

原生鐵炮型百合形態標誌及發育可塑性之研究¹

戴廷恩^{2,5} 侯鳳舞³ 許圳塗⁴

摘要

戴廷恩、侯鳳舞、許圳塗。2005。原生鐵炮型百合形態標誌及發育可塑性之研究。台灣農業研究 54:207-218。

為比較原生鐵炮型百合種原之形態變異，將台灣依離岸中央山脈地形（北部山區、中部山區、南部山區等3區域，共計19位點族群）及海岸離島地形（東北角海岸、東部海岸、離島等3區域，共計13位點族群），針對原生台灣百合及鐵炮百合以收集、保存，調查兩種間及族群間形態特性分析，並進行離場溫室栽培保存及體外限制生長保存，以做為原生種保育及於育種上利用之參考。原生百合植株高度變化大，32位點族群總平均株高由12.6±7.8 cm (澳底)至135.0±49.4 cm (羅娜)。離岸中央山脈19個族群其總平均株高為71.43±40.43 cm，最高135.0±49.4 cm (羅娜)，最小21.4±5.7 cm (合歡山)，株高形態於族群內及族群間均呈高度變異性。海岸離島13個族群其總平均株高為32.84±17.25 cm，最高51.8±23.0 cm (金山)，最小12.6±7.8 cm (澳底)，同樣顯示株高呈高度變異。葉長寬比值則呈規則性變化，32個族群以18-20為界分為兩群，比值20以上的有19個族群，18以下的有13個族群。離岸中央山脈北中南山區19個族群平均葉長寬比值為24.44±6.78，最大34.4±11.4 (觀霧)，最小20.1±4.7 (瑪家)。海岸及離島13個位點族群平均比值為12.28±5.46，最大18.4±4.4 (磯碕)，最小7.0±1.5 (八斗子)。商業栽培種則呈小葉長寬比值(8.6±1.6)。本研究結果顯示(1)離岸中央山脈原生台灣百合族群之形態發育可塑性大於海岸及離島區之原生鐵炮百合族群，(2)葉長寬比：18-20，可為初步區分台灣百合及鐵炮百合之依據。

關鍵詞：台灣百合、鐵炮百合、形態標誌、發育可塑性、種原。

前言

據植物誌記載台灣原生百合有細葉卷丹 (*Lilium callosum*)、豔紅鹿子百合 (*L. speciosum*)、台灣百合 (*L. formosanum*)及鐵炮百合 (*L. longiflorum*) 四種。其中細葉卷丹已自野外絕跡，無自然族群分佈，鹿子百合野外族群分佈則侷限於台灣北部石碇及雙溪一帶，正面臨極大生存壓力。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2240 號。接受日期：94 年 2 月 1 日。
2. 本所花卉研究中心副研究員。臺灣 雲林縣 古坑鄉。
3. 本所花卉研究中心研究員兼主任。臺灣 雲林縣 古坑鄉。
4. 國立台灣大學園藝系教授。台北市。
5. 通訊作者，電子郵件：tedai@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(05)5820835。

台灣百合和鐵炮百合，二者皆屬鐵炮型百合群，親緣關係甚為相近，自然分類皆屬於 *Leucolirion* 亞屬 (金 1995)。台灣百合具有較細長的葉片，外花被脊部有紫紅條斑，花期 5-10 月，主要分佈於中低海拔一直到 3500 m 的高山地帶；而鐵炮百合的花為純白色，葉形為卵圓披針形，花期 3-5 月，主要分佈於台灣東北部、東部海岸和離島。這兩種台灣原生的鐵炮型百合，曾經由南到北，由海邊到高山，都可以看到它們的分布。近年來因為環境不當開發、原生棲息地遭受破壞及人為不當從野外大量採摘等因素，造成野生族群數量急速減少，目前野外只能在懸崖峭壁或人煙罕至的地方，急需進行適當保存及復育。

由於台灣原生台灣百合及鐵炮百合之生育地，兼有亞熱帶及溫帶氣候，另外，從海邊礁岩、林下至高山草原均可見其蹤跡，可見其對環境的適應性相當良好。不同地區之台灣百合或鐵炮百合，外表形態呈現出很大的差異，此形態差異常表現在株高、葉形、花被及花藥的顏色，然而此種變異係肇因於自然選擇導致遺傳分化之結果，仰或是純粹由表現型可塑性所造成，傳統之形態觀察無法解決上述之問題 (溫 1997；Wen & Hsiao 1999)。

本研究探討原生台灣百合及鐵炮百合族群間及族群內個體間之形態特性調查比較，以了解形態與環境之交互作用程度，並透過原生地及溫室栽培之調查數據比較，找出穩定並足以有效區分種原的形態特徵，確認區分台灣百合及鐵炮百合之主要形態性狀，以做為種原保存、復育及育種利用之基礎。

材料與方法

分布地理區位及族群取樣

將自然生長的百合，對照台灣地理及位點區分為兩大區域，6 個地理區 (表 1 及圖 1)：(一) 離岸中央山脈：台灣百合族群分佈區域，共計 19 個位點族群，包括：1. 北部山區 (4 位點)：巴陵、光華、觀霧及秀巒等；2. 中部山區 (11 位點)：東埔、福壽山、合歡山、農富坪、羅娜、廬山、新望洋、翠峰、屯原、奧萬大及霧社等；及 3. 南部山區 (4 位點)：阿禮、瑪家、天池及太麻里等。(二) 海岸離島：鐵炮百合族群分佈區域，共計 13 個位點族群，包括：1. 東北角 (7 位點)：鼻頭角、八斗子、金山、澳底、香蘭、白沙灣及野柳；2. 東部 (4 位點)：南方澳、磯碇、水漣及石梯坪等；及 3. 離島 (2 位點)：三仙台及蘭嶼。

每個位點之百合族群植株數目至少超過 200 株，逢機取樣 15 至 20 株，作為該位點族群的代表，族群內取樣單株間距離 5 m 以上，以避免取樣到無性繁殖的植株。取樣時，依鱗莖大小剝取外層鱗片 3 至 8 片，部分材料，則以照相紀錄及葉片取樣為主，盡量避免破壞原生地環境。試驗比較之對照組則以購自種苗公司之鐵炮百合栽培種 *Nelli White* 商業種球為材料。

所有自位點族群取樣之單株，攜回農業試驗所溫室，以珍珠石及蛭石 (體積比 1:1) 種植於 7 吋盆中，添加奧妙肥 (14-14-14) 為基肥。

形態調查

32 個位點族群植株開花時，現地調查形態性狀，15 單株為 15 重複，調查株高 (花朵開放前，鱗莖上方至最上位葉著生處)、莖生葉數、莖直徑 (鱗莖上 5-10 cm 處)、莖紫紋出現比例、莖毛出現比例、葉長及葉寬 (植株中段逢機選取 3 片最長的葉片)；另選取 10 個位點族群植株以盆栽於溫室種植一年後，10 株為 10 重複，調查子房長、花柱長、花筒長、花被紫斑、花藥顏色等。以上之外部型態利用皮尺、游標尺及鋼尺紀錄各植株各部位之數值。利用 SAS 軟體進行各性狀數據平均值及標準差之計算。

表 1. 台灣原生百合取樣地點及代號

Table 1. The symbols and sampling sites of lilies native in Taiwan

Sampling site		Abbreviation	District
Central mountain districts (離岸中央山脈區)			
Guang-Hua	光華	GH	Northern mountain area
Ba-Lieng	巴陵	BL	Northern mountain area
Shiou-Ruan	秀巒	SR	Northern mountain area
Guan-Wu	觀霧	GW	Northern mountain area
Fu-Shou-Shan	福壽山	FSS	Central mountain area
He-Huan-Shan	合歡山	HH	Central mountain area
Tsuei-Feng	翠峰	TF	Central mountain area
Tuen-Yuan	屯原	TU	Central mountain area
Lu-Shan	廬山	LS	Central mountain area
Wu-She	霧社	WUS	Central mountain area
Au-Wuan-Da	奧萬大	WD	Central mountain area
Shien-Wuan-Yiang	新望洋	SWY	Central mountain area
Dueng-Pu	東埔	DP	Central mountain area
Lueng-Fu-Pieng	農富坪	LFP	Central mountain area
Luo-Na	羅娜	LN	Central mountain area
Tian-Ch	天池	TC	Southern mountain area
A-Li	阿禮	AL	Southern mountain area
Ma-Jia	瑪家	MA	Southern mountain area
Tai-Ma-Li	太麻里	TM	Southern mountain area
Coast districts (海岸離島區)			
Bai-Sha-Wuan	白沙灣	WS	Northeastern coast area
Jien-Shan	金山	JS	Northeastern coast area
Yie-Liou	野柳	YL	Northeastern coast area
Ba-Dou-Tz	八斗子	BD	Northeastern coast area
Bi-Tou-Jiau	鼻頭角	B	Northeastern coast area
Au-Di	澳底	OD	Northeastern coast area
Shian-Lan	香蘭	SO	Northeastern coast area
Nan-Fan-Au	南方澳	NF	Eastern coast area
Shuei-Lian	水漣	SL	Eastern coast area
Jiyi-Chi	磯碇	CC	Eastern coast area
Sh-Ti-Pieng	石梯坪	STP	Eastern coast area
San-Shian-Tai	三仙台	3ST	Off shore islet
Lan-Yu	蘭嶼	LA	Off shore islet

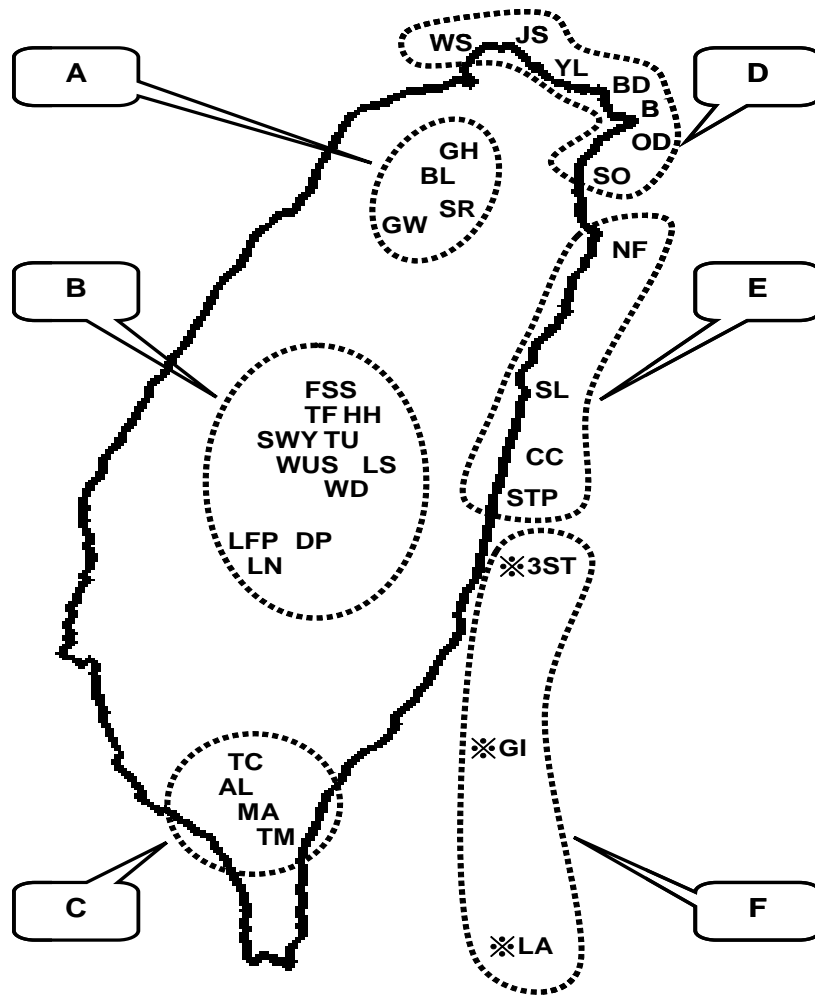


圖 1. 原生百合族群及地理區域分布。

Fig. 1. Geographic locations and sampling sites of native lily. Central Mountain Districts (*Lilium formosanum*) A: northern; B: central; C: southern Coast Districts (*L. longiflorum*); D: northeastern; E: eastern; F: off shore islets Population representative codes are as those showed in Table 1.

結 果

莖部形態性狀

植株莖部形態性狀，族群內個體間之株高呈高度變異，平均株高由最低 12.63 cm (澳底)至最高可達 135.01 cm (羅娜)。平均莖軸直徑，族群間並無太大變化，大致上都在 3 至 7 mm 間。依據位點族群地理區加以劃分，不同地理區株高差異明顯。離岸中央山脈 3 個地理區族群平均株高明顯較海岸離島區族群為高，最高的南部山區族群約為 76 cm，東北角海岸族群株高最低約為 28 cm。地理區內族群間及族群內個體間之株高均呈高度變異，離岸中央山脈地理區族群間之株高變異較大，最高族群

(135.0 cm, 羅娜)與最低族群 (21.4 cm, 合歡山)株高差距約 6 倍, 而海岸離島族群間 (最高 51.8 cm, 金山--最低 12.6 cm, 澳底) 株高差距約 4 倍 (表 2)。

平均莖生葉數變異極大, 族群內個體間之葉片數呈高度變異, 最多約 114.47 片 (羅娜), 最少為 19.53 片 (福壽山)。葉片密度最為密生的族群採自香蘭, 平均每公分莖軸著生葉片數高達 2.65 片, 最少的族群採自羅娜, 平均每公分莖軸只著生 0.67 片葉。依據位點族群地理區加以劃分, 離岸中央山脈族群有較多的葉片數及較大的族群間變異, 最多葉片數族群 (114 片, 羅娜)與最少葉片數族群 (19 片, 福壽山)相差幾近達 100 片。海岸離島族群間變異較小, 最多葉片數族群 (92 片, 磯碇)與最少葉片數族群 (32 片, 澳底)相差約 60 片。族群間平均葉片密度變異並無明顯差異, 但離岸中央山脈族群有較小的葉片著生密度, 亦即相對於海岸離島區族群, 山區族群莖軸的節間長度較長 (表 3)。

葉片性狀

葉片長度最長為 20.18 cm (羅娜), 最短為 8.08 cm (鼻頭角); 平均葉片最寬為 1.35 cm (白沙灣), 最窄為 0.44 cm (合歡山及翠峰); 平均葉長寬比最大為 34.38 (觀霧), 最小為 6.97 (八斗子) (表 4)。

離岸中央山脈地理區族群有較細長的葉片形態, 而海岸離島區族群葉片形態則較為短寬 (表 4)。葉長及葉寬的葉片性狀, 在離岸中央山脈族群間存在較大變異, 葉片長度 (最長 20 cm, 羅娜、最短 9 cm, 福壽山)及葉片寬度 (最寬 1 cm, 瑪家、最窄 0.4 cm, 福壽山)相差均約 2 倍。葉長寬比值在地理區間呈規則性變化, 32 個族群以 20-18 為界分為兩群, 離岸中央山脈地理區的 19 個族群均在 20 以上, 總平均約為 24, 而海岸離島區的 13 個族群平均葉長寬比值則在 18 以下, 總平均約為 12。北中南山區平均葉長寬比值為 22.85 至 26.48, 19 個族群平均葉長寬比值最小為 20.1 ± 4.7 (瑪家), 最大為 34.4 ± 11.4 (觀霧)。海岸離島區平均比值介於 8.62 至 17.03, 13 個族群平均比值最小為 7.0 ± 1.5 (八斗子), 最大為 18.4 ± 4.4 (磯碇), 商業栽培種則呈小葉長寬比值 (8.1 ± 0.8) (表 4)。

表 2. 台灣六大地理區域原生台灣百合、鐵炮百合株高及莖軸直徑之特性

Table 2. The plant height and stem diameter characteristics of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) distributed among six geographic districts in Taiwan

Districts (No. populations)	Plant height (cm) ^z	Stem diameter (mm)
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)		
Northern mountain area (4)	60.13±27.42 (74.8±40.7,GW; 39.3±12.0,SR) ^y	5.22±1.70 (6.1±1.5,BL; 4.0±1.0,SR)
Central mountain area (11)	74.04±46.12 (135.0±49.4,LN; 21.4±5.7,HH)	5.34±2.32 (7.1±2.3,WD; 2.8±1.0,FSS)
Southern mountain area (4)	75.57±37.80 (98.8±31.5,MA; 33.7±12.1,TC)	6.11±2.49 (7.2±2.7,MA; 4.2±1.8,TC)
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)		
Northeastern coast area (7)	28.11±17.50 (51.8±23.0,JS; 12.6±7.8,OD)	4.60±1.80 (5.4±1.4,WS; 3.5±0.8,YL)
Eastern coast area (4)	36.18±14.63 (43.20±15.4,CC; 29.4±9.5,NF)	5.38±3.04 (7.9±3.6,CC; 4.3±1.2,NF)
Off shore islet (2)	43.35±15.40 (49.6±13.4,LA; 37.1±15.0,3ST)	5.64±2.24 (5.9±1.9,LA; 5.4±2.6,3ST)
Cultivar variety (1)	31.10±4.18	6.69±2.39

^z Values are the means±SD of populations in the geographic districts.

^y Values are the means±SD of 15 replicates. Figures and abbreviation in parenthesis indicate the max (or highest) and min (or shortest) population, and representative codes are as those showed in Table 1, respectively.

表 3. 台灣六大地理區域原生台灣百合、鐵炮百合莖生葉數及葉片密度之特性

Table 3. The stem leaf number and density characteristics of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) distributed among six geographic districts in Taiwan

Districts (No. populations)	Stem leaves (No.) ^z	Stem leaf density (no./cm)
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)		
Northern mountain area (4)	80.98±39.00 (112.1±26.8,BL ; 50.9±20.5,SR) ^y	1.40±0.51 (1.6±0.3,BL ; 1.1±0.4,GW)
Central mountain area (11)	64.92±41.71 (114.5±51.0,LN ; 19.5±6.1,FSS)	0.92±0.30 (1.2±0.2,HH ; 0.8±0.2,FSS)
Southern mountain area (4)	81.23±42.60 (104.7±47.7,MA ; 46.3±9.7,TC)	1.18±0.52 (1.5±0.3,TC ; 0.8±0.3,AL)
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)		
Northeastern coast area (7)	46.01±23.90 (69.0±29.1,JS ; 32.8±14.9,OD)	1.95±0.93 (2.7±0.8,SO ; 1.2±0.6,YL)
Eastern coast area (4)	61.48±36.96 (92.3±48.3,CC ; 38.1±17.6,SL)	1.78±0.75 (2.2±1.1,CC ; 1.4±0.5,SL)
Off shore islet (2)	63.70±36.69 (72.9±45.0,LA ; 54.5±24.1,3ST)	1.50±0.66 (1.5±0.8,LA ; 1.5±0.5,3ST)
Cultivar variety (1)	43.38±16.41	1.42±0.59

^z Values are the means±SD of populations in the geographic districts.

^y Values are the means±SD of 15 replicates. Figures and abbreviation in parenthesis indicate the max (or highest) and min (or shortest) population, and representative codes are as those showed in Table 1, respectively.

表 4. 台灣六大地理區域原生台灣百合、鐵炮百合葉片之特性

Table 4. The leaf characteristics of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) distributed among six geographic districts in Taiwan

Districts (No. populations)	Leaf length (cm) ^z	Leaf width (cm)	Leaf ratio (length/width)
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)			
Northern mountain area (4)	16.76±4.04 (17.7±5.8,GW ; 16.7±1.6,SR) ^y	0.64±0.15 (0.7±0.1,SR ; 0.5±0.1,GW)	26.48±6.28 (34.4±11.4,GW ; 23.9±4.7,SR)
Central mountain area (11)	15.97±5.05 (20.2±5.8,LN ; 9.1±2.1,FSS)	0.69±0.23 (0.9±0.2,WUS ; 0.4±0.1,FSS)	23.87±5.97 (29.2±9.6,HH ; 21.1±3.2,TU)
Southern mountain area (4)	17.33±4.32 (18.8±4.9,MA ; 16.6±3.6,TC)	0.79±0.23 (1.0±0.2,MA ; 0.6±0.1,TC)	22.85±6.10 (27.2±5.1,TC ; 20.1±4.7,MA)
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)			
Northeastern coast area (7)	9.58±2.91 (12.5±3.2,JS ; 8.0±2.0,SO)	1.14±0.32 (1.2±0.3,JS ; 1.0±0.2,OD)	8.62±2.42 (10.5±1.7,JS ; 7.0±1.5,BD)
Eastern coast area (4)	14.40±4.30 (16.9±4.3,CC ; 12.0±2.6,NF)	0.86±0.21 (1.0±0.3,CC ; 0.8±0.1,SL)	17.03±5.07 (18.4±4.4,CC ; 15.1±3.8,NF)
Off shore islet (2)	15.04±5.24 (15.3±5.7,3ST ; 14.8±4.8,LA)	0.97±0.25 (1.0±0.2,LA ; 1.0±0.3,3ST)	15.59±4.32 (16.1±4.5,3ST ; 15.1±4.1,LA)
Cultivar variety (1)	8.70±1.00	1.11±0.12	8.10±0.80

^z Values are the means±SD of populations in the geographic districts.

^y Values are the means±SD of 15 replicates. Figures and abbreviation in parenthesis indicate the max (or highest) and min (or shortest) population, and representative codes are as those showed in Table 1, respectively.

花器性狀

花柱最長為12.40 cm (阿禮)，最短為5.80 cm (翠峰)；平均花筒最長為20.7 cm (阿禮)，最短為12.5 cm (澳底)。花器性狀以地理區比較，結果顯示離岸中央山脈地理區族群平均花柱長度及子房長度均較海岸離島區有較大的趨勢，但並不明顯，但離岸中央山脈地理區族群則有明顯較長的花筒 (表5)。

茸毛、花被紫斑及花藥顏色性狀

莖軸茸毛、紫斑、花被條紋及花藥顏色等性狀，由表 6 之分區整理比較結果可以看出以下趨勢：
1. 東北角海岸及東部海岸族群莖軸絕大多數具有茸毛。2. 離島族群莖軸紫斑較少。3. 海岸離島區的

表 5. 台灣六大地理區域原生台灣百合、鐵炮百合花器之特性

Table 5. The flower characteristics of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) distributed among six geographic districts in Taiwan

Districts (No. populations)	Style length (cm) ^z	Ovule length (cm)	Flower length (cm)
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)			
Northern mountain area (4)	10.3±1.3 (11.8±0.8,SR; 9.2±1.2,GW) ^y	5.2±0.8 (5.6±0.9,GH; 4.7±0.3,SR)	18.4±2.0 (18.7±1.5,SR; 17.1±2.7,GW)
Central mountain area (11)	9.2±2.4 (11.0±1.1,LS; 5.8±0.8,TF)	5.2±1.2 (6.1±1.1,WUS; 4.0±0.6,HH)	17.0±3.4 (19.9±2.0,LS; 13.0±2.4,FSS)
Southern mountain area (4)	9.8±2.1 (12.4±1.1,AL; 7.7±0.4,TC)	4.9±1.0 (5.7±1.4,AL; 4.4±0.8,TM)	17.0±3.0 (20.7±1.9,AL; 15.2±0.9,TC)
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)			
Northeastern coast area (7)	8.3±1.5 (9.2±1.7,BD; 7.5±1.67,JS)	3.2±0.6 (3.6±0.4,JS; 3.0±0.6,OD)	13.8±3.4 (17.2±5.8,B; 12.5±3.2,OD)
Eastern coast area (4)	8.3±1.2 (9.0±0.5,NF; 7.4±1.5,CC)	3.7±0.5 (4.0±0.6,SL; 3.2±0.2,NF)	13.5±1.8 (14.2±0.9,NF; 13.0±2.5,CC)
Off shore islet (2)	8.6±1.1 (9.0±1.0,3ST; 8.2±1.0,LA)	3.9±0.6 (4.0±0.7,LA; 3.8±0.5,3ST)	14.5±1.9 (14.6±1.6,3ST; 14.3±2.3,LA)
Cultivar variety (1)	11.0±0.7	2.7±0.2	15.2±1.2

^z Values are the means±SD of populations in the geographic districts.

^y Values are the means±SD of 15 replicates. Figures and abbreviation in parenthesis indicate the max (or highest) and min (or shortest) population, and representative codes are as those showed in Table 1, respectively.

表 6. 台灣六大地理區域原生台灣百合、鐵炮百合莖軸茸毛、紫斑條紋及花藥顏色性狀之特性^z

Table 6. The stem trichome, purple stripe and anther color characteristics of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) distributed among six geographic districts in Taiwan^z

Districts (No. populations)	Stem		Perianth stripe	Anther color	
	Trichorm	Stripe		Yellow	Red brown
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)					
Northern mountain area (4)	0.35	0.74	0.28	0.45	0.55
Central mountain area (11)	0.16	0.84	0.54	0.68	0.32
Southern mountain area (4)	0.02	0.85	0.22	0.48	0.52
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)					
Northeastern coast area (7)	0.95	0.81	0.69	0.94	0.06
Eastern coast area (4)	0.90	0.84	0.90	0.98	0.03
Off shore islet (2)	0.23	0.40	0.30	0.85	0.15
Cultivar variety (1)	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00

^z Values are the average ratio of populations in the geographic districts.

相關鐵炮百合族群以黃色花藥為顯性性狀，離岸中央山脈區台灣百合族群則平均出現黃色及紅褐色花藥。4. 商業品種則以光滑莖軸、無紫斑、純白花色及黃色花藥等為主要選拔性狀。

原生台灣百合及鐵炮百合形態性狀比較

由以上結果及相關前人研究之紀錄，將離岸中央山脈區的 19 個族群劃分為台灣百合，海岸離島區的 13 個族群劃分為鐵炮百合，綜合比較主要形態性狀結果顯示兩種原生百合中，台灣百合相對於鐵炮百合有較高的株高、較多莖生葉數、較短節間、較細長的葉片、較高的葉長寬比值、較長的花柱、子房及花筒，且台灣百合族群間或族群內更具有較大的形態變異性(表 7)。

形態性狀的穩定性

將取樣的族群樣本於溫室種植一年之後，再選取其中 10 個族群，調查形態性狀如株高、葉長、葉寬等資料，並與取樣當年之現地調查數據做比較。結果除霧社及金山兩族群外，平均株高大多大幅增加，澳底族群增加達 225%。各族群之平均葉長亦有變長的趨勢，離岸中央山脈參試 6 個族群葉長寬比呈高比值 19.45 至 45.42，而海岸離島區參試 4 族群仍顯示較低比值 8.59 至 15.18。葉長寬比稍比第一年增加，台灣百合參試族群比值明顯加大或不變，皆在 19 以上，鐵炮百合參試族群則維持小於 20 的低比值 (表 8)。

討 論

台灣原生台灣百合及鐵炮百合開花株高可由平均高度最高約 135 cm 至最低約 12 cm，相差 10 倍之多 (表 2)，此差異與許 (1977, 1978) 之研究結果相當。在 19 個台灣百合族群隨分佈海拔高度增加，株高有變矮的趨勢，而鐵炮百合的 13 個族群並未出現如溫 (1997) 所指出有從北往南漸矮的趨勢，反而北部的八斗子、香蘭及澳底位點族群是株高最矮的一群。

族群間株高差異極大，台灣百合 19 個族群及鐵炮百合 13 個族群，最高及最低株高分別相差 6 倍及 4 倍 (表 7)。同一族群取樣樣本間也有極大差異，而台灣百合族群內個體間的株高變異較鐵炮百合族群為大，共有 8 個族群取樣的 15 株樣本間株高差異超過 1 m (數據未顯示)。由以上族群間及族群內個體間之調查結果顯示台灣百合株高的適應性大於鐵炮百合，台灣百合植株頗富伸縮性，株高具有較為彈性的變化。

表 7. 台灣原生台灣百合、鐵炮百合之主要形態特性

Table 7. The main morphological characteristics of *Lilium formosanum* and *L. longiflorum* native in Taiwan

Morphological characteristics	Central mountain districts	Coast districts
	<i>L. formosanum</i> ^z	<i>L. longiflorum</i> ^y
Plant height (cm)	71.44 ± 41.43	32.84 ± 17.25
Stem diameter (mm)	5.48 ± 2.26	5.00 ± 2.34
Stem leaf (No.)	71.74 ± 41.97	53.49 ± 31.45
Stem leaf density (No./cm)	1.08 ± 0.45	1.83 ± 0.85
Leaf length (cm)	16.42 ± 4.73	11.90 ± 4.56
Leaf width (cm)	0.70 ± 0.22	1.03 ± 0.31
Leaf (length/width)	24.44 ± 6.78	12.28 ± 5.46
Style length (cm)	9.60 ± 2.20	8.30 ± 1.40
Ovule length (cm)	5.20 ± 1.10	3.50 ± 0.60
Flower length (cm)	17.30 ± 3.10	13.80 ± 2.80

^z Values are the means±SD of 285 plants (19 populations).

^y Values are the means±SD of 195 plants (13 populations).

表 8. 原生台灣百合、鐵炮百合現地生育及溫室培養株高及葉長寬比之形態特性^zTable 8. Morphological characteristics in plant height and leaf length/width ratio of *Lilium formosanum* (F) and *L. longiflorum* (L) *ex situ* and greenhouse^z

Population	Plant height (cm)		Leaf (length/width)	
	Natural Habitats ^y	Greenhouse ^x	Natural habitats	Greenhouse
Central mountain districts (<i>L. formosanum</i>)				
GW	74.77±40.66	118.40±27.79	34.38± 11.36	45.42± 12.34
WUS	113.27±41.82	90.20±13.95	22.65± 4.36	29.40± 5.02
OD	95.23±31.12	97.00±23.77	23.57± 6.33	34.33± 8.76
AL	94.61±41.68	122.22±36.26	20.57± 4.52	19.76± 3.65
MA	98.77±31.46	113.22±17.19	20.11± 4.74	19.45± 3.30
TM	75.19±17.55	87.76±29.66	23.47± 7.06	36.22± 3.19
Coast districts (<i>L. longiflorum</i>)				
WS	31.87±14.99	57.50±15.94	8.59± 3.90	8.69± 3.07
JS	51.80±23.01	46.80±11.66	10.46± 1.73	11.55± 1.43
OD	12.63± 7.82	39.50±12.04	8.60± 1.71	9.31± 1.73
LA	49.63±13.39	57.70± 8.20	15.08± 4.10	16.85± 5.03

^z Values are the means±SD of fifteen plants; Population representative codes are as those showed in Table 1.

^y measuring the characteristics *ex situ*.

^x measuring the characteristics after one year cultured in greenhouse condition.

另配合原生地海拔高度及地理環境，可以將 32 個位點族群以株高 50 cm 為分界，分成高、矮兩群：(1) 較高群：生長於低海拔平地或林間草地，(2) 較矮群：生長於海岸邊及高山山頂迎風面。如此依據株高形態特徵的分群，和 32 個族群的地理分佈及環境互相配合，顯示株高與生育地微氣候、伴生植物或非植物相等有極為密切的關係。一般在向風坡面、乾旱石礫區、光線強或短日環境植株較矮，反之在潮濕、雜草遮陰、光線較弱或長日照時則植株變高（許 1978）。針對日長及溫度等環境因子研究結果指出長日促進百合莖伸長，低溫使百合莖縮短（鄭 1983；鄭 & 許 1984），而強風吹襲或鹽分等逆境可能是造成東北海岸族群多數株高在 50 cm 以下的因子之一。本研究數據顯示族群間或族群內樣本間之株高差異成連續性變化，無法截然區分，加上環境因子的交感作用，因而無法完全反應族群之遺傳分化。因此株高的調查數據並不適合作為遺傳分群之主要依據，而株高的分群關係也並無法明確界定出台灣百合及鐵炮百合族群。

為更進一步了解環境因子的影響，原生族群於溫室控制環境下生長一年後，再調查其株高之變化，結果顯示澳底及白沙灣等原生於海岸邊，長年受到海風吹襲的矮生族群，在環境良好下生長，株高大幅增加（澳底增加達 225%），而原本生長地較未有強風吹襲的觀霧等族群則未出現大變化，甚至於霧社及金山兩族群，可能因溫室內光度不足而出現變矮的趨勢。由此顯示株高的形態特徵，受到環境影響極大，因此株高無法完全反應族群遺傳上之差異。必須在相同生長環境下，觀察一段長時間，或者再有系統的增加採樣樣本數，因為樣本數不足，調查的形態數據無法形成有效結論（Wen & Hsiao 1999）。至於何種環境、觀察多久或多少樣本數才足以代表族群，均有待進一步的研究。

除環境因子外，因為百合為單莖軸植物，整體植物形態為單純的 phytomer 重複單位所組成，因此其株高還受莖生葉片數及節間長度兩變數之影響。莖生葉片數目受株齡、莖頂大小、鱗莖預生葉數目、葉原體發生展開速率及花芽分化時期早晚等生育特性之影響。台灣百合族群間莖生葉數目變化較大由 19.53 至高達 114.47 片，而鐵炮百合則只有 32.80 至 92.27 片葉的變化（數據未顯示）。許（1978）研究結果顯示台灣百合在長日下生長，提早進入生長相轉換，莖生葉只有 108 枚，而在短日照下生長，延遲花芽分化持續營養生長的結果，使得莖生葉可以多達 191 枚。因此台灣百合在感應低溫抽莖後，

仍持續進行營養生長，需有長日照之協調作用才能花芽分化，其自然花期(約六至十月)較鐵炮百合為晚，因此可以形成較多的莖生葉片，而鐵炮百合在感應冬季自然低溫抽莖後，莖頂很快開始營養生長轉為生殖生長的生長相變化，因而終止葉原體的繼續形成，莖生葉片數因而較少。

溫度也影響葉片發生及展開速率(鄭 1983；鄭 & 許 1984)，此可說明海拔 2000 m 左右的台灣百合如福壽山、合歡山及翠峰等族群平均莖生葉片只有 19.53 至 25.40 枚。而海岸族群鐵炮百合之最少葉片數出現於澳底及野柳族群，平均莖生葉數約只有 32 枚，這可能是早春寒流、盛行強風及高鹽環境等逆境交感作用之結果。低溫、強風及鹽分等逆境造成莖生葉數少且相對地大多呈矮株形的族群，但相同族群內的取樣個體間仍會有株高變化，此視其生育環境受光或遮陰程度而定。

葉片形態

台灣百合具有較長的葉片，但數據顯示部分高海拔族群的平均葉片長度偏短，甚至於較部分海岸族群的葉片為短，而這可能導因於高山平均溫度較低。研究指出溫度影響葉片伸展，25/20℃ 葉片最大長度可達 23 cm，而 20/15℃ 生長者只有 18 cm(鄭 1983；鄭 & 許 1984)。葉片寬度 1.0 cm 以上的族群原生地皆為海岸地帶，葉片寬度 0.7 cm 以下的族群原生地皆為中高海拔山區，一般而言鐵炮百合之葉寬較台灣百合為寬(溫 1997)，鐵炮百合葉寬可以達台灣百合的 1.5 倍(李 1997)，但數據中也顯示瑪家、霧社等族群葉寬約 1 cm，相當於海岸族群的葉片寬度(表 4)。環境因子造成族群間或族群內個體間葉片長短或寬窄變異極大，因此單就葉片長度及寬度的數據，依然無法完全做為台灣百合及鐵炮百合分群之依據(表 4)。

綜合葉長及葉寬形態特徵，基本上台灣百合葉片較為細長，鐵炮百合葉片較為窄寬，葉長/寬比之數據若以 18-20 為一分界線，配合採集區域劃分，可以分為 (1) 葉長/寬：20.11-34.38，北部山區、中部山區及南部山區，(2) 葉長/寬：6.97-18.41，東北角海岸、東部海岸(含離島)等兩大區(表 4、7)。此兩區符合台灣百合及鐵炮百合之分群，11 個族群第二年的調查數據也符合以 18-20 為一分界的分群結果，因此葉長/寬比之形態特徵可能較不受環境因子影響(表 8)。李(1997)研究顯示台灣百合及鐵炮百合族群間葉片長寬比分別為 26.2 及 14.1；王(1997)調查 8 個台灣百合族群，葉長/寬比均在 20 以上；溫(1997)調查 5 個鐵炮百合族群及 9 個台灣百合族群，平均葉片長寬比分別為 11.08-20.90 及 20.78-41.9。因此葉片長度與寬度的比值以 18-20 唯一分界，可以作為台灣百合及鐵炮百合分群的主要形態指標

花器官形態

花柱長及子房長度數據間並未有明顯的趨勢出現，而花筒長數據顯示海邊及高山族群花較小，中海拔族群花較大，許(1978)指出台灣百合花朵長度介於 17-21 cm 之間。東北角及東部族群，除石梯坪、三仙台及蘭嶼之外，其餘族群 80% 以上樣本莖軸有細毛，而離岸中央山脈族群則大多數樣本並不具有此特徵。莖軸紫斑並未出現明顯趨勢，但值得注意的是蘭嶼族群調查樣本莖軸完全未出現紫斑。一般常以花被紅褐色斑紋之有無來區分台灣百合及鐵炮百合，但結果並未有如此之趨勢，19 個台灣百合族群中有 12 個族群樣本出現斑紋的比例在 50% 以下，可能是多數樣本採集後定植於溫室中開花，並未接受到足夠紫外線照射所致，當具有紅褐色的植株，移植到生長箱或溫室後，紅褐色會消退(Shii 1984；李 1997)；溫(1997)野外觀察發現花被紫斑之特徵似與光照多寡有關，故其研究亦未將花色納入形態特徵調查內容。因此以花被上紅褐色斑紋之有無做為台灣百合與鐵炮百合之分類依據顯然並不適合。東北角海岸及東部族群，多數花葯顏色為黃色，13 個族群中有 3 個族群樣本花葯均為黃色；而離岸中央山脈族群則未有明顯趨勢，樣本花葯顏色依族群不同而有黃色或紅褐色佔優勢。此與許(1978)研究有些許差異，其報告中指出台灣百合一般紫紅色花葯佔優勢，鐵炮百合則以黃色佔大多數，這是否意味多年後族群間已有所交流而致變化，有待進一步研究。

結 論

百合在台灣原生地的環境差異極大，海邊岩礁地、草叢、面海懸崖、林間草地及高山草原迎風面等在光照、雨量、水分及營養等微氣候上之差異，直接或間接的影響植物生長。形態上之差異來自於遺傳與環境間之交感作用 (Pillay *et al.* 2001)，極易受到生育環境之影響，因此援引形態數據做為分類依據時，必須先釐清調查的形態數據與環境因子之關係。

形態易受環境影響，強風吹襲，植株可能變矮，葉片可能變寬，花朵變小；長日增加株高，低溫卻使株高縮短或影響葉片生長。綜合以上，形態調查數據中的株高、葉長、葉寬、莖軸直徑、葉片數、花柱長、子房長及花筒長等，並不適合做為台灣百合及鐵炮百合分群之主要依據，而葉長/寬比值似乎可以做為台灣百合及鐵炮百合初步分類之主要依據，並以 18-20 為一分界。葉長/寬比大於此一分界的族群，遺傳上偏向台灣百合；葉長/寬比小於此一分界的族群，遺傳上則偏向鐵炮百合。

誌 謝

本項試驗研究承國家型計畫經費補助，本所鳳山熱帶園藝試驗分所李文立助理研究員於材料收集及試驗分析上之協助，謹此深致謝忱。

引用文獻

- 王靜雯。1997。台灣百合 (*Lilium formosanum* Wall.) 之分類學研究。國立台灣大學植物學研究所碩士論文。52 pp.
- 李文立。1997。台灣原生鐵炮百合及台灣百合形態調查與 RAPD 多型性分析。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。109 pp.
- 金石文。1995。百合屬之種源保存、遺傳歧異性分析及其種源利用與評估。國立台灣大學園藝學研究所博士論文。145 pp.
- 許圳塗。1977。臺灣原生鐵炮百合 (*Lilium longiflorum* Thunb.) 及臺灣百合 (*L. formosanum* Wall.) 不同族群結實及種子發芽特性。中國園藝 23 (1):15-22。
- 許圳塗。1978。臺灣原生百合生長習性及栽培利用之研究。國立臺灣大學園藝系編印。台北。25 pp.
- 溫佳思。1997。糙莖鐵炮百合與台灣百合族群分化之研究。國立台灣大學植物學研究所博士論文。181 pp.
- 鄭免。1983。台灣百合實生苗簇生習性及影響生長發育因子之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。78 pp.
- 鄭免、許圳塗。1984。苗期溫度、低溫及光週處理對台灣百合抽莖及開花的影響。中國園藝 30:50-58。
- Pillay, M., E. Oguniwin, D. C. Nwakanma, G. Ude, and A. Tenkouano. 2001. Analysis of genetic diversity and relationships in East African banana germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 102:965-970.
- Shii, C. T. 1983. Distribution and variation of *Lilium formosanum* Wall. and *L. longiflorum* Thunb. *The North American Lily Society Yearbook* 36:48-51.
- Wen, C. S. and J. Y. Hsiao. 1999. Genetic differentiation of *Lilium longiflorum* Thunb. var. *scabrum* Masam. (*Liliaceae*) in Taiwan using Random Amplified Polymorphic DNA and morphological characters. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40:65-71.

The Studies on Morphological Markers and Developmental Plasticity of Native Lilies in Taiwan¹

Ting-En Dai^{2,5}, Fong-Wu How³ and Chou-Tou Shii⁴

Summary

Dai, T. E., F. W. How, and C. T. Shii. 2005. The studies on morphological markers and developmental plasticity of native lilies in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 54:207-218.

To document the morphological diversity of *L. formosanum* and *L. longiflorum* native in Taiwan, germplasms from 32 native liliaceae populations were collected from two distinct geographic districts: 'Central Mountain District' (northern, central and southern area, 3 areas and 19 population sites) and 'Coast District' (northeast, east and off shore islets, 3 areas and 13 population sites). Samples were grown in green house for morphological and genetic comparison and for germplasm conservation purpose. Studying morphological characteristics of different accessions in *L. formosanum* and *L. longiflorum* native in Taiwan can provide us the needed information in conservation and breeding program. A great diversity existed in the characteristic of plant height. Mean plant height among 32 populations ranged from 12.6±7.8 cm (Au-Di) and to 135.0±49.4 cm (Luo-Na). Average plant height of samples from 'Central Mountain District' was 71.43±40.43 cm with the max 135.0±49.4 cm (Luo-Na) and the min 21.4±5.7 cm (He-Huan-Shan). Average plant height of samples from 'Coast District' was 32.84±17.25 cm with the maximum of 51.8±23.0 cm (Jien-Shan) and the minimum of 12.6±7.8 cm (Au-Di). The plant height characteristic showed a great diversity in inter- and intra- populations. Samples could also be categorized by leaf length to width ratio: nineteen populations have a value above 20 and the rest with a value below 18. Mean leaf length to width ratio of 19 samples from 'Central Mountain District' was 22.44±6.78, the max. is 34.4±11.4 (Guan-Wu), the min. is 20.1±4.7 (Ma-Ja). The total average leaf length/width ratio of 13 populations in 'Coast District' is 12.28±5.46, the max is 18.4±4.4 (Jiyi-Chi), the min is 7.0±1.5 (Ba-Dou-Tz). The results showed that samples from 'Central mountains districts' (*L. formosanum*) had more morphological diversity than those from 'Coast Districts' (*L. longiflorum*). *L. formosanum* and *L. longiflorum* can be simply distinguished by Leaf length to width ratio in a value 18-20.

Key words: *Lilium. formosanum*, *L. longiflorum*, Morphological markers, Developmental plasticity, Germplasm.

-
1. Contribution No.2240 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: February 1, 2005.
 2. Associate Researcher, Floricultural Research Center, ARI, Kukeng, Yulin, Taiwan, ROC.
 3. Senior Researcher and Director, Floricultural Research Center, ARI, Kukeng, Yulin, Taiwan, ROC.
 4. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
 5. Corresponding author, e-mail: tedai@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (05)5820835.