

台灣生物多樣性研究

第 24 卷第二期
Vol.24 ,No.2

Taiwan Journal of Biodiversity

中華民國 111 年 3 月
Mar 2022



● 目 錄

1. 大冠鷲的農藥加保扶中毒案例
洪孝宇^{1*} 林惠珊^{1,2} 許雅玟¹ 林德恩³
林桂賢³ 詹芳澤³
17. 兩種文心蘭品種於光誘導期間之光保護
與光抑制現象
張嘉滿¹ 陳忠義² 沈家毅³ 林荏沂³
賴佑翔³ 王經文^{4*}
38. 臺灣莎草植物誌六新增物種
許天銓

contents ●

1. Cases of Crested Serpent-Eagles Poisoned by the Pesticide Carbofuran
Shiao-Yu Hong^{1*}, Hui-Shan Lin^{1,2}, Ya-Wen Hsu¹,
Te-En Lin³, Kuei-Shien Lin³ and Fang-Tse Chan³
- Photoprotection and Photoinhibition During Light Induction in Two *Oncidium Gower Ramsey* Varieties
Chia-Man Chang¹, Chung-I Chen², Jia-Yi Shen³,
Chi-Yi Lin³, Yu-Hsiang Lai³, Ching-Wen Wang^{4*}
- Six New Additions to the Sedge Flora of Taiwan
Tian-Chuan Hsu

台灣生物多樣性研究

(原為《特有生物研究》半年刊，
2010 年元月起更名，並以季刊發行)

發行人 / 楊嘉棟

總編輯 / 薛美莉

執行編輯 / (依姓氏筆劃序)

王經文、朱汶偵、李麗華、呂明倫
林春富、柯智仁、陳志輝、黃書彥
楊正雄、詹芳澤、鄭錫奇、蔡奇立

編輯諮詢委員 / (依姓氏筆劃序)

于宏燦、方力行、王 穎、王震哲
王 鑫、呂光洋、呂福原、李玲玲
汪靜明、周昌弘、吳忠宏、吳錫圭
吳繼光、邵廣昭、林幸助、林曜松
郭城孟、陳明義、陳章波、許建昌
張清風、黃 生、游祥平、楊平世
楊政川、廖一久、裴家騏、趙榮台
劉小如、蔡住發、鄭蕙燕、歐辰雄
蔣鎮宇

英文編輯 / 金恆鏞

出版編輯 / 王經文

出版 / 農委會特有生物研究保育中心

住址 / 南投縣集集鎮 55244 民生東路 1 號

電話 / 049-2761331 轉 616

網址 / <http://www.tesri.gov.tw>

美編 / 黃淑芬

出版日期 / 中華民國 111 年 3 月

創刊日期 / 中華民國 88 年元月

出版登記 / 局版台誌第 10207 號

Taiwan Journal of Biodiversity

(Continuation of former journal of
"Endemic Species Research", 1999-2009)

Publisher/Jia-Dong Yang

Editor-in-chief/Mei-Li Hsueh

Executive Editors/

Ching-Wen Wang

Li-Hua Lee,

Chun-Fu Lin,

Chih-Hui Chen,

Cheng-Hsiung Yang,

Hsi-Chi Cheng,

Wen-Chen Chu

Ming-Lun Lu,

Chie-Jen Ko,

Shu-Yen Huang

Fang-Tse Chan,

Chi-Li Tsai,

Editorial Board/

Hon-Tsen Yu,

Ying Wang,

Shin Wang,

Fu-Yuan Lue,

Ching-Ming Wang,

Homer C. Wu,

Chi-Guang Wu,

Hsing-Juh Lin,

Chen-Meng Kuo,

Chang-Po Chen,

Ching-Fong Chang,

Hsiang-Ping Yu,

Jeng-Chuan Yang,

Kurtis Jai-Chyi

Lucia Liu Severinghaus,

Huei-Yann Joann Jeng,

Tzen-Yuh Chiang

Lee-Shing Fang,

Jenn-Che Wang,

Kuang-Yang Lue,

Ling-Ling Lee,

Chang-Hung Chou,

Shi-Kuei Wu,

Kwang-Tsao Shao,

Yao-Sung Lin,

Ming-Yih Chen,

Chien-Chang Hsu,

Shong Huang,

Ping-Shish Yang,

I-Chiu Liao,

Jung-Tai Chao,

Chu-Fa Tsai,

Chern-Hsiung Ou,

English Editors/Hen-Biau King,

Publishing Editors/Ching Wen Wang

Published by Endemic Species Research Institute

1 Min-Sheng E. Road, Jiji, Nantou 55244,

Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-49-2761331 ext. 616

<http://tesri.tesri.gov.tw>

Published Date: October 2021

GPN: 2009900002

ISSN: 2076-6971

大冠鷲的農藥加保扶中毒案例

Cases of Crested Serpent-Eagles Poisoned by the Pesticide Carbofuran

洪孝宇^{1*} 林惠珊^{1,2} 許雅玟¹ 林德恩³ 林桂賢³ 詹芳澤³

Shiao-Yu Hong^{1*}, Hui-Shan Lin^{1,2}, Ya-Wen Hsu¹, Te-En Lin³, Kuei-Shien Lin³ and Fang-Tse Chan³

¹ 國立屏東科技大學獸醫學院野生動物保育研究所，屏東縣內埔鄉學府路 1 號

² 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班，屏東縣內埔鄉學府路 1 號

³ 行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投縣集集鎮民生東路 1 號

¹Institute of Wildlife Conservation, College of Veterinary Medicine, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

²Graduate Institute of Bioresources, College of Agriculture, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

³Taiwan Endemic Species Research Institute, Nantou, Taiwan

* 通訊作者：laughrain@gmail.com

*Corresponding author: laughrain@gmail.com

摘要

本文報導 3 起大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 確認農藥加保扶中毒案例，時間是 2020 年 10 月到 2021 年 3 月間。第一例在南投縣的果園，大冠鷲存活但有中毒症狀，在灌洗嗉囊的液體中驗出加保扶，但中毒途徑不明。第二例在台北市陽明山

上，民眾使用加保扶粒劑防治草皮鼠害，隨後發現大冠鷲屍體，胃內含物是蚯蚓 (*Oligochaeta* sp.) 和雞母蟲 (*Scarabaeidae* sp.)。第三例是在雲林縣的果園發現屍體，胃內含物是非洲大蝸牛 (*Achatina fulica*) 和澤蟹 (*Geothelphusa* sp.)，但施藥方式不明。第二和第三例的肝臟和胃內含物都分別驗出加保扶，此外還有數種農藥殘留。由於加保扶是急性毒，因此是最有可能的直接死因，不過第三例的肝臟也驗出高濃度的殺鼠劑可滅鼠，屬於雙重中毒。這些案例顯示大冠鷲加保扶中毒並非個案，而在地表活動的無脊椎動物可能是導致中毒的重要途徑之一，加保扶粒劑對非目標生物的安全性應審慎評估。

關鍵詞：猛禽、次級毒害、蚯蚓、蝸牛、毒鼠藥

Abstract

From October 2020 to March 2021, this study discovered three cases of Crested Serpent-Eagles (*Spilornis cheela*) poisoned by the pesticide carbofuran in Taiwan. The first case occurred in an orchard in Nantou County. The eagle was still alive but showed symptoms of being poisoned. Carbofuran was detected in the liquid after washing its crop. However, the exposure pathway remained unclear. The second case occurred in Yangmingshan, Taipei City. A resident used carbofuran granules to prevent Formosan Blind Mole (*Mogera insularis insularis*) from digging holes in the sod. Later, a dead eagle was found. Earthworms (*Oligochaeta* sp.) and scarabaeiform larva (*Scarabaeidae* sp.) were found in its stomach. The third case was a dead eagle discovered in an orchard in Yunlin County. There were Africa Landsnails (*Achatina fulica*) and freshwater crabs (*Geothelphusa* sp.) in its stomach. However, the method of pesticide administration was unknown. In the second and third cases, carbofuran was both detected in the stomach content and in the livers, in addition to several other pesticides. Because carbofuran has acute toxicity, it is most likely the direct cause of death in those eagles. However, in the

liver of the third case, high concentration of brodifacoum (0.304 ppm) was also identified, showing double poisoning in this case. These cases showed that the Crested Serpent-Eagles poisoned by carbofuran were not a single case and invertebrates that live on the land surface may be an important pathway that lead to the secondary poisoning of Crested Serpent-Eagles. The safety of carbofuran granules to non-target organisms should be carefully evaluated.

Key words: raptors, secondary poisoning, earthworms, snails, rodenticides

前言

毒害是許多野生動物面臨的生存威脅，然而有毒物質的種類很多，各種動物的習性也不相同，需仔細釐清個別的中毒原因和暴露途徑，才有助於防止類似事件發生。人為造成的野生動物中毒可分成刻意和意外兩大類，刻意下毒的原因包括用於狩獵或盜獵（例如盜獵象牙）、為保護農作物而毒殺有害動物（例如鼠類和食穀性鳥類）、以及為保護家畜而毒殺掠食者（例如猛禽和食肉目動物）等；意外則包括非目標物種的直接誤食，以及透過食物鏈的間接毒害，其中又以間接毒害最難察覺 (Berny 2007；Ogada 2014；Ruiz-Suárez *et al.* 2015)。

台灣於 2012 年首度在死亡的黑鳶

(*Milvus migrans*) 體內驗出劇毒農藥加保扶 (carbofuran)，隨後證實中毒的主要途徑是部分農夫為了防止鳥害，將稻穀混合加保扶粉劑或水懸劑製成毒餌，撒在田間毒殺野鳥，因此食穀性鳥類是被刻意毒殺，而有腐食習性的黑鳶則是間接中毒 (Hong *et al.* 2018；林等 2019)。加保扶在 1970 年代引進台灣，由於對鳥類有很高的毒性，當時的廣告文宣就把加保扶稱為鳥害剋星，隨後農業官方刊物開始推廣用加保扶等劇毒農藥來防鳥害，同時也開始舉辦滅鼠週大量免費發放第二代抗凝血殺鼠劑，而台灣的黑鳶也在此時期大量減少 (Hong *et al.* 2019；洪等 2020)。

加保扶屬於胺基甲酸鹽類農藥，

是一種廣效型殺蟲劑，民間一般稱為「好年冬」。以往在台灣曾有「85%粉劑」、「75%粉劑」、「37.5%粉劑」、「44%水懸劑」、「40.64%水懸劑」和「3%粒劑」共6種劑型，其中有效成分85%和75%的粉劑因為毒性過高，台灣在1999年已禁止使用（農業藥物毒物試驗所2019）。由於政府近年來的政策是逐步淘汰高風險農藥（動植物防疫檢疫局2020），在證實黑鳶和其他農地鳥類會遭受加保扶毒害，以及流浪動物也常誤食或被下毒（吳2014），3款毒性分類屬於「劇毒」的加保扶產品（37.5%粉劑、44%水懸劑、40.64%水懸劑）在2017年禁止使用，目前僅剩毒性分類為「中等」的3%粒劑仍可合法使用。

在高濃度的5款加保扶農藥都禁用之後，農地鳥類中毒事件確實有下降趨勢，顯示刻意毒鳥的情況有所改善（洪2020）。然而在我們掌握到的鳥類中毒事件中，有部分並非典型的刻意毒殺，其中的暴露途徑值得探討和重視，例如以下的3起大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 中毒案例。

大冠鷲中毒案例

2020年10月20日行政院農業委員會特有生物研究保育中心（簡稱特生中心）的野生動物急救站接到南投縣政府通知，收到一隻南投縣中寮鄉一處果園（作物種類不明）的大冠鷲，臨床出現四肢肌肉緊繃、針狀瞳孔和擺動頭部等神經症狀，獸醫研判為中毒，於是進行嗦囊灌洗並施打有機磷解毒劑。嗦囊灌洗出來的咖啡色液體送行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所（簡稱藥毒所）進行農藥殘留檢驗，結果驗出加保扶0.02 ppm（表1），這是台灣首度證實有大冠鷲加保扶中毒，不過無法得知中毒的途徑。這隻大冠鷲後來康復並在12月25日成功野放。

2021年1月26日，國立屏東科技大學野生動物保育研究所（簡稱屏科大）鳥類生態研究室接獲通報，在台北市北投區陽明山上的一處私人庭院，有一隻大冠鷲死在草地上。據園主表示，因為台灣鼯鼠 (*Mogera insularis insularis*，俗稱土撥鼠) 會挖洞破壞草皮，他剛使用農藥（描述是

表 1. 本研究三例大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 的農藥檢驗結果。

Table 1. Pesticide test results of three Crested Serpent-Eagle (*Spilornis cheela*) cases in this study.

No.	Date	County	Type of sample	Pesticides	Residue (ppm)	Pesticide category	Chinese name
1	2020/10/20	Nantou	Crop lavage	Carbofuran	0.02	Insecticide (carbamate)	加保扶
2	2021/1/26	Taipei	Liver	Carbofuran	0.077	Insecticide (carbamate)	加保扶
				Brodifacoum	0.004	Rodenticide (anticoagulant)	可滅鼠
				Bromadiolone	0.004	Rodenticide (anticoagulant)	撲滅鼠
			Stomach contents	Flocoumafen	0.004	Rodenticide (anticoagulant)	伏滅鼠
				Carbofuran	4.87	Insecticide (carbamate)	加保扶
				Dieldrin	0.03	Insecticide (organochlorine)	地特靈
				p,p'-DDE	0.13	Insecticide (organochlorine)	滴滴易
p,p'-DDD	0.01	Insecticide (organochlorine)	滴滴滴				
3	2021/3/18	Yunlin	Liver	Carbofuran	1.675	Insecticide (carbamate)	加保扶
				Imidacloprid	0.035	Insecticide (neonicotinoid)	益達胺
				Brodifacoum	0.304	Rodenticide (anticoagulant)	可滅鼠
				Difenacoum	0.002	Rodenticide (anticoagulant)	雙滅鼠
				Carbendazim	0.088	Fungicide (benzimidazole)	貝芬替
			Stomach contents	Carbofuran	6.44	Insecticide (carbamate)	加保扶
				Imidacloprid	0.14	Insecticide (neonicotinoid)	益達胺
				Diflubenzuron	0.02	Insecticide (benzoylurea)	二福隆
				Carbendazim	0.18	Fungicide (benzimidazole)	貝芬替
Azoxystrobin	0.11	Fungicide (methoxyacrylate)	亞托敏				



圖 1. 第二例台北市大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 的胃內含物是蚯蚓 (*Oligochaeta sp.*) 和雞母蟲 (*Scarabaeidae sp.*)，另有一些樹葉。(洪孝宇攝)

Fig. 1. In the stomach of the second Crested Serpent-Eagle (*Spilornis cheela*) case, earthworms (*Oligochaeta sp.*) and scarabaeiform larvae (*Scarabaeidae sp.*) in addition to some leaves were found. (Photo by Shiao-Yu Hong)



圖 2. 第三例雲林大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 的胃內含物是非洲大蝸牛 (*Achatina fulica*) 和澤蟹 (*Geothelphusa sp.*)。(許雅玟攝)

Fig. 2. There were Africa landsnails (*Achatina fulica*) and freshwater crabs (*Geothelphusa sp.*) in the stomach of the third Crested Serpent-Eagle (*Spilornis cheela*) case. (Photo by Ya-Wen Hsu)

藍紫色的粒劑，但未見到包裝袋)在鼯鼠洞進行防治，不久就發現這隻大冠鷲死亡。經解剖發現大冠鷲的胃內含物是蚯蚓 (*Oligochaeta* sp.) 和雞母蟲 (*Scarabaeidae* sp.) (圖 1)，隨後胃內含物送往屏科大農水產品檢驗與驗證中心檢驗農藥殘留，而肝臟則送虎尾科技大學 (簡稱虎尾科大) 農業與生物科技產品檢驗服務中心，檢驗農藥和殺鼠劑殘留。檢驗結果顯示，胃內含物有高濃度的加保扶 (4.87 ppm)，以及 2 種有機氯殺蟲劑 DDT (DDE 和 DDD 是 DDT 的衍生物) 和地特靈，而肝臟的加保扶濃度是 0.077 ppm，另有 3 種殺鼠劑 (可滅鼠、撲滅鼠和伏滅鼠) 的微量殘留 (表 1)。

2021 年 3 月 18 日，一隻大冠鷲屍體在雲林縣古坑鄉一處果園被發現，當地的作物包括鳳梨、香蕉和柚子，且緊鄰一條小溪。後經雲林縣政府送往特生中心的路殺社 (臺灣動物路死觀察網，<https://roadkill.tw>)，並註明疑似中毒。路殺社將這隻大冠鷲交由屏科大鳥類生態研究室進行解剖，發現其胃內含物是非洲大蝸牛 (*Achati-*

na fulica) 和澤蟹 (*Geothelphusa* sp.) (圖 2)。胃內含物和肝臟同樣分別送屏科大農檢中心驗農藥殘留、以及虎尾科大農檢中心驗農藥和殺鼠劑殘留。檢驗結果顯示，胃內含物有高濃度的加保扶 (6.44 ppm)，以及 2 種殺蟲劑 (益達胺和二福隆) 和 2 種殺菌劑 (貝芬替和亞托敏) 的微量殘留，而肝臟的加保扶濃度是 1.675 ppm，以及微量的益達胺和貝芬替殘留，此外還驗出高濃度殺鼠劑可滅鼠 0.304 ppm 以及微量雙滅鼠 (表 1)。

討論

總計在 2020 年的 10 月到 2021 年的 3 月間，就有 3 起大冠鷲救傷或死亡事件證實是加保扶中毒，且其中兩例的胃內含物是無脊椎動物，顯示大冠鷲加保扶中毒並非個案，而生活在地表的無脊椎動物可能是導致大冠鷲間接中毒的重要途徑之一。大冠鷲是台灣中低海拔淺山地區常見的大型猛禽，棲息環境與農墾地多有重疊 (劉等 2012)，在一般認知上是以蛇類為主食，但其實也會捕食鳥類、哺乳類、



圖3. 大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 在新北市貢寮區淺山農地捕食非洲大蝸牛 (*Achatina fulica*)。(張宏銘攝)
Fig. 3. A Crested Serpent-Eagle (*Spilornis cheela*) preyed on an Africa landsnail (*Achatina fulica*) in a rural farmland of Gongliao District, New Taipei City. (Photo by Hung-Ming Chang)

兩棲類、甲殼類、昆蟲甚至魚類(周 2005；林 2005；姚等 2016)。在墾丁地區的紀錄顯示無脊椎動物在食性中的比例可達 55% (周 2005)，在臉書社群「鳥類食性」中也有多筆大冠鷲取食蚯蚓和非洲大蝸牛的記錄(圖 3)，因此在本研究案例的大冠鷲胃內含物出現無脊椎動物並非特例。

台灣目前唯一仍可使用的加保扶農藥就是 3% 粒劑，可使用在水稻、

玉米、花生、十字花科蔬菜、番茄、香蕉和鳳梨等多種作物，核准的使用方式包括撒在地表、埋進土裡或是施用水田中(防檢局農藥資訊服務網)。加保扶在農業上的用量相當大，據統計 2009 年台灣的殺蟲劑使用量，排名第一的就是加保扶粒劑(2,564 公噸)(方 2010)，爾後的用量則無公開資料。在第二起的私人庭園案例中，園主自述是使用藍紫色顆粒狀農藥，

因此可確認就是加保扶粒劑，並非其他已被禁用的劑型。該案例是使用加保扶粒劑防治鼯鼠，但此方式並不在防檢局核准的使用範圍中，屬於違規使用，然而以往也有文獻指出加保扶粒劑可用來防治鼯鼠（施和游 2000），因此本案例的使用方式非單一個案。至於第一起和第三起案例的加保扶農藥劑型和使用方式，目前無法得知。

從本研究的案例顯示，施用於地面的加保扶粒劑可能會被無脊椎動物吃下或沾附在身上，導致捕食者意外的間接中毒，所以其他會以無脊椎動物為食的野生動物也須注意是否有中毒案例發生，此外也不排除可能還有無脊椎動物以外的傳播途徑尚未發現。加保扶粒劑透過無脊椎動物導致次級毒害在國外也有案例，例如在美國的稻田和玉米田，使用加保扶粒劑之後，發現包括蚯蚓、鼠類和鳥類等非目標動物死亡，其中蚯蚓驗出加保扶 0.3 – 670 ppm (Flickinger *et al.* 1980；Balcomb *et al.* 1984)；在瑞士發現有歐亞鵟 (*Buteo buteo*) 死在剛施用加保扶粒劑的甜菜田，田裡的蚯蚓驗

出加保扶濃度最高 3.2 ppm (Dietrich *et al.* 1995)；在美國喬治亞州有 4 隻黃頭鷺 (*Bubulcus ibis*) 死在玉米田，胃內含物是雞母蟲和螻蛄 (*Grylotalpidae* sp.)，驗出加保扶 43.1 ppm (Mineau *et al.* 2011)。目前未查到蝸牛導致加保扶次級毒害的案例，不過在肯亞，有盜獵者會用一堆蝸牛混合加保扶作為毒餌，用毒殺方式盜獵非洲鉗嘴鶴 (*Anastomous lamelligerus*) (Odino 2011)。

本研究發現加保扶粒劑可能透過無脊椎動物導致大冠鷲間接中毒，不過加保扶粒劑也可能被鳥類直接誤食，或是用來刻意毒殺野鳥。由於加保扶對鳥類的毒性極高，估計 5 g 的加保扶粒劑就足以讓 4,167 隻紅隼 (*Falco tinnunculus*) 或 926 隻歐亞鵟死亡，且因為是急性毒，只要動物體內驗出加保扶幾乎可斷定就是致死原因 (Ruiz-Suárez *et al.* 2015)。在歐洲，加保扶是最常用來非法毒殺野生動物和流浪動物的 3 種農藥之一，另外兩種是得滅克 (Aldicarb，台灣又稱地蜜，在 1992 年因劇毒禁止使用) 和二代

殺鼠劑 (Martínez-Haro *et al.* 2008 ; Ruiz-Suárez *et al.* 2015) , 即使歐盟已在 2008 年禁止使用加保扶 , 非法毒殺事件仍未消失 (Berny *et al.* 2015 ; Kitowski *et al.* 2020) 。

加保扶粒劑就算正常在農田使用也可能導致鳥類直接誤食中毒 , 據估計在美國中西部的玉米田 , 因使用加保扶粒劑導致每年每公頃 3-16 隻鳥類死亡 (多數是食穀鳥) , 在用量最高的 1970 年代 , 全美 570 萬公頃的玉米田一年最高可能造成 9,120 萬隻鳥類死亡 (Mineau 2005) 。美國農藥公司因此做了一連串的實驗 , 在玉米田測試各種使用加保扶粒劑的方式 , 結果顯示即使將粒劑埋進土中或是田邊設不施藥的隔離帶 , 都無法避免鳥類死亡事件發生 , 加保扶粒劑在美國的農藥許可證因此在 2009 年被撤銷 (Mineau *et al.* 2011) 。

台灣過去曾發現的野生動物農藥中毒案例中 , 最主要的原因是使用毒餌刻意毒殺野鳥 , 因為毒餌會使野鳥聚集而成群暴斃在田間 , 大量死鳥屍體較可能引起路過民眾注意而通報 (洪

2020 ; Hong *et al.* 2021) , 若是正常使用加保扶在田間防治蟲害 , 導致鳥類死亡的情況可能較為零星而不易察覺。在台灣刻意毒殺野生動物的狀況還包括淺山地區的養雞戶為保護雞隻而毒殺石虎 (*Prionailurus bengalensis*) (裴和陳 2008) 和鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivirgatus*) (林和曾 2008) 。此外在花東、關渡和墾丁部分地區的水稻田在插秧期會有雁鴨危害 , 部分農民為防治雁鴨 , 會將加保扶粒劑直接撒入水田中 , 是另一種非毒餌的防鳥害方法 (陳等 2020 ; 郭 2021) , 不過同樣的施藥方式也可用來防治水稻害蟲 (防檢局農藥資訊服務網) , 所以既不違法也無食安疑慮。本研究中的大冠鷲中毒情況 , 應屬於使用加保扶防治蟲害或鼠害 (鼯鼠) , 意外透過無脊椎動物導致大冠鷲間接中毒 , 不過從上述案例可知 , 不論是正常使用或刻意毒殺 , 即使是低濃度的加保扶粒劑對野生動物仍有相當大的危害 , 在歐美國家都已禁止使用 , 台灣也應審慎評估其安全性。

在第二例和第三例大冠鷲的肝臟

中，都檢出數種抗凝血殺鼠劑，是屬於慢性毒，動物若攝入致死劑量，毒發死亡的時間平均需 5-7 天，但若未達致死劑量則會累積在肝臟中，代謝所需時間可能長達 300 天以上，因此常見一隻動物體內有數種殺鼠劑的複合殘留 (Elliott *et al.* 2016；Horak *et al.* 2018；Murray 2018)。由於殺鼠劑是慢性毒且易累積的特性，使其更容易在食物鏈中傳遞，而且動物不會暴斃在毒餌周邊，造成的毒殺狀況更難察覺。台灣在 2013-2018 年間曾做過大規模的猛禽體內殺鼠劑殘留調查，主食鼠類的黑翅鳶 (*Elanus caeruleus*) 有 89.2% 在肝臟驗出殺鼠劑 (n = 74)，大冠鷲則是 41.7% (n = 12)(Hong *et al.* 2019)。大冠鷲攝取到殺鼠劑的途徑，可能是透過食鼠的蛇類間接傳遞 (Hong *et al.* 2019)，不過也有研究指出地面上的殺鼠劑會透過蝸牛和蛞蝓食用，再傳遞給捕食者 (如刺蛾 *Erinaceus europaeus* 和歐洲椋鳥 *Sturnus vulgaris*)(Hernandez-Moreno *et al.* 2013；Alomar *et al.* 2018)，所以也不排除蝸牛是大冠鷲攝取到殺鼠劑的途徑之

一。

殺鼠劑中毒的症狀包括體內出血、口鼻或皮下出血等，但動物外觀不一定有明顯症狀，即使有症狀也很難跟撞擊或創傷做區隔，所以死因經常被誤判 (Murray 2018；黃等 2021)。一般而言肝臟殘留濃度 0.1-0.2 ppm 就有可能是致死原因，但不同物種對殺鼠劑的耐受度可能有差異 (Rattner *et al.* 2014；Rattner *et al.* 2015)。依此標準本研究第三例的大冠鷲在肝臟驗出可滅鼠 0.304 ppm，很可能已達致死劑量，但因為是慢性毒，所以在毒發死亡前又吃下含有加保扶的蝸牛，因加保扶的急性毒而暴斃。類似的雙重中毒狀況在台灣的黑鳶也有多起案例 (林等 2019)。

台灣在 1974 年就禁用有機氯殺蟲劑 (如 DDT 和地特靈等)，因為在環境中不易分解會造成長期汙染，本研究第二例的胃內含物就驗出微量殘留，但濃度很低應無直接危害。本研究的第三例除加保扶外，在肝臟和胃內含物還驗出多種殺蟲劑和殺菌劑，雖然同樣濃度很低應無直接危害，但

檢出率和暴露途徑、以及是否會有長期慢性影響，仍有待後續留意。本研究中有 3 家檢驗單位，其中藥毒所和虎尾科大檢驗中心可以驗動物樣本的農藥和殺鼠劑殘留，屏科大的檢驗中心僅能驗農藥殘留，所需樣本重量、檢驗時間和檢測極限也不相同，送檢前可先詢問並評估是否符合需求。

實務上野生動物中毒的案例要證實並不容易，通常需要新鮮的屍體解剖後取得肝臟或胃內含物送驗，而從胃內含物可以得知急性中毒（例如加保扶）的暴露途徑，但若是慢性毒（例如殺鼠劑或重金屬），則動物的最後一餐不一定跟毒物有關。不過實際上中毒的動物多半死在野外無人發現，或發現時已經腐爛而無法得知死因，倘若動物還活著而被送進救傷單位，臨床上要確認中毒（以及毒物種類）也非常困難，多半會被歸類為不明原因的虛弱，僅採用支持療法，因此野生動物中毒的情況經常會被低估。在第一例中，特生中心的野生動物急救站將嗦囊灌洗的液體送驗，這對於還活著的動物來說是很好的檢體取得方式。

建議未來各研究和救傷單位都可以多注意野生動物的中毒狀況，有疑似案例也可經由特生中心的路殺社管道通報採檢，動物的拾獲地點、臨床症狀或是發現者的聯絡方式都要保留，有助於釐清中毒原因。

引用文獻

- 方麗萍。2010。2009 年台灣農藥排行榜。農藥一路發電子報 20340 期。
- 吳建志。2014。簡介動物農藥中毒的禍首—加保扶。獸醫專訊 9:27-31。
- 周大慶。2005。墾丁國家公園墾丁地區大冠鷲 (*Spilornis cheela hoya*) 繁殖及棲地利用之調查研究。墾丁國家公園管理處，屏東縣。
- 林文宏。2005。台北地區大冠鷲的繁殖生態綜論。台灣猛禽研究 5:31-44。
- 林文隆、曾翌碩。2008。台灣中部地區鳳頭蒼鷹攻擊放養山雞之現況研究。台灣林業 34:25-30。
- 林惠珊、洪孝宇、蔡岱樺、曾建偉、鄭暉、謝季恩。2019。2019 年台

灣黑鳶保育行動綱領。行政院農業委員會林務局，台北市。

姚正得、張義榮、廖秭好。2016。基於發展友善農業環境之臺灣猛禽食性回顧。台灣猛禽研究 16:14-39。

施錫彬、游俊明。2000。鼯鼠(土撥鼠、地鼠)生態與防治。桃園區農技報導。

洪孝宇。2020。臺灣國家鳥類報告-毒害篇。林大利、呂翊維、潘森識編輯。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、社團法人中華民國野鳥學會，臺灣。

動植物防疫檢疫局。2020。化學農藥十年減半行動方案。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，台北市。

郭東禎。2021。雷射驅鳥裝置開發與鳥害綜合防治。花蓮區農業專訊 116:10-13。

陳炤杰、吳禎祺、劉姿岑。2020。龍鑾潭周邊雁鴨為害水田秧苗情形。台灣生物多樣性研究 22:69-82。

黃仲毅、洪孝宇、林惠珊、孫元

勳。2021。猛禽殺鼠劑中毒的病理解剖症狀分析。2021 動物行為暨生態學研討會，線上舉辦。

農業藥物毒物試驗所。2019。歷年政府禁用之農藥一覽表。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所，台中。

裴家騏、陳美汀。2008。新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 (3/3)。行政院農業委員會林務局委託研究系列 96-00-8-01 號。

劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2012。台灣鳥類誌第二版。農委會林務局，台北。

Alomar, H., A. Chabert, M. Coeurdasier, D. Vey, and P. Berny. 2018. Accumulation of anticoagulant rodenticides (chlorophacinone, bromadiolone and brodifacoum) in a non-target invertebrate, the slug, *Deroceras reticulatum*. *Science of the Total Environment* 610:576-582.

Balcomb, R., C. A. Bowen, D. Wright, and M. Law. 1984. Effects on wild-life of at-planting corn applications

- of granular carbofuran. *The Journal of wildlife management* 48:1353-1359.
- Berny, P. 2007. Pesticides and the intoxication of wild animals. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 30:93-100.
- Berny, P., L. Vilagines, J.-M. Cugnasse, O. Mastain, J.-Y. Chollet, G. Joncour, and M. Razin. 2015. VIGILANCE POISON: Illegal poisoning and lead intoxication are the main factors affecting avian scavenger survival in the Pyrenees (France). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 118:71-82.
- Dietrich, D. R., P. Schmid, U. Zweifel, C. Schlatter, S. Jenni-Eiermann, H. Bachmann, U. Bühler, and N. Zbinden. 1995. Mortality of birds of prey following field application of granular carbofuran: a case study. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 29:140-145.
- Elliott, J. E., B. A. Rattner, R. F. Shore, and N. W. Van Den Brink. 2016. Paying the Pipers: mitigating the impact of anticoagulant rodenticides on predators and scavengers. *Bio-science* 66:401-407.
- Flickinger, E. L., K. A. King, W. F. Stout, and M. M. Mohn. 1980. Wildlife hazards from Furadan 3G applications to rice in Texas. *The Journal of wildlife management* 44:190-197.
- Hernandez-Moreno, D., I. De La Casa-Resino, A. Lopez-Beceiro, L. Fidalgo, F. Soler, and M. Perez-Lopez. 2013. Secondary poisoning of non-target animals in an Ornithological Zoo in Galicia (NW Spain) with anticoagulant rodenticides: a case report. *Veterinarni Medicina* 58:553-559.
- Hong, S.-Y., H.-S. Lin, Y.-H. Sun, and J.-S. Tsai. 2021. Factors affecting intentional bird poisoning on bean farms in Taiwan: seeding methods and the presence of adjoining duck farms matter. *Avian Conservation and Ecology* 16:15.
- Hong, S.-Y., H.-S. Lin, B. A. Walther, J.-E. Shie, and Y.-H. Sun. 2018.

- Recent avian poisonings suggest a secondary poisoning crisis of Black Kites during the 1980s in Taiwan. *Journal of Raptor Research* 52:326-337.
- Hong, S.-Y., C. Morrissey, H.-S. Lin, K.-S. Lin, W.-L. Lin, C.-T. Yao, T.-E. Lin, F.-T. Chan, and Y.-H. Sun. 2019. Frequent detection of anticoagulant rodenticides in raptors sampled in Taiwan reflects government rodent control policy. *Science of the Total Environment* 691:1051-1058.
- Horak, K. E., P. M. Fisher, and B. Hopkins. 2018. Pharmacokinetics of Anticoagulant Rodenticides in Target and Non-target Organisms. Pages 87-108 in N. W. van den Brink, J. E. Elliott, R. F. Shore, and B. A. Rattner, eds. *Anticoagulant Rodenticides and Wildlife*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.
- Kitowski, I., R. Łopucki, A. Stachniuk, and E. Fornal. 2020. A pesticide banned in the European Union over a decade ago is still present in raptors in Poland. *Environmental Conservation* 47:310-314.
- Martínez-Haro, M., R. Mateo, R. Guittart, F. Soler-Rodríguez, M. Pérez-López, P. María-Mojica, and A. J. García-Fernández. 2008. Relationship of the toxicity of pesticide formulations and their commercial restrictions with the frequency of animal poisonings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 69:396-402.
- Mineau, P. 2005. Direct losses of birds to pesticides-beginnings of a quantification. in *Proceedings of In: Ralph, C. John; Rich, Terrell D., editors 2005. Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas*. US Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station p. 1065-1070.
- Mineau, P., L. Lyon, and S. McMillin. 2011. Impacts of carbofuran on birds in Canada and the United States. Pages 208-250 in N. Richards, ed. *Carbofuran and Wildlife Poisoning: Global Perspectives and*

- Forensic Approaches. John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.
- Murray, M. 2018. Ante-mortem and Post-mortem Signs of Anticoagulant Rodenticide Toxicosis in Birds of Prey. Pages 109-134 in N. W. van den Brink, J. E. Elliott, R. F. Shore, and B. A. Rattner, eds. *Anticoagulant Rodenticides and Wildlife*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.
- Odino, M. 2011. Measuring the conservation threat that deliberate poisoning poses to birds in Kenya: the case of pesticide hunting with Furadan in the Bunyala Rice Irrigation Scheme. Pages 53-69 in N. Richards, ed. *Carbofuran and Wildlife Poisoning: Global Perspectives and Forensic Approaches*. John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.
- Ogada, D. L. 2014. The power of poison: pesticide poisoning of Africa's wildlife. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1322:1-20.
- Rattner, B. A., K. E. Horak, R. S. Lazarus, S. L. Schultz, S. Knowles, B. G. Abbo, and S. F. Volker. 2015. Toxicity reference values for chlorphacinone and their application for assessing anticoagulant rodenticide risk to raptors. *Ecotoxicology* 24:720-734.
- Rattner, B. A., R. S. Lazarus, J. E. Elliott, R. F. Shore, and N. van den Brink. 2014. Adverse outcome pathway and risks of anticoagulant rodenticides to predatory wildlife. *Environmental Science & Technology* 48:8433-8445.
- Ruiz-Suárez, N., L. D. Boada, L. A. Henríquez-Hernández, F. González-Moreo, A. Suárez-Pérez, M. Camacho, M. Zumbado, M. Almeida-González, M. del Mar Travieso-Aja, and O. P. Luzardo. 2015. Continued implication of the banned pesticides carbofuran and aldicarb in the poisoning of domestic and wild animals of the Canary Islands (Spain). *Science of the Total Environment* 505:1093-1099.