

研究報告

臺灣栽培木麻黃類小枝變異之研究

何坤益¹ 蕭如英² 歐辰雄³ 鄧書麟⁴

【摘要】 將採集自澳洲所引種之木賊葉木麻黃 (*Casuarina equisetifolia*)、肯氏木麻黃 (*C. cunninghamiana*) 及銀木麻黃 (*C. glauca*) 等原生種源，應用其確切來源之種類與臺灣海岸 15 處之栽培木麻黃比對，藉由小枝之形態性狀，佐以類黃素色層分析，經由數量統計分類方法來探討臺灣栽培木麻黃族群小枝外觀型態之變異。結果顯示小枝之長度、鞘齒葉數目在種類間有顯著之差異，而在小枝之節間長度則差異不顯著；同時發現大多數臺灣木麻黃小枝之形態性狀，與澳洲所引種之木賊葉木麻黃種源相近，惟其中芳苑 (T2) 及梧棲 (T3) 二處則與澳洲所引種之銀木麻黃種源較相近。再經由小枝類黃素組成之色層分析結果，進行歸群分析發現在木麻黃種類之間類黃素組成已有明顯分化，可將肯氏木麻黃、銀木麻黃等種類予以分類，而木賊葉木麻黃種源與臺灣海岸栽培之木麻黃，則尚未具明顯分歧，形成一廣泛之群團。

【關鍵字】 木賊葉木麻黃、肯氏木麻黃、銀木麻黃、小枝、類黃素

Research paper

Branchlet variation of *Casuariana* spp. in Taiwan.

Kuen-Yih Ho¹ Ju-Ying Hsiao² Chern-Hsiung Ou³ Shu-Lin Deng⁴

【Abstract】 The study aims to investigate variation and relationships of the Australian provenances of *Casuarina equisetifolia*, *C. cunninghamiana*, *C. glauca*, and the *Casuarina* spp. from coastal areas in Taiwan. We used the exomorphic characters, flavonoid chromatography and the methods of numerical taxonomy to analyze the branchlet variation of *Casuarina* spp. Populations. The result indicated that the differences of branchlet length and teeth number among species were significant, but the difference on

1. 行政院農業委員會林業試驗所中埔研究中心 副研究員兼主任，通訊作者
Assistant Scientist, Taiwan Forestry Research Institute. Corresponding Author.

2. 國立中興大學生命科學系 教授
Professor, Department of Life Sciences, NCHU.

3. 國立中興大學森林學系 教授
Professor, Department of Forestry, NCHU.

4. 行政院農業委員會林業試驗所中埔研究中心 助理研究員
Assistant Scientist, Taiwan Forestry Research Institute.

inter-node length was not significant. Most of the populations *Casuarina* spp. in Taiwan were closely related to the *Casuarina equisetifolia* from Australia, however, the populations of Fangyuan(T 2) and Wuchi(T 3) were related to *Casuarina glauca*. The cluster analysis based on flavonoid data revealed that there was significant difference between *Casuarina cunninghamiana* and *Casuarina glauca*. However, there was no significant divergent between *C. equisetifolia* from Australia and populations in Taiwan.

[Key words] *Casuarina equisetifolia*, *C. glauca*, *C. cunninghamiana*, branchlet, flavonoid.

一、前言

木麻黃類在臺灣之引種繁殖時間極長，引進臺灣可溯至 1897 年，先後引入 10 餘種（陳德順與胡大維，1976），1904 年以後即自行採種繁殖，歷經長期育苗與海岸造林，已發生混交之現象，漸有種間雜交之發生（introgressive hybridization），造成木麻黃類的分類十分困難（Wang *et al.*, 1984, Badran *et al.*, 1976）。

植物對環境的適應可以在許多方面上表現出來，亦可能在形態結構上發生變化以適應環境，通常在許多情況下必須先有代謝上的變化才能發生新的形態結構建成，如環境已影響到遺傳結構，新的遺傳結構的變化以及其表達也同樣離不開代謝變化。由於大多數植物所處生境複雜多樣，因而在植物適應環境與進化過程中除初生代謝外，還形成了多種次生代謝，其途徑多樣，且代謝產物繁雜。類黃素為植物重要之次級代謝產物，多數的陸生植物都含有並與糖類結合形成穩定的配糖體，因不同植物表現出種的專一性（Species specification），為植物適應環境重要適應機理。

植物族群分類應用類黃素之研究方法，一般採用二次展開濾紙色層分析法（two-dimensional chromatography），來比較類黃素組成之差異，尤其植物種間分類研究方法常經由葉部形態之廣泛觀察，參佐細微特徵與化學分類等技術而獲致良好之結果，如 Challice 和

Williams（1968）研究梨屬 *Pyrus*（Rosaceae）17 個種植物葉片的類黃素組成，發現所有的種都具有一些共同的成分，及某些相異的成分存在，可據以作為屬或種間的分類參考；歐辰雄（1977、1980）研究臺灣產楨楠屬（*Machilus*）及臺灣產莢蒾屬（*Viburnum*）植物之分類研究，黃生（1985）研究臺灣水丁香屬（柳葉菜科）植物及黃生等（1988）研究臺灣產鳳仙花屬植物分類研究，經分析類黃素組成而獲致良好結果；王冰心（1994）探討合歡山地區之玉山箭竹族群之類黃素變異，發現玉山箭竹類黃素組成之變異有依照不同生育地環境而歸群的趨勢，同時證實和海拔高度無明顯的關係存在。

林業試驗所 1993 年起參與木賊葉木麻黃種源試驗，自澳洲聯邦科學及工業研究組織（CSIRO）陸續引種木賊葉木麻黃（*Casuarina equisetifolia*）、肯氏木麻黃（*C. cunninghamiana*）及銀木麻黃（*C. glauca*）原生種源，本研究即應用其確切來源之種類，提供具體之形態證據，以比對分類困難之臺灣海岸栽培木麻黃，藉由木麻黃類小枝之變異性狀，佐以上述之化學分類方法，經由數量統計分類方法，探討臺灣所栽培木麻黃族群外觀形態之變異。

二、材料及方法

取自澳洲聯邦科學及工業研究組織

(CSIRO) 引種之木賊葉木麻黃之 12 個原生種源，及肯氏木麻黃 5 個種源、銀木麻黃 6 個種源 (Pinyopusarerk *et al.*, 1995) 加上採自臺灣雲林四湖等 15 處海岸所栽培之本地種木麻黃，合計 38 個運算分類單位，其資料如表 1。

(一) 小枝形態變異之測量

材料取自上述分類單位隨機採取 10 株樣株，選其取樹高約 1/2 處北向之第二側枝，試材即以一般所認為之枝條上著生葉且未分枝者稱小枝 (branchle)，測量各枝條之最長小枝 10 枝之長度，再自每小枝中段部位量取 10 段，依陳振榮 (1980) 及黃義雄 (1982) 方法，測其節間長及計算鞘齒葉數。

(二) 小枝之類黃素色層分析

依 Mabry *et al.* (1970) 方法，進行雙向下降濾紙色層分析法 (two-dimensional paper chromatography)，分離各材料內之類黃色素，檢定各色點特性並加以記錄，並計算求 Rf 值， $Rf = \text{色點中心與原點中心之距離} / \text{展開劑自原點起所行之距離}$ ，若色點的大小、顏色及 Rf 值相同，則視為同一物質編以同一號碼。

(三) 統計分析

依各運算單位之小枝長度、節間長及鞘齒葉數等量測計算，再將所調查之評估性狀進行巢式變異數分析，並檢定差異之顯著性，以及變方成分之百分比。

將每一運算單位類黃素組成，利用 NTSYS 軟體 (Average taxonomic distance) 公式計算兩運算單位間距離，再將所得到的距離矩陣，利用非加權配對算數平均值 (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average，簡稱為 UPGMA) 方法，進行歸群分析建立樹形圖，用以探討各運算單位間之關係。並進行主座標分析 (Principal Coordinates Analysis，簡稱為 PCOA) 以二維座標圖，表現運算單位空間的分佈位置，用以探討種類間之變異關係。

三、結果與討論

(一) 小枝形態變異數分析

依各運算單位之小枝長度、節間長、鞘齒葉數等進行變異數分析，及變方成分之百分比之結果如表 3：

1. 小枝長度的種類間差異達極顯著 ($F=7.90$ $P < 0.001$)，可做為種類間比較依據。
2. 小枝節間的長度在種類間差異並不顯著 ($F=1.18$ $P > 0.05$)，其種類間的變方成分為 1.15% ($P > 0.05$)，而種源間的變方成分佔 46.81% ($P < 0.05$)，顯示種源間的節間長度變異超過種類間，不適做為種類間的比較依據。
3. 鞘齒葉數目在種類間差異達極顯著 ($F=26.62$ $P < 0.001$)，可為種類間比較依據。

由表 3 之三種形態的分析中以小枝長度與鞘齒葉數目，較能區分開木麻黃種類間的差異，而節間長度則較不顯著，一般木麻黃之種類辨識以葉長與鞘齒葉數較為方便，查閱相關植物分類書籍，亦多以小枝長度與鞘齒葉數目之性狀為依據。台灣有關木麻黃之種類應用以小枝形態描述之處理均獲良好結果，如陳振榮 (1980) 就試驗引種 4 種新種木麻黃之檢定臺灣種類及其耐鹽性進行比較，結果發現木麻黃類已發生漸滲雜交現象，目前僅存木賊葉木麻黃、肯氏木麻黃及銀木麻黃等 3 種，及部分天然雜交之中間型；黃義雄 (1982) 在臺灣木麻黃科植物之分類研究，述及臺灣曾引種約達 20 餘種，目前僅存木賊葉木麻黃、肯氏木麻黃及銀木麻黃等種之純種成熟植株，及部分天然雜交之中間型；劉業經等 (1994) 述及臺灣目前僅存 5 種之純種成熟植株 (木賊葉木麻黃、肯氏木麻黃、銀木麻黃、山木麻黃及千頭木麻黃等)，及部分天然雜交之中間型。

依據本研究分析自澳洲聯邦科學及工業研究組織 (CSIRO) 引種之小枝資料，同時對照澳洲植物誌 (Flora of Australia) 的敘

表 1. 木麻黃類樣木產地資料

Table 1. Origin of the 28 *Casuarina* spp. provenances.

試驗 編號	種源 編號	產地		緯度	經度	海拔 (m)
		中文	英名			
C1	15958	澳洲昆士蘭	Wangetti Beach, Cairns	S16° 41'	145° 34'	30
C2	18008	澳洲達爾文	(R)Darwin Casuarina	S12 25'	130° 50'	20
C5	18121	關島	(R)Mariana Island,Gum	N14° 40'	145° 0'	2
C12	18153	新幾內亞	(R)Ela Beach	S9° 15'	148° 17'	10
C13	18117	菲律賓	(R)Philippines	N12° 21'	121° 2'	20
C16	18244	婆羅洲西部	Bako Borneo Sarawak	N 1° 44'	111° 29'	40
C17	18157	沙巴	(R)Pantai Moyog Sabah	N5° 55'	116° 5'	0
C18	18158	沙巴	(R)Tanjung Aru Sabah	N5° 55'	116° 5'	0
C19	18270	斐濟	(R)Baravi Viti Levu	S17° 0'	177° 0'	1500
C20	18271	斐濟	(R)Wainunu Vanua Levu	S16° 0'	177° 0'	1000
C23	18154	菲律賓	Aklan, Panay Island	N11° 31'	122° 30'	30
C26	18298	泰國南部	(K)Had Chab Hai Trakg	N7° 33'	100° 37'	0
K1	13511	澳洲昆士蘭	26km Se Of Mt Morgan	S23° 49'	150° 18'	120
K2	17186	澳洲昆士蘭	Flagstone Ck Rd	S27° 38'	152° 3'	200
K3	13518	澳洲昆士蘭	8km S Of Mt Molloy	S16° 44'	145° 21'	380
K4	14999	新南威爾斯	River Lett Hartley	S33° 33'	150° 19'	690
K5	13519	澳洲昆士蘭	9km N Rollingstone	S19° 1'	146° 20'	20
S1	13139	新南威爾斯	8km N Of Woolgoolga	S30° 3'	153° 11'	10
S2	17200	澳洲昆士蘭	Aberdare Colliery	S27° 37'	152° 51'	63
S3	15218	澳洲昆士蘭	Caloundra	S26° 48'	153° 9'	5
S4	15939	新南威爾斯	Tuckean Swamp	S28° 59'	153° 23'	30
S5	15938	澳洲昆士蘭	Yuragir Np	S29° 52'	153° 15'	2
S6	15941	澳洲昆士蘭	Burrum Heads	S25° 12'	152° 37'	1
T1		雲林四湖	Szuhu, Yunlin Taiwan	N23° 60'	120° 12'	1
T2		彰化芳苑	Fangyuan,Changhua Taiwan	N23° 97'	120° 31'	1
T3		台中梧棲	Wuchi, Taichung Taiwan	N24° 25'	120° 50'	1
T4		苗栗後龍	Houlung, Miauli Taiwan	N24° 55'	120° 80'	2
T5		桃園觀音	Kuanyin, Tauyuan Taiwan	N25° 10'	121° 12'	1
T6		台北石門	Shihmen, Taipei Taiwan	N25° 28'	121° 53'	1
T7		台北貢寮	Kungliao, Taipei Taiwan	N25° 2'	121° 90'	2
T8		宜蘭南澳	Nanao, Ilan Taiwan	N24° 55'	120° 80'	1
T9		花蓮吉安	Chian, Hualien Taiwan	N23° 97'	121° 55'	2
T10		台東長濱	Changpin, Taitung Taiwan	N23° 33'	121° 45'	3
T11		台東太麻里	Taimali, Taitung Taiwan	N22° 61'	121° 0'	1
T12		屏東恆春	Hengchun, Pingtung Taiwan	N21° 85'	120° 90'	2
T13		高雄林園	Linyuan, Kaohsinng Taiwan	N22° 51'	120° 35'	1
T14		高雄茄定	Chiating,Kaohsinng Taiwan	N22° 89'	120° 14'	1
T15		台南北門	Peimen, Tainan Taiwan	N23° 25'	120° 10'	1

表 2. 臺灣海岸栽培木麻黃各樣區之樣木小枝形態

Table 2. The *Casuarina* spp. phenotype characters of coastal area in Taiwan.

樣區	小枝長度		節間長		鞘齒數	
	範圍	平均	範圍	平均	範圍	平均
T1雲林四湖	13.9-26.5	19.23	0.51-0.90	0.72	7-8	7
T2彰化芳苑	17.5-53.8	33.37	0.48-1.14	0.78	7-18	10
T3台中梧棲	32.6-49.9	40.39	0.86-1.35	1.14	12-15	13
T4苗栗後龍	12.4-28.9	19.99	0.49-0.72	0.62	6-8	7
T5桃園觀音	11.2-18.7	15.03	0.47-0.65	0.55	6-8	7
T6台北石門	13.8-38.9	23.52	0.51-0.99	0.80	7-12	9
T7台北貢寮	13.1-54.6	23.60	0.48-1.23	0.67	6-11	8
T8宜蘭南澳	12.7-49.5	29.27	0.44-1.14	0.75	6-12	9
T9花蓮吉安	13.3-60.6	21.25	0.56-1.14	0.73	6-15	8
T10台東長濱	11.1-20.5	15.20	0.47-0.75	0.61	7	7
T11台東太麻里	9.9-19.9	15.67	0.51-0.84	0.64	6-7	7
T12屏東恆春	10.1-23.6	17.29	0.50-0.85	0.70	6-7	7
T13高雄林園	10.0-16.7	13.77	0.40-0.68	0.58	6-8	7
T14高雄茄定	11.3-22.3	15.3	0.40-0.75	0.58	6-7	7
T15台北北門	13.2-29.2	17.61	0.50-0.80	0.63	7-8	7

述，木賊葉木麻黃之小枝長度為 16~25 cm，鞘齒葉數為 6~8，節間長為 0.5~1.3 cm；肯氏木麻黃之小枝長為 20 cm，鞘齒葉數為 6~10，節間長為 0.4~0.9 cm；及銀木麻黃小枝長度為 30~55 cm，鞘齒葉數為 12~20，節間長為 0.8~2 cm，將此性狀範圍比較在臺灣於 15 處海岸所採集的栽培木麻黃之小枝形態（表 2），發現大多數臺灣木麻黃族群小枝之形態性狀與木賊葉木麻黃相近，少數之形態性狀與澳洲所引種之銀木麻黃部分相近，惟芳苑（T2）及梧棲（T3）二處明顯與銀木麻黃種源較相似，顯現該區域可能有銀木麻黃族群分布。

木麻黃類多為分佈廣泛之樹種，由於生育環境之差異，致分化而形成地理或生態種者

甚多（Wang *et al.*, 1984），同時分佈廣泛的種類有較高的遺傳異質性，為適應環境的重要依據（楊政川等，1994）；何坤益（2002）由種源間之外觀特徵觀察發現其在臺灣之差異相當顯著，Zhong and Bai（1998）所進行之種源試驗亦有相同結果，種源間之外觀特徵生長表現達顯著差異，並就此進行評估提供育種選拔之參考依據。陳振榮（1980）曾與澳洲木麻黃專家 Johnson 討論，並鑑定臺灣產木麻黃類標本，發現經數十年之混合育苗造林，已呈天然雜交之現象，且多屬銀木麻黃與木賊葉木麻黃之雜交種。本研究依木麻黃族群小枝之變異關聯，藉由小枝之資料予以證實，木賊葉木麻黃與銀木麻黃有雜交現象，增加木麻黃族群在臺灣地區之變異。

表 3. 木麻黃類之葉度、節間長及鞘齒葉數之巢式變異數分析

Table 3. Nested ANOVA of branchlet length, internode length, and number of sheath teeth.

介量	Level	df	Fs	Var.	Tol. var. %	P-val.
小枝長	種類間	3	7.90***	comp.	28.89	<0.001
	種源間	34	11.22 *	21.26	33.40	<0.05
	樣木間	400		24.57	37.70	
節間長	種類間	3	1.18ns	27.73	1.15	>0.05
	種源間	34	11.38*	0.00032	46.81	<0.05
	樣木間	400		0.01313	52.03	
鞘齒葉數	種類間	3	26.62***	0.01459	61.05	<0.001
	種源間	34	12.2*	5.25	19.19	<0.05
	樣木間	400		1.65	19.76	
				1.7		

*** were significantly differ at the 0.1% significance level, ** were significantly differ at the 1% significance level, * were significantly differ at the 5% significance level. ns Do not differ significantly.

(二) 小枝類黃素組成之變異

經由小枝類黃素組成之色層分析結果(圖 1~4)，其各種類在色析圖上之點、顏色變化、Rf 值，如表 4。色層分析總共檢定了 35 個色點(表 5)，其中色點 7、14、21、26 為共同出現色點，可視為共同特徵，而主要色點為 1、3、7、9、13、16、18、20、24、29、31 等計 11 點，分析結果其類黃素組成在種類間已有明顯分化趨勢，可將上述肯氏木麻黃、與銀木麻黃予以明顯分類，但無法將臺灣木麻黃與木賊葉木麻黃種之變異予以分類，此結果與歐辰雄(1980)研究臺灣產莢蒾屬植物，發現呂宋莢蒾葉形及被毛狀況常因產地不同而富變化產生許多同物異名，檢視其不同採集地點葉之色析圖，顯示同種植物其體內所含之類黃鹼素種類極相似，並不因外形之變異或產地之不同而有大的差異，主要色點則相同且極為固定，證明化學成分的特性與外部形態特性可供分類之依據。

38 個運算分類單位之色層分析結果，以 UPGMA 方法進行歸群分析，經比對相似性矩陣與樹狀圖矩陣，得到協表相關係數(cophe-netic correlation coefficient, 簡稱 r 值) $r = 0.75228$ ，該歸群圖尚未扭曲嚴重，可表現出真實之群團狀態。經比較族群間歸群圖(圖 5)，顯示可將上述肯氏木麻黃、與銀木麻黃予以明顯分類。臺灣海岸栽培木麻黃與木賊葉木麻黃則形成一廣泛之群團，明顯表現兩者密切關係。再由主座標分析二維主座標圖(圖 6)，由座標圖已將肯氏木麻黃、與銀木麻黃予以明顯分類 2 群團，並發現臺灣木麻黃分佈與木賊葉木麻黃有混合成團現象。曾波與鍾章成(1997)研究四川大頭茶(*Gordonia acuminata*)類黃素化合物之成分差異，反應於分佈類型之論證同時獲得印證，並將不同地理種源黃酮類化合物的差異，將大頭茶劃分為 3 種地理分佈類型。

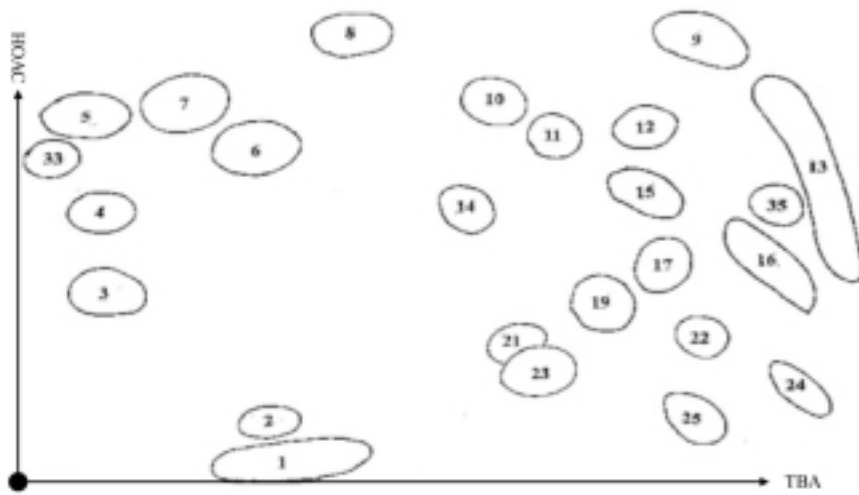


圖 1. 木賊葉木麻黃原生種色層分析圖

Fig. 1. A composite paper chromatographic diagram of natural provenances of *Casuarina equisetifolia*.

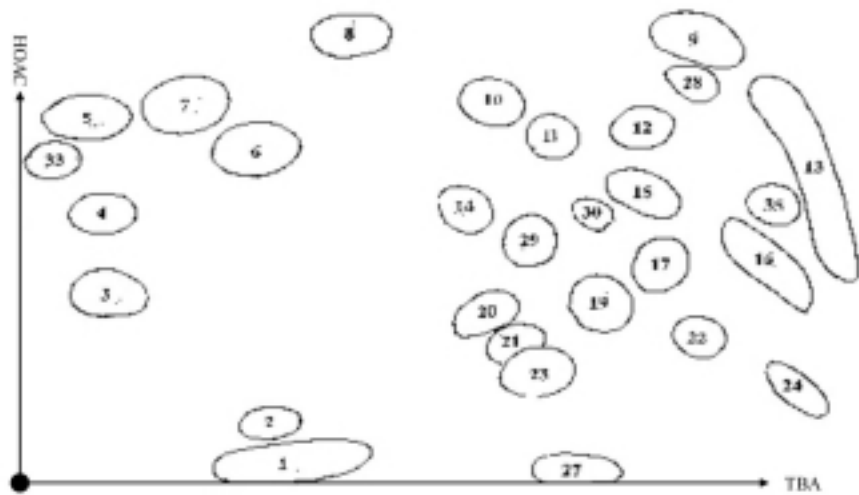


圖 2. 台灣海岸栽培木麻黃色層分析圖

Fig. 2. A composite paper chromatographic diagram of the *Casuarina* spp. in Taiwan..

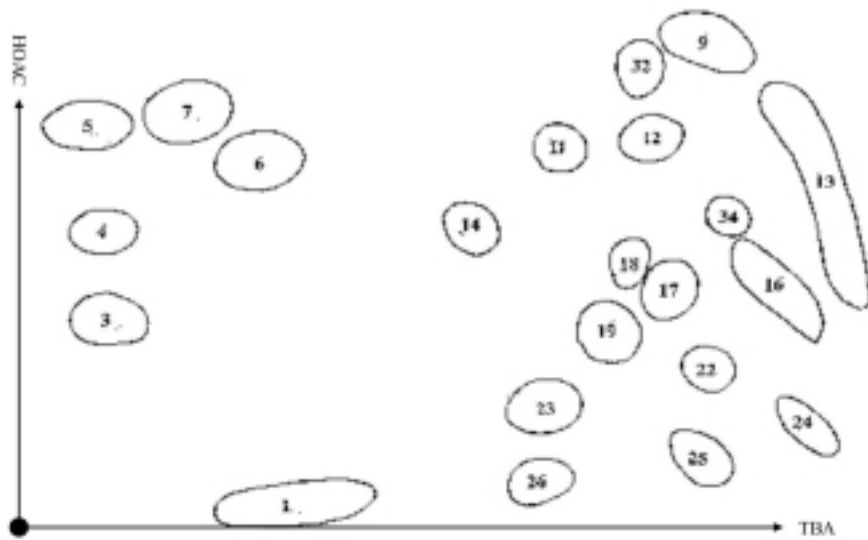


圖 3. 肯氏木麻黃色層分析圖

Fig. 3. A composite paper chromatographic diagram of *Casuarina cunninghamiana*.

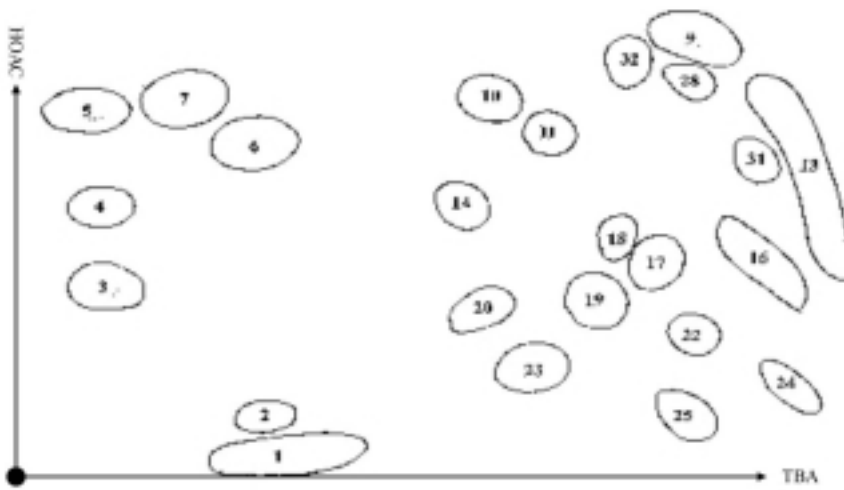


圖 4. 銀木麻黃色層分析圖

Fig. 4. A composite paper chromatographic diagram of *Casuarina glauca*.

表 4. 木麻黃類小枝色層分析圖上之色點之顏色變化Rf值表

Table 4. The colors and Rf values of each spots found in chromatograms of *Casuarina* spp. branchlet.

色點 No	顏色		Rf值		色點 No	顏色		Rf值		色點 No	顏色		Rf值	
	UV	V/NH	TBA	HOAC		UV	V/NH	TBA	HOAC		UV	V/NH	TBA	HOAC
1	P	Y	0.40	0.04	2	P	Y	0.36	0.14	3	D	G	0.19	0.40
4	D	D	0.23	0.51	5	D	D	0.18	0.66	6	D	P	0.40	0.58
7	D	D	0.34	0.67	8	D	D	0.52	0.83	9	B	B	0.82	0.83
10	D	D	0.56	0.70	11	PK	PK	0.71	0.65	12	G	G	0.75	0.68
13	B	B	0.88	0.72	14	B	B	0.59	0.52	15	P	P	0.74	0.60
16	P	G	0.86	0.45	17	D	O	0.75	0.44	18	L	L	0.71	0.48
19	D	O	0.65	0.36	20	I	FG	0.58	0.39	21	D	Y	0.55	0.32
22	D	O	0.68	0.34	23	PK	FG	0.58	0.26	24	D	D	0.89	0.23
25	P	L	0.72	0.44	26	B	B	0.95	0.08	27	Y	Y	0.69	0.02
28	P	P	0.80	0.70	29	P	P	0.62	0.48	30	D	O	0.68	0.54
31	P	P	0.80	0.55	32	D	O	0.65	0.72	33	P	P	0.07	0.56
34	D	G	0.77	0.43	35	B	B	0.76	0.46					

黃義雄（1982）謂台灣成熟植株的種類只有木賊葉木麻黃、銀木麻黃、肯氏木麻黃；而朱木生（1994）調查台東海岸防風林之木麻黃種類，發現主要係以木賊葉木麻黃，而只有少數的銀木麻黃散生在林間。由木麻黃族群遺傳變異與遺傳分化程度分析結果，進一步將原生木賊葉木麻黃與銀木麻黃、肯氏木麻黃族群予以明顯分類，台灣 15 處海岸可栽培之木麻黃明顯表現變異現象，其不僅有與原生木賊葉木麻黃分隔趨勢，亦有芳苑（T2）及梧棲（T3）二處之樣木與銀木麻黃歸併成群，明顯呈現台灣木麻黃族群親源關聯，表現台灣地區木麻黃之族群變異現象。

總之，臺灣木麻黃與原生之木麻黃之關係，以地理分佈而言，木麻黃是一廣泛分佈的種，臺灣木麻黃是引種後因地理的隔離，經數十年之混合育苗造林，已呈天然雜交之現象，促使臺灣木麻黃產生變異機會。由於本種天然

分佈原已非常廣泛，再加上很多國家與地區的引種，及歷經長期的更新繁衍，促使基因交流增加，何坤益（2002）研究發現其族群遺傳表現於種源間呈現顯著差異，且為非連續性變異，以致於形成不盡相同的族群結構（population structure）與適應型式（adaptation pattern）。從本研究結果印證木賊葉木麻黃之原生種源在台灣外觀形態之變化，既然擁有廣大種源間之遺傳變異與歧異度，因此可經由各種源來進行選育作業。

四、結論

依各運算分類單位之小枝性狀進行變異分析結果顯示，能用以區分木麻黃種類間的差異，並以葉長與鞣齒葉數為佳，而節間長則較不顯著。小枝之形態變異在種類分類上具有良好依據。木麻黃類之類黃素組成利用色層分析結果，在種類間已有明顯分化趨勢，惟在種內

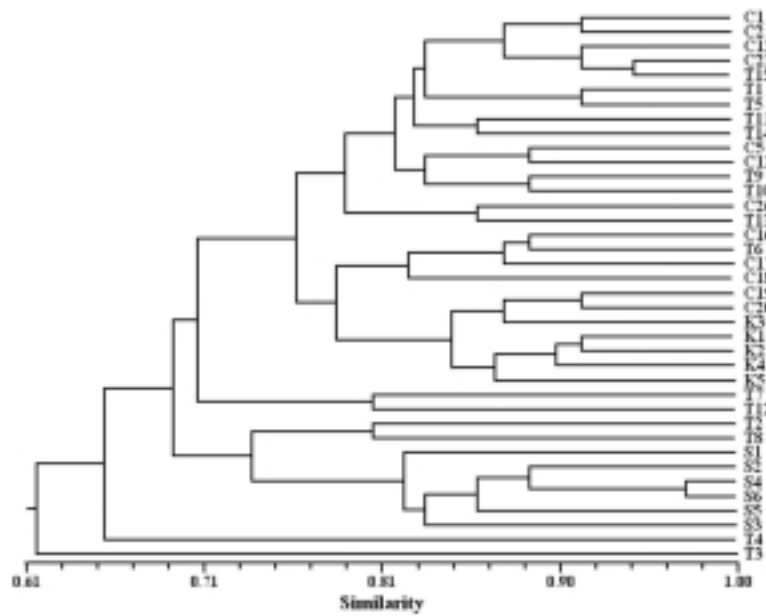


圖 5. 木麻黃類色層分析類黃素變異之樹狀關係圖

Fig. 5. Dendrogram based on flavonoid characters of branchlets using UPGMA clustering .

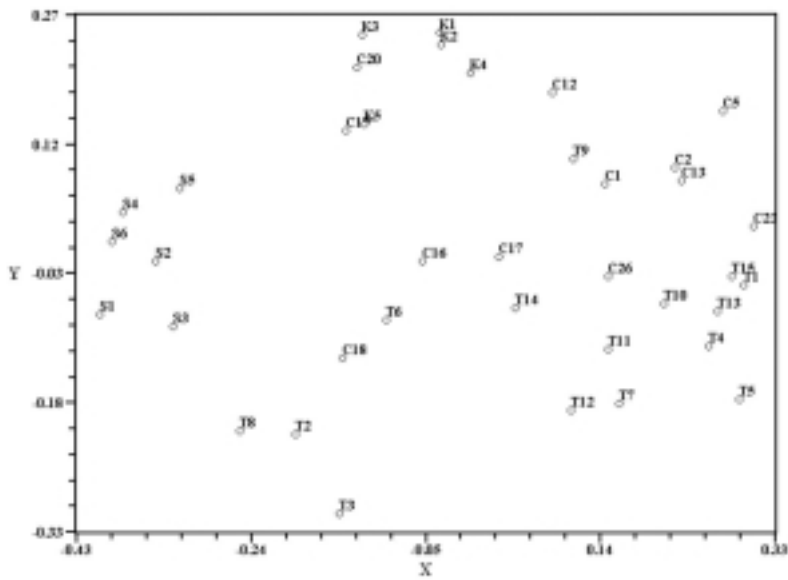


圖 6. 木麻黃類色層分析類黃素二維座標圖

Fig. 6. Two-dimensional principal coordinate diagram of OTUs based on flavonoid characters of branchlets .

尚無明顯分歧，有助木麻黃類種間關係之釐清；經比較族群間歸群圖與二維之座標圖，顯示可將上述肯氏木麻黃與銀木麻黃予以明顯分類，而臺灣海岸木麻黃與木賊葉木麻黃國際種源則形成一廣泛之群團。

五、謝誌

本研究承行政院農業委員會林業試驗所(89林試一育林一08)之經費提供，前所長楊政川、陳財輝博士提供相關試驗材料，及中心同仁協助調查，謹致最大謝忱。

六、參考文獻

王冰心(1994)合歡山區玉山箭竹族群之類黃素變異及遺傳結構。中興大學植物所碩文論文。90頁。

朱木生(1994)台東海岸環境對木麻黃防風林生長與天然更新之影響。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。90頁。

呂金誠(1985)臺灣產榆科植物色層分析之研究。中興大學實驗林研究報告6:19-35。

何坤益(2002)木麻黃種源在台灣之遺傳變異。國立中興大學博士論文。

陳德順、胡大維(1976)臺灣外來觀賞植物名錄。川流出版社。

陳振榮(1980)臺灣木麻黃種類之鑑定、新種之引進及其耐鹽性之比較研究。國立臺灣大學森林研究所碩士論文。

黃義雄(1982)臺灣木麻黃科植物之分類研究。國立中興大學植物學研究所碩士論文。

黃生(1985)臺灣水丁香屬(柳葉菜科)植物化學分類研究。師大生物學報13:547-569。

黃生、葉玉英、方木千(1988)臺灣產三種鳳仙花屬植物葉內的類黃素化學分類研究。師大生物學報23:181-190。

曾波、鍾章成(1997)四川大頭茶黃酮類化合物的聚醯胺膠薄膜層析分析。植物生態學報21(1):90-96。

楊政川、張添榮、陳財輝、陳振榮(1994)木賊葉木麻黃在臺灣之種源試驗I.種子重與苗木生長。林業試驗所研究報告季刊10(2):195-207。

歐辰雄(1977)臺灣產楨楠屬植物色層分析之研究。農林學報26:155-170。

歐辰雄(1980)臺灣產菸蓼屬植物色層分析之研究。國立中興大學農學院實驗林研究報告2:150-165。

劉業經、呂福原、歐辰雄(1994)臺灣樹木誌。國立中興大學農學院叢書第7號。

Badran, O. A., El-Lakany, M. H., Elost, M. L. and Abu-Gazia, H. A. (1976) Breeding and improving of *Casuarina* trees I-Taxonomy and morphological characteristics of *Casuarina* spp. grown in Egypt. *Alex. J. Agric. Res.* 24:683-694.

Challice JS., Williams AH. (1968) *Phytochemistry.* 7:1781.

Mabry JJ, Markham KR, Thomas MB. (1970). *The systematic identification flavonoids.* Springer-Verlag.

Pinyopusarker, K., Williams, E. R., Wasuwanich, P. and Luangviriyasaeng, V. (1995) International provenance trials of *Casuarina equisetifolia*—Assessment manual. CSIRO Division of Forestry. 17 p.

Wang, T. T., Yang, J. C. and Chen, Z. Z. (1984) Identification of Hybridity of *Casuarinas* grown in Taiwan *Silvae Gentica* 33:128-133.

Zhong C, Bai JY. 1998. Estimation of genetic parameters and screening of families for *Casuarina junghuhniana*. *Forest Res* 11 (4):361-9.