

殺鼠劑究竟毒死誰？ 從一隻黑鳶的 墜落談起

What is the target that rodenticide really kills? The story of a fallen Black Kite.

洪孝宇 / Shiao-Yu Hong / 國立屏東科技大學野生動物保育研究所研究助理
林惠珊 / Hui-Shan Lin / 國立屏東科技大學野生動物保育研究所研究助理
孫元勳 / Yuan-Hsun Sun / 國立屏東科技大學野生動物保育研究所教授



黑鳶曾是臺灣平原鄉村常見的猛禽，如今卻岌岌可危。(謝季恩 攝)

前言

說到老鼠，農民們無不恨之入骨，因為鼠類繁殖力高、破壞力強，不僅會造成農業的重大損失，還會傳播如鼠疫(Plague)與漢他病毒(Hantavirus Syndrome)等多種疾病，因此防治鼠患一直是農業和衛生單位的重要課題。俗稱老鼠藥的殺鼠劑，是目前國際間公認防治鼠害最有效率的方式，我國農業單位在最近數十年也積極推廣使用。但殺鼠劑已被證實會造成非目標物種誤食或是鼠類天敵的次級毒害(secondary poisoning)，尤其對猛禽類的危害甚鉅，歐美多國皆已對野生動物受殺鼠劑危害狀況進行大規模的研究、監測，並尋求改善方法，然而臺灣至今未有相關的研究報告。本文報導臺灣首度確認猛禽體內有殺鼠劑殘留，並簡介近年來國際間對於殺鼠劑危害野生動物的研究進展。

一、臺灣首次證實猛禽體內有殺鼠劑殘留

2013年11月，民眾通報1隻黑鳶在東港被拾獲，隨後送到屏東科技大學保育類野生動物收容中心進行救治，症狀包括虛弱、嘔吐和血便，但體格健壯無外傷，經過獸醫急救無效在當日稍晚死亡。隔日經由該校獸醫系進行病理解剖，發現有腎腫脹和胃出血的情況。由於近年來屏東地區陸續發現數起黑鳶因劇毒農藥加保扶(Carbofuran)中毒的案例，因此初步懷疑是農藥中毒，但後續把部分內臟組織送交美和科技大學的

農水產品檢驗中心，卻意外地沒有驗出農藥殘留。由於這隻黑鳶有血便和胃出血的症狀，於是我們懷疑禍首可能就是抗凝血殺鼠劑。

臺灣過去從來沒有猛禽殺鼠劑中毒的確定案例，一方面是中毒的猛禽可能會因為虛弱、行動遲緩而發生意外或被其他天敵攻擊，因而死因被誤判；另一方面是檢驗費用昂貴，且一般很少會有檢驗殺鼠劑殘留的需求，因此多數檢驗中心都沒有殺鼠劑的標準品，無法做定量的檢驗。為此，我們聯絡了多個檢驗中心和實驗室，一再的詢問和等待，最後決定自行向廠商購買價格昂貴的標準品，總算能夠進入檢驗程序。

在幾經波折之後，我們將這隻東港黑鳶的肝臟連同多種老鼠藥的標準品，再度送到美和科技大學進行檢驗，同時屏東縣野鳥學會的蕭恩沛獸醫師有7隻在救傷過程中不幸死亡的猛禽，也一併送交檢驗農藥和殺鼠劑。檢驗的結果讓我們非常驚訝，送驗8隻猛禽中，有5隻猛禽體內都驗出可滅鼠(Brodifacoum)成分，農藥則僅驗出低濃度的長效型農藥DDE(DDT的衍生物)，對健康不致於有直接影響(表1)。8隻猛禽中以東港拾獲的黑鳶體內殺鼠劑殘留濃度最高，已接近文獻報告上的致死劑量，也證實臺灣的殺鼠劑已經普遍地進入猛禽的食物鏈，且可能對其健康狀況產生一定程度的危害。

表 1. 2013 年屏東地區 8 隻猛禽的殺鼠劑和農藥檢驗結果

物種	學名	可滅鼠濃度(ppm)	農藥種類	農藥濃度(ppm)
黑鳶	<i>Milvus migrans</i>	0.0334		ND
紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	0.0051		ND
遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	0.0047	DDE	0.21
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	0.0020		ND
鳳頭蒼鷹		0.0014	DDE	0.82
鳳頭蒼鷹		ND	DDE	0.43
領角鴞	<i>Otus lettia</i>	ND		ND
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	ND		ND

ND 表示未檢出。檢驗單位：美和科技大學農水產品檢驗服務中心。

二、臺灣使用殺鼠劑的歷史和現況

究竟什麼是殺鼠劑呢？殺鼠劑可分為抗凝血劑 (anticoagulant) 和非抗凝血劑兩大類，又以前者的使用最為普遍。抗凝血殺鼠劑會使動物本身的凝血功能失靈，導致體內自發性出血而死亡，解毒劑是維他命 k1。抗凝血殺鼠劑在1950年代開始在國際間大量使用，但後來發現鼠類逐漸產生抗藥性，於是在1980年代起又陸續推出毒性更強的第二代抗凝血殺鼠劑，鼠類只需取食一次的劑量就會致死，但平均死亡天數需5-10天，以免因藥性太快會讓鼠類忌食。然而中毒的老鼠若被天敵捕食，這隻倒楣的天敵就會跟著中毒，稱為「次級毒害」。美國環保署的報告整理各種常用殺鼠劑鼠類中毒需取食的次數，以及對鳥類和哺乳類動物的次級毒害風險如表2(Erickson and Urban 2004)。

臺灣為防止農業損失及公共衛生考量，在1957年起由前臺灣省政府農林廳和臺糖公司等單位聯合主



各式各樣市售的殺鼠劑，從粉狀、粒狀、塊狀到液體狀都有。(洪孝宇 攝)

表 2. 各種常見殺鼠劑鼠類中毒需取食的次數，以及對鳥類和哺乳類動物的次級毒害風險程度 (整理自 Erickson and Urban 2004)

	中文名	英文名	取食次數	鳥類風險	哺乳類風險
第一代	得伐鼠	Diphacinone	多次	中	高
	可伐鼠	Chlorophacinone	多次	微	高
	殺鼠靈	Warfarin	多次	微	低
第二代	可滅鼠	Brodifacoum	單次	高	高
	撲滅鼠	Bromadiolone	單次	中	中
	立滅鼠	Difethialone	單次	高	中
非抗凝血劑	溴殺靈	Bromethalin	單次	低	低
	維他命D3	Cholecalciferol	多次	低	低
	磷化鋅	Zinc phosphide	單次	低	微
	番木鱉鹼	Strychnine	單次	可能	可能

導全臺鼠害防治計畫，初期配合大掃除的習慣在春節前進行投藥，後因會計年度改變及為避開春夏梅雨颱風季等因素，自2002年起將全國滅鼠週訂於每年10月份進行(盧高宏 2004)。

臺灣最早使用的殺鼠劑是臺糖公司在1951年引入的殺鼠靈，1970年代也曾引進磷化鋅，然而因為是

急性毒對人畜的危害很大，使用期間並不長(盧高宏 2004)。田間野鼠在殺鼠靈使用多年後逐漸產生抗藥性(林振文等 2011)，因此在1980年代又陸續引進第二代的抗凝血殺鼠劑，查詢目前登記有效的殺鼠劑商品，共有環境用藥64種和農藥13種，涵蓋7種殺鼠劑類別(表3)。

表 3. 臺灣目前登記環境用藥和農藥的殺鼠劑商品種類

類別	英文名	有效含量(%)	環藥登記	農藥登記
可滅鼠	Brodifacoum	0.005	24	4
撲滅鼠	Bromadiolone	0.005	13	1
雙滅鼠	Difenacoum	0.005	13	
伏滅鼠	Flocouafen	0.005	7	4
剋滅鼠	Coumatetralyl	0.0375	7	
得伐鼠	Diphacinone	0.1		1
殺鼠靈	Warfarin	0.025		2
殺鼠靈		0.5		1
總計			64	13



屏科大獸醫系進行東港黑鳶的病理解剖。(洪孝宇 攝)

東港黑鳶的胃部可見到出血現象。
(洪孝宇 攝)



2013年11月民眾在東港拾獲的黑鳶確認是殺鼠劑中毒。(洪孝宇 攝)

政府採購殺鼠劑的經費在1980年代每年高達8,000多萬元，投放藥劑總量超過1,000公噸(盧高宏 2004)，近年來雖略微降低，在2011年也有5,000多萬元、近600公噸之譜(防檢局網站資料)，換算平均每公頃農地會投放1kg殺鼠劑(這還不含農民自行購買投放的量)。由於臺灣部分地區的鼠類可能已對撲滅鼠產生抗藥性，因此政府補助的殺鼠劑不再使用撲滅鼠，主要採可滅鼠和伏滅鼠(盧高宏 2004；林振文等 2011；陳昇寬與黃榮作 2012)。根據各地農改場評估每年野鼠防除效率在70-90%之間，但近年有逐漸下降的趨勢(陳文雄等 1985；林文助等 1990；陳昇寬與黃榮作 2012)。

三、殺鼠劑對野生動物毒害的研究現況

全球已有多國對野生動物體內殺鼠劑殘留情形展開大規模的研究監測，多數是利用野生動物救傷中心所累積的死亡動物屍體來進行檢驗，並以肝臟為主要的檢驗部位。例如加拿大曾檢驗3種貓頭鷹共164隻，70%的樣本驗出肝臟有殺鼠劑殘留，有41%甚至驗出2種以上的殺鼠劑，以可滅鼠和撲滅鼠最常見(Albert *et al.* 2010)。美國麻薩諸塞州檢驗4種猛禽共

161隻，發現86%的個體有殺鼠劑殘留，其中99%是可滅鼠，約6%是直接中毒死亡(Murray 2011)。美國紐澤西州105隻紅尾鳶(*Buteo jamaicensis*)和22隻大角鴉(*Bubo virginianus*)的檢驗結果顯示80%以上有殺鼠劑殘留，其中超過70%是可滅鼠(Stansley *et al.* 2014)。在丹麥5種日行性猛禽和6種貓頭鷹合計檢驗430隻，發現各物種殺鼠劑的檢出率高達84-100%，其中73%同時有2種以上的殺鼠劑成分，主要是雙滅鼠、撲滅鼠和可滅鼠(Christensen *et al.* 2012)。以上數據顯示猛禽體內有殺鼠劑殘留的比例相當高，但吃到殺鼠劑不一定會致死，還要看是否達到致死劑量。

若以肝臟殘留濃度對照臨床症狀，上述加拿大的研究中確定中毒死亡的個體殘留濃度在0.060-1.065ppm之間(Albert *et al.* 2010)。美國麻薩諸塞州的中毒死亡病例中殘留濃度最低的個體分別是大角鴉0.012ppm和紅尾鳶0.046ppm(Murray 2011)。西班牙檢驗6種猛禽104個樣本，整體而言殘留濃度在夜行性猛禽高於日行性、食鼠類高於食鳥類，且有35%的樣本殘留濃度達到一般認為的中毒門檻(>0.1ppm) (Ruiz-Suárez *et al.* 2014)。另有研究從文獻中整理大角鴉、倉鴉(*Tyto alba*)、橫斑林鴉(*Strix varia*)和紅尾鳶在不同肝

臟殘留濃度下出現中毒症狀的機率，發現不同種類對殺鼠劑的耐受度差異很大，即使同種類也會有個體差異，不過有害濃度低於一般認為的0.1ppm，且在加拿大至少11%的大角鴉族群是直接死於殺鼠劑(以0.1ppm為標準)(Thomas *et al.* 2011)。

除了猛禽，還有其他非目標物種也會遭到殺鼠劑毒害。法國統計2004-2007年間疑似殺鼠劑中毒案例，共有770人(42.3%是4歲以下孩童)、1,269隻家畜與寵物(75%是狗)及476隻野生動物，野生動物中野兔占40%，猛禽與其他掠食者，包括紅狐(*Vulpes vulpes*)、鼬科(mustelidae)、狼(*Canis lupus*)、猯猯(*Lynx lynx*)占22%(Berny *et al.* 2010)。西班牙檢驗401隻野外和馴養動物，包括2種爬蟲類、42種鳥類和18種哺乳類，有38.7%驗出殺鼠劑殘留；這個研究發現除了貓頭鷹(62%)之外，食穀鳥類的檢出比例也很高(51%)，這是因為農民會把殺鼠劑混合穀物來引誘鼠類取食，這些穀物卻被鳥類誤食(Sánchez-Barbudo *et al.* 2012)。蘇格蘭超過3/4的農地都使用殺鼠劑，在當地檢驗5種日行性猛禽和2種貓頭鷹共773隻，以紅鳶(*Milvus milvus*)的檢出比例最高(69%)，而且有10%確認死於殺鼠劑；這個研究也發現，主食鳥類的雀鷹(*Accipiter nisus*)驗出的比

例也很高(54%)，但濃度較低(Hughes *et al.* 2013)。因此，除了天敵的次級毒害，非目標物種誤食殺鼠劑的情況也不容忽視。

哺乳類野生動物同樣遭受殺鼠劑的威脅。丹麥61隻白鼬(*Mustela erminea*)與69隻伶鼬(*M. nivalis*)的殺鼠劑殘留比例高達97%和95%，死因不明的個體殘留濃度比死於物理性創傷的個體高，身體狀況與殺鼠劑濃度呈顯著負相關(Elmeros *et al.* 2011)。愛爾蘭115隻紅狐有84%驗出殺鼠劑，比例高於英國其他地區(Tosh *et al.* 2011a)。在美國紅杉國家森林保護區，研究者蒐集46隻貂(*Pekania pennanti*)的屍體，主要死因是被天敵攻擊(88%)，只有1隻確定中毒，但85%都驗出殺鼠劑殘留；分析這些個體的活動範圍，體內殘留殺鼠劑的母貂，其活動範圍內開墾區的數量多於沒殘留的個體(Thompson *et al.* 2014)。加州檢驗58隻貂，79%有殺鼠劑殘留，殺鼠劑甚至透過母乳毒死小貂(Gabriel *et al.* 2012)。

四、究竟要吃多少殺鼠劑才會致死？

若要瞭解各種殺鼠劑對不同動物的毒性、致死劑量、中毒症狀、是否會自然代謝和恢復等等的資



遊隼以小型鳥類為主食。(謝季恩 攝)

訊，非常重要的研究就是餵毒試驗，這樣的研究無法避免的會犧牲一些動物，但也必須要遵守各國的實驗動物規範。

英國很早就進行猛禽的餵毒試驗，研究者先讓老鼠吃可滅鼠和雙滅鼠餌劑，老鼠死於第2-11天，35g的老鼠體內有10.17ug雙滅鼠或15.36ug可滅鼠；把6隻倉鴉(*Tyto alba*)分3組，分別餵食雙滅鼠中毒的老鼠連續1、3或6天(1天1隻老鼠)，倉鴉最多吃下101.7ug雙滅鼠，6隻都存活且在5-23天後凝血功能恢復正常；而6隻餵食可滅鼠的倉鴉中，餵食3和6天的4隻死於6-17天，肝殘留濃度0.63-1.25ppm，因此可滅鼠對倉鴉的毒性高於雙滅鼠(Newton *et al.* 1990)。

馬來西亞的油棕田常用殺鼠劑，研究者飼養12隻倉鴉，在1、3、5、7天各給1隻中毒老鼠(撲滅鼠和可伐鼠)，其他天給1隻未中毒老鼠，持續觀察30天，驗食糞和血液殘留；倉鴉在第5天出現呼吸粗重、頻繁閉眼和活力降低等症狀，第7天體重減輕、喙出血和翼下血腫，停止進食毒老鼠後症狀會逐漸減輕；食糞內的殘留量可反映17.2-27.4%的可伐鼠和27.2-34.5%撲滅鼠食入量，而血液中殺鼠劑的殘留則較不準確(Salim *et al.* 2014)。

美國以40隻東美角鴉(*Megascops asio*)為研究對象，餵食中毒老鼠(10ppm得伐鼠)連續7天，期間每天



紅隼也是農田地區常見猛禽，主食鼠類。(謝季恩 攝)

將5隻個體安樂死檢驗內臟殘留狀況，剩餘個體觀察21天；第3天在肝和腎驗出殘留(1.63和5.83ppm)，第7天出現凝血障礙和貧血現象；結束餵毒後第4天凝血和貧血狀況解除，第7天殘留濃度<0.3ppm；研究發現肝濃度0.122-0.282ppm時有10%出現症狀，0.361-0.638ppm時有90%出現症狀，中毒程度跟暴露濃度與天數有關，若暴露停止恢復很快；各有2隻在餵毒第7和第8天死亡(Rattner *et al.* 2014a)

另一個美洲隼(*Falco sparverius*)的餵毒試驗是把19隻個體分成5組，直接以膠囊口服得伐鼠，高劑量組(300-675ppm)的4隻都死於8-23hr，沒有明顯外出血，但有內出血；中劑量組(118.6-266.7ppm)有3隻死於8-47hr，1隻存活；低劑量組(79ppm)有1隻死於27hr，2隻存活；微量組(35.1-52.7ppm)4隻鳥都存活，但仍有輕微內出血；8-23hr內死亡者肝臟殘留濃度較27-47hr死亡的個體高，存活的個體到第7天安樂死，殘留<1ppm；另外還做了凝血實驗，餵食50mg得伐鼠後觀察凝血現象，凝血時間在48-96hr顯著增加，之後恢復正常(Rattner *et al.* 2011)。

從上述實驗可以發現，可滅鼠對猛禽的毒性最強，倉鴉只要連續吃3隻可滅鼠中毒的老鼠就會致死，也因此美國環保署將可滅鼠對鳥類和哺乳類的次級毒害風險都列為最高等級(表2)。

五、殺鼠劑的抗藥性問題

帶有抗藥性的老鼠可承受體內較高濃度殺鼠劑而不死亡，不僅讓殺鼠劑的效率變差，對鼠類的天敵危害也更大，因此抗藥性的問題非常需要關注。第一代的殺鼠劑必須要鼠類連續食用多天才會達到致死劑量，未達致死劑量的個體就容易引發抗藥性(Vyas and Rattner 2012)。美國測試哪一種殺鼠劑對外來種非洲甘比亞鼠(*Cricetomys gambianus*)有效，可滅鼠和磷化鋅(zinc phosphide)的死亡率100%，可伐鼠、得伐鼠和溴殺靈等第一代殺鼠劑的死亡率不到50%(Witmer *et al.* 2010)。

法國長期使用撲滅鼠來防治外來種水鼠(*Arvicola terrestris scherman*)，結果在部分水鼠族群已出現抗藥性基因(Vein *et al.* 2011)，當地的紅鳶以水鼠為主食，因此中毒的機率很高，已發現不少案例(Coeurdassier *et al.* 2012)。荷蘭用一種新的方法檢驗老鼠肌肉組織和糞便中是否帶有殺鼠劑抗藥性的基因，結果組織檢出率是56%、糞便檢出率是25%，部分地區的所有樣本都帶有抗藥性(Meerburg *et al.* 2014)。

有研究認為老鼠的食性中若包括富含維他命K1(抗凝血殺鼠劑的解毒劑)的植物，會讓老鼠產生抗藥性的機率增加，例如為了生質能源而大面積栽種的玉米青貯料(corn silage)就富含維他命K1(Jacob and Freise 2011)。加州使用殺鼠劑的效率在近年來越來越差，研究者將老鼠分成兩組，一組提供富含維他命K1的植物讓老鼠取食，果然使殺鼠劑(得伐鼠)的死亡率下降20%(Witmer *et al.* 2013)。

六、田間試驗和改善措施

英國進行殺鼠劑的田間試驗，發現有無使用殺鼠劑對老鼠族群影響很大，但只有短期效果，且在田地外160m仍可抓到有殺鼠劑殘留的老鼠，顯示中毒老鼠的移動能力仍然很高(Tosh *et al.* 2012)。加拿大研究殺鼠劑的傳播途徑，在有放殺鼠劑和沒放殺鼠劑的農地進行調查，兩組農地的鼠類都驗出殺鼠劑殘留，其他驗出殺鼠劑的非目標物種包括小型哺乳類(*Microtus* spp.)、北美歌雀(*Melospiza melodia*)和一些甲蟲類(*Dermestes* spp.)，在倉鴉的食糞中也驗出殺鼠劑(Elliott *et al.* 2014)。

法國在投放撲滅鼠後定期捕捉水鼠跟田鼠，96隻水鼠和69隻田鼠(*Microtus arvalis*)中有99.6%和41%有撲滅鼠殘留，殘留濃度最高的時間是投藥後3.3-6.5天(水鼠)和1.3-3.7天(田鼠)，比較肝、腸胃和身體其他部分的殘留比例，有59%的殺鼠劑殘留在肝臟；在135天後抓到的個體仍有殘留，顯示影響時間很長(Sage *et al.* 2008)。把乾淨的水鼠屍體放在野外，發現會來取食的動物主要是鴉科(Corvidae)、紅鳶和普通鳶(*Buteo buteo*)，在0.5-1.5天內可吃掉87.5%，所以要用殺鼠劑毒殺水鼠，一定要定時移除屍體(Montaz *et al.* 2014)。

在英國使用殺鼠劑有一些規範，例如必須要放置在食餌站中避免非目標動物誤食，也要定時移除中毒動物的屍體，但一項問卷調查顯示會完全按照規範的

黑鳶撿拾紅鳩屍體，直接在空中進食。(謝季恩 攝)





黑翅鳶捕捉老鼠。(陳俊霖 攝)

使用者很少(Tosh *et al.* 2011b)。類似的情況也發生在美國加州，許多農民使用殺鼠劑的方式不正確，也不知道殺鼠劑對野生動物的危害(Bartos *et al.* 2012)。為了能夠設計出老鼠可取食、但野生動物無法利用的食餌站，夏威夷的研究者測試各種老鼠跳躍的高度和鑽洞的大小(Pitt *et al.* 2011)。

七、是否有更安全的替代品？

如果使用殺鼠劑是必要之惡，除了加強抗凝血殺鼠劑的管制和使用規範，是否能夠研發更安全的殺鼠劑呢？紐西蘭近年來開始推廣使用維他命D3殺鼠劑(cholecalciferol)，作用方式是讓內臟鈣化，理論上可大幅降低次級毒害的風險(Eason *et al.* 2000)。在實驗室測試濃度0.8%的維他命D3對溝鼠(*Rattus norvegicus*)和玄鼠(*R. rattus*)的毒殺效率，35隻有34隻在4天內死亡，顯示成效不錯(Eason *et al.* 2010)。也有研究測試新的低濃度(0.4%)維他命D3產品，負鼠(*Trichosurus vulpecula*)的實驗室死亡率89.5%(平均7天死亡)，田間測試顆粒狀和糊狀對3種老鼠都有很高的誘食效果，不會比0.8%的產品差(Hix *et al.* 2012)。維他命D3對鳥類毒性低、二次毒殺風險低、殘留時間短，但缺點是

很貴(紐幣3000元/kg)，且不太人道(負鼠死前會痛苦5-6天)。紐西蘭研究指出結合高濃度阿斯匹靈(紐幣4元/kg)和低濃度維他命D3可快速殺死負鼠(1天內)並降低成本，因為阿斯匹靈會促進鈣化且代謝快不會累積(Morgan *et al.* 2013)。

塞爾維亞比較多種殺鼠劑對田鼠的移除效率，包括撲滅鼠、可滅鼠和維他命D3，28天後在小麥田的田鼠分別減少87%、95%和82%，在苜蓿田則各是81%、95%和78%，顯示維他命D3對田鼠的效果不佳(Jokić *et al.* 2010)。此外，在美國一家動物園，部分鳥類在2個月內出現活動力下降、體重減少、無力飛行，驗屍發現腎和心血管鈣化，推測維他命D3殺鼠劑是元凶，因此對初級消費者的毒害仍須注意(Swenson and Bradley 2013)。

紐西蘭近年來飽受哺乳類外來種的危害，也投入相當多的資源和人力研究如何消滅這些外來種，殺鼠劑就是一種很有效的方式，除了上述的維他命D3，2011年開始使用一種新的藥劑PAPP(Para-aminopropiophenone)，不會生物累積、有解藥，對白鼬和黃鼠狼(*Mustela sibirica taivana*)等效果佳，但對嚙齒

目不佳；另一種亞硒酸鈉(Sodium selenite)對負鼠和野豬(*Sus scrofa*)效果佳，還在測試中。如何投遞藥劑也很重要，要避免藥劑崩解、吃不足量、不敢靠近、或是被非目標物種誤食，而且還要長期有效，否則老鼠族群很快就恢復，這些都需要工程師、設計師和生態學家共同合作，設計出可長期有效投藥、又有物種專一性的食餌站(Blackie *et al.* 2014)。

八、未來努力方向

對於殺鼠劑危害野生動物，未來還需要瞭解的方向包括：(一)傳播途徑：即使老鼠室內中毒也會跑到戶外，還要考量掠食者的習性和覓食的地點，昆蟲也會食用殺鼠劑或是老鼠屍體，再傳給食蟲鳥類或哺乳類；(二)不同物種的感受度和致死劑量：有殘留不一定會致死，但可能有身體狀況變差、體重下降、容易生病、受傷不易復原、難以度過寒冬等等的負面影響；(三)鼠類的抗藥性：有抗藥性的老鼠可能有更高濃度殘留，且牠們活著亂跑會增加被天敵捕捉的機會；(四)同時暴露在低濃度多種鼠藥的慢性影響目前仍然未知；(五)造成野生動物的死亡率，尤其對壽命長、子代數少的高階掠食者危害更大(Rattner *et al.* 2014b)。

第一代殺鼠劑毒性較低，但反而用量更大，且容易產生抗藥性，危害未必較低。美國已經限制只有專業除蟲公司可以購買第二代殺鼠劑，零售店販售的殺鼠劑也都要有食餌站的設計；歐盟在2012年通過新的法規“Biocidal Products Regulation”，表示將在2017年之前全面檢討第二代殺鼠劑的使用；英國限制可滅

鼠、伏滅鼠和立滅鼠只能在住家使用，而且必須要定時移除屍體；紐西蘭過去大多使用可滅鼠，近年來開始採用維他命D3，也研發出可在野外長效性擊殺老鼠的裝置(例如：Good nature公司的產品)，種種的做法都希望能夠降低殺鼠劑對野生動物的危害。

猛禽一直被視為是環境健康的指標生物，在鄰近的日本、印度和香港等地，鄉村地區都可見到黑鳶滿天飛舞，唯獨臺灣的黑鳶僅剩基隆、臺南和屏東等地有少數族群，幾乎已經瀕臨滅絕，這是一個非常嚴重的警訊，顯示我們大量使用的農藥和殺鼠劑都已經進入食物鏈，很可能我們自己都已經受害而不自知。臺灣使用殺鼠劑的用量相當龐大，但過去都忽視殺鼠劑對非目標物種的影響，因此大規模的研究監測乃是當務之急，且應效法國外積極尋求解決之道。



鳳頭鳶屬於森林性猛禽，會捕食鼠類和鳥類。(洪孝宇 攝)