108 年度行政院農業委員會林務局林業發展計畫

台灣熊鷹長期監測系統建立（二）

Establishing long-term monitoring system of Mountain Hawk-Eagle (2)

計畫編號：108 林發-9.1-保-17(1)

計畫主持人：林思民

執行單位：台灣猛禽研究會

中華民國 109 年 1 月 31 日

目錄

摘要.....1
Abstract.....2
一、前言.....3
二、材料與方法.....5
（一）、研究物種.....5
（二）、樣區規劃.....5
（三）、野外調查.....10
（四）、資料分析.....12
三、結果與討論.....12
（一）熊鷹分布調查.....12
（二）其他猛禽分布調查.....20
（三）占據模型分析結果.....25
四、結論與建議.....26
五、參考文獻.....27
六、附錄.....29

圖目錄

圖 1. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（一）.....6

圖 2. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（二）.....7

圖 3. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（三）.....7

圖 4. 2019 熊鷹調查記錄表範例。.....11

圖 5. 2019 於 10 月份調查有熊鷹記錄之樣區。.....14

表目錄

表 1. 2019 年各縣市各分級樣區數量表.....6
表 2. 2019 年 90 個樣區之編號、預測值、所屬縣市、分級及調查點座標.....8
表 3. 2019 年熊鷹調查樣區筆數（隻次）紀錄.....15
表 4. 2019 年熊鷹調查之熊鷹各筆記錄.....16
表 5. 2019 年有熊鷹記錄樣區之土地利用百分比.....18
表 6. 2019 年有熊鷹記錄樣區之森林利用土地各細項百分比.....20
表 7. 不同階段之樣區數、旅次數、猛禽紀錄筆數及無紀錄旅次數....21
表 8. 熊鷹及其他常見森林性猛禽在各樣區之記錄筆數(第一階段).....21
表 9. 2019 年第一階段調查（10 月）90 樣區猛禽記錄樣區、數紀錄筆數、記錄隻次及單筆最大量。.....24
表 10. 熊鷹及其他常見森林性猛禽在各樣區之記錄筆數(第二階段)...24
表 11. 2019 年第二階段調查（11 月）18 樣區猛禽記錄樣區、數紀錄筆數、記錄隻次及單筆最大量。.....25
表 12. 2019 年熊鷹占據率與偵測率可參考模型組.....26

摘要

熊鷹（*Nisaetus nipalensis*）在台灣為瀕臨絕種的保育類動物，但是目前對於熊鷹族群尚未有系統化的監測方式。由於熊鷹長期以來都面臨獵捕的威脅，因此亟待建立有效的監測系統，作為此物種在經營管理上的參考。2018 年結果顯示熊鷹偵測率低，且午後時段調查易受天候影響，因此本年度調查方法調整為占據模型的有條件式重複(Conditioning Occupancy Modeling with conditional replicates)，以符合物種低偵測率的特性。本年度在南投、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、花蓮及台東八縣市以分層逢機取樣的方式選取 90 個樣區，在 10 月先進行 2 旅次調查，若該樣區發現熊鷹則在 11 月再進行 3 旅次調查。所得熊鷹出現與否（1/0）的資訊來評估熊鷹的偵測率並修正占據率，並加入環境因子探討熊鷹的分布與土地利用之關係。此外調查時所有出現之猛禽也一併紀錄，作為其他物種監測方法建立之參考。本年度共有 18 個樣區記錄到熊鷹，總記錄筆數為 52 筆，共 60 隻次。原始占據率為 0.2，偵測率為 0.354 ± 0.058，原始占據率經修正後為 0.343 ± 0.085，經過赤池信量準則(AIC)篩選後顯示樣區內森林比例、闊葉林比例、混淆林比例及針葉林比例等土地利用因子並不影響熊鷹之占據率，而天氣及風速不會影響熊鷹之偵測率。其他留鳥猛禽中以大冠鷲（*Spilornis cheela*）的 297 筆、390 隻次最高，與 2018 年的結果相同，鳳頭蒼鷹（Accipiter trivigatus）以 147 筆、173 隻次居次。本年度初步結果顯示此調查方式可估算台灣中南部地區熊鷹之偵測率並修正占據率。

關鍵字：熊鷹、分布預測、長期監測、占據模型

Abstract

Mountain Hawk-Eagle (*Nisaetus nipalensis*) is a rare resident raptor in Taiwan. Even though it is protected under the Wildlife Conservation Act, it is still facing serious illegal hunting pressure. Therefore, it is urgent to develop a long-term monitoring system to understand the population trend as the foundation for conservation and management. Ninety sites were selected with stratified random sampling in 8 counties in Central and Southern Taiwan. According to the results in 2018, we adjusted the protocol and used occupancy modeling with conditional replicates to solve the low detection rate issue in the survey. At each site, we conducted 1hr point-count survey 2 times in October, if we recorded Mountain Hawk-Eagle then those sites will carry out additional 3 times survey in November. A total of 52 Mountain Hawk-Eagle occurrences were recorded in 18 sites. Analyses showed that occupancy rate was 0.343 ± 0.085 and the detection probability was 0.354 ± 0.058. The proportion of different woodland types in the grid was not correlated with the probability of occupancy. In addition, weather conditions nor wind speed were correlated with the detection rate either. Crested Serpent-Eagle (*Spilornis cheela*) and Crested Goshawk (*Accipiter trivigatus*) were the most abundant diurnal raptor species during the survey. This information indicates that the survey method could be used in long-term monitoring program of Mountain Hawk-Eagle in the future.

Keywords: Mountain Hawk-Eagle, Species Distribution Model, Long-Term Monitoring, Occupancy Modeling

一、前言

物種的長期監測是物種保育及改善經營管理方法的必要步驟（Martin et al., 2007），完善的監測系統可以幫助相關單位掌握物種保育狀態、地景的變化、生態系結構、遺傳性質以及物種數量、組成和分布等重要經營管理資訊（Goldsmith, 2012）。熊鷹（*Nisaetus nipalensis*）名列台灣瀕臨絕種保育類野生動物，由於數量稀少且分布於深山地區，早年對本物種的了解有限，近十年來經過各團隊努力，目前我們對於熊鷹的繁殖生物學（蔡，2008）、食性（蔡，2008）、棲地利用（洪，2009）、空間分布（蘇與王，2005；何，2006；何等，2007；洪，2009）有了初步的認識，而改善熊鷹獵捕問題及仿真羽毛推廣則是近年正在推動的保育行動（孫，2007）。雖然孫元勳（2007）曾利用區域內繁殖密度套疊分布海拔的方式推估過全台熊鷹族群量，但此方式不適合進行長期監測，且因採不同估算方式，不同研究團隊估算全台熊鷹族群量有 500 至 1400 隻的差異（林，2004；孫，2007）。熊鷹是大型猛禽，性成熟時間長導致族群補充率較低，相較於其他台灣的日行性猛禽熊鷹也面臨較大的獵捕壓力（孫，2007），因此亟待建立有效且系統化的族群監測模式，了解其族群量的消長來擬定保育策略。

設立監測目標是進行監測計畫前的首要工作，而調查的效益及成本則會受到樣區數量、重複次數等因子影響（MacKenzie and Royle, 2005; Bailey et al., 2007）。除了事前調查努力量的評估，如何減低調查資料誤差亦是設計監測方法時需要考慮的問題（Martin et al., 2007; Wintle et al., 2010）。

熊鷹主要棲息在台灣中央山區天然林比例較高之區域，經由追蹤資料顯示其主要活動時間集中於 9 時至 14 時（孫，2007）。但相較於其他森林性猛禽，熊鷹在一天之中在空中盤旋的次數較低（林，2006；孫，2007），對調查者來說觀察上相對不容易。因此發展出對應此物種偵測率之調查方法是長期監測計畫執行的關鍵。

占據模型（Occupancy modeling）主要概念為以物種出現的有無資料（Presence／Absence），經換算後來評估物種的出現與否與棲地的關係（MacKenzie et al., 2002）。由於有些物種在調查時容易因族群密度過低或物種特性（如行為較隱蔽）而增加調查的困難度，這種低估的狀況在稀有物種的研究上尤其明顯（Durso et al., 2011）。但若想降低此誤差便會提高勞力、時間或後勤的付出，但所得成果卻不一定能對等提高。目前此模型已廣泛應用在族群生態學及野生動物研究（Kery et.al., 2009; Kalies et.al., 2012; Bailey et.al., 2004; Carlson et.al., 2015; Skipper et.al., 2017）。利用此方式經過長期的調查則可了解目標物種在調查範圍內的年間族群動態，作為族群監測的評估依據。且相對於傳統調查法，利用此調查方式可節省更多金錢和時間成本（Mackenzie et al. 2002; Mackenzie and Nichols 2004）。

本計畫在調查設計將以上述占據模型為架構，利用同一樣區的重複取樣獲

得熊鷹之原始占據率（Naïve Occupancy），並由熊鷹偵測率（Detection probability）來修正此原始占據率而獲得修正後占據率（occupancy rate），藉以探討熊鷹族群的分布模式。再依結果建立可行且有效的調查方法，作為台灣熊鷹族群長期監測方法建立的依據。此外由於熊鷹為台灣日行性猛禽中較罕見之物種，除了數量較少外，其習性也容易造成調查困難，因此若能建立有效的建測方式，則此成果或許可以作為台灣其他大型森林性日猛禽如林鵰（*Ictinaetus malaiensis*）、大冠鷲（*Spilornis cheela*）長期監測計畫建立的參考。

本計畫已於 2018 年（第一年）在台灣南部四縣市（台南市、高雄市、屏東縣、台東市）設立 60 個調查樣區，並 10 月至 11 月間對各樣區進行 3 次 1 小時的定點調查。結果顯示熊鷹的原始占據率為 0.3，偵測率為 0.106 ± 0.023，然而占據率經過修正後則為 1（表示推估在此 60 樣區中均有熊鷹存在），顯然此值並不合常理。由於當占據率或偵測率過低時可能會造成分析錯誤率上升，因此推測占據率修正出現錯誤應是偵測率過低造成。

本年度依據去年偵測率過低的經驗修正調查方法，將依據 Specht et al（2017）的設計建議採用兩階段式的取樣方法。該方法藉由兩階段的調查，將調查努力量集中在第一階段有偵測到物種的樣區，再進行第二階段調查，以較有效率的方式取得較精準的偵測率及占據模估計值。此方法應該能改善 2018 年調查時發生熊鷹偵測率過低導至無法正確估計占據率的問題。在調查地區上，將擴大調查縣市範圍，執行濁水溪（及其延伸線）以南地區（雲林縣、嘉義縣、台南市、高雄市、屏東縣、台東縣、部分南投縣及花蓮縣）之熊鷹分布調查。

本計畫的全程目標

1. 調查熊鷹在全台分布狀況。
2. 了解熊鷹分布與地景棲地間的關係。
3. 建立全臺熊鷹分布預測模型。
4. 建立熊鷹長期監測系統模式，提供管理單位具體監測的方法。
5. 作為台灣其他日行性猛禽（如林鵰、大冠鷲）族群監測方法建立的參考。

本計畫的年度（108）目標

1. 調查台灣濁水溪（及其延伸線）以南地區（雲林縣、嘉義縣、台南市、高雄市、屏東縣、台東縣、部分南投縣及花蓮縣）之熊鷹分布。
2. 以占據模型評估樣區內熊鷹的偵測率及占據率。
3. 探討樣區熊鷹分布與棲地間的關係。

二、材料與方法

（一）、研究物種

熊鷹（*Nisaetus nipalensis*）又名赫氏角鷹，在分類上為鷹形目（Accipitriformes）鷹科（Accipitridae）鷹鵰屬（*Nisaetus*）的日行性猛禽，全世界有二個亞種，在台灣分布的為指名亞種 *N. n. nipalensis*（Clements et.al., 2019），熊鷹體全長雄鳥為 67 至 70 公分，體重介於 1800 至 2200 克，雌鳥體長為 69 至 76 公分，體重介於 2700 至 2900 克（孫，2007），是台灣體型最大的留鳥猛禽。熊鷹的日間活動範圍雖然也包含人工林，但還是以大面積之天然林為主（林，2006；孫，2007）。根據無線電追蹤的結果熊鷹雄鳥的活動範圍為 5.4 至 5.6 平方公里（n=2），未成鳥的活動範圍則可達 600 平方公里以上（孫，2007）。其覓食行多採伏擊的方式，先停棲於視野開闊處觀察，再俯衝攻擊出現的獵物，在育雛期食性上以小型哺乳類動物居多，佔 77.3%，以大赤鼯鼠（*Petaurista philippensis*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）居多、鳥類佔 17.3%居次，其中以藍腹鷴（*Lophura swinhoii*）為主，有時也會取食剛死亡的動物屍體（孫等，2014）。台灣南部的熊鷹在 12 月開始築巢，1 月下蛋（1 顆），大約在 3 月開始育雛，雛鳥在 67 至 75 日齡時離巢（蔡，2008），幼鳥在離巢後親鳥會繼續餵食，甚至會持續到隔年繁殖季之前（Morimot and Lida, 1992）。

（二）、樣區規劃

本年度以濁水溪為分界將台灣大致分為北島與南島，2019 以台灣南島 8 縣市（雲林縣、嘉義縣、台南市、高雄市、台東縣、屏東縣、部分南投縣及部分花蓮縣）為目標樣區。首先建立 5x5 公里之網格系統，並沿用 2018 年建立之熊鷹分布預測模型（陳，2019）並計算網格內熊鷹預測機率之平均值，各網格將依機率值分為 4 等級，第 1 級（Lv 1）為預測機率大於 0.556、第 2 級（Lv 2）預測機率介於 0.48 至 0.556 間、第 3 級（Lv 3）預測機率介於 0.404 至 0.48 間、第 4 級為預測機率在 0.404 以下的網格，本調查將從第一級至第三級的網格取樣。

利用 2016 年路網圖及林道圖篩選道路可及之網格，並用已知分熊鷹布點位並向外緩衝 5 公里的最大多邊形來限制樣區選取的範圍，最後以分層逢機取樣 Lv1 及 Lv2 各取樣 35 樣區，Lv3 取 20 樣區，總樣區為 90 個（表 1、圖 1 至 3）。

每個樣區內設一調查點，調查點之選擇參考（Poirazidis, 2017）之方式，需要符合以下條件 1. 具有廣闊（大於 180 度）的視野，要避免被地形或植物阻擋視線。2. 從最鄰近道路系統到達此觀察點的步行時間不超過半小時，以增加調查效率。在執行正式調查前 2 至 3 個月進行現勘，發現適合的調查地點後記錄其經緯度座標，90 個調查點的資訊如下表 2。

表 1. 2019 年各縣市各分級樣區數量表

行政區	第一級 （Lv 1）	第二級 （Lv 2）	第三級 （Lv 3）	總計
台東縣	9	8	10	27
花蓮縣	7	4	1	12
南投縣	11	6	0	17
屏東縣	1	5	4	10
高雄市	2	8	2	12
雲林縣	2	1	1	4
嘉義縣	3	3	2	8
台南市	0	0	0	0
總計	**35**	**35**	**20**	**90**

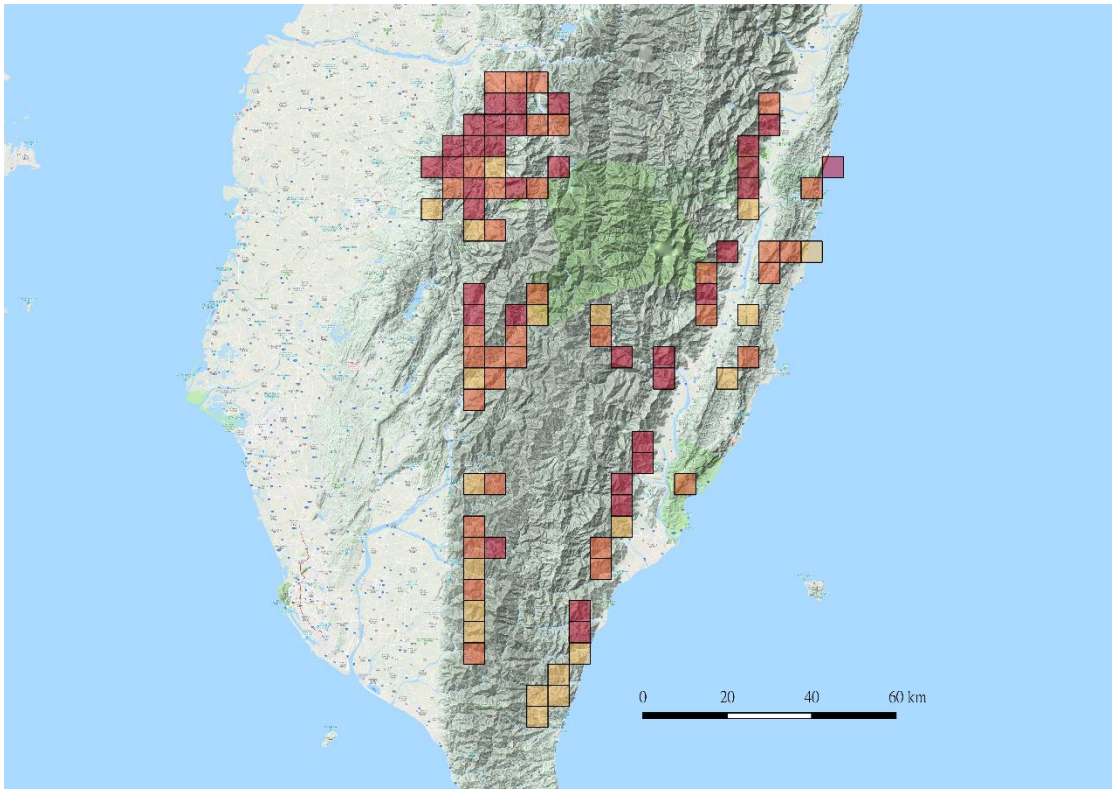


圖 1. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（一）

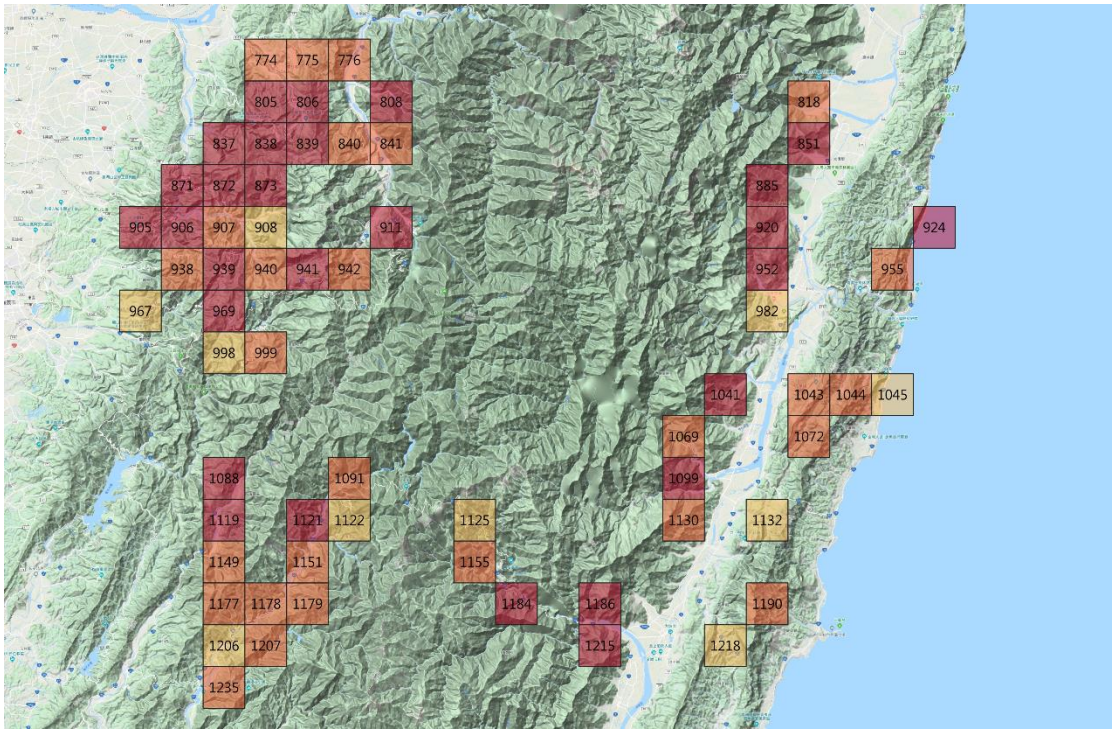


圖 2. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（二）

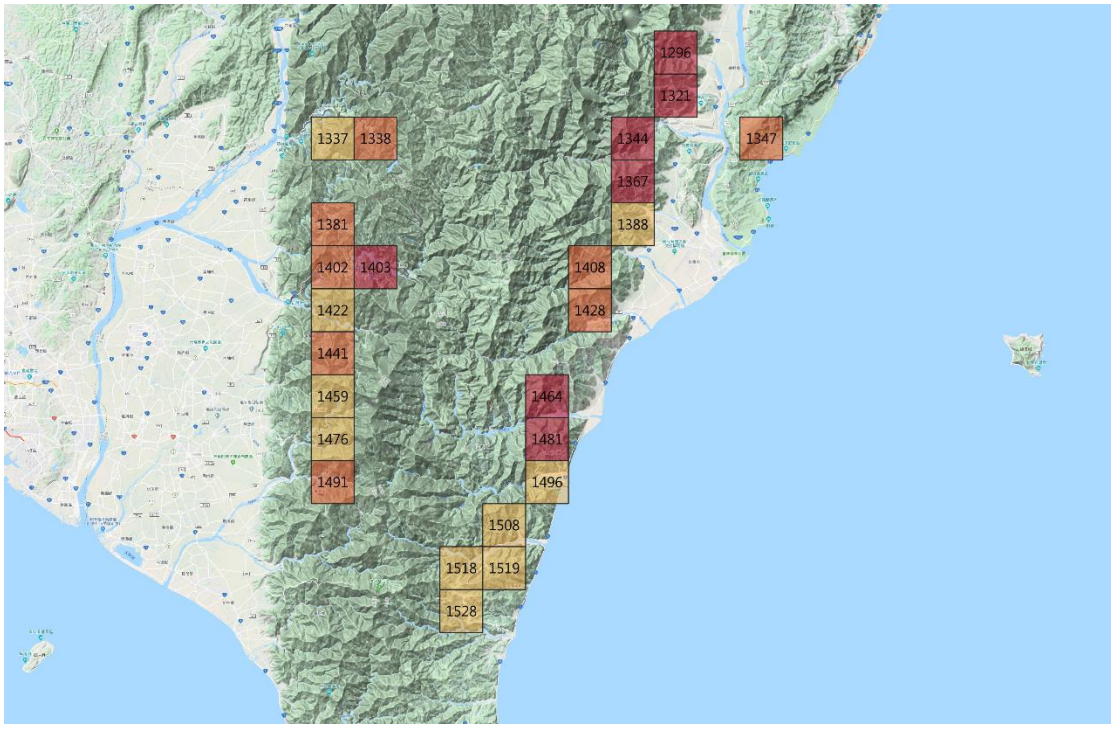


圖 3. 2019 年度熊鷹調查樣區分布（三）

表 2. 2019 年 90 個樣區之編號、預測值、所屬縣市、分級及調查點座標

樣區編號	預測值	行政區	等級	地名	經度	緯度
774	0.486894	南投縣	2	鹿谷(投 55)		
775	0.512539	南投縣	2	投 56		
776	0.508949	南投縣	2	安田一號橋		
805	0.583747	南投縣	1	大崙山觀景台		
806	0.604343	南投縣	1	溪坪橋		
808	0.559196	南投縣	1	卅甲		
818	0.531736	花蓮縣	2	馬鞍溪河堤		
837	0.589917	南投縣	1	雲嶺之丘		
838	0.672244	南投縣	1	源豐製茶廠		
839	0.662772	南投縣	1	相思台		
840	0.550957	南投縣	2	投 91 12K		
841	0.525523	南投縣	2	十八重溪橋		
851	0.573764	花蓮縣	1	大興瀑布前攔沙壩		
871	0.572736	南投縣	1	萬年峽谷		
872	0.662268	南投縣	1	石壁		
873	0.5616	南投縣	1	中心嶺橋		
885	0.57287	花蓮縣	1	富源森林遊樂區大門		
905	0.558991	雲林縣	1	碧湖景觀茶園		
906	0.568069	雲林縣	1	生毛樹		
907	0.535076	雲林縣	2	1314 觀景台		
908	0.452795	雲林縣	3	豐山景觀台		
911	0.600863	南投縣	1	宇宙萬聖宮		
920	0.594517	花蓮縣	1	馬遠民政廳		
924	0.659919	花蓮縣	1	立德廣場公園		
938	0.5382	嘉義縣	2	瑞里		
939	0.65043	嘉義縣	1	樟樹湖		
940	0.508214	嘉義縣	2	來吉蘭花橋		
941	0.669372	南投縣	1	阿里山森林遊樂區大門		
942	0.49525	南投縣	2	神木大橋		
952	0.679093	花蓮縣	1	瑞穗林道		
955	0.510321	花蓮縣	2	花 64 線 16.7K		
967	0.470199	嘉義縣	3	159 甲 22.5K		
969	0.628184	嘉義縣	1	石桌吳鳳廟		
982	0.476965	花蓮縣	3	舞鶴		
998	0.457643	嘉義縣	3	169 縣道 46.5K		

點位資料不公開

999	0.549957	嘉義縣	2	縣道 169
1041	0.593463	花蓮縣	1	中興
1043	0.485991	台東縣	2	赤柯山
1044	0.485345	台東縣	2	東 10 鄉道(小嘉義)
1045	0.445232	台東縣	3	大俱來
1069	0.529339	花蓮縣	2	台 30 線 1K
1072	0.501466	台東縣[1]	2	赤柯山竹林
1088	0.604847	嘉義縣	1	青山巷
1091	0.544576	高雄市	2	梅山吊橋
1099	0.580532	花蓮縣	1	清水檢查所
1119	0.645031	高雄市	1	民權國小
1121	0.567092	高雄市	1	亞知巴
1122	0.469244	高雄市	3	梅山青年活動中心
1125	0.456792	台東縣	3	向陽遊客中心
1130	0.546947	花蓮縣	2	古楓林道
1132	0.427516	台東縣[2]	3	阿眉溪鄉道
1149	0.481653	高雄市	2	南沙魯橋
1151	0.496029	高雄市	2	復興
1155	0.548194	台東縣	2	摩天
1177	0.480938	高雄市	2	高中林道 2k
1178	0.513586	高雄市	2	桃源一橋
1179	0.482509	高雄市	2	撒拉阿烏橋
1184	0.597435	台東縣	1	霧鹿砲台
1186	0.601962	台東縣	1	新武
1190	0.504931	台東縣	2	聖武宮
1206	0.439139	高雄市	3	寶來一橋
1207	0.495162	高雄市	2	小關山林道 7K
1215	0.671878	台東縣	1	初來
1218	0.432751	台東縣[3]	3	台 23
1235	0.544436	高雄市	2	寶山假日市集
1296	0.647427	台東縣	1	武陵吊橋
1321	0.563306	台東縣	1	永安淨水廠
1337	0.438043	屏東縣[4]	3	多納溫泉
1338	0.514442	屏東縣	2	多納林道
1344[5]	0.614556	台東縣	1	清水大橋[5]
1347	0.480263	台東縣	2	五線產業道路
1367	0.558703	台東縣	1	斑鳩福德正神

點位資料不公開

1381	0.521246	屏東縣	2	德文大社間稜線
1388	0.445336	台東縣	3	長尾尖櫧採種園
1402	0.501182	屏東縣	2	德萊公園
1403	0.601413	屏東縣	1	台 24 終點
1408	0.541328	台東縣	2	比利良
1422	0.427657	屏東縣	3	白露
1428	0.481463	台東縣	2	龍泉路[6]
1441	0.533256	屏東縣	2	瑪家
1459	0.462619	屏東縣	3	新登山口
1464	0.611864	台東縣	1	佳崙產業道路 福音宮
1476	0.448451	屏東縣	3	南太武山莊
1481	0.577738	台東縣	1	富山產業道路
1491	0.518424	屏東縣	2	來義內社
1496	0.421251	台東縣	3	歷坵 賓茂三號橋
1508	0.455611	台東縣	3	台坂
1518	0.469162	台東縣	3	東 68
1519	0.411357	台東縣	3	土坂吊橋
1528	0.423332	台東縣	3	新化

點位資料不公開

[1] 1072 樣區在分類上屬台東縣，但包含蓋台東縣及花蓮縣兩行政區，實際調查點位於花蓮縣玉里鎮。

[2] 1132 樣區在分類上屬台東縣，但包含蓋台東縣及花蓮縣兩行政區，實際調查點位於花蓮縣富里鄉。

[3] 1218 樣區在分類上屬台東縣，但包含蓋台東縣及花蓮縣兩行政區，實際調查點位於花蓮縣富里鄉。

[4] 1337 樣區在分類上屬屏東縣，但包含蓋屏東縣及高雄市兩行政區，實際調查點位於高雄市茂林區。

[5] 1344 樣區調查點由 2018 年的上里橋改至視野較佳的清水大橋。

[6] 1428 樣區調查點由 2018 年的知本清覺寺改至視野較佳的龍泉路。

（三）、野外調查

熊鷹一天中僅少數幾次升空盤旋，既使在適合的環境下仍不容易觀察（林，2006），Fuller 及 Mosher （1987）指出猛禽在求偶及建立領域時較易被目擊，根據蕭（2001）描述熊鷹的求偶行為包含波浪狀飛行、對爪或雌雄共盤等等，而此現象最頻繁的月份為 11 月至翌年 1 月（何，2006），台灣南部最早在 9 月就有機會觀察到此類行為（黃永坤，私人通訊），因此本調查工作選擇於 10 月至 11 月進行。

每個調查點全季依占據模型的有條件式重複（Specht et al. 2017）共分為兩階段，第一階段於十月進行二次調查，有記錄到熊鷹的樣區才需進行 11 月的第二階段調查。第一階段的兩次調查日期區間分別為：10 月 01 日至 10 月 14 日、10 月 15 日至 10 月 28 日，第二階段的三次調查日期區間分別為：10 月 29 日至 11 月 07 日、11 月 08 日至 11 月 17 日、11 月 18 日至 11 月 27 日。若因天候等不可抗力因素影響則可延後進行但以不超過 10 日為原則，此外同一樣區兩

次調查需間隔 7 日以上。

調查採定點計數法，每次調查時間為 60 分鐘，由於熊鷹在一天較活躍的時間為上午 9 時至 12 時（王，2004）以及下午 1 時至 3 時（孫，2007），但根據 2018 年的經驗山區午後進行調查易受天候影響，因此本年度將調查時間分為二個時段：A 時段為上午 8 時至 10 時，B 時段為上午 10 時至 12 時，同一調查點於第一階段調查需選擇不同時段，第二階段的三次調查須兩時段各執行一次，剩餘一次則隨機挑選一時段調查，由於考量實際執行與交通所需時間，因此規定每次調查須至少有 30 分鐘在指定時段內進行。

調查時所有發現的猛禽均須紀錄，項目包含時間、物種名、數量、發現方位、觀察點與猛禽投影點之距離（分為 3 級，A：小於 200 公尺、B：200 至 800 公尺、C：超過 800 公尺以上），猛禽之性別與成幼可輔影像紀錄判斷，若無法判別至種則可記錄至屬或目。由於曾有黑喉噪眉（*Ianthocincla chinensis*）、小卷尾（*Dicrurus aeneus*）及松鴉（*Garrulus glandarius*）模仿猛禽的叫聲的紀錄，因此本調查只記錄目視發現之個體。此外調查時的天氣將分為 6 級：A 表「沒有雲，或零星幾無雲」、B 表「部分有雲（零散）或雲層多變」、C 表「雲層滿布（包括陰天）」、D 表「濃霧」、E 表「毛毛雨」、F 表「陣雨」；風速則分為 4 級：0 表「蒲氏風級 0-1 級」、1 表「蒲氏風級 2-3 級」、2 表「蒲氏風級 4-5 級」、3 表「蒲氏風級 6 級以上」，調查表範例如下圖 4。

2019 熊鷹調查記錄表 日期：_____ 開始時間：_____

樣區編號：_____ 調查旅次：_____ 調查時段：_____

調查員：_____ 天氣：___ 風速：___

代號	天氣型態
A	沒有雲，或零星幾朵雲
B	部分有雲（零散）或雲層多變
C	雲層滿佈（包括陰天）
D	濃霧
E	毛毛雨
F	陣雨

代號	風速指標	蒲福氏風級	平均風速 (m/s)
0	靜，樹葉草莖不動	0-1	<1.6
1	風拂面，樹葉有聲，草莖及小枝動	2-3	1.6-5.4
2	塵沙飛揚，紙片飛舞，小樹幹搖動	4-5	5.5-10.7
3	大樹搖動，木板或雜物可能被吹倒	6+	>10.8

時間	物種	數量	性別	年齡	方位角(度)	**水平距離			重複標記	備註 (如行為等)
						A	B	C		

* 調查時段 A：0800-1000；B：1000-1200

**水平距離指猛禽投影於地面的位置與觀察者的估計距離：小於 200 公尺為 A，200-800 公尺為 B，大於 800 公尺為 C

圖 4. 2019 熊鷹調查記錄表範例。

（四）、資料分析

將野外調查所收集之熊鷹出現資料（1/0）以 Program PRESENCE（Hines, 2006）進行分析。此軟體將同個樣區目標物種出現的頻度及時間、空間上的分布狀況估算物種之偵測率，並利用偵測率校正原始占據率而獲得修正後占據率。本年度調查將採用單季節分析（single-season analysis）將熊鷹分布資料套疊土地利用圖層，探討棲地因子對熊鷹占據率之影響，以及調查時段、天氣、風速是否影響偵測率。

棲地因子資料取自 107 年第三次國土利用調查，計算 5x5 公里網格內之土地利用比例。土地利用分為交通利用土地、公共利用土地、其它利用土地、建築利用土地、森林利用土地、水利利用土地、礦岩利用土地、農業利用土地、遊憩利用土地，共 9 類。根據前人研究（林，2006；孫，2007；何，2007）熊鷹主要分布在較低的人為干擾、自然度高、植被生長良好的闊葉林或針闊葉混淆林，而熊鷹未成鳥則偶爾會出現在開發程度較高的低海拔次生林或果園（蘇及王，2004）。因此在棲地利用上我們將森林利用土地細分為混淆林比例（MIX）、針葉林比例（CO）、闊葉林比例（BL），並將這些因子加上森林土地利用比例（FO）做為影響熊鷹占據率之假說，而根據前人研究我們假設天氣（W）及風速（WS）可能影響熊鷹之偵測率。將這些因子建構出一系列模型組，藉由邏輯回歸（Logistic regression）進行分析，並利用赤池信量準則（Akaike information criterion, AIC）從模型組中選擇最佳模型（組），找出影響熊鷹占據率與偵測率的因子，最佳模型為 AIC 值最小者，可參考模型則為 ΔAIC 小於 2 者。

三、結果與討論

（一）熊鷹分布調查

在 10 月份的第一段調查，90 樣區 180 旅次中共有 28 筆、31 隻次熊鷹記錄，18 個觀察到熊鷹的樣區分別為台東縣海端鄉的「向陽遊客中心（1125）」、「摩天（1155）」、延平鄉的「武陵吊橋（1296）」、「永安淨水廠（1321）」、「清水大橋（1344）」、卑南鄉的「長尾尖櫧採種園（1388）」、達仁鄉的「土坂吊橋（1519）」，花蓮縣光復鄉的「馬鞍溪河堤（818）」、萬榮鄉的「富源森林遊樂區（885）」、瑞穗鄉的「舞鶴（982）」、卓溪鄉的「古楓林道（1130）」，高雄市桃源區的「梅山吊橋（1091）」、「亞知巴（1121）」、「梅山青年活動中心（1122）」、六龜區的「寶山假日市集（1235）」，屏東縣三地門鄉的「德萊公園（1402）」、來義鄉的「來義內社（1491）」及南投縣信義鄉的「宇宙萬聖宮（911）」，其中屬第一級樣區的有 885、911、1121、1296、1321、1344，屬第二級的樣區有 818、1091、1130、1155、1235、1402、1491，屬第三級樣區有 982、1122、1125、1388、1519，在兩旅次均有調查熊鷹的樣區為 818、1122、1344、1388，其中 1122 樣區既有 4 筆熊鷹記錄為所有樣區最高。（圖 5）

11 月份進行第二階段調查的 18 樣區各 3 旅次共計 54 旅次，觀察到熊鷹 24 筆、29 隻次，13 樣區有觀察到熊鷹分別為台東縣海端鄉的「向陽遊客中心（1125）」、延平鄉的「武陵吊橋（1296）」、「永安淨水廠（1321）」、「清水大橋（1344）」、達仁鄉的「土坂吊橋（1519）」，花蓮縣光復鄉的「馬鞍溪河堤（818）」、萬榮鄉的「富源森林遊樂區（885）」、瑞穗鄉的「舞鶴（982）」、卓溪鄉的「古楓林道（1130）」，高雄市桃源區的「梅山吊橋（1091）」、「亞知巴（1121）」、「梅山青年活動中心（1122）」及南投縣信義鄉的「宇宙萬聖宮（911）」。18 個有進行第二階段的樣區在今年共進行 5 次調查（10 月 2 次，11 月 3 次）其中以 1122 有 4 旅次觀察到熊鷹為最多，818、885、911、1121、1296、1344、1519 樣區各有 3 次，982、1091、1125、1130、1321、1388 樣區各有 2 次，1155、1235、1402、1491 僅 1 次。（表 3）

A、B 兩時段在全季各有 27 及 25 筆熊鷹紀錄，調查同時最大量有 2 隻，出現在 818、1121、1122、1125、1130、1344 等樣區。人鳥水平距離在 200 公尺以內僅 7 筆紀錄（占 13.5%），200 至 800 公尺有 19 筆（占 36.5%），800 公尺以外則有 26 筆（占 50%）。由於受限於距離及觀察條件（如天候狀況），因此能分辨年齡的個體筆數僅占 15.4%，其中包含成鳥 5 筆共 6 隻次，未成鳥 3 筆 3 隻次（表 4），在行為觀察方面，10 月曾在 818 樣區發現熊鷹驅趕林鵰，11 月則是在 1218 及 1296 樣區附近看到兩隻熊鷹對爪，但由於並不在觀察時間或區域內所以不列入統計。

2019 年有熊鷹出現樣區之棲地類型資料，以森林利用土地的比例最高，平均占 81.72±13.58 %，此結果與何錦尚（2007）在台東地區的研究及 2018 年的調查結果（陳，2019）相符。若將森林利用土地細分為混淆林、針葉林、闊葉林、竹林，則占最高者為混淆林比例 49.04±26.09 %，其次為闊葉林比例，占 23.03±19.75 %（表 5、6）。

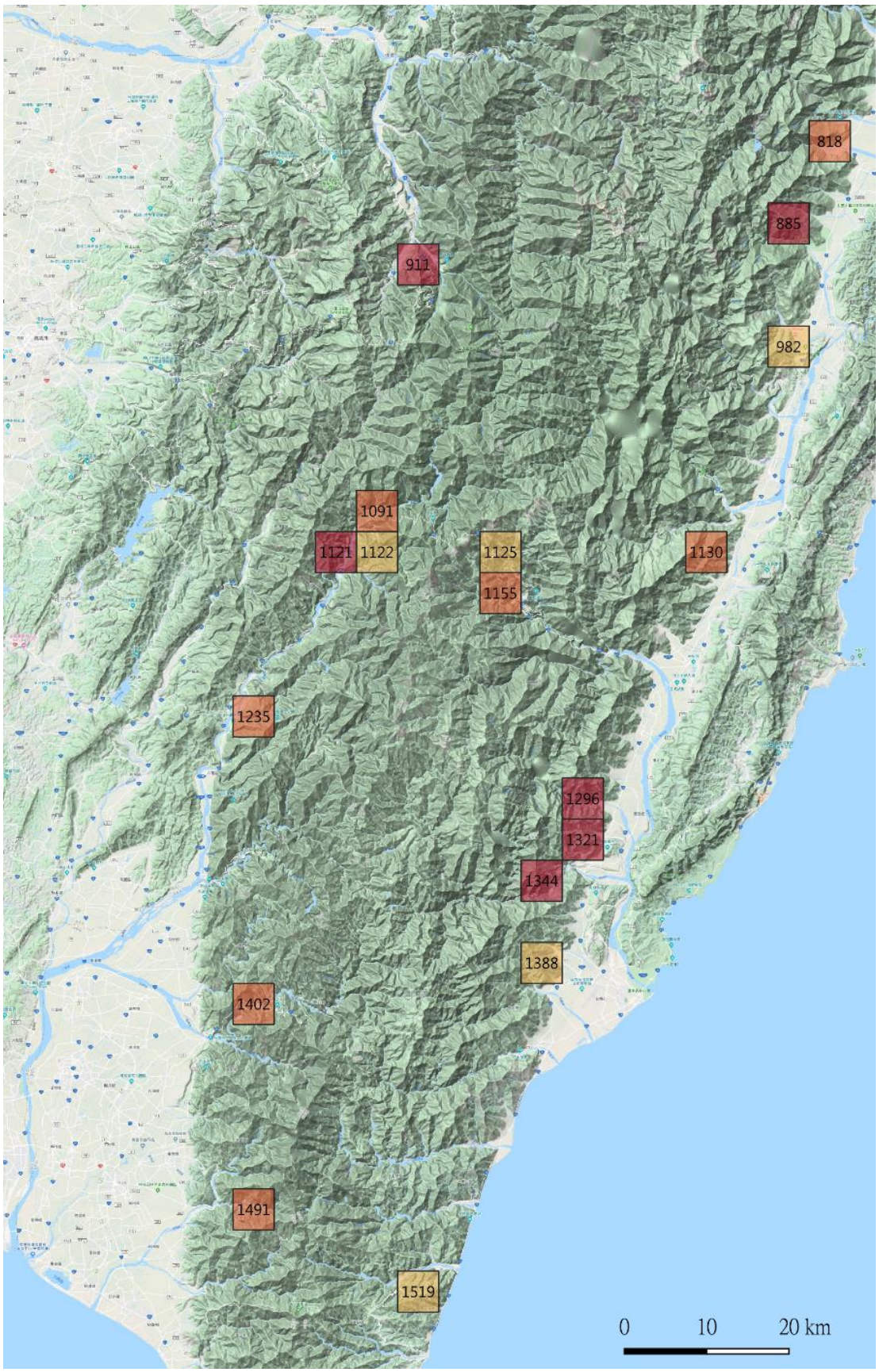


圖 5. 2019 於 10 月份調查有熊鷹記錄之樣區。

表 3. 2019 年熊鷹調查樣區筆數（隻次）紀錄

樣區編號	分級	旅次 1	旅次 2	旅次 3	旅次 4	旅次 5
818	2	1(1)	1(1)	0	0	1(2)
885	1	1(1)	0	0	2(2)	1(1)
911	1	0	1(1)	1(1)	1(1)	0
982	3	1(1)	0	0	1(1)	0
1091	2	1(1)	0	1(1)	0	0
1121	1	2(2)	0	3(4)	0	1(2)
1122	3	2(3)	2(2)	2(2)	2(3)	0
1125	3	0	1(2)	0	0	1(1)
1130	2	0	1(1)	0	1(2)	0
1155	2	1(1)	0	0	0	0
1235	2	1(1)	0	0	0	0
1296	1	0	2(2)	0	1(1)	1(1)
1321	1	0	2(2)	1(1)	0	0
1344	1	1(1)	2(3)	0	1(1)	0
1388	3	1(1)	1(1)	0	0	0
1402	2	0	1(1)	0	0	0
1491	2	1(1)	0	0	0	0
1519	3	0	1(1)	0	1(1)	1(1)
合計		13(14)	15(17)	8(9)	10(12)	6(8)

表 4. 2019 年熊鷹調查之熊鷹各筆記錄

日期	樣區編號	調查旅次	開始時間	調查時段	紀錄時間	數量	年齡	距離分級	備註
10/2	982	1	0755	A	0828	1		C	
10/3	818	1	1110	B	1128	1		B	逼近林鵰
10/3	885	1	0800	A	0858	1		C	
10/7	1235	1	0958	B	1041	1	成鳥	B	
10/7	1344	1	0750	A	0843	1	未成鳥	C	盤旋
10/10	1491	1	1030	B	1108	1	未成鳥	C	
10/11	1388	1	0930	B	1023	1		B	滑行俯衝
10/12	1091	1	1110	B	1210	1		A	
10/12	1121	1	0835	A	0842	1		B	
10/12	1121	1	0835	A	0920	1		B	
10/12	1122	1	0955	B	1001	1		A	
10/12	1122	1	0955	B	1048	2		A	
10/12	1155	1	1040	B	1105	1		A	
10/18	911	2	1025	B	1115	1		C	
10/21	1296	2	0803	A	0812	1		C	
10/21	1296	2	0803	A	0819	1		C	
10/21	1321	2	0915	B	0919	1		C	
10/21	1321	2	0915	B	0930	1		C	
10/21	1344	2	1035	B	1041	2		C	
10/21	1344	2	1035	B	1110	1		B	

10/22	1122	2	0820	A	0833	1		C	
10/22	1122	2	0820	A	0846	1		C	
10/23	818	2	0825	A	0842	1		C	
10/25	1402	2	0950	B	1005	1		B	
10/26	1130	2	0830	A	0934	1		B	
10/27	1125	2	1010	B	1035	2		B	
10/27	1519	2	1010	B	1035	1		B	飛過
10/30	1091	3	1120	B	1200	1		B	
10/30	1121	3	0900	A	0919	2		B	
10/30	1121	3	0900	A	0933	1		C	
10/30	1121	3	0900	A	0951	1		B	
10/30	1122	3	1010	B	1043	1		B	
10/30	1122	3	1010	B	1055	1		A	
11/2	911	3	1120	B	1218	1		C	
11/5	1321	3	0925	A	1004	1		C	
11/6	1388	2	1000	B	1100	1		B	滑行
11/10	885	4	0800	A	0815	1	未成鳥	C	
11/10	885	4	0800	A	0855	1	成鳥	C	
11/10	982	4	0925	A	0930	1	成鳥	C	
11/11	911	4	0825	A	0914	1		B	
11/12	1344	4	0930	B	0930	1		C	
11/13	1296	4	0800	A	0900	1		C	
11/15	1122	4	0900	A	0923	1		A	

11/15	1122	4	0900	A	0928	2		B	
11/17	1130	4	0851	A	0855	2		B	
11/17	1519	4	0740	A	0745	1		C	盤旋
11/24	818	5	1045	B	1045	2	成鳥	C	山頭盤旋約五分鐘
11/24	885	5	0800	A	0854	1	成鳥	C	飛過
11/24	1519	5	0935	B	1035	1		C	俯降
11/26	1121	5	1100	B	1157	2		B	
11/29	1296	5	0800	A	0850	1		C	
12/12	1125	5	0825	A	0827	1		A	

表 5. 2019 年有熊鷹記錄樣區之土地利用百分比

樣區編號	交通利用土地	公共利用土地	其它利用土地	建築利用土地	森林利用土地	水利利用土地	礦岩利用土地	農業利用土地	遊憩利用土地
818	2.02	0.12	3.09	0.86	51.42	6.66	0.21	34.15	1.46
885	0.20	0.01	5.13	0.32	88.84	2.00	0.00	3.49	0.00
911	1.83	0.03	5.12	0.83	69.63	4.84	0.00	17.71	0.02
982	2.88	0.17	2.83	2.14	52.96	3.42	0.00	35.43	0.18
1091	0.76	0.00	7.01	0.19	87.90	1.47	0.00	2.68	0.00
1121	0.39	0.00	9.42	0.29	81.89	2.11	0.00	5.90	0.00
1122	0.26	0.00	2.15	0.14	96.06	0.81	0.00	0.58	0.00
1125	0.00	0.00	24.96	2.23	71.54	1.26	0.00	0.00	0.00

1130	0.12	0.00	0.05	0.00	99.06	0.18	0.00	0.58	0.00
1155	0.07	0.00	22.83	0.02	74.19	1.98	0.12	0.79	0.00
1235	0.81	0.03	3.70	1.53	79.50	3.39	0.00	11.03	0.01
1296	0.50	0.09	1.04	0.31	91.81	1.59	0.00	4.65	0.01
1321	1.06	0.06	0.34	0.81	88.09	1.00	0.00	8.49	0.16
1344	0.72	0.06	1.75	0.22	87.28	2.57	0.00	7.24	0.15
1388	1.23	0.25	0.80	1.95	76.67	2.11	0.00	16.82	0.18
1402	1.30	0.10	1.45	0.42	89.91	2.60	0.00	4.15	0.06
1491	0.38	0.05	3.16	0.17	93.53	0.90	0.00	1.78	0.04
1519	0.59	0.08	0.87	0.32	90.64	1.49	0.00	6.00	0.01
平均百分比	0.84	0.06	5.32	0.71	81.72	2.24	0.02	8.97	0.13
標準差	0.77	0.07	7.19	0.74	13.58	1.56	0.06	10.71	0.34

表 6. 2019 年有熊鷹記錄樣區之森林利用土地各細項百分比

樣區編號	混淆林	針葉林	闊葉林	竹林	森林利用土地
818	23.51	0.50	23.02	4.39	51.42
885	76.05	0.14	12.21	0.43	88.84
911	0.00	4.52	58.01	7.10	69.63
982	11.37	0.00	34.21	7.22	52.96
1091	55.41	13.28	18.20	0.11	87.90
1121	68.96	12.17	0.58	0.18	81.89
1122	22.02	23.47	48.26	2.31	96.06
1125	49.40	19.86	2.28	0.00	71.54
1130	36.77	14.77	46.24	1.24	99.06
1155	71.43	1.45	1.31	0.00	74.19
1235	61.17	4.87	6.64	6.80	79.50
1296	70.88	3.85	14.79	1.84	91.81
1321	32.36	6.97	33.94	14.81	88.09
1344	58.23	10.01	18.49	0.41	87.28
1388	28.30	0.00	43.01	5.25	76.67
1402	87.36	0.00	2.19	0.00	89.91
1491	40.57	1.99	50.47	0.00	93.53
1519	88.95	0.00	0.66	0.00	90.64
平均百分比	49.04	6.55	23.03	2.89	81.72
標準差	26.09	7.40	19.75	4.02	13.58

（二）其他猛禽分布調查

在第一階段 180 旅次調查中，90 樣區共有 514 筆猛禽記錄，其中 45 旅次沒有猛禽紀錄，而有 11 樣區在兩次調查中沒有記錄到猛禽（表 7）。記錄筆數最多的是位於台東縣延平鄉的「永安淨水廠」樣區（1321），共有 5 種 24 筆記錄，包含大冠鷲 8 筆、鳳頭蒼鷹（*Accipiter trivirgatus*）7 筆、東方蜂鷹（*Pernis ptilorhynchus*）及林鵰各 3 筆、熊鷹 2 筆及日本松雀鷹（*Accipiter gularis*）1 筆。下表列出熊鷹及四種常與熊鷹共域盤旋的森林性猛禽在各樣區記錄的筆數，東方蜂鷹記錄最多的是高雄市桃源區的「桃源一橋」（1178）及台東縣延平鄉的「永安淨水廠」（1321）樣區，大冠鷲記錄最多的是高雄市那瑪夏區的「民權國小」（1119）樣區，林鵰記錄最多的是高雄市桃源區的「小關山林道 7K」（1207）樣區，鳳頭蒼鷹記錄最多的為花蓮縣「瑞穗林道」（952）及台東縣延平鄉「永安淨水廠」（1321）樣區。（表 8）

第一階段總共記錄 12 種猛禽，大冠鷲在 68 個樣區曾有記錄，占所有樣區 75.6%，是出現樣區最多的猛禽，其次為鳳頭蒼鷹的 45 樣區（50 %）及林鵰的

41 樣區（45.6%）。若以記錄筆數排序則依序為大冠鷲 224 筆、鳳頭蒼鷹 108 筆、林鵰 61 筆及東方蜂鷹 37 筆。調查數量最多依序為為大冠鷲 296 隻次及鳳頭蒼鷹 131 隻次，此外由於正值灰面鵟鷹過境期，10 月所觀察到的灰面鵟鷹有 16 筆 117 隻次，數量排名第三，但樣區中尚未發現適合進行過境猛禽調查的觀察點（表 9）

第二階段共執行 18 樣區 54 旅次，共有 265 筆猛禽紀錄，其中有 9 旅次無發現猛禽，海拔較高的「向陽遊客中心」（1125）及「摩天」（1155）各有兩次，推測與山區天氣不穩定所導致。記錄筆數最多的是位於台東縣延平鄉的「永安淨水廠」樣區（1321），共有 7 種 25 筆記錄，包含大冠鷲 12 筆、東方蜂鷹 5 筆、鳳頭蒼鷹 3 筆、松雀鷹（*Accipiter virgatus*）2 筆、林鵰及熊鷹各 1 筆及魚鷹（*Pandion haliaetus*）1 筆。東方蜂鷹及大冠鷲記錄最多的是台東縣延平鄉的「永安淨水廠」(1321）樣區，林鵰記錄最多的是南投縣信義鄉的「宇宙萬聖宮」(911）樣區，鳳頭蒼鷹記錄最多的為台東縣延平鄉「土坂吊橋」（1519）樣區（表 10）。

第二階段同樣記錄到 12 種猛禽，以大冠鷲的 17 樣區最高，佔所有樣區的 94.4 %，其次依序為鳳頭蒼鷹 16 樣區（88.9 %），林鵰 15 樣區（83.3 %）及東方蜂鷹 14 樣區（77.8 %）。記錄筆數及隻次數則依序為大冠鷲 73 筆（94 隻次）、鳳頭蒼鷹 39 筆（42 隻次）、林鵰 29 筆（37 隻次）及東方蜂鷹 24 筆（28 隻次）。較為罕見的紀錄為一隻 11 月 14 日出現在屏東縣來義鄉「來義內社」（1491）樣區的燕隼（表 11）。

表 7. 不同階段之樣區數、旅次數、猛禽紀錄筆數及無紀錄旅次數

	樣區數	旅次數	猛禽紀錄筆數	無紀錄旅次數
第一階段	90	180	514	45
第二階段	18	54	265	9

表 8. 熊鷹及其他常見森林性猛禽在各樣區之記錄筆數(第一階段)

樣區編號	東方蜂鷹	大冠鷲	熊鷹	林鵰	鳳頭蒼鷹	總猛禽記錄筆數
774	0	0	0	0	0	0
775	0	1	0	1	1	3
776	0	3	0	1	1	5
805	0	1	0	0	0	1
806	0	1	0	0	0	1
808	1	7	0	0	0	10
818	0	5	2	1	6	15
837	0	0	0	0	0	0
838	0	0	0	0	0	0

839	0	0	0	0	0	0
840	1	1	0	0	1	4
841	0	1	0	0	0	2
851	0	2	0	2	2	6
871	0	1	0	0	0	1
872	0	2	0	0	0	2
873	0	4	0	2	1	7
885	1	3	1	1	4	11
905	0	1	0	1	0	2
906	2	5	0	1	3	14
907	0	1	0	0	1	5
908	0	2	0	0	1	3
911	0	0	1	1	0	2
920	2	2	0	1	3	10
924	0	0	0	0	2	3
938	1	8	0	1	4	14
939	0	1	0	0	0	1
940	0	1	0	0	1	2
941	0	0	0	0	0	0
942	0	2	0	0	0	2
952	2	6	0	0	7	15
955	0	2	0	1	1	5
967	0	0	0	0	2	2
969	0	0	0	0	0	0
982	0	5	1	2	5	14
998	1	0	0	0	0	1
999	0	1	0	0	3	4
1041	1	0	0	1	0	2
1043	0	0	0	1	1	2
1044	0	0	0	0	0	0
1045	0	1	0	1	0	2
1069	0	2	0	0	0	2
1072	0	3	0	1	0	5
1088	2	0	0	3	1	8
1091	0	4	1	3	3	13
1099	0	4	0	1	1	7
1119	2	13	0	3	1	22
1121	0	4	2	1	2	9

1122	2	3	4	3	2	14
1125	0	1	1	0	0	2
1130	0	2	1	1	1	6
1132	0	2	0	0	0	2
1149	1	4	0	1	2	8
1151	1	5	0	1	6	14
1155	0	2	1	0	0	3
1177	0	8	0	0	1	9
1178	3	6	0	2	4	19
1179	0	9	0	2	4	17
1184	0	1	0	0	0	1
1186	0	1	0	2	1	5
1190	0	1	0	0	0	1
1206	0	2	0	0	0	2
1207	0	6	0	4	0	10
1215	0	2	0	0	0	2
1218	1	3	0	0	0	4
1235	0	1	1	1	0	4
1296	1	2	2	0	2	7
1321	3	8	2	3	7	24
1337	0	0	0	0	0	0
1338	0	0	0	0	3	3
1344	0	4	3	0	2	9
1347	0	8	0	0	6	16
1367	0	3	0	1	0	4
1381	0	0	0	0	0	0
1388	1	4	2	0	1	9
1402	2	0	1	1	1	9
1403	0	0	0	1	2	6
1408	0	1	0	1	1	3
1422	0	1	0	1	0	2
1428	0	0	0	0	0	0
1441	0	0	0	0	0	0
1459	1	3	0	1	1	7
1464	0	2	0	0	0	2
1476	0	4	0	0	0	5
1481	0	3	0	0	0	8
1491	0	0	1	0	0	1

1496	0	2	0	2	0	6
1508	0	2	0	1	0	3
1518	2	4	0	1	1	8
1519	1	9	1	0	0	12
1528	1	3	0	0	1	6

表 9. 2019 年第一階段調查（10 月）90 樣區猛禽記錄樣區、數紀錄筆數、記錄隻次及單筆最大量。

物種	記錄樣區數 (占全樣區%)	記錄筆數	記錄隻次	單筆最大量
東方蜂鷹	24（26.7％）	37	44	4
大冠鷲	68（75.6％）	224	296	6
熊鷹	18（20％）	28	31	2
林鵰	41（45.6％）	61	71	3
灰面鵟鷹	11（12.2％）	16	117	40
鳳頭蒼鷹	45（50％）	108	131	3
日本松雀鷹	2（2.2％）	2	2	1
赤腹鷹	8（8.9％）	9	33	6
松雀鷹	12（13.3％）	15	15	1
黑鳶	5（5.6％）	6	9	3
紅隼	1（1.1％）	1	1	1
遊隼	6（6.7％）	7	7	1

表 10. 熊鷹及其他常見森林性猛禽在各樣區之記錄筆數(第二階段)

樣區編號	東方蜂鷹	大冠鷲	熊鷹	林鵰	鳳頭蒼鷹	總猛禽記錄筆數
818	0	8	0	2	2	13
885	1	1	3	1	4	10
911	1	3	2	4	3	17
982	2	3	1	5	2	14
1091	1	2	1	0	3	8
1121	1	4	4	2	3	14
1122	2	3	4	2	2	13
1125	0	0	1	0	0	1
1130	1	1	1	1	1	5
1155	0	1	0	2	0	4
1235	1	3	0	1	1	6
1296	1	5	2	2	3	13

1321	5	12	1	1	3	25
1344	1	5	1	2	4	13
1388	0	3	0	1	1	7
1402	4	4	0	0	1	16
1491	1	5	0	0	1	8
1519	2	9	2	2	5	20

表 11. 2019 年第二階段調查（11 月）18 樣區猛禽記錄樣區、數紀錄筆數、記錄隻次及單筆最大量。

物種	**記錄樣區數 (占全樣區%)**	**記錄筆數**	**記錄隻次**	**單筆最大量**
魚鷹	1（5.6%）	1	1	1
東方蜂鷹	14（77.8%）	24	28	
大冠鷲	17（94.4%）	73	94	
熊鷹	13（72.2%）	24	29	
林鵰	15（83.3%）	29	37	
鳳頭蒼鷹	16（88.9%）	39	42	2
松雀鷹	3（16.7%）	5	6	2
東方鵟	1（5.6%）	1	1	1
黑鳶	1（5.6%）	7	9	2
紅隼	1（5.6%）	1	1	1
燕隼	1（5.6%）	1	1	1
遊隼	1（5.6%）	2	2	1

（三）占據模型分析結果

本年度所調查之結果採用單一物種單季節分析，熊鷹的原始占據率（Naïve Occupancy）為 0.2，偵測率為 0.354 ± 0.058，而占據率經過修正後則為 0.343 ± 0.085，經過 AIC 模型篩選，最佳模型為 psi(.),p(.)，表示採納的因子對於占據率及偵測率沒有足夠的影響。Program PERSENCE 預設值為 Significant Digits 小於 7 就會出現錯誤警告，檢視納入分析的模型組之 Significant Digits 均大於 7，顯示此次的分析在數學運算上沒有問題。此外，包含其他假說的模型之ΔAIC 均大於 2，顯示這些模型可參考價值不高（表 12）。

前一年的調查顯示一樣區在一季中執行三旅次調查或是調查開始時間超過中午 12 點，可能會造成偵測率偏低影響占據率的估算，本年度經修正後可初步獲得樣區熊鷹之占據率與偵測率，因此在下一階段的調查將會持續測試濁水溪以北樣區以此調查方法的適用性。

表 12. 2019 年熊鷹占據率與偵測率可參考模型組

Model	AIC	ΔAIC	AIC wgt	Model Likelihood	Significant digits
psi(.),p(.)	202.60	0.00	0.4584	1.0000	8.1
psi(FO[1]),p(.)	204.97	2.37	0.1402	0.3057	9.2
psi(MIX[2]),p(.)	205.00	2.4	0.1381	0.3012	9.3
psi(CO[3]),p(.)	205.60	3.00	0.1023	0.2231	7.6
psi(BL[4]),p(.)	206.79	4.19	0.0564	0.1231	9.6
psi(.),p(W[5])	206.93	4.33	0.0526	0.1147	8.3
psi(.),p(WS[6])	206.95	4.35	05021	0.1136	8.7

[1] FO：森林利用土地所佔比例

[2] MIX：混淆林所佔比例

[3] CO：針葉林所佔比例

[4] BL：闊葉林所佔比例

[5] W：調查時天氣

[6] WS：風速

四、結論與建議

1. 本年度共於 18 樣區記錄 52 筆熊鷹，總共 60 隻次。由於人鳥距離較遠，因此只有 15.4 %的記錄可以分辨成幼，其中台東縣是八縣市中記錄筆數最多的行政區。
2. 調查結果經分析後，熊鷹的原始占據率為 0.2，偵測率為 0.354 ± 0.058，原始占據率經修正後為 0.343 ± 0.085。但樣區內森林比例、闊葉林比例、混淆林比例及針葉林比例等土地利用因子並不影響熊鷹之占據率，而天氣及風速不會影響熊鷹之偵測率。
3. 於調查期間同時紀錄到的留棲性猛禽中，全季記錄筆數及隻次數最多的是大冠鷲，有 297 筆共 390 隻次，其次是鳳頭蒼鷹 147 筆、173 隻次，第三為林鵰的 90 筆、108 隻次。
4. 考量目標物種之特性，本年度採取的調查方法可能試用於台灣中南部熊鷹監測系統建立，因此在下一階段的調查將會沿用此方式於濁水溪以北樣區的調查，並應用其結果作為全台熊鷹監測方法的建立。

五、參考文獻

王克孝，2004。台東縣熊鷹分布調查計畫。行政院農委會保育研究系列第 93~18 號。

何錦尚，2006。以地理資訊系統探討台東縣熊鷹之空間分布。屏東科技大學森林系碩士論文。85 頁。

何錦尚，2007。台東縣赫氏角鷹生態行為、棲地環境與族群分布研究計畫。林務局保育研究系列第 95-14 號。

何錦尚、王克孝、方敏慎、蔡偉勛，2007。台東縣熊鷹分布調查 2005 年度報告。台灣猛禽研究 7:29-41。

林文宏，2006。猛禽觀察圖鑑。遠流出版事業股份有限公司，台北。215 頁。

洪煜鈞，2009。台灣南部大型猛禽棲地利用及棲地適合度分布預測。屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。

孫元勳，2007。南、北大武山地區赫氏角鷹族群監測與獵捕壓力。行政院農委會保育研究系列第 95-02 號。94 頁。

孫元勳、黃永坤、洪孝宇、蔡偉勛，2014。高屏、台東地區熊鷹生態與非法獵捕狀況。2014 熊鷹保育論壇摘要集。

許皓捷，2016。台灣環境因子 GIS 資料庫 2016 年版。台南，台灣。

蕭慶亮，2001。台灣賞鷹圖鑑。晨星出版有限公司，276 頁。

蘇俊榮、王克孝，2005。台東縣熊鷹分布調查 2004 年度報告。台灣猛禽研究 4:1-8。

陳恩理，2019。台灣熊鷹長期監測系統建立。108 年度行政院農業委員會林務局林業發展計畫。107 林發-9.1-保-17(2)。

Bailey, L. L., T. R. Simons, and K. H. Pollock. 2004. Estimating site occupancy and species detection probability parameters for terrestrial salamanders. Ecological Applications 14:692-702.

Bailey, L.L., J.E. Hines, J.D. Nichols, and D.I. MacKenzie. 2007. Sampling design trade-offs in occupancy studies with imperfect detection: examples and software. Ecological Applications 17, 281-290.

Carlson, J.E., D.D. Piirto, J.J. Keane, and S.J. Gill. 2015. Estimating Site Occupancy and Detection Probabilities for Cooper's and Sharp-Shinned Hawks in the Southern Sierra Nevada. Journal of Raptor Research, 49(4):450-458

Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, S. M. Billerman, T. A. Fredericks, B. L. Sullivan, and C. L. Wood. 2019. The eBird/Clements Checklist of Birds of the World: v2019. Downloaded from https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/

Durso, A.M., J.D. Willson, and C.T. Winne. 2011. Needles in haystacks: Estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. Biological

Conservation 144, 1508-1515.
Fuller, M. R. and J. A. Mosher. 1987. Raptor survey techniques. In: Giron Pendleton, B. A., B. A. Millsap, K. W. Chine and D. M. Bird （eds.）. Raptor Management Techniques Manual. pp. 37-65. Natl. Wildl. Fed., Washington, D. C, USA.
Goldsmith, F. B. 2012. Monitoring for conservation and ecology. Springer, New York, USA.
Hines, J.E., 2006. PRESENCE2-Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC, Laurel, MD.
Kery, M., R.M. Dorazio, L. Soldaat, A. Van Strien, A. Zuiderwijk, and J.A. Royle. 2009. Trend estimation in populations with imperfect detection. Journal of Applied Ecology 46, 1163-1172.
MacKenzie, D.I. and J.A. Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. Journal of Applied Ecology 42, 1105-1114.
MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, B.L. Gideon, S. Droege, J.A. Royle, and C.A. Langtimm. 2002. Estimating Site Occupancy Rates When Detection Probabilities Are Less Than One. Ecology 83, 2248-2255.
MacKenzie, D.I., J.D. Nichols. 2004. Occupancy as a surrogate for abundance estimation. Animal Biodiversity and Conservation 27, 461-467.
Martin, J., W.M. Kitchens, and J.E. Hines. 2007. Importance of Well-Designed Monitoring Programs for the Conservation of Endangered Species: Case Study of the Snail Kite. Conservation Biology 21, 472-481.
Morimoto, S and T. Lida. 1992. Ecology and preservation of Hodgson's hawk-eagles. Strix 11:59-90
Poirazidis, K. 2017. Systematic Raptor Monitoring as conservation tool: 12 year results in the light of landscape changes in Dadia-Lefkimi-Soufli National Park. Nature Conservation 22: 17-50.
Skipper, B.R., C. W. Boal, J. Tsai, and M. R. Fuller. 2017. Assessment of Frequency and Duration of Point Counts When Surveying for Golden Eagle Presence. Wildlife Society Bulletin 41(2):212–223.
Specht, H.M., Reich, H.T., Iannarilli, F., Edwards, M. R., Stapleton, S. P., Weegman, M. D., Johnson, M. K., Yohannes, B. J., T. W. Arnold. 2017. Occupancy surveys with conditional replicates: An alternative sampling design for rare species. Methods Ecol Evol. 2017; 8: 1725– 1734.
Wintle, B.A., M.C. Runge, and S.A. Bekessy. 2010. Allocating monitoring effort in the face of unknown unknowns. Ecology letters 13, 1325-1337.

六、附錄

附錄 1、各樣區之棲地類型百分比

樣區編號	交通利用土地	公共利用土地	其它利用土地	建築利用土地	森林利用土地	水利利用土地	礦岩利用土地	農業利用土地	遊憩利用土地
774	3.43	0.51	3.07	5.59	43.83	3.79	0.01	39.38	0.38
775	2.01	0.06	4.21	1.88	69.03	2.20	0.00	20.28	0.34
776	2.03	0.07	6.54	1.01	50.68	10.76	0.63	28.22	0.05
805	1.53	0.00	2.86	0.28	82.17	0.96	0.00	12.18	0.02
806	1.79	0.10	2.86	1.27	84.69	2.73	0.00	6.53	0.01
808	0.50	0.00	4.15	0.12	76.86	5.53	0.00	12.84	0.00
818	2.02	0.12	3.09	0.86	51.42	6.66	0.21	34.15	1.46
837	0.93	0.00	9.07	0.10	79.24	2.00	0.00	8.65	0.00
838	1.19	0.00	5.27	0.22	81.60	2.20	0.00	9.52	0.00
839	1.42	0.01	4.02	0.31	88.96	1.87	0.00	3.34	0.07
840	1.59	0.05	6.42	0.51	67.22	5.16	0.00	18.99	0.05
841	0.97	0.03	10.48	0.49	68.15	7.68	0.11	11.99	0.11
851	1.61	0.13	2.54	0.82	58.11	3.24	0.00	33.25	0.31
871	1.97	0.12	6.04	0.70	66.49	3.56	0.00	21.12	0.00
872	1.73	0.04	13.41	0.48	71.92	1.24	0.00	10.99	0.18
873	0.49	0.00	18.88	0.06	76.77	1.24	0.00	2.56	0.00
885	0.20	0.01	5.13	0.32	88.84	2.00	0.00	3.49	0.00

905	3.09	0.09	1.34	1.76	42.23	1.28	0.00	50.20	0.02
906	2.09	0.10	7.20	1.09	57.44	2.94	0.00	29.07	0.07
907	0.84	0.01	4.99	0.73	63.89	7.01	0.15	22.37	0.01
908	0.79	0.00	18.85	0.42	63.35	6.08	0.04	10.48	0.00
911	1.83	0.03	5.12	0.83	69.63	4.84	0.00	17.71	0.02
920	0.20	0.04	0.43	0.16	92.01	0.65	0.00	6.52	0.00
924	1.21	0.00	9.77	0.88	71.92	0.14	0.00	16.07	0.00
938	1.43	0.01	5.85	0.49	79.60	0.80	0.00	11.82	0.00
939	1.53	0.10	3.67	0.75	85.40	0.45	0.00	8.10	0.01
940	0.80	0.01	13.24	0.25	78.90	3.18	0.00	3.59	0.03
941	1.63	0.18	5.28	0.47	91.52	0.24	0.00	0.40	0.27
942	0.45	0.02	16.70	0.16	73.02	6.26	0.00	3.38	0.01
952	1.28	0.16	1.39	1.41	76.17	2.92	0.19	16.46	0.02
955	0.79	0.00	5.30	0.08	92.40	0.08	0.03	1.32	0.00
967	2.71	0.05	1.79	2.05	41.77	2.00	0.00	49.58	0.04
969	1.45	0.12	3.30	1.45	74.10	0.99	0.00	18.52	0.06
982	2.88	0.17	2.83	2.14	52.96	3.42	0.00	35.43	0.18
998	0.20	0.02	6.17	0.15	88.57	2.85	0.00	2.03	0.01
999	0.31	0.00	0.10	0.16	92.98	1.03	0.00	5.41	0.00
1041	0.54	0.00	1.61	0.18	94.09	1.81	0.00	1.71	0.05
1043	0.60	0.01	1.95	0.58	80.12	1.17	0.00	15.57	0.00
1044	0.13	0.00	1.36	0.12	91.76	1.59	0.00	5.04	0.00
1045	2.93	0.06	8.91	1.74	58.52	1.06	0.00	26.51	0.27

1069	0.00	0.00	1.26	0.00	96.60	2.14	0.00	0.00	0.00
1072	0.32	0.00	7.71	0.11	82.12	2.20	0.00	7.55	0.00
1088	1.10	0.06	5.46	0.61	67.55	1.39	0.00	23.83	0.00
1091	0.76	0.00	7.01	0.19	87.90	1.47	0.00	2.68	0.00
1099	0.37	0.00	1.71	0.20	91.50	3.74	0.00	2.46	0.02
1119	1.51	0.15	1.27	0.60	75.65	2.99	0.00	17.72	0.11
1121	0.39	0.00	9.42	0.29	81.89	2.11	0.00	5.90	0.00
1122	0.26	0.00	2.15	0.14	96.06	0.81	0.00	0.58	0.00
1125	0.00	0.00	24.96	2.23	71.54	1.26	0.00	0.00	0.00
1130	0.12	0.00	0.05	0.00	99.06	0.18	0.00	0.58	0.00
1132	0.72	0.00	2.41	0.13	83.73	1.37	0.00	11.60	0.02
1149	0.44	0.04	0.65	0.14	94.20	1.12	0.17	3.21	0.03
1151	0.90	0.12	11.92	0.19	66.41	10.95	0.07	9.38	0.06
1155	0.07	0.00	22.83	0.02	74.19	1.98	0.12	0.79	0.00
1177	0.54	0.00	1.33	0.04	95.49	0.12	0.00	2.47	0.00
1178	0.87	0.07	4.74	0.39	80.41	3.78	0.00	9.68	0.06
1179	0.43	0.01	4.36	0.05	88.09	1.16	0.00	5.91	0.00
1184	0.40	0.06	14.03	0.26	77.16	1.19	0.00	6.90	0.00
1186	0.20	0.00	12.58	0.05	80.58	4.46	0.00	2.13	0.00
1190	0.14	0.00	0.95	0.03	96.37	0.92	0.06	1.53	0.00
1206	1.36	0.33	3.31	2.34	66.96	6.59	0.00	19.09	0.03
1207	0.46	0.00	2.03	0.16	85.04	1.65	0.00	9.00	1.66
1215	0.43	0.03	0.56	0.23	89.82	3.22	0.03	5.68	0.01

1218	0.21	0.00	4.72	0.06	85.90	1.09	0.00	8.02	0.00
1235	0.81	0.03	3.70	1.53	79.50	3.39	0.00	11.03	0.01
1296	0.50	0.09	1.04	0.31	91.81	1.59	0.00	4.65	0.01
1321	1.06	0.06	0.34	0.81	88.09	1.00	0.00	8.49	0.16
1337	0.31	0.00	0.49	0.04	95.24	2.27	0.00	1.65	0.01
1338	0.62	0.00	0.41	0.00	96.54	0.84	0.00	1.59	0.00
1344	0.72	0.06	1.75	0.22	87.28	2.57	0.00	7.24	0.15
1347	1.34	0.00	1.37	0.98	79.51	1.10	0.00	15.62	0.08
1367	0.11	0.00	1.20	0.08	95.54	0.53	0.00	2.53	0.00
1381	0.85	0.03	0.46	0.33	93.04	1.08	0.00	4.21	0.00
1388	1.23	0.25	0.80	1.95	76.67	2.11	0.00	16.82	0.18
1402	1.30	0.10	1.45	0.42	89.91	2.60	0.00	4.15	0.06
1403	1.46	0.11	5.19	0.63	87.11	2.54	0.00	2.68	0.28
1408	0.05	0.00	0.68	0.02	96.26	0.97	0.00	2.03	0.00
1422	0.37	0.05	4.01	0.21	90.28	2.87	0.00	2.21	0.01
1428	0.96	0.01	0.78	1.12	89.50	2.22	0.00	4.74	0.67
1441	0.64	0.01	1.44	0.08	93.24	0.60	0.00	4.00	0.00
1459	0.20	0.00	1.20	0.01	96.50	0.66	0.00	1.44	0.00
1464	1.48	0.21	1.35	0.47	82.19	3.58	0.00	10.70	0.02
1476	0.10	0.00	1.23	0.01	96.11	1.61	0.00	0.82	0.12
1481	0.98	0.01	2.14	0.10	81.91	1.16	0.00	13.71	0.00
1491	0.38	0.05	3.16	0.17	93.53	0.90	0.00	1.78	0.04
1496	2.23	0.29	3.30	1.48	77.09	3.56	0.00	12.04	0.01

1508	0.90	0.05	0.55	0.39	86.53	1.86	0.00	9.70	0.03
1518	0.46	0.00	2.46	0.00	91.37	2.67	0.00	3.03	0.00
1519	0.59	0.08	0.87	0.32	90.64	1.49	0.00	6.00	0.01
1528	0.82	0.04	0.74	0.23	90.92	4.12	0.00	3.12	0.00
平均値	0.97	0.05	4.72	0.59	80.54	2.48	0.02	10.53	0.09
標準差	0.76	0.08	5.12	0.80	13.64	2.10	0.08	10.75	0.25