

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} 許雅玫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
				Flocoumafen	0.004	Rodenticide (anticoagulant)	伏滅鼠
			Stomach contents	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)在鵝鼠洞進行防治，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 (*Gryllotalpidae* 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鵲 (*Anastomus 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鵟間接中毒，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、鄭瑋、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. Coeurdas-sier, 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.

兩種文心蘭品種於光誘導期間之光保護 與光抑制現象

Photoprotection and Photoinhibition During Light Induction in Two *Oncidium Gower Ramsey* Varieties

張嘉滿¹ 陳忠義² 沈家毅³ 林荃沂³ 賴佑翔³ 王經文^{4*}

Chia-Man Chang¹, Chung-I Chen², Jia-Yi Shen³, Chi-Yi Lin³,
Yu-Hsiang Lai³, Ching-Wen Wang^{4*}

¹ 行政院農業委員會臺南區農業改良場 712 台南市新化區牧場 70 號

² 國立屏東科技大學 912 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

³ 國立中興大學森林學系 402 台中市南區國光路 250 號

⁴ 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 552 南投縣集集鎮民生東路 1 號

¹ Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Tainan 712, Taiwan

² Department of Forestry, National Pingtung University of Science and Technology,
Pingtung 91201, Taiwan

³ Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan

⁴ Endemic Species Research Institute, Nantou 552, Taiwan

*Corresponding author e-mail: kilorsoul@gmail.com

* 通訊作者 e-mail: kilorsoul@gmail.com

摘要

本研究量測文心蘭‘檸檬綠’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Honey Angel’) 及‘黃金之星’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Golden Star’) 於 7 種固定光量下之葉綠素螢光參數，得知兩品種適合光量為 $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以下的長時間 (1 hr) 照射，其暗回復快速及光抑制程度較低。人工光源的栽培技術，光量應介於 $300\text{-}500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，以避免嚴重光抑制損壞光合系統。兩品種均不耐高光環境 ($1,000\text{-}2,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)，而導致過多能量產生，促使 qE 降低，提高 qI，並增加光抑制比例。由於光抑制程度很容易在田間測得，應是一個田間可應用的生理監測指標。以上結果可提供文心蘭栽培管理、微環境營造及生理監測之參考。

關鍵字：文心蘭、葉綠素螢光、非光化學消散、光保護、光抑制

Abstract

The chlorophyll fluorescence parameters of *Oncidella* Gower Ramsey ‘Honey Angel’ and ‘Golden Star’ varieties under seven irradiation gradients were studied. The results show that two varieties were suitable for long-term (1 hr) irradiation under $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, indication of faster dark recovery and lower photoinhibition effect of photosystem. Thus, the light cultivate technology of the artificial light intensity should range from 300 to $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ to avoid severe light inhibit damage to the photosynthetic system. The two varieties were both intolerant to high light environments, ranging from $1,000\text{-}2,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. High light intensities led to excessive energy reduced qE, and increased qI and the photoinhibition ratio. Since the photoinhibition effect is easy to measure in the field, it should be an ideal physiological monitoring index that can be applied in the field. The above results can provide references for Gower Ramsey cultivation management, micro-environment creation, and physiological monitoring.

Key words: Gower Ramsey, chlorophyll fluorescence, non-photochemical quenching, photoprotection, photoinhibition

前言

蘭花因其花的大小、形狀、香味和顏色組合的多樣性而成為最受重視的觀賞植物之一，這吸引了消費者並賦予它們更高的全球商業價值。蘭科 *Orchidaceae* 分為五個亞科 (*Apostasioideae*、*Cypripedioideae*、*Vanilloideae*、*Orchidoideae*、*Epidendroideae*)，在全球園藝和切花貿易中為最著名的植物群之一 (De, 2020)，由於更長的保質期和開花特性，蘭花在室內美化或園林綠化項目中具有巨大的觀賞潛力。近幾十年來，蘭花栽培已發展成為一項重要的經濟活動，尤其是在國內和出口市場以及生產貿易中脫穎而出的文心蘭，其約有 30 年栽培歷史，以臺中市、屏東縣及雲林縣為主要產區，面積達 237 公頃 (詹等，2021)，自然盛花期為 5-6 月及 9-10 月，因花期頗為集中，加上切花品質的參差不一，使得調節切花產期及掌握切花品質為目前產業上急需突破的瓶頸 (張和李，2000)。

光是重要的環境信號，可誘導葉綠素合成 (Abreu et al., 2014)，光照光量的變化會引起不同植物物種之間不同的形態發生和光合作用反應。這種

光反應在現代植物栽培技術中具有重要的實際意義，因為有針對性地調整光強度 (light intensity, LI) 的可行性使人們能夠控制植物的生長、發育和營養質量 (Banks, 2017)，且生態生理學研究需要了解植物在不同環境條件下的光合速率和 LI 的廣泛範圍。蘭花會對 LI 的突然和持續波動做出反應，這會影響植物的生長和開花特性。而張等 (2021) 研究指出文心蘭品種‘檸檬綠’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Honey Angel’) 在不同光量梯度量測光合時，‘檸檬綠’具光誘導的現象，在固定光量下需要 20-30 分鐘氣孔導度開放程度才會穩定，且光照時間亦對植物光合系統中的光保護及光抑制會產生影響 (王等，2020)，這些特性的表現會進一步影響到植物對微環境光量變化的適應性 (翁等，2014)。

非光化學消散 (Non-photochemical quenching, NPQ) 在光保護中有著重要作用，因為 NPQ 可以將多餘的能量以熱量方式來消散，以保護光合系統 (Müller et al., 2001; Murchie and Niyogi, 2011)。根據光照後的暗恢復，NPQ 可以細分為幾個部分，NPQ 最慢的反應成分是 qI (photoinhibitory

quenchin, 光抑制消散) (Müller et al., 2001), 這與光合系統 (photosystem, PS)II 反應中心的光抑制或緩慢可逆恢復有關。NPQ 的第二個組成部分是 qT (phosphorylation shift-dependent quenching, 依賴磷酸化轉變消散) (Quick and Stitt, 1989), 它顯示了光捕獲複合物 (light-harvesting complex, LHC) 在 PSII 和 PSI 之間的磷酸化轉變。NPQ 中最快和最重要的組成部分是 qE (Müller et al., 2001; Johnson and Ruban, 2011)。這與以下三項密切相關：1. 類囊體膜質子梯度 (ΔpH) 的變化，2. 參與葉黃素循環的色素總量，以及 3. PSII 中亞基 PsbS 的存在 (Müller et al., 2001; Lavaud and Lepetit, 2013)。Nilkens 等人 (2010) 指出在亞基 PsbS 中的反應完成後，玉米黃質 (Z) 與 PsbS 結合以消散 H^+ 。因此，qE 反應後的部分稱為 qZ，類似於 Maxwell 和 Johnson (2000) 確定的較慢的 NPQ 反應。

詹等 (2021) 曾提出文心蘭智能補光及除芽技術，達到提高切花品質及延後產期之目的，來提高花農收益，為明瞭文心蘭需光性及補光光量之效應，本試驗針對兩品種之文心蘭在不

同光量梯度下，進行葉綠素螢光的量測，以了解文心蘭光保護及光抑制等光合特性，為後續培育、利用與栽培技術更新，提供有利資訊。

材料與方法

(一) 試驗材料與處理

試驗材料為文心蘭切花品種‘檸檬綠’及‘黃金之星’ (*Oncidium Gower Ramsey* ‘Golden Star’)，為 2 年生以上，具有開花能力的 6 吋 (15 cm) 盆植株，2021 年於嘉義大林之露天遮蔭溫室 ($23^{\circ}35'51.7''N$ $120^{\circ}30'13.7''E$) 中進行試驗，平均濕度為 75%，遮蔭網為 70%，白天平均光量約 $320 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ，月平均日/夜溫度最高為 $30.3/25.5^{\circ}C$ ，最低為 $21.8/16.5^{\circ}C$ ，使用竹炭為栽培介質種植，澆水頻率依天候與環境溫度而定，病蟲害管理視溫室需要執行相關作業進行。

(二) 試驗項目及方法

使用螢光分析儀 (MINI-PAM-II; Walz, Effeltrich, Germany)，於 2021 年 6-7 月測量，隨機取樣兩品種文心蘭各 5 株，選擇成熟開展葉片三片，進行固定光源下的葉綠素螢光參數之量測，量測 5 重複並將數值平均。先將

待測葉片進行 30 分鐘暗期適應後，依序設定光量 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1,000 (L5)、1,500 (L6) 及 2,000 (L7) $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，進行 60 分鐘葉綠素螢光參數量測，前 60 分鐘每 2 分鐘記錄 1 筆資料，再進行 30 分鐘暗期適應每 1 分鐘記錄 1 筆資料，同時紀錄暗適應 2 分鐘 (D2)、10 分鐘 (D10)、20 分鐘 (D20) 及 30 分鐘 (D30) 之數據，並記錄測定各項葉綠素螢光參數，計算出下列參數 (Demmig-Adams et al., 1996; Johnson and Ruban, 2011)：

- (1) F_o (minimum fluorescence)，代表天線系統的最小放射量。
- (2) F_m (maximum fluorescence)，其放出的最大螢光放射量，是代表天線系統及 PSII 反應中心放出的螢光總量。
- (3) F_v (variable fluorescence, $F_v = F_m - F_o$)，為暗適應後由 PSII 反應中心所放出之螢光放射量，可代表具活性之 PSII 反應中心的潛在量。
- (4) F_o' (minimum fluorescence in the light-adapted state)，照光下的最小螢光量。
- (5) F_s (the steady state fluorescence)，

光照下 PSII 經由電子傳遞鏈將電子傳至 PSI 達到穩定階段的螢光放射量。

- (6) F_m' (maximum fluorescence in the light-adapted state)，光照下 PSII 關閉時最大螢光放射量。
- (7) ETR (electron transport rate) = $\Phi\text{PSII} \times 0.5 \times 0.84 \times \text{PPFD}$ ，電子傳遞速率。
- (8) $\Delta F / F_m' = (F_v' / F_m') / (F_v / F_m)$ ，實際 PSII 效率之比例。
- (9) NPQ (non-photochemical quenching) = $(F_m / F_m') - 1$ ，非光化學消散。
- (10) $q_E = (F_mT - F_m') / F_m'$ ，NPQ 中最快反應的部分，T 為暗期時間 (2 分鐘)。
- (11) $q_Z = (F_mT - F_m') / F_m'$ ，NPQ 中較慢反應的部分，T 為暗期時間 (4-30 分鐘)。
- (12) $q_T = (F_mD30 - F_mT) / F_mT$ ，NPQ 中 (LHC) II 的磷酸化移動的部分，T 為暗期時間。
- (13) $q_I = (F_mO - F_mD30) / F_mT$ ，NPQ 中光抑制的部分，T 為暗期時間。O 為未照光時。

(三) 統計分析

以套裝軟體 PASW Statistics 18

與 SigmaPlot 10.0 進行葉綠素參數間線性、二次回歸分析與繪圖。使用 Tukey's HSD 分析 7 種光度下兩品種 ETR、NPQ、 Φ PSII 之間的差異。使用 TWO WAY ANOVA 分析兩品種與 7 種光度對於 ETR、NPQ、 Φ PSII、qE、qE+qZ+qT、qI 和光抑制比例的交互效應。使用線性回歸分析 Φ PSII、qE、qE+qZ+qT、qT 和光抑制之間的關係。

結果

(一) 葉綠素螢光參數的光誘導變化

圖 1 顯示兩種文心蘭品種檸檬綠 (Honey Angel) 與黃金之星 (Golden Star) 之電子傳遞速率 (ETR)、非光化學消散 (NPQ) 和 Fv/Fm & PSII 效能 (Φ PSII) 光誘導時間過程變化。當從暗適應葉片突然暴露在 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 及 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 等 7 種光照下時，兩種文心蘭品種的 ETR (圖 1A、B) 在光誘導後 2 分鐘內迅速增加，低光 (L1-L4) 處理在 10 分鐘內可達到平衡，高光 (L5-L7) 處理則於 20 分鐘達到平

衡。光合誘導期間 NPQ 的變化，如圖 1C、D 所示，兩品種在光誘導期間，2 分鐘內迅速增加第 4 分鐘略為下降，其後較高光度處理呈線性增加，檸檬綠在 L1-L2 處理時，於 4 分鐘後 NPQ 可以維持較低水平；在 L3-L6 處理時，NPQ 於 4 分鐘後逐步增加至 50-60 分鐘時略為平緩；在高光 L7 處理時，NPQ 於 4 分鐘後迅速增加至光照結束。而黃金之星在 L1-L4 處理時，NPQ 模式與檸檬綠相似，惟於高光 L5-L7 時，NPQ 於 4 分鐘後迅速增加至光照結束，顯示高光對於黃金之星影響更大。在 PSII 效能方面，兩品種在 L1-L4 處理時，在光誘導期間 2 分鐘內迅速降低，隨後第 4 分鐘開始逐步上升，10 分鐘後達到平衡，顯示兩品種在低光的適應性，而檸檬綠 PSII 效能略高，惟在 L5-L7 處理時，兩品種 PSII 效能在光誘導期間 2 分鐘內迅速降低，就維持低水平至光照結束，顯示高光對於兩品種的影響。

(二) 光保護及光抑制

而光誘導期間 60 分鐘結束後，在隨後的暗適應 30 分鐘內，兩種文心蘭品種對光的適應性，由圖 2 暗回復的實際 PSII 效率 ($\Delta F/F'm$) 與 PSII

的潛在量子效率 (F_v/F_m) 可知，兩品種在 L1-L4 處理暗回復速率較快，在 D10-30 時已經到近 85%，在檸檬綠在 L5-L7 處理時暗回復速率較慢，在 D30 時僅回復到 46-70%，而黃金之星在 L5 處理於 D30 時仍可回復到 85%，在 L6-L7 處理於 D30 時可回復到 67-75%，顯示黃金之星光合系統回復能力較檸檬綠高。

因本試驗為品種及光度之兩因子試驗，故將各項葉綠素螢光參數進行複因子試驗 Two way ANOVA 分析 (表 1)。可知兩種文心蘭品種在 ETR 與 $\Phi PSII$ 沒有顯著差異，於 NPQ 及其內含的光保護 (qE , $qZ+qT$, $qE+qZ+qT$) 與光抑制 (qI) 部分皆呈現顯著差異 ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$, $p \leq 0.0001$)，在品種 $\times$ 光度的交感效應上也呈現顯著差異 ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.001$, $p \leq 0.0001$)，ETR 除外。而在光度因子則皆呈現顯著差異 ($p \leq 0.0001$)。

將 NPQ 分為光保護 (qE , $qE+qZ+qT$) 與光抑制 (qI) 部分，並與 $\Phi PSII$ 做相關性分析 (圖 3)，可知隨著 $\Phi PSII$ 降低 (光度越強)，文心蘭不管哪個品種都相對提高光保護來應對，所以圖 3AB 都呈現顯著負相關

($P < 0.0001$)，且隨斜率的變化光保護程度以 ($qE+qZ+qT$ ，圖 3B) 較 (qE ，圖 3A) 有效率，顯示光保護除了快速能量消散 (qE) 外，($qZ+qT$) 代表的葉黃素循環與 PSII 磷酸化現象也具有相當保護能力，同時也代表不同時期的光保護效果，而在 $\Phi PSII$ 降低的同時，光抑制也會提高，所以 qI 與 $\Phi PSII$ 也呈現顯著負相關 ($p < 0.0001$)。

而圖 4 為光保護 (qE 、 $qE+qZ+qT$)、光抑制 (qI) 與光抑制比例 (photoinhibition) 的關係，在檸檬綠方面 (圖 4A、B、C)，由圖 4A 可知在低光 L1-L4 處理時，當光抑制比例增加幅度不高時， qE 隨之應對調節，呈現顯著正相關 ($p < 0.05$)，但當光度提高至 L4-L7 時，光抑制比例大幅度提高時， qE 隨提高消散能力來降低光抑制，故呈現負相關 (無相關)，斜率也從 4.720 (L1-L4) 轉換成 -34.475 (L4-L7)。在圖 4B 可知當光保護中 $qZ+qT$ (葉黃素循環 + 反應中心磷酸化) 加入時，可讓檸檬綠低光適應範圍內提高至 L5，使其可以應對的光度達到 $1,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，增加的能量消散能力可從斜率的變化 -34.475 (L4-L7) 轉換至 -52.063 (L5-

L7) 可知。黃金之星方面 (圖 4D、E、F)，圖 4D 顯示黃金之星於 L1-L5 光抑制比例增加幅度相對 L5-L7 不高時， qE 隨之應對調節，呈現顯著正向線性關係 ($p < 0.01$)，但當光度提高至 L4-L7 時，光抑制比例大幅度提高時， qE 隨提高消散能力來降低光抑制，故呈現負向關係 (但無相關)，斜率也從 32.878 (L1-L4) 轉換成 -104.796 (L5-L7)，在高光時黃金之星 qE 顯示較具消散能力，在圖 4E 可知當光保護中 $qZ+qT$ 加入時。在 qI 與光抑制比例的關係方面，可知無論何種光度下都呈現顯著正向線性關係 ($p < 0.001$)，顯示光保護 qE 、 $qZ+qT$ (可調節) 與 qI (不可調節) 的差異。

圖 5 為各 NPQ 比例組成，可知當光度越高 qI 越高，黃金之星在低光 L1-L4 時， qI 較檸檬綠低，但在高光 L5-L7 時， qI 較檸檬綠高，顯示黃金之星較不耐高光。

討論

(一) 葉綠素螢光參數的光誘導變化

植物光合作用碳固定是需要由光來誘導，而植物光誘導現象會隨著其生態區位而有所不同 (Wong et al.,

2012)，如在樹冠和林下底層等棲地，葉片通常接收到變化量大的日照，而當光量突然地增加時，光合作用的誘導需要幾分鐘才能達到穩定性 (Allen and Percy, 2000; Wong et al., 2012)，在先前的試驗 (張等, 2021) 中，可知文心蘭品種‘檸檬綠’在光合曲線量測中，每種光度有 20-30 分的光誘導現象，這類較慢的氣孔開放，而不是較慢的光合生化作用，會導致水分利用效率提高 (Deans et al., 2019)。本次試驗未量測氣體交換，但圖 1A、B 的結果顯示在光合誘導的早期階段，2-10 分鐘內 ETR 增加速率比光合作用更快 (張等, 2021)，說明 ETR 的誘導比 CO_2 同化的更快 (Bai et al., 2008; Wong et al., 2012)，在這時期，吸收的光子可能多於光合作用中使用的光子。這種過量吸收的能量通常會導致光合系統效率降低 (Demmig-Adams et al., 1996; Kato et al. 2003; Adams et al., 2004)。

且當葉子由黑暗中暴露在光線下時，PSII 效率會隨著輻照度的增加而降低 (Weng et al., 2013; Acebron et al., 2021; Lin et al., 2021)。PSII 效率在強光下的降低主要是由於 NPQ 中的葉

黃素循環將多餘能量以熱量的形式消散 (Demmig-Adams and Adams, 1996; Jahns et al., 2009)。在葉黃素循環中，紫黃質 (V) 首先去環氧化成花黃素 (A)，然後再脫環氧化成玉米黃質 (Z) (Hager and Holocher, 1994; Demmig-Adams and Adams, 1996; Verhoeven et al., 1999)。而文心蘭在高光處理 (L5-L7) 下，兩品種的 NPQ 在 0-30 分鐘時迅速增加 (圖 1C、D)，尤其是‘黃金之星’增加幅度最大，顯示文心蘭不耐高光，對於低光環境 (L1-L4, 光量 $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下) 較能適應，能保持較高的 ETR (光合效能) 與較低的 NPQ (非光化學消散)，亦符合前人研究針對文心蘭生長期之光照強度，以遮蔭 50~70% 為宜 (Ackerman et al., 1985; Aldrich, 1991; Hew et al., 1994)，但表 1 可知兩種文心蘭品種在光化學效能相關參數上 (ETR 與 PSII) 沒有顯著差異，反而是在 NPQ 非光化學消散參數上有品種間差異，顯示對於能量消散的調適能力才是這兩品種最主要的差異。

(二) 光保護及光抑制

由圖 2 可知在 L5-L7 的處理下，兩品種的實際 PSII 效率 ($\Delta F/F'm$) 值

皆降低到 20% 以下 (未光照前的葉片 Fv/Fm 值為 100%)。在高光照下，PSII 效率降低的部分包括 PSII 的短期下調和光抑制 (Öquist et al., 1992; Müller et al., 2001; Adams et al., 2004)，前者 (PSII 的下調) 包括快速能量消散 (qE)，其在暗處理 20-30 分鐘內逐漸恢復，後者 (光抑制) 通常需要幾個小時甚至更長時間才能恢復 (Müller et al., 2001; Adams et al., 2004)，在暗恢復可知，‘檸檬綠’在高光處理後暗期 30 分鐘的 Fv/Fm 值恢復到 68.6-86.3% (圖 2B); ‘檸檬綠’則恢復到 46.2-70.8% (圖 2A)，顯示‘黃金之星’對於光傷害的回復速度較慢，而高光下時的光抑制現象，對照陳 (2007) 及王等 (2015) 針對文心蘭光合特性量測試驗有相似的結果，惟兩品種對於低光處理 (L1-L4) 處理後暗期 30 分鐘的 Fv/Fm 值恢復到 80% 以上，顯示兩品種對於光量 $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下較有適應性。以未光照前的葉片 Fv/Fm 值為 100% 和暗處理後 30 分鐘的相對 Fv/Fm 值的比率，可反映光抑制程度 (Weng et al., 2011)，因此， $\Delta F/F'm$ 可作為早期快速監測及預警指標，以即時發現文心蘭高光量的不

耐受性。

由於 NPQ 是保護光合系統的重要機制 (Müller et al., 2001; Murchie and Niyogi, 2011)，在光誘導過程中，NPQ 的變化與光合速率密切相關。NPQ 根據它們的形成和暗回復分為不同的組成部分 (Müller et al., 2001)。其中，qI 是由光抑制引起的，而不是光保護作用，qE 與光系統的能量消散和光保護作用有關。一般而言，當 PSII 吸收過多能量時，類囊體腔和基質之間的 pH 梯度會誘導 qE 機制與葉黃素循環，保護 PSII 免受光抑制 (Gilmore, 1997; Müller et al., 2001) qE 值越高，光保護機制強度越強。由圖 3 可知當 ΦPSII 降低 (光度越強) 時，文心蘭不管哪個品種都相對提高光保護來應對，且隨斜率的變化光保護程度以 $qE+qZ+qT$ (slope = -2.403 & -2.568) (圖 3B) 較 qE (slope = -0.789 & -0.972) (圖 3A) 有效率，顯示光保護除了快速能量消散 (qE ，圖 4A、D) 外， $qZ+qT$ 代表的葉黃素循環與 PSII 磷酸化現象也具有相當保護能力 (圖 4B、E)，同時也代表不同光誘導時期的光保護效果，而隨著光度提高使 ΦPSII 降低的同時，光抑制也會提高 (圖 4C、F)，

顯示高光導致較高的過剩能量，所產的光抑制現象 (Demmig-Adams et al., 2006; Wong et al., 2014, 2016)。而圖 1 顯示，高光處理 (L5-L7) 雖然會大幅提高兩品種的 NPQ，但是提高的部分是光抑制的部分 (qI)，與光保護有關的 qE 反而降低 (圖 5)。^{’黃金之星’之 NPQ 增加幅度較^{’檸檬綠’為大，增加的原因在於 qI 的大幅提高，因此具有較高的過剩能量和較低的光保護作用，從而具有較高的光抑制作用 (Demmig-Adams et al., 2006; Wong et al., 2014b, 2016)。然而先前試驗可知^{’檸檬綠’的光飽和點 (light saturation point, LSP) 在 1,200-1,500 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (張等，2021)，對比本次試驗光抑制現象可知維持光飽和點非文心蘭最適生長的光量。}}}

綜上可知文心蘭兩品種在低光處理 (L1-L4) 時，暗回復快速且光抑制現象較低，顯示兩品種適合光量 500 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下的長時間照射，再綜合其光合特性 (張等，2021) 及下午氣孔關閉的特性 (陳，2007)，可知在文心蘭的栽培管理，在人工光源的補光技術上 (詹等，2021)，光量應介於 300-500 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，且在

增加碳累積而於日出前的提早人工補光方面，應可在這光量範圍內維持 1 小時的照射，以利增加碳累積及避免嚴重光抑制損壞光合系統。

結論

文心蘭兩品種光誘導試驗能反映其對光量環境之適應性：

(1) 兩品種光誘導的過程中，ETR 在 2-10 分鐘快速增加，光化學系統反應時間快，在時間差內，需要靠光保護來消散過多能量。

(2) 兩品種適合光量 $500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以下的長時間 (1 hr) 照射，其暗回復快速及光抑制程度較低。

(3) 人工光源的補光技術，光量應介於 $300\text{-}500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，以避免嚴重光抑制損壞光合系統。

(4) 兩品種不耐高光環境 ($1,000\text{-}2,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)，高光導致過多能量產生，使 qE 降低，提高 qI，兩者都會增加光抑制比例，為可應用的生理監測指標。

參考文獻

王經文、廖天賜、陳忠義、翁韶良、陳明男、黃士元。2020。倒卵葉

水筆仔與紅海欖苗木於高鹽度和淹水處理下光合作用之探討。台灣生物多樣性研究 22(4): 331-352。

王燕君、張樂萍、譚志勇、王亞平。2015。四種文心蘭的光合作用特徵研究。現代農業科技第 16 期：166-167 頁。

陳筱薇。2007。環境因子對文心蘭光合作用之影響。國立台灣大學生物資源暨農學院園藝學系。碩士論文。125 頁。

張允瓊、李侔。2020。溫度及肥料濃度對文心蘭 (*Oncidium Gower Ramsey*) 假球莖生長及開花品質之影響。宜蘭技術學報 (4)：67-76 頁。

張嘉滿、陳忠義、沈家毅、林荏沂、賴佑翔、王經文。2021。不同光度下對文心蘭‘檸檬綠’氣體交換與葉綠素螢光之影響。台灣生物多樣性研究 23(4): 43-64。

翁韶良、陳忠偉、翁仁憲。2014。四種不同光適應性蕨類植物於光誘導期間之能量消散與光抑制。台灣生物多樣性研究 18 (3): 173-189。

詹庭筑、廖晨皓、蔡宛育、易美秀。
2021。文心蘭智能補光技術研發
與整合應用。臺中區農業專訊
112 期：4-8 頁。

Abreu, P. P., Souza, M. M., de Almeida,
A. F., Santos, E. A., de Oliveira,
J. C. F. and Figueiredo, A. L.
2014. Photosynthetic responses of
ornamental passion flower hybrids
to varying light intensities. *Acta
Physiol. Plant* 36:1993–2004.

Acebron, K., Matsubara, S., Jedmowski,
C., Emin, D., Muller, O. and
Rascher, U. 2021. Diurnal dynamics
of nonphotochemical quenching in
Arabidopsis npq mutants assessed
by solar-induced fluorescence and
reflectance measurements in the
field. *New Phytologist* 229: 2104–
2119.

Ackerman, J. D. and J. C. M. Oliver.
1985. Reproductive biology of
Oncidium avrieqatum: moon
phases, pollination and fruit set.
Amer. Orchid Soc. Bull. 54(3): 326-
329.

Adams, W. W., Zarter, C. R., Ebbert,

V. and Demmig-Adams, B.
2004. Photoprotective strategies
of overwintering evergreens.
BioScience 54:41–49.

Aldrich, A. 1991. Equitant *Oncidium*
culture—a practical approach.
Amer. Orchid Soc. Bull. 60:314-
315.

Allen, M. T. and R. W. Pearcy.
2000. Stomatal behavior and
photosynthetic performance
under dynamic light regimes in a
seasonally dry tropical rain forest.
Oecologia 122(4): 470-478.

Banks, J. M. 2017. Continuous
excitation chlorophyll fluorescence
parameters: A review for
practitioners. *Tree Physiol* (37):
1128–1136.

Bai, K. D., D. B. Liao., D. B. Jiang and
K. F. Cao. 2008. Photosynthetic
induction in leaves of co-occurring
Fagus lucida and *Castanopsis
lamontii* saplings grown in
contrasting light environments.
Trees 22(4): 449-462

De, L. C. 2020. Morphological diversity

- in orchids. *International Journal of Botany Studies* (5): 229-238.
- Deans, R. M., T. J. Brodribb, F. A. Busch and G. D. Farquhar. 2019. Plant water-use strategy mediates stomatal effects on the light induction of photosynthesis. *New Phytol* 222(1): 382-395.
- Demmig-Adams, B. and W. W. Adams III. 1996. The role of the xanthophyll cycle carotenoids in protection of photosynthesis. *Trends in Plant Science* 1: 21-26.
- Demmig-Adams, B., Adams, W. W., III, Barker, D. H., Logan, B. A., Bowling, D. R. and Verhoeven, A. S. 1996. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipation of excess excitation. *Physiol. Plant.* 98: 253-264.
- Demmig-Adams, B., Ebbert, V., Mellman, D. L., Mueh, K. E., Schaffer, L., Funk, C., Zarter, C. R., Adamska, I., Jansson, S. and Adams, W. W. III. 2006. Modulation of PsbS and flexible vs. sustained energy dissipation by light environment in different species. *Physiol. Plantarum* 127: 670-680.
- Gilmore, A. M. 1997. Mechanistic aspects of xanthophyll cycle-dependent photoprotection in higher plant chloroplasts and leaves. *Physiologia Plantarum* 99:197–209.
- Hager, A. and Holocher, K. 1994. Localization of the xanthophyll-cycle enzyme violaxanthin de-epoxidase within the thylakoid lumen and abolition of its mobility by a (light-dependent) pH decrease. *Planta* 192: 581–589.
- Hew, C. S. and Yong J. W. H. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* ‘Goldiana’. *J. Hort. Sci.* 69: 809-819.
- Jahns, P., Latowski, D. and Strzalka, K. 2009. Mechanism and regulation of the violaxanthin cycle: The role of antenna proteins and membrane lipids. *Biochim. Biophys. Acta* 1787: 3-4.
- Johnson, M. P. and Ruban, A. V. 2011. Restoration of rapidly reversible

- photoprotective energy dissipation in the absence of PsbS protein by enhanced ΔpH . *J Biol Chem* 286: 19973–19981.
- Kato, M. C., Hikosaka, K., Hirotsu, N., Makino, A. and Hirose, T. 2003. The excess light energy that is neither utilized in photosynthesis nor dissipated by photoprotective mechanisms determines the rate of photoinactivation in photosystem II. *Plant Cell Physiol* 44: 318–325.
- Lavaud, J. and Lepetit, B. 2013. An explanation for the inter-species variability of the photoprotective non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching in diatoms. *Biochim Biophys Acta* 1827: 294–302.
- Lin, H. H., Lin, K. H., Jiang, J. Y., Wang, C. W., Chen, C. I., Huang, M. Y. and Weng, J. H. 2021. Comparisons between yellow and green leaves of sweet potato cultivars in chlorophyll fluorescence during various temperature regimes under high light intensities. *Scientia Horticulturae* 88: 110335.
- Maxwell, K. and Johnson, G. N. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *J Exp Bot* 51: 659–668.
- Müller, P., Li, X. P. and Niyogi, K. K. 2001. Non-photochemical quenching: A response to excess light energy. *Plant Physiol* 125: 1558–1566.
- Murchie, E. H. and Niyogi, K. K. 2011. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis. *Plant Physiol* 155: 86–92.
- Öquist, G., Anderson, J.M., McCaffery, S. and Chow, W. S. 1992. Mechanistic differences in photoinhibition of sun and shade plants. *Planta* 188: 422–31.
- Quick, W. P. and Stitt, M. 1989. An examination of factors contributing to non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in barley leaves. *Biochim Biophys Acta* 977: 287–296.
- Verhoeven, A. S., Adams III, W. W. and Demmig-Adams, B. 1999. The

- xanthophyll cycle and acclimation of *Pinus ponderosa* and *Malva neglecta* to winter stress. *Oecologia* 118: 277–287.
- Weng, J. H., Chen, L. F., Jiang, C.Y., Shih, F. C. and Chen, H. Y. 2011. A comparison between yellow-green and green cultivars of four vegetable species in pigments, ascorbate, photosynthesis, energy dissipation, and photoinhibition. *Photosynthetica*. 49: 361–370.
- Weng, J. H., Wong, S. L., Lin, R. J. and Jhaung, L. H. 2013. Quantitative effects of temperature and light intensity on PSII efficiency of mango leaves under artificial and natural conditions. *Journal of Forest Research* 18: 371-378.
- Wong, S. L., C. W. Chen, H. W. Huang and J. H. Weng. 2012. Using combined measurements for comparison of light induction of stomatal conductance, electron transport rate and CO₂ fixation in woody and fern species adapted to different light regimes. *Tree Physiology* 32(5): 535-544.
- Wong, S. L, Huang, M. Y., Chen, C. W. and Weng, J. H. 2014. Light induction of nonphotochemical quenching, CO₂ fixation, and photoinhibition in woody and fern species adapted to different light regimes. *Photosynthetica* 52: 272–280.
- Wong, S. L, Chen, C. W. and Weng, J. H. 2016. Energy quenching and photoinhibition during light induction in four fern species. *TW J. Biodivers* 18:173–189.

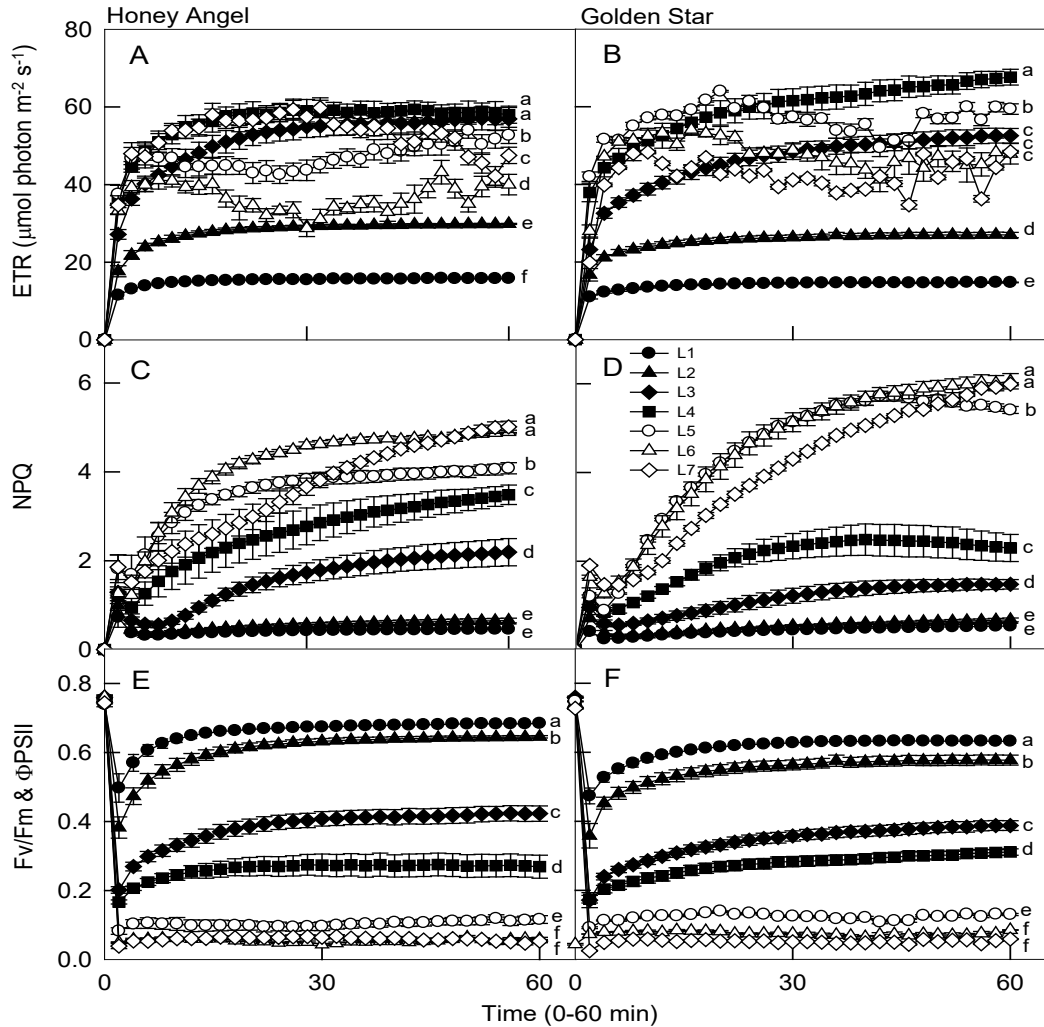


圖 1. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Honey Angel’) 及‘黃金之星’ (Golden star) 在 25 °C 和 光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分鐘內進行測量之葉綠素螢光參數，圖 A、B 為電子傳輸速率 (electron transport rate, ETR)，圖 C、D 為非光化學消散 (non-photochemical quenching, NPQ) 與圖 E、F 為 Fv/Fm 和 PSII 效率 (ΦPSII)。每個點代表 5 片葉子的平均值。Error bar = standard error。不同的字母表示在七種光照下 Tukey’s HSD 分析的顯著差異 ($P < 0.05$)。

Fig.1. Time-course variations in electron transport rate (ETR, panels A and B), non-photochemical quenching (NPQ, panels C and D), and Fv/Fm & PSII efficiency (ΦPSII , panels E and F) for ‘Honey Angel’ and ‘Golden Star,’ respectively. Measurements were made at 25 °C under 50 (L1), 100 (L2), 300 (L3), 500 (L4), 1,000 (L5), 1500 (L6) and 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD. Each data point represents the mean of five leaves. Data are mean $\pm$ standard error (SE). Different letters indicate significant differences in the Tukey’s HSD analyses at seven illuminations ($P < 0.05$).

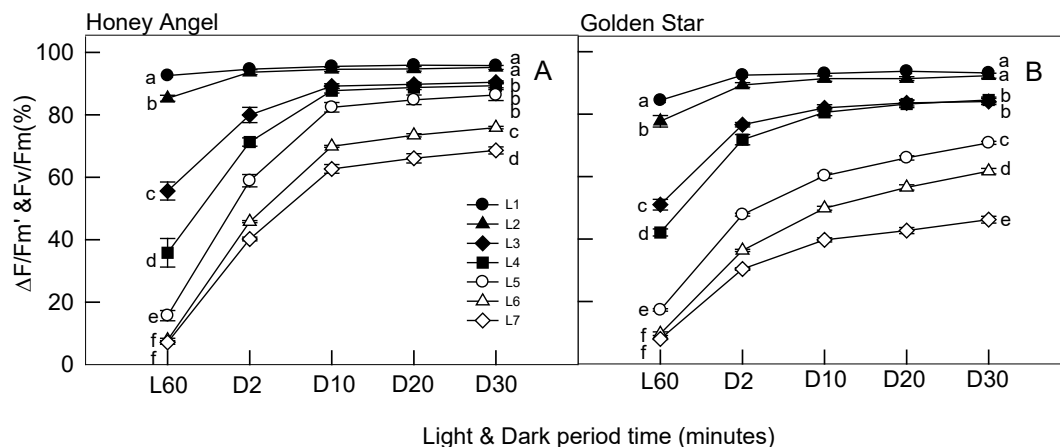


圖 2. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium Gower Ramsey* ‘Honey Angel’, 圖 A) 及‘黃金之星’ (Golden star, 圖 B) 在 25 °C 和光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分後，進行暗適應 30 分鐘時所測量之葉綠素螢光參數，實際 PSII 效率 ($\Delta F/F'm$) 和 PSII 潛在量子效率 (Fv/Fm) (光照前相同葉子的 Fv/Fm 值為 100%)。每個點代表 5 片葉子的平均值。Error bar = standard error。不同的字母表示在七種光照下 Tukey's HSD 分析的顯著差異 ($P < 0.05$)。

Fig.2. Time-course variations in relative value of actual PSII efficiency ($\Delta F/F'm$) and potential quantum efficiency of PSII (Fv/Fm) for *Oncidium Gower Ramsey* ‘Honey Angel’ (panel A) and ‘Golden Star’ (panel B). Among them, Fv/Fm value of the same leaves before illumination was treated as 100%. Each data point represents the mean of five leaves. Data are mean $\pm$ SE. Different letters indicate significant differences in the Tukey's HSD analyses at seven illuminations ($P < 0.05$).

表1. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Honey Angel’, A) 及‘黃金之星’ (Golden star, B) 在 25 °C 和 光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分與暗適應 30 分鐘後，進行品種 (V) 及光強度 (L) 對各項葉綠素螢光參數 (ETR、NPQ、 ΦPSII 、photoinhibition、qE、qZ+qT、qE+qZ+qT 與 qI) 的複因子試驗 (主效應及交感效應) 之 TWO-ANOVA 分析。

Table 1. Analysis of variance of the effects of variety (V) and light intensity (L), and their interactions (V×L) on ETR, NPQ, ΦPSII , photoinhibition, qE, qZ+qT, qE+qZ+qT, and qI of per plant. Measurements were made at 25 °C under 50 (L1), 100 (L2), 300 (L3), 500 (L4), 1,000 (L5), 1500 (L6), and 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD.

Parameter	Main effect			
	variety (V)		light intensity (L)	
	F and p value with significance			
	F	p	F	p
ETR	2.20	0.144 ^{NS}	62.34	0.0000****
NPQ	8.51	0.005**	407.60	0.0000****
ΦPSII	2.79	0.100 ^{NS}	760.44	0.0000****
photoinhibition	447.80	0.0000****	448.89	0.0000****
qE	15.22	0.0002***	71.54	0.0000****
qZ+qT	5.70	0.020*	132.94	0.0000****
qE+qZ+qT	14.62	0.0003***	133.74	0.0000****
qI	43.95	0.0000****	406.81	0.0000****
Trait	Interaction effect			
	V x L			
	F and p value with significance			
	F		p	
ETR	1.74		0.128 ^{NS}	
NPQ	20.01		0.0000****	
ΦPSII	4.94		0.0004***	
photoinhibition	33.99		0.0000****	
qE	17.25		0.0000****	
qZ+qT	2.77		0.020*	
qE+qZ+qT	6.83		0.0000****	
qI	23.65		0.0000****	

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$, **** $p \leq 0.0001$, NS, Non-significant difference; n = 35 and 10 plants (replicates) for variety and LI, respectively, and n= 70 for all interaction effects (V x L).

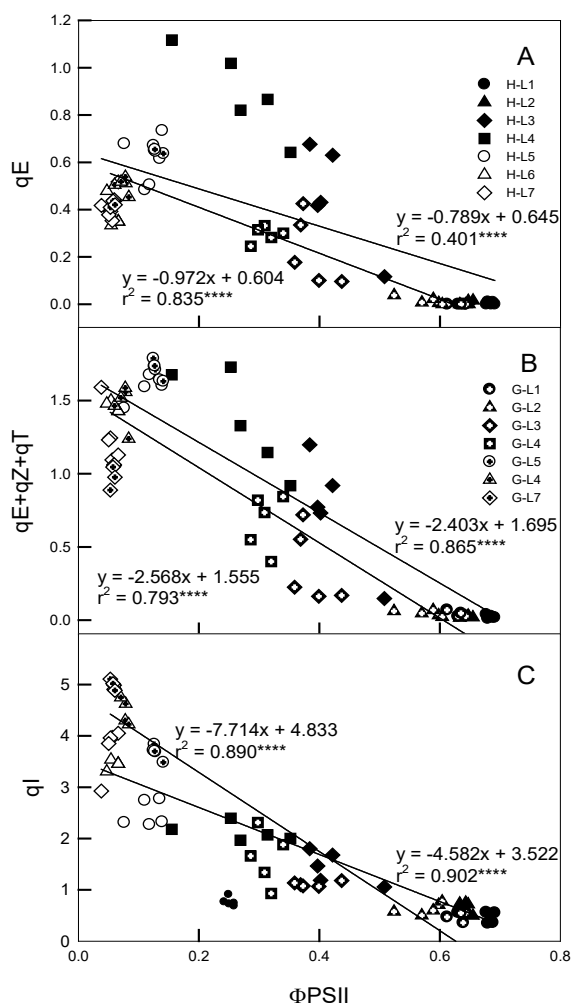


圖 3. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium Gower Ramsey* ‘Honey Angel’, 實心與空心) 及‘黃金之星’ (Golden star, 加號) 在 25 °C 和 光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分後，進行暗適應 30 分鐘時所測量之葉綠素螢光參數，PSII 效率 (Φ_{PSII}) 與 NPQ 最快的能量消散 (energy-dependent quenching, qE , 圖 A)、光保護消散 (photoprotection quenching, $qE + qZ + qT$, 圖 B) 及光抑制消散 (photoinhibitory quenching, qI , 圖 C) 之相關性。**** 表示 $P < 0.0001$ 。

Fig.3. The relationships between PSII efficiency (Φ_{PSII}) and photoinhibition to energy-dependent quenching (qE , panel A), photoprotection quenching ($qE + qZ + qT$, panel B), and photoinhibitory quenching (qI , panel C) for *Oncidium Gower Ramsey*, ‘Honey Angel’ (with solid and open symbols) and ‘Golden Star’ (with cross symbol). Measurements were made at 25 °C under 50 (L1), 100 (L2), 300 (L3), 500 (L4), 1000 (L5), 1500 (L6), and 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD in 60 minutes. **** = $P < 0.0001$.

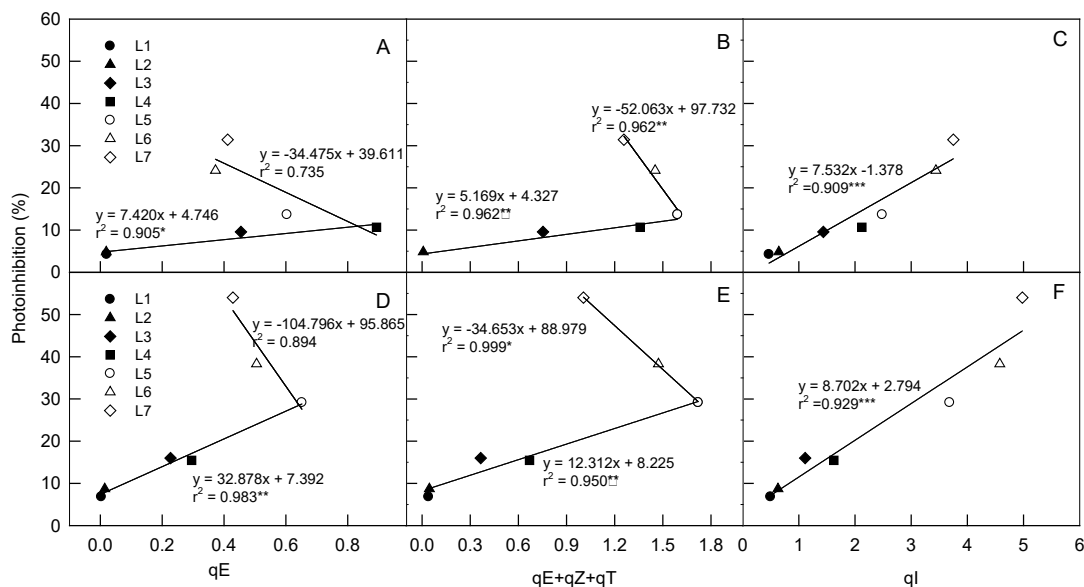


圖 4. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium Gower Ramsey* ‘Honey Angel’, 圖 A、B、C) 及‘黃金之星’ (Golden star, 圖 D、E、F) 在 25 °C 和光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分後，進行暗適應 30 分鐘時所測量之葉綠素螢光參數，光抑制比例 (%) 與 NPQ 最快的能量消散 (energy-dependent quenching, qE, 圖 A、D)、光保護消散 (photoprotection quenching, qE + qZ + qT, 圖 B、E) 及光抑制消散 (photoinhibitory quenching, qI, 圖 C、F) 之相關性。* 表示 $P < 0.05$ 。** 表示 $P < 0.01$ 。*** 表示 $P < 0.001$ 。**** 表示 $P < 0.0001$ 。

Fig. 4. The relationships between photoinhibition (%) and energy-dependent quenching (qE), panels A, D), photoprotection quenching (qE + qZ + qT, panels B, E), and photoinhibitory quenching, qI, panels C, F) for *Oncidium Gower Ramsey* ‘Honey Angel’ (panels A~C) and ‘Golden Star’ (panels D~F). Measurements were made at 25 °C under 550 (L1), 100 (L2), 300 (L3), 500 (L4), 1000 (L5), 1500 (L6), and 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD in 60 minutes. Each data point represents the mean of five leaves. * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$. *** = $P < 0.001$.

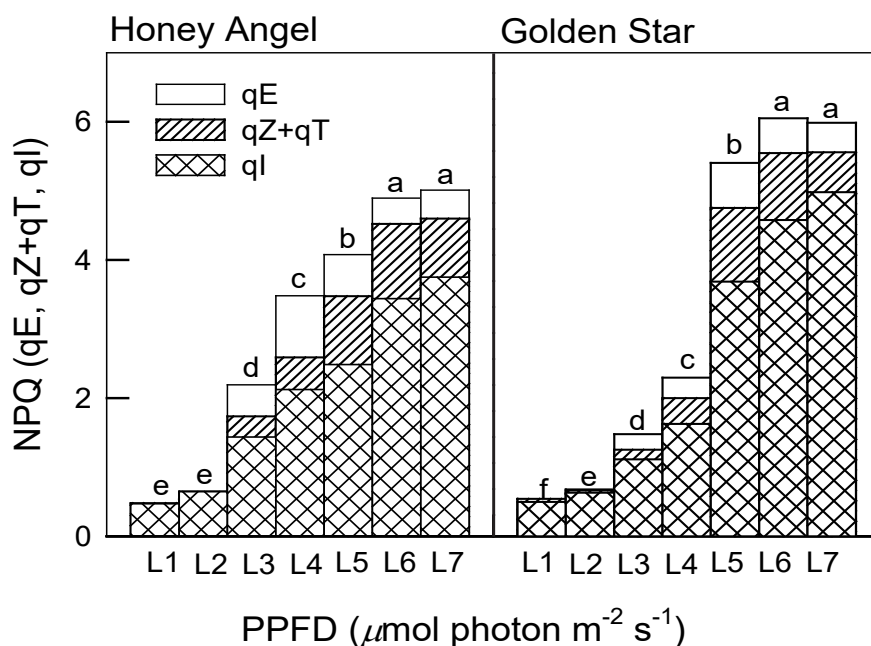


圖 5. 文心蘭切花品種‘檸檬綠’ (*Oncidium* Gower Ramsey ‘Honey Angel’, 圖 A) 及‘黃金之星’ (Golden star, 圖 B) 在 25 °C 和光照 50 (L1)、100 (L2)、300 (L3)、500 (L4)、1,000 (L5)、1500 (L6) 和 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD 下照射 60 分後，進行暗適應 30 分鐘時所測量之葉綠素螢光參數，NPQ 中最快的能量消散 (energy-dependent quenching, qE)、較慢的能量消散 (photoprotection quenching, qZ+qT) 與光抑制消散 (photoinhibitory quenching, qI) 之組成。不同的字母表示在七種光照下 Tukey’s HSD 分析的顯著差異 ($P < 0.05$)。

Fig. 5. The composition of NPQ in qE, qZ+qT, and qI for *Oncidium* Gower Ramsey, Honey Angel (panel A) and Golden Star (panel B). Measurements were made at 25 °C under 50 (L1), 100 (L2), 300 (L3), 500 (L4), 1000 (L5), 1500 (L6) and 2000 (L7) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD in 60 minutes and after dark period 30 minutes. Each data point represents the mean of 5 leaves. Different letters indicate significant differences in the Tukey’s HSD analyses at seven illuminations ($P < 0.05$).

臺灣莎草植物誌六新增物種

Six New Additions to the Sedge Flora of Taiwan

許天銓

Tian-Chuan Hsu

林業試驗所植物園組，臺北市中正區南海路 53 號

Botanical Garden Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

lecanorchis@gmail.com

摘要

依據近期野外調查、標本及文獻比對之成果，本文報導臺灣 6 種新增之莎草科植物，包含腫喙薹 (*Carex tumida* Boott.)，秀麗莎草 (*Cyperus elegans* L.)，疏鱗莎草 (*C. mitis* Steud.)，斑鱗莎草 (*C. sphacelatus* Rottb.)，矮稈荸薺 (*Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Link ex Bluff, Nees & Schauer) 以及擬二葉飄拂草 (*Fimbristylis diphylloides* Makino)，並提供其形態、分布及生態之背景資料。

關鍵詞：薹屬、莎草科、莎草屬、荸薺屬、飄拂草屬、臺灣

Abstract

Based on recent field, herbaria and literature survey, six sedges (Cyperaceae) are newly recognized in Taiwan, including *Carex tumida* Boott., *Cyperus elegans* L., *C. mitis* Steud., *C. sphacelatus* Rottb., *Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Link ex Bluff, Nees & Schauer, and *Fimbristylis diphylloides* Makino. Background data about their morphology, distribution and ecology are provided.

Key words: *Carex*, Cyperaceae, *Cyperus*, *Eleocharis*, *Fimbristylis*, Taiwan, taxonomy

前言

莎草科 (Cyperaceae) 是臺灣維管束植物第 5 大科別 (Hsieh, 2003)，於第二版臺灣植物誌共記載 25 屬 174 種 (Koyama et al., 2000)；此後，臺灣莎草科迭有新增類群及學名更動之報導 (Yang and Chen, 2005; Chen and Wu, 2007; Chen et al., 2008; 2009; 2010; Jung et al., 2008; Dai et al., 2010; Jin and Zheng, 2013; Cen et al., 2016; Liao et al., 2016; Hsu and Chung, 2017; 許、鐘，2017; Jin et al., 2020)。伴隨分子譜系學研究的進展，莎草科整體分類架構亦有所變革，依據最新發表之分類系統 (Larridon et al., 2021)，涉及臺灣莎草類群之變動包含水蜈蚣屬 (*Kyllinga*)、湖瓜草屬 (*Lipocarpha*)、扁莎屬 (*Pycneus*)，海濱莎屬 (*Remirea*) 及斷節莎屬 (*Torulinium*) 均併入莎草屬 (*Cyperus*) 之中，而擬莞舅屬 (*Schoenoplectiella*) 則自擬莞屬 (*Schoenoplectus*) 分出，依此臺灣的莎草現共計有 20 屬，約 207 種 (不包含僅紀錄於金門、馬祖之類群)。

過往莎草科植物因外型不易受到注目，加上鑑定常需倚賴細微特徵，且絕大多數類群不具經濟價值，導致易受調查者之忽略而缺乏標本紀錄。但在近十年來，隨著野外調查廣度及深度的擴增，及公民自然觀察的興起，多種長期狀態未明的類群，如水鳥薹 (*Carex grallatoria* Maxim. var. *heteroclitata* (Franch.) Kük. ex Matsum.)、華刺子莞 (*Rhynchospora chinensis* Nees & Meyen ex Nees) 及印尼珍珠茅 (*Scleria sumatrensis* Retz.) 等，已在野外重新發現 (許，2020; Liu et al., 2021)。然而，在臺灣已超過 80 年未見確切報導的類群仍有大蘆草 (*Actinoscirpus grossus* (L. f.) Goetgh. & D.A. Simpson)、布朗薹 (*Carex brownii* Tuck.)、寬穗薹 (*C. metallica* H. Lev.)、鹼簕 (*C. scabrifolia* Steud.)、水社扁莎 (*Cyperus unioides* R. Br.)、尖穗飄拂草 (*Fimbristylis acuminata* Vahl)、四方形飄拂草 (*F. tetragona* R. Br.) 等，其中除布朗薹外的類群均紀錄於低海拔草原或濕地，故原有族群極有可能已在平野地帶大規模開發，環境汙染，以及與外來物種競爭

的過程中消失；雖然，這些物種大多仍可見於鄰近之地理區域，也存在野生族群再次移入的可能性。

本文作者自 2008 年起著手調查及整理臺灣莎草科植物分類及分布資料，部分成果已呈現於許、鐘 (2017) 之著作。依據近期野外調查、標本檢閱及文獻比對之成果，本文再報導 6 種新增之類群，包含 1 種薹屬 (*Carex*)、3 種莎草屬 (*Cyperus*)、1 種荸薺屬 (*Eleocharis*) 及 1 種飄拂草 (*Fimbristylis*) 屬植物，並提供形態特徵簡述及圖片 (圖 1–6)、分布 (圖 7)、生態及物候等背景資料。

材料與方法

本研究之臺灣莎草科材料主要來自作者 2008–2021 年野外調查成果及 TAI、TAIF、TNM 及 HAST 標本館之檢閱；模式及臺灣以外之標本另查找 BM、C、K、P、PE、US、TI 等標本館之電子資源。各類群形態變化範圍、鑑別特徵及地理分布參考原分布地之植物誌及專論，包含中國 (Dai et

al., 2010)、日本 (Hoshino and Masaki, 2011)、馬來區系 (Kern, 1974)、泰國 (Simpson and Koyama, 1998)、斯里蘭卡 (Koyama, 1985)、北美 (Ball et al., 2002) 等，以及其它相關分類文獻。本文所列物種形態、生態環境及物候之描述主要依據臺灣野外族群之觀察及標本之紀錄。

分類處理

1. *Carex tumida* Boott., Ill. Gen. Carex 1: 66, t. 181. 1858. Fig. 1.

Homotypic synonym: *Carex oedorrhampha* Nelmes, Bull. Misc. Inform. Kew. 1939: 659. 1939. *nom. illeg., superfl.*

Type: INDIA (Sikkim), 8000–1000 ft, *Hooker s.n.* (holotype: K-000999173!).

形態描述：多年生，根莖短，木質化。稈中生，高 30–80 cm，橫截面銳三棱形，表面光滑。葉長於稈但彎垂，寬 3–6 mm，兩面及邊緣粗糙。花序總狀，總苞葉狀，遠長於其包含之

穗，基部具鞘。穗 4–6 枚，頂端 2–3 枚近生，其餘疏遠；頂生穗雄性，線形，長 (3–)6–14 cm，寬約 2 mm；側生穗雌性或先端具少數雄花，長圓柱狀，長 (3–)5–14 cm，寬 6–8 mm。雄花鱗片狹披針形，長 (5–)7–9 mm，先端漸尖，具長芒；雌花鱗片卵形，長 2.6–2.9 mm，先端突尖，具長芒。果囊密集覆瓦狀排列，斜出，與穗軸交角約 60–80°，綠色，乾燥後轉綠褐色，橢圓形，長 2.8–3 mm，略長或近等長於鱗片，先端約 1/3 窄縮呈喙狀，膜質，表面光滑，具不顯著 3–5 條脈。瘦果淡褐色，橢圓形，橫截面鈍三棱形，長約 1.5 mm，基部具短柄，先端短尖狀；柱頭 3 裂，基部稍膨大。

臺灣俗名：「腫喙薹」，改寫自 Dai et al. (2010)。

地理分布：本種分布於印度東北、不丹、中國南部、泰國、越南、印尼 (Dai et al., 2010)；新記錄於臺灣北部及南部 (圖 7)。

生態及物候：在臺灣目前發現 2 分隔之亞族群：新竹亞族群生長於海拔 1200–1400 m 柳杉人工林內廢棄林

道積水處；屏東亞族群生長於海拔約 1400 m 原始闊葉林間演替末期之草澤，兩處均為濕潤霧林內半開闊環境。其開花期為 3–5 月，果期 4–8 月。

Voucher specimens in Taiwan:

Hsinchu: Mt. Ekungchi, 1400 m, 18 August 2019, Kuo s.n. (TAIF); 1200 m, 7 May 2020, Hsu 12737 (TAIF); 1250 m, Hsu 12740 (TAIF); 1300 m, Hsu 12744 (TAIF). Pingtung: Mt. Kutzulun, 26 April 2021, Zhang ZXC002421 (TAIF).

分類註記：本種之線繪圖可見於 Dai et al. (2010: Fig. 502, 4–6)。近代文獻 (eg. Simpson and Koyama, 1998; Dai et al., 2010) 多採用 *Carex oedorrhampha* 為本種學名，但據 Jin and Lu (2017) 之考證，*C. oedorrhampha* 實際上是 *C. tumida* 之贅言名 (*nom. superfl.*)。雖然 Jin and Lu (2017) 已提案保留 *C. oedorrhampha* 並廢棄 *C. tumida*，但此議案未獲命名法委員會接受，因此仍應以較早發表的 *C. tumida* 作為本種接受名。依據最新研究 (Global Carex Group, 2021)，本種應歸屬於薹草亞屬 (subg. *Carex*) 之沼生薹草節 (sect.

Paludosae)，此節在臺灣已知物種包含布朗薑 (*C. brownii* Tuck.)、毛囊果薑 (*C. nemostachys* Steud.)，太魯閣薑 (*C. retrofracta* Kük. [= *C. purpureotincta* Ohwi]) 及硬果薑 (*C. sclerocarpa* Franch.)(Koyama et al., 2000; Jin et al., 2020)。腫喙薑之雌雄穗細長，約 3–14 cm(圖 1D)，果囊排列緊密，表面光滑，脈紋不顯著(圖 1F)；而布朗薑雌雄穗較短(1–3 cm)且果囊表面具顯著脈紋；毛囊果薑及硬果薑果囊密被短硬毛；太魯閣薑果囊排列疏鬆，穗軸可見，且果囊及雌鱗片均較長(約 5 mm)，均可明確區辨。

2. *Cyperus elegans* L., Sp. Pl. 45. 1753.

Fig. 2.

Type: JAMAICA. Lectotype: Slone, Voy. Jamaica 1: 117, t. 75, f. 1. 1707, designated by Tucker and McVaugh (1993: 292).

形態描述：一年生，根莖不顯著，全株具黏性 (viscose)。稈簇生，高 15–80 公分，表面光滑，橫截面鈍三角形至近圓形，徑 2–4 mm。葉長 15–75 cm，邊緣略上捲，邊緣及遠軸

面脈上疏被細微之小刺狀突起。花序複聚繖狀；總苞 3–7 枚，其中 3 枚明顯長於花序，形態與葉片相近；側枝 3–8 條，長可達 12 cm；次級側枝 0–3 條，長可達 3 cm。穗卵圓形，約 2–3 公分寬，穗軸短縮，無翼。小穗約 10–20 枚放射狀開展，強烈扁壓狀，長橢圓狀披針形，長 5–15 mm，寬 2.5–3.5 mm，具 6–22 枚鱗片。鱗片斜出，闊卵形，中肋淡綠色，兩側半透明狀淡黃綠色或淡黃褐色，長 2.8–3.6 mm，先端具短芒尖。瘦果深褐色至黑色，倒卵形，橫截面三棱形，長 1.5–2 mm，基部漸狹，先端短突尖；柱頭 3 裂。

臺灣俗名：「秀麗莎草」，由種小名直譯。

地理分布：原生於美洲各地 (Ball et al., 2002)；新歸化於臺灣南部 (圖 7)。

生態及物候：生長於恆春鎮西側放牧區內積水之草地，及周邊田埂、道路兩旁排水不良處；花果期為 9–12 月。

Voucher specimens in Taiwan:

Pingtung: Hengchun, 10 m, 11 October 2019, *Hsu 12109* (TAIF, TNM); 12 October 2019, *Hsu 12133* (TAIF); 5 November 2021, *Hsu 13727* (TAIF).

分類註記：本種之線繪圖可見於 Correll and Correll (1972: Fig. 232) 及 Ball et al. (2002: 171 上圖中)。其莖、葉、花序及鱗片均具黏性，此特徵尚未見於臺灣其它莎草科已知類群。小穗淡綠色，聚生呈近球形 (圖 2H)，略似另二種原產於美洲之歸化物種頭穗莎草 (*Cyperus eragrostis* Lam.) 及刺稈莎草 (*C. surinamensis* Rottb.)，唯後二者小穗緊密排列呈層疊狀，鱗片無芒，易於區辨。

3. *Cyperus mitis* Steud., Syn. Pl. Glumac. 2: 316. 1855. Fig. 3.

Type: INDIA or BANGLADESH (“Bengalia”). *Griffith s.n.* (probable holotype: P-00587044 image!).

形態描述：多年生，具長走莖。稈遠生，高 40–60(–80) cm，上部銳三稜形，基部膨大如球莖狀。葉 2–4 枚，線形，長可達 30 cm，寬 2–3.5 mm。花序通常為單聚繖狀，僅偶有次級分

枝；總苞 2–3 枚，線狀鑿形，最基部一枚直立或近直立，長可達 23 cm，其餘近直立或斜昇，短或稍長於花序；分枝 (1–)3–5 條，斜昇，較纖弱，長可達 6 cm。穗寬倒卵狀，具 2–8 枚小穗，穗軸長 2–5 mm，光滑。小穗斜出，線狀橢圓形，扁壓狀，長 1–2.5 cm，寬約 2 mm；小穗軸具狹翼。鱗片長橢圓狀卵形，長 2.5–3 mm，中肋綠色，兩側半透明，帶紅褐色暈，先端鈍尖。雄蕊 3 枚；柱頭伸長，3 裂。瘦果倒卵狀長橢圓形，橫截面三稜形，黃褐色至紅褐色，長約 1.2 mm。

臺灣俗名：「疏鱗莎草」，依循 Dai et al. (2010)。

地理分布：原生於中國雲南、緬甸、泰國、印度、斯里蘭卡、澳洲及馬達加斯加 (Koyama, 1985; Dai et al., 2010)；歸化於臺灣西南部 (圖 7)。

生態環境及物候：在臺灣發現於西南部嘉義、台南、高雄一帶平野至海拔 150 m 之丘陵地，生長於開闊之泥質濕地。本種於 1930 年代開始有標本紀錄，均發現於南部之平野，其中多份標本標註為糖廠蔗園內雜草；而

作者目前記錄之棲地亦均為人工或次生環境，如水稻田、安全島、停車場及廢耕地，因此推測有可能是日治時期嘉南平原糖業發展時意外引入之歸化物種。花果期為 5 月至翌年 2 月。

Voucher specimens in Taiwan:

Chiayi: Suantou (“Kokan Nodyo, Meidi, Santau”), 30 July 1934, *Suzuki & Kamikoti* 4740 (TAI); *Suzuki & Kamikoti* 4744 (TAI); *Suzuki & Kamikoti* 4745 (TAI); Tainan: Guantian (“Kokubo-zan, Bansiden”), 31 July 1934, *Suzuki & Kamikoti* 4860 (TAI); *Suzuki & Kamikoti* 4861 (TAI); Hsinying, 3 July 1933, *Yamamoto & Suzuki* 1290 (TAI); Niupu Village, 50–150 m, 13 August 2007, *Hsu* 921 (TAIF); 23 May 2010, *Hsu* 2798 (TAIF); 8 July 2012, *Hsu* 5999 (TAIF); Kouliiao, ca. 2 m, 15 August 2020, *Hsu* 13023 (TAIF). Kaohsiung: Dahu Village, 0–10 m, 5 February 2011, *Hsu* 3598 (TAIF); Luchu, 0–20 m, 6 May 2012, *Hsu* 5657 (TAIF); Hsingta Harbor, *Hsu* 4312 (TAIF); Chiehting, 24 July 2017, *Chen* 1521 (TAIF).

分類註記：本種線繪圖可見於 Koyama (1985: F. 10d–f)。其重要鑑別特徵包含稈較高挺，達 40–60 cm 或更高；花序最基部之總苞直立或近直立，長達花序之 2–3 倍，使花序貌似側生 (圖 3B)；穗寬倒卵形，小穗均斜出，鱗片帶紅褐色暈 (圖 3J)。近緣物種如黃土香 (*Cyperus esculentus* L.)、香附子 (*C. rotundus* L.)、假香附子 (*C. tuberosus* Rottb.) 及粗根莖莎草 (*C. stoloniferus* Retz.) 之總苞均斜出或近平展，長度不及花序之兩倍；除此之外，黃土香及假香附子穗卵形，基部小穗近平展，鱗片黃褐色；而香附子及粗根莖莎草稈較為低矮，通常不及 40 cm。生態習性上，本種與黃土香、假香附子相近，偏好土壤含水量高之環境；而香附子偏好土壤含水較低之環境，粗根莖莎草則生於海岸沙灘。

4. *Cyperus sphacelatus* Rottb., Descr. Pl. Rar. 21. 1772. Fig. 4.

Type: SURINAM. *Rolander* 32 (lectotype: C-10010329 image!, designated by McLaughlin (1944)).

形態描述：一年生或短多年生植

物，根莖不顯著。稈簇生，高 15–60 cm，徑 1–3 mm，三稜形，光滑。葉 2–6 枚，線形，長可達 30–40 cm，寬 2–4 mm。花序單聚繖狀；總苞 3–4 枚，線狀鑿形，斜昇，最長一枚明顯長於花序，其餘短至略長於花序；分枝 2–5 條，近直立或斜昇，長可達 5 cm。穗闊橢圓形，穗軸長 3–10 mm。小穗 4–15 枚，斜昇至平展，線狀披針形，兩側扁壓狀，長 7–20 mm，寬 1.5–2 mm，小穗軸宿存，具狹翼；鱗片 6–30 枚，橢圓形，長 2.5–4 mm，中肋淡綠色，兩側半透明，近邊緣處各有一枚暗紅色斑塊（乾燥後呈淡褐色，斑塊可能消失或不顯著），結果時易脫落。雄蕊 3 枚；花柱長約 1.5 mm，柱頭 3 裂。瘦果紅褐色，橢圓形，橫截面三稜形，基部具短柄，長 1.4–2 mm。

臺灣俗名：「斑鱗莎草」，取自其重要鑑別特徵。

地理分布：原產熱帶美洲及熱帶非洲，歸化於斯里蘭卡、馬來西亞、印尼、澳洲東北、大溪地等地 (Kern, 1974; Koyama, 1985; Ball et al., 2002)；新歸化於臺灣南部 (圖 7)。

生態環境及物候：在臺灣發現於屏東平原一帶海拔 100 m 以下開闊，含水量低之草生環境；目前均發現於廢耕地、田埂、公園綠地草皮等人工、半人工環境，推測為隨人為活動意外引入之歸化物種。全年可見開花結果。

Voucher specimens in Taiwan:

Pingtung: Kaoshu, 50–100 m, 20 January 2010, *Hsu 2463* (TAIF); 30 m, 3 July 2011, *Hsu 4249* (TAIF); 60 m, 6 November 2018, *Hsu 11026* (TAIF); Wukoushi, 20 m, 13 October 2019, *Hsu 12163* (TAIF); Sihgoushuei, 15 m, 13 October 2019, *Hsu 12164* (TAIF); 20 m, 30 April 2020, *Chung 14240* (TAIF); Laopi, 40 m, 13 October 2019, *Hsu 12165* (TAIF).

分類註記：本種之線繪圖可見於 Kern (1952: Fig. 5) 及 Ball et al. (2002: 171 上圖左)。其主要鑑別特徵為稈簇生，不具根莖或走莖，小穗線狀披針形，鱗片兩側半透明，邊緣各有一枚暗紅色斑塊，此斑塊常於小穗兩側各形成一條暗紅色帶 (圖 4B–C)，柱頭 3 裂，瘦果三稜形 (圖 4D)。許、鍾 (2017) 將本種錯誤鑑定為墾丁扁莎 (*C.*

sulcinus C.B. Clarke), 後者小穗及穎片形態與本種略接近, 但其柱頭 2 裂, 瘦果扁壓狀, 兩側略凹陷。

5. *Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Link ex Bluff, Nees & Schauer, Comp. Fl. German. (ed. 2) 1: 93. 1836. Fig. 5.

Basionym: *Scirpus parvulus* Roem. & Schult., Syst. Veg. (ed. 15 bis) 2: 124. 1817.

Replaced basionym: *Scirpus nanus* Spreng., Pug. 1: 4. 1815. *nom. illeg., non* Poir., Encycl. 6: 759. 1805.

Type: GERMANY. “In inundatis lacus Koelmensis in Mannsfeldia,” *anonymous collector s.n.* (probable holotype: BM-001066951).

形態特徵：多年生，具纖細走莖，走莖先端常形成紡錘狀之小型塊莖。稈簇生，高 1–7 cm，絲狀。葉 1(–2) 枚，退化為管狀鞘。小穗單一頂生，卵形至卵狀橢圓形，長 2–4 mm，寬 1–2 mm，具 6–10 朵花。最基部鱗片不育，長度約為小穗 1/2；其餘鱗片卵形，長 1.4–2.7 mm，先端圓或鈍尖。柱頭 3 裂。瘦果淡褐色，橢圓狀倒卵形，

長 0.9–1.5 mm，橫截面三稜形，先端漸縮；宿存花柱基角錐狀，長 0.1–0.3 mm，基部邊緣與瘦果緊密貼合，連成一體；下位剛毛 4–6 枚，常近等高或略高於宿存花柱基頂部，有時其中數枚較短，密生細小倒刺。

臺灣俗名：「矮稈荸薺」，依循 Dai et al. (2010)。

地理分布：本種於北美及歐洲一帶有較廣泛之分布，北非、亞洲及大洋洲亦有零星紀錄，於東亞間斷分布於日本、韓國及中國海南 (Dai et al., 2010; Hoshino and Masaki, 2011; Ji et al., 2015)；新紀錄於臺灣北部及東北部 (圖 7)。

生態環境及物候：在臺灣依標本紀錄生長於近海之廢棄魚池及水田，五月及十月均有結果。

Voucher specimens in Taiwan: Taipei: Kuantu, 20 October 1999, *Cheng 2794* (TAIF). Ilan: Wuweikang, 28 May 2004, *Chan s.n.* (TAIF); Yuehminghsin Village, 28 May 2004, *Tsai s.n.* (TAIF).

分類註記：本種線繪圖可見於 Ball et al. (2002: 105 上圖右二)，

Hoshino and Masaki (2011: 617 左圖) 及 Ji et al. (2015: Fig. 2)。其稈短而纖細，具發達走莖而形成密集之氈狀群落，外觀與牛毛氈 (*Eleocharis yokoscensis* (Franch. & Sav.) Tang & F.T. Wang 非常接近，上列採自臺灣標本亦錯誤鑑定為牛毛氈而受到忽略。事實上，本種根莖先端常生成紡錘狀塊莖 (圖 5D)，宿存花柱基細小，與瘦果緊密連合呈一體狀 (圖 5E)，生長於帶鹽分之濕地；而牛毛氈不具塊莖，宿存花柱基膨大，與瘦果間有明顯分隔，生長於純淡水濕地，可明確區辨。

6. *Fimbristylis diphylloides* Makino, Fl. Japan: 1389. 1925. Fig. 6.

Type: JAPAN. Honshu: Fukui, Ohara (“越前小原”), 5 August 1881, *anonymous collector* (presumed as R. Yatabe, J. Matsumura and T. Uchiyama) *s.n.* (lectotype: TI-00011282 image!, designated by Horiuchi (2016))

形態特徵：一年生，根莖不顯著。稈簇生，側生於葉簇間，高 (5–)15–40 cm，直徑 0.8–1.5 mm，橫截面五稜形，基部具 1–3 枚鞘狀退化葉；最長

之鞘狀葉開口斜切，先端銳尖。葉短至稍長於稈，線形，寬 1–2 mm，先端圓，兩面光滑，不具葉舌。花序單聚繖或複聚繖狀；總苞 4–6 枚，剛毛狀，長 3–14 mm，明顯短於花序；側枝斜昇，側枝 1–4(–8) 條，長可達 4 cm；次級側枝 0–4 條，長可達 1.5 cm。小穗 2–20 枚，單生，橢圓形至卵狀橢圓形，長 2.5–7.5 mm，寬 1.5–2.5 mm，先端鈍尖。鱗片覆瓦狀密生，卵狀橢圓形，長 1.7–2 mm，中肋綠色或淡黃褐色，兩側紅褐色至深褐色，邊緣半透明，膜質，先端鈍尖至圓，光滑。雄蕊 2 枚或混雜有 1 枚者；花柱光滑，基部稍膨大，柱頭大多 2 裂，偶混雜有 3 裂者。瘦果闊倒卵形，長 0.7–0.9 mm，黃褐色，橫截面雙凸鏡形或近三稜形，表面具橫向長橢圓形之網格，並疏生小瘤。

臺灣俗名：「擬二葉飄拂草」，依循 Dai et al. (2010)。

地理分布：中國、日本及韓國 (Dai et al., 2010; Horiuchi, 2018)；新紀錄於臺灣北部及東北部 (圖 7)。

生態環境與物候：生長於新北至

宜蘭一帶平野及低海拔森林邊緣之開闊或或半開闊濕潤草地及林道路面。花果期為 7–11 月。

Voucher specimens in Taiwan:

New Taipei: Tuchien Ammunition Depot, ca. 50 m, 3 August 2008, *Hsu 1504* (TAIF); Tsuitsui Valley, 600–800 m, 5 September 2008, *Hsu 1688* (TAIF); Qingtiangang-Tsui Tsui Valley, 5 September 2008, *Chen 1104* (TAIF); Wantan, 400 m, 1 October 2020, *Hsu 13097* (TAIF). Ilan: Ayu Trail, 700–800 m, *Hsu 7213* (TAIF); 650 m, 18 August 2021, *Hsu 13540* (TAIF).

分類註記：本種線繪圖可見於 Dai et al. (2010: Fig. 270, 8–12) 及 Hoshino and Masaki (2011: 587 右圖)。許、鐘 (2017) 將本種錯誤鑑定為繖形飄拂草 (*Fimbristylis umbellaris* (Lam.) Vahl)，二種形態略接近，但前者為一年生植物，根莖不顯著，稈簇生，橫截面五稜形 (圖 6F)，小穗卵狀橢圓形，先端鈍尖 (圖 6E)，柱頭 2 裂或偶混雜有 3 裂 (圖 6G)；後者為多年生植物，稈於短橫走根莖上成列而生，

橫截面鈍三稜形至近圓形，小穗闊橢圓形，先端圓，柱頭 3 裂。本種形態亦近似土城飄拂草 (*F. macassarensis* Steud.)，主要鑑別特徵在於前者鱗片先端鈍或圓，邊緣半透明，光滑 (圖 6E)；而後者鱗片先端凹入，邊緣褐色且具細緣毛。

致謝

作者感謝郭夏君女士提供秀麗莎草及腫柄薑 (北部) 之族群資訊、張智翔先生提供腫柄薑 (南部) 之族群資訊，鐘詩文博士對野外調查之諸多支援，HAST、TAI、TAIF 及 TNM 標本館館員對標本檢閱之協助，及二位審查者提供寶貴建議。

參考文獻

- 許天銓、鐘詩文。2017。臺灣原生植物全圖鑑，第二卷。貓頭鷹出版社，臺北。
- 許天銓。2020。植物誌補完計畫——簡述臺灣 10 種莎草科植物的再見與不見。林業研究專訊 27(3): 27–31。
- Ball, P. W., A. A. Reznicek and D. F.

- Murray. 2002. Cyperaceae. In: Flora of North America Editorial Committee (eds.), Flora of North America North of Mexico 23: 3–573. Oxford University Press, New York and Oxford.
- Cen, J. M., S. H. Jin, X. F. Jin. 2016. Notes on *Carex* (Cyperaceae) from China (IV): the identity and revision of sect. *Infossae*. Guihaia 36(1): 30–43.
- Chen, S. H. and M. J. Wu. 2007. Notes on four newly naturalized plants in Taiwan. Taiwania 52(1): 59–69.
- Chen, S. H., S. H. Weng and M. J. Wu. 2008. The umbrella sedge in Taiwan. Taiwania 53(3): 311–315.
- Chen, S. H., S. H. Weng and M. J. Wu. 2009. *Cyperus surinamensis* Rottb., a newly naturalized sedge species in Taiwan. Taiwania 54(4): 399–402.
- Chen, S. H., S. Y. Chen and M. J. Wu. 2010. Rediscovery of *Fimbristylis macassar ensis* Steud. (Cyperaceae) in Taiwan. Taiwan Journal of Forest Science 25(2): 185–189.
- Correll, D. S. and H. B. Correll. 1972. Aquatic and wetland plants of southwestern United States. Environmental Protection Agency, Washington.
- Dai, L. K., S. Liang, S. Zhang, Y. Tang, T. Koyama, G. C. Tucker, D. A. Simpson, H. J. Noltie, M. T. Strong, J. J. Bruhl, K. L. Wilson and A. M. Muasya. 2010. Cyperaceae. In: Wu, C. Y., P. H. Raven, and D. Y. Hong (eds.), Flora of China 23: 164–461. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Horiuchi, H. 2016. Lectotypification of *Fimbristylis diphylloides* (Cyperaceae). Journal of Japanese Botany 91(5): 305–307.
- Horiuchi, H. 2018. Resurrection of *Fimbristylis campylophylla* Tuyama (Cyperaceae). Journal of Japanese Botany 93(2): 121–131.
- Hoshino, T. and T. Masaki. 2011. Illustrated Sedges of Japan. Heibonsha, Tokyo. 778 pp.

- Hsieh, C. F. 2003. Composition, endemism and phytogeographical affinities of the Taiwan Flora. In: Huang, T. C. et al. (eds.), *Flora of Taiwan* 2nd ed. 6: 1–14. Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.
- Hsu, T. C. and S. W. Chung. 2017. *Carex longii* (Cyperaceae), the first naturalized *Carex* in Taiwan. *Taiwan Journal of Biodiversity* 19(2): 207–213.
- Ji, S. J., S. H. Park and J. C. Yang. 2015. A new record of *Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Bluff, Nees & Schauer (Cyperaceae) in Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 45(2): 169–172.
- Jin, X. F. and C. Z. Zheng. 2013. Taxonomy of *Carex* sect. *Rhomboidales* (Cyperaceae). Science Press, Beijing, pp. 1–224.
- Jin, X. F. and Y. F. Lu. 2017. (2553) Proposal to conserve the name *Carex oedorrhampha* against *C. tumida* and *C. baviensis* (Cyperaceae). *Taxon* 66(5): 1224–1225.
- Jin, X. F., Y. D. Liu, Y. F. Lu, W. Y. Sun and H. Wang. 2020. Notes on *Carex* (Cyperaceae) from China (VI): the identity of *Carex retrofracta* Kük. (sect. *Confertiflorae*). *Phytotaxa* 429(2): 135–147.
- Jung, M. J., T. C. Hsu and S. W. Chung. 2008. Notes on two newly naturalized plants in Taiwan. *Taiwania* 53(2): 230–235.
- Kern, J. H. 1952. Notes on Malaysian Cyperaceae. *Reinwardtia* 2(1): 97–130.
- Kern, J. H. 1974. Cyperaceae. In: van Steenis, C. J. G. (ed.), *Flora Malesiana*, ser. 1., 7 (3): 435–453. Noordhoff, Leyden
- Koyama, T. 1985. Cyperaceae. In: Dasanayake, M. D. and F. R. Fosberg (eds.), *A Revised Handbook to the Flora of Ceylon* 5: 255–266. Balke-ma, Rotterdam.
- Koyama, T., C. S. Kuoh and W. C. Leong. 2000. Cyperaceae. In: Huang, T. C. et al. (eds.), *Flora of*

- Taiwan 2nd ed. 5: 191–317. Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.
- Liao, C. K., F. S. Chou and T. W. Hsu. 2016. *Carex echinata* Murray (section *Stellulatae*: Cyperaceae), a newly recorded sedge in Taiwan. Taiwan Journal of Forest Science 31(2): 143–147.
- Liu, S. H., C. C. Huang and C. K. Liao. 2021. Rediscovery of an ‘Extinct’ species *Scleria sumatrensis* Retz. in Taiwan using both morphological and molecular authentications. Taiwanania 66(3): 398–407.
- Larridon, I., A. Zuntini, É. Lévillé-Bourret, R. L. Barrett, J. Starr, M. A. Muasya, T. Villaverde, K. Bauters, G. Brewer, J. Bruhl, S. Costa, T. Elliott, N. Epitawalage, M. Escudero, I. Fairlie, P. Goetghebeur, A. Hipp, P. Jiménez-Mejías, K. I. Sabino, M. Luceño, J. I. Márquez-Corro, S. Martín-Bravo, O. Maurin, L. Pokorny, E. Roalson, I. Semmouri, D. Simpson, D. Spalink, W. Thomas, K. Wilson, M. Xanthos, F. Forest, and W. Baker. 2021. A new classification of Cyperaceae (Poales) supported by phylogenomic data. Journal of Systematics and Evolution 59: 852–895.
- McLaughlin, A. D. 1944. The genus *Cyperus* in the West Indies. Catholic University of America Biology Studies 5: 1–108.
- Simpson, D. A. and T. Koyama. 1998. Cyperaceae. Flora of Thailand 6(4): 248–485.
- Tucker, G. C. and R. McVaugh. 1993. *Cyperus*. In: McVaugh, R. and W. Anderson (eds.), Flora Novo-Galiciana 3: 270–344. The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor.
- Yang, S. Z. and C. F. Chen. 2005. *Carex scaposa* C. B. Clarke (Cyperaceae): a new record to the Flora of Taiwan. Taiwanania 50(3): 227–233.

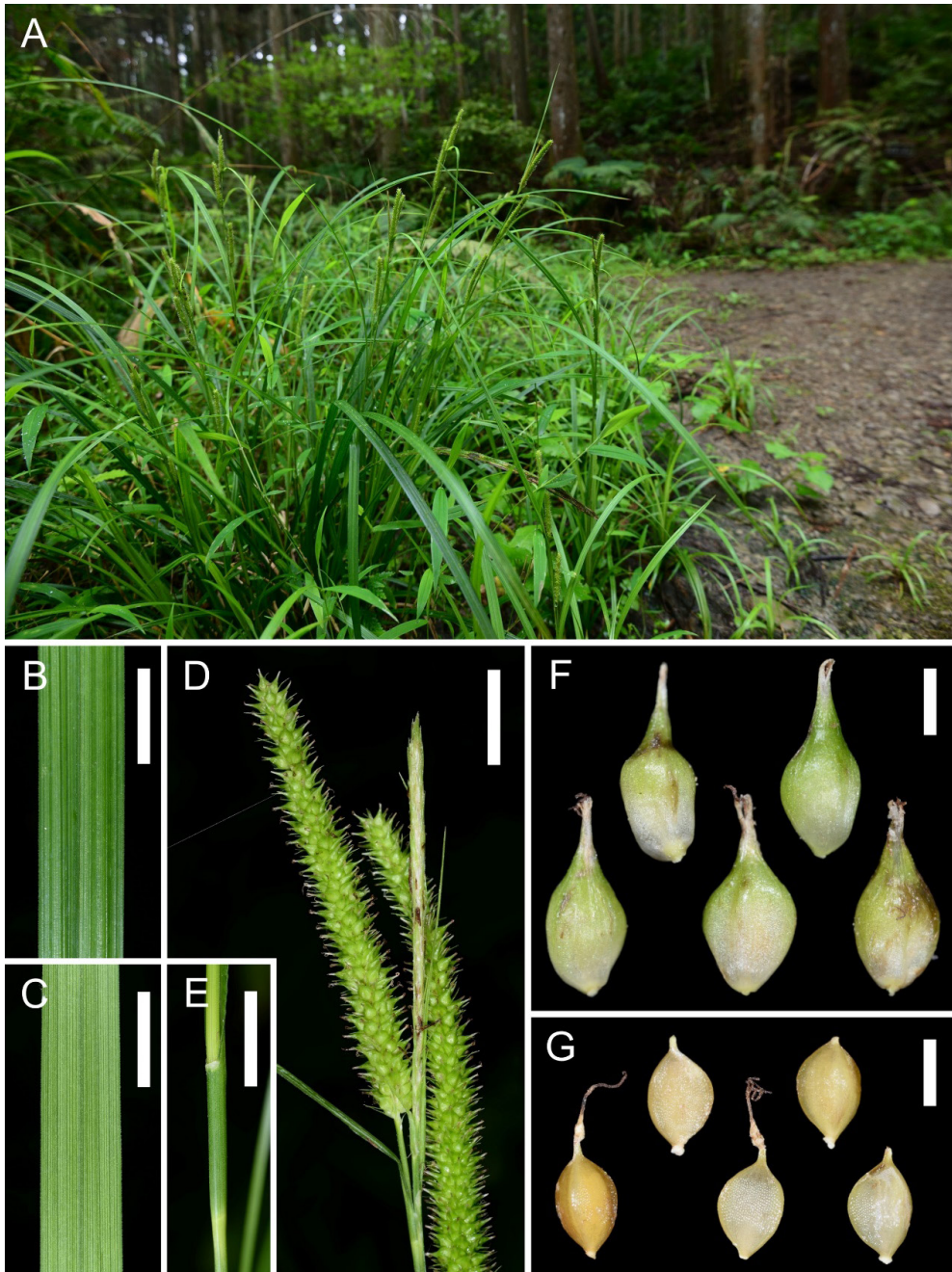


圖 1. 腫喙薹之形態特徵，取自 Hsu 12744。A. 棲地及植物體。B–C. 葉近軸面 (B) 及遠軸面 (C)。D. 花序，顯示單一頂生雄穗及 2 側生雌穗。E. 稈及鞘狀之總苞基部。F. 果囊。G. 瘦果。比例尺：B–E = 1 cm; F–G = 2 mm.

Fig. 1. Morphology of *Carex tumida*, from Hsu 12744. A. Habitat and habits. B–C. Leaf blade, adaxial surface (B) and abaxial surface (C). D. Inflorescence, showing a terminal staminate spike and two lateral pistillate spikes. E. Culm and sheathing base of involucre. F. Perigynia. G. Achenes. Scale bars: B–E = 1 cm; F–G = 2 mm.



圖 2. 秀麗莎草之形態特徵，取自 Hsu 12109。A. 棲地及植物體。B–C. 葉近軸面 (B) 及遠軸面 (C)。D. 總苞。E–F. 稈表面 (E) 及橫截面 (F)。G. 花序。H. 花穗，具有近頭狀聚生之小穗。I. 瘦果。比例尺：A = 10 cm; B–E = 5 mm; F & I = 1 mm; G = 5 cm; H = 1 cm。

Fig. 2. Morphology of *Cyperus elegans*, from Hsu 12109. A. Habitat and habits. B–C. Leaf blade, adaxial surface (B) and abaxial surface (C). D. Involucral bract. E–F. Culm, surface (E) and cross section (F). G. Inflorescence. H. Spike, with nearly capitate spikelets. I. Achenes. Scale bars: A = 10 cm; B–E = 5 mm; F & I = 1 mm; G = 5 cm; H = 1 cm.

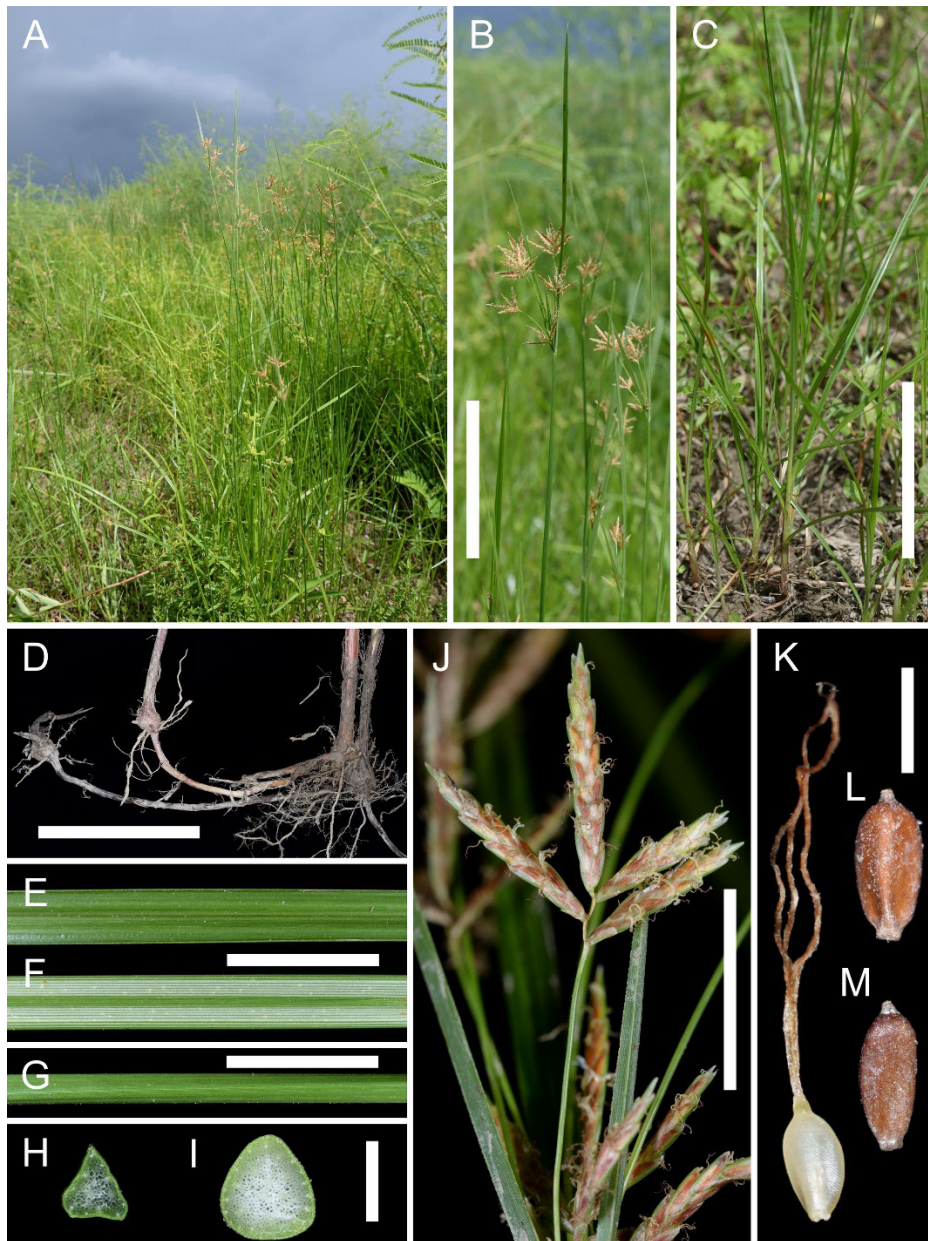


圖 3. 疏鱗莎草之形態特徵，取自 *Hsu 13022* (A–K) 及 *Hsu 3598* (L–M)。A. 棲地及植物體。B. 花序，注意其直立之最長總苞。C. 葉片。D. 走莖及球莖狀之稈基部。E–F. 葉近軸面 (E) 及遠軸面 (F)。G–I. 稈表面 (G)，以及近頂端 (H) 與近基部 (I) 之橫截面。J. 花穗及小穗。K. 帶 3 裂花柱之未熟瘦果。L–M. 瘦果。比例尺：B–D = 10 cm；E–G & J = 1 cm；H–I = 3 mm；K–M = 1 mm。

Fig. 3. Morphology of *Cyperus mitis*, from *Hsu 13022* (A–K) and *Hsu 3598* (L–M). A. Habitat and habits. B. Inflorescence, note the erect longest involucral bract. C. Leaves. D. Stolons and bulbous stem bases. E–F. Leaf blade, adaxial surface (E) and abaxial surface (F). G–I. Culm, surface (G), cross section of distal part (H) and proximal part (I). J. Spike and spikelets. K. Immature achene with style and trifold stigma. L–M. Achene. Scale bars: B–D = 10 cm; E–G & J = 1 cm; H–I = 3 mm; K–M = 1 mm.

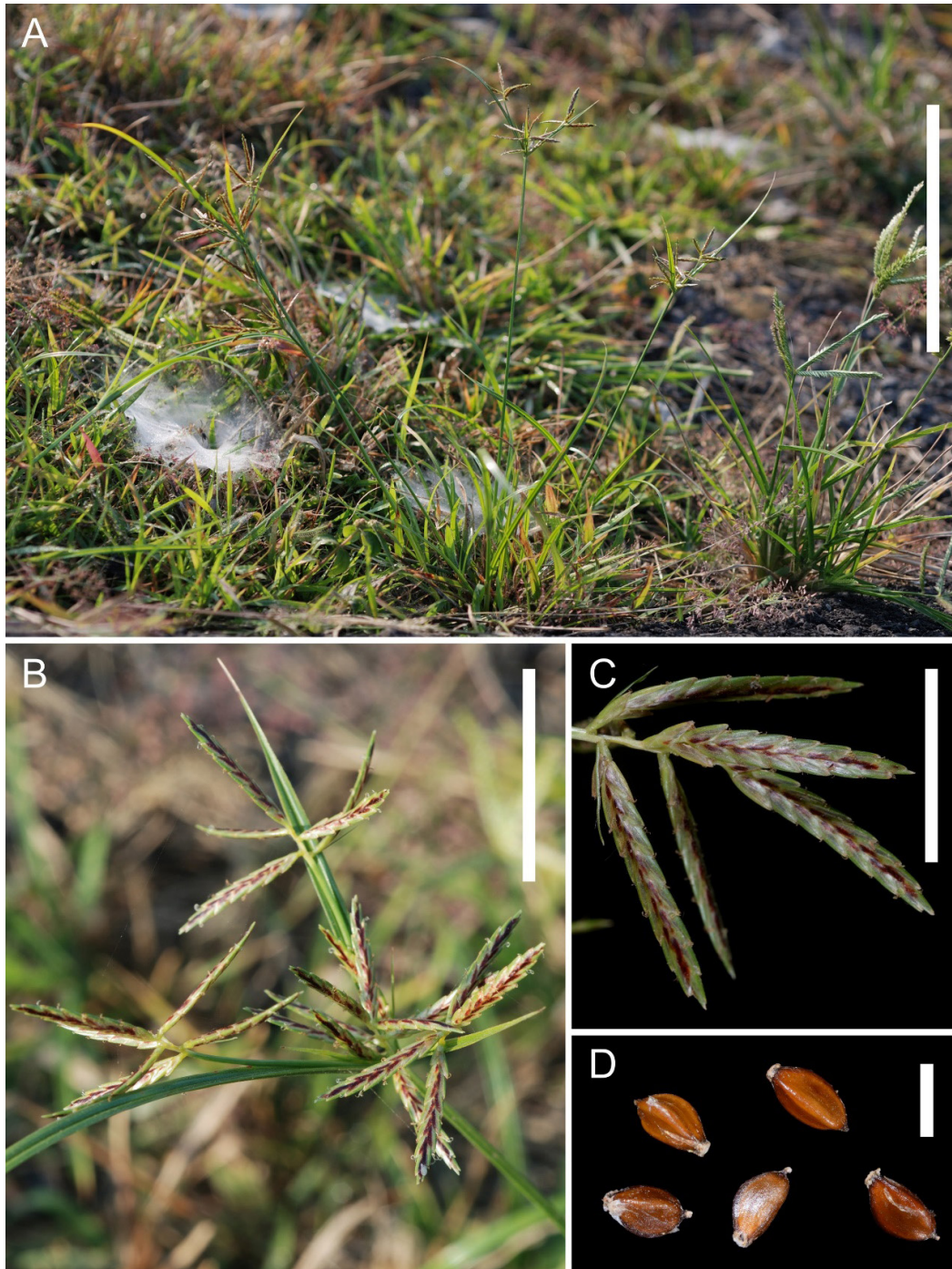


圖 4. 斑鱗莎草之形態特徵，取自 *Hsu 2463* (A–B) 及 *Hsu 11026* (C–D)。A. 棲地及植物體。B. 花序。C. 小穗。D. 瘦果。比例尺：A = 10 cm; B = 2 cm; C = 1 cm; D = 1 mm.

Fig. 4. Morphology of *Cyperus sphacelatus*, from *Hsu 2463* (A–B) and *Hsu 11026* (C–D). A. Habitat and habit. B. Inflorescence. C. Spikelets. D. Achenes. Scale bars: A = 10 cm; B = 2 cm; C = 1 cm; D = 1 mm.

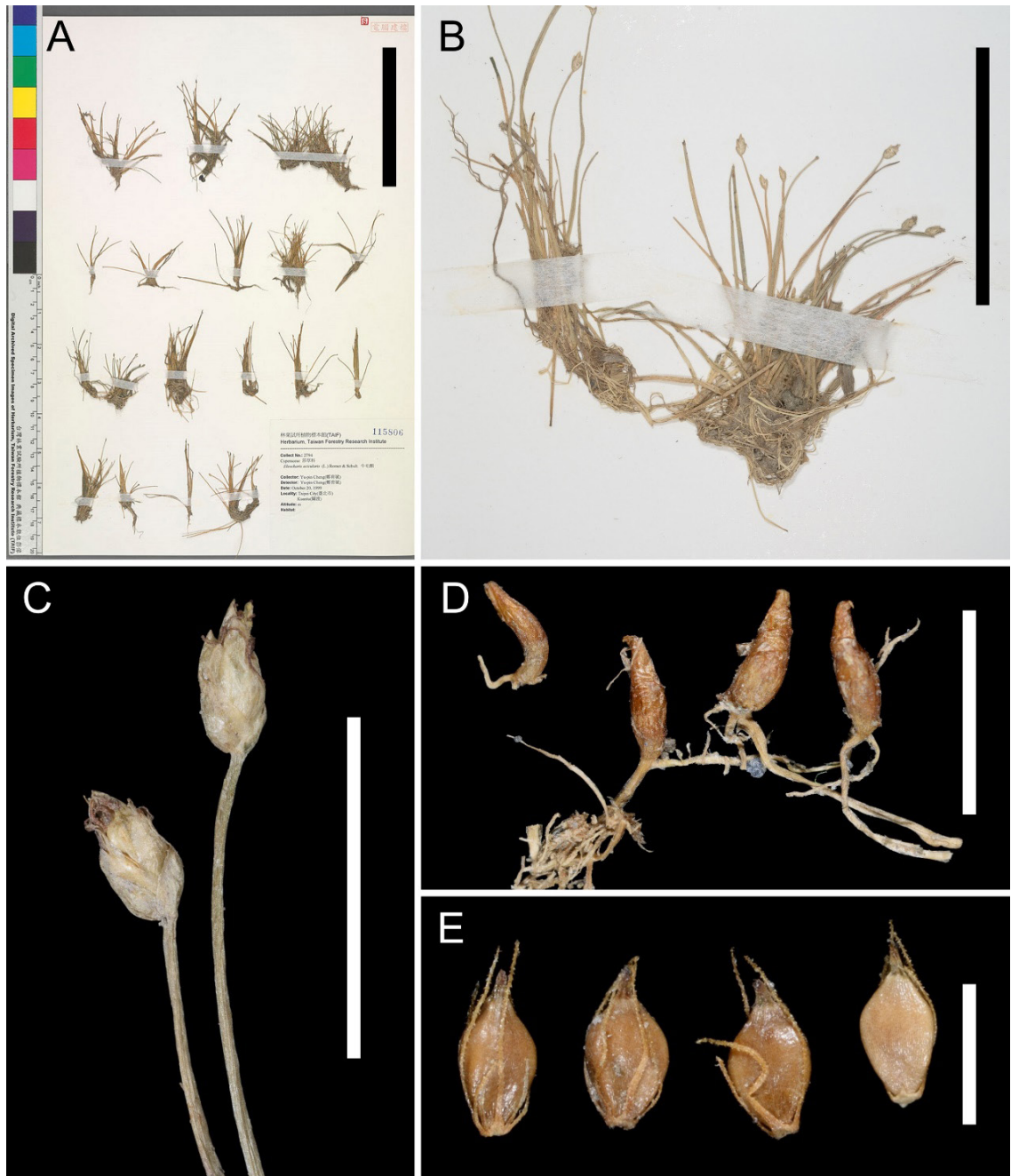


圖 5. 矮秆荸薺之形態特徵，取自 Cheng 2794 (A) 及 Chan s.n. (B–E)。A. 採自台北關渡之引證標本。B. 植物體。C. 秆及小穗。D. 地下走莖及塊莖。E. 瘦果。比例尺：A = 10 cm; B = 5 cm; C = 5 mm; D = 3 mm; E = 1 mm。

Fig. 5. Morphology of *Eleocharis parvula*, from Cheng 2794 (A) and Chan s.n. (B–E). A. Voucher specimen collected from Taiwan (Kuantu, Taipei City). B. Habits. C. Culms and spikelets. D. Underground stolons and tubers. E. Achenes. Scale bars: A = 10 cm; B = 5 cm; C = 5 mm; D = 3 mm; E = 1 mm.

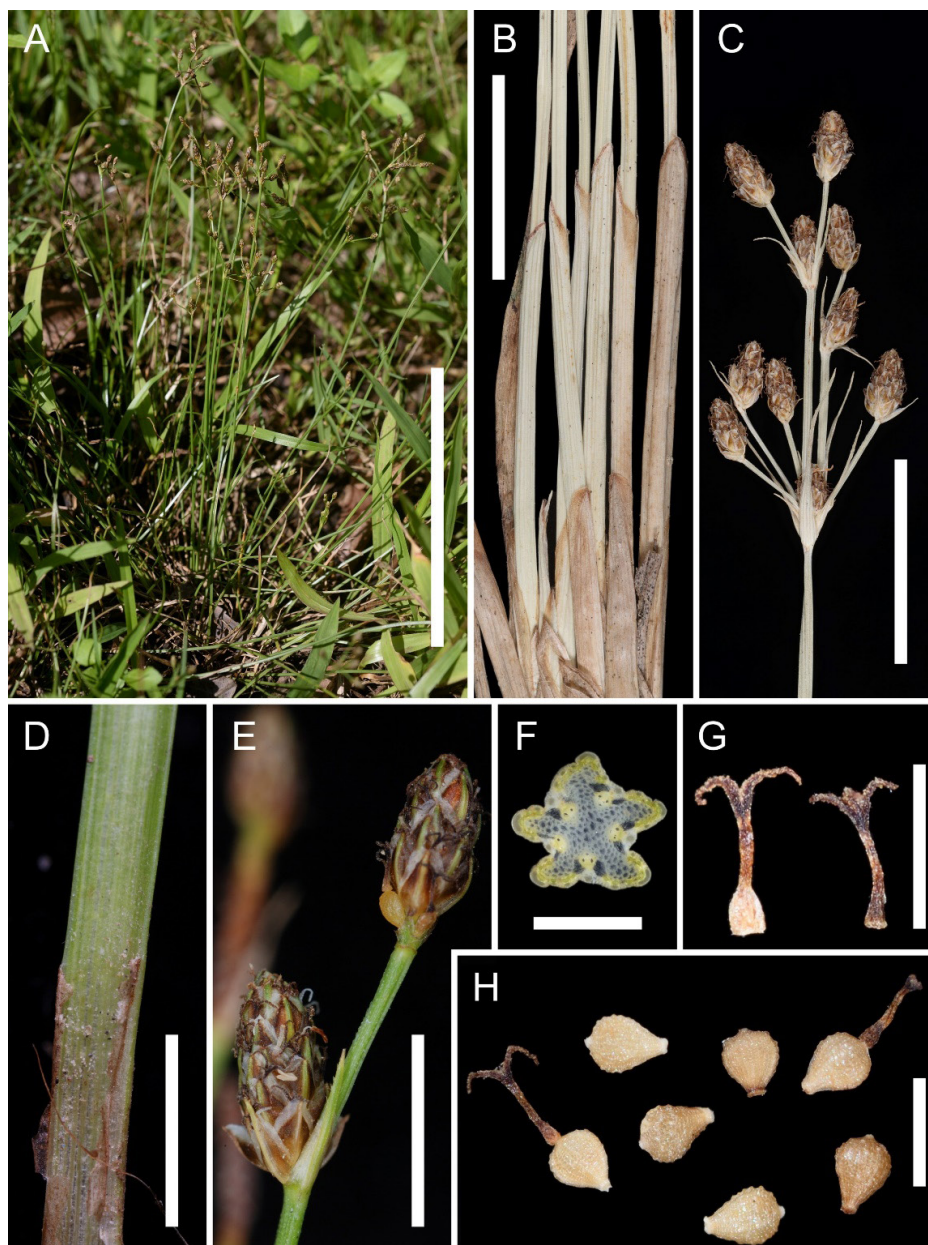


圖 6. 擬二葉飄拂草之形態特徵，取自 *Hsu 13097* (A) 及 *Hsu 1504* (B–H)。A. 棲地及植物體。B. 稈基部之鞘狀退化葉。C. 花序。D. 葉近軸面，注意葉鞘與葉身交界處不具葉舌。E. 小穗。F. 稈橫截面。G. 柱頭，常 2 裂 (左)，偶 3 裂 (右)。H. 瘦果。比例尺：A = 10 cm; B–C = 1 cm; D–E = 3 mm; F–H = 1 mm.

Fig. 6. Morphology of *Fimbristylis diphylloides*, from *Hsu 13097* (A) and *Hsu 1504* (B–H). A. Habitat and habits. B. Bladeless sheaths at the bases of culms. C. Inflorescence. D. Adaxial surface of leaf, note the absence of ligule between the sheath and the blade. E. Spikelets. F. Cross section of culm. G. Pistils, usually with bifid stigma (left) and occasionally with trifid stigma (right). H. Achenes. Scale bars: A = 10 cm; B–C = 1 cm; D–E = 3 mm; F–H = 1 mm.

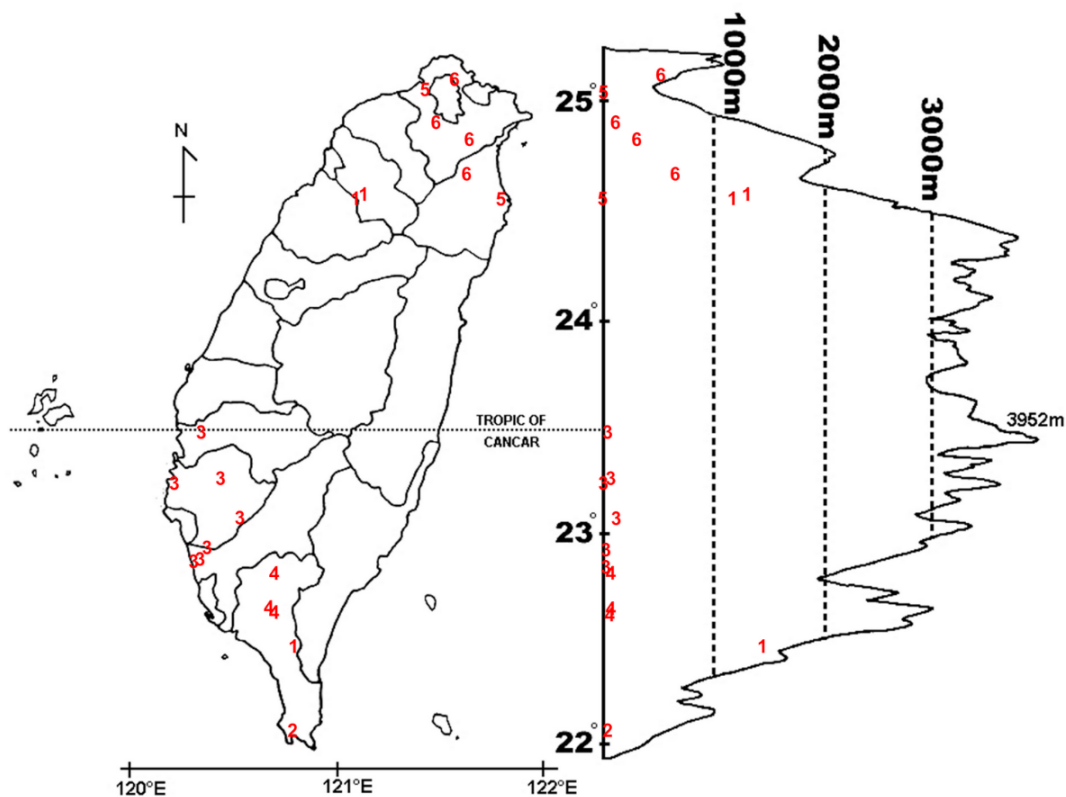


圖 7. 新報導莎草物種在台灣之分布圖。1. 腫喙臺。2. 秀麗莎草。3. 疏鱗莎草。4. 斑鱗莎草。5. 矮稈荸薺。6. 擬二葉飄拂草。

Fig. 7. Distribution map of the newly reported sedges in Taiwan. 1. *Carex tumida*. 2. *Cyperus elegans*. 3. *C. mitis*. 4. *C. sphacelatus*. 5. *Eleocharis parvula*. 6. *Fimbristylis diphylloides*.

「台灣生物多樣性研究」稿約

壹、一般說明

- 一、《台灣生物多樣性研究》為行政院農業委員會特有生物研究保育中心出版之學術期刊，歡迎國內外學者發表有關生物多樣性或自然保育之學術論文與有關物種出現資料之資料論文，但以未曾在其他刊物發表之原創研究及資料為限。
- 二、本刊為網路期刊，隨時接受投稿，並於每年 1 月、4 月、7 月及 10 月在中心網站 (https://www.tesri.gov.tw/A15_2/content/31503) 刊登發行。
- 三、撰稿中、英文均可，來稿以完整微軟 WORD 格式文稿電子檔傳送至「台灣生物多樣性研究」期刊編輯委員會電子信箱(email: tjbd@tesri.gov.tw)。
- 四、經本刊接受刊登之稿件，投稿著作所有列名作者皆同意授權本刊單位以非專屬授權之方式再授權，並得為重製、公開傳輸、授權用戶下載、列印等行為。為符合資料庫之需求，並得進行格式之變更。
- 五、稿件無稿酬，但經刊登之文稿將提供 PDF 檔給作者，不另贈送抽印本。
- 六、來稿由本刊送請相關學者專家審查、簽注意見或修改，如需修改者再送請作者自行補充修正，作者應於收稿 2 週內完成修正，如於收稿 2 個月後仍未將修正稿件寄回者，視同放棄投稿。稿件付印前作者應負責校對。
- 七、通訊作者需在期刊出版前簽署文稿版權轉移同意書給期刊編輯室。

貳、文稿章節順序

一、學術論文部份

依照 1.題目，2.作者姓名、服務單位、地址，3.通訊作者之 e-mail，4.摘要，5.關鍵詞，6.緒言，7.材料與方法，8.結果與討論(可分列)，9.結論(可省略)，10.謝誌(可省略)，11.引用文獻等順序撰寫；其中 1 至 5 項請中英文並列，本文為中文撰寫者，依先中文後英文順序；本文為英文撰寫者，則先英文後中文。

文章若屬於研究短報(Note)者可不分章節。

二、資料論文部份

依照 1. 題目，2. 作者姓名、服務單位、地址，3. 通訊作者之 e-mail，4. 摘要，5. 關鍵詞，6. 物種出現資料之資料集(Dataset)與詮釋資料(Metadata)連結網址，請依據國際共通之達爾文核心集(Darwin Core, DwC)及生態詮釋資料語言(Ecological Metadata Language, EML)格式，儲存於廣用並長存之網路公開空間，如全球生物多樣性資訊機構(GBIF)。

有關資料集，作者應確保其正確性及所有權，並使讀者可讀與清楚瞭解，如有任何異常值或缺少值，應特別標示；有關詮釋資料，至少須包括 1. 資料集概述，2. 資料範圍(含分類、空間、時間等)，3. 採樣方法，4. 智慧財產權聲明，為鼓勵可由使用者自由分享、修改之開放資

料特性，作者應同意完全授權供使用，請參考相關授權資訊，例如：資料集之智慧財產權授權依 Open Data Commons Public Domain Dedication and License (PDDL-By) v1.0 (<http://www.opendatacommons.org/licenses/pddl/1.0/>) 之規定、詮釋資料之智慧財產權授權依 Open Data Commons Attribution License(ODC-By) v1.0 (<https://opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>) 之規定。

- 三、另附標題頁(cover page)，註明簡題(short running title)及作者或聯絡人之姓名、電話、傳真、住址、e-mail 位址。

參、文稿結構

- 一、題目以 30 字為限。
- 二、作者中英文姓名之右上角以縮小數字標示服務單位註記。作者的英文姓名需列全名，名在前姓在後；複姓複名者，二字間用“-”相連；作者若為兩人，姓名間以“and”連接；若為三人或以上，除最後一人與其前一人間以“and”連接外，其餘之間以半形逗號連接。
- 三、中英文摘要以 500 字為限，摘要內容應以結果及結論為主，目的及方法可簡潔敘述或省略。避免使用條列式的摘要。
- 四、中英文關鍵詞以 5 個為限。

肆、文稿書寫應注意事項

- 一、文稿須以 Microsoft Word 可讀取之軟體編輯，以 A4 (30cm×21cm)白紙單面雙空行(double spaces)列印，文稿之天、地、左、右須留白 3 公分，於每頁正下方註記頁碼。
- 二、本文敘述，應用數字編號時，其層次：
中文用：一、(一)、1、(1)、...
英文用：I、(I)、1、(1)、A、a、(a)...
- 三、中英文單位請用公制之符號，例如：kg、mg、ml、ppm、pH、cm 等，數值請以阿拉伯數字表示之，年代一律採用西元。
- 四、插圖請用白紙(或繪圖紙)以黑墨水精繪，亦可採電腦製圖，惟須以雷射印表機列印；照片限原始攝影採光面相紙沖印者，幻燈片限用原片；未按規定之插圖致圖片模糊無法製版者不予受理。
- 五、圖片之標題在下方，表格標題在上方，標題需中英文並列，圖的說明應中英文對照另頁繕打，不可附在繪圖及相片上面。本文中圖表順序以圖 1，圖 2，表 1，表 2...，Fig. 1, Fig. 2, Table 1, Table 2, ...等表示。
- 六、圖表內容請用英文，表格不加縱線。圖、表均以 A4 大小列印，定稿後圖、表請送原稿。
- 七、引用文獻以確經引用者為限，文中提到之文獻，請列出姓氏、年代。
- 八、引用文獻書寫方式：先列中、日、韓文，次列西文，其書寫方法按作者、年份、題目、發表刊物名稱(全名，不採用縮寫)、卷期及頁號順序。

- 例：1.中、日文期刊：柳楨、徐國士。1971。台灣稀有及有絕滅危機之動植物種類。中華林學季刊 4(4): 89-96。
- 2.中、日文書籍：徐國士。1980。台灣稀有及有絕滅危機之植物。台灣省教育廳。
- 3.中、日文彙編書籍：徐國士。1987。台灣的稀有植物。周昌弘、彭鏡毅、趙淑妙撰(編)。台灣植物資源與保育 139-157 頁。中華民國自然生態保育協會。
- 4.英文期刊：Clough, B. 1998. Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hinchinbrook Channel, Australia. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 191-198.
- 5.英文期刊：Pimm, S. L. and J. L. Gittleman. 1992. Biodiversity : Where is it ? *Science* 255: 940.
- 6.英文期刊：Baker, C. S., F. Cipriano and S. R. Palumbi. 1996. Molecular genetic identification for whale and dolphin products from commercial markets in Korea and Japan. *Molecular Ecology* 5: 671-685.
- 7.英文書籍：Soule, M. E. and B. A. Wilco. 1980. *Conservation biology: An evolutionary-ecological, approach*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- 8.英文彙編書籍：Jinchu, H. and W. Fuwen. 1990. Development and progress of breeding and rearing giant pandas in captivity within China. pp. 322-325. *In*: H. Jinchu (ed.). *Research and progress in biology of the giant panda*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Sichuan, People's Republic of China.

Notice to Contributors

I. General Guides:

1. The Taiwan Journal of Biodiversity is an online journal (January, April, July and October, http://tesri.tesri.gov.tw/list_protect.php) by the Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture. The journal is an academic publication that welcomes the submission of manuscripts of various biological disciplines, including data paper, in the field of biodiversity. The manuscripts are limited to original work and species occurrence data previously unpublished in any other journal.
2. The journal accepts manuscripts written in either Chinese or English. Submission of manuscripts in Microsoft WORD format to be done via email: tjbd@tesri.gov.tw
3. Manuscript submitted will be sent to at least two referees in the field of its specialty for peer review and comments. Revised manuscripts will be reexamined by the Editorial Board. Author(s) are responsible for proof correction of the printer's copy to ensure accuracy.
4. Corresponding author is required to sign a Copyright Transfer Agreement for the paper accepted for publication to the journal publisher, the Endemic Species Research Institute.

II. Manuscript Preparation:

1. Research paper: Manuscript should be written in a sequence of 1) Title, 2) Authors' full name 3) Author(s) affiliations(s) and address(es), 4) Abstract, 5) Key words, 6) Introduction, 7) Materials and methods, 8) Results, 9) Discussion, 10) Conclusions, 11) Acknowledgements, 12) Literature Cited. Of them 1 to 5 should be written in dual languages, Chinese and English.
2. Data paper: Manuscript should be written in a sequence of 1) Title, 2) Authors full name, 3) Author(s) affiliations(s) and address(es), 4) Abstract, 5) Key words, 6) URL of the website where the dataset and metadata are available. The dataset and metadata should be built in the international standard formats of Darwin Core (DwC) and Ecological Metadata Language (EML). For species occurrence open data repositories, Global Biodiversity Information Facility (GBIF) is suggested. Author(s) must confirm the correctness and authenticity of the data prior to submission. The data should be readable and its meaning obvious for the data user(s). Importantly, if anomalies, outliers, and/or missing values are included in the data, a distinct number or symbol should be used to clearly identify those values. Metadata should be written at least in 1) Dataset content, 2) Coverage (including Taxonomic, Spatial and Temporal aspects), 3) Methods, 4) Intellectual property rights disclaimer. To promote the free dissemination of biodiversity open data, author(s) should not assert any proprietary rights to the dataset and metadata. For example,

This {DATA(BASE)} is made available under the Open Data Commons Public Domain Dedication and License v1.0. (<http://www.opendatacommons.org/licenses/pddl/1.0/>)

This {DATA(BASE)- NAME} is made available under the Open Data Commons Attribution License v1.0. (<https://opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>)
3. Cover page should contain title of manuscript, author name(s), author's (s') affiliation(s),

corresponding author's name, telephone number, fax number and e-mail address, and a short running title.

4. Title should be less than 30 words. Capitalize the first letter of each word except articles, conjunctions and prepositions.
5. Author's name should be first name first followed by surname. For multiple authors, use a comma to separate the names but the last two names by "and."
6. Running title should be less than 50 letters including spaces.
7. Abstract must be a single paragraph not exceeding 500 words.
8. Key words should be no more than 5 words.

III. Manuscript Format:

1. Manuscript must be typed using standard software (Microsoft Word) with top, bottom, left and right. Mark page numbers on the bottom.
2. Manuscript should be typed in a uniform character size. There is no need to differentiate paragraph, title, subtitle or contents by using large or small characters.
3. Measurements should use International System of Units (kg, mg, km, m, cm.... etc.). All numerals or quantities should be expressed in Arabic numbers. Years in the text should use A.D. universally.
4. Figures and tables in the text should be sequenced by Arabic numbers (e.g. Fig.1 and Table 1). Both graphs and photos use same "Fig." designation.
5. Common name of an animal or plant that appears in title and first appears in abstract and text should be accompanied with scientific name. All scientific names in manuscript should be in italics.
6. When citing a reference in text, use surname and year, e.g. (Clough 1998) for single author; use "and" to link authors, e.g. (Pimm and Gittleman 1992) for double authors; and use "et al." e.g. (Baker et al. 1996) for multiple authors. When citing multiple references, separate them with semi-colons in chronological order.
7. Use the following system for arranging references in literature cited.

For journals:

Clough, B. 1998. Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hinchinbrook Channel, Australia. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 191-198.

Pimm, S. L. and J. L. Gittleman. 1992. Biodiversity: Where is it? *Science* 255: 910-940.

Baker, C. S., F. Cipriano and S. R. Palumbi. 1996. Molecular genetic identification of whale and dolphin products from commercial markets in Korea and Japan. *Molecular Ecology* 5: 671-685.

For books and symposiums:

Soule, M. E. and B. A. Wilco. 1980. *Conservation biology: An evolutionary-ecological approach*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Jinchu, H. and W. Fuwen. 1990. Development and progress of breeding and rearing giant pandas in captivity within China. pp. 322-325. In: H. Jinchu (ed). *Research and progress in biology of the giant panda*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Sichuan, China.

8. Table should be typed on a separate sheet and be headed by a title of dual languages (Chinese and English). It consists of only horizontal lines and typed with English terms (if possible) and Arabic numerals. If foot notes are required, mark with superscripts 1, 2, *, #, etc.
9. Figure should be drawn with black ink on a separate white tracing paper with a figure legend of the dual languages below. Computer graph made from laser printer is acceptable.
10. Photograph should be a glossy black and white shot with sufficient resolution to be clearly legible after reduction. When multiple photos are employed, the author should arrange them in plates. Micrographs should include bars indicating scales of magnification. Photos should be pasted on white A4 paper loosely with the figure legend below.

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 編印
Published by Endemic Species Research Institute,
Council of Agriculture, Taiwan, R. O. C.

