶族群大小推估，可獲得表 3、表 4 之結果，發現兩種推估方式皆顯示族群大小的極大值在 800~900 隻之間，同時族群在遷入量 >> 遷出量的情形下，在 11/7 達到極大值。

5.若以 10/15 ~ 12/31 的整個冬季期間進行族群大小的推估 並採累計標記前 1 天、2 天、3 天、1 週的方式進行，可獲得圖 7 之統計圖，發現越洋抵澎的青斑蝶族群最大值出現於 11 月初，與標放數量統計相符。同時得知在 11 月初，大量青斑蝶遷入澎湖，在遷入量 >> 遷出量的情形下，族群迅速成長，在 11/7 達到極大值，然後青斑蝶在短暫停留後離開澎湖，使得此時的遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速變小，在 12 月底時已不容易見到青斑蝶。

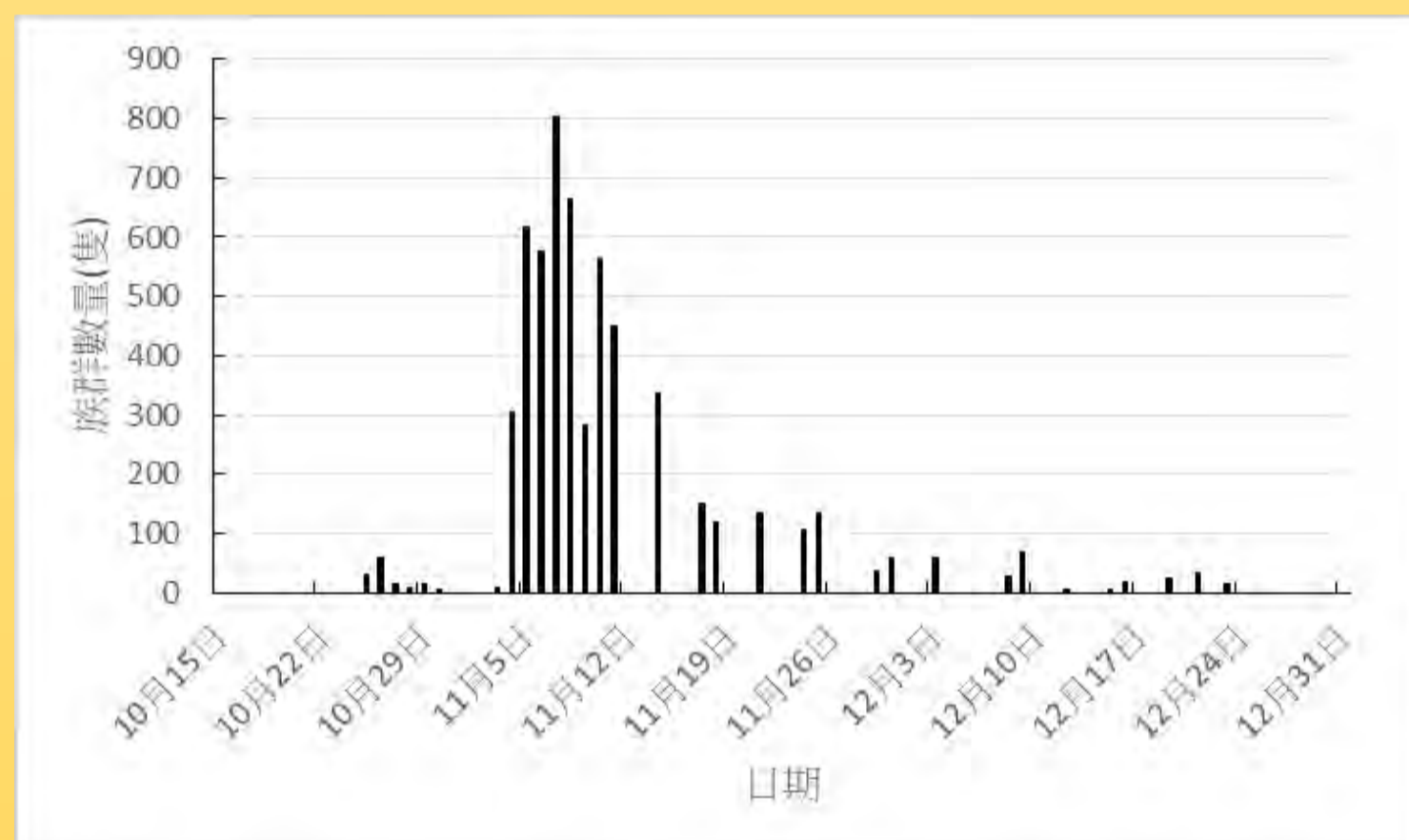


圖 7 澎湖 2018 年冬季青斑蝶族群大小變化圖

6.由於「湖西林投步道」的總再捕獲數僅 27 筆，為避免誤差過大，故以總標放數的比例進行推估，其比例為 907 : 154，11/7 極大值推估結果為 135 ~ 150 隻。

2.以「標識再捕法」推估生物族群大小，對於封閉或穩定族群較容易操作，其符合族群的出生 + 遷入 = 死亡 + 遷出，但越洋抵澎的青斑蝶具有流動性，較難估算。同時澎湖野外未有青斑蝶繁殖紀錄，可視為出生率為 0，而青斑蝶僅在澎湖做短暫的停留，此段時間死亡有限，亦可視死亡率為 0，故其族群大小便由遷入與遷出決定。

表 2 澎湖西嶼西堡壘 11/4~11/8 青斑蝶再捕獲率比較表

日期	標記數 (隻)	再捕獲數(隻)/再捕獲率(%)		
		前第 1 天	前第 2 天	前第 3 天
11/3	19			
11/4	162	10	N	
11/5	91	33 20.4%	2 N	
11/6	93	23 25.3%	29 17.9%	2 N
11/7	90	12 12.9%	13 14.3%	20 12.3%
11/8	66	15 16.7%	9 9.7%	8 8.8%
平均		18.8%	14.0%	10.6%

表 3 以累計各日再捕獲數推估青斑蝶族群大小統計表

日期	標記數 (隻)	累計各日再捕獲數(隻)			族群總數(隻)			平均
		前 1 天	前 2 天	前 3 天	前 1 天	前 2 天	前 3 天	
11/3	19							
11/4	162	10			327			327
11/5	91	33	35		609	652		630
11/6	93	23	52	54	459	705	740	635
11/7	90	12	25	45	791	846	1038	892
11/8	66	15	24	32	486	686	839	670

表 4 以每日單獨計數再捕獲數推估青斑蝶族群大小統計表

日期	標記數 (隻)	每日單獨計數再捕獲數(隻)			族群總數(隻)			平均
		前 1 天	前 2 天	前 3 天	前 1 天	前 2 天	前 3 天	
11/3	19							
11/4	162	10			327			327
11/5	91	33	2		609	884		746
11/6	93	23	29	2	459	682	903	681
11/7	90	12	13	20	791	721	891	801
11/8	66	15	9	8	486	775	842	701

7.青斑蝶標放數量與族群大小具有高度關聯性，以 11/4 ~ 11/8 期間標放數量平均與推估的族群數量做比較，族群總數量約為標放總數量的 6 倍，再以此推估 2018 年整個冬季越洋抵澎的青斑蝶族群大小，由於總標放數為 1061 隻，故 2018 年冬季由日本遷入澎湖的青斑蝶族群總數約 6000 隻。

## 伍、結論

- 一、2018 年是澎湖進行青斑蝶標放以來，標放數量最多的一年，標放總數達到 1068 隻，同時再捕獲日本標放青斑蝶有 19 隻，其中包含湖西林投步道的 3 筆回收記錄，澎湖目前總共累計 51 筆資料，占全台灣地區的 67%，證明澎湖是青斑蝶冬季在亞洲東岸島弧往南擴散的重要據點。
- 二、繼 2017 年發現澎湖地區島內青斑蝶跨島飛行紀錄後，2018 年則再記錄另 1 筆由西嶼西堡壘往湖西步道反向飛行的紀錄，表示若無強烈東北季風的干擾下，冬季越洋抵澎的青斑蝶在短暫停留期間可在澎湖島內因覓食、求偶等因素自由飛行。
- 三、對比 2018 年與歷年青斑蝶標放資料，其標放極大值日期、前翅長度、前後翅受損比例、受損對稱性、雌蝶比率等各項標放資料皆與往年相類似，顯示其規律性，同時亦表示越洋行為對性別與前翅大小具有篩選性，而新蝶比率變異性大則表示青斑蝶不因老舊而影響其越洋的飛行能力。

- 四、以澎湖標放且原地再捕獲青斑蝶資料進行族群大小的推估，發現 2018 年冬季西嶼西堡壘青斑蝶族群數量極大值落於 800 ~ 900 隻之間，極大值日期則為 11/7，與標放數值的極大值日期相符合。
- 五、由再捕獲數量發現同一天標放的青斑蝶其再捕獲率隨日期降低，而同一天再捕獲率則以最接近日的數量最高，其顯示兩種可能性：一是抵澎青斑蝶立即遷出，使越早標記的數量變少，另一則是青斑蝶的快速遷入，使族群迅速變大而沖淡原本標記的比率。
- 六、在 2018 年冬季的澎湖青斑蝶族群變化，由原本遷入量 >> 遷出量而急速膨脹，11/7 達到極大值，而後轉為遷入量 < 遷出量，族群在 1、2 週內迅速降低，在 12 月底時幾乎已無青斑蝶續留澎湖，與青斑蝶標放數量的變化程度相符合。
- 七、研究以青斑蝶總標放數量推估，西嶼西堡壘和湖西林投步道兩地同時間青斑蝶停留極大值約 1000 隻，而澎湖整個冬季的族群大小則約 6000 隻。

## 陸、參考資料

- 佐藤英治 (2007)。青斑蝶遷徙之謎 (初版)。臺中市：晨星。
- 徐培峰 (2013)。台灣蝴蝶圖鑑：蝶類 (初版)。臺中市：晨星。
- 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。陽明山國家公園管理處委託研究報告，未出版。
- 陳建志 (2018 年 11 月)。亞洲東岸島弧青斑蝶的標放。「2018 澎湖西嶼西堡壘青斑蝶標放研習」，澎湖縣隘門國小。

- 陳建志等 (2016 年 6 月)。從澎湖標放探討亞洲島弧青斑蝶移動。「亞洲東岸青斑蝶標放國際研討會」專題，臺北市立大學。
- 黃路義、張永達 (2019.03.13)。如何估算族群大小。科學 Online / 高瞻自然科學教學資源平台 <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/>。
- 詹家龍 (2008)。紫斑蝶 (初版) 臺中市：晨星。