



# 農業部林業及自然保育署主管林業發展計畫 113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(1/3)

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：113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 113年9月1日 至 113年12月31日

實際執行期限：自 113年9月1日 至 113年12月31日

## 一、計畫目標：

- (1) 製作各救傷單位測量穿山甲的拍照設備，以統一標準拍攝診療檯上的穿山甲個體，收集健康個體(無斷尾)的各部位形質(體長、胸圍、尾長等)及體重資料。
- (2) 收集台灣各地救傷及收容中心之穿山甲鱗片樣本，包括但不限於北台灣的台北市立動物園和淡水農業部獸醫研究所、西部的台灣生物多樣性研究所、南部的屏東保育類野生動物收容中心，以及東部的野灣野生動物保育協會，記錄個體性別、年齡以及被發現的具體地區。樣本於國立中興大學進行前處理。

## 二、重要設備：

無

## 三、執行成果/研究結果：

執行進度：

已完成本年度目標，包含：

### 一、穿山甲體態評估方法學

1. 製作各救傷單位測量穿山甲的拍攝架共四台(圖一)，並送至臺北市立動物園、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進行資料收集。
2. 穿山甲個體的形質量測樣本收集共15隻，拍攝照片如圖二及圖三所示，2kg以上的個體樣本資訊如表一，2kg以下的個體樣本資訊如表二。

### 二、穿山甲鱗片化學污染物分析方法

已完成本年度目標，包含：

1. 本年度已成功完成30份台灣穿山甲鱗片樣本的收集工作(表三)。樣本來源涵蓋多個重要單位與地區，包括台北市立動物園、淡水獸醫研究所、特有生物研究保育中心、屏東野生動物救援中心、野灣(Wild One)以及台灣各地林務局。此多元化的樣本來源確保了研究涵蓋不同地理區域與生態環境，為後續分析提供了具代表性的數據基礎。
2. 已完成所有鱗片樣本的前處理作業，步驟包括將樣本磨碎並進行硫酸鈉與氯化鈉的製備程序，確保樣本在化學分析前達到最佳狀態。前處理流程如下：  
(1) 樣本製備：首先將穿山甲鱗片樣本放入冷凍乾燥機中，使用攪拌機研磨成顆粒。將0.25克樣本放入燒杯中，加入0.5克氯化鈉(NaCl)和2克硫酸鈉(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)。在燒杯中加入2個陶瓷均質





劑和1毫升的EDTA 300，以及5毫升的乙腈（ACN）。乙腈可以吸附更多化合物以進行提取。將樣品放入超聲波清潔機中處理5分鐘，然後使用離心機在6500 rpm下均質攪拌10分鐘。

(2)提取3.9毫升樣品並放入新的燒杯中，將新樣品放入離心機中，以7000 rpm轉速離心10分鐘。完成後，將樣品提取到帶有PTFE 0.22um濾芯的玻璃E21針筒中，最後將樣品過濾到一個2毫升的瓶中。樣品隨後使用分析工具進行詳細的化學成分檢測，重點針對樣本中可能存在的農藥殘留與新興污染物進行定量分析。

#### 四、檢討與建議：

無

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 0925556367

填表日期： 114年1月21日





## 壹、前言

中華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)。

穿山甲主要生存在海拔 1000 公尺以下的淺山地區，近年來面臨盜獵、路殺、獸夾，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 2020 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., 2019a; 翁國精, 2020)。

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)。特有生物研究保育中心野生動物急救站於 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)。

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，穿山甲的身體狀況評分 (BCS) 可以作為救傷評估的一項指標，了解救傷個體的動物福利對於中華穿山甲等極度瀕危物種至關重要 (Tulshi Laxmi 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 (Karen J. 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 (Tulshi Laxmi 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 (Karen J. Clingerman et al., 2005)。

然而，現有的穿山甲體態評分系統為透過公式計算，使用異速生長方程式  $W=aL^b$  來估計穿山甲的重量與其總長度之間的關係，富爾頓狀況因子 (KF) 來快速評估獲救者的健康狀況， $KF=0.8$  或  $>0.8$  的個體被確定為健康個體。此研究結果顯示可用於判斷救傷的穿山甲是否健康 (Tulshi Laxmi Suwal et al., 2022)。但因救傷個體普遍存在斷尾或尾部殘缺問題，無法套用體長資料推算，且各個救傷單位的量測方法及標準不統一，數值無法比較。

另一方面，穿山甲棲息在台灣的多種棲地中，包括與農業區重疊的地區 (Sun et al. 2019a)。鑒於台灣普遍使用農藥及新興污染物，這些物質可能會與穿山甲接觸。先前研究檢驗了台灣穿山甲的乾燥糞便，發現其內容物中超過 80% 是土壤、沙子和植物殘餘等 (Sun et al. 2019b)。因此，穿山甲有可能通過次級攝入周圍土壤中的化學污染物。先前對台灣穿山甲的研究揭示了呼吸系統異常，這可能與病理檢查中發現的環境污染





物有關(Khatri-Chhetri et al. 2017)。這些農藥污染物會對野生動物產生不利影響(Alleva et al. 2006)，強調了監測這些污染物對提高風險評估和保護生態系統健康的重要性。儘管先前的研究已經探討了哺乳動物組織作為評估農藥和污染物暴露的手段，但這些研究相對有限。

根據上述文獻回顧，本計畫目標包括發展穿山甲體態評估方法學和鱗片化學污染物方法學。利用救傷單位收集的穿山甲腹部照片之形態測量方法，以統一的標準進行形質測量並拍攝穿山甲腹部的照片，整合不同形質資料比對分析，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。另一方面，探討利用穿山甲鱗片作為一種非侵入性的生物監測工具，以評估台灣各地區的農藥污染程度。

## 貳、材料與方法

### 一、穿山甲體態評估方法

#### (一)資料收集

- 1.從各救傷收容單位救援的穿山甲中，收集健康個體(無斷尾)的各部位形質(體長、胸圍、尾長等)及體重資料，用以建模。
- 2.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臺上的穿山甲個體(圖一)。
- 3.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(圖二)。
- 4.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(圖三)。
- 5.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。
- 6.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)。
- 7.麻醉穿山甲拍照 SOP(圖四)
  - 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。



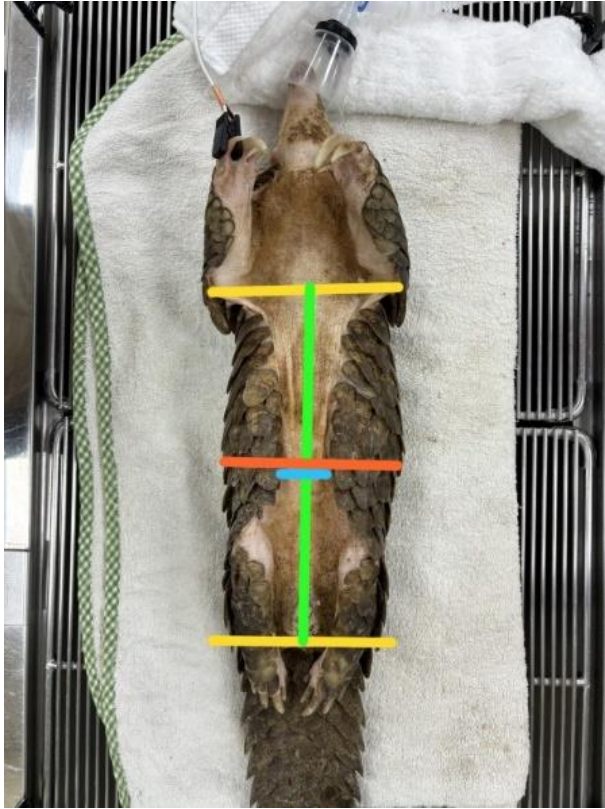


(圖一) 穿山甲體態拍攝腳架示意圖。



(圖二) 拍攝腳架成品及拍攝示範。





(圖三)穿山甲腹側各部位測量基準示意圖。



(圖四) 麻醉狀態下的穿山甲拍照標準姿態。





## (二)資料分析

- 1.穿山甲健康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迴歸比較其之間的關係

## 二、穿山甲鱗片化學污染物分析方法

收集台灣各地區的台灣穿山甲的鱗片樣本。這些樣本包括死亡、救傷或健康的個體。將記錄個體性別、年齡以及被發現的具體地區。環境設置：從台灣各地的野生動物救傷單位和動物健康研究所收集鱗片樣本 (1-2 克)，其中包括但不限於北台灣的台北市立動物園和淡水農業部獸醫研究所、西部的台灣生物多樣性研究所、南部的屏東保育類野生動物收容中心，以及東部的野灣野生動物保育協會。樣本將於國立屏東科技大學的實驗室中進行製備，並在國立中興大學進行分析。樣本製備：首先將穿山甲鱗片樣本放入冷凍乾燥機中，然後使用攪拌機研磨成顆粒。將 0.25 克樣本放入燒杯中，加入 0.5 克氯化鈉 (NaCl) 和 2 克硫酸鈉 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)。在燒杯中加入 2 個陶瓷均質劑和 1 毫升的 EDTA 300，以及 5 毫升的乙腈 (ACN)。乙腈可以吸附更多化合物以進行提取。將樣品放入超聲波清潔機中處理 5 分鐘，然後使用離心機在 6500 rpm 下均質攪拌 10 分鐘。完成此過程後，提取 3.9 毫升樣品並放入新的燒杯中。然後將新樣品放入離心機中，以 7000 rpm 轉速離心 10 分鐘。完成後，將樣品提取到帶有 PTFE 0.22um 濾芯的玻璃 E21 針筒中，最後將樣品過濾到一個 2 毫升的瓶中。分析：固相萃取法是檢測農藥和新興污染物的首選方法，因此實驗採用 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe) 法，而濃度則使用液相色譜-串聯質譜儀 (LC-MS/MS) 進行測試。然後，將收集的樣本與包含 800 多種農藥和 1000 多種新興污染物的數據庫進行比較，以確定鱗片中是否存在農藥或新興污染物，以及存在哪些類型的污染物。統計分析：使用線性迴歸模型來評估農藥殘留物 (因變量)、地區 (自變量) 和性別 (自變量) 之間的關係，以查看地區和農藥以及新興污染物殘留水平之間是否存在顯著關係。





參、執行進度：

已完成本年度目標，包含：

一、穿山甲體態評估方法學

1. 製作各救傷單位測量穿山甲的拍攝架共四台(圖五)，並送至臺北市立動物園、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進行資料收集。

2. 穿山甲個體的形質量測樣本收集共 15 隻，拍攝照片如圖六及圖七所示，2kg 以上的個體樣本資訊如表一，2kg 以下的個體樣本資訊如表二。



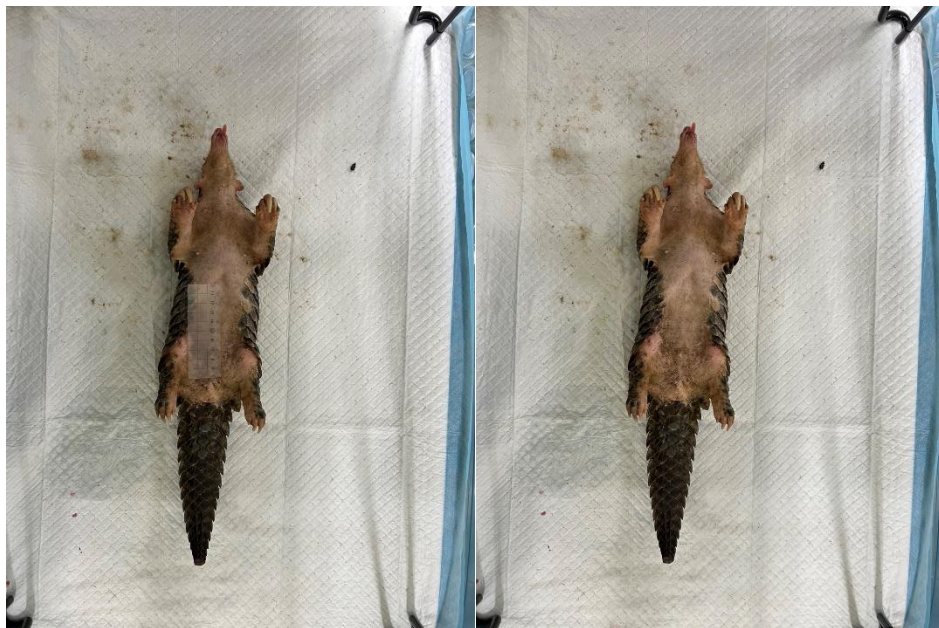
圖五、測量穿山甲的拍攝架。



圖六、2kg 以上穿山甲個體。







圖七、2kg 以下穿山甲個體。





表一、2kg 以上穿山甲個體形質測量資料

個體名稱	內門穿	阿蓮穿	牛溪穿	來義穿	田寮穿	仁武穿	埤仔穿	桃源穿	龍船穿	馬十八
病編	1081106P01	1130507P01	1130514P01	1130516P01	1130629P01	1130730P01	1130730P02	1130801P01	1130807P01	1130912P02
來源	高雄內門	高雄阿蓮區	屏東恆春鎮	屏東來義鄉	高雄田寮	高雄仁武	埤仔	桃園	台南龍崎	高雄馬頭山
性別	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
年齡	A	A	A	SA	A	A	A	A	A	A
體重(kg)	4.78	3.51	5.4	2.78	3.365	5.091	5.55	3.454	3.56	4.8
頭寬(cm)	未測量	未測量	未測量	未測量	5.5	5.8	8.2	5.7	7.1	5.5
體全長(cm)	88.5	75.5	90	69.7	78.5	90	88.5	75.2	78.3	91.5
體長(cm)	87.6	73.6	88.4	68.6	74	74.5	85.2	72.6	76.6	89
胸圍(cm)	35	34.8	38.4	29	32	35	39.9	33	34.1	45
腰圍(cm)	39	37.8	41.5	34.5	36	39	45.7	39	38.6	42.7
尾長(cm)	37.5	30.5	37.5	28.4	32	36	36.4	28.7	32.8	39
尾寬(cm)	11	10.4	11	9	8.5	10	11.6	9.4	9.9	9





表二. 2kg 以下穿山甲個體形質測量資料

個體名稱	馬十五	無	龍崎穿	壽山穿	Nancy
病編	1130519P01	1130530P01	1130616P01	1130627P01	1130720P01
來源	馬頭山	高雄岡山	台南龍崎	壽山	台南楠梓
性別	M	F	M	F	F
年齡	Y	Y	Y	Y	Y
體重(kg)	0.971	0.937	1.85	1.75	1.22
頭寬(cm)	未測量	未測量	未測量	5.5	4.7
體全長(cm)	50.7	49.5	61	60.7	59
體長(cm)	48.8	47.5	57	58.5	56.2
胸圍(cm)	20.7	22	26.8	28.5	23.9
腰圍(cm)	21.5	22	31	31.2	27
尾長(cm)	19.7	19	25	23.5	22.7
尾寬(cm)	13.3	6	8	8.5	7.2





## 二、穿山甲鱗片化學污染物分析方法

已完成本年度目標，包含：

1. 本年度已成功完成 30 份台灣穿山甲鱗片樣本的收集工作（表三）。樣本來源涵蓋多個重要單位與地區，包括台北市立動物園、淡水獸醫研究所、特有生物研究保育中心、屏東野生動物救援中心、野灣（Wild One）以及台灣各地林務局。此多元化的樣本來源確保了研究涵蓋不同地理區域與生態環境，為後續分析提供了具代表性的數據基礎。
2. 已完成所有鱗片樣本的前處理作業，步驟包括將樣本磨碎並進行硫酸鈉與氯化鈉的製備程序，確保樣本在化學分析前達到最佳狀態。前處理流程如下：
  - (1) 樣本製備：首先將穿山甲鱗片樣本放入冷凍乾燥機中，使用攪拌機研磨成顆粒。將 0.25 克樣本放入燒杯中，加入 0.5 克氯化鈉 (NaCl) 和 2 克硫酸鈉 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)。在燒杯中加入 2 個陶瓷均質劑和 1 毫升的 EDTA 300，以及 5 毫升的乙腈 (ACN)。乙腈可以吸附更多化合物以進行提取。將樣品放入超聲波清潔機中處理 5 分鐘，然後使用離心機在 6500 rpm 下均質攪拌 10 分鐘。
  - (2) 提取 3.9 毫升樣品並放入新的燒杯中，將新樣品放入離心機中，以 7000 rpm 轉速離心 10 分鐘。完成後，將樣品提取到帶有 PTFE 0.22um 濾芯的玻璃 E21 針筒中，最後將樣品過濾到一個 2 毫升的瓶中。樣品隨後使用分析工具進行詳細的化學成分檢測，重點針對樣本中可能存在的農藥殘留與新興污染物進行定量分析。





表三、穿山甲鱗片樣本資料

來源	ID	性別	體重 (g)	縣市	鄉鎮	座標
特生	T1473	NA	NA	南投	鹿谷	23.6730804, 120.796924
特生	T1501	M	5330	南投	埔里	23.9594633, 120.9847642
特生	T2291	NA	1546	南投	埔里	23.953673, 120.696642
特生	T3600	NA	4378	台中	大肚	24.1578, 120.5162
特生	T3887	NA	NA	南投	埔里	23.9828497, 120.911339
屏科大	1091224P01	M	2250	屏東	長治	22.6787947, 120.5523616
屏科大	1100612P01	F	2700	高雄	大寮	22.584481, 120.4011911
屏科大	1100824P01	M	3320	高雄	旗山	22.7632728, 120.2946021
屏科大	1101001P01	M	4500	高雄	內門	22.9560087, 120.4703258
屏科大	1101006P01	M	2680	高雄	田寮	22.8292759, 120.3908308
屏科大	1110710P01	M	5075	高雄	內門區	22.904912, 120.445022
屏科大	1110301P01	M	7167	高雄	內門區	22.889224, 120.450206
科博館	T-25455	M	5992	新北	深坑	25.0083928, 121.5701995
科博館	T-27152	NA	3978	新竹	關西	24.80728, 121.1515739
科博館	T-28245	NA	580	新北	三峽	24.9358605, 121.3744903
科博館	T-28255	M	8540	新北	八里	25.1193, 121.3885
畜試所	W111-1800	M	1843	台東	台東	22.7572703, 121.1428775
畜試所	W111-2134	F	1620	桃園	復興	24.8113908, 121.3770557
畜試所	W111-2260	M	1200	台北	北投	25.1373766, 121.5043243
畜試所	W111-2344	M	520	新北	汐止	25.1063964, 121.6449623
畜試所	W111-2448	F	1200	新北	土城	24.9461906, 121.4519092
畜試所	W111-2491	M	786	苗栗	大湖	24.4213966, 120.8694983
畜試所	W111-3130	M	2892	苗栗	泰安	24.4438674, 120.9230466
畜試所	W111-3264	M	1337	苗栗	後龍	24.6219912, 120.7693104
動物園	20220602	NA	NA	新北	三峽區	24.862872, 121.422044
動物園	20220624	M	亞成體	桃園市	龜山區	25.022083, 121.378373
動物園	20220607	NA	亞成體	新北市	林口區	25.089422, 121.329282
花管處	20221103	NA	成體	花蓮	豐濱鄉	23.598408, 121.529236
野灣	210901PA01	M	2960	台東	池上鄉	23.105993, 121.228893
其他	20220808	NA	NA	成體	新竹	24.801966, 121.197858

