

澎湖地區結縷草的變異與選拔⁽¹⁾

陳嘉昇⁽²⁾ 呂明宗⁽³⁾ 王紓愍⁽²⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：89 年 07 月 28 日 接受日期：89 年 11 月 24 日

摘 要

澎湖群島是台灣地區中一個特殊的地理區域，植生狀況具明顯的特徵，經初步收集與調查顯示本地區原生結縷草的遺傳變異性大，對乾旱地區的綠化應具潛力。本研究繼續澎湖原生結縷草族群的變異性調查，擬選拔適合於栽培之品系。該地區結縷草種原之一般開花期較短，且花梗數量較少。約有半數種原的開花期間在一個月之內，五月及七、八月是開花高峰。花序長度介於 1.2 至 3.5 cm 之間，平均為 2.4 cm；小穗長度由 2 mm 至 4 mm，平均為 3.1 mm。葉部性狀方面，葉長由 1.7 cm 至 6.0 cm；葉寬由 1.6 mm 至 2.9 mm，以 2.1 mm 左右最多。由逢機增殖核酸多型性分析結果，30 個樣品明顯可分為兩群，參試種原之遺傳距離似與地理上的遠近不一致。由收集之種原中，選擇特性良好之品系進行草毯建立之比較，覆蓋速度以 Ph25、Ph35、Ph206 較高；密度方面以 Ph27、Ph35、Hc16 較高；Ph203、Ph204、Ph206 及 Ph217 具抗銹病性，對照之商業品種（斗六草）則有銹病感染。綜合上述結果，澎湖地區的原生結縷草遺傳資源豐厚，且不乏適於馴化栽培及利用者。

關鍵詞：種原、逢機增殖核酸多型性、銹病、遺傳資源。

緒 言

亞洲環太平洋地區的植物多樣性豐富，是許多綠化及草坪草品種的來源區域，但相對於歐洲及北美洲，本區域的原生草坪植物種原的收集卻較少，直到近年為適應於惡劣環境及對低度管理 (low-maintenance) 的需求，育種家及種原收集者才又重新注意此地區的原生草坪種原，並對此地區種原所能提供的對不良環境的抗性寄以厚望，對本地區種原的可能適應於低程度管理亦有極佳的展望 (Brede and Sun, 1995; Marcum *et al.*, 1995; Marcum *et al.*, 1998)。

澎湖群島是台灣地區中一個很特殊的地理區域，不管在地形、地質、氣候及因氣候環境所造成的農耕及植生狀況都有很明顯的特徵。澎湖為全台灣雨量最少之地，且蒸發量大；澎湖並以多風著名，表土受強風長期吹蝕經常裸露，土壤很難發育完全，有機質含量低。本地區之農耕環境不佳，草原則相對較為發達，又因農業環境的改變，廢耕地多（1980 年本地之廢耕地已佔一

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1022 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所澎湖種畜繁殖中心。

半)，次生草原面積增多。翁（1995）曾進行澎湖原生優勢禾草的初探，發現馬尼拉芝（*Zoysia matrella*）及百慕達草（*Cynodon dactylon*）為島上的優勢禾本科草種，而且兩草種的生育地各有不同。呂等（1998）調查澎湖四個主島（馬公、中屯、白沙、西嶼）之主要草種，在海濱、內陸草原或廢耕地常成大片群落的禾草有結縷草、鐵線草、鹽地鼠尾粟、狗尾草、孟仁草、白茅及藍莖草等。結縷草在海濱、砂地及乾旱鹽份地常形成獨佔之群落；公路邊、村落附近低地及土壤潮濕之處則有較多鐵線草；鼠尾粟族群較為零星，主要分布在海邊，內陸濕地也偶見純植草地。經初步收集與調查顯示澎湖地區鐵線草、結縷草及鹽地鼠尾粟的遺傳資源均極豐厚。其中原生結縷草之外表型及遺傳歧異度均大於其他兩物種，在乾旱砂地、鹽份地常呈大片的獨佔群落，對乾旱地區的綠化應具潛力，是一值得進一步探討與利用的族群（呂等，1998）。因此本研究繼續澎湖原生結縷草族群的變異性調查，並篩選適合於栽培之品系。

材料與方法

I. 種原收集

1996年於馬公、中屯、白沙、西嶼四個主島進行優勢草種調查，範圍包括海邊至內陸的草原及廢耕地。於烏泥龍門、裡正角、北寮、青螺、紅螺、歧頭、赤坎水庫、合界、鯨魚洞、風櫃、西文等地收集19個結縷草樣品（呂等，1998）。1997年於湖西至烏泥一帶收集17個樣品；1998年於裡正角至龍門沿海一帶收集株型較小之樣品28個。

II. 特性調查

上述64個樣品採樣後種植於畜產試驗所恒春分所種原區，小區面積1 m × 1.2 m。完全成長覆蓋後調查葉部特性，葉長、寬之測量以第二完全展開葉為準，重複10次。1998年七月起至2000年一月止調查開花特性，項目含開花期、花序長度、小穗長度等，長度之測量至少5重複。抗銹病性之檢測採田間自然發病檢定，於1999年夏季起增施氮素且不予剪草，於1999年冬季至2000年春季間調查田間銹病發病狀況，以葉片完全無病斑發生者為抗病、病斑佔葉片面積20%以下者為感病、病斑佔20%至50%者為中感、出現50%以上者為極感。

III. 逢機增殖核酸序列分析

取1996年及1997年草種樣品30個，依陳等（1994）的方法以CTAB（hexadecyltrimethylammonium bromide）緩衝液萃取染色體組DNA並進行RAPD分析。反應條件為94℃，20秒；34℃，60秒；72℃，30秒，共進行35個循環，反應產物經1.4% agarose 膠片電泳分析後觀察記錄。記錄RAPD分析所得之電泳膠片結果，由各特定增殖片段之有無依UPGMA（unweighted pair group method using arithmetic averages）方式，以Jaccard係數進行分群分析。

$$\text{Coefficient of Jaccard}(S_j) = \frac{n_{ab}}{n_a + n_b - n_{ab}}$$

n_{ab} 為 a 及 b 共同出現之環帶數， n_a 為 a 所有出現之環帶數， n_b 為 b 所有出現之環帶數。

IV. 優良品系比較

由收集之種原中選取優良品系進行草毯建立之比較試驗。選拔依據為1. 葉片細緻、質地均勻、密度高；2. 生長勢強；3. 具抗銹病性，具備上述任一條件即可入選。參試品系包括澎湖原生種原7個、恆春原生種原3個，並以目前市售之結縷草品種「斗六草」為對照。每小區（草毯）面積60 cm × 30 cm，以椰絲1 kg、堆肥0.5 kg，混合砂土0.5 kg為介質，種苗量0.2 kg。試驗採完全逢機設計，每品系重複五次，種植三個月後調查覆蓋率，待草毯完全覆蓋後調查地上部密度（單位面積上之生長點數）、葉片長及葉寬。

結果與討論

I. 外表性狀之變異

由開花期的調查結果得知，在澎湖所收集的結縷草種原之開花期短（圖1左），且花梗數量亦較少，但仍有相當程度的變異。在一年半的觀察期中有30%的材料未曾開花，約有半數的種原開花期在一個月之內，花期超過三個月的只有兩個。以開花月份而言，澎湖結縷草的開花可由三月至九月，五月份有一個開花高峰，七、八月是另一個高峰（圖1右）。花器性狀方面，花序長度介於1.2至3.5 cm之間，平均為2.4 cm，但花序長度受營養狀況之影響較大；小穗長度由2 mm至4 mm平均為3.1 mm（圖2）。據臺灣植物誌（Li *et al.*, 1978），中華結縷草（*Z. sinica*）的小穗較長，約4 mm，時有超過5 mm者，而馬尼拉芝之（*Z. matrella*）小穗較短，約在4 mm以下。翁等（1995）調查結縷草屬在臺灣之分布認為馬尼拉芝大多分布於東海岸和澎湖，本研究收集之材料中除一樣品達4 mm外，其餘都在4 mm之下與翁等（1995）結果相同，所收集之材料分類上應屬馬尼拉芝。

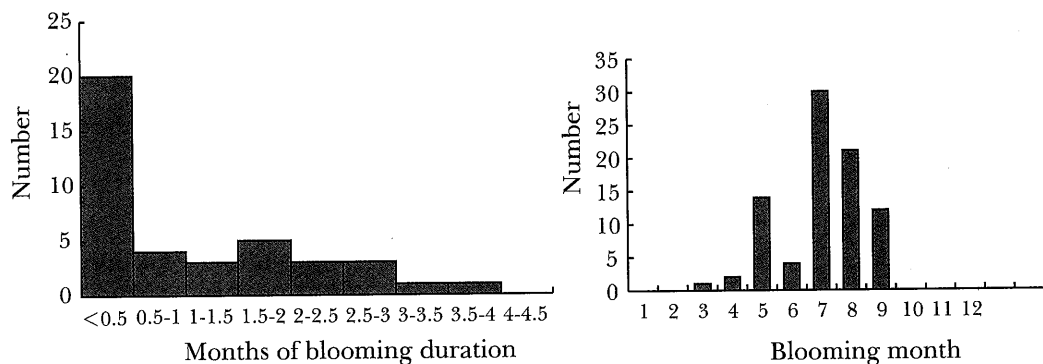


圖1. 澎湖結縷草花期長度（左）及開花月份（右）之頻度分布。

Fig. 1. Frequencies of months for blooming duration (left) and blooming month (right) of Penghu *Zoysia* accessions.

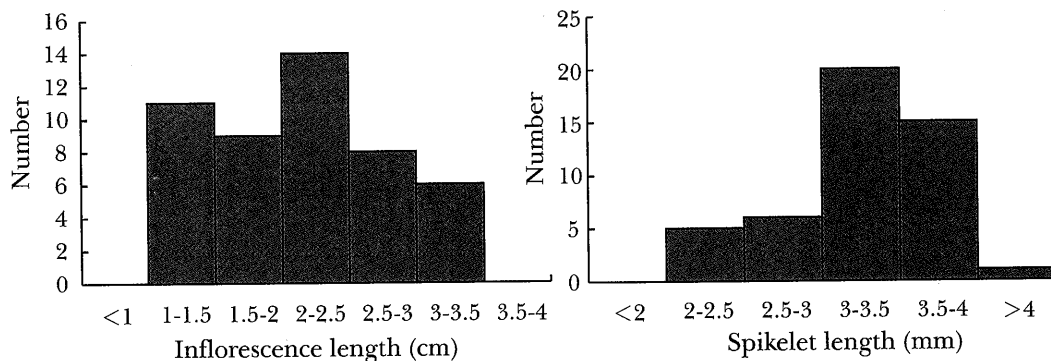


圖2. 澎湖結縷草花序長（左）及小穗長（右）之頻度分布。

Fig. 2. Frequencies of inflorescence length (left) and spikelet length (right) of Penghu *Zoysia* accessions.

葉片長寬為影響草坪質地的主要因素，葉片較大者草坪質地粗，葉片小者草坪質地細緻。澎湖結縷草種原株型之變異極大，於種植後覆蓋初期、未刈割情況下，葉長由 1.7 cm 至 6.0 cm，各變級之分布均勻，葉寬由 1.6 mm 至 2.9 mm，以 2.1 mm 左右最多（圖 3）。上述葉片長寬之變異範圍僅為初期生長、未刈割情況下之數值，葉片長寬易隨管理狀況而變動，刈割會使葉片變小，而完全不予刈割且在充分的水份與肥料供應下，大部份樣品之葉長均大幅提高，長度可達 15 cm 以上。

II. 逢機增殖核酸序列分析

呂等（1998）曾取本研究第一年採得之結縷草樣品進行逢機增殖核酸序列分析以瞭解其變異性，以參試的 10 個逢機引子可以將樣品完全區分開來，樣品間的遺傳距離 (Rogers' genetic distance) 自 5.0% 至 82.0%，平均為 49.8%，遺傳歧異度大於原生的鐵線草及鹽地鼠尾粟。本報告則除第一年材料外，並併同第二年樣品共 30 個一起進行逢機增殖核酸序列分析以瞭解澎湖結縷草種原之間的關係以及分群狀況，由 8 個逢機引子，30 個具變異的環帶經分群分析結果如圖 4。

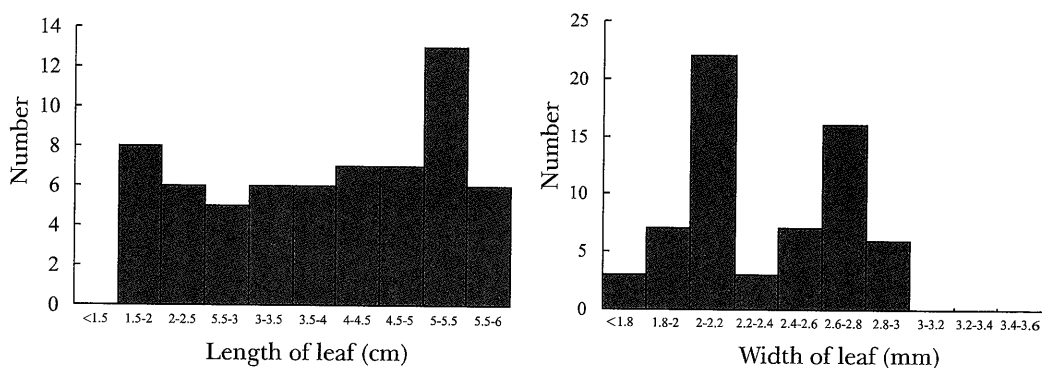


圖 3. 澎湖結縷草葉長（左）及葉寬（右）之頻度分布。

Fig. 3. Frequencies of leaf length (left) and leaf width (right) of Penghu *Zoysia* accessions.

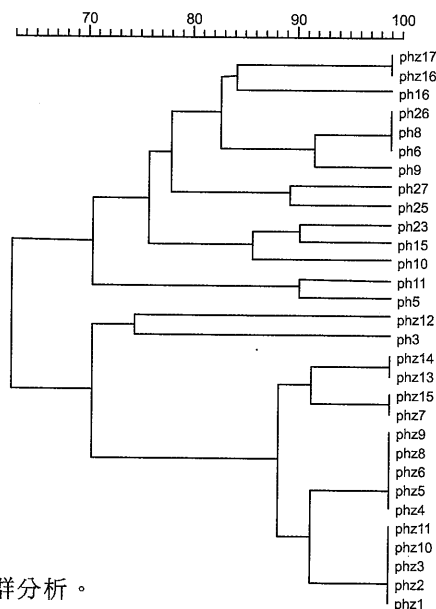


圖 4. 澎湖結縷草之分群分析。

Fig. 4. Cluster analysis of Penghu *Zoysia* accessions.

30個樣品明顯可分為兩群，第二年除Phz16、Phz17外均歸為一群，且變異較小，無法區分之樣品較多。第一年所採樣品除Ph3外亦歸為一群，但歧異度大。蓋第一年之樣品收集於四個主島的各區域，尤其是各處海岸線，而第二年之材料僅來自於內陸之湖西至烏泥一帶。第一年所採樣品中，Ph6、Ph8及Ph26在本次分析中無法區分出來，顯示三者之遺傳質極為近似，而此三者分別來自龍門、裡正角及風櫃，分屬於北邊及南邊海岸。表示本地區結縷草種原不因地理上遠近而產生區隔，反而是因海岸鹽性環境的淘選而留下了近似的基因型。

III. 優良品系比較

由收集之種原中，選擇外觀較佳、生長特性良好之品系Ph25、Ph27、Ph35，具抗銹病性品系Ph203、Ph204、Ph206、Ph217以及收集自恆春半島的種原Hc13、Hc16、Hc17進行草毯建立之比較試驗，試驗結果如表1。種苗撒播後三個月之覆蓋率以Ph25、Ph35、Ph206較高，除Hc16均高於對照品種；Hc16覆蓋率最低，但與對照品種之差異不顯著。密度方面以Ph27、Ph35、Hc16之單位面積上生長點數較高，Ph206、Hc13、Hc17較低。葉片大小方面，以Ph27及Hc16葉片最短，草皮質地亦較細緻。抗銹病性檢測方面，Ph25、Ph27、Ph35及對照品種均發現銹病病斑，病斑佔葉片面積於20%至50%之間，其餘之品系則完全未有病斑出現。綜合上述結果，由目前所收集之澎湖或恆春半島原生品系中，於生長勢、密度、質地或抗銹病性方面，易獲得表現較目前市售品種為優的品系。

結縷草是重要的熱帶草坪草種，利用範圍廣(Emmons, 1984)。由於環境變遷及環境保護的需求，抗惡劣環境及低度管理投入的草坪草種愈發受到重視，目前臺灣之綠化草種幾乎都為外來品種，在重視生態維護的今天，本土性草種尤有其生態性之價值。澎湖地區的原生結縷草遺傳資源豐厚，且不乏適於馴化栽培者，值得推廣利用。

表 1. 結縷草優良品系之草地特性比較

Table 1. Comparison of the lawn characteristics of elite lines of *Zoysia*

Line	Recovery	Density	Leaf length	Leaf width	Rust resistance
	%	Shoot/40 cm ²	cm	cm	
Ph25	83 ^a	121 ± 15	2.25 ± 0.20	0.22 ± 0.02	S
Ph27	75 ^b	150 ± 24	1.92 ± 0.11	0.20 ± 0.01	S
Ph35	82 ^a	145 ± 35	2.14 ± 0.13	0.21 ± 0.01	S
Ph203	75 ^b	104 ± 4	2.30 ± 0.30	0.25 ± 0.03	R
Ph204	78 ^{ab}	125 ± 16	2.14 ± 0.24	0.22 ± 0.02	R
Ph206	82 ^a	78 ± 6	2.30 ± 0.41	0.21 ± 0.01	R
Ph217	80 ^{ab}	104 ± 23	2.10 ± 0.24	0.21 ± 0.01	R
Hc13	85 ^{ab}	76 ± 4	2.90 ± 0.72	0.24 ± 0.04	R
Hc16	65 ^c	148 ± 24	1.43 ± 0.38	0.21 ± 0.01	R
Hc17	75 ^b	45 ± 11	2.70 ± 0.29	0.28 ± 0.04	R
Douliou grass	68 ^c	93 ± 30	2.41 ± 0.44	0.25 ± 0.04	S

R/S : Resistance / Susceptible to rust disease.

a, b, c : Means with the same superscript within the same column are not significantly different. (P < 0.05)

參考文獻

- 呂明宗、陳嘉昇、王紓愍、成游貴。1998。澎湖地區優勢草種的調查與收集。畜產研究 31：263-272。
- 翁仁憲。1995。澎湖原生優勢禾草之初探。畜產研究 28：141-146。
- 翁仁憲、廖天賜、陳奕君。1995。台灣結縷草屬植物之分布及遺傳變異。中華農學會報 新169：44-54。
- 陳嘉昇、王紓愍、成游貴。1995。盤固草逢機增殖核酸多型性（RAPD）分析效率的改進。畜產研究 28：235-244。
- Brede, A. D. and S. C. Sun. 1995. Diversity of turfgrass germplasm in the Asia Pacific Rim countries and potential for reducing genetic vulnerability. *Crop Sci.* 35 : 317-321.
- Emmons, R. D. 1984. Warm season grass. *Turf grass Science and Management*. Delmak Publishes Inc. Albany, New York. pp. 35-68.
- Marcum, K. B., S. J. Anderson and M. C. Engelke. 1998. Saltgland ion secretion: a salinity tolerance mechanism among five zoysiagrass species. *Crop Sci.* 38 : 806-810.
- Marcum, K. B., M. C. Engelke, S. J. Marton and R. H. White. 1995. Rooting characteristics and associated drought resistance of zoysiagrasses. *Agron. J.* 87 : 534-538.

Variation and Selection of *Zoysia* in Penghu Area⁽¹⁾

Chia-Shang Chen⁽²⁾ Ming-Tzong Leu⁽³⁾

Shu-Min Wang⁽²⁾ Yu-Kuei Cheng⁽²⁾

Received: Jul. 28, 2000; Accepted: Nov. 24, 2000

Abstract

Penghu, the Pescadores, locates at a different geography and has vegetation different from Taiwan, which has its own unique characteristics. The objectives of this study were to determine the variation of *Zoysia* accessions in Penghu and select elite lines for cultivation. The blooming periods of *Zoysia* accessions collected in Penghu were shorter and the numbers of inflorescence were fewer than those of *Zoysia tunifolia*. The blooming periods for half of the accessions collected were shorter than one month. The peaks of blooming were in May, July and August. The inflorescence length ranged from 1.2 cm to 3.5 cm, averaged 2.4 cm. The spikelet lengths were between 2 and 4 mm, averaged 3.1 mm. The leaf length varied from 1.7 cm to 6.0 cm and leaf width varied from 1.6 mm to 2.9 mm, averaged at 2.1 mm. Thirty entries were divided into two groups by way of cluster analysis of RAPD fingerprinting. The genetic distance between accessions seems not in accordance with the geographical distance in this area. Several lines with elite characters were selected for comparing the establishment of lawn sod and the resistance to rust disease. Lines Ph25, Ph35 and Ph206 had higher rates of ground coverage for sod establishment. The lines of Ph203, Ph204, Ph206 and Ph217 were resistant to rust disease while the commercial line (Douliou grass) was susceptible. The results showed that there were abundant native genetic resource of *Zoysia* in Penghu area and some lines might be potential for cultivation and utilization.

Key words : Germplasm, RAPD, Rust disease, Genetic resource.

(1) Contribution No. 1021 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Heng-Chun Branch Institute, COA-TLRI, Ping-Tung, Taiwan, R.O.C.

(3) Penghu Animal Propagation Center, COA-TLRI, Penghu, Taiwan, R.O.C.