ISSN 0376-477X

中華農業研究

第五十卷　　第二期

目　次

水稻台農71號（益全香米）的育成
.....賴明信　李長沛　曾清山　黃惠娟　陳治官　郭益全… 1
栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群生育期、株高及穗長性狀之遺傳及育種行爲
.....李長沛　郭益全　吳詩都　曾富生…12
水稻葉面積估算係數的品種變異性分析
.....陳烈夫　魏夢麗　呂椿棠　呂秀英…24
稻穗構成性狀與食味間關係之研究 .....吳永培　許愛娜　黃懿秦…38
水稻不同移植期對於產量、產量構成要素及化學組成之影響（英文）
.....蔡金川　劉慧瑛　漆匡時　姚銘輝…47
施用不同量雞糞堆肥配合適量化學肥料對仙草品質及產量之影響
.....胡敏夫　吳婉麗　劉新裕　林木連…60
金花石蒜化學誘變處理之研究
.....許華欣　黃麗春　劉邦基　鄭櫻慧　張有明　蕭吉雄…67
台灣薊馬之種類(7) .....王清玲…78
網室內釋放錨紋瓢虫（鞘翅目：瓢虫科）防治萬苣白尾紅蚜（簡報）
.....余志儒　陳炳輝…104

中華民國九十年六月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 1～12 (2001)

水稻台農71號（益全香米）的育成[1]

賴明信　李長沛　曾清山　黃惠娟　陳治官　郭益全[2]

摘要：臺粳育62069號是以日本良質米品種絹光爲母本，臺粳四號爲父本，於公元1992年進行雜交選育工作，歷經分離世代單株、系統選拔，新品系觀察、初級、高級及區域試驗等產量比較試驗，並於各世代接受各項特性檢定、米質外觀篩選、食味口感測定，爲時近九年，於公元2000年完成命名登記，商品名稱爲益全香米。其稻穀產量穩定，區域試驗平均產量第一期作5,319公斤/公頃，最高7,014公斤/公頃（高屏地區），第二期作4,199公斤/公頃，最高5,189公斤/公頃（臺東地區）。其株高約100公分，株型佳，具有優異之耐寒性，抗倒伏性差及種子休眠性弱，成熟期間遇梅雨季節時易穗上發芽，栽培上可運用其耐寒性及生育期較短等特性調整生育期，降低穗上發芽發生之風險。對東部葉稻熱病、紋枯病、斑飛蝨及二化螟蟲等有中抗（耐）且較持久性之反應，但對褐飛蝨無抗（耐）性表現，栽培時須注意警訊，適時、適藥、適量予以防治。稻穀千粒重平均達25.3克、白米外觀短圓飽滿、晶瑩剔透，米飯黏彈性佳，米飯食用品質與產自埤頭良質米推廣品種臺粳9號相同；米粒具有的芋頭香味，烹煮時滿室生香，極具品質特色，可建立多元化米飯食味的新紀元及創立臺灣本土稻米品牌的口碑。

關鍵詞：粳稻、香米、稻米品質、芋頭味。

前　言

稻米爲國人主食，米食文化爲中華文化精髓之一。隨著臺灣地區經濟條件改善，國人對稻米的需求已由「吃得飽」轉爲「吃得好」、「吃得巧」，爲因應需求，良質米的產銷一直爲農業施政的重點之一；隨著臺灣加入世界貿易組織 (WTO) 腳步的接近，稻農受嚴重衝擊的態勢日益明顯，在衡量供需平衡的糧食政策以及稻作產業對涵養水資源與保育國土的前提下，擬定稻米生產策略一直是焦點。爲了發展多元化米飯食味，創立台灣稻米品牌，以提升台灣產稻米之市場競爭力，永續本土之稻米產業一直是稻作育種努力的方向。

Juliano[7]指出香味廣受消費大眾喜愛，又爲決定食用品質主要因素之一，郭等[2]亦指出國際稻米市場上，香米的價格比一般稻米高許多，但這些流通的香米都是長粒的秈型稻，香氣也不受國人接受，並不適合國內多數人的口味。張等[5]指出稻米的香氣大致可區分爲具Basmati（印度一種樹的花之香味）、Jasmine（茉莉）及Taro（芋頭）等三種；其中以Taro普遍被國人接受喜愛[2]。隨著環保意識的普及，在使稻農生活現代化的同時，也使稻田生態能自然化，更是不得不考量的問題；生育期短的品種在複作指數高的地區，可增加農時調配彈性空間，複作指數低的地區，可使農地休閒的時間增加，對環境生態的保育能提供一定程度的影響。因此，具有國人能普遍接受的香味、生育時間短、稻穀產

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2063號。

2. 本所農藝系助理研究員、助理、助理、助理研究員、副研究員（通信作者）、故研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

量表現不差、對經常發生之生物性及非生物性逆境具相當的抗（忍受）性以及具有優良品質等特色品種的選育，可以滿足時代的需求。

具有香氣品種的選育早在公元1977年即由張萬來博士自日本引進香米品種大正撰，開始進行雜交育種的品種改良工作[3]，於公元1987年育成第一個粳型香米品種臺農72號[4]，同時期花蓮區農業改良場亦在公元1984年引進嘉義分所進一步改良雜交後代，於花蓮地區選拔、試驗，在公元1990年選育出第二個粳型香米品種臺粳4號[1]，唯，此二品種或因米粒小或因米質外觀較差，食味平平，推廣栽培均有限。本所以臺粳4號當父本，以日本品種絹光當母本，於公元1992年第一期作進行雜交，公元2000年完成登記命名爲臺農71號，爲紀念本所農藝系稻作研究室主持人故郭益全博士對催生本品種的貢獻，商品名稱由行政院農業委員會陳主任委員希煌定名爲益全香米。

材料與方法

一、育成經過：

母本絹光是由日本引進（北陸農業試驗場於公元1988年命名登記之品種）。不但具有日本最優良稻米-越光的種原，即米粒外觀及食味優良，而且植株較越光矮，有效改善了越光稻稈容易倒伏的特性。父本是臺粳4號，具有普遍被國人喜愛的芋頭 (taro) 香味，及稻株對葉稻熱病具有中等抗性是優點，缺點是米粒的白堊質稍高，成熟期稻穗上穀粒在遭受連續梅雨時容易發芽，對白葉枯病及紋枯病等病害不具抗性，對飛蝨類等蟲害之抗性亦較差。雜交選育依譜系法 (pedigree method) 展開分離世代之培育與淘汰，過程如表1：F_2世代種植5,000株，F_3分離世代每系統種植30至50株，對稻熱病及褐飛蝨抗性及米粒外觀進行早期世代選拔，米粒外觀主要針對米粒的透明度、縱溝深淺、腹白及心白等特性進行檢驗，F_4世代乃選拔農藝性狀佳、外表性狀一致且病蟲害抗性及米粒外觀表現俱佳之品系，選取1－3株，每株成立系統，F_6世代乃由F_5世代中來自相同一個家系之單株選取3株混合。

表1. 臺粳育62069號育成經過

Table 1. The breeding procedures for Taikeng yu 62069

	1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000	
Parent	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
	Cross	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}	F_{11}	F_{12}	F_{13}	F_{14}	F_{15}	F_{16}	F_{17}
		TKC3011		3011-6	3011-6-1	3011-6 -1-1	TKY62069											

Kinuhikari × Taikeng 4

Observed trail — Preliminary yield trail — Advanced yield trail — The regional yield trail* — Variety register application

Advanced yield trail: Evaluation of lodging incidence and cold tolerance; Evaluation of on-panicle sprouting and shattering

The regional yield trail*: Nitrogen trail; Disease resistance test; Insect resistance test; Evaluation of physicochemical properties and palatability

Evaluation of appearance

*Underlines are presented time of evaluation.

二、產量、區域與肥料試驗：

公元1995年第一期作進行品系觀察試驗，單本植，三行區，無重複，田間採順序排列。是年第二期作進行初級產量比較試驗，多本植，五行區，小區面積4.5平方公尺，2重複，田間採順序排列，成熟後調查株高、穗數及小區產量並進行各項檢定。隔年第一期作開始進行兩年四期作高級產量比較試

驗，田間採逢機完全區集設計，小區面積爲4.5平方公尺，4重複。公元1998年第一期作開始參加1998年組粳稻區域試驗、肥效試驗及各項檢定，區域試驗在桃園新屋、彰化大村、嘉義鹿草、屏東市、臺東市、花蓮吉安及宜蘭三星等地進行四個期作，以臺粳1號爲對照品種，田間採逢機完全區集摺疊設計法 (randomized complete block with nested design)，中晚熟及早熟品系合併設計，區分排列，五行區，多本植，小區面積4.5平方公尺，行株距30×15公分，4重複，調查抽穗期、成熟期、株高、穗數穗重、穗長、一穗穎花數、稔實率、千粒重以及小區稻穀產量。肥效試驗的田區採裂區設計，氮素施用量爲主區，品種（系）爲副區，處理等級分爲80、120、160及200公斤/公頃，氮素種類爲硫銨，磷矸第一、二期作分別施用30、20公斤/公頃，氧化鉀第一、二期作分別施用40、50公斤/公頃，小區面積10.08平方公尺，行株距30×15公分，3重複。

三、特性檢定：

特性檢定的田區均採順序排列，2重複。① 倒伏性檢定：新竹縣竹東鎮進行，五行區，多本植，行株距爲30×15公分，氮素用量爲200公斤/公頃，倒伏指數分五級。② 耐寒性檢定：第一期作設置於新竹縣竹東鎮，採直播法，由秧苗之成活率、葉色及生長勢等判別等級；第二期作設置於新竹縣五峰鄉採移植插秧，依結實率判別等級。③ 穗上發芽檢定及脫粒率：在花蓮進行，單本植，行株距30×15公分。於主穗基部僅2－3粒未熟時採取5穗，將稻穗浸泡在淺水盤上，置於30℃之發芽生長箱中，於6天後計算發芽率。同時取主穗5穗，將其置於1公尺長，30公分寬，且一邊高爲8公分之斜木板之2/3處（由高的一端起），再以1.5公斤重，30公分長之圓筒鐵滾動三次，計算脫粒稻穀重量百分比。④ 稻熱病抗性檢定以水/旱田式病圃進行，水田式病圃第一期作在嘉義及台東進行檢定，每品種（系）種植兩行，行株距25×20公分，每兩個品種（系）由感病品種Lomello包圍，做爲感染源，每隔10個品（種）系種植一行抗病品種台農70號，當做對照。旱田式病圃在嘉義進行檢定兩期作，條播，行距10公分，播種量5公克，每隔10行播種兩行感病品種Lomello，中間夾播一行抗病品種台農70號，以資對照，周圍全部播種Lomello作爲接種源，調查方法以肉眼依照調查標準分0－9級記載。⑤ 白葉枯病抗性檢定在彰化進行，每品種（系）種4行，單本植，劍葉抽出後，將XM42及XF81菌種以剪葉法接種於每株稻葉上，反應等級分六級。⑥ 紋枯病抗性檢定在台南進行，多本植，行株距25×15公分，插秧後，第一期作50至60天，第二期作30至40天以TC-96菌株行人工接種，齊穗後25天調查植株之發病程度，每小區調查6株，反應分六級。⑦ 縞葉枯病抗性檢定在高雄進行，將無帶毒斑飛蝨2齡若蟲放於病株飼養2－3天，個別作帶毒率測定證明帶毒雌蟲，並繁殖後代供作接種蟲源。供試水稻品種（系），置於培養皿內，當水稻長至三葉苗期，移到接種箱，帶毒蟲平均一支苗5隻蟲，2日後，將秧苗移種於植缽中，每缽10株，置於網室內，30天後調查罹病株數，換算爲罹病率，反應分五級。⑧ 秧苗期之褐飛蝨抗性檢定在嘉義進行，將72品種（系）及Mudgo、H105（抗病品種）與台中在來1號（感蟲品種）種子播種於檢定盤，發育至3葉期，移置於溫室檢定槽，將經人工大量繁殖之飛蝨若蟲（2－3齡）釋放於秧苗，釋放密度約爲每秧苗2－3隻蟲，待感蟲對照品種枯萎時進行調查。⑨ 成株期之抵抗性檢定於網室內進行，每品種（系）種4株，3本植，分蘗期釋放成蟲，平均每株0.5-1隻，35天後進行調查，每隔3－5天調查一次，直至感蟲對照品種完全枯萎爲止，反應分三級。⑩ 二化螟蟲檢定乃將供試稻種條播於網室水泥槽中，每品種（系）播種一行，行距20公分，秧苗約25－30公分時，以剛孵化幼蟲75隻拌混5公克粉碎稻殼，均勻施放於每行稻株基部，讓幼蟲遷移爲害，30天後，計算稻分蘗數及被害枯心數，再換算爲枯心率，反應分六級。

四、米質分析檢定：

米粒的理化特性在彰化大村試區進行檢定試驗，粒長分四級，粒形分三級，凝膠展延性分三級，透明度及心腹背白分六級，鹼性擴散度分七級，糊化溫度分四級，與鹼性擴散度對應H爲1－2；HI爲3；I爲4－5；L爲6－7。食用品質檢定，以埤頭鄉生產之良質米推廣品種臺粳9號爲對照。取白

米300公克放入內鍋，以強勁水流沖洗攪拌後排水，重複2次，加入爲米量之1.35倍的水，浸泡1小時後，按下開關，開關跳起後，先燜20分鐘再打開鍋蓋，觀察米飯光澤，然後將飯攪鬆，以棉布蓋在內鍋上以吸收蒸氣，鍋內插一雙筷子，蓋下鍋蓋以利通氣，放冷50分鐘後食用，就米飯之外觀(appearance)、香味 (aroma)、口味 (flavor)、黏性 (cohesion)、硬性 (hardness) 與總評 (over all in sensory evaluation) 等與對照品種比較，並在評分表上紀錄分數，區分A級爲優於對照；B級同對照；C級劣於對照。

結　果

育種過程中觀察、初級及高級試驗結果整理得如表2。由表2顯示，臺粳育62069號的株高較對照品種臺粳1號高約3公分，穗數亦較臺粳1號多，稻穀產量第一期作臺粳育62069號在觀察試驗較臺粳1號增產約爲3.6%，但在高級產量比較試驗反而較臺粳1號減產3.2%，第二期作在初級產量比較試驗較臺粳1號增產13.6%，高級產量試驗則比臺粳1號增產5.8%，因高級產量試驗進行的株數爲100株，時間爲2年，其結果較具代表性，由試驗結果發現新品系在台中地區第一期作的稻穀產量表現略遜於臺粳1號，第二期作則明顯優於臺粳1號。

表2. 臺粳育62069號之農藝性狀及稻穀產量

Table 2. Performance of main characters and grain yield of Taikeng yu 62069

Trial	Crop season	Taikeng yu 62069				Taikeng 1			
		Plant height (cm)	Panicle number (No.)	Yield (kg/ha)	Ratio (%)	Plant height (cm)	Panicle number (No.)	Yield (kg/ha)	Ratio (%)
Observed	1st	89.5	14.0	6223	103.6	87.1	13.50	6008	100
Preliminary yield	2nd	88.7	15.1	6448	113.9	86.5	13.20	5662	100
Advanced yield	1st	96.8	20.6	6247	96.8	93.5	17.90	6453	100
	2nd	88.5	13.4	4889	105.8	85.3	12.30	4621	100

在全臺七個地點進行兩年四期作區域試驗，結果如表3。由表3比較試驗地區間的表現，第一期作的全生育日數以花蓮地區130天最長，屏東及宜蘭地區約112天最短，相差18天，平均118天較臺粳1號晚2天；株高以嘉義地區113公分最高，臺東地區82公分最矮，差距30公分之譜，平均約99公分較臺粳1號高約10公分；穗重以屏東地區1.93公克最重，花蓮地區1.10公克最輕，相差0.83公克，平均1.67公克較臺粳1號重0.16公克；每日平均日產量以屏東地區62.2公斤/公頃最高，花蓮地區22.5公斤/公頃最低，差距甚大，平均47.7公斤/公頃較臺粳1號增加4.2公斤/公頃；稻穀產量以屏東最高產，達7,014公斤/公頃（臺粳1號爲6,975公斤/公頃），花蓮最低產，僅2,929公斤/公頃（臺粳1號爲1,826公斤/公頃），而稻穀產量達5,000公斤/公頃以上的試驗地區有桃園、彰化、嘉義及屏東等，其中在桃園、台東、花蓮及宜蘭等地區之表現顯著高於臺粳1號；稻穀產量在花蓮地區表現最差的原因乃公元1999年遭受鳥害侵襲，導致稔實率嚴重降低，影響到產量的表現。產量構成四要素的表現，穗數以彰化地區21.4支表現最佳，宜蘭地區14支最差，相差7.4支，平均17.4支較臺粳1號增加1.4支；一穗粒數以屏東地區84.5粒最多，臺東地區57.6粒最少，差距27粒之譜，平均74.1粒與臺粳1號沒有差異；稔實率以嘉義及台東地區約87%最高，花蓮地區之57.5%最低，平均78.8%較臺粳1號增加3.4%；千粒重在桃園、屏東及台東地區超過26公克，在宜蘭地區只有23.6公克，平均25.3公克，較臺粳1號重2.1公克。

第二期作的全生育日數以花蓮地區116天最長，屏東及台東地區約96天最短，相差20天，平均104天較臺粳1號晚6天；株高以花蓮地區105公分最高，彰化地區92公分最矮，差異23公分，平均

表3. 臺粳育62069號在區域試驗之農藝性狀及稻穀產量

Table 3. Performance of main characters and grain yield of Taikeng yu 62069 in the regional yield trail

Location	Growth duration (day)		Plant height (cm)		Panicle weight (g)		Yield/day (kg/ha.day)		Yield (kg/ha)		LSD (0.05)	Panicle number (No.)		Spikelet /panicle (No.)		Seed set (%)		1000-grain weight (g)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2		V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
1st crop season																			
Taoyuan	107	117	103.5	98.3	1.83	1.68	54.1	44.2	5786a[z]	5167b	266.0	16.5	16.1	74.6	72.6	73.3	69.6	26.2	23.1
Changhua	128	120	111.0	107.0	1.82	1.72	41.3	41.2	5296a	4944a	387.8	21.4	20.6	82.9	89.9	82.2	74.9	24.4	22.0
Chiai	115	111	113.1	105.0	1.85	1.80	55.2	55.2	6349a	6097a	258.6	19.2	19.8	74.9	82.5	87.6	90.5	25.1	22.9
Pingtung	113	110	94.8	70.9	1.93	1.89	62.2	63.7	7014a	6975a	155.9	18.6	18.1	84.5	86.7	79.8	81.8	26.0	24.6
Taitung	121	114	82.9	74.8	1.43	1.17	41.2	32.2	4964a	3667b	209.1	17.2	19.3	57.6	52.8	87.4	85.5	26.3	25.3
Hualien	130	128	89.9	81.6	1.10	0.81	22.5	14.3	2929a	1826b	212.5	16.2	16.3	61.1	57.5	57.5	42.9	25.4	21.4
Ilan	112	110	96.2	89.5	1.71	1.50	43.9	43.7	4892a	4808b	74.4	14.0	14.5	82.7	77.8	83.8	82.5	23.6	23.2
Mean	118	116	98.8	89.6	1.67	1.51	47.7	43.5	5319a	4783b	104.1	17.4	16.0	74.1	74.3	78.8	75.4	25.3	23.2
2nd crop season																			
Taoyuan	108	101	101.0	93.9	1.76	2.04	47.5	46.0	5117a	4656b	126.1	16.2	14.8	81.2	95.0	79.7	83.6	24.6	23.0
Changhua	99	94	91.9	90.8	1.49	1.80	38.3	43.8	3809b	4104a	267.0	13.2	11.5	68.5	87.2	85.6	83.3	23.7	23.5
Chiai	104	99	96.9	90.4	2.02	2.12	45.3	44.3	4707a	4387b	123.1	13.6	13.0	85.5	92.7	85.9	88.4	24.9	23.2
Pingtung	96	94	97.7	69.6	1.72	2.02	47.9	46.5	4592a	4375b	186.4	16.0	11.8	73.9	92.0	83.4	84.6	25.6	23.5
Taitung	97	93	99.8	90.5	1.52	1.77	55.6	54.5	5389a	5042b	252.9	16.3	16.3	69.1	83.1	86.0	84.7	24.3	23.9
Hualien	116	112	105.1	97.1	1.25	1.23	26.0	20.0	3013a	2241b	136.6	13.5	11.7	72.9	95.1	55.0	42.6	24.6	22.0
Ilan	105	100	96.3	86.9	1.46	1.32	26.5	27.6	2769a	2761a	62.1	12.7	13.2	79.2	77.3	54.6	55.0	22.8	22.5
Mean	104	98	98.4	88.4	1.60	1.78	40.2	39.4	4199a	3938b	77.8	14.8	12.6	75.7	88.9	75.8	74.6	24.4	23.1

[z] Means in the same row followed by the same letters are not significantly at 0.05 probability level.

V1: Taikeng yu 62069 V2: Taikeng1

98.4公分，較臺粳1號高約10公分；穗重以嘉義地區2.02公克最重，花蓮地區1.25公克最輕，相差0.83公克，平均1.60公克較臺粳1號輕0.18公克；每日平均日產量以臺東地區55.6公斤/公頃最高，花蓮及宜蘭地區26公斤/公頃最低，差距甚大，平均40.2公斤/公頃與臺粳1號相近；稻穀產量達5,000公斤/公頃以上有桃園及台東地區，除了彰化地區顯著低於臺粳1號，以及宜蘭地區差異不顯著外，其他地區表現顯著高於臺粳1號，最高產地區爲臺東，達5,389公斤/公頃（臺粳1號爲5,042公斤/公頃)，最低爲宜蘭，僅2,769公斤/公頃（臺粳1號爲2,761公斤/公頃）；花蓮及宜蘭地區的稻穀產量表現最差的原因乃兩年皆遭受到颱風的侵襲，導致稔實率的嚴重降低，影響到產量的表現。產量構成四要素的表現，穗數以桃園及台東地區之16.2支最多，宜蘭地區之12.7支最少，相差3.5支，平均14.8支較臺粳1號增加2.2支；一穗粒數以嘉義地區85.5粒最多，彰化地區68.5粒最少，差距27粒之譜，平均75.7粒少於臺粳1號13粒；稔實率以嘉義及台東地區約86％最高，花蓮及宜蘭地區之55％最低，平均75.8％與臺粳1號相近；千粒重以屏東地區25.6公克最重，以宜蘭地區22.8公克最輕，平均24.4公克，較臺粳1號重1.3公克。

以Eberhart and Russell[6]的公式對所有參試品種（系）的稻穀產量進行穩定性分析，結果列如表4。由表4顯示，在第一期作臺粳育62069號具有較對照品種臺粳1號高生產的潛力存在，迴歸係數爲0.90，與b＝1之假說間並無顯著差異存在，其離迴歸均方 (Sd^2) 不顯著，而對照品種臺粳1號迴歸係數爲1.24，雖與b＝1之假說間也無顯著差異存在，但離迴歸均方 (Sd^2) 顯著，顯示臺粳育62069號在第一期作是高產且穩定的品種。第二期作臺粳育62069號亦具有高產潛力，由穩定性分析顯示臺粳育62069號的迴歸係數爲0.74，與b=1之假說間並無顯著差異，其離迴歸均方 (Sd^2) 不顯著，顯示稻穀產

表4. 民國87年組粳稻區域試驗參試品系稻穀產量之穩定性介量

Table 4. The stability parameters for grain yield of 11 lines and check varieties in the regional yield trail in 1998

Lines(Variety)	1st crop season					2nd crop season					Combined				
	Mean	Ratio		bi	Sd^2	Mean	Ratio		bi	Sd^2	Mean	Ratio		bi	Sd^2
		kg	%				kg	%				kg	%		
Taikeng yu 68585	6324	61	0.98	1.08	52715	4327	-280	-6.08	1.08	224894*	5325	-109	-2.01	1.16	183832
Taikeng yu 29138	5592	-671	-10.71	1.21	212101	4291	-316	-6.86	0.98	70595	4941	-493	-9.08	1.08	161540
Taikeng yu 32892	6299	36	0.58	1.12	59638	4553	-54	-1.17	1.19	49282	5426	-9	-0.16	1.18	54585
Taikeng yu 32922	6290	127	2.03	0.96	183204	4714	108	2.34	1.31	159194	5552	117	2.16	1.14	217123
Taikeng yu 59537	6170	-93	-1.49	0.93	128238	4699	93	2.01	1.25	119898	5434	0	0.01	1.07	156391
Taikeng yu 31094	6127	-136	-2.17	0.93	326413	4563	-43	-0.94	1.03	146459	5345	-90	-1.65	1.01	230536
Taikeng yu 25246 (waxy)	6291	825	15.10	0.81	313341	4615	736	18.97	0.97	184265	5453	780	16.69	0.95	285829
Tainung 67(check)	6263	0	0	1.05	14556	4607	0	0	1.14	63387	5435	0	0	1.12	42080
Tainung Glutinous 70 (check)	5466	0	0	0.97	157751	3879	0	0	1.06	118052	4673	0	0	1.04	136057
Taikeng yu 62069	5319	535	11.19	0.90	87264	4199	261	6.64	0.74	170450	4759	398	9.13	0.83	126657
Taikeng yu 24168	5644	860	17.98	0.91	245078	4499	561	14.24	1.12	168339	5071	710	16.29	0.97	218707
Taikeng yu 58433	3190	-1593	-33.31	0.84	1339888*	2591	-1347	-34.21	0.60	789634	2891	-1470	-33.71	0.67	1038533*
Taikeng yu 63901	5171	387	8.10	1.06	429216	4437	499	12.68	0.81	131111*	4804	443	10.17	0.86	350760
Taikeng 1(check)	4783	0	0	1.24	588016*	3938	0	0	0.73	118026	4361	0	0	0.93	507333*

* Significant at 0.05 probability level

量都不易受環境影響，呈現穩定的表現。將兩年四期作之稻穀產量數據合併分析，顯示臺粳育62069號的稻穀產量爲4,759公斤/公頃，較對照品種臺粳1號4,361公斤/公頃，增產398公斤/公頃，其增產幅度達9.13％，迴歸係數爲0.83，與b=1並無顯著差異，離迴歸均方亦未達顯著。顯示臺粳育62069號在稻穀產量表現優於臺粳1號，而且呈現穩定，具有不易受栽培環境影響的特性。

爲提供農民適當的氮肥使用量，及了解新品系對氮肥的利用效能，進行兩年四期作的氮肥試驗結果列於表5。由表5顯示，第一、二期作的反應趨勢相同，當氮肥用量每公頃用量80－120公斤/公頃，株高、穗長、穗數及一穗粒數隨用量增加而增加，但當氮肥用量每公頃200公斤，上述性狀反而減少；全生育日數處理等級間差異不明顯，而穗重、稔實率及千粒重隨用量增加而減少；處理間的平均稻穀產量無顯著差異存在；氮素增施雖對產量構成要素中的穗數及一穗粒數有正向效應，但對稔實率及千粒重有負向效應，結果是平均稻穀產量上無顯著之增產效用，然株高隨氮肥用量增施而增高，發生倒伏風險可能會因而提高。

臺粳育62069號經三年各項檢定圃試驗結果列如表6。由表6顯示，抗倒伏性之檢定結果在年度間差異甚大，第一、二期作的平均分別爲4.7與5.7，對照品種臺粳1號爲4.3與4.0，在判定等級上皆屬於伏斜，顯示新品系倒伏特性與臺粳1號相似。耐寒性之檢定結果在第一期作平均等級爲1.7，第二期作平均等級爲2.3，臺粳1號皆爲2.3，兩者之耐寒反應均介於抗 (R) 與中抗 (MR) 之間，而且年度間差異不明顯。穗上發芽檢定之結果在第一、二期作平均等級皆爲7.7，第一期作平均等級明顯較對照品種相對偏高，第二期作則相同，年度間的差異並不明顯，顯示本品系的穀粒休眠性低，在遭遇連續梅雨及颱風豐沛雨量來襲時，若再加上高溫催化容易引發穗上發芽，栽種時應特別需要注意。脫粒性之檢定結果在第一期作平均爲7.0，第二期作爲5.0，均與臺粳1號之表現極爲相似，屬中等脫粒性，適合現行的收割機器進行操作。

對主要病害抗性的了解是品種育成中重要的一環，從檢定結果（表7）可以看出，參檢材料的抗

表5. 臺粳育62069號氮肥試驗之農藝性狀及稻穀產量

Table 5. Performance of main characters and grain yield of Taikeng yu 62069 in nitrogen trail

	Taikeng yu 62069									Taikeng 1								
Nitrogen rate (kg/ha)	Growth duration (day)	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle length (cm)	Yield (kg/ha)	Panicle number (No.)	Spikelet /panicle (No.)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)	Growth duration (day)	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle length (cm)	Yield (kg/ha)	Panicle number (No.)	Spikelet /panicle (No.)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)
1st crop season																		
80	106.9	97.1	1.65	15.9	6065a[z]	15.1	76.0	90.8	26.3	102.4	93.3	1.87	16.5	6117a	14.6	93.2	90.0	24.3
120	107.3	104.6	1.93	16.6	6335a	17.9	83.8	83.6	25.5	102.4	99.3	1.94	15.9	5902a	16.2	97.0	78.7	22.7
160	107.3	105.8	1.23	17.7	6167a	17.7	86.0	84.4	25.2	102.8	102.0	1.82	17.1	5869a	16.6	98.6	77.6	22.9
200	107.1	105.0	1.12	16.5	6377a	16.3	79.6	82.7	24.7	102.1	103.5	2.41	18.7	6138a	14.5	128.2	73.2	22.8
$LSD_{0.05}$					368									463				
2nd crop season																		
80	88.1	91.1	2.04	16.5	4239a	12.1	79.8	89.8	26.6	82.9	84.1	2.00	16.8	4204a	11.6	88.9	85.9	24.3
120	89.4	94.4	1.81	15.9	4659a	13.9	79.6	82.2	25.3	83.6	88.8	1.80	17.0	4493a	12.5	86.5	81.3	23.5
160	91.0	96.9	1.76	17.1	4649a	14.9	83.7	76.4	24.7	84.0	90.4	1.61	17.2	4209a	14.1	85.4	71.6	22.8
200	90.8	94.5	1.75	18.7	4267a	13.8	82.8	77.0	24.8	84.6	88.5	1.71	17.6	4256a	13.5	90.6	75.3	22.4
$LSD_{0.05}$					428									405				

[z] Means in the same row followed by the same letters are not significantly at 0.05 probability level.

表6. 臺粳育62069號抗非生物性逆境之表現

Table 6. Performance of abiotic stress resistance of Taikeng yu 62069

		1st crop season		2nd crop season	
Traits	Year	Taikeng yu 62069	Taikeng 1	Taikeng yu 62069	Taikeng 1
Lodging incidence	1996	5	4	9	9
	1998	8	8	2	2
	1999	1	1	6	1
	Mean	4.7	4.3	5.7	4
Cold tolerance	1996	1	3	3	3
	1998	3	1	1	3
	1999	1	3	3	1
	Mean	1.7	2.3	2.3	2.3
On-panicle sprouting	1996	9	1	9	9
	1998	5	1	5	5
	1999	9	5	9	9
	Mean	7.7	2.3	7.7	7.7
Shattering habit	1996	9	7	5	5
	1998	5	5	5	3
	1999	7	7	5	5
	Mean	7	6.3	5	4.3

性有年代與地點間之變動。葉稻熱病水田式病圃檢定結果，臺粳育62069號爲中抗 (MR) 與對照品種臺粳1號相同，而且年度間抗性類似。葉稻熱病在旱田病圃上之結果，臺粳育62069號的抗性，在第一期作平均爲中抗 (MR) 優於臺粳1號的感 (S)；第二期作平均爲中感(MS)則劣於臺粳1號中抗 (MR)。對穗稻熱病抗性平均爲中感 (MS) 明顯優於臺粳1號 (S)。對白葉枯病的抗性，在第一期作對XM-42菌株的

表7. 臺粳育62069號之抗病性表現

Table 7. Performance of disease resistance of Taikeng yu 62069

Disease	Treatment	Year	1st crop season		2nd crop season	
			Taikeng yu 62069	Taikeng 1	Taikeng yu 62069	Taikeng 1
Leaf blast	field	1996	R	R	-	-
		1998	MR	MR	-	-
		1999	MR	MR	-	-
		Mean	MR	MR	-	-
	nursery	1996	MR	HS	MR	MS
		1998	MR	MS	MR	MR
		1999	S	S	S	MR
		Mean	MR	S	MS	MR
Panicle blast		1996	MR	MS	-	-
		1998	MS	-	-	-
		1999	HS	HS	-	-
		Mean	MS	S	-	-
Bacterial leaf blight	XM-42	1996	S	S	S	S
		1998	HS	HS	HS	HS
		1999	HS	HS	MS	S
		Mean	HS	HS	S	HS
	XF-81	1996	S	S	MR	S
		1998	S	S	MS	S
		1999	MS	S	S	HS
		Mean	S	S	MS	HS
Sheath blight		1996	S	HS	S	HS
		1998	MS	S	S	S
		1999	S	HS	S	HS
		Mean	S	HS	S	HS
Bacterial Leaf streak		1998	-	-	MR	MR
		1999	-	-	HS	HS
		Mean	-	-	S	S

抗性反應平均呈極感 (HS)，對XF-81菌株的抗性反應呈感 (S)，與臺粳1號的反應呈現相同；第二期作對XM-42菌株的抗性反應平均呈感 (S)，對XF-81菌株的抗性反應平均呈中感 (MS)，皆明顯優於臺粳1號的極感 (HS) 反應。對紋枯病的抗性反應第一、二期作平均皆呈感 (S)，優於對照品種臺粳1號的極感 (HS)。對縞葉枯病的抗性反應平均呈感 (S)，與臺粳1號反應相同。另進行各種主要蟲害抗性的檢定結果如表8。由表8顯示，臺粳育62069號在秧苗及成株對褐飛蝨的抗性平均都呈感 (S)，而且年度間的檢定結果皆相同，雖然與臺粳1號的平均抗性相同，但臺粳1號在公元1996年的檢定級數爲中抗 (MR)，顯見本新品系的褐飛蝨抗性較差。對斑飛蝨的抗性平均呈中抗(MR)，優於對照品種臺粳1號的感 (S) 反應；對白背飛蝨抗性平均呈感 (S) 與臺粳1號相同。對二化螟蟲抵抗性平均呈中感 (MS)，較臺粳1號平均呈感 (S) 爲佳，而且三年的抗性檢定都呈中感 (MS) 以上。

檢定新品系與臺粳1號的米粒理化特性結果列於表9。由表9顯示，新品系之糊化溫度在兩期作都呈現低的表現，而臺粳1號於公元1998年第一期作在新屋試區及第二期作在埤頭試區卻有中低 (I/L) 的表現；凝膠展延性呈S，顯示白米澱粉膠體性質軟；蛋白質含量第一期作約7.1%，第二期作約7.3%，均較臺粳1號低；直鏈性澱粉含量第一期作約21.5%，第二期作約20.3%，均較臺粳1號高，屬

表8. 臺粳育62069號之抗蟲性表現

Table 8. Performance of insect resistance of Taikeng yu 62069

Insects		Year	Taikeng yu 62069	Taikeng 1
Brown planthopper	seedling	1996	S	MR
		1998	S	S
		1999	S	S
		Mean	S	S
	plant	1996	S	MR
		1998	S	S
		1999	S	S
		Mean	S	S
Small brown planthopper		1996	R	MR
		1998	MR	S
		1999	S	S
		Mean	MR	S
White-backed planthopper		1996	S	S
		1998	S	S
		1999	S	S
		Mean	S	S
Striped stem borer		1996	MS	S
		1998	MR	MR
		1999	MS	MS
		Mean	MS	S

表9. 臺粳育62069號之米粒理化特性

Table 9. Performance of physicochemical properties of Taikeng yu 62069

Variety(line)	Year	Location	Brown rice (%)	Head rice (%)	Brown rice length	Brown rice shape	Translucency	White center	White belly	White back	Alkali digestion	Gelatinization temperature	Gel consistency (mm)	Crude protein (%)	Amylose (%)
1st crop season															
Taikeng yu 62069	1998	Shinwu	82.0	68.8	S	B	3.5	0.0	0.0	0.0	6.0	L	S	6.87	22.6
	1999	Beitou	83.6	69.0	S	B	3.0	0.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.37	20.5
Taikeng 1	1998	Shinwu	79.0	62.7	S	B	3.0	1.0	0.0	0.0	5.8	I/L	S	8.05	19.5
	1999	Beitou	84.1	69.8	S	B	3.0	0.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.80	18.0
2nd crop season															
Taikeng yu 62069	1998	Beitou	80.4	65.8	S	B	3.0	1.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.68	20.2
		Datsuen	79.7	67.6	S	B	3.0	0.0	0.0	0.0	5.9	L	S	7.08	19.7
	1999	Beitou	82.0	70.4	S	B	3.0	0.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.18	21.0
Taikeng 1	1998	Beitou	80.5	66.9	S	B	3.0	1.0	0.0	0.0	5.7	I/L	S	7.47	19.4
		Datsuen	80.2	68.7	S	B	3.0	1.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.93	18.9
	1999	Beitou	81.6	71.4	S	B	3.0	1.0	0.0	0.0	6.0	L	S	7.89	18.8

低直鏈性澱粉品種。臺粳育62069號米粒的長度屬於短，米粒的形狀屬於B，透明度與臺粳1號相同，米粒的腹、背白發生的機率爲0，雖心白的發生頻度爲20%，但遠優於臺粳1號的80 %，米粒外觀之表現可稱優異。

以產自埤頭地區的良質米推廣品種臺粳9號爲對照品種進行食用品質比較，結果如表10。由表10

顯示，臺粳育62069號的米飯外觀及香味評定皆呈B級或B級以上，顯示其與臺粳9號相同或較佳；口味、黏性及硬性的表現皆呈B級，顯示與臺粳9號相同，米飯食用品質總評亦屬B級，所以新品系的米飯食用品質與產自埤頭良質米推廣品種臺粳9號相同。總之，新品系的食用品質表現較臺粳1號爲佳，米飯食用品質除與良質米推廣品種臺粳9號相同外，另具濃郁之芋頭香，當香味取得消費者之認同後，相信未來建立多元化米飯食用品質方面，將有更大的發揮空間。

表10. 臺粳育62069號之食用品質

Table 10. Performance of palatability of Taikeng yu 62069

Variety(line)	Year	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Over all
				1st crop season			
Taikeng yu 62069	1998	0.444 A	0.778 A	0.000 B	0.111 B	0.222 B	0.111 B
	1999	-0.050 B	0.650 A	-0.200 B	-0.400 C	0.800 A	-0.300 B
Taikeng 1	1998	0.111 B	0.111 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B
	1999	-0.267 B	0.000 B	-0.372 C	-0.422 C	0.534 A	-0.472 C
				2nd crop season			
Taikeng yu 62069	1998	0.143 B	0.533 A	0.081 B	-0.126 B	0.091 B	0.117 B
		0.045 B	0.618 A	0.091 B	-0.055 B	0.086 B	0.045 B
	1999	0.000 B	0.611 A	-0.111 B	-0.167 B	0.500 C	-0.111 B
Taikeng 1	1998	-0.084 B	-0.117 B	-0.100 B	-0.250 B	0.250 B	-0.250 B
		0.056 B	-0.050 B	-0.045 B	-0.156 B	0.150 B	-0.050 B
	1999	0.056 B	0.000 B	0.111 B	0.222 B	-0.111 B	0.056 B

討 論

臺粳育62069號在區域試驗中，平均全生育日數第一期作爲118天，比早熟對照品種臺粳1號晚2天，第二期作爲104天，比臺粳1號晚6天，雖不若臺粳1號早熟，但比中晚熟品種平均提早一星期（臺農67號第一期作爲124天，第二期作爲109天）；生育期短的品種在複作指數高的地區，可增加農時調配彈性空間，亦可對生態環境之保育提供一定程度之影響，但在產量方面一般較中晚熟品種爲低，因而形成其在推廣栽培上的阻礙，然而本新品系在米質方面因有突出的特色，可能較容易被推廣接受。平均稻穀產量表現，本新品系第一期作比對照品種臺粳1號平均增產11.2%，第二期作增產幅度雖稍降，但仍比臺粳1號增產6.6%，而產量穩定性也較穩定，顯示本新品系的稻穀產量在兩期作的表現確較對照臺粳1號爲優異；臺粳育62069號的穀粒大而飽滿，糙米外觀良好，米粒透明度佳，無白堊質粒（無心腹背白），食用品質品評被評爲B級，表示其米飯與良質米產區之良質米推薦品種臺粳9號的米飯品質不分軒輊，具有商業生產良質米之潛能；而香味似芋頭濃郁宜人，與目前國際稻米市場之Basmati（主要產自巴基斯坦及印度）及Jasmine（主要產自泰國）香味不同，是臺灣地區第三個粳型香米品種。

臺粳育62069號的穗重較重，稻稈柔軟的特性，對倒伏的抗性平均級數爲5，屬於斜的等級，因該項檢定是在重氮肥處理下進行，顯示重氮肥下其對倒伏的抗性較差，容易發生倒伏；而在本所進行兩年四期作氮肥效應試驗結果亦顯示，氮肥用量由80公斤/公頃增加至120公斤/公頃，稻穀產量雖有增加，但差異不顯著，依試驗數據顯示是稔實率及千粒重的降低，造成上述兩性狀降低的原因可能與稻株由「直」轉爲「伏斜」有關，若以稻穀產量爲著重點，氮素施用量的增加導致植株倒伏是品種的特性，顯示品種不耐重氮肥，建議的氮素用量以每公頃施用80公斤爲佳；此施肥量遠較作物施肥手冊中的肥料推薦量低，加以施肥時期能確實參照作物施肥手冊中的提示要點，著重基肥與追肥的施用，並

確實分期施用鉀肥，尤其是幼穗分化初期適量的增施鉀肥，同時能依稻株生育各階段的需水狀況確實做好水份管理，避免經年處於湛水狀態，並於生育中期落實曬田工作，以增強稻稈強度，則可降低栽培倒伏風險。

臺粳育62069號經三年穗上發芽性檢定，第一、二期作的平均值均爲7.7，顯示穀粒的休眠性偏低，若遭遇連續多日下雨加上高溫催化，可能容易引發穗上發芽，然而水稻栽培在第一期作很容易遭遇梅雨及颱風導致豐沛雨量的侵襲，引發穗上發芽是水稻栽培長久面臨的問題，利用生育時期的調節，期使成熟期避開此一階段，在高屏地區可提早插植，雖然有可能於穀粒充實期遭受低溫，然而本品系在秧苗期或抽穗期耐寒性檢定均介於抗 (R) 與中抗 (MR) 之間，具有優異之耐寒性，遭受寒害之機率應該不大。第二期作雖沒有雨水的問題，即使第二期作在北部地區會因東北季風帶來綿綿的雨水及冷風，而本新品系的全生育日數比中晚熟品種平均提早一星期，加以耐寒性佳，因此可知本品系很適合在所有的水稻栽培區域推廣栽培。

稻熱病是長久以來台灣水稻最重要的防治病害，臺粳育62069號在水旱田病圃的檢定均呈現對葉稻熱病具有中等抗性，對穗稻熱病亦具有中感抗性，就試驗層面言，其對稻熱病具有不錯的抗性，應可減輕對此病害藥物防治上的依賴。白葉枯病是近年來水稻病害防治上最感頭疼的病害，尤其是在颱風過後或第二期作的東北季風吹襲以後，雖然新品種的親本對白葉枯病抗性表現均不理想，然而以白葉枯病的分離菌株進行田間接種檢定上卻有不錯的抗性表現，對XF-81菌株之抗性第一期作平均呈感等級反應，第二期作平均呈中感等級反應，對XM-42菌株平均都呈中感反應，雖然呈現的抗性不強，但對現今到處肆虐的白葉枯病的防治，相信會有所助益。對紋枯病的抗性在第一、二期作平均都呈感級反應，而且三年六次的檢定都呈感級反應以上，截至目前，咸認在栽培稻種原中並無抗紋枯病之基因，爲減少紋枯病的危害，只有在氮肥的管理方面應特別避免生育後期施用重肥，以免造成利於紋枯病發病之環境。臺粳育62069號的稻稈雖然柔弱但較細小不利螟蟲類害蟲侵入，對二化螟蟲的抗性檢定平均呈中感等級反應，而且三年的檢定資料都呈中感等級反應以上，顯示其對二化螟蟲的抗性表現穩定；雖然對斑飛蝨的抗性檢定平均爲中抗等級反應，但對褐飛蝨則不具抗性表現，因此栽種時對於褐飛蝨的防治應該特別注意。

臺粳育62069號集芋頭香味、晶瑩剔透的米粒外觀及良佳之米飯黏彈性於一身，不但使本土產的稻米品質向前邁進大步，更激發對未來品種的選育與栽種不同的思唯。在應對加入世界貿易組織的嚴重衝擊時刻，能推出本土生產具有特別性狀的品種，而樹立本土生產稻米的品牌，同時呈現本土稻米品質絕對不會遜於進口米，打破對進口稻米品質的迷失。對生產者層面而言，雖然農民對爲追求高產增施氮肥對於農業生態造成莫大負擔的觀念都能接受，然而要其改變長久習性則不容易，臺粳育62069號的莖桿較柔軟，在重氮肥下容易發生倒伏的特性，正好可以強迫栽種稻農在施用氮肥時要重新思考。臺粳育62069號若能成功成爲臺灣地區另一個良質米推薦品種，對持續提昇臺灣地區的稻米品質，發展多元化米飯食味，增加農民的收益均會產生正面的影響。

引用文獻

1. 林富雄。1990。臺粳四號育成經過。25-47頁。稻作改良年報。
2. 郭益全、宋勳。1992。稻作品質改良現況與展望。23-68頁。作物生產改進研討會。
3. 張萬來。1983。台灣的香米育成與展望。台灣農業19: 51-63。
4. 張萬來。1987。粳稻臺農72號育成經過。1-12頁。稻作改良年報。
5. 張萬來、李婉瑩。1980。水稻稻米香味之遺傳。15-61頁。稻作改良年報。
6. Eberhart, S. A., and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
7. Juliano, B. O. 1979. The chemical basis of rice grain quality. pp.69-90. In:Proc. Workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI., Los Banos, Laguna, Philippines.

Development of Aromatic Rice Variety Tainung 71 (Yihchuan aromatic rice) [1]

Ming-Hsing Lai, Charng-Pei Li, Ching-Shan Tseng, Huey-Jiuan Huang, Chyr-Guan Chern and Yih-Chuan Kuo[2]

Summary

A new japonica rice variety, Tainung 71, developed by the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), COA, was formally registered in 2000. In memory of the late former breeding leader, Dr. Yihchuan Kuo, the new variety was designated 'Yichuan Aromatic Rice' as commercial name. The experimental designation of this variety was Tainung yu 62069, and was selected from a progeny of a cross, Kinuhikari × Taikeng 4. Through an about nine-year breeding program, including pedigree selection, preliminary yield trial, advanced yield trial, and the regional yield trial, the Taikeng yu 62069 has demonstrated its stable productivity and excellent grain quality. Mainly because of its superior attributes, particularly the odor of taro, milled rice and cooked rice qualities the variety released. The average grain yield of this variety for the first and second crop seasons are 5,319 kg/ha and 4,199 kg/ha respectively, in the regional yield trials from 1998 to 1999. The highest average yield was 7,014 and 5,189 kg/ha in the first and second crop seasons, separately, at Kao-Ping area of Taiwan. With about 100 cm in height, the Tainung 71 possesses an admirable cold tolerance and canopy type. In order to prevent the possibility of on-panicle sprouting and lodging during the rainy season, adjusting planting date earlier is suggested. According to the disease and pest tests conducted in eastern area of Taiwan, this variety has shown moderate resistance (tolerance) and sustainable response to rice blast, sheath blight disease, small brown planthopper and striped stem borer. Due to the lack of resistance to brown planthopper, caution in emergency and treatment with insecticide is necessary. The quality of the Tainung 71 has been ranked on the best level for its round and transparent appearance of milled rice, and excellent palatability of cooked rice. The development of this variety has certainly provided a better choice for the farmers and consumers in Taiwan.

Key words : Japonica rice, Aromatic rice, Rice quality, The odor of taro.

---

1. Contribution No. 2063 from Taiwan Agricultural Research Institute,Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant Researcher, Assistant, Assistant, Assistant Researcher, Adjumt Researcher (corresponding auther, e-mail address: CGChern@wufeng.tari.gov.tw) and the late Senior Researcher, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 13～23 (2001)

栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群生育期、株高及穗長性狀之遺傳及育種行爲[1]

李長沛[2] 郭益全[2] 吳詩都[3] 曾富生[3]

摘要：以臺農67號 (TNG 67) 及臺粳1號 (TK 1) 兩個粳稻品種爲輪迴親本與由國際稻米研究所引進之野生稻 *O. nivara* (Acc.104705) 雜交及回交，探討其雜種後代 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1、BC_3F_2族群生育期、株高及穗長等性狀的變異。在生育期TNG 67 × *O. nivara*、TK 1 × *O. nivara* 之 F_1 偏向野生稻親本之早熟表現，顯示 *O. nivara* 具早熟顯性基因，但TK 1 × *O. nivara* 組合於 F_2 出現兩明顯之高峰，也說明 *O. nivara* 之早熟顯性基因不同於早熟栽培品種臺粳1號。在株高及穗長方面，*O. nivara* 屬半矮性株高約100公分，F_1 在TNG 67 × *O. nivara* 之組合株高偏向TNG67之完全顯性，穗長則偏向於野生稻之部份顯性；TK 1 × *O. nivara* 組合在株高及穗長則均呈明顯的雜種優勢。兩組合 F_2 族群之株高及穗長之變異性均高，呈明顯超親分離。自 BC_1F_1 開始選拔株型接近栽培稻者進行回交，該單株並行宿根採收種子以繁殖 F_2 族群。由各回交 F_1 及 F_2 的表現得知，BC_1F_1、BC_1F_2 變異性仍高，但至 BC_2F_1、BC_2F_2 已明顯縮小，至 BC_3F_1、BC_3F_2 變異程度最低，且族群的分布最爲集中。但在株高及穗長於 BC_2F_2 仍有植株較矮、穗較短的弱勢植株產生。兩雜交組合之生育期、株高及穗長的相關性，在 F_2 此三性狀間均呈顯著正相關。但在回交世代除TK 1 × *O. nivara* 於 BC_3F_2 生育期與株高爲正相關外，TNG 67 × *O. nivara* 各回交世代及TK 1 × *O. nivara* 之 BC_1F_2、BC_2F_2 均爲負相關。兩雜交組合株高與穗長間在各回交 F_2 世代則均呈正相關。

關鍵詞：栽培稻、野生稻、種間雜交、回交、農藝性狀。

前　言

稻屬有20個野生稻種[7]，具有多種不同的染色體組 (genome)，大多數野生稻種均被認爲具有供爲品種改良的潛力[30]。在野生稻種原中，一年生野生種 *Oryza nivara* Sharma *et* Shastry 其形態上與栽培稻最爲近似[1, 6, 25]。加上 *O. nivara* 與栽培種 *O. sativa* L.有相似的染色體組，兩者雜交容易成功，雜種 F_1 植株大多生育正常[4, 10, 26]，且具抗多種病蟲害的特性[13, 19]，是爲擴大栽培稻遺傳變異的一重要種原。

野生稻種原在稻育種上的利用，以轉移其抗病蟲害的特性至栽培稻爲主要目標[14, 16, 17]。Xiao *et al.*[32] 則發現野生稻 *O. rufipogon* 具有提高產量的基因。由於種間雜種 F_2 族群均質性不高或與不良性狀強烈連

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2064號。
2. 本所農藝系助理、故研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　台中市。

鎖及雜種的不稔等現象[2, 5, 28]，造成選拔上的困難。連續回交被認爲是改進此種困境的有效方法[28, 32]。

爲擴大臺灣栽培品種的遺傳歧異性，本所持續探討野生稻種 *O. nivara* 與栽培品種雜交後裔之遺傳行爲。前報[2, 3]已指出栽培品種與野生稻 *O. nivara* 雜交及經多次回交的後裔族群產量及糙米性狀之變異。本文繼續探討栽培稻與 *O. nivara* 種間雜交及多次回交代之生育期、株高及穗長等性狀的表現。

材料與方法

本試驗所選用之水稻品種，栽培稻爲臺灣育成之臺農67號 (TNG 67) 及臺粳1號 (TK 1)，臺農67號爲目前栽培面積最廣的中晚熟品種，臺粳1號則爲早熟品種中推廣最多的品種。野生稻親本 *O. nivara* (IRGC Acc.104705)由國際稻米研究所引進，原產於印度，具有抗褐飛蝨、早熟、多分蘗及半矮性等特性，以 *O. nivara* 爲貢獻親，栽培稻爲輪迴親。試驗材料之建立與繁殖如前報所述[2]。兩個雜交組合各得 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 等族群。於材料繁殖期間，定株調查各族群之生育期及株高，並於收穫乾燥後測量穗長。調查方法如下：生育期 (days to heading, day)：每株自移植日起至第一穗抽穗日止之日數。株高 (plant height, cm)：測量成熟時稻株主莖基部至穗頂之高度。穗長 (panicle length, cm)：測量每一單株中各穗由穗頸至穗頂的長度，取平均值。計算各 F_2 族群生育期、株高及穗長的表現型相關，並做頻度分布圖，估計頻度分布歪度 (skewness) 與峰度 (kurtosis) 及其顯著性測驗，判定頻度分布是否爲常態分布，以探討調查之性狀在不同回交世代之變異情形。

結　果

一、生育期之變異性

各親本及其後裔族群生育期之變異及平均值如圖1所示。TNG 67與TK 1兩栽培稻親本分別爲95天與78天，而野生稻 *O. nivara* 平均生育期75天。按臺灣慣行之分類，TNG 67屬中晚熟品種；TK 1及 *O. nivara* 親本屬早熟品種。TNG 67 × *O. nivara* 及TK 1 × *O. nivara* 兩個雜交組合 F_1 的生育期，均偏向於野生親本 *O. nivara*，約76天。F_2 族群平均分別爲82.6天及80.8天，兩組合雜種 F_2 族群呈超親分離(transgressive segregation)，且族群之變異性均大，均有生育期長達130天以上的極晚熟個體出現。且兩族群均呈明顯高峰的右偏分布（表1），其中TNG 67 × *O. nivara* 組合之 F_2 平均爲82.6天，族群呈連續性的變異，仍有多數個體偏向野生稻親本；TK 1 × *O. nivara* 組合之 F_2 平均爲80.8天，接近於栽培稻親本，族群之分布於72.5天及82.5天處出現兩個明顯的高峰（圖1）。

經一次回交 BC_1F_1 世代兩組合仍有超越分離的個體出現（圖1）。TNG 67 × *O. nivara* 組合 BC_1F_1 族群平均生育期爲87.5天介於輪迴親本及 F_1 之間，TK 1 × *O. nivara* 其平均爲79.6天略高於輪迴親本。由頻度分布得知，中晚熟品種TNG 67與 *O. nivara* 兩雜交組合呈常態分布，而早熟品種TK 1與 *O. nivara* 雜交組合呈常峰右偏分布（表1）。自 BC_1F_1 選拔用以雜交之單株，經宿根繁殖所得之 BC_1F_2 族群，均表現出高峰右偏歪分布（表1）。其中TNG 67 × *O. nivara* 之分散度大於TK 1 × *O. nivara*，仍有許多偏離平均值的較晚熟個體出現（圖1）。

由圖1也可看出經二次及三次回交所得之 BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 族群之變異性已明顯縮小，且偏向輪迴親本。族群的平均值雖逐漸趨近於輪迴親本，但偏向輪迴親的幅度並不大。兩組合變異性於 BC_3F_2 均爲各世代中最低者。TK 1 × *O. nivara* 組合之 BC_3F_2 族群呈常態分布，但TNG 67 × *O. nivara* 表現出高峰的右偏分布（表1）。

二、株高之變異性

水稻之株高一般分爲矮性、半矮性和高株等三種類型，變域可由不足30公分到150公分以上，受主效基因與微效基因共同控制。近代育成的品種株高多在100公分左右。本試驗中所用栽培品種TK 1屬半矮性品種爲97.7公分，TNG 67植株略高爲114.2公分。野生稻親本 *O. nivara* 則也屬半矮性株高約

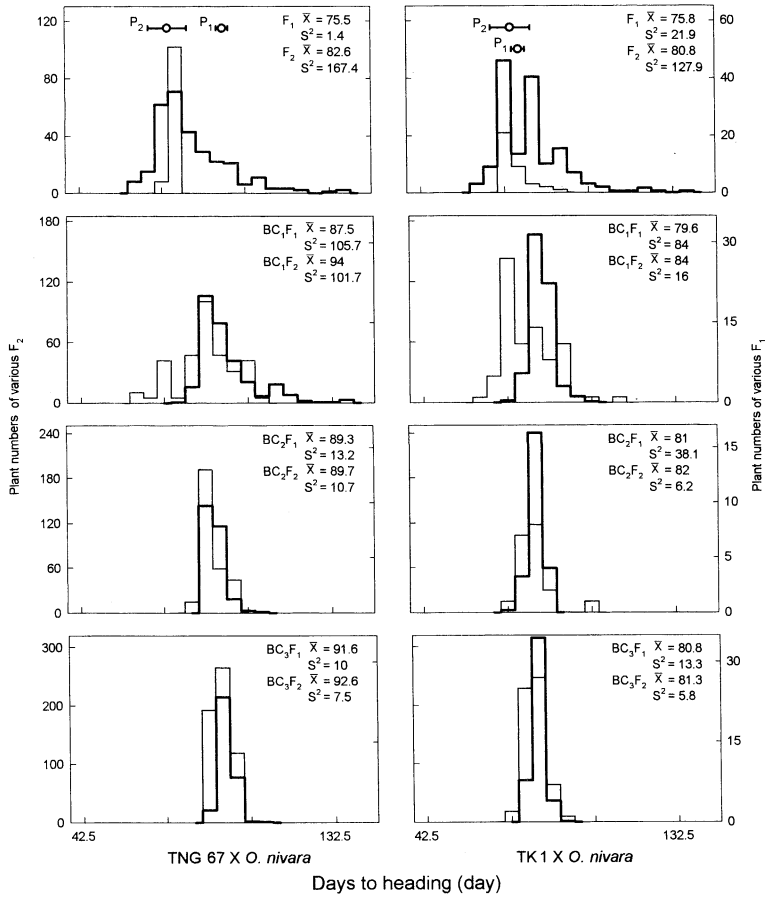


圖1. 栽培稻與野生稻雜交及回交各F_1及F_2族群生育期之頻度分佈。

Fig. 1. Distribution of days to heading for the populations of the various F_1, F_2 and backcrosses of cultivated and wild rice crosses.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

——— stands for F_1, ——— stands for F_2.

表1. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群生育期之歪度與峰度

Table 1. The skewness (g_1) and kurtosis (g_2) of days to heading in the various populations of cultivated and wild rice crosses

	TNG 67 × *O. nivara*		TK 1 × *O. nivara*	
Generation	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis
F_2	1.349 **	2.339 **	1.434 **	3.470 **
BC_1F_1	-0.340	-0.198	0.855 **	0.843
BC_1F_2	1.732 **	3.550 **	0.581 **	2.674 **
BC_2F_1	0.668	0.615	2.015 **	5.608 **
BC_2F_2	1.580 **	4.016 **	-0.591 **	0.218
BC_3F_1	0.547	-0.678	0.543	0.138
BC_3F_2	0.871 **	2.125 **	0.164	0.163

** : $|g_1 / SEg_1| > 1.96$; $|g_2 / SEg_2| > 1.96$.

100公分。TNG 67 × *O. nivara*爲113.4公分偏向於栽培稻親本之完全顯性的表現；兩半矮性材料TK 1與*O. nivara*雜交之F_1株高爲113.6公分，有明顯的雜種優勢表現（圖2）。

TNG 67 × *O. nivara*及TK 1 × *O. nivara*兩組合F_2族群之變異性均大，呈明顯超親分離，最矮低於40公分以下，最高達160公分以上（圖2）。就F_2族群平均值而言，TNG 67 × *O. nivara*爲105.4公分介於兩親本之間，而TK 1 × *O. nivara*接近TK1爲98.8公分。就F_2族群峰度及歪度而言，TNG 67 × *O. nivara*呈常態分布，TK 1 × *O. nivara*組合呈高峰近似常態分布（表2）。

經一次回交後之BC_1F_1及BC_1F_2世代，族群變異大且呈超親分離。其中TNG 67 × *O. nivara*族群的分布無明顯集中的表現；而TK 1 × *O. nivara*之BC_1F_2族群的分布較爲集中，除少數個體低於80公分外，大多數個體分布在90 − 120公分之間（圖2）。就族群平均株高而言，TNG 67 × *O. nivara*則介於

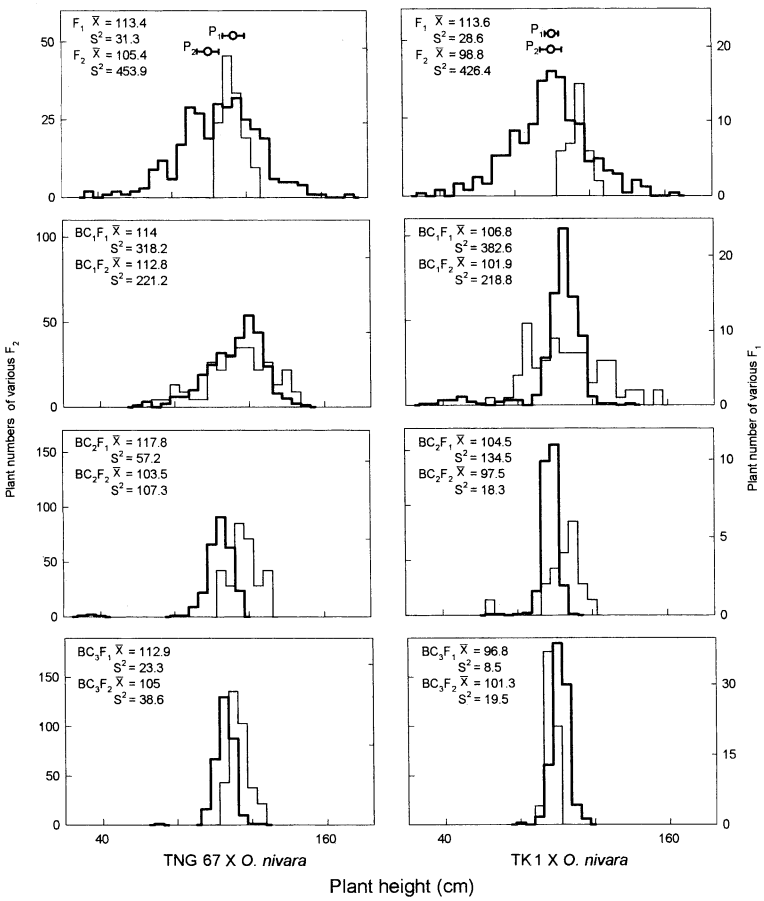


圖2. 栽培稻與野生稻雜交及回交各F_1及F_2族群株高之頻度分佈。

Fig. 2. Distribution of plant height for the populations of the various F_1, F_2 and backcrosses of cultivated and wild rice crosses.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (⊢⊙⊣) indicates parental means with standard deviation.

——— stands for F_1, ——— stands for F_2.

表2. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群株高之歪度與峰度

Table 2. The skewness (g_1) and kurtosis (g_2) of plant height in the various populations of cultivated and wild rice crosses

Generation	TNG 67 × *O. nivara*		TK 1 × *O. nivara*	
	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis
F_2	-0.208	0.503	-0.092	0.630 **
BC_1F_1	-0.449	-0.239	0.398	-0.391
BC_1F_2	-0.668 **	0.735 **	-2.635 **	8.384 **
BC_2F_1	0.088	-0.698	-2.197 **	7.455 **
BC_2F_2	-4.182 **	25.784 **	-2.303 **	15.099 **
BC_3F_1	0.583	0.068	0.112	-0.681
BC_3F_2	-3.917 **	36.608 **	-0.309 **	2.212 **

** : $|g_1 / SEg_1| > 1.96$; $|g_2 / SEg_2| > 1.96$.

輪迴親本及F_1之間；TK 1 × *O. nivara*仍高於輪迴親本，（圖2）。由表2之峰度及歪度可看出，兩雜交組合BC_1F_1呈常態分布，BC_1F_2呈高峰左偏分布。

經二次及三次回交所得之結果，TK 1 × *O. nivara*在BC_2F_1的變異仍大，且較TNG 67 × *O. nivara*高外，其餘世代BC_2F_2、BC_3F_1及BC_3F_2族群之變異性已明顯縮小，頻度也顯得更爲集中（圖2）。另由圖2中BC_2F_2及BC_3F_2之表現得知，兩組合BC_2F_2及BC_3F_2之族群分布相當集中，但仍有少數株高較矮的個體出現，如TNG 67 × *O. nivara*於BC_2F_2出現低於40公分的植株，而於BC_3F_2也出現低於80公分的植株，因此表現出高峰的左偏分布（表2）。顯示在多次回交後裔族群中仍有許多弱勢的植株產生。

三、穗長之變異性

穗長具決定每穗粒數多寡及著粒密度的特性，進而影響產量及稻米品質。本試驗中所用栽培品種TNG 67穗長爲19.9公分；TK 1穗較短爲18.7公分；野生稻親本*O. nivara*則較栽培親本短，爲18.1公分。TNG 67 × *O. nivara*及TK 1 × *O. nivara*之F_1分別爲18.3公分及19.2公分，TNG 67 × *O. nivara*之F_1穗長偏向於野生稻之部份顯性；TK 1 × *O. nivara*之F_1較栽培親本長，有正向的雜種優勢表現（圖3）。兩雜交組合F_2族群之變異性均大，呈超親分離，穗最短者短於10公分，最長可達25公分以上。兩組合族群的平均穗長均介於其兩親本之間，且接近於野生稻（圖3）。兩組合族群的分布均爲常態分布（表3），爲明顯的數量性狀之表現。

兩組合一次回交之BC_1F_1及BC_1F_2世代仍呈超親分離（圖3）。於BC_1F_1世代，TNG 67 × *O. nivara*爲19.6公分接近輪迴親本TNG 67；TK 1 × *O. nivara*平均穗長爲18.1公分，接近野生稻親本。於BC_1F_2世代TNG 67 × *O. nivara*的平均穗長略長於輪迴親本，而TK 1 × *O. nivara*則略短於野生稻親本。從表3各世代的峰度與歪度得知，BC_1F_1世代兩組合均呈常態分布；BC_1F_2世代則呈偏歪的分布。圖3也顯示TK 1 × *O. nivara*之BC_1F_2大多數植株穗長分布於16－20公分之間，而有少數個體低於14公分甚至低於7公分，導致其頻度分布呈明顯的高峰於左偏歪分布（表3）。

圖3顯示經二次及三次回交後，兩雜交組合變異明顯的縮小，族群的分布更爲集中。但TNG 67 × *O. nivara*於BC_2F_2、TK 1 × *O. nivara*於BC_2F_1仍有穗長短於10公分的異常個體出現。族群的平均穗長，TNG 67 × *O. nivara*於BC_2F_1穗長超過20公分，長於輪迴親本。TK 1 × *O. nivara*在BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1及BC_3F_2各世代均接近於輪迴親本，世代間的變化不大，於BC_3F_2則達19.3公分，略長於輪迴親本。於BC_2F_2穗長卻僅17.8公分低於輪迴親本，至BC_3F_1及BC_3F_2則又逐漸趨近輪迴親本之穗長。由表3中得知兩組合除於BC_3F_1均呈常態分布外，其餘二、三次回交世代均呈偏歪或高峰分布。

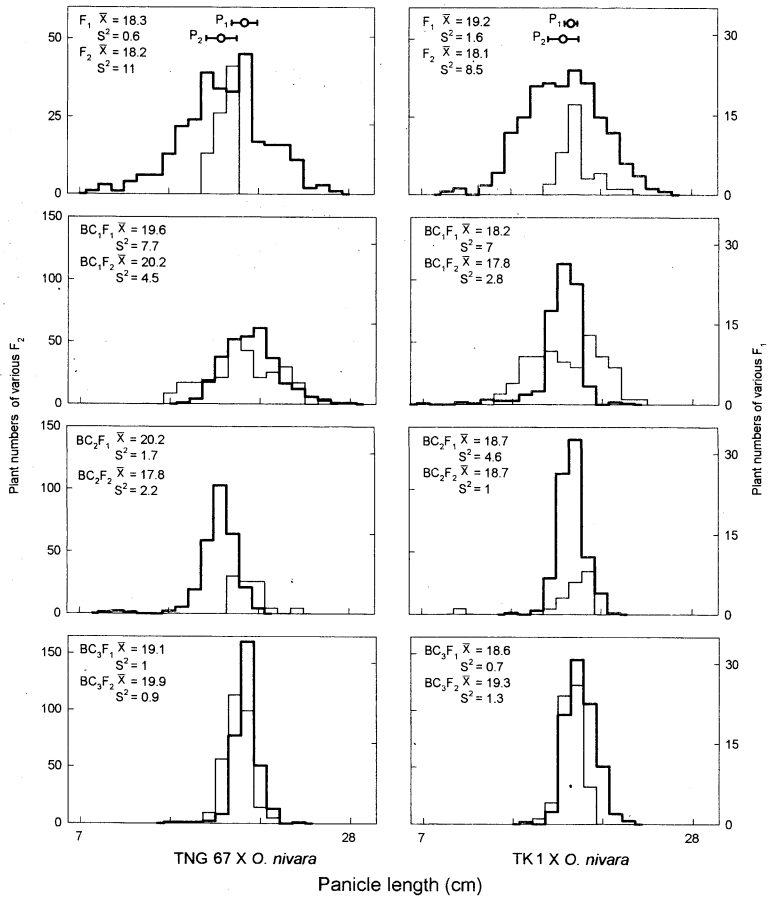


圖3. 栽培稻與野生稻雜交及回交各F_1及F_2族群穗長之頻度分佈。

Fig. 3. Distribution of panicle length for the populations of the various F_1, F_2 and backcrosses of cultivated and wild rice crosses.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

——— stands for F_1, ——— stands for F_2.

表3. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群穗長之歪度與峰度

Table 3. The skewness (g_1) and kurtosis (g_2) of panicle length in the various populations of cultivated and wild rice crosses

Generation	TNG 67 × *O. nivara*		TK 1 × *O. nivara*	
	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis
F_2	-0.219	0.350	-0.044	-0.178
BC_1F_1	-0.062	-0.517	-0.015	-1.028
BC_1F_2	0.492 **	0.467	-2.193 **	9.030 **
BC_2F_1	1.542 **	3.929 **	-3.510 **	13.834 **
BC_2F_2	-2.281 **	10.754 **	0.051	1.140 **
BC_3F_1	0.116	-0.637	-0.332	0.657
BC_3F_2	-1.081 **	6.834 **	0.161	0.489 **

** : $|g_1 / SEg_1| > 1.96$; $|g_2 / SEg_2| > 1.96$.

四、生育期、株高及穗長三性狀相互間之關係

計算兩雜交組合所得各雜種或回交F_2之生育期、株高及穗長三性狀間之表現型相關結果如表4，由表4可看出：在F_2此三性狀相互間均呈顯著的正相關，有生育期越晚株高越高、穗越長的趨勢，但在回交世代除TK 1 × *O. nivara*於BC_3F_2生育期與株高爲正相關外，TNG 67 × *O. nivara*各回交世代及TK 1 × *O. nivara*之BC_1F_2、BC_2F_2均爲負相關。生育期與穗長相關性在兩雜交組合差異較大，在TK 1 × *O. nivara*之BC_1F_2爲負相關，於BC_2F_2及BC_3F_2則呈正相關。TNG 67 × *O. nivara*之BC_1F_2爲正相關；於BC_2F_2爲負相關；於BC_3F_2則相關不顯著。兩雜交組合株高與穗長在各F_2世代中均呈正相關關係。

表4. 栽培稻與野生稻雜交組合生育期、株高及穗長之表現型相關

Table 4. The penotypic correlations of various F_2 populations in cultivated and wild rice cross

Trait	Generation	TNG 67 × *O. nivara*		TK 1 × *O. nivara*	
		Plant height	Panicle length	Plant height	Panicle length
Days to heading	F_2	.170 **	.183 **	.169 **	.282 **
	BC_1F_2	-.441 **	.326 **	-.371 **	-.359 **
	BC_2F_2	-.282 **	-.201 **	-.047	.209 **
	BC_3F_2	-.212 **	-.041	.237 **	.247 **
Plant height	F_2		.770 **		.765 **
	BC_1F_2		.128 *		.777 **
	BC_2F_2		.687 **		.397 **
	BC_3F_2		.376 **		.639 **

** and * denote significance at 1% and 5% levels, respectively.

討　論

綜觀以往的研究顯示，栽培稻與野生稻雜交，F_1植株各性狀偏向野生稻親本[21]，雜種F_2則有超親分離及異常分離等現象[5, 20]。試驗中調查之性狀，TNG 67 × *O. nivara*及TK 1 × *O. nivara*兩雜交組合之F_1除生育期明顯偏向野生稻親本外，在株高及穗長兩性狀的表現則因栽培稻之不同而有偏向野生稻或栽培稻或介於兩親本之間的表現。但兩組合此三個性狀於F_2的表現則均呈明顯的超親分離。Tsai[29]指出野生稻種*O. rufipogon*具有栽培品種普遍存在的早熟性基因*Ef-1*，對栽培稻具有顯性的作用。Chang *et al.*[8]將水稻營養生長期劃分爲基本營養期與感光期，短基本營養期對長基本營養期具有顯性的作用，且發現基本營養期係由二至三對早熟基因(*Ef*)所控制，認爲這些*Ef*基因具有累積作用，並具有各種不同表達力，一般成上位性作用。由兩雜交組合F_1生育期明顯偏向野生稻親本之表現，說明野生稻具有的早熟性，對兩粳稻品種具顯性作用。而早熟品種TK 1與*O. nivara*雜交所得F_2族群生育期的分布出現兩明顯高峰。也說明此野生稻*O. nivara*之早熟性基因，有別於栽培稻之早熟性基因。在株高及穗長的表現上，結果如同戴等[4, 5]及Majumder *et al.*[20]所述，顯示種間雜交組合其F_1株高依親本的不同而有所差異，F_2均有超親分離，且族群呈偏歪分布。

種間雜交除其雜種F_2分離異常外，也有雜種F_2弱勢的表現[9]，參試的兩雜交組合TNG 67 × *O. nivara*及TK 1 × *O. nivara*株高均有少數株高矮於40公分、穗短於10公分的矮小植株，甚至TNG 67 × *O. nivara*在BC_2F_2中也有矮於40公分的個體出現。此種弱勢的表現在遠緣雜交的組合，被認爲是由隱性基因互補所造成[12, 22, 23]。Chu[9]的研究報告指出，種間雜種崩壞的原因可能如同遠緣雜交的表現，是由基因的互補作用所造成。

由於種間雜交因兩親基因型的同質性不高，F_2也有雜種崩壞或一親基因較期望值多，致發生異常分離，而甚少有優良的重組基因型等現象[5, 24]，使得育種過程難以繼續或造成選拔的困難，因而獲得可利用的材料相當少[15]。Tanksley and Nelson[28]也認爲，種間雜交初期世代 (BC_1F_1, F_2) 族群，因落粒性或不稔性、上位性基因的相互作用、微效基因的多效性等因素，使族群無法獲得有利的數量性狀進行分析。通常利用連續回交的方式來改進此種困境，以供進一步遺傳分析或品種改良利用[14, 16, 17, 18, 27, 32]。

試驗中兩雜交組合自BC_1F_1開始選拔株型接近栽培稻者進行回交，該單株並行宿根採收種子以繁殖F_2族群。若用以回交之個體在該性狀上與輪迴親本具有相同的同型接合個體，則不論回交F_1或自交所得F_2族群頻度均應表現出常態分布，但由表1至表3各回交F_1及F_2的族群峰度與歪度的檢驗結果，除TK 1 × *O. nivara*之生育期於BC_3F_1、BC_3F_2呈常態分布外，兩雜交組合各回交F_1及F_2的變化並無一致的趨勢，但仍難以論定TK 1 × *O. nivara*之生育期在三次回交後已完全與栽培稻相似，因兩族群的變域仍高於栽培親本，且平均生育期也較TK 1多3天。顯而易見的是，在早期世代（F_2、BC_1F_1、BC_1F_2）此三個性狀的變異及變方高於多次世代，但回交三次的後代中各族群頻度分布已顯得相當集中，其中生育期頻度集中的情形最爲明顯，顯示種間雜交的組合於生育期方面恢復栽培稻特性最爲迅速。也說明兩種間雜交組合，控制生育期的基因數目較少之趨勢。但在株高及穗長方面在回交二次的後代中，仍存在較大的變異，且有少數弱勢的個體產生，除說明種間雜交組合之株高及穗長爲多數基因所控制外，雜種弱勢遺傳機制在種間雜交組合有可能於高級世代中仍然存在。

野生稻的利用若僅在於轉移其特殊可用之主效基因至栽培品種，則族群的變異性並不影響此育種之目標，但若針對數量性狀之改良，則族群的變異性之大小爲育種選拔效率的一項指標。戴等[5]的試驗指出種間雜交後裔族群所具有的超親分離有利於選拔工作之進行。Fujimaki[11]也認爲遠緣雜交的組合，隨其回交次數增加，雜種族群遺傳變異減少，後期世代選拔效果偏低。但種間雜交的組合兩親本基因的組成具有很高的異質性，若由其後代所產生的多個純系集團，任何數量性狀可遺傳變方都非常大，但這種品系集團的平均表現與其親本平均表現很相近，適應性差的親本之表現愈差，則被淘汰的可能性愈大，雖然增大了變方，但卻完全被極低的平均值所掩飾。因而一個大且可遺傳的變方以及選拔中的利益不能使育種有所成就[31]。因而在衡量族群變異性大小的同時，也應考慮如何去除由野生種而來不良性狀的連鎖作用對選拔時所造成的影響。

本試驗的結果顯示，由回交所得之群體雖然在變異上明顯的低於雜種F_2族群。兩組合各回交族群的相關性表現，因雜交組合的不同在生育期與穗長的相關性表現有較大的差異，但生育期、株高與穗長在回交三次的後代中仍有顯著的相關性，顯示種間雜交組合在回交三次栽培稻後其後代族群中仍具變異性，即種間雜交組合在多次回交世代仍具有選拔的空間。李等[2]探討種間雜交組合在產量構成性狀於多次回交世代中仍有優於輪迴親本的個體產生。Xiao *et al.*[32]也藉由回交的方式證實，野生稻種原在雜種品種的利用上，除提供細胞質雄不稔基因外，具有增加每穗粒數進而提升產量的表現。探究其原因，Tanksley and Nelson[28]認爲多次回交後代個體與親本較相似、貢獻親不良性狀減少、上位性的作用減弱、獲得的系統可做重複加以評估及打破不良性狀的連鎖，因而在產量及其他性狀的測度上更爲有利。因此在回交過程中仍需注意各種性狀的變異程度及方向，進而在種間雜交育種過程中，排除野生稻一些不良的特性，同時又不致失去其所具有的有利性狀。綜合本試驗及前報[2, 3]所得之結果，種間雜交後裔族群中，於BC_2F_2、BC_3F_2高次回交後代中，若審愼加以選拔，仍有機會選獲株型近似栽培稻且具高產潛能之理想基因型，並認爲野生稻在數量性狀上確實可提供栽培稻有利之基因。

引用文獻

1. 李長沛、陳彥雄、陳治官、曾東海、陳正昌、賴明信、郭益全。1994。稻屬種間雜交擴大栽培稻之遺傳變異。I. 引進野生稻種原之特性評估。中華農業研究 43：261-274。

2. 李長沛、郭益全、曾富生。1999。栽培稻 (*Oryza sativa*) 與野生稻 (*O. nivara*) 種間雜交及回交後裔族群產量性狀之變異。中華農業研究48：1-12。
3. 李長沛、郭益全、吳詩都。2000。栽培稻與野生稻種間雜交及回交後裔族群糙米性狀之遺傳研究。中華農業研究49：1-13。
4. 戴順發、吳詩都、曾富生。1989a。野生稻 *Oryza nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 種間雜交親和性及 F_1 雜種行爲。高雄區農業改良場研究彙報2(2): 39-51。
5. 戴順發、吳詩都、曾富生。1989b。野生稻 *O. nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 雜種後代之遺傳育種研究 II. F_2 雜種族群集回交世代農藝性狀之變異。農林學報38(2): 165-190。
6. Chang, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. Euphytica 25: 425-441.
7. Chang, T. T. 1988. Taxonomic key for identifying the 22 species in the genus *Oryza*. Int. Rice Res. Newsl. 13: 4-5.
8. Chang, T. T., C. C. Li, and B. S. Vergara. 1969. Component analysis of duration from seeding to heading in rice by the basic vegetative phase and the photoperiod-sensitive phase. Euphytica 18: 79-91.
9. Chu, Y. E. 1972. Gentetic basis, classification and origin of reproductive barriers in *Oryza* species. Bot . Bull. Acad. Sinica 13: 47-66.
10. Chu, Y. E., H. Morishima, and H. I. Oka. 1969. Reproductive barriers distributed in cultivated rice species and their wild relatives. Jpn. J. Genet. 44: 207-233.
11. Fujimaki, H. 1978. Genetical studies on improvement of backcross technique in rice breeding. J. Cent. Agric. Exp. Stn. (Saitama, Japan) 27: 187-246.
12. Fukuoka, S., and K. Okuno. 1995. Chromosomal location of one of complementary recessive genes controlling hybrid breakdown in rice. Rice Genet. Newsl. 12: 191-192.
13. Heinrichs, E. A., F. G. Medrano, and H. R. Rapusas. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. IRRI., Los Banos, Philippines.
14. Huang, C. S., R. H. Buu, C. H. Cheng, and C. Lu. 1982. Breeding for resistance to brown planthopper in Keng (*Japonica*) rice. In : Plant breeding. (ed. by Hsieh, S. C. and Lui, D. J.). pp.89-97. Agricultural Association of China and Regional Society of SABRAO (R. O. C), Taipei.
15. Jena, K. K., and G. S. Khush. 1989. Introgression of genes from *O. officinalis* Wall ex Watt to cultivated rice, *O. sativa* L. Theor. Appl. Genet. 80: 737-745.
16. Khush, G. S. 1977. Disease and insect resistance in rice. Adv. Agron. 29: 265-341.
17. Khush, G. S., and K. C. Ling. 1974. Inheritance of resistance to grassy stunt virus and its vector in rice. J. Hered. 65: 134-136.
18. Khush, G. S., K. C. Ling, R. C. Aquino, and V. M. Aguiero. 1977. Breeding for resistance to grassy stunt in rice. In: Proc.3rd Int. Congr., SABRAO, Canberra, Australia. Plant Breed. Papers 1(4): 3-9.
19. Ling, K. C., V. M. Aguiero, and S. H. Lee. 1970. A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. Plant Dis. Rep. 56: 565-569.
20. Majumder, N. D., T. Ram, and A. C. Sharma. 1997. Cytological and morphological variation in hybrid swarms and introgressed population of interspecific hybrids (*Oryza rufipogon* Griff. × *Oryza sativa* L.) and its impact on evolution of intermediate types. Euphytica 94: 295-302.
21. Nayar, N. M. 1973. Orgin and cytogenetics of rice. Adv. Genet. 17: 153-292.
22. Oka, H. I. 1957. Phylogenetic differentiation of culivated rice. XV. Complementary lethal genes in rice. Jpn. J. Genet. 32: 83-87.
23. Okuno, K. 1985. Complementary recessive genes controlling hybrid breakdown found in a varietal cross of rice. Rice Genet. Newsl. 2: 52-54.
24. Pham, J. L., and B. Bougerol. 1993. Abnormal segregations in crosses between two cultivated rice species. Heredity 70: 466-471.
25. Sharma, S. D., and S. V. S. Shastry. 1965. Taxonomic studies in genus *Oryza* L. III. *O. rufipogon* Griff. sensu stricto and *O. nivara* Sharma et Shastry nom. nov. Indian J. Genet. Plant Breed. 25: 157-167.
26. Sitch, L. A., R. D. Dalmacio, and G. O. Romero. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for

improvement of cultivated Rice. Rice Genet. Newsl. 6: 58-60.

27. Tanksley, S. D., S. Grandillo, T. M. Fulton, D. Zamir, Y. Petiard, J. Lopez , and T. Beck-Bunn. 1996. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium*. Theor. Appl. Genet. 92: 213-224.
28. Tanksley, S. D., and J. C. Nelson. 1996. Advanced backcross QTL analysis : a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTL from unadapted germplasm into elite breeding lines. Theor. Appl. Genet. 92: 191-203.
29. Tsai, K. H. 1995. Genic analysis for heading time in wild rice strains. Jpn. J. Genet. 70: 555-562.
30. Vaughan, D. A., and T. T. Chang. 1995. Collecting the rice gene pool. In : Collection plant genetic diversity technical guidelines. (eds. by Guarino, L., V. Ramanatha Rao, and Reid, R.). pp.659-675. IPGRI., Rome, Italy.
31. Wolfgang-Schnell, F. 1978. Progress and problems in utilizing quantitative variability in plant breeding. Plant Research and Development 7: 32-43.
32. Xiao, J., S. Grandillo, S. N. Ahn, S. R. McCouch, S. D. Tanksley, J. Li, and L. Yuan. 1996. Genes from wild rice improve yield. Nature 384: 223-224.

Genetics and Breeding Behaviors of Days to Heading, Plant Height and Panicle Length in the Progenies Derived from the Crosses between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma *et* Shastry [1]

Charng-Pei Li[2], Yih-Chuan Kuo[2], Shu-Tu Wu[3] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

Two *sinica* varieties, Tainung 67 (TNG 67) and Taiken 1 (TK 1), and a wild rice, *O. nivara* (Acc.104705) were used as the recurrent parents and non-recurrent parent respectively to investigate the genetics and breeding behaviors including the days to heading, plant height and panicle length of the interspecific hybrid progenies. The F_1, F_2, BC_1F_1, BC_1F_2, BC_2F_1, BC_2F_2, BC_3F_1 and BC_3F_2 populations derived from the interspecific crosses along with their parents were planted simultaneously at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute in the first crop of 1996. The F_1 plants of two cross combinations exhibited the tendence of early-heading like their wild parent, *O. nivara* does. This showed *O. nivara* has some dominant early genes. The days to heading of F_2 population of TK 1 × *O. nivara* had two peaks. This suggested the early gene of *O. nivara* differs from the gene of TK1, which was also classfied as an early mature cultivar. *O. nivara* belonged to a semidwarf of about 100 cm. The plant height of F_1 derived from TNG 67 × *O. nivara* combination was tended to exhibit complete dominance like TNG 67 and panicle length was tended to exhibit as partial dominance like *O. nivara*. Heterosis was found on both characters in the TK 1 × *O. nivara* combination. A large variance and transgressive segregation were observed in F_2 populations for both cross combinations. Although many weak plants with shorter plant height and panicle were found in the BC_2F_2 populations for both cross combinations, less variances were also observed in backcross populations When cross generation increased. Positive phenotypic correlactions were found among the days to heading, plant height and panicle length in F_2 populations in both cross combinations. Positive correlations were found between plant height and panicle length in each backcross F_2 populations of both cross combinations. However, negative correlations were observed between the days to heading and plant height in all the backcross F_2 population of back cross in both cross combinations, except the BC_3F_2 of TK 1 × *O. nivara*.

Key words : *Oryza sativa*, *O. nivara*, Interspecific hybridization, Recurrent backcross. Agronomic characters.

1.Contribution No. 2064 from Taiwan Agricultural Research Institute,Council of Agriculture.

2.Research Assistant and the late Senior Rice Breeder, Respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3.Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 24～37 (2001)

水稻葉面積估算係數的品種變異性分析[1]

陳烈夫[2] 魏夢麗[3] 呂椿棠[3] 呂秀英[3]

摘要：水稻全株葉面積可以利用葉長 (L) 及最大葉寬 (W) 乘以某個葉面積係數 (K_{LxW}) 之非破壞性方法進行快速估算，甚至於更省工省時地只用葉長乘以某個葉面積係數 (K_L) 以有利於估算未完全展開葉片的葉面積。本研究首先在1999年以35個國內歷年來育成的粳稻品種及15個常作爲育種親本之其他國家來源的粳稻品種，共50個參試品種之試驗資料，來探討這兩種K係數在不同品種間的變異性。試驗結果發現，國內與國外品種的兩種K係數的頻度分布皆呈常態分布，但國內品種K值分布變異較小而國外品種K值分布變異較大。國內品種之平均 K_{LxW} 值爲0.70 ± 0.01，平均 K_L 爲0.90 ± 0.09；國外品種之平均 K_{LxW} 值則爲0.72 ± 0.03，平均 K_L 爲0.86 ± 0.14。K_{LxW} 在品種間的變異性較 K_L 爲小。K_{LxW} 和 K_L 與基因型的葉形（W/L比例）有明顯正相關關係，但由於國內育成品種的葉形較爲固定（W/L皆近於0.04），故其葉面積估算係數並不會受到基因型種類不同而影響其估值大小，因此國內粳稻品種可以共同地利用葉長及最大葉寬乘以0.70來簡易估算出其全株葉面積。爲進而檢測這個共同 K_{LxW} 值的預測準確度，本研究從上述國內育成品種中逢機選取其中11個品種，於2000年再進行栽培試驗，利用新資料驗證結果，其所估計的全株葉面積與實測葉面積間的差異皆在5％誤差率可接受程度之內。

關鍵詞：水稻、葉面積、品種變異、分布檢定、葉形。

前　言

測量葉面積是作物生育過程及生理性狀重要指標之一，一般皆以葉面積測量儀將葉面積記錄下來，再應用各種分析方法進行分析，然而儀器的測定固然方便，但必須將葉片剪下，此種破壞性取樣將無法測定葉面積連續生長的變化，而且非常耗費時間和人力，故限制了試驗的規模及取樣的大小。葉面積估算模式的發展應建立在可信且快速的非破壞方法上[11]。目前很多作物都已成功地利用線性測量的模式，例如一些非破壞性可測性狀（如葉長、葉寬）乘以一個葉面積係數 (K) 來預測葉面積[4, 9, 10, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 26, 29, 30]。Palaniswamy and Gomez[21]是最早求出美國水稻的葉面積在乾燥及潮濕季節分別爲其葉長及最大葉寬的乘積之0.73與0.75倍。針對國內水稻品種，陳等[6]進行二十四種非破壞性葉面積估算模式的估算、驗證與評估，發現水稻劍葉和下位葉的葉相雖然往往有差異，但似乎不需要區分劍葉和下位葉有不同的K係數；國內栽培品種臺粳8號、臺粳9號、臺粳10號及臺農67號的全株葉面積各爲所有葉片的葉長和最大葉寬之乘積的0.70、0.71、0.70及0.71倍，由於其值十分接近，故可進而簡單地利用0.71的平均K值來共同估計這四個水稻品種的全株葉面積。但由於最大葉寬在田間實際操作時容易產生測量誤差，也無法用以有效估算出未完全展開葉片的葉面積，因此陳等[6]也指出在參試基

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2065號。

2. 本所農場管理室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

因型有限但取樣植株很多時（例如評估環境因素對生長之影響），使用更省工省時的模式是有其必要的，像是僅利用葉長的簡便模式來推估水稻全株葉面積，而臺粳8號、臺粳9號、臺粳10號及臺農67號可分別利用所有葉片的葉長乘以0.92、0.98、0.94及0.91來快速估算其全株葉面積；葉長模式在該四個水稻品種間的變異較大於葉長和葉寬估算模式。不同水稻品種的葉部性狀可能互有不同，因此除了要考慮葉面積生長可能受到環境效應影響以外，葉面積係數K的大小在品種之間未必一致。因此有必要就K係數在不同品種間的變異性再予詳細研究探討，冀以尋得一個可以通用於國內所有基因型的共同K係數估計值，俾利於育種施行程序中擬評估之基因型數甚多的試驗場合。

本研究首先以35個國內歷年來育成的粳稻品種及15個常作爲育種親本之其他國家來源的粳稻品種（系），共50個參試品種（系）於1999年在本所試驗田區進行之一期作栽培試驗資料，利用葉長及葉寬模式，或僅利用葉長模式來探討兩種K係數在不同品種間的變異性。並針對可能存在的共同K係數估值，進而利用第二年栽培試驗的資料作爲模式驗證數據，以檢測其預測準確度。

材料與方法

一、試驗材料之栽培

本試驗分別於1999年及2000年一期作在行政院農業委員會農業試驗所農場田區進行。1999年試驗所使用之水稻品種材料列如表1。編號1～35爲國內歷年來育成的粳稻品種（系），編號36～50爲常作爲育種親本之其他國家來源的粳稻品種（其中36～48爲日本品種，49～50爲菲律賓品種）。2000年試驗供作模式驗證的品種則是從上述品種中選出的11個國內育成品種爲材料，其中包含目前國內栽培面積較多的5個推廣品種（高雄139號、臺粳8號、臺粳9號、臺粳10號、臺農67號），以及從其餘國內品種中所逢機選出的6個品種。水稻栽培時之行株距爲30×15cm，採單本植，小區面積1.2×3m，重複三次，採用完全逢機區集設計。施用之肥料用量均爲N : P_2O_5 : K_2O = 150 : 58 : 90 kg/ha，其中氮肥60 kg/ha與磷、鉀全量以基肥施用，其餘之氮肥分兩次用爲追肥；栽培管理依慣行法爲之。

二、葉片性狀之調查測量

各水稻品種生長至齊穗期時，兩年分別自各小區逢機取樣5株及10株，三重複，故1999年及2000年各取樣15及30株。由於水稻葉片在摘下後很容易因水分蒸散而導致葉片捲曲，而使得葉寬不易準確測得，因此本研究將各取樣植株所有葉片平鋪並黏貼於畫有3cm比例尺的白色壓克力板上，以高解析度數位相機（德國Agfa ePhoto 1680）將每一葉片的影像攝影存檔。然後，利用影像測量軟體(SigmaScan Pro)[28]讀取影像檔案並測量各葉片的葉長、最大葉寬及葉面積。利用最新發展的影像處理技術，不但能更快速且準確地測量葉片各項性狀[11]，同時其所測得的葉面積值與傳統的葉面積儀所得者之間的相關係數亦高達0.98[3]；葉片影像可建檔永久保存，有利於重複測量，也是運用影像處理技術於葉片性狀調查的優點之一。

三、葉面積係數估算及統計分析

本研究探討兩種葉面積估算模式：同時利用葉長和最大葉寬，或僅利用葉長。所估得的葉面積係數分別可由下式求得：

$$K_{L\times W} = TLAm/\sum(L\times W)$$

$$K_L = TLAm/\sum(L)$$

式中TLAm爲每株實際測量的全株葉面積，L爲各個葉片的葉長，W爲各個葉片的最大葉寬。

將1999年各品種進行K係數（$K_{L\times W}$或K_L）的估算後，利用分布檢定探討這些K估值在不同品種間變異分布的特徵，如測定變值的趨中性 (central tendency)、分散度 (dispersion)、分布偏歪度 (skewness) 和曲線峰形 (kurtosis) 之尖平等。若K值趨向於集中在某一個重心位置，則該趨中性值可作爲族群的代表值，常用的趨中性介量有平均數 (mean)、中量 (median)、眾數 (mode)等。頻度分布之廣狹，即分散

表1. 五十個參試粳稻品種名稱及其來源

Table 1. Name and source of 50 tested japonica rice varieties

	Variety name	Chinese name	Source		Variety name	Chinese name	Source
1	Chianan 4	嘉南4號	Taiwan	26	Taikeng Glutinous 5	臺粳糯5號	Taiwan
2	Chianungyu 2574	嘉農育2574號	Taiwan	27	Tainung 34	臺農34號	Taiwan
3	Haulien 18	花蓮18號	Taiwan	28	Tainung 45	臺農45號	Taiwan
4	Hsinchu 52	新竹52號	Taiwan	29	Tainung 61	臺農61號	Taiwan
5	Hsinchu 62	新竹62號	Taiwan	30	Tainung 67	臺農67號	Taiwan
6	Hsinchu 64	新竹64號	Taiwan	31	Tainung 68	臺農68號	Taiwan
7	Hualienkang 12	花蓮港12號	Taiwan	32	Taipei 12	臺北12號	Taiwan
8	Kaohsiung 139	高雄139號	Taiwan	33	Taipei 173	臺北173號	Taiwan
9	Kaohsiung 142	高雄142號	Taiwan	34	Taipei 191	臺北191號	Taiwan
10	Kaohsiung 6	高雄6號	Taiwan	35	Taitung 26	臺東26號	Taiwan
11	Kaohsiung 20	高雄20號	Taiwan	36	Hokuriku 100	北陸100	Japan
12	Kaohsiung 64	高雄64號	Taiwan	37	Kinmaze	金南風	Japan
13	Nungyu 1342	臺育1342號	Taiwan	38	Koshihikari	越光	Japan
14	Taichung 65	臺中65號	Taiwan	39	Nohrin 33	農林33號	Japan
15	Tachung 190	臺中190號	Taiwan	40	Nohrin 37	農林37號	Japan
16	Taichung Native 1	臺中在來1號	Taiwan	41	Nohrin 41	農林41號	Japan
17	Taikeng 1	臺粳1號	Taiwan	42	Nohrin 46	農林46號	Japan
18	Taikeng 2	臺粳2號	Taiwan	43	Oho-ina	大稻	Japan
19	Taikeng 4	臺粳4號	Taiwan	44	Reinei	黎明	Japan
20	Taikeng 5	臺粳5號	Taiwan	45	Tadorokiwase	轟生早	Japan
21	Taikeng 6	臺粳6號	Taiwan	46	Tareho	タレ穗	Japan
22	Taikeng 8	臺粳8號	Taiwan	47	Waiseito	矮性福	Japan
23	Taikeng 9	臺粳9號	Taiwan	48	Wasenishiki	早生錦	Japan
24	Taikeng 10	臺粳10號	Taiwan	49	Balilin		Philippine
25	Taikeng 13	臺粳13號	Taiwan	50	Malaigit Pirurutong		Philippine

度之不同，常用的分散度統計量有變域 (range)、標準偏差 (standard deviation)、變異係數 (coefficient of variation) 等。分布的重心位置可能並不在正中央，當有較多變值落在分布眾數的左側（高峰在右），表示分布歪度向左偏斜（負偏歪），倘多數偏於值較大的一方（高峰在左），則其歪度向右偏斜（正偏斜）。K值集中位置的數量愈多，分布呈尖峰態 (leptokurtosis)，表示該趨中性值的代表性也愈強；反之，分布背離中心向左右離散，則呈現平闊峰態 (platykurtosis)。而常態分布 (normal distribution) 是一個對稱（歪度=0）的鐘形曲線，其呈現的峰形被定義爲是一個常峰 (normal kurtosis)。一般以常態分布曲線的峰度爲標準，定其峰度爲適中峰度，較其尖者爲尖峰度，較其平者爲平峰度。一般統計分析都是假設變值之變異是常態分布，但很多情況下，觀測的頻度分布往往不成常態。本研究針對K係數進行分布檢定之主要目的有二：(1) 檢測K值的集中程度，冀以尋得一個可以代表參試水稻族群的共同K值，(2) 瞭解K值分布偏歪的形態，以探究造成K係數在品種間發生變異的可能原因。

本研究之分布檢定係依據SAS (Statistical Analysis System)[25]套裝統計分析軟體進行運算。測定變值分布的歪度及峰度之統計方法不只一種，而SAS[2]採用Fisher氏的Υ_1係數爲歪度介量和Υ_2係數爲峰度介量：$\Upsilon_1 = 0$爲對稱分布，$\Upsilon_1 > 0$分布向右偏斜，$\Upsilon_1 < 0$分布向左偏斜。$\Upsilon_2 = 0$爲常峰，$\Upsilon_2 > 0$爲尖峰，$\Upsilon_2 < 0$爲平峰。Υ_1，Υ_2都是族群介量，由逢機樣品所得之估值稱爲g_1, g_2統計量，並可在常態分布之前提下進行顯著性測驗，但常態分布前提往往不符，尤其在小樣品中，歪度和峰度的顯著性甚不可

靠[2, 8]。因此，欲探明分布的偏歪及峰形，除了根據測定介量之估算及其顯著性測驗以外，尚應利用觀測頻度分布直方圖與常態分布配合曲線間之比較觀察，以補其缺點。

在K值與葉形之變異均符合常態分布之統計前提下，本研究並進而利用簡單相關分析以探討K係數品種變異性與葉形之間的關係。雖然形狀很難定義，但對於不是很複雜的橢圓形或長方形，大多是以其寬度對長度之比例 (W/L) 來表示，此不但清楚簡單，也能容易地將形狀之間的差異標準化[24]。W/L 並可表達葉形的伸長 (elongation) 程度，圓形及正方形具有最大的W/L 值[31]。因此，本研究採以W/L作爲水稻的葉形指標 (leaf shape index)。

爲使所建立之水稻葉面積估算模式能更趨完善，進而利用第二年之30株葉片測量資料作爲模式驗證數據以檢測共同K值的預測準確度。根據所估算的葉面積與實際測量的葉面積之間的離差，估算平均誤差 (mean deviation) 和平均誤差率 (mean percentage of deviation, %) [4, 6]，其計算公式如下：

$$MD = \left(\sum_{i=1}^{p} |TLAm_i - TLAe_i|\right) / p$$

$$MPD(\%) = \left(\sum_{i=1}^{p} |TLAm_i - TLAe_i| \times 100 / TLAm_i\right) / p$$

式中TLAm爲實際測量的全株葉面積，TLAe爲由預測模式所估得的全株葉面積，p爲預測株數。

本研究之各項統計分析均依據SAS[25]統計分析軟體於個人電腦建檔及運算，並利用SigmaPlot軟體繪圖[27]。

結果與討論

一、葉面積估算係數在品種間的變異分布

50個粳稻品種同時利用葉長和最大葉寬，或僅利用葉長之葉面積估算模式所估得的K係數（$K_{L\times W}$、K_L）及其變異係數（CV值），列如表2。所有品種的實測全株葉面積 (TLA) 和葉形指數 (W/L)，亦示於表2。由表中CV值顯示，雖然各品種在不同植株間的葉面積變異很大，且葉片間的葉形也有差異（本研究取樣在齊穗期，劍葉和其他下位葉的葉相往往有異，此造成表2中W/L的CV值明顯較高），但葉面積估算係數在植株間大致都很穩定，而$K_{L\times W}$之變異性更小於K_L。

由圖1顯示，所有50個品種之$K_{L\times W}$分布似呈向右偏斜的尖峰形態（常態檢定值W = 0.934與1之差異達5％顯著水準但未達1％水準，歪度＝1.038極顯著大於0，峰度＝1.553亦顯著大於0）。若分開國內及國外品種來看，國內35個品種之$K_{L\times W}$呈常態分布（W = 0.966接近於1，且歪度及峰度各等於-0.386及0.239甚接近0），其平均值及中量皆爲0.70，標準偏差僅0.01，CV值爲1.98%；國外15個品種之$K_{L\times W}$亦呈常態分布（W = 0.945接近於1，且歪度＝0.240及峰度＝ -1.100皆與0無顯著差異），其平均值及中量皆爲0.72，標準偏差爲0.03，CV值爲4.54%。顯然，國內品種與國外品種的$K_{L\times W}$值是兩個不同的常態分布族群，而所有50個品種之$K_{L\times W}$值的頻度分布則爲混合型常態分布 (normal mixture)。國內品種$K_{L\times W}$分布的變異相當小且都集中在0.70附近，故吾人應該可以利用葉長及最大葉寬乘以0.70 ± 0.01來簡易估算出國內粳稻品種的全株葉面積。至於$K_{L\times W}$值在國外品種之間的變異則較大，估值範圍在0.68～0.78之間，平均$K_{L\times W}$值則爲0.72 ± 0.03。

由圖2顯示，所有50個品種之K_L的頻度分布呈對稱的常態分布（W = 0.972接近於1，且歪度＝0.375及峰度＝0.149皆近於0）。若分開國內及國外品種來看，國內35個品種之K_L爲常態分布（W = 0.940接近於1，歪度＝0.902及峰度＝1.839與0之差異皆達5％顯著水準但未達1％水準），其平均值爲0.90，中量爲0.91，標準偏差爲0.09，CV值爲9.81%；至於國外15個品種的K_L值亦呈常態分布（W = 0.908接近於1，歪度＝0.549及峰度＝-1.064皆與0無顯著差異），其平均值爲0.86，中量爲0.80，標準偏差爲0.14，CV值爲16.80%。比較國內及國外品種的K_L值常態分布曲線，顯然國內品種

表2. 五十個粳稻品種之葉面積估算係數 ($K_{L\times W}$, K_L)、實測之植株總葉面積 (TLAm) 及葉形指數 (W/L)

Table 2. Estimated leaf area coefficients from predictive models ($K_{L\times W}$, K_L), measured total leaf area per plant (TLAm) and leaf shape index (W/L) for 50 japonica rice varieties

Variety [z]	$K_{L\times W}$	CV(%)[y]	K_L	CV(%)	TLAm	CV(%)	W/L	CV(%)
1	0.703	1.05	0.944	2.24	1242.3	13.40	0.042	33.36
2	0.688	0.63	0.863	3.43	1586.9	14.15	0.039	36.38
3	0.726	1.05	1.182	4.30	1254.1	41.16	0.036	25.72
4	0.686	1.61	0.892	4.53	1613.8	23.67	0.037	31.85
5	0.698	0.52	0.959	4.65	2047.7	10.49	0.037	34.71
6	0.701	0.50	0.830	2.86	1755.8	4.44	0.036	35.56
7	0.689	1.40	0.922	5.26	1271.1	16.85	0.040	31.78
8	0.712	1.41	0.800	4.26	1041.8	18.99	0.040	26.76
9	0.694	1.30	0.857	3.48	1814.7	13.18	0.039	38.55
10	0.707	1.49	0.961	2.60	1560.3	11.89	0.039	37.06
11	0.710	1.28	0.910	3.59	1830.3	24.14	0.036	32.18
12	0.690	1.14	0.912	1.59	1387.9	14.30	0.039	32.28
13	0.704	0.92	0.804	4.65	420.6	52.42	0.023	20.86
14	0.699	0.40	0.816	1.74	1224.8	24.36	0.037	28.65
15	0.696	2.25	0.823	6.24	1300.5	27.72	0.043	34.82
16	0.724	0.99	0.811	1.37	841.0	5.90	0.038	43.10
17	0.688	1.01	0.836	2.47	1250.0	11.15	0.045	25.99
18	0.686	0.46	0.933	4.20	2078.3	9.13	0.037	29.79
19	0.711	0.76	0.925	1.80	1851.1	8.66	0.045	33.39
20	0.690	1.60	0.812	4.46	1580.7	11.35	0.036	33.21
21	0.700	1.38	0.970	3.61	2417.8	19.09	0.038	30.48
22	0.710	1.11	0.966	0.83	1452.9	17.38	0.040	31.23
23	0.727	0.69	1.050	1.85	2104.2	11.04	0.042	35.47
24	0.712	1.02	0.941	3.00	1277.8	13.30	0.038	35.02
25	0.719	1.33	0.952	5.73	1218.0	22.33	0.042	33.83
26	0.704	0.78	0.817	1.55	857.2	15.18	0.044	26.28
27	0.713	0.32	0.736	2.69	1686.8	5.33	0.036	31.49
28	0.699	1.02	0.884	2.86	1258.2	21.64	0.041	26.57
29	0.708	0.85	0.951	3.40	1787.7	12.06	0.040	33.21
30	0.713	1.36	0.869	2.67	867.8	7.52	0.044	34.96
31	0.671	0.88	0.796	3.22	1564.1	7.47	0.039	28.19
32	0.667	3.23	0.876	3.31	1408.4	15.58	0.039	33.48
33	0.713	1.63	1.065	2.17	1553.5	12.84	0.045	31.25
34	0.707	0.70	0.940	5.65	1694.7	14.71	0.036	27.11
35	0.693	0.76	0.924	1.61	1037.1	8.92	0.035	32.93
36	0.722	1.40	0.739	0.77	772.7	13.08	0.049	25.07
37	0.678	1.72	0.783	2.30	1819.1	12.51	0.040	24.87
38	0.704	1.95	0.708	1.99	889.6	7.60	0.040	24.43
39	0.760	3.59	0.802	3.72	456.1	9.89	0.056	32.41
40	0.745	0.74	0.895	1.09	738.0	30.47	0.066	22.29
41	0.715	0.62	1.109	2.61	2177.4	29.13	0.037	39.18
42	0.693	1.42	0.701	3.81	1060.5	8.48	0.039	34.40
43	0.681	1.10	0.895	2.98	1569.1	10.23	0.045	29.42
44	0.726	1.31	0.965	3.27	1698.3	24.75	0.045	26.66
45	0.677	1.91	0.734	2.81	1659.7	8.27	0.038	33.65
46	0.691	0.98	0.916	5.67	1668.4	13.19	0.041	41.25
47	0.778	0.85	1.060	3.67	680.2	33.52	0.073	20.14
48	0.761	2.35	0.767	3.43	723.8	25.90	0.048	20.83
49	0.746	1.40	1.067	5.06	974.2	12.96	0.059	23.33
50	0.724	1.31	0.683	4.28	701.3	25.08	0.027	42.84

[z] see Table 1.

[y] coefficient of variation.

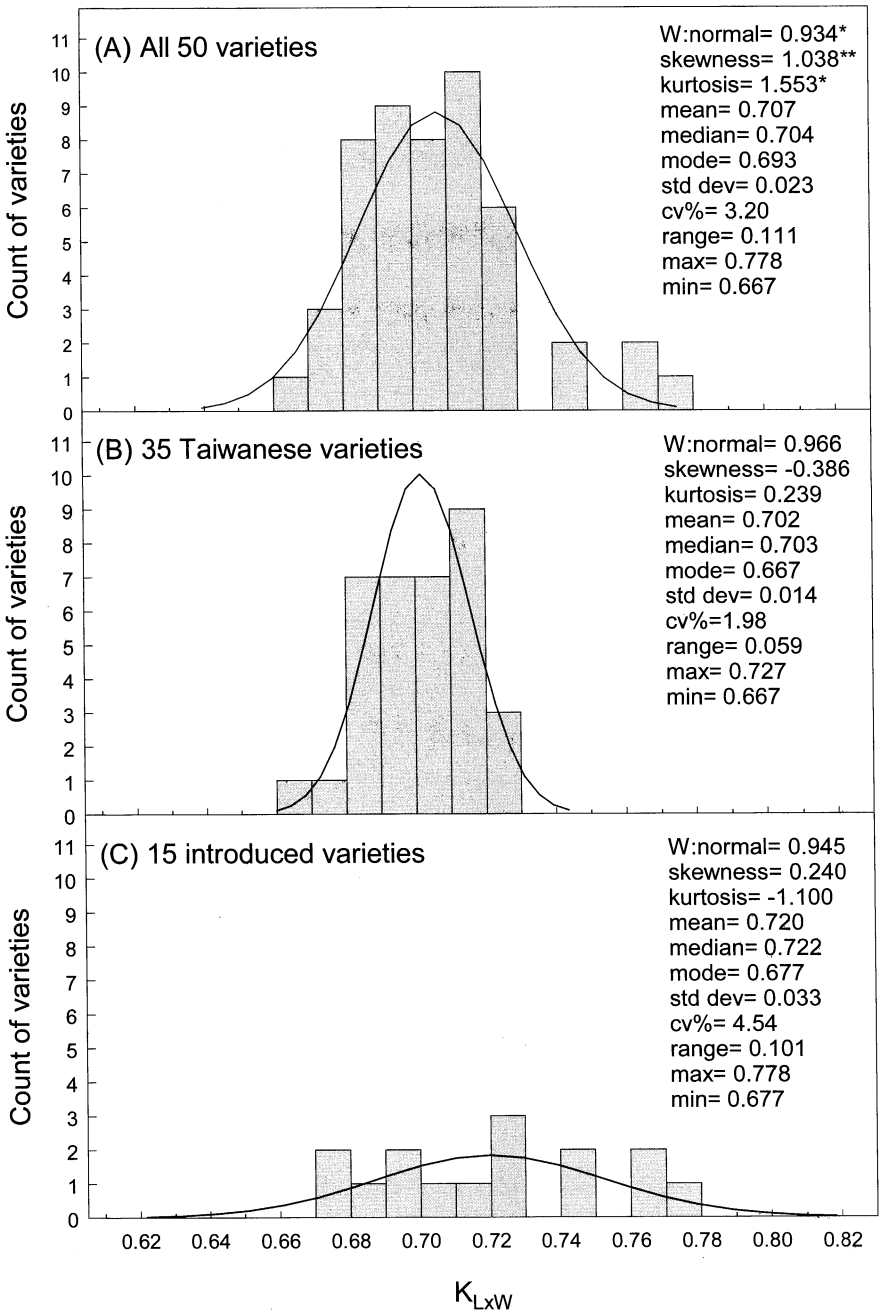


圖 1. (A)所有，(B)國內，(C)國外粳稻品種的葉面積估算係數 K_{LxW} 之分布。（直方圖爲觀測之頻度分布，曲線爲配合之常態分布；*, ** 爲假說測驗結果各達 5 及 1 %顯著性水準）

Fig. 1. Distribution of the K_{LxW} coefficient for estimating leaf area of japonica rice from (A) all, (B) Taiwanese, and (C) introduced varieties. (Histogram for observed frequency distribution, and fitted curve for expected normal distribution; *, **: significant at 5 and 1% level under the test of hypothesis)

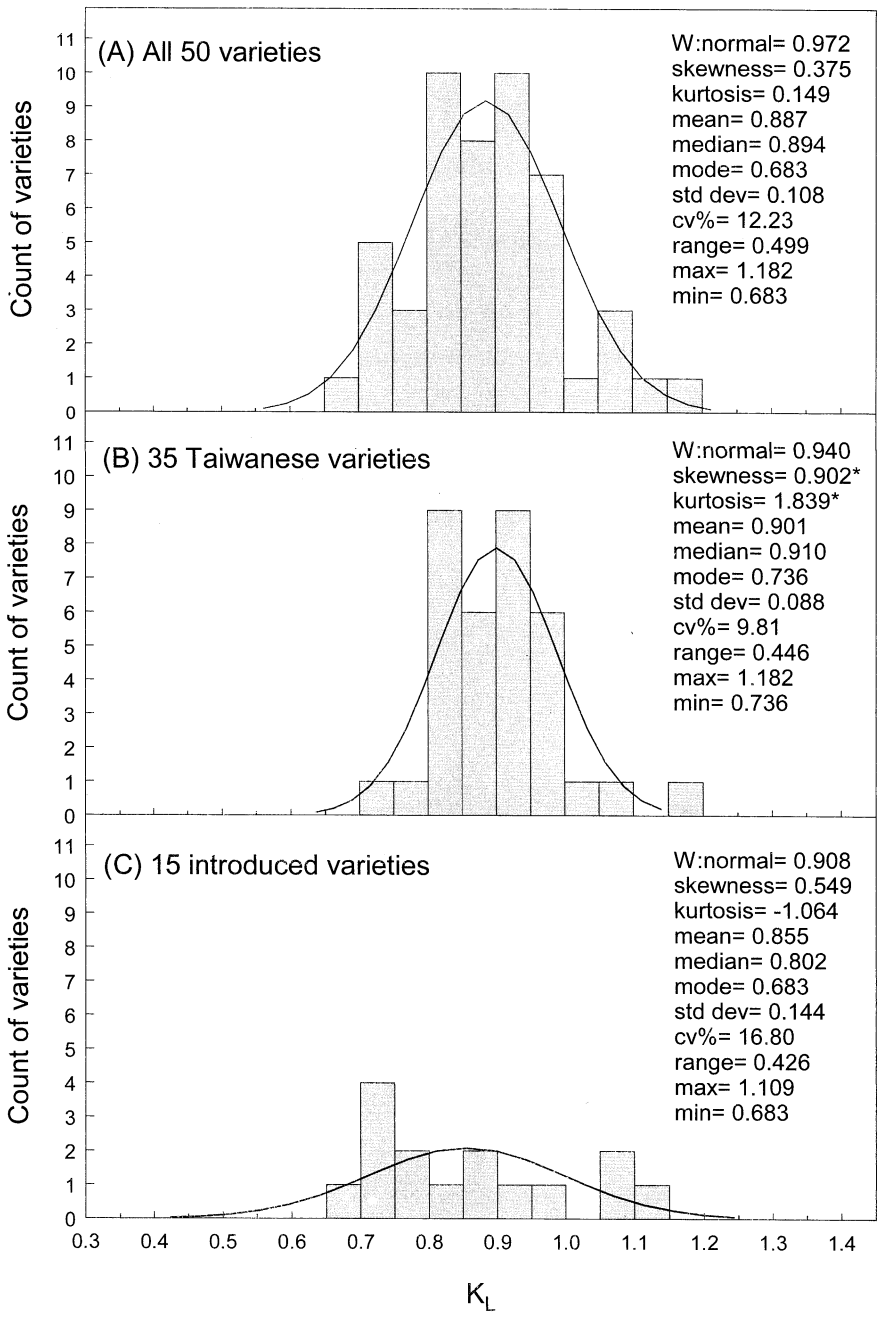


圖2. (A)所有，(B)國內，(C)國外粳稻品種的葉面積估算係數K_L之分布。（直方圖爲觀測之頻度分布，曲線爲配合之常態分布；*, **爲假說測驗結果各達5及1%顯著性水準）

Fig. 2. Distribution of the K_L coefficient for estimating leaf area of japonica rice from (A) all, (B) Taiwanese, and (C) introduced varieties. (Histogram for observed frequency distribution, and fitted curve for expected normal distribution; *, **: significant at 5 and 1% level under the test of hypothesis)

的K_L值分布之變異較小。

二、葉面積估算係數與葉形之間的關係

在探討葉面積估算係數與葉形間的關係之前，有必要先瞭解葉形在各品種間的變異性。由圖3顯示，所有50個品種之葉形指數 (W/L) 的頻度分布不是一個常態分布，而呈極明顯的右偏斜尖峰形態（W = 0.811 偏離1，且歪度＝1.754及峰度＝5.638皆極顯著大於0）。若分開國內及國外品種來看，國內35個品種之W/L呈左偏斜尖峰的非常態分布（W = 0.853 偏離1，且歪度＝-1.683極顯著小於0而峰度＝6.968極顯著大於0），W/L之平均值及中量均爲0.04，標準偏差爲0.004，CV值爲10.30％；國外15個品種之W/L則呈常態分布（W = 0.931 接近於1，且歪度=0.759及峰度=0.394皆接近0），其平均值及中量均爲0.05，範圍在0.03～0.07之間，標準偏差爲0.037，CV值爲25.68%。顯然，除了編號13的臺育1342號之葉形較狹長（W/L = 0.023，如表2所示，該品系之存在也是造成圖3-B之頻度分布向左偏斜的主要原因，若不計入該品種，則國內品種之W/L分布呈常態分布）外，其他34個國內育成粳稻品種的葉形指數似乎都極爲固定，W/L皆在0.04左右。按此是因爲國內對於水稻之育種工作通常選拔適於密植栽培及對氮素具高反應能力的株型 (plant type)[7]，在諸多與理想株型有關的形態性狀中，以短桿及較小而直立的葉片最受重視，如此有助於提升光能利用效率，在密植與重氮肥栽培條件下可以達到增產目的[5,12,14,18]，尤其水稻最上位2至3葉應小而直，且在相同葉面積下，具較多且較短葉片株型的品種，產量潛能亦較高[19]。而林[1]亦指出，國內大部分的粳稻品種譜系中，都含有台中65號（該品種爲自光復初期到民國45年期間栽培面積最廣的品種），彼此間有較高的親緣係數。此或也是國內粳稻品種葉片性狀較爲固定之緣故。

從上述分布檢定結果得知，國內及國外品種的K係數（$K_{L\times W}$或K_L）及葉形指數分屬於兩個不同的常態分布族群（若葉形不計入編號13的臺育1342號），因此進而分開國內及國外品種來分析K與W/L之間的相關關係，結果如圖4, 5所示。由於國內育成品種的葉形較爲固定，故葉形指數與葉面積估算係數（$K_{L\times W}$或K_L）的相互關係並不明顯，無論是否包含臺育1342號，其相關係數均不顯著（圖4, 5-A）。而國外15個品種之葉形指數與葉面積估算係數（$K_{L\times W}$或K_L）之間則呈顯著或極顯著正相關（圖4, 5-B）。

綜合以上結果得知，基本上$K_{L\times W}$和K_L與基因型的葉形有明顯正相關關係，愈是狹長的葉形品種，其葉面積估算係數的估值也愈小。但由於國內育成品種的葉形較爲固定，傾向於育成短葉片的株型，葉形指數幾乎都集中在0.04左右，故葉面積估算係數並不會受到葉形影響其估值大小。而本研究所使用的15個國外粳稻品種，其葉形的變異較爲分散，因此其所估得的葉面積估算係數與基因型種類明顯有關。正因爲如此，國內品種K係數的常態分布變異較小，而國外品種K係數的分布變異性較大。而K_L僅與葉長有關，由於不同品種間葉長之變異性通常高於葉長和葉寬之比例者，因此K_L在品種間的變異性自然也較$K_{L\times W}$爲高。國內品種之平均$K_{L\times W}$值爲0.70 ± 0.01，平均K_L爲0.90 ± 0.09；國外品種平均$K_{L\times W}$值爲0.72 ± 0.03，平均K_L爲0.86 ± 0.14。由此看來，若欲尋得一個可適用於國內所有粳稻品種的共同葉面積估算係數來估算其全株葉面積，只能利用葉長及最大葉寬乘以0.70。若欲考慮更省工省時的簡便模式以估算國內粳稻品種之全株葉面積，雖可進而採用K_L值[6]，但由於其在品種間仍有差異，範圍在0.74～1.18之間，恐難以尋得一個適用於所有品種的共同估計值。至於國外粳稻品種，其$K_{L\times W}$和K_L與基因型的葉形有明顯正相關關係，因此須視基因型種類來決定其葉面積估算係數估計值。

三、國內品種利用共同K係數預測全株葉面積的準確度

爲進而檢測上述共同$K_{L\times W}$值的預測準確度，進而利用從上述國內育成品種中所選取的11個品種（其中5個品種爲目前國內栽培面積較多的推廣品種，而其他6個品種則係自其餘國內品種中逢機選出）於2000年之試驗資料，以其葉長及最大葉寬乘以0.70來估算出其全株葉面積，並與實測葉面積作一比較。該11個品種的$K_{L\times W}$值之變域在0.689～0.727之間（表2），與前述35個國內品種$K_{L\times W}$值之變域

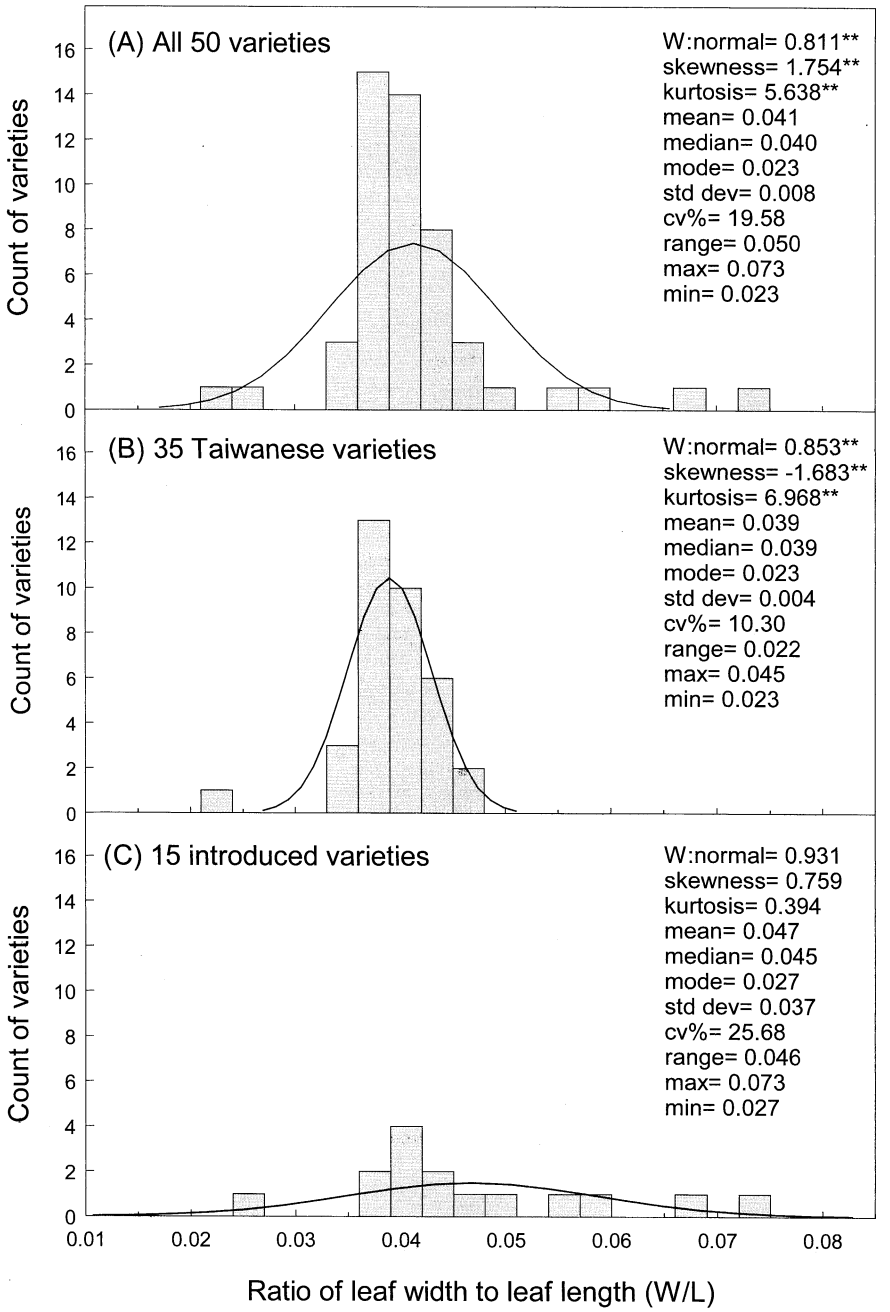
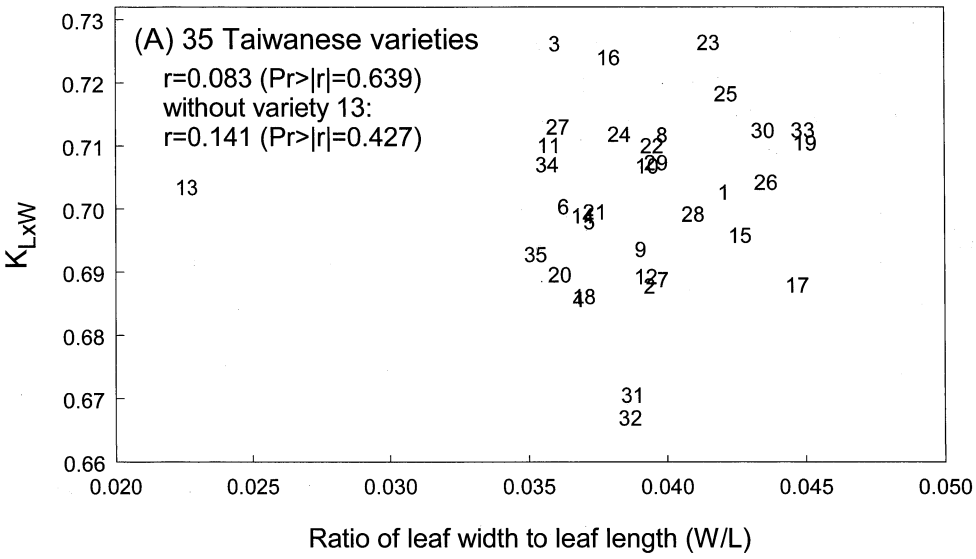


圖3. (A)所有，(B)國內，(C)國外粳稻品種的葉形指數W/L之分布。（直方圖爲觀測之頻度分布，曲線爲配合之常態分布；*, ** 爲假說測驗結果各達5及1%顯著性水準）

Fig. 3. Distribution of the leaf shape index W/L for estimating leaf area of japonica rice from (A) all, (B) Taiwanese, and (C) introduced varieties. (Histogram for observed frequency distribution, and fitted curve for expected normal distribution; *, **: significant at 5 and 1% level under the test of hypothesis)



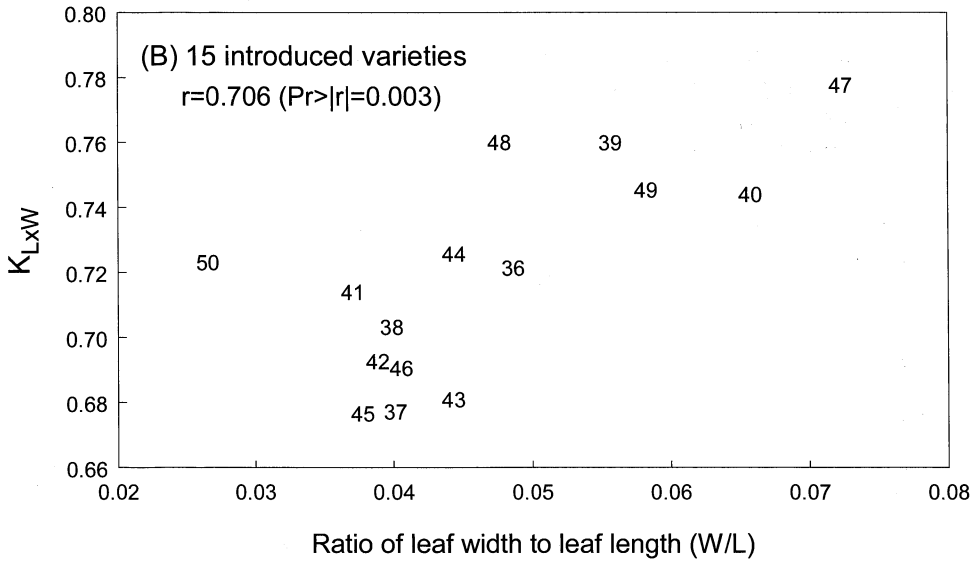


圖 4. (A) 國內及 (B) 國外稉稻品種的葉面積估算係數 (K_{LxW}) 與葉形指數 (W/L) 間的關係.

Fig. 4. Relationship between the K_{LxW} coefficient and leaf shape (W/L) of japonica rice from (A) Taiwanese, and (B) introduced varieties.

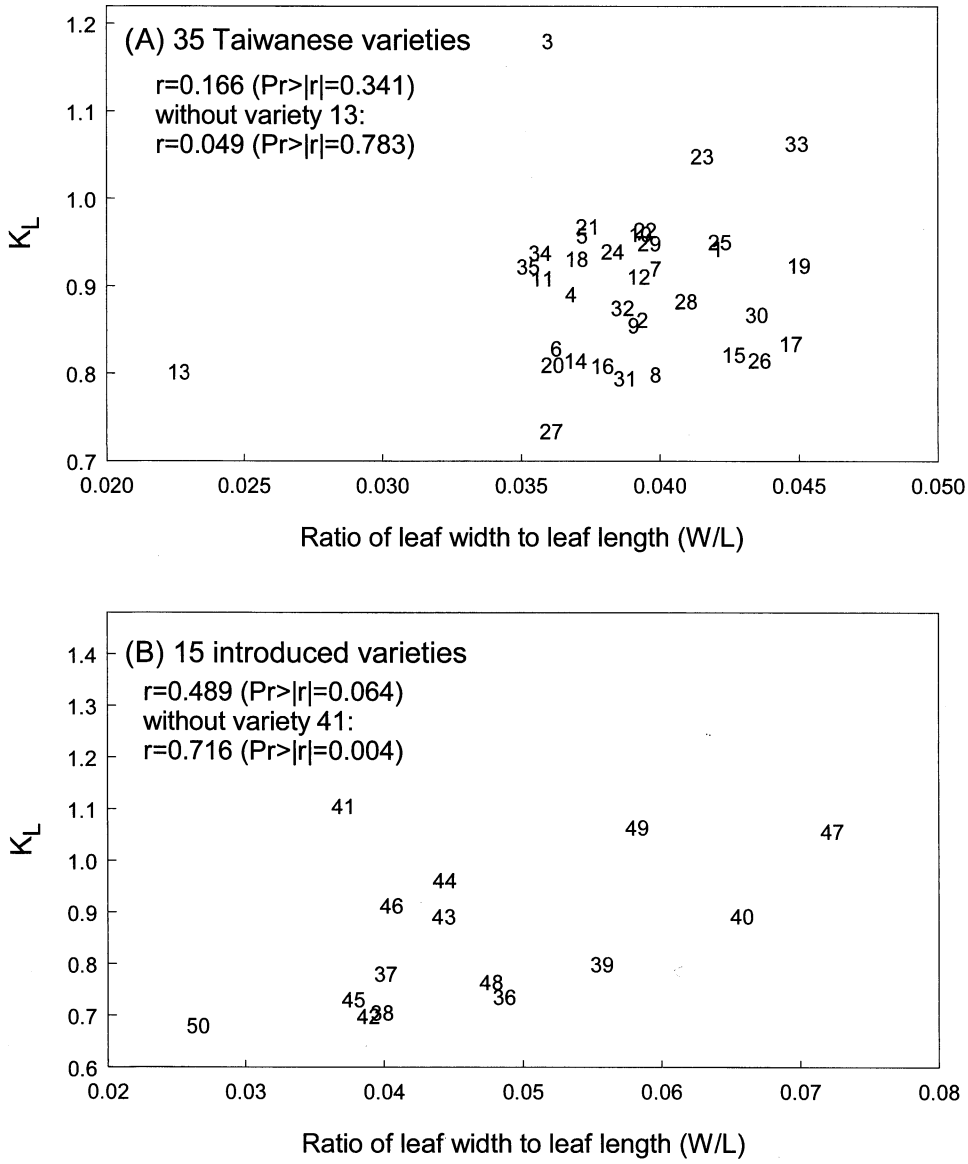


圖 5. (A) 國內及 (B) 國外粳稻品種的葉面積估算係數 (K_L) 與葉形指數 (W/L) 間的關係.

Fig. 5. Relationship between the K_L coefficient and leaf shape (W/L) of japonica rice from (A) Taiwanese, and (B) introduced varieties.

（0.667～0.727，表2）相近，其預測準確度檢測結果，應該足以推至所有國內粳稻品種。預測能力之驗證結果如表3所示，利用0.70之共同$K_{L\times W}$值所預測的全株葉面積皆頗接近於實測葉面積，其平均估算一株的預測誤差均小於108cm^2，平均誤差率皆在5％以下，此與統計上一般以5% 爲顯著水準之第一型錯誤率 (type I error) 相吻合，顯示利用此$K_{L\times W}$值來進行國內粳稻品種的預測能力在可接受程度之內。

表3. 十一個國內粳稻品種以共同$K_{L\times W}$值 (0.70) 估算全株葉面積的預測準確度

Table 3. Accuracy of predicting total leaf area per plant for 11 Taiwanese japonica rice varieties using the common $K_{L\times W}$ coefficient (0.7)

Variety no.[z]	Name	TLAm[y] (cm^2)	TLAe[x] (cm^2)	MD[w] (cm^2)	MPD[v] (%)
6	Hsinchu 64	1599.0	1618.9	29.9	1.89
7	Hualienkang 12	2294.4	2320.1	37.7	1.67
8	Kaohsiung 139	2011.0	2100.9	89.9	4.40
12	Kaohsiung 64	2118.4	2217.0	98.7	4.61
22	Taikeng 8	1879.8	1839.3	47.0	2.52
23	Taikeng 9	2266.6	2247.9	107.1	4.77
24	Taikeng 10	1953.1	1903.1	54.2	2.57
26	Taikeng Glutinous 5	1785.4	1762.0	28.8	1.64
27	Tainung 34	1715.9	1714.6	18.9	1.14
30	Tainung 67	2116.0	2071.2	61.4	2.91
33	Taipei 173	1873.9	1941.3	67.9	3.35

[z] corresponding to the variety no. in Table 1.

[y] TLAm= measured total leaf area per plant.

[x] TLAe= estimated total leaf area per plant from predictive model.

[w] MD= mean deviation.

[v] MPD= mean percentage of deviation.

按葉面積性狀雖屬數量性狀，存在基因型與環境交感作用，然從本研究結果得知，用來簡易估算葉面積的$K_{L\times W}$係數在國內粳稻品種之間相當穩定，且不致因年度環境不同而影響其預測效果。因此，應該可以普及應用於國內品種一期作之全株葉面積估算，此有利於育種施行程序中擬評估之基因型數甚多的試驗場合。至於在二期作之不同環境條件下，是否仍然與本試驗一期作所獲結論一致，限於篇幅，將留待下一篇報告討論。

誌　謝

本研究承蒙本所農藝系生理研究室提供水稻試驗材料，特此誌謝。

引用文獻

1. 林茂森。2000。臺灣水稻品種之歸群分析。中華農學會報 1: 90-98。
2. 何培基。1988。SAS/PC程序手冊。10-19頁。台灣台北。
3. 柯建全、張山蔚、黃膺任。1999。利用影像處理鑑定害蟲之危害度：毛豆葉片。嘉義技術學院學報 63: 123-133。
4. 陳烈夫、呂椿棠、呂秀英、賴吉雄。1993。水田檳榔心芋葉面積之簡易估算法。中華農業研究 42: 162-172。
5. 陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江。1996。臺灣水稻產量的一些生理問題。稻作生產改

進策略研討會專刊。臺灣省農業試驗所專刊第59號：79-88頁。
6. 陳烈夫、呂秀英、魏夢麗、呂椿棠。2000。水稻非破壞性葉面積估算模式之準確度及應用性的比較。中華農業研究 49: 1-13。
7. 張富洲、劉大江。1991。水稻分蘗之生理研究（四）不同節位葉片形態性狀與稻穀產量間之相關。中華農藝1: 21-34。
8. 葉樹藩。1977。試驗統計學。77-80頁。八版。國立台灣大學農學院生物統計研究室。
9. 蕭柊瓊、劉清。1986。玉米單葉面積與全株葉面積之簡易估算法。中華農業研究35: 276-282。
10. Acharya, D., P. Chattopadhyay, and S. Dana. 1984. Correlations and inheritance of primary leaf size in mungbean. Indian J. Genet. 44: 121-126.
11. Beerling, D. J., and J. C. Fry. 1990. A comparison of the accuracy, variability and speed of five different methods for estimating leaf area. Ann. Botany. 65: 483-488.
12. Chandler, R. F. Jr. 1969. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. *In*: Physiological Aspects of Crop Yield (ed. by Eastin, J. D., Haskins, F. A., Sullivan, C. Y. and Van Bavel, C. H. M.). Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
13. Daughtry, C. S. T., and S. E. Hollinger. 1984. Costs of measuring leaf area index of corn. Agron. J. 76: 836-841.
14. Evans, L. T. 1975. Crops and world food supply, crop evolution, and the origins of crop physiology. *In*: Crop Physiology-Some Case Histories (ed. by Evans, L. T.). Cambridge Univ. Press, London.
15. Francis, C. A., J. N. Rutger, and A. F. E. Palmer. 1969. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). Crop Sci. 9: 537-539.
16. Kato, M., K. Inthavogsa, and K. Imai. 1989. An estimation of leaf area in edible canna (*Canna edulis* Ker.). Japan. J. Crop Sci. 58: 753-754.
17. Ma, L., F. P. Gardner, and A. Selamat. 1992. Estimatiion of leaf area from leaf and total mass measurements in peanut. Crop Sci. 32: 467-471.
18. Matsushima, S. 1975. Crop Science in Rice-Theory of Yield Determination and Its Application. pp. 252-253. Fuji Pub. Co., Ltd., Tokyo.
19. Matsushima, S. 1976. High-yielding Rice Cultivation. pp.31-32, 48-54, 109-128. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
20. Milford, G. F. J., and J. Riley. 1980. The effects of temperature on leaf growth of sugar beet varieties. Ann. Appl. Biol. 94: 431-443.
21. Palaniswamy, K. M., and K. A. Gomez. 1974. Length-width method for estimating leaf area of rice. Agron. J. 66: 430-433.
22. Payne, W. A., C. W. Wendt., L. R. Hossner, and C. E. Gates. 1991. Estimating pearl millet leaf area and specific leaf area. Agron. J. 83: 937-941.
23. Persaud, N., M. Gandah, M. Ouattara, and N. Mokete. 1993. Estimating leaf area of pearl millet from linear measurements. Agron. J. 85: 10-12.
24. Phillips, R. B. 1983. Shape characters in numerical taxonomy and problems with ratio. Taxon 32: 535-544.
25. SAS User's Guide: Statistics. 1988. Mc:SAS Institute Inc.
26. Schneiter, A. A. 1978. Non-destructive leaf area estimation in sunflower. Agron. J. 70: 141-142.
27. SigmaPlot User's Manual. 1997. Jandel Scientific Cor.
28. SigmaScan & SigmaScan Pro User's Manual. 1995. Jandel Scientific Cor.
29. Van Arkel H. 1978. Leaf area determinations in sorghum and maize by the length width method. Neth. J. Agric. Sci. 26: 170-180.
30. Wiersma, J. V., and T. B. Bailey. 1975. Estimating of leaflet, trifoliolate, and total leaf areas of soybeans. Agron. J. 67: 26-30.
31. Yonekawa, S., N. Sakai, and O. Kitani. 1996 . Identification of idealized leaf types using simple dimensionless shape factors by image analysis. Transactions of the ASAE. 39: 1525-1533.

Genotypic Variation in Coefficients for Estimating Leaf Area of Rice [1]

Lit-Fu Chan[2], Meng-Li Wei[3], Chun-Tang Lu[3] and Hsiu-Ying Lu[3]

Summary

Leaf area of rice plant can be rapidly estimated by the non-destructive measurement of leaf dimensions. A coefficient of $K_{L\times W}$ is required when the product of leaf length (L) and maximum width (W) are used for the measurement. Furthermore, the coefficient of K_L multiplied by leaf length alone can also be used to estimate the area of both expanded and non-expanded leaves. The objective of this study was to investigate the genotypic variation of these coefficients for estimating leaf area in rice. In the first experiment carried out in 1999, 50 japonica rice varieties (including 35 varieties bred in Taiwan and 15 collected from other origins) were used as materials. The distribution of K coefficients is normal for either Taiwanese or introduced varieties tested. However, the genotypic variation of K coefficients of Taiwanese varieties was smaller than that of introduced varieties. For Taiwanese varieties, the average $K_{L\times W}$ was 0.70 ± 0.01 and K_L was 0.90 ± 0.09; while those of introduced varieties were 0.72 ± 0.03 and 0.86 ± 0.14, respectively. The genotypic variation of $K_{L\times W}$ was smaller than that of K_L. A positive correlation between K coefficients and leaf shape (ratio of W/L) was observed. However, the K values were not significantly affected by leaf shape for Taiwanese varieties since the W/L ratio of all varieties was close to 0.04. An overall average $K_{L\times W}$ value of 0.70 was therefore derived to predict leaf area of Taiwanese japonica rice varieties irrespective of the genotype considered. To test the prediction accuracy of this common $K_{L\times W}$, 11 randomly selected rice varieties were used as materials in a second experiment carried out in 2000. The results showed that all the difference between the estimated and measured leaf area was less than 5 per cent.

Key words : Rice, Leaf area, Genotypic variation, Distribution test, Leaf shape.

---

1. Contribution No. 2065 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Research Assistant, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, and Senior Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 38～46 (2001)

稻穗構成性狀與食味間關係之研究[1]

吳永培[2] 許愛娜[3] 黃懿秦[4]

摘要：爲探討稻穗構成性狀與米食味官能品評特性間之關係，供試54個水稻品種包含24個印度型稻及30個日本型稻爲材料，於1998年第一期作種植於嘉義農業試驗分所試驗田，結果發現在印度型稻中米飯之口味、黏性與二次枝梗粒數、每穗粒數、每穗穎花數、穗著粒密度呈顯著正相關；而外觀與穗著粒密度間亦呈顯著正相關，而硬性僅與產量呈顯著正相關。至於日本型稻則僅食味總評與稻穀產量一項呈顯著負相關；硬度與二次枝梗粒數、穗數間呈顯著正相關，然穗數與黏性呈顯著負相關。顯示印度型稻與日本型稻穗構成性狀與食味間之關係不同。

關鍵詞：穗構成性狀、食味、水稻。

前　言

水稻是世界主要的糧食作物之一，稻穗是穀粒主要著生位置，攸關稻穀產量之表現。關於稻穗形態及構造之研究已有很多研究：如著重於穀粒發育過程之生理形態或解剖發育等方面之了解[10]，或探討穗發育過程中之劃分、穗形成過程及穗構造等課題者[13, 18, 16]；王[1]和謝[12]或針對產量構成要素與穀粒產量間之關係進行探討。而有關產量構成要素之選擇，早期學者曾以株高、穗長、穗重和穎花數等作爲產量構成要素，近年來則多以穗數、一穗穎花數、稔實率及千粒重等四項作爲產量構成要素。此外，亦有研究指出水稻穗形態受環境之影響大於遺傳控制，其受氣象因素[8]、種植密度、施肥時期、施肥量之影響而改變[21, 15]，但平均每一個一次枝梗上著生之穀粒數目變異不大，多介於5－6粒之間，而二次枝梗上之穎花數則易受施肥、栽植密度及分蘗早晚之影響而有較大之變動[17]。

稻穀是水稻生產之最終產物，而穀粒著生於稻穗上，因此稻穗形態特性之表現與穀粒產量間應有相當密切之關係[5, 6]，基此，國內水稻育種者常以穗形與株型之表現選拔具高產潛能之品種，致使稻穗構成性狀之表現成爲國內育種者選拔之重要依據，而選育高產品種則仍是許多育種者主要之追求目標。然隨著國人生活水準之提升，對好吃之稻米要求日益殷切，因此良質米品種之選育乃成爲當前育種之重要目標，而在兼顧產量與品質雙重目標下，瞭解稻穗構成要素等與稻米品質特性間之關係爲一十分重要的問題。

然探討穗構成性狀與品質特性間關係之研究報告並不多，雖然吳[4]曾就水稻穗構成性狀與單株產量、米粒外觀品質間之關係進行探討，並指出穗構成性狀與穀粒產量、心白粒率、腹白粒率、粒形、糙米千粒重等有相關，且隨期作不同其關係亦有差異。而由國外研究中亦發現稻穗不同位置著生之穀

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2066號。

2. 本所嘉義分所助理。臺灣省　嘉義市。

3. 行政院農業委員會台中區農業改良場副研究員。臺灣省　彰化縣　大村鄉。

4.國立台灣大學 農藝系教授。台北市。

粒，其直鏈澱粉與蛋白質含量上有差異存在[19]，而稻穗上一次枝梗、二次枝梗生產之穀粒，在食味、黏度特性、直鏈澱粉及貯藏性蛋白質含量上亦有差異存在，並以一次枝梗上之穀粒品質表現較佳[20]。唯上述研究對於品種間穗構成性狀與食味良劣之關係並未深入了解。因此，本研究利用國內常用之水稻育種親本爲材料，探討品種間穗構成性狀與食味官能品評特性間之關係，以爲將來育種之參考。

材料與方法

一、材料處理與性狀之分析

本試驗使用54個栽培稻品種爲材料，品種之名稱、代號及類型均如表1所示。所有材料於1998年一期作種植於行政院農業委員會嘉義農業試驗分所試驗田，每品種種植3行，每行25株，行株距爲25×20公分，合計種植75株，不設重複，栽培管理方式採用嘉義地區的慣行法。各品種於成熟適期收穫中間行水稻20株，並由20株中再逢機取出40個稻穗供每一稻穗構成性狀調查用，各稻穗構成性狀均以所調查之40個稻穗平均值表示之，調查項目有：

表1. 本試驗用水稻材料名稱表

Table 1. Rice varieties used in this experiment

Entry No.	Type	Variety name	Entry No.	Type	Variety name
1	Japonica	Koshihikari	28	Japonica	Taichung 189
2	Japonica	Akitakomachi	29	Japonica	Taichung 178
3	Japonica	Nipponbare	30	Japonica	Kaohsiung 139
4	Japonica	Kinuhikari	31	Indica	IR8
5	Japonica	Hokuriku 100	32	Indica	IR26
6	Japonica	Taikeng 1	33	Indica	IR36
7	Japonica	Taikeng 2	34	Indica	IR50
8	Japonica	Taikeng 3	35	Indica	IR64
9	Japonica	Taikeng 4	36	Indica	IR72
10	Japonica	Taikeng 5	37	Indica	IR3941-25-1
11	Japonica	Taikeng 6	38	Indica	POKHARELI
12	Japonica	Taikeng 7	39	Indica	Taichung native 1
13	Japonica	Taikeng 8	40	Indica	TaichungSen 10
14	Japonica	Taikeng 9	41	Indica	ChianungSen 6
15	Japonica	Taikeng 10	42	Indica	ChianungSen 8
16	Japonica	Taikeng 11	43	Indica	ChianungSen 11
17	Japonica	Taikeng 13	44	Indica	TainungSen 12
18	Japonica	Taikeng 14	45	Indica	TainungSen 14
19	Japonica	Taikeng 15	46	Indica	TainungSen 18
20	Japonica	Taikeng 16	47	Indica	TainungSen 19
21	Japonica	Tainung67	48	Indica	TainungSen 20
22	Japonica	Tainung 68	49	Indica	TaichungSen 17
23	Japonica	Tainung 69	50	Indica	DELLA
24	Japonica	Tainung 70	51	Indica	LEMONT
25	Japonica	Chianung 242	52	Indica	L202
26	Japonica	Hsinchu 56	53	Indica	CALROSE 76
27	Japonica	Taipei 309	54	Indica	NATO

穗長：稻穗軸基部至最尖端穀粒之長度 (cm)。
穗重：稻穗軸基部至最尖端穀粒之重量 (g)。
一次枝梗數：每一稻穗上一次枝梗之數目。
一次枝梗粒數：每一稻穗上一次枝梗著生之穀粒總數。
二次枝梗數：每一稻穗上二次枝梗之數目。
二次枝梗粒數：每一稻穗上二次枝梗著生之穀粒總數。
稔實率：每一稻穗上稔實穀粒除以每穗穎花數之比值。
每穗粒數：每一稻穗上稔實之穀粒數（一次枝梗粒數＋二次枝梗粒數）。
每穗穎花數：每一稻穗上之穎花數目。
穗著粒密度：每穗粒數除以穗長表示，即每公分穗長上著生之穀粒數目。
稻穀產量：75株水稻穀粒產量換算成每單位平方公尺之穀粒重量 (g/m^2)。

至於其餘55株水稻則於收穫調製後供食味官能品評特性分析用。收穫後的稻穀以50℃烘箱調製至水分含量14%左右，再將樣品以日製Satake脫穀機 (Satake Co., Japan) 碾成糙米，糙米以試驗用小型精米機 (Yamamoto Co., Japan) 碾成白米，樣品調製後均置於4℃冷藏櫃中備用。

二、食味官能品評特性之分析

米飯官能品評係依據許與宋[9]之方法煮飯，利用四人份日製虎牌電子鍋四個，其中之一蒸煮之樣品爲對照品種，其來源爲台中區農業改良場試驗田生產之台粳9號稻米，其餘三個電子鍋則蒸煮測試樣品，每樣品秤取白米300g，先以強勁水流稍加用力攪拌後排水，重複一次後，再將鍋內注滿水並攪拌後排水，之後即加水蒸煮。加水量糯稻爲360g，即米量爲1.2倍；低直鏈澱粉含量品種時爲405g，即爲米量的1.35倍；而中等與高等直鏈澱粉含量品種則爲630g，即米量的2.1倍。至於直鏈澱粉含量係以自動化學分析儀 (Autoanalyzer, Alpkem Co., USA.) 進行分析，再依Juliano[14]的分法判別樣品的糯性、低、中和高直鏈澱粉之屬性，其分法爲1～2％是糯稻，而7～20％爲低直鏈澱粉、20～25％爲中等直鏈澱粉，高於25％則爲高直鏈澱粉含量。加水後將樣品放入電子鍋內靜置半小時便按下開關蒸煮，開關跳起後再燜20分鐘始將飯攪鬆，蓋上紗布後再燜半小時即開始進行品評試食。試食人員以8～12人爲原則，分別就外觀 (appearance)、香味 (aroma)、口味 (flavor)、黏性 (cohesion)、硬性 (hardness) 與總評 (overall sensory evaluation) 等六項與對照品種台粳9號比較。各項食味官能評估值則經常態分數 (normal score) 轉換後供各項統計分析用。

三、統計之分析

分別進行印度型稻及日本型稻穗構成性狀與食味官能評估特性之簡單相關分析。

結　果

印度型稻及日本型稻各項穗構成性狀調查之結果列於表2，其中54個品種之穗長平均長度爲19.78公分，以Hokuriku 100 (No.5) 之15公分最短，而以POKHARELI (No.38) 之27.13公分最長；穗重平均重量爲2.92g，以ChianungSen 8 (No.42) 之1.5g最輕，而以Taikeng 10 (No.15) 之4.13g最重；一次枝梗數平均值爲10.65個，以IR64 (No.35) 之7.55個最少，而L202 (No. 52) 12.88個最多；一次枝梗粒數平均值爲55.29粒，以IR50 (No.34) 之35.03粒最少，而以NATO (No.54) 之71.25粒最多；二次枝梗數平均值爲23.09個，以Nipponbare (No.3) 之11.2最少，而以Taichung native 1 (No.39) 之55.9個多；二次枝梗粒數平均值爲61.73粒，以Taichung native 1 (No.39) 之16.35粒最少，而以NATO (No.54) 之114.5粒最多；稔實率平均值爲0.85，以高雄139 (No.30) 之0.71最低，而Taikeng 11 (No.16) 之0.96最高；每穗粒數平均值爲117.02粒，以Taichung native 1 (No.39) 之51.83粒最少，而以NATO (No.54) 之185.78粒最多；每穗穎花數平均值爲138.1個，以Taichung native 1 (No.39) 之58.51最少，而以NATO (No.54)

表2. 54個品種穗構成性狀之表現

Table 2. Performances of the panicle characters of 54 rice varieties

Entry No.	PL	PW	PB	PBG	SBN	SBG	FER	PFG	PS	PN	DEN	Yield
1	16.08	2.00	8.98	46.38	16.03	44.10	81	90.48	111.03	9.55	5.63	335
2	17.28	2.05	10.65	58.18	15.18	40.38	81	98.56	121.51	10.00	5.70	350
3	15.35	1.75	9.78	52.75	11.23	30.70	79	83.45	105.43	12.50	5.44	368
4	15.70	2.45	10.48	58.75	18.20	50.35	87	109.10	125.75	11.15	6.95	425
5	15.00	1.83	8.73	48.00	11.83	31.93	87	79.93	92.03	12.30	5.33	414
6	16.40	2.73	11.60	59.25	20.95	57.90	82	117.15	142.58	10.15	7.14	348
7	19.65	3.20	11.68	62.38	18.10	38.78	88	101.16	114.54	10.40	5.15	564
8	18.45	2.80	9.88	53.65	16.85	46.35	91	100.00	109.88	13.05	5.42	480
9	17.15	2.88	8.58	46.58	21.80	60.83	91	107.41	117.66	10.80	6.26	576
10	18.55	3.05	10.43	56.33	26.30	75.23	81	131.56	163.06	12.25	7.09	530
11	20.15	3.93	10.48	56.15	33.40	105.75	84	161.90	192.45	8.95	8.03	704
12	18.88	3.23	10.83	62.03	21.15	59.23	92	121.26	131.44	11.60	6.42	646
13	19.38	3.15	12.58	65.88	18.53	40.63	89	106.51	120.19	13.70	5.50	722
14	19.05	2.83	10.98	56.68	24.38	71.68	77	128.36	167.41	9.90	6.74	603
15	18.08	4.13	11.13	62.63	35.28	114.13	86	176.76	206.19	10.20	9.78	572
16	15.63	4.03	9.58	49.83	19.75	56.50	96	106.33	110.51	12.05	6.80	537
17	18.63	3.28	11.55	68.68	23.43	62.28	82	130.96	160.51	10.35	7.03	642
18	18.20	3.60	11.23	66.08	26.38	73.10	85	139.18	164.66	8.20	7.65	435
19	17.58	2.48	10.05	55.45	20.03	57.75	72	113.20	156.50	11.90	6.44	469
20	20.53	3.88	12.00	69.65	26.15	65.40	91	135.05	148.63	10.45	6.58	703
21	19.30	3.45	11.10	59.13	24.72	61.10	89	120.23	134.46	9.60	6.23	668
22	18.65	2.63	10.80	50.40	19.78	51.73	84	102.13	121.53	11.10	5.48	555
23	18.40	2.75	10.38	53.68	18.83	51.00	86	104.68	121.81	10.90	5.69	665
24	20.38	3.68	11.68	60.70	27.85	74.93	92	135.63	147.81	9.45	6.66	583
25	18.68	2.98	9.75	51.35	19.90	56.45	86	107.80	124.93	8.45	5.77	386
26	19.10	3.38	10.88	56.40	29.88	84.55	87	140.95	162.25	6.90	7.38	485
27	22.28	3.73	10.33	55.88	24.18	70.33	95	126.21	132.94	7.80	5.66	439
28	20.15	3.40	11.40	64.90	25.98	75.88	88	140.78	159.43	10.10	6.99	593
29	18.83	2.43	9.88	56.23	21.80	61.53	76	117.76	155.54	10.10	6.25	484
30	18.60	2.30	10.20	44.50	21.33	38.63	71	83.13	116.78	10.85	4.47	370
31	20.75	3.23	8.98	45.33	23.05	75.63	84	120.96	143.84	17.35	5.83	836
32	23.80	2.93	10.43	46.35	25.38	54.90	76	101.25	132.95	10.90	4.25	780
33	21.98	2.55	11.18	59.50	14.58	36.70	91	96.20	106.10	12.50	4.38	755
34	20.33	1.75	10.50	45.63	23.03	70.23	80	115.86	143.94	15.95	5.70	528
35	18.73	2.23	9.88	35.03	16.13	50.23	87	85.26	97.99	16.80	4.55	601
36	21.68	2.68	7.55	35.48	16.48	49.83	91	85.31	93.29	14.55	3.93	359
37	21.45	2.40	11.50	41.95	29.43	85.43	80	127.38	159.46	11.95	5.94	637
38	27.13	3.55	11.15	55.58	35.08	113.30	84	168.88	200.91	11.00	6.22	638
39	20.43	2.45	10.30	35.48	55.90	16.35	89	51.83	58.51	14.35	2.54	574
40	25.28	3.38	11.50	65.25	22.75	69.63	86	134.88	156.48	8.60	5.34	600
41	20.60	2.50	9.50	51.75	19.08	59.73	86	111.48	129.28	13.25	5.41	605
42	21.15	1.50	10.10	50.95	23.75	68.80	81	119.75	147.30	6.35	5.66	809
43	20.15	3.13	10.70	52.65	23.95	76.95	93	129.60	139.28	13.10	6.43	656
44	22.40	3.55	10.50	56.53	22.00	74.15	88	130.68	149.23	9.90	5.83	634
45	22.80	3.25	11.00	65.58	18.28	55.93	89	121.51	136.19	10.50	5.33	585
46	21.65	2.58	10.45	57.53	17.15	51.40	83	108.93	131.68	12.65	5.03	624
47	24.23	4.08	12.25	65.73	32.53	101.48	85	167.21	196.51	8.50	6.90	705
48	22.95	3.00	10.60	57.28	51.70	86.08	88	143.36	162.21	9.95	6.25	600
49	19.83	2.85	10.85	59.95	13.15	35.38	84	95.33	113.96	10.45	4.81	832
50	17.95	2.38	11.83	66.70	15.38	42.13	84	108.83	129.76	10.50	6.06	449

續表2

Table 2. continue

51	21.90	2.95	12.15	35.43	19.33	40.10	74	75.53	101.48	8.80	3.45	440
52	19.88	2.60	12.88	68.30	15.08	40.38	83	108.68	131.31	10.80	5.47	600
53	18.75	2.48	9.53	51.93	18.65	54.85	84	106.78	126.61	10.80	5.69	451
54	21.98	3.55	12.40	71.25	36.08	114.53	81	185.78	229.58	7.60	8.45	525
All	19.78	2.92	10.65	55.29	23.09	61.73	85	117.02	138.10	10.96	5.95	564
Indica	21.57	2.81	10.73	53.21	24.50	63.50	85	116.72	138.24	11.55	5.39	618
Japonica	18.34	3.00	10.59	56.95	21.97	60.30	85	117.25	137.98	10.49	6.39	522

PL: Panicle length(cm)
PW: Panicle weight(g)
PB: Number of primary branches
PBG: Grain number of primary branches
SB: Number of secondary branches
DEN: Panicle density
FER: Percentage of fertility (%).
PFG: Number of fertile grains per panicle.
PS: Number of spikelets of per panicle.
PN: Panicle number.
SBG: Grain number of secondary branches.
YI: Grain yield (g/m^2)

之229.58最多；穗數平均值爲10.96粒，以ChianungSen 8 (No.42) 之6.35穗最少，以IR 8 (No.31) 之17.35穗最多；穗著粒密度之平均值爲5.95粒，以Taichung native 1 (No.39) 之2.54粒最少，而以Taikeng 10 (No.15) 之9.78粒最密；每平方公尺稻穀產量 (g/m^2) 平均值爲564g，以Koshihikari (No.1) 之稻穀產量335g最低，而IR 8 (No.31) 之稻穀產量836g最高。

爲探討稻穗構成性狀與食味官能品評特性間的關係，乃依印度型、日本型稻分別進行簡單相關分析。由表3之結果可以看出印度型稻中二次枝梗粒數、每穗粒數、每穗穎花數與食味總評、口味、黏性等均呈顯著正相關，而與外觀、香味、硬性間之相關係數則不顯著；穗著粒密度與食味總評、外觀、口味、黏性間亦呈顯著正相關，但與香味間之相關係數則不顯著；而稻穀產量僅與硬性呈顯著正相關，而與其它5個食味官能品評特性間相關關係不呈顯著；至於穗長、穗重、一次枝梗數、一次枝梗粒數、二次枝梗數、每穗粒數及穗數與食味官能品評特性間均不呈顯著相關關係 。

表3. 印度型稻穗構成性狀與食味品評特性間之相關係數

Table 3. Correlation coefficients between panicle characters and palatability of 24 indica rice varieties

Character	Overall sensory evaluation	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness
Paniclelength(cm)	0.10	0.03	-0.11	0.12	0.13	0.30
Panicle weight(g)	-0.02	-0.004	-0.02	-0.02	0.11	-0.05
Number of primary	-0.06	-0.007	0.23	0.03	-0.04	-0.19
Grain number of primary branches	0.19	0.25	0.24	0.24	0.22	0.03
Number of secondary branches	0.16	0.06	0.25	0.19	0.14	0.14
Grain number of secondary branches	0.42*	0.33	0.02	0.45*	0.47*	0.05
Percentage of fertility	-0.09	-0.10	0.03	-0.15	-0.08	0.31
Number of fertile grains per panicle	0.42*	0.37	0.10	0.46*	0.47*	0.05
Number of spikelets of per panicle	0.41*	0.36	0.08	0.46*	0.46*	0.02
Panicle number	-0.13	-0.17	-0.25	-0.23	-0.15	0.04
Panicle density	0.46**	0.43**	0.18	0.48**	0.49**	-0.08
Grain yield (g/m^2)	-0.32	-0.34	-0.36	-0.38	-0.32	0.47*

* Significant at 5% level of probability.

至於日本型稻之分析結果（表4）則不同於印度型稻，其中僅產量一項與食味總評、外觀、黏性間呈負相關外，但與香味、硬性間之相關係數則不顯著；至於其餘11項穗構成性狀與食味官能品評特性間之關係除稔實率與香味呈顯著正相關，二次枝梗粒數與硬度間呈顯著負相關，而穗數與硬性、黏性分別呈顯著正、負相關外，其餘11項穗構成性狀與食味官能品評特性間之相關係數均不顯著。

表4. 日本型稻穗構成性狀與食味品評特性間之相關係數

Table 4. Correlation coefficients between panicle characters and palatability of 30 japonica rice varieties

Character	Overall sensory evaluation	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness
Paniclelength(cm)	-0.27	-0.29	-0.24	-0.18	-0.11	-0.05
Panicle weight(g)	-0.02	0.02	0.01	0.01	-0.15	-0.07
Number of primary	-0.21	-0.21	-0.35	-0.01	-0.17	0.29
Grain number of primary branches	-0.13	-0.11	-0.30	0.14	-0.05	0.23
Number of secondary branches	0.02	0.03	0.001	0.06	0.20	-0.26
Grain number of secondary branches	0.10	0.08	0.06	0.09	0.30	-0.37*
Percentage of fertility	0.12	0.17	0.37*	-0.05	0.07	0.02
Number of fertile grains per panicle	0.05	0.04	-0.04	0.12	0.24	-0.25
Number of spikelets of per panicle	-0.01	-0.03	-0.18	0.14	0.21	-0.25
Panicle number	-0.24	-0.23	-0.02	-0.15	-0.36*	0.40*
Panicle density	0.21	0.20	0.09	0.24	0.35	-0.26
Grain yield (g/m^2)	-0.37*	-0.38*	0.02	-0.12	-0.39*	0.29

* Significant at 5% level of probability.

討　論

檢視印度型、日本型稻相關分析發現兩型稻間之差異相當大。在印度型稻之穗構成性狀與食味官能品評特性間有14個相關係數達顯著，並均呈正相關，顯示二次枝梗粒數愈多、每穗粒數愈多、穗著粒密度愈密之品種，其米飯的黏性會愈高，而食味總評、口味表現則有愈佳的趨勢；然穀粒產量愈高之品種，其米飯硬性則有愈高的趨勢。此種現象顯示印度型稻二次枝梗粒數、每穗粒數、每穗穎花數、穗著粒密度等積儲性狀較高之品種，其產量及品質表現均有較好之趨勢。由此印度型稻似可提升積儲容量之相關性狀做爲育種目標，進而達到改良印度型稻品質及產量之目的。

日本型稻中則僅7個相關係數達顯著關係，其中稻穀產量愈高之品種，其米飯黏性有愈低，以及食味總評及外觀表現有愈差之趨勢；另二次枝梗數愈多、穗數愈少之品種，其米飯硬性會有較低的趨勢。而良質米育種時，若根據相關分析結果顯示日本型稻之選拔不宜過度強調稻穀產量之提升，以避免獲選材料之食味表現受影響外，另增加二次枝梗粒數及減少穗數之選拔，對獲選系統米飯硬性之降低及黏性之提高應有助益。

上述結果不但顯示稻穗構成性狀與食味官能品評特性間有某種程度的關係，亦顯示稻穗構成性狀與食味官能品評特性之關係會因印度型、日本型稻不同而不同，因此要穗構成性狀與食味官能品評特性間之關係時，印度型、日本型稻應分別進行之，以避免分析結果受到混淆。再者，育種早世代若以穗構成性狀表現進行選拔時，不但宜利用各穗構成性狀與食味特性間之關係爲基礎進行選拔，對於印度型、日本型稻間之差異亦須分別考慮之。

米飯口感良劣之評估係以食味官能品評爲主要方式，而食味官能品評不但需透過多位品評員進行

分析，評估時所需之米樣品量亦須數百克以上，於育種早世代時，由於米樣品數多且樣品量少，若利用食味官能品評來評估及選拔優良食味材料在實際執行上會遭遇相當大的困難，故對食味之判定、選拔方法及選拔效率之增進等均必須加以改進[3]，並於有計畫訂定明確之品質改良育種策略後，一方面積極蒐集及評估良質種源，而另一面檢討穗形、米粒外觀與食味品質間之關係，如此方可使良質米選育效率有效提升，尤其是穗構成性狀、株型是國內育種者選拔常用之標的，若其與品質特性間存在一定關係時，以其做爲選拔依據時，其品質特性會受影響而改變，尤其是呈負向關係時會使得獲選材料的品質低劣。

近年來多位學者乃致力於利用理化特性來推估食味變化[2, 7, 11, 22, 23]，唯影響食味良劣的理化因素相當多，須於釐清影響食味的理化因素後，方能利用理化因素來推估食味變化。再者，食味官能品評及理化特性等分析過程須耗費相當多的時間、金錢及人力，故可接受食味官能品評及理化特性分析之樣品數量有一定的限制，因此無法因應育種早世代龐大後代材料品質選拔工作上之需求。而若能根據穗構成性狀與食味品評特性間的關係，利用穗構成性狀之選拔來淘汰部分品質不良之材料，再於晚世代進行較精密之品質評估工作，進而降低獲選材料之數目，使系統數或品質評估之工作量大幅降低，故仍爲十分值得採用及嘗試的育種選拔策略。因此穗構成性狀可作爲今後良質米育種選拔時之間接指標性狀。

引用文獻

1. 王茂康。1967。水稻產量構成因素之研究。農業研究16: 31-34。
2. 宋勳、洪梅珠、許愛娜。1991。台灣稻米品質之研究。1-101頁。台中區農業改良場特刊第24號。
3. 林富雄。1996。臺灣稻作品種改良的成就與展望。稻作生產改進策略研討會專刊。47-69頁。台灣省農業試驗所編印。
4. 吳永培。1995。水稻穗構成性狀與粒質關係之研究。中華農業研究44: 1-8。
5. 吳永培、羅正宗、陳隆澤。1994。水稻穗著粒密度之研究II。稻穗構成性狀與單株產量間之關係。中華農業研究43: 135-142。
6. 吳永培、陳一心、陳隆澤。1993。水稻穗著粒密度之研究Ⅰ。穗著粒密度類型、預測模式之建立及相關性狀之探討。中華農業研究42: 112-120。
7. 洪梅珠、宋勳、劉慧瑛、林禮輝。1989。稻米理化性質之研究Ⅰ．官能品評特性與米粒外貌及化學性質間相關之研究。台中區農業改良場研究彙報24: 53-62。
8. 許愛娜、宋勳。1988。稻米物理化學特性與食味間相關關係之探討（第一報）。台中區農業改良場研究彙報18: 31-39。
9. 鄔宏潘。1979。氣象因素及地區對一、二期作稻產量之影響。39-48頁。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專刊。行政院國家科學委員會發行。
10. 賴光隆、謝國興。1981。水稻穀粒發育之生理及生態學研究。Ⅰ、穎花及穎果生長過程之觀察。中華農學會報15: 19-31。
11. 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠。1988。不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係。76-89頁。稻米品質。台灣省台中區農業改良場編印。
12. 謝順景。1979。台灣一、二期稻作產量構成因素及其他性狀表現之差異。49-59頁。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專刊。行政院國家科學委員會發行。
13. Akimoto, S., and Y. Togami. 1939. Varietal difference in panicle development of rice with reference to early and late transplanting. Proc. Crop Sci. Japan. 11: 168-184.
14. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. PP.443-524. In: Rice Chemisry and Technology. Ed. by B. O. Juliano., Am. Assoc. Cereal Chem., MN.
15. Kamabaushi, M., Y. Kumagai, T. Sato, H. Baba, and T. Sasahata. 1983. Studies on structure and function of the rice ear. Ⅴ.Changes in ear type as influenced by fertilizer level and planting density. Japan. J. Crop Sci. 52: 266-282.

16. Kiyosada, H., A. M. Abdullah, and W. Tomikichi. 1990. A study on the interspecific variation of panicle structure in the Genus Oryza. Japan. J. Crop Sci. 59: 815-823.
17. Manaka, T., and S. Matsuhima. 1971. Analysis of yield-determining process and its application to yield-prediction and culture improvement of lowland rice. C. Diagnosis of rice culture by morphological observation of adult panicle. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 40: 101-108.
18. Matsuba, K. 1978. Morphogenesis of panicle in Oryza sativa L. Ⅰ.On the structure of rice panicle. Rep. Tokai Br. Crop Sci. Soc. Japan. 82: 59-64.
19. Matsue, Y. 1995. Differences in amylose content, amylographic characteristics and storage proteins of grains on primary and secondary rachis branches in rice. Japan. J. Crop Sci. 64: 601-606.
20. Matsue, Y., K. Odahara, and M. Hiramatsu. 1994. Differences in protein content, amylose and palatability in relation to location of grains within rice panicle. Japan. J. Crop Sci. 63: 271-277.
21. Matsuhima, S. 1957. Analysis of developmental factors determining yield and yield prediction in lowland rice. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. A5: 1-271.
22. Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Texture Studies 10: 131-152.
23. Sowbahagya, C. M., B. S. Ramesh, and K. R. Bhattacharya. 1987. The relationship between cooked rice texture and physicochemical characteristics of rice. J. Cereal Sci. 5: 287-297.

Relationship between Characters of Rice Panicle and Palatability of Cooked Rice [1]

Yong-Pei Wu[2], Ai-Na Hsu[3] and Yih-Ching Huang[4]

Summary

The main objective of this study was to determine the relationships between the characters of rice panicle and the palatability of cooked rice. Twenty-four indica and thirty japonica rice varieties (54 in total) were available in this study. All materials were grown at courtesy of Chia-Yi Experiment Station, TARI in the 1st cropping season of 1998. The results obtained by simple correlation analyses between the characters of rice panicle and the palatability of cooked rice of twenty four indica rice varieties showed that the flavor and cohesion of cooked rice were positively correlated with grain number of secondary branches, number of spikelets per panicle, number of fertile grains per panicle and panicle density. Also, the appearance of cooked rice was positively correlated with panicle density, and the grain yield was positively correlated with the hardness of cooked rice. However, the results obtained in thirty japonica rice varieties indicated that the overall sensory evaluation of cooked rice was negatively correlated with grain yield, but the hardness of cooked rice was negatively correlated with grain number of secondary branches and panicle number. In addition, the relationships between characters of rice panicle and the palatability of cooked rice were different in *japonica* and *indica* rice.

Key words : Characters of panicle, Palatability , Rice.

---

1. Contribution No. 2066 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Assistant, Department of Agronomy, ChiaYi Agricultural Experiment Station, TARI, ChiaYi, Taiwan, ROC.

3. Associate Agronomist, Taichung District Agricultural Improvement Station, Tasuen, Changhua, Taiwan, ROC.

4. Professor of Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 47～59 (2001)

Effects of Planting Date on Yield, Yield Components, and Chemical Compositions in Rice Plants[1]

Jin-Chuan Tsai[2], Huey-Ing Liu[3], Kung-Shy Chi[2] and Ming-Hwi Yao[2]

ABSTRACT: Rice cultivars, Tainung 67 (TNG 67) (Japonica) and Taichung Sen 10 (TCS 10) (Indica), were grown in six different times under natural conditions at the experimental farm of the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI) at Wufeng, Taichung to investigate the relationships among climatic factors (air temperature, relative humidity, solar radiation and precipitation.), yield and chemical compositions (amylose, free sugar, crude protein and ash), and to establish the forecasting model for rice production. The climatic factors from the second crop season of 1997 to the first crop season of 1998 were investigated in Taichung area. The results indicated the trends of changes in temperature, solar radiation and precipitation were from high to low in the second crop season while from low to high was found in the first crop season. The relative humidity ranged between 80% and 96% for both crop seasons. In the second crop season, the late transplanted TNG 67 had higher yield (6,182.8 and 6,013.7 $kgha^{-1}$) and higher chemical composition contents (amylose and sugar) while the early transplanted TCS 10 had higher yield (6,208.8 and 6,136.5 $kgha^{-1}$) and lower chemical compositions. In the first crop season, TNG 67 and TCS 10 had higher yield of 6386.5 $Kgha^{-1}$ and 6328.7 $kgha^{-1}$ under early transplanting condition. Both cultivars transplanted in later dates produced higher chemical composition contents of crude proteins and ash (P, Ca, Fe, etc.). The chemical compositions of TCS 10 are higher than those of TNG 67 except the free sugar in the first and the second crop seasons. There were significant differences among transplanting dates and cultivars for yield, yield components and chemical compositions. In the first and the second crop seasons, the yield and the amylose of both cultivars showed highly correlated with the following climatic factors: X_1 (accumulated temperature), X_2 (mean temperature), X_5 (solar radiation) and X_7 (mean precipitation). The following equations of $Y_1 = 60.15 + 0.42 * X_2$ and $Y_1 = 55.76 + 0.57 * X_2$ were derived to express the relationship between the yield ($kgha^{-1}$) and the climatic factors during the tillering period in the first crop season for TNG 67 and TCS 10 respectively. The relationship between the yield and the climatic factors during the tillering period in the second crop season for TNG 67 and TCS 10 can be expressed as $Y_1 = 32.72 - 0.91 ** X_2$ and $Y_1 = 54.62 + 0.81 ** X_2$, respectively. The relationship between the amylose content (Y_2: %) and the climatic factors during the grain filling period in the first crop season of 1998 for TNG 67 and TCS 10 can be represented as $Y_2 = 78.26 - 0.93 ** X_2$ and $Y_2 = 12.68 - 8.81 * X_2$, respectively. The relationship between the amylose content and the climatic factors during the grain filling period in the second crop season of 1997 can be expressed as $Y_2 = 10.32 - 0.85 ** X_1$ and $Y_2 = 6.26 - 0.65 * X_1$, respectively.

Keywords: Climatic factors, Chemical composition, Rice, Yield.

---

1. Contribution No. 2067 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Respectively, Researcher and Assistant Researchers, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Senior Agricultural Chemist, Department of Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

INTRODUCTION

Rice is one of the most important food crops in Taiwan. The participation of Taiwan into the World Trade Organization (WTO) may cause a significant impact on the crop production. The majority of the rice farmers will be suffered from the impact of WTO on the rice industry. The government would have not only to protect rice industry but also to adjust the policy of rice related research project to solve the rice production (quantitative and qualitative) in Taiwan. In this report, the rice production is presented by the yield, yield component, and chemical compositions (amylose, free sugar, crude protein, ash etc.) in relation to climatic factors. We have to understand how rice plant responding to climatic factors before changing any policy. Asghari and Hanson (1984) reported that crop yield depends on the climatic factors that play significant roles in enhancing yield potential. In addition, Resurreccion *et al.* (1977) indicated that the climatic factors could affect the grain quality of rice. For the past years, the study of rice production in Taiwan was concentrated on variety improvement, physiology and cultivation studies. However, there have been few researches on the effect of the climatic factors on the rice production and the yield-forecast test. Nonetheless, the yield forecast test always used various varieties and experimental methods during the experimental process. Therefore, no consistent data have shown the rice production-climate system in Taiwan.

The objectives of this research are: 1) To examine the effect of climatic factors on the yield, the yield components, the chemical composition and then to determine the rice production-climate system (cropping system) in the Taichung area performed under current climatic conditions. 2) To develop a set of models using available climatic data to avoid weather damage and predict rice production.

MATERIAL AND METHODS

Field experiments were conducted at the experimental farm of the Taiwan Agricultural Research Institute (24°02'N. 120°40'E. elevation 85 m) from the second crop season of 1997 to the first crop season of 1998 to investigate the relationships between the climatic factors (air temperature, relative humidity, solar radiation and precipitation.), and the yield, the yield component and the chemical compositions (amylose, free sugar, crude protein, and ash) of rice grain. Rice varieties Tainung 67 (Japonica) and Taichung Sen 10 (Indica) were grown at six different times in every crop season under natural conditions. Every crop season was scheduled to transplant 6 times at approximately 5-10 day interval. The six transplanting dates were July 22, July 28, August 2, August 7, August 13 and August 19 in the second crop season while those for the first crop season were January 26, February 5, February 12, February 18, February 24 and March 2, respectively.

The experiment was a randomized complete block design in a split-plot treatment arrangement with four replicates. Planting dates and cultivars were main and subplot factors, respectively. Statistical analysis consists of the testing for planting date effects on the yield, yield component, and chemical compositions calculating least significant difference at $P \leqq 0.05$. Kuo and Tsai (2000) indicated that the climatic factors showed significant effect on the yield and the yield component at four major rice growth stages (tillering, panicle formation, booting and ripening stage). In general, the chemical composition of milled rice such as amylose, free sugar, crude protein and mineral nutrients (Ca, Fe, P etc.) were significantly influenced by the climatic factors (air temperature, solar radiation, etc.) during the grain filling period (Resurrection *et al.* 1997, Asaoka *et al.*, 1985 a, b). We postulated the equations to express the relationship among the yield, the amylose and the climatic factors in the four major rice growth stages (tillering, panicle formation, booting and ripening stage). We also proposed the equations to show the relationship among the chemical composition and the climatic

factors during the grain filling period, therefore, we were able to obtain a prediction equation for the effect of climatic elements on the rice production. Climatic factors were recorded daily. The rice grain was milled. Its amylose (Jualino *et al.* 1981), free sugar, crude proteins and ash content were analyzed (A. O. A. C. 1984). The free sugar was extracted with 80% alcohol and then determined by phone-sulfuric acid (Dubois *et al.*, 1956). The protein content was calculated by N% × 5.95. The Ca, Fe and P content were analyzed by using Induced Coupled Plasma (ICP) analyzer.

RESULTS AND DISCUSSION

Changes of Climatic Factors during the Experimental Period

An investigation of the climatic factors in the Taichung area from the second crop season of 1997 to the first crop season of 1998 indicated that the trend of changes in monthly mean meteorological factors (air temperature, relative humidity, solar radiation, and precipitation) were varying from high to low in the second crop season and from low to high in the first crop season (Fig. 1).

Mean air temperature, solar radiation, and precipitation during the transplanting period (Jul. 22 ~ Aug. 19) in the second rice crop season (Jul. 22 ~ Dec. 16) were generally high. As the mean air temperature was between 28.1 ~ 29.5 ℃, the maximum temperature was ranged between 32.6 and 34.4 ℃, the minimum temperature was between 24.2 and 25.3 ℃, the solar radiation was ranging from 12.3 ~ 13.8 MJm^{-2} and the precipitation reading was from 5.6 ~ 11.1 mm, respectively. These climatic factors (temperature, solar radiation, and precipitation) were decreased through the tillering, panicle formation, booting, heading stage and grain filling period to the maturity stage (Nov. 8 ~ Dec. 10). The daily mean temperature was between 22.3 and 19.1 ℃, the daily maximum temperature was from 23.8 to 33.5 ℃, the daily minimum temperature was from 13.9 to 18.5 ℃, the solar radiation was from 7.4 to 10.6 $MJm^{-2}day^{-1}$ and there was no precipitation during the season. In the transplanting period of the first crop season (Jan. 26 ~ Mar. 2), the mean temperature, the solar radiation and the precipitation were low. As the mean temperature is between 19.6 ℃ and 21.8 ℃ with the maximum in the range of 23.3 ℃ ~ 26.6 ℃ and the minimum in the range of 12.4 ℃ to 16.4 ℃. The solar radiation was between 1.22 and 8.20 $MJm^{-2}day^{-1}$ and the precipitation was ranged from 0 to 46.0 mm. After the tillering stage, the climatic factors in temperature, solar radiation and precipitation were increased with the highest reading at the maturity stage (mean: 28.5 ~ 29.3 ℃, max: 31.4 ~ 32.7 ℃, min: 23.2 ~ 24.7 ℃, mean: 11.4 ~ 12.3 $MJ^{-2}day^{-1}$, 4.8 ~ 17.5 $mmday^{-1}$) for the growing period of the two varieties TNG 67 and TCS 10.

Heavy rainfall due to the storm was recorded at the seedling stage in July and the tillering stage in August in the second crop season that reduced the panicle number, decreased the percentage of the ripened grains and the 1000-grain weight. Also, the cold front at seedling stage in February and the Baiu front during the grain filling period decreased the grain yield in the first crop season.

Effect of Transplanting Date on the Yield Characteristics

The effect of transplanting date on the yield components of TNG 67 and TCS 10 are shown in Table 1 and Table 2. In the second crop season, the later transplanted TNG 67 showed higher yield than the earlier one (6013.7 and 6182.8 $kgha^{-1}$). The earlier transplanted TCS 10 also showed higher yield (6136.5 and 6208.8 $kgha^{-1}$). There is significant difference for grain yield transplanted on different dates. At the tillering stage and the grain filling period, the later transplanted TNG 67 received both lower air temperature (mean 25.8 ~ 26.8 and 21.3 ~ 25.6 ℃) and lower solar radiation (7.2 ~ 9.10 $MJm^{-2}day^{-1}$ and 6.7 ~ 8.4 MJm^{-2} day^{-1}). The lower air

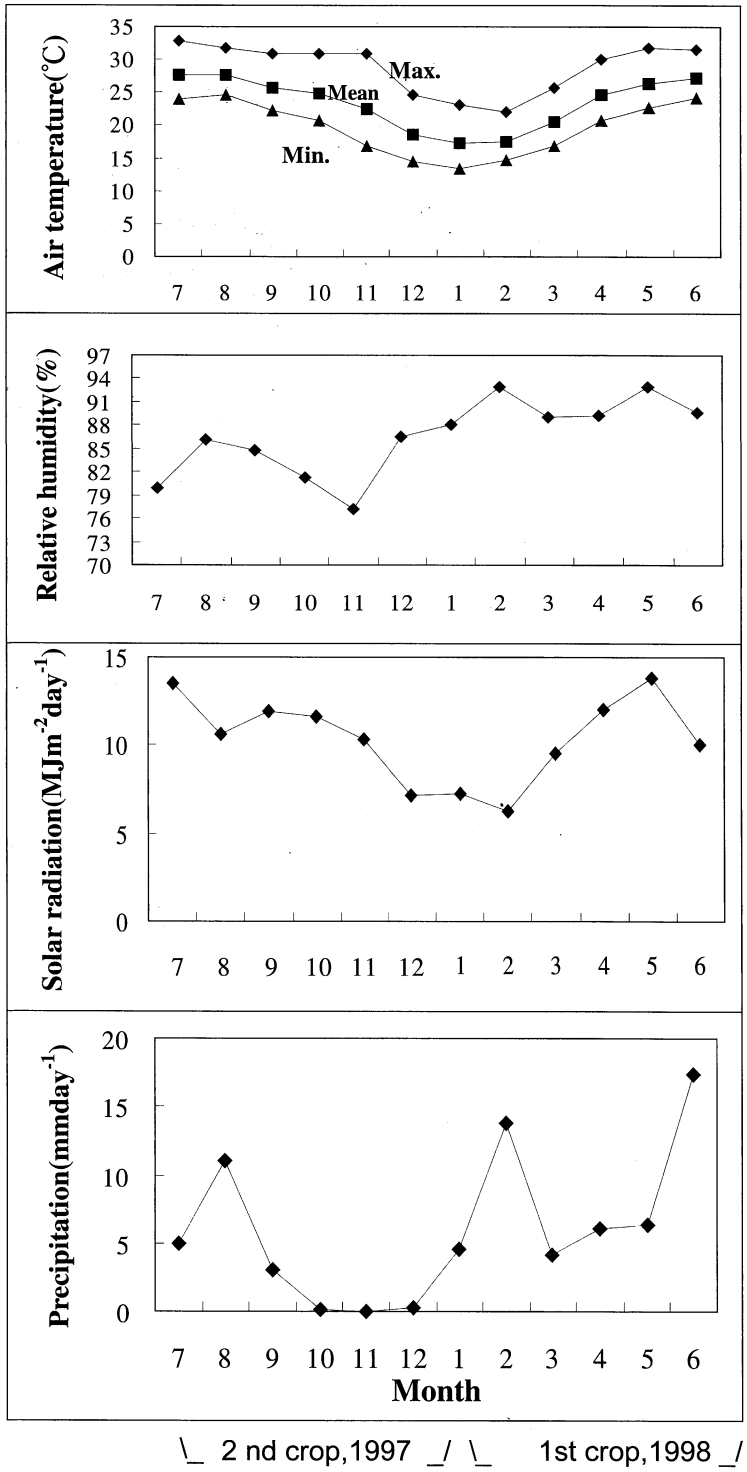


Fig 1. Change of monthly air temperature, relative humidity, solar radiation and precipitation in Taichung area.

Table 1. Effect of transplanting date on the yield and yield components of rice in the second crop of 1997

Transplanting date (D_1, D_2....D_6) - Harvest date (H_1, H_2....H_6) (month/day)	Yield (kg / ha)	Panicles / hill	Spikelets / panicle	Ripened grain (%)	1,000-grain-weight (g)
Tainung 67					
D_1 (7/22) - H_1 (11/11)	5235.2e	14.35d	101.43ab	76.57c	23.66c
D_2 (7/28) - H_2 (11/18)	5488.5d	14.40d	99.58b	77.21c	25.15b
D_3 (8/2) - H_3 (11/22)	5774.3c	14.84d	104.69a	77.84bc	24.15c
D_4 (8/7) - H_4 (11/28)	5952.1b	15.79c	92.31c	79.76ab	25.70a
D_5 (8/13) - H_5 (12/6)	6182.8a	16.63b	88.46d	81.72a	25.33ab
D_6 (8/19) - H_6 (12/13)	6013.7b	17.26a	94.72c	80.47a	24.03c
Taichung Sen 10					
D_1 (7/22) - H_1 (11/11)	6208.8a	17.89a	90.41d	81.32a	24.55a
D_2 (7/28) - H_2 (11/18)	6136.5a	17.23b	93.79c	80.23a	23.69b
D_3 (8/2) - H_3 (11/24)	5979.0b	15.94c	98.65b	78.45b	23.84ab
D_4 (8/7) - H_4 (11/30)	5651.6c	15.56c	100.53b	77.69b	23.22b
D_5 (8/13) - H_5 (12/8)	5328.0d	14.72d	106.27a	75.35c	22.43c
D_6 (8/19) - H_6 (12/16)	5125.4e	13.90e	108.74a	73.73c	21.74c

Means followed by the same letter within each column were not significant different (p = 0.05) by Duncan's MRT.

Table 2. Effect of transplanting date on the yield and yield components of rice in the first crop of 1998

Transplanting date - harvest date (month/day)	Yield (kg / ha)	Panicles / hill	Spikelets / panicle	Ripened grain (%)	1,000-grain-weight (g)
Tainung 67					
D_1 (1/26) - H_1 (6/12)	6386.5a	17.52a	87.40d	81.92ab	25.61a
D_2 (2/5) - H_2 (6/17)	6263.2b	16.84b	91.36bc	82.20a	25.19a
D_3 (2/12) - H_3 (6/22)	5940.7c	16.20c	90.69cd	81.53ab	24.88a
D_4 (2/18) - H_4 (6/25)	5678.6c	15.76c	94.79b	79.81bc	23.76bc
D_5 (2/24) - H_5 (6/28)	5211.4e	13.65d	102.52a	78.30c	23.87b
D_6 (3/2) - H_6 (7/1)	4960.8f	12.88e	104.35a	77.95c	22.94c
Taichung Sen 10					
D_1 (1/26) - H_1 (6/16)	6328.7a	16.84a	89.77e	81.85a	25.43a
D_2 (2/5) - H_2 (6/21)	6146.8b	16.23ab	91.78de	81.34ab	24.89ab
D_3 (2/12) - H_3 (6/25)	5887.5c	15.67b	94.49d	81.28ab	24.21b
D_4 (2/18) - H_4 (6/28)	5534.0d	14.89c	98.31c	79.89bc	23.40c
D_5 (2/24) - H_5 (6/30)	5258.3e	13.20d	106.74b	78.95c	22.70c
D_6 (3/2) - H_6 (7/2)	4887.4f	11.95e	109.97a	78.63c	22.87c

Means followed by the same letter within each column were not significant different (p = 0.05) by Duncan's MRT.

temperature and solar radiation were beneficial to the tillering and the grain filling, and subsequently resulted in higher grain yield. Therefore, the panicles per hill, the percentage of the ripened grain and the 1000-gain weight were higher and were almost significantly different from other yield components under different

transplanting dates. The early transplanted TCS 10 received higher air temperature (mean: 26.7 ~ 28.6 ℃) and solar radiation (11.4 ~ 14.6 $MJm^{-2}day^{-1}$) at the tillering stage, and also received higher temperature (26.9 ~ 28.4 ℃) and solar radiation (11.2 ~ 13.4 $MJm^{-2}day^{-1}$) at the grain filling period. The higher air temperature and solar radiation were considered to be beneficial to the tillering ability and number per hill, as well as yield components (except spikelets per panicle) of the rice crop (Tsai, 1993).

In the first crop season, both TNG 67 and TCS 10 rice varieties receiving earlier transplanting treatment showed higher yield of 6386.5 $kgha^{-1}$ and 6328.7 $kgha^{-1}$, respectively which was significantly different from that of later transplanting treatments. The yield components in panicle $hill^{-1}$, the percentage of the ripened grain and the 1000-grain weight were also higher than those from the later transplanting treatments. The later transplanted rice produced lower yield due to the decrease in the percentage of the ripened grains and the 1000-grain weight caused by the heavy rainfall of the Baiu (448.0mm) and the lower solar radiation (4.8$MJm^{-2}day^{-1}$) during the grain filling period in June.

The spikelets per panicle were compensated by the panicles per hill, so it was difficult to evaluate the responses of the spikelets and the panicle to the climatic factors.

The main effects of the transplanting dates and the cultivar were significantly different for all of the yield characteristics (yield, yield components) except the percentage of the ripened grain in the first crop season (Table 3). The interaction between the transplanting date and the cultivar was significantly different for all of the yield characteristics in the second crop season, but it was not significant for any of the yield characteristics in the first crop season.

Table 3. Mean square values of main effects and interactions for yield and yield component of rice plants during the 2nd crop of 1997 and the 1st crop of 1998

Effect	df	Yield (kg/ha)	Panicles/hill	Spikelets/panicle	Ripened grain (%)	1000-grain weight (g)
2nd crop, 1997						
Transplanting date (D)	5	88210.36***	0.94**	56.17***	3.82*	2.82***
Rep within D	3	6942.26	0.05	2.13	2.10	0.18
Rep × D	15	4719.73	0.19	2.30	1.53	0.29
Cultivar (C)	1	13575.38	1.25*	97.87***	17.23***	26.17***
D × C	5	102564.20***	15.13***	285.24***	47.51***	7.15***
1st crop, 1998						
Transplanting date (D)	5	16572.41***	27.46***	342.46***	25.46***	9.14***
Rep within D	3	226.41	0.24	1.39	0.25	0.08
Rep × D	15	2089.39	0.29*	6.48	2.10	0.22
Cultivar (C)	1	44158.14	6.26	142.45**	0.06	3.28*
D × C	5	7642.38	0.07	5.20	0.47	0.24

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability levels, respectively.

The Effect of the Transplanting Date on the Chemical Compositions

In the second crop season, the two rice varieties with later transplanted treatment had higher chemical compositions in amylose and sugar while the earlier ones had higher crude protein and ash contents (Table 4). Resurreccion *et al.* (1977) showed that the amylose contents of the rice grains was negatively correlated with

Table 4. Effect of transplanting date on the chemical compostion of rice in the second crop of 1997

Transplanting date (D_1, D_2....D_6) - Harvest date (H_1, H_2....H_6) (month/day)	Amylose (%)	Free sugar (%)	Crude protein (%)	Ash (%) (Ca, Fe, P, etc.,)
Tainung 67				
D_1 (7/22) - H_1 (11/11)	15.36b	0.71c	7.72a	0.52a
D_2 (7/28) - H_2 (11/18)	16.40ab	0.81bc	7.49ab	0.45ab
D_3 (8/2) - H_3 (11/22)	16.21ab	0.79bc	7.43ab	0.42b
D_4 (8/7) - H_4 (11/28)	16.58ab	0.83b	7.45ab	0.40b
D_5 (8/13) - H_5 (12/6)	17.19ab	0.86ab	7.20b	0.41b
D_6 (8/19) - H_6 (12/13)	17.85a	0.92a	6.76c	0.28c
Taichung Sen 10				
D_1 (7/22) - H_1 (11/11)	16.72c	0.65c	8.59a	0.59a
D_2 (7/28) - H_2 (11/18)	17.87bc	0.70c	8.24ab	0.58a
D_3 (8/2) - H_3 (11/24)	17.99bc	0.77b	7.76bc	0.55ab
D_4 (8/7) - H_4 (11/30)	18.74ab	0.75b	7.55c	0.48b
D_5 (8/13) - H_5 (12/8)	18.81ab	0.83a	7.32cd	0.37c
D_6 (8/19) - H_6 (12/16)	19.85a	0.86a	7.00d	0.39c

Means followed by the same letter within each column were not significantly different (p = 0.05) by Duncan's MRT.

the air temperature (r = -0.871**) during the 40-day period after heading. An increase in the amylose content of the rice grains with the later transplanting date treatment (D_6) was probably due to the lower temperature (20.4 ~ 23.6 ℃) thus increased the accumulation of the amylose contents (TNG 67: 17.85%, TCS 10: 19.85%) in the grain filling period in the second crop season. On the other way, an increase in the crude protein content in the rice with the early transplanting treatment (D_1, D_2) might be caused by the warmer temperature (24.2 ~ 26.4 ℃) during the grain filling period. Kataoka (1975) also indicated that the protein of rice grain increased under the higher temperature condition during the grain filling period. There were significant differences between D_1 and D_6 in two cultivars (Tainung 67, Taichung Sen 10) for amylose (D_1: 15.36%, 16.72%, D_6:17.85%, 19.85%), free sugar (D_1: 0.71%, 0.65%, D_6: 0.92%, 0.86%), crude protein (D_1: 7.72%, 8.59%, D_6: 6.76%, 7.00%) and ash (D_1: 0.52%, 0.59%, D_6: 0.28%, 0.39%). The chemical compositions of the TCS 10 were higher than those of the TNG 67 except the free sugar. There were significant differences among transplanting dates and cultivars for chemical compositions. But the date (D) × cultivar (C) interaction was not significant for any of the evaluated chemical compositions (Table 6).

In the first crop season, the earlier transplanted (D_1, D_2) rice of both varieties had higher chemical compositions. For example, the rice transplanted on Jan. 26 (D_1) contained amylose and free sugar for TNG 67 and TCS 10 were 18.35, 19.64, 0.51 and 0.41, respectively. While the later transplanted treatment (D_5, D_6) produced higher crude protein (D_6: Tainung 67, 7.95%, Taichung Sen 10, 8.35%) and ash (D_6: Tainung 67, 0.48%, Taichung Sen 10, 0.49%)(Table 5). The grain filling period was lower (mean 24.9 ℃) for the earlier transplanted rice and was beneficial to the increase of the amylose and free sugar contents. The later transplanted rice had higher content of crude proteins and ash that were caused by higher air temperature (mean 27.5 ℃) during the grain filling period. The result is consistent with Resurreccion *et al.* (1977) and Katooka (1975) for amylose and protein content in response to the air temperature in the grain filling period. Consequently all the chemical compositions of the Taichung Sen 10 were higher than those of the Tainung 67

Table 5. Effect of transplanting date on the chemical compostion of rice in the first crop of 1998

Transplanting date (D_1, D_2....D_6) - Harvest date (H_1, H_2....H_6) (month/day)	Amylose (%)	Free sugar (%)	Crude protein (%)	Ash (%) (Ca, Fe, P, etc.,)
Tainung 67				
D_1 (1/26) - H_1 (6/12)	18.35a	0.51a	6.48ab	0.39ab
D_2 (2/5) - H_2 (6/17)	18.38a	0.45b	7.05ab	0.39b
D_3 (2/12) - H_3 (6/22)	17.75ab	0.42bc	7.31bc	0.41ab
D_4 (2/18) - H_4 (6/25)	17.70ab	0.43bc	7.61c	0.41b
D_5 (2/24) - H_5 (6/28)	17.28ab	0.41bc	7.64ab	0.43ab
D_6 (3/2) - H_6 (7/1)	16.62b	0.39c	7.95a	0.48a
Taichung Sen 10				
D_1 (1/26) - H_1 (6/16)	19.64a	0.41ab	7.67b	0.43a
D_2 (2/5) - H_2 (6/21)	19.48a	0.33ab	7.64b	0.45a
D_3 (2/12) - H_3 (6/25)	19.50a	0.33a	7.43b	0.44a
D_4 (2/18) - H_4 (6/28)	19.38a	0.32ab	6.67c	0.45a
D_5 (2/24) - H_5 (6/30)	19.23a	0.26b	7.68b	0.46a
D_6 (3/2) - H_6 (7/2)	19.13a	0.29b	8.35a	0.49a

Means followed by the same letter within each column were not significantly different (p = 0.05) by Duncan's MRT.

Table 6. Mean square values of main effects and interactions for chemical composition of rice grain during the 2nd crop of 1997 and the 1st crop of 1998

Effect	df	Amylose (%)	Free sugar (%)	Crude protein (%)	Ash (%)(Ca, Fe, P,etc.,)
2nd crop, 1997					
Transplanting date (D)	5	8.62***	0.06***	1.85***	0.08***
Rep within D	3	1.21	0.04	0.06	0.05
Rep × D	15	1.15	0.05	0.07	0.08
Cultivar (C)	1	38.62***	0.08***	1.84***	0.11***
D × C	5	0.21	0.04	0.25	0.04
1st crop, 1998					
Transplanting date (D)	5	9.51***	0.05**	2.18***	0.09*
Rep within D	3	0.07	0.03	0.15	0.05
Rep × D	15	0.21	0.04	0.12	0.04
Cultivar (C)	1	2.62*	0.26***	0.71*	0.05**
D × C	5	0.32	0.05	0.07	0.03

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability levels, respectively.

except the free sugar. The transplanting date (D) and the cultivar (C) treatments showed significant difference on all the chemical compositions (Table 6).

Equations to predict the yield and the Amylose Rate of the Tainung 67 and Taichung Sen 10 by using the Climatic Factors

The equations for predicting the rice yield (Y) and the amylose rate (A) related to the climatic factors in the second crop season of 1997 and the first crop season of 1998 were listed in Table 7 and Table 8, respectively. The growing period was divided into three stages: namely the tillering stage, the panicle

Table 7. Equation to express the rice yield (Y_1: $kgha^{-1}$) and amylose rate (Y_2: %) relating to the climatic factors in the second crop of 1997

Tainung 67	
Tillering stage	
$Y_1 = 32.72 - 0.91 ** X_2$	$R^2 = 0.91$
Panicle formation stage	
$Y_1 = 180.61 - 0.86 ** X_2$	$R^2 = 0.86$
Grain filling period (Heading ~ Dough stage)	
$Y_1 = 178.43 - 0.47 * X_2$	$R^2 = 0.94$
$Y_2 = 10.32 - 0.85 ** X_1$	$R^2 = 0.83$
Tainung Sen 10	
Tillering stage	
$Y_1 = 54.62 + 0.81 ** X_2$	$R^2 = 0.90$
Panicle formation stage	
$Y_1 = 18.42 + 0.86 ** X_2$	$R^2 = 0.86$
Grain filling period (Heading ~ Dough stage)	
$Y_1 = 18.65 + 0.62 * X_2$	$R^2 = 0.73$
$Y_2 = 6.26 - 0.65 * X_1$	$R^2 = 0.78$

X_1: accumulated temperature (℃), X_2: mean temperature (℃).

* and ** are significaut at 5 % and 1 % level, respectively.

Table 8. Equation to express the rice yield (Y_1: $kgha^{-1}$) and amylose rate (Y_2: %) relating to the climatic factors in the first crop of 1998

Tainung 67	
Tillering stage	
$Y_1 = 60.15 + 0.42 * X_2$	$R^2 = 0.91$
Panicle formation stage	
$Y_1 = 15.85 - 7.45 ** X_7$	$R^2 = 0.92$
Grain filling period (Heading ~ Dough stage)	
$Y_1 = 80.34 - 0.91 ** X_7$	$R^2 = 0.88$
$Y_2 = 78.26 - 0.93 ** X_2$	$R^2 = 0.92$
Tainung Sen 10	
Tillering stage	
$Y_1 = 55.76 + 0.57 * X_2$	$R^2 = 0.75$
Panicle formation stage	
$Y_1 = 2.27 + 0.48 * X_1$	$R^2 = 0.71$
Grain filling period (Heading ~ Dough stage)	
$Y_1 = 54.32 + 0.47 * X_5$	$R^2 = 0.74$
$Y_2 = 12.68 - 8.81 * X_2$	$R^2 = 0.91$

X_1: accumulated temperature (℃), X_2: mean temperature (℃), X_5: solar radiation ($MJm^{-2}day^{-1}$), X_7: precipitation ($mmday^{-1}$).

* and ** are significaut at 5 % and 1 % level, respectively.

formation stage and the grain filling stage. For the two crop seasons, the yield of both cultivars can be expressed by using one of the following climatic factors: X_1 (accumulated temperature), X_2 (mean temperature), X_3 (relative humidity), X_5 (solar radiation) and X_7 (precipitation). The following equations were derived to express the relationship between the yield (Y kgha^{-1}) and one of the climatic factors during one of tillering stage, the panicle formation stage or the grain filling stage in the second crop season of 1997.

For the TNG 67 cultivar,

$$Y_1 = 32.72 - 0.91^{**}X_2 \text{ (tillering stage)} \quad (1)$$

or $$Y_1 = 180.61 - 0.86^{**}X_2 \text{ (panicle formation stage)} \quad (2)$$

or $$Y_1 = 178.43 - 0.47^{*}X_2 \text{ (grain filling stage)} \quad (3)$$

Where Y_1 denotes the yield (kgha^{-1}) of TNG 67 and X_2 represents the mean temperature (℃) in the corresponding stage.

For the TCS 10 cultivar,

$$Y_1 = 54.62 + 0.81^{**}X_2 \text{ (tillering stage)} \quad (4)$$

$$Y_1 = 18.42 + 0.86^{**}X_2 \text{ (panicle formation stage)} \quad (5)$$

$$Y_1 = 18.65 + 0.62^{*}X_2 \text{ (grain filling stage)} \quad (6)$$

Where Y_1 denotes the yield (kgha^{-1}) of TCS 10 and X_2 represents the mean temperature (℃) in the corresponding stage.

While the relationship between the yield and the climatic factors during the tillering stage, the panicle formation stage or the grain filling stage in the first crop season of 1998 can be represented as follows:

For Tainung 67,

$$Y_1 = 60.15 + 0.42^{*}X_2 \text{ (tillering stage)} \quad (7)$$

$$Y_1 = 15.85 - 7.45^{**}X_7 \text{ (panicle formation stage)} \quad (8)$$

$$Y_1 = 80.34 - 0.91^{**}X_7 \text{ (grain filling stage)} \quad (9)$$

Where Y_1 denotes the yield (kgha^{-1}) of TNG 67 while X_2 and X_7 represents the mean temperature and the precipitation in the corresponding stage of the first crop season in 1998.

For the TCS 10 variety,

$$Y_1 = 55.76 + 0.57^{*}X_2 \text{ (tillering stage)} \quad (10)$$

$$Y_1 = 2.27 + 0.48^{*}X_1 \text{ (panicle formation stage)} \quad (11)$$

$$Y_1 = 54.32 + 0.47^{*}X_5 \text{ (grain filling stage)} \quad (12)$$

Where Y_1 denotes the yield (kg ha^{-1}) of TCS 10 and X_1, X_2, X_5 represents the accumulated temperature, the mean temperature and the solar radiation in the corresponding stage, respectively.

The relationship between the amylose content and the climatic factors during the grain filling period in the second crop season of 1997 for TNG 67 and TCS 10 can be expressed as:

$$Y_2 = 10.32 - 0.85^{**}X_1 \quad (13)$$

$$Y_2 = 6.26 - 0.65^{*}X_1 \quad (14)$$

Where Y_2 denotes the amylose content of TNG 67 and TCS 10, respectively. And X_1 is the accumulated temperature during the grain filling period.

The relationship between the amylose content and the climatic factors during the grain filling period in the first crop season of 1998 for TNG 67 and TCS 10 can be expressed as:

$$Y_2 = 78.26 - 0.93^{**}X_2 \quad (15)$$

$$Y_2 = 12.68 - 8.81^{*}X_2 \quad (16)$$

X_2 is the mean precipitation during the grain filling period.

From these derived equations, we conclude that the effects of climatic factors on the yield or the amylose content are dominated by the air temperature which is the major factor for controlling the development of the rice (Christiansen, 1986: Ehlig, 1986). Reddy *et al.* (1986) also indicated that the temperature could be used to predict the development and the growth of the grain yield.

CONCLUSION

Our experimental results have demonstrated the effect of climatic factors on the yield as well as the chemical compositions of rice plants. It also described how the rice cropping (production-climate) system in Taichung area performs under current climatic conditions. Based on the readily available data, we developed a series of equations to avoid weather damage and to forecast rice production. These equations will be tested for their reliability and suitability.

ACKNOWLEDGMENTS

We gratefully acknowledge the financial support from the Chung-Cheng Foundation and our colleagues who participated in this research.

REFERENCES

1. Asaoka, M., K. Okuno, and H. Fuwa. 1985a. Effect of environmental temperature at the milky stage on amylose content and fine structure of amylopectin of waxy and nonwaxy endosperm starches of rice (*Oryza Sativa* L.). Agric. Biol. Chem. 49: 373-379.
2. Asaoka, M., K. Okuno, T. Sugimoto, and H. Fuwa. 1985b. Developmental Changes in the structure of endosperm starch of rice (Oryza sativa L.). Agric. Biol. Chem. 49:1973-1978.
3. Asghari, M., and R.G. Hanson. 1984. Nitrogen, climate, and previous crop effect on crop yield and grain N. Agron. J. 76: 536-542.
4. Association of Official Agricultural Chemists. 1984. " Official Methods of Analysis " 14th ed. Assoc. Offic. Agr. Chemist, Washington D. C.
5. Christiansen, M. N. 1986. Influence of atmospheric parameters on growth and development. In: Cotton Physiology J. R. Mauney and J. M. Stewart (ed.) p.39-46. The Cotton Foundation Reference Book Series, National Cotton Council of America, Memphis, TN.
6. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton. A. P. Robers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substance. Anal. Chem. 28(3): 350-356.
7. Ehlig, C. F. 1986. Effects of high temperature and controlled fruiting on cotton yield. In Cotton Physiology. J. R. Mauney and M. Stewart (ed.). p.57-62. The Cotton Foundation Reference Book Series, National Cotton Council of America, Memphis, TN.
8. Henderson, T. L., B. L. Johnson, and A. A. Schneiter. 1998. Grain amaranth seeding dates in the Northern Great Plains. Agron. J. 90: 339-344.
9. Juliano, B.O. C.M. Perez, A. B. Blakeney, T. Castillo, N. Kongseree, B. Laignelet, E. T. Lapis, V. V. S. Murty, C. M. Paule and B. D. Webb. 1981. International cooperative testing on the amylose content of milled rice Starch/Starke 33(5): 157-162.
10. Kataoka, K. M. 1975. Studies on the chemical qualities of rice grain. Tamagawa Uniu. Res. Report. No. 15: 96-100.
11. Kuo, Y.C., and J. C. Tsai. 2000. Development and precision cultivation management practice in rice. In *Proceeding of the Studies on precision farming system for rice*. Taiwan Agri. Res. Inst., Taichung, 26-52.
12. Reddy, K. R., V. R. Reddy, and H. F. Hodge. 1992. Temperature effects on early season cotton growth and development. Agron. J. 84: 229-237.

13. Resurreccion, P., T. Hara, B.O. Juliano, and S. Yoshida. 1977. Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. Soil Sci. Plant Nutr. 23: 109-112.

14. J. C. Tsai, 1993. Studies on the relationship between rice yield of different crop seasons and climatic elements in Taiwan. In *proceeding of the Sino-Japanese symposium on application of agrometeorology* (ed. By C.C. Tu and C.M. Yang). Taiwan Agric. Res. Inst., Taichung, 29-48.

水稻不同移植期對於產量、產量構成要素及化學組成之影響[1]

蔡金川[2] 劉慧瑛[3] 漆匡時[2] 姚銘輝[2]

摘要：秈粳各一品種臺中秈10號及臺農67號於本所試驗田，在自然的環境下一、二期作各分六次種植進行試驗。目的在探知氣象因子與產量及化學組成（直鏈澱粉、蛋白質及礦物質等含量）之關係。並擬建立稻作生產預測模式。據調查結果，於台中地區自1997年二期作試驗開始至1998年一期作，其氣象因子之變化，則由高至低之氣溫、日射量及雨量，而一期作之變化正好相反，即自低而高的變化。至於相對濕度的變化並不劇烈，兩期作的變化都在80 %至96%之間。粳型臺農67號於二期作晚植的產量(6,182.8，6,013.7 $kgha^{-1}$) 較高而化學組成（直鏈澱粉、糖類等）的含量較高。秈型臺中秈10號早植則是高產 (6,208.8，6,136.5$kgha^{-1}$) 與低化學組成含量，一期作兩品種在早移植期之下出現高產量（臺農67號6,386.5 $kgha^{-1}$，臺中秈10號6,328.7 $kgha^{-1}$），而在早移植之下化學組成（粗蛋白及灰分）之含量則亦較高。經統計分析，一、二期作兩品種（臺農67號、臺中秈10號）之不同移植期處理對產量性狀或化學組成的影響，皆呈現極顯著性差異，品種間亦大部份出現顯著性差異。一、二期作兩品種之產量、化學組成與氣象因子呈現高的相關，氣象因子如X_1（累積溫度），X_2（平均溫度），X_5（日射量）及X_7（平均雨量）。一期作臺農67號與臺中秈10號在分蘗期間之氣象因子與產量之關係，分別爲Y_1（產量$kgha^{-1}$）= 60.15 + 0.42 * X_2（均溫）及Y_1 = 55.76 + 0.57 * X_2，而二期作則各爲Y_1 = 32.72 - 0.91 ** X_2與Y_1 = 54.62 + 0.81 ** X_2。一期作穀粒充實期間之氣象因子與台農67號及台中秈10號之直鏈澱粉含量 (Y_2: %) 之關係式各爲Y_2 = 78.26-0.93 ** X_2與Y_2 = 12.68 - 8.81 * X_2。而二期作臺農67號及臺中秈10號之關係式分別爲Y_2 = 10.32-0.85 ** X_1與Y_2 = 6.26 - 0.65 * X_1。

關鍵詞：氣象因子、化學組成、水稻、產量。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2067號。
2. 本所農業工程系副研究員、助理研究員及助理研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所農業化學系研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 60～66 (2001)

施用不同量雞糞堆肥配合適量化學肥料對仙草品質及產量之影響[1]

胡敏夫[2] 吳婉麗[3] 劉新裕[2] 林木連[3]

摘要：以施用不同量之雞糞堆肥配合適量化學肥料，亦即參試處理分 (A) 全量施用雞糞堆肥 9,000kg ha^{-1}，(B) 施用 2/3 雞糞堆肥（以氮用量爲基準估算）和 1/3 氮素，(C) 施用 1/3 雞糞堆肥和 2/3 氮素混合 62 kg ha^{-1} 氧化鉀與 (CK) 全量施用化肥（氮 180kg、磷酐 80kg 及氧化鉀 140kg ha^{-1}）比較，於 1998 及 1999 年分別在水上鄉及關西鎮兩主要仙草生產區進行試驗，探討各處理對仙草主要農藝性狀及葉凝膠強度的影響與礦物元素在葉片累積量。試驗結果顯示，兩試地每公頃平均乾株產量均以全區施用化學肥料 (CK) 最高，分別爲 9,645 kg 及 7,226 kg，而全區施用雞糞堆肥區 (A) 之水上試區爲 8,726 kg，與各處理間比較均未達顯著差異，但關西試地 6,194 kg 卻顯著比 CK 及 C 處理區低。兩試區均以 C 處理區每公頃施用 1/3 雞糞堆肥和 2/3 化學肥料之處理葉凝膠強度表現最強，分別爲水上試區 141g/cm^2 及關西試區 224.5g/cm^2。水上試區各處理間之葉片氮素含量無顯著差異，依序爲 (A) 18.2 g kg^{-1}，(B) 16.7 g kg^{-1}，(C) 17.7 g kg^{-1} 及 (CK) 19.4 g kg^{-1}，關西試區全區施用雞糞堆肥區 (A) 僅 11.6 g kg^{-1} 顯著低於其他處理。

關鍵詞：仙草、凝膠強度、雞糞堆肥。

前　言

國產之仙草 (Mesona procumbens Hemsl.)，早期因無選育優良品種及栽培方法的改良，使產量及葉凝膠強度一直不能提高，產品售價低落，農民收益減少，於是農民栽培意願降低，致使種植面積逐年減少[(1)]。國內業界從事多樣化產品之開發後，受到廣大消費者的喜愛，使仙草乾草需求量日增，因而在市場上發生供需不平衡的現象，商人爲求自足，紛紛從大陸及印尼大量進口，不意打擊國內仙草的產業，生產者紛紛抱怨有加。本所有鑑於此，乃配合當前的農業政策，積極展開仙草育種及栽培技術改進工作，已選出農試一號一優良品種正推廣給農民栽培[(6)]，同時探討各作物後作地種植仙草之化學肥料施用量[(5)]，使平均公頃乾草產量由採用傳統地方種及種植方式之 6,000kg 提高至 9,000kg 以上，惟達到產量提高之目標後，隨著發現仙草葉凝膠強度提高幅度仍然有限之現象。

依據楊等[(9, 10)]就仙草化合物之分析報告，認爲仙草汁含有多量多醣體，而此多醣體分子爲構成凝膠網之主要成分。另 Lii 和 Chen 等[(12)]研究指出，仙草可溶性無氮物含量因栽培條件有異，王等[(2)]、林等[(3)]及胡等[(4)]曾研究施用有機肥料對葡萄、茶葉及山防風之品質與藥效有正面作用。因此，上述現象是否過度依賴施用化學肥料，導致仙草植株因氮肥效應發生徒長，而使葉凝膠強度反而不能提升之因。本

1.行政院農業委員會農業試驗所 研究報告第 2068 號。

2.本所農藝系助理研究員及研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

3.本所農化系約僱助理及研究員兼系主任。

試驗乃針對此問題，構思以全量有機肥取代化學肥料施用，或佐以配合適量的有機肥配合化學肥料施用，以期提升國產仙草之葉凝膠強度。

材料與方法

供試品種爲仙草農試一號，試驗材料爲雞糞堆肥，施用量係以堆肥之氮含量作基準估算，試驗方法：參試處理分 (A) 全量施用雞糞堆肥9,000kg ha^{-1}，(B) 施用2/3雞糞堆肥 (6,000kg ha^{-1}) 和其餘1/3氮量以化學肥料施入，(C) 施用1/3雞糞堆肥 (3,000kg ha^{-1}) 和2/3 氮量以化學肥料施入，另以氧化鉀之 K_2O 62kg補施不足量，及 (CK) 全量施用化學肥料作爲對照（氮180、磷酐80及氧化鉀140kg ha^{-1}）；醱酵雞糞堆肥之N，P_2O_5與K_2O分別爲2%、2.7%及2.6%，化學肥料採用單質之硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀施用。肥料施用方法，係將各處理之雞糞堆肥於作畦時當基肥一次施用，化肥則於施基肥時配合施用三分之一量，餘三分之二量分別於植後60及及90天作追肥施用。試驗採RCBD設計，四重複，三行區，每行種10株，行株距採1.4 × 0.6m。田間管理按慣行方法行之，於各處理選中間行五株作爲生育調查對象與採收樣本，調查項目分別爲莖長、每公頃平均乾株及葉產量、葉率、葉凝膠強度、植前、植後土壤理化性質分析[8]與葉片之礦物元素含量分析[7, 13]等。

葉凝膠強度測定方法[6]，係取乾葉40g，加碳酸鈉3g，加蒸餾水600cc，然後蒸煮2.5小時，經過濾並稀釋回原量溶液，取95 cc萃取液加熱煮沸，再加2g澱粉（用5cc水摻和）同時不停的攪拌，直至糊化後靜置冷卻，待其成膠凍，以NRM~2010－J－CW型物性測定儀測定。第一年於87年5月6日種植，10月21日收穫，試驗地點爲嘉義縣水上鄉甘蔗後作地，第二年於88年3月26日種植，9月29日收穫，試驗地點爲新竹縣關西鎮雜作後作地。

結果與討論

一、試地之理化性質

水上試地係甘蔗後作地，亦爲八掌溪沖積土層，屬鹼性砂質壤土，長年連續進行旱作物栽培，有機質含量平均僅14 g kg^{-1}左右，可說屬不肥沃土壤。植後土壤性質分析顯現（如表1），各處理區之表底土層，其pH值比植前均提高0.3 - 0.4 單位，而有機質、有效性鉀、鈣及鎂含量變化不大，惟獨有效

表1. 水上鄉試地之土壤理化性質分析

Table 1. Soil properties of the experimental field before and after planting hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' at Shui- Shang in 1998

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (g kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	CEC c mol kg^{-1}	Texture
Before planting	0-15	7.7	14.0	9.5	89.3	4,343	269	9.0	SL.
	15-30	7.7	13.5	10.3	82.3	4,373	277		
Chicken compost.[z] (A)	0-15	8.1	15.0	2.4	99.6	4,251	273		
	15-30	8.0	13.2	2.5	69.0	4,137	263		
2/3c.c.+1/3N(B)	0-15	8.1	14.8	2.3	86.6	4,166	236		
	15-30	8.1	13.7	1.2	66.6	4,185	261		
1/3c.c.+2/3N(C)	0-15	8.1	13.7	2.0	74.0	4,381	289		
	15-30	8.1	13.7	1.1	75.6	4,279	264		
Chem. fert.(CK)	0-15	8.0	15.0	1.2	93.1	4,273	219		
	15-30	8.0	14.3	1.5	71.6	4,530	321		

[z] (A): 9,000 kg $ha^{-1}$of chicken compost ; (B): 6,000 kg ha^{-1} of chicken compost and 1/3 chemical N;
(C): 3,000 kg ha^{-1} of chicken compost , 2/3 chemical N and 62 kg of K_2O ha^{-1};
(CK): Chemical fertilizer of 180 : 80 : 140kg ha^{-1} by N: P_2O_5: K_2O.

性磷含量降低7- 9單位，其因有待探究。

關西試地爲多年荒廢再重新整平之旱作地，質地屬酸性砂質壤土，有機質含量平均僅11.1 g kg^{-1}，比水上試地之土壤瘠薄。植後土壤性質分析（如表2）顯現，施用較多量化學肥料C及CK區之表底土層，其pH值比植前均降低0.1 - 0.4單位，有機質及有效性鉀含量比較，則各處理區均比植前減少，而有效性磷含量在表層比植前卻增加，但底層反而減少，鈣及鎂含量植前與植後之土壤變化不大。

表2. 關西鎮試地之土壤理化性質分析

Table 2. Soil properties of the experimental field before and after planting hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' at Kuang-Shi in 1999

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (g kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	CEC c mol kg^{-1}	Texture
Before planting	0-15	5.1	11.1	10.9	96.2	850	170	8.0	SL.
	15-30	5.4	11.1	25.4	94.2	872	177		
A[z]	0-15	5.8	9.4	24.1	59.9	848	193		
	15-30	5.8	10.8	9.0	44.4	821	178		
B	0-15	5.5	7.5	15.7	41.2	737	161		
	15-30	5.5	4.7	12.6	36.3	771	172		
C	0-15	5.1	10.2	14.9	45.2	704	140		
	15-30	5.1	6.8	9.7	37.5	766	167		
CK	0-15	5.2	9.7	23.7	43.6	784	140		
	15-30	5.0	8.4	17.6	47.5	882	160		

[z] The same as Table 1.

二、仙草之農藝性狀

第一年結果之顯現（如表3），平均每公頃乾株產量以全量施用化學肥料區最高，達9,645 kg，次爲全施雞糞堆肥區8,726 kg，但各處理間之差異均未達5%顯著水準。葉凝膠強度分析結果，以C處理施用1/3量雞糞堆肥配合2/3氮肥加62 kg ha^{-1}氧化鉀區較高達141g/cm^2，顯著高於全區施用化學肥料區者(49.4 g/cm^2)，此結果與前報[5]於水上地區進行化學肥料適量試驗，在施用同量磷酐80kg及氧化鉀140kg ha^{-1}下，將氮素分100kg、140kg及180kg ha^{-1}配合施用，其葉凝膠強度從103.8 g/cm^2、118.4 g/cm^2增至142.4 g/cm^2有所不同，是其因可能多雨與氮素之連合效應作用於莖蔓數量，而未反應多長葉有關。至於全部施雞糞堆肥區之葉凝膠強度爲108.3 g/cm^2，其表現雖不如預期的高，但顯現各處理之

表3. 水上試區各處理之主要農藝性狀及葉凝膠強度

Table 3. Main agronomic characteristics and gel formation strength of hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' among different treatments at Shiu-Shang in 1998

Treatment	Cane length (cm)	Leaf wt./ Whole wt. (%)	Dry plant Yield (kg pl^{-1}.)	Yield(kg ha^{-1})		Gel formation Strength (g/cm^2)
				Dry leaf	Dry plant	
A[z]	71.5a[y]	42.9a	0.733a	3,572a	8,726a	108.3ab (3.7)[x]
B	68.8a	40.6a	0.735a	3,594a	8,708a	132.9ab (4.1)
C	70.2a	32.8a	0.681a	2,722a	8,108a	141.0a (3.7)
CK	72.7a	32.7a	0.811a	3,153a	9,645a	49.4b (3.9)

[z] The same as Table 1.

[y] Means followed by the same letter within the same column are not significantly different at 5 % level by Least Significant Difference Test.

[x] Brix are presented in parenthesis.

葉率，以施用較多量雞糞堆肥區者有較高之趨勢，同時也有助於葉凝膠強度之提高。

仙草不適合連作，因此，第二年選擇關西生產區進行試驗，試驗結果（如表4），平均每公頃乾株產量亦如第一年試驗結果，以全施用化學肥料區最高，達7,226 kg，次爲施用1/3量雞糞堆肥配合2/3氮量加62kg ha^{-1}氧化鉀區7,173 kg，均顯著高於A及B處理區者，此結果似與Ren *et al.*等之結果施用堆肥配合適量氮量可使玉米獲得高乾物質及氮之累積量有所不同[11]。葉率調查顯現，與前年試驗結果相符，以施用較多量雞糞堆肥區較高；葉凝膠強度亦以C處理施用1/3量雞糞堆肥配合2/3氮量加62kg ha^{-1}之氧化鉀區最高，達224.5 g/cm^2，與前年試驗之結果呈一致趨勢，而全施化學肥料區亦最低，僅46.3g/cm^2。本年雖然乾株及乾葉產量均比第一年低，但是各處理之葉凝膠強度卻比較高，此可能因關西地區在仙草生育中後期雨量不如水上地區多，加上土地肥力較低，以致氮肥效應似較不明顯，因此，仙草莖蔓各處理均比水上試區稍長，即未有徒長產生較多量枝條現象發生，同時，關西地區之氣候溫差較大，似有利於各處理之葉凝膠強度的增加。至於全施雞糞堆肥區其葉凝膠強度未如其它處理明顯增高，此可能受制於氮肥不足之影響。

表4. 關西試區各處理之主要農藝性狀及葉凝膠強度

Table 4. Main agronomic characteristics and gel formation strength of hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' among different treatments at Kuang-Shi in 1999

Treatment	Cane length (cm)	Leaf wt./ Whole wt. (%)	Dry plant Yield (kg pl^{-1}.)	Yield(kg ha^{-1})		Gel formation Strength (g/cm^2)
				Dry leaf	Dry plant	
A[z]	94.9a[y]	39.9a	0.52b	2,489a	6,194b	118.2ab(3.4)[w]
B	92.1a	33.6a	0.50b	1,981a	5,989b	169.5a(3.7)
C	104.7a	29.1a	0.60a	2,096a	7,173a	224.5a(3.2)
CK	99.7a	29.7a	0.60a	2,112a	7,226a	46.3b(3.3)

[z] The same as Table 1.

[y,w] The same as Table 3.

三、各處理之葉片礦物元素含量分析

由葉片礦物元素含量可知（表5），在水上試區施用較多量雞糞堆肥之A及B處理區之仙草葉三要素含量，與施用較多量化肥C區與全施化肥CK區無顯著差異，以葉中氮含量而言，不但發現處理間無顯著差異，且經與葉凝膠強度之相關性分析亦呈現無顯著相關。葉中磷含量，則以全施用雞糞堆肥區猶顯著高於其他處理，此可能A處理施用較多量磷，可全期充足供應仙草根吸收所致。各處理葉中鉀素之含量，亦無顯著差異，至於其他礦物元素含量，各處理間亦無顯著差異性存在，此顯示在水上

表5. 水上試區之各處理間葉片礦物元素含量

Table 5. The contents of mineral elements in leaves of hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' among different treatments at Shiu-Shang in 1998

Treatment	N ($g\ kg^{-1}$)	P ($g\ kg^{-1}$)	K ($g\ kg^{-1}$)	Ca ($g\ kg^{-1}$)	Mg ($g\ kg^{-1}$)	Fe ($mg\ kg^{-1}$)	Mn ($mg\ kg^{-1}$)	Cu ($mg\ kg^{-1}$)	Zn ($mg\ kg^{-1}$)
A[z]	18.2a[y]	2.7a	39a	6.7ab	2.3a	673a	69a	12a	44a
B	16.7a	2.2b	40a	6.3b	2.4a	927a	70a	12a	44a
C	17.7a	1.9c	38a	6.4ab	2.3a	980a	69a	15a	46a
CK	19.4a	2.2b	42a	7.2a	2.0a	895a	69a	13a	47a

[z] The same as Table 1.

[y] Means followed by the same letter within the same column are not significantly different at 5 % level by Least Significant Difference Test.

地區種植仙草，肥培管理方面酌量施用雞糞堆肥，並不影響主要有效性元素對仙草植株之供給，甚至有利於品質之提升（如表3），因而水上試區土壤呈中性至鹼性，使其錳含量則顯著低於關西試區者。

上述結果顯示於水上地區栽培仙草，配合施用適量雞糞堆肥之可行性，而仙草生產量佔台灣最多之關西地區是否同樣效果，經取樣分析結果顯現（如表6），施用較多化學肥料區，其仙草葉片氮素含量，均比全施用雞糞堆肥區高，其中C處理 (17.2 g kg^{-1}) 及CK處理 (16.4 g kg^{-1}) 區顯著高於A處理 (11.6 g kg^{-1})。生育調查亦顯示關西試區施用雞糞堆肥處理區之仙草植株，其黃化現象比水上試區明顯，應與其鎂元素含量較低有關 (1.6 g kg^{-1})，因關西試區土壤屬酸性，土壤中有效性鎂含量較低。各處理之葉中三要素含量與葉凝膠強度相關性分析，亦發現無顯著相關。

表6. 關西試區之各處理間葉片礦物元素含量

Table 6. The contents of mineral elements in leaves of hsian-tsao (*M. procumbens*) 'Variety TARI No.1' among different treatments at Kuang-Shi in 1999

Treatment	N (g kg^{-1})	P (g kg^{-1})	K (g kg^{-1})	Ca (g kg^{-1})	Mg (g kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})
A[z]	11.6b[y]	3.1a	39a	7.5a	1.6b	564a	476c	7.9a	27a
B	14.0ab	2.7a	36a	7.5a	2.3a	412ab	580bc	9.2a	28a
C	17.2a	2.9a	40a	6.6a	2.1a	309b	664b	11.3a	27a
CK	16.4a	3.1a	40a	7.4a	1.9ab	272b	891a	9.0a	30a

[z] The same as Table 1.

[y] The same as Table 5.

四、收益及肥料成本分析

依據前報之水稻田後作仙草成本分析[6]，完全施用化學肥料成本每公頃需耗費6,072元，而本試驗係均以旱作地栽培，其對照區氮肥每公頃應增施至180kg[5]，因此，全區施用化學肥料之成本應爲6,992元（硫酸銨184元×22.5包＋過磷酸鈣136元×12.5包＋氯化鉀192元×6包）；雞糞堆肥係直接向養雞場購買新鮮材料堆積醱酵達6個月以上，不計運搬及翻堆費用，每公斤3元，如此，A區全施用雞糞堆肥需成本爲27,000元（3元×9,000公斤），B區爲19,380元（3元×6,000公斤+1/3N），C區爲12,240元（3元×3,000公斤+2/3N+氯化鉀2.5包）。

粗收益估計，以近二年來市價每公斤83元（台斤50元）計算，水上試區按表3之產量數據計算，每公頃A處理獲得724,258元，B處理爲722,764元，C處理爲672,964元，CK處理爲800,535元；關西試區按表4之產量數據計算，則每公頃依次各爲A處理514,100元、B處理497,090元、C處理595,360元及CK處理599,758元，扣除共同成本（包括種苗費、整地費、除草費、施肥工、灌溉工資、收穫工資及土地租金等）爲314,500元，然後分別再扣除肥料成本，其淨收益分別爲水上試區A處理爲382,758元，B處理爲388,884元，C處理爲346,224元，CK處理479,043元；關西試區則依次各爲A處理172,600元、B處理163,210元、C處理268,620元及CK處理278,266元，顯然施用較多雞糞堆肥區肥料成本均較高，加上產量未有相對正面的提高與補償，似乎不合經濟效益，不過，政府低價肥料之供應政策非爲常態，同時，以土壤肥力之永續性維護觀點及仙草葉凝膠強度之品質維持，商人仍然會在價格上有所區隔，即完全施用化學肥料可獲得高產，但將來追求高品質高價格之趨勢下不見會得到較高的淨收益，除非利用儲藏促進品提升的特性（水上試區CK處理經二年儲存葉凝膠強度提高至256g/cm^2，關西試區儲存一年提高至174g/cm^2），以提高市價，但經研究此儲藏期間亦須一年以上，農民在資金週轉上恐較難接受。

綜觀上述試驗結果獲知，台灣仙草栽培，其全生育期間每公頃施用化學肥料，以氮素180 kg、磷

80kg及鉀素140 kg組合之施用量，確實對仙草有增產的效果，而施用較多量之雞糞堆肥除徒增成本外，在產量方面並未能顯著的獲得高產，僅於施用量之中佐以配合施用1/3量雞糞堆肥，確可提高仙草葉之凝膠強度。

誌　謝

本試驗經費蒙慕華基金會88-MCAC-糧-01(1)及農委會89-科技-1.1-糧-11(4)計畫補助，使本研究得以順利完成，特此誌謝。

引用文獻

1. 台灣省農牧業主要產地調查報告。1988。45頁。台灣省政府農林廳編印。
2. 王錦堂、陳鴻堂、賴惠珍。1992。有機質肥對葡萄產量與品質改進效應。土壤肥試驗報告。120-129頁。
3. 林木連、陳右人、張鳳屏、陳玄。1992。茶園有機質肥料比較試驗。土壤肥料試驗報告。227-230頁。
4. 胡敏夫、林俊清、張愛華、劉新裕。1992。有機質與化學肥料對山防風產量及有效成分之影響。土壤肥料試驗報告。231-245頁。
5. 胡敏夫、張愛華、劉新裕。1998。不同氮磷鉀施用量與種植密度對仙草產量與品質之影響。中華農業研究47: 259-266。
6. 胡敏夫、劉新裕、羅淑卿、盧煌勝。2000。仙草新品種農試1號之育成。中華農業研究49: 12-25。
7. 張淑賢。1981。本省現行植物分析法。作物需肥診斷技術。農試所特刊13號。53-59頁。
8. 張愛華。1981。本省現行土壤測定法。作物需肥診斷技術。農試所特刊139-26頁。
9. 楊祖馨、王西華、余幸福、鄭水淋、劉明堂、葉雲旗、鄭幸梧。1954。關於仙草化合物之研究。台大農化。3：1-4。
10. 楊啓春、陳理宏、呂政義。1982。仙草凍凝膠機構之研究。食品科學。9: 19-26。
11. Chung ,R.S., C.H.Wang,C.W.Wang ,and Y.P.Wang.2000. Influence of organic matter and inorganic fertilizer on the growth and nitrogen accumulation of corn plants. J. Plant Nutri..23: 297-311.
12. Lii, C. Y., and L. H. Chen. 1980. The factors in the gel-forming properties of hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) l. Extraction Conditions and different starchs. Proc. Natl. Counc. 1: 438-442.
13. A.O.A.C. 1970. Official Methods of Analysis.11th ed.,Assocation of Official Chemists. Washington, D. C. USA.

Combined Effects of applying Chicken Compost and Chemical Fertilizer on Quality and Yield of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)[1]

Min-Fu Hu[2], Wan-Li Wu[3], Sin-Yie Liu[2] and Mu-Lien Lin[3]

Summary

Combined effects of applying chicken compost and chemical fertilizer on quality and yield of hsian-tsao (*Mesona procumbens*, 'cv. TARI No. 1') plants were investigated in 1998 and in 1999 at Shui-Shang and Kuang-Shi, the main hsain-tsao producing areas located in Central-South and in North Taiwan. The fertilizer treatments consisted of full chicken compost (9,000 kg/ha) ; two-third of chicken compost in quantities with rest of N applied as chemical fertilizer; one-third of chicken compost amended with chemical fertilizers; and chemical fertilizer (N, 180 kg ha^{-1}; P_2O_5, 80 kg ha^{-1}; K_2O, 140 kg ha^{-1}) as control. The field layout in both experimental sites used RCBD with four replicates. The treatments which had received the full chemical fertilizers in both sites, had the highest dry-plant yield of 9,645 and 7,226 kg ha^{-1}, respectively. In Shui-Shang, the plants with the full chicken compost had 8,726 kg of plant yield per ha, which was not statistical different as compared to the other treatments. However, in Kuang-Shi, similar trend was not obtained, as the same treatment resulted significantly lower yield (6,194 kg ha^{-1}) than the other treatments. The treatment with combined use of chicken compost (3,000 kg ha^{-1}) and chemical fertilizer (120 kg N ha^{-1} and 62 kg K_2O ha^{-1}) apparently had highest gel formation strength. It reached to 141 g/cm^2 in Shui-Shang and to 224.5 g/cm^2 in Kuang-Shi. There were no significant difference in percent leaf N among the treatments although the N levels followed in the order of control, 19.4 g ka^{-1}; full chicken compost, 18.2 g kg^{-1}; one third of chicken compost, 17.7 g kg^{-1}; and two third of chicken compost, 16.7 g kg^{-1}. The leaf N level in the plot received fully chicken compost in Kuang-Shi was only 11.6 g kg^{-1}, which was obviously lower than that of other treatments.

Key words : Hsian-tsao, Gel formation strength, Chicken compost.

---

1. Contribution No. 2068 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Respectively, Project assistant and Senior Soil Scientist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 67～77 (2001)

金花石蒜化學誘變處理之研究[1]

許華欣[2] 黃麗春[3] 劉邦基[2] 鄭櫻慧[2] 張有明[2] 蕭吉雄[2]

摘要：本試驗利用金花石蒜生長點所誘發不定芽的芽原體爲材料，以Ethyl methane sulfonate (EMS)，秋水仙素，5-Azacytidine (azaC) 爲處理之藥劑，於86年12月進行不同濃度及不同時間的誘變處理，條件如下：0.05、0.5、5、50mM azaC處理一天；0.1、0.2、0.5% EMS處理一小時以及0.1、0.2%秋水仙素各處理一天與四天；接著於89年5月進行以0.05、0.1、0.2%秋水仙素處理芽原體1、2、4天之另一誘變試驗。在86年12月試驗，組培苗再生與變異比例結果發現，誘變處理一個月後，組培苗之再生率以0.5mM azaC處理一天爲最高 (52%)，0.2%秋水仙素處理一天最低 (2.5%)；將存活之誘變組培苗，進行外表性狀調查，發現部份具有葉基部白化、葉捲曲、葉片粗厚等現象，各處理均有超過50%的可視變異機率，以50mM azaC與0.2%秋水仙素處理一天最高（超過90%），對照組（未經誘變處理者）亦有5%的可視體細胞變異。金花石蒜因生育緩慢，自播種至開花約需5 - 6年[5]，組培苗出瓶後於溫室栽培，亦需約4 - 5年才可達開花階段[10]，花朵變異部分需較長時間才能進行篩選。現階段先進行誘變株的染色體觀察，結果發現大部分受測單株的染色體數符合2n = 2x = 14，然89年5月處理秋水仙素部分，則有鑲嵌倍數體 (polidy chimeras) 的現象，且細胞間多倍體的比例較二倍體高。另外，誘變組培苗健化出瓶之性狀調查，於田間網室發現在0.5mM azaC一天處理者有葉色鑲嵌與全葉呈淡黃綠色之葉色變異單株。因此，對照染色體數不變，單株葉色產生變異之情形下，推測誘變處理可能引致染色體內基因組的變異。

關鍵詞：金花石蒜、化學誘變劑、染色體分析。

前　言

金花石蒜 (*Lycoris aurea* Herb) 爲石蒜科 (Amaryllidaceae) 石蒜屬 (Lycoris) 多年生有膜鱗莖類球根花卉[5]，原產於台灣、緬甸、中國大陸、日本及韓國[2, 5]。台灣的產區以淡水楓樹湖爲最大，約有40公頃，另外，在苗栗南庄、台中后里與東勢地區，亦有零星種植[5]。金花石蒜之花色金黃呈漏斗狀，花梗挺直可著花5 - 10朵，且花莖不帶葉片，直立於地面，又名忽地笑；由於花型纖細，小蕊花瓣交錯，又名龍爪花，英名爲蜘蛛百合 (spider lily)[9]。金花石蒜因有優美的花色與花型，成爲廣受消費者喜愛的本土原生球根花卉，可惜此種花卉較缺乏遺傳變異性，以致栽培品種流於單一，產品缺乏變化，加以產期過於集中，難以滿足消費者需求，嚴重限制其市場競爭力與產業發展前景。因此，本研究對金花石蒜進行化學誘變處理，以提高變異機率[1, 27]，期能藉此增加品種多樣性，增進其市場競爭力。可供化學誘變之藥劑有多種，下列三種爲較常用者：(一) 5-azacytidine (5-aza-CR[20, 21], 5-Azt[15], azaC[13, 14, 31])

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2069號。

2. 本所園藝系助理、副研究員、助理研究員、助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

3. 中央研究院植物所研究員。台北市　南港區。

)，屬於胞嘧啶類似物，經鍵結甲基轉化酶 (methyltransferase)，造成基因去甲基化作用(demethylation)後，可使一些靜態基因 (silent genes) 重現活力，進而影響作物外表型的表現[20, 21]。目前，利用azaC藥劑在植物誘變株系之培育上，已有矮化品種的育成[16, 31, 32]；其他性狀改變方面，如改變株高、縮短成熟年限、增加分蘗數等[19]；此外，此藥劑用於轉殖試驗時可維持轉基因 (transgene) 的活性[14, 29]；(二) 乙基甲磺酸鹽 (ethyl methane sulfonate, EMS) 爲烷化劑 (alkylating agent) 的一種，其化合物含一個至一個以上的烷基可與DNA的鹼基或磷酸基結合，改變DNA結構或導致染色體斷裂，因而造成植物在遺傳上或外表型發生變異[4, 11, 12]；(三) 秋水仙素 (colchicine) 可誘導植物染色體倍加，對植物產生不可預期的變異，使植物外表型產生葉色濃綠、葉片粗厚，莖部變粗，花朵大小改變等現象[33]。

本試驗利用5-azacytidine (azaC)、EMS以及秋水仙素等化學誘變劑處理金花石蒜不定芽之芽原體，並配合組織培養技術進行誘變育種，主要藉由誘變劑的作用，再加上組織培養可能產生的體細胞變異 (somaclonal variation)[22, 28]，增加突變個體發生的種類及機率，期能加速變異育種的速度。

材料與方法

一、金花石蒜芽原體之化學誘變處理

首先自淡水產地購得休眠種球，根據黃和劉[8, 26]的方法，切取近生長點中心之雙鱗片，約4×5mm，從事不定芽誘導及植株分化，再切取試管植株之生長點進行培養[9]，生長點生長發育後，以之爲培植體，誘導不定芽之分化，於不定芽之芽原體 (bud primordia) 分化時，進行化學誘變劑處理。材料於86年12月5日開始進行試驗，其處理條件包括：(1) 以0.1、0.2%秋水仙素處理1天與4天，(2) 以azaC 0.05、0.5、5、50mM處理1天，(3) 以0.1、0.2、0.5% EMS處理1小時，(4) 以0.05, 0.1, 0.2%秋水仙素各處理1、2、4天（89年5月重複秋水仙素處理）以及不做任何處理的對照組。每處理含40個不定芽原體之培植體。處理誘變劑後，以無菌水沖洗3 - 5次，藉以清除殘毒，提高存活機率[12, 24]，再移植至分化培養基中。

二、誘變培植體之再生培養

誘變組培苗之培養，係根據黃和劉[8, 26]以及黃[9]之方法，以MS的配方，添加不同濃度的NAA與BA，促使誘變株長芽與發根。培養於光強度2,500 Lux，溫度25 - 27℃恆溫的環境中，每天光照16小時。處理後之培植體，每7日調查芽體分化及芽體外型變異，共調查4次。

三、誘變培植體之染色體分析

染色體分析方法，係根據黃[25]所發表利用地衣紅 (orcein) 染色方法。取長約5mm的無菌苗根尖，分別置於Chloro IPC中90分鐘，以蒸餾水洗淨後，再浸於propionic acid-alchohol中30分鐘，之後貯於70%酒精中。染色前，將根尖自70%酒精中取出，浸入10% HCl中20分鐘，再用55℃蒸餾水洗滌五次，將根尖自蒸餾水中取出，以濾紙吸乾，再滴一滴orcein染劑至根尖。將根尖置於解剖顯微鏡下，去除根冠，並於載玻片上打散分生細胞，再滴一滴染劑之後，將細胞均勻壓開，再壓扁封片，於光學顯微鏡 (Nikon OPTIPHOT-2) 下觀察染色數，再以320×條件進行染色體之拍照。

四、誘變組培苗之出瓶繁殖

試驗經化學誘變劑處理所得之組培苗，經由長芽與發根之誘導後，在每球平均2 - 3片葉子（圖2A）的情形下，將各單株進行出瓶的繁殖工作。取出試管內之誘變組培苗，進行根系間洋菜的清洗，接著浸泡殺菌劑，再將各單株種植於含硓石之黑色塑膠軟盆中，放置在溫度控制在25/20℃（日/夜溫）生長箱中約2週後，將各單株移植至田間網室內，並將成長之種球移植至較大的黑色塑膠軟盆中。各單株並於一年後，移植至田間網室之畦床（長×寬×高＝18公尺×1公尺×45公分；介質爲硓石：泥碳土=3：2）內，並定期進行灌溉、施肥、病蟲害防治與外表性狀調查。

結　果

一、不同種類與劑量之化學誘變劑處理金花石蒜培植體再生的影響

誘變處理培植體之再生情形，依不同種類誘變劑處理與處理劑量而異。以86年12月處理部份爲例，誘變培植體之再生情形在azaC處理以50mM最低，僅達3.3 %，0.5mM最高，達52 %。EMS處理之再生情形，0.2%處理者於處理後兩個月，全部褐化死亡，而再生率介於4.9至31.7%之間，秋水仙素處理方面，不同濃度處理4天部份，於處理後1個月全數死亡，而處理1天部份，其再生率以0.2%處理者之2.5%爲最低。此結果顯示，劑量與再生比例呈反比（圖1）。

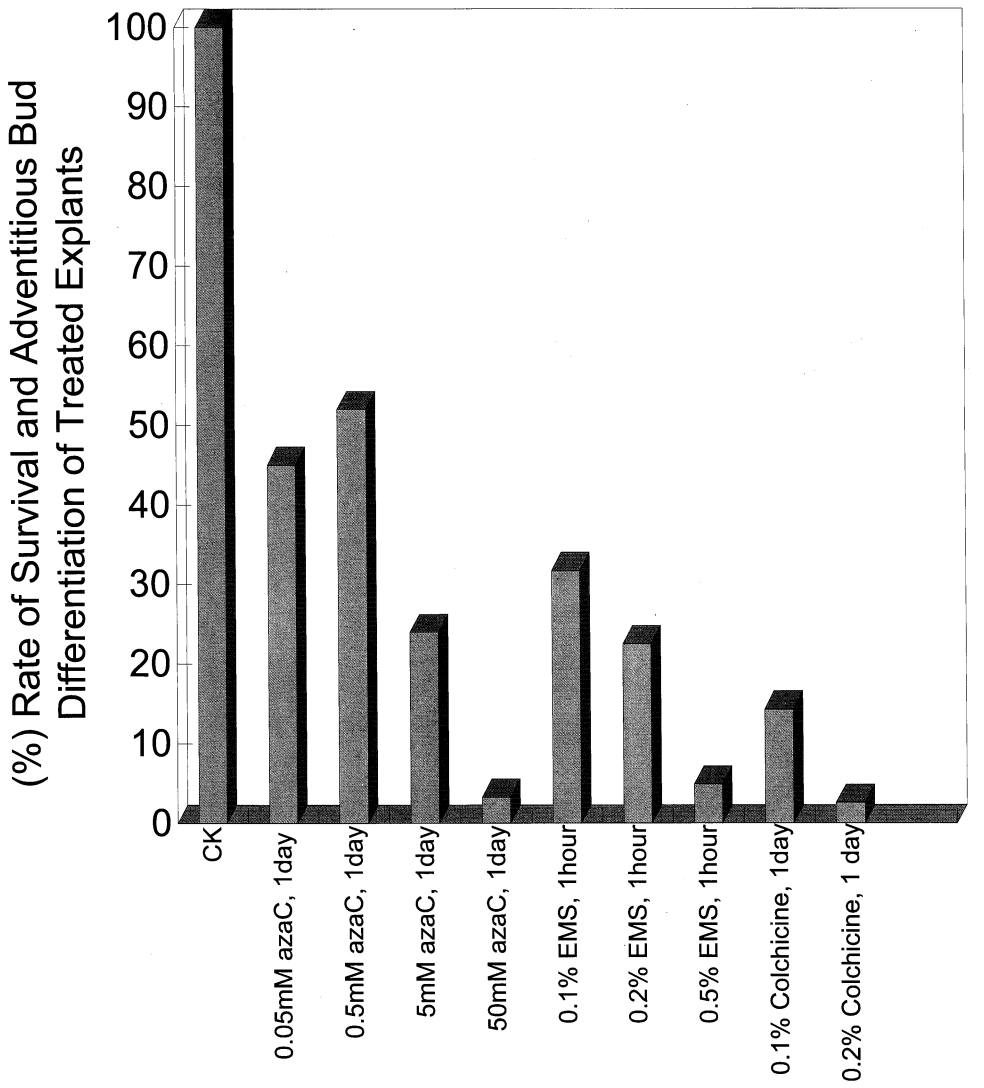


圖1. 不同誘變劑處理金花石蒜培植體後一個月之再生比例。

Fig. 1. The regeneration rate of *L. aurea* explants one month after treatment with different mutagens.

二、誘變處理組培苗之外表型可視變異情形

經誘變處理存活之組培苗，部份具有外表型的變異，例如葉基部白化、葉捲曲、葉片粗厚等現象（圖2）。每個誘變處理均有高過50%的可視變異率，其中以50mM azaC 與 0.2% 秋水仙素處理一天者最高，達到90%以上，對照組亦有5%的可視體細胞變異（圖3）。

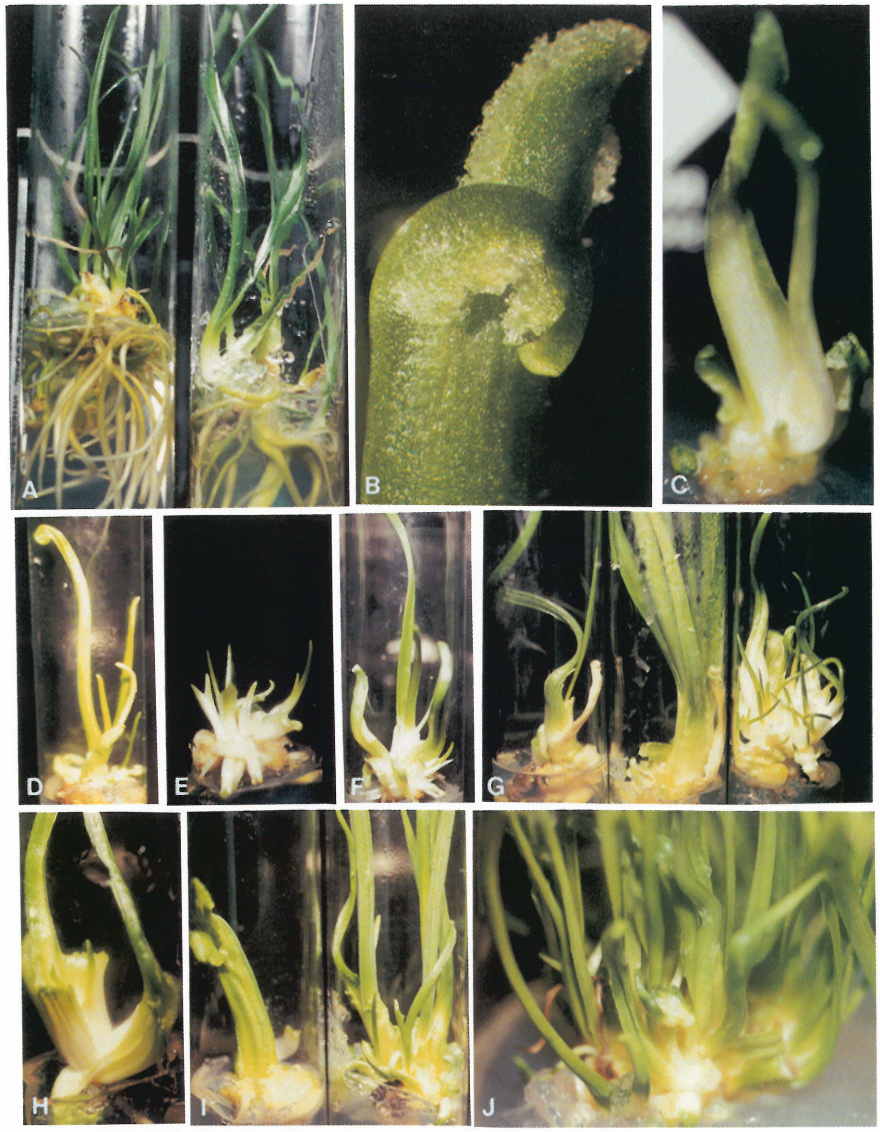


圖2. 經不同誘變劑處理後兩個月，金花石蒜培植體外表型變異的情形。(A)對照組，未經處理化學藥劑。(B)(C)經0.1% EMS處理一小時。(D)經0.1%秋水仙素處理一天。(E)(F) 0.05mM azaC處理一天。(G) 0.5mM azaC處理一天。(H)(I)(J) 5mM azaC處理一天。

Fig. 2. The phenotypic variation of *L. aurea* explants after treated with different mutagens. (A) CK, control without chemicals treated. (B)(C) 0.1% EMS treatment for 1 hour. (D) 0.1% colchicine treatment for 1day. (E)(F) 0.05mM azaC treatment for 1 day. (G) 0.5mM azaC treatment for 1 day. (H)(I)(J) 5mM azaC treatment for 1 day.

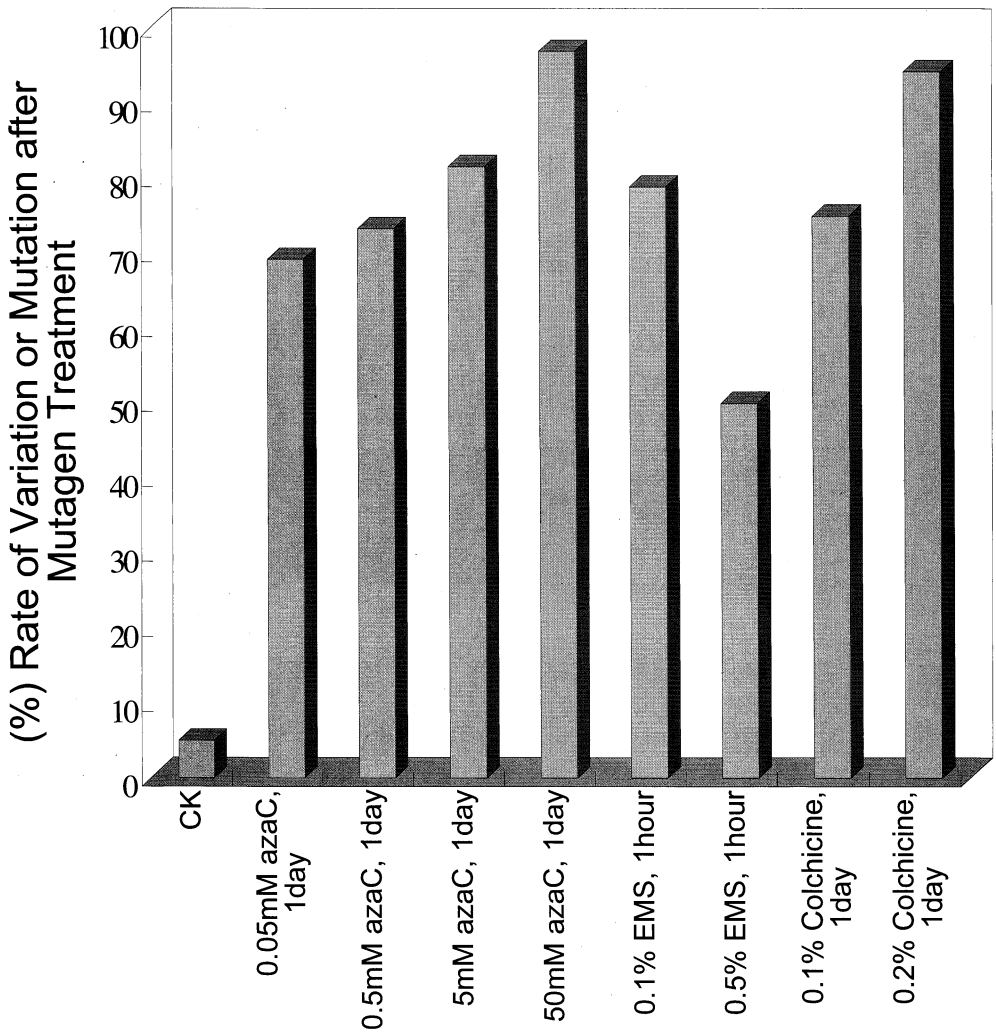


圖3. 不同誘變劑處理金花石蒜培植體之變異比例。

Fig. 3. The mutation ratio of *L. aurea* explants treated by various mutagens.

三、 誘變處理植株之染色體分析

由於金花石蒜的營養生長期過長，從種子播種至開花約需5 - 6年的時間[5]，爲求於短期內探測其變異情形，於組培苗出瓶後，各處理逢機選取5株，每株取5個根尖進行染色體分析。於86年12月處理部分，發現所取樣之根尖細胞染色體分析證實大致符合2n = 2x =14（圖4），而89年5月重複進行秋水仙素處理部分，於受測細胞內發現各種倍數染色體的出現，即雙倍體、四倍體與多倍體共存於同一根尖的現象，但0.05與0.1%處理1天的細胞其二倍體的比例較高於四倍體與多倍體者（約54.5-87.2%）；但其餘處理所採樣的根尖細胞染色體檢查，四倍體與多倍體的比例均高於二倍體的比例，其中於0.2%秋水仙素處理4天之單株，發現2n = 10x - 2 = 68，呈非整倍體 (aneuploid)（圖4）的表現。

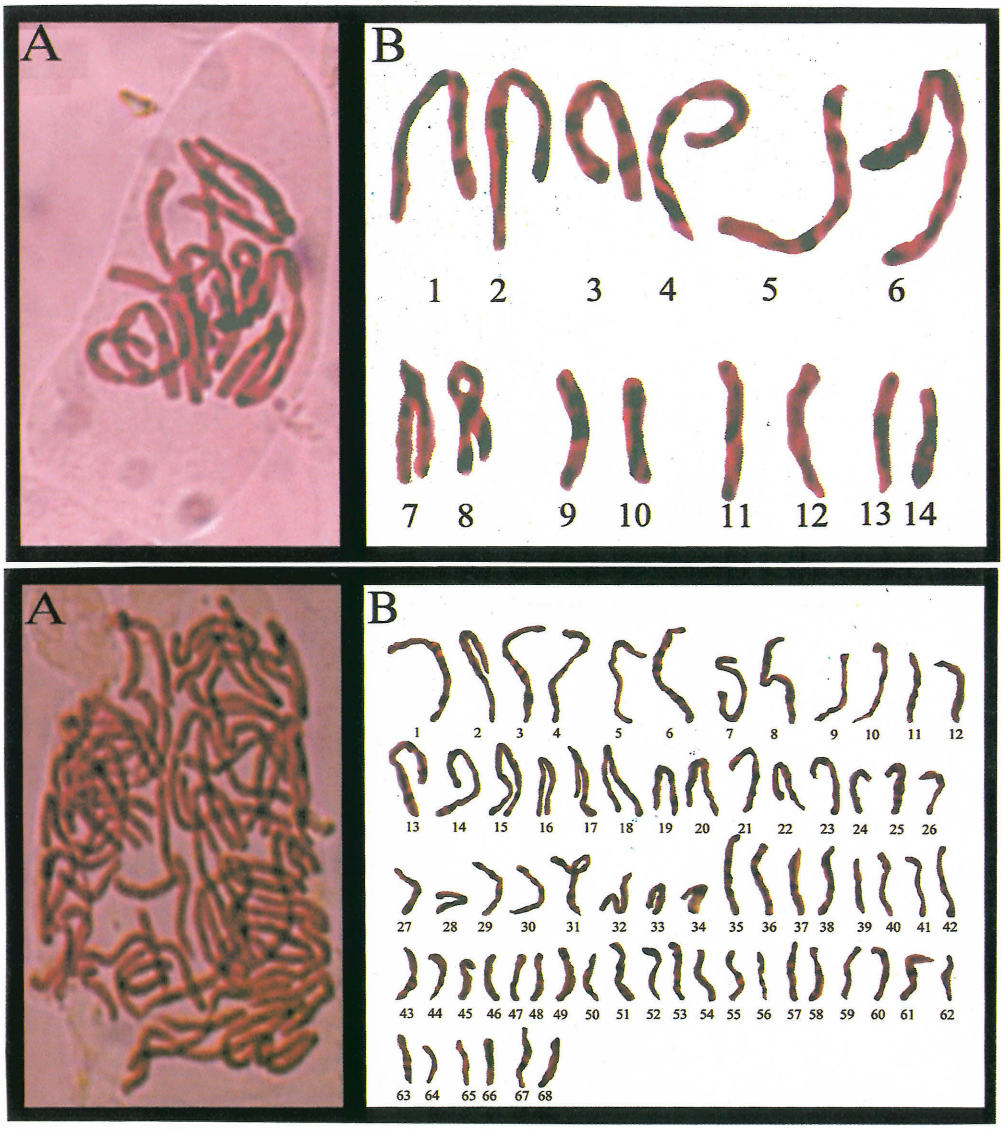


圖4. 金花石蒜之染色體與圖分析。上圖，對照組之染色體與圖。下圖，0.2%秋水仙素處理四天之擬誘變株之染色體與圖。(A)染色體在細胞內之分布情形。(B)培植體之染色體數。

Fig. 4. The chromosome analysis of putative mutagenic plants detected from root tips. Upper: A karyotype of CK (without chemicals treatment). Lower: A karotype of putative mutant (with 0.2% colchicine treatment for 4 days). A: The chromosome feature. B: The chromosome number of mutagenic plant.

四、誘變單株出瓶後之繁殖情形與變異調查

試驗於不定芽之芽原體分化時，各取40個培植體進行化學誘變劑處理，各誘變組培苗經長芽與發根誘導後，在每球平均2 - 3片葉子（圖2A）的情形下，進行健化處理，再移植到田間網室中，共計移出840株。各處理出瓶株數，分別是0.05、0.5、5、50mM azaC處理者分別出瓶391、269、101以

及5株；而0.1%、0.5% EMS出瓶株數各爲15、13株；另外，0.1%與0.2%秋水仙素處理者的出瓶數則各爲5與6株。

種植於田間網室之誘變單株，經兩個生長週期，於單株統計葉數發現可達開花球階段（實生五年生球，每球8-10片葉子）[2, 5]之種球比例分別是，對照組的16.7%，不同濃度處理之azaC部份，約爲8.3%以上，不同濃度EMS處理部份也佔有15.9%以上的比例，而不同濃度秋水仙素處理者，生育較差，並無達每球8-10片葉的階段。所有處理單株的葉數統計，大約介於4 - 7片葉間，比例高達61%以上。此數據與文獻[2, 5]所提之繁殖年限相比較，試驗初步可達縮短該作物的生長年限的效果。另外，葉色變異方面，於0.5mM azaC處理一天之單株中發現，葉色全部淡黃綠色，以及葉色淡黃綠色與綠色鑲嵌之單株（圖5）。



圖5. 0.5mM azaC處理一天之M1誘變單株外表型的變異情形。

Fig. 5. The M1 phenotypic variation of Lycoris aurea plants with 0.5mM azac treatments for 1 day. Left: Whole leaf variation (light yellow green). Right: Mutant variegated leaves with green and light yellow green.

討　論

一、誘變培植體之再生情形

本試驗所用藥劑，主要作用爲影響核酸複製與蛋白質合成，並可改變染色體，進而使供試材料之遺傳組成發生變異[12, 18, 31]。但藥劑的毒性作用，可能導致生長受阻與死亡[15]。在本試驗中，隨著濃度的提高，誘變培植體再生比例相對降低（圖1），其中，於86年12月處理部份，以秋水仙素 (0.1, 0.2 %) 處理四天與0.2% EMS處理1小時者的再生情形最差，分別於處理後一個月與兩個月，全部褐化死亡；而0.2%秋水仙素處理一天之再生率僅2.5 %，此等現象極易以上述原因加以理解。與此類似的結果在

其他作物之研究中亦可得到印證，例如不同濃度的azaC處理煙草癒合組織 (micro-callus) 與小苗時，提高藥劑濃度，可使培植體褐化，芽體發育與根形成受阻，進而發育停止以至死亡[15]。Fu等人[17]利用不同濃度的EMS和秋水仙素以不同時間處理蘋果與櫻桃時，亦發現誘變培植體存活比例與誘變劑處理之濃度和時間呈現負相關之關係。此外，種子對誘變劑的忍受程度也有類似的結果，李與李[3]在利用EMS, DES (Di-ethyl sulphate), NMU (N-nitroso-N-methyl urethane) 及SA (Sodium azide) 處理大麥與玉米種子時，發現在所用之不同藥劑中，EMS對種子發芽有顯著的抑制作用。van Tuyl等人[33]以0.05 - 0.1%秋水仙素處理百合的鱗片以及納麗石蒜的培植體，發現在百合方面有抑制再生的現象，而在納麗石蒜，則除了抑制小子球 (bulblet) 再生，更會進而發生致死反應。這些現象皆與本試驗的結果相符。

二、誘變培植體之外表型變異情形

本試驗結果顯示化學誘變劑會引發核酸層面的變異，並於組培苗階段發現葉基部白化、葉捲曲、葉片粗厚以及植株簇生狀等現象，而且每個處理都有超過50 %的變異率，遠高於對照組之體細胞變異機率 (5%)。此外，誘變組培苗經健化、出瓶並種植於田間網室中，發現0.5mM azaC處理者有鑲嵌葉色與葉色改變等葉色變異的現象（圖5）。根據李與李[3]的報告，玉米種子經過EMS處理，可導致分蘗異常、植株矮化、穗從基部長出、葉片皺縮捲曲、無莖植株以及雌雄同穗等異常現象，本試驗亦有相似之結果。此外，van Tuyl等人[33]利用秋水仙素處理百合的鱗片時，發現不同倍數染色體鑲嵌的現象，例如雙倍體與四倍體，雙倍體與八倍體以及四倍體與八倍體的鑲嵌。King[23]利用花椰菜、青花菜與芥藍爲材料，處理azaC時，發現誘變株生長受抑制，其葉片大小、寬度、厚度、表面質地、根的發育等，均受影響，致使植株呈簇生狀，甚至改變花瓣的形狀，影響花藥與花粉的形成。Phillips等人[30]在探索植物組織培養的遺傳不穩定性時，指出植物基因的去甲基化，容易造成染色體的變異或斷裂，因而造成植株外表型的變異，此一機制與原理或可用以解釋本試驗之結果。

而植物組織培養造成變異方面，由於培植體本身所預先存在的遺傳變異，培養基內所含的化學成分誘發的變異反應以及由組織培養之培養條件所造成的逆境，均有可能促使植物體本身基因或染色體的改變而造成體細胞變異[22, 28]。本試驗未經化學藥劑處理之對照組約有5%的變異，在此得到驗證。另外，台灣香蕉研究所利用組培苗所發生的體細胞變異，進行抗黃葉病變異株系的篩選[6]，並從選出之抗黃葉病優良品系，育成台蕉一號品種[7]。由此推測，本試驗利用生長點培養之培植體進行誘變處理，並利用組培技術進行維持的工作，更提高誘變發生的機率，顯係一可行的途徑。

三、誘變培植體之分子變異情形

由於金花石蒜組培苗出瓶後於溫室栽培，需經歷4 - 5年始可達開花期[10]，爲提前探討誘變效果，試驗除了觀察其外表性狀，並經由染色體分析進行分子變異追蹤。首先在86年12月處理的部分，進行抽樣染色體分析，並觀察抽樣之根尖染色體大致爲2n = 2x = 14，但誘變後之組培苗有外表型變異的現象。此現象在李與李[3]利用EMS等化學藥劑處理大麥與玉米種子時，並無發現染色體的變異，但出現細胞變異的現象，頗爲類似。另外，試驗在89年5月之秋水仙素處理部分，發現各細胞間有倍數體鑲嵌的現象；且除了0.05與0.1%處理1天者以外，其餘處理的抽樣細胞之多倍體比例均大於正常二倍體的比例，而2n = 10x - 2 = 68的單株就是在0.2%秋水仙素處理4天所發現（圖4）。此現象對照van Tuyl[33]等人的多倍體誘導實驗中，提到秋水仙素處理與另一藥劑-oryzalin做比較時，毒性較強，死亡率較高且對多倍體的誘導也較不穩定，它會使百合出現鑲嵌倍數體 (ploidy chimeras) 的現象，且多數屬於邊緣嵌合體 (mericlinal chimeras)，誘變株最終將趨於單一種倍體數表現；另有文獻指出植物材料經由化學誘變劑處理可造成區域專一性 (regional specificity) 的染色體斷裂，進而導致染色體數變異不穩定的現象[12]，這或可解釋試驗中染色體數倍數異常的現象，但試驗仍需進行更進一步的研究。接著探討到azaC之主要機制，爲活化基因，進行基因去甲基化，可在DNA複製時取代胞嘧啶，鍵結甲基轉化酶，使基因行去甲基化作用，進而影響基因的表現[20, 21]，其影響的範圍似應侷限在基因的層次，基於

此原因，我們所觀察誘變株染色體數不變，但部分單株卻出現外表型的變異，實爲一合理現象。

四、誘變組培苗之田間繁殖情形

誘變組培苗經健化後，種植於田間網室，歷經兩個生長週期，目前，統計葉數發現可達開花球階段（實生五年生球，每球8 - 10片葉子）[2, 5]之種球比例爲，對照組含16.7%，不同濃度處理之azaC部份，約爲8.3%以上，不同濃度EMS處理部份也佔有15.9%以上的比例，而不同濃度秋水仙素處理者，則因生育較差，並無達每球8 - 10片葉的階段。所有處理單株的葉數統計，大約介於4 - 7片葉間，比例高達61%以上。對照由處理至種出約兩年半時間證實，經由組織培養、適當肥培與病蟲害防治，可達到縮短該作物的生長週期。探討此一原因，由本試驗出瓶之培植體可見，每球平均有2 - 3片葉子（相當於二年生的實生球）（圖2-A），再經由種植於網室，於適當的肥培管理與病蟲害防治，有效促進植物養分之吸收與光合作用的維持，確保種球的充實，應可縮短田間栽培至開花球的時間。

結　論

從荷蘭科學家Hugo de Vries於二十世紀初提出人爲誘導變異的概念以來[18]，人們期待採用有別於傳統育種之人爲誘變方法，進行生物體遺傳變異的研究，並期望育出有用的品種。由於利用化學誘變劑處理植株具有點突變 (point mutation) 發生機率高，染色體受損較低，其變異範圍不同於物理誘變，爲其優點[18]，因此在誘變育種上有其特殊價值。本試驗利用三種化學誘變劑，配合組培苗再生技術，除了可加速誘變組培苗的繁殖與再生，更可提高誘變組培苗變異的機率。尤其我們已在誘變組培苗中發現外表型態的變異，並經由聚合酶連鎖反應發現應有分子上的變異。在此基礎上，我們期望能成功篩選優良的金花石蒜誘變株系，有助於金花石蒜產業。

致　謝

本研究承行政院農業委員會經費補助（計畫編號：88生技-2.1-糧-03(2)、89生技-2.1-糧-03(2)），謹此致謝。

引用文獻

1. 何偉眞。1988。植物組織培養在誘變育種上的應用，115-119頁。許麗卿、曾義雄和陳慶三合編。國科會生命科學研究推動中心專刊第十六集：生物技術專題演講論文集(二)。國科會發行，台北，台灣。313頁。
2. 呂美麗。1997。金花石蒜之栽培管理及繁殖技術。農業世界雜誌171: 19-23。
3. 李文權、李素瑩。1992。自交作物與異交作物對不同化學誘變原的誘變效果。農林學報41(3, 4): 27-40。
4. 李寶健、曾慶平。1990。植物的突變細胞系及其利用，256-284頁。李寶健、曾慶平編著。植物生物技術原理與方法。湖南科學技術出版社編印，湖南，中國。491頁。
5. 林定勇、李哖。1997。金花石蒜的開花習性與生理。農業世界雜誌171: 24-30。
6. 黃新川。1987。四、香蕉病害，15-18頁。台灣香蕉研究所年報。台灣香蕉研究所編印，屏東，台灣。66頁。
7. 黃新川。1992。三、香蕉病蟲害，30-32頁。台灣香蕉研究所年報。台灣香蕉研究所編印，屏東，台灣。94頁。
8. 黃麗春、劉定明。1992。金花石蒜的組織培養，116-120頁。園藝作物組織培養實用技術。豐年社編印，台北，台灣。120頁
9. 黃麗春。1997。金花石蒜生長點培養。61-63頁。沈再發、陳駿季和文紀鑾合編。「園藝作物組織培養研究與應用」技術手冊。農林廳種苗改良繁殖場編印，台中，台灣。110頁。
10. 陳淑惠。1997。共築金花石蒜的未來。農業世界雜誌171: 11-14
11. 張銘堂。1996。玉米之遺傳（續）第十一章誘變。科學農業44(1, 2): 37-52
12. 謝順景、謝日鑫。1981。化學誘變劑。79-124頁。謝順景、謝日鑫合譯。誘變育種學。國立編譯館編印，台北，台灣。432頁。
13. Bezdek, M, B., Koukalova, B. Brzobohaty, and B. Vyskot. 1991. 5-Azacytidine-induced hypomethylation of tobacco HRS60

tandem DNA repeats in tissue culture. Planta 184: 487-490.

14. Brochardt, A., L. Hodal, G. Palmgren, O. Mattsson, and F. T. Okkels. 1992. DNA methylation is involved in maintenance of an unusual expression pattern of an introduced gene. Plant Physiol. 99: 409-414.
15. Brown, P. T. H., K. Yoneyama, and H. Lorz. 1989. An investigation into the role of 5-Azacytidine in tissue culture. Theor. Appl. Genet. 78: 321-328.
16. Fields, M. A.1993. Heritable effects of 5-azacytidine treatments on the growth and development of flax (*Linum usitatissimum*) genotrophs and genotypes. Genome 37: 1-11.
17. Fu, R., R. L. Anderson, Z. M. Cheng, and Z. R. Liu. 1995. Studies on induced mutation of fruit trees in vitro. Acta Hort. 403: 111-116.
18. van Harten, A. M. 1998. Mutation Breeding: theory and practical applications. Cambridge University press. UK. 353pp.
19. Heslop-Harrison, J. S. 1990. Gene expression and parental dominance in hybrid plants. Development 1105: 21-28.
20. Jones, P. A., and S. M. Taylor. 1980. Cellular differentiation, cytidine analogs and DNA methylation. Cell 20: 85-93.
21. Jones, P. A. 1985. Altering gene expression with 5-azacytidine. Cell 40: 485-486.
22. Karp, A., and S. W. J. Bright. 1985. On the causes and origins of somaclonal variation. In Oxfrod Surveys of Plant Molecular and Cell Biology, vol.2, ed. B. J. Miflin, pp.199-234. Oxford University Press, Oxford.
23. King, G. J. 1995. Morphological development in *Brassica oleracea* is modulated by in vivo treatment with 5-azacytidine. J. Hort. Sci. 70 (2): 333-342.
24. Konzak, C. F., R. A. Nilan, J. Wangner, and R. J. Foster. 1965. Efficient chemical mutagenesis. In The Use of Induced Mutations in Plant Breeding. (Report FAO/IAEA Technical Meeting, Rome, 1964), pp.49-70. Pergamon Press, Oxford.
25. Huang, Li-Chun. 1981. Tissue culture investigations of bamboo (*Bambusoideae, Poaceae*). Doctoral Dissertation, University of California, Riverside, USA.
26. Huang, Li-Chun, and Din-Ming Liu. 1989. Clonal multiplication of *Lycoris aurea* by tissue culture. Scientia Hort. 40: 145-152.
27. Micke, A., and B. Donini. 1993. Induced mutations, pp.52-61. In: Hayward, M.D., N.O. Bosemark, and I. Romagosa. (Eds.) Plant breeding: principles and prospects. Capman and Hall press. Cambridge, UK.
28. Novak, F. J. 1991. *In vitro* mutation system for crop improvement. In Plant Mutation Breeding for Crop Improvement (Proceedings FAO/IAEA Symposium. Vienna. 1990), vol.2, pp. 327-342. IAEA, Vienna.
29. Pandit, N. N., and V. E. A. Russo. 1992. Reversible inactivation of a foreign gene, hph, during the asexual cycle in *Neurospora crassa* transformants. Mol. Gen. Genet. 234: 412-422.
30. Pillips, R. L., S. M. Kaeppler, and P. Olhoft. 1994. Genetic instability of plant cultures: breakdown of normal controls. Proc. Natl. Acad. Sci. 91: 5222-5226.
31. Sano, H., I. Kamada, S. Youssefian, M. Katsumi, and H. Wabiko. 1990. A single treatment of rice seedlings with 5-azacytidine induces heritable dwarfism and undermethylation of genomic DNA. Mol. Gen. Genet. 220: 441-447.
32. Sano, H., and S. Youssefian. 1991. A novel ras-related *rgp1* gene encoding a GTP-binding protein has reduced expression in 5-azacytidine-induced dwarf rice. Mol. Gen. Genet. 228: 227-232.
33. van Tuyl, J. M., B. Meijer, and M. P. van Dien. 1992. The use of oryzalin as an alternative for colchicine in *in-vitro* chromosome doubling of *Lilium* and *Nerine*. Acta Hort. 325: 625-630.

Study on the Mutation in *Lycoris aurea via* Chemical Mutagen Treatment [1]

Wha-Shin Hsu[2], Li-Chun Huang[3], Pan-Chi Liou[2], Yin-Huay Cheng[2], You-Ming Chang[2] and Chi-Hsiung Hsiao[2]

Summary

Lycoris aurea is an important native tuberous flowering plant in Taiwan. People are favorably impressed with its noble and attractive flowers. Unfortunately, owing to less genetic variability, *L. aurea* has only little color diversities and almost only one unique flower type can be seen in the market. We are trying to solve this problem through artificial mutagenesis. In December 1997, we treated bud primordia of *in vitro* shoot with chemical mutagens, including 5-azacytidine (5-Ac), ethyl methane sulfonate (EMS), and colchicine. The various concentrations and exposure duration were used including one day immersion separately in 0.05, 0.5, 5, and 50mM 5-azacytidine; one hour treatment in 0.1, 0.2, or 0.5% EMS suspension; and 0.1 and 0.2% colchicine separately for one and four days exposure. Besides we repeated the cochicine treatments (0.05, 0.1, 0.2% colchicine for 1, 2, 4 days immersion) in May 2000. In this study we found an increase of the concentrations of various chemical mutagens along with a greater toxicity and lethality in the mutagen-treated explants. The highest regeneration ratio (52%) was found in 0.5 mM azaC for 1-day treatment and the lowest ratio (2.5%) was found in 0.2% colchicine for 1-day treatment in the former experiment one month after treatments. The major phenotypic variations appeared in cultured mutant including etiolated leaves base, curve and thicken leaves. The variation ratio of cultured mutant were over 50% for all treatments, even the CK (without any chemical treatment) also has 5% somaclonal variation. Mutants with variegated and etiolated leaves were found in 0.5mM azaC for 1-day treatment after transplanting to field. No differences in chromosome number (2n = 2x = 14) in the former experiment were found however a ploidy chimeras were found in the later experiment (such as 2n = 10x - 2 = 68 in 0.2% colchicine for 4 days treatment). According to the cytological data, it revealed that something changed in genomic DNA level. The morphological changes on flower color and types have not yet collected since it took 4 - 5 years for growing the flowering bulbs. We hope that using this approach the efficiency of variety improvement on *L. aurea* could significantly enhance, therefore benefiting the development of the *L. aurea* industry.

Key words : *Lycoris aurea* Herb., Chemical mutagen, 5-Azacytidine (azaC), Ethyl methane sulfonate (EMS), Colchicine, Chromosome analysis.

---

1. Contribution No. 2069 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant, Associate Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Senior Horticulturist and Head, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Researcher, Institute of Botany, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 78～106 (2001)

台灣薊馬之種類 (7)[1]

王清玲[2]

摘要：本文爲系列記述台灣薊馬種類之報告，包括薊馬科 (Thripidae) 薊馬亞科 (Thripinae) 薊馬族 (Thripini) 薊馬屬 (*Thrips* Linne) 中之17種，每種之重新描述包括名稱、形態特徵、棲所植物、世界分布等。

關鍵詞：薊馬、台灣、種類描述。

薊馬科 FAMILY THRIPIDAE

薊馬亞科 Subfamily Thripinae

薊馬族 Tribe Thripini

(續)

薊馬屬 Genus *Thrips* Linne

Thrips Linne, 1758 ： 343, 357. 模式種： *Thrips physapus* Linne, 1810.

頭通常寬於長，或與長相等。單眼前毛1對，單眼間毛比單眼前毛或眼後毛略長。小顎鬚3節。觸角7或8節，第3 、 4節有叉狀感覺錐，第3-6節有微毛。前胸背板後緣角各有2支長毛，後緣中間通常有3對毛，亦有4或5對者；中胸有內叉骨刺，後胸無。前翅上脈毛基部7-10支，端部2-7支，端毛如果數目少，則彼此間分開很遠，如果支數較多，亦可能排列間隔與基毛相近，幾乎呈均勻之排列；下脈毛多，排列均勻。腹部第5-8背板兩側有微毛梳，第8背板之微毛梳位在氣孔後方。第2腹板後緣通常有2對毛，第3-7腹板後緣有3對毛。各節腹板附毛有或無。

本屬爲錐尾亞目中最大一屬，世界約250種，台灣已知17種，有許多種類爲農作物害蟲。

台灣薊馬屬各種之檢索表

1. 腹部第3-6節腹板有附毛 …… 2
－ 腹部各節腹板均無附毛 …… 13
2. 腹部第7節腹板有附毛 …… 3
－ 腹部第7節腹板無附毛 …… 11
3. 腹部第8節背板後緣梳毛發達 …… 4

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2070號。

2. 本所應用動物系研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

－腹部第8節背板後緣無梳毛，或僅兩旁有中央缺，或中央僅有波狀物 …… 8
4. 體黃或淡黃色，腹部背板中央有褐色區塊 …… 5
－體褐色，腹部背板顏色均勻 …… 6
5. 單眼間毛在三角區外緣線上；腹部塊區未達後緣，呈三角形 ……類花色薊馬 *T. inferus*
－單眼間毛在三角區之外；腹部塊區呈方形，達到後緣 ……花色薊馬 *T. coloratus*
6. 後胸背板中央有多數明顯網紋；前翅上脈端毛6-8支 ……唐菖蒲薊馬 *T. simplex*
－後胸背板中央無明顯網紋；前翅上脈端毛3支 …… 7
7. 褐色；眼後毛自中央第2對比1、3對短；第7腹板附毛8-12支 ……褐花薊馬 *T. florum*
－雙色或褐色；眼後毛自中央第2對比第3對長或等長；第7腹板附毛11-23支 ……花薊馬 *T. hawaiiensis*
8. 前翅上脈端毛3支，分開很遠 …… 9
－前翅上脈端毛4支或以上 ……10
9. 後胸背板中對毛在前緣縫上，有1對感覺孔；第8背板後緣中央無梳毛 ……蘭嶼薊馬 *T. kotoshoi*
－後胸背板中對毛在前緣縫後方，無感覺孔；第8背板後緣中央有微小波狀 ……青葱薊馬 *T. alliorum*
10. 腹部第8背板後緣無梳毛 ……疏端薊馬 *T. wedeliae*
－腹部第8背板後緣梳毛兩旁有中央缺 ……刀豆薊馬 *T. vitticornis*
11. 前翅上脈毛端部2-3支，互相分開 ……腹毛缺薊馬 *T. extensicornis*
－前翅上脈端毛8-10支，與基部幾乎相連 ……12
12. 腹部第8背板後緣梳毛兩旁有中央缺 ……東方花薊馬 *T. orientalis*
－腹部第8背板後緣無梳毛 ……台灣花薊馬 *T. taiwanus*
13. 後胸背板有多數明顯網紋；第8背板後緣中央無梳毛 ……網紋薊馬 *T. malloti*
－後胸背板無網紋；第8背板後緣梳毛完全 ……14
14. 前翅上脈端毛4或5支；腹部第2-7背板兩側後緣有細小梳毛 ……蔥薊馬 *T. tabaci*
－前翅上脈端毛2~3支；腹部第2-7背板兩側後緣無細小梳毛 ……15
15. 體褐色；觸角第4、5節全部褐色 ……蓬萊薊馬 *T. formosanus*
－體淡黃色；觸角基部黃色，末端褐色，第4、5節雙色 ……16
16. 單眼間毛位在單眼三角區之外，前單眼之兩旁 ……南黃薊馬 *T. palmi*
－單眼間毛位在單眼三角區之內，前單眼之下方 ……淡色薊馬 *T. flavus*

青蔥薊馬 *Thrips alliorum* (Priesner) (圖1)

Taeniothrips alliorum Priesner, 1935a: 128.

Taeniothrips carteri Moulton, 1936b: 183.

Thrips alliorum (Priesner); Umeya, 1988: 142, 143.

雌蟲製片後體長1.5-1.7 mm。體褐色，腹部第2-8背板前緣脊深褐色。觸角第1、2及4-8節深褐，第3節淡黃色或淡褐色。前翅淡黃，基部稍淡。各腿節褐色，前足脛節淡黃，中、後脛節褐但端部淡黃，各跗節淡黃。

頭長寬約相等，頰之長度超過複眼長，兩頰幾乎平直。單眼間毛甚長，位在前後單眼外緣連線上或其內，眼後毛6對，在後單眼下方之1對排成縱列。眼後有橫紋。觸角8節，第3、4節之叉狀感覺錐短。

前胸背板平滑，只後緣有數條細橫紋，前緣角各有1支稍長毛，前緣小毛6對，後緣角長毛2對，其間有小毛1支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛稀少，約20支；後胸背板密布紋路，中對毛在前緣縫之後方，無感覺孔。前翅前緣毛約22-25支，上脈基部毛7支，端毛3支，下脈毛11支。

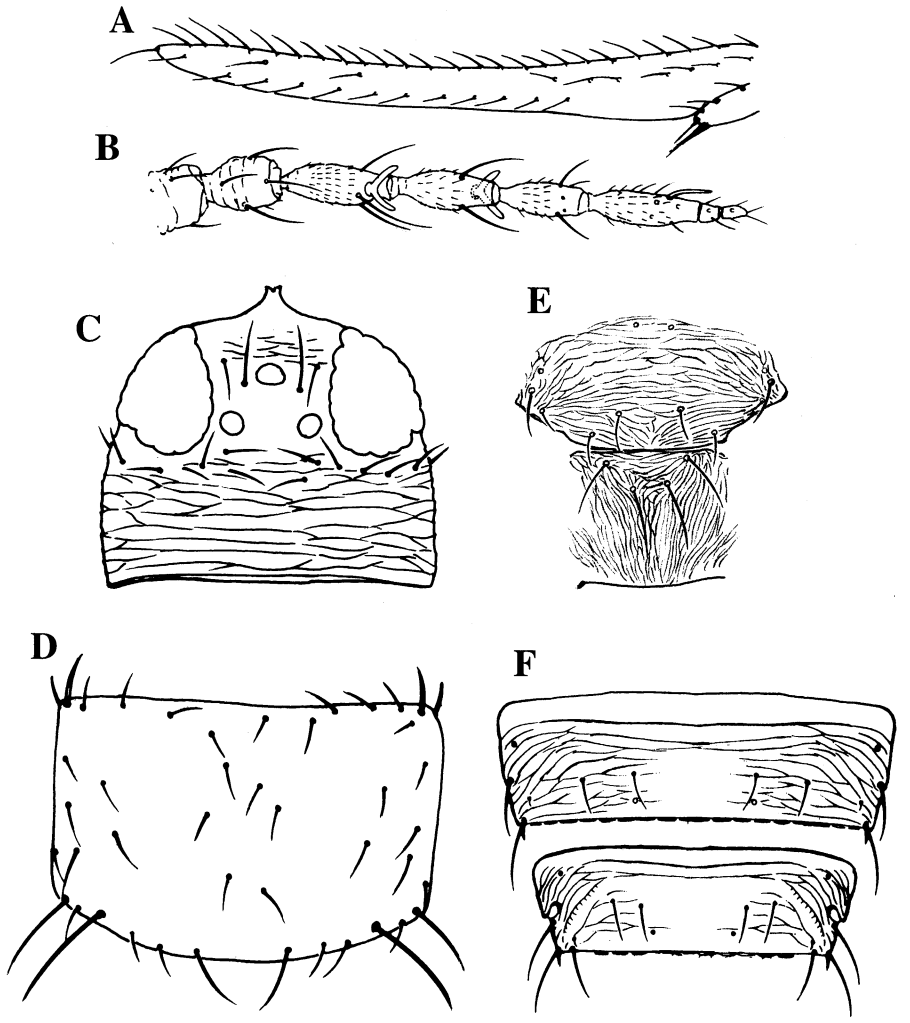


圖1. 青蔥薊馬 *Thrips alliorum* (Priesner) (♀)：A. 前翅；B. 觸角；C. 頭；D. 前胸背板；E. 中胸與後胸背板；F. 腹部第7-8節背板。

Fig. 1. *Thrips alliorum* (Priesner) (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. mesonotum and metanotum; F. abdominal tergites VII-VIII.

腹部第2-7背板後緣有深褐色弧形突，形成虛線狀之條紋，以第6、7節較明顯；第8背板後緣有弧形突，有刺尖或無，不同個體間弧突之形狀與數目不完全一致；第10背板縱裂完全。第2-7腹板有細弱橫紋；第3-7腹板有附毛，大致橫列，各節有8-14支不等。第2-7側板後緣有齒。

雄蟲（短翅型或無翅型）體色形狀與雌蟲相近。腹部第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：台灣、中國大陸、日本、韓國、夏威夷。

棲所植物：洋蔥 (*Allium cepa*)、蔥 (*Allium fistulosum*)、牛石花 (*Emilia sagittata*)。在台灣曾於蔥 (*Allium fistulosum*)、韭菜 (*Allium odorum*)、蒜 (*Allium rosenbachianum*) 上採得。

標本檢查：3♀，屏東，蔥，V-1925, Takahashi；3♀，屏東，蔥，25-III-1934, Takahashi；1♀，台北，蔥，4-VIII-1934, Takahashi；6♀（長翅）1♀（短翅），苗栗頭份，蒜，4-V-1990；1♀，台中縣

萬豐農試所，韭菜，20-IX-1990；1♀1♂（長翅）1♂（短翅）1♂（無翅），台中縣萬豐農試所，蔥，21-I-1991。

花色薊馬 *Thrips coloratus* Schmutz (圖2)
(日本薊馬)

Thrips coloratus Schmutz, 1913: 1002, 1013.

Thrips japonicus Bagnall, 1914b: 288.

Thrips florum var. *colorata* Schmutz; Karny, 1924: 13, 14.

Thrips melanurus Bagnall, 1926a: 111.

雌蟲製片後體長1.1-1.3 mm。頭胸黃褐，腹部第2-8節兩側淡黃，中央褐色，第9、10節全部褐色，第2-8節前緣脊深褐。觸角第1、3節淡黃，第2節金黃，第4-7節褐色，但第4節最基部與第5節基部1/2較淡。翅淡褐。足淡黃。

頭寬於長，頰略長於複眼。單眼間毛位於前後單眼間，在三單眼外緣連線上或稍外方，眼後毛6對。眼後有橫紋。觸角7節，第3、4節叉狀感覺錐短。

前胸背板平滑，只後緣有數條細橫紋，後緣角各2支長毛，後緣毛3對，中央1對稍長，背板生有

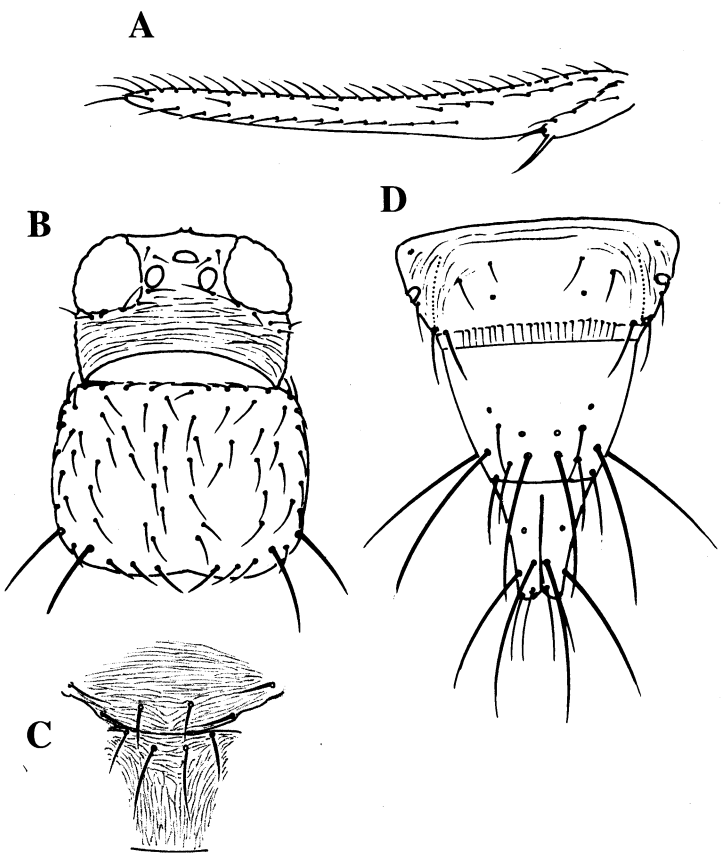


圖2. 花色薊馬 *Thrips coloratus* Schmutz (♀)：A. 前翅；B. 頭及前胸背板；C. 中胸與後胸背板；D. 腹部第8-10節背板。

Fig. 2. *Thrips coloratus* Schmutz (♀): A. fore wing; B. head and pronotum; C. mesonotum and metanotum; D. abdominal tergites VIII-X.

小毛約40支；後胸背板密布紋路，中對毛在前緣縫之後方，無感覺孔。前翅前緣毛24-28支，上脈毛基部7-8支，端部3支，下脈毛12-16支。

腹部第8背板後緣梳毛完整；第10背板幾乎完全分裂。第2-7腹板有附毛6-10支。

雄蟲體黃色，觸角第1-3節、第4節基部1/2與第5節基部3/4黃色，餘褐色。第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：台灣、中國大陸、日本、印度、斯里蘭卡、印尼、新幾內亞。

棲所植物：發現於多種植物之花部。在台灣曾採於茶 (*Camellia* sp.)、千日紅 (*Gomphrena globosa*)、紅蝦花 (*Beloperone guttata*)、櫻花 (*Prunus campanulata*)、梅花 (*Prunus mume*)、梧桐 (*Firmiana simplex*)、竹(*Bamboo* sp.)、黃麻 (*Corchorus capsularis*)。

標本檢查：1♀，南投鹿谷，茶，29-XII-1987；1♀，台中縣萬豐農試所，千日紅，24-X-1990；1♀，南投蓮華池，紅蝦花，10-I-1991；5♀，花蓮，木本（花），4-IV-1991；2♀，宜蘭福山，木本（花），5-IV-1991；1♀，南投杉林溪，8-X-1991；9♀，霧社，櫻花、梅花，11-I-1991；1♀，南投漁池，茶（花），17-X-1991。1♂，墾丁社頂，梧桐，12-I-1993；1♂，墾丁南仁山，竹，14-IV-1993；2♂，同前，黃麻。

腹毛缺薊馬 *Thrips extensicornis* Priesner (圖3)

Thrips extensicornis Priesner, 1934：276, 288.

雌蟲製片後體長1.2-1.3 mm。體深褐色，頭前半部較淡黃，胸部略呈桔黃，腹部顏色較深，第2-8背板前緣脊黑褐色。觸角第1節淡褐，第2節基部較深，端部較淡，第3節全部及第4節基部淡黃，第4節其餘部份及第5-7節褐色。前翅黃褐，基部較淡。足黃褐，腿節顏色稍深。

頭寬於長，頰微拱，頰略短於眼長。眼後有橫紋。單眼間毛生於前單眼稍下方之單眼三角區內，眼後毛6對。小顎鬚3節。觸角7節，第3、4節有叉狀感覺錐，第6節最長。

前胸前緣毛5對，後緣角各有長毛2支，約等長，後緣毛3對，最內1對最長。背板毛約20餘支；後胸背板之紋路形成明顯網紋，前半部之網紋內另有小紋，中對毛在前緣縫之後方，無感覺孔。前翅上脈基部毛7支，端部3支，下脈毛12-16支，排列均勻。

腹部第8背板無梳毛；第10背板部分縱裂。第5、6腹板有1對附毛，生於兩側，其餘各節無附毛。第2-7側板後緣有齒。

雄蟲桔黃，觸角顏色與雌蟲相似，但較淡，且第3節端部一半爲褐色。腹部有寬扁腺室，無附毛。

分布：台灣、印尼。

棲所植物：臭茉莉 (*Clerodendron fragrans*)、桃金孃 (*Rhodomyrtus tomentosus*)、海州常山屬 (*Clerodendron* spp.)、(*Exostemma longiflorum*)。在台灣文殊蘭 (*Crinum asiaticum*) 採得。

標本檢查：5♀1♂，蘭嶼，IX-1938, Tomita；6♀1♂，台中縣霧峰省議會，文殊蘭，27-VII-1990。

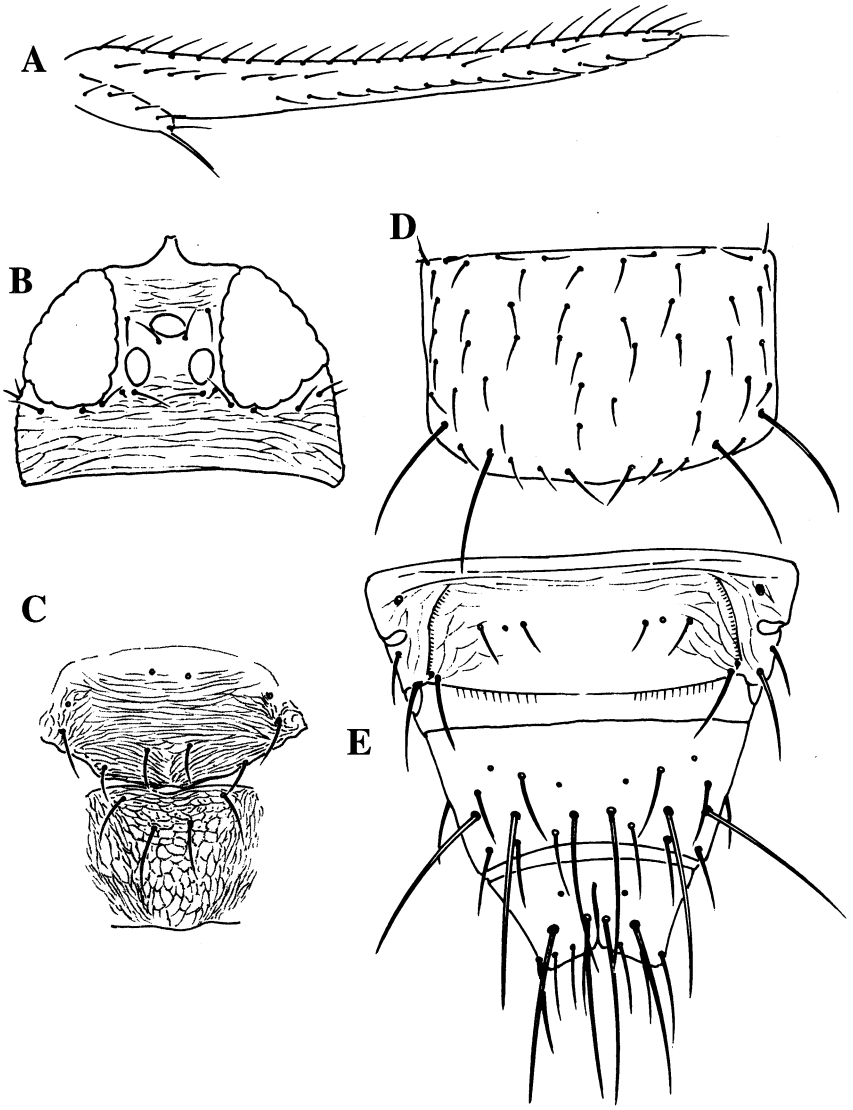


圖3. 腹毛缺薊馬 *Thrips extensicornis* Priesner (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 中胸與後胸背板；D. 前胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 3. *Thrips extensicornis* Priesner (♀): A. fore wing; B. head; C. mesonotum and metanotum; D. pronotum; E. abdominal tergites VIII-X.

淡色薊馬 *Thrips flavus* Schrank (圖4)

(亮薊馬、黃薊馬、瓜亮薊馬)

Honey suckle thrips

Thrips flavus Schrank, 1776. Buffa, 1909: 135.

Thrips flava Schrank, 1776: 31.

Thrips Melanopa Schrank, 1781: 298, 299.

Physothrips flavidulus Bagnall, 1916: 399.
Thrips flavidus Bagnall, 1916: 402.
Taeniothrips flavidulus (Bagnall); Ramakrishnan, 1928: 256.
Taeniothrips flavus (Bagnall); Steinweden, 1933: 282.
Taeniothrips sulfuratus Priesner, 1935b: 358.
Taeniothrips luteus Oettingen, 1935: 183.
Taeniothrips saussureae Ishida, 1936: 70.
Taeniothrips rhopalantennalis Schumsher and Singh, 1946: 166, 168, 181.
雌蟲製片後體長1.2-1.4 mm。體淡黃色。觸角第1節淡黃白，第2節基部淡黃，端部黃，第3-5節基部淡黃，端部淡褐，第6-7或6-8節淡褐。前翅淡黃。足淡黃。

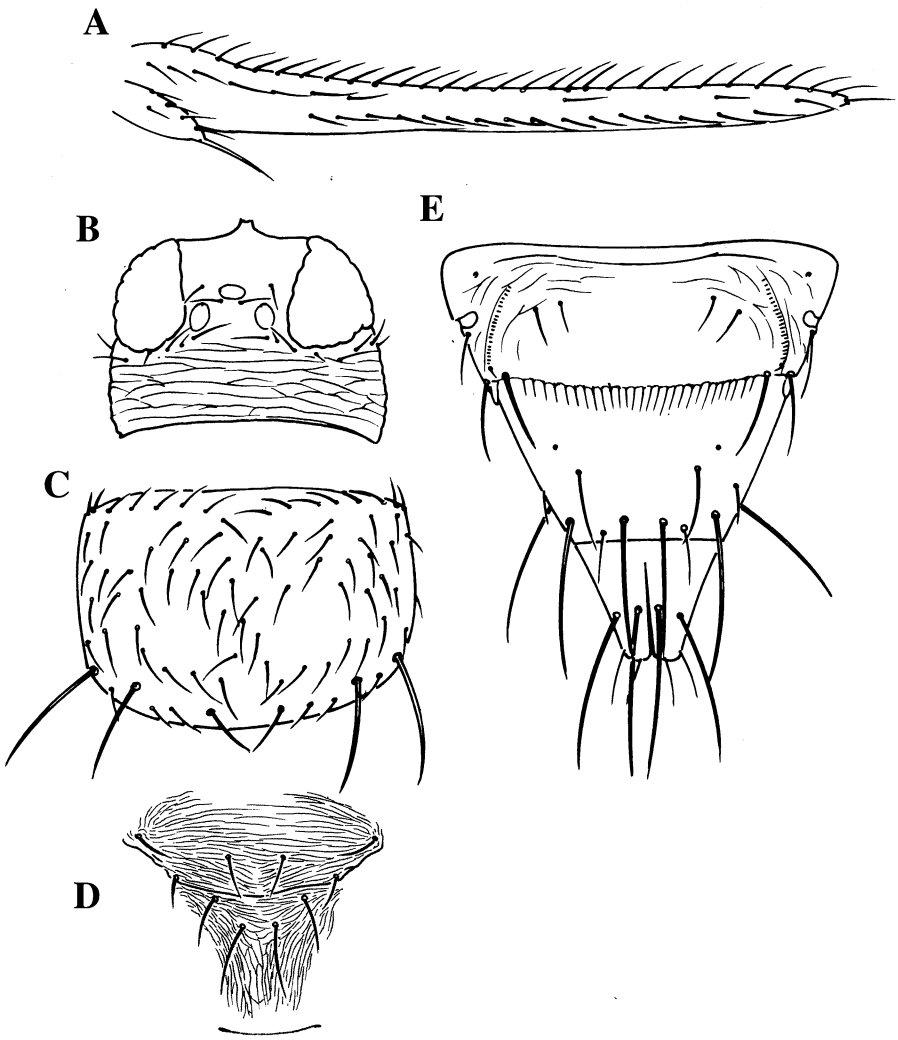


圖4. 淡色薊馬 *Thrips flavus* Schrank (♀)： A. 前翅； B. 頭； C. 前胸背板； D. 中胸與後胸背板； E. 腹部第8-10節背板。
Fig. 4. *Thrips flavus* Schrank (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

頭寬於長，頰之長度略超過複眼長，兩頰微拱。單眼前毛1對，單眼間毛位在前單眼稍下方兩側之單眼三角區內，眼後毛6對，眼後有橫紋。觸角7或8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板有微弱橫紋，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛約40支。後胸背板密布紋路，中對毛在前緣縫之後方，無感覺孔。前翅前緣毛約28支，上脈基部毛7支，端毛3支，下脈毛約14-18支。

腹部第8背板後緣梳毛完整。腹板無附毛。

雄蟲體色形狀與雌蟲相近。腹部第3-7腹板有寬扁之腺室。

分布：全世界。

棲所植物：多種植物之花部。

標本檢查：2♀，南投鹿谷，茶 (*Camellia* sp.)（花），29-XII-1987；1♀，南投蓮華池，山茶 (*Comellia japonica*)，10-I-1991；1♀，墾丁，馬纓丹 (*Lantana camara*)，1-II-1991；2♀1♂，花蓮，木本植物（花），4-IV-1991。

附記：淡色薊馬於1935年高橋即已記錄，當南黃薊馬在南部瓜園開始發生時，即曾被誤認爲本種薊馬。淡色薊馬爲害瓜類、豆類、茶等多種作物，其成蟲與幼蟲於開花期均存在於植株花部，取食花粉花蜜及花瓣組織內汁液，使花卉提早凋謝，與南黃薊馬之成蟲幼蟲棲息於心芽或葉片上之習性不同。

本種形態特徵與南黃薊馬相近似，本種單眼間毛在前單眼下方，觸角第3、4、5節顏色基部黃端部褐，第6-8節黃褐色；南黃薊馬單眼間毛在前單眼兩側，觸角第3-5節基部淡褐，端部褐色，末2節成黑褐色。

褐花薊馬 *Thrips florum* Schmutz (圖5)

Thrips florum Schmutz, 1913: 1001, 1004.

Thrips parva Schmutz, 1913: 1001, 1004.

Thrips magnipes Schmutz, 1913: 1001, 1006.

Thrips rhodamniae Schmutz, 1913: 1001, 1008.

Thrips pallida Schmutz, 1913: 1001, 1005.

Thrips paradenyae Schmutz, 1913: 1002, 1015.

Thrips darci Girault, 1930: 8.

Thrips exilicornis Hood, 1932: 117, 118, 121, 129.

雌蟲製片後體長1.4-1.6 mm。體褐色，腹部第2-8背板前緣脊深褐色。觸角第1、2節褐色，第3節淡黃，第4-7節褐。前翅褐色，基部較淡。足黃色，中後足腿節褐色。

頭寬於長，頰約與複眼等長。單眼間毛位在前後單眼間，三單眼外緣連線上，眼後毛6對，第2對細小，短於第3對，眼後有橫紋。觸角7節，偶而兩觸角中有一支8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板平滑，只後緣有數條細橫紋，後緣角各具2支長毛，後緣3對毛，中央1對稍長，有小毛40餘支。後胸背板密布紋路，中對毛極接近前緣縫，有1對感覺孔。前翅前緣毛25-35支，上脈毛基部7-8支，端部3支，下脈毛13-17支。

腹部第8背板後緣梳毛細小完整；第10背板部分縱裂。第3-7腹板有附毛8-14支。

雄蟲第9背板有4支矛狀毛，中央2支較長而粗，邊緣之2支稍細小，彼此間著生之距離相等。第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：全世界。

棲所植物：因爲學名一度混淆之緣故，與花薊馬 (*T. hawaiiensis*) 之棲所植物難於區隔，可發現於多種植物之花部。

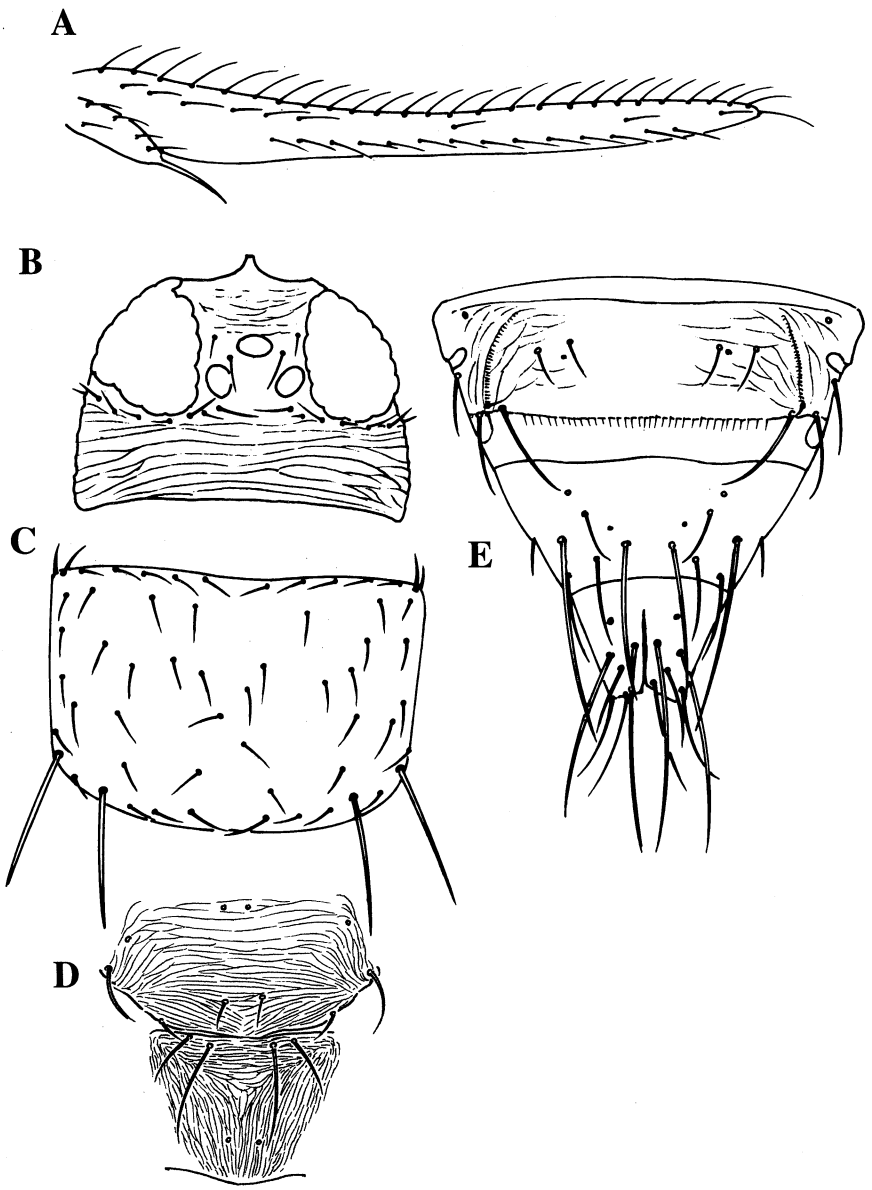


圖5. 褐花薊馬 *Thrips florum* Schmutz (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 5. *Thrips florum* Schmutz (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

標本檢查：7♀，台東，檸檬 (*Citrus limon*)，16-III-1935, M. Chujo；28♀，南投中寮，黃梔花 (*Gardenia jasminoides*)，17-IV-1990。

附記：本種與花薊馬 *T. hawaiiensis* 之褐色種相近似，幾乎難以區分。以往曾經認爲是花薊馬之異名 (Bhatti, 1983)，Nakahara (1985) 經過觀察仍將之分開爲一不同之種，本種與花薊馬之不同在於：本種雌蟲眼後毛自中央第2對甚細小，前胸後緣角毛長，背板毛少，後胸背板中對毛在前緣縫上，第7腹板

附毛8-12支。花薊馬雌蟲眼後毛自中央起第2對比第3對長，前胸後緣角毛較短，背板毛較多，後胸背板中對毛在前緣縫稍後方，第7腹板附毛11-23支。此外，本種之胸部與腹部顏色爲一致之褐色，較少如花薊馬般成爲黃胸褐腹。雄蟲本種第9背板B1間距離爲B1-2距離之2-5倍，而花薊馬此距離爲0.4-1.5倍。第二齡幼蟲本種觸角第6節之感覺錐較第7節或第5節之感覺錐短，花薊馬則較諸爲長。

蓬萊薊馬 *Thrips formosanus* Priesner (圖6)

Thrips formosanus Priesner, 1934: 283, 290.

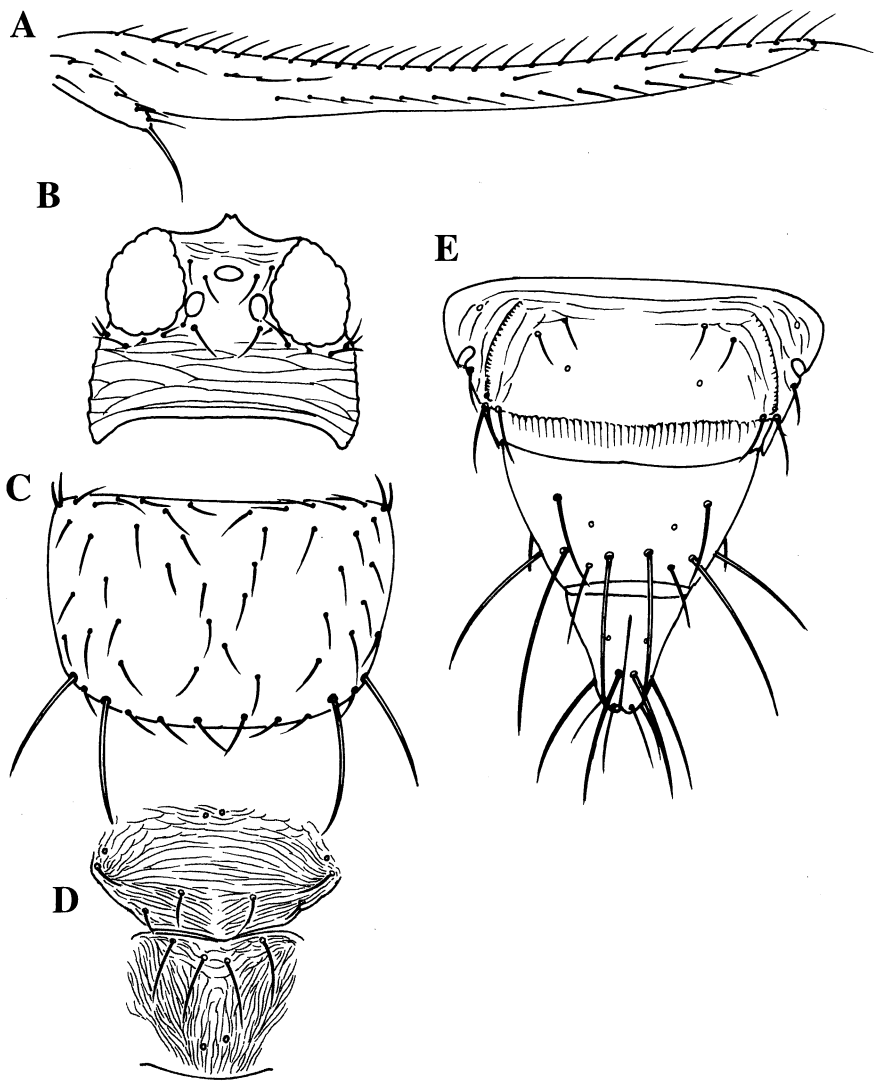


圖6. 蓬萊薊馬 *Thrips formosanus* Priesner (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 6. *Thrips formosanus* Priesner (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

雌蟲製片後體長1.4-1.6 mm。體褐色，腹部第2-8背板前緣脊深褐色。部分個體中、後胸有紅色素。觸角第1、2及4-7節褐，第3節淡黃色或淡褐色。前翅淡褐，基部稍淡。足黃，前腿節中央稍褐，中腿節之邊緣較褐，後腿節大部爲淡褐。

頭長寬約相等，頰之長度約與複眼相等。單眼間毛位在三單眼外緣連線之上，眼後毛6對，眼後有橫紋。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板密布橫紋，前緣小毛6對，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對較長，背板小毛約30支。後胸背板密布紋路，中對毛在前緣縫後方，感覺孔1對。前翅前緣毛約25-28支，上脈基部毛7支，端毛3支，下脈毛14支。

腹部第8背板後緣梳毛完整；第10背板部分縱裂。腹板無附毛。第2-7側板後緣有齒。

雄蟲較小型，顏色特徵與雌蟲相近，腹部第3-7節有寬扁腺室。

分布：台灣。

棲所植物：菫菜屬 (*Viola* spp.)、百合屬 (*Lilium* spp.)、蓼屬 (*Polygonum* spp.)、菊科 (Compositae) 等之花部。在台灣採於颱風草 (*Setaria palmifolia*)、十字花科 (Cruciferae)、蕨科 (Polypodiaceae)。

標本檢查：2♀1♂，台北石碇，颱風草，IX-1993；1♀，新竹五峰，蕨類，5-V-1994；6♀3♂，南投合歡山，十字花科，8-VI-1994。1♀2♂，Mt. Niitaka，27-V-1933，K. Maki。

花薊馬 *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (圖7)

(香蕉花薊馬、黃胸薊馬)

Hawaiian flower thrips

Euthrips hawaiiensis Morgan, 1913: 3.

Thrips longalata Schmutz, 1913: 1002, 1009.

Thrips nigriflava Schmutz, 1913: 1002, 1012.

Thrips sulphurea Schmutz, 1913: 1001, 1002.

Thrips albipes Bagnall, 1914a: 25.

Physothrips hawaiiensis (Morgan); Karny, 1914: 367.

Physothrips pallipes Bagnall, 1916: 400.

Physothrips albipes Bagnall, 1916: 401.

Bregmatothrips thiefloris Karny, 1921: 66.

Thrips versicolor Bagnall, 1926a : 108.

Thrips io Girault, 1927a: 351.

Thrips partirufus Girault, 1927b p1.

Taeniothrips hawaiiensis (Morgan); Moulton, 1928a: 110, 132.

Taeniothrips (*Physothrips*) *albipes* (Bagnall); Moulton, 1928b: 325.

Taeniothrips eriobotryae Moulton, 1928b: 297, 325.

Taeniothrips pallipes (Bagnall); Moulton, 1928b: 302, 326.

Taeniothrips hawaiiensis (Morgan); Steinweden, 1933: 286.

Thrips (*Thrips*) *hawaiiensis* (Morgan); Priesner, 1934: 266, 287.

Taeniothrips rhodomyrti Priesner, 1938: 492, 520, 524, 526.

Thrips leucaenae Moulton, 1942: 9.

雌蟲製片後體長1.4-1.6 mm。雙色或褐色，雙色者頭與胸黃、桔黃或褐色，具桔色素，腹部褐色，第2-8背板前緣脊深褐。觸角第1節黃或淡黃，第2節褐，第3節淡黃，第4-7或4-8節褐。前翅淡褐色，

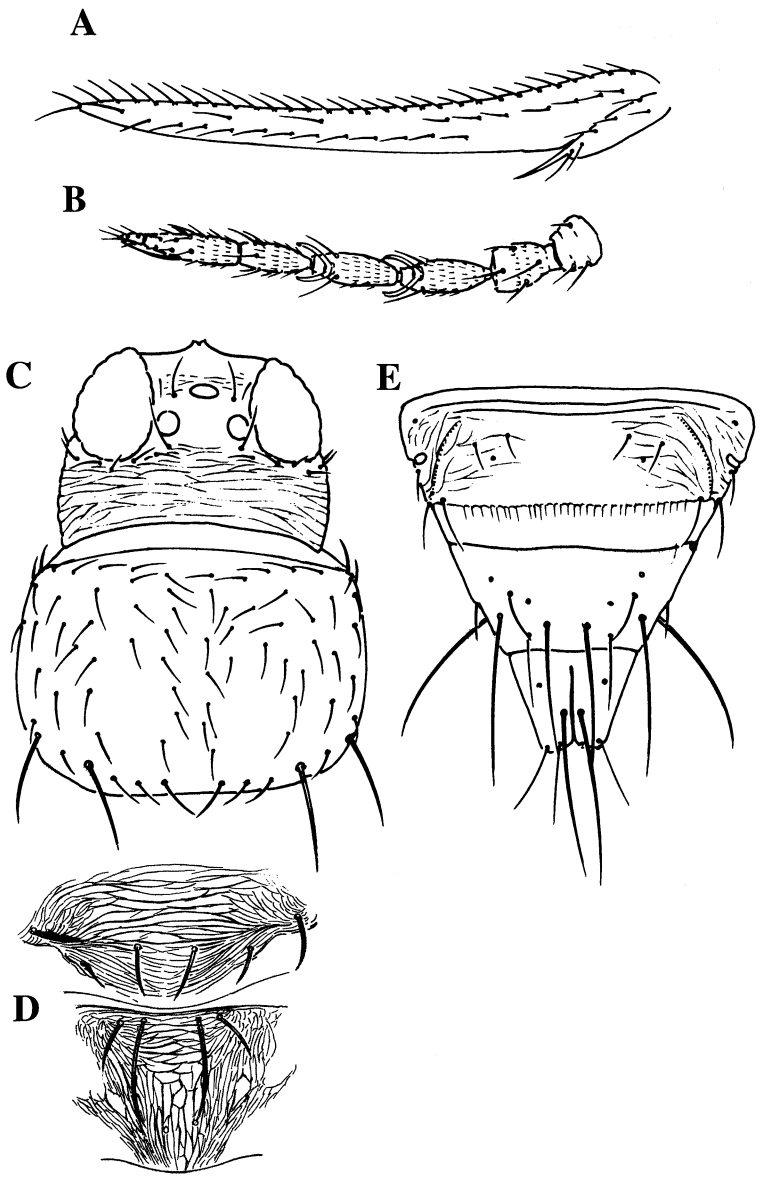


圖7. 花薊馬 *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (♀)：A. 前翅；B. 觸角；C. 頭及前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 7. *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head and pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

基部較淡。足黃色。褐色型之觸角褐色，第2節顏色最深。前翅淡黃。前足腿節淡褐，脛節與跗節淡黃，中後足褐色，只跗節淡黃。

頭寬於長，頰約與複眼等長。單眼間毛位在前後單眼間，三單眼外緣連線之外，眼後毛6對，第2、3對約等長，眼後有橫紋。觸角多數7節，少數爲8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板平滑，只後緣有數條細橫紋，後緣角各具2支長毛，後緣3對毛，中央1對稍長，有小毛40餘支；後胸背板密布紋路，中對毛極接近前緣縫，有1對感覺孔。前翅前緣毛25-35支，上脈毛基部7-8支，端部3支，下脈毛13-17支。

腹部第8背板後緣梳毛完整；第10背板部分縱裂。第2-7腹板有附毛12-19支。第2-7側板後緣有細小之齒。

雄蟲第9背板有4支長短相似之矛狀毛，中央2支相距較同側之2支遠。

分布：全世界。

棲所植物：多種植物之花部。

標本檢查：20♀，台北，桑 (*Morus* sp.)（花），31-I-1934, Takahashi；6♀，台東，番石榴 (*Psidium guajava*)，22-V-1934, Takahashi；35♀，屏東，香蕉花 (*Musa sapientum*)，18-II-1935, Yamaho；7♀，台北，茶 (*Camellia* sp.)（花），XII-1936, Takahashi；10♀，台中萬豐農試所，Lily，V-1987；1♀，蒜香藤 (*Pseudocalymma alliaceum*)，14-XII-1987；3♀，月桔 (*Murraya paniculata*)，17-XII-1987；2♀1♂，茶，19-XII-1987；3♀，南投鹿谷，茶（花），29-XII-1987；1♀，田尾，敏豆 (*Phaseolus vulgaris*)，9-X-1989；6♀，屏東里港，番石榴，27-III-1990；8♀，台中萬豐農試所，馬茶花 (*Tabernaemontana divaricata*)，11-VII-1990；1♀，金露花 (*Duranta repens*)，15-X-1990；1♀，南投，蟛蜞菊 (*Wedelia chinensis*)，29-VIII-1990；2♀，霧峰峰谷，蔥蘭 (*Zephyranthes candida*)，2-XI-1990；6♀，南投，芒果 (*Mangifera indica*)、羊蹄甲 (*Bauhinia variegata*)，29-XI-1990；12♀，嘉義大林，蘭 (*Orchidaccceae*)，30-XI-1990；6♀，田尾，珊瑚刺桐 (*Erythrina* X *bidwillii*)，30-XI-1990；7♀，南投蓮華池，紅蝦花 (*Beloperone guttata*)、合歡 (*Albizzia julibrissin*)、李 (*Prunus salicina*)，10-I-1991；1♀，霧社，梅花 (*Prunus mume*)，11-I-1191；1♀，霧峰舊正，檳榔樹 (*Areca catechu*)，21-I-1991；3♀，霧峰萬豐，辣椒 (*Capsicum annum*)、蔥 (*Allium fistulosum*)、柚子 (*Citrus grandis*)，25-I-1991；1♀，墾丁，福木 (*Garcinia multiflora*)，1-II-1991；1♀，台南，蘭，5-II-1991；7♀，台中萬豐農試所，龍眼 (*Euphoria longana*)、梨 (*Pyrus* sp.)，25-III-1991；2♀，茼蒿花 (*Chrysanthemum coronarium*)、桂花 (*Osmanthus fragrans*)，31-XII-1991；1♀，辣椒，17-I-1992。

附記：花薊馬普遍出現於各種蔬菜、果樹、花卉及一般植物花部，在蔬菜中之瓜類、豆類等作物上均可發現，但蟲體密度不高，並非主要害蟲。迄今在台灣只在香蕉上有造成傷害之情形，其自1967年開始爲害蕉果，於蕉園開花初期，雌成蟲侵入花苞內，在蕉果之房表皮產卵，幼蟲孵化後當下之產卵痕成爲明顯突起之粗糙褐斑或黑斑，致香蕉外觀不良而不耐久儲（湯，1974）。花薊馬亦喜向柑桔類、柚類、檬果之花部聚集，每逢開花期，蟲數增多，常與中國薊馬、小黃薊馬等同時存在，可能於花萼、幼果果皮上造成傷害，果皮上形成輪狀銹痕，但在台灣之柑桔上其對幼果之傷害不明顯，並不需特別施藥防治（何，1987）。

在台灣本種之觸角均爲7節，極少數8節，與世界其它地區7、8節均普遍之情形並不完全相同。

類花色薊馬 *Thrips inferus* Chen

Thrips inferus Chen, 1979：423.

雌蟲製片後體長1.12 mm. 體淡黃色，頭頂及胸稍暗，腹部第2-7背板前緣脊深褐，其後中央有近三角形之褐色區塊，第8-10節淡黃。觸角第4節端部1/2，第5節端部1/3及第6、7節褐，餘淡黃。前翅灰，基部稍淡。

頭寬於長，眼下有橫紋，頰微突。單眼間毛位於三角區之外緣線上。口錐長，達前胸中央。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板有橫紋，後緣角2對長毛，後緣中央3對毛。前翅前緣毛22支，上脈毛基部7支，端部3

支，下脈毛12支。

腹部第1-7背板二側有橫紋；第8背板後緣梳毛完整。第2腹板附毛3支，第3-7腹板附毛8-12支。

雄蟲顏色形狀與雌蟲相近，但腹部無褐色塊區，第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：台灣。

棲所植物：大豆 (*Glycine max*)。

附記：本文根據作者原文描述，其與花色薊馬之區分在於本種單眼間毛在三角區外緣線上，腹部塊區未達後緣，呈三角形；花色薊馬單眼間毛在三角區之外，腹部塊區呈方形，一直達到後緣。

蘭嶼薊馬 *Thrips kotoshoi* (Moulton)

Taeniothrips kotoshoi Moulton, 1928b: 300, 326.

Thrips kotoshoi (Moulton); Bhatti, 1978: 191.

雌蟲製片後體長1.5 mm。體深褐色，胸部有紅色素。觸角除第3節淡褐，餘均爲褐色。各腿節深褐，基部淡，脛節褐，端部較淡，跗節黃。前翅一致淡褐色，基部不淡。

頭略寬於長，兩頰幾乎平直，眼後有橫紋，單眼間毛發達，在後單眼前方，三角區之外。觸角8節，第3、4、6節等長，或第6節最長，第7、8節約等長。

前胸背板後緣角毛長，約等長；後胸背板紋路細密，中對毛在前緣縫上，有感覺孔1對。前翅前緣毛25支，上脈基部8支，端部3支，下脈13支。

腹部第8背板後緣兩側有短小梳毛，中央無梳毛；第10背板縱裂至近於基部處。第3-7腹板有附毛8-12支。

分布：台灣（蘭嶼）、斐濟。

棲所：刀豆 (*Canavalia obtusifolia*)。

附記：本文根據Moulton (1928b) 對本種原文描述及Palmer (1992) 之報告。

網紋薊馬 *Thrips malloti* Priesner (圖8)

Thrips (*Isoneurothrips*) *malloti* Priesner, 1934: 269.

Thrips (*Isoneurothrips*) *addendus* Priesner, 1934: 270, 288.

Isoneurothrips rosaceae Moulton, 1936a: 272.

雌蟲製片後體長0.9-1.2 mm。頭、胸黃褐，有紅色素，腹部褐色，第2-8背板前緣脊深褐色。觸角第1、2節褐，第3節淡黃，第4、5節基部淡黃，其餘部分及第6、7節褐。前翅淡褐，基部較淡。前、中足腿節邊緣及後足腿節全部褐色，各脛節與跗節淡黃。

頭寬於長，頰部長度短於複眼。單眼間毛靠近前單眼稍下方兩側，眼後毛6對，眼後有橫紋。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板密布橫紋，後緣角各有長毛2支，其間有小毛1支，後緣毛3對，最內的1對較長，背板小毛約40支。後胸背板中央有網紋，網紋內另有小紋，中對毛在前緣縫後方，有感覺孔1對。前翅前緣毛約26支，上脈毛18-20支，下脈毛14-16支，排列均勻。

腹部第8背板後緣無梳毛；第10背板部份縱裂。腹板無附毛。

雄蟲體色形狀與雌蟲相似，體型較小。腹部第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：日本、台灣、菲律賓。

棲所植物：菊科 (Compositae)、薔薇科 (Rosa)、腐婢屬 (*Premna* spp.)、黃枝花屬 (*Gardenia* spp.)。在台灣曾於軟枝黃蟬 (*Allamanda cathartica*)、雞屎藤 (*Paederia scandens*)、絲瓜 (*Luffa cylindrica*)、空心菜 (*Ipomoea aquatica*)、番石榴 (*Psidium guajava*)、牽牛花 (*Ipomoea nil*)、茶 (*Camellia* sp.)、玫瑰 (*Rosa*

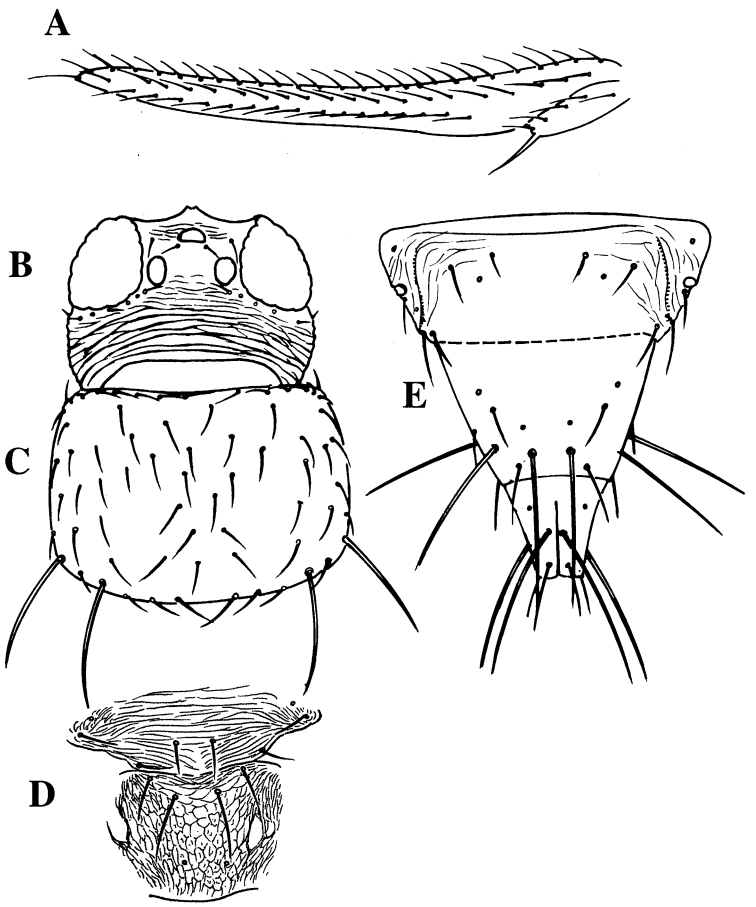


圖8. 網紋薊馬 *Thrips malloti* Priesner (♀)：A. 前翅；B. 頭及前胸背板；C. 中胸與後胸背板；D. 腹部第8-10節背板。

Fig. 8. *Thrips malloti* Priesner (♀): A. fore wing; B. head and pronotum; C. mesonotum and metanotum; D. abdominal tergites VIII-X.

rugosa)、黃荊 (*Vitex negundo*)、烏面馬 (*Plumbago zeylanica*)上採得。

標本檢查：2♀，台中縣萬豐農試所，空心菜（花），29-X-1990；2♀，霧峰舊正，番石榴，24-X-1990；1♀，台中縣萬豐農試所，牽牛花，19-XI-1990；1♀，台中縣萬豐農試所，玫瑰，21-XI-1990；3♀，名間，茶樹，26-XI-1990；8♀，墾丁南仁山，9-V-1991；6♀，屏東琉球，黃荊、烏面馬，4-XII-1991。

東方花薊馬 *Thrips orientalis* Priesner (圖9)

Isoneurothrips orientalis Bagnall, 1915: 593-594.

Thrips setipennis Steinweden & Moulton, 1930: 25-26.

Thrips (*Isothrips*) *orientalis* (Bagnall); Priesner, 1940: 54.

雌蟲製片後體長1.6 mm。體褐色，腹部第2-8背板前緣脊深褐色。觸角第1、2節深褐，與頭同色，第3節及第4、5節基部淡黃，其餘淡褐。前翅淡褐，足淡黃。

頭略寬於長，布有橫紋，頰之長度超過複眼長，兩頰幾乎平直。單眼間毛位於前單眼稍後方，眼後毛6對。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板布有橫紋，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛約30支；後胸背板中央有明顯網紋，網內另有小紋，中對毛在前緣縫後方，無感覺孔。前翅前緣毛約30支，上脈基

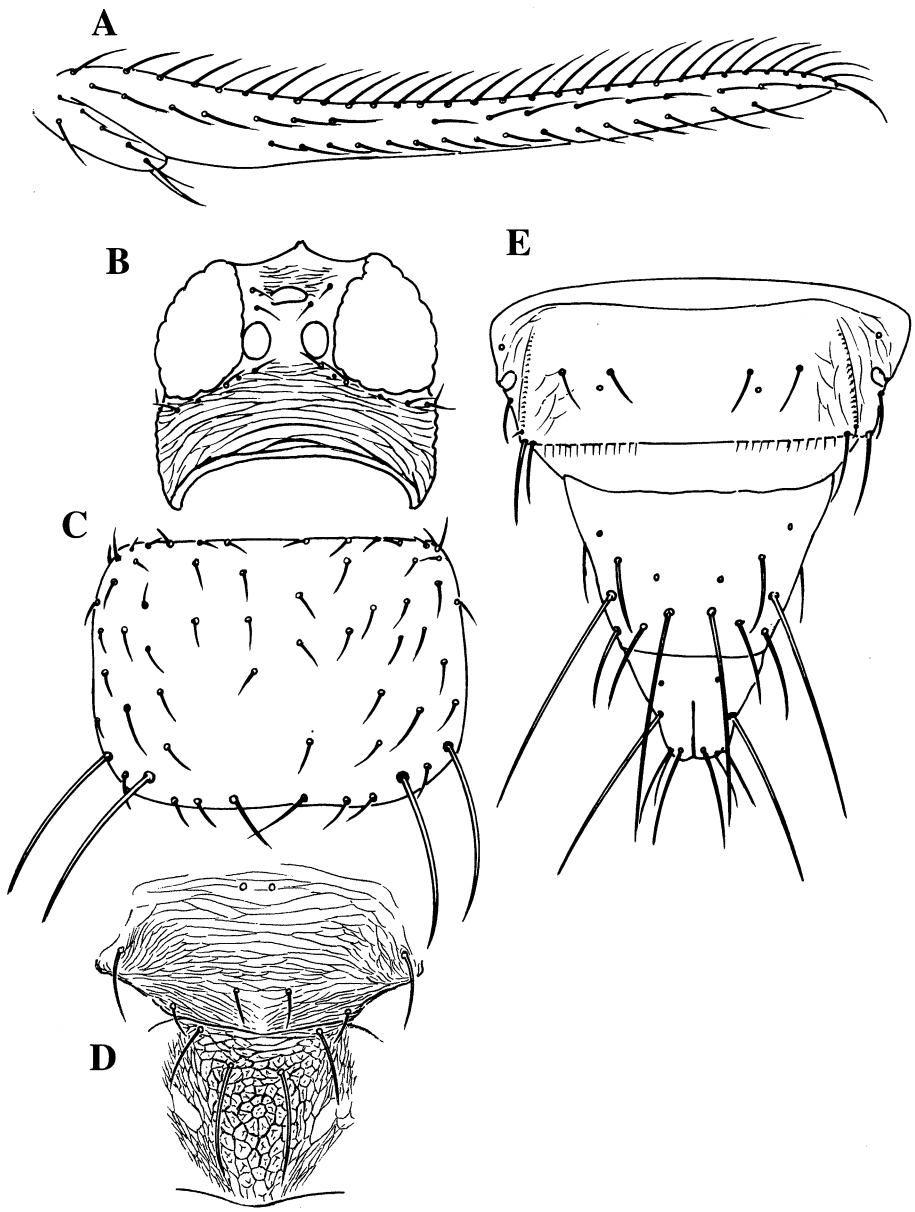


圖9. 東方薊馬 *Thrips orientalis* Priesner (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 9. *Thrips orientalis* Priesner (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

部毛7支，端毛8-10支，下脈毛13-16支，排列均勻。

腹部第8背板後緣兩側有細小梳毛，中央缺；第10背板部分縱裂。第3-6腹板有附毛2-6支，第7腹板無附毛。第3-7側板後緣有齒。

雄蟲較細小，腹部第3-7節有寬扁腺室。

分布：台灣、中國大陸、日本、菲律賓、馬來西亞、泰國、印尼、印度、巴基斯坦、夏威夷。

棲所植物：雞蛋花 (*Plumeria* sp.)。在台灣採於茉莉花 (*Jasminum sambac*)。

標本檢查：8♀9♂，彰化花壇，茉莉花，IX-1994。

南黃薊馬 *Thrips palmi* Karny (圖 10)
(節瓜薊馬、棕梠薊馬)
Melon thrips, Palm thrips

Thrips palmi Karny, 1925: 10.

Thrips clarus Moulton, 1928c: 294, 295.

Thrips nilgiriensis Ramakrishna, 1928: 245, 262.

Thrips leucadophilus Priesner, 1936: 91-92.

Thrips gossypicola (Priesner); Ramakrishna & Margabandhu,1939: 41.

Thrips gracilis Ananthakrishnan & Jagadish, 1968: 361.

雌蟲製片後體長1.2-1.4 mm。體淡黃色，複眼紅或紫黑色，單眼桔紅色。觸角第1節淡黃，第2節淡黃或金黃，第3節基部2/3、第4節基部1/3及第5節基部1/5淡褐色，此三節之其餘部份爲褐色，第6、7節褐色。前翅淡黃。足淡黃。

頭寬於長，頰之長度略超過複眼長。單眼間毛在前單眼兩旁，位於單眼三角區外，眼後毛6對。眼後有橫紋。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板有橫紋，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛約30支；中胸內叉骨有刺，後胸無刺，後胸背板有細紋，中對毛在前緣縫後方，無感覺孔。前翅前緣毛約18支，上脈基部毛7支，端毛3支，下脈毛11支。

腹部第8背板後緣梳毛細長完整。腹板無附毛。第2-7側板後緣有齒。

雄蟲體色形狀與雌蟲相近。腹部第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：台灣、香港、中國大陸、菲律賓、馬來西亞、泰國、印尼、印度、巴基斯坦、斯里蘭卡、新加坡、日本、美國（佛羅里達、夏威夷）、巴西、澳洲、關島、模里西斯、奈及利亞、蘇丹。

棲所植物：桑科 (Moraceae)：桑 (*Morus* sp.)，石竹科 (Caryophyllaceae)：石竹 (*Dianthus chinensis*)、康乃馨 (*Dianthus caryophyllus*)，藜科 (Chenopodiaceae)：菠菜 (*Spinacia oleracea*)，胡椒科 (Piperaceae)：胡椒 (*Piper* sp.)，茶科 (Theaceae)：茶 (*Camellia* sp.)，十字花科 (Cruciferae)：白菜 (*Brassica* sp.)、蘿蔔 (*Raphanus sativus*)、蕪菁 (*Brassica rapa*)，薔薇科 (Rosaceae)：桃 (*Prunus persica*)、梨 (*Pyrus* sp.)、李 (*Prunus salicina*)，豆科 (Leguminosae)：大豆 (*Glycine max*)、敏豆 (*Phaseolus* sp.)、蠶豆 (*Vicia faba*)、紅豆 (*Vigna* sp.)、綠豆 (*Phaseolus radiatus*)、苜蓿 (*Medicago polymorpha*)，酢醬草科 (Oxalidaceae)：酢醬草 (*Oxalis corniculata*)，芸香科 (Rutaceae)：桔 (*Citrus* sp.)，葡萄科 (Vitaceae)：葡萄 (*Vitis vinifera*)，錦葵科 (Malvaceae)：棉花 (*Gossypium indicum*)、黃秋葵 (*Abelmoschus esculentus*)、扶桑 (*Hibiscus rosa-sinensis*)，瓜科 (Cucurbitaceae)：胡瓜 (*Cucumis sativus*)、西瓜 (*Citrullus vulgaris*)、哈密瓜、香瓜 (*Cucumis melo*)、南瓜 (*Cucurbita moschata*)、冬瓜 (*Benincasa hispida*)、越瓜 (*Cucumis melo*)、苦瓜 (*Momordica charantia*)、絲瓜 (*Luffa cylindrica*)、扁蒲、節瓜，繖形花科 (Umbelliferae)：胡蘿蔔 (*Daucus* carota)，旋花科 (Convolvulaceae)：牽牛花 (*Ipomoea nil*)、甘藷 (*Ipomoea batatas*)，唇形科 (Labiatae)：

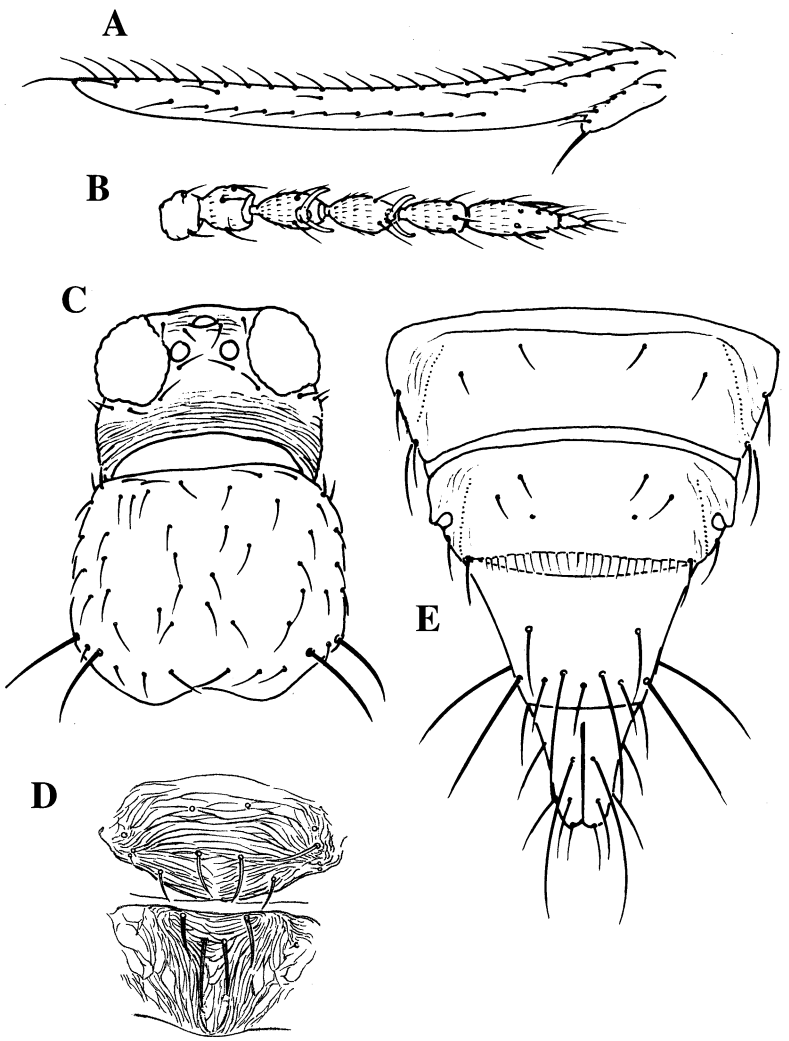


圖 10. 南黃薊馬 *Thrips palmi* Karny (♀)：A. 前翅；B. 觸角；C. 頭及前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第 7-10 節背板。

Fig. 10. *Thrips palmi* Karny (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head and pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VII-X.

紫蘇(*Perilla ocymoides*)，茄科 (Solanaceae)：茄子 (*Solanum melongena*)、青椒 (*Capscium* sp.)、紅辣椒 (*Capscium* sp.)、馬鈴薯 (*Solanum tuberosum*)、煙草 (*Nicotiana tabacum*)、胡麻科 (Pedaliaceae)：芝麻 (*Sesamum orientale*)，菊科 (Compositae)：菊花 (*Chrysanthemum morifolium*)、大理花 (*Dahlia pinnata*)、萵苣 (*Lactuca sativa*)、茼蒿 (*Chrysanthemum coronarium*)、牛臺、向日葵 (*Helianthus annuus*)，禾本科 (Gramineae)：玉米 (*Zea mays*)、喬麥 (*Hordeum* sp.)。在台灣曾於菊花 (*Chrysanthemum* sp.)、豆科 (Leguminosae)、杜鵑 (*Rhododendron* sp.)、朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis*)、孔雀草 (*Tagetes patula*)、番石榴 (*Psidium guajava*)、月桃 (*Alpinia speciosa*)、櫟 (*Quercus* sp.)、紅蝦花 (*Beloperone guttata*)、青箱 (*Celosia argentea*)、桂花 (*Osmanthus fragrans*)、鳳仙花 (*Impatiens balsamina*) 等多種作物上採得。

標本檢查：3♀，田尾，菊花，20-XII-1987；5♂，台中萬豐農試所，豆科（花），7-XII-1989；10♀，霧峰萬豐，杜鵑，13-II-1990；12♀，南投蓮華池，番石榴、月桃、櫟、紅蝦花、杜鵑，10-I-1990；13♀，台中霧峰省議會，杜鵑、朱槿、孔雀草，14-II-1990；19♀，霧社，青箱、桂花、鳳仙花，11-I-1991。

附記：南黃薊馬爲害植株葉部或果實，在茄子、青椒上以果實之受害較嚴重，瓜類中僅胡瓜的果實會直接受害，其餘瓜類均以葉部受害較嚴重。成蟲最喜聚集於新芽，藏在尚未展開之幼葉間，或是在新莖表皮密生的絨毛間穿梭，幼蟲則在新葉較隱蔽的背面棲息。被害葉片出現黃白斑，嚴重時轉爲黃褐色，然後枯萎，芽端不再繼續伸長。結果時蟲體喜聚集果實萼片下，果皮表面出現白斑或褐斑，影響最嚴重。隨被害果實之增長，其上斑點擴大、變硬，果實畸形發育，造成收穫延遲、產量減少，以及收穫物的品質低下，甚至因產品外觀不平滑美觀，以致影響市場上之商品價值。南黃薊馬繁殖能力強，適應性高，藥劑防治不易，尤以匍伏式栽培的瓜類，藥劑無法到達蟲體所在處的芽尖、葉背，發生密度極高。

唐菖蒲薊馬 *Thrips simplex* (Morison) (圖11)

Gladiolus thrips

Physothrips simplex Morison, 1930: 12.

Taeniothrips gladioli Moulton and Steinweden, 1931: 20-21.

Taeniothrips simplex (Morison); Steele, 1935: 33-36.

Taeniothrips quinani Moulton, 1936d: 506.

Thrips simplex (Morison); Miyazaki & Kudo, 1987: 230-232.

雌蟲製片後體長1.6-1.65 mm。體深褐色，腹部第2-8背板前緣脊深褐色。觸角黑褐，只第3節淡褐。前翅淡褐，基部透明。足褐，前足脛節端部3/4，中、後足端部1/4，及各附節淡黃。

頭略寬於長，布有橫紋，頰與眼間幾無凹陷。單眼間毛位在前後單眼間，單眼三角區內，眼後毛6對。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐，第3-7節之節間有透明微突出之圓環。

前胸背板布有橫紋，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛約30支。後胸背板中央有網紋，網紋內另有點刻及紋路。前翅前緣毛約28支，上脈基部毛7支，端毛4-7支，下脈毛約14支。

腹部第8背板後緣梳毛完整；第10背板部分縱裂。第2-7腹板有細弱橫紋，第3-6腹板附毛10-14支，第7節附毛10-12支。第3-7側板後緣有齒。

雄蟲體色形狀與雌蟲相近。腹部第3-7腹板有寬扁腺室。

分布：全世界。

棲所植物：唐菖蒲 (*Gladiolus hortulanus*) 及其它鳶尾科 (Iridaceae) 植物。在台灣曾於唐菖蒲、大理花 (*Dahlia pinnata*) 上採得。

標本檢查：2♀，台中縣萬豐農試所，大理花，1986；14♀2♂，台中縣萬豐農試所，唐菖蒲，III-1987。

附記：植株生長期間，卵產於葉片內，幼蟲與成蟲均爲害花、葉，造成花瓣與葉片銀白斑。於種球儲存期間，卵產於種球之組織內，蟲體在種球上吸食與產卵之傷害使表面變爲黑褐，並且乾枯畸形，也影響次季植株發芽與生長。

1982年曾作過唐菖蒲害蟲種類調查（王，1982），當時其上薊馬與台灣花薊兩種，爲害均不及此種唐菖蒲薊馬嚴重，唐菖蒲薊馬隨唐菖蒲種球之傳播，目前已成爲世界性害蟲，有唐菖蒲種植之處幾乎即有本種薊馬存在。

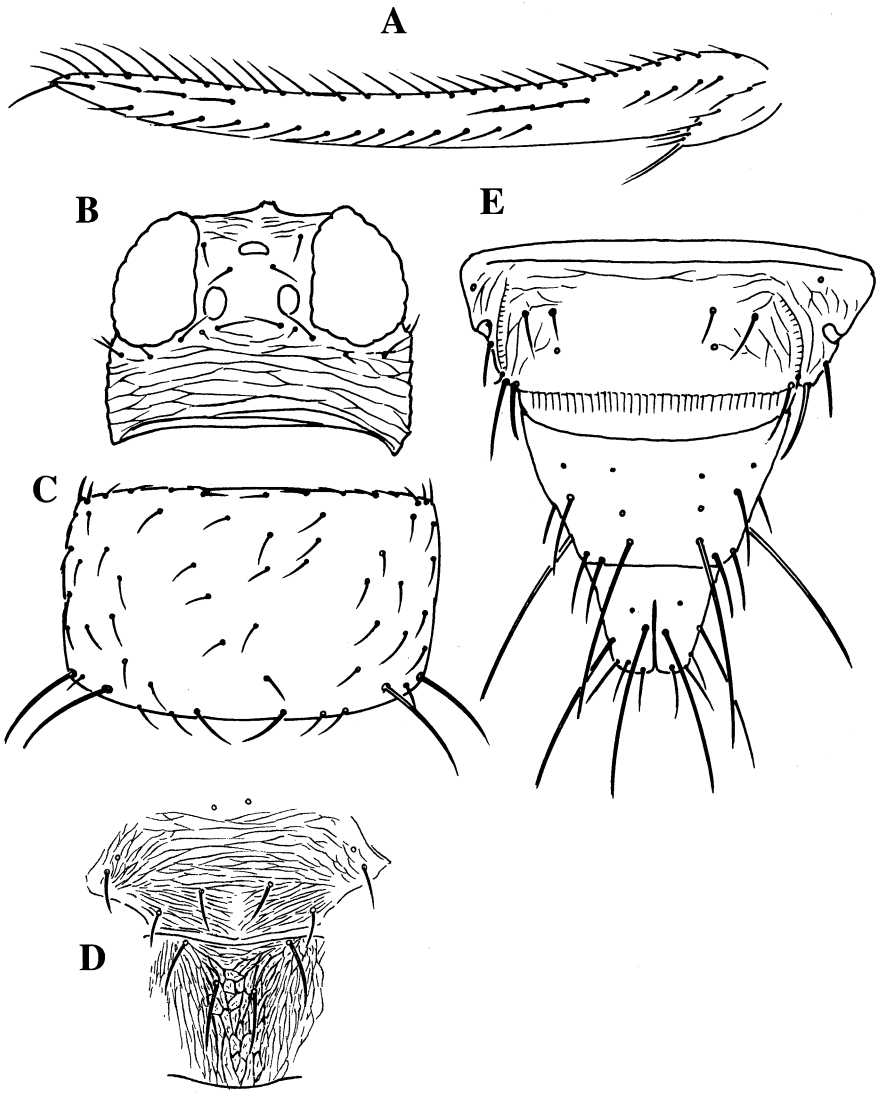


圖 11. 唐菖蒲薊馬 *Thrips simplex* (Morison) (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第 8-10 節背板。

Fig. 11. *Thrips simplex* (Morison) (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

蔥薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman (圖12)
(菸薊馬)
Onion thrips, Potato thrips

Thrips tabaci Lindeman, 1889: 61, 72.
Limothrips tritici (Fitch); Webster, 1894: 206.
Thrips communis Uzel, 1895: 37, 55, 176.
Thrips flava var. *obsoleta* Uzel, 1895: 187, 188.
Thrips bicolor Karny, 1907: 21, 48.
Thrips bremnerii Moulton, 1911: 14, 23.
Thrips adamsoni Bagnall, 1923: 58.
Thrips debilis Bagnall, 1923: 60.
Thrips frankeniae Bagnall, 1926b: 654.
Thrips dorsalis Bagnall, 1927: 576.
Thrips hololeucus Bagnall; Moulton, 1928b: 327.
Thrips dianthi Moulton, 1936c: 104.
Ramaswamiahiella kallarensis Ananthakrishnan, 1960 : 564.

雌蟲製片後體長1.1-1.25 mm。體淡黃色或褐色，腹部第2-8背板前緣脊淡褐色。淡色型之觸角第1節淡黃，第2-7節灰褐，第3-5節基部稍淡，前翅淡黃，足淡黃。褐色型之觸角褐色，第2節顏色最深。前翅淡黃。足淡褐。

頭略寬於長，布有橫紋，頰之長度超過複眼長，兩頰幾乎平直。單眼間毛位在前單眼下方，前後單眼外緣連線上，眼後毛6對。觸角7節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板布有橫紋，後緣角各有長毛2支，後緣毛3對，最內的1對稍長，背板毛約30支。後胸背板中央成網紋，無感覺孔。前翅前緣毛約26支，上脈基部毛7支，端毛4-5支，下脈毛13-15支。

腹部第2-7背板兩側後緣有細小梳毛；第8背板後緣梳毛完整；第10背板部分縱裂 。第2-7腹板有細弱橫紋，均無附毛。第2-7節側板後緣有齒。

分布：全世界。

棲所植物：各種植物。

標本檢查：1♀，台中萬豐農試所，芥藍菜 (*Brassica alboglabra*)，15-III-1990；21♀，埔里，康乃馨 (*Dianthus caryophyllus*)，IV-1990；3♀，苗栗頭份，蒜 (*Allium* sp.)，4-V-1990；1♀，台中萬豐農試所，黃枝花 (*Gardenia jasminoides*)，17-I-1991；6♀，蒜、蘆筍 (*Asparagus officinalis*)，18-I-1991；1♀，霧社，金蓮花 (*Tropaeolum majus*)，10-I-1991；1♀，桃園慈湖，楊桃 (*Averrhoa carambola*)，7-V-1992。

附記：本省尚未發現本種之雄蟲。蔥薊馬是世界性分布之種類，在棉花、菸草及其它多種作物上爲害嚴重，並且爲病毒病TSWV之媒介昆蟲，相當受重視，國外曾有不少相關之研究。在台灣蔥薊馬是蔥、韭、蒜等石蒜科蔬菜主要害蟲，亦在綠蘆筍、瓜類、豆類等作物上與其它種類薊馬同時存在，但此時蔥薊馬多爲次要害蟲。

成蟲爲害蔥韭嫩葉亦爲害老葉，幼蟲在心葉及老葉基部較靠近地面處聚集取食，密度高時則移往高位，在葉片背風背光，或折摺處之內側被害最嚴重(呂，1987)。被害初期葉片有深綠色小斑，斑點漸擴大並成爲乳白色，繼而整個心葉乾枯萎凋，老葉則自葉尖向下漸乾枯，苗期受害嚴重則必須予以補植。亦爲害花部，使蔥花不妊或是在韭菜花苞上形成白斑，甚至聚集花梗上，使之自基部處折斷而傾倒(方，1960)。蔥薊馬在本省傳播毒素病的情形則尚無資料。

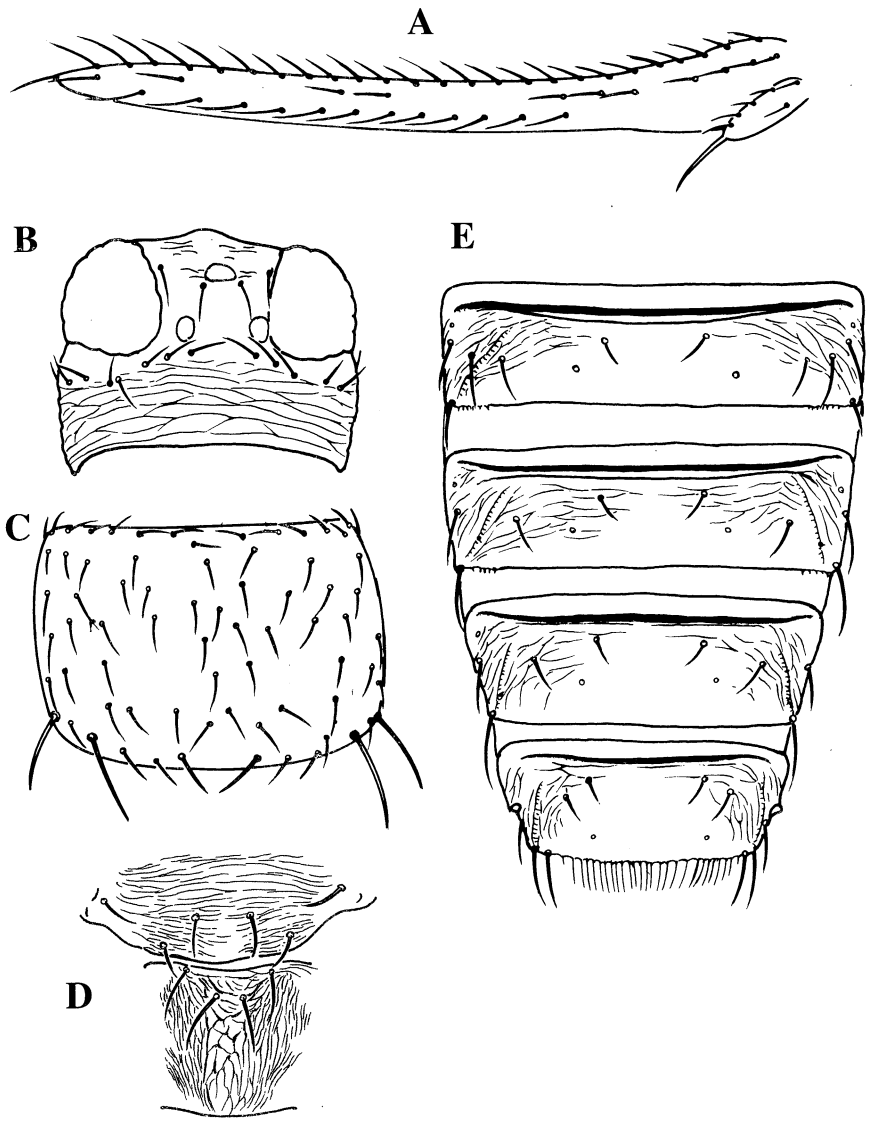


圖 12. 蔥薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第 5-8 節背板。

Fig. 12. *Thrips tabaci* Lindeman (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites V-VIII.

台灣薊馬 *Thrips taiwanus* Takahashi (圖 13)

Isoneurothrips pallipes Moulton, 1928c: 296.

Thrips (*Isoneurothrips*) *taiwanus* Takahashi, 1936: 440.

Thrips (*Isothrips*) *taiwanus* Takahashi; Sakimura, 1967: 431, 432.

雌蟲製片後體長 1 mm。體灰褐色，腹部顏色較深，第 2-8 背板前緣脊深褐色。觸角第 1 、 2 、 6 、 7 節與頭同色，第 3 節，第 4 、 5 節基部 1/3 淡黃，第 4 、 5 節端部與第 6 節同色。前翅灰褐，基部 1/4 較

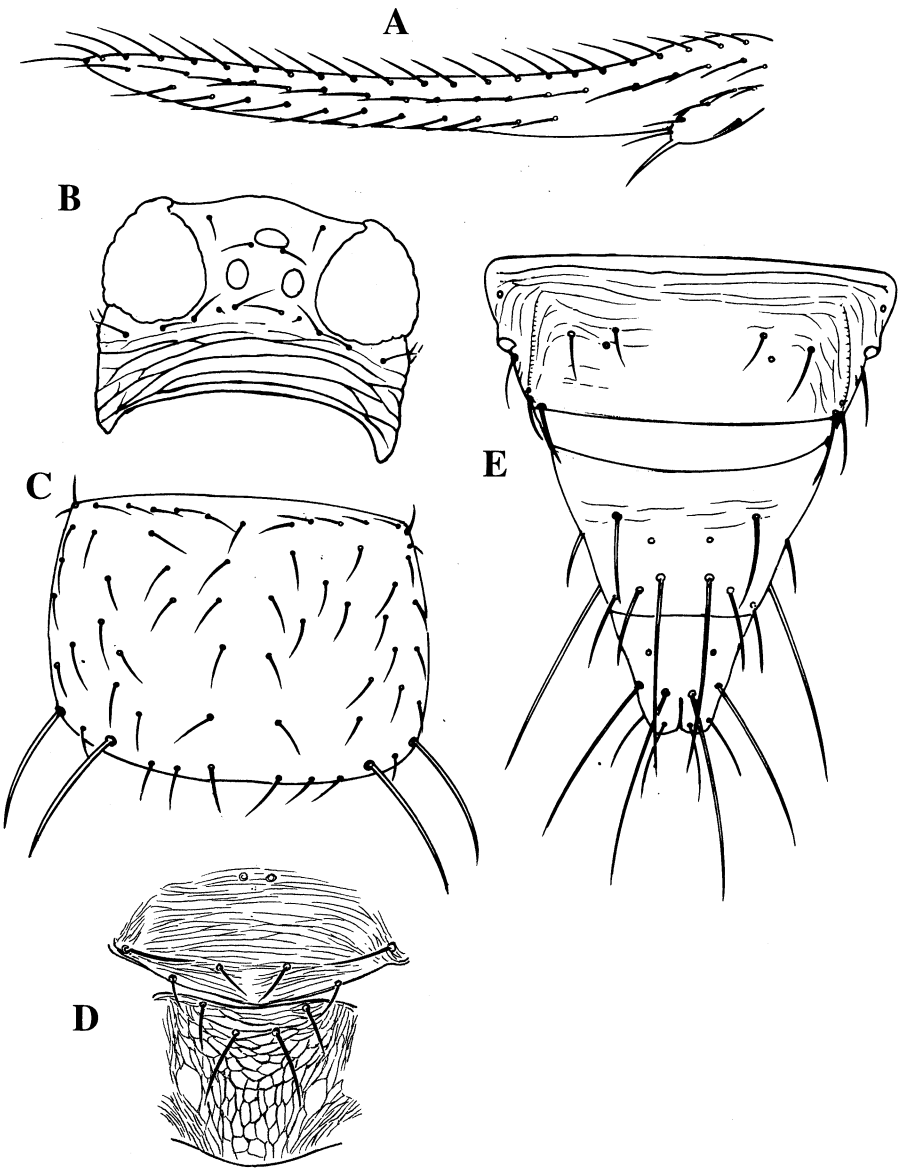


圖13. 台灣薊馬 *Thrips taiwanus* Takahashi (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 13. *Thrips taiwanus* Takahashi (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

淡。足黃色，腿節中央淡褐。

頭寬，眼後有橫紋。單眼間毛在後單眼之前，眼後毛最內一對位在後單眼正下方，爲其中甚顯著者。口錐長，抵達前胸後緣。觸角7節，約爲頭長的2.5倍，第6節最長。

前胸略寬於頭，後緣角各有2支長毛，約等長，後緣有3對毛。中胸明顯寬於後胸，後胸背板中央

有網紋，中對毛在前緣縫後方，無感覺孔。前翅前緣毛22支，上脈基部7支，端部9支，基毛與端毛之間隔僅比其餘毛之間隔略寬，故上脈16支毛幾乎呈均勻排列；下脈毛13支，排列均勻。

腹部第8背板無梳毛；第10背板縱裂至主刺毛基部。第3-6腹板有6-8支附毛，第7腹板無附毛。

雄蟲較爲細小，顏色稍淡。腹部第3-7節有寬扁腺室。

分布：台灣。

棲所植物：主要爲豆科(Leguminosae)。

標本檢查：3♀，台中萬豐農試所，雞屎藤(*Paederia scandens*)，16-X-1990。

刀豆薊馬 *Thrips vitticornis* (Karny) (圖14)

Physothrips vitticornis Karny, 1922: 103-106.

Taeniothrips canavaliae Moulton, 1928b: 295, 325.

Taeniothrips (*Taeniothrips*) *vitticornis* (Karny); Priesner, 1938: 519, 523, 524, 525, 526.

Thrips vitticornis (Karny); Bhatti, 1969: 380.

雌蟲製片後體長1.2-1.25 mm。體深褐色，單眼區及胸部有紅色素。觸角第1、2節褐色，第2節端部稍淡，第3節淡黃，第4節基部1/3淡黃，端部淡褐，第5-8節褐，第5節端部有一白色圓環。前翅基部至端部灰褐,基部略淡。前足腿節比中後足腿節淡，前脛節淡黃，外緣較深，中後脛節淡褐，各跗節淡黃。

頭寬於長，眼後有橫紋。單眼間毛在前單眼兩側，後單眼之正前方，後單眼與複眼內緣相連接。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸後緣角各有長毛2支，中間3-4對毛，中央1對最長。前翅前緣毛約28支，上脈基部7-8支，後半部通常5-7支，毛數多時幾乎與基毛相連，下脈毛15支。後胸背板密布細紋，中對毛在前緣縫上，感覺孔1對。

腹部第8背板後緣兩側有稀疏短小不規則之梳毛，中央缺。第10背板完全縱裂。腹部第2-6腹板附毛12支，第7腹板附毛10支。

雄蟲長約1.1 mm。體色近似雌蟲，全體有紅色素，但觸角第1節黑褐，第2節褐，第3、4節淡黃，第5節基部1/3淡黃餘褐色。各腿節深褐，脛節黃褐，跗節更淡。

分布：台灣、中南半島、太平洋群島。

棲所：野牡丹 (*Melastoma malabathricum*)、刀豆 (*Canavalia ensiformis*)、刀豆屬 (*Canavalia obtusifolia*)、白木蘇花 (*Desmodium umbellatum*)、濱刀豆 (*Canavalia lineata*)、王爺葵(*Tithonia diversifolia*)、魚藤 (*Derris uliginosa*)、水茄苳 (*Barringtonia racemosa*)、蕗藤 (*Pongamia glabra*)。

標本檢查：4♀1♂，蘭嶼，5-VI-1926，Takahashi。

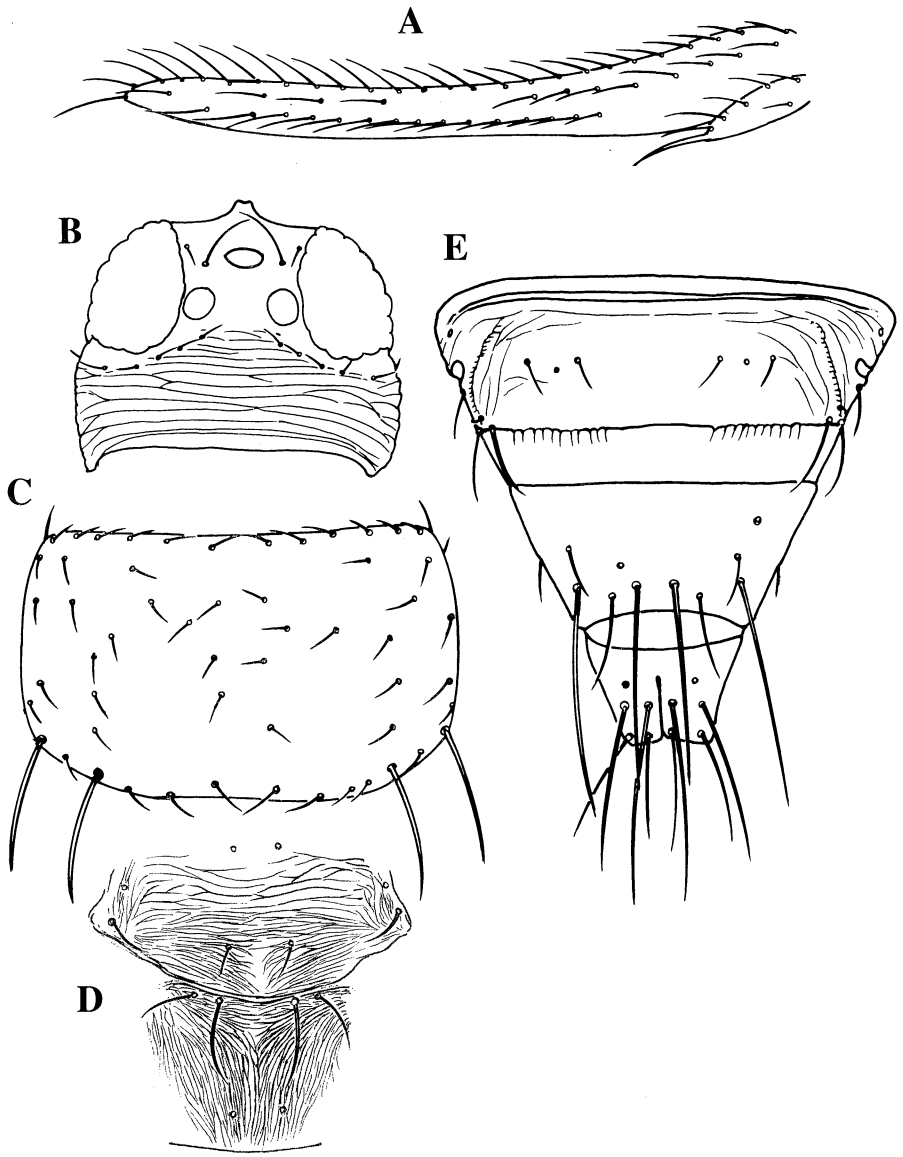


圖14. 刀豆薊馬 *Thrips vitticornis* (Karny) (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 中胸與後胸背板；E. 腹部第8-10節背板。

Fig. 14. *Thrips vitticornis* (Karny) (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. mesonotum and metanotum; E. abdominal tergites VIII-X.

疏端薊馬 *Thrips wedeliae* Priesner

Isoneurothrips setipennis Moulton, 1928c ： 297.

Thrips wedeliae Priesner, 1934 ： 257, 285, 287.

Thrips (*Isoneurorhrips*) *setipennis* (Moulton); Takahashi,1936 ： 440.

Thrips (*Isoneurothrips*) *sumatrensis* var. *wedeliae* Priesner; Sakimura, 1967 ： 434

Thrips setipennis Priesner; Palmer, 1992 ： 60.

雌蟲製片後體長1.16 mm。體深褐色，單眼區黃褐。觸角第1節與頭同色，第2、3節、第4節基部2/3、第5節基部1/2、第6節最基部淡黃，餘褐色。前翅灰褐色，基部1/4較淡。足黃，腿節基部與端部較褐。

頭寬於長，頰突，眼後有橫紋。單眼分開遠，後單眼在複眼之近旁與內側幾乎相連接。口錐僅抵達前胸腹板之一半處。觸角第3-6節約等長。

前胸後緣角各有長毛2支，中間後緣毛3對。後胸背板中對毛在前緣縫上，有1對感覺孔。前翅前緣毛23支，上脈毛13支，端部8支排列距離較近，後5支分開愈來愈遠，最後2支間之距離最遠。下脈毛12支，排列均勻。

腹部第8背板後緣梳毛完整但不規則，第10背板縱裂達到主剛毛基部。第2腹板附毛1-2支，第3-7腹板附毛5-16支。

雄蟲：不詳。

分布：台灣。

棲所植物：菊科植物之花部。

附記：本文依據Takahashi (1936) 及Palmer (1992) 之描述。

引用文獻

1. 方敏男。1960。韭菜薊馬生態初步研究。蔬菜害蟲學術討論會：63-64。台灣大學昆蟲研究室出版。
2. 王清玲。1982。唐菖蒲害蟲之種類與爲害狀況。中華農業研究31(2): 173-176。
3. 呂鳳鳴、李錫山。1987。蔥薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman 之生活史及其田間發生消長。中華農業研究。36(1): 118-124。
4. 何坤耀。1987。花薊馬對柑桔之著果與傷害調查及防治探討。中華昆蟲。7: 17-23。
5. 湯慶銓。1974。台灣香蕉薊馬生態之研究。國科會研究彙刊。7(II): 371-383。
6. Ananthakrishnan, T. N. 1960. Thysanoptera from the Nilgri and Kodaikanal hills (south India). Journ. Bombay Nat. Hist. Soc. 57(3): 557-578.
7. Ananthakrishnan, T. N., and A. Jagadish. 1968. Studies on the species of the genus *Thrips* from India-2. Dtsch. Ent. Z. 15(4-5): 359-365.
8. Bagnall, R. S. 1914a. Brief descriptions of new Thysanoptera-II. Ann. Mag. Nat Hist. 13(8): 22-31.
9. Bagnall, R. S. 1914b. Brief descriptions of new Thysanoptera-III. Ann. Mag. Nat. Hist. 13(8): 287-297.
10. Bagnall, R. S. 1915. Brief descriptions of new Thysanoptera-VI. Ann. Mag. Nat. Hist. 15(8): 588-597.
11. Bagnall, R. S. 1916. Brief descriptions of new Thysanoptera-VIII. Ann. Mag. Nat. Hist. 17(8): 397-412.
12. Bagnall, R. S. 1923. A contribution towards a knowledge of the British Thysanoptera, with descriptions of new species. Ent. Mon. Mag. 59: 56-60.
13. Bagnall, R. S. 1926a. Brief descriptions of new Thysanoptera. XV. Ann. Mag. Nat. Hist. 18(9): 98-114.
14. Bagnall, R. S. 1926b. Contributions towards a knowledge of the European Thysanoptera-1. Ann. Mag. Nat. Hist. 18(9): 641-661.
15. Bagnall, R. S. 1927. Contributions towards a knowledge of the European Thysanoptera-3. Ann. Mag. Nat. Hist. 20(9): 561-586.
16. Bhatti, J. S. 1967. Thysanoptera Nova India, Published by the author, Delhi, 24 pp.
17. Bhatti, J. S. 1969. Taxonomic Studies in some Thripini (Thysanoptera: Thripidae). Oriental Insects. 3(4): 373-382.
18. Bhatti, J. S. 1978. A preliminary Revision of *Taeniothrips*. (Thysanoptera: Thripidae). Oriental Insects. 12(2): 157-199.
19. Bhatti, J. S. 1983. Revision of *Thrips* species described by Schmutz. Ann. Naturhistor. Mus. Wien 84/B: 479-507.
20. Buffa, P. 1909. Redia. 5(1): 135.
21. Chen, L. S. 1979. Thrips of leguminous plants in Taiwan. Proc. Narl . Soc. Counc. R.O.C. pp 414-428.

22. Girault, A. A. 1927a. Records of Australian Thysanoptera (thrips) part II. Queensland Agr. Journ. 28: 348-352.
23. Girault, A. A. 1927b. A discourse on wild animals. 2 pp. Published privately, Brisbane.
24. Girault, A. A. 1930. New pests from Australia. VIII. 5 pp. Published privately, Brisbane.
25. Hood, J. D. 1932. New species of the genus *Thrips* from central Africa and Egypt. Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypte 16(3): 115-140.
26. Ishida, M. 1936. Fauna of the Thysanoptera of Japan. VII. Ins. Mats. 11(1-2): 67-74.
27. Karny, H. H. 1907. Die Orthopterenfauna des kustengebietes von osterreich-ungarn. Berliner Ent. Zeitschr. 52(1): 17-52.
28. Karny, H. H. 1914. Beitrage zur kenntnis der Gallen von Java. Zeitschr. Wiss. Insektenbiol. 10(10-12): 355-369.
29. Karny, H. H. 1921. Beitrage zur Malayischen Thysanopterenfaunav. Treubia 2: 37-83.
30. Karny, H. H. 1922. Thysanoptera from Sian and Indo-China. Jour. Sia. Soc. 16(2): 91-153.
31. Karny, H. H. 1924. Results of Dr. E. Mjoberg's Swedish scientific expedition to Australia 1910-13. Ard. Zool. 17A(2): 1-56.
32. Karny, H. H. 1925. Die an Tabak auf Java und Sumatra angetroffenen Blasenfusser (Thysanoptera). Bull. van het deli Prof. 23: 1-55.
33. Lindeman, K. 1889. Die schadlichsten insekten des Tabak in Bassarabien. Bull. Soc. Imp. Nat. Moskou 1: 9-71.
34. Miyazaki, M., and I. Kudo. 1987. Occurrence of the gladiolus thrips, *Thrips simplex* (Morison), in Japan (Thysanoptera: Thripidae). Appl. Ent. Zool. 22(2): 230-232.
35. Morgan, A. C. 1913. New genera and species of Thysanoptera, with notes on distribution and food plants. Proc. U. S. Nat. Mus. 46: 1-55.
36. Morison, G. D. 1930. On a collection of Thysanoptera from Australia. Bull. Ent. Res. 21(1): 9-14
37. Moulton, D. 1911. Synopsis, catalogue, and bibliography of North American Thysanoptra, with descriptions of new species. U. S. Dep. Agr. Bull. Ent. 21: 1-56.
38. Moulton, D. 1928a. Thysanoptera of the Hawaiian Islands. Proc. Hawaiian Ent. Soc. (1927) 7(1): 105-134.
39. Moulton, D. 1928b. Thysanoptera of Japan. Ann. Zool. Japon. 11(4): 287-337.
40. Moulton, D. 1928c. New Thysanoptera from Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa. 18(98): 288-327.
41. Moulton, D. 1936a. Thysanoptera of Philippine Islands. Philipp. Journ. Agric. 7(2): 263-273.
42. Moulton, D. 1936b. Thysanoptera of the Hawaiian Islands. Proc. Hawaiian Ent. Soc. 9(2): 181-188.
43. Moulton, D. 1936c. New Thysanoptera belonging to the genus *Thrips* Linn. Pan-Pacific Ent. 12(3): 104-110.
44. Moulton, D. 1936d. Thysanoptera from Africa. Ann. Mag. Nat. Hist. Series 10, 17: 493-509.
45. Moulton, D. 1942. Thrips of Guam. Bernice P. Bishop Mus. Bull. 172: 7-16.
46. Moulton, D., and J. B. Steinweden. 1931. A new *Taeniothrips* on gladiolus. Canadian Ent. 63: 20-21.
47. Nakahara, S. 1985. Review of *Thrips hawaiiensis* and revalidation of *T. florum*. Proc. Entomol. Soc. Wash. 87(4): 864-870.
48. Oettingen, H. von 1935. Ein neuer blasenfub *Taeniothrips luteus* sp. nov. Konowia. 14(2): 183-185.
49. Palmer, J. M. 1992. Thrips (Thysanoptera) from pakistan to the pacific: a review. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. 61(1): 1-76.
50. Priesner, H. 1930. Contribution torwards a knowledge of the Thysanoptera of Egypt, III . Bulletin de la Societe Royale Entomologique d'Egypte 14(1): 6-15.
51. Priesner, H. 1934. Indomalayische Thysanopteren VI. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie. 94(3): 254-290.
52. Priesner, H. 1935a. Neue exotische Thysanopteren. Stylops 4(6): 125-131.
53. Priesner, H. 1935b. New or little-known oriental Thysanoptera. Philipp. Journ. Sci. 57(3): 351-375.
54. Priesner, H. 1936. On some further new Thysanoptera from the Sudan. Bull. Soc. Ent. Egypte 20: 83-104.
55. Priesner, H. 1938. Materialien zu einer revision der *Taeniothrips*-Arten (Thysannoptera) des Indo-Malayischen Faun-engebietes. Treubia 16(4): 469-526.
56. Priesner, H. 1940. On some Thysanoptera (Thripidae) from Palestine and Cyprus. Bull. Soc. Ent. 1: 46-56.
57. Ramakrishnan Ayyar, T. V. 1928. A contribution to our knowledge of the Thysanoptera of India. Mem. Dept. Agr. India. 10: 217-324.
58. Ramakrishna Ayyar, T. V., and V. Margabandhu. 1939. Notes on Indian Thysanoptera with descriptions of new species. Indian Journ. Ent. 1(3): 35-48.
59. Sakimura, K. 1967. A preliminary review of the genus *Isoneurothrips* and the subgenus *Thrips* (*Isothrips*) (Thysanoptera:

Thripidae). Pacific Insects 9(3): 429-436.
60. Schmutz, K. 1913. Zur kenntnis der Thysanopteren fauna von Ceylon. Sitz. Akad. Wiss. Wien. 122(7): 991-1089.
61. Schrank, F. V. P. 1776. Beitrage zur Naturgesch. 137pp.
62. Schrank, F. V. P. 1781. Enumeratio insectorum Austriae indigenorum. Vindelicor. Klett: 1-548.
63. Singh, S. 1946. Studies on the systematics of Indian Thysanoptera-Terebrantia. Indian Journ. Ent. 7: 147-188.
64. Steele, H. V. 1935. Thrips investigation: some common Thysanoptera in Australia. Coun. Sci. & Indus. Res. 54: 7-59.
65. Steinweden, J. B. 1933. Key to all known species of the genus *Taeniothrips* Amyot & Servilld (Thysanoptera: Thripidae). Trans. American Ent. Soc. 59: 269-293.
66. Steinweden, J. B., and D. Moulton. 1930. Thysanoptera from China. Fukien Christian Univ. Proc. Nat. His. Soc. 3: 19-31.
67. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philipp. Journ. Sci. 60(4): 427-459.
68. Umeya, K., I. Kudo and M. Miyazaki. 1988. Pest Thrips of Japan. 422 pp. INKK Pub., Japan.
69. Uzel, H. 1895. Monographie der Ordung Thysanoptera. Koniggratz: 1-472.
70. Webster, F. M. 1894. Insects of the year. Insect Life 7(2): 202-207.

Thysanoptera of Taiwan (7)[1]

Chin-Ling Wang[2]

Summary

This is one of the series papers to describe the thrips of Taiwan. Seventeen species of Genus *Thrips* Linne are described, which contains morphological characteristics, plants on which it collected and world distribution.

Key words: Thysanoptera, Taiwan, Review.

1. Contribution No. 2070 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Scientist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(2): 107～111 (2001)

網室內釋放錨紋瓢虫（鞘翅目：瓢虫科）防治萵苣白尾紅蚜（簡報）[1]

余志儒[2] 陳炳輝[3]

摘要：於網室內以連續增補方式，釋放錨紋瓢虫 (*Lemnia biplagiata* (Swartz)) 對危害鮮食萵苣 (*Lactuca sativa* L.) 之蚜虫進行生物防治，與噴施5%印楝素乳劑之化學防治比較。試驗期間發生之蚜虫種類僅發現白尾紅蚜 (*Uroleucon formosanum* (Takahashi))。蚜虫密度在對照區由平均每株0.6隻經2週後可達32.8隻，生物防治區及化學防治區之蚜虫數分別爲11.8及9.4隻不似對照區之驟增，可見此二種防治法皆能有效抑制白尾紅蚜族群增殖。收穫量以生物防治區之每株417.6 g顯著最重，化學防治區379.6 g次之，對照區312.6 g顯著最輕。試驗結果顯示放任蚜虫爲害不予防治確會造成經濟損失，且生物防治效果優於化學防治法。

關鍵詞：錨紋瓢虫，蚜虫，生物防治，網室。

利用網罩通常可以阻隔體型較大之害虫、延緩體型較小害虫之發生，網室栽培因而成爲廣被接受之農耕方式。在較小型害虫中，蚜虫之發生防不勝防。由於其發育快速，繁殖力強，除直接危害使植株生長不良外，所分泌之蜜露亦會引發煤煙病 (sooty mold) 影響作物之光合作用，又爲多種植物病毒病的主要病媒昆虫[4, 9]，短時間內即可造成農作之經濟損失。

鑒於農業永續經營與環保意識日漸蓬勃，爲避免發生農藥殘毒、環境污染及生態破壞等問題，利用生物天敵防治害虫乃漸受重視，尤以鮮食蔬果類之害虫生物防治更爲迫切。瓢虫被應用於包括粉蝨、介殼虫、薊馬及蚜虫等農作物類害虫之生物防治已逾一世紀[11]，但其中用於防治蚜虫的例子較少[11]，如用 *Coleomegilla maculata* 瓢虫防治馬鈴薯之金花虫 (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) 與蚜虫(*Myzus persicae* (Sulzer))[8]、釋放 *Hippodamia convergens* 瓢虫防治菊花上棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)[5]等是，針對爲害萵苣上蚜虫之防治更是缺如。

本試驗之瓢虫，係1996年自台中縣霧峰鄉蕃石榴上採得之瓢虫幼虫，經以棉蚜 (*A. gossypii*) 飼育至成虫，被鑑定爲錨紋瓢虫 (*Lemnia biplagiata* (Swartz)) 者再集中累代飼育供試。本瓢虫爲本地常見的十多種食蚜瓢虫中，田間出現量頗高的種類，且於10℃低溫下或颱風季節裡猶能存活。對於危害瓜果蔬菜之白尾紅蚜 (*Uroleucon formosanum* (Takahashi))、桃蚜 (*M. persicae*)、僞菜蚜 (*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)) 及棉蚜等均能捕食[1, 2]，在蚜虫生物防治上極具潛力。鮮食用萵苣 (*Lactuca sativa L.*) 爲萵苣類中產值較高之作物，終年皆有栽培。蚜虫乃其主要害虫之一，其中以白尾紅蚜最爲常見，偶有桃

1.行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2071號。

2.本所應用動物系助理研究員。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

3.本所技術服務室研究員兼主任。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

蚜但不多見[3]。本試驗定期於網室內釋放錨紋瓢虫幼虫防治此等蚜虫之危害，供農作物永續栽培體系運作之參考。

田間試驗於1998年2月7日於南投縣草屯鎮試驗田之網室內定植鮮食萵苣苗，分爲3處理。一、生物防治區：每7日釋放一次，至採收前約10日止，每次每株釋放2隻初孵化之錨紋瓢虫幼虫。二、化學防治區：噴施4.5%印楝素之1000倍水稀釋液於全株，每7日1次，至採收前約10日止。三、對照區：完全無防治處理。無論任何處理區，一旦發現植株上有蚜虫棲息時，即進行防治處理，連續共處理7次。每處理重複3次。每小區爲獨立之簡易網室，面積約50 m^2。鮮食用皺葉萵苣苗於網室內定植後，第7日開始，每7日調查一次。每次每小區逢機取樣30株調查蚜虫數及收穫時產量。各次調查結果以5%鄧肯氏多變域測試法 (Duncan's multiple range test at 5% level) 比較不同處理間之差異顯著性。

萵苣苗定植後至4月13日採收爲止，共8次虫害發生調查，所有處理區僅發現白尾紅蚜 (*U. formosanum*)。圖1所示，萵苣苗於定植本田後之第2週在對照區最先發現蚜虫，平均每株0.6隻，第

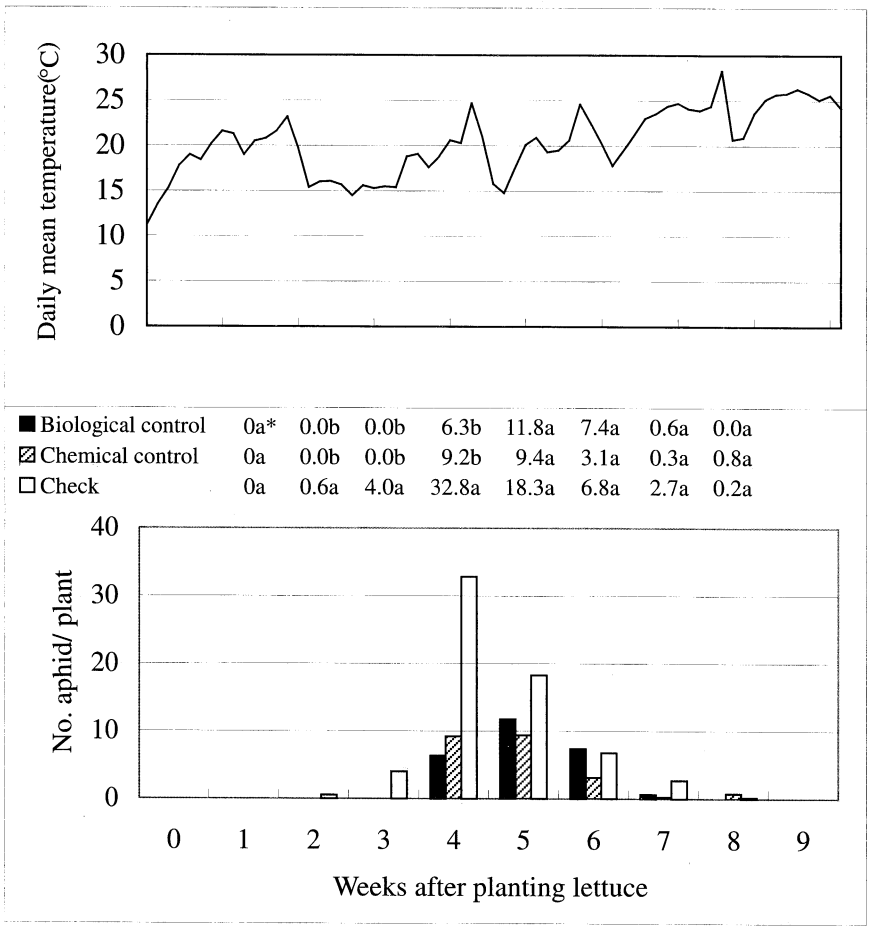


圖1. 網室內萵苣定植後之日均溫及三處理各週白尾紅蚜數。

Fig. 1. Daily mean temperature and number of aphid per plant for three treatments in different weeks after planting. *: Means within a column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at the 5% level.

3、4週分別達4.0、32.8隻。雖然日平均氣溫在15～20℃之間，族群增長仍相當迅速。生物防治區及化學防治區雖至第4週方才調查到蚜虫，分別爲每株6.3及9.2隻，但於對照區發現有蚜虫時即行防治處理，至第5週此二防治區之蚜虫數雖有增加，但不似對照區之驟增，分別爲11.8及9.4隻，可見此二種防治法皆有發揮效果。由於瓢虫與蚜虫之間的數量呈動態關係，很難釐定適當的瓢虫釋放密度[7]，姚與陶氏 (1972) 曾提及每隻錨紋瓢虫幼虫期計可捕食棉蚜318～399隻或桃蚜234～339隻，但對於白尾紅蚜則僅有捕食現象而無捕食量記錄[3]。本試驗以每株每次釋放2隻瓢虫幼虫進行測試，已發揮防治效果，但是否爲適當釋放量有待進一步評估。

少數相關文獻有討論比較釋放捕食性瓢虫不同虫期之效果，雖然 Shands *et al.* (1972) 曾釋放兩種瓢虫 (*Coccinella septempunctata* and *C. transversoguttata*) 之卵及幼虫，可有效防治馬鈴薯上之蚜虫。Drea and Carlson (1987) 則認爲釋放成虫有分散的問題，釋放卵期有被捕食的問題，而幼虫期則有局部立足與分散不均的問題。Rankin and Rankin (1980) 更認爲卵巢成熟是促使 *H. convergens* 瓢虫雌成虫飛遷行爲的主要因素之一。Mills (1981) 指出瓢虫雌成虫在飽食食餌並足夠其新陳代謝之需時方才產卵，而產卵數亦與產卵處所存在之蚜虫數呈正相關[16]。另外，食蚜瓢虫也非將所有遇到的食餌蚜虫捕食殆盡[7]。因此，若僅以一次釋放天敵，寄望其在田間立足並由其後代來產生防效果的接種式釋放 (inoculative release)，恐有漏網之蚜虫再俟機坐大之虞。本試驗乃以每週增補式釋放 (supplementary release) 瓢虫幼虫而非釋放成虫，以避免飛遷行爲之影響，確已發揮防治效果。

對照區之蚜虫密度於第5～8週分別每株有18.3、6.8、2.7及0.2隻，族群呈逐漸下降之勢，至生育後期甚至與防治處理區之間差異不顯著。此期間各處理區皆發現有少量自然遷入之龜紋瓢虫 (*Propylaea japonica* Thunberg) 成虫零星棲息在蚜虫群落處，可能自然發生之天敵也發揮了對白尾紅蚜族群的壓制效果。但由收穫量之比較（圖2），三處理區分別爲平均每株417.6、379.6及312.6 g，對照區顯著最輕，而以生物防治效果最優。雖然自然發生之天敵可能有壓制蚜虫族群的效果，但天敵之自然出現通常在害虫密度高到相當程度之後，其經濟損失已然造成，故有必要及早人爲釋放天敵以減少損失。基於預防重於治療之理念，能否在作物定植後之初期，害虫尚未發生時，即開始預防性地持續

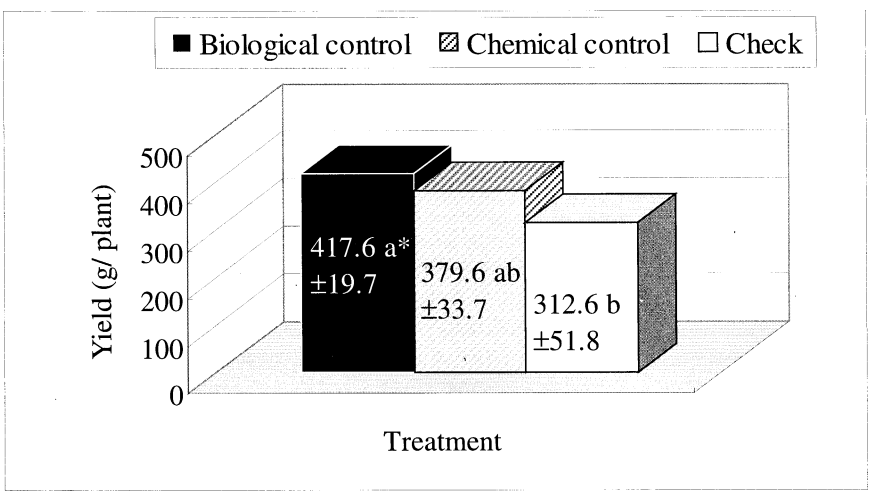


圖2. 三種處理之萵苣收穫量。

Fig. 2. Yield of lettuce for three treatments.

* The test of significantly different is the same as Fig. 1.

增補釋放天敵，以達防患於未然，可再作深入之探討。

誌 謝

本試驗承中正農業科技社會公益基金會經費補助（計畫編號：86－中基－農－50），謹致謝忱。

引用文獻

1. 余志儒、陳炳輝。2000。隱蔽物與飼育密度對錨紋瓢蟲發育之影響。中華農業研究（印刷中）。
2. 姚善錦、陶家駒。1972。蚜虫之天敵：Ⅰ.瓢虫類。省立博物館科學年刊 15: 25-77。
3. 陶家駒。1990。臺灣省蚜虫誌：白尾紅蚜。293頁。臺灣省立博物館。
4. 張有明、蕭吉雄、楊偉正、許秀惠、趙玉珍、黃秋雄。1987。五種瓜類病毒在本省甜瓜及西瓜之發生與分布。中華農業研究 36(4): 389-397。
5. Drea, J. j., and R. W. Carlson. 1987. The establishment of *Chilocorus kuwanae* (Coleoptera: Coccinellidae) in eastern United States. Proc. Entomol. Soc. Wash., 89: 821-824.
6. Dreistadt, S. H., and M. L. Flint. 1996. Melon aphid (Homoptera: Aphididae) control by inundative convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) release on chrysanthemum. Environ. Entomol., 25(3): 688-697.
7. Frazer, B. D. 1988. Coccinellidae. pp. 231-247. In: A. K. Minks. and P. Harrewijn. (eds.). *World crop pest, Aphids their biology, natural enemies and control.* Vol. 2B. Elsevier Science Publishing Company Inc., New York.
8. Hazzard, R. V., and D. N. Ferro. 1991. Feeding responses of adult *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to eggs of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and green peach aphids (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol., 20(2): 644-651.
9. Lisa, V. G., G. Boccardo, G. D. Agostino, G. Dellavalle, and D. Aquilo. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology, 71: 668-672.
10. Mills, N. J. 1981. Some aspects of the rate of increase of a coccinellid. Ecol. Entomol., 6: 293-299.
11. Obrycki, J. J., and T. J. Kring. 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. Annu. Rev. Entomol., 43: 295-321.
12. Rankin, M. A., and S. M. Rankin. 1980. Some factors affecting the presumed migratory flight activity of the convergent ladybeetle, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Biol. Bull., 158: 356-369.
13. Robert, Y., C. A. Dedryver, and J. S. Pierre. 1988. Sampling techniques. pp. 1-20. *In*: A. K. Minks. and P. Harrewijn. (eds.). *World crop pest, Aphids their biology, natural enemies and control.* Vol. 2B. Elsevier Science Publishing Company Inc., New York.
14. Shands, W. A., C. C. Gordon, and G. W. Simpson. 1972. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 6. Development of a spray technique for applying eggs in the field. J. Econ. Entomol., 65: 1099-1103.
15. Sylvester, E. S., and E. L. Cox. 1961. Sequential plants for sampling aphids on sugar-beets in Kern County, California. J. Econ. Entomol., 54: 1080-1085.
16. Wright, E. J., and J. E. Laing. 1980. Numerical response of coccinellids to aphids in corn southern Ontario. Can. Entomol., 112: 977-988.

Release of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Control *Uroleucon formosanum* (Homoptera: Aphididae) on Romaine Lettuce in Screen House[1]

Jih-Zu Yu[2] and Bing-Huei Chen[3]

Summary

Experiment was conducted to biologically control the aphids on romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.) by continuously supplementary releasing coccinellid (*Lemnia biplagiata* (Swartz)) larvae in screen house. Only *Uroleucon formosanum* (Takahashi) was found throughout the experiment. Densities of the aphids increased from 0.6 to 32.8 per plant within 2 weeks after planting in the check. The aphid number in the biological control plot and the chemical control plot also increased but were not as rapidly as that in the check. Results of this experiment showed that both control treatments could effectively suppress *U. formosanum* population. Lettuce yield was found the average weight of 417.6 g per plant from the biological control, 379.6 g from chemical control, and the lowest 312.6 g from the check. It was revealed that aphids could cause significant economic loss if they were not properly controlled, and biological control appeared to be more effective in regulating aphid population than chemical control in screen house.

Key words : *Lemnia biplagiata* (Swartz), Aphid, Biological control, Screen house.

---

1. Contribution No. 2071 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Senior Entomologist and Head, Office of Technical Service, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究

第五十卷　第二期

中華民國九十年六月出版

發行人：林俊義

總編輯：陳炳輝

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）

王強生　呂秀英　陳一心　楊純明

劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）

王德男　施昭彰　徐信次　劉政道

歐錫坤

農化組：林木連（主審）

王鐘和　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：張清安（主審）

安寶貞　林正忠　彭金騰　程永雄

蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）

王清玲　何琦琛　陳炳輝　陳健忠

鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）

黃禮棟　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 50, No.2 June 2001

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF: Bing-Huei Chen

EDITORIAL BOARD:

Chin-An Chang (Plant Pathology) Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering) Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)

Kang-Chen Lo (Applied Zoology) Hung-Shung Lu (Agronomy)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Pao-Jin Ann
Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen
Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng
Yung-Hsiung Cheng
Horng-Yuh Guo
Chyi-Chen Ho
Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng
Cheng-Chung Lin
Tsung-Dao Liou
Dah-Jiang Liu
Huey-Ing Liu
Sin-Yie Liu
Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou
Jin-Tong Peng
Jau-Chang Shih
Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay
Jyh-Rong Tsay
Chan-Sen Wang
Chong-Ho Wang
Chin-Ling Wang
Der-Nung Wang
Chwen-Ming Yang

Reviewers of related fields are invited from universities, and other research organizations.

中華農業研究第五十卷第二期

編　者：行政院農業委員會農業試驗所

發行人：林俊義

發行所：行政院農業委員會農業試驗所

地　址：台中縣霧峰鄉413萬豐村中正路一八九號

網　址：http://www.tari.gov.tw

電　話：(04) 2330-2301～5

展售書局：

1.三民書局／台北市重慶南路一段62號　(02)2361-7511

2.五南文化廣場／台中市中山路2號　(04)22260330

3.新進圖書廣場／彰化市光復路177號　(04)7252792

4.青年書局／高雄市青年一路141號　(07)3324910

編　輯
印製者：榮裕實業股份有限公司

地　址：台中市大慶街二段二十號

電　話：(04)22618008

中華民國90年6月出版

定　價：NT175元

Vol. 50, No.2 June 2001

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號
中華郵政中臺字第〇三〇九登記爲雜誌交寄

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA
(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Development of Aromatic Rice Variety Tainung 71 (Yihchuan aromatic rice)
……Ming-Hsing Lai, Charng-Pei Li, Ching-Shan Tseng, Huey-Jiuan Huang, Chyr-Guan Chern and Yih-Chuan Kuo… 1

Genetics and Breeding Behaviors of Days to Heading, Plant Height and Panicle Length in the Progenies Derived from the Crosses between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma *et* Shastry
……Charng-Pei Li, Yih-Chuan Kuo, Shu-Tu Wu and Fu-Sheng Thseng…12

Genotypic Variation in Coefficients for Estimating Leaf Area of Rice
……Lit-Fu Chan, Meng-Li Wei, Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu…24

Relationship between Characters of Rice Panicle and Palatability of Cooked Rice
……Yong-Pei Wu, Ai-Na Hsu and Yih-Ching Huang…38

Effects of Planting Date on Yield, Yield Components, and Chemical Compositions in Rice Plants
……Jin-Chuan Tsai, Huey-Ing Liu, Kung-Shy Chi and Ming-Hwi Yao…47

Combined Effects of applying Chicken Compost and Chemical Fertilizer on Quality and Yield of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)
……Min-Fu Hu, Wan-Li Wu, Sin-Yie Liu and Mu-Lien Lin…60

Study on the Mutation in *Lycoris aurea via* Chemical Mutagen Treatment
……Wha-Shin Hsu, Li-Chun Huang, Pan-Chi Liou, Yin-Huay Cheng, You-Ming Chang and Chi-Hsiung Hsiao…67

Thysanoptera of Taiwan (7) ……Chin-Ling Wang…78

Release of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Control *Uroleucon formosanum* (Homoptera: Aphididae) on Romaine Lettuce in Screen House
……Jih-Zu Yu and Bing-Huei Chen…104

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE
Taichung, Taiwan, Republic of China

定價：新臺幣一七五元

ISSN 0376-477X

9 770376 477003

GPN025263890075