

園藝作物野生近緣種地理資訊系統之建置與應用展望

張淑芬^{1,*} 邱輝龍² 邱文良³ 陳建文⁴

摘要

張淑芬、邱輝龍、邱文良、陳建文。2015。園藝作物野生近緣種地理資訊系統之建置與應用展望。台灣農業研究 64(4):279–289。

本研究目的旨在建立台灣的園藝作物野生近緣種地理資訊系統，係針對園藝作物野生近緣種提供地理資訊及特性資料查詢。系統架構利用 WebGIS 軟體開發，建構地理資料數據庫，以及物種影像與基本特性資料，累計建置 44 科 200 種園藝作物野生近緣種的物種數位資料與地理分布資訊，方便研究人員、農民和民眾對園藝作物野生近緣種的查詢及利用，也期望本系統的建置能有助於台灣園藝作物遺傳資源之保育與永續利用。

關鍵詞：園藝作物野生近緣種、遺傳資源、地理資訊系統。

前言

台灣面積約 36,000 km²，位於北回歸線上，由於地層板塊運動，使台灣具有高山、丘陵、平原、盆地、島嶼、縱谷及海岸等，且有熱帶、亞熱帶、溫帶、寒帶不同的氣候類型。因此，擁有多樣化的植物種原，僅維管束植物即有 4,000 多種 (Kuo 1997)。豐富的農用植物遺傳資源 (plant genetic resources for food and agriculture; PGRFA) 在全球食物安全與經濟發展上扮演重要的角色，是作物品種改良的原動力與農業永續經營的基礎，其中作物野生近緣種 (crop wild relatives; CWR) 泛指栽培作物的原種或遺傳關係較近的野生種，經過長期的演化產生大量遺傳變異，具有良好的風土適應性，同時也是抗病、抗蟲、耐環境逆境及重要經濟性狀的來源 (Maxted & Kell 2009)。作物野生近緣種可做為特殊需求的育種材料，應用於傳統育種、生物科技的基因轉殖、細胞融合等技術，讓作物野生近緣種的利用性提高，

例如小麥育成抗條紋嵌紋病毒 (*Wheat streak mosaic virus*) (Fahim *et al.* 2012)、水稻培育抗草狀矮化病 (*grassy stunt virus*) (Bottrell & Schoenly 2012) 與褐飛蟲 (*Nilaparvata lugens*) (Pathak & Heinrichs 1982)、小麥育成抗捲葉蟎 (curl mite) (Malik *et al.* 2003) 與耐旱品種 (Reynolds *et al.* 2007) 及高蛋白質含量品種 (Dhanapal & Porceddu 2013)、馬鈴薯抗晚疫病 (late blight) 育種 (Danan *et al.* 2009)，在產量與品質的增加有直接的貢獻，作物野生近緣種被認為是維持全球糧食安全的重要資源 (Maxted *et al.* 2012)。

聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) 與國際農業研究諮詢委員會 (Consultative Group on International Agricultural Research; CGIAR) 近年來致力於農業遺傳資源的保護，其他如國際稻米研究中心 (International Rice Research Institute; IRRI)、國際玉米小麥改良中心 (International Maize and Wheat Improve-

投稿日期：2014 年 9 月 15 日；接受日期：2015 年 4 月 7 日。

* 通訊作者：sophie@dns.caes.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所園藝系副研究員。台灣 嘉義市。

² 農委會農業試驗所作物種原組助理研究員。台灣 台中市。

³ 農委會林業試驗所植物園組副研究員兼組長。台灣 台北市。

⁴ 農委會林業試驗所植物園組聘用助理研究員。台灣 台北市。

ment Center; CIMMYT)、國際熱帶半乾旱作物研究所 (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; ICRISAT)、國際熱帶農業研究中心 (International Center for Tropical Agriculture; CIAT)、亞洲蔬菜研究發展中心 (Asian Vegetable Research and Development Centre; AVRDC)、國際熱帶農業研究所 (International Institute of Tropical Agriculture; IITA)、國際馬鈴薯中心 (International Potato Center; CIP)、國際乾旱地區農業研究中心 (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas; ICARDA) 等不同遺傳資源保存的國際組織也被召集 (FAO 1997)，全球已有超過 150 個國家貯存多達 650 多萬份的作物遺傳資源，其中的 10% 左右即為作物野生近緣種。為解決全球需求，UNEP/GEF (United Nations Environment Programme/Global Environment Facility) 支持啟動保護與利用作物野生近緣種計畫，結合亞美尼亞、玻利維亞、馬達加斯加、斯里蘭卡及烏茲別克 5 個國家與 IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute)、FAO、BGCI (Botanic Gardens Conservation International)、UNEP-WCMC (the United Nations Environment Programme's World Conservation Monitoring Centre) 及 IUCN (the World Conservation Union) 等國際組織進行重要作物野生近緣種的保護與利用，以改善全球糧食安全 (Thormann *et al.* 2008)。

各國與國際間進行作物野生近緣種保護工作，分為自然棲地的就地保存 (*in situ*) 與另外場所基因庫與植物園的異地保存 (*ex situ*)，保護作物野生近緣種工作的關鍵問題中包括作物野生近緣種清單與訊息系統的掌控，清單包括文書處理與實地生態地理研究，訊息來源從各部門、組織、機構、基因庫、植物標本、實地調查等，通常資訊會經由國家或地區性的數據庫，利用地理資訊系統 (geographic information system; GIS) 工具繪製地圖與進行分析 (Heywood *et al.* 2007)。面對全球氣候劇烈變遷，台灣園藝作物野生近緣種也面臨衰減與消失的困境，因此為保護台灣珍貴的作物野生近

緣種資源，乃進行台灣園藝作物野生近緣種地理資訊系統的建置。

材料與方法

地理資訊系統架構

本園藝作物野生近緣種地理資訊系統的架構，係應用 WebGIS 軟體開發，採用 Microsoft SQL server 2008 資料庫軟體建置資料庫管理和分析系統，以地理資訊系統技術將園藝作物野生近緣種地理資訊與特性資料進行面化。又應用 SuperWebGIS 網際網路地圖伺服器軟體，建構包括數據庫管理與 WebGIS 的查詢系統，提供查詢物種地理資訊及物種基本特性資料的功能，並呈現物種調查資料與分布位置。

地理資訊數據庫的建立

本系統進行台灣園藝作物野生近緣種點位座標資料的蒐集與調查，作為點位座標定位之依據，地理資訊數據庫建置包括物種名稱、調查人員、調查日期、調查地點、海拔高度及經緯度等資訊，並與行政院農業委員會林業試驗所合作，進行園藝作物野生近緣種的資料介接，經由發布 TAPIR (TDWG Access Protocol for Information Retrieval) 資料，按照國際 TDWG 組織 (Taxonomic Databases Working Group) 的標準，TAPIR 連結資料庫，以 XML 的方式發布，即時介接林業試驗所資料庫的資料訊息。

物種基本資料與調查資料之查詢

為進行查詢園藝作物野生近緣種的植物形態特性與分布情形，物種查詢功能分為複合條件查詢與地圖查詢，第一種方式以複合條件查詢利用科別、關鍵字、縣市或鄉鎮、海拔高度等條件，直接查詢物種資料，另一種方式是以地圖查詢，依照縣市別查詢物種資料 (圖 1)。系統物種基本資料包括調查物種的中文名稱、英文名稱、種名、科名、屬名、中文別名、英文別名及性狀特徵全文查詢資料，以及該物種的植株特性照片。物種調查資料包括園藝作物野生近緣種所在的縣市與鄉鎮地理資訊資料，調



圖 1. 園藝作物野生近緣種地理資訊系統的物種查詢頁面。

Fig. 1. The species query page of the geographic information system for the wild relatives of horticultural crops.

查日期及調查者資料，地理資訊系統將地理空間資訊以地圖顯示園藝作物野生近緣種的地理分布情形。

結果與討論

台灣園藝作物野生近緣種特性資料

作物野生近緣種扮演讓糧食充足的重要角色，在國際間非常重視作物野生近緣種資源的蒐集、保存、鑑定、評估及利用，全世界約有 25 萬至 30 萬種的維管束植物，僅有 150 餘種被大面積種植作為糧食。隨著作物種類趨向單一化致使遺傳基礎狹隘，因此為提高作物遺傳多樣性，作物野生近緣種的保護與利用變得越來越重要 (Hou & Gao 1999)。在園藝作物中花卉野生近緣種近年來的研究開發，包括種質資源調查與遺傳多樣性研究，進行野生近緣種資源的開發利用與提供基礎訊息 (Chang & Dai 2007)。例如台灣一葉蘭 [*Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe] 為園藝作物的花卉野生近緣種 (圖 2)，係台灣特有種，為蘭科一葉蘭屬多年生球莖植物。其原生於海拔 1,500–2,500 m，已被開發利用於內外銷花卉產業，並被應用在育種上選育出梅雪、梅月、楓星、楓漫、楓悅及楓蜜等新品種 (Ting 2013)。又如新竹油菊 (毛葉甘菊) [*Dendranthema la-*

vandulifolium (Fisch. ex Trautv.) Y. Ling & C. Shih var. *tomentellum* (Hand.-Mazz.) Y. Ling & C. Shih] 生長在台灣海拔約 200 m，在中國野生植物資源名為甘菊，是菊科菊屬多年生宿根草本植物，屬於野生觀賞植物具有較好的觀賞價值。該植物具抗逆性強、適用範圍廣及管理粗放等優點，適合利用於山坡綠化、公路護坡防止水土流失及作為植栽增加景觀等，且是栽培菊花起源中參與起源且遺傳背景最為簡單的菊屬野生植物，可以為作物育種提供優良的基因資源 (Peng *et al.* 2010)。

台灣重要的園藝作物野生近緣種，包含有果樹類的落葉果樹與常綠果樹、蔬菜類、花卉類等野生近緣種 (Yan 1995)，園藝作物野生近緣種地理分布資訊系統目前建置台灣大部分的園藝作物野生近緣種資訊，完成 44 科台灣園藝作物野生近緣種特性資料建置，包括獼猴桃科、番杏科、澤瀉科、莧科、石蒜科、漆樹科、天南星科、鳳仙花科、落葵科、秋海棠科、紫草科、蓴科、石竹科、菊科、旋花科、十字花科、葫蘆科、薯蕷科、柿樹科、杜英科、芡科、金絲桃科、胡桃科、唇形科、豆科、百合科、千屈菜科、桑科、芭蕉科、楊梅科、桃金娘科、蘭科、棕櫚科、藍雪科、馬齒莧科、鳶尾科、薔薇科、芸香科、無患子科、茄科、梧桐科、

行政院農業委員會農業試驗所 嘉義農業試驗分所
Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute

物種查詢 操作教學 English 系統管理

園藝作物野生近緣種地理資訊系統

台灣一葉蘭 *Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe

物種基本資料 物種調查資料 物種分佈圖 物種照片瀏覽

中文名稱 台灣一葉蘭
英文名稱 Common Pleione
科名 Orchidaceae
屬名 一葉蘭屬 *Pleione*
中文別名 獨神蘭
英文別名

附註：假球莖紫色、紫褐色或青綠色，角錐形，基部圓錐形，外表光澤，葉片倒披針形，葉脈顯明，具縱紋，紙質，冬季變紅，花粉紅色，稀近全白，果實紡錘形，蒴果，熟時黑褐色。

性狀特徵

拍攝者：農業試驗所嘉義分所 拍攝時間：2010/03/16

1/8

台灣一葉蘭 *Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe

圖例 或按 Esc 結束瀏覽

本尺寸 (100%) 中尺寸 (50%) 小尺寸 (30%)

攝影標題：農業試驗所嘉義分所
物種學名： *Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe
生息描述：
附生；假球莖紫色、紫褐色或青綠色，角錐形，基部圓錐形，外表光澤，葉片倒披針形至窄橢圓形，具縱紋，紙質，冬季變紅，花粉紅色，稀近全白，果實紡錘形，蒴果，熟時黑褐色。

拍攝者：農業試驗所嘉義分所
拍攝日期：2010/03/17
拍攝器材：NIKON CORPORATION
原始解析度：

快門速度：1/25
光圈大小：5.6
ISO 值：

圖 2. 台灣一葉蘭的基本特性資料。

Fig. 2. The basic genetic characteristic data of *Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe.

馬鞭草科、葡萄科、薑科等園藝作物野生近緣種 (表 1)，提供基本資料以及該物種的植株特性照片資訊。台灣園藝作物野生近緣種過去雖有調查與整理，但多限於無法容納大量資訊的書籍或標本，尚未建立其完整資訊。近年來由於電腦科技與網際網路的發展，改善以往占用儲存空間甚大的圖檔資訊存取問題。例如，果樹種原數位典藏之建置，即利用種原特性資料與圖片檔案數位化建置，解決種原資訊無法普及問題，提供民眾學習教育功能，協助科學研究人員種原搜尋與比對功能，進而對種原交換與利用有所助益 (Wen *et al.* 2012)。

台灣園藝作物野生近緣種地理分布資訊

地理資訊系統 (GIS) 被應用在保護農用植物遺傳資源的野生近緣種與野生種，常被使用於避免作物及其野生近緣種育種與研究用的稀有與瀕危物種消失的就地保護工作 (Hauptvogel *et al.* 2010)。地理資訊系統是以地理空間數據庫為基礎，對空間數據進行採集、存取、編輯、處理、分析及顯示，能提供多種空間與動態的地理信息，可被應用於資源調查、環境評估與管理 (Chang & Chu 2008)。地理資訊系統與傳統資料庫不同的是多了空間的向度，可以利用統計與計量方法進行空間分析，被作

表 1. 園藝作物野生近緣種地理資訊系統的物種。

Table. The species of the geographic information system for the horticultural crop wild relatives.

| No. | Family | Scientific name of the species | Quantity |
|-----|-----------------|---|----------|
| 1 | Actinidiaceae | <i>Actinidia callosa</i> Lindl., <i>Actinidia chinensis</i> Planch. var. <i>setosa</i> Li, <i>Actinidia latifolia</i> (Gardn. et Champ.) Merr. | 3 |
| 2 | Aizoaceae | <i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze | 1 |
| 3 | Alismataceae | <i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth subsp. <i>lappula</i> (D. Don) Bogin, <i>Sagittaria pygmaea</i> Miq., <i>Sagittaria trifolia</i> L. | 3 |
| 4 | Amaranthaceae | <i>Amaranthus lividus</i> L., <i>Amaranthus patulus</i> Bertoloni, <i>Amaranthus spinosus</i> L., <i>Amaranthus viridis</i> L., <i>Celosia argentea</i> L., <i>Celosia taitoensis</i> Hayata., <i>Gomphrena celosioides</i> Mart. | 7 |
| 5 | Amaryllidaceae | <i>Lycoris aurea</i> Herb. | 1 |
| 6 | Anacardiaceae | <i>Pistacia chinensis</i> Bunge | 1 |
| 7 | Araceae | <i>Colocasia formosana</i> Hayata, <i>Schismatoglottis kotoensis</i> (Hayata) T. C. Huang, J. L. Hsiao et H. Y. Yeh | 2 |
| 8 | Balsaminaceae | <i>Impatiens devolii</i> Huang, <i>Impatiens tayemonii</i> Hayata, <i>Impatiens uniflora</i> Hayata | 3 |
| 9 | Basellaceae | <i>Basella alba</i> L. | 1 |
| 10 | Begoniaceae | <i>Begonia aptera</i> Blume, <i>Begonia austrotaiwanensis</i> Chen et Peng, <i>Begonia buimontana</i> Yamamoto, <i>Begonia chitoensis</i> Liu et Lai, <i>Begonia formosana</i> (Hayata) Masamune, <i>Begonia laciniata</i> Roxb., <i>Begonia fenicis</i> Merr., <i>Begonia lukuana</i> Liu et Ou, <i>Begonia nantoensis</i> Lai et Chung, <i>Begonia ravenii</i> Peng et Chen, <i>Begonia taiwaniana</i> Hayata, <i>Begonia tengchiana</i> Cheng et Pen, <i>Begonia wutaiana</i> C. I Peng et Y. K. Chen | 13 |
| 11 | Boraginaceae | <i>Cordia cumingana</i> Vidal, <i>Cordia dichotoma</i> G. Forst. | 2 |
| 12 | Cabombaceae | <i>Brasenia schreberi</i> Gmel. | 1 |
| 13 | Caryophyllaceae | <i>Dianthus palinensis</i> S. S. Ying, <i>Dianthus pygmaeus</i> Hayata, <i>Dianthus superbus</i> L. var. <i>longicalycinus</i> (Maxim.) Will., <i>Dianthus superbus</i> L. var. <i>taiwanensis</i> (Masamune) Liu | 4 |
| 14 | Compositae | <i>Dendranthema arisanense</i> (Hayata) Y. Ling et C. Shih, <i>Dendranthema indicum</i> (L.) Des Moul., <i>Dendranthema lavandulifolium</i> (Fisch. ex Trautv.) Y. Ling et C. Shih var. <i>tomentellum</i> (Hand.-Mazz.) Y. Ling et C. Shih, <i>Dendranthema morii</i> (Hayata) Kitam., <i>Leucanthemum vulgare</i> H. J. Lam., <i>Pterocypsela formosana</i> (Maxim.) C. Shih, <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C. Shih, <i>Paraprenanthes sororia</i> (Miq.) C. Shih | 8 |
| 15 | Convolvulaceae | <i>Ipomoea alba</i> L., <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk., <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam., <i>Ipomoea biflora</i> (L.) Persoon, <i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet, <i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq., <i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb., <i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr., <i>Ipomoea littoralis</i> Blume, <i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq., <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker-Gawl., <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br. subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Oostst., <i>Ipomoea pes-tigridis</i> L., <i>Ipomoea polymorpha</i> Roem. et Schult., <i>Ipomoea quamoclit</i> L., <i>Ipomoea triloba</i> L., <i>Ipomoea violacea</i> L. | 17 |
| 16 | Cruciferae | <i>Raphanus sativus</i> L. f. <i>raphanistroides</i> Makino | 1 |
| 17 | Cucurbitaceae | <i>Momordica charantia</i> L., <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng. | 2 |
| 18 | Dioscoreaceae | <i>Dioscorea alata</i> L., <i>Dioscorea benthamii</i> Prain et Burkill, <i>Dioscorea bulbifera</i> L., <i>Dioscorea colletii</i> Hook. f., <i>Dioscorea esculenta</i> (Lour.) Burkill var. <i>spinosa</i> R. Knuth, <i>Dioscorea japonica</i> Thunb. var. <i>japonica</i> , <i>Dioscorea matsudae</i> Hayata, <i>Dioscorea opposita</i> Thunb. | 8 |
| 19 | Ebenaceae | <i>Diospyros eriantha</i> Champ. ex Benth., <i>Diospyros japonica</i> Sieb. et Zucc., <i>Diospyros kotoensis</i> Yamazaki, <i>Diospyros ferrea</i> (Willd.) Bakhuisen, <i>Diospyros maritima</i> Blume, <i>Diospyros morrisiana</i> Hance, <i>Diospyros oldhamii</i> Maxim., <i>Diospyros philippensis</i> (Desr.) Gurke, <i>Diospyros rhombifolia</i> Hemsl., <i>Diospyros vaccinioides</i> Lindl. | 10 |
| 20 | Elaeocarpaceae | <i>Elaeocarpus argenteus</i> Merr., <i>Elaeocarpus japonicus</i> Sieb. et Zucc., <i>Elaeocarpus multiflorus</i> (Turcz.) F. Vill., <i>Elaeocarpus sphaericus</i> (Gaertn.) Schumann var. <i>hayatae</i> (Kanehira et Sasaki) Chang, <i>Elaeocarpus sylvestris</i> (Lour.) Poir. var. <i>sylvestris</i> | 5 |
| 21 | Guttiferae | <i>Garcinia linitii</i> C. E. Chang, <i>Garcinia multiflora</i> Champ., <i>Garcinia subelliptica</i> Merrill | 3 |
| 22 | Juglandaceae | <i>Juglans cathayensis</i> Dode | 1 |
| 23 | Labiatae | <i>Coleus formosanus</i> Hayata, <i>Coleus scutellarioides</i> (L.) Benth. | 2 |

表 1. 園藝作物野生近緣種地理資訊系統的物種 (續)。

Table 1. The species of the geographic information system for the horticultural crop wild relatives (continued).

| No. | Family | Scientific name of the species | Quantity |
|-------|----------------|--|----------|
| 24 | Leguminosae | <i>Glycine tomentella</i> Hayata, <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray, <i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth., <i>Vigna marina</i> (Burm.) Merr., <i>Vicia sativa</i> L. ssp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh., <i>Vigna umbellata</i> (Thumb.) Ohwi et Ohashi | 6 |
| 25 | Liliaceae | <i>Allium macrostemon</i> Bunge, <i>Allium thunbergii</i> G. Don, <i>Asparagus cochinchinensis</i> (Lour.) Merr., <i>Lilium formosanum</i> Wallace, <i>Lilium longiflorum</i> Thunb. var. <i>scabrum</i> Masam., <i>Lilium speciosum</i> Thunb. var. <i>gloriosoides</i> Baker | 6 |
| 26 | Lythraceae | <i>Trapa bispinosa</i> Roxb. var. <i>iinumai</i> Nakano, <i>Trapa natans</i> L. var. <i>japonica</i> Nakai, <i>Trapa taiwanensis</i> Nakai | 3 |
| 27 | Moraceae | <i>Artocarpus incisa</i> (Thunb.) L. f., <i>Artocarpus xanthocarpus</i> Merr., <i>Morus australis</i> Poir. | 3 |
| 28 | Musaceae | <i>Musa formosana</i> basjoo var. <i>formosana</i> (Warb.) S. S. Ying | 1 |
| 29 | Myricaceae | <i>Myrica adenophora</i> Hance, <i>Myrica rubra</i> (Lour.) Sieb. et Zucc. | 2 |
| 30 | Myrtaceae | <i>Syzygium buxifolium</i> Hook. et Arn., <i>Syzygium densinervium</i> Merr. var. <i>insulare</i> Chang, <i>Syzygium euphlebium</i> (Hayata) Mori, <i>Syzygium formosanum</i> (Hayata) Mori, <i>Syzygium kusukusense</i> (Hayata) Mori, <i>Syzygium paucivenium</i> (Robins.) Merr., <i>Syzygium simile</i> (Merr.) Merr., <i>Syzygium taiwanicum</i> Chang et Miau, <i>Syzygium tripinnatum</i> (Blanco) Merr. | 9 |
| 31 | Nymphaeaceae | <i>Euryale ferox</i> Salisb. | 1 |
| 32 | Orchidaceae | <i>Phalaenopsis aphrodite</i> Rchb. f., <i>Pleione bulbocodioides</i> (Franch.) Rolfe | 2 |
| 33 | Palmae | <i>Phoenix hanceana</i> Naud. | 1 |
| 24 | Plumbaginaceae | <i>Limonium sinense</i> (Girard) Kuntze, <i>Limonium wrightii</i> (Hance) Kuntze | 2 |
| 35 | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L., <i>Portulaca pilosa</i> L., <i>Portulaca quadrifida</i> L. | 3 |
| 36 | Ridaceae | <i>Iris formosana</i> Ohwi | 1 |
| 37 | Rosaceae | <i>Eriobotrya deflexa</i> f. <i>koshunensis</i> (Kanehira et Sasaki) Li, <i>Eriobotrya deflexa</i> (Hemsl.) Nakai f. <i>buisanensis</i> (Hayata) Nakai, <i>Eriobotrya deflexa</i> (Hemsl.) Nakai f. <i>deflexa</i> , <i>Fragaria hayatai</i> Makino, <i>Malus doumeri</i> (Bois.) Chev., <i>Malus hupehensis</i> (Pamp.) Rehder, <i>Prunus buergeriana</i> Miq., <i>Prunus campanulata</i> Maxim., <i>Prunus grisea</i> (C. Muell.) Kalkm., <i>Prunus japonica</i> Thunb., <i>Prunus mume</i> (Siebold) Sieb. et Zucc., <i>Prunus obtusata</i> Koehne, <i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim., <i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim. var. <i>illicifolia</i> Yamamoto, <i>Prunus pogonostyla</i> Maxim., <i>Prunus spinulosa</i> Sieb. et Zucc., <i>Prunus taiwaniana</i> Hayata, <i>Prunus transarisanensis</i> Hayata, <i>Prunus zippeliana</i> Miq., <i>Rosa bracteata</i> Wendl., <i>Rosa cymosa</i> Tratt., <i>Rosa laevigata</i> Michx., <i>Rosa luciae</i> Franch et Rochebr. ex Crepin, <i>Rosa multiflora</i> Thunb. ex Murray var. <i>formosana</i> Cardot, <i>Rosa pricei</i> Hayata, <i>Rosa sambucina</i> Koidz., <i>Rosa sericea</i> Lindl. var. <i>morrisonensis</i> (Hayata) Masamune, <i>Rosa taiwanensis</i> Nakai, <i>Rosa transmorrisonensis</i> Hayata | 29 |
| 38 | Rutaceae | <i>Citrus aurantium</i> L., <i>Citrus depress</i> Hayata, <i>Citrus taiwanica</i> Tanaka et Shimada, <i>Clausena anisum-olens</i> (Blanco) Merr., <i>Clausena excavata</i> Burm. f. | 5 |
| 39 | Sapindaceae | <i>Pometia pinnata</i> Forst. | 1 |
| 40 | Solanaceae | <i>Lycianthes biflora</i> (Lour.) Bitter, <i>Lycianthes lysimachioides</i> (Wall.) Bitter, <i>Solanum americanum</i> Miller, <i>Solanum capsicoides</i> Allioni, <i>Solanum diphyllum</i> L., <i>Solanum erianthum</i> D. Don, <i>Solanum macaoense</i> Dunal, <i>Solanum lasiocarpum</i> Dunal, <i>Solanum lyratum</i> Thunb., <i>Solanum luzoniense</i> Merr., <i>Solanum nigrum</i> L., <i>Solanum pittosporifolium</i> Hemsl., <i>Solanum pseudocapsicum</i> L., <i>Solanum seaforthianum</i> Andrews, <i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam., <i>Solanum torvum</i> Swartz, <i>Solanum undatum</i> Lam., <i>Solanum violaceum</i> Ortega | 18 |
| 41 | Sterculiaceae | <i>Sterculia ceramica</i> R. Brown | 1 |
| 42 | Verbenaceae | <i>Verbena bonariensis</i> L., <i>Verbena officinalis</i> L. | 2 |
| 43 | Vitaceae | <i>Vitis flexuosa</i> Thunb. f. <i>flexuosa</i> , <i>Vitis kelungensis</i> Moriyama, <i>Vitis thunbergii</i> Sieb. et Zucc. var. <i>taiwaniana</i> Lu, <i>Vitis thunbergii</i> Sieb. et Zucc. var. <i>thunbergii</i> | 4 |
| 44 | Zingiberaceae | <i>Zingiber kawagooii</i> Hayata | 1 |
| Total | | | 200 |

為資料展現與查詢的工具，亦能與全球定位系統 (global position system; GPS) 結合，應用野外田間調查標定的地理資料，進行植物遺傳資源的空間分布分析 (Lay & Juang 2009)。在林業上，地理資訊系統被利用作為森林調查、資源分析、森林經營管理的工具 (Tung *et al.* 2009)，近年來面對氣候變遷的影響，地理資訊系統亦被利用來整合與分析地理資料，作為保護作物野生近原種策略的依據 (Phillips *et al.* 2014)。

園藝作物野生近緣種地理資訊系統 (<http://caes.gov.tw/HCWRGIS>)，完成 44 科 200 種約 3,400 筆台灣園藝作物野生近緣種點位座標資料的調查與蒐集資訊，包括全台有紀錄以來大多數的園藝作物野生近緣種地理資訊，並完成台灣園藝作物野生近緣種地理分布標

示點位座標資料的建置。該系統透過地理資訊系統，將地理空間資訊以地圖方式顯示物種的地理分布圖，呈現園藝作物野生近緣種的分布情形。專業人員或研究人員經由需求申請，透過地理資訊系統可以查詢園藝作物野生近緣種詳細的點位座標，利用地圖工具列的放大、縮小、平移及放置全圖等功能，應用衛星地圖或道路圖資訊找到台灣地圖上該物種所在的正確位置。例如，台灣胡桃 (野核桃) (*Juglans cathayensis* Dode) (圖 3) 屬喬木可達 25 m 高，在台灣分布於海拔 1,200–2,000 m 的森林，對照在中國伊犁的果樹近緣種資料，包括野核桃 (*Juglans regia* L.) 等野果林組成，屬喬木有 14 個種下野生類型，主要分布在鞏留縣核桃溝，則分布於海拔 1,280–1,300 m (Hou & Hsu 2006)，藉此獲得野生近緣種的地理分布資訊。



圖 3. 台灣胡桃的地理分布資訊。

Fig. 3. The geographic distribution data of *Juglans cathayensis* Dode.

園藝作物野生近緣種地理資訊系統所建立的地理資訊數據庫資料，是利用地理資訊系統進行植物地理座標的調查分析，以數位化形式收集儲存資料，有效率的提供使用者擷取資料，並且可以整合與分析衍生出使用者所需的園藝作物野生近緣種地理分布資訊。

園藝作物野生近緣種地理資訊系統的應用展望

地理資訊系統被應用作為資源分析的工具，不只侷限於地圖的製作與地理資訊查詢，也能將圖形與數據重新處理並加以分析，應用於各種目標的分析及相關信息的推測與導出。大量的圖資可從多個雲端異質資料庫來源產生，藉由空間對位套疊地理資訊系統圖形，呈現網路地圖資訊 (Lin *et al.* 2011)。應用園藝作物野生近緣種地理資訊系統的 1997–2012 年調查的小葉桑 (*Morus australis* Poir.) 野生近緣種地理資訊，配合另外的台灣溫度分布資料進行套疊分析，即呈現園藝作物野生近緣種的溫度區域數量分布圖 (圖 4)。可據以觀察到在年平均溫度 18.6–24.1°C 溫度區域分布的調查族群最多，年平均最低溫 5.1°C 以下與年平均最

高溫 28.6°C 以上的溫度區域少見有調查資料，藉此可推測其適合的就地保存環境溫度，呈現的溫度範圍也符合小葉桑在台灣中低海拔地區分布的特性，提供野生近緣種與氣候相關的生態地理分布資訊，方便進行研究分析之用。近年來全球氣候變遷的研究，因為氣候是決定森林物種分布的主要因素，許多生態氣候學研究被進行。在中國黑龍江，即應用地理資訊系統技術與氣候資訊進行分析，探討 1961–2003 年間氣候變化對生態地理區域界限及當地森林主要樹種分布的影響，提供生態環境變化研究的參考資訊 (Liu *et al.* 2007)。

因為要保護重要的作物野生近緣種資源，異地與就地保護的工作很重要。但是，對就地保存狀態的瞭解有限，因此糧食作物馬鈴薯多樣化中心的波利維亞，乃應用地理資訊系統進行分析當地特有種野生馬鈴薯多樣性的地理位置型態，並評估需要特別保護的瀕危地區以進行馬鈴薯野生近緣種資源的保護 (Cadima *et al.* 2014)。在巴勒斯坦，也利用地理資訊系統分析，進行探索、保護及利用野生作物親緣的種質資源，以及解釋物種地理分布因素的研究，預測小麥野生近緣種特別的氣候變量

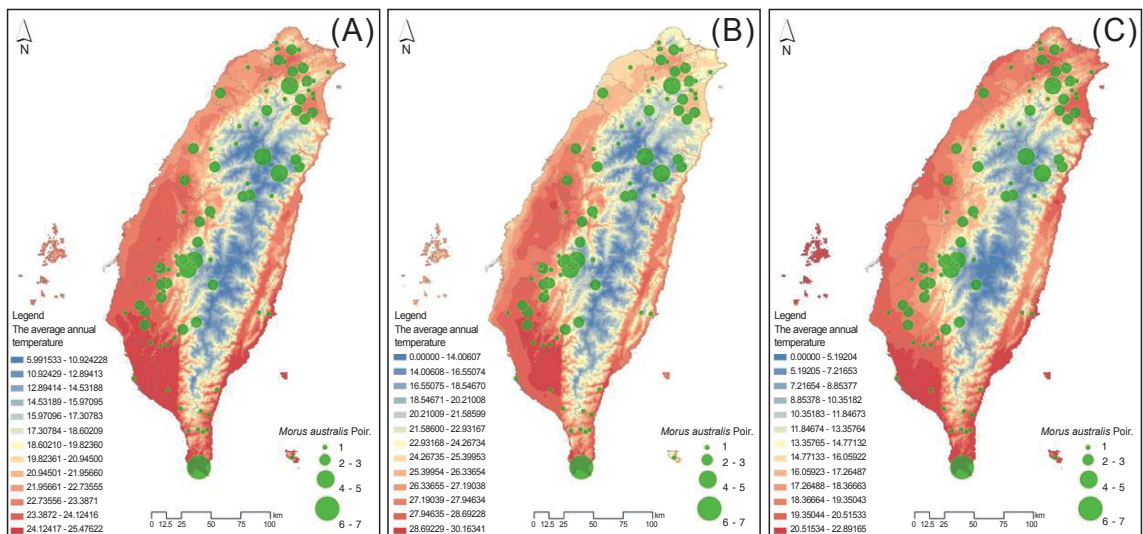


圖 4. 小葉桑的物種不同溫度區域數量分布圖。(A) 年平均溫；(B) 年平均最高溫；(C) 年平均最低溫。

Fig. 4. The species topographic maps of different regional temperature distributions of *Morus australis* Poir. (A) The average annual temperature; (B) The average annual maximum temperature; and (C) The average annual minimum temperature.

有關的主要適合潛在性保護地區 (Allahham & Hasasneh 2008)。而在美國德州南部的柑橘類栽培，則利用地理資訊系統整合柑橘、土壤調查地理資料及人口普查資料，作為評估城市發展對柑橘栽培的影響，以及應用於選擇新柑橘園區的潛在地點。這些分析出來的研究資訊，可提供給生產者、科學家及政府機構作為參考依據 (Fletcher 2009)。

生態地理訊息透過電子方式經過網際網路將更容易被取得，作物野生近緣種的訊息可以在網路上得到。例如，歐洲地中海地區是作物野生近緣種多樣性的重要中心，已運用全球資訊網 (World Wide Web) 建置作物野生近緣種資訊系統 (crop wild relative information system; CWRIS)，提供作物野生近緣種資料給植物育種者、保護區管理者、政策制定者、環保主義者、分類學家及民眾使用 (Kell *et al.* 2007)。全球定位系統提供目標的空間位置，地理資訊系統則是對不同來源的空間數據進行綜合分析與應用的平台，應用地理資訊系統的網際網路地圖伺服器軟體，能協助組織交付動態的地圖和透過全球資訊網的地理資訊系統數據，利用網際網路輸出、展示及分享空間數據。本園藝作物野生近緣種地理資訊系統的建置，應用地理資訊系統在園藝作物野生近緣種，提供物種基本特性、物種地理分布資訊及物種分布圖等訊息，可作為因應氣候變遷下作物遺傳資源調適、利用及保育依據之參考，以及協助育種與種原保存人員對於作物遺傳資源的蒐集與利用效率，期有助於園藝作物遺傳資源之保育利用與農業永續性發展。

誌謝

本研究感謝農委會資訊中心 E 化計畫經費補助，郭育麟先生、呂紀萍小姐協助資料調查，沈秀芳小姐、王如茵小姐協助資料整理，在此一併誌謝。

引用文獻

- Allahham, S. and H. Hasasneh. 2008. Using GIS models to locate potential sites for wheat wild relative conservation in the Palestinian authority areas. p.195–207. *in*: Crop Wild Relative Conservation and Use. (Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd, S. P. Kell, J. M. Iriondo, M. E. Dulloo, and J. Turok, eds.) CAB International. Wallingford. 682 pp.
- Bottrell, D. G. and K. G. Schoenly. 2012. Resurrecting the ghost of green revolutions past: The brown planthopper as a recurring threat to high-yielding rice production in tropical Asia. *J. Asia Pac. Entomol.* 15:122–140.
- Cadima, X., M. Zonneveld, X. Scheldeman, N. Castaneda, F. Patino, M. Beltran, and P. Damme. 2014. Endemic wild potato (*Solanum* spp.) biodiversity status in Bolivia: Reasons for conservation concerns. *J. Nat. Conserv.* 22:113–131.
- Chang, F. and Y. Chu. 2008. GIS technology in forest resources management. *Perspect. Sci. Technol. Achiev.* 2008(6):46–47. (in Chinese)
- Chang, L. J. and S. L. Dai. 2007. Study and exploration on some flowers and its wild relatives in China. *J. Beijing For. Univ.* 29(6):190–195. (in Chinese with English abstract)
- Danan, S., J. E. Chauvin, B. Caromel, J. D. Moal, R. Pellé, and V. Lefebvre. 2009. Major-effect QTLs for stem and foliage resistance to late blight in the wild potato relatives *Solanum sparsipilum* and *S. spegazzinii* are mapped to chromosome X. *Theor. Appl. Genet.* 119:705–719.
- Dhanapal, A. P. and E. Porceddu. 2013. Functional and evolutionary genomics of protein disulphide isomerase (PDI) gene family in wheat and its wild relatives: A review. *ARRB.* 3:935–958.
- Fahim, M., A. Mechanicos, L. Ayala-Navarrete, S. Haber, and P. J. Larkin. 2012. Resistance to *Wheat streak mosaic virus*- A survey of resources and development of molecular markers. *Plant Pathol.* 61:425–440.
- FAO. 1997. The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 511 pp.
- Fletcher, R. S. 2009. Applications of GIS to citriculture in south Texas. *J. Appl. Hortic.* 11:3–9.
- Hauptvogel, R., R. Kuna, P. Strba, and P. Hauptvogel. 2010. GIS design for in situ conservation of rare and endangered species. *Czech J. Genet. Plant* 46:S50–S53.
- Heywood, V., A. Casa, B. Ford-Lloyd, S. Kell, and N. Maxted. 2007. Conservation and sustainable use of crop wild relatives. *Agric. Ecosyst. Environ.* 121:254–255.
- Hou, B. and Z. Hsu. 2006. Study on wild fruit trees and their kindred species in the Yili Valley, China. *Arid Zone Res.* 23:453–458. (in Chinese with English abstract)

- Hou, X. Y. and W. D. Gao. 1999. Conservation and utilization of wild relatives of crops. *Chin. Biodiver.* 7:327–331. (in Chinese with English abstract)
- Kell, S. P., S. L. Jury, H. Knüpffer, B. V. Ford-Lloyd, and N. Maxted. 2007. PGR Forum: Serving the crop wild relative user community. *Bocconea* 21:413–421.
- Kuo, C. M. 1997. *Vascular Plants of Taiwan*. Vol. 1. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei. 256 pp. (in Chinese)
- Lay, J. G. and W. Y. Juang. 2009. Application of geographic information digital archives in senior high school geography course. *J. Cartography*. 19:33–48. (in Chinese with English abstract)
- Lin, M. H., H. K. Chang, and C. C. Hsu. 2011. Combined with cloud computing as a new generation of geographic information services. *Chin. Technol.* 91:92–100. (in Chinese)
- Liu, D., J. Na, C. Du, and J. Zhang. 2007. Changes in eco-geographical distributions of major forestry species in Heilongjiang province during 1961–2003. *Adv. Clim. Change Res.* 3:100–105. (in Chinese with English abstract)
- Malik, R., C. M. Smith, G. L. Brown-Guedira, T. L. Harvey, and B. S. Gill. 2003. Assessment of *Aegilops tauschii* for resistance to biotypes of wheat curl mite (Acari: Eriophyidae). *J. Econ. Entomol.* 96:1329–1333.
- Maxted, N. and S. Kell. 2009. Establishment of a Global Network for the *In Situ* Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Needs. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 266 pp.
- Maxted, N., S. Kell, B. Ford-Lloyd, E. Dulloo, and A. Toledo. 2012. Toward the systematic conservation of global crop wild relative diversity. *Crop Sci.* 52:774–785.
- Pathak, P. K. and E. A. Heinrichs. 1982. Selection of biotype populations 2 and 3 of *Nilaparvata lugens* by exposure to resistant rice varieties. *Environ. Entomol.* 11:85–90.
- Peng, Y. H., H. Huang, and S. L. Dai. 2010. Research progress of the wild plant *Chrysanthemum lavandulifolium*. *Chin. Hortic. Abstracts* 2010(10):63–65. (in Chinese)
- Phillips, J., A. Kyrtzsis, C. Christoudoulou, S. Kell, and N. Maxted. 2014. Development of a national crop wild relative conservation strategy for Cyprus. *Genet. Resour. Crop Ev.* 61:817–827.
- Reynolds, M., F. Dreccer, and R. Trethowan. 2007. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *J. Exp. Bot.* 50:177–186.
- Thormann, I., A. Lane, K. Durah, M. E. Dulloo, and S. Gaiji. 2008. Crop wild relative information: developing a tool for its management and use. p.504–512. *in: Crop Wild Relative Conservation and Use*. (Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd, S. P. Kell, J. M. Iriondo, M. E. Dulloo, and J. Turok, eds.) CAB International. Wallingford. 682 pp.
- Ting, C. L. 2013. Taiwan pleiones the cultivation and marketing profiles. *Miaoli Dist. Agric. News Flash* 62:14–16. (in Chinese)
- Tung, Y. F., W. F. Yao, and S. H. Chu. 2009. Analysis GIS applications and prospects in forestry survey. *Anhui. Agric. Sci. Bull.* 15(21):173–174. (in Chinese)
- Wen, I. C., S. P. Chen, C. Y. Chang, and Y. C. Hsu. 2012. Fruits Genetic digital archives of the build and future prospects. p.199–204. *in: Taiwan Biodiversity and Geological Database Magazine*. Taipei. 228 pp. (in Chinese)
- Yan, X. F. 1995. A Study of Wild Species Related to Important Horticultural Crops in Taiwan. Ph.D. Thesis, Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University. Taipei. 474 pp. (in Chinese with English abstract)

Establishment and Application Prospect of the Geographic Information System for the Wild Relatives of Horticultural Crops

Shu-Fen Chang^{1,*}, Hui-Lung Chiu², Wen-Liang Chiou³, and Chien-Wen Chen⁴

Abstract

Chang, S. F., H. L. Chiu, W. L. Chiou, and C. W. Chen. 2015. Establishment and application prospect of the geographic information system for the wild relatives of horticultural crops. *J. Taiwan Agric. Res.* 64(4):279–289.

This study aims to establish an information system for the wild relatives of Taiwan's horticultural crops with geographic information system, providing an access to geographic information and characteristics data. The WebGIS software developers take advantage of the system architecture to construct geographic information databases, as well as the basic characteristics of the species images and information. Currently the system has included 200 species in 44 families of the wild relatives of horticultural crops. The geographical distribution of digital data and information can facilitate the inquiry and utilization of the wild relatives of horticultural crops for researchers, farmers and others. It is expected that this system can help to conserve and sustain the utilization of genetic resources of horticultural crops in Taiwan.

Key words: Wild relatives of horticultural crops, Genetic resources, Geographic information system.

Received: September 15, 2014; Accepted: April 7, 2015.

* Corresponding author, e-mail: sophie@dns.caes.gov.tw

¹ Associate Research Fellow, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

² Assistant Research Fellow, Plant Germplasm Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

³ Associate Research Fellow and Director, Botanical Garden Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, ROC.

⁴ Contract Assistant Research Fellow, Botanical Garden Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, ROC.