

台灣栽培種山藥田薯及懷山藥植株性狀之變異

龔財立、吳詩都¹⁾、曾富生¹⁾

摘 要

本研究為瞭解台灣地區栽培種山藥種內之變異，調查植株外表性狀之差異，藉由收集系間之相似係數及分群分析之結果，探討其種內的變異情形。結果田薯 (*Dioscorea alata* L.) 臺灣收集系與美國收集系間有差異。全部收集系可分為 3 群，其中第三群編號 A20-A33 之收集系，外表性狀顯然與其它兩群之收集系不同。懷山藥 (*D. batatas* Decne) 臺灣收集系與日本收集系間無顯著差異，且相似性高，可能為相同品種群。選育栽培種需要再進行優良營養系之分離。

關鍵詞：山藥、植株性狀、遺傳變異。

前 言

作物品種改良過程，由於選優汰劣的結果，使得現今栽培品種均具有高產、優質、抗(耐)病蟲害等特性；然而大面積單一品種化的栽培方式，使得早期栽培的地方品種逐漸消失而產生遺傳侵蝕以及遺傳脆弱性，導致遺傳資源的枯竭^(4,7)。因此，近年來各國開始重視其本國的遺傳資源，並對作物的在來種、野生種或近緣野生種進行廣泛的研究及保存。

山藥為多年生蔓性植物，分類上屬於薯蕷科(Dioscoreaceae) 薯蕷屬(*Dioscorea*)，可供食用及藥用，主食地下塊莖。本草綱目記載，山藥可以健脾胃、補虛羸、益腎氣、止瀉痢、強筋骨、潤皮毛、除寒熱邪氣、久服耳聰目明、輕身不饑延年。主要分布在熱帶地區，其中以中南美洲為最多，次為東南亞及非洲，全世界至少有 600 個種，中國大陸約有 65 個種。劉和黃謂薯蕷屬植物在臺灣有 15 個種及 4 個變種^(2,3)。

田薯為亞洲及中南美洲的主要栽培種，分布範圍相當廣，有學者依薯形不同，將其分為 72 型⁽⁸⁾；懷山藥為亞洲特有種，原產中國大陸，主要栽培於中國及日本⁽⁶⁾，臺灣各地也有栽培區。

臺灣雖為一小島，但各地區栽培環境、氣候迥異，而田薯及懷山藥之栽培品系也混雜，因此，瞭解其不同地區間之種內變異情形，在今後育種及種源保存上，實為一重要問題。故本研究擬進行臺灣栽培種山藥田薯及懷山藥植株性狀特性之研究，以瞭解種內變異。

1)國立中興大學農藝學系教授

材料與方法

所有參試的栽培種山藥由臺灣各地農家收集而來，或由國外引進，部分由臺灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場提供，或購自生鮮超市。田薯 36 個收集系，包括臺灣 27 個收集系(A1-2, A4-9, A11, A17-20, A22-32, A33-36)、美國 5 個收集系(A12-16)及巴西(A3)、千里達(A10)、菲律賓(A21)、中國(A33)各 1 個收集系。懷山藥 12 個收集系，包括臺灣 6 個收集系(B1-3, B8, B10, B12)、日本 5 個收集系(B4-7, B9)、中國大陸 1 個收集系(B11)，日本收集系均購自生鮮超市。

參試的山藥收集系種薯於 1997 年 4 月 28 日種植於中興大學之試驗田，並搭立支架，行距 140 cm，株距 30 cm，每收集系種植 5 株，全生育期調查其植株外表性狀。調查項目如下：

1. 葉長度，取最大 5 葉，求平均值並分 4 級：(1)不超過 6 cm；(2)6-9 cm；(3)9-12 cm；(4)12 cm 以上。
2. 葉前部寬度，取最大 5 葉，量前半部最大寬度，求平均值並分 4 級：(1)不超過 3 cm；(2)3-6 cm；(3)6-9 cm；(4)9 cm 以上。
3. 葉中部寬度，取最大 5 葉，量中部最大寬度，求平均值並分 4 級：(1)不超過 2 cm；(2)2-4 cm；(3)4-6 cm；(4)6 cm 以上。
4. 葉柄長度，取最大 5 葉，求平均值並分 4 級：(1)不超過 2 cm；(2) 2-4 cm；(3) 4-6 cm；(4) 6 cm 以上。
5. 葉柄直徑，取最大 5 葉，求平均值並分 4 級：(1)不超過 0.10 cm；(2)0.10-0.15 cm；(3)0.15-0.20 cm；(4)0.20 cm 以上。
6. 節間長度，量第 3 節位至第 8 節位，求平均值並分 4 級：(1)不超過 5 cm；(2)5-10 cm；(3)10-15 cm；(4)15 cm 以上。
7. 塊莖長度，取最大塊莖，量頂端至末端之長度並分 4 級：(1)不超過 40 cm；(2)40-60 cm；(3)60-80 cm；(4)80 cm 以上。
8. 塊莖寬度，取最大塊莖，量橫向最大長度並分 4 級：(1)不超過 3 cm；(2)3-4 cm；(3)4-5 cm；(4)5 cm 以上。
9. 塊莖厚度，取最大塊莖，量橫向最小長度並分 4 級：(1)不超過 2 cm；(2)2-3 cm；(3)3-4 cm；(4)4 cm 以上。
10. 塊莖重量，秤單株塊莖重並分 4 級：(1)不超過 500 g；(2)500-1000 g；(3)1000-1500 g；(4)1500 g 以上。
11. 塊莖頸部直徑，量塊莖頸部 1 cm 處之直徑並分 4 級：(1)不超過 1.0 cm；(2)1.0-1.5 cm；(3)1.5-2.0 cm；(4)2.0 cm 以上。
12. 塊莖分支數，塊莖枝狀物長 2 cm 以上者之數目並分 4 級：(1)不超過 1 個；(2)1-3 個；(3)3-5 個；(4)5 個以上。
13. 單株塊莖數目，單株塊莖數目並分 4 級：(1)不超過 2 個；(2)2-4 個；(3)4-6 個；(4)6 個以上。
14. 塊莖形狀：(1)棍棒狀；(2)紡錘狀；(3)圓球狀；(4)掌狀；(5)塊狀；(6)罐狀。
15. 塊莖表面質地：(1)光滑；(2)中等；(3)粗糙。
16. 塊莖表面顏色：(1)黃色；(2)淡褐色；(3)暗褐色；(4)灰褐色。
17. 塊莖肉質：(1)細嫩；(2)中等；(3)粗糙。
18. 塊莖肉色：(1)白色；(2)紫色；(3)黃色。
19. 塊莖黏質液：(1)高；(2)中；(3)低。
20. 塊莖褐化速率：(1)迅速(30 min.內)；(2)中等(30 min.-3 hr)；(3)慢(3-24 hr)；(4)不褐化(24 hr 以上)。

- 21.葉形：(1)心臟形；(2)箭鏃形；(3)戟形；(4)長橢圓形。
 22.老葉顏色：(1)濃綠；(2)綠；(3)淺綠。
 23.幼葉顏色：(1)濃綠；(2)綠；(3)淺綠；(4)紅。
 24.莖蔓形狀：(1)角狀；(2)角狀帶翼；(3)圓筒狀。
 25.莖蔓顏色：(1)綠；(2)紫綠；(3)紫紅。
 26.莖蔓表皮：(1)光滑；(2)粗糙有刺狀物。
 27.是否開花：(1)否；(2)是。
 28.生育日數：(1)短(180 日內)；(2)中(180-240 日)；(3)長(240 日以上)。
 29.芽色：(1)綠；(2)淡紫；(3)紫紅。
 30.發芽順序：將薯塊均置於室內，觀察發芽順序而分為 3 級；(1)快(4 月 1 日前發芽)；(2)中(4 月 1 日至 5 月 1 日)；(3)慢(5 月 1 日以後)。

統計分析計算調查性狀之平均值，將性狀級數化，分成 1-6 級不等，並以每一參試收集系為運算分類的單位(operational taxonomic unit, 以 OUT 表示)。各收集系之相似係數先根據性狀相同級數之出現與無記錄之，出現以 1，無出現以 0 表示，再依 Jaccard 之定義計算其 Jaccard 相似度⁹⁾，其公式為：

$$J = a/(a+b+c)$$

a: 表示 OTU_i 與 OTU_j ($i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, N$ ；其中 N 為參試品系數)同時擁有之相同性狀級數數目。

b: 表示 OTU_i 擁有而 OTU_j 缺少之相同性狀級數數目。

c: 表示 OTU_i 缺少而 OTU_j 擁有之相同性狀級數數目。

再根據計算出之相似係數矩陣，利用 NT-SYS 軟體⁹⁾以 UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean)的方法進行分群分析(cluster analysis)，求出參試收集系間的差異。

結 果

一、田薯植株性狀之變異

利用 30 個性狀對目前栽培於臺灣各地及由國外引進之 36 個栽培種山藥收集系進行植株性狀調查與分析。經觀察結果發現，以塊莖長度、塊莖重量、塊莖分支數及塊莖形狀，在 36 個收集系間之差異最明顯。而葉片之葉形差異如圖 1 所示，均呈心臟形，差異不大，其中以臺灣收集系 A28 及 A29 葉形最小。塊莖形態如圖 2 所示，有罐狀(A1、A2、A7、A11、A27、A28、A31)、掌狀(A8、A9、A14、A22、A23、A24)、圓形(A10、A12)及棍棒狀(A33-36)等，呈明顯差異。

各收集系之間依據性狀等級相同與否記錄成 1 與 0 的數值矩陣，再依 Jaccard 之定義計算出收集系間之相似係數，如表 1 所示。在 36 個樣品當中其相似係數介於 0.19(收集系 A8 與 A29)至 1.0(收集系 A34 與 A35)之間。進一步根據相似係數之數值矩陣進行分群分析，結果如圖 3。36 個收集系大致上可分為 6 群：第 1 群有 3 個收集系 A1、A2 及 A11。第 2 群有 2 個收集系 A4 及 A25。第 3 群 18 個收集系，包括臺灣 11 個，美國全部 5 個 (A12-16)，巴西(A3)及千里達(A10)各 1 個；再細分，臺灣栽培收集系顯然與美國、巴西及千里達之收集系分在不同子群，只有美國 A15 之收集系例外，可知臺灣與國外收集系間仍存有差異；另在臺灣栽培其地下塊莖同屬棍棒形之 5 個收集系 A17、A18、A34、A35 及 A36，屬同一子群，其中臺北縣貢寮鄉採集之 A34 與臺南縣左鎮鄉採集

之 A35 間相似係數為 1.0，顯然植株外表性狀完全相同。第 4 群 11 個收集系，包含臺灣 10 個，菲律賓 1 個(A21)，各收集系之幼葉皆為紫紅色。第 5 群及第 6 群各只有 1 個收集系，分別為採集自新竹縣尖石鄉之 A29 及來自大陸廣東省之 A33，顯然此 2 收集系之植株性狀與其它收集系差異大。

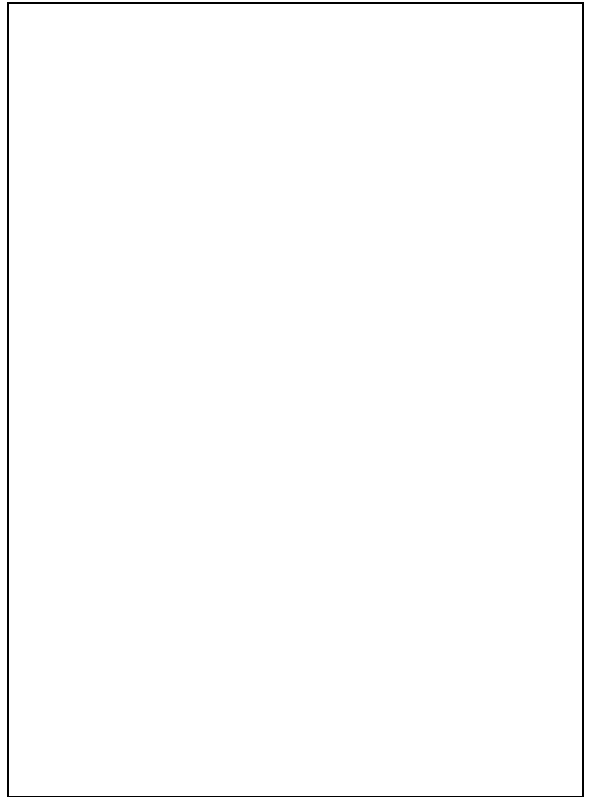
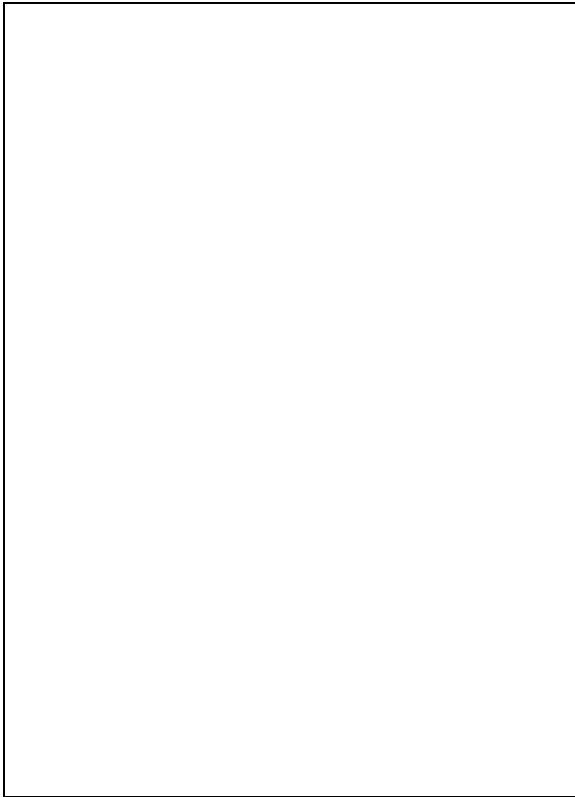


圖 1. 田薯之葉部形態

Fig. 1. Leaf shape of *D. alata* L. in Taiwan.

Rank : A1 A2 A3 A4 A5 A6
 A7 A8 A9 A10A11 A12
 A13 A14 A15 A16 A17 A18
 A20 A21 A22 A23 A24
 A25 A26 A27 A28 A29
 A30 A31 A32.

圖 2. 田薯之地下塊莖形態

Fig. 2. Tuber shape of *D. alata* L. in Taiwan.

Rank : A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7
 A8 A9 A10 A11 A12
 A13 A14 A15 A16 A17 A18
 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26
 A27 A28 A29 A30 A31A32
 A33
 A34
 A35
 A36.

表 1.

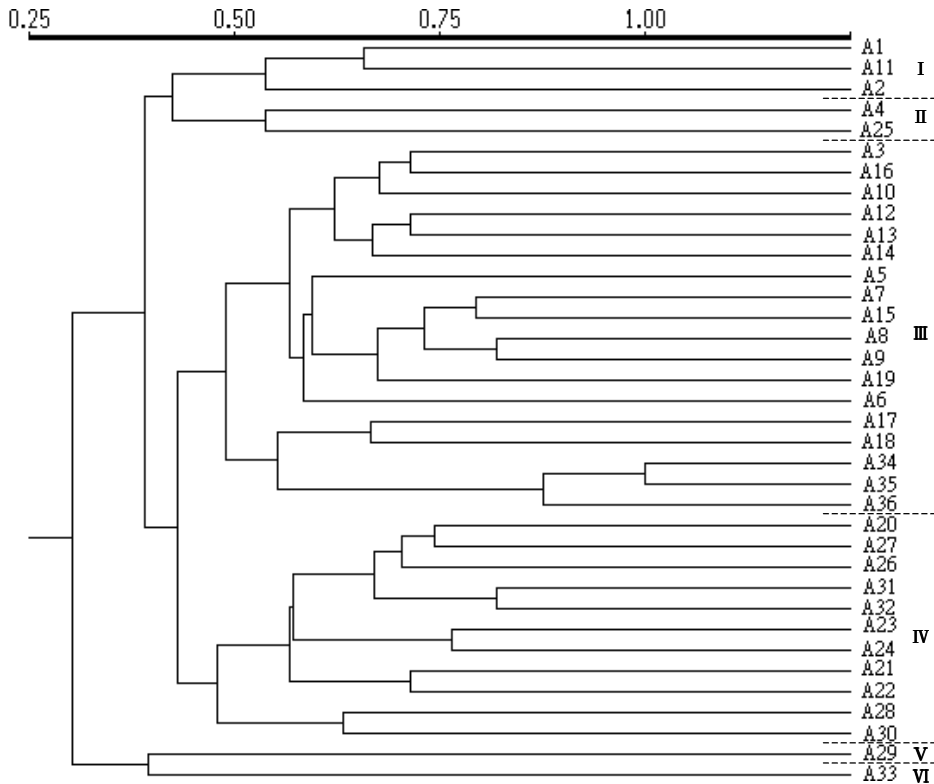


圖 3. 田薯植株性狀之分群分析

Fig. 3. Dendrogram of 36 accessions of *D. alata* based on Jaccard's genetic similarity coefficients of plant characters by using UPGMA method.

二、懷山藥植株性狀之變異

利用 30 個性狀對懷山藥之 12 個收集系進行植株性狀調查與分析。經觀察結果發現，以葉柄長度、塊莖長度、塊莖寬度及塊莖分支數，在 18 個收集系間之差異最明顯。其中葉片之葉形差異如圖 4 所示，均呈耳形，收集系 B1、B3、B5、B7 及 B9 葉形較小，收集系 B12 葉形最大，收集系 B6 葉緣較深刻。塊莖形態如圖 5 所示，只有棍棒狀 1 種，長度差異大。

各收集系之間依據性狀等級相同與否記錄成 1 與 0 的數值矩陣，再依 Jaccard 之定義計算出收集系間之相似係數，如表 2 所示。在 12 個收集系當中其相似係數介於 0.48(收集系 B4 與 B11)至 0.90(收集系 B6 與 B10)之間。進一步根據相似係數之數值矩陣進行分群分析，結果如圖 6。12 個收集系大致上可分為 4 群：第 1 群有 6 個收集系，包括臺灣 4 個，日本 2 個。第 2 群有 4 個收集系，包括臺灣 1 個，日本 3 個。第 3 群及第 4 群各 1 個收集系，分別為採集自臺灣花蓮之 B2 及來自大陸山東省之 B11，顯然此 2 收集系之植株性狀與其它收集系差異較大。由於臺灣收集系與日本收集系，有重疊現象，顯示在植株性狀方面，兩族群間無顯著變異，但族群內呈現顯著變異。其中第 2 群與第 3 群間之相似係數為 0.608。

表 2. 懷山藥 12 個收集系之植株性狀相似係數矩陣

Table 2. Similarity index of plant characters between each pair of 12 accessions of *D. batatas* in Taiwan.

Code No.	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
B2	0.60										
B3	0.71	0.64									
B4	0.84	0.63	0.69								
B5	0.66	0.74	0.81	0.64							
B6	0.74	0.58	0.60	0.77	0.64						
B7	0.71	0.56	0.87	0.69	0.71	0.60					
B8	0.76	0.56	0.66	0.64	0.71	0.74	0.66				
B9	0.76	0.64	0.81	0.74	0.87	0.74	0.81	0.81			
B10	0.76	0.52	0.53	0.79	0.57	0.90	0.57	0.66	0.66		
B11	0.53	0.56	0.57	0.48	0.62	0.64	0.53	0.62	0.53	0.62	
B12	0.57	0.56	0.57	0.56	0.71	0.74	0.50	0.76	0.62	0.66	0.71

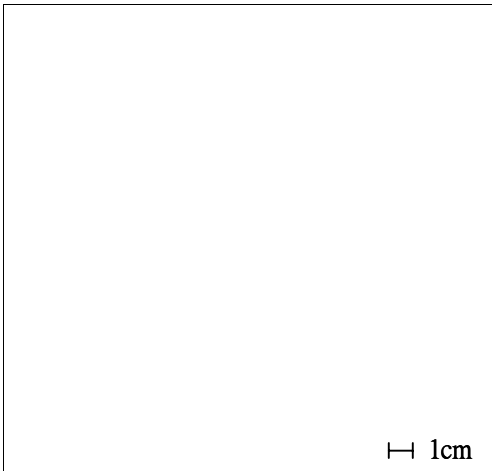


圖 4. 懷山藥之部形態

Fig. 4. Leaf shape of *D. batatas* Dcene in Taiwan.

Rank: B1 B2 B3 B4
 B5 B6 B7 B8
 B9 B10 B11 B12



圖 5. 懷山藥之地下塊莖形態

Fig. 5. Tuber shape of *D. batatas* Dcene Taiwan.

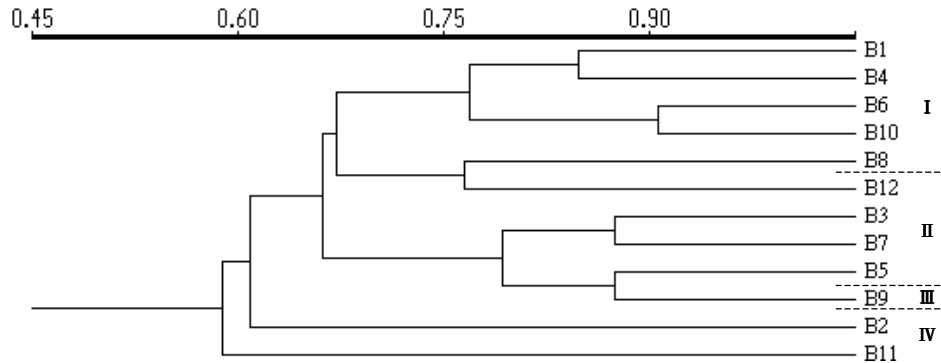


圖 6. 懷山藥植株性狀之分群分析

Fig. 6. Dendrogram of 12 accessions of *D. batatas* based on Jaccard's genetic similarity coefficients of plant characters by using UPGMA method.

討 論

田薯又名大薯或罐薯，為亞洲主要栽培種，原產於東南亞⁶⁾，臺灣亦是發源地之一；以薯塊或葉腋著生之零餘子，行營養體繁殖。本研究供試收集系由栽培農家收集或由試驗單位提供，品系複雜，均無法確切瞭解其種內之變異及收集系間之關係，同一營養系可能由於人為之遷移，分隔兩地栽培，因此必須釐清臺灣收集系間之關係。由美國引種之材料係美國 5 個品種，品種名分別為 Florido(A12)、Gemelos(A13)、Leone Globe(A14)、Binugas(A15)及 Moresby(A16)，將其歸為收集之 A12-A16 收集系，除了探討臺灣收集系間之關係外，另臺灣收集系與美國收集系間之關係，也要釐清，作為今後育種及栽培之參考。

Rhodes and Martin¹⁰⁾以 30 個山藥栽培品種(*D. alata*)為材料，調查 100 個性狀，建立相似係數矩陣，進行分群分析。結果，大致區分為 3 群，其中第 1 群與第 2 群皆有 9 個栽培品種，第 3 群則有 12 個栽培品種。所有 30 個栽培品種中，外表性狀最相似的為編號 03 的 VINO-A 與編號 06 的 P. LISBON，其相似係數約 0.55，而相似度次近的為編號 01 的 MORADO 與編號 05 的 VINO-C，其相似係數約 0.53，這 2 對可能為同一栽培品種。王等曾針對臺灣山藥栽培品種(系)(*D. alata*)進行相似性之研究⁴⁾。本研究也針對 36 個栽培種田薯收集系進行植株性狀調查與分析。葉形均呈箭形，葉形變異不大。塊莖形態，呈明顯差異。計算收集系間之相似係數介於 0.19-1.0 之間，得知收集系間植株性狀有明顯變異。根據分群分析之結果。第 3 群包括 18 個收集系，包括臺灣 11 個，美國全部 5 個(A12-16)，巴西(A3)及千里達(A10)各 1 個；再細分：臺灣栽培收集系顯然與美國、巴西及千里達之收集系分在不同子群，只有美國 A15 之收集系例外，可知臺灣與國外收集系間仍有差異，臺灣栽培收集系可能因栽培時期早，已有部分分化現象，或來自不同種源群；另在臺北縣貢寮

鄉採集之 A34 與臺南縣左鎮鄉採集之 A35 間相似係數為 1.0，顯然植株性狀完全相同，據栽培農戶表示，其種源來自臺灣南部，已栽培 3 年，而左鎮市集於三年前即有販售此類山藥，由栽培之時間性推斷，貢寮之 A34 可能由左鎮帶回栽培。第 4 群有 11 個收集系，包含臺灣 10 個，菲律賓 1 個 (A21)，本群各收集系之幼葉皆為紫紅色。第 5 群及第 6 群各 1 個收集系，分別為採集自新竹縣尖石鄉之 A29 及來自大陸廣東省之 A33，知此二個收集系外表性狀與其他品系間差異大。

以上分析結果顯示臺灣栽培種田薯收集系可分成 6 群，第 4 群之 11 個收集系明顯自成一類，且收集系間相似性高，群間相似性低，此與劉和黃對臺灣山藥分類結果相符合⁽³⁾。

Lucien 將世界山藥群落分為 3 群，分別為亞洲型、日本型及非洲型⁽⁶⁾。懷山藥屬於日本型，主要栽培於中國及日本，起源於中國大陸，亦有學者命名為 *D. opposita* Thumb.，別名中國山藥或家山藥。日本主要栽培種，薯長約 1 m，薯體直徑約 5-7 cm，產量高且穩定，由於營養價值高且適口性佳，受消費者喜愛，近幾年來臺灣也有部分栽培，如新竹湖口、宜蘭冬山及花蓮吉安均有小面積栽培，栽培歷史遠落後中國及日本，由於供不應求，臺灣商人從日本各地進口生鮮山藥，於生鮮超市販售，此薯體仍具繁殖力，因從日本引種不易，而直接從超市收集也不失為一個好方法，由超市收集之日本收集系間之歧異度，需進一步探討。

本研究係利用 30 個植株性狀對懷山藥 12 個收集系進行植株性狀調查與分析。結果發現葉片之葉形均呈耳形，計算其相似係數介於 0.48-0.90 之間，顯然收集系間變異較小。根據分群分析之結果。由於臺灣收集系與日本收集系，有重疊現象，顯示在植株性狀方面，兩族群間無顯著變異，但族群內呈現顯著變異。因此由地緣關係及歷史背景推測，臺灣收集系與日本品系可能為同一品種群。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 87 科技 1.1-糧-03(4) 計畫經費補助，試驗期間蒙前張場長學琨、前宋場長勳、前張課長榮如指導及雜糧研究室全體工作同仁之協助，文稿初成復蒙林場長俊彥、黃副場長益田、廖研究員芳心及林課長維和細心斧正，謹致由衷之謝意。

參考文獻

1. 王昭月、劉新裕、宋麗梅、高介志。1993。山藥不同品系間之變異性研究。中華農業研究 42(3): 280-291。
2. 那琦、甘偉松、楊榮季。1978。臺灣產藥材之生藥學研究 (IV)臺灣產零餘子生藥學研究。中國醫藥學院研究年報 9: 330-375。
3. 劉堂瑞、黃增泉。1978。薯蕷科。臺灣植物誌 5: 99-109。
4. Harlan, J. R. 1976. Genetic resources in wild relatives of crops. Crop Sci. 16: 329-333.
5. Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 44: 223-270.

(24)

桃園區農業改良場研究彙報第 39 號

6. Lucien, D. 1993. Systematics, distribution, evolution and phylogenesis of Dioscoreaceae. The yam. p.281-310. The macmillan press. London and Basingstoke.
7. Martin, J. M., T. K. Blake, and E. A. Hockett. 1991. Diversity among North America spring barley cultivars based on coefficients of parentage. Crop Sci. 31:1131-1137.
8. Prain, D. and I. H. Burkill. 1939. An account of the genus *Dioscorea*. Part III: Species which turn to the right. Ann. Rev. Bot. Gdn. 14(2): 211-528.
9. Rohlf, F. J., J. Kishpaugh, and D. Kirk. 1971. NT-SYS. Numerical taxonomy system of multivariate statistical programs 100pp. Tech Rep. State Univ. New York at Stony Brook, New York.
10. Rhodes, A. M., and F. W. Martin. 1972. Multivariate studies of variations in yam (*Dioscorea alata* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5): 685-688.

Variation of Plant Characteristic of Cultivated Yam *Dioscorea alata* L. and *D. batatas* Decne in Taiwan

Tsai-Li Kung, Shu-Tu Wu and Fu-Sheng Thseng

Summary

The purpose of this study were to understand the intraspecific variation of cultivated yam in Taiwan. A cluster analysis based on 30 morphological characteristics grouped the 36 accessions of *D. alata* into 3 main clusters. Significant difference were detected among the clones of *D. alata* selected in Taiwan and in America. In the third cluster, yam bearing the code numbers from A20 to A33 were significantly different from other clusters.

No significant difference was detected among the clones of *D. batatas* selected in Taiwan and Japan. The similarity coefficient were high among all accessions. It was probable that the accessions in Taiwan and those in Japan maybe of the same origin. For cultivation purpose is necessary to select elite clones of cultivated yam in Taiwan however.

Key words: Yam, Plant characteristic, Genetic variation.

1) Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University.