

# 菊花新品種‘桃園 1 號’之育成<sup>1</sup>

陳錦木<sup>2</sup>、羅士凱<sup>2</sup>、鄭隨和<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗旨在選育適合台灣氣候條件，且花色艷麗之盆菊新品種，以促進國內盆菊產業之發展。菊花新品種‘桃園 1 號’原品系代號 TYC02S5263，係本場於 2001 年以‘霓虹’與‘露西朵’進行雜交，從實生後裔中選出之優良單株，經繁殖試驗及兩年品系試驗，於 2008 年 11 月命名，2009 年 4 月取得植物品種權。本品種生長勢強健，株高中等，花瓣為匙狀花，花型為單瓣風車型，花徑 6 至 7 cm，舌狀花的匙瓣部位顏色為紫紅色，管狀部位為粉紅色並具網紋，顏色對比強且花色穩定。

關鍵詞：菊花、新品種、育種

## 前 言

菊花 (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv.) 為世界性的重要花卉，栽培歷史悠久，品種數量多，依栽培型態主要分為切花、盆花及庭園菊三類 (Anderson and Ascher, 1996)。盆菊為台灣重要的盆花產業，年產量約三十五萬盆左右，是傳統農曆年節應景的盆花之一，主要產區在桃園縣及彰化縣兩地 (許等, 2006)。盆菊在國內因品種權保護工作推動較慢，國外優良品種一直無法引進，使得目前主要栽培品種仍多為早期由國外引進之品種，這些品種在花型及花色上缺乏變化，分枝直立，開展度不足，分枝處易折斷常需立支柱支撐等缺點，為改善上述之問題，促進國內盆菊產業之發展，宜針對本島氣候條件進行品種選育改良工作 (陳, 2009)。

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 407 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場副研究員、助理研究員及場長(通訊作者, shcheng@mail.coa.gov.tw)。

盆菊品種的流行趨勢，消費者追求花朵外觀新穎，花色鮮豔；生產者講究生長勢強，抗病蟲害及早花之品種 (Ball, 1997)。另外，近年來全球氣候變遷，夏季平均溫度明顯提高，以育種的方式改進菊花對於高溫的適應性，將可降低生產成本，提高產業競爭力 (Yeh and Lin, 2003)。除高溫問題外，台灣露地栽培的盆菊生產模式，冬季時低於 10°C 以下的寒流嚴重影響菊花開花，低溫所產生的開花延遲常讓出貨產期估算失準，造成重大損失。因此，本土盆菊選育上耐低溫之特性亦是重要的選拔目標。在低溫、低光度及短日的環境中產生簇生化現象是菊花的生理特性，故在育種過程中須針對此缺點予以改進，以避免影響冬季低溫期的栽培生產 (De Jong, 1984)。

菊花目前的育種技術，主要以雜交育種為主 (Anderson, 1992)，菊花的頭狀花序中常有多數的兩性管狀花，容易雜交產生種子，因此雜交育種的效率高，為現今菊花新品種育成的主要方法。另外，菊花誘變育種技術經多年的發展亦相當成熟，常用於育成不同花色的系列品種，此系列品種在生長勢及開花期相同下對於需同時生產多種花色產品的栽培計畫極為有利，是菊花育種上常用的技術之一 (許等人, 2002)。

本試驗即以雜交育種方法，選育適合本島氣候條件，花色亮麗且生長勢強之盆菊新品種，以供消費者選擇，促進國內盆菊產業之發展。

## 材料及方法

### 一、雜交及優良單株選拔

選用之母本‘霓虹’，父本‘露西朵’為本場早期自美國 Yoder Brothers 引進之品種，在台灣經多年觀察表現良好，‘霓虹’具新穎的風車花型，‘露西朵’具花色鮮紅、矮生且開花整齊特性，雜交於 2001 年於溫室中進行，2002 年將所得 F1 種子於溫室中以 128 格穴盤培育實生苗，株高 10 公分左右種植於 15 公分盆，栽培介質為泥炭苔：真珠石 = 3 : 1 (V/V)，肥培管理每盆施用 3 公克好康多 1 號 70 天型 14N : 12P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 14K<sub>2</sub>O，並配合 20N : 10P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 20K<sub>2</sub>O 百得肥液肥稀釋 1000 倍，每盆每週澆灌 200 ml 至花苞顯色停止。以人工澆灌法供水，不定期實施病蟲害防治，用藥參考植物保護手冊。定植後於栽培過程中進行篩選，淘汰植株高、節間長、葉片顏色淺及生長勢弱之植株。開花後依育種目標選拔株高低於 60 cm、分枝數 2.5 枝以上、始花日期約 11 月中旬、花徑大小在 4 至 8 cm 之間、花色亮麗及花朵形態良好之單株。調查項目為株高、分枝數、花徑、始花日期及花色。盆菊株高過高影響外觀比例，故選拔時先淘汰株高高

於 60 公分之單株；另外，多分枝數可增加開花之位置，多花型盆菊花朵數多外觀品質相對較佳，選拔上以 2.5 枝為標準，淘汰分枝數少於 2.5 枝之後裔。花色調查以 RHS 色卡比對，選拔時考量國人年節用花之習慣，主要以紅紫色較具市場價值為主。

## 二、繁殖觀察試驗

2002 年選拔之優良單株，於 2003 年進行繁殖觀察試驗，試驗採順序排列，調查項目為株高、分枝數、花徑、扦插所需發根天數、扦插成活率及外觀品質等級。參試母本於 7 月中旬種植本場溫室，盆器以 15 公分盆栽培並以夜間電照進行暗期中斷維持營養生長，養分管理同一般盆菊栽培，定植成活後摘心促進側枝萌發生產插穗。扦插試驗以 72 格穴盤扦插；扦插介質用泥炭苔：真珠石=3：1 (V/V)，栽培試驗採盆栽方式進行。調查項目的扦插成活率為扦插 20 天後發根數超過 5 條之插穗數的百分比。發根日數為插穗扦插後到根數超過 5 條，長度超過 1 公分之所需日數。品質等級調查於每盆開 5 朵花後進行，評量整體外觀之品質，最高為 5 級，最低為 0 級。發根天數調查係將超過 17 天之單株淘汰；成活率選出成活率達百分之 85 以上者，外觀品質等級 3.5 分以上達獲選標準。

## 三、第一年品系比較試驗

由繁殖觀察試驗選出之優良營養系，進行母本培育及頂梢扦插繁殖成品系，並以流通品種‘霓虹’與‘露西朵’為對照品種。試驗採 CRD，三重複，每重複 12 盆。盆器採盆徑 15 cm 之塑膠盆種植。試驗於溫室中進行，每盆種 5 株，種植後 7 天進行摘心，採不電照栽培，栽培介質為泥炭苔：真珠石=3：1 (V/V)，肥培管理每盆施用 3 公克好康多 1 號 70 天型 14N：12P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：14K<sub>2</sub>O，並配合 20N：10P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：20K<sub>2</sub>O 百得肥液肥稀釋 1000 倍，每盆每週澆灌 200 ml 至花苞顯色停止。以人工澆灌法供水，不定期實施病蟲害防治，用藥參考植物保護手冊。調查項目為株高、分枝數、展幅、花朵數、花徑、到花日數及品質等級，展幅為每盆最寬之距離，花朵數為單一側枝頂花開到第八階段時所有顯色的花苞數，到花日數為種植後到每盆開 5 朵花時所需天數，品質等級為開花後整體外觀之品質，最高為 5 級，最低為 0 級。

## 四、第二年品系比較試驗

由第一年品系試驗中選出之優良品系進行試驗，採 RCBD，三重複。對照品種為

‘霓虹’與‘露西朵’，母本管理和繁殖方式與第一年品系比較試驗相同。試驗調查項目為株高、分枝數、展幅、花朵數、花徑、到花日數、觀賞天數及品質等級。觀賞天數為每盆開花 5 朵時開始計算到有 5 朵花呈現萎凋之天數。

## 結果與討論

### 一、雜交及優良單株選拔

2001 年 12 月以‘霓虹’為母本，‘露西朵’為花粉親所進行雜交的組合，種子調製後共得 450 粒種子，播種後培育 271 株實生後代，2002 年 4 月至 10 月栽培過程中淘汰生長勢衰弱，節間過長或叢生化生長的植株。選育之單株於 10 月中旬後開始開花，即進行外觀園藝性狀之調查，另外，並考量花色是否會褪色及顏色是否鮮豔飽滿。依上述之標準選出編號 02006 及 02263 等 52 株表現良好之單株，晉級進入觀察試驗。

### 二、繁殖觀察試驗

將 2002 年選出之 52 株優良單株進行繁殖觀察試驗，並以雜交母本‘霓虹’為對照。2003 年 8 月於本場進行扦插試驗，扦插為盆菊主要繁殖方法，快速發根成苗之特點，為優良品種必備之特性，試驗後將發根天數調查超過 17 天之單株淘汰；發根率選出成達百分之 85 以上之單株，外觀品質等級超過 3.5 分以上者獲選。綜合上述之調查性狀，花朵獨特性及預估市場接受之潛力等因素，共選出 02007、02015 及 02263 等 22 株優良單株並進行編號繁殖成品系，進入品系比較試驗，試驗結果如表 1 所示。

表 1. 2003 年菊花觀察試驗選拔之優良單株園藝性狀

Table 1. Performance of superior chrysanthemum lines in 2003 trial.

單株代號 Entry	株高 Plant height	分枝數 No. of laterals	花徑 Diameter of flowers	發根天數 Days to rooting	發根率 Percentage of rooting	品質等級 Quality grade	獲選後代號
	cm		cm	day			
02007	51.3	3.8	6.2	17.0	87.5	3.8	TYC02S5007
02015	50.3	2.7	7.1	17.0	94.1	3.8	TYC02S5015
02016	52.5	3.2	6.1	15.5	100.0	3.5	TYC02S5016
02017	43.3	3.1	5.7	15.8	92.9	4.0	TYC02S5017
02031	54.8	3.2	6.1	17.5	100.0	4.3	TYC02S5031
02043	58.3	3.1	6.4	18.0	89.5	3.8	TYC02S5043
02054	54.3	3.2	6.7	18.3	95.7	4.3	TYC02S5054
02068	37.0	3.0	6.1	15.8	93.1	4.0	TYC02S5068
02069	42.5	3.1	5.7	16.0	96.2	4.3	TYC02S5069
02071	58.8	3.5	6.6	17.3	100.0	3.8	TYC02S5071
02081	48.8	2.9	6.8	17.3	94.1	3.5	TYC02S5081
02102	43.8	3.0	5.7	17.0	88.5	3.8	TYC02S5102
02109	30.5	3.4	7.3	17.8	95.2	4.0	TYC02S5109
02114	35.0	3.2	7.3	15.3	94.1	3.5	TYC02S5114
02125	51.5	3.1	8.2	18.0	86.4	3.8	TYC02S5125
02139	53.0	3.9	5.3	16.3	90.0	4.3	TYC02S5139
02142	44.0	3.7	7.1	17.3	92.0	4.0	TYC02S5142
02183	32.3	3.3	8.0	18.3	95.8	3.8	TYC02S5183
02188	37.5	4.6	4.6	15.8	100.0	4.0	TYC02S5188
02251	52.0	2.6	6.1	15.3	96.0	4.3	TYC02S5251
02263	37.8	2.9	8.0	18.3	91.7	4.5	TYC02S5263
02271	57.0	2.9	7.4	18.5	77.3	3.5	TYC02S5271
霓虹 (CK)	33.8	3.5	8.7	15.5	96.0	4.0	
LSD (5%)	2.99	0.28	0.31	1.14		0.69	

### 三、第一年品系比較試驗

將 2003 年選出 22 個品系進行第一年品系比較試驗，並以雜交雙親本‘霓虹’及‘露西朵’為對照。試驗結果如表 2 所示，以 TYC02S5114 品系最矮，TYC02S5109、TYC02S5068 及 TYC02S5188 品系次之，這些屬較矮生之品系；而 TYC02S5071 及 TYC02S5263 品系較兩對照高。分枝數方面以 TYC02S5139 品系最多，而 TYC02S5251 品系 2.7 枝為最少，TYC02S5263 為 2.9 枝比兩對照的 3.5 枝少。展幅以 TYC02S5251 品系最寬，而‘露西朵’品種為最窄，TYC02S5263 為 37.5 cm 比對照‘霓虹’43.1 cm 窄，比露西朵 35.5 cm。花朵數則以 TYC02S5188 品系最多，而 TYC02S5007 及 TYC02S5142 品系最少。品質等級以 TYC02S5263、TYC02S5251 及 TYC02S5031 品系較佳，而 TYC02S5016、TYC02S5081 及 TYC02S5188 品系最差。綜合園藝性狀及市場接受之潛力等因素考量，選出 TYC02S5017、TYC02S5031、TYC02S5068、TYC02S5069、TYC02S5109、TYC02S5139、TYC02S5142、TYC02S5188、TYC02S5251 及 TYC02S5263 等 10 個品系，晉昇第二年品系試驗。

表 2. 2004 年菊花優良品系園藝特性比較

Table 2. Performance of chrysanthemum line in 2004 trial.

品系代號 Entry	株高 Plant height	分枝數 No. of laterals	展幅 Plant width	花朵數 No. of flowers	花徑 Diameter of flower	到花日數 Days to flowering	品質等級 Quality grade
	cm		cm		cm		
TYC02S5007	48.0	3.6	42.0	3.3	5.6	56.0	3.5
TYC02S5015	45.3	2.9	37.3	3.5	7.0	59.3	3.5
TYC02S5016	46.5	3.1	41.7	3.7	6.1	62.3	3.3
TYC02S5017	35.3	3.2	44.8	6.2	5.8	54.3	4.2
TYC02S5031	44.7	3.2	41.0	4.0	6.2	52.7	4.5
TYC02S5043	48.3	3.1	44.8	4.2	6.5	58.3	3.5
TYC02S5054	47.5	3.2	44.8	3.7	6.9	58.8	3.7
TYC02S5068	33.7	3.2	39.2	5.7	6.2	63.8	4.2
TYC02S5069	36.0	3.3	43.2	7.3	5.6	53.5	4.2
TYC02S5071	52.5	3.3	40.0	4.2	6.6	57.5	3.5
TYC02S5081	40.2	3.6	37.0	4.2	6.8	63.8	3.3
TYC02S5102	37.0	2.9	40.5	6.2	5.7	61.5	3.7
TYC02S5109	32.0	3.0	38.5	4.0	7.0	54.5	4.2
TYC02S5114	31.3	3.2	42.5	3.5	7.1	62.2	3.7
TYC02S5125	47.2	2.8	41.2	3.8	7.9	58.8	3.3
TYC02S5139	49.8	4.0	41.5	7.3	5.4	52.8	4.5
TYC02S5142	36.7	3.8	41.0	3.3	7.5	63.7	4.2
TYC02S5183	30.5	3.3	43.5	3.5	8.1	66.2	3.5
TYC02S5188	34.2	4.6	39.2	7.5	4.6	52.5	4.3
TYC02S5251	46.2	2.7	45.3	6.5	6.1	59.0	4.5
TYC02S5263	38.7	2.9	37.5	4.7	7.9	63.3	4.7
TYC02S5271	47.5	3.6	41.5	4.2	7.6	58.8	3.5
霓虹 (CK1)	34.0	3.5	44.3	5.0	6.0	51.3	4.2
露西朵 (CK2)	31.2	3.5	36.5	5.8	6.1	57.2	4.0
LSD (5%)	1.70	0.16	1.85	0.83	0.22	1.53	0.59

#### 四、第二年品系比較試驗

將 2004 年選出 10 個優良品系進行第二年品系比較試驗，以雜交雙親‘霓虹’及‘露西朵’為對照。試驗結果如表 3 所示，株高方面以 TYC02S5139 達 49.5 cm 最高，而 TYC02S5109 僅 29.4 cm 最矮，其中 TYC02S5263 為 39.7 cm 比對照‘霓虹’及‘露西朵’的 35.2 cm 及 31.0 cm 高。分枝數以 TYC02S5188 的 4.3 枝最多品系最多，TYC02S5263 為 2.8 枝比兩對照的 3.3 及 3.1 枝少；展幅以 TYC02S5017 品系最寬，而 TYC02S5263 品系最窄僅有 37.8 cm，顯示 TYC02S5263 品系較直立，栽培時需注意盆距的管理。花朵數以 TYC02S5068 品系比對照多達 7.2 朵，TYC02S5263 品系 4.2 朵和對照‘霓虹’的 4.1 朵未達顯著性差異，比對照‘露西朵’的 5.4 朵少。在品質等級上 TYC02S5263 及 TYC02S5031 品系最佳。綜合園藝性狀、獨特性及市場接受之潛力等因素，以 TYC02S5263 品系表現最佳，並於 2008 年 11 月命名為‘桃園 1 號’。

表 3. 2005 年菊花優良品系園藝特性比較

Table 3. Performance of chrysanthemum line in 2005 trial.

品系代號 Entry	株高 Plant height	分枝數 No. of laterals	展幅 Plant width	花朵數 No. of flowers	花徑 Diameter of flower	到花日數 Days to flowering	觀賞天數 Vase life	品質等級 Quality grade
	cm		cm		cm		day	
TYC02S5017	35.9	3.0	45.5	6.1	5.9	56.4	25.3	3.9
TYC02S5031	44.2	3.1	40.3	4.9	6.2	52.4	21.5	4.4
TYC02S5068	34.2	3.2	40.1	7.2	6.1	63.0	23.0	3.6
TYC02S5069	37.3	3.2	41.2	7.0	5.4	53.5	24.0	4.0
TYC02S5109	29.4	3.6	41.4	4.6	6.8	54.2	24.6	4.2
TYC02S5139	49.5	4.0	39.1	7.0	5.3	56.4	24.3	4.2
TYC02S5142	35.4	3.7	42.2	3.7	7.4	62.7	22.3	4.0
TYC02S5188	32.9	4.3	39.6	6.4	4.7	52.5	23.9	3.7
TYC02S5251	47.5	3.1	40.8	6.2	5.9	59.4	23.9	3.6
TYC02S5263	39.7	2.8	37.8	4.2	7.9	61.6	24.7	4.5
霓虹 (CK1)	35.2	3.3	43.1	4.1	8.6	53.8	21.9	4.0
露西朵 (CK2)	31.0	3.1	35.5	5.4	5.9	57.6	23.0	4.0
LSD (5%)	1.21	0.15	1.24	0.68	0.20	1.48	0.94	0.36



## 五、菊花新品種‘桃園 1 號’主要特性及栽培管理重點

菊花新品種‘桃園 1 號’主要特性為生長勢強健，株高中等、花瓣為匙狀花，花型為單瓣風車型，在花色上匙瓣的部分為紫紅色，管狀部為粉紅色並具網紋，匙瓣及管狀部對比強，另外花色在較高生育適溫環境下較其他品種不易褪色，花徑 6 至 7 公分，葉色深綠，花色紫紅，花序上各朵花開花整齊，適合盆菊栽培。

母本需進行夜間電照光強度需高於  $1.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，夏季需 2.5 小時以上，秋冬季則需 4 小時。扦插宜採用 128 格穴盤，介質推薦泥炭苔：真珠石體積比 3：1。扦插在遮陰約 70%每 30 分鐘噴霧 20 秒的環境約 13 至 15 天發根，扦插苗發根後應迅速定植，老化苗定植後回復生長較慢。栽培介質須具保肥及保水性，用砂質壤土為介質時宜加入適量之有機肥。栽培上如以 5 吋盆種植，每盆種 4 至 5 株苗，定植深度宜淺，種後 5 至 7 天進行摘心，摘心後須夜間電照 2 星期以上，在短日下停止電照後到開花的日數約為 58 天，適合 5 吋至 7 吋盆生產，栽培適期為 12 月中旬至翌年 3 月。株高控制可於側芽長約 3 至 4 cm 時進行巴克素 10 至 20 ppm 全株噴施。菊花新品種桃園 1 號生長較強可於處理後 14 天再噴第二次以達理想株高條件。肥培管理上，推薦使用緩效性肥料，5 吋盆每盆施用 5 公克好康多 1 號 14N：12P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：14K<sub>2</sub>O，另外每週再施用 2 次 Peters 20N：10P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：20K<sub>2</sub>O 水溶性肥料濃度為 1.25 公克/公升，每盆 300 cc 至花苞顯色前停止。扦插時應注意濕度的控制，以避免莖腐病及細菌性軟腐病的發生，栽培過程中如介質排水不良易發生萎凋病。須注意蚜蟲、斑潛蠅及鱗翅目害蟲的危



圖 1. 菊花新品種‘桃園 1 號’全株

Fig. 1. Chrysanthemum new cultivar Taoyuan No.1



圖 2. 菊花新品種‘桃園 1 號’之花朵

Fig. 2. Flower of chrysanthemum new cultivar Taoyuan No.1

## 參考文獻

- 許謙信、洪惠娟、黃勝忠。2002。r 射線在菊花誘變育種上之應用。臺中區農業專訊 26:26-27。
- 陳錦木。2001。盆菊母本栽培技術改進。桃園區農業改良場研究彙報 46:10-15。
- 陳錦木。2009。盆菊育種。花卉育種與品種授權研討會專刊。國立中興大學編印。p.28-33。
- 葉德銘、洪惠娟、林和鋒、許謙信。2002。台灣中部地區春夏季定植菊花之開花習性。臺中區農業改良場研究彙報 77:65-75。
- 小西國義、今西英雄、五川正憲。1992。花卉花期調控。淑馨出版社。台北。
- Aderson, N. O., P. D. Acher, and R. E. Widmer. 1992. Inbreeding depression in garden and glasshouse chrysanthemum: germination and survivorship. *Euphytica* 62:155-169.
- Anderson, N. O. and P. D. Ascher. 1996. Inheritance of pseudo-self compatibility in self-incompatible garden and greenhouse chrysanthemum, *Dendranthema grandiflora* Tzvelv. *Euphytica* 87:153-164.
- Anderson, N. O. and P. D. Ascher. 2004. Inheritance of seed set, germination, and day neutrality/heat delay insensitivity of garden chrysanthemums (*Dendranthema × grandiflora*) under glasshouse and field conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129:509-516.
- Ball, V. 1997. Chrysanthemum, p.447-477. In:Edward Higgins Yoder Brothers, Inc. Barberton, Ohio. (eds) Ball Redbook. Ball Publish, Batavia, Illinois.
- Miller, R. 1991. New potted plants. *GrowerTalks* 54(11):51-55.
- Yeh, D. M. and H. F. Lin. 2003. Thermostability of cell membranes as a measure of heat tolerance and relationship to flowering delay in chrysanthemum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:656-660.
- De Jong, J. 1978. Selection for wide temperature adaptation in *Chrysanthemum morifolium* (Ramat.) Hemsl. *J. Neth. Agri. Sci.* 26:110-118.
- De Jong, J. 1984. Genetic analysis in *Chrysanthemum morifolium*. I. flowering time and flower number at low and optimum temperature. *Euphytica* 33:455-463.

Joseph S. Zagorsk, Peter D. Ascher, and R. E. Widmer. 1983. Multigenic self incompatibility in hexaploid chrysanthemum. *Euphytica* 32:1-7.

Yeh, D. M. and H. F. Lin. 2003. Thermostability of cell membranes as a measure of heat tolerance and relationship to flowering delay in chrysanthemum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:656-660.

## **Release of Chrysanthemum New Cultivar ‘Taoyuan No.1’<sup>1</sup>**

Chin-Mu Chen<sup>2</sup>, Shih-Kai Lo<sup>2</sup>, and Shui-Ho Cheng<sup>2</sup>

### **Abstract**

The purpose of the present report was to develop chrysanthemum cultivar that adapts to the climate and marketing requirements in Taiwan. The new cultivar Taoyuan No.1, originally referred to line TYC02S5263 selected from progenies of Neoga × Lucido, was registered and released in 2009. Plants of ‘Taoyuan No.1’ have vigor growth, medium plant height and new flower color. Flowers are spoon-type, 6-7 cm diameter. Flower color is stable.

Key words: chrysanthemum, new variety, breeding

---

<sup>1</sup> Contribution No.407 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup> Associate Researcher, Assistant Researcher and Director (Corresponding author, shcheng@mail.coa.gov.tw), respectively, Taoyuan DARES, COA.