

公民科學魔法師小試身手—— 監測臺灣獼猴族群的 五年成績單(2015–2019年)

The distribution and population dynamics of
Taiwanese Macaques (*Macaca cyclopis*)
in the year of 2015–2019 documented by a
citizen science project

范孟雯 Meng-Wen Fan |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心助理研究員
mwluna0927@gmail.com

張仕緯 Shih-Wei Chang |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心副研究員兼組長

徐瑋婷 Wei-Ting Hsu |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心業務助理

柯智仁 Jerome Chie-Jen Ko |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心助理研究員

蔡明剛 Ming-Kang Tsai |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心業務助理

張安瑜 An-Yu Chang |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心業務助理

林瑞興 Ruey-Shing Lin |

行政院農業委員會特有生物研究保育中心研究員兼組長



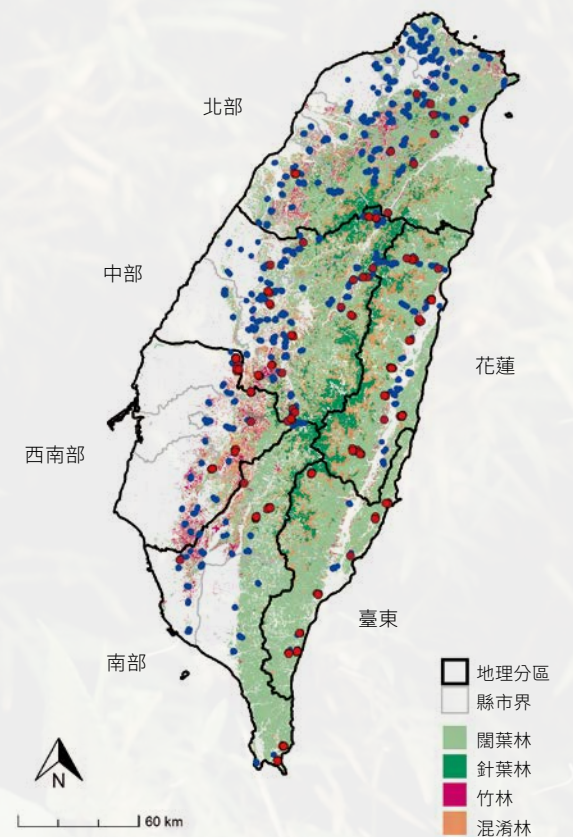
雖然我們生活在奇妙的科學新世界裡，但是，對於泛著神祕色彩的舊世界魔法和巫師傳說，總帶著點好奇與嚮往。在孩提時代，也許你曾經幻想過自己是個行俠仗義的小魔法師，點點魔杖、唸唸咒語、發揮超能力，就可以把壞人變成青蛙、幫助好人解決困難、甚至拯救世界。然而，隨著年紀的增長，我們的天真和想像力，也許隨著時光的推移而逐漸流逝，忘卻了曾經有過的華麗想像。

就在那一天，當耀眼的陽光點亮窗外嫩綠樹葉的早晨，我(本文第一作者)靜靜的端詳著電腦螢幕，好似看到了魔法的展演。在這個我們常暱稱為番薯的臺灣島地圖上，資料分析魔法師的魔杖一揮，先浮現出以不同顏色顯示的森林類型圖層；眾多的資料蒐集魔法師回報的咒語一唸，地圖上浮現出許多藍點和紅點，這些點加總起來共有14,150個(雖然看起來會覺得沒有這麼多點，這是因為許多點的位置重疊或相近之故)。而這些分布範圍廣泛、有系統的現地調查資料，是由身處各地的公民科學家，依照行政院農業委員會特有生物研究保育中心(以下簡稱特生中心)規劃的標準化方法，在2015–2019年間，一步一腳印地調查後，所匯聚而成的作品。

2015–2019年位在海拔50m以上森林的猴群調查樣點 ▶
分布圖。紅色點為有猴群紀錄的樣點，藍色點為沒有
猴群紀錄的樣點。(徐瑋婷 繪製)

◀ 臺灣獼猴是群居的母系社會，一般來說，
雌猴和幼猴會跟著猴群一起活動。(范孟雯 攝)

這個作品緣起於特生中心運用2009年草創的臺灣繁殖鳥類大調查計畫(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan)的架構和公民科學家能量，從2015年開始，將臺灣獼猴(*Macaca cyclopis*)也納入調查項目，也就是在調查的時候，將臺灣獼猴當作一種鳥來記錄。等等！也許您會問，獼猴怎麼會是鳥呢？牠們差那麼多，這應該是基本常識吧！當然，牠們很不同，在生物分類上臺灣獼猴是哺乳類，跟鳥類的親緣關係可是遠得很。不過，在野外的調查研究中，某些觀察的技巧與方法卻是能通用的。



為什麼要調查臺灣獼猴？

當我們想要經營管理野生動物的時候，需要知道目標物種或類群的分布和族群變動等關鍵知識。臺灣獼猴廣泛分布於臺灣本島的森林性棲地，從平地到海拔3,600m均會出現，是臺灣的特有種，且是臺灣唯一原生的靈長類野生動物。主管機關在1989年公告實施《野生動物保育法》時，考量臺灣獼猴分類上的特有性、學術研究的價值，以及受棲地破壞與獵捕而導致族群量減少等生存壓力，將其列在保育類名錄中(李玲玲等 2000)。經過了大約30年，在2019年1月9日行政院農業委員會公告修正的「陸域保育類野生動物名錄」，始將臺灣獼猴調整為一般類野生動物，不再屬於保育類。這個消息發布之後，引起社會大眾廣泛的討論，支持與反對的意見均不少。

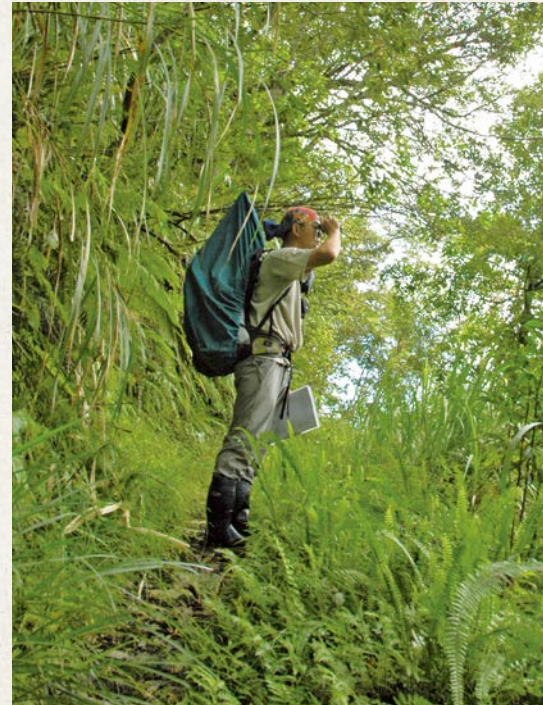
雖然近年來，臺灣獼猴在野外被發現的機會似乎增多了，但並沒有全臺灣族群數量變化的科學證據可以支持這樣的說法，因而，期望保育類名錄評估過程中能有這些數據的聲量也浮現出來。為了提升保育類野生動物名錄調整時的公信力與社會支持度，充分的科學數據就是不可或缺的重要參考。

號召公民科學家一起監測臺灣獼猴

為了瞭解臺灣獼猴的族群狀況，在過去曾

有一些團隊針對全島和特定地區的獼猴分布情況進行調查和族群量估算(吳海音 2016；李玲玲等 2000；林良恭 2019；張仕緯 2002；張仕緯等 2013；蘇秀慧 2012a、2012b、2018；蘇秀慧與粘書維 2013；蘇秀慧等 2011)。看似研究不少，但其中有獼猴族群量年間變動資料的研究地點，則僅有位於宜蘭和新北市交界的福山植物園、南投名間和彰化二水的八卦山南段地區，以及高雄市壽山(蘇秀慧等 2010；蘇秀慧 2012b；蘇秀慧與粘書維 2013)，皆是小範圍區域。至於臺灣全島的獼猴族群分布調查和數量估算，僅有1997–2000年間由臺灣大學領導的跨4單位團隊曾進行過一次問卷與沿線調查(李玲玲等 2000)。由於野外調查過程相當耗費人力，全面性的普查與監測一直很難再執行。因此，如果要以科學數據呈現臺灣全島的獼猴數量現況和族群變動趨勢，實在有必要發展其他系統化且可快速重複執行的監測方式。

近年來，臺灣各界風起雲湧地推動公民科學(citizen science)，藉由民眾和各方單位共同參與，遵循標準的調查方法，獲得大空間尺度和長時間的物種監測資料，例如：臺灣兩棲類保育志工團隊、臺灣新鳥數鳥嘉年華等。自2009年開始推行的BBS Taiwan，便是運用公民科學的方式，透過學術單位、政府機關和民間團體的跨組織合作，設計明確的標準化調查方法。藉由眾多公民科學家的參與，每年在充滿生機的春夏時節，在臺灣各地一起數著小



偏遠的樣區，需要重裝步行調查。(范孟雯 攝)

鳥，為牠們的蹤跡留下珍貴的紀錄，獲得臺灣繁殖鳥類族群數量的第一手資料，並且，將這些資料轉化成即時的繁殖鳥類族群指標(Ko et al. 2017)，成為監測鳥類數量長期變化的重要工具。在這套系統運作有所心得與成果後，有感於系統性監測臺灣獼猴族群的必要性，從2015年開始，臺灣獼猴也被納入調查項目，也就是請參與的公民科學家在進行鳥類調查的同時，也記錄臺灣獼猴的出現狀況。於是，以BBS Taiwan的既有架構和公民科學家的能量，來進行臺灣全島的獼猴系統性監測於焉展開。

獼猴調查的標準化方法大解析

接下來，讓我們介紹臺灣獼猴的標準化調查方法。調查臺灣獼猴時(也就是BBS Taiwan進行時)採用的是定點調查法(point count)。調查前先劃設好樣區(每個樣區以1km × 1km網格為基礎)，沿著車道或步徑於每個樣區網格範圍內或邊緣設置6–10個樣點。每個樣點的直線距離需間隔200m以上，而且，每個樣點的調查半徑為100m，也就是任兩個樣點的調查範圍不會重疊。

每年的3–6月是臺灣鳥類主要的繁殖季節(柯智仁等 2019)，在這段時間，鳥類為了求偶及捍衛領域等目的，活動和鳴唱的行為均較為明顯，能夠讓調查者較容易偵測到個體，是個非常適合進行鳥類調查的時節，於是，我們選定在這段期間進行調查。其中，4–6月也剛好是臺灣獼猴嬰猴出生的旺季(李玲玲等 2000)。然而，依照海拔高度不同，各樣點進行調查的月份也有差異，分別是：低海拔樣區(樣區海拔小於1,000m)為3月、5月各調查1次；中海拔樣區(樣區海拔分布1,001–2,500m)為4月、6月各調查1次；高海拔樣區(樣區海拔高於2,500m)為5月、6月各調查1次。調查者每年於每個樣點進行2次調查，每次調查於日出後4小時內完成，既能滿足鳥類調查的需要，也可配合獼猴較活躍的時間區段。

調查者每次在每個樣點停留6分鐘，在觀察鳥類的同時也記錄是否有發現臺灣獼猴。如果發現獼猴，則進一步記錄是猴群或孤猴，以及猴子離調查者的距離區間。

為了加強公民科學家正確調查和記錄獼猴的能力，我們製作圖文並茂的調查說明文宣廣發給大家參考，也舉辦調查訓練班加強說明調查注意事項。

調查資料的檢核和篩選

完成調查後，公民科學家將資料送交特生中心彙整，並進行後續的檢核、資料篩選和分析。我們分析的獼猴單位是「猴群」、不是「個體」，而且要將「雄性孤猴」的資料篩選掉。這是因為臺灣獼猴屬於群居性動物，常態的猴群由成年雌、雄猴與未成年猴組成，另外有一些雄性孤猴是單獨活動(所以名之為「孤猴」)，有一些雄性光棍猴沒在常態猴群中、也不是單獨活動，而是組成了光棍群(有時稱孤猴群)一起移動，這些不在常態猴群中的雄

猴占總族群量的比例少、也不容易估算，因此排除在分析之中。而每一群獼猴的個體數變化大，通常若不是長期追蹤研究，很難短時間內在茂密的森林中算出精確的猴群個體數，因此我們僅要求調查者確認是否為常態猴群(即排除光棍群與單隻孤猴)並記錄出現的猴群數，不用算猴群中有幾隻猴子。為了避免調查時在不同樣點重複計算到同一猴群，若同一樣區、同一旅次的調查，在相鄰兩個樣點均有調查到猴群，且這兩個樣點的直線距離未超過300m，則僅保留先調查的那個樣點之猴群紀錄。

考量臺灣獼猴主要是在森林性棲地活動，我們分析行政院農業委員會林務局(以下簡稱林務局)發布之第四次森林資源調查報告(林務局2018)的全島森林林型分布圖層，發現臺灣本島海拔50m以下的森林不僅面積小(約占全部森林面積的2.36%)、分布零散且有部分為海邊的防風林，常常不是猴群會出現、活動的區域。因此，我們僅採用在臺灣本島海拔50m以上的森林棲地，作為後續資料分析的地理範圍。



在臺中舉辦的調查訓練班，參與者正在聆聽調查方法與注意事項介紹。(蔡明剛 攝)



本文第一作者在調查訓練課程中，說明發現猴群時的記錄方式。(蔡明剛 攝)

開創的五年成績單：2015-2019

在每年平均316位公民科學家的協力下，2015-2019年間每年平均完成345個樣區的調查，每年進行2次，共計10次。每次調查的總樣點數平均約為2,738個，其中位在海拔50m以上森林性棲地的樣點，每次平均約為1,415個(圖1)。調查時記錄到的猴群，就有96%是出現在海拔50m以上的森林性棲地中。

▼ 在森林中調查臺灣獼猴要眼觀四面、耳聽八方。
(范孟雯 攝)

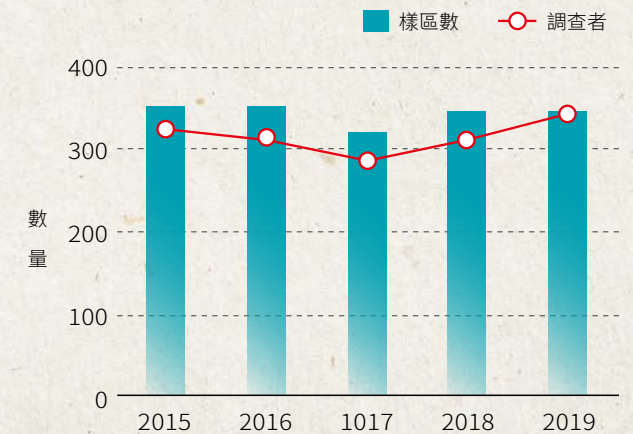


圖1. 在2015-2019年間參與猴群調查的公民科學家人數與調查的樣區數。(徐瑋婷 繪製)





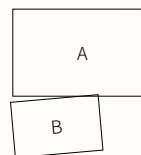
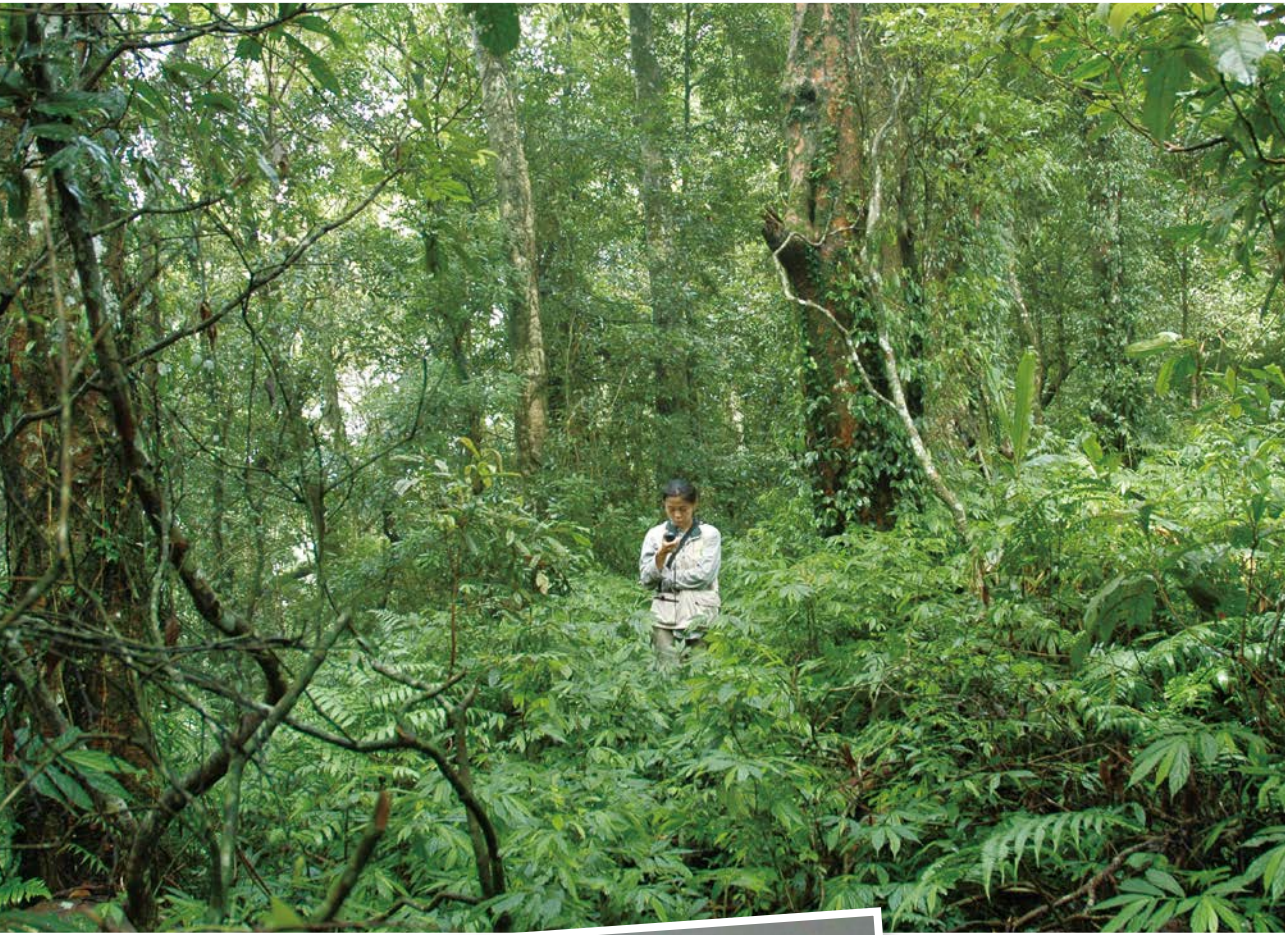
為比較猴群利用不同林型的差異，我們將這些森林性的棲地，區分成闊葉林、針葉林、竹林和混淆林等4大類。其中，平均約有69%的調查樣點是位在闊葉林中，而分布在森林中的猴群，亦有68%是在闊葉林中記錄到的。經統計檢定發現猴群在各類型森林的相對密度沒有顯著的區別，這可能是因為猴群在四種林型的利用率沒有不同，也可能起因於我們定點調查法的樣點有不少在不同林型的交界區，在棲地歸類分析時雜訊較多所致。一般竹林對獼猴來說，主要的食物資源就是竹筍，通常在產季時才較頻繁進出竹林，而且猴群只會利用鄰近樹林的竹林，猴群並無法單靠竹林存活。針葉林若是純林的話，能讓猴群利用的食物資源也很少。而闊葉林除非是植種單一的人工造林，通常植物種類和層次較為多樣，可以提供獼猴豐富多樣的食物來源，且因為闊葉林在臺灣森林中的占比原本就較高(約占68%)，因此闊葉林及其邊緣還是大多數臺灣獼猴族群活動的主要場域。

在海拔分布方面，猴群的相對密度在海拔501-1,000m區段出現一個高峰。臺灣這片低海拔的淺山地區，其實孕育著包括獼猴在內的豐富生物群相，但因為跟人類活動空間的高度重疊，面臨著許多人為干擾和生存壓力。這也是近年來里山生態保育日漸受到重視的主因，希望生活在這片淺山森林的每一種生命，都能夠過著一個少受人類干擾的自然生活型態。

將猴群出現的資料，點在臺灣本島的行政區界地圖上，可以發現有紀錄點的行政區包括

宜蘭縣、新北市、桃園市、苗栗縣、臺中市、南投縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣和花蓮縣等13縣市。再透過進一步的資料分析，發現各地理分區獼猴出現的機率顯著地不同。我們採用的分區方式是將臺灣本島分成6個地理分區，包括：(一)北部：宜蘭縣、基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣和苗栗縣；(二)中部：臺中市、彰化縣和南投縣；(三)西南部：雲林縣、嘉義市、嘉義縣和臺南市；(四)南部：高雄市和屏東縣；(五)花蓮：花蓮縣和(六)臺東：臺東縣。分析結果發現，獼猴群在花蓮和臺東出現的機率比北部和中部高；南部的猴群出現機率比北部高，皆在統計上達到顯著的水準。

林良恭教授(2013)蒐集2003-2013年的文獻和媒體資料，指出臺灣獼猴危害的主要區域為彰化、南投、雲林、臺南、高雄和臺東，似乎和獼猴出現機率並沒有密切的關連。例如獼猴出現機率很高的花蓮，卻不是臺灣獼猴的主要危害區域，顯示猴群密度與猴害的多寡不必然存在著因果關係。也許未來在經營管理臺灣獼猴族群時，除了探究受害地點主要之危害發生原因和防治措施之外，也可以參考花蓮這類獼猴出現機率高但危害事件較少區域的特性，是否當地天然植被良好，可提供獼猴較充分的食物，而得以支持較高的族群承載量？或者是因為花蓮的農業活動方式不同(例如：栽培的作物、施作的農法和農地管理方式等)或居民對於獼猴的容忍度較高等其他因子所致？這些議題值得進一步瞭解，對未來獼猴危害管理有潛在參考價值。



- A. 調查人員在天然闊葉林中進行定位。
(黃國維 攝)
- B. 自2019年起林務局和特生中心合作，運用林務局所屬的森林護管員，在國有林班地內也用和BBS Taiwan一樣的方法調查臺灣獼猴。(特生中心 提供)

一般大眾常想知道「臺灣獼猴族群數量是否變多」？雖然20多年前就有過全臺的獼猴調查，並粗估猴群的數量，但因為那時是採用沿線調查法，而我們是採用定點調查法。在地形陡峭崎嶇的臺灣山區，若直接比較這兩種取樣方法的結果，可能不甚妥當。目前BBS Taiwan公民科學家在2015–2019年所蒐集的資料經過分析，這5年間的短期族群趨勢沒有顯著的上升或下降。未來，如果能夠在年度的族群變動趨勢線上，多幾年的資料，我們才能連成一條較長的趨勢線，有利於追蹤獼猴族群量的變動狀況。期望以這套透過眾人共同參與、標準化且可快速重複的定點調查方式，來長期監測臺灣獼猴族群的變動趨勢。

擴大範圍持續監測獼猴族群長期趨勢

能夠有這5年的研究結果，歸功於許多參與的BBS Taiwan公民科學家和協助調查進行的單位。當2015年開始請參與BBS Taiwan的志工，在調查鳥類時也一併記錄臺灣獼猴的猴群或孤猴出現狀況，過程中，並未出現原調查者拒絕將獼猴納入紀錄項目的情形，參與的程度相當踴躍，讓我們非常的感動。

雖然志工性質的公民科學家未必能在同一樣點持續每年調查，但是目前納入分析資料的樣點中有67%的調查次數超過6次(總共10次)。再加上樣點數多、各縣市均有樣點分布、且調查時的同步性高等優勢，顯示運用這樣的志工體系可以針對臺灣全島的獼猴族群進行每年的監測。

這套不難上手的標準化作業方式，自2019年也獲得林務局的青睞。依循前述的調查模式，運用林務局所屬的森林護管員在其巡視的國有林班地內，也用一樣的觀測方法記錄臺灣獼猴。林務局所屬森林護管員的加入，讓調查的涵蓋範圍更廣，深入許多較少志工能到達的偏遠山區，也讓資料的蒐集再往前邁出了很重要的一大步。

最後，我們也希望這種藉由公民參與臺灣獼猴族群監測的過程，讓大眾親身實地體驗蒐集數據、共享科學性分析的結果，進而同關注臺灣獼猴的分布、族群變動，以及相關的保育議題。這是我們努力的目標，也期望大家一起支持與加入，扮演資料蒐集魔法師^註。有了這些珍貴的資料之後，再配搭上資料分析魔法師，就能夠持續創造出如魔術般令人驚奇的作品。

【參考文獻逕洽作者】

註：邀請您一起加入資料蒐集魔法師的行列，您可以開啟瀏覽器搜尋「臺灣繁殖鳥類大調查」、「BBS Taiwan」前往網站或掃描以下QR code，獲得更多資訊。



臺灣繁殖鳥類大調查網站



BBS Taiwan粉絲專頁