

# 從道路致死動物到博物館標本- 生物多樣性證據保存的跨領域整合

陳彥君

國立自然科學博物館動物學組助理研究員

## 引言

野生動物的道路致死問題，近十年來才在台灣引起較多的注意，並開始有道路殺手的檢討聲浪出現。當政府規劃興建國道三號、六號與蘇花高，多條高速公路漸往生態多樣性豐富的山區延伸，漸漸引發各界對於道路生態衝擊的強烈疑慮。為有效減輕高速公路繁忙的交通對野生動物的殺手效應，國道高速公路局(以下稱高公局)積極回應，展開幾項保護行動，如清明時節高峰期，國道三號林內路段封閉外車道供遷徙中的紫斑蝶安全飛越，以及在白鼻心車禍死亡熱點國道三號嘉義民雄段，設置了導引動物行走的地下穿越道等具體改善措施，其成效如何廣受國人的矚目與期待。之所以能具體的研發保護方法與改善設施，最主要的根據是來自先前進行的調查研究計畫。其中之一是交通部國道新建工程局委託進行的國道三號沿線道路致死動物狀況調查計畫，以實際數據顯現國道三號動物車禍死亡的熱點地段，以及受害物種與受害頻度，像嘉義民雄段的動物穿越地道，就是根據這項調查研究，由四次車禍死亡記錄，得知白鼻心經常穿越的路段位置，並據以設置地下穿越道。道路致死動物調查的結果，對於道路管理與改善具有極為實用的參考價值，而這些調查研究結果以及改善措施的成效，也可以提供為未來新建道路時的參考。

## 重視道路致死動物調查

前述改善措施才啟用一段時間，還需要更為長期的追蹤研究，才能確定人為設計是否符合目標動物所需，以及有無衍生其他不利後果。道路致死動物調查，在執行方法上有簡單而固定的操作模式，有利於長期持續進

行，調查結果也容易前後對照比較，管理單位應要能持續主動進行監測、累積證據，才能證實改善措施的長期效果。

根據統計，在美國每年約有 150 人死於與鹿有關的車禍，然而每年也約有 15000 隻鹿死於車禍，動物道路致死事件不但導致大量野生動物喪命，也可能直接危及人命，因此美國各州政府交通部門長期以來都設有專屬的環境保護單位，聘請生物學家任職，並與野生動物管理部門合作，專司研究解決道路與生態環境衝突的各種問題。然而野生動物道路致死的問題隨著道路增加而成長，倍受民間關切，加州州立大學戴維斯校區的道路生態研究中心，剛成立了加州全境的野生動物道路致死通報系統（California Roadkill Observation System），在 2009 年一年當中就接到通報 6000 個死亡個體，受害動物排行前十名的，包括浣熊 628 隻，條紋臭鼬 395 隻，黑尾鹿 273 隻，倉鴉 159 隻、郊狼 110 隻，以及受到保育團體特別關注的特定蛇、青蛙與龜類各數十隻（[http://rodecology.ucdavis.edu/pdf/lib/CROS/CROS\\_82010.pdf](http://rodecology.ucdavis.edu/pdf/lib/CROS/CROS_82010.pdf)）。道路致死通報系統的目的之一，便是以確實的數字讓官方與民眾清楚看到問題嚴重性，而根據通報資料形成的道路致死熱點地圖更是一目了然。對於某些族群量原本就較為稀少的物種，有生物學家甚至憂心的認為，頻繁的車禍恐怕已經不能算是意外，應納入野生動物生活史的死亡率計算公式，顯見動物道路致死問題不容忽視。

在台灣，由於道路建設與地方繁榮的發展模式密不可分，西部地區較為平緩地帶從南到北均面臨快速開發，這對僅存的野生動物棲息地造成很大威脅。根據交通部的統計，至 2010 年底全臺道路總長已達 41383 公里，民國 89 年時為 35759 公里，十年來增加 5624 公里。扣除集中在市區的道路不計，至 2010 年底全臺公路達 21804 公里，民國 89 年時為 20375 公里，十年來也增加了 1429 公里（資料來源：交通部網站（<http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/lp?ctNode=551&CtUnit=103&BaseDSD=16&mp=1>））。密集的道路網絡與繁忙的交通，容易造成野生動物車禍撞擊事件。其實道路對於野生動物更大的威脅是棲息地的破壞，道路與隨之而來的各種建設與汙染入侵，導致野生動物棲息地的惡化或破碎化，甚至棲息地消失，導致野生動物族群的快速衰滅，這是道路威脅台灣自然生態更大的、看不見的隱憂。

## 是垃圾？是研究資源！

道路致死動物同時也是該地區還存有動物棲息地或穿越路徑的第一手證據，有些動物特別警覺、難以目擊或捕捉的，像是白鼻心、穿山甲、鼯鼠，或是數量稀少的瀕危動物例如石虎等，蒐集車禍死亡個體記錄，常會意外發現牠們分布的證據。在道路上發現野生動物屍體，某個角度來說，等同穿越線調查的一筆資料，長期累積可以形成資料庫，做為一個地區動物分佈、種類、繁殖、相對數量、出現頻律、季節變化、棲地偏好等之佐證。

從經營管理的觀點來看，道路致死動物調查其實是很好的長期生態監測工具，並可以在特別害羞隱匿的物種上，彌補目擊與陷阱式調查之不足。在英國，哺乳類動物保育組織會招募志工，每年度舉行一次大規模鄉間道路致死動物調查，據以監測哺乳類動物族群變動。

執行道路致死動物的調查，也是獲得研究標本的一個途徑，因為有些動物種類特別容易遭車輛撞擊，或是因為繁殖求偶、遷移季節移動需要，容易大量遭遇車禍；另外有些種類則是過於隱避或是珍貴稀少，以至於從其他方式始終無法獲得樣本，這種情形之下車禍死亡個體更是彌足珍貴，例如對於金門的水獺的研究便需依靠車禍死亡個體。

台灣的道路致死動物調查可以發現多少的屍體數量，我們可以從少數幾個系統性研究動物道路致死的報告當中，看到一個大概狀況。

陽明山國家公園自 1995 年到 2006 年間，在園內的固定 48 公里公路上定期撿拾超過 13000 筆遭車輛輾斃的兩棲類、爬蟲類、鳥類和小型哺乳動物屍體，平均每一年有上千隻道路致死動物（黃光瀛，2006），這份報告不見物種清單，但據了解兩爬動物占大部分。

林德恩等人在綠島進行道路殺手效應調查，從 2005 年 8 月至 2006 年 8 月共計 41 次路巡調查，撿拾路致死動物屍體總計 3572 筆，包括昆蟲、蟹類、兩棲類、爬蟲類、哺乳類、鳥類與軟體動物等，其中兩棲類、昆蟲與蟹類約各佔四分之一，軟體動物約一成，鳥類最少，只有 11 筆記錄（林德恩等，2007）。

交通部國道新建工程局通委託觀察家生態顧問公司黃于玻和台灣大學李玲玲教授進行國道三號全線道路致死動物調查研究，從 2006 年 12 月至 2007 年 9 月共進行了 19 次調查，記錄到 3805 筆道路致死動物，平均每次調查在 10 公里內可撿拾到近 5 隻屍體，數量來說一半以上為鳥類，哺乳類次之約占一成，餘為兩爬類（黃于玻，2007），但另有高達三成五無法辨識。

劉小如等於 2008 年 3 月至 10 月之間在陽明山國家公園範圍內 110.5 公里長公路，共進行 29 次進行道路致死動物調查，記錄到 11267 隻死亡動物屍體，平均每個月死亡動物超過千隻，其中超過七成為兩棲類，爬蟲類占二成七，餘為哺乳類及鳥類（劉小如等，2008）。

以上的調查地區除國道三號沿線以外，都在台灣生態多樣性豐富的地區，但是調查結果數量顯示車禍死亡動物數量都很龐大，一年下來至少成千甚至是上萬隻，也有機會遇到保育類動物如麝香貓、白鼻心、大冠鷲、畫眉科鳥類等，這些道路致死動物只要有百分之一可用就頗為可觀，若能經過適當的篩選與處理，相信可以留存很豐富的證據標本或至少是組織研究樣本。關於動物屍體的處置方式，黃光瀛註明撿拾保存動物屍體是主要的執行方法之一，稍為完整個體製成標本保存於陽明山國家公園菁山自然中心。黃于玻等則是因調查路段為高速公路無法停車撿拾，主要為目視記錄。林德恩與劉小如則是在完成記錄之後按照標準程序移除屍體，以免重複計算，報告中未敘明採樣保存或是遇到完整屍體的後續處理方式。

以國道三號的狀況來說，道路致死動物屍體過去都是由路容清潔人員進行清除丟棄（黃于玻等，2007）。從 2010 年起，高公局嘗試訓練國道的路容清潔人員，在例行的道路沿線清掃工作中，協助記錄與撿拾道路致死動物，並將其中狀況較為完好的動物遺體轉交國自自然科學博物館，再由科博館製作標本永久保存。這項措施若持續進行，保存高速公路沿線致死野生動物的資料與標本，對於促進台灣野生動物資料庫的完整性將有很大助益。

### 生物多樣性證據的保存

只要是有詳細發現地點與時間的標本，都可以成為佐證自然歷史與生

物多樣性的證據標本。無論是麻雀、白頭翁或是大冠鷲都是同樣的珍貴。舉凡分類學、系統演化與地理變異等課題，甚至只是要確定種名的這種鑑定問題，都非常依賴足夠的證據標本。這也是博物館在蒐藏標本時總是要求要有詳實記錄的主要原因。

到目前為止，名列在高公局轉交本館保存的道路致死動物清單的物種有：台灣獼猴、白鼻心、台灣野兔、鼬獾、棕蝠、家鴿、小白鷺、鴿子、黃嘴角鴉、翠鳥、紅鳩、紫嘯鶇、緋秧雞、白鵲鴿、彩鶇、黑枕藍鶇、紅嘴黑鶇、綠繡眼、斑文鳥、白腹鶇、五色鳥、鳳頭蒼鷹、白頭翁、領角鴉、環頸雉、番鶇、白腹秧雞、紅冠水雞、樹鶇。以上動物屍體主要源自國道三號白河段，少數來自關西段與屏東段。

現階段動物屍體的記錄與撿拾，國公局係委託給清潔人員辦理，雖然比較方便執行，但清潔人員可以視狀況決定是否需要記錄，可能不容易達到調查研究所要求的一致性與持續性。未來若希望持續得到有意義的全面調查記錄，能夠用來與先前的嚴謹研究報告做比對，仍是以定期委請專業團隊為之為宜。

決定交給博物館或是其他標本保存單位的撿拾動物屍體該如何處理？第一個步驟應該是找一張紙寫下撿拾地點、時間、撿拾者姓名等資料，跟屍體放在依同一個塑膠袋裡密封起來，送入冷凍庫中(或家用冰箱的上層)並讓屍體冷凍變硬，防止變質腐爛，若無法先冰存則應立即送抵標本處理人員手中。必須謹記的原則是，「立刻寫下時間地點資料與屍體一起包裝」，撿拾的時間與地點資料與動物本身一樣重要，欠缺資料將使該物件失去證據標本的價值。

動物屍體在進入博物館（標本館）之後，則是展開了牠成為見證地球生物多樣性的證據標本的新旅程。

跟藏書一樣，博物館透過編目號碼賦予標本唯一的 ID，加上牠本身的來源資料，編定編目號可以讓高公局轉贈的白鼻心，不再只是一隻白鼻心而已，而是有身分證的「那隻白鼻心」。經過妥善的剝製防腐程序，標本在恆定溫溼度蒐藏庫房中，避開光線、灰塵、蟲害的侵蝕，可以永久保存，讓百年以後的人們還可以透過標本，看到今天的國道公路生態環境。

透過逐漸累積起來的系列標本，可以觀察到同一個地區有多少不同物

種，也可以觀察到同一個物種在不同地區、不同季節的樣本出現何種變化，這樣的觀察可以讓生物學家更為了解生物多樣性的內涵與緣由。為了擔任自然史的證據，標本必須都附著標籤，載明標本資料。

標本資料包括入館時間、採集時間、地點、採集者、捐贈者、標本內容、剝製者，及性別身長體重等基本測量。標本資料之重要性等同於標本本身，標本的來源登記簿及編目記錄都需要伴隨標本作永久典藏，為延長書面資料壽命，故使用無酸紙張與針筆書寫標本資料；除此之外，這些資料還須數位化，存到電腦檔案中，便於查詢及整理，可提供館內外研究者參考使用。

## 證據標本如何運用

雖然前文提及標本應置於恆定環境中保存，但證據標本之目的是為開放給社會大眾使用，因此在保護標本的前提之下，博物館樂於促進標本之使用以充分發揮其功能，包括製作出版標本清冊、標本庫房參觀、標本借用(標本館內使用或外借)、標本交換或移轉給更合適的保存或使用的單位等，這些服務才是博物館存在的最重要目的。標本使用的用途還有：

1. 教育展示，配合博物館規劃或其他單位的需求，提供適當的標本展出。
2. 提供大專以上相關專業科系、通識課程，前來進行相關實習課程。
3. 提供相關研究學者專家進行生物科學專題研究。
4. 提供業餘愛好者或相關動物種類鑑識工作者前來借用比對標本。
5. 提供動物繪畫、雕刻、標本製作者進行臨摹或觀察特定種類細節構造。
6. 提供社區民眾認識野生動物，解答民眾的相關問題。

## 結語

道路致死動物調查可以是很好的長期生態監測工具，而道路致死動物是存在動物棲息地或穿越路徑的第一手證據，也是獲得研究標本的一個途徑，長期累積可以形成生物多樣性的資料庫。

高公局持續支持道路致死動物調查工作，並訓練路容清潔人員記錄與撿拾動物屍體轉交本館收藏，此舉對於促進台灣野生動物資料庫的完整性將有很大助益。而道路致死動物，包括罕見或保育類動物，例如環頸雉、台灣野兔、白鼻心等，得以透過此管道轉成永久典藏的證據標本。這些動物標本透過博物館的保存與媒介，又可以提供給專家學者或是一般民眾，從各種角度，包括科學的、藝術的、知性的、感性的觀察與研究機會，從而提升社會大眾的野生動物知識水準。國道的野生動物資源調查蒐集工作，讓相關的工程、設計、行政、動物研究，乃至於清潔等工作人員，因為執行這個計畫，跨出自己的領域，相互溝通對話，共同效力於生態知識的增進與野生動物保護，無疑整合了一個生物多樣性學習平台，且是所有參與者都能貢獻與受惠的工作平台，這樣的作法值得持續發展。

## 參考文獻

- 林德恩、趙仁方、林登榮、黃永慶。2007。綠島地區道路殺手效應之研究。綠島生物多樣性保育研討會論文集。
- 黃于玻，2007。二高沿線環境特性調查與國道計畫環境復育之研究(第1期)。交通部臺灣區國道新建工程局。
- 黃光瀛，2006。陽明山國家公園野生動物穿越道路涵洞微型生態廊道系統，2006 生態工程博覽會生態廊道講習會，陽明山國家公園管理處，49-58 頁。
- 劉小如，2008。陽明山國家公園生態廊道系統評估之研究。陽明山國家公園管理處委託研究報告，97 年度。