

核定本

臺北市立動物園 109 年動物認養保育計畫

提案日期：108 年 10 月 15 日

主 持 人	國立彰化師範大學生物學系林宗岐教授
計畫編號/ 名 稱	10907_食蟻動物生殖週期與蟻類營養變化關係探討暨人工飼糧營養改善計畫
計畫期程	109 年 01 月 31 日至 109 年 12 月 31 日
計畫屬性	<input type="checkbox"/> 族群管理__% <input checked="" type="checkbox"/> 保育繁殖_25% <input type="checkbox"/> 域內保育__% <input type="checkbox"/> 國際交流__% <input type="checkbox"/> 動物醫療__% <input checked="" type="checkbox"/> 照養管理_25% <input type="checkbox"/> 行為豐富化__% <input type="checkbox"/> 教育推廣__% <input type="checkbox"/> 人才培訓__% <input checked="" type="checkbox"/> 動物營養_50% <input type="checkbox"/> 其他：_____
經費需求	認養經費_850,000_元
計畫摘要(需含計畫目標、擬解決問題、重要工作項目)	<p>一、計畫前言</p> <p>台灣的穿山甲為隨著人類活動而擴張的農業、工業土地、道路，漸漸與穿山甲棲地重疊，導致穿山甲被人類活動影響的狀況日漸上升。許多動物包括穿山甲，時常因為覓食而進入人類活動區域，造成程度不一的危害，輕則被人類發現後驅趕離開；重則被人類捕抓後殺害或是被交通工具碾壓死亡。台灣穿山甲已經有許多受傷案例，如：野狗的攻擊、捕獸鈹誤傷、路殺(傷)等。面對這些受傷的穿山甲，台灣有一些機構能夠處理這方面的問題，像是台北市立動物園、南投集集特有生物中心以及屏東科技大學獸醫院，這些機構會將受傷的穿山甲做治療並且收容在機構內，等到穿山甲痊癒後，確定穿山甲可以自行在野外生存，接著將穿山甲野放回原棲地。然而某些狀態的穿山甲無法再回到原來棲地，例如：受重傷導致行動不便而失去覓食能力、園內出生的穿山甲等，這些穿山甲則會長期圈養在各個機構內並提供妥善照顧。對於收容或是圈養的穿山甲而言，「飲食習慣」對他們來說顯得更為重要，由於無法持續提供如同穿山甲原棲地的食物(螞蟻與白蟻)，進而選擇人工飼糧代替台灣穿山甲在人工圈養環境下。以麵包蟲、蜂蛹、蘋果、蛋黃、蠶蛹粉、酵母粉、椰子粉、保益兒、蟻窩等成分所調配的人工飼糧是台北市動物園園方對在人工圈養環境下台灣穿山甲所提供的食物，且已能明顯的成效。但對剛救傷收容的穿山甲對於人工飼養所提供的食物，往往接受度不高，或者顯示出有營養不足的情況；此外在繁殖下的幼獸也常會有營養不良及食物轉換的問題，而導致存活率不高。</p> <p>依賴蟻類昆蟲為食物主要來源的食蟻性(Myrmecophagy)哺乳</p>

動物，目前已發現超過 200 種以上，包括許多靈長類、齧齒類及蝙蝠等；當食蟻性哺乳類動物的取食中蟻類含量高達 90% 以上，便可稱之為專食蟻性動物 (Obligate myrmecophages)，目前約有 25 個種類被發現確定是專性蟻類的哺乳動物，包含食蟻獸、土豚以及穿山甲 (Redford, 1987)，其中穿山甲就是主要的專食蟻性哺乳動物。世界上目前有 8 種穿山甲，其中 4 種分布於亞洲，4 種分布於非洲，而所有的穿山甲分布均局限於撒哈拉以南的亞洲和非洲的較溫暖地區中 (Allen, 1938)。穿山甲對於螞蟻的需求非常大量，估計一天約可以消耗約七千萬隻螞蟻，其特殊的覓食行為對於環境中螞蟻的數量控制具有相當大的影響 (Irshad et al., 2015)。在對食蟻性哺乳動物 (Myrmecophagous mammals) 的研究發現，這類群物種覓食的食物可獲得性 (availability) 和單位熱量密度 (energy density) 都比較低，因此在長期演化導致大部分的食蟻性哺乳類基礎代謝率 (basal rates of metabolism) 及體溫都低於一般哺乳類，以避免能量散失 (McNab, 1984)。

穿山甲會藉由敏銳的嗅覺尋找蟻巢 (Swart et al., 1999; Irshad et al., 2015)，另外因為缺少牙齒，舌頭長且唾腺發達，前肢具長爪，這些在身體構造上的發展都有利於其挖掘蟻巢與取食地下或樹上巢中的螞蟻和白蟻 (Coulson, 1989; Richer et al., 1997; Mahmood et al., 2013; Lin, 2011)。取食螞蟻的哺乳動物皆是隨機性地取食，並無偏好特定的螞蟻種類 (Redford, 1987)，但在一些專食蟻性動物中，卻發現會偏好性取食特定的蟻類，例如：土狼、小食蟻獸、大食蟻獸等 (Pietersen et al. 2016)。在南非穿山甲 (*Smutsia temminckii*) 的研究中，不論是直接觀察法、分析胃部內容物或是近年來利用同位素分析研究，皆發現南非穿山甲主要偏好特定幾種蟻類，包含捷山蟻屬 (*Anoplolepis*)、巨山蟻屬 (*Camponotus*) 及舉尾家蟻屬 (*Crematogaster*) 等螞蟻種類及收穫白蟻 (*Trinervitermes trinervoides*)，而非環境中數量較多的其他螞蟻種類 (Coulson, 1989; Jacobsen et al., 1991; Swart, 1999; Pietersen et al. 2016)。

在對南非穿山甲的食性調查研究，藉由直接觀察及胃內含物分析發現，南非穿山甲對於特定的蟻類有偏好，而非喜好覓食數量較多的螞蟻物種 (Coulson, 1989; Jacobsen, et al., 1991; Swart, 1996)，近期的研究利用穩定同位素及直接觀察法，發現南非穿山甲覓食物種包括 4 種螞蟻及 1 種白蟻，各僅佔棲地內蟻類物種的 7.5% (4/53) 及 25% (1/4)，而結果認為南非穿山甲對於特定蟻類有偏好；以及覓食行為無季節性和個體差異 (Pietersen et al. 2016)。楚南 (1941) 分析兩隻台灣穿山甲的胃內含物，共發現台灣穿山甲會取食 5 種螞蟻及 2 種白蟻，螞蟻種類包含懸巢舉尾蟻 (*Crematogaster rogenhoferi*)、多氏舉尾蟻 (*Crematogaster dohrni fabricans*)、黑棘蟻 (*Polyrhachis dives*)、矢野擬大頭家蟻 (*Pheidologeton yanoi*) 及大黑巨山蟻 (*Camponotus friedae*)；白蟻種類則有台灣土白蟻 (*Odontotermes formosanus*) 及黃肢散白蟻 (*Reticulitermes flaviceps*)。

但前述對於南非穿山甲與台灣穿山甲往昔研究結果，與本研究團近幾年所收集台灣穿山甲排遺樣品中之蟻類的研究結果有相當大的

差異，台灣穿山甲對於蟻類的食性種類多樣且具有季節差異性。在分析於台東巒山地區台灣穿山甲採樣的排遺內無機質(砂土等) 佔極高的比重，平均每 10 克的排遺則會有高達 85% 以上的無機質 (砂土等)，顯示在穿山甲的排遺中無機質含量偏高。穿山甲排遺中昆蟲碎片的鑑定結果，顯示的排遺中有絕大部分是螞蟻與白蟻殘骸，也證明台灣穿山甲的食性上應是專食性蟻類 (含膜翅目蟻科的螞蟻和蜚蠊目白蟻上科的白蟻) 為主要食物的專食蟻性哺乳動物。

以台東巒山地區台灣穿山甲排遺樣本中共發現有約 5 個亞科、55 種螞蟻的碎片，佔當地螞蟻種類 62 種的 88.7% (55/62) 是極高的多樣性比例 (與南非穿山甲極為不同)，其中主要的螞蟻為中的熱烈大頭家蟻、矢野擬大頭家蟻、寬節大頭家蟻、席氏舉尾蟻、長腳捷山蟻、厚毛巨山蟻、黑棘蟻等螞蟻及兩種白蟻：台灣土白蟻與黃肢散白蟻為主 (這部分與楚南 1941 對於台灣穿山甲研究有相似處，也包含南非穿山甲所偏好的捷山蟻屬、巨山蟻屬及舉尾家蟻屬)。此外，在穿山甲排遺中大量的蟻類碎片可被檢出，雖可估算出排遺中蟻類的數量，但此數值應該是遠遠低估穿山甲實際取食蟻類的生物量因為排遺中蟻類的碎片會因穿山甲消化作用而無法反映出實際穿山甲吃入多少蟻類，且螞蟻巢中大量的幼期個體(幼蟲與蛹)是幾乎被消化殆盡而被忽略。

在穿山甲食用蟻類 (含膜翅目螞蟻與蜚蠊目白蟻) 的營養成分分析上，遇 (2001) 研究估計一隻體重約 3 公斤的穿山甲，一次可採食 300 ~ 400 公克的蟻類，約其體重的 10%。李等 (2010) 在雲南省西雙版納國家級自然保護區，利用陷阱誘捕法在中國穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 洞穴中獲得殘留有三種主要的食餌螞蟻：鄰琉璃蟻 (*Dolichoderus affinis*)、粗紋舉尾蟻 (*Crematogaster macaoensis*) 和翠綠編葉蟻 (*Oecophylla smaragdina*)；於自然曬乾後，測定水分、粗脂肪、粗蛋白質、粗灰分、鈣、磷、粗纖維和無氮浸出物等 8 項營養指標，結果表明，粗蛋白質在 3 種蟻類營養成分中含量最高，粗脂肪和無氮浸出物含量其次，水分、粗灰分和粗纖維含量再次，總磷和鈣含量最低。同種蟻類不同體長的樣本間，除無氮浸出物外，其他 7 項營養指標均呈現顯著性差異。鄰琉璃蟻 (*Dolichoderus affinis*) 所含的粗蛋白比例高達  $66.85 \pm 0.11\%$ 、翠綠編葉蟻 (*Oecophylla smaragdina*) 的粗蛋白質比例最高為  $50.68 \pm 0.02\%$ 、粗紋舉尾蟻 (*Crematogaster macaoensis*) 的粗蛋白質比例最高為  $38.23 \pm 0.03\%$ ，第二高的成份為粗脂肪介於 10%~28% 之間，說明西雙版納地區中國穿山甲的日常食物中含有大量的粗蛋白質及粗脂肪。由這些前人研究可以發現，穿山甲的飲食需要大量的蛋白質及脂肪，在人工飼養下，必須要注意此項要點，並提供足夠營養均衡的食物。

綜合前述研究，可以發現專食蟻性動物大部分都有其飲食偏好，但在台灣穿山甲的部分，穿山甲如何選擇欲覓食的蟻巢及種類，始終未有一個定論。臺北市立動物園已有長期飼養穿山甲的經驗，在日常照養中，亦發現即使提供平常餵食的螞蟻種類，但只要蟻巢內的螞蟻幼蟲及蛹或含量偏少，穿山甲即無採食意願，且不論是新生個體或是野外救傷需長期收容的個體，常有轉換食物困難的問題，

因此藉由研究探討穿山甲對於螞蟻（種類與幼期個體）之覓食偏好測試，以期日後能改善人工飼糧的適口性。

## 二、計畫目標

本計畫目的是期望能以更多穿山甲田間與眷養環境中所獲得排遺上研究數據，對於穿山甲的食性能更加了解外，透過了解野外穿山甲攝取之主要蟻種，並在穿山甲人工飼糧配方蟻類增量計畫下，進行蟻類及蟻巢組成結構組成（成蟻與幼期個體）的季節性變化與營養成分分析、熱量分析，作為人工飼糧改良的重要參考依據。本計畫團隊（國立彰化師範大學生物學系社會昆蟲研究室與國立中興大學都市昆蟲學研究室）以多年來對於螞蟻與白蟻採集與飼養的經驗技術，協助建立穿山甲食用蟻類（螞蟻與白蟻）供應與養殖技術的完整系統與標準作業程序。另外，本計畫仍持續穩定建立穿山甲活體螞蟻餌食室內養殖系統或田間樣區蟻類大量採集技術以穩定提供試驗與添加改善人工飼糧，並將螞蟻與白蟻餌料食冷藏（或冷凍）保存以穩定提供穿山甲人工飼糧添加使用。並建立穩定量產後人工飼糧配方蟻類的以油酸與 TBA (thiobarbituric acid) 監測之品質管理方法，管理穿山甲飼養的新改良式複合人工飼糧達到更好的品質。穿山甲新改良式複合人工飼糧配置與配方改善上在藉由分析各蟻類種類（包括幼期個體）及蟻巢季節週期組成變動的營養成分關係，配合實際穿山甲於生理與繁殖週期需求，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。日期望能以更多穿山甲田間與眷養環境中所獲得排遺上研究數據，對於穿山甲的食性能更加了解外，藉以能提供園方於眷養環境中，提高配方中使用穿山甲主要食物白蟻與螞蟻的比例，或是添加關鍵營養元素，改善穿山甲人工飼糧的營養成分配方。也會對添加蟻類人工飼糧穿山甲的排遺樣品進行菌相分析，比較野生穿山甲與園區眷養以人工飼糧餵食及以添加蟻類之改良式複合人工飼糧的穿山甲，在其不同食物下排遺中菌相的差異性比較，藉以了解穿山甲食物由蟻類改變至人工飼糧改變下腸道菌相所造成差異。

此外，慈濟大學生命科學系陳俊堯教授研究室協助穿山甲排遺菌相的分析研究，比較野生穿山甲與園區眷養以人工飼糧餵食及以添加蟻類或菌圃之改良式複合人工飼糧的穿山甲，在其不同食物下排遺中菌相的差異性比較，藉以了解穿山甲食物由蟻類改變至人工飼糧改變下腸道菌相所造成差異。救傷收容野外穿山甲的排遺來源則是協請行政院農委會特有生物保育中心，與國立屏東科技大學野生動物保育研究所協助採集穿山甲排遺樣本；穿山甲照護及生理與繁殖相關監測指標之檢測則由台北市動物園協助，國立臺灣大學動物科學技術學系王翰聰教授研究室協助提供穿山甲營養學分析相關專業協助。

## 三、重要工作項目

### (1) 穿山甲人工飼糧配方蟻類增量與品管評估

維持台灣穿山甲可能偏好且營養較高，族群數量較大，較適合室

內蟻巢建立的三種室內螞蟻：黑棘蟻 (*Polyrhachis dives*)、疣胸琉璃蟻 (*Dolichoderus thoracicus*) 與長腳山捷蟻 (*Anoplolepis gracilipes*)。因為長腳山捷蟻在台灣穿山甲的排遺分析中佔有一定的高比例 (9.8%) 螞蟻種類，且是在冬季穿山甲非常主要的取食螞蟻種類。除建立野外的族群採樣區。並穩定建立提供人工飼糧添加螞蟻類個體之室內蟻巢。為讓穿山甲人工飼糧配方中添加螞蟻數量與種類增加，本年度持續進行建立穿山甲人工飼糧配方螞蟻建立野外的族群採集技術，目標將以可以於野外或大量族群數量的螞蟻種類為優先考量對象，除前述三種螞蟻 (黑棘蟻、疣胸琉璃蟻及長腳山捷蟻) 外將增加可自田間環境中大量獲得豐富蟻巢數量的懸巢舉尾蟻 (*Crematogaster rogenhoferi*)。為穩定穿山甲人工飼糧配方螞蟻數量的供應穩定，針對長腳山捷蟻與疣胸琉璃蟻設計開發可採集到大量螞蟻蟻巢的人工蟻巢誘引盒或人工蟻巢誘引管裝置 (Artificial Ant colony trap box/ tube)，而黑棘蟻與懸巢舉尾蟻則可以採這兩種螞蟻在環境中已建築的蟻巢，每月約可提供近 1200 克以上螞蟻數量。並提供穩定數量的螞蟻幼期個體 (幼蟲、蛹) 與成蟻，且將依據螞蟻種類、成蟲與幼蟲分別裝罐以冷藏 (或冷凍) 方式保鮮，提供人工飼糧調配時添加使用。為提供後續實驗所需穩定數量的螞蟻幼期個體 (幼蟲、蛹) 與成蟻，且將依據螞蟻種類、成蟲與幼蟲分別裝罐以冷藏 (或冷凍) 方式保鮮，提供人工飼糧調配時添加使用之設計。

以樹幹收集方法捕捉台灣土白蟻，樹幹收集方法是在野外搜尋被土白蟻感染的樹木，將樹幹基部樹皮上的白蟻泥道撥開後 (約樹基部 0-50 公分處)，在撥開處等待白蟻經過，直接以攜帶型吸蟲器收集在撥開處的白蟻，將採集到的白蟻將被帶回實驗室進行土石分離。白蟻與土石分離之方法為將白蟻與土石敲入長方型塑膠容器中，容器上掛有塑膠篩籃，篩籃上有長徑 9mm、短徑 6mm 之菱形小孔，可將抖落之較大的土石過濾、留在篩籃上，白蟻與細碎的土石則會掉落在塑膠容器的底部。將白蟻與細碎的土石收集後，倒在一倒置的水盤上，將水盤置於長方型塑膠容器中，白蟻會自水盤上的土石爬出，掉落在水盤外、塑膠容器底部，由於水盤的邊緣較陡且滑，白蟻無法爬回土石中，因此這個方法可將白蟻與土石分離，收集白蟻。在採集到所有白蟻均以冷藏 (或冷凍) 方式保鮮，提供人工飼糧調配時添加使用。

## (2) 穿山甲人工飼糧配方螞蟻類品管評估

此穿山甲人工飼糧配方螞蟻增量將嘗試穩定提供每月 1200 克以上的各種螞蟻個體提供進行人工飼糧改善、穿山甲覓食行為偏好試驗、生理繁殖指標監測、消化率分析及腸道菌相分析等試驗所需。並建立穩定量產後人工飼糧配方螞蟻的品質管理方法，將以檢測飼糧配方螞蟻中油酸的比例高低來確定冷凍螞蟻品質是否維持良好的營養品質系統。油酸與 TBA (thiobarbituric acid) 會隨著螞蟻死亡腐敗而逐漸上升，而將死亡個體以冷凍方式保存是可以減緩死亡後螞蟻腐敗達到保鮮的效果，也會減緩油酸的產生，但如何能將有效管

理人工飼糧配方螞蟻的品質，將會設計出一套以油酸與 TBA (thiobarbituric acid) 比例為標準的檢驗技術，達到品管的目的，使穿山甲人工飼糧配方達到更好的品質。

### (3) 穿山甲人工飼糧配方蟻類季節蟻巢變化與營養成分分析

穿山甲新改良式複合人工飼糧配置與配方改善上在藉由研究室族群及野外族群的蟻巢族群分析，可了解螞蟻蟻巢內組成是會隨季節變動所影響，如大部分台灣螞蟻族群於春夏間會進行婚飛，蟻巢會於冬末春初便會大量產生生殖階級的幼期個體，並於春末夏初會產生有大量生殖階級成蟲(處女蟻后與雄蟻)，因此分析各蟻類種類(包括幼期個體、新生成生殖階級)及蟻巢季節週期組成變動的營養成分關係，藉由配合實際穿山甲於生理與繁殖週期需求(穿山甲雌性春末夏初懷孕、冬末春初哺乳育、幼春末夏初幼獸學習覓食蟻巢)，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。將進行季節性蟻巢(舉尾蟻)營養成分季節變動分析，每月份將以舉尾蟻蟻巢篩出的實際個體比例(成蟻與幼期個體)進行營養成份及微量元素分析，營養成分分析項目包含：總熱量、粗蛋白、粗脂肪、灰分及水分；微量元素鋅離子的部分檢測。

### (4) 穿山甲覓食偏好行為試驗

專食蟻性動物大部分都有其飲食偏好，但在臺灣穿山甲是如何選擇欲覓食的蟻巢時是選擇特定蟻類或是偏好取食幼期個體，始終未有一個定論。因此本年度覓食偏好行為試驗將探討(1)穿山甲是隨機覓食蟻巢，抑或是偏好特定的螞蟻種類？(2)穿山甲是否選擇含有幼蟲及蛹階段的蟻巢，而非選擇螞蟻種類？以園內圈養的 6 隻穿山甲作為此次實驗個體，來源包含救傷及園內繁殖，以園內長期開發的穿山甲飼糧作為平時日糧，並將飼糧放置於不鏽鋼水盆供動物自由取食。穿山甲每禮拜測量一次體重，監測其健康狀態。本實驗使用在穿山甲排遺內佔多數的矢野擬大頭家蟻 (*Pheidologeton yanoi*) 及長腳捷山蟻 (*Anoplolepis gracilipes*)、在穿山甲排遺內有發現殘骸，但數量不多的懸巢舉尾家蟻 (*Crematogaster rogenhoferi*) 及疣胸琉璃蟻 (*Dolichoderus thoracicus*)、黑棘山蟻 (*Polyrhachis dives*) 以及在台東鸞山地區未發現的入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta*) 作為此次試驗的主要物種，這些螞蟻均提供工蟻與幼期個體(幼蟲與蛹)進行覓食偏好性選擇試驗，試驗包括螞蟻種類選擇偏好試驗、幼期個體與成蟻選擇偏好試驗及隨機性選擇偏好試驗等。

### (5) 穿山甲排遺蟻種分析及消化率估算

使用穿山甲 100 克人工飼糧，分別以三氧化二鉻 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 標記定量內含 20 克螞蟻(工蟻) 或 60 克白蟻 (工蟻) 之複合人工飼糧中，並與定量的無機質(砂土)加入，餵食園區眷養穿山甲後，收集穿山甲的所有的排遺直到排遺中無法觀察到三氧化二鉻為止，以這些排遺中螞蟻與白蟻的碎片分析及評估消化率。本研究針對不同穿山甲進行螞蟻與白蟻餵食試驗，白蟻餵食試驗是將 40 公克的人工飼料配

與 60 公克的台灣土白蟻進行餵食；螞蟻餵食試驗是將 80 公克的人工飼料配與 20 公克的進行餵食，檢視排遺中所殘留的碎片以估算消化率。以並藉由野外穿山甲排遺蟻類碎片的實際數據，重新評估穿山甲覓食蟻類的實際生物量，藉此數據可以做為調整人工飼糧營養成分與餵食頻度的依據。剩餘排遺樣本則進行冷凍保存，針對幾丁質、胺基酸、脂肪等定量分析以測定營養消化率。但另外有一部分穿山甲食入螞蟻的數量即是幼期個體的部分未被估算到，因為完全變態的螞蟻幼蟲並無堅硬的外骨骼構造，在排遺中是無法被發現的，因此也只能利用對於螞蟻蟻巢結構中的工蟻與幼期個體間的比例進行估算，但螞蟻蟻巢結構中的工蟻與幼期個體間的比例會因為不同螞蟻種類、不同蟻巢發育程度及不同季節等因素而有所變化，因此需就由研究室族群及野襪族群的蟻巢族群分析獲得此數據。

#### (6) 穿山甲新改良式複合人工飼糧對於排遺菌相的變化研究

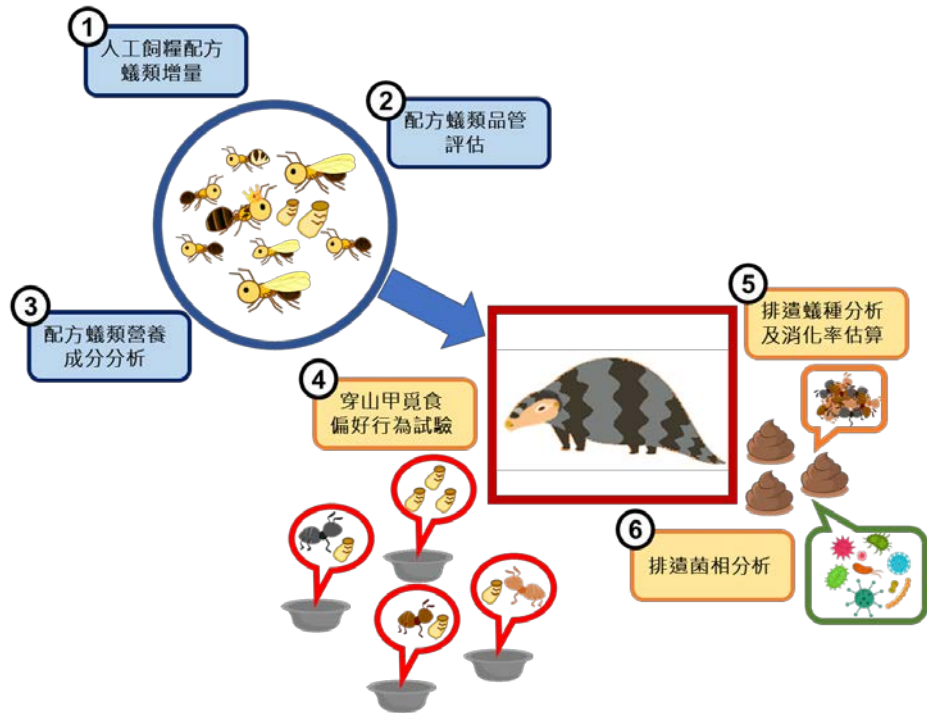
將延續之前蟻類(螞蟻與白蟻)之消化率分析將對於餵食新改良式複合人工飼糧之穿山甲排遺進行菌相調查，將改良式複合人工飼糧以三氧化二鉻( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )標記定量後，進行餵食園區眷養穿山甲，並收取排遺直到無標定顏色排遺，於排遺菌相研究中將對第一天、第五天及第十天排遺進行取樣樣品進行採樣，為避免排遺受到污染，須了解穿山甲排便習性，在穿山甲排遺之前守候其身邊等待，利用消毒過之盤子盛裝穿山甲排遺，不讓排遺接觸到其他易造成污染之物質(如:乾草、地板等)，及時將排遺約取 5~10g 裝進試管(無菌容器)並置入 $-4^\circ\text{C}$ 或 $-20^\circ\text{C}$ 冷凍櫃中保存，待部份樣本蒐集完整後。將收到的穿山甲排遺樣本，利用無菌操作之步驟，取出 1g 排遺(將剩餘之排遺樣本冷凍保存)，進行次世代定序(Next Generation Sequencing, NGS)菌相分析，以了解穿山甲食物由蟻類改變至人工飼糧改變下腸道菌相所造成差異。野外穿山甲的排遺將協請各區動物救傷單位(台北市立動物園、行政院農委會特有生物保育中心及國立屏東科技大學野生動物保育研究所)於收容救傷穿山甲個體協助採集第一份排遺樣本，收到的穿山甲排遺樣本將排遺約取 5~10g 裝進試管(無菌容器)並置入 $-4^\circ\text{C}$ 或 $-20^\circ\text{C}$ 冷凍櫃中保存，其餘步驟如眷養個體進行次世代定序(NGS)菌相分析。穿山甲腸道菌相分析將會進行園區以人工飼糧餵食之穿山甲排遺及野外穿山甲排遺菌相間之比較，以了解穿山甲在食物內容改變的狀況下腸道菌相的改變。

#### 四、擬解決問題

1. 穩定建立穿山甲活體螞蟻餌食室內養殖系統，或田間樣區螞蟻與白蟻大量採集技術，並將螞蟻與白蟻餌料食冷藏(或冷凍)保存以穩定提供穿山甲人工飼糧添加使用。並建立穩定量產後人工飼糧配方蟻類的以油酸監測之品質管理方法，管理穿山甲飼養的新改良式複合人工飼糧達到更好的品質。
2. 分析各蟻類種類(包括幼期個體、新生成生殖階級)及蟻巢季節週期組成變動的營養成分關係，藉由配合實際穿山甲於生理與繁殖週期需求(穿山甲雌性春末夏初懷孕、冬末春初哺乳育、幼

	<p>春末夏初幼獸學習覓食蟻巢)，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 了解台灣穿山甲覓食行為是否與提他專食蟻性動物具有取食特定蟻類的偏好性，穿山甲是否選擇含有幼蟲及蛹階段的蟻巢，而非選擇螞蟻種類等覓食行為的問題，並做為改良式複合人工飼糧的參考依據。</li> <li>4. 藉由排遺中螞蟻與白蟻的碎片分析及評估消化率，重新評估穿山甲覓食蟻類的實際生物量，藉此數據可以做為調整人工飼糧營養成分與餵食頻度的依據。</li> <li>5. 比較野生穿山甲與園區眷養以人工飼糧餵食及以添加蟻類或菌圃之改良式複合人工飼糧的穿山甲，在其不同食物下排遺中菌相的差異性比較，藉以了解穿山甲食物由蟻類改變至人工飼糧改變下腸道菌相所造成差異。</li> </ol>
<p>實施方法與步驟(條列簡要說明)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>穿山甲人工飼糧配方蟻類增量與品管評估</b>：穿山甲新改良式複合人工飼糧配方蟻類增量穩定建立穿山甲活體螞蟻餌食室內養殖系統與田間樣區螞蟻大量採集技術，開發可採集到大量螞蟻蟻巢的人工蟻巢誘引盒或人工蟻巢誘引管裝置，而黑棘蟻與懸巢舉尾蟻則可以採這兩種螞蟻在環境中已建築的蟻巢，每月約可提供近1200克以上螞蟻數量。並提供穩定數量的螞蟻幼期個體(幼蟲、蛹)與成蟻。</li> <li>2. <b>穿山甲人工飼糧配方蟻類品管評估</b>：人工飼糧配方螞蟻的以油酸與TBA(thiobarbituric acid)監測之品質管理方法建立，確定冷凍螞蟻品質是否維持良好的營養品質系統。</li> <li>3. <b>穿山甲人工飼糧配方蟻類季節蟻巢變化與營養成分分析</b>：分析各蟻類種類(包括幼期個體、新生成生殖階級)及蟻巢季節週期組成變動的營養成分關係，藉由配合實際穿山甲於生理與繁殖週期需求，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。</li> <li>4. <b>穿山甲覓食偏好行為試驗</b>：覓食偏好行為試驗將探討(1)穿山甲是隨機覓食蟻巢，抑或是偏好特定的螞蟻種類？(2)穿山甲是否選擇含有幼蟲及蛹階段的蟻巢，而非選擇螞蟻種類？使用五種螞蟻工蟻與幼期個體(幼蟲與蛹)進行覓食偏好性選擇試驗，試驗包括螞蟻種類選擇偏好試驗、幼期個體與成蟻選擇偏好試驗及隨機性選擇偏好試驗等。</li> <li>5. <b>穿山甲排遺蟻種分析及消化率估算</b>：針對對穿山甲進行螞蟻與白蟻餵食試驗，收集穿山甲的所有的排遺直到排遺中無法觀察到三氧化二銨為止，以這些排遺中螞蟻與白蟻的碎片分析及評估消化率，藉由野外穿山甲排遺蟻類碎片的實際數據，重新評估穿山甲覓食蟻類的實際生物量，藉此數據可以做為調整人工飼糧營養成分與餵食頻度的依據。</li> <li>6. <b>穿山甲新改良式複合人工飼糧對於排遺菌相的變化研究</b>：穿山甲腸道菌相分析比較人工飼糧餵食之穿山甲排遺及野外穿山甲腸道菌相組成與菌相波動分析，以了解穿山甲在食物內容改變的狀況下腸道菌相的改變。</li> </ol>





本年度計畫重要工作項目、實施方法示意簡圖。

預期成果  
(條列簡  
要述明)

1. 穿山甲新改良式複合人工飼糧蟻類來源增量與提供穩定數量的螞蟻幼期個體 (幼蟲、蛹)與成蟻，且將依據螞蟻種類、成蟲與幼蟲分別裝罐以冷藏 (或冷凍) 方式保鮮，提供人工飼糧調配時添加使用。為提供後續實驗所需穩定數量的螞蟻幼期個體 (幼蟲、蛹)與成蟻，且將依據螞蟻種類、成蟲與幼蟲分別裝罐以冷藏 (或冷凍) 方式保鮮，提供人工飼糧調配時添加使用之設計。
2. 有效管理人工飼糧配方螞蟻的品質，將會設計出一套以油酸與TBA (thiobarbituric acid) 比例為標準的檢驗技術，達到品管的目的，使穿山甲人工飼糧配方達到更好的品質。
3. 分析各蟻類種類 (包括幼期個體、新生成生殖階級) 及蟻巢季節週期組成變動的營養成分關係，藉由配合實際穿山甲於生理與繁殖週期需求，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。
4. 了解穿山甲對於環境中是隨機覓食蟻巢或是偏好特定的螞蟻種類及穿山甲偏好的是蟻巢中的幼期個體 (幼蟲及蛹)，而非選擇螞蟻種類等問題，並期能改善人工飼糧的適口性。
5. 以並藉由穿山甲排遺蟻類碎片的實際數據，評估了解穿山甲覓食蟻類的實際生物量。
6. 穿山甲腸道菌相分析以了解穿山甲在食物內容改變的狀況下腸道菌相的改變，調配出最適合台灣穿山甲改良式複合人工飼糧。

<p>已參與計畫名稱及合作機構</p>	<p>相關專業團隊：<input checked="" type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無  (註：國際交流及人才培訓計畫請簡介國際保育組織或培訓參訪機構；其他類型計畫請簡介國內外進行類似工作之專業團隊)</p> <p>國立彰化師範大學生物學系林宗岐老師社會昆蟲研究室  國立中興大學昆蟲學系李後鋒老師都市昆蟲學研究室  國立臺灣大學動物科學技術學系王翰聰教授研究室  慈濟大學生命科學系陳俊堯教授研究室  行政院農委會特有生物保育中心  國立屏東科技大學野生動物保育研究所  台北市動物園動物組</p> <p>建立合作平臺可行性：  <input type="checkbox"/>否  <input checked="" type="checkbox"/>是，團隊</p> <p><u>國立彰化師範大學生物學系社會昆蟲研究室</u>  <u>國立中興大學昆蟲學系都市昆蟲學研究室</u>  <u>國立臺灣大學動物科學技術學系王翰聰教授研究室</u>  <u>慈濟大學生命科學系 陳俊堯教授研究室</u>  <u>行政院農委會特有生物保育中心</u>  <u>國立屏東科技大學野生動物保育研究所</u>  <u>台北市動物園動物組</u></p>
<p>團隊成員在計畫內之角色(擔任之具體工作性質、項目及範圍)</p>	<p>一、計畫主持人  林宗岐教授：計畫擬定設計規劃、計畫執行督導、工作執行與協調、資料分析、報告撰寫報告、螞蟻部分專業</p> <p>二、計畫共同主持人  李後鋒副教授：白蟻部分專業協助與計畫執行  王翰聰教授：穿山甲生理營養指數分析</p>

陳俊堯教授：提供穿山甲腸道微生物學相關專業

羅誼憶助理研究員：穿山甲部分專業協助

三、專任助理

林嘉善：計畫執行、野外採集、室內養殖系統管理與執行、排遺菌相採樣分析、資料收集與分析、執行相關行政事務

四、兼任助理

碩士生與大學生：協助野外採集、室內飼養工作

投入計畫之工作時數(每週平均)或比率(%)

工作項目	109 年度												備註
	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月	第 11 月	第 12 月	
<b>A. 人工飼糧配方蟻類增量品管</b>													
1. 建立戶外採樣區與採集													
2. 室內養殖系統建立與維持													
<b>B. 穿山甲人工飼糧配方蟻類品管評估</b>													
1. 人工飼糧蟻類冷凍條件設計													
2. 油酸與 TBA 品管檢測技術開發													
<b>C. 蟻類季節蟻巢變化與營養成分分析</b>													
1. 蟻巢季節週期組成變動調查分析													
2. 蟻巢季節週期營養成分分析													
3. 營養成分與穿山甲生理繁殖週期													
<b>C. 穿山甲覓食偏好行為試驗</b>													
1. 蟻類種類選擇偏好試驗													
2. 幼期個體與成蟻選擇偏好試驗													
3. 隨機性選擇偏好試驗													
<b>D. 穿山甲覓食蟻類的實際生物量</b>													
1. 排遺蟻類碎片檢測試驗													
2. 穿山甲覓食實際生物量估算													
<b>E. 穿山甲新排遺菌相的變化研究</b>													
1. 人工飼糧餵食排遺菌相分析													
2. 野外與養殖穿山甲排遺菌相比較													
<b>F. 資料分析與計畫撰寫</b>													
投入計畫工作之比例	6	6	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	
預定進度累計百分比	48 %						52%						

<p>相關專業 經驗及過 去參與類 似計畫之 研究成果</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sun N.C.M, C.C.Liang, B.Y. Chen, <b>C.C. Lin</b>, K.J.C. Pei, <b>H.F. Li</b>. 2019. Comparison of two faecal analysis techniques to access Formosan pangolin <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i> diet. Mammalia 2019 DOI: doi.org/10.1515/mammalia-2018-0139 (SCI)</li> <li>2. Chiu, C.I., K.B. Neoh, <b>H.F. Li</b>. 2018. Colony-founding success of pleometrosis in a fungus-growing termite <i>Odontotermes formosanus</i>. Beh. Ecol. Sociobiol. 72: 13. (SCI)</li> <li>3. Lee, C.C., S.F. Hsu, C.C.Yang, <b>C.C. Lin</b>. 2018. Thelytokous parthenogenesis in invasive dacetine ant <i>Strumigenys rogeri</i> (Hymenoptera: Formicidae) in Taiwan. Entomol. Sci. 21:28-33. DOI: 10.1111/ens.12277 (SCI)</li> <li>4. Yamane, S.K., C.M. Leong, <b>C.C. Lin</b>. 2018. Taiwanese species of the ant genus <i>Technomyrmex</i> (Formicidae: Dolichoderinae). Zootaxa 4410(1): 35-56. (SCI)</li> <li>5. 孫敬閔、羅誼億、梁竣傑、裴家麒、<b>林宗岐</b>、<b>李後鋒</b>。2018。台灣穿山甲的食物消化率與覓食季節性。台灣昆蟲年會第三十九屆年會論文宣讀摘要，台南：國立成功大學。(2018.10.20-21)</li> <li>6. 林怡岑、<b>林宗岐</b>。2018。長腳捷山蟻的覓食行為研究(蟻科，捷山蟻屬)。台灣昆蟲年會第三十九屆年會論文宣讀摘要，台南：國立成功大學。(2018.10.20-21)</li> <li>7. <b>林宗岐</b>。2018。螞蟻的超級群落。2018年動物行為暨生態研討會，新竹：國立清華大學。(2018.01.22-23)</li> <li>8. 林嘉善、孫敬閔、林品誌、<b>林宗岐</b>。2018。台灣穿山甲排遺分析與螞蟻群聚組成之關係。2018年動物行為暨生態研討會，新竹：國立清華大學。(2018.01.22-23)</li> <li>9. Hsu, F.C., F.A. Flavia, L.S. Chou, <b>C.C. Lin</b>*. 2017. A new species of <i>Stigmatomma</i> from Taiwan (Hymenoptera, Formicidae, Amblyoponinae). ZooKeys 705: 81-94, DOI: 10.3897/zookeys.705.10296 (SCI)</li> <li>10. Lee, C.C., H. Nakao, S.P. Tseng, H.W. Hsu, G.L. Lin, J. Billen, F. Ito, C.Y. Lee, <b>C.C. Lin</b>*, C.C. Yang*. 2017. Worker reproduction of the invasive yellow crazy ant <i>Anoplolepis gracilipes</i>. Front. Zool. 14:24</li> </ol>
---	---

DOI: 10.1186/s12983-017-0210-4 (SCI)(\*Co-corresponding authors)

11. **Lin, C.C.\***, T.W. Chang, H.W. Chen, C.H. Shih, P.C. Hsu. 2017. Development of liquid bait with unique bait station for control of *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae). J. Econ. Entomol. 2017, 1-8. DOI: 10.1093/jee/tox107 (SCI)
12. Chung, Y.K., **C.C. Lin\***. 2017. Heat-induced symmetry breaking in ant (Hymenoptera: Formicidae) escape behavior. PLoS ONE 12(3): e0173642. (SCI)
13. Hsu, P.W., F.C. Hsu, Y Hsiao, **C.C.Lin\***.2017. Taxonomic notes on the genus *Protanilla* (Hymenoptera: Formicidae: Leptanillinae) from Taiwan. Zootaxa 4268(1): 117-130. (SCI)
14. **Lin C.C.**, C.H. Chien, T.Y. Huang. 2016. Distribution of exotic ants is associated with land-use along a meridional provincial highway in western Taiwan. XXV International Congress of Entomology. Orlando, Florida, USA (2016.9.25-30). doi: 10.1603/ICE.2016.94407
15. Lam C.S., **C.C. Lin**, S.F. Hsu. 2016. Thelytokous parthenogenesis of queens in *Strumigenys rogeri* emery (Hymenoptera: Formicidae). XXV International Congress of Entomology. Orlando, Florida, USA (201.9.25-30). doi: 10.1603/ICE.2016.113464
16. Chiu, C.I., M.M. Yang, **H. F. Li\***. 2016. Redescription of the soil-feeding termite *Sinocapritermes mushae* (Isoptera: Termitidae: Termitinae): the first step of genus revision. Ann. Entomol. Soc. Am. 109(1): 158-167.(SCI)
17. Liang, W.R. **H.F. Li\***. 2016. Redescription of three *Nasutitermes* species (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae) occurring in Taiwan. Ann. Entomol. Soc. Am. 109(5): 779-795.(SCI)
18. **Li, H.-F.\***, H.T. Yeh, C.I Chiu, C.Y. Kuo, M.J. Tsai. 2016. Vertical distribution of termites on trees in two forest landscapes in Taiwan. Environ. Entomol. 45(3): 577-581.
19. 孫敬閔、梁竣傑、裴家騏、**林宗岐**、李後鋒。2016。海岸山脈南段台灣穿山甲排遺內螞蟻種類組成之分析。台灣昆蟲年會第三十七屆年會論文宣讀摘要，台北：國立台灣大學。(2016.10.14-15)
20. Lee C.C., S.P. Tseng, **C.C. Lin**, C.C. Yang. 2016. Worker

	<p>reproduction in the invasive yellow crazy ant <i>Anoplolepis gracilipes</i> (Hymenoptera: Formicidae). 台灣昆蟲年會第三十七屆年會論文宣讀摘要，台北：國立台灣大學。(2016.10.14-15)</p> <p>21. Chien, C.C. and <b>C.C. Lin*</b>. 2015. Chemotaxonomic analysis of the venom composition within the ant genus <i>Strumigenys</i> (Hymenoptera, Formicidae) in Taiwan. <i>Sociobiology</i> 62(3): 374-381. (SCI)</p> <p>22. Chiu, C. I., M. M. Yang, <b>H.F. Li</b>. 2015. Structure and function of subterranean gallery systems of soil-feeding termites <i>Pericapritermes nitobei</i> and <i>Sinocapritermes mushae</i>. <i>Insectes Soc.</i> 62: 393-400.</p> <p>23. <b>林宗岐</b>。2015。外來入侵螞蟻。台灣生態 46: 50-57。</p> <p>24. 邱俊禕、<b>李俊鋒*</b>、葉信廷*、蔡明哲。2015。臺灣中低海拔臺灣櫟造林地的白蟻發生普查。臺大實驗林研究報告 29(2): 69-77。</p> <p>25. <b>Li, H.F.*</b>, J.S. Lin, Y.C. Lan, K. J.C. Pei, N.Y. Su.. 2011. Survey of the termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) in a Formosan pangolin habitat. <i>Ann. Entomol. Soc. Am.</i> 104: 878-885. (SCI)</p>
<p>計畫優勢 (可複選並 說明)</p>	<p>■創新性：<u>設計適合圈區眷養穿山甲新改良複合式人工飼糧</u></p> <p>■前瞻性：<u>以改良人工飼糧改善台灣穿山甲園內穿山甲消化道菌相</u></p> <p>■獨特性：<u>提供穿山甲食餌供應穩定優質的大量的蟻類餌糧</u></p> <p>■國際競爭力：<u>奠定健全穿山甲飼養技術的基礎，可提高此領域養殖技術的國際交流平臺</u></p> <p>■核心保育計畫：<u>提升保育類台灣穿山甲的野外族群收養與人工復育的基本能力</u></p> <p>■動物園精進業務：<u>健全台灣穿山甲繁殖及圈養技術的提升</u></p> <p>□其他：<u>_____</u></p>
<p>預期效益 (可複選)</p>	<p>可量化效益</p> <p>■增進動物福祉</p> <p>■改善圈養環境</p> <p>□提升醫療技術</p> <p>□保育教育推廣</p> <p>■提升動物園形象</p> <p>■保育臺灣本土物種</p>

	<p>■建立保育合作平臺          ■培訓專業人才  <input type="checkbox"/>增加遊園人次  <input type="checkbox"/>其他：_____</p> <p>不可量化效益：_____</p>
<p>重要參考 文獻(至少 五篇)</p>	<p>(註：環境教育、國際交流及人才培訓計畫免填)</p> <p>Abensperg-Traun, M. and Steven, D. 1997. Ant-and termite-eating in Australian mammals and lizards: a comparison. Australian Journal of Ecology 22(1): 9-17.</p> <p>Allen, G.M., 1938. Mammals of China and Mongolia. American Museum of Natural History, New York. pp. 514-522.</p> <p>Anacleto, T.C.S. 2007. Food habits of Four Armadillo species in the Cerrado Area, Mato Grosso, Brazil. Zool. Stud. 46: 529-537.</p> <p>Coulson, I. 1989. The pangolin (<i>Manis Temminckii</i> Smuts, 1835) in Zimbabwe. African Journal of Ecology 27:149-155.</p> <p>Andersen A.N. 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. J. Biogeogr. 22: 15-29.</p> <p>Challender, D.W.S. 2011. Asian pangolins: Increasing affluence driving hunting pressure. TRAFFIC Bulletin 23(3): 92–93.</p> <p>Chin, S. C., C. W. Yang, Y. H. Chuang, C. Y. Lien, C. L. Chen and H. T. Wang. 2007. The effect of diet modification on Formosan Pangolin (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) fecal flora. Taipei Zoo Bulletin 19: 51-59.</p> <p>Coulson, I. 1989. The pangolin (<i>Manis Temminckii</i> Smuts, 1835) in Zimbabwe. Africa. J Ecol. 27:149-155.</p> <p>Delsuc, F., J . L. Metcalf, L. W. Parfrey, S. J. Song, A. G. Alez and R. Knight. 2014. Convergence of gut microbiomes in myrmecophagous mammals. Molecular Ecology (23), 1301–1317.</p> <p>El Keroumi A, Naamani K, Soummane H, Dahbi A. 2012. Seasonal dynamics of ant community structure in the Moroccan Argan Forest. J. Insect Sci. 12:94.</p> <p>Gaubert, P., and A. Antunes. 2005. Assessing the taxonomic status of the Palawan pangolin <i>Manis culionensis</i> (Pholidota) using discrete morphological characters. J. Mammol. 86:1068–1074.</p> <p>Heath, M. E.; Hammel, H.T. 1986. Body temperature and rate of <math>O_2</math> consumption in Chinese pangolins. Am. J. Physiol. 250: R377-R382.</p>

- Heath M. E. and Vanderlip S. L. 1988. Biology, husbandry, and veterinary care of captive Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla*). *Zoo Biol.* 7:293-312.
- Irshad, N., T. Mahmood, R. Hussain, and M. S. Nadeem. 2015. Distribution, abundance and diet of the Indian pangolin (*Manis crassicaudata*). *Anim. Biol.* 65: 57-71.
- Kharbani H., Hajong S.R. 2013. Seasonal patterns in ant (Hymenoptera: Formicidae) activity in a forest habitat of the West Khasi Hills, Meghalaya, India. *Asian Myrmecol.* 5: 103-112.
- Lekagal, B., McNeely, J. A., 1988. *Mammals of Thailand*. The Association for the Conservation of Thailand, Bangkok. (2nd ed.).
- McNab, B.K. 1984. Physiological convergence amongst ant-eating and termite-eating mammals. *J. Zoology* 203: 485-510.
- Pietersen, D. W., C. T. Symes., S. Woodborne., A. E. McKechnie, and R. Jansen 2016. Diet and prey selectivity of the specialist myrmecophage, Temminck's ground pangolin. *Journal of Zoology* 298:198-208.
- Redford, K.H. 1987. Ants and termites as food. Patterns of mammalian myrmecophagy. *Current Mammalogy* 1: 349-399.
- Rouland-Lefèvre, C. 2000. Symbiosis with fungi, pp. 289-306. In T. Abe, D. E. Bignell and M. Higashi (eds.), *Termites: Evolution, sociality, symbiosis, ecology* pp. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Schultz, T.R. 2000. Search of ant ancestors. *PNAS* 97: 14028-14029.
- Stuart, C.T., Stuart, M.D., 2007. *Field guide to mammals of South Africa* (4ed.). Struik Nature, Cape Town.
- Swart, J. M., P. R. K. Richardson, and J. W. H. Ferguson. 1999. Ecological factors affecting the feeding behavior of pangolins (*Manis temminckii*). *Journal of Zoology* 247: 281-292.
- 王齡敏、林依蓉、詹芳澤。2012。首筆成功人工哺育臺灣穿山甲幼獸之紀錄。動物園學報 23：57-62。
- 吳松霖、羅誼憶、連振暉、陳朝輝、張立人、金仕謙，2015。圈養穿山甲之照養管理與保育教育推動。臺北市立動物園 104 年度動物認養計畫成果報告。
- 吳松霖、羅誼憶、連振暉、陳朝輝、張立人、金仕謙，2016。圈養穿山甲之照養管理與保育教育推動（二）。臺北市立動物園 105 年度動物認養計畫成果報告。
- 林敬勳。2010。台東鸞山地區台灣穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 活動範圍與洞穴利用之研究。屏東科技大學野生動物保育研究所學位論文：1-6。



	<p>林嘉善、孫敬閔、林品誌、林宗岐。2018。台灣穿山甲排遺分析與螞蟻群聚組成之關係。2018 年動物行為暨生態研討會，新竹:國立清華大學。(2018.01.22-23)</p> <p>金仕謙、楊翕雯、莊蕙瀚、連振暉、陳俊麟、王翰聰。2007。飼糧調整對台灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) 糞便菌相之影響。動物園學報 12: 51-59。</p> <p>孫敬閔、李後鋒。2016。穿山甲保育與白蟻多樣性。農業世界雜誌，391:30-33。</p> <p>梁竣傑。2017。台東鸞山地區土壤環境與穿山甲排遺中的白蟻物種組成。屏東科技大學野生動物保育研究所學位論文：1-50。</p> <p>楚南仁博。1941。穿山甲の食物調査。科學的台灣 9(3)：9--10。</p> <p>趙榮台。1989。臺灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) 之繁殖保存研究 I.一般生物學與現況分析。行政院農業委員會。臺灣省林業試驗所合作，57 頁。</p>
<p>附 件</p>	<p><input type="checkbox"/>無</p> <p><input type="checkbox"/>文件____種</p> <p><input type="checkbox"/>圖說____種</p> <p><input type="checkbox"/>其他_____</p>