

利用紅外線自動相機進行鳥巢箱之天敵監測

姚正得 張淑萍 黃秀珍 蔡銘源 黃俊源 姚牧君 曾建偉*

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 55244 南投縣集集镇民生東路1號

*通訊作者: strixallnight@gmail.com

收件日期: 2018年04月30日; 接受日期: 2018年09月12日

摘要

本研究於2016年5月-8月及2017年4月-6月於奧萬大森林遊樂區內以紅外線自動相機進行鳥巢箱天敵之監測, 並搭配人力探巢來了解各巢箱之使用與繁殖情形。期間共使用自動相機監測31個巢箱, 拍攝到的天敵種類有臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、臺灣藍鵲 (*Urocissa caerulea*)、赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus taiwanensis*)、條紋松鼠 (*Tamiops maritimus formosanus*) 及無法辨識的鼠類。拍攝到的影像中以臺灣獼猴出現頻度最高, 並有記錄到4筆臺灣獼猴明確侵擾與破壞巢箱的影像; 其次為赤腹松鼠, 並記錄到2筆侵擾與破壞巢箱的影像, 臺灣藍鵲則有一筆侵擾巢箱的影像。在此兩次繁殖季中, 共記錄到144個繁殖巢, 繁殖成功的巢共34個, 失敗的巢共110個。整合繁殖失敗原因, 蛋/幼雛不明原因死亡或消失占40% (n = 44)、判斷為臺灣獼猴掠食占23.6% (n = 26)、蛇類掠食占22.7% (n = 25)、親鳥棄巢占12.7% (n = 14)及經自動相機拍攝確認為赤腹松鼠掠食占0.9% (n = 1)。臺灣獼猴為本研究中透過自動相機之監測結果發現造成使用巢箱鳥類繁殖失敗較主要的天敵, 若欲減少臺灣獼猴對巢箱造成物理上的破壞, 建議可在巢箱結構上進行補強。後續可持續以紅外線自動相機記錄奧萬大森林遊樂區天敵侵擾巢箱狀況, 並以較密集的人力探巢方式輔助記錄, 或嘗試將自動相機設定為縮時拍攝模式, 以提高變溫動物天敵的偵測率並增加辨識實際掠食巢箱的天敵物種。

關鍵詞: 紅外線自動相機、巢箱、天敵

Use of infrared camera traps to monitor predators of nest boxes

Cheng-Te Yao, Shu-Ping Chang, Shiou-Jen Huang, Ming-Yuan Tsai,
Chun-Yuan Huang, Mu-Chun Yao and Chien-Wei Tseng *

Endemic Species Research Institute, No. 1, Ming-Shen East Rd., Jiji, Nantou County, Taiwan

*Corresponding author: strixallnight@gmail.com

Received: April 30, 2018; Accepted: September 12, 2018

Abstract

We used infrared camera traps to monitor predators of nest boxes from May to August in 2016 and April to June in 2017 in Aowanda National Forest Recreation Area and checked the breeding stage of each nest box once a week. We recorded the following species of nest predators: Formosan macaque (*Macaca cyclopis*), Taiwan blue magpie (*Urocissa caerulea*), Red-bellied squirrel (*Callosciurus erythraeus taiwanensis*), Formosan striped squirrel (*Tamiops maritimus formosanus*) and rodents (*Muridae*). Among the recording images, the occurrence index of Formosan macaque was the highest, and there were 4 records of Formosan macaques which invaded and damaged the nest boxes; the second most frequent species was the red-bellied squirrel, and there were 2 records of red-bellied squirrel which invaded and damaged the nest boxes, and there was one record of the Taiwan blue magpie invaded a nest box. We monitored 144 nests, of which 34 nests were identified as breeding success and 110 as failure during the two breeding seasons. The factors which caused breeding failure included (1) eggs/chicks disappeared or died for no obvious reasons (40%, n = 44), (2) predation by macaques (23.6%, n = 26), (3) predation by snakes (22.7%, n = 25), (4) nest abandonment (12.7%, n = 14) and (5) predation by red-bellied squirrels (0.9%, n = 1). Therefore, Formosan macaques were the main predator to the birds monitored in our study. In order to prevent Formosan macaque from damaging the nest box, it is necessary to strengthen the structure of the nest boxes. We will continue to use infrared camera traps and frequent nest boxes checks to monitor the breeding success of these birds which use nest boxes, and will set cameras to time-lapse photography mode to increase the detection rate of poikilothermal predators and confirm the actual predator species of nest boxes.

Keywords: Infrared camera traps, nest boxes, predators.

前言

鳥類於繁殖季期間，巢穴易遭受掠食者侵略，導致鳥種繁衍過程失敗，進而影響森林內鳥種群聚結構(Rader *et al.* 2007; Morris and Conner 2016; Söderström *et al.* 1998)。鳥巢遭受掠食者入侵之可能原因眾多，例如：雛鳥乞食聲吸引掠食者注意、棲息地內天敵的族群分布、食性與食物豐富度之關係等(Leech and Leonard 1996; Martin and Joron 2003)。因此對於鳥巢掠食者之物種、族群、掠食方式之情形，確實有其瞭解之必要性，以做為日後該地區鳥種繁殖期之保育策略擬定依據。

奧萬大國家森林遊樂區內鳥種眾多，自2002年起，於園區內設置人工巢箱，其主要目的為提升當地鳥種繁殖率以及觀測其物種之族群結構與行為生態(姚 2005)。經過長時間之紀錄可得知，較常使用人工鳥巢箱做為築巢及育雛之物種為：青背山雀 Green-backed Tit (*Parus monticolus*)、黃山雀 Yellow Tit (*Machlolophus holsti*)、茶腹鵙 Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*)及棕面鶯 Rufous-faced Warbler (*Abroscopus albogularis*)，其中又以青背山雀與棕面鶯兩種鳥類繁殖情形較穩定。依據過往監測資料顯示，影響鳥種利用人工巢箱繁殖失敗之因素主要為遭受掠食者捕食，其天敵包括：

蛇類、舉尾蟻、蠅類等，其中蛇類包括臭青公 Taiwan stink snake (*Elaphe carinata*)與黑眉錦蛇 Taiwan Beauty Snake (*Orthriophis taeniurus friesi*)，而臺灣獼猴、臺灣藍鵲在當時則被視為潛在天敵，並無直接干擾巢位的證據(姚 2010)，赤腹松鼠則在過往並未納入奧萬大主要或次要天敵名單中。靈長目、鴉科以及啮齒目皆屬於雜食性動物，因此對於雀形目鳥種之築巢與育雛，無論是選擇人工巢箱或是天然洞穴的方式繁衍後代，都具有潛在的威脅(Telleria and Diaz 1995；吳 2003；陳 2007；姚 2010；葛等 2016)。鳥巢中鳥蛋及雛鳥遭受到掠食者捕食時，不僅是造成鳥類繁殖成功與否的重要因素之一，同時亦可能影響其物種的族群結構與豐富度(Söderström *et al.* 1998; Wegge *et al.* 2012)。前人研究對於鳥巢遭受天敵破壞之情況，亦有利用自動相機進行監測之案例(Bayne and Hobson 1997；吳 2003)，本研究於 2016-2017 年奧萬大鳥類繁殖季期間，將有築巢及育雛之巢箱架設紅外線自動相機監測其

動態，藉此瞭解破壞巢箱之天敵物種以及其他物種出沒頻率之高低，期望能提供後續進行鳥巢箱架設及經營管理之參考。

材料與方法

一、研究樣區

本研究樣區為於南投縣仁愛鄉霧社東南方，萬大溪中游北岸，行政區域隸屬南投縣仁愛鄉親愛村，同時也是林務局南投林區管理處濁水溪事業區第 18 及 22 林班，園區內總面積廣達 2,787 ha，海拔高度介於 1,100-2,600 m 之間，地形與地貌屬於高山河谷類型，其中萬大北溪、萬大南溪、清水溪、腦寮溪等支流皆匯流至萬大溪內。

相機架設監測鳥巢箱主要區域為收費站(巢箱樣區：D 區)至遊客中心周圍(巢箱樣區：A 區)，以及賞鳥步道(巢箱樣區：B 區)、平臺區(巢箱樣區：C 區、E 區)最遠至松林區(巢箱樣區：F 區)(圖 1)。

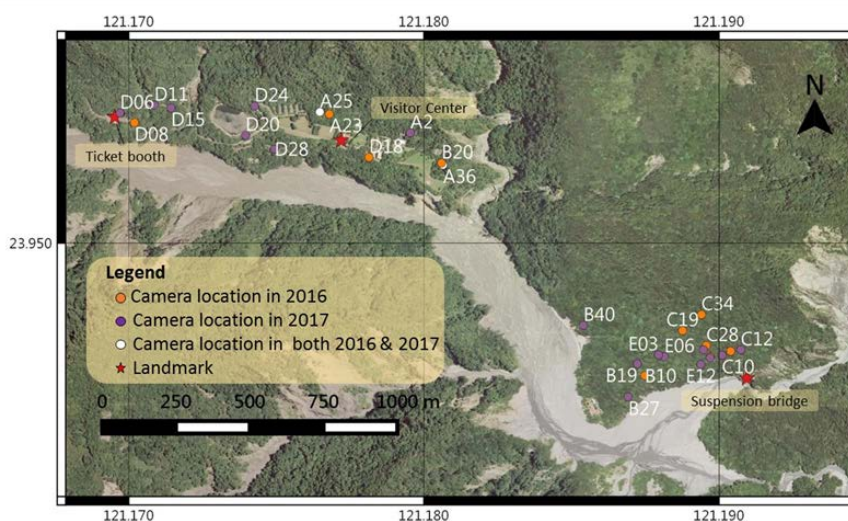


圖 1、2016 年與 2017 年監測巢箱巢箱之紅外線自動相機位置圖。

Fig. 1. The sites of infrared camera traps for our nest box surveys in 2016 and 2017.

二、研究方法

巢箱繁殖狀況監測部分於 2 月-8 月期間，研究人員每星期巡視 1 次所有巢箱，以鋁梯輔助攀爬觀測，將該巢箱之鳥種、築巢、孵卵、育雛、離巢等情形做紀錄，待確定該巢繁殖結束後，再將巢內巢材清空，以利其他個體繼續使用。本研究於 2016 年 5 月 26 日至 8 月 5 日及 2017 年 4 月 5 日至 6 月 29 日期間內架設紅外線自動相機進行監測，選擇架設的巢箱條件為已築巢、下蛋或是育雛中之巢箱，本次研究採用 10 台自動相機架設於不同巢箱進行監測，監測期間若巢箱被破壞或是巢箱內已無個體及鳥蛋，則將相機拆下並再裝置於其它繁殖中之巢箱執行監測。園區內架設巢箱之樹種主要為：楓香(*Liquidambar formosana*)、臺灣欒(*Zelkova Serrata*)、臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、山肉桂(*Cinnamomum insularimontanum*)、山櫻花(*Prunus campanulata*)、苦楝(*Melia azedarach*)等類型，巢箱彼此間距約 5 m 以上，相機固定方式為使用彈簧綁帶將相機架設在離巢箱約 3-5 m 以上距離之樹幹，並調整相機高度與鏡頭對準巢箱，每台相機架設完成後並以 GPS 進行定位記錄。由於同型號自動相機數量有限，因此 2016 年分別使用 2 台 Reconyx HC500、5 台 Bushnell 及 3 台 Keep Guard 760NV 等共 10 台紅外線自動相機進行監測，而 2017 年則使用相同型號之 Keep Guard 780NV 共 10 台進行監測。紅外線自動相機設定部分，Reconyx HC500 設定為拍照模式，一次連拍 3 張間隔 15 秒、Keep Guard 760NV 設定為錄影模式，錄製 5 秒間隔 5 秒、Keep Guard 780NV 相機設定為錄影模式，錄製 10 秒間隔 2 秒、Bushnell 相機設定為混和模式，先拍連拍 2 張再錄製 5 秒影片，間隔 5 秒；此外所有相機感應敏感度均調至 High 等級。

三、資料分析方式

造成巢箱繁殖失敗的天敵種類判斷，依據最終繁殖記錄狀態及現場跡象輔以自動相機的資料進行，一般臺灣獼猴在侵擾巢箱過程中，常會將巢箱頂蓋掀開並造成巢箱結構上的損壞，巢箱中的遺留巢材呈現零亂或被丟出至附近地面；而蛇類掠食巢箱一般較少對巢箱內巢材排列或巢箱結構造成明顯改變或破壞，且有時會在蛋殼上遺留吸取蛋汁的小洞或穿孔型蛋殼殘餘；小型哺乳類掠食巢箱通常也較少對巢箱內巢材排列或巢箱結構造成明顯改變或破壞，偶爾會在巢中留下穿孔型或碎裂型蛋殼殘餘(吳 2003)，若無留下蛋殼殘餘，屬較難辨識確認的天敵類型。

各巢箱使用鳥種之繁殖成功率以 Mayfield 方式計算，並參照 Manolis *et al.* (2000)繁殖成功與失敗之依據，來判斷該巢為繁殖成功或失敗，其判斷繁殖成功依據如下：(1)該巢於最後一次監測時，至少有 1 隻雛鳥離巢，(2)當雛鳥羽毛漸長完全並計算雛鳥日齡已接近離巢日時，再次巡視該巢箱，如發現雛鳥已不在且現場沒有受到掠食跡象，即判定為離巢。繁殖失敗判斷則依據：(1)未達該鳥種離巢日齡前，蛋或雛鳥已消失，(2)巢內發現僅剩蛋殼或是雛鳥屍體，(3)該巢箱於繁殖使用期間(確定巢內有蛋或幼雛)遭受破壞或是親鳥棄巢等因素，即為繁殖失敗，其判斷標準則以最後一次監測日期巢況與現場跡象為主。

資料分析與物種個體辨識，依據自動相機內所拍攝到的連續畫面(時間相同)、個體行為、活動方式及體態是否有其它特徵等來進行判定是否為同隻個體。其辨識之有效照片定義為：1 hr 內連續拍攝同隻個體，僅記為一筆有效資料，如同一物種在 1 hr 後又出現，再予以記錄(裴與姜 2002)。

分析方式則採用動物標準化活動量分析為主，依據各巢箱之自動相機所拍攝到的各種動物出現次數，用以計算該干擾巢箱之天敵動物出現頻度 OI 值(頻度指數, Occurrence Index) (裴等 1997)。

其計算方式如下：OI 值 = (一物種在該樣點的有效影片或照片總數量/該樣點的相機總工作時數)×1000 hr。相機有效工作時數定義為：相機架設開機後測試照最後一張至拍攝最後一張的照片時間，以計算相機工作時數(盡可能減去人為影響因素)，計算單位以 hr 為主，樣點總工作時數則為每次相機工作時數之加總時間，如果相機中途故障或記憶卡損毀則不予以計算。

結果與討論

一、巢箱使用率與繁殖成果

自 2016 年 2 月 21 日至 7 月 14 日及

2017 年 3 月 16 至 7 月 11 日間，研究人員每星期均進行一趟人工鳥巢箱巡視作業，逐個記錄每個巢箱之使用鳥種、築巢、孵卵、育雛、離巢情形等，待確定該巢鳥種繁殖結束後，將巢內巢材清空，以便後續繁殖個體繼續使用。2016 年共架設 185 個巢箱，整體人工巢箱使用率達到 67.6%(n = 125)；2017 年共架設 175 個巢箱，整體人工巢箱使用率為 51.4% (n = 90)。

整理 2016-2017 年繁殖季資料，統計青背山雀、棕面鶯、黃山雀及茶腹鶇 4 種鳥種共 144 巢次繁殖紀錄中，繁殖成功巢共 34 個，失敗的巢共 110 個。整合繁殖失敗原因，依據現場情形無法判斷是否有掠食、蛋/幼雛不明原因死亡或消失占 40%(n=44)、判斷為臺灣獼猴掠食占 23.6%(n = 26)、蛇類掠食占 22.7%(n = 25)、親鳥棄巢占 12.7%(n = 14)及經自動相機拍攝確定為赤腹松鼠掠食占 0.9% (n = 1)，兩年度分別的繁殖失敗情形呈現於圖 2。

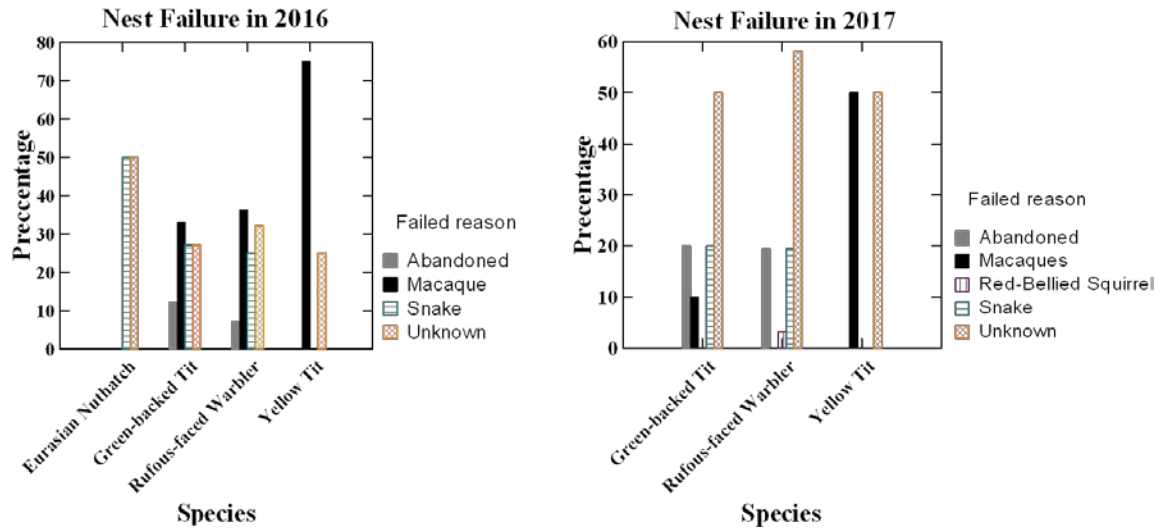


圖 2. 2016 及 2017 年繁殖失敗原因圖。

Fig. 2. Bar charts for reason of breeding failures in 2016 and 2017.

分析兩年度使用巢箱繁殖各鳥種的繁殖成功率，2016年青背山雀為0.271(n = 38)，黃山雀為0.215(n = 5)，棕面鶯0.366(n = 39)為該年最高，茶腹鵯僅在2016年有繁殖紀錄，成

功率為0.58(n = 6)。2017年青背山雀的繁殖成功率為0.445(n = 17)，黃山雀0.545(n = 4)為該年最高，棕面鶯為0.306(n = 35)(各鳥種繁殖巢數及總觀察天數列於表1)。

表1、2016及2017年使用巢箱繁殖各鳥種繁殖巢數、觀察天數及繁殖成功率。

Table 1. Number of nests, total observation days and rate of breeding success of each bird species using nest boxes in 2016 and 2017.

Species	2016			2017		
	Nest number	Total observation days	Breeding success (S.E., n=number of nests)	Nest number	Total observation days	Breeding success (S.E., n=number of nests)
Green-backed Tit	38	836	0.271 (0.007, n=38)	17	426.5	0.445 (0.007, n=17)
Yellow Tit	5	116.5	0.215 (0.017, n=5)	4	160	0.545 (0.009, n=4)
Rufous-faced Warbler	39	898.5	0.366 (0.006, n=39)	35	1012	0.306 (0.001, n=35)
Eurasian Nuthatch	6	113	0.580 (0.012, n=6)	--*	--	--

* 茶腹鵯於2017年無繁殖紀錄。

* There was no breeding records for Eurasian Nuthatch in 2017.

二、自動相機拍攝之天敵物種出現頻率 (Occurrence Index ; OI 值)

自動相機架設時間為2016年5月26日至2016年8月5日及2017年4月5日至6月29日，於奧萬大森林遊樂區以10台自動相機於輪流於不同巢箱進行監測(例如：監測期間被破壞或是巢箱內已無存活個體及繁殖跡象，則將相機拆下，再裝置於其它繁殖中之巢箱執行監測)，各自動相機架設時之對應繁殖時程與鳥種請參照表2與表3。於2016年共計架設12台次自動相機進行監測，占該年總繁殖巢箱數的13.79%(n = 87)，有效拍攝時數達12,315 hr；2017年共計架設19台次自動相機進行監測，

占該年總繁殖巢箱數的33.93%(n = 56)，拍攝時數達13,448 hr(表2)，年間之各鳥種拍攝時數請參照表3。期間共記錄哺乳動物2目3科4種，鳥類1目4科5種，包括臺灣獼猴、條紋松鼠、赤腹松鼠、鼠類(無法辨識至種類)、臺灣藍鵲、青背山雀、黃山雀、茶腹鵯及棕面鶯，而本研究將其中之臺灣獼猴、赤腹松鼠、條紋松鼠、鼠類以及臺灣藍鵲定義為使用巢箱鳥類之天敵。天敵物種之定義，除了於本研究所記錄到確切騷擾繁殖中巢箱之物種，例如臺灣獼猴、赤腹松鼠及臺灣藍鵲，此外亦包含前人文獻中所記錄之物種，如鼠類以及條紋松鼠(蕭2012)。

表 2、自動相機架設狀況明細。

Table 2. Information of infrared camera traps used in 2016 and 2017.

Year	2016	2017
Number of nestboxes used in breeding season	87	56
Number of cameras	12	19
Working hours of all cameras	12,315	13,448
Camera set up at building nest stage	8	14
Camera set up at laying/incubation stage	2	2
Camera set up at nestling stage	2	3

表 3、2016 年與 2017 年之自動相機監測各鳥種巢箱之拍攝時數。

Table 3. The monitor hours of infrared camera traps of each bird species using nest boxes in 2016 and 2017.

Species	2016		2017	
	Nest number monitored	Working hours	Nest number monitored	Working hours
Green-backed Tit	6	6,750	8	6,449
Yellow Tit	1	919	2	667
Rufous-faced Warbler	5	4,646	9	7,977

由於自動相機有效拍攝張數並不多，在各物種之 OI 值呈現未細分各繁殖時程或個別鳥種，僅以年份區分來呈現。2016 年之天敵物種中，以臺灣獼猴之 OI 值最高(1.62)，鼠類次之(1.42)，再者為赤腹松鼠與條紋松鼠之 OI 值同

為 0.07。2017 年同樣以臺灣獼猴之 OI 值最高(7.06)，赤腹松鼠次之(1.44)，再者依序為臺灣藍鵲(1.01)、鼠類(0.29)及條紋松鼠(0.14)(表 4)。自動相機所記錄之部分天敵侵擾照片以及當時情況描述請參考圖 3 至圖 10。

表 4、2016 年與 2017 年自動相機記錄巢箱天敵之狀況。

Table 4. The nest boxes predators records by infrared camera traps in 2016 and 2017.

Year	2016			2017		
	Image number	OI	ID of nest box recorded	Image number	OI	ID of nest box recorded
Formosan macaque	20	1.62	A23,A25,A36,C19,C38	95	7.06	A25,A36,B40,C08,C09,C10,C12,D06,D24, E03,E06,E12
Red-bellied squirrel	1	0.07	A36	20	1.44	C10,C12,D24
Rodents	21	1.42	A23	4	0.29	E03
Taiwan blue magpie	0	0	-	14	1.01	A02,D20
Formosan striped squirrel	1	0.07	C19	2	0.14	E03

OI: occurrence index.

三、自動相機拍攝各類天敵對巢箱威脅性之探討

臺灣獼猴為透過自動相機拍攝的天敵物種中造成繁殖失敗比例最高者；其食性廣泛，雖然以植物性食物占大部分比例，但在夏季時動物性食物的比例會較其它季節高些，取食對象包括昆蟲、蜥蜴、鳥蛋以及雛鳥(張 1999；Su and Lee 2001；王 2005)，夏季仍屬大多數鳥類的育雛期，因此臺灣獼猴很有機會對活動範圍內之蛋與雛鳥構成相當的威脅，此外甚至也會騷擾如林鵑(*Ictinaetus malayensis*)等大型猛禽育雛，林鵑親鳥若見到臺灣獼猴在巢位周邊出沒，便會進行強力的驅趕，但仍有導致雛鳥被迫提早離巢的案例(林與何 2010)。本研究樣區在 2016 年之前並未有臺灣獼猴侵擾巢箱的確切證據(姚未發表資料)，雖 2016 年之前並無架設紅外線自動相機監測，然而臺灣獼猴侵擾巢箱常伴隨對巢箱結構的破壞，因此若臺灣獼猴有侵擾巢箱之情形，應有相當機會可透過事後巢箱遭破壞情形輔助判斷，可推測 2016 年前巢箱遭臺灣獼猴侵擾機率應不高。賴與張(2008)於 2005-2007 年間透過紅外線自動相機監測，當時即可穩定記錄到臺灣獼猴出沒，顯示臺灣獼猴非近年才開始於奧萬大地

區活動。臺灣獼猴具有相當的學習能力(李 2009)，推測可能其於近年學習將巢箱與食物資源(蛋或雛鳥)產生連結，進而逐漸增加破壞巢箱的機率，然而其確切學習契機為何，尚難有定論。臺灣獼猴在侵擾巢箱過程中常會將巢箱頂蓋掀開並破壞巢箱(圖 3、圖 5)，在所有架設的巢箱中，2016 年就有 34 個巢箱被掀蓋。為避免臺灣獼猴強力破壞巢箱，研究人員於 2017 年開始將有築巢、巢內有蛋或是幼雛之巢箱在外以棉繩綁緊將巢箱固定(圖 11)，以避免臺灣獼猴破壞；雖然 2017 年之臺灣獼猴 OI 值達 2016 年之臺灣獼猴 OI 值 2 倍以上(表 4)，但在所有巢箱中，2017 年則僅有 4 巢確定被臺灣獼猴掀蓋，較 2016 年已減少許多。在巢箱外綁棉繩除了可以減少臺灣獼猴破壞之外，赤腹松鼠亦無法得逞(圖 9)。此外在 2017 年監測時也發現，第二平臺(B 區)有 5 巢末有個體進駐繁殖之巢箱，但仍遭臺灣獼猴將頂蓋掀開破壞，推測原因之一可能為大部分有利用之巢箱皆使用棉繩固定後較難以破壞，進而隨機尋找無綁繩之巢箱搜尋是否有可食物。此外獼猴對搜尋食物具有時空上的記憶能力(Hampton *et al.* 2005)，亦可能將巢箱與食物畫上連結而隨機侵擾巢箱。



圖3. 2016/06/13臺灣獼猴翻倒巢箱，隨後伸手挖空巢內物(巢箱號碼：B6，巢箱內有青背山雀巢材)。
Fig. 3. 13/06/2016 A Formosan macaque overturned this nest box and then dug out the entire contents from the inside. (ID number of nest box: B6, which contained nest material of the Green-backed Tit).



圖 4. 2016/06/21 臺灣獼猴翻動、搖晃巢箱後於鳥巢洞口挖掘畫面(巢箱號碼：C19，巢內有棕面鶯雛鳥)。06/22 巡視時發現 3 隻雛鳥已死亡，推測雛鳥死亡非常可能來自臺灣獼猴之干擾所致。
Fig. 4. 21/06/2016 A Formosan macaque dug into the entrance of this nest box after flipping and shaking the nest box (ID number of nest box: C19) which contained chicks of the Rufous-faced Warbler. The three chicks were found dead in 22/06/2016, and their death was probably caused by the interference of the Formosan Macaque.



圖 5. 2017/04/05 臺灣獼猴破壞巢箱頂蓋畫面(巢箱號碼: E12, 內有 5 顆青背山雀的蛋, 後續繁殖失敗)。
 Fig. 5. 05/04/2017 A Formosan Macaque damaged the cover of this nest box (ID number of nest box: E12) which contained 5 eggs of the Green-backed Tit, and the nest failed afterwards.



圖 6. 2017/06/05 臺灣獼猴於鳥巢箱攀爬企圖破壞巢箱蓋未成功畫面 (巢箱號碼: E06, 巢內有青背山雀雛鳥, 於 6/29 成功離巢)。
 Fig. 6. 05/06/2017 A Formosan Macaque tried to break into this nest box but did not succeed. (ID number of nest box: E06) which contained chicks of the Green-backed Tit which fledged successfully in 29/06/2017).

赤腹松鼠與條紋松鼠皆屬於雜食性, 若有機會也會取食鳥巢中的鳥蛋(祁 2008)。本研究透過自動相機實際拍攝到赤腹松鼠直接破壞巢箱捕食巢內雛鳥的影像(圖 8), 然而當時現

場人員僅透過巢箱狀況無法確切判定天敵種類, 仍須透過自動相機影像輔助判定。蕭(2012)在觀霧地區設置的鳥巢箱, 亦曾透過監視器材記錄到條紋松鼠進入巢箱捕食青背山雀雛鳥

的經過，皆印證松鼠科為巢洞型鳥類育雛期的天敵。分布於臺灣山區的鼠類中，刺鼠以及高山白腹鼠都有於樹上活動的觀察報告(張 1991；鄭 2000)，而高山白腹鼠也曾經被發現

棲息於巢箱內(蕭 2012)，因此亦有可能對使用巢箱繁殖的鳥類造成威脅。奧萬大地區以刺鼠的出沒頻度較高(賴與張 2008)，本研究並未直接記錄到刺鼠直接侵擾巢箱。



圖 7. 赤腹松鼠啃食巢箱洞口，在相機影像中發現棕面鶯親鳥來回驅趕(巢箱號碼：C12，紅圈內為棕面鶯)。

Fig. 7. A red-bellied squirrel gnawed at the entrance of this nest box, and the Rufous-faced Warbler (in the red circle) tried to drive it away from the nest box (ID number of nest box: C12).



圖 8. 2017/06/17 赤腹松鼠破壞巢箱蓋，進巢洞內掠食巢箱內雛鳥(巢箱號碼：C12)。

Fig. 8. 17/06/2017 a red-bellied squirrel damaged the cover of this nest box, then broke into the nest box from the top and consumed the chicks (ID number of nest box: C12).



圖9. 2017/5/6~5/14間，赤腹松鼠數度嘗試頂開巢箱，在相機影像中發現青背山雀親鳥不時威嚇或直接攻擊禦敵畫面，威嚇姿勢為身體略微伏低、張開雙翅身體左右擺動、並搭配瞬間振翅(巢箱號碼：D24，紅圈內為青背山雀，巢箱有使用繩索固定頂蓋，赤腹松鼠未能撬開，該巢雛鳥於5/19仍順利離巢)。
Fig. 9. During 06/05/2017~14/05/2017, the red-bellied squirrel tried to open the cover of this nest box several times. The Green-backed Tit (in the red circle) intimidated and attacked the squirrel directly in order to drive it away from the nest box. The posture of intimidation was lowering its body, opening its wings swinging from right and left with constant flapping (number of nest box: D24).

臺灣藍鵲具有捕食其他小型鳥類巢中雛鳥或蛋的習性(劉 2012)，先前於奧萬大地區有繁殖觀察紀錄，並有一筆帶鳥屍塊回巢餵食雛鳥的紀錄(姚 2005)，當時即把臺灣藍鵲定位為

巢箱使用鳥類的潛在天敵。2016年自動相機並未記錄到臺灣藍鵲，然而2017年則確實記錄到臺灣藍鵲頻繁企圖干擾青背山雀繁殖的行為，其過程描述於圖10說明。



KeepGuard

06-05-2017 13:00:48

圖10. 2017/4/12-5/1以及5/6-5/7期間，臺灣藍鵲於鳥巢洞口探洞畫面(巢箱號碼：A02，巢箱為青背山雀繁殖使用，人工巢箱外觀並無被破壞之痕跡，雛鳥已於05/09成功離巢)。

Fig. 10. During 12/04-01/05/2017 and 06/05-07/05/2017, the Taiwan blue magpie tried to search the inside of this nest box (ID number of nest box: A02) which was used by the Green-backed Tit; however the nest did not have any damage outside, so the chicks fledged successfully in 09/05/2017.



圖 11. 研究人員於巢箱外綁棉繩，防止天敵破壞。

Fig. 11. The researcher used cotton rope to fix the nest box to prevent damage by predators.

吳(2003)指出人工鳥巢於中海拔森林環境中之被掠食率，較低海拔及高海拔來的高，其原因可能為中海拔地區之掠食者種類與數量均較其他海拔地區豐富，此外掠食者的種類則以哺乳動物為主。本研究樣區泛屬中海拔，區內自然環境尚稱完整，賴與張(2008)透過紅外線自動相機監測奧萬大區內動物相，其成果除了本研究已紀錄之臺灣獼猴、赤腹松鼠及刺鼠外，能對使用巢箱繁殖鳥類造成潛在威脅的還有白鼻心(*Paguma larvata*)，然而白鼻心在奧萬大地區出沒頻度較低，可能是本研究尚未有明確紀錄的原因之一。

四、利用紅外線自動相機監測巢箱天敵成效之探討

自動相機應用在野生動物監測具有減少人力負擔、較易偵測到習性敏感動物、資料標準化蒐集等優點，近年臺灣已廣泛使用在野生動物監測作業上(姜 2009)。而在進行鳥類巢位觀察，大多使用錄影設備紀錄(汪 2013；姚 2005, 2008, 2009, 2010；陳 2007；蕭 2012)。過往奧萬大於繁殖季巢箱監測時，亦曾架設小型 DV 攝錄影機(SONY DCR-PC5 和 PC105，JVC GR-DX77U)於育雛期間進行巢內攝影，不僅能完整拍攝到鳥種育雛情形，得以瞭解該鳥種之生殖生物學，亦可同時記錄天敵侵擾巢箱畫面。當時以巢內攝影

及巢被侵略後所留下的殘骸判定蛇掠食幼雛的情形較為嚴重，並也觀察到舉尾蟻、寄生蠅入侵巢箱導致幼雛死亡的案例(姚 2009)。本研究主要目的為監測天敵侵擾巢箱情形，在考量錄影設備成本較高、機動性較低的情形下，因此選擇以相對成本較低、機動性較高的紅外線自動相機進行天敵監測。相較先前以人力探巢，以及架設攝影機監控方式，本次研究多記錄了臺灣獼猴、赤腹松鼠、臺灣藍鵲等物種實際侵擾巢箱的畫面，然而紅外線自動相機之感測機制無法偵測到變溫動物，且侵擾巢箱的物種並不一定會實際造成巢箱的掠食情形，在人力與成本有限的考量下，建議除了可架設紅外線自動相機外，亦可配合較密集的人力探巢方式，以直接目擊或根據現場遺跡輔助辨識可能侵擾巢箱的天敵種類；或將自動相機設定為縮時拍攝模式，透過固定時間間隔拍攝，不但可提高變溫動物天敵的偵測機率並增加辨識實際掠食巢箱的天敵物種。

結論與建議

奧萬大國家森林遊樂區從 2002 年起架設人工鳥巢箱，開始進行系統性的繁殖監測觀察及資料收集，2016 年至 2017 年繁殖季並增設紅外線自動相機輔助監測侵擾巢箱的天敵物種；包括潛在的天敵共記錄到臺灣獼猴、赤腹松鼠、條紋松鼠、鼠類以及臺灣藍鵲等，其中 OI 值最高者為臺灣獼猴，於 2016 年與 2017 年之 OI 值分別為 2.67 及 6.92，並收錄了臺灣獼猴、赤腹松鼠以及臺灣藍鵲侵擾巢箱的過程。臺灣獼猴為本研究中透過自動相機監測造成使用巢箱鳥類繁殖失敗較主要的天敵，若欲減少臺灣獼猴對巢箱造成物

理上的破壞，建議可在巢箱結構上進行補強，以降低臺灣獼猴破壞的可能性。

目前國內關於使用巢箱鳥類的天敵研究仍不多，建議後續可持續以紅外線自動相機累積天敵侵擾巢箱的資料，作為後續巢箱經營管理之參考。由於紅外線自動相機無法感測變溫動物，建議可以較密集人力探巢方式輔助記錄，或嘗試將自動相機設定為縮時拍攝模式，來提高變溫動物天敵的偵測率並增加辨識實際掠食巢箱的天敵物種。

致謝

感謝林務局南投林區管理處、奧萬大國家森林遊樂區、特生中心同仁以及所有參與研究的工作人員，對於本研究的辛勞付出、以及各方面的協助。

引用文獻

- 王敬平。2005。壽山地區臺灣獼猴的活動性與食性研究。國立中山大學生物科學系碩士論文。
- 吳正文。2003。海拔高度與棲地對鳥巢掠食風險影響之研究。國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文。
- 李仕琴。2009。正加強訓練在圈養靈長類行為管理之應用。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 汪辰寧。2013。武陵地區黃魚鵝(*Ketupa flavipes*)育雛食性及活動模式。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 林文宏、何華仁。2010。2004 年福山植物園林鵲繁殖觀察。台灣猛禽研究 10: 46-61。
- 祁偉廉。2008。台灣哺乳動物。天下遠見出

版股份有限公司。

姜博仁。2009。塔塔加地區野生動物自動化監測可行性評估。玉山國家公園管理處。

姚正得。2005。八仙山國家森林遊樂區利用鳥巢箱執行鳥類生殖習性調查及監測之研究。行政院農業委員會林務局。

姚正得。2005。奧萬大國家森林遊樂區利用鳥巢箱鳥類之生殖習性調查及監測。行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-15 號。

姚正得。2008。奧萬大國家森林遊樂區繁殖鳥類之長期監測與天敵類型調查 (1/3)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 97-23 號。

姚正得。2009。奧萬大國家森林遊樂區繁殖鳥類之長期監測與天敵類型調查 (2/3)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 98-23 號。

姚正得。2010。奧萬大國家森林遊樂區繁殖鳥類之長期監測與天敵類型調查 (3/3)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 99-13 號。

陳宛均。2007。臺灣中部低海拔森林燕雀目鳥種灌叢巢與地面巢的天敵掠食風險。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。

張可揚。1999。宜蘭福山試驗林臺灣獼猴之覓食策略。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

張仕緯。1991。面天山區刺鼠(*Niviventer coxingi*)之族群生態研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

鄭錫奇。2000。高山白腹鼠的爬樹行為與其意義初探。自然保育季刊 30: 47-50。

葛兆年、許詩涵、張靖。2016。五色鳥

(*Psilopogon nuchalis*)在自然與都市地景的繁殖成功率。國家公園學報。26: 1-8。

裴家騏，陳朝圳，吳守從，滕民強。1997。利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分佈。中華林學季刊。30: 279-289。

裴家騏、姜博仁。2002。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(一)。行政院農委會林務局保育研究系列 90-06 號。

劉小如。2012。臺灣鳥類誌(第二版)下冊-鴉科。行政院農業委員會林務局。

賴玉菁、張睿昇。2008。奧萬大國家森林遊樂區生態池長期生態監測計畫。行政院農業委員會林務局委託研究系列 97-23。

蕭明堂。2012。雪霸國家公園觀霧地區利用巢箱鳥類繁殖生態監測 III。雪霸國家公園管理處自行研究報告。

Bayne, E. M. and K. A. Hobson. 1997. Comparing the effects of landscape fragmentation by forestry and agriculture on predation of artificial nests. *Conservation Biology* 11: 1418-1429.

Johnson, D. H. 1979. Estimating nest success: The Mayfield method and an alternative. *Auk* 96: 651-661.

Leech, S. M. and M. L. Leonard. 1996. Begging and the risk of predation in nestling birds. *Behavioral Ecology* 8: 644-646.

Manolis, J. C., D. E. Anderson and F. J. Cuthbert. 2000. Uncertain nest fates in songbird studies and variation in Mayfield estimation. *Auk* 117: 615-626.

Martin, J. L. and M. Joron .2003. Nest predation in forest birds: influence of predator type

- and predator's habitat quality. *Oikos* 102: 641-653.
- Mayfield, H. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73: 255-261.
- Mayfield, H. 1975. Suggestions for calculating nesting success. *Wilson Bulletin* 87: 456-466.
- Morris, G. and M. Conner. 2016. Effects of forest management practices, weather, and indices of nest predator abundance on nest predation: A 12-year artificial nest study. *Forest Ecology and Management* 366: 23-31.
- Rader, M. J., T. W. Teinert, L. A. Brennan, F. Hernandez, N. J. Silvy and B. X. Wu. 2007. Identifying Predators and Nest Fates of Bobwhites in Southern Texas. *Wildlife Management* 71: 1626-1630.
- Söderström, B., T. Pärt and J. Rydén. 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk on ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and a review. *Oecologia* 117: 108-118.
- Su, H. and L. Lee, 2001. Food habits of Formosan rock macaques (*Macaca cyclopis*) in Jentse, northeastern Taiwan, assessed by fecal Analysis and behavioral observation. *International Journal of Primatology* 22: 379-383.
- Telleria, J. L. and M. Diaz. 1995. Avian nest predation in a large natural gap of the amazonian rainforest. *Journal of Field Ornithology* 66: 343-351.
- Wegge, P., H. Ingul, V. O. Pollen, E. Halvorsrud, A. V. Sivkov and O. Hjeljord. 2012. Comparing predation on forest grouse nests by avian and mammalian predators in two contrasting boreal forest landscapes by the use of artificial nests. *Ornis Fennica* 89: 145-156.