

瘟疫與保育—— 石虎的健康危機

陳貞志

石虎的案例顯示，疾病對於瀕臨絕種野生動物的影響不容小覷，也亟待積極地了解與管理。

路殺的背後

媒體上一次又一次刊載了石虎遭受車輛撞擊後那令人觸目驚心的照片，每年總有好幾次的石虎路殺案件在苗栗、南投或台中等尚有石虎的縣市發生，也因為路殺對於石虎族群的影響明顯，因此引起保育主管機關及民眾的關心。

然而，除了顯而易見的石虎路殺事件外，是不是還有其他潛藏的原因增加野生動物路殺的風險呢？疾病可能就是隱藏在路殺背後的推手！原因不難理解，因為疾病可能造成個體對於環境的反應能力降低，甚或影響其行為或意識，譬如疾病導致個體虛弱或腦炎。

許多針對野生動物族群的研究已經證實，疾病會增加宿主被天敵獵捕或路殺的風險。舉例而言：嚙齒類動物感染弓蟲後，弓蟲在宿主的腦組織中形成囊腫，結果讓感染的動物降低對環境的警覺性，也增加路殺或被天敵獵食的風險；發生於北美洲鹿種的慢性消耗性疾病，主要病變是腦組織的海綿樣病變，而具有腦部病變的鹿隻，其路殺的風險遠高於未感染的正常個體；動物感染疥癬蟎後，寄生蟲會快速造成個體的營養消耗及皮膚的病變，因此使感染個體虛弱及移動時疼痛，在活動緩慢的狀況下，車禍的發生率當然比正常時高。



台灣每年都有數起石虎路殺案件，引起民眾及相關野生動物保育主管機關的關注。（圖片來源：陳美汀博士）



台灣長鬃山羊感染疥癬蟎。動物感染疥癬蟎後會引起快速的能量消耗及皮膚病變，造成個體的虛弱及行動緩慢，增加車禍的風險。

如果感染上述病原的動物沒有發生車禍呢？結果會如何？答案通常是這些野生動物個體會在短期內因為疾病死於自然環境中，死亡後的屍體因為自然環境的隱蔽性、經過風吹日曬的自然腐敗，以及食腐動物的攝食，讓死亡的動物快速消失於野地中，也因為如此，其確實的死因鮮少被察覺。

也就是說，多數個體感染高致病性病原後，會在短時間內死亡，但死亡的原因常因生態環境中錯綜複雜的關係，讓主要致死原因被其他容易觀察到的因素，如路殺或天敵獵捕等因素所掩蓋。石虎的路殺事件是否可能潛藏著疾病因素？為了回答這個問題，展開了一系列的調查研究。

石虎疾病監測

研究顯示台灣的野生石虎族群有高達 80% 的個體曾感染由家犬傳播的犬瘟熱

病毒。這病毒對許多不同種類的食肉目動物有高度致病性及致死率，雖然不同病毒株對不同物種的感受性不同，且至今仍未發現因為犬瘟熱病毒感染而致病或死亡的石虎個體，但這結果顯示家犬所傳播的病毒廣泛分布於野生石虎族群中。為了了解石虎族群是否有其他疾病存在，以及這些疾病造成的影響，針對台灣家貓常感染且對野生貓科動物具高度致病性的病原進行調查及評估。調查監測的病原包含：

貓傳染性腹膜炎病毒—由貓冠狀病毒所引起，對感染的野生貓科動物可造成嚴重腹膜炎及腹腔臟器的肉芽腫。

貓免疫缺乏病毒—病毒分類屬 *Lentivirus*，對感染的貓科動物會造成後天免疫抑制，並容易感染環境中的其他病原。

貓小病毒群—由一群親緣關係相近的食肉目動物小病毒組成，其中貓泛白血球減少症病毒及犬小病毒廣泛感染台灣的家貓與家犬族群。貓小病毒群病毒感染貓科動物可導致泛白血球減少病症，同時可能造成壞死性腸炎及嚴重血樣下痢。

為能了解上述對貓科動物具高致病性病原在野生石虎族群中的感染狀況，從 2015 年至 2016 年收集了 13 隻路殺死亡的石虎個體，並進行解剖、病毒檢測、病毒 DNA 序列分析等工作。此外，也利用收集的 7 隻無線電追蹤石虎個體的樣本進行相同病原的檢測，主要目的是比較正常活動的石虎個體與路殺石虎個體之間的病原感染差異。結果發現，在現有的樣本中，貓傳染性腹膜炎與貓免疫缺乏病毒都是陰性，但是有部分石虎個體感染貓泛白血球減少症病毒與犬小病毒的 2a 及 2b 病毒株。

台灣野生石虎族群有高達 80% 的個體曾感染由家犬傳播的犬瘟熱病毒。



石虎個體的捕捉、採樣及無線電發報器配掛。於進行野生石虎生態學研究時搭配疾病的監測，可有效了解疾病對於石虎族群的影響，以及影響疾病傳播的環境因子。

小病毒感染與路殺

在 13 隻路殺石虎個體中，有高達 11 隻個體（85%）感染貓小病毒群病毒，而 7 隻活體追蹤石虎僅有 1 隻個體（14%）感染小病毒。這隻小病毒陽性追蹤個體曾在追蹤過程中進行過 3 次樣本的採集，前 2 次的檢測結果都是陰性，然而在最後一次採樣檢測出小病毒感染後 1 個月的時間內，牠就此消失於野外環境中，因此

研究人員高度懷疑這個體已在野外環境中死亡。

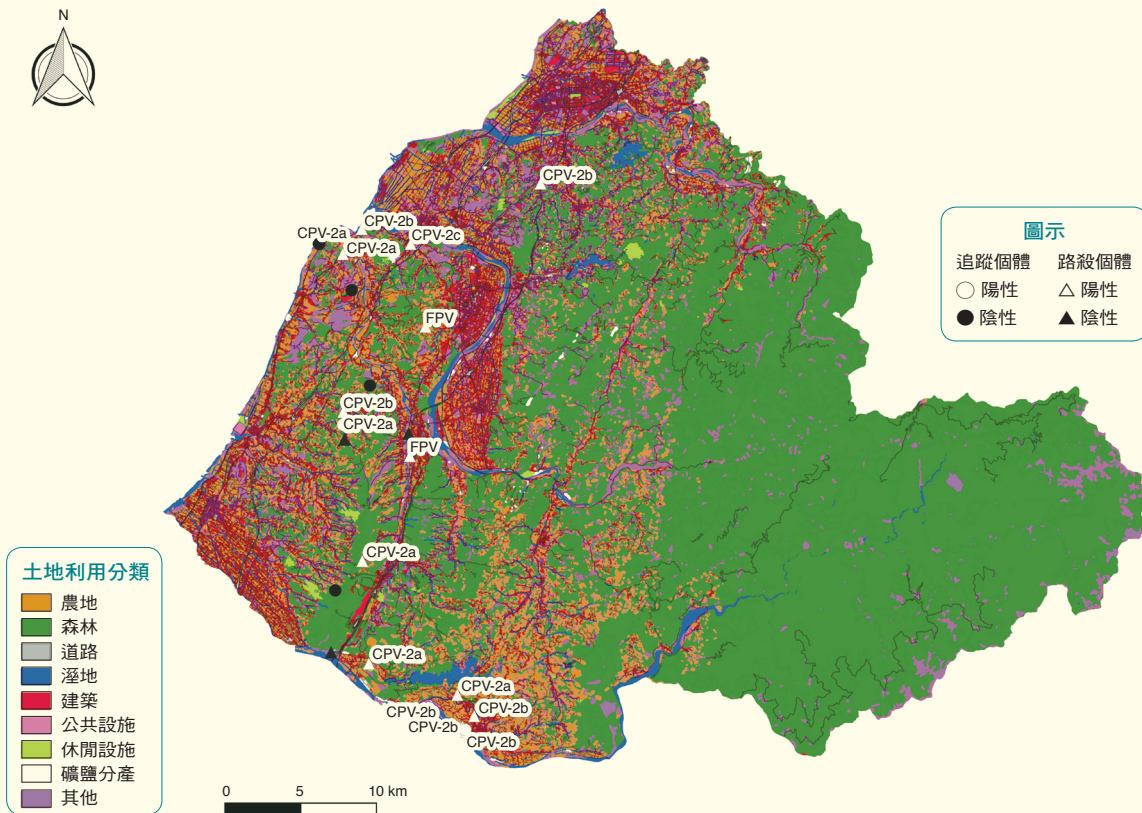
從病原檢測的結果可以發現兩個重要的現象：路殺石虎個體的貓小病毒群病毒感染率遠高於活體追蹤個體，其勝算比（odds ratio）是 25 倍，也就是說感染小病毒後，石虎遭受路殺的風險是未感染個體的 25 倍；感染小病毒的石虎個體即使未發生路殺事件，也可能直接因為疾病或其他連帶因素而死亡。另外一件值得注意的現象是，感染與未感染小病毒的石虎個體在空間分布上互相重疊，而且都分布於棲地嚴重破碎化的高度人為活動區域。

上述的研究結果顯示，因為感染小病毒所造成的族群衝擊，可能更甚於直接單純的車禍死亡，而針對石虎族群的小病毒進行管理與防疫工作，或許能有效降低車禍的風險。由於多數路殺個體被發現時，屍體呈現不同程度的死後變化現象，難以評估小病毒感染後會對石虎造成什麼病理學變化。

但是仍然在許多個體的組織中看到典型的小病毒感染病變，即淋巴球減少現象。這樣的病變代表著石虎個體正遭受因小病毒感染而引起的泛白血球減少症的折磨，這時的石虎個體應該會呈現虛弱和免疫能力下降所引起的症狀。

針對分離的石虎小病毒進行病毒基因序列分析，並且與發表在基因資料庫中台灣犬貓小病毒的基因序列比對，發現石虎所分離的小病毒與部分分離自台灣犬貓的病毒株完全相同。由於分布在石虎棲地環境中的自由活動家犬及家貓族群密度遠高於石虎，這結果也顯示台灣家犬及家貓帶原的小病毒可能傳播至石虎族群，並導致石虎感染及族群衝擊。

感染小病毒的石虎個體即使未發生路殺事件，也可能直接因為疾病或其他連帶因素而死亡。

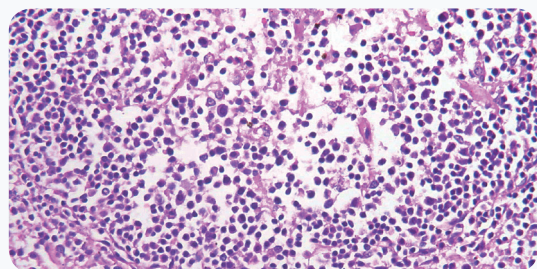


應用地理資訊系統並套疊土地利用圖層，可以發現石虎棲地的破碎化程度，以及感染小病毒石虎個體的分布狀況。部分個體因為座標位置相近，因此有位置重疊的情形。

石虎保育被忽略的一環

犬貓大概是台灣最常見的外來物種，牠們對於台灣原生物種的影響，除了常被提及的獵殺行為之外，另一項對原生物種較少被討論的威脅，就是犬貓帶原的病原傳播至野生動物族群。這威脅對原生食肉目動物尤其嚴重，原因是食肉目動物與犬貓的親緣演化關係較為相近，因此許多可感染犬貓的病原也可感染其他食肉目動物，甚至對非犬貓的食肉目動物具有更高的致病性。

台灣自由活動犬貓的族群密度很高，再加上郊區環境中的犬貓健康管理及疾病預防資源差，因此成為各種食肉目動物惡性傳染病的溫床。一般來說，宿主的族群密度是影響病原是否能持續存在於棲地環境中的一項重要因子，像小病毒這樣具有



感染小病毒的石虎個體脾臟組織，在這脾臟組織中淋巴球嚴重減少，顯現淋巴的濾泡空洞化的病理組織學病變。

短潛伏期的特性，而且需要經由直接接觸感染個體或牠們的排泄物才能傳播的病原更是如此。

對台灣石虎這樣瀕臨絕種的物種而言，因為其族群量很低，所以難以在族群中長期維持小病毒存在，這個病原應該會自然

道路開發造成的棲地破碎化可能降低石虎族群的基因歧異度，並增加疾病對於石虎族群的衝擊。

地消失在棲地環境中。這論點也提供一個未來石虎小病毒管理與防疫的重要方向，即共域犬貓的健康與族群管理。

犬貓健康管理應先行建立自由活動犬貓的小病毒免疫緩衝帶，來防止石虎感染小病毒及避免病毒從其他區域傳入，這免疫緩衝帶可應用口服疫苗或經由捕捉、疫苗注射及釋放的程序來建立。同時，也應該對牠們的族群數量進行控制與管理，這個部分可以應用避孕疫苗、節育手術等方式來逐步降低自由活動犬貓的族群數量。

此外，石虎分布地區的政府及民眾更應加強及配合家犬的管理作業，如飼養登記、活動控制、節育及傳染病預防注射等方式，來防止新個體加入自由活動或流浪犬貓族群，以及傳播病原。自由活動犬貓雖然不像多數家養犬貓完全依賴飼主的照養餵食，但仍然依賴著人類活動所產生的資源，因此其分布與人類主要活動範圍高度重疊。

棲地破碎化與病原傳播

基於研究結果，筆者認為許多石虎路殺案例的潛在原因是小病毒感染，而路殺僅是表面上看到的現象，但這結果並不表示道路開發與石虎小病毒感染沒有關係。人的活動程度與道路開發息息相關，因為需求而開發道路，也因道路的建構而加強人的活動程度，道路開發的結果也會增加自由活動犬貓的活動範圍，並且提高與石虎接觸（指活動範圍重疊）的機會。道路開發造成的棲地破碎化更可能降低石虎族群的基因歧異度，並增加疾病對於石虎族群的衝擊。

此外，棲地破壞後，族群內的個體聚集於僅存可利用的環境中，導致在短時間內

總族群量不變的狀況下，棲地內的族群密度增加，如此更提高疾病相互傳播的風險。總而言之，道路開發的結果不僅與疾病傳播相關，更可能增加病原的傳播與增加疾病對於野生石虎族群的衝擊。而現階段各項針對石虎路殺的預防措施，如增設廊道與警告標識明顯不足以降低道路開發對於石虎族群的威脅。此外，我們對於各項風險因子間的關係，了解仍顯不足，在沒有足夠的科學研究證據下，難以有效地管理。

瘟疫與保育

過去許多疾病爆發於野生動物族群中，並造成嚴重的衝擊。疾病在野生動物族群動態變化中扮演著重要的角色，加上近代人為活動的影響，如氣候變遷、外來物種、病原汙染、棲地破碎化、生物多樣性降低等因子的交互作用下，疾病對於野生動物族群的衝擊更顯得劇烈與嚴重。

然而由於野生動物疾病研究需要特定的專業技術，以及包含野生動物生態學、流行病學、野生動物醫學等不同領域的結合，因此限制了台灣在野生動物疾病生態學領域的發展。石虎的案例顯示，疾病對於瀕臨絕種野生動物的影響不容小覷，也亟待積極地了解與管理。未來當你（妳）發現死於路旁的野生動物時，除了單純的車禍死亡之外，是否也可以考量疾病可能的影響呢？

陳貞志

屏東科技大學野生動物保育研究所
