

華八仙與繡球花之種間雜交

陳 岱 吟¹⁾ 陳 錦 木²⁾

關鍵字：繡球花、種間雜交、育種

摘要：繡球花 (*Hydrangea macrophylla* Thunb.) 具有大且色彩豐富的萼片花是八仙花屬 (*Hydrangea*) 植物中重要觀賞花卉之一，同屬之華八仙 (*H. chinensis* Maxim.) 為臺灣原生種，廣泛分佈臺灣全島低海拔山坡地上族群生長繁茂，對環境逆境耐受度高且花期早。本試驗以華八仙與繡球花 'Leuchtfeuer' 和 'Freudenstein' 兩品種為材料進行種間正反雜交，以華八仙為母本分別與繡球花 'Leuchtfeuer' 及 'Freudenstein' 進行雜交，結實率分別為 40.9% 與 73.2%，平均每蒴果具 70.5 及 109.0 粒種子，播種發芽率分別為 31.8% 與 58.9%。以華八仙為父本分別與繡球花繡球花 'Leuchtfeuer' 及 'Freudenstein' 行雜交，結實率為 37.0% 與 53.0%，平均每蒴果含 4.1 及 47.5 粒種子，播種發芽率為 31.8% 與 58.9%，顯示參試品種間無雜交障礙。在雜交後代的表現上，所有子代其葉片形態呈雙親本之中間型，而枝條上之花序形態、株型及分枝性則與華八仙相似。雜交後代最早之花期於 3 月底，顯示華八仙早花之性狀遺傳到部分後代單株中。

前 言

繡球花 (*Hydrangea macrophylla* Thunb.) 為八仙花屬 (*Hydrangea*) 多年生落葉灌木花卉，因具大而鮮豔的花序而聞名，花朵顏色從白色、粉紅色到藍色，包含不明顯的完全花和萼片富有色彩的不完全花，為八仙花屬中最受歡迎的物種之一，分布於東亞、北美洲東部、中美洲及南美洲西岸，常做為盆花、切花及景觀植物，是近年來受到全球歡迎的花卉作物 (McClintock, 1957; Reed and Jones, 2008)。目前存在的大多數栽培種都來源於 20 世紀初藉由雜交、開放授粉或從野生採集的種原所育成，品種超過 1000 個以上，多數栽培種生長習性、花朵形態和感病性上相似。(Granados Mendoza *et al.*, 2013; Kardos *et al.*, 2009)。

1) 國立中興大學園藝學系研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授、通訊作者。

臺灣原生種華八仙 (*H. chinensis* Maxim.) 為常綠型八仙花屬植物，分布於全島低海拔山坡地上與綠島族群生長繁茂，對環境逆境耐受度高且花期約在1月下旬至3月開花。臺灣繡球花生產形式主要為盆花及切花，在臺灣自然環境下，夏季7至9月為營養生長，11月進入涼溫後形成花芽；花芽分化接近完成時，也開始進入冬季，待翌年春天溫度回暖時，芽體開始萌發並準備開花，但因自然花期約在5月份左右，此時溫度及光度逐漸升高花朵易缺水萎凋觀賞期較短，對盆花銷售不利 (江，1999)。目前產業利用花期調節將繡球花開花時間提早到至1-3月，因氣溫較低使繡球花能夠有較長觀賞期且恰逢農曆過年期間，有利於市場的銷售及推展。

本試驗利用雜交育種將臺灣原生種華八仙園藝性狀導入市面上流通的商業品種中，即能創造具有新特色且較適合平地栽培的繡球花新品種。

材料與方法

一、華八仙、繡球花'Leuchtfleur'及'Freudenstein'自交及正反雜交對結實率及種子數之影響

2018年3月起至4月於網室內遮雨棚下進行授粉，將華八仙、繡球花'Leuchtfleur'與'Freudenstein'置於1×1 mm網目紗網中，雜交組合為華八仙 × 繡球花'Leuchtfleur'、繡球花'Leuchtfleur' × 華八仙、華八仙 × 繡球花'Freudenstein'、繡球花'Freudenstein' × 華八仙與自交。繡球花'Leuchtfleur'及'Freudenstein'於授粉前去除不孕花，兩性花開花但雄蕊花藥尚未成熟前進行除雄，待柱頭上有黏液 (除雄後約2-3天)，取當日開花之花粉進行授粉，授粉後以標籤標記親本與授粉日期，約15-18週後，調查著果情形並採收果實計算結實率及種子數。

二、雜交後代發芽率計算

將所獲得的種子於2018年8月播於裝有經人工過篩後的泥炭苔 (A18014 peatmoss 7HP0351941, BVB substrates, 荷蘭)混合介質的有蓋透明塑膠盒中，置於日/夜溫為25/20°C 之生長箱，播種3週後調查各雜交組合種子發芽率，並於2018年9月將實生苗定植到128格穴盤，介質採用7H泥炭苔，約1個月後將生長勢強之實生苗 (華八仙 × 繡球花'Leuchtfleur' 25株、繡球花'Leuchtfleur' × 華八仙、45株，華八仙 × 繡球花'Freudenstein' 83株、繡球花'Freudenstein' × 華八仙91株)定植至3.5寸盆，介質為6D泥炭苔：珍珠石：蛭石體積比4：1：1混合之介質，於西元2018年11月將實生苗定植五寸盆。

三、子代性狀調查

子代於播種後8個月，當各雜交組合子代開花時進行調查，株高 (自介質表面至枝條最高處)、莖上皮孔之顏色 (觀察莖上皮孔之顏色)、總枝條數 (紀錄植株全株的總枝條數)、葉片長寬比 (以游標尺調查葉片之長寬)、聚繖花序形態 (圓球形“Mophead”或扁平型“Lacecap”)、不孕花花色 (觀察正開放不孕花朵之萼片顏色)。

結 果

一、華八仙、繡球花'Leuchtfeuer'及'Freudenstein'自交及正反雜交對結實率及種子數之影響
自交結實率以華八仙77.9%為最高，平均每個蒴果的種子數為115.0粒，而繡球花'Leuchtfeuer'與'Freudenstein'則自交授粉後，無成功結果莢（表1）。

華八仙為母本與繡球花'Leuchtfeuer'雜交的結實率為40.9%，平均每蒴果有70.5粒種子；反交的結實率為37.0%，平均每蒴果有4.1粒種子。以華八仙為母本與繡球花'Freudenstein'雜交的結實率73.2%，平均每蒴果有109.2粒種子；反交的結果率為53.0%，平均每蒴果有47.5粒種子。華八仙自交結實率為77.9%，平均每蒴果有115.0粒種子（表1）。

二、雜交後代發芽率計算

華八仙為母本與繡球花'Leuchtfeuer'雜交組合，發芽率為31.8%；反交組合，發芽率為43.3%。華八仙為母本與繡球花'Freudenstein'雜交組合，發芽率為58.9%；反交組合，發芽率為29.1%（表1）。

表 1. 華八仙、繡球花'Leuchtfeuer'與'Freudenstein'自交及雜交組合之結實率、種子數及種子發芽率。

Table 1. Fruit set, seeds harvested, and seed germination from selfing and crossing among *H. chinensis* Maxim., *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', and *H. macrophylla* 'Freudenstein'.

Cross combination	Fruit set (%)	Seeds / Capsule (no.)	Seed germination (%)
<i>H. chinensis</i> Maxim.	77.9	115	70.2
<i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer'	0	0	^z
<i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein'	0	0	-
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer'	40.9	70.5	31.8
<i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer' × <i>H. chinensis</i>	37.0	4.13	43.3
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein'	73.2	109.0	58.9
<i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein' × <i>H. chinensis</i>	53.0	47.5	29.1

^zMeans no seed sown.

三、子代性狀調查

(一) 華八仙與'Leuchtfeuer'種間雜交種之性狀

華八仙為母本的雜交後代栽培25株後代，其中5株開花。開花植株後代平均株高為36.9 cm，平均葉長約15.1 cm，平均葉寬為6.4 cm (圖2)，其中4株平均總枝條數介於7至8個，3株後代植株莖上皮孔呈紅色，花序型態皆為扁平形 (Lacecap)，其不孕花花色為淡粉色 (表2、圖 1)，開花時間為2019/4/12至2019/5/8 (表 3)。

繡球花'Leuchtfeuer'為母本雜交後代共栽培45株，其中8株開花。開花植株平均株高為35.6 cm，平均葉長約16.5 cm，平均葉寬為7.0 cm (圖 3)，平均總枝條數為4.8個，後代植株莖上皮孔皆呈紅色，花序型態皆為扁平形，其不孕花花色為粉色 (表 2、圖 1)，開花時間為2019/3/21至2019/4/22 (表 3)。

表 2. 華八仙與繡球花'Leuchtfeuer'、'Freudenstein'種間雜交後代性狀比較。

Table 2. Characteristics comparison among *H. chinensis* Maxim., *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', and *H. macrophylla* 'Freudenstein' offsprings.

	Plant height (cm)	Stem red lenticels (Y/N)	Shoot (no.)	Leaf length: width ratio	Inflorescence type	Sterile flower color
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer'	36.9	Y	7.2	2.3	Lacecap	lightpink
<i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer' × <i>H. chinensis</i>	35.6	Y	4.8	2.3	Lacecap	lightpink
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein'	48.0	Y	6.4	2.1	Lacecap	lightpink
<i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein' × <i>H. chinensis</i>	38.75	Y	5.0	2.3	Lacecap	lightpink

表 3. 華八仙、繡球花'Leuchtfeuer'、'Freudenstein'及雜交後代開花時間。

Table 3. Flowering date of *H. chinensis* Maxim., *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', *H. macrophylla* 'Freudenstein', and offsprings.

	Flowering date
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer'	2019/4/12-2019/5/8
<i>H. macrophylla</i> 'Leuchtfeuer' × <i>H. chinensis</i>	2019/3/21-2019/4/22
<i>H. chinensis</i> × <i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein'	2019/3/21-2019/4/25
<i>H. macrophylla</i> 'Freudenstein' × <i>H. chinensis</i>	2019/5/3-2019/5/13

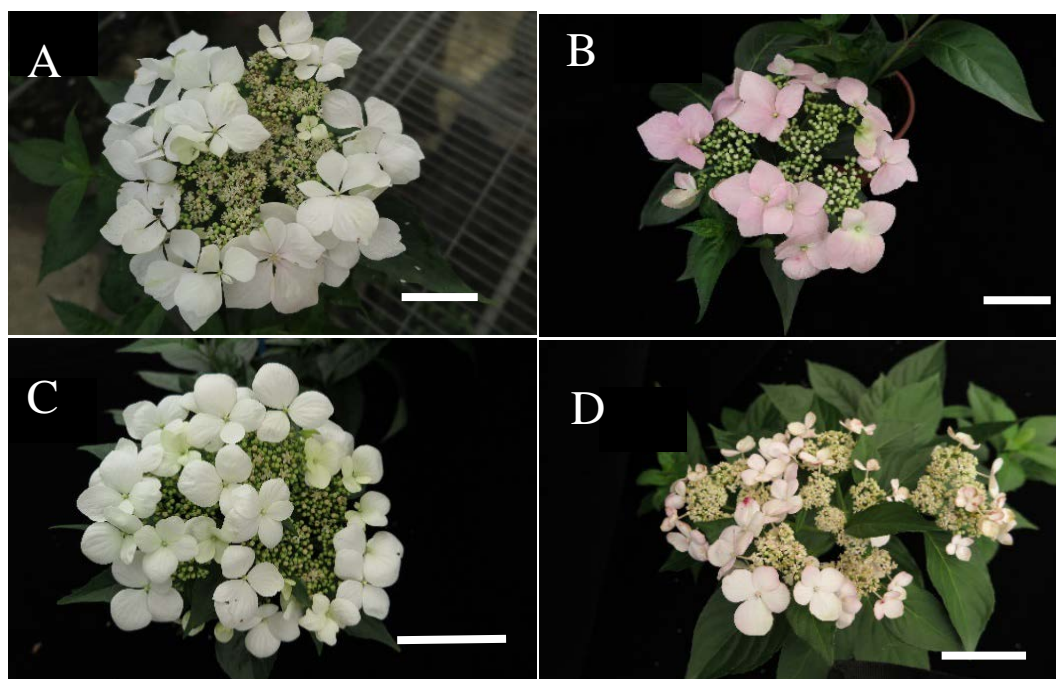


圖 1. 雜交後代(A) 華八仙 × 繡球花'Leuchtfeuer'、(B) 繡球花'Leuchtfeuer' × 華八仙、(C) 華八仙 × 繡球花'Freudenstein'、(D) 繡球花'Freudenstein' × 華八仙之花序形態。

Fig. 1. Inflorescence morphology of progeny from crossing (A) *H. chinensis* × *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', (B) *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer' × *H. chinensis*, (C) *H. chinensis* × *H. macrophylla* 'Freudenstein', (D) *H. macrophylla* 'Freudenstein' × *H. chinensis*. (bar = 5 cm)

(二) 華八仙與繡球花'Freudenstein'種間雜交種之性狀

華八仙為母本的雜交共栽培83株，其中13株開花。開花株後代平均株高為48.0 cm，平均葉長約15.6 cm，平均葉寬為7.4 cm(圖4)，其中後代10株總枝條數5-8枝，後代植株莖上皮孔皆呈紅色，花序型態皆為扁平形，其不孕花花色為淡粉色或粉色(表2、圖1)，開花時間為2019/3/21至2019/4/25(表 3)。

繡球花'Freudenstein'為母本的雜交共栽培91株，其中2株開花。開花株後代平均株高為48.5 cm，平均葉長約17.1 cm，平均葉寬為7.3 cm(圖 5)，平均總枝條數為5個，後代植株莖上皮孔皆呈紅色，其不孕花花色為淡粉色或白色(表 2、圖 1)，開花時間為2019/5/3至2019/5/13(表 3)。

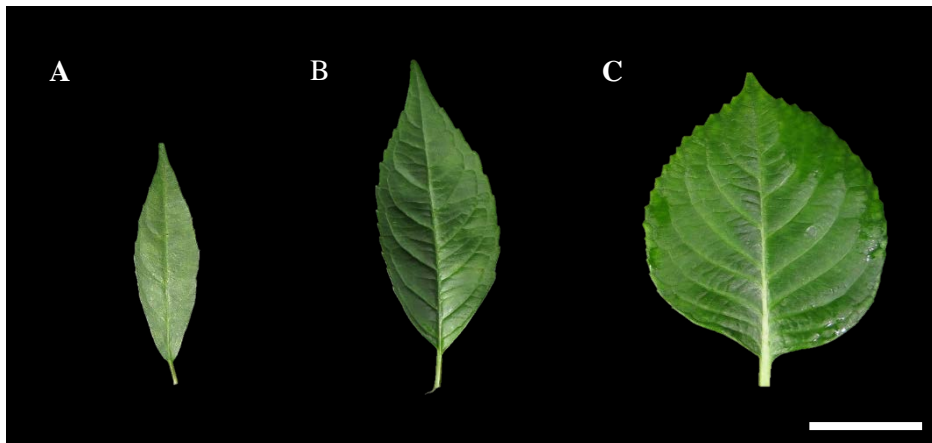


圖 2. 華八仙、繡球花'Leuchtfeuer'及後代(A) 華八仙、(B)華八仙 × 繡球花'Leuchtfeuer'、(C) 繡球花'Leuchtfeuer'之葉片形態。

Fig. 2. Leaf morphology of progeny from crossing (A) *H. chinensis*, (B) *H. chinensis* × *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', (C) *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer'. (bar = 5 cm)

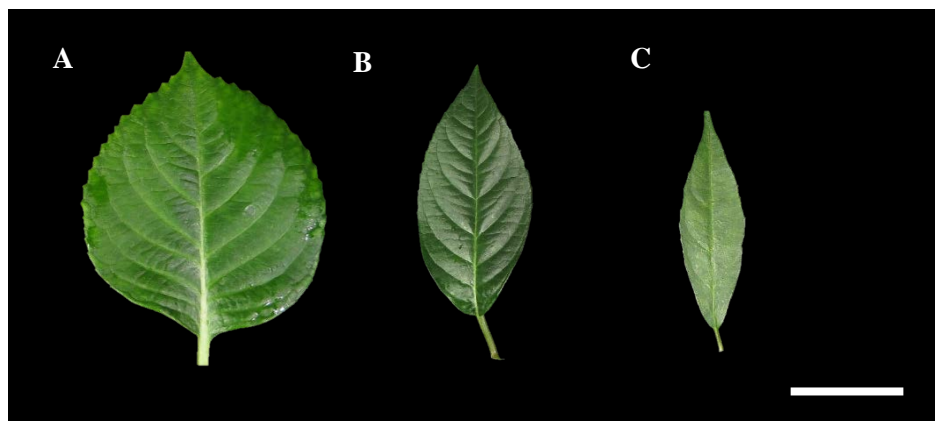


圖 3. 華八仙、繡球花 'Leuchtfeuer' 及後代 (A) 繡球花 'Leuchtfeuer'、(B) 繡球花 'Leuchtfeuer' × 華八仙、(C) 華八仙之葉片形態。

Fig. 3. Leaf morphology of progeny from crossing (A) *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer', (B) *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer' × *H. chinensis*, (C) *H. chinensis*. (bar = 5 cm)

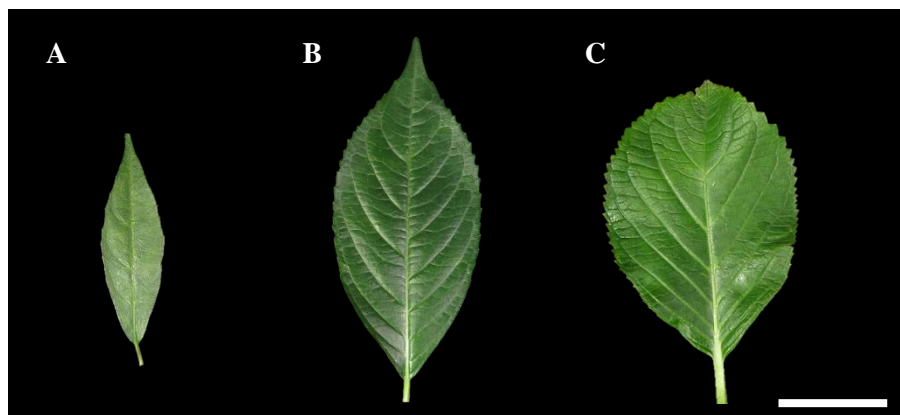


圖4. 華八仙、繡球花 'Freudenstein' 及後代 (A) 華八仙、(B) 華八仙 × 繡球花 'Freudenstein'、(C) 繡球花 'Freudenstein' 之葉片形態。

Fig. 4. Leaf morphology of progeny from crossing (A) *H. chinensis*, (B) *H. chinensis* × *H. macrophylla* 'Freudenstein', (C) *H. macrophylla* 'Freudenstein'. (bar = 5 cm)

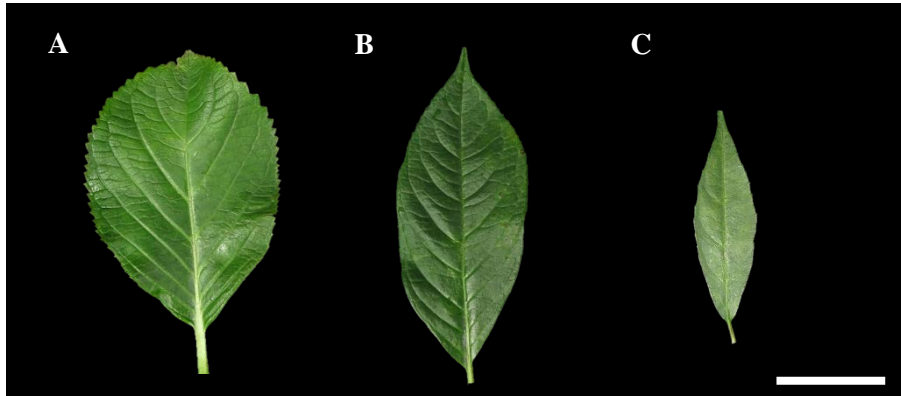


圖 5. 華八仙、繡球花 'Freudenstein' 及後代 (A) 繡球花 'Freudenstein'、(B) 繡球花 'Freudenstein' × 華八仙、(C) 華八仙之葉片形態。

Fig. 5. Leaf morphology of progeny from crossing (A) *H. macrophylla* 'Freudenstein', (B) *H. macrophylla* 'Freudenstein' × *H. chinensis*, (C) *H. chinensis* .(bar = 5 cm)

討 論

Reed (2005)指出在繡球花，花形為“mophead”的繡球花通常會因為單個花序上不孕花的數量大過於可孕花的數量，因此授粉會受到限制；而“lacecap”花形的可孕花數量明顯大於不孕花數量，授粉較不會受到限制。在八仙花屬中也常發生自交不親和，如 *H. arborescens*、*H. macrophylla* 及 *H. quercifolia* 自交授粉後幾乎沒有結實 (Reed, 2000)。配子體的自交不親和性由花粉的基因型決定，其表現為抑制花粉管正常生長，在 *H. paniculata* 和 *H. quercifolia* 這兩物種中，花粉在自花授粉後自由發芽，但比雜交授粉之花粉管生長速度慢許多，而最終只有 *H. paniculata* 自花粉管在 72 小時後穿透胚珠，而 *H. quercifolia* 自花授粉中，無任何花粉管生長到胚珠內 (Reed, 2004)。此試驗中商業栽培品種繡球花 'Leuchtfuehr' 與 'Freudenstein' 則自交授粉後，無果莢產生。華八仙自交授粉後則有 77.9% 結實率，可獲得平均每個蒴果的種子數為 115.0 粒，因此推論在雜交時選用繡球花 'Leuchtfuehr' 或繡球花 'Freudenstein' 作為母本時，可避免未除雄完整而產生自交後代。

兩個不同商業品種與華八仙正反交，以華八仙為母本之結實率皆比作為父本高，而其他四個雜交組合中以華八仙 × 繡球花 'Freudenstein' 結實率最高。各繡球花彼此間的雜交組合均可得到種子，所以本試驗使用之繡球花與原生華八仙的雜交組合沒有不親合性存在的問題，這可能是因為試驗使用之親本彼此血緣相近、染色體對數 ($2n=36$) 相同，與其他種如 *H. involucrate* ($2n=30$) 或 *H. arborescens* 'Annabelle' ($2n=38$)，因染色體數不同不易進行雜交 (Granados Mendoza *et al.*, 2013；Cai *et al.*, 2015)。Okamoto and Suto (2004)認為杜鵑花

雜交不親和性原因，包括授精前障礙，如花柱基部花粉管到達的數量不足提供給授精胚珠的數量和花粉管缺乏穿入胚珠；以及授精後障礙，如胚珠授精後發育失敗、種子缺乏發芽、幼苗死亡。以繡球花'Leuchtfeuer'與'Freudenstein'為母本與華八仙雜交，在結實率與種子數偏低，可能是因胚珠授精後發育失敗，導致種子數低。

雜交後代之葉形與親本相比均呈現中間型，且葉子明顯較華八仙大，結果顯示與 Kardos 等人 (2009) 及 Cai 等人 (2015) 葉形成中間型一致，華八仙莖上無明顯紅色皮孔，除華八仙 × 繡球花'Leuchtfeuer'只有 40% 具紅色皮孔，其餘三個雜交組合開花株後代莖上皆具有紅色皮孔與 Kardos 等人 (2009) 結果一致，後代枝條即使不進行修剪，雜交種具良好分枝，與此試驗華八仙為母本的後代其總枝條數較多結果一致。以華八仙與繡球花'Freudenstein'此組合獲得較高的植株，且莖徑大，植株表現適合作為切花利用。

四個雜交組合中部份單株於 2019 年 3-5 月開花，但以繡球花'Leuchtfeuer' × 華八仙及華八仙 × 繡球花'Freudenstein'最早開花，於 3 月底開始花期並持續開花至四月底，但繡球花'Freudenstein' × 華八仙該雜交組合後代只獲得 2 棵開花植株，Kudo 等人 (2008) 後代開花時間與親本 *H. scandens* ssp. *Chinensis* 一致均在冬季末開花，均比 *H. macrophylla* 於春至早夏開花期來的早。雜交後代共 28 棵後代花形皆為“lacecep”與 Kudo 等人 (2008) 利用繡球花與 *H. scandens* ssp. *Chinensis* 雜交後代均為“lacecep”花形一致，而花序大小與親本相比較大，花色呈現在四個雜交組合中皆為粉或淡粉色，Reed 等人 (2008) 母本 (*H. macrophylla*) 為紫色，雄性親本 (*H. arborescens*) 為白色，雜交後代的花色為紅色或藍色。整體而言，28 棵開花後代之葉子皆呈現中間型，可作為雜交成功初期篩選指標之一與 Kudo 等人 (2008) 結果一致。

參考文獻

- 江秀紅。1999。溫度、遮光與容器及植株大小對繡球花生長與開花之影響。國立臺灣大學園藝學系碩士論文。86pp。
- 鄭萬鈞。1985。中國樹木誌第二卷。中國林業出版社。北京 pp.1544-1554。
- Cai, M., K. Wang, L. Luo, H. T. Pan, Q. X. Zhang, and Y. Y. Yang. 2015. Production of interspecific hybrids between *Hydrangea macrophylla* and *Hydrangea arborescens* via ovary culture. *HortScience* 50: 1765-1769.
- Granados Mendoza, C., S. Wanke, P. Goetghebeur, and M. S. Samain. 2013. Facilitating wide hybridization in *Hydrangea* s.l. cultivars: A phylogenetic and marker-assisted breeding approach. *Mol. Breeding* 32: 233-239.
- Kardos, J. H., C. D. Robacker, M. A. Dirr, and T. A. Rinehart. 2009. Production and verification of *Hydrangea macrophylla* × *H. angustipetala* hybrids. *HortScience* 44: 1534-1537.

- Kudo, N., T. Matsui, and T. Okada. 2008. A novel interspecific hybrid plant between *Hydrangea scandens* ssp. *chinensis* and *H. macrophylla* via ovule culture. *Plant Biotechnol.* 25: 529-533.
- McClintock, E. 1957. A monograph of the genus *Hydrangea*. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 29:147-255.
- Okamoto, A. and K. Suto. 2004. Cross Incompatibility between *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* species and *Rhododendron japonicum* (A. Gray) J. V. Suringar f. *fiavum* Nakai. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 73: 453-459.
- Reed, S. M. 2000. Compatibility studies in *Hydrangea*. *J. Environ. Hort.* 18:29-33.
- Reed, S. M. 2004. Self-incompatibility and time of stigma receptivity in two species of *Hydrangea*. *HortScience* 39: 312-315.
- Reed, S. M. 2005. Pollination biology of *Hydrangea macrophylla*. *HortScience* 40: 335-338.
- Reed, S. M., K. D. Jones, and T. A. Rinehart. 2008. Production and characterization of intergeneric hybrids between *Dichroa febrifuga* and *Hydrangea macrophylla*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133: 84-91.

Interspecific Hybridization between *Hydrangea chinensis* Maxim. and *H. macrophylla*. Thunb.

Dai-Yin Chen¹⁾ Chin-Mu Chen²⁾

Key words: *Hydrangea macrophylla*, Interspecific crossing, Breeding

Summary

The genus *Hydrangea* is one of the major ornamental flowers. Among them, *H. macrophylla* is the most popular species because of its large and bright- color sepal. Evergreen *H. chinensis* Maxim., which grown vigorously in low attitude hillside in Taiwan, is tolerant to environmental stresses and having earlier flowering time. Interspecies crossing between *H. chinensis* Maxim., *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer' and 'Freudenstein' for selecting off springs with good flower shape of color that will be used as pot flowers or landscaping plants. Regarding to reciprocal crossing experiment, the *H. chinensis* Maxim. as a female parent crossed with 'Leuchtfeuer' and 'Freudenstein' resulted in 40.9% and 73.2% fruiting rates, and each capsule contained 70.5 and 109 seeds. The germination rates of hybridized seed were 31.8. % and 58.9%. The *H. macrophylla* 'Leuchtfeuer' and 'Freudenstein' crossed with *H. chinensis* Maxim. had 37.0% and 53.0% fruiting rate with 4.1 and 47.5 seeds per capsule. Their hybrid seeds had 31.8% and 58.9% germination rates, respectively. Among interspecies hybridization there were better offsprings with plant morphology and total shoot number from *H. chinensis* Maxim. as a hybrid parent. The flowering period of the hybrid offspring began flowering at the end of March, the excellent traits of early flowering was from *H. chinensis* Maxim.

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

