



農業部林業及自然保育署主管林業發展計畫 114年度計畫結束報告表

計畫名稱：建立穿山甲體態評估和鱗片化學污染物分析方法(2/3)

填報單位：國立屏東科技大學野生動物保育研究所

計畫編號：114林發-09.3-保-10

填報人：孫敬閔

執行機關：國立屏東科技大學

主辦人：孫敬閔

本年度執行期限：自 114年1月1日 至 114年12月31日

實際執行期限：自 114年1月1日 至 114年12月31日

一、計畫目標：

- (1) 持續收集健康穿山甲個體各部位形質測量資料，本年度至少新增10隻樣本。
- (2) 建立穿山甲(麻醉狀態)身體狀態指數(BCS)模型。
- (3) 持續收集穿山甲鱗片樣本採集，本年度至少新增30隻樣本。
- (4) 建立檢測穿山甲鱗片內農藥和新興污染物的方法學；利用建立固相萃取法建立可疑之農藥、獸藥及新興污染物之定性分析，檢測農藥和新興污染物種類。

二、重要設備：

無

三、執行成果/研究結果：

(一)穿山甲體態評估

本研究共收集78隻穿山甲個體之外部形質測量與影像資料；其中，尾部完整之樣本計30隻（詳見表一）。本研究自 30 隻尾部完整之樣本中，篩選 25 隻成年個體（體重 > 2kg）之形質數據，並運用富爾頓體況因子與相對體況因子（KR）進行初步體態評估。分析顯示，公式計算值與個體腹部影像外觀存在顯著不一致（圖四）。推測其原因在於穿山甲個體間的尾部長度與寬度具有高度變異性，進而干擾以全形質公式估算體態的準確度。針對穿山甲之體長、尾長與尾寬進行相關性分析，結果顯示1) 體長與尾長；2)尾長與尾寬之間均呈正相關。然而，尾長與尾寬之數據點分布較為離散（圖五及圖六），顯示兩者間的關聯性存在較大的個體變異。本研究結果顯示，使用富爾頓體況因子與相對體況因子所得到之體態評估結果，與腹部照片所呈現之實際體態存在落差。在2kg以上之救傷穿山甲個體中，體長與尾長呈現高度線性相關（ $R^2 = 0.8645$ ），顯示隨著體長增加，尾長亦呈現穩定且一致的增加趨勢。然而，穿山甲尾長與尾寬之間雖呈現正相關，但資料點分布相當分散，顯示在相同尾長條件下，尾寬仍具有高度個體變異。此結果與研究初期對尾部形態具有高度變異性的預期一致，尾部較寬大的個體，體重可能更重而影響富爾頓體況因子的估算結果。富爾頓體況因子與相對體況因子的計算為假設不同個體之間體態比例相對一致，但尾長與尾寬形質測量數據顯示尾部形態差異大，套用公式可能無法完全反映個體真實體態。另外，尾長與尾寬的高度變異可能導致相同尾長的個體，其 K_T 與 K_R 計算出的體況差異大，與實際腹部照片觀察不一致。類似的限制亦曾在其他物種中被指出，根據Ojeda-Adame等人(2020)的研究，傳統使用的富爾頓體況因子在鱷魚體況評估中呈現與體型高度相關的現象，導致在小型與大型個體之間產生不一致的體況判讀。該研究也指出富爾頓體況因子的假設基礎在實際動物中往往不成立，因此可能誤將個體尺寸差異當作體況差異解釋，進而影響結果的準確性。



1141810_C



(二) 鱗片化學污染物分析

1. 穿山甲鱗片中化學污染物的整體出現情形

本研究共採集 144 份來自臺灣各地的穿山甲鱗片樣本（表 2；圖七），以整體評估臺灣穿山甲的化學污染物暴露情形。結果顯示，大多數樣本中皆可檢出污染物，僅有 7 隻個體（4.8%）未檢出任何化合物（表 3），顯示穿山甲普遍暴露於人為化學污染之中。新興污染物為檢出率最高之污染物類別，於 94.6% 的樣本中檢出（ $n = 139$ ）。獸醫用藥於 53.7% 的樣本中檢出（ $n = 79$ ），而農藥的檢出率相對較低，僅為 12.9%（ $n = 19$ ）。整體而言，穿山甲與藥物相關化合物的關聯程度明顯高於目前合法使用之農業農藥。然而，在解讀獸醫用藥的檢出結果時，必須考量樣本來源背景。相當比例的樣本來自於野生動物救援中心、救傷機構及動物園，此類場域中通常會進行常規性的醫療處置。因此，獸醫用藥的高檢出率在在一定程度上可能反映臨床治療史，而非單純的環境暴露，這樣的取樣偏差亦可能導致獸醫用藥檢出率高於農藥。儘管如此，新興污染物幾乎普遍存在，且仍有部分樣本檢出農藥，顯示穿山甲確實暴露於複雜的人為化學混合物中。整體高檢出率突顯穿山甲即便生活於非高度集約農業或都市化區域，仍不可避免地處於人為影響顯著的景觀中，反映其在受保護與行蹤隱密的情況下，仍對擴散型化學污染高度敏感。

2. 獸醫用藥 (Veterinary Medicine)：醫療處置與環境暴露的影響

獸醫用藥於超過一半的穿山甲鱗片樣本中被檢出（53.7%， $n = 79$ ；表 3），顯示藥物類化合物為本研究所觀察之污染負荷中的重要組成。由於許多樣本來自於接受救援或長期照養的個體，該背景在解讀其檢出率與濃度時必須審慎考量。研究中檢出的抗生素包括多種常用於獸醫與人醫的藥物，如 enrofloxacin、ciprofloxacin、clarithromycin、ofloxacin 及 tetracycline，並同時檢出非類固醇消炎藥 meloxicam（表 4）。其中，enrofloxacin 具有最高的平均濃度及最大的個體間變異，顯示其可能來自間歇性的治療性使用，而非均一的環境暴露。其主要代謝物 ciprofloxacin 的高濃度檢出亦支持此推論。此外，meloxicam 為野生動物醫療中常用藥物，其檢出進一步顯示部分藥物殘留可能直接反映臨床治療歷史。然而，環境暴露的可能性仍不能完全排除。藥物已被認定為新興且具持久性的土壤與沉積物污染物，可能經由畜牧廢棄物、污水排放及不當藥物處置進入環境。穿山甲高度依賴土壤覓食，並以無脊椎動物為主要食物來源，可能增加其接觸此類殘留物的機率。綜合而言，穿山甲鱗片中所呈現的獸醫用藥輪廓，可能同時反映治療性暴露與環境暴露。無法完全區分兩者來源為本研究的重要限制，亦顯示未來研究需整合詳細醫療紀錄及配對的環境樣本，以釐清污染來源。

3. 新興污染物 (Emerging Contaminants)：組成、主要化合物與暴露途徑

新興污染物幾乎在所有穿山甲鱗片樣本中皆有檢出（94.6%），為本研究中最普遍的污染物類別。共鑑定出超過 120 種不同的新興化合物，涵蓋藥品、個人清潔用品成分、塑化劑、工業化學品、非法藥物及天然代謝物，顯示穿山甲暴露於高度複雜的化學環境，而非單一污染來源。其中，多種化合物具有特別高的檢出頻率，顯示其暴露具廣泛性與一致性。8-hydroxyquinoline 為最常檢出的化合物，其次為 methylsalicylate 與 indole-3-acetic acid。這些化合物廣泛應用於藥品、工業及消費性產品，其普遍存在顯示污染主要來自於土壤、粉塵及無脊椎動物等擴散途徑。與個人清潔用品及防腐劑相關的化合物亦相當常見，包括多種 parabens 及紫外線濾劑，如 octylmethoxycinnamate 與 dioxybenzone。此外，亦鑑定出多種塑化劑與阻燃劑，包括鄰苯二甲酸酯與有機磷酸酯類。這些化合物通常與室內或都市環境相關，但其在土壤中的持久性，顯示穿山甲可能經由受污染的陸域基質而暴露。人用藥物及其代謝物亦構成新興污染物的組成，包括鎮靜劑、止痛藥、腸胃用藥及抗憂鬱藥物。母體化合物與代謝物的同時存在，支持其為持續性環境循環，而非單一污染事件。少量非法藥物及其代謝物的檢出，亦突顯即便在非都市棲地，人類活動與污水途徑仍可能造成化學污染。整體而言，穿山甲鱗片中新興污染物的組成反映其長期暴露於來自消費性產品、藥品與工業材料的多元化化學物質。其高度土壤依賴的覓食生態，可能進一步放大對土壤吸附性或於無脊椎動物中累積之化合物的暴露風險，使穿山甲成為陸域生態系新興污染物監測的重要指標物種。





4. 農藥 (Pesticides)：殘留與限制使用化合物的證據

農藥僅於少數樣本中檢出 (12.9%；表 3)，顯示相較於藥物類污染物，穿山甲直接暴露於現行合法農藥的情形較為有限。然而，值得注意的是，多數檢出的農藥屬於臺灣農業主管機關已禁用或高度限制使用的化合物，顯示其可能源自環境持久性或歷史殘留污染。Fipronil 具有所有目標分析物中最高的平均濃度 ($6167.87 \text{ ng g}^{-1}$ ；SD = $8619.48 \text{ ng g}^{-1}$ ；表 4)。儘管該化合物已禁止用於食用作物，其仍被允許於部分非食用用途。其於穿山甲鱗片中的高濃度檢出，顯示可能經由受污染的土壤或無脊椎動物而暴露，並突顯其在陸域環境中的高度持久性。此外，亦檢出多種 carbamate 類殺蟲劑，包括 isoprocarb (MIPC) 與 XMC (3,5-xylyl methylcarbamate)，儘管其已因高急性毒性而禁用或淘汰。多種除草劑如 2,4-D、dinoterb、diuron、imazapyr 及 isoxaflutole 亦被鑑定，其中多數僅限特定配方或用途使用。另有機磷類殺蟲劑 (如 ethion) 及殺菌劑 (如 benomyl 與 cyprodinil) 的檢出，進一步顯示受管制化合物仍可於環境中殘留。雖然農藥的檢出率偏低，但其主要來自禁用或限制使用化合物的事實，顯示法規禁令並不必然消除土壤相關野生動物的暴露風險。歷史殘留與具環境持久性的農藥，可能在停用多年後仍對高度依賴土壤-無脊椎動物交互作用的物種造成長期、低劑量的暴露風險。

四、檢討與建議：

(一) 穿山甲體態評估

臺灣穿山甲因救傷個體普遍存在斷尾或尾部殘缺問題，部分救傷單位也觀察到尾部長短比例差異 (屏東保育類野生動物收容中心，私人通訊)。若使用體全長來計算 (K_F) 與 (K_R)，其對個體真實體況評估的反映可能存在偏差，需要進一步確認其適用性。且各個救傷單位的量測方法及標準不統一，數值無法比較。本研究嘗試發展新的形態測量方法，以統一的標準進行形質測量計算其身體狀況指數，並建立較為簡易判斷之體態評分系統，以便救傷單位在臨床上的使用，增進動物的健康與福祉。雖然 K_F 與 K_R 常用於野生動物體況評估，但在尾部形態高度變異的穿山甲中，其尾部形態變異亦可能構成類似干擾因子，進一步支持富爾頓體況因子不適合作為單一體態評估工具之推論。因此，本研究的結果支持尾部比例差異可能影響體態評估指標之準確性。此發現支持未來發展以腹部或其他身體部位為基礎之體態評估方法具有其必要性。

(二) 鱗片化學污染物分析

本研究顯示，臺灣穿山甲普遍暴露於人為化學污染物，其中新興污染物與獸醫用藥的檢出頻率遠高於農業農藥。雖然獸醫用藥的高檢出率可能部分反映臨床治療歷史，但新興污染物的近乎全面檢出，以及禁用或限制農藥的存在，仍清楚顯示穿山甲長期生活於化學組成複雜的環境中。本研究結果突顯穿山甲鱗片作為陸域化學污染非侵入性生物監測基質的潛力，可同時反映當代與歷史污染途徑。未來將結合鱗片分析、環境樣本及完整的醫療紀錄，將有助於釐清污染來源，並進一步評估慢性化學暴露對此一受保護、覓食過程攝入大量土壤的哺乳動物之生態與保育意涵。

填報單位： 國立屏東科技大學野生動物保育研究所

單位主管： 張金龍

填報人及聯絡電話： 孫敬閔

填表日期： 115年1月24日



1141810_C



壹、前言

(一) 臺灣穿山甲保育現況和知識缺口

臺灣穿山甲在國際自然保護聯盟紅色名錄 (The IUCN Red List of Threatened Species) 列為「極度瀕危」等級；瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約 (CITES) 將中華穿山甲列入「CITES 保護物種附錄 I」(Challender et al., 2014)。「野生動物保育法」則將其列入珍貴稀有保育類野生動物；2017 年「臺灣陸域哺乳類紅皮書」將其列名「國家易危 (NVU, Nationally Vulnerable)」類別的名錄中 (鄭錫奇等, 2017)。臺灣穿山甲近年來面臨盜獵、路殺、獸缺，還有比率逐年上升的遊盪犬隻攻擊問題。人類豢養的家犬、遊蕩犬隻和貓隻對於穿山甲有競爭和獵捕壓力；2015 年至 2023 年野生動物長期監測系統的報告，野生動物與犬貓的共域情形普遍 (王齡敏等, 2011; Sun et al., 2019; 翁國精, 2020)。根據臺灣穿山甲保育行動計畫，目前臺灣穿山甲保育的知識缺口，主要為遊蕩犬攻擊和棲地品質劣化。

(二) 臺灣穿山甲體態評估的挑戰

根據《臺灣穿山甲保育行動計畫 (第二版)》彙整之資料，分析 1993–2019 年間全臺野生動物收容中心共 274 筆穿山甲創傷病例，結果顯示近十年犬隻攻擊已成為北部、中部及南部地區穿山甲最主要的致傷原因，反映淺山地區自由活動犬隻對穿山甲族群之威脅有惡化趨勢 (行政院農業委員會林務局, 2020)。上述人為干擾與犬隻攻擊等因素，使得相當比例的穿山甲個體在野外受傷，因此需要進入野生動物救傷體系接受醫療與照護。域外保育措施，包括救傷、暫時收容與復原野放，已成為當前保育策略不可或缺的一環。強化救傷、照養與野放流程並提升野放存活率，是保育策略重點之一 (農業部林業及自然保育署、農業部生物多樣性研究所, 2025)。

狀況良好的動物比狀況差的動物有更多的能量儲備 (通常是脂肪體)。在哺乳動物中，個體攜帶的脂肪量會對健康產生重大影響。因此，評估穿山甲的身體狀況評分 (BCS) 可以作為緊急救傷處置和收容的一項指標，對於改善中華穿山甲等極度瀕危物種的圈養管理至關重要 (Suwal et al., 2022)。身體狀況評分 (BCS) 可用於評估個體動物的健康狀況，也可以確定一個群體的動物營養是否充足 (Clingerman et al., 2005)。形態測量對於快速了解動物的健康狀況和福祉至關重要 (Suwal et al., 2022)。BCS 與重量或骨架大小無關。通常採用 1-5、1-6、或 1-9 級，中間值代表最佳的身體狀況，較低數值為瘦弱或消瘦的情況，而較高的數值則是代表身體脂肪過多。極端的數值可能與某些疾病狀況相關或可預測某些疾病狀況 (Clingerman et al., 2005)。

富爾頓體況因子 (K_F) 及相對體況因子 (K_R) 被認為是衡量個體整體健康狀況的關鍵指標，也可用以評估族群在棲地中的生物量健康及生存狀況 (Suwal et al., 2022 引用自 Green, 2001; Jewel et al., 2019)。現有穿山甲體態評估方法通





常透過公式計算，使用完整個體之體全長與體重估算 (K_F) 與 (K_R)。透過富爾頓狀況因子 (K_F) 來快速評估獲救者的健康狀況， $K_F = 0.8$ 或 >0.8 的個體被確定為健康個體。此研究結果可用於判斷獲救的中華穿山甲是否健康到可以放歸野外 (Suwal et al., 2022)。

2006 年至 2017 年間，屏東保育類野生動物救傷中心的數據顯示，外傷 (73.0%) 為穿山甲救傷的主要原因，其中夾式陷阱造成的創傷為首 (77.8%)，其次是狗襲擊導致的尾巴受傷 (20.4%) (Sun et al., 2019a)。農業部生物多樣性研究所野生動物急救站於 2018-2020 年間，共收治高達 145 隻野生穿山甲，占急救站哺乳類動物年救傷總量近三分之一。歷年穿山甲救傷原因以「創傷」類型比率最高，占救傷總數近 60%；其中「犬隻攻擊」與「陷阱」則是最主要的創傷致傷原因。前者於 2018 年後，比率甚至高於中陷阱，連續 3 年之數量均超過 15 隻，成為穿山甲最大的威脅 (蔡繼鋒等, 2020)。臺灣穿山甲因救傷個體普遍存在斷尾或尾部殘缺問題，部分救傷單位也觀察到尾部長短比例差異 (屏東保育類野生動物收容中心，私人通訊)。若使用體全長來計算 (K_F) 與 (K_R)，其對個體真實體況評估的反映可能存在偏差，需要進一步確認其適用性。且各個救傷單位的量測方法及標準不統一，數值無法比較。本研究嘗試發展新的形態測量方法，以統一的標準進行形質測量計算其身體狀況指數，並建立較為簡易判斷之體態評分系統，以便救傷單位在臨床上的使用，增進動物的健康與福祉。

(三)穿山甲暴露於農業環境的風險與評估

穿山甲穿山甲主要生存在海拔 1000 公尺以下的淺山地區，分布於多樣化的棲地類型中，包括與農業景觀高度重疊的森林及丘陵地區 (Sun et al. 2019a)。在此類農業與自然環境交錯的生態系中，農藥、獸醫用藥以及人用藥物等化學物質被廣泛使用，導致環境中化學污染物的累積，進而引發非目標野生動物暴露風險的疑慮。由於其特殊的食性與高度接觸土壤的覓食行為，穿山甲可能特別容易暴露於環境中的化學污染物。先前針對台灣穿山甲乾燥糞便的研究顯示，其內容物中超過 80% 為土壤、沙粒及植物殘餘 (Sun et al. 2019b)，顯示穿山甲在覓食過程中，可能透過次級攝入的方式暴露於受污染的土壤與基質之中。此外，病理研究亦曾報告台灣穿山甲存在呼吸系統異常的情形，且該異常可能與病理解剖中所發現的環境污染物有關 (Khatri-Chhetri et al. 2017)，進一步突顯評估此物種化學污染暴露情形的重要性。

農藥對野生動物所造成的不良影響已被廣泛記錄，包括神經毒性、免疫毒性及生殖功能受損等 (Alleva et al. 2006)。除傳統農藥外，近年來研究亦逐漸關注所謂的「新興污染物」，例如獸醫用藥及人用藥物，這些物質可經由農業活動、畜牧排放、污水處理系統或不當廢棄進入環境。相較於農藥，新興污染物往往未受到同等程度的監測與管理，然而其在土壤、沉積物及生物體內的檢出頻率卻日益增加。儘管其生態風險逐漸受到重視，目前關於此類污染物在陸域野生哺乳動物，尤其是行蹤隱密且受保護之物種 (如穿山甲) 中的研究仍相當有限。過去研





究曾嘗試利用哺乳動物組織評估農藥及其他環境污染物之暴露情形，然而基於倫理、法律及實務限制，穿山甲相關研究相對稀少。穿山甲鱗片主要由角蛋白構成，且可於救傷或死亡個體中機會性取得，因此具備作為非侵入性生物監測材料的潛力。鱗片可能能夠整合一段時間內的污染物暴露資訊，並在不需破壞性取樣的前提下，提供有關環境化學污染空間分布的重要線索。

(四) 研究目的

1. 探討救傷穿山甲尾長與尾寬之變異關係與比例特性。
2. 發展不納入尾部量測之體態評估方法。
3. 調查台灣各地區穿山甲鱗片中農藥、獸醫用藥及新興污染物之出現情形。
4. 評估穿山甲鱗片作為非侵入性生物監測工具，用以反映陸域生態系中環境化學污染程度之可行性。

貳、計畫目標

本年度計畫目標：

- (1) 持續收集健康穿山甲個體各部位形質測量資料，本年度至少新增 10 隻樣本。
- (2) 建立穿山甲(麻醉狀態)身體狀態指數(BCS)模型。
- (3) 持續收集穿山甲鱗片樣本採集，本年度至少新增 30 隻樣本。
- (4) 建立檢測穿山甲鱗片內農藥和新興污染物的方法學；利用建立固相萃取法建立可疑之農藥、獸藥及新興污染物之定性分析，檢測農藥和新興污染物種類。

參、研究地區

(一) 穿山甲體態評估

全台陸域野生動物收容中心與急救站。臺北市立動物園、農業部生物多樣性研究所、國立屏東科技大學保育類野生動物收容中心及野灣非營利野生動物醫院。研究對象為上述四個救傷單位的救傷及圈養穿山甲個體。

(二) 鱗片化學污染物分析

穿山甲鱗片樣本來自臺灣多個地區的穿山甲。樣本來源包括死亡個體、接受救援與復健的個體，以及經臨床評估為健康的個體。於可取得情況下，記錄個體的基本生物與空間資訊，包括性別、年齡類別及發現地點。每隻個體收集約 1-2 g 的鱗片，樣本透過分布於臺灣北部、中部、南部及東部的野生動物救援中心與動物健康機構取得。

肆、研究方法

(一) 穿山甲體態評估





1. 從各救傷收容單位救援的穿山甲中，收集完整個體(無斷肢)的各部位形質(體長、胸圍、尾長等)及體重資料，用以建模。

(1) 體長測量方法：將穿山甲展開伸直平放在桌上，腹部或背部朝上，測量口鼻尖至尾部末端的長度，單位為公分(圖一)。

(2) 量測穿山甲的胸線長(兩乳頭間長度)、吻肛長、腹寬(兩側腰間的長度)及腹甲間長度(不含鱗片部分)，單位為公分(圖二)。

2. 照片資料收集

(1) 製作各救傷單位測量穿山甲的手機拍照腳架，以統一標準拍攝診療檯上的穿山甲個體(圖三)。

(2) 拍攝方法：穿山甲在麻醉狀態，以腹部朝上之姿，拍攝其吻部至肛門的照片(圖一)。

(3) 將從各單位收集的照片資料進行初步的體態評估，再將形質測量資料進行分析並找出對BCS數值變化敏感度最佳的形質參數(以穿山甲個體腹部的寬窄差異進行比對分析)。

(4) 麻醉穿山甲拍照 SOP (圖三)

I. 將麻醉中的穿山甲身體展開伸直，以仰躺姿勢(腹部朝上)平放在診療台上，背部貼齊桌面，尾巴拉直。

II. 將拍攝架放上診療台，位置在穿山甲的正上方，並將手機放置在透明pc板上，手機鏡頭位置對準圓形洞口。

III. 調整穿山甲或是拍攝架的位置，讓穿山甲的吻部至肛門部分完整顯示在手機畫面中。

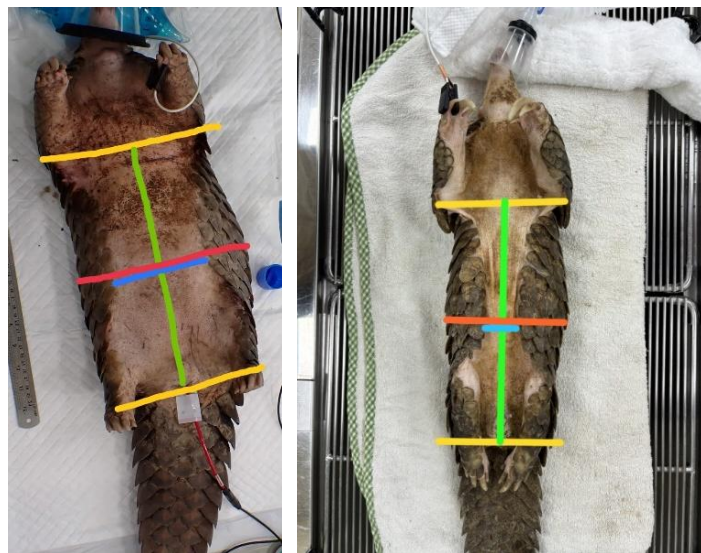
IV. 放置比例尺(於穿山甲的腹部)拍攝一張，沒有比例尺的拍攝一張。

V. 手機相機以一倍率(原始倍率)拍攝照片。





圖一、利用拍攝腳架拍攝穿山甲模型示意圖。



圖二、穿山甲腹面測量位置示意圖。



圖三、利用拍攝腳架攝影的穿山甲外觀。





3. 資料分析

1. 穿山甲完整個體的形質資料採用逐步迴歸分析法 (stepwise regression)。
2. 穿山甲照片的腹部鱗片面積比運用 Image J 圖像分析。
3. 穿山甲照片的腹部線條參數運用線性回歸比較其之間的關係。

(二) 鱗片化學污染物分析

鱗片樣本經冷凍乾燥後研磨為細粉，取 0.25 g 次樣本置於燒杯中，加入 0.5 g 氯化鈉 (NaCl) 及 2 g 無水硫酸鈉 (Na₂SO₄)。接著加入兩顆陶瓷均質珠、1 mL EDTA 溶液及 5 mL 乙腈 (ACN) 作為萃取溶劑。樣本經超音波震盪 5 分鐘後，以 6,500 rpm 離心 10 分鐘。取 3.9 mL 上清液轉移至新離心管中，再以 7,000 rpm 離心 10 分鐘。最終萃取液經 0.22 μm PTFE 濾膜過濾後，收集於 2 mL 小瓶中供後續分析使用。本研究採用改良式 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe) 方法萃取農藥與新興污染物。該方法已被證實適用於角蛋白基質，且能有效涵蓋具有不同理化性質的化合物。定量分析使用液相層析 - 串聯質譜儀 (LC - MS/MS)，以確保足夠的靈敏度與選擇性。

萃取物與包含超過 800 種合法登記農藥及 1,000 種以上新興污染物 (涵蓋獸醫用藥與人用藥物) 的參考資料庫進行比對。化合物鑑定依據保留時間、質荷比 (m/z) 及碎裂圖譜進行確認。確認之目標化合物以外校校正曲線進行定量，濃度以乾重基準表示 (ng g⁻¹)。其中 8 種選定化合物則採用標準添加法進行濃度定量，以降低角蛋白基質造成的基質效應。線性迴歸模型用以評估污染物殘留量與空間或生物因子之關係，以污染物濃度為依變項，採樣地區與性別為自變項。

伍、預期結果

- (一) 尾長與尾寬之相關性分析，其相關係數 R 預期介於 0.3-0.5 之間，屬於低度相關，顯示尾部形態在個體間具有較高變異性且可能呈現比例差異。基於尾部形態變異較大之結果，預期富爾頓體況因子不適用於個體體態評估。
- (二) 穿山甲腹部的形質參數可明顯反映與體態狀況成高度相關，並運用多項形質參數資料建立一套在尾部受損或斷尾個體上仍可使用的體態評估方法。
- (三) 穿山甲鱗片中污染物整體種類和濃度檢測。
- (四) 不同區域或個體的鱗片中污染物含量比較與探討。

陸、預期效益

- (一) 運用多項形質參數資料，制定穿山甲體態評分系統，並推斷穿山甲的健康狀況。
- (二) 建立檢測穿山甲鱗片內農藥和新興污染物的方法學。
- (三) 比較台灣各地區之間穿山甲鱗片內的農藥和新興污染物種類和濃度差異。





柒、人力及物力經費分配表

人力:各救傷單位當日值班之獸醫師

物力:拍攝架一台、手機一台

捌、研究限制和困難

(一) 穿山甲的年齡較難以判斷，因此在進行資料分組時，依體重將動物分為不同年齡組，分別為 2kg 以下(6 個月至 1 歲)及 2kg 以上(1 歲以上)的個體，根據後續收集到的個體資料再進行調整。

(二) 拍攝救傷穿山甲的照片時，需要以統一標準的姿勢進行拍照，麻醉中的穿山甲需在肌肉放鬆的狀態下較容易進行姿勢調整。

(三) 穿山甲鱗片採集地點座標難以精確，可能缺乏特定樣本的體重和性別等分類依據。

玖、執行進度

(一)穿山甲體態評估

本研究共收集 78 隻穿山甲個體之外部形質測量與影像資料；其中，尾部完整之樣本計 30 隻（詳見表一）。本研究自 30 隻尾部完整之樣本中，篩選 25 隻成年個體（體重 > 2kg）之形質數據，並運用富爾頓體況因子與相對體況因子(KR)進行初步體態評估。分析顯示，公式計算值與個體腹部影像外觀存在顯著不一致（圖四）。推測其原因在於穿山甲個體間的尾部長度與寬度具有高度變異性，進而干擾以全形質公式估算體態的準確度。針對穿山甲之體長、尾長與尾寬進行相關性分析，結果顯示 1) 體長與尾長；2)尾長與尾寬之間均呈正相關。然而，尾長與尾寬之數據點分布較為離散（圖五及圖六），顯示兩者間的關聯性存在較大的個體變異。

本研究結果顯示，使用富爾頓體況因子與相對體況因子所得到之體態評估結果，與腹部照片所呈現之實際體態存在落差。在 2kg 以上之救傷穿山甲個體中，體長與尾長呈現高度線性相關 ($R^2 = 0.8645$)，顯示隨著體長增加，尾長亦呈現穩定且一致的增加趨勢。然而，穿山甲尾長與尾寬之間雖呈現正相關，但資料點分布相當分散，顯示在相同尾長條件下，尾寬仍具有高度個體變異。此結果與研究初期對尾部形態具有高度變異性的預期一致，尾部較寬大的個體，體重可能更重而影響富爾頓體況因子的估算結果。富爾頓體況因子與相對體況因子的計算為假設不同個體之間體態比例相對一致，但尾長與尾寬形質測量數據顯示尾部形態差異大，套用公式可能無法完全反映個體真實體態。另外，尾長與尾寬的高度變異可能導致相同尾長的個體，其 K_F 與 K_R 計算出的體況差異大，與實際腹部照片觀察不一致。類似的限制亦曾在其他物種中被指出，根據 Ojeda-Adame 等人(2020)的研究，傳統使用的富爾頓體況因子在鱷魚體況評估中呈現與





體型高度相關的現象，導致在小型與大型個體之間產生不一致的體況判讀。該研究也指出富爾頓體況因子的假設基礎在實際動物中往往不成立，因此可能誤將個體尺寸差異當作體況差異解釋，進而影響結果的準確性。雖然 K_F 與 K_R 常用於野生動物體況評估，但在尾部形態高度變異的穿山甲中，其尾部形態變異亦可能構成類似干擾因子，進一步支持富爾頓體況因子不適合作為單一體態評估工具之推論。因此，本研究的結果支持尾部比例差異可能影響體態評估指標之準確性。此發現支持未來發展以腹部或其他身體部位為基礎之體態評估方法具有其必要性。

相對體況分級：

- 分組組別1/百分比 < 20%
- 個體體態較瘦



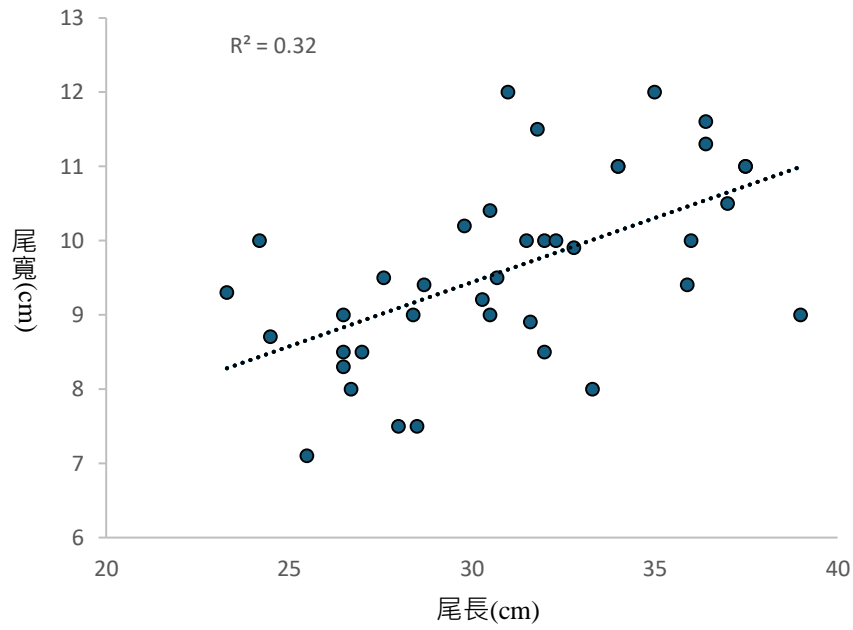
相對體況分級：

- 分組組別5/百分比 $\geq 80\%$
- 個體體態較胖

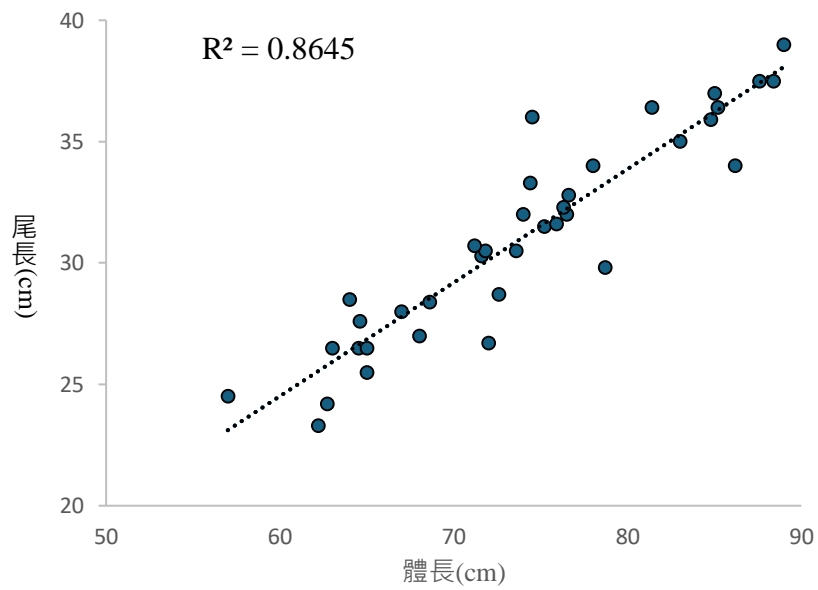


圖四、相對體況分級相似的穿山甲腹面外觀差異。





圖五、2KG 以上穿山甲個體之尾長尾寬相關性。



圖六、2KG 以上穿山甲個體之體長尾長相關性。





表 1. 穿山甲完整未斷尾的個體形質測量樣本資料

病編	來源	性別	體重 (kg)	體長 (cm)	頭寬 (cm)	胸圍 (cm)	腰圍 (cm)	尾長 (cm)	尾寬 (cm)
1081106P01	高雄內門	M	4.78	87.6	-	35	39	37.5	11
1130507P01	高雄阿蓮區	M	3.51	73.6	-	34.8	37.8	30.5	10.4
1130514P01	屏東恆春鎮	M	5.40	88.4	-	38.4	41.5	37.5	11
1130516P01	屏東來義鄉	M	2.78	68.6	-	29	34.5	28.4	9
1130601P01	馬頭山	M	3.44	75.2	-	32	36	31.5	10
1130629P01	高雄田寮	M	3.37	74	5.5	32	36	32	8.5
1130730P01	高雄仁武	M	5.10	74.5	5.8	35	39	36	10
1130730P02	埤仔	M	5.55	85.2	8.2	39.9	45.7	36.4	11.6
1130801P01	桃園	M	3.45	72.6	5.7	33	39	28.7	9.4
1130807P01	台南龍崎	M	3.56	76.6	7.1	34.1	38.6	32.8	9.9
1130912P02	高雄馬頭山	M	4.80	89	5.5	45	42.7	39	9
1131011P01	屏東里港	M	2.40	67	5	29	34.5	28	7.5
1131017P01	台南龍崎	M	3.63	72	6.7	31.8	38.3	26.7	8
1131222P01	台南龍崎	M	6.54	86.2	5.7	42	46	34	11
1140217P01	枋山	F	4.37	84.8	7.9	34.5	38.5	35.9	9.4
1140323P01	台南白河	M	3.06	75.9	7.2	29.6	33.3	31.6	8.9
1140407P01	大武山	M	4.60	85	5	34	40	37	10.5
1120305P01	高雄馬頭山	M	4.67	78	9	39	44	34	11
1140611P01	霧台阿禮村	M	3.82	76.5	8	34	36.5	32	10
1140708P01	屏東九如鄉	F	2.04	63	6.7	28	29	26.5	8.3
1140712P01	屏東霧台	M	2.21	64.5	7	28.2	30.6	26.5	8.5
1140719P01	台南龍崎	F	2.56	62.7	6.8	31.3	33.3	24.2	10
1140804P01	高雄燕巢	M	5.80	81.4	7.5	40	43.8	36.4	11.3
1140813P01	馬頭山	F	3.32	74.4	8	31	36	33.3	8
1140825P02	馬頭山	F	3.36	71.6	7.2	30.2	35.7	30.3	9.2
1140903P01	台南南化	M	2.77	62.2	6.2	31.5	36	23.3	9.3
1140910P01	高雄燕巢	M	5.69	78.7	7.8	39.5	45	29.8	10.2
1140915P01	台南龍崎	M	3.19	71.8	8	29.9	32.8	30.5	9
1140917P01	瑪家消防隊	M	3.79	71.2	7	32.5	34.3	30.7	9.5
1141015P01	高雄燕巢	M	2.53	64.6	6.8	28.9	34.7	27.6	9.5





(二) 鱗片化學污染物分析

1. 穿山甲鱗片中化學污染物的整體出現情形

本研究共採集 144 份來自臺灣各地的穿山甲鱗片樣本 (表 2; 圖七), 以整體評估臺灣穿山甲的化學污染物暴露情形。結果顯示, 大多數樣本中皆可檢出污染物, 僅有 7 隻個體 (4.8%) 未檢出任何化合物 (表 3), 顯示穿山甲普遍暴露於人為化學污染之中。新興污染物為檢出率最高之污染物類別, 於 94.6% 的樣本中檢出 ($n=139$)。獸醫用藥於 53.7% 的樣本中檢出 ($n=79$), 而農藥的檢出率相對較低, 僅為 12.9% ($n=19$)。整體而言, 穿山甲與藥物相關化合物的關聯程度明顯高於目前合法使用之農業農藥。然而, 在解讀獸醫用藥的檢出結果時, 必須考量樣本來源背景。相當比例的樣本來自於野生動物救援中心、救傷機構及動物園, 此類場域中通常會進行常規性的醫療處置。因此, 獸醫用藥的高檢出率在在一定程度上可能反映臨床治療史, 而非單純的環境暴露, 這樣的取樣偏差亦可能導致獸醫用藥檢出率高於農藥。儘管如此, 新興污染物幾乎普遍存在, 且仍有部分樣本檢出農藥, 顯示穿山甲確實暴露於複雜的人為化學混合物中。整體高檢出率突顯穿山甲即便生活於非高度集約農業或都市化區域, 仍不可避免地處於人為影響顯著的景觀中, 反映其在受保護與行蹤隱密的情況下, 仍對擴散型化學污染高度敏感。

2. 獸醫用藥 (Veterinary Medicine): 醫療處置與環境暴露的影響

獸醫用藥於超過一半的穿山甲鱗片樣本中被檢出 (53.7%, $n=79$; 表 3), 顯示藥物類化合物為本研究所觀察之污染負荷中的重要組成。由於許多樣本來自於接受救援或長期照養的個體, 該背景在解讀其檢出率與濃度時必須審慎考量。研究中檢出的抗生素包括多種常用於獸醫與人醫的藥物, 如 enrofloxacin、ciprofloxacin、clarithromycin、ofloxacin 及 tetracycline, 並同時檢出非類固醇消炎藥 meloxicam (表 4)。其中, enrofloxacin 具有最高的平均濃度及最大的個體間變異, 顯示其可能來自間歇性的治療性使用, 而非均一的環境暴露。其主要代謝物 ciprofloxacin 的高濃度檢出亦支持此推論。此外, meloxicam 為野生動物醫療中常用藥物, 其檢出進一步顯示部分藥物殘留可能直接反映臨床治療歷史。然而, 環境暴露的可能性仍不可完全排除。藥物已被認定為新興且具持久性的土壤與沉積物污染物, 可能經由畜牧廢棄物、污水排放及不當藥物處置進入環境。穿山甲高度依賴土壤覓食, 並以無脊椎動物為主要食物來源, 可能增加其接觸此類殘留物的機率。綜合而言, 穿山甲鱗片中所呈現的獸醫用藥輪廓, 可能同時反映治療





性暴露與環境暴露。無法完全區分兩者來源為本研究的重要限制，亦顯示未來研究需整合詳細醫療紀錄及配對的環境樣本，以釐清污染來源。

3. 新興污染物(Emerging Contaminants)：組成、主要化合物與暴露途徑

新興污染物幾乎在所有穿山甲鱗片樣本中皆有檢出 (94.6%)，為本研究中最普遍的污染物類別。共鑑定出超過 120 種不同的新興化合物，涵蓋藥品、個人清潔用品成分、塑化劑、工業化學品、非法藥物及天然代謝物，顯示穿山甲暴露於高度複雜的化學環境，而非單一污染來源。其中，多種化合物具有特別高的檢出頻率，顯示其暴露具廣泛性與一致性。8-hydroxyquinoline 為最常檢出的化合物，其次為 methylsalicylate 與 indole-3-acetic acid。這些化合物廣泛應用於藥品、工業及消費性產品，其普遍存在顯示污染主要來自於土壤、粉塵及無脊椎動物等擴散途徑。與個人清潔用品及防腐劑相關的化合物亦相當常見，包括多種 parabens 及紫外線濾劑，如 octylmethoxycinnamate 與 dioxybenzone。此外，亦鑑定出多種塑化劑與阻燃劑，包括鄰苯二甲酸酯與有機磷酸酯類。這些化合物通常與室內或都市環境相關，但其在土壤中的持久性，顯示穿山甲可能經由受污染的陸域基質而暴露。人用藥物及其代謝物亦構成新興污染物的重要組成，包括鎮靜劑、止痛藥、腸胃用藥及抗憂鬱藥物。母體化合物與代謝物的同時存在，支持其為持續性環境循環，而非單一污染事件。少量非法藥物及其代謝物的檢出，亦突顯即便在非都市棲地，人類活動與污水途徑仍可能造成化學污染。整體而言，穿山甲鱗片中新興污染物的組成反映其長期暴露於來自消費性產品、藥品與工業材料的多元化化學物質。其高度土壤依賴的覓食生態，可能進一步放大對土壤吸附性或於無脊椎動物中累積之化合物的暴露風險，使穿山甲成為陸域生態系新興污染物監測的重要指標物種。

4. 農藥 (Pesticides)：殘留與限制使用化合物的證據

農藥僅於少數樣本中檢出 (12.9%；表 3)，顯示相較於藥物類污染物，穿山甲直接暴露於現行合法農藥的情形較為有限。然而，值得注意的是，多數檢出的農藥屬於臺灣農業主管機關已禁用或高度限制使用的化合物，顯示其可能源自環境持久性或歷史殘留污染。Fipronil 具有所有目標分析物中最高的平均濃度 ($6167.87 \text{ ng g}^{-1}$ ； $\text{SD} = 8619.48 \text{ ng g}^{-1}$ ；表 4)。儘管該化合物已禁止用於食用作物，其仍被允許於部分非食用用途。其於穿山甲鱗片中的高濃度檢出，顯示可能經由受污染的土壤或無脊椎動物而暴露，並突顯其在陸域環境中的高度持久性。此外，亦檢出多種 carbamate 類殺蟲劑，包括 isoprocarb (MIPC) 與 XMC (3,5-



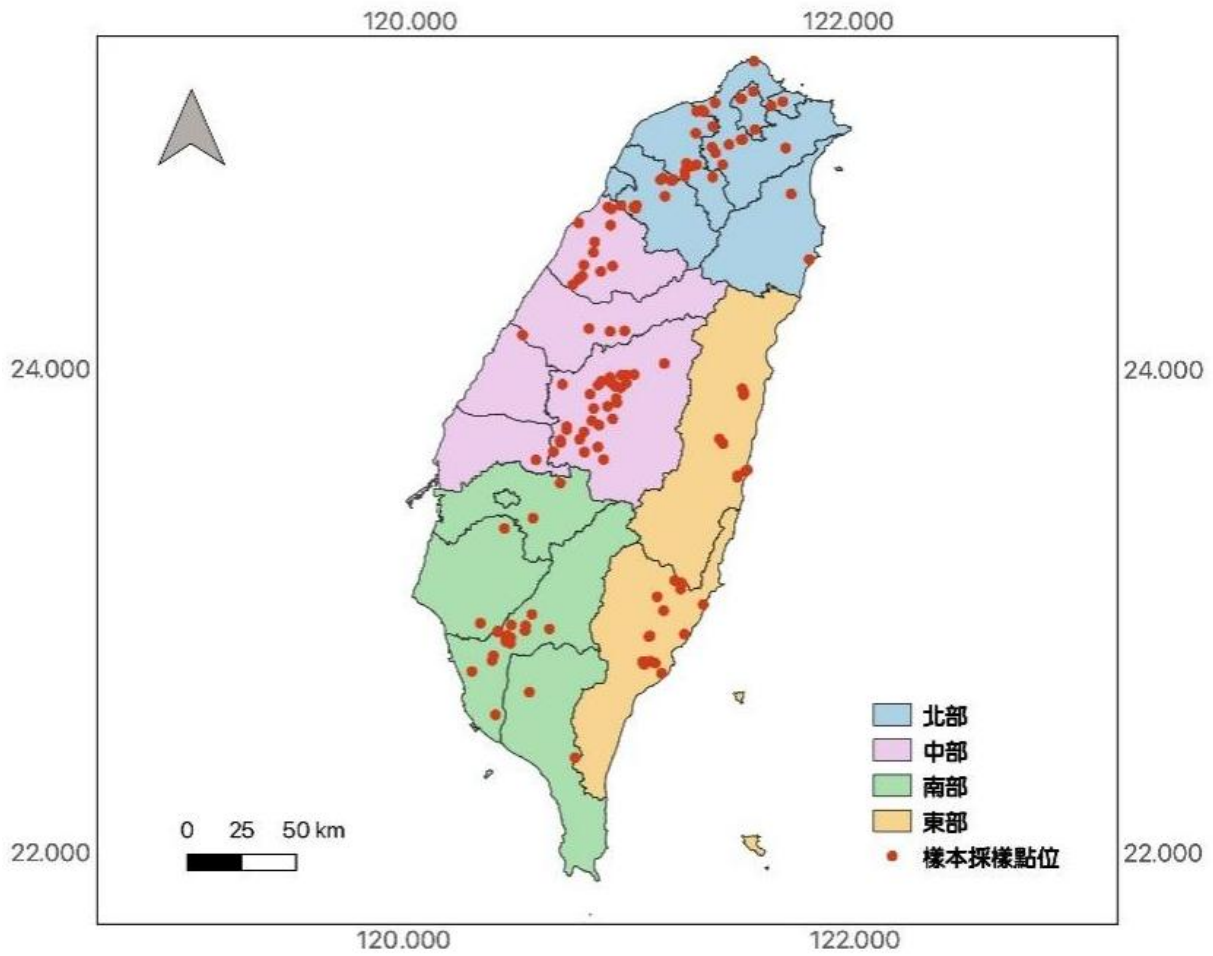


xylyl methylcarbamate)，儘管其已因高急性毒性而禁用或淘汰。多種除草劑如 2,4-D、dinoterb、diuron、imazapyr 及 isoxaflutole 亦被鑑定，其中多數僅限特定配方或用途使用。另有機磷類殺蟲劑（如 ethion）及殺菌劑（如 benomyl 與 cyprodinil）的檢出，進一步顯示受管制化合物仍可於環境中殘留。雖然農藥的檢出率偏低，但其主要來自禁用或限制使用化合物的事實，顯示法規禁令並不必然消除土壤相關野生動物的暴露風險。歷史殘留與具環境持久性的農藥，可能在停用多年後仍對高度依賴土壤-無脊椎動物交互作用的物種造成長期、低劑量的暴露風險。

5. 結論

本研究顯示，臺灣穿山甲普遍暴露於人為化學污染物，其中新興污染物與獸醫用藥的檢出頻率遠高於農業農藥。雖然獸醫用藥的高檢出率可能部分反映臨床治療歷史，但新興污染物的近乎全面檢出，以及禁用或限制農藥的存在，仍清楚顯示穿山甲長期生活於化學組成複雜的環境中。本研究結果突顯穿山甲鱗片作為陸域化學污染非侵入性生物監測基質的潛力，可同時反映當代與歷史污染途徑。未來將結合鱗片分析、環境樣本及完整的醫療紀錄，將有助於釐清污染來源，並進一步評估慢性化學暴露對此一受保護、土壤覓食哺乳動物之生態與保育意涵。





圖七、穿山甲鱗片(n = 144)採集地點與各區域劃分示意圖。





表 2. 穿山甲鱗片樣本資料

來源	ID	性別	體重(g)	縣市	鄉鎮	座標
屏科大	1121101P01	M	1540	台南	龍崎	22.93116, 120.41065
屏科大	1121020P01	M	4337	高雄	燕巢	22.927975, 120.409016
屏科大	1120603P01	M	3017	高雄	內門	22.912643, 120.452779
屏科大	1120305P01	M	2200	高雄	旗山	22.887331, 120.447512
屏科大	1121030P01	M	4736	台南	龍崎	22.808671, 120.384893
屏科大	1101014P01	M	5230	台南	關廟	22.963705, 120.33202
屏科大	1091224P01	M	2250	屏東	長治	22.678795, 120.552362
屏科大	1100204P01	M	6440	高雄	杉林	22.953657, 120.53385
屏科大	1100217P01	M	4500	高雄	內門	22.904382, 120.468021
屏科大	1100612P01	F	2700	高雄	大寮	22.584481, 120.401191
屏科大	1100824P01	M	3320	高雄	旗山	22.763273, 120.294602
屏科大	1101001P01	M	4500	高雄	內門	22.956009, 120.470326
屏科大	1101006P01	M	2680	高雄	田寮	22.829276, 120.390831
屏科大	1101026P01	F	3300	高雄	杉林	22.932945, 120.53264
屏科大	1101111P01	F	2920	高雄	旗山	22.880983, 120.466844
屏科大	1101119P01	M	1440	高雄	內門	22.888215, 120.454734
屏科大	1110710P01	M	5075	高雄	內門	22.904912, 120.445022
屏科大	1110301P01	M	7167	高雄	內門	22.889224, 120.450206
生多所	T1473	NA	NA	南投	鹿谷	23.67308, 120.796924
生多所	T1501	M	5330	南投	埔里	23.959463, 120.984764
生多所	T1579	F	2369	南投	竹山	23.766365, 120.715851
生多所	T2291	NA	1546	南投	埔里	23.953673, 120.696642
生多所	T3592	NA	886	南投	埔里	23.9615, 120.9162
生多所	T3593	F	2580	南投	竹山	23.712201, 120.689006
生多所	T3697	F	3641	南投	水里	23.811112, 120.923415
生多所	T3702	F	1654	南投	仁愛	24.040061, 121.156474
生多所	T3861	NA	1838	南投	中寮	23.913015, 120.82118
生多所	T3877	F	1796	南投	水里	23.784513, 120.862559
生多所	T3885	NA	NA	南投	埔里	23.955096, 120.925202
生多所	T3886	F	1715	南投	埔里	23.955096, 120.925202
生多所	T3887	NA	NA	南投	埔里	23.98285, 120.911339
生多所	T3600	NA	4378	台中	大肚	24.1578, 120.5162





來源	ID	性別	體重(g)	縣市	鄉鎮	座標
生多所	T3860	NA	2357	台中	新社	24.184423, 120.816512
野灣	231026PA01	F	3650	台東	東河	22.918971, 121.24518
野灣	231013PA01	M	1830	台東	卑南	22.804575, 121.057424
野灣	220418PA01	F	2950	花蓮	鳳林	23.708079, 121.420337
野灣	210901PA01	M	2960	台東	池上鄉	23.105993, 121.228893
野灣	240508PA01	F	3270	台東	延平鄉	22.911908, 121.091789
野灣	240220PA01	M	4445	花蓮	豐濱鄉	23.59399, 121.52132
野灣	220513PA01	M	2870	台東	台東市	22.807843, 121.092433
野灣	220827PA01	M	1580	台東	池上鄉	23.13003, 121.23265
野灣	221101PA01	M	7800	台東	延平鄉	22.909318, 121.086039
野灣	230526PA01	F	6490	台東	池上鄉	23.14109, 121.20193
野灣	230619PA01	F	4150	台東	關山鎮	23.01614, 121.15234
動物園	20220602	NA	NA	新北	三峽區	24.862872, 121.422044
動物園	20220607	NA	NA	新北	林口區	25.089422, 121.329282
動物園	20220624	M	NA	桃園	龜山區	25.022083, 121.378373
科博館	T-28280	M	1654	台北	北投	25.166157, 121.56337
科博館	T-28265	NA	4480	基隆	七堵	25.123121, 121.697039
科博館	T-28252	NA	2284	宜蘭	蘇澳	24.468978, 121.813688
科博館	T-25455	M	5992	新北	深坑	25.008393, 121.5702
科博館	T-28245	NA	580	新北	三峽	24.935861, 121.37449
科博館	T-28255	M	8540	新北	八里	25.1193, 121.3885
科博館	T-27152	NA	3978	新竹	關西	24.80728, 121.151574
科博館	T-28254	NA	2970	新竹	關西	24.80114, 121.140808
科博館	T-28260	NA	3206	新竹	峨眉	24.695625, 121.030643
科博館	T-28246	NA	1030	桃園	桃園	24.993628, 121.30098
科博館	T-28253	NA	822	苗栗	三義	24.389263, 120.769476
科博館	T-28261	NA	2652	苗栗	頭份	24.6942, 120.9614
科博館	T-28263	NA	2027	苗栗	頭份	24.688444, 120.902484
科博館	T-28690	M	4690	苗栗	銅鑼	24.448194, 120.792458
獸醫所	W112-2773	M	4280	南投	埔里	23.9457, 120.93652
獸醫所	W112-2835	M	4088	南投	集集	23.854442, 120.838137
獸醫所	W112-2005	M	2205	南投	國姓	23.966867, 120.872869
獸醫所	W112-2925	M	3713	彰化	伸港	27.177178, 120.505264





來源	ID	性別	體重(g)	縣市	鄉鎮	座標
獸醫所	W112-3021	M	1400	桃園	大溪	24.862355, 121.304686
獸醫所	W112-3073	F	1730	台北	北投	25.135147, 121.509284
獸醫所	W112-3090	M	2265	新北	新店	24.966606, 121.507034
獸醫所	W112-3295	F	1968	南投	魚池	23.862576, 120.900107
獸醫所	W112-3359	F	1603	南投	鹿谷	23.894934, 120.939899
獸醫所	W112-3528	M	979	南投	信義	23.64283, 120.883148
獸醫所	W112-3614	M	1180	桃園	大溪	24.858445, 121.284054
獸醫所	W112-3616	F	2000	桃園	蘆竹	25.084171, 121.304733
獸醫所	W112-3339	M	1019	南投	竹山	23.722635, 120.687847
獸醫所	W112-3797	F	1350	台東	卑南	22.794225, 121.065014
獸醫所	W112-4247	M	1700	桃園	大溪	24.815678, 121.250484
獸醫所	W112-4259	M	1068	新竹	峨眉	24.683223, 121.027218
獸醫所	W112-4457	F	1670	新北	新店區	24.967742, 121.513421
獸醫所	W112-3993	F	3762	苗栗	頭份	24.680163, 120.916662
獸醫所	W112-3994	M	1546	台中	和平	24.17566, 120.97746
獸醫所	W112-4539	M	1830	台東	卑南	22.80619, 121.06151
獸醫所	W113-5057	M	2021	南投	魚池	23.878457, 120.942501
獸醫所	W113-5175	M	3010	宜蘭	員山	24.740556, 121.73264
獸醫所	W113-5412	M	2670	南投	水里	23.802994, 120.830042
獸醫所	W113-5607	F	1600	嘉義	梅山	23.544798, 120.688011
獸醫所	W113-0655	F	2073	桃園	龍潭	24.836567, 121.25273
獸醫所	W113-0636	F	2300	台東	海端	23.07418, 121.12304
獸醫所	W113-0250	F	1600	嘉義	中埔	23.39967, 120.56639
獸醫所	W113-0398	F	1462	苗栗	三義	24.40236, 120.78567
獸醫所	W113-0768	M	4450	花蓮	豐濱	23.56889, 121.48452
獸醫所	W113-1114	M	1943	雲林	古坑	23.64067, 120.57847
獸醫所	W113-0607	M	3327	南投	竹山	23.77842, 120.71628
獸醫所	W113-1296	M	2290	南投	埔里	23.9949, 121.02097
獸醫所	W111-2662	F	2408	南投	埔里	23.940328, 120.960273
獸醫所	W111-2260	M	1200	台北	北投	25.137377, 121.504324
獸醫所	W111-1800	M	1843	台東	台東	22.75727, 121.142878
獸醫所	W111-2618	F	945	台東	成功	23.041539, 121.329749
獸醫所	W111-2889	M	1580	台東	池上	23.13026, 121.23224





來源	ID	性別	體重(g)	縣市	鄉鎮	座標
獸醫所	W111-2477	M	2518	屏東	春日	22.407632, 120.756545
獸醫所	W111-2344	M	520	新北	汐止	25.106396, 121.644962
獸醫所	W111-2392	F	3050	新北	石門	25.290828, 121.567138
獸醫所	W111-2448	F	1200	新北	土城	24.946191, 121.451909
獸醫所	W111-2798	F	1985	新竹	峨眉	24.687456, 121.017455
獸醫所	W111-2134	F	1620	桃園	復興	24.811391, 121.377056
獸醫所	W111-2469	F	1500	桃園	蘆竹	25.080954, 121.339946
獸醫所	W111-2491	M	786	苗栗	大湖	24.421397, 120.869498
獸醫所	W111-3130	M	2892	苗栗	泰安	24.443867, 120.923047
獸醫所	W111-3264	M	1337	苗栗	後龍	24.621991, 120.76931
獸醫所	W111-2393	F	1850	高雄	杉林	23.00079, 120.562447
獸醫所	W111-3721	M	1787	南投	埔里鎮	23.99313, 120.98558
獸醫所	W111-3970	F	1400	新北	三峽區	24.91239, 121.38949
獸醫所	W111-4240	M	2194	南投	信義鄉	23.69416, 120.85737
獸醫所	W111-4255	M	1899	南投	竹山鎮	23.6742, 120.65648
獸醫所	W112-1081	F	2060	台東	臺東市	22.79917, 121.11439
獸醫所	W112-0317	F	1390	南投	鹿谷鄉	23.67368, 120.79734
獸醫所	W112-0852	M	2167	新北	坪林區	24.93122, 121.70939
獸醫所	W112-0905	M	6193	新竹	橫山鄉	24.73297, 121.16061
獸醫所	W112-0928	F	2885	苗栗	造橋鄉	24.61311, 120.91377
獸醫所	W112-1025	F	2063	南投	鹿谷鄉	23.75684, 120.79439
獸醫所	W112-1026	M	2536	南投	鹿谷鄉	23.72586, 120.77471
獸醫所	W112-1150	F	1970	苗栗	三義鄉	24.36528, 120.74107
獸醫所	W112-1411	M	312	苗栗	公館鄉	24.50028, 120.83635
獸醫所	W112-1818	F	1017	苗栗	公館鄉	24.54381, 120.84175
獸醫所	W112-2133	M	6430	桃園	大溪區	24.86863, 121.25794
獸醫所	W112-2583	M	1183	桃園	大溪區	24.85816, 121.28376
獸醫所	W112-0049	M	2491	南投	國姓鄉	23.95153, 120.85842
花管處	20221103	NA	NA	花蓮	豐濱鄉	23.598408, 121.529236
花管處	112530	NA	NA	花蓮	萬榮	23.72779, 121.40399
花管處	20230604	NA	NA	花蓮	壽豐鄉	23.909765, 121.51376
其他	202306	NA	NA	NA	NA	NA
其他	20220622	NA	NA	台中	台中	24.173246, 120.911894





來源	ID	性別	體重(g)	縣市	鄉鎮	座標
其他	20210828	NA	NA	花蓮	豐濱鄉	23.575953, 121.486518
其他	20220808	NA	NA	新竹	關西鎮	24.801966, 121.197858
其他	11298	NA	NA	台南	白河	23.35631, 120.43834
其他	20230928	NA	NA	高雄	六龜	22.9405, 120.641582
其他	W113-0805	NA	NA	NA	NA	NA
其他	20231215 #4	NA	NA	NA	NA	NA
其他	0826	NA	NA	NA	NA	NA
其他	1018	NA	NA	NA	NA	NA
其他	20220624	NA	NA	NA	NA	NA
其他	2022 年	NA	NA	新竹	關山	24.796637, 121.191047
其他	20230406	NA	NA	花蓮	壽豐	23.9169867, 121.5148901
其他	20230614	NA	NA	花蓮	壽豐	23.934967, 121.507942
其他	20230804	NA	NA	南投	埔里鎮	23.991865, 120.962385

表 3. 穿山甲鱗片樣本中各類污染物之檢出情形。列示不同污染物類別之檢出樣本數 (n) 及其於全部樣本中所佔比例 (%)。

污染物類別	檢出樣本數 (n)	樣本比例 (%)
獸醫用藥	79	53.7
農藥	19	12.9
新興污染物	139	94.6
未檢出污染物	7	4.8

表 4. 穿山甲鱗片樣本中各目標污染物之檢出情形與濃度分布。列示八種目標污染物於全部分析樣本中之平均濃度 (Mean) 及標準差 (SD)，濃度單位為 ng g^{-1} 。

污染物	平均濃度 Mean (ng g^{-1})	標準差 SD (ng g^{-1})
環丙沙星 (Ciprofloxacin)	496.39	765.68
克拉黴素 (Clarithromycin)	22.30	15.82
恩諾沙星 (Enrofloxacin)	1959.35	4400.49
芬普尼 (Fipronil)	6167.87	8619.48
異噁唑草酮 (Isoxaflutole)	0.84	NA
美洛昔康 (Meloxicam)	244.54	416.80
氧氟沙星 (Ofloxacin)	18.35	11.46
四環黴素 (TC/Tetracycline)	335.85	NA

