

重要石虎棲地保育評析(1/2)

Assessment of the Critical Habitat of Leopard Cat (*Prionailurus bengalensis*) (1/2)



姜博仁、林良恭、袁守立

執行機關：東海大學熱帶生態學與生物多樣性研究中心

2015 年 7 月

目錄

目錄.....	I
圖次.....	IV
表次.....	V
摘要.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
一、 前言	1
二、 實施方法與步驟	4
(一) 現有台灣石虎之分布與族群現況圖.....	4
(二) 石虎棲地利用與分布預測分析.....	4
(三) 棲地與分布分析驗證.....	5
(四) 舉辦3次專家會議，劃設石虎重要棲地	6
(五) 石虎重要棲地劃設與保育建議.....	8
三、 台灣石虎分布與相關文獻回顧.....	9
(一) 古籍記錄.....	9
(二) 日治時期.....	10
(三) 1950-2000年.....	12
(四) 2000-2015年.....	12
四、 美國 ESA CRITICAL HABITAT 相關文獻評析	16
(一) 美國 ESA 關鍵棲地(CRITICAL HABITAT)介紹.....	16
1. <i>Critical habitat</i> (關鍵棲地) 概念.....	16
2. 施行規劃準則.....	16
(二) 美國貓科動物 CRITICAL HABITAT 案例研究	17
1. <i>Canada lynx (Lynx canadensis)</i>	17
2. <i>Jaguar (Panthera onca)</i>	20
五、 專家會議.....	23

(一)	專家邀請.....	23
(二)	專家會議結論.....	24
1.	工作架構.....	24
2.	石虎棲地階層布局定義與準則.....	25
3.	已知石虎分布區.....	26
4.	石虎重要棲地.....	26
(1)	關鍵棲地.....	26
(2)	潛在棲地.....	26
(3)	可能棲地.....	27
六、	石虎棲地預測分析.....	28
(一)	棲地因子.....	28
(二)	石虎已知分布點.....	30
(三)	MAXENT 分析預測.....	32
1.	適合棲地分佈預測.....	32
2.	棲地因子與石虎出現機率.....	37
(四)	石虎可利用之適合棲地.....	38
(五)	石虎重要棲地.....	39
(六)	棲地野外驗證.....	43
七、	石虎重要棲地保育與經營管理對策.....	45
(一)	棲地面積與石虎族群數量.....	45
(二)	棲地面積與石虎族群數量.....	46
(三)	經營管理與保育對策.....	46
1.	族群角度.....	46
2.	棲地角度.....	48
八、	結論與建議.....	50
(一)	結論與保育建議.....	50
(二)	石虎重要棲地後續保育研究建議.....	52
九、	參考文獻.....	54

附錄一、第一次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論	58
附錄二、第二次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論	62
附錄三、第三次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論	66
附錄四、棲地因子圖層	70
附錄五、審查意見與回覆.....	82

圖次

圖 1、1936 年高砂族調查書中於 1933 年調查石虎狩獵數量，以圓圈大小與數量成比例顯示，中間白色區域為海拔 1,500M 以上山區，圓圈位置為部落位置，並非實際狩獵到石虎或山貓之位置，狩獵區域應為該部落傳統狩獵領域，且僅針對當時之『高砂族』部落進行調查.....	11
圖 2、左圖為近 20 年石虎出現地點（藍色圓點），紅色問號表示無座標之紀錄，只能呈現大約地點，右圖為將出現地點套用 3500M 緩衝範圍（藍色區域）。底圖為海拔，綠到棕到白為由低到高.....	32
圖 3、執行 20 次 MAXENT 之後，石虎出現機率平均值（左）與最大值（右）.....	33
圖 4、執行 20 次 MAXENT 之後，RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC (ROC) 曲線.....	34
圖 5、石虎適合棲地分佈範圍（綠色）.....	35
圖 6、石虎適合棲地分佈範圍（綠色）套疊石虎出現樣點（紅點）.....	36
圖 7、石虎可利用之適合棲地分佈範圍（綠色）.....	40
圖 8、石虎可利用之適合棲地分佈範圍（綠色），緩衝距離 178M 後（1 平方公里尺度）。.....	41
圖 9、石虎重要棲地，包括關鍵棲地（紅色區域）與潛在區域（紫色區域），以及石虎可能棲地（綠色區域）.....	42
圖 10、15 處自動照相機樣點（中心黑點綠色圓圈）.....	44

表次

表 1、石虎棲地階層布局.....	25
表 2、石虎出現紀錄資料來源統整.....	31
表 3、台灣與其他國家之石虎密度估算.....	45

摘要

回顧台灣石虎分布文獻，台灣石虎過往分布全島海拔 1500m 以下山區，由於美麗的皮毛，持續面臨很高的皮毛交易與狩獵壓力，日治時期狩獵調查曾有一年 1,150 隻的紀錄。推測於 1960 年代之後，面臨低海拔淺山棲地快速消失以及狩獵壓力，開始在台灣各地區陸續減少然後區域性滅絕，現今僅存苗栗、台中與南投三縣市淺山地區仍有石虎出沒，面臨(1)嚴重的棲地破碎化與消失以及(2)盜獵毒殺導致高死亡率兩大威脅，族群呈現逐年減少與分布萎縮的趨勢。如果保護區僅能在國有林班地設立，私有地石虎棲地一樣面臨開發壓力，而在盜獵與毒殺部分，如無具體保護區巡守以及法律執行作為來降低人為死亡率的話，石虎的族群恐怕一樣會繼續萎縮，然後消失，步上台灣雲豹 (*neofelis nebulosa*) 絕種的後塵。

針對石虎主要棲地多是私有地而不易納入石虎保護區來保護棲地的困難，本計劃參考美國 Endangered Species Act 中的 critical habitat (關鍵棲地) 作法，進行瀕臨絕種保育類石虎 (*Prionailurus bengalensis*) 劃設關鍵棲地前期分析。總共進行 3 次專家會議，討論劃設與分析方式，將石虎棲地階層布局定義為石虎重要棲地與石虎可能棲地，其中石虎重要棲地包括『關鍵棲地』以及『潛在棲地』，關鍵棲地即現有石虎分布區，潛在棲地為相鄰關鍵棲地，目前因缺乏調查而無石虎發現記錄，但很有可能還有石虎分布或可作為既有石虎族群成長往外擴散的棲地，石虎可能棲地則為石虎重要棲地之外，適合石虎生存的棲地。

蒐集 227 個有座標的石虎出現地點，主要為自動照相機調查記錄，亦包含部分路殺、救傷與目擊記錄，透過石虎分布點加上 3,500m (最大活動範圍直徑) 緩衝範圍為石虎出現範圍但這亦納入了不適合棲地。透過 MAXENT 進行分析，產出石虎可利用之適合棲地範圍，與石虎分布範圍交集後產生僅包含石虎適合棲地的已知石虎分布區，也就是關鍵棲地 (面積 1,688km²)，並繼而產出潛在棲地 (面積 1,517km²)，總計 3,206 km² 的石虎重要棲地。

依據苗栗通宵的石虎密度估算，關鍵棲地 (已知石虎分布區) 約有 354 - 524 隻石虎，但可能造成高估的因素包括假設石虎全區密度均質、棲地連續且

涵蓋周遭 178m 可能非適合棲地的緩衝區域，但通宵地區的石虎卻是相對較高密度，而數量估算亦非有效繁殖族群，因此關鍵棲地內的石虎族群低於最小可存活族群量建議範圍 500-1000 隻，現今石虎族群亦處於下降的趨勢。部分潛在棲地區域應該有石虎，但因為缺少調查，無法確認而未納入分布區面積基底，建議應儘速加強調查這些區域並加以評估，現階段保育目標應朝向讓石虎族群恢復成長趨勢，並可以逐漸擴展到這些潛在棲地，以在總計 3,206 km² 的石虎重要棲地中可以至少有 673–994 隻石虎，避免陷入滅絕漩渦。

根據棲地分析結果以及分布特性，以及關鍵棲地分析，提出族群與棲地兩種角度切入的石虎經營管理與保育策供參考，後續應針對這些策略與需要加強部份，持續進行相關保育行動、調查監測與試驗研究，了解關鍵因子，方能進行有效的石虎保育工作。

關鍵字：石虎重要棲地、關鍵棲地、潛在棲地、族群數量、石虎保育

ABSTRACT

Leopard cats (*Prionailurus bengalensis*) were distributed throughout Taiwan at altitudes below 1,500m before. Due to beautiful pelt, leopard cats experienced high pressure of hunting for pelt and were once documented 1,150 leopard cats hunted in a year during the Japanese Colonial Period. It is suspected that the population started to decrease and extirpated in various area after 1960s because of loss of habitat and over hunting. Now leopard cats occur only in lowlands of Miali, Taichung, and Nantou. Habitat fragmentation and loss plus the high anthropogenous mortality by hunting and poisoning are the 2 key factors threatening leopard cat population. Leopard cat population is decreasing and distribution range is shrinking. It is likely to extinct if no further conservation actions are taken, particularly protection in private lands and reducing anthropogenous mortality.

Since leopard cat habitat occurs mostly in private lands, this project conducted preliminary analysis of critical habitats of leopard cats following the concepts of critical habitats from the U.S. Endangered Species Act. Total 3 expert meetings were held to discuss the principles and protocols for designating critical habitats of leopard cats. Suitable leopard cat habitat will consist of Leopard Cat Important Habitat (LCIH) and possible habitat. The LCIH is comprised of critical habitat and potential critical habitat of leopard cats. Critical habitat is current leopard cat distribution range within the suitable habitat. While potential critical habitat is suitable habitat adjacent to the critical habitat and is where leopard cats likely to occur or disperse to establish new population.

227 leopard cat occurrence locations were collected. Most were from camera trapping with some from road kills, rescue, and sighting. MAXENT was used to predict leopard cat suitable habitat. Areas of suitable habitat within 3,500m buffer of the leopard cat occurrence localities were the current known range of leopard cats and defined as critical habitat. The area of critical habitat is 1,688km². The adjacent potential critical habitat is 1,517km². Total LCIH area will be 3,206 km².

The number of leopard cats was estimated to be between 354 and 524 based on the density estimate from radio tracking and camera trapping data in Miaoli

Tunghsiao. This may be higher than the actual number as densities were assumed to be even and the habitat was continuous. In addition, density in Tunghsiao was likely higher than the other areas. The effective population size is likely even lower and may not meet the minimum viable population requirement. Investigations of leopard cat populations in the potential critical habitats is urgently needed to confirm their occurrence. The current conservation goal is to turn the current leopard cat population into growing and capable of disperse to adjacent potential critical habitats. Thus, at least 671 – 994 leopard cats could survive in the 3,206 km² LCIH to avoid extinction vortexes.

Management and conservation strategies were proposed based on the habitat analysis and current distribution in the aspects of population and habitat. Future researches and actions should be conducted following these suggestions to understand the critical factors so that conservation of leopard cats could be effective.

Keywords: Leopard cat important habitat, critical habitat, potential critical habitat, population size, leopard cat conservation

一、前言

石虎 (*Prionailurus bengalensis*) 於生態系食物鏈中屬於頂層的消費者，有極重要的生態與保育價值，為健全生態系之指標物種。過去在台灣普遍分布於全島低海拔山區(Kano 1929, 1930, 陳兼善 1956)，近年記錄更僅只於苗栗縣、台中市、南投縣仍有記錄，10~20 年前仍有石虎記錄的嘉義縣與台南縣已多年不再有任何石虎記錄，顯示此物種的分布範圍逐年縮小，族群日趨危急。行政院農業委員會於 1989 年將石虎公告為『珍貴稀有』保育類野生動物，於 2008 年再將石虎從原先之『珍貴稀有』保育類等級提升為第一級『瀕臨絕種』保育類。

然而石虎主要分布與利用棲地以低海拔淺山地區為主，並且相當靠近人類活動與居住地區，特別是農地與森林鑲嵌的環境，由於此種環境接近住家，加上附近環境天然，觀光業發展與農地買賣對石虎的棲地形成巨大的開發與買賣壓力，石虎棲地越來越壓縮與破碎化(裴家騏和陳美汀 2008)。現有保護區系統多集中於中高海拔山區，並非石虎主要棲地(Chiang 2007, 裴家騏和陳美汀 2008)，顯對石虎之保護相當不足。

新竹林區管理處於 2014 年委託屏東科技大學野生動物保育研究所裴家騏教授針對苗栗地區劃設石虎野生動物重要棲息環境進行相關工作。然而此計畫主要針對現有台灣石虎主要分布地區的苗栗地區進行劃設評估，尚未考量台灣石虎其他地區之族群，以石虎目前瀕臨絕種族群現況、面臨棲地消失威脅，每一個現有重要分布區域都應加以評估其保護與經營管理，另外法定保護區之劃設，私有地要納入法定保護區有極大之難度，但石虎主要之分布與棲息環境卻又多數屬於私有地，因此石虎保護區之努力，實應有不同之執行方式。國際鳥盟 (BirdLife International) 於 1980 年代中期提出「重要野鳥棲地」(Important Bird Areas, 簡稱 IBAs) 的概念，目的是保護全球對鳥類保育有關鍵性意義的地點。歐盟甚至規定，將國際鳥盟選出的 IBA 條列在歐盟的野生鳥類保育條款中，列為特殊保護區看待。1989 年在歐洲地區首創 IBA 計畫，目前已有兩千多個 IBA 據點。這些 IBA 遍佈歐洲、亞洲、非洲及美洲地區，台灣也於 1999 年由中華民國野鳥學會啟動，在農委會的協助下，將 IBA 的觀念引進國內，陸續完成台灣 59 處重要野鳥棲地 IBA 之劃設(社團法人中華民國野鳥學會 2008)。依 IBA 國際共用的劃設準則，共區分為四大類 (同一處 IBA 被劃設的準則可能多於一類)：

A1 準則：保護對象為全球性受威脅鳥種 (Globally Threatened Species)。

A2 準則：保護對象為侷限分布鳥種 (Restricted-range Species)。

A3 準則：保護對象為特定生態群系 (Biome-restricted Assemblages)。

A4 準則：保護對象為群聚性鳥種 (Congregations)，如大量過境或度冬的候鳥。

然而 IBA 準則是針對生態系或以鳥類群聚的角度去劃設，並非針對單一物種，以此石虎關鍵棲地的劃設準則，雖可參照民間劃設精神，但需針對瀕臨絕種物種的生態與永續存活來考量。

美國瀕危物種保育法 (Endanger Species Act, ESA) 中，針對瀕危物種所劃設的『關鍵棲地』(critical habitat)，是針對受脅或瀕危物種所劃設公告，指的是『具有保育該物種基礎必要特徵而可能需要特殊管理與保育之地理區』，可以是該物種有分布之區域，但對於該物種恢復族群有其必要性之時，亦可將目前無該物種分布之區域劃設為關鍵棲地。ESA 關鍵棲地，並非法定之保護區，因此即使是私人擁有之土地亦可劃設列入關鍵棲地，其法律上僅對在該關鍵棲地上之任何有可能影響瀕危物種之行為且為聯邦所執行、聯邦預算或需聯邦政府核可，規定需與聯邦政府主管野生動物保育之機關進行諮詢，以減輕對瀕危物種之衝擊。雖然並未對劃設為瀕危物種關鍵棲地之私人土地上開發有任何限制，但大面積之伐木、採礦或開發行為，通常需有聯邦政府之核准，因此亦必須遵守關鍵棲地相關法律規定，與主管野生動物保育機關進行諮詢，以降低對瀕危物種之影響。透過公告瀕危物種關鍵棲地的方式，且可以納入私人土地，僅規範與聯邦政府有關之開發行為，達到保育瀕危物種與兼顧私人地主權益的雙贏局面。美國瀕危物種保育法 (Endanger Species Act, ESA) 中，針對瀕危物種所劃設的『關鍵棲地』(critical habitat)，最接近本計劃擬劃設的石虎關鍵棲地的概念。因台灣目前法律並無類似之設計與規範，因此，本計劃擬以重要野鳥棲地 IBA 的民間劃設精神，參考美國瀕危物種保育法 (Endanger Species Act) 中，針對瀕危物種所劃設的『關鍵棲地』(critical habitat) 方式，經由專家學者會議討論，劃設石虎關鍵棲地，由於是民間進行討論劃設方式，因此私有地納入法定保護區之困難挑戰比較不易產生爭議，雖然不具有美國瀕危物種保育法 (Endanger Species Act) 中，針對瀕危物種所劃設的『關鍵棲地』的法律強制性，但卻可以提供作為未來任何於這些石虎關鍵棲地內之開發，相關生態影響評估應當加以納入對石虎衝擊之參考與考量，以減輕對石虎族群之影響，提供另外一層對石虎保育之幫助，並期待未來台灣野生動物保育法，能夠針對非保護區之『關鍵棲地』保育方式，進行修法的考量。

本計劃目的為：

1. 彙整文獻與過往石虎調查研究資料。
2. 召開3次專家會議，討論並劃定石虎關鍵棲地，提供保育主管機關參考。
3. 針對石虎關鍵棲地提出相關保育與經營管理對策，提供保育主管機關參考。

二、實施方法與步驟

(一) 現有台灣石虎之分布與族群現況圖

蒐集過往臺灣石虎分佈之調查研究資料，以作為分佈變化呈現與棲地分析之資料。根據收集彙整之石虎出現記錄與出現地點座標與時間資訊，以及文獻調查研究成果，以及後續之調查驗證結果，考量石虎族群與活動範圍，將每一點位予以擴充範圍(buffer)，去除不適合棲地(如市鎮、人工建物等)，製作石虎現況分布圖，作為專家會議討論石虎重要棲地參考資料。

(二) 石虎棲地利用與分布預測分析

進一步結合相關環境棲地因子圖層，使用統計模式進行分析石虎棲地利用與分布模式，並透過地理資訊系統產生分布模式與適合棲地分布圖。分析探討之棲地因子包括植被、土地利用、道路、海拔、坡度、坡向、溪流、植生指數、日照、人類活動等相關環境因子，並以石虎平均活動範圍為尺度進行相關因子計算，並套用地景分析，以Fragstats(McGarigal et al. 2012)產生地景衍生因子，彙整進行分析。此分析主要為較大尺度之空間分析，以應用於石虎重要棲地之劃設，因此並非針對小尺度之微棲地利用進行分析，因小尺度微棲地之分析，主要應用於小範圍內棲地品質之經營管理與改善等相關工作。

因石虎極其稀有與隱密，加上容易與麝香貓(*Viverricula indica taivan*)與野貓搞混，因此幾乎沒有可信的目擊觀察記錄。目前石虎主要的出現記錄資料中，出現座標精度較高可以應用於棲地與分布分析的記錄來源，主要包含自動照相機、路殺與救傷，其中又以自動照相機為最主要的紀錄來源，其中自動照相機的紀錄，除了提供確切的出現證據，其亦額外提供石虎出現頻度的資訊，是調查石虎最佳的工具。

現今分布預測模式有相當多種，各有其前提假設、適用範圍與不同之優缺點。因此本研究擬透過多模式分析，結合多模式分析結果，針對石虎棲地利用與分布模式預測，進行討論比較，以期產出信賴度更高之分布預測與棲地利用資訊(Araujo et al. 2005, Araujo and New 2007, Crossman and Bass 2008, Marmion et al. 2009)。

而目前經常利用於棲地與分布分析之統計模式與方法，主要區分為三大類分析方式，第一

類為僅使用出現點位(presence)，可納入救傷、路死等資料，包括 Maximum entropy modeling (MAXENT) 以及 Ecological niche factor analysis (ENFA)，第二類為將沒有調查到出現的資料納入分析，考量未發現亦會代表某些生態與分布上之資訊，包括 Occupancy Analysis(MacKenzie et al. 2006)以及 Logistic Regression，但 Occupancy Analysis 需仰賴調查資料同步進行調查，以石虎的自動照相機資料橫跨多年且多非同時進行，拍攝工作日與次數亦不夠鍋，因此可能難以適用，第三類進一步將出現頻度納入分析，雖然自動照相機提供動物拍攝頻度，但石虎在台灣族群稀少，每一樣點拍攝張數通常很少，此類方法即使採用也不一定會有較佳之結果。評估石虎的出現資料可能的品質與因稀少而有較低的拍攝張數，擬評估採用之統計模式與分析，原規劃中主要採用之分析方法為 MAXENT、ENFA 以及 Logistic Regression。然而經過相關文獻回顧，MAXENT 在預測分析上比 ENFA 還好(Phillips et al. 2006, Peterson et al. 2007)，加上 Logistic Regression 需要很多不出現的樣點，一來這樣的資料難以彙整全台灣既有資料，二來這些沒拍到石虎的樣點並無法保證石虎不出現，尤其是自動相機工作時不足之樣點，可能為 false absence，用在 logistic regression 分析可能會造成偏差，經過專家會議討論，以 MAXENT 分析即已足夠，因此本計劃僅以 MAXENT 分析石虎分布。

MAXENT 僅使用動物出現點位，結合棲地因子圖層，以產出動物分布預測圖(Phillips et al. 2006)，在使用 presence 資訊之分布預測模式中有較好的預測結果(Phillips et al. 2006, Peterson et al. 2007)，特別是僅有小樣本的應用狀況(Wisz et al. 2008)都有不錯的表現，對於資料少的瀕臨絕種動物如石虎相當適合（如包含部分救傷、路死記錄等都可納入進行分析），且其較不會有超算過度預測之情形(Phillips et al. 2006)，適合擬定石虎重要棲地所用。使用之軟體為 MAXENT 3.3.3k (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/MAXENT/>)。

模式預測的另外一個目的，是提供分布趨勢、影響分布之棲地因子、探究棲地利用、改變預測模式某些因子探究分布變化之可能趨勢，這些都可以作為石虎重要棲地劃設之參考資訊。因此以上棲地利用與分布模式預測，主要目的乃作為石虎重要棲地劃設參考，包括棲地利用喜好、分布趨勢與變化、預測分布範圍的連續性與破碎性等等。

(三) 棲地與分布分析驗證

驗證主要分為兩部分：

1. 資料分組

使用 MAXENT 分析石虎適合棲地時，將彙整之石虎調查資料，區分兩組，以 80% 作為統計預測模式建立所用，另外 20% 則作為驗證模式準確度。

2. 野外驗證

藉由資料分組，其實在統計模式上已經提供一定程度之驗證。規劃之野外驗證，若在既有確知有石虎之分佈區再度執行自動照相機驗證，實務上意義並不太大，因石虎為瀕臨絕種保育類動物，在野外驗證上，以預測適合棲地區域中，選取面積較大較連續之適合棲地但近年無石虎確認記錄且較為缺乏調查之區域，以及相鄰既有已知石虎分佈區的適合棲地而很有可能還有石虎的區域，進行短期自動照相機調查，同步達到補充石虎族群資訊較為不足的部份。因此，本計劃將選擇非已知既存石虎記錄區域但預測為石虎適合棲地 2~4 處進行野外探勘與調查。

驗證主要採用自動照相機，數位自動照相機主要使用的 Keepguard KG760NB 與 KG780NV，該相機具有錄影功能，使用被動式紅外線感應器，為熱與動作感應的形式，也就是在有感應到動物移動時才會觸發，以內建的 500 萬 (Keepguard) 畫素鏡頭拍攝照片或錄製影片。配合感應器設計，拍攝獸徑動物的數位相機以低高度 (約 30-50cm) 架設，以 10~20 度略微朝下，水平感應穿越獸徑之動物(姜博仁等 2009)。於收回記憶卡時，檢查是否有拍攝到石虎。

(四) 舉辦 3 次專家會議，劃設石虎重要棲地

劃定石虎重要棲地之準則考量以下層面：

1. 考量石虎各項生態棲位的需求，包括食物、植被、掩蔽、繁殖、狩獵等等。
2. 以一個石虎小族群，至少 10~20 隻以上的尺度加以考量。例如，每一筆近期之出現記錄，都可能表示該區域有小族群，以此出現點位的周遭可容納 10~20 隻石虎之範圍作為考量，包括現有石虎已知分布現況，以及根據棲地分析與預測模式之重要棲地因子，棲地品質則以預測模式之石虎出現機率狀況作為評估棲地品質之準則。

3. 考量是否納入對於石虎未來保育或族群復育有幫助，但現今沒有調查資料或沒有近期石虎出現記錄之適合棲地，討論評估也將其納入石虎重要棲地在保育上的助益。
4. 考量人為活動、村莊、市鎮等之可能影響（政經層面是否考量）。
5. 盡可能訂定可量化之準則，並參考分布模式與棲地分析結果，用以評估石虎重要棲地候選名單的相對重要性。

本計畫將參考並彙整以下資料：

1. 美國劃設瀕危物種關鍵棲地相關報告或文獻。
2. 對於石虎生態、棲地需求與保育之相關文獻。
3. 國內對於石虎之分布調查、相關生態研究、救傷記錄等科學性資訊。

綜合彙整以上資料之後，擬定石虎重要棲地劃定準則，提交專家會議討論修改並確認。專家會議邀請熟悉石虎生態與保育之相關專家學者與經營主管單位代表人員 6~8 位，參與石虎重要棲地 ILCA 專家會議，針對石虎重要棲地公告進行有關劃設準則、石虎生態與分布資料、石虎重要棲地範圍與區域進行討論。邀請專家以有石虎或食肉目動物相關保育研究經驗或執掌石虎相關保育業務經驗者為主，包括大專院校學者、林務局主管機關、特有生物研究保育中心、民間專家人士等。而根據三次專家會議不同之討論內容，可斟酌邀請不同領域之專家。

三次專家會議擬討論之主題為：

1. 第一次專家會議主要針對石虎生態與分布分析之彙整分析資料，擬定石虎重要棲地劃設準則，作為下一次專家會議討論遵循之準則。
2. 第二次專家會議根據第一次會議討論出之劃設準則，以及最新之石虎生態、棲地利用、分布預測等結果，針對石虎重要棲地提出候選名單。本計劃研究人員，則同步針對此候選名單，開始擬定石虎重要棲地經營管理策略方案草稿，提供下一次專家會議審核。
3. 第三次專家會議則根據第二次會議提出之石虎重要棲地候選名單進行確認與因應調整，以及最新提出之石虎重要棲地經營管理與保育策略草稿進行審核、修改，完成石虎重要棲地公告以及石虎重要棲地保育經營管理方案提供給主管機關作為石虎保育之參考。

(五) 石虎重要棲地劃設與保育建議

完成石虎重要棲地範圍建議圖以及石虎重要棲地保育對策報告提供給主管機關作為石虎保育之參考。

三、台灣石虎分布與相關文獻回顧

石虎是亞洲的小型貓科動物中分布最廣泛的物種，分布地區由亞洲東北部中俄邊界的黑龍江流域、日本（對馬山貓和西表山貓為不同亞種）、韓國，往南到中國大陸、台灣、海南島、越南、柬埔寨、寮國、泰國、緬甸、以及東南亞的菲律賓、馬來西亞和印尼，往西分布到印度、喀什米爾和巴基斯坦北部。但近幾十年來，人類對於環境的開發與利用，導致自然棲地的減少、破壞和破碎化，以及道路開發所產生的各種現象，如路死（road kill）、非法捕獵、外來種的入侵等，都對石虎族群有所影響(Rajaratnam et al. 2007, Izawa et al. 2009, Rho 2009)。

在台灣，針對石虎的科學調查研究，於近 10 年因警覺石虎瀕臨絕種，逐漸獲得重視。雖然一些臺灣地方志中或多或少有提到石虎或山貓，但比較有針對石虎進行科學性的紀錄與調查始於日治時期。以下整理與台灣石虎有關之文獻記錄，依年代從最早開始依序列出：

（一）古籍記錄

最早於 1685 年之臺灣府志(蔣志)中，提到『山貓』一詞，描述『似家貓而大』(蔣毓英 1685)。

1752 年『重修臺灣縣志』、1764 年『重修鳳山縣志』、1830 年『彰化縣志』、1852 年『噶瑪蘭廳志』都有提及『山貓』一詞，描述『取其毛以束筆，微短而軟』，而 1871 年『淡水廳志』在山貓之描述卻額外形容『山貓，毛可作筆，微短而軟，亦名筆貓』，但『噶瑪蘭廳志』除了描述使用山貓毛做筆，其另外亦提及『七仔貓』，雖然『七仔貓』有可能意指麝香貓，卻沒有描述使用麝香貓毛做筆，近代有說法指出『筆貓』為麝香貓之別名，但是否有可能『筆貓』實際上指的是石虎，而非麝香貓，卻肇因於近代石虎數量漸少，或許逐漸改用麝香貓毛代替之，因此有麝香貓別名筆貓之說法。若確實使用石虎毛做筆，則當時石虎應面臨不小的狩獵壓力。

至於 1807 年『續修臺灣縣志』、1837 年『噶瑪蘭志略』、1897 年『苑裏志』、1898 年『樹杞林志』則皆只提及『山貓』一詞。

1891 年『臺陽見聞錄』在『獸類』一章中描述『瑯嶠貓』為『瑯嶠山生番所居產貓，形與常貓無異；惟尾差短，自尻至末大小如一。咬鼠如神；名瑯嶠貓，又名番貓，頗難得。』(唐贊袞 1891)，若是指石虎，則顯示當時恆春半島有石虎分佈。

台灣地方志古籍中最早提到『石虎』一詞者為 1894 年沈茂蔭所著之『苗栗縣志』的毛屬一章中描述『石虎』為『頭似貓，尾長，有花文。能升木。重不滿十觔。威振。犬莫敢近。』，也同時另外描述『山貓』為『形似貓而聲異』，並於幣屬一章中提到『石虎皮』一詞(沈茂蔭 1894)。

(二) 日治時期

1929-1930 年鹿野忠雄描述石虎於『台灣全島並不稀少，主要分佈於低海達拔的山地，高約 1,300 - 1,400m 處』，並描述石虎會侵襲原住民所養的雞(Kano 1929)，產於全島，但因地方不同，有的地方很少(Kano 1930)。

1932 年堀川安市所著之台灣哺乳動物圖說則描述石虎分佈於全島普通平地原野山麓 1500m 以下，會捕食山間家的雞，原住民會捕獵食用以及利用皮毛，書中並列出了 1 筆大溪以及 1 筆埔里的石虎採集測量記錄(堀川安市 1932)。

高砂族調查書第二編生活一書中，描述 1933 年的狩獵調查(台灣總督府警務局理蕃課 1937)，在臺北州、新竹州、臺中州、高雄州、臺東廳及花蓮港廳各社都有或多或少之『山貓』狩獵記錄，總數達 1,153 隻。根據各社位置，依其山貓捕獲數量相對比例之圓圈大小呈現捕獲數量分布圖如次頁圖 1，唯此圖呈現為部落位置，並非實際狩獵到石虎或山貓之位置，狩獵區域應為該部落傳統狩獵領域，且此調查書僅針對當時之『高砂族』部落進行調查。而由堀川安市描述原住民會利用皮毛(堀川安市 1932)，推測當時石虎的皮毛可能有一定數量的買賣交易。

1936 年 8 月 25 日臺灣日日新報，報導一則『竹山庄勞水坑人，欲捕山貓墜崖斃命』，顯示在南投竹山地區，當時仍有石虎分佈，另外同年之『臺中州概觀』一書中描述了東勢街上石虎皮每張 1.5 元 (引用自李璟泓先生整理資料，網址 <http://taiwanleopardcat.pixnet.net/blog/post/305702370>)，加上高砂族調查書中的高山原住民石虎狩獵，顯示當時不管是高山原住民以及當時非高山的地區，都有一定的石虎狩獵壓力，可能都對區域性石虎族群有一定的衝擊與影響。

1940 年黑田長禮在 1940 年所著之日本哺乳類圖說(Kuroda 1940)，石虎分佈資訊基本上引用堀川安市 1932 年著作，但描述了 2 筆台北州與 1 筆埔里的採集測量記錄。另外，鹿野忠雄在雪山的研究(Kano 1940)亦說明石虎分佈海拔介於 0-1,500m 之間。

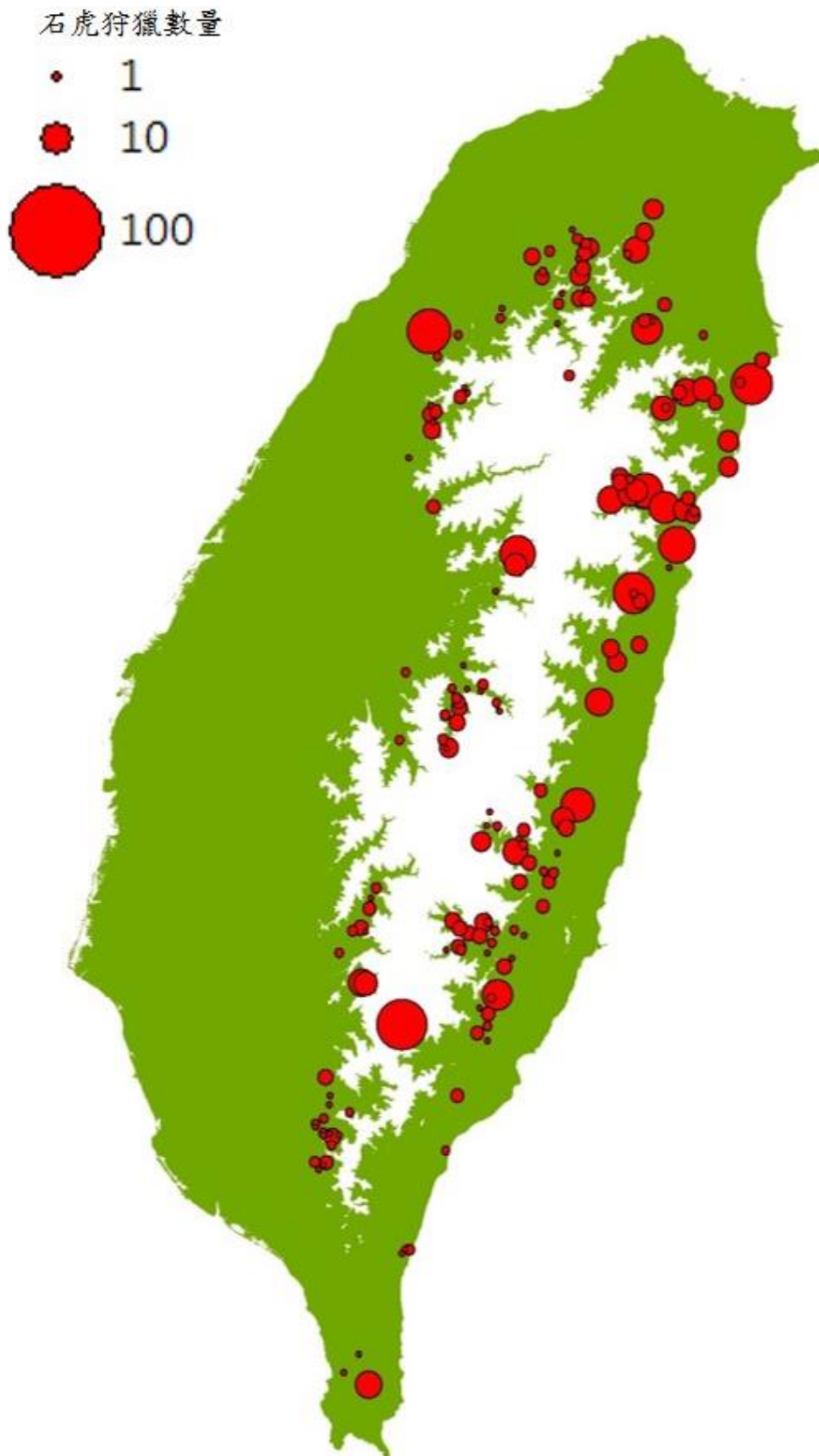


圖 1、1936 年高砂族調查書中於 1933 年調查石虎狩獵數量，以圓圈大小與數量成比例顯示，中間白色區域為海拔 1,500m 以上山區，圓圈位置為部落位置，並非實際狩獵到石虎或山貓之位置，狩獵區域應為該部落傳統狩獵領域，且僅針對當時之『高砂族』部落進行調查

(三) 1950 - 2000 年

臺灣脊椎動物誌描述石虎為全島分佈(陳兼善 1956)，在 1974 年觀光局委託麥凱勒博士調查臺灣中大型哺乳動物，說明石虎雖然只有部分地區常見，但仍然全島性分布(McCullough 1974)，但資料來源主要為訪談記錄。1986 年的山產店調查報告，調查到 38 隻石虎的交易量，調查的 47 家山產店有 8 家回答有石虎(王穎 1986)。1988 年的山產店調查，127 家山產點僅有 16 家有經營石虎，比例從 1986 年的 17% 下降到 12.6%，中間商皆認為石虎很少，減少程度高居一、二位(王穎 1988)，當時石虎族群很有可能已經正在快速減少當中。

若以過往新聞報導資料作為輔助石虎出現的歷史紀錄，可提供部分地區石虎可能的區域性的消失點。根據李璟泓先生整理之剪報資料(引用自網址 <http://taiwanleopardcat.pixnet.net/blog/post/305702370>)，記錄了 1968 年 9 月一位台中民眾在台東買到一隻臺灣山地產的石虎，1985 年 2 月在烏來山區有捕獲石虎並在台北市市場中販售，同年 12 月在木柵山區捕獲潛入農舍吃雞的石虎，1987 年報導了苗栗縣通宵鎮使用獸夾捕獲石虎，1988 年 12 月則有報導雲林縣古坑鄉捕獲一公一母石虎，同年同月份亦報導苗栗縣通宵鎮有市民使用獵犬捕捉侵入雞舍鴨舍之石虎並食之，1992 年 2 月有民眾在龜山鄉林口台地同樣將侵入雞舍的石虎捕捉，1994 年 2 月則有報導民眾飼養之石虎，係飼主於 3 年多前向阿里山地區原住民所購買而來。

(四) 2000 - 2015 年

農委會特有生物研究保育中心根據救傷與自 2002 年 1 月到 2004 年 12 月的調查結果指出，石虎在台灣西部還有少量零星分布，以在嘉義至苗栗間的低海拔丘陵地帶有較多的紀錄(楊吉宗等 2004)，屏東科技大學野生動物保育研究所裴家騏教授與陳美汀研究員則於新竹與苗栗地區針對石虎進行調查研究，同樣發現石虎於新竹縣已經消失，僅於苗栗的淺山地區上有稀少之族群(裴家騏和陳美汀 2008)，南投地區於 2014 年進行海拔 500m 以下的調查，發現在南投縣 8 個鄉鎮市的 34 個自動照相機樣點有拍攝記錄，其中以集集、中寮有最多分布點，如果加上其他單位過去 15 年間在南投縣內的石虎分布點資料，石虎在南投縣 13 個鄉鎮市皆有分布，但以集集、中寮及周邊地區為主要分布地區(劉建男 2015)。而近年許多其他地區有使用自動照相機進行之調查研究，包括嘉義、台南、屏東、高雄、台東、花蓮等其他縣市之淺山或低海拔地區都沒有發現石虎(Pei 2004, 裴家騏和姜博仁 2004, Chiang 2007, Chen et al. 2009, 姜博仁等

2012, Chiang et al. 2015) (陳清旗 未發表資料)，顯示石虎目前僅分布於苗栗到台南間的低海拔丘陵地，且為破碎零星的族群狀態(楊吉宗等 2004, Chiang 2007, 裴家騏和陳美汀 2008, 劉建男 2015)。由於該物種在台灣分布由過去的普遍分布於全島低海拔山區，顯示此物種的族群有日趨危急之情況，行政院農業委員會因此於 2008 年將石虎從原先之「珍貴稀有」保育類等級提升為「瀕臨絕種」保育類動物。

詳細的台灣石虎生態研究，始於 2005 年由屏東科技大學開始進行，根據裴家騏和陳美汀 (2008) 在新竹與苗栗淺山地區的研究顯示，苗栗淺山地區的小型食肉目野生動物的組成物種，主要以鼬獾、白鼻心、石虎和食蟹獾四種為主，麝香貓的族群則分布零星、稀少；其中，鼬獾和白鼻心分佈較為普遍。另外，家貓和家犬的分布也相當普遍，由於部分家犬是當地活動的民眾帶到山上的，甚至是用來捕捉各種野生動物（包括野兔和石虎），因此，家犬對於石虎的影響可能不僅止於食物的競爭，應該還包括獵殺和例如犬瘟熱等疾病的傳染。而家貓由於體型與石虎相當，且同為貓科動物，行為較為相似，對於石虎的影響不僅會出現一定程度的競爭，還可能有疾病的傳染，甚至雜交的問題(Heptner and Sludskii 1972)。

陳美汀博士在苗栗的四隻石虎（2 雌、2 雄）無線電追蹤研究顯示，平均活動範圍(100% minimum convex polygon, MCP)和核心區(50% MCP)分別為 500 和 70 ha；雄性石虎的活動範圍和核心區大於雌性石虎。雄性石虎於濕季時有較大的活動範圍和核心區。雖然，石虎有領域行為，然而只有核心區不重疊，個體間的活動範圍有重疊現象。另外，雄性石虎有較大的日移動距離和範圍，而雌性石虎則對於活動範圍有較集中和有效地利用(陳美汀 2015)。特有生物研究保育中心於南投縣集集鎮針對一隻雌性石虎 7 個月的無線電追蹤資料，由 MCP 所計算出的 95% 及 50% 活動範圍分別為 109.9 ha 及 17.1ha(劉建男 2015)。苗栗無線電追蹤個體以及自動照相機資料顯示，石虎為夜行性動物，晨昏各有活動高峰期，偶爾白天也會活動(陳美汀 2015)。

陳美汀博士進一步分為 3 個尺度分析石虎棲地利用，在活動範圍尺度(third-order scale)，石虎對於休息地點有所偏好或迴避，每隻個體偏好或迴避有所差異；然而，活動地點的選擇，只有雄性石虎有偏好或迴避的棲地類型。在追蹤樣區尺度(second-order scale)上，石虎對於棲地類型的選擇也有所偏好，活動範圍的偏好依序為天然林>非天然林>草生-農墾地；核心區的偏好依序為非天然林>天然林>草生-農墾地。在大樣區尺度(first-order scale)上，邏輯斯迴歸(logistic regression)分析結果顯示，與石虎出現有顯著相關之地景層級因子為綴塊密度(Patch density)、地景歧異度(Shannon's diversity index)和地景形狀指數(Landscape shape index)；綴塊類

型層級的因子為竹林綴塊聚集度(Patch Cohesion Index)、草生地綴塊形狀指數(Landscape shape index)、農墾地綴塊形狀指數、人工林綴塊形狀指數(SHAPE_AM)，和離溪流距離；微棲地因子層級則是鼠類出現頻度、DBH<10cm 木本植物密度和地表石頭覆蓋度有顯著相關(陳美汀 2015)。

通霄地區的石虎食性研究顯示，石虎的食物有四成是鼠類，近兩成是其他小型哺乳動物，包含松鼠、鼬鼬和台灣野兔等，鳥類也佔近三成的比例，其他如爬蟲，甚至昆蟲也都是石虎捕食的對象；不過，在所有 74 個糞便樣本中，只有 2 堆 (=1.5%) 發現有雞形目的羽毛，而且極可能是竹雞的(莊琬琪 2012)。這項結果與一般農民的認知有些差異，事實上石虎覓食家禽的比例應該極低，家禽應該也並非石虎需要的食物。

目前已知石虎的棲息環境主要是人為活動頻繁的低海拔山區及丘陵地，即淺山地區。淺山地區多屬私有土地，環境開發嚴重，導致自然棲地的破碎化，而且人為干擾的情況較為嚴重，例如農業開墾、放牧造林、道路開闢、社區開發等，造成野生動物可利用的棲地減少、品質降低，或土地變遷過於頻繁和缺乏遠離人類干擾的環境等，棲息於此類環境的石虎，正面臨諸多威脅。事實上，人為開發所產生的棲息地減少與破碎化和慣行農業造成的棲息地品質下降，是普遍、廣泛存在且主要的威脅，其中，農藥、除草劑、殺蟲劑，甚至滅鼠藥的使用，目前雖無研究直接估計它們對石虎族群的影響，但是，老鼠數量減少或其體內殘留的毒物所造成的生物累積，都一定會直接或間接影響石虎的生存。

牠們活動範圍的棲地，主要以林地為主，草生地和農田地的比例也相當高，但一般的鄉間道路(鄉道)就足以形成障礙，限制石虎的移動，以及造成一定數量的路死案例(裴家騏和陳美汀 2008)。道路致死則是目前已知造成石虎立即死亡的主因之一。由於，道路會妨礙動物的播遷(dispersal)、遷徙(migration)，尤其對於石虎這類族群數量較低、活動範圍較大、或需要多種棲地類型的物種影響更大，通常這類動物由於對於棲地大小和型態的需求，導致在道路切割的破碎化地景結構需要更常穿越道路，而有更高的死亡率。道路的興建與拓寬不僅減少石虎可利用的棲地面積，也破壞石虎的棲地的完整性，更形成棲地的阻隔，限制其穿越的機會，形成隔離的小族群，更容易造成此瀕危物種的滅絕。同時，道路也會引入更多的人為活動，對石虎也造成各種程度的干擾，如各種污染、水、噪音、寵物、外來種、甚至人類，被引入石虎原本的棲地內，對其族群造成棲地劣化、疾病傳染、競爭、甚至被捕食等各方面的影響。

除了道路阻隔的影響外，這項研究也揭露了當地石虎的另一項生存威脅，且很有可能是石虎族群持續減少的最關鍵因素。陳美汀於苗栗縣的石虎追蹤研究 6 隻佩戴無線電發報器的個體中，就有 3 隻（50%）是被家禽危害防治所佈放的捕獸夾捉到的救傷個體，於救傷後檢查四肢和身體狀況良好後野放。而且在這 6 隻被追蹤的個體中，有 4 隻確定被捕捉或遭毒死（其中 1 隻先遭捕獸夾夾傷、傷癒後再遭農藥毒死），而第 5 隻則研判亦遭到獵捕。根據當地民眾表示，由於圈養的家禽經常被動物偷吃，因此，會以農藥抹在未被吃完的雞隻屍體上，藉以毒死隔日再來偷吃的動物，第 6 隻的發報器脫落拾回，雖然項圈皮帶處沒有整齊切痕，無法確定是人為或石虎自己掙脫，但該發報器在某民宅後方草叢內發現，很有可能也遭捕捉(裴家騏和陳美汀 2008)。這 6 隻追蹤的個體還只是在一個小區域進行的追蹤，就發現幾乎是 100% 的人為死亡率，捕獸夾與毒殺造成的石虎死亡數量應遠遠大於路殺，只是看不到。

最近的一項訪談研究更顯示，當地的農戶有 9.7% 曾經在三年內請獵人來幫忙移除過在附近活動的石虎，而有 6.0% 在三年內曾經自行移除過石虎（估計每年有數十隻以上的石虎被當地農戶移除）；更令人擔憂的事有約八成的受訪者表示捕捉石虎絕對不會被警察發現，而且有 36% 的受訪者覺得即使被警察知道捉了石虎，也絕對不會被懲罰；而且有趣的是，沒有受訪者會去向政府機關申訴家禽受到石虎危害(麥錦萱 2013)。此外，根據同年度在苗栗通霄地區作的深度訪談，得知當地獵人狩獵的動機也是以「危害防治」為主(高嘉孜 2013)。這些資訊都顯示，人虎衝突（一般農民普遍認為石虎會對家禽造成嚴重的危害）是造成當地石虎生存威脅的重要原因。

另外，人虎衝突防治所發生的捕獵和毒殺和特定市場需求所產生的捕獵，家犬、家貓（包含家中犬、貓、流浪犬、貓和野化犬、貓）所帶來的食物競爭、掠食和疾病傳染，都會對於石虎有很大的威脅(裴家騏和陳美汀 2008, 裴家騏 2014)。

四、美國 ESA Critical Habitat 相關文獻評析

(一) 美國 ESA 關鍵棲地(Critical Habitat)介紹

法源依據為Endangered Species Act of 1973 (ESA of 1973), Section 3。

1. Critical habitat (關鍵棲地) 概念

(<http://www.fws.gov/midwest/endangered/saving/CriticalHabitatFactSheet.html>)

根基於ESA，針對瀕危或受威脅物種所劃設公告，指的是『具有保育該物種基礎必要特徵而可能需要特殊管理與保育之地理區』，主要是該物種現存有分布之區域，但對於恢復族群有其必要性之時，亦可將目前無該物種分布之區域劃設為關鍵棲地。ESA關鍵棲地，並非法定之保護區，因此即使是私人擁有之土地亦可劃設列入關鍵棲地，其法律上僅對在該關鍵棲地上之任何有可能影響瀕危物種之行為且為聯邦所執行、聯邦預算或需聯邦政府核可的土地變更行為，規定需與聯邦政府主管野生動物保育之機關進行諮詢，以減輕對瀕危物種的衝擊。雖然並未對劃設為瀕危物種關鍵棲地之私人土地上開發有任何限制，但大面積之伐木、採礦或開發行為，通常需要有聯邦政府之核准，因此亦必須遵守關鍵棲地相關法律規定，與主管野生動物保育機關進行諮詢，以降低對瀕危物種之影響。透過公告瀕危物種關鍵棲地的方式可以納入私人土地，且僅規範與聯邦政府有關之開發行為，達到保育瀕危物種與兼顧私人地主權益的雙贏局面。關鍵棲地的應用價值與被保育物種的背景資料程度有關，越多對該生物的生態生物資料細節，越能正確規劃關鍵棲地以及提供聯邦政府評估當進行開發時的影響程度。

2. 施行規劃準則

依據美國魚類及野生動物管理局網站說明

(<http://www.fws.gov/midwest/endangered/saving/CriticalHabitatFactSheet.html>)，由生物學家調查該物種生存與生殖所需的生物與物理環境後進行判斷與劃定，其包括：

- 生物個體與族群正常活動與成長所需的空間。
- 食物、水、空氣、光線、礦物質或其他微量物質等維持生物生存的必須物質。
- 掩蔽物與避難所。
- 繁殖與育幼(動

物)；受精、種子傳播(植物)的必須區域。e.可免於其他生物干擾，或原本即是該生物演化歷史所屬的分布區域。f.雖然目前該生物並未分布但對於該物種保育為基礎必要的區域。對瀕危物種規劃關鍵棲地的決定過程均發表於政府刊物“Federal Register” (<https://www.federalregister.gov/>)，公開並接受公眾意見回饋，包括每次中間決議與最終決議過程均公開記載。決議過程主要依據科學研究資料，但亦會考量對經濟等其他方面的衝擊程度。在不影響被保護物種之生存的前提下，規劃的關鍵區域內可排除特定區域以減低經濟上之衝擊。

(二) 美國貓科動物 Critical Habitat 案例研究

直至2013年五月，1499個受威脅與瀕危物種中有661個物種已規劃專屬的關鍵棲地(44.1%)。

“Federal Register”公報文章關於關鍵棲地之報告一般會包含：此議題進一步資訊的查詢方式以及提供公眾回饋管道說明；背景資料回顧；關鍵棲地劃定範圍及其理由；評估對經濟之衝擊；其他檢討與建議事項。所有公報的制式格式皆具備摘要、發佈日期、發佈單位地址、各地區負責人聯絡方式、公眾意見聯絡方式、制訂本關鍵棲地的原因與目的、法源依據、預期效果、預期影響。其後則開始說明此物種的生物學背景、目前的保育狀況、以及關鍵棲地範圍劃定的原因等等細節。

1. Canada lynx (*Lynx canadensis*)

(Federal Register / Vol. 70, No. 216 / Wednesday, November 9, 2005 / Proposed Rules)

(<http://www.fws.gov/mountain-prairie/species/mammals/lynx/>)

(1) Listing Status: Threatened (U.S.A.)

(2) 生物學背景描述:

中文名『加拿大猞猁』，體長約75-90 cm，體重5-10.5 kg，是一種中型貓科動物，主要分布於北美地區。

特別偏好捕食雪鞋兔（snowshoe hare: *Lepus americanus*），食性專一性高。受限於食物來源，加拿大猞猁分布範圍僅限極北林區（boreal forest）。除此之外，加拿大猞猁的身體構造已適應在雪地中獵食，與其他貓科動物相比，在雪況較佳的地區比較有競爭優勢。

由於獵食習性所需，加拿大猞猁需要較大的棲地並保證棲地區塊間的連結性（必須有metapopulation結構）以滿足其搜尋高品質的雪鞋兔獵場。個體領域大小約為31-216 km²，會因為食物來源品質、性別、年齡、季節而有變化。已知雪鞋兔數量下降時，加拿大猞猁會擴大或移動其領域確保其食物來源。他們是善於遷徙的動物，最遠可移動超過100 km。

極北林區環境本質上就屬於不穩定的一種環境類型，易受到人為干擾、自然干擾或疾病等的影響。美國本土的極北林區位處於此環境的南界，故地景較為區塊化，雪鞋兔數量亦較低。對於加拿大猞猁來說除了食物來源較為不佳之外，亦面臨較北方族群更多的其他肉食競爭者的問題。因此，美國本土的加拿大猞猁族群密度較北方加拿大族群密度低得多。當雪鞋兔（獵物）數量較低時，母加拿大猞猁的產子量會減少甚至會導致完全無後代存活。加拿大猞猁偶而會取用鳥類或其他小型哺乳動物為食，但都無法取代作為主食的雪鞋兔。北加拿大的研究證實此二物種的族群密度波動具有顯著的一致性，雖然美國本土的尚研究不足證實此一關連性，但雪鞋兔的族群密度降低仍被認為是美國境內加拿大猞猁族群密度降低的最主要因素。由於此二物種的族群密度具有如此高的相關性，保護雪鞋兔的生存環境可間接保護加拿大猞猁的生存。雪鞋兔偏好茂密植被的森林下（例如初級演替的森林環境），可提供其作為躲藏天敵、覓食以及躲避劇烈天氣的場所。加拿大猞猁則偏好使用多殘枝枯木的環境，可作為保護幼獸與保溫的場所。

(3) 劃設關鍵棲地依據

- a. 方法說明：法源依據ESA section 4(b)(2)
- b. 科學背景資訊以及保育策略主要參考自recovery outline
(<http://www.fws.gov/mountain->

prairie/species/mammals/lynx/final%20lynx%20recoveryoutline9-05.pdf)的先期報告內容。此外亦參考主要獵物雪鞋兔的生物學與分布資料，加上其他GIS物候資料（如地景利用組成、土地或建築物所有權、降雪量、地形構造以及無線電追蹤或DNA分析加拿大猞猁族群分布的結果）。關鍵棲地劃定首要考量為確認此物種現存的區域範圍，只採用自1995年後對於加拿大猞猁分布的調查資料以確保與現狀相符。因歷史分布範圍與現在分布範圍大致一致，故歷史分布範圍之外的區域均不考慮規劃成關鍵棲地(有詳細列出相關資料的來源與參與的專家學者或單位)。有效的調查資料定義如下：(i).具有專業鑑定能力人員目擊死或活的個體的出現記錄。(ii).經DNA驗證的分布記錄。(iii).經DNA雙重驗證過的雪中足跡。(iv).無線電或GPS追蹤記錄。繁殖地點則以目擊幼獸或家族出沒的地點為主，群體足跡若經專業人員辨識為加拿大猞猁亦可採用。此外研究認為美國本土的加拿大猞猁密度波動與加拿大族群(source)有直接關連，因棲地互相連接之故，規劃關鍵棲地時優先考慮與加拿大族群的連接性，確保其metapopulation的結構完整。

(4) 主要構成要素

依照本文中前述的施行準則，考量此物種生存與生殖所需的生物與物理環境後，篩選美國本土具備加拿大猞猁主要獵物雪鞋兔穩定族群的極北林區範圍，任何可供其生殖，育幼，或擴散的空間/走廊，形成互相連結的metapopulation結構都被列入考量。主要構成要素條列如下：

具備鑲嵌(複雜程度高)形式的極北林區環境，且具備a.有豐富穩定的雪鞋兔族群以及其喜愛的環境。b.冬季雪況佳，會形成深雪。c.有豐富的殘枝倒木，具備多樣化的環境空間。

(5) 關鍵棲地區域的最後決定與標準

綜合前述判定條件，此部份詳述所有判定應規劃為關鍵棲地的區域地名，以及根據觀察到育幼繁殖的記錄所決定的核心區位置地名。此外，某些地區經考量後不列入關鍵棲地範圍，在此部份亦逐一解釋原因。報告書的最後有附上詳盡的地圖資

料說明各範圍所在位置。

2. Jaguar (*Panthera onca*)

(Federal Register / Vol. 77, No. 161 / Monday, August 20, 2012 / Proposed Rules)

(<http://ecos.fws.gov/speciesProfile/profile/speciesProfile.action?spcode=A040>)

(1) Listing Status: Endangered (U.S.A.)

(2) 生物學背景描述

中文名『美洲豹』，為中型貓科動物，分布於美國亞利桑納州南部、新墨西哥州以及南美地區。

美洲豹全年皆可生殖，春季可能為主要繁殖期。懷孕期約100天，產子數一般為2胎，幼獸會停留在母親身邊長達2年。雌性3年性成熟，雄性則需要4年。一般野外個體壽命很少超過11年，平均壽命約10年左右。食性廣泛，會補食超過85種動物作為食物來源，內容包括哺乳動物、部份爬蟲類、魚類以及鳥類，被認為是機會主義者。

(3) 美國與墨西哥邊境的美洲豹棲地需求

大部份對於美洲豹棲地的研究出自於中美洲或南美洲地區，但對於此物種分布的北界(如美國境內)，因環境的差異，美洲豹棲地的使用狀況已發現有所不同。一般而言美洲豹偏好溫暖、潮濕、多水域且植被覆蓋高的熱帶氣候區，甚少出現在空曠、乾燥地區。然而在墨西哥西北與美國西南地區，美洲豹卻經常出現在如低海拔沙漠、灌叢草原、林地等等較開闊的乾燥環境，研究顯示此地區應該是美洲豹的分布範圍的邊緣因此屬於較不佳的環境。對於美墨邊境的美洲豹棲地特性與篩選依據主要採用Recovery Outline for the Jaguar報告書(<https://www.fws.gov/southwest/es/arizona/Documents/SpeciesDocs/Jaguar/049777%20-%20Jaguar%20Recovery%20Outline.pdf>)。此報告書中提及高品質的美洲豹棲地應包括: (i).具備豐富的獵物，尤其是中型獵物如鹿等。(ii).水源在10公里之

內。(iii).茂密的植被，尤其是Sinaloan thornscrub為佳。(iv).地勢崎嶇的環境，有峽谷深壑。(v).區域間互相連接或存在走廊。(vi).面積要夠大，可容納50-100隻的族群。(vii).低的人為干擾與人工建築物。(viii).低或無來自人類的狩獵(偷獵)壓力。關鍵棲地的選擇將以上述條件作為基準。

(4) 美洲豹復育計畫與關鍵棲地的關連性

Recovery Outline for the Jaguar報告書亦提出此物種的復育計畫，內容中規劃核心區域（持續有出現記錄）、二級區域（少數出現記錄、歷史分布範圍）以及周圍區域（零星出現記錄，未持續出現的範圍）。美墨邊界的美洲豹棲地位在此報告書中的Northwestern Management Unit，屬於二級區域，因主要的復育行動著重在美國以外的核心區，故對美國境內的美洲豹棲地採取的保育措施不會影響核心區的復育作為，且對整體復育成效應是有利的，例如可供作美洲豹遷徙時的暫居所、繁殖和育幼的候選棲地、族群擴張或收縮時的緩衝區以及因位在邊緣地區，理論上可維持此物種的遺傳多樣性（邊際效應）。

(5) 劃設關鍵棲地依據

根據各類生物與非生物因子研究的結論，篩選美國境內西南地區美洲豹已知存在的地區，每個棲地大小至少要有84-100 km²，並符合與墨西哥境內棲地連結、充足的獵物族群數量、具備在20 km以內的地表水源、包含至少30-40%的常綠林地、具有中至高度的崎嶇地形、極少或無人類居住，沒有主要道路，或平均1 km²內少於1盞夜間燈光。

其餘生物背景與分布範圍均採用自Recovery Outline for the Jaguar報告書，最終所決定的關鍵棲地範圍限制在Class I records，其定義為自從1962（被列為瀕危物種的那一年）年至今持續有觀察記錄的區域範圍，此外亦採用部份不全面的報告區域與棲地預測模型分析結果。

(6) 關鍵棲地區域的最後決定與標準

綜合前述判定條件，此部份詳述所有判定應規劃為關鍵棲地的區域地名，

以及根據觀察到育幼繁殖的記錄所決定的核心區位置地名。此外，某些地區經考量後不列入關鍵棲地範圍，在此部份亦逐一解釋原因。報告書的最後有附上詳盡的地圖資料說明各範圍所在位置。

五、專家會議

(一) 專家邀請

本計劃以重要野鳥棲地 IBA 的民間劃設精神，參考美國瀕危物種保育法 (Endanger Species Act) 中，針對瀕危物種所劃設的『關鍵棲地』(critical habitat) 方式，經由專家學者會議討論，決定劃設石虎關鍵棲地的方法與範圍。專家會議邀請之學者為具備生態學與保育生物學相關經驗與知識，且對石虎生態保育有相當瞭解的專門學者，涵蓋領域包括：

1. 石虎保育與生態專家
2. 淺山保育
3. 棲地生態
4. 均勻涵蓋熟悉臺灣不同區域石虎生息狀況
5. 植群、分布預測
6. 業界、環評經驗

經與林務局討論後邀請之專家名單如下：

1. 石虎保育與生態：陳美汀、姜博仁、林育秀、劉建男、吳海音、郭榮信
2. 淺山保育：裴家騏、吳聲海、李亞夫、李佩珍
3. 棲地生態與經營管理：蔡若詩、趙榮台、陳美惠、盧道杰
4. 植群、分布：丁宗蘇、陳朝圳
5. 業界、環評：劉威廷
6. 計畫主持人：林良恭

涵蓋區域部分，以上名單專家，熟習區域已涵蓋台灣多數區域。其中蔡若詩、陳朝圳、吳海音、李亞夫、陳美惠、盧道杰等專家因有其他要務在身無法出席本案之討論，最終實際參與專家會議之委員名單以及專長詳細如下（第二次專家會議以後參與之委員以*註明）：

1. 林良恭教授（東海大學生命科學系）：保育生物、哺乳類生態、生態演化、小型哺乳類、保護區評析
2. 裴家騏教授（屏東科技大學）：淺山保育（穿山甲、石虎）、中大型哺乳類生態、保護

區與野生動物經營管理

3. 陳美汀博士（屏東科技大學）：石虎生態
4. 姜博仁博士（野聲環境生態顧問有限公司）：貓科動物生態與保育、棲地分析與分布預測、保護區自動化監測
5. 林育秀助理研究員（特有生物研究保育中心）：石虎保育
6. 劉建男助理教授（嘉義大學）：石虎保育、哺乳類與兩棲類生理生態
7. 吳聲海教授（中興大學）：淺山保育（食蛇龜）、兩棲爬蟲生態
8. 丁宗蘇教授（臺灣大學）：鳥類與植群、保育生物
9. 劉威廷研究員（觀察家生態顧問有限公司）：環評經驗、淺山動物資源調查
10. *趙榮台研究員（林業試驗所）：動物行為學、森林昆蟲學、保育生物學
11. *李佩珍助理教授（師範大學）：野生動物學、族群生態學
12. *郭榮信理事長（苗栗縣自然生態學會）：石虎保育

(二) 專家會議結論

三次專家會議分別於 2015 年 4 月 15 日（附錄一）、5 月 22 日（附錄二）以及 6 月 16 日（附錄三）於東海大學舉行。

1. 工作架構

收集彙整石虎文獻、分布與出現記錄		
近期有石虎記錄	近期無石虎記錄	
	無調查 (迫切調查區)	調查量低 (加強調查區)
		有調查 但目前無石虎記錄
石虎適合棲地 (MAXENT 棲地分析與分布預測)		
已知石虎分布區	相鄰已知石虎分布區	其他預測適合棲地
關鍵棲地	潛在棲地	石虎可能棲地
石虎重要棲地		

主要工作步驟，為收集彙整石虎出現樣點與文獻，採用有精確座標地點，使用 MAXENT 分析預測石虎適合棲地，然後依據討論之石虎棲地階層布局準則，產出『石虎重要棲地』（經過三次專家會議決定名稱）。

建議使用之石虎棲地分析因子包括：

- (1) 海拔高度及其他衍生因子，如固定半徑內的最高海拔、海拔範圍、標準差等。
- (2) 坡度及其他衍生因子，如固定半徑內的坡度標準差、平均值、變異係數（coefficient of variation, CV）等。坡向轉換為水份梯度。
- (3) 道路：固定半徑範圍內道路密度，並且依不同道路等級區，但快速道路棲地因子刪除不使用於分布預測。
- (4) 森林覆蓋。
- (5) 稜線密度。
- (6) 溪流水文：溪流距離、密度。
- (7) 土地利用：產出森林、草地、人工建物、竹林、農地等面積，以石虎活動範圍尺度計算。
- (8) 地景指標：利用 fragstats，搭配土地利用，計算相關破碎化指標。

2. 石虎棲地階層布局定義與準則

表 1、石虎棲地階層布局

階層名稱	次階層名稱	定義	開發時要求
重要棲地	關鍵棲地	已知石虎分布地點加上緩衝範圍（已知石虎分布區），套疊 MAXENT 預測石虎適合棲地分布範圍後的區域。	需保育計畫書
	潛在棲地	與關鍵棲地相鄰，可能還有石虎分布或可作為石虎族群成長擴散的棲地	需加強調查，若發現石虎，則再提出保育計畫書
可能棲地		其他 MAXENT 預測石虎適合棲地分布範圍	依過往調查量，規劃補充調查

3. 已知石虎分布區

- (1) 收集彙整目前已知石虎出現地點記錄，包括調查、救傷、路死等，並以確認為石虎才納入，不包含訪談、痕跡與排遺調查（除非排遺經過科學方法確認，如遺傳物質檢定）。
- (2) 以每一個出現點位很可能有一小族群石虎利用該區，出現點位都以一定半徑緩衝範圍(buffer)聯集而成。緩衝範圍半徑採用石虎已知最大活動範圍，換算直徑作為緩衝距離，主要保守考量每個出現點可能位於該活井飯為之邊界，且有石虎出現之樣點，該區可能應有一個小族群，因此單取直徑並不至於高估出現範圍，屬保守劃定應有石虎分布範圍，因此完整的石虎分布範圍，仍須仰賴密集之調查點位，才能達成。根據陳美汀 (2015)於苗栗之追蹤，最大的 MCP100 活動範圍為 1 隻公石虎，面積 950 ha，換算半徑約為 1,739m，因此取 3.5 km 為緩衝距離，套用地理資訊系統 buffer 功能，加以聯集而成。
- (3) 以上緩衝範圍，可能包括一些不適合的棲地，如村莊城鎮、人工建物等等。把出現點位緩衝範圍與棲地分析的石虎適合棲地預測做交集，可產出符合現況的『已知石虎分布區』。

4. 石虎重要棲地

目前台灣無類似美國 ESA critical habitat 法源，加上是否需要加入公眾參與的機制亦需要進一步配套執行，因此石虎先以『石虎重要棲地』名稱進行，並在細分為『關鍵棲地』與『潛在棲地』。

(1) 關鍵棲地

以石虎目前的瀕危狀況，每一隻個體都很重要，因此『已知石虎分布區』即是『關鍵棲地』範圍。原則上，10年內的資料都納入，若有某區域需自關鍵棲地移出（例如，超過10年以上沒有石虎記錄），則需進行詳細的調查，確認該區已無石虎出現才能移除之，若沒有調查，則需保留。

(2) 潛在棲地

相鄰關鍵棲地，目前無石虎發現記錄，但很有可能還有石虎分布或可作為石虎族群成長擴散的棲地為『潛在棲地』，潛在棲地對於分布範圍持續萎縮的石虎有一定重要性，並可作為未來石虎復育或野放的候選棲地。劃設方式為以目前已知石虎分布點位之最小凸多邊形（MCP），並加上 3.5km 緩衝距離的範圍內所有預測之石虎適合棲地。

潛在棲地中沒有調查或調查努力量很少的區域，提出作為未來加強調查石虎是否仍有分布的建議。

(3) 可能棲地

其他預測之石虎適合棲地，但不屬於石虎重要棲地，則為石虎『可能棲地』。

『石虎重要棲地』未來應透過新的調查資料做固定的更新、上網（如 WebGIS 資料庫），並可有『石虎重要棲地』的圖層選項，以及可以勾選不同保護區、水質水量保護區等方式，供開發單位或民眾閱覽，協助評估相關開發行為。建議主管機關評估討論未來可能的執行與公開方式，但精確點位應不適宜公開，考量盜獵之危險性，應僅供內部或其他學術研究或保育用途使用。潛在棲地（紫色區域）與可能棲地（綠色區域）則建議加強調查。

六、石虎棲地預測分析

(一) 棲地因子

經過專家會議討論，氣候因子有委員建議不使用，理由為多數地區氣候是依靠 model 預測，並非實際觀測資料，加上台灣地區氣候可分區，以前臺灣東部有石虎，但現在東部目前無石虎紀錄，氣候因子可能就會將東部區域適合棲地剔除，但實際上東部現在無石虎記錄不一定是因為氣候因素，可能是局部地區族群消失。同樣原因，快速道路亦不納入分析因子。

最後使用之棲地因子類別包括：

類別	衍生棲地因子
海拔	出現海拔、範圍內最高海拔、海拔差、標準
坡度	標準差、平均值、CV、稜線密度
道路	道路密度，並且依不同道路等級區分
森林覆蓋	平均值、標準差。
溪流水文	溪流距離、密度
土地利用	森林(天然 vs 人工與次生)、草地與灌叢、竹林、農地
地景指標	Fragstats，主要分析森林的 patch 及 edge

根據石虎活動範圍大小，以 Fixed Kernel 95% (FK95) 計算出的活動範圍大小平均值 4.7 km²(陳美汀 2015)作為棲地因子計算產出之尺度，換算圓形半徑以 1223m 作為道路密度等之產出計算，若以網格單位則為 75*75 網格，面積為(75*28.884)²即約 4.7 km²之面積(網格大小為 28.884 m)，例如，海拔標準差因子，即以 GDEM 數位高程，以 neighborhood statistics 計算 75*75 網格範圍內之海拔標準差，其他因子類推。換句話說，棲地與分布分析仍是使用 28.88m 的網格資料，只是以 75*75 網格也就是石虎平均活動範圍大小(FK95)來評估每處網格周遭環境因子，相對於直接以 2.17km 為網格大小，如此可產出較為精細連續變化之棲地因子圖層。

用於 MAXENT 預測分析之棲地因子(詳附錄四之圖 1~圖 31)包括：

1. ALT1:海拔
 - a. 以 ASTER GDEM 第二版為基礎數位高程圖層
 - b. 下載來源：中央研究院人社中心地理資訊科學研究專題中心
<http://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/?p=1619>
 - c. 網格大小：28.884 m
2. ALT2:平均海拔
3. ALT3:海拔範圍（最高-最低）
4. ALT4:最高海拔
5. ALT5:海拔標準差
6. RUG1:平均坡度(%)
7. RUG2:坡度標準差
8. RUG3:坡度 CV
9. RUG4:稜線密度
10. TREE1:森林平均覆蓋度

Source: Hansen/UMD/Google/USGS/NASA(Hansen et al. 2013)，採用 Landsat 7 ETM+ 資料分析，網格：1 arc-second，約 30m，Resample 對齊 DEM 數位高程並轉換為 TWD97。

11. TREE2:森林覆蓋度標準差（470 公頃範圍內，石虎 FK95 活動範圍大小）
12. TREE3:森林覆蓋度標準差（100 公頃範圍內，石虎核心範圍）
13. RIVER1:第 1 級溪流長度

利用 Hydrology model 計算，集水區超過 1000 網格，即面積約超過 83 公頃定義為穩定有水。Stream order 1 – 6 級，第 1 級為最上游。

14. RIVER2: 全部溪流長度
15. RIVER3:第 1 級溪流最近距離
16. RIVER4: 全部溪流最近距離
17. ROAD1: 所有道路密度
18. ROAD2: 所有道路最近距離
19. ROAD3: 快速道路密度
20. ROAD4:快速道路最近距離
21. ROAD5: 省道縣道密度

22. ROAD6:省道縣道最近距離
23. ROAD7:鄉道產道密度
24. ROAD8:鄉道產道最近距離
25. ROAD9:半徑 178m 內 (面積 100 公頃) 所有道路總長度 (密度)
26. LAND1: 天然林(不含竹林)面積
27. LAND2: 人工與次生林(不含竹林)面積
28. LAND3:竹林面積
29. LAND4:農地面積
30. LAND5:草生與灌叢面積
31. LAND6:天然林、人工與次生林(不含竹林)面積 (LAND1+LAND2)
32. LAND7:天然林(不含竹林)面積(11*11 網格範圍內, 即 100 公頃)
33. LAND8:人工與次生林(不含竹林)面積(11*11 網格範圍內, 即 100 公頃)
34. LAND9:草生地、灌叢荒地(11*11 網格範圍內, 即 100 公頃)
35. LAND10:竹林面積(11*11 網格範圍內, 即 100 公頃)
36. LAND11:LAND7+LAND8+LAND9+LAND10
37. FRAG1:森林 total edge
38. FRAG2:森林 patch area mean
39. FRAG3:森林 patch area SD

(二) 石虎已知分布點

統計近 20 年石虎發現地點資料來源如次頁表 2, 紀錄方式主要為自動照相機、路殺與救傷紀錄, 因此多數都有精確座標, 但部分救傷紀錄較為久遠或為輾轉送往收容單位或博物館之個體, 因此並無座標, 例如嘉義、南投之救傷紀錄並無確切座標, 僅知大約區域。

依據座標, 將已知石虎分布點呈現如圖 2, 總共有 230 個有座標的出現地點, 可以看出主要集中在苗栗、台中與南投地區。其中嘉義地區僅有救傷記錄, 已超過 20 年都沒有再記錄, 台南唯一一處地點鹿寮水庫則為 9 年前救傷記錄, 當時由特有生物研究保育中心治療後於原地野放, 並架設自動照相機監測調查, 但並沒有拍攝到石虎, 後續於此區也都沒有任何

自動照相機針對石虎調查，因此鹿寮水庫周遭的石虎族群現況不明，後續也都沒有石虎紀錄。因此，目前比較穩定有石虎的區域，侷限分布在苗栗、台中與南投的淺山地區，除了人倫林道自動照相機拍攝紀錄為目前所知海拔最高分佈紀錄（1,500m）之外(林良恭 2008)，所有已知出現海拔的石虎紀錄，都在海拔 1,000m 以下，且主要在海拔 500m 以下。

表 2、石虎出現紀錄資料來源統整

單位	提供者	地區	記錄方式
屏東科技大學	陳美汀、裴家騏	苗栗	自動照相機、捕捉
嘉義大學	劉建男	南投、苗栗、台中	自動照相機
特有生物研究保育中心	林育秀、劉建男、張簡琳玟、林宗以	苗栗、台中、南投、嘉義、台南	自動照相機
救傷路死彙整	林育秀、余建勳、觀察家、陳美汀、林文隆	苗栗、台中、南投、嘉義、台南	救傷路死（嘉義記錄沒有座標）
中興大學	吳聲海	苗栗	自動照相機
新竹林管處	余建勳	苗栗大湖	自動照相機
野聲環境生態顧問有限公司	姜博仁	苗栗	自動照相機
觀察家生態顧問有限公司	劉威廷	苗栗	自動照相機
林試所	王豫煌、郭智荃	南投蓮華池	自動照相機
台中市野生動物保育學會	林文隆	台中	自動照相機
東海大學	林良恭	人倫林道（人工林）	自動照相機
個人	陳怡成	苗栗	目擊抓小白鷺

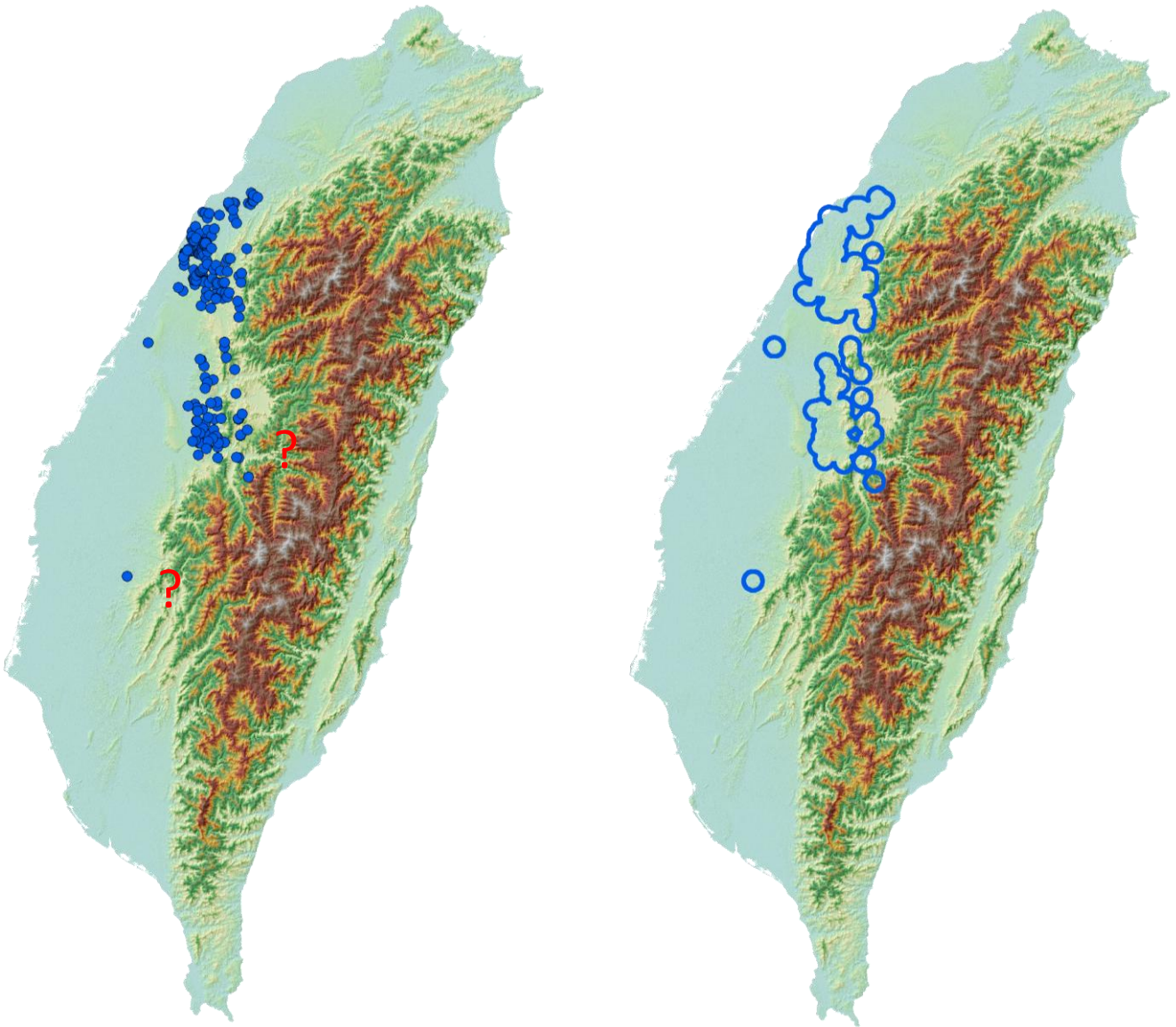


圖 2、左圖為近 20 年石虎出現地點（藍色圓點），紅色問號表示無座標之紀錄，只能呈現大約地點，右圖為將出現地點套用 3500m 緩衝範圍（藍色區域）。底圖為海拔，綠到棕到白為由低到高

（三） MAXENT 分析預測

1. 適合棲地分佈預測

將這 227 處石虎出現樣點，套入 MAXENT 進行分析，採用 80% training data vs 20% test (validation) data，進行模式分析與交互驗證，扣除距離相近而在同一網格樣點，總共有 223 個點納入 MAXENT 分析（MAXENT 自動判斷）。溪流棲地因子 RIVER1~4 解釋力低，後續預

測分析，移除溪流因子，並可同時降低與其他因子之相關性影響，道路圖層因子僅保留 ROAD1 ROAD2 ROAD7 ROAD9，ROAD4 ROAD6 ROAD8 在生態上解釋與預測，可能誤導，因此擬不採用，且 ROAD6 與 ROAD8 解釋力也不高。ROAD4 則有較佳的解釋預測，但 ROAD4 快速道路最近距離有誤導可能，因現今石虎僅分布西部，東部卻無快速道路，並非代表東部因為無快速道路所以無石虎，非石虎適合棲地。因為東部變成無分布與無適合棲地，如果使用 ROAD4 會有很好預測力，只因為離快速道路最遠，但並不合理，因會將東部潛在石虎適合棲地歸類為不適合。ROAD3 ROAD5 初步分析後解釋力低，因此移除。LAND9、LAND10 的解釋力亦不高，亦移除此 2 個因子。執行 20 次取得平均，預測出之石虎出現機率分布圖如下圖 3（左），但在解釋成石虎出現機率時需小心判讀(Royle et al. 2012)，考量石虎的瀕臨絕種特性，20 次之最大值如下圖 3（右）。

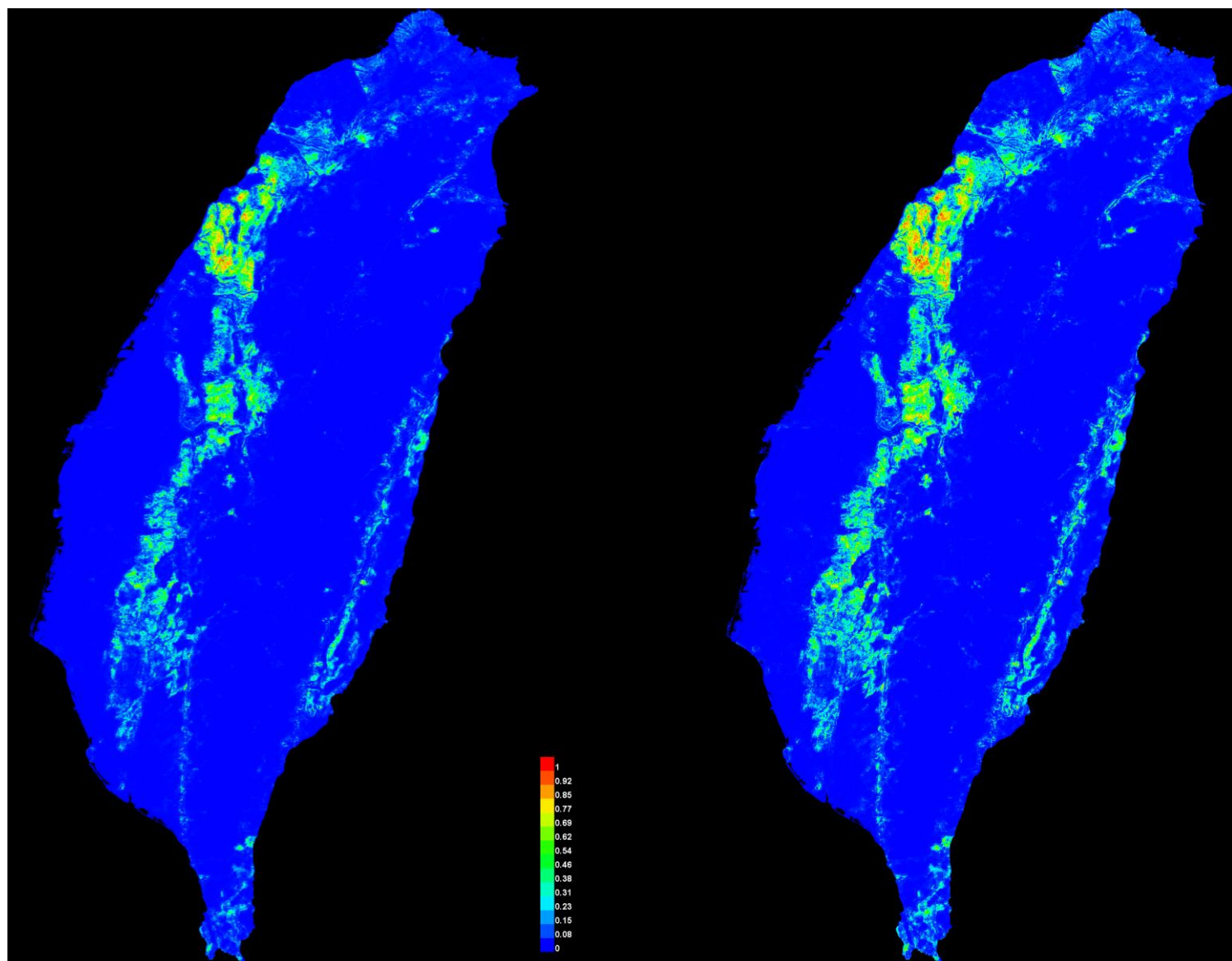


圖 3、執行 20 次 MAXENT 之後，石虎出現機率平均值（左）與最大值（右）

20 次之 receiver operating characteristic (ROC) curve 如下圖 4，area under curve(AUC) 平均值為 0.953，標準差為 0.01，顯示模式良好。

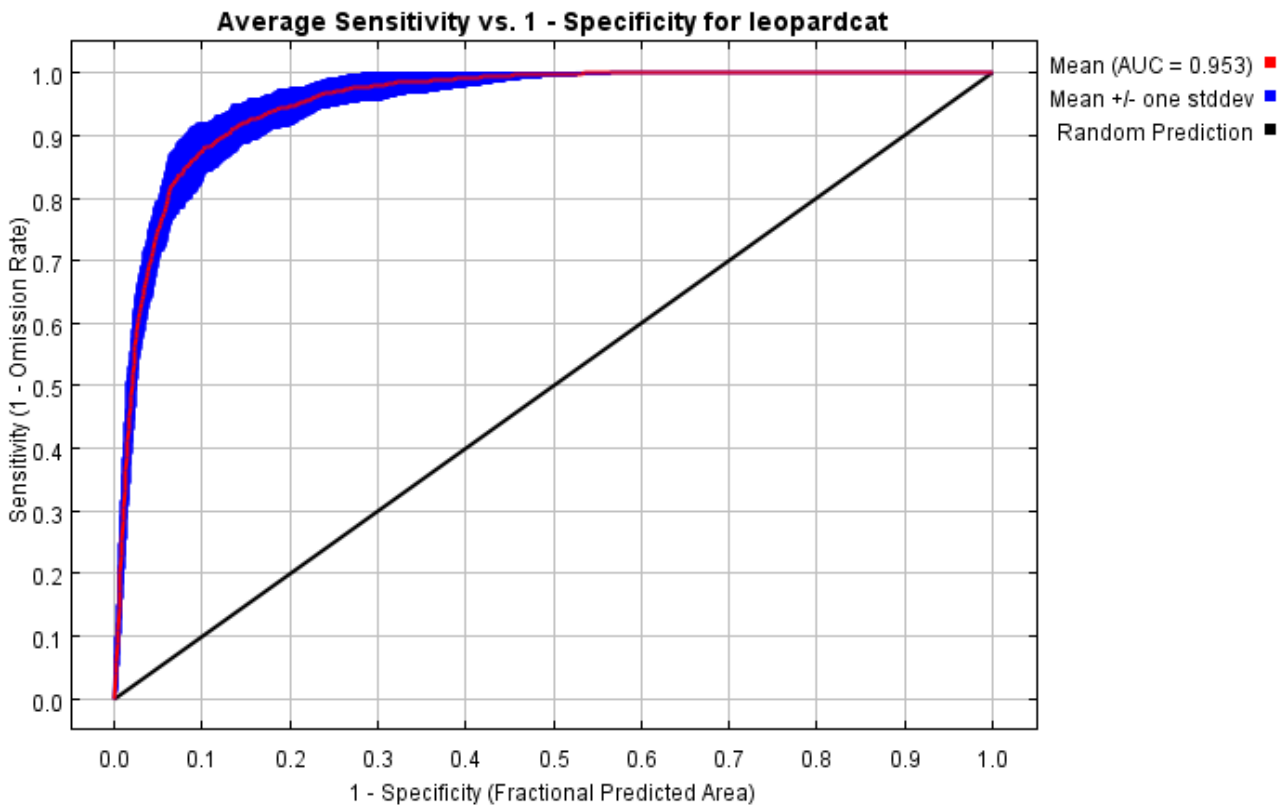


圖 4、執行 20 次 MAXENT 之後，receiver operating characteristic (ROC) 曲線

閾值準則採取『Maximum test sensitivity plus specificity』(MTSPS)，以獲得更佳的預測性，閾值以上視為石虎適合棲地，轉換成出現有無之適合棲地分布範圍。20 次 MAXENT 分析預測，以此 MTSPS 準則，Training omission rate (用以分析的 80%，即 179 處石虎出現地點不在預測範圍內比例) 平均值為 3.86% (範圍 0.56 – 8.38%)，標準差為 1.98%，Test omission rate (用以交互驗證的 20%，即 44 處石虎出現地點不在預測範圍內比例) 平均值為 9.55% (範圍 0 – 15.91%)，標準差為 3.87%。考量石虎的瀕臨絕種特性，為盡量涵蓋石虎棲地範圍，20 次依 MTSPS 準則產出之石虎適合棲地分布圖，只要 20 次分析中至少有 1 次有預測出現，即視為石虎適合棲地，以此方式產出石虎適合棲地分布圖如圖 5。套疊目前已知石虎出現樣點如圖 6，可以看出 227 個樣點中僅有人倫林道 1 個樣點不在預測範圍內，而人倫林道是目前所有石虎出現樣點中，唯一一筆海拔超過 1,000m 者。

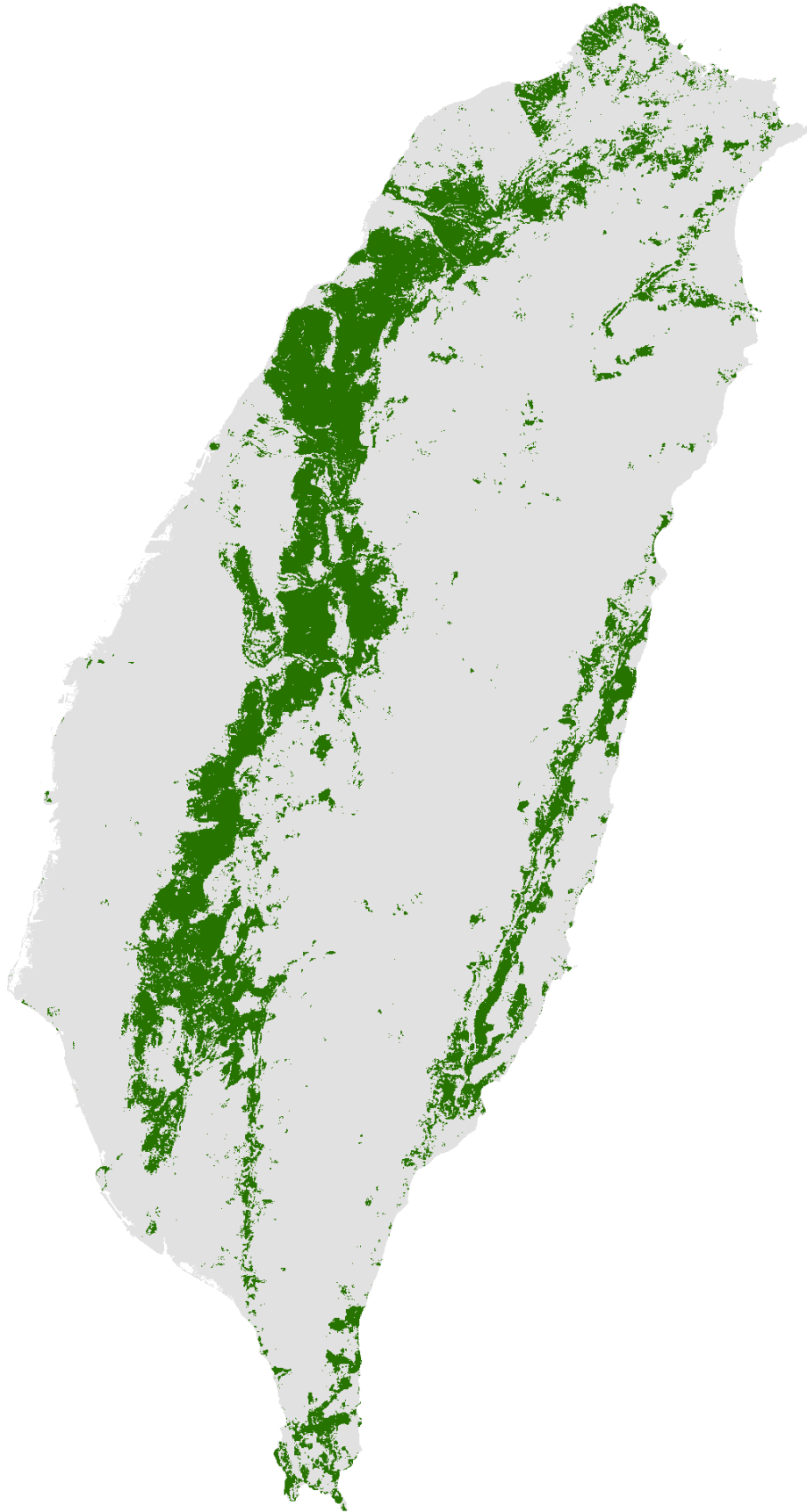


圖 5、石虎適合棲地分佈範圍（綠色）

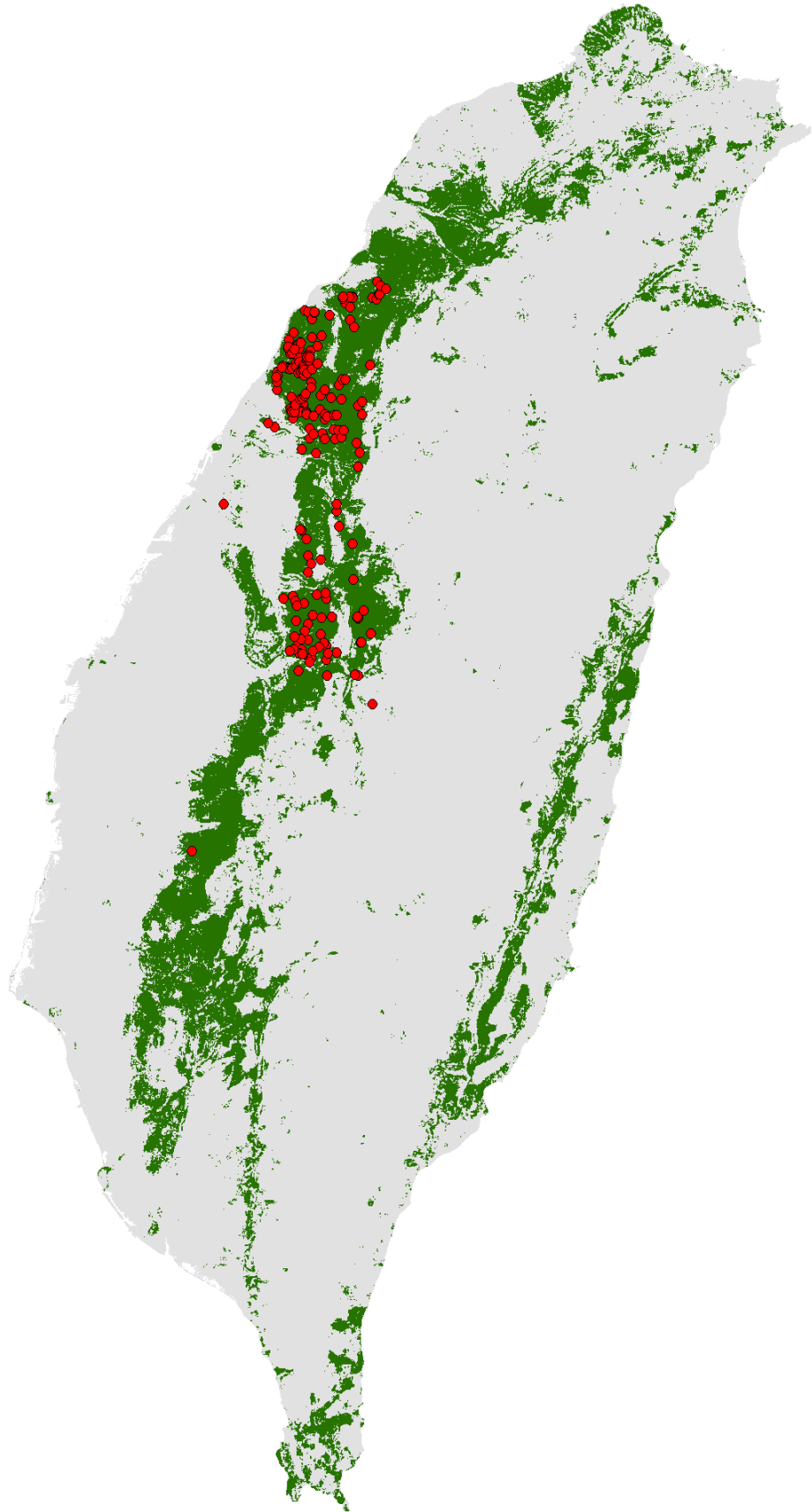


圖 6、石虎適合棲地分佈範圍（綠色）套疊石虎出現樣點（紅點）

2. 棲地因子與石虎出現機率

棲地因子與石虎出現機率，根據 MAXENT 分析產出因子反應曲線 (response curve) (附錄五) 分為地形因子、植被與地景因子以及道路部分加以討論。各項因子都有一定的相關性，在棲地因子解釋上需小心判讀，因此討論上，將以彼此符合的趨勢下，切入討論。

地形因子部分，以周遭範圍平均海拔低、海拔差異範圍小、最高海拔也低、海拔變異小，可分佈到海拔很低處，以陡峭度來看，則是平均坡度低且變異小，但稜線密度較高的環境，而在大範圍的平坦地出現機率低，可能與這類環境已被完全開發為農地或市鎮有關。海拔與坡度相關的地形因子，顯示石虎主要分布在連綿的低海拔丘陵地，但在周遭有高聳山脈的低海拔谷地或陡峭區域，分布機率低，此也符合需多中海拔區域中的低海拔谷地 (如大武山自然保留區、雙鬼湖野生動物重要棲息環境內) 並未有石虎的發現相符。

在植被、土地利用因子部分，必須有一定的森林覆蓋，活動範圍大小尺度偏向森林覆蓋變化較大環境，核心活動範圍尺度同樣偏向森林覆蓋變化較大環境但較高的森林覆蓋變化不見得有較高出現機率，以森林破碎化角度，森林邊際長度長但森林區塊面積 (patch) 較大、變異較小者的狀況有較高的出現機率，顯示石虎還是主要出現在有森林的環境，較長的森林邊際可能提供狩獵的環境，但不傾向太破碎而森林區塊面積太小的環境。植被類型部分，活動範圍尺度內，天然林面積較小、但次生林或人工林的面積越大，而竹林、農地、草生地與灌叢面積較小有較高出現機率，但避免了森林 (天然林、人工林與次生林，不含竹林) 面積很小，或幾乎全部森林覆蓋的環境。若以核心活動範圍尺度，天然林面積越小，次生或人工林面積越大，森林 (天然林、次生林、人工林、竹林) 總面積覆蓋越高，出現機率越大，顯示石虎在核心活動範圍主要在有森林覆蓋的區域，但 FK95 活動範圍尺度，偏好仍有森林一定覆蓋率的鑲嵌環境，但提供森林邊際可供狩獵。石虎主要出現的低海拔地區，天然林已經很少，多已砍伐後次生或造林後次生，造林也較少為針葉樹造林，天然林的不偏好，不一定代表天然林是不喜棲地，可能僅是低海拔原始天然林面積已經很少，若在棲地經營角度下，生物多樣性較高的天然林同樣能夠提供多樣化的獵物，但鑲嵌其他植被類型所形成的森林邊際，則提供邊際效應下更多的獵物

來源。

在道路部分，FK95 活動範圍尺度，所有道路密度低、但平均離道路較近，而鄉道產道密度不管是 FK95 活動範圍尺度或是核心活動範圍尺度內越低，有較高出現機率，但可在低道路密度情況下，仍有一定的出現機率。這樣的現象，是石虎已經殘存高度開發下的低海拔淺山的結夥，亦或是石虎可於低密度開發的環境，同樣這樣低密度開發也提供鑲嵌環境與森林邊際，仍需要長期監測研究，惟道路的開發，引進山坡地別墅、土地炒作、盜獵方便性以及路殺，則是需要正視面對的問題，若以創造森林邊際提供石虎狩獵，但不過度減少森林面積下，友善石虎農作的生態、生產、生活三生一體的里山農業，應是對石虎最佳的方式。

以因子的貢獻度而言，以平均坡度、人工與次生林面積、森林邊際長度、森林覆蓋度變異、海拔變異以及所有道路密度對模式有較大的貢獻度，整體而言即是低海拔連綿的和緩丘陵地、不太陡峭或海拔高低變化不會太大、具有一定森林覆蓋、鑲嵌的環境提供石虎多樣化與豐富的獵物，且道路密度不能太高，為目前台灣石虎主要出現的環境。

(四) 石虎可利用之適合棲地

除距離主要棲地過遠之部分零星小塊區域，應非適合棲地，去除之應較為符合實際狀況。根據苗栗的石虎無線電追蹤資料中平均每日直線移動距離，其中平均日移動距離較遠的個體，其平均直線移動距離為 1.03 km，範圍 0.05 – 2.67 km，若是一日連續移動距離，最高的個體平均值為 3.63km，範圍 2.02 – 6.63 km(陳美汀 2015)。因此，採取以下準則將圖 5 之預測石虎適合棲地進行以下處理：

1. 以比較保守的方式，將最大一日連續移動距離 6.63km，取其一半為 3315m，但因 3,315m 與 3,500m 相當，因此與專家會議石虎分佈區準則一樣，統一採用 3,500m 做緩衝，將圖 5 預測範圍做 3500m 緩衝距離 (buffer) 之後，視為石虎可在一日之內，跨越不適合棲地並移動到另外一區適合棲地之範圍。
2. 所有經過 buffer 之後的區域範圍經過合併融合 (dissolve) 之後，所有不相連的隔離

區塊，視為石虎無法在一日可移動的最大距離內，從一區適合棲地跳島式穿越不適合棲地移動到另一區適合棲地，且該區塊與任何適合棲地距離都太遠，因此石虎利用的可能性低，如此便可移除這些零星區塊。

3. 將圖 5 內適合棲地，僅留下包含在上述步驟 2 剩下來的區域範圍內棲地，定義為石虎可利用之適合棲地，也就是『石虎可在一日內，即使不相連的破碎棲地，假設石虎可穿越中間之不適合棲地（不管何種土地利用類型），在最高一日移動距離 7 km 的情況下，可以利用之適合棲地』，但此作法並未考慮石虎可 1 日內連續移動超過 7 km，或利用 2 日以上時間穿越（中間在不適合棲地休息），或中間不適合棲地之土地利用類型實際上無法穿越（如都市）而必須迂迴繞路而增加移動距離的情況。『石虎可利用之適合棲地』如下頁圖 7。
4. 專家會議建議以較大尺度的網格呈現，避免小尺度的誤差，而石虎的平均核心活動範圍約 100 公頃(陳美汀 2015)，因此以 1 平方公里的尺度，重新處理石虎可利用之適合棲地。方法為半徑 178m 或使用 11x11 網格範圍內（面積約 100 公頃），只要有適合石虎棲地，即將該 100 公頃（1 平方公里網格）區域視為石虎可利用之適合棲地（1 平方公里尺度），轉換方式為直接將『石虎可利用之適合棲地』周遭 178m 內都納入（buffer），即為石虎所有可能棲地如圖 8，此種方式，會將周遭不適合棲地都納入（如市鎮），但可亦可能納入因預測誤差卻未被納入的適合棲地。不採用 1km 網格方式係網格的啟始點定義不同即可能有些微的不同範圍。

（五） 石虎重要棲地

依據專家會議決議，採用活動範圍直徑約 3,500m 作為緩衝 buffer，產出石虎已知分布範圍界線（圖 2），再將此範圍界線與石虎可利用之適合棲地（圖 8）做交集，即為已知石虎分布區（即關鍵棲地），再依據專家會議之階層分類，產出石虎重要棲地，其中包括關鍵棲地（紅色區域）以及潛在區域（紫色區域），石虎可能棲地則以綠色表示，結果如圖 9，其中關鍵棲地面積約 1688 平方公里，潛在棲地面積約 1518 平方公里。

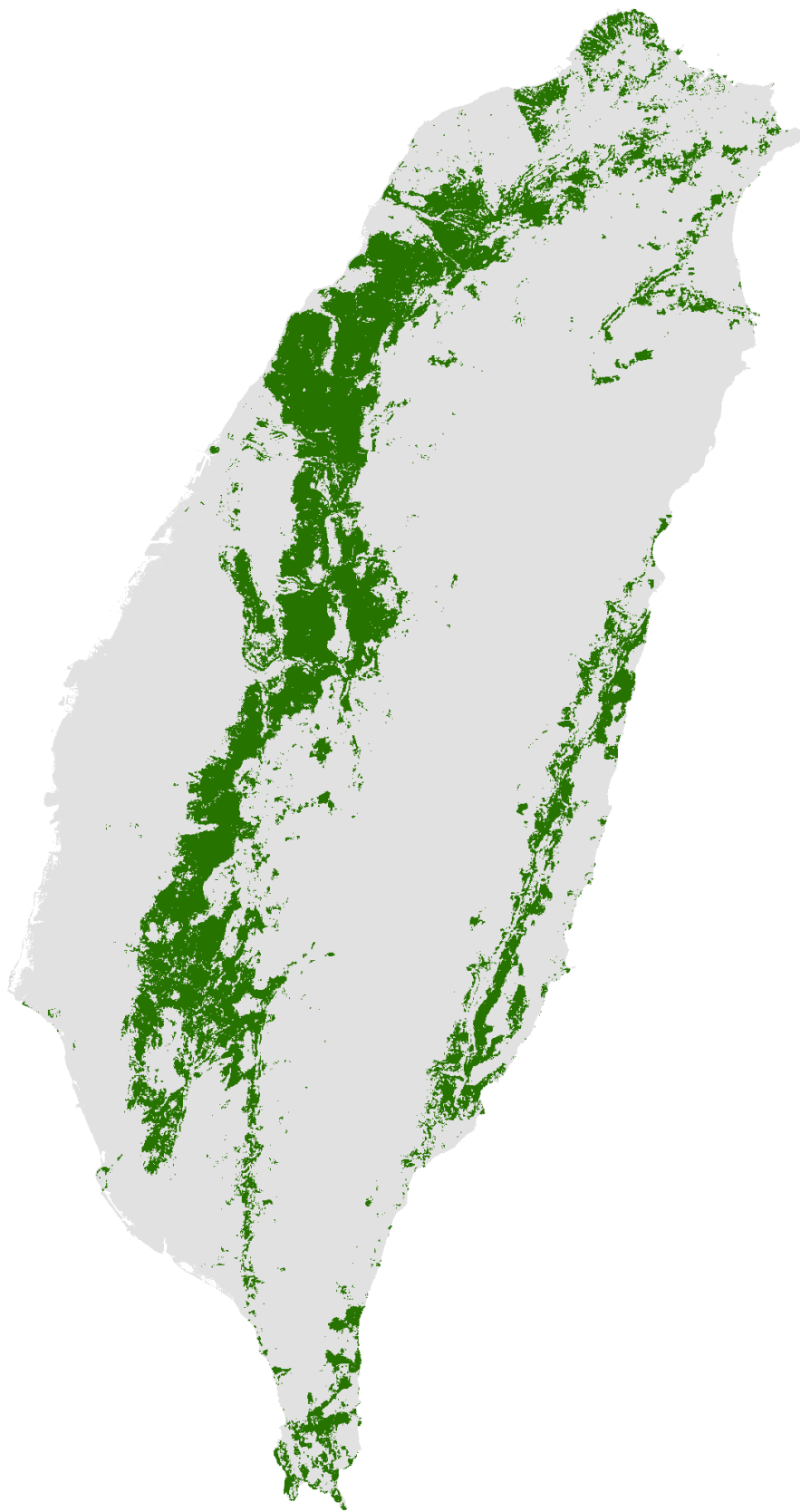


圖 7、石虎可利用之適合棲地分佈範圍（綠色）

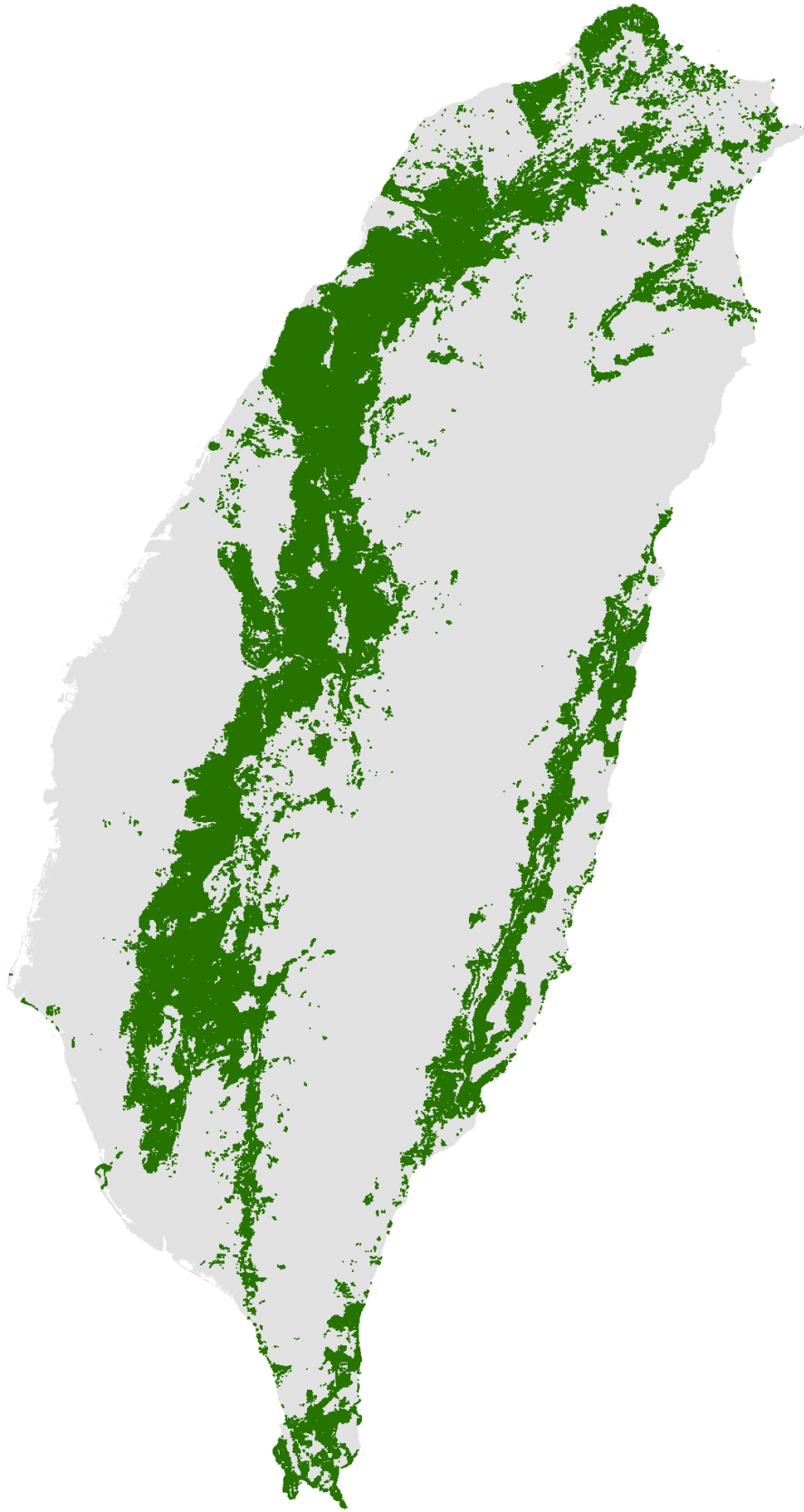


圖 8、石虎可利用之適合棲地分佈範圍（綠色），緩衝距離 178m 後（1 平方公里尺度）。

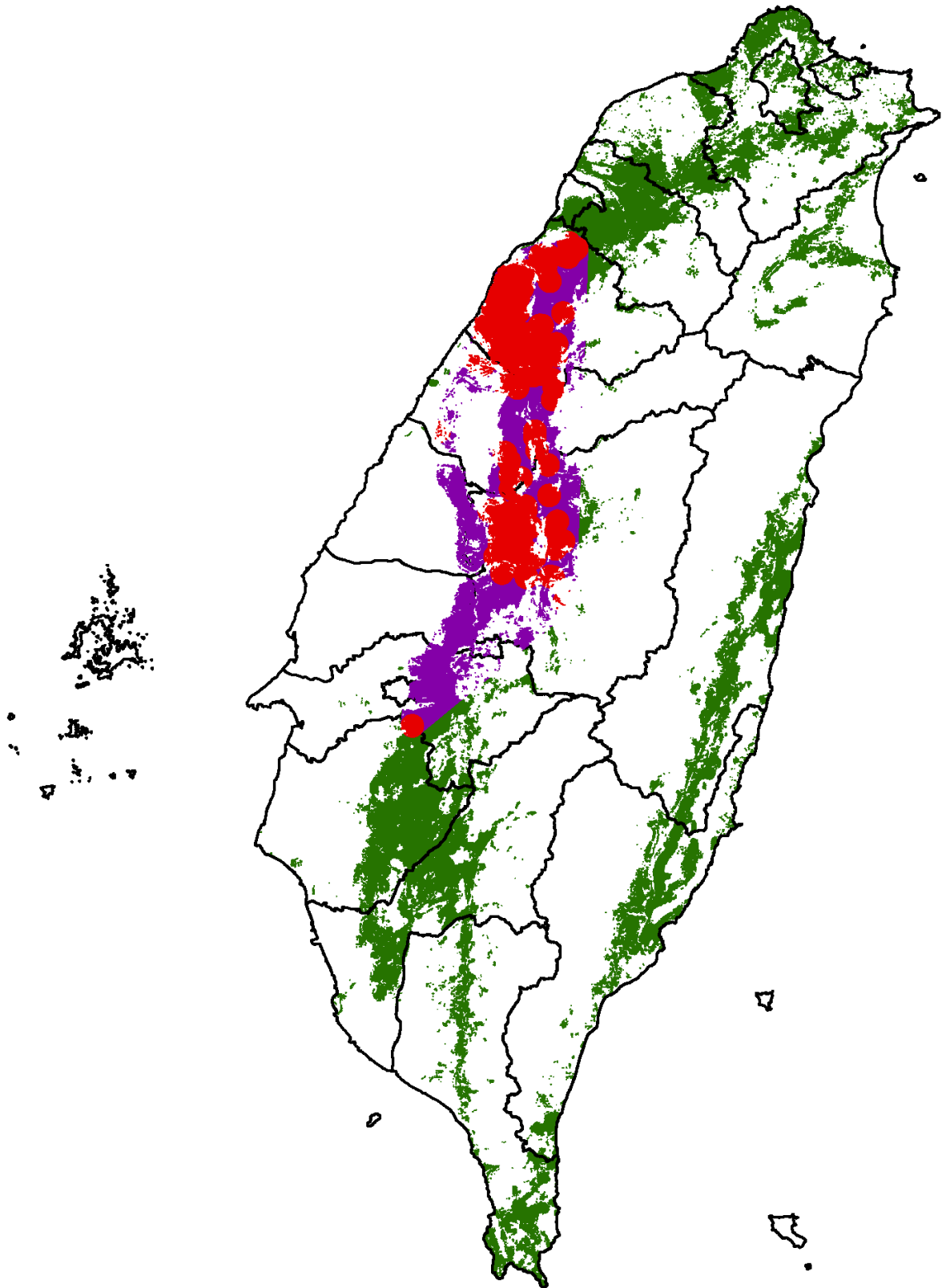


圖 9、石虎重要棲地，包括關鍵棲地（紅色區域）與潛在區域（紫色區域），以及石虎可能棲地（綠色區域）

(六) 棲地野外驗證

因 MAXENT 分布預測分析中，已經以既有的資料分組進行交叉驗證。因此野外調查驗證地點，以潛在棲地，但沒有詳細調查或調查量很少的地區進行。根據預測棲地分布，選擇 3 區尚未有石虎發現記錄區域，各架設 5 台自動照相機，總共 15 處樣點（圖 10），包括：

一、高雄田寮地區

2015/4/14 第一次棲地驗證相機架設，2015/5/20 回收照片但相機繼續架設，2015/6/14 回收相機。

二、彰化二水松柏嶺地區

2015/5/7 第一次棲地驗證相機架設，2015/6/13 回收相機。

三、雲林嘉義地區

2015/5/19 第一次棲地驗證相機架設，2015/6/13 回收相機。

相機拍攝結果包括山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*)、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*)、白鼻心 (*Paguma larvata taivana*)、台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、台灣野兔 (*Lepus sinensis formosus*)、刺鼠 (*Niviventer coninga*)、食蟹獾 (*Herpestes urva formosanus*) 與穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*)，並未發現石虎，唯現場勘查，棲地環境與石虎已知分布點之棲地環境類似。

然而，本計劃的野外驗證調查，自動照相機工作時過短，只是初步調。依照苗栗與南投的調查石虎的自動照相機工作時建議(裴家騏和陳美汀 2006, 劉建男 2015)，每處樣點建議要有 2000-2500 工作小時，也就是應有 3 個月以上的工作天數。在潛在棲地與可能棲地範圍的石虎調查，仍待未來加強持續進行。

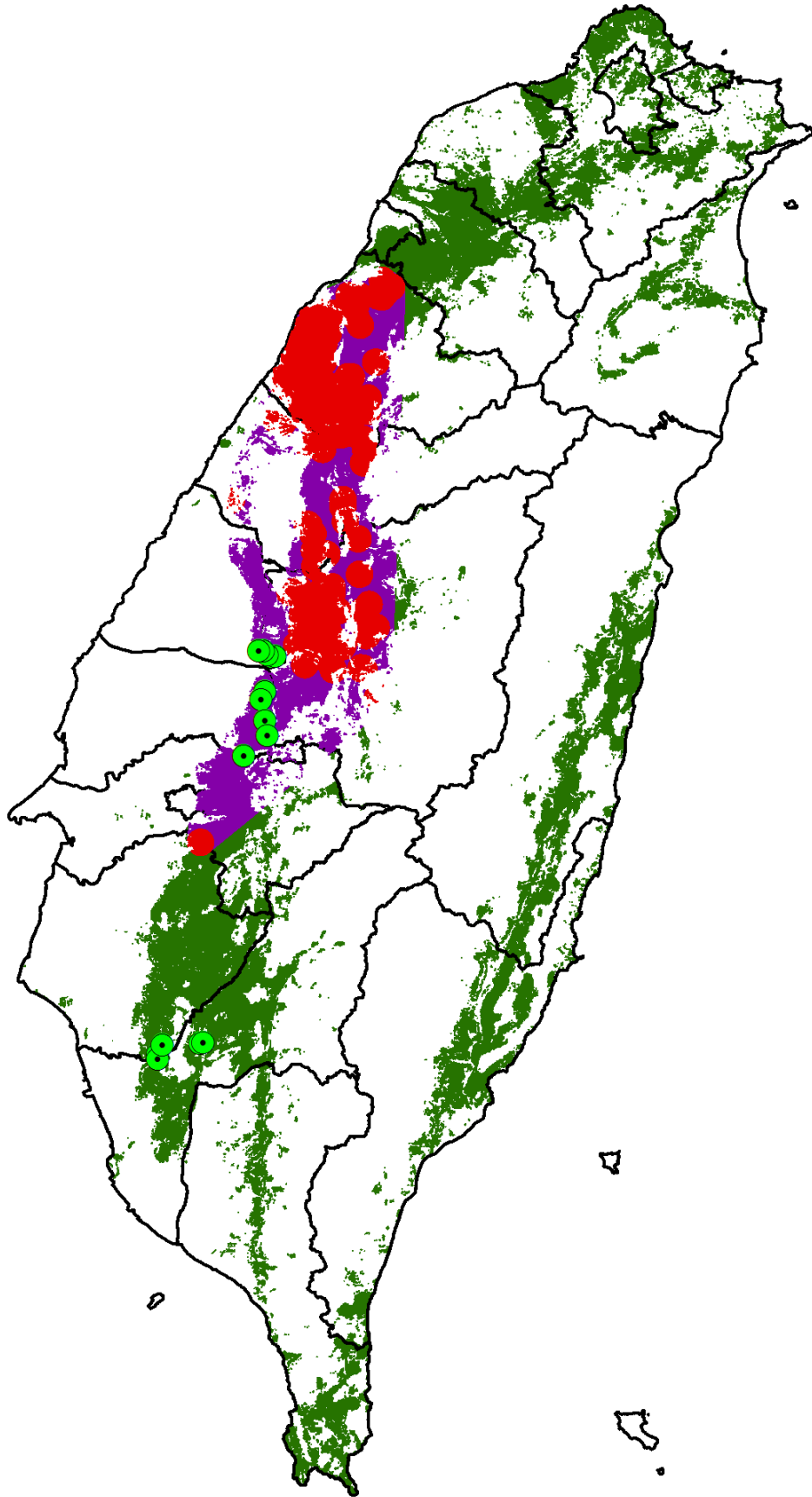


圖 10、15 處自動照相機樣點（中心黑點亮綠色圓圈）

七、石虎重要棲地保育與經營管理對策

(一) 棲地面積與石虎族群數量

陳美汀根據 6 隻無線電追蹤的石虎以及自動照相機拍到的未被捕捉追蹤的其他個體，在苗栗通宵約 32 km² 的研究樣區內估計約有 7-10 隻個體（陳美汀私人通訊），換算石虎密度為 21-31 隻/100km²，與國外其他地區石虎密度相比（表 3）屬中密度。若以此密度估算，關鍵棲地（1 平方公里尺度）面積為 1688 km²，這也是目前已知石虎分布區域，約有 354–524 隻石虎，但這是假設已知石虎分布區中密度均質，且假設棲地是連續的狀況之下，以通宵石虎密度在苗栗地區，應屬較高密度（陳美汀私人通訊），且已知分布區有往周遭再納入 178m 緩衝區域，應有額外涵蓋不適合棲地（如市鎮），關鍵棲地內的石虎族群數量可能更少。

表 3、台灣與其他國家之石虎密度估算

區域	密度	估算方法	資料來源
台灣/苗栗通宵	21 -31 / 100km ² (7-10 / 32km ²)	基於研究樣區有 6 隻無線電追蹤與未被追蹤之個體估算	陳美汀私人通訊
日本/Iriomote 西表島	35 -39 / 100km ² (99-110/ 284km ²)	無線電追蹤與自動照相機	(Izawa et al. 2009)
日本/Tsushima 對馬島	20 - 29 / 100km ² (83-115/ 710km ²)	無線電追蹤與自動照相機	(Izawa et al. 2009)
印度	17 ± 5.33 / 100km ²	自動照相機個體辨識與 Capture-Resight 統計模式	(Bashir et al. 2013)
婆羅洲(DFR 樣區) 較為鬱閉森林環境	9.6 ± 1.7 / 100km ²	自動照相機個體辨識與 Capture-Resight 統計模式	(Mohamed et al. 2013)
婆羅洲(TFR 樣區) 較為開闊森林環境	12.4 ± 1.6 / 100km ²	自動照相機個體辨識與 Capture-Resight 統計模式	(Mohamed et al. 2013)
婆羅洲(SLFR 樣區) 較為開闊森林環境	16.5 ± 2 / 100km ²	自動照相機個體辨識與 Capture-Resight 統計模式	(Mohamed et al. 2013)
婆羅洲	37.5 / 100 km ²	基於 7 隻無線電追蹤個體活動範圍大小估算	(Rajaratnam 2000)

(二) 棲地面積與石虎族群數量

日治時期，台灣石虎仍然全島分布，但因狩獵、皮毛交易、棲地消失、中毒（人為毒殺或滅鼠藥）、路殺等原因，族群逐漸減少。1986-1988 年的山產店調查，即已顯示石虎正在快速減少(王穎 1986, 1987, 1988)。根據文獻與剪報資料，推測石虎地區性消失的可能時間點，台東約 1968 年之後、台北山區約 1985 年之後、雲林約 1988 年之後、桃園臺地約 1992 年之後、嘉義山區約 1994 年之後、台南可能也在 2006 年之後消失，現在僅存苗栗、台中與南投三縣市仍有石虎出沒，但面臨嚴重的棲地破碎化與消失的威脅。

通宵地區的密度估算並未考慮有效繁殖族群，以研究樣區範圍內可以記錄之石虎估算，若以有效繁殖族群 (N_e) 來看，實際上應更少。雖然部分潛在棲地應有石虎，只是無足夠調查努力或根本沒有任何調查而未被納入計算族群數量的面積基底，例如苗栗東北區淺山地區以及台中淺山地區非常缺少調查，實際石虎分布區面積應略大於 1,688 km²，因此石虎族群數量有可能比估算之 354–524 隻還多。然而如前所討論，354–524 隻石虎之估算是假設已知石虎分布區中密度均質，且假設棲地是連續的狀況之下，然後套用苗栗的通宵地區較高石虎密度去估算，但實際上苗栗的調查不同區塊有不同的出現頻度，族群密度高低應有差異(裴家騏和陳美汀 2008)，且換算數量的面積基底所採用的已知分布區還有往周遭再額外納入 178m 緩衝區域 (圖 8)，可能多涵蓋了部分不適合棲地 (如市鎮) 等，實際石虎的族群數量差異應不致於太多。

台灣目前僅存在苗栗、台中與南投還有石虎，但苗栗的族群近年仍然無法擴散到新竹，南投族群也無法補充到彰化與雲林地區，嘉義台南的石虎也陸續消失，台灣石虎族群顯然仍處於下降的趨勢，換句話說，現今石虎面臨諸多威脅，其族群持續下降，分布逐漸萎縮。目前台灣石虎族群存續的關鍵因子應該主要有(1)棲地破碎化與消失(2)盜獵與毒殺造成石虎死亡之人為死亡率高，石虎族群呈現下降趨勢，以上兩個原因會讓族群形成更多的小族群，容易陷入滅絕漩渦(Gilpin and Soulé 1986)。

(三) 經營管理與保育對策

1. 族群角度

若以最小可存活族群量（minimum viable population, MVP）的 500 – 1,000 隻建議(Franklin 1980, Thomas 1990, Franklin and Frankham 1998)，則關鍵棲地範圍內 354 – 524 隻石虎少於 MVP 建議族群量，族群存續需要更多積極的保育措施以免滅絕。若能使潛在棲地的石虎族群恢復，則關鍵棲地加上潛在棲地的總面積 3,206 km²，約可有 673 – 994 隻石虎，對於石虎族群的存活應能提供更多的保障，終極目標則應朝向所有可能棲地內，石虎族群可以恢復。

雖然對於 MVP 的建議數量有不同見解，而不同物種、不同區域可能也需要因地制宜來看待，但現在台灣石虎族群即使有 354 – 524 隻仍然處於持續下降的趨勢，顯見有其他造成族群下降與分布萎縮的原因。

石虎路殺近年引起許多媒體報導，也獲得相當程度的關注，今年更是已經有超過 6 隻的石虎路殺。在苗栗通宵的石虎無線電追蹤，石虎活動範圍不傾向穿越較大之道路(陳美汀 2015)，2014-2015 年的野放小石虎無線電追蹤，雖然野放個體會穿越道路，但部分個體在部分路段，仍有不穿越道路的傾向(陳美汀等 2015)。路殺事件增多，是否因為石虎逐漸受到民眾關注，因此更會積極回報石虎路殺，亦或是因為許多石虎棲地正遭受破壞與消失（如大開發與山坡地大量的違法農舍別墅），導致失去棲地的石虎擴大活動範圍或遷移而更為頻繁的穿越道路所導致？

然而，通宵地區 6 隻無線電追蹤的石虎，6 隻在一年內全部死於捕獵與毒殺（5 隻確認，1 隻無線電發報器於民宅後方發現而很有可能亦被捕捉或毒殺），其中有 4 隻還是在半年內就死亡(陳美汀 2015)。事實上，這只是一個小地方有在追蹤的，且是 100% 死亡率，1 年內就有 5-6 隻死亡，應有更多被毒殺與盜獵而死亡的石虎是看不到的，在許多地方仍有盜獵與人虎衝突導致的毒殺持續發生下，每年死於盜獵與毒殺的死亡石虎個體，推測應有數十隻以上！

捕獸鈎、盜獵與毒殺造成的石虎死亡數量應遠遠大於路殺，只是看不到。以族群動態的角度切入，這是關鍵因子，如果因為路殺的新聞性，而把多數資源投入『路殺解決』，並不會有太大效果，路殺只是『道路』的表徵症狀，就像發燒，真正要解決的『病因』是『道路』，不是路殺；是道路開發引入的棲地切割、破碎、族群交流阻礙、甚至引入更方便的盜獵與更多的人虎衝突而有更多的毒殺，以及道路讓土地增值

後的頻繁買賣、山丘上雨後春筍將整塊山坡地分割成一棟棟 2 分半別墅所造成石虎棲地的消失，以及更大的開發利益讓當地居民更討厭石虎的阻撓開發而惡性循環造成更多的人虎衝突(St. John et al. 2015)。

因此，道路與開發的問題，除了政策面由上而下的解決，在『由下往上』的策略中，解決盜獵與毒殺的迫切性遠遠大於路殺。現在的石虎族群仍在持續減少萎縮中，這樣的現象等於是說，如果盜獵與毒殺的死亡率維持原樣而不解決，即使現在沒有任何新的開發與農舍別墅，保護區也設立但卻無具體保護區巡守作為的話，石虎的族群恐怕一樣會繼續萎縮，然後消失，步上雲豹 (*neofelis nebulosa*) 的後塵。

2. 棲地角度

目前石虎分布區，即本計劃產出之『關鍵棲地』，估算應有約 354–524 隻石虎，而讓石虎可以逐漸擴張到周遭潛在棲地，讓石虎整體分布區面積可以達到 3206 km²，以支持 673–994 隻石虎，是很重要的石虎保育目標，終極目標則應朝向所有可能棲地內，石虎族群可以恢復。以此為目標，在棲地角度的經營管理與保育策略可以包括：

(1) 關鍵棲地

在保育層面上，確保關鍵棲地內的石虎族群永續是最重要的工作，因此在範圍內有開發案需評估時，需進行石虎調查，並擬定石虎保育計劃書，提供主管機關進行開發審核。

確保關鍵棲地內的石虎族群不減少，並提高族群的密度與數量。棲地角度可以採取的策略與經營管理措施包括：

- a. 改善：改善棲地品質，提高棲地的石虎承載量。棲地的經營管理，透過 MAXENT 的分析提供部分巨觀的尺度方式 (第 43-44 頁)，而微觀尺度的棲地具體作為，仍然有待進一步的操作性與試驗研究。
- b. 開源：創造新的良好石虎棲地
- c. 節流：避免石虎適合棲地面積消失

(2) 潛在棲地

確保關鍵棲地的石虎族群新生與擴散個體，可以有擴散到周遭潛在棲地的廊道，例如苗栗族群要擴散到新竹的適合棲地，適合遷移的廊道（包括棲地類羸、遮蔽、安全性等考量）位於何處，是否有破壞或消失的顧慮，是否可以改善廊道的品質等等。

潛在棲地的棲地品質，同樣需要確保可以適合石虎利用，減少或避免不必要之開發與棲地改變。範圍內有開發案需評估時，應建議針對石虎調查，調查努力量，每個自動照相機樣點至少需要連續工作 100 工作天以上，開發環境影響評估範圍內，自動照相機調查樣點至少每 100 公頃（石虎核心活動範圍）需有 3 處樣點以上，且全區開發區至少需要 10 處以上（兩種計算樣點數方式取最大值）。一旦發現石虎，需回報主管機關並擬定石虎保育計劃書，提供主管機關進行開發審核。

(3) 可能棲地

長期目標，則是逐漸擴展到其他可能棲地的棲地經營管理以及族群的保育措施。

八、結論與建議

(一) 結論與保育建議

1. 台灣石虎現在僅存苗栗、台中與南投三縣市淺山地區仍有石虎出沒，面臨嚴重的棲地破碎化與消失以及盜獵毒殺導致高死亡率兩大威脅，族群呈現逐年減少與分布萎縮的趨勢，如果威脅持續，特別是盜獵與毒殺的死亡率維持現狀而不解決，即使現在沒有任何新的開發與農舍別墅，即使保護區設立但卻無具體保護區巡守作為的話，石虎的族群恐怕一樣會繼續萎縮，然後消失，步上雲豹的後塵。
2. 因此，在保護區的劃設建議上，必須搭配積極保育巡守的經營管理措施，方能有效抑止保護區內的盜獵與毒殺行為。現今諸多石虎的盜獵與毒殺行為，應尚未有任何的具體法律判例，民眾可能仍存有僥倖之心，取締盜獵與人和石虎衝突的毒殺事件，除了法律面的執行之外，考量不同的執行方式（如社區保育、里山農業等）以減少當地民眾的反感，多管齊下或較能減緩石虎的人為死亡率，以幫助石虎族群恢復為逐漸成長的趨勢。
3. 石虎棲地多數位於私有地，在台灣既有保護區制度下，不易劃設為保護區以避免開發，因此難以在保護區的操作上達成有效的棲地保護成效。美國 Endangered Species Act 中的 critical habitat 關鍵棲地作法，提供瀕危物種在私有地保育的一種參考方式，也就是可以涵蓋私有地的關鍵棲地劃設，但並非保護區，而法律要求開發之前必須諮詢相關保育主管單位，提供了另外一種棲地保護的方式。但美國 ESA 關鍵棲地的作法，並無規範小面積以及與聯邦無關的開發計畫案，保護了地主的一定權益，但這樣的操作並無法解決現今苗栗與其他縣市淺山地區山坡地農舍別墅的炒作與興建，所造成的棲地消失與造成更多的人與石虎的衝突。後續可評估依據台灣民情修改操作模式，台灣也可考慮在未來修法，增加法源依據，並針對山坡地非農地農用的違法農舍別墅嚴加管理以及修訂相關法律與辦法。這樣的操作，除了石虎，對於生活在與人類活動區域高度重疊的低海拔瀕危物種如穿山甲、食蛇龜(*Cuora flavomarginata*)以及草鴉(*Tyto longimembris*)等物種，也很有幫助。
4. 依照 MAXENT 分析，歸納低海拔連綿的和緩丘陵地、不太陡峭或海拔高低變化不會太大、具有一定森林覆蓋、鑲嵌的環境提供石虎多樣化與豐富的獵物，且道路密度不能太高，為目前台灣石虎主要出現的環境。預測石虎可利用之適合棲地，在已知石虎

分布範圍內有 1,688 km²，定義為關鍵棲地，而與關鍵棲地相鄰，可能還有石虎分布或可作為石虎族群成長擴散的棲地定義為潛在棲地面積，約有 1,518 km²，其他可能棲地之面積則有 6,329 km²。

5. 現有關鍵棲地，也就是目前已知石虎分布區的面積 1,688 km²，僅佔所有石虎可利用之適合棲地面積 9,535 km² 的 17.7%，換句話說，石虎的族群與分布，不計入已經開發為市鎮之區域，近 50 年至少萎縮了超過 8 成以上。
6. 根據苗栗通宵的石虎無線電追蹤研究，估算關鍵棲地，也就是目前已知石虎分布區有 354 – 524 隻石虎，但此估算是假設已知石虎分布區中，密度均質，且假設棲地是連續的狀況之下，然後套用苗栗的通宵地區較高石虎密度去估算，有效繁殖族群 (Ne) 應該更低，若以最小存活族群量之 500-1,000 隻建議並不足，而目前台灣石虎的族群也呈現下降的趨勢，因此，讓石虎族群可以成長並擴增到周遭潛在棲地，讓石虎整體分布區面積可以達到規劃之石虎重要棲地總面積 3,206 km²，以支持 673 – 994 隻石虎，並進一步改善棲地提高石虎棲地族群承載量，是很重要的石虎保育目標，終極目標則應朝向所有可能棲地內，石虎族群可以恢復。然而此計畫之石虎族群估算為相當粗略的估算，且假設所有已知石虎分布區密度皆為均質且都為等同苗栗通宵地區的較高密度狀況，有可能高估，未來應進行更為仔細的族群估算與動態研究，包括在在考量棲地破碎、連接性等情況下，針對石虎的族族群 (metapopulation) 進行詳細的族群動態研究。
7. 石虎經營管理與保育策略，可以從族群與棲地角度切入 (如第七章所述)，但相關調查研究仍遠遠不足，包括部分區域仍缺少調查、石虎族群實際估算研究、族群動態與模擬、棲地改善、棲地地景生態、棲地廊道生態資訊缺乏或深入資訊不足，難以釐清影響石虎族群的關鍵因子，並在有限資源下操作具體經營管理與保育措施，未來宜針對這些議題深入研究，並據以提出石虎保育行動綱領。
8. 日本西表山貓的保護可以成功，除了數十年持之以恆的投入經費在相關保育研究，以了解西表山貓的保育關鍵點之外，主要在於多數居民已經形成共識，西表山貓也成為西表島的觀光象徵之一，因此西表山貓主要的威脅反而是路殺，與台灣的石虎受威脅狀況以及主要棲地在私有地上差異很大。而西表島上的石虎保育解說中心，同時執行相當多的石虎保育與監測工作，包括養雞戶雞舍修繕與宣導、環境教育、石虎族群監測等，可以作為台灣執行的參考。

(二) 石虎重要棲地後續保育研究建議

1. 雖然已經收集 227 個石虎出現點位，並且產出已知石虎分布區以及石虎重要棲地，但部分區域應有石虎，但因為缺少調查而未能納入石虎關鍵棲地，僅歸類在潛在棲地之中，不只在棲地的保護要求較弱，在族群數量估算上也無法納入，因此有必要針對這些地區儘快調查，以確認分布，在石虎重要棲地中的關鍵棲地劃設中，可採取提高調查機率的方式進行，例如先搜尋疑似石虎排遺，然後在周遭配合吸引物或誘餌架設自動照相機以提高拍攝到石虎的機率，每處自動照相機仍建議至少工作 100 工作天以上，但可在拍攝到石虎之後，將自動照相機更換位置，以在較短的時間內可以調查較為廣大的地區，也比較能符合石虎保育需要近釐清石虎分布區以及石虎重要棲地的迫切性。建議急需加緊調查的地區包括：
 - (1) 應有石虎分布區域：苗栗東北區、苗栗新竹交界地區、台中地區、南投與雲林嘉義交界地區以及鹿寮水庫周遭。
 - (2) 有可能還有石虎分布區域：八卦山、雲林、南投到台南鹿寮水庫之間的嘉義淺山地區
2. 台南鹿寮水庫以南的大片台南淺山地區，因距離既有已知石虎分布區較遠，並未歸類於潛在棲地，但因面積較大而連續，且調查量也少，也可能還有石虎，亦建議進一步加強調查。即使調查之後發現沒有石虎，亦可以作為石虎復育的很好棲地，在調查石虎之時，同步評估石虎消失的可能原因，若能解決石虎在該區消失的原因，台南淺山可作為未來石虎族群成長擴散，或是野放復育候選區域。
3. 石虎重要棲地的公告、開放公開查詢以及更新，需建立一套施行方式，包括專責單位以及是否接受公眾意見、更新頻度等，未來應有明確方式。如果是政府單位則需要有跨部會的溝通協調，若是專責委外，則需考量如何能夠長期進行。在台灣也設立專責的石虎保育中心，負責石虎族群監測、養雞戶雞舍修繕與宣導以及救傷等統合工，同時進行石虎環境教育工作，而台灣除了救傷收容之外。更常有失怙小石虎需要照養之後進行軟野放，這些工作若非專責單位，或是固定補助，很難執行相關工作，委辦上也有期程來不及的限制，而小石虎照養野放更需要同一位照養員專業與經驗累積才能提高野放成功率，因此建立一個石虎保育中心，並進一步結合本計劃相關之石虎關鍵棲地與潛在棲地的更新與分析相關工作，是一個可以執行的方式。
4. 石虎適合棲地的預測分析，模式上基本無法達到 100% 的正確，因此有可能涵蓋到密

集的市鎮區域等明顯石虎不會利用的區域，或者沒有涵蓋到應有石虎分布的區域。如果考量公開，則在相關不確定性的區域，建議需要進一步的逐一檢視修正，甚至配合現地調查，或將不確定區域以不同的方式呈現。

5. 針對建議儘速加強調查之區域，確認石虎出現地點之後，納入新的資料，再度分析，產出新的完整石虎重要棲地範圍，並檢視上述第 4 點之預測誤差方面，予以詳細檢視，透過專家系統加以更正。
6. 石虎棲地的破碎化以及交流廊道的評估，有助於釐清族群擴散是否有因為棲地阻隔造成的困難，例如苗栗的石虎若要往北擴散到新竹或往南與台中族群交流，或者南投族群往雲林與彰化八卦山擴散是否有阻礙？主要的交流廊道在何處？這些交流廊道是否需要積極的經營管理與保育措施等等，都是有助保育石虎的棲地與族群的後續調查與研究。
7. 棲地角度更為積極、詳細與細部的作法，改善棲地的品質或者創造適合石虎的棲地等，有賴針對棲地經營管理的操作性與試驗研究，建議針對棲地經營管理部分，進行長期專案研究計畫，透過研究分析以及試驗操作，搭配長期監測，才能釐清與確認有效的棲地維護、復育、改善等之棲地經營管理策略。另外，石虎分布區內之國有林班地內的出租林地與伐木造林等，是否對石虎有害？怎樣的規模與尺度操作才能降低對石虎的衝擊或對石虎有利？是否有可能與改善石虎棲地經營管理工作結合，例如不適合石虎利用之植被林型的改善等等。這些棲地經營管理的整體評估與進行，建議可清查既有出租林地與伐木的區域與石虎分布區的重疊性，並搭配適當的檢討、評估與監測機制，以了解石虎族群與生物多樣性與這些林業經營關係。
8. 不同的農業或產業型態（如不同種類之果園）、用藥強度與季節性、滅鼠強度與季節性等不同產業會有的差異，可能都與石虎本身存活、石虎的獵物豐富度或狩獵掩蔽有關，這是未來可以進一步探討研究並進一步改善的層面，特別是在與石虎主要活動區域相鄰的環境。

九、參考文獻

- 王穎. 1986. 台灣地區山產店對野生動物資源利用調查(I). 農委會. 75年農委會生態研究第11號.
- _____. 1987. 台灣地區山產店對野生動物資源利用調查(II). 農委會. 76年農委會生態研究第21號.
- _____. 1988. 台灣地區山產店對野生動物資源利用調查(III). 農委會. 77年農委會生態研究第17號.
- 台灣總督府警務局理蕃課. 1937. 高砂族調查書:第二編、生活. 台灣總督府警務局理蕃課.
- 沈茂蔭. 1894. 苗栗縣志.
- 林良恭. 2008. 人工林不同疏伐強度作業對脊椎動物族群及群聚組成之影響. 國科會成果報告, 計畫編號 NSC 96-2621-Z-029-001.
- 社團法人中華民國野鳥學會. 2008. 重要野鳥棲地 (IBAs) 永續執行計畫. 行政院農業委員會林務局 97 林發-03.1-保-16.
- 姜博仁, 朱祐璽, 鄭蕙如和林宗億. 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. 玉山國家公園叢刊編號 1186 號.
- 姜博仁, 徐歷鵬, 蔡哲民, 蔡世超和吳禎祺. 2012. 臺東縣轄海岸山脈野生動物重要棲息環境及周遭緩衝區 (成功事業區第 40 林班至 45 林班) 動物資源調查與監測計畫 (1/3). 行政院農業委員會林務局台東林區管理處. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列編號 100-07-8-06 號.
- 唐贊襄. 1891. 臺陽見聞錄.
- 高嘉孜. 2013. 苗栗縣通霄鎮石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*) 之移除模式及衝突探討. 屏東科技大學, 屏東縣.
- 堀川安市. 1932. 臺灣哺乳動物圖說. 台灣博物學會出版部, 臺灣.
- 莊琬琪. 2012. 苗栗通霄地區石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*) 及家貓 (*Felis catus*) 之食性分析. 屏東科技大學, 屏東縣.
- 陳美汀. 2015. 台灣淺山地區石虎 (*Prionailurus bengalensis*) 的空間生態學. 博士論文, 國立屏東科技大學, 屏東縣內埔鄉.
- 陳美汀, 裴家騏和廖靖婷. 2015. 104 年苗栗縣小石虎野放監測計畫. 國立屏東科技大學. 新竹林區管理處 104 竹保(勞)字第 03 號.

- 陳兼善. 1956. 臺灣脊椎動物誌. 開明書局, 台北.
- 麥錦萱. 2013. 苗栗農村小型食肉目動物被獵捕之現況. 屏東科技大學, 屏東縣.
- 楊吉宗, 詹芳澤, 何東輯, 毛嘉洪, 劉建男和張簡琳玲. 2004. 特有及稀有哺乳類保育生物學之研究—台灣黑熊及石虎 (3/3). 行政院農委會特有生物保育研究中心. 93 農科-2.4.1-生-W4 (2).
- 裴家騏. 2014. 苗栗地區社區參與石虎保育工作推動計畫. 行政院農業委員會林務局保育研究計畫系列 100-02-08-02.
- 裴家騏和姜博仁. 2004. 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 (三). 行政院農委會林務局. 行政院農委會林務局保育研究 92-02 號.
- 裴家騏和陳美汀. 2006. 新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 (1/3). 行政院農業委員會林務局. 行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-05 號.
- _____. 2008. 新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 (3/3). 行政院農業委員會林務局. 行政院農業委員會林務局保育研究系列 96-01 號.
- 劉建男. 2015. 南投地區石虎族群調查及保育之研究委託計畫 (1/2). 行政院農業委員會林務局保育研究系列 103-05 號.
- 蔣毓英. 1685. 臺灣府志(蔣志).
- Araujo, M. B., and M. New. 2007. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology & Evolution* **22**:42-47.
- Araujo, M. B., R. J. Whittaker, R. J. Ladle, and M. Erhard. 2005. Reducing uncertainty in projections of extinction risk from climate change. *Global Ecology and Biogeography* **14**:529-538.
- Bashir, T., T. Bhattacharya, K. Poudyal, S. Sathyakumar, and Q. Qureshi. 2013. Estimating leopard cat *Prionailurus bengalensis* densities using photographic captures and recaptures. *Wildlife Biology* **19**:462-472.
- Chen, M.-T., M. E. Tewes, K. J. Pei, and L. I. Grassman. 2009. Activity patterns and habitat use of sympatric small carnivores in southern Taiwan. *Mammalia* **73**:20-26.
- Chiang, P.-J. 2007. Ecology and conservation of Formosan clouded leopard, its prey, and other sympatric carnivores in southern Taiwan. Ph.D. dissertation. Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, U.S.A.
- Chiang, P.-J., K. J.-C. Pei, M. R. Vaughan, C.-F. Li, M.-T. Chen, J.-N. Liu, C.-Y. Lin, L.-K. Lin, and Y.-C. Lai. 2015. Is the clouded leopard *Neofelis nebulosa* extinct in Taiwan, and could it be reintroduced? An assessment of prey and habitat. *Oryx* **2**:261-269.
- Crossman, N. D., and D. A. Bass. 2008. Application of common predictive habitat techniques for

- post-border weed risk management. *Diversity and Distributions* **14**:213-224.
- Franklin, I. R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135-140 *in* M. E. Soule and B. A. Wilcox, editors. *Conservation Biology: An Evolutionary Ecological Perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- Franklin, I. R., and R. Frankham. 1998. How large must populations be to retain evolutionary potential? *Animal Conservation* **1**:69-70.
- Gilpin, M. E., and M. E. Soulé. 1986. Minimum Viable Populations: Processes of Species Extinction. Pages 19-34 *in* M. E. Soulé, editor. *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer, Sunderland, Mass.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>. *Science* **342**:850-853.
- Heptner, V. G., and A. A. Sludskii. 1972. Mammals of the Soviet Union. Vol. 2, part 2, Carnivora (Hyaenas and cats). English translation, sci. ed., R. S. Hoffmann. Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation, Washington, DC.
- Izawa, M., T. Doi, N. Nakanishi, and A. Teranishi. 2009. Ecology and conservation of two endangered subspecies of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) on Japanese islands. *Biological Conservation* **142**:1884-1890.
- Kano, T. 1929. The distribution and habit of mammals of Formosa (1). *Zoological magazine* **41**:332-340.
- Kano, T. 1930. The distribution and habit of mammals of Formosa (2). *Zoological magazine* **42**:165-173.
- Kano, T. 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Shibusawa Institute, Tokyo, Japan.
- Kuroda, N. 1940. A monograph of the Japanese mammals. The Sanseido Co. Ltd., Tokyo, Japan.
- MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, K. H. Pollock, L. L. Bailey, and J. E. Hines. 2006. *Occupancy estimation and modeling : inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Elsevier/Academic Press, Burlington, MA.
- Marmion, M., M. Parviainen, M. Luoto, R. K. Heikkinen, and W. Thuiller. 2009. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and Distributions* **15**:59-69.
- McCullough, D. R. 1974. Status of larger mammals in Taiwan: A report to World Wildlife Fund,

Washington, D.C., U.S.A. and Tourism Bureau, Ministry of Communications, Taiwan.,
Tourism Bureau, Taipei, Taiwan., Taipei, Taiwan.

- McGarigal, K., S. Cushman, and E. Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
- Mohamed, A., R. Sollmann, H. Bernard, L. N. Ambu, P. Lagan, S. Mannan, H. Hofer, and A. Wilting. 2013. Density and habitat use of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in three commercial forest reserves in Sabah, Malaysian Borneo. *Journal of Mammalogy* **94**:82-89.
- Pei, J.-C. 2004. Present status of larger mammals in Kenting National Park and their conservation concerns. *Taiwan Journal of Forest Science* **19**:199-214.
- Peterson, A. T., M. Papes, and M. Eaton. 2007. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. *Ecography* **30**:550-560.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**:231-259.
- Rajaratnam, R. 2000. Ecology of the leopard cat (*Prionailurus Bengalensis*) in Tabin Wildlife Reserve, Sabah, Malaysia. PhD. dissertation. Fakulti Saing Dan Teknologi University.
- Rajaratnam, R., M. Sunquist, L. Rajaratnam, and L. Ambu. 2007. Diet and habitat selection of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis borneoensis*) in an agricultural landscape in Sabah, Malaysian Borneo. *Journal of Tropical Ecology* **23**:209-217.
- Rho, P. H. 2009. Use of GIS to Develop a Multivariate Habitat Model for the Leopard Cat (*Prionailurus bengalensis*) in Mountainous Region of Korea. *Journal of Ecology and Environment* **32**:229-236.
- Royle, J. A., R. B. Chandler, C. Yackulic, and J. D. Nichols. 2012. Likelihood analysis of species occurrence probability from presence-only data for modelling species distributions. *Methods in Ecology and Evolution* **3**:545-554.
- St. John, F. A. V., C.-H. Mai, and K. J. C. Pei. 2015. Evaluating deterrents of illegal behaviour in conservation: Carnivore killing in rural Taiwan. *Biological Conservation* **189**:86-94.
- Thomas, C. D. 1990. What Do Real Population Dynamics Tell Us About Minimum Viable Population Sizes? *Conservation Biology* **4**:324-327.
- Wisz, M. S., R. J. Hijmans, J. Li, A. T. Peterson, C. H. Graham, A. Guisan, and N. P. S. Distribut. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions* **14**:763-773.

附錄一、第一次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論

時間：2015 年 4 月 15 日（星期三）下午 03:15

地點：東海大學理學院會議室

出席專家：裴家騏、吳聲海、陳美汀、林育秀、劉威廷、姜博仁等 6 位專家

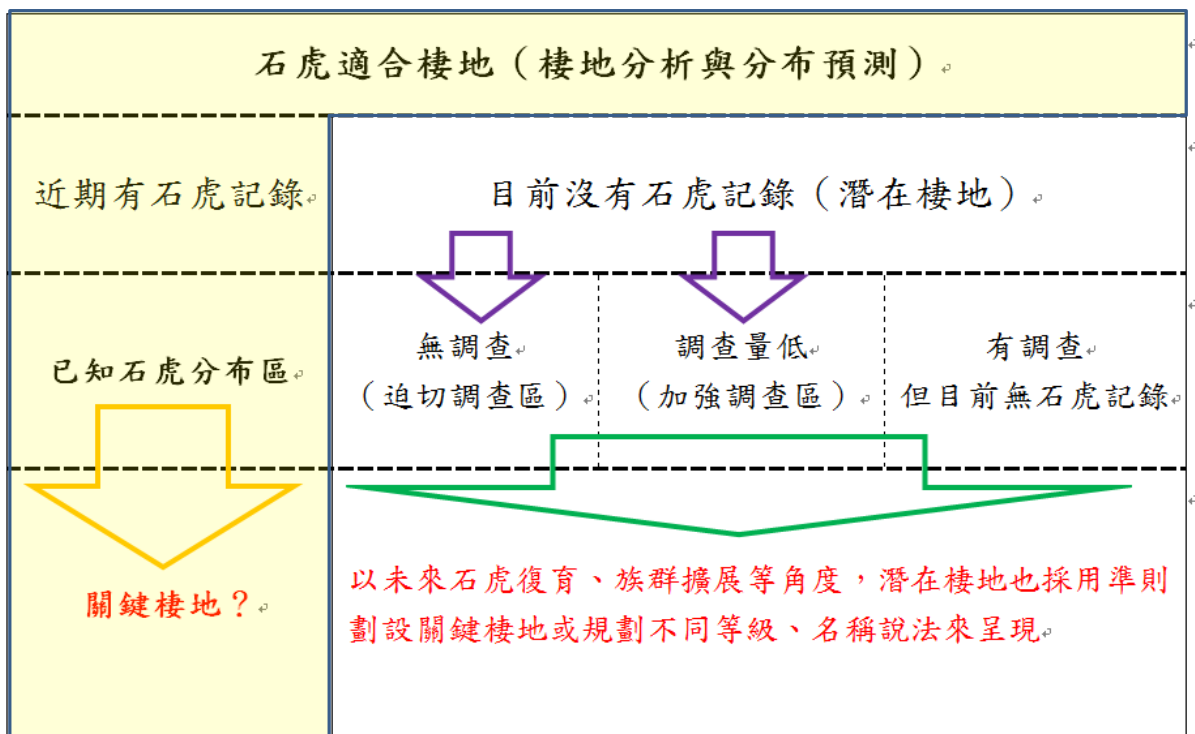
主管機關代表：黃群策

主要議題：

1. 報告過往石虎分布，以及現有石虎記錄資料彙整結果
2. 報告目前以棲地分布預測模型的石虎分布範圍結果並進行討論與修正
3. 討論石虎重要棲地劃設準則
4. 討論棲地驗證進行方式

主要結論：

經過第一次專家會議討論過後之工作架構



註：調查指的是自動照相機調查或其他可確認石虎出現之方法，不包含訪談、痕跡與排遺調查（除非排遺經過科學方法確認，如遺傳物質檢定）。

1. 石虎適合棲地分析，依照原計畫規劃進行，討論過後，擬採用之棲地分析因子包括：
 - (1) 海拔高度及其他衍生因子，如固定半徑內的最高海拔、海拔範圍、標準差等。
 - (2) 坡度及其他衍生因子，如固定半徑內的坡度標準差、平均值、CV 等。
 - (3) 坡向轉換為水份梯度
 - (4) 道路：固定半徑範圍內道路密度，並且依不同道路等級區分。
 - (5) Tree cover，採用 Landsat 7 ETM+ 資料 (Hansen et al. 2013)，並以石虎活動範圍尺度計算平均值、標準差、CV 等。
 - (6) 稜線密度 (視產出可能性)。
 - (7) 溪流水文：溪流距離、密度
 - (8) 土地利用：產出森林、草地、人工建物、竹林、農地等面積，以石虎活動範圍尺度計算。
 - (9) 地景指標：利用 fragstats，搭配土地利用，計算相關破碎化指標。
 - (10) 氣候因子 (world climate) 有委員建議不使用。

2. 已知石虎分布區
 - (1) 收集彙整目前已知石虎出現地點記錄，包括調查、救傷、路死等，並以確認為石虎才納入，不包含訪談、痕跡與排遺調查 (除非排遺經過科學方法確認，如遺傳物質檢定)。
 - (2) 以每一個出現點位很可能有一小族群石虎利用該區，出現點位都以一定半徑緩衝範圍(buffer)聯集而成，緩衝範圍半徑可採用石虎活動範圍大小、移動距離或者以 10 隻甚或 30 隻石虎總活動範圍為半徑，把石虎分布從點轉換成面。緩衝半徑於第二次專家會議討論確認。
 - (3) 以上緩衝範圍，可能包括一些不適合的棲地，如村莊城鎮、人工建物等等。把出現點位緩衝範圍與棲地分析的石虎適合棲地預測交集，可產出符合現況的已知石虎分布區。

3. 石虎關鍵棲地劃設可能方案
 - (1) 石虎瀕臨絕種，『已知石虎分布區』即是石虎關鍵棲地。
 - (2) 以 10 年內有石虎記錄，產出已知石虎分布區，作為關鍵棲地。或者 30 年？

- (3) 在『已知石虎分布區』中，進一步根據準則劃設核心區（不可讓步、影響石虎存亡等考量），準則可以族群角度擬定，例如『每處可支持 50 隻以上石虎存活的棲地皆納入關鍵棲地核心區』。預計第二次專家會議進一步討論。

4. 潛在棲地

第一次會議達成共識，目前沒有石虎記錄（潛在棲地）在考量未來石虎復育與族群擴展下，依照另外訂定的準則，劃入關鍵棲地，但可給予不同名稱，如關鍵潛在棲地等，於下次專家會議時討論是否有不同等級、名稱，以及據以劃定的準則。

5. 驗證

- (1) 分布預測分析中，皆以既有的資料分組進行交叉驗證。
- (2) 驗證地點，以潛在棲地，但沒有詳細調查或調查量很少的地區進行，但本計劃短時間，仍然只是初步，自動相機的努力量有限，仍待未來持續進行。
- (3) 產出的潛在棲地，可以作為未來持續調查石虎分布的基礎圖層資料，關鍵棲地可以動態的更新。

6. 第一次專家會議出席者名冊與簽到單

「重要石虎棲地保育評析」第一次會議
簽到單

壹、開會時間：104年4月15日（星期三）下午3時15分

貳、開會地點：東海大學理學院會議室

參、主持人：林委員良恭

肆、出（列）席單位及人員：

	單位	人員	簽名
1	東海大學	林良恭 老師	
2	屏東科技大學	裴家騏 老師	裴家騏
3	中興大學	吳聲海 老師	吳聲海
4	臺灣大學	丁宗蘇 老師	(請假)
5	嘉義大學	劉建男 老師	(請假)
6	屏東科技大學	陳美汀 老師	陳美汀
7	特有生物研究保育中心	林育秀 老師	林育秀
8	觀察家生態顧問有限公司	劉威廷 老師	劉威廷
9	野聲環境生態顧問有限公司	姜博仁 老師	姜博仁
10	東海大學	袁守立 博士	袁守立
11	東海大學	侯惠美	侯惠美
12	東海大學	陳邦融	陳邦融
13	林務局	黃群策	黃群策
14	東海大學	高明脩	高明脩

附錄二、第二次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論

時間：2015 年 5 月 22 日（星期五）下午 1:30

地點：東海大學理學院會議室

出席專家：林良恭、趙榮台、裴家騏、陳美汀、李佩珍、林育秀、劉建男、丁宗蘇、郭榮信、
劉威廷、姜博仁等 11 位專家

出席主管機關代表：劉泰成、陳燕儀

主要議題：

1. 已知石虎分布區產生方法確認，緩衝區距離討論。
2. 關鍵棲地名稱修正，使用石虎重要棲地或沿用關鍵棲地
3. 已知石虎分布區規劃為關鍵棲地的準則討論
4. 潛在棲地是否劃入關鍵棲地，以及使用準則討論

主要結論：

1. 關鍵棲地 Critical habitat 操作

- (1) 目前台灣無類似美國 ESA critical habitat 法源，加上是否需要加入公眾參與的機制亦需要進一步配套執行，因此石虎先以『石虎重要棲地』名稱進行，參考 IBA 及 ESA critical habitat 精神，依據林務局主管機關需要，進行範圍的劃設。
- (2) 石虎目前的操作模式，是否有可能建立一種模式，如何修訂以套用到其他瀕臨絕種物種，以及未來採用『Important Mammal Area』名稱或類似美國 critical habitat 的執行方式，甚至是否考慮修法以提供法源基礎，需進一步評估。

2. 石虎重要棲地

- (1) 從已知石虎分布地點加上緩衝範圍，套疊石虎棲地與分布預測圖，產出石虎已知分布區。
- (2) 緩衝範圍的計算方式：以目前已知石虎的最大活動範圍計算活動範圍半徑，乘以 2 倍

(即直徑)，作為緩衝範圍距離，並配合楓樹窩石虎追蹤研究範圍內可短暫維持一小族群存活之面積作為參考基礎。第三次專家會議詳實說明緩衝距離科學論述基礎，產出相關圖層。

- (3) 配合不同目的，可產出不同範圍或尺度之圖面資料，如實際的點位。但瀕危物種實際點位若可透過網路公開取得將有風險，建議考量盜獵者濫用的可能。
- (4) 以石虎目前的瀕危狀況，石虎分布區即為石虎重要棲地。可評估是否呈現 10 年內或 20 年內分布區，直接定義為『石虎重要棲地』。
- (5) 『石虎重要棲地』應可透過新的調查資料做固定的更新、上網(如 WebGIS 資料庫)，並可有『石虎重要棲地』的圖層選項，類似可以勾選不同保護區、水質水量保護區等方式，供開發單位或民眾閱覽，協助評估相關開發行為。建議主管機關與台灣哺乳動物學會評估討論未來可能的執行與公告方式。

3. 潛在棲地

- (1) 石虎棲地分布預測模型演算所得的區域，但目前無石虎發現記錄，為『石虎潛在棲地』。目前先不規劃『石虎潛在棲地』進一步分區，於第三次專家會議作進一步確認討論。
- (2) 潛在棲地對於分布範圍持續萎縮的石虎有一定重要性，並可作為未來石虎復育或野放的候選棲地。
- (3) 潛在棲地中沒有調查或調查努力量很少的區域，提出作為未來加強調查石虎是否仍有分布的建議。

4. 第二次專家會議出席者名冊與簽到單

「重要石虎棲地保育評析」第二次會議
簽到單

壹、開會時間：104年5月22日（星期五）下午1時30分

貳、開會地點：東海大學理學院會議室

參、主持人：林委員良恭

肆、出（列）席單位及人員：

	單位	人員	簽名
1	東海大學	林良恭 老師	林良恭
2	中興大學	吳聲海 老師	請假
3	東華大學	吳海音 老師	(請假)
4	林業試驗所	趙榮台 老師	趙榮台
5	屏東科技大學	裴家騏 老師	裴家騏
6	屏東科技大學	陳美汀 老師	陳美汀
7	師範大學	李佩珍 老師	李佩珍
8	特有生物研究保育中心	林育秀 老師	林育秀
9	嘉義大學	劉建男 老師	劉建男
10	臺灣大學	丁宗蘇 老師	丁宗蘇
11	苗栗縣自然生態學會	郭榮信 老師	郭榮信
12	野聲環境生態顧問有限公司	姜博仁 老師	姜博仁
13	觀察家生態顧問有限公司	劉威廷 老師	劉威廷
14	東海大學	袁守立 博士	袁守立

	單位	人員	簽名
15	東海大學		陳沛融
16	東海大學		侯惠美
17	東海大學		高明娟
18	東海大學		王玉婷
19	林裕倫		劉泰成
20	新竹林區管理處		陳燕儀
21	東海大學		陳逸文
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

附錄三、第三次專家會議舉辦日期、出席人員以及會議結論

時間：2015 年 6 月 16 日（星期二）下午 1:30

地點：東海大學理學院會議室

出席專家：林良恭、趙榮台、李佩珍、林育秀、劉建男、丁宗蘇、郭榮信、劉威廷、姜博仁等
9 位專家

出席主管機關代表：黃群策、曹又仁

主要議題：

1. 關鍵棲地各分層分級名稱定義討論
2. 關鍵棲地劃定：分布預測模型是否要設閾值；應有石虎，但無調查資料區域呈現方式；補充調查與資料更新頻率討論。
3. 是否選取劃設重要的潛在棲地區？
4. 後續調查監測規劃建議
5. 目的與應用討論，包括是否架設獨立伺服器與 WebGIS 系統，更新方式與負責機關討論決定。

主要結論：

1. 石虎已知分布區與 MAXENT 分布預測圖層調整
 - (1) 快速道路棲地因子刪除不使用於分布預測
 - (2) 人倫林道石虎記錄的保留問題：統合近幾年對石虎調查的結果，石虎主要出現在海拔 500 m 以下，未曾有出現在海拔 1000 m 以上的記錄，但若考慮到地區性以及時間性調查頻度分布不一致的狀況，林良恭老師 Lab 以自動相機記錄到的人倫林道石虎記錄應該保留，且保留後對物種分布預測結果並無太大影響。
 - (3) 從已知石虎分布地點加上緩衝範圍 3.5 km，套疊石虎棲地與分布預測圖，產出石虎已知分布區。
 - (4) 將利用城市、道路等已開發地區圖層做為遮罩刪除已經確定為不適合的土地利用形式，並以 1 km * 1 km 網格做 resample，減低圖層破碎現象，河床區域也應考慮進去。

2. 石虎重要棲地的階層佈局與公開

(1) 名稱確定為『石虎重要棲地』，棲地階層佈局如下表：

階層名稱	次階層名稱	定義	開發時要求
重要棲地	關鍵棲地	已知石虎分布地點加上緩衝範圍，套疊分布預測圖層後的區域。	需保育計畫書
	潛在棲地	與關鍵棲地相鄰，可能有石虎分布但目前仍缺少野地調查資料的區域	需加強調查，若發現石虎，則再提出保育計畫書
可能棲地		MAXENT 分布預測結果範圍	依過往調查量，規劃補充調查
排除			

(2) 潛在棲地以及排除的範圍都仍需給予明確的準則判定

(3) 包括石虎已知點位與演算圖層資料都應定時更新，更新準則：

超過 10 年資料，有繼續調查且都沒有再發現石虎，可刪除之。

超過 10 年資料，未繼續調查，可保留之。

(4) 演算後套疊完成的圖層資料可存放於林務局伺服器並公開閱覽，但後續連結更新建議由特有生物研究保育中心主導進行，此部分需要進一步討論。

(5) 預定每年更新一次，只給圖面，不提供點位座標等細節資料。因學術研究等有需要使用者需經審核並簽署授權書。

3. 由本案衍生的後續保育行動

(1) 石虎重要棲地經公開後，若有開發建設案涉及本案所提及之關鍵棲地或潛在棲地，需提供保育計畫書或變更開發計畫以避免影響石虎族群。

(2) 石虎重要棲地雖無法源依據，但可提供一般民眾查詢閱覽，對於瞭解鄉土環境具有一定幫助。配合林務局、地方主管機關或 NGO 團體推廣教育，協助民眾增加對石虎的關愛與環境保護意識。

- (3) 建立石虎調查通報系統：建議仿照穿山甲通報機制，建議特有生物研究保育中心可評估是否可協助提供通報平台供一般民眾或專家學者發現石虎時進行通報，或由林務局委由專責單位負責。潛在棲地（紫色區域）與可能棲地（綠色區域）需要加強調查

4. 第三次專家會議出席者名冊與簽到單

「重要石虎棲地保育評析」第三次會議
簽到單

壹、開會時間：104年6月16日（星期二）下午1時30分

貳、開會地點：東海大學理學院會議室

參、主持人：林委員良恭

肆、出（列）席單位及人員：

	單位	人員	簽名
1	東海大學	林良恭 老師	林良恭
2	中興大學	吳聲海 老師	(請假)
3	東華大學	吳海音 老師	(請假)
4	林業試驗所	趙榮台 老師	趙榮台
5	屏東科技大學	裴家騏 老師	(請假)
6	屏東科技大學	陳美汀 老師	(請假)
7	師範大學	李佩珍 老師	李佩珍
8	特有生物研究保育中心	林育秀 老師	林育秀
9	嘉義大學	劉建男 老師	劉建男
10	臺灣大學	丁宗蘇 老師	丁宗蘇
11	苗栗縣自然生態學會	郭榮信 老師	郭榮信
12	野聲環境生態顧問有限公司	姜博仁 老師	姜博仁
13	觀察家生態顧問有限公司	劉威廷 老師	劉威廷
14	東海大學	袁守立 博士	袁守立

	單位	人員	簽名
15	東海大學	黃京森	黃京森
16	東海大學	侯惠美	侯惠美
17	東海大學	高明脩	高明脩
18	東海大學	陳沛融	陳沛融
19	東海大學	陳逸文	陳逸文
20	林務局	黃群策	黃群策
21	林務局	曹大仁	曹大仁
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

附錄四、棲地因子圖層



圖 1、ALT1 海拔 (海拔由低到高顏色為綠到棕到白色)

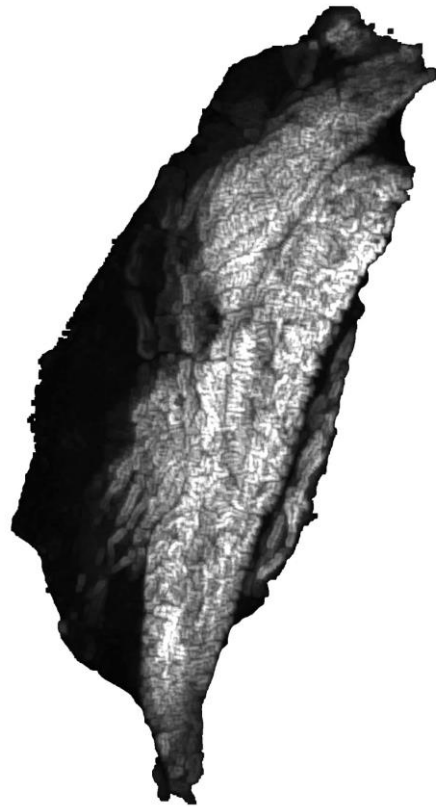


圖 3、ALT3:海拔範圍 (最高-最低)



圖 2、ALT2:平均海拔



圖 4、ALT4:最高海拔

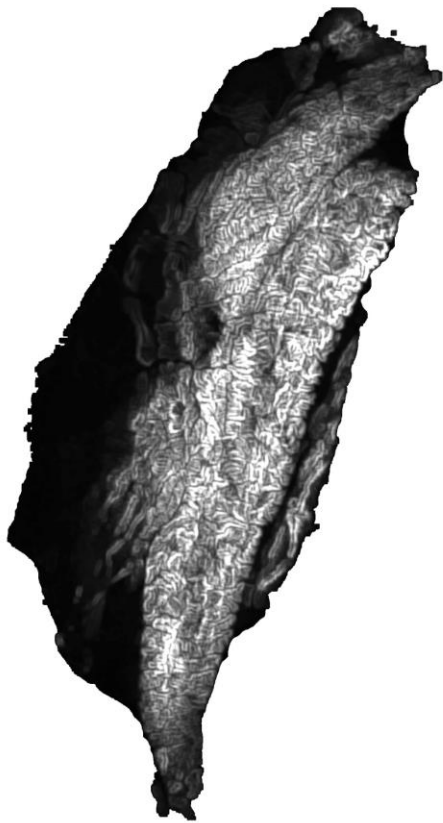


圖 5、ALT5:海拔標準差

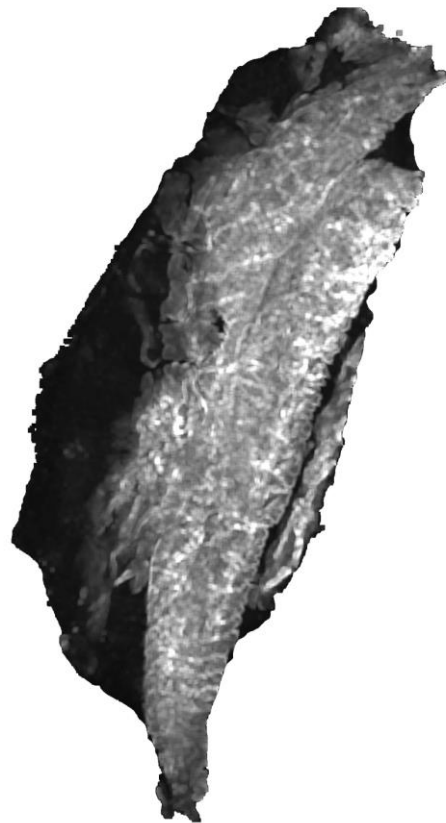


圖 7、RUG2:坡度標準差

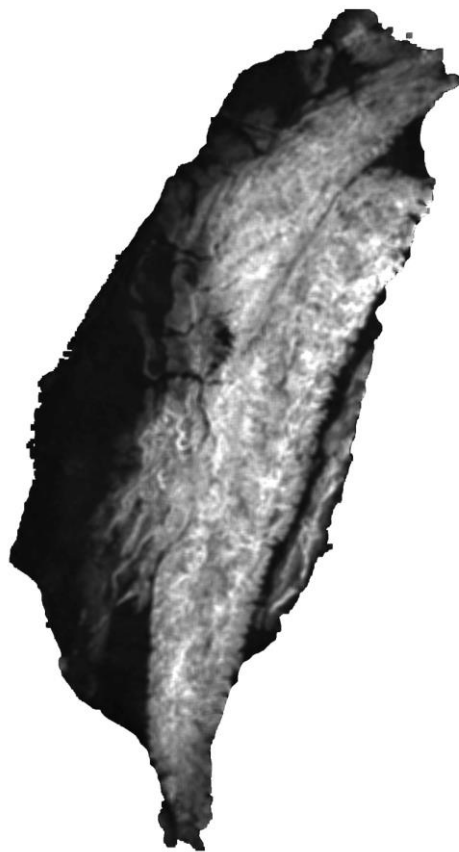


圖 6、RUG1:平均坡度(%)

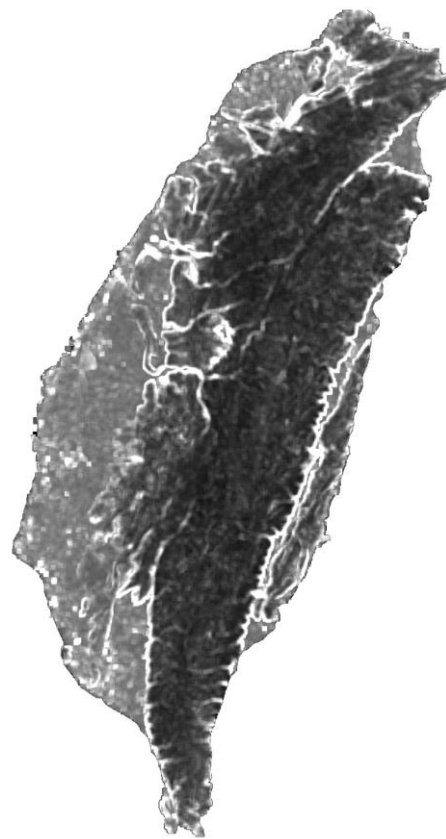


圖 8、RUG3:坡度 CV



圖 9、RUG4:稜線密度



圖 11、TREE2:森林覆蓋度標準差



圖 10、TREE1:森林平均覆蓋度



圖 12、TREE3:森林覆蓋度標準差 (11*11 網格範圍)



圖 13、RIVER1:第 1 級溪流長度

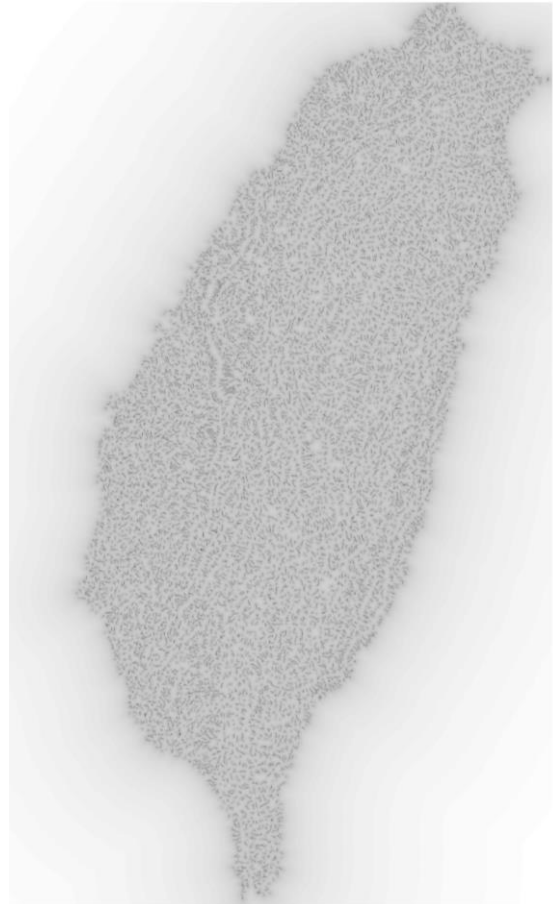


圖 15、RIVER3:第 1 級溪流最近距離



圖 14、RIVER2: 全部溪流長度



圖 16、RIVER4: 全部溪流最近距離

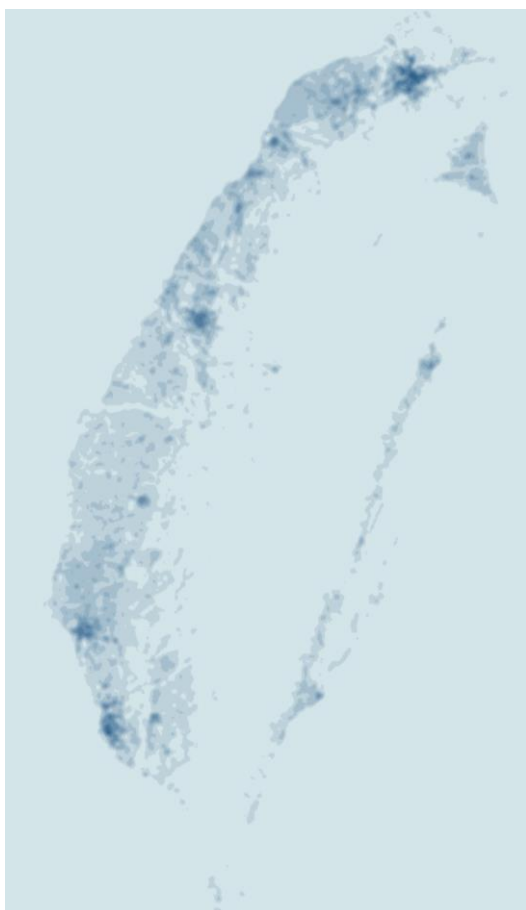


圖 17、ROAD1: 所有道路密度



圖 19、ROAD3: 快速道路密度

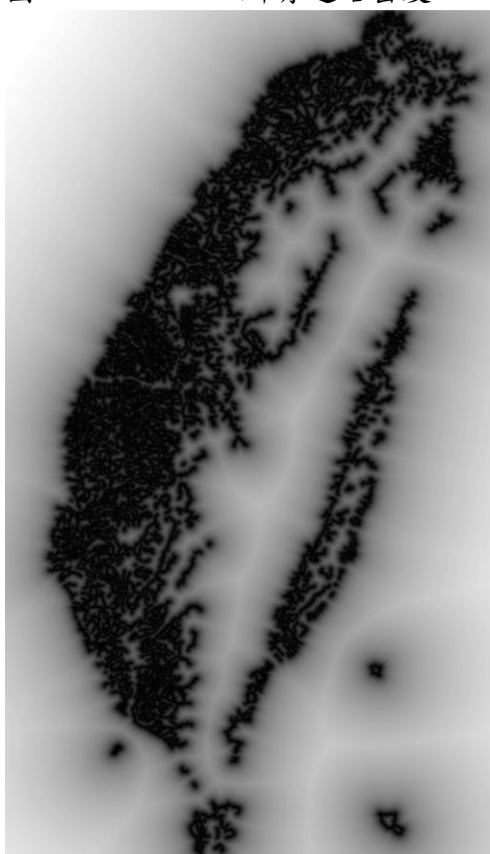


圖 18、ROAD2: 所有道路最近距離



圖 20、ROAD4: 快速道路最近距離

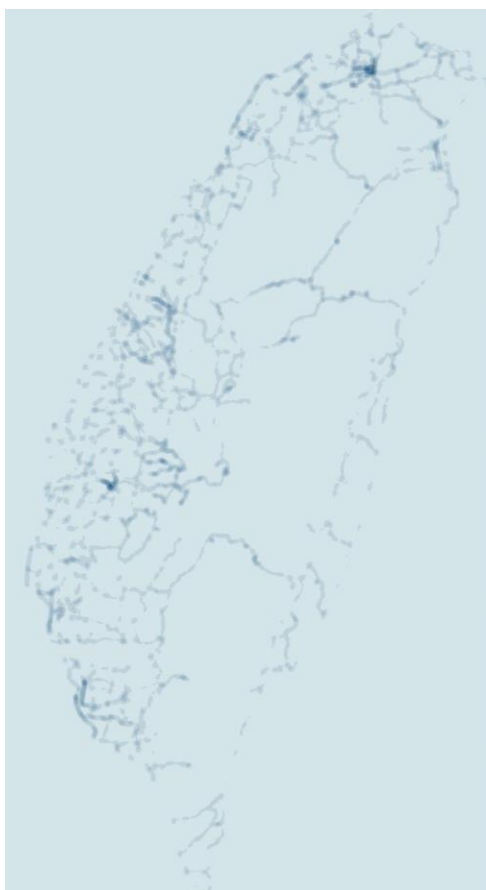


圖 21、ROAD5: 省道縣道密度



圖 23、ROAD7: 鄉道產道密度

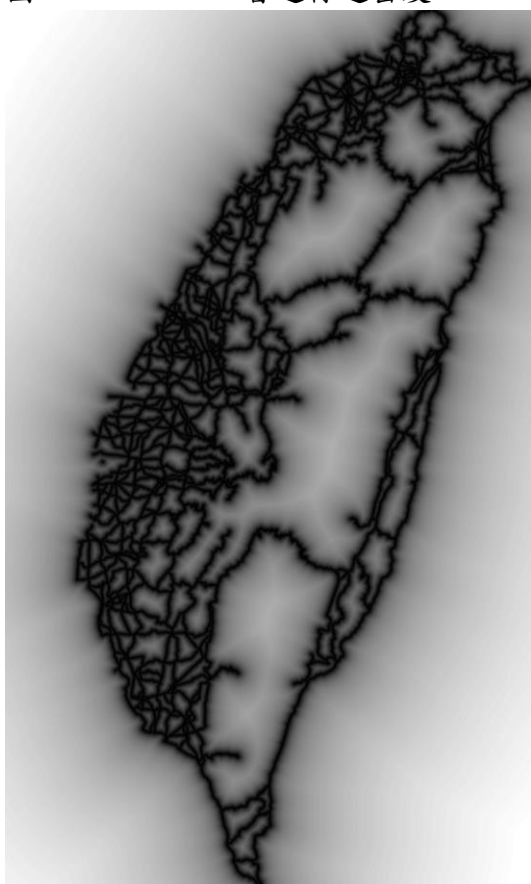


圖 22、ROAD6: 省道縣道最近距離

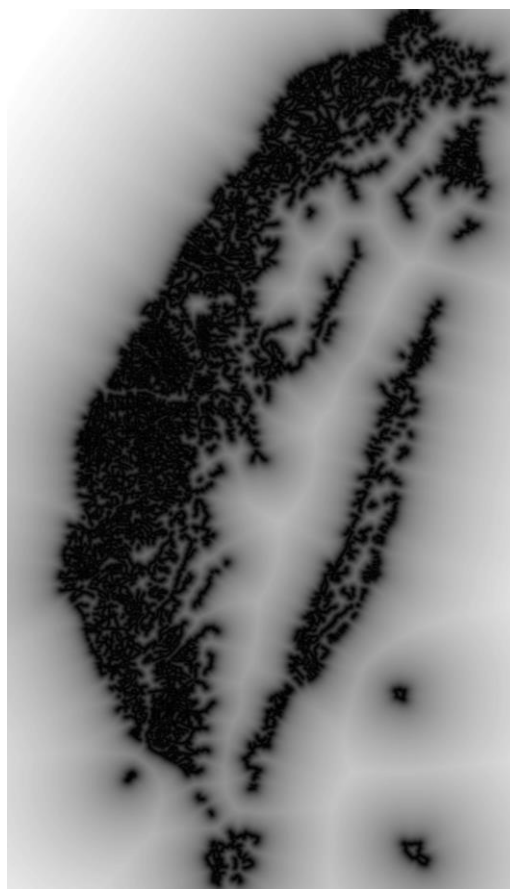


圖 24、ROAD8: 鄉道產道最近距離



圖 25、ROAD9: 半徑 178m 內 (面積 100 公頃) 所有道路總長度 (密度)



圖 27、LAND2: 人工與次生林(不含竹林)面積



圖 26、LAND1: 天然林(不含竹林)面積



圖 28、LAND3: 竹林面積



圖 29、LAND4:農地面積



圖 31、LAND6:天然林、人工與次生林(不含竹林)面積 (LAND1+LAND2)



圖 30、LAND5:草生與灌叢面積



圖 32、LAND7:天然林(不含竹林)面積(11*11 網格範圍內，即 100 公頃)

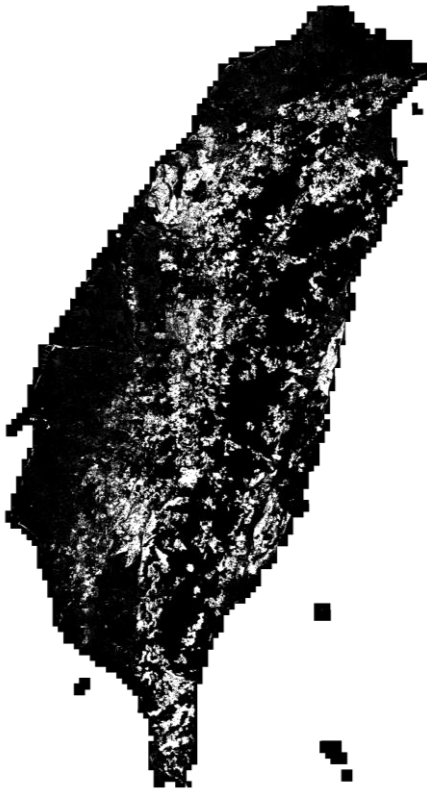


圖 33、LAND8:人工與次生林(不含竹林)面積(11*11 網格範圍內，即 100 公頃)



圖 35、LAND10:竹林面積(11*11 網格範圍內，即 100 公頃)



圖 34、LAND9:草生地、灌叢荒地面積(11*11 網格範圍內，即 100 公頃)

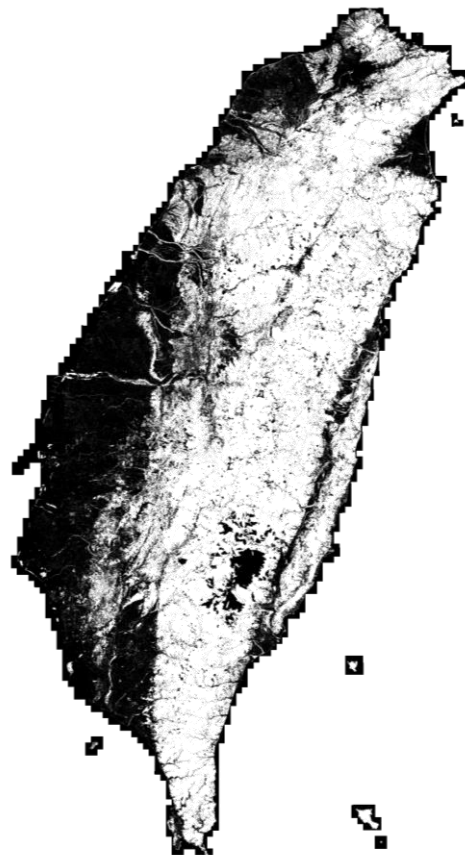


圖 36、LAND11: LAND7 + LAND8 + LAND9 + LAND10

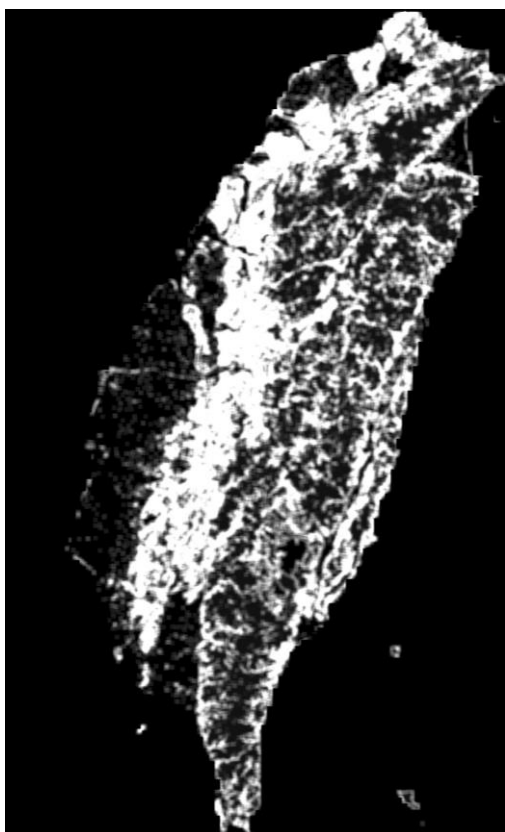


圖 37、FRAG1:森林 total edge

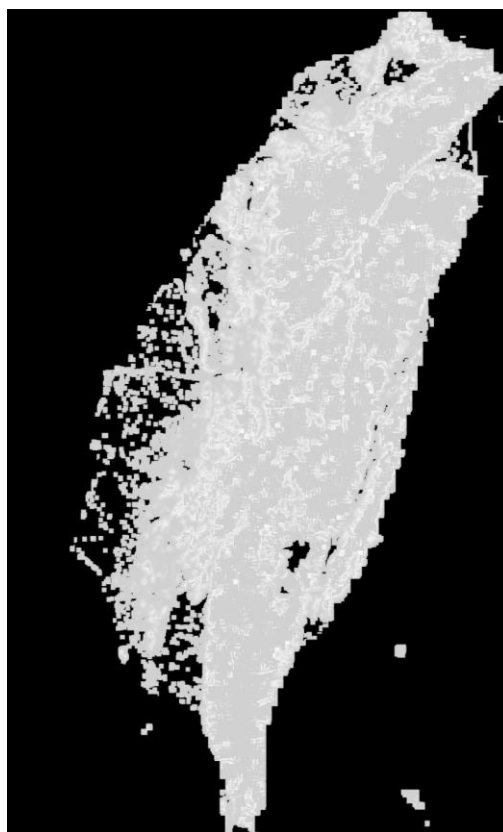


圖 39、FRAG3:森林 patch area SD

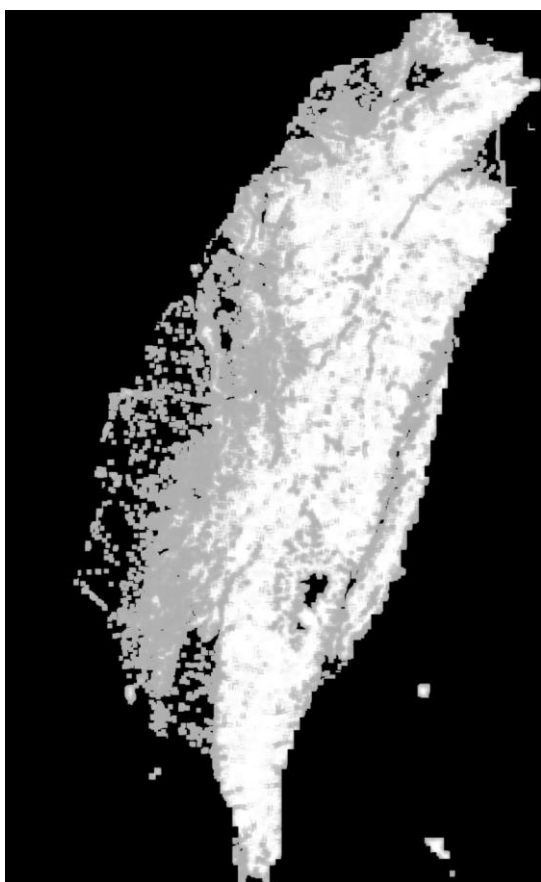
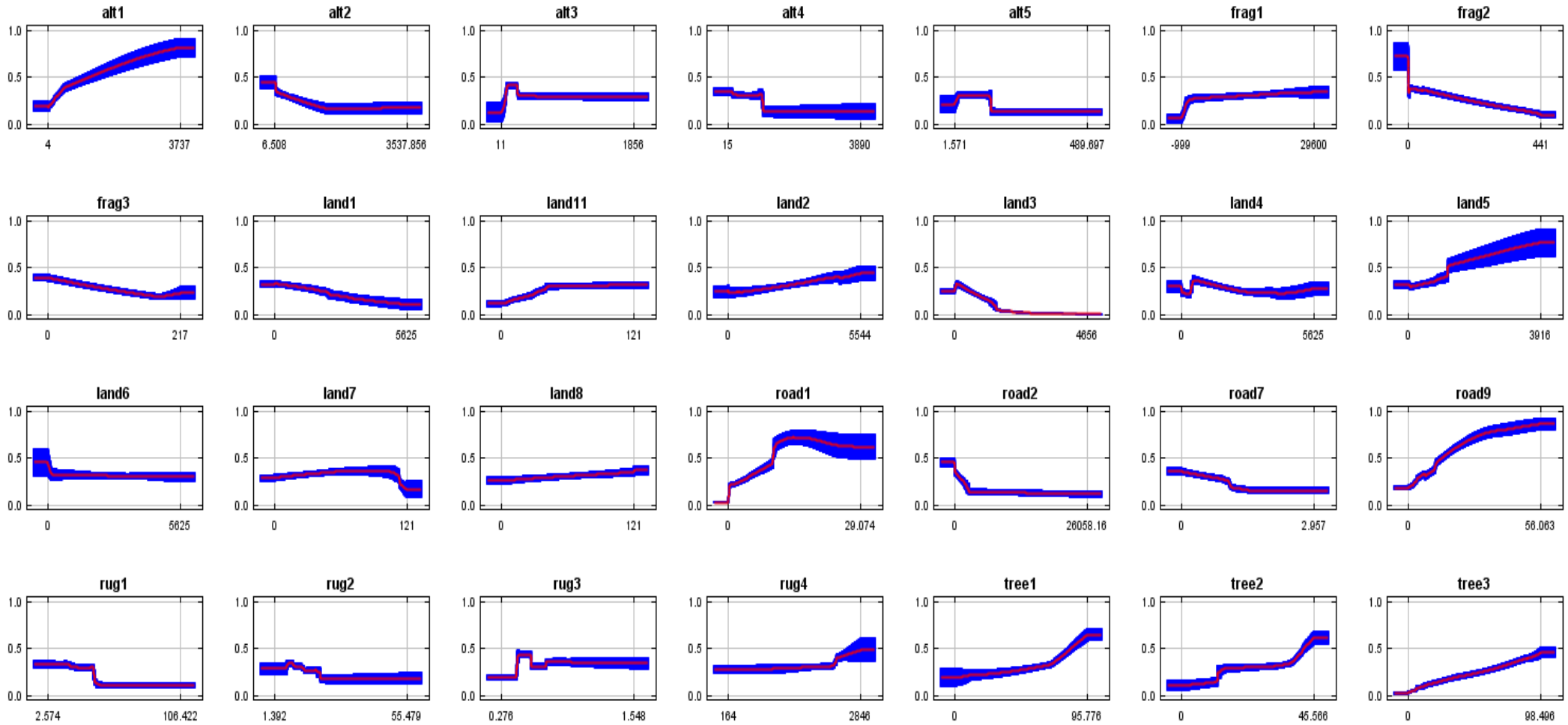


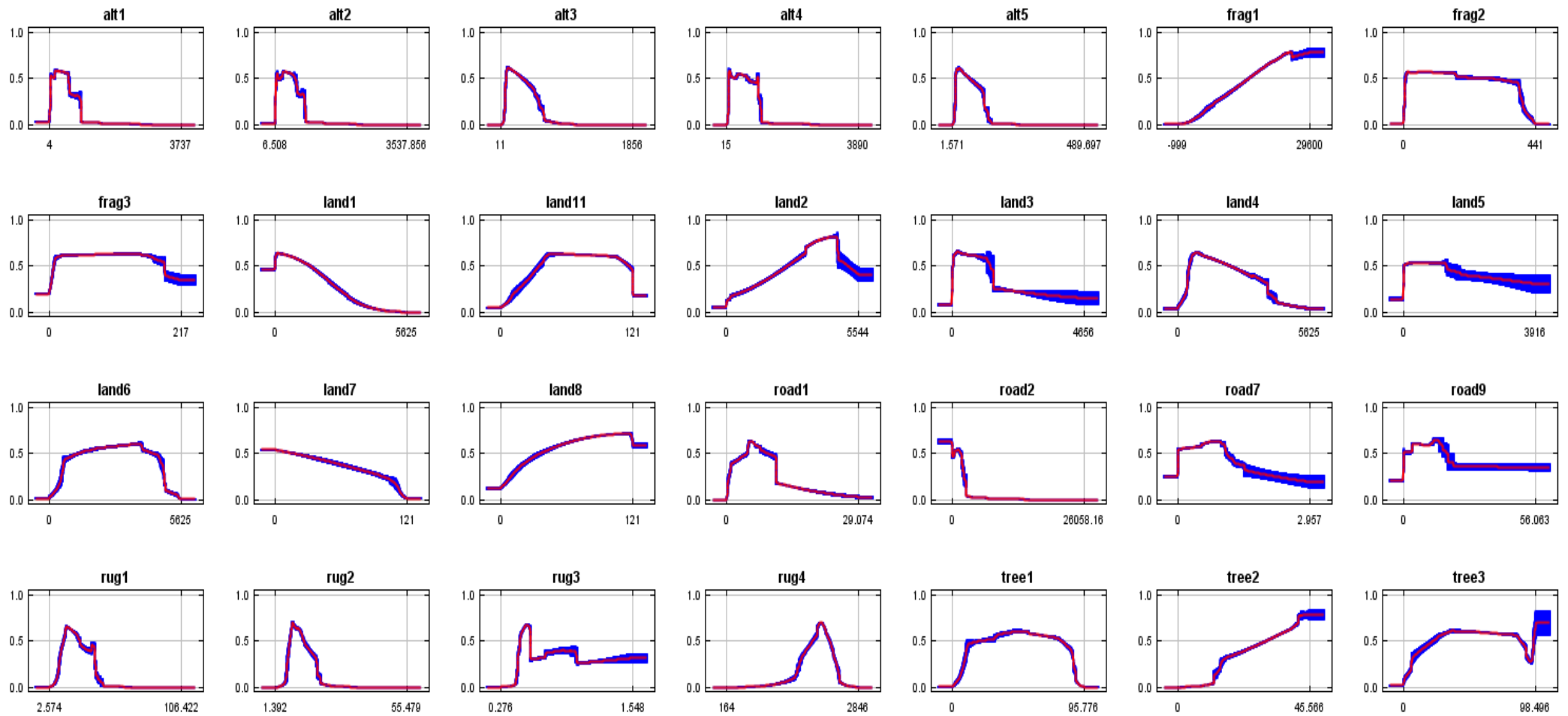
圖 38、FRAG2:森林 patch area mean

附錄五、MAXENT 分析之因子反應曲線 (Response Curve)

1. 因子 marginal effect，即其他因子保持在平均值時，變動該因子之預測機率變化（紅色為平均值，藍色範圍為正負 1 標準差），在因子彼此有高相關性時，需小心判讀。



2. 僅單獨包含該因子之 MAXENT 模式預測機率 (紅色為平均值, 藍色範圍為正負 1 標準差)。



附錄五、審查意見與回覆

委員	意見	回覆
王委員穎	1. 國外石虎族群在生活史特徵上與國內族群有何不同?	主要之不同應在國外石虎可於原始森林內部生活 (interior)，海拔也可到較高，但在台石虎主要於淺山地區，卻很少於低海拔的原始森林深處出現，推測與主要獵物鼠類密度數量有關。然而，台灣石虎可能因捕獵、毒殺、皮毛交易等而讓族群大幅減少，未來是否可在較為原始的森林內部以較低密度生活，需要更長期的保育研究監測。
	2. 預測棲地因子除基本的環境因子如海拔及坡度外，應考量prey base，瞭解當地獵物種類與石虎分布的關係。	目前並無全台灣的 prey base 圖層資料，因此無法納入預測分析。
	3. 東部地區應有石虎族群但未發現，是否有獵捕壓力、流浪貓狗或疾病傳染問題，值得注意	近期東部之訪談雖有石虎捕獵說法但無法證實，亦有可能是誤判，近 3-4 年海岸山脈的自動照相機調查並無發現石虎，但海岸山脈海線與縱谷線靠近部落的淺山與平地，少有自動照相機調查，委員意見可提供主管機關規劃後續於東部淺山平地地區，加強調查之參考。
李委員	1. 兩年計畫應說明全期目標與分年目標，並依據今年成果調整下一年度工作內容。	已於報告增加結論與建議一章，並提出下一年度工作內容建議。
玲	2. 應增加不同類型棲地後續保育策略，優缺點、法源，處理方式的分析。	少有微棲地的詳細研究與不同棲地獵物的研究，因此現階段較難有具體的保育建議，可納入未來加強研究方向。法源與處理方式，牽扯較多其他層面，宜另以專案方式處理與分析研究。針對不同棲地類保育策略，將與 MAXENT 分析結果呈現的棲地合併討論。

	3. 石虎需要的棲地或不適合的棲地為何？關鍵棲地條件為何？	已於內文補充說明。
	4. 棲地保育、維護、復育更積極的作法？	已於結論與建議一節，補充說明，然而更為積極、詳細與細部的作法，有賴針對棲地經營管理的操作性與試驗研究，建議針對棲地經營管理部分，進行長期專案研究計畫，透過研究分析以及試驗操作，搭配長期監測，才能釐清與確認有效的棲地維護、復育、改善等之棲地經營管理策略。
	5. 模型是否可能排除了一些潛在的棲地？	既有資料在模式分析交互驗證下（20% test data），在遺漏率上可以選擇到 0 或接近 0。仍有可能有遺漏，但模型預測無法百分百，更可能包含不適合的棲地。若以保守角度，不要排除潛在的棲地，則可能包含太多不適合的棲地，降低了實用價值。因此在閾值上的選擇盡量在遺漏與錯誤上選擇平衡點。
	6. 需要釐清問題的優先順序、後續工作的優先順序，考量後續調查是否可分區分範圍。	已於內文補充說明。
	7. 英文名詞第一次出現時應有全名再縮寫，格式統一。	遵照辦理。
劉 委 員 建 男	1. p.3「目的」非「擬解決問題」。	已修改。
	2. 文獻部分：(1)南投林區管理處第 1 年調查完成，可予以納入更新；(2)文獻書寫格式需統一；(3)p.9 文獻疏漏、p.10 錯誤引用。	感謝委員提供報告供參，其餘修改建議遵照辦理。
	3. p.6 彙整資料第 2 點重要野鳥棲地劃設準則 A1 相關討論會議或報告未列入報告書。	已修改（刪除）。

4. 英文縮寫第一次出現應寫全名(如 p.7 ILCA、FK95、CV 等)。	遵照辦理。
5. p.24 第 3 次專家會議名稱確定為「石虎重要棲地」但封面標題為「石虎重要棲地」	封面標題為本期計畫名稱，無法更改，專家會議建議修改名稱為『石虎重要棲地』，應可納入下一期計畫名稱之中。
6. p.25 第 3 次專家會議決定特生中心主導石虎通報機制等工作項目需與之接洽。	已修改文句為『...建議特有生物研究保育中心可評估是否可協助提供通報平台供一般民眾或專家學者發現石虎時進行通報，或由林務局委由專責單位負責』。
7. p.28 圖33 MAXENT 預測之石虎出現機率平均值、圖34 石虎適合棲地分布範圍，有無設閾值?解釋 Training omission rate 及 Test omission rate 為何。	已於內文補充說明。
8. p.29 野地驗證相機數太少、時間太短。	本期計畫主要工作在收集石虎出現資料，並針對關鍵棲地進行分析與劃設，野地驗證僅為搭配分析結果，針對可能有的區域進行初步的評估。補充調查為下一期計畫的重點工作內容，目的在補足失落的區塊，以呈現更完整的石虎分布區與關鍵棲地。
9. 建議增加「結論與建議」乙節。	遵照辦理。
10. 石虎重要棲地由誰公告? 誰更新維護? 誰提供諮詢? 是否接受公眾意見? 未來應有明確說明。	相關考量納入『結論與建議』一章中提供主管機關參考。

<p>管 委 員 立 豪</p>	<p>1. 石虎族群存續的關鍵因子為何？ 好奇為何類似環境苗栗有石虎棲息 新竹沒有，私有地有林班地沒有。</p>	<p>目前台灣石虎族群存續的關鍵因子應該主要有(1)棲地破碎化與消失(2)盜獵與毒殺造成石虎死亡率高，族群呈現下降趨勢，以上兩個原因會讓族群形成更多的小族群，容易陷入滅絕漩渦。</p> <p>報告內有回顧古籍、日文以及相關剪報資料，石虎以前在台灣是全島分布，新竹沒有，顯示苗栗的族群可能處於下降趨勢，而無法擴展到新竹。</p> <p>林班地應非石虎的選擇，苗栗、南投的淺山林班地也都有石虎。這樣的印象來自於石虎很少在深山的原始林地出現，這除了因為目前石虎族群很稀少有關之外，也與原始林內較少石虎獵物（鼠類）有關。</p>
	<p>2. 報告中覆蓋度資料使用國外資料的原因為何？</p>	<p>國內衛星影像並未開放免費使用，以本計劃橫跨全島分析，預算遠不足以購買全台灣之衛星影像進行分析，國內亦無可供自由開放使用的相關圖層可以用以此計畫相關分析。</p>
<p>張 委 員 弘 毅</p>	<p>1. 有關關鍵棲地之後續行動策略，是否可加以補充？另日本西表山貓之保護措施，是否可加以補充，作為臺灣執行之參考。</p>	<p>已補充說明。有關日本西表山貓的保護措施，主要在於多數居民已經形成共識，西表山貓也成為西表島的觀光象徵之一，因此西表山貓主要的威脅反而是路殺，與台灣的石虎受威脅狀況差異很大。但西表島上的石虎保育解說中心，同時執行相當多的石虎保育與監測工作，包括養雞戶雞舍修繕與宣導等，可以作為台灣執行的參考。</p>
	<p>2. 報告中有關重要野鳥棲地之描述，查林務局近年已補助中華民國野鳥學會於103 年公告新的56 處重要野鳥棲地，建議可予以更新修正。</p>	<p>遵照辦理。</p>

	<p>3. 石虎面臨的危機包括族群的破碎化、人為毒殺致死、狩獵壓力等等，故報告除針對棲地保育要環評禁止開發，是否對減低相關石虎威脅策略能加以著墨，提出可行之策略。</p>	<p>石虎保育需有多的面向同時進行，從政府單位到民間都需共同努力，完整保育策略，包括法律面向、社區面向、政府單位面向、科學保育研究面向等等，本計劃以棲地分析為主要工作，雖會針對石虎相關棲地保育策略討論，進一步之整體石虎保育策略，建議可以評估進行『石虎保育行動綱領計畫』執行之，或於第二期計畫討論之。</p>
<p>黃 委 員 群 策</p>	<p>1. 在短時間及有限資料情況下本案作出的成果很好，但是所蒐集的資料量是否可代表全臺石虎分布的情形？如有不足，要如何做才能更真實地估計石虎的棲地分布。</p>	<p>本案收集的石虎出現資料，涵蓋諸多團隊多年累積資料，已經幾乎囊括了所有已知的石虎資料，包括古籍、文獻、調查報告、未發表資料等等。在許多很有可能有石虎的地方，調查仍遠遠不足，在結論與建議一章中，有提出後續可以加強調查的區域以及建議的調查石虎的方法，待累積這些補充調查資料之後，應可更完整正確的呈現現今台灣石虎的族群分布與棲地分布。</p>
	<p>2. 國有林班地較少石虎分布，是否因蒐集資料較不足或有其他可能原因？</p>	<p>台灣石虎在茂密連續的大塊原始林區很少出現，且偏向淺山低海拔，國有林班地多是較高海拔，且多是連續大片的森林，主要原因應是獵物量，但仍有待進一步的研究確認。但這也使得石虎的保育，面臨私有地保育不易的困難。</p>
	<p>3. 石虎調查方式除了用紅外線照相機、蒐集路殺資料等方式，還有哪些調查方法可更精確地調查石虎？</p>	<p>偵測犬可以是一個快速尋到石虎排遺的方法雖然有一定的正確率，但非 100%，仍須仰賴遺傳分析提供更為確認的紀錄，但遺傳分析目前累積的比較樣本仍不足，成本上也不低。比較建議的方式，是可以人力在石虎經常利用的產道、稜線搜尋石虎排遺，配合訪談，評估石虎有很高出現機率，以自動照相機配合誘餌加速拍攝到石虎。</p>

	4. 報告書請依歷次專家會議進行的脈絡修改內容，並增加結果及建議乙節。	遵照辦理。
新竹林區管理處	1. 關鍵棲地需提出「保育計畫書」，但欠缺法律依據，是否具有強制力？	目前相關產出圖層可以提供林務局確認石虎主要的分佈區，一旦有大面積的開發，林務局可據以表示意見，提供環評會議。在法源依據不足的情況下，可考慮進一步修法。
	2. 倘透過野生動物保育法修法關鍵棲地劃分是為環評所接受，但苗栗棲地排除大規模開發案，另一問題是農地分割，興建農舍之問題，這部分將因開發規模而迴避了「保育計畫書」的提列。	農地別墅開發，有賴農委會針對農舍興建相關法律與辦法的修正，以及嚴格認定確認農地農用，並嚴格執法，避免炒作。
	3. 苗栗東北區或新竹地區無拍攝或未設置相機而缺少調查資料，除補設相機外，族群未能擴散建議可朝農業產業類型分析，因為三灣、獅潭、北埔、峨眉多為單型態的水梨園或柑橘園，用藥强度高。	因農業產業類型並無相關 GIS 圖層可供分析，因此無法透過電腦地理資訊系統分析。委員意見是很大的不同看法，或許在這種與既有已知分布區周邊，即為本案棲地階層布局中的潛在棲地，可於後續以現場探勘方式調查評估，並結合地理資訊系統，以族群交流是否有阻礙合併評估。
東勢林區管理處	1. 有關報告中指出臺中調查資料較少這部分，本處近年來在國有林班地利用紅外線自動照相機進行監測的成果，未發現石虎的出現紀錄。	感謝委員提供資訊。
	2. 臺中市政府已編105年預算進行臺中市全區的石虎調查，本處會和市府保持聯繫以瞭解後續執行情形。	感謝委員提供資訊。
南投	1. 關鍵棲地與潛在棲地地劃設有無不同的開發限制？	關鍵棲地需保育計畫書，潛在棲地需加強調查，若發現石虎，則再提出保育計畫書。

林 區 管 理 處	2. 建議將本處委託劉建男老師進行之石虎研究調查資料納入。	分析時已與劉建男合作，有提供資料做分析，因南投石虎調查報告甫完成，會納入文獻回顧與相關討論之中。
	3. 建議將納入劃設關鍵棲地鄉鎮明確標示。	劃設區域已經與縣市界套疊，若加入鄉鎮界，且註明鄉鎮名稱，在呈現上過於凌亂。因相關圖層已經提供林務局，因此相關管理單位可以透過地理資訊系統，與鄉鎮或是林班等進行套疊呈現。
嘉 義 林 區 管 理 處	1. 過去確實曾聽說嘉義處轄管範圍有石虎出沒。	感謝委員分享經驗。
	2. 若屆時鹿寮水庫納入石虎重要棲地將配合辦理調查。	鹿寮水庫依照專家會議討論準則，會包含在石虎重要棲地中第一層級之關鍵棲地中。
	3. 石虎重要棲地若以法制規範民眾在實行上會遇到困難。	關鍵棲地初衷即是盡量減少對私有地的規範，但卻可以對較大開發有相關保育規範。目前還無法源基礎，後續可評估是否修法以及修法時納入相關的執行層面考量。
夏 簡 任 技 正 榮 生	1. 石虎重要棲地有無可能將人為因子(如農業產業型態)考量進去？	目前全台灣國土利用圖層並沒有把細部的農業型態加入屬性數化，僅標示果園、稻田、竹林等較大的屬性類別，已經於分析中考量這些差異，但無法以如不同種類的果園等更細的分類方式進行分析。
	2. 進行石虎調查時，各樣點應持續調查多久才具有代表性，建請提出參考依據。	引用陳美汀與劉建男的調查資料，2000-2500小時是建議的工作時，若以最差狀況也就是最久才拍到的情況則為2427小時，因此以100工作天應是目前情況下，建議的工作天數。

<p>保育組</p>	<p>1. 有關彙整文獻部分：查彙整文獻多侷限於98 年以前較舊之資料。查近年石虎相關文獻眾多，103 至104 年間至少有4 篇於國際期刊發表之文章探討石虎族群密度、調查方法及分布預測議題，部分文章透過模型測試已羅列出與石虎出現機率相關之重要因子(如森林鬱閉度低時、森林巔峰植群相較先驅植群比例低時，石虎發現機率較高)，建議參考近期文獻實用資訊，彙整於結案報告中。</p>	<p>石虎在台灣的棲地利用與分布環境，與國外有一定的差異，因此國外的資訊在某方面參考性有限，且本計畫著重在台灣現今石虎的分佈區與關鍵棲地劃設。相關的國外文獻會盡量選擇相關性高者參考，並特別參考一些密度估算成果提供作為比較。</p>
	<p>2. 有關劃設準則部分：查劃設準則僅以專家會議紀錄羅列，建議將專家會議討論重點以文章形式撰寫於報告書內文，詳細之會議紀錄列於附錄供查照即可。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>3. 建議針對不同類別重要棲地擬具保育與經營管理對策。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>4. 結案報告應羅列出模型經測試後產出之重要參數(石虎分布關鍵因子)，做為未來棲地經營管理參考依據。</p>	<p>遵照辦理。唯分布預測使用之棲地因子屬巨關因子，通常無法或較難操作，可以嘗試操作的部份可能主要在主要植被類型與土地利用部分。微棲地因子是比較可在棲地經營管理部分進行操作，這一部分需要更多現場針對棲地經營管理的相關研究，相關建議會於內文補充說明。</p>